# 最新矿产普查找矿、勘探开发与预测、调查技术及经济评价实务全书

# 目　录

## 第一篇　矿产普查勘探开发与预测、调查技术及经济评价基本知识

第一章　矿产资源概述 …… (3)
第一节　矿产资源的概念 …… (3)
第二节　我国矿产资源的基本特点 …… (12)
第二章　中国矿产资源概况 …… (17)
第一节　矿产资源基本情况介绍 …… (17)
第二节　矿产资源的综合利用 …… (21)
第三节　矿产资源的对外开放 …… (24)
第四节　矿产资源形势展望 …… (28)
第三章　中国矿产资源区划概况 …… (31)
第一节　能源富集区 …… (31)
第二节　金属矿产资源富集区 …… (32)
第三节　非金属矿产资源富集区 …… (36)
第四章　矿产资源规划 …… (42)
第一节　矿产资源规划研究的意义 …… (42)
第二节　矿产资源规划的研究现状 …… (45)
第三节　矿产资源规划的主要内容 …… (45)
第四节　矿产资源规划的编制程序 …… (50)
第五节　矿产资源规划支持系统 …… (52)
第六节　区域性矿产资源规划 …… (55)
第五章　矿业与国民经济 …… (67)
第一节　矿业及其生产特征 …… (67)
第二节　矿业与国民经济 …… (74)
第六章　矿产资源与可持续发展利用战略 …… (92)
第一节　可持续发展理论的基本内容 …… (82)
第二节　矿产资源开采现状及存在的问题 …… (89)
第三节　矿产资源可持续发展的战略研究 …… (92)
第七章　矿产资源的开发利用与环境保护 …… (100)
第一节　矿产资源的分类 …… (100)

第二节　矿产资源的开发……（109）
第三节　矿产资源与环境……（110）
第四节　矿产资源开发中的环境问题……（113）
第五节　矿产资源利用对环境的影响……（119）
第六节　矿山地质环境治理……（123）
第八章　矿产资源可持续性开发利用的指标体系研究……（129）
第一节　矿产资源可持续性开发利用的目标……（129）
第二节　矿产资源可持续性开发利用的评价指标体系选择的原则……（129）
第三节　矿产资源可持续性开发利用的评价指标体系构造……（130）

## 第二篇　矿产普查基本知识与矿产普查战略思考

第一章　矿产普查概述……（141）
第一节　矿产普查概述……（141）
第二节　矿产普查的目的、任务什么 ……（141）
第三节　矿产资源普查评价项目设计编写要求……（141）
第四节　创新‘矿产普查与勘探’学科建设……（146）
第二章　矿产普查的战略与加强矿产普查工作的问题……（149）
第一节　矿产普查的战略思考……（149）
第二节　切实加强矿产普查工作的几个问题……（152）

## 第三篇　中国矿产资源预测的理论与方法

第一章　金矿床成矿预测理论……（159）
第一节　金矿床成矿预测理论概述……（159）
第二节　隐伏金矿床(体)定位预测的基本原则及工作流程……（165）
第二章　中国金矿预测方法……（167）
第一节　相似类比找矿法……（167）
第二节　理论预测法……（198）
第三节　伽马能谱测量与隐伏金矿定位预测……（223）
第三章　中国煤炭资源预测……（238）
第一节　煤炭资源综述……（238）
第二节　华北赋煤区煤炭资源预测……（262）
第三节　东北赋煤区煤炭资源预测……（286）

## 第四篇　地质矿产勘查新技术

第一章　矿产资源概述……（307）

第一节　矿产勘查概述……（307）
第二节　矿产勘查基本理论与基础……（310）
第二章　世界矿产勘查开发形式……（328）
第一节　世界矿产勘查总体形势……（328）
第二节　先进技术在矿产勘查开发中的作用增强……（329）
第三节　矿产勘查质量得到进一步提高……（329）
第三章　矿产勘查技术方法……（331）
第一节　找矿方法概述……（331）
第二节　重砂测量法……（332）
第三节　工程揭露法……（342）
第四节　地球化学找矿法……（345）
第五节　地球物理找矿法……（349）
第六节　遥感地质找矿法……（353）
第七节　探矿工程法……（358）
第四章　矿床勘探与探采结合……（363）
第一节　勘探要求与工作程序……（363）
第二节　勘探阶段与勘探周期……（371）
第三节　矿体变异与勘探类型……（375）
第四节　勘探精度与勘探程度……（385）
第五节　矿体取样与质量评定……（392）
第五章　矿体取样与质量评定……（394）
第一节　取样概述……（394）
第二节　取样检查与质量评定……（395）

## 第五篇　地质矿产资源勘查开发可行性研究与评价分析

第一章　矿山建设投资项目可行性研究概述……（403）
第一节　可行性研究的含义……（403）
第二节　可行性研究的任务、内容和作用……（403）
第三节　可行性研究的阶段与建设程序……（405）
第四节　可行性研究中的专题研究……（406）
第五节　矿山建设项目可行性研究各阶段工作的目的和要求……（407）
第二章　可行性研究的内容与方法……（410）
第一节　项目兴建理由……（410）
第二节　项目定位与项目目标……（411）
第三章　资源条件评价……（415）
第一节　自然资源的特点……（415）

第二节　资源开发利用的基本要求……（416）
第三节　资源评价……（417）
第四节　资源的有效利用及其评价……（418）
第五节　矿产资源条件分析评估……（419）
第四章　技术分析方法……（423）
第一节　生产和建设条件评估……（423）
第二节　技术评估的一般问题……（429）
第三节　技术方案、设备方案和工程方案……（433）
第四节　建设规模方案选择……（440）
第五节　建设规模与产品方案比选……（444）
第六节　矿床开采技术条件分析研究……（445）
第七节　选矿技术条件分析研究……（449）
第五章　可行性研究组织机构与人力资源配置……（453）
第一节　可行性研究的组织……（453）
第二节　项目组织结构的设计……（453）
第三节　组织机构的环境适应性评价……（459）
第四节　人力资源配置……（460）
第五节　矿山企业组织机构和劳动组织、劳动定员的分析评估……（462）
第六章　资金规划与基础数据预测……（464）
第一节　投资筹集渠道及其分析……（464）
第二节　投资估算……（468）
第三节　总成本费用的估算……（477）
第四节　销售收入及税金、利润估算……（481）
第五节　项目清偿能力预测……（482）
第六节　矿山项目建设投资估算与财务评估……（485）
第七节　砂石开采与粗选厂投资估算举例……（495）

## 第六篇　地质矿产资源开发采矿新技术与最佳方案选择

第一章　概述……（507）
第一节　金属矿床的工业特性……（507）
第二节　矿床地下开采基本概念……（510）
第三节　对矿床开采的要求及矿石的损失贫化……（514）
第四节　矿井生产能力的确定……（515）
第二章　矿床开拓……（517）
第一节　开拓方法分类……（517）
第二节　开拓方法……（517）

第三节　主要开拓巷道位置的确定……（523）
第四节　中段平面开拓设计……（527）
第五节　井底车场……（530）
第三章　矿床地下采矿方法……（533）
第一节　地下采矿方法的基本概念及分类……（533）
第二节　矿床开拓方案选择　……（535）
第三节　空场采矿法……（541）
第四节　崩落采矿法……（548）
第五节　充填采矿法……（553）
第六节　采矿方法的选择……（572）
第四章　井巷掘进……（574）
第一节　凿岩爆破……（574）
第二节　水平巷道的掘进与支护……（580）
第三节　竖井掘进……（590）
第四节　斜井和天井掘进……（591）
第五章　矿井通风安全……（593）
第一节　矿井通风的目的……（593）
第二节　矿井空气及气候……（594）
第三节　矿井水灾及其防治……（595）
第四节　矿井火灾及其防治……（597）
第六章　露天开采程序……（599）
第一节　概述……（599）
第二节　台阶几何要素……（599）
第三节　掘沟……（603）
第四节　台阶的推进方式……（610）
第五节　采场扩延过程与布线方式……（618）
第六节　帮坡形式与帮坡角……（621）
第七节　生产剥采比……（627）
第八节　分期开采……（630）
第七章　露天矿床开拓……（635）
第一节　铁路运输开拓……（635）
第二节　公路运输开拓……（638）
第三节　斜坡卷扬开拓……（640）
第四节　平硐溜井开拓……（642）
第八章　露天开采工艺　……（646）
第一节　穿孔爆破工作……（646）

第二节　采装与运输……（653）
第三节　排岩工程……（663）
第九章　露天－地下联合采矿法……（674）
第一节　概述……（674）
第二节　露天－地下联合采矿法……（675）
第三节　露天－地下联合采矿法研究实例……（683）
第四节　露天－地下联合采矿方案的综合评价……（692）
第十章　露天开采与地下开采方案比较……（696）
第一节　正确选择露天与地下开采方法的重要意义……（696）
第二节　开采方法方案比较的条件……（696）
第三节　开采方法方案比较的基本原则和方法……（697）
第四节　开采方法方案比较的范围及应注意的几个问题……（699）

## 第七篇　矿产开采投资项目评估

第一章　国家投资体制的重大变革……（705）
第一节　经济体制与投资体制的关系……（705）
第二节　社会主义市场经济投资体制的特征和效能……（706）
第三节　深化和完善投资体制改革的主要途径……（708）
第二章　项目评估的基本概念……（715）
第一节　项目评估的涵义……（715）
第二节　西方国家项目评估的形成与发展……（716）
第三节　我国投资项目评估和决策的历程……（719）
第三章　投资项目评估概述……（722）
第一节　投资与项目……（722）
第二节　项目管理的一般程序……（725）
第三节　项目评估概述……（730）
第四节　投资项目评估的原则和要求……（736）
第五节　投资项目的建设程序……（740）
第六节　项目建议书……（745）
第四章　矿山项目投资……（749）
第一节　矿山项目投资构成……（749）
第二节　矿山项目投资计算……（750）
第五章　投资项目的不确定性分析……（753）
第一节　不确定性分析概述……（753）
第二节　盈亏平衡分析……（755）
第三节　敏感性分析……（761）

第四节　概率分析……（765）
第六章　资金的时间价值与资金等值……（769）
第一节　资金时间价值……（769）
第二节　现金流量与资金等值……（774）
第三节　资金时间价值的计算公式……（777）
第七章　矿山生产成本……（789）
第一节　矿山生产成本构成……（789）
第二节　矿山生产成本计算……（790）
第三节　选矿生产成本……（792）
第四节　选矿成本汇总……（799）
第八章　黄金矿产资源开发经济评价系统研究……（801）
第一节　黄金矿产资源开发技术经济指标变化趋势的预测模型……（801）
第二节　黄金矿产资源开发综合经济效益评价模型……（804）
第三节　黄金矿产资源开发经济效益影响因素的灰色关联分析模型……（809）

第八篇　矿产开采投资经济评价与矿产资源综合利用的经济评价
第一章　矿业投资决策……（817）
第一节　矿业投资特点……（817）
第二节　矿业项目经济评价方法……（818）
第三节　矿床技术经济评价……（827）
第四节　矿业投资项目融资……（833）
第二章　矿山建设项目经济评价的重要因素(参数)……（835）
第一节　矿产品价格和销售收入……（835）
第二节　建设投资和资金筹措……（836）
第三节　生产成本及折旧费……（839）
第四节　利率和贴现率……（842）
第五节　税金……（843）
第六节　工业指标……（844）
第七节　采矿技术经济指标(参数)……（844）
第八节　选矿技术经济指标(参数)……（846）
第九节　生产规模与服务年限……（849）
第十节　损失率、贫化率和选矿回收率的估算……（851）
第十一节　边际品的估算分析与确定……（851）
第三章　矿产资源价值理论……（859）
第一节　矿产资源的价值基础……（859）
第二节　矿产资源的价值构成……（860）

第三节　矿产资源价格的影响因素……（862）
第四节　有关矿业权价格的影响因素……（863）
第五节　矿产资源价值的具体分配形式……（864）
第四章　矿山净收益的计算……（865）
第一节　以单位矿石价格或直接精矿价格为基础的简单情况……（865）
第二节　有色金属……（866）
第五章　矿床寿命……（871）
第一节　矿床寿命的概算规则……（871）
第二节　最佳寿命公式……（872）
第三节　非金属工业的矿山寿命……（874）
第四节　储量寿命比……（875）
第六章　投资项目经济分险的分析……（876）
第一节　独立变量的风险模拟……（876）
第二节　处理相关联风险模拟的理论与方法……（878）
第三节　投资膨胀风险分析方法……（885）
第七章　矿产资源综合利用的经济评价……（895）
第一节　概述……（895）
第二节　国外对矿产资源的综合利用已引起高度重视……（903）
第三节　我国矿产综合利用特点、现状、存在问题及技术经济政策……（904）
第四节　共生和伴生矿产的定义及分类……（906）
第五节　矿产综合利用的工业指标……（907）
第六节　矿产资源的定性变量评价……（912）
第七节　矿产资源综合评价模型……（920）
第八节　伴生矿产的工业要求……（923）
第九节　有害组分、剥离岩石和尾矿综合利用的经济意义……（928）
第十节　矿区矿产资源评价……（930）

## 第九篇　矿产资源勘查行政监督管理

第一章　矿产资源国家所有权益的管理……（941）
第一节　矿产资源所有权制度的沿革……（941）
第二节　矿产资源国家所有权的涵义和法律特征……（944）
第四节　矿产资源国家所有权的实现……（948）
第二章　矿产资源管理……（955）
第一节　矿产资源管理概述……（955）
第二节　矿产资源的储量管理与价值核算……（959）
第三节　矿产资源形势分析与政策研究制定……（971）

第四节　矿产资源规划管理……（974）
第五节　地质资料汇交管理……（976）
第三章　矿产资源补偿费的征收和使用监督管理……（981）
第一节　矿产资源补偿费的征收管理……（981）
第二节　矿产资源补偿费的使用管理……（986）
第四章　矿产资源开发监督管理……（989）
第一节　矿产开发监督管理概述……（989）
第二节　矿产开发监督管理工作的内容……（991）
第三节　“三率”指标制定、考核与监督制度……（993）
第四节　矿产开发督察制度……（1001）
第五节　完善监督管理规章、制度和办法……（1003）
第六节　矿产品运销环节的监督管理……（1004）
第七节　矿山企业生产过程的监督管理……（1006）
第八节　矿产开发中储量动态监督管理……（1007）
第九节　矿山闭坑的监督管理……（1009）
第十节　矿山环境的监督管理……（1012）
第十一节　矿产资源开发监督管理制度和主要方法……（1013）
第十二节　矿产资源勘查开发监督管理的现状与改革……（1016）
第五章　地质勘查行业管理……（1018）
第一节　地质勘查行业管理概述……（1018）
第二节　地质勘查行业管理的现状……（1019）
第三节　地质勘查行业管理的改革发展趋势……（1021）
第六章　地矿行政监督……（1024）
第一节　地矿行政监督概述……（1024）
第二节　地矿行政监督体系……（1027）

第十篇　矿产普查勘探开发与预测、调查技术及经济评价相关法律法规

第十一篇　矿产普查、找矿与勘探开发预测、调查最新标准规范

# 第一篇　矿产普查勘探开发与预测、调查技术及经济评价基本知识

# 第一章　矿产资源概述

人类社会的形成与发展，始终与开发矿业相关联。早在五千年前，人类就开始发现、制造、利用陶器，进入青铜时代以后，古代的采矿业就有了很大的发展。铁器的出现和推广，促进了奴隶社会向封建社会的过渡。有色金属、煤和石油的逐步开发，改造了原来的作坊，推动了钢铁工业和机械工业的发展，并使封建社会向资本主义社会过渡。同样，稀有和放射性元素的开发和利用，推动了电子工业和原子能工业的发展，并把人类引向原子电子时代。

矿产资源是人类社会生产最初始的劳动对象之一，对矿产资源的开发利用是人类社会发展的前提和动力。从石器时代到青铜器时代，到铁器时代，从木柴的燃烧到煤、原子能的利用，人类社会生产力的每一次巨大进步，都伴随着矿产资源利用水平的一次巨大飞跃。

## 第一节　矿产资源的概念

概念的产生是学科理论体系形成并日趋完善的过程，概念的确立是一个认识不断升华的过程。作为构成矿产资源学基本知识单元的概念，在一定程度上决定着本学科理论体系的结构、功能和发展，同时也是学科研究的重要组成部分。

### 一、资源与自然资源

#### （一）资源（resources）

“资源”的概念源于经济学科，是作为生产实践自然条件的物质基础提出来的，具有实体性。《辞海》把资源解释为“资财的来源，一般指天然的财源”。“资源”是由资与源两字联合组成，“资”是指财物、费用，是指具有现实的或潜在价值的东西；“源”就是来源、源泉，是一切事物之本。由此可见，资源是指可以获得物质财富的源泉。狭义的资源是指自然资源，如土地资源、矿产资源、气候资源、水资源、生物资源等一切能为人类作为生产和生活资料利用的自然物。

近年来，资源一词已泛出现在各个研究领域，其内涵和外延已有明显变化，不同学科领域各取其是，资源已包括人力及其劳动成果的有形和无形积累，如资金设备、技术

和知识等等。广义而言，人类在生产、生活和精神上所需求的物质、能量、信息、劳力、资金和技术等“初始投入”均可称之为资源（图 1－1－1）。

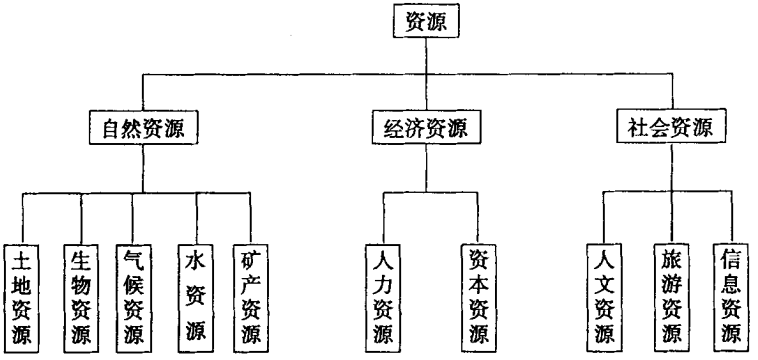



图 1－1－1 广义资源的划分系统

## （二）自然资源（natural resources）

1. 定义

《辞海》中把自然资源定义为：一般指天然存在的自然物，不包括人类加工制造的原料。如土地资源、水资源、生物资源和海洋资源等，是生产的原料来源和布局场所。这个定义强调了自然资源的天然性。

联合国环境规划署指出：自然资源是指一定时间条件下，能够产生经济价值以提高人类当前和未来福利的自然环境因素的总称。可见这个定义是非常概括和抽象的。

大英百科全书中自然资源定义的是：人类可以利用的自然生成物，以及生成这些成分的环境功能。前者包括土地、水、大气、岩石、矿物、生物及其积聚的森林、草场、矿床、陆地和海洋等；后者为太阳能、地球物理的循环机能（气象、海洋现象、水文、地理现象）、生态学的循环机能（植物的光合作用、生物的食物链、微生物的腐败分解作用等）、地球化学的循环机能（地热现象、化石燃料、非燃料矿物生成作用等）。这个定义明确指出环境功能也是自然资源。

我国的一些学者认为：自然资源是指存在于自然界中能被人类利用或在一定技术、经济和社会条件下能被利用作为生产、生活原材料的物质、能量的来源。

尽管以上对自然资源理解的深度与广度不同，文字描述各异，但概括起来自然资源有以下特征：

（1）自然资源是自然过程所产生的天然生成物，它与资本资源、人力资源的本质区别，在于其天然性。但现代的自然资源中又已或多或少地包含了人类世世代代劳动的结晶。

（2）任何自然物之所以成为自然资源，必须有两个基本前提：即人类的需要和开发利用的能力。否则，就不能作为人类社会生活的“初始投入”。

（3）自然资源的范畴随着人类社会和科学技术的发展而不断变化。人类对自然资源

的认识，以及自然资源开发利用的范围、规模、种类和数量，都是不断变化的。同时还应指出，现在人们对自然资源已不再是一味的索取，而且注重保护、治理、抚育、更新等。

(4) 自然资源与自然环境是两个不同的概念，但具体对象和范围又往往是同一客体。自然环境是指人类周围所有的客观自然存在物，自然资源则是从人类需要的角度来认识和理解这些要素存在的价值。因此，有人把自然资源和自然环境比喻为一个硬币的两面，或者说自然资源是自然环境透过社会经济这个棱镜的反映。通过对自然资源认识与开发史考察，可以说“环境就是资源”。

综上所述，自然资源是一定社会经济技术条件下，能够产生生态价值或经济效益，以提高人类当前或可预见未来生存质量的自然物质和自然能量的总和。换言之，自然资源是人类能够从自然界获取以满足其需要与欲望的任何天然生成物及作用于其上的人类活动的结果，或可认为自然资源是人类社会生活中来自自然界的初始投入。从系统角度看，自然资源是由一系列基本单元和不同层片构成的一个极其复杂的多维结构网络体，它以一定的质和量分布在一定地域，且按一定规律在四维时空发展变化。

2. 分类

根据自然资源的地理特征（即形成条件、组合情况、分布规律，以及与其他要素的关系），分为矿产资源（地壳）、气候资源（大气圈）、水利资源（水圈）、土地资源（地表）、生物资源（生物圈）五大类，各类可进一步细分，如在矿产资源下，可划分出能源资源、金属矿产资源、非金属矿产资源、水气资源等。

根据自然资源在经济部门中的地位可以将其分成农业资源、工业资源、交通资源、服务业资源。

按照自然资源是否可耗竭的特征分成耗竭性资源与非耗竭性资源两大类（图 1－1－2）。耗竭性资源按其是否可更新或再生，又分为可更新资源和不可更新资源两类：不可更新资源指地壳中有固定储量的可得资源，由于它们不能在人类历史尺度上由自然过程再生（如铜）或由于它们再生的速度远远小于被开采利用的速度（如石油和煤），因此，一般认为它们是可耗竭的。可更新（再生）资源是指在正常情况下可通过自然过程再生的资源，这类资源在开发利用限定到一定程度或阈值内，其数量和质量能够再生和恢复，如各种生物及生物与非生物因素组成的生态系统。如果此类资源被利用的速度超过再生速度，它们也可能耗竭或转化为不可更新资源。

非耗竭性资源是指在目前的生产条件和技术水平下，不会在利用过程中导致明显消耗的资源，如太阳辐射能、风和海潮，海水等，这些资源在本质上是连续不断地供应的，它们的更新过程不受人类影响。

矿产资源属于不可再生资源，其中一些金属（如黄金、铂，甚至铜、铁、锡、锌等）是可以重复利用的，而石油、煤炭、天然气等能源矿产则是不能重复利用的。

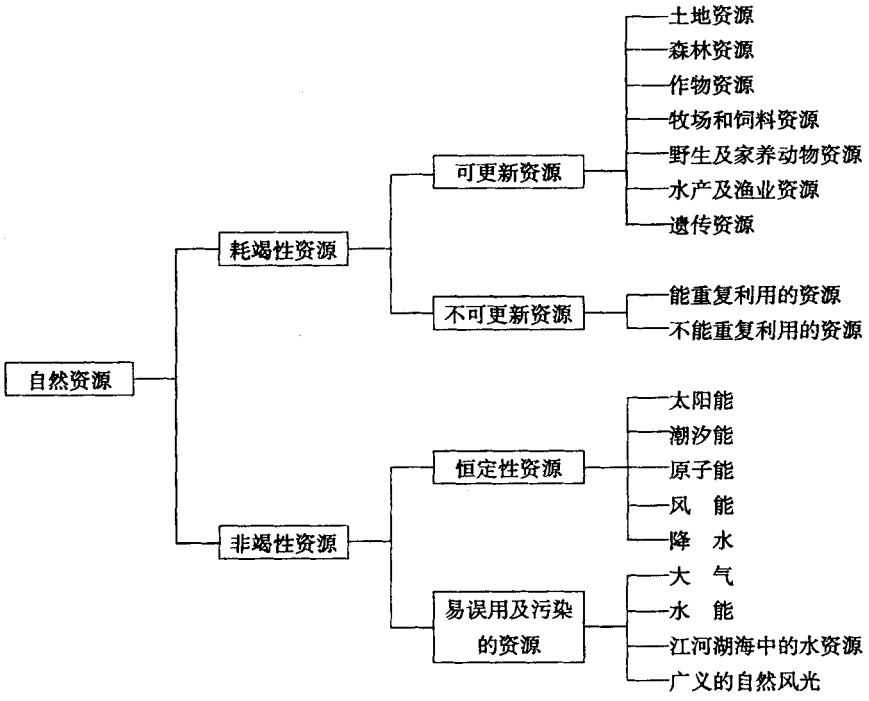



**图 1－1－2　自然资源的分类系统**

## 二、矿产资源与矿产储量

### （一）矿产资源（Mineral Resources）

**由于矿产资源的开发利用历史悠久，人类对其认识也在不断深化，不同学科领域的专家对矿产资源的理解、要求不尽相同，地质专家主要侧重于矿产资源的形成、赋存等方面，找矿专家主要强调矿产资源的赋存状态和数量（即矿产储量），而经济、管理专家则主要强调矿产资源的经济意义。因此，这就使得矿产资源的定义各有不同。**

1. **常见定义**

**（1）矿产资源是赋存于地壳内部或表面，呈固态、液态或气态的地质作用产物。它既包括在当前的技术经济条件下可以开发利用的物质，又包括在未来的条件下具有潜在价值的物质（《地质辞典（五）地质普查勘探技术方法分册上册》，1982 年）。**

**（2）矿产资源是指今后几十年中具有经济意义的原地资源，它包括经济上可采的（实际上的储量）及次经济和边界经济的资源（《矿产资源的国际分类系统》，1979 年，联合国矿产资源定义和术语专家小组）。**

**（3）将勘探储量 A、B、$C_1$ 和初步评价储量 $C_2$ 合称为储量，将 $P_1$、$P_2$、$P_3$ 等预测储量称为资源，资源总量等于储量加预测资源量加暂不能利用资源量（《固体矿产储量和**

预测资源的分类》，前苏联，1981 年）。

（4）矿产资源总量定为矿产储量加次经济矿产资源量加潜在的矿产资源量（《地质新闻》1986 年第 11 期，矿产资源研究，日本学者立见辰雄）。

（5）在地壳内部或表面天然形成的固、液或气态物质的堆积体，它们现在或潜在有可能成为有经济价值的开采对象（美国矿业局和地调所，1976 年）。

2. 内涵理解

综上所述我们可从以下几个方面去认识矿产资源的含义。

（1）矿产资源是赋存在地壳中有用岩石、矿物和元素的聚集物，它们经过漫长的成岩成矿作用而富集，可作为一种物质财富或商品，在目前或可以预见的将来加以开发利用，即矿产资源的天然物质意义。

（2）矿产资源在开发利用的过程中，必须是在科学技术上能够实现的，在经济上是合理的。例如随着技术的进步，人类可利用的矿产资源，不论从品种上，还是从数量上，都是在不断增加的。同时，随着社会劳动生产力的提高，就可能使一些过去不宜开发的低品位矿物堆积物变成矿产资源。因此，在分析研究矿产资源时，必须综合地考虑这二个方面，即矿产资源的技术经济含义。

（3）与其它一切事物一样，矿产资源量的确定，除了必须依据技术、经济条件外，还必须考虑政治条件和军事条件的变化。例如随着政治或国防上的需要，可能使一些在正常条件下不宜开采的矿产资源成为可供开采的矿产储量，也可能为了战略储备，禁止开发某些矿产，使一些可供开采的矿产储量变成实绞上的矿产资源，即矿产资源的政治军事意义。

（4）矿产资源开发与人类的关系。随着人类对矿产资源开发利用程度的提高（包括从数量到质量二个方面），矿产资源对人类的贡献也越来越大，若处理不好，则对自然界的破坏作用也将越来越大，并造成自然对人类的反作用不断增强。应确保人类与自然的平衡，避免只顾眼前利益而引起的对矿产资源的盲目开采，从而造成自然对人类的惩罚（包括产生资源危机和自然灾害），即矿产资源的社会意义。

由此可见，矿产资源应是一个包括地质、技术、经济、政治（含军事）、社会的综合概念。由以上各因素所决定的它在数量上的变化，也具有动态的概念。所以在我们今后考虑矿产资源问题时，必须考虑上述诸多因素，同时还应从动态的概念出发，分析矿产资源的现状和未来，合理地解决矿产资源的勘查、开发、利用和保护等问题。

3. 定义

综上所述，我们可以将矿产资源这个术语归纳为：赋存在地壳内部或表面，由地质作用形成的呈固态、液态或气态的天然富集物。它既包括在当前技术经济条件下可以开发利用的天然物质（储量），也包括在今后几十年中能具有经济意义的天然物质资源，还包括根据地质理论推断可能存在的、具有经济价值的天然物质潜在资源，其资源总量则为这三者之和。矿产资源的开发利用，受科学技术、社会需求、经济条件、政治军事形势以及环境保护等因素的影响。从数量上看，它又随这些条件或因素的变化而变化。因此，矿产资源既具有客观存在的自然物质的属性，又具有社会、经济、政治、乃至军事的属性，从本质上看，是一个技术经济概念。

## （二）矿产储量（mineral reserves）

矿产储量即矿产储备量，是一个地质、采矿业常用的名词，矿业部门有时亦称其为矿量，也就是矿产的蕴藏量。矿产储量是矿产资源中在目前技术经济和社会政治条件下可供经济合理开发的那一部分矿产资源。《中国资源科学百科全书》中定义矿产储量为：有一定工程控制、用一定方法的地质工作计算的有用矿产的储藏量。它是地质工作的一项重要成果，也是编制矿山开发方案，确定矿山建设规模和矿山建设计划，制定国民经济建设规划的重要依据。与矿产储量有关的常见名词：

1. 可采储量（recoverable reserves）

在当前开采生产工艺、技术经济条件下，可以采出的矿产储量。目前石油天然气勘查部门将油气储量分为地质储量和可采储量；固体矿产“生产矿量”、“三级矿量”和石材的“荒料储量”、“板材储量”及水资源的“允许开采量”等均属可采储量的范围。

2. 探明储量（proven reserves）

采用一定的探矿工程证实的矿产储量。可作为矿山生产建设、制定国民经济计划、合理规划工农业布局的重要依据。矿产储量表习惯地将已控制的 A、B、C、D 级储量列为探明储量，石油天然气勘查部门的“二级储量”属于探明储量。

3. 保有储量（preserved reserves）

截止国家要求统一上报的某一时间，已开采矿山还拥有的实际各级储量和尚未利用的储量的统称。它反映了国家和矿山的矿产资源现状。

4. 预测储量（forecasting reserves）

即预测资源，指经过区域地质调查和成矿规律研究，对成矿区带或矿田范围内的矿产资源所作的预测资源量。从工作程度和资料的可靠性看，这一阶段估算的储量及技术经济资料，满足不了矿山建设技术经济评价的要求，因此其估算的储量只能称为预测资源。

## （三）矿产资源与矿产储量的关系

矿产资源是自然资源的组成部分，是赋存于地表或地壳中能为人类所利用的矿物资源。矿产资源概念就其内涵而言，实为尚未开发利用的矿物原料，是一种自然财富，它一方面体现了客观地质作用形成的有用物质的天然富集，另一方面它又在目前或可以预见的将来，具有一定的经济价值。只有达到这二条标准者，才能称为矿产资源。

矿产资源的量一般用储量和储量基础表示。储量是查明资源的一部分，它能满足现行采矿所要求的最低的理化标准，包括对品位、质量、厚度和深度所要求的标准。储量基础除包括那些在已确立的技术和目前经济条件下可以利用的资源外，还包括在成为经济可用方面具有根据的潜力资源，它包括目前经济可行的资源（储量）、经济上处于边界条件的资源和某些目前是次经济的资源。储量是储量基础的一部分，是在进行测定当时可以经济开采的一部分查明资源量。

矿产资源和矿产储量是两个相互联系又相互区别的概念。西方国家尤其是美国，对矿产储量的定义是相当严格的，除了要求达到一定的勘探精度，还要求在经济上可以盈

利采收。他们按矿石品位—价格来计算储量，并把指标的高低和储量的多寡与市场价格、行情好坏直接联系起来，故其储量标准和储量的多少均受到市场影响，是可变的数字。我国是一个由传统的计划经济向社会主义市场经济过渡的国家，早期的储量标准虽是储量委员会与工业部门在某个时期经济技术条件基础上制定的，但与市场经济条件和价格行情的变化不发生直接的联系，这种条件下计算出的储量，数量偏大，平均品位偏低。1999 年 12 月 1 日实施的《固体矿产资源/储量分类》适应了市场经济要求，实现了与国际接轨。

## 三、矿产资源在人类社会中的地位与作用

矿产资源对于人类的生存与社会的发展具有极为重要的意义，主要表现在以下六个方面。

### （一）矿产资源的开发和利用是人类诞生与发展的基本条件

远在人类诞生之前，人类的祖先南方古猿（距今约 500 ~ 100 万年）可能由于生活方式和劳动习惯改变的结果，逐渐由动物的四肢行走变为双脚直立行走，“完成了从猿转变到人的具有决定意义的一步”（《马列著作选读·哲学》，第 387 页）。这些善于直立行走的猿类，利用解放了的上肢来拾取天然石块或树枝敲打树上的果实，挖掘地下的块根，采集所需要的食物，并利用石块来抵御猛兽的袭击。南方古猿在利用天然石块与自然力量进行长期斗争的过程中发现有些坚硬和尖锐的石块利用起来效果较好，便尝试着利用隧石、石英岩等坚硬的石块来砍砸一般的石块和木棒，以便使其更加适用。当这种进步类型的古猿（正在形成中的人）在砍砸石器工具获得成功，并开始有意识地、自觉地制造石器工具和使用这些工具时，就完成了从动物本能的劳动形式真正过渡到人类劳动形式的巨大的质的飞跃，它标志着猿类最终从一般动物中分离出来而转变为人类。由此可见，人类在从其祖先南方古猿分化出来开始有意识地制造石器工具而转变成人的第一天起，就与石料矿产发生了极为密切的关系，并揭开了旧石器时代的序幕。从世界各地考古发现来看，人类最初制造与利用的石料，均属于非金属矿产这一大类，如隧石、石灰岩、石英岩、砂岩、花岗岩等等。

人类在形成以后，在历史发展过程中，通过开发利用铜矿、铁矿、石油、煤炭等矿产资源，有力地促进了生产力发展和社会的进步。人类社会在经历了旧石器时代、新石器时代、青铜器时代、铁器时代、原子能时代过渡发展到今天的电子信息时代，都与逐步扩大开发利用矿产资源有关，可以毫不夸张地说，没有对矿产资源的开发利用，人类社会就不可能达到今天的境界。

### （二）矿产资源是人类生存的主要物质来源

人类的食、衣、住、行、用、医等各方面都离不开矿产资源。要解决吃饭问题，就要发展农业，而发展农业，就需要肥料、农药、水、饲料。目前我国有 1/3 农田灌溉靠地下水资源，煤、石油等是生产化肥、农药和矿物饲料的原料。穿衣也离不开矿产资

源，当今时代的纺织原料化纤就是矿产资源（如石油、煤炭、尼龙石灰岩等）加工而成的。目前我国以化纤制成的纺织品约占衣用纺织品总量的 40% 左右。住宅方面，从一般的粘土、砂石到钢筋、水泥，从一般砖瓦到陶瓷制品、玻璃制品、花岗石、大理石等高级装饰建筑材料，都离不开矿物原料。至于行，各种交通工具，如飞机、轮船、火车、汽车、摩托车、自行车以及宇航工具等的制造都需要通过对矿产资源的开发加工来提取各种金属和非金属材料。在用的方面与矿产关系就更为密切，从做饭用的炊具，吃饭用的餐具，饮水用的茶具都与陶瓷原料矿产、玻璃原料矿产以及铁、铝、铜等金属和非金属矿产有关；电视机、洗衣机、电冰箱、照相机等也都需要矿产品作为它们的原料，例如电视机用的显像管就与稀土矿产有关。在医疗方面，古代就曾采用一些矿物作为药物来治疗疾病，李时珍的《本草纲目》中就有这方面记载。长春地质学院和长春中医学院合编的《中国矿物药》一书中搜集有 54 种矿物药品，另有 16 种矿物制品药和 4 种矿物药制剂。此外，人类为了生活与生存，还耗用大量的煤炭、石油、天然气等矿物能源，作为发电、取暖与生活燃料。总之，矿产资源是人类赖以生存与发展的重要物质资源。

## （三）矿产资源是现代化建设的重要物质基础

人类生产建设的发展需要耗用大量的矿产资源，并且随着现代化程度的提高，耗用矿产资源量将进一步增多。以铜矿为例，人类利用铜矿已有几千年的历史，全世界已从地下采出铜金属约 2.7 亿 t，其中 20 世纪以前的几千年中仅采出 3200t，进入 20 世纪以来的近 100 年中就采出 2.38 亿 t，平均年产量约为 240 万 t，而到 1996 年世界铜年产量已达 1000 万 t 以上。再以能源为例，1952 年，我国一次能源消费量为 4695 万 t 标准煤，而 1996 年则为 13.88 亿 t 标准煤，为 1952 年的 29.56 倍。从国家间横向对比来看，现代化水平越高，人均消耗矿产品越多。据有关资料，1996 年我国人均消耗原油为 129kg，同年，世界人均消耗原油为 590kg，为我国的 4.6 倍。即使在人类进入信息时代和知识经济时代的今天，矿产资源仍是不可替代的现代化建设的重要的物质基础。95% 以上的能源资源为矿物资源，80% 以上的工业原材料依赖矿物原材料，70% 以上的农业生产资料来自矿产资源。中国如此，世界也大体是这样。作为信息高速公路的载体——光导纤维本身就是以高纯度的石英和锗的氧化物为原料制造的，而石英属非金属矿产，锗则是稀散元素矿产中的一种。

## （四）矿产资源对于国家经济发展具有导向作用

1. 制定经济发展战略的导向作用

矿产资源特别丰富的国家，输出矿产资源自然就成为这个国家的经济发展战略。如石油资源非常丰富的中东地区的一些国家，主要靠输出石油来发展自己。资源十分短缺的国家（如日本），资源输入就必然成为其经济发展战略中的重点，通过国际贸易和到海外勘查、开发矿产资源来满足自己的需要。

2. 国家经济结构形成的导向作用

矿产资源多的国家，以矿产品勘查、开发和加工为主体的矿业就可能成为其支柱产

业，如澳大利亚、智利、南非等国，矿业及矿产品加工业就成为这些国家的重要支柱产业。

3. 地区经济发展的导向作用

以我国为例，新中国建立以来，通过广大地质工作者的努力，在许多荒无人烟或人口稀少的穷乡僻壤，发现了一批批大的矿产地，而由于这些矿产地的勘查开发的成功，使得300多座新兴矿业城市在华夏神州拔地而起，如克拉玛依、大庆、金昌、乌海、平顶山、白云鄂博、攀枝花市等等，从根本上改变了这些地区的面貌。

4. 交通建设的导向作用

贯通我国大西南的南昆铁路的修建，虽有多方面因素影响，但西南地区丰富的矿产资源，特别是云南的磷矿、贵州的磷矿、煤矿等外运的需要，对于促进南昆铁路建设具有重要的导向作用。

## （五）矿产资源是国家安全的重要因素

矿产资源特别是能源资源能否稳定供应，直接影响着整个国民经济能否沿着快速、持续、健康的轨道安全运行。我国的矿产资源在品种结构和质量方面存在的某些弱点，国计民生中不可缺少的矿产中有些属于短缺矿产，因此需要从国外市场谋求资源供需的平衡。如果短缺矿产供求矛盾日趋扩大，矿产品进口增加，势必引起耗汇额度增加，从而影响国家储备与外汇平衡。即使在有足够外汇支付的情况下，进口矿产品渠道是否稳定，数量和质量是否能有保证，都会直接影响到相关的产业经济能否安全正常地运行。特别是在一些非常时期，如贸易制裁、战争等突发事件时，短缺矿产不能正常从国际市场进口，支柱性矿产急剧短缺，将会导致国民经济难以正常运行，造成巨大损失，从而影响到国家的经济安全与国防安全。

石油、核能矿产对于国家的安全无论从国防角度还是从经济角度都是显而易见的。在当今时代，无论是平时还是战时，没有石油是不可想象的。而铀矿则既是军用战略物资，又是一种清洁能源，拥有相当实力的完整的核工业体系，将是国防安全强有力的保障。

## （六）矿产资源是国际交往中的重要手段

由于矿产资源在人类生活和国民经济中占有的重要地位，特别是能源矿产所具有的极为重要的战略意义，使矿产资源在国际事务中具有十分重要的地位。在国际贸易和经济技术合作中，矿产资源占有很大的份额，如1992年世界矿产品出口贸易额为6189.7亿美元，占当年全球贸易总额的18%。矿产资源不仅是国际交往中一个重要筹码，而且也往往成为国际争夺的对象，甚至为此而爆发战争。20世纪90年代初发生的海湾战争，当今的伊拉克战争风云也与有关国家在争夺与维护石油资源方面的战略利益分不开。

## 第二节 我国矿产资源的基本特点

我国幅员辽阔，地质构造条件复杂多样化，地壳活动频繁，从而形成了较为优越的地质成矿条件。我国是世界上少有的几个矿产品种较齐全、矿产资源较丰富的国家之一。到1995年底，我国已发现矿产165种，其中探明有储量的153种，包括燃料矿产4种，金属矿产56种，非金属矿产89种，水气矿产4种（详见表1－1－1）。

在已发现的全部矿种中，现阶段在国民经济中扮演重要角色的有45种：

燃料矿产：煤、石油、天然气；

金属矿产：铁、锰、铬、钒、铝、铜、铅、锌、镍、钨、锡、钼、锑、汞、钛、金、银、铂族、稀土、钽、铌、铍、锂、铀；

非金属矿产：磷、硫、钾盐、硼、芒硝、菱镁矿、萤石、石棉、滑石、重晶石、膨润土、高岭土、耐火粘土、石膏、珍珠岩、天然碱、金刚石、石墨。

根据对这45种主要矿产的资源形势分析和与世界资源的对比结果，我国矿产资源的基本特点如下：

### 一、矿产种类齐全，总量大，但人均矿量严重不足

目前世界上已知的矿产在我国均有发现。而在已探明储量的151种矿产中，有20多种矿产储量居世界前列，其中近10种可排为世界第一。按1990年的保有储量计，我国稀土矿储量占世界总量的80%，锑占52%，钨占47%，煤占46%，菱镁矿占30%，重晶石占24%，钒占14%，萤石占12%。按45种主要矿产探明储量的可比价值分析，我国约为世界总价值的10%，列世界第3位。但由于我国人口基数大，矿产储量的人均占有值很低，仅为世界人均值的27%，退居世界80位以后。

通过对45种主要矿产的探明储量及其人均拥有量在世界上的地位的综合分析，可将我国矿产资源分成以下5类：

1）具有绝对优势的矿产，是指探明储量居世界第1、2位，人均拥有量大于世界平均值的矿种，包括稀土、钛、钽、钨、锡、钼、锑、钒、锂、石膏、膨润土、芒硝、重晶石、菱镁矿、石墨共15种。

2）具有相对优势的矿产，即探明储量居世界第2、3位，但人均拥有量接近或低于世界平均值的矿产，包括煤、铌、铍、汞、硫、萤石、滑石、磷、石棉共9种。

3）具有潜在优势的矿产，即虽然探明储量居世界前列，而人均拥有量偏低，但据地质勘查工作表明资源量大，储量可以得到提高的矿种，包括锌、铝土矿、珍珠岩、高岭土、耐火粘土5种。

4）相对短缺的矿产，探明储量居世界第5～10位，而人均拥有量低于世界平均值的1/2～1/8的矿产，包括铁、锰、镍、铅、铜、金、银、石油、铀、硼共10种。

5）紧缺矿产，是指我国探明储量在世界上的位次偏后而人均拥有量低于世界平均

值 1/20 的矿产，包括金刚石、铂、铬、钾盐、天然气和天然碱共 6 种。

表 1－1－1　　1995 年我国矿产分类统计表

| 矿类名称 | 有探明储量的矿种 | | 其他发现的矿种 | |
|---|---|---|---|---|
| | 矿种数 | 名　　称 | 矿种数 | 名称 |
| 燃料矿产 | 4 | 煤、石油、天然气、油页岩 | | |
| 金属矿产 | 56 | 铁、锰、铬、钒、铜、铅、锌、铝、镍、钴、钨、锡、铋、镁、钼、汞、锑、金、银、铂、钯、铱、铑、锇、钌、铌、钽、铍、锂、锆、锶、铷、铯、钇、钆、铽、镝、钬、铒、铥、铕、钕、钐、铕、锗、镓、铟、铊、铪、铼、镉、钪、硒、碲、铀、钍、 | 5 | 钬、钼、铥、镱、镥 |
| 非金属矿产 | 89 | 金刚石、石墨、自然硫、硫铁矿、水晶、刚玉、蓝晶石、夕线石、红柱石、硅友石、钠硝石、滑石、石棉、蓝石棉、云母、长石、石榴子石、叶蜡石、透辉石、透闪石、蛭石、沸石、明矾石、芒硝、石膏、重晶石、毒重石、天然碱、方解石、冰洲石、菱镁矿、萤石、宝石、玉石、玛瑙、颜料矿物、石灰岩、泥灰岩、白垩、白云岩、石英岩、砂岩、天然石英砂、脉石英、粉石英、天然油石、含钾砂页岩、硅藻土、页岩、高岭上、陶瓷土、耐火粘土、凹凸棒石粘土、海泡石粘土、伊利石粘土、累抱石粘土、膨润土、铁矾土、其他粘土、橄榄岩、蛇纹岩、辉石岩、玄武岩、角闪岩、辉长岩、辉绿岩、安山岩、闪长岩、正长岩、花岗岩、珍珠岩，浮石、霞石正长岩、粗面岩、凝灰岩、火山灰、火山渣、大理岩、板岩、片麻岩、泥炭、盐矿、钾盐、镁盐、碘、溴、砷、硼矿、磷矿 | 4 | 电气石、黄玉 |
| 其他水气矿产 | 4 | 地下水、地热、矿泉水、二氧化碳气 | 3 | 硫化氢气、氦气、氡气 |
| 合计 | 153 | | 12 | |

## 二、贫矿多，富矿少；中小型矿多，大型矿少；综合矿多，单一矿少

我国大宗矿产的品位普遍较低。就目前已探明的储量看，86％的铁矿属贫铁矿，70％的铜、磷、铝土矿和 50％的锰矿也为贫矿。此外，铬铁矿、钛矿、铅矿、钼矿、

砷矿、硫铁矿、银矿、铂族矿、铍矿、钽矿、锆矿、硼矿等 10 多种矿产的平均品位均低于国外同类矿种的平均品位。

我国虽有一批在世界上堪称第一的特大型矿床，如内蒙古白云鄂博稀土矿、新疆阿舍勒铜矿、湖南柿竹园钨锡多金属矿、广西大厂锡矿、湖南锡矿山锑矿、辽宁海城菱镁矿和范家堡子滑石矿、内蒙古达拉特 旗芒硝矿、贵州天柱县大河边重晶石矿等。但总体上仍以中小型矿偏多。在全国已探明有储量的矿产地中，70%以上为小型矿床。

我国有一大批多组分综合性矿产。如攀枝花共（伴）生铁、钒、钛、铬矿，甘肃金川共（伴）生镍、铜、钴、铂族矿，湖南柿竹园共（伴）生锡、锑、铋、铅、锌矿，内蒙古白云鄂博共（伴）生铁、稀土、铌矿。这些综合性矿产，虽然增加了选冶难度，但如重视综合利用，则会大大提高矿产资源开发利用的经济效益。

## 三、资源分布广泛，但储量的地理分布极不均衡

已知的 20 多万个矿床（矿化点）散布于全国各地，但大部分矿产的探明储量具有区域性集中的特点，如铁矿 50%的探明储量集中于鞍本、翼东和攀西地区；煤矿储量的 64%集中在山西、内蒙古和陕西；铝矿近 90%的储量集中在山西、贵州、河南、广西；磷矿储量的 77%分布在云南、贵州、四川、湖北、湖南。这种地理分布的不均衡性，对我国矿业布局和经济发达地区与不发达地区资源的合理配给问题有很大的影响。在相当长的时间内我国将维持“北煤南运”、“南磷北送”及“西矿东流”的局面。

我国分省主要矿产资源统计见表 1－1－2。

表 1－1－2 我国分省（市）主要矿物资源统计表

| 省（区、市） | 矿 种 |
|---|---|
| 北京 | 石英岩、叶蜡石、透辉石、玉石、石灰岩、石英砂、脉石英、角闪岩、辉绿岩、闪长岩，花岗岩、页岩、天然油石、金、钼、铁 |
| 河北 | 铁、钛、蓝晶石、夕线石、白云岩、橄榄岩、砂页岩、石灰岩、石英砂、天然油石、角闪岩、凝灰岩、大理岩、金、银、钼、铜、菱镁矿 |
| 山西 | 煤、铝、镓、耐火粘土、铁矾土、砂页岩、镁盐、蛭石、沸石、石灰岩、白云岩、珍珠岩、铜、铁 |
| 内蒙古 | 煤、铬、铅、锌、铌、钽、铍、锆、稀土、萤石、砂岩、石英砂、脉石英、耐火粘土、铁矾土、硫铁矿、芒硝、天然碱、伴生磷、云母、沸石、冰洲石、石灰岩、膨润土、粘土、橄榄岩、辉绿岩、板岩、金、银 |
| 辽宁 | 油页岩、铁、红柱石、菱镁矿、石灰岩、石英岩、硼、铅、锌、金刚石、滑石、玉石、辉长岩、珍珠岩、大理岩、金、银、铜 |
| 吉林 | 油页岩、钼、伴生硫、伴生磷、石墨、硅灰石、冰洲石，硅藻土、玄武岩、安山岩、浮石、火山渣、大理岩、金、银、铜、铅、锌 |

| 省（区、市） | 矿　　种 |
| --- | --- |
| 黑龙江 | 石油、金、银、铼、硒、夕线石、泥炭、石墨、水晶、沸石、颜料黄土、脉石英、粘土、玄武岩、辉长岩、火山灰、大理岩、铜、铅、锌 |
| 江苏 | 蓝晶石、蛇纹岩、石灰岩、砂页岩、方解石、泥灰岩、石英砂、陶瓷土、凹凸棒石粘土、保温粘土、玄武岩、辉绿岩、闪长玢岩、凝灰岩、大理岩、铜、铅、锌、金 |
| 浙江 | 石煤、钒、萤石、明矾石、叶蜡石、脉石英、硅藻土、伊利石粘土、辉绿岩、凝灰岩、铁、铜、铅、锌、金、银、钼、 |
| 安徽 | 蛇纹岩、硫铁矿、明矾石、伴生磷、石灰岩、凹凸棒石粘土、花岗岩、铜、铅、锌、金、银 |
| 福建 | 铸型用砂、明矾石、水晶、叶蜡石、宝石、建筑用砂、粉石英、陶粒页岩、高岭土、砖瓦粘土，玄武岩、安山玢岩、花岗岩、铜、铅、锌、银 |
| 江西 | 铜、钨、锡、铋、金、银、钼、钽、铪、铯、钪、碲、白云岩、伴生硫、石灰岩、硅灰石、滑石、透闪石、石英砂、粉石英、页岩、高岭土、海泡石粘土、大理岩、板岩、稀土 |
| 山东 | 石油、钴、金、银、铪、红柱石、菱镁矿、石英砂、自然硫、铁、铜、石灰岩、钾盐、溴、金刚石、石墨、滑石、透辉石、石膏、宝石、砂岩、陶瓷土、粘上、辉长岩、花岗岩 |
| 河南 | 铝、钨、钼、镓、铼、蓝晶石、砂岩、耐火粘土、铁矾土、天然碱、石墨、蓝石棉、天然油石、粘土、珍珠岩、凝灰岩、铜、铅、锌、金 |
| 湖北 | 铌、锂、铯、稀土、白云岩、砂岩、橄榄岩、碘、溴、硼、磷、石榴子石、泥灰岩、铜、铁、钴、伴生硫、金、银 |
| 湖南 | 石煤、锰、钒、钨、锡、铋、锑、铯、铯、铪、萤石、砂岩、重晶石、砷、金刚石、石墨、石榴子石、白云岩、陶粒页岩、海泡石、泥岩、铜、铅、锌、钼、金、银 |
| 广东 | 油页岩、铅、锌、锡、钨、铋、银、铌、钽、锆、锗、铊、硒、硫、碲、夕线石、脉石英、泥炭、石墨、冰洲石、玉石、石英砂、页岩、高岭土、辉绿岩、粗面岩、大理岩、铜、金 |
| 广西 | 石煤、锰、钒、钨、锡、锑、铜、铟、铪、镉、钪、重晶石、石灰岩、砂岩、泥炭、砷、水晶、玛瑙、石灰岩、白云岩、页岩、膨润上、砖瓦粘土、泥岩、安山玢岩、金、银、铅、锌 |
| 海南 | 天然气、钛、铁、铜、锆、石灰岩、宝石、玻璃用砂、金、铅、锌 |

| 省（区、市） | 矿　种 |
| --- | --- |
| 四川 | 天然气、铁、钛、钒、铅、锌、铜、汞、铂族、金、银、铍、锂、锶、锗、镉、石灰岩、硫铁矿、芒硝、毒重石、盐矿、碘、水晶、石棉、云母、萤石、白垩、砂岩、脉石英、粘土、泥岩、霞石正长岩 |
| 贵州 | 锰、铝、镁、汞、锑、稀土、镓、铟、铊、镉、砂岩、重晶石、白云岩、碘、磷、水晶、方解石、石灰岩、页岩、辉绿岩、金、铅、锌 |
| 云南 | 铜、铅、锌、镍、钴、锡、铂族、银、金、锶、锗、铟、镉、石灰岩、蛇纹岩、盐矿、钾盐、砷、磷、蓝石棉、砂岩、硅藻土 |
| 西藏 | 铬、铜、菱镁矿、金、铅、锌、水晶、刚玉、火山灰 |
| 陕西 | 煤、天然气、钼、汞、锶、铼、红柱石、伴生硫、金、银、毒重石、石灰岩、镁盐、石棉、蓝石棉、长石、石榴子石、透辉石、蛭石、透闪石、石英岩、海泡石、黄土、大理岩 |
| 甘肃 | 镁、镍、钴、铜、硫、铂族、铊、硒、碲、粘土、石英砂、红土、黄土、蛇纹岩、玄武岩、金 |
| 青海 | 锂、铯、铟、石英岩、自然硫、芒硝、天然碱、石灰岩、蛇纹岩、盐矿、镁盐、钾盐、溴、硼、水晶、硅灰石、石棉、长石、石膏、玄武岩、铅、锌、金 |
| 宁夏 | 镁、板岩、煤 |
| 新疆 | 天然气、铬、镍、铍、脉石英、自然硫、钠硝石、毒重石、蛇纹岩、云母、长石、蛭石、陶瓷土、膨润土、辉绿岩、大理岩、铜、铅、锌、金 |
| 台湾 | 铜、金、锆、铁 |

# 第二章　中国矿产资源概况

## 第一节　矿产资源基本情况介绍

### 一、矿产资源概况

截至1995年底，全国已发现矿产168种，有探明储量的矿产151种，矿产地2万余处。已开发利用的矿产达154种，其中，能源矿产7种，金属矿产54种，非金属矿产87种，其它水气矿产（地下水、矿泉水、二氧化碳气）3种。

中国已成为世界重要的矿产资源大国和矿业大国。

据初步评估，矿产资源潜在总值居世界第三位，20多种矿产在世界上具有优势地位。可以说，中国是世界上少有的几个资源总量大、配套程度较高的资源大国之一。

已探明的矿产资源总量较大，约占世界的12%，仅次于美国和原苏联，居世界第3位。但人均为世界人均占有量的58%，居世界第53位。从这方面看，中国又是一个资源相对贫乏的国家。

#### （一）优势矿产

具有世界性优势的矿产有稀土、钨、锡、钼、锑、菱镁矿、萤石、重晶石、膨润土、石墨、滑石、芒硝、石膏等矿产，不仅已探明储量可观，居世界第1、2位，人均占有量超过世界人均水平。而且资源质量高，开发利用条件好，在国际市场具有明显的优势和较强的竞争能力。

具有区域性优势的矿产有煤、铌、铍、汞、硫、萤石、滑石、磷、石棉等9种，其探明储量居世界第2、3位。但有些矿产质量较差，人均占有量低于世界人均水平。

具有潜在优势的矿产有锌、铝土矿、钒、珍珠岩、高岭土、耐火粘土等。

### （二）探明储量相对不足的矿产有石油、天然气、铀、铁、锰、镍、铅、铜、金、银、硼等。

### （三）短缺的矿产有铬、铂、钾盐、天然碱和金刚石等。

## 二、找矿前景

中国除已探明的储量外，还有大量未发现的资源量。预测石油资源量 940 亿吨、天然气 43 万亿立方米，地下 1000 米以浅范围内煤资源达 3.2 万亿吨。上述三者已探明的储量仅为预测资源量的 17%、2.2%、28%，金、铜、锰已探明储量仅为预测储量的 1/4～1/5，仍有较大的找矿潜力。

从地域上看，中西部地区新增储量潜力很大。中部内陆地区以能源、有色金属、贵金属为主，铜、铝、金、银、煤的保有储量在东、中、西三个地区中居首位。西部地区地域辽阔，人口密度小，铬、钒、钛、镍、汞、铂、铅、锌、磷、芒硝、重晶石等矿产资源比较丰富，磷矿、铅锌矿储量均大于东部和中部之和，煤、石油、天然气也拥有一定的储量。此外，西部地区地质工作程度较低，煤、石油、天然气、有色金属、贵金属、盐等，资源潜力很大。

目前，西部铅、锌、铝土矿、金、煤、磷、硫铁矿保有储量增长速度超过东部或中部的两倍以上，可望发展成为 21 世纪中国重要的能源、稀有贵金属、化工非金属矿业基地。在深度上，印度、南非的金矿开采深度已达 5000 米，中国仅达 600～700 米水平。开发地下深部资源仍有很大潜力。

## 三、矿产资源勘查和投资概况

### （一）历史成就

中国从事地质勘查的人员约 105 万人，分属 11 个部门。新中国成立 40 多年来，矿产地质勘查工作取得了巨大成就，各类矿产储量不断增长。

改革开放以来，矿产勘查又取得了新的进展。10 多年来，累计发现大中型矿产地 1450 多处，有 117 种矿产增加了储量；查明了中国地下水资源总量，完成了 2300 多项城市供水勘察工作，累计探明大中型地下水源地 214 处，日供水量达 6020 万立方米，保证了一批能源重化工基地建设和特区、开发区的供水要求，完成了黄淮海平原、松嫩平原、三江平原、江汉平原、关中平原、河西走廊及宁夏、内蒙古、河套平原等 130 万平方公里的农田供水勘查工作。勘查工作的这些巨大成果，绝大部分是通过国家投入取得的。

### （二）勘查投资渠道多元化已初步形成

在改革开放前实行计划经济时期，地质勘查资金主要来源于中央财政拨款，国家每年通过指令性计划逐级安排落实到各基层勘查单位。这种地质勘查投资方式，对保证新中国成立以来国民经济建设、对矿产资源的需求，起到了十分重要的作用。随着经济体制改革的不断深入，社会主义市场经济体制的逐步形成，地勘投资渠道已由单一的重要财政拨款，逐步向多元化投资方向转变。

地方、企业和外商投资用于商业性的矿产普查、详查和勘探已逐渐增多。

据对 18 个省（自治区、直辖市）的不完全统计，”八五 ”期间利用社会资金共安排了 1705 个项目，已完成 1267 项，吸收的地质勘查工作资金达 8.3 亿元。其中，陕西、上海、河北三省市吸收的社会资金均已超过亿元。

据不完全统计，改革开放以来的 17 年间，除中央地勘费以外的地勘资金投入已近 10 亿元人民币，利用这笔资金提交了 1 万多份勘查报告，尽管这种改革滞后于国家经济体制的改革，但投资多元化的格局已初步形成。

## 四、矿产品概况

1995 年，中国固体矿石总产量达 51.20 亿吨，原油 1.50 亿吨，天然气 179 亿立方米，矿业总产值 4636 亿元。矿产开发总规模居世界第三位。煤炭、水泥产量居世界首位，化肥居第 2 位，钢和有色金属居第 3 位，原油居第 5 位，黄金居第 6 位。

## 五、矿山企业生产概况

截至 1995 年底，中国已建成矿山企业 28 万多个，其中，国有矿山企业 8377 个，集体个体矿山企业 27 万多个，矿业从业人员达到 1426 万人。形成了 300 多个以矿业为依托的城镇。

1995 年中国国有矿山企业甲类固体矿产（不含砖瓦粘土、建筑用砂石）矿石采掘总量达 13.48 亿吨，占全国固体矿产矿石产量的 37.0%，实现产值 1364.54 亿元，占同期全国固体矿产产值的 75.8%。国有矿山企业占据着主体地位。

1995 年，中国集体矿山总数已达 27.43 万个，开发利用矿种达 154 种，涉及除石油、放射性矿产之外的几乎所有矿种。1995 年，集体矿山企业固体矿产矿石产量 37.72 亿吨，占全国固体矿产矿石总产量的 73.7%。其中，甲类矿产（不含砖瓦粘土、建筑用砂石）矿石总产量 23 亿吨，占全部甲类矿产（不含砖瓦粘土、建筑用砂石）矿石总产量的 63%，集体煤矿的产量占全国煤炭产量的 42.6%。同年，集体矿业产值达到 750 亿元，占中国矿业总产值（石油、天然气除外）的 35.5%。按 12.4%的平均产值利税率计算，1995 年中国集体矿业创利税 93 亿元，并为约 2900 亿元的后续加工业提供了必不可少的初级产品。中国至少有 520 个县的集体矿业产值在 1000 万元以上，已成为推动地方经济发展举足轻重的力量。

中国矿产资源的一个突出特点是大型矿床少，中小型矿床多。中国约有 40% 的集体矿山开采的是零星分散的资源。中国集体煤矿生产的 4.9 亿吨煤炭产量中，至少有三分之一为国有矿山企业难以利用的薄层煤。

集体矿业解决广大农村剩余劳动力的出路方面发挥了重要作用。1995 年全国集体、个体矿业的从业人数已超过 863.25 万人，占同期全国集体、个体企业从业人数的 8%。减轻了劳动力对城市的压力，还为后续加工业、服务业创造了约 3500 万个就业机会。集体矿业的建设资金主要来自于乡、村两级和农民自身的积累，为国家弥补了 3500 亿元的基建投资，自 1980 年以来，在全国的新增矿石产量中，约有 62% 的煤炭，77.5% 的铁矿石，75.2% 的磷矿石，63% 的硫铁矿，65% 的有色金属矿产，80% 的主要建材非金属矿产都是集体矿业提供的。

矿产品价格的调整和放开，扭转了原材料价格过低的不合理状况，使部分矿山企业由亏损走向盈利，在一定程度上增强了矿山企业的活力。但是，目前中国矿业仍面临着许多亟待解决的问题。整个采掘业 1993 年以前普遍亏损，1994 年国有矿山企业中，煤炭和黑色金属矿采选业仍然是全行业亏损，有色金属、非金属和其他矿采选业虽已扭亏，但仍处于微利状况，只有石油、天然气开采业由于政策环境的改善，才实现了盈利。

## 六、中国区域矿产资源概况

中国的矿产资源分布具有明显的分区分带特征，矿产分布的区带性，也必然形成各大行政区、各省矿产资源组合分布特征不同，以及不同的资源配套特点。

华北地区、东北地区的矿产资源属于以铁矿、煤矿、石油为主的矿产资源配套类型。其中，华北地区主要矿产有煤、铁、稀土、铌、耐火粘土、铸型用砂、芒硝、天然碱、建筑用大理石、石灰岩等 26 种矿产；东北地区主要有铁、石油、金、菱镁矿、滑石、硼、金刚石、铂、硅藻土等 19 种矿产。

华东地区矿产资源以有色金属矿产和非金属矿产为主，主要矿产有铜、钨、金、银、钽、金刚石、菱镁矿、明矾石、萤石、高岭土、膨润土、硅藻土、叶蜡石、石膏等 22 种矿产。

中南地区以有色金属、化工原料矿产及建材非金属矿产为主，主要有锰、铅、锌、钨、锡、钼、锑、铋、铌、钽、钛铁砂矿、独居石、银、磷、硫铁矿、压电水晶、高岭土、油页岩、玻璃用砂等 47 种矿产。

西南地区以黑色金属、有色金属、化工原料矿产为主，主要有铁、钒、钛、铜、铅、锌、锡、汞、锰、铬、煤、天然气、磷、岩盐、石棉、刚玉等 32 种矿产。

西北地区矿产以煤、石油、有色金属、化工原料矿产为主，主要有镍、钴、钼、铂族、煤、铅、锌、铜、石油、铍、铌、钽、钠盐、芒硝、钾盐、玻璃硅质原料、石棉等 31 种矿产。

上述分布特征，为中国矿产资源区域性综合开发利用和区域经济发展提供了各具特色的资源基础。

# 第二节　矿产资源的综合利用

## 一、矿产资源综合利用水平

中国矿产资源的综合利用政策的实施，取得了较为显著的效果。1995 年，县以上工业”三废”综合利用实现产值 190 亿元，为 1985 年的 6.7 倍，10 年累计创产值 955 亿元，实现利润也由 1985 年的几亿元增加到 1995 年的 47 亿元，10 年累计实现利润 243 亿元。

中国大多数金属和非金属矿产中都有共生、伴生有用元素，这是中国矿产资源的一个显著特点，其中尤以有色金属矿产为多。据统计，有 80 多种矿产含有共、伴生元素。如铜矿床中含有铁、铅、锌、钼、镍、钴、金、银、铋、铂、钨、锡、硒、碲、硫等，伴生的金储量约占金总储量的 28%，伴生铜储量约占铜总储量的 25%，而银的伴生储量比重更高。

从伴生矿产中回收的铜占铜总产量的 25% ~ 30%，金占金总产量的 25%，铂族金属和稀散元素几乎全靠从伴生矿中回收。

中国甘肃金川铜镍矿中的镍、铜、铂、钯、金、银、钌、铑等 15 种主要元素，目前已能回收 13 种；甘肃白银有色金属公司生产的矿石的 17 种元素已能回收 14 种，综合利用系数达 82%。四川攀枝花钒钛磁铁矿回收的钒、钛产量占全国的 80%。德兴铜矿因综合而扭亏为盈。

1995 年，中国工业废渣综合利用量达 2.86 亿吨，为 1985 年的 2.34 倍，利用率也由 1985 年的 25%上升到 43%。目前，有色金属行业 70%以上的共（伴）生有用元素都能得到不同程度的综合回收利用，综合回收的共（伴）生元素近 40 种；综合回收利用率逐年提高，如湖南全省的主要铅锌矿山中铅锌选矿回收率已达 60% ~ 90%，达到国际先进水平，有色金属冶炼烟气中硫的综合利用率已超过 65%，废水复用率接近 70%，综合利用工业体系初步形成，部分企业的综合利用技术已达国际先进水平。黑色金属矿产中共（伴）生的 30 余种矿产已有 20 多种得到综合利用，在尾矿、废石、低品位矿石的综合利用方面也取得了不小成绩。近年来煤炭行业在煤矸石发电、煤矸石建材、煤化工、石煤及煤系共（伴）生矿产的综合开发利用等方面都有可喜的进展。目前煤矸石的综合利用率达 20%以上，粉煤灰综合利用率超过了 30%。

非金属矿产的综合利用也有了重要进展，开发出了一大批深加工和综合利用新产品，部分产品已开始步入系列化。仅就地质矿产部门统计，近 10 年来，在非金属综合开发利用方面取得的科研成果超过 400 项。其中获部、省科技成果奖的就有近 60 项，专利成果 14 项，有 100 多项已转化为生产力，使企业经济效益显著提高。1995 年综合回收硫产量占总产量的 47%。在化工矿山盐湖卤水多元素的利用、矿化结合、矿肥结合等综合利用方面也取得了一定成绩。

矿产资源综合利用研究取得了不少科研成果，如多种复杂难选矿的分选与综合开发利用，无尾矿生产工艺的研究与应用都取得了重大进展，并出现了一批无尾矿矿山企业和一大批金川式依靠科技进步、综合利用好、经济效益高的企业。

中国铁、锰等黑色金属矿山采选平均回收率为 65%；国有有色金属矿山采选综合回收率只有 50%；煤矿矿井回采率也只有 50%左右，如果加上集体、个体煤矿则只有 32%；矿产资源总回收率不到 30%，比发达国家要低 20 个百分点。一项研究表明，如果金属矿山开采回收率提高十个百分点，中国就将增加几千万吨的矿石量，相当于新建几十座矿山。煤矿如能提高采煤技术，仅由减少采高、落煤造成的损失，每年就可以增加 4000 万吨煤炭产量。

但是，从总体看中国综合利用水平还比较低。有关部门对 60 个矿种 4072 个国有矿山的调查结果表明，开展综合利用的矿山企业不足 300 个，只占 7%。在已开展综合利用的企业中只有 2%的矿山企业有用组分综合利用率在 70%以上。集体和个体矿山情况没有综合利用或仅部分综合利用。

## 二、降低资源消耗

中国以位居世界第 3 位的矿石产量支持排名世界第 9 位左右的 GNP，单位 GNP 的资源消耗高于同等发展水平的国家。据统计，中国单位 GNP 的钢材、铜、铝、铅、锌的消耗分别是世界平均水平的 3.6、3.7、2.4、2.7 和 2.2 倍；能源对 GNP 产出率仅为世界平均水平的 1/7。

近年来，中国的能源、金属、非金属矿产资源的消耗系数一直在下降。1980～1990 年每亿元国民生产总值能源消耗已由 13.6 万吨标准煤降至 9.3 万吨标准煤，年均下降 3.8%，节约与少用能源总量折合 2.85 亿吨标准煤；钢材消耗系数，1991 年与 1980 年比下降了 36.94%；铜、铅、锌、铝的消耗系数 1991 年比 1970 年分别下降了 58.17%、57.96%、76%、60.6%。但与国外同等发展水平的国家相比较，仍然偏高，在降低矿耗和能耗方面仍有很大潜力。

## 三、二次资源产业

二次资源产业是指对废弃的矿石或废旧金属、非金属工业制品、尾矿的回收开发利用产业，由此而形成的资源称二次资源或再生资源。

中国二次资源的开发利用起步于 50 年代，目前，中国回收再生资源达 19 大类，上百个品种，年回收总量达 1.7 亿吨，年总产值达 250 亿元。废钢铁的回收率为 42%，废旧金属综合回收率为 27.7%，综合回收的黄金占总产量的 1/4～1/3，综合回收的银占银总产量的 3/4 以上，铝占 11.2%，锌占 6%，硫占 1/3。

在中国，二次资源开发尚未真正形成一个独立的产业。还存在不少问题：一是矿床的综合勘查、综合开发、综合评价不够。二是对可供二次开发利用的资源缺乏有力的促进和保护政策，以致于大量可供二次开发利用的资源遭受不应有的损失。三是技术水平

低。四是产业化程度不高，五是缺乏再生资源的产品价格的政策导向。六是各部门之间的配合不够，资源管理部门、矿业部门和环境治理部门基本上处于脱节运行状态。

中国废旧金属的回收远未达到应有的水平，废旧金属回收仍有较大的潜力。研究表明，如果到 2010 年废旧金属再生利用水平在现有基础上提高 10 个百分点，则可增加 1000 万吨钢铁、60 万吨有色金属可供量。

## 四、开发替代产品

在中国，矿产资源替代产品潜力极大。发展方向一是利用其他自然资源替代矿产资源，如以太阳能、风能、潮汐能和水力资源等新能源，降低矿产资源的消耗量。二是以某种矿产（物）元素替代另一种矿产（物）中的元素，如中国钾盐资源短缺，但却有比较丰富的不溶性钾资源，如明矾石的保有储量达 1.5 亿吨，钾长石保有储量达 1.5 亿吨，而且分布广，有可能替代钾盐资源生产钾肥。又如以滑石替代高岭土作造纸填料等。三是用人工制造的矿物原料替代天然的矿物原料，如用人造压电石英替代天然压电石英，人造金刚石替代天然金刚石。四是用其他人造材料替代天然的矿物原料。

## 五、开发新的资源

中国海域的矿产资源十分丰富，除丰富的海上油气、滨海砂矿外，海水中含量丰富的各种化学元素和大洋矿产资源也可加以利用。目前利用较多的是海水中的钠、钾、碘和大陆架中的石油、天然气资源。在未开发的海洋矿产资源中，以深海海底的多金属结核、富钴结壳和海底硫化物矿床最引人注目。80 年代后期中国加强了对深海矿产资源的调查，并被列为国际海底矿产勘查开发先驱投资者。

## 六、矿产资源核算

### （一）实物核算

早在 50 年代，中国建立和实行的《全国矿产储量平衡表》制度，实际上是一种初步的矿产资源实物核算。

80 年代初，地质矿产部开始研制《矿产储量数据库》系统，1987 年已正式投入使用，现已存储了近 10 年（除石油、天然气、铀能源矿产储量以外）的近 2 万个金属矿产、非金属矿产地储量数据。每个矿产地含有 212 个基本数据项，主要有产地名称、地理位置、交通条件、供水情况、矿产名称、矿床类型、矿石品级、矿床储量及质量、矿石选冶、产地开采技术条件和利用情况等。该系统的运行为矿产资源实物核算提供了极大的方便。

### （二）价值核算

地质矿产部于 1984 年开始探索矿产资源价值核算，1993 年，以 1990 年矿产品不变价作为基准，首次计算了截至 1992 年底全国已探明矿产的保有储量的潜在总值（即：某种探明的可利用资源按其初级产品价格折算的价值。这一指标不扣除矿产资源采选损失及勘查开采要素成本），宏观地反映了一个国家（地区）的矿产资源实力。

截止 1995 年底，中国全部矿产保有储量的潜在总值为 30 万亿元，45 种主要矿产保有储量潜在总值为 28.5 万亿元。

## 第三节 矿产资源的对外开放

## 一、矿产资源领域的对外开放与合作

扩大矿产资源领域对外开放与合作是当今国际经济发展的潮流。国际矿业投资者在全球寻找目标，中国正面临这种吸引外资进行矿产资源勘查与开发的机遇与挑战。扩大资源领域的对外开放与合作是当务之急。

中国幅员辽阔，矿产资源丰富，地质工作程度较高，矿产资源可供对外开放与合作的项目很多，前景十分广阔。

中国矿产资源领域对外开放与合作具有很大的不平衡性，中国在石油天然气的对外合作领域已取得了很大成绩，积累了不少经验，但其它矿产资源领域的对外合作却相对滞后。

### （一）在油气领域

中外合作勘查开发石油天然气是从海洋开始起步的。1982 年至今，中国已与 16 个国家和地区的 62 家石油公司签订了 110 个海上石油天然气勘探开采合同和协议。截至 1995 年底，已实际吸引外资 51 亿美元，其中勘探投资 29.7 亿美元，开发投资 21.3 亿美元；已发现并控制石油储量 13 亿吨，天然气储量 2079 亿立方米；已建成年产 1000 万吨的原油生产能力，有 17 个油气田已投入生产。1995 年海上原油产量为 870 万吨，1996 年预计将达到 1500 万吨。

目前，南海东部珠江口海域是中国主要的海上产油区，1996 年原油产量将突破 1000 万吨大关。南海西部海域是天然气主要产区，其中新建成的崖城 13－1 天然气田的储量为 1070 亿立方米，通过 780 公里和 100 公里的海底管线，1996 年开始以每年 29 亿立方米和 5 亿立方米的供应量同时向香港供气发电和向海南岛供气。该气田可以稳定供气 20 年以上。

1985 年，石油勘探开发的对外合作开始扩大到陆上。这一年，《关于开发南方 11 省区（江苏、浙江、安徽、福建、湖南、江西、云南、贵州、广西、广东和海南）陆上石

油的公告》在世界上引起强烈反响，随即签订了海南福山凹陷石油合同。后中国陆上石油工业又增加了北方 10 省区的 18 个含油气盆地；合作领域扩大到提高老油气田采收率和开发开采难度大的油气田项目；对外合作的方式也从单一的勘探合作方式扩大到勘探开发一体化的综合合作方式。

到目前为止，先后有 29 家外国公司参与了 19 个合作区块的石油作业。

### （二）在非油气资源领域

目前外商集中于黄金、煤层气和金刚石资源的勘查与开发。迄今为止，金矿项目超过 20 项，进行合作勘查的有广东长坑金矿（与加拿大巴里克鲍尔公司合作）、广西百色金矿项目（与加拿大宝仑公司）、贵州灰家堡北斜金矿勘探项目（与加拿大丹斯通公司）、云南镇源金矿和莫江金矿之间区块勘查项目（与加拿大矿业公司）以及四川凉山茶铺子金矿勘查项目（与加拿大明科公司）等。

进行合资开采的有山东大尹格庄金矿。

已与外商签订勘查合同 97 项，主要勘查项目有：河北蔡家营铅锌矿项目（与澳大利亚团布尔公司合作）。辽宁金刚石合作项目（与南非德比尔斯公司合作）。湖南沅水金刚石项目（与比利时西贝克公司合作）及与德国安贝格高岭土公司合作的高岭土项目。山东平邑金刚石项目（与加拿大环亚矿业公司合作）等。

领取采矿证的合资合作项目主要是建材和矿泉水项目。

90 年代以来，外商来华投资勘查、开采油气以外矿产资源的项目日益增多。据不完全统计，13 个主要资源省份中中外合作的项目达 116 项，实施的有 93 项，固体矿产勘查项目 23 项（金 1 项、金刚石 2 项、铅锌 5 项、铜 2 项、建材矿产 5 项、稀有和稀土金属矿产 8 项），开发项目 69 项（矿泉水 28 项、建材矿产 37 项、岩盐矿产 2 项、铅锌 1 项、锰 1 项）。各项目外商投资金额大多在几十万到几百万美元之间。其中河北蔡家营铅锌矿项目是目前除煤以外的固体矿产项目中外资投入最多的一个，协议金额超过 1 亿美元。

近年来，中国的煤层气资源勘查开发开始起步。中国与澳大利亚路伟尔公司、美国安然公司和阿莫科公司在陕西、山西合作勘查开发煤层气，协议金额 2000 万美元。

据对 191 个项目的不完全统计，共吸收资金 28.93 亿美元，其中中国海洋石油总公司为 27 亿美元。外商投资勘查的重点主要在能源矿产（主要是油气），这些项目吸收外资的总数占 95%以上。

### （三）中国在海外进行矿产资源风险勘探与投资开发工作

90 年代以来，中国在加纳、坦桑尼亚、玻利维亚、马来西亚、柬埔寨和老挝开展了不同程度的金矿勘查工作。中国还通过购买股权，参与澳大利亚恰那铁矿开发，现已投产。中国在泰国、苏丹、加拿大、秘鲁进行了一些低风险小油田开发项目，获得年产原油 75 万吨份额。中国在印度尼西亚购买马六甲油田股份，获得成功。中国与澳大利亚合办的澳斯明泰克公司也于 1993 年获得批准，并已在澳大利亚申请到 10 片约 500 平方公里的找矿租地，开展了金、银、铜、铅、锌等多金属矿的找矿工作。中国还在南美

的秘鲁、智利，菲律宾、越南、老挝和柬埔寨等国家开展了铜、金、铅、锌等矿产的风险勘查和开发尝试。

## 二、矿产品进出口贸易概况

新中国成立以后，矿产品（含相关能源原材料）对外贸易发展很快。到 1978 年，与中国建立贸易关系的国家和地区，已由新中国成立初期的 46 个扩大到 160 个；进出口贸易总额达到 206.41 亿美元，比 1950 年增长 12.3 倍。其中出口额为 97.5 亿美元，比 1950 年增长 17.8 倍。出口的矿产品主要以矿石和初级加工产品为主，如钨、锑、锡矿砂，煤炭，日用瓷器；进口的矿产品主要是当时国内紧缺的石油、钢材、化肥及有色金属原材料。从 1949 ~ 1978 年的 30 年间，中国共进口钢材 6400 万吨、占国内产量的 23%，铜 209 万吨、占国内产量的 52%，铝 195 万吨、占国内产量的 48%，化肥 10.05 亿吨，、占国内产量的 37%。

1986 年以来，中国矿产品进出口贸易又取得了长足进展。1986 年，矿产品进出口总额为 162.78 亿美元，到 1994 年已增长到 394.79 亿美元，增长了 1.43 倍，年均递增 11.7%以上。其中，出口由 50.49 亿美元增加到 152.57 亿美元，增长 2.02 倍，年均递增 14.8%；进口用汇由 112.29 亿美元猛增到 1993 年的 273.39 亿美元，增长 1.43 倍，年均递增 13.55%。1995 年进出口总额达 461.51 亿美元，比上年增加 66.72 亿美元。中国对外贸易逆差依然存在。

矿产品结构有明显改善 在出口方面，矿产品已由原料或初级矿产品为主逐步转变为以深加工矿产品为主，由以燃料矿产为主逐步转变为燃料矿产、非金属矿产和金属矿产三足鼎立的局面。

初级产品出口换汇额在整个矿产品出口额中的比重，已由 1986 年的 79.1%，逐步下降到 1994 年的 24.38%。非金属矿产品出口稳步大幅增长，已成为中国矿产品出口的创汇大户。换汇额从 1987 年的 8 亿美元，增加到 1994 年的 32.3 亿美元，增长 3.04 倍，在矿产品出口总额中所占的比重，由 15.8%提高到 21.2%。

主要出口品种有平板玻璃、日用陶瓷、滑石、鳞片石墨、萤石、菱镁矿及轻（重）烧镁、重晶石、耐火粘土、石材，近几年还有水泥与水泥熟料，9 年中为国家创汇 135 亿美元以上。

燃料矿产品出口出现下降趋势，换汇额由 1987 年的 45.42 亿美元，下降为 1994 年的 43.19 亿美元，减少 4.9%，在矿产品出口总额中所占比重，由 59.3%下降到 28.3%。其中，石油出口明显下降，1987 年出口原油及成品油换汇 40.03 亿美元，到 1994 年减少到 30.51 亿美元，下降 23.8%，在矿产品出口总额中所占比例，由 52.2%下降到 20%。石油出口中，成品油的比重有所提高，由 1987 年的 21.4%增加到 1994 年的 34.45%。

金属矿产品出口稳步增长，出口额由 1987 年的 12.54 亿美元，增加到 1994 年的 43.01 亿美元，增长 2.43 倍，在矿产品出口总额中所占比重，则由 16.4%提高到 28.2%。金属矿产品的进口变化较明显，由 1987 年的 60.47 亿美元，迅速增加到 1994

年的 143.85 亿美元，增长 1.38 倍。其中，钢材的进口起伏很大：1987 年进口额 47.87 亿美元；1988 ~ 1989 年间基本上维持这一水平；1990 ~ 1991 年间降到 20 多亿美元；1992 年恢复正常进口；1993 年进口额猛增到 131.4 亿美元，比上年增长 1.6 倍；1994 年进口额降为 97.45 亿美元，比上年递减 25.8%。有色金属原材料进口稳步发展，由 1987 年的 7.35 亿美元增加到 1994 年的 32.96 亿美元，年均递增 23.9%以上。

制成肥料的进口增长也很迅速，由 1987 年的 13.99 亿美元，增加到 1991 年的 32.29 亿美元，年均递增 23.3%，特别是 1988 年，增长率高达 67%。1993 年，国家取消对进口化肥的财政补贴，化肥进口额由上年的 30.04 亿美元陡降到 14.79 亿美元，降幅高达 50.8%。1994 年化肥进口用汇 19.38 亿美元，回升 31%。

铅、锌、水泥、纯碱、烧碱实现了从需要进口到大量出口的战略性转变，从 1992 年开始，中国大量出口铅、锌，已成为占世界贸易量近 25%的铅锌出口大国。1990 年，水泥贸易变进为出，出口量达到 783 万吨，换汇金额 2.57 亿美元，一举成为出口创汇大户。1991 年，水泥出口达 1074 万吨，换汇 4.43 亿美元。近几年，尽管国内基建规模扩大，水泥需求量大增，但由于产量连年保持大幅递增，水泥净出口量仍维持在数百万吨的水平。纯碱和烧碱也已由进口国转变为出口国，1994 年出口量分别在 28 万吨和 25 万吨左右。

## 三、外商企业

截至 1994 年底，中国涉外勘查登记项目共 191 项，吸引外资 50 多亿美元。其中油气资源占 70.7%，非金属矿产占 12.5%，有色金属矿产占 10.5%，贵金属矿产占 4.2%，稀有金属矿产占 2.1%。在固体矿产勘查开发的对外合作方面，集中在金、盐、铅锌、锡、金刚石等矿种上。与中国合作进行勘查的项目有：荷兰阿克苏公司的江苏金坛真空制盐项目；澳大利亚团布尔公司的河北蔡家营铅锌矿项目；澳大利亚 BHP 公司的四川康滇金、铅、锡矿项目；南非德比尔斯公司和澳大利亚矿业公司进行的金刚石项目；比利时西贝克公司的湖南沅水金刚石项目；加拿大环亚矿业公司的山东金刚石项目等等。目前与中国已经签定合作勘查协议的项目有：与加拿大巴列克鲍尔黄金公司的广东长坑金矿勘查开发项目；与加拿大大宝仑公司的百色金矿勘查开发项目等等。1987 年至 1994 年，中国储量审批机构共审批涉外勘查项目的储量报告近 100 份，涉及 15 个国家和地区的外商，涉及 14 个矿种，分布于中国 17 个省区及管辖海域。

截至 1994 年底，已取得采矿权的外商投资采矿项目有 170 个。其中合资 138 个，独资 32 个。主要涉及矿种为建材非金属和矿泉水。投资者来自美国、加拿大、德国、法国、瑞典、丹麦、荷兰、俄罗斯、捷克、澳大利亚、日本、韩国、新加坡、菲律宾、香港、台湾等 20 余个国家和地区。

# 第四节 矿产资源形势展望

本世纪初期我国处于加速推进工业化阶段，虽然产业结构将得到进一步优化，科学技术水平不断提高，但对矿产资源的需求仍然十分旺盛，预测矿产品需求量在 2050 年达到高峰，今后 30～50 年将是中国经济、社会发展对矿产资源的需求增长最快的时期。

## 一、供需形势严峻

### （一）资源保证程度越来越低

据论证，到 2010 年现有探明储量的 45 种主要矿产中，可以保证并有部分矿种或其产品可以出口换汇的矿产有菱镁矿、钼、稀土、芒硝、钠盐、煤、钛、水泥原料、玻璃原料、石材、萤石、钨、锡、锌、铅、重晶石、锑、滑石、高岭土、硅灰石、硅藻土、石墨、膨润土、石膏等 24 种；基本保证但在储量或品种上还存在不足，需要在国内找矿或进口解决的矿产有铀、铝、锶、耐火粘土、磷、石棉等 6 种；不能保证、部分需长期进口补缺的矿产有石油、天然气、铁、锰、铜、镍、金、银、硼、硫等 10 种；资源短缺，主要靠进口解决的矿产有铬、钴、铂、钾盐、金刚石等 5 种。

在这 45 种矿产中，人均占有量小于世界人均占有量的达 27 种。对经济建设不能保证或基本保证存在不足的矿产达 22 种，占所论证矿种的 48.9%。在优势矿产中，则有相当部分是市场容量不大的非大宗使用的矿产，而不能保证的矿产相当部分是经济建设需求量大的支柱性矿产。在论证的 23 种能源、金属矿产中，不能保证和短缺矿产达 11 种，占 47.8%。还有部分矿产因过度开采或浪费严重而将成为不能保证的矿产，到 2020 年，如无新增储量，能保证需求的矿产仅有 6 种。

### （二）可利用储量增长缓慢

20 世纪 90 年代以来，随着国民经济的快速发展和人口的不断增加，矿产品的消费量与日俱增。相反，地质找矿难度增大，有效找矿勘探投入不足，新增矿产储量缓慢。如石油、铁、锰、铬、铜的矿产品消费量的增长速度与矿产储量的增长速度相比，均在 10 倍以上，其中石油和铁矿的剩余可采储量甚至出现了负增长，分别为 -0.65% 和 -0.74%。

在需求预测基础上，国家对 45 种主要矿产进行了概略的矿区技术经济分析，将已探明矿区分为已利用（含在建）矿区、可设计利用矿区、可规划利用矿区和暂难利用矿区四类，并对前三类可利用矿区进行可供性分析。结果表明，各矿种可利用矿区储量占探明总储量的比例为 30%～80%，而可利用矿区中扣除设计开采境界外和设计开采损失量后的可采储量一般只占可利用矿区储量的 40%～70%，这说明总体上我国矿产资源现有储量中只有 60% 左右可开发利用，35% 左右可以采出。因而，我国实际可利用

的储量明显不足。

### （三）已建矿山生产能力下降

我国许多大中型矿山已进入中晚期，因缺乏后备资源，产能消失正在加快。据有关资料，与 1992 年相比，到 2000 年全国煤矿和铁矿的产能将消失 10%以上，铜矿产能将消失 26%左右，铅锌矿产能将消失 40%左右，金矿产能将消失 70%。此外，在各类矿产的总产量中占有很大比重的乡镇矿，后备资源更加缺乏，其中有 80%的乡镇矿山服务年限不足 5 年。

以上资料表明，在未来的一二十年内，由于国民经济的快速发展和人口、环境的巨大压力，以及矿山后备资源不足，产能消失过快，矿产资源的供需矛盾将更加突出，形势将更为严峻。

### （四）找矿潜力较大

我国幅员辽阔，成矿条件比较优越，找矿潜力很大。已发现可作为进一步找矿线索的矿点、矿化点及地球物理、地球化学异常点共 20 余万处。许多矿产经多方论证分析，预测的资源量很大，但因工作程度低，探明储量所占的比例还很小。如预测石油资源量 940 亿 t、天然气 $43\times10^{12}m^3$、地下 1000m 以内范围内煤的资源量 32800 亿 t，石油、天然气、煤的探明储量仅分别为预测资源量的 18%、2.8%和 31.4%。金矿、铜矿、锰矿等已探明储量仅相当于预测资源量的 1/4～1/5，大部分非金属矿产的资源远景也很大。

## 二、机遇与挑战并存

### （一）世界矿业形势

20 世纪 90 年代中期以来，随着世界经济的发展，世界矿业出现了新的变化：一是许多国家都加大了矿产资源的勘查和开发利用的投入，矿产资源探明储量和矿产品产量在不断增长，世界矿业经历了一个相对稳定的繁荣时期。但是从 1997 年下半年开始，由于亚洲金融危机的影响，能源矿产品市场萎缩，价格下滑，世界矿业开始出现萧条；二是世界各国尤其是西方发达国家在矿业内部进行了广泛深入的结构调整，其中包括矿业企业的现代化，产品结构调整，技术更新，吸引外资，关闭严重亏损矿山和边际矿山，矿业企业之间合作和重新组合以及互相参股，建立更为密切的联合形式，并不断派生出具有市场竞争力的新企业等等，致力于提高自身的竞争能力；三是国际矿业合作加强，矿业国际化愈加明显，跨国公司的竞争日益激烈，已出现世界资源再分配的格局；四是发展中国家为了发展本国经济，都在致力于改善本国的投资环境，修改矿业法规，修改税制，加紧必要的基础设施建设等；五是调整矿产品结构，增加适销对路的深加工产品，提高创汇率等等。

## （二）中国矿业发展趋势

当今世界矿业形势，给中国矿业带来了前所未有的发展机遇。中国矿业自进入20世纪90年代以来，进行了一系列改革，取得了可喜的进展。

1. 深化改革，对外开放

由政府提供资金的单一投资渠道已逐步为多元化的投资渠道所代替，多种经济成分的矿山企业越来越多，引进外资的工作也有进展，尤其是随着矿产资源法及其配套法规的修改和实施，矿业权开始进入市场，矿业结构和矿产品的结构也在逐步调整等等。

中国实行利用国内外两种资源、两个市场的政策，实行改革开放的政策，而且还将进一步扩大。目前，中国正致力于制定和完善外商来华投资勘查开采矿产资源的有关法规和中国企业到国外进行风险勘探开采矿产资源的有关政策，以及加强基础设施建设等，投资环境将得到不断改善。

矿产资源领域的双向开放，将促进中国进入国际矿业经济大循环并积极参与国际竞争。可以预见，未来一二十年，中国矿业将更加开放，进入一个与国际合作的更加美好的新时期。

2. 结构调整，体制创新

中国矿业在实行计划经济时期，地勘单位和矿业企业都是清一色的国有企事业性质，生产计划和经营管理都得听从上级主管部门的安排，政事不分，政企不分，严重影响了企事业单位的积极性。产品规格、型号单一，产品结构不合理，粗放经营，效益低下，缺乏竞争能力。在新形势下，这种体制和管理模式已严重阻碍了矿业的发展。

为了适应社会主义市场经济的要求，跟上世界的潮流，中国矿业体制和结构，将有以下几个主要方面的发展趋势：

（1）中国矿业企业体制将由单一的国有经济，向具有多种经济成分的所有制方向发展。

（2）矿产勘查单位，将由事业单位向企业化方向发展。

（3）矿业企业将从政府部门的直接管理下脱钩出来，实行探采、选冶、销售、出口等纵向联合，组建探采选冶一体化，产销工贸一体化的企业集团，以及跨地区、跨省、甚至跨国的各类矿业公司，在国际矿业经济大循环中振兴和发展我国矿业和矿产品进出口贸易事业。

（4）矿业企业将由单一产品向多种产品结构，由单一经营向多种经营方向发展。

（5）矿产品加工企业，将由生产初级产品向生产深加工产品方向发展。

（6）矿业企业的经营方式，将由粗放型向集约型方向发展，实现规模经营，发挥国有大矿山企业的骨干作用。

# 第三章　中国矿产资源区划概况

中国的矿产资源分布具有明显的分区分带特征，在全国范围内划分出若干个煤炭、石油、天然气、铁、锰、铬、铜、铅、锌、铝、镍、钨、锡、钼、汞、锑、金、银、磷、硫、硼、钾盐、钠盐、菱镁矿、萤石、耐火粘土、石墨、滑石、石膏、水泥灰岩、玻璃硅质原料、高岭土、膨润土等矿产资源富集区。其中：油气、煤炭和膏盐类矿产主要分布在松辽、渤海、塔里木、准噶尔、鄂尔多斯、柴达木、四川和江汉等若干大的沉积盆地中；矿产分布的区带性，也必然形成各大行政区、（各省自治区、直辖市）矿产资源组合分布特征不同，以及不同的资源配套特点。

## 第一节　能源富集区

### 一、煤炭富集区

东北及内蒙古东部（简称蒙东）富集区：由海拉尔、”三江”、蒙东、辽西、辽东等含煤区组成，主要煤田有扎赉诺尔、伊敏、霍林河、胜利、鸡西、七台河、双鸭山、鹤岗、阜新、本溪、抚顺等，煤种有褐煤、气煤、焦煤、肥煤。

晋陕蒙（蒙指内蒙古西部）宁富集区由山西、鄂尔多斯、宁北含煤区组成，主要煤田有准格尔、河东、府谷、渭北、大同、宁武、沁水、西山、霍西等，煤种齐全，有烟煤、无烟煤、贫煤、瘦煤、气煤、焦煤等；新疆富集区　由准噶尔、伊宁、吐哈等含煤区组成，煤变质程度低，为中低变质的烟煤，其中以长焰煤和不粘煤为主。

太行山东麓富集区　包括河北省的邢台、峰峰煤田，河南省的鹤壁、焦作和济源煤田。为变质程度较高的无烟煤、贫煤、瘦煤、焦煤、肥煤等。

豫西富集区　包括河南境内的义马、新安、登封、偃龙、新密、临汝、平顶山、禹县 8 个煤田以及山西境内的垣曲、平陆两个煤产地，煤种有无烟煤、贫煤、瘦煤、焦煤、气煤等。

鲁西富集区　包括济荷、临沂、淄博、黄河北、莱新、滕韩、丰沛 7 个煤田，煤种齐全，从低变质长焰煤到高变质无烟煤均有分布，以气煤、肥煤居多，次为无烟煤、贫煤、瘦煤。

京津唐富集区　包括开滦、京西、下花园、兴隆和南票煤田，煤种有无烟煤、焦

煤、肥煤和气煤。

两淮富集区 包括淮南、淮北和永夏3个煤田，煤种齐全，埋藏较深。

川滇黔富集区 包括川南、六盘水、毕节、织纳、曲靖、昭通等煤田，煤种有无烟煤、贫煤、焦煤和气煤等。

## 二、油气富集区

松辽富集区 包括大庆油田、吉林油田。

环渤海富集区 包括辽河、二连、华北、冀东、大港、胜利和渤海油田。

新疆富集区 包括准噶尔盆地、吐鲁番盆地、塔里木盆地的油田。

陕甘宁富集区 包括玉门、长庆和延长油田。

中原富集区 包括河南和中原油田。

川滇黔富集区 主要为区内的四川盆地和西南海相碳酸盐岩区的天然气。

南海富集区 包括北部湾盆地、莺歌海和琼东南盆地、珠江口盆地、中沙—南沙区等。

东海富集区 包括福江、浙东、台北、台西4个坳陷。

# 第二节 金属矿产资源富集区

## 一、铁矿资源富集区

鞍山—本溪区 典型矿床有东鞍山、西鞍山、齐大山、弓长岭、南芬等，主要矿床类型为沉积变质型。

冀东—密云区 典型矿床有水厂、司家营、大石河、沙厂、石人沟等，主要矿床类型为沉积变质型。

攀枝花—西昌区 典型矿床有攀枝花、太和、白马、红格等，主要矿床类型为晚期岩浆型。

五台—岚县区典型矿床有山羊坪、袁家村、尖山等，主要矿床类型为沉积变质型。

南京—马鞍山—庐江区 典型矿床有梅山、凹山、姑山、罗河等，主要矿床类型为火山岩型。

包头—白云鄂博区 典型矿床有白云主矿、东矿等，主要矿床类型为沉积变质、热液交代型。

安徽霍丘区 典型矿床有张庄、吴集等，主要矿床类型为沉积变质型。

以上七个富集区合计储量占全国总量的58%。

此外，还有云南的安宁—晋宁地区、河北的邯郸—邢台地区、河南的舞阳地区、山东的济南—淄博—莱芜地区、湖北的大冶地区、甘肃的酒泉地区、东疆地区和海南石碌

地区，这七个地区合计储量，占全国总储量的 8% 左右。

## 二、锰矿资源富集区

贵州遵义—松桃区　典型矿床有遵义铜锣井、白虎山、松桃杨立掌。

湖南花垣—湘潭—道县区　主要矿床有花垣县民乐、桃江县响涛源、湘潭、洞口县江口、道县后江桥等。

广西桂平—平乐区　主要矿床有桂平县木圭、荔浦、平乐县二塘、银山岭等。

广西大新—靖西区　主要矿床有大新县下雷、靖西湖润等。

## 三、铬矿资源富集区

西藏中部富集区　典型矿床有罗布莎、香卡山、东巧等。

新疆托里地区　典型矿床为萨尔托海。

祁连山地区　典型矿床有甘肃大道尔吉、青海玉石沟等。

内蒙古中部地区　典型矿床有赫格敖拉、索伦山察汉胡勒、察汉奴鲁士克木阿布格等。

## 四、铜矿资源富集区

长江中下游区　典型矿床有大冶铜绿山、德兴铜厂、永平天排山、九江城门山、铜陵冬瓜山等，主要矿床类型为斑岩型和夕卡岩型。

西藏昌都区　典型矿床有江达玉龙、察雅马拉松多等，主要矿床类型为斑岩型。

川西南—滇中区　典型矿床有会理大铜厂、九龙李伍、会理拉拉厂、大姚六苴、东川等，主要矿床类型为火山型和火山沉积型。

金川—白银区　典型矿床有金川白家嘴子、白银厂等，主要矿床类型为岩浆型和火山沉积型。

中条山地区　典型矿床有垣曲铜矿峪、闻喜篦子沟等，主要矿床类型为斑岩型。

此外，中国铜矿储量较为丰富的产地或地区还有：内蒙古乌奴格土山、霍各乞，黑龙江多宝山，青海铜峪沟、德尔尼，广东曲江大宝山，新疆阿舍勒和福建紫金山等。

## 五、铅锌矿资源富集区

南岭地区　包括湘南、粤北和桂东，典型矿床有湖南桃林、桂阳和广东凡口等，主要矿床类型为沉积变质型和热液型。

川滇地区　包括川西南和滇北，典型矿床有云南兰坪金顶、会泽，四川会东、会理等，主要矿床类型为层控热液型。

西秦岭地区　包括甘南和陕南，典型矿床有甘肃厂坝、小铁山，陕西铅硐山等，主

要矿床类型为沉积变质型。

狼山—阿尔泰山区 典型矿床有内蒙古的东升庙、甲生盘、白音诺尔、霍各乞和河北的蔡家营等，主要矿床类型为沉积变质型。

## 六、铝土矿资源富集区

晋中—晋北区 典型矿床有孝义西河底、交口毕家掌、柳林三家山、保德县天桥等，矿床类型为古风化壳型。

豫西—晋南区 典型矿床有河南渑池曹瑶、灵宝杨寨峪、四范沟、新安贾沟、石寺、偃师县夹沟、巩义竹沟和山西平陆下坪等，矿床类型为古风化壳型。

黔北—黔中区 典型矿床有遵义团溪、清镇猫场、林歹、修文干坝、小山坝、贵阳斗篷山等，主要矿床类型为古风化壳型。

桂西—滇东区 典型矿床有平果那豆、田阳古美、田东游昌、德保隆华等，主要矿床类型为古风化壳型和风化壳型。

## 七、镍矿资源富集区

甘肃金川地区 储量占全国总量的60%以上，矿床类型为铜镍硫化物型。

川滇地区 储量占全国总量的13%，主要矿床类型为铜镍硫化物型，典型矿床有四川杨柳坪、力马河和云南金坪白马寨等。

新疆区 储量占全国总量的11.4%，矿床类型为铜镍硫化物型，典型矿床有哈密黄山、富蕴喀拉通克等。

## 八、钨矿资源富集区

华南地区 包括江西、湘南、粤北、桂东和闽西，占全国总储量的70%以上。典型矿床有江西的西华山、盘古山、大吉山、漂塘，湖南的瑶岗仙、柿竹园，广东的石人障、瑶岭、锯板坑、莲花山，广西的大明山和福建的行洛坑等。主要矿床类型为石英脉型、夕卡岩型。

秦岭地区 储量占全国的12.1%。典型矿床有河南三道庄、骆驼山等，主要矿床类型为细脉浸染型。

此外，还有黑龙江翠宏山、新疆白石头、甘肃塔尔沟和野马滩等。

## 九、钼矿资源富集区

金堆城—栾川地区 典型矿床有陕西的金堆城、黄龙铺，河南的栾川上房沟、南泥湖、嵩县雷门沟等，主要矿床类型为斑岩型和夕卡岩型。

华北北部、小兴安岭—胶东地区典型矿床有辽宁锦西杨家杖子、兰家沟，吉林大黑

山，河北丰宁撒岱沟，山东邢家山等，主要矿床类型为斑岩型和夕卡岩型。

此外，还有浙江闲林埠、湖南宝山、江苏钼山等。

## 十、锡矿资源富集区

滇南区　典型矿床有个旧、马关都龙等，主要矿床类型为硫化物型。

桂西区　典型矿床有南丹大厂等，主要矿床类型为层控热液型。

粤湘赣南地区　典型矿床有广东银坪山、大顶、锡山，江西红水寨、大余下垅、会昌岩背，湖南桂阳大顺窿、临武香花岭等。主要矿床类型为硫化物型、夕卡岩型和石英脉型。

## 十一、锑矿资源富集区

湘中区　典型矿床有安化渣滓溪、桃江板溪、新化锡矿山、新邵龙山等，主要矿床类型为层控型和石英脉型。

黔东南—桂北区　典型矿床有贵州的半坡、榕江县八蒙和广西的大厂、五圩箭猪坡等，主要矿床类型为脉状型和中低温热液充填交代型。

黔西—滇东南区　典型矿床有贵州晴隆、云南文山木利等，主要矿床类型为层控型和细脉型。

## 十二、汞矿资源富集区

川东南—黔—湘西区　典型矿床有四川的酉阳坝竹沱、秀山羊石坑，贵州的务川、万山、丹寨和湖南新晃等，主要矿床类型为层控型。

陕南—青东区　属昆仑—秦岭成矿带，典型矿床有陕西旬阳公馆、青铜沟，青海玛多苦海、同德穆黑等，主要矿床类型为热液充填型。

此外，还有湖北长阳钟鼓湾、云南的施甸茅草坡和保山金家山、甘肃徽县马家山等。

## 十三、金矿资源富集区

胶东区　典型矿床有莱州市焦家、招远县玲珑、河西、乳山县金青顶等，主要矿床类型为石英脉—蚀变岩型等。

小秦岭区（含豫西）　典型矿床有潼关县桐峪、潼峪和灵宝县文峪、杨砦峪等，主要矿床类型为石英脉—蚀变岩型。

黑龙江区　典型矿床有呼玛县韩家园子、兴隆沟、漠河县老沟、桦南、嘉荫县团结沟、黑河罕达气等。

华北—吉东区　典型矿床有迁西金厂峪、宣化小营盘、繁峙县义兴寨、敖汉旗撰山

子、赤峰市红花沟、桦甸市夹皮沟、安图县海沟、珲春市小西南岔、柳林河子等。

陕甘川交界区—祁连山区 典型矿床有太白县双王、勉县汉江、松潘漳腊、青川白水、肃北马庄山、祁连天蓬河、乐都高庙、锡铁山、天水柴家庄等。

长江中下游区 典型矿床有湖北鸡冠嘴、江西德兴银山、景德镇藏湾、湖南常德沧浪坪等，区内伴生金占有重要地位。

黔桂滇交界区 典型矿床有贵州的紫木凼和烂泥沟等。

此外，还有云南墨江金厂、青海可可西里、浙江遂昌银坑山、西藏申扎崩纳藏布、新疆阿希等。

## 十四、银矿资源富集区

赣北区 典型矿床有贵溪鲍家、上犹焦里、万年等，主要矿床类型为与浅成—超浅成侵入岩有关的矿床。

陕南—鄂西北区 典型矿床有陕西柞水银硐子、湖北竹山银硐沟等，主要矿床类型为沉积岩和海相火山岩系中的矿床。

豫南区 典型矿床有桐柏破山、罗山等，主要矿床类型为变质岩中的矿床。

华北—吉西区 典型矿床有河北的丰宁牛圈和承德姑子沟、山西灵邱支家地、内蒙古杯西大井、吉林四平山门等，主要矿床类型为与侵入岩有关的和火山岩中的矿床。

南岭地区 典型矿床有广东的仁化凡口、潮州厚婆坳、廉江庞西洞，广西博白金山和湖南江永铜山岭等，主要矿床类型为层控型。

江浙区 典型矿床有遂昌银坑山、天台大岭口、南京栖霞山等，主要矿床类型为陆相火山岩系中的矿床。

# 第三节 非金属矿产资源富集区

## 一、磷矿资源富集区

黔中富集区 成矿时代为震旦纪陡山沱期和早寒武世梅树村期，矿床类型为沉积磷块岩型，典型矿床有开阳、翁安特大型磷矿。

鄂西富集区 成矿时代为震旦纪陡山沱期，矿床类型为沉积磷块岩型，典型矿床有荆襄、宜昌、保康等大型磷矿。

滇东富集区 成矿时代为早寒武世梅树村期，矿床类型为沉积磷块岩型，典型矿床有昆阳、海口、晋宁等。川中南区主要矿床类型为沉积磷块岩型，典型矿床有什邡、马边、雷坡等。

湘西富集区 主要矿床类型为沉积磷块岩型，典型矿床有石门东山峰、浏阳永和等。

除以上富集区外，中国主要磷矿产地还有陕西略阳、河北矾山、湖北大悟和黄梅等。

## 二、硫矿资源富集区

川滇黔区　主要矿床类型为煤系沉积型硫铁矿，典型矿床有四川大树、川南、周家、新华和贵州四面山等。

粤湘南区　主要矿床类型为沉积变质型硫铁矿和层控型伴生硫铁矿，典型矿床有广东云浮、阳春、罗定、海丰等。

长江中下游区　主要矿床类型为热液型、夕卡岩型和火山岩型硫铁矿（伴生硫铁矿）矿床，典型矿床有安徽黄屯、向山、新桥、何家小岭，江西德兴银山、九江城门山等。

山东区　主要矿床类型为沉积型和热液型等，典型矿床有泰安等。

内蒙古区　主要矿床类型为沉积变质型，典型矿床有炭窑口、东升庙等。

此外，还有河北兴隆高板河、河南灵宝、甘肃金川、山西阳泉等。

## 三、硼矿资源富集区

辽东—吉南区　主要矿床类型为沉积变质型，典型矿床有辽宁宽甸杨木杆、砖庙、栾家沟、五道岭和营口后仙峪、吉林集安高台沟等。

青藏高原区　主要矿床类型为盐湖沉积型，典型矿床有青海大柴旦、西藏扎布耶茶卡、杜焦里。

此外，还有江苏六合、广西钟山成矿带典型矿床有江苏六合冶山，湖南常宁汤市、七里坪，广西钟山黄宝等。

## 四、钾盐资源富集区

青海柴达木盆地区　矿床类型为现代盐湖型，典型矿床有察尔汗、大浪滩、昆特依等。

云南江城区　矿床类型为古代内陆湖相沉积矿床，典型矿床为勐野井钾矿。

## 五、钠盐资源富集区

青藏高原区　主要矿床类型为现代盐湖型，典型矿床有茫崖镇大浪滩、大柴旦、小柴旦、察尔汗、西藏扎布耶茶卡等。

川滇藏东区　主要矿床类型为岩盐型和地下卤水型，典型矿床有四川威西、自贡、万县，云南一平浪，西藏芒康、察雅等。

长江中下游区　主要矿床类型为岩盐型和地下卤水型，典型矿床有湖北的应城、潜

江、利川，湖南澧县等。

## 六、菱镁矿资源富集区

辽宁富集区 本区储量占全国总量的84.7%，主要矿床类型为沉积变质、热液交代型，典型矿床有海城桦子峪、营口青山怀等。

山东富集区 本区储量占全国总量的10%，主要矿床类型为沉积变质、热液交代型，典型矿床有掖县优游山等。

## 七、萤石资源富集区

东部沿海地区 北起胶东半岛，经安徽、浙江、福建，至广东及广西，已知有大中型矿床40余处和众多小型矿床。其中，浙江省萤石储量居全国第二位，是中国目前最大的萤石生产和出口基地。主要矿床类型为热液充填型。典型矿床有浙江武义杨家、遂昌湖山等。

中南富集区 萤石矿产分布于湖南、湖北、河南三省，已知有大中型矿床9处，其中湖南柿竹园矿，是中国最大的伴生萤石矿。主要矿床类型为热液充填型。典型矿床有湖北红安、湖南衡南和柿竹园等。

内蒙古富集区 分布于白云鄂博—二连浩特一线。主要矿床类型为沉积变质型。典型矿床有苏莫查干敖包、白云鄂博伴生萤石矿等。

云贵川富集区 区内有大中型矿床6处和诸多小型矿床，主要矿床类型为沉积变质型。典型矿床有贵州大厂等。

## 八、耐火粘土资源富集区

黄河中下游地区 保有储量占全国总量的68.6%。主要矿床类型为沉积型。典型矿床有山西太湖石、大同，河北赵各庄、白马山，内蒙古大青山，河南巩义、焦作，山东王村等。

长江中上游地区 主要包括云、贵、川、鄂、湘等五省区。该区保有储量占全国总量的14.6%。主要矿床类型为沉积型。典型矿床有贵州清镇红花寨、修文小山坝，湖北恩施铁厂坎、宜城西山，湖南湘潭谭家山等。

东北地区 该区保有储量占全国总量的10.3%。主要矿床类型为沉积型。典型矿床有辽宁红阳、锦山南票，吉林舒兰等。

此外，还有广东、广西、甘肃、江西等省区均有上千万吨储量。矿床类型除沉积型外，还有风化残余型，如广东飞天燕耐火粘土矿。

## 九、石墨资源富集区

黑龙江富集区　主要矿床类型为区域变质型，典型矿床有萝北云山、鸡西柳毛、勃利佛岭等。

鲁东富集区　主要矿床类型为区域变质型，典型矿床有平度刘戈庄、莱西南墅等。

湖南富集区　主要矿床类型为接触变质型，典型矿床有桂阳菏叶、郴县鲁塘等。

川滇结合部富集区　主要矿床类型为区域变质型，典型矿床有四川攀枝花扎壁，云南牟定戌街、元阳宗皮寨等。

此外，在豫西、晋北—内蒙古中部也有。

## 十、滑石资源富集区

辽宁富集区　主要矿床类型为碳酸盐岩型，典型矿床有海城范家堡子、本溪连山关等。

鲁东富集区　主要矿床类型为碳酸盐岩型，典型矿床有掖县优游山、栖霞李博士夼、平度共坊等。

江西富集区　主要矿床类型为沉积成岩型和碳酸盐岩型，典型矿床有广丰溪滩、乐平牯牛岭、于都岩前等。

桂东北富集区　主要矿床类型为碳酸盐岩型，典型矿床有龙胜古坪、鸡爪等。

## 十一、石膏资源富集区

黄河中下游区　主要包括内蒙古、晋、冀、鲁、豫五省区，储量占全国 74.3%。主要矿床类型为沉积型，典型矿床有内蒙古鄂托克旗、山西太原等。

宁青富集区　储量占全国的 6.9%。主要矿床类型为沉积型，典型矿床有青海西宁、宁夏中卫的同心等。

苏皖鄂湘富集区　储量占全国的 10.6%，主要矿床类型有沉积型。典型矿床有江苏南京、湖北应城、湖南澧县、安徽马鞍山和向山等。

川滇藏东富集区　储量占全国的 5.1%。主要矿床类型为沉积型，典型矿床有西藏察雅、芒康，四川康定五大寺、渠县农乐，云南巧家鲁纳田、武定小井等。

## 十二、水泥灰岩富集区

长江中下游区　主要包括苏、浙、皖、赣、鄂、湘六省区，储量占全国的 25.70%。

主要矿床类型沉积型，典型矿床有江苏江宁茨山、浙江长兴桂阳山、安徽伞形山、江西万年大河山等。

晋冀鲁豫区 储量占全国总量的19%。主要矿床类型沉积型等。典型矿床有河北邯郸峰峰、获鹿王屋、唐县白合和山西大同七峰山、稷山等。

陕西富集区 储量占全国的11.4%。主要矿床类型沉积型。

典型矿床有耀县宝鉴山、泾阳蔡家沟、乾县五峰山等。

闽粤桂区 储量占全国的12.7%。主要矿床类型为沉积型。典型矿床有福建永安、广东花县赤坭、广西兴安平角山等。

川滇黔区 储量占全国的12.9%。主要矿床类型为沉积型。典型矿床有四川江油马角坝、峨眉黄山、珙县巡场，云南宣威东山寺、大理下关等。

此外，在辽宁、吉林、青海等省，亦均有10亿吨以上的储量。

## 十三、玻璃硅质原料富集区

青（海）东北（部）富集区 储量占全国总量的42.9%。矿床类型为震旦纪石英岩型。典型矿床为大通卧牛掌。

粤琼富集区 储量占全国的15.3%。主要矿床类型为滨海沉积砂矿。典型矿床有广东珠海下栅、湖阳田心，海南文昌龙马、东方八所等。

辽宁富集区 储量占全国的7.2%。主要矿床类型为石英岩型。典型矿床有本溪小平顶山、庄河蓉花山等。

山东富集区 储量占全国的5%。主要矿床类型为沉积砂矿型。典型矿床有沂南蛮山等。

陕西富集区 储量占全国的4.9%，主要矿床类型为石英岩型，典型矿床有汉中哑姑山等。

此外，在内蒙古、浙江、福建、江西、河南、湖南、四川等省区，均有5000万吨以上的储量。

## 十四、高岭土富集区

闽粤桂富集区 储量占全国的48.8%。主要矿床类型为风化壳型，典型矿床有广东茂名、福建龙岩等。

陕西富集区 储量占全国的29.3%。主要矿床类型为沉积型。典型矿床有府谷、韩城等。

长江中下游（苏浙赣湘）区 储量占全国的17.7%。主要矿床类型为风化型。典型矿床有湖南醴陵、衡阳，江西贵溪，浙江松阳，江苏吴县等。

此外，海南、辽宁等省均有上千万吨储量。

## 十五、膨润土富集区

广西富集区 储量占全国的26.3%，主要矿床类型为沉积型。典型矿床有宁明、

田东等。

黄河中下游（冀鲁蒙中）区　储量占全国的19.3%，主要矿床类型为火山—沉积型。典型矿床有河北宣化堰家沟、内蒙古兴和高庙子、乌拉特前旗白庙子等。

长江中下游（苏浙皖鄂）区　储量占全国的21.2%，主要矿床类型为沉积型、残积型。典型矿床有江苏句容甲山、溧阳茶亭，浙江监安平山、余杭仇山，安徽屯溪新潭等。

新疆富集区　储量占全国的14.1%，主要矿床类型为沉积型。典型矿床有和布克赛尔乌兰格林等。

# 第四章 矿产资源规划

## 第一节 矿产资源规划研究的意义

矿产资源规划虽然有一些试点和实践，但其理论研究只是近几年才开展的事情。这项研究无论在理论上还是在实践中都具有极其重要的意义。

### 一、矿产资源规划的定义

矿产资源规划是指在一定区域内对矿产资源勘探开发和保护的总体部署。它通过运用地质和经济等理论方法，对一定区域内矿产资源进行自然禀赋、区位条件、勘探开发现状和供需形势的评价，分析矿业与其他产业的关系，划分各种类型的规划区域，确定矿业结构调整方向和矿业组织政策，研究该区域矿产资源短期（5 年）、中期（10 年）和长期（15 ~ 20 年）的勘探开发和利用计划与资源保护措施，形成鼓励矿产资源集约生产和合理利用的法律文本。国土资源部关于开展省级矿产资源资源规划工作的通知中指出：“省级矿产资源规划是省级人民政府根据国民经济和社会发展对矿产资源的需求，对本行政区内矿产资源调查、勘查、保护和合理开发利用，以及矿山生态环境保护等在时间和空间上所做的总体安排和布局。”矿产资源规划不同于矿产资源开发利用建议或矿业发展计划，是一种与土地规划、城市规划、旅游规划等相类似的，具有全局性、长远性、战略性的专项规划，是社会主义市场经济条件下矿产资源勘查和开发利用的指导性文件，是依法审批矿产资源勘查、开发活动的重要依据。

### 二、矿产资源规划的种类

矿产资源规划有多种类型。按纵向划分有：全国矿产资源规划：省（市、自治区）级矿产资源规划；地（市）级矿产资源规划；县（市）级矿产资源规划；重点矿业乡镇矿产资源规划；重点矿区矿产资源规划。

按内容划分有：矿产资源总体规划；地质矿产调查评价与勘察规划；矿产资源开发利用与保护规划；矿山生态环境保护规划。

按矿种划分有：石油和天然气资源规划；煤炭资源规划；煤层气资源规划；黑色金属矿产资源规划；有色金属矿产资源规划；贵金属矿产资源规划；化学矿产资源规划；

建材非金属矿产资源规划等。

## 三、加强矿产资源管理需要规划

1978 年以前，我国矿产资源勘探开发由国家统一组织，指定地质部、石油部、煤炭部和冶金部等部委按勘探程度和矿种分工制定勘探开发计划，并由其所属的国营地质勘查单位和矿山企业执行，其规划职能主要表现为中央对矿种和对行业的集中计划，各省（市、自治区）、地（市、州）和县（市）管理矿产资源的权限极小，没有严格意义上的地方矿产资源规划。此间，重要矿区虽有一定的开发规划，但是规划往往是一些产量和产值指标，对经济效益因素和可持续发展因素考虑少，资源管理功能差。1978 年以来，我国实行改革开放政策，特别是 1982 年成立地质矿产部以后，我国国土资源管理体制开始引入市场机制，矿业国家独家垄断开始弱化，矿业投资体制出现多元化，矿产勘探开发主体不但有国营企业事业单位，而且还有越来越多的民营企业参加，外资企业也开始介入，矿产资源管理由中央的分类与集权管理逐步转变为中央的宏观管理和地方的微观管理相结合。地质、石油、煤炭、冶金、建材等工业部相继实行政企分开和政事分开，国家经贸委下设各工业局，原各工业部经营和生产职能由改组后的矿业公司承担，中央管理矿产资源的权力逐步从各个工业部分散管理转移到由地质矿产部集中管理，有条件的地（市、州）和县分别成立地质矿产局，初步形成了具有一定集中管理性质的国家宏观调控与市场微观调节相结合的体制。市场机制的引入，调动了地方和非国有经济参与矿业开发的积极性，地方政府尤其是中西部地区地方政府十分希望资源优势通过矿业发展迅速转变为经济优势，纷纷发展乡镇矿业，地方矿业曾一度繁荣。与此同时也出现了越来越多的矿业纠纷和资源破坏，矿业秩序混乱，资源经营中重开发、轻保护等问题，制定区域矿产资源规划并强化规划的法律功能，用以调控资源开发活动的呼声越来越多。1996 年前后，云南省和湖北钟祥等县市率先进行了地方矿产资源规划的试点工作。地质矿产部门也逐步意识到了加强矿产资源规划工作的重要性。为了顺应全球性的可持续发展行动的要求，以及解决中国的资源集约利用与可持续发展问题，国家于 1998 年组建国土资源部，地方也随后相应组建国土资源局（厅），将地矿、土地、海洋、测绘甚至城市规划等职能部门合并。不只是对矿产资源，甚至是对整个自然资源都需要进行集中管理下的国家宏观调控和市场调节相结合的多级管理，国土资源部和地方国土资源厅（局）开始将规划职能放在各项职能的首位，以促进资源管理。

## 四、矿产资源规划的功能

矿产资源规划研究必须从理论上加以深化，这是由于该项工作的经济功能和法律功能都很强。

### （一）矿产资源规划的经济功能

（1）微观经济功能。矿产资源的有限性、不可再生性决定了矿产资源规划必须遵循

开发和保护并举原则，提高资源利用效率。在具体的经济活动中体现为：加强矿业秩序治理整顿，避免人为地破坏、浪费矿产资源；在矿产资源开发、冶炼、加工、运输、消费的各个环节提高资源利用水平：依靠科技进步和科学管理，提高采矿回采率和选矿回收率；扩大共伴生矿产的综合开发利用，尾矿、废石（矸）综合利用和废旧金属的回收利用；根据资源赋存特点，实行规模经营和集约生产；大力开展节能降耗，不断提高单位能源、矿产资源的国民经济产出率；切实推进矿产资源开发利用方式从粗放型向集约型转变。

(2) 中观经济功能。矿产资源的区域性特征决定了矿产资源规划必须强调矿产资源的开发利用要与区域经济发展相结合，调整优化矿业结构根据矿产资源分布的区带性和组合分布的区域性特征，密切结合区域经济发展，统筹规划，发挥优势，重点开发，建立起地区间分工合理的区域矿产资源开发体系。资源输入区和资源输出区要因地制宜，优势互补，横向联合，分工合作，协调发展。以市场为导向，积极推进矿业探采结构、产品结构、进出口结构、企业组织结构和地区结构等的调整和优化，合理布局，协调发展。

(3) 宏观经济功能。矿产资源的整体性特征决定了矿产资源应统一规划、合理布局、综合勘查、合理开采、综合利用。根据我国矿产资源的赋存特点、开发利用条件、市场供需形势以及国家区域经济布局的要求和经济安全的需要，遵循市场经济规律，对全国矿产资源进行统筹规划，坚决维护矿产资源的国家所有权益。地方各级政府、企业、各类经济组织和个人都必须以国家利益为重，有效保护和合理开发利用矿产资源。

### （二）矿产资源规划的法律功能

矿产资源规划一经制定，经有关部门批准和同级政府发布，即成为矿产资源管理的法规，是同级人民政府及其国土资源主管部门依法管理和保护矿产资源的重要依据，具有强制的法律效力。

(1) “控制人口增长，保护自然资源，保持良好的生态环境”是基本国策，矿产资源生产和矿业生产应坚持“在保护中开发，在开发中保护”的总原则。

(2) 矿产资源规划是各级人民政府依法管理和保护矿产资源的指导性文件，其主要规划目标纳入同级国民经济与社会发展规划中实施。

(3) 矿产资源规划是国家加强矿产资源勘查、开发宏观调控的重要手段，是各级人民政府地质矿产主管部门依法对矿产资源勘查、开发利用与保护进行监督管理的依据。

(4) 国家规划矿区和国家规定实行保护性开采的特定矿种的设立、变更或者撤销及其开发利用，应当符合全国矿产资源总体规划。

(5) 各级人民政府地质矿产主管部门审批颁发勘查许可证、采矿许可证，应当符合矿产资源规划。

(6) 下级矿产资源规划服从上级矿产资源规划，专项规划服从总体规划，行业性规划和地区性规划服从全国性规划。矿产资源规划自上而下编制，下级矿产资源规划的编制必须以上级矿产资源规划为依据，并与上级相关规划相一致，与同级相关规划相衔接。

## 第二节　矿产资源规划的研究现状

矿产资源规划的理论研究始于 1999 年。在此之前，矿产资源 区划研究和区域经济学中的区域规划理论为矿产资源规划的理论研究提供了指导。1996 年贾芝锡研究员出版的《矿产资源区划研究》一书为矿产资源规划理论的形成提供了借鉴。但这本书不是真正意义上的矿产资源规划理论，因为这本书是我国矿业转轨时期，为适应计划经济和市场调节相结合，国营矿山与民营矿山共同参与矿业发展，变资源优势为经济优势，推动区域经济发展而形成的以矿山资源分类、分级和分区为特色的著作，主要应用的是地质学、区域分工理论、区位论和计划经济理论，着眼点是经济发展，可持续发展所涉及的代际公平与代内公平、资源补偿与资源保护等制度内容考虑较少。1999 年国土资源部出台了《矿产资源规划暂行条例》（国土资发 1999，356 号），2000 年中国地质大学陶应发和本人也发表了这方面的论文。2001 年，国土资源部规划司组织编写了《矿产资源规划研究》和《矿产资源规划手册》。《矿产资源规划研究》提供了矿产资源规划的背景材料，尤其是国内外的矿业形势、资源勘探开发和保护现状，《矿产资源规划手册》提供了国土资源部近几年出台的矿业管理文件和部、司级领导关于矿业管理和规划方面的讲话。郭凤典、成金华、吴巧生等在 2001 年出版了《矿产资源规划的理论与实践》（中国地质大学出版社）一书，并在有关杂志上发表了论文。国土资源部规划司和高级咨询中心、中国国土资源经济研究院潘文灿、钟自然、王希凯等同志近两年在有关杂志上也发表了论文，现在国土资源部也正在资助南京大学等单位做这项研究。这些单位和个人的研究为推动区域矿产资源规划的开展起到了积极作用。

总的来看，国内关于矿产资源规划研究方面的系统论著还未出现。国内的理论研究还远远不能适应迅速兴起的矿产资源规划工作，建立完整的矿产资源规划理论体系迫在眉睫。

## 第三节　矿产资源规划的主要内容

### 一、矿产资源规划的特点

矿产资源规划是一种政府法规，至少应具有宏观性、战略性、政策性、科学性和可操作性。也有人把矿产资源规划的特点归结为战略性、综合性、建设性、指导性和层次性。

#### （一）宏观性

矿产资源规划的宏观性是由矿产资源规划作为矿产资源开发利用和保护的宏观调控

手段这一基本性质所决定的。按照“宏观性”的要求，在内容上矿产资源规划应根据国民经济或区域经济发展的要求，制定矿业经济发展的总目标、矿产资源开发利用和保护的重大方针和政策，研究矿业生产力的合理布局和矿产品结构调整方向，提出矿产资源开发利用和保护的重大战略措施。

### （二）战略性

矿产资源规划的战略性是由其宏观性派生出来的。按照“战略性”的要求，矿产资源规划在时间上要着眼于未来，要按照可持续发展的要求制定目标、方针和政策，提出矿产资源开发利用和保护的重大战略措施，处理好当前利益与长远利益的关系。在空间上要立足于国内、区内资源，综合考虑国内外，区内外“两种资源、两个市场”，处理好局部利益与整体利益、地方利益与中央利益的关系。矿业的发展要和其他产业的发展相协调。

### （三）政策性

矿产资源规划的政策性就是指它的规范性。矿产资源的开发利用要符合国家有关的法律、方针和政策，矿产资源规划要运用政策手段对矿业行为进行规范和引导。

### （四）科学性

编制矿产资源规划首先要全面、准确地搜集各种经济信息，包括矿产资源的查明及分布情况、矿产资源开发利用状况、国内外矿 产品市场供需信息、国民经济与社会发展综合信息、矿业相关部门发展规划、矿产品开发利用新技术及发展趋势，以及党和国家的有关方针、政策和指令等等。经济信息是规划编制的基本依据，因此，信息必须准确、及时、适用。在掌握了大量经济信息之后，就要对信息进行分析研究，探索其内在的联系和规律性。在此基础上对未来矿业经济的发展趋势进行综合分析，并做出科学的预测。根据预测的结果，综合考虑规划期内国民经济和社会发展的要求、资源条件、产业基础等因素，对矿产资源开发利用所要达到的目标和实现目标的主要措施做出抉择，这是矿产资源规划的主体和核心。它主要包括矿业经济的发展规模、速度、结构、重大比例关系、重大项目建设、矿业生产力布局、产业结构调整等内容。

### （五）可操作性

矿产资源规划的可操作性是指它的切实可行性，按照“可操作性”的要求，矿产资源规划的编制要以资源条件、产业基础、市场需求为依据，发展目标要具体，产业结构调整方向要明确，措施及政策建议要有针对性。

## 二、矿产资源规划的三维结构

矿产资源规划的基本框架可以从三个维度加以描述：

### （一）时间维

资源规划的时间有长期、中期、近期和短期之分。资源长期规划一般在 10 年以上，中期规划的时间一般以 5 ~ 10 年为限，主要是提出具体化的区域开发计划的重点和项目建设的重大安排。近期开发规划和短期开发规划分别以 3 ~ 5 年和 1 年为时限，一般提出分年度和年度内的资源开发目标及具体措施与对策。

### （二）空间维

矿产资源规划主要由全国、省、市三个空间层级构成。矿产资源丰富的县根据需要可以编制矿产资源规划。全国矿产资源规划以宏观指导性为主，兼具实施性；省级矿产资源规划以实施性为主，兼具宏观指导性。全国矿产资源规划确定的目标任务主要靠国家和省级矿政管理手段和省级规划实施。

### （三）论题维

矿产资源规划的每一空间层级都涉及经济绩效、法律法规、社会公平和生态环境论题，但在不同的空间尺度上研究的侧重点是不同的。

（1）全国矿产资源规划是中央政府加强矿产资源宏观管理的重要措施，突出战略性、宏观性和政策性。因此，保障实现我国第三步战略目标所需要的资源的安全供应；解决矿产资源的总量问题、结构问题、布局问题和政策工具的运用就是全国矿产资源规划的侧重点。这一层次更多地涉及法律法规、社会公平和生态环境的论题。

（2）省级矿产资源规划属于地方性矿产资源规划，具有针对性和较强的操作性。省级矿产资源规划强调，规划的制定要根据本地区的资源特点、区位特点、市场条件，紧密结合本地区经济社会发展目标；规划最终的成果是划定鼓励、限制、禁止勘查、开采的矿种和区域。这一层次侧重经济绩效和生态环境论题。

（3）各市（县）级矿产资源规划是省级规划下面的子规划，具有更强的规划目的性。在落实全国矿产资源规划和省级矿产资源规划确定的调控目标任务的前提下，市（县）级矿产资源规划的重点在于提升本地区矿产资源的相对优势，培育矿产资源竞争力——即将资源优势转化为经济优势的能力。这一层次强调经济绩效的实现，兼顾环境保护。

矿产资源规划基本框架如图 1 – 4 – 1 所示。

## 三、矿产资源规划的文本结构

### （一）区域经济发展背景

重点研究区域经济发展特点及基础设施建设状况，产业结构调整方向，能源和新材料工业发展动态，以及城市化战略，生态建设和环境保护，矿业发展状况和趋势，矿业对本区经济和社会发展的综合贡献等。

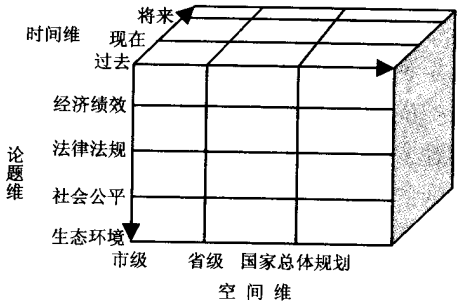



图 1－4－1 矿产资源规划的基本框架

## （二）矿产资源供需形势分析

重点研究矿产资源分布状况，矿产资源储量，矿产资源潜力，矿产资源需求预测及资源可供性；矿产品市场发展趋势，矿产品产量、结构和物流方向与距离等。要充分利用矿产储量套改成果资料，使规划的资源依据更加科学。

## （三）矿产资源规划目标

规划目标的确定是制定好规划的关键。要从本省（区、市）的实际情况出发，在充分调查研究的基础上，对矿产资源调查评价与勘查、矿产资源开采总量、矿业产值、矿山最低经济规模、结构调整、鼓励限制禁止开采区、采矿回采率、选矿回收率、伴共生矿产综合利用率、矿山生态环境保护和恢复治理率等指标提出合理可行的分阶段目标。重点是今后 5 年目标，展望到 10～15 年。

5 年目标：通过矿产资源调查评价，确定发现新的矿产资源富集区目标；从本省（区、市）资源潜力和市场需求出发，引导加强商业性矿产勘查和开发，老矿山外围和深部的勘查开发目标；提出提高资源开采综合利用率要求目标；通过加强监督管理和治理整顿矿业秩序，进一步调整矿业上下游产业和相关产业结构目标；加大矿山生态环境保护的力度，对老矿山有计划地进行生态环境恢复治理，对新建矿山建立生态环境保护的制度，严格监督管理目标；根据全国和本行政区的要求，对重要战略资源建立储备国标，对有特殊价值的矿产资源和储量大目前难于开采利用的矿产资源采取有力保护目标。

10～15 年目标：做到矿产资源保护与合理利用的运行机制和管理体制规范化、法制化，实现对矿产资源利用方式和管理方式的根本转变；建立完善的矿产资源要素市场，提高矿产资源对经济社会发展的供应能力；使矿产资源开发与生态环境保护治理的效益相协调。

## （四）地质矿产调查评价与勘查规划

全面系统地总结各有关行业和单位在本行政区内已经开展的基础地质、矿产资源调查与勘查工作，综合分析地质矿产调查评价和勘查的工作程度，为进一步加强调查评价

和勘查、摸清矿产资源潜力、划定重点勘查地区、引导商业性矿产资源勘查等提出地质勘查工作规划意见。

### （五）重点区域规划

合理划定矿产资源鼓励开采区、限制开采区、禁止开采区，是区域矿产资源规划中，促进矿业开发合理布局，实现资源优化配置，推进科学管理的重要内容。

在划定矿产资源鼓励开采区、限制开采区、禁止开采区时，应当根据矿产资源赋存规律和地区经济发展的需要，本着统筹规划、因地制宜、发挥优势、规模开采、集约利用的总体要求，应遵循以下基本原则：

⑴ 法律法规准入原则。划定规划区，必须符合矿产资源法和相关法律法规，以及有关配套法规的规定。

⑵ 与相关规划相衔接的原则。划定规划区，应当符合国家和省（区、市）国民经济和社会发展中长期规划、全国矿产资源总体规划，以及相关的国家规划的要求，应当与有关同级规划相衔接。

⑶ 矿产资源开发与相关产业发展和环境保护相协调的原则。要结合地区经济发展的需要，发挥资源的综合效益，同时要有利于保护生态环境。

⑷ 以市场为导向，维护国家战略利益的原则。根据市场需求，以及为了维护国家的权益，确定各类规划区。

⑸ 遵循资源分布规律和经济规律的原则。按照矿产资源赋存的客观规律，注重矿产资源区带的完整性，从便于管理出发兼顾行政区划，确定规划分区。

### （六）矿业可持续发展和矿产资源合理利用技术经济指标

通过矿产资源综合利用和采选冶现状调查分析及发展动态研究，分析确定重点矿产资源合理开发利用的相应技术经济指标；研究提出通过科技进步和技术改造，改进采、选、冶工艺，提高资源综合利用水平的途径；在调查研究的基础上，研究提出不同矿产的采、选、冶回收率指标意见，指导矿业结构调整和地区产业升级。

### （七）矿产资源和矿山生态环境保护

从本区矿山生态环境的实际情况出发，开展矿山生态环境调查与信息系统建设，研究提出矿山生态环境保护和恢复治理的任务目标和政策措施，探索建立矿山生态环境保护监督管理制度，促进资源开发与生态环境保护的协调发展。分析确定矿山生态环境保护的规划指标，提出矿山生态环境恢复治理的重点工作和区域。组织实施矿山生态环境恢复治理试点工作。

### （八）利用本行政区内外及国外资金、资源、市场

针对我国即将加入世界贸易组织的新形势，通过本区的资源状况和供需形势分析，为保障国民经济和社会发展对矿产资源的需要，研究利用区内外资金、资源、市场的可行性与途径，分析提出重点矿种和地区。尤其是应加强利用周边地区资源与市场互补性

的研究。分析研究加强国际、国内合作，开拓供给和输出渠道，促进矿产品贸易，形成全方位开放格局的有关政策措施。

### （九）矿产资源规划政策措施

结合本地区工作实际，研究建立矿产资源规划体系及保证规划实施的法规体系和有效的管理体系，探索多渠道投融资加强矿产资源勘查与合理开发利用的途径及机制，推进矿业权制度的改革，研究强化保证规划实施的措施。

编制矿产资源规划的最终目的，是为了维护国家对矿产资源的所有权，实施国家对矿产资源规划管理，从而更好地保护和合理开发利用矿产资源，使资源优势变为经济优势，促进经济社会可持续发展。要保证规划的实施，必须建立健全矿产资源规划体系，综合运用法制、行政、经济等多种手段，切实加强监督管理。要拓宽投融资渠道，改革和健全矿产资源勘查开采投资机制；建立和完善矿产资源保护和合理利用的激励机制；加强法制建设，实现依法行政；依靠科技进步与创新，建立矿产资源规划管理信息系统，提高资源利用水平和管理水平。

### （十）附则和附件

很多规划文本里面将矿产资源规划的实施时间和解释权规定在附则中作出规定。几乎所有的矿产资源规划除文本外，还附有规划图表以及专题研究报告。早期的图件是手工制作的，近几年完成的矿产资源规划图大多是在中国地质大学吴信才教授研制的MAPGIS软件平台上完成的。

## 第四节 矿产资源规划的编制程序

矿产资源规划的编制过程，是拟定区域资源开发目标、进行资源有效配置与开发决策以及实施规划的过程，是对资源的勘探、采掘、加工、运输、利用等进行全方位的动态规划的过程，是一个科学决策的过程，其编制程序如图1－4－2所示。

矿产资源规划的程序大致分为三个阶段，即准备阶段、编制阶段和报批阶段。结合具体情况可划分若干工作步骤组织实施。

### 一、准备阶段

(1) 明确编制任务，落实编制计划。矿产资源规划编制工作组，成立领导小组，组建编制组、技术协调组和重点项目科研组，分别负责主体规划的编写工作，横向、纵向及内外技术联系与协调，开展资源现状评价、矿产资源需求预测、规划矿种选择、规划区确定和保证措施研究等。

(2) 调查研究和收集资料。矿产资源规划的调查研究突出以下几个方面：①收集和

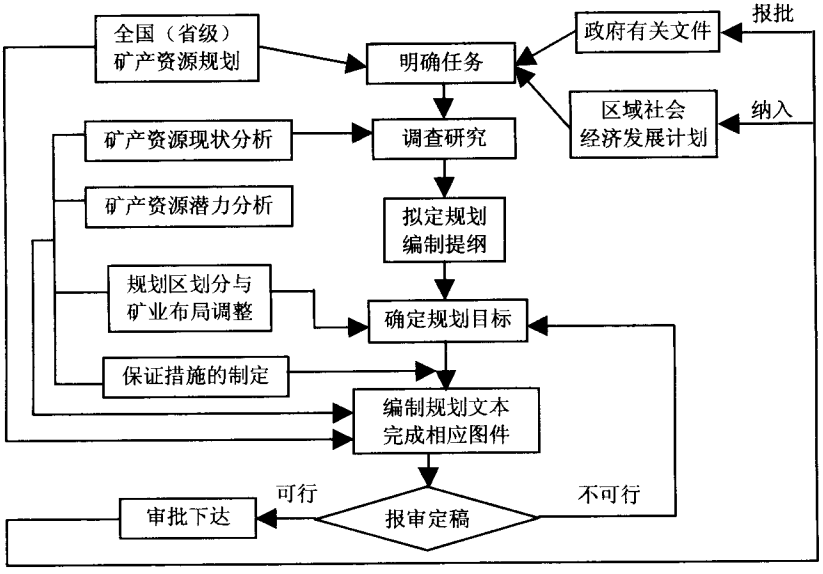



**图 1－4－2　矿产资源规划编制程序**

掌握相关资料文件。包括区域经济社会现状及发展计划；同级或上级矿产资源规划；相关行业、相关部门的规划资料，主要有土地规划、旅游规划等。②区域内地质情况和矿产资源特点。③矿业发展环境和发展前景、相关产业发展的协调。④产业结构和产业结构调整方向。

(3) 拟定规划编制提纲。规划编制组在充分深入调查研究并广泛听取各方面意见的基础上，根据国土资源部发布的《矿产资源规划管理暂行办法》和《省级矿产资源规划编制指南》的有关要求，提出规划研究报告和规划文本的提纲。

## 二、编制阶段

(1) 矿产资源及开发利用现状与形势分析。系统地分析总结规划目标区的国民经济和社会发展与矿产资源的相关形势，综合评价矿产资源勘查、开发利用的现状和存在的主要问题，以发展的观点，对规划期内的矿产资源供需发展形势做出分析预测。

(2) 矿产资源开发利用与矿业发展潜力分析。根据全国矿产资源规划与经济布局的要求，结合规划目标地区实际，确定该地区矿产资源保护及开发利用管理中存在的问题，提出相应措施，并对矿产资源潜力及矿业发展潜力做出分析预测。

(3) 规划目标的确定。规划目标是矿产资源规划编制的纲领，是经济社会与资源协调发展的综合体现，是规划的核心。规划目标包括：矿产资源调查评价与勘查目标；矿产资源开发利用总量调控、结构调整、布局优化目标；转变资源利用方式、提高资源利用效率目标；矿山生态环境保护与土地复垦目标。

(4) 规划区的划分和矿业布局的调整。规划区的划分和矿业布局调整是矿产资源规

划编制的重要部分。按照《省级矿产资源规划编制指南》中划定各类规划区的基本原则，重点划分鼓励开采区、限制开采区、禁止开采区，其他地区为允许开采区。并在此基础上，对规划目标区的矿业结构进行调整和优化。

(5) 矿山生态环境保护与恢复体系建立。按照矿产资源开发与生态环境保护并重的原则，对新建矿山进行矿产资源开发利用方案的论证和矿山地质环境影响评价，并对现有矿山和闭坑矿山开展矿山生态环境保护的监督检查和生态环境恢复治理工作。

(6) 制定保证规划实施的措施。

(7) 完成规划文本和图件。将矿产资源规划的研究报告、规划文本草案和编制说明广泛征求意见，组织召开不同形式的专家讨论、论证会，进行修改、充实，提出规划文本和相应的图件。

### 三、报批阶段

编制的矿产资源规划，报上级管理部门审批。经同意后下达批准文件，组织实施矿产资源规划。

## 第五节 矿产资源规划支持系统

### 一、矿产资源规划支持系统的界定

矿产资源规划支持系统是区域经济发展规划系统的重要组成部分，它主要从矿产资源对区域社会经济发展的影响的角度揭示区域社会经济发展系统的演化和发展，是政府对矿业经济进行宏观调控的一种手段，其基本职能是根据国民经济整体发展的需要和产业政策，对矿业经济的发展进行规范和引导，制定矿业经济发展的总体目标、矿产资源开发利用和保护的重大方针和政策，研究矿业生产力的合理布局和矿产品结构调整方向，提出矿产资源开发利用和保护的战略措施，实现矿业的可持续发展。

系统论认为，系统的整体性表现在同环境相接触时出现的特殊的边界反应。这是由于系统内部要素与要素之间有特殊的相关性联系，这种联系使得每个要素在同外界环境相互作用时，表现为系统的整体作用来影响环境，结果，要素之间的相关性与要素同外界的非相关作用便呈现出明显的差别来。就矿产资源规划支持系统而言，其研究内容主要包括矿产资源基础结构、矿产资源开发利用层次结构和矿产资源市场结构(图 1－4－3)，它们相互约束，构成了矿产资源规划支持系统的边界。矿产资源基础结构反映了矿产资源在空间分布上的组合关系和组成要素的质量对比关系，矿产资源开发利用层次结构反映了其开发利用的规模和时序，矿产资源市场结构包括区内外两个市场。

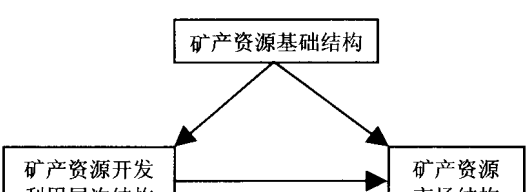



图 1－4－3　矿产资源规划支持系统的边界构成

## 二、矿产资源规划支持系统的研究方法和内容

矿产资源规划支持系统研究的目的就是，通过确定系统的主要影响因素，分析各因素间相互制约、相互促进的反馈关系，揭示系统的运行机制和控制机制。通过分析区域矿产资源的各种潜力和现实发挥的作用，探求有效保护和合理开发利用矿产资源的途径是矿产资源规划支持系统研究的基本内容。矿产资源基础结构、矿产资源开发利用层次结构和矿产资源市场结构研究是矿产资源规划支持系统研究的重要起点。从市场交换和资源价值实现的角度来讲，就是要变资源优势为经济优势，这就是矿产资源规划支持系统所具备的基本功能。基于矿产资源分布的地域差异性及开发利用的合理地域分工要求，面向市场开发利用矿产资源，一方面必须把矿产资源开发利用置于市场需求的可控范围，在资源←→生产←→市场这种双向渗透过程中随时调整矿产资源开发利用的时序和规模。也就是说上述优势的转化必须在动态中实现。另一方面还必须通过区际矿产资源功能的互补来建立长期稳定的生产格局。图 1－4－4 具体揭示了矿产资源规划支持系统中矿产资源基础结构、矿产资源开发利用层次结构和矿产资源市场结构相互作用的机制。

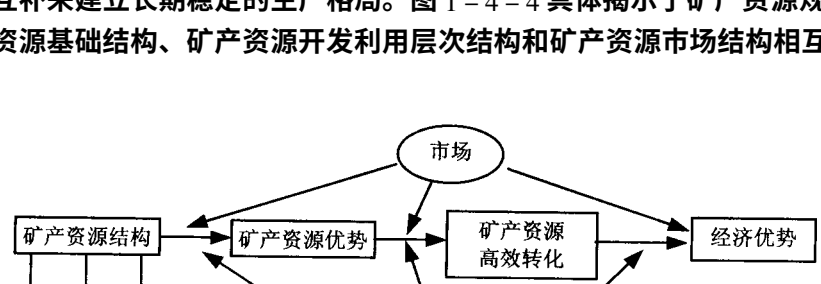



图 1－4－4　矿产资源规划支持系统

注：①要素结构，它反映了矿产资源组成要素的质量对比关系；地域结构，它反映了矿产资源空间分布上的组合关系；时间结构，它反映了矿产资源本身及其开发利用的时间对比关系。②要素结构、地域结构及时间结构共同组成矿产资源基础结构；矿产资源开发利用层次结构是在市场与科技共同作用

下，通过矿产资源基础结构的变动反映出来的。③矿产资源规划支持系统的功能就在于通过三者（矿产资源基础结构、矿产资源开发利用层次结构和矿产资源市场结构）的互相作用，在科技这种先进生产力影响下，实现资源高效转化，资源优势上升为经济优势。

另外，还要考察矿产资源规划支持系统与其他区域经济发展规划系统的关系与作用，这是因为矿产资源规划支持系统是区域经济发展规划系统的一个子系统，它与其他系统有着不同层次、不同性质的关系，它们相互作用、相互依存，在研究矿产资源规划支持系统时，不能脱离这一点。

## 三、可持续发展型的矿产资源规划支持系统

矿产资源的持续利用是保障区域矿业可持续发展的物质基础，矿产资源价值体系的形成是实现矿业可持续发展战略的关键。矿业可持续发展要解决的核心问题是提高资源利用率和综合利用水平，最大限度地减少乃至消除废弃物，保护矿山生态环境，实现资源的增值。可持续发展型的矿产资源规划支持系统就是这样一种系统，通过矿产资源开发利用与保护规划，使矿产资源的利用效率达到最优，这其中包括矿产资源基础结构、矿产资源开发利用层次结构和矿产资源市场结构三者的结构性协调、功能性协调、区域性协调与时段协调。所谓结构性协调，就是指三者之间的内在联系具有较严密的组织构成和较高的有序性；功能性协调是指三者组成的系统中各要素的相互配合与相互促进，是其运行状态的直接标志；区域性协调是指由三者构成的开放系统必须与周边地区协同发展，避免发生区域制约作用；时段协调是指三者在不同社会经济阶段，由于环境的不同，其内涵亦不同。

矿产资源规划支持系统包括：

### （一）制度支持系统

建立完善的产权制度，明确产权；建立公众参与机制；健全资源合理利用与有效保护的法律法规体系；健全资源管理机构与职能；建立高效的投资制度；建立有力的技术创新体系和产业约束机制。矿产资源规划文本中，一般要求有保证规划实施的措施，包括管理机构、管理制度、宣传方式和智力方式等。

### （二）技术支持系统

技术支持包括生产技术和评价技术两方面。生产技术的现代化和技术进步水平地提高，有益于推进资源经营和利用的最优。例如技术有助于勘探出接替资源，有助于拉长矿业链和拓展矿物原料的用途，有助于矿业结构调整和矿区可持续发展。评价技术中对投入产出分析方法进行改造而扩展的建设项目资源环境成本收益分析法，通过资源的综合规划、跨区域规划等规划功能和机会成本比较、工艺创新等手段，实现资源的集约化经营和资源的综合利用，使资源利用的社会经济福利在现值上最大化并符合持续发展准则。在矿产资源文本形成过程中，MAPGIS 技术运用有助于规划图件的制作以及使规划

动态化。

### （三）信息支持系统

信息业的发展是保证人类能否生存下去的必备手段，只有信息功能的充分发挥，才能对有限的矿产资源进行优化配置，实现资源增值。信息支持系统包括资源供求关系的预警支持和资源管理决策中的可持续发展评价制度。用计算机软件实现的矿产资源动态规划与管理能有效地、准确地和及时地发现矿产资源开发利用和保护中存在的问题，使规划功能落到实处。

## 第六节　区域性矿产资源规划

由于矿产资源的成矿特点，矿产资源的分布是不均衡的，矿产资源的开发利用受到区域限制。区域性矿产资源规划对保护和合理利用资源，提高区域矿产资源勘查、开发利用水平，建立以市场为导向、以优势资源开发为基础的地区分工，促进区域人口、资源、环境和经济社会的协调发展，都具有极为重要的现实意义。

### 一、规划特点

区域性矿产资源规划是对一定地域范围内矿产资源勘查、开发利用与保护等方面所作的总体部署，是全国矿产资源规划的重要组成部分。从其研究对象、任务及形式看，有以下几方面特点：

（1）战略性。区域性矿产资源规划所要解决的问题，主要是长远的、全局性的问题，其作用主要是对一定地区的资源勘查、开发利用与保护指明方向，对有关的建设布局描绘一幅远景的建设蓝图。因此，区域性矿产资源规划是超前的、预测性的、框架式的规划。

（2）综合性。区域性矿产资源规划的内容包括勘查、开发利用、保护等方面，并且它们之间是相互联系、不可分割的。因而在规划中必须始终坚持系统的观点，搞好综合与协调。

（3）建设性。区域性矿产资源规划的建设性包括两重意思，一是指规划中的空间布局；二是指规划中的产业发展与资源保护。其规划方案一经实施，就会对整个地区矿产资源的勘查、开发利用与保护以及整个国民经济的发展，产生长远影响。

（4）指导性。区域性矿产资源规划确定了区域矿产资源勘查、开发的方向、重点与布局，因此它是编制区域国民经济和社会发展计划的重要依据，对经济建设具有重要指导作用。同时，规划的权威性和严肃性，决定了它对市场经济的调节起约束作用。

（5）层次性。按照地域范围可将区域性矿产资源规划分为跨省区（国家经济区）矿产资源规划、省区级矿产资源规划和省区级以下区域的矿产资源规划。

## 二、理论基础

区域性矿产资源规划的理论基础为区位理论、比较优势与地域分工理论、空间投资理论。这三个理论相辅相成，从不同侧面支撑着区域矿产资源规划的研究与制定。

### （一）区位论

区位论最初的主流思想认为，企业区位选择的主要目的是降低产品的成本。影响产品成本的有三个因素：一是运费；二是劳动力费用；三是市场因素。三个因素中影响最大的是运费，而运费又被假定为运输距离和货物重量的乘积。假定一个加工企业所需原料来源地与产品市场区在空间上是分离的，那么在这两点的联接线上（如果中间没有障碍），运费的最低点，就是企业的最佳区位。如果原料不是来自一个地点，假定 A 为原料Ⅰ产地，B 为原料Ⅱ产地，C 为市场区，则工业企业总是在 A、B、C 所形成三角形范围内选点。如果在加工过程中，两种原料都“失重”（即重量减轻）。那么，原料的重量必然大于成品的重量。因此，企业的最佳区位，就是靠近 A 点和 B 点，但更靠近失重较大的原料产地；如果其中原料Ⅰ的用量比原料Ⅱ大，则最佳区位是靠近 A。

根据工业生产中多种原料、多个市场区的具体情况，工业区位可由区位三角形和区位多边形来进行解释，并要满足：

$$\min F = f \times \min\left(\sum_{i=1}^{n} m_i \cdot R_i + R_k\right)$$

式中 F——单位产品运费；

f——运费率；

$m_i$——单位产品消耗的 i 原料的质量；

$R_i$——i 原料的运距；

$R_k$——产品运距。

由此得出的运费最低点，就是工业布局应选择的区位。但影响成本的，不仅是运费，当劳动力费用或市场因素带来的节约能抵消较高运费时，那么企业的最佳区位，就会由运费最低点转向劳动力费用的最低点或市场价格的最高点。区位选择，就是要选择三个指标总费用最小、产品总成本最低的地点（图 1－4－5）。这就是区位论中的“成本决定论”，又称古典的区位论。

现代区位论，在研究对象上从个别企业区位扩展到区位体系，认为工业区位、农业区位和城市区位不是孤立的，而是相互联系的。每一种区位的选定，都必然引起连锁反应，从而影响经济的空间结构。在研究方法上，从单项因素扩展到多因素的综合研究。

### （二）地域分工论

地域分工论的主体是“比较优势原理”（包括静态比较优势原理和动态比较优势原理）和地区主导产业理论。

1. 静态比较优势原理的要点

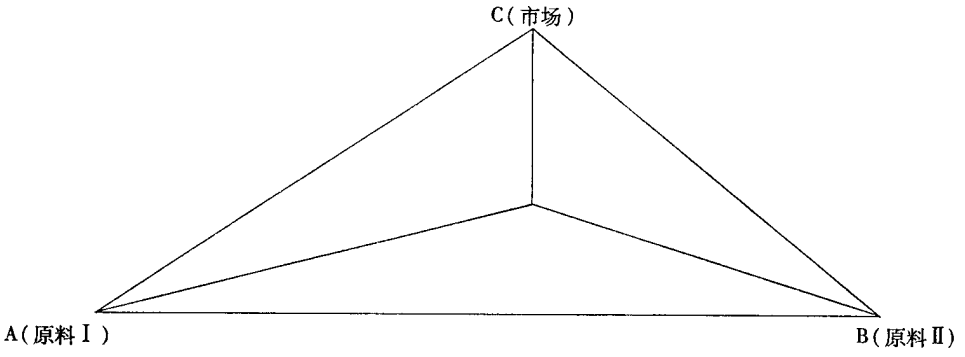



图 1－4－5　工业区位三角形

(1) 每个区域或国家，“生产要素禀赋”各不相同。如果利用地区（或国家）禀赋好、相对丰富的生产要素来从事商品生产，就处于比较有利的地位。而利用禀赋差、相对稀缺的要素来生产，就处于比较不利的地位。因此，各国各地区在地域分工以至国际贸易中，应当专门生产上述前一类商品，而较少生产后一类商品，以发挥各自所拥有的生产要素的优势。

(2) 地域分工、区际交换的直接原因，是生产要素供给的不同，决定了生产要素的价格差异。在产品中，较多地利用比较便宜的生产要素，产品成本就会低一些，其价格自然会比外地同类产品低一些，从而在市场竞争中处于有利地位。

(3) 地域分工、交换最重要的结果是各地都能更有效地利用各种生产要素。由于某些生产要素的自然特性和地区间、国家间各种错综复杂的利害关系，造成生产要素在空间上的相对不流动性，因而还达不到上述理想的结果。通过商品流通可以克服某些要素因自然特性具有的不可流动性。

根据上述原理，矿产资源富集区，发展资源密集型产业比较有利；劳动力资源丰富地区，发展劳动密集型产业比较有利；资金供给比较充分的地区，发展资金密集型产业比较有利。

2. 动态比较优势原理

动态比较优势原理是静态比较优势原理的发展和完善。其基本点是：地区比较优势不是一成不变的。有的产业，从当前看虽然是幼小的，在市场竞争中没有什么比较优势，但如果它对当地国民经济的发展有重大意义，或代表着经济发展的方向，就应加以扶持，经过一段时期的努力，也可以转化为具有比较优势的产业，在竞争中处于有利地位。这个原理又叫做“扶持幼小产业说”，其实质是用动态的观点来看问题。

3. 地区主导产业理论

其基本点是：在区域发展过程中，各个产业在地区产业系统中的地位、作用是不同的，其中有一个或几个产业处于主要的、支配的地位，构成地区的主导产业和主导产业群。现代区域经济成长的过程，实质上是产业部门的成长过程，且成长首先是从主导产业开始。这种产业具有双重功能：一方面，它是全国同类产业中主要的生产供应基地，同其他地区同类产业相比，它能以较少投入、较快速度、较低成本和较高的劳动生产

率，集中进行大规模生产，产品专门化率较高，主要面向全国，直接参与全国地域分工，以自己的特长，充实、完善全国经济大系统。另一方面，它又是所在地区经济增长的驱动轮，推动区域产业结构演化的主角。这两者缺一不可，共同构成地区主导产业的质的规定性。

### （三）空间投资论

矿产资源开发利用需要一定的投资作保证，总投资的部门分配，是调整区域产业结构的基本手段之一；总投资的空间分配，是调整经济布局的基本手段。

空间投资理论，主要是研究总投资的空间分配，提高布局效益。其基本点是：由于经济分布不平衡规律的作用，在一国、一省、一个经济区的范围内，往往同时存在几种处于不同发展阶段的地区，如处于不发展阶段、成长阶段、成熟阶段、衰退阶段或向更高阶段发展的四类地区。处于不同发展阶段的地区，各有其质的特征，各有各的作用，也各有各的矛盾、问题。在区域总投资的分配上，就是根据各类地区的特点、条件及存在的主要问题，分别采取有针对性的投资对策，保证不同地区的不同发展要求，而不能在投资的空间分配上畸轻畸重，也不能平均分配、撒胡椒面。效益与均衡这两大布局政策目标的矛盾，主要靠合理的空间投资来解决。

⑴ 重点依靠处于成熟阶段的地区。在特定的规划期内，在地区总体布局中，要重点依靠处于成熟阶段的地区。这是因为这类地区在全区整个国民经济生活中占有举足轻重的地位，对全区域经济总量增长的作用率高。对这类地区投资对策的主要目标，是使之充分发挥“骨干地区”的作用，并尽可能延长其繁荣期，避免走向衰退。

⑵ 给予条件较好的成长区较多的投资使之尽快进入成熟期。成熟区发展到一定时期以后，难免要走向相对衰退、甚至绝对衰退，其作用和地位要相对下降甚至绝对下降，如果没有新的进入成熟期的地区来接替它，那么整个区域就要随之衰退。为了保持正常的新陈代谢，使整个区域增长的活力连续不断，就需要在成长区中，选择条件较好的，给予较多的投资，深化开发，加速成长，使之尽快进入成熟期，这有些像培养接班人的道理一样。

⑶ 开发利用不发展地区优势资源使其跨上工业化的起点。对于不发展地区，投资对策的主要目标，是用外力启动地区经济的内在活力，通过对其优势资源的开发利用，扩大地区经济总量，增加就业岗位，提高居民收入，首先解决居民的温饱问题，进而跨上工业化的起点，脱贫致富。

⑷ 给衰退区注入新的活力使其向新阶段前进。对处于衰退阶段的地区，投资对策的主要目标，是使之能平稳地衰退，避免出现负增长，使其衰退不致对全区域整个国民经济产生剧烈的震荡。最好是给它注入新的活力，如利用这类地区在其成熟阶段积累下来的比较雄厚的技术力量、较好的交通运输条件和对外联系的渠道，开展区际横向联合，研究开发高新技术产品，调整产业结构，使之从衰退中走出来，向新阶段前进。

由于我国国情的特点，国内还没有出现西方那样典型的衰退区，但在以矿产资源为基础，以矿业起家、开发历史较久而已有产业结构过于单一的重点工矿区、工矿城市，在规划中，就要从战略的高度，考虑到随着时间的推移、由于开采条件的恶化甚至资源

枯竭，将引起这类地区主导产业的衰退，从而使地区经济增长势头削弱的可能性，及早采取对策。关键的一条对策，就是在用较多投入进一步强化矿业的同时，也要有一定数量的投入，开辟新的生产门路，使地区产业结构多样化，增强结构弹性。提高应变能力。特别要注意选择和扶持新的主导产业、支柱产业。

上述三大基础理论中，区位理论着眼于从多因素对区域发展条件的分析，对研究论证区域矿产资源开发利用环境具有重要意义；比较优势与地域分工理论，着眼于区域发展基点的选择与生产合理布局，对于发挥区域矿产资源优势、建立区域专门化产业、促进地区经济结构优化与经济布局合理化具有重要指导意义；空间投资论，主要是从总体出发，正确处理区域关系，构造区域新格局，实现资源合理开发、可持续利用具有重要指导意义，主要着眼于更高层次的总体利益。

## 三、基本原则

按照因地制宜、发挥优势、统筹安排、集约开发、保护并重的原则，正确处理矿产资源勘查、开发利用中国家与地方、整体与局部、局部与局部之间的关系，正确处理当前与长远、开发与保护之间的关系。各地区应在国家规划和产业政策的指导下，选择本区域矿产资源勘查开发利用重点，提高矿产资源勘查开发利用效率和水平，有效地保护资源和环境，实现矿产资源的可持续利用，积极推动区域经济持续健康发展。

## 四、规划程序

矿产资源开发是一项复杂的工作，必须遵循如下程序。

(1) 区域矿产资源系统综合评价。

(2) 区域矿产资源系统动态分析与供需预测。

(3) 区域矿产资源开发目标及其指标体系的设置。

(4) 区域矿产资源开发系统整体设计和动态仿真。

(5) 区域矿产资源开发方案优化。

为了提高规划方案的合理性，在整个规划过程中，还要通过信息反馈，对上述工作中的内容进行调整。如图 1－4－6 所示。

## 五、我国区域矿产资源规划

1985 年 12 月，国家计委印发了国家计委地区局委托的项目课题研究成果《“七五”和后十年中国生产力布局研究报告》。报告中明确提出了东、中、西部三大经济地带的地域划分和所属范围。1996 年国家制定的《国民经济和社会发展“九五”计划和 2010 年远景目标纲要》提出的按照市场经济规律和经济内在联系以及地理自然特点，突破行政区划界限，在已有经济布局的基础上，以中心城市和交通要道为依托进行的分区，结合矿产资源富集规律，划分为七大跨省区市的资源经济区：东北经济区；环渤海经济

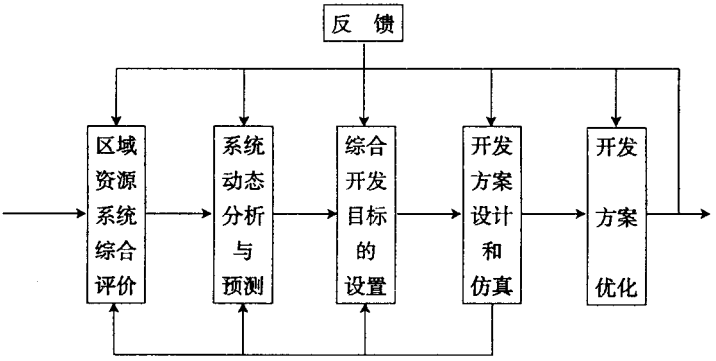



图 1－4－6 区域矿产资源开发规划的基本程序

区；长江三角洲经济区；西南和华南部分省区经济区；西北经济区；中部经济区；东南沿海经济区。

区域矿产资源规划就是以现有国家跨省（市）大经济区为依托，结合我国矿产资源的区域分布特点、矿业及后续加工业的布局现状和发展趋势，从合理利用国内国外两种资源、两个市场，提高效益，优化布局，调整结构出发，以东中西三大经济地带、七大经济区为背景，分析其区域的经济社会状况以及矿产资源在区域发展中的作用。

东中西三大经济地带和七大经济区的经济社会状况在此不在详述。以下重点介绍东中西三大经济地带、七大经济区矿产资源规划。

## （一）三大区域矿产资源规划

1. 西部地区

西部地带包括新疆、西藏、宁夏、陕西、甘肃、青海、贵州、云南、四川和重庆、内蒙古、广西等省（区、市）。

（1）矿产资源特征。西部地区矿产资源种类比较齐全，富集程度高，资源潜力大。天然气、富铜、磷、钾盐、煤、石油、铁、锰、铬、铝、锌、钛、镍、锡、金、银、铂族、锶、汞、硫、岩盐、石膏、石棉、蛭石、膨润土以及建材非金属等矿产丰富，具有较好的发展能源、钢铁、有色金属、化肥工业和建材工业的资源条件。

（2）地质勘查。

基础调查：开展黄河、长江上游地区地质—生态填图，在坚持综合调查的前提下，兼顾金属矿产的潜力调查及环境地质、地下水资源潜力调查及地壳稳定性评价；开展青藏高原及周边地区地质—生态填图及地质矿产系统调查，开展造山带演化与造山机制研究，解决若干重大地质问题。

矿产勘查：矿种上以石油、天然气和铜等国家急需的矿产勘查为重点，区域上加强矿产资源集中区的矿产勘查，积极推进开发建设，促进西部地区经济快速发展。

（3）矿产资源开发利用。西部开发，必须注重资源的开发。要积极推进加快优势矿产资源的开发利用，促进矿业结构的调整和优化。以重大优势资源开发项目及其下游产

业为龙头，加强矿产资源集中区的勘查和开发利用，促进能源交通、基础设施建设和地区经济发展。把天然气的勘查开发作为重点，尽快建成大规模天然气生产和外输基地；加强石油资源的勘查，实行合理开采；大力调整煤炭工业结构，加快开发和推广应用洁净煤技术；开发比较优势明显、市场前景好的有色金属、优质锰矿、稀贵金属、稀土、钾盐、磷矿及重要建材非金属等矿产资源，逐步提高产品加工深度。引导国内外资金投向西部地区勘查开发矿产资源，鼓励矿山企业加强后备资源勘查；在资源日益枯竭的矿业城市，加快研究和发展接替产业和特色经济；通过联合兼并、增加资金投入等措施，提高矿山企业经济效益和资源利用水平。

把地下水资源勘查与开发利用放在突出位置，改善西部地区发展条件。坚持开源与节流并举、以节约为主的方针，紧密结合生态环境建设，建立工农牧—水资源—生态环境协调发展的良性系统。加快查明区域地下水资源总量，评价可持续利用的地下水资源，为贫困缺水地区、基础工业建设和农牧业重点开发区提供地下水远景开发区。加强塔里木、柴达木、准噶尔盆地和河西走廊等缺水重点地区及西南岩溶石山地区的地下水资源勘查开发利用和地质生态环境保护。

2. 中部地区

中部内陆地带包括黑龙江、吉林、山西、安徽、江西、湖南、湖北、河南等省。

(1) 矿产资源特征。

中部地区能源和各种金属、非金属矿产资源相当丰富。煤、天然气、铁矿、铜、铝土矿、铅、锌、镍、钨、金、银、硫铁矿、磷矿等矿产资源及其开发利用在全国矿业和区域经济发展中具有非常重要的地位。

(2) 地质勘查。

基础调查：开展地质—生态填图及相关地质调查。在东北经济区，主要是大兴安岭北部空白地质填图、图们江经济开发区地质与生态综合填图，探索森林和浅覆盖区填图方法及技术要求；在黄河经济带中游地区，重点是环境地质、地下水资源潜力调查，并开展悬河及河堤稳定性调查；长江中游地区，在坚持综合调查的前提下，开展地质环境调查的同时，兼顾矿产资源潜力评价。

矿产勘查：为确保大庆油田稳产、推动产业结构升级转换，继续开展成矿区外围及隐伏矿床的勘查工作，特别是松辽盆地外围的油气勘查工作，加强寻找新资源；开展老岭地区、德尔布干断裂带等重要成矿区带铜、铅锌、钴、金、银等矿产的勘查评价；开展沁源—汾西地区、熊耳山—外方山地区、鄂豫陕相邻地区等重要成矿区带的铝土矿、金、银、锑等矿产的勘查评价，开展黄土高原等缺水地区的地下水勘查工作，开展老矿山外围（如中条山铜矿）及隐伏矿的增储勘查工作；开展郴州—邵阳地区等重要成矿区带的金、银、铅锌、锡等矿产的勘查评价，为建设新的原材料基地服务；积极做好江西德兴银山等重点矿山外围、隐伏矿床的增储勘查工作，扩大后备资源量。

(3) 矿产资源开发利用。以山西为重点，发挥煤炭资源优势，在实施生态建设工程的同时，综合规划利用好矿产资源，保证煤炭资源优质优用，提高煤炭洗选、就地转化和深加工水平；加强山西沁水、河东煤田、安徽两淮等地区煤层气资源勘查与开发利用；重点加强大小兴安岭、华北地台北缘、秦岭地区、大别山地区、南岭地区的金属矿

产资源勘查与开发利用；依靠科技进步，加快发展以石墨、硅藻土、硅灰石、钾长石、沸石、海泡石、水镁石、陶粒页岩为主的非金属矿产资源开发利用，推广应用先进生产技术，改造传统工艺，大力开发新领域、新用途，加强开发利用安徽凹凸棒石等矿产；高起点开发具有优势的化工和建材非金属矿产，提高相应深加工产品在国内外市场的占有率，减少初级原料输出。加强区域地下水资源调查和可持续开发利用评价工作，科学规划利用地下水资源。为保持我国在国际市场的优势地位，加强对钨、锡、锑、稀土、萤石等矿产资源实行总量控制和保护性开采。

3. 东部沿海地区及海域

东部沿海地带范围包括辽宁、河北、天津、北京、山东、江苏、上海、浙江、福建、广东、海南等省（市）。

(1) 矿产资源特征。东部沿海地区石油、铁矿、金矿、金刚石、滑石、石膏、菱镁矿、萤石、重晶石、高岭土、硼矿等矿产资源丰富。在国内具有比较优势。我国海域包括渤海、黄海、东海、南海四大海区，蕴藏着丰富的石油、天然气以及滨海砂矿、海盐、滩涂等资源。

(2) 地质勘查。

基础调查：开展长江经济带下游地区、黄河经济带下游地区和东南沿海经济区及海岸带地质—生态填图；开展农业和环境覆盖区的地球化学调查；开展黄河断流的地质—生态效应与防治对策研究；开展黄淮海平原地下水资源潜力调查以及城市水文地质、海水入侵、海岸冲淤积规律、地面沉降、地区稳定性等方面的综合调查。

矿产勘查：在环渤海地区，加强以地下水、铅锌、金、建材矿产等为重点的地质勘查和石油、煤层气、地热等资源勘查评价，继续为稳定发展胜利油田、大港油田、鞍本铁矿、冀东铁矿等做好服务；在东南沿海地区，重点加强闽粤赣相邻地区、闽西地区重要成矿区带的铜、锌、银、金等资源勘查评价，促进一批具有天然市场前景和资源条件的大型铜、锰、金、银、铅锌、硫铁矿等矿山建设；加速苏北天然气勘探和开发利用，开展南海北部陆坡区的油气资源潜力调查和滨海砂矿资源的潜力调查。

(3) 矿产资源开发利用。东部沿海地区应充分利用优越的区位条件和经济技术优势，积极开拓国际市场，利用国内国外两种资源，特别要注重利用国外资源，大力发展物耗少、污染小、精加工、附加值大的产业与产品，提高资源利用效率与资源开发的集约化程度，把本区建成我国重要的原料加工生产和出口基地。

东南沿海地区，一是积极利用国外富矿资源，发展现代化、高效益、高技术水平的大型钢铁、石化、化工等基础产业；二是加快南海油气资源开发步伐，积极发展核电等新能源，解决本区的能源供应；三是充分利用本区资源，发展相应的有色金属工业和建材、非金属工业，重点发展精、深加工产品，提高产品在国内外市场的占有率和创汇能力。

我国海域，要进一步加快勘查开发利用海上石油、天然气资源，重点加大南海油气资源调查评价和勘探开发步伐，切实维护我国海疆主权及油气资源的国家利益，力争发展成我国重要的能源基地；加强渤海、东海、黄海大陆架石油天然气勘查开发，为沿海地区经济发展提供能源支持，保护性地开发利用滨海砂矿资源，防止采砂造成海洋生态

环境的破坏。

## （二）七大区域矿产资源规划

按照区域经济规律。结合矿产资源富集特点划分的七大区域矿产资源规划建议如下：

1. 长江三角洲及沿江部分省区

包括沪苏浙皖湘鄂赣六省一市，土地面积 91.5 万 $km^2$。

(1) 矿产资源特征。本区矿产资源比较丰富，种类齐全，地区分布集中，优劣明显。有色金属矿产中铜、铅、锌等矿产丰富，稀土、钨、锡、锑是本区优势矿产，且集中分布于长江中游南岸地区；磷、硫铁矿等化工矿产以及萤石、高岭土、膨润土等非金属矿产资源丰富，且磷为本区优势矿产，主要分布于鄂湘两省；煤、油气等能源矿产和铁矿资源不足。

(2) 地质勘查。

基础调查：开展长江经济带中下游地区地质—生态填图，在坚持综合调查的前提下，以地质环境和地质灾害为主，兼顾矿产资源潜力评价，为沿江经济带的发展提供基础资料。开展长江三角洲地区及海岸带的地质与生态综合填图，特别是城市水文地质、海水入侵、地面沉降等的综合调查。

矿产勘查：重点开展郴州—邵阳地区重要成矿区带的金、银、铅锌等矿产的勘查评价，为建设新的原材料基地服务；同时做好江西德兴银山等重点矿山外围、隐伏矿床的增储勘查工作，扩大后备资源量。

(3) 矿产资源开发利用。充分发挥本区通江达海的区位优势和经济、技术优势，面向国内外市场，优化、调节区内资源配置，提高资源开发利用水平。

在长江三角洲地区，要充分利用金融、市场体系完善、信息灵敏、精通国际商务惯例的有利条件，以面向国际市场、利用国外资源为重点，以获取短缺资源、广泛参与国际分工为目标，发展精、深加工产业，建成全国重要的钢铁、石化、非金属生产和出口创汇基地。

长江中游地区，是我国有色金属及磷、硫非金属资源富集区，也是我国生产力布局承东启西的重要地区。矿产资源开发利用应以市场为导向，以科技进步为手段，做好开发与保护工作，全面提高矿业整体素质和资源利用水平，把本区建成国内水平较高的原材料工业基地和加工工业基地。

2. 环渤海地区

包括京、津、冀、鲁、辽五省市，土地面积 86.5 万 $km^2$。

(1) 矿产资源特征。区内矿产资源较为丰富，配套程度较好，但开发利用程度高，铁、铅、锌、金及金刚石、硼、菱铁矿、滑石、石膏、水泥原料等矿产丰富，煤、油气资源在全国也相对较多；随着今后一大批骨干矿山的闭坑，矿产品供需形势将发生变化。煤、石油、天然气、富铁矿及短缺的矿产硫、磷、钾均需要部分从区外调入或进口。

(2) 地质勘查。

基础调查：开展黄河经济带下游地区地质—生态填图，重点是为农业和环境服务的

地球化学调查，开展黄河断流的地质—生态效应与防治对策研究以及黄淮海平原地下水资源潜力调查；开展环渤海经济区地质—生态综合填图，特别是城市水文地质、海水入侵、地面沉降、地区稳定性的综合调查。

矿产勘查：重点开展华北地台北缘中段、鲁西地区等重要成矿区带的金、银、铜、铅锌等矿产的勘查评价。开展渤海和黄海海域的油气资源潜力调查，加强胜利、辽河、大港、渤海油田外围远景区的勘探；继续搞好老矿山外围的增储勘查工作，延长老矿山服务年限。

(3) 矿产资源开发利用。充分利用本区优越的区位条件和经济技术优势，积极开拓国际市场，利用国内国外两种资源，特别要注重利用国外资源，大力发展物耗少、污染小、精加工、附加值大的产业与产品，提高资源利用效率与资源开发的集约化程度，把本区建成我国北方重要的原料加工生产和出口基地。

3. 东南沿海地区

包括闽、粤及港、澳、台地区，土地面积 31.0 万 $km^2$（不含港、澳、台）。

(1) 矿产资源特征。本区矿产资源相对贫乏，属进口主导型地区。煤炭、黑色金属和铜等大宗矿产以及磷、钾等资源短缺；南海油气资源具有一定开发潜力；铅、锌、钨、锡、稀土等金属和硫铁矿较为丰富；高岭土、玻璃用石英砂、水泥灰岩、饰面石材等建材非金属资源丰富。

(2) 地质勘查。

基础调查：开展东南沿海经济区及海岸带地质—生态填图，特别是城市水文地质、海水入侵、地面沉降、地区稳定性、海岸冲淤积规律等的综合调查。

矿产勘查：重点开展闽赣粤相邻地区、闽西—桂东地区等重要成矿区带的铜、锡、金、银等矿产的勘查评价；开展南海北部陆坡区的油气资源潜力调查；开展滨海砂矿资源的潜力调查。

(3) 矿产资源开发利用。本区区位条件优越，周边国家资源丰富，今后应瞄准目标市场，进一步加大利用国外资源力度，从取得与相邻地区的国际竞争优势出发，重点发展资金、技术密集型产业和高附加值创汇产业，把本区建成我国重要的面向东南亚及国际市场的原料加工基地和出口基地。一是积极利用国外富矿资源，发展现代化、高效益、高技术水平的大型钢铁、石化、化工等基础产业；二是加快南海油气资源开发步伐，并积极发展核电等新能源；三是充分利用本区资源，发展相应的有色金属工业和建材、非金属工业，重点发展精、深加工产品，提高产品在国内外市场的占有率和创汇能力。

4. 西南及华南部分省区

包括川、滇、黔、藏、桂、琼、渝六省一市，国土面积 269 万 $km^2$。

(1) 矿产资源特征。本区矿产资源种类齐全，富集程度高，配套程度好，勘查开发程度低，资源潜力大。区内除石油和炼焦用煤短缺外，能源（煤炭、水电、天然气）、锰、铁、铬、钒、钛、铜、铅、锌、铝、锡、汞、磷、硫以及建材非金属矿产都较丰富，还有少量钾盐，为发展能源、钢铁、有色金属、化肥工业和建材工业提供了资源条件。

(2) 地质勘查。

基础调查：开展长江经济带上游地区地质一生态填图，在坚持综合调查的前提下，

兼顾金属矿产的潜力调查；开展青藏高原西南区域的地质—生态填图，主要开展地质矿产系统调查，开展造山带演化与造山机制研究，解决若干重大地质问题。

矿产勘查：开展矿产资源潜力调查，加强滇黔桂相邻地区、昭通—六盘山地区、康定—盐源地区、西南三江地区等重要成矿区带的铜、铅、锌、金、银、铝土矿等矿产的勘查评 价，加大异常查证力度；开展新型能源的资源潜力评价研究，主要产煤区的煤层气资源调查和高温地热资源调查；开展西南岩溶石山缺水地区的地下水勘查工作，重点部署在云南、贵州、广西等省区，提交一批地下水水源地，缓解这些地区水资源供需矛盾。

(3) 矿产资源开发利用。为促进全国经济的合理布局，逐步缩小地区差距，本区应充分利用沿海、沿江和沿边的区位条件，以市场为导向，重点面向国内市场，发挥区内矿产资源和水电优势，以及三线建设中形成的资产存量大、技术先进的优势，调整、优化产业结构，积极发展资源深、精加工产业，变资源优势为产业优势、经济优势，把本区建成我国南方重要的能源、原材料生产基地。

5. 东北地区

包括黑、吉和内蒙古东四盟市，土地面积 110 万 $km^2$。

(1) 矿产资源特征。本区能源和建材非金属矿产丰富，且分布集中，质量较好。区内主要矿产有石油、天然气、煤、金、钼、铜、石墨、硅灰石、夕线石、沸石等，其中石油天然气资源开发程度高，后备资源严重不足。

(2) 地质勘查。

基础调查：开展东北经济区地质—生态填图，主要是大兴安岭北部空白地质填图、图们江经济开发区和内蒙古东部地区地质与生态综合填图，重点加强近代休眠火山活动规律、潜在火山地质灾害、火山地质与成矿作用规律的调查评价，探索和完善森林和浅覆盖区填图方法及技术要求。

矿产勘查：重点开展老岭地区、德尔布干断裂带等重要成矿区带铜、铅锌、钴、金、银等矿产的勘查评价。继续开展成矿区外围及隐伏矿床的勘查工作，特别是松辽盆地外围的油气勘查工作，力保油气稳产目标。

(3) 矿产资源开发利用。以市场为导向，以重工业基地改造为契机，以优势矿产资源为依托，大力调整产业结构，延长加工产业链，改变资源产业过渡初级化状况，提高区内矿产资源开发利用的深加工水平，把本区建成我国重要的能源化工和非金属新材料生产基地。

6. 黄河中游及相邻地区。包括晋、豫、陕、宁和内蒙中西部，土地面积 103 万 $km^2$。

(1) 矿产资源特征。本区矿产资源丰富，尤以能源最具特色，且配套程度较高。能源矿产中，煤炭资源非常丰富，保有储量占全国的 60%；天然气远景储量也比较可观。金属矿产中，稀土、铝土和钼矿居全国首位，铁、铜、铅、锌、金等也比较丰富，且分布相对集中。非金属矿产中，硫铁矿、盐、天然碱等化工矿产和石膏、高岭石、水泥灰岩等建材矿产也比较丰富。

(2) 地质勘查。

基础调查：开展黄河经济带中游地区地质—生态填图，重点是环境地质、地下水资源潜力调查，并开展悬河及河堤稳定性调查。

矿产勘查：重点开展沁源—汾西地区、熊耳山—外方山地区、鄂豫陕相邻地区、凤县—户县地区等重要成矿区带的铝土矿、金、银、锑等矿产的勘查评价，加大异常查证力度。开展鄂尔多斯盆地中的新区、新层位油气资源潜力调查；开展煤层资源调查；开展鄂尔多斯盆地及黄土高原缺水地区的地下水勘查工作；开展老矿山外围（如中条山铜矿）及隐伏矿的增储勘查工作。

(3) 矿产资源开发利用。充分发挥本区能源资源丰富且配套的优势，在继续向全国输出能源及高载能产品的同时，以市场为导向，大力开发利用其他优势矿产资源，调整产业结构，提高资源的深加工水平，促进产业结构升级和产业多元化，提高资源开发利用的经济效益，把本区建成我国北方重要的能源重化工基地。

7. 西北地区

包括甘、青、新三省区，土地面积 282.5 万 $km^2$。

(1) 矿产资源特征。区内矿产资源丰富，勘查、开发利用程度低，资源潜力很大，其中部分矿产是国内不足或短缺矿产。钾盐、镍储量居全国首位；煤炭、石油、天然气等能源矿产以及铜、铅、锌等有色金属资源潜力大；钠盐、镁盐、芒硝等化工矿产和石棉、蛭石、玻璃用硅质岩、膨润土等建材及其他非金属矿产资源丰富。

(2) 地质勘查。

基础调查：开展黄河经济带上游地区地质—生态填图，重点是环境地质、地下水资源潜力调查及地壳稳定性评价；开展青藏高原及周边地区地质—生态填图，主要是开展地质矿产系统调查，开展造山带演化与造山机制研究，解决若干重大地质问题。

矿产勘查：开展北祁连西段、柴达木盆地北缘、东昆仑中段、哈巴河—富蕴地区、天山中南段、西昆仑西段及陕甘川相邻地区等重要成矿区带铜、铅、锌、镍、锡、锑、金、银等矿产的勘查评价，加大异常查证力度，强化近期内可能实现找矿突破的重要成矿区的勘查评价工作。部署西北地区新区新领域油气资源潜力调查研究，重点加强准噶尔、塔里木、柴达木等大型油气盆地以及北方中生界和海相古生界新领域的油气资源勘查；部署西部地下水勘查特别计划，重点是准噶尔、塔里木、柴达木等干旱盆地，提交一批地下水水源地，缓解水资源供需矛盾。

(3) 矿产资源开发利用。本区应充分发挥连接中亚五国的区位优势，以亚欧大陆桥为纽带，以市场为导向，以实施西部大开发战略为契机，加大资源开发力度，在继续提高向国内供应石油、镍、铅、锌等有色金属矿产品和钾肥任务的同时，积极做好其他矿产资源的开发与加工，极力避免原矿或初加工产品的长途调运，提高资源开发利用水平，力争在 21 世纪把本区建成国家级的能源、矿物原料基地，带动区域经济发展，缩小与东部发达地区差距。

# 第五章　矿业与国民经济

## 第一节　矿业及其生产特征

### 一、矿业概述

矿业：勘查、开采和加工利用矿产资源的产业。在学科上一般是把矿产勘查、矿产开采和初级加工（选矿）作为矿业学科的研究范围。

矿产资源：各种成矿物质在地质作用下形成的赋存于地壳内或地表的具有开发利用价值的自然富集物，包括能源矿产、金属矿产和非金属矿产。按其在天然条件下的物理状态可分为固态矿产（如煤、铁矿、大理岩等）、液态矿产（如石油、矿泉水等）和气态矿产（如天然气等）。不同形态的矿产，其开采理论、生产工艺和所用设备差别很大。

我国根据矿产资源的地质可靠程度，将其分为查明矿产资源和潜在矿产资源。查明矿产资源是经矿产勘查已发现的矿产资源，按照地质工作程度又分为探明的、控制的和推断的矿产资源；潜在矿产资源是根据地质依据和物化探异常预测而未经查证的矿产资源。

矿业企业：以矿产的开采加工和经营为主业的企业。按照开采对象的不同，一般分为石油和天然气开采业、煤炭开采业、金属矿开采业和其他矿开采业四大类。在金属矿开采业中，按照企业生产链的延伸情况，分为采、选、冶联合企业（产品为金属），采、选联合企业（产品为精矿）和只进行采矿的企业（产品为矿石），其中采选联合企业居多数。

采矿：开采矿产资源的生产活动。固体矿产的开采一般分为露天开采和地下开采。露天开采时，先对覆盖在矿体上的岩层进行剥离，然后将矿体划分为许多水平分层（台阶），自上而下逐层开采。地下开采时，从地面开掘一系列井巷通达矿体，将矿体划分为若干个阶段，自上而下逐段开采。不论是露天开采或地下开采，在采矿时不可能采出全部矿石，总要损失一部分，叫做矿石损失。开采范围内采出的矿石工业储量与消耗的矿石工业储量之比，叫做矿石回采率。在采矿过程中不可避免地要混入一部分岩石或未达到工业利用标准的低品位矿石，造成采出矿石品位的降低，叫做矿石贫化。矿石工业储量品位与采出矿石品位两者之差对工业储量品位之比，叫做矿石贫化率。

选矿：应用物理、化学或其他方法对矿石进行加工处理，将矿石中的有用矿物与脉

石分开，或将多种有用矿物相互分开，使有用成分富集并达到冶炼或其他进一步加工利用要求的生产过程。在选矿生产中，一般要先将矿石进行破碎和磨细。主要的选矿方法有重选、磁选和浮选。选矿的产品叫做精矿，排弃的矿岩叫做尾矿。精矿中有用成分含量与处理的相应原矿中有用成分含量之比，叫做选矿回收率。

矿业运行机制：各国的矿业运行机制，大体可分为计划经济体制模式与市场经济体制模式。在计划经济体制下，全部矿业活动，包括地质勘查和开采，均由国家计划控制。在国家对矿产需求预测的基础上，制定勘查和开采计划。国家承担勘查费用和风险，勘查成果交给矿山企业无偿占用。国家对兴办矿山进行投资，通过计划给矿山下达生产任务，对其产品实行调拨，盈利的矿山将其利润上交国家，亏损的矿山由国家给予财政补贴。在市场经济体制下，矿业与其他产业一样，遵循市场经济规律运作。获取最大利润是矿业活动的出发点和归宿。政府一般只进行基础性地质工作，进一步的勘查和开采工作，由地勘公司或矿业公司进行，这些公司要进行某矿产地的勘查和开采，必须依法按规定向政府主管部门提出申请，经审查合格并交纳规定的费用以取得矿业权（探矿权、采矿权），由矿业公司筹集资金进行矿业活动并承担风险。矿业权依法可以流转。政府通过矿业法规、税费调节、勘查开采登记、提供基础地质服务等手段，保证矿业活动的正常进行，促进矿业的发展。

## 二、矿业生产过程

矿业作为一个产业，其全部生产过程如图（1－5－1）所示，分为以下四个阶段。

### （一）矿产普查与勘探阶段

对给定勘查范围内的矿产资源进行发现、认识、研究和评价，确定是否适合工业开发利用。对适于工业开发利用的矿床，查明矿床的规模和空间分布，研究矿石的矿物组分、品位和性质，计算矿产储量，阐明矿床的开采技术条件、水文地质条件和矿区地理、经济与环境条件，对矿床作出地质评价和经济评价，为矿山建设与生产提供各项必需的技术经济资料。

在矿产普查与勘探阶段，根据工作需要，一般均要在勘查范围内进行一系列的地质、地球物理和地球化学工作，并应用钻探和其他勘探工程对矿体进行圈定。

矿产普查与勘探工作在经济上的特点是投资大、风险高、周期长。从矿产普查到完成对一个有工业开发价值矿床的勘探，一般要经历数年乃至十几年时间。为了有效进行勘查工作和降低风险、减少投资失误，把矿产普查与勘探过程划分为若干相互衔接、先后有序的工作阶段（我国划分为普查、详查、勘探三个阶段），每完成一个工作阶段，都要进行评价，在此基础上对是否继续进入下一工作阶段作出决策。

矿产普查与勘探作为矿业生产的一个独立阶段，处于矿业生产过程的最前端，为矿山企业的生产建设提供了必需的资料。但在矿山企业建成投产以后，矿产勘查和地质勘探工作并未结束，而是存在于矿山基建、生产到闭坑的全部期间。其主要任务是进行生产勘探；在矿床边缘、深部和外围找矿，扩大资源，增加储量；对矿产资源的开发利用

进行监督和管理；开展矿区工程地质、水文地质和环境地质的研究工作，为矿山持续、正常和安全生产提供地质服务。

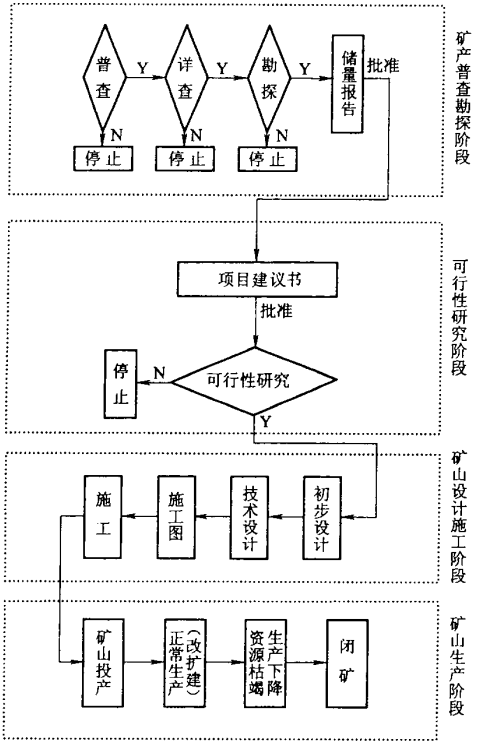



图 1－5－1　矿业生产过程图

## （二）矿产开发可行性研究阶段

根据已获得的矿产储量和矿区地质、技术与经济资料，对拟进行的矿产开发建设项目，从技术、经济等各个方面进行研究，确定该项目的可行性，为投资决策提供科学依据。矿产开发可行性研究一般包括以下各项内容：

(1) 矿产资源可靠性检核。对矿产储量和有关地质资料进行核查检验，研究其可否作为进行设计和生产建设的依据。必要时，需进行现场勘查或补充勘探工作。

(2) 建设条件可行性。研究拟建项目的内部与外部建设条件，诸如地形、工程地质、水文地质等状况，以及厂址、道路、供水、供电、外部运输等条件。

(3) 技术可行性。研究矿床开采和矿石加工利用在技术上的可行性，包括矿床开采工艺和设备、选矿方法和流程，以及开采顺序、生产规模、资源综合利用等。一般要进行矿石物理力学性质研究和矿石可选性试验。

(4) 经济可行性。在拟定矿床采选工艺、技术装备和生产规模的基础上，计算投资、成本、利润和各项经济效果指标，分析和评价该项目在经济上的可行性。

(5) 市场可行性。对拟建项目矿产品现有市场供需状况进行调查和分析，预测该矿

产品未来市场的供需形势，分析本项目产品竞争能力，对产品流向和销售前景进行预测等。

(6) 环境可行性。研究本项矿产开发项目对环境的影响，分析矿业生产中排放的污染物种类、性质、危害性，计算排出量，根据环保法规要求，制订相应的防治措施。露天矿山要研究和提出复垦方案，地下矿山要研究预防和整治地表塌陷的措施。估算环境整治所需费用。

综合上述各个方面的研究结果，对拟进行的矿产开发项目是否可行作出结论，并提出可行性研究报告。

可行性研究是矿业生产全过程中，由对矿产资源的认识进入实际开发的最关键一环。鉴于矿业生产对象（矿床及其地质环境）的不确知性和复杂性，以及建设周期长、生产环节多等特点，做好可行性研究尤为重要。

### （三）矿山设计与建设阶段

矿山设计一般包括初步设计和施工图设计。对于个别技术上特别复杂的大型矿山，根据需要可按初步设计、技术设计和施工图设计三阶段进行。

初步设计是项目决策后根据可行性研究报告所作的具体实施方案。一般包括矿山规模、总体布局、开拓系统、采矿方法、选矿流程、矿山机电、安全环保、综合利用和经济效果等部分。设计深度应满足项目投资招标、材料设备订货、土地征用和施工准备等要求。

施工图设计是根据初步设计的内容和要求绘制有关的施工图，作为施工的依据。主要包括矿山构筑物和建筑物的结构详图、设备及井巷安装图、井巷及其连接处的结构与支护详图等。

矿山建设就是按照矿山设计进行施工，以形成矿山生产所必须的各种系统，并达到设计中规定的矿山综合生产能力要求和各项技术标准。开采固体矿产的矿山建设，主要包括矿山工程、土建工程和建筑安装工程。矿山工程如露天矿山的剥离、掘沟工程，地下矿山的井巷、硐室工程等。

为了及早出矿和提高经济效益，若矿山主要生产系统已按设计建成，已完成投产准备和规定的生产准备矿量，当矿山综合生产能力已达到设计规模的 25% ~ 30%（大型矿山）或 30% ~ 50%（中小型矿山）时，经验收合格可以投产，边生产边建设，经过一定时间达到设计生产规模。

### （四）矿产开采与加工阶段

矿产开采工艺取决于矿产的种类、矿石性质和矿床开采条件等相关因素，在各种采矿学中有详细论述。矿石采出以后，一般都要在矿山企业生产流程范围内进行初步加工，即破碎和选矿。有些金属矿产还要在矿山企业进行冶炼。这些内容在选矿学和冶金学中有详细论述。

矿产开采和加工阶段是矿业生产全过程中产出商品和取得效益的阶段，在此之前所发生的各种费用（地勘投入、矿山基建投资等），只有通过矿产品的生产和销售才能收

回，并获得矿业生产的利润。

矿产开采和加工阶段期间的长短，因矿产资源储量大小和生产规模的不同而不同，少则数年，多则上百年。大型矿床的开发一般都是分期进行，在矿床开采期间多次进行扩建和技术改造，并随着矿床开采条件的变化和矿产品价格的升降，及时调整生产规模和矿石工业指标等生产经营参数。由于矿产资源的耗竭性，随着矿业生产的进行，开采范围内的矿产资源逐渐减少以至枯竭，最终矿业生产完全结束而闭矿。

## 三、矿业生产特征

矿业生产与制造业、加工业、建筑业等相比，有其特殊性。从经济角度看，这些特殊性主要有以下十点。

### （一）开发建设周期长，投资见效慢

矿业的开发建设周期，起始于矿产勘查，历经可行性研究、设计施工，直至投产出矿，一般需要 10 年以上或更长时间。这意味着从矿产勘查开始投资，10 年以内投入资金得不到回收。在我国，完成一个大型金属矿床的勘查，一般需要 8 ~ 10 年，建成一个大型露天矿山，约需 3 ~ 5 年，建成一个大型地下矿山，约需 4 ~ 7 年，从矿产勘查到建矿投产约需 12 ~ 17 年。据 B.W. 麦肯齐对加拿大 1951 ~ 1974 年 86 个金属矿山的研究资料，矿床的平均勘查时间是 8 年，矿山建设的平均时间是 2 年，即勘查建设周期平均为 10 年。在这样长的时期内只有投入，没有产出，对吸引投资是十分不利的。

### （二）不确定性因素多，投资风险大

在找矿和勘查过程中，存在着多种风险。首先是能否在规定范围内找到矿？其次是找到的矿床是否具有工业开发利用价值？最后是找到的具有工业开发利用价值的矿床能否投入开发以及何时能够开发？这些问题中的每一项否定回答都意味着矿业投资的失败，因而投资风险之高是可想而知的。在我国，据蒋志对金矿的研究，普查阶段的成功率是 5% ~ 10%；“从勘探来讲，直接用到一个勘探项目上的费用和它全部费用算起来，大概占一半。“按照费用算的话，普查结束后要有个 15 倍的系数，详查结束后有 6 倍的系数，勘探结束后要有 2 倍的系数”。据测算，我国铁矿的全过程勘查风险系数为 1.55，其中普查风险系数为 4.77，详查为 1.40，勘探为 0.21。B.W. 麦肯齐对加拿大地盾地区贱金属矿产勘查资料的研究结果表明，发现经济矿床的概率为勘查项目的 1.8%。

在矿产开采与加工阶段，仍然存在较大风险。这是因为采矿作业的对象是难以确知的矿床及其相关的地质环境。矿产勘查中提供的资料本身具有不确定性，比如在我国作为设计依据的工业储量，是详查后得到的 B 级与 C 级储量的总和，按规范规定，C 级储量的允许误差为 40%，B 级为 20%。这意味着工业储量有 20% ~ 40% 的误差是正常的。在矿床开采期间，矿石储量、矿石品位、矿岩性质等都会发生或正、或负、或大、或小的变化。任何一项参数相对于预测值的负变，都会对生产成本、产品产量和质量造成负面影响，从而使实际收益低于预期收益。据对山东省焦家金矿 1980 ~ 1985 年资料的研

究，若矿石地质品位下降 1g/t，年纯收入将减少 488.5 万元。

在矿业生产的漫长期间内，还存在着市场变化（需求、价格等）产生的风险，以及政府矿业政策变化可能带来的风险。

### （三）矿址由矿产地决定，不能任意选择

矿山建设的地点为矿产所在位置决定，不能像一般工厂那样可以进行厂址选择，以趋利避害。矿产地一般在山区，地形复杂，交通不便，经济不发达。为了矿山生产，常常要配套建设相应的外部运输、供水、供电、通讯等系统，以及建设工人村、商业、医疗、教育和其他服务设施，这些外部工程和设施，工程量大，投资多，延长了建设周期，降低了总投资的效益。但从地区经济看，由于矿业生产的牵动和辐射效应，将促进当地经济的发展。

### （四）产品由矿产成分决定，不能任意改变

矿业生产所得到的产品种类，是由矿石中的有用成分所决定的，一般说来，矿业企业的产品单一，而且从投产至闭矿不会发生大的变化，不存在产品升级换代或产品结构调整问题。对于有伴生矿、共生矿的矿床，在资源综合利用的基础上，可以有多种产品，但产品种类也是由伴生组分、共生组分所决定的。与其他产业相比，矿业企业的产品结构简单，生产工艺和流程较为固定，但适应市场变化的能力较差。

### （五）规模受储量大小限制，不能任意确定

矿山生产规模是矿业生产中的一项重要参数，它不仅对开采工艺和设备的选择有影响，而且还涉及到基建投资的大小和生产成本的高低。在确定矿山生产规模时，必须考虑本矿的储量规模，储量大的矿床是建设大型矿山的基础。一般说来，在一定储量规模基础上，有一个合理的矿山生产规模区间，可在此区间范围内根据相关技术、经济因素综合考虑确定，而不能不考虑储量大小任意确定生产规模。

### （六）效益受资源丰度影响，差别很大

矿产资源丰度包括自然丰度与社会丰度，自然丰度如矿石品位、矿石性质、矿床赋存要素等；社会丰度如矿产地的区位条件、交通运输、供水、供电条件和矿产地经济发展水平等。这些因素都对矿产资源开发的经济效果具有重要影响。由于资源丰度的不同，等量的投入将得到不等量的产出，或者，等量的产出需要不等量的投入。开采优等资源的企业，其单位产品的成本远远低于开采劣等资源的企业。如我国地下铁矿 1990 年的开采成本，最高者为 56.5 元/t，最低者为 20.65 元/t，前者为后者的 2.7 倍。又如我国重点黄金矿山 1991 年的黄金生产成本，最高者为 56876.58 元/kg，最低者为 19680.64 元/kg，前者为后者的 2.9 倍。由于矿产品的价格是以开采劣等资源企业的产品成本为基础形成的，因而开采优等资源的企业将获得超额利润，这种因矿产资源丰度不同而产生的收益，叫做矿山级差收益，是矿业生产中特有的一种经济规律。

### （七）采矿生产能力随开采而消失，需要边生产边补偿

固体矿产开采中的采矿生产能力是由准备好的生产矿量保证的，随着矿块和阶段（台阶）的采完，由这些储量所体现的采矿生产能力即行消失。因此，为了保证采矿生产按设计规模持续进行，必须有计划地超前进行生产探矿、开拓和采准工作，开辟新水平，准备新的生产矿块，补偿消失的生产能力，建立新水平正常生产所必须的各种系统。这样就要求不断投入资金。我国把这部分维持采矿简单再生产的资金叫做“维简资金”。这部分资金的来源，依照国家规定标准按年产矿石量提取，计入矿石生产成本。采矿生产中这种特有的规律，使生产过程复杂化，并增加了生产成本。

### （八）生产条件逐渐恶化，生产成本自然递增

对矿床的开采，一般是由浅而深，由近而远，由富而贫，由易而难。因而，开采深度逐渐增加，运输线路逐渐延长，矿石品位逐渐下降，开采条件渐趋复杂，这样就形成矿业生产成本具有自然递增的特性。据对山东省招远金矿的研究，在 1980～1986 年期间，因开采深度下降和开采范围的扩展，导致单位黄金生产成本平均每年递增 2.25%。

### （九）作业场所移动，工作环境恶劣

固体矿产的开采，不论是采用露天开采或地下开采，作业场所都不是固定不变的，而是随着采矿或掘进（剥离）的推进而不断移动。这一特点对采掘机械、开采工艺和生产管理等具有多方面的影响，如要求采掘机械具有机动性等。

从事矿产勘查和开采的工作人员，在露天或地下作业，工作环境恶劣。特别是地下矿山，潮湿阴暗，空气污浊，并潜伏着顶板冒落、瓦斯爆炸、矿井淹没等灾害性危险。在各种工业安全事故中，矿业是最高的。矿业生产中潜伏的灾害性增加了矿业投资的风险。

### （十）资源逐渐耗减，生产由兴而衰

资源耗竭是矿业生产中的特有规律。对于一定的开采范围，随着矿业生产的进行，资源的总量逐渐减少，最终因资源枯竭而闭矿。矿业企业因本矿资源的耗减将经历由兴盛到衰减而至闭矿的不同时期。开采大型、特大型矿床的企业，资源耗减的速度很慢，在相当长的时期内可保持企业的兴盛繁荣，但总有枯竭闭矿之日。中小矿业企业资源耗减速度较快，在企业兴盛时期就应考虑“闭矿”有关问题。“闭矿”是矿业生产中一个特有的现象。“闭矿”时要解决诸如残矿回收、矿井封闭、清理债务、企业转产、职工再就业等一系列技术、经济和行政方面的问题。

# 第二节 矿业与国民经济

## 一、矿业在国民经济中的地位和作用

人类对矿产资源的认识和开采利用，历史悠久，并对人类社会的进步和经济发展做出了重要贡献。历史学家以人类对矿物利用的演变用来划分人类文明发展的各个阶段——旧石器时代、新石器时代、青铜器时代、铁器时代等，足以说明其作用之大和影响之深。宋健同志在《中国矿情》一书的序言中写道：“人类社会的发展、进步，历来是同对资源的发现、开发、利用伴随在一起的。”

矿业作为一种现代产业，是在18世纪产业革命之后形成和发展起来的。矿业生产的产品，品种繁多，按照各种矿产品的用途，可以划分为：能源矿产品，金属材料矿产品，化工原料矿产品，非金属材料和建材矿产品，贵金属与宝石矿产品等。如表1－5－1所示。

由表1－5－1可知，矿业为国民经济各个部门提供矿物燃料和矿物原料。在我国，95%的能源、80%以上的工业原材料和70%以上的农业生产资料，都来自矿产资源。“如果说农产品是人类的粮食，那么矿产品就理当成为工农业的粮食。水、土、矿是自然资源中支撑现代经济和社会可持续发展的最重要的基础性资源，对人类社会具有生死攸关的意义”(傅鸣柯，《尊重矿业特有规律，确立矿业基础产业地位》)。全世界1993年能源生产和消费构成中，矿物能源分别超过90.1%和89.7%，如表1－5－2所示。

表1－5－1 矿业产品按用途之分类

| 用 途 | 矿 产 品 种 类 |
|---|---|
| 能 源 | 煤炭、石油、天然气、油页岩、铀矿等 |
| 金属材料 | 铁矿、锰矿、铬矿、钛矿、钒矿、铜矿、铅矿、锌矿、铝土矿、镍矿、钨矿、锡矿、钼矿、锑矿等 |
| 化工原料 | 磷矿、硫铁矿、盐、钾盐、天然碱、芒硝、重晶石、硼砂等 |
| 非金属材料和建材 | 石棉、高岭土、石墨、滑石、石膏、石灰石、大理石、花岗石等 |
| 贵金属和宝石 | 金、银、铂、金刚石、钻石、玉石、玛瑙等 |

表 1－5－2　世界能源生产和消费构成（1993 年）

| 项目 | 总　量（标准煤，百万 t） | 占总量的百分比/% | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 固体能源 | 液体能源 | 气体能源 | 水电和核电 |
| 能源生产 | 11516.4 | 27.2 | 39.7 | 23.2 | 9.9 |
| 能源消费 | 11084.9 | 28.9 | 36.8 | 24.0 | 10.3 |

美国地质学家 P. 克路德在“矿产资源与国家命运”一文中谈到：“工业社会的生产能力……完全与自然资源——主要是地质资源——有关。当今美国的地位之所以显赫，影响之所以巨大，是因为丰富的天赐之物——矿产和矿物燃料——起着与美国人的智慧、活力与创造性同样巨大的作用。”为了表示矿产与燃料在美国经济中的作用，O. 鲁道斯基根据美国矿业局和美国能源部 1981 年公布的资料，绘制了图 1－5－2 和表 1－5－3。

从图 1－5－2 和表 1－5－3 可知，美国 1980 年的矿物原料和矿物燃料的产值为 1980 亿美元，占 G.N.P. 的 7.71%，而矿物原料加工之后的产值，与能源原料转换为能源之后的产值二者之和为 7070 亿美元，占 G.N.P. 的 27.53%，足见矿业产品在国民经济中的重要作用。

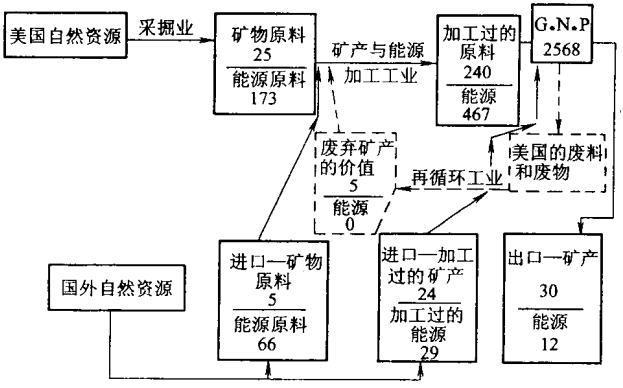



图 1－5－2　矿产与能源在美国经济中的作用（1980 年，单位：10 亿美元）

表 1－5－3　矿产与能源在美国经济中的作用（1980 年的估计值）

| 项　　目 | 矿　　产 | | 能　　源 | | 总　　计 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | （10 亿美元） | 占% | （10 亿美元） | 占% | （10 亿美元） | 占% |
| 国内原料 | 25 | 0.97 | 173 | 6.74 | 198 | 7.71 |
| 回收与再循环的原料 | 5 | 0.20 | 0 | 0 | 5 | 0.20 |
| 进口原料 | 5 | 0.20 | 66 | 2.57 | 71 | 2.76 |

| 项 目 | 矿 产 | | 能 源 | | 总 计 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (10 亿美元) | 占% | (10 亿美元) | 占% | (10 亿美元) | 占% |
| 国内加工与运输 | 240 | 9.35 | 467 | 18.20 | 707 | 27.53 |
| 进口 – 加工的产品 | 24 | 0.94 | 29 | 1.13 | 53 | 2.06 |
| 出口 – 原料与加工产品 | 30 | 1.17 | 12 | 0.47 | 42 | 1.64 |
| 国民生产总值 | 2，568 | 100.00 | 2，568 | 100.00 | 2，568 | 100.00 |

据原苏联科学院院士 Д.Н. 阿果什柯夫的研究资料，在原苏联的国民经济主要部门（冶金、电力、建筑等）中，矿物原料和燃料占最终产品成本的 60% 以上（生铁为 80%，有色金属为 70%），全国工业投资的 30% 以上用于采矿工业，铁路货运的 60% 以上运输采矿工业产品及其所需物资。

综上所述可以认为，矿业在国民经济中处于基础产业的重要地位。这是因为，国民经济各个部门、各种产业的地位，是由其产品在国民经济中作用的性质决定的。矿业以其产品（矿物燃料、原料和材料等）向国民经济提供各部门生存和发展必不可少的重要的物质基础，因而矿业与国民经济其他部门的关系，就其产品作用的性质而言，不是并列的，而是处于基础地位的关系。矿业对于国民经济的发展，具有广泛而重要的作用，主要表现在以下几个方面：

(1) 保证作用。矿业为国民经济的各个部门和人民生活提供必需的能源和矿物原料，矿物原料是工业的“粮食”，矿物燃料是国民经济的“血液”，有了它们才能保证国民经济正常运行。离开矿产品，国民经济将陷于瘫痪，现代化生产将完全停顿。

(2) 拉动作用。矿业在整个社会生产中处于产业链的最前端，矿业的发展将对整个社会生产具有广泛而强劲的拉动作用。一个国家和一个地区的经济发展，开始阶段一般是优先开发利用本国或本地区的资源，把资源变为财富，把资源优势变为经济优势。矿产的开发，将带动矿产品的加工、制造、利用、运输、贸易等一系列后序产业的发展。矿产开发将促进机械、电力、化工、建筑、交通运输等相关产业的发展。通过这些产业的发展和传递作用，对整个国民经济或地区经济产生广泛的影响。

(3) 辐射作用。矿产资源的开发，将以矿业为主导，以矿区为中心，并辐射周围而形成独具特色的经济社区，有些并逐渐发展成为矿业城市。由于矿产地一般在经济不发达的山区或穷乡僻壤，这些矿区或矿业城市的形成和发展，必将对整个国民经济布局和全国经济发展的协调与平衡，起着重要的作用。以矿产的开发为先导和基础，形成了一些区域性的经济聚焦点和矿业城市。我国有 12 个城市矿业产值超过城市工业产值的 70%，如大庆、玉门、德兴、鹤岗、锡林浩特等，有 29 个城市矿业产值占城市工业产值的 30% ~ 70%。这些矿业城市的兴起和发展，对于我国工业化和城市化进程，特别是不发达地区的经济发展，产生了巨大的推动作用。

（4）就业效应。就业对于国民经济繁荣和国家稳定至关重要。矿业一般是劳动密集型产业，特别是在资金缺乏与技术落后的发展中国家，矿业需要大量的劳力，提供了广泛的就业机会。我国 1995 年矿业职工为 798 万，占全国工业职工总数 6610 万人的 12.07%。上述数据中，未含无统计上报资料的大量小矿及个体采矿，据测算，全国矿业从业人员约两千万。在原苏联，采矿工业从业人员占全国全部工业从业人员的 17%；在南非，矿业仍然是劳动密集型产业，雇用员工 60 万人；在加拿大，1994 年采矿工业就业人数为 26.5 万，占总就业人数的 2.2%。矿业的就业效应，除表现为其本身提供就业机会之外，还包括因开发矿产而兴办的各种生产与服务业所提供的就业机会。据研究，矿业的就业乘数约为 2.5，即矿业中每就业 1 人将使其他行业增加 2.5 人就业，包括前期产业和后续产业。矿业的经济乘数约为 1.5，即矿业中每 1 元的收入，将给其他行业带来 1.5 元收入。

（5）出口创汇。由于矿产资源地域分布的不均衡性，矿产资源丰富的国家通过出口矿产品换取外汇对国民经济发展做出贡献，特别是发展中国家，矿产品及其加工产品常常是本国主要出口货物，是取得外汇的重要来源，如盛产石油的沙特阿拉伯、科威特、委内瑞拉、伊拉克等国。又如智利的铜矿、巴西的铁矿、南非的黄金和钻石等，都是本国的重要出口货物。南非 1990 年矿产品出口占全国出口总额的 61.55%，其中黄金占矿产品出口收人的 61%；1994 年矿产品出口占出口总值的 56.6%，其中黄金占 46.1%。在澳大利亚，矿产品出口额占全国商品出口总额的 48%。在原苏联，出口总值的 50%以上是矿产品。

以上是一般性地就矿业与国民经济其他部门的关系而言，矿业是处于国民经济的基础产业位置；并从一般意义上论述了矿业对国民经济的各种作用和影响。而具体到各个国家，则由于各国所拥有的矿产资源种类、质量和数量差别极大，以及经济发展水平不同等原因，矿业在本国经济中的地位、作用和比重，亦相差甚远。例如矿产资源贫乏的日本，与矿产资源丰富的澳大利亚相比，矿业在本国经济中的比重和作用就小得多。表 1－5－4 所列年份中，矿业在日本国内生产总值中占 0.4%～0.6%，澳大利亚为 5.1%～6.4%；而在盛产石油的沙特阿拉伯，则为 28.9%～65.8%。

由表 1－5－4 可以看到，矿业产值在国内生产总值中占的比重，各国相差很大。一般说来，在发展中国家，占比重较大，在发达国家，占比重较小。这是因为在发达国家制造业和第三产业占较大比重。但总的说来，除了少数以矿业为主要产业的国家之外，大多数国家矿业产值占国内生产总值的比重均甚小。特别是由于制造业、建筑业、信息产业和旅游业、服务业等的迅速发展，矿业产值占的比重越来越小。表 1－5－5 给出了采矿业在工业产值中占的比重，其中发达国家为 7.6%（1990 年）和 8.0%（1994 年），而发展中国家为 36.6%（1990 年）和 34.6%（1994 年），差别十分明显。从表 1－4－5 中还可以看到，在采矿业中，原油和天然气的产值，占绝对优势，煤炭和金属矿产值只占很小份额。

表 1－5－4 矿业产值在国内生产总值中占的比重/%

| 年份 | 印度 | 印尼 | 日本 | 沙特阿拉伯 | 法国 | 联邦德国 | 意大利 | 英国 | 南非 | 澳大利亚 | 加拿大 | 美国 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1980 年 | 1.4 | 25.7 | 0.6 | 65.8 | 0.8 | 0.9 | 28.0 | 5.4 | 20.5 | 6.1 | 5.9 | 4.0 |
| 1985 年 | 2.5 | 16.3 | 0.4 | 28.9 | 0.8 | 1.0 | 23.8 | 6.5 | 14.8 | 6.4 | 5.6 | 2.9 |
| 1986 年 | 2.5 | 11.1 | 0.4 | | 0.7 | 0.8 | 23.4 | 3.4 | 15.0 | 5.1 | | 2.0 |

表 1－5－5 世界工业产值的部门构成/%

| 工业部门 | 世界总计① | | 发达国家② | | 发展中国家③ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1990 | 1994 | 1990 | 1994 | 1990 | 1994 |
| 总计 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 采矿业 | 13.7 | 14.2 | 7.6 | 8.0 | 36.6 | 34.6 |
| 其中：采煤 | 1.4 | 1.2 | 1.6 | 1.3 | 0.6 | 0.7 |
| 原油和天然气 | 9.5 | 10.3 | 3.7 | 4.5 | 31.5 | 29.5 |
| 金属矿开采 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.4 | 2.4 | 2.1 |
| 制造业 | 78.7 | 77.6 | 84.4 | 83.4 | 57.5 | 58.8 |
| 电力、煤气、自来水 | 7.6 | 8.2 | 8.0 | 8.6 | 6.0 | 6.6 |

注：①总计中没有包括阿尔巴尼亚、中国、朝鲜、越南、原捷克斯洛伐克、原苏联和南斯拉夫。②发达国家包括北美（加拿大、美国）、欧洲（原捷克斯洛伐克、原苏联的欧洲部分除外），澳大利亚、以色列、日本、新西兰和南非。③发展中国家包括加勒比、中关和南美、非洲（南非除外）、亚洲（中国、朝鲜、以色列、日本、越南和原苏联的亚洲部分除外）、大洋洲（澳大利亚和新西兰除外）。

## 二、矿业发展与经济增长

鉴于矿业在国民经济中的基础地位，以及矿产品作为能源和矿物原料在经济发展与人民生活中所具有的极其重要而又无可替代的作用，因而矿业的发展对推动经济增长具有十分重要的意义。两者之间的关系是，经济发展对矿产品的大量需求推动了矿业的发展，而矿业的发展一方面用能源和矿物原料对经济增长起到了支持和保证作用，另一方面矿业的发展通过其对其他经济部门的拉动、传递和辐射效应，进一步刺激和推动了整个经济的增长。

发达国家经济发展的历程表明，工业化初期一般要消耗大量能源和各种矿物原料，工业化是建立在矿产品的大量消耗基础之上的。英国在 19 世纪的前 80 年中，煤炭消费

量增长 15 倍，生铁消费量增长 40 倍。美国南北战争后的 48 年中，生铁消费量增长 27 倍，煤炭消费量增长 38 倍，石油消费量增长 98 倍。我国 1949～1960 年期间，国民经济发展速度为 10.89%，而钢铁发展速度为 54.13%，原煤发展速度为 25.78%，采掘业总产值增长速度为 31.53%。各国在工业化初期阶段对矿产品的大量需求同经济结构的转换有关，一是国民经济由以农业为主转向以工业为主，即由以农业生产和以农产品原料加工制造为主转向以工业生产和以矿物原料的加工制造为主，能源由人力、畜力、风力和水力为主转向以矿物能源为主；二是在工业结构中一般以冶金、机电、采矿、化工、铁路等重工业为主，这些部门都要消耗大量的能源和矿物原料，要求矿业有较快的发展以支持经济的持续增长。随着经济的进一步发展和科学技术的进步，发达国家的经济结构发生了变化，先是制造业的比重越来越大，而后是电子工业、信息产业、服务业的比重逐渐上升，而消耗大量能源和矿物原料的传统工业在国民经济中的比重大大下降。这种变化导致经济发展对矿物原料的需求强度下降。同时，由于科学技术的进步，使得能源效率提高，矿物原料消耗降低；人工合成材料塑料等的推广应用，替代了部分金属材料；开采条件好的和品位高的富矿、优质矿逐渐枯竭，开采成本越来越高。由于对矿物原料需求的下降和开采成本的上升，矿业发展的速度逐渐减缓，在一定时期内出现了停滞和负增长，全世界的矿业处于相对不景气的状态中。

就一般意义而言，矿业对于经济发展具有重要的推动作用。但对于不同的国家、不同的地区、不同的时期，其作用的方式、内容、发生作用的程度，是有明显差别的。

（一）优势矿产对于国家、地区的经济发展具有导向作用

一个国家、地区的矿产赋存状况，特别是其所拥有的重要矿产（如能源矿产、金属矿产）或特种矿产（如金、银等贵金属矿产、放射性矿产）具有明显优势时，往往对该国家该地区的经济发展具有导向作用，对其经济结构、产业结构具有决定性的影响。如石油蕴藏极丰富的中东地区一些国家，石油工业在国民经济中具有举足轻重的主导作用。南非的金矿、智利和赞比亚的铜矿、澳大利亚和巴西的铁矿等，都对本国的经济发展和经济结构具有不同程度的导向作用。

（二）矿产赋存的不均衡性和矿产需求的普遍性，是地区之间、国家之间发展贸易的强大动力

矿产赋存在地域分布上的不均衡性不仅表现为有些国家矿藏丰富，而另一些国家矿藏贫乏；而且表现为即使矿藏丰富的国家，也不会矿种齐全、样样俱丰，必定有某种或若干种矿产不能满足本国经济发展的需要。对于一个要建立完整国民经济体系的国家来说，要实现工业化就必须有能源矿产和原料矿产的供应，这种需求是大量的、普遍的、持久的。因而，必须通过贸易来解决矿产赋存在地域上的不均衡性造成的矿产供给与需求之间的矛盾。只要这种矛盾存在，矿产品的贸易就不会停止。这种矿产品供给与需求之间的格局，对全世界的贸易结构、产品流向和收入分配产生了重要的影响。矿产资源贫乏的日本，需要从其他国家输入大量的石油、煤炭、铁矿等矿产品，以支持本国庞大的经济系统的正常运行，石油的供应线已成为贫油国家经济发展的“生命线”。而盛产石油的科威特、沙特阿拉伯等国，靠输出石油换来大量外汇，短时期内成为“巨富”。这些都是矿产赋存不均衡性影响各国经济发展的生动例证。

### （三）不同的经济发展水平和不同的经济结构对矿业增长有不同的要求

据发达国家的经验，当一个国家的国民生产总值处于人均 800 美元以下的工业化前期，国民经济发展对矿产品的需求一般是低增长的；当人均国民生产总值在 3500 美元以上的发达阶段，矿产品需求强度随着工业化进程的逐步结束而趋于平稳，甚至出现负增长；而在人均国民生产总值 800～3500 美元之间的工业化阶段，矿产品消耗强度迅速增长。在这一段论述中，关于 800 美元与 3500 美元的数量界限对于各国是否普遍适用另作别论，但早已实现工业化的发达国家，近几十年来矿业的低增长甚至负增长则是无可争辩的事实。作为资源大国和矿业大国的美国，1961～1970 年采矿工业的年均增长率为 3.2%，1971～1980 年为 2.2%，其中金属采矿业为 -1.1%，1960～1975 年采矿工业固定资产投资额占全国比重为 4%～6%，1990 年美国工业矿物产值约为 210 亿美元，占当年美国国民生产总值 54800 亿美元的 0.38%。发达国家矿业增长的下降，主要与经济结构、产业结构的调整有关，特别是对矿产品需求量小的电子工业、信息工业与金融业、服务业等第三产业的扩张有关。而有些国家和地区，其本身的产业结构和经济结构对矿业的依存度甚小，如新加坡、我国的香港等。

### （四）经济发展水平不同的国家开发同等矿产产生不同效果

经济发达国家由于有充裕的资金、先进的技术和科学的管理，开发矿产资源产生的经济效果明显高于经济落后的发展中国家，这主要表现在三个层次上：(1) 矿产开采与加工过程中资源回收水平不同；(2) 矿产品的加工深度和精度不同；(3) 矿产品使用的效率不同。我国矿产资源回收率总体水平比发达国家低约 10%～20%。我国主要产品单位能耗比国外先进水平高 30% 以上，仅电、钢、合成氨、水泥熟料等 9 种产品，每年要比国外先进水平多消耗 1.5 亿 t 标准煤。按 1994 年汇价、价格测算，我国每消耗 1kg 标准煤能源产生的国民生产总值为 0.46 美元，日本为 4.67 美元，美国为 2.06 美元。

### （五）矿业生产和矿产品使用中的环境污染、生态破坏对经济发展具有负向作用

矿产资源的开发利用，特别是产业革命以来大规模现代化的矿业生产，有力地支持和促进了经济的持续、高速增长。但与此同时，也严重地污染了环境、破坏了生态，人类社会为此不得不付出沉重的代价。为了预防污染、治理环境、复垦造田和恢复生态，需要耗费大量的资金、人力和物力，这些是矿业对经济发展的负向作用。

### （六）矿产资源的有限性、不可再生性和经济发展对矿产资源需求的无限性之间的矛盾，使得矿产资源既是经济发展的推动因素，又是经济发展的制约因素

一百多年来，矿业的发展满足了世界各国工业化进程对矿产品的大量需求，保证了各国经济的持续增长。与此同时，各种矿产资源总量锐减，特别是那些开采条件好的优质矿产消耗殆尽。鉴于矿产资源是不可再生的资源，人们开始担心：随着矿产资源的耗竭，经济发展是否也会逐渐逼近其“增长极限”？1972 年“罗马俱乐部”发表了研究报告《增长的极限》，提出“不可再生资源的耗竭”等五种趋势最终将导致全球的发展要达到增长的极限。这一结论受到社会各界的广泛关注。虽然对于是否存在“增长的极限”及其何时到来等存在着诸多争论，但对于研究报告中所提出的五种趋势的重要性和

严重性，是一致公认的。可以认为，虽然一些发达国家已进入“后工业化时期”、“信息社会”，但从全世界来看，矿业对经济增长在长时期内仍将具有重要作用。在未来，当矿产资源的耗竭进一步加剧，当使用矿物能源引起的环境问题进一步恶化，当采用矿物能源和矿物材料的代价过高，而非矿物燃料新能源和非矿物新材料可以经济地推广应用，那时，矿业和其他许多以矿产品为能源和原材料的产业一样，将大大降低在经济与社会发展中的作用，逐渐退出经济发展的主战场。

# 第六章 矿产资源与可持续发展利用战略

## 第一节 可持续发展理论的基本内容

### 一、概述

可持续发展是在全球面临着经济、社会、环境三大问题的情况下，人类对自身的生产、生活行为的反思以及对现实与未来的忧患的觉醒而提出的全新的人类发展观。

可持续发展观的起源可追溯到20世纪50～60年代，人类在工业化对资源和生态环境的压力下，对经济增长作为惟一的发展模式提出了质疑。最具代表性的是1962年美国科学家卡逊发表的《寂静的春天》，她首次把农药污染的危害展示在世人的面前，引起人类开始对传统发展观的反思，人类将失去“阳光明媚的春天”并非是杞人忧天。

可持续发展思想的萌芽可追溯到1972年6月联合国在瑞典斯德哥尔摩召开的人类环境会议，来自113个国家的1 300多名代表出席，大会通过了具有历史意义的《人类环境宣言》，它明确地提出，“我们应该做些什么，才能保持地球不仅成为现在适合人类生活的场所，而且将来也适合子孙后代居住。”虽然这个宣言仅偏重于由发展引起的环境问题，没有注重环境与发展的相互关系，但它仍然被认为是人类关于环境与发展问题思考的第一个里程碑。

可持续发展思想第一次被明确地提出是在1980年由世界自然保护同盟等组织发起，多国政府官员与专家参与并制定的《世界自然保护大纲》中。这个大纲不仅强调资源保护，而且注重将它与人类发展结合起来。它勾画出可持续发展概念的基本轮廓。

1983年成立的世界环境与发展委员会（WCED），在挪威前首相布伦特兰夫人的领导下，经过900多天的工作，于1987年向联合国提出了后来被称为“布伦特兰报告”的《我们共同的未来》的报告。报告对可持续发展理论的形成起了关键的作用。它明确地指出了过去经济发展对环境产生的影响，强调环境保护与人类发展结合起来，今后应走出一条资源环境保护与社会经济发展兼顾的可持续发展之路。11年后，1998年在《世界自然保护大纲》的续篇《保护地球——可持续生存战略》中，对“既要发展，又要保护”的思想作了进一步阐述。

标志着人类有关环境与发展问题思考的第二个里程碑是1992年6月在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会。会上通过的《里约热内卢环境与发展宣言》和《21

世纪议程》，是将可持续发展概念和理论付诸行动的开始；它以可持续发展为中心，加深了人类对环境问题的认识；它把环境问题与社会经济的发展结合起来，树立了环境与发展相互协调的观念。

在这之后相继又召开了一系列可持续发展的重要会议，如 1994 年在开罗召开的世界人口与发展大会，它的主题是“人口、持续的经济增长和可持续发展”，明确地提出了“可持续发展问题的中心是人”；1995 年在哥本哈根召开的世界社会发展首脑会议以及在北京召开的世界妇女大会上，强调可持续发展对于人类的重要性，制定了该领域可持续发展的全球战略和行动计划；1996 年在伊斯坦布尔召开的世界人类住区会议和在罗马召开的世界粮食会议上，在可持续发展战略框架下分别讨论了人类住区和世界粮食的可持续发展问题；1997 年 6 月在纽约召开的可持续发展特别会议上，审议了里约热内卢会议 5 年以来各国贯彻实施可持续发展战略的情况和存在的问题，提出了今后的发展目标和行动措施。

## 二、可持续发展的概念

关于可持续发展的概念众说不一，布伦特兰提出的可持续发展定义是：“既满足当代人的需要，又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展。”到目前为止，学者还普遍地认为这个定义是最权威的，当然学者对它的理解是众说纷纭。在国际上，有的学者从不同角度来表述可持续发展这个新概念，据不完全统计，有近 200 种之多。具有代表性的几种定义是：

（1）在 1991 年的国际生态学联合会和国际生物科学联合会举行的关于可持续发展问题的专题研讨会上，可持续发展被定义为：“保护和加强环境系统的生产和更新的能力”。这个定义强调了可持续发展的自然属性。也就是说，可持续发展是不超过环境系统更新能力的。如福曼从整个人类生存生活的生物圈的立场出发，认为可持续发展是寻求一种最佳的生态系统以支持生态的完整性和人类整体生存生活愿望的实现，并使人类的生存环境得以持续。又如有的国内学者认为，可持续发展的本质是运用生态学原理，增强资源的再生能力，引导技术变革使再生资源替代非再生资源成为可能，制定行之有效的政策，使发展要素的利用趋于合理化。

（2）在 1991 年的世界自然保护同盟、联合国环境规划署和世界野生生物基金会共同发布的《保护地球——可持续生存战略》中，可持续发展被定义为“在生存于不超出生态系统涵容能力的情况下，改善人类社会的生活品质”；还提出了人类可持续发展的九条基本原则。特别地强调了人类的生产方式与生活方式要与地球承载能力保持平衡，要保护地球的生命力和生物多样性；还提出了人类可持续发展的价值和 130 个行动方案，着重地强调了“可持续发展”的最终落脚点是人类社会，即改善人类社会的生活品质，创造美好的生活环境。

中国一些学者也认为，可持续发展是一个复杂的社会系统工程，它的中心问题是提高人的素质，实现人的全面发展。

（3）爱德华在他的《经济、自然资源不足和发展》著作中，把可持续发展定义为

“在保持自然资源的质量和其所提供的服务的前提下，使经济发展的净利益增加到最大限度”，类似的还有阿尼尔和戴维认为可持续发展是“今天的资源使用不应减少未来的实际收入”；英国环境经济学家皮尔斯等认为“当发展能够保证当代人的福利增加时，也不会使后代人的福利减少”。他们共同的特点是强调经济发展不再是以牺牲资源与环境为代价，而是“不降低环境质量和不破坏世界自然资源基础的经济发展”。

（4）在 1989 年，詹姆斯将可持续发展定义为“可持续发展就是转向更清洁、更有效的技术——尽可能接近‘零排放’或‘密闭式’工艺方法——尽可能减少能源和其他自然资源的消耗”。也有人认为“可持续发展就是建立极少产生废料和污染物的工艺和技术系统”。科学家认为，污染并不是工业活动不可避免的必然结果，而是技术差、效率低、管理不善造成的。他们主张发达国家与发展中国家之间进行技术合作，以缩小技术差距，提高发展中国家的经济生产力，增加保护环境的投入。

以上可持续发展的定义侧重不同的角度，具有各自的特点。但一般地讲，可持续发展有五个共同的因素：环境与资源的关系，代内公平，代际公平，生活质量与生态环境的关系，公众参与。简言之，可持续发展被概括成为一个“三维复合系统”，生态持续是基础，经济持续是条件，社会持续是目的。

## 三、可持续发展的内涵

根据布伦特兰的定义，可持续发展的核心思想是：健康的经济发展应建立在生态可持续能力、社会公正和人民积极参与自身发展决策的基础上。它所追求的目标是，既要使人类的各种需要得到满足，个人得到充分发展，又要保护资源和生态环境，不对后代人的生存和发展构成威胁。1996 年 3 月，江泽民同志在中央计划生育工作座谈会议上对这个核心思想进一步概括为：“所谓可持续发展，就是既要考虑当前发展的需要，又要考虑未来发展的需要，不要以牺牲后代人的利益为代价来满足当代人的利益。”它有两个基本点：一是必须满足当代人的需求，否则他们无法生存；二是今天的发展不能损害后代人满足需求的能力。但我们认为，在一定时期内、一定条件下这两点是矛盾的；所谓可持续发展就是解决这种矛盾的过程，并且是一个优化过程。

概括地讲，可持续发展涉及可持续经济、可持续生态和可持续社会三个方面的和谐统一。也就是说，人类在发展中不仅追求经济效率，还追求生态和谐与社会公平，最终实现全面发展。因此，可持续发展是一项关于人类社会经济发展的全面性战略，它包括：

### （一）经济可持续发展

可持续发展鼓励经济持续增长，而不是以保护环境为由取消经济增长。当然经济持续增长不仅是数量的增长，而且是质量的增长，如改变以“高投入，高消耗，高污染”为特征的粗放式的经济增长，实现以“提高效率，节约资源，减少废物”为特征的集约式的经济增长。一方面，可持续的经济增长增强了国力，提高了人民生活水平和质量；另一方面，它为可持续发展提供了必要的物力和财力，否则可持续发展只能停留在口号

上。

### （二）生态可持续发展

可持续发展要求发展与有限的自然承载能力协调，因此它是有限制的。正是这种有限制的发展，保护和保证了生态的可持续性，才可能实现持续的发展。也就是说，没有生态的可持续，就没有可持续发展。因此生态的可持续性是可持续发展的前提，同时通过可持续发展能够实现生态的可持续发展。

### （三）社会可持续发展

可持续发展强调社会公平，没有社会公平，就没有社会的稳定，一部分人就会不顾资源和环境，不顾法律向社会发泄心中的不平，结果是资源和环境保护难以实现。无论对什么样的国家、区域或地区，在不同时期可持续发展的具体目标是不同的，但本质是改善人类生活质量，提高人类健康水平，创造一个保障人人平等、自由和免受暴力，保障人人有受教育权和发展权，保障人权的社会环境。总之，在人类可持续发展系统中，经济可持续是基础，生态可持续是条件，社会可持续是目的。

具体地讲，宋健院士在《走可持续发展道路是中国的必然选择》一文中提出，可持续发展的基本内涵应包括四个方面：第一，发展的内涵既包括经济发展，也包括社会的发展和保持、建设良好的生态环境。经济发展和社会进步的持续性与维持良好的生态环境密切相连。经济发展应包含数量的增长和质量的提高两个部分。数量的增长是有限度的，而依靠科学技术进步提高发展的经济、社会、生态效益才是可持续的。第二，自然资源的永续利用是保障社会经济可持续发展的物质基础。可持续发展主要依赖于可再生资源特别是生物资源的永续性。人类必须努力保持自然生态环境，维护地球的生命支持体系，保护生物的多样性。第三，自然生态环境是人类生存和社会经济发展的物质基础，如空气和水一样，是人类生存和发展一刻也不能离开的东西。可持续发展就是谋求实现社会经济与环境的协调发展和维持新的平衡。第四，控制人口增长与消除贫困，是与保护生态密切相关的重大问题。

周毅博士在其著作《21 世纪中国人口与资源、环境、农业可持续发展》中从另一个角度阐述了可持续发展的内涵，提出了六个可持续发展原理：整体有序原理、循环再生原理、相生相克原理、反馈平衡原理、自我调节原理和层次调节原理。我们认为这些原理还不够全面，如它忽略了人类主体原理、不可再生原理和不可持续原理等。

总之，我们可以把可持续发展的基本内涵理解为，是以人的发展为中心的“生态—经济—社会”三维复合系统的运行轨迹与可持续发展。

## 四、可持续发展的本质

1989 年雷德克利夫在他的《持续发展：探索矛盾》著作中，从可持续发展经济学的角度认为可持续发展的本质就是：既要满足当前经济发展的需要，又要考虑未来经济发展的需要，不要以牺牲后代人的经济福利为代价来满足当代人的经济福利。它的核心

问题是人类的经济活动与经济发展不能超过资源与环境的承载能力，因此可持续发展经济十分注重经济活动和经济发展行为的生态合理性，尤其强调对资源与环境有利的经济行为应给予鼓励，反之则应给予惩罚，保证经济行为的可持续性，实现经济发展的眼前利益与长远利益（或当代人的利益与后代人的利益）、局部利益与全局利益、个别利益与共同利益有机结合，促使经济能够沿着健康的运行轨道可持续发展。

在西方经济学中，最基本的假设是，经济活动中的人都是经济人或理性人。近几年来，国内一些学者倾向主张这种假设。因此，在经济活动中，经济当事人所追求的惟一目标是他自身经济收益的最大化，而不考虑社会利益，也不考虑自身的非经济利益，尤其是生态利益，更不考虑子孙后代的长远利益，结果是“赔了夫人又折兵”。进入 20 世纪 70 年代以后，越来越多的经济学家和环境经济学家逐步认识到经济人假定的缺陷。尽管现代西方经济学对经济人假定作了某些补充和修正，在强调经济人自身利益的同时，试图兼顾个人与社会、微观和宏观的利益，但是，仍然只考虑当代人，没有考虑后代人的利益。因此，我们赞同以可持续性代替经济人假定。经济人假定在涉及代内公平以及代际公平问题的研究方面都存在着致命的缺陷，因此它不应成为生态经济学或环境经济学的假定，更不能成为可持续发展经济学的基本假定。相反，可持续性经济能够克服经济人假设的缺陷，成为可持续发展经济学的最基本假定，也成为处理代际公平问题的基本规范和伦理准则。

## 五、可持续发展的基本原则

可持续发展是一种全新的人类生存方式，它不但涉及以资源利用和环境保护为主的环境生活领域，而且涉及作为发展源头的经济生活和社会生活领域。因此，可持续发展的基本原则是：

### （一）公平性原则

公平体现在两个方面：一是代内公平，可持续发展要满足当代人的基本需求，还要为他们创造并提供满足其欲望的机会。然而现实世界中，一小部分人富裕，而 1/5 的人口处于贫困状态；占世界人口 26% 的发达国家耗用了全部能源、钢铁和纸张等的 80%。这种贫富悬殊、两极分化的世界不可能实现可持续发展。因此，还世界公平的分配和公平的发展权，消灭贫困是首要的任务。二是代际公平，由于自然资源是有限的，所以可持续发展要求当代人不能以损害后代人满足其所需要的自然资源和环境为条件，还后代人公平的自然资源和环境的利用权。

### （二）持续性原则

持续性是指人类的经济活动和社会发展不能超出自然资源与生态环境的承载能力，即可持续发展不仅要求人与人之间的公平，还要求人与自然之间的公平。资源和环境是人类赖以生存与发展的基础，离开了前者，后者的生存与发展就无从谈起。因此，可持续发展是在保护自然资源与生态系统的前提下的发展，人类对自然资源的消耗不能超过

它的临界值，也不能损害地球生命的大气、水、土壤、生物等自然系统；同时，人类应根据持续性原则调整自己的生产与生活方式，有节制地消耗资源与环境，否则，人类的发展就会停止。

### （三）共同性原则

共同性是指普遍性和总体性。由于世界各国历史、文化和发展水平的差异，所以可持续发展的具体目标、政策和实行过程不可能是一样的。但为了我们共同的家园——地球，我们的目标是一致的，我们的行动也是一致的。因此，可持续发展作为全球发展的总目标，所体现的公平性原则和持续性原则应该是共同的。从根本上讲，实施可持续发展就是要促进全人类以及人类与自然之间的和谐，保持互惠互生的关系。

### （四）自然资源价值性原则

在可持续发展中，自然资源都是有价值的。这是一种全新的观念。我们应该抛弃只有能换成货币的东西才是有价值的陈旧观念，世界上绝对没有“免费的午餐”，自然资源的破坏、环境的污染、生态的失衡、物种的灭绝等是无法用货币度量的，人类遭到的惩罚是实实在在的。

### （五）公众性原则

可持续发展关系到我们共有的家园——地球；关系到每一个国家、地区、产业和企业；关系到每一个民族、社会群体和家庭；关系到我们每一个人。只有我们每一个人真正树立了可持续发展观，并且付之于行动，才能实现可持续发展。

### （六）法制性原则

在人类发挥主观能动性和自觉性实施可持续发展的过程中，在教育的前提下，法制的强制性是不可缺少的。在这方面任何人都不能凌驾于法律之上。对那些滥砍滥采、滥捕滥杀、滥排滥倒、破坏与浪费资源、污染环境的人必须绳之以法，严惩不贷。

## 六、可持续发展的能力

由以上分析可知，经济、人口、资源、环境等的协调发展构成了可持续发展战略的目标体系，因此，管理、法制、教育、科技、公众参与等能力就构成了它的支撑体系。

### （一）可持续发展的管理体系

在一般意义下，管理就是决策，管理就是优化。也就是说，管理、决策和优化三者是同义词。建立一个行之有效的管理体系是实现可持续发展的重要保证。无论从发达国家来看，还是从发展中国家来看，由于管理存在着问题引起的经济与环境不协调发展屡见不鲜，中国尤其是如此。由于条块管理分割，地方保护主义盛行，造成滥砍、滥伐、滥开、滥采、滥堆、滥放、滥排等，导致资源被破坏，环境被污染，教训是惨痛的。因

此，提高各级政府及决策者综合应用规划、法规、经济和行政等手段的管理能力，建立和完善可持续发展的管理组织结构与机制是提高可持续发展能力的重要内容。

### （二）可持续发展的法制体系

这里的法规制度包含政策，法规具有强制性，而政策既具有强制性的一面，又具有非强制性——引导性的另一面。可持续发展的法制体系的建立是可持续发展战略的具体化、法制化的途径，而法制的实施是实现自然资源的合理利用，控制环境污染和生态破坏，是保证经济、社会和生态的可持续发展的重要基石。对于中国来说，做到“有法必依，执法必严”，依法取缔非法开采矿产资源，依法关、停、并、转高消耗、高能耗、高污染的企业，严格执行杜绝死灰复燃是一项长期而艰巨的任务。

### （三）可持续发展的教育体系

管理体系和法制体系的建立是实现可持续发展不可缺少的，但能否实现仅仅有它们是不够的，还需要建立教育体系、科技体系和公众参与体系。可持续发展也是以人为本，因此，建立可持续发展的教育体系，培养具有可持续发展观念的人是最重要的。这些人不仅具有高度的知识水平，还具有崇高的道德品质；他们不仅考虑自己的利益，重要的是他们还考虑后代人的利益；他们获得并创造出可持续发展所需的知识，最终他们实现可持续发展。

### （四）可持续发展的科技体系

有了教育体系之后，科技体系的建立是实现可持续发展的途径和手段。如科学的发展创造出可持续发展所需的知识，技术发明创造出可持续发展所需的方案、配方、流程、工艺、设备和产品。同时科学技术能够促进可持续发展管理水平的提高，加深对人类与自然关系的理解，延长自然资源的供给和生态平衡，提高资源利用率，提供保护、控制与治理生态环境和环境污染，实现社会效益、经济效益、环境效益与生态效益相协调。在现实世界中，发达国家有责任、有义务向发展中国家输送先进的节耗、节能、节水、节电、无毒、无害、无污染的技术与设备以及治理技术与设备，这是十分重要的。

### （五）可持续发展的公众参与体系

可持续发展涉及的大到每一个国家，区域与地区，省市与行业，企事业集团与单位；小到每一个家庭和个人。但归根结底可持续发展要落实到每一个人身上。道理很简单，可持续发展是以人为中心，无论是管理体系，还是法制体系、教育体系、科技体系以及公众参与体系，都是人建立的。在可持续发展中，人既是目标主体，又是决策主体和行为主体。也就是说，人的思想和行为贯穿于可持续发展全过程。只有每一个人都真正地树立了可持续发展的观念，根据自己的职责、权利和义务付诸行动，才能实现可持续发展。这就是建立公众参与体系的必要性。

# 第二节　矿产资源开采现状及存在的问题

## 一、矿业开采现状

据《山东省矿产资源开发利用情况统计年报》上的资料，截至1998年底，全省生产矿山企业和个体采矿达1.11万个，从事矿业开发的人员约103万，开发利用的矿产达32种（含亚矿种）。其中，国有及“三资”矿山323家，从业人数约58万多，分别约占全省总数的2.9%、56.7%；集体矿山企业与个体采矿约1.08万家，从业人数约44万多，分别占全省总数的97.1%、43.3%。按不同矿种开采劳动力分布情况统计，大多数劳动力集中分布在煤炭、石油、天然气和砖瓦用粘土矿开采业中，其从业人数分别占全省采矿业总人数的39%、19%和21%；在金矿、铁矿、天然卤水、石膏、建筑石料用灰岩、建筑用砂、建筑用花岗石、饰面用花岗石等矿产开发业中也吸纳了众多的劳动力，从业人数约占全省总数的16%。

1998年，全省矿石开采总量约1.85亿吨（其中石油2 731吨）、5 634万立方米（按万立方米统计的矿产有：地热、建筑石料用灰岩、建筑用白云岩、硅瓦用粘土、建筑用辉绿岩、饰面用辉绿岩、建筑用安山岩、建筑用闪长岩、建筑花岗岩、饰面用花岗岩、建筑用灰岩、饰面用大理岩、建筑用大理岩）、天然气9.18亿立方米、宝石35.37万克拉，开采地下水约121亿立方米。其中，石油、天然气、铜矿、轻稀土矿、金刚石、熔剂用灰岩、电石用灰岩、石棉等采选业及非金属矿采选业，实现的工业总产值、工业销售产值和工业增加值分别占全省矿业相应产值的21.4%、21.1%、12.2%。在能源与相关原材料加工业中以非金属矿物制品业、化学原料及化学制品制造业实现的工业总产值、工业销售产值和工业增加值最多，实现的产值分别占全省同业相应产值的43%、43.1%、38.1%；其次是电力、蒸汽及热水生产和供应业、石油加工及炼焦业，它们实现的产值分别占全省相应产值的27.4%、27.1%、35.5%。

按照经济效益与经营状况进行分析，在矿产采选业中，全省限额以上矿山企业为584家，亏损企业48家，占8.2%，远低于全省亏损企业17.8%的平均水平，比其后续产业也低很多。在煤炭采选业中，亏损企业占本业总数的11%，企业亏损额占采掘业总额的62.5%；产品销售收入占采掘业总收入的36.7%，创利润额占采掘业利润总额的48.4%，实现利税占采掘业利税总额的39.1%。石油和天然气开采业完成产品销售收入占采掘业收入总额的42.3%，创利润额占采掘业利润总额的12%，完成利税额占采掘业利税总额的41.9%。在有色金属矿采选业中，亏损企业占本业总数的5.6%，企业亏损额占采掘业亏损总额的18.1%；产品销售收入占采掘业收入总额的11.8%，创利润额占采掘利润总额的29.4%，完成利税额占采掘业利税总额的11.9%。非金属矿采选业亏损企业占本业总数的6.6%，企业亏损额占

采掘业亏损总额的 18.1%；产品销售收入占采掘业收入总额的 7%，创利润额占采掘业利润总额 7.8%，完成利税额占采掘业利税总额的 5.6%。根据矿山企业主要财务分析指标总体上综合衡量，矿产采掘业经济运行状况优于能源、相关原材料加工业。在矿产采选业内，石油和天然气开采业、煤炭采选业中间消耗最低，完成利税最多；有色金属矿采选业资金周转最快，资金利税率较高，其他矿产开采业综合经济效益依次是非金属矿采选业、黑色金属矿采选业。

在能源、相关原材料加工业中，全省限额以上企业 3 054 家，其中亏损企业占 16.7%，大大高于采矿业。在加工业中，石油加工及煤炼焦业亏损企业占本业总数的 25.6%，亏损额占加工业亏损总额的 7%；矿产品销售收入占加工业总收入的 12.7%，创利税额占加工业总利润额的 7.9%，完成利润额占加工业总额的 15.2%。非金属矿物制品业亏损企业占本业总数的 16.3%，亏损额占加工业总额的 33.4%，产品销售收入占加工业总收入的 17.9%，创利润额占加工业利润总额的 17.7%，完成利税额占加工业利税总额的 16.2%。电力、蒸汽、热水生产和供应业亏损企业占本业总数的 9%，亏损额占加工业亏损总额的 3.2%；产品销售收入占加工业销售收入总额的 25.2%，创利润额占加工业利润总额的 34.6%，实现利税额占加工业利税总额的 34.2%。黑色金属冶炼及压延加工业亏损企业占本业总数的 22.2%，亏损额占加工业亏损总额的 9.3%；产品销售收入占加工业销售收入总额的 9.3%，创利润额占加工业利润总额的 3.9%，实现利税额占加工业利税总额的 5.7%。金属制品业亏损企业占本业总数的 14.5%，亏损额占加工业亏损总额的 7.7%；产品销售收入占加工业销售收入总额的 8.3%，创利润额占加工业利润总额的 8.5%，实现利税额占加工业利税总额的 6.5%。有色金属冶炼及压延加工业亏损企业占本业总数的 16.2%，亏损额占加工业亏损总额的 2.3%；产品销售收入占加工工业销售收入总额的 3.2%，创利润额占加工业利润总额的 2.6%，完成利税额占工业利税总额的 2.5%。煤气生产和供应业、自来水生产和供应业，经营不景气，亏损严重，企业亏损面分别为 68.4%、41.3%。按企业主要财务分析指标进行综合评价，电力、蒸汽、热水的生产和供应业、石油加工及炼焦业流动资金周转速度快，创产值利税和销售产值利税高于加工业平均水平，经济效益明显；其他行业均低于加工业平均水平。

1998 年，山东省用于采掘工业的固定资金投资达 156.9 亿元，占全省固定资产投资总额的 12.8%，比上年增加 15%，增长幅度低于 1997 年。矿产采选业及相关产业生产能力有了一定提高，其中原煤新增生产能力为 198 万吨/年，更新改造项目占较大比例，约占 67%；原油开采能力新增 300 万吨/年；黄金生产新增生产能力为 1099 公斤/年，主要为更新改造新形成的生产能力；火力发电新增 117 万千瓦；水泥生产新增生产能力为 147 万吨/年，主要为更新改造新形成的产能。

## 二、开采中存在的问题

建国以来，我国的矿产资源勘查工作取得了巨大的成就，为我国国民经济的发展做出了巨大的贡献，但是也应当看到，目前我国的矿产资源开发工作仍然存在着

一些问题，需要努力地加以解决。

第一，高消耗，低产出，浪费严重。根据统计资料，按可比价格计算，近年来我国国民收入的年均增长速度远远低于能源消耗的增长速度。与其他国家相比，1990 年，我国吨煤消耗实现的 GNP（美元）与日、法、德、英、美的比为 1∶9∶7.9∶6.9∶5.1∶3.0，我国 12 种主要原材料的 GNP 消耗强度，比发达国家普遍高出 5 ~ 10 倍，比印度也要高出 2 ~ 3 倍。这种高消耗、低产出的状况造成了资源的巨大浪费，从而加剧了我国矿产资源的紧张状况。尽管我国是资源大国，矿产资源比较丰富，但由于人口众多，所以人均拥有的矿产资源并不多，就人均拥有的矿物能源量来讲，我国仅为美国的 1/10，原苏联的 1/7，所以，从总体上来讲，我国的矿产资源还是相对不足的。

第二，综合利用水平低。我国矿产资源的一个重要特点是 80% 的矿床伴生或共生有多种有用成分，这些伴生或共生成分的价值往往要高于主矿许多倍，如能充分地加以回收利用，其经济效益将会十分可观。然而，我国矿产资源综合利用的水平却很低，这主要缘于两方面的原因：一方面，综合利用的意识淡薄。在我国矿产资源开发中采主弃副、采副弃主的现象比较普遍，根据对 419 个有综合利用价值的矿山调查，根本就没进行综合利用的占 32%。另一方面，综合利用的科技水平低。根据对 1 845 个开展了综合利用的矿山进行的调查，综合利用率达 75% 的只占 2%，而综合利用率低于 25% 的却占 75%。在白云鄂博铁矿中，共生的稀土、萤石、铌等矿产非常丰富，然而，其综合回收率仅为 3%；石煤中伴生的十多种元素，我国只能提炼出五氧化二钒。意识的淡薄和科技水平的落后使得我国矿产资源的综合利用水平低，从而也就决定了我国矿产资源开发的粗放模式。

第三，环境污染严重。我国每年的矿石采掘总量大约为 50 亿吨，由于利用率低，导致大量废渣、废水、废气的产生，污染了环境，破坏了生态平衡。我国选冶技术落后是造成这一现象的主要原因，但是，由于法制不健全导致的滥采滥挖过程中的急功近利更加重了对环境的污染与破坏。

第四，矿产资源勘查工作规模萎缩。矿产资源勘查工作是一项高风险、长周期的基础性工作，随着勘查程度的提高，找矿难度也就愈来愈大，成本也就愈来愈高。近年来，我国的勘查工作规模日益萎缩，主要表现在两个方面：一是勘查工作的实际费用逐年下降。我国的矿产资源勘查工作主要依靠的是中央财政拨款，近年来尽管国拨地勘费逐年增长，但由于物价上涨和社会性支出的加大，导致勘查工作的实际费用逐年下降，例如，1991 ~ 1996 年，我国的矿产采掘业产值年均增长 24.7%，工业总产值年均增长 30.19%，而同期国拨地勘费的平均增长率仅为 12% 左右（数据来源于《中国统计年鉴》、《中国矿产资源年报》）。勘查工作实际费用的减少使得大量找矿信息得不到验证，一些主要的勘查任务便难以及时完成。二是勘查设备陈旧落后，影响了找矿的效果。

# 第三节 矿产资源可持续发展的战略研究

## 一、可持续发展的提出及其概念

可持续发展作为一种划时代的全新发展观，是20世纪人类最根本性的观念变革之一。

可持续发展最初是由国际自然保护联盟（IUCN）提出来的。1980年3月5日，IUCN发表了《世界保护策略、可持续发展的生命资源保护》的文件，首次提出“可持续发展”。同一天，联合国大会也向全世界发出呼吁：“必须研究自然的、社会的、经济的以及利用自然资源过程中的基本关系，确保全球的可持续发展。”可持续发展被明确提出，这标志着人类对环境与发展关系的认识有了质的飞跃。

1987年，联合国环境与发展委员会（WCED）在挪威首相布伦特兰（Brundtland）《我们共同的未来》报告中第一次对可持续发展进行了全面详细的阐述，并将可持续发展明确定义为“既满足当代人的需要，又不对后代满足其需要的能力构成危害的发展”。WCED对“可持续发展”的定义是惟一被国际社会广泛接受的定义。

1992年联合国通过的《里约热内卢宣言》与《21世纪议程》等文件，全面系统地阐述了可持续发展的战略及行动方案。

可持续发展包括三个基本点，即公平性、持续性与共同性。

公平性是指机会均等的发展。体现在当代人之间，也体现在世代之间的均衡发展。既满足当代人的需要，又不能损害子孙后代的发展能力。而同一时代不同区域之间的发展也应强调公平性。

持续性则意味着可持续发展是动态的、长期的问题。即可持续发展不否定经济增长，但是要求人类要重新审视如何实现经济增长，使传统的经济增长模式逐步向可持续发展模式转变，要求人类能长久地与自然、社会统一，相互支持，均衡稳定地长久发展。

共同性则表明公平性、持续性是共同的，必须采取全球联合行动，以系统的思想、观点、方法去认识、处理人类共同发展的问题，整个人类采取共同的战略，共同行动，确保自然与人类社会及经济能够共同进步，实现可持续发展。

## 二、矿业可持续发展的要点及发展模式的选择

矿产资源开发利用的实质是人类作用于矿产资源系统而矿产资源又为人类提供其生存发展所必需的基础矿物原料的理性活动。即在矿产资源的开发利用中既要注重资源利用率，达到资源优化配置，又要注重资源利用过程中的经济效益、社会效益及生态效益。矿业可持续发展作为一种全新的矿产资源开发的发展观，要求人们在制定矿业发展

战略和开发资源过程中，既要考虑当前的发展需要，又要考虑未来的发展需要，决不能以牺牲后代人的利益为代价来满足当代人的利益，也不能以牺牲其他地区的利益来满足当地的需求，更不能以其他资源的破坏为代价来实现单一的矿产资源开发，而必须走资源、环境协调发展和持续利用的道路。

在实施矿业开发可持续发展的过程中，必须点、面结合，既从宏观的矿业开发战略、政策上给予足够重视，又必须对矿区开发的实际环境进行控制。

## （一）矿业可持续发展的要点

1. 矿产资源是有限的、不可再生的，必须综合地、合理地利用

矿产资源的可持续利用是一切经济、社会发展的基本前提。但是，矿产资源只能作为劳动对象来使用，只有消耗它才能得到矿产品。矿产资源的这种不可再生性特点要求我们必须十分珍惜资源，做好矿产资源的保护工作，同时在开发利用过程中尽最大可能地综合利用这一不可再生资源。我们必须时刻牢记，今天的资源破坏，必将给未来的发展带来灾难性后果。

在科学合理地利用现有资源的同时，还必须积极寻求新的可替代的资源，包括废料的资源化。

2. 矿产资源的开发必须注重综合效益

矿业开发过程中，必须注重可持续发展的共同性。即：既要强调矿业经济本身的发展，又必须综合评价其社会效益以及良好的生态效益，注重所有自然资源的合理配置与利用。只有建立在良性的生态平衡基础上，矿业才能实现健康、可持续的发展。

3. 科学技术的发展是矿业可持续发展的基础

我们必须综合应用矿床学、系统论、地质学、经济学、社会科学、生态环境学、采矿学、选矿学、冶金学及计算机科学等多种学科的理论和技术，不断提高矿业开发的技术、工艺及装备水平，以期充分利用有限的矿产资源。离开科学技术的应用与发展来谈矿业可持续发展，只能是空谈。

## （二）矿业发展模式的选择

矿业开发系统是一个复杂的巨系统。系统是若干相互联系、相互制约的要素之间有机集合体，具有集合性、相关性、目的性、序次性、整体性和环境适应性。矿业开发系统与生态环境系统、社会环境系统及人类合理调控则构成一个动态的互相作用的系统（见图 1－6－1）。

世界各国在近 10 年来对矿业可持续发展战略、政策研究都进行了积极的探索。人们的观念也发生了重大变化。如澳大利亚，“保证产权”（security of tenure）这一概念在 60 年代意味着一个公司对矿山享有绝对的开采权；而在 90 年代则意味着一个公司对矿山享有开采权，但必须满足环境标准要求。

国际矿业界关于“采矿与环境保护”的专题会议及有关矿业可持续发展的文章逐年增多，矿业界人士从矿业可持续发展战略到新工艺、新技术等方面都做了大量而富有成效的探索。大力推广应用包括废料管理、危险性评价、废水对水资源及土壤破坏的预

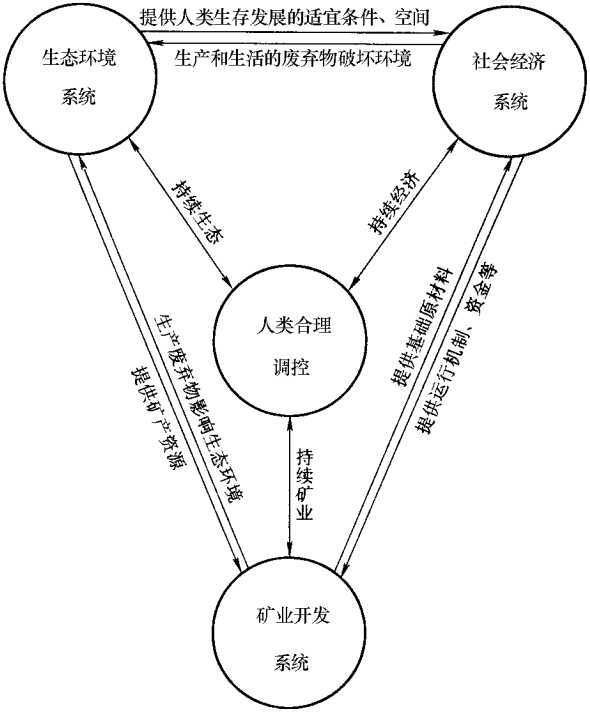



**图 1－6－1 矿业可持续发展的构成系统及动态特征范围**

防、矿山复垦以及矿山资源综合利用等新的工艺、技术，为矿业可持续发展奠定了良好的基础，提供了可靠的技术保证。

矿业可持续发展强调矿业的持续发展，更强调生态环境和自然资源的持续利用，并不断追求矿业、经济、生态以及人类自身协调的统一。能否实现这一目标，取决于人类、资源、环境之间冲突协调和增长平衡的互相作用的动态过程中，人类对矿业发展模式的选择。只有完全满足人类、环境、资源目标协调发展的矿业开发模式，才能实现矿业的可持续发展。

矿业的发展应按照统筹规划、总体调控、注重内涵、节约资源、适度开发、保护环境、建设生态矿山的总体方针，走集约型的可持续发展道路。

## 三、矿区可持续发展的探讨

在注重宏观政策、战略性研究的同时，还必须采取切实可行的矿区可持续发展措施。这样，矿区的可持续发展才具有可操作性。

### （一）矿区的涵义

目前比较普遍的理解是，我国国有大中型矿山企业所在地区，包括生产作业区与当地居民（职工及其家属以及当地农民等）生活所在地区。这里可能是依托矿业演变而成

建制的乡镇，甚至是县、市工业小区。

简单地讲，我们可以将矿区定义为：“人类从事矿产资源开发和加工的区域。”

矿区内除矿产资源这一主要资源外，还有土地、水、大气、地表景观等生态资源以及人口、劳动力、人文历史、乡镇、社会等其他重要的环境及社会资源。

如前所述，矿业可持续发展是与人类自身调控与生态环境系统、社会经济系统相互作用、相互制约的一个动态的复杂的系统，而矿区这一基本单元的可持续发展是完全与这一系统相一致的，只是其规模及范围小些而已。显然矿区作为矿业可持续发展的基本单元是合理的，而且可操作性更强。只有单个矿区能够实施可持续发展，才能实现整个矿业的可持续发展。

### （二）矿区可持续发展的目标

矿区可持续发展至少应做到矿区经济可持续发展、矿区社会可持续发展及矿区环境可持续发展。

矿区经济可持续发展是首要的。没有矿区经济的可持续发展，也就谈不上矿区的可持续发展。因为经济是基础。可持续发展把消除贫困作为重要的目标和最优先考虑的问题。目前我国大多数矿山承受着经济和生态的双重压力。只有加速矿区经济的发展才能实现“有钱好办事”的目标。

矿区社会的可持续发展是矿区可持续发展的重要内容及条件。一般来讲，在我国矿区开采对矿区社会影响是正面的，如人口的教育程度、矿区基础设施的建设、就业率等都会由于建矿而有不同程度的提高。尤其是地处边远山区的矿山，对当地社会的发展起到了极其有益的推动作用。我国已建成了占全国城市 16.7% 的 300 多座矿业城市。这些矿区和矿业城市，对推动我国区域经济和社会的协调发展，促进边远和落后地区经济启动和振兴，对我国矿产资源的开发利用乃至全国的经济和社会发展都具有重要意义。但是，我们必须进一步研究矿区社会发展的规律，增强矿区群众特别是管理决策人员的可持续发展观念与意识，充分认识到矿区开发对矿区社会的正、负面影响，提高人们对当今社会、相关区域及后代的责任感，增强参与可持续发展的能力，努力创造良好的矿区可持续发展的社会条件与环境。加强其他产业的发展，推行办矿新模式，将矿山的辅助配套设施及生活配套设施尽量与当地的社会系统及社会环境结合起来，减轻矿山的负担，不搞矿办社会，为矿山闭坑后矿区社会的持续发展奠定基础。

同样，矿区生态环境的可持续发展也是矿区可持续发展追求的重要目标。没有良好的生态环境为保障，就不可能实现矿区的持续发展。必须研究、了解矿区的环境容量即环境承载能力。选择正确合理的工艺方法，减少废料的排泄，减轻矿区生态环境的负荷，重视污染源的治理，推广洁净、无废生产技术，重视水土资源的保护，控制水土流失，特别是要对大量的闭坑和转产矿区进行环境恢复工作。

### （三）矿区可持续发展质量与水平的重要衡量标准

人类只有一个地球，人类社会的发展离不开其赖以生存的生态环境。矿山开采给矿区带来诸多环境负效应，因此，如何降低和消除这些环境负效应，保证矿区良好的生态

环境，就成为矿区可持续发展的重要内容。良好的生态环境是矿区持续发展的重要支撑系统和根本保证。矿区生态环境保护程度自然就成为衡量矿区可持续发展质量与水平的重要标准。

### （四）矿区可持续发展的中心问题

首先，应不断提高矿山开采的工艺技术水平与管理水平。依靠科技进步，促进资源的合理开发利用，提高矿产资源的综合利用水平，尽可能地综合回收有益组分、元素，提高矿产资源的利用率，从而减少废料的排泄量或变废为宝，使废料资源化。

其次，应想方设法降低矿区资源的耗竭速度。这并不意味着降低矿山生产规模，而是指提高资源的回收率、利用率，降低贫化率，在开发利用资源的同时，实施保护性开采措施，加强资源的保护。

第三，要提高集约化程度。必须加强矿区内矿产资源的管理，改变大矿小开、乱采滥挖、浪费资源的混乱矿业秩序，这对于保护资源、提高资源的利用率也非常重要。

第四，重视矿区资源的增储工作。资源是矿区开采、矿区经济发展的基本条件与保证，因此在开采利用现有资源的同时，必须重视矿区外围及深部资源的勘察工作，并不断使储量升级，为矿区矿山开采奠定重要的物质基础，延长矿山服务年限，使矿区已有的其他资源得到更加充分的利用。

### （五）矿区可持续发展的基本体系要素

矿区可持续发展的基本体系要素如图 1－6－2 所示。

## 四、对我国矿业可持续发展的几点具体建议

可持续发展是人类实现持久生存和发展的明智选择，也是我国在 21 世纪和未来发展的自身需要和必然选择。要把节约资源、保护环境放到重要的位置，使经济建设与资源开发、环境保护相协调，实现良性循环。矿业可持续发展作为社会、经济可持续发展的重要组成部分，必须引起政府、社会团体及公众的高度重视。为此，提出几点具体建议。

### （一）更新观念，转变模式

和谐的环境是可持续发展的基础。必须坚决摒弃矿山只是“打洞采矿”的观念。从政府到公众，都要从根本上认识环境与发展是相辅相成的有机整体，发展不当会造成环境问题，健康发展可以促进环境的改善，不要把环境与发展对立起来。

要变只索取为珍惜保护。矿业是以矿产资源为基础的产业，树立正确的资源意识和环境意识，认识自然资源的有限性，限制过度消耗与不合理消耗。

确立矿山开采中污染防治的基本战略。生态环境的承载能力是有限的，要变末端治理为全过程控制、预防，在矿山的设计、建设时就应综合考虑矿山的经济效益、社会效益及生态效益。从源头上为矿业与环境的协调发展打下良好的基础，从整体战略及资金

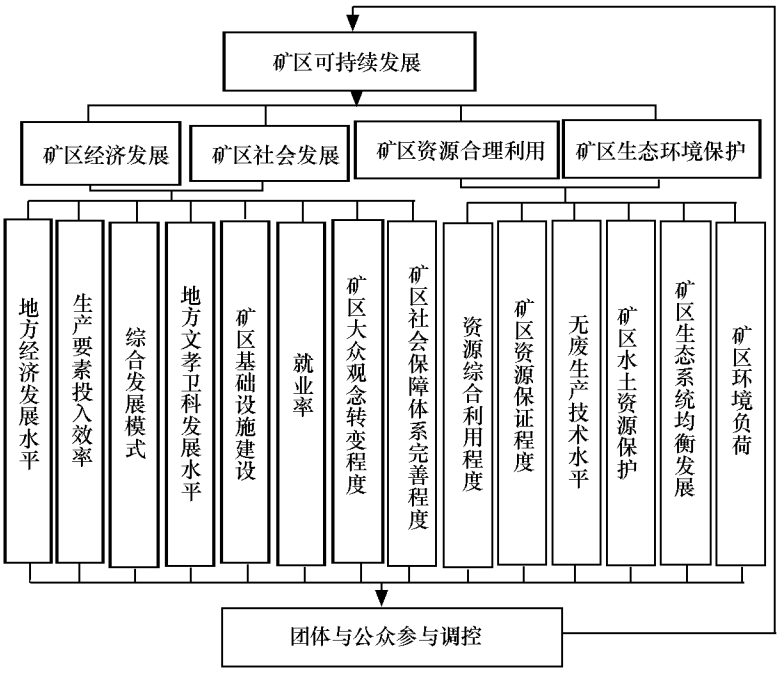



**图 1－6－2　矿区可持续发展基本体系要素及关系图**

计划上为矿山无废开采、持续发展创造条件。

更新观念的同时，要逐步转变行业发展模式。目前，我国经济及矿业经济基本上仍沿用高投入、高消耗的落后、传统的发展模式。这种资源、能源高消耗的传统发展方式和粗放经营的传统模式，导致结构不合理、技术水平低、发展不协调平衡，必然会造成许多被动，使发展本身难以持久。因此，转变矿业发展模式已是当务之急。

目前，我国的有色金属工业已面临后备资源不足的局面。到 2000 年，现有铜、铅、锌矿山生产能力将消失 40%。一批主要矿山的生产进入中晚期，已开发的矿产资源，由于不注意合理利用，浪费大，综合回收率低，损失十分严重。矿产资源的保证问题已十分突出。资源已成为有色金属工业发展的严重制约因素。如果不把合理使用资源、提高资源利用率、保护自然环境等纳入发展模式，将很难实现矿业的可持续发展。

### （二）制定适应矿业可持续发展的政策

矿产资源具有不可再生性，在开采利用上具有不可逆性及非弹性和集中垄断性。矿业开采只有消耗资源才能获得所需产品，而开采之后，这些矿产资源也就不复存在，从而使矿产资源的开发呈现不可逆性。同时，矿山一旦建成，则其规模一般难以有较大变化，呈现出非弹性。同时，矿产资源的形成、分布并不依人的意志为转移，资源的分布不平衡性往往会导致资源开发的垄断性（集中性）。

作为开发矿产资源的矿业，是对我国“可持续发展”战略实施有重大影响的基础产

业，但目前我国矿业都面临着经济、环境的双重压力。在实施可持续发展的过程中，必须重视经济增长和本国资源与资本积累能力相适应，注重经济增长、社会发展、环境保护三者的均衡发展，否则在实现目标的过程中就会遇到困难和扭曲。最明显的困难将是“百业待兴”与“财力不足”的矛盾。

首先，目前矿山税赋问题非常突出。1994 年税制改革后，矿山除上交与其他行业企业同等的税之外，还有资源税、资源补偿费等税费，加上各种摊派，使矿山不堪重负。以凡口铅锌矿为例，这是一个各方面条件相当好的现代化矿山，据原有色金属总公司年鉴统计，从 1990～1994 年 5 年间，该矿年交税赋上升了 18 倍，而人均年利润下降了 80%。1995 年全国矿业税费总额占销售收入的 9.66%，比全国工业企业平均税费 6.45%高出将近一半。1997 年矿业平均税费占平均销售收入的 12.7%，加上所得税高达 24%，大大超过全国工业平均税赋占销售收入 6.8%的水平，比美国、加拿大等国的矿业税赋高出 1 倍以上。这种沉重的税负与其基础产业的地位极不相称。过重的税赋，不但影响矿业建设与生产，还严重危害矿产资源的合理开发利用与保护，使矿山企业自身很难有足够的资金保证去顾及生产以外的事情，导致矿山发展后劲不足，直接影响到矿业的可持续发展。

其次，由于一般矿山都地处较偏僻的地方，不同程度地背上了矿办社会和长期扶助地区经济的沉重负担。与一般工业企业相比，矿山企业有建设周期长、风险大、对资源依赖性大、劳动条件差等特殊性，这就决定了矿山企业的建设与生产及持续发展都要付出更大的代价。

因此，应在政策的制定上有适当的倾斜性，如考虑减轻矿山税赋，使矿山能有余力来完成可持续发展的实施，为地方经济的全面发展创造更良好的条件。同时，对矿区的社会保障及统筹体系尽快制定出特殊的政策，使矿区的社会发展进入一个良性循环的轨道。

### （三）以科技进步促进矿业发展

科学技术是第一生产力。矿山企业要努力成为科技投入的主体，逐步加大科技投入，加强科技成果的工程化，解决我国采矿科技成果先进，而矿业整体生产力落后的矛盾。科学技术的研究、开发、推广，应以降低成本、提高劳动生产率、提高矿产资源的综合利用率、减少废料排放、有利于生态平衡为主要目标。

实践证明，矿山企业新技术、新工艺的应用，无论在经济上还是在矿区的社会与环境方面，都起到了极大的推进作用。如安庆铜矿、金川镍矿、白银公司的小铁山铅锌矿和深部铜矿、大厂矿务局的铜坑矿、中条山有色金属公司的铜矿峪铜矿等一大批骨干矿山，由于采用了适合本矿条件的新工艺，对资源的综合回收、劳动生产率、矿山经济效益、延长矿山寿命及矿区环境保护等方面，都起到了积极的作用，为我国有色金属矿山采用新技术树立了典范。而德兴铜矿低品位表外矿浸出提铜技术的成功，则不仅使矿产资源得到了充分回收，为我国有色冶金行业降低金属生产成本创造出一条切实可行的道路，同时解决了德兴铜矿多年的废水排放及废石利用的问题，达到了矿山经济效益、社会效益及生态环境效益的共同提高，为矿业可持续发展提供了可供借鉴的有益经验。

### （四）加强矿产资源管理，注重废料资源化的研究

资源作为矿业发展的核心，必须引起高度重视。矿产资源的优化配置是矿业可持续发展的基础。可持续矿产资源管理是指国家、地方关于矿产资源的政策制定、矿产资源开发的规划和管理中，寻求经济发展、环境保护和人类社会福利之间的最佳联系与协调。这就要求我们在矿产资源管理中除了应考虑“量”的变化与管理外，还应考虑“质”的变化与管理，保持矿产资源质和量的完整性，同时要求资源的利用从长远的观点看有最佳经济效益，处理好经济效益与环境保护之间的矛盾。因此，必须把矿产资源管理纳入到人类生存的环境要求和未来变化中考虑，纳入到整个社会经济良性发展的战略高度来考虑矿产资源未来的长期变化的影响和要求。

显然，依法开矿是矿产资源管理的必由之路。必须清理整顿矿业秩序，严格执行《矿山资源法》及其《实施细则》，采取搞清资源、择优定点、正规开采、规范经营、定向供矿措施。坚决杜绝乱采滥挖、破坏资源的短期行为与不法行为，走资源开发集约化的道路。

废料资源化前景广阔，发达国家已有许多成熟的技术。矿业开采再也不能走单一采选的老路子了。必须对废石、尾矿等的利用加大研究力度，使之成为一种新的资源。例如废石、尾矿中其他有用组分的回收，尾矿、废石用做建材原料、尾矿造肥等等，从而将矿山废料变为有用的资源。

### （五）综合利用好国内、国外两种资源

矿产资源的丰度效应决定了其赋存的不均衡性。在一个国家内部以及在全球范围内，存在着极大的地域差异。因此，我们必须充分认识到这种差异，制定出适合本国实际的矿业开发战略。

当今世界，没有哪一个国家的资源是完全配套、应有尽有的。在世界经济一体化不断增强、资源领域的国际合作不断扩大、国际资源供过于求的情况下，国内短缺的或未来保证程度不高的大多数资源，就要立足于国际。在立足用好国内资源的基础上，扩大资源领域的国际合作与交流，通过国际资源的调剂与互补，实现我国资源的优化配置，保障资源的可持续利用。矿业部门可到国外从事我国紧缺矿产的风险勘探开发，建立国外矿产供应基地，或与国内有关部门建立长期稳定的供应关系，实现必要的战略资源储备。

# 第七章 矿产资源的开发利用与环境保护

矿产资源是指岩石圈内由地质作用形成，技术上可行、经济上有利用价值的自然资源。它们以元素或化合物的集合体形式产出，绝大多数为固态，少数为液态或气态，人们习惯上称之为矿产。

矿产与它们的衍生物渗入到人类文明的各个方面——习俗、商业、福利和生活质量。战争可赢得或失去拥有矿产的权利，对矿产的勘探导致新的殖民地的产生。的确，一个社会水平的高低通常是由一个国家自己的矿产资源或引进的矿产资源的各种用途来衡量的，其经济的健康和政治的维护总是取决于它对矿业生产出来物质有效分配的能力。矿产与奢华如同连体兄弟分不开，因此地质学家对保证可预言的和充足供应的矿产起着重要的角色。

矿产在人类社会经济发展中具有极其重要的作用，人们在开发利用矿产资源的过程中，又常常带来或引发一些环境地质问题，如“三废”的产生与污染、地形地貌的改变、水均衡变化、地震、水土流失等，给人类社会发展形成了负面效应。

## 第一节 矿产资源的分类

按照矿产的可利用成分及其用途，可将其分为金属、非金属、能源三类（表 1－7－1）。

表 1－7－1 矿产资源的分类

| 矿产类别 | | 说 明 |
|---|---|---|
| 金属类 | 黑色金属类<br>有色金属类<br>贵金属类<br>稀有金属类 | 能提炼铁、锰、镍、钒、钴、钼、钨等钢铁工业所需原料的矿产资源<br>能提炼铜、铅、锌、铝、锡、铋、镁、钛等金属的矿产资源<br>能提取金、银、铂等贵重金属的矿产资源<br>能提取锂、铍、铌、钽、锑、汞、稀土元素等元素的矿产资源 |

| 矿产类别 | 说　明 |
| --- | --- |
| 非金属类 | 富含硫、磷、碘、硼等元素，以及重晶石、石棉、萤石；石墨、金刚石、石膏、滑石、膨润土、高岭土、珍珠岩、硅灰石、蛭石、海泡石等矿产资源 |
| 能源类 | 包括煤、石油、天然气、泥炭和油页岩等由地球历史上的有机物堆积转化而成的“化石燃” |

## 一、金属类

尽管大多数金属是由火山活动原生形成的，但在一定程度上金属是由其他一些过程如斑岩铜矿的风化或河流对矿沙的沉积作用次生的。

（1）火山活动。许多种不同岩浆生成过程及其相应结果与矿床生成有联系。岩浆矿床既可在侵入体内又可在支脉中形成，如岩脉或岩墙侵入邻近岩石。岩浆中金属矿产可由于渗滤压力或重力等差异而富集（如图 1－7－1）。Adrondacks 的铁矿和非洲 Bushveld 的铬铁矿就是这样形成的，有时虽无可观的矿物富集，但矿物可呈孤立的碎块在火山岩中出现，像南非 Kimberly 地区的含金刚石的管状矿脉。

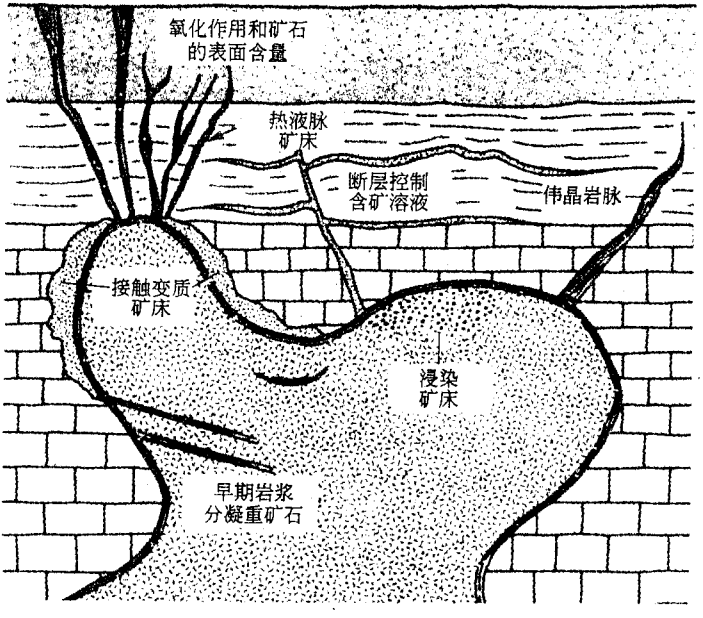



图 1－7－1　火成岩成矿的典型剖面

也许由火山活动形成的最大范围的金属是与距深成岩体有一定距离的岩墙、岩脉有关。伟晶岩脉是粗晶质，是可能含有重要数量的锡、铀、钨、锂和铍的酸性火成岩。热

液矿脉可能出现在离母岩几公里的地方，它们由从结晶过程中的侵入体内逃溢出来的热的流体、液体和气体形成的，热液矿脉可依据其组成温度进一步划分为高温、中温和低温的矿脉，较高温度的或就是高温的岩脉可能含有较多的金、银、锡和钨等元素，而较低温的则含有较多的铅、锌、硫和砷。

(2) 变质矿物。变质岩中金属普遍来源于与侵入体邻近的接触变质带中，在这里有侵入体的热量和交代作用岩浆调整围岩过程中辐射的各种射线。这样形成的矿床有很大范围。与交代变质作用有关形成的金属包括乌拉尔山脉的铁（原苏联）、墨西哥的铜、摩格哥的钼、瑞典的锰。

(3) 沉积岩及沉积过程。地表和近地表的条件同样可产生很多重要的金属矿床，这里包括在低温和常压或近于常压条件下生成的矿物。水作用的次生矿物在一个混合环境中富集起来，这里水包括河谷中的水和流过土或岩石的地下水。矿沙是由流体（河流、海洋或风）的分选作用留下的含有较多比重较大的矿物，至今最重要的矿沙出现在溪流中。

另一种富集形式是地下水富集金属，像 Meesabi 的铁矿或前苏联、瑞典和德国的沼泽矿。在海洋中锰质结核可能由于海水中锰元素的沉淀和在海底核周围次生物质形成的，这些不同形式方式可用来解释斑铜矿、铝土矿和镍矿形成原因。在这些情况下，富集过程是纵向的，对火成岩的侵蚀冲刷、淋滤金属矿，在富集地带又重新沉淀达到够开采的等级。

## 二、非金属类

非金属类矿产资源中，很多被称为“工业矿物”，这些矿物有一些共同点，它们可整体利用，即整个矿物或岩块不需进一步加工就可以用；非金属类资源也较多地作为建筑材料使用。在未来的 15 年，我国的非金属矿产材料在节能、电子工程、环境保护、密封、耐火保温、生物工程及填料、涂料方面将会得到进一步的发展。从低廉的矿物原料，开发高附加值的深加工非金属矿物材料以及高精尖技术功能材料，将是今后我国非金属矿物工业的主要课题。

### (一) 工业矿物

(1) 肥料。矿石肥料已成为土壤增肥和喷施农田的最主要物质。由于能增肥而被施加于土壤中的最多的元素为钙、氮、磷、钾和硫。除氮以外，其他元素都是用人工方法从矿石中提炼出来的。钙大多是从灰岩中提出，它是最丰富和最便宜的添加剂；氮是从大气中提出的，也有从非海相蒸发沉积硝酸盐物质中提出，美国使用这些产品大约占世界的三分之一。

主要的产磷矿石是磷灰石。美国的磷灰石矿储量仅次于摩洛哥。尽管磷存在于多种岩石中，美国的产品大多是来自佛罗里达的 Pebble 磷矿石，年产量达 4000 万 t。

钾是多种岩石中都含有的元素，但是商业生产大都是采用蒸发矿床中储藏的钾盐。北美洲的钾盐储存量占世界的 25%，足可利用几个世纪。

(2) 化学矿石。这些矿石的重要性在于它们的化学特征和无机性能的应用，但是，它们的用途广泛而难以分类，它们覆盖于商业世界的“滨水区”，食盐、黏土、硼酸盐、碳酸盐、硫酸盐、氟化物等都是重要的物质。

(3) 其他矿物的用途。社会上对矿物有多种用途，特别是一些坚硬矿物常被用做磨料，水晶、石榴石、刚玉、金刚石等常用做切割材料，精美而稀少的矿物常常被用做珠宝和装饰品。

## (二) 建筑材料

在整个商业价值中，工业矿物和岩石是人类在地球物质中用得最多、仅次于化石的原材料。这些物质大部分是基岩、砂和黏土，它们都能直接用做矿石或制成特殊的模型，为了方便，这些用做建筑的材料可以分成两大类：(1) 仅需手工加工的材料；(2) 由一些其他成分来充填，并通过煅烧、高压铸造成新的材料。

(1) 建筑石料。原料分类中的建筑石料是由一些具备无需化学加工而直接用于建筑工业和结构工艺中的石块组，有规格石料和碎石之分。前者是按照建筑需要将基岩分割成一定形状和体积的石块；后者由基岩碾压成的碎块和砂、砾石等未固结沉积物组成，用于道路铺设和其他建筑填料。各种类型的岩石都可用于建筑，但是由于其运输费用很高，一般仅在当地开采。

(2) 加工的矿石产品。矿物的用途可以说是无限的。这里，我们将简单地讨论建筑业上普遍使用的、由矿物组成的五种加工产品，即水泥、熟石膏、黏土、玻璃和石棉，它们都是与其他配料混合制成的建筑材料。

①水泥是一种加水时形成类似岩石的产品。甚至古罗马人都了解，当速溶石灰加到火山灰中，与水混合就形成了水泥——众所周知的波特兰水泥，它被广泛地应用于沟渠、浴器和其他建筑物中。波特兰水泥是通过煅烧石灰、黏土和一些石膏的混合物制成，当加入水时，经过结晶、凝结形成了含氢化合物，从而制成混凝土，而石灰石和黏土则是最常见的原材料。

②熟石膏通常是由 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ 或 $CaSO_4$ 制成。这些矿物是相当普遍的，人们早期就用来进行涂刷墙体、砖瓦和墙板。

③黏土具有各种用途——涂料，水泥，耐火材料，砖瓦，陶器等。黏土含有一些特殊矿物如高岭石、蒙脱石、伊利石、云母等以及一些粒径细小的松散沉积物。黏土是由母岩经过风化、破碎、然后在水的作用下经过重结晶、沉淀或沉积形成。黏土在全球的分布非常广泛，各个地区富集储量都很大。

④玻璃在 20 世纪已经成为人们喜爱的建筑材料。它是由融化岩石和矿物在水中突然冷却，以至没有充足的时间发生结晶而制成的。石英是最普通的原材料，可以从各种砂砾中获得。玻璃广泛地用于窗户、绝缘体、半导体、茶具等产品中。

⑤石棉的抗热性、耐磨性、抗腐蚀性使之成为一种重要的建筑材料。它是由来源于纤维矿物的丝状物组成，常用于管道的绝缘，房屋的防火、抗热以及防火的窗帘、布料、坐垫等。然而，石棉由于含有某些有害于人体健康的致病成分而在近年来应用上受到严格的限制，许多公共场合如学校就要求禁用石棉作为建筑材料。

另外，其他许多种的矿物产品也越来越多地应用于颜料、纸张制作、水体净化、糖的提炼等。

## 三、能源类

煤、石油、天然气、核能、地热是人类生活和经济建设的五大能源，其中煤、石油、天然气又占有十分重要的地位，在人们的日常生活中每天都离不开它们，是典型的化石资源，是由生物遗体在地底高压下经过长期埋藏而形成的可燃物质。

### （一）煤

到达地球的太阳辐射能约有 20% 被植物吸收，它们利用这些能量将简单的惰性碳氢化合物化合成复杂的有机生物分子，这些储存在有机物中的太阳能在生物死亡后不久即通过氧化而分解和腐烂。但是，假如枯死的植物落入一个缺氧的环境，例如死水中，那么它的一小部分（大约 2%）就会被沉积物埋葬而与水表面处的恶劣环境相隔离。如果这个区域不断下沉以至于有越来越多的沉积物积累，那么所产生的压力就会慢慢迫使有机物中的水、氧气和氮气及其他混杂物排放出来从而形成含碳丰富的煤层。缓慢的沉降，密集的生长，沼泽式的滨海和冲积平原常常为地质时期地壳稳定阶段植物碎片的埋藏并形成煤提供了理想的环境。

煤的使用有一个漫长的、带有残酷性质的历史。4000 多年前的欧洲、2000 多年前处于青铜器时代的中国以及 1000 多年前的美国印第安人就已经使用煤。但是煤难以挖掘、难以处理，燃烧起来又太脏，这是它的主要特点。当煤接近消耗完后，木材就成了主要的燃料。大约在公元 1300 年，因木材的有限利用而导致的“能源危机”使伦敦开始转向利用煤，那些烟囱因此而导致的肮脏的空气迫使爱德华一世于 1306 年颁布了一项禁令，严禁在伦敦燃烧烟煤。到 1750 年，英格兰成为世界上第一大化石燃料动力国家，随之而来的事实就是它成为了工业革命的先锋。

1850 年，煤的供应仅占美国能源需求量的 7%，由于森林和木材供应后的消耗，煤变得越来越重要，直至 1910 年它已占全部燃料的 70%。早期的煤矿，尤其是阿巴拉契山脉中的煤矿谱写了美国历史上最为丑恶的一章：成千上万的、目不识丁的人们以每英亩 10 ~ 50 美分的价格将矿石所有权卖给了土地投机商。作为回报，几年后，人们看到在他们自己或以前的所有者所签署的臭名昭著的“谅解备忘录”条款的特许下，推土机开进了他们的家园，将他们的家园和财产毁坏。矿井的工作条件是极其残酷的——在 20 世纪的前 75 年中，10 万人惨遭杀害，100 多万人在矿井事故中遭受终身残疾，更多的人则染上了黑肺病，土地和水遭到普遍污染。

1910 年以后，石油和汽油开始减弱煤在市场上的占有率，到 1978 年，煤占全美燃料总量的比率不到 20%，占全世界能源产量的 30%。虽然世界用煤的占有率已经下降，但是其所包含的实际数量却从 1900 年的每年的 7 亿 t 上升到 1977 年的 27 亿 t。

煤燃烧后留下的灰烬是由无机物组成的，这些无机物大部分是在沉积过程中淋滤到煤层中的。煤中也含有大量的化学杂质，通常包括水和 24 种以上的元素，像硫、氮、

铀等，也包含有其他的放射性同位素和 14 种有毒的重金属（铅、镉、汞、砷等），这些元素许多都在煤燃烧时直接由烟囱排放到大气中，从而造成大气污染。

20 世纪初，煤占全球商业能源的 95% 以上，现在的能源开发和配置都有了很大的变化：石油、天然气、电力、核能等被广泛利用。但当今世界经济发展之快对能源的渴求非常迫切，经济发展与能源用量的紧张关系一时也难以缓解。1998 年，世界石油储量是 1 万亿桶，石油产量逐年递减，估计到 2010 年后石油逐渐枯竭，到 21 世纪中叶时开采和使用殆尽。相比之下，煤的储量比较乐观，可供持续利用 300 余年，但煤炭的品质不同，可利用率及对环境的污染问题都必须加以解决。

我国是世界上开发利用煤炭最早的国家，在汉代的一些史料中，有现今的河南六河沟、开封、洛阳等地采煤的记载。当时煤不仅当做柴烧，而且成了煮盐、炼铁的燃料。现河南巩县还能见到当时用煤饼炼铁的遗迹。汉朝以后，称煤为“石墨”或“石炭”。旧中国煤炭工业发展缓慢，到 1949 年，煤炭的产量仅 3000 多万吨，到 1997 年，总产量 13.73 亿 t。若按省、市、自治区划分，年产量排行前 5 名的依次是：山西，3.38 亿 t；河南，1.05 亿 t；山东，0.91 亿 t；黑龙江，0.85 亿 t；内蒙古，0.83 亿 t。目前，全国仅上海、天津两市及西藏自治区为无煤区。

## （二）石油

石油起源于有机物质，是流体，与固体矿产相比，有其独特的生成和聚集规律。海相和陆相沉积地层都含有石油及天然气，湖泊是有机质堆积和石油生成的主要场所。我国陆相盆地的油气产生于各种类型的古代湖泊沉积物中。在湖泊细粒沉积物和还原环境中的沉积有机质，在一定的温度条件下可转化为石油及天然气。这些石油及天然气经过在生油层中的一次运移和在储集层中的二次运移，遇到地质构造等阻挡场所（在石油地质中称为“圈闭”），聚集起来，便形成油气储藏（见图 1－7－2）。含油气圈闭有致密地层遮盖，使油气储藏中的油气不致逸散。

地球上到底有多少石油呢？

了解世界石油的分布，可以通过计算石油储量及其在各国家、各地区的分布来实现。关于石油储量，通过计算得知全世界可采储量为 3113 亿 t，到 1997 年累计探明可采储量 2800 亿 t，截至 1997 年，已探明剩余储量 1396.6 亿 t，算下来还有 313 亿 t 石油有待去探察。此外，还有相当数量的非常规石油需要勘查，估计可持续开发 70 余年。全球石油的分布见表 1－7－2。从表中可以看出，产油国一般以发展中国家为主，而石油消费国多是发达国家。

表 1－7－2　世界石油剩余可采储量的分布

| 地　区 | 储量/亿 t | 所占比例/% |
|---|---|---|
| 亚　太 | 57.8 | 4.1 |
| 西　欧 | 24.8 | 1.8 |

| 地 区 | 储量/亿 t | 所占比例/% |
|---|---|---|
| 东亚与独联体 | 80.9 | 5.8 |
| 中 东 | 927.3 | 66.4 |
| 非 洲 | 95.9 | 6.9 |
| 北 美 | 91.6 | 6.6 |
| 南 美 | 118.0 | 8.4 |

我国历史上第一个工业化油田是玉门油田。该地区油田记载显示它已有 1700 多年历史。1921 年地质学家谢家荣首次进行调查，并发表报告。1938 年地质学家孙健初等再次详细调查、勘探，于 1939 年 8 月正式钻探获得工业油流，到 1948 年，原油最高年产量仅有 7.7 万 t。解放后逐步建成了拥有先进技术设备的现代化综合石油企业，成为新中国石油事业培养人才的基地——支援一切大油田的基地。到 20 世纪 80 年代，年产量稳定在 50 万 t 左右，1998 年原油产量 40 万 t，加工原油达 145 万 t。

新中国成立以后，最早建成的大油田是克拉玛依油田。该油田位于新疆维吾尔自治区准噶尔盆地西北缘，中心在克拉玛依市，历史上早已记载过当地的“黑油山”。1951 年中苏石油公司开始普查勘探，1955 年获工业油气流，1956 年投入试采，年产原油 1.6 万 t，至 1960 年达 163.6 万 t，占当年全国天然石油产量的 39%，是大庆油田投入开发之前全国最大的油田。1998 年，以它为核，b 的新疆石油管理局产原油 871 万 t，天然气 4.71 亿 $m^3$，成为我国重要的石袖工业基地。

建国以来中国最大的油田是大庆油田，大庆油田位于松辽平原，地跨黑龙江、吉林两省，中心在黑龙江省大庆市（萨尔图）、安达市十带。1955 年开始普查勘探，1959 年钻探出工业油流，1960 年投入大开发，1965 年产原油 834 万 t，占全国的 73.7%，实现中国石油产品全部自给。1985 年产原油 5528 万 t，占全国 44.6%。1960～1986 年累计产原油 7.92 亿 t，上缴利税 623 亿元，是同期国家向该油田投资的 20.3 倍，是全国上缴利税最多的一个企业，至今持续稳产，其中在 1996～1998 年间，原油产量仍稳定在 5570～5600 万 t 之间。

中国第二大油田是胜利油田，位于山东省西北部黄河入渤海湾的三角洲地带，中心在东营市。1955 年开始普查勘探，1961 年钻探出工业油流。1966 年产原油 134 万 t，1978 年产原油增至 1946 万 t，1998 年原油产量达 2731 万 t，天然气产量达 9～18 亿 $m^3$。中国第三大油田是辽河油田，位于辽宁省辽河人渤海辽东湾的三角洲，中心在盘锦市。1995 年开始普查勘探，1985 年已发现 10 多个小油田，1970 年陆续投入开发。1985 年产原油 900.2 万 t，天然气 177 亿 $m^3$。天然气主要供应鞍山钢铁公司和辽河流域的化肥厂。1996～1998 年原油产量稳定在 1452～1504 万 t 之间，1998 年天然气产量达 15.5 亿 t。

我国年产原油百万吨以上的大、中型油田还有中原、华北、大港、河南、吉林、长庆、江汉等油田。年产数十万吨的中、小型油田有江苏、柴达木、冀东等油田，此外，还有四川、陕甘宁等天然气油田。中国在石油勘探和开发领域已经取得了巨大的成就。

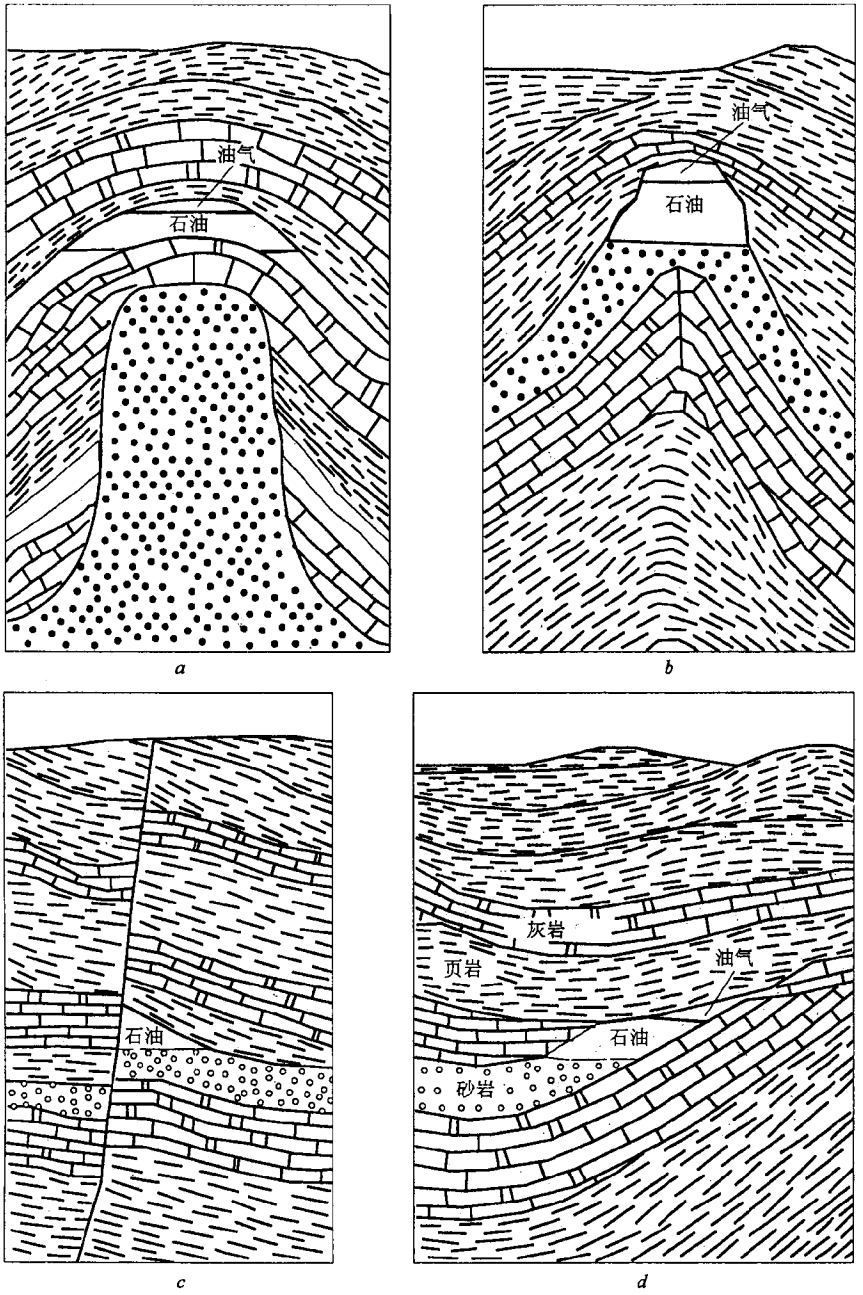



**图 1－7－2　典型油气储藏的地质构造**

a—盐丘；b—背斜；c—断层；d—地层

## （三）天然气

**说到石油，就会联想到天然气，天然气和石油是一对孪生兄弟，人们在进行石油资**

源的勘探和开发时，往往会同时采到丰富的天然气，而人们对天然气储量的了解要比对煤和石油储量的了解少得多。

天然气是石油的气体部分，其主要成分是甲烷——一种最简单、最轻的碳氢化合物。许多传统的能源发现是与油田中溢出的气泡相联系的，这些气体是有机大分子经过化学裂解作用的产物；同样的过程，在细菌的作用下，也可形成沼气及相关的生物气体。

在最早开采石油的头 50 年中，天然气被认为是讨厌的东西而被大量浪费——消散到大气中或被燃烧，直到它的价值逐渐被认识到为止。作为工种方便、高效的燃料，它的应用得到广泛发展是在 20 世纪中期，促使这种发展是其价格对于用户来说比其他化石燃料低。

天然气的储量，估计全球的资源量为 328 万亿 $m^3$，截止到 1997 年，已探明的储量为 143.9 万亿 $m^3$，可持续开发 100 余年。天然气储量最大的 10 个国家中就有中国（表 1 – 7 – 3），俄罗斯占有量最多，其次为中东地区，美国也是天然气大国。

表 1 – 7 – 3 世界天然气储量位于前 10 名的国家

| 国 家 | 资源量/万亿 $m^3$ | 占的比例/% | 已探明储量（截至 1977 年）/万亿 $m^3$ |
|---|---|---|---|
| 前苏联 | 107.24 | 32.73 | 47.60 |
| 美 国 | 40.43 | 12.34 | 4.66 |
| 伊 朗 | 35.37 | 10.79 | 22.68 |
| 加拿大 | 13.75 | 4.19 | 1.82 |
| 沙特阿拉伯 | 13.73 | 4.19 | 5.29 |
| 阿联酋 | 7.29 | 2.22 | 5.32 |
| 尼日利亚 | 7.20 | 2.20 | 3.21 |
| 卡塔尔 | 7.18 | 2.19 | 8.40 |
| 委内瑞拉 | 7.14 | 2.18 | 4.01 |
| 中 国 | 6.43 | 1.96 | 1.15 |

我国目前已经探明的沉积盆地有 400 多个，它们大小不同、形状各异，埋藏在地层深处。虽然我国天然气工业起步较晚，但在很短的时间内就取得了一批显著的成果，已初步完成了沉积盆地地质结构的详细调查，确认了近 70 个蕴藏着天然气资源的盆地，估算天然气资源总量有近 4 万亿 $m^3$。应该说，面积愈大的盆地储藏的天然气资源愈丰富，因此，塔里木盆地、四川盆地、鄂尔多斯盆地、准噶尔盆地都已探明含有大量的天然气资源。此外，沿我国大陆架周围还分布着一系列海上盆地，如东海、莺歌海、珠江

口及渤海湾等，这些盆地内也含有丰富的油气资源。

## 第二节　矿产资源的开发

矿产资源的开采方法因矿床所在地的自然条件而异，一些地区及其邻区的严重环境污染来源于开采过程。

### 一、地下开采

地下开采是在地面以下开采地下矿床，包括挖取地下矿物并运输到地表，并且提供工人、设备、动力、通风设备和供水以保持开采进行。

长壁开采法是一种适用于开采相对平缓、脉状或层状岩体矿床的一种方法，整个矿区沿着开采面移动，不支护上覆岩体，所以经常导致塌方和地面塌陷。

广泛应用于煤矿和盐矿的替代方法是房柱式开采方法。在矿体中以地窖方式挖取并留一些矿柱顶住上覆岩体，大量矿物被遗弃在矿硐中，发掘硐室的最终沉陷引起地表麻点状的塌陷。

### 二、地面开采

(1) 露天开采，适用于高储量、高纯度、上覆岩层薄以至于去掉它不会影响经济性的矿，这是一种经济的开采方法。石灰石、大理石、花岗石的采石场就是露天开采；砾石开采也是一样。许多较小露天矿坑形态是依据矿体形状确定的。像那些用来开采铜矿的许多大型露天矿坑都具有梯状陡坡的倒锥形矿坑，梯状是为了提供运输道和挖矿石的工作平台。大矿坑可有几百米深，主要的开采手段有钻孔、爆破、装载和拖矿石出坑等。

(2) 区域露天开采，这适用于近地表出露的矿床，主要是煤矿。剥去上覆岩层揭露矿床，开挖装运并从矿坑中运出。如果矿层位于相对水平面以下不太深的地方，则整个矿层都可露天开采。先挖一条形或箱形槽，揭露并挖去矿层，然后平行第一道槽开挖，盖层随着开挖而跌落，矿挖完后，留下一个巨大的由平行条带或窗口构成的搓板地形，现在法律要求用泥土填满并在其上种树。

剥去盖层厚度的多少依据剥去费用与要开采矿床的价值确定，有些条形矿达到几百米深。尽管黏土、褐铁矿、铀和其他矿也进行露天开采，但以煤和磷矿为多数。

(3) 等深露天开采，在高原地带和山区，普通水平岩层埋藏于高原下太深而不能露天开采，这样开采只能从出露在很深沟谷中的煤层开始挖起，开采结果是连串高墙、长凳形和破碎带沿着谷壁等深线进去数公里。

(4) 螺旋钻开采，这种方法对等深露天采煤很适用。在形成高墙到达斜坡以后，从节约的可能性上说，用直径几米的螺旋钻钻进煤层能得到附加的煤，随着螺旋叶片转

动，煤从叶片中带出。

露天开采有一个问题，那就是在开采过程中会削弱岩石强度，这样当用地下开采法如长壁法去挽回很多有用矿时就很危险，甚至不可能。

(5) 开采矿沙，开采未固结的矿物，包含着高含量金属或有价值的矿物的冲积物就是开采矿沙，金、锡、铂和宝石经常是从矿沙中开采出来的。基本生产包括准备场地(在必要时，挖除植被、钻孔、爆破、解冻等)，挖掘可取的矿物，分离并收集有价值的产品，堆起或重分散尾矿（废品)。

(6) 水冲法，此法也称为水力冲刷开采法。用高压水冲击流槽中的松散沉积物，破坏并冲走那些轻质的，而那些重金属类矿物如金等就会留在槽底。此法在水丰富的地区是很廉价的，但在发达国家，由于会引起严重的环境问题而被禁用。

(7) 底质采集法，在生产过程中，大量未固结的物质被斗式挖泥船一样的机器挖动，它用旋转的连斗从一边转到另一边，挖掘近 50m 深范围内的沉积物。索斗铲有一套自动冲洗和回转的运输器，海底吸泥器在多种浅水开采中运用，像水冲法一样，底质采集法会引起大量水土流失，给自然生态系统带来很大危害。

(8) 原地开采。原地开采是指在矿床出露处直接对其开采和加工，它最适宜在不搬运自然煤或页岩的情况下采煤或从油页岩中开采石油。美国地下 2000m 范围内的煤只有 10%被开采，许多不能用的煤层可钻进并在原地开采。印第安人和流浪的人利用地下自然煤层燃烧的热量原地燃烧，直接用其热量或用于生产天然气、水蒸气，或用管直接接出地下热水。

经常靠淋滤有用矿物的原地开采对其他资源（包括石盐、钾盐、铀矿、硫和铜）的开采也很重要，它通常很少会带来环境污染，与常规开采方法相比是比较经济的。

(9) 溶解开采，像食盐一样，一些矿物在盐井中用热水溶解，然后进行开采，其他的像钾盐就是采用溶解沉淀法得到。

(10) 海洋开发，当资源需求量像螺旋一样逐渐上升，而常规资源在不断的被耗尽时，我们越来越看重在覆盖地球 70%的海洋中寻找所需原料。矿物资源可从海水溶液、未固结沉积物或海底岩石中得到，因为大量矿体埋藏于深水中。有人建议在海底钻孔前先进行核爆，然后再用深水挖泥或化学淋滤法获得矿床。

## 第三节 矿产资源与环境

矿产资源是环境的组成部分。一方面，人类在获得和利用矿产资源的过程中，会改变原有的自然环境或产生大量的废弃物，使环境受到破坏和污染，引起种种有害的后果。另一方面，矿产资源经济的发展，又对环境的改善起着巨大的推动作用，矿产资源供应的不断增加和经济力量的增强，可以提供更多的资金和技术，促进环境的治理和改善。

## 一、矿产资源使用量和环境污染量

矿产资源使用量和环境污染数量之间的关系可用公式表示如下：

环境污染系数 = 环境污染数量/矿产资源使用量

式中　环境污染数量——大气、水、固体废弃物等各种污染量；

矿产资源使用量——某种矿产资源使用的数量；

环境污染系数——使用单位矿产资源量所产生的环境污染数量多少。

从整个人类社会发展历史来看，在发展初期（即工业革命以前），人类对矿产资源的开发利用规模很小，工业生产不发达，环境污染系数很低，这是第一时期。

随着生产力的发展，在 18 世纪 60 年代至 19 世纪中叶，以蒸汽机发明为代表的产业革命，对矿产资源的数量和质量提出更高要求的同时，许多工业产品在生产和消费过程中排放的“三废”使工业发达城市环境受到污染，环境污染系数逐步提高，这种趋势一直延续到 20 世纪 50 ~ 60 年代。工业的不断集中和扩大，能源消耗大增，震惊世界的环境公害事件接连不断，著名的伦敦烟雾事件（1952.12）、日本水俣病事件（1953 ~ 1961）和四日市哮喘病事件（1955 年以来）以及骨痛病事件（1931 ~ 1975）的发生，形成第一次环境问题的高峰。在这种背景下，1972 年联合国在斯德哥尔摩召开了第一次人类环境会议，工业发达国家开始重视经济发展与环境的关系，70 年代中期环境污染得到一定控制。环境问题的第二次高峰发生在 20 世纪 80 年代初期，以中国为代表的发展中国家经济的崛起，在资源与环境问题上重蹈发达国家的覆辙。这次不但发展中国家环境问题频发，而且出现了全球性环境问题，如温室效应、臭氧层破坏、酸雨等等，严重威胁着人类的生存和发展，1992 年的里约热内卢环境与发展大会正是在这种社会背景下召开的。

从那以后到现在的十年间，由于全人类环境保护意识的觉醒，以及科学技术水平提高对污染治理的贡献，环境污染系数开始下降，这是第三时期。目前我国正处在这一时期。第四时期，环境污染系数稳定在一个合适的数值，这个数值既能满足人类的需要，又是经济技术能够保证的，这样不断地向前发展的一个时期，目前以美国、日本为代表的发达国家正处在这一时期。

由此可见，不同的国家或同一国家不同的历史时期，环境污染系数是不同的。但是，对于每个国家来说，一般都要经过低环境污染系数→环境污染系数上升→环境污染系数下降→环境污染系数稳定发展四个时期。

## 二、矿产资源利用与全球环境问题

目前，危害严重和影响范围大的环境问题主要有：森林面积锐减、土地严重沙漠化、自然灾害频发、淡水资源日益枯竭、温室效应、臭氧层破坏、酸雨频繁、化学废物排放量剧增。这些都和矿产资源的开发利用有着紧密的联系，其中前四项主要涉及矿产资源的开发，其影响是地域性的；后四项主要涉及矿产资源（特别是能源矿产）的利

用，其影响是全球性的。

### （一）温室效应

近年来，全球气候异常，热浪向全球各个角落袭来。西欧出现了历史上罕见的暖冬；千百年来风景优美、气候宜人的开罗也一反常态，被40℃的高温骚扰而烦躁不安；被称为“世界粮仓”的美国，正忍受着半个多世纪以来最严重的干旱；南亚在暴风雨袭击的同时，又不得不忍受热浪及干旱的重压。

气候变暖与大气层的化学成分变化直接相关。太阳光照射到地球表面，一部分辐射能量被地球表面和云层反射，一部分被大气层和空气分子散射回宇宙空间，剩余部分则被地球表面所吸收，使地表增温。大气层吸收太阳辐射能量的气体主要有二氧化碳、甲烷、氧化亚氮等等，俗称“温室气体”。这些气体的作用犹如一个温室的罩子，允许太阳辐射的能量穿过大气到达地表，同时又防止地球反射的能量逸散到天空，其结果是使低层大气变暖。二氧化碳是引起温室效应的主要气体，研究表明，19世纪中期，即世界大规模工业化以前，大气中二氧化碳的含量约为290ppm，现在已上升到350PPm左右。大气层的化学成分在过去几千年的时间里基本上是稳定的，工业化以来发生的急剧变化，则成为气候变暖的原因所在。

大气层化学成分出现上述变化的主要原因有：能源消耗量大幅度增加和大面积森林及植被破坏。前者导致二氧化碳排放量剧增，后者破坏了自然生态吸收二氧化碳制氧的机能。全世界因人为活动导致大气中二氧化碳增加量中，矿物能源消耗所起的作用占50%以上，砍伐森林的作用约为25%左右。

温室效应带来一系列环境危害。首先，气温升高使海水变暖并膨胀、极地冰雪融化，导致海平面上升，沿海地区受到风暴潮、暴雨的灾害将更加严重，有些沿海城市和岛屿将被海水淹没。其次，旱涝出现频率上升，中纬度内陆湖泊、水库水位将会下降甚至干枯，而高纬度低地则可能经常出现渍涝；不少现有的水利设施可能失效，一些内河湖泊和航运也将受到影响。第三，在中纬度的一些地区，夏季少雨，蒸发量大，会变得酷热难忍，森林和草原火灾增多，水资源问题将更为尖锐。

### （二）酸沉降

酸沉降是指大气中pH值小于5.6的酸性物质的沉降现象。酸沉降包括湿沉降和干沉降，前者包括雨、雹、雾、露等沉降，后者包括酸性气体、颗粒物及有关物质沉降。酸雨仅是这种复杂的酸沉降现象中的一种，也是最常见的。不过由于历史的原因，现在人们仍沿用酸雨一词来表示广义的酸沉降。

在正常情况下，雨水溶解大气中的二氧化硫等物质降落地面时，pH值大约为6左右，即呈微酸性。当大气中的二氧化硫和氮氧化物遇到水滴或潮湿空气，即转化为硫酸和硝酸，溶解在雨中导致雨水的pH值降至5.6以下，形成所谓的酸雨。据测定，酸雨的主要成分是硫酸和硝酸，两者占总酸量的90%以上。

二氧化硫和氮氧化物均为矿物能源消费过程中排放的主要污染物。目前，在人类活动所排放的二氧化硫和氮氧化物的总量中，能源矿产利用所占的份额达80%以上，在

酸雨形成中的作用为75%以上。酸雨造成的环境问题是严重的，也是多方面的，主要表现在：

(1) 土壤及湖泊、河流酸化。酸雨及二氧化硫等尘埃降到地面，导致土壤酸化。一方面，土壤中的钙、镁、钾等养分被淋溶，土壤日益贫瘠化，另一方面，酸化的土壤又影响土壤中微生物的活性，造成土壤肥力下降，影响植物和农作物生长。酸雨还导致湖泊、河流甚至地下水等水体的酸化，破坏水生生态系统。

(2) 森林及植物受损乃至枯死。受酸雨侵蚀的植物叶子，叶绿素含量降低，导致光合作用受阻，引起叶子萎缩和畸形，造成生产力下降。

(3) 腐蚀建筑交通设施及古迹。一切裸露于大气中的物体不论是建筑物、工业装备、金属材料等，还是古代文化遗产，如古建筑、雕刻、古迹等，都将遭到酸雨腐蚀而严重损坏。

(4) 危害人群的健康。在污染浓度高的地区，酸雨对人体健康的直接危害已十分严重。很多国家由于酸雨的影响，地下水中的铝、铜、锌、镉的浓度已超过正常值的10~100倍。酸雨还通过食物链对人体健康造成间接危害。

### (三) 臭氧层破坏

臭氧是一种气体。臭氧层主要分布在离地球表面10~100km高空范围内，尤其集中在20~30km的高空平流层中。这层薄薄的臭氧像一道屏障挡住了太阳光中的紫外线辐射，假如地球没有这道屏障，太阳的强大辐射会直接照射到地球上，那么，生命或许就会退回到依靠水体保护的非常原始的阶段。

科学研究表明：如果臭氧减少10%，地表的紫外线辐射相应增加20%。进入20世纪80年代，科学家们陆续发现了南极、北极上空的“臭氧层空洞”。目前，南极上空受到破坏的臭氧层已超过10%，每到春季就会形成一个臭氧层空洞，1986年的面积大到可以容纳下美国大陆。北极上空的臭氧空洞面积相当于南极臭氧空洞面积的1/5。

目前普遍认为，氟里昂是导致臭氧层破坏的主要原因，它和四氯化碳、三氯乙烷一道对臭氧层破坏所起的作用占80%以上。矿物能源的消费，也是臭氧层破坏的重要原因。有的科学家估计，化肥和燃料产生的氧化氮，可能导致臭氧减少15%。

据国际有关组织的实验，臭氧减少1%很可能会使皮肤癌发病率增加4%。目前，全世界每年死于皮肤癌的人大约有10万人。紫外线增加，还会危害植物及森林等的发育、生长，使农业减产；杀死海藻，使鱼类和其它水产品减产。

## 第四节　矿产资源开发中的环境问题

在矿产资源开发的过程中，始终存在着对自然环境的干扰以及对自然生态的破坏，但这种影响是非常复杂的，不仅取决于被开采矿物的种类、采矿方法、采掘机械的选用，还取决于矿山周围的自然地理特征、社会文化环境等。而且环境各要素之间相互联系、相互作用，对各要素的影响不是孤立的，在对某要素产生影响时，也直接或间接地

使其它要素发生变化。

## 一、固态矿产资源开发中的环境问题

固态矿产资源是指那些以固体形态赋存于地壳内部或表面的矿产，包括几乎所有金属矿产、非金属矿产和能源矿产中的煤炭、油页岩、铀、钍等放射性同位素。

全球每年都要从地壳中采出数十亿吨矿石，而最终产品占采出矿石量的比重不超过15%，大部分都进入废石场、尾矿场成为生产性废料，以及成为水或大气中的泥渣和灰分。

### （一）资源的浪费和破坏

矿产资源的采出率低是我国各类矿山普遍存在的问题。许多矿山的不规范开采、无序开采、乱采滥挖，造成资源的严重浪费和破坏。以煤矿开采为例，在1989年地矿部门对全国26个省（区）300多个煤矿开发利用情况进行了抽样调查，原国有重点煤矿、地方国有煤矿、乡镇煤矿的矿井采出率分别为50%、30%和低于10%（见表1－7－4）。乡镇煤矿乱采、滥挖，破坏采区949个，破坏可采储量28亿t。1995年的调查结果要略好些，但全国矿井采出率平均仍不到50%，即有一半的煤炭资源被遗弃和破坏。金属矿山也存在类似的问题，全国9种主要金属（铝、铜、锡、铅、锌、锑、钨、钼、镍）矿山矿井采出率也仅为50%左右。与煤不同的是，金属矿产成为最终产品要经过选矿和冶炼，这两个过程也存在资源的浪费，最终回收率更低（见表1－7－5）。

表1－7－4 全国煤炭资源矿井回采率（%）

| 年 度 | 统配煤矿 | 地方国有煤矿 | 乡镇矿山 | 全国平均 |
|---|---|---|---|---|
| 1989 | 50 | 30 | 10 | 32 |
| 1995 | 56 | 49.6 | 38 | 46.7 |

表1－7－5 全国9种有色金属矿山资源开发利用情况

| 年度 | 矿 井<br>回采率（%） | 选 矿<br>回收率（%） | 采选综合<br>回收率（%） | 采选冶综合<br>回收率（%） |
|---|---|---|---|---|
| 1989 | 47.14 | 70.00 | 33.00 | 30.00 |
| 1995 | 53.02 | 80.00 | 42.42 | 38.17 |

表1－7－4、表1－7－5资料来源：《矿产资源规划研究》，2000年）

目前国内遭受破坏程度最高的是那些具有出口优势的矿产资源。中国钨矿储量占世

界储量的40%左右，居世界第1位，出口量约占世界钨出口量的60%以上。而我国钨矿又大多集中在江西的大余、兴国、子都等11个县内。1985～1987年间，来自本省及湖南、浙江、广西的农民在那里滥采乱挖，甚至抢矿偷矿，掠夺性开发，致使国营华山钨矿的开采年限缩短了5年，矿区周围十多平方公里的山林也被砍伐殆尽。然而20世纪80年代以来，由于国内钨产量一直居高不下，过量出口使国际市场钨长期供过于求，导致钨价大幅度下跌。1982年国际市场黑钨精矿价格为106美元/吨度，而1998年价格仅为40美元/吨度。这不仅使几乎所有国有钨矿企业长期处于亏损状态，而且造成国内宝贵的黑钨矿资源逐渐枯竭。类似问题在我国优势矿产锡、锑、稀土、萤石、石墨、重晶石中也存在。

### （二）土地资源的占用和破坏

建设矿山要大兴土木，开山整地，构筑交通网、工业民用厂房等，采矿特别是露天采矿，要剥离地表覆盖层，同时有大量的废矿石排放（见表1－7－6），需要占用大量的土地，这是采矿业普遍布存在的一个严重的问题。

表1－7－6　典型矿产废石排放量

| 产品名称 | 单　位 | 消耗矿石量 | 排放废石量 |
|---|---|---|---|
| 钢 | t/吨金属 | 200（贫铜矿计） | 400（地下开采） |
| 铁 | t/吨金属 | 3～5（贫铁矿计） | 6、10（地下开采） |
| 煤 | t/吨煤 | 1.2 | 0.2（煤矸石） |

（资料来源：《中国自然资源丛书（矿产卷）》，1996年）

土地破坏在一定程度上也影响了矿区的生态平衡。土地破坏了，植物、种植土壤及其中微生物跟着一起被消灭，地表丧失了稳定性，导致严重的水土流失，乃至造成泥石流和滑坡事故。被破坏的地表、废石堆、尾矿池更是大气、水体、土壤的污染源。

（1）露天采矿破坏土地。矿山开采分为两种类型，即露天开采和地下开采。与地下开采相比露天开采有许多优点：操作灵便、采收率高、经济、安全、生产效率高、适合于大规模开采以及劳动条件优越等。

目前，世界上年产15万t以上矿石的矿山大约有一半是露天开采，矿石产量的75%左右来自于露天开采。许多大矿山，如美国的明尼苏达州希宾铁矿、新墨西哥州圣利塔铜矿、中国的山西平朔煤矿等，都是露天开采的。露天采矿对环境的影响主要表现为对地球表面剧烈的改变，据有关资料，露天开采每采1t矿石通常要剥离5～10t覆盖岩土。据此有人估计，美国哈尔鲁斯特露天磁铁矿开采完毕时有$300\times10^3$t尾矿，它可能使明尼苏达州北部形成第二个撒哈拉沙漠。

我国重点金属矿山约有90%是露天开采，每年剥离岩土约（2.2～2.6）$\times10^8$t，露天矿坑及堆土（岩）场侵占了大片农田。据28个重点露天矿调查，仅堆土（岩）场占

地总面积即达 6.7 万亩，今后每年还要新占土地约 6000 亩以上。

对于露天采矿，除采场破坏大量土地外，与之配套的排土场、尾矿库和厂房、住宅等附属设施的占地面积往往是采场的几倍，这不仅造成自然景观和生态环境的破坏，还引起严重的工农业争地的矛盾。

(2) 废石堆、尾矿堆放占用土地。矿山挖出大量的矿渣及尾矿，它们的堆放也占用大量土地。在美国的矿山土地破坏面积中，露天采空区占 59%，露天排土场、废石堆占 38%，剩下的 3%具有地面下沉和塌陷的危险。

废石堆、尾矿坝如果设置不当或管理不严，会造成严重的滑坡、泥石流事故，导致更大范围的土地破坏以及生命财产的损失。特别是一些小型采矿场，多在河床、公路、铁路两侧采石开矿，乱采乱挖，乱堆乱放。经常把矸石甚至矿石堆放在河床、河口、公路、铁路边等处，一遇暴雨就造成水土流失，产生滑坡、泥石流，将尾矿、矸石等冲入江河湖泊，造成水库河塘淤塞，洪水排泄不畅，甚至冲毁公路、铁路，交通中断，给国民经济造成严重损失。1985 年我国湖南省某金属矿山，因暴雨引发的山洪，冲垮了尾矿坝，90 多万吨的尾矿随洪流而下，使河谷两侧矿山和生活区部分建筑夷为平地，1.5 万亩良田被淹没，交通全部中断，死亡 40 余人，造成矿山直接经济损失 600 余万元。山西某铁矿，尾矿坝被洪水冲垮，使下游两个县的 6000 余亩良田被毁。

(3) 井下开采引发地面塌陷。井下开采中，矿体被挖掘出来遗留下的空洞，使上部岩体应力平衡受到破坏，引起岩体上的地面发生断裂、塌陷。塌陷深的地方因长期积水成为池塘，塌陷浅的地方出现大量裂缝，原地面水漏掉，地面土壤水分易蒸发使土壤干燥，影响植物生长。据调查，我国华北、华东平原地区，每采万吨煤炭要塌陷土地 3 亩，目前每年约塌陷 10 万亩。开滦煤矿塌陷的土地已达 13 万亩，徐州煤矿达 8 万亩，山西省统配煤矿的 43 对矿井因采煤地面发生塌陷、裂缝、变形的面积达 37 万亩。

开采塌陷造成东部平原矿区土地大面积积水受淹或盐渍化，使区内耕地急剧减少；加剧西部矿区水土流失和荒漠化。还可引起山地、丘陵矿区发生泥石流，山坡坍塌滑移，严重破坏了土地资源和生态环境。

### (三) 水文地质环境的破坏

井巷开掘过程中，地下水系统被人为强制性改变，使地下水的赋存状态发生变化；矿床疏干排水改变了地下水的天然径流和排泄条件，同时导致地下水资源的巨大浪费，使区域地下水水位大幅度下降，造成矿区水文地质环境的恶化。此外，疏干碳酸盐围岩含水层时，其溶洞则构成了地面塌陷的隐患，如湖北大冶铜录山铜矿区，由于深部排水疏干，地下水位下降，岩溶塌陷不断增多，两年后，陷坑已达 160 余个，分布面积约 $0.28km^2$。

当前我国北方矿区平均吨煤破坏地下水资源约 $10m^3$，生态环境脆弱的中西部矿区，因采煤疏干排水导致地下水位下降，不可避免地导致一系列相关灾害的发生，如地表岩溶塌陷、井泉干涸、土地荒漠化、区域地面沉陷等。当塌陷区或井巷与地表储水体存在水力联系时，更会酿成掩没矿井的重大事故。

矿床开采必然会改变岩体的原始应力场，由此影响的水文地质条件范围，按开采规

模有时可达数千 $km^2$，影响深度，露天开采时可达 500～700m，地下开采时可达 1500～2500m。对于地质环境的影响范围，与长时期的地质过程相比，前者显现的影响强度比后者要大很多倍。这种情况的结局，不仅是对水文条件的破坏，而且还会出现其它各种不利的因素；地表水系中水的成份的变化，地表的变形、耕地产量的变化等等。

### （四）矿山废水对环境的污染

矿区排放的大量废水，如矿坑排水、洗矿废水、尾矿石堆淋滤水，以及其它工业（如炸药厂、选矿厂、机械厂等）和医疗、生活方面的废水等，大部分未经处理，排放后直接或间接地污染地表水、地下水和周围农田、土地，再进一步污染农作物。日本发生的足尾铜山事件就是这方面的典型例证，早在一个世纪前，足尾铜矿山的废水排人了农田，使土壤含铜量高达 200ppm。当土壤中铜过量时，铜被植物根系吸收后形成稳定的络合物，破坏根系的正常代谢功能，引起植物的生育障碍，结果造成太阳能和构成生物有机体的物质元素在生物之间的流动受阻。水稻株高仅 10cm，造成严重减产，相同情况一再发生，终于使矿山周围的大片农田沦为不毛之地。

这种现象在我国许多矿山都可见到。我国北方岩溶地区的煤、铁矿山，每年矿坑排水 $12\times10^8t$，绝大部分为酸性水，其中仅 30%左右经处理使用，其余自然排放。江西某含硫多金属矿床，排放 pH 值为 3 的强酸性矿坑水，造成矿区附近河水污染，鱼虾绝迹，水草不生，河水中金属离子含量超标，矿山下游 25km 长河段的河水不能饮用。同时也造成矿区地下水和农田污染，土壤 pH 值降低，金属离子含量增高，土壤物理性质变坏，农作物生长受到抑制。

除此之外，矿井或运输中转站附近的矿石在雨水中会渗出可溶性成分，污染附近的土壤、河流、湖泊、海洋和地下水。

### （五）大气污染

采矿过程中要产生大量的矿渣和粉尘，排土场内的矸石山和尾矿坝也含有大量的矿渣和粉尘，这些粒度不一的微粒通过呼吸系统进入人体后，或沉淀于肺泡内，或被吸收到血液和淋巴液内，随后输送至全身各个部分，造成危害。“尘肺”是人们所熟知的一种职业病，它是长期吸入被粉尘污染的空气而引起的一种疾病。另外矿区内矿渣、粉尘飞扬，遮天蔽日，使日照量大为减少，紫外线的辐射也减弱，从而影响儿童的发育。

煤矿大气污染主要来自矿井排风、瓦斯排放及矸石山自燃等。煤矸石的自燃，排放大量烟尘与 $SO_2$、CO 和 $H_2S$ 等有害气体。瓦斯是在煤形成过程中生成的天然气，主要成分是甲烷，还含有少量乙烷、丙烷、丁烷和二氧化硫、一氧化碳、二氧化碳及硫化氢等气体，瓦斯排放对区域乃至全球大气环境都有一定影响。应该指出的是我国煤矿通风排放的瓦斯气，占世界同类瓦斯排放总量的 1/4～1/3。

### （六）噪声和震动污染

在矿山建设阶段，各种大型挖掘机、推土机、打夯机、搅拌机、运输车辆等设备的使用，以及采矿过程中爆破、采掘、运输等都不可避免地产生高强度的噪声和震动，影

响当地的生态环境。

长期在噪声较强的环境中工作和生活会对人体产生两类不良的影响：一是听觉器官的损伤，二是对全身各系统特别是神经、心血管和内分泌系统的影响。噪声，最直接的影响是造成听觉敏感性的下降，引起听觉疲劳，使听觉功能退化；如果长期无防护地在强烈噪声的环境中持续工作，听力损失会逐渐加重甚至不能恢复，造成噪声性耳聋。爆破产生的极其强烈的噪声可造成听觉器官的急性损伤，也可导致耳聋。据研究，生活在矿区的人，老年出现耳聋的时间普遍要较其它低噪声地区的人早。噪声具有强烈的刺激性，如长期作用于中枢神经系统，可使大脑皮层的兴奋与抑制过程失调，结果引起条件反射混乱，脑电波发生变化，轻者头晕、失眠，重者可导致神经衰弱甚至神经错乱。噪声对交感神经有兴奋作用，可导致心动过速、心律紊乱、心肌受损等。此外，噪声还可引起植物神经系统功能紊乱，使血压波动增大；对肠胃道消化功能、血液的组成成分以及视觉功能也有一定的影响。

### （七）放射性污染

天然放射性元素铀、钍等的原子核能自发地发生衰变并放射出 α、β、γ 等射线。α 射线分别为带正电和负电的粒子，γ 射线不带电，其性质与 χ 射线没有本质的区别。

射线对人体的伤害主要依靠粒子的能量体现出来，α、β 射线电离能力强，但穿透能力差，受 α、β 射线外部辐射时，对人体危害较小。γ 射线外照射危害最大，它易引起体内的各种疾病，甚至引起恶性肿瘤，导致遗传变异等。

由于放射性物质自身的特征，使得其本身就是污染物，它的开采、堆放以及提炼、使用等所有方面都会不同程度地产生放射性射线，并释放到环境中。此外，开采过程产生的废渣、废水、废物中的放射性物质渗入地下，流人河流，对所有生物都是有影响的。

## 二、液、气态矿产资源开发中的环境问题

石油、地热是常见的液态矿产资源，气态矿产资源主要指天然气。对环境产生较大危害的是石油开采。

在石油开采过程，我国每年有近 $400 \times 10^8$t 地下水随石油被采出，并消耗 300 万 t 洗井水和钻井泥浆。洗井水和钻井泥浆往往含有石油，伴随石油同时采出的油层水多是含油污水，这些污染物质的排放对周围水体、土壤、农田和动植物都会造成危害，破坏生态环境。例如，吉林省的白城油田，使堪称东方草原明珠的科尔泌草原损失约 75 万亩。

石油储存和装运过程中，会有部分原油和石油产品漏出。油船压舱水和清舱水的排放以及油船事故性溢油，会严重影响海洋环境。据估计，近年来因人类活动每年排人海洋的石油及其制品达 1000 万 t 左右。

石油污染物进人海洋等水域，可发生扩散、蒸发、溶解、乳化、光化学氧化，形成沥青块等复杂的物理和化学变化。当海面被油膜覆盖，就会阻止空气向海水中扩散，阻断溶解氧的补给，致使海水溶解氧下降。同时，海水中的石油污染物，在微生物作用

下，产生大量石油烃氧化降解物，消耗水中的溶解氧，海洋生物没有溶解氧供给就难以生存。此外，油膜减弱了太阳辐射透人海水中的光线，影响海洋绿色植物的光合作用。海面油膜还能油污海兽皮毛，使它们失去保温和飞行能力。扩散和乳化在海水中的原油，对一切海洋生物都是致命的。因此，石油污染可导致海洋生态系统失衡，另外还会破坏海滨风景和海滨浴场。石油在海洋中污染持续时间长，污染范围大，控制复杂，已成为世界性的严重问题。

## 第五节　矿产资源利用对环境的影响

矿产资源利用与其开发对环境的影响，无论从时间上还是从空间上都要长远。从时间上看，矿产资源的开发只是将其从地壳中采出，相对其后续的提炼加工、各种消费而言时间是短暂的；从空间上看，矿产资源的开发是局部的，对局部环境的影响较大。但矿产资源的利用几乎涉及所有工业，包括农业和民用。由于不同矿产资源的加工、炼制工艺不同，各行业对矿产资源的利用方式不同，使得这一环节矿产资源对环境的影响范围广，污染复杂。因此，大多环境保护论著都是从行业（工业、农业、交通、生活）或环境要素（大气、水体、土壤……）等方面阐述，本节从各类矿产资源的加工利用方面讨论其对环境的影响。

### 一、能源矿产的加工和利用

几乎所有的生产过程都要消费一定数量的能源，过去人们普遍关注的是能源与经济增长的关系，但近年来人们越来越关注能源对社会与环境的影响。对于不同的能源矿产、不同的利用过程，对环境影响是不同的。煤炭、石油等能源矿产除了作为能源消费外，还是重要的化工原料，但在其使用前都要进行分选、提炼或加工。

#### （一）能源矿产加工

（1）煤炭

①煤的洗选。煤炭的洗选就是将原煤经过水洗、筛选，把其中的灰分、硫分降低。在这个过程中，可除去低品位的煤矸石，减少 70% 的灰分和近 50% 的硫分，大大提高了煤的质量和燃烧效率，同时产生大量的煤矸石、煤泥和洗煤水。

煤矸石的堆放大量占用土地，矸石自燃排放的 $SO_2$、CO 和烟尘等有害物质还会污染大气，或形成酸雨污染水体和土壤，煤炭洗选平均每吨煤耗水达 1t 以上，虽然要求洗煤水闭路循环使用，但不可避免地要排放一些洗煤水。

②煤的气化、液化。煤的气化是在隔绝空气的条件下，把煤加高温，使其分解成煤气、焦炭、粗苯和焦油。煤的液化是在高温高压下加氢，使其裂解成液体燃料，以提高煤的利用率，且方便运输和使用。在煤的气化过程中，会产生芳香烃、氨、氮、焦油、酚等气态污染物以及废水。

(2) 石油、天然气

①石油炼制。原油加工的第一道工序是常压蒸馏，生产工艺是将原油脱盐、加热后送入分馏塔，把石油分成几种不同沸点范围的组分：汽油、煤油、柴油、润滑油、重质燃料油等。若要对分馏的油品进行深加工，还要进行催化裂化、加氢裂化、焦化等工序。

石油加工过程中可产生瓦斯、一氧化碳、二氧化碳、硫化氢和沥青烟气等废气，炼油厂废渣和废污水中含有大量的硫、酸、碱、盐、油、酚、氰等物质。石油在加工转化过程中往往需要增加某种添加剂（如将铅粉作为附加剂掺入汽油以防爆炸，并可使汽车功率加大），因而使其产品在消费过程中对环境的影响更为严重。

②天然气加工。天然气属烃类化合物，甲烷是其主要成分，一般占 70% ~ 90%，其次是乙烷、丙烷和丁烷。主要的有害杂质是二氧化碳、氮、硫化氢和其它含硫化合物，通常最高不超过 15%。天然气液化后的体积仅为原来体积的 1/600，因此可以用冷藏油轮运输，运到使用地后再予以气化。

天然气在使用前也需净化，即脱硫、脱水、脱二氧化碳、脱杂质等，在加工过程中部分进入环境。

(3) 铀、钍等放射性物质。这类利用前必须要富集、提纯。加工过程是先将矿石破碎、筛分，然后磨矿、分选，由于这类矿产品位低，加工过程产生大量放射性尾矿。

## (二) 作为能源利用

能源矿产作为能源使用既对地区环境产生影响，如大气污染、水污染和固体废物污染，又对全球环境产生影响。

(1) 煤炭、石油和天然气。能源矿产最原始、最直接、目前也是最广泛的用途是作为燃料使用，如发电、锅炉和窑炉、动力等，对环境的主要影响是造成大气污染。煤中主要含有 C、H、N、O、S、Si、Al、Ca、Fe、Mg 等元素，还含有其它重金属元素如 Hg、Pb 等，石油、天然气也含有 C、H、N、O、S 等。燃料燃烧时，其中的 C 氧化成 CO 和 $CO_2$，S 主要转变为 $SO_x$，含 N 化合物可分解为 $NO_x$，其它还有粉尘、放射性、痕量金属等。另外，煤炭燃烧后的炉渣也是值得重视的固体废弃物。

天然气与煤、石油比较，具有干净清洁、使用方便、燃烧效率高、当量热的价格低等优点。另外，天然气液化后，可为汽车提供方便的污染小的天然气燃料，因此又被称为清洁燃料。

(2) 地热。地热作为能源使用是指地热发电，其对环境的影响有下述几个方面：

①对土地的影响：建设地热电站要破坏大量地表，植被遭到破坏。在利用过程中提取地热流体还会引起地表下沉。

②对大气的影响：在地热电站生产中排放的废气含有硫化氢、二氧化碳和氨等污染物，会对大气产生影响。

③对水体的影响：地热水质的差别很大，某些地热水中含污染物较少，而大多数地热水都含有溶解固体。某些地热电站排出的废水，可使河流底泥中的砷和汞含量增高。

④热污染：由于地热电站的地热利用率较低，以致冷却水用量大于火电站，因此，

热污染较重。

地热能开发的环境效益非常明显地表现于相等当量的热能利用，地热和其他能源的二氧化碳排放量，按每 1000kW.h 的二氧化碳排放量测算：地热电为 0.136kg，天然气电为 128kg，油电为 189.7kg，煤电为 226kg。燃煤电站排放的二氧化碳量要比地热电大 1600 倍，化石燃料电站酸雨气体排放量为地热电站的 100 倍。利用地热能，占地少，无废渣，无粉尘，利用后的弃（尾）水既可综合利用，又可以回注到地下储层，达到增加压力、保护储层、保护地热资源的双重目的。

（3）放射性物质。用核燃料代替化石燃料发电，对环境质量的改善有着积极的作用。目前世界各国都在开发利用核能发电，已有核反应堆发电站数百座，核能利用在能源消耗中的比例正在逐渐上升。

然而，核能利用仍存在着潜在的环境影响。核能生产和废物处置中产生的辐射公害已引起了人们的关注。灾难性核事故发生的机率虽然很低，但随着每个反应堆的投入使用，事故的机会增加了。1986 年前苏联切尔诺贝利核电站的放射性污染事故造成了极为严重的结果，当时公布死亡 17 人，1992 年乌克兰官方公布，已有 7000 多人死于本次事故的核污染，其中 1/5 是自杀。距核电站 7000m 内的松树、云杉，1000 公顷森林逐渐死亡。由于事故，不得不把切尔诺贝利周围的庄稼全部掩埋，这片肥沃的土地生产的粮食占原苏联粮食产量的 15%。此外，在长达半个世纪的时间内，10km 以内不能耕作、放牧；10 年内，禁止在 100km$^2$ 范围内生产牛奶。

核电站在运行中产生含放射性的气体和冷却水，使用以后的核燃料废物则是严重的放射性污染源，目前核废料的处置以密封深埋为主，但有许多问题需要解决。但由于没有 $CO_2$、$SO_2$ 和烟尘的排放，按常规操作，核燃料比任何化石燃料对环境的影响都低得多。

### （三）作为化工原料使用

石油化工不仅以原油为原料，更主要是以重质油品和炼油厂气体为原料。石油化工产品数以千计，其中较为重要的是三大合成材料（合成树脂、合成纤维、合成橡胶）、化肥、农药和洗涤剂等。天然气的化工用途以制造炭黑、合成氨、乙炔、氢氰酸、甲醇、合成石油和其它有机化合物原料。

煤化工产品如苯、萘等芳香族化合物，炼焦产品中的焦炉煤气、焦油、硫胺、吡啶、苯、萘、酚、蒽等都是制造化肥、塑料、合成纤维、合成橡胶、药品、染料、香料、炸药等不可缺少的原料。

化工原料的使用对环境的影响视其用途而异，不同的用途，不同的工艺，不同的设备，产生的污染物种类和数量不同，有关内容在环境科学中有专门的论述。

## 二、金属和非金属矿产的加工

金属矿产的加工生产是以矿石为原料，冶炼工艺基本上是以火法为主，能源构成以煤为主，添加的辅助材料以无机物（如酸、碱、盐类）为主，产品是金属及其合金。非

金属矿产主要由非金属元素组成，以硅酸盐、氧化物、卤化物、碳酸盐、硫酸盐、磷酸盐、硼酸盐和某些自然元素的形式出现，多作为建筑材料。金属矿石通过冶炼而利用其金属元素、燃料矿石通过燃烧以获取其能量，非金属矿石虽也有利用其所含元素的（如钾盐矿床、磷矿床），但绝大部分是利用其固有的物理和化学特性（如石棉矿床、滑石矿床、芒硝矿床），或工艺过程中的物理化学性能（如长石矿床），或加工后形成的技术物理特性和化学组成（如珍珠岩矿床、膨胀粘土矿床、水泥灰岩矿床）。

## （一）加工过程对环境的影响

（1）物理粉碎。大多数金属和非金属矿石在做进一步加工前都要经过粉碎，这一环节对周围空气、水体及土壤的污染是相当严重的。因粉碎飘散到空气中的粉尘随外力掀动（如风吹）反复进入空气中，是造成生产工人和当地居民的矽肺病和肺癌发病率增高的直接原因。

在矿石粉碎及非金属矿石加工成型过程中，产生冲击噪声和机械噪声的强度是很大的，其噪声污染不容忽视。

（2）选矿。常见的选矿方法有重选、浮选、磁选、电选、化学选矿等。每一种选矿方法都会造成一定程度的环境污染。譬如用水力旋流器进行高岭土的分选是一种重选方法，常因粉尘太细随水流入河流，污染地表水体造成鱼虾死亡，河湖床底淤积。若分选介质换成重介质，则介质本身也会造成一定的污染。再如浮选是一种有效的选矿方法，但浮选一般都要添加一定量的浮选药剂，浮选药剂对环境的污染是浮选的最大缺点之一。煅烧是一种化学选矿方法，许多矿石是经煅烧来加工的，大多数矿石煅烧对环境的污染是严重的，如硫磺矿区炼硫，主要采用烧取法（也可在蒸汽压力釜内用蒸汽加热精制硫磺），煅烧过程中排出的 $SO_2$ 气体造成周围土地寸草不生是普通现象。

（3）矿石冶炼和深加工。冶炼和深加工对环境的污染和生态破坏是广泛存在的。据统计，我国 1995 年有色工业废气排放量达 $3738 \times 10^8$，2000 年将达 $4634 \times 10^8$。重有色金属生产二氧化硫产生量 1995 年达 220 万 t，其中排放量 62 万 t，2000 年二氧化硫产生量将达 262 万 t，其中排放量将达 66 万 t。工业粉尘、烟尘排放量、铝电解排氟量也都随生产发展呈上升状态。

## （二）冶金工业环境影响特点

（1）单位产品的污染物排放量大。冶金生产所用的原料大多是低品位的矿石，如铜矿含铜多为 1% ~ 2%，有的甚至低于 0.5%，生产 1t 铜需要 100 ~ 200t 或更多的矿石。生严 1t 金属还要消耗大量的燃料、熔剂、空气、水及酸、碱等化学药剂。因此每种金属产品的生产，都要排出大量的气态、液态和固态污染物。

（2）冶金过程污染源复杂。金属品种多，且每种金属的生产工艺程序繁多，生产流程长。因此，在冶金过程中，排放污染物质来源也就相应的多且复杂。

（3）排放的污染物质种类多。冶金生产所用的矿石大都是多金属复合矿，含有多种重有色金属、稀有金属、贵金属以及大量的铁和硫等。某种主金属的生产过程，实际上就是与其他大量杂质的分离过程，在整个分离过程中，各种组分的物理形态和化学状态

不断改变，所以在生产主金属的过程中，其他成分往往作为杂质以“三废”形式排放出来，如果不注意综合利用，势必造成既浪费资源又污染环境的后果。

（4）排放的污染物毒性大。铅、汞、镉、砷等是对人体健康产生长远影响的有害物质，这些金属及其化合物在冶金过程中易逸散出来。至于二氧化硫、硫化氢、三氧化二砷等有毒气体物质，则是经常大量存在的。

需要特别指出的是，金属冶炼工业中，砷的污染问题普遍存在。绝大多数有色金属矿都伴生有砷，在这些金属的冶炼过程中，砷的行为随各工序处理设备，技术操作条件变化而变化。一般在氧化焙烧或硫酸化焙烧时，砷很容易氧化生成易挥发的三氧化二砷或难挥发的五氧化二砷。前者进入废气，部分随烟气在湿式净化时转入烟气净化废水；后者进入焙烧矿或废渣中。总之，从精矿原料带入冶炼厂的砷，部分在流程中循环，部分随“三废”排放或作为中间物料堆存，通过各种途径污染环境。20 世纪 80 年代末期，我国湖南、广西一带土法，炼砷盛行，据湖南省环保局统计，当时湖南省近 50 个县有土法炼砷，鼎盛时期从业人员达 20 多万，4 万多个土窑一齐冒烟，导致企业周围树木枯死，寸草不生，十里溪河鱼虾绝迹，两岸岩石一片焦黄，情势令人恐惧。

## 第六节　矿山地质环境治理

矿山开发区是人类工程经济活动对地质环境影响极为强烈的地区。必须采取以防为主、综合治理的方针，才能保护和改善矿区地质环境质量。因此，必须做好从勘查、设计、开采到闭坑四个阶段的环境保护和综合治理。

矿产勘探与设计阶段，必须在查明环境地质条件的基础上，开展地质环境质量现状评价和影响评价，预测矿床开采后可能产生的环境地质问题；合理规划工业场地、交通运输线路、生活区以及矿渣等固体废弃物的堆放场地，优选采矿方式和选冶工艺措施，防止或减少环境地质问题的发生。以采取相应的防范措施，为开采提供依据。

矿山建设开采阶段，应严格规范矿业生产活动，防止、减少环境地质问题的发生、发展，治理已产生的环境地质问题。根据环境地质条件，控制已有环境地质问题的发展，使矿区恢复成环境质量良好的地区。

矿山闭坑阶段，需要做好以“造地复田”为主的综合治理，恢复耕种或种草绿化、营造树木、人工造湖，使矿区地质环境向良性转化。

### 一、矿山地质环境治理的基本原则

治理矿产资源开发引起的环境地质问题，应遵循以下六条原则。

#### （一）立法原则

以法律的形式确定矿山开采者对矿区环境破坏及其治理所应承担的责任，并以法规的形式确定治理工作必须达到的环境质量标准。

### （二）生态风险评价原则

在实施矿山开采活动前，应当根据有关法律、矿区各类资源赋存情况、开采活动可能引起的生态破坏类型和程度，以及开采者从事开采和生态重建的技术经济能力等，进行生态风险评价。

### （三）最少量化原则

尽可能使开采所占用的土地最少，使开采过程造成的景观破坏、环境质量破坏和生物群落破坏最少，使矿山废弃物的生成量最少。

### （四）资源化原则

它有两层意思：其一是使受到破坏的土地、水域等，经过治理，能作为合格的自然资源再度具有生态经济价值；其二是使开采活动产生的矿山废弃物在其他的工业活动中得以利用。

### （五）无害化原则

它是指对矿山废弃物进行的无害化处置。在多数情况下，矿山废弃物的利用率远小于它的生成率；即使经过再利用，仍会有相当数量的废弃物产生。对矿山废弃物的无害化处置，通常有两种方法：一种是去毒法，以化学方法或生物方法去除废弃物中的有害成分；另一种是隔离法，以物理方法阻止废弃物中的有害成分向周围环境渗漏。对于一些具有潜在资源价值，但在技术经济上一时难于开发的废弃物，隔离法是一种比较恰当而又经济的选择。

### （六）生态系统的恢复和重建原则

这一原则是矿山环境治理对策中最重要和最基本的内容，包括采矿地环境质量的恢复以及生物群落的恢复和重建。在任何情况下，采矿活动都会造成土地、环境质量以及生物群落的破坏，而且这些破坏往往是数量极大的。最小量化原则、资源化原则和无害化原则只能在一定程度上减缓这些破坏，但远不能取代生态系统的恢复和重建原则。

在上述六条原则中，立法原则和风险评价原则，在发达国家已实施多年；最少量化原则和资源化原则是在考虑资源环境问题时为限制污染生成量而提出的，也已成为国际社会普遍接受的通则，目的是确保矿山开采活动对生态资源和环境的破坏程度最低；无害化原则与生态系统恢复和重建原则，早已为致力于环境保护的生态学家们所倡导。“无害化”和“生态系统的恢复和重建”两项原则可以视为矿山环境生态重建的两根支柱。

## 二、露天矿的复垦与利用

露天开采的剥离物，可边剥边回填到采空区内，叫做内排土，也可临时堆放在矿区

边界以外地面，叫做外排土。设置内排土场的优点很多：实现了边采边填，采矿完毕，也就回填了采空区，剥离物不占用土地。采用外排土场时，需要大面积的土地堆放剥离物，开采完毕时再把它回填采空区，若采空区不回填，就按废石场复垦。从土地利用和环境保护角度看，应尽量创造条件，实现内排土的开采方法。

### （一）外排土露天采空区的恢复和利用

应该根据对土地恢复的要求、露天矿坑的深浅、填充物料的供给，以及坑内有无积水或涌水等多种因素考虑采空区的复垦问题。

砾石采场、石灰石或花岗岩等建筑材料供给地，一般都是无覆盖层的浅坑，采完后没有物料（石、土等）回填或者不要求回填，可视条件进行如下处理：

(1) 如果矿坑与地表或地下水体相通，永久地被水淹没，且面积又足够大，则可将其辟为水库、鱼塘、人工湖泊或水上娱乐场所。

(2) 对于间歇性被水淹没的矿坑，既可用来储水，灌溉农业、调节小气候，也可回填复垦为农业用地。或辟为其他有用的场地，如运动场、公园等。但应注意：当矿坑与地下水或地表水有水力连通时，若充填物选择不当，可能造成水体污染。

(3) 对无水采空区，其底板往往是平坦的，只要通过研究实验，采取适当的措施，改善采空区植物生长的条件后，是可以再种植的。

(4) 对于覆盖物少的深露天矿坑，通常难于找到或需耗资才能找到大量的回填材料。若矿坑处于潜水面以下，给水充足，或者排水差而被淹没，则最宜用作水库，灌溉农田，“水库”周围植树造林，构成幽静的风景点。干燥的深露天矿坑则可改建成打靶场、爬岩训练场，或作其他用途。

### （二）内排土露天采场的复垦和利用

采矿、复垦两条腿走路的开采方法，对保护土地、防治环境污染非常有利，应该尽量采用内排土场的露天开采方法。缓倾斜薄矿床和某些砂矿床，是适宜开辟内排土场进

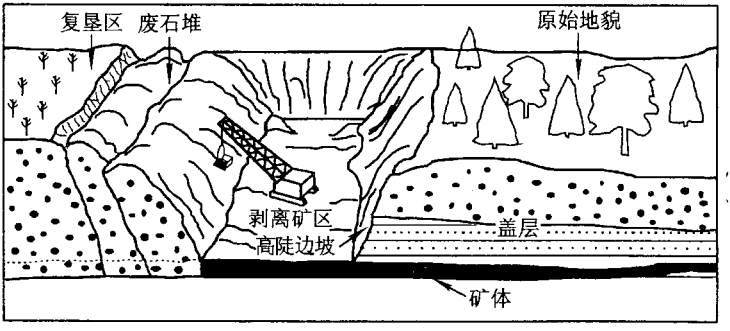



图 1－7－3　内排土露采矿与复垦示意图

行开采的（图 1－7－3）。上般来说，对急倾斜厚矿体就较难实现内排土开采方案，但是对有几个采场的矿区，若周密规划采掘进度，先强化开采某几个采场，形成采空区，

有意识地开辟内排土场，也是可以实行内排土开采的。

内排土开采是把复垦作为开采过程中的一个组成环节，可以说，某个复垦方法就是相应的采矿方法，它有如下几种：索斗铲开采复垦法、汽车回运复垦法、轨道回运复垦法、沿等高线分区段剥离开采复垦法、横向采掘复垦法等。

## 三、废石堆、尾矿池复垦

矿床地下开采掘出的大量废石，除部分作井下填料使用外，绝大部分需堆存于地表。露天开采采用外排土场时，占地面积更大。这些废石堆必然会带来一系列环境问题，必须认真及时地进行复垦。

### （一）废石堆复垦

目前，国内外普遍采用土壤层覆盖法进行废石堆复垦，即废石堆复垦后的结构是，由下而上为坚硬或粗粒岩土—底土层—表土层。因此，在堆放废石之前应将堆场中表层土壤和底层土壤分别掘出并储存，以备用作覆盖层。

废石堆放时还应预先设计堆置方法并布置防排水系统和通气系统，以防止有害物质的淋滤，减少自热、自燃或爆炸的可能性。

复垦废石堆时，首先要根据具体条件，将废石堆平整成符合利用要求的场地。如用于农业种植的废石堆，其表面坡度应小于用作植树造林场地的坡度；切忌平整或周围高、中间低的场地。然后铺盖表土，表土的厚度和性质应视场地再种植的可能性来决定，如种植农作物要求土质好、厚度大，植树造林对表土土质要求低一些。再种植的植物品种应与场地岩土性质相应，同时应注意环境因素，如气候条件、废石场朝向以及生物学因素（昆虫病害、动物危害）等。

### （二）尾矿池复垦

矿山的尾矿池是一个面积相当大的平坦地块，如任其遗弃，则将成为大气粉尘污染源，即使在较小风速下，也容易发生“尘暴”。由于雨水淋漓、侵蚀、酸（碱）废水及各种有毒有害金属离子和杂质不断渗出，还会污染水体、土壤；若坝体倒塌，可酿成严重恶果。相反，复垦废弃的尾矿池，则可达到变害为利的目的，增加农副收入，消除污染，改善环境。

尾矿池是由极细微的颗粒物质堆积而成，凝聚能力差，透气和容气性能低；缺乏植物生长的营养物质，土壤细菌及微型动物无法生存；富集多种重金属元素，完全不符合植物生长的土壤结构。因此，种植前应设法固结表层，在坝坡上覆盖山皮土，施加肥料，并创造良好的表层透气和容气的条件。

国外有的矿山，在尾矿池表面铺盖约 1m 厚的废石层，它对再种植能起到良好效果：可稳定表层砂土，保护植物根系，防止水分蒸发，抵御风、水侵蚀，此外还有固坝防塌的作用，是一种可取的方法。

## 四、地面塌陷和废弃矿井整治

### （一）地面塌陷的整治和利用

地表下沉和塌陷是地下开采、尤其是地下采矿普遍出现的土地破坏问题。通常，地表塌陷区的边界超出地下的对应采空区的边界范围，塌陷面积大于采空区面积，体积约为采出矿石体积的 60% ~ 70%。恢复由此破坏的土地面积对保护矿山环境和利用土地资源是极为重要的。

（1）对于塌陷的水淹区域，可用作农业灌溉、发展渔业及其他养殖业，以及改建为水陆公园。

（2）开发利用煤矸石，化害为利。在暂不能利用的情况下，用煤矸石填充塌陷区。这样，煤矸石不需另占地面，填充的塌陷区可再种植或作其他用途，同时减少或消除塌陷区和废石堆对环境的污染；若经周密规划，则可变荒芜之地为风景宜人、工农业兴旺的良好场地。

（3）可以利用塌陷区作为固体废物的储存场所，特别是在煤矿区附近都建有大型火力发电厂，可利用塌陷区来储存粉煤灰；在金属矿山中，塌陷区亦可作为废石堆存放区。

应该注意，当地表塌陷区与地下水或地表水体相通时，不要因充填而造成水体的污染。

### （二）废弃矿井、地面设施的整治和利用

报废矿井的地面遗留有道路、管道、建筑物以及井筒、井架等生产、生活设施。应结合矿山地理位置、地形条件、当地经济状况等因素，进行整治和综合利用。

矿区内的铁路、公路和一些专用建筑物，常常随它们服务的矿山报废而失去其原来的作用，应尽量使这些设施和建筑物在发展乡镇企业和振兴地区经济中发挥作用。而那些专用的结构物，如井架等，应予拆除，使矿山面貌转变为符合当地生态环境功能的场所。

历史上遗留下来的老矿区，往往没有井筒平面布置图纸，增加了处理上的困难，这样的井筒及其他出口，必须可靠地封闭，消除危险隐患。对新近采完关闭的矿井，如果没有专门用途及可靠的安全保证，亦应密闭井筒及平峒口。

应当指出，对废弃的地下矿井，应该周密地做出适当处理，以免发生地面沉降或塌陷。同时，还应保存完整的技术资料（如井上、井下对应位置图、巷道布置、采空区大小及位置等等）。

## 五、矿山“三废”的综合利用

逐步实行尾矿、矸石及矿坑排水资源化，把矿坑排水纳入水资源管理系统，有条件

的矿山可通过改变排水方式，改井下集中卧泵排水为地面井直接排水，把矿坑疏干排水与解决供水水源结合起来。这样既减少了污染，又解决了供水水源；还应努力提高选矿厂用水的复用率，尽量减少排放量；对洗选后的尾矿，应进一步提取有用矿物和元素加以利用，提高经济效益。对矿山矸石应作为巷道、露天采场的充填物利用，或用来制作建筑材料（如制砖、烧水泥等），以尽量减少地面堆放，避免污染环境。

# 第八章　矿产资源可持续性开发利用的指标体系研究

## 第一节　矿产资源可持续性开发利用的目标

进入到现代，人们逐渐悟出，人类只不过是人与自然这个大系统中的一个要素，必须和其他要素协调发展，力争在发展过程中始终处于平衡状态。社会、经济、资源和环境是可持续发展系统中的要素，资源的可持续发展是实现可持续发展的物质基础。不管人类社会如何发展，福利的提高首先与物质产品丰富联系在一起。而物质产品是资源经生产过程转化而来的。若资源匮乏，无论技术多么先进，生产都不可能进行下去。由于在一定时期内资源的总数量是有限的，因此，合理开发利用资源、杜绝浪费并努力提高资源的利用效率，开发新的资源等都是实现可持续发展的条件。

资源的可持续发展目标是资源的有效利用。在不同时期配置利用资源时，要做到资源利用净效益的现值最大化，这是实现高效率资源配置的核心。对于不可再生资源而言，在各个历史时期合理分配使用量，应考虑不可再生资源之间的有效配置和替代，以及可再生资源合理替代不可再生资源的条件下，不可再生资源的开采速率不应大于其可开发储量的增长速率，或不超过寻求替代品的可再生资源的替代率，实现不可再生资源的最优耗竭，使资源利用净效益现值最大化。对可再生资源合理利用的原则是，在考虑可再生资源恢复更新的条件下，可再生资源的使用速率应保持在其再生速率限度之内，使资源利用净效益现值最大化。这样才能保证效率、代际均衡发展以及与环境协调发展，从而实现资源的可持续发展。

矿产资源是有限的、不可再生的，从长远看是达不到可持续利用的，因此，其可持续发展的目标是运用市场机制，依靠科技进步及寻求可替代资源的基础上，调控矿产资源的耗竭率，使其达到最佳状态，使矿产资源既能满足当代人的需要又不对后代人满足其需要的能力构成危害。

## 第二节　矿产资源可持续性开发利用的评价指标体系选择的原则

可持续发展指标体系的设置是为了建立一个考核可持续发展战略目标的标准或选择

方案的尺度，最终是为战略目标服务的，因此，指标体系的设置应从战略出发。可持续发展的指标体系就是要充分反映可持续发展的战略目标。具体来说，矿产资源可持续发展的指标体系的设置遵循以下几个基本原则：

(1) 贯穿“发展是硬道理”的战略思想。只有经济得到持续、快速、健康的发展，才能不断地增强综合国力，增强对资源、环境和生态的保护力度。

(2) 体现“两个转变”的指导思想。过去，中国经济的高速发展走的是高投入、高消耗、低产出、低质量的粗放型的发展道路，是以环境的日益恶化、资源的快速耗竭为代价的。今后，要走可持续发展的道路，就必须以实现建立完善的市场经济机制和实现集约型经济增长方式为基础。

(3) 注重资源的合理利用。1978 年以来，由于山东省经济持续高速增长以及人民生活水平的提高，导致水、土资源和能源等矿产资源以及生物资源以前所未有的速度加速消耗。例如，由于农业灌溉面积的扩大和灌溉定额的提高，以及工业和城乡生活用水量的急剧增加，20 世纪 90 年代初，全省水资源的年消耗量估计比 80 年代初多消耗 $70\times10^8\sim80\times10^8$ 立方米。由于自然资源的超强度开采，使得一些短缺性自然资源的后备储量迅速减少，亦即更加紧缺。

(4) 注重指标体系的科学性、全面性、层次性、简明性、相关性、实用性，尤其在指标数量上，力求“少而精”。建立可持续发展指标体系，既要全面反映可持续发展战略目标的内涵，又要避免指标间的重叠，选择有代表性指标。同时还要注重指标的经济意义、物理意义是否明确，测量方法是否标准，统计计算方法是否规范，指标设置是否具有实用性、可操作性。

## 第三节 矿产资源可持续性开发利用的评价指标体系构造

### 一、指标体系的选择

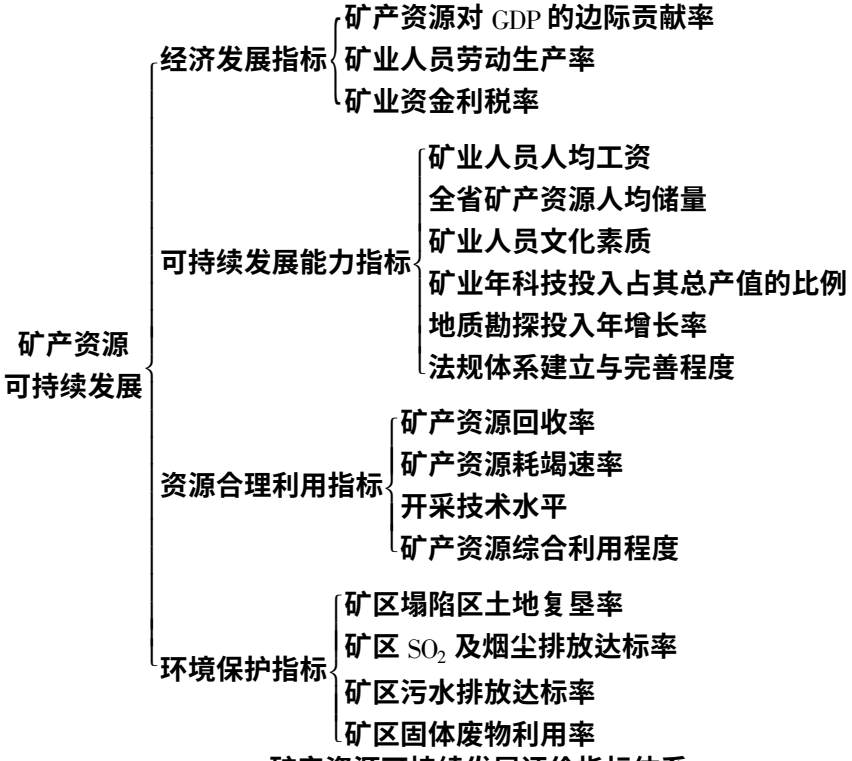
根据矿产资源可持续开发利用评价指标体系选择的原则，我们从四个方面，即经济发展、可持续发展能力、资源合理利用和环境保护等对矿产资源可持续性开发利用进行评价，其具体指标体系如图所示。

### 二、评价指标权重和评价值的确定

指标体系的四个方面及其关系对可持续发展所起的作用和重要性的差异有所不同。其中，居首位的是资源合理利用、环境保护、可持续发展的能力，其次是经济发展。总的指导思想是：应使社会经济的发展在资源和环境的承受能力的基础上适度发展，不能再走以资源的过度消耗为代价、先污染、后治理的老路，而走资源的合理利用、环境无污染或极小污染的发展道路（极小的污染能得到及时有效的治理）。

## （一）矿产资源评价指标权重的确定

矿产资源评价的各个具体指标的重要程度我们采用专家打分的方法确定，即对所调查的问题事先拟好调查表，选定解决问题的准则与评价标准，邀请一定数量的专家分别填写后，根据调查结果汇总整理后，得出各因素的权重。各指标的权重见表 1－8－1。



矿产资源可持续发展评价指标体系

表 1－8－1　　矿产资源评价指标权重表

| 大类指标 | 权重 | 细分指标 | 细分指标权重 |
|---|---|---|---|
| 经济发展指标（$D_1$） | | 矿产资源对 GDP 的边际贡献率（$M_{11}$） | |
| | | 矿业人员劳动生产率（$M_{12}$） | |
| | | 矿业资金利税率（$M_{13}$） | |

| 大类指标 | 权重 | 细分指标 | 细分指标权重 |
|---|---|---|---|
| 可持续发展能力指标（$D_2$） | | 矿业人员人均工资（$M_{21}$） | |
| | | 全省矿产资源人均储量（$M_{22}$） | |
| | | 矿业人员文化素质（$M_{23}$） | |
| | | 矿业年科技投入占其总产值的比例（$M_{24}$） | |
| | | 地质勘探投入年增长率（$M_{25}$） | |
| | | 法规体系的建立与完善程度（$M_{26}$） | |
| 资源合理利用指标（$D_3$） | | 矿产资源回收率（$M_{31}$） | |
| | | 矿产资源耗竭速率（$M_{32}$） | |
| | | 开采技术水平（$M_{33}$） | |
| | | 矿产资源综合利用程度（$M_{34}$） | |
| 环境保护指标（$D_4$） | | 矿区塌陷区土地复垦率（$M_{41}$） | |
| | | 矿区 $SO_2$ 及烟尘排放达标率（$M_{42}$） | |
| | | 矿区污水排放达标率（$M_{43}$） | |
| | | 矿区固体废物利用率（$M_{44}$） | |

## （二）矿产资源评价指标评价标准的确定

根据矿产资源可持续发展总的指导思想，确定各评价指标的评价标准见表 1－8－2。

## （三）矿产资源评价指标值的计算

矿产资源评价的具体指标值可化为分数，按满分 100 分计算。根据矿产资源可持续发展利用的评价指标体系的构成和其评价标准，把各指标转化为百分制。对于不同矿产资源，在制定各指标的评价标准时应根据具体的矿产特点和行业要求区别对待，对于同一种矿产必须制定统一的标准，以便于操作和比较。各评价指标值的具体计算如下：

表 1－8－2　　矿产资源评价指标的评价标准

| | 矿产资源评价指标 | 指标评价标准 |
|---|---|---|
| 经济发展指标 | 矿产资源对 GDP 的边际贡献率 | 边际贡献率应大于等于 1。 |
| | 矿业人员劳动生产率 | 矿业人员劳动生产率和全省各行业平均劳动生产率比越大越好。 |
| | 矿业资金利税率 | 矿业资金利税率和全省各行业平均利税率比越大越好。 |
| 可持续发展能力指标 | 矿业人员人均工资 | 矿业人员人均工资与全省各行业人均工资相比越大越好。 |
| | 全省矿产资源人均储量 | 全省矿产资源人均储量和全国矿产资源人均储量比越大越好。 |
| | 矿业人员文化素质 | 矿业人员文化素质越高越有利于矿业和矿产资源的可持续发展。 |
| | 矿业年科技投入占其总产值的比例 | 矿业年科技投入占其总产值的比例越高，对矿产资源的可持续发展越有利，一般应不低于 10%。 |
| | 地质勘探投入年增长率 | 地质勘探投入年增长率越大，对于新资源的发现越有利，即资源可持续发展的能力增大，一般其增长率应大于等于零。 |
| | 法规体系的建立与完善程度 | 法规体系越完善越有利于保证矿产资源的合理开发利用。 |
| 资源合理利用指标 | 矿产资源回收率 | 矿产资源回收率越高越有利于其持续发展。一般不应低于各行业的最低要求。 |
| | 矿产资源耗竭速率 | 矿产资源的耗竭速率应和新资源的增长速率以及矿产资源的替代速率相适应，而这又取决于矿业科技贡献率的大小。因此，我们以矿业科技贡献率作为该指标的衡量标准。 |
| | 开采技术水平 | 矿业企业开采技术水平越高越有利于矿产资源的合理利用。 |
| | 矿产资源综合利用程度 | 矿产资源的综合利用程度越高对矿产资源的合理利用越有利。 |

| | 矿产资源评价指标 | 指标评价标准 |
|---|---|---|
| 环境保护指标 | 矿区塌陷区土地复垦率 | 土地复垦率越高越好，其理想值为 100%。 |
| | 矿区 $SO_2$ 及烟尘排放达标率 | 排放达标率越高越好，其理想值为 100%。 |
| | 矿区污水排放达标率 | 排放达标率越高越好，其理想值为 100%。 |
| | 矿区固体废物利用率 | 矿区固体废物利用程度越高对矿区环境的污染越小，其理想值为 100%。 |

一是矿产资源对 GDP 的边际贡献率（$M_{11}$）。

矿产资源对 GDP 的边际贡献率是指在矿产资源开发上增加单位投入时对 GDP 所带来的增加值。其值越大说明在矿产资源上投入对 GDP 的增长越有利。从生产的可持续角度考虑，矿产资源的每年边际贡献率至少应大于等于社会折现率 $i_s$。因此，该指标值可按下式计算：

$$M_{11}=\begin{cases}MC\times 60 & 0\leqslant MC<i_s\\ 100 & MC\geqslant i_s\end{cases}$$

式中：$M_{11}$——矿产资源对 GDP 的得分，其值为 0～100；

MC——矿产资源对 GDP 的年边际贡献率。

二是矿业人员劳动生产率（$M_{12}$）。

全员劳动生产率是指根据产品的价值量指标计算的平均每一个职工在单位时间内的产品生产量。矿业劳动生产率即指矿业全部从业人员根据产品的价值量计算的平均每一个职工在单位时间内的产品生产量。当矿业从业人员劳动生产率等于全省全员劳动生产率时，可得基本分 60 分。如果其生产率高于全省平均水平时，说明该行业处于发展阶段，否则说明该行业生产正处于滑坡阶段，不利于整个行业的持续发展。该指标具体得分值计算如下：

$$M_{12}=\begin{cases}\dfrac{LR_M}{LR_T}\times 60 & LR_M\leqslant 1.5LR_T\\ 100 & LR_M>1.5LR_T\end{cases}$$

式中：$M_{12}$——矿业人员劳动生产率指标得分值，其取值范围为 0～100；

$LR_M$——矿业从业人员全员劳动生产率；

$LR_T$——全省全员劳动生产率。

三是矿业资金利税率（$M_{13}$）。

当矿业资金等于全省各行业平均资金利税率时，可得基本分 60 分。如果其资金利税率高于全省平均水平时，说明该行业处理发展阶段，否则说明该行业生产正处于滑坡阶段，不利于整个行业的持续发展。该指标具体得分值计算如下：

$$M_{13}=\begin{cases}\dfrac{PT_M}{PT_T}\times 60 & PT_M\leqslant 1.5PT_T\\ 100 & PT_M>1.5PT_T\end{cases}$$

式中：$M_{13}$——矿业资金利税率指标得分值，其取值范围为 0 ~ 100；

$PT_M$——矿业资金利税率；

$PT_T$——全省各行业资金利税率。

四是矿业人员人均工资（$M_{21}$）。

矿业人员人均工资的高低反映了该行业整体发展水平。该指标的得分值我们通过和全省从业人员人均工资相比而得出，即当其工资水平和全省平均水平一样时得基本分 60 分，其具体计算公式如下：

$$M_{21}=\begin{cases}\dfrac{S_M}{S_T}\times 60 & S_M\leqslant 1.5S_T\\ 100 & S_M>1.5S_T\end{cases}$$

式中：$M_{21}$——矿业人员人均工资指标得分值，其取值范围为 0 ~ 100；

$S_M$——矿业人员人均工资；

$S_T$——全省从业人员人均工资。

五是全省矿产资源人均储量（$M_{22}$）。

该指标主要用来衡量各地矿产资源的储备情况。该值越大说明其矿产资源的可持续发展能力越大，相反其资源则难以持续发展。该指标的得分我们通常和全国人均储量相比。当其储量和全国平均水平相同时，可得基本分 60 分。各种情况下，该指标的得分值计算公式如下：

$$M_{22}=\begin{cases}\dfrac{R_P}{R_A}\times 60 & R_P\leqslant 1.5R_A\\ 100 & R_P>1.5R_A\end{cases}$$

式中：$M_{22}$——全省矿产资源人均储量指标得分值，其取值范围为 0 ~ 100；

$R_P$——全省矿产资源人均储量；

$R_A$——全国矿产资源人均储量。

六是矿业人员文化素质（$M_{23}$）。

该指标的高低说明了矿业发展的潜力的大小。即矿业从业人员文化素质越高对矿业的总体发展、矿产资源的合理利用和新资源的发现等都是有利的，因此，对矿产资源的可持续发展起着至关重要的作用。该指标的得分我们可采用专家打分方法得到。

七是矿业年科技投入占其总产值的比例（$M_{24}$）。

该指标的高低说明了矿业发展的潜力的大小。即科技投入水平越大对矿业的总体发展、矿产资源的合理利用和新资源的发现等都是有利的，因此，对矿产资源的可持续发展起着至关重要的作用。从行业发展正常发展的要求，科技投入一般不低于其产值的 10%左右。因此，当其科技达到其产值的 10%时，该指标得到 60 分的基本分，其具体计算公式如下：

$$M_{24}=\begin{cases}\dfrac{SIR}{10}\times 60 & 0\leqslant SIR\leqslant 15\%\\ 100 & SIR>15\%\end{cases}$$

式中：$M_{24}$——矿业年科技投入比例指标得分值，其取值范围为 0 ~ 100；

SIR——矿业年科技投入占总产值的比例，单位为百分数。

八是地质勘探投入年增长率（$M_{25}$）。

随着地质勘探投入的增加，新的矿产资源会不断地发现，这对矿产资源的持续发展是非常重要的。该指标值的计算公式如下：

$$M_{25}=60+GR$$

式中：$M_{25}$——地质勘探年增长率指标得分值；

GR——地质勘探投入年增长率。

九是法规体系的建立和完善程度（$M_{26}$）。

该指标的好坏对矿产资源的持续发展和合理适度开采起着至关重要的作用。当矿产资源开采的各种法律法规完善时，可以使矿产资源得到合理适度的开采，否则将会造成矿产资源的乱采乱挖，造成矿产资源的过度浪费，加速其枯竭。该指标的得分我们可采用专家打分方法得到。

十是矿产资源回收率（$M_{31}$）。

该指标主要用来评价矿产资源回收利用情况的好坏，其回收率越高说明矿产资源利用得越好，反之资源浪费越严重。因此，我们就采用矿产资源的实际回收率的百分数作为该项指标的得分值，即：

$$M_{31}=RR$$

式中：$M_{31}$——矿产资源回收率指标得分值；

RR——矿产资源回收率的百分数。

十一是矿产资源耗竭速率（$M_{32}$）。

矿产资源的耗竭速率是指每年矿产资源的动用储量占矿产资源总储量的比例。矿产资源的耗竭速率应和新资源的增长速率以及矿产资源的替代速率相适应，而这又取决于矿业科技贡献率的大小。因此，我们以矿业科技贡献率作为该指标的衡量标准。

十二是开采技术水平（$M_{33}$）。

开采技术水平的高低对矿业企业的发展和矿产资源的合理利用都是至关重要的，即开采技术水平越高矿产资源回收利用率越高，越有利于矿产资源的合理利用。该指标的得分可根据不同的矿产开采企业的具体规定和不同的开采方法，制定相应的评价标准，通过专家打分的方法得到。

十三是矿产资源综合利用程度（$M_{34}$）。

矿产资源的综合利用是指矿产资源的深加工程度，如对煤炭企业来说是指原煤的洗选比例。矿产资源的综合利用程度越高对矿产资源的合理利用越有利。因此该指标得分我们用下式计算：

$$M_{34}=\frac{PO}{TO}\times 100$$

式中：$M_{34}$——矿产资源综合利用程度指标得分值，其取值范围为 0 ~ 100；

PO——矿产资源深加工利用的数量；

TO——矿产资源总产量。

十四是矿区塌陷区土地复垦率（$M_{41}$）。

矿区塌陷区土地复垦率是指由于矿业开采造成的土地塌陷区恢复耕种的比例。复垦率越高说明对矿区环境保护得越好。该指标的得分我们采用下式计算：

$$M_{41} = SR \times 100$$

式中：$M_{41}$——矿区塌陷区土地复垦率指标得分值，其取值范围为 0 ~ 100；

SR——矿区土地复垦率。

十五是矿区 $SO_2$ 及烟尘排放达标率（$M_{42}$）。

矿区 $SO_2$ 及烟尘排放达标率是指矿区 $SO_2$ 及烟尘达到国家规定标准排放的比例。$SO_2$ 及烟尘排放达标率越高说明对矿区环境保护得越好。该指标的得分我们采用下式计算：

$$M_{42} = NR_{SO_2} \times 100$$

式中：$M_{42}$——矿区 $SO_2$ 及烟尘排放达标率指标得分值，其取值范围为 0 ~ 100；

$NR_{SO_2}$——矿区 $SO_2$ 及烟尘排放达标率。

$NR_{SO_2}$——矿区 $SO_2$ 及烟尘排入达标率。

十六是矿区污水排放达标率（$M_{43}$）。

矿区污水排放达标率是指矿区污水达到国家规定标准排放的比例。矿区污水排放达标率越高说明对矿区环境保护得越好。该指标的得分我们采用下式计算：

$$M_{43} = NR_{WT} \times 100$$

式中：$M_{43}$——矿区污水排放达标率指标得分值，其取值范围为 0 ~ 100；

$NR_{WT}$——矿区污水排放达标率。

十七是矿区固体废物利用率（$M_{44}$）。

矿区固体废物利用率是指矿区固体废物的深加工程度，如对煤炭企业来说主要指矸石加工利用程度。矿区固体废物利用率越高说明对矿区环境保护得越好。该指标的得分我们采用下式计算：

$$M_{44} = \frac{PW}{TW} \times 100$$

式中：$M_{44}$——矿区固体废物利用率指标得分值，其取值范围为 0 ~ 100；

PW——矿区固体废物利用的数量；

TW——矿区固体废物生产总量。

## 三、矿产资源可持续发展评价方法

我们对矿产资源可持续性开发利用能力的评价采用系统综合评价方法，即我们首先根据矿产资源可持续开发利用评价指标体系选择的原则，选择经济发展、可持续发展能

力、资源合理利用和环境保护四大类指标对矿产资源可持续性开发利用进行评价，而每一大类指标又由若干细分指标组成。

第 i 类指标综合评价的基本模型如下：

$$D_i = A_i \times M_i$$

式中：$D_i$——i 类指标的综合评价值，i = 1，2，3，4；

$A_i$——i 类指标中各细分指标的权重矩阵，即 $A_i = (A_{i1}, A_{i2}, \cdots, A_{in})$；

$M_i$——i 类指标中各细分指标评价值矩阵，即 $M_i = (M_{i1}, M_{i2}, \cdots, M_{in})^T$。

矿产资源可持续发展综合评价的基本模型如下：

$$D = A \times M$$

式中：D——矿产资源可持续发展能力综合评价值；

A——四类指标的权重矩阵，即 $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$；

M——四类指标评价值矩阵，即 $M = (M_1, M_2, M_3, M_4)^T$。

根据计算出的矿产资源可持续发展能力的综合评价值，该值范围为 0 ~ 100。矿产资源可持续发展能力一般应在 60 ~ 70 以上，大于 80 较理想。

# 第二篇　矿产普查基本知识与矿产普查战略思考

# 第一章　矿产普查概述

## 第一节　矿产普查概述

在具有成矿远景的地区内，为寻找和评价矿床而进行的地质调查研究工作。又称普查找矿，简称找矿。它是介于区域地质调查和矿床勘探之间的一个地质工作阶段。它综合运用地质科学的基础理论，使用地质填图、空中和地面地球物理探矿、地球化学探矿、砾石追溯、重砂测量和遥感地质等多种方法，以求发现各种矿床。其主要任务是：研究工作地区的地质构造，特别是控制矿产形成和分布的地质条件，预测可能存在矿产的有利地段；综合运用有效的技术手段和找矿方法，利用找矿标志，在有利成矿的地段内找矿，并对发现的矿点和矿床进行初步研究和评价。在上述基础上，阐明工作地区的矿产远景，为进一步的矿产普查或矿床勘探工作提供资料依据。

矿产普查通常分为两个阶段：①初步普查。采用中等比例尺（如 1∶20 万）的地质填图及其他找矿方法在较大地区范围内进行，任务是初步查明成矿条件，对所发现的矿点和矿化异常作初步检查和评价，为详细普查提供资料依据。②详细普查，简称详查。采用较大比例尺（如 1∶5 万）的地质填图，在成矿最有远景的较小地区范围内进行。对已知和新发现矿点作详细研究，作出远景评价，并为进一步的勘探工作，指出方向和提供地质与经济技术资料。

## 第二节　矿产普查的目的、任务什么

是对可供普查的矿化潜力较大地区、物化探异常区，采用露头检查、地质填图、数量有限的取样工程及物化探方法，大致查明普查区内地质、构造概况；大致掌握矿体（层）的形态、产状、质量特征；大致了解矿床开采技术条件；矿产的加工选冶性能已进行了类比研究。最终应提出是否有进一步详查的价值，或圈定出详查区范围。

## 第三节　矿产资源普查评价项目设计编写要求

普查评价，是指对已发现的矿床或矿体及具有较大找矿潜力地区，或经异常查证说

明具有进一步工作价值的矿产地，通过露头检查、地质填图、物化探工作及相应的探矿工程，探求推断的内蕴经济资源量（333）和经工程验证的预测资源量（3341）的矿产资源评价工作。工作目标：

（1）大致查明普查区内地层、构造、岩浆岩特征，矿床地质特征、类型、分布规律及成矿远景。

（2）大致查明矿体（层）的形态、规模、产状和矿石质量。

（3）进行矿石的加工选冶性能类比或实验室流程试验研究，作出是否具有工业价值的评价。

（4）大致查明矿区水文地质、工程地质、环境地质及其他开采技术条件。

（5）在完成上述工作要求基础上，估算推断的内蕴经济资源量（333）和经工程验证的预测资源量（3341），提出是否具有进一步详查的价值，圈出详查区范围。

主要工作内容包括：

（1）系统收集矿区内已有的地质、物探、化探、遥感资料，矿点、矿化点资料，以及综合研究等资料，全面掌握以往工作程度。

（2）开展地质填图和物、化探工作，测制大比例尺（1∶2000—1∶10000）矿区地形地质简图和相应的物探、化探图件。

（3）对矿层、矿带（矿化带）进行较系统的地表工程揭露和采样分析，圈出矿体、矿化体、矿化蚀变带以及氧化带的空间形态或分布范围。

（4）选择主要矿体，布置深部工程控制剖面，并进行工程施工。

（5）采集有代表性的样品进行试验研究及选矿试验，如有同类型矿石的相关资料可进行类比研究。

（7）根据工作需要，可在普查矿区外围开展中大比例尺物、化探和矿点检查工作，以发现新的矿产地或同类矿床。

（8）通过上述工作，对普查区的资源量进行估算，并作出总体评价，提出可否进一步工作的意见和建议。

附：

# 普查评价设计书编写提纲

## 第一章　前　　言

（1）目的任务：主要包括任务来源、任务书的主要内容、工作周期及成果提交时间等。

（2）工作区范围和地理条件：主要包括工作区的地理位置、坐标范围、涉及图幅及编号、行政区划、自然地理环境、气候概况、交通条件、供水、供电情况以及社会经济概况等。上述内容，凡与调查无关或关系不大者不写或少写。

（3）矿权登记情况：包括调查区内探矿权登记范围、面积等，视情况附区块图，必要时还需表述区内采矿权登记的范围及有关情况。

## 第二章　以往地质工作程度

（1）以往区域工作情况：主要是各种比例尺区域地质调查、区域化探、区域物探（包括区域重力、磁法、航空电法、航空能谱测量等）、遥感地质等，并对其成果作简要叙述。

（2）以往矿产地质工作：已进行矿产勘查地区的工作性质、工作程度、投入的主要实物工作量及取得的主要成果。与本次矿产资源调查评价有关的矿区，应附已完成的主要实物工作量表及主要工程分布图。对已提交的成果应确切地予以表达。

对其工作中存在的问题，应予以详述。

（3）对已经涉及本次矿产资源调查评价的科研工作，要重点说明其工作成果和重要结论（如对成因认识的改变并涉及对矿床远景评价的应扼要地予以叙述）。

（4）对以往工作中存在的问题，特别是影响区内找矿突破的关键性地质问题和可能的解决途径，应结合本次工作的目标任务加以详述。

## 第三章　区域地质背景及成矿条件分析

主要从地质构造背景和成矿条件分析说明工作部署的依据。

（1）区域成矿条件：重点阐明区域地质背景、区域地球物理和地球化学特征、遥感地质特征、区域矿产分布及成矿规律。

本节要避免泛泛罗列地质资料，力求文字精练。

（2）矿区地质特征：重点放在与成矿有关的地层、构造、岩浆作用和变质作用等地质特征上。若为沉积矿床，应将重点放在与沉积作用有关的沉积类型、沉积相模式及沉积成矿作用；如矿床主要受构造控制，应重点分析控矿构造类型及性质特点，如韧、脆性变形的特征、规模、产状、构造剥离面或拆离面、不整合等；若为岩浆型矿床，要从岩浆岩岩性岩相分带、侵入特征、侵入模式等方面进行叙述；对成矿条件较复杂的矿

床，要分别叙述其主要成矿特征。

同时，阐述普查区内地球物理、地球化学异常及其与成矿作用的关系。

(3) 矿体地质特征：包括矿体的形态、规模、产状、空间位置、分布特征，矿物共生组合，矿石品位、矿物成分、化学成分、围岩蚀变等特征。

(4) 矿石的选冶情况及经济技术评价。

## 第四章　工作部署

(1) 工作部署原则根据任务书的要求，有针对性的总体工作思路和部署原则，说明各项工作间的衔接及施工顺序。

(2) 总体工作部署根据项目的要求和上述部署原则，对不同层次及各类地区工作作出总体部署；并视具体情况分年度作出各工作阶段的主要任务，并附相应的工作部署图。

(3) 年度工作安排

说明年度工作安排的主要工作内容和工作量，尤其是当年的工作安排。

## 第五章　工作方法及技术要求

(1) 测量工作

普查阶段的测量工作是地质填图、物探、化探等工作的基础，底图比例尺应满足上述工作的要求。要充分利用 GPS 定位及航测资料提高工作质量和效率。

(2) 地质填图

通过地质填图，大致查明矿区内地层构造、岩石与各类物化探异常、矿化带及矿体之间的相互关系，围岩蚀变及分布等主要控矿因素。研究地表矿体的产状及其变化。

视普查区大小和矿床的复杂程度，来确定矿区填图类型（大部分矿区搞草测，个别情况较复杂的搞简测）及比例尺，说明填图范围、面积、剖面测制地点的确定、填图精度的要求及方法的选择。要说明和矿化带、含矿层、与矿体有关的岩石、围岩蚀变、含矿构造带及其它地质现象的观察内容，图示方法。

(3) 槽井探工作

槽井探工作主要用于系统揭露圈定地表矿体、构造、重要地质界线及各类异常。

重点说明各类槽井探工程布置原则，工程间距、规格、工作量、施工顺序、质量要求。

(4) 钻探工作

普查阶段布置的钻探工程，主要用于控制矿体，了解矿带的深部延伸。要说明钻探工程布置原则，工程间距，工作量，施工顺序及质量要求。

(5) 坑探工程

普查阶段一般不使用坑探工程，确因条件限制不宜布置钻探工程的，可布设坑探工程。设计中应说明坑探工程的技术质量要求及施工目的。

(6) 物探工作

物探工作应根据已有物探资料、普查矿种及围岩的物性特征布署，比例尺按普查面积及矿床大小选择。

（7）化探工作

化探工作采用的比例尺及取样分析方法，要根据普查区特点进行选择。

物化探工作部署要有的放矢，按有关规范要求执行，并编制专业设计。物化探工作采用的比例尺应尽可能与地质填图比例尺一致，并确定有效的成图方法，做好物化探资料的综合解释。

（8）取样化验工作

应详细说明拟采集的岩矿样、化学样、光谱样、选矿试验样和同位素样等各类样品的采集目的、采样原则、数量、分析测试项目等。

（9）水文地质、工程地质、环境地质工作

说明在评价工作中应进行的水文地质、工程地质、环境地质工作。

（10）矿石选（冶）性能试验与评价

说明普查中对矿石可选性资料获取方法。对于组分复杂，矿物颗粒较细，在国内尚无工业利用成熟经验的矿产，应进行可选（冶）性试验或实验室流程试验。

（11）矿床可行性评价

在普查评价过程中应做可行性评价的概略研究。

（12）编录、室内整理工作

说明野外工作阶段及室内整理工作的内容和要求（执行 DZ/T0078—93 和 DZ/T0079—93），说明对经过普查工作，估算推断的内蕴经济资源量（333）和经工程验证的预测资源量（3341）可能采用的方法。

（13）专题研究

说明结合普查工作所确定的科研课题、研究任务和研究方法。科研必须与普查工作密切结合，解决普查中需要解决的关键命题。

## 第六章　实物工作量

列表说明总体工作部署和年度各类实物工作量。

## 第七章　经费预算

按《中国地质调查局项目预算编制暂行办法》编写。

## 第八章　组织管理和项目组人员设置

（1）组织管理

（2）项目人员组成及分工

## 第九章　技术措施

（1）保障任务完成，提高工作质量的具体措施。含技术措施，各种新技术方法的应用，提高工作人员水平所采用的技术培训措施等。

（2）安全及劳动保护措施。

（3）项目全面质量管理办法及措施。

### 第十章　预期提交成果

（1）普查工作报告及相关图件、附表。

普查报告提交的资源量，主要是按照 GB/T17766—1999 规定的推断的内蕴经济资源量（333）和经工程验证的预测资源量（3341），要求 333 级别以上资源量所占资源量的比例在 70%以上。重点是通过普查评价，确定可否转入下一阶段地质工作。

（2）提交成果时间

### 第十一章　设计附图

（1）交通位置图

（2）以往地质研究程度图

（3）勘查开发登记范围图（如图面允许可与其他图件合并）

（4）1∶20 万—1∶5 万区域地质图

（5）1∶20 万—1∶5 千物化探异常图

（6）1∶1 万—1∶2 千矿区地质图

（6）大比例尺典型剖面图

（8）总体工作部署图及其分图

说明：以上提纲仅供编写项目设计时参考，可根据项目不同情况作适当调整。专业另有规范规定要求的，要统一按专业要求执行。

## 第四节　创新“矿产普查与勘探”学科建设

“矿产普查与勘探”学科是长江大学最早设置的学科专业之一，该学科在教育部 2004 年公布的一级学科排名中位于全国的前 10 位。“矿产普查与勘探”学科伴随我国石油工业的发展已经走过了半个多世纪，实践了学科建设的不断创新，具有良好的办学基础。

### 一、要有一支优秀的学科队伍

要有一支优秀的学科队伍，一是要想方设法全面提高学科队伍素质，坚持“加强建设、优化结构、突出重点。提高水平”的原则，正确处理“稳定、培养、引进”三者之间的关系，二是要采取有效措施切实加强研究生导师队伍建设，保证研究生培养质量，三是要高度重视导师队伍科研能力的培养，利用激励政策调动所有导师积极开展科学研究，不断提高人才培养质量，四是要努力加强育人条件建设，积极为导师创造良好的教学，科研条件，五是要重视国际国内学术交流与合作，采取请进来，走出去的办法，进行多学科。多方位的交流与合作，不断提高导师、研究生的学术水平。

目前，“矿产普查与勘探”学科专业有专任教师 45 名，其中教授 15 名，具有博士

学位及正在攻读博士学位的教师共 31 名，2/3 以上的教师具有高级职称与研究生学历，教授的平均年龄为 43 岁，是一支中青年学术骨干为主体，充满活力的学科队伍。在这支教师队伍中，有博士生导师 3 人，硕士生导师 30 人，中国科学院院士有效候选人 1 人，教育部高校优秀青年教师 1 人，享受政府津贴专家 3 人，湖北省新世纪高层次人才工程人选 1 人。

## 二、要有稳定的学科研究方向和一批创新性的科研成果

要有稳定的学科研究方向，才会有创新的科研成果，才能进一步促进“矿产普查与勘探”学科建设。多年来，一是重视理论创新，学科基础理论研究是实施学科创新的基础，如“深水牵引流沉积”的首次提出，“生物礁”的研究、“湖盆沉积模拟”的建立等；二是注重学科交叉，如数学与地质结合进行油藏数值模拟，计算机与地质结合研制出岩心图像采集系统、GIS 应用于石油勘探中等；三是重视成果转化，把研究成果应用到油田勘探与开发中产生了显著的经济效益。

### （一）“应用沉积学”研究方向及其成果

（1）深水沉积学研究　近些年来，在深水沉积学研究尤其在深水牵引流沉积研究方面开展了系列创新研究，并保持国际领先水平。主要创新成果有：①内潮汐和内波沉积的发现和研究开创了沉积学的一个新的研究领域，在世界范围内首次发现和系统研究了地层记录中的内波，内潮汐沉积。②对地层记录中的等深流岩丘进行了深入研究，发现并系统研究了我国第一例和第二例地层记录中的等深流岩丘，在我国首次描述了等深流岩层序，建立了等深流岩丘的沉积模式。成果在《科学通报》等权威刊物发表，3 次获得国家自然科学基金的资助。

（2）沉积模拟研究　近些年来，以部级重点实验室——国内独有的湖盆沉积模拟实验室为依托，开展了对沉积盆地储集砂体的形成、演变进行物理、数值模拟研究，结合理代及古代露头调查，系统分析了砂体的成因及其对储集层性质的影响，建立了湖盆主要砂体沉积过程的原型地质模型，奠定了国内实验沉积学的基础，建成了国内独有的含油气盆地储集砂体形成，演变及储层结构研究的大型实验室。此项成果获得 2002 年教育部科技进步二等奖。

### （二）“油藏描述与评价”研究方向及其成果

开展数学、地质统计学、计算机科学、信息技术等学科的交叉研究，获得了系列具有特色的研究成果。①储层描述技术是油气勘探开发的关键，以野外露头、井下地质资料、地震、测井及油田动态资料为基础，应用高分辨率层序地层学及储集砂体建筑结构分析理论，结合地质统计及先进的建模方法，建立储层地质模型，开展了储层精细地质模型的建立、陆相含油气盆地储层高分辨率层序地层学研究，油田储集砂体建模等研究。②以 AVO 异常属性参数的提取为基础，通过储层含气性与异常属性的知识表达与建摸分析，检测地下储层含气性。该成果成功地在我国多家油田应用，已经产生了过亿

元的经济效益。③研制出岩心图像扫描采集仪，运用图像处理技术和数学地质方法，实现了宏观、显微岩心图像的自动化采集，岩心及相关地质资料的永久性储存、综合管理及定量分析，处理等功能。该仪器已在东、西部多数油田广泛应用。

### （三）“油气资源勘探”研究方向及其成果

注重开展油气资源勘探的基础研究——生物碓与地层学的研究。近些年来，在生物礁与地层学研究尤其在奥陶系生物礁、白垩－古近系界线研究等方面开展了系列创新研究。首次发现并研究了中扬子台地、塔里木台地、华北台地的早奥陶世生物礁，已获得了趋于系统性的研究成果：①揭示了早－中奥陶世生物礁的产出层位、分布状况、礁岩结构、建礁生物、磕类型和礁组合等特征及其分布规律；②准确地鉴别了造礁生物及其群落，首次在亚洲地区新发现 Pulchrilamina，发现了地史中最早的造礁生物 Butostoma 和 Archaeoscyphia 的多个新种新属；③精细地确认了 3 个新的含礁层位和 Calathium 礁等新的礁类型，完善了生物的成磕演化序列，填补了国内早－中奥陶世生物礁及后生动物早期造礁的空白。该研究领域还获得 4 次国家自然科学基金的资助。

## 三、要不断完善学科基地建设

建设了亚洲最大的“湖盆沉积模拟”部级重点实验室，建设有 3 个校外野外地质实习基地，以及 1 个第二课堂教学实习基地——长江三峡地层沉积相剖面长廊。同时，与有关院系共同建设有“油气资源与勘探技术”部级重点实验室、“油气地球化学”都级重点实验室、“地球物理测井”部级重点实验室等学科基地。教学与科研仪器设备超过 770 万元。

## 四、要不断提高人才培养质量

实行“双导师制”，采取学校和现场培养相结合的办法，强化研究生的科研实践活动，提高其分析问题、解决问题及实际动手的能力，不断提高人才培养质量。

紧紧围绕“矿产普查与勘探”学科的建设，深化教学改革，使研究生教育质量稳步提高，近几年，获得高等教育国家级优秀教学成果二等奖 1 项，省优秀教学成果一等奖 1 项，2004 年，有 5 项教学成果被推荐申报 2005 年湖北省教学成果特等奖、一等奖、二等奖和三等奖。沉积岩石学获得省精品课程称号，被推荐申报国家精品课程。资源勘查工程专业被授予湖北省晶牌专业。近 3 年来，本科毕业生考研上线率分别达 44% ~ 64%，毕业研究生考上博士生比例达 31，3% ~ 71%，均位于长江大学各学科前列。该学科培养的学生具有较好的综合素质和创新能力，深受用人单位欢迎，毕业生供不应求。

# 第二章　矿产普查的战略与加强矿产普查工作的问题

## 第一节　矿产普查的战略思考

80年代以来，由于世界人口的迅速增长，矿产资源消耗量的急剧增大，找矿机遇的日益减少，而找矿难度又在日趋加大的形势下，地质找矿所面临的任务显得更加迫切与严峻。当前，从地质找矿理论，科学技术方法以及生产技术管理等不同角度去探索找矿途径，增加找矿机遇，提高找矿效果，无疑都是值得重视的。但中国是一个具有11亿人口的社会主义大国，从国情实际出发，解决中国社会主义建设长期所需要的矿产资源问题，不仅要重视矿产普查的技术问题，也需要重视矿产普查的战略问题。建立中国矿产普查的战略，核心问题是基础。对此，作者认为有以下3个方面值得重视：其一是中国矿产资源的基本特点，其二是中国社会主义建设的基本国情，其三是中国矿产普查40年的基本经验。

### 一、关于中国矿产资源的基本特点

（1）中国矿产资源总量可称丰富，但主要矿产人均占有量与世界平均水平相比，除稀土、钨较高，钛、锌达到世界平均水平外，其余均较低。据1982年统计，如煤（地质储量）47%；石油（地质储量）32～64%；铁矿（探明储量）48%；铜（探明储量）29%；铝（工业储量）33%；锡（探明储量）70%；镍（探明储量）25%；铅（探明储量）54%；硫（探明储量）85%；磷（探明储量）52%。从这一基本点出发，中国必须建立长期的，全面的矿产普查战略。

（2）中国矿产资源特别是大宗矿产，总的来说是贫矿多，富矿少。例如铁矿，各类富矿储量仅占总量的13.7%，平均品位也只达到49.3%，而可以直接入炉的仅占4.2%。铜矿中的富矿仅占全国的35.2%（品位1%），其中大于2%的只占总量的6.3%，大于3%的只占0.7%。其它大量的有色金属、稀有金属和贵重金属，在探明的储量中，也有大量的贫矿。从这一基本点出发，中国矿产普查的战略，不能主要建立在找富矿的基础上，而应富贫兼顾，贫中找富。

（3）中国矿产资源单一矿少，共生和伴生矿产多。铁矿中约有1/3的储量共生或伴生有多种其它有色或稀有金属。有色金属更是如此，在大型铜矿中，如云南大红山是大

型铜矿，也是大型铁矿，内蒙古霍各气是大型铜矿，也是大型铅锌矿，吉林永吉前撮落是大型铜旷，也是大型钼矿。在稀有金属中，如内蒙古白云鄂博铁矿，是大型稀土矿，也是大型铌钽矿。全国探明钴的储量均属伴生，探明钒的储量 90% 以上属于伴生，探明金的储量 45% 以上属于伴生，探明钛的储量 95% 以上属于伴生。在铅锌矿的全部储量中，伴生有 45% 的银、60% 的镉、24% 的铟。从生产实践来说，我国目前全部的铼、铋、银、铂族金属，40% 的金，90% 的钴，95% 的钒，30% 的硫都是从共生或伴生矿产得到的，致于镉、锗、镓、铟、硒、碲、铊、铪、氦等更是靠综合回收。从这一基本点出发，中国必须长期坚持综合普查、评价的战略方针，同时要加强矿产综合利用的研究。

(4) 中国矿产从规模上来说是大矿少，而中小矿居多。全国目前已探明的 1.5 万多个矿区中，按一般大矿的规模标准，虽然在黑色、有色和稀有金属等矿产中探明了一批大型矿床，但比例是很低的；而如按国外当前大矿和超大型矿床的规模概念（P. 拉兹尼卡，1983），全世界也只有 80 个大型和 45 个超大型的各种金属矿床相比，则中国大型矿床所占比例可能更低。目前，国内和国外的勘探实践已经证明：矿床出现频率的高低与矿床规模的大小呈明显的反比关系。从这一基本点出发，中国矿产普查的战略不能过于强调找大型或巨型矿床，而应坚持大中小矿并举，在找中小矿的同时找大矿。

(5) 中国矿产在地区分布上是不平衡的。华北地区煤矿探明储量古全国的 60% 以上，前震旦纪铁矿探明储量占到全国总储量的 2/5；而华南钨、锡、锑等主要金属则约占全国的 80%，华南和西南的磷矿则占到总储量的 2/3，其它如镍、钛、钒、铬、金刚石等探明的储量也多集中于几个主要地区或矿带。从这一基本点出发，中国矿产的普查战略部署，必须充分考虑区域成矿条件，发挥优势，抓住重点，兼顾一般，力求在矿区、矿种和类型上有新的突破。

## 二、关于中国社会主义经济建设的基本国情

(1) 中国是拥有 11 亿人口的大国，农村人口仍占 80% 以上，因此，振兴农村经济，仍是社会主义建设的一项根本的、长期的艰巨任务。对此，地矿部门应有更多的贡献。

(2) 中国虽经过 40 年的社会主义经济建设，但目前，在沿海和内地，东部和西部，山区和平川，城市和农村等不同地区的经济发展还是不平衡的，因此，发展工矿企业，讨矿产资源的需求，无论在矿种、规模、条件，或在档次和水平上均应有不同的要求，应予区别对待，地矿部门对保证程度也应有所考虑。

(3) 由子多种经济成分的发展，目前除全国的国营矿山企业外，乡镇集体矿山已发展到 11 万多个，个体小矿山已发展到 12 万多个，这是中国农村改革后出现的新事物，是一项具有战略意义的事业。如何保持现有乡镇矿山的稳步发展，如何为以后更大的发展作好必需的资源准备，地矿部门除加强管理外，也应有所考虑。

基于当前社会主义经济建设的基本国情，中国矿产普查的战略要有一个更为全面的考虑，力求做到长远与近期、重点与一般、中央与地方三个方面的更好结合。

## 三、关于中国矿产普查 40 年的基本经验

中国经过 40 多年的普查和勘探，积累了丰富的经验，但也走过不少弯路。从指导思想方面来说，十一届三中全会以来，经过不断调整，虽已逐步走向正轨，但近年来，由于众所周知的原因，对过去已经认识，并已得到克服或正在克服的问题，在不同程度上又有“回潮”。因此，以下三点仍值得从矿产普查的战略角度予以考虑和重视。

（1）急于求成，做长期细致地质找矿工作的思想准备不足。近年来，由于“短期行为”的出现，更助长了这种思想的滋生。

（2）重大轻小，对过去找矿的实践和地区矿产分布规律缺乏系统的总结和深度认识。近年来，由于国外国内有些学者提出找“超大型”矿的“吸引”，轻视中小矿的势头将会愈来愈大。

（3）“单打一”，对区域矿产和工业基地建设缺乏全面认识，因而对综合普查和综合评价的战略方针难于全面落到实处。近年来，由于投资紧等因素，更影响了这一方针的进一步落实。

对于以上 3 个问题，我们的经验和教训可以举出很多。例如，白云鄂博矿区 50 年代中期主要是勘探铁矿，对稀土虽也初步计算了储量，而研究程度很低，但当时认为完成了任务就撤队了。60 年代初期二次组队研究稀土，不久也撤队了。后来由其它单位继续工作，不仅铁矿储量又有大量增长，除稀土（占全国总储量的 97.44%）外，铌钽储量也占到全国总储量的 84.9%，而且现在还在继续工作，铁矿和其它旷产的储量仍望有所增长。以包头为中心的工业基地建设也不仅是钢铁工业，而是带动了其它配套的或新兴的（如稀土）工业迅速发展，形成了一个以钢铁为主的综合的工业基地。又如，长江中下游是一个著名的成矿远景区。解放前到 50 年代中期，鄂东主要找铁，皖南铜陵地区主要找铜。马鞍山地区主要找硫，也找铁。50 年代至 70 年代，本地区地质系统就有三个地质队在进行找矿和勘探工作，他们的作法不一，效果各异，颇具代表性，从指导思想方面来说，至今仍值得我们深思。鄂东地区 50 年代中期勘探了个别铁矿交报告后就撤队了，后来省局成立又组队进行普查勘探，工作至今不仅铁矿储量增长了数倍，而且勘探了以铜为主的大型铜矿、铁铜共生的大型铜矿，并找到了铜钼共生的矿床。铜陵地区 50 年代中期勘探了主要矿区（铜官山）交报告后即转移到江北庐枞地区找矿，因无收获而撤回又做细致的找矿工作（展开系统 1/5 万区调），结果又发现好几个矿区，铜矿储量大大增长，而江北庐枞地区由子后来经过细致的找矿工作，也发现了重要铁矿和硫矿。马鞍山地区则由于坚持做长期细致的找矿工作，虽然范围不大，效果却较显著，铁、铜、硫等矿产均有较大收获。普查勘探的实践证明，坚持长期的、全面的和综合的找矿指导思想，不仅可以提高找矿效果，而且可以获得符合实际区域矿产远景的全面评价，否则，即使找到个别大矿，也会顾此失彼，贻误找矿机遇、造成损失和浪费。

为此，根据中国矿产特点，国情和经验，建立一个长期的、全面的，稳定的矿产普查战略方针，并持之以恒地贯彻下去，将是十分重要的。

以上议论，可能偏颇，木妥之处，欢迎指正。

## 第二节　切实加强矿产普查工作的几个问题

### 一、普查工作面临的新形势

党的十四大和八届人大一次会议，向全党全国人民提出了 90 年代加快改革开放和社会主义现代化建设的步伐，要在本世纪末使我国国民经济整体素质和综合国力登上一个新台阶，在 2050 年实现国民经济第三步战略目标，地矿工作为实现这一目标提供更多的矿产资源和地质资料。尽管我国矿产资源总量比较丰富，但人均占有量不及世界平均水平的一半，当前资源紧缺后备资源不足的有石油、天然气、钾盐、铜、铬铁矿、铂族金屑、金刚石、硼、天然碱等 10 多种矿产，预计，到 2000 年，随着我国经济建设高速发展。约有 20 多种重要矿产不能满足经济建设需要。为适应 2010 年国民经济发展的需要，今后八年紧缺矿产探明储量都要有较大幅度的增长。

经济和社会发展对普查工作的需求日益增长，地质找矿任务十分艰巨，但实际投入的地勘资金严重不足，仪器装备陈旧落后、不配套，普查找矿规模日渐萎缩，直接制约普查工作的发展和找矿效果的提高。另外，矿产勘查工作的运行机制急待改革。长期以来，由于矿产勘查工作费用主要依靠国家投入，地勘成果被无偿占用，地勘工作和矿业开发长期分割的机制，在当前向社会主义市场经济体制转变的新形势下，使许多过去地质找矿成果多、预算内任务饱满的地勘单位，在经济上陷入了困境。近几年来，各地勘单位大力抓产业结构调整是完全必要的。但调整产业结构的目的是为了加强地质找矿这个中心。要合理安排结构调整和保证普查找矿之间的资金平衡，当前存在着一种倾向掩盖另一种倾向的情况，有的地勘单位过急组织队伍转产，过量挤占普查费用，削弱了普查工作。这是当前存在的带有倾向性的问题，请各级领导引起高度重视。除此以外，我国矿产资源虽有相当潜力，但找矿难度日益增大，普查成本大幅度提高，需要有更多的勘查资金投入和先进科学技术的支持。因此，国家经济建设急需，普查工作的现状以及地矿部门本身的发展，都要求切实加强地质找矿工作，以适应社会主义现代化建设的需要。

### 二、今后普查工作的战略目标和指导思想

随着地质工作由社会主义计划经济向社会主义市场经济体制的转变，地质找矿工作的内涵已经实现了多元化。概括起来，地质找矿必须提供两类资源；第一类是为国家今后中长期经济发展提供矿产资源储备，具有战略储备性质，主要讲求长远经济效益；第二类为近期内地方经济发展和社会各方面急需以及地勘单位自身发展需要的近期效益型普查找矿，要求市场对口，讲求近期经济效益。即普查工作，除了完成国家计划内地质

找矿任务外，还有部分矿种地质勘查基金项目、地质拼盘项目、地质市场项目和地勘单位滚动开发项目。这就必然形成在地质找矿工作中国家计划、基金、拼盘、市场，滚动开发等五种成分并存的局面。因此，我们的指导思想、任务部署，技术政策和业务管理等都应适应这种地质找矿工作多元化的新体制。要为满足国家、地方和搞活地勘单位自身所需矿产资源，树立地质找矿为上述三个层次服务的思想，努力提高地质找矿的经济效益。必须明确指出，坚持以地质找矿为中心，积极安排好国家计划内的矿产普查工作，争取实现地质找矿的重大突破，仍然是我们坚定不移的战略目标。

今后矿产普查工作的战略目标，主要为国民经济发展上新台阶服务，为本世纪末实现我国经济建设的第二步战略目标服务，也为下世纪初经济的持续发展准备必要的矿产资源储备。具体地说，到本世纪末，要进一步提高对我国矿产资源情况全貌的了解，基本查明东部、中部地区容易识别的地表矿，基本搞清西部及边远地区国家急缺矿种重要成矿远景区矿产资源的远景，累计提出并初步查明重点普查远景区、带 150 片，力争发现特大型、超大型矿床，为国家提交油、气发现井 25 ~ 30 口，新发现重要矿产地 1000 处，重要详查基地 500 处。

为实现上述战略目标，“八五”及今后八年矿产普查工作的指导思想是：坚持以地质找矿为中心的方针，在重点加强国家急需矿种重点地区普查工作的基础上，同时安排社会市场需求和地勘单位求生存发展所需矿产资源的普查工作，依靠科技进步，充分运用经济调控手段，加强管理，努力提高找矿效果和经济效益。

## 三、“八五”及今后八年矿产普查工作的任务和部署

### （一）协结合国家经济建设宏观需求，按需要与可能相结合的原则，部署资源储备型普查工作

（1）石油天然气普查：在新理论指导下，继续以“四新”为主要内容，继续以塔里木盆地和东海陆架盆地为重点。努力寻找大中型油气田；加强鄂尔多斯盆地以天然气为主的油气普查，扩大含油气面积；对南沙海域、西藏等地区开展战略侦察，以便早日取得战略性突破，大力加强包括煤层气在内的天然气勘查；继续探索南方海相碳酸盐岩油气领域。

（2）煤矿普查工作：主要部署在东部能源消耗集中地区和中部缺煤省区，对具有成煤地质条件和开发有利地区，要积极安排煤炭普查工作。

（3）金属矿产普查：要密切配合有色金属、钢铁等原材料工业基地的改建扩建和新建的需要，在现有矿山外围、重要经济区及重要成矿远景区带，开展普查工作。要加强铜、铝土矿、铅锌等矿产的普查，其中铜矿要优先安排，注意找富铜矿。在成矿有利地区要重视找锑矿和锡矿。对经济效益高又有找矿前景的银矿和金矿，要继续保持适当力量，开展普查，寻找新的勘探开发基地。在有成矿地质条件和找矿线索的地区，要注意开展找铂矿。铀矿的普查工作，要以寻找富矿，大矿为主要目标。根据需要与可能，重视安排铁锰矿普查工作，重点寻找富铁矿和氧化锰矿。对西藏的铬铁矿，重点开展成矿

远景区带的资源远景调查。在国家统一安排和专项投资支持下，积极参与东太平洋海底多金属结核矿区勘查工作。

(4) 非金属矿产普查：要为确保农业、化工、建材、轻工等原材料工业发展的需要，积极开展非金属矿产普查工作。重点安排磷矿、硫铁矿、钾盐、金刚石、硼、优质高岭土等矿产的普查。磷矿继续在大型磷矿基地外围开展普查，重点寻找富磷矿；同时，重视北方及缺磷地区的找磷工作。硫铁矿，重点在现有矿山外围及重要成矿远景区寻找富硫铁矿。继续组织实施金刚石、钾盐特别找矿计划，提倡新思路，新方法找矿，努力突破新类型金刚石矿床。抓紧硼矿的寻找，重点探索研究和突破火山沉积型硼矿。适当开展盐湖富硼，锂矿的综合普查工作。对质量好的高岭土，膨润土、石墨、滑石，萤石、重晶石等非金属矿产，要根据需要，重点在交通方便、易于开发的地区，安排普查工作。

我国地域辽阔，各地条件差异很大，经济发展不平衡，应当在国家统一规划指导下，因地制宜，充分发挥各地矿产资源优势的原则，统筹安排东部、中部和西部地区的普查工作。

除了完成国家重点计划外，应当考虑市场的需求来安排普查工作。要根据地方建设和工业部门的需要，有偿安排普查工作，还应根据地勘单位滚动开发的需要安排普查工作，逐步扩大市场需求的比重。在普查工作中要努力找大矿，争取重大突破。

### (二) 确保重点，抓好部、局两级重点普查区的找矿工作

重点普查区的找矿工作是一项战略性的工作，其目的是为国家确定重点建设项目和规划经济开发区提前准备矿产资源。确定部控重点普查区的主要原则是：第一，以部确定的重点矿种油气、铜、金、银、铝、铅锌、锑、锡、氧化锰、金刚石、钾盐、稀土等矿种为主，有成矿远景，经过工作后有可能在一个矿田或略大于矿田的范围内矿床远景具有大型以上规模；第二，交通较为方便，开发条件有利，对国家经济发展和建设布局具有重要现实意义；第三，已列入省局重点普查地区，并在年度计划中确保了地勘费的投入。

经研究，部控固体矿产 20 片重点普查区是：(1) 福建上杭县紫金山外围中寮地区铜矿；(2) 新疆哈巴河县阿舍勒地区Ⅰ号矿带外围铜矿；(3) 云南蒙自县白牛厂地区银多金属矿；(4) 广东高明县富湾地区银矿；(5) 辽宁阜新市上排山楼—上两家子地区金矿；(6) 湖南平江万古金矿；(7) 广西隆安凤凰山银矿；(8) 云南鲁甸乐马厂银矿；(9) 四川巴塘夏塞地区银多金属矿；(10) 内蒙古新巴尔虎右旗额仁陶勒盖外围银矿；(11) 山西灵丘县太白维山地区银锰矿；(12) 辽宁瓦房店岚崮山地区金刚石原生矿；(13) 贵州麻江隆昌地区金刚石原生矿；(14) 山西交口县上庄—冯家港一带铝土矿；(15) 贵州务川大竹园地区铝土矿；(16) 湖南桃江县板溪地区锑矿；(17) 广西桂平县木乐地区氧化锰矿；(18) 广东揭阳地区稀土矿；(19) 河北张北蔡家营详查区外围铅锌矿；(20) 江西会昌锡坑迳锡矿。

部控油气重点昔查区是：(1) 塔里木盆地、东海盆地油气普查区；(2) 以鄂尔多斯为主的中、东部天然气（含煤层气）普查区；(3) 南沙海域油气普查区；(4) 以中、下

扬子为主的南方海相碳酸盐岩昔查区。

为了进一步提高地质找矿效果，今后在抓重点片工作的同时，要着重抓好部、局两级重点普查区的工作。对重点普查区实行滚动计划和动态管理。要搞好工作部署，坚持与区划（成矿预测）、区调、物探、化探、科研工作统一部署，协调工作，要点面结合，合理应用综合找矿方法，加强技术业务管理，要求在人、财、物予以优先保证。

### （三）坚持合理利用国内国外两种资源的方针，积极开展国外矿产勘查和开发

首先应充分利用国内资源，面向国内市场，走自立自主的道路，但矿物原料不可能做到完全自给。因此，要把到国外合作勘查开发矿产资源作为一项重要的长期的政策措施。这是一项开拓性的工作，又刚刚起步，要采取积极稳妥的步骤，抓典型，不断总结经验。

## 四、推进矿产勘查工作运行机制的改革，切实加强普查工作

推进矿产勘查工作运行机制的改革，是加强普查工作的根本出路。

### （一）加速推行地质勘查资料有偿使用

世界上市场经济体制国家，对矿产资源的使用都是有偿的，需要缴纳矿产勘查费、矿产使用费、土地租用费。我国目前正在积极推进的“矿产资源补偿费”制度相当于国外的矿产使用费，其主要补偿对象是国家，尚不能解决地勘费用补偿的问题。因此，从建立矿产勘查运行机制出发应当尽快落实《矿产资源法》第二十五条“矿床勘探报告及其他有价值的勘查资料，遵照国务院规定实行有偿使用”的条款。矿产勘查资料的有偿使用，一是对那些规模大的矿床，一般以矿产勘查的有效投入，以注册资金的形式入股，合资投入开采。目前石油局及不少省局已经实施此办法。二是对那些规模小的矿床，一般以矿产勘查成果经过价值评估直接有偿转让，或者组织拍卖。今年 4 月 3 日，辽宁省锦西市政府召开地质成果转让协调会，它使地质成果从无偿到有偿，开始纳入社会主义市场经济体系，受到了供需双方的热烈欢迎。

### （二）积极推进矿产有偿勘查

随着国民经济建设的发展，特别是部分省区以资源开发带动经济发展战略，因此矿产品等原材料市场的需求正在不断增长。为此，社会对矿产勘查的有效需求有回升的趋势，在部分省区，出现了较好的势头。因此应当考虑积极开拓矿产勘查市场，地勘单位应主动了解市场需求，宣传地勘单位的勘查技术能力，根据社会需求，主动做好有偿服务；同时应根据对市场需求的预测，加强普查工作，掌握资源信息储备，主动参与市场竞争。

根据国家计委关于“今后中央财政安排的地勘费主要用于基础地质和普查找矿，而对

口建设的详查和勘探费用，由资源补偿费和地方财政解决”的精神，地勘费不再对详查和勘探项目给予无偿的投入，由用户出资进行有偿勘查，真正形成矿产勘查市场。

当前除了保证为国家长远发展进行资源储备的普查工作外，应重点考虑市场需求来安排不同矿种的勘查工作，避免形成资金积压。

### （三）加速实施地勘单位矿产勘查开发一体化

矿产地的发现，应该如同知识产权和专利那样受到保护，地勘单位应该十分珍惜和牢牢抓住矿产地的发现权。世界上市场经济体制国家，传统上把矿产勘查工作看作矿业开发的前期工作，实行探、采结合，或探、采、工、贸一条龙，回收投资，获取利润，完成资金循环。因此，各矿业公司进行矿产勘查工作的目的，一般都是为了自行开发。

从国内情况分析，今后随着社会主义市场经济体制的发育，矿产勘查必然要和矿业开发通过市场为纽带紧密地结合起来，有条件的地勘单位将发展成为有经济实力的地勘矿业公司，实行矿产勘查开发一体化。实践证明，有的地勘单位已经通过矿产勘查开发一体化，获取了较显著的经济效益，促进了矿产勘查的发展。这是矿产勘查工作走向市场的一个新起点。

从目前形势看，实施矿产勘查开发一体化具有强大的生命力，是推动矿产勘查工作发展的一项重要战略措施。今后，在一切有条件的地区，应把单一矿产勘查业转变为矿产勘查开发业。当前，应首先在油气、贵金属、金刚石、宝五石和非金属等矿种方面积极建立矿产勘查开发一体化的新体制。近期内，在西部地区、边远地区以及其他有条件的省、区，努力实现一队一矿，积极勘查开发经济效益好的矿产资源。

### （四）进一步改革分配制度，逐步提高从事普查找矿工作人员的待遇

为了进一步调动广大从事普查找矿工作人员的积极性，要进一步改革分配制度，逐步提高从事普查工作人员，特别是第一线工作人员的收入水平和福利待遇。

首先应该对第一线从事普查找矿的工作人员实行岗位浮动工资制，使他们的平均收入不低于其它岗位相应条件工作人员的平均收入水平。其次，修订找矿奖励制度，使普查找矿成果和工作者的物质利益挂钩，建立地质找矿发现奖，对普查找矿有功的单位和个人实行奖励。对于获得找矿重大突破的人员将给予重奖。有的省局分别制定了找矿前期奖、新发现矿产地奖和详查基地奖等各层次的普查找矿奖，对于调动第一线职工的找矿积极性起到了很好的作用。

为建立适应社会主义市场经济发展的地勘工作新体制的需要，应加强法制建设，加快有关行政规章的制定。例如，建立地勘成果登记制度，以确认并保护地勘单位对其取得的地勘成果所拥有的合法权益，为有偿转让、开辟市场、实施勘查开发一体化提供基础。制订地勘成果使用权有偿转让暂行规定及制订新发现矿产地奖励办法等。

# 第三篇　中国矿产资源预测的理论与方法

# 第一章　金矿床成矿预测理论

成矿预测是指根据一定的成矿地质、成矿预测理论、成矿地质环境、成矿条件、控矿条件和找矿标志对未来矿床所作出的推断、解释和评价。成矿预测理论则是在成矿预测实践中所形成的方式、方法和认识的理论总结。

传统的成矿预测是应用地质人员掌握的地质理论和找矿经验在成矿规律图上圈出不同的成矿远景区作为预测的成果。目前成矿预测是在传统预测的基础上发展起来的，有一套完整的理论、技术和方法。可归纳为三个方面：①就矿找矿；②按成矿理论和模式找矿；③运用新技术新方法综合找矿。对一般在构造、地层层位或其它方面具有一定规律或具有明显成矿标志的浅部矿床而言，做出成矿预测相对较为容易。而隐伏矿床，如作者在寻找金矿实践中经常要面对的隐伏金矿床（体）的预测则是一个相当复杂的系统科学工程，其关键是寻找隐伏金矿床（体）预测的理论和技术的研究，它是当前地质找矿工作迫切需要且又有可能创造巨大社会经济价值的热点之一。由于自然界物质组成和表现形式的千变万化，寻找隐伏矿床（体）的理论和方法既具有多样性和综合性，又构成一个完整的体系，我们称之为科学找矿体系，包括科学找矿理论体系和科学找矿技术体系。

隐伏金矿床（体）预测与一般成矿预测的差别在于对预测对象要求的差异，隐伏金矿床（体）预测要求给出预测对象具体的、较准确的位置，范围较小。而一般成矿预测的对象则相对范围较太，要求尺度较大。它们所应用的预测理论和技术方法也不完全相同。隐伏金矿床（体）预测工作的难度更大，所需要的理论、技术方法和工作原则有其自己的特点，它们已形成一个独特的体系。

## 第一节　金矿床成矿预测理论概述

在目前的成矿预测工作中，常用的理论有相似类比理论、地质异常理论、矿床成矿系列理论、矿床成因模型理论和新的预测理论——成矿系统理论等。

### 一、相似类比理论

相似类比理论是成矿预测的重要理论之一（朱裕生，1995；朱裕生等，1997），由赵鹏大院士提出（胡旺亮等，1995），主要内容是：在一定的地质条件下产出一定类型

的矿床，相似地质条件下赋存有相似的矿床，同类矿床之间可以进行类比，与已知矿床的地质背景相似的地区（段）可以认为是成矿远景区或圈定为找矿靶区。其内涵是：①在相似的地质环境下，应该有相似的成矿系列或矿床产出；②在相同的（足够大）地壳体积内应有等同或相似的矿产资源量。

运用这一理论可以预测和寻找类似的矿床，但局限性很大，对新类型矿床的预测和寻找没有指导意义，尤其是不能发现那些有点型分布的大型、超大型矿床和难识别的矿床。目前应用相似类比理论提交的成矿预测成果，特别是大比例尺的预测成果，多是在一定的风险度前提下的定性预测成果。

利用这一理论在进行成矿预测时，应遵循求大同存小异的原则。如乳山中东部地区的金矿床均受到 NNE 向断裂和 NE 向断裂的联合控制，矿床多赋存在断裂交点上。但不同结点上有的有矿，有的无矿，有的矿大，有的矿小。我们认为这是由于矿床产出的区域地质条件可能相似，而具体的控矿条件不同所致。某一结点在成矿时的扩容空间较大，且位于矿化中心，则其成矿规模可能也较大；而另一结点在成矿时的扩容空间小，远离矿化中心，或当时无封闭条件，属于开放体系，则该结点可能矿小或无矿。因此，利用相似类比理论进行成矿预测，首先应总结出区域成矿的相似条件，然后在相似条件下，找出有矿段和无矿段成矿地质条件的差异，进而确定出成矿有利空间和区段。这是利用相似类比理论成功成矿预测的关键。

## 二、地质异常理论

相似类比理论只能预测和寻找与已知矿床类型和规模大致相同的矿床，不能预测尚未发现的新类型矿床和规模巨大的矿床。20 世纪 90 年代以来，赵鹏大院士等提出的地质异常致矿理论成功地解决了这一问题。其主要内容是：地质异常反映的是在成分结构、构造或成因序次上与周围环境有明显差异的地质体或地质组合（赵鹏大等，1995），是与周围总体地质特征极不相同的地区，在大比例尺中系指地质、物探、化探、遥感等各类异常的综合（朱裕生、金丕兴，1997）。目前所发现的大型、超大型矿床从地质角度讲，具有一个共同的特点，即均分布在大大小小不同级别的地质异常中。一般而言，不同矿种、不同矿床类型所需的成矿地质环境不同，这些环境所形成的地质异常，无论是规模还是性质也各不相同。按分布范围的大小，地质异常分成 5 级：全球性地质异常、区域性地质异常、局部性地质异常、小型地质异常和显微地质异常等（赵鹏大、孟宪国，1993；赵鹏大等，1995；赵鹏大、池顺都，1991，1998；赵鹏大、陈永清，1998；赵鹏大，1999）。地质异常矿体定位方法是在地质异常致矿理论指导下，运用多学科信息，以非线性科学和高新技术为手段，以研究和圈定不同尺度和不同类型的地质异常为基本途径，逐渐逼近工业矿体的一种定量成矿预测方法（赵鹏大、陈永清，1998），其方法流程见图 3 – 1 – 1。

地质异常理论以特定的地质体为对象，对各种信息标志进行分析、解剖，并据此预测和发现与已知矿床类型不同的新类型矿床和规模更大的矿床。

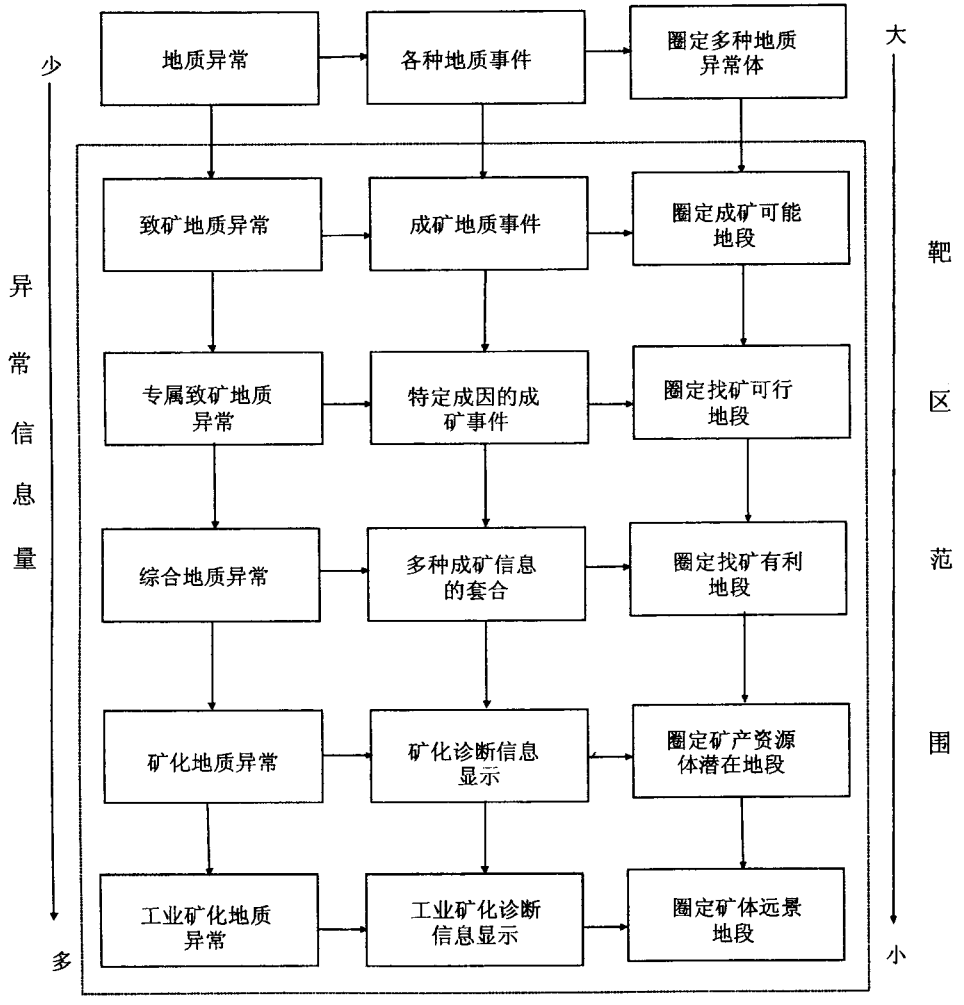



**图 3－1－1　地质异常矿体定位方法流程（赵鹏大，陈永清，1998）**

## 三、矿床成矿系列理论

**矿床成矿系列是由有成因联系的矿床所组成的自然体，亦就是在形成各特定的地质环境过程中形成的有成因联系的矿床所组成的自然体。其涵义为：在一定地质构造单元和一定地质构造运动阶段内与一定地质作用有关形成的在成因上有联系的各矿种、各种成因类型及在不同地质位置产出的矿床组合（陈毓川等，1993，1998）。该理论是我国矿产预测的重要基础理论之一，其主要特点如下：**

**（1）概括性　高度概括了制约矿床成群成组出现的主导因素。掌握了它就能推断一定地质构造单元内和一定地质历史阶段可能出现的矿床类型。**

**（2）联系性　无论任何矿带、矿田内，矿床成矿系列在空间分布上、时间演化上与**

矿物共生关系上都具有相互联系，组成纵横交错的网络结构，形式多样，内容丰富，受一种主导成矿因素制约。一定矿床类型与特定的含矿围岩、容矿构造关系密切，同一控矿因素下，不同含矿围岩和容矿构造内可能形成一组具成因联系的矿床类型组合。成矿系列阐明了成矿作用的继承性，即成矿作用的发生、发展、演化、消亡的规律。如临沂西部地区燕山期岩浆活动带来了大量的铁、铜、金、碲等成矿元素，早期闪长岩－闪长玢岩体周围形成铁铜（金）矿床（120Ma），花岗闪长岩－二长花岗斑岩岩体周围形成金铜铁矿床（120Ma）；晚期正长斑岩岩体（脉）周边形成金、银、碲矿床（85Ma）。构成由闪长岩—闪长玢岩－花岗闪长岩—二长花岗斑岩—正长岩—正长斑岩的演化序列，形成一系列金矿床。早期以铁、铜为主，中期以铜、铁、金为主，晚期以金、银、碲为主（曾庆栋等，1999f）。这一演化历史是成矿系列联系性在成矿作用演化上的具体体现。

（3）有序性　成矿系列从高层次到低层次有序排列，由大区域成矿区带—矿带—矿田组成三个层次的自然系统。相应地形成成矿系列组合—成矿系列—成矿亚系列（包括矿床类型）。如临沂西部地区包括两个金矿成矿系列：与中生代燕山期岩浆活动有关的金矿成矿系列，韧性剪切带型金矿成矿系列。前者可划分为四个成矿亚系列：闪长岩－闪长玢岩铁铜金成矿亚系列；花岗闪长岩－二长花岗斑岩铜金铁成矿亚系列；正长岩金钼铅成矿亚系列；正长斑岩金银碲成矿亚系列。

（4）过渡性　同一成矿期内成矿作用由渐变到突变演化，矿床类型随地质环境的变化而发生递变。成矿系列内端员矿床之间常出现过渡型矿床。

（5）互补性　在一个成矿区带中，成矿物质有两个特点：一是成矿物质的常量性；二是成矿作用强度的不均衡性。由于成矿作用受构造、岩浆、变质作用、围岩等因素控制，各地区主要控矿因素的差异，造成各矿床类型之间元素成矿的地域性特点，即一类矿床中某些元素富集，而另一类矿床中另一类元素富集。它们互为消长，互为补充。

（6）预见性　成矿系列反映成矿作用的主导因素，掌握了成矿主导因素与矿床地质特征，就能建立接近实际的成矿模式，利用这一模式找矿就会取得重大突破。有了联系性和有序性思想，在同一成矿系列中发现一种矿床类型就可能预测另一种矿床类型。

成矿系列研究的关键是控矿因素研究，根据控矿因素就可推断一定条件下一定环境内可能出现的矿床类型。因此，用成矿系列理论预测隐伏矿床具有重要的实际意义。

## 四、矿床成因模型预测理论

20 世纪 80 年代以来，国际上兴起了以矿床成因模式进行成矿预测和找矿的热潮。国际地球科学联合会（IUGS）于 1984 年设立了一个国际的《矿床模式项目》（1985～1994），目的是交流矿床模式，用于矿产资源的勘查、评价和开发，促进矿床模式专门技能的系统化，已取得了较好的效果。国际上以 DP Cox 和 DA Singer（1987）为代表，国内以陈毓川等（1993）、张贻侠（1993）、裴荣富（1994）等为代表的许多矿床地质学家，都对矿床模式进行了系统论述。

矿床成矿模式，即矿床形成过程的模式。确切地说，它是对矿床赋存的地质环境、

矿化作用随时间空间变化显示的各类特征（包括地质、地球物理、地球化学和遥感地质特征）以及成矿物质来源、迁移富集机理等矿床要素进行的概括、描述和解释，是成矿规律的表达形式（陈毓川、朱裕生，1993）。

在研究山东乳山蓬家夼金矿及其周边地区金矿时，我们确定了一种新类型的金矿。该类型金矿主要特点为：①矿床赋存于盆地周边特定的层位中，特别是在晚元古代变质岩系的软弱层中，如大理岩、含石墨片岩层中。②矿床产于区域性拉张盆地的形成过程中，矿体的产出严格受盆地边缘层间滑脱构造带这一特定构造环境的控制。③控矿构造具有多期活动的特点，如乳山蓬家夼矿区滑脱构造带具有先拉、后张、再横切的独特演化过程，每期构造都具有特定的成矿学意义。④矿体的形成和定位受控于区域性拉张－挤压－走滑应力场，在平面上和剖面上呈轴向协调、大小不一的各种透镜体。如蓬家夼金矿矿体构造为角砾状构造，角砾多呈棱角状，矿体形态为大小不等的透镜体状，且常被晚期断层斜切。⑤矿体具有浅埋藏、低品位、大矿量、易采选的特点。如蓬家夼金矿矿体出露地表或近地表，矿体深度一般小于 300m。我们将这种类型的金矿称之为“层间滑动角砾岩型金矿”。

根据这种类型金矿的地质特征，我们概括出这种类型金矿的形成机理：中国东部在中生代侏罗纪时由前侏罗纪的古亚蒙古洋构造域和古特提斯洋构造域转变为环太平洋构造域，成为欧亚板块的一部分（东部边缘）。在早侏罗世时期，大洋板块向欧亚板块俯冲、和其碰撞，形成一系列 NE 向构造－岩浆岩带。1.2 亿年左右，由于大洋板块俯冲作用消失，发生回弹，地壳深部拉开、东移，日本列岛和朝鲜半岛形成，我国形成莱阳盆地，盆地周边由于薄弱面（不整合面及软弱层）存在而产生层间滑动，为成矿作用提供了良好的成矿空间，层间滑动带即是成矿的通道，也是成矿的空间。

在上述基础上，我们根据确定的成矿标志和成矿机理，开展了层间滑动角砾岩型金矿成矿预测工作，取得了很好的效果。如成功地预测了蓬家夼金矿床，该矿由一个只有 2.5t 的小型金矿床增储为 20t 的大型金矿床，而且还有良好的资源前景。同时，这一新类型金矿的确立，引起了周边地区黄金产业部门的高度重视，在相应的层间滑动成矿带上相继开展了金矿成矿预测工作，也已取得明显的效果。目前，在山东牟平、海阳、平度等地区，在同一成矿带（层间滑动带）上已找到多处矿床（点）。该认识对我国东部存在的层间滑动带的找矿将具有重大的指导意义。

## 五、成矿系统理论

成矿系统是当前成矿学研究中的一种重要的理论。翟裕生院士对其进行了系统的阐述。它将成矿的构造体系、流体系统和化学反应及矿床定位机制有机的结合起来，从成矿作用动力学演化的角度来分析成矿作用过程及其要素，以新的思路去探讨认识矿床的形成和分布规律，更有效的指导找矿工作。

翟裕生（1998，1999）将成矿系统定义为“成矿系统是指在一定的时空域中，控制矿床形成、变化和保存的全部地质要素和成矿作用的过程，以及所形成的矿床系列、矿化异常系列构成的整体，是具有成矿功能的一个自然系统”。并科学地分析了成矿系统

的内部结构（图 3－1－2）（翟裕生，1999，2000），它包括四个部分：①控制成矿因素，包括沉积、构造、岩浆、变质、流体、生物、大气、地貌、风化、热动力等作用。②成矿要素，包括矿源、流体、能量、空间、时间等。③成矿作用过程，包括成矿发生、持续、终结以及成矿后的变化和保存等。④成矿产物，包括矿床系列和异常系列。总结了成矿系统的特征（翟裕生，1999）为：①它是地史演化的自然产物，是地球物质系统的一个组成部分。②它是产在一定地质构造环境中的开放系统，与所在环境之间进行着成岩成矿物质、流体和能量的交换，以达到成矿物质的高度浓集。③它具有非线性反馈的动力学机制和自组织能力，从而能自发排除作用过程中的各种干扰，保持成矿作用的持续进行，实现其成矿功能。④具有层次性。⑤具有一定的时空范畴。⑥具有四维属性（3dt），它是动态的。它的内部结构、组成和与外部环境的相互作用，都随时间而变化。⑦在时间上和空间上的分布是不均匀的，在地质历史上，成矿系统的演化是不可逆的。概括了成矿系统研究三个方面的意义：①推动成矿规律的深入研究，是提高矿床研究水平的一个重要途径。②有利于发挥矿床学对整个地球科学的功能。③全面指导矿产的勘查和开发。总结了成矿系统的五个基本要素和四个成矿系统作用过程，五个基本要素为成矿物质、成矿流体、成矿能量、成矿流体的输运通道和矿石的堆积场地。四个成矿系统作用过程为基本成矿作用、成矿作用的发生、成矿过程的持续和成矿过程的结束，强调了对成矿系统后期变化与保存的研究（翟裕生，1997，1999），提出了成矿系统的分类方案（翟裕生，1999）。

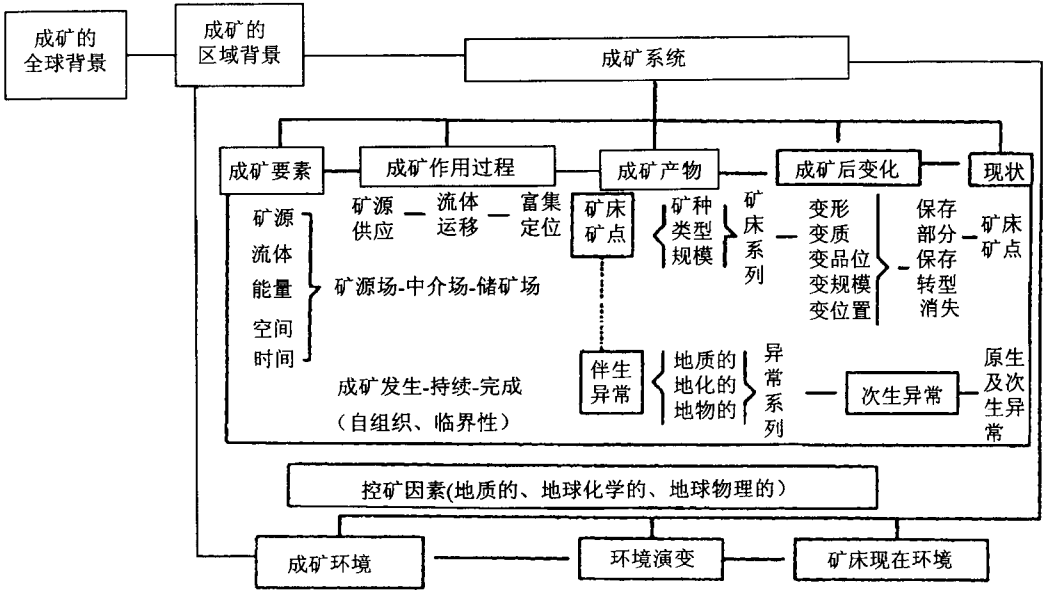



图 3－1－2　成矿系统结构及其演化（翟裕生，2000）

总之，成矿系统分析方法和成矿系统概念模型的建立，有助于将区域成矿学研究工作建立在较为完整的科学理论之上，显然会提高找矿勘探工作的成功，特别是对新类型矿床的发现具有重要意义（翟裕生等，2000）。运用这一理论开展的成矿预测工作在许

多地区已经取得了显著的经济效益（翟裕生等，1999b）。

## 第二节　隐伏金矿床（体）定位预测的基本原则及工作流程

### 一、隐伏金矿床（体）定位预测的基本原则

#### （一）求同存异原则

根据大量隐伏金矿床（体）定位预测工作实践，提出这一原则。所谓求同是指在定位预测研究中，注意研究寻找一定区内矿床（体）的共性。这是进行类比预测的基础。以此为基础，可以建立矿床的地质模型。存异是指在总结矿床特征过程中，注意研究各个矿床的差异性（个性）。这是解决相似条件下，矿床规模大小、主成矿元素差别的关键所在，也是定位预测的重要基础。

#### （二）“二多三定”原则

“二多”指多学科、多结构。多学科指包括地质（岩石、构造、矿床等）、地球物理、地球化学、遥感、数学地质、计算机技术等学科的综合科学研究相结合；多结构指利用地质、地球物理、地球化学、遥感、计算机处理技术等技术的优势，进行野外－室内、直接－间接、点－面研究相结合的方法体系，尔后进行多层次（地表、浅部、深部）的定位预测工作。

“三定”是指：①定类型，即确定预测区内的矿床（体）类型（成因或工业类型），这是成矿预测的基础，也是采矿、选矿工作流程参考的重要依据。②定量，对预测区内矿床（体）的规模要有一定的预测，如其延长、延深等，且对预测区内隐伏矿床（体）做出工业储量的估算，看其是否可供工业开采利用，能否带来较好的经济效益。只有具备一定规模的矿体才能设计工程，进行勘探验证。③定位，对预测隐伏矿床（体）的产出空间位置要确定，因为这是对预测区验证工程设计的重要依据。

### 二、隐伏金矿床（体）定位预测的工作流程

经过多年工作，我们总结出隐伏金矿床（体）定位预测的工作流程如下（图 3－1－3）：

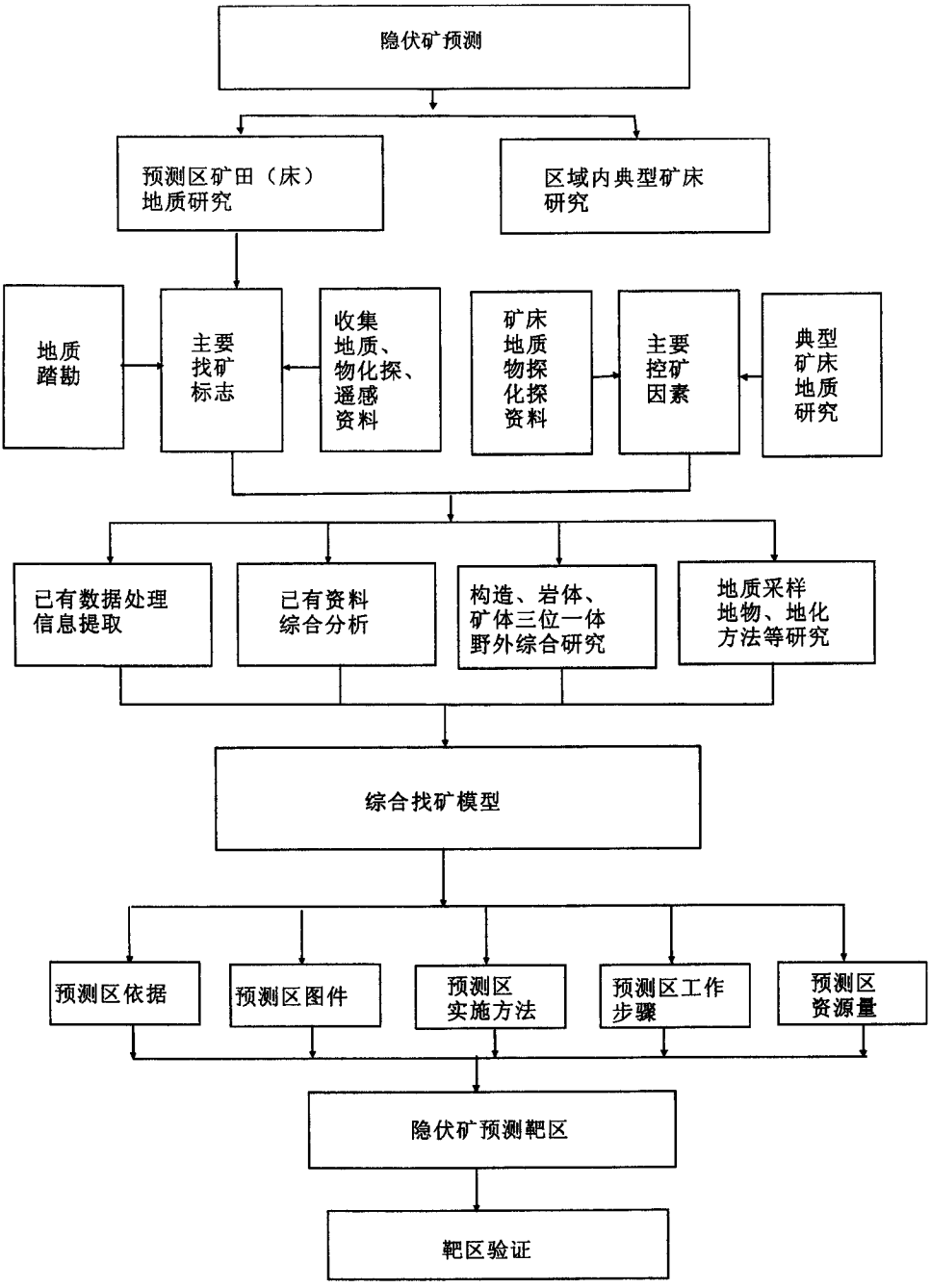



**图 3－1－3　隐伏金矿床（体）定位预测工作流程**

# 第二章　中国金矿预测方法

## 第一节　相似类比找矿法

### ——以西南天山穆龙套型金矿为例

相似类比找矿法，又称经验类比法或经验法，其理论基础是相似类比原理。该原理认为，在相似的地质环境下应有相似的矿床产出，相同的地质范围内，应有等同或相近的资源量（朱裕生、李纯杰，1997）。根据这种观点，在预测工作中将预测对象与已知研究对象进行类比分析，根据其相似程度，对矿床存在与否及其规模等做出某种预测。相似类比研究法指导找矿需要地质背景和构造背景的相似性并满足模式应用所需要的边界条件，只有在充分理解模式或模型内涵的基础上应用其指导找矿才可能避免出现问题或少出问题。20 世纪 70 年代以来，斑岩型铜矿、块状硫化物矿床和绿岩型金矿等一系列成矿模型和找矿模型的建立，对于在全球范围内寻找相似矿床贡献巨大。我们有理由认为，在目前甚至将来相当长的时间内，相似类比法仍将是成矿预测的一种重要方法。

超大型矿床成矿地质条件的研究和超大型矿床的寻找是当前矿床学和勘探地质学研究的热点。在世界 9 个千吨级的超大型金矿床中，有两个为穆龙套型金矿床。穆龙套金矿位于西天山余脉山前克齐库姆沙漠中，属乌兹别克斯坦。我国西天山位于新疆维吾尔自治区西部、乌鲁木齐市以西的天山地段，属世界级的巨型成矿造山带——天山成矿造山带。对其邻近的乌兹别克斯坦、吉尔吉斯斯坦等国的地质考察证明，在西乌兹别克斯坦天山余脉的下古生界碳质岩系中赋存穆龙套超大型矿床；从穆龙套金矿至中吉边界至附近的吉尔吉斯斯坦一侧的萨累多尔金矿，天山中含金碳质岩系延伸 500km，产有 12 ~ 14 个大型金矿床；在吉尔吉斯斯坦与我国交界处附近的萨累多尔又称库木多尔地区已发现有大型金矿床，亦产于古生界碳质岩系中。我国西天山地区碳质岩系发育，地质构造与萨累多尔相似，是寻找穆龙套型金矿床的有利地段。

### 一、穆龙套金矿地质

穆龙套金矿区位于乌兹别克期坦西部的克齐库姆地区，撒马尔罕西北约 300km，为天山构造带的一部分。地理坐标为东经 64°36′，北纬 41°30′。穆龙套金矿为世界级矿山，历史上最高年产量达 150t，目前年产黄金 80t 左右，储量在 5000t 以上。该矿于 1957 年开始进行系统地质工作，首先发现重砂异常，随后进行的 1∶5 万和 1∶1 万系统化探工作

发现了 As、W、Sb 等异常，特别是 As 异常（穆龙套地区即是最大的 As 异常区）。在穆龙套地区最早引起人们注意的是含金石英脉，随着工作的深入，人们注意到受交代作用影响的围岩含金亦很高，实际上是网脉状金矿化。在穆龙套矿带，即在查拉芙松数十公里的范围内，目前已发现了一批金矿和银矿等，主要有穆龙套金矿、科克纳塔期金矿、法乌契斯套金矿、阿玛塔依套金矿、奥克比特别银矿、卡斯玛纳契银矿、上沃累纳也银矿、斯累套钨矿和斯乌特巴依钨矿等。

穆龙套金矿产于一套时代尚有争议的黑色岩系之中，一般认为这套岩系属于早古生代。当地的地质工作者认为矿田的构造背景是槽台轮流出现，据此将本区分为五个构造岩相带，金矿主要赋存于一套名为穆龙（MYPNH）的构造岩相带中。它可以分为四个建造，最下部为绿色页岩、片岩，位于复背斜的核心部位，变质程度可达角闪岩相，一般为绿泥石、绿帘石和透闪石组成的绿色片岩；向上为黑色建造，包括粉砂岩、泥岩等，变质程度不均一；向上为碎屑岩建造；最高层位为含硅质岩、砂岩和灰岩透镜体的碎屑岩建造。从总体上看，穆龙构造岩相带（中元古代至早石炭世）可以分为上下两层，下部为深水环境形成的，含火山物质较多并受到海西运动的强烈影响，形成了目前含矿层下部的紧闭褶皱；上部为碎屑岩、硅质岩、砂岩和灰岩等。穆龙构造岩相带下部层位在海西中期遭受强烈挤压，形成东西向的复背斜，复背斜向东倾伏（倾角 30° ~ 40°），倾伏端受到海西晚期 NW 向次一级更复杂的向背斜的叠加。东西向和北西向构造复合，经常形成穹隆。同时，由于 NW 向构造的影响，在局部地段导致了向东倾伏的复背斜倾角变缓，甚至水平了。金矿主要赋存在上部层位中，特别是黑色建造中含杂质较多的部分。黑色岩系中还有 Pt 和 U 矿化，其中，Pt 矿化主要发育在中古新世地层中；U 矿化则不但在盖层中高，就是在基底的黑色岩系中也很高。

穆龙套矿田的控矿构造是向东倾伏的背斜，后分别叠加有晚期的 EW 向和 NE 向的断裂各一条。这些断裂及其伴生的小断裂均为海西期的产物，与成矿几乎是同时形成的，并具有长期的活动历史，成矿后仍有活动，以垂直活动为主。对上述两个断裂的钻探研究表明，其 NW 盘下降，SE 盘上升。矿区内岩浆活动不太发育，出露面积最大的岩体位于矿区北西约 40 ~ 50km，为二叠纪的黑云母花岗闪长岩，侵入里菲期的沉积火山碎屑岩及志留纪之中。在矿区东南也出露有被新生代盖层覆盖的海西期小岩体，并向基底伸出很多分支。矿区内岩脉发育，主要有闪长玢岩、正长斑岩和煌斑岩等，时代多为海西晚期，同位素年龄为 244 ~ 286Ma。

穆龙套金矿矿体总体看来呈层状，受地层控制。主要为网脉状矿化，并有少量大的含金石英脉。石英脉一般为东西走向，一种与片理大致平行，一种切穿并大致垂直片理，金品位较高。从剖面上看，矿体是整合的，与地层平行，有时也可以见到某些矿柱产于两个断裂中间的楔形地段。在地表东西向断裂比较重要，而深部北西向和北西西向断裂则显示了重要的控矿作用。矿柱多出现在东西向断裂和北西向断裂的构造复合部位，且向下延伸很大，钻探资料表明，金矿化至少可向下延伸 2km。在穆龙套地区，Ag 矿化同样引人注目。我们考察了穆龙套东北约 20km 处的卡斯玛纳契银矿。该矿产于一套和穆龙套相似的黑色岩系中，矿体产在 NE 向的卡斯玛纳契破碎带和北部的 $D_3 - C_1$ 灰岩和砂岩组成的推覆体的复合部位，所有矿体产状均较缓。Ag 矿化主要发生在石英脉

中，只有20%的银矿化发生在围岩中。此外还有少量Au、Cu、W矿化。地表部分，银一部分赋存于硫化物中，一部分赋存于方铅矿中；地下深处则出现独立的银矿物。围岩蚀变主要为硅化和钠长石化。在近推覆体破碎带处，构造混杂十分强烈。矿脉十分破碎，原石英脉破碎成角砾状，又被重新胶结。Ag矿化主要发生在晚期，成矿温度为110～150℃。

穆龙套矿田含金建造可以分为金－石英建造、金－硫化物建造和金－石英－硫化物建造（过渡型）三类。石英脉可以分为四个世代，从早到晚分别为：①变质成因的石英脉，多平行片理，其中金、钨略有富集；②大石英脉，为含金石英脉，可分为水平产状的和陡产状的，后者含金量较大；与此同时，还有网脉状石英；③硫化物－石英脉，规模小，以陡产状为主，穿插于石英脉中；④早期石英破碎，被后期石英胶结，并出现一些空洞；该期石英脉与银矿化密切相关。这些石英脉与岩脉时代相近，互有穿插，但金矿化的持续时间长于岩脉的活动时间。

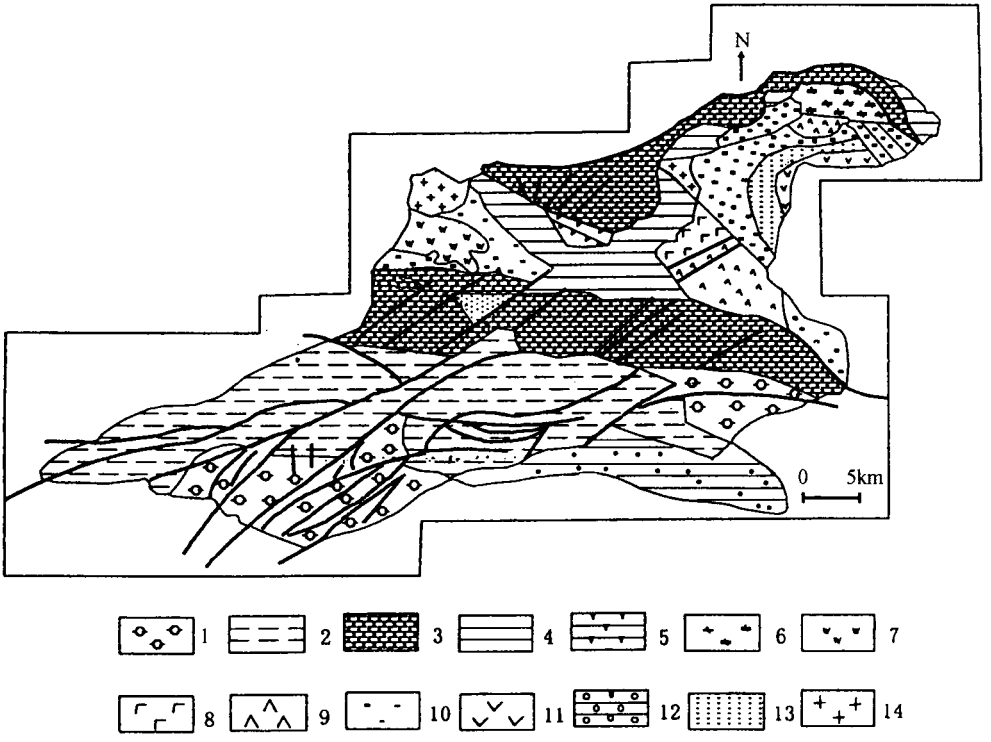



**图3－2－1　穆龙套矿田构造岩相图**

1—$\in C_2$海相硅质岩－碳酸盐岩；2—$O_2-S_1$近海复矿砂岩；3—$D_1-C_1$碳酸盐岩；
4—$S_1-S_2$构造层；5—$S_1-D_2$构造层；6—$D_2-C_1$构造层；
7—$\in$变火山岩－硅质岩－碳酸盐岩－片岩；8—$\in_3C_1$斜长花岗岩－辉长岩－橄榄岩；
9—$\in_3C_1$硅质灰岩－火山岩；10—$\in_3C_1$硅质－黏土质岩；
11—$O_1-O_2$变近海沉积碳酸盐－硅质岩；12—$C_1-C_3$磨拉石；13—$C_2$近海复理石；
14—$C_3-P_1$辉长岩、花岗闪长岩－花岗岩

对穆龙套矿田进行的重砂和地球化学测量工作表明，穆龙套矿田的西界较清楚，北部边界较难确定，这可能是由于 $D_3 - C_1$ 石灰岩的覆盖。从灰岩中发现的金异常可知，金异常向北延伸较远。地球化学异常图（Au、As、W、Mo、Pb、Zn、Hg）表明，异常的分布是不对称的，中间为金异常，伴有 W、As 异常，而在其边界没有 W 异常，仅为 As、Au 异常；而向西又有 Au 异常，更西有 Pb 异常。异常表明，真正有意义的金矿化总是与 W 和 As 异常在一起。平面上，可以看到在高 As 异常区中有很低的 As 异常区存在，这种趋势在深部显示得更清楚；下部异常低，甚至出现负异常，这可能表明这些地区的 As（可能还包括 W、Au）被带出，形成了上部的高异常区。这与矿物的分带，即浅部为黄铁矿，深部为磁黄铁矿是一致的。

目前，关于穆龙套地区深部钻孔的地质和地球化学研究已有报道，但值得注意的是：①深钻表明即使同一层位相同岩性的岩石，其金的背景值也是不一样的，自南向北有增高的趋势。②Mc－2 深部的矿化达到 2000m 左右。③Sg－10 钻孔 4076m 处样品观察表明，仍存在石英网脉，并有一定量的六方磁黄铁矿存在。④矿物分带研究表明，在 Sg－10 黄铁矿－磁黄铁矿转换深度为 400m，Mc－1 为 700m，Mc－2 为 2000m。即由南向北，转换深度加大。一般认为，黄铁矿向磁黄铁矿的转变是在 400℃时，由下列反应完成的：

$$2FeS_2 + 2H_2O + C = 2FeS + 2H_2S + CO_2$$

$$2FeS_2 + CH_4 = 2FeS + 2H_2S + C$$

在深部的黄铁矿转变为磁黄铁矿对金矿化具有重大影响。研究表明，一般在转换带之下，磁黄铁矿发育地段几乎不含金。这主要是由于金的载体矿物黄铁矿在转变为磁黄铁矿时，不仅有 S 的丢失，而且 Au 也从黄铁矿中逸出，向上迁移。⑤黑色岩系的稀土配分曲线没有大的负铕异常。

关于穆龙套矿床的成因，目前有很多观点。一般认为成矿期较长是形成这一超大型矿床的重要原因。在沉积时，黑色岩系具有高的本底。如其下部层位中，金的本底值为 $10\times10^{-9}\sim12\times10^{-9}$，而顶部可能为 $4\times10^{-9}\sim5\times10^{-9}$，并且，只要在岩系中出现有 2%～3%的细粒黄铁矿，金的本底值就会迅速升高。此外，沉积时的 Cu、Mo、W、As、Sb 本底值也很高。从大区域看，由南到北同一层位金的本底值也有所变化，这表明沉积时金就有所分异。在该套黑色岩系中，碳质和细粒黄铁矿是这些元素（包括金）的载体，黑色岩系中碳含量从 1.5%～2%不等（包括有机碳和无机碳）。同生阶段的黄铁矿是胶状的，含金 $30\times10^{-9}\sim900\times10^{-9}$。随后，这套岩系遭受区域变质作用，金略有或没有分异。在区域变质过程中，出现一些小的石英脉，黄铁矿重结晶，含碳物质重结晶，在石英脉中金稍有富集趋势。后期（区域变质之后）的构造错动和岩浆活动对金的重新分配和成矿起了十分重要的作用。如海西晚期岩浆活动形成了新的 Au、W、Sn、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Bi 和 Mo 异常等。在岩浆侵入作用影响下，有机质吸附的金被游离出来，形成自然金，这时形成的黄铁矿含金性也比沉积、变质时形成的好，毒砂亦然。不过我们认为上述成因观点只是形成穆龙套型金矿的必要条件，不是充分条件，还应该充分注意矿床形成时的构造条件。如矿区北部灰岩推覆体的存在，其形成的相当宽的混杂带应为成矿提供了通道，而灰岩推覆体本身则又是矿液的阻挡层（中国科学院穆

龙套金矿考察团，1991）。

## 二、西南天山地区区域地质①

我们在对穆龙套金矿及邻近中国的萨累多尔金矿考察之后，又对我国新疆境内的西南天山地区进行了综合地质考察，发现二者在地层、构造、及矿化现象诸方面皆有许多相似之处。

### （一）地层

1. 地层简介

区内地层，由老到新简述如下：

（1）下元古界阿克苏群（$Pt_1ak$）

为研究区最古老地层，分布于研究区南的木扎尔特河东西两侧及部分地区。底部为条痕状混合岩，条带状混合岩夹黑云母斜长片麻岩，原岩系一套碎屑岩。中部为二云母斜长片麻岩和黑云母斜长片麻岩。上部为云母石英片岩、绿片岩、变质砂岩、片理化砂质灰岩。阿克苏群上部被中元古代片麻状黑云母花岗岩穿插，其上为角度不整合的中泥盆统阿拉塔格组灰岩。眼球状片麻岩全岩 Rb－Sr 等时线年龄为 645Ma，同一层位中的锆石 U－Pb 法年龄为 676Ma。

在北木扎尔特河上游图拉苏冰川北汗亚依拉克一带的绿泥石石英片岩、蓝闪石片岩的全岩 Rb－Sr 等时线年龄为 729Ma（中国科学院登山科学考察队，1985）。

（2）中上元古界长城系特克斯群（Chtk）

分布在特克斯河以南科克苏河下游大小哈拉军山地区，面积很小，未见底界，上界与蓟县系科克苏群（Jxkk）整合接触，为一套轻变质碎屑岩，下部主要为灰绿色—灰黑色千枚岩夹石英岩、粗砂岩，上部千枚岩化粗砂岩、绿灰色片岩夹蚀变酸性、基性熔岩。该群含有与星星峡群类似的叠层石。

（3）蓟县系科克苏群（Jxkk）

分布在科克苏河下游及库什台河两岸，由一套含叠层石的硅、镁、钙质碳酸盐岩组成。有白云岩、大理岩、灰岩、白云岩化大理岩、石英岩等，底界与特克斯群（Chtk）整合接触，上界被青白口系库什台群（Qbks）整合（东部）或不整合（西部）覆盖。

（4）青白口系库什台群（Qbks）

分布在科克苏河以东大哈拉军山地区，仍为一套富含叠层石的硅、镁、钙质碳酸盐岩，其中常见碎屑岩夹层。主要岩性为灰岩、白云质大理岩、硅质白云岩，夹泥质粉砂岩、石英岩等。与下伏科克苏群不整合（西部）或整合（东部）接触。

（5）震旦系水泉组（Zsh）

分布在科克苏河与库什台河交汇处南 2.5km，科克苏河东岸，出露面积仅 $0.5km^2$。为一套冰碛砾岩、含砾砂岩、灰岩等，角度不整合覆盖在库什台群之上。

① 沈远超等，1993. 西天山古生界碳质岩系及穆龙套型金矿成矿远景预测研究（科研报告）

由科克苏河下游及以东的这套地层可以看出，西天山在中晚元古代都有沉积作用，长城纪时为浅海还原－弱氧化环境，沉积浅海相陆源碎屑岩，中期有过小规模喷发活动。蓟县纪为氧化环境的浅海，形成2000余米厚的碳酸盐岩。青白口纪地壳继续下降，再度形成碳酸盐岩，其中碎屑岩和碎屑灰岩增多，说明当时环境已不稳定。青白口纪末的构造运动较强烈，整个地层褶皱上升，相当于南方扬子运动。经过晚震旦纪的冰期以后，该区可能处于长期剥蚀状态，直到早石炭世，才开始下降接受沉积。

应该指出，对该区在上述地区之外是否存在前古生代地层，地质界争议较大，其中包括哈尔克山北坡木扎尔特河上游琼阿乌孜至汗亚依拉克一带的绿片岩相变质地层。我们在琼阿吾孜以北约1.5km处深变质的片岩、片麻岩类地层中，发现很好的蓝闪石片岩。陈哲夫主编的新疆地质图及说明书（1∶200万），将该蓝闪石绿片岩带西段（琼阿乌孜）附近划为长城系及上志留统；而将东段（科克苏河上游）定为上志留统。王作勋和邬继易（1990）在琼阿乌孜沟南坡所采蓝闪石片岩、绢云绿泥石片岩等样品的全岩Rb－Sr等时线年龄为634Ma；境外天山伊契克巴什山北坡在志留系的底砾岩中发现1100Ma的蓝闪石片岩砾石。因此认为琼阿乌孜—科克苏河上游的蓝闪石片岩带为前寒武系，含化石的中志留统为其盖层。我们所采集的蓝闪石片岩，在1∶200万地质图为上志留统穹库什太组。

（6）上奥陶统依兰依克群（$O_3y$）

分布于哈尔克山南坡克孜尔河上游，由变粒岩、片麻岩、板岩、变质砂岩、大理岩等组成，与上覆志留系地层为角度不整合关系。

（7）志留系中统未分（$S_2$）（含K－44－XⅡ幅的$S_{1-2}$）

分布于那拉提山北坡，在中天山南缘深断裂和特克斯河—那拉提山北缘深大断裂之间成NEE向断续分布。与上、下志留统均为断层接触，为一套中深变质岩系，变质程度不甚均匀，以黑云母石英片岩、斜长角闪片岩、片麻岩为主，其次为混合岩，夹少量石英岩和白云质大理岩，断裂带附近常见碎裂岩和糜棱岩，该地层未见化石。K－Ar法分析黑云母石英片岩中的黑云母年龄为343.4Ma，但该年龄值可能反映花岗岩引起的热事件时代，结合境外该带中晚元古代地层的普遍存在和前人工作所取得的邻区同位素地质年龄结果，有必要重新考虑狭义中天山结晶轴的存在。

（8）中志留统基夫克组（$S_2j$）

分布在喀什河以北，为灰色片理化泥质粉砂岩、硅质粉砂泥岩夹砂岩，博罗霍洛山一带该组地层中含大量珊瑚化石。

（9）中上志留统合同沙拉群（$S_{2-3}h$）

分布在哈尔克山东段雪山上。岩性单一，岩相稳定，下部为单一的碳酸盐建造，由灰岩、含粉砂质灰岩、竹叶状灰岩组成。上部为碳酸盐岩—酸性火山岩，由厚层块状灰岩、白云岩、大理岩化灰岩、白云质灰岩和片理化流纹斑岩及千枚岩的巨大透镜体组成，含大量珊瑚、腕足类、腹足类等化石。

（10）上志留统穹库什太组（$S_3q$）

研究区内该组地层出露面积最大，西到中哈边界，东到大尤都多斯盆地。东段以那

拉提深断裂为北界，为滨海相碎屑岩夹酸—中性火山岩、火山碎屑岩及灰岩，与下伏合同沙拉群呈整合关系。该组东段经变质后下部为绢云母绿泥石千枚岩、千枚岩化粉砂岩、火山灰凝灰岩夹灰岩、大理岩；上部为绿泥石白云母钠长石片岩、大理岩、少量蓝闪石片岩。科克苏河中游，那拉提深断裂以南的绢云母绿泥石片岩内夹有石墨片岩，阿尔帕沙里斯以东石墨片岩出露宽约 200m，长约 2000m，仍向东延长。据 1∶20 万区测资料，该石墨片岩的石墨含量不均匀，由 5% ~ 10% 到 30% ~ 40%，为隐晶质石墨。可能为碳质岩系地层经区域变质而成。在该层及附近地层有可能发现穆龙套型金矿，应引起足够重视。

该组西段，汗腾格里峰幅 1∶20 万地质图范围内 $S_3q$ 的岩性与东段有很大差异，以托木尔山汇 – 哈尔克山为界，$S_3q$ 组成一个复向斜的南北两翼，北翼以图拉苏 – 琼阿乌孜深大断裂为界，根据我们实测的康萨依 – 苦完萨依地质剖面（图 3 – 2 – 7），阿拉善 – 琼阿乌孜一段的 $S_3q$（?）地层变质变形强烈，由角闪斜长片麻岩、黑云母角闪斜长片麻岩、混合岩、变粒粒岩白云母片岩及大理岩透镜体组成。路线上出露宽度 12km 左右。邻区塔拉斯 – 费尔干纳断裂以东的中天山（加里东 – 海西褶皱带）由 110km 左右向东到中哈边界急剧收缩到 14 ~ 15km。根据 1∶20 万昭苏幅资料，在该区深变质地层中的大理岩块中找到了珊瑚、苔藓虫等化石，经鉴定认为属 $S_3$ 的可能性大。

阿拉善地区角闪片麻状混合岩中的榍石、锆石和磷灰石的 U – Th – Pb 法测定的等时线年龄为 383Ma，单矿物为 382Ma，这个年龄代表了混合岩化形成的时间，属加里东晚期。因此，西段夹在图拉苏 – 琼阿吾孜深断裂和阿登布拉克 – 拉尔敦断裂之间的 $S_3q$ 地层仍可能被解体，主体为前古生界，其中含有由推覆作用带来的志留系岩块。即前古生界的狭义中天山结晶轴在西天山地区仍然存在。哈尔克山以南的 $S_3q$，由于被断层穿切破坏，比较零碎，变质强度较浅，由变质砂岩、千枚岩、结晶灰岩及云母石英片岩少量火山岩组成，含丰富的珊瑚化石。

（11）上志留系阿克牙孜组（$S_3a$）

分布情况与 $S_3q$ 基本一致，与下伏 $S_3q$ 为整合关系。南部变质较弱，由一套绿片岩相的绿泥石绢云母片岩、大理岩化灰岩、黑云母石英片岩、钙质石英粉砂岩等组成。北部变质深，阿克牙孜沟（$S_3a$ 下部）为黑云母斜长片麻岩、混合岩、大理岩，上部为透闪石石英绿泥石片岩夹大理岩。经阿克牙孜沟进行路线地质观察时，发现基岩均变质深，但时有浅变质的黑色千枚岩、板岩等转石发现，尤其在阿克牙孜沟由南向东转弯处，此种转石甚多。该套地层无论南北坡，均未发现化石，与下伏 $S_3q$ 为整合或断层接触。因此，仍不能排除在狭义中天山范围有前古生界结晶轴的存在。

（12）上志留统乌帕塔尔坎组（$S_3w$）

集中分布在哈尔克山主脊一带，组成了西南天山的最高峰。是在比较稳定的浅海环境中沉积的一套巨厚碳酸盐岩夹碎屑岩建造。岩性比较单一，主要为大理岩、白云质大理岩夹少量绿泥石绢云母片岩，含珊瑚化石。与下伏阿克牙孜组整合接触。这里应当指出，在托木尔山汇汗腾格里峰冰盖区以西，吉尔吉斯斯坦境内的南天山北缘有一条约 10km 宽，NEE 走向的花岗岩区，在我国冰盖区以东并未发现。汗腾格里峰幅 1∶20 万区

调报告称“前人将此套地层曾划出大片侵入岩”，又根据主脊两侧大小沟谷的转石和冰川漂砾全为大理岩，将该区划为 $S_3w$。实际上由于自然条件极为恶劣，冰盖区附近地层尚有不少地质空白区。

（13）上志留统科克铁克达板组（$S_3k$）

分布在研究区东南科克铁克山南坡，下部为碎屑岩与碳酸盐岩的不均匀互层，主要有大理岩化灰岩、钙质砂岩、泥质粉砂岩；上部为蚀变了的安山岩、玄武安山岩、灰绿玢岩及火山碎屑岩，夹灰岩、结晶灰岩。含大量珊瑚等化石。与上覆泥盆系断层接触。

（14）上志留统博罗霍洛组（$S_3b$）

该组地层含 $K-44-X\text{Ⅱ}S_3$ 及 $K-44-VS_3k$ 库茹尔组。

分布在研究区东北博罗霍洛地层小区。下亚组下部以灰黑色碳质绢云母片岩为主，夹灰绿色绿泥石绢云母石英片岩、碳酸盐化石英片岩及少量英安斑岩透镜体；上部为深灰色大理岩化灰岩与灰黑色碳质绢云母片岩互层。该亚组的碳质绢云母片岩值得今后工作中注意。中亚组主要由厚层状大理岩、含云母透辉石大理岩、绿泥石绢云母石英片岩，条带状大理岩夹钙质粉砂岩组成。上亚组由二云母片岩、绢云母绿泥石片岩、层凝灰岩、绿泥石化粉砂岩、杏仁状辉绿玢岩、片理化石英斑岩等组成。

（15）中泥盆统阿拉塔格组（$D_2a$）

分布在研究区南部木扎尔特河中游，向西延入冰盖区，呈 EW 向展布断续出现，与周围地层均为断层接触，为一套轻变质的碎屑岩和碳酸盐岩建造，木扎尔特河一带主要岩性为结晶灰岩、厚层状砂砾岩、长英质角岩、黑云母石英微晶片岩等；东部的克其克阿克亚依列亚克剖面为细粒长石石英砂岩等；含碳泥质粉砂岩、千枚岩化泥质细砂－粉砂岩等，本组处于滨海－浅海相的海侵环境。

（16）中泥盆统萨阿尔明组（$D_2s$）

分布在研究区东南，南天山萨阿尔明地层小区内。下部为一套浅—中深海相的浅色类复理石沉积，主要为硅质岩、硅质粉砂岩和少量灰岩、粉砂岩、细砂岩的不均匀互层；上部为较单一的碳酸盐建造，以薄层状灰岩、中厚层状灰岩、块状灰岩为主。刻牙立克至阿特达板一带的 $D_2s$ 上亚组含厚层状碳质粉砂岩，碳质粉砂岩一般黑色，变余粉砂质泥质结构，平行构造，含有大量混有隐晶质的碳质粉末（65%）和次生的黑云母（20%）、石英粉砂（10%）和少量碳酸盐、电气石、褐铁矿等。褐铁矿原矿物很可能为黄铁矿，该套地层的找矿意义比较重要。

（17）中泥盆统阿克塔什组（$D_2ak$）

位于喀什河以北的伊宁地层小区，呈 NW－SE 向延伸。上部由正常沉积的细碎屑岩夹灰岩组成；中部以酸性熔岩—钠长斑岩、石英钠长斑岩、霏细斑岩和酸性含角砾凝灰岩组成；下部为灰白色厚层状大理岩化灰岩夹薄层状灰岩组成。

（18）中上泥盆统坎苏组（$D_{2-3}k$）

分布在阿吾拉勒山一带，由中酸性火山岩及其火山碎屑岩组成。下部由凝灰岩、凝灰粉砂岩、凝灰质钙质粉砂岩等细碎屑岩组成，夹少量灰岩薄层或透镜体；中部以钠长斑岩、霏细斑岩及火山碎屑岩为主，夹少量英安斑岩；上部以英安斑岩为主。

（19）上泥盆统哈孜尔布拉克组（$D_3h$）

分布于研究区东南部，整合于 $D_3s$ 之上，而被 $C_1y$ 不整合覆盖，为浅海相火山碎屑岩建造，岩性为粉砂岩、细砂岩呈不均匀互层，夹少量凝灰砂岩及凝灰质角砾岩，有较少的中基性熔岩及硅质岩夹层。岩相较稳定。

（20）下石炭统干草湖组（$C_1g$）

分布有限，仅在哈尔克山主脊以南少量出露。下部为一套中基性和酸性火山岩及碎屑岩，向上逐渐变为粗碎屑岩夹熔岩；上部为碎屑岩和碳酸盐岩。广泛覆盖于 $S_3q$ 之上，其上被 $P_1x$ 所不整合，从岩性上大致可与西南天山以北的大哈拉军山组（$C_1d$）和阿克沙克组的下亚组（$C_1aa$）对比。

（21）下石炭统大哈拉军山组（$C_1d$）

该组地层含 K－44－Ⅻ Ⅰ 幅中恰可布组 1—3 亚组及 K－44－Ⅴ幅莫洛卡河组和阿克萨克组。

在研究区中的两个地层小区，即中天山伊宁小区和中天山巴伦台小区均有广泛分布。伊宁小区以中性海底喷发为主，酸性、基性火山岩次之，夹火山碎屑岩和灰岩透镜体，喷发岩多已碳酸盐化，具杏仁构造和明显的枕状构造，走向变化不大，显现一种裂隙式海底连续喷发特点；巴伦台小区北部该组底部为陆源和火山碎屑岩，中部酸－基性熔岩、中性火山碎屑岩，上部为火山碎屑岩。喷发韵律明显，纵横向变化较大，显示出中心—裂隙式陆—浅海相间歇性喷发的特点。巴伦台小区南部为酸性熔岩，底部普遍含角砾熔岩，具明显流动构造，岩相单一，厚度变化大，为陆相裂隙一中心式喷发。

大哈拉军山组大致相当于杜宪阶，以角度不整合盖于志留纪－泥盆纪地层之上，上部被维宪阶阿克沙克组所不整合。

（22）下石炭统阿克沙克组（$C_1a$）

该组地层含 K－44－Ⅻ Ⅰ 幅中恰可布组第 4 亚组及 K－44－Ⅴ幅中阿恰勒河组。

其分布与大哈拉军山组（$C_1d$）基本一致，为一套正常沉积的陆－海相碎屑岩和浅海相碳酸盐岩，呈角度不整合覆盖于大哈拉军山组之上。底部为底砾岩、粗砂岩，其上为生物碎屑灰岩、泥灰岩、钙质砂粉岩、细砂岩，在伊宁小区阿克沙克组中还有凝灰岩、安山玢岩。在巴伦台小区阿克沙克组中有白云岩、白云质灰岩。北木扎尔特河至阿克苏河一带出露广泛，主要为一套碎屑岩夹碳酸盐岩建造。据 1∶20 万区调报告，北木扎尔特河以东阿克沙克组的泥质粉砂岩、绢云绿泥石板岩、粉砂质板岩中含粉砂质碳质绢云母板岩。本组属下石炭统维宪阶上部层位。

（23）野云沟组（$C_1y$）

分布在南天山萨阿尔明地层小区。北部为一套浅海相沉积，下部为灰白色厚层灰岩，中部块状熔岩凝灰岩，上部以块状凝灰岩为主，局部夹硅质岩。靠近拜城地层小区的南部为一套碎屑岩沉积，其中含大量暗灰色灰岩。该层与中天山巴伦台小区的阿克沙克组（$C_1a$）层位相当。

（24）中石炭统伊什基里克组（$C_2y$）

分布局限，仅在特克斯县城北及科克苏河中游等地出露。由一套中酸性喷发岩和碎屑岩组成。下部为凝灰质砂砾岩，上部为中性、中酸性熔岩，以角度不整合或平行不整合盖在大哈拉军山组（$C_1d$）、阿克沙克组（$C_1a$）之上，其上被铁木里克组（$P_2t$）不整

合覆盖。

（25）中石炭统霍拉山组（$C_2h$）

分布在研究区东部巴音郭楞河一带，以及科克铁克山南坡。为一套浅—滨海相的碳酸盐建造及碎屑岩建造，部分为火山碎屑岩建造。主要岩石有灰岩、泥质钙质粉砂岩，夹硅质岩、火山碎屑岩等。不整合于野云沟组（$C_1y$）之上。

（26）中石炭统吐尔洪河组（$C_2t$）

主要分布在阿吾拉勒山中段，以不整合或平行不整合覆盖于下石炭统地层之上，主要由一套酸—中基性熔岩和火山碎屑岩组成，其中夹少量正常沉积粗碎屑岩，以厚层状凝灰质砾岩构成其底砾岩。下部以酸性熔岩及其碎屑为主，向上中性熔岩逐渐增加，至顶部则以中基性熔岩为主；在吐尔洪河中游，该层被上二叠统铁木克里组（$P_2t$）不整合覆盖。

（27）中石炭统东图津河组（$C_2d$）

分布在研究区北部，尼勒克河以西和以北地区，为灰绿色凝灰质粗砂岩、砂砾岩、粉砂岩、砂质灰岩夹凝灰砾岩、凝灰岩夹石膏。

（28）上石炭统康克林组（$C_3k$）

仅分布在研究区南部卡普斯朗河中上游地区，在木扎尔特河西岸也有零星分布。主要为一套碳酸盐岩和钙质碎屑岩建造，不整合盖于 $Pt_1ak$、$S_3q$ 及 $D_2a$ 之上，其上被 $P_1x$ 和 T 所不整合覆盖。

（29）下二叠统乌朗组（$P_1w$）

分布于阿吾拉勒山及巩留以南的部分地区，为一套陆相裂隙喷发的火山岩。岩性以中酸性的熔岩、安山玢岩、英安斑岩、流纹斑岩为主，中上部有玄武安山玢岩、玄武岩，亦有大量凝灰岩、火山角砾岩。在东部该层底部为砂砾岩。该层超覆在石炭系火山岩之上，上部被上二叠统铁木里克组不整合覆盖。

（30）下二叠统小提坎力克组（$P_1x$）

分布在哈尔克山南坡，广泛超覆不整合盖于下石炭统干草湖组（$C_1g$）和上石炭统康克林组（$C_3k$）之上。下部为一套中酸性的熔岩、火山碎屑岩和基性熔岩，上部酸性熔岩和基性熔岩夹碎屑岩、碎屑灰岩，岩性稳定，变化不大。

（31）上二叠统铁木里克组（$P_2t$）

在伊宁小区和巴伦台小区均有分布。在伊宁小区该组主要为一套陆相红色磨拉石建造，角度不整合于下石炭统大哈拉军山组（$C_1d$）或下二叠统火山岩层等之上。其底砾岩的砾石成分比较复杂，分选不好，但均具有一定的磨圆度。顶部夹煤线及碳质泥岩。中天山巴伦台小区亦为紫红色砾岩夹含砾粗砂岩。

（32）上二叠统晓山萨依组（$P_2x$）

分布在阿吾拉勒山西段及巩留以东部分地区，为陆相磨拉石建造，由猪肝色砾岩、砂岩、粉砂岩及砂质泥岩组成。

（33）上二叠统哈米斯特组（$P_2h$）

仅分布在阿吾拉勒山西段，面积不大，与下伏晓山萨依组平行不整合接触，与上覆铁木里克组呈整合关系。底部为杂色凝灰砾岩、凝灰岩夹泥灰岩；上部为拉斑玄武岩、

流纹岩夹凝灰砂岩。

（34）上二叠统皮尔包古兹组（$P_2p$）

仅分布在研究区东南邻近拜城小区的部分地区，角度不整合于中石炭统霍拉山组之上，而平行于不整合于拜城小区的三叠系地层之下。下部为暗红色砾岩夹砂泥岩条带；中部以黄绿色砂岩、砂砾岩为主；上部为灰黑色薄层状碳质页岩、粉砂岩互层夹薄层灰岩。

（35）三叠系未分（T）

分布于南天山拜城小区，库车盆地北部山前地带及中天山伊宁小区沉积盆地边缘的个别地段，以角度不整合盖于二叠纪以前的地层之上。与侏罗系为整合过渡关系。主要为一套河湖相的杂色粗—细碎屑岩建造，即砂砾岩、砂岩、粉砂岩夹碳质细粉砂岩。

（36）休罗系未分（J）

分布在库车盆地北部山前地带及伊宁盆地、昭苏盆地的边缘。为河湖沼泽相的砂岩、砂砾岩、粉砂岩、泥岩夹泥灰岩、煤层，为研究区主要含煤层位。与下伏三叠系呈整合关系。

（37）白垩系未分（K）

分布同上，呈平行不整合于上侏罗统之上，为一套连续沉积的河湖相红色碎屑建造，由砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩组成。

（38）老第三系（E）

分布在库车盆地北部和伊犁盆地、昭苏－特克斯台地。紫红色河湖相砂砾岩、砂岩、泥岩，与下伏老地层不整合接触。

（39）新第三系（N）

分布同上，紫红色、砖红色砂砾岩、砾岩夹粉砂岩、泥岩，胶结不好。

（40）第四系（Q）

在各盆地、沟谷和现代冰川前沿分布，包括松散堆积的洪积物、冲积物、湖沼堆积物和各种冰碛物。

2. 研究区碳质岩系和含碳岩系的分布

穆龙套型金矿与黑色碳质岩系有密切关系，尽管对矿区岩石的时代存在不同认识（元古代里菲期，或志留纪），但都产于碳质岩系中。研究区的碳质岩系分布区有：

（1）科克苏河中游，那拉提深断裂以南穹库什太组中的绢云母绿泥石片岩内夹有石墨片岩，在阿尔帕沙里斯以东，该石墨片岩出露宽约 200m，长约 2000m，仍向东延长。可能系碳质岩系地层经区域变质作用形成。

（2）喀什河以北的上志留统博罗霍洛组（$S_3b$）下亚组下部以灰黑色碳质绢云母片岩为主。据 1∶20 万新源幅，在卡拉德萨依的实测剖面可见厚度约 940m。其中底部的灰黑色碳质绢云母片岩厚为 403m，上部还有大于 150m 的互层或夹层的碳质绢云母片岩。

（3）木扎尔特河以东的克其克阿克亚依利亚克一带中泥盆统阿拉塔格组（$D_2a$）的细粒长石石英砂岩中含碳质粉砂岩。据 1∶20 万汗腾格里峰幅、布响幅区调报告，该厚度 2600m 的剖面中，顶部的灰黑色碎裂干枚化变质含碳质粉砂岩、薄层状含碳泥质粉砂岩等的总厚度在 500m 以上。

(4) 在科克铁克山朗牙立克至阿特达板一带原 1:20 万库勒幅地质图划为中泥盆统萨阿尔明组（$D_2sa$）的一套浅海相类复理石沉积中，底部有一层厚达 1200m 的深褐色薄层状钙质、碳质粉砂岩、板岩，碳质粉砂岩一般黑色，变余粉砂质泥质结构，含有大量混有隐晶质的碳质粉末（65%）、次生的黑云母（20%）、石英粉砂（10%）和少量碳酸盐、电气石、褐铁矿等。褐铁矿很可能系黄铁矿变来，其寻找穆龙套型金矿的意义不容忽视。

(5) 北木扎尔特河以东的下石炭统阿克沙克组（$C_1a$）在空古尔布拉克一带呈小断块出露，岩性为一套泥质粉砂岩、绢云母绿泥石板岩、粉砂质板岩及含粉砂质碳质绢云母板岩等。该厚度共 334m，并有植物碎片。

(6) 二叠纪以后的陆相湖沼相地层，有些含煤层及碳质泥岩，因时代太新，不作碳质岩系对待。

## (二) 岩浆活动及变质作用

天山地区花岗岩类岩石分布很广，其出露面积约占总面积的十分之一，其中中天山隆起区分布最广，其次是北天山，南天山相对较少。按其形成时代大体上可分为前寒武纪、早古生代中晚期和晚古生代早、中、晚期。天山花岗岩的类型比较复杂，以壳－幔同熔型和壳源交代型为主，有少量幔源型和壳源重熔型。

(1) 前寒武纪花岗岩类

主要分布在中天山南缘，它们侵入到元古宙地层中，被震旦纪地层不整合覆盖，包括片麻状斜长花岗岩、片麻状二长花岗岩及片麻状富斜花岗岩。具花岗变晶结构，交代结构、片麻状构造、眼球状构造、块状构造及伟晶状构造。在同一岩体中岩石类型递变很快，分布无规律，具有原地花岗岩化特征。岩体与围岩关系十分复杂，但绝大多数岩体与围岩呈过渡关系。西部特克斯东黑云母花岗岩 K－Ar 同位素年龄值为 759Ma，拜城西眼球状花岗岩麻岩 Rb－Sr 等时线年龄值为 645、676Ma（中国科学院登山科学考察队，1985a）。根据研究，前寒武纪花岗岩的原始物质来源与同期变质岩的物源是一致的，与前寒武纪的变质作用关系密切（胡霭琴等，1986）。这期花岗岩经历了多次构造运动的影响，每次构造运动都给它们带来变化，因而绝大部分已失去了原来花岗岩的面貌。前人普遍认为它们是同构造期的交代型花岗岩；根据与围岩逐渐过渡的关系，物质来源与围岩一致，$\sum_{Nd} = -8$，$^{87}Sr/^{86}Sr$ 初始比为 0.707（美国圣巴巴拉大学地质系，1988 年测定），它们应属壳源变质－交代成因的。

(2) 早古生代花岗岩

天山早古生代花岗岩可划分两条岩带，分别沿中天山南北边缘带分布。西部由于隔有伊宁晚古生代裂谷，所以南北两条岩带分隔清楚。中天山及邻区花岗岩类分布见图 3－2－2。南缘带在西部汗腾格里峰和木扎尔特达板以北，分布着一条早古生代晚期（733）的花岗岩带，北东延伸至库什台南到那拉提山，转向南东到库米什地区，与北缘岩带似合并为一条。其中，中天山阿拉散混合花岗岩，U－Pb 同位素年龄为 383Ma（中国科学院登山科学考察队，1985a）。

天山早古生代花岗岩类，按其岩石学特征、岩石化学特征以及与构造环境的关系，

划为三个成因类型：①幔源型，主要分布在北天山唐巴勒地区，属于与蛇绿岩密切相关的幔源型花岗岩。在 $R_1-R_2$ 图解上，样品落入地幔分异型。②陆壳重熔型，在天山地区分布很少。③壳源－交代型，绝大多数早古生代花岗岩属此类型，岩石类型繁多，包括片麻状花岗闪长岩、片麻状二长花岗岩、片麻状黑云母花岗岩、片麻状花岗岩等。其岩体与围岩一般呈逐渐过渡的关系，岩体中变质岩的残留体无明显位移，其片理走向与围岩走向保持一致。如昭苏以南的岩体，由内向外，花岗岩逐渐被眼球状混合岩、混合片麻岩、片麻岩所代替。岩体与围岩呈逐渐过渡关系。李佩基等将其归为壳源交代型，相当通常的陆壳改造型——S 型。由于壳源物质中包括有火成物质，本类型可能也包括有通常称的 I 型。

(3) 晚古生代花岗岩类

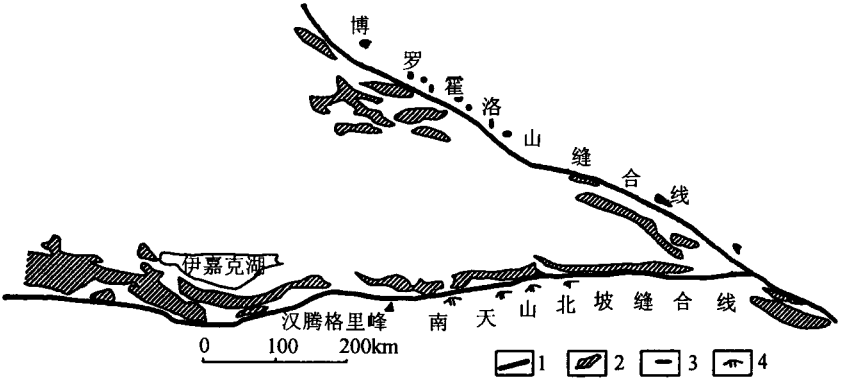



图 3－2－2　中天山及邻区花岗岩类分布示意图

1—板块缝合线；2—花岗岩；3—超基性岩；4—蓝闪石片岩带

天山地区晚古生代花岗岩类的主要岩石类型包括二长花岗岩、钾长花岗岩、碱长花岗岩、花岗闪长岩、英云闪长岩和闪长岩。部分花岗岩样品的岩石化学全分析结果见表 3－2－1，1～6 号样品由中国科学院地质研究所九室分析、测定；7～18 号数据引自新疆地质矿产局区调队《天山花岗岩地质》(1984)。根据表 3－2－1 计算结果在 QAP 图中的投影见图 3－2－3。就晚古生代早、中、晚期而论，中期花岗岩从闪长岩→英云闪长岩→花岗闪长岩→二长花岗岩→钾长花岗岩→碱性花岗岩的演化，在 QAP 三角图上投影点依次趋向密集出现。

表 3－2－1　本区部分花岗岩岩石化学全分析结果

| 样品 | $SiO_2$ | $TiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | FeO | MnO | MgO | CaO | $Na_2O$ | $K_2O$ | $P_2O_5$ | $H_2O$ | S | 总计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 71.46 | 0.37 | 11.83 | 1.07 | 1.34 | 0.13 | 0.34 | 1.63 | 3.58 | 4.18 | 0.07 | 3.08 | 0.00 | 99.29 |
| 2 | 70.65 | 0.47 | 13.98 | 0.81 | 1.73 | 0.07 | 0.37 | 1.93 | 3.04 | 1.93 | 0.19 | 1.13 | 0.00 | 99.52 |
| 3 | 54.87 | 0.34 | 15.93 | 0.62 | 5.38 | 7.12 | 7.32 | 9.85 | 1.93 | 1.12 | 0.07 | 2.41 | 0.03 | 99.99 |
| 4 | 68.66 | 0.39 | 14.24 | 1.47 | 1.57 | 0.07 | 1.11 | 7.31 | 3.21 | 3.47 | 0.11 | 1.70 | 0.30 | 99.34 |

| 样品 | $SiO_2$ | $TiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | FeO | MnO | MgO | CaO | $Na_2O$ | $K_2O$ | $P_2O_5$ | $H_2O$ | S | 总计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 71.73 | 0.27 | 14.04 | 0.18 | 1.30 | 0.03 | 0.47 | 1.19 | 3.86 | 4.19 | 0.07 | 2.50 | 0.00 | 99.83 |
| 6 | 75.53 | 0.09 | 12.39 | 0.63 | 0.04 | 0.01 | 0.07 | 0.70 | 7.27 | 1.61 | 0.03 | 2.58 | 0.00 | 100.4 |
| 7 | 68.62 | 0.45 | 11.49 | 2.14 | 1.38 | 0.04 | 1.08 | 2.49 | 3.62 | 3.33 | 0.08 | 0.31 | 0.06 | 99.89 |
| 8 | 68.99 | 0.31 | 14.67 | 1.85 | 2.20 | 0.35 | 1.27 | 3.30 | 3.31 | 2.54 | 0.05 | 0.09 | 0.07 | 99.39 |
| 9 | 69.43 | 0.39 | 14.53 | 1.94 | 2.20 | 0.94 | 0.90 | 2.11 | 3.56 | 4.10 | 0.09 | 0.01 | 0.90 | 99.29 |
| 10 | 71.30 | 0.34 | 13.88 | 1.87 | 1.65 | 0.06 | 0.71 | 1.77 | 3.95 | 3.93 | 0.11 | 0.04 | 0.02 | 96.18 |
| 11 | 71.06 | 0.26 | 14.16 | 1.38 | 1.46 | 0.05 | 0.66 | 1.78 | 3.90 | 4.17 | 0.09 | 0.11 | 0.04 | 98.34 |
| 12 | 71.09 | 0.25 | 14.18 | 1.75 | 1.87 | 0.06 | 0.60 | 1.70 | 3.57 | 4.31 | 0.03 | 0.07 | 0.01 | 97.56 |
| 13 | 71.72 | 0.31 | 13.49 | 1.82 | 1.17 | 0.06 | 0.77 | 1.83 | 4.27 | 4.27 | 0.06 | 0.43 | 0.03 | 97.61 |
| 14 | 71.24 | 0.27 | 14.21 | 0.61 | 1.61 | 0.06 | 0.70 | 1.?2 | 4.02 | 4.66 | 0.08 | 0.14 | 0.04 | 97.31 |
| 15 | 66.36 | 0.34 | 15.77 | 1.47 | 3.54 | 0.06 | 1.54 | 2.82 | 3.75 | 4.26 | 0.32 | 0.08 | 0.00 | 97.83 |
| 16 | 69.64 | 0.37 | 15.14 | 0.98 | 2.15 | 0.06 | 1.10 | 2.25 | 3.57 | 3.83 | 0.01 | 0.12 | 0.11 | 99.35 |
| 17 | 70.36 | 0.29 | 14.77 | 1.08 | 1.85 | 0.04 | 0.37 | 1.88 | 3.28 | 4.72 | 0.09 | 0.06 | 0.06 | 99.27 |
| 18 | 58.79 | 0.33 | 14.59 | 2.31 | 2.33 | 0.04 | 0.91 | 2.30 | 3.91 | 4.21 | 0.06 | 0.16 | 0.02 | 99.25 |

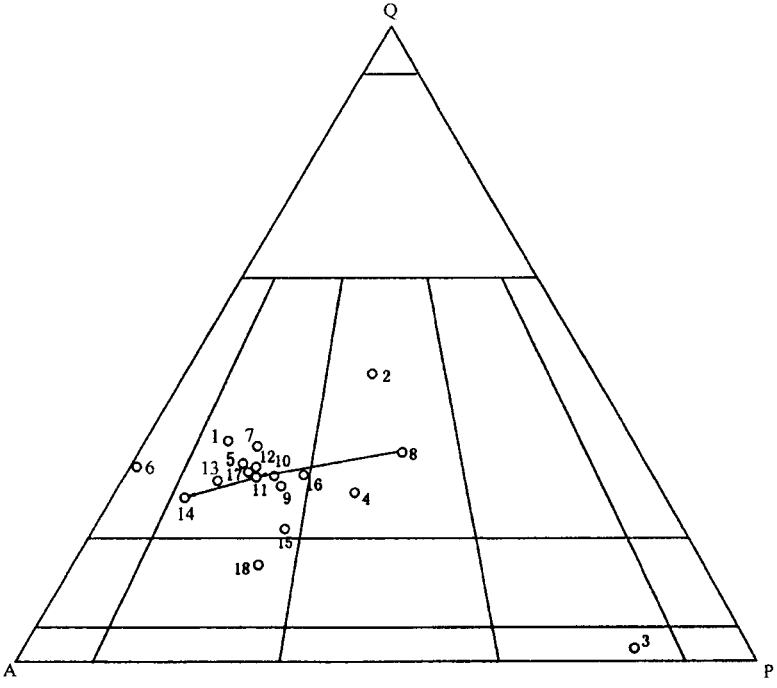



**图 3－2－3　天山地区古生代花岗岩类 QAP 图**

图 3－2－3 中可见晚古生代花岗岩类早→中→晚期的变化趋势，在中天山地区表现为二长花岗岩→花岗岩，图中相应投点为 8、11、14。晚古生代早期的花岗岩主要分布在中天山南缘，主要与早古生代晚期—晚古生代早期南天山洋盆的板块构造演化有关，即早古生代晚期南天山洋盆向北俯冲于中天山陆壳板块之下，当俯冲板块前缘俯冲到一定深度，开始熔融并导致地幔岩和深部物质部分熔融，然后底辟上侵形成。晚古生代中期花岗岩分布面积最广，沿中天山北部、东段北天山和中天山南缘断裂以北有广泛分布。该期花岗岩以钙碱性为主，侵入下石炭统及更老地层，中石炭统不整合覆于其上。晚古生代晚期花岗岩，主要分布在伊宁－新源之北的博罗霍洛以南的伊宁裂谷，南天山阔克沙勒岭等地，主要是与裂谷或裂陷槽发生和演化有关。以碱性正长岩和碱性花岗岩为主，一般将其归入非造山环境的幔源型。

由图中可以分析：①研究区海西中期花岗岩，由老到新，即由 $\gamma_4 2a$（4）→$\gamma_4 2b$（5）→$\gamma_4 2d$（1、6）有规律地由钙碱性向偏碱性方向变化，相应的岩石类型亦由二长花岗岩类向花岗岩、碱性长石花岗岩类变化；②一个 $\gamma_3 3$ 花岗岩样品成分投影点（2）与区域早古生代花岗岩的平均值（17）一致。在多阳离子 $R_1-R_2$ 图（图 3－2－4）中，天山海西早期花岗岩投点大部分落在同造山期和造山晚期，海西中晚期花岗岩大部分投点落在非造山区。

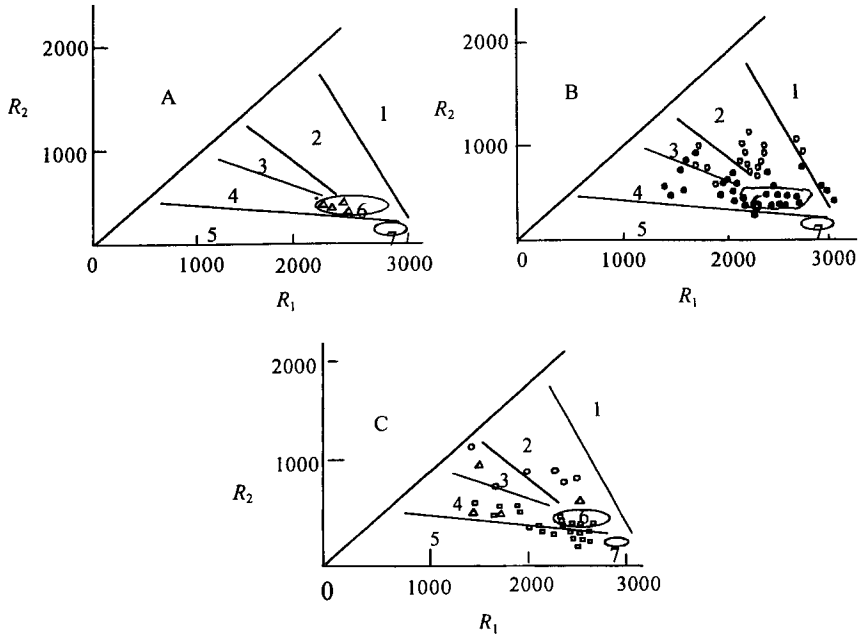



图 3－2－4　$R_1-R_2$ 图

1～6 号样品 REE 的球粒陨石标准化分配曲线见图 3－2－5，原始分析数据及计算结果见表 3－2－2。由图 3－2－5 可见，研究区海西中期花岗岩的稀土元素球粒陨石标准化曲线明显分为两组：$\gamma_4 2a$ 与 $\gamma_4 2b$ 一组，稀土总量较低，$\sum REE = 106 \times 10^{-6} \sim 110 \times$

$10^{-6}$，轻、重稀土分馏程度较高，$(La/Lu)_N = 12.22 \sim 23.00$，铕异常相当于 Cullers 和 Graf（1984）划分的第 4 亚组，即小或无 Eu 异常（$Eu/Sm = 0.2 \sim 0.36$），两个样品的 Eu/Sm 分别为 0.24 和 0.20。δEu 分别为 0.76 和 0.74；$\gamma_4$2d 的两个样品一组，稀土总量较高，$\sum REE = 145 \times 10^{-6} \sim 220 \times 10^{-6}$，轻、重稀土分馏程度较低，$(La/Lu)_N = 4.47 \sim 5.67$，铕异常相当于 Cullers 划分的第 1 亚组，小到中等的负 Eu 异常组 $Eu/Sm = 0.09 \sim 0.23$），两个样品的 Eu/Sm 分别为 0.16 和 0.05（已达中到大的负 Eu 异常组，$Eu/Sm = 0.0009 \sim 0.074$），δEu 分别为 0.49 和 0.15。从稀土元素的分布来看，海西中期花岗岩类从早到晚，岩石性质由钙碱性向偏碱性变化的趋势也是很明显的。

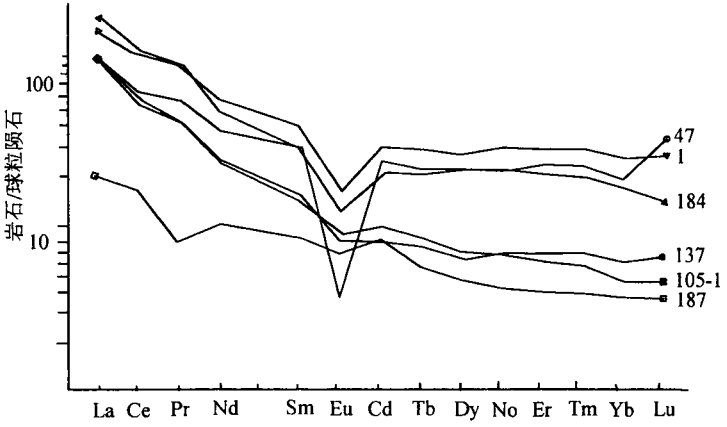



图 3－2－5　REE 配分曲线图

表 3－2－2　本区部分花岗岩岩石稀土元素分析结果（$\times 10^6$）

| 样品 | La | Ce | Pr | Nd | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 13.00 | 84.00 | 10.80 | 36.00 | 8.00 | 1.00 | 8.20 | 1.50 | 9.60 | 2.40 | 7.00 | 1.10 | 6.40 | 1.00 |
| 2 | 52.00 | 90.00 | 10.80 | 30.00 | 6.00 | 1.00 | 3.90 | 1.10 | 7.90 | 1.80 | 5.50 | 0.37 | 4.80 | 1.30 |
| 3 | 6.40 | 13.20 | 1.00 | 7.40 | 1.80 | 0.55 | 2.30 | 0.40 | 2.40 | 0.56 | 1.50 | 0.22 | 1.20 | 0.18 |
| 4 | 11.00 | 23.20 | 2.00 | 12.80 | 3.50 | 1.10 | 3.20 | 0.45 | 2.50 | 0.58 | 1.60 | 0.24 | 1.30 | 0.21 |
| 5 | 29.40 | 46.00 | 5.20 | 15.20 | 3.00 | 0.72 | 2.80 | 0.45 | 2.50 | 0.57 | 1.60 | 0.26 | 1.50 | 0.25 |
| 6 | 30.00 | 44.00 | 5.60 | 16.40 | 4.60 | 1.03 | 4.20 | 0.68 | 4.00 | 0.88 | 2.50 | 0.36 | 1.80 | 0.30 |
| 7 | 34.60 | 59.00 | 7.00 | 21.00 | 4.40 | 0.60 | 3.60 | 0.56 | 3.50 | 0.80 | 2.30 | 0.36 | 1.80 | 0.30 |
| 8 | 31.00 | 44.00 | 5.20 | 15.20 | 3.20 | 0.64 | 2.20 | 0.30 | 1.70 | 0.35 | 0.97 | 0.15 | 0.93 | 0.14 |
| 9 | 30.00 | 50.60 | 6.80 | 23.40 | 6.00 | 6.30 | 6.60 | 1.20 | 7.90 | 1.80 | 5.10 | 0.75 | 4.30 | 0.55 |
| 10 | 33.00 | 54.00 | 7.80 | 26.60 | 6.30 | 1.70 | 5.00 | 0.68 | 3.60 | 0.76 | 2.00 | 0.28 | 1.60 | 0.22 |
| 11 | 37.00 | 54.00 | 6.40 | 22.60 | 4.00 | 0.90 | 3.30 | 0.52 | 3.20 | 0.68 | 1.90 | 0.27 | 1.40 | 0.22 |
| 12 | 37.00 | 60.00 | 6.80 | 23.60 | 4.60 | 1.10 | 4.00 | 0.63 | 3.90 | 0.82 | 2.20 | 0.33 | 1.80 | 0.28 |

另外两个样品，一个是采自昭苏北木扎尔特河的早古生代片麻状花岗岩，稀土总量 $\sum REE = 219 \times 10^{-6}$，轻、重稀土分馏较低，$(La/Lu)_N = 4.15$，中等负 Eu 异常，Eu/Sm

= 0.17，δEu = 0.51；另一个采自北木扎尔特河中游的蚀变辉长辉绿岩，稀土总量很低，∑REE = 38 × $10^{-6}$，轻、重稀土分馏程度很低，$(La/Lu)_N$ = 3.69，极低的负 Eu 异常，δEu = 0.83。

## 三、南天山北坡高压变质带

在中天山南缘断裂以南呈 NEE－SWW 向断续延伸，长 300km 以上，宽 10～20km 不等。西延出国，可能与境外阿特巴希－伊内里切克深断裂相连。在该带以南的哈尔克山南坡，木扎尔特河中游的阿克苏群片麻岩、片岩内，近年获得了 645Ma（Rb－Sr 全岩等时线年龄），676Ma（片麻岩中锆石 U－Pb 年龄）同位素年龄值（中国科学院登山科学考察队，1985），变质程度达角闪岩相。在高压变质带以北，出露属于伊犁小板块基底的中天山拉尔敦群混合岩化较强的变质岩，包括片麻岩、片岩、夹大理岩及角闪片岩，其原岩形成时代为 1300～1400Ma（朱杰辰等，1986），变质年龄为 863 ± 54Ma（王作勋等，1990）和 334.9Ma（朱杰辰、孙文鹏，1987）。在科克苏河流域，该带出露宽度约 14.5km，与志留系大理岩及变质岩沉积岩系和元古宙混合岩之间均以逆冲断层为界（图 3－2－6）。

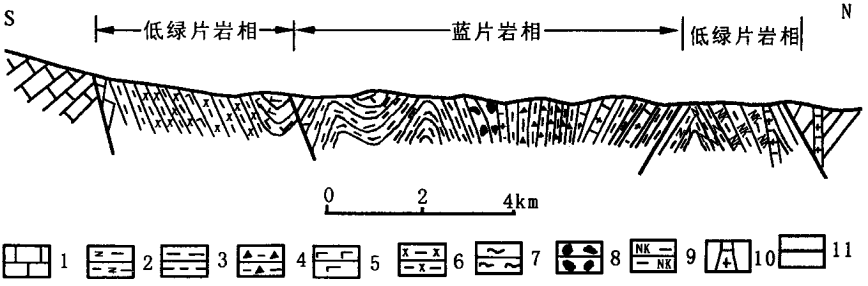



图 3－2－6　新疆特克斯县科克苏河蓝片岩带地质剖面（据顾家俊，略有修改）

1—大理岩；2—绿泥绢云石英片岩；3—绿片岩；4—石英角斑岩；5—基性熔岩；6—绿帘阳起片岩；7—绿帘阳起钠长变粒岩；8—蓝闪片岩；9—黑云二长变粒岩；10—石英斑岩；11—混合岩

剖面可分为三段：南段为一套低绿片岩相变质岩，由绿泥绢云石英片岩、绢云绿泥钠长片岩、绿泥绿帘阳起片岩等组成，原岩主要为泥质细砂－粉砂岩、凝灰砂岩及凝灰岩，夹数层大理岩和钠质基性熔岩。总体构成一套下部以正常沉积为主，中上部夹火山物质较多的细碧角斑质火山复理石建造。岩层变形较强，片理发育，线状同斜褶曲常见。中段为变质带主体，主要由绿泥白云钠长片岩、绿泥白云石英片岩、白云绿帘蓝闪石片岩等组成。含有蓝闪石的岩层占该段岩层的 40%，总厚约 2km，50%的岩层中含铁铝榴石。岩石变质较深。北段亦属低绿片岩相，又可进一步分为偏南部的钠长石－绿泥石带和偏北部的黑云母带，其原岩分别为基性火山岩和由泥质长石砂岩及硬砂岩构成的复理石建造，其中尚未发现蓝闪石，变形程度亦低。

我们在该区工作的实测路线剖面见图 3－2－7。由特克斯温泉出发向南，最远只到断裂以南的苦完萨依，相当于图 3－2－7 北部绿片岩相的黑云母带，岩石以黑云母石英片岩、二云石英片岩为主。在该带采同位素年龄样 1 件，共 7 块标本，编号为 WT92－177～WT92－183。由中国科学院地质研究所八室进行 Rb、Sr 同位素年龄测定，结果如表 3－2－3 所示，等时线年龄为 296.92±3.33Ma，$^{87}Sr/^{86}Sr$ 为 0.713054±0.00011，6 个点的线性相关很好（图 3－2－8），相关系数为 0.999624。

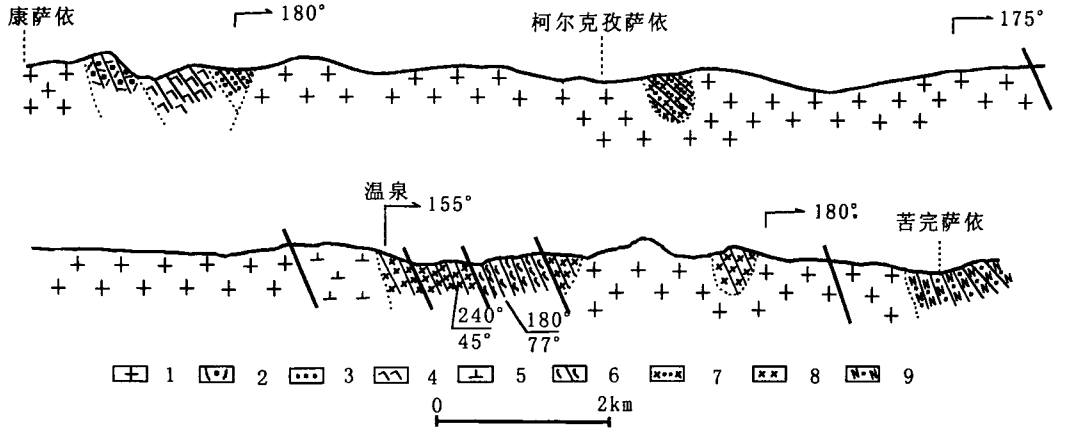



图 3－2－7　康萨依—苦完萨依地质剖面图（图例同图 3－2－5）

1—花岗岩；2—凝灰砂岩；3—砂岩；4—凝灰岩；5—闪长岩；6—绢云石英片岩；7—钠长阳起片岩；8—钠长片岩；9—绿帘阳起片岩

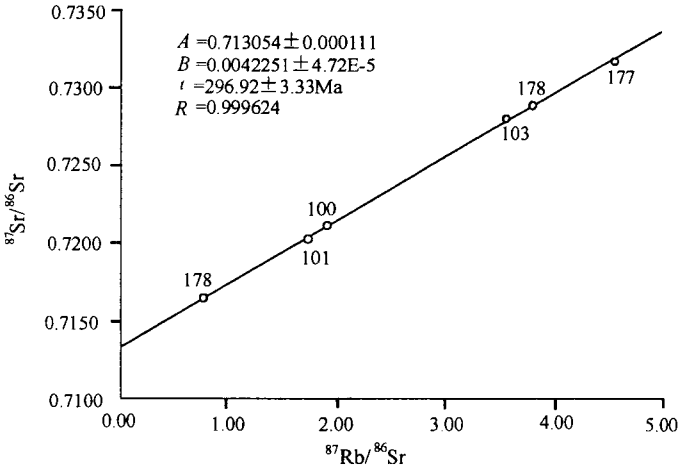



图 3－2－8　苦完萨依黑云母带 Rb、Sr 等时线图

A—截距；B—斜率；t—年龄；R—相关系数

在北木扎尔特河上游琼阿吾孜一带，高压变质带的产出特征与科克苏河流域基本相

同，但断续出现经受高压变质的基性、超基性岩。

中天山南缘断裂通过琼阿吾孜沟，以北为一套混合岩、片麻岩，以及铁铝榴石角闪岩、辉石变粒岩，伴随有 344Ma 的二长花岗岩、石英闪长岩和花岗闪长岩，周围混合岩的年龄为 382 ~ 383Ma（中国科学院登山科学考察队，1985），构成一条高温低压变质带，与其伴生的花岗质岩石由靠近断裂向北，有时代变新、钾含量略增高的趋势，显示地壳成熟度逐渐增高。

在该区工作的实测路线剖面见图 3 – 2 – 9，最远仅到达琼阿吾孜沟南侧，见到蛇纹岩化超基性岩为止。由该点向南采同位素年龄样 1 件，由 7 块标本组成，编号为 WT92 – 19、21、23、25、26、27、30，仍由中国科学院地质研究所八室测定，其中有 4 个样品（岩性分别为 WT92 – 19，角闪斜长片麻岩；WT92 – 25，黑云二长片麻岩；WT92 – 26、27，辉石斜长变粒岩）具较好的线性关系，用它们作出的 Rb – Sr 等时线结果见图 3 – 2 – 10。等时线年龄为 269.03 ± 7.27Ma，$^{87}Sr/^{86}Sr$ 初始比值为 0.707865 ± 0.000143，相关系数为 0.996674。中国科学院登山科学考察队（1985）在扎木尔峰地区曾采集了大量同位素年龄样，见图 3 – 2 – 11。

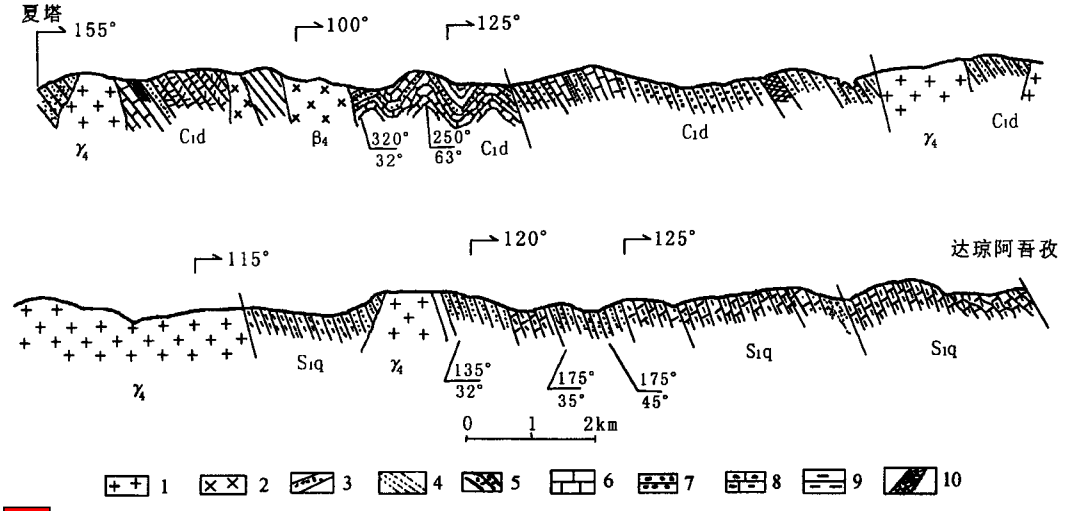



图 3 – 2 – 9　夏塔 – 琼阿吾孜沟地质剖面图

1—花岗岩；2—辉长岩；3—粉砂岩；4—板岩；5—凝灰岩；6—灰岩；7—砂岩；8—泥质灰岩；9—责岩；10—矿化带

琼阿吾孜以南，为高压变质带，出露宽度达 1000 多米，与特克斯河流域蓝片岩带相似，剖面也分三段，南北两段为低绿片岩相的变质火山岩（阳起钠长片岩）和变质沉积岩（绢云石英片岩、绿泥黑云片岩夹大理岩），剖面中部为蓝片岩，其原岩包括辉长岩、辉橄岩和碎屑沉积岩。这些变质基性超基性岩及火山岩属于中天山南缘蛇绿岩的一部分。

根据以上事实，南天山北坡高压变质带应归入蓝闪石片岩相。变质作用历史可以划分为早期的蓝片岩相和晚期的绿片岩相，表现为绿泥石转变为黑云母，硬柱石和蛇纹石

分别被绿帘石和方解石替代。1992 年在特克斯温泉以南苦完萨依一带所采黑云母带的样品，Rb－Sr 等时线年龄值为 296.92Ma，可能就代表了晚期的较高温变质作用的一次热事件。肖序常等（1990）提出该区古板块构造格局的可能演化：早石炭世维宪期以前，该区存在一个古天山洋盆。至少在泥盆纪期间，该洋盆的洋壳板块是向北侧中天山伊犁板块之下俯冲的，古俯冲带大致位于那拉提断裂上。其北侧应发育陆缘火山弧，可能目前已被剥蚀殆尽。该洋壳的顶部，包括玄武岩和其上的复理石，在早石炭世初被俯冲到相当于蓝片岩相温压条件的深度经受了高压低温变质作用，形成南天山北坡高压低温变质带。此后洋盆闭合，两侧陆块碰撞，俯冲停止。碰撞带的深部地热梯度因构造深埋等原因而升高，已形成的高压变质岩石叠加了较高温度变质作用的影响，产生了黑云母等变质矿物。但由于快速抬升等原因，核部保存下来早期高压变质形成的矿物组合。

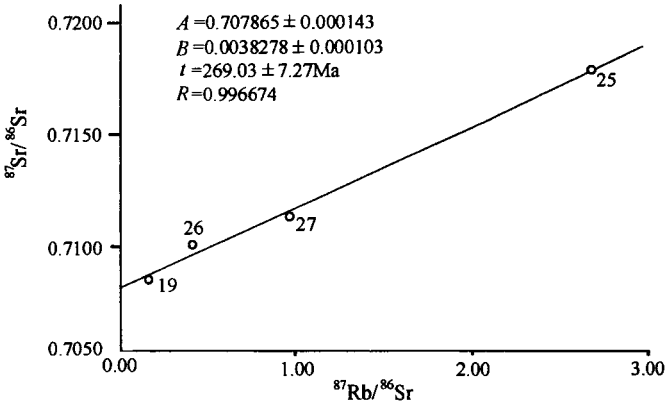



**图 3－2－10　达琼阿吾孜沟变质岩石 Rb－Sr 等时线图**

A—截距；B—斜率；t—年龄；R—相关系数

## 四、构造地质

### （一）构造分区

北疆地区可划分为三个一级大板块，即西伯利亚板块、哈萨克斯坦板块和塔里木板块。其中哈萨克斯坦板块北以达拉布特－卡拉麦里缝合线与西伯利亚板块相邻，南以南天山缝合线为界与塔里木板块相接。李春昱（1982）、李春昱和王荃（1982）认为它是在早古生代末固结的，缺乏一个统一的前震旦纪结晶基底，由一些大小不等的具前震旦纪结晶基底的陆块拼接而成，如伊犁地块。

研究区主要位于伊犁－中天山陆壳板段（Ⅱ B）和南天山早－中古生代活动大陆边缘板段（Ⅱ C）。伊犁－中天山陆壳板段的北界为中天山北缘大断裂，其南界为中天山南缘大断裂，为研究区内最主要的断裂。南天山早－中古生代活动大陆边缘板段以中天山南缘大断裂与中天山陆壳板段相邻，南以南天山缝合线与塔里木板块相接。研究区最

南面为塔里木板块（Ⅲ）的北缘部分。研究区及邻区的大地构造略图见 3－2－12。

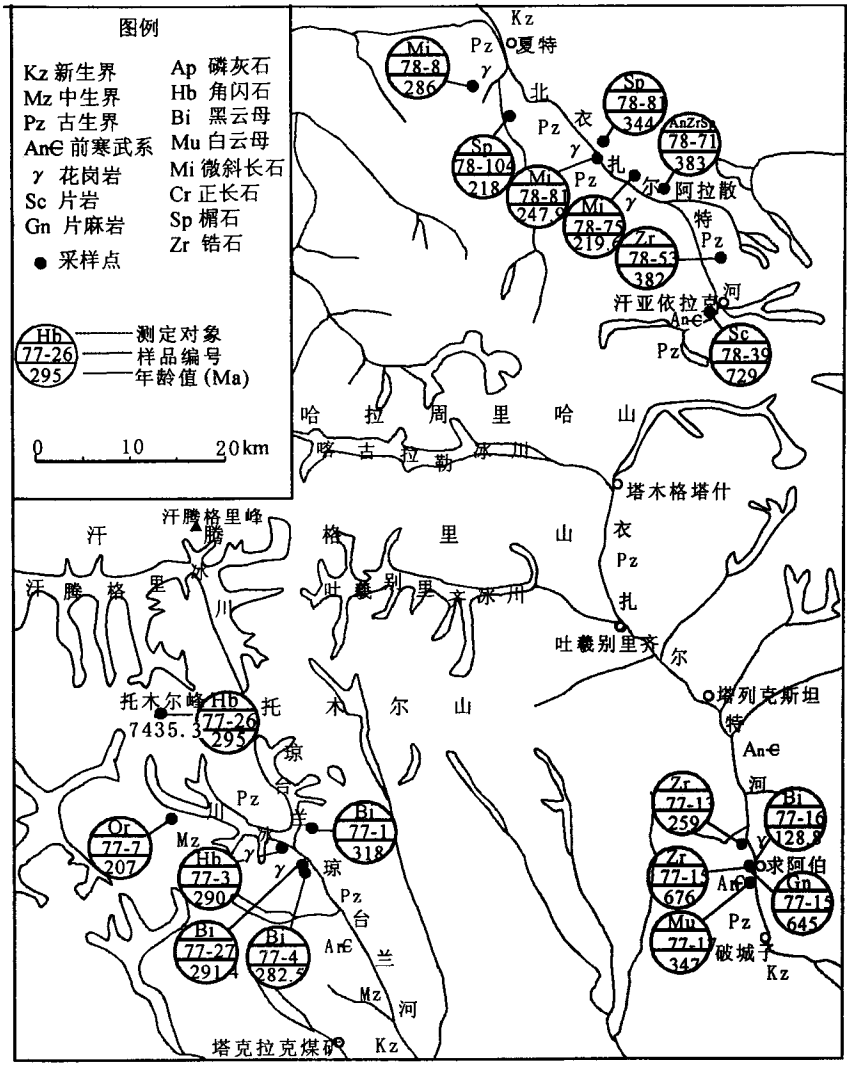



图 3－2－11　扎木尔峰地区同位素年龄分布图

## （二）主要断裂及构造带

1. 中天山南缘大断裂

中天山南缘大断裂可能相当于前苏联阿特巴希－伊内里切克构造断裂线的东延部分。其主要标志为：①分隔了具不同构造和地质发展历史的恰特卡尔－纳伦带（中天山）和费尔干纳－阔克萨勒带（南天山）；②发育一系列线性延伸的裂隙侵入岩；⑧断续的金属矿化空间上与断裂关系密切；④阿特巴希变质带的核部为角闪岩相，变质带中所有岩石均遭绿片岩条件下的退变质作用，原岩由基性火山岩、泥质岩组成，已发现榴

辉蓝闪石片岩，同时有糜棱岩带发育。根据同位素年龄，曾长期被认为经受变质的前寒武系岩块，后来在其中的碳酸盐岩中发现了床板珊瑚，证明有志留系存在。变质带中发育大量蛇绿混杂岩，但时代尚有争论；⑤地球物理资料证明，断裂带北侧地壳厚 40～50km，南侧为 60～65km，表明地壳结构发生了剧烈变化。

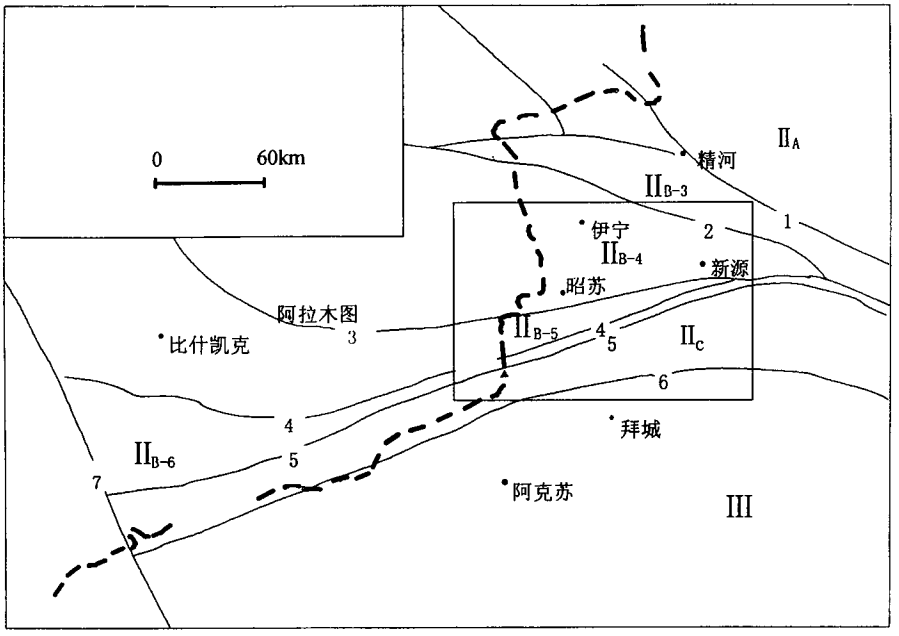



图 3－2－12　西天山及邻区大地构造略图

$\text{II}_{A}$—北天山古生代活动大陆边缘；$\text{II}_{B-3}$—博罗霍洛早古生代弧前盆地；$\text{II}_{B-4}$—伊宁石炭纪弧间盆地；$\text{II}_{B-5}$—哈尔克山早古生代岛弧带；$\text{II}_{B-6}$—狭义中天山结晶轴；$\text{II}_{C}$—南天山早—中古生代活动大陆边缘；III—塔里木板块；1—天山主干断裂；2—博罗霍洛南缘断裂；3—热拉依尔－阿曼断裂；4—阿登布拉点－拉尔敦断裂；5—中天山南缘断裂；6—南天山深大断裂；7—塔拉斯－费尔干纳大断裂

该断裂由汗腾格里峰以北进入我国，经图拉苏－琼阿吾孜－那拉提山南缘，出研究区后经巴伦台、库米什直到东天山南缘。研究区内的构造特征如图 3－2－12 所示。断裂带的主要特点为：①具明显的分界意义，南侧为志留系碳酸盐岩－碎屑岩，显示破劈理－流劈理带过渡的构造特征；北侧形成狭窄的强变形变质构造带，伴随带状分布的复式花岗岩带，有大量前寒武纪岩块存在（艾肯达坂附近已获 1300Ma 的同位素年龄；朱杰辰，孙文鹏，1987）。②南北两侧岩浆活动有显著差异，以北岩浆活动十分强烈，岩浆侵入由加里东晚期开始，到海西早、中、晚期都有活动，形成一条平行于该断裂的几百公里长的中酸性岩浆杂岩带（图 3－2－13），北侧的火山喷发几乎在古生代各个时期都活动，尤以晚古生代最为强烈，而断裂以南，岩浆活动较弱。③断裂以南志留系中发育蛇绿杂岩，断续出露的超基性岩均已强烈变质，并含蓝闪石。④蓝片岩带断续分布，在我国境内达数百公里，其中的高压变质矿物有蓝闪石、青铝闪石、硬柱石，2M 及 3T

型白云母等。蓝片岩带主要沿断裂带南侧分布，在断裂带中，也偶见分布，如在琼阿吾孜以北 1.3km 处的片麻岩中即夹有蓝闪石片岩。⑤在断裂带北侧，发育一套角闪岩相深变质岩和花岗岩链，报道有夕线石、铁铝榴石等高温矿物，该高温变质带与断裂以南的高压变质带共同构成比较清楚的双变质带。⑥沿断裂发育大型糜棱岩带，如琼阿吾孜沟的角闪－长英质糜棱岩带宽 230 余米。⑦具有长期活动的特征，根据与深断裂有成因联系的北侧中酸性岩浆杂岩带的形成时代及区域地质构造的分析，该深断裂带最早形成于加里东晚期，海西活动最强烈，而在燕山期又重新活动。这样，由南向北依次出露蛇绿混杂岩、高压蓝片岩带和高温低压变质带，形成一个大型韧性剪切带，构成丁俯冲带的三大构造岩带，证实了“古南天山洋”的洋壳是向北俯冲的。该蛇绿岩的形成环境，根据火山熔岩的岩石化学、稀土元素特征及其相伴的大量火山碎屑岩，可以认为接近岛弧，为缓慢扩张的岛弧而形成的有限洋盆。

2. 中天山结晶轴北缘构造带

该构造带在邻区即为著名的“尼古拉耶夫线”，沿卡拉套山脉，穿过塔拉斯山经捷尔斯科伊山南坡至国境的阿拉爱格尔山口附近进入中国，延伸近 1000km。尼古拉耶夫归纳了其特征：①断裂南北古生代地质发展史有明显差异；②空间上有一系列侵入体和金属矿化；③构造沿线发育串珠状狭长地堑式上叠拗陷。地球物理资料表明北侧莫霍面深约 50km，南侧为 40～50km，有数公里的变化。该断裂带以南为线性褶皱区，推覆构造极其发育，由一系列断片组成；北侧中哈萨克斯坦—北天山地区相对线性褶皱区而言，属镶嵌构造区。

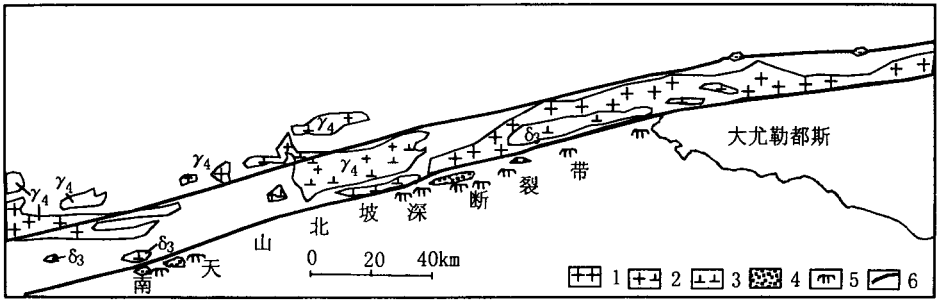



图 3－2－13　南天山北坡地质略图

1—海西期花岗岩；2—海西期花岗闪长岩；3—加里东期或海西期闪长岩；4—超基性岩；5—蓝闪石片岩；6—深断裂

该断裂带进入我国后应在北木扎尔特河的阿登布拉克沟，经那拉提山的拉尔敦达坂，再向东至伊连哈比尔尕山被天山主干断裂截断，延伸 450km 以上。其特征：①沿构造带有大哈拉军山期组火山磨拉石盆地断续发育；②断裂相伴有深源的超镁铁质岩石和堆晶辉长岩发育；③断裂带南北两侧构造变形、变质相差悬殊，南侧为深变质，北侧为绿片岩系、破劈理发育；④断裂构造由一系列近东西向延伸的糜棱岩带组成。我们在北木扎尔特布合土附近见到数百米宽的长英质糜棱岩带。据报道，在拉尔敦达坂附近发育大型韧性剪切带，由南向北由超基性岩带、长英质糜棱岩带、眼球状初糜棱岩及混合岩

绿片岩带组成，表现为复杂的叠加构造，志留纪绿片岩向南推覆于下元古界深变质岩系上。

3. 南天山缝合线

在哈尔克山之西，南天山蛇绿岩大致沿天山南脉主脊延伸。在哈尔克山东面，该蛇绿岩出露在黑英山－额尔宾山、霍拉山一带。霍拉山日克牙依拉克出露较好的蛇绿岩剖面：上部有放射虫硅质岩、枕状熔岩，厚约 700～1000m；中部层状辉长岩为主，厚约 500m；下部有厚约 1000～1200m 的变质超基性岩（王作勋、邬继易，1989）。在剖面上表现为一系列由北向南逆冲的蛇绿岩构造岩片。

## （三）构造演化

新疆北部显生宙以来大地构造演化是震旦纪时期形成的“新疆古克拉通”或“新疆泛地台”，经过不同时期分裂、聚合、俯冲、碰撞及褶皱成山的过程。进而导致该区大地构造格局以微陆块和不同时期褶皱带镶嵌为主要特点。这一“古克拉通”不同时期的分裂，主要是“陆壳的有限拉张”，形成小洋盆内夹微陆块的构造格局，不存在广阔的浩瀚大洋，经历了分裂－拉张早期初始海盆阶段—拉张期洋盆阶段—聚合期残余海盆阶段—碰撞期造山阶段—大陆山链发展阶段。各阶段都具有独特的岩浆活动、沉积建造及构造变形特征。

1. 晚前寒武纪构造演化

新疆北部前寒武纪褶皱基底大体以中天山南缘断裂为界，其北部的中天山－北天山－准噶尔－阿尔泰等地固结期较早，于早元古代末中条运动褶皱固结；其南的南天山及塔里木北缘褶皱基底固结于晚元古代末。南、北古陆基底固结时期尽管有先后之分，但到震旦纪－早寒武纪时，新疆北部基本形成了统一的所谓“新疆古克拉通（泛地台）”。

塔里木北缘－南天山基底主要组成是阿克苏群。向东北可能延伸到南天山汗腾格里峰以南，黑英山乃至霍拉山一带。在阿克苏西南出现了典型的蓝片岩。本区及邻区的下元古界，主要由各种混合岩化片麻岩组成，与阿克苏群的绿片岩—蓝片岩相迥然不同，邻区由斜长片麻岩等组成的木扎尔特群则不整合伏于阿克苏群之下（王作勋、邬继易，1989）。当中天山及其以北地区早、中元古代已固结形成陆壳阶段，南天山及塔里木北缘大部分地区尚处于洋盆阶段。阿克苏群高压变压带的存在及其 720Ma 的变质年龄，说明这一洋盆的闭合时期，很可能在元古宙晚期。其闭合方式很可能是该洋盆向北侧中天山板块聚合俯冲。正好相当于我国的南方一次重要的运动——澄江运动。这次运动使得南天山、塔里木北缘与中天山及其邻近的哈萨克斯坦—准噶尔板块聚合，形成统一的“新疆古克拉通”。

2. 震旦纪—寒武纪构造演化

我国境内，北起阿尔泰、南至塔里木北缘震旦至寒武纪早期大部分地区处于稳定状态，因而建造大部分也是稳定型盖层沉积为主。“新疆克拉通”的解体，地壳的分异演化，主要是在早寒武世以后（肖序常等，1992）。

3. 早古生代构造演化

早古生代期间，“新疆克拉通”解体，出现拉张洋盆，据现有资料大体可分出两个

阶段：早期为晚寒武世至奥陶纪为主的拉张洋盆；晚期为志留纪为主（包括早泥盆世）的拉张洋盆。前者为具有确切时代依据的洋壳和上地幔岩——完整的蛇绿岩，当推西准噶尔地区。唐巴勒蛇绿岩的形成环境更像是经历初始岛弧的缓慢拉张而形成的有限洋盆。

西准噶尔南端，进入北天山西北缘，博罗霍洛山南侧，也出现寒武纪—奥陶纪较厚的海相沉积和岩浆喷溢活动。该区与玛依拉山－唐巴勒一带似乎是同一时期“伊犁微板块”北侧初期拉张地带，未形成具一定规模的洋盆。

关于中天山早古生代的演化，近年一些地质学家（王作勋、邬继易，1989）将中天山划加里东优地槽。早古生代中天山的解体，很可能导致了有限拉张洋盆的形成。

早古生代志留纪为主的第二阶段的拉张洋盆主要发生在南天山。有代表性的洋壳—上地幔岩剖面，出露于该区西段哈尔克山南、北两侧。南侧的黑英山和霍拉山等地，主要由复理石建造、绿片岩相变质中基性火山岩、枕状熔岩、辉绿岩以及大量放射虫硅质岩，断续伴随的基性超基性岩，构成蛇绿岩或蛇绿岩混杂带。该带向西延伸，可能相当于前苏联南天山志留纪或稍早的沙尔塔林蛇绿岩（南天山蛇绿岩带？）。西起哈尔克山，东至库米什及其以东，长近千公里内保存了洋盆消失的一些残体。这一古南天山的洋盆延续时间虽不长，但有其重要意义，它分隔了塔里木板块和哈萨克斯坦板块（包括中天山及其以北准噶尔地块）。这一洋盆的聚合消减，在时空上和强烈程度上有所差异。西段俯冲消减稍早，于志留纪晚期，而东段于早泥盆世乃至中泥盆世。西段北缘为人们瞩目的汗腾格里峰－科克苏河上游一带的高压变质带蓝片岩，伴随蛇绿混杂岩（？），如琼阿吾孜、乌瓦门－拱拜子等处。一些地质学家认为西段与哈尔克山北坡的高温低压变质带构成双变质带。以上出露的高压变质带、蛇绿岩带以及可能存在的混杂岩带，构成了俯冲带的“三大构造岩带”——古海沟俯冲带的重要标志，暗示了该洋盆向北消减。

“古南天山洋盆”向北俯冲消减的另一些旁证是，邻区特别是中天山发育与古板块运动有关的花岗岩，从图 3－2－4 可看出，中天山晚加里东期花岗岩类（包括石英闪长岩、花岗闪长岩、黑云母花岗岩及闪长岩）具有洋盆向北俯冲、碰撞引起的岛弧型和同碰撞期的花岗岩类的特征。中天山海西早期花岗岩（包括黑云母花岗岩、二云母花岗岩及钾质花岗岩）多集中在中天山南部，从图中可看出，该期花岗岩大部分落在同碰撞期和造山期晚期，这与南天山洋盆在 $D-C_1$ 期间向北俯冲殆尽，陆壳板块碰撞有关。中天山南部晚海西期花岗岩大部分投点于非造山区段，部分投点于晚造山期区段及同碰撞期区段（图 3－2－4），这也说明中、南天山在晚古生代晚期地壳发展已进入稳定阶段。

古南天山洋盆的向北消减、聚合，与其大体同期的阿尔泰以北萨彦－蒙古洋的封闭和向南增生，使新疆北部处于挤压状态。这一来自南北向的挤压，促使准噶尔地区的玛依勒有限洋盆及大体同期的火山－复理石海盆聚合、褶皱，已分裂的“新疆古克拉通”北部再次聚合。

4. 晚古生代构造演化

晚古生代是新疆北部构造运动剧烈，地壳再次拉张－聚合交替出现和岩浆活动频繁时期。

（1）泥盆纪构造演化

早—中泥盆世是新疆北部一次重要地壳拉张期。这一时期西准噶尔出现以达拉布特为代表的蛇绿岩带；东准噶尔则以卡拉麦里蛇绿岩带为代表。中泥盆世晚期，随着古南天山洋盆的聚合消减，南天山也形成了残留海盆，并出现了中酸性火山岩及陆源复理石组合，该洋盆聚合消减的另一个结果是南天山西段缺失晚泥盆世沉积。但南天山残留海盆仍分隔了哈萨克斯坦板块和塔里木板块（地台）。

(2) 石炭纪构造演化

北天山晚古生代洋盆虽然规模不大，但和新疆北部准噶尔洋盆等一样，有着洋盆聚合后转化成残留海盆的过程。北天山洋盆聚合俯冲很可能以洋壳板块向南俯冲为主，从而引起中天山及其北侧广泛中酸性岩浆侵入，形成了宏伟的中、晚海西期花岗岩带。

准噶尔残留海盆的封闭，使其两侧的哈萨克斯坦板块和西伯利亚板块焊接。继而晚石炭世一早二叠世早期，北天山和南天山残留海盆也几乎同时封闭，晚古生代残留海盆分隔的陆块全部焊接、弥合，至此，新疆北部进入大陆地壳及陆内山链发展的新阶段。

(3) 碰撞期后板内构造演化

上述资料表明，石炭纪晚期，新疆北部的准噶尔、北天山及南天山的小洋盆和陆间残余海盆相继关闭，原来被分离的各陆块再次焊接在一起，从而进入板内构造演化时期。

新疆现代构造格局在侏罗纪时已基本定型。在二叠纪—侏罗纪期间，由于上地幔状态的变化，加之受北侧西伯利亚向南推挤和南侧古特提斯演化的影响，北疆仍然持续发生了强烈的相对运动，主要表现为隆起区下降为盆地，大推覆导致地壳继续大规模缩短。

与各陆块下降的同时，已形成的各造山带一方面继续隆起遭受剥蚀；另一方面沿已形成的盆地边缘断裂向盆地内部逆掩，而天山造山带则分别向南、北两侧推覆。

新疆北部发育着多期次、多组合的高压变质带，从全国范围内看，堪称典型地区。南天山西南邻区柯坪一带，阿克苏群蓝片岩的发生时代早于古生代已无异议，以归属晚元古代（同位素变质年龄为 720Ma）为宜。

南天山西段蓝片岩的时代（变质年龄），目前已有几种意见。邻区前苏联近年在南哈萨克期坦南天山对产出的蓝片岩做了一定数量的同位素测年，阿特巴希的蓝片岩同位素年龄主要在 410Ma 左右。以上前苏联南天山地区，已接近我国国境，除 1100（？）Ma 系采自榴辉岩外，其余均采自与绿片岩相共生的蓝片岩。这套绿片岩，向东延与我国托尔木峰－汗腾格里山的志留纪绿片岩相大体相当。是否为混杂体？目前尚不排除老蓝片岩的存在。近数年在托木尔峰北哈拉图哈里山及长阿吾子沟所采蓝片岩全岩、Rb－Sr 法同位素测年分别为 729Ma 及 634Ma（中国科学院登山科学考察队，1985a）。南天山高压变质带发生年龄很可能存在两期：一期大体相当于晚志留世—早泥盆世；另一期相当于晚元古代。

南天山西段哈尔克北缘可能存在晚加里东期（$S_3$）蛇绿岩混杂带，向南到霍拉山西端断续出露蛇绿岩混杂体。该期蛇绿岩大体代表了晚加里东期洋盆的洋壳—上地幔残留体。但这一洋盆的闭合、碰撞阶段尚需进一步研究。

古生代新疆北部造山带的演化中，“有限拉张”和“有限洋盆”起着重要作用，也

就是说，这里未出现过广阔的大洋（如所谓的“古特提斯”大洋）。

## 五、西南天山区域地球化学

为了系统了解研究区的区域地球化学情况，我们于 1992 年在野外工作中共采集岩矿标本 307 件，对 124 件进行了化学分析。124 件化探样品的采集情况如下：编号 1～68 为北木扎尔特河夏塔—琼阿乌孜剖面样品；69～71 为中哈边界波马以南纳林果勒河路线剖面样品；72～76 为昭苏煤矿以北原伊昭公路路线样品；77～89 为科克苏河下游—特克斯温泉以南苦完萨依剖面样品；90～92 为特克斯西北苏阿苏沟路线样品；93～99 为阿克牙孜沟路线样品；100～105 为科克苏河上游依克亚马特路线剖面样品；106～111 为那拉提—巴音布鲁克路线样品；112～113 为巴音布鲁克—库车路线样品；114～123 为部分送试金分析的石英脉及蚀变岩样品，其中 114～117 为波马以南纳林果勒河路线采样，118、119 为特克斯温泉以南挤压破碎带石英脉样品，120～123 为科克苏河上游依亚克马特河路线石英脉及围岩样品；124 为夏塔—琼阿乌孜剖面样品。124 件样品均分析丁以下项目：

（1）贵金属和亲铜成矿元素 7 项：Au、Ag、Cu、Pb、Zn、As、Sb。

（2）铁族元素 7 项：Ti、V、C,、Mn、Fe、Co、Ni。

（3）钨钼族元素 3 项：Mo、Sn、Eio

（4）稀有稀土及分散元素 13 项：Li、Be、Sr、Nb、Ta、Zr、Sc、Y、Yb、La、Ce、Ba、Gao

（5）造岩元素 5 项：Al、Mg、Ca、Na、K。

（6）矿化剂元素：P。

共计 36 项，其中 Au、Ag 为原子吸收光谱分析，单位为 $10^{-9}$，As、Sb、Bi 为等离子体光谱定量分析，单位为 $10^{-6}$，其余均为等离子直读光谱仪分析，单位为 $10^{-6}$或氧化物重量百分比。124 件样品的 36 项分析均由中国科学院地质研究所九室完成。为便于计算，所有原始分析结果中小于检出下限（含量“＜0”或“／”者）的结果，均写为 0.1。

以夏塔—琼阿乌孜剖面（68 件样品）为例，进行了以下工作：

①为了解金与其它元素（或氧化物）之间的关系，进行了相关分析。结果表明：Au 与其它元素的相关性不太好。考虑到异常数据分布对相关系数值的影响，我们设计了一套夏塔—琼阿乌孜剖面 Au 与其它各元素的含量曲线图。横坐标起点为夏塔，终点为琼阿乌孜超基性岩，各样品位置和地层、岩体界线均按实际采样点投影，纵坐标为含量值。其中与 Au 相关关系略好的 5 张图（图 3－2－14），分别为 Au 与 As、Co、MgO、Y、Yb 的含量曲线，相关系数大于 0.26。

②其它元素之间的相关系数在 0.90 以上的有 V－Sc、V－Ga、Cr－MgO、Mo－Sn、Ga－Sc、Ga－$Fe_2O_3$、Y－Yb、Le－La。还有一批相关系数在 0.50～0.90 之间的元素（氧化物）对。这种相关性，全由其地球化学性质所决定。如图 3－2－15 分别以 Mo 和 Sn 的值为坐标，68 个投点显示很好的线性相关关系，相关系数为 0.92。

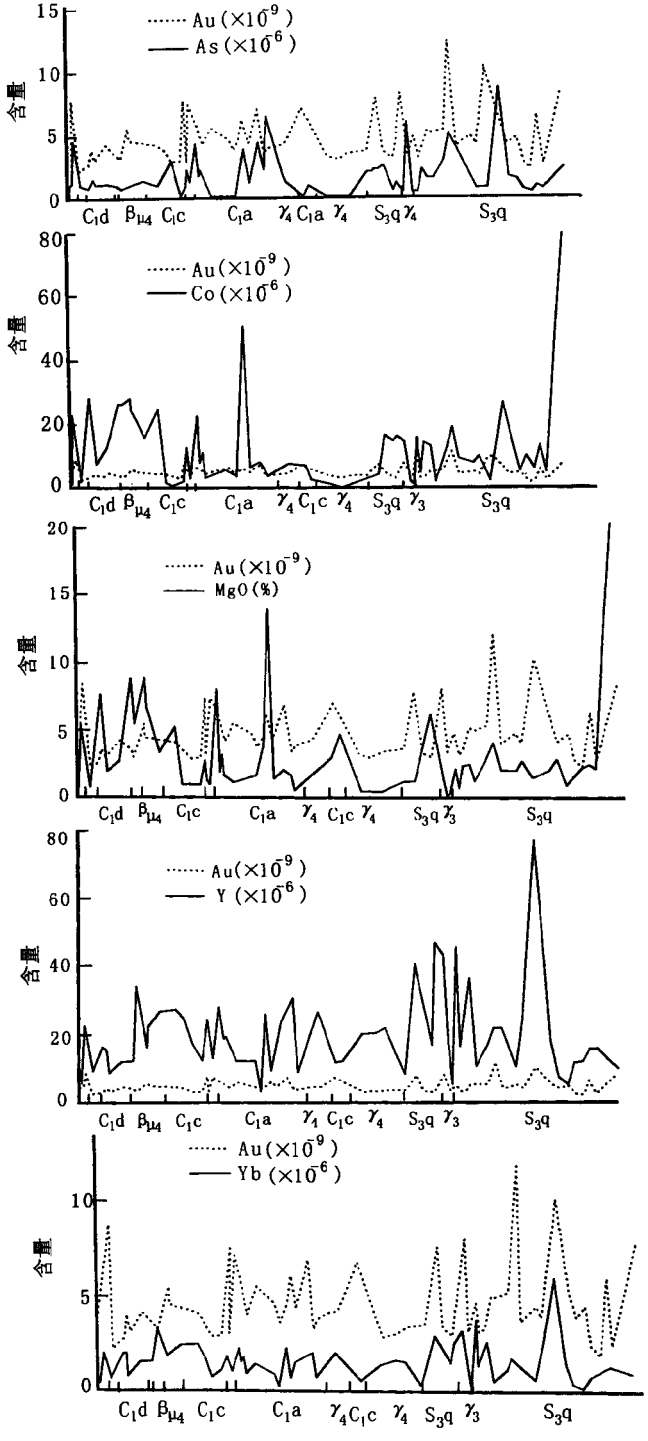



**图 3－2－14　Au 与 As、Co、MgO、Y、Yb 相关关系变异图**

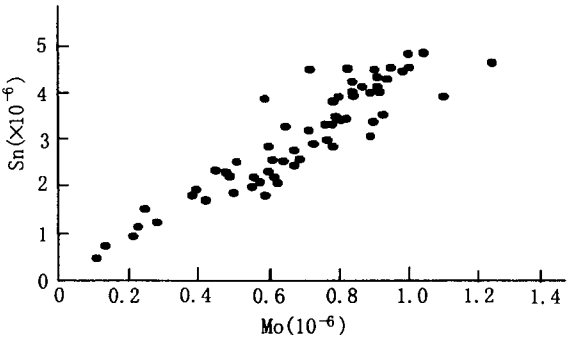



图 3－2－15　Mo 和 Sn 相关关系图

③为了解各种元素或氧化物在不同时代，不同地层里的分布情况，将 124 件样品按照时代、岩性进行了分组，统计了各组每种元素或氧化物含量的范围，平均值和标准差。经过合并以后将岩浆岩、火山岩，不同时代和岩性的地层主要岩类分为 13 个组，对其中 6 个元素进行比较，结果见图 3－2－16，从中可以看到：

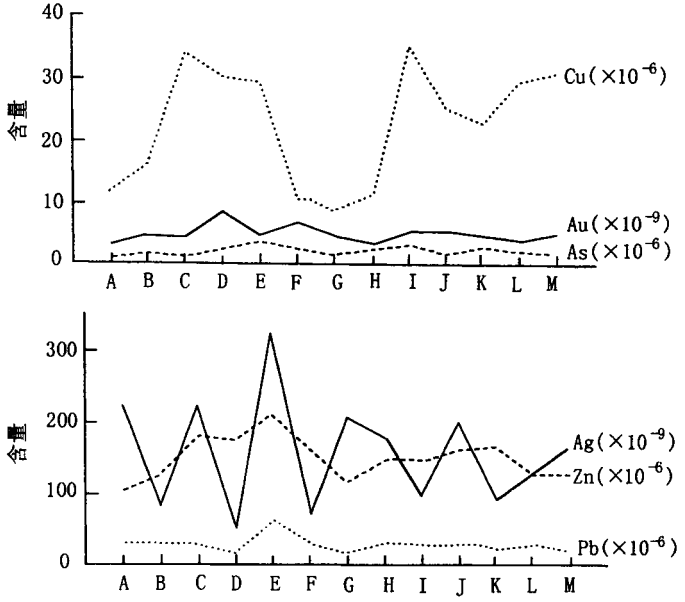



图 3－2－16　不同岩性成矿元素组成对比图

①Au 的含量由花岗岩类－闪长辉长岩类－超基性岩类有规律升高。

②大哈拉军山组的火山岩类，Au 背景值略高，其中酸性熔岩较中基性熔岩还高些。粉砂岩、砂岩明显高于碳酸盐岩。

③志留系地层中片麻岩、混合岩、绿片岩类的 Au 背景值略高于石英片岩类。

④Cu 在基性、超基性岩中的含量大大高于在中酸性岩中的，地层中 Cu 在片岩，片麻岩中的含量亦高于在凝灰岩或碳酸盐岩中的含量。

⑤Zn 和 Pb 在各类岩石中的分布有正消长关系；而 Ag 的含量变化极大，以基性熔岩为最高。

## 六、西南天山穆龙套型金矿成矿远景

### （一）西南天山地区为穆龙套型金矿成矿远景区的证据

（1）所处的大地构造位置和区域地质构造条件与邻国（哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦）穆龙套型金矿床的产出位置属于同一背景，是穆龙套型金矿成矿带向我国境内的延伸。

（2）古生界碳质岩系（容矿地层）的沉积相研究表明，其为一套典型的浊积岩，与穆龙套型金矿床的容矿围岩类似。

（3）区内矿化多受构造破碎带控制，热液蚀变明显。矿化以细脉、网脉和浸染状为主要特征。金属矿物多为黄铁矿、毒砂、黄铜矿、辉锑矿和方铅矿等，脉石矿物主要为石英、菱铁矿、方解石等。亦与穆龙套型金矿床类似。

### （二）穆龙套型金矿化赋存条件

鉴于穆龙套型金矿赋存于古生界碳质岩系中，具有层控矿床的特点，在我国西天山寻找此类矿床应注意以下几点：

（1）远景区应位于区域性的推覆构造带和深大断裂带的边部及交汇处。金矿在韧性剪切带中的层位可分为两种，一种在区域性次级韧－脆性过渡构造带中，另一种即位于大型剪切带的核部。

（2）穆龙套型应有一定程度的层控特点，应与古生界（包括前古生界）碳质岩系的分布有直接关系。

（3）无论金矿赋存在韧性剪切带的什么部位，矿床的围岩蚀变应基本相同，如金矿围岩常见的黄铁矿化、硅化、钾化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化等。

（4）应与已知的化探、重砂异常以及已知的岩金或砂金矿点、矿化点分布一致。

### （三）成矿远景

按照以上原则，结合野外工作成果，我们提出以下 6 个地区为西天山穆龙套型金矿远景区，其中与中天山南缘深大断裂有关的 3 处。

（1）特克斯温泉—菁布拉克远景区，地理坐标东经 81°45′ ~ 82°26′，北纬 42°40′ ~ 42°59′，NEE 向，长约 55km 宽全勺 10km，面积 550km$^2$。

①该远景区呈带状，位于中天山南缘深断裂带上，与板块俯冲带大型推覆构造有关的各种地质构造十分发育。

②断裂以南的上志留统穹库什太组中的绢云母绿泥石片岩内夹有石墨片岩。

③野外工作发现，特克斯温泉以南有约 2km 宽的挤压破碎带，含多处石英脉群，围岩中见黄铁矿化、硅化、绢云母化等蚀变。其中石英脉微金分析为 $20.9 \times 10^{-9}$（1992

年新疆地质矿产局七大队试金分析为 $20.9\times10^{-6}$）。

④该带分布有基性，超基性岩，沿挤压破碎带侵位于中志留统变质岩系中，菁布拉克铜镍矿床就产在次闪石化辉石岩、橄榄辉长岩、辉石橄榄岩内，矿石矿物主要为磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿、黄铁矿、紫硫镍铁矿等，含 Ni0.3% ~ 0.17%，Cu0.1% ~ 0.5%，Co0.01% ~ 0.03%，伴生金品位 $1\times10^{-6}$。

⑤沿科克苏河砂金矿点较多，1989 年以前曾有上千人进入科克苏河，据称淘得的砂金常呈“麸皮”状，最大可达 1 ~ 2g，温泉以南四道桥之间为砂金富集地。

综上所述，特克斯温泉、菁布拉克远景区为研究区内最有希望找到穆龙套型金矿的地区。

（2）科克苏河中游远景区，地理坐标东经 81°53′ ~ 82°6′，北纬 42°38′ ~ 42°45′。EW 向，长 45km，宽 12.5km，面积约 480km$^2$。

①位于中天山南缘大断裂以南 10 ~ 20km 范围内。

②所在的穹库什太组（$S_3q$）中含石墨片岩。

③砂金较丰富，1989 年已被标注的砂矿点有两处（编号 145、139），寻找原生金很有希望。

（3）科克苏河上游远景区，地理坐标东经 82°31′ ~ 82°57′，北纬 42°44′ ~ 42°54′，NEE 向，长 35km，宽 10km，面积约 350km$^2$。

①位于中天山南缘深断裂 10 ~ 20km 范围内，基本平行该大断裂展布，为其Ⅱ级构造带，带内有多条次级的 NEE 向断裂，片理化发育。

②岩石为一套绢云母绿泥石片岩，粉砂质绢云母片岩，及黑色（碳质？）绢云母片岩组成。石英脉较多，有 20 ~ 30cm 厚的大脉，亦有细脉。

③区内共发现砂金矿（化）点多处，最高品位 7g/m$^3$，其中阿尔得落威君为中型砂金矿，储量 387kg。

④1992 年我们在该区科克苏河上游依克亚马特河进行地质路线观察时，曾采集石英脉（部分包括围岩黑色绢云母绿泥石片岩）试金样 7 个，经新疆地质矿产局七大队分析，为 $0.12\times10^{-6}\sim0.23\times10^{-6}$。也证明该区岩石金的背景值较高，值得进一步详细工作。

与南天山深大断裂有关的三处：

（4）库勒－阿特达坂远景区：地理坐标东经 82°57′ ~ 83°34′，北纬 42°29′ ~ 42°40′，NEE 向，长 50km，宽 5 ~ 12km，面积约 500km$^2$。

①位于南天山深大断裂以北 20 ~ 30km，走向亦一致。

②根据库勒幅 1∶20 万区调报告，该区原为中泥盆统萨阿尔明组上亚组（$D_2sa$），为一套浅海类复理石建造，底部有一层厚达 1200m 的钙质、碳质粉砂岩，碳质粉末混有大量杂质，并可能含有黄铁矿。

（5）克其克阿克亚依利亚克远景区，地理坐标东经 81°00′ ~ 81°28′，北纬 42°04′ ~ 42°10′，EW 向，长 40km，宽 12km，面积约 480km$^2$。

①位于南天山深大断裂北侧，区内 NEE 向断裂发育。

②区内的中泥盆统阿拉塔格组（$D_2a$）的细粒长石石英砂岩中含碎裂千枚岩化碳质

粉砂岩、含碳泥质粉砂岩，含碳岩系的总厚度在 500m 以上。

③区内的 $D_2a$ 和上志留统穹库什太组（$S_3q$）中有两处砂金异常和一处地球化学异常。从构造、地层和化探异常来看，该远景区有一定潜力。

（6）孟克德萨依远景区：地理坐标东经 83°51′ ~ 84°00′，北纬 43°46′ ~ 43°50′，NEE 向，研究区长 10km，宽 3km，面积约 30km²，东延出图幅。

①位于喀什河大断裂以北，北邻博罗霍洛岩体。

②所在地层为上志留统博罗霍洛组下亚组，底部有 400m 灰黑色碳质绢云母片岩，上部层位还有大于 150m 的互层或夹层的碳质绢云母片岩。

③其南 5 ~ 10km 的喀什河一带有长 45km，宽 5 ~ 10km 的金的地球化学异常。

## 第二节　理论预测法

### ——以蓬家夼式层间滑动角砾岩型金矿床为例

蓬家夼金矿位于乳山市北西部 35km 处的蓬家夼村南，其地理坐标为 121°15′09″ ~ 121°18′08″E，37°04′47″ ~ 37°05′30″N，为一层间滑动角砾岩型金矿床，是乳山市的黄金支柱产业之一。

蓬家夼金矿于 1986 年由民采发现，1989 年山东省第三地质矿产勘查院（“三院”）受矿山委托进行勘探工作，1994 年提交勘探报告，圈定了 2.5t 储量。金矿化主要产于中生代胶莱盆地莱阳组砾岩与荆山群古老变质杂岩的接触部位、荆山群副变质岩系之层间滑动角砾岩系中。由于该金矿发现较晚，只有少数研究者在研究胶东区域成矿时对其进行了少量的工作。提出了几种认识：受与鹊山变质核杂岩有关的拆离断层控制的金矿化（孙丰月，1994；孙丰月等，1995）；受韧性剪切带控制的金矿化（赵伦山等，1993）；产于中生代胶莱盆地底部的碳质岩系中，为与碳质岩系有关的金矿（聂爱国，1997）。

1996 年至 1999 年，中国科学院地质研究所乳山金矿课题组根据乳山黄金局和金华集团公司的要求，以成矿预测为目的，对该矿床进行了详细解剖，从矿床产出地质背景、含矿构造带特征、矿化类型等方面进行了大量工作，提出该矿床受荆山群副变质岩中层间滑动角砾岩系的控制，并称其为层间滑动角砾岩型金矿，指出该新类型矿床具有不同于其它矿床类型的 5 大特征：①矿床赋存于晚元古变质岩系特定的层位中，矿体厚度与大理岩、含石墨片岩、片麻岩呈互为消长的关系；②矿床产于区域性拉张盆地的形成过程中，矿体的产出严格受盆地边缘层间滑动构造带这一特定构造环境的控制；③控矿构造具有先拉、后张、再剪切的独特演化过程，每期构造都具有特定的成矿学意义；④矿体的形成和定位受控于区域性拉张 – 挤压 – 走滑应力场，在平面上和剖面上呈轴向协调、大小不一的各种透镜体；⑤矿体具有浅埋藏、低品位、大矿量、易采选的特点。在此基础上，根据区域大地构造环境的分析，提出了在拉张构造体制下中生代沉积盆地边缘与老地层间的构造接触带上形成一系列层间滑动正断层并为含矿流体充填成矿的“层间滑动成矿”的认识，有效地指导了进一步的找矿工作。

根据上述成矿类型和成矿理论认识上的突破，课题组以地质资料为基础，配合伽马能谱测量法和地电化学参数测量法等快速有效的物化探方法的运用，对蓬家夼金矿床深部及两翼开展了成矿预测，圈定出 5 个新的勘探靶区，共提交科研预测储量 50t 和相应的勘探设计。乳山市政府、黄金局和金华集团积极组织开展工程验证。经过近两年的努力，在第一预测区（科研预测储量 20t）验证了 19.6t 的黄金工业储量（其它预测区正在验证之中），使科研成果迅速地转化为生产力，为地方经济和社会发展带来了明显的效益（沈远超等，1998a），同时还带动了周边县、市的黄金开发。

## 一、蓬家夼层间滑动角砾岩型金矿的成矿地质背景

蓬家夼金矿位于乳山市西北部的崖子镇，处于桃村－即墨断裂与午极－海阳断裂之间的胶东地块东部隆起，胶莱盆地东北边缘（图 3－2－17，图 3－2－18）。出露地层主

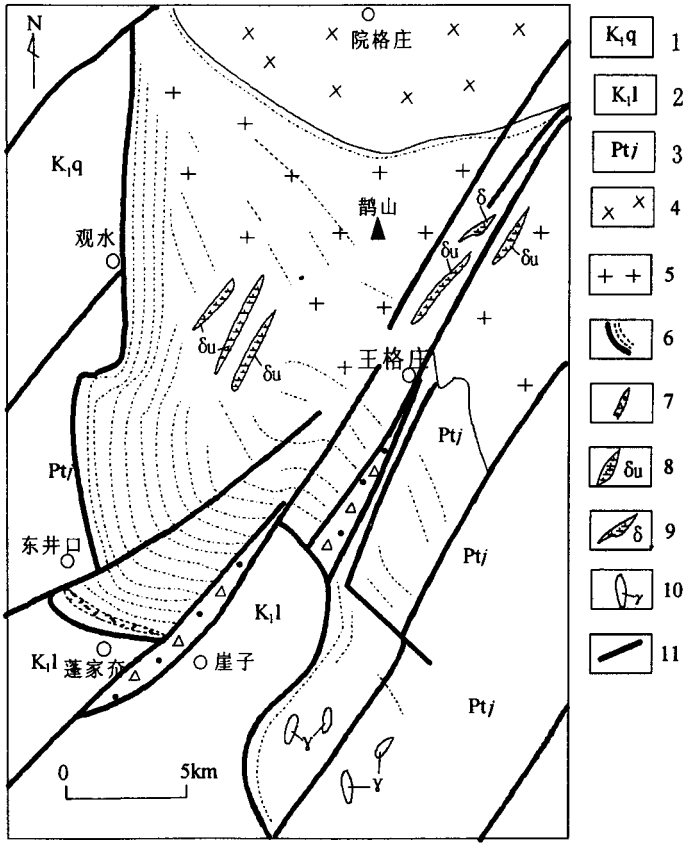



图 3－2－17　胶莱盆地东北部地区地质简图（引自孙丰月等，1994）

1—白垩纪青山组火山岩；2—白垩纪莱阳组砾岩；3—元古宙荆山群；4—燕山晚期花岗岩；5—鹊山花岗岩；6—滑脱构造及糜棱叶理；7—破碎带；8—闪长玢岩脉；9—闪长岩脉；10—花岗斑岩脉；11—断裂

要有下元古界荆山群，中生界莱阳组、青山组、王氏组和第四系等。区内岩浆岩主要为中生代花岗岩及各类脉岩，邻近的最大岩体为鹊山花岗岩，主要岩性为中细粒片麻状二长花岗岩，黑云母花岗岩，岩石受韧性变形作用形成糜棱岩。东部有昆嵛山片麻状二长花岗岩岩体和三佛山似斑状花岗岩岩侵入体，北部有院格庄斑状二长花岗岩岩体。区内脉岩发育，主要有闪长岩，闪长玢岩，煌斑岩，花岗斑岩，石英脉等，走向多为 NE 向，倾向 NW，少数 SW，倾角 29° ~ 75°，规模较小，长 100 ~ 500m，宽 1 ~ 10m。

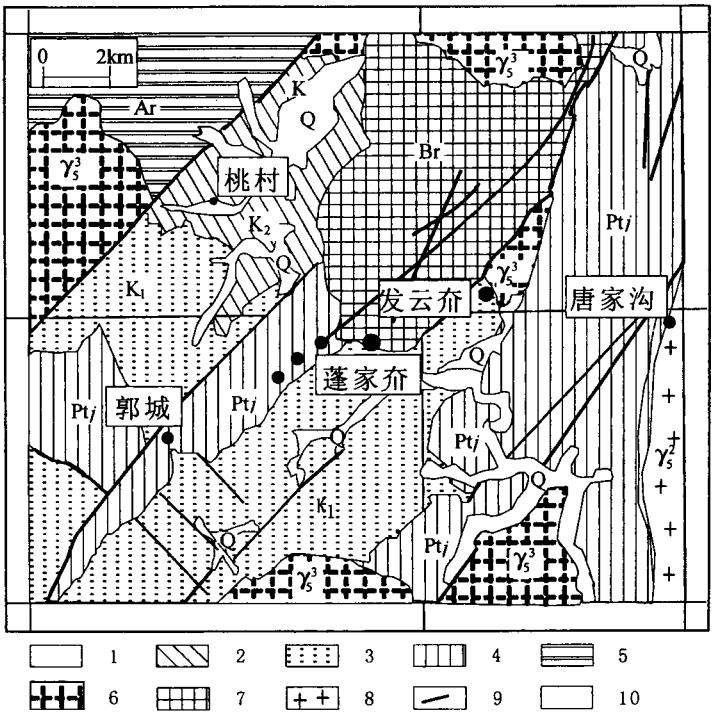


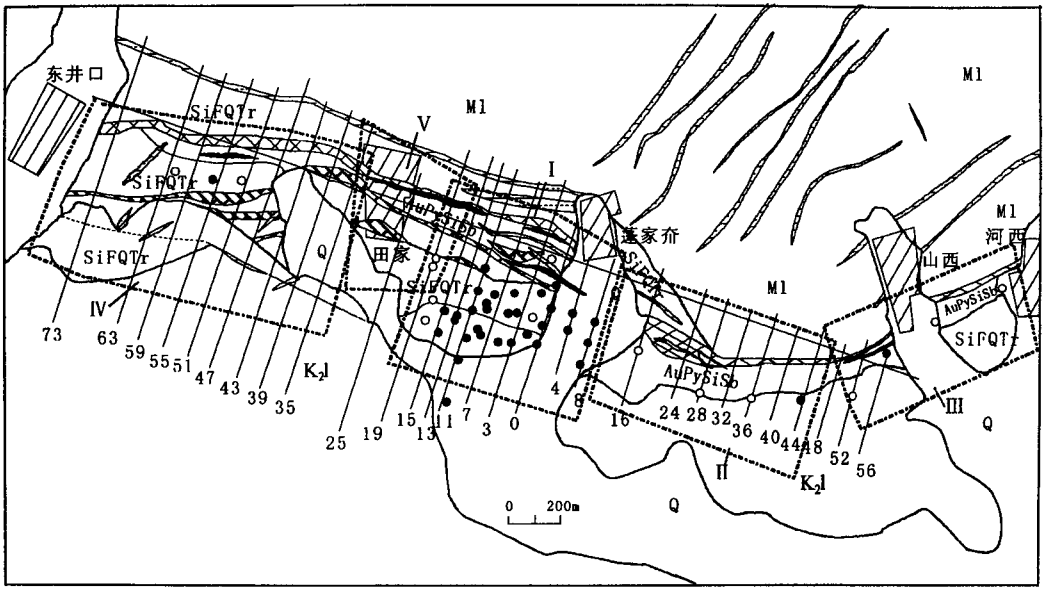

**图 3 – 2 – 18　蓬家亦地区地质图**

1—第四系；2—白垩纪青山组火山岩；3—白垩纪莱阳组砾岩；
4—元古宙荆山群；5—太古宙胶东群；6—燕山晚期花岗岩；7—鹊山花岗岩；
8—昆嵛山花岗岩；9—断层；10—水库

区内断裂构造发育，以 EW 向、NE 向、NNE 向和 NW 向为主。其中，沿莱阳组砾岩与晚元古代荆山群变质杂岩的构造接触部位，发育一系列 EW 向产出的层间滑动构造是层间滑动角砾岩型金矿床的主要控矿构造。矿区内的层间滑动构造以 8 线为界，其西为 NW290° ± 10°，倾向 SW，其东为 NE75° ~ 90°，倾向 SE，倾角 5° ~ 50°。层间滑动构造宽度在 60 ~ 730m 之间，控制长度 4 000m，含石墨长英质片岩、片麻岩、硅化大理岩发育。该层间滑动构造是矿区的主要控矿构造，区内 NE 向、NNE 向和 NW 向构造普遍切割了中生代花岗岩和荆山群变质杂岩，控制着区内石英脉型金矿化的分布，同时也是层间滑动角砾岩型金矿的浅部控矿构造。区内主要的褶皱构造为 NE 向的威海—夏村复背斜（杨敏之和吕古贤，1996）。

## 二、蓬家夼矿区地质特征

蓬家夼含矿构造带呈一走向近东西并向南凸出的弧形，系胶莱盆地北缘莱阳组砾岩与荆山群变质杂岩的接触部位（图 3－2－19）。种种特征表明，该构造带为地壳中浅构造层在伸展体制下形成的层间滑动构造。



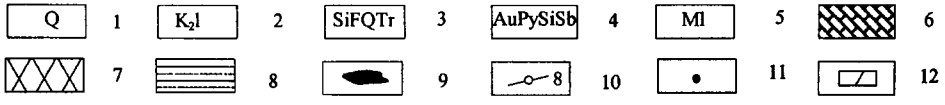




图 3－2－19　蓬家夼金矿区地质及预测图（据山东地质三队修改）

1—第四系；2—莱阳组；3—长英质碎裂岩；4—含金黄铁矿化长英质碎裂岩；5—糜棱岩；6—大理岩；7—闪长岩；8—闪长玢岩；9—矿体；10—勘探线及编号、无矿孔；11—见矿孔；12—村庄；Ⅰ—Ⅴ预测区及编号

### （一）地层

矿区内的主体岩石由荆山群变质杂岩、中生代莱阳组、青山组和王氏组组成。

荆山群变质杂岩由野头组黑云母变粒岩、白云质大理岩和陡崖组含石墨变粒岩、长英质片岩、片麻岩及大理岩组成。地层走向 NE，倾向 SE，倾角 40°～50°。地层经强烈的热液蚀变作用，主要有硅化、绢云母化、黄铁矿化和碳酸盐化。地层中金丰度值为 $1.79\times10^{-9}$，砷丰度值为 $4.31\times10^{-6}$，汞丰度值为 $14.40\times10^{-9}$（刘玉强等，1999）。

中生界白垩系莱阳组分布广泛，角度不整合于元古宙荆山群变质杂岩之上，总厚度大于 1500m，主要岩性为砾岩、紫红色砂砾岩和黑绿色—黄绿色页岩，反映了一种快速

拉张，迅速沉陷的环境（山东省地质矿产局，1991；陈先沛和马绍刚，1994；沈远超等，1998a、b）。地层走向 NE—NNE 向，倾向 SE，倾角 20°～40°。地层局部充填有小的金矿化（体）。莱阳组下部砂岩中见黄铁矿化，含金 $0.3\times10^{-6}$，砾岩中含金 $0.39\times10^{-6}$，银 $0.89\times10^{-6}$；底部黑色泥岩中含金 $3.9\times10^{-9}$，银 $280\times10^{-9}$；而整个莱阳盆地中莱阳组下部黑色泥岩中平均含金 $24.33\times10^{-9}$，银 $744\times10^{-9}$，铅 $31.8\times10^{-9}$，锌 $141.86\times10^{-9}$，可见金及其它元素在莱阳组下部的丰度较高。

白垩系青山组主要为中基性火山岩夹砂页岩，厚度大于 1600m，主要呈 NE 向分布于莱阳盆地的中心。白垩系王氏组主要岩性为红色砂砾岩夹紫红色页岩，厚度约 3000m，主要分布在莱阳盆地的西部边缘。

## （二）构造

1. 构造特征

区内较为显著的滑动构造是沿胶莱盆地北缘分布、向南西倾斜的层间滑动断层带，发育在荆山群变质岩系中。沿滑动断层充填有缓倾斜的闪长玢岩、闪长岩岩脉群。在蓬家夼矿区内滑动构造带东起河西村东，西至东井口村（图 3－2－19）。构造带以 8 线为界，其东向 NE 方向偏转，其西向 NW 方向扭曲，总体走向近 EW，倾向南，倾角 15°～50°。构造带长约 5000m，宽 20～300m。顶盘岩性为含石墨斜长片麻岩，该层岩石多被挤压破碎，有弯转褶曲现象。底盘岩性为硅化长英质碎粉岩、豆状长英质碎裂岩、透镜状长英质碎裂岩、糜棱岩（图 3－2－20）。岩石硅化强烈，局部可见星点状黄铁矿，金矿体即赋存于构造带内，为区内主要控矿构造。

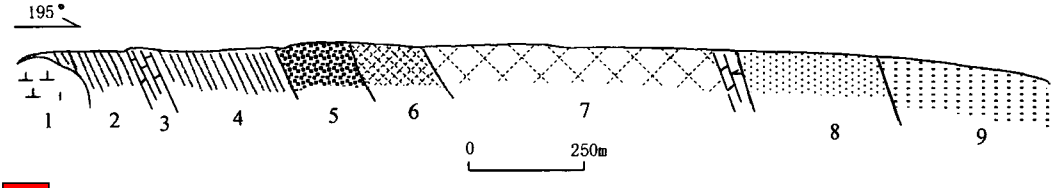



图 3－2－20　蓬家夼村西地质剖面图

1—闪长岩；2—硅化糜棱岩；3—大理岩透镜体；4—构造角砾岩；
5—豆状长英质碎裂岩；6—透镜状碎裂岩；7—长英质岩石；8—碎粉岩；9—莱阳组砾岩

区内其它断裂构造以 NE、NNE、NW 向为主。其中，NE 向断裂构造以崖子—王格庄断裂为代表，延伸长达十几公里，宽度较大，一般 10～20m。断裂走向 NE45°～55°，倾向 NW，倾角 65°～75°。断裂带内岩石破碎，构造透镜体发育，同时发育绿泥石、绢云母、石墨等应力变质矿物。

断裂为一左旋走滑断裂，切割了莱阳组和荆山群变质杂岩。NNE 向断裂以山西－青泉埠断裂较为发育，延伸较长，宽 2～10m。该带走向 NE20°～30°，倾向 SW，倾角 65°～75°。构造面呈舒缓波状，带内岩石破碎，构造透镜体发育，局部硅化、黄铁矿化，亦为一左旋走滑压扭性断裂。NW 向断裂以泽科钟家—南场禾顶为代表，延伸数十公里，宽数十米，走向 NW45°左右，倾向 SW，倾角 55°～65°，断层面呈舒缓波状，为一

右旋走滑压扭性断裂。

2. 构造活动序列

根据断裂构造与金矿化的关系，本区的构造活动可分为成矿前、成矿期和成矿后 3 期。

(1) 成矿前构造活动

在 $K_2$ 期间，胶东地块东部发生反时针旋转运动，以左行压扭性活动为主；同时，由于桃村断裂南部地幔上隆，引起地壳结构的变化，鹊山岩体开始形成。在左行压扭性活动和鹊山岩体垂直抬升活动的联合作用下，形成观水 – 崖子层间滑动断层，在蓬家夼地区形成了构造扩容带，脆性碎裂岩发育。该期构造应力场方向为 NW—SE 向挤压应力场。

(2) 成矿期构造活动

该期构造活动是金矿形成的时期。随着胶莱盆地的拉张形成，在盆地边缘形成一系列伸展断层，断裂呈上陡下缓的犁状。由于受力机制的不同，断裂上部脆性引张，下部挤压剪切。随着盆地伸展作用的进行，在伸展断裂的中上部逐渐形成构造扩容带（层间滑动带），岩石先被构造破碎成角砾状，继而剪切成椭圆形。与此同时，盆地引张过程中形成的深部含矿热液沿伸展断层上侵，在中上部的层间滑脱带中与浅层大气水热液相遇，形成氧化还原界面，成矿物质发生沉淀形成矿化体。随着氧化还原界面的变迁，在层间滑动带中形成了多期矿化。

矿化阶段分为 4 期：早期阶段矿化作用以石英 – 黄铁矿化为主，形成浸染状黄铁矿化、硅化角砾岩；中期阶段以石英 – 细粒黄铁矿化为主，并穿过早期硅化角砾岩，见早期矿石被该期矿脉胶结；晚期阶段表现为多金属硫化物石英脉的贯入，多沿着先期矿脉的外部产出；末期阶段断裂活动形成细粒—隐晶状石英脉，伴有方解石脉。

在矿体形成后，由于受挤压应力的作用，矿体被挤压成“香肠”状或透镜状，并被移位到岩性相对比较软的岩性处，从而形成了现今田家矿区内大理岩透镜体与矿体“互补”产出的样式。

(3) 成矿期后构造活动

矿区成矿期后断裂活动发育，具多期性。早期阶段主要以 NE 向挤压作用为主，使先期矿脉发生碎裂，并和早期闪长岩脉、闪长玢岩脉一起，形成近 EW 向挤压片理化带，并进一步发生透镜体化。中期阶段以拉张应力为主，NE 向断裂中贯入第二期闪长岩脉，并切过早期矿脉。该期闪长岩脉比较完整，蚀变作用不发育，无矿化。晚期阶段活动产生 NW 向断裂，对矿体有破坏作用，有一定位移，但位移量不大。

在胶莱盆地形成之后，本区区域上遭受 SE 向挤压作用，使中生代地层与基底地层一起褶皱变形，导致桃村 – 即墨断裂以东形成一系列褶曲。在该期构造体系影响下，蓬家夼金矿构造带（崖子 – 东井口）以西，即西涝口 – 高顶一带抬升，而蓬家夼构造带本身及以东地区的变形作用以拗陷为主。在牧牛山 – 高顶一带观察到普遍金矿化，矿化强度由 SW 至 NE 方向由弱变强（柳树沟 Au 2.6g/t；白龙水库平硐 Au1.15g/t；高顶东侧 Au10.29g/t），糜棱岩化程度也随之增强。因此，该区域可能系蓬家夼含矿构造带西延主体部分剥蚀残留，向深部找矿的意义不大，但不能排除局部地区存在较大工业矿体的

可能。崖子以东地区由于 NE 向的左行走滑运动，其找矿方向应在谭家－麻虎夼一线。

### （三）岩浆岩

区内岩浆活动较为频繁，分布着昆嵛山、院格庄、鹊山和三佛山 4 个花岗岩体。其中，鹊山片麻状黑云母花岗岩体是与蓬家夼式金矿成矿作用关系密切的岩体，它与围岩间主要表现为渐变过渡关系。从围岩至岩体往往为长英质片麻岩→糜棱岩→闪长岩、闪长玢岩脉群→混合岩→片麻状花岗岩，岩脉多表现为顺层侵入。岩体直接围岩主要为胶东群和荆山群。在 Q－A－P 图解上投影，鹊山岩体的片麻状花岗岩投影在二长花岗岩区，属硅铝质地壳型钾质系列花岗岩和微铝过饱和型花岗岩。岩体金丰度值为 $1.92\times10^{-9}$，砷丰度值为 $5.08\times10^{-6}$，汞丰度值为 $12.73\times10^{-9}$。

区内脉岩较为发育，见有闪长岩、闪长玢岩、煌斑岩、花岗斑岩和石英脉等，局部见有黄铁矿化石英脉。脉岩受断裂构造控制，多呈 EW 向及 NE 向分布，少数呈 NW 向分布。

### （四）矿产概况

区内前人已经圈定了多个 Au、Ag、As 及 Cu、Pb、Zn 异常，且沿河床、河谷广有砂金矿点。区域内岩金矿化点星罗棋布，主要有谭家、麻虎夼、西涝口、南地口、大崮头等（图 3－2－18）。

## 三、蓬家夼金矿矿体地质特征、成矿规律及成矿机理

### （一）蓬家夼金矿矿体的地质特征

蓬家夼金矿主要为含金黄铁矿化硅化构造角砾岩型，金矿化严格受层间滑动断层的控制，层间滑动断裂带即为金矿化蚀变带，主要由一套碎裂岩化的长英质岩石，碳酸盐岩，含石墨长英质片岩，片麻岩及黄铁矿化硅化构造角砾岩等岩石组成，并顺层充填有多条闪长岩脉。断裂带上盘为莱阳组砾岩及部分荆山群岩层，下盘为糜棱岩化变质岩，并见有闪长岩、煌斑岩等岩脉，走向 NE、倾向 NW，少数 SW，倾角 39°～75°。

金矿体无论在平面上还是在剖面上均呈透镜体状，具明显的膨缩现象。含矿层在矿区范围内存在 3 个较大的膨大区，由西向东依次为东井口矿区（31～75 线）、田家矿区（16～23 线）、山西矿区（44～72 线），最大宽度分别达到 280m、225m、110m。区内已发现的 3 个矿体及数十个矿化异常点均位于这些膨大区内。其中，Ⅰ号矿体分布于 6～15 线间，走向 NW290°，倾向 SW，倾角 15°～50°，控制 500m，延深大于 50m，最大深度 150m，最大厚度 46m，最小厚度 14～15m，平均厚度 30m。最高品位 $43.04\times10^{-6}$（QJ14），平均品位 $3.25\times10^{-6}$。H 号矿体在 1～16 线间断续分布，位于Ⅰ号矿体的下盘，长度＞1000m，走向 NW290°，倾向 SW，倾角上陡下缓，在 30～15 线间，控制最大倾斜延深＞180m，深度＞55m，平均厚度 1m 左右，金品位 $2.01\times10^{-6}\sim9.1\times10^{-6}$。Ⅲ号矿体分布在 46～80 线间，位于Ⅰ号矿体的上盘，断续延长约 800m，走向 NE60°左右，

倾向 SE，倾角上陡下缓，厚度在 8m 以上，金品位 $2.45\times10^{-6}\sim6.9\times10^{-6}$，矿石中含 Pb，Zn。

矿石矿物主要有黄铁矿、银金矿、次要矿物有方铅矿、闪锌矿；脉石矿物有石英、方解石、绢云母、斜长石等。矿石结构构造主要有压碎结构、角砾状、块状、浸染状构造等。

矿体围岩蚀变发育，主要有硅化、绢云母化、碳酸盐化和绿泥石化等。自地表至地下深部，围岩蚀变具有一定的分带性：地表为泥化、碳酸盐化→层间滑动构造带的绢云母化、硅化、碳酸盐化、泥化→下盘糜棱岩的硅化、局部钾长石化。

根据矿石的矿物组合及矿脉穿插关系，可将矿区内的热液矿化期划分为 4 个阶段：第一阶段为黄铁矿石英阶段，该阶段形成硅化角砾岩，黄铁矿呈浸染状、团块状分布在构造角砾岩中，金矿化比较弱；第二阶段为粉末状黄铁矿阶段，含金较高；第三阶段为石英－多金属硫化物阶段，该阶段产物主要是充填在硅化角砾的裂隙之中，形成黄铁矿、闪锌矿、方铅矿等；第四阶段为碳酸盐阶段。

## （二）金矿体赋存规律

（1）矿体是在 $K_2$ 期间，古太平洋板块俯冲于欧亚板块之下消失后，产生了区域上的弹性回弹作用，在大陆伸展体制的构造背景下，胶莱盆地拉伸形成时形成的，是产在拉伸状态下盆地边缘的层间滑动断层构造带中。

（2）蓬家夼地区金矿床具有两个明显的特征：①矿体产在层间滑动构造带中；层间滑动断层带即为金矿化带。矿体的产出与层间滑动断层内的含石墨片岩、大理岩岩性段关系密切。其中，含石墨片岩为矿质的沉淀提供了氧化还原界面，并起了屏蔽层的作用；大理岩透镜体的发育，则由于其化学性质活泼，成矿过程中容易形成地球化学障，促使矿液中的金沉淀。②矿体及围岩都表现出不同程度的构造透镜化。表明矿体就位以后，遭受了强烈的挤压变形，使矿体在位置、形态上发生了重要变化。

同时，本区滑动构造在几何形态上也有两个明显特点：①无论在走向和倾向上延伸都很连续；②平面上和剖面上呈轴向协调、大小不一的各种透镜。

可见，无论从矿床的角度还是从构造的角度，构造透镜化都起了十分重要的作用。

表 3－2－3 是田家矿区范围内一些典型透镜参数的测量结果。

表 3－2－3　典型透镜体的有关几何参数

| 序号 | 轴面产状 | 长度/宽度（cm/cm） | 序号 | 轴面产状 | 长度/宽度（cm/cm） |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 140°∠40° | 32/13 | 17 | 150°∠55° | 25/10 |
| 2 | 110°∠30° | 86/30 | 18 | 170°∠60° | 15/3.5 |
| 3 | 228°∠30° | | 19 | 150°∠49° | 26/7 |
| 4 | 175°∠45° | 60/20 | 20 | 135°∠45° | |
| 5 | 215°∠87° | 140/27 | 21 | 150°∠40° | 210/58 |
| 6 | 220°∠20° | 105/26 | 22 | 130°∠55° | 13/3 |

| 序号 | 轴面产状 | 长度/宽度（cm/cm） | 序号 | 轴面产状 | 长度/宽度（cm/cm） |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 205°∠42° | 64/14 | 23 | 155°∠52° | 25/10 |
| 8 | 195°∠40° | 20/10 | 24 | 110°∠40° | 45/12 |
| 9 | 158°∠54° | 56/16 | 25 | 150°∠37° | 230/33 |
| 10 | 178°∠38° | 9/4 | 26 | 145°∠28° | 24/7 |
| 11 | 158°∠45° | 24/6 | 27 | 155°∠50° | 40/15 |
| 12 | 160°∠45° | 12/5 | 28 | 138°∠48° | 200/34 |
| 13 | 160°∠40° | 10/4 | 29 | 200°∠48° | |
| 14 | 160°∠50° | 17/7 | 30 | 204°∠45° | 75/25 |
| 15 | 150°∠30° | 30/13 | 31 | 185°∠40° | 190/32 |
| 16 | 160°∠40° | 14/5 | | | |

图 3－2－21 分别是这些透镜的走向、倾向、倾角玫瑰图，可以明显地看出，透镜体轴面走向、倾向、倾角的优势角度分别为 NE65° ± 10°、SE155° ± 0°、45° ± 5°，透镜体轴率加权平均值为 3.43。透镜体的轴向与区内威海－夏村倒转复背斜的轴向完全一致。

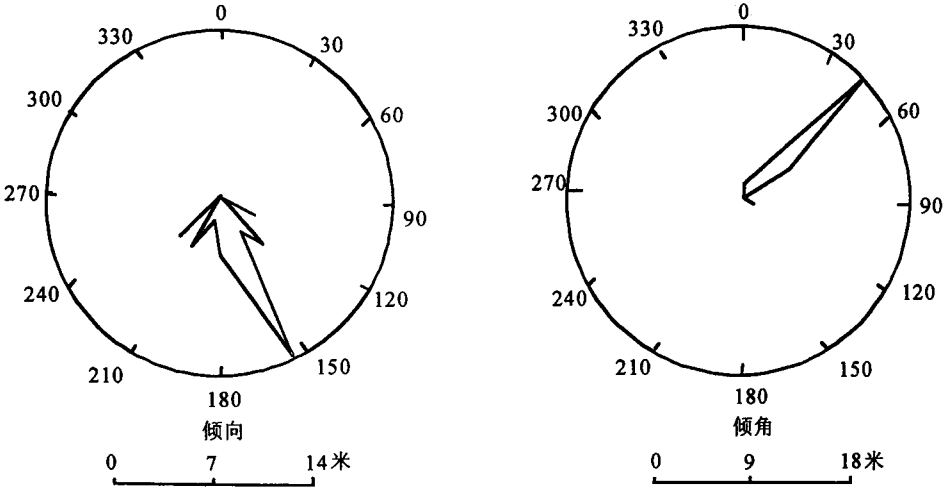



图 3－2－21　透镜体倾向、倾角玫瑰图

蓬家夼地区金矿体基本与大理岩层顺层或小角度相交产出，因此可以选择大理岩为研究透镜体的标志体，从更大、更直观的空间去观察这些透镜。观察结果发现，大理岩层在横剖面上呈连续的透镜状变化，在纵剖面上也呈连续的透镜状变化，类似藕节形石香肠。实际上矿体的形态也表现出相似的变化规律。沿走向大致每隔 50 ~ 150m 出现一次膨缩，沿倾向大致每隔 150 ~ 250m 出现一次膨缩。这种横纵方向上透镜体的变化规律，对指导找矿勘探工作具有非常大的意义。蓬家夼金矿为层间滑动构造带控矿，其原始形态应呈向南弯曲的板状。这种板状矿体，在挤压应力下应和区内层状岩石一样发生透镜化变形。以透镜体膨大部分为波峰，狭窄部分为波谷，则波峰与波峰叠加区为矿体

的膨大部位，波谷与波谷叠加区为矿体的变薄部分，4 个同向透镜体之间的空穴处矿体变薄或尖灭。透镜状矿块的大小、厚薄可由其上下盘中的大理岩层、含石墨层指示出，因为在这种藕节形石香肠形成过程中，矿体相对于大理岩、含墨片麻岩是强硬层，它们之间是互为消长关系。

(3) 矿体厚大部位产在层间滑动断层产状由陡（45° ~ 50°）变缓（15° ~ 20°）处，具体表现在：①层间滑动断层在－110m 标高左右发生变化，向上角度变陡（45° ~ 50°），存在构造扩容带，矿体增厚，向下产状变缓（15° ~ 20°），矿体变薄弱（图 3 – 2 – 22）；②主矿体（Ⅰ号）及其两侧的支矿体（Ⅱ号、Ⅲ号）和盲矿体，主要产在 – 110m 标高以上，向深部矿体或汇合、或尖灭；③正向滑脱作用形成的构造扩容带内，矿体金储量占矿山探明储量的 85%以上；④高品位矿石（数十克/吨）主要见于此扩容带内。

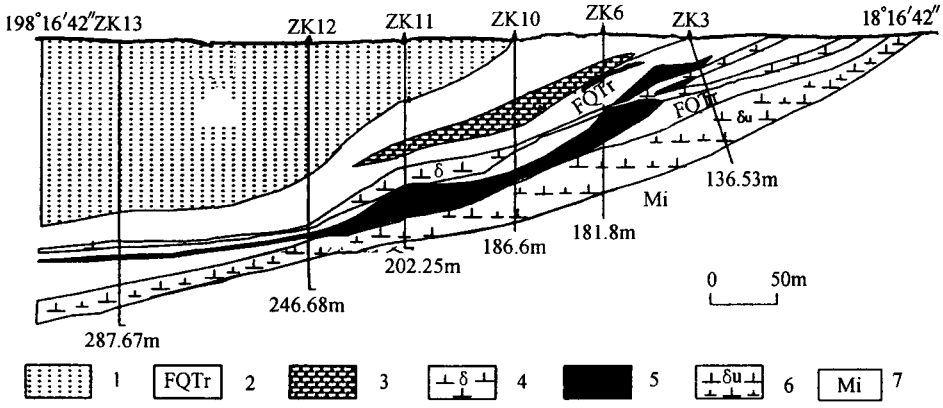



图 3 – 2 – 22　蓬家亦金矿区 11 线地质剖面图（据孙丰月等，1995）

1—莱阳组砾岩；2—黄铁矿化、硅化碎裂岩；3—大理岩；4—闪长岩；5—矿体；6—闪长玢岩；7—糜棱岩

(4) 矿体多产在大理岩段的下部，上覆长英质碎粉岩，这两种岩性可作为矿区内的直接找矿标志。矿体多产于闪长岩岩脉群上盘，主矿体和富矿段具有向南侧伏的规律。因此，钻探深度应控制到矿体下盘的闪长岩脉群和硅化糜棱岩带中。

(5) 矿体的最终定位受到区域性 NS 向挤压和 NE 向左行走滑构造的影响，区域上矿体可能存在叠置和左行走滑现象，并且，上述运动使矿化透镜体及其侧伏方向与区域构造线相一致。

## （三）蓬家亦式金矿成矿模式

### 1. 胶莱盆地的性质

胶莱盆地的形状为 NE 向的菱形，盆地边界多为平直的断层，盆地的长宽比约为 3 ~ 3.5；胶莱盆地从早期快速沉积迅速相变的莱阳组页岩、砂砾岩组合到发育于盆地中部呈 NE 向带状展布的青山组火山岩组合，最后到逐步缩减的王氏组红色砂砾岩夹富碱中基性火山岩，具有典型的拉分盆地沉积特点（朱志澄，1990；沈远超等，1998a）。以

前的研究认为，胶莱盆地整体上为一“南断北超”的箕状盆地，其东、西、南3面均为断层接触，北侧则显示明显的超覆关系，莱阳组砾岩超覆于太古宙胶东群和下元古界荆山群变质杂岩之上（陈先沛和马绍刚，1994）。然而在胶莱盆地北缘崖子－观水一带，沿莱阳组砾岩与荆山群变质杂岩的构造接触部位，发育一EW向产出的层间滑动构造，蓬家夼金矿赋存其中，主要沿荆山群含石墨长英质片岩、片麻岩、硅化大理岩发育。孙丰月等研究认为，观水－崖子断层为一拆离断层。其形成是与$J_2-K_1^1$期间整个胶东地块东部作反时针旋转运动及鹊山一带地质体的大规模垂直上升密切相关，并控制了桃村断裂以东的胶莱凹陷部分（李思田和杨士恭，1990）。换言之，胶莱盆地的北缘也为断层控制；崖子附近巨厚的莱阳组砾岩建造（5635m），应是拆离断层（生长断层）在形成过程中沉积的。大量研究表明，我国东部环太平洋构造带在$J_3-K_1$期间处于右旋张扭应力场中，$K_2$转为左旋压扭（陈先沛和马绍刚，1994；李思田和杨士恭，1990；刘若新，1990）。决定中国东部剪切运动方向的主因是太平洋板块和印度板块运动的相对主动性和强度。当印度板块主动北移，强度相对大时，我国东部表现为右旋张扭性；当古太平洋板块向西北的推挤加强，我国东部则表现为左旋压扭性。我们认为，胶莱盆地应是$K_1$期间由牟平－即墨断裂带在右旋走滑运动中形成的S型拉分盆地，$K_2$时盆地淤浅到最终闭合。早白垩世时期，地壳受到NW－SE向的拉张应力作用，发生右旋走滑运动，胶莱盆地开始形成。盆地早期拉张强烈，地壳快速下陷，沉积还原性质的深湖相建造；继续下陷使盆地基底破裂，青山组以中基性为主的火山岩就是胶莱盆地基底拉分破裂、地幔上隆、壳幔相互作用增强、富集型地幔部分熔融形成的。火山岩沿断裂带分布，不仅说明断裂带对中生代沉积有一定的影响，而且说明白垩纪早期还控制了火山岩的喷发。晚白垩世区域应力场的拉张作用减弱，发育浅水、氧化环境的盆地，最终NW－SE向的张应力被NW－SE向的压应力所代替，盆地闭合。区域内牙山岩体和院格庄岩体（原为同一岩体）被桃村－东陡山断裂左行错断30km，招虎山岩体被朱吴－店集断裂、海阳－青岛断裂分别左行错断17km和10km，则是区域应力场改变的明证。

2. 胶莱盆地的金矿成矿条件

（1）盆地的含金性

胶莱盆地的基底及周边多为富金岩石，是盆地堆积的丰富物源。晚侏罗世期间盆地属陆相河流－湖泊相湿热气候，低等植物发育。在盆地的拉分形成过程中，盆地断陷下切，不断接受沉积，形成了多层富金的碳质沉积物和碎屑堆积（聂爱国，1997）。综合前人资料，我们调查研究了胶莱盆地荆山群和莱阳组地层的含金性（表3－2－4）。其中，荆山群地层中Au丰度值为$1.79\times10^{-9}\sim5\times10^{-9}$。而在胶莱盆地的北缘，荆山群地层具有较强的矿化，地层中的黄铁矿化构造角砾岩多形成工业矿体。莱阳组地层的Au丰度值为$109\times10^{-9}$，达到普遍矿化的程度。由于莱阳组砾岩的砾石成分主要为角砾状的花岗质岩石（包括花岗岩、混合岩和花岗片麻岩，多为荆山群的剥蚀物），在胶莱盆地边缘的局部地域，在构造叠加部位，有形成以莱阳组砾石及其胶结物为主要物质成分的工业矿体的可能性。

（2）盆地的成矿条件

表 3－2－4　胶莱盆地岩石含金量表

| 地层 | 采样地点 | 样号 | 采样对象 | 含金量（$\times 10^{-6}$ | 资料来源 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 南地口 | N98－1 | 构造角砾岩 | 6.80 | 本书 |
| | | N98－3 | | 2.53 | |
| | | N98－4 | | 0.81 | |
| | | N98－7 | 闪长岩 | 0.50 | |
| | 辽上 | L98－1 | 构造角砾岩 | 24.20 | |
| | | L98－2 | | 6.30 | |
| | 蓬家疙 | L98－7 | 构造角砾岩 | 0.55 | |
| | | L98－8 | | 1.35 | |
| | | L98－9 | | 5.10 | |
| | | L98－10 | | 15.92 | |
| | | | 含石墨大理岩 | 0.090 | 孙丰月等，1995 |
| | | | 白云石大理岩 | 0.041 | |
| | | | 硅化大理岩 | 0.111 | |
| | | | 构造角砾岩 | 0.709 | |
| | | | 闪长玢岩 | 0.160 | |
| | 宋家沟 | 92－M－0 | 砾岩 | 0.068 | 聂爱国，1997 |
| | | 92－M－2 | | 0.024 | |
| | | 92－M－7 | | 0.014 | |
| | | Mo－1－1 | 砾岩胶结物 | 1.030 | |
| | | Mo－2－1 | | 9.280 | |
| | | Mo－4－1 | | 0.150 | |
| | 发云疙 | D933 | 砾岩胶结物 | 1.320 | |
| | | Mo－2－2 | | 15.830 | |
| | | Mo－3－1 | | 57.170 | |
| | | D154 | | 57.410 | |
| | 西崮头 | 108 | 砾岩 | 0.307 | |
| | | 109 | | 1.253 | |
| | | 110 | | 0.062 | |
| | | 111 | | 0.694 | |
| | 南地口 | N98－2 | 砾岩 | 0.30 | 本书 |
| | | N98－5 | 砾岩胶结物 | 0.55 | |

目前的研究表明，深成侵入体的上升冷却经历了两个阶段：①早期高温岩体快速上升至定位，冷却速率显著大于区域地热梯度降低幅度；②晚期低温岩体与区域地质体一

起缓慢隆起上升，冷却速率与区域地热梯度降低幅度一致。在此基础上研究侵入岩体冷却上升速率与热液成矿的关系发现，侵入体的快速冷却上升只会促进含矿热液的活动，使热液进入有利的成矿空间，但不会引起矿化。

只是到了岩体缓慢冷却上升阶段，热扩散对流变慢，构造活动减弱，含矿热液才能够相对稳定下来，在裂隙内形成矿石矿物沉淀。对于花岗岩体来说，与热液矿化有关的花岗岩多为贫水的。热液在岩体上升定位后才开始逐渐形成，围岩的孔隙溶液可以被加热参与热液循环。热液中的成矿金属可直接来自结晶前的富水岩浆，或者通过淋滤作用从围岩中汲取。热液成矿作用主要发生在侵入岩体的缓慢上升阶段、围岩降温冷却的过程中。岩体及其围岩中的冷却收缩裂隙和粒间孔隙均可成为矿质沉淀富集的场所。

在胶莱盆地的周边，存在大量的花岗岩岩体，如昆嵛山片麻状二长花岗岩岩体（132～134Ma，孙丰月等，1995）、鹊山二长花岗岩－黑云母花岗岩岩体（与昆嵛山岩体相似（山东省地质矿产局，1991））、院格庄斑状二长花岗岩岩体（122Ma）（安家桐等，1988）等，这些岩体的同位素年龄多在 120～140Ma 之间。它们的上升侵位活动（包括青山组火山岩，111Ma，邱检生等，1996）无疑会为胶莱盆地边缘的成矿作用提供成矿的热源和赋矿空间。如果考虑到前已述及的胶莱盆地的含金性，我们有理由认为，胶莱盆地具有较好的成矿远景。

另一方面，金是低含量的分散元素，在岩石中的本底仅有 $1\times10^{-9}\sim2\times10^{-9}$，天然水体中的金绝大多数 $<0.005\times10^{-9}$，多数地下水金约 $0.005\times10^{-9}$。若按金矿床成矿热液平均含金 $10\times10^{-9}$，运移和卸载效率均为 100%，形成胶莱盆地周边 100t 的金矿，将需要 $10^{10}$t 水（约 $100km^3$）。如此巨量的水仅靠岩浆热液和正常的大气降水，显然是不够的，需要有大体积的淡水储库。$14000km^2$ 的胶莱盆地和盆地中白垩纪沉积中的地层水是最可能的水源。蓬家夼金矿矿石中的石英 H、O 同位素组成（$\delta^{18}O_{H_2}$ 为 0.68‰，$D_{H_2O}$ 为 －89.5‰），就说明在金矿的形成过程中有大量大气水的加入（孙丰月等，1995）。

3. 层间滑动断裂带与金矿成矿作用

发育在蓬家夼一带的层间滑动构造由一套碎裂的糜棱岩、糜棱岩化岩石和构造角砾岩组成，平面上呈 EW 向向南凸出的弧形展布，长约 5.5km，宽 80～300m 不等。以蓬家夼村西铁路剖面（图 3－2－20）为例，该层间滑动构造从下向上可分为：

硅化糜棱岩：覆盖于鹊山杂岩核之上，4～6m 左右，由肉红色—浅红色花岗质糜棱岩强烈硅化而成。

构造角砾岩带：由绿泥石构造片岩、绢云绿泥构造片岩、含石墨斜长片麻岩角砾组成，矿化极弱。

碎裂岩带：由大小不等的长英质碎裂岩、糜棱岩角砾混杂组成，由细粒黄铁矿胶结，是该工业金矿体的最主要的赋存部位。自下向上又可分为：豆状碎裂岩带、透镜状碎裂岩带、块状长英质岩石、透镜状长英质岩石和豆状长英质岩石 5 个亚带。

碎粉岩带：位于层间滑动断层顶板，由长英质岩石经强烈的碾碎作用而成，其内无矿化或有弱的细脉浸染状矿化，是重要的遮挡层。

层间滑动断层带对金矿成矿的控制作用主要表现在：

（1）控制了成矿的构造条件

层间滑动断层带内，岩石的破碎和扩容，为蓬家亦金矿的形成提供了良好的构造条件，因此，从工业矿体的含矿层位、总体分布形式，到矿化期次、矿石构造等均与层间滑动断层作用有着密切的联系。

含矿层位的控制：矿体均赋存在层间滑动断层破碎裂带内，总体形态为扁透镜体状－似层状，顺断层面展布，向南倾伏（8 线以东向 SE 向倾伏，8 线以西向 SW 向倾伏）。

层间滑动断层破碎带的矿化作用特征：根据露天采场和井下观察，滑动断层及附近岩石的碎裂化作用对金矿化具有深刻的影响（表 3－2－5）。

表 3－2－5　蓬家亦式金矿层间滑动断层带矿化特征一览表

| 构造分带 | 下盘 | 层间滑动断层带 | | | | | 上盘 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 硅化带 | 构造角砾岩带 | 碎裂岩 | 透镜化带 | 碎粉岩带 | |
| 矿化类型 | 微脉状 | 细脉浸染状 | 网脉状 | 角砾状 | 网脉状 | 浸染状 | 微脉状、星点状至无矿化 |
| 矿化强度 | 极弱 | 弱 | 强 | 最强 | 强 | 弱 | 极弱 |

微脉状矿化：产于滑动断层带上、下盘糜棱面理内，由细粒黄铁矿脉组成，不具工业意义。

浸染状矿化：主要发育在滑动断层带底部硅化糜棱岩带和顶部碎粉岩带中，由细粒黄铁矿细脉组成，经济意义不大。

脉状—网脉状矿化：发育于滑动断层带构造角砾岩和构造透镜化带中，由充填于糜棱状岩石裂隙内的黄铁矿化石英细脉形成，具重要的工业经济价值。

角砾状矿化：集中在断层带中心的碎裂岩和构造角栎岩中，由黄铁矿脉充填并胶结围岩角砾而成，是最具经济价值的矿化类型。

碎粉岩带的遮挡层作用：对地表及井下矿化特征的研究发现，层间滑动断层上部的碎粉岩对金的富集起着重要的屏蔽作用。矿区内的主要工业矿体均位于碎粉岩带下部，规模大，品位较高，一旦井下各穿脉开拓到该带，矿化显著减弱，只出现一些星点状、局部浸染状、无工业意义的黄铁矿化，而进入上盘岩系，几乎见不到金属矿化。

(2) 控制了成矿的物理化学条件

含矿热液的性质：根据矿脉的石英中气液包裹体 $\delta D$ 和 $\delta^{18}O$ 测试结果（$\delta^{18}O_{H_2O}$。为 0.59‰～4.03‰，$\delta D_{H_2O}$为 －97.9‰～－89.5‰），本区的含矿热液为混合水。我们认为，具还原性质深部流体通过断层带进入浅部（上部），在层间滑动断层带适当部位与上部下渗的具氧化性质大气降水发生混合，卸载成矿。

氧化还原条件：通过上述热液体系的循环，围岩中的成矿物质被活化、萃取并随之迁移。当两种性质的热液循环系在断层破碎带相遇时，形成一个氧化－还原界面，从而使金等在碎裂扩容空间沉淀、聚集并成矿。

成矿过程中元素的活动：孙丰月（1994）的研究表明，层间滑脱断层以下的韧性剪切过程中带出了大量的 Fe、Ca，Mg 及部分 Mn 和 $CO_2$，而带入了 Si、K、Na 等元素。通

过分析蓬家亦地区不同类型岩石中微量元素含量的变化，可以看出，从大理岩到硅化大理岩，带出了亲石元素 Ba、Sr 以及亲铁的 V、Ti、Ni、Co 等，而带入了 Mn、Cu、Pb、Zn、S、Au、As 等。我们推测循环大气降水带来了 S 和部分 Au，而其它成分主要来自深源热液。

通过对层间滑动断层带及其与金矿成矿关系的研究，不难看出，蓬家亦金矿无论从成矿物质来源、导矿容矿构造，还是从热驱动下的热液循环体系，均与层间滑动断层作用有关。对外围更广阔地区胶莱盆地边缘的层间滑动断层带的研究，寻找和发现新的金矿区，在目前该区多数矿山资源危机，急于寻找新的成矿远景区的环境下，无疑具有十分重要的意义。

## 四、成矿预测

根据我们在田家矿区本区及东西两翼的研究，按着上述“层间滑动角砾岩型”金矿床的地质特征及成矿理论，在综合分析前人工作的基础上，根据地表地质考察，分析钻探地质资料，并结合伽马能谱测量法，地电化学参数法的研究，对东起东井口村西至山西村的整个蓬家亦矿带的金矿化异常进行了系统的检查和评价，明确了找矿方向，并据此进行了成矿预测。

根据地表矿化出露情况及地面伽马能谱异常，我们将蓬家亦金矿区本区及东西两翼分为 5 个预测区（如图 3－2－19 所示）。含矿构造带中的各预测区具体分布如下：第一预测区，田家矿区（8～19 线）；第二预测区，田家矿区东南（8～44 线）；第三预测区，山西—河西（44～72 线）；第四预测区，东井口矿区（31～73 线）；第五预测区，田家—田家西（19～31 线）。现对第一预测区的工作详述如下：

第一预测位于田家村和蓬家亦村间，是原硫铁矿开发的金矿所在地，现已成为大业金矿本区，即 8～19 线间。

### （一）预测依据

1. 矿体形态解析

将Ⅰ号矿体地表及深部钻孔控制的形态，通过给出矿体边界空间坐标，在计算机上进行三维图像处理，得出了如图 3－2－23 所示的图像。以基 13、0 为坐标原点，向上向右为正，向下向左为负，X = 0、3、5、8、10 分别代表 13、7、3、2、8 线，y 轴为与基线的距离，Z 轴为海拔高度，Z = 1.6、0.8、0.4、0、－1、－2、－3 分别代表 80m、40m、20m、0m、－50m、－100m、－150m 中段。

从Ⅰ号矿体地表出露情况看，在 0～6 线，矿体直接出露地表，1～13 线，矿体隐伏于地表之下。考虑到风化剥蚀的影响，矿体的实际出露标高还应高些。再从深部钻孔见矿情况看，8 线以东未见矿化，8 线本身矿化也变弱。11 线、13 线钻孔为孔孔见矿，其向西－27 线间深部还无钻孔控制。这样，1 号矿体的东部形态基本得到控制，恰好是透镜体的右半部分，该部分井下及钻孔深部控制的矿体 C＋D 级储量在 10t 以上。从区内透镜体的一般情况看，主要以轴面走向 SW245°、倾向 SE155°、倾角 45°、轴率 3.43 的

为主，利用这些参数补全该透镜的左半部分，可以明显看出蓬家亦地区深部找矿的前景是巨大的。

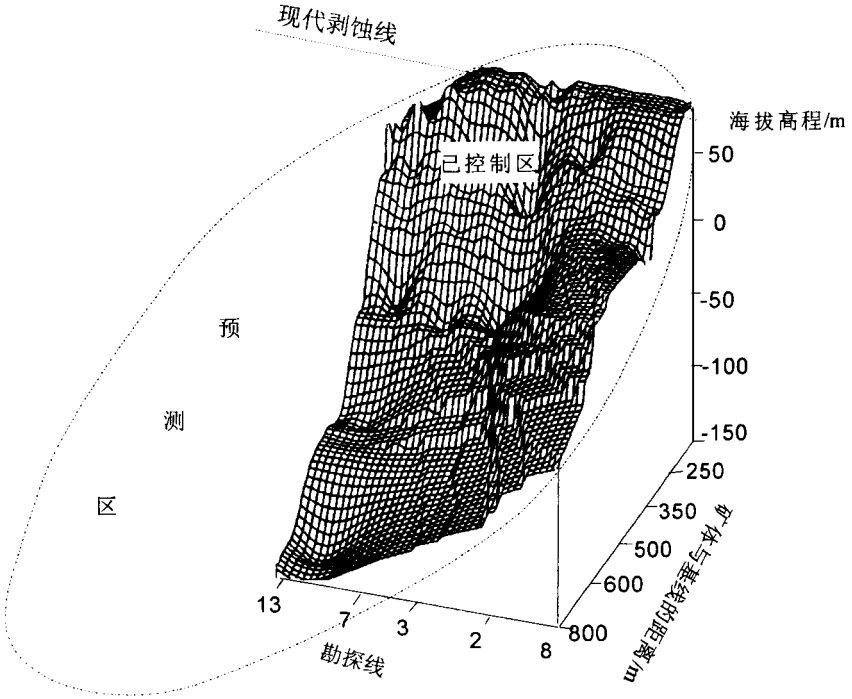



图 3－2－23　蓬家亦金矿Ⅰ号矿体理想形态图

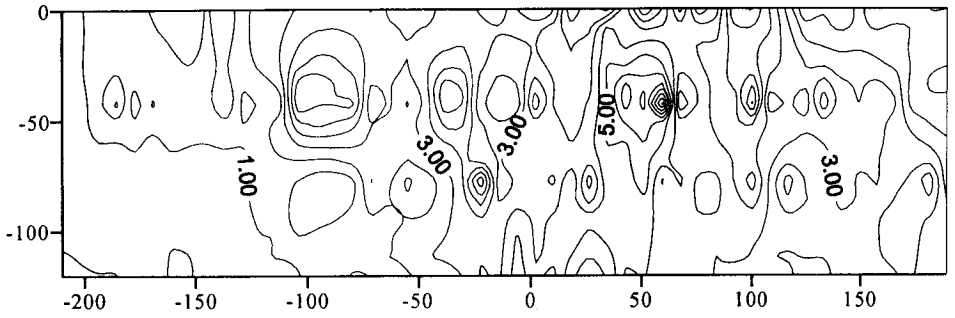



图 3－2－24　蓬家亦金矿 3 个中段金品位垂直纵投影等值线图

图 3－2－24 为蓬家亦金矿 3 个中段（38m、23m、3m）的品位垂直纵投影等值线图，选择基 9、0m 为坐标原点，向右向上为正，X 轴为 1∶1000，X = －25、0、25、50、75 分别代表 11 线、9 线、7 线、5 线、3 线。Z 轴为 1∶2000，Z = 0、10、20 分别代表 0m、20m、40m。从品位等值线的分布看，可以说明 3 个问题：①矿石品位有向西富集的趋势；②在 X = —21 ~ —31 处，等值线密集陡立，完全没有封闭，向下延伸的趋势很强；③在 X = 74 附近，品位等值线为半封闭，说明矿体向东应有一富集段。

已有的资料均表明，蓬家亦地区深部 13～27 线间找矿的潜力是巨大的，根据图 3－2－25 及透镜体空间变化规律，设计了 13 线 ZKS－7（160m）、ZKS－8（230m）、15 线 ZKS－9（184m）、ZKS－10（230m）、ZKS－11（250m）、ZKS－12（280m）、19 线 ZKS－13（220m）、ZKS－14（300m）、ZKS－15（450m）、25 线 ZKS－16（320m）、ZKS－17（450m）等 11 个探矿钻孔，预计见矿深度分别为 103m、170m、124m、120m、190m、220m、160m、240m、360m、260m、360m。

原金青岭金矿在蓬家亦地区有两个斜井（编号分别为 03、05），主要开采 0～4 线间的Ⅰ号矿体。其中 03 斜井位于露天大采坑的东端 4 线附近，方位角 10°，倾角 27°，斜深 106m，垂深 46.56m，在 40m 中段向西开拓后向北拉穿，然后向西北拉沿脉，大致在 2～4 线间追索到一透镜矿体，而斜井工程基本沿含墨长英构造角砾岩倾向开拓，未穿过 4～6 线间的 1 号矿体，因为矿体的透镜轴面产状在此较陡（约 45°～50°），因此 03 斜井应在斜深 50m 处向北拉穿。05 斜井位于露天采坑内 2 线附近，方位角 20°，倾角 27°，斜深 60m，垂深 27m，在 27m 中段向西探矿，已过 0 线。根据探矿工程与钻孔控制矿体的空间相互位置，我们认为 05 斜井下步一探矿应沿矿体的走向（290°～300°）进行。

从 0、4 勘探线矿体的展布看，具有明显的膨缩现象，根据已控制矿体长短轴及矿区范围内这种透镜轴率的测量结果，在 0、4 勘探线大致每隔 100m 矿体出现一次大的膨大，加之 0、4 线矿体向南未控制完毕，因此设计了 ZKS－1、ZKS－2，设计孔深分别 150m、165m，预测见矿深度分别为 90m、165m。

为了掌握深部地质资料，对已有钻孔岩芯进行了详细编录和地电化学参数测量，在编录过程中，发现了一些问题，其中比较突出的就是岩心取样分析不够完整，许多有明显硫化物的硅化长英质碎裂岩没有进行采样分析，为此我们按照正规劈心取样的方法对 7 线钻孔 ZK33、13 线钻孔 ZK36 等两个钻孔岩心进行补充采样，样长为 1m，结果分析出金晶位在 ZK33106.65～107.65m 为 $1.60\times10^{-6}$，在 107.65～108.65m 为 $14.50\times10^{-6}$。两个样长合计 2m，钻孔倾角为 90°，岩心倾角假设为 45°（实际角度要小一些，真厚度要大些），换算为真厚度为 1.41m，平均品位 $8.05\times10^{-6}$。按照勘探网度的一半向两边各推 25m，得出一 $50m\times50m\times1.41m$ 的矿块，矿石体重按矿区矿石平均体重 $2.81t/m^3$，求出该补充矿块的矿石量为 9870t，金金属量为 79.45kg，该矿块的补充提出，意义不仅仅是补充提交了储量，而且影响了整个 7 线矿体的形态，前人提交的 7 线勘探成果，由 3 个薄层状矿体组成，自上而下依次为Ⅲ、Ⅰ、Ⅱ号矿体。其中Ⅲ、Ⅱ号矿体向下延伸不远就尖灭。而硫化铁矿在？线的采矿表明，前人圈定的矿体边界是不符合实际的，矿体沿走向方向存在一系列的透镜，3 层矿体向下有可能复合成一个矿体，把硫化铁矿 2、3、4 三个中段及 ZK33106.65～108.65m 补充矿块落在 7 线剖面图后，可以明显地看出，ZK33 与Ⅰ矿体地表出露点的垂线之间是一个大的透镜体，ZK33－ZK37 之间为一个透镜，ZK33 106，65～106.85m 恰好处在两个透镜的过渡处，因此比较窄。根据矿体在走向上有着这样规律性的透镜状变化，预测 ZK37－ZK37SWl98°之间在 105m 深处还存在一个透镜状矿块，其膨大部位应在 ZK37SW198°50m 处，预测见矿深度为 150～170m。

同样的，根据矿体透镜这种空间上的规律性变化，预测在 ZK33NEl8°方向 80～160m 之间还存在着一个透镜状矿块，其见矿深度在 150～180m 之间。基于以上考虑及 ZK37

向南及 ZK33 向北矿体没有封闭，设计了探矿钻孔 ZKS－6，设计孔深 220m，预计见矿深度 165m。同样地在 1 线、3 线设计了探矿钻孔 ZKS－3、ZKS－4，设计孔深分别为 165m、200m，预测见矿深度 105m、140m。

2. 地电化学参数法

为了控制蓬家夼矿区深部的矿化情况，分别在田家井下 3 个中段选择 7 条测线以及 5 个钻孔（田家 3/ZK34、7/ZK33、35、37，13/ZK36）的岩心取样进行地电化学参数测试，测量结果如图 3－2－25 所示，从图中可以看出：

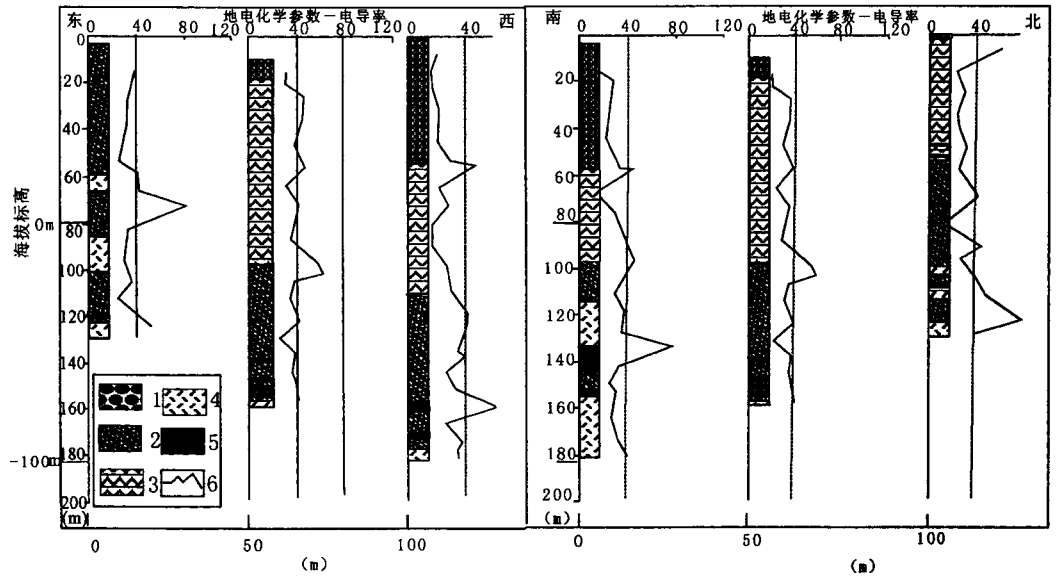



图 3－2－25　蓬家夼矿区部分钻孔地电化学参数图

1—莱阳组砾岩；2—含金硅化黄铁矿化角砾岩；3—荆山群石墨片岩；4—闪长玢岩；5—金矿体；6—地电化学参数曲线

（1）每个钻孔均出现 3 至 4 个异常区。异常间距：在 ZK33 浅部为 38m；深部为 60m；在 ZK34 中均为 38m；ZK35 中浅部为 58m，深部为 62m；ZK36 中浅部为 70m，深部为 42m；ZK37 中浅部为 50m，深部为 58m。一般浅部间距较小，向深部间距变大。

（2）从北向南，如果把异常连接，其延深与矿体倾向一致，均呈透镜状展布，且相邻孔间在同一标高，正异常与负异常相重叠。从西向东，异常间连线均表现为透镜状，而有其异常峰向东上扬趋势，与总的矿体产状的特征相似。

（3）已知矿体存在部位大致处于异常带的转折部位或上扬部位。

（4）ZK35、ZK34、ZK37 末端均未封闭，可能预示向下或周边仍存在新的矿化体。

（5）每个钻孔均出现几个异常带，前人据钻孔取样，已圈出两层矿体。由于取样的局限性，可能还有其它矿化体（或矿体）未圈出，我们据地质观察，结合 EC 成果在上述两个钻孔前人未取样岩心段取样验证，又圈出 2m 厚的矿体，证明了该方法的适用性。

### （二）第一预测区的工程验证情况

1996 年，我们根据上述工作，在蓬家亦矿区第一预测区提交了科研预测储量 20t。1997 年至 1998 年，矿山从建设和生产的角度出发，对预测区进行了坑道和钻孔验证。在田家本区（8 ~ 19 线），矿山共施工钻孔 37 个，其中 32 个钻孔见矿；新建主竖井和盲井各一个；在新开拓的主竖井一中段，施工沿脉 250 多米，均存在矿体，平均宽 30m，金平均品位 $4.11\times10^{-6}$，向两端未封闭；新盲井—50m 中段已探到矿体，品位 $3\times10^{-6}$ ~ $19\times10^{-6}$不等；至 1998 年，Ⅰ号矿体（8 ~ 19 线）验证储量为 19.615t，成为建设大型金矿山的设计依据，从而证明了预测工作的正确性。此外，1996 年课题组提出了要对蓬家亦金矿区实行统一管理、露天开采、搬迁铁路等一系列加快开发黄金资源的建议。目前，乳山市政府已经采纳这些建议，成立了金华集团公司，组建了大业金矿，投资 1.2 亿元人民币，对压矿的铁路实施搬迁，开始对矿床进行露天开采，并建设一日处理 1500t 的选厂。矿山投产后，将成为年生产黄金 5 万两，实现利税 8000 万元的大型金矿。

此外，我们对第二、第三、第四和第五预测区的成矿有利地段进行了详细的工作，已经提交科研预测储量 22.6t。目前，部分工程验证方案已经实施，所施工的 3 个钻孔均已见矿。

## 五、蓬家亦式金矿的找矿方向及前景

根据中生代盆地及其层间滑动断层的分布，蓬家亦式金矿具有广阔的找矿前景。

### （一）蓬家亦东部带

东部带系指谭家水库 – 流水头一线的胶莱盆地边缘地区。根据 1996 年我们在该区谭家水库、前松椒、大崮头、南地口、大院和流水头的工作，结合我们今年的重点区域踏勘工作，对大崮头、南地口等地找矿方向作如下分析：

该带自谭家水库至南地口一带出露一套含金或不含金的黄铁矿化、硅化构造角砾岩带，走向在北部为 NNW，向南转为 NE 向，呈弧形、不连续的特征。硅化构造角砾岩带由硅化糜棱岩、长英质碎裂岩、硅化大理岩透镜体、含石墨斜长片麻岩组成，其构造和岩性特征与蓬家亦金矿区类似，属于同一伸展构造体制下的产物。

南地口村东所出露的硅化构造角砾岩带，地表可视宽度约 100m，呈 NE30°方向分布，向 NW 缓倾斜。岩性自下而上分别为黄铁矿化长英质碎裂岩、含石墨构造片岩、硅化长英质碎裂岩、硅化大理岩。其下盘为糜棱岩化花岗岩、斜长角闪岩、闪长岩；上盘为莱阳组砾岩。与蓬家亦成矿构造相比，南地口出露的地层相当于蓬家亦金矿区地层层序的中下部，其成矿有利岩性段为黄铁矿化硅化长英质碎裂岩段。在南地口的两个钻孔和浅井中，只探到微弱的金矿化，从某种意义上说，这是探矿方法和探矿思路的失误。在南地口 NE 沟中出现有黄铁矿化绢英岩，为构造破碎带，目前在地表浅槽中取样，金品位分别为 $6.8\times10^{-6}$，$2.5\times10^{-6}$，$3.2\times10^{-6}$，$0.8\times10^{-6}$，$0.4\times10^{-6}$；在沟西南方向

的山坡上，取样分析金品位为 $3.5\times10^{-6}$和 $2.5\times10^{-6}$。构造带宽 1.5～2.5m，向南有增宽的趋势，并可能被莱阳组砾岩覆盖。根据 1996 年所做的伽马能谱测量工作，在此地的莱阳组砾岩的北西段有较好的异常。我们认为，南地口的探矿工作不能仅局限于出露的构造角砾岩带，应向莱阳组砾岩覆盖下的区域探矿，可布置几个离角度不整合带 100～200m 处的钻孔，或在原浅井之西 50～100m 的地段布置探井，进一步探测层间滑动角砾岩型金矿成矿的可能性。

大崮头村北东处小山丘处所出露的硅化构造角砾岩，地表可视宽度在 300m 以上，主要由硅化长英质碎裂岩、硅化铁白云石大理岩、斜长片麻岩、含石墨构造成片岩等组成，被莱阳组砾岩覆盖。从地层层序上看，其相当于蓬家夼成矿构造成带的浅上部。如果考虑到邻近的发云夼地区已发现的 4 层矿体和该区与蓬家夼成矿构造带的相似性，我们认为，在大崮头近莱阳组一侧应布置几个探矿钻孔，或在该区开展浅层地震工作，查明该区有无层间滑动断层和矿化体。

在河西村－姜家－申家－线，由于 NE 向走滑断裂的作用，原蓬家夼式成矿构造带的东部可能向北走滑。目前，在姜家－申家一线，已经发现了部分成矿有利地段。我们认为，由于断裂系左行压性走滑断裂，上盘变质杂岩体可能逆冲推覆于莱阳组砾岩之上，因此，在这一地区也应开展浅层地震和钻探探矿工作，以期发现原蓬家夼成矿构造带东部之矿体。

## （二）蓬家夼西部带

西部带系指西井口－西凤凰崖－西涝口一线胶莱盆地边缘地区，区域内主要出露有糜棱岩、糜棱岩化花岗岩、硅化大理岩、长英质碎裂岩及莱阳组砾岩，岩脉有闪长岩、闪长玢岩和煌斑岩。根据近 3 年的工作，对该带的找矿方向作如下分析：

西部带在区域伸展过程中，上盘形成了一些平面上与层间滑动断层基本平行，倾向一致，但倾角较陡的一系列脆性正断层。区内矿化现象主要受这组脆性断裂和层间滑动断层的控制，主要表现在：①中生代断陷盆地形成过程中盆地边缘的层间滑动作用、成矿作用的影响，区内普遍矿化，沿西涝口村北－白龙水库－高顶北档向断裂两侧 250～400m 区域内，有不同程度的矿化。②已发现的矿化点，矿脉品位较低，变化于 $0.3\times10^{-6}\sim1.78\times10^{-6}$，从氧化矿金品位分析结果看，由 SW 至 NE 有增高的趋势。换句话说，越接近层间滑③动断层带，金品位越高。矿脉或矿体严格地受近 EW 向断裂控制，常在平面上和剖面上形成透镜状。④控矿断裂带内构造角砾岩本身的矿化较弱，主要是围绕构造角砾边缘发生矿化而成矿，这与田家本区内主矿体的矿化是一致的。⑤在西涝口－辽上一带，目前已探到一层构造角砾岩矿体，三甲金矿坚井取样最高品位达到 $20\times10^{-6}$以上；在西涝口的民采平硐中，金品位为 $3\times10^{-6}\sim6\times10^{-6}$。

从总体上看，西部带虽然在后期的构造运动中普遍抬升，可能剥蚀了部分矿体，但其成矿规模仍是不可忽视的。我们建议：①对辽上－西涝口一带开展地表物化探方法研究，同时利用现有民采井和坚井，结合一部分钻探工作，进一步圈定这一地区的矿化，进行成矿预测。②对西部成矿带进行浅层地震研究，结合矿带内的地表地质工作，进一步确定成矿远景区，找矿靶区，从而最终圈定矿体。③对西井口－东凤凰崖一带进一步

地开展基础地质工作，布置部分探槽和浅井，重新评价其矿化规模和成矿能力。

## （三）区域成矿远景分析

1. 层间滑动角砾岩型金矿床标志特征

层间滑动角砾岩型金矿是沈远超研究员确定并命名的（沈远超等，1998a、b），金矿产于中生代莱阳组与元古宙荆山群碳质杂岩之间的层间滑动断层内，层间滑动断层控制宽度在 60～730m 之间，长 4000m，由碎裂岩化长英质岩石、白云质大理岩、含石墨长英质片岩、片麻岩及黄铁矿化构造角砾岩等组成。上盘为莱阳组砾岩，下盘为糜棱岩，断层带中有闪长岩、煌斑岩等入，断层倾角变化于 15°～50°间。断层主要呈铲式断层特征，金矿体平、剖面上均呈透镜状，具有明显地膨大缩小现象，主要产在层间滑动断层产状的较陡处。矿区内主矿体在 4～15 线之间矿体规模最大（杨金中等，1998a），控制深度在 -150m，最厚 46m，最小厚度 14m，平均厚度 30m，矿体平均品位 $3.25\times10^{-6}$。这一类型金矿与胶东地区焦家式金矿和玲珑式金矿有明显差别（表 3-2-6）。

表 3-2-6　焦家式金矿、玲珑式金矿、蓬家夼式金矿地质特征对比表

| 地质特征 | 焦家式金矿 | 玲珑式金矿 | 蓬家夼式金矿 |
|---|---|---|---|
| 容矿岩石 | 构造（破碎）蚀变岩 | 石英脉 | 层间滑动角砾岩 |
| 定位构造 | NNE 向主断裂破碎带 | NE 向主构造边部低级别低序次断裂 | 中生代盆缘层间滑动断层 |
| 矿体形态 | 简单，脉状或透镜状 | 透镜状、豆荚状 | 透镜状，似层状 |
| 矿体规模 | 最大矿体长 1200m，厚 0.3～15m，延伸 540～780m 以上 | 长数十米至数百米，厚 0.1～2m | 最大矿体长约 400m，最厚 46m，最小厚度 14m |
| 品位 | 5～11g/t，平均 7.67g/t | 变化大，9～44g/t | 品位低，平均 3.25g/t |
| 矿体产状 | 倾向 NW，倾角 30°～45° | 倾角 70°～85° | 浅部陡，深部变缓，倾角变化为 50°～15° |
| 矿化特征 | 浸染状、细脉浸染状为主 | 脉状为主 | 网脉状、角砾状矿化为主 |
| 矿石结构、构造 | 结构以晶粒状结构为主，构造以脉状、细脉状、浸染状构造为主 | 结构晶粒、填隙结构为主，构造以脉状、块状构造为主 | 结构以压碎结构为主，构造以角砾状、浸染状、块状构造为主 |
| 矿石类型 | 浸染状黄铁绢英岩型为主 | 含金黄铁矿石英脉型 | 黄铁矿化长英质角砾岩为主 |
| 主要金属矿物 | 黄铁矿、自然金、银金矿 | 黄铁矿、自然金、银金矿 | 黄铁矿、银金矿 |
| 围岩蚀变 | 钾化、硅化、绢英岩化、黄铁矿化、碳酸盐化、绿泥石化 | 钾化、硅化、绢英岩化、黄铁矿化、碳酸盐化、绿泥石化 | 硅化、绢云母化、黄铁矿化、碳酸盐化 |
| 成矿阶段 | (1) 石英-黄铁矿阶段；(2) 金-石英-多金属硫化物阶段；(3) 石英-碳酸盐阶段 | (1) 石英-黄铁矿阶段，(2) 金-石英-多金属硫化物阶段，(3) 石英-碳酸盐阶段 | (1) 石英-黄铁矿阶段；(2) 石英-多金属硫化物阶段，(3) 碳酸盐阶段 |

| 地质特征 | 焦家式金矿 | 玲珑式金矿 | 蓬家夼式金矿 |
|---|---|---|---|
| 与岩浆岩关系 | 与郭家岭花岗闪长岩有关 | 与郭家岭花岗闪长岩有关 | 与青山组火山岩有关（118.6～127.5Ma） |
| 成矿时代 | 135～116Ma | 135～116Ma | 100Ma |
| 典型矿床 | 焦家金矿、新城金矿、三山岛金矿、台上金矿等 | 玲珑金矿、望儿山金矿、金青项金矿、牟平金矿等 | 蓬家夼金矿、发云夼金矿、平度大庄子金矿等 |

据陈纪明和寸垚（1997）、吕古贤等（1993）、孙培基和韦永福（1997）、姚凤良等（1990）、裘有守等（1988a）、关康（1997）、张德全等（1995）、沈远超等（1998a、b）、杨金中等（1998）、张贻侠等（1996）编辑

综合研究表明，层间滑动角砾岩型金矿床具有如下标志特征：

（1）矿床产于区域性拉张盆地的形成过程中，矿体的产出严格受盆地边缘层间滑动构造带这一特定构造环境的控制。

（2）矿床赋存于晚元古代变质岩系特定的层位中，矿体厚度与大理岩、含石墨片岩、片麻岩呈互为消长的关系。

（3）控矿构造具有先拉、后张、再剪切的独特演化过程，每期构造都具有特定的成矿学意义。

（4）矿体的形成和定位受控于区域性拉张－挤压－走滑应力场，在平面上和剖面上呈轴向协调、大小不一的各种透镜体。

（5）矿体具有浅埋藏、低品位、大矿量、易采选的特点。

2. 层间滑动角砾岩型金矿找矿前提

（1）中生代拉分盆地周边

中生代拉分盆地周边，盆地中沉积岩与其下伏地质体之间是一构造相对薄弱带，在后期构造活动中容易发生滑动，形成构造带，从而使深部流体携带成矿物质易于沿该构造带向上迁移，浅部流体向下迁移，这样就形成了有利的矿化带。

（2）盆地边缘拐弯处

盆地边缘拐弯处，由于构造应力的持续作用，这些部位容易形成宽大的构造带，也就是说，容易形成构造扩容带。从而有利于矿液集中成矿。

（3）断裂产状变化及多期活动处

断裂的产状变化部位可以引起含矿流体的流速等发生改变，从而引起矿质的沉淀。在多期活动部位，含矿热液也发生多次叠加，有利于形成矿体（富矿体）。

（4）地球化学及地球物理异常

层间滑动角砾岩型金矿同其它类型金矿一样，也具有明显的地球化学及地球物理异常。在盆地周边具有明显的金元素等地球化学异常部位和区域布格重力异常线拐弯及重力高值区之间的低值过渡带部位，是金矿形成的有利部位，如山东乳山蓬家夼金矿、牟平发云夼金矿、平度大庄子金矿等均产于这些异常区。

（5）典型矿化蚀变发育

层间滑动角砾岩型金矿发育明显的矿化蚀变，如硅化、绢云母化、黄铁矿化。蚀变

带（区）范围较大，如山东蓬家夼金矿，矿化蚀变带呈近东西向展布的宽大蚀变带（宽约 100m）；再如牟平发云夼金矿，主矿体为盲矿，地表发育面状蚀变，面积约几个平方公里。它们是最直接的找矿标志。

3. 区域预测

（1）胶东地区层间滑动角砾岩型金矿远景预测

胶东地区是我国目前探明储量和保有储量最多的岩金产地，发现的特（超）大型金矿最多，是金矿产出的密集区，是我国最重要的黄金产地之一（图 3－2－26）。

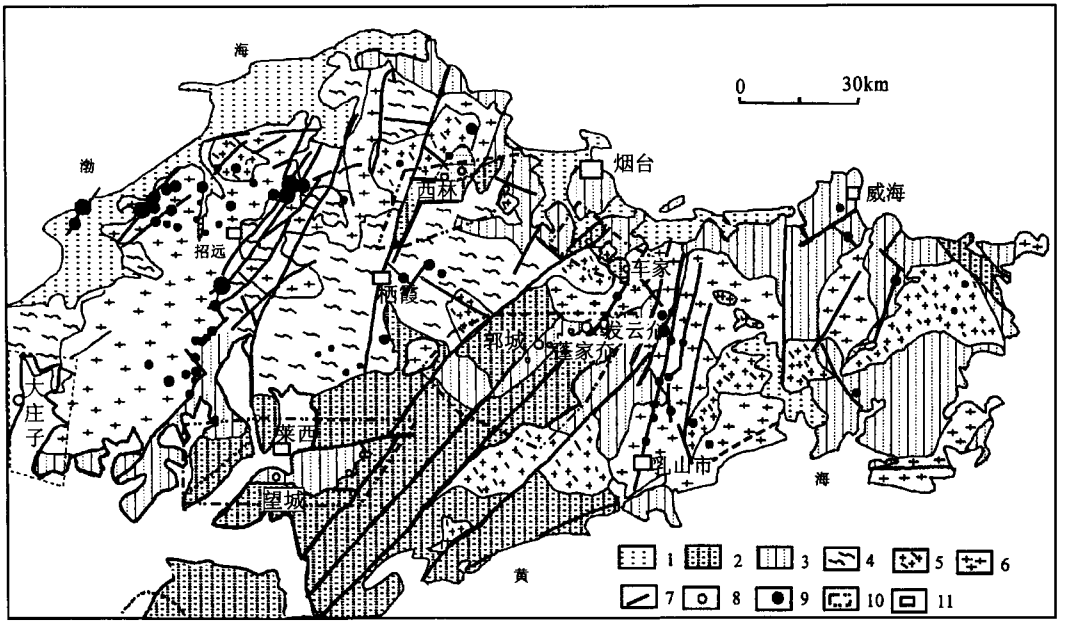



图 3－2－26　胶东地区层间滑动角砾岩型金矿远景预测

（据中国地质大学，1993；修改）

1—第四系；2—中生代盆地沉积；3—元古宙变质岩系；4—太古宙变质岩系；5—燕山晚期花岗岩，6—燕山早期花岗岩；7—断层；8—与层间滑动断层有关的金矿；9—其它类型金矿；10—远景区；11—城市

胶东成矿带（区）位于西太平洋大陆边缘构造活动带。区内太古宙－元古宙地层岩石组合以斜长角闪岩为主，次为片麻岩、变粒岩等，其原岩为中基性火山岩、泥砂质沉积岩等，是胶东地区的基底构造层，其中元古代荆山群地层与中生代盆地接触带附近是层间滑动断层发育区，并且是区内玲珑式、焦家式金矿的矿源层（杨忠芳等，1998；陈纪明和寸娃，1997；吕古贤和孙庆存，1993；杨士望，1986）。中生代地层自下而上为莱阳群砾岩、青山群中基性、中酸性火山岩夹砂页岩、王氏群碎屑岩夹富碱性中基性火山岩（李守军，1998）。区内中生代花岗岩广泛分布，并且与该区金矿成矿密切相关（孙培基和韦永福，1997；姚风良等，1990；裘有守等，1988a、b；张均等，1990；徐金方等，1989；关康，1997）。

区内金矿类型主要有石英脉型（玲珑式）和破碎带蚀变岩型（焦家式）两种，主要分布在三山岛－苍上、龙口－莱州、招远－平度、牟平－乳山等断裂带上，对它们已有众多的研究（孙培基和韦永福，1997；姚凤良等，1990；袭有守等，1988a、b；张均等，1990；徐金方等，1989；关康，1997；安家桐等，1988；张德全等，1995；卢作祥等，1988，1989；王孔海等，1984）。近年来，中国科学院地质与地球物理研究所沈远超等人在莱阳盆地东北角一带，通过综合研究确定了胶东地区一种新的金矿类型——层间滑动角砾岩型金矿，并开展了成矿预测（沈远超等，1998a、b、d；杨金中等，1998a，1999）。目前在区内已确定大型金矿一处、中型金矿一处、小型金矿一处。综合分析表明，在胶东莱阳盆地周边地区及其延长线上，是层间滑动角砾岩型金矿形成的有利地区。

综合分析表明，胶东地区存在层间滑动角砾岩型金矿，并且具有良好的成矿前景。整个胶东地区该类型金矿成矿远景区可划为以下区：

（1）蓬家夼远景预测区

蓬家夼远景预测区除在乳山西部发现层间滑动断层外，在与乳山接触的牟平、海阳两地也均已发现层间滑动断层，长约 50 余公里，层间滑动断层带中矿化蚀变发育，多处已发现层间滑动角砾岩型金矿。通过 1996～1998 年的工作，在乳山蓬家夼金矿区，已提交四个靶区，总计 42.6t 金储量。展示了蓬家夼金矿已具备大型矿床的特征；近期工作表明，在牟平与蓬家夼金矿相邻的发云夼金矿、辽上金矿，也已成为中型金矿，且有望成为大型金矿；在南部海阳地区，同样发育较多金矿，以郭城金矿为代表。除上述金矿外，带内发育多处矿化，所有这些反映了蓬家夼远景预测区具有超过 100t 黄金储量的远景，展示了层间滑动角砾岩型金矿的良好前景。

（2）平度大庄子远景预测区

该远景区位于胶东西部，具有与蓬家夼远景区相似的成矿地质背景。构造上位于盆地的拐弯部位，层间滑动断层发育于盆地边缘一侧的荆山群变质岩系中，层间滑动断层中已控制金矿储量 5t 以上，建成中型矿山一座（大庄子金矿）。在该区与大庄子矿化带相邻盆缘部位的层间滑动断层中也发现了金矿化。

（3）莱西远景预测区

该预测区位于蓬家夼远景预测区西部（图 3－2－26），该区成矿地质背景与蓬家夼远景预测区地质背景相同，区内莱西市南部元古宙荆山群变质岩系边部为中生代莱阳组砾岩，在两者之间接触带附近荆山群变质岩中发育层间滑动断层，在层间滑动断层中矿化蚀变发育，在南侧接触带已发现的望城金矿点及东侧接触带附近的多个金矿点均是层间滑动角砾岩型金矿化，其余地段同样具有形成层间滑动角砾岩型金矿的各种条件，因此这一地区也是胶东地区一个新的有利的成矿远景区。

（4）牟平西部预测区

该预测区位于牟平西部，区内发育两个小的中生代盆地，盆地周边发育元古宙荆山群有利于层位间滑动断层形成的岩性层，同时区内中生代岩浆热液活动发育。野外初步地质调查已发现，盆地周边有诸多金矿点，如车家金矿点，矿脉发育于盆地边部层间滑动断层中，为角砾岩型矿石为主，具有层间滑动角砾岩型金矿的特点，是一个很有成矿

远景的地区。

（5）栖霞预测区

该区位于栖霞北侧，区内发育一小型中生代盆地，盆地周边发育元古宙荆山群，中生代沉积盆地与老岩石单元接触带附近，多发育层间滑动断层，断层中矿化蚀变发育。初步调查表明，在盆地周边有诸多金矿点，如西林金矿点，具有层间滑动角砾岩型金矿的特点，因此，也是一个有成矿前景的地区。

（6）胶东南部

该区为莱阳盆地南部边缘，由于盆地周边都有存在层间滑动断层的可能性，因此，在该区域内也可能发生层间滑动角砾岩型金矿化，从而构成一个有利的矿化区（带）。

（2）华北东部层间角砾岩型金矿远景预测

除胶东地区以外，华北地区乃至中国东部发育众多的中生代盆地（李思田和杨士恭，1990；王瑜，1998），周边都有形成层间滑动角砾岩型金矿的可能。已有少量资料显示，华北地区一些盆地周边与区内金矿的分布与形成有着密切的关系（图 3－2－27），说明华北地区中生代盆地周边具有巨大的金矿成矿潜力，近期在内蒙、河北一些

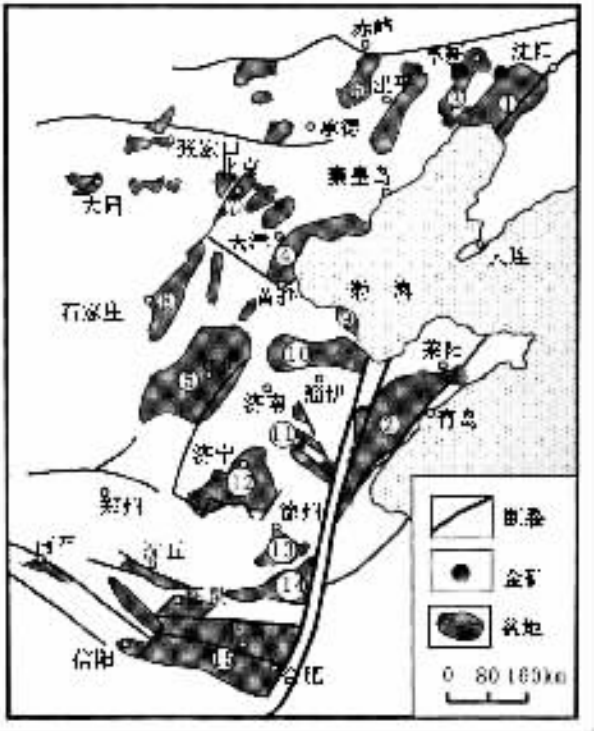



图 3－2－27　华北东部地区中生代盆地分布简图

（据陈发景等，1996，孙加鹏等，1997；刘训等，1988，修改）

①辽河盆地，②莱阳盆地；③阜新盆地；④黄骅盆地；⑤临清盆地；⑥建平盆地；⑦北京盆地；⑧石家庄盆地，⑨五号桩盆地，⑩惠民－东营－莱芜盆地；⑪蒙阴－平邑盆地；⑫黄河口盆地；⑬宿县盆地；⑭泗县盆地，⑮璜川－合肥盆地

地区的初步工作也证实了这一点。因此，在广泛发育中生代盆地的华北地区，层间滑动角砾岩型金矿是该区域一个重要的、新的找矿方向，并且具有良好的成矿前景。同样，除华北以外的其它广泛发育中生代盆地的中国东部地区，这些地区的盆地具有相似的形成与演化历史。在中生代成矿大爆发时期（裴荣富等，1999；邓晋福等，1999；华仁民和毛景文，1999），盆地周边具有相似的成矿条件和成矿可能。因此，这些盆地周边地区的有利构造部位是中国东部寻找层间滑动角砾岩型金矿的最佳部位，具有巨大的成矿前景，有可能成为中国东部金矿的重要战略接替基地之一。

## 第三节　伽马能谱测量与隐伏金矿定位预测

伽马能谱测量主要是指在地面或在飞机上用伽马能谱仪测量土壤和岩石中的天然放射性元素的强度。这里所指的天然放射性元素为铀、钍、钾 3 元素；而所指的强度为铀、钍、钾 3 元素在衰变时各所放射出的伽马射线的计数和铀、钍、钾 3 元素所放射出的伽马射线的总计数，以及通过计数而计算出的铀、钍、钾 3 元素的含量。由于铀、钍的衰变核素和钾的放射性同位素核素放射出的伽马射线有不同的特征能谱，能用伽马能谱仪分辨出和探测到，因而可以实现土壤和岩石的现场伽马能谱测量。

用伽马能谱测量找金，主要是通过研究铀、钍、钾 3 元素在土壤和岩石中的分配、分布与金矿成矿地质条件及金矿近矿围岩蚀变的关系，总结出作为间接找金的伽马能谱标志，用来进行同类地质条件地区的找金预测（王续伦等，1997）。不难看出，用伽马能谱找金有如下几个十分重要的方面：

（1）正确选择测量地域和测量点，以保证测量结果的准确性和具有代表性。

（2）研究金矿成矿地质条件及研究金矿近矿围岩蚀变类型。

（3）找出伽马能谱测量结果与金矿成矿地质条件及研究金矿近矿围岩蚀变类型的关系，因不同的成矿地质条件、不同的近矿围岩类型和不同的金矿类型，其找金的伽马能谱特征标志亦不同。

（4）从已知的金矿区到未知区，从已知金矿区得到的结论只适用于同类地质条件的未知区。

（5）在未知区测得伽马能谱特征后，须再一次研究本地区的地质条件，对能谱测量结果“去伪存真”后，才能进行预测。

### 一、伽马能谱测量找金理论

#### （一）伽马能谱测量的物理学依据

自然界中原子序数大于 83（铋）的元素都是放射性元素，它们从属于几条连续衰变的衰变链，一个链上的所有成员组成一个放射系。3 个放射系包括了周期表中原子序数大于 83 这个范围的所有的天然放射性核素。

（1）铀系。这个放射系是以$^{238}$为母体，经过 14 次转化（8 次。衰变，6 次 β 衰变）后，到达最终稳定产物$^{206}Pb$。$^{238}U$ 的半衰期为 $4.468 \times 10^9$ 年。

（2）钍系。以$^{232}Th$ 为母体，经过多次转化后，到达最终稳定产物$^{208}Pb$。$^{232}Th$ 的半衰期为 $1.41 \times 10^{10}$年。

（3）锕铀系。以$^{235}U$ 为母体，经过多次转化后，到达最终稳定产物$^{207}Pb$。$^{235}U$ 的半衰期为 $7.038 \times 10^8$ 年。

虽然上面 3 个放射系每一次衰变都伴随有丁辐射，其能量并不一样和不都处于平衡状态，在伽马能谱测量中所关心的是处于平衡状态下的丁射线。在伽马能谱测量中有地质学意义的是铀系中的一个衰变子体$^{214}Bi$ 在衰变时所放射出的能量为 1.76MeV 的 γ 射线，和钍系中的一个衰变子体$^{208}T1$ 在衰变时所放射出的能量为 2.62MeV 的 γ 射线，而且它们均处于平衡状态。也就是说通过测量能量为 1.76MeV 的丁射线和能量为 2.62MeV 的 γ 射线的强度就可以计算出所测量地质体中铀和钍的含量。

在原子序数小于 83 的元素中还存在一些天然放射性核素（见表 3－2－7）。其中一部分元素的天然放射性核素的丰度很低，而另一些元素的天然放射性核素的半衰期极长，使得这类放射性的探测十分困难，因此这些天然放射性核素中在伽马能谱测量中有地质学意义的只有$^{40}K$。$^{40}K$ 在衰变时产生能量为 1.46MeV 的特征 γ 射线。同样，通过测量能量为 1.46MeV 的 γ 射线的强度就可以计算出所测量的地质体中钾的含量。

表 3－2－7　三个放射系以外的天然放射性物质

| 放射性核素 | 衰变类型 | 半衰期/a | 同位素丰度/% | 稳定衰变产物 |
|---|---|---|---|---|
| $^{40}K$ | β－，EC，β＋ | $1.28 \times 10^9$ | 0.0117 | $^{40}Ca$，$^{40}Ar$ |
| $^{87}Rb$ | β－ | $4.8 \times 10^{10}$ | 27.83 | $^{87}Sr$ |
| $^{113}Cd$ | β－ | $9 \times 10^{15}$ | 12.2 | $^{113}In$ |
| $^{115}In$ | β－ | $5.1 \times 10^{14}$ | 95.7 | $^{115}Sn$ |
| $^{138}La$ | EC，β－ | $1.1 \times 10^{11}$ | 0.089 | $^{138}Ba$，＋$^{138}Ce$ |
| $^{144}Nd$ | α | $2.1 \times 10^{15}$ | 23.8 | $^{140}Ce$ |
| $^{147}Sm$ | α | $1.06 \times 10^{11}$ | 15.1 | $^{143}Nd$ |
| $^{148}Sm$ | α | $8 \times 10^{15}$ | 11.3 | $^{144}Nd$ |
| $^{152}Gd$ | α | $1.1 \times 10^{14}$ | 0.20 | $^{148}Sm$ |
| $^{176}Lu$ | β－ | $3.6 \times 10^{10}$ | 2.61 | $^{176}Hf$ |
| $^{174}Hf$ | α | $2.0 \times 10^{15}$ | 0.16 | $^{170}Yb$ |
| $^{187}Re$ | β－ | $4 \times 10^{10}$ | 62.60 | $^{187}Os$ |
| $^{190}Pt$ | α | $6 \times 10^{11}$ | 0.013 | $^{186}Os$ |

## （二）伽马能谱测量找金的地质学依据

### 1. 钾的分布特征

钾在岩石中分布广泛，是地壳中含量较高的造岩元素之一，属典型的亲石性元素。从超基性岩到酸性岩都有富集，以超基性岩为最低。钾常常富集于许多类后生金矿的蚀变带中，主要赋存在绢云母、黏土矿物、长石（正长石、斜长石、冰长石）或明矾石之中，尤其常见于绢云母化、钾长石化和冰长石化等钾化与金矿密切相关的蚀变带之中。

区域超变质作用，实质上是一种钾长石重结晶的钾交代作用。在伟晶作用、热液作用和变质作用中都可以发生钾交代作用。钾交代作用包括钾长石化、黑云母化、云英岩化、绢云母化和冰长石化等，此时往往伴有氟的活动，可使地质体中分散的部分金属元素集中。在含金矿床蚀变围岩中，当靠近矿床时氧化钾含量通常总是增加，这是钾交代作用的反映。

2. 钍和铀的分布特征

在各种岩浆岩中，从超基性岩到中、酸性岩，铀、钍含量逐渐增高。在碱性岩中则相对富钍。而金在岩浆岩中的分布正好相反，从超铁镁质岩到酸性岩逐渐降低。

在岩浆演化分异进入中晚期，铀、钍浓度逐渐增高。铀多分散在副矿物中，在岩浆期后亦局部富集在构造有利地段。岩浆分异越完全，时代越新，花岗岩形成深度越浅越是富铀，钍铀比值也越低。在火山岩中，铀钍的分配特征与侵入岩有某些相同之处：花岗伟晶岩中，铀、钍富集在早期钙一钠阶段及晚期的交代阶段；碱性伟晶岩中钍的含量增高，富集在岩浆期后以钾钠为特征的共生矿物组合中。在热液作用中随着热液温度降低而铀与钍分离。金在岩浆阶段分散，热液作用是金富集的主要阶段，在中低温阶段产生明显富集矿化。

在表生作用中，铀、钍因氧化而分离。铀的活动性大，易受化学风化转入溶液，可为胶体物质吸附或形成次生矿物及盐晕。钍不大活泼，以机械风化、迁移为主，富集在土壤和风化岩石残积物中。在各类沉积岩中，铀、钍分布极不均匀，一般以蒸发岩及碳酸岩含铀量最低，碎屑岩其次，泥质岩石中较高，富含有机质的岩石（如海相黑色页岩）中铀含量较高。

在变质作用中，随变质程度加深而铀、钍含量减低。区域变质作用的低级变质过程中铀的活动性比钍强，铀首先发生迁移，钍、铀比值增高。而高级变质作用中，钍发生强烈转移，导致岩石中钍、铀比值降低。最高阶段的超变质作用，在有探源碱质流体参加下，铀、钍可在所形成的碱交代岩中相对富集。

3. 天然放射性元素（铀、钍、钾）与金矿床

金矿床和其它多种金属矿床与其围岩的放射性元素分布特征是有明显差别的。一般来说，同生成因的岩浆型和沉积型矿床中铀、钍、钾的含量完全取决于岩石（或矿石）的成分及其形成条件；而对后生热液成因的矿床来说，则都有放射性晕圈（即原生晕）的叠加效应。

资料表明，同一类型的金银矿床的放射性元素特征是相同的。但是成矿作用的多期性、表生过程的叠加作用等，会使各种元素的分布复杂化，致使金属矿床（特别是热液型）的放射性元素异常性态复杂化。因此，实际上伽马能谱测量的放射性异常，一般是整个矿床的反映，也就是矿体、近矿交代蚀变围岩和原生晕的综合反映。

对金和其它有色金属的后生矿床，矿质的富集和放射性元素的富集是不同期的。放

射性元素在成矿前就携入并产生再分布，其交代带可延伸到远离矿体数十米，甚至数百米。金矿体被包含在放射性元素分散晕之中。因此，伽马能谱异常圈出的某种控矿蚀变交代岩，并不能认为它们都含矿。但是，一般在成矿过程中形成的放射性组合，随着矿床形成条件的变化而发生规律性的变化。“矿石”异常场的特点是某一种放射性元素的异常急剧加大，而“岩石”的异常场则 U、Th、K 保持大体相同的比例。

金矿床一般为中、低温热液交代型。金矿成矿过程大体可分为矿前期、成矿期和矿后期 3 期。每一期放射性元素的异常含量总是与前期近矿交代岩有关：矿体本身放射性元素含量最低；一般矿床内出现钾和铀的异常；矿体位于钾晕范围内，但不在钾的最高含量地段；铀晕相对于钾晕向矿体的围岩方向位移；富钾和铀的矿床内钍含量一般保持在本底水平上。

砾岩型金矿和砂金矿上呈现出钍增高、铀增高、钾降低的放射性异常特征。

伽马能谱法找金最有利的矿种是硅酸盐中的中温热液金矿床和火山成因的（浅成热液）金矿床。

金矿床由上下盘围岩、构造破碎蚀变带和金矿体组成。金矿床的伽马能谱异常，实际上由两部分构成：一部分是构造破碎蚀变带相对于上下盘围岩的异常；另一部分是金矿体相对于构造破碎蚀变带、上下盘围岩的异常。一般金矿体在厚度和长度上都较小，因此而引起的伽马能谱异常也较小。实际测得的异常往往是由构造破碎蚀变带和金矿体叠加在一起的综合异常。这综合异常的强度及范围远大于单独金矿体异常，在找矿中具有实际意义。它可以明确指示控矿断裂蚀变带的确切位置。

4. 比值的地质学意义

由于不同温度成矿热液在不同围岩和构造条件下形成金矿床的围岩蚀变不同，3 种元素的比例也不同，所以用钾、钍、铀的不同比值有突出显示某种金矿蚀变带的作用。但是，在伽马能谱测量中选用何种比值没有固定的模式，不同地区、不同类型的金矿，应经地质分析和实际试验，恰当地选取比值才能取得较好的找矿效果（曾庆栋，1999b、c、d）。

地面伽马能谱测量中实际常用的比值有：

（1）K/Th

已经发现各种火成岩的 K/Th 值几乎是一恒定值，都近于 $3 \times 10^3$。钍和钾有一起产出的趋势，因此碱性岩中钍的浓度非常高。在岩浆期后热液蚀变过程中，常有大量 K 的进入，使得热液中碱的浓度不断增加，钍的络合物溶解度也明显增高，造成钍以液相的形式大量流失，K/Th 值就是利用 K 和 Th 的对抗性突出热液的钾化蚀变作用。K/Th 值应用广泛，比较适用于异常为 K 高 Th 低类型的中低温热液型金矿及其蚀变带。

（2）KU/Th（F 参数）

F 参数指示蚀变岩有特殊功效。非蚀变岩 F 值小，而蚀变岩 F 值大。

Th/U 为表征地球化学特征的参数，它与岩浆岩的物质成分有关，而且不同温度的热液中 Th、U 富集程度不同。用 Th/U 来归一 K 元素，有助于消除岩浆岩成分或高温热液蚀变的影响，突出低温的钾化蚀变带。

（3）（K/Th）×（K/U）

其中 K/Th 有突出钾化热液蚀变作用。在热液成矿过程中 U 和 K 常有分带现象。在中低温条件下，K 异常往往是蚀变矿化中心，是内带；而 U 异常则是外带，因此 K/U 有突出蚀变中心的作用。K/Th 和 K/U 的乘积有同时突出热液蚀变和蚀变内带的作用。

(4) Th/U

喷出岩中 Th/U 值与其相应的侵入岩之间无重大差异，火成岩的 Th/U 平均比值在 3.5～4 范围内。内生作用中密切伴生的 Th 和 U，在表生氧化条件下产生分离。铀氧化成铀酰离子而流失，钍基本保存在含钍矿物的晶格中，Th/U 值增大。比如花岗岩风化后 Th/U 值大大地增大。变质岩中 Th/U 值变化较大，显然与多种因素有关，特别是母岩成分和交代作用，交代作用发育则 Th/U 值变大。

5. 国内外部分金矿床的铀、钍、钾地球化学特征

不同类型金矿床，由于其蚀变特征不同，因而所测得的伽马能谱异常也不尽相同。表 3－2－8 就是以一些金矿床为例来反映出不同类型金矿床伽马能谱的异常特征的。

表 3－2－8　不同类型原生金矿床伽马能谱异常特征表

| 金矿床名称 | 矿床类型 | $\sum\gamma$ | K | U | Th |
|---|---|---|---|---|---|
| 金厂峪 | 蚀变岩含金硫化物复脉带型 | | 高 | 低 | 低 |
| 峪耳崖 | 蚀变岩含金硫化物石英脉型 | | 高 | 高 | 高 |
| 三家子 | 硫化物石英脉型 | | 高 | 高 | 低 |
| 东坪 | 中低温热液充填交代型 | | 高 | 低 | 低 |
| 台 山 | 破碎带蚀变岩型 | | 高 | 低 | 低 |
| 侯 西 | 破碎蚀变岩型 | 高 | 高 | 低 | 低 |
| 茅 排 | 破碎蚀变岩型 | | 高 | — | — |
| 牛心山 | 含金硫化物石英脉型 | | 高 | 高 | 低 |
| 牛心山 | 破碎蚀变岩型 | | 高 | 高 | 高 |
| 南张家 | 蚀变岩型 | | 高 | 高 | |
| 南张家 | 低温热液型冰长石化 | | 高 | — | 低 |
| 巴列依 | 低温热液型石英交代岩 | | 低 | 高 | 低 |
| 巴列依 | 蚀变带 | | 高 | — | 低 |
| 查莫克塔 | 矿体 | | 低 | 低 | 低 |
| 查莫克塔 | 金矿带附近的构造带 | | | 高 | |
| 穆龙套 | 热液蚀变带 | | 高 | 高 | |
| 柯克帕塔克 | 热液蚀变砂页岩型 | | 高 | 高 | |
| 卡拉库坦 | 变质沉积岩 | | 高 | 高 | 高 |
| 雅库梯 | 拉那拉赫型 | 高 | | | |

从表中可以看出伽马能谱异常模式是多样的。这是因为：

(1) 成矿前区域性交代作用强烈，致使交代岩（钾化、绢云母化、冰长石化等）发

育和分布不均匀。

（2）成矿期矿化交代的多期性和多类型性。

（3）剥蚀截面深度不同，致使 U、Th、K 的分布有垂直向上的变化。

应该指出，判断放射性元素分散晕是否与矿有关，主要不是看放射性强度，而是看它们的伽马能谱成分，即被测对象中各种放射性元素的变化和比值。

## （三）伽马能谱仪

适合于野外工作的地面伽马能谱仪，为一种便携式数字化的 4 道微分伽马能谱仪。它由探测器和主机（操作台）两部分组成。在探测器内有一个 NaI 晶体，当 γ 射线射到 NaI 晶体，产生荧光。荧光照到光电倍增管阴极上产生光电子，经倍增后，在阳极负载电阻上形成负尖顶脉冲。经跟随器加入成形电路，将其以 $\tau = 0.5\mu s$ 的时间常数积分，再以 $\tau = 0.5\mu s$ 的时间常数微分，变成半高斯波形，以消除尖顶脉冲对甄别水平的影响。然后信号经过主放大器放大输出正脉冲，分别送入 U、Th、K 3 个微分道分析器和总道甄别器，甄别出的 U、Th、K 脉冲信号，分别送入相应道计数器；而甄别出的总道脉冲信号直接送入单片机，由单片机计数器和计数程序共同完成累加计数，

另一路信号经限幅器和第二放大器，提高自稳源 133Ba 峰脉冲的输出幅度，送入自稳上道和自稳下道。自稳道甄别出的道脉冲信号加至差值率计，形成变化的积分电压。该电压与峰位变化有关，峰位向左（或向右）飘移引起积分电压的增加（或减少）。该电压经跟随器送至探测器的受控高压变换器，从而使高压增加（或减少）保证放大器输出幅度稳定，达到自动稳谱的目的。

仪器接通电源后，自动建立稳定工作状态。仪器的一切操作及功能完成将在单片机控制下进行，完成测量、置系数、含量计算等。

能谱仪的道宽及有关参数见表 3－2－9。

表 3－2－9　能谱仪的道宽表（MeV）

| 道别 | 道宽 | 特征能量 | 能量区间 |
|---|---|---|---|
| 总道（∑） | 2.27 | | 0.5～2.77 |
| 钾道（K） | 0.18 | 1.46 | 1.38～1.56 |
| 铀道（U） | 0.24 | 1.76 | 1.66～1.90 |
| 钍道（Th） | 0.33 | 2.62 | 2.44～2.77 |

同类型的伽马能谱仪都具有以下主要性能和技术指标：

（1）能量分辨率≤10%（对 137Cs 光电峰）。

（2）4 道同时测量，计数容量 K、U、Th 道为 $6.5 \times 10^4$，∑道为 $1.6 \times 10^6$。

（3）可直接读出 K、U、Th 道和∑道的计数率；K、U、Th 的含量（K 为%含量，U、Th 为 $10^{-6}$）；Th/K、Th/U、U/K 比值。

（4）测量时间在 1～9999s 内任选。

（5）仪器使用环境温度范围为 －5～＋50℃。

（6）仪器计数率相对误差≤10%。

（7）计数率为全部归一化的每秒脉冲数（CPS）。

（8）仪器最大可同时存储 500 组原始数据。

## （四）伽马能谱测量特点及测量数据处理

由于放射性衰变具有随机性，在单位时间内衰变的原子数是不固定的，有涨有落。伽马能谱测量的数据本身就具有随机性和离散性。这种涨落符合统计规律，由此而引起的同点观测误差叫统计误差。表 3－2－10 伽马能谱同点测量数据统计表。从表中可以看出，延长测量时间，可以减少同点观测的误差，但不能完全消除；测量时间过长将会降低工作效率。

另外，在野外实际工作中，由于地形地貌的变化，甚至一块转石的远近以及人为因素都会使测量结果复杂化，致使结果中有用的信息常常被干扰掩盖而不易识别。因此，十分有必要对测量结果进行数据处理，尽可能地消除各种干扰，突出有用信息，以利于测量结果的推断和正确解释。

表 3－2－10　伽马能谱同点测量数据统计表

| 元素 | t = 15s | | | t = 60s | | | t = 300s | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 最大 | 最小 | 均值 | 最大 | 最小 | 均值 | 最大 | 最小 | 均值 |
| U | 64 | 7 | 34.6 | 52 | 16 | 36.8 | 49 | 34 | 39.7 |
| Th | 237 | 61 | 163.1 | 195 | 119 | 155.8 | 175 | 132 | 156.1 |
| K | 60 | 38 | 49.5 | 54 | 46 | 49.3 | 51 | 46 | 48.2 |
| ∑ | 293 | 258 | 272.7 | 282 | 245 | 270.0 | 282 | 260 | 269.5 |

注：统计次数为 30 次，t 为测量时间

因此，在对测量的伽马能谱数据进行处理时要注意以下几个问题：

（1）在做面积性测量工作时，对测量数据进行光滑处理是十分必要的，其目的是为了消除短周期变化的随机干扰，突出放射性异常的规律性。未做光滑处理之前，有时异常很乱，甚至无法勾绘出等值线图。而经过光滑处理之后可以较好地解决异常杂乱、规律不清的现象。

（2）在做剖面测量工作时，所测量得到的剖面线图往往呈锯齿状。为了消除这一现象，突出异常的规律性，对绘出的剖面线图可以进行拟合。拟合一般采用多项式拟合的方式。进行多项式拟合选择合适的拟合方次是十分重要的。

（3）作等值线图时，可根据图的特点适当地选择等值线的间隔和选择最大值和最小值，以利于突出异常。

（4）对单点异常，要在做具体分析后再做适当地取舍。其依据是分析该测点和附近测点的地质情况。

### （五）伽马能谱找金的工作方法

（1）矿区大比例尺网度测量

普查：1∶10000 或 1∶25000　线距 100m 或 250m　点距 10 ~ 50m

详查：1∶1000 或 1∶5000　线距 10m 或 50m　点距 1 ~ 10m

测线垂直于地层和构造的主要方向。

（2）矿区外围小比例尺或低密度测量

目的是为了扩大远景、找平行矿体、追索走向延长矿体或蚀变构造带。一般采用每平方公里 5 点的低密度进行伽马能谱测量。取得异常后，再在异常范围内进行大比例尺或网度测量。

（3）物化探异常检查

目的是确定蚀变带和金矿化。一般做剖面检查，通过异常中心做 3 ~ 5 条剖面，间距不一定相等，点距通常为 10 ~ 20m。

（4）金矿点检查

通过金矿点中心布置剖面，然后垂直控矿构造（或矿化蚀变带、矿体）布置平行剖面，以追索其走向延长，进一步确定蚀变带和金矿化。

（5）配合工程勘探进行测量

在探槽的槽底或槽壁、竖井或浅井的井底或井壁、坑道的壁或顶、钻孔的岩芯布点进行测量，点距一般为零点几米到几米。与测量的同时需附相应的地质剖面图。

## 二、地面伽马能谱测量法找金应用实例

### （一）山东沂南堆金山金矿

1. 堆金山金矿床概况

堆金山金矿床位于郯庐断裂带组成之一北东向葛沟 – 塘邬断裂与北西向马牧池断裂之派生隐伏断裂——马家窝 – 铜井断裂交汇处铜井杂岩体内。矿区内主要岩石类型为细粒闪长岩及中粒中斑石英闪长玢岩，少量隐爆角砾岩。细粒闪长岩分布于矿区各中段北部及东部，与中斑石英闪长玢岩接触附近发生浸染状黄铁矿化、高岭土化、硅化。绿泥石化则普遍发育。中斑石英闪长玢岩分布于矿区中段南部，岩石蚀变发育，主要为浸染状、星点状黄铁矿化、硅化、钾化、高岭土化、绢云母化等。隐爆角砾岩主要分布于各中段中部，大致东西向分布，普遍黄铁矿化、硅化、钾化、绢云母化等，分布范围局限。工业矿体（Ⅰ号矿体），受一系列 NEE 向张剪性裂隙控制，总体形态扁豆状。矿体与围岩界限渐变过渡，围岩普遍矿化，金品位多为 $0.2\times10^{-6}\sim0.4\times10^{-6}$。该工业矿体实际上由以前所评价的数个矿体（Au01 ~ Au07）及其边部围岩组成。据张剪性裂隙雁行排列的规律，在Ⅰ号矿体西侧（3 ~ 6 线之间）可能存在另一个矿化体（Ⅱ号），其形态特征与Ⅰ号矿体相似，也是北东东向展布（图 3 – 2 – 28）。矿床成因类型为斑岩型矿床。矿床形成时代为中生代。

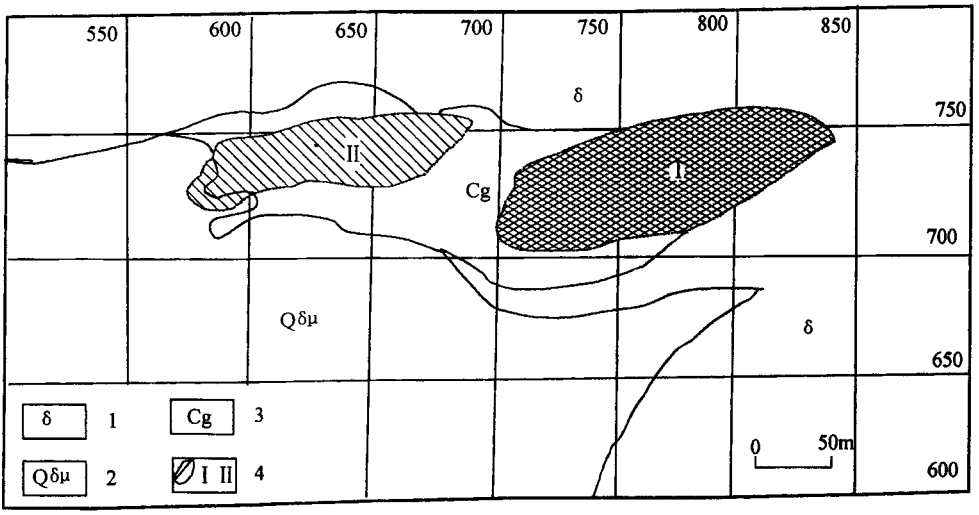



**图 3－2－28　沂南堆金山金矿地质图（＋70m 中段）**

1—闪长岩；2—石英闪玢岩；3—隐爆角砾岩；

4—已知矿体（Ⅰ）、预测矿化体（Ⅱ）

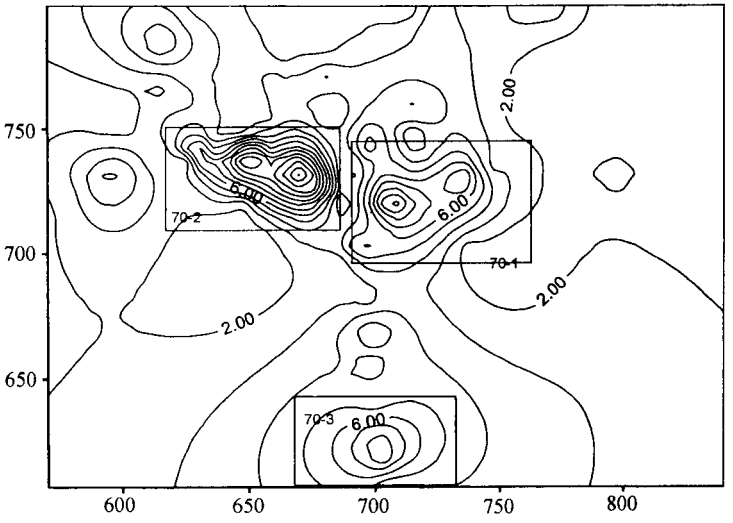



**图 3－2－29　沂南堆金山金矿＋70m 中段 γ 能谱异常（K/U）图（黑点为测点）**

2. γ 能谱异常

在＋70m 中段 K/U 图（图 3－2－29）上，圈出异常 3 个：①70－1K/U 异常，位于矿山采区（Ⅰ号矿体分布区），该异常总体呈北东东向展布，以 K/U＝6 等值线圈定的异常区基本与已知矿体吻合，因此，70－1K/U 异常是矿体异常。②70－2K/U 异常，位于该中段西侧，近东西向展布，异常规模及强度较大，以 K/U＝6 等值线圈定的异常区

分布范围与其东侧矿体的 70－1K/U 异常相近。该异常区内黄铁矿化、钾化、绢云母化发育，因此，70－2K/U 异常为矿化引起的异常。③70－3K/U 异常位于该中段南部，为南北巷道控制，东西两侧无工程控制，是单点测量引起的异常，产于弱蚀变的闪长玢岩区，矿化蚀变不发育，因此，70－3K/U 异常地质意义不大。

通过上述综合分析研究，我们提出堆金山金矿床有利矿化区段为Ⅱ号异常区段。

## （二）山东乳山金矿

1. 矿区地质概况

乳山金矿位于胶东东部牟乳成矿带上，是一个富硫化物石英脉型大型金矿床，矿区出露地层为胶东群，呈残留体形式存在于昆嵛山混合花岗岩中。岩浆岩主要为昆嵛山混合花岗岩及煌斑岩脉。矿区内断裂构造发育，有 NNE 向、NE 向和 NW 向断裂，其中 NNE 向断裂是矿区内控矿、成矿断裂，且规模最大，总体走向 NNE、局部发生偏转，沿走向和倾向均呈舒缓波状延伸，断裂（$F_3$）宽度一般 3～6m，变化范围 1～15m，具多期活动的特征。乳山金矿床矿脉主要由黄铁矿－石英脉组成，矿体主要赋存于 +120～－632m 标高之间，平行小矿体及富矿体主要位于－200～－600m 标高之间，矿体似板状，向 NE 侧伏。

2.γ 能谱测量

矿区北延地段（皂地村南部，19～23 勘探线之间，南北长约 240m，地表为河谷冲积物覆盖）是否有矿，是矿山向我们提出要回答的问题。通过综合资料分析，我们认为该区下部构造带可能存在，并且可能是另一个重要的有利成矿区段。为此，在区内进行了丁能谱测量，主要进行了 5 条测线测量，测线布置垂直原生晕异常轴方向。测量结果表明，该区段存在明显的丁能谱异常。K/（U×Th）－Ⅰ异常（图 3－2－30），NE30 方向，宽约 40～60m，呈明显的带状异常；19 勘探线以南，异常大致近 SN 向，但由于矿化带位置多被废石堆覆盖或建筑物覆盖，因而导致矿化带上测点少，使异常不连续。Ⅰ号异常反映了该覆盖区下边存在明显的矿化构造蚀变带，表明了矿区成矿断裂（$F_3$）向北仍然延伸。除Ⅰ号异常外，区内两侧还存在与Ⅰ号异常近平行的Ⅱ、Ⅲ号异常，这两个异常可能为平行构造带引起；其中Ⅱ号异常南段变宽大、可能有其它因素影响，如伟晶岩化等。

γ 能谱测量异常带范围（Ⅰ号异常）与原生晕异常相比，展布方向基本一致，但异常带宽度（40～60m）明显小于原生晕异常宽度（150m），从而进一步确定了沟谷地段构造蚀变带的位置，为工程设计提供了更有利的证据（曾庆栋等，1999a）。

## （三）平邑铜石地区隐爆角砾岩型金矿床

该类金矿床产于平邑铜石碱性—偏碱性侵入杂岩体边部，大量金矿床（点）形成与铜石次火山杂岩体有关，该杂岩体主要由闪长玢岩（二长闪长斑岩）、二长斑岩、正长斑岩等组成，具有经济价值的矿化类型为隐爆角砾岩型金矿（如归来庄金矿、卓家庄金矿），似层状浸染状灰岩中金矿（如磨坊沟金矿、梨房沟金矿等）。这些金矿产于铜石杂岩体边部，受隐爆角砾岩带（筒）或断裂控制。两种类型金矿均发育硅化、萤石化、冰

长石化、黄铁矿化等蚀变。矿体产出均受断裂构造控制。其中隐爆角砾岩型金矿为区内最重要和最有找矿前景的金矿类型，其形成时代为中生代。

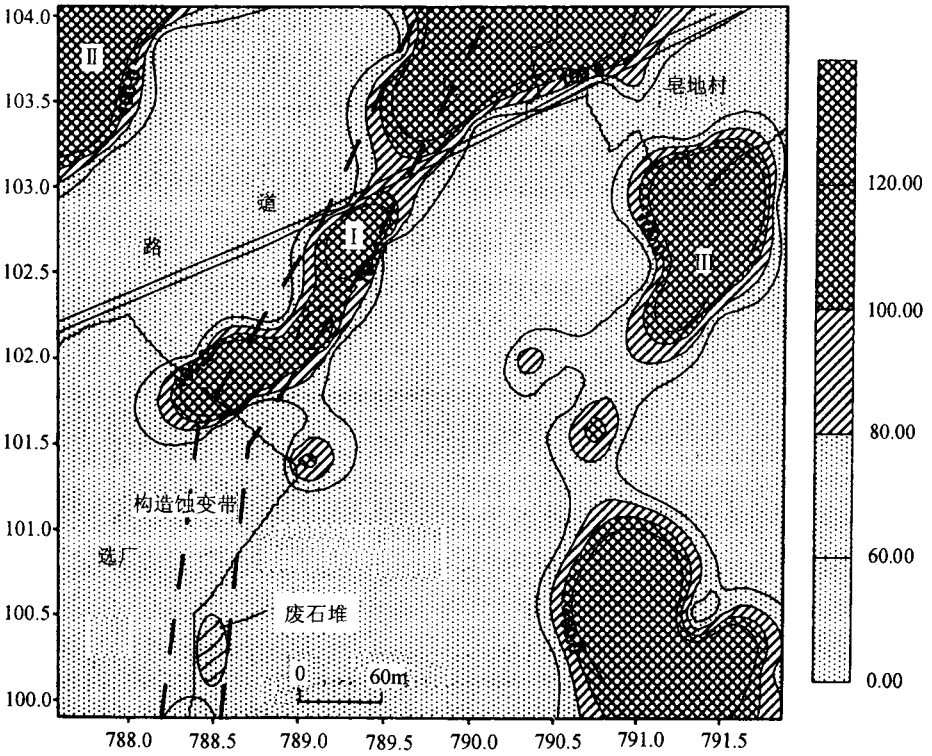



图 3－2－30　乳山金矿区北延地段 γ 能谱测量图（K/U）

图 3－2－31 是归来庄金矿矿体的伽马能谱测量剖面。从图 3－2－31 中可知，隐爆角砾岩型金矿具有和谐一致的 U、Th、K 及 F 参数正异常，异常中心处为矿体，左侧为灰岩，右侧为闪长玢岩（剖面方位由左向右为 90°方向），说明利用这些参数可以进行未知区的金矿找矿预测。

图 3－2－32 是铜石地区某一隐爆角砾岩筒地质图。隐爆角砾岩岩筒地表形态为西葫芦状，东侧大，西侧小，总长约 45m，最宽处约 18m。岩筒围岩为寒武系灰岩，其产出受两组断裂（充填有正长斑岩脉）控制。隐爆角砾岩为角砾状、块状构造，角砾成分复杂，有闪长玢岩、正长斑岩、灰岩、泥灰岩、片麻状花岗岩等。角砾大小混杂，以中、细砾为主。角砾形态复杂，为棱角状、次棱角状、次浑圆状、浑圆状，其中次浑圆状、浑圆状角砾主要为灰岩、泥灰岩等地层角砾。角砾含量在 60% 左右，胶结物为凝灰质和热液胶结物，热液胶结物主要由石英、黄铁矿（已氧化为褐铁矿）及萤石组成，胶结物含量 40% 左右，地表矿化表现为褐铁矿化、萤石化、硅化，反映了含矿热液的叠加作用存在。这些特征与已知矿特征相似。

为了进一步确定该隐爆角砾岩筒的矿化蚀变特点，进行了伽马能谱测量工作（图 3－2－33）。测量范围面积与图 3－2－32 一致，结果表明该岩筒具有明显的 U、Th、K 及

F 参数正异常，且岩筒中心为异常中心，U、F 参数异常准确地反映出矿化体（隐爆角砾岩筒）的形态。Th、K 参数异常亦反映控制岩筒产出的正长斑岩存在伽马能谱异常，但它们的参数值低于角砾岩筒中心的参数值。结合地质研究，我们认为这一隐爆角砾岩筒是一个成矿（含矿）岩筒。

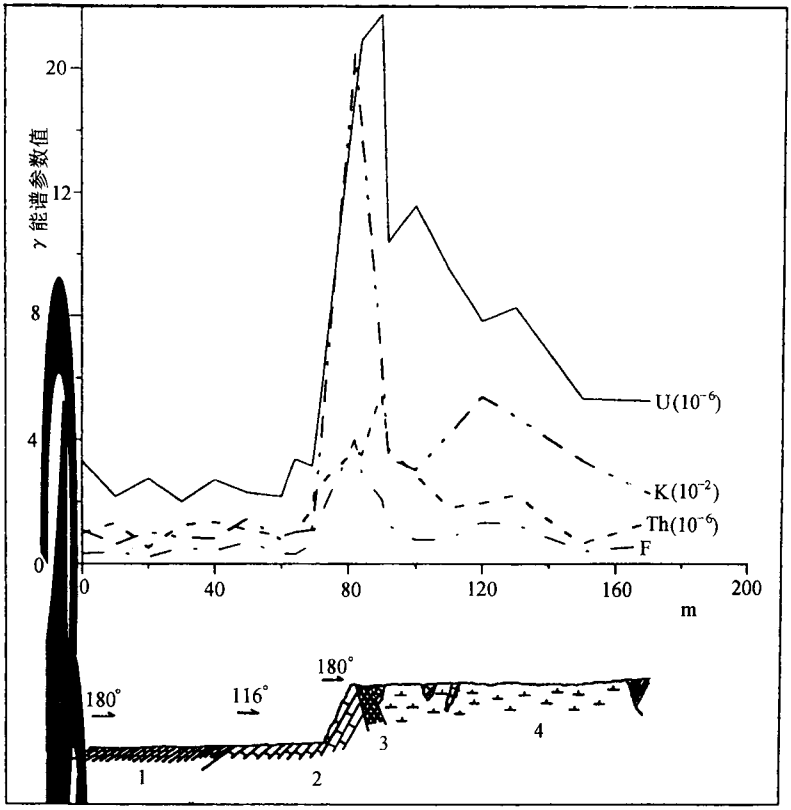



图 3－2－31　平邑归来庄金矿 90m 中段伽马能谱测量剖面图

1—薄层灰岩；2—厚层灰岩；3—角砾岩矿体；4—闪长玢岩

## （四）层间滑动角砾岩型金矿伽马能谱特征及意义

该类型金矿地质背景及其特征已在第六章中作了详细论述，本节只讨论层间滑动角砾岩型金矿伽马能谱特征及其找矿应用。

地面伽马能谱测量测线布置垂直于层间滑动断层带的走向。测量网度为 50m × 20m。测量结果表明，已知含矿区段存在明显的伽马能谱异常，从总体上看，K × U/Th（F 参数）异常（图 3－2－34、3－2－35、3－2－36）从露天采坑至预测区，伽马能谱异常连续，且有可比性。因此，可以利用这一参数进行未知区的矿化蚀变判断，未知区测量结果反映了存在明显的 F 参数异常，因此，它们是有利地矿化蚀变区段。

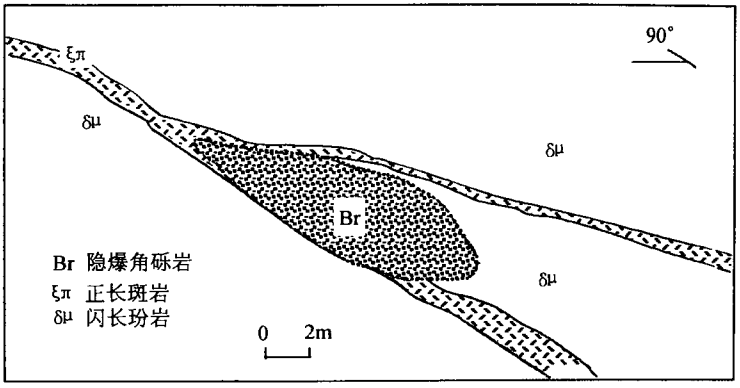



图 3－2－32　铜石某一隐爆角砾岩岩筒地质图

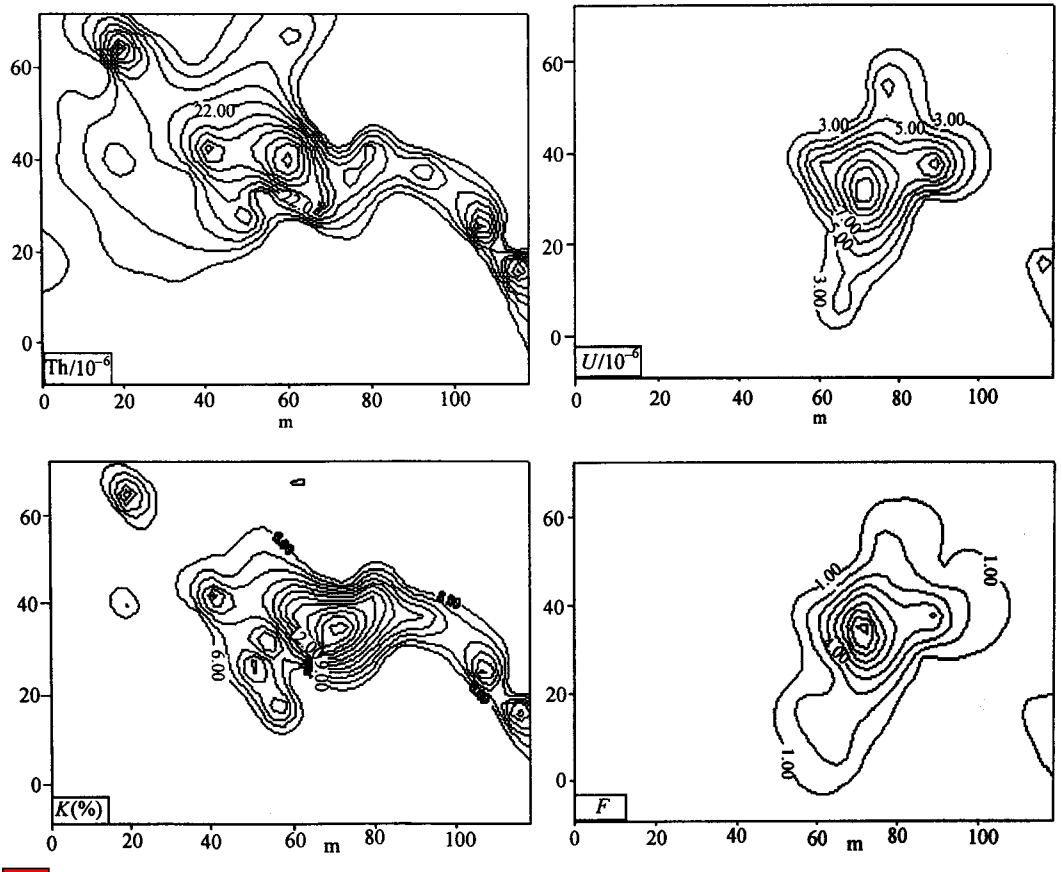



图 3－2－33　平邑铜石地区某一隐爆角砾岩筒伽马能谱异常等值线图

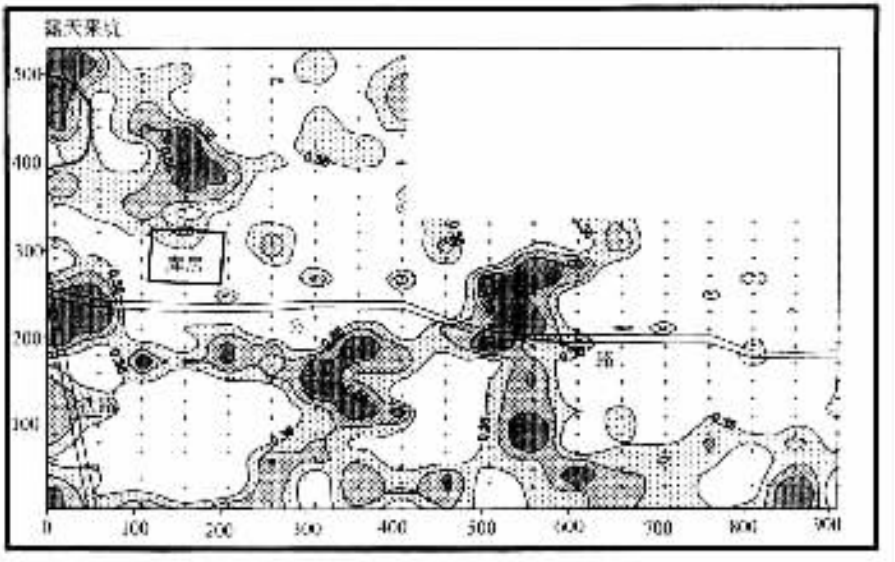



图 3－2－34　山东乳山蓬家夼金矿二矿段（8～44 线）地表伽马能谱 F 参数异常图
（图中小黑点为测点，坐标单位为 m）

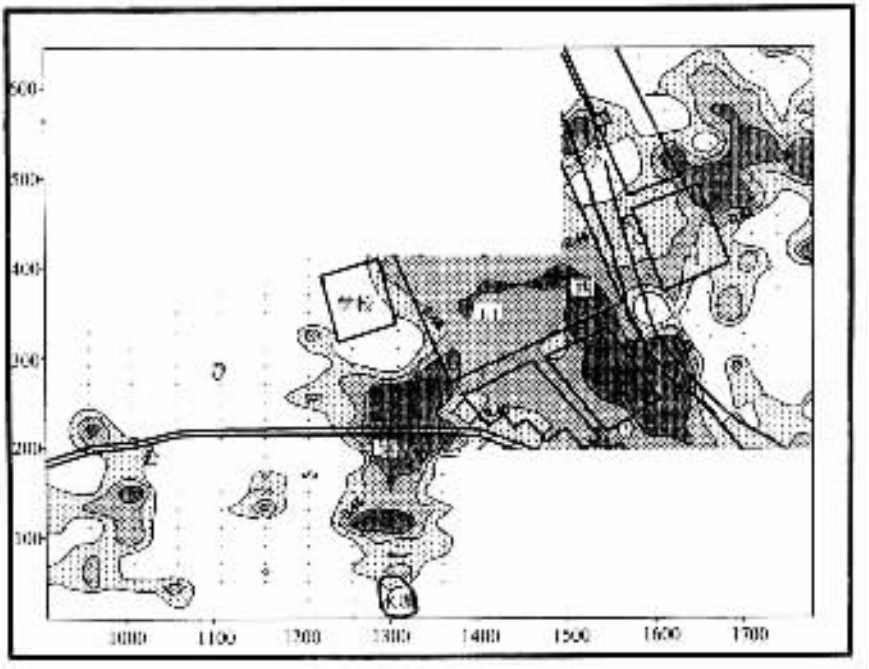



图 3－2－35　山东乳山蓬家夼金矿三矿段（44～72 线）地表伽马能谱 F 参数异常图
（图中小黑点为测点，坐标单位为 m）

## 三、结论

（1）伽马能谱测量是一种简便、快迅、有效的间接找金方法，可适用于各种不同类型的金矿找矿预测工作。

（2）不同的伽马能谱参数反映了不同类型金矿的围岩蚀变作用。实践表明，与中浅成中酸性侵入杂岩体有关的金矿具有 K/U 参数正异常；而与浅成一超浅成偏碱性一碱性杂岩体有关的隐爆角砾岩型金矿则具有一致的 U、K、Th 及 F 参数正异常；与层间滑动断层作用有关的层间滑动角砾岩型金矿具有 F 参数异常。

（3）利用不同的伽马能谱参数分别在山东乳山蓬家夼矿区、沂南金矿、平邑铜石等地区提出了成矿预测区，并且取得了明显的效果。

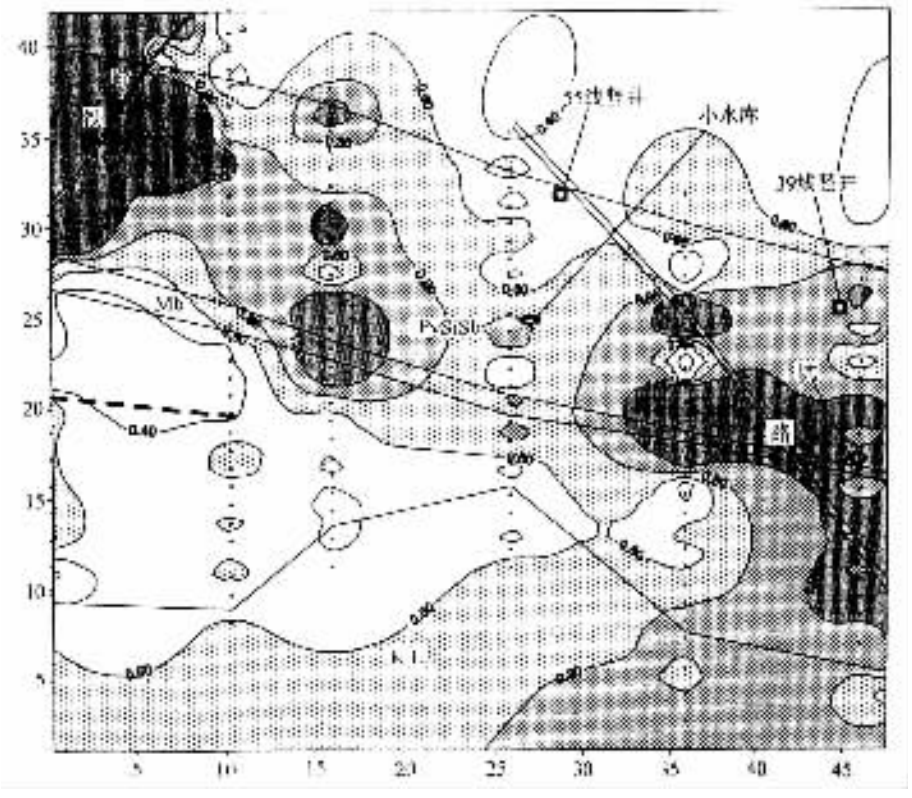



图 3－2－36　山东乳山蓬家夼金矿四矿段（35～77 线）地表伽马能谱 F 参数异常图

Mb. 大理岩；PySiSb. 黄铁矿化硅化碎裂岩；$K_1L$. 砾岩

# 第三章　中国煤炭资源预测

## 第一节　煤炭资源综述

### 一、概述

#### （一）煤炭资源分布区划

科学地进行煤炭资源分布区划，对于阐明我国煤炭资源的分布特征，研究地区经济发展的资源潜力，分析煤田普查与勘探以及煤矿开发态势，具有重要的实际意义。

我国煤炭资源分布地域广阔，资源的地质条件多种多样，煤炭赋存地区的自然地理、经济发展水平差异很大，煤炭资源的开发程度也有很大差别。为了有利于反映我国煤炭资源分布的基本特点，采用以成煤地质背景为主线，结合其他因素，进行煤炭资源分布区划。并认为，第二次煤田预测所采用的关于聚煤区、含煤区、预测区的划分原则，基本上符合我国的实际情况。结合近年来煤田地质勘探和研究的新成果，我们对第二次煤田预测的划分作了部分调整，将煤炭资源分布区划划分为赋煤区、含煤区、煤田或煤产地、勘探区（井田）或预测区四级。

赋煤区　是依据主要含煤地质时代的成煤大地构造单元划分的一级赋煤区划，为聚煤盆地或聚煤盆地群内的煤炭资源赋存地域。赋煤区内可能赋存有两个或两个以上的含煤地层，也可能跨越不同的大地构造单元。第二次煤田预测时将这一级别区划称为聚煤区。为了与聚煤规律研究时所使用的“聚煤”概念相区别，本次主要从资源赋存的角度将这一级别区划称为赋煤区。

含煤区　是在赋煤区范围内，按主要含煤地层沉积特征、含煤性的差异和区域构造特征进行划分的二级赋煤区划，是聚煤盆地或盆地群在经历后期变形改造后所形成的赋煤单元或含煤盆地（群），一般以区域构造线或沉积（剥蚀）边界圈定其范围。含煤区通常有一个地质时代的含煤地层，也可能包含有继承性的两个地质时代的含煤地层。对大型含煤盆地（如鄂尔多斯）则同时兼顾煤炭资源分布的行政区归属；对零星的小型含煤盆地或赋煤单元，也可能跨省界进行归并（如豫北、鲁西北、徐淮、川鄂湘边等）。在我国北方地区，含煤区有时与习惯所称的大型“煤田”相当。

煤田或煤产地　是在含煤区内按后期构造变形特征与含煤性进行划分的三级赋煤区

划。煤产地一般指单一地质时代的含煤盆地经历变形改造后，基本保持连续分布并与相应的煤炭开发布局区划相当的较小的赋煤构造单元。资源规模较小，分布零星或未能形成煤炭开发布局区划的赋煤单元称为煤产地，在南方地区也称为煤田。

勘探区（井田）或预测区　是煤产地内按勘探区边界、井田边界或预测区边界进行划分的最基本的赋煤单元。勘探区（井田）或预测区的面积可能相差很大，从几平方公里到几百平方公里。在我国南方的个别地区，也有称井田为“矿区”的。

按照上述划分，全国煤炭资源分布的一级区划单元共五个。

（1）东北赋煤区：位于狼山－阴山－燕山一线以北，包括东北三省、河北北部和内蒙古的东部和中部。大地构造区划属天山－兴蒙褶皱系的东部以及华北地台的北缘，区内以早白垩世含煤盆地群为主，并有新生代、早中生代和晚古生代含煤盆地的分布。

（2）华北赋煤区：北界为狼山－阴山－燕山一线，西至贺兰山－六盘山，南界为秦岭、伏牛山、大别山，包括北京、天津、河北大部、山西、陕西、宁夏大部、山东以及河南、安徽、江苏三省的北部和内蒙古中部的部分地区。本区处于华北地台的主体部位，以华北晚古生代聚煤盆地经后期改造形成的一批含煤盆地为主，并有中侏罗世及零星的第三纪含煤盆地分布。

（3）西北赋煤区：位于贺兰山－六盘山以西，昆仑山－阿尼玛卿山以北，包括新疆、甘肃、青海北部、宁夏南部、内蒙古西部和陕西的部分地区。该区地处天山－兴蒙褶皱系的西部、塔里木地台和秦－祁－昆褶皱系的西部。区内以早－中侏罗世聚煤为主，含煤地层的分布遍及天山南北的伊犁、准噶尔、吐鲁番－哈密等大型盆地，以及昆仑山北麓、祁连山、河西走廊等地区，石炭－二叠纪、晚三叠世煤有零星分布。

（4）华南赋煤区：位于秦岭－大别山以南，西以龙门山－哀牢山一线为界，包括上海、江苏南部、浙江、安徽南部、福建、江西、台湾、河南南部、湖北、湖南、广东、广西、海南、陕西南部、四川大部、贵州和云南大部。该区位于扬子地台、华南褶皱系及滨太平洋褶皱系（台湾）。区内以二叠纪聚煤作用为主，并有石炭纪、晚三叠世及第三纪煤的分布。其中上海未发现有含煤地层。台湾的第三纪煤按现行规定衡量均属不可采，加之地质工作程度低，资料缺乏，故在煤炭资源的各种统计和分析中，均未包括台湾，也未进行煤炭资源预测。

（5）滇藏赋煤区：位于昆仑山以南，龙门山－哀牢山一线以西，包括西藏、青海南部、四川西部和云南西部。地处滇藏褶皱系，自晚古生代至第三纪均有聚煤作用发生，含煤地层沉积巨厚，但含煤性很差，仅青海南部与藏东的扎曲－昌都－芒康一带的石炭纪煤和晚三叠世煤稍具规模。

资源分布区划的二级单元——含煤区共有 84 个（表 3－3－1）；三级单元——煤田或煤产地 542 个；四级单元——各类勘探区（井田）共 5121 个，以及本次煤炭资源预测圈定的预测区共 2554 个。

在进行煤炭资源综合评价时，根据煤炭资源分布并结合国民经济发展特点，全国共划分为 7 个评价区，它们分别是：晋陕蒙（西）、京津冀、华东（苏、鲁、皖、闽、浙、赣）、东北（辽、吉、黑与内蒙古东部三盟一市）、中南（豫、鄂、湘、粤、桂、琼）、西南（川、贵、云、藏）和西北（甘、宁、青、新）。

表 3－3－1　全国赋煤区、含煤区名目

| 赋煤区 | 含煤区 | 区码 | 赋煤区 | 含煤区 | 区码 | 赋煤区 | 含煤区 | 区码 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 东北 DB | 三江穆棱 | DB01 | 华北 HB | 京唐 | HB17 | 华南 HN | 赣浙边 | HN06 |
| | 延边 | DB02 | | 冀中平原 | HB18 | | 萍乐 | HN07 |
| | 浑江辽阳 | DB03 | | 豫北鲁西北 | HB19 | | 赣南 | HN08 |
| | 敦化抚顺 | DB04 | | 鲁中 | HB20 | | 闽西 | HN09 |
| | 辽西 | DB05 | | 鲁西南 | HB21 | | 闽中 | HN10 |
| | 蛟河－辽源 | DB06 | | 徐淮 | HB22 | | 闽东 | HN11 |
| | 依兰－伊通 | DB07 | | 其他 | HB00 | | 黔湘 | HN12 |
| | 松辽东部 | DB08 | 西北 XB | 准北天山 | XB01 | | 湘中 | HN13 |
| | 松辽西部 | DB09 | | 准噶尔东部 | XB02 | | 湘南 | HN14 |
| | 大兴安岭 | DB10 | | 准噶尔南部 | XB03 | | 粤北 | HN15 |
| | 海拉尔 | DB11 | | 三塘－淖毛湖 | XB04 | | 粤中 | HN16 |
| | 二连 | DB12 | | 焉耆 | XB05 | | 百色 | HN17 |
| | 多伦 | DB13 | | 吐鲁番－哈密 | XB06 | | 南宁 | HN18 |
| | 其他 | DB00 | | 塔东 | XB07 | | 黔桂边 | HN19 |
| 华北 HB | 阴山 | HB01 | | 塔北 | XB08 | | 广旺龙门山 | HN20 |
| | 桌子山－贺兰山 | HB02 | | 塔西 | XB09 | | 雅乐 | HN21 |
| | 鄂盆北部 | HB03 | | 尤尔都斯 | XB10 | | 华莹山 | HN22 |
| | 鄂盆西部 | HB04 | | 伊犁 | XB11 | | 永荣 | HN23 |
| | 黄陇 | HB05 | | 柴达木北 | XB12 | | 川南、黔北、滇东北 | HN24 |
| | 陕北 | HB06 | | 中祁连 | XB13 | | 大巴山 | HN25 |
| | 渭北 | HB07 | | 西宁－兰州 | XB14 | | 昭通曲靖 | HN26 |
| | 鄂盆东缘 | HB08 | | 北山潮水 | XB15 | | 昆明开远 | HN27 |
| | 大宁 | HB09 | | 北祁连走廊 | XB16 | | 渡口楚雄 | HN28 |
| | 霍西 | HB10 | | 蒙甘宁边 | XB17 | | 六盘水 | HN29 |
| | 沁水 | HB11 | | 其他 | XB00 | | 贵阳 | HN30 |
| | 恒山五台山 | HB12 | 华南 HN | 鄂中 | HN01 | | 黔东 | HN31 |
| | 豫西 | HB13 | | 川鄂湘边 | HN02 | | 其他 | HN00 |
| | 豫东 | HB14 | | 鄂东南赣北 | HN03 | | 扎曲芒康 | DZ01 |
| | 太行山东麓 | HB15 | | 长江下游 | HN04 | 滇藏 DZ | 滇西 | DZ02 |
| | 冀北 | HB16 | | 苏浙皖边 | HN05 | | 其他 | DZ00 |

上海没有煤炭资源，台湾未列入评价范围。

## （二）煤炭资源分类

科学的煤炭资源分类，是正确认识我国煤炭资源现状和潜力的基础。

我国目前煤炭资源的分类是自 50 年代初引进前苏联的分类原则和方法，经过 40 多年的演变、发展形成的，资源分类的基本思路和格架几十年来基本上没有变化。

地质部与煤炭部于 1959 年联合颁发的《矿产储量分类暂行规范（总则）》和 1961 年联合颁发的《煤矿储量分类暂行规范》，是我国第一次颁发的自己的煤炭资源分类分级规定。规范规定，“根据煤在工业利用及矿山开采方面的可能性，煤矿储量分为平衡表内和平衡表外两大类。平衡表内储量是在煤质上及矿山开采技术条件上均符合工业要求；而平衡表外的储量，则目前不能满足这种要求，但可作为今后工业利用和开采的对象。”煤炭储量按其勘探和研究程度分为四类五级，即：

第一类　开采储量　一般为 $A_1$ 级；

第二类　设计储量　一般为 $A_2$、B、$C_1$ 级；

第三类　远景储量　为 $C_2$ 级；

第四类　地质储量　不作为探明储量的级。

第一、二类又合称为工业储量。

1965 年煤炭工业部发布的《勘探方法的十五条技术原则》取消了储量的级别，改用“普查储量”、“详查储量”和“精查储量”来表示不同阶段的勘探程度和工业利用性质。

1972 年原国家计委地质局会同有关各部门拟订的《关于固体矿产储量级别划分和矿床勘探程度要求的规定》（征求意见稿）将储量级别的划分改为三类五级，即：

工业储量　A 级、B 级和 C 级（相当于原来的 $A_2$ 级、B 级和 $C_1$ 级）；

远景储量　D 级（相当于原来的 $C_2$ 级）；

预测储量

1973 年原燃化部组织起草的《煤炭地质勘探规范》（讨论稿），1980 年煤炭部颁发试行的《煤炭资源地质勘探规范》及 1986 年全国矿产储量委员会颁发的《煤炭资源地质勘探规范》，基本上都是以三类五级的划分方案为基础的。《煤炭资源地质勘探规范》(1986）规定：“根据我国的能源政策和煤炭资源状况，按目前煤矿开采的技术经济条件，将煤炭储量分为能利用储量和暂不能利用储量两类”，规范分别规定厂两类储量的计算标准（厚度和灰分）；“按勘探研究程度，将煤炭储量分为 A、B、C、D 四级”，并分别规定了各级别的条件。该《煤炭资源地质勘探规范》没有采用“工业储量”、“远景储量”等概念。

从 1955 年起，国家有关工业和地质主管部门从对地质工作及成果进行管理的角度，建立了“探明储量”、“保有储量”等概念，建立了《矿产储量表》（原称《矿产储量平衡表》），并规定列入年度《矿产储量表》进行统计的“探明储量”应为“能利用储量”，在实际上把“探明储量”等同于“能利用储量”。

我国到目前为止一直沿用的上述储量分类和统计办法，是在完全的计划经济体制下产生的，它不可避免地带着它固有的缺陷和弊端，不可能适应当前社会主义市场经济条件下对煤炭资源管理的要求。实践已经证明，现行的资源分类很粗糙，缺乏系统性；分类的基本概念不清晰，名词术语的定义不明确；没有考虑资源的经济可行性，基本上无法进行国际对比；特别是从不同角度出发所建立的概念相互混淆和影响，造成了在操作

上的随意性。目前我国在煤炭资源数量统计中所出现的问题，很大程度上是分类系统的缺陷所造成的。因此，随着经济形势的发展，科学技术的进步和国际交流的扩大，改革现行的煤炭资源分类和统计办法，研究制定新的煤炭资源分类系统，已经成为一项急迫的任务。据了解，有关部门已经开始了这方面的工作，但由于多方面的原因，新的资源分类方案暂时还难于出台。

本课题为了分析我国煤炭资源的现状以及进行煤炭资源综合评价的需要，针对我国目前在煤炭资源分类和计算统计方面存在的问题，按照市场经济的思路，并参考世界各主要产煤国家的做法，对我国煤炭资源的分类问题进行了研究，提出了新的煤炭资源分类方案。煤炭资源分类的思路主要是：

(1) 煤炭资源的分类应当符合我国国情，能适应社会主义市场经济体制下对资源管理的基本要求，又符合我国煤炭资源的客观条件。

(2) 煤炭资源的分类应当清晰、明确，易于实施。

(3) 煤炭资源的分类应在认真总结历史经验的基础上，研究参考国外的一些有效做法，使资源分类既具有我国的特色，又便于进行国际对比。

按照上述思路，我们提出建立三个层次划分的煤炭资源分类方案。这三个层次分别是基础性地质工作阶段的资源量，开发性地质工作阶段的储量和矿山生产阶段的可采储量。第一个层次是煤炭由自然存在状态转化为煤炭资源后所赋予的一个数量概念，称为资源量，相应的地质工作阶段为普查，工作性质为由国家地质经费拨款的基础性地质工作；第二个层次是在完成了为资源开发和矿井设计而进行的地质勘探以后所计算的煤炭资源数量，称为储量，相应的工作阶段为勘探，工作性质为由煤炭企业投资进行的开发性地质工作，属于煤矿建设的前期工作；第三个层次则是在煤炭生产过程中，由煤炭企业对其拥有开采权的煤炭资源的现实经济可行性进行评估论证后所计算的，可以在开采后使煤炭企业获得经济效益的煤炭资源数量，暂称为可采储量，它是直接为煤炭企业的生产计划服务的，而其对资源的评估和计算则属于企业生产经营活动的一部分。三个层次的划分同地质工作阶段、地质工作投资管理相对应，同煤炭工业建设程序相对应，同国家主管部门对资源的管理相衔接，涵盖了煤炭资源从自然状态直到转化为商品煤的整个演化过程。三个层次的划分符合煤田地质工作的客观规律，符合地质工作体制改革的方向，符合国家对矿产资源管理的总要求，符合国民经济发展的形势。由于这三个层次的性质、内涵和界线非常清楚，这就造成了它的可行性的基础。

我们在三个层次划分的煤炭资源分类方案中，对煤炭资源的划分采用如下的概念。

(1) 煤炭资源　是指赋存于地下的具有现实的或潜在的经济价值的煤炭，其数量即为煤炭资源总量。

(2) 煤炭资源总量划分为已发现资源和未发现资源两部分。

已发现资源　是指已经按照有关规范规定的程序和方法进行了找煤、普查或勘探工作，对煤炭的赋存、煤类、煤质均有不同程度的了解所计算的资源数量。已发现资源相当于现在的“探明储量”。

未发现资源　即预测资源量，是指尚未按照有关规范规定的程序和方法进行找煤、普查或勘探工作，而是根据零星资料和地质理论的推断或根据已知地区的类比、外推进

行估算的资源数量。过去习惯地把预测资源量称为预测储量，是因为没有科学地区别资源量与储量这两个不同的概念。

(3) 已发现资源划分为已查证资源和找煤资源量两部分。

已查证资源　是指已经按照有关规范规定的程序和方法进行了普查或勘探工作以后所计算的煤炭资源数量。目前“探明储量”中的“普查储量”、“详查储量”和“精查储量”之和，相当于已查证资源。

(4) 已查证资源划分为资源量和储量两部分。

资源量　或称普查资源量，是指已按有关规范规定的程序和方法进行丁地质普查工作以后所计算的资源数量，相当于目前的“普查储量”。资源量是使用国家地质事业拨款进行的基础性地质工作的成果，反映国家或地区煤炭资源潜力和前景，并可作为规划进一步地质工作的依据。其服务目标是国家宏观经济决策、综合国力评估和制订远景规划，并具体地运用于矿业权益的转让。

储量　是已经进行了地质勘探工作以后所计算的资源数量，大致相当于现在的“精查储量”和“详查储量”。储量是由煤炭企业或其他企业投资进行的工业性、开发性地质工作的成果，是进行煤矿设计和建设的依据。

也可以认为，在已查证资源中，已经进行了勘探的那一部分转化为储量，而未进行过勘探的其余部分则仍为资源量。此种划分，有利于明确地区别普查与勘探这两个性质完全不同的地质工作阶段，区别两类资源的不同使用方向，有利于对煤炭资源的管理和对煤田地质工作的规划协调，符合地质工作体制改革的要求。

(5) 储量再划分为能利用储量和暂不利用储量两部分。

能利用储量　经过对储量的开发利用的内外部条件进行综合评价，其综合优度值比较高，确认可以在当前或已经规划在近期进行开发利用，作为新建矿井设计和建设依据的储量。

暂不利用储量　经过对储量的开发利用的内外部条件进行综合评价，其综合优度值比较低，不宜或没有安排在近期开发利用的储量，但其中的相当一部分可以在以后条件改善时考虑安排其开发利用。

(6) 在矿井投入生产以后，从能利用储量中划分出可采储量。

可采储量　是经过技术经济论证和计算，符合当前开采的技术经济条件，可以作为煤矿生产：计划的依据，在开采后可以直接获得适当的企业效益的那一部分储量。

(7) 预测资源量根据其预测依据的充分程度和预测结果的可信度划分为“预测可靠”、“预测可能”、“预测推断”三级，不使用代号。各级的概念分别是：

“预测可靠”是在区域地质调查或区域性地面物探的基础上，或是老矿区的深部和外围，已知确有含煤地层的存在，而且有可采煤层的情况下估算的煤炭资源数量。

“预测可能”是在区域地质调查或区域性地面物探的基础上，已知有含煤地层的存在，但对是否有可采煤层存在还不了解的情况下估算的煤炭资源数量。

“预测推断”则是根据区域地质资料推断可能有含煤地层存在的情况下所估算的资源数量。

为了便于理解，进一步说明如下。

(1) 在这个分类方案中，煤炭资源的“类”反映资源的属性和可能的用途；煤炭资源的“级”只反映资源在数量及质量上的可靠性和准确性。这一方面虽然维持了现行规范的思路，但强调这一点，对于正确理解本课题提出的分类方案仍是重要的。从资料来看，在其他各国的分类系统中，强调的是对资源（量）和储量进行明确的区分，而且各国对资源和储量所下的定义比较接近，但不突出对“类”和“级”本身的概念区别。本次工作研究的重点是类的划分。

(2) 对于级别的划分，我们认为可以沿用现行的分级规定，即根据对煤炭资源的勘探研究程度的不同，划分为 A、B、C、D 四级。A 级的勘探研究程度最高，D 级最低，其具体条件可以在有关规范中做出规定，但是需要在现有的基础上对级别条件做进一步的具体化，必要时可做出某些定量规定，以便于操作。至于级别与类别的关系，可以在理解类与级的基本概念的基础上大致为：储量主要应当由 A 级和 B 级组成，可以有少部分的 C 级，个别情况下还可以有 D 级，其比例由规范规定。资源量主要由 C 级组成，可以有部分 D 级，其比例由规范规定。C 级在储量中称为 C 级储量，资源量中称为 C 级资源量；D 级在储量中称为 D 级储量，资源量中称为 D 级资源量。

(3) 本方案同其他国家分类系统的对比关系比较清晰。与美国的分类系统的对比是：“已查证资源”与 Identified Resources 大致相当，“资源量”与 Resources 大致相当，“储量”与 Reserve Base 大致相当，“可采储量”则与 Reserves 大致相当。与其他国家的分类也都可类比。

(4) 限于课题性质和任务，本次工作还不可能完成整个资源分类系统的制定，以上所论及的只是一个完整的资源分类系统的一部分。我们认为，作为一个完整的分类系统，至少应该包括认定为煤炭资源的标准，资源量的计算指标，确定储量计算指标的原则和程序，资源量及储量的级别划分，储量与经济可采储量的关系，确定经济可采储量的原则和程序等重要内容，其中资源量/储量的计算指标，就是一个非常重要的问题。我们认为，普查阶段进行的资源量计算可以按统一规定的煤层厚度和灰分指标进行，而在勘探阶段，一般说来不存在某种统一的储量计算指标，储量的计算指标应当由煤炭企业或煤矿建设单位在组织论证评估后提出，经有关主管部门同意后交地质单位执行。问题是现有的详、精查储量都是按照现行规范规定的统一指标进行计算的，在经过论证评估后，可能其中有一部分储量被认为是不经济的，因而是不能开采的。由于目前不可能进行这种论证，故本次所统计和评价的储量还不完全等于今后真正可以用于煤矿设计、建设和作为资产化管理基础的储量。

(5) 本次工作在对我国已知煤炭资源数量进行分析和统计时，以资源量和储量的概念对现有的“保有储量”进行了分解，称“保有储量”（不含“找煤储量”及“远景评价储量”）为已查证资源，其中的“精查储量”和“详查储量”称为储量，“普查储量”称为资源量。

现有的“找煤储量”以及“远景评价储量”，由于其地质工作程度极低，其大部分可以认为只是对资源预测结果的一种验证，个别情况下工作程度可能稍高。按照现行规范的规定，“找煤”的基本任务是寻找煤炭资源，并确定其有无进行普查的可能。对于资源规模比较大，煤质及其他条件比较好的，规范要求应该继续工作，以达到规定的普

查工作程度；条件差的，则一般在做出总结后结束工作。可见，“找煤”在实际上是普查阶段的前期工作，是一种过渡性、中间性的工作，其结果还达不到可以对资源前景做出初步评价的程度。因此，现有“探明储量”中的“找煤储量”不作为已查证资源，暂称找煤资源量，但在资源综合评价时还将其包括在内，将已查证资源和找煤资源量合称已发现资源。而所谓的“远景评价储量”，更是没有任何正式的技术规定和工作程度要求，主要是根据已知点外推或圈定而估算的，其数量及质量的可靠性大致介于找煤与预测可靠之间。应该说，“远景评价储量”是技术管理上出现混乱的产物。在本次工作中，暂将其归入找煤资源量。

另外需要指出的是，详查储量与精查储量应该是性质不同的两部分储量。精查储量（含详终、普终储量，下同）是煤矿设计、建设的依据，按照有关规定，不论矿井的规模大小，都必须有精查储量，也就是说，都必须进行精查勘探（或详终、普终勘探）。而详查是为矿区开发可行性研究或矿区总体规划服务的工作阶段，由于矿区范围和规模的大小不同，特别是地质条件的不同，详查阶段并不是在所有地区和所有情况下都是必需的，所以详查储量的意义相对比较局限。因此，在统计上把详查储量和精查储量加在一起显然是不恰当的，也是不能说明什么问题的。从宏观决策的角度看，对煤炭资源数量的统计和分析，重要的是两个数字，一个是精查储量，一个是普查资源量。由于条件所限，本次工作在统计时只能把详查储量暂时归入储量之中，但在对储量进行分析时力求把情况说清楚。

## （三）煤炭资源数量现状

煤炭资源是煤炭工业建设的基础。

多年以来，国家有关部门一直是使用由地矿部发布的统计数字，作为了解和研究煤炭资源前景，规划煤炭工业建设的依据。按地矿部《矿产储量表》的统计，我国 1992 年末累计“探明”的煤炭储量（包括精查、详查、普查和找煤，下同）为 $10032.44\times10^8$t，“保有”的煤炭储量为 $9832.87\times10^8$t，各省（区、市）煤炭储量情况如表 3－3－2。

表 3－3－2　1992 年末全国煤炭储量统计表　　（单位：$\times10^8$t）

| 省(区) | 累计探明 | 保　有 | 省(区) | 累计探明 | 保　有 |
|---|---|---|---|---|---|
| 北京 | 27.0847 | 24.3588 | 河南 | 246.8543 | 229.0023 |
| 天津 | 3.8276 | 3.8276 | 湖北 | 6.8221 | 5.8757 |
| 河北 | 168.9589 | 151.9641 | 湖南 | 33.7413 | 29.3698 |
| 山西 | 2582.42 | 2543.5065 | 广东 | 8.8292 | 6.7582 |
| 内蒙古 | 2194.71 | 2186.4156 | 广西 | 23.3987 | 21.3181 |
| 辽宁 | 86.4342 | 69.1654 | 海南 | 0.9925 | 0.9856 |
| 吉林 | 28.2226 | 21.7395 | 四川 | 105.2682 | 97.6978 |
| 黑龙江 | 212.5177 | 196.8914 | 贵州 | 511.5762 | 508.5604 |
| 上海 | / | / | 云南 | 240.8286 | 236.8958 |

| 省(区) | 累计探明 | 保　有 | 省(区) | 累计探明 | 保　有 |
|---|---|---|---|---|---|
| 江苏 | 46.8582 | 41.5245 | 西藏 | 0.4894 | 0.4790 |
| 浙江 | 1.6805 | 1.2491 | 陕西 | 1567.3380 | 1562.0245 |
| 安徽 | 255.2748 | 246.5391 | 甘肃 | 95.5780 | 92.8562 |
| 福建 | 12.8192 | 11.3595 | 宁夏 | 315.4478 | 311.6958 |
| 江西 | 16.9589 | 14.1130 | 青海 | 44.3095 | 43.6215 |
| 山东 | 243.9208 | 229.7945 | 新疆 | 949.2711 | 943.2796 |
| 台湾 | 缺 | 缺 | 全国总计 | 10032.4435 | 9832.8689 |

据地矿部《矿产储量表》(1992 年)

在本次工作中，通过各省（区）的煤田预测与资源评价工作，对各省（区）的煤炭资源状况进行初步清理，按照与《矿产储量表》相同口径的汇总统计结果如表 3 – 3 – 3 所示。比较表 3 – 3 – 3 与表 3 – 3 – 2 可见，《矿产储量表》所统计的数字，比截至 1992 年末实际已有的“探明储量”少 $412.14\times10^8$t，“保有储量”少 $343.58\times10^8$t。造成《矿产储量表》的统计偏少的原因，主要是有相当一部分勘探区（井田）的储量没有统计进去；一部分是由于矿区内井田划分的变动、重新勘探或补作地质工作所引起的储量变动没有及时反映在表中；还有就是《矿产储量表》中的某些差错。

表 3 – 3 – 3　1992 年末全国已发现煤炭资源数量表　　(单位：$\times10^8$t)

| 省(区) | 探　明 | 保　有 | 省(区) | 探　明 | 保　有 |
|---|---|---|---|---|---|
| 北京 | 32.6165 | 29.0817 | 河南 | 255.5084 | 237.9768 |
| 天津 | 9.8452 | 9.8452 | 湖北 | 5.8898 | 5.0014 |
| 河北 | 202.3486 | 185.6817 | 湖南 | 39.0697 | 33.0624 |
| 山西 | 2539.6579 | 2500.9125 | 广东 | 8.0097 | 5.7982 |
| 内蒙古 | 2238.6504 | 2226.1413 | 广西 | 23.8818 | 21.8410 |
| 辽宁 | 87.8380 | 70.6104 | 海南 | 0.9891 | 0.8932 |
| 吉林 | 29.5142 | 23.0944 | 四川 | 145.1674 | 138.2201 |
| 黑龙江 | 216.3783 | 200.7548 | 贵州 | 520.3452 | 508.0349 |
| 上海 | / | / | 云南 | 246.3944 | 240.9296 |
| 江苏 | 42.3818 | 37.0578 | 西藏 | 0.9273 | 0.9273 |
| 浙江 | 1.6448 | 0.0559 | 陕西 | 1582.1423 | 1554.5631 |
| 安徽 | 282.3514 | 273.5978 | 甘肃 | 95.8180 | 93.0968 |
| 福建 | 11.9286 | 10.6055 | 宁夏 | 315.2005 | 309.3002 |
| 江西 | 17.2011 | 14.0631 | 青海 | 43.2630 | 42.3046 |
| 山东 | 292.4097 | 266.7747 | 新疆 | 1157.2084 | 1136.2286 |
| 台湾 | 缺 | 缺 | 全国总计 | 10444.5814 | 10176.4547 |

据各省(区)煤田预测报告统计

限据本次工作对煤炭资源分类的初步研究所提出的资源分类方案，本报告对表 3－3－3 中所列的“保有储量”进行了归类统计，其结果如表 3－3－4。本报告在对已查证的煤炭资源及找煤资源量进行统计、分析与评价时，均以表 3－3－4 的数字为准。

由 3－3－4 表可知，全国截止 1992 年末的已查证资源为 $6769.85 \times 10^8$t，其中储量 $4433.71 \times 10^8$t，资源量 $2336.14 \times 10^8$t。在储量中，已经为生产和在建矿井占用的为 $1916.04 \times 10^8$t，占已查证资源的 27.5%，占储量的 43.2%；尚未被占用的储量 $2517.67 \times 10^8$t，占已查证资源的 36.1%，占储量的 56.8%。

表 3－3－4　全国已发现煤炭资源统计表　　（单位：$\times 10^8$t）

| 省(区) | 已查证资源 | | | | | | 另有找煤资源量 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 总计 | 其中：储量 | | | | 普查资源量** | |
| | | 生产、在建井已占用 | 尚未占用 | | 合　计 | | |
| | | | 精查 | 详查* | | | |
| 北京 | 22.49 | 9.53 | 1.19 | 1.13 | 11.85 | 10.64 | 6.60 |
| 天津 | 9.85 | / | 2.97 | 0.97 | 3.94 | 5.91 | / |
| 河北 | 174.15 | 108.00 | 15.73 | 19.55 | 143.28 | 30.87 | 11.52 |
| 山西 | 1973.72 | 495.08 | 178.65 | 752.54 | 1426.27 | 547.45 | 527.19 |
| 内蒙古 | 1331.10 | 161.44 | 179.10 | 412.00 | 752.54 | 578.56 | 895.03 |
| 辽宁 | 67.70 | 53.54 | 4.39 | 0.19 | 58.12 | 9.58 | 2.92 |
| 吉林 | 20.42 | 15.20 | 2.27 | 1.37 | 18.84 | 1.58 | 2.67 |
| 黑龙江 | 148.47 | 88.85 | 21.91 | 17.24 | 128.00 | 20.47 | 52.29 |
| 上海 | / | / | / | / | / | / | / |
| 江苏 | 36.61 | 30.71 | 1.22 | 1.52 | 33.45 | 3.16 | 0.44 |
| 浙江 | 0.06 | / | / | 0.01 | 0.01 | 0.05 | / |
| 安徽 | 210.51 | 98.72 | 60.01 | 18.19 | 176.92 | 33.59 | 63.09 |
| 福建 | 9.83 | 7.39 | / | 0.05 | 7.44 | 2.39 | 0.78 |
| 江西 | 13.87 | 10.61 | 1.25 | 1.65 | 13.51 | 0.36 | 0.18 |
| 山东 | 258.50 | 122.20 | 23.87 | 29.81 | 175.88 | 82.62 | 8.28 |
| 台湾 | 暂　缺 | | | | | | |
| 河南 | 219.02 | 93.06 | 35.97 | 34.58 | 163.61 | 55.41 | 18.95 |
| 湖北 | 4.91 | 3.45 | / | / | 3.45 | 1.46 | 0.09 |
| 湖南 | 32.03 | 21.08 | 2.11 | 4.06 | 27.25 | 4.78 | 1.03 |
| 广东 | 5.68 | 2.74 | 2.24 | 0.16 | 5.14 | 0.54 | 0.13 |
| 广西 | 21.84 | 9.96 | 4.90 | 6.52 | 21.38 | 0.46 | / |
| 海南 | 0.89 | / | 0.89 | / | 0.89 | / | / |
| 四川 | 109.98 | 34.99 | 19.03 | 35.33 | 89.35 | 20.63 | 28.24 |
| 贵州 | 227.73 | 45.91 | 79.05 | 61.89 | 186.85 | 40.88 | 280.30 |

| 省(区) | 已查证资源 | | | | | | 另有找煤资源量 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 总计 | 其中:储量 | | | | 普查资源量** | |
| | | 生产、在建井已占用 | 尚未占用 | | 合　计 | | |
| | | | 精查 | 详查* | | | |
| 云南 | 238.06 | 43.96 | 46.97 | 80.22 | 171.15 | 66.91 | 2.87 |
| 西藏 | 0.93 | 0.93 | / | / | 0.93 | / | / |
| 陕西 | 1040.24 | 97.54 | 80.93 | 128.34 | 306.81 | 733.43 | 514.33 |
| 甘肃 | 64.16 | 23.94 | 9.81 | 24.25 | 58.00 | 6.16 | 28.94 |
| 宁夏 | 119.03 | 39.74 | 18.00 | 46.27 | 104.01 | 15.02 | 190.28 |
| 青海 | 35.14 | 7.73 | 3.92 | 2.28 | 13.93 | 21.21 | 7.16 |
| 新疆 | 372.93 | 289.74 | 14.32 | 26.85 | 330.91 | 42.027 | 63.29 |
| 全国合计 | 6769.85 | 1916.04 | 810.70 | 1706.97 | 4433.71 | 2336.14 | 3406.60 |

* 含详终；** 含普终

根据对已发现资源（已查证资源 + 找煤资源量）的分析，我国煤炭资源的自然特征可以归纳以下几点：

（1）各主要聚煤期所形成的煤炭资源的数量差别较大。其中以侏罗纪成煤最多，占总量的 39.80%，以下依次为石炭 – 二叠纪（北方）38.04%，白垩纪 11.91%，二叠纪（南方）7.54%，第三纪 2.27%，三叠纪 0.44%，见表 3 – 3 – 5。我国各主要聚煤期在所形成的资源数量方面的重要性，同全球性的主要聚煤期的重要性是基本一致的。

（2）我国煤炭资源的自然分布相对比较集中，在全国形成了几个重要的煤炭分布地区。昆仑山 – 秦岭 – 大别山一线以北的我国北方地区，已发现资源占全国的 90.29%（若不包括东北三省和内蒙古东部地区则为 77.41%），而北方地区的煤炭资源又主要集中在太行山 – 贺兰山之间地区，占北方地区的 65%左右，形成了包括山西、陕西、宁夏、河南及内蒙古中南部的富煤地区（华北赋煤区的中部和西部）。新疆占北方地区已发现资源的 12.35%，为我国又一个重要的富煤地区（西北赋煤区的西北部）。秦岭 – 大别山一线以南的我国南方地区，已发现资源只占全国的 9.65%，而其中的 90.6%又集中在川、贵、云三省，形成了以贵州西部、四川南部和云南东部为主的富煤地区（华南赋煤区的西部）。在大兴安岭 – 太行山 – 雪峰山一线以西地区，已发现资源占全国的 89%，而该线以东是我国经济最发达的地区，是能源的主要消耗地区，也是煤炭资源贫缺的地区，已发现资源仅占全国的 11%。从本次煤炭资源预测的结果看（后详），预测资源的地区分布特征与已发现资源基本一致。因此，从根本上说，北煤南运，西煤东调，是符合我国客观实际的需要。

（3）我国煤炭的煤类齐全，包括了从褐煤到无烟煤各种不同煤化阶段的煤，但是其数量和分布却是极不平衡的。除褐煤要占已发现资源总量的 12.68%以外，在硬煤中，低变质烟煤所占的比例很大，为总量的 42.45%，贫煤和无烟煤占 17.28%，而中变质烟煤，即传统上称之为“炼焦用煤”的数量却较少，只占 27.58%，而且其中大多为气煤，占中变质烟煤的 46.92%，肥煤、焦煤、瘦煤则较少，分别占中变质烟煤的

13.64%、24.32%和15.12%。

表3－3－5　全国已发现煤炭资源（按聚煤期）统计表　（单位：$\times 10^8$t）

| 赋煤区 | 石炭二叠纪 | 二叠纪 | 三叠纪 | 侏罗纪 | 白垩纪 | 第三纪 | 合　计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 东北 | 14.64 | / | / | 24.81 | 1226.34 | 45.90 | 1311.69 |
| 华北 | 3829.18 | 2.12 | 8.51 | 2793.94 | 8.32 | 14.08 | 6656.16 |
| 华南 | 13.87 | 761.89 | 35.92 | 1.55 | / | 165.16 | 978.40 |
| 西北 | 12.86 | 0.88 | 0.14 | 1207.61 | 2.08 | / | 1223.57 |
| 滇藏 | 0.63 | 0.03 | 0.19 | / | 0.04 | 5.74 | 6.63 |
| 全国总计 | 3871.16 | 764.92 | 44.77 | 4027.90 | 1236.79 | 230.89 | 10176.45 |

（4）结合本次煤炭资源预测结果，全国已发现资源以及垂深1000m以浅的预测煤炭资源合计为$28616.93\times10^8$t，垂深1000～2000m（南方各省及东北三省为1000～1500m）的预测资源量为$27080.56\times10^8$t，全国垂深2000m以浅的煤炭资源总量为$55697.49\times10^8$t。按赋煤区分布如表3－3－6，以华北赋煤区居首位，其次为西北；按聚煤时代区分，以侏罗纪煤为最多，其次为石炭－二叠纪煤。各省（区）的资源总量差别很大，超过$10000\times10^8$t的有新疆和内蒙古两个自治区；超过$1000\times10^8$t但不足$10000\times10^8$t的有山西、、陕西、贵州、宁夏、甘肃、河南等六个省（区）；河北、安徽等八个省（区）超过$100\times10^8$t但不足$1000\times10^8$t；不足$100\times10^8$t的有11个省（区）。各省（区）的资源总量排序如表3－3－7。

表3－3－6　全国煤炭资源总量统计表（垂深2000m）　（单位：$\times 10^8$t）

| 赋煤区 | 石炭二叠纪 | 二叠纪 | 三叠纪 | 侏罗纪 | 白垩纪 | 第三纪 | 合　计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 东北 | 44.32 | 0.48 | 1.19 | 54.05 | 3729.97 | 103.05 | 3933.06 |
| 华北 | 13781.43 | 2.95 | 35.71 | 14198.49 | 22.15 | 77.84 | 28118.57 |
| 华南 | 51.15 | 3404.90 | 128.02 | 3.02 | / | 196.45 | 3783.54 |
| 西北 | 184.78 | 12.01 | 0.72 | 19586.41 | 2.08 | / | 19786.00 |
| 滇藏 | 31.30 | 24.14 | 6.82 | 2.15 | 0.20 | 11.71 | 76.32 |
| 全国总计 | 14092.98 | 3444.48 | 172.46 | 33844.12 | 3754.40 | 389.05 | 55697.49 |

表3－3－7　各省（区）煤炭资源总量排序表　（单位：$\times 10^8$t）

| 序次 | 省(区) | 煤炭资源 | | | 序次 | 省(区) | 煤炭资源 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 已发现 | 顶测 | 总量 | | | 已发现 | 顶测 | 总量 |
| 1 | 新疆 | 1136.22 | 18037.30 | 19173.53 | 16 | 辽宁 | 70.62 | 59.27 | 129.89 |
| 2 | 内蒙古 | 2226.13 | 12250.43 | 14476.56 | 17 | 北京 | 29.09 | 86.72 | 115.81 |
| 3 | 山西 | 2500.91 | 3899.18 | 6400.09 | 18 | 江苏 | 37.05 | 50.49 | 87.54 |

| 序次 | 省(区) | 煤炭资源 | | | 序次 | 省(区) | 煤炭资源 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 已发现 | 顶测 | 总量 | | | 已发现 | 顶测 | 总量 |
| 4 | 陕西 | 1554.57 | 2031.10 | 3585.67 | 19 | 湖南 | 33.06 | 45.35 | 78.41 |
| 5 | 贵州 | 508.03 | 1896.90 | 2404.93 | 20 | 江西 | 14.05 | 40.84 | 54.89 |
| 6 | 宁夏 | 309.31 | 1721.11 | 2030.42 | 21 | 天津 | 9.84 | 44.52 | 54.36 |
| 7 | 甘肃 | 93.10 | 1428.87 | 1521.97 | X | 吉林 | 23.09 | 30.03 | 53.12 |
| 8 | 河南 | 237.97 | 919.71 | 1157.68 | 23 | 广西 | 21.84 | 17.64 | 39.48 |
| 9 | 安徽 | 273.60 | 611.59 | 885,19 | 24 | 福建 | 10.61 | 25.57 | 36.18 |
| 10 | 河北 | 185.67 | 601.39 | 787.06 | 25 | 广东 | 5.81 | 9.11 | 14.92 |
| 11 | 云南 | 240.93 | 437.87 | 678.80 | 26 | 西藏 | 0.93 | 8.09 | 9.02 |
| 12 | 山东 | 266.78 | 405.13 | 671.91 | 27 | 湖北 | 5.00 | 2.04 | 7.04 |
| 13 | 四川 | 138.22 | 303.79 | 442.01 | 28 | 海南 | 0.89 | 0.01 | 0.90 |
| 14 | 青海 | 42.30 | 380.42 | 422.72 | 29 | 浙江 | 0.06 | 0.44 | 0.50 |
| 15 | 黑龙江 | 200.76 | 176.13 | 376.89 | 30 | 台湾 | 暂　缺 | | |

## 二、煤炭资源预测

### (一) 预测依据及方法

煤炭资源预测是第三次全国煤田预测的主要任务之一，要求全面总结自第二次煤田预测以来在煤田普查与勘探、煤田地质科研方面所取得的成果，在对煤田地质条件的新认识的基础上预测可能发现煤炭资源的赋存区及其潜在资源量和煤类、煤质，指出可供找煤普查的前景。本次煤炭资源预测的基本前提是：

(1) 第二次煤田预测（1975～1980）对我国煤田的形成和分布的基本认识以及有关的预测成果是本次工作的基础和出发点。

(2) 1976 年以来完成的煤田地质调查、普查、勘探以及煤矿开发所积累的实践成果，是提高煤田地质研究程度，开展新一轮预测的实际素材和依据。

(3) 自“六五”（1981～1985）以来，特别是在“七五”和“八五”期间完成的一批重要的区域性煤田地质研究课题，包括中国东部煤田滑脱构造及找煤研究、华北晚古生代聚煤规律与找煤研究、黔西川南滇东晚二叠世含煤地层沉积环境和聚煤规律研究、鄂尔多斯盆地聚煤规律及煤炭资源评价、华南二叠纪含煤地层沉积环境及聚煤规律研究等，有关省（区）在含煤地层沉积环境、聚煤规律、找煤预测与评价方面的研究，以及近年来在煤田地质领域出现的一些新的理论和观点，为本次煤炭资源预测奠定了理论基础。

(4) 地矿部开展的分省煤炭资源远景调查研究（1983～1988）和据此编写的《中国煤炭资源丛书》（1989～1992）的有关成果，作为借鉴参考。

本次煤炭资源预测分全国和省（区）两级进行。各省（区）的预测工作在“第三次全国煤田预测工作大纲”的基本思路、技术路线、工作方法的统一指导下，以煤田或矿区为基本工作单元，在较大比例尺的图纸上进行，然后在全省（区）范围内进行综合，最终反映在 1/50 万（新疆、内蒙古为 1/100 万）的图纸上。全国汇总时从全国着眼，按系统性、总体性和科学性的要求，以省（区）预测数据为基础，汇总统计各省（区）的预测成果，编制 1/200 万中国煤炭资源分布图，并建立全国煤炭资源数据库，作为全国煤炭资源数据信息系统的组成部分。

分省（区）和全国两级进行的煤炭资源预测时，主要考虑了成煤、控煤条件为主的地质依据以及普查、勘探成果为主的实践依据。

我国煤炭资源的生成和赋存的地质背景多种多样。不同聚煤期、不同成煤大地构造单元的成煤条件和聚煤规律差别很大，赋煤特征各异。因此，在进行煤炭资源预测时，必须考虑受控于古构造、古地理条件的聚煤盆地演化和富煤带的时空迁移规律，以及煤系后期变形改造，即构造控煤。煤变质规律的研究和主要变质类型的确定，以及煤的煤岩、煤质和一些特殊属性的沉积特征与环境标志的研究也是煤炭资源预测的重要地质依据。总之，含煤建造、煤系后期变形改造和煤变质的综合研究，为煤炭资源预测提供了有力的地质依据，本书上篇各章阐述了上述方面的基本内容。

煤炭资源预测的实践依据是预测区及其外围（周缘或深部）已有的勘探开发工作。根据成煤地质背景（依据）从已知（勘探开发区）推断未知（预测区），是煤田预测的传统做法。近十几年来综合物探和遥感地质成果的应用，成为探测含煤盆地构造形态、发现隐伏煤田的重要手段，提供了比第二次煤田预测更充分的预测依据。

由于各省（区）的地质条件和资源情况不同，在计算预测煤炭资源量时，根据实际情况采用了不同的方法。

（1）聚煤条件好，煤层沉积稳定－较稳定，后期改造微弱，地质构造简单－中常，含煤地层基本连续分布，预测可信度较高的煤炭资源赋存区，采用算术平均块段法。华北赋煤区内各省（区），西北赋煤区的新疆，华南赋煤区的四川、贵州、云南等地区均采用该方法。

（2）聚煤条件一般，煤层沉积较稳定－不稳定，后期改造较强烈，地质构造中等，含煤地层分布不连续，预测可信度较差的预测区，视地质条件的好坏分别加上可靠性改正系数 0.8～0.5。聚煤条件差，煤层不稳定，地质构造复杂的地区，改正系数取 0.5～0.4。预测资源量的各计量参数，当预测区邻近有已勘区、开发区时，以已知的参数平均值外推；为新生界广泛掩盖的新区，则根据地面物探解译和控制钻孔资料推定或推断。

（3）在华南、东南沿海及中南的一些省（区），也有直接以邻近已知区的储量/资源量丰度参数值（即含煤地层赋存单位面积的储量/资源量值）乘以预测区面积与可信度系数计算预测资源量。

预测资源量

$$Q = \beta \times E \times s$$

式中 $\beta$ 预测可信度系数（0.8～0.4），E 已知区储量/资源量丰度（$10^4 t/km^2$），s 预测赋煤面积（$km^2$）。

（4）内蒙古二连含煤区早白垩世盆地群的地质工作程度较低，盆地赋煤参数信息（赋煤面积、含煤性）少，该区预测资源量的计算采用了从已知推未知的回归类比数学模型。

该方法首先分析研究有限的已勘区含煤程度受控于聚煤分带、构造位置、盆地构造类型、含煤地层厚度、基底埋深和钻孔见煤情况等 6 个因素的权值（重要性），乘以对应于不同分类标准的赋分值（1.0、0.5、0 三类，分别表示好、中、差），求得单因素聚煤有利度及 6 个因素之和的综合聚煤有利度（x）。取已知含煤盆地的综合聚煤有利度同它的资源丰度——含煤率（y）（$10^4t/km^2$），经自然对数转换后进行统计回归计算，得出回归方程 $y = a + bx$（在二连含煤区 13 个已知区为 $a = 2.189$，$b = 5.701$）。于是将通过区调、地面物探、稀少的控制钻孔等手段圈定的其他 53 个预测含煤盆地（区）的聚煤分带 6 个因素的有限信息反算求得综合聚煤有利度 x，按回归方程 $y = a + bx$ 求得含煤率 y。圈定预测含煤盆地（区）的赋煤面积 s 与含煤率 y 之乘值即该预测区的预测资源量。

## （二）预测资源的分级及分类

预测可信度反映预测依据的充分程度。本次沿用第二次煤田预测的做法，可信度以级别表示，划分为预测可靠、预测可能和预测推断三级。各级别的具体界定如下。

可靠级　浅部有一定密度的山地工程或矿点揭露，以及少量钻孔控制；或有有效的地面物探工程控制；或位于生产矿区、已勘区两翼或深部的有限外推部分；或进行了比例尺 1/2.5 万或以上煤田地质填图的地区，结合地质规律的分析，确定有含煤地层和可采煤层赋存，地质构造面貌基本清楚，计量参数（赋煤面积、煤层厚度、煤层视密度或资源丰度、埋深等，下同）依据比较充分，煤类、煤质可以基本确定。

可能级　进行过小于 1/2.5 万比例尺煤田地质填图；或少量山地工程、矿点揭露和个别钻孔控制；或较有效的地面物探工作了解；或可靠级预测区的有限外推地段，结合地质规律分析，确有含煤地层存在，可能有可采煤层赋存，地质构造格架基本清楚，计量参数与煤类、煤质是推定的。

推断级　按区域地质调查或物探、遥感资料；或可能级预测区的有限外推地段，结合区域聚煤规律推断，可能有含煤地层、可采煤层赋存，计量参数及煤类、煤质等均为推断。

预测资源的埋藏深度以当地最低侵蚀基准面起算。华南赋煤区的浙、闽、赣、苏南、皖南、湘、粤、桂、鄂、琼，东北赋煤区的辽、吉、黑，以及滇藏赋煤区等成煤条件较差的省（区）或地区，最大预测垂深为 1500m，其余为垂深 2000m。在上述垂深范围内，划分为 600m 以浅、600 ~ 1000m、1000 ~ 1500m 及 1500 ~ 2000m 四个段距分别进行统计。

预测区的找煤普查可利用性分类以预测区为单元，综合考虑成煤地质条件、预测可信度及预测资源规模、预测区的地域分布及进行找煤普查的可行性等几方面因素定性划定。其一般原则如下。

Ⅰ类区：成煤条件优越，大型含煤盆地或盆地群的富煤区，煤层沉积稳定，地质构造简单 – 中等；预测可信度高，可靠及可能级预测资源量占 70% 以上；总体埋藏在垂

深 1000m 以浅，资源规模较大；毗邻规模较大的生产矿区或详、精查勘探区，或已列为煤炭工业开发规划区，大部可优先安排找煤普查的地区。

Ⅱ类区：成煤条件较好，为较稳定型含煤盆地的富煤带，煤层沉积较稳定，地质构造中等；处于生产矿区（井）外延部位或毗邻普查、找煤区，预测可信度较高，可能级（含以上）预测资源量占 50% ~ 70%左右；大部煤层埋深 1000 ~ 1500m，资源规模中等，可考虑在近、中期按排找煤普查的地区。

Ⅲ类区：成煤条件较差，煤层不稳定，地质构造复杂；预测可信度不高，推断级预测资源量占 50%以上；邻近无生产矿区（井）或已勘区，地理条件较差，资源规模小，近期不宜考虑安排找煤普查的地区。

Ⅳ类区：成煤条件差，煤层不稳定，地质构造复杂；为依据区调成果或聚煤规律研究推断的预测资源量，且规模小，大部埋深大于 1500m（北方）或 1000m（南方），不宜安排找煤普查的地区。

## （三）全国煤炭资源预测的结果

本次全国煤炭资源预测的结果，是在汇总各省（区）煤炭资源预测的基础上，并作了适当调整后形成的。在全国 5 个赋煤区、85 个含煤区、542 个煤田/煤产地中，共圈定 2554 个预测区，预测总面积为 $39.26 \times 10^4 km^2$，垂深 1000m 以浅的预测资源量为 $18440.48 \times 10^8 t$，垂深 2000m 以浅的预测资源量总计为 $45521.04 \times 10^8 t$。

全国预测资源分布的基本情况是：

（1）预测资源量的地域分布以华北赋煤区居首位，以下依次为西北、华南、东北、滇藏赋煤区（表 3 – 3 – 8）。

表 3 – 3 – 8　煤炭资源预测（按赋煤区）结果统计表

| 赋煤区 | 预测面积（$\times 10^4 km^2$） | 预测资源量（$\times 10^8 t$） | 预测资源量占全国（%） | 预测资源量丰度（$10^4 t/km^2$） |
|---|---|---|---|---|
| 东北 | 5.51 | 2621.37 | 5.76 | 478 |
| 华北 | 17.73 | 21462.41 | 47.15 | 1210 |
| 西北 | 8.62 | 18562.43 | 40.77 | 2154 |
| 华南 | 6.98 | 2805.14 | 6.16 | 402 |
| 滇藏 | 0.42 | 69.69 | 0.16 | 168 |
| 全国合计 | 39.26 | 45521.04 | 100.00 | 1160 |

在各省（区）中，新疆的预测资源量为 $18037.30 \times 10^8 t$，占据首位，其次是内蒙古 $12250.43 \times 10^8 t$。预测资源量在千亿吨以上的依次还有山西、陕西、贵州、宁夏、甘肃等省（区）；预测资源量为（1000 ~ 100）$\times 10^8 t$ 的有河南、河北等 8 个省（区）；其余 12 个省（区）均不足百亿吨，以海南和浙江为最少（表 3 – 3 – 9）。

按煤炭资源评价区统计，预测资源量以西北区为最多，占全国的47.4%，其次为晋陕蒙（西）区占37.4%，西南区占5.8%，东北区占3.1%，华东区占2.5%，中南区占2.2%，京津冀区占1.6%（表3－3－9）。

表3－3－9　煤炭资源预测（按评价区）结果统计表　（单位：$\times 10^8$t）

| 评价区（省、区） | 预测面积（$\times 104km^2$） | 预测资源量 | 占全国（%） | 评价区（省、区） | 预测面积（$\times 104km^2$） | 预测资源量 | 占全国（%） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 东北区 | 2.52 | 1431.56 | 3.15 | 河北 | 0.71 | 601.39 | 1.31 |
| 内蒙古东部 | 1.27 | 1166.13 | 2.56 | 中南区 | 2.07 | 993.86 | 2.18 |
| 辽宁 | 0.33 | 59.27 | 0.13 | 河南 | 1.51 | 919.71 | 2.02 |
| 吉林 | 0.46 | 30.03 | 0. 叮 | 湖北 | 0.02 | 2.04 | / |
| 黑龙江 | 0.46 | 176.13 | 0.39 | 湖南 | 0.27 | 45.35 | 0.10 |
| 晋陕蒙(西)区 | 14.92 | 17014.58 | 37.39 | 广东 | 0.14 | 9.11 | 0.02 |
| 山西 | 3.34 | 3899.18 | 8.57 | 广西 | 0.13 | 17.64 | 0.04 |
| 内蒙古西部 | 9.24 | 11084.30 | 24.36 | 海南 | 0 | 0.01 | / |
| 陕西 | 2.34 | 2031.10 | 4.46 | 西南区 | 5.76 | 2646.65 | 5.82 |
| 华东区 | 2.30 | 1134.06 | 2.49 | 四川 | 1.14 | 303.79 | 0.67 |
| 江苏 | 0.13 | 50.49 | 0.11 | 贵州 | 3.19 | 1896.90 | 4.17 |
| 浙江 | 0.002 | 0.44 | / | 云南 | 1.38 | 437.87 | 0.96 |
| 安徽 | 0.59 | 611.59 | 1.34 | 西藏 | 0.05 | 8.09 | 0.02 |
| 福建 | 0.13 | 25.57 | 0.06 | 西北区 | 10.81 | 21567.70 | 47.38 |
| 江西 | 0.49 | 40.84 | 0.09 | 甘肃 | 1.68 | 1428.87 | 3.14 |
| 山东 | 0.96 | 405.13 | 0.89 | 宁夏 | 0.76 | 1721.11 | 3.78 |
| 京津冀区 | 0.88 | 732.63 | 1.60 | 青海 | 0.77 | 380.42 | 0.84 |
| 北京 | 0.14 | 86.72 | 0.19 | 新疆 | 7.60 | 18037.30 | 39.62 |
| 天津 | 0.04 | 44.52 | 0.10 | 全国合计 | 39.26 | 45521.04 | 00.00 |

（2）按含煤地质时代区分，全国预测煤炭资源以侏罗纪煤最多，共$2.98\times10^{12}$t，占预测资源总量的65.5%，主要分布在西北（$1.84\times10^{12}$t）和华北赋煤区（$1.14\times10^{12}$t）；其次为石炭－二叠纪煤$1.02\times10^{12}$t，占22.4%，大多分布在华北赋煤区，约$1\times10^{12}$t。晚二叠世煤$0.27\times10^{12}$t，占5.9%，以分布在华南赋煤区为主。白垩纪煤$0.25\times10^{12}$t，占5.5%，多分布在东北赋煤区。第三纪煤和晚三叠世煤分别占0.4%和0.3%，前者多零散分布于华北、东北及华南赋煤区，后者以华南赋煤区为主（表3－3－10）。

（3）全国预测煤炭资源中，以低变质烟煤（长焰煤、不粘煤、弱粘煤、1/2中粘煤）为多，共计$24215.10\times10^8$t，占预测总量的53.2%，多分布于西北和华北赋煤区。其次为中变质烟煤（气煤、肥煤、焦煤、瘦煤）$13185.53\times10^8$t，占29.0%，分布以华北、西北赋煤区为主。高变质煤（贫煤、无烟煤）$6211.31\times10^8$t，占13.6%，以分布在

华北和华南赋煤区为主。褐煤 $1903.06\times10^8$t，占 4.2%，以分布在东北赋煤区为主。另有 $6.04\times10^8$t 未定煤类（表 3－3－11）。

表 3－3－10　全国预测煤炭资源按含煤时代分布状态　（单位：$\times10^8$t）

| 赋煤区 | 石炭－二叠纪 | 二叠纪(南方) | 三叠纪 | 侏罗纪 | 白垩纪 | 第三纪 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 东北 | 29.68 | 0。48 | 1.19 | 29.24 | 2503.63 | 57.15 |
| 华北 | 9952.25 | 0,83 | 27.20 | 11404.55 | 13.82 | 63.76 |
| 西北 | 171.92 | 11.13 | 0.58 | 18378.80 | / | / |
| 华南 | 37.18 | 2643.01 | 92.09 | 1.47 | / | 31.29 |
| 滇藏 | 30.67 | 24.11 | 6.63 | 2.15 | 0.16 | 5.97 |
| 全国 | 10221.80 | 2679.56 | 127.69 | 29816.21 | 2517.61 | 158.17 |

表 3－3－11　全国预测煤炭资源按煤类分布状态　（单位：$\times10^8$t）

| 赋煤区 | 褐煤 | 低变质烟煤 | 气煤 | 肥煤 | 焦煤 | 瘦煤 | 贫煤 | 无烟煤 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 东北 | 1794.74 | 650.96 | 95.04 | 1.53 | 39.99 | 2.66 | 7.69 | 22.72 |
| 华北 | 72.80 | 10427.66 | 4425.52 | 644.23 | 1318.15 | 510.61 | 965.42 | 3098.02 |
| 西北 | / | 13128.71 | 4852.17 | 325.23 | 65.62 | 61.46 | 65.08 | 64.16 |
| 华南 | 29.84 | 3.13 | 19.57 | 60.80 | 533.40 | 228.88 | 406.81 | 1522.71 |
| 滇藏 | 5.68 | 4.64 | 0.08 | 0.32 | 0.13 | 0.14 | 23.88 | 34.82 |
| 全国 | 1903.06 | 24215.10 | 9392.38 | 1032.11 | 1957.29 | 803.75 | 1468.88 | 4742.43 |

＊东北赋煤区另有 $6.04\times10^8$t 未定煤类

（4）本次预测资源的可信度从总体上看比较高。全国可靠级预测资源量 $19138.30\times10^8$t，占预测资源总量的 42.0%，可能级 $20252.93\times10^8$t，占 44.5%，推断级 $6129.81\times10^8$t，占 13.5%。反映出我国煤田地质工作程度在经过近十来年的努力之后，在总体上有进一步的提高。

按找煤普查可利用性划分，Ⅰ类预测区资源量 $4853.21\times10^8$t，占预测资源总量的 10.7%，Ⅱ类预测区资源量 $24317.92\times10^8$t，占 53.4%，Ⅲ类预测区资源量 $13494.23\times10^8$t，占 29.6%，Ⅳ类预测区资源量 $2855.68\times10^8$t，占 6.3%。各省（区）预测资源量的预测可信度级别及找煤普查可利用性类别如表 3－3－12。

表 3－3－12　各省（区）预测资源量级别、类别情况表　（单位：$\times 10^8$t）

| 省(区) | 级别 | | | 类别 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 可靠级 | 可能级 | 推断级 | Ⅰ类 | Ⅱ类 | Ⅲ类 | Ⅳ类 |
| 北京 | 37.32 | 13.69 | 35.71 | 4.22 | 82.50 | / | / |
| 天津 | / | / | 44.52 | / | / | / | 44.52 |
| 河北 | 163.83 | 226.66 | 210.90 | 10.21 | 217.97 | 163.36 | 20.85 |
| 山西 | 2339.15 | 1303.74 | 256.29 | 1322.81 | 1804.84 | 497.31 | 274.26 |
| 内蒙古 | 3598.44 | 8248.58 | 403.41 | 1680.82 | 5209.64 | 4443.86 | 916.11 |
| 辽宁 | 12.70 | 24.18 | 22.39 | 0.30 | 23.56 | 31.28 | 4.13 |
| 吉林 | 8.06 | 10.67 | 11.30 | 1.03 | 13.73 | 10.97 | 4.30 |
| 黑龙江 | 56.15 | 89.26 | 30.72 | 30.47 | 79.95 | 57.64 | 8.07 |
| 上海 | / | / | / | / | / | / | / |
| 江苏 | 17.39 | 16.26 | 16.84 | / | 18.23 | 23.36 | 8.90 |
| 浙江 | 0.44 | / | / | / | 0.44 | / | / |
| 安徽 | 320.28 | 149.98 | 141.33 | 4.68 | 447.31 | 18.05 | 141.55 |
| 福建 | 12.79 | 11.90 | 0.88 | 9.53 | 14.60 | 1.30 | 0.14 |
| 江西 | 11.77 | 20.61 | 8.46 | 8.11 | 23.36 | 9.22 | 0.15 |
| 山东 | 324.73 | 56.74 | 23.66 | 31.24 | 308.86 | 22.94 | 42.09 |
| 台湾 | 缺 | | | | | | |
| 河南 | 561.21 | 221.14 | 137.36 | 44.87 | 387.05 | 349.69 | 138.10 |
| 湖北 | / | 1.34 | 0.70 | / | 1.18 | 0.86 | / |
| 湖南 | 23.42 | 17.99 | 3.94 | 15.74 | 25.50 | 3.57 | 0.54 |
| 广东 | 4.13 | 2.81 | 2.17 | 1.32 | 4.89 | 2.00 | 0.90 |
| 广西 | 4.43 | 7.88 | 5.33 | 6.42 | 8.43 | 2.32 | 0.47 |
| 海南 | 0.01 | / | / | / | / | / | 0.01 |
| 四川 | 68.50 | 111.31 | 123.98 | 6.08 | 148.72 | 72.59 | 76.40 |
| 贵州 | 1414.18 | 411.66 | 70.06 | 574.10 | 1255.54 | 67.26 | / |
| 云南 | 192.04 | 205.77 | 40.06 | 53.56 | 343.81 | 29.42 | 11.08 |
| 西藏 | 1.26 | 4.08 | 2.75 | / | / | 7.17 | 0.92 |
| 陕西 | 1127.47 | 325.28 | 578.35 | 386.59 | 1480.04 | 6.35 | 158.12 |
| 甘肃 | 1184.96 | 86.14 | 157.77 | / | 120.76 | 1307.35 | 0.76 |
| 宁夏 | 753.96 | 823.99 | 143.16 | 256.51 | 1184.90 | 279.60 | 0.10 |
| 青海 | 146.58 | 73.37 | 160.47 | / | 118.85 | 257.36 | 4.21 |
| 新疆 | 6753.10 | 7786.90 | 3497.30 | 4N.60 | 10993.30 | 5829.40 | 810.00 |
| 全国 | 19138.30 | 20252.93 | 6129.81 | 4853.21 | 24317.92 | 13494.23 | 2855.68 |
| % | 42.0 | 44.5 | 13.5 | 10.7 | 53.4 | 29.6 | 6.3 |

**（5）按预测资源量的埋深区分，垂深 1000m 以浅的为 $18440.48\times10^8$t，占预测资源总量的 40.5%；埋深 10m ~ 1500m 的 $13403.75\times10^8$t，占 29.4%；埋深 1500 ~ 2000m 的 $13676.81\times10^8$t，占 30.1%。本次预测的煤炭资源量埋深大于 1000m 的占总量的 59.5%，这部分预测资源量在相当长的时间里是难以考虑进行找煤普查的（表 3 – 3 – 13）。**

**表 3 – 3 – 13　各省（区）预测资源量按埋深统计表**　　**（单位：$\times10^8$t）**

| 省(区) | 预测资源量 | 埋深 < 1000m | | 埋深 1000 ~ 1500m | | 埋深 1500 ~ 2000m | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 合　计 | 其中可靠级 | 合　计 | 其中可靠级 | 合　计 | 其中可靠级 |
| 北京 | 86.72 | 50.33 | 24.17 | 25.46 | 12.11 | 10.93 | 1.04 |
| 天津 | 44.51 | / | / | 6.43 | / | 38.09 | / |
| 河北 | 601.30 | 45.91 | 22.00 | 191.76 | 79.66 | 363.72 | 62.17 |
| 山西 | 3899.18 | 1344.51 | 1068.66 | 1233.67 | 1052.91 | 1321.00 | 217.58 |
| 内蒙古 | 12250.43 | 3114.22 | 1738.96 | 4227.31 | 1691.27 | 4908.90 | 167.89 |
| 辽宁 | 59.27 | 26.07 | 2.05 | 33.20 | 10.65 | / | / |
| 吉林 | 30.03 | 19.35 | 4.63 | 10.68 | 3.43 | / | / |
| 黑龙江 | 176.13 | 106.44 | 44.28 | 69.69 | 11.87 | | |
| 上海 | / | / | / | / | / | / | / |
| 江苏 | 50.49 | 10.38 | 1.65 | 22.52 | 9.9090 | 17.59 | 5.84 |
| 浙江 | 0.44 | / | / | 0.44 | 0.44 | / | / |
| 安徽 | 611.59 | 71.98 | 55.00 | 307.31 | 190.50 | 232.30 | 74.78 |
| 福建 | 25.57 | 22.92 | 11.57 | 2.65 | 1.22 | / | / |
| 江西 | 40.84 | 30.64 | 9.11 | 10.20 | 2.66 | / | / |
| 山东 | 405.13 | 86.30 | 69.65 | 162.28 | 121.5454 | 156.55 | 133.54 |
| 台湾 | 缺 | | | | | | |
| 河南 | 919.71 | 130.48 | 81.99 | 363.76 | 244.27 | 425.47 | 234.95 |
| 湖北 | 1.04 | 1.04 | / | / | / | / | / |
| 湖南 | 45.35 | 31.89 | 16.70 | 13.46 | 6.72 | / | / |
| 广东 | 9.11 | 5.81 | 2.95 | 3.30 | 1.18 | / | / |
| 广西 | 17.64 | 14.23 | 4.43 | 3.41 | / | / | / |
| 海南 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | / | / | / | / |
| 四川 | 303.79 | 170.63 | 52.08 | 127.17 | 16.42 | 5.99 | / |
| 贵州 | 1896.90 | 1062.01 | 866.56 | 504.88 | 459.56 | 330.01 | 88.06 |
| 云南 | 437.87 | 344.13 | 183.00 | 61.12 | 8.30 | 32.62 | 0.74 |
| 西藏 | 8.09 | 8.09 | 1.26 | / | / | / | / |
| 陕西 | 2031.10 | 575.70 | 498.99 | 887.10 | 628.48 | 568.30 | / |
| 甘肃 | 1428.87 | 132.81 | 35.48 | 497.37 | 445.26 | 798.69 | 704.22 |
| 宁夏 | 1721.11 | 296.29 | 115.81 | 405.14 | 144.81 | 1019.68 | 493.34 |

| 省(区) | 预测资源量 | 埋深 < 1000m | | 埋深 1000 ~ 1500m | | 埋深 1500 ~ 2000m | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 合　计 | 其中可靠级 | 合　计 | 其中可靠级 | 合　计 | 其中可靠级 |
| 青海 | 380.42 | 208.41 | 87.09 | 94.24 | 38.05 | 77.77 | 21.44 |
| 新疆 | 18037.30 | 10528.90 | 4170.70 | 4139.20 | 1495.70 | 3369.20 | 1086.70 |
| 全国 | 45521.04 | 18440.48 | 9169.10 | 13403.75 | 6676.9911 | 113676.81 | 3292.29 |

## （四）与第二次煤田预测结果的比较

第二次全国煤田预测是在 1981 年完成并提出报告的，使用的资料截至到 1975 年末。该报告的全国预测资源量为 $44927.08 \times 10^8$t，加上 1975 年末全国累计已发现煤炭资源（即当年的“累计探明储量”）$5665.11 \times 10^8$t，当年全国煤炭资源总量为 $50592.19 \times 10^8$t。

本次煤炭资源预测工作使用的资料截至 1992 年末。当年累计已发现的煤炭资源为 $10444.59 \times 10^8$t，加上本次预测资源量 $45521.04 \times 10^8$t，1992 年末全国煤炭资源总量为 $55965.63 \times 10^8$t，比第二次煤田预测时的资源总量增加 $5373.44 \times 10^8$t。

各省（区）煤炭资源总量的比较情况见表 3 – 3 – 14。需注意的是，该表中的数字为已发现煤炭资源数量（即累计“探明储量”）与预测资源量之和，反映各省（区）在两次煤田预测中煤炭资源总量的变化情况，同在本书其他章节中的各项统计所使用的已发现并保有的资源数量（即“保有储量”）不同。

从表 3 – 3 – 14 可以看出，各省（区）资源总量的变化情况差别较大。有 12 个省（区）的煤炭资源总量比前次增加，共增加 $7060.52 \times 10^8$t。新疆和内蒙古增加最多，均超过 $2000 \times 10^8$t，这主要是通过对大型含煤盆地的综合研究，结合地面物探和深部的石油钻孔资料，发现含煤性变好，含煤面积扩大。陕西增加的幅度也较大，主要是通过对鄂尔多斯含煤盆地聚煤规律研究，结合深部石油钻孔资料，扩大了资源远景。贵州、青海、四川的资源总量增加也较多，主要是通过区域煤田地质调查，扩大了预测含煤面积取得的。河南、宁夏、云南、江西等省的资源总量也有所增加。天津、海南是从原河北、广东省划出来的。

有 17 个省（区）的资源总量比前次减少，共减少 $1687.08 \times 10^8$t。减少量较多的是山西、山东、甘肃、河北、安徽等省，其原因是通过这十多年的地质研究与普查勘探，否定了一批原来的预测区或原预测的资源数量；辽宁、吉林、黑龙江三省本次预测深度由前次的 2000m 改为 1500m，从而减少了预测资源数量。南方各省（区）如广西、广东、江苏、湖南、福建等，预测资源也有较大幅度的减少，这主要是在本次工作中考虑了可采含煤率参数的修正，舍弃了可采含煤率在 40% 以下并且不连片的原预测资源量；浙江、湖北、西藏等省（区）在前次预测中所使用的含煤性偏大，本次根据实际资料进行了调整，预测资源量也相应减少。另外，台湾的煤炭资源总量在前次预测时为 $4.23 \times 10^8$t，由于近年情况不明，另外据已有资料，该省的煤层厚度一般均小于其他各省（区）所采用的“最低可采厚度”，故本次工作没有对台湾进行资源预测，缺该省的资源

总量数字。上海无预测资源。

表 3－3－14　第二、第三次煤田预测煤炭资源总量比较表　（单位：$\times 10^8$t）

| 省(区) | 本次 | 第二次 | 相差 | 省(区) | 本次 | 第二次 | 相差 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 北京 | 119.34 | 141.08 | －21.74 | 河南 | 1175.22 | 1137.75 | ＋37.47 |
| 天津 | 54.37 | / | ＋54.37 | 湖北 | 7.93 | 11.73 | －3.80 |
| 河北 | 803.74 | 1155.11 | －351.37 | 湖南 | 84.42 | 91.91 | －7.49 |
| 山西 | 6438.84 | 6829.49 | －390.65 | 广东 | 17.12 | 27.87 | －10.75 |
| 内蒙古 | 14489.08 | 12053.45 | ＋2435.63 | 广西 | 41.52 | 53.01 | －11.49 |
| 辽宁 | 147.11 | 161.59 | －14.48 | 海南 | 1.00 | / | ＋1.00 |
| 吉林 | 59.54 | 68.29 | －8.75 | 四川 | 448.96 | 380.21 | ＋68.75 |
| 黑龙江 | 392.51 | 449.27 | －56.76 | 贵州 | 2417.25 | 1866.04 | ＋551.21 |
| 上海 | / | / | / | 云南 | 684.26 | 674.20 | ＋10.06 |
| 江苏 | 92.87 | 103.74 | －10.87 | 西藏 | 9.02 | 15.49 | －6.47 |
| 浙江 | 2.08 | 5.02 | －2.94 | 陕西 | 3613.24 | 2922.48 | ＋690.76 |
| 安徽 | 893.94 | 1037.80 | －143.86 | 甘肃 | 1524.69 | 1905.43 | －380.74 |
| 福建 | 37.50 | 45.48 | －7.98 | 宁夏 | 2036.31 | 1990.77 | ＋45.44 |
| 江西 | 58.04 | 50.17 | ＋7.87 | 青海 | 423.68 | 195.89 | ＋277.79 |
| 山东 | 697.54 | 1004.59 | －307.05 | 新疆 | 19194.51 | 16210.10 | ＋2984.41 |
| 台湾 | / | 4.23 | －4.23 | 全国总计 | 55965.63 | 50592.19 | ＋5373.44 |

## （五）预测资源的找煤普查远景

本次预测我国煤炭资源在垂深 1000m 以浅的有 $18440.48 \times 10^8$t，垂深 1000～2000m 的还有 $27080.56 \times 10^8$t，合计 $45521.04 \times 10^8$t，显示了我国未发现煤炭资源的巨大潜力。在我国当前技术经济条件下，埋深 1000m 以浅的预测资源是有可能作为找煤普查对象的，而垂深在 1000m 以深的预测资源量，除个别情况以外，基本上没有现实的找煤意义。因此，研究找煤普查的远景主要针对垂深 1000m 以浅的这部分预测资源量。

根据预测结果统计，垂深 1000m 以浅的预测资源量可以分为四种情况：

（1）条件好的有山西、内蒙古、贵州、陕西、新疆等五省（区），预测资源量共为 $16625.34 \times 10^8$t。

（2）条件一般的为河南、山东、安徽、黑龙江、四川、宁夏、甘肃、云南、河北、北京等十个省（区、市），预测资源量共为 $1435.30 \times 10^8$t。

（3）条件差的为吉林、辽宁、福建、江西、湖南、广西等省（区），预测资源量共为 $145.10 \times 10^8$t。这些省（区）多属于资源贫缺区，因此虽然预测资源的规模小，但仍有一定的找煤普查价值。另青海的预测资源量 $208.41 \times 10^8$t 大多位处高寒地带，气候条件恶劣，交通困难，条件极差。

(4) 规模很小，地质条件复杂的有江苏、广东、海南、西藏、湖北等省（区），预测资源量仅 $26.33\times10^8$t。基本无找煤普查远景。浙江、天津无埋深浅于 1000m 的资源。

按找煤普查可行性分类的Ⅰ类预测区中埋深 1000m 以浅的预测资源量全国总计为 $3592.76\times10^8$t，其中 218 个预测区有可能作为近期找煤普查的“靶区”，其可靠级预测资源量共为 $2862.45\times10^8$t。这部分预测资源按煤类区分，褐煤 $356.91\times10^8$t，占 12.5%；低变质烟煤 $1204.15\times10^8$t，占 42.1%；中变质烟煤 $597.88\times10^8$t，占 20.9%；贫煤、无烟煤 $703.51\times10^8$t，占 24.5%。

在我国东部各省（市）中，江苏、浙江、湖北、海南等省均无可供近期找煤普查的“靶区”。辽宁、吉林、广东等省共有 9 个“靶区”，预测资源量仅 $2.48\times10^8$t。北京、河北、山东、河南、安徽等省（市）有 23 个“靶区”，预测资源量 $61.74\times10^8$t，其中有些为东部区带中资源规模相对较大、条件较好的找煤普查“靶区”。福建、江西、湖南、广西等省（区）有 60 个“靶区”，预测资源量 $26.03\times10^8$t，以湖南省的一些煤产地预测资源规模及找煤前景相对较好，其他省（区）虽也有一些预测区可以作为“靶区”，但资源规模甚小，分布零星，条件也差。此外，黑龙江 17 个“靶区”，预测资源量 $25.20\times10^8$t，其中褐煤占一半以上，三江－穆棱含煤区有一定的气煤资源。总的来说，东部区带主要找煤“靶区”多位于老矿区外围和深部。本次工作开始以来的几年里，有一些预测区已经开始了普查勘探工作。因此，今后东部区的找煤普查前景并不乐观，也不会取得重大突破。

晋陕蒙（西）区仍将是今后找煤普查的重点区域。该三省（区）共有 62 个“靶区”，预测资源量 $2129.17\times10^8$t。其中山西 8 个“靶区”的预测资源量 $629.83\times10^8$t，在河保偏、离柳、乡宁煤产地的已勘区深部及外围均有一定的找煤普查目标，以中变质烟煤为主；潞安、阳城、沁水、霍东等煤产地的深部则以无烟煤为主。陕西有 18 个“靶区”，预测资源量 $353.32\times10^8$t，其中四分之三为陕北、黄陵、永陇的侏罗纪不粘煤；渭北韩城、澄合、蒲白等矿区的石炭－二叠纪煤 $72.50\times10^8$t，以高变质贫煤、无烟煤为主。内蒙古有 35 个“靶区”，预测资源量 $1118.84\times10^8$t，其中分布在东部海拉尔盆地群的 8 个“靶区”均为褐煤产地，预测资源量约 $76\times10^8$t；二连盆地群胜利、二连、伊利乌素等地也以褐煤为主，预测资源量达 $267\times10^8$t 左右；鄂尔多斯盆地北部的东胜、乌兰格尔、准格尔等地以不粘煤、弱粘煤为主，预测资源量达 $765.70\times10^8$t。

西南地区的川、贵、云三省有 45 个“靶区”，预测资源量 $411.78\times10^8$t，其中贵州六盘水及织纳区共 21 个“靶区”，预测资源量 $360.27\times10^8$t，以烟煤、无烟煤为主。云南有 12 个“靶区”，预测资源量 $47.85\times10^8$t，大多数为滇东恩洪的中变质烟煤。

西北地区的预测资源量规模较大。但甘肃和青海两省基本上没有具有近期找煤普查价值的“靶区”；宁夏区有 4 个“靶区”，预测资源量 $69.73\times10^8$t，以贺兰山石炭井、石嘴山的中变质烟煤和鄂尔多斯盆地西部灵武的不粘煤资源为主；新疆的找煤“靶区”以乌鲁木齐、艾维尔沟和达板城一带 3 个靶区的气煤、焦煤为主，资源量 $168.90\times10^8$t。

可供找煤普查“靶区”的预测资源按煤类分布状态如表 3－3－15 所示。

表 3－3－15　类预测区中埋深浅于 1000m 的可靠级预测资源分布状态　　（单位：$\times 10^8$t）

| 评价区、省(区)名 | 预测资源量 | 按煤类区分 | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 褐煤 | 低变质烟煤 | 中变质烟煤 | 贫煤、无烟煤 |
| 东北区 | 112.46 | 89.89 | 12.12 | 9.93 | 0.52 |
| 辽　宁 | 0.30 | 0.30 | / | / | / |
| 吉　林 | I.03 | / | / | 1.03 | / |
| 黑龙江 | 25.20 | 13.64 | 2.66 | 8.90 | / |
| 内蒙古东部 | 85.93 | 75.95 | 9.46 | / | 0.52 |
| 晋陕蒙(西)区 | 2016.06 | 258.11 | 1064.94 | 219.39 | 473.62 |
| 山　西 | 629.83 | / | 38.99 | 192.36 | 398.48 |
| 陕　西 | 353.32 | / | 260.25 | 17.93 | 75.14 |
| 内蒙古西部 | 1032.91 | 258.11 | 765.70 | 9.10 | / |
| 华东区 | 39.20 | / | 0.38 | 21.71 | 17.11 |
| 江　苏 | / | / | / | / | / |
| 浙　江 | / | / | / | / | / |
| 安　徽 | 2.55 | / | / | 2.55 | / |
| 福　建 | 8.35 | / | / | / | 8.35 |
| 江　西 | 6.45 | / | 0.38 | 1.78 | 4.29 |
| 山　东 | 21.85 | / | / | 17.38 | 4.47 |
| 京津冀区 | 9.49 | / | 5.27 | 1.36 | 2.86 |
| 北　京 | 2.86 | / | / | / | 2.86 |
| 天　津 | / | / | / | / | / |
| 河　北 | 6.63 | / | 5.27 | 1.36 | / |
| 中南区 | 40.23 | 0.33 | 0.54 | 10.56 | 28.80 |
| 河　南 | 22.43 | / | 0.39 | 4.52 | 17.54 |
| 湖　北 | / | / | / | / | / |
| 湖　南 | 8.50 | / | 0.15 | 0.64 | 7.71 |
| 广　东 | 1.15 | 0.33 | / | / | 0.82 |
| 广　西 | 2.73 | / | / | / | 2.73 |
| 海　南 | / | / | / | / | / |
| 西南区 | 411.78 | 8.58 | / | 239.23 | 163.97 |
| 四　川 | 3.66 | / | / | 3.51 | 0.15 |
| 贵　州 | 360.27 | / | / | 196.96 | 163.31 |
| 云　南 | 47.85 | 8.58 | / | 38.76 | 0.51 |
| 西　藏 | / | / | / | / | / |
| 西北区 | 238.63 | / | 120.90 | 101.10 | 6.63 |
| 甘　肃 | / | / | / | / | / |
| 宁　夏 | 69.73 | / | 51.30 | 1.80 | 16.63 |
| 青　海 | / | / | / | / | / |
| 新　疆 | 168.90 | / | 69.60 | 99.30 | / |
| 全国合计 | 2862.45 | 356.91 | 1204.15 | 597.88 | 703.51 |

## 第二节　华北赋煤区煤炭资源预测

华北赋煤区位于我国中、东部，北起阴山－燕山，南至秦岭－大别山，西至桌子山－贺兰山－六盘山，东临渤海、黄海。包括北京、天津、河北、山西、山东诸省市及宁夏、甘肃的东部，河南、陕西大部，江苏与安徽的北部和内蒙古的中、南部。东西长1300km，南北宽800～1000km，面积$102.2\times10^4km^2$。区内22个含煤区，石炭－二叠纪、侏罗纪及少量第三纪煤的含煤面积$24.48\times10^4km^2$。

赋煤区内以北京、郑州为枢纽，形成联结南北、贯穿东西的铁路、公路交通网。秦皇岛、塘沽、烟台、青岛、石臼所、连云港等均为我国东部沿海对外沟通的重要港口。

建国以来，赋煤区内进行了大量的煤田地质工作，建成了一批煤炭企业。全国55个国有重点煤矿（矿务局）就有36个在赋煤区内，是我国目前最重要的煤炭基地，在国民经济中占有举足轻重的地位。

石炭－二叠纪太原组、山西组广泛分布于全区，为区内主要含煤地层。太原组以海陆交互相沉积为主，在鄂尔多斯的北西缘为陆相沉积。北纬38°线以北的大同、平朔、准格尔、桌子山－贺兰山，和河北保定－开平一线为富煤区，可采总厚达20～40m；北纬38°～35°之间的吕梁、晋中、邯郸和山东一带的含煤性中等，可采总厚3～8m；35°带以南厚度变薄，可采总厚一般不足3m。山西组以陆相沉积为主，含煤1～3层，鄂尔多斯东缘的中南段、晋南、晋东南及太行山东麓、豫西、鲁西南等地发育较好，主采煤层厚达3～6m。

早二叠世下石盒子组为陆相沉积，北纬35°以北基本不含可采煤层，以南于河南、山东、安徽南部开始形成可采煤层，自北向南增多，厚度变大。上统上石盒子组仅在乎顶山、淮南一带含可采煤层，厚2～6m。

晚三叠世瓦窑堡组含薄煤或煤线30层，仅子长一带含可采、局部可采煤层1～3层，总厚1.5～3.5m。

中侏罗世延安组/大同组/义马组，分别于鄂尔多斯盆地、晋北宁武－大同和豫西出露，并含可采煤层。延安组大面积分布于鄂尔多斯盆地中、西部。山西北部大同－宁武的大同组在大同矿区含可采煤层6～8层，宁武以南变薄，含可采煤层2层，单层厚1m左右。在豫西，义马组仅分布于义马一带，含可采煤层3～5层。北部大青山早、中侏罗世召沟组、五当沟组含煤层7～12层，总厚30～40m。

早白垩世青石砬组在冀北隆化张三营含煤1～4层，局部可采，不稳定。固阳组仅赋存于阴山中段。

老第三纪含煤地层有晋南垣曲白水村组，冀西曲阳和涞源斗军湾灵山组，鲁东黄县组/五图组和豫东的东营组、馆陶组等。以鲁东黄县组/五图组较为重要。

赋煤区位于华北地台的主体部位，西部为鄂尔多斯含煤盆地，东部为华北（山西）环渤海（冀、鲁、皖）含煤盆地（群）。按晚古生代煤系后期变形特征分属于外环挤压变形区、中环以褶皱为主体的变形区和内环伸展变形区。

中环西部鄂尔多斯含煤盆地主体构造变形微弱，呈向西缓倾的单斜，环绕盆地边缘有缓波状褶曲，断层稀少，构造简单。中环东部吕梁山－太行山之间以山西隆起为主体的石炭－二叠纪含煤区变形略强，以轴向北东和北北东的宽缓波状褶皱为主，边翼较陡，伴有同褶皱轴向的张性（局部挤压）为主的高角度正断层。煤层赋存于复式向斜中，如大同－宁武、沁水、霍西等含煤盆地，构造中等。太行山以东进入冀、鲁、皖内环伸展变形区，构造变形强烈，从西向东，太行山东麓、豫北、鲁西北、鲁中、鲁西南至徐淮，以断块构造为其特征，断层密集，局部推覆构造发育，褶皱紧密，构造中常－复杂，中生代岩浆岩侵入比较广泛，煤的区域岩浆热和接触变质规律明显。北、西、南外环带挤压变形剧烈，为构造复杂区。

华北赋煤区石炭－二叠纪煤主要受深成变质作用的影响，在一些地区迭加岩浆热变质作用，煤变质分带明显。鄂尔多斯盆地东缘黄河以西的韩城、吴堡、府谷、准格尔，依次为无烟煤（局部）与贫煤、焦煤、气肥煤和气煤、长焰煤；黄河以东的乡宁、离柳、河保偏依次为瘦煤、焦煤与1/3焦煤、肥煤、气煤与长焰煤，从南向北煤变质程度趋浅。西及西北缘的横城、韦州、马连滩、石嘴山、乌海、乌达，煤的变质情况比较复杂，无烟煤、贫煤、瘦煤、焦煤均有分布，分带不明显。吕梁山以东的煤类也比较复杂，总的趋势是南部围绕晋东南、豫西、豫东、太行山东麓南段为中心的高变质无烟煤带，向南东、北、北东方向逐渐过渡为瘦煤－焦煤－肥煤。北部大同－宁武、太行山东麓中段，及北京、唐山，以中变质程度的气煤、气肥煤为主，有少量肥煤。

石炭－二叠纪煤多以低中－中灰（15%～25%）、特低硫或低硫（山西组煤）及中硫（太原组煤）为其特征。三叠纪瓦窑堡组多为中灰（15%～25%）、低磷（0.012%）、低硫（0.65%）、高油（12.3%）气煤。中侏罗世延安组煤多为低变质不粘煤和长焰煤，陕北、东胜一带煤大部灰分小于10%，属特低灰煤，硫分绝大部分小于1%，属特低、低硫煤，磷不超过0.05%，多属低磷煤，发热量25～29MJ/kg。早白垩世固阳组（阴山）、青石砬组（冀北）及第三纪煤以中灰、低－中硫褐煤为主，少量长焰煤。

各含煤区的预测资源多分布于已勘区和开发区的外围或延深部分。含煤地层出露地区多已进行大、中比例尺（1/5千～1/2.5万）地质填图，新生界大面积掩盖区以找煤为目的地面物探（地震、电法、航磁、重力）及遥感地质解译多有覆盖。石油地质部门在冀中、鲁中进行的区域物探和找油参数孔，可供解译深部地质及煤田预测借鉴。近年完成的华北和鄂尔多斯盆地的聚煤规律和资源评价专题研究，为本次预测提供了理论和实际依据。有关各省（区）的资源预测多在分矿区（煤田）编图的基础上进行，预测依据可靠，可信度较高。

赋煤区内22个含煤区，48个煤田和104个煤产地，共487个预测区，预测面积$17.73\times10^4km^2$，预测资源量$21462.41\times10^8t$。

华北赋煤区预测煤炭资源按含煤地质时代区分，侏罗纪煤$11404.55\times10^8t$，其次为石炭－二叠纪煤$9952.25\times10^8t$，第三纪煤$63.76\times10^8t$，三叠纪煤$27.20\times10^8t$，白垩纪煤$13.82\times10^8t$，晚二叠世煤$0.83\times10^8t$。按煤类区分，低变质烟煤$10427.66\times10^8t$，其次为中变质烟煤$6898.51\times10^8t$，高变质煤$4063.44\times10^8t$，褐煤$72.80\times10^8t$。

华北赋煤区各含煤区预测资源量的分级、分类及其分布情况见表3－3－16及图

3－3－16。

表 3－3－16　华北赋煤区预测煤炭资源汇总表　（单位：$\times 10^8$t）

| 含煤区 | 预测含煤面积 $\times 10^4$km$^2$ | 预测资源量 | 按级别区分 | | | 按类别区分 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 可靠级 | 可能级 | 推断级 | Ⅰ类 | Ⅱ类 | Ⅲ类 | Ⅳ类 |
| 其他(00) | 0.02 | 0.89 | 0.09 | 0.45 | 0.35 | | | 0.27 | 0.62 |
| 阴山(01) | 0.11 | 24.67 | 6.83 | 3.52 | 14.32 | | 9.56 | 4.50 | 10.61 |
| 桌子山－贺兰山(02) | 0.38 | 725.95 | 296.32 | 318.49 | 111.14 | 32.51 | 381.69 | 82.99 | 228.76 |
| 鄂盆北部(03) | 5.67 | 9421.98 | 2627.30 | 6794.68 | | 734.78 | 3937.87 | 4127.66 | 621.67 |
| 鄂盆西部(04) | 2.04 | 2673.86 | 1819.6 | 685.58 | 168.63 | 224.00 | 968.89 | 1480.97 | |
| 黄陇(05) | 0.22 | 98.70 | 40.64 | 27.70 | 30.36 | 55.18 | 13.03 | 0.13 | 30.36 |
| 陕北(06) | 1.14 | 865.25 | 853.18 | 12.07 | | 2K.64 | 633.66 | 5.95 | |
| 渭北(07) | 0.65 | 413.25 | 105.57 | 113.05 | 194.63 | 105.77 | 180.59 | | 126.89 |
| 鄂盆东缘(08) | 1.40 | 1956.95 | 1194.12 | 372.42 | 390.41 | 423.97 | 1112.55 | n5.11 | 145.32 |
| 大宁(09) | 0.18 | 327.61 | 102.49 | 156.02 | 69.10 | | 316.39 | | 11.22 |
| 霍西(10) | 0.25 | 189.37 | 24.74 | 144.44 | 20.19 | | 31.80 | 137.38 | 20.19 |
| 沁水(11) | 1.67 | 1954.41 | 1145.37 | 773.89 | 35.15 | 898.84 | 982.50 | 73.07 | |
| 恒山五台山(12) | 0.03 | 14.58 | | 14.58 | | | | 11.75 | 2.83 |
| 豫西(13) | 0.73 | 451.30 | 134.83 | 105.56 | 210.91 | 40.14 | 235.97 | 17.79 | 157.40 |
| 豫东(14) | 0.35 | 113.08 | 174.26 | 38.82 | | | 72.93 | 134.30 | 5.85 |
| 太行山东麓(15) | 0.23 | 209.33 | 80.54 | 115.41 | 13.38 | 1.03 | 60.61 | 112.57 | 35.12 |
| 冀北(16) | 0.20 | 34.13 | 16.10 | 9.77 | 8.26 | 7.10 | 4.54 | 14.85 | 7.64 |
| 京唐(17) | 0.21 | 2m.81 | 113.41 | 16.05 | 73.35 | 6.30 | 158.57 | 0.28 | 37.66 |
| 冀中平原(18) | 0.35 | 405.00 | 70.79 | 139.50 | 194.71 | | 127.76 | 86.62 | 190.62 |
| 豫北鲁西北(19) | 0.96 | 484.16 | 404.10 | 51.80 | 28.26 | 21.16 | 265.75 | 137.79 | 59.46 |
| 鲁中(20) | 0.04 | 18.24 | 16.74 | 1.50 | | 1.94 | 12.17 | 4.13 | |
| 鲁西南(11) | 0.25 | 106.19 | 68.31 | 27.26 | 10.62 | 8.14 | 67.77 | 7.83 | 22.45 |
| 徐淮(22) | 0.65 | 670.70 | 335.94 | 182.16 | 152.60 | 9.41 | 466.15 | 45.64 | 149.50 |
| 合计 | 17.73 | 21462.41 | 9631.32 | 10104.72 | 1726.37 | 2795.91 | 10045.75 | 6761.58 | 1867.17 |



图 3-3-1　华北陆煤区资源分布图

# 一、阴山含煤区

## （一）概况

阴山含煤区（HB01）位于内蒙古自治区中部的临河－包头－呼和浩特一线以北，西至乌拉特中旗，东至集宁，北至阴山北坡，南止阴山南缘，东西延展长 120km，南北宽 10～80km，含煤面积 1398km$^2$。包括大青山、集宁煤田及昂根、阴山中段等煤产地。其中大青山煤田包头矿区的勘探程度高，开发强度大；昂根、阴山中段、集宁等煤产地的勘探开发程度较低。

## （二）地质特征

含煤地层　阴山含煤区含煤地层为石炭－二叠纪栓马桩组，早－中侏罗世五当沟组、召沟组，早白垩世固阳组及第三纪汉诺坝组。栓马桩组在大青山煤田含煤 20 层左右，可采 7～10 层，多厚煤层，单层最大煤厚达 40 余米，煤层总厚一般为十几米至二十几米，最厚可达 80 余米，厚度变化大，不稳定，结构复杂。五当沟组、召沟组在大青山、阴山中段及昂根煤产地均有分布，含煤 12 组 30 多层。五当沟组在大青山煤田含 7 个煤组，其中 G 煤组较稳定，煤厚 0～5.64m，平均 3.60m，Ⅰ煤组厚 0～10.04m，平均 4.90m，J 煤组厚 0.73～3.06m，平均 1.70m，K 煤组厚 0～14.39m，平均 3.20m，C 煤组厚 0.27～4.62m，平均 1.59m；召沟组在大青山煤田含 5 个煤组，煤层总厚约 5.5m，其中 B 煤组为主要可采，平均总厚 3.75m，分布较广，较稳定。固阳组主要分布于阴山中段，上下两个煤组含煤 12 层，可采 4～7 层，上煤组 A 煤厚 0.4～2.47m，下煤组 D 煤厚 0.35～8.15m，均为全区可采；下煤组 C 煤厚 0.5～5.95m，局部可采；其余均为不稳定或极不稳定局部可采煤层。集宁煤田第三纪汉诺坝组含 3～5 个煤组，下部的 A 煤组在玫瑰营子一带由 11 层煤组成，最大厚度 11.68m；中部的 C 煤组在马连滩由 1～16 层煤组成，煤层总厚 1.23～11.78m；其余煤组均为局部可采，稳定性差。

构造　含煤区位于华北地台北缘外环挤压变形区。西部昂根煤产地为向西南开口的喇叭形向斜构造盆地，西北侧为倾向北西、向南东推掩的冲断层。阴山中段煤产地西部的营盘湾区由北西西向的一系列倒转向斜组成，其间近东西向逆冲断裂发育，南缘为低角度冲断层，北缘为冲断带。大青山煤产地总体为轴向北东东、轴面倒转南倾的不对称向斜，北翼缓，南翼陡，断层南北对冲，南北两端构造复杂，伴有花岗岩体侵入。

煤质　栓马桩组煤以焦煤为主，有少量瘦煤。原煤灰分 18.55%～26.17%，硫分 0.63%～0.70%，发热量 23.23～29.44MJ/kg，为中灰、特低硫中变质烟煤。五当沟组、召沟组煤以弱粘煤为主，有气煤及焦煤，原煤灰分 18.62%～32.95%，硫分 0.35%～0.47%，发热量 22.42～25.40MJ/kg，为中灰、特低硫低－中变质烟煤。固阳组与第三纪煤均为褐煤。集宁煤产地第三纪煤灰分 20%～46.65%，硫分 0.59%～8.5%，发热量 16.65～17.92MJ/kg。

### （三）煤炭资源预测

含煤区已做过不同程度的地质工作，有的预测区内有小煤窑开采或有个别钻孔控制。预测资源埋藏较浅，但因构造比较复杂，故推断级占半数以上。全区 17 个预测区，预测面积 1082km$^2$，预测资源量 $24.67 \times 10^8$t。其中石炭－二叠纪预测区面积 26km$^2$，预测资源量 $2.96 \times 10^8$t；侏罗纪预测区面积 106km$^2$，预测资源量 $3.43 \times 10^8$t；白垩纪预测区均分布于阴山中段煤产地，预测面积 192km$^2$，预测资源量 $3.92 \times 10^8$t；集宁第三纪预测区面积 758km$^2$，预测资源量 $14.36 \times 10^8$t。预测资源量按煤类区分，以第三纪褐煤为多，共 $18.29 \times 10^8$t，占 58.2%；其他为不粘煤 $0.32 \times 10^8$t，弱粘煤 $3.29 \times 10^8$t，焦煤 $2.55 \times 10^8$t，无烟煤 $0.23 \times 10^8$t。

### （四）预测可信度及找煤普查前景

含煤区可靠级预测资源量 $6.83 \times 10^8$t，占全区预测资源的 27.7%，总体可信度不高；埋深浅于 1000m 的预测资源量 $22.38 \times 10^8$t，占 90.7%，但以褐煤为主，且无Ⅰ类预测区，基本无找煤普查前景。

## 二、桌子山－贺兰山含煤区

### （一）概况

桌子山－贺兰山含煤区（HB02）位于宁夏北部，沿黄河两侧分布，北跨内蒙古桌子山与阿拉善左旗，南至宁夏韦州，包括宁夏萌城、韦州、石沟驿、横城、石炭井、石咀山及内蒙古阿拉善左旗、桌子山等 8 个煤田/煤产地，含煤面积 4752km$^2$。区内进行过一定程度的地质工作和生产开发，生产矿区主要在北部的桌子山、石咀山煤田及石炭井与阿拉善左旗等煤产地内，南部的横城、韦州、萌城等煤产地均尚未开发。

### （二）地质特征

含煤地层　区内含煤地层为石炭－二叠纪太原组、山西组与中侏罗世延安组。

太原组为海陆交互相沉积，一般含煤 9～25 层，可采 2～13 层，总厚 3.67～18.15m；在宁夏呼鲁斯太含煤 16～25 层，可采 4～13 层，可采总厚 6.18～15.12m。山西组为陆相沉积，在北部贺兰山煤产地含煤 1～5 层，总厚 6.21～16.77m；南部横城、韦州煤产地含煤 3～6 层，厚 6.72～12.57m。延安组在石炭井煤产地的汝箕沟煤层发育较好，含煤 7～9 层，可采总厚 33.65～40.52m；在石沟驿一带含煤 13 层；其余煤产地一般分布面积小，煤层薄，多为不可采或局部可采煤层。

构造　含煤区位于华北地台西缘外环变形区，西以青铜峡－固原断裂为界，与秦祁褶皱带相邻，主要由南北向逆冲构造带、银川地堑、贺兰山复向斜、桌子山横山堡逆冲带组成。贺兰山复向斜为两个向斜夹一个背斜，褶皱轴面东倾，向东变为倒转。银川地堑由贺兰山东麓断裂与黄河断裂组成，主体构造走向北东，地堑东西两侧发育北北东向

断裂，向地堑中心呈阶梯状。桌子山－横山堡逆冲带为北北东向，由内蒙古向南延伸至宁夏青龙山，断面东倾，向西逆冲，间夹叠瓦状不完整褶皱。各煤产地多为向斜或不完整向斜构造，轴向北东－北北东，地层倾角北部较为平缓，南部增大，多在45°左右。

煤质　石炭－二叠纪煤从气煤至无烟煤均有，但以焦煤与贫煤无烟煤占多。太原组煤灰分14.13%～46.21%，硫分0.28%～7.33%，磷0.01%～0.05%，以中灰、中硫、低磷、高热值煤为主；山西组煤灰分20.34%～30.53%，硫分0.49%～0.91%，以中灰、特低硫煤为主。延安组在汝箕沟一带为无烟煤，阿拉善、石沟驿一带煤类变化较大，从长焰煤至无烟煤均有，灰分6.86%～12.67%，硫分0.19%～0.33%，发热量32.72MJ/kg，为低－特低灰、特低硫、高热值烟煤、无烟煤。汝箕沟优质无烟煤驰名中外，为高热稳定性特优质无烟煤产地。

### （三）煤炭资源预测

预测区内含煤地层出露清楚，深部有石油钻孔见到煤系及煤层；“鄂尔多斯盆地聚煤规律及资源评价”研究报告为资源预测提供了重要依据；有一部分预测区则是结合逆冲推覆构造的分析研究圈出。预测区多分布于各煤产地的探明区或开发区的外围延深部分，部分地区进行过电法与地震勘探或1/5万地质填图，施工有少量控制钻孔，预测依据可靠。全区共圈定33个预测区，预测面积3832km$^2$，预测资源量$725.95\times10^8$t。其中石炭－二叠纪预测面积3581km$^2$，预测资源量$715.74\times10^8$t；侏罗纪预测面积251km$^2$，预测资源量$10.21\times10^8$t。按煤类区分，长焰煤$1.03\times10^8$t，不粘煤$6.35\times10^8$t，气煤$36.63\times10^8$t，肥煤$11.37\times10^8$t，焦煤$371.56\times10^8$t，瘦煤$24.79\times10^8$t，贫煤$142.56\times10^8$t，无烟煤$131.66\times10^8$t。

### （四）预测可信度及找煤普查前景

全区可靠级预测资源量$296.32\times10^8$t，占全区预测资源的40.8%，其中石炭－二叠纪煤的预测可信度较高，侏罗纪煤的预测可信度较低。埋深浅于1000m的预测资源$208.98\times10^8$t，占28.8%，其中Ⅰ类区预测资源量$18.43\times10^8$t，可供在近期选择进行找煤普查。

## 三、鄂尔多斯含煤盆地

### （一）概况

鄂尔多斯含煤盆地区划为北部（HB03）、西部（HB04）、陕北（HB06）、黄陇（HB05）、东缘（HB08）及渭北（HB07）等6个含煤区，以侏罗纪煤为主，兼有石炭－二叠纪煤和少量三叠纪煤，含煤面积合计$14.5\times10^4$km$^2$。

北部含煤区地处内蒙古南部伊克昭盟，东、北界为黄河，西抵贺兰山，南为省（区）界。包括正在开发的准格尔、东胜煤田及乌兰格尔煤产地，含煤面积62368km$^2$。

西部含煤区地跨甘肃的东部和宁夏的南部地区，包括甘肃华亭煤田和安国－峡门、

庆阳、砂井子，以及宁夏固原、盐池、灵武－马家滩等7个煤产地，以侏罗纪煤为主，含煤面积21818km$^2$，华亭、灵武－马家滩一带勘探开发程度较高，宁夏盐池与甘肃庆阳煤产地位于深部，为未开发区。

陕北含煤区位于陕西北部，北、西至陕蒙交界，东南为侏罗纪煤层赋存边界，包括新民、神北、榆林、榆横、安边、定边等6个侏罗纪煤产地和子长、牛武三叠纪煤产地，含煤面积28765km$^2$，其中神北、新民等煤产地的勘探开发程度较高。

黄陇含煤区位于陕西中部，北西起陕甘边界，南至侏罗纪煤剥蚀露头，东至葫芦河，地跨宝鸡与咸阳地区，自东向西有黄陵、焦坪、旬耀、彬长、永陇等5个矿区/煤产地，侏罗纪含煤面积5230km$^2$，其中黄陵、焦坪矿区的勘探开发程度较高，大多已进行了精查勘探，旬耀、彬长则以普查、找煤程度为主。

渭北含煤区位于渭河以北，东以黄河与山西乡宁矿区相隔，南为煤层露头线，北以埋深2000m为界，地跨韩城、铜川、蒲城等市（县），自东而西有韩城、澄合、蒲白、铜川等4个矿区，石炭－二叠纪含煤面积8011km$^2$。各矿区开发历史久，勘探程度高，开采强度大，大部已进行了详、精查勘探，仅深部尚未勘探开发。

东缘含煤区位于晋陕两省交界，沿黄河分布，北起山西河曲，南至河津禹门口，东界为煤层露头，西界绥德－佳县－神木一线为煤层埋深2000m线，包括陕西府谷、吴堡及山西河保偏、离柳、乡宁等5个矿区/煤产地，石炭－二叠纪含煤面积18814km$^2$。其中山西境内的3个矿区的勘探程度较高，离柳为正在建设中的新矿区，陕西境内的府谷、吴堡煤产地地质工作程度较低。

## （二）地质特征

含煤地层　主要含煤地层为中侏罗世延安组及石炭－二叠纪太原组、山西组，子长一带的晚三叠世瓦窑堡组含可采煤层，但分布不广。

延安组有5个煤组，在盆地北部的东胜、神木发育良好，含可采煤层8～11层，可采总厚5.9～21.6m；在南部黄陇和西部灵武－马家滩、固原、华亭以及深部的盐池、庆阳一带含可采煤层1～4层，可采总厚3.0～13.8m。石炭－二叠纪太原组、山西组在盆地的东部发育，沉积稳定，其北段内蒙古准格尔、山西河保偏一带含厚煤层（组）2～4层，分层可采厚2.8～10.6m，总厚可达25m左右；中段离柳一带含可采煤层3～5层，单层厚1.3～2.6m，以中厚煤层为主，可采总厚达11.4m；南段乡宁及陕西渭北煤田含可采煤层4～6层，单层厚1.5～7.0m，可采总厚约8～11m。晚三叠世瓦窑堡组在陕西子长、大理河凹陷区沉积较厚，含薄煤层多达32层，大部不可采或局部可采，厚0.3～2.9m，分布局限。

构造　鄂尔多斯含煤盆地处于华北地台西部以褶皱为主体的构造变形区。北部、东缘含煤区及陕北、黄陇中生代含煤区位于华北地台中环弱挤压变形带的西部变形区。北部含煤区以短轴宽缓褶曲构造为主，地层倾角一般5～15°。东缘含煤区位于吕梁褶带西侧，以褶皱变形为主，呈向西倾的单斜构造，其东侧挤压变形较强，褶皱、断裂较发育。陕北含煤区和黄陇含煤区基本呈向西和向北倾的单斜，倾角平缓，一般5°左右。

西部的灵武－鸳鸯湖－萌城、韦州以至华亭一带中生代含煤区位于华北地台西缘较

强挤压带，发育一组南北走向的逆冲推覆带，自西向东依次为丁家梁背斜与向斜、枣泉背斜、马家滩向斜、鸳鸯湖背斜，以及青龙山－平凉逆冲推覆带的青龙山复背斜、韦州复向斜等，褶曲两翼倾角一般 20～30°。华亭煤田位于西南缘南北向和东西向构造交汇端，呈“S”形略向西南突出逆冲断裂组，其间为轴向北北西－北西的赋煤向斜。惠安堡－砂井子断裂之南盐池及其南部以至庆阳煤产地则为鄂尔多斯台坳的主轴位置，为弱挤压褶皱变形区。

渭北含煤区位华北地台南缘外环强挤压带西部挤压变形区，渭北煤田的南部边缘为向北西逆冲的强烈推覆带，北西深部地层倾角变缓，呈陡边平底的单斜构造形态。

煤质　北部和东缘含煤区的石炭－二叠纪煤的变质程度自北而南递增，从长焰煤至无烟煤都有。北部含煤区的准格尔与东缘含煤区北段的河保偏区为中灰、特低硫－中硫、高热值长焰煤、气煤、1/3 焦煤，陕西境内吴堡、府谷深部有部分肥煤、焦煤、瘦煤，灰分 21.90%～28.84%，硫分 0.28%～1.92%，发热量 21.57～22.57MJ/kg；东缘中段离柳区为中灰、特低硫－高硫、高热值肥煤、焦煤，深部预测有瘦煤，灰分 19.01%～25.95%，硫分 0.43%～2.92%，发热量 25.05～28.80MJ/kg；东缘南段乡宁区为中灰、特低－特高硫瘦煤、贫煤及无烟煤，灰分 17.70%～21.91%，硫分 0.42%～3.47%，发热量 27.61～28.51MJ/kg。渭北含煤区石炭－二叠纪煤为中－高灰、低－特高硫、高热值贫瘦煤、贫煤及无烟煤，灰分 16.00%～25.70%，硫分 0.50%、9.29%。陕北含煤区的中侏罗世煤以低灰、特低硫、高热值长焰煤、弱粘煤为主，灰分一般小于 10%，硫分小于 0.8%，发热量 24.32～28.02MJ/kg，大部为优质动力用煤。黄陇含煤区为低－中低灰、低－中硫长焰煤与弱粘煤，灰分 10.85%～18.65%，灰分 0.56%～2.24%，发热量 25.07～27.78MJ/kg。西部含煤区多为低－中灰、低硫长焰煤，灰分 10.40%～21.52%，硫分 0.43%～1.07%，发热量 24.32～28.02MJ/kg。

陕北含煤区子长煤产地的晚三叠世煤为中灰、低硫气煤，灰分 14.61%～19.02%，硫分 0.40%～0.56%，焦油产率 8%以上，粘结性由北向南增加。

## （三）煤炭资源预测

鄂尔多斯含煤盆地既有从整体着眼的综合性研究成果《鄂尔多斯盆地聚煤规律及煤炭资源评价》及其有关的分省、专题成果，又有大规模的不同工作程度的煤田地质勘探和煤矿开发资料，以及石油天然气勘查与研究成果，为盆地内各含煤区的煤炭资源预测提供了比较充分的地质和实践依据。盆地内 6 个含煤区共圈定 87 个预测区，预测面积 $11.13\times10^4km^2$，预测资源量 $15429.99\times10^8t$，其中中侏罗世煤 $11298.16\times10^8t$，石炭－二叠纪煤 $4105.04\times10^8t$，晚三叠世煤 $26.79\times10^8t$。按煤类区分，低变质烟煤 $10390.70\times10^8t$，中变质烟煤 $3989.11\times10^8t$，高变质煤 $1050.18\times10^8t$。

## （四）预测可信度及普查找煤前景

6 个含煤区内的预测可信度不一，以陕北含煤区为最高，可靠级预测资源量 $853.18\times10^8t$，占 98.6%；其余依次为西部含煤区 $1819.65\times10^8t$，占 68.1%；东缘含煤区 $1194.12\times10^8t$，占 61.0%；黄陇含煤区 $40.64\times10^8t$，占 41.2%；北部含煤区 $2627.30\times$

$10^8$t，占 27.9%；渭北含煤区 $105.57\times10^8$t，占 25.6%。各含煤区埋深浅于 1000m 的预测资源量分别为北部含煤区 $985.83\times10^8$t，其中Ⅰ类区 $734.78\times10^8$t；西部含煤区 $218.54\times10^8$t，其中Ⅰ类区 $75.81\times10^8$t；黄陇含煤区 $68.34\times10^8$t，其中工类区 $55.18\times10^8$t；陕北含煤区 $252.43\times10^8$t，其中Ⅰ类区 $225.64\times10^8$t；渭北含煤区 $102.08\times10^8$t，其中Ⅰ类区 $90.11\times10^8$t；东缘含煤区 $626.09\times10^8$t，其中Ⅰ类区 $297.41\times10^8$t。

从整体上看，鄂尔多斯含煤盆地的预测资源的规模大，可信度高，地质条件好，其中可供近期选择进行找煤普查的埋深浅于 1000m 的Ⅰ类区预测资源合计达 $1478.93\times10^8$t，为煤炭工业建设发展战略西移的重要基地。

## 四、山西含煤盆地

### （一）概述

山西含煤盆地包括山西大宁（HB09）、霍西（HB10）、沁水（HB11）及恒山五台山（HB12）等 4 个含煤区，大宁含煤区为侏罗纪及石炭－二叠纪双纪煤田，霍西、沁水为石炭－二叠纪煤田，含煤面积合计 $3.71\times10^4$km$^2$；恒山五台山含煤区有含煤地质时代为石炭－二叠纪、中侏罗世、老第三纪的 6 个零星煤产地，含煤面积合计仅 332km$^2$。

大宁含煤区位于山西北部，北起大同西，南至娄烦、岚县，南北长 250km，东西宽 20～30km，地跨左云、怀仁、右玉、山阴、朔州、宁武、静乐等市县。包括大同煤田口泉、大同南部及宁武煤田平朔、朔州、宁武、轩岗、岚县、静乐等 8 个矿区/煤产地，含煤面积 5566km$^2$。本区的勘探开发程度较高，勘探开发面积已占含煤区总面积 67.4%。口泉、平朔等煤矿区大部分已进行了详、精查，大同、口泉煤矿区的开发历史悠久，开发规模大；平朔安太堡露天煤矿驰名中外，均为全国著名的特大型现代化煤炭生产基地。轩岗、岚县、静乐等矿区/煤产地的勘探程度也较高，轩岗煤矿区亦为国有重点煤矿区。静乐煤产地的侏罗纪煤勘查程度则低。

霍西含煤区位于山西中南部吕梁山、太岳山之间，沿介休－临汾间汾河两岸分布。地跨孝义、介休、灵石、交口、汾阳、汾西、霍州、洪洞、蒲县、临汾、襄汾、曲沃等市县，包括霍西煤田的汾孝、灵石、霍州、蒲县、临汾与襄汾等 6 个矿区/煤产地，含煤面积 5136km$^2$。汾孝、霍州、灵石等矿区为已勘探开发区，其中以汾孝、霍州矿区的勘探开发程度较高。蒲县煤产地仅做过比例尺 1/5 万的地质填图，区内煤层浅部露头大部已为地方小煤窑开采。

沁水含煤区位于山西东南部，北至阳曲、孟县，南至阳城、翼城，东至太行山西麓的昔阳、襄垣、陵川一线，北至古交，南北长约 300km，东西宽约 150km，地跨太原、阳泉、晋中、长治、晋城、临汾等 32 个市县。包括东北部太原西山煤田的古交、西山、清交及西南部沁水煤田的东山、孟县－寿阳、阳泉、昔阳－左权、武乡－襄垣、潞安、长治、高平－陵川、晋城、阳城、沁水、翼城、霍东等 16 个矿区/煤产地，含煤面积 26394km$^2$。本区周边的浅部区多已勘探开发，勘探开发区面积占含煤区总面积 34.9%，其中勘探开发程度较高的为太原西山、古交、阳泉、潞安、晋城等 5 个矿区。区内有西

山、阳泉、潞安、晋城矿务局所属的国有重点大型现代化煤矿，太原东山矿区为国有地方煤矿开发。

恒山五台山煤产地位于山西东北部的五台山与恒山之间，由浑源、灵邱、五台、广灵、阳高、繁峙等6个零散分布的小煤产地组成。浑源煤产地部分进行过详查，繁峙煤产地进行过找煤普查工作。除繁峙煤产地外，各煤产地均有小煤矿开采。

## （二）地质特征

含煤地层　大宁含煤区主要含煤地层为中侏罗世大同组及石炭－二叠纪太原组、山西组；霍西、沁水含煤区仅为石炭－二叠纪太原组、山西组；恒山五台山含煤区中的浑源、五台、灵丘等煤产地含煤地层为太原组和山西组，阳高为早白垩世羊投崖组，广灵为大同组，繁峙的老第三纪繁峙组含褐煤。

大宁含煤区北部的大同组在口泉矿区含煤多达17层，以薄－中厚煤层为主，主要可采6层组，总厚14.6m。宁武煤田中部大同组煤层少且薄，局部可采1～3层，厚1.0～2.8m左右。全区太原组含可采煤层5～8层，总厚28.9～31.2m，南部静乐一带稍薄，总厚19.6m。山西组含局部可采煤层1～3层，厚0～1.95m。霍西、沁水含煤区太原组煤层沉积稳定，含煤2～5层，可采总厚4.2～9.6m，以薄－中厚煤层为主；山西组含可采、局部可采煤层1～3层，可采总厚2.4～5.5m，在霍县、长治、高平、晋城一带有中厚煤层，单层厚3.5～6.0m。

恒山五台山含煤区浑源、五台煤产地太原组含煤2～6层，可采总厚4.5～9.5m，以浑源发育较好，并夹含油页岩。繁峙一带的繁峙组形成于玄武岩喷发间隙，含3～5层薄煤层，单层厚0.6～0.9m。阳高羊投崖组仅含局部可采薄煤层，且多不可采。

构造　大宁含煤区位于华北地台北中环弱挤压褶皱变形区东部的北带，为北东向的向斜含煤盆地，中北部被洪涛山背斜分割成两部分，北部大同向斜即大同煤田，南部宁武向斜即宁武煤田。宁武向斜的中南部受两侧北东与北北东向的春景洼－西马坊与芦家庄－娄烦逆冲断裂的切割，形成轴向相同的似箱形向斜构造，两翼地层倾角增大，向斜轴部保留有早－中侏罗世地层，外侧为石炭－二叠纪地层。轴部及南北两端地层平缓，伴有宽缓褶曲与中、小型断裂构造。

霍西含煤区即霍西煤田，位于西中环东部弱挤压褶皱变形区的西南部，吕梁复背斜南端东翼，汾渭地堑汾河下游两侧。西侧以紫荆山断裂与鄂尔多斯东缘含煤区分界，东侧为太岳山－霍山断裂。区内总体构造形态为轴向近南北的宽缓向斜，东部断裂构造发育，以北东向为主，中部伴有较大的近东西向断裂。二峰山岩浆岩侵人体对该处煤层有一定的破坏作用。

沁水含煤区位于西中环东部南带弱挤压褶皱变形区，四周分别为太行山、太岳山与中条山、五台山隆起。区内主要由沁水复向斜、太原－晋中断陷、西山向斜三部分组成。太原－晋中断陷位于西山与沁水两向斜之间，为新生代断陷盆地，属汾渭断陷系的一部分，断陷中心在清徐、交城、文水一带，断陷内阶梯状断裂发育，断陷中心落差4000～5000m以上。除北部的太原与西南部的汾阳、介休的小范围外，煤层埋深都大于2000m。太原西山为轴向近南北的梨形复式向斜，由中部狮子河－马兰向斜与西部的水

峪贯－泉泉寺向斜组成，主向斜向南、南南东倾伏，两翼倾角多平缓，西翼倾角较大，西南边缘局部变陡。西北部有燕山期狐偃山与祁县岩浆岩侵入。沁水复向斜主轴近南北向，两翼倾角平缓，南北两端较为宽阔，小型褶曲与波状起伏发育。西北、西南及东南边缘为北北东、北东向断裂切割，中南部发育一组近东西向断裂，区内以宽缓褶曲为主，伴有中小型断裂。

恒山五台山为中环北东带五台、恒山隆起中的断陷或断块凹陷区带，周边断裂发育，多形成孤立零星的剥蚀残留小煤产地。

煤质　大同矿区的大同组煤多为低－中低灰、特低－低硫高热值弱粘煤或不粘煤，灰分 7.33%～23.26%，一般小于 10%，硫分 0.49%～1.13%，发热量 30MJ/kg 左右。

大宁含煤区太原组、山西组煤以气煤为主，南部轩岗、静乐、岚县一带出现肥煤与 1/3 焦煤，深部预测可能为焦煤、瘦煤，灰分 24.17%～27.74%，硫分 0.42%～2.07%，发热量 31MJ/kg 左右，为中－高灰、低硫、高热值。

霍西含煤区太原组煤的煤类有气煤、肥煤、焦煤、瘦煤、贫煤与无烟煤，以肥煤、焦煤为主，次为气煤与瘦煤。煤灰分 13.81%～30.77%，硫分 1.12%～3.41%，发热量 34.33～36.34MJ/kg，多为中灰、中－高硫煤。山西组煤的煤类与太原组基本相同，但肥煤、焦煤等中变质烟煤比重有所增多，煤灰分 17.04%～21.76%，硫分 0.43%～0.46%，发热量 35.06～36.34MJ/kg，多为中灰、特低硫煤。

沁水含煤区太原组、山西组煤的煤类包括肥煤、焦煤、瘦煤、贫煤与无烟煤，其中西北部主要为焦煤、瘦煤与肥煤，向东南过渡为贫煤与无烟煤；东翼北部以无烟煤与贫煤为主，浅部有少量瘦煤与焦瘦煤；含煤区中部的两翼以瘦煤、贫煤为主，有少量焦煤；整个沁水向斜的中深部及南部以无烟煤为主，部分为贫煤。太原组煤灰分在含煤区西北部 16.70%～24.28%，东北部 16.86%～27.14%，南部 X.15%～23.53%；硫分在西北部 1.32%～2.37%，东北部 1.24%～2.28%，南部 2.11%～2.55%；发热量一般在 31MJ/kg 左右，多为中灰、中－高硫煤。山西组煤变质程度略低于太原组煤，煤类与太原组煤基本相同，灰分在西北部 21.05%～29.32%，东北部 19.8%～20.26%，南部 17.52%；硫分在西北部 0.33%～0.99%，东北部 0.51%～1.94%，南部 0.4%，为中灰、低－特低硫烟煤或无烟煤。

恒山浑源太原组煤为中高灰、中－高硫、高热值含油长焰煤，灰分 33.89%，硫分 0.83%～3.10%；五台太原组煤为肥煤。广灵大同组煤为长焰煤。繁峙组和阳高羊投崖组煤均为褐煤。

## （三）煤炭资源预测

大宁含煤区北部大同煤田侏罗纪煤已经全面开发，石炭－二叠纪煤也均已勘探，无预测区。宁武煤田的轩岗、静乐、岚县的已勘区外围根据区域地质填图及少量控制钻孔进行预测，4 个预测区面积 1816km$^2$，预测资源量 $327.61\times10^8$t，均为气煤和焦煤。其中石炭－二叠纪煤 $316.39\times10^8$t，侏罗纪煤 $11.22\times10^8$t。

霍西含煤区的灵石矿区与蒲县煤产地无预测区。临汾、汾孝、霍州、襄汾等 4 个煤产地/矿区根据区域地质填图和已勘区外推，圈定 6 个预测区面积 2456km$^2$，预测资源量

$189.37\times10^8$t，均为石炭－二叠纪煤。按煤类区分，肥煤 $27.17\times10^8$t，焦煤 $35.95\times10^8$t，瘦煤 $38.88\times10^8$t，贫煤 $18.44\times10^8$t，无烟煤 $68.93\times10^8$t。

沁水含煤区内太原西山煤田已全部勘探，无预测区。沁水煤田则主要根据区域地质调查和深部石油、煤层气普查控制钻孔和地震资料，沿周边已勘和生产区向深部进行预测。全区预测面积 16673km$^2$，预测石炭－二叠纪煤 $1954.41\times10^8$t；按煤类区分，焦煤 $21.30\times10^8$t，瘦煤 $47.45\times10^8$t，贫煤 $212.12\times10^8$t，无烟煤 $1673.54\times10^8$t。

恒山五台山含煤区仅在浑源、繁峙煤产地根据当地煤矿和煤田地质填图资料圈定 6 个预测区，预测面积 264km$^2$，预测资源量 $14.58\times10^8$t，其中石炭－二叠纪煤 $11.75\times10^8$t，第三纪煤 $2.83\times10^8$t；按煤类区分，长焰煤 $11.75\times10^8$t，褐煤 $2.83\times10^8$t。

### （四）预测可信度及找煤普查前景

沁水煤田可靠级预测资源量 $1145.37\times10^8$t，占 58.6%，全区预测可信度较高，并且资源规模较大。浅于 1000m 的预测资源量 $523.10\times10^8$t，其中工类区预测资源量 $348.09\times10^8$t，具有相当好的找煤普查前景。宁武煤田可靠级预测资源量 $102.49\times10^8$t，占 31.3%，全区预测可信度一般，但资源规模较大，其浅于 1000m 的预测资源量 $179.61\times10^8$t。霍西含煤区可靠级预测资源量 $24.74\times10^8$t，占 13.1%，可信度较差，其浅于 1000m 的预测资源量 $111.50\times10^8$t。大宁、霍西含煤区无可供近期找煤普查的工类预测区。

## 五、豫西、豫东含煤区

### （一）概况

豫西含煤区（HB13）位于河南西部，其范围大致为中条山以南，京广铁路以西，伏牛山以北，包括豫西的济源、陕渑－义马、新安、宜洛、偃龙、荥巩、登封、新密、临汝、禹县、平顶山，以及山西垣曲、平陆等 13 个矿区/煤产地，含煤面积 9799km$^2$。全区已勘探开发区面积 2478km$^2$，占含煤区总面积的 26%，其中河南境内各煤产地的勘探开发程度均较高，山西垣曲、平陆煤产地勘探开发程度较低。

豫东含煤区（HB14）位于河南东部陇海铁路南侧，京九铁路之西，包括通许、郸城两个煤产地，含煤面积 3469km$^2$。全区均为新生界松散层覆盖，煤系埋藏较深，尚未勘探开发。

### （二）地质特征

含煤地层　主要为石炭－二叠纪太原组、山西组和石盒子组，另有早－中侏罗世义马组与老第三纪渐新世白水组。豫西含煤区太原组含可采煤层 2 层，厚 1.0～3.5m，在陕渑－义马、济源以及宜洛、临汝一带煤层厚度较薄。山西组的下部为主要含煤段，含主要可采煤层 1～2 层，厚 2.9～5.9m。下石盒子组含 4 个煤组，在一顶山、禹县一带有 3 层可采煤层，厚 1.2～4.3m。上石盒子组含两个煤组，在平顶山、新密一带含可采煤层 1～2 层，厚 0.36～1.74m。太原组、山西组及石盒子组在豫东含煤区共含 9 个煤组

（段），含煤 25 层左右，其中山西组下部含主要可采煤层 1～2 层，厚 2.5～6.5m；太原组含薄煤层 5～8 层，单层厚 0.3～1.2m，多不可采；石盒子组以含薄煤层为主，局部可采。义马组仅分布于陕渑－义马矿区，中上段含 1、2 号煤，厚 4.1～8.5m。山西垣曲成家坡组（白水组）含局部可采的不稳定褐煤 13 层。

构造　豫西含煤区位于华北地台南中环带的西部褶皱滑覆变形区，含煤区北为近东西向紫陵－封丘断层通过济源煤产地，南侧为东西向的开封坳陷带，由东向西延伸至含煤区的北部，西南有岸上－襄郏平移断裂，自北西至东南斜贯全区，切割了陕渑－义马、新安、宜洛、临汝、登封、平顶山、禹县等煤产地。区内重力滑动构造发育，褶皱与断裂构造均较复杂，主要断裂多为北西向，褶皱多为近东西向，地层倾角 5～25°，一般 10～20°，含煤区内局部有岩浆岩体侵入。豫东含煤区为介于东西向的开封坳陷与周口坳陷之间的通许隆起构造，地层倾角一般不大于 45°，局部 60～70°，以发育北西向正断裂为主，断裂间伴有宽缓小型褶曲。

煤质　豫西含煤区石炭－二叠纪煤为瘦煤－无烟煤，以贫煤与无烟煤为主，西南部有焦煤与瘦煤，向北东方向煤变质程度加深，大面积过渡为贫煤与无烟煤。煤灰分 11.91%～30.03%，西北及西南部较高，中部及北部稍低。太原组煤为中灰，个别为低灰；山西组煤以中灰为主；石盒子组煤灰分明显增高。硫分一般在 2% 以上，东部较低，西部较高，高的可达 3%～4%。上部煤层的发热量较低，多为 20.71～26.74MJ/kg，下部煤层一般为 30MJ/kg。豫东含煤区石炭－二叠纪煤推测以无烟煤为主，有少量贫煤与瘦煤。

义马组煤多为中灰、特低－中硫、低－中磷长焰煤。山西垣曲成家组煤为褐煤。

## （三）煤炭资源预测

豫西含煤区在河南的各煤产地的大部分地区都进行过地震、电法勘探，部分做过重磁、重力、电测深工作，预测区多分布于已勘区或开发区的相邻及延深部分，预测区内有钻孔控制，部分预测区的钻孔较多。山西境内的两个煤产地仅有 1/20 万比例尺区调成果，垣曲煤产地进行过 112.5 万比例尺煤田地质填图，有少数小窑开采石炭－二叠纪煤层的浅部。全区 89 个预测区，预测面积 7321km$^2$，预测资源量 $451.30\times10^8$t。其中石炭－二叠纪预测资源量 $437.70\times10^8$t，侏罗纪 $3.75\times10^8$t，第三纪 $9.85\times10^8$t。按煤类区分，褐煤 $9.85\times10^8$t，长焰煤 $3.75\times10^8$t，气煤 $5.03\times10^8$t，肥煤 $18.84\times10^8$t，焦煤田，$32\times10^8$t，瘦煤 $149.60\times10^8$t，贫煤 $70.91\times10^8$t，无烟煤 $124.00\times10^8$t。

在豫东含煤区范围内，先后有煤炭、石油、地矿、化工等地质工作部门进行过不同规模的电法、地震、重力、航磁、遥感地质与钻探工作，有 1/10 万～1/20 万比例尺的重力、航磁测量及近 30000km 的地震剖面，百余个钻孔，其中深孔近 60 个。本次依据地面物探成果，结合控制钻孔，根据区域煤层沉积规律研究圈定含煤区，进行资源预测。全区 5 个预测区，预测面积 3469km$^2$，预测资源量 $213.08\times10^8$t，全为石炭－二叠纪煤。其中瘦煤 $5.85\times10^8$t，贫煤 $9.31\times10^8$t，无烟煤 $197.92\times10^8$t。

## （四）预测可信度及找煤普查前景

豫西含煤区在河南境内的可靠级预测资源量 $134.83\times10^8$t，分散于 11 个矿区/煤产

地内，占全区预测资源量的 39.4%，预测可信度尚可；埋深浅于 1000m 的预测资源 $140.15\times10^6$t，其中Ⅰ类区预测资源 $31.87\times10^8$t，具有一定的找煤普查前景。山西境内的平陆、垣曲煤产地以褐煤、长焰煤为主，无可靠级预测资源量，无近期找煤普查前景。

豫东含煤区可靠级预测资源量 $174.26\times10^8$t，占全区预测资源的 81.8%，但埋深浅于 1000m 的预测资源量仅 $6.69\times10^8$t，近期找煤普查的可能性不大。

## 六、太行山东麓含煤区

### （一）概况

太行山东麓含煤区（HB15）位于河北西部，依太行山东麓呈南北向条带分布，南起河南沁阳、武陟（焦作煤田），大致沿京广－铁路向北经石家庄至保定。地跨河南焦作、新乡、鹤壁、安阳，河北磁县、邯郸、武安、石家庄、井陉、保定等市，包括焦作、鹤壁、峰峰、邯郸、邢台、井陉、保定等 7 个矿区/煤产地，含煤面积 4140km$^2$。各矿区/煤产地都已进行了大规模的勘探与开发，勘探开发面积 1822km$^2$，占含煤区总面积的 44.5%，其中以邢台、邯郸煤矿区开发程度为高。

### （二）地质特征

含煤地层　含煤地层为石炭－二叠纪太原组、山西组。太原组下段及中上段含可采煤层 3～5 层，厚 2.06～5.82m。山西组一般含煤 1～3 层，厚 5.51～6.95m。

构造　含煤区位于华北地台中环带东缘太行山隆起赞皇复背斜的东翼，为走向近南北、向东倾斜的单斜，整体呈“S”形南北展布。地层倾角一般 10～25°，局部受断层影响变陡，断裂发育，多为高角度正断层。含煤区内有岩浆岩侵入。

煤质　石炭－二叠纪煤包括焦煤－无烟煤各煤类。其中山西组煤在武安至沙河主要为无烟煤或天然焦，向南、北分别依次出现贫煤、贫瘦煤、瘦煤、焦煤及肥煤。煤层灰分一般为 15%～30%，其中井陉、元氏煤产地以中灰为主，向北和向南增高；焦作矿区以特低灰、特低－低硫无烟煤为主。太原组煤多为中灰、高硫煤，变质程度高于山西组煤，煤类分布与山西组煤基本相似，局部可见有反常现象。

### （三）煤炭资源预测

含煤区内各预测区多分布于已勘区和开发区的外围延深部分。各煤田/矿区的勘探开发程度都较高，预测区内有钻孔控制。峰峰煤田除有零星找煤孔外，还作过地面物探工作。井陉、元氏煤产地做过地震，但效果差；保定深部有三叠系出露，浅部有小煤矿开采，预测区内有钻孔控制。永阳深部预测区在滑脱构造覆盖下，有钻孔证实；横岐深部预测区有钻孔探及下二叠统，预测依据可靠。此外，华北石炭－二叠纪含煤地层聚煤规律研究课题对含煤区的沉积环境及煤层发育规律有比较深入的研究。7 个煤田/煤产地共 40 个预测区，预测面积 2318km$^2$，预测资源量 $209.33\times10^8$t，均为石炭－二叠纪煤。

其中气煤 $28.23 \times 10^8$t，肥煤 $20.56 \times 10^8$t，焦煤 $5.03 \times 10^8$t，瘦煤 $16.97 \times 10^8$t，贫煤 $15.26 \times 10^8$t，无烟煤 $123.28 \times 10^8$t。

### （四）预测可信度及普查找煤前景

含煤区可靠级预测资源量 $80.54 \times 10^8$t，占全区预测资源的 38.5%，可信度较高，但大部埋藏较深，其埋深浅于 1000m 的资源为、$17.90 \times 10^8$t，其中Ⅰ类区资源仅 $1.03 \times 10^8$t，可供近期找煤普查的余地不大。

## 七、冀北含煤区

### （一）概况

冀北含煤区（HB16）位于河北北部燕山南麓，西起蔚县、万全，东至平泉、宽城，地跨张家口、涿鹿、赤城、滦平、兴隆、承德等市（县），包括蔚县、宣化煤田及万全、兴隆、承德等煤矿区，含煤面积 2468km$^2$。

### （二）地质特征

含煤地层　含煤地层有晚石炭世马圈子组、晚石炭世－早二叠世张家庄组、早二叠世荒神山组、茂山组，以及早侏罗世杏石口组、早－中侏罗世下花园组、早白垩世西瓜园组（青石碴组）、老第三纪灵山组。各含煤地层的含煤性见表 3－3－17。

表 3－3－17

| 含煤时代 | 含煤层组 | 含煤层数 | 厚度 | 含煤性 |
|---|---|---|---|---|
| 老第三纪 | 灵山组 | | | 下段含煤线，中段含不稳定煤层，多不可采 |
| 早白垩世 | 西瓜园组（青石碴组） | 一般 0～3 层 | 0.3～6.2m | |
| 早－中侏罗世 | 下花园组 | 中部为主要含煤层段．含煤 1～6 层 | 2.3～4.8m | |
| 早侏罗世 | 杏石口组 | 3～6 层 | 最厚约 2m | 东部含煤性较好 |
| 早二叠世 | 茂山组 | 1～3 层 | 3.9～6.0m | |
| | 荒神山组 | 2 层 | 1.1～10m | 含煤性不稳定 |
| 晚石炭世－早二叠世 | 张家庄组 | 3 层 | 1.0～1.7m | |
| 晚石炭世 | 马圈子组 | 3 层 | 0.7～2.5m | |

构造　含煤区位于华北地台北缘外环挤压变形区，古北口－平泉断裂南侧，燕山断裂带的北西部延阳隆起。煤系分布在小型凹陷与断陷中，地层倾角乎缓。东部的兴隆－

平泉复向斜呈东西向，北翼为近东西向的武厂－雅沟逆冲推覆构造，部分寒武－奥陶系和中新元古界向南逆冲于中侏罗统之上，上覆系统构造复杂，下伏系统构造简单。中部的庙梁逆冲推覆构造，上覆系统由中上元古界组成，下伏系统由下花园组与髫髻山组火山岩组成，整体为近东西向的宽缓向斜，两翼倾角 20～40°。

煤质　晚石炭世煤多为中灰、中－高硫煤，煤类为气煤－无烟煤，以肥煤、1/3 焦煤为主。其中茂山组煤多为低－中灰、特低－低硫气煤－贫煤，以肥煤为主。杏石口组煤为长焰煤。下花园组煤在东部为气煤－无烟煤，以气煤、气肥煤为主；西部为褐煤，局部因受岩浆岩侵入影响有少量贫煤与无烟煤。宣下煤产地主要为长焰煤、气煤，次为不粘煤及弱粘煤，局部受岩浆岩侵入影响出现瘦煤、贫煤与无烟煤，煤灰分 8.75%～37.35%，以中灰为主，硫分多小于 1%。早白垩世煤与老第三纪煤均为褐煤。

### （三）煤炭资源预测

含煤区以坳陷、断陷控煤为主，部分为推覆构造控煤。西部的蔚县、宣化、万全等煤田/煤产地的预测区多处于老矿区外围，蔚县北部曾进行过找煤；宣西进行过电法工作；八北预测区有煤矿与小窑开采。东部的兴隆、承德煤田预测区以推覆构造控煤为主，部分为褶皱控煤与断陷盆地控煤，局部有石炭－二叠纪地层出露，东南部预测区多为生产矿区的延深部分，兴隆预测区进行过电磁频率测深。5 个煤田/煤产地共 24 个预测区，预测面积 2028km$^2$，预测资源量 $34.13\times10^8$t。其中石炭－二叠纪煤 $8.66\times10^8$t，侏罗纪煤 $15.57\times10^8$t，白垩纪煤 $9.90\times10^8$t。按煤类区分，褐煤 $8.35\times10^8$t，长焰煤 $6.02\times10^8$t，气煤 $11.89\times10^8$t，肥煤 $7.87\times10^8$t。

### （四）预测可信度及找煤普查前景

含煤区可靠级预测资源量 $16.10\times10^8$t，占全区的 47.2%，可信度较高；埋深浅于 1000m 的 $23.59\times10^8$t，占 69.1%，其中Ⅰ类区预测资源 $6.63\times10^8$t，但分布零散，规模不大，煤层稳定性差，地质构造比较复杂，找煤普查难有大的突破。

## 八、京唐含煤区

### （一）概况

京唐含煤区（HB17）位于河北东北部，西起北京髫髻山－庙安岭，东至唐山柏各庄，地跨北京、天津市及河北昌平、顺义、通县、三河、平谷、蓟县、玉田、丰润、唐山、滦县、昌黎等市县，包括京西、京东三河、蓟玉、开滦煤田及柳江煤产地，含煤面积 3114km$^2$。区内已勘探开发区面积 1034km$^2$，占含煤区总面积的 29.2%，主要分布在京西、开滦等煤田/矿区，均为开发多年的老矿区。

### （二）地质特征

含煤地层　含煤地层为晚石炭世开平组、早二叠世赵各庄组、大苗庄组及早－中侏

罗世下花园组。开平组含煤 2～5 层，厚 1.8～3.5m；在东部柳江煤产地含煤 3～4 层。赵各庄组含煤 3～4 层，厚 1.4～5.9m。大苗庄组在京东三河区含煤 5 层，往东至开平含煤 6 层，厚 3.6～6.0m；北京地区上、中杨家屯煤系的层位与大苗庄组相当，含煤 1～3 层。下花园组下部含可采煤层 1～2 层，煤厚 2.6～11.6m，上部夹薄煤层；京东三河含煤 7 层，厚 28.67m。

构造　含煤区位于华北地台中环带北部以褶皱为主的变形区，北为燕山断褶带，西部属延阳断隆区。主要为褶曲伴有滑覆构造，均呈北东向，次级断裂与褶曲亦较为发育。东部北靠遵化复背斜，南以昌黎断层与昌平－宁河断层为界，与河北平原冀东沉降区相连，背、向斜呈雁列式排列，一般向斜规模较大，较为开阔，背斜相对较为紧闭，伴有北东向断层，局部次级褶曲与断裂发育。

煤质　石炭－二叠纪煤以气煤、气肥煤及肥煤为主，次为焦煤、贫煤与无烟煤。三河、柳江以无烟煤、贫煤为主，蓟玉以气煤－焦煤为主，开滦煤田浅部为气煤，深部为肥煤与焦煤，局部受岩浆岩影响为贫煤与无烟煤。赵各庄组 12 号煤灰分 10.88%～41.4%，硫分 0.43%～2.18%，发热量 33.6～34.28MJ/kg，属中高灰、中－高硫、高热值中变质烟煤。大苗庄组 9 号煤灰分 13.2%～36.91%，硫分 0.33%～2.13%，发热量 31.71～36.2MJ/kg，属低－中灰、特低－低硫、高热值的中、高变质烟煤与无烟煤。

下花园组煤多为长焰煤、气煤及不粘煤，主要为低－特低灰、特低－低硫的低、中变质烟煤。

### （三）煤炭资源预测

多数煤田/煤产地勘探及开发程度较高，预测区多处于已勘区或开发区的延深部分。髫髻山－庙安岭向斜南翼作过找煤工作，北岭向斜预测区含煤地层出露齐全，牛横山－长山预测区有物探资料，并经钻探证实，相邻深部有石油普查钻孔，其中有的钻孔见煤。

5 个煤田/煤产地共 16 个预测区，预测面积 2080km$^2$，预测资源量 $202.81\times10^8$t。其中石炭－二叠纪煤 $165.19\times10^8$t，侏罗纪煤 $37.62\times10^8$t。按煤类区分，不粘煤 $1.22\times10^8$t，气煤 $107.84\times10^8$t，肥煤 $1.76\times10^8$t，无烟煤 $91.99\times10^8$t。

### （四）预测可信度及普查找煤前景

京唐含煤区可靠级预测资源量 $113.41\times10^8$t，占全区预测资源的 55.9%，预测可信度较高；埋深浅于 1000m 的预测资源 $61.32\times10^8$t，其中工类区预测资源量 $5.65\times10^8$t，可供近期进行普查找煤的选择余地不大。

## 九、冀中平原含煤区

### （一）概况

冀中平原含煤区（HB18）位于河北中部，冀中平原的大部，包括津南、隆尧两个

煤产地，含煤面积 3472km²。含煤区地势平坦，全部为巨厚新生界松散层所覆盖。

### （二）地质特征

含煤地层　据含煤区内泊古 1 号孔资料，孔深 1433～1531m 穿过 80m 厚的含煤岩系，含煤 2 层，总厚 12m。南宫宫 2 号孔在 1566～1781m 孔深穿过 220m 厚的含煤岩系，见煤 12 层，总厚 19.4m，单层最大煤厚 4.8m。寨子区根据重力与地震资料，黄骅断陷的基底主要为石炭－二叠系及其上覆三叠系，有 2 个钻孔分别在 1230.5m 与 1249.5m 孔深见到晚石炭世煤系地层，并见到厚 1.5m 与 0.5m 的煤层。在海兴区庄 12 号孔 1145m 厚的新生界下穿过 205m 的石炭－二叠纪煤系。广宗区的巨鹿断凹中，经物探和钻探证实，新生界之下即为石炭－二叠纪或三叠纪地层。

构造　含煤区位于华北地台内环伸展变形区冀东沉降带，南北分别以昌平－宁河断裂与大名断裂为界，西至太行山山前断裂，全区被厚层新生界所覆盖。以其中部近东西向的衡水断裂为界，以北为由北北东向复式褶皱组成的冀东南沉降区，津南煤产地即位于武清－隼城复向斜以东，其间伴有北北东、北北西向的两组断裂；以南为临清断陷区，北北东向断裂发育，其中隆尧－清河以南构造比较简单，含煤区沿断陷、凹陷分布，地层走向北东，倾角平缓，含煤地层埋深颇大，推断煤类为气煤。

### （三）煤炭资源预测

含煤区为煤层埋藏较深的全掩盖区。虽然找煤工作起步较早，也曾圈定过预测区，但未得到验证。80 年代初期，在较全面地收集有关的区域地质调查、物探、钻探、科研等地质成果资料的基础上进行了分析研究，编制了汇编资料，并施工有 3 个地震参数孔，取得了石炭－二叠纪煤系和煤层的有关资料。本次工作进一步研究了区内的 138 个见煤钻孔及 100 多个构造控制钻孔的资料，为预测提供了一定的依据。10 个预测区均分布在巨厚新生界松散盖层下，预测面积 3472km²，资源量 $405.00 \times 10^8$t，均为石炭－二叠纪煤，煤类为气煤。

### （四）预测可信度及普查找煤前景

含煤区可靠级预测资源量 $70.79 \times 10^8$t，占全区预测资源的 17.5%，从总体看，预测可信度不高。埋深浅于 1000m 的预测资源量 $5.74 \times 10^8$t，仅占全区的 1.4%，且无Ⅰ类区预测资源，无近期找煤普查前景。

## 十、豫北鲁西北含煤区

### （一）概况

豫北鲁西北含煤区（HB19）位于河南的北部和山东的西北部，西起河南滑县－长垣，经山东聊城、淄博至黄县，北东向长 600 多 km，宽约 20～80km。包括山东济南、章丘、淄博、五图、坊子、黄县等煤田和阳谷－茌平区以及河南濮阳、文留、台前等煤

产地，含煤面积 11498km²。区内已勘探开发面积 1911km²，占含煤区总面积的 13.4%，其中淄博、坊子、章丘及黄县等煤田分别占 24.8% ~ 85.5%，濮阳、文留等煤产地尚未勘探开发。

## （二）地质特征

含煤地层　含煤地层有石炭 – 二叠纪太原组、山西组，早 – 中侏罗世坊子组，老第三纪五图组（黄县组、东营组）及新第三纪馆陶组。

太原组一般含煤 9 ~ 19 层，煤厚 3.5 ~ 15.84m，西南部为 2 ~ 4 层。山西组含煤 1 ~ 7 层，多为局部可采的薄煤层。

坊子组分布于坊子煤产地，下部含煤 5 层，可采 3 层，厚 6.06m。

五图组分布于五图煤产地，含煤 3 层，厚 3.4m。黄县组分布于黄县煤产地，上、下两个含煤段含煤 6 层，可采煤层总厚 11.97m。东营组分布于河南文留煤产地，含煤 1 ~ 4 层，煤厚 0.2 ~ 1.0m。馆陶组下部含煤 1 ~ 5 层，煤厚 0.5 ~ 2.0m。

构造　含煤区位于华北地台内环带南部坳陷伸展变形区，鲁中隆起西北部的阳谷 – 茌平、齐河 – 淄博凹陷与沂沭断裂带北部的潍坊凹陷内。区内构造以断裂为主，主要为北东、近东西及北西向三组高角度正断层，其中近东西向断层规模较大，最大落差在 1000m 以上。局部褶曲构造发育。地层走向自西向东为北北东 – 北东 – 近东西向，总体呈向北突出的弧形，向北倾伏，地层倾角一般小于 10°。局部有燕山期、喜马拉雅期岩浆岩侵入。

煤质　太原组各煤层以低 – 中灰、高硫煤为主，煤灰分在济南煤产地为 12，72% ~ 20.23%，淄博为 7.79% ~ 38.41%，章丘为 12.50% ~ 34.00%；硫分 1.03% ~ 4.26%。山西组煤灰分 5.44% ~ 35.07%，硫分一般 1%左右，以特低 – 低硫为主。太原组、山西组煤有气煤 – 无烟煤、天然焦等各煤类，其中西部以气煤与气肥煤为主，少量无烟煤；东部以贫煤为主，次为焦煤、瘦煤、无烟煤及少量 1/3 焦煤与天然焦。

坊子组煤灰分 27.84% ~ 30.5%，硫分 0.80% ~ 1.03%，发热量 21.6MJ/kg 以上，多为中灰、特低 – 低硫弱粘、不粘煤，以及因接触变质形成的贫煤、无烟煤与天然焦。

五图组煤灰分 41% ~ 43%，硫分 3.80% ~ 4.10%，发热量 15.37 ~ 15.8MI/kg，属高灰、高硫褐煤。黄县组上煤组为褐煤，煤灰分 17.68% ~ 33.24%，硫分 0.74% ~ 1.26%，发热量 23.41 ~ 24.87MJ/kg，以长焰煤为主。馆陶组煤为褐煤。

## （三）煤炭资源预测

山东境内的 7 个煤产地有 25 个预测区，其中阳谷 – 茌平、济南及黄县等煤田有大量的地震、电法及重力勘探工作，并有钻孔控制，济南煤田（黄河北区）部分作过概查，中部的章丘、淄博、坊子等煤田的预测区多分布在已勘探开发区的外围延深部分，浅部有含煤地层出露，深部有少量钻孔控制。河南濮阳、文留等煤产地的 3 个预测区先后进行过地震、电法、重力、航磁及遥感地质工作，并施工了 90 多个钻孔，其中一部分钻孔见到含煤地层。全区 10 个煤田/煤产地共 32 个预测区，预测面积 9587km²，预测资源量 $484.16 \times 10^8$。其中石炭 – 二叠纪煤预测资源量 $422.85 \times 10^8$t；侏罗纪煤 $24.59 \times$

$10^8$t；第三纪煤 $36.72\times10^8$t。预测资源按煤类区分，褐煤 $33.49\times10^8$t，长焰煤 $3.23\times10^8$t，气煤 $250.83\times10^8$t，肥煤 $27.98\times10^8$t，焦煤 $103.74\times10^8$t，贫煤 $27.66\times10^8$t，无烟煤 $37.23\times10^8$t。

### （四）预测可信度及找煤普查前景

含煤区可靠级预测资源量 $404.10\times10^8$t，占 83.5%，资源规模较大，预测可信度颇高。埋深浅于 1000m 的预测资源量 $68.26\times10^8$t，其中工类区预测资源 $15.60\times10^8$t，鲁西北含煤区尚具有相当规模的找煤普查前景。

## 十一、鲁中、鲁西南含煤区

### （一）概况

鲁中含煤区（HB20）包括肥城、莱芜、沂源、新汶等 4 个互不相连的煤田，含煤面积 772km$^2$，其中已勘探开发面积 400km$^2$，占含煤区总面积的 51.7%，已全部达到精查程度，并全部被生产煤矿所占用。

鲁西南含煤区（HB21）西起菏泽、曹县，东至临沂，北起宁阳、汶上，南至江苏的丰县、沛县，包括山东汶上－宁阳、巨野、济宁、兖州、滕县、陶枣、临沂等煤田及肖云寺煤产地和苏北丰沛矿区，含煤面积 6830km$^2$，其中已勘探开发面积 4354km$^2$，占含煤区总面积的 63.5%。勘探程度最高的是东部的陶枣、兖州、临沂等煤田及苏北丰沛矿区，其次为济宁、滕县、巨野等煤田，汶上－宁阳煤田及肖云寺煤产地勘探程度较低。

### （二）地质特征

含煤地层　含煤区内含煤地层为石炭－二叠纪太原组、山西组。

鲁中含煤区太原组含煤 3～6 层，煤厚 2.9～7.4m；山西组含煤 4～6 层，煤厚 2.79～5.95m。鲁西南含煤区太原组含煤 2～6 层，煤厚 2.0～4.04m；山西组含煤 2～3 层，煤厚 0.9～9.31m。

构造　含煤区大部处于华北地台内环伸展变形带南部鲁中隆起、鲁西南坳陷伸展变形区。鲁中含煤区位于鲁中隆起区的中部，各煤矿区间北西向隆起构造发育，被分割的肥城、莱芜、新汶、沂源等煤产地的北侧均被近东西向的断层切割，南缘为弧形剥蚀边界，形成断凹箕斗状小型赋煤盆地。

鲁西南含煤区位于华北地台内环南带鲁西南坳陷与鲁中隆起的南端。东部陶枣煤产地以峄山断层为其西界，与鲁西南坳陷区相邻，北部受近东西向的北山断层切割，形成近东西向的山间断陷含煤盆地。东部的临沂煤田受近南北向沂沭断裂带的影响，成为走向北西－南北、倾向北东的单斜，断裂较为发育。峄山断层以西的鲁西南坳陷，近东西向与南北向的断裂发育，组成断块状复式堑垒构造。含煤区分布于断块内，其间次级宽缓褶曲比较发育，地层倾角一般为 2～15°。北部汶上－宁阳煤产地产状变化较大，一般

倾角 15～25°。各煤产地均有岩浆岩侵入。

煤质　鲁中含煤区太原组煤以气煤、气肥煤为主，莱芜与沂源煤产地有少量肥煤、瘦煤、贫煤、无烟煤与天然焦。煤灰分 5.16%～39.48%，硫分 0.42%～7.53%，属中灰、高硫、高热值烟煤。山西组煤灰分 7.13%～41.93%，硫分 0.37%～1.22%，发热量 27.32～29.93MJ/kg，属中灰、特低硫、高热值中变质烟煤，少量为贫煤、无烟煤及天然焦。

鲁西南含煤区太原组煤包括气煤－无烟煤各煤类以至天然焦，以气煤与肥煤为主。煤灰分 21.41%～47.49%，硫分 0.81%～13.15%，发热量 18.26～36.03MJ/kg，属中灰、高硫烟煤。受岩浆岩侵入影响局部变质程度增高。山西组煤灰分 4.75%～39.77%，硫分 0.59%，发热量 28.65MJ/kg，属低－中灰、特低硫煤，以气煤、1/3 焦煤为主，局部受岩浆岩侵入影响有少量天然焦。

### （三）煤炭资源预测

鲁中含煤区的预测区多分布于沂源、莱芜、新汶等老矿区的外围延深部分，含煤边界比较清楚。沂源、莱芜煤田的预测区内有少量钻孔控制，并有找煤普查地质资料。11 个预测区预测面积 373km$^2$，资源量 $18.24\times10^8$t，均为石炭－二叠纪煤，其中气煤 $4.31\times10^8$t，肥煤 $10.82\times10^8$t，无烟煤 $3.11\times10^8$t。

鲁西南含煤区除陶枣煤田外，其他各煤田/煤产地均有预测区。其中山东临沂、兖州、滕县、济宁以及苏北丰沛等煤田/矿区的预测区多分布在已勘区与生产矿区的外围延深部分，预测区内多进行过重磁、电法、地震工作，并有少量钻孔。9 个煤田/煤产地共 21 个预测区，预测面积 2477km$^2$，预测资源量 $106.19\times10^8$t，均为石炭－二叠纪煤。按煤类区分，气煤 $61.17\times10^8$t，肥煤 $37.70\times10^8$t，焦煤 $6.87\times10^8$t，无烟煤 $0.45\times10^8$t。

### （四）预测可信度及找煤普查前景

鲁中含煤区可靠级预测资源量 $16.74\times10^8$t，占 91.8%，但资源规模较小，鲁西南含煤区可靠级预测资源量 $68.31\times10^8$t，占 64.3%，整体预测可信度颇高。鲁中含煤区埋深浅于 1000m 的预测资源量 $6.31\times10^8$t，其中Ⅰ类区预测资源 $1.38\times10^8$t；鲁西南含煤区埋深浅于 1000m 的预测资源量 $16.10\times10^8$t，其中Ⅰ类区预测资源 $4.87\times10^8$t。鲁西南含煤区尚具有一定的找煤普查前景，鲁中含煤区预测资源规模小，找煤普查前景差。

## 十二、徐淮含煤区

### （一）概况

徐淮含煤区（HB22）位于安徽北部，京沪与京九铁路之间，南起阜阳－长丰一线，北与鲁西南含煤区相连，西与豫东含煤区为邻，包括安徽两淮煤田的宿县、临涣、涡阳、濉肖以及河南永夏，江苏徐州，山东韩台等矿区/煤产地，含煤面积 10341km$^2$。全区已勘区及开发区面积 3804km$^2$，占含煤区总面积的 34.9%，其中淮南、濉肖、徐州、

永夏等区的勘探开发程度均甚高。

## （二）地质特征

**含煤地层**　石炭－二叠纪太原组、山西组、石盒子组均含煤。太原组含煤 10 余层，煤厚 0.7～1.26m；山西组在韩台区含煤 3～4 层，在徐州和两淮含煤 1～3 层，厚 1.9～7m；下石盒子组为含煤区中南部的重要含煤地层，含 1～2 个煤组 3～9 层煤，煤厚 5.56～18.0m；上石盒子组在北纬 34°以北基本不含煤，以南则在中、下段含煤，层数由 1 层增至 10 层，煤厚 0.6～5.56m。

**构造**　含煤区位于华北地台南中环带东部徐宿弧形推覆构造变形区，东临郯庐断裂带，南以肥中断裂为界，其南属秦岭－大别褶皱带的东延部分。煤产地分布于淮北坳陷的宿县－涡阳、濉溪－亳县凹褶带及淮南坳陷的淮南－谢桥、武店拱褶带内。断陷或凹褶为主要赋煤构造。全区为厚层新生界所掩盖，隐伏断裂构造发育，有岩浆岩侵入。

**煤质**　太原组煤在韩台为无烟煤、天然焦，徐州为气肥煤、肥煤。徐州煤产地煤灰分 13.16%～30.67%，硫分 0.93%～5.97%，发热量平均 29.31MJ/kg，属中灰、高硫煤。山西组煤在鲁、苏境内有气煤、焦煤、贫煤与天然焦，煤灰分 15.80%～19.19%，硫分平均 0.68%～0.80%，属中灰、特低硫煤；淮北煤灰分一般为 13%～19%，硫分除涡阳为 1.25%外，其余煤产地 0.51%～0.69%，发热量 28.64～30.79MJ/kg，属中灰、特低－低硫煤；淮南煤灰分一般为 10%～22%，除谢李区硫分为 3.09%外，其余区为 0.55%～1.47%，发热量 27.87～30.21MJ/kg，属中－低灰、低－特低硫煤。

下石盒子组煤以气煤、肥煤、焦煤为主。淮北煤灰分 19.0%～23.0%，硫分 0.4%～0.58%，发热量 24.91～28.10MJ/kg，属中灰、特低硫煤；淮南煤灰分 17%～24%，硫分一般 0.4%～0.6%，发热量一般 20～28MJ/kg，属中灰、特低硫煤。上石盒子组煤在淮北煤灰分 18%～26%，硫 1.2%，发热量一般 23～28MJ/kg，属中灰、低硫煤；淮南煤灰分一般 19%～23%，硫 0.25%～0.55%，属中灰、特低硫煤。

## （三）煤炭资源预测

全区 109 个开发区与 47 个尚未开发的勘探区，均有相应阶段的地质报告。预测区多分布于已勘探开发区的外围延深部分，预测区内有较多的地震、电法、重力、航磁资料，并有控制性钻孔。两淮地区编有 1/25 万电测深视电阻率平面图、地震解译的主要煤层底板等高线图、1/50 万布格重力异常平面图、航磁异常平面图等，为煤炭资源预测提供了重要依据。

全区 8 个矿区/煤产地共 63 个预测区，预测面积 6537km$^2$，预测资源量 $670.70\times10^8$t，均为石炭－二叠纪煤。按煤类区分，气煤 $390.22\times10^8$t，肥煤 $29.95\times10^8$t，焦煤 $154.04\times10^8$t，瘦煤 $32.02\times10^8$t，贫煤 $15.72\times10^8$t，无烟煤 $48.75\times10^8$t。

## （四）预测可信度及找煤普查前景

徐淮含煤区可靠级预测资源量 $335.94\times10^8$t，占全区预测资源量的 50.0%，预测可信度较高。埋深浅于 1000m 的预测资源量 $70.37\times10^8$t，其中Ⅰ类区预测资源量 4.90×

$10^8$t，可供近期进行找煤普查的预测资源规模有限。

## 十三、其他零星煤产地

华北赋煤区南缘的陕西商洛、河南南阳境内，分布着 7 处零星煤产地（HB00），其中 5 处有预测资源，概述如下。

### （一）概况

陕西南部的秦岭南、北麓，北依陇东，南至唐藏－商南断裂与太白－蟒岭隆起，在凤县、商州、洛城一线自西向东零散分布有北秦岭、南秦岭、汉南 3 处煤产地。

北秦岭煤产地位于秦岭北麓宝鸡－凤县间，西段凤县罗钵庵赋存石炭纪草凉驿组煤层 1～3 层，多呈小透镜体，厚 0～6.8m，极不稳定，据草滩沟普查资料，为中灰、低硫无烟煤；东段商州－洛南间赋存二叠纪下石盒子组煤，厚 0.60～1.50m，馒头山、兑山景村、大荆寇等煤矿点为中变质炼焦煤。以罗钵庵草滩沟和商州、洛南间的韩峪川－古城、兑山等煤矿和已勘区外围圈定预测区，含煤面积 86.8km$^2$。南秦岭煤产地二峪河、白马堂预测区赋存石炭纪煤 1～5 层，局部可采 1～2 层，厚 1m 左右，均为无烟煤。以镇安红崖寺－山阳白马堂间的二峪河、白马堂 2 处煤矿点外推预测区为主，含煤面积 20.9km$^2$。秦岭南麓汉南煤产地为汉中南部西乡、南郑、武阳一带的木竹坝、黎坪、黄草果等普查找煤区矿点外推预测面积 1.7km$^2$。

河南西南部南召至方城一带的南召煤产地赋存三叠纪含煤地层留山组，大别山北麓商城、固始间的商固煤产地赋存石炭纪含煤地层杨山组。南召煤产地留山组含煤 3 层，厚 0～3.3m，一般厚 0.5m，以肥煤为主，龙潭沟、留山－太山庙 2 处预测区，合计含煤面积 139km$^2$。商固煤产地杨山组一般含可采煤层 5 层，累计总厚约 4.60m，以无烟煤为主，预测含煤面积 30km$^2$。河南驻马店以南二叠纪确山煤产地产焦煤、贫煤，多已勘探开发，无预测煤炭资源。

上述诸煤产地均处华北地台南缘，分布零散，煤层薄且不稳定，地质构造复杂。

### （二）煤炭资源预测及其可信度与找煤普查前景

陕西商洛 3 个煤产地 12 个预测区，预测面积 44km$^2$，预测资源量 $0.41\times10^8$t，以二叠纪煤为主。按煤类区分，肥煤 $0.10\times10^8$t，焦煤 $0.13\times10^8$t，瘦煤 $0.11\times10^8$t，无烟煤 $0.07\times10^8$。可靠级预测资源量 $0.09\times10^8$t，预测可信度低。埋深均浅于 1000m。

河南南召、商固煤产地 3 个预测区，预测面积 169km$^2$，预测资源量 $0.48\times10^8$t。其中三叠纪煤 $0.40\times10^8$t，石炭纪煤 $0.08\times10^8$t；按煤类区分，肥煤 $0.36\times10^8$t，贫煤 $0.04\times10^8$t，无烟煤 $0.08\times10^8$t。无可靠级，预测可信度低。埋深浅于 1000m 的 $0.46\times10^8$t。

上述各预测区的规模均小，无找煤普查前景。

## 第三节　东北赋煤区煤炭资源预测

东北赋煤区位于我国东北部，其东、北、西界为国界，南为阴山－燕山及辽东湾一线。包括黑龙江、吉林、辽宁三省、内蒙古的东部和中部以及河北张家口－承德以北地区，面积 $154.5\times10^4km^2$。区内有 13 个含煤区，不同地质时代的含煤面积 $7.03\times10^4km^2$。

该区的经济发展总体水平较高，交通方便，开发环境较好。东北三省的重工业发达，煤炭消费大。区内有一批老矿区，开发时间很早，开采强度大，不少已经衰老，矿区周围的后备资源有限。

区内含煤地层以下白垩统为主，多以断陷盆地群的形式分布于海拉尔、二连、平庄元宝山、松辽盆地南东周缘、阜新－长春以及黑龙江东部的三江－穆棱等含煤盆地内。该含煤地层厚度各地不一，岩相岩性及含煤性的差异很大。北部海拉尔盆地群含煤地层为扎赉诺尔群中上部的大磨拐河组和伊敏组；二连含煤区为巴彦花群中、上部腾格尔组、赛汉塔拉组或霍林河群。松辽盆地南东边缘、平庄元宝山、蛟河－辽源和长春－阜新等地的早白垩世含煤地层分别为沙河子组与营城组、杏园组与元宝山组、奶子山组与乌林组、沙海组与阜新组。沙河子组为陆相夹火山碎屑含煤沉积，营城组为火山岩含煤沉积，其他均为正常陆相碎屑岩含煤为主，各地厚度变化较大，以元宝山组及奶子山组含煤性较好。黑龙江三江－穆棱盆地城子河组和穆棱组主要为正常陆相碎屑岩含煤沉积，以鸡西－七台河、鹤岗－集贤一带含煤性较好；宝清－密山一带珠山组含薄煤。

其他地质时代的含煤地层还有：

老第三纪始新世－渐新世的抚顺群（抚顺）、杨连屯组（沈北），达连河组（依兰）、舒兰组（舒兰），梅河群（梅河）、桦甸组（桦甸）、珲春组（延边）、宝泉岭组（三江－穆棱）、虎林组等。

早、中侏罗世含煤地层有大兴安岭红旗组与万宝组，辽西的北票组与海房沟组、吉林南部杉松岗组等，均含可采煤层，但资源规模不大。

辽西、辽东太子河、吉林南部有石炭－二叠纪含煤地层太原组、山西组的零星分布，多已被开发利用，资源有限。

其他如上三叠统大酱缸组、上侏罗统九峰山组等含煤地层，分布更加零散，资源规模极小。

东北赋煤区处于华北地台的北东缘和天山－兴蒙褶皱系。辽西和浑江－辽阳石炭－二叠纪含煤区受华北地台北东缘强挤压变形构造影响，呈北东向零星分布，如南票、红阳、本溪、浑江、长白等煤产地，后期改造强烈，构造复杂。大兴安岭西坡为早白垩世聚煤的有利场所，形成含煤性好的海拉尔和霍林河－二连含煤盆地群。在大兴安岭东麓至松辽盆地西南缘，受区域构造条件的限制，形成一系列断陷盆地群，如北票、阜新－长春、铁法－康平等，单个盆地规模小，构造复杂。伊通－依兰断陷带以东的蛟河、双阳、辽源等仍为以早白垩世聚煤为主的小型含煤盆地群。黑龙江东部受环太平洋构造带控制，在早白垩世为大型近海型含煤盆地（三江－穆棱含煤区），褶皱宽缓，断裂发育。

老第三纪含煤盆地主要分布于环太平洋构造西带北段，有以北北东向为主的佳伊、抚顺－沈北、珲春、软化、虎林等断陷盆地。

区内大兴安岭两侧的早白垩世煤均为褐煤。伊通－依兰以东，早白垩世和早、中侏罗世煤以低变质烟煤为主；三江－穆棱含煤区因受岩浆岩影响，出现变质程度较深的以中变质烟煤为主的气、肥、焦煤。南部浑江、长白山一带的石炭－二叠纪煤也因受区域岩浆热影响，有无烟煤类；辽西一带则以气煤为主。第三纪煤以褐煤类为主，有少量长焰烟。各煤类煤多属中高灰分、低硫、低磷煤。

东北赋煤区东、西部的煤田地质勘探、开发程度的差异很大。对东部辽、吉、黑三省的煤田勘探程度高、开发规模大的地区，以已勘区和生产区的外延结合聚煤和区域构造规律专题研究（如三江－穆棱）成果进行资源预测；对西部大兴安岭以西，内蒙古东部和中部的早白垩世含煤盆地群，则依照煤田地质部门的找煤和专题科研成果，参照石油、地矿部门的物探成果进行预测。

赋煤区内共划分有 13 个含煤区，28 个煤田与 32 个煤产地，共 392 个预测区，不同地质时代的预测含煤面积 55125km$^2$，预测资源量 $2621.37\times10^8$t。东北赋煤区煤炭资源分布及各含煤区预测资源见表 3－3－18 及图 3－3－2。

表 3－3－18　东北赋煤区预煤炭资源汇总表　　（单位：$\times10^8$t）

| 含煤区 | 预测含煤面积（$\times10^4$km$^2$） | 预测资源量 | 按级别区分 | | | 按类别区分 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 可靠级 | 可能级 | 推断级 | Ⅰ类 | Ⅱ类 | Ⅲ类 | Ⅳ类 |
| 三江－穆棱(01) | 0.46 | 171.52 | 53.91 | 87.56 | 30.05 | 29.07 | 78.75 | 57.64 | 6.06 |
| 延边(02) | 0.01 | 1.06 | 0.64 | 0.42 | | | 0.72 | 0.34 | |
| 浑江－辽阳(03) | 0.13 | 28.17 | 5.09 | 16.54 | 6.54 | 1.03 | 8.04 | 15.54 | 3.56 |
| 敦化－抚顺(04) | 0.12 | 8.88 | 0.43 | 2.19 | 6.26 | 0.30 | 2.66 | 4.82 | 1.10 |
| 辽西(05) | 0.23 | 35.15 | 9.40 | 11.82 | 13.93 | | 20.67 | 14.09 | 0.39 |
| 蚊河－辽源(06) | 0.03 | 3.18 | 0.58 | 1.10 | 1.50 | | 0.58 | 2.04 | 0.56 |
| 依兰－伊通(07) | 0.01 | 7.23 | 3.85 | 2.71 | 0.67 | | 3.01 | 2.21 | 2.01 |
| 松辽东部(08) | 0.07 | 5.68 | 1.61 | 0.57 | 3.50 | | 1.61 | 1.25 | 2.82 |
| 松辽西部(09) | 0.32 | 17.58 | 5.97 | 1.32 | 10.29 | 5.97 | 0.47 | 11.14 | |
| 大兴安岭(10) | 0.08 | 11.22 | 4.20 | 4.37 | 2.65 | 5.14 | 4.13 | 1.95 | |
| 海拉尔(11) | 1.04 | 1140.33 | 430.04 | 532.00 | 178.29 | 123.27 | 961.04 | 56.02 | |
| 二连(12) | 2.97 | 1175.30 | 313.83 | 716.21 | 145.26 | 809.74 | 211.31 | 153.74 | 0.51 |
| 多伦(13) | 0.04 | 16.07 | 3.32 | 11.32 | 1.43 | 3.32 | 10.64 | 0.68 | 1.43 |
| 合计 | 5.51 | 2621.37 | 832.87 | 1388.13 | 400.37 | 977.84 | 1303.63 | 321.46 | 18.44 |

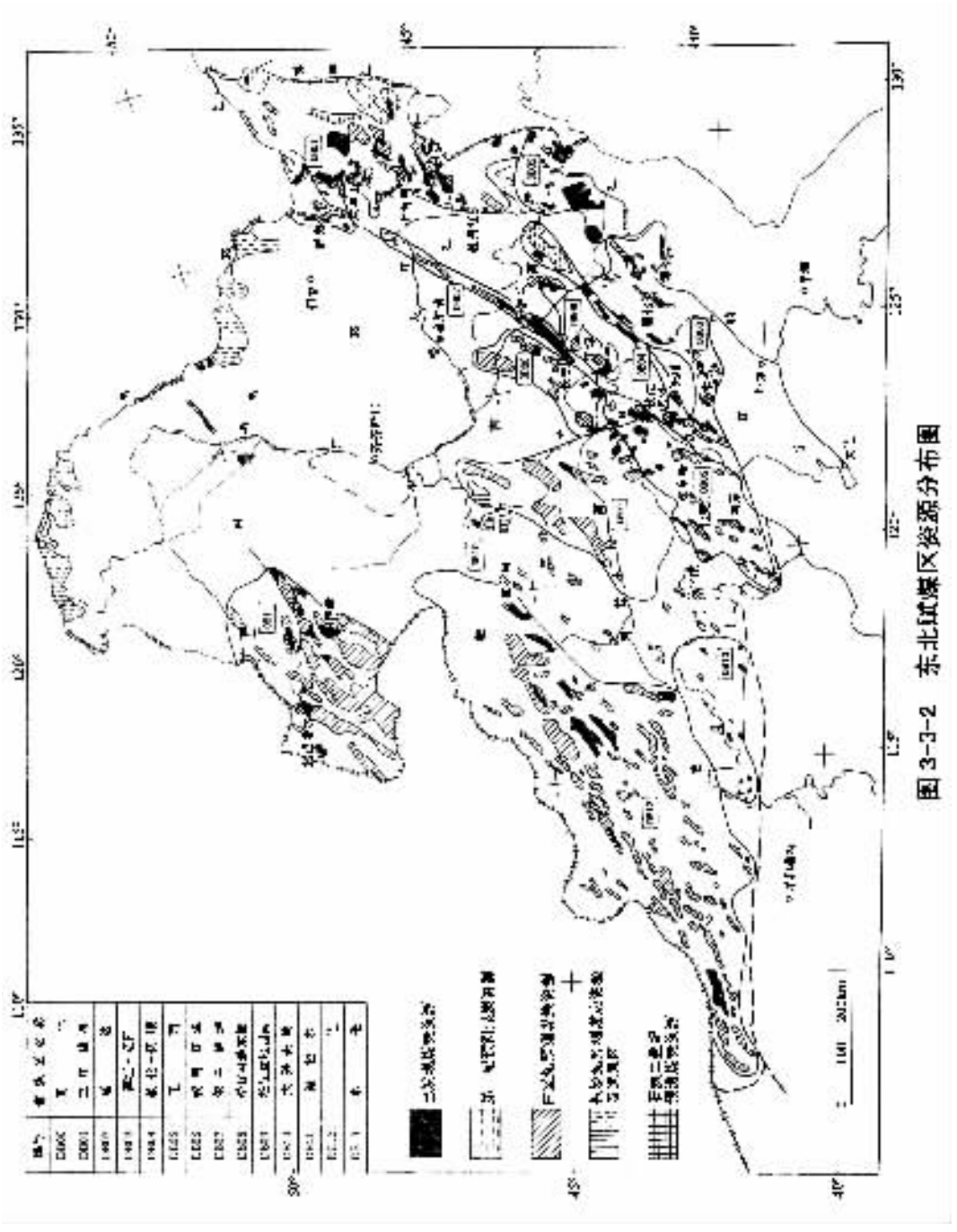


图 3-3-2　东北煤区资源分布图

# 一、三江－穆棱含煤区

## （一）概况

三江－穆棱含煤区（DB01）位于黑龙江东部，跨牡丹江、绥芬河、鸡西、七台河、双鸭山、佳木斯、鹤岗等市，东西宽 140～220km，南北长 460km。有鸡西、七台河、双鸭山、鹤岗、集贤等 5 个煤田及双桦、宝清、军垦、朝阳、绥芬河等 5 个煤产地，不同地质时代的含煤面积共计 10605km$^2$。

鸡西、七台河、双鸭山、鹤岗等煤田地处三江平原及其南部丘陵山地，为开发很早的老矿区，其中的一批矿井已临近衰老报废，外围尚有一定后备资源，4 个煤田及其外围的集贤煤田大都已经勘探。宝清、双桦煤产地为上述老矿区的外延区，开发条件较好；朝阳、军垦等为新区，以第三纪煤资源为主；南端的绥芬河有晚侏罗世煤零散分布于火山岩系中。

## （二）地质特征

含煤地层　区内含煤地层以早白垩世鸡西群城子河组与穆棱组为主，宝清－密山为同期的龙爪沟群上部的珠山组，以及老第三纪宝泉岭组（三江－穆棱）与虎林组（虎林）。城子河组以陆相含煤沉积为主，一般含煤 20～35 层，多为厚度小于 1.5m 的薄煤层，在鹤岗、集贤一带有中厚煤层，东部的含煤性好于西部。穆棱组为陆相细碎屑岩夹凝灰岩，含煤 1～17 层。珠山组分布于完达山及其以东的宝清－密山一带，夹海相层，含煤 20 余层。宝泉岭组、永庆/虎林组分布在集贤、萝北、桦川及东部的朝阳、虎林一带，均为湖沼相含煤沉积，为成岩较差的松散碎屑沉积，厚度变化极大，局部含煤。

构造　三江－穆棱含煤区为以佳木斯地块为基底的早白垩世近海坳陷盆地，受后期近南北向继承性拉张断裂的控制，发育北东、北东东向断裂，盆地被切割成不同规模和深度的断块，形成鹤岗、集贤、军垦、绥滨、鸡西、勃利、双鸭山等煤田/煤产地。区内褶皱较宽缓，呈向南突出的孤形，北翼缓，南翼陡，局部倒转，断裂发育，伴有玄武岩、辉绿岩、闪长岩、安山岩等岩体侵入，致使构造复杂化，煤层受到破坏。

煤质　与其它含煤区的同时代煤相比，本区煤的变质程度偏高。城子河组煤为气煤、肥煤和焦煤，随埋深的增加和在褶曲抬升时间稍晚的部位可达瘦煤或肥煤，受局部岩浆热影响的可达到贫煤或无烟煤；穆棱组煤以气煤为主。鸡西煤田煤灰分一般 20%～25%，硫分 0.3%～0.4%，发热量（$Q_{gr.ad}$，下同）24～29MJ/kg。勃利煤产地煤灰分 25%～30%，硫分 0.27%～0.30%，发热量 18～26MJ/kg。双鸭山煤田煤灰分 17.92%～23%，硫分 0.17%～0.32%，发热量 28.54～35.16NU/kg。宝清煤产地煤灰分 18.6%～24.7%，硫分 0.27%～0.47%，发热量 18.49～26.02MJ/kg。集贤煤产地煤灰分 16.55%～18.5%，硫分 0.18%～0.24%，发热量 23.35～33.06MJ/kg。鹤岗煤田煤灰分 13.78%～26.38%，硫分 0.19%～0.22%；发热量 25～30MJ/kg。朝阳大青山第三纪煤灰分 16.83%，硫分 0.26%，发热量 20.91MJ/kg。

### （三）煤炭资源预测

含煤区内双鸭山、双桦、勃利、鸡西等煤田/煤产地的深部，集贤煤田的笔架山－福利屯、东荣以及宝清－密山的资源预测多在已勘区和生产区的外围，结合区域构造和聚煤规律进行。三江平原的第三、四系掩盖区，根据地面物探资料和对构造的分析，在重磁负异常区圈定预测区。鹤岗煤田是根据断陷盆地深部的含煤性没有变坏的迹象，在东部圈定预测区。鸡西、勃利盆地内在已有钻孔控制的第三纪含煤地层分布区圈出了第三纪煤的预测区。

三江－穆棱含煤区 10 个煤田/煤产地共 95 个预测区，预测面积 4634km$^2$，预测资源量 $171.52\times10^8$t。按含煤地质时代区分，石炭－二叠纪煤 $1.17\times10^8$t，白垩纪煤 $129.27\times10^8$t，第三纪煤 $41.08\times10^8$t。按煤类区分，褐煤 $41.08\times10^8$t，长焰煤 $2.30\times10^8$t，弱粘煤 $6.23\times10^8$t，气煤 $82.13\times10^8$t，焦煤 $37.65\times10^8$t，瘦煤 $0.55\times10^8$t，贫煤 $1.58\times10^8$t。

### （四）预测可信度及找煤普查前景

含煤区可靠级预测资源量 $53.91\times10^8$t，占全区预测资源的 31.4%，可信度尚可。埋深浅于 1000m 的预测资源量 $103.00\times10^8$t，其中Ⅰ类预测资源量 $24.64\times10^8$t，有一定的找煤普查前景。

## 二、延边含煤区

### （一）概况

延边含煤区（DB02）位于吉林延边朝鲜族自治州安图以东，东西宽 40～170km，南北长 180km，包括嘎呀河以东的珲春煤田及嘎呀河以西的延吉煤产地，白垩纪和第三纪含煤面积 649km$^2$。珲春煤田为第三纪煤的生产矿区，板石、春经、五家子、庙岭、凉水等均为已勘区；延吉煤产地已为延吉、安图、春阳、和龙等地方煤矿及众多的乡镇煤矿所占用。

### （二）地质特征

含煤地层　延边含煤区的主要含煤地层为早白垩世西山坪组和长财组，分布于延吉、和龙、福洞、安图一带，层位与松辽地区的沙河子组相当。西山坪组上部含薄煤 1～5 层，厚 1m 左右，局部可采；长财组含可采、局部可采煤层 7 层，总厚 0～18.2m，单层厚 0～3.41m，在和龙、延吉一带可采 1～2 层。老第三纪珲春组在延吉以东零星分布于呈北东向展布的小型盆地中，以珲春、凉水等地的含煤性较好，在珲春煤产地中部含煤段含煤 20～30 层，总厚 0～54.33m，可采 9 层，可采总厚 7.44m；在其他一些小盆地含煤性较差，仅局部可采。

构造　延边含煤区位于抚密断裂以东以北东向展布的中生代断陷盆地群中，盆地规

模较小。和龙、延吉，安图、福洞等盆地面积从数十平方公里至 200km$^2$。盆地内次级褶皱较发育，轴向北北西－北西，多被横断层斜截成断块。东部的珲春煤产地为叠置于中生代盆地之上的新生代断陷含煤盆地，受周缘断裂控制，区内以轻微褶皱为主，并为火山岩所覆盖。

煤质　本区东部珲春、敬信、凉水、三合等地的第三纪煤均为褐煤，其中珲春煤产地的东部和深部还有部分长焰煤，西部延吉、和龙、安图等盆地的早白垩世煤为长焰煤。珲春组煤灰分 21.54%～40.32%，硫分 0.29%～0.51%，发热量 15.37～23.74MJ/kg。

### （三）煤炭资源预测

延边含煤区延吉、珲春 2 个煤产地共有 5 个预测区，预测面积 108km$^2$，预测资源量 $1.06\times10^8$t，其中白垩纪煤 $0.21\times10^8$t，第三纪煤 $0.85\times10^8$t。按煤类区分，褐煤 $0.85\times10^8$t，长焰煤 $0.21\times10^8$t。

### （四）预测可信度及普查找煤前景

延边含煤区的预测资源规模小，含煤丰度低，分布零星，可靠级预测资源量为 $0.64\times10^8$t，埋深浅于 1000m 的预测资源量为 $1.06\times10^8$t，基本无可供近期找煤普查的预测资源。

## 三、浑江－辽阳含煤区

### （一）概况

浑江－辽阳含煤区（DB03）位于抚密断裂带以南，沈阳－营口一线以东，包括吉林的浑江煤田及抚民－三棵榆树、通化、长白煤产地及辽宁的红阳、本溪煤田，含煤面积 1728km$^2$。含煤区大部处于长白山南西端的丘陵山地，有本溪、通化、红阳等国有重点煤矿，是重要的炼焦用煤产地。

### （二）地质特征

含煤地层　含煤地层有石炭－二叠纪本溪组、太原组、山西组，晚三叠世北山组，早－中侏罗世杉松岗组、松江组和漫江组，早白垩世石人组或三源浦组等。石炭－二叠纪含煤地层分布于红阳、本溪、沙尖子、浑江等北东东向展布的含煤盆地中。本溪组下部夹薄煤层，局部可采；太原组含煤 5－7 层，可采 3 层，单层厚 0.14～8.14m；山西组以陆相沉积为主，含煤 4～7 层，可采 3 层，厚 0.62～5.68m。晚三叠世北山组在浑江石人北山、松树镇、小营子有零星分布，中部含煤段在石人一带含 10 余层薄层劣煤，无工业价值；在松树镇一带含 2 个煤组，可采 4 层，可采总厚 1.5～4.9m。下－中侏罗统含煤层位较多，下统杉松岗组在辉南杉松岗中部含 3 个煤组，含可采、局部可采煤层 2～7 层，可采总厚 6m 左右，厚度变化较大，局部可达 40m；中统松江组和漫江组是在

火山喷发间歇期沉积的陆相碎屑含煤地层，含局部可采煤层 3 层，总厚 3.1m，煤层稳定性差。与松杉岗组、松江组、漫江组层位相当的含煤地层在浑江为冷家沟组、望江楼组、侯家屯组，含不可采薄煤。分布于浑江－抚松、临江、柳江一带的早白垩世石人组一般含煤 1 层，在二道口、榆树口一带含 3～5 层较稳定的可采煤层，单层厚 0.39～1.91m。

构造　含煤区跨华北地台东北缘，以中生代小型断陷盆地为主。抚民－三棵榆树煤产地为北东向的断陷带，构造活动强烈，杉松岗－三源浦复式向斜伴生挤压断裂带。通化及浑江煤产地受控于北东和近东西向断裂褶皱，多逆冲断层和伸展断层，被正断层切割，多为南翼陡或倒转的不对称向背斜或平卧褶皱。长白煤产地位于老爷岭复背斜与鸭绿江上游大断裂以北，为太子河－浑江－长白坳陷区东部，即长白复向斜带。本溪煤田总体为东西向的复式向斜构造，受东西向挤压，并有南北向压扭力的多次作用，形成一系列北北东向和北西向的次级褶皱和逆冲断层。燕山期和喜马拉雅期的浅成酸性岩浆侵入于晚古生代和侏罗纪含煤地层中，对煤层煤质的破坏很大。

煤质　本区煤类复杂。浑江煤田和长白煤产地的石炭－二叠纪和早、晚中生代煤形成了吉林南部的烟煤－无烟煤带，其中烟筒沟、三道沟、石人、新开岭等地的早白垩世煤为气煤，晚三叠世北山组及石炭－二叠纪太原组、山西组煤为肥气煤、焦煤、贫瘦煤至无烟煤。杉松岗早侏罗世煤以焦煤为主。

辽宁红阳、本溪煤田处于东西向展布的气煤、焦煤、无烟煤带。红阳石炭－二叠纪煤为肥煤、焦煤、瘦煤至无烟煤，且由北向南级别递增；本溪石炭－二叠纪和早－中侏罗世煤为焦煤、瘦煤至无烟煤。

红阳煤田原煤灰分 15.6%～30%，硫分 1.72%～2.22%，发热量 27.5～34.8MJ/kg；浑江煤田煤灰分 18%～23%，硫分 0.54%～0.81%，发热量 26～28.62MJ/kg。

### （三）煤炭资源预测

区内 6 个煤产地共 61 个预测区，预测面积 1357km$^2$，预测资源量 $28.17\times10^8$t，其中石炭－二叠纪煤 $20.28\times10^8$t，侏罗纪煤 $3.63\times10^8$t，白垩纪煤 $3.07\times10^8$t，三叠纪煤 $1.19\times10^8$t。按煤类区分，低变质烟煤 $1.09\times10^8$t，中变质烟煤 $8.97\times10^8$t，贫煤、无烟煤 $18.11\times10^8$t。

### （四）预测可信度及普查找煤前景

浑江－辽阳含煤区可靠级预测资源量 $5.09\times10^8$t，占全区预测资源量的 18.1%，预测可信度不高。埋深浅于 1000m 的预测资源量 $14.54\times10^8$t，其中Ⅰ类区预测资源量仅 $1.03\times10^8$t，全区找煤普查前景不好。

## 四、敦化－抚顺含煤区

### （一）概况

敦化－抚顺含煤区（DB04）呈北东向展布的狭长条带状老第三纪断陷煤盆地，长

约 600km，宽 5～30km，自北而南分别为吉林的敦化、桦甸煤产地及辽宁的沈阳、抚顺煤田，含煤面积 1379km$^2$，其中的抚顺及沈阳均为东北重要的煤炭生产基地。

## （二）地质特征

**含煤地层**　老第三纪含煤地层在含煤区内各煤产地命名不一。敦化煤产地称珲春组，桦甸、梅河一带称桦甸组或梅河组，抚顺煤田称抚/顷群，沈阳附近为杨连屯组。含煤性以抚顺群最好，次为杨连屯组。抚顺群自下而上分 6 个岩组，老虎台组为玄武岩、凝灰岩及砂泥岩中夹 B 煤组，煤厚 0.7～27.3m；栗子沟组为凝灰岩、凝灰角砾岩、泥岩夹 A 煤组，煤厚 0.3－10.9m；古城子组为主要含煤组，一般煤厚 50～60m，最厚可达 130m，并产烛煤、琥珀；计军屯组不含煤，西露天组与耿家街组以细碎屑岩为主，不含可采煤层。在沈阳一带的杨连屯组自下而上分四段，一段不含煤；二段为含煤段，含结构复杂的煤层组，有 5～16 个分煤层，煤厚 5～60m；三段为油页岩段，四段为泥岩段，均不含煤。桦甸镇庙岭一带的桦甸组下部为含硫铁矿段，中部为含油页段，夹薄煤，上部为含煤段，含薄煤层，有 4 层局部可采。梅河镇附近的梅河组下含煤段含可采煤层 3～5 层，煤厚 3～10m。

**构造**　敦化煤产地为走向北东的单斜，伴有次级波状起伏；桦甸、梅河一带受周边断裂控制，形成被走向断层破坏的北东向狭长向斜；沈阳煤产地为北东向的三角形盆地，其东翼翘起遭受剥蚀，其南翼虽然煤层变薄，仍然可见明显抬起，含煤地层仍有南延之势；抚顺煤产地位于抚顺－密山断裂带的西南段，为呈北东东向带状展布的不对称向斜，西北侧为逆掩断层推覆，老第三纪含煤地层走向与盆地延展方向基本一致。

**煤质**　抚/顷煤产地煤灰分 9.9%～22.5%，硫分 0.31%～0.62%，发热量 22.45～30.07MJ/kg。沈阳煤产地煤灰分 17%～25%，一般 22%，硫分 0.73%，发热量 20MJ/kg。桦甸煤产地煤灰分 28%～29.54%，硫分 0.95%～1.12%，发热量 18.33～19.38MJ/kg。以褐煤为主，有少量长焰煤。

## （三）煤炭资源预测

敦化煤产地各预测区主要依据频率测深异常及航磁负异常区圈定；桦甸煤产地根据沉积分析，预测白垩纪、第三纪含煤地层可能赋存可采煤层，如永安屯－启新处于抚密断裂带上，沿此条带尚有早白垩世五道沟组、苏密沟组断续分布；大呼兰河屯虽属第四系全掩盖区，但也处于抚密断裂带，有梅河组断续分布，被断层切割较为零乱，从驮佛鳌区揭露的情况分析，区内应保存梅河组。沈阳、抚顺 2 个煤田主要是在已勘区外推预测。含煤区 4 个煤田/煤产地共 18 个预测区，预测面积 1182km$^2$，预测资源量 $8.88\times10^8$t。按含煤地质时代区分，白垩纪煤 $1.13\times10^8$t，第三纪煤 $7.75\times10^8$t。按煤类区分，褐煤 $7.43\times10^8$t，长焰煤 $1.45\times10^8$t。

## （四）预测可信度及找煤普查前景

敦化－抚顺含煤区可靠级预测资源量仅为 $0.43\times10^8$t，预测可信度不高；埋深浅于 1000m 的预测资源量为 $4.96\times10^8$t，其中工类区预测资源量 $0.30\times10^8$t，无可供近期找煤

普查的资源。

## 五、辽西含煤区

### （一）概况

辽西含煤区（DB05）位于辽宁锦州－铁岭一带，辽河以西，包括呈北东－南西向展布的铁法、康平、阜新、北票、南票、下辽河、凌源等7个煤田/煤产地。含煤区地处辽河平原，为辽宁工农业经济发达地区。区内有铁法、阜新、北票、南票等国有重点煤矿，以及众多的地方、乡镇煤矿。7个煤田/煤产地的不同地质时代的含煤面积3069km$^2$。

### （二）地质特征

含煤地层　含煤区内有多个含煤地层。北部铁法、阜新、康平等煤田及下辽河煤产地的主要含煤地层为早白垩世沙海组、阜新组，北票煤田为早侏罗世北票组及中侏罗世海房沟组，南票煤田与凌源煤产地的石炭－二叠纪本溪组、太原组、山西组、下石盒子组均含煤，晚三叠世老虎沟组分布在凌源、北票、南票一带，含薄煤，但不可采。本溪组为陆相沉积，上部含局部可采煤层，煤厚1.2～2.86m，最厚达10余米。太原组以湖泊相沉积为主，上部含可采煤层，南票的6、7号煤层分别厚4m和2m左右。山西组上部含煤段含煤3层，其中5号煤最厚可达23.46m，其它二层煤平均厚1.35～2.5m。下石盒子组上部含煤段含煤2层，在南票发育较好，1煤厚0～1.54m，2煤厚0～7m。北票组在北票－朝阳、南票－双塔沟、杨树沟－铁杖子一带均有分布，上煤段含薄煤，含煤性较差，下煤段含煤5～10层，其中4、9、10号煤全区可采，一般厚0～5m，最厚在10m以上；中侏罗世海房沟组为河流冲积扇相粗碎屑含煤沉积，下含煤段含煤10余层，均不可采，中段含薄煤，上段含煤10余层，可采1～2层，厚1～1.23m。早白垩世沙海组、阜新组为阜新煤田及其北东的康平、铁法一带的主要含煤地层，沙海组为河湖相含煤沉积，中部含煤段夹薄煤，不可采；整合于沙海组之上的阜新组上部有6个煤层组，在阜新一带发育最好，可采总厚达10～80m，在铁法含煤20层，可采12层，可采总厚15.3～31.3m。

构造　含煤区北段的各含煤盆地呈北东向展布，盆地规模中等，一般呈较宽缓的向斜，多被断层破坏。铁法盆地为东缓西陡的不对称向斜，北东、北西向的两组断层皆为高角度正断层。阜新盆地为走向北东的双面断陷盆地，煤层向南东倾斜，次级褶皱的单斜被众多的北西、北北西向正断层切割。区内有辉绿岩侵入，呈岩床、岩墙。含煤区南段的北票、南票、凌源等含煤盆地位于华北地台北缘和兴安褶皱带南缘的结合部位，盆地多呈轴向北东的挤压褶皱发育的复式向斜，走向逆断层和逆掩断层发育，有石英斑岩、角闪斑岩侵人体岩床、岩墙。

煤质　阜新－铁法煤产地早白垩世煤以长焰煤为主，部分为气煤。北票、南票煤产地石炭－二叠纪煤和早－中侏罗世煤主要为中高变质烟煤和无烟煤，北票的早侏罗世煤以气煤、肥煤为主，南票石炭－二叠纪以气煤为主，部分为贫煤和无烟煤；杨家杖子为

无烟煤，局部为石墨；虹螺岘为无烟煤，局部还有早白垩世长焰煤。

阜新煤田煤灰分 21%～26%，硫分 1.07%～1.74%，发热量 24.5MJ/kg。铁法煤田煤灰分 19%～28%，硫分 0.6%～1.6%，发热量 21.5～25MJ/kg。康平煤田长城窝堡煤灰分 23%，硫分 2.45%，发热量 22MJ/kg。南票煤灰分 32.9%，硫分 1.51%，发热量 18.69MJ/kg。辽源北柳煤灰分 30%，硫分 1.20%，发热量 18.2MJ/kg。

### （三）煤炭资源预测

辽西含煤区 7 个煤田/煤产地共 33 个预测区，预测面积 2354km$^2$，预测资源量 35.15 $\times 10^8$t，多系根据已勘区外围的有关地质、物探资料圈定。按含煤地质时代区分，石炭－二叠纪煤 8.23 $\times 10^8$t，侏罗纪煤 4.83 $\times 10^8$t，白垩纪煤 22.09 $\times ^8$t。按煤类区分，长焰煤 25.03 $\times 10^8$t，气煤 7.52 $\times 10^8$t，焦煤 0.23 $\times 10^8$t，贫煤 0.82 $\times 10^8$t，无烟煤 1.55 $\times 10^8$t。

### （四）预测可信度及找煤普查前景

辽西含煤区可靠级预测资源量 9.40 $\times 10^8$t，占全区预测资源量的 26.7%，预测可信度一般。埋深浅于 1000m 的预测资源量 18.84 $\times 10^8$t，其中无可供近期找煤普查的Ⅰ类区预测资源。

## 六、蛟河－辽源含煤区

### （一）概况

蛟河－辽源含煤区（DB06）位于吉林中部蛟河－辽源之间，地处松辽平原东侧丘陵地带，西以伊佳断裂与松辽东部含煤区分界，东以敦密断裂与延边含煤区相隔，南北长 240km，东西宽约 40km，蛟河、辽源煤田及双阳煤产地含煤面积 354km$^2$，均为生产矿区，多地方煤矿。

### （二）地质特征

含煤地层　在辽源、双阳一带含煤地层为早白垩世辽源组或长安组，蛟河盆地为奶子山组、乌林组（中岗组）。辽源组、长安组为陆源碎屑岩夹酸性火山碎屑岩、流纹岩等，下部含煤。蛟河一带奶子山组层位与辽源组或长安组层位相当，为碎屑岩夹煤层，下煤段含煤 3～13 层，上煤段含煤 1～5 层。平行不整合于奶子山组之上的乌林组或中岗组上部含煤 1～2 层。辽源、平岗一带辽源组下含煤段含煤 1～6 层，在辽源为一复煤层组，一般厚 4～10m。在双阳－长岭间含 3～5 层局部可采煤层，厚 0.7～6.1m。蛟河煤产地奶子山组含煤 20 余层，8～12 层可采，可采总厚 9.5～43.0m。

构造　含煤区位于松辽盆地东部，佳伊－敦密断裂带之间呈北东向展布的中生代聚煤盆地中。蛟河煤田为走向北北东向的箕状盆地，盆内次级褶曲及断层发育。辽源煤田为轴向北西－北西西的宽缓向斜，两翼倾角 15～25°，同走向的次级褶曲及正断层发育，有第三纪玄武岩墙、岩筒侵入。

煤质　含煤区处于吉林中部长焰煤－无烟煤带，蛟河为长焰煤、气煤，辽源为气煤－长焰煤。双阳煤产地局部为焦煤、贫煤和无烟煤，而双阳一带的晚中生代煤则为贫煤、无烟煤，而且还有石墨。双阳煤产地煤灰分 27.35%～29.9%，硫分 0.55%～0.69%，发热量 23.12M.1/kg。辽源平岗外围煤灰分 30.16%，硫分 0.40%，发热量 20.26～23.89MJ/kg。

### （三）煤炭资源预测

蛟河煤田的富煤带赋存于河西断裂以东，预测区沿含煤盆地东侧老矿区向南。辽源煤田富煤带沿北西向呈雁行斜列。双阳煤产地则根据大春登河、长岭等区发现的含煤地层进行预测。含煤区内 3 个煤产地共 9 个预测区，预测面积 278km$^2$，预测资源量 $3.18\times10^8$t，均为早白垩世煤。按煤类区分，长焰煤 $2.95\times10^8$t，气煤 $0.23\times10^8$t。

### （四）预测可信度及普查找煤前景

蛟河－辽源含煤区的预测资源规模较小，含煤丰度低，分布零星，可靠级预测资源量仅为 $0.58\times10^8$t；埋深浅于 1000m 的预测资源量 $1.56\times10^8$t，基本无可供近期找煤普查的预测资源。

## 七、依兰－伊通含煤区

### （一）概况

依兰－伊通含煤区（DB07）位于黑龙江、吉林两省中部的依兰、尚志、舒兰、伊通一线，呈北东－南西向延展的狭长条带，长约 500km，北西宽 5～15km，自北而南分布着依兰～伊春、舒兰两个煤田，含煤面积 272km$^2$，有小型地方煤矿开采。

### （二）地质特征

含煤地层　主要含煤地层为老第三纪舒兰组或达连河组，两者层位相当。舒兰组分布于含煤区南部的吉林、舒兰、依通一线，下部含煤段含煤 10～15 层，可采 8～12 层，可采总厚 9.6～19.4m。达连河组在含煤区北部的依兰一带含煤 7 层，总厚 11～18m，尚志、方正一带含煤 20 余层，多不可采。

构造　伊通－舒兰盆地位于伊佳断裂带中段，为半地堑式的断陷含煤盆地，两侧被北东向堑缘断裂夹持，地堑内有与堑缘平行的断裂存在，构成次一级地堑，并被北西向断裂切割，地堑内老第三纪含煤地层呈轴向北东的向斜构造。

煤质　均为第三纪褐煤，变质程度较低，灰分较高。舒兰煤产地褐煤水分 15%～20%，灰分 18.96%～45%，挥发分 50%～60%，硫分 0.16%～0.75%，发热量 14.10～

### （三）煤炭资源预测

区内舒兰、依兰－伊春 2 个煤田共 6 个预测区，预测面积 96km$^2$，预测资源量 7.23

$\times 10^8$t，均为第三纪褐煤。

### （四）预测可信度及找煤普查前景

依兰－伊通含煤区可靠级预测资源量为 $3.85 \times 10^8$t，可信度较高；埋深浅于 1000m 的预测资源量为 $1.96 \times 10^8$t，规模小，无可供近期找煤普查的资源。

## 八、松辽盆地东部、西南部含煤区

### （一）概况

位于松辽盆地的东、南、西周缘，地跨吉林西部、内蒙古东部及黑龙江南部。西起大兴安岭东麓乌兰浩特及科尔沁右翼中旗、扎鲁特旗、阿鲁科尔沁旗一线，东至伊佳断裂带，南至松辽盆地南缘的奈曼旗、库伦旗及双辽一线，北抵松花江上游洮儿河。区内为广厚新生界掩盖。煤层浅埋区主要在盆地南、东侧的长春－营城、公主岭、金宝屯、宝龙山等地。松辽盆地为我国重要油、气田，大庆油田位于含煤区北部，石油部门在区内进行了大量的油气地质和物探工作，圈定了 30 多个早白垩世断陷盆地。煤田地质部门也投入了一定的找煤普查工作量，对早白垩世含煤地层的赋存及其含煤性有所了解。虽然工作程度不高，但为煤炭资源预测提供了重要依据。

按煤炭资源分布特点，划分为松辽盆地东部（DB08）及西南部（DB09）两个含煤区，包括营城－长春煤田及青山口－双辽、蔡家－四平、白城、高力板开鲁、西辽河南等 5 个煤产地，含煤面积 4070km$^2$。

### （二）地质特征

含煤地层　松辽盆地东南缘为早白垩世含煤地层赋存较浅的地区，营城－四平一带的含煤地层为沙河子组、营城组，分别与辽西阜新、铁法煤田的沙海组、阜新组相当；在西部则称沙力好来组、协尔苏组。沙河子组为陆源碎屑岩夹火山碎屑岩的含煤沉积，含煤 10 层，可采 1～4 层，分别厚 0.4～4.6m。营城组为火山岩夹薄层正常沉积碎屑岩的含煤沉积，上下含煤段含煤 10～14 层，其中可采 2～10 层，在长春、九台一带发育较好，A、B、C 三个煤层组煤层总厚 11.06m（羊草沟）。内蒙古境内的沙力好来组为湖泊相沉积，含煤 5～7 层，仅 1 层局部可采；协尔苏组未见有可采煤层。北部的白城西平安镇预测可能赋存有早－中侏罗世含煤地层，层位与大兴安岭东麓的红旗组、万宝组相当，并可能含有可采煤层。

构造　松辽盆地是晚中生代以来在大兴安岭以东、伊佳断裂带以西形成的规模巨大的断裂坳陷盆地群，其东、南缘煤层埋藏较浅的 6 个煤产地仅为其东部断陷带。构造样式多为走向北东－北北东向狭长形地堑和牛地堑式含煤盆地。区内多北北东、北北西向正断层，伴以少数南北或东西向横切断层，盆地被切割成大小不等的断块。

煤质　营城－长春的沙河子组煤以长焰煤为主，营城组煤在羊草沟和刘房子以高级褐煤为主，可能有少量长焰煤。西南部如沙力好来、宝龙山、协尔苏和吉尔嗄郎有长焰

煤和褐煤。营城煤产地原煤灰分 26%～28%，硫分 0.47%～0.56%，发热量 18～23MJ/kg；官地煤灰分可达 41.23%，硫分 1.7%；长春煤产地煤灰分 34%，硫分 0.95%，发热量 18.82MJ/kg。

### （三）煤炭资源预测

松辽盆地东部含煤区的青山口－双辽煤产地杨大城子－青山口隆起带已有的钻探资料表明，在隆起带的低凹地区和斜坡带上保留了白垩系，因此在基底隆起带内选择基底埋藏较浅、上覆盖层较薄的地区进行了预测。根据电法资料圈出的怀德镇－烧锅店一带可能含煤较好。长春－营城煤田已有钻孔及矿井开采揭露，可采煤层均赋存在上家－饮马河间的同沉积背斜部位，背斜的轴部－翼部为沉积厚煤层的富煤带，具有“岛状成煤”特点。推断在官地同沉积向斜北部的苇子沟、张家大院隆起，营南同沉积向斜的古树榆隆起，是成煤有利的构造部位。蔡家－四平煤产地近年来各地质部门做了大量工作，确认含煤岩系属于白垩系营城组酸性火山岩的上部，同样具有火山间歇期沉积的特点，据此进行了预测。含煤区内共 9 个预测区，预测面积共 705km$^2$，预测资源量 5.68 $\times 10^8$t，均为白垩纪长焰煤。

松辽盆地西南部含煤区内的平安镇研究程度低，构造轮廓不清，区内隆起区可能有侏罗纪煤系分布，预测为推断级。内蒙古境内高力板－开鲁及西辽河南一带的已勘区外围结合物探资料圈定预测区较可靠。含煤区内三个煤产地 14 个预测区，预测面积 3177km$^2$，预测资源量 17.58 $\times 10^8$t。按含煤地质时代区分，侏罗纪煤 1.96 $\times 10^8$t，白垩纪煤 15.62 $\times 10^8$t。按煤类区分，褐煤 8.17 $\times 10^8$t，长焰煤 7.45 $\times 10^8$t，贫煤 1.96 $\times 10^8$t。

### （四）预测可信度与找煤普查前景

松辽盆地东部含煤区可靠级预测资源量 1.61 $\times 10^8$t，占全区预测资源量的 28.4%；埋深浅于 1000m 的预测资源量 1.38 $\times 10^8$t，无工类预测区。西南部含煤区可靠级预测资源量 5.97 $\times 10^8$t，占全区预测资源量的 34.0%，资源规模较大；埋深浅于 1000m 的预测资源量 16.67 $\times 10^8$t，其中Ⅰ类区预测资源量 5.97 $\times 10^8$t，有一定的找煤普查前景。

## 九、大兴安岭含煤区

### （一）概况

大兴安岭（DB10）含煤区位于内蒙古东三盟及黑龙江的西北部，分为北、中、南三段。北段包括黑河－嫩江间的西岗子、黑宝山、大杨树等 3 个煤产地，含煤面积 465km$^2$。中段为位于大兴安岭东坡的乌兰浩特－西煤产地，西起霍林郭勒－林西一线，东依松辽盆地西缘，含煤面积 584km$^2$。南段为平庄－元宝山煤田，含煤面积 298km$^2$。北段和中段各煤产地地处大兴安岭西坡中低山区，附近有小型地方煤矿开采，交通不便；平庄－元宝山煤田为生产煤矿区，交通比较方便。

## （二）地质特征

含煤地层　北段黑河－嫩江间含煤地层为晚侏罗世九峰山组，为火山碎屑和陆相碎屑含煤沉积，在大杨树一带发育较好，中上部含煤 5 层，可采 2 层，厚 0.9～2.4m；黑宝山－木耳气含煤 15 层，可采 5 层，厚 0.82～3.87m。中段乌兰浩特－林西煤产地含煤地层为早侏罗世红旗组及中侏罗世万宝组。红旗组为陆相沉积，在红旗区含煤 15 层，厚 1.9～11.0m；在塔拉营子含 8 层可采、局部可采煤层，厚 5.4～9.4m。万宝组在万宝一带由火山碎屑岩和陆相碎屑岩组成，含煤 3～5 层，可采 3 层。南段平庄－元宝山煤田主要含煤地层为早白垩世杏园组、元宝山组。杏园组以陆相碎屑沉积为主，在元宝山红庙一带含煤 1～38 层，最大可采厚度 16.3m。元宝山组下部陆相碎屑岩含可采煤层 3～12 层，厚度变化极大，一般厚 30～50m，最厚达百米左右。煤产地北部的西拉木伦河上游丹峰区的第三纪乌达组为玄武岩喷发间歇的正常沉积，一般含有 1～3 层可采煤层，厚度变化大。

构造　大兴安岭含煤区处于兴安褶皱带大兴安岭隆起部位。北段大杨树、黑宝山－木耳气等地均为形成于强烈的火山活动环境中的小型含煤盆地。大杨树区构造较简单，为倾向南东的单斜，走向正断层较发育；黑宝山－木耳气为走向北东的不对称宽缓向斜，北缓南陡，北东、北西向断层较发育。中段乌兰浩特－林西煤产地位于大兴安岭东坡中南段隆起带及松辽盆地西缘坳褶带之间，为呈北东、北东东向展布的含煤盆地群，大多处于活动性较强的构造部位，多被断裂切割成断块，在一些下降部位有煤系保留，但规模有限。南段平庄－元宝山煤田位于北东走向的鲁儿虎山北西侧，受北东、北东东向的周边断裂控制，呈宽缓波状褶皱，总体向北西倾斜，伴有辉绿岩呈岩床、岩墙侵入。

煤质　大兴安岭含煤区中、北段为早－中侏罗世的瘦煤、贫煤、无烟煤分布区。北段大杨树区为长焰煤。南段平庄－元宝山早白垩世的褐煤水分 15.10%，灰分 17.19%，硫分 1.42%，发热量 19.89MJ/kg。第三纪褐煤水分 14.81%，灰分 43.9%，硫分 0.58%。

## （三）煤炭资源预测

大兴安岭含煤区断裂发育，局部地区的构造轮廓尚不清楚，岩浆侵入活动也较强烈。本次是根据已勘区的延伸和地层接触关系推断其下伏可能有含煤地层的存在而进行预测的。6 个煤田/煤产地共 29 个预测区，预测面积 775km$^2$，预测资源量 $11.22\times10^8$t。按含煤地质时代区分，侏罗纪煤 $10.33\times10^8$t，白垩纪煤 $0.65\times10^8$t，第三纪煤 $0.24\times10^8$t。按煤类区分，褐煤 $2.29\times10^8$t，长焰煤 $1.59\times10^8$t，气煤 $1.20\times10^8$t，瘦煤 $0.23\times10^8$t，贫煤 $2.0\times10^8$t，无烟煤 $3.91\times10^8$t。

## （四）预测可信度及普查找煤前景

大兴安岭含煤区可靠级预测资源量 $4.20\times10^8$t，占全区预测资源量的 37.4%，有一定预测依据。埋深浅于 1000m 的预测资源量 $11.22\times10^8$t，其中Ⅰ类区预测资源量为

$5.14\times10^8$t，具有一定的找煤普查前景，但地区开发条件并不理想。

## 十、海拉尔含煤区

### （一）概况

海拉尔（DB11）含煤区位于内蒙古东北部呼伦贝尔盟境内，东界大兴安岭图里河－牙克石一线，西、南分别为国境线，北至拉布达林。区内自北西向南东为海拉尔北、扎赉诺尔、大雁－陈旗、伊敏、扎赉诺尔等4个煤田，含煤面积12410km$^2$。含煤区地处大兴安岭西坡高原，中间为地势平坦的呼伦贝尔草原，北、西、东侧均为丘陵和山地，地势北高南低，海拉尔河横贯含煤区中心。目前已有开发规模较大的扎赉诺尔、大雁及伊敏等煤炭生产基地，地方煤矿有五九、免渡河、拉布达林等，还有众多乡镇煤矿。

### （二）地质特征

含煤地层　主要含煤地层为早白垩世大磨拐河组和伊敏组，在区内发育广泛，沉积厚度大，含煤层数多，煤层厚且较稳定。大磨拐河组下段为砂砾岩及砂泥岩夹薄煤，局部含煤20余层，可采2～3层，可采总厚4.0～10.0m；中段为主要含煤段，含煤17层，大部和局部可采，平均可采总厚85.29m，最大可采厚度123.8m。伊敏组在伊敏、大雁、扎赉诺尔等地以含厚层褐煤为特色，含煤近20层，可采及局部可采5～17层，单层一般厚1.30～2.50m，可采总厚10～50m。

构造　含煤区由25个呈北北东、北东向展布的早白垩世含煤盆地组成。盆地群东为大兴安岭隆起带，西为额尔古纳隆起带，在中间的海拉尔沉降带形成雁行排列的断陷含煤盆地。盆地内褶皱呈波状起伏，产状平缓，北北东向断裂较发育，伴有东西向及北西向断裂，相互切割构成网状构造格架，煤系被分割成一系列规模不等的断块。

煤质　大磨拐河组与伊敏组煤均属褐煤。大雁煤田褐煤水分10.88%，灰分21.65%，挥发分45.73%，硫分0.57%，发热量20.59MJ/kg。伊敏煤田褐煤水分12.98%，灰分18.43%，挥发分47.06%，硫分0.38%，发热量19.53MJ/kg。扎赉诺尔煤田褐煤水分15.18%，灰分17.79%，挥发分44.51%，硫分0.40%，发热量18.30MJ/kg。

### （三）煤炭资源预测

含煤区内进行过多次大面积不同比例尺的重磁、电法勘探，个别地段做过地震勘探，地质工作程度较高，圈定的预测区可靠。各含煤盆地具有构造简单、埋藏浅、覆盖层薄等特点，褐煤资源丰富。在扎赉诺尔、伊敏、大雁、牙克石、免渡河、拉布达林等已知盆地内，根据沉积建造分析资料，沿富煤带延展方向，扩大了外围找煤的远景。

海拉尔含煤区4个煤田共33个预测区，预测面积10409km$^2$，预测资源量$1140.33\times10^8$t，均为白垩纪煤。按煤类区分，褐煤$925.76\times10^8$t，长焰煤$214.57\times10^8$t。

### （四）预测可信度与普查找煤前景

海拉尔含煤区可靠级预测资源量 $430.04 \times 10^8$t，占全区预测资源量的 37.7%；埋深浅于 1000m 的预测资源量 900.16m，其中工类区预测资源量 $118.39 \times 10^8$t。海拉尔含煤区煤炭资源规模巨大，煤层厚，埋藏浅，部分具有露天开采的可能。但由于煤类以褐煤为主，且处于我国东北边陲，其找煤普查前景受到一定的限制。

## 十一、二连含煤区

### （一）概况

二连（DB12）含煤区位于内蒙古中部阴山以北的蒙古高原。其范围西起狼山，东至大兴安岭西坡，地跨锡林郭勒盟和乌兰察布盟，自北东向南西划分为霍林河、胜利煤田及克旗西部、二连－正镶白旗、伊利乌素－白音查干、乌尼特庙等 6 个煤田/煤产地，含煤面积 33884km$^2$。

区内地势平坦，多为荒漠草原。70 年代以来，煤炭、地矿等部门先后进行过重力、电测深等工作，圈出了有希望的含煤地段。通过大面积的物探工作，基本上查清了掩盖区的构造格架和地层层序，圈出 118 个次级断陷、坳陷盆地。部分盆地经钻孔验证，不仅发现厂石油，也证实了众多的白垩纪含煤盆地及一些早－中侏罗世小型含煤盆地。

### （二）地质特征

含煤地层　主要含煤地层为早白垩世霍林河组和巴彦花组，锡盟北部有早－中侏罗世阿拉坦合力组零星分布，但范围较小。霍林河组主要分布于霍林河盆地以及胜利、巴彦宝力格等地，分为 6 个岩性段，下含煤段含煤共 5 个煤组，煤层总厚达百米左右；上含煤段含不稳定薄煤 20 余层。巴彦宝力格以西的大部地区该组含煤性较差，上含煤段含煤 20 余层，分层厚 1～3m。巴彦花组主要分布在二连－东乌珠穆沁旗一带，含 5 个煤层组，可采煤层 2～30 余层，多为复煤层或复杂结构煤层，稳定性较差，厚度变化较大。阿拉坦合力组含 11 个煤组 71 层煤，可采 5～25 层，可采厚 9.1～31.1m。

构造　二连含煤区大部为新生界所掩盖，根据物探和遥感资料圈出的 113 个含煤盆地，呈近东西、北东、北北东方向雁行排列。受基底和聚煤期古构造控制，含煤盆地位于坳陷中，多呈长条状，盆缘浅部陡，深部缓，盆缘侧多有持续活动的断裂，形成半地堑、地堑式盆地，或不同构造样式的复合型含煤盆地。盆内构造较简单，褶皱宽缓或产状近水平，基本保留原来的盆地面貌。霍林河、胜利、锡林浩特一带盆地内褶曲断裂发育，地层抬升剥蚀明显。

煤质　二连含煤区以褐煤为主，个别煤产地有长焰煤。霍林河煤水分 18.51%，灰分 24.12%，挥发分 46.92%，硫分 0.70%，发热量 18.08MJ/kg。

### （三）煤炭资源预测

二连含煤区内含煤盆地很多，本次进行预测的只是被物探、钻探所控制的一部分，

还有发现新的煤产地的可能。含煤区 6 个煤田/煤产地共 72 个预测区，预测面积 29678km$^2$，预测资源量 $1175.30\times10^8$t。按含煤时代区分，白垩纪煤 $1161.81\times10^8$t，侏罗纪煤 $8.49\times10^8$t。按煤类区分，褐煤 $786.34\times10^8$t，长焰煤 $382.41\times10^8$t，气煤 $0.51\times10^8$t，未定煤类 $0.64\times10^8$t。

### （四）预测可信度及找煤普查前景

二连含煤区可靠级预测资源量 $313.83\times10^8$t，占全区预测资源量的 26.7%，预测资源的规模大，但可信度不高。埋深浅于 1000m 的预测资源量 $1081.23\times10^8$t，其中Ⅰ类区预测资源 $809.74\times10^8$t。预测资源的规模虽大，但大部为褐煤类，且含煤区总体外部开发条件较差，可供近期找煤普查的前景一般。

## 十二、多伦含煤区

### （一）概况

多伦（DBl3）含煤区位于河北北部，包括内蒙古东部南端的部分地区，南界为河北赤城－隆化－平泉一线，北抵内蒙古正蓝旗与河北围场，东至承德、赤峰，西至河北康保、张北。区内有河北沽源（榆树沟、苏鲁滩）及内蒙古正蓝旗（黑城子、北大仑）两个煤产地，含煤面积 479km2。区内有河北榆树沟和内蒙古北大仓等小型地方煤矿开采。

### （二）地质特征

含煤地层　在河北沽源煤产地西部康保出露的含煤地层为早－中侏罗世下花园组，属山间盆地陆相含煤沉积，中部为主要含煤段，含煤 20 余层，多为厚 0.2－0.5m 的薄煤层，局部可达 3～5m，变化较大；在土城子煤矿及其周围有可采煤层 6 层，总厚 12m 左右。东部沽源小河子等地出露早白垩世青石砬组含煤最多达 34 层，仅 1－2 层可采，厚 0.8～3.54m；二道渠一带含可采煤层 24 层，可采总厚 35.8m。在内蒙古正蓝旗煤产地的黑城子、北大仓，早白垩世巴彦花群的含煤情况与沽源青石砬组相似。

构造　含煤区处于华北地台北缘西侧的强挤压变形区，早－中侏罗世及早白垩世断陷盆地的规模小（数十至百余平方公里），含煤性差，仅沽源苏鲁滩、榆树沟早白垩世含煤盆地发育稍好。这些盆地受边缘一侧或两侧北北东或北东向断裂的控制，形成同沉积断陷，断陷内构造较简单，盆缘受断裂牵引，倾角变化大，伴生断裂较发育，以张性正断层为主。

煤质　在河北康保毛不拉、张纪一带下花园组煤灰分 17.50%，硫分 0.8%，挥发分 47.69%，低温干馏焦油产率 8.11%，属低灰、低硫、高挥发分、富油气煤或长焰煤。河北沽源及内蒙古多伦早白垩世青石砬组或其相当层位煤均为褐煤。黑城子区 C、E 煤层的平均水分 19.09%，挥发分 42.78%，灰分 27.62%，硫分 0.97%。河北沽源一带的煤类煤质均与之相似。

### （三）煤炭资源预测

含煤区内均为零散分布的小型含煤断陷盆地。依据区域地质资料结合区内已勘区和煤矿点进行预测（如沽源榆树沟与苏鲁滩，康保张纪，多伦黑城子），新生界掩盖区则根据地震勘探对隐伏构造的判断圈定预测区。两个煤产地共圈定 8 个预测区，预测面积 371km$^2$，预测资源量 $16.07\times10^8$t。预测二叠纪煤 $0.48\times10^8$t，白垩纪煤 $15.59\times10^8$t。按煤类区分，褐煤 $15.59\times10^8$t，无烟煤 $0.48\times10^8$t。

### （四）预测可信度及普查找煤前景

含煤区可靠级预测资源量 $3.32\times10^8$t，占 20.7%，预测可信度较差。埋深浅于 1000m 的预测资源量为 $15.82\times10^8$t，其中Ⅰ类区预测资源量 $3.32\times10^8$t，煤类及地区开发条件并不理想。

# 第四篇　地质矿产勘查新技术

# 第一章　矿产资源概述

## 第一节　矿产勘查概述

### 一、矿产勘查的基本概念

所谓“矿产勘查”是指对矿床的普查与勘探的总称。矿床普查是在一定地区范围内以不同的精度要求进行找矿或发现矿床的工作，通常分为概查和详查两个阶段或两类工作。矿床普查工作可与不同比例尺的地质制图工作同时进行，也可以从已知矿点的检查入手进行专门性的找矿。找矿一般都是综合性的，即寻找地区内可能存在的一切矿产资源并对它们的质和量及可能的经济意义做出初步判断或评价；对这些矿产资源的成因和分布规律进行初步分析并对今后进一步工作提出建议和设计。找矿也可以是针对某一特定的矿种，如金矿、铜矿或金刚石矿，到已知有这类矿化显示的矿点或选择有利于这类矿产生成或产出的地区进行专门性找矿。找矿要回答的问题是“找什么”?“哪里找”?及“怎么找”。由于矿床的形成，尤其是大型特大型矿床的形成是一个地区地质演化过程中的稀有的、特定的事件，必须具备各种有利成矿的地质条件或因素的组合才可能形成矿床，因此，发现矿床是一件十分稀少或困难的事。矿床不是俯拾皆是之物，找矿尤如大海捞针。然而，矿床的形成都与一定的地质异常有关，矿床的分布也有一定的规律可循，找矿就是研究可能成矿的地质异常和矿床可能的分布规律。为了提高找矿效果，通常要根据科学准则首先进行成矿预测，圈出有利成矿远景区，缩小找矿靶区范围，提高找矿成功率。

勘探是在发现矿床之后，对被认为具有进一步工作价值的对象做一些地表和地下的揭露工作，对矿床可能的规模、形态、产状、质量及开采技术、经济条件等作出评价，换句话说，对矿床的工业远景作出评价。这类工作属于评价性质，故通常称之为评价勘探或初步勘探。当评价勘探取得正面结果，认为所发现的矿床有开采价值并对矿床可能的开发规模有初步认识之后，即可根据需要对矿床做进一步的详细勘探工作，查明矿石质量和类型，计算矿石或有用组分储量，查明开采技术条件，为矿山开采设计提供必要的资料，为先期开采提供有足够精度的储量等，这个阶段的工作即称为工业勘探或详细勘探。

随后，开始矿山设计和建设，矿山投产后，开采矿石、进行选矿直至采尽所有能采

出之矿石，然后闭坑，最后是复垦。整个过程如图 4－1－1 所示。

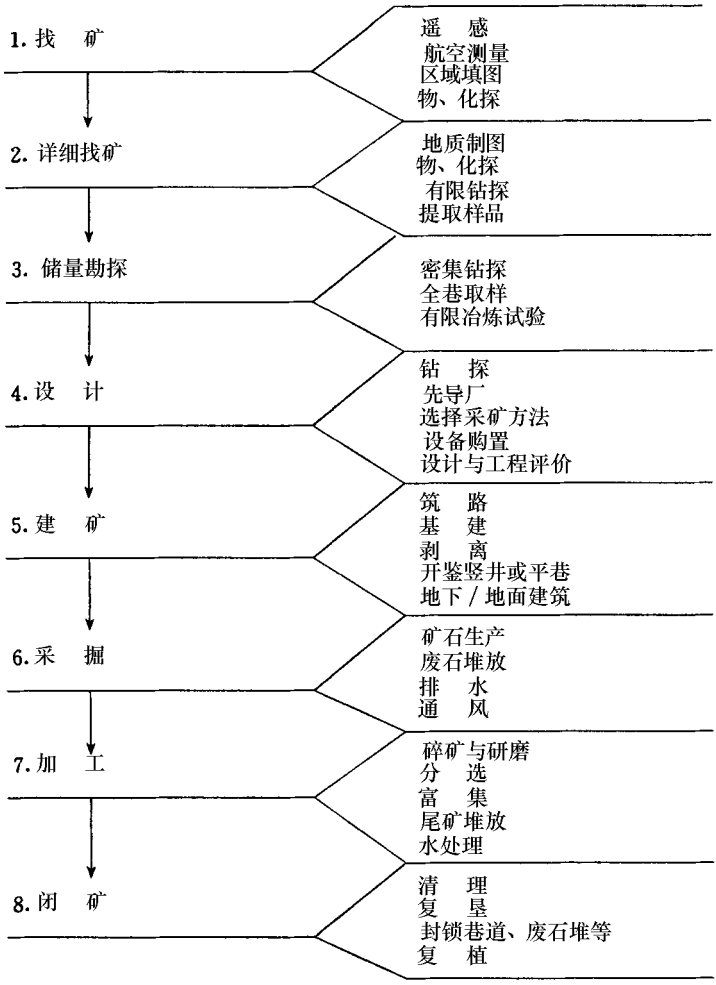



图 4－1－1　矿产勘查、开发各阶段及其工作内容流程图

由图 4－1－1 可以看出，矿产普查与勘探，即矿产勘查，是整个矿业过程的先导和基础。人类利用自然矿产资源必将首先经过找矿与勘探，然后进入矿山建设、矿石开采和加工阶段，从而将地下资源变为工农业生产和人们生活所必需的矿物原料及矿产品。最后，为恢复由于矿业活动而受到破坏或影响的环境，在闭矿之后还需进行土地复垦和复植。

地质学家的矿产勘查活动孕育着一个新矿山的诞生。一旦发现矿床就开始了矿山的生命。矿山从诞生至消亡是一个很长的过程，它的“一生”为人类生存和发展提供了必需的物质基础，而人类的可持续发展有赖于矿产资源的可持续利用。

在国外，矿床普查与勘探工作在不同国家应用不同的术语，具有不同的含义。如 W.C. 彼得斯（1978）在《勘查与矿山地质》一书中指出：“Prospecting”与“Exploration”

这两个词在北美及在他本人的著作中是可以互换的。“Exploration”一词用于从概查（矿点检查）到远景评价以至到生产矿山寻找新矿体为止的全部工作序列。在前苏联，上述两个词则分别被译为“找矿”及“勘探”。但在法国及其他一些国家，其意义恰相反，“Exploration”指的是对矿化显示的广泛寻找，而“Prospecting”则是指对这种显示的更局部的研究（儒歇尔，1963）。

作为一个学科，其名称也有多种不同表述。最早称为“找矿勘探方法”，随后称“找矿勘探地质学”、“矿床普查与勘探”、“矿产普查与勘探”及“矿产勘查”等。但其研究内容都是矿床的寻找及矿床质量的查明及评价问题，是一门应用地质学科。

## 二、矿产勘查与其他学科关系

“矿产勘查”的主要对象是矿床，因此，与其关系最密切的学科是“矿床学”。为了回答找矿三大问题之一的“找什么”问题，必须了解哪些类型矿床是最有价值的，这就要求研究“矿床工业类型”。最早，“矿床工业类型”是作为矿产勘查的组成部分进行讲授的，如1960年前苏联学者B.M.克列特尔编著的《矿床普查与勘探》专著，即将“矿床工业类型”包含于该书找矿部分之中。后来，“矿床工业类型”被划分出来而成为单独学科。在西方，也有人将矿床学及矿产勘查学合并而统称为“经济地质学”，可见这些学科间的密切关系。

从前面叙述的内容（图4－1－1）可知，矿产勘查是矿业生产活动的第一步，它是为矿业生产服务的，因此，“矿产勘查”与“矿山设计与建设”、“采矿学”、“选矿学”及“矿石冶炼学”等学科关系密切。不了解矿床采、选、冶的要求，就不可能在矿产勘查时对矿床做出正确评价，也不可能全面正确地完成矿产勘查工作。在当今强调矿床“勘查开发一体化”的情况下，特别是对小型矿床进行勘查时，重视矿床采、选、冶问题已成为矿产勘查不可分割的任务。正因为如此，某些学者将矿床采、选、冶问题作为重要章节列入《矿产普查勘探学》之中，由此也可见它们之间的密切关系。

1977年前苏联学者E.O.帕格列比茨基提出了矿床普查勘探的三大基础：地质基础、经济基础及数学基础。他认为：“矿床普查勘探对象的本质可以由三门科学的方法加以揭示和说明：经济学、地质学和数学。以上所有这些便成了矿床普查勘探学的理论基础，而解决普查勘探任务则要求综合应用上述三门科学的方法”。矿产勘查的地质、经济基础是比较明显的，但如何理解它的“数学”基础？最早应用于矿产勘查的数学学科是“概率论”与“数理统计”，这是因为无论是矿床的形成或矿床的普查勘探工作都受“概率法则”支配，都是在不确定条件下进行决策与评价，都是研究受多种因素制约的对象或结果，因而“多元统计分析”也成为矿产勘查应用较多的数学学科。近代勘查理论还要求研究最优勘查方案和勘查过程最优化问题。另外，矿产勘查过程实际上是研究如何以最少的投入获取有关地区地质及矿床的最多及最正确的信息问题。这些，都与现代数学的各种新进展分不开，如近年来兴起的“分形理论”、“混沌理论”等。矿产勘查工作与大量数据打交道，而且经常是与间接的、隐蔽的、不完整的、模糊的或微弱的信息打交道，如何提取、分析、处理及显示这些数据和信息并作出正确评价，没有必要

的“数学”基础是不可能的。近年来，逐步形成一些“定量勘查学”学科，如“矿床统计预测”,“地质勘探数据统计分析”等可以说是“矿产勘查学”与“数学地质学”之间形成的交叉学科。不言而喻,“计算机技术与应用”已成为与“矿产勘查”十分密切的学科。

由于“矿产勘查”必须借助各种技术手段与方法去实现发现、揭露和查明矿床的目的，因此,“勘查地球物理”、“勘查地球化学”、“遥感地质学”、“地理信息系统”、“全球定位系统”、“钻探技术与钻井工程”、“坑探技术与掘进工程”等等都与“矿产勘查”学科密切相关。

当今，环境问题已成为影响矿产勘查的重要问题。从矿产资源集约利用和可持续发展角度出发，矿产勘查必须考虑生态环境保护问题和矿业活动可能造成的环境效应问题。因此,“矿产勘查”与“环境地质学”、“生态环境学”关系密切。

由此看来，作为“矿产勘查”的基础除帕格列比茨基提出的以上三大基础外，还应增加“技术基础”及“环境基础”(图 4－1－2)。

结论是：“矿产勘查”是一门综合性很强，属于“上层建筑”式的应用“地质学科”。

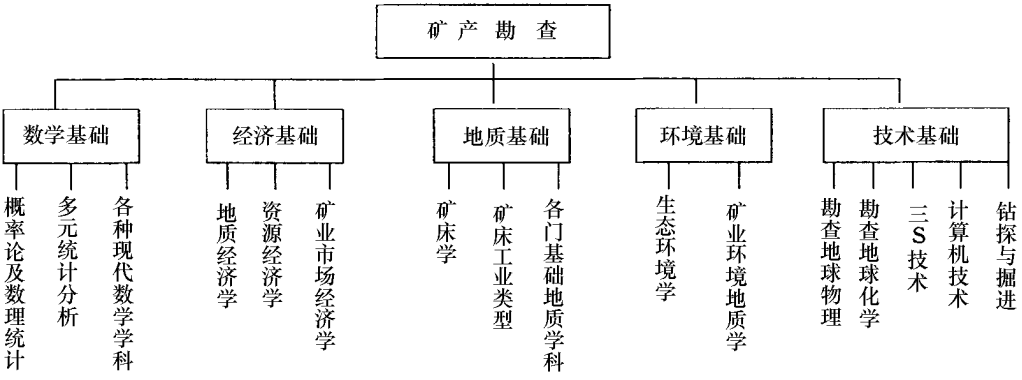



图 4－1－2　矿产勘查与各主要学科关系图

## 第二节　矿产勘查基本理论与基础

### 一、矿产勘查的基本原则

#### (一) 因地制宜原则

因地制宜原则是矿产勘查的最基本和最重要的原则，是由矿床复杂多变的地质特点

和勘查工作性质所决定的。大量勘查实践的经验证明，只有从矿床实际情况出发，实事求是地决定勘查各项工作，才能取得比较符合矿床实际的地质成果和更好的经济效果；如果脱离矿床实际，主观臆想地进行工作，必然使勘查工作遭到损失和挫折。而要想做到按照矿床客观实际情况部署各项工作，必须加强对矿床各方面特点的观察研究工作，同时又要加强与矿山设计建设单位的联系，以便使矿产勘查工作既符合矿床地质实际，又能满足矿山设计建设的需要。

### （二）循序渐进原则

循序渐进原则反映了人们对矿床认识过程的客观规律。认识过程不可能一次完成，而是随着勘查工作的逐步开展而不断深化，故矿产勘查应本着由粗到细、由表及里、由浅入深、由已知到未知的这一循序渐进原则。矿产勘查工作不可任意超越程序阶段的规定。

### （三）全面研究原则

全面研究原则是由矿产勘查的目的决定的，反映在对矿床进行地质、技术和经济全面的研究评价，克服矿产勘查的片面性，实现全面阐述矿床的工业价值。

### （四）综合评价原则

自然界的矿床几乎没有单矿物矿石存在，它们都含有或多或少的有益组分，因此涉及矿产的综合利用，它对矿床的价值起到至关重要的影响，使矿床由单一矿产变为综合矿产，使无意义的贫矿变为可供开发利用的工业矿床。

### （五）经济合理原则

经济合理原则是矿产勘查的基本原则中非常重要的原则。矿产勘查本身就是一项经济活动，它受经济规律的制约，因此在矿产勘查过程中自始至终都要重视经济合理的原则。在保证矿产勘查程度的前提下，用最合理的方法，最少的人力、物力、财力的消耗，在较短时间内取得最好的地质成果和最大的经济效果。

## 二、矿产勘查阶段的划分

矿产勘查是对矿产地质客体进行调查研究和获取信息的过程，是查明矿产资源或矿产储量以及生产其他基础地质信息的过程。这个过程不可能一次完成，需要分阶段并依次进行。这是由勘查对象的性质、特点和勘查生产实践需要决定的，或者说是由矿产勘查的认识规律和经济规律决定的。阶段划分的合理与否，将影响到矿产勘查与矿山设计、矿山建设的效率与效果。因此，它不仅是矿产勘查实践中的实际问题，也是勘查学中的一个重要理论问题和技术经济政策性问题。它历来为世界各国勘查学者和广大从事矿产勘查与矿业开发及管理的人们所重视。

## （一）勘查阶段划分的目的、意义与原则

勘查阶段划分的目的与意义主要是为了对勘查对象进行初步筛选，以便择优进行下一步勘查工作，确保后续勘查的可靠性和合理性，减少勘查投资的风险性，提高矿产勘查的效益。

勘查阶段划分原则应根据勘查生产实践经验的不断总结，及时修订出能够实行的原则。具体有：

1. 合理的阶段程序必须反映从勘查到开发全过程的客观规律

贯穿于全过程的矿产勘查工作的客观规律决定于矿产勘查工作的性质和特点。众所周知，矿产勘查工作具有两个基本特点：一是与一般地质科学工作相一致，自始至终是一项探索自然地质体的调查研究工作；二是任务直接来自社会物质生产和社会发展需要，以既是自然地质体又是经济体的矿产资源为研靠对象，而与社会物质生产过程特别是矿业生产过程直接相关，并作为基础性和先行性工作以自身成果为这一过程提供前提条件。这两个特点决定了针对矿产所进行的矿产勘查工作有别于一般地质科学研究工作和一般物质生产过程，其属性表现为通过对矿产地质条件、赋存规律、变化特征和其开采、加工技术、经济条件的调查研究，直接为矿产资源的开发利用提供物质成果（探明储量的工业矿床）和认识成果（说明矿床可被开发利用的各种信息）。

2. 勘查阶段划分必须与矿山建设程序相适应

矿产勘查工作是为矿山生产建设服务的，它必须为矿山基本建设的不同阶段的需要提供相适应的矿产资源信息和其他所必须的地质、技术、经济资料。基础工业的基本建设程序一般分为远景规划、矿区总体设计、矿山建设设计和矿山建设等几个阶段，而矿山建设完成后即投入生产。因而矿产勘查阶段的划分要与之相适应。以便使各勘查阶段所取得的最终成果（矿产储量和其他信息资料）具有明确地使用目的。

## （二）矿产勘查阶段的划分

矿产勘查工作一般分为预查、普查、详查、勘探四个阶段。

预查：依据区域地质和（或）物化探异常研究结果、初步野外观测、极少量工程验证结果，与地质特征相似的已知矿床类比、预测，提出可供普查的矿化潜力较大地区。有足够依据时可估算出预测的资源量，属于潜在矿产资源。

普查：是对可供普查的矿化潜力较大地区、物化探异常区，采用露头检查，地质填图，数量有限的取样及物化探方法，大致查明普查区内地质、构造概况；大致掌握矿体（层）的形态、产状、质量特征；大致了解矿床开采技术条件；矿产的加工选冶性能已进行了类比研究。最终应提出是否有进一步详查的价值，或圈定出详查区范围。

详查：是对普查圈出的详查区通过大比例尺地质填图及各种勘查方法和手段，比普查阶段密的系统取样，基本查明地质、构造、主要矿体形态、产状、大小和矿石质量，基本确定矿体的连续性，基本查明矿床开采技术条件，对矿石的加工选冶性能进行类比或实验室试验研究，做出是否具有工业价值的评价。必要时，圈出勘探范围，并可供预可行性研究、矿山总体规划和做矿山项目建议书使用。对直接提供开发利用的矿区，其

加工选冶性能试验程度，应达到可供矿山建设设计的要求。

勘探：是对已知具有工业价值的矿床或经详查圈出的勘探区，通过加密各种采样工程，其间距足以肯定矿体（层）的连续性，详细查明矿床地质特征，确定矿体的形态、产状、大小、空间位置和矿石质量特征，详细查明矿体开采技术条件，对矿产的加工选冶性能进行实验室流程试验或实验室扩大连续试验，必要时应进行半工业实验，为可行性研究或矿山建设设计提供依据。

## 三、基本理论与四大基础

前节我们已经提到，矿产勘查的特点就是在不确定条件下进行各种决策。因此，矿产勘查的核心是预测。预测不同于猜测，其区别就在于预测是有理论指导的。除预测理论外，勘查方法的理论原理也均属于理论基础的范畴。勘查的理论基础包括地质基础、数学基础、经济基础及技术基础等四个基本方面。

### （一）地质基础

矿产勘查工作的主要内容包括查明地质特征和矿床特征。

1. 地质特征

地质特征可分为基本特征和成矿地质条件两部分。

根据我国最新的《固体矿产地质勘查规范总则》的说明，基本特征是地质背景。包括与成矿有关的区域地质及区域地层、构造、岩浆岩、蚀变特征等。对砂矿床还包括第四纪地质及地貌特征。

成矿地质条件是指与成矿有直接关系的诸多因素。不同的矿床其成矿地质条件各异。如沉积矿产应详细划分地层层序、确定含矿层位、岩性组合、物质组成及沉积环境与成矿关系等；与岩浆岩有关的矿床应查明侵入岩的岩类、岩相、岩性、演化特点、与围岩的关系及蚀变特征等；变质矿床应研究变质作用强度、影响因素、相带分布特点及对矿床形成和改造的影响；与构造有密切关系的矿床，则应对控制或破坏矿床的主要构造进行研究，了解控矿构造的空间分布范围、发育程度、先后次序及分布规律等。

2. 矿床特征

矿床特征则可分为矿体特征、矿石物质组成、矿石质量三部分。

矿体特征主要研究和控制矿体总的分布范围，矿体数量、规模、产状、空间位置及形态、相互关系等；根据矿床地质因素和矿石矿物共生组合特征，圈定氧化带的范围；研究围岩、夹石的岩性、产状、形态、矿石有用组分含量等。

矿石物质组成的研究包括：矿物组成及主要矿物含量、结构、构造、共生关系、嵌布粒度及其变化和分布特征；综合分析、全面考虑、合理确定回收利用的主要元素，分别研究氧化矿、原生矿、不同盐类矿物、贫矿、泥状矿等的性质、分布、所占比例及对加工选冶性能的影响等。

矿石质量的研究包括：测试矿石的化学成分、有益和有害组分含量，可回收组分含量，赋存状况、变化及分布特征；划分矿石自然类型和工业品级、研究其变化规律和所

占比例；研究矿石的蚀变和泥化特征。此外，还要对与主要矿产共生和伴生的其他矿产进行综合研究和综合评价；对矿床的水文地质、工程地质和环境地质等影响未来开采的各种地质问题进行研究等等。

从以上固体矿产地质勘查规范的要求来看，查明矿床地质和矿体地质特征是矿床勘查的首要任务和基本内容，因此，矿产勘查最基本的理论基础是地质基础。其次，地质勘查工作的实践表明，矿产储量的分布是不均衡的。矿产储量集中于少数大矿床，而众多的小矿床的储量所占比例不大，表明储量的分布具有相对集中的倾向。图 4－1－3 是金属矿床数量与矿床规模的分布关系，从该图可见，占矿床总数 2% 的大、中型矿床占了总储量的 78%，而 86% 的矿床（实际只是矿化点）没有工业开发价值，这清楚地表明了勘查大型矿床的重要性。在矿产勘查中应尽全力去发现大型和超大型目标，并且将其作为主要的勘查开发投资对象。再者，矿床的类型繁多，但其中只有少数类型储量较大，具有较为重要的工业价值。如表 4－1－1 所列，各种金属矿产的储量多集中于少数矿床类型，开采利用的情况也是如此。这就指示我们，要尽力去发现主要的、重要的矿床工业类型，这就可以大大提高矿产勘查的效果。当然，矿床工业类型也是现有资料的总结，在勘查中不能墨守陈规，要注意非传统的、新类型矿床的发现和研究。

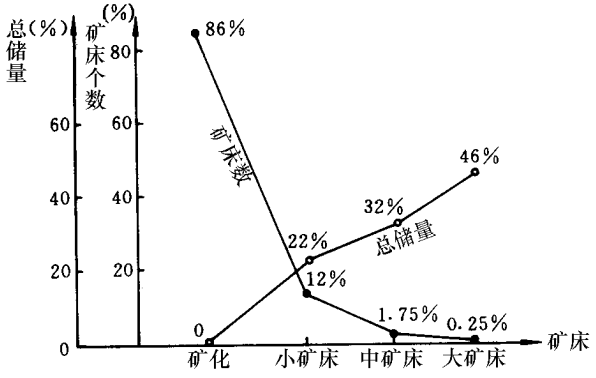



图 4－1－3　金属矿床数量及规模的分布图

（据 A.B. 卡日丹，1984）

从以上情况可以看出，为了寻找有重要价值的大型、超大型矿床和重要的矿床工业类型，都必须从分析有利于这类矿床形成的地质环境入手。因此，矿床形成和分布的地质条件是部署矿产勘查工作的基本依据。有利的成矿时代和有利的成矿空间实质上是地球各层圈演化和相互作用过程中与矿产形成有关的特殊条件，也就是“致矿地质异常”在时间和空间上的反映。

综上所述，矿产勘查的第一个基本理论植根于矿产勘查的地质基础。这可以表述为：成矿地质特征是矿产勘查中地质研究的主要内容；矿体地质特征是制约矿产勘查难易程度和精度的基础；致矿地质异常是选择矿产勘查目标和确定勘查范围的基本依据。

表 4－1－1　某些金属矿产工业类型及其意义

| 矿产工业类型 | 品位（%） | 占世界开采量百分比（%） | 占世界储量百分比（%） |
|---|---|---|---|
| **镍　　矿　　床** | | | |
| 1. 基性和超基性岩中的层状及脉状的浸染及致密的镍黄铁矿－黄铜矿－磁黄铁矿矿床 | Ni 1.3～4.6（Cu 0.8～2.0） | 80 | 70 |
| 2. 在超基性岩风化壳中及超基性岩与石灰岩接触带上的层状、脉状及透镜状硅酸镍矿石 | Ni 1.3～4.0 | 20 | 30 |
| **钨　　矿　　床** | | | |
| 1. 在花岗岩类岩体和碳酸盐岩接触带上的层状和脉状含白钨矿的矽卡岩矿床 | $WO_3$ 0.3～6.0 | 55 | 60 |
| 2. 花岗岩类岩体内、外接触带的石英－黑钨矿脉和脉带 | 0.4～0.6 | 25 | 30 |
| 3. 黑钨矿和钨锰矿的残积、坡积和冲积砂矿 | 薄层中最少 0.03<br>厚层中最少 0.015 | 20 | 10 |
| **钼　　矿　　床** | | | |
| 1. 主要在小侵入体中的石英－辉钼矿和石英－辉钼矿－黄铁矿矿石的网状脉 | 0.1～0.4 | 98 | 95 |
| 2. 在花岗岩类岩体同石灰岩接触带矽卡岩中的层状及脉状矿床 | 0.1～1.0 | 2 | 5 |
| **锡　　矿　　床** | | | |
| 1. 砂矿的、残积的、坡积的、冲积的、滨海的锡矿床 | 0.5～0.8 | 70 | 60 |
| 2. 在沉积岩及火山成因岩石中的锡石－硫化物矿脉脉带、网脉 | 在脉中 1.0～5.0 | 20 | 15 |
| 3. 在花岗岩类岩体及其接触带的锡石－石英矿石或锡矿化云英岩的矿脉、脉带及网脉 | 在脉中 1.0～4.0<br>在网脉中 0.3～1.0 | 10 | 25 |
| **铜　　矿　　床** | | | |
| 1. 主要在斑岩侵入体中的细脉浸染矿化（斑岩铜矿） | 0.8～2.2 | 42 | 40 |

| 矿产工业类型 | 品位（%） | 占世界开采量百分比（%） | 占世界储量百分比（%） |
|---|---|---|---|
| 2. 在砂岩、页岩及砾岩中的细脉浸染型铜－硫化物层状矿床 | 3～5 | 25 | 43 |
| 3. 喷出岩中的含铜黄铁矿透镜体 | 1.5～5 | 19 | 9 |
| 4. 在各类岩石中的硫化物矿脉及复杂的硫化物矿石带 | 1～10 | 5 | 2 |
| 5. 在石灰岩及花岗岩类岩体接触带上的矽卡岩中的以黄铜矿为主的管状、脉状、有时为层状矿体 | 2～8 | 1.5 | 1 |

## （二）数学基础

矿产勘查是一种地球探测活动和地学信息工作。在勘查过程中要与大量数据打交道：要获取数据、处理数据、分析数据、解释数据、评价数据和利用数据。数据的类型很多：名义型、有序型、比例型、间隔型；离散型、连续型；定性数据、定量数据、图形数据、图像数据；定和数据、方向数据；纯量、矢量；模糊型、灰色型、随机型、确定型、分维型、混沌型；简单型、混合型、点型、线型、面型、体型；单元型、二元型、多元型等等。所以，数学成为矿产勘查不可缺少的和十分重要的基础。“数字找矿”、“数字勘查”、“数字矿床”、“数字国土”乃是“数字地球”的组成部分，也是矿产勘查的必然归宿。除去形式上矿产勘查与各种数据打交道而需要依靠数学外，尚有如下更深层次的原因。

（1）地质体（包括矿体）的数学特征是定量区分、鉴别、预测地质体（含矿体）的重要依据，也是揭示、圈定地质异常及致矿地质异常的前提和“数字找矿”的基础。

各种地质作用、地质过程和地质现象（包括成矿作用、成矿过程和矿化现象）都具有一定的数量规律性。地质体的数学特征就是这种数量规律性的表现。这种数量规律性是进行定量预测、定量评价、圈定地质异常、建立预测模型、进行数字找矿和数学模拟的基础。

地质运动的数量规律性是客观存在的规律，是各种地质事件的本质的反映，其具体表现则为各种地质产物（各种地质体，包括矿体）的数学特征。

下面举例说明这种数量规律的客观性：

①地质运动的发展在时间和空间上具有明显的周期性。

如地质构造活动在时间上的构造岩浆旋回，在空间上分布的等距性等。

表 4－1－2 是地史上大的构造旋回的进程，从表中可见，构造岩浆旋回期的间隔越来越短，它们以加速度发展为特征，而且各旋回之间具有大致相近似的发展加速系数，另一方面又表现为相对缓慢的演化和明显飞跃的交替。

表 4－1－2　地球历史中大的构造岩浆旋回进程表

| 构造岩浆旋回序号（n） | 构造岩浆旋回名称 | 旋回界线年代（Ma） | 旋回期间隔 t（Ma） | 发展加速系数 $K_p = T_n/T_{n+1}$ | 备注（相当我国） |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 阿尔卑斯 | 10 | | | 喜马拉雅运动 |
| 9 | 基米里 | 105 | 95 | 1.21 | 燕山运动 |
| 8 | 海西 | 220 | 115 | 1.56 | |
| 7 | 加里东 | 400 | 180 | 1.36 | |
| 6 | 卡探格 | 650 | 250 | 1.46 | 蓟县运动 |
| 5 | 格林威尔 | 1 000 | 350 | 1.16 | 吕梁运动 |
| 4 | 熊湖 | 1 300 | 400 | 1.25 | |
| 3 | 白海 | 1 900 | 500 | 1.40 | |
| 2 | 罗德西亚 | 2 600 | 700 | 1.29 | |
| 1 | — | 3 500 | 900 | | |

（据 Ф.M. 莱普索，1975）

空间分布上的周期性可以豫西卢氏北部地区为例，该区的铁、铜、锌、硫、钼、铅等矽卡岩型和热液型矿床，严格地受北东向及纬向构造带的控制，纵横展布以等距出现。小侵入体及其有关的矿床沿北东向断裂分布，各带之间相距约 8～9km。在每个带内自南而北约每隔 6km 左右出现一个岩体及其有关的矿体。这种空间的等距性也正是空间分布周期性的表现（图 4－1－4）。

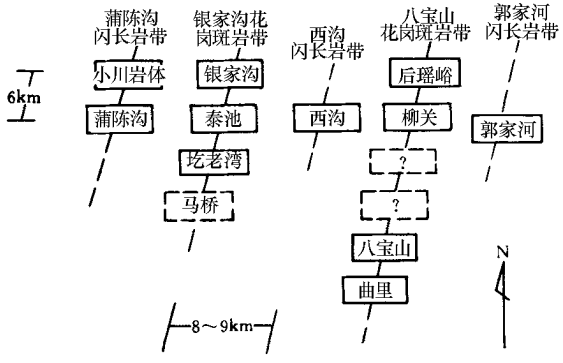



图 4－1－4　豫西卢氏燕山期岩带、岩体等距分布示意图

②矿化具有天然（矿化）密度等级的特点

许多资料表明，矿化强度可能具有天然的（客观的）的矿化等级。若以平均品位作

为矿化强度的度量，则同一类型矿床的平均品位表现具有一些特定的值或区间。如前苏联萨彦岭地区的接触交代型铁矿就是一例。

表 4－1－3　某些接触交代型矿床铁品位分布律

| 矿床名称 | 铁品位分布 | | | 被磁铁矿交代的岩石 |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | |
| 塔什塔哥尔 | $\overline{C}=34.50$<br>$\sigma=4.07$ | $\overline{C}=46.98$<br>$\sigma=2.35$ | $\overline{C}=56.64$<br>$\delta=3.52$ | 灰岩、泥灰质页岩、绿帘石交代岩、石榴石矽卡岩 |
| 阿姆菲加特尔－别古涅茨 | $\overline{C}=34.50$<br>$\sigma=4.57$ | $\overline{C}=47.7$<br>$\sigma=2.64$ | $\overline{C}=57.80$<br>$\delta=3.63$ | 灰岩、石榴石矽卡岩、石榴石－绿帘石交代岩、绿泥石片岩 |
| 帕米尔套 | $\overline{C}=34.40$<br>$\sigma=4.20$ | $\overline{C}=46.30$<br>$\sigma=2.84$ | $\overline{C}=56.4$<br>$\sigma=3.32$ | 白云岩、蛇纹石化白云岩、灰岩、辉石矽卡岩、石榴石－辉石矽卡岩 |
| 舍列格什 | $\overline{C}=33.3$<br>$\sigma=4.42$ | $\overline{C}=48.8$<br>$\sigma=3.26$ | $\overline{C}=62.1$<br>$\sigma=3.97$ | 灰岩、石榴石矽卡岩、辉石－石榴石矽卡岩、钠长斑岩及玢岩 |
| 阿巴坎 | $\overline{C}=34.20$<br>$\sigma=7.08$ | $\overline{C}=46.8$<br>$\sigma=4.04$ | $\overline{C}=56.90$<br>$\sigma=3.93$ | 灰岩、方解石－绿泥石交代岩、绿泥石交代岩、绿帘石－绿泥石交代岩、绿泥石片岩、块集凝灰岩 |
| 阿达耶夫卡 | $\overline{C}=34.14$<br>$\sigma=4.21$ | $\overline{C}=47.16$<br>$\sigma=3.16$ | $\overline{C}=59.24.$<br>$\sigma=3.97$ | 灰岩、绿帘石－绿泥石交代岩、方解石－绿泥石交代岩、中性凝灰岩、层凝灰岩 |
| 奥德拉－巴什 | $\overline{C}=31.7$<br>$\sigma=2.87$ | $\overline{C}=42.5$<br>$\sigma=4.37$ | — | 中性玢岩和凝灰岩、闪石闪长岩，有时有石榴石矽卡岩 |

从表 4－1－3 可见，各接触交代矿床具有相同或相近似的统计特征值（平均值、标准差），存在有明显的相同的天然矿化密度等级。如果将各铁矿床铁品位的分布曲线进行仔细对比，可以发现（图 4－1－5）：

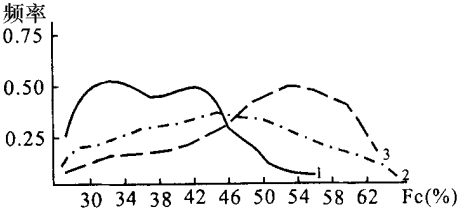



图 4－1－5　某些矿床铁品位分布函数

1—奥德拉－巴什矿床；2—帕米尔套矿床；3—塔什塔哥尔矿床

①在主要是碳酸盐类岩石被交代的矿床中，铁品位的概率分布曲线具有负不对称特

点；

②在矿床形成时碳酸盐类岩石不起什么重大作用的矿床中，铁品位的概率分布曲线具有正不对称性；

③在除碳酸盐类岩石外，矽卡岩及其他交代岩也起重大作用的矿床中，铁品位的概率分布曲线是对称的。因此，铁品位的概率分布曲线的特征可能用以初步估计被交代岩石的类型。

笔者在研究马鞍山地区铁矿床时，同样发现，不同成因类型的铁矿床其铁品位具有不同的统计分布特征。

图 4－1－6 是马鞍山铁矿田中 4 个铁矿床的 TFe 品位分布曲线。经过对其进行对比研究和野外实际观察，发现这 4 个矿床 TFe 分布曲线与其成因特点有密切关系。其中 A 矿床是近于正态分布的单峰曲线，它代表了闪长玢岩体内矿化作用比较单一的早期浸染状贫矿化阶段，该矿化阶段的平均品位与曲线的峰值吻合，为 23.5%。B 矿床和 C 矿床都是双峰负不对称曲线，它们都反映至少有两期矿化在空间上的叠加。野外观测表明，B、C 矿床中都有两个比较明显的重要铁矿化阶段，一个是与 A 矿床相当的浸染状贫铁矿化的早期矿化阶段，另一个是磷灰石—阳起石—磁铁矿建造的晚期脉状富铁矿化阶段，表现为 B、C 矿床分布曲线中的较高峰值，矿化平均品位约为 56%左右，对应于 B、C 矿床分布曲线中的较低峰值，平均品位已从 23%左右提高到 36%。B、C 两矿床相比，B 矿床中早期贫矿化阶段所占比例比 C 矿床要多。D 矿床之所以出现三峰正不对称分布，是因为 D 矿床虽然也存在着两个矿化阶段产物的叠加，但仍以早期的产物为主，晚期阶段的产物较弱且对早期阶段的改造不充分，因此具有与 A 矿床相对应的位于 24%平均品位值的高峰值，以及与 B、C 矿床相对应的平均品位为 36%和 56%的两个较低峰值。

在上述例子中，A 矿床具有简单分布的特点，B、C、D 矿床具有混合分布的特点。这种混合分布被称为多峰型混合分布。可以看出，多峰型混合分布都是由两次以上特点不同的成矿作用随时间推移先后发生且在空间上不充分的混合所造成。

有时，以单峰形式出现的对数正态分布也可能是一种混合分布，如某地枕状玄武岩流样品中 Ni 含量低于 $80\times10^{-6}$的部分呈对数正态分布，经详细岩石学研究表明，其中一部分样品为蚀变和硅化的玄武岩，而另一部分为未蚀变的玄武岩，前者构成 Ni 含量更低的总体。

(2) 概率法则对地质现象、地质规律、勘查工作的主要制约作用。

①地质规律只能以一定的概率指示成矿，地质异常也只有在各种成矿因素异常在时空上有效地匹配或耦合时才能有较高控制成矿的概率。

地质规律大多具有统计规律性，就是说，它们服从一定的分布规律。在地质条件有利地区进行的找矿工作也必然受概率法则支配而具有一定的风险。根据国外一些统计资料，可以看到找矿失败或成功概率的一般状况：

——据国际原子能机构统计（1973）

对美国 10 万个异常进行检查，从中获得 4 000 个远景地（矿点），其中 700 个可列入矿床，因此，异常∶矿床 = 143∶1，找矿成功概率 $\approx0.7\%$。

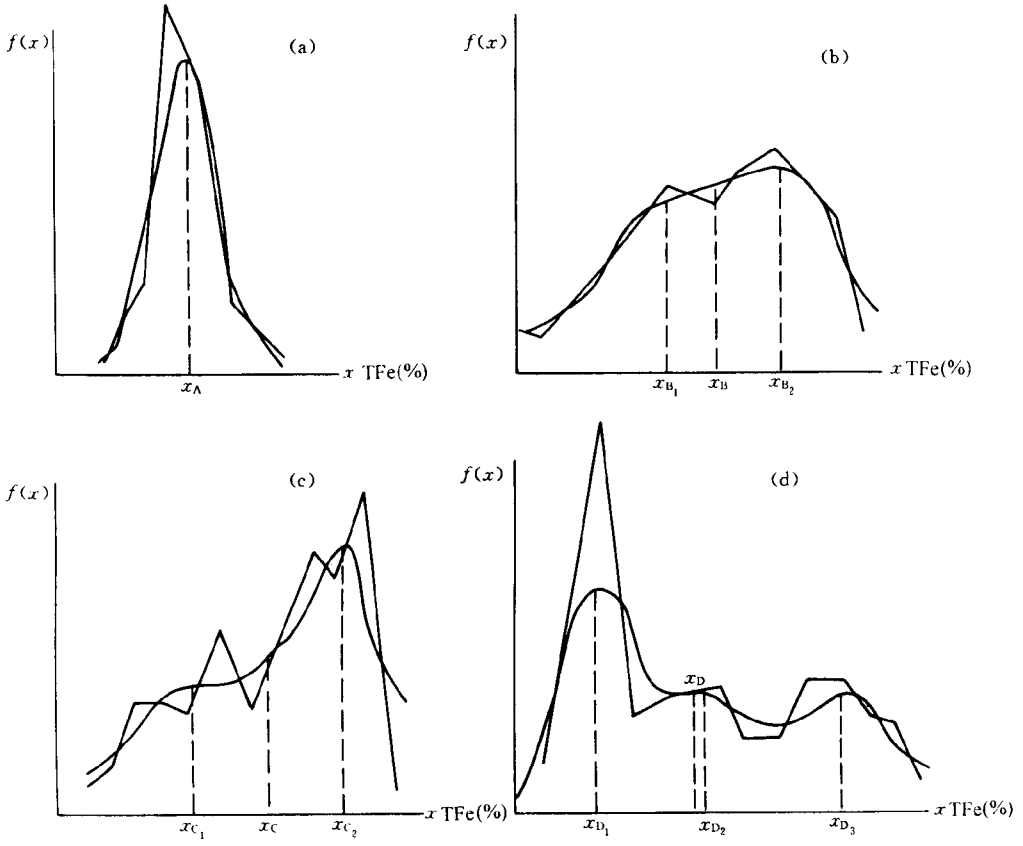



**图 4－1－6　某矿田 4 个铁矿床的铁品位（x）分布曲线图**

**A 矿床曲线为配置的理论曲线，其余曲线均为一次平差曲线**

（a）—A 矿床——接近正态分布　$\bar{x}_A = 23.5$　$s_A^2 = 34$　$C_A = 24.8$

（b）—B 矿床——双峰弱负不对称分布　$\bar{x}_B = 43.3$　$s_B^2 = 137.9$　$C_B = 27.1$　$\bar{x}_{B_1} = 36$　$\bar{x}_{B_2} = 52$

（c）—C 矿床——双峰负不对称分布　$\bar{x}_C = 46.9$　$s_C^2 = 133.4$　$C_C = 33$　$\bar{x}_{C_1} = 36$　$\bar{x}_{C_2} = 56$

（d）—D 矿床——三峰正不对称分布　$\bar{x}_D = 37.1$　$s_D^2 = 153.8$　$C_D = 33.4$　$\bar{x}_{D_1} = 24$　$\bar{x}_{D_2} = 36$　$\bar{x}_{D_3} = 56$

——据 Koulomzine 及 Dagenais（1959），Roscoe（1971）

加拿大公司经营的 4 865 个矿床中，148 个（约 3%）是盈利的。加拿大勘探工作发现矿床的比率 1951 年为 1%，1969 年下降为 0.1%。

——据 Perry（1968）

在美国西南部的 5 个勘探队检查了 352 个矿点，对 47 个进行了物探，23 个进行了钻探，只判断其中的两个有可能开拓，成功比为 176∶1，即约 0.6%。

——据 Bailly（1967）

美国主要勘探公司（Bear Creek 公司）1963—1966 年间对 1 649 个可能靶区进行了认真的考虑，对其中 60 个进行了钻探，发现了 15 个新的矿化区，其中 8 个有某些潜在储

量，而 5 个为显著“矿床”。成功比为 330∶1，约 0.3%。

——据 Griffis（1971）

加拿大 Cominco 公司在 40 年间勘探了 1 000 个以上的矿点，对 78 个进行了详细勘探，最后 18 个投入生产，但仅仅 7 个是可盈利的，成功比为 0.7%。

以上是对矿点或异常进行勘探的成功比。若不是从矿点或异常出发，而是从一个区域出发进行找矿，成功的概率又如何？以印度为例：从 1967 年开始的 8 000km$^2$范围内的一项勘查计划，经过 10 个月的航空电法、磁法和放射性测量，选择出 1 100 个异常进行地面地质普查。至 1972 年夏对 700 个异常进行了钻探，其中 6 个被认为是有希望的矿点，如果其中 1 个真正成为有价值的矿床，则原始风险为 1 100∶1。一般说来，面积性地质调查的成功比如下：区域评价为 1 000∶1，远景区普查为 500∶1，详查为 100∶1。

显然，找矿成功比还是时间的函数。

②勘查工作只能以一定的概率去发现一定规模的矿床。

发现大型和超大型矿床的概率是很低的，而发现“富、近、浅、易”的大型矿床其概率就可能更低。设在一个地区找矿，其可能找到矿床的概率和可能找到不同价值矿床的概率如图 4－1－7 所示。影响矿床价值的主要因素这里主要考虑了规模、品位和埋深。这些因素的变化造成目标的现值和找矿的期望价值差异幅度很大。由图 4－1－7 可见，影响找矿决策的关键因素是：A. 成本；B. 优劣比（找矿概率）；C. 回报（期望价值）。例如，如果找矿优劣比为 1∶100，则对于 10 万元的勘探费用，寻找的目标应该至少具有现值 1 000 万元的期望价值才可进行，否则将造成亏损。另一方面，发现大型超大型矿的回报是很大的，尽管为了发现这类矿床的投入可能很大，但一旦发现，其价值是巨大的，勘探费用与之相比将是微不足道的。这一实例说明对一个地区进行评价、决策普查勘探工作布署时概率法则具有明显的支配作用。

③地质观测结果的误差及其随机性。

从获取原始资料的最基本方法来说，地质观测是在一定间距的点或线上进行的，通过点与线上资料的内插和外推，或通过确定某种平均特征来表示地质体的空间展布或代表地质体的某种属性。换句话说，地质工作的基本方法是通过抽样观测来推断总体，即使是利用航天或卫星遥感技术对地面进行面状的观测，但对于深部的情况来说，它仍然是一个局部。显然，任何观测结果都不可避免地存在有“代表性误差”。因此，如何正确与合理地分析误差、评价误差、解释误差和处理误差是很重要的事。例如，对于代表性误差，我们需要区分“个体代表性”、“分级代表性”及“整体代表性”或“总体代表性”。因为很多地质数据都服从于一定的分布规律，不同数值（区间）数据出现的频数或频率是一定的，如果取样数量足够大，则各样品数值出现的观测频率应该与研究对象“真实的或理论”分布频率相一致或相近似。这时，样品的分级代表性即可得到满足。相反，若样品数量不足，则有可能出现各级数值（区间）样品“比例失调”或与理论分布不一致的情况，这时即不满足分级代表性。应该指出，研究分级代表性对于确定地质数据中的“奇异值”（特高或特低值）具有重要意义：在分级中本应存在的高值样品，则不应该被视为“奇异值”而简单加以处理，只是由于样品数量不足尚未达到充分正确反映理论分布模型而已。在这种情况下，需要增加样品数量，使其满足分级代表性，这

样计算出的样品平均数及其他统计量才可能是正确的，也即满足了总体代表性。在所研究的地质体变异程度很高时，样品的个体代表性往往很难达到，在样品数量足够大时可能获得分级代表性，从而实现总体代表性。

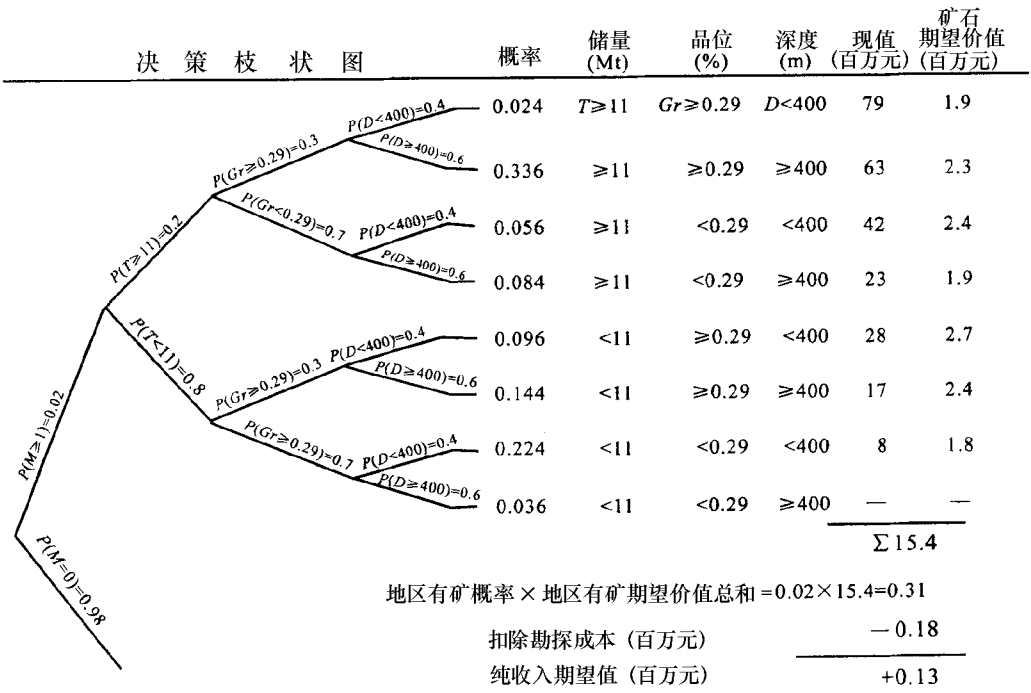



**图 4－1－7　决策枝状图**

M—矿床个数

从以上所述已可以看出数学基础对于矿产勘查的重要性，更不要说为了进行定量矿床勘查就必需建立和应用各种数学模型作为基本工具了，如进行矿产资源定量预测及评价就需要根据目的任务和可利用的数据特点选择恰当的数学模型。在矿产勘查和资源评价逐步实现数字化、定量化、信息化、网络化、智能化和可视化的情况下，数学已不仅仅是工具和手段，而且它是认识鉴别地质体、分析和处理勘查数据、选择和优化勘查方法、获取和评价勘查结果的重要理论基础。

## （三）经济基础

矿产勘查是一种经济活动，它自始至终受经济因素所制约；

1. 矿体的属性特征受工业要求和市场价格的制约

矿体虽然是有用矿物的自然堆积体，但它包含了经济的概念，即在当前的技术经济条件下和矿物或矿产品市场条件下能满足国民经济要求并能获取经济效益的称为矿体，或一般称之为“工业矿体”而与没有经济条件约束的或未达到经济可采条件的“自然矿体”相区别。工业矿体是要根据工业指标进行圈定，它的边界有时和自然矿体是不相吻合的。

由于工业矿体是根据工业指标（如边界品位，最低工业平均品位，最低可采厚度，最大允许夹石厚度等等）圈定的，因而它的规模、形态、质量等属性受工业指标的影响，即随工业指标的变化而变化。例如，随着所采用的边界品位的提高，矿体内部矿石的平均品位也将提高，但矿石储量则减少，矿体形态也变得更为复杂。这种情况对于矿体与围岩没有明显边界，矿体边界依赖取样加以确定的网脉状矿床或细脉带矿床及残坡积或冲积砂矿床等尤为突出。图 4－1－8 示一网脉状矿体平面图。当采用较低的边界品位圈定矿体时，矿体连成一片呈面状分布，但用较高的边界品位圈定时，则矿体成为相互分割的条带状分布，矿石质量虽提高了，但矿石储量减少，矿体形态和内部结构复杂了（图 4－1－8）。

还有一些矿床品位较低，处于经济可采的边缘，这类矿床对矿产品市场价格影响十分敏感。当所采矿床矿产品价格下跌时则开采低品位矿石将面临着企业亏损，这时矿山通常闭坑停产。而一旦矿产品价格回升、关闭的矿山又重新恢复生产。美国艾达荷州的一些银矿就经常处于这种状态。

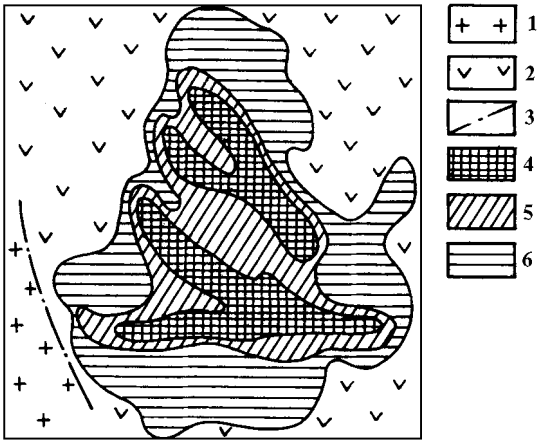



图 4－1－8　网脉状矿床的面储量和矿石质量与用不同边界品位圈定关系图

（据 А.Б. 卡日丹 .1984）

1—花岗岩；2—二长岩；3—构造断裂；4—按边界品位 3% 圈定的矿体；5—按边界品位 1% 圈定的矿体；6—按边界品位 0.5% 圈定的矿体

| 图例序号 | 平均品位 | 面储量 |
|---|---|---|
| 4 | 5% | 1 600 个单位 |
| 4＋5 | 2.9% | 2 650 个单位 |
| 4＋5＋6 | 1.5% | 4 720 个单位 |

随矿产品市场价格的变化，矿床开采的主矿种有时也发生变化。如我国山东省某些原来开采铁矿石的铁矿床在黄金价格上涨后改为以生产金为主并改称为金矿床。

2. 经济合理性是矿床勘查及评价必须遵循的准则

地质效果和经济效果的统一是解决勘查理论与实际问题的出发点。不讲经济效益就

不可能有真正的勘查理论。

被勘探的矿产储量，不仅是自然的产物，也是社会劳动的产物，没有相应的劳动消耗、就不可能对矿产进行查明和作出评价。探明的矿产储量具有一定的使用价值，可以被矿山企业所利用，因而是一种特殊类型的产品，其价值是由勘查过程中社会的必要消耗，该种矿产的社会与市场需求程度、稀缺程度、获取该种矿产的难易程度及矿山利润等所决定的。地质勘查工作是矿山生产前的准备，是矿山开发必不可少的组成部分，因此，必需讲求经济效益。例如：(1) 勘查工作的部署要符合经济原则，以保证在最少的人力、物力、时间消耗的前提下，获得最大的地质效果。要在投资一定的情况下，获得尽量多的地质成果。在任务一定的情况下，花费最少的投资。(2) 要有合理的勘查程度。从经济上考虑，要使勘查的投资和矿床开采所冒风险保持平衡。拿详查来说，如果勘查投资少，则开采时因某些现象未查明而遭受的风险损失就可能大。勘查时投资多，地质调查详细，开采时所受风险损失就会小。但如果勘查投资大于开采时可能的风险损失，或本来可以在矿山开采过程中结合开采进行的工作或解决的问题都提前到矿产勘查时进行就会造成资金积压，因而不符合经济合理原则。例如，在我国一度发生的较普遍的现象，就是勘探工程宁密勿稀，勘探程度宁高勿低，高级储量准备过多，以及整个勘查周期过长，等等，都不符合经济合理原则。所以，合理勘查程度问题既是地质问题，同时也是经济问题，两者不可偏废，必需综合加以考虑。

从不可再生的矿产资源的可持续利用角度考虑，资源本身、技术和经济是三大基本影响因素。D.J. 希尔兹在“不可再生资源在经济、社会和环境可持续发展中的地位”(1998) 一文中指出“根本性问题即资源不足、技术和经济问题是一样的。资源不足问题通常同已经发展起来的开采或加工能力与当前或预期的需求之间存在差距有关。技术问题往往集中在生产率或分配方式上。当然，经济问题仍然处于极其重要的地位。不能依赖那些技术上虽可行，但使投放到市场上的产品无竞争力……来保障一种可靠的资源流通”，又说：“如果矿产品是可以回收和重复利用的，则技术和成本而不是资源不足成了压倒一切的问题。反之，在重复利用不可行并且经济实用的替代品又尚未开发出来的情况下，资源耗竭就成了一个主要问题。无论在何种情况下，关于资源不足和技术以及生产成本和市场价格方面的信息应能促进从经济角度讨论不可再生资源可持续利用问题。任何单独的信息都是不充分的”。该作者还列举了能源和矿产资源经济可持续发展的可能标志（表 4－1－4）。

表 4－1－4　能源和矿产资源经济可持续发展的可能标志

| |
|---|
| ·资源和储量估计（按矿产品） |
| ·勘查活动总量、类型、地点和成功率（通常根据支出、钻探和掘进进尺，或所使用的设备总量来衡量所达到的水平） |
| ·达到资源的程度（用向勘查和开发开放的土地基数的百分比衡量） |
| ·资源和储量的增量 |
| ·当前的和预期的消费水平（总体的和人均的） |

·开发能力

·勘查、开发、采矿、加工和运输技术的变化率（可根据研究与开发的支出或方法突破的数量和意义衡量）

·替代品的可得性，包括可更新的支持技术及相关成本

·重复利用率

·有形（制造）股本的增加值和净值

·资本市场和准入情况

·生产和运输的恒定值美元成本以及市场价格

·不可再生资源的市场效率和政府政策（根据现行政策和市场结构使价格、贸易格局及资源供应发生畸变程度的估计来衡量）

所以，无论是对矿床的勘查开发，还是考虑矿产资源的可持续供给，经济都是重要的基础。

3. 矿床经济评价是矿床勘查必不可少的重要组成部分

矿床经济评价是估计矿床未来开发利用的经济价值，是可行性决策的依据。

根据新的固体矿产地质勘查规范总则，在地质勘查的各阶段都应进行可行性评价工作。在普查阶段进行概略研究，要求对矿床开发经济意义进行概略评价；在详查阶段，进行预可行性研究，要求对矿床开发的经济意义作出初步评价，初步提出项目建设规模、产品种类、矿区总体建设轮廓和工艺技术的原则方案；初步提出建设总投资，主要工程量、主要设备、生产成本等。从宏观上、总体上对项目建设的必要性、可行性、合理性作出评价，为是否进行勘探提供依据。在勘探阶段则进行可行性研究评价。要求对矿床开发经济意义作出详细评价，属于基本建设程序的组成部分。通过此项工作，为上级机关或主管部门投资决策，编制和下达设计任务书，确定工程项目建设计划等提供依据。

## （四）技术基础

在矿产勘查、开发、利用过程中，新技术的发展总是积极因素。无论是勘查理论和方法的研究，还是解决勘查中的实际问题，都不能不以技术发展的水平为基础。近年来，正是由于新技术的发展而导致了矿产勘查理论、方法和实际工作的重大发展。

矿产勘查是通过对地球的探测获取有关矿产信息的科学和工作。由于矿床大多是以不同的深度埋藏于地下（即使出露于地表的矿床，也有不同程度隐伏于地下的部分），所以要获取对矿床的完整的或充分必要的信息具有很大的难度。矿产勘查获取的矿产信息有直接和间接两种。直接信息是指通过勘查技术手段可以直接达到矿体本身，从而可以对矿体进行直接观测或采样，间接信息是通过各种手段获取间接指示矿体可能存在的信息，无论哪种信息，都有赖于通过相应的技术手段达到预期的目的。

1. 技术水平影响着勘查的深度和广度，也影响着处理数据和分析信息的速度和精度

人类对矿产的勘查、开发利用最早的是露头矿。随着技术的发展，进而勘查埋藏较浅的矿产。近年来，由于勘查技术及开采技术的迅速发展，又开始向海洋矿产及深部的矿产进军。在俄罗斯，黑色金属矿石平均采矿深度为 600m，有色金属矿石平均开采深度为 500m，但许多已超过 1 000m，将来可达 1 500～2 000m，已探明的 1/3 以上的铜储量，几乎所有的镍、钴，大部分铝土矿、金刚石、金，优质铁矿及磷矿的开采深度将大于 1 000m。其他国家的开采深度：加拿大 2000m，美国 3 000m，印度达 3 500m，南非兰德金矿一竖井将加深至 4 117m，最近，南非金矿最深矿井已达 6 000 余米。俄罗斯在科拉半岛的超深钻已超过 1.2 万米。但我国绝大多数金属矿床开采深度不足 500m。在我国埋深大于 500m 的矿床被称为大深度矿床，目前还很少勘查和评价。深海勘探技术的发展揭开了海洋矿产资源诱人的前景，继深海铁锰结核的发现以后，又相继发现了深海金属软泥，深海富钴结壳等。据统计，仅太平洋就有 15 000 亿吨多金属结核，预测的铜、镍、钴资源量达到 200～250 亿吨。对天体探测技术的开发更把资源勘查的领域拓展到宇宙太空，“宇宙矿产”的开发具有极大的挑战性。据报导（1998.12）“美国科学家最近在月球上发现了资源量丰富的氦－3 矿藏，并绘制了这一矿藏的分布图。据估计，月球上氦－3 元素的总资源量大约为 100 万吨，可为地球上人类提供能源达数千年之久。相比之下，地球上的这种矿藏只有 20t 且不易开采，因此月球上的氦－3 元素将可能成为 21 世纪热核聚变能的宝贵原料”。

卫星遥感及航天技术的发展使对地面观测的范围大大拓宽、速度大大加快。海量、实时、动态数据的获取大大改变了矿产勘查的面貌。现代计算技术的发展使对这海量数据的管理和科学计算成为可能，现在 1 个人日可以完成过去数个甚至数十个人年的工作量。

2. 技术水平对勘查战略、勘查程序和勘查方法产生重大影响

在勘查技术不发达的过去，勘查工作主要是以地表地质研究，就矿找矿为策略，形成了“以点到面，连点成片”的战略。而在勘查技术大大发展的今天，由于获取信息、整理信息、传输信息能力的水平的提高、交通通讯条件的改善等，在战略上则以“快速扫面，面中求点，逐步缩小和筛选靶区”更为有效。同时，勘查程序也发生了变化，为了提高勘查效果，对勘查战略的研究，对合理地综合运用各种现代勘查技术手段都是十分重要的。在这方面最突出的成就是综合运用“3S”技术，即遥感（RS），地理信息系统（GIS）及全球定位系统（GPS）于矿产勘查，地质、物探、化探及遥感综合信息勘查及地质、资源、经济及环境联合评价等。新技术的发展，还促进勘查新学科的兴起。例如，以地质、物探、化探及遥感综合多元信息为基础，以数学为工具，以计算机为手段的“矿床统计预测”新学科已日趋成熟和完善。今日，更以“数字地球”为总目标，建立“数字找矿”信息系统对矿产资源进行定量预测及评价。此外，如矿产勘查模拟技术（包括盆地模拟技术）、专家系统智能找矿技术、矿产勘查系统工程、最优勘查决策等都得到了长足的发展。为了适应新技术的要求，有些传统的工作方法正在被淘汰而被新的方法所代替，如现代的计算机制图技术、可视化技术、图形图像处理技术等已在很大程度上代替了过去繁重的人工绘图和编图工作。勘查工作正在向快速化、自动化、定量化、数字化与可视化方向发展，因而正在提高勘查工作的科学性和预见性。

3. 新技术的发展使一些经济因素发生改变，而影响到矿床的勘查评价

新技术的发展不仅提高了勘查效率，而且也带来了巨大的经济效益，这包括矿床采、选、冶技术的提高，使综合勘探、综合评价、综合利用矿产资源有了更坚实的技术基础，如过去不能开采利用的低品位矿石和难选难冶的复杂成分矿石有不少已得到利用。目前，一些发达国家矿石综合利用率可达 85% ~ 90%，并且提出“无尾矿工艺”或“无工业废料工艺”的发展目标。开采技术的发展使得许多矿山经营参数发生改变，从而影响到矿床的经济评价。从某种意义上说，技术又是经济的基础，经济因素是在一定的技术水平条件下发挥作用的。

综上所述，技术是矿产勘查的重要理论基础是显而易见的。

# 第二章　世界矿产勘查开发形式

## 第一节　世界矿产勘查总体形势

1993 年年底以来，随着世界经济的好转，世界矿业在经历了近 5 年的萧条之后，开始复苏。矿产品供需明显增长，市场活跃，价格上升，矿产勘查开发项目增多，项目投资在迅速扩大。在固体矿产方面，西方矿业公司（非政府的）在世界各地的非燃料矿产勘查投资年度预算从 1993 年 21．5 亿美元，扩大到 1997 年的 51 亿美元，年均增长 24%，是近几年来世界各行业中投资增长速度较快的行业之一。有一定规模的矿产勘查项目 1997 年比 1994 年增加一倍以上，达 1200 个。金、铜、金刚石、镍、银、铂族金属、铅、锌、钴等国际社会高需求的矿产更成为矿产勘查重点。其中，金、铜继续是最重要的矿种，占勘查总投资的 65%、17%，金刚石勘查投资明显增加，达 8%。在地区上，拉丁美洲已超过北美和澳洲成为投资最多的地区。非洲、太平洋/东南亚地区投资增长迅速。1990 年以来，较大规模的矿产勘查项目（指有较大投资或有一定钻探工作量、已圈定相当规模资源量、从资源的吨位和品位看近期内有望开发的新发现矿产地或现存矿山外围延伸地的各种级别勘查和可行性研究）近 450 多个，其中，新发现的有相当规模（大型至特大型）的矿床有近 250 多个。发现的矿种以金矿为主，约占四分之三，其次为铜、银、镍，再次为钻、铅、锌、金刚石，铂族金属，此外，有少量的铁、钛、钼等矿床。固体矿产开发活动也很活跃，1998 年全球固体矿产开发（采选）大型项目（包括已提出的、正在进行的和正在讨论的项目，投资约在 800 万美元以上）140 个，预计总投资规模为 485 亿美元，比 1995 年高出 40%左右。铜、金、铁、铝是主要的开发矿种，分别占 33．7%、1996、13．9%、11%。拉丁美洲成为全球固体矿产开发最重要的地区，约占 40%。1994－1997 年是自 1980 年以来世界固体矿产业发展的第二个快速增长期（第一次在 1985－1988 年）。油气勘查和开发也在迅速发展，据对世界 280 多家泊气公司设查，1998 年他们在世界各地的油气勘查和开发投资预算 938 亿美元，比 1995 年增长 59%。其中，勘探占 35%，开发占 65%。矿产勘查和开发活动已涉及到 150 多个国家和地区。1997 年下半年以来，由于受印尼布桑金矿诈骗案、世界黄金价格暴跌和亚洲金融危机等诸多因素影响，世界固体矿产勘查开发发展有较明显的减缓，石油业也因受供过于求等因素影响，价格大跌，发展受到影响。

## 第二节　先进技术在矿产勘查开发中的作用增强

1972 年罗马俱乐部在“增长的极限”报告中根据当时的资源供需状况的简单分析，得出了世界金属和其它自然资源产品将在本世纪末枯竭的骇人听闻的结论。罗马俱乐部由于忽视了矿产资源供应的动态性质，所以得出了错误的结论。最近几十年来，世界绝大多数矿产的保有储量一直在稳步增长。由于矿产勘查活动的增多，先进科学技术的广泛应用，特别是近十年来矿产勘查的全球化，使矿产资源的发现能力大大增强，探明量明显增长。矿产资源的需求保证程度不断的提高。据统计，1997 年与 1980 年相比，世界 34 种主要矿产的保有储量基础（即扣除这期间累计的矿山产量）平均年均增长了 3%。高于同期矿产生产和消费年均增长速度。对 30 种矿产的资源保证程度分析表明，1997 年比 1980 年，绝大数多矿产的静态储量基础寿命（储量基础/产量）都有不同程度提高。从矿产品供应保证程度看，由于近几年投资增多，新上矿山开发项目增多，很多重要矿产（如石油、铜、金、铝等）矿山生产能力明显扩大。目前，几乎所有矿产的矿山生产能力都超过了矿产产量。据初步估计，30 多种主要矿产的矿山生产能力比矿山生产产量平均高出 15%左右。因此，未来 20 – 30 年世界矿产品供应从总体上看是有充分保障的。

## 第三节　矿产勘查质量得到进一步提高

80 年代中后期以来，以全球化、私有化、自由化和市场化为标志，以获取有竞争力矿地（矿床和矿山）、企业兼并、引入低成本先进生产技术和加强效益成本控制管理为手段，以增强国际竞争能力为核心，以提高经济效益为目的的国际矿业（包括矿产勘查开发）结构合理化调整不断向纵深发展，经过 10 多年的调整，国际矿业的整体实力和同其它行业的竞争能力同过去相比有较明显的提高。

矿业全球化是世界经济全球化的重要组成部分，是推动世界矿业发展的重要因素。其主要表现为：矿业资金跨国流动，矿业开发跨国经营，矿业公司跨国兼并和跨国上市，大型矿产勘查和开发项目多国多家公司联合投资，以及矿业信息、知识、技术和管理国际共享等。近 10 多年来，由于国际矿业投资环境不断改善，西方发达国家矿业公司到国外特别是到发展中国家投资矿产勘查和开发活动日益增多。在矿产勘查方面，在美国，1997 年总部在美国的矿业公司黄金勘查投资的一半在国外，而 10 年前不足 30%。在加拿大，1996 年矿产勘查年预算在 400 万加元的矿业公司在世界各地有勘查活动的有 94 家，用在国外的勘查预算达 9．6 亿加元，1992 年仅为 2．1 亿加元，年均增长 45%。1996 年在加拿大股票交易所上市的矿业公司，在国内外的矿产勘查和开发项目达 8300 个，其中在国外的有 3400 个，分布在 100 多个国家和地区。90 年代以来，在加拿大股票交易所上市的矿业公司在国外拥有的矿业项目的数量以年均 20%的速度增

长。澳大利亚、南非、以及欧洲的老牌矿业国英国、法国向国外矿产勘查投资的数量和比重也在迅速增长。值得注意的是，近年来，新兴工业化国家如韩国、马来西亚等和综合实力强的发展中国家如印度、巴西等，向国外发展矿产勘查和开发项目增多。日本90年代以来在国外从以购买矿产品为主，向参与矿业项目开发等多元化获取矿产资源方向发展。中国向国外投资勘查开发石油、黄金、铜、铁项目日益增多。在矿产开发方面，在1998年全球140个大型矿业开发项目中，矿业公司跨国开发的项目占65%左右。发展中国家矿业项目的资金大多来自发达国家和国际金融组织。

矿业公司私有化、矿地购置、公司兼并为国际矿业结构调的另一个特点。80年代后期以来，发达国家（以欧洲为主）、前中央计划经济国家（以前苏联和东欧为主）和发展中国家（以拉丁美洲和非洲为主）的国有矿业公司为了加强竞争能力和提高经济效益（前者）或吸引资金（后两者）纷纷实行私有化。90年代以来，西方世界固体矿产产值中国有矿业企业所占比例不断减少，1990年达20%左右，1997年下降到14%，其中，发达国家约占2%，发展中国家约占12%。矿业公司兼并和矿地购置市场也发展迅速。1995/96年度全球矿业公司兼并达到高潮，兼并资金达200亿美元。矿地购置市场日益活跃。1990年以来，大型金和基本金属矿地（包括高级勘查、可行性研究和生产阶段，价值在2500万美元以上）购置交易额在437亿美元（多是跨国交易），其中在1991－1996年发展迅速，购置交易额以年均49%的速度增长。

世界矿业全球化、私有化以及矿业并购活跃等使矿产勘查开发的地区结构不断发生变化。矿业重心正逐渐由发这国家向发展中国家转移，1997年，西方矿业公司在世界各地的固体矿产勘查投资中，拉丁美洲、亚洲和非洲地区发展中国家的比例达到56%，比80年代后期增加了30个百分点。在矿产开发投资方面，1998年的世界大型矿产开发（采选）项目485亿美元总投资预算规模中，发展中国家占四分之三，比1990年高出10个百分点。在矿产生产特别是原矿生产中，发展中国家的比重也越来越大，1997年，在固体矿产生产中所占比例为，矿山产量占45%左右，精炼产量约占35%左右，在石油生产中所占比例为65%，分别比80年代初增长了约15、15和13个百分点。

世界矿业结构的不断调整，特别是矿业全球化迅速蔓延，使世界矿产勘查开发的潜力得到进一步增大。这是因为，从地质上看，世界除西欧和北美以外的地区地质勘查程度还很低，世界大部分矿产的探明储量不到估计资源量的10－15%，资源潜力仍很大。从勘查驱动力上看，广大发展中国家对矿产勘查开发给予了更高的重视，并积极吸引发达国家的资金和技术，发达国家的矿业公司也越来越多地愿意到国外特别是发展中国家进行矿产勘查开发，矿床发现和开发的机会将明显增多。此外，由于矿产勘查开发的科技进步和社会发展，隐蔽矿的发现和低品位矿、难选冶矿、开发条件差的矿的开发机会也将增多。

# 第三章　矿产勘查技术方法

## 第一节　找矿方法概述

找矿方法是为了寻找矿产所采用的工作方法和技术措施的总称。实质上各种找矿方法是对找矿地质条件和各种找矿标志进行调查研究，以便达到找矿目的。由于调查研究找矿地质条件和找矿标志所采用的工作方法和技术措施不同，便产生了不同的找矿方法。

目前我国矿产勘查中经常采用的找矿方法，主要有如下几种：

### 一、地质测量法

在实地观察和分析研究的基础上，或在航空像片地质解释并结合地面调查的基础上，按一定的比例尺，将各种地质体及有关地质现象填绘于地理底图之上而构成地质图的工作过程。这一过程称地质测量，它是地质调查的一项基本工作，也是研究工作地区的地质和矿产情况的一种重要方法。因为通过地质测量能查明工作地区的地质构造特征和矿产形成、赋存的地质条件，为进一步的找矿或勘探工作提供资料。因此，矿产地质工作的各个阶段都需要按工作的目的和任务，分别测制不同比例尺的各种地质图。如为普查找矿而进行的地质测量，其比例尺为 1∶50000 至 1∶10000；勘探矿区所进行的地质测量，比例尺一般为 1∶10000 至 1∶1000。

### 二、重砂测量法

它是沿水系、山坡或海滨等，从松散沉积物（包括冲积、洪积、坡积、残积、滨海沉积等）中系统地采集样品，通过对重砂矿物的鉴定分析和综合整理，结合工作区的地质、地貌和其他找矿标志，发现并圈定有用矿物（或与矿产密切相关的指示矿物）的重砂异常，再依次追索原生矿床或砂矿床的方法。

### 三、地球化学探矿法

地球化学探矿法，简称化探。它是以地球化学理论为基础，以现代分析技术和电算

技术为主要手段，从各种天然物质（如岩石、土壤、水系、沉积物、植物、水和空气等）中系统采集样品，分析测试样品中某些地球化学特征数值（如指示元素的含量，元素比值等），对获得的数据进行分析处理，以便发现地球化学异常，并通过对地球化学异常的解释评价而进行的找矿方法。常用的化探方法主要有：岩石地球化学测量、土壤地球化学测量、水系沉积物地球化学测量、植物地球化学测量、气体及水化学测量等。

## 四、地球物理探矿法

地球物理探矿法简称物探。它是以各种岩石和矿石的密度、磁性、电性、弹性和放射性等物理性质的差异为研究对象，用不同的物理方法和物探仪器，探测天然的或人工的地球物理场的变化，发现物探异常，通过解释评价物探异常而进行找矿的方法。常用的物探方法有：磁法勘探、电法勘探、重力勘探、地震勘探和放射性物探等。

## 五、遥感地质测量法

遥感地质测量是综合应用现代的遥感技术来研究地质规律，进行地质调查和资源勘察的一种方法。它是从宏观角度，着眼于由空中取得的地质信息，即以各种地质体和某些地质现象对电磁波辐射的反应作为基本依据，综合其他各种地质资料，以分析判断一定地区内的地质构造和矿产情况。它具有调查面积大、速度快、成本低、不受地面条件限制等优点。目前主要用于地质测量，发现和研究与矿产有关的地质构造现象等方面。

## 六、工程揭露法

工程揭露法，又称探矿工程法。它是利用各种探矿工程揭露被松散沉积物掩盖的或地下深处的各种地质体（特别是矿体）和地质现象，以便查明地质矿产情况的一种找矿方法。

# 第二节　重砂测量法

重砂测量是一种经济、简便、有效的找矿方法。利用重砂测量进行找矿时，主要是通过对水系沉积物中重矿物的鉴定分析，根据矿床或含矿岩石中某些有用矿物及伴生矿物在松散沉积物中所形成的机械分散晕（流），来追索、寻找矿床的。

## 一、重砂测量法的基本原理

### （一）重砂矿物分散晕（流）的形成

地壳表面，由于长期遭受风化、剥蚀、搬运和沉积等外力地质作用，暴露在地表的

原生矿体和矿化围岩在外动力地质作用下，不断地受到破坏。在这个过程中某些化学性质不稳定的矿物由于风化而分解，而某些化学性质较稳定的矿物，则成单矿物颗粒或矿物碎屑保留在机械分散晕中成为砂矿物。当砂矿物相对密度大于 3 时，称为重砂矿物。这些重砂矿物除一小部分能保留在原地外，大部分在重力和地表流水作用下，被搬运迁移而离开母体，沿着山坡迁移到坡积层中，再由坡积层经搬运进入水系沉积物中。

重砂矿物在水流中呈滚动、跳动和机械悬浮运动，是在重力和流水的搬运能力处于动力平衡状态下进行的。在一般情况下当水流速度减慢、重力超过流水的搬运能力时，则重砂矿物逐渐沉积，并在有利的条件下富集。在这种风化、搬运、沉积和富集的地质作用过程中，在残坡积层中形成了重砂矿物的分散晕；而在水系沉积物（冲积层）中成为重砂矿物的分散流。

### （二）重矿物分散晕（流）的分布规律

（1）重砂矿物分散晕（流）的形态与矿源母体的形态、产状及其所处的地形位置有直接关系，等轴状矿体所形成的分散晕呈扇形；脉状及层状矿体顺地形等高线斜坡分布，形成梯形的重砂分散晕；如与地形等高线垂直，则形成狭窄的扇形重砂分散晕。

（2）重砂矿物分散晕（流）中重砂矿物含量，与其迁移距离有直接关系，距矿源母体较近，重砂矿物含量高，距矿源母体较远，则重砂矿物含量低。

（3）重砂矿物分散晕（流）中重砂矿物的粒度及磨圆度，与其原始的物理性质及迁移距离有关。矿物稳定性越强，迁移距离越小，则矿物颗粒较大，磨圆度差，呈棱角状。反之，粒度小，呈浑圆状（表 4－3－1）。

## 二、重砂测量法的野外工作方法

重砂测量的野外工作主要包括重砂（样品采集）和重砂样品的淘洗与编录二个方面。

### （一）重砂样品的采集

重砂取样是重砂测量的重要一环，取样质量的好坏直接影响到重砂测量的效果。根据重砂取样的种类、目的、任务及地形地貌特征，重砂取样总体布置分为 3 种。

1. 水系法

水系法是目前应用较广的一种重砂取样布置方法。通常对调查区二级以上水系进行取样。样点的布置可依照下述原则：

（1）大河稀，小河密，同一条水流则上游密下游稀，越近源头，取样密度越大；

（2）河床坡度大，跌水崖发育，流速大流量小的溪流应密，反之应较稀；

（3）主干溪流的两侧支沟发育且对称性好，则样点可放稀，反之应加密；

（4）垂直岩层主要走向的溪流应密，而平行岩层主要走向的溪流可放稀；

（5）对矿化、围岩蚀变发育地段，岩体接触带，岩性发生重大变化处的溪流冲积层应加密取样。

水系法取样间距可根据不同河流的级别加以确定（表 4－3－2）。

表 4－3－1　机械分散流分布规律

| 矿物名称 | 矿床类型 | 辰砂、白钨矿沿水系变化 | | | | | | | | | | | | 搬运距离 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 矿床附近 | | | 1～2km | | | 2～4km | | | 4～7km | | | |
| | | 颗粒数 | 粒度（mm） | 形态 | 颗粒数 | 粒度（mm） | 形态 | 颗粒数 | 粒度（mm） | 形态 | 颗粒数 | 粒度（mm） | 形态 | |
| 辰砂 | 裂隙充填型 | 200～1000 g/m³ | <0.1～2 | 棱角状 | 10～100 g/m³ | <0.1～0.5 | 次棱角状 | 8～40 粒/m³ | <0.1～0.25 | 次浑圆状 | 1～5 粒/m³ | <0.1～0.15 | 浑圆 | 7km 左右 |
| 白钨矿 | 矽卡岩型 | >1000 g/m³ | 2～4 | 四方双锥 | 1000～500 g/m³ | 0.5～1 | 棱角状 | >1000 粒/m³ | 0.1～0.5 | 次浑圆状 | 80～150 粒/m³ | <0.1～0.3 | 浑圆 | 7km 以上 |

表 4－3－2　不同长度的河流中重砂取样间距

| 河流长度（km） | 沟谷性质 | 取样间距（m） | 河流长度（km） | 沟谷性质 | 取样间距（m） |
|---|---|---|---|---|---|
| <3 | 冲沟、切沟① | 200～300 | 10～20 | 小　河 | 400～500 |
| 3～10 | 小　溪 | 300～400 | >20 | 大　河 | 500～700 |

①切沟系冲沟发育的初期阶段，长度小，宽度等于或小于其深度。

2. 水域法

水域法是按着汇水盆地中各级水流的发育情况进行布样。取样前应对汇水盆地的水域进行划分，然后将取样点布置在各级水域中主流与支流汇合处的上游，以控制次级水域中有用矿物含量和矿物组合特征（图 4－3－1）。

取样时应逆流而上，对各级水域逐一控制，对没有出现有用矿物的水域逐个剔除，对出现有用矿物的水域逐级追索，直至最小水域，达到追索寻找矿源母体的目的。水域法取样每个样品的控制面积视地质构造复杂程度和地貌条件而异，地质构造复杂，成矿有利地段，四级支流和微冲沟的每个样品控制在 1.5～2km² 为宜，地质条件中常地区，三级支流中每个样品控制面积可为 3～4km²，地质条件简单地区每个样品控制面积可为 5～8km²。

3. 测网法

测网法是以重砂取样线距和点距组成纵横交叉的网格，样点布在“网格”的结点上。测网法取样目的是为了圈定有用矿物的重砂分散晕，进而寻找原生矿床，或者为了对砂矿进行勘查，从而进行远景评价。取样时线距应小于晕长的一半，点距应小于晕宽的一半。

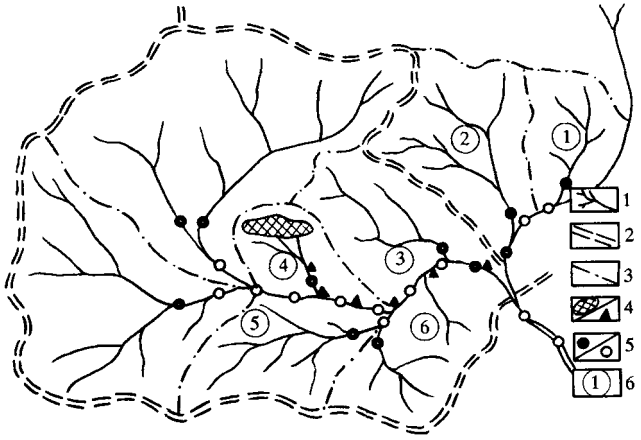



**图 4－3－1　水域划分及采样点分布示意图**

1—河流；2—三级水域界线；3—四级水域界线；4—矿体/矿物碎屑；5—最小水域法采样点/水系法等距离采样点；6—水域编号（注：原图以最小的汇水盆地中的水系划为一级水系，但以主干河流划为一级水系，更符合实际和便于划分）

由于重砂样品采取的对象不同，可有下述方法：

（1）浅坑法：它是以冲积物、坡积物和残积物为采取对象。以寻找原生矿床为主要目的。目前多采用在一个取样点运用“一点多坑法”的方式进行采样，以增强样品的代表性。取样深度视取样对象而定，一般对冲积层取样深度以 20～50cm 为宜；坡积层取样深度可在腐殖层以下 20～50cm；残坡积层取样深度决定于残积层厚度，样深均应达到基岩顶部。取样原始重量要求为 20～30kg，以保证获得 20g 灰砂为准。

（2）刻槽法：主要用于阶地重砂取样，在阶地剖面上进行，首先要除去表面的松散物质，然后从顶部到基岩垂直其厚度，以 50cm 长的样槽按层分段连续取样，样槽规格以保证取得一定数量的原始样品重量为准。

（3）浅井法：当冲积层、坡积层、残积层及阶地等松散沉积物厚度较大时采取的取样方法，目的是勘查现代砂矿或古砂矿。在浅井施工过程中，用刻槽、剥层或全巷法采集样品。其中剥层法应用较多，它是沿砂矿可采部位将整个剖面取样，开采时沿掌子面取样。剥层规格为：深度 5、10、15、20cm 不等，宽度一般为 0.5～1m。

（4）砂钻法：在松散沉积物很厚时采用，主要用于砂矿勘探。将钻孔中所取得的砂柱作为样品，样品长度 0.2～1m 不等，应视具体矿产种类而定。如砂金矿以 0.2～0.5m 为好，砂锡矿以 0.5～1m 为好。砂钻法取样主要运用大口径冲击钻。

## （二）重砂样品的淘洗与编录

1. 重砂样品的淘洗是重砂测量工作方法中的一道重要工序

淘洗质量的好坏，直接关系到重砂法找矿的效果。原始重砂样品一般在野外就地淘

洗。淘洗工具主要有圆形淘砂盘和船形淘砂盘两种（图 4－3－2）。

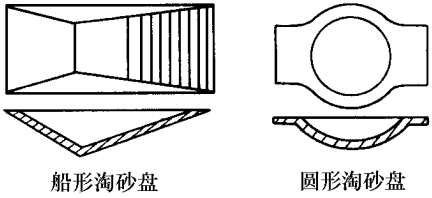
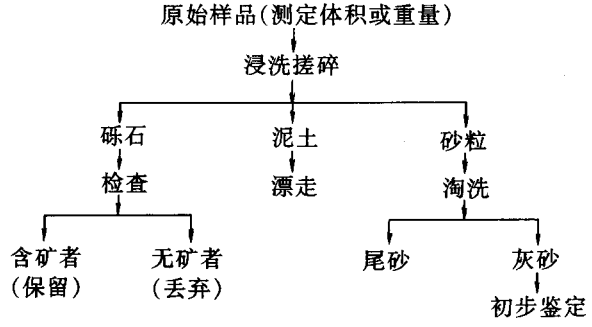



图 4－3－2　淘砂盘示意图

原始重砂样品一般淘洗至灰色为止，重量应在 10～15g 左右，以满足对样品分析的要求。若淘至黑砂，会使浅色的相对密度大的一些重要矿物如黄玉、锆石、磷灰石等，因淘洗过分而流失。总之，重砂样品的淘洗以不漏掉有用矿物为基本原则。为保证与提高回收率，可先在野外粗淘，回室内再精淘。原始样品的淘洗一般按下列流程进行。




原始重砂样品淘洗时应注意的几点要求：

(1) 对于含泥质较多的样品，在淘洗时，应先将泥洗净，以免重砂随泥浆漂走。

(2) 风化壳砂矿及某些残坡积砂矿中，有用矿物常与其他矿物胶结在一起，为了避免有用矿物在淘洗时被其他矿物带走，应先把样品中各种胶结的碎块搓碎，使重砂矿物和其他矿物分离开来。

(3) 硬度小的矿物，粒细容易流失，呈片状的以及解理发育的矿物，容易漂走，淘洗时动作要轻要慢。

2. 重砂样品的野外编录与初步鉴定

重砂取样的野外编录是重砂测量工作方法中必不可少的一项重要内容。在野外不但要重视重砂取样的实际操作，同时也要注意取样路线和取样点附近的地质观察，做简单的记录和描述，并将取样点标绘在地形图上，注明点号。记录描述的内容见表 4－3－3。

表 4－3－3　重砂取样野外记录表

| 取样日期 | 取样点编号 | 取样地址 | 取样沉积物的类型 | 被淘洗的沉积物 | 取样点附近的地质情况 | 取样方法及其深度 | 原始样品重量 | 重砂重量（灰砂） | 有用矿物及其含量（$g/m^3$） | 其他矿物 | 取样层内的转石成分 | 附注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 5月13日 | 102 | 三道岔 | 砂咀冲积物 | 砂砾石 | 斜长角闪岩大面积分布 | 浅坑深 0.4m | 25kg | 15g | 自然金 0.23g/t | 黄铁矿、石英、角闪石、绿泥石、绢云母 | 斜长角闪岩、角闪岩、角闪斜长片麻岩，混合质角岩和石英等 | 重砂矿物具棱角状 |

在重砂测量工作中，应当对重砂矿物进行野外鉴定。初步鉴定时应注意发现指示性的有用重砂矿物，并掌握其粒度、晶形、磨圆度的变化和重砂矿物组合的大致情况。

## 三、重砂样品鉴定与重砂资料整理

### （一）重砂样品鉴定

野外淘洗的重砂样，一般都含几种或几十种不同矿物，但有用矿物只占很小部分。因此，在镜下鉴定之前，样品必须按一定的流程进行分离，以利于有用重矿物的分析与鉴定。常用的分离方法有：精淘、重液分离、重熔分离、浮选法等。

重砂矿物的室内鉴定，其目的一般是为了确定重砂矿物的名称和含量、矿物的共生组合与标型特征，通常采用的鉴定方法有：

（1）双筒显微镜鉴定。将砂矿物放在双目镜下直接观测矿物外部特征与某些物理性质，是常用的最基本的鉴定方法。鉴定内容包括：矿物晶体形态、砂矿物的表面特征、砂矿物的颜色、条痕、光泽、透明度、硬度、磨圆度、解理与断口、延展性、包体与连生体等。

（2）油浸法。主要用浸油来测定透明及半透明砂矿物的光性和折光率。

（3）微化分析。应用化学分析的某些原理和方法，用 1～2 粒砂矿物和少量试剂，迅速确定矿物中某些特征元素是否存在。

（4）反光镜鉴定。将砂矿物磨成砂光片，测不透明矿物的反光性、反射率等。

（5）发光分析。利用某些砂矿物在外能作用下产生一定强度和颜色的光（磷光和荧光）的发光性，来鉴别某些矿物。

### （二）重砂资料整理

所谓重砂资料整理就是根据重砂样品的详细鉴定成果，按矿种或矿物组合以不同方式编制成图，结合地质地貌特征圈定重砂异常区，编绘重砂成果图。重砂成果图的底图

应采用同比例尺或较大比例尺的地形地质图或矿产地质图。

重砂成果图表示方法有圈式法、符号法、带式法及等值线法 4 种。

1. 圈式法

为常用的一种图示方法，可同时表示多种矿物含量，并可指出重砂矿物的搬运方向及其共生组合的变化情况。圈式法是以取样点为圆心，以 5mm（1∶50000 重砂图）或 3mm（1∶200000 重砂图）为直径画圆圈，再将之以直径分成若干“弧底等腰三角形”，每个三角形用不同彩色或花纹符号表示不同矿物，并以涂色或花纹符号所占面积来表示各矿物的含量。究竟分成几等份，要视矿种多少而定。有 4 等份的，即 4 个象限；也可分 8 等份或 12 等份。如果取样点太密致使圆圈重叠，可将圆圈画在取样点的上、下两侧的任一侧（图 4－3－3）。

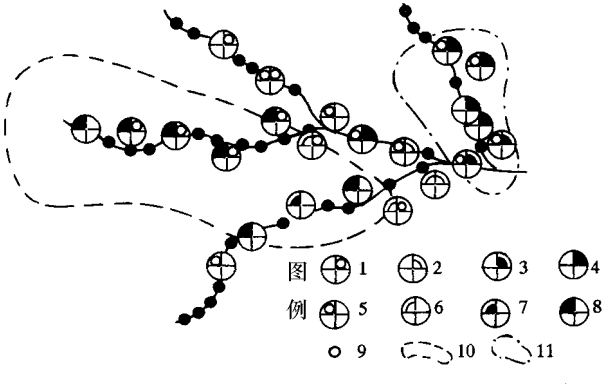



图 4－3－3　圈式重砂图

1—锡石含量粒数；2—锡石含量数十粒；3—锡石含量 1～10g/m³；4—锡石含量 > 10g/m³；5—钛铁矿含量 100g/m³；6—钛铁矿含量 100～500g/m³；7—钛铁矿含量 > 1000g/m³；8—钛铁矿含量 > 1000g/m³；9—采样位置；10—钛铁矿异常区；11—锡石异常区

2. 符号法

将有用矿物的主要元素符号标注在取样点旁侧（图 4－3－4）即可。此法简单方便，作图快。但不能表示有用矿物含量，同时当矿种较多时，符号排列拥挤，图面不清晰。这种表示方法只适用于以单一或少量矿种为寻找对象的野外定性分析之草图。

3. 带式法

将同一种矿物的相邻取样点连接成条带，并以条带的颜色或花纹、宽窄、长轴方向分别表示矿物种类、含量和搬运方向（图 4－3－5）。此法能明确表示出有用矿物的富集地段，并直观地指示找矿方向。如果矿物种类较多，图面就不清晰。此图适用于砂矿普查与详细重砂测量。

4. 等值线法

以有用矿物含量做分散晕等值线，即将相同含量的相邻点连接成曲线即可（图 4－3－6）。此法用于 1∶10000、1∶2000 的大比例尺残坡积重砂找矿或砂矿勘探（用测网法部署取样点）一般按单矿物编制，效率较低。但随着数理统计和电算方法的应用，在中小

比例尺（1∶200000）的重砂测量中也可用此法表示重砂成果，以求得到更多醒目的信息和资料。

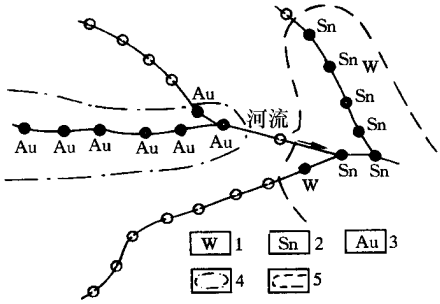



图 4－3－4　符号式重砂图

1—黑钨矿；2—锡石；3—自然金；4—自然金异常区；5—锡石异常区

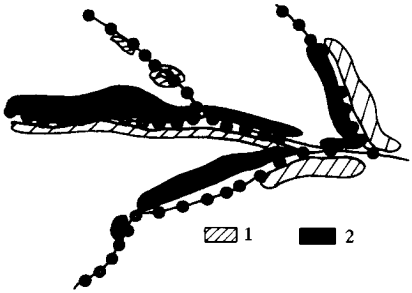



图 4－3－5　带式重砂图

1—锡石；2—钛铁矿

## 四、重砂异常的解释评价与检查

### （一）重砂异常的解释评价

目前常从以下几方面评价异常区：有用矿物含量、矿物共生组合、矿物标型特征、重砂矿物搬运的可能距离、重砂矿物空间分布特征以及异常区地质地貌条件等。

1. 有用矿物含量

它是评价异常区的基本依据。它表明重砂异常的强度。连续的高含量点的出现，表明异常不是偶然的，由矿化引起的可能性极大；而那些孤立高含量点则很可能是由偶然因素引起的。考虑高含量时必须研究一切可能影响含量的因素：矿源母体中的该矿物含量特征、取样处疏松沉积物类型、取样点所处的地质条件和地貌特征及矿床类型和产状等。只有这样，才能真正做到由表及里、去伪存真。

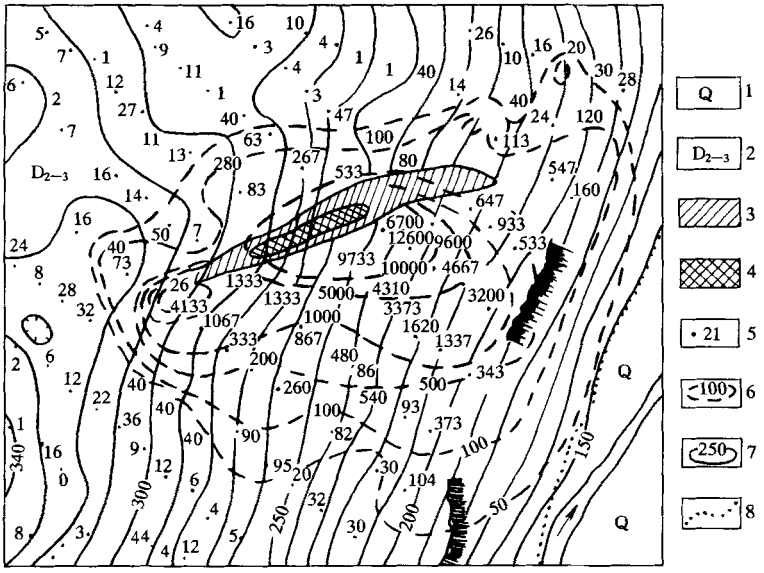



图 4－3－6　某矿区辰砂含量等值线图

1—第四系残、坡积层；2—中—上泥盆统；3—含矿带；4—矿体；5—取样点位置及辰砂含量的颗粒数；6—辰砂等含量线；7—等高线及高程；8—地质界线

2. 重砂矿物标型特征

矿物标型特征能反映矿物及其“母体”形成时的物理和化学条件，表现在形态、成分、物理性质、化学性质、晶体结构等方面的特点。重砂矿物的标型特征对评价异常区具有特殊意义。它可提取一些难得的成矿信息，特别对判断原生矿床的成因类型更能提供可靠依据。

3. 重砂矿物共生组合

从找矿角度出发，利用重砂矿物共生组合可分辨真假异常及作为找矿标志。还可利用重砂矿物共生组合判断原生矿的成因类型。

4. 重砂矿物搬运的距离

分析重砂矿物搬运的距离，对于确定原生矿床的位置及评价砂矿床具有重要意义。影响重砂矿物搬运距离的因素，一方面是重砂矿物的稳定程度，另一方面是迁移环境，根据经验数据，锡石砂矿距原生矿床一般不超过 5～8km，自然金搬运距离可达数百千米，但具工业意义的砂金矿富集在距原生矿床不远的地方。在判断重砂矿物搬运距离时，必须注意其磨圆度及矿物的形态特征。

5. 重砂矿物空间分布特征

重砂矿物的空间分布严格受区内各地质体控制，在进行异常区评价时，应将重砂矿物的分布与成矿的地质、地貌条件联系起来，以便追索寻找原生矿。

### （二）重砂异常的检查

重砂异常检查的目的在于检查分析引起“异常”的原因，对“异常”的找矿意义做出评价。它是在异常区评价的基础上，采用必要的技术手段，进一步实地进行的地质调查工作。具体做法有以下几种：

对异常区加密重砂取样。取样密度视工作目的要求而定，可以是 20m × 50m，50m × 100m，也可以是 100m × 100m。

为了查清有用矿物的矿源母体，对异常区的各种岩石和矿化蚀变等地质体，采取一定数量的人工重砂样品。

残坡积层的重砂取样，当发现有用矿物的高含量带且其粒度、形态及伴生矿物等方面都具有接近原生矿床的特征时，应在取样点附近施以剥土或布置槽、井探工程，进而查明异常的空间分布，圈定原生矿体的范围。

当经过调查研究而判断是由矿体或与矿体有关的地质体所引起的异常时，应对此有希望地段采用必要的钻探或坑探工程进行揭露、验证，查明有用矿物在垂直方向上的变化规律及与原生矿床的关系。

## 五、重砂测量报告的编写及应用

### （一）重砂测量报告的编写

通常重砂测量报告的基本内容如下：

（1）工作的目的与要求，完成任务情况。

（2）工作区的地质概况：简述区内主要岩石类型，矿化蚀变特征、构造、接触带、地形和地貌、水系分布等。

（3）工作概述：应包括工作方法（野外及室内），样品的分离流程，工作成果简述等。

（4）有用重砂矿物组合及特征：

①矿物组合及其特征变化。

②有用矿物的种类，物理化学特征及含量变化。

（5）对重砂矿物异常的解释与评价意见。

①有用矿物异常的特征：

A. 异常下限值的确定。

B. 矿物含量统计及异常值的分级，说明异常值的分级及其与原生矿床（体）空间分布的关系。

C. 重砂矿物异常分散晕特征：如数量、矿种、搬运距离和空间分布规律等。

②对重砂矿物异常或分散晕特征的认识。

综合工作区内自然重砂和人工重砂资料，结合区域地球化学和地质特征，初步指出有用矿物的来源，原生矿床的可能类型，工程检查验证情况，明确寻找原生矿床和砂矿

床的方向。

### （二）重砂测量的应用

重测量最适用于寻找金属和稀有金属（包括分散元素及其有关的矿产）。如：金（自然金）、铂（自然铂）、锡（锡石）、钨（黑钨矿、白钨矿）、汞（辰砂）、钛（钛铁矿、金红石）、铬（铬铁矿）、钽（钽铁矿）、铌（铌铁矿）、铍（绿柱石）、锆（锆石）、铈（独居石）、钇（磷钇矿）等；也可用于寻找某些非金属矿产，如：金刚石、刚玉、黄玉、磷灰石等。有时在条件有利的情况下，还可为寻找铜、铅、锌等有色金属矿产提供线索。

重砂测量不仅可以追踪原生矿床，而且可以寻找砂矿床（包括风化壳型矿床）。根据重砂矿物的特征、矿物共生组合，可以预测矿床的类型和岩石的分布及追索圈定与成矿有关的侵入体等，直接或间接地指导找矿。

## 第三节　工程揭露法

工程揭露法即通过探矿工程揭露松散覆盖的和地下深处的地质体（包括矿体）进行地质观察研究，从而取得地质矿产资料的方法。

## 一、探矿工程种类

### （一）坑探工程

在岩石或矿石中挖掘坑道以便勘查揭露矿体或者进行其他地质勘查工作，这些坑探工程以其使用的条件和作用可以分为如下主要类型：

1. 探槽（TC）

它是在地表挖掘的一种槽形坑道（图 4－3－7），其横断面为倒梯形，探槽深度一般不超过 3～5m，探槽断面规格见表 4－3－4，视浮土性质及探槽深度而定，以利于工作，保证施工安全。

表 4－3－4　探槽断面规格参考表

| 覆盖层性质 | 深　度（m） | 底　宽（m） | 口　宽（m） | 边　坡 |
|---|---|---|---|---|
| 风化十分强烈 | 1～3 | 1 | 1.6～6.0 | 65°～73° |
| 风化厉害，较松散 | 1～3 | 1 | 1．4～5．8 | 73°～78° |
| 风化不强烈，浮土微密 | 1～3 | 1 | 1．3～7．0 | 73°～87° |
| 风化较轻，紧密结实 | 1～5 | 1 | 1．2～5．0 | 78°～84° |

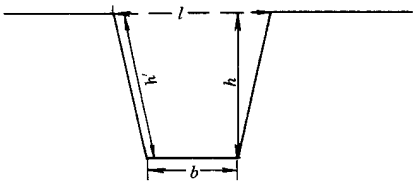



图 4－3－7　探槽断面图

h—探槽深度；h′—槽壁斜深；$l$—探槽口宽；b—探槽底宽

探槽的布置应垂直矿体走向或矿体平均走向来布置。探槽有两种，即主干探槽和辅助探槽。主干探槽应布置在工作区主要的剖面上或有代表性的地段，以研究地层、岩性、矿化规律、揭露矿体等。而辅助探槽是在主干探槽之间加密的一系列短槽，用于揭露矿体或地质界线，可平行主干探槽，也可不平行。

所有探槽适用于浮土厚不大于 3m。当地下水面低时，覆盖层厚达 5m 时也可使用探槽。

2. 浅井（QJ）

它是由地表垂直向下掘进的一种深度和断面均较小的坑道工程。浅井深度一般不超过 20m，断面形状可为正方形或圆形，断面面积为 1.2～2.2m$^2$。浅井的布置由于矿体规模产状不同，其布置形式也不同。当矿体产状较陡时，可在浅井下拉石门或穿脉，当矿体产状较缓时，浅井应布置在矿体上盘（图 4－3－8）。

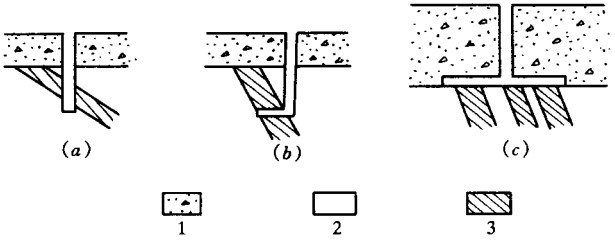



图 4－3－8　浅井布置形式图

（$a$）缓倾斜浅井布置；（b）陡倾斜浅井带石门；

（c）陡倾斜带岔浅井；1—残积层；2—围岩；3—矿体

浅井主要用于揭露松散层掩盖下的矿体，深度一般不超过 20m。对某些矿床如风化矿床，浅井是主要的勘探手段，对于大体积取样的金刚石砂矿或水晶砂矿来说，只能用浅井来勘探。

3. 平窿（PD）

从地表向矿体内部掘进的水平坑道（图 4－3－9 中的 $a$）。断面形状为梯形或拱形。主要用于揭露、追索矿体，也是人员出入、运输、通风、排水的通道。在地形条件有利时应优先使用平窿坑道。

4. 石门（SM）

在地表无直接出口与含矿岩系走向垂直的水平坑道（图 4－3－9 中的 b）。石门常用来连接竖井和沿脉，揭露含矿岩系和平行矿体等。

5. 沿脉（YM）

在矿体中沿走向掘进的地下水平坑道（图 4－3－9 中的 c），用以了解矿体沿走向的变化，在矿体之外的沿脉坑道，可供行人、运输、通风、排水之用。

6. 穿脉（CM）

垂直矿体走向并穿过矿体的地下水平坑道（图 4－3－9 中的 d）。穿脉用以揭露矿体厚度、圈定矿体，了解矿石组分及品位，查明矿体与围岩的接触关系等。

7. 竖井（SJ）

是直通地表且深度和断面都较大的垂直向下掘进的坑道（图 5－4－9 中的 e）。竖井是人员出入、运输、通风、排水的主要坑道，竖井在矿床勘探和采矿时均可应用，采矿竖井有主井、副井及通风井之分。竖井应布置在矿体的下盘，以确保采矿时使用安全，即可减少矿量损失，保证其他地下坑道的稳固。竖井断面面积有 4、4.5、5.5、6、6.5、7$m^2$等。一般情况，设计竖井不宜过多，一个矿床设计 1～2 个就可以了。

8. 斜井（XJ）

是在地表有直接出口的倾斜坑道（图 4－3－9 中的 f）。适用于勘探产状稳定且倾角小于 45°的矿体。斜井与竖井相比，可减少石门长度，但斜井长度比竖井深度大。

9. 暗井（AJ）

在地表没有直接出口的垂直或倾斜的坑道（图 4－3－9 中的 g）。断面一般为长方形，面积为 1.5m×2.5m。垂直暗井又称天井，倾斜暗井又称上山或下山。暗井的作用为：在地下坑道中向上或向下勘探矿体，追索圈定被错断的矿体、贯通相邻的中断水平坑道。

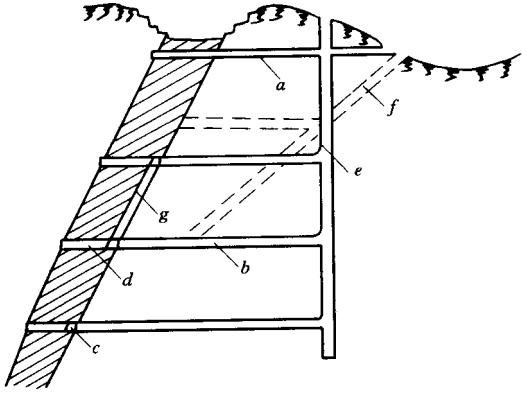



图 4－3－9　地下坑探工程

a—平窿；b—石门；c—沿脉；d—穿脉；e—竖井；f—斜井；g—上山（或下山）

各水平坑道的断面规格：其形状一般为梯形或拱形，坑道净高不小于 1.8m，矿车与坑道一侧的安全间隔为 0.2～0.25m，人行道宽度为 0.5～0.7m，水平坑道应有 0.3%

～ 0.7%的坡度，弯道曲率半径应为小于矿车轴距 7～10 倍。斜井断面形状有梯形和矩形，净高不低于 1.6m。

坑道工程特别是地下坑道工程，由于成本高，施工困难，因此多用于矿床勘探阶段，在使用时应考虑矿床开采时的需要。

### （二）钻探工程

钻探工程是通过钻探机械向地下钻进钻孔，从中获取岩芯、矿芯借以了解深部地质构造及矿体的赋存变化规律，其钻进深度，对于固体矿产多为 100～1000m。钻探工程是主要的矿产勘查手段。

1. 浅钻

垂直钻进的浅型钻，其钻进深度多在 100m 之内，用以勘查埋深较浅的矿体。当涌水量大而无法用浅井勘探时，可采用浅钻。浅钻在矿点检查及物探化探异常的验证时经常使用。

2. 岩芯钻

是机械回转钻，备有一整套的机械设备如钻塔、钻机、水泵、柴油机或电动机、钻杆及套管等。钻进深度 300～1000m。用以勘查深度较大的矿体，可垂直钻进，也可倾斜钻进。在矿产勘查的不同阶段均可使用，但较多的是在详查及勘探阶段使用。在普查阶段也可布置少量的普查验证钻孔。

## 二、探矿工程在矿产勘查中的应用

探矿工程虽然是揭露被松散沉积物掩盖和地下深处的各种地质现象，取得地质矿产资料的基本手段，但由于其成本较高和施工复杂，所以只有当利用其他手段无法达到地质目的时才使用。因此选择和应用探矿工程时，要充分考虑地质与经济效果，将探矿工程布置在最需要的地方，以期用最少的工作量取得最多的地质矿产资料。

在矿产勘查中，利用探矿工程主要解决的地质矿产问题是：揭露、追索和圈定矿体、矿化带，并进行采样；验证各种重要的物、化探异常；揭露实测地质剖面线上被松散沉积物掩盖的部位；揭露被松散沉积物掩盖的各种地质体及其相互接触关系。

# 第四节　地球化学找矿法

地球化学测量（或称地球化学找矿，地球化学探矿，简称化探），是以地球化学及矿床学为理论基础，以矿产勘查为主要目的而发展起来的一门方法学科，最早是 20 世纪 30 年代由前苏联建立和应用，很快被世界各国的矿产勘查工作者所接受。

## 一、地球化学测量法的特点

地球化学测量主要是研究成矿元素和伴生元素在地壳中的分布、分散及集中的规律。在矿体形成的同时在围岩中形成了成矿元素和伴生元素的原生晕，以及在矿体受到破坏过程中发育了较晚期的次生晕。无论是原生晕或是次生晕其分布范围都较矿体大，因此可通过发现这些原生晕及次生晕来达到发现矿体的目的。由于成矿元素及伴生元素所处的介质条件不同，因此其迁移距离有时可很远，甚至达到数千米，故而可以用来发现寻找埋藏很深的隐伏矿体。地球化学测量已经是一种重要的矿产勘查方法；

地球化学测量是通过系统的样品采集来捕捉找矿信息的，由于采样的介质不同，所形成的元素晕也不同，以岩石为采样对象，可形成原生晕，以土壤为采样对象，可形成次生晕，以河流底部沉积物为采样对象，形成分散流，以气体为采样对象，形成气晕，以植物为采样对象，形成生物化学晕等。采样对象的确定，决定于矿产勘查的目的任务，决定于工作区的地质条件，也决定于工作区的地形地貌气候等自然景观条件。

地球化学测量所研究的成矿元素及伴生元素基本上属微量元素，其含量一般较低，甚至只达到克拉克值，因此要求分析测试方法应具有较高的灵敏度及精确度。为达到地球化学测量的有效性，要求样品的采集及加工，必须严格按着规范进行，确保样品的代表性及可靠性。

地球化学测量是通过发现成矿元素及伴生元素的分散晕（流），即通过元素的异常分布来进行找矿的，因此对地球化学元素异常进行正确的解释评价是一项至关重要的研究内容。一般发现了地球化学元素异常并不等于找到矿，引起异常的原因和因素可以是矿体，也可以是某种地质作用（包括矿化作用），只有前者具有找矿意义。因此建立正确合理的找矿异常模式，对异常进行正确的解释评价，是最终达到找矿目的的关键所在。

## 二、地球化学测量方法分类

根据地球化学测量方法的原理及研究的对象不同，可将其划分为如下类型（表 4－3－5）。

表 4－3－5　主要化探方法的应用及地质效果表

| 方法 | 研究寻找的矿种 | 采样对象 | 应用范围 | 应用效果和实例 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 岩石测量法（原生晕） | 铜、铅、锌、锡、钨、钼汞、锑、金、银、铬、镍、铀、锂、铌、钽等。铁、非金属开展了试验 | 岩石、古废石堆、断裂碎屑物等 | 区域地质测量、矿产预查、普查、详查、勘探、矿山开采 | 研究地球化学省、指导探矿工程掘进，找寻盲矿体或追索矿体、评价地质体的含矿性均取得良好效果。如青城子铅矿 |

| 方法 | 研究寻找的矿种 | 采样对象 | 应用范围 | 应用效果和实例 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 土壤测量法 | 能寻找的矿种较多，对有色和稀有金属铜、铅、锌、砷、锑、汞、钨、锡、钼、镍、钴等、贵金属金、银、黑色金属铬、锰、钒及某些非金属（磷）等矿种均可采用 | 残坡积层土壤、矿帽 | 矿产预查、普查、含矿区普查都广泛应用。配合1:20万、1:5万、1:1万、1:2000地质填图进行 | 寻找松散层覆盖下的矿体是一种有效的方法，有时寻找盲矿体也有效。广西某队应用此法发现一个大型钼钒矿 |
| 水系沉积物测量法（分散流） | 铜、铅、锌、钨、锡、钼、汞、锑、金、银、铬、镍、钴、锂、铷、铯、磷等，也可寻找铌、钽、铍等稀有金属矿床 | 水系沉积物、淤泥等 | 配合1:20万～1:25000区域地质填图或进行区域化探。方法简单、效率高，是目前区域化探的主要方法 | 近年来应用于区域地质填图和矿区外围找矿，取得显著成绩。如陕西省找到一个有色金属远景区 |
| 水化学测量法（水化学） | 用于寻找硫化物多金属矿床，如铜、铅、锌、钼、镍、钴、汞和盐类矿体、石油天然气及铀矿床 | 水（泉水、地下水、井水等） | 在气候比较潮湿，地下水露头条件良好，水文网密度大，而水量小的地区最适用 | 能指示埋藏较深的盲矿床，正切割强烈的山区，找矿深度可达200m。如江西省钾盐矿床普查中起了特别重要的作用 |
| 生物测量法 | 含铜、铅、锌、钴、钼、镍、钒、铀、锶、钡等元素的矿床 | 以草本植物或木本植物的叶为主 | 适用于大比例尺普查找矿 | 能发现的矿化深度较大，通常能发现深11～15m的矿体，在特别有利的条件下能发现深50m的矿体 |
| 气体测量法 | 寻找石油、天然气、放射性元素矿床及含挥发性组分的各类矿床如汞、金、铜及铅、锌、锑、铋、钛、铀、钾盐、硝酸盐等矿床 | 地面空气、壤中气、空中微尘 | 地面空气测量对大、中比例尺普查找矿均可采用，壤中气体测量在含矿区找矿可广泛采用 | 地面空气测量对大中比例尺普查找矿能反映出矿床或矿带。壤中气体测量能圈出矿体大致位置，如白银厂黄铁矿型铜矿 |

随着矿产勘查难度的加大，特别是找矿对象的改变，即由找地表浅成矿转向寻找深部盲矿，找矿难度加大，常规的方法难以达到找矿目的。从20世纪80年代初开始进行了新的化探方法试验，并取得了较好的找矿效果（表4－3－6）。

表 4－3－6　综合化探新方法及应用特点简表

| 方法 | 方法原理 | 特点 | 适用范围 |
| --- | --- | --- | --- |
| 土壤离子电导率测量法 | 测定样品中多种成晕离子的代参数——电导率，来达到找寻隐伏矿体的目的，属地电化学找矿方法之一 | 示矿信息强；方法简便；重现性好，误差小、成本低 | 厚层覆盖区；面积性普查找矿 |
| 地电提取离子测量法 | 利用多个阴极和一个共用阳极组成回路，向地下长时间通电，促使深部矿体离子群两极分化，并向地表运移，在地表接收与矿体相关的成分 | 电提取异常是离子态；找矿深度大；区分异常与非异常能力强；可发现弱异常 | 在详查阶段查证异常，确定验证工程位置 |
| 土壤吸附相态汞测量法 | 在土壤中汞气测量基础上发展起来的一种方法，采用控温热释放装置对土壤样品测量叠加价态汞 | 快速、简便、效率高、经济找矿效果显著 | 大面积普查找矿阶段 |
| 构造射气测量法 | 野外实地测量由镭同位素衰变产生的气态放射性元素——氡气，探测隐伏构造 | 可大致确定构造破碎带位置及其活动性，属物探、化探综合方法 | 预测受构造控制的隐伏矿体 |

## 三、地球化学测量发展趋向

地球化学测量的主要任务是研究地球中元素的分布及其运动规律，其目的是通过发现与矿化有关的地球化学元素异常，寻找有经济价值的矿床。近年来由于区域地球化学找矿的发展，使这门学科的内容发生了重大变化，已经从单纯的以找矿为目的而扩展到地学的其他领域，如为研究岩石学、地层学、构造地质学、矿床学及理论地球化学等提供基础资料。与此同时，在农业、畜牧业、地方病、环境保护等领域也更加广泛地应用地球化学测量的资料，因此地球化学找矿已经不可能完全概括本学科的全部研究内容。近些年提出地球化学勘查这一名词术语，它是系统地在不同领域范围去研究地球中元素的运动规律，从而赋予了地球化学更广泛更全面的研究内容。

为了适应找矿形势的变化，特别是寻找埋藏较深的隐伏矿体，近年来涌现出许多新的化探方法。80 年代出现的地压法（geogas）（瑞典 Boliden MineralAB 公司及驻德科技学院共同推出，1987）可以探测埋深达 1000m 的矿体。为了寻找埋深较大的矿体，地球化学家们极力研究原生晕的远程指示元素，如 Hg、F、I、Br 等元素的提出，使找矿深度达到 500m，而以稀散元素作为指示元素（Se、Te、Ti 等），探测深度可达千余米。目前国内外应用的矿物包裹体方法进行直接找矿，主要是根据蒸发晕、热晕、气晕、盐晕等方法，也取得了重大进展。

为了提高地球化学找矿效果，地球化学异常找矿模式的研究，一直是人们关注的重要研究内容。地球化学异常找矿模式是通过总结已知的含矿地质体（矿体、矿床、矿

田）的地球化学异常特征，进而总结含矿地质体地质特征与地球化学异常特征之间的成因联系，尽管完全相似的矿床是不存在的，但是在总体上相似，局部不相同的矿床是普遍存在的，如各矿床元素分带组合不尽相同，但总的元素分带序列具有一定规律，对于次生地球化学异常模式，在同一种景观地球化学条件下，具有共同的、特定的及最优的工作方法，因此，地球化学异常模式的总结和研究，既是必要也是可能的。目前在进行地球化学异常的总结研究时，很为重视系列模式的建立，即按地质体的不同层次结构而建立相应的模式，如矿体地球化学异常模式，矿床地球化学异常模式，矿田地球化学异常模式等。地球化学异常模式是一项内容广泛的研究总结工作，在大量实际资料基础上，不断完善和建立行之有效的地球化学异常找矿模式。

地球化学测量中某些技术方法的改进提高，对提高找矿效果仍然是十分重要的，如测试分析技术、分析数据的处理技术、自动成图技术等，尽管目前有了长足的进步，但仍然需要继续改进。

## 第五节　地球物理找矿法

地球物理测量（或称地球物理探矿，简称物探）是以物理学及地球物理学为理论基础，与地质学相结合，应用到地质矿产勘查领域。

### 一、地球物理测量的特点

地球物理测量的对象总体上可分为目标物与目的物两类，前者是与要寻找的矿产有关的地质体，后者是要寻找的矿体。不管是目标物或目的物，它们必须具备：(1) 与围岩的物理性质具有明显差别；(2) 目标物与目的物应具有一定的体积规模；由于地球物理测量的精度（比例尺）不同，因此其寻找的目标物含义也不同，如我国南方寻找原生锡矿床，中比例尺找矿预测时，目标物是隐伏的花岗岩岩基，而大比例尺找矿预测时，目标物可以是隐伏花岗岩体上覆岩层中的断裂带或是隐伏花岗岩体的局部隆起地段。

地球物理测量获得的数据多、信息多，如何分解提取地质信息，这是一项繁杂的工作，由于电子计算机技术的应用，大大方便了信息的提取。在信息的提取过程中最为重要的是异常的分离，即将叠加异常的各个组成部分分开，以期达到寻找目标物及目的物的目的。如区域异常与局部异常的分离，叠加异常中某种特定异常的分离，综合异常的分层次提取等。

地球物理测量结果的多解性一直是影响地质矿产勘查效果的重要因素。地球物理测量异常引起的原因往往是多方面的，如不同的地质体可具有相似的物理场，例如磁铁矿体、基性岩体、超基性岩体都可引起磁性异常，这就为物探异常的正确解释造成了困难。为了提高地球物理测量成果的利用程度，一方面要改进地球物理测量方法，提高方法自身的精度，要采用多种物探方法，从不同侧面突出调查对象的物性特征，更重要的是加强地球物理测量结果的地质解释。过去人们对物探结果的数学解释方法研究较多，

而忽视地质解释的研究，这是不正常的。在对物探结果进行地质解释时，首先是对异常进行两次分类，第一次是目标物分类，即根据引起异常的地质因素对异常进行分类，做出初步的地质解释，确定引起异常的地质原因。第二次是目的物分类，它是在目标物分类基础之上，根据已知的矿产分布规律，确定异常与目的物的关系，进而发现矿体。在对异常进行分类解释时，必须结合地球化学测量结果，建立综合分类标志，以便提高物探结果解释的准确性。

## 二、地球物理测量方法分类

根据地球物理测量的原理及其应用条件，可具有不同的方法 （表 4－3－7）。

表 4－3－7　主要物探方法的应用及地质效果简表

| 方　法 | 优缺点 | 应用条件 | 应用范围及地质效果 |
|---|---|---|---|
| 放射性测量法 | 方法简便效率高 | 探测对象要具有放射性 | 寻找放射性矿床和与放射性有关的矿床，以及配合其他方法进行地质填图、固定某些岩体等。对放射性矿床能直接找矿 |
| 磁法 | 效率高、成本低、效果好。航空磁测在短期内能进行大面积测量 | 探测对象应略具磁性或显著的磁性差异 | 主要用于找磁铁矿和铜、铅、锌、铬、镍、铝土矿、金刚石、石棉、硼矿床，圈定基性超基性岩体进行大地构造分区、地质填图、成矿区划分的研究及水文地质勘测。如南京市梅山铁矿的发现，北京市沙厂铁矿远景的扩大；甘肃省某铜镍矿、西藏某铬矿床、辽宁省某硼矿床应用此法地质效果显著 |
| 自然电场法 | 装备较简便，测量仪器简单，轻便快速、成本低 | 探测对象是能形成天然电场的硫化物矿体或低阻地质体 | 用于进行大面积快速普查硫化物金属矿床、石墨矿床；水文地质、工程地质勘查；黄铁矿化、石墨化岩石分布区的地质填图。如辽宁省红透山铜矿、陕西省小河口铜矿及寻找黄铁矿矿床方面、应用此法地质效果显著 |
| 中间梯度法（电阻率法） | | 探测对象应为电阻率较高的地质体 | 主要用于找陡立、高阻的脉状地质体。如寻找和追索陡立高阻的含矿石英脉、伟晶岩脉及铬铁矿、赤铁矿等效果良好，而对陡立低阻的地质体如低阻硫化多金属矿则无效 |

| 方　法 | 优缺点 | 应用条件 | 应用范围及地质效果 |
| --- | --- | --- | --- |
| 中间梯度装置的激发极化法 | 不论其电阻率与围岩差异如何均有明显反映，对其他电法难于找寻的对象应用它更能发挥其独特的优点 | 在寻找硫化矿时石墨和黄铁矿化是主要的干扰因素应尽量回避 | 主要用于寻找良导金属矿和浸染状金属矿床，尤其是用于那些电阻率与围岩没有明显差异的金属矿床和浸染状矿体效果良好。如某地产在石英脉中的铅锌矿床及北京延庆某铜矿地质效果显著 |
| 电剖面法按装置的不同分为： | | | 在普查勘探金属和非金属矿产以及进行水文地质、工程地质调查中应用相当广泛，并在许多地区的不同地电条件下取得了良好的地质效果 |
| 联合剖面法 | 其装置不好移动，工作效率低 | 探测对象应为陡立较薄的良导体 | 主要用于详查和勘探阶段，是寻找和追索陡立而薄的良导体的有效方法。如某铜镍矿床应用效果良好。当矿脉与围岩的导电性无明显差别时，利用视极化率 $\eta_s$，或（$\rho_s$）曲线也能取得好的效果 |
| 对称四级剖面法 | 对金属矿床不如中间梯度和联合剖面法的异常明显 | | 主要用于地质填图，研究覆盖层下基岩起伏和对水文、工程地质提供有关疏松层中的电性不均匀分布特征，以及疏松层下的地质构造等。如某地用它圈定古河道取得良好的效果 |
| 偶极剖面法 | 主要缺点在一个矿体可出现两个异常，使曲线变得复杂 | | 一般在各种金属矿上的异常反映都相当明显，也能有效地用于地质填图划分岩石的分界面。在金属矿区，当围岩电阻率很低，电磁感应明显，而开展交流激电法普查找矿时往往采用。如我国某铜矿床用此法找到了纵向叠加的透镜状铜矿体 |
| 电测探法 | 可以了解地质断面随深度的变化，求得观测点各电性层的厚度 | 探测对象应为产状较平缓电阻率不同的地质体，且地形起伏不大 | 电阻率电测深用于成层岩石的地区，如解决比较平缓的不同电阻率地层的分布，探查油、气田和煤田地质构造，以及用于水文地质工程地质调查中。它在金属矿区侧重解决覆盖层下基岩深度变化，表土厚度等，间接找矿。而激发极化电测深主要用于金属矿区的详查工作，借以确定矿体顶部埋深以及了解矿体的空间赋存情况等。如个旧锡矿采用此法研究花岗岩体顶面起伏，进行矿产预测起到了良好找矿效果 |

| 方　法 | 优缺点 | 应用条件 | 应用范围及地质效果 |
| --- | --- | --- | --- |
| 充电法 | 能迅速追求矿体延伸，或连接矿体，节省探矿工程 | 要求：矿体至少有一小部分出露地表或被工程揭露，以便对矿体充电；矿体必须是良导电体；矿体有一定的规模，并且埋深不大<br>以找盲矿体为主的围岩充电法其应用条件：①存在能于地下充电的探矿工程；②被寻找的矿体与围岩有明显的电性差异；③被寻找的矿体有一定规模，且埋深不太大。 | ①确定已知矿体的潜伏部分之形状、产状、大小、平面位置及深度；②确定几个已知矿体之间连接关系；③在已知矿体或探矿工程附近寻找盲矿体和进行地质填图主要用于金属矿的详查和勘探阶段，如在青海某铜钴矿应用充电法的结果，无论在解决矿体延伸、矿体连接及在充电矿体附近找盲矿，都取得了良好效果 |
| 重力测量 | 受地形影响大，干扰因素多。但在深度构造研究上，是电法、磁法不可比拟的 | 探测的地质体与围岩间存在密度差才可用此法 | 可用此法直接找富铁矿、含铜黄铁矿；配合磁法找铬铁矿、磁铁矿；研究地壳深部构造、划分大地构造单元、研究结晶基底的内部成分和构造，确定基岩顶面的构造起伏，确定断层位置及其分布、规模，圈定火成岩体，以达到寻找金属矿床的目的；用于区域地质研究，普查石油、天然气有关的局部构造；此外，还可应用它找密度小的矿体。如找盐类矿床取得显著地质效果 |
| 地震法 | 优点：准确度高；缺点：成本高 | 要求地震波阻抗存在差异 | 主要用于解决构造地质方面的问题，在石油和煤田的普查及工程地质方面广泛应用。如在大庆油田、胜利油田的普查勘探中发挥了重要的作用 |

## 三、地球物理测量方法的应用

地球物理测量方法应用于矿产勘查的各个阶段，并且可以从空中、地面、地下来收集信息，因此得到了广泛的应用，特别是在地质条件及地形地貌条件有利时，可取得较好的勘查效果。但是，在某些情况下，其应用的前提及效果受到一定限制，例如地质体的物性差异不明显或物性不稳定时，寻找的地质体过小或埋藏较深时，地形地貌条件复杂多变时等，都限制了物探方法的应用，特别是在当前以寻找埋深较大的隐伏矿体的情况下，对物探方法的应用要求越加实际，但难度也越来越大。目前国内外普遍强调和推行综合物探方法的应用，从不同侧面突出异常，以弥补单种方法的不足，已经取得了明

显效果。例如，澳大利亚新南威尔士埃卢腊（Elura）锌、铅、银多金属矿床，于 1972 年由航磁发现，1973 年做了地面磁法、重力及化探工作，1974 年 12 月通过钻探验证发现了工业矿体，后来又做了大量试验工作，如激电法、电阻率、地震法等，目前从地表以下 100m 的氧化带底部到 510m 处，已探明 Zn、Pb、Ag 的金属储量达 2700 万 t。为了解决地面物探难以探测深部较小的隐伏矿体，一些国家很重视井中及地下物探的应用和研究。据国外报道，原用于医学作为人体 X 射线分层扫描的“CT”（Computer Tomography）技术已开始在地学中应用，如地球物理层析成像技术，预计不远的将来就可以应用“CT”技术来圈定隐伏矿体。在地球物理测量中，人们一直很重视物理—地质模型的建立，以探求目标物与目的物之间的关系。但是，由于地质条件及其物性复杂多变，很难建立起统一的物理—地质模型。不可能具有广泛应用的模型，它只能在一个特定的地质地球物理场条件下，针对某种矿产或其组合，建立特定的物理—地质模型。以期达到矿产勘查的目的。

## 第六节　遥感地质找矿法

遥感地质测量是在航空摄影测量基础上，随着空间技术、电子计算机技术等现代科技的迅速发展以及地球科学发展的需要，发展形成的综合性先进技术。遥感地质测量的理论是建立在物理学的电磁辐射与地质体相互作用的机理基础之上的；而技术方法则是建立在“多”技术基础之上的。正是通过多波（光）谱、多时相、多向成像、多向极化、多级增强处理等技术手段来收集和分析遥感数据资料，方能比单靠航空摄影测量获取更多波谱的、空间的、时间的地质信息。遥感地质测量不需要直接接触目标物，而是从远距离、高空以至外层空间的平台上，利用可见光、红外、微波等探测仪器，通过摄影或扫描方式，对电磁波辐射能量的感应、传输和处理，从而识别地表目标物。

### 一、遥感地质测量的特点

#### （一）大面积的同步观测，视域宽广

在地球上，进行地质调查时，大面积同步观测所取得的数据是最宝贵的。依靠传统的地面调查，实施起来非常困难，工作量很大。而遥感观测则可以为此提供最佳的获取信息的方式，并且不受地形阻隔等限制。遥感平台越高，视角越宽广，可以同步探测到的地面范围就越大，也就越容易发现地球上一些重要目标物空间分布的宏观规律，而有些宏观规律，依靠地面观测是难以发现或必须经长期大面积调查才能发现的。如一帧美国的陆地卫星 Landsat 图像，覆盖面积为 100n mile × 100n mile（185km × l85km）= 34 225km$^2$，在 5 ~ 6min 内即可扫描完成，实现对地的大面积同步观测。我国全境仅需 500 余张这种图像，就可拼接成全国卫星影像图，便于进行地学大区域宏观观察与分析对比。

### （二）信息丰富，技术先进

遥感地质测量是现代科技的产物，它不仅能获得地物可见光波段的信息，而且可以获得紫外、红外、微波等波段的信息。不但能用摄影方式获得信息，而且还可以用扫描方式获得信息。遥感地质测量所获得的信息量远远超过了用常规传统技术方法所获得的信息量，还能提供超出人们视觉以外的大量地学信息，这无疑扩大了人们的观测范围和感知领域，加深了对某些地质现象的认识。

### （三）定时、定位观测，提高观测的时效性

能周期性地监测地面同一目标地质体，有利于对比分析其特点，并可以对某些地质现象（如火山喷发）作动态分析。例如：地球同步轨道卫星可以每半个小时对地观测一次（如 FY－2 气象卫星）；太阳同步轨道卫星（如 NOAA 气象卫星和 FY－1 气象卫星）可以每天 2 次对同一地区进行观测。地球资源卫星（如美国的 Landsat、法国的 SPOT 和中国与巴西合作的 CBERS）则分别以 16 天、26 天或 4～5 天对同一地区重复观测一次，以获得一个重访周期内的某些事物的动态变化的数据。而传统的地面调查则须大量的人力、物力，用几年甚至几十年时间才能获得地球上大范围地区动态变化的数据。因此，遥感大大提高了观测的时效性。

### （四）投入相对小，综合效益高

在中、小比例尺地质制图时，具有精度高、速度快、费用省的特点。遥感地质测量的费用投入及所获取的效益，与传统的方法相比，可以大大地节省人力、物力、财力和时间，具有很高的经济效益和社会效益。

## 二、遥感地质测量发展趋势

（1）新的遥感波段开发与遥感器的研制。前者如毫米波段、激光雷达和紫外波段的开发利用。后者主要对可见光，尤其红外波段的高分辨率、窄波段的遥感器的研制。当然还有作为遥感器的运载工具的各种平台的研究（如航天飞机和地质专用卫星等），以及遥感数据资料的实时传输等。

（2）快速、价廉、有效的地学信息处理、提取、分析方法，如地理信息系统、专家系统以及新的图像增强处理方案的开发等。

（3）遥感技术在地质学已开展的领域的深化和新领域的开拓。现有应用领域的深化首先是在矿产资源勘查中的遥感技术应用方面，向模式化、自动化和定量化方向发展，其次是在区域构造分析、遥感地质编制图件上的应用。在遥感技术地学应用新领域的开拓方面，深部构造的遥感分析，包括灾害地质、城市地质等在内的（广义的）环境地质遥感是主要内容。

（4）遥感地学机理的研究。例如遥感地学信息的传输问题，以及一些巨大环状构造的形成机理就是一个有待深入研究的问题。

## 三、遥感地质测量法的应用

### （一）在基础地质工作中的应用

遥感图像视域宽阔，能客观真实地反映出各种地质现象及其相互间的关系，形象地反映出区域地质构造以及区域构造间的空间关系，为中小比例尺地质制图和跨区域甚至全球的区域地质研究提供了有利的条件和基础。例如近年来重新修编的 1∶400 万中国构造体系图的工作、对雅鲁藏布江深断裂的延伸和走向的研究、郯庐断裂的延伸和走向问题的论证，都是建立在遥感地质测量基础上的新的认识和发现的体现，解决了一些地质学界长期争论或按常规很难解决的问题。

### （二）在矿产勘查中的应用

各种矿产资源的形成、产出，都与一定的地质构造条件有关，如斑岩铜矿与中酸性侵入体有关，煤矿赋存在某些地质时代的煤系地层内。利用遥感地质测量资料来解译、分析区域成矿地质条件；提取某些矿床类型的遥感标志是遥感找矿的基本出发点和理论依据。当前，遥感技术在找矿工作中的应用可归纳为如下几个方面：

（1）利用图像上显示的与矿化有关的地物如岩石、土壤等的波谱信息、色调异常和热辐射异常等直接圈定靶区，为找矿指明方向。

（2）利用解译获得的资料，分析区域成矿条件，进行区域成矿预测。

（3）利用数字图像处理技术，进行多波段、多种类遥感图像的综合处理分析，增强或提取图像上与成矿有关的信息，尤其是矿化蚀变信息，为找矿提供依据，指明找矿方向和有利成矿的远景地段。

（4）利用数学地质方法，综合遥感资料、物探、化探和地质资料，进行成矿统计预测，直接圈定找矿远景靶区。

### （三）高光谱遥感的应用

高光谱遥感是高光谱分辨率遥感（Hyperspectral Remote Sensing）的简称。它是在电磁波谱的可见光、近红外、中红外和热红外波段范围内，获取许多非常窄的光谱连续的影像数据的技术（Lillesand & Kiefer，2000）。其成像光谱仪可以收集到上百个非常窄的光谱波段信息。

高光谱遥感与一般遥感主要区别在于：高光谱遥感的成像光谱仪可以分离成几十甚至数百个很窄的波段来接收信息；每个波段宽度仅小于 10nm；所有波段排列在一起能形成一条连续的完整的光谱曲线；光谱的覆盖范围从可见光到热红外的全部电磁辐射波谱范围。而一般的常规遥感不具备这些特点，常规遥感的传感器多数只有几个，十几个波段；每个波段宽度大于 100nm；更重要的是这些波段在电磁波谱上不连续。例如：TM 数据第三波段为 0.63～0.369μm 而第四波段是 0.76～0.90μm，中间 0.69～0.76μm 之间完全没有数据。所有波段加起来也不可能覆盖可见光到热红外的整个波谱范围。就第四

波段而言，其宽度是 140nm。如果换成 10nm 宽的高光谱数据，TM 的一个波段在高光谱里对应 14 个波段，高光谱的信息量大大增加。

高光谱遥感的出现是遥感界的一场革命，其丰富的光谱信息，使具有特殊光谱特征的地物探测成为可能，因此有广阔的发展前景。20 多年来，高光谱遥感是以航空遥感为基础的研究发展阶段，1999 年底第一台中分辨率成像光谱仪 MODIS 成功地随美国 EOSAM－1 平台进入轨道，以及欧空局和日本等高光谱卫星遥感计划，使得高光谱遥感进入航天遥感并在应用的深度上有较大的突破。

高光谱遥感的出现，使得定量检测各种矿物存在以及编制相应图件成为可能。其原理是：

第一，各种岩性和矿物都有一些可做为标志性的矿物，而这些矿物又都各有自己的波谱特征（表 4－3－8）。图 4－3－10 是高岭石、蒙脱石、伊利石和明矾石（它们都是与热液蚀变有关的标志性矿物）的波谱曲线。四种矿物的吸收谷都在 2.2$\mu$m 附近，其中高岭石曲线的“肩部”在 2.18$\mu$m 处，明矾石的吸收谷在 2.21$\mu$m，都落在 TM－7 波段内。根据石榴子石 $Fe^{3+}$ 离子在 0.77～0.87$\mu$m 处吸收的特征，D.S.Windeler，Jr（1993）利用 VNIR 图像数据，识别出石榴子石－辉石蚀变带来。

表 4－3－8　波长范围和矿物标记

| | 波长范围 | 可辨别的主要矿物 |
|---|---|---|
| 可见—近红外 | 0.40～1.20$\mu$m<br>0.50～0.80$\mu$m | Fe、Mn 和 Ni 的氧化物及稀土矿物，赤铁矿、针铁矿植被 |
| | 1.30～2.50$\mu$m | 氢氧化物、碳酸盐和硫酸盐 |
| | 1.47～1.82$\mu$m | 硫酸盐类——明矾石 |
| | 1.47～1.76$\mu$m | 硫酸盐类——黄钾铁矾 |
| 短波红外 | 2.16～2.24$\mu$m | 含 Al－OH 基团矿物——白云母、高岭石<br>——迪开石、叶蜡石<br>——蒙脱石、伊利石 |
| | 2.24～2.30$\mu$m | 含 Fe－OH 基团矿物——黄钾铁矾、锂皂石 |
| | 2.30～2.40$\mu$m | 含 Mg－OH 基团矿物——绿泥石、滑石、绿帘石 |
| | 2.32～2.26$\mu$m | 碳酸盐类——方解石、白云石、菱镁矿 |
| 中红外 | 8.00～14.0$\mu$m | 硅酸盐类——石英、长石、辉石<br>——橄榄石 |

（据薛重生等）

第二，利用多通道的机载高光谱分辨力成像波谱仪获得波谱曲线，与某些标志性矿物的实验室实测的典型曲线对比，能半定量地确定标志性矿物的存在。由于 AIS 可以取得多达 220 个波谱数值，由它测得的波谱曲线更接近实验实测得到的曲线。图 4－3－11

是 AIS 的反射波谱曲线，其波长从 2.0 ~ 2.3μm，波长间隔为 0.01nm，共分为 30 个波段。其取样点的位置见图右侧。从图上方两条波谱曲线与实验室内测得明矾石的波谱曲线相比较，其形态很相似。可知这两处分别明矾石与高岭石含量较高的地段。

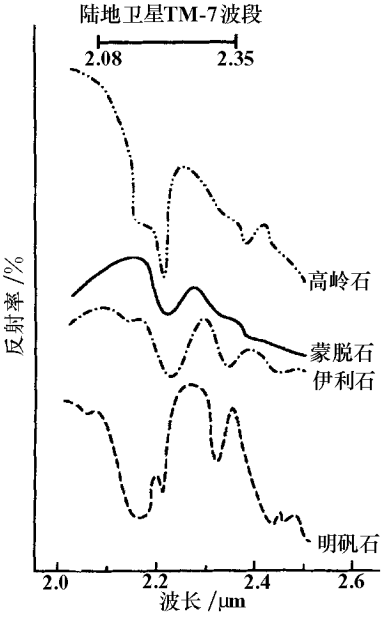



图 4 – 3 – 10　2.0 ~ 2.5μm 大气窗口的实验室波谱曲线

（据 F.F.Sabins，1986）

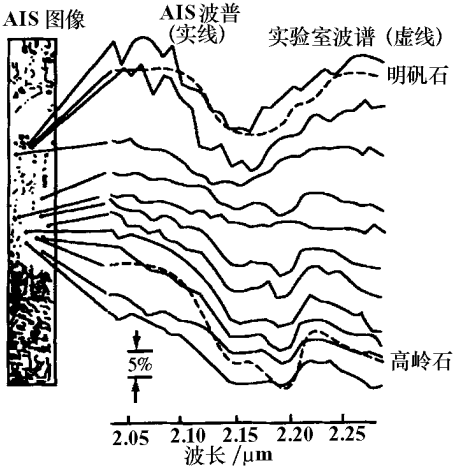



图 4 – 3 – 11　AIS 反射波谱曲线

（据 F.F.Sabins，1986）

第三，通过某些标志性矿物的检测，来达到找矿和编制分布图的目的。

从高光谱遥感数据中提取各种地质矿物成分也需要发展许多技术方法。主要的技术方法如下：

(1) 光谱微分技术，是对反射光谱进行数学模拟和计算不同阶数的微分，来确定光谱曲线的弯曲点和最大最小反射率的对应波长位置。在地质遥感上可以确定波长位置、深度和波段宽度，以及分解重叠的吸收波段和提取各种参数，从而达到识别矿物的目的。

(2) 光谱匹配技术，是对地物光谱和实验室测量的参考光谱进行匹配或地物光谱与参考光谱数据库比较，求得它们之间的相似或差异性，以达到识别的目的。两种光谱曲线的相似性常用计算的交叉相关系数及绘制交叉相关曲线图来确定。有时也采用编码匹配技术粗略识别岩石矿物的光谱。

(3) 混合光谱分解技术，用以确定在同一像元内不同地物光谱成分所占的比例或非已知成分。因为不同地物光谱成分的混合会改变波段的深度，波段的位置、宽度、面积和吸收的程度等。这种技术采用矩阵方程、神经元网络方法以及光谱吸收指数技术等，求出在给定像元内各成分光谱的比例。

(4) 光谱分类技术，在高光谱遥感中仍然是有效的识别方法之一。常用的有：最大似然分类法；人工神经网络分类法；高光谱角度制图法。

(5) 光谱维特征提取方法，可以按照一定的准则直接从原始空间中选出一个子空间；或者在原特征空间与新特征空间之间找到某种映射关系。这一方法是以主成分分析为基础的改进方法。

(6) 模型方法，是模拟矿物和岩石反射光谱的各种模型方法。因为高光谱测量数据可以提供连续的光谱抽样信息，这种细微的光谱特征使模型计算一改传统的统计模型方法而建立起确定性模型方法。因而，模型方法可以提供更有效和更可靠的分析结果。

以上各种方法均有成功的案例可以借鉴。

## 第七节　探矿工程法

目前国内外对金属、非金属矿床勘查中大量采用的勘查技术手段仍然是钻探和坑探工程，一般称之为探矿工程。

探矿工程是一种主要的勘查技术手段，其最大的优点在于可以直接验证或观察矿体，特别是坑道工程，人员可以自由出入，对矿体进行直接的观察、取样、编录，而钻探可以通过岩心对矿体进行取样分析。无论坑探或钻探都是一种直接探矿方法，是其他各种方法所不能代替的，因此在矿床勘探阶段得到最广泛的应用。

探矿工程特别是坑道工程，不但在矿床勘探时应用，同时这些坑道工程在矿床开采阶段也可应用，这就要求在设计坑探工程时要考虑到开采时应用的可能性，从而大大降低工程费用。

钻探工程勘探深度大，施工速度快，消耗费用相对坑探工程要低得多，同时施工灵

活，不但在地面可进行施工，同时在地下坑道中也可布置施工坑内钻，因此钻探工程成为矿床勘查最常规的不可缺少的技术手段。

应该看到，探矿工程还具有一些缺欠需要不断改进，如机械设备笨重，为复杂地形条件下施工带来困难，成本较高，施工速度较慢等。探矿工程一般分为坑探工程和钻探工程。

## 一、坑探工程

在岩石或矿石中挖掘坑道以便勘查揭露矿体或者进行其他地质勘查工作，这些坑探工程以其使用的条件和作用可以分为如下主要类型：

### （一）探槽（TC）

是从地表挖掘的一种槽形坑道（图 4－3－12），其横断面为倒梯形，探槽深度一般不超过 3～5m，探槽断面规格（表 4－3－9）视浮土性质及探槽深度而定，以利于工作，保证施工安全。

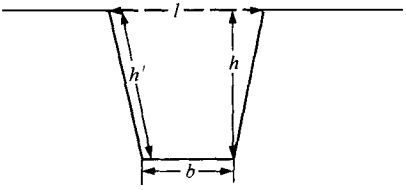



图 4－3－12　探槽断面图

h—探槽深度；h′—槽壁斜深；$l$—探槽口宽；b—探槽底宽

表 4－3－9　探槽断面规格参考表

| 覆盖层性质 | 深度/m | 底宽/m | 口宽/m | 边坡 |
|---|---|---|---|---|
| 风化十分强烈 | 1～3 | 1 | 1.6～6.0 | 65°～73° |
| 风化厉害，较松散 | 1～3 | 1 | 1.4～5.8 | 73°～78° |
| 风化不强烈，浮土微密 | 1～5 | 1 | 1.3～7.0 | 73°～87° |
| 风化较轻，紧密结实 | 1～5 | 1 | 1.2～5.0 | 78°～84° |

探槽的布置应垂直矿体走向或平均走向来布置。探槽有两种，即主干探槽和辅助探槽。主干探槽应布置在工作区主要的剖面上或有代表性的地段，以研究地层、岩性、矿化规律、揭露矿体等。而辅助探槽是在主干探槽之间加密的一系列短槽，用于揭露矿体或地质界线，可平行主干探槽，也可不平行。

所有探槽适用于浮土厚不大于 3m，当地下水面低时，覆盖层厚达 5m 时也可使用探槽。

## （二）浅井（QJ）

它是由地表垂直向下掘进的一种深度和断面均较小的坑道工程。浅井深度一般不超过 20m，断面形状可为正方形、矩形或圆形，断面面积为 1.2～2.2m²。浅井的布置由于矿体规模产状不同，其布置型式也不同。当矿体产状较陡时，可在浅井下拉石门或穿脉，当矿体产状较缓时，浅井应布置在矿体上盘（图 4－3－13）。

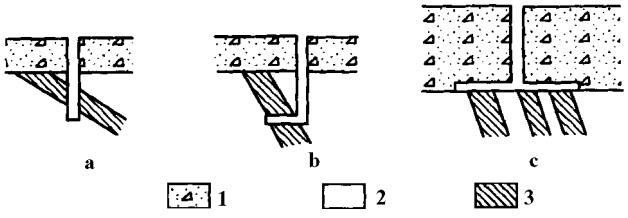



图 4－3－13　浅井布置型式图

a—缓倾斜浅井布置；b—陡倾斜浅井带石门；c—陡倾斜带岔浅井；1—残积层；2—围岩；3—矿体

浅井主要用于揭露松散层掩盖下的矿体，深度一般不超过 20m。对某些矿床如风化矿床，浅井是主要的勘探手段，对于大体积取样的金刚石砂矿或水晶砂矿来说，只能用浅井来勘探。

## （三）平窿（PD）

从地表向矿体内部掘进的水平坑道（图 4－3－14a）。断面形状为梯形或拱形。主要用于揭露、追索矿体，也是人员出入、运输、通风、排水的通道。在地形条件有利时应优先使用平窿坑道。

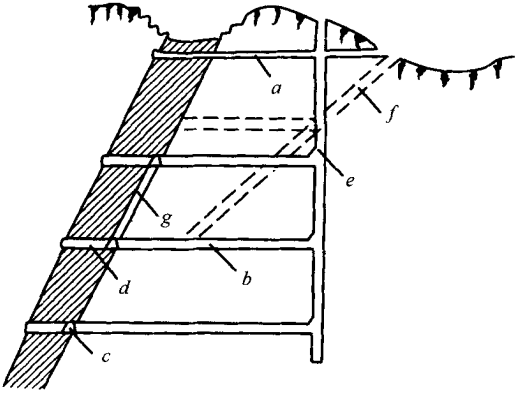



图 4－3－14　地下坑探工程

a—平窿；b—石门；c—沿脉；d—穿脉；e—竖井；f—斜井；g—上山（或下山）

### （四）石门（SM）

在地表无直接出口与含矿岩系走向垂直的水平坑道（图 4－3－14b）。石门常用来联接竖井和沿脉，揭露含矿岩系和平行矿体等。

### （五）沿脉（YM）

在矿体中沿走向掘进的地下水平坑道（图 4－3－14c），用以了解矿体沿走向的变化，在矿体之外的沿脉坑道，可供行人、运输、通风、排水之用。

### （六）穿脉（CM）

垂直矿体走向并穿过矿体的地下水平坑道（图 4－3－14d）。穿脉用以揭露矿体厚度、圈定矿体，了解矿石组分及品位，查明矿体与围岩的接触关系等。

### （七）竖井（SJ）

是直通地表且深处和断面都较大的垂直向下掘进的坑道（图 4－3－14e）。竖井是人员出入、运输、通风、排水的主要坑道、竖井在矿床勘探和采矿时均可应用，采矿竖井有主井、副井及通风井之分。竖井应布置在矿体的下盘，以确保采矿时使用安全，即可减少矿量损失，保证其他地下坑道的稳固。竖井断面面积有 4、4.5、5.5、6、6.5、7$m^2$ 等。一般情况，设计竖井不宜过多，一个矿床设计 1～2 个就可以了。

### （八）斜井（XJ）

是在地表有直接出口的倾斜坑道（图 4－3－14f），适用于勘探产状稳定且倾角小于 45°的矿体。斜井与竖井相比，可减少石门长度；但斜井长度比竖井深度大。

### （九）暗井（AJ）

在地表设有直接出口的垂直或倾斜的坑道（图 4－3－14g）。断面一般为长方形，面积为 1.5×2.5$m^2$。垂直暗井又称天井，倾斜暗井又称上山或下山。暗井的作用为，在地下坑道中向上或向下勘探矿体，追索圈定被错断的矿体、贯通相邻中断水平坑道。

各水平坑道的断面规格，其形状一般为梯形或拱形，坑道净高不小于 1.8m，矿车与坑道一侧的安全间隔为 0.2～0.25m，人行道宽度为 0.5～0.7m，水平坑道应有 0.3%～0.7%的坡度，弯道曲率半径应不小于矿车轴距 7～10 倍。斜井断面形状有梯形和矩形，净高不低于 1.6m。

坑道工程特别是地下坑道工程，由于成本高，施工困难，因此多用于矿床勘探阶段，在使用时应考虑矿床开采时的需要。

## 二、钻探工程

钻探工程是通过钻探机械向地下钻进钻孔，从中获取岩心、矿心借以了解深部地质

构造及矿体的赋存变化规律，其钻进深度，对于固体矿产多为 100 ~ 1000m。钻探工程是主要的矿产勘查手段。

## （一）浅钻

垂直钻进的浅型钻，其钻进深度多在 100m 之内，用以勘查埋深较浅的矿体。当涌水量大而无法用浅井勘探时，可采用浅钻。浅钻在矿点检查及物探化探异常的验证时经常使用。

## （二）岩心钻

是机械回转钻，备有一整套的机械设备如钻塔、钻机、水泵、柴油机或电动机、钻杆及套管等，钻进深度 300 ~ 1000m，用以勘查深度较大的矿体，可垂直钻进，也可倾斜钻进，在矿产勘查的不同阶段均可使用，但较多的是在详查及勘探阶段使用。在普查阶段也可布置少量的普查验证钻孔。

# 第四章　矿床勘探与探采结合

## 第一节　勘探要求与工作程序

### 一、矿床勘探研究的基本内容与要求

#### （一）研究矿床（区）地质特征和矿山建设范围内矿体的分布情况

研究矿床地质特征首要的是指研究与查明矿体各参数的变化规律，预测矿体变化性、矿床可能储量、质量、矿体形态及开采条件变化的地质依据，这是指导勘探施工、影响矿山建设和生产的重要因素。在矿床勘探过程中，对矿区的地层、岩石、构造和岩浆岩等特征要详加研究。对破坏矿体、划分井区范围及确定开拓井巷有影响的较大断层、破碎带，要用探矿工程实际控制其产状和断距；对较小的断层、破碎带应根据地表实测，结合地下探矿工程的资料，着重研究其分布范围和规律。

矿山建设范围内矿体的分布情况的查明，是正确地进行矿区总体设计、划分井区；确定开采境界、开拓范围和井筒位置等的重要依据。对露天开采的矿床要全面控制矿体四周的边界和未来露天采场底部矿体的边界；对地下开采的矿床要详细控制主要矿体的两端、上下盘的界线和延深情况；对地表氧化与重砂矿体的边界，用槽井探予以圈定；若矿区覆盖层较厚，需要用浅钻或地表物探方法控制基岩面上矿体顶部的界限。

为了防止漏掉矿体，，应在综合研究矿床地质规律的基础上，适当加深一部分勘探钻孔以穿透整个含矿带（层）进行控制，同时注意查明具有工业价值的小矿体的总的分布范围和赋存规律。对浅部先期开采地段主矿体上下盘具有工业价值的小矿体，应在勘探主矿体的同时进行勘探，并根据具体情况适当加密工程，提高勘探和研究程度，以便同时开采。

#### （二）研究矿体的外部形态和内部结构特征

矿体的外部形态是由矿体在矿床三维空间上的延展情况、赋存位置、构形特征及其形状、厚度、产状变化特点等要素构成的，是影响矿床勘探难易程度的主要因素，也是确定矿山开拓方案和选择开采方法的重要依据。在地质勘探期间，尤应对主矿体总的形态和空间位置进行详细的勘探和研究，并在控矿条件研究的基础上，注意查明矿体外部

形态的变化规律。矿体尖灭、转折和构造破坏等处应加密工程，用以指导矿体的正确圈定和连接，为开拓方案设计提供较为准确的地质资料。

矿体内部结构是指矿体边界范围内矿石的自然类型、工业类型；工业晶级和非矿夹石的种类、形态、空间分布特征及其相互关系。它反映了矿体内部物质成分的宏观组合形式及其变化特点，是评价矿床工业利用价值和采矿方法的重要质量指标，也是正确确定矿山产品方案与矿石选冶工艺流程的主要依据。在勘探期间，必须根据矿山建设与生产的需要和可能，对它们进行必要的勘探和研究，并分别进行圈定与计算储量。

### （三）综合勘探和综合评价

综合勘探和综合评价是我国矿床勘探的基本方针。综合勘探是指在采用各种技术手段勘探和评价主要矿种的同时，相应查明一切具工业价值的共生矿产和矿石中的伴生有益组分，目的是充分地综合开发、利用矿产资源及保护矿山环境提供储量和地质资料。为此，应根据资源条件、满足矿山建设设计需要和，工程多用的原则，对伴生有益组分和共生矿产进行综合考虑，运用综合指标综合圈定矿体，合理控制矿石的工业类型和品级。要加强研究其物质组分、赋存状态、分布规律和选冶加工性能。对有综合利用价值的组分，应分别计算其储量。对经济价值较大的共生矿产，应根据具体情况布置勘探工程、单独圈定矿体和计算储量。具体控制程度，视市场需要，或视其品位、选冶性能、经济价值确定。综合评价：应根据地质条件、产出特征、共伴生关系、价值大小、需求程度、开发利用的可能性进行评价。对市场适销对路、经济价值较大，并能同时开采的共生矿产，尤其是首采地段或露采境界内的，应加大综合评价力度。对伴生矿产，据经济价值和经济效益，确定其评价程度。对矿石中的有益元素也要进行了解和评价。生产矿山，对“三废”的综合研究评价与综合利用、防治污染研究，具有重要现实意义。

### （四）研究矿石的物质成分和选冶性能

认真研究矿石的物质成分（矿物成分和化学成分）、含量、结构构造、矿物嵌布关系和粒度及其变化情况，对了解和确定矿石选冶性能不同的氧化矿、混合矿、原生矿，氧化物、硫化物、硫酸盐、碳酸盐、硅酸盐；贫矿、富矿等矿石、矿物的数量比例、共生关系和变化规律进行研究，并在此基础上分别采集有代表性的样品，对主要组分和伴生组分进行实验室规模的选冶试验，以便对矿石的工业利用性能作出评价。对物质成分和结构构造简单的矿石，在有类似矿石的生产技术工艺资料作对比时，只进行初步可选性试验；对物质成分复杂、综合利用价值高．或没有利用过的新类型矿石，一般应进行实验室扩大连续试验，可作为预可行性研究的依据；半工业试验是针对选冶中的疑难问题或关键环节进行的专门性试验，试验成果可作为矿山建设设计的依据；极少数金属矿床，当用选矿方法不能得到好的指标时，尚需进行实验室的冶炼试验，如硅酸镍矿床等。

为了研究伴生组分综合利用的途径，应对试验过程中各伴生组分的富集产品进行研究，并在试验基础上对其在工业上利用的可能性进行评价。对有害组分的含量和变化规律应予以查明，并研究其赋存状态和脱除的可能性。

非金属矿产的选冶加工技术试验，主要是为获取某些物理的、化学的、或技术工艺性能、或特殊要求。目的是使产品的品质高、性能好、竞争力强，扩大应用领域，开辟在高新技术领域中的应用途径，提高矿产品的价值。

对于某些非金属矿产，如云母、石棉（粘土矿、宝玉石矿产、光学原料；建筑材料等，要试验研究它们的特定物理技术性能。

### （五）研究矿床开采技术条件

矿床开采技术条件包括矿床的地质特征（如矿床地质构造、矿体形态、产状、空间位置、覆盖层性质和厚度等）、矿体（层）及其顶底板岩石稳固性、矿石和围岩的物理力学．性质、开采时对人体有害的物质成分等。它是确定矿床开拓工程布置、采矿方法、井巷支护维修和露采边坡角的主要根据，是确保矿山安全、正常生产的重要因素，因此，要求在勘探工作中注意查明与研究岩矿石性质及断层、破碎带、节理裂隙、岩溶、风化带、泥化带、流沙层的发育程度和分布规律；测定必要的岩石、矿石物理力学性质和开采时对人体有害的物质成分；阐明矿体及其顶底板近矿围岩的坚固性和露采边坡的稳定性；对老窿的分布范围、充填情况应进行调查研究，在可能的情况下圈定老窿界限。对矿山建设可能有严重影响的崩塌、滑坡、泥石流、山洪、地震等工程地质条件，应予以查明。

如矿区位于地震活动区，应根据可能情况对矿区及其外围地质构造的活动性进行调查研究，并在报告中予以阐述。

### （六）研究矿区水文地质条件

矿床水文地质条件是影响矿床开采的一个重要因素，是矿山供水和防排水设计的依据。在勘探工作中应注意查明：①矿区充水因素；②地下水的补给来源、径流和排泄条件；③矿区含水层、隔水层确定的依据；④各个含水层的岩性、厚度、产状、分布、埋藏条件、裂隙、岩溶发育程度、渗透系数、水头高度、水质、水温、水量及动态变化；⑤各含水层的水力联系；⑧隔水层的岩性、厚度、分布、稳定性和隔水性；⑦矿区地表水体的分布及其与地下水的水力联系和对矿床开采的影响；⑧老窿积水情况和对矿床开采的影响等。为了保证井巷开拓的安全和矿山生产的正常进行，要特别注意对矿体顶底板承压含水层及隔水层的勘探和研究。

对构造破碎、断裂带、岩溶发育带（发育程度、规律、充填程度、充填物）及其含水性、导水性对矿床的充水影响进行评价。

根据矿床开拓方案，预计矿坑（井）涌水量，对于初期开采地段要求比较准确地预计矿坑涌水量。

当一个地区内有几个相距较近且有水力联系而又需要分别开采的矿区时，应注意加强区域水文地质条件的研究，阐明其水力联系。

搜集评价矿区水文地质条件所需的水文、气象等资料，包括历年降雨量和最高洪水位等。

对矿山的疏干、排水、防水、排供水结合矿坑水综合利用、防止污染等方面提出建

议。如矿区处于地热异常区或在勘探中发现了热水，要查明热水来源、水温、水质和涌水量，为矿床开采时处理热害及充分利用热水资源提供初步资料。对缺水地区要指出供水方向。

当矿区水文地质条件复杂，还需要在设计和基建阶段进行坑道放水试验工作。

### （七）研究矿区环境地质条件

查明矿区内崩坍、滑坡、泥石流、山洪等自然地质作用的分布、活动性及其对矿床开采的影响；调查矿区的历史地震活动强度及所在地区的地震烈度分级。

调查矿区存在有毒（砷、汞……）、有害（热、瓦斯）及放射性物质的背景值，对矿床开采可能造成的危害进行评价。

预测矿床疏干排水影响范围，对影响区内的生产、居民生活用水可能造成的影响和对生态环境、风景名胜可能构成的危害作出评价，提出防治意见。

结合采矿方案，对矿床开采可能引起的地面变形破坏问题（地面沉降、开裂、塌陷、崩塌、泥石流等），采选矿废水排放对附近水体的污染进行预测和评价，对采矿废石的堆放与处置、利用提出建议。

适于水溶、热熔；酸浸、气化开采的矿床及多年冻土矿床，应针对其勘查的特殊要求开展工作。

总之，矿床勘探研究的内容与要求反映了矿床勘探的任务，又表现了其具有生产性与科研性的双重性质。生产性决定于矿床勘探工作是矿产开发的先行步骤与基础性工作；它的最终产品是包括矿产储量及矿产开发所必须的各种地质资料信息的勘探总结报告，将矿产资源转变为具有实际工业开发利用价值的劳动对象，并减少了人们在开发利用矿产资源中的风险性。

矿床勘探的科研性，首先决定于矿床自身产出地质特征的不均一且复杂多变的自然属性；其次，矿床勘探的实质是运用地质科学和有关自然科学的理论和方法，对矿床进行深入调查研究的循序渐进、逐步逼近矿床真实的认识过程。采取适当的勘探方法与技术手段，揭示矿床产出与分布的客观规律，完成从感性认识到理性概念的升华，并获得具有一定精度和可靠程度的满足矿床开发设计必须的资料和信息，其间仍存在着一定的风险性。同时，矿床勘探仍属工程技术应用学科，科技创新始终是其发展的动力；没有科学的研究方法作指导，就不可能获得科技创新的成功。

## 二、勘探工作程序

### （一）勘探基地的确定

矿产勘查是一个循序渐进的调查研究过程，随着矿产勘查工作的阶段性进展，勘查程度在逐步提高，投资在成倍增加，风险也在逐渐减小，提供的有关资料更加详细与可靠，发现工业矿床和建成矿山（矿产地）的可能性也在逐步提高。

在详查评价与勘探可行性论证的众多具有工业开发远景的矿床中，经过资料对比分

析和在综合研究的基础上，择优选取合适的矿床或大型矿床的某个地段作为近期勘探重点，以便集中投入较多的人力、物力、财力，提高勘探工作的地质和经济效果。所以，勘探基地的选择与确定是详查工作阶段的主要成果，也是转入矿床勘探工作的开始，是承前启后的重要环节。选择与确定为勘探基地的矿床大体应具备以下条件：

(1) 在矿种上应是近期国家经济建设与矿产品市场上迫切需要的，并在地理上符合国家工业建设合理布局和要求。这要在资源形势分析与国内外市场需求预测的基础上作出决定，直接关系着矿床勘探与开发的效益，减少经济投资风险性。

(2) 作为勘探基地的矿床必须是在矿床地质及资源开发技术条件上，经过充分的详查评价与可行性论证，确定其具有较大的工业远景，即有较大的地质有利度，所取得的矿产储量开发后至少能返还投资并具有较小的地质与技术上的风险性。

(3) 经济地理与环境条件优越、储量规模较大、品位较富、埋藏较浅、有成熟采选技术方法可利用的或靠近已有矿山企业和交通条件方便的（即易采、易运、易选、易建矿山企业）的矿床应优先投入勘探。

总之，正确选择与确定了勘探基地，并经申请领取了划定范围的探矿许可证，获得了探矿权、矿区土地使用权，往往也附带取得矿床开采的优先权；通过公开、公平、公正的招标过程，或与某矿业公司（或矿山企业）签订了该矿床的勘探承包合同，则标志着一个成功勘探的开始。

## （二）勘探计划与设计的编制

勘探计划是勘探工作正式开展以前预先拟定的具体内容和步骤。它是勘查公司（队）胜利完成矿床勘探任务的战略决策，是领导者综合平衡人力、物力、财力与时间的总体安排，是项目设计的基础与原则要求。勘探计划的编制一般要经过以下工作阶段：

1. 收集已有资料并批判地接受与继承

已有资料是前人工作的成果，应予以广泛、全面、系统地收集并给以尊重，因为这是勘探研究的基础，尤其应重视详查评价报告及其审批意见。但是，更要以审慎的科学态度对待现存前人资料，要善于利用地质理论与经验，结合矿床地质特点去进行实事求是地分析研究，尽量区分出有价值的信息与恼人的“杂音”干扰，去伪存真，尤其要从头脑中剔除那些缺乏依据或夸大其辞的所谓“结论”或推论；寻求新的解释，新的概念，进行新的评价，关键是要善于根据勘探任务发现与提出前人工作中所存在的问题，尤其是关键问题。当然，收集已有资料并分类地理出头绪，这是任何一个勘查研究者的基本功。

2. 野外初步地质调查，相当于踏勘

了解矿床地质特征及环境交通与自然地理条件，通过矿床地质的现场检查，辨别其是推测还是实际，初步确定其可靠性，解除某些阅读已有资料时产生的疑虑，并对某些事关勘探任务的关键问题（如矿床类型、矿化强弱、矿体产状等）进行概略地的实际观测验证，作到心中有数。

3. 室内综合分析与研究

通过上述工作，明确勘探工作范围、主要任务与要求、勘探工作具体内容与问题、勘探程度及有关勘探模式的设想或假设。这是勘探计划编制的基础和直接依据。

4. 制定具体勘探计划

按照矿床勘探研究任务和期限要求，进行项目的分解并提出原则要求。实际上，矿床勘探是一项复杂的组织活动。其计划基本上由两大部分构成：①由勘探工程师为主负责组织制定的专业技术及进度计划，通常所称的矿床勘探计划主要是指这部分计划，一般包括地质的、工程的、物化探的、测试分析等直接为完成诸项勘探任务负责的工作计划，属于勘探计划的主体，并由相应的组织机构和人员负责。完成这部分计划的专业人员所具有的非常的知识、经验和能力是关系勘探工作计划质量与成效的关键。②屑于支持与保证系统的后勤行政管理业务计划；包括财务的、物资设备供应的、运输的、建筑的、生活的等方面的计划工作。这部分管理业务计划及其相应工作机构的宗旨与出发点主要是对勘探专业技术及进度计划的如期完成起着服务、支持、保障和某种程度的监督作用，虽然处于从属的辅助地位，但也时常影响到一线勘探人员的士气和勘探工作的顺利进展，不能不给以重视。

5. 编制勘探计划任务说明书

根据勘探矿区的地质情况分析，往往是预先假定了一种勘探模型，选择了适用的勘探工程技术手段、方法，并规定了其工作顺序、步骤和时间要求，预期达到的工作程度和其对完成勘探任务的贡献，以及可能出现的新情况、新问题与相应对策，以此来统一全体勘查人员的思想认识，有效地协调各部门间的工作关系，保证顺利完成矿床勘探任务。这也是各具体勘探工程项目设计的依据。

勘探设计是指为完成勘探计划任务，在正式工作之前，根据一定的目的要求，预先制定技术方法和施工图件等工作，它是完成勘探任务的具体“作战方案”，是组织与管理勘探工程施工和落实勘探计划的具体安排。勘探设计是否正确与合理，是直接衡量勘探设计人员业务素质高低的重要标志，也是关系到能否按计划高质量完成勘探任务的关键。勘探设计根据其性质、任务与范围的不同，一般可分为矿区勘探的总体设计和局部地段的具体勘探工程项目的单项设计。

矿区勘探总体设计是指整个矿区勘探的基本方略。虽然大型矿区由于矿床规模大，往往矿体数量多、分布范围较广，或者地质条件较复杂，应当分清主次矿体及地段，采取分期分段分批勘探，分期提交储量，以满足矿山分期建设的需要，但仍应强调整体与系统的观点，用矿区勘探总体设计确定勘探工作的方向和工作顺序，使勘探工作在预定的时间内按计划、有步骤地进行。矿区勘探总体设计书的内容一般包括：①区域自然经济与地理概况；②区域及矿区地质特征；③矿区勘探工程的总体布置方式及工程间距；④采用的主要勘探手段与工作量；⑤预计勘探投资费用；⑥预期储量及各级储量的年增长计划；⑦提交勘探报告的性质及期限等；⑧附有地形地质图、勘查研究程度图、勘探工程总体布置图、主要矿体勘探设计剖面图；⑨有关勘探设计工程和施工顺序、成本核算表格等。

局部地段的勘探工程单项设计是指具体的单项勘探技术或工程的地质与技术设计。地质设计是基础，说明施工目的、任务和要求；技术设计是手段与必需的相应措施和步

骤。如果不顾总体设计，任何单项工程设计的意义都大打折扣，其施工无疑是“冒险”。单项设计内容包括说明书和图表资料两部分。设计说明书应力求简明扼要、说明问题，其具体内容包括：设计的指导思想，地质目的任务，设计依据，工程布置及工作量，主要技术措施和技术经济指标，所需人力、物力、财力概算及预期成果等。所附图表资料应根据对该地段地质情况、任务要求等具体确定。

设计编制好后，应按规定上报申批。

需要强调指出的是：

(1) 矿床勘探计划与设计可以看作是矿区勘探项目详细可行性研究的重要组成部分。成功的勘探计划与设计的编制必须：①符合可预见到的国内外市场与矿山建设的需要，充分发挥地质观察研究的主导和枢纽作用，努力提高地质效果；②体现国家有关勘探方面的方针与政策；③贯彻为矿山生产建设服务及综合勘探、综合研究评价与综合利用原则；④坚持从实际出发、实事求是的科学态度，⑤遵循合理工作程序，合理选择、综合使用有效的勘探技术手段与方法，协调与优化勘探工作方案；⑥尽力采用与推广先进技术，⑦要明确规定各项工作和工程的质量要求和保证质量的技术措施，使其达到规范与合同所要求的质量标准；⑧严格实行经济核算，在保证勘探程度要求的情况下，力争以较短的勘探周期、较经济的技术手段和较少的工作量，取得较多较好的地质成果和社会经济效益，并以此保证矿床勘探与矿建可行性研究评价的顺利进行。

(2) 随着科学技术的进步，尤其是计算机数据处理与模拟技术的推广应用，应强调勘探计划与设计的科学化，即尽量采用运筹学与计算机相结合的系统工程学方法编制勘探计划与设计。这也是矿床勘探与开发的系统设计与管理的发展方向。

(3) 由于矿体埋藏于地下，不确定因素很多，勘探计划与设计的地质依据往往带有预测和推断的性质，所以，勘探设计不同于其他工业的工程（如建筑与机械等）设计，具有很大探索性和风险性，允许有一定的探索工作量。对于勘探计划与设计则既不能被看作不可更动的教条，也不能看作可随意变更的草案。应予以动态地科学管理。在设计工程施工过程中随实际资料信息的积累，在综合研究发现的重要新情况、新问题并产生经济有效的新设想时，应允许及时地修改计划和补充设计，并报上级主管部门批准。

### （三）勘探施工与管理

勘探施工是在勘探设计的基础上，根据设计的任务与方案的要求，组织进行各项工作的技术活动，使之成为一个互相衔接有机配合的整体。

在多工种综合应用的情况下，必须加强组织和领导，使各工种之间有机地配合和衔接，实施项目管理，并注意工作效率与质量的统一，地质效果与经济效果的统一，在施工过程中，应当做好日常的三边工作（边施工、边观测编录、边整理研究），以便及时发现问题，调整或修改设计，并报负责部门批准，正确指导下一步的工程施工。

在勘探施工阶段，其主要工作内容有：矿区大比例尺地质测量、地形测量，物化探工作，组织各项探矿工程的施工与管理，进行编录、取样、化验、鉴定与试验工作，开展对矿床、矿体地质的综合研究等。

矿区大比例尺地质测量是对矿区地表地质研究的基本方法。其比例尺一般为 1:

10000～1∶1000之间。大比例尺地质测量的任务是通过矿床的天然和人工露头观测取样，进一步进行矿床的地表地质研究，查明勘探地段的地质构造特点和矿体分布规律，以便指导对矿床深部勘探工作的进行。

有效的物探、化探工作对加深认识矿床的各种地质特点和提高勘探成果的质量与效果，具有很大作用，应合理使用并充分发挥其效能。但在施工过程中必须注意与地质和其他手段密切配合，要在共同分析资料的基础上制定工作方案，在统一规划下发挥各种手段的特长，在分别整理资料的基础上，加强综合研究，以提高对矿区地质问题的研究程度和整个工作的合理性。

探矿工程是取得地下地质构造、矿产情况（取样）的直接手段和可靠依据。在施工中，应加强质量检查与验收工作；要摆正手段与目的关系；要在有地质依据条件下，合理布置工程，在满足地质观察与取样研究要求的前提下，提高效率、降低成本；控矿工程及其质量应按设计及规程要求进行，不得任意变更。

地质编录（包括原始及综合地质编录）是施工过程中一项经常性工作，其好坏将直接影响勘探工作的进展和勘探成果质量。原始编录是搞好勘探工作的基础，综合编录是取得对矿床正确认识的关键。因此，凡在野外进行的地质、测量、物化探、各项工程及一切测试工作所取得的各种原始资料与数据，都应及时进行编录。在原始编录的基础上，对所获得的原始资料及时地进行综合研究，通过编制综合图件资料，深化对矿床规律性的认识，指导各项工程的进一步施工。

取样是研究矿产质量的重要方法，也是评价矿床经济价值、圈定矿体、划分矿石类型的基础工作。为此，在勘探工程施工过程中必须随着各项工程的进展，及时进行采样、化验、鉴定和测试工作。

除上述一些工作之外，在勘探施工过程中，还要进行阶段性的储量计算及有关矿体开采技术条件、矿石加工技术条件和矿床水文地质条件等方面的研究工作。

### （四）勘探报告的编写

勘探报告是矿床经过勘探工作之后，对地质矿产情况详细调查研究的总结。它集中体现子勘探工作阶段所取得的全部地质成果。

勘探报告一般应按工作阶段的不同，分别提交。即每一个阶段工作结束后，一般都要提交相应的阶段勘探报告。

地质勘探报告是进行深一步勘探工作；可行性研究、矿区总体规划或矿山建设设计的依据。它的质量好坏和能否按时提交，不仅是考核勘探队完成勘探计划任务的主要指标，而且关系到矿山建设和国家经济计划的安排。为此，必须树立“实事求是、质量第一”的思想，切实把好地质勘探报告质量关，为可行性研究、矿山建设提供可靠的地质，技术经济资料和矿产储量。

在编写地质勘探报告前，要作好日常的地质成果资料的检查验收工作。在野外工作结束前，必须对其工作程度和主要工作成果进行全面检查或现场验收，并严格履行质量检查手续。只有经过检查合格的资料，才能作为编写地质勘探报告的基础：资料。编写报告前要根据经过检验质量合格的原始资料，用一般工业指标或结合当时实际经方案对

比择优选择的工业指标，圈定矿体，计算矿产储量，确定各类储量和各种矿石类型的空间分布。

勘探报告尽可能做到真实反映地质矿产的客观实际情况和工作阶段的全部地质成果，作出合乎实际的评价。在编写中，既要避免繁琐，又要防止简单草率；既要全面完整，又要层次清楚；章节安排要合理，文、图、表内容要对应相符。报告的具体编制按DZ/T0033－200X《固体矿产地质勘查报告编写规范》进行，并应由上，级主管单位检查验收。

勘探报告，主要由报告的文字报告书和附图及附表两部分组成。

1. 文字报告书

文字报告是勘探报告的重要组成部分。其内容一般包括：绪论、区域地质、矿区地质、矿床特征、矿石加工技术性能、水文地质、矿床开采技术条件、环境地质、勘探工作及其质量评述、储量计算和结论等。

2. 附图、跗表及附件

综合反映勘探成果的各种图件及表格，是勘探报告的组成部分，也是矿山建设设计的主要依据。具体的图件、表格及与报告有关的附件种类很多，此不冗述。

以上勘探的基本程序与内容，只是对勘探的过程与内容提供一个轮廓。实际工作中，既要遵守这个基本工序，又要结合具体情况，合理组织、交叉进行，以提高勘探成效，保证勘探任务的完成。

## 第二节　勘探阶段与勘探周期

### 一、勘探阶段划分

矿产勘查与矿产开发可泛称为矿业系统工程。矿产勘查既是矿产开发的先行基础，又贯穿于矿产开发的始终。这是遵循循序渐进原则、分阶段进行的地质调查研究过程。大体上可根据其时间顺序、任务、性质、风险（地质、技术、经济）或建矿可行性研究程度等的不同，人为将矿产勘查划分为不同的5个矿产地质工作阶段：①区域矿产地质调查；②普查；③详查；④矿床勘探；⑤矿山地质工作阶段。总体上，前4个阶段构成矿产开发的准备时期，其最终目标是建立矿产开发的矿山企业——矿产地；矿产开发时期的地质工作称为矿山地质工作。无论是矿产勘查与矿产开发，还是矿产勘查各阶段之间，都存在着紧密的内在联系，可以说，前者是后者的基础、前提与手段，后者是前者的深化发展、阶段归宿与目的。1997年2月《联合国国际储量/资源分类框架》中，将地质研究阶段划分为踏勘、普查、一般勘探和详细勘探4个阶段。其与我国现行的矿产勘查阶段的前四个相当。众所周知，我国的矿产勘查阶段划分与前苏联的相近，并有过几次变改。随着改革开放形势发展和社会主义市场经济体制的建立，1995年以来，我国也在加紧研究制定既符合我国国情和新的矿业形势需要，又便于与国际接轨的新的储

量/资源分类标准和相当的矿产勘查阶段划分的新规范。根据我国最新颁布的《固体矿产地质勘查规范总则》（2000 年）我国的矿产勘查工作分为预查、普查、详查及勘探 4 个阶段。

一个矿床，从发现并经详查确定其具有工业价值开始，一直到其被开采完毕止，都需要逐步进行不同详细程度的勘探研究工作。将这种不同程度的勘探与研究工作划分为阶段，即简称为勘探阶段。由矿床勘探的基本概念可知，矿床勘探实际上应进一步划分为：为建矿可行性研究和矿山基建设计提供资料依据，或屑矿山开发准备时期的矿床地质勘探阶段，以及直接为矿山建设与生产“保驾护航”而进行的矿床开发勘探阶段。

矿床地质勘探阶段常被称作矿床勘探，又常简称其为勘探。以往的规范中曾将其划分为初步勘探与详细勘探二个阶段。现行规范中将初步勘探阶段取消，并将其工作任务分付于详查与勘探二阶段完成。矿床地质勘探具有承前启后的关键性或枢纽作用，一方面是对详查工作的继续深化与发展，并同时检查与验证详查评价结论的正确性和可靠性；另一方面为未来矿山建设设计和投资决策提供所需的矿床储量和资料依据，很大程度上决定着矿山企业的全局和命运。倘若勘探失败，即经矿床地质勘探研究工作后所得矿产储量与地质资料的评价结论出乎预料地差，则未来矿山企业效益将化为泡影或大打折扣。一般情况下，矿床勘探与前几个勘查阶段相比具有以下特点：勘探工作范围较有限，勘查程度更高，工程与工作量更大，所获储量与资料的可靠程度更高、更详细、更接近于实际，投资风险较小，但所需勘探投资额更大得多，所需时间也长得多。

矿床勘探对于矿山基建开采应有合理的超前结束期限。根据经验一般提前 5 ~ 10 年为合适，若计算到投产前，应加上矿山基建时间，则矿床勘探结束时间应超前得更多些。具体矿床的勘探一般只有在与有关需求部门（如矿业公司、矿山企业）和投资者签订了合同并领取了探矿许可证后，才开始组织勘探施工。对于属急需或短缺矿种的矿床，或位于资源危机矿山企业附近的矿床，为加快勘探与开采步伐，尽可能好地搞好其间的衔接，则往往实行切实的探采结合，即矿床勘探工程（如坑道）的设计与施工必须兼顾矿床开采时能够利用。

开发勘探是直接为矿山建设生产服务的，属矿山地质工作范畴。其主要目的和任务是逐步检验与核实地质勘探所获成果，为矿山建设与生产的顺利进行提供更加准确可靠的矿产储量（高级储量与生产矿量）与地质资料；探明尚未发现或遗漏的隐伏矿体，扩大矿产储量，延长矿山寿命等。

按开发勘探的具体任务和顺序，又可将其划分为基建勘探、生产勘探与补充地质勘探。基建勘探是在矿山投产前的矿山基建时期，为保证主体基建工程位置的正确选择、确定和顺利施工，为保证首采地段的试生产能够顺利进行而完成的勘探工作。生产勘探是指在矿山投产后的生产时期，紧密结合矿山采矿生产的阶段开拓、矿块采准、切割与回采作业的程序，直接为采矿生产服务，并具有一定超前期的连续不断的勘探工作。按其具体任务和特点，又可将其顺序细分为开拓勘探、采准勘探和回采（或备采）勘探等更小的阶段。此外生产矿山的外围、深部、边部的地质找矿与勘探工作，尤其是对资源危机矿山企业更具有特殊意义，人们称之为补充地质勘探。可以将其纳入矿山企业远景发展规划，也可以是为另辟开发基地、扩大资源量或种类等，视矿山具体情况和需要而

适时适度地进行补充地质勘探。其最大特点是往往具有普查找矿与矿床勘探两者“合并”进行的样式，即两者间界线不易清楚划分。

## 二、勘探周期及其影响因素

矿床勘探周期是指完成一个矿床的阶段勘探任务所经历的时间。一般来说，地质勘探周期包括：针对经过详查评价和预可行性论证优选出的勘探基地——具工业开发远景的矿床；编制勘探计划与设计；按设计组织施工与管理；根据所收集整理的资料与信息编写勘探报告；通过审批验收。矿床开发勘探周期大体与矿山生产建设的服务年限或矿山生命周期相当。一般从整体情况看，人们希望前者短，而后者长。主要是因为将前者看作是单纯资金投入过程，后者则伴随有矿山矿产品的实际产出效益。近年来，西方工业发达的矿业大国，大型矿床的地质勘探周期最长者仅为 5 年；矿山开发周期也短，长者不超过 11 ~ 14 年。而我国则不然，地质勘探周期较长，大型矿床最少需 5 年，长者达十几年以上；矿山开发周期更长，大型矿床按探明储量设计规定需达 25 ~ 30 年以上。

影响矿床地质勘探周期和造成此周期过长的原因是多方面的，归纳起来大体有：

1. 与国家矿业管理体制有关

我国是发展中的社会主义国家，以往实行的是计划经济管理模式，矿床勘探与矿山建设开发由地矿部门与矿山设计、基建、生产等部门分别负责完成的指令性计划，其间难免脱节或不协调。矿床勘探费用由国家事业费开支，主要按地勘单位所完成勘探工程量作为划拨资金的依据；勘探成果无偿转让，或无端封锁，缺乏经济观点，也难以调动地勘部门的主动性和积极性。若勘探基地选择不当，不符合国家工业布局，或非国家急需矿种，或附近缺少配套的辅助原料产地，或勘探时机选择过早，国家无准备近期开发计划等，均会浪费勘探投资，形成“呆矿”，也往往会造成地质勘探周期过长。

2. 对矿床勘探程度的要求是影响勘探周期的重要因素

因为矿山设计部门与基建生产往往要求过高，或勘探部门因勘探不足，不能通过验收，而需反复补充勘探，或因过度勘探，均会延长勘探周期，所以，合理勘探程度成为勘探工作研究的重要问题。其中，勘探范围过大、深度过深，矿产储量，尤其是高级储量探求过多等，势必造成地质勘探周期过长。

3. 矿床地质特征的复杂性也是影响勘探周期的重要因素

一般情况下，对于同等勘探程度要求的相当规模的矿床（体），其地质特征越复杂、变化性越大者，则越难于查明，或需利用较高可信度的勘探工程（如掘进速度慢的坑探），或需较密的工程间距、较多的工程量，故势必消耗较多的时间。对于那些地质条件极复杂的小型矿床，甚至往往因达不到应有的地质勘探程度，而不得不被迫采取“边探边采”的探采结合方式。其实质是将地质勘探与开发勘探被动地“合二而一”。

4. 勘探技术手段与设备的先进性、便捷程度和有效性也是影响矿床勘探周期的重要因素

显然，若勘探范围一定、工程量一定，则技术工艺落后，设备笨重、效率低，或勘查效果不佳，所获取资料可信度低等，则势必需要较长的勘探时间。当然，这与国家科

技水平和工业发展水平有关。

5. 勘探矿区经济地理环境与交通运输条件等也影响到勘探周期

若自然环境条件恶劣，交通运输条件差，地区环境保护与矿业政策要求严格，以及勘探投资不足或可行性研究程度不够等不利条件，均会影响到矿床勘探工程施工进度，甚至会旷日持久。

6. 有关勘探人员的业务素质也是影响矿床勘探周期的重要因素

若地质矿产预测与推断失误，勘探计划方案与设计失误，或组织管理不善，或技术措施不当，或勘探工程质量不高等往往延误时日，甚至同一矿床的勘探工作时断时续、“几上几下”延误勘探周期的事例亦屡见不鲜。

7. 地质勘探报告不能及时验收影响勘探周期

将地质勘探资料收集整理并经过综合分析研究后编写的勘探报告，其质量若达不到要求，则不能通过审评验收；需重新编写，甚或需增补勘探工程进行补充勘探后，再编写补充勘探总结报告提交审评验收，势必延长勘探周期。造成地质勘探报告不予验收通过的原因可能是多方面的：或因其编写得不规范，缺少某些必须的重要部分内容；或因资料不完备，有不允许的重要遗漏与错误；或因勘探工程控制程度不足、不合理；或因储量块段与级别划分、分布与比例不合理；或因储量计算参数失误，应用的工业指标错误；或因所附地质编录图表不合格、有错误以及研究程度不够等不能满足未来矿山建设设计的需要等。

总之，地质勘探周期过长（或过早投入勘探）造成勘探资金的过早支出、占用与积压，推迟矿山设计与基建时间；已投入大量勘探工程量与资金，由于种种原因而长期不能转入矿山建设开发的“呆矿”，已给国家造成了极大浪费。要改变这种局面，必须汲取经验教训，除了正确选择客观条件有利的矿床适时投入勘探外，其基本措施：在于矿业体制的改革，实行国家宏观调控下由市场优化配置资源的“探采一体化”管理体制；在于地质勘探人员业务素质的提高；在于地质勘探的始终重视加强建矿可行性研究和技术经济综合评价；在于勘探技术设备的改进，工作效率与质量的提高，从而确定矿床地质勘探对矿山基建生产合理的勘探程度、超前期限和合理的地质勘探周期。归根结蒂，处处都显示着人的因素是关键的、第一位的，所以，在《固体矿产地质勘查规范总则》中规定：勘查项目技术负责及主要技术骨干应是具备对该矿类有 5 年以上勘查工作经历，并承担过主要技术工作或具有一定野外工作经验并长期在上级业务部门从事该矿类矿产勘查管理工作的科技人员。

矿山基建勘探与生产勘探周期视矿山基建生产的需要而定。一般情况卞，前者若需要，则要求尽可能地短，保证矿山基建顺利进行并尽快投产；若大型矿山采取分段分期基建方式，则有可能使基建勘探周期“拉长”，但这种拉长，一般应该是合理的。生产勘探周期大体与矿山采矿生产周期相一致。所以，合理的矿山建设规模和服务年限等的确定是在建矿可行性研究与矿山设计阶段应予完成的首要任务之一。

# 第三节　矿体变异与勘探类型

## 一、矿体地质及其变异性研究

矿体地质始终是矿床勘探与开采的理论与实践研究的重要内容。矿体地质以矿体为研究对象，一般包括矿体的形态、产状、规模、物质成分、内部结构（不同类型、品级矿石及夹石等在矿体中的分布）等方面特点的变化情况，以及控制这些变化的地质因素。人们把表征矿体本身固有的地质特点、特性和标志统称为矿体地质特征，概括为矿体外部形态特征与内部质量特征。总体上控制矿体特性、标志及其变化的地质条件、成矿过程、成矿规律等也被称作为矿床勘探与开采必要的前提条件和研究内容。所有这些矿体标志、特性及其控制因素又受到勘探与开发工程控制程度与技术经济条件相适应的矿床工业指标及研究程度等的制约，总处在变化之中。所以，人们总在试图运用多种方法和手段，力求从定性推断到定量、定位，从静态到动态地研究掌握矿体地质特征的变化性和相对的规律性（稳定性），并为深人的矿产勘探与开发实践服务。

矿体变异性，又称矿体变化性，简言之，是指矿体地质特征（矿体特性与标志）在矿体的不同空间部位（或各矿体之间）所表现出的差异及变化特点。

### （一）矿体变化性

由于各种地质条件的影响及成矿过程的复杂性，反映矿体特征的各种标志具有各向异性，如矿体规模、形状、产状、内部结构及矿石质量、矿物组合、结构构造等，在矿体的不同延展方向和不同的空间部位都显示不同的特点，即矿体各标志都是变化的。这是矿体的最基本特征之一。如，矿石品位分布的不均匀性、矿体形态的不稳定性和不连续性等，就是这种变化性的宏观表现。

矿体绝对的变化性和相对的稳定性或规律性，是勘探方法的理论基础，是划分矿床勘探类型的依据，是决定每个具体矿床勘探难易程度、勘探精确程度和勘探经济效果的基本客观条件。

矿体变化性包括变化性质、变化程度和控制矿体变化的地质因素三个不可分割的基本要素。

变化性质是指矿体各种标志在空间上的变化是随机型变化，还是确定型变化；是有规律变化，还是无规律变化等特征。

Д.А. 晋可夫曾将矿体各种标志的变化性质分为 4 种类型：①逐渐的、连续的有规则的变化；②逐渐的、连续的不规则的变化，③跳跃式的、断续的有规则的变化；④跳跃式的、断续的不规则变化。一般地说，矿体形态标志的变化多属前两类，而质量标志的变化则常属后两类。

П.Л. 卡里斯托夫在研究矿石品位性质时，提出了品位的方向性变化的概念。他认

为，矿石品位变化虽然有时似乎是不规则的，但往往可以看到沿矿体某一方向在一定范围内品位数值有总体升高或总体下降的现象。这种近于波浪式的“方向性变化”并不是沿整个矿体都存在，有时它只存在于矿体的某一部分，相反，跳跃式的、不连续的随机变化却存在于矿体的全部范围内。赵鹏大（1964）将其称为“局部不相依，但总体相依”的情况，即相邻两点观测值虽无数值依赖关系，但在矿体某一定范围或一定方向上，变量数值具有总体升高或总体降低的趋势。

地质统计学将几乎所有的地质变量，包括矿体质量标志和形态标志，都看作是区域化变量，即它们都是以空间坐标为自变量的随机场的函数。

半变异函数是研究区域化变量空间变化特征和变化程度的基本工具。所谓半变异函数就是区域化变量增量平方的数学期望之半。在实际应用中计算的是实验半变异函数，其表达式为：

$$r(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i + h) - Z(x_i)]^2$$

式中：$r^*(h)$——实验半变异函数；

$h$——步长，即在一定方向上，距离为$|h|$的矢量；

$N(h)$——步长为 $h$ 的样品对数；

$Z(x_i)$、$Z(x_i + h)$——某变量（品位、厚度等）的测定值。

根据取不同的九值用相关式计算的结果，可作出变差图（图 4－4－1）。$r^*(h)$ 随 $h$ 的增大而增大。当 $h \geqslant a$（$a$ 称为变程）时，$Z(x_i)$ 与 $Z(x_i + h)$ 不存在相关性，即是随机的；当 $h < a$ 时，$Z(x_i)$ 与 $Z(x_i + h)$ 具相关性，且 $A$ 值越小，相关性越强。

从矿床勘探角度来说，矿体某标志的不同变化性质对于勘探工作的影响是不相同的。如对于具有偶然变化特征的品位来说，品位数值不能进行简单的线性内插或外推；样品的总体代表性——平均品位的代表性与工程数量有关，而与具体工程的位置无关，即工程可以随机布置，但必须具有一定数量。对于具有逐渐的、连续的变化的形态标志来说，可以根据不连续的工程，对矿体进行内插或外推；其总体特征除与工程数量有一定关系外，更与工程位置有密切关系，如图 4－4－2 所示。同理，随着勘探程度的提高、控制工程加密或研究层次深度与范围及研究方法不同等，都会造成对矿体某标志变化性质的不同认识和理解，这就反映出对矿体标志变化性认识的动态性和相对性。

变化程度包括至少三个方面的含义，即变化幅度（大小）、变化速度及变化范围。它们是既相互联系而又有区别。①变化幅度是指矿体某标志观测值偏离其平均值的离散程度。②变化速度是指矿体某标志相邻观测值在一定范围内的变化快慢，即变化梯度大小。③变化范围是指从计算矿体某标志的变化幅度特征的观测值的空间域大小。一般情况下，在工程间距或工程数量相等时，变化程度越大，勘探精度越低。为获得相同精度，则变化程度大的矿体比变化小的矿体勘探工程间距要小，数量要多。

一般认为，矿体不同标志具有不同的变化性质，而相同标志却可以具有不同的变化程度。对某些类型矿床来说，矿体质量标志的变化程度大于形态标志的变化程度，如金、银、钨、锡、钼、铜、铝、锌、金刚石、水晶、云母等矿床；另一些类型的矿床，矿体形态标志变化程度大于质量标志的变化，如大多数铁、锰、磷、铝等矿床。其中，

内生及变质矿床的变化程度往往大于外生矿床，而内生矿床中，简单的裂隙充填矿床的变化程度又低于交代成因的矿床。因此，在选择合理的勘探方法、评价矿床勘探程度及勘探精确度时，必须注意查明矿体的最大变化标志和变化程度，同时，绝不能忽视对其控制与影响的地质因素。

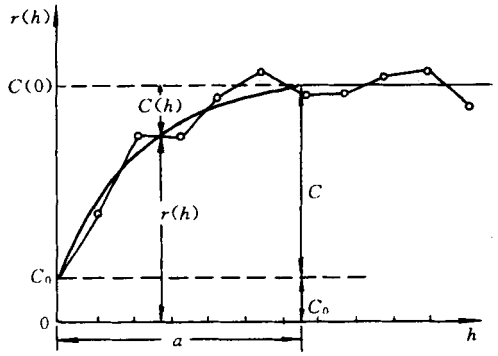



图 4－4－1　实验半变异函数及相应理论曲线（或称变差）图

a—变程，C（0）—有限方差或基台值；h—样品间距或滞后，$C_0$—块金常数；C—拱高，或结构随机变化极大值；r（h）—在 h 点上的半异函数值；C（h）—在 h 点上的方差

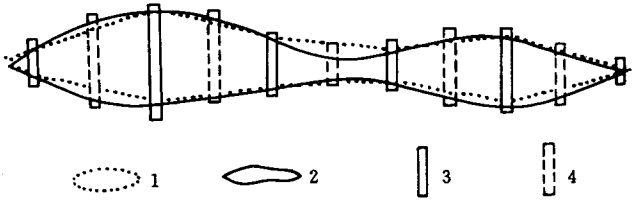



图 4－4－2　探槽加密前后矿体形态变化图

1—矿体边界轮廓；2—加密后矿体边界轮廓；3—原有探槽；4—加密探槽

就同一标志来说，不同矿床的变化程度是不相同的，如矿石品位，内生矿床大于沉积矿床。因此，为求得相同储量级别，内生矿床的间距小于沉积矿床；而且采用的手段也不尽相同，变化过大的矿床，因钻探手段的可靠性比坑探差，故宜采用坑探。

## （二）矿体变化的规律性

由于矿体各标志的变化与一定地质因素有关，因此，它们的变化必然因受有关地质因素变化规律的制约而呈现出一定的变化趋势。如前面所讲的，矿石品位数值有时在一定范围内，沿一定方向具有总体上升或总体下降的变化趋势，或称某种周期性变化，因而，显现出品位变化的方向性、特征。矿体形状、厚度等，一般说来，这种方向性变化就更为突出。趋势变化或方向性变化是矿体的又一重要特征。查明趋势特征是我们合理确定工程间距、正确布置勘探工程的重要依据。我们在研究不同标志的变化规律性时，

除应查明矿体各标志沿走向、倾斜和厚度的趋势变化外，尤其应注意查明矿体最大变化标志的最大变化方向，勘探工程，通常是沿矿体的最大变化方向布置，这是勘探工程布置的一条重要原则。

大多数矿床通常是由在两度空间延长，一个方向短的层状、似层状、透镜状、脉状等形态的矿体组成。这类矿体在一般情况下，矿石品位和形态等的变化最大方向是厚度方向。因此，大多数矿床勘探工程均垂直矿体走向布置，沿厚度方向穿过矿体。

另外，我们还经常发现在同一矿床内，矿体往往成群成带、丛集等距出现，它们的分布大都具有一定的规律。例如，漂塘钨矿系由 7 组大小不等的矿脉带组成，脉带大致呈平行侧列等间距分布。又如，大冶铜绿山矽卡岩型铁铜矿，也由大小不等的多个矿体组成，沿 NNE 和 NE 正方向尖灭再现作等距分布。

在这种情况下，即在由若干矿体组成的同一矿床内，不同矿体、乃至同一矿体的不同部位变化程度也不尽相同。这时，应以影响全局的规模最大的矿体作为主要勘探对象，将其标志特征作为布署整个勘探工作的主要依据并兼顾查明其他矿体。但对于矿体上下盘，尤其是上盘小矿体应予探明。

矿体空间分布及其各标志变化的规律性，虽受多种随机因素的于扰，但随勘探资料的增加和地质研究工作的深入，应用统计分析的方法，有助于它的查明。

### （三）矿产的共生性

在同一矿床内，矿石物质组成通常不是单一的，而是由多种元素和多种矿物共生或伴生；有时也不仅一种元素，而可能是多种元素均达到工业要求，可以分矿种进行圈定矿体。对于该类矿床无疑必须进行综合勘探和综合评价。

由于不同元素在矿体内的不均匀分布及地质条件的影响而导致不同元素品位贫富差别和元素、矿物组合的不同，使在统一的矿体内部呈现出一幅矿石贫富相间、类型成带或交错、并与夹石共存的复杂图像，这就是所谓的矿体内部结构。查明矿体内部的结构是开采对于勘探工作提出的一项重要要求和任务。它直接影响勘探与开采工作的正常进行。

对于同一矿床内那些不够工业要求的元素，其中有些是有益的组分，有些元素是有害的杂质，它们直接影响着矿床的评价和利用的可能性。查明它们的赋存形式、含量及其变化是勘探工作的一项重要内容。

就主要成矿元素而言，其赋存形式是应予以充分注意的，呈矿物形式存在的元素则便于利用，呈分散状态存在的元素则将对选矿和冶炼工艺及其矿产品带来严重影响，在勘探工作中必须给予高度重视。

概括起来，矿体的特性包括矿体变化性（不均一性或非均质性）、矿体变化的规律性（相对稳定性）与矿产的共生性，以及其影响因素。其研究的基本方法是通过对大量系统工程控制所获资料信息的深入对比与统计分析研究等完成的。反过来，合理的勘探方法选择和加密的系统工程布置又是以对矿体主要标志变异的阶段认识为根据的。

## 二、矿床勘探类型

### （一）概念和意义

分类法与类比法是矿床勘查研究中经常用到的最基本方法。由定性到定量是现代这种研究方法发展的必然趋势。

根据矿床地质特点，尤其按矿体主要地质特征及其变化的复杂程度对勘探工作难易程度的影响，将相似特点的矿床加以扫并而划分的类型，称为矿床勘探类型。这是在积累了大量已开采矿床的资料和已勘探矿床经验的基础上，进行详细探采资料对比研究和总结后，为规范矿床勘探的目的对矿床进行的归纳分类。

矿床勘探的大量实践证明，只有适应矿床地质特点的勘探方法才是正确的；合理的。因此，矿床勘探工作具体勘探程度的确定，工程技术手段的选择、工程间距的确定等都首先取决于矿体地质特征的复杂程度。所以；矿床勘探类型的划分为勘探人员提供了类比、借鉴；参考应用类似矿床勘探经验的基础和可能。先行正确划分矿床勘探类型是手段，后继类比应用其勘探经验是目的。也就是说，划分勘探类型是为了正确选择勘探方法和手段，合理确定工程间距，对矿体进行有效控制的重要步骤；但是，对于具体矿床应具体分析，因为自然界并不存在两个特点完全一致的矿床，所以，坚持从实际出发的原则，理应灵活运用和借鉴同类型矿床勘探的经验，切忌生搬硬套。在新矿床勘探初期可运用类比推理的方法，按其所归属的勘探类型，初步确定应采用的勘探方法，随着勘探工作的深入开展和新的资料信息的不断积累，重新深化认识和修正其原来所属勘探类型，避免因原来类比推断的不正确而造成勘探不足（原勘探类别过低时）或勘探过头（原勘探类型过高时）的错误，给勘探工作带来不应有的损失。

### （二）矿床勘探类型划分的依据

在划分勘探类型和确定工程间距时，遵循以最少的投入获得最大效益，从实际出发，突出重点抓主要矛盾，以主矿体为主的原则。因此应依据矿体规模、主要矿体形态及内部结构、矿床构造影响程度、主矿体厚度稳定程度和有用组分分布均匀程度等五个主要地质因素来确定。以往的划分依据也基本如此，其中，分别采用变化系数（厚度、品位）、含矿系数等数量指标以作参考。为了量化这些因素的影响大小，例如在铜、铅、锌、银、镍、钼矿床勘查的新规范中，提出了类型系数的概念。即对每个因素都赋予一定的值，用每个矿床相对应的五个地质因素类型系数之和就可以确定是何种勘探类型。在影响勘探类型的五个因素中，主矿体的规模大小比较重要，所赋予的类型系数要大些，约占 30%；构造对矿体形状有影响，与矿体规模间有联系，所赋予的值要小些，约占 10%；其他三个因素各占 20%。

1. 按矿体规模划分

矿体规模分为大、中、小三类，其具体划分如表 4－4－1 所列。

2. 按矿体形态复杂程度划分

（1）简单　矿体形态复杂程度分为三类类型系数 0.6。矿体形态为层状、似层状、大透镜状、大脉状、长柱状及筒状，内部无夹石或很少夹石，基本五分枝复合或分枝复合有规律。

（2）较简单　复杂程度为中等，类型系数 0.4。矿体形态为似层状、透镜体、脉状、柱状，内部有夹石，有分枝复合。

（3）复杂　类型系数 0.2。矿体形态主要为不规整的脉状、复脉状、小透镜状、扁豆状、豆荚状、囊状、鞍状、钩状、小圆柱状，内部夹石多，分枝复合多且无规律。

3. 按构造影响程度划分

（1）小　构造影响程度分为三种类型系数 0.3。矿体基本无断层破坏或岩脉穿插，构造对矿体形状影响很小。

（2）中　类型系数 0.2。有断层破坏或岩脉穿插，构造对矿体形状影响明显。

（3）大　类型系数 0.1。有多条断层破坏或岩脉穿插，对矿体错动距离大，严重影响矿体形态。

表 4－4－1　矿体规模

| 矿体规模 | 类型系数 | 矿产种类 | 矿体长度（m） | 延深或宽（m） |
|---|---|---|---|---|
| 大 | 0.9 | Cu　Mo | > 1000 | > 500 |
| | | Pb　Zn | > 800 | > 500 |
| | | Ag | | > 300 |
| | | Ni | | > 400 |
| 中 | 0.6<br>(0.3 ~ 0.6) | Cu　Mo | 300 ~ 1000 | 300 ~ 500 |
| | | Pb　Zn | 300 ~ 800 | 200 ~ 500 |
| | | Ag | | 150 ~ 300 |
| | | Ni | | 200 ~ 400 |
| 小 | 0.3<br>(0.1 ~ 0.3) | Cu　Mo | < 300 | < 300 |
| | | Pb　Zn | | < 200 |
| | | Ag | | < 150 |
| | | Ni | | < 200 |

注：小型矿体长度 < 150m 赋值 0.1，150 ~ 200m 赋值 0.2，> 200m 赋值 0.3，中型矿体 300 ~ 500m 赋值 0.3 ~ 0.4，500 ~ 700m 赋值 0.5，> 700m 赋值 0.6。

4. 按矿体厚度稳定程度划分

矿体厚度稳定程度大致分为稳定、较稳定和不稳定三种，其各矿种不同稳定程度的厚度变化系数及类型系数如表 4－4－2 所列。

5. 按有用组分分布均匀程度划分

可根据主元素品位变化系数划分为均匀、较均匀，不均匀三种。其各矿种有用组分

均匀程度具体划分及相应的类型系数值如表 4－4－3 所列。

表 4－4－2　矿体厚度稳定程度

| 矿产种类 | 稳定程度 | 厚度变化系数（%） | 类型系数 |
|---|---|---|---|
| 铜 | 稳定 | < 60 | 0.6 |
| | 较稳定 | 60 ~ 130 | 0.4 |
| | 不稳定 | > 130 | 0.2 |
| 铅锌 | 稳定 | < 50 | 0.6 |
| | 较稳定 | 50 ~ 80 | 0.4 |
| | 不稳定 | > 80 | 0.2 |
| 银 | 稳定 | < 80 | 0.6 |
| | 较稳定 | 80 ~ 130 | 0.4 |
| | 不稳定 | > 130 | 0.2 |
| 镍 | 稳定 | < 80 | 0.6 |
| | 较稳定 | 80 ~ 130 | 0.4 |
| | 不稳定 | > 130 | 0.2 |
| 钼 | 稳定 | < 60 | 0.6 |
| | 较稳定 | 60 ~ 100 | 0.4 |
| | 不稳定 | > 100 | 0.2 |

表 4－4－3　有用组分分布均匀程度

| 矿产种类 | 均匀程度 | 品位变化系数（%） | 类型系数 |
|---|---|---|---|
| 铜 | 均匀 | < 60 | 0.6 |
| | 较均匀 | 60 ~ 150 | 0.4 |
| | 不均匀 | > 150 | 0.2 |
| 铅锌 | 均匀 | < 80 | 0.6 |
| | 较均匀 | 80 ~ 180 | 0.4 |
| | 不均匀 | > 180 | 0.2 |
| 银 | 均匀 | < 100 | 0.6 |
| | 较均匀 | 100 ~ 160 | 0.4 |
| | 不均匀 | > 160 | 0.2 |
| 镍 | 均匀 | < 40 | 0.6 |
| | 较均匀 | 40 ~ 80 | 0.4 |
| | 不均匀 | > 80 | 0.2 |
| 钼 | 均匀 | < 80 | 0.6 |
| | 较均匀 | 80 ~ 150 | 0.4 |
| | 不均匀 | > 150 | 0.2 |

## （三）勘探类型划分

建国初期，由于我国大规模的矿床勘探工作刚刚开始，对矿床勘探理论研究和勘探经验都比较缺乏，所以主要是采用前苏联 50 年代对有关矿床的勘探分类。

1959 年全国矿产储量委员会在总结我国勘探工作经验的基础上，陆续制定了铁、有色金屑矿床、铝土矿等矿种的勘探规范。在规范中分别对有色金属、铝土矿、铁等矿床勘探类型作了划分，其中，将有色金屑（铜、铅－锌、钨、锡、钼）分为 4 类，铝土矿分为 4 类，铁矿床分为 5 类等。1962 年全国矿产储量委员会又制定了我国铜及磷块岩矿床的勘探规范，相应对其勘探类型作了明确规定。

1978 年至今，在大量探采资料对比分析的基础上，相继着手对不少矿种重新制定适合我国国情的新的勘探规范，如铁铜、硫铁矿、磷矿床……等已先后予以公布试行。自 1999 年 12 月 1 日起开始实施国家标准《固体矿产资源/储量分类》（GB/T17766—1999），为配合新的分类标准，国家有关部门抓紧组织对现行的 45 种有关固体矿产勘查的技术规范、规定进行全面修订。

总结我国几十年来的矿产勘查经验，现拟将勘探类型划分为简单（1 类型）、中等（1 类型）、复杂（豆类型）3 个类型为宜。原划分的 4～5 类，出现工程间距严重交叉、类型重叠、难以区分。当然，由于地质因素的复杂性，允许有过渡类型存在。如铜、铅、锌、银、镍、钼的矿床勘查类型划分主要根据上述五个地质因素及其类型系数来确定，具体划分为三种勘查类型（表 4－4－4）。

1. 第Ⅰ勘查类型

该类型为简单型，五个地质因素类型系数之和为 2.5～3.0。主矿体规模大—巨大，形态简单—较简单，厚度稳定—较稳定，主要有用组分分布均匀—较均匀，构造对矿体影响小或明显。

表 4－4－4　矿床勘查类型实例一览表

| 矿种 | 勘查类型 | 矿床实例 |
|---|---|---|
| 铜矿 | 第Ⅰ勘查类型 | 江西德兴、永平，西藏玉龙，云南易门三家厂 |
| | 第Ⅱ勘查类型 | 江西银山九区，安徽安庆、花树坡 |
| | 第Ⅲ勘查类型 | 安徽狮子山，辽宁华铜 |
| 铅锌矿 | 第Ⅰ勘查类型 | 云南金顶，湖南桃林 |
| | 第Ⅱ勘查类型 | 甘肃小铁山，云南老厂，江西银山 |
| | 第Ⅲ勘查类型 | 湖南水口山，辽宁关门山 |
| 银矿 | 第Ⅰ勘查类型 | 吉林山门，四川呷村，内蒙甲乌拉，陕西银洞子 |
| | 第Ⅱ勘查类型 | 浙江大岭口，江西银露岭，湖北银洞沟 |
| | 第Ⅲ勘查类型 | 浙江后岸，山东十里堡 |

| 矿种 | 勘查类型 | 矿床实例 |
|---|---|---|
| 镍矿 | 第Ⅰ勘查类型 | 甘肃自家嘴，吉林虹旗岭 7 号岩体 |
| | 第Ⅱ勘查类型 | 四川力马河 |
| | 第Ⅲ勘查类型 | 云南白马寨 |
| 钼矿 | 第Ⅰ勘查类型 | 陕西金堆城，河南上房沟 |
| | 第Ⅱ勘查类型 | 辽宁杨家杖子，黑龙江五道岭 |
| | 第Ⅲ勘查类型 | 吉林石人沟，北京东三岔 |

2. 第Ⅰ勘查类型

该类型为中等型，五个地质因素类型系数之和为 1.7 ~ 2.4。主矿体规模中等一大，形态复杂—较复杂，厚度不稳定，主要有用组分分布较均匀—不均匀，构造对矿体形态有明显影响、小或无影响。

3. 第Ⅲ勘查类型

该类型为复杂型，五个地质因素类型系数之和为 1.0 ~ 1.6。主矿体规模小一中等，形态复杂，厚度不稳定，主要有用组分较均匀一不均匀，构造对矿体影响严重、明显或影响很小。

又如对铁、锰、铬矿以主矿体为主要对象，以变化最大的地质因素为主要依据，划分的矿床勘查类型如表 4 – 4 – 5 所列。

表 4 – 4 – 5　铁、锰、铬矿矿床勘查类型表

| 勘查类型 | 划分类型依据 | | | 勘查类型实例 |
|---|---|---|---|---|
| | 矿体规模 | 矿体形态 | 组分均匀性 | |
| 第Ⅰ类（简单型） | 大—中型 | 简单 | 均匀 | Fe：辽宁本溪南芬铁矿床（铁山、黄柏峪矿段）<br>河北宜化庞家堡铁矿床（10 ~ 36 线）<br>Mn：贵州遵义锰矿床（南翼矿体） |
| 第Ⅱ类（中等型） | 中—大型 | 中等 | 较均匀 | Fe：江苏南京梅山铁矿床<br>海南昌江石碌铁矿床<br>内蒙古白云鄂博铁矿床（主、东矿体）<br>安徽凹山铁矿床<br>Mn：广西宜州龙头锰矿床<br>广西荔浦平乐锰矿床 |

| 勘查类型 | 划分类型依据 | | | 勘查类型实例 |
|---|---|---|---|---|
| | 矿体规模 | 矿体形态 | 组分均匀性 | |
| 第Ⅲ类（复杂型） | 小—中型 | 复杂 | 不均匀 | Fe：湖北黄石铁山铁矿床<br>江苏南京凤凰山铁矿床<br>河北承德大庙铁矿床<br>吉林浑江大粟子铁矿床<br>Mn：广西来宾八一锰矿床<br>湖南湘潭锰矿床<br>辽宁朝阳瓦房子锰矿床<br>Cr：西藏曲松罗布莎铬矿床<br>内蒙古锯林洁特贺根山铬矿床<br>西藏安多东巧铬矿床<br>新疆托里鲸鱼铬矿床 |

## （四）对勘探类型划分的讨论

（1）在确定矿床勘探类型时，应在全面综合研究各种因素的基础上抓住主要因素。对某一矿床来说，并不是所有因素在确定矿床勘探类型时都有同等作用，往往只是某一种或几种因素起主要作用。但是，这只有在全面分析上述诸因素，才能加以判定。一般来说，在确定矿床勘探类型中，高品位矿种如铁、铝土矿、磷块岩等，形态、规模比品位变化更重要；而低品位矿种如金、钨、锡等矿种往往品位变化更为重要。

（2）勘探类型的划分一般是指矿床而言，而作为划分主要依据是主要矿体有关标志的变化程度。我们知道一个矿床很少只有一个矿体，更常见的是一个矿床是由若干大小不等、变化各异的矿体所组成，而且可能是多种有用元素相伴产出。这时，应以占储量最多（70%）的主矿体为准，以矿体中主要组分为准，次要矿体、次要组分可在勘探过程中附带解决；在可以分段勘探的情况下，也可区别对待。在勘查进程中，或随勘探程度和开采深度的改变，应对已确定的矿床勘查类型进行验证，应注意主次矿体与矿体标志的变异；当发现变化较大。有较大偏差时，应及时修正勘探类型。也即某种程度上，应以动态的观点对待勘探类型的划分。

（3）“工业指标”对勘探类型的确定也有相当大的影响。众所周知，“工业指标”是圈定矿体的依据，它的任何改变都将对矿体的规模、形状、有用组分分布的均匀程度和矿化连续性等产生影响，尤其是当矿体与围岩的界限不清时更是如此。

（4）探索能够反映矿体标志综合特征的合理数值指标体系用于划分矿床勘探类型，是一个值得注意的动向。在这方面，关于地质体数学特征概念的提出和论述，无疑是这种努力的一种尝试。如上述勘探类型系数的提出与应用，又是一种向定量化的进步。但也不能生搬硬套，必须和地质观察研究相结合，否则容易得出错误的结论。

（5）目前，矿床勘探类型具体的划分应以主矿体的自身特征为依据，但往往忽视了

对矿床产出自身规律的研究和专家主观能动性的发挥，也往往忽视了矿床开拓、开采方法对矿床开采技术条件（包括水文地质、工程地质、环境地质）的基本特征和复杂程度亦应查明的要求。若结合可能的采矿方式、方法，还考虑将矿床工业类型与勘探类型结合起来，加上应合理选择的快速而有定量效果的勘探方法和手段，以及适宜的工程间距等，综合考虑以上诸因素，并将大量类似矿床的勘探开采资料进行系统全面详细的对比、分析、归纳分类，这样划分的矿床综合勘探类型才能真正实现以最适宜的投入，获取最大经济效益的结果，也理应成为正确选择与确定矿床勘探方法的指南。

## 第四节　勘探精度与勘探程度

勘探精度与勘探程度是两个具有紧密联系而又有区别的重要概念。也是历来受到人们的普遍重视，然而至今也未完全解决和认识统一的争论课题。它们共同直接影响着对矿床勘探成果的质量评价以及勘探效益；影响到矿床勘探与矿床开发设计间的合理衔接；甚至影响到矿山建设与生产的方方面面；某种程度上，还影响到对矿床地质概念的认识和矿床工业价值的正确评价。所以，矿床勘探精度与勘探程度研究成为矿床勘探始终都应予以特别重视的关键问题。

### 一、勘探精度

#### （一）概念

勘探精度，简言之，是指通过矿床勘探工作所获得的资料（如矿床地质构造，矿体形态、产状、厚度、品位、储量等）与实际（真实）情况相比的差异程度。差异越大，即误差越大，则精度越低；反之，则勘探精度越高。

矿床勘探与矿床开采是一个统一的连续的国民经济活动过程。虽然矿床勘探不是终极目的，，成功地矿床开采与提供合格矿产品才是最终目标，但是，矿山建设与生产设计所依据的足够数量和必要精度的资料信息一般是依靠矿床勘探工作提供的。所以，勘探资料越完整和充分，精度越高、可靠性越大，则矿山建设与开发的风限性越小，成功的把握越大；反之，则矿山设计与开发便失去了前提和根据，要冒失败的极大风险，削减决策者的信心，可能吓跑投资者，如此事例不在少数。同时，矿床勘探资料也只有在对矿床勘探效果与矿床技术经济评价，以及供矿山开发利用中体现其价值。所以，取得足够精度和数量的勘探资料是正确评价矿床勘探质量、提交勘探成果和矿山合理开发设计的必备资料和基础依据。

严格地讲，对于矿床真实情况完全准确地把握是做不到的，这在众多矿床的探采资料中可以得到证实。主要是因为：①矿床（体）地质构造变化的复杂性与勘探工作的局限性（抽样性）是不可能完全解决的矛盾：②在矿床开采过程中，若有意在矿体的局部地段取得相当准确的资料或许是可以做到的，但在技术与经济上未必允许；⑧对低于矿

床工业指标的矿体、某些边部、端部和小分支、肓矿体等则实际上未予开采（避免得不偿失），诸如此类原因，造成甚至到矿山闭坑，都不可能在严格意义上获得矿床和矿体全部真实而完备的情况；④只可能获得在相对意义上实际可靠和充分必要的抽样控制资料和信息。

所以，从整体上讲，勘探精度只是个相对概念，勘探资料与真实情况间的误差是绝对的，并始终存在着，只是因误差的种类、性质与大小不同，其对矿床勘查评价与开发利用的影响大小也不同。一般情况下，不同勘探类型的矿床最终的地质勘探精度应不同；同一矿床的勘探精度随勘探阶段的进展和勘探程度的提高而提高：开发勘探较地质勘探的精度高，勘探程度也高。所以，在某种意义上，勘探精度属于勘探程度研究范畴。人们往往将矿体某些主要标志的勘探成果界定出一些“允许误差”范围，作为合理勘探精度评价的定量指标，也作为衡量勘探程度高低的重要研究内容。

## （二）影响勘探精度的因素

影响勘探精度的因素很多，概括起来，可以归纳为两个大的方面：

1. 自然的客观因素

自然的客观因素即矿床地质构造及其变化的复杂程度，尤其是矿体各种地质特征变化的复杂程度是具体划分矿床勘探类型的根据，也在某种程度上决定着其勘探精度。例如，对于属Ⅰ类的大型、特大型矿床，往往其地质构造相对简单，矿体规模大，各种特征标志相对较稳定，或说其变化相对较缓慢，变化幅度与范围较小，变化规律较易掌握，即使用较稀，较少的工程控制，以较简单的内插、外推方法，也较易获得误差较小、精度较高的资料与信息提供矿山建设与开发设计用。而对于厦类地质构造极复杂的小型矿床，则往往与前者相反，甚至看来十分密集的系统工程也不可能获得提供满足矿山建设与生产设计需要的充分且可靠的勘探资料依据，用以减少因误差过大而造成的风险损失，不得不采取边探边采、探采结合的方式也可能是唯一正确合理的决定。

2. 人为的因素

人为因素是人与技术方法因素的综合。它是贯穿于勘探工作始终全过程中影响勘探精度的最积极主动的因素。换句话说，即勘探精度又取决于勘探方法是否正确，所选择的勘探工程技术手段及其数量、间距和分布是否合理，探矿工程施工质量及矿产取样、地质编录、储量计算等各项工作的质量是否符合要求；经济条件是否允许；对所获得资料进行综合分析的理论和经验水平等等。

同时，根据最高精度要求与最大可靠程度的统一，最优地质效果与经济效果统一的原则要求，针对矿床的具体地质条件和勘探技术与经济条件，预先正确确定勘探类型和可能达到的合理地质勘探程度，并分清地质勘探与开发勘探资料所分别要求达到的误差范围，使之既不应过高，也不能过低。这理应成为衡量矿床勘探专家业务水平与评价合理勘探方法、勘探程度和勘探成果质量的重要标志。然而，由于种种因素的限制，这便成为人们历来关注，而又未能完全解决、取得统一认识的研究课题。

### （三）勘探误差的分类

勘探误差是勘探精度的一种具体表征和度量。它可产生于整个勘探过程中的各个环节，表现出多种多样的特点和性质，对矿山建设与生产的影响程度也不同，所以也是个复杂的系统概念。可以将其概略分类如下：

1. 按勘探误差的归属分类

(1) 矿床地质构造的勘探误差类 包括对矿区地层、岩性、岩相、控矿断裂、褶皱构造，围岩蚀变、矿化强度等的控制与研究方面的误差。这些误差影响到对矿床成因、工业类型、成矿潜力、开发前景与可行性的总体评价，也影响到对矿床勘探方法选择合理性的评价。

(2) 矿体形位的勘探误差类 包括对矿体形态、产状、埋深、厚度、面积、体积内部结构与储量等的工程控制、测定与统计计算方面的误差。这些误差严重影响着矿山开发总体规划及矿床开采工程设计，乃至矿山长远效益。

(3) 矿石质量的勘探误差类 包括对矿石成分、品位、杂质含量及其赋存状态，矿石结构构造、品级、类型分布、物化性质及选冶加工工艺指标等的取样测试、分析、鉴定试验及统计计算误差。这些是直接关系到矿山采、选、冶加工利用途径、方法的可行性研究评价及其工艺技术流程的合理性评价。

(4) 矿床开采技术条件勘探误差类 包括矿石与围岩机械物理（力学）性质、破坏矿体的断裂破碎带、工程与水文地质情况等的控制与测算误差；这些误差将影响到矿床开采技术可行性，设备材料的选型与供应，以及保证生产安全等问题的正确解决。环境地质调查资料的误差也属其列。

2. 按勘探误差的来源或产生原因分类

如储量误差有：

(1) 地质误差或称类比误差 如由于勘探工程控制不足（质量不高或数量不够），地质研究程度不高，或类比确定的工业指标不当，利用某些资料的不正确内插和外推方法圈定矿体以及错误的地质构造推断造成的误差。这类误差往往较大，影响也大。

(2) 技术误差 又称测定误差，如由于勘探与取样技术选择不当，测试设备与条件不完、善，管理与检查不严格等造成的误差。这类误差也往往成为勘探储量不能通过审查的主要原因。

(3) 方法误差 如由于勘探与取样工程布置的方式方法、地质编录方法、储量计算方法（包括计算参数的计算方法）等不当而造成的误差。这类误差，只要按经论证的原则要求进行，除了其中由地质误差因素影响者外，一般能保证精度要求。

3. 按勘探误差的性质和特点分类

(1) 依误差变化性可分为：随机性的或偶然误差；方向性（坐标性）或趋势性的系统误差。后者往往因会造成较严重的负面消极影响，故倍受重视。

(2) 依误差的可度量性分为：定性的与定量的误差。前者往往属总体性笼统地，也可以是否能引起严重问题的误差性质范围归类；后者往往属局部性的可用较准确数值表示，如品位、厚度指标值等。

(3) 依误差值表示方式不同可分为：绝对误差与相对误差。前者往往为与实际定量、定位的差值，如矿体边界位移，具体品位、厚度测定误差值等；后者则往往以百分数表示某标志的对比误差等。

(4) 依误差的影响范围又可分为：可靠性误差与代表性误差。前者属样品的实际技术误差；后者属取样资料外推影响范围造成的类比误差，类似于数理统计中的抽样统计误差。

4. 按勘探误差发生的时间序列和特点分类

事前的勘探工作计划或设计预测中蕴含的误差；勘探工作中（事中）实际发生（施工、观测、测定等）的误差；事后的编录、统计计算的误差与检查处理（否）的勘探误差等等。

所有这些勘探误差，因其对矿山建设和生产的可行性与设计影响程度不同，各矿床又具有各自不同的特点，所以，一般情况下，矿山设计与基建生产部门较多注重那些可能会给其带来严重负面不利影响的实际的超出允许误差的部分。而勘探工作者则不仅如此，既要尽量查明勘探误差的种类与大小，还要重视研究产生误差的原因、性质及误差变化的规律性，同时要设法避免和消减产生较大勘探误差，从而研究探讨科学的勘探工作方法、合理的勘探精度与勘探程度，规范矿床勘探工作。

## （四）勘探精度的研究方法

勘探精度的最终检验标准只能是矿床充分开采的实践，其最根本、最确切的检查评价方法也应该是具回顾性的探采资料对比评价方法（见本章第六节）。但如前所述，在矿床勘探工作自始至终的各个步骤或环节中都可能产生这样那样的误差，故实行勘探项目全过程的全面质量管理与控制就成为研究与保证勘探精度的实际而有效的措施。针对影响勘探精度的因素，系统分析产生勘探误差的原因，查明勘探误差的性质；大小与影响程度，以预防为主，及时对勘探工程和工作质量进行监督指导与检查评价，对勘探误差进行校正和适当处理。条件允许时，配合运用计算机的某些数理统计方法、现代地质统计学方法等，以适当程序达到预防、计算、控制与减少勘探误差的目的。建立与健全勘探工作质量标准和质量保证体系，是矿床勘探与评价走向现代化、科学化、系统化与规范化的基本措施。

矿床地质勘探工作计划与设计编制阶段，由于矿床地质构造资料数量有限并局限于地表和浅部，往往主要是凭借勘探工作者的知识和经验，采用类比法推断矿床（体）地质构造向深部的变化趋势，初步确定矿床勘探类型，选择勘探方法，编制勘探工作计划与工程设计，因其未必正确与合理而可能埋下产生较大勘探误差的“祸根”。所以，一般应在勘探项目审批阶段，采用专家检查评价的方法，由多位具有较高矿床理论水平和丰富勘探经验的专家，根据该类工业矿床的成矿规律理论与勘探规范的原则要求，并结合具体矿床地质构造特征的实际及已有勘查工作成果，对勘探计划与设计的地质依据、技术经济条件和设计方案等进行综合的定性或定量研究（可行性评价），提出肯定或应修改的意见与建议。这或许是减少勘探误差、保证勘探精度的首要预防措施。

在矿床勘探工作进行过程中，要严格按照相关规定和要求，保证勘探工程施工质

量与取样、编录等工作质量，为确保原始资料真实可靠，必须随着勘探工作的进行不间断地对各个环节工作，过程和成果开展技术指导与监督检查，按规定适时进行专门的质量检查工作。例如：钻探工程的测斜、测深，以坑探检查钻探；取样的内检、外检；相邻勘探工程及相邻剖面的对比分析；阶段储量计算参数与计算方法的误差对比分析等。由于勘探精度还与工程间距、数量关系密切，一般情况下，在取得一定工程控制的原始数据后，便可以运用一些数理统计（或地质统计学）研究抽样误差的方法，对某些地质特征标志（如矿体品位、厚度等）值的误差性质、大小等进行统计分析，作为查明其产生勘探误差规律性的手段。同时，加强矿床（体）地质特征的综合研究，根据具体情况，补充与修正原勘探设计，使之更趋切实可行、经济合理并满足勘探精度要求的事例也不少见。

在矿床地质勘探结束及开发勘探过程中，获得了丰富的勘探资料，有利于进行有关矿床地质概念的重新认识，有利于全面系统地查明勘探精度或误差性质、大小、产生原因及其演化特点，总结经验教训，并利用探采资料对比方法，结合稀空法与某些数理统计方法研究与评价勘探精度，获得符合规定勘探精度要求的勘探（包括储量）报告与相关附图、附表资料。生产勘探与采矿过程中，系统而密集的探采工程为提高勘探精度与勘探程度创造了极为有利的条件，为查明实际的矿体形态、结构和矿石质量均衡控制与管理提供了资料依据。

## 二、勘探程度

### （一）概述

勘探程度通常是矿床地质勘探程度的简称，是指矿山设计与建设前，对整个矿床的地质和开采技术条件控制研究的详细程度，实质上是包括勘探工程控制程度与地质研究程度的综合概念。

要求勘探程度的高低，直接影响到矿床勘探工作的部署、期限、投资，勘探与矿山设计、基建生产间的正常衔接，以及勘探结果与技术经济效益的正确评价。裴荣富、丁志忠等（1988）认为，合理的矿产勘查与开发程序应受地质和技术经济控制，其合理的勘查程度也在地质和技术经济研究程度互为约束的“合理域”内。勘探程度过高，将造成过早支出与积压浪费勘探资金，勘探周期过长，推迟矿山设计与建设，反之，则所提供资料不能满足可行性评价及矿山设计与基建的需要，“欲速则不达”，增加矿山投资风险，造成矿山设计方案的失误及矿建生产的被动和严重损失的事例不少。所以，勘探不足或过度勘探都是不合理的。

衡量勘探程度高低应综合考查与评价如下因素：

（1）对矿床地质构造、矿体分布规律和对矿山建设设计具有决定意义的主要矿体的外部形态特征及内部结构特征的研究与控制程度；

（2）对矿石的物质成分、结构构造等质量特征和各类型、晶级矿石选冶加工的技术性能，以及各种可供综合开发利用的共生矿产和伴生有用组分的研究与查明程度；

(3) 对水文地质条件与开采技术条件的研究控制程度；

(4) 已探明的矿产储量总量，及其中不同类别储量的比例和空间分布情况（包括勘探深度），往往综合体现了上述诸因素，同时也从总体上反映了矿床勘探工作的地质和经济效果，并应与可行性评价紧密结合起来。

对固体矿产的矿床勘探程度基本要求的规定，请查阅新颁布的《固体矿产地质勘查规范总则》及具体矿种的地质勘查规范。

应该指出，矿床开发勘探，尤其是矿山生产勘探同样具有勘探程度问题，根据采矿生产的要求，生产勘探程度要比地质勘探程度高得多，但其基本要求是在规定的有限范围内，实行探采结合和探矿适当超前的原则，为保证矿山生产阶段的正常衔接，提供采矿生产设计所需的地质构造与储量资料。合理勘探程度始终是矿床勘探研究的重要问题。

## (二) 合理勘探程度的确定

合理勘探程度的确定是个复杂问题，在某种意义上，也是矿床勘探研究的核心问题。它直接反映在矿床勘探与矿山基建生产的正常衔接问题上。如前所述，一方面，矿山建设与生产设计要求勘探提供的资料尽可能充足、全面与准确可靠，使设计有把握而风险最小；另一方面，勘探工作则要求用最少的工程量和最少的时间消耗查明矿床与矿体特征的变化性与规律性。将两者间的关系辩证地恰如其分地处理好，取得最好的地质和经济效果，既要满足矿山设计对地质资料信息和矿产储量的需要，又不能把矿山建设和生产过程中要做的开发勘探与研究工作提早到地质勘探阶段进行，这时的勘探程度被称为合理的勘探程度。

(1) 矿床合理的勘探程度的确定决定于国家与市场对该类矿产的需求程度。一般情况下，对于国家与国内外市场急需的紧缺矿产种类，往往意义较大，价格攀升。该类矿床的勘探与基建生产投资资金较易筹集，则勘探程度可略低些，即不必全面展开勘探工程，可在首采地段满足一定储量规模和地质技术资料需要的前提下，经可行性研究证明矿山开发技术上可行，经济上合理，所冒风险不太大，即可筹资转入设计和基建：甚或采取边探边采、探采结合的形式，目的是尽快投产。对于首采地段的勘探程度不足及其余范围的地质勘探工作，以基建勘探弥补与投产后进行补充地质勘探满足后期扩大生产的需要。如此方式的优点是勘探周期短，资金流动快，勘探效果较好；其缺点是其基建生产设计与投资所冒风险较大，往往会因勘探程度不足造成后期基建生产的被动等。实质上，这种方式也是西方诸国比较强调的，值得借鉴。

(2) 合理勘探程度决定于矿山建设与生产设计的要求，体现矿床勘探为矿山开发服务的基本原则。一个稳妥而兼顾长期发展要求的矿山设计与规划，需要对矿床进行全面系统地勘探研究资料作为基础。所以，在正常情况下，一般应保证勘探对矿山基建有一个合理的超前期：一方面，要求勘探对矿床全面控制，提交矿山设计服务年限内所需要的控制资源储量和推断的资源量，以及相关的技术资料；另一方面，又要求在先期开采地段提交一定的探明储量。这是我国、前苏联与东欧诸国现行的、比较强调的一种方式。其缺点往往是勘探周期较长，易造成勘探资金过早支出和积压，并易造成过度勘

探，地质勘探经济效益有待讨论。最大优点是矿山企业基建生产的设计与其投资风险相对较小，近期与长远规划方案较稳妥。

所以，一个矿床合理的勘探程度，一般应按国家规定，由投资者与地质勘探、矿山设计及基建生产部门共同研究、妥善协商决定。如对矿产储量则应以保证首期（探明的可采储量的数量应满足矿山返本付息的需求），储备后期（控制的矿产资源/储量应达到矿山最低服务年限的要求，如有色金属与贵金属大型矿山 30 年，中型矿山为 20 年，小型为 10 ~ 15 年；推断的资源量可作为矿山远景规划的依据），以矿养矿，持续滚动发展的原则为适用。若矿床规模很大，考虑分期分段建设矿山时，应在获得矿床全貌信息的基础上，以相应的分段分期勘探为合理。

（3）合理勘探程度决定于矿床地质构造的复杂程度。勘探程度、勘探精度与勘探方式三者密切相关，均是勘探方法研究的重要内容。勘探精度是勘探程度和勘探工作质量评价的重要依据和定量表征，勘探方式是决定勘探程度与精度的基础。归根结底，勘探方法与方式必须适应矿床地质构造特征才是正确合理的，即矿床地质构造的复杂程度决定了其合理的勘探程度。具体表现在：地质构造复杂程度不同的矿床，其地质研究程度往往不同；不同勘探类型的矿床，勘探工程技术手段与工程密度不同，要求探明的储量级别及其比例和分布也不同。原则上，在保证各项勘探工作质量的前提下，以满足矿山设计合理规模和开采顺序基本需要的矿产储量、矿石质量及开采技术资料为合理。人们往往又以主要矿体的某些主要指标（如形态圈定误差和平均品位误差）作为评价勘探程度合理性的定量指标，则矿床勘探类型划分的正确否也成为影响勘探程度合理性的重要因素。

（4）合理勘探程度还决定于矿床（区）的自然经济地理条件和勘探深度等。因为矿床勘探程度的合理性，除了要求勘探方法与矿床地质构造变化特征相适应外，必须强调技术的可行性与经济上的合理性，注重勘探效果与经济效果的统一评价。这就要求因矿区施工的实际自然经济条件与具有的技术设备条件进行综合优化，争取采用自然经济条件下允许使用的最有效的技术手段组合，以最短的时间、最少舶成本费用，完成勘探任务，达到勘探程度的要求。

勘探深度是指经过矿床勘探所查明的矿产储量，主要是提供矿山建设设计作依据的资源储量的分布深度。这是衡量勘探程度的因素之一。合理的勘探深度，还决定于工业部门对这类矿产的需要情况，当前开采的技术与经济水平，即技术可行性与经济合理性，未来矿山的生产规模、服务年限和逐年采矿的下降深度（采矿强度），以及矿床的地质与技术特点等。一般对矿体延深不大的矿床，最好一次勘探完毕。对矿体延深很大的矿床，勘探深度应与未来矿山的首期工业开采深度一致或相当为合理。我国规定矿床勘查深度一般在 300 ~ 500m。在此深度以下，可由有限深孔取样资料并根据地质成矿规律等推断矿产资源量，为矿山远景规划提供资料；对其详细查明留待矿山企业在一定时期后的补充地质勘探工作来完成。

（5）新的《固体矿产地质勘查规范总则》中，在矿床勘探程度方面，强调了为可行性研究或矿山建设设计提供依据的目的任务，故对工程控制程度和各项勘探工作内容及其质量都提出了原则性明确的技术要求，较以前有所调整，某些方面有所提高。例如，

对勘探工程控制，首先应系统控制勘查范围内矿体的总体分布范围、相互关系；对出露地表的矿体边界应用加密工程控制，其工程间距应比深部工程加密一倍或更多；对基底起伏较大的矿体、无矿带、破碎矿体，影响开采的构造、岩脉、岩溶、盐溶、泥垄、泥柱应控制其产状和规模等，对主矿体及能同时开采的周围小矿体应适当加密控制。对拟地下开采的矿床，要注重详细控制主要矿体的两端、上下的界线和延伸情况；对拟露天开采的矿床要注重系统控制矿体四周的边界和采场底部矿体的边界。

零星分散小矿的勘查控制程度应视规模及预期的经济效益而定，可适当放宽。

## 第五节　矿体取样与质量评定

矿床勘探工作中的矿体取样是一项十分重要的基础工作内容。其主要取样目标是矿体，其次是近矿围岩。其基本目的是研究与评定矿石质量、矿石加工及矿体开采技术条件，为矿体的圈定、储量计算及采矿、选矿等提供资料依据。同时，由于任何取样都可能带来误差，影响到对矿体的正确评价及其合理开发利用，所以，还应对取样质量进行检查与评定。

### 一、矿体取样的概念与分类

矿体取样是指从矿体或近矿围岩采集一部分有代表性的样品，经过加工处理，用以进行各种分析、测试、鉴定与试验，研究确定矿产质量、物化性质及开采加工技术条件的专门性工作。

严格地讲，此为材料（样品）取样。随着现代测试技术的发展，不必采集样品而在现场测定矿石质量的非材料取样方法有着广阔的应用前景。

材料取样中，根据具体采样位置不同可分为自然露头、钻探工程、坑探工程及矿石堆、矿车取样等；根据矿种不同、用处不同，则各类样品的采集和加工方法等也往往不同；根据取样目的任务不同可分为化学取样、岩矿鉴定取样、加工技术取样和开采技术取样等。

取样的一般程序是：样品的采集一加工处理一化学分析、测试鉴定、试验等→结果的检查与评定。

非材料取样中，以地球物理取样最重要。

### 二、化学取样

化学取样是指通过对采集来的有代表性样品的化学分析，测定矿石与近矿围岩中的化学成分及其含量的工作。其结果用于圈定矿体边界和计算储量，确定矿石中主要有用组分、伴生有益组分、有害杂质的种类、含量、分布状态与变化规律，为解决地质、采矿与选矿加工等方面问题提供资料依据。化学取样是最基本最经常进

行的取样种类，所以，也常被人们称为“普通取样”。矿山开发勘探中的化学取样还具有间距更密、数量更多、更及时、快速的特点，起着更准确圈定矿体与矿块，计算储量与生产矿量，指导矿山采掘生产作业与控制管理矿石质量等作用，所以属矿山经常性基本地质工作范畴。

# 第五章　矿体取样与质量评定

## 第一节　取样概述

### 一、取样的基本概念

取样是指从矿体、近矿围岩或矿石中，按一定规格和方法，采取一部分有代表性的矿石或岩石作为样品，以研究矿石质量、加工技术性能以及采矿技术条件而进行的一项专门工作。

取样通常包括三个基本环节，即采样、样品加工、样品分析和研究。这三个环节质量的好坏直接影响矿产普查和勘探工作质量，影响矿床正确评价和利用，因此必须做好这一工作。

### 二、取样的目的与任务

#### （一）取样目的

取样是为了确定矿石质量和加工技术性能及开采条件。

矿石质量取决于三个方面，其一是矿石中有用组分的含量，如铁、铜等矿石中铁、铜的含量。其二是矿石中有用组分的技术及物理性能，如云母的质量取决于晶体大小、剥分性和绝缘性。其三取决于矿石中有用组分的含量及技术性能，如滑石的质量与滑石的含量有关外还与滑石的白度、细度有关。

矿石的加工技术性能是指矿石在分选、冶炼方面的性能，如磁铁矿具有磁性，相对赤铁矿来说更容易分选，而离子吸附型稀土矿相对原生稀土矿更容易提炼。砂金可用相对密度大的特性分选，而原生金砂则需要用其他方法分选。

矿床的开采条件主要取决于岩石的强度、风化程度及破碎程度。如果岩石风化、破碎程度低，强度大则有利于地下开采。

矿石质量和加工技术性能、开采条件是客观存在的，我们通过取样来分析和研究这些特性，以便为矿山开采提供资料。为了能全面反映矿石的这些特性，取样时要注意样品的代表性。样品的代表性与样品的数量、空间分布、采样方法、加工方法和分析试验

结果的准确性等因素有关。

### （二）取样的任务

矿产取样的任务在矿产普查和矿床勘探中略有不同，但归纳起来主要包括以下几方面：

1. 查明矿石质量，确定有用、有害组分含量，矿石晶级、类型及其空间分布规律。

2. 查明矿石加工技术条件，即矿石的采、选、冶特性。

3. 查明矿床开采条件，如矿体顶底板围岩的稳定性、岩（矿）石的物理机械性能等。

4. 为储量计算提供数据。

## 三、取样的种类

按取样的任务和研究内容，取样可分为化学取样、岩矿取样、技术取样和加工技术取样四种。

化学取样是为了测定矿石的化学成分及其含量而进行的取样的工作。岩矿取样是为研究矿石的矿物成分、含量、结构、构造而进行的取样。技术取样是为研究矿石和岩石的技术、物理性质而进行的取样。加工技术取样是用来研究矿石（或岩石）的选矿、冶炼或其他加工性能的取样工作。

# 第二节　取样检查与质量评定

化学取样检查是为了评定取样结果的可靠程度，而对取样工作的三个基本环节，即采样、样品加工及分析所进行的检查工作。其目的是要发现上述过程中可能产生的误差，查明误差的性质和产生误差的原因，以便及时采取措施，保证取样结果的质量能符合规定的允许误差要求。

随机的偶然性误差是由许多偶然因素引起的，其符号有正有负，通常其值不大，不超过一定的范围，在样品数量较大的情况下，可以接近于相互抵消，对平均晶位的计算影响不大。但若将具体的误差值过大的单个样品用于具体圈定矿体，将可能大大地歪曲矿体的局部形态及其平均品位，必须注意避免这种错误的发生。

系统误差是指观测结果系统地偏向某一方向，误差具有一定的符号优势。这种误差的产生，常常有某种固定的因素在起作用，如方法不完善，试剂与仪器设备不好，测量者个人的某种不良习惯（如读数时习惯性的偏高或偏低）等。系统误差对测量结果的精度有很大的影响，应予以及时检查，在储量计算时，必须加以校正。

取样精度（或误差）是勘探精度（或误差）的重要组成部分。此处仅就化学取样的技术误差检查（可靠性评价）和代表性误差的评价作一简要介绍。

## 一、取样技术误差的检查——取样可靠性评价

取样可靠性主要是指单个样品取样结果的准确性。其可靠程度的数量表示就是取样的技术误差（或测定误差），即单个样品测定值与该样品实际值之差，分为绝对误差与相对误差。这种误差越小，取样的可靠性或可靠程度越高。

取样的技术误差在采样、加工、分析的各个环节都会产生。在采样时，可能有杂质的混入，脆性有用矿物的崩散，采样方法可能选择不当，如用全巷法在薄层矿脉中采样等。在加工时，有用组分可能在破碎过程中散失，缩分前样品可能拌得不匀，加工程序不合理等；在分析过程中，可能方法不完善，仪器设备和试剂不理想，操作技术与工作态度不正确等。所以，在整个取样过程的各个环节中，应严格按规定的原则和操作程序进行，实行全过程质量管理，尽力保证样品“始终如一”的可靠性和代表性，预防技术误差尤其是系统误差的产生。

取样技术误差的查明，对于改进取样工作和评价储量计算的精度都有很重要的意义。

取样技术误差的查明方法主要是用检查测量：同矿体截面同位置用同方法重复取样，或用可靠性与代表性更高的方法取样资料对比验证法。譬如，用坑道及钻孔的共轭样品来检查岩心取样的精度；用全巷法或剥层法取样来检查坑道中其他取样方法的精度；用大规格的样品来检查小规格样品的取样精度；用加工时的残余样品来检查加工过程的精度；用副样的检查分析来检查基本分析的精度等。

化验分析结果的检查分为内部质量检查及外部质量检查分析：

内部检查分析是从基本分析样品中抽取一部分样品的副样，密码编号，和基本分析样品一样送往同一化验室分析；或将基本分析样品不同编号分析两份。比较分析的结果，以检查分析中的偶然误差。内部检查分析的数量一般为原分析样品总量的 5% ~ 10%，内部检查分析应分期、分批进行，对各品级、各类型的样品，以及边界品位附近的样品都应检查；组合分析、物相分析类同。

外部检查分析是将检查分析样品（是从原分析样品的正样或副样中抽取）编密码（附原分析方法说明）后，送往具有较高水平的指定化验室去分析，以便检查原分析结果是否有系统误差存在。外部检查样品的数量一般为原分析样品总数的 5%。当矿床样品总数较少时，外检样也不得少于 30 个。

在外部检查分析结果与基本分析结果相差很大时，应查明其原因，或请更有权威的第三个化验室作仲裁分析。

## 二、检查分析结果的评价与处理

若内部检查分析查明了基本分析存在偶然误差时，应评价其误差的大小。其评价往往借助统计分析的方法：

（1）以基本分析样的超差率来评价 超差率是指被检查的样品中误差超过允许误差

的样品数占检查样品总数的比率。鉴于单样的误差对于圈定矿体影响较大，以超差率作为评价指标是很有用的，若超差率 $>30\%$，说明基本分析的质量是很差的、不合格，必须复检或返工。超差率的计算则是先计算单个样品的相对误差：

$$Z=\frac{x-y}{x}\times 100\%$$

式中：Z——单个样品的相对误差；

x——基本分析结果；

y——检查分析结果。然后，统计超差的样品数，计算超差率。

(2) 以平均误差来评价 一般来说，偶然误差的平均误差是很小的，但仍然可以作为一个评价指标，当平均误差也超过允许误差的标准时，那就说明基本分析的质量是很不好的。平均误差的计算，有人主张以误差的代数和求平均值，有人主张以绝对值之和求平均值，这两种计算方法各有各的意义及用处。如果是为了考查偶然误差对求均值的影响，则以代数和求平均误差为宜。

对于外部检查分析结果，则需先确定是否有系统误差存在，然后确定其误差的大小。系统误差的检查除了以误差是否有系统的“ + 、 – ”号优势简单判断系统误差的存在外，目前常用的方法是 t 值检验法，t 值计算式为：

$$t=\frac{|\bar{x}-\bar{y}|}{\sqrt{\frac{\sigma_x^2+\sigma_y^2-2\gamma\sigma_{\sigma_y}}{n}}}$$

式中：$\bar{x}$——原基本分析的平均品位；

$\bar{y}$——检查分析的平均品位；

$\sigma_{\{x\}}$——原基本分析的标准差；

$\sigma_{\{y\}}$——检查分析的标准差；

$\gamma$——相关系数；

n——样品数目；

t——概然率系数。评价的准则是：当 $t>2$ 时，则说明有系统误差存在。而其误差的大小则以比值/来表征

$$f=\bar{y}/\bar{x}$$

(3) 误差处理 在储量计算时，在不得已的极少情况下，允许根据/值对基本分析结果进行校正，但往往需要降低原储量类别。

在矿产勘查规范中规定：化学分析质量及内、外部检查分析结果误差处理办法按 DZ/T0130 – 94《地质矿产实验室测试质量管理规范》执行。规范确定的矿石允许误差计算公式如下：

$$Y=\begin{cases}C\times 20x^{-0.60} & x\geqslant 3.08\\ C\times 12.5x^{-0.182} & x<3.08\end{cases}$$

式中：Y——计算相对误差（%）：

C——修正系数：Fe、Mn、Cr、Ni 各取 0.67，Cu、Pb、Mo 为 1.00，Zn 1.50，Ag 0.40；

x——测定结果浓度值（%）。

## 三、取样代表性

取样的代表性是指抽取的样品或样本代表被取样的地点或矿体单元（或总体）的程度。它在数量上的表示是类比误差或代表性误差。

样品的代表性分为总体（或整体）代表性、分级或局部代表性及个体代表性三类。总体代表性是指样本的平均值与总体平均值的符合程度，即根据取样所得的矿体（或矿床）品位平均值与矿体（或矿床）真实晶位平均值的符合程度。分级代表性是指样本的概率分布与总体概率分布的符合程度，也即各级品位的比例与实际比例的符合程度。各级晶位所占的比例是矿床的固有特征之一，如果取样结果仅仅能满足总体代表性，而不能满足分级代表性，就不能认为取样的代表性是好的。一般来说，如果各分级代表性能满足，则总体代表性也大致能满足。个体代表性是指每个具体样品是否能代表所影响范围的实际情况。

取样代表性及可靠性无疑是取样的核心问题，经济而有效地获得具有一定代表性及可靠性的样品，乃是选择和评价取样方法、取样措施、方案的依据和准则。

影响取样代表性的因素很多，除矿石质量本身的变化性以外，从采样工作的角度分析，则样品的数量、样品间距、样品的几何特征是其主要的影响因素，同时，明显受供采样的探矿工程制约。

样品数量对取样结果的影响表现为：对同一矿体（矿段）采集样品的数量越多，其取样代表性越好，反之，样品数量越少，其代表性越差。

样品间距的影响表现为：①在品位的变化为随机性变化时，若取样范围一定，样品间距越密，则取样数量越多，其代表性越好，反之，代表性越差；②在品位变化为方向性变化时，样品间距越密，代表性越好，即越能反映矿石质量自然变化性。这时用较稀疏取样工程，内插与外推也能取得较好的代表性。

样品几何特征的影响是指样品布置的方向、规模、规格、形状等对取样结果的影响。从理论和实践可知，一般情况下，单个样品总是沿着矿体的厚度方向布置；样品的体积越大，取样结果的离散程度越小，也即观测变化性越小。

从图 4－5－1 可见，随着样品的规格（几何尺寸）的变小，观测变化性将变大，反之，样品的规格越大，变化越均匀。

在矿化特征一定的条件下，样晶体积相同，几何形状不同时，其取样结果也将不同，从图 4－5－2 中可见，对这类特征的矿化，“线状”样品的观测结果显然比正方形样品的观测结果变化要均匀，更能反映矿石质量的总体变化特点。

若品位值是独立的随机变量，则：

$$\delta = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$\tau = \frac{V}{\sqrt{n}}$式中：δ——平均值的绝对误差；

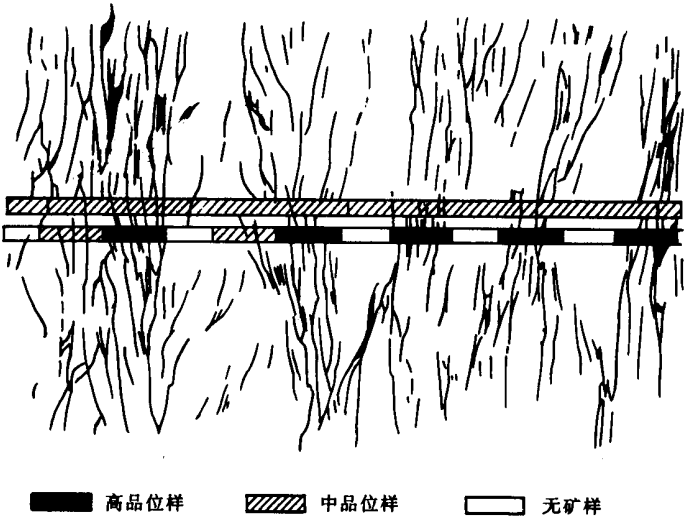



图 4－5－1　样槽规格对品位变化影响略图
（据 A.S. 卡日丹，1984）

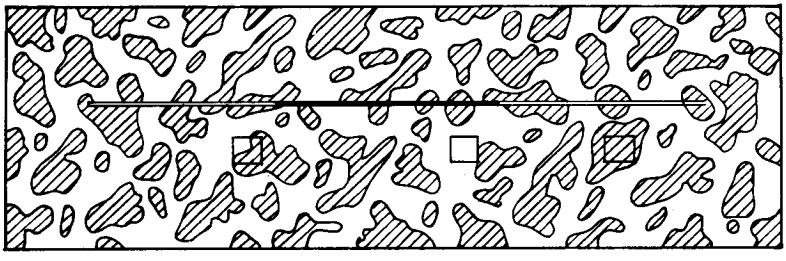


图 4－5－2　样品形状对晶位变化的影响略图
（据 A. 卡日丹，1984）

σ——品位观测值的标准差；

τ——平均值的相对误差；

V——品位变化系数；

n——观测值的个数。

分级代表性的评价可以建立各级品位频率的置信区间。如果已知矿床品位的分布律，也可进行分布律的检验。

个体代表性的评价可用单个样品影响范围内的加密取样，或利用更可靠（如规格更大）的相同或不同取样方法进行误差评定。

需要指出的是：地质统计学中的克立格（Kriging）法，就是根据一个块段内外的若干信息样品的某特征值数据（如品位值），对该块段某特征值（品位）作出一种线性、无偏和最小估计方差（估计误差的方差）的估计方法。也即在考虑了信息样品的形状、

大小及其与待估块段相互之间的空间分布位置等几何特征，以及品位的空间结构信息（以变异函数或协方差函数来反映）后，为了达到线性、无偏和最小估计误差的方差的要求，而对每个样品值分别赋予一定的权系＇数，再进行加权平均类估计该块段平均位的方法。该法既保证给出一个最正确的估计，尽可能避免误差，还能提供估计误差（精度）的概念。关于整体和局部的平均品位估计及其估计误差的方差计算，以及作为基础的具体样品（点）的品位估算的具体方法和步骤，请参阅有关资料。

# 第五篇　地质矿产资源勘查开发可行性研究与评价分析

# 第一章　矿山建设投资项目可行性研究概述

## 第一节　可行性研究的含义

可行性研究是西方国家在第二次世界大战以后发展起来的一种分析，评价各种建设方案和生产经营决策的科学方法。它通过对建设项目的主要问题，如市场需求，资源条件，原料、燃料、动力供应条件，建设规模，设备选型等，从技术、经济、工程等方面进行调查研究，分析比较，并对这个项目建成后可能取得的技术经济效果进行预测，从而提出该项目是否值得投资和怎样进行建设的意见，为项目决策提供可靠的依据。

在我国，为改进建设项目的管理，避免和减少决策的失误，提高建设投资的综合效益，可行性研究已成为建设前期工作的重要内容，是基本建设程序中的组成部分。

矿山建设是国家经济建设重要领域之一。矿山建设由于其本身的一系列特点，可行性研究任务比较繁重，它不仅要就矿山建设本身的技术、经济条件进行研究，还要就其社会性，与各行各业的相关性几方面结合起来研究。加强矿山建设的可行性研究，充分估计矿山建设的难度，正确对项目进行决策，以最优方案建设我国矿山，是关系到我国现代化建设成败的大事。

## 第二节　可行性研究的任务、内容和作用

可行性研究的任务是根据国民经济长期规划和地区规划、行业规划的要求，对建设项目在技术、工程和经济上是否合理和可行，进行全面分析、论证，作多方案比较，提出评价，为编制和审批设计任务书提供可靠的依据。

矿山项目的可行性研究，一般要求具备以下主要内容：

### 一、总论

(1) 项目提出的背景（改扩建项目要说明企业现有概况），投资的必要性和经济意义。

(2) 研究工作的依据和范围。

## 二、需求预测和拟建规模

(1) 国内外需求情况的预测。
(2) 国内现有企业生产能力的估计。
(3) 销售预测、价格分析、产品竞争能力，进入国际市场的前景。
(4) 拟建规模、产品方案和发展方向的技术经济比较分析。

## 三、资源、材料、燃料及公用设施情况

(1) 经过储量委员会正式批准的资源储量、品位、成分以及开采、利用条件的评述。
(2) 辅助材料、燃料的种类、数量、来源和供应可能。
(3) 所需公用设施的数量、供应方式和供应条件。

## 四、建厂条件和厂址选择

(1) 建厂的地理位置、气象、水文、地质、地形条件和社会经济现状。
(2) 交通、运输及水、电、气的现状和发展趋势。
(3) 厂址比较与选择。

## 五、设计方案

(1) 项目的构成范围，技术来源和生产方法、主要技术工艺和设备选型方案的比较，引进技术、设备的来源国别，设备的国内外分交或与外商合作制造的设想。改扩建项目对原有固定资产利用的可能。
(2) 全厂布置方案选择和土建工程量估算。
(3) 公用辅助设施和厂内外交通运输方式的比较和选择。

## 六、环境保护

调查环境现状，预测项目对环境的影响，提出环境保护和三废治理方案。

## 七、其他因素

(1) 企业组织、劳动定员和人员培训。
(2) 实施进度的建议。
(3) 投资估算和资金筹措。

①主体工程和协作配套工程所需的投资。
②生产流动资金估算。
③资金来源、筹措方式及贷款的偿付方式。

## 八、社会及经济效果评价

概括起来，可行性研究最终是要阐明项目建设的必要性，技术上的可行性和经济上的合理性三个问题。

可行性研究报告经过审查批准后，可以起到以下作用：
(1) 作为拟建项目投资决策和编制设计任务书的依据；
(2) 作为筹措资金和向银行申请贷款的依据；
(3) 作为与建设项目有关部门商谈合同和协议的依据；
(4) 作为项目开展初步设计的基础；
(5) 作为拟采用新技术、新设备研制计划的依据；
(6) 作为项目补充勘探和补充工业性试验的依据；
(7) 作为安排基本建设计划和开展各项建设前期工作的参考；
(8) 作为环保当局审查建设项目对环境影响的依据。

# 第三节　可行性研究的阶段与建设程序

## 一、项目发展周期

工程项目从其设想，提出，到建成投产，从资金使用角度可分为投资前时期，投资时期和生产时期；从建设角度讲就是建设前期，建设期和生产期。建设期是资金的大量投入时期，生产期是预期投资效果的兑现时期；而投资前时期则是投资期和生产期的基础，是规划及可行性研究时期，国外把它称为决定投资命运的环节。

## 二、可行性研究的三个阶段

可行性研究通常根据建设条件的成熟程度将其分为机会研究，初步可行性研究和可行性研究三个阶段。

机会研究，主要是鉴别投资机会或项目设想，以提出投资建议。机会研究一般要通过分析产品的发展趋势，资源的可靠程度，储量的大小，项目所在地的经济地理条件，为取得本项产品现有国内外生产工艺水平，建设过程以及建成后该项目与国民经济和其他部门的关系，生产成本，经济效益的估算等，来鉴别投资机会或项目设想。通过研究如果证明项目可行或者尚不足以否定项目，则提出投资建议或者建议开展下步工作。机

会研究本身要求迅速而经济地确定投资方向。主要依靠情报信息资料来估计，建设投资和生产成本是通过与现有矿山企业对比而得到，估算误差允许 ± 30%，研究周期较短，一般大中型项目为 1 ~ 3 个月。

初步可行性研究，又称预可行性研究。任务是初步选择项目。初步可行性研究是介于机会研究与可行性研究之间的阶段，往往不是非做不可的，只是当机会研究尚不足以否定项目，但又不能决定是否值得进行可行性研究时才进行。初步可行性研究要对机会研究中难以决定的问题做进一步调查，取得进一步的基础资料，做进一步的估计和分析，目的仍是鉴别投资机会是否有希望，是否可能有较高的经济效益。这阶段有时要对关键性的问题进行专题性的辅助研究。这阶段投资和成本的估算误差应缩小到 ± 20%，所需时间也较长，约为 4 ~ 6 个月。这阶段的内容和详细可行性研究相近，只是研究的基础资料详细程度和深度不同，故有时可省略此步。

可行性研究，也称详细可行性研究，或最终可行性研究，或技术经济可行性研究。我国基本建设程序中所指的可行性研究就是指这个阶段的研究。可行性研究是项目的拟定阶段，是建设项目投资决策的基础，也是技术经济综合论证的阶段。这阶段，必须深入研究有关生产纲领，厂区厂址选择、工艺技术，设备选型，土木工程，机构设置和组织管理，资金筹措，建设周期等各种可能选择的方案，并进行优化，使投资费用和生产成本降到最低限度，以求投入的资金能取得最为显著的效果。这阶段需要大量详尽资料，需要做大量的工作，要求估算的质量高，投资和成本误差要求控制在 ± 10% 以内，花费时间也较长、大中型项目需要 8 ~ 12 个月。

### 三、可行性研究和建设程序的关系

实践中，通过机会研究或初步可行性研究鉴别和初步筛选项目，对有希望者则形成项目建议书。项目建议书批准后才开始可行性研究。可行性研究是项目决策基础，要进行评估，确认无误，编制设计任务书报呈审批。小型项目或简单项目，程序可适当简化。

## 第四节 可行性研究中的专题研究

某些大型复杂的矿山项目，往往需要对其中的一个或几个方面的问题（如市场预测、经济规模、建设顺序、厂区厂址、生产方法、大型关键性设备选型和试制、资金筹措等）进行专题研究，作为可行性研究的前提或辅助。

这些研究，由于承担可行性研究的机构不具备该项研究的合格人力，或者缺乏必要的研究手段。这样就需要分开进行。

# 第五节　矿山建设项目可行性研究各阶段工作的目的和要求

矿山建设项目的不同阶段，具有不同的目的和要求。

## 一、普查阶段（或矿床概略技术经济评价阶段）

其目的在于判定已找到矿床具有工业意义的可行性。这种评价一般花费不多，在未来开发中，即使有一定的经济效益，但由于工作程度低和不确定因素较多，许多参数是靠推测和假设求得的，所以也是不可靠的，不落实的。

## 二、详查阶段（或矿床初步技术经济评价阶段）

矿床经过详查以后，对矿量和矿床开采技术、矿石选冶试验等方面，取得了比较可靠的资料（其中有些资料如选矿、销售等还是假设的），以此为基础，进行矿床开发经济效益的初步评价。

## 三、勘探阶段（或详细矿床技术经济评价阶段）

矿床经过勘探以后，在详细分析矿产资源形势、市场条件、产品方向与前景，并根据矿山总体规划的具体要求，以及未来矿山设计、建设与生产经营的具体条件的基础上，结合矿床具体技术、经济条件，采用符合矿区实际情况的参数和标准，计算矿床未来开发的经济效益，并进行详细综合评价。

## 四、详细可行性研究阶段

通过对矿山建设项目进行技术经济分析和多方案优选，提出结论性意见，作为投资决策的基础和依据。在详细可行性研究报告中，首先必须明确表明是否能够满足投资者的经济要求，其次可以作为向银行贷款的依据。最后，还要为该项工程是否上马做出确定性结论，以便作为进一步工程设计和施工图的基础。

## 五、评估和决策阶段

对最终可行性研究报告进行评估和全面审核，分析判断项目社会和经济效益以及可靠性和真实性，提出项目评估报告，对项目投资做出最终决策。

矿山建设前期各研究工作阶段的研究工作性质、研究工作目的、研究工作要求和研究工作内容等见下表。

矿山建设项目可行性研究阶段划分、研究工作性质、目的、要求和内容一览表

| 矿产勘查阶段 | 普　查 | 详　查 | 勘　探 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 研究阶段 | 概略矿床技术经济评价 | 初步矿床技术经济评价 | 详细矿床技术经济评价 | 详细可行性研究 | 评估和决策 |
| 研究工作性质 | 项目设想 | 项目初步选择 | 项目进一步选择 | 项目准备和拟定 | 项目评估 |
| 研究工作目的 | 判定已找到的矿床是否具有工业意义，是否值得进入详查工作，鉴别投资方向和目标，选择项目，寻找投资机会，提出项目投资建议 | 决策是否进入勘探工作并对项目进行初步评价，做专题辅助研究，广泛分析筛选方案，鉴定项目的选择依据和标准，确定项目可行性研究 | 对矿体开发利用时拟建矿山投入产出的总效益进行评价。为矿山建设可行性研究和确定设计任务书提供依据 | 对项目进行深入细致的技术经济论证，重点对项目进行财务效益和经济效益分析，多方案选优，提出结论性意见，确定投资可行性和选择依据标准 | 综合分析各种效益，对可行性研究报告进行评估和全面审核，分析判断项目可行性的可靠性和真实性，对项目做出最终决策 |
| 研究工作要求 | 对矿床未来的可能性及其对国民经济建设的意义做出定性概略评价，编制项目建议书，为初步选择项目提供依据，批准后列入建设前期工作计划 | 对矿床未来工业开发价值进行初步的综合评价，为今后可否进行勘探工作提出建议，编制初步可行性报告，判定有无必要进行下一步详细可行性研究。作为国家对投资项目的初步决策 | 对矿床未来工业开发价值进行进一步的综合评价，为矿床的合理开发利用和建设方案提出意见和建议。编制进一步可行性报告，并判明建设项目的生命力 | 编制可行性研究报告，作为项目投资决策的基础和重要依据 | 提出项目评估报告，为投资决策者提供最后决策依据，决定项目取舍和选择最佳投资方案 |

| 矿产勘查阶段 | 普　查 | 详　查 | 勘　探 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 研究工作内容 | 由于本阶段勘查工作程度低，不确定因素较多。因此只能在收集分析该矿产资源总的形势和供需状况的基础上，以本阶段相适应的矿产开采及矿石加工选冶资料，以及未来矿山建设的一般技术经济条件做设想性的定性概略评价 | 在收集分析该矿产资源形势，国内外供需现状与发展，国家对该矿产开发政策和中长期规划等资料的基础上，以本阶段工作程度相适应的矿产开采和矿石加工选冶实验资料，考虑矿床开采的内外部条件，并以矿山扩大指标为基础进行矿床开发的企业经济效益评价，必要时增做国民经济效益评价以及初步综合评价 | 在详细分析所收集的分析该矿产资源形势、市场条件、产品方向与前景的基础上，结合矿床具体技术经济条件，计算矿产工业开发的企业经济效益，必要时增算国民经济效益，对矿山未来开发经济效益有明显的影响因素要进行详细分析并进行详细综合评价 | 着重对各种可能的技术方案和投资总体建设方案进行技术经济分析和多方案比选，确定一个最佳方案，或者提出一个不可行的意见，或者调整各种参数，提出可行方案，得出最后结论 | 全面审核可行性研究报告中反映的情况是否属实，各种指标计算是否正确，分析和判断其社会和经济效益，以及可靠性、真实性、客观性，对项目取舍、最终投资做出决策，写出评估报告 |

# 第二章　可行性研究的内容与方法

## 第一节　项目兴建理由

拟建项目都有其特定的背景、依据和原因，一般说有以下理由：新建或者扩大企业生产能力，提供产品或服务，满足社会需求，获取经济利益的需要；进行基础设施建设，改善交通运输条件，促进地区经济和社会发展的需要；合理开发利用资源，增加社会财富，实施可持续发展的需要；发展文化、教育、卫生等公益事业，满足人民不断增长的物质文化生活的需要；增强国防和社会安全能力的需要。

可行性研究阶段应对项目建设的依据和主要理由进行分析论证。这种分析，一般应从项目本身和国民经济两个层次进行。

### 一、项目层次分析

项目业主或投资人兴建项目的理由，或者是为了在向社会提供产品、服务的同时获取合法利润或投资回报，或者为了促进国家、地区经济和社会发展。项目层次分析，应侧重从项目产品和投资效益角度论证兴建理由是否充分合理。

### 二、国民经济层次分析

有些项目兴建的理由从项目层次看可能是合理的、可行的，但从国民经济全局看就不一定合理、可行。因此对那些受宏观经济条件制约较大的项目，应进行国民经济层次分析。例如，分析拟建项目是否符合合理配置和有效利用资源的要求；是否符合区域规划、行业发展规划、城市规划、水利流域开发规划、交通路网规划的要求；是否符合国家技术政策和产业政策的要求；是否符合保护环境、可持续发展的要求等。

通过上述两个层次的分析，判别项目建设的理由是否充分、合理，以确定项目建设的必要性。

# 第二节　项目定位与项目目标

## 一、项目总体定位

在对项目进行定位时，首先要明确项目的优势。

一般应通过以下方面来分析各种项目投资优势，一旦证明是可行的，就需要对其进行更进一步的详尽研究。①资金来源及其性质，任何资金来源渠道，均有特定的限制使用条件。在酝酿投资机会时，必须考虑投资资金的特定限制条件。②自身优势项目，选择投资项目必须考虑自身优势情况。③资源优势项目，一种新资源的发掘及被利用，往往能给投资者带来巨额利润。利用资源优势，选择投资方向，是投资者首先需要考虑的因素。④新技术优势项目，以新技术作为自己选择投资项目的方向，往往是获得巨额利润的重要途径。⑤地理位置优势项目，在投资区位选择上，运用地理位置的优势往往非常重要。⑥市场超前项目，寻找投资机遇，关键要有超前意识，看到未来市场。潜在市场的挖掘和开辟，往往能获得超额利润。⑦现有企业的前后工序配套项目，多种经营项目，具有生产要素的成本及市场等综合优势的项目。⑧具有时代特点而构思的投资项目。⑨冷进热退，出奇致胜。策划投资项目不要追风赶热，相反应该是冷进热退，设计未来热点市场的竞争项目。⑩对某些由于人口或购买力增长而具有增长潜力的消费品以及具有较强需求潜力的新研制产品。⑪其他国家中在经济方面具有同样水平时获得成功的同类行业项目。

明确了项目优势后，就可以对项目进行总体定位。

(1) 资源利用开发型项目，由于不少资源具有不可再生或再生能力差的特点，因此，这些资源总是随着不断地被开发利用而日益减少。资源量的减少，其价值就愈来愈高，尤其对那些稀缺资源或无再生能力的资源来说，更是如此。因此，投资开发这类资源并对其进行加工或深加工，只要经营管理有方，产品结构合理，投资规模经济，一般能取得良好收益。另外，独具特色的旅游资源，独特的地理、气候形成的农业资源，均可有效开发利用。

(2) 填补市场空白型项目。项目投资效益的好坏，关键在于市场。尤其是工业加工项目，只要产品需求大，降低生产成本，就具备了获利的基础。只要投资商瞄准机会，利用市场空白，构思投资项目，生产经营符合市场需求的产品，就能获得理想的投资收益。

(3) 科技领先型项目。一项新技术的突破，新产品的问世，往往能取得超出市场平均利润几倍、几十倍的超额利润。正因为高额利润回报的诱导，促使人们不断研究应用新技术，开发新产品。因此，如果投资商按照社会的现实及潜在需求，组织人员攻关，研制技术领先的新产品，或者通过购买技术专利，开发新产品投放市场，则可望获取高技术附加值带来的高额利润回报。

(4) 配套加工服务型项目。该类项目投资的着眼点主要在于某一大项目的开发建设或某一产业的蓬勃发展，客观上对某些配套产品或配套服务形成巨大需求，从而使该类项目投资拥有具有一定规模和稳定的需求市场，市场风险相对较小。因此，投资商可采取跟进配套策略，投资开发配套项目。

(5) 可收费的基础工程项目。对于基础设施或基础工业项目，如城市煤气、收费公路、桥梁、供水，火电站以及输电网线和通讯线路等，由于投资风险较小，收益有保证，而且从长远看，也能获取令人满意的投资回报，往往是具有较强资本实力和良好融资渠道的投资者追逐的投资领域。

(6) 政府鼓励的国有企业改造和支柱产业项目。未来 10 年内，中国政府的基建和技改投资重心将是支柱产业项目和大中型企业的技术改造，投资该类项目一般能得到当地政府在政策、土地使用等方面的优惠，有时还能得到资金和信贷等方面的支持，甚至有些项目政府还承诺给予某一固定比例的投资回报。因此，投资商可在综合考虑各项条件和因素后，有选择地收购、兼并国有企业或参与支柱产业项目的投资建设。

## 二、项目目标及功能定位

项目目标及功能定位，是整个项目决策的原则性依据。主要内容包括：①效益目标定位，对投资收益目标予以定位，不仅使投资者做到心中有数，又能正确指导咨询工程师进行各项投资策划活动，并避免投资商过高期望的盲目乐观和缺乏投资信心的盲目悲观。②投资规模定位，一个具体项目，往往可投资的范围和规模可大可小，项目投资规模及范围的界定，有利于项目的整体策划和便于安排筹资、投资计划。③项目功能定位，项目咨询的重要任务之一，就是确定项目功能，并在此基础上进行项目设计、计划投资和施工建设。项目功能的定位，决定着项目的基本框架及其他各个方面，进行项目咨询时，首先需要对项目功能进行定位。④项目市场定位，主要有产品销售市场、服务对象及原料来源市场的定位。产品市场和服务对象定位决定着产品的设计方案、生产规模、质量档次、产品包装、以及销售价格等。对项目目标及功能的定位，是项目投资策划咨询和开发建设的一项重要工作。

一个经过认真计划的项目，必定要反映目标组（利益群体）的需求。然而，没有对项目背景及现状的准确分析，就不可能实现项目目标。以目标为导向的项目计划方法在形式上表现为逻辑框架矩阵分析，包括参与式分析、问题树分析、目标分析和策略分析。参与式分析和问题树分析属于现状分析，一般在项目计划之前进行。目标分析和策略分析可以作为项目计划的一部分来进行。分析方法根据项目参与者的不同有多种形式，一般按下列步骤进行：①提出项目设想；②咨询工程师根据所提出的问题进行初步分析论证；③咨询工程师与相关团体或组织的代表进行座谈，对论证结论进行验证；④咨询工程师与相关团体和组织的代表共同分析面临的问题；⑤对要取得的目标达成共识，从而为项目计划提供依据。

### （一）参与式分析

参与式分析的目的是要了解所有与项目有关的个人、组织的兴趣和期望。分析方法如下：

（1）列出受到项目影响的团体、个人和机构。

（2）区分类别（如受益者、项目目标组、实施者），并按收集、整理、描写、分析、评价顺序对有关利益群体划分为参与者和非参与者。

（3）特性描述和分析。①描述团体的特性：社会性（成员、社会背景、宗教、风俗习惯）；团体的地位（正式规定的、实际上的）；团体的结构（构成、领导等）；状况与问题（包括团体的态度等）。②兴趣、动机、观点；需要、愿望；兴趣（公开的，隐蔽的）；动机（希望、期望、忧虑）；对实施机构和部门的态度等。③潜力：团体的长处（资源、权利、垄断性等）、短处和欠缺；团体是否会为项目做出贡献。

（4）做出项目结论：采取什么方式顾及该团体；需要采取哪些特别措施及态度。

### （二）问题树分析

问题分析的目的是，通过对现有状况的调查分析，查明重要问题，确定中心问题；用图表（问题结构表）显示因果关系。基本方法为：

（1）确定主要问题：①根据现状分析确定主要问题；将主要问题写在卡片上；②减去重复的卡片条目；③确信与会者对所有卡片都充分理解。

（2）确定中心问题：①根据所处环境，指出现存的所有主要问题；②计划小组中的每个成员都从主要问题中提出几个他认为的中心问题；③对所提出的各种中心问题阐述理由，然后展开讨论，根据列出的问题，排出先后顺序，找出因果关系。

### （三）目标分析

目标分析的目的是要描述问题解决以后将达到的状态（目标），建立目标树。分析步骤为：①将目标树上的所有问题全部改变成目标。中心问题要变成平级的目标，不再加以强调。②检查目标与问题的关系是否正确，在必要时可以对描述进行改变。在改变描述时要注意：如果原来的描述概念模糊，就要对问题进行再次讨论；如果经改变的原文有歧义，可以增添一个附加目标；不要制定不切实际的目标；对目标表述的要求标准是看此目标是否足以构成上一层目标的前提。③保证因果关系变成手段和目标的关系（并不是每个因果关系都能直接翻改成手段和目标关系）。④目标树要编成独立的一览表。

据统计，企业上马的大批项目，大部分是成功的，但也有一些项目明显出现失误，造成了严重损失和浪费。重要原因之一，就是诸多项目条件比不能满足预期目标。有些项目虽是企业发展所急需的，但在项目规模、选用的技术工艺、厂址、资源利用、环境保护与配套建设等方面没有全面考虑是否能满足预期目标需要就仓促上马，致使项目投产后经济效益不高，达不到预期效果；有的项目盲目上马、主观拍板，只顾扩张，而不管产品有无市场，结果项目建成后，因产品无销路而停产、减产或转产；有的项目建成

后，因无能源或原材料供应不足而不能正常生产，长期开开停停，造成亏损；有的项目盲目选用已被淘汰的落后技术，生产的产品既浪费能源和原材料，产品成本又很高，缺乏竞争能力，而且污染环境，效益很差；而有的项目又盲目追求先进技术，投资很多，但不符合市场需求，人员素质跟不上，先进技术生产落后产品。如此等等，都是因为没有明确现有或将来的条件是否能符合预期目标，缺乏认真考虑造成的。

## 三、项目建设基本条件

对于确需建设且目标合理的项目，应分析论证其是否具备建设的基本条件。一般应分析市场条件、资源条件、技术条件、资金条件、环境条件、社会条件、施工条件、法律条件、以及外部协作配套条件等对拟建项目支持和满足的程度，以考察项目建设和运营的可能性。这在本书以后内容中，我们将详加分析。

# 第三章　资源条件评价

资源是指需要利用的自然资源，如矿产资源、水利水能资源和森林资源。按其更新恢复能力，可以把资源分为两大类：一类称为非再生资源，这类资源的特点在于一旦被开发出来，进行加工利用后，就不再能够生长出来，或者即使能再生长出来，也要经过极其漫长的地质年代，最典型的是各种矿产资源，例如铁矿石、煤等；另一类称为可再生资源，这类资源的特点在于在被开发利用之后，经过一定的时间或过程能够重新生长出来，这类资源主要是指水及森林资源等。资源条件可以说是投资项目最基本的建设条件，是项目进行生产经营的物质基础。任何一个投资项目在一定程度上都要依赖于项目所在地的自然资源为前提，而且该项目本身效益发挥的好坏，资源条件也起着重要的作用，可以说资源条件的状况直接关系到项目的取舍与建设规模大小。比如说建立一个铝厂，则需要大量的铝土矿资源，建立一个纺织厂，则没有大量棉花供应是不可能的。

进行资源条件的评价主要有两个方面的目的：一是通过对项目所在地资源条件的评价，为项目的建设与否以及具体方案的选择提供依据。二是通过资源条件的评价，根据现实的资源分布情况，因地制宜，对该项目进行合理布局，以科学利用自然资源，促进项目效益的提高。资源开发项目包括：金属矿、煤矿、石油天然气矿、建材矿、化学矿及水利水电、森林采伐等项目。在可行性研究阶段，应对资源开发利用的可能性和可靠性进行研究和评价，为设计项目建设规模和开发方案提供依据。

## 第一节　自然资源的特点

一般来说，自然资源具有以下两大特点：

### 一、资源的有限性

对于绝大部分矿产资源，它们的蓄藏量是有限的。例如，煤炭、石油、天然气，以及各种金属及非金属的资源，需要经过漫长的地质年代，并在特定的条件下才能形成，开采出多少，它们的蓄藏量就减少多少，直至枯竭。土地资源和水资源虽然是可再生的，但在一定时期，在一国范围内也是有限的。尤其是我国从总量上来说，许多资源都很丰富，但平均到人均占有量则很少的，资源的有限性要求在资源的开发利用中，必须进行合理评价以合理利用有限的资源，使项目发挥更大的经济效益和社会效益。

## 二、资源的分布不均衡性

不同地区的自然条件是千差万别的，不同的自然资源要在不同的自然条件下才能形成，从而各地区的自然资源分布呈现出不均衡性，所以在对资源条件进行评价时，要对项目拟建地区的资源品种、储量和开发条件等进行研究，以便扬长避短，使该项目能够成功。

# 第二节　资源开发利用的基本要求

## 一、符合资源总体开发规划要求

资源开发项目应在总体开发规划的指导下进行合理开发。例如，煤炭开采项目，应符合煤田区域开发规划；油气田开采项目，应符合油气田区域开发规划；水利水电项目，应符合流域综合开发规划和国土整治要求。

## 二、符合资源综合利用的要求

多金属、多有用化学元素共生矿、油气混合矿等资源开发项目，应根据资源特征提出资源综合利用方案，作到物尽其用。

## 三、符合节约资源和可持续发展的要求

在研究资源开发项目动用资源规模和开采强度时，应处理好远期与近期的关系，力求节约资源。

## 四、其他要求

(1) 森林资源开发应符合国家保护生态环境的规定

(2) 资源储量和品质的勘探深度应达到规定要求

资源储量和品质的勘探深度应确保资源开发项目设定的生产规模和开采年限。

编制资源开发项目可行性研究报告时，矿产开采项目应附有国家矿产资源储量委员会批准的储量报告；水利资源开发项目应附有关部门批准的水利资源流域开发规划；森林采伐项目应附有关部门批准的采伐与迹地恢复规划。

# 第三节　资源评价

## 一、资源评价的原则

在对自然资源评价时，要遵循以下四个原则：

(1) 自然资源的可得性。

自然资源具有分布的不均衡性，每一个地区的资源赋予条件是不同的。另外，每一种资源的物理和化学性质也是不一样的，因此，在对资源条件进行评价时，必须要考虑到在项目拟建地区，项目所需资源的拥有状况，在现有条件下是否能够开采，以确认资源确实能为本项目所得。

(2) 自然资源的可用性。

每一种自然资源在其物理性质和化学性质上都是不一样的，即使是同一种资源，其质量等级也是不一样的，从而发挥的作用也各不相同，对于拟建项目，要评价资源能否满足正常生产经营的需要，是否是所需的品种，所要求的质量等级。例如对矿产资源，要对该矿石的工业品、结构、构造以及伴生的有益、有害成分进行详细的分析，以确定能否为本投资项目所用。

(3) 自然资源的可靠性。

矿产资源的储量是有限的，而农业资源也具有季节性的特点，因此在对资源进行评价时，要考虑到资源的可靠性。对矿产资源要评价其在项目寿命期内可供开采的量是否能够满足生产要求以及该矿产资源提前枯竭的可能性；对农业资源，则应对能否保证一年四季的供应以满足项目需要进行评价，要考虑到由于季节性和突发天气变化等造成的影响。

(4) 自然资源的效益性。

在项目拟建地区，该种自然资源的获得应该具有经济上的效益性，在几个不同的资源供应地进行选择时，在数量和质量都能满足要求的同时，尽量选择价格最低廉的供应地，选择运输最方便和运费最便宜的供应路线。

## 二、资源评价的内容

(1) 资源可利用量。主要是研究在项目拟建地区可供利用的资源的数量，如矿产资源的可采储量、水利水能资源的蕴藏量和森林资源的蓄积量等。矿产开采项目，应根据国家矿产资源储量委员会批准的储量、品位、成分和开采价值的报告，在进一步勘探核查的基础上，提出项目的矿产可采储量；水利水能开发项目，应根据流域开发总体规划，分析研究拟建项目河段内的年径流量、水位落差，并提出水利水能资源合理开发利用量；森林采伐项目，应根据森林蓄积量调查资料，以及有关部门批准的采伐复垦计

划，研究提出项目的原木可采伐量。

（2）资源自然品质。主要研究资源自然品质能否满足项目技术方案的要求。例如金属矿和非金属矿开采项目，应分析研究矿石品位、物理性能和化学组分。煤炭开采项目，应分析研究其热值、灰分、硫分、瓦斯含量、结焦性能等。石油天然气开采项目，应分析研究其化学组份、物理性能（粘度、凝固点等）。水利水能开发项目，应分析研究河床稳定性、泥沙含量、有机物含量、水体形态（水位、水温、流速）等。

（3）资源赋存条件。主要研究分析资源地质构造和采选难易程度，以便确定开采方式。例如矿产开采项目，应分析地质构造、矿体结构、矿层厚度、倾斜度、埋藏深度、岩体性质、灾害因素、涌水量等。石油天然气开采项目，应分析研究油气藏压力、含油气地质构造、孔隙率、渗透率等。水利水能开发项目，应分析拟建项目区段内地质构造的稳定性、地震活动规律以及水能梯级分布情况。

（4）资源开发价值。应分析研究资源是否值得开发利用，能否取得预期的经济效益。矿产开采项目，应分析计算单位矿产品生产能力投资、单位矿产品的开采成本、露天矿的采剥比、地下矿井的采掘比等指标。森林采伐项目，应分析单位原木生产能力投资。水利水能开发项目，应分析单位供水能力投资、每千瓦电力装机容量投资以及防洪、灌溉、航运、养殖等的综合利用效益。

（5）资源的可替代性。对于稀缺资源或供应紧张的资源，要注意开辟新资源的前景及有无替代资源，是否采取节能工艺和措施，其成本效益情况如何。对矿产资源还要考虑开采年限及接替矿问题；对农产品资源要考虑到季节性的特点，淡季造成资源紧缺时的替代问题，提出节约资源的措施和建议。

## 第四节 资源的有效利用及其评价

对选定的资源进行合理而有效的利用，可以降低产品生产中的资源消耗，从而降低成本，提高效益。对资源的有效利用主要有以下几个途径：

### 一、进行预处理

有些资源在进入生产之前可以就地进行预处理，如精选、分类、压块等，以除杂提纯、取得精料，这样既提高资源的利用水平，降低消耗，又可以提高产品的质量。

### 二、采用先进工艺

根据技术上可能和经济上合理的原则，应尽量采用先进合理的工艺路线和工艺技术，提高资源的利用率。一般来说，技术含量高的工艺，往往能有效的降低废品率，减少生产过程中的消耗，提高资源的利用程度。例如在机械制造业采用的精密铸造，无切

屑加工工艺，钢铁部门采用的纯氧炼钢，直接轧制工艺等。

## 三、采用先进的机械设备

机械设备落后，在生产过程中既影响产品的质量，又会因废品率高而浪费资源，因此，采用先进的机械设备也是提高资源利用水平的重要途径。

## 四、综合利用和回收复用

在生产的过程中，伴随产品生产出来的同时，常常会有一些无用的物质被废弃掉，这就是“三废”，即废水、废气、废渣。如果对这些废弃物进行综合利用，经过科学处理或进一步加工，可以生产出新的产品，这样，既可以大大提高资源的利用效率，获得多种产品，又有利于保护环境。如有色冶金工业的尾气可以用来制造硫磺、或用 $SO_2$ 制造硫酸，酿酒企业的酒糟可以用来做猪饲料等。

反映和表示资源的有效利用的指标主要有以下两个：

(1) 某资源利用率 $= \dfrac{\text{项目产品中包含的该种资源的数量}}{\text{该种资源总消耗量}} \times 100\%$

(2) 单位产品某资源消耗量 $= \dfrac{\text{该资源年总消耗量}}{\text{产品年总产量}}$。

通过对拟建项目资源是否有效利用以及有效利用的程度如何的评价，把上述指标与同行业进行比较，对评价该项目是否可行也是一个可以参考的因素。

# 第五节　矿产资源条件分析评估

矿产资源条件分析包括矿产储量和矿床地质条件、矿体地质特征、地质勘探工作、矿产储量计算等的分析研究。

## 一、矿产储量和矿床地质条件分析评估

矿产储量是可行性研究的对象和基础，是决定生产规模的依据。因此，在进行矿山建设可行性研究时，必须有经有关部门批准的矿产储量、品位和地质勘探总结报告。但是地质勘探工作，对矿产储量的认识和掌握只能达到一定程度，从详细普查后的初步可行性研究开始，经过勘探工作和详细可行性研究以后，在矿山建设和生产的全过程中，还要进一步揭露矿体，从而使人们对矿产储量的认识逐步深化和提高，逐渐接近实际。

矿床地质条件分析评估包括成矿地质条件、矿床控制因素、矿化规律、矿床成因等方面的分析评估。

## 二、矿体地质特征分析评估

这是在成矿地质条件研究的基础上，研究矿体多维空间的变化性和变化程度，也就是研究矿体外部特征要素（包括形态、产状、厚度、规模、空间位置和构造破坏等）和矿体的内部结构要素（包括矿石物理化学性质、矿石物质组成、化学成分、矿石自然类型、工业类型、工业品级的种类及比例和分布规律等）以及其他标志变化的规律。其目的在于了解和掌握矿体各种标志参数的变化性质和变化程度。

(1) 矿体外部特征决定着井田分布、开采方式、采矿方法、运输方式、开采深度、开采顺序、开采坑道和运输巷道的布置和长度等；

(2) 矿体内部特征直接影响矿石的质量和利用，是决定产品方案、选矿加工流程、工艺复杂程度、矿产品质量、价格、利润的重要因素。其变化程度常用平均值、变化系数、均方差来表示。研究矿体变化规律应以总体变化为重点，抓住那些主要的、有一定规模的、对矿床开采有影响的主要矿体进行重点分析，同时，注意研究它们与成矿地质条件的关系。

## 三、矿床综合开发利用的分析评估

(1) 矿床的综合开发利用应进行以下几方面分析：

①平衡分析。有色金属矿床常伴生多种有益组分，加强综合开发利用不仅能提高矿床开发的经济价值，而且对矿石工业类型的划分也具有重要意义；但回收这些伴生组分也会引起矿石工艺加工处理的复杂化，使生产成本提高。因此，必须进行平衡分析工作，即综合回收元素或金属的收入，必须等于或大于为回收这些元素或金属的费用。

②富集分析。综合开发利用研究除了分析赋存状态、分布规律、品位高低与主组分的关系等以外，还要分析研究技术加工的可能性和经济效果。一般伴生组分，只有在加工过程中与主组分一起富集时，才具有综合利用价值，赋存在围岩或其他矿物中的伴生组分是无法回收利用的。某些共生矿物，有的呈单矿物与主矿物联生，有的嵌布在主要矿物品体之中，这就要研究哪种矿物在选矿过程中可以随主矿物富集在精矿中，哪种在冶炼过程中可回收利用。

③物相分析。通过物相分析可以了解矿物的赋存形态，计算在各种形态下各种矿物、围岩的含量比和相关系数，以便正确评价其综合利用的可能性及可能的回收率。

(2) 对于矿床的综合开发利用的评估指标有：

①金属平衡。就是选矿工艺过程中各阶段所获得的（包括尾矿在内）各种产品的金属量总和必须等于原矿金属量，它是选矿工艺流程设计的一项重要的计算工作。

$$\text{原矿金属量} = \text{各种精矿金属量} + \text{中矿金属量} + \text{尾矿金属量}$$

②富集比（$\alpha$）。是指原矿通过选矿后，有用组分富集到精矿中的比例，它是评价矿石选矿性能和作业优质的指标，一般来说富集比越大，表示矿石易选和选矿作业效率高，可用公式表示为：

$$\alpha = \text{精矿品位}（C_d）/\text{原矿品位}（C_m）$$

③选矿产出率（即选矿产率）（δ）。指采出矿石量通过选矿处理后，获得精矿数量的百分率，也就是精矿量与采出量之比（或选矿比 q 的倒数），即：

$$\delta\left(\frac{\text{精矿量}}{\text{采用矿石量}}\right) = \frac{C_m \cdot K_d}{C_d}$$

式中　$K_d$——选矿回收率。

④选矿回收率（$K_d$）。指精矿中金属质量与采下（入选）矿石中金属质量之比，它反映选矿过程中金属的回收程度。故实际选矿回收率为：

$$K_d = \frac{\text{精矿中金属质量}}{\text{采出矿石中金属的质量}} = \frac{\text{精矿量} \times \text{精矿品位}}{\text{原矿量} \times \text{原矿品位}}$$

或由前式得出理论回收率，即：

$$K_d = \frac{C_d \cdot \delta}{C_m} \times 100\%$$

或

$$K_d = \frac{C_d\ (C_m - C_w)}{C_m\ (C_d - C_w)} \times 100\%$$

式中　$C_m$——采下（入选）矿石品位（%）；

$C_d$——精矿品位（%）；

$C_w$——尾矿品位（%）。

若 $K_d = 100\%$，则说明分子分母相等，$C_w = 0$ 这种情况实际不可能。若 $K_d < 100\%$，则说明 $C_w > 0$。

理论回收率是用来检验实际回收率的精确程度、技术管理水平高低、评估试验报告质量等的指标。

## 四、地勘工作分析评估

（1）主要包括对勘探方法、勘探手段、勘探工程质量、矿体控制程度的分析评估，同时，还包括对地勘工作进展情况和存在问题的了解。由于要考虑矿床开采方法和开拓方式等，因此要对矿体分布范围、矿体边界轮廓、矿体形态、产状及其内部结构进行控制。

（2）对于有色金属矿床的矿体，通常成群成带分布，一个矿区内往往有多个矿体存在，这就要求抓住主要矿体进行勘探和分析，特别要注意分析那些影响露天矿开采境界圈定、地下开拓系统布置和开采顺序、影响生产规模的矿体，评价其控制程度，注意矿体边界的控制。

（3）对于矿体分布范围大，矿体比较多，矿产储量丰富的矿床，应选择矿体品位比较高，开采和建设条件比较好的地段或矿体为先期开采地段，进行可行性研究和评估。

（4）关于矿石工业类型的划分，除了应根据自然类型、分布规律、比例关系等地质因素外，更主要的是分析采选的可能性，必要时要进行试验研究工作。

## 五、矿产储量计算分析评估

主要包括矿体圈定原则、圈定方法、储量计算参数的确定和储量计算方法等问题的分析评估。

# 第四章　技术分析方法

投资项目进行可行性研究的一个重要内容就是从项目的生产与建设条件，项目选用的技术、工艺、设备，以及项目生产规模、产品结构等方面进行技术分析，以确定项目的内部条件，进一步从技术的角度分析项目的可行性。

## 第一节　生产和建设条件评估

### 一、项目和企业概况审查

对项目的生产和建设条件进行评估分析，首先要对拟建项目和企业概况进行审查，通过审查，初步弄清项目建设的背景和目的，找出项目存在的主要问题，为进一步详细分析拟建项目的必要性和可行性打下基础。

#### （一）项目概况审查

对投资项目概况审查，主要按项目实地调查的资料，结合可行性研究报告的有关内容，做好以下几项审查内容：

⑴ 项目目标审查。投资项目的目标主要表现为：增加产量、扩大出口或替代进口；提高产品质量、增加花色品种；改善产品生产薄弱环节和提高设施配套能力；节约能源、降低成本；拓宽经营领域、开发新产品等等。按我国投资决策的层次，投资项目的目标也按国民经济与社会总体发展目标、行业或地区发展目标、企业发展目标三个层次确定。项目目标审查既要分析确定项目目标的必要性，也要评估其实现的可能性。

⑵ 项目的必要性。一般从两个方面分析项目的必要性，一是项目在国民经济和社会发展中的地位和作用；二是项目是否符合行业规划与产业政策。此外，还需从市场需求和项目规模经济角度进行项目必要性分析。

⑶ 项目前期工作状况。进行项目审查时，已经过“建议书”与“可行性研究”阶段，此时要求了解一下有关内容，如：项目建议书批准时间；项目可行性研究的承办单位、负责人、过程、对项目的主要结论及依据，经过了哪些方案比较。

### （二）企业概况审查

除独立的新建项目外，一般投资项目（如改扩建与更新改造）都是在原有企业基础上进行，拟建项目与原有企业有着密切的关系。对这类项目的评估，还须从企业审查入手。依据项目调查和可行性研究报告中的资料，从以下几个角度对企业进行审查：

（1）历史概况。了解企业的历史及发展过程，经营机制与体制变化情况，把握企业的特点。

（2）现实状况。对企业的投入——转换——产出进行系统分析，掌握企业产供销各环节与人财物各方面的基本状况，并对发展趋势做预测分析。

（3）影响企业发展的主要问题。重点从产品产量、质量、品种规格、获利能力等方面进行分析，并提出相应的改善措施。

（4）已具备的建设条件。改扩建和更新改造项目相对新建项目而言，投资少，见效快。这种优点正是因为原有企业已具备了许多建设条件，才使其变为现实。因此，一方面分析原来进行基本建设时，是否留有余地，是否要新建厂房或征地；另一方面分析在增加设备投资时，是否需要增加土建投资以及新增投资的构成。

## 二、资源条件评估

广义地说资源条件包括矿产等自然资源条件与技术、人才等社会资源条件。狭义上指自然资源条件。一般在工业化初期，人们评价资源条件只重视矿产资源的储量多少，以及如何更多、更快地开发的问题，在这种思想指导下，逐步形成了一些过分依赖自然资源的粗放型开发的“资源开发型城市或地区”。从世界各国成功或失败的经验看，不重视资源的深加工，不重视资源开发过程中的资源保护，盲目加快开采速度，往往使经济与社会的持续发展陷入困境。

### （一）资源在投资项目中的作用

投资项目，尤其是大型投资项目，必须以一定的资源为物质基础。例如投资兴建大型的钢铁企业，必须有铁矿石、煤、水等资源作保障，否则投资项目就无法存在。因此，资源是投资项目赖以生存的重要基础。资源评估过程，就是查明资源、探讨资源合理利用的过程。为正确认识资源和更好利用资源，必须注意几点：

（1）资源的有限性。地球上绝大部分资源，尤其是矿产资源，都是有限的，并且都是不可再生的资源。这一点在资源评估时需充分重视，使有限的资源创造出更多的财富。

（2）资源分布的不均匀性。不同国家或地区自然条件、地质条件的差别，使得资源的分布呈现出不均匀性。如我国北方地区煤矿储量较多，而南方煤矿储量很少；水资源则反过来。因此在投资项目的资源评估时要注意这一特点。同时，有些资源国内较少或国际市场上价格较便宜，不一定就要立足本国的资源，必要时可大量引

进某些资源，来加快我国某些行业的发展，如我国钢铁行业进口国外铁矿石的成功实践就证明这一点。

### （二）资源评估的环节

（1）资源种类与性质分析。如矿产资源的矿床规模、类型特征、矿体形态及大小、埋藏条件、矿石品位、采选及加工难易等。同时还要分析矿床所处的自然经济地理环境。

（2）资源的开采条件分析。即资源的开采方式和供应方式；资源的可供数量、质量及服务年限；成本高低及运输条件等。

（3）技术进步对资源优化使用的影响。如石油化工随着技术进步，不断提高加工深度，走石化与精细化工、医药等相结合的发展模式，可使石油资源获得更高的经济效益，产品具有更高的附加价值。

（4）稀缺资源的替代分析。对项目所需的稀缺资源，一种途径是设法从别的国家或地区购进；另一种办法就是开发可替代的新资源。

（5）对农产品资源的市场发展变化趋势进行分析。如我国蚕茧的供应，原东部地区较充足，这一地区丝绸行业的发展水平较高，近几年因东部地区农村经济水平提高很快，劳动力成本上升，植桑养蚕已获利甚微，我国丝绸生产中心已开始西移（如四川）。

## 三、工程和水文地质条件评估

工程和水文地质条件，是厂址选择的重要条件之一，它对投资项目的建设与生产有长时间的影响。

### （一）工程地质条件评估

（1）分析项目所处地段的自然地理现象，岩石、土壤的力学性质，及其这些条件能否满足项目建筑物的要求。

（2）分析工程地质条件与建筑物相互的作用与影响，合理选择相适应的地质环境，保证建筑物的稳定性与安全性。

（3）分析项目所在位置是否具有可工业开采价值的矿床。

### （二）水文地质条件评估

（1）对项目所在地段水文地质条件进行评估，着重了解地下水文的形成、分布及运动规律，以及它的物理、化学性质等。

（2）分析不同时期水位变化、流向、流速和水质等条件。如项目是否在洪水淹没区、塌陷区、滑坡区；地下水位是否低于地下的建筑物基准面，以及相应的治理方案；供水保障等。

## 四、原材料、燃料、动力供应条件评估

### （一）原材料供应条件评估

工业生产所需的原材料及投入物，一般分为：原料（未加工或半加工）、中间材料产品、制造件（零件、配件、部件等）、辅助材料，它们可统称为原材料。对投资项目的原材料供应条件评估，主要是根据项目产品的类型、性质来研究原材料供应的可能性及其对产品成本和质量的影响。在分析一个项目的原材料供应条件时，着重对其中主要或关键性的原材料的供应数量、质量、价格、来源、运输距离、仓储设施等进行分析。具体分析要从以下几个方面进行：

（1）供应数量应满足生产能力的需要；

（2）原材料的质量要适应生产工艺的要求；

（3）选择价廉物美的原材料；

（4）注意开发国内外两个原材料供给市场；

（5）为节约运费尽可能就地取材；

（6）原材料仓储设施的建设及条件。

此外，对原材料供应商的情况也要进行评估，如本地区、国内、国外与项目所需原材料的供应商是谁，有多少供应商的质量体系通过了 ISO9000 认证（或其他认证），供应商中有多少合格（免检）的产品（投资项目所需的原材料）。

### （二）燃料、动力供给条件评估

项目所需燃料种类主要有煤炭、石油和天然气；动力的种类包括水、电、风、汽、气等。对燃料、动力供应条件的评估，一般从以下几个方面进行：

（1）燃料种类的选择。根据项目产品的生产过程、成本与质量、环保等的要求，根据燃料供应政策、供应数量、质量及方式的要求，选择适当的燃料；

（2）水的工业用途和供应条件分析。水的工业用途大致可分：原料用水、锅炉用水、冷却用水、工艺用水、冲洗用水。水的来源有：地表水、地下水、海水。项目评估要分析水的来源、水质的要求、用水量计算与预测、供水价格等，并从环保角度分析是否有水循环设施等；

（3）电的供应条件分析。如计算日电耗量、年电耗量，及其对成本的影响；计算变电、输电设施的大小及投资；最大负荷与启动负荷、冲击负荷的计算等；

（4）其他动力供应条件分析。

## 五、交通运输条件评估

大型工业投资项目，一般都需要有较大的运力相配套。交通运输是项目物资供应的先行官，是产品在生产过程中运送及产品销售等环节的重要组成。因此，一定要对交通

运输条件进行分析评估。交通运行条件评估的内容如下：

（1）厂内外的运输方式与运输设备选择。厂内运输方式常见的有水平运输和垂直运输，根据被运物体的形状、性质与工艺要求等，确定具体厂内运输方式和设备。厂内运输要纳入生产过程的设计与组织中，统一研究处理。厂内运输设备除火车、汽车之外，还有如起重设备、皮带机、电梯、天车、管道等等。厂外运输方式与设备选择，主要取决于运输物资的类型、形态、运量、运距等。固态物资常用火车、汽车与轮船，液态、气态物资还可用管道。

（2）装、卸、储、运等运输环节的能力配套与组织管理。

（3）运进量、运出量对生产过程和生产成本的影响。

## 六、厂址选择条件评估

投资项目具体厂址的确定，一般要经过宏观的地区经济布局、布点和厂址选择三个层次。厂址选择关系到不同地区投资分配、区域经济发展、产业结构、生态环境、项目建设条件、生产要素市场与产品销售市场等全局性、长远性的问题。此外，还涉及到政治、国防等因素。因此，要运用系统的观点，全面来评价厂址选择。

### （一）项目布局中的地区选择原则

（1）综合平衡，共同发展。根据地区经济发展不平衡的规律，合理处理发达地区与落后地区关系，布局要有利于促进地区间的专业化生产与区域经济协调发展，要有利于先进地区带动后进地区共同繁荣，缩小差距。

（2）突出优势，合理分工。按社会劳动地域分工规律，合理发挥地区自然资源优势与社会资源（如科技、劳动力、资金等）优势。

（3）减少运量，靠近市场。投资项目尽可能靠近原材料、能源、劳动力丰富的生产资料市场，尽可能靠近产品消费量大的生活资料市场，以减轻运输负担；或者靠近运输条件好的地区，有利于原材料、能源的供应和产品的外运。

（4）平衡生态，适度规模。工业基地与城镇规模要适当控制，使之符合经济发展的规律和满足生态平衡的要求。

（5）社会稳定，国家安全。要从地区的社会安定、国家国防需要的高度出发，考察投资项目的布局。

### （二）投资项目的布点要求

（1）按原料产地原则布点。对多数农产品、矿产品的初加工工业（如榨油厂、洗煤厂、选矿厂），由于原料在加工过程中失重比例大，消耗原料量比产出成品量大很多倍，这种类型的工业布点，应接近原料产地；同时，有些原料在运输过程中耗损大，外运成本高，布点也应接近原料产地。

（2）按消费地原则布点。对于生产过程中原料失重程度小，甚至增重，或成品不便运输，成品运输损耗大，如玻璃厂、食品厂、家具厂等，一般应按接近消费地原则布

点。

（3）按能源基地原则布点。对耗能大户（如铁合金厂、电解铝厂、特殊钢厂等），由于单位产品耗能比重高，应布点在能源基地、大型电站等附近。

（4）按劳动力原则布点。对劳动密集型的产业或工厂，由于劳动消耗占产品成本比重高，其布点应在劳动力资源丰富的地区。

（5）按技术与知识原则布点。对于技术密集型和知识密集型的产业或企业，如新材料工业、核工业、航天航空工业、电子信息产业、汽车工业等，布点应更多考虑靠近科技条件好、技术协作能力强的地区。

### （三）具体厂址的选择

A　厂址选择的原则

（1）控制大城市规模，合理发展中等城市，积极发展小城市；

（2）服从区域规划、城市总体规划及其功能分工的要求；

（3）保护环境和生态平衡，节约使用土地；

（4）有利于专业化协作；

（5）满足生产建设与职工物质文化生活要求。

B　厂址应具备的条件

（1）工程与水文地质、地形、气象等自然条件要符合建厂要求，占地面积和地形要符合项目厂房和各种构筑物布局的要求，同时要满足生产工艺流程的需要；

（2）原材料、燃料等物质资源的供应要落实可靠；

（3）交通运输、电力、水源等外部协作条件要可靠，并经济合理；

（4）符合国防及安全要求（如易燃易爆产品的厂址选择问题）；

（5）厂址位置要符合当地机场、电网、通信设施间隔距离的要求；

（6）有利于环境保护（如厂址位于河流上游、上风口位置对城市可能带来的污染，尤其是对有毒、有害气体、液体可能的排放与泄漏等问题要做到未雨绸缪）；

（7）生活、文化教育、商业网点、公共交通等基础设施的配套与统一规划、合理布局。

此外，还要在综合分析基础上，对厂址的选择进行多方案比较、选择，比较选择的方法与前面章节所述多方案评价方法相似。当然，厂址选择有很多不便定量的因素，这时可用专家评分法来确定厂址的优劣；如果运输为主要限制环节，可用最小运费的模型法求解，得出最佳的厂址。

## 七、环境保护措施评估

现代工业，如冶金、化工、造纸等工业，在生产过程中排放的废渣、废液、液气等都是环境污染的重要来源。进入 20 世纪 80～90 年代，发达国家工业发展的模式已由先污染后治理向“清洁生产”转变。因此，一定要把节约资源、保护环境放到投资项目评价的重要位置。

### （一）污染源分析

工业投资项目对生态平衡的破坏、造成自然环境的污染原因，主要有以下几个方面：

（1）项目的投入物。如有毒、有害、放射性的投入物，由于密封和安全措施不完善，在运输、储备过程中，已污染了环境。

（2）生产过程的排放物。许多工业生产过程不可避免地产生废渣、废气、废水、噪音等，如处理不当，或项目投资时没有规划好污染物的处理问题，在生产中必然会排放有污染的物质。

（3）项目的产出物。项目的产品本身就有可能对生态环境造成破坏，如某些化肥、农药，许多食品的包装物等。这就要求在产品的使用过程中严格按规则使用，或者用经济手段，加重有关产品的税赋。

（4）对自然资源的过度开采。如地下水资源过度开采，森林资源的过度开采，都会带来严重的生态失衡。

### （二）项目环保措施的评估内容

（1）全面分析投资项目对环境的影响，提出治理对策与规划；

（2）环保工程与主体工程同时投资与建设，以达到清洁生产的目标；

（3）严格执行环保标准，控制污染物排放量；

（4）建立项目污染物排放的成本、费用评价模型，从环境与经济结合的角度综合评价投资项目的经济性。

### （三）综合利用，减少污染物排放

综合利用和清洁生产是环境保护的最根本措施。为此，从投资方案设计时，就要考虑：

（1）合理选择燃料，改进燃料使用方式，加强废渣（如煤渣）利用，防止排放污染；

（2）推广清洁生产工艺，组织封闭式生产，防止有害气体、液体泄漏；

（3）污水的净化与循环使用，排放的废水一定要达到国家规定的有害物质含量标准；

（4）采用先进技术，减少噪声污染。

## 第二节　技术评估的一般问题

## 一、技术评估的原则

在科学技术不断发展的条件下，投资项目应该选择什么样的技术最妥当，对此国内外有各种各样的理论和标准。有人认为，只要项目能够取得理想的收益，这项技术就是

可行的；还有人认为，项目选择的技术越先进越好。结合我国投资项目建设的实践，一般可按下列原则进行投资项目的技术选择。

## （一）先进性

先进性是指项目采用的技术应是先进技术。先进技术是指对当代生产的发展起主要作用，并在技术领域中居领先地位的技术。先进技术首先是一个世界性的概念，即在世界范围的居于领先地位的技术；就一个国家或一个地区而言，也有在此局部范围内居领先地位的技术。我国在跨世纪发展过程中，在投资领域中积极推广和采用先进技术，对于改变我国技术基础现状有很大意义。因此，拟建项目的技术应该具有先进性。如果是引进项目，至少应该比国内现有的技术先进；如果是国内项目，则应该是国内已经成熟的先进技术。

项目的先进性是通过各种技术经济指标来体现的。不同行业，由于特点不同，评价技术水平的指标也不尽相同。在评估中，应结合行业具体情况，选用相应的指标，作为衡量先进性的标准。

## （二）适用性

适用性是指项目所采用的技术必须适应其特定的技术条件和经济条件，可以很快消化，并能取得良好的经济效益。

随着科学技术的发展，人们掌握的技术越来越多，为了达到某一经济目的，往往有多种技术可供选择采用。但是，不同的技术，经济效益是不同的，即使是同一种技术，由于条件不同，经济效益也不一样。因为任何一项技术在实际应用中，都要消耗一定的人力、物力、财力，都要凭借当时的具体条件，包括自然条件、技术条件、社会条件和经济条件等。选择技术，无论是国内的，还是国外的引进技术，都要结合这些条件考虑它的适用性。否则，即使是先进技术，也不一定能带来好的经济效益。

但是，适宜的技术决非只是与先进技术的相对应的一种技术，适宜技术包括先进技术、中等水平的中间技术和较低水平的改良技术。一个建设项目根据自己的条件，采用国际上最先进的技术，能取得良好的经济效益，这种技术同样也是适宜的。

结合我国国情，适宜技术应符合以下基本条件：

(1) 有利于综合利用本国、本地的资源；

(2) 有利于提高能源、原材料的利用率；

(3) 有利于安全生产、“清洁生产”、维护生态平衡；

(4) 有利于充分发挥原有技术装备和技术力量；

(5) 能够与当地技术水平相适应；

(6) 实施中可行，能取得最佳经济效益。

技术适宜性要求项目的决策者克服两种倾向：一种是片面追求技术的先进性，认为技术越先进越好；另一种是以选择适宜技术为借口，迁就劳动力就业的要求，降低项目技术先进性，从而影响技术现代化的速度。这两种情况都是评估人员应该注意的。

### （三）经济性

经济性是指所采用的技术，应该以一定的消耗获得最大的经济效益。在评估过程中，要分析达到同一目的的若干不同技术方案，结合财务分析和国民经济分析进行比较判断，从中找出经济效益最佳的技术。

上述三项原则，先进性是选择技术的前提，经济性是选择技术的目标，适用性是采用技术的条件。三者在评估不同性质的项目中所处地位是不一样的。但它们是一个相互联系的有机体，应体现在项目技术评估的全过程中。

## 二、技术评估程序

技术评估是一项专业性强，难度大的工作，估评部门应尽可能选派熟悉技术分析的专家参加和组织这方面的工作。设立一个由评估人员、项目技术人员和聘请的专业技术人员组成的评估小组，以便对可行性研究报告中的技术论证做出客观的评价。

技术评估的一般程序是：收集资料；分析技术发展趋势；划分技术问题层次，明确评估重点；对工艺和设备进行具体评估。

### （一）收集资料

技术评估能否顺利进行，收到良好的效果，在很大程度上取决于资料的收集工作。技术评估要收集的资料包括以下几方面。

⑴ 多种技术方案。这里所说的技术方案，主要是指工艺和设备的方案。在现代科学技术的条件下，为了达到某种目标，往往可以采用不同的技术方案。就一个建设项目来说，即使是在总体的工艺方案确定的情况下，各阶段的工艺、各种设备仍有一定范围的选择性。

在收集技术方案和进行方案比较的过程中，要注意方案在三个方面的一致性：

第一，技术目标的一致性。拟建项目选择的技术方案，是为了满足市场的某种需求。市场需求千差万别，如果收集的方案在技术目标上不一致，就失去了比较的意义。

第二，技术经济指标的一致性。各种方案的比较是通过各项技术、经济指标实现的。在比选各类方案时，应以相同的技术经济指标为尺度，它们的含义、范围应是相同的，否则应予换算。不能甲方案用一种指标，乙方案用另一种指标。例如，衡量消耗的指标，就不能一个用重量，一个用体积。

第三，时间的一致性。用于比较的方案，必须要有相同的时间起点。时间不同，技术的实施环境就不一样，各种技术性能和经济效益也会有很大差别。例如，把一个目前就要实施的技术方案和一个两年后才能实施的新技术方案进行比较，就难以评价两种方案的优劣。

此外，根据资金时间价值的原理，不同时间范围的技术方案的经济效益也会不一样。

⑵ 收集和熟悉可行性研究报告。可行性研究报告对项目所做的技术论证，是评估

的出发点。同时，可行性研究报告是关于项目全部情况的研究文件，它概括了项目的市场、建设条件、财务、经济等多方面的内容，只有全面了解这些内容，才可能把技术评估和其他部分有机衔接起来。

(3) 收集基本技术资料。包括：工艺方案、工艺流程、工艺说明书、设备性能说明书、引进项目各次的报价单等。上述资料可以为技术评估提供各种参数，如材料、能耗定额、生产规模、质量、设备规格等。

## (二) 分析技术发展趋势

项目的技术评估是对技术在项目整个寿命期可行性的预测。当前，新技术革命方兴未艾，新技术、新设备不断出现。如不注意对项目所应用技术的发展趋势进行分析，在投资项目建设中就可能出现这样的情况：项目建成之时，就是项目技术方法和主要设备淘汰之日。这一严峻的现实说明，必须把分析技术发展趋势的问题放在首位。分析项目技术发展趋势，要做好以下工作：

(1) 收集并认真研究国内外有关技术发展趋势的资料。国内、外许多资料都有对技术发展趋势的预测，如《中国 2000 年研究资料》、《中国科技发展蓝皮书》、《中国产业发展报告》以及其他有关的专业技术杂志等。评估人员应该注意收集和利用这些资料，分析项目所属行业的技术发展趋势。

(2) 预测技术的寿命期。与工业产品一样，技术也有寿命期。任何一项应用技术，都要经过产生、成长、成熟、衰退四个时期。产生时期的技术处于前工业生产阶段，一些基本的技术问题尚未解决，风险性大，建设项目不能采用；成长、成熟时期的技术，正处于推广、应用和完善阶段，经济效益好，是拟建项目应该采用的技术；衰退时期的技术是落后的技术，其生产经济性差，产品的市场已逐渐被新技术所生产的产品取代，经济效益不断下降，拟建项目不宜采用。

## (三) 划分技术问题的层次，明确评估重点

建设项目所涉及到的技术问题十分丰富，由于种种原因，评估人员不可能、也没有必要对每一个技术问题都进行一番详细的分析论证。为了节省时间，突出评估重点，可以将各种技术问题按其影响的范围和作用，分成三个层次：

(1) 对环境有影响的技术问题。这是指对整个国家、地区、行业有影响的技术问题。例如：采用的技术是否符合国家的技术政策；是否符合行业技术发展规划；是否影响生态平衡；项目的技术水平与协作企业是否适应；是采用国内技术还是采用引进技术等。虽然这类问题不是单纯技术问题，从技术的角度来说并不复杂，但它们牵涉面广、影响大，关系到项目全局。因此，它们是技术评估中首先应该明确的问题。

(2) 主要技术问题。这是指对投资项目存在有决定性影响的内在技术因素。例如：工艺方案，主要工艺环节（工序），主要设备，关键性的零部件、配件等，这类问题是技术评估的主要对象。

(3) 一般性技术问题。这类问题对项目总体影响不大，如果可行性研究报告中已经予以明确，就可以不再进行评估。

当然，究竟哪些是主要问题，哪些是一般问题，要根据项目的具体情况确定。

## 三、技术评估的方法

进行技术评估可以运用多种方法，归纳起来有以下几种。

### （一）功能评价法

这种方法是对实现技术目标的工艺、设备的各种技术功能进行比较分析。功能可以通过各种技术参数来体现，例如：额定功率、生产效率、精度、维修性等，比较工艺和设备的这些参数，就可以从中选择功能优胜者。

### （二）费用评价法

工艺和设备在发挥功能的同时，必然发生各种费用，如操作工艺和设备工人的工资、原材料消耗、机物料费、运转的能耗费等。因此只做功能比较，还不能决定项目的取舍，要进一步分析它们的耗费，才能得出正确的结论。

费用评价的过程一般是将各方案的费用汇总相加，以费用消耗最少者为优，然后，再结合功能评价做出结论。

### （三）核查计算法

核查计算法是将方案的各种重要参数和指标对照原始资料进行查证、计算。由于各种原因，项目的组织者所提供的一些技术经济指标往往与原始资料不符。例如，有一个评估小组在审查一个塑料投资项目时，发现企业所提供的可行性研究报告所列的生产能力比评估人员依据设备原始资料所计算的生产能力高出三分之一，从而导致了可行性研究报告中经济分析的全部错误。技术评估并不完全是为了选择一个最优方案，还有一个很重要的目的，就是为了检查可行性研究报告，避免出现各种技术失误和纠正片面的结论。因此，核查计算法是技术评估中的一个重要方法。

### （四）评分分析法

一个技术内容，往往有多种技术指标，在实际的方案比较中，难以出现各种经济指标一边倒的情况。以设备为例，可能甲设备的转速、输出功率比乙设备的好，而乙设备的可靠性、耐磨性比甲设备的好，在这种情况下，应采用专家评分法，分别计算各设备所得的功能总分，以总分最高者为优。

# 第三节　技术方案、设备方案和工程方案

项目的建设规模与产品方案确定后，应进行技术方案、设备方案和工程方案的具体研究论证工作。技术、设备与工程方案构成项目的主体，体现项目的技术和工艺水平，

也是决定项目是否经济合理的重要基础。

## 一、技术方案选择

技术方案，主要指生产方法、工艺流程（工艺过程）等。

### （一）技术方案选择的基本要求

（1）先进性。项目应尽可能采用先进技术和高新技术。衡量技术先进性的指标，主要有产品质量性能、产品使用寿命、单位产品物耗能耗、劳动生产率、自动化水平、装备水平等。项目采用的技术应尽可能接近国际先进水平或者居国内领先水平。

（2）适用性。项目所采用的技术应与建设规模、产品方案，以及管理水平相适应。技术的适用性体现在：

①采用的技术应与可能得到的原材料、辅助材料和燃料相适应。

②采用的技术应与可能得到的设备相适应，包括国内设备和国外设备，主要设备和辅助设备。

③采用的技术应与员工素质和管理水平相适应。

④采用的技术应与环境保护要求相适应，尽可能采用清洁生产技术。

（3）可靠性。项目所采用的技术和设备，应经过生产、运行的检验，并有良好的可靠性记录。

（4）安全性。项目所采用的技术，在正常使用中应确保安全生产运行。核电站、产生有毒有害和易燃易爆物质的项目，以及地下矿开采、水利水电枢纽等，尤其应注重技术的安全性研究。

（5）经济合理性。在注重所采用的技术设备先进适用、安全可靠的同时，应着重分析所采用的技术是否经济合理，是否有利于节约项目投资和降低产品成本，提高综合经济效益。

### （二）技术方案选择内容

（1）生产方法选择

①研究与项目产品相关的国内外各种生产方法，分析其优缺点及发展趋势，采用先进适用的生产方法。

②研究拟采用的生产方法是否与采用的原材料相适应。

③研究拟采用生产方法的技术来源的可得性，若采用引进技术或者专利，应比较购买技术或者专利所需的费用。

④研究拟采用生产方法是否符合节能和清洁生产要求，力求能耗低、物耗低，废弃物少。

（2）工艺流程方案选择

①研究工艺流程方案对产品质量的保证程度。

②研究工艺流程各工序之间的合理衔接，工艺流程应通畅、简捷。

③研究选择先进合理的物料消耗定额，提高收率和效率。

④研究选择主要工艺参数，如压力、温度、真空度、收率、速度、纯度等。

⑤研究工艺流程的柔性安排，既能保证主要工序生产的稳定性，又能根据市场需要的变化，使生产的产品在品种规格上保持一定的灵活性。

### （三）技术方案的比选论证

技术方案的比选内容主要有：技术的先进程度，技术的可靠程度，技术对产品质量性能的保证程度，技术对原材料的适应性，工艺流程的合理性，自动化控制水平，技术获得的难易程度，对环境的影响程度，以及购买技术或者专利费用等技术经济指标。

技术改造项目技术方案的比选论证，还要与企业原有技术方案进行比较。

比选论证后提出推荐方案。应绘制主要工艺流程图，编制主要物料平衡表，车间（或者装置）组成表，主要原材料、辅助材料及水、电、汽等消耗定额表。

## 二、主要设备方案选择

设备方案选择是在研究和初步确定技术方案的基础上，对所需主要设备的规格、型号、数量、来源、价格等进行研究比选。

### （一）主要设备方案选择的基本要求

（1）主要设备方案应与选定的建设规模、产品方案和技术方案相适应，满足项目投产后生产或者使用的要求。

（2）主要设备之间、主要设备与辅助设备之间的能力相互配套。

（3）设备质量可靠、性能成熟，保证生产和产品质量稳定。

（4）在保证设备性能的前提下，力求经济合理。

（5）拟选的设备，应符合政府部门或者专门机构发布的技术标准要求。

### （二）主要设备选择内容

（1）根据建设规模、产品方案和技术方案，研究提出所需主要设备的规格、型号和数量。

（2）通过对国内外有关制造企业的调查和初步询价，研究提出项目所需主要设备的来源与投资方案。

（3）拟引进国外设备的项目，应提出设备供应方式，如合作设计合作制造、合作设计国内制造，以及引进单机或者成套引进等。

（4）选用超大、超重、超高设备，应提出相应的运输和安装的技术措施方案。

技术改造项目利用或者改造原有设备的，应提出利用或者改造原有设备方案。

### （三）主要设备方案比选

在调查研究国内外设备制造、供应以及运行状况的基础上，对拟选的主要设备作多

方案比选，提出推荐方案。

（1）比选内容

主要比选各设备方案对建设规模的满足程度，对产品质量和生产工艺要求的保证程度，设备使用寿命，物料消耗指标，备品备件保证程度，安装试车技术服务，以及所需设备投资等。

（2）比选方法

主要采用定性分析，辅之以定量分析方法。定性分析是将各设备方案的内容进行分析对比。定量分析一般包括计算运营成本、寿命周期费用和差额投资回收期等指标。几种主要的定量分析方法如下：

运营成本比较。这种比较方法是对设备方案的原材料、能源消耗和运转维修费等运营成本进行比较。在功能相同的条件下，设备运营成本低的方案为优。

寿命周期费用比较。这种比较方法包括年费用比较和现值比较。年费用比较是将一次投入的设备费用，按使用寿命换算成每年的费用支出，加上年运营费用，进行比较，年费用少者为优。现值比较是将每年运营费用通过折现系数换算成一次投资费用，加上设备投资，进行比较，现值少者为优。

差额投资回收期比较。这种比较方法是将两个设备方案的运营成本的差额与设备投资的差额相比，计算差额投资回收年限，少于预期投资回收期时，投资大的方案为优。

设备方案经比选后，提出推荐方案并编制主要设备表，如表 5－4－1 所示。

表 5－4－1 主要设备表

| 序 号 | 设备名称 | 型号 | 主要参数 | 计量单位 | 数量 | 设 备 来 源 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 利用原有 | 国内制造 | 进口 | 合作制造 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

非主要设备在可行性研究阶段可不列出设备清单。为了估算设备总投资，可参考已建成的同类、同规模项目非主要设备所占比例或者采用行业通用比例，按单项工程估算非主要设备的吨数和投资。

## 三、工程方案选择

工程方案构成项目的实体。工程方案选择是在已选定项目建设规模、技术方案和设备方案的基础上，研究论证主要建筑物、构筑物的建造方案。

## （一）工程方案选择的基本要求

（1）满足生产使用功能要求。确定项目的工程内容、建筑面积和建筑结构时，应满足生产和使用的要求。分期建设的项目，应留有适当的发展余地。

（2）适应已选定的场址（线路走向）。在已选定的场址（线路走向）的范围内，合理布置建筑物、构筑物，以及地上、地下管网的位置。

（3）符合工程标准规范要求。建筑物、构筑物的基础、结构和所采用的建筑材料，应符合政府部门或者专门机构发布的技术标准规范要求，确保工程质量。

（4）经济合理。工程方案在满足使用功能、确保质量的前提下，力求降低造价，节约建设资金。

技术改造项目的工程方案，应合理利用现有场地、设施，并力求新增的设施与原有设施相协调。

## （二）工程方案研究内容

（1）一般工业项目的厂房、工业窑炉、生产装置等建筑物、构筑物的工程方案，主要研究其建筑特征（面积、层数、高度、跨度），建筑物构筑物的结构型式，以及特殊建筑要求（防火、防爆、防腐蚀、隔音、隔热等），基础工程方案，抗震设防等。

（2）矿产开采项目的工程方案主要研究开拓方式。根据矿体分布、形态、产状、埋藏深度、地质构造等条件，结合矿产品位、可采资源量，确定井下开采或者露天开采的工程方案。这类项目的工程方案将直接转化为生产方案。

井下开采，应根据矿床地质条件、储量、地形地貌、生产规模、作业场地和采矿工艺等，研究确定开采方式，如采用竖井、斜井、平洞或者混合开采等。根据矿体的产状厚度和顶底板岩层的稳固性、矿床水文地质条件、矿石品位高低等，研究确定开采方法，如采用综合采掘、机械化或者半机械化开采。根据开采方式和开采方法，研究提出相应的工程方案。

露天开采，应根据露天矿开采边坡角参数和采剥比，研究提出开采矿段、扩帮开采的工程方案。

油气田开采，应根据探明储量、地质条件、油气层结构，研究提出钻井和油气集输等工程方案。

（3）铁路项目工程方案，主要包括线路、路基、轨道、桥涵、隧道、站场以及通信信号等方案。

根据线路各路段的地形地貌、沿线地质条件，研究提出路基填挖高度、加固防护路基，以及不良地质处理的方案。

根据水文地质和工程地质情况，研究提出全线桥梁、隧道的开挖或者建造方案。对地质条件复杂、工程结构复杂、施工难度大、工程量大的桥梁、隧道分别研究提出相应的工程方案。

根据项目设定的运输能力，研究提出线路各车站、货场的工程方案。

（4）水利水电项目工程方案，主要包括防洪、治涝、灌溉、供水、发电等工程方

案。水利水电枢纽和水库工程主要研究坝址、坝型、坝体建筑结构、坝基处理以及各种建筑物、构筑物的工程方案。同时，还应研究提出库区移民安置的工程方案。

工程方案经比选后，应编制推荐方案的建筑物、构筑物工程一览表，如表 5－4－2 所示。估算建筑安装工程量和“三材”（钢材、木材、水泥）用量，作为投资估算的依据。

表 5－4－2　主要建筑物构筑物工程一览表

| 序号 | 建筑物构筑物名称 | 层数 | 占地面积（$m^2$） | 建筑物构筑物面积（$m^2$） | 结构型式 | 建筑物构筑物长×宽×高（m×m×m） | 基础型式 | 三材用量 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | 钢材（t） | 木材（$m^3$） | 水泥（t） |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

非主要建筑物、构筑物工程，在可行性研究阶段可不列出工程一览表，为估算投资，可参考已建成的同类项目的类似工程估算工程量和投资。

## 四、节能措施

在研究技术方案、设备方案和工程方案时，能源消耗量大的项目，应提出节约能源措施，并对能耗指标进行分析。

### （一）节能措施

（1）应采用先进的技术和设备，提高能源利用效率，降低能源消耗。
（2）回收利用生产过程中产生的余热、余压及可燃气体。
（3）对炉窑、工艺装置及热力管网系统分别采取有效的保温措施。
（4）合理利用热能，尽可能避免生产工艺中能量的不合理转换。

### （二）能耗指标分析

采取节能措施后，对拟建项目的能耗指标进行分析。计算单位产品消耗各种能源的实物量，折算成标煤消耗量，进行分析对比。能耗指标一般应达到国内外同行业先进水平。

技术改造项目，应详细说明企业能源利用现状，以及改造后合理利用能源、降低能

耗的效果。

编制单位产品能耗表，如表 5－4－3 所示。

表 5－4－3　单位产品能耗表

| 序号 | 能源名称 | 计算单位 | 产品年产量 | 能源年消耗量 | 单位产品实物消耗 | 折标准煤能耗 | 综合能耗比较 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 国内先进水平 | 国际水平 | 企业原有水平 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

## 五、节水措施

在研究技术方案、设备方案、工程方案时，水资源消耗量大的项目，应提出节水措施，并对水耗指标进行分析。

### （一）节水措施

（1）应采用节水型工艺和设备，提高水资源利用率，降低水资源无效消耗。
（2）提高工业用水回收率和重复利用率。
（3）供水系统采取防渗、防漏措施。
（4）提高再生水回收率。
（5）有条件的项目应采用海水替代技术。

### （二）水耗指标分析

采用节水措施后，对拟建项目的水资源消耗量进行分析。计算单位产品的耗水量，对水耗指标和水的重复利用率分析对比。水耗指标一般应达到国内外同行业先进水平，水的重复利用率应达到当地政府规定的指标。

技术改造项目，应详细说明企业水资源利用现状，以及改造后提高水资源利用率的效果。

应编制单位产品的水耗表，如表 5－4－4 所示。

表 5－4－4　单位产品的水耗表

| 序号 | 水源名称 | 计算单位 | 产品年产量 | 年消耗水量 | 单位产品消耗水量 | 耗水水平比较 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 国内先进水平 | 国际水平 | 企业原有水平 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

## 第四节　建设规模方案选择

建设规模也称生产规模，是指项目在正常生产年份可能达到的生产能力或使用效益。对未来供需情况的预测，既是判断扩建或新建项目是否可行的依据，又是确定一个工程项目生产规模的依据。不同项目的建设规模的表述不同。工业项目通常以产品年产量、年处理原料量、装机容量等表述；农林水利项目以年产量、种植面积、灌溉面积、水库总库容量、防洪排涝供水能力等表述；交通运输项目以运输能力、港口吞吐能力等表述；城市基础设施项目和服务行业项目以建筑面积、服务功能等表述。生产多种产品的项目一般是以主要产品的生产能力表示项目的建设规模。

确定建设规模一般应研究以下主要因素和内容：

### 一、合理经济规模

不同的建设项目的经济规模是各不相同的，即使是相同的建设项目，其建设规模也不尽相同。例如：同是化学工业项目，化工项目和石油化工项目其最佳经济规模就不相同，化工项目中的精细化工和橡胶加工等行业的生产规模一般较小，以适应多品种小批量的生产方式；石油项目中的石油化工行业，则为了降低生产成本和节省能量，往往以大型为好。一般讲最佳经济规模的确定可从以下几方面考虑：

#### （一）建设项目的性质

如上所述，同是一个部门不同的行业其经济规模的起点不同，但是任何一个新建项目的最佳经济规模还须遵守一个不成文的规定，既最佳经济规模一定要大于最低限度的规模。

### （二）建设项目的产品销售市场

如果该建设项目的产品大部分供出口，那么它的最佳经济规模必须达到国际竞争规模。如果是国内销售为主，就可以根据国家的经济政策、资源分布和地区消费等情况来选择合适的规模。

### （三）产品的规模要做多方案的比较

有的建设项目的产品是多品种，所以要考虑原料、产品及副产品之间的平衡，以便组成最合适的生产系统。为了平衡各方面的情况，对产品的规模要作多方案的比较。譬如对石油化工项目来说，还应考虑以下因素：

（1）将来增长的可能性。有些产品的需求量目前看来需求量并不大，但今后都可能大幅度的增长，对这类产品，在建设规模上要留有余地。

（2）与国内其他工业部门的关系。从当前和长远来看有发展前途的，而且会成为其他工业部门的原料产品，在建设规模上应考虑留有余地。反之，如果是与传统产品发生竞争的产品，就可不考虑留有余地。

（3）产品的发展前途。同一种原料可生产几种产品，但却不能同时兼顾时，应留下最有发展前途的产品，而舍去其他产品。

（4）产品品种。在联合企业中的几种产品用途大致相同（如塑料品种中的几种用途大致相同）时，应减少品种，而扩大保留品种的生产规模。

（5）辅助原料的来源。产品的辅助原料难以取得，就不应该去搞这种产品。

（6）政府的政策和周围的工业基础。

### （四）成本与盈利的比较

大多数的建设项目都有一个最优的生产规模，即最小经济规模，同时还有盈亏临界规模。最优生产规模就是成本最低、盈利最大的生产规模。盈亏临界规模即保本的生产规模，超过此界限，就会发生亏损。可以通过销售收入与固定费用、变动费用的图解，求得合理的经济规模。如图 5－4－1 所示，但图中所需参数应当靠经验及详尽的技术经济分析获得。

总之，合理经济规模是项目投入产出比处于较优状态，资源和资金可以得到充分利用，并可获得最佳经济效益的规模。

## 二、市场容量对项目规模的影响

市场容量是一定时期（一般为一年）内全社会或一定地区的社会购买力。有货币支付能力的社会购买力越强，市场容量就越大；反之则小。

正确估计市场容量是制约建设规模的重要因素，它决定着投资项目能否生存的前提和发展空间。因此，项目建设规模的确定应根据产品市场的调查和预测的结果对建设项目规模进行初步确定。

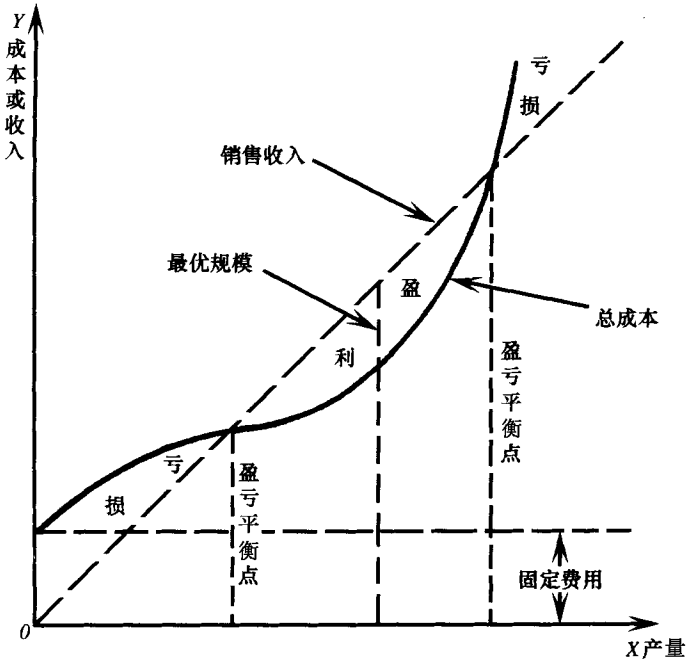



图 5－4－1　最优生产规模的确定

在考察市场容量时，不仅要分析市场需求量，还要分析市场需求量的范围和时间。产品市场的供需缺口，在一般情况下是建设项目规模的最高界限，即建设规模不应大于市场的供需缺口。市场需求的范围对建设规模有着重要的影响，因此，必须根据拟建项目所在地区交通运输条件和项目产品的市场竞争能力，确定项目产品的市场辐射半径和范围。市场需求时间也对拟建设项目规模产生影响，市场急需而持续时间短的产品，其建设规模应小些；反之，则可适当扩大建设规模。

在市场充分需求、产品能够全部售出的情况下，可以按规模经济和比例报酬理论来确定项目的建设规模。但如果市场需求发生变动，项目在既定规模水平上则不能实现其预定的产品销售收入，也就谈不上规模经济和比例报酬递增了。因此，市场需求对建设规的制约因素是确定建设项目规模中一个不可忽视的方面。通过对市场的需求预测，有多大市场，才能确定多大的建设规模。

市场需求是制约建设项目规模的质的因素，决定着项目的生存前提和发展空间。在市场需求预测的基础上找出拟建设项目产品的市场容量空间，据以确定建设规模。

## 三、环境容量对项目规模的影响

环境容量是自然环境或环境组成要素（如水、空气、土壤、生物等）对污染物质的承受量或负荷量。环境中污染物浓度低于这个数值，人类和生物不致受伤害；高于这个数值，人类和生物将不能适应而受到伤害。环境容量主要应用于环境质量控制，并作为

工农业规划的一种依据。任一环境，它的环境容量越大，可接纳的污染物就越多；反之，则少。所以环境容量大小直接影响项目规模的大小。

自然环境是人类生活和生产的物质基础，是实现社会再生产的必要物质条件，自然环境条件的好坏，即自然环境提供资源能力，可影响项目规模的确定。所以，在确定建设规模的同时，还要考虑项目对周围环境的影响，包括对地区的地质、水文、气象等可能产生的影响，对自然资源的影响，对周围大气、水、土壤的环境质量的影响，噪声、震动对周围生活区的影响。研究确定建设规模时，还必须从我国国情出发，实事求是地分析自然资源条件，对项目能否合理开发和有效利用自然资源。依据拟建项目所必须又能够获得的自然环境条件，确定建设规模。

## 四、资金、资源、原材料以及主要外部协作条件等对项目规模的影响

我国幅源辽阔，区域间资源条件和区位条件各不相同，地区间的经济发展也很不平衡。如果同一个项目规模在不同地区建设，投资成本和效益会相差很悬殊。因投资环境是市场决策的重要依据，而市场又直接影响到项目的建设规模。

环境条件的内容极为广泛而丰富，它包括自然条件、资源、市场、社会等多方面。确定项目规模首先是自然环境既地理位置、气象、水文、地质等不否适合该项目规模，其次是资源，其内容也极为广泛，这里所说的资源是指自然资源，它能为建设项目提供原材料和能量，如各种金属和非金属所构成的矿产资源，平原、丘陵和山地等组成的土地资源，河流湖泊、地下水及地表水组成水资源，煤、石油、天然气、阳光、水力等组成的能源资源等等。所以资源是项目存在的物质基础，它们的储量、品位等决定了建设项目的规模。

原材料、能源供应及其他生产条件对项目建设规模也起到很大的制约作用。如果存在原材料、能源供应不足或不稳定，或存在运输困难，价格昂贵使生产成本大大提高等问题，或是劳动力质量不好和数量不足等都会直接影响建设规模。

外部协作配套条件也制约了项目建设规模。例如：煤炭工业建设项目，它是由煤矿、勘探、矿山建设、采煤和洗选煤等生产单位构成的。采煤是中心任务，但采煤矿井的坑道需支承的木材（或钢架）等，需要相应专业化的协作单位。如果建设项目不符合社会分工发展的要求，不能促进专业化协作的发展，而是按照“大而全”的原则形成“项目规模”，尽管很大，则往往是不能取得好的规模经济效益。

资金即项目建设投资额，它是建设项目工作量的货币表现，它能反映项目建设规模，同时也决定投资项目能否顺利建成投入使用的关键因素。不同的资金来源都是有限的，而且往往是有严格的使用条件。在确定各种渠道提供的资金是正当、合理、可靠的前提下，资金的数量决定于建设项目的规模。

不同行业、类型项目建设规模的确定，除需考虑上述因素外，根据项目的特点，还应考虑其他内容。如：

煤炭、金属矿山、非金属矿山、石油天然气等矿产资源开发项目。

从自然界开采各种原料、燃料的工业部门总称为采掘工业，它包括煤炭开采、金属矿的采选、非金属矿的采选、石油天然气的开采、土砂石和耐火土的开采以及树木采伐等工业。其主要特征是大自然作为劳动对象，因此，必须符合经济区域规划和国土规划，实施资源综合利用。对采掘项目的建设规模大小与资源储量（是具有可开采价值的储量）大小、品位高低、服务（可开采的）年限多少等因素相关。所以，采掘资源开发项目，必须具有国家矿产储备委员会批准的该资源储量（特别是工业储量）、品位、开采价值及运输条件的报告作为采掘项目确定规模的依据。

因此，矿产资源开发项目应根据资源合理开发利用要求和资源可采储量、赋存条件、开采年限等条件确定建设规模。

水利水电项目，应根据水及水能资源的储量、可分配量、可开发利用量、建设条件、工程淹没对生态的影响、占用土地，以及移民安置的难易程度等确定建设规模。

铁路、公路项目，应根据一定时期运输量的需求预测，以及该项目在综合运输系统和本运输系统中的作用确定线路等级、线路长度和运输能力。

技术改造项目，应充分考虑现有企业改造的可行性、合理性和经济性，以及现有生产装备、公用工程和辅助设施可依托程度确定建设规模。

## 第五节 建设规模与产品方案比选

前两节阐述了影响建设规模的重要因素及产品方案选择可遵循的原则，根据上述的要求，提出两个或两个以上方案进行比选，分别说明各方案的优缺点，择优推荐。

比选内容主要有：单位产品生产能力（或使用效益）投资；规模效益，即投入产出比、劳动生产率等；技术先进可靠、工艺流程合理、设备安全效率高等；生产多种产品项目应比较资源综合利用的合理性；比较环境保护措施是否得当，“三废”治理和综合利用能否与主体工程同时设计、同时施工、同时交付使用，实行“三同时”的原则。

对建设规模和产品方案的比选方法很多，常用的方法有三种：

### 一、差额投资内部收益率法

由于建设规模不同，所需的投资额也不相同，采用差额投资内部收益率法为佳。差额投资内部收益率 $\Delta IRR$ 与基准收益率 $i_c$ 进行对比，当 $\Delta IRR \geqslant i_c$ 时，投资大（规模大）的方案为优；当 $\Delta IRR < i_c$ 时，投资小（规模小）的方案为优。

### 二、净现值率法

净现值是一个绝对数，不能反映单位投资的效益。因此，采用净现值率法来代替净现值法。净现值率是方案各年净现金流量现值之和与各年投资现值之和的比率。

## 三、最小费用法

上述两种方法是对方案进行详细分析研究为前提的，这需要花费大量的时间和经费。为了节省时间和费用，通常用比较简单的方法进行方案比选，最小费用法就是其中之一。该方法通过比较各方案的单位产品年计算费用，选其中费用较小者为优。

# 第六节　矿床开采技术条件分析研究

对矿床开采技术方面做出推断，除了要掌握地质勘探工作中所获得的资料外，有必要掌握国内同类矿山生产的技术资料，有时还要进行必要的实地调查观测，采用对比方法，做出评价结论。当发现某些问题难以做出结论时，可以进行试验研究，以便做出切合实际的判断。

矿床开采技术条件包括确定矿床开采方法、布置开拓工程、掘进井巷工程、决定支护和决定露天采矿边坡角等，是保证矿山安全、正常生产的重要组成部分。

矿床开采技术条件的内容很广，包括矿体埋藏条件（如矿床地质构造、矿体空间位置和覆盖岩层的性质和厚度、地形）、矿体（层）及其顶底板岩石的稳固性、矿石和围岩的物理力学性质、开采时对人体有害的物质成分以及水文地质条件等。

关于矿床和矿体外部特征因素已在矿产资源条件分析研究中加以介绍，此处不再重复。

## 一、矿体埋藏条件分析研究

埋藏深度（覆盖岩层厚度）和矿区地形等是决定开采方式的重要因素。

矿床开采的方式可以分为矿床开采方法、矿床地下开采开拓方式和地下开采方法三大部分。此外，包括运输、通风、排水、供水、供风、供电等系统，组成一个完整的开采系统，只有通过这一完整的生产系统，才能将埋藏于地下的矿产资源开采出来为人们所利用，到这时矿产资源才具有工业价值。

### （一）矿床开采方法

分为露天开采、地下开采和露天—地下联合开采。矿床开采方法是根据矿床地质条件（主要是矿体分布、形态、产状、埋藏条件等）和规模大小，通过技术经济分析而确定的。简单地说，矿体规模比较大，直接出露地表或埋藏于浅部的矿体，因为需要剥离的废石少，宜采用露天开采；反之，宜采用地下开采。总之，这是一项重要工作，必须认真分析各种影响因素才能确定下来。

从矿山生产来说，露天开采具有矿产资源利用率高、采矿贫化率低、采出矿石品位高、生产能力大、劳动条件好、机械化程度高和劳动生产率高、坑木材料消耗少等优

点，但它也具有设备多、占用土地面积大等缺点，而且受矿体埋藏条件的限制。地下开采显然与露天开采相反，有采矿回收率低、贫化率大、生产成本高、劳动条件较差等缺点，但地下开采适应性大，无论矿体规模大小，埋藏条件如何都可使用。正因为如此，目前国内有色、贵金属矿床多数采用地下开采。随着科学技术的不断进步和生产组织的不断完善，采用露天开采方法的矿山将越来越多。据统计，美国和加拿大，用露天开采的铁矿占总开采量的90%，英国为85.9%，原苏联为80%。露天开采时，剥离的废石量（土石量）和采出矿石量的比值，称为剥采比或剥离系数，也就是采出单位矿石量需要剥离的废石量。它是影响开采技术复杂程度和成本高低的主要因素。常采用的剥采比有平均剥采比、分层剥采比、境界剥采比和经济剥采比。

经济剥采比又称极限剥采比，它是衡量露天开采经济效益的主要指标，如果该矿床实际计算出来的平均剥采比小于根据类似矿山所确定的经济剥采比，则认为露天开采在经济上是合理的，大于这一比值，露天开采在经济上就不合理了。确定经济剥采比的原则是露天开采费用应低于或等于地下开采费用。其计算公式如下：

$$\eta_{经} = \frac{a - b}{c} \qquad (4-4-1)$$

式中：$\eta_{经}$——经济剥采比；

$a$——地下开采1米$^3$矿石的成本（元/米$^3$）；

b——露天开采1米$^3$矿石的成本（不包括剥离废石的费用）（元/米$^3$）；

c——露天开采1米$^3$废石的成本。

地形结合矿体的形态、产状及空间分布情况，除了影响开采方法的选择外，还影响未来矿山企业的工业场地、废石场地、尾矿坝以及有关厂房、永久性建筑设施的配置等。

## （二）矿床地下开拓方式

可分为竖井开拓、斜井开拓、平硐开拓（见图5－4－2、图5－4－3、图5－4－4）以及由它们组成的平硐—竖井、平硐—斜井、平硐—盲井等联合开拓。

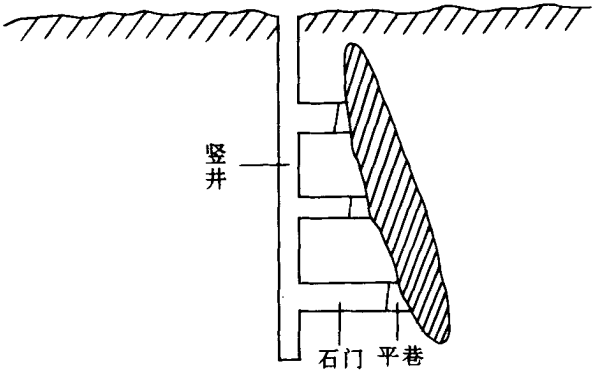



图5－4－2　竖井开拓

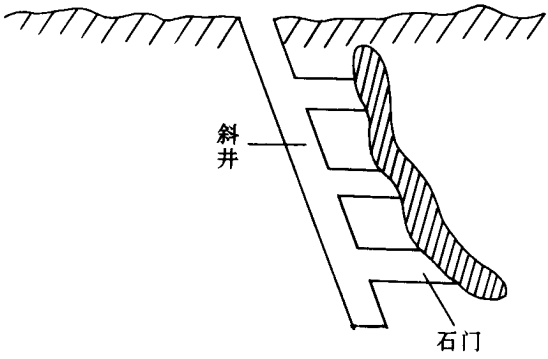



图 5－4－3　斜井开拓

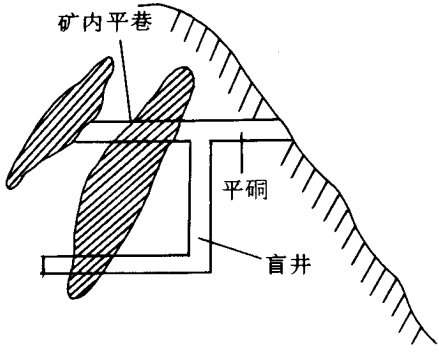



图 5－4－4　平硐—盲井开拓

平硐指的是与地面相贯通的主平巷，根据用途不同可分为开拓运输平巷、采准平巷、通风平巷、生产探矿平巷等。

地下开拓方式的组成，应包括主要井巷工程的形式、位置的选择，中段高度的确定，运输、通风、排水平巷的布置，溜矿井和通风井的选择等。简单说，地下开拓就是由地表开拓至矿体的所有井巷工程组成的综合工程。它是矿床开采期间矿石提升、运输、通风、排水等系统是否合理的关键，同时也关系着人员上下和生产安全等。因此，选择矿床开拓方式必须根据矿床地质条件、矿产储量大小、地表地形、生产规模、工业场地和采矿工艺等进行多方案比较，选择最佳开拓方式。

### （三）地下开采方法

可分为空场采矿法、留矿采矿法、崩落采矿法、充填采矿法四类，而且各类中又可分成几种采矿方法。例如空场采矿法中可分为全面采场法、分段采矿法、阶段矿房采矿法；留矿采矿法中可分为浅孔或深孔留矿采矿法；崩落采矿法中可分为有底柱或无底柱分段崩落法、分段崩落采矿法等；充填采矿法中可分为水、砂充填采矿法，胶结充填采

矿法和尾矿充填采矿法。所有这些方法都是根据矿体的产状、厚度、矿体与围岩的稳固性、矿床水文地质条件、矿石品位的高低和价值大小、选矿加工技术要求、地表是否允许陷落、矿山生产规模、生产管理和安全、主要材料和设备供应、基建投资等因素确定的。选择采矿方法最基本的要求是安全、矿块开采强度大、经济效益好、贫化损失少等。

一般来说在各种采矿方法的适用条件中，矿体产状、厚度和围岩的稳固性起着主导作用，最好是通过方案比较选择回采率高、劳动生产率高、基建投资少、生产成本低、能满足生产规模要求而又安全的采矿方法。在矿山建设可行性研究中经常是通过选定的采矿方法进而确定有关技术经济指标，这样就可以进行经济效益的计算了。

## 二、露天开采边坡工程地质条件分析研究

此项分析研究一般是在地质勘查期间所提供的矿床地质构造和岩性等资料的基础上进行专门的边坡工程地质勘察和边坡稳固性研究，提出既经济又安全的边坡角。影响边坡稳固性的因素很多，不仅是岩块的极限抗压强度，而更重要的是各种地质不连续面（如断层、软弱夹层、不整合面、岩石类型界面、岩脉、节理、层理、劈理、片理等）和岩石的抗剪强度、地下水和地震力（包括天然地震和人工爆破所引起的地震力）等。

## 三、矿体（层）及其顶、底板岩石的稳固性分析研究

在露天开采矿床中要特别注意顶、底板岩石的稳固性，已在上节中论述，本节主要介绍坑内开采矿床应研究的问题。

矿石、岩石的稳固性是指矿石、岩石在空间允许暴露面积的大小和暴露时间的长短，一般需要通过地下坑道才能予以测定。主要研究矿床地质构造，如褶皱、断裂、挤压破碎带、节理、裂隙的产状、规模、数量、发育程度及其对矿体（层）顶底板的破坏程度。矿体及其顶、底板岩石的物质成分、结构构造、风化蚀变程度、风化带、蚀变带的分布和深度、各种软弱夹层的岩性、厚度及其变化规律等。矿体中的粉尘率、老硐、溶洞、泥石流、滑坡、塌陷、地面沉降及其分布范围等对水文地质、工程地质条件的影响。对岩溶或断裂发育的矿区，要研究并预测由于矿床疏干可能引起的岩溶塌陷情况、地面沉陷程度，在可能情况下圈定其界限。

## 四、对人体有害的物质成分的分析研究

常见的有游离 $SiO_2$、放射性元素、CO、$CO_2$、$H_2S$、天然气、瓦斯、地热等（如四川某铁矿，矿体下部 300 米的石灰岩中含有天然气层，致使顶底板围岩中存在大量天然气，严重影响矿床开采）。因此，在地质勘查时，就应查明有害组分的种类、赋存层位和状态。有天然气和瓦斯的矿床，应查明气的来源、气压大小、吸附条件、分布和活动规律，并确定瓦斯的等级和类型。有自燃性的矿产（如硫铁矿、自然硫矿）或矿层顶底

板为高碳泥岩时，应查明其自燃性。处于地震区或地热异常区的矿床则应提供有关地震和地热水温条件。

## 五、矿石和围岩的物理力学性质分析研究

矿石和围岩的物理力学性质一般包括矿石密度，矿石和岩石的体重，矿石的湿度、孔隙度，含水性矿体顶、底板岩石的抗拉、抗压、抗剪强度、变形参数（硬度），矿石和岩石的松散系数（碎胀），矿石块度，矿石和岩石的安息角和表面摩擦角等。它们决定着矿井崩落和加固的方法，对于确定开采时的支护方式、支柱密度、爆破效率、运输量、露天采场的边坡角、地下开采的回采方法、机械设备的选择、劳动生产率、材料消耗及采矿成本等都有较大影响。如体重、湿度测定不准确，将会影响装运、提升设备的选定。松散系数测定不准确将会影响矿车、吊车、矿仓等的容积和运输量等。抗压强度资料不可靠将影响凿岩设备的选择和采矿场的生产效率等。

## 六、矿床水文地质条件分析研究

矿床水文地质条件也是影响矿床开采的重要因素，从工业利用方面考虑可以分为简单和复杂两类。矿床水文地质条件简单的矿床是指在生产过程中无需采取特殊处理措施，用正常的排水方式即可以处理地下水的矿山，也就是说矿坑涌水量不大，用少量的抽水试验即可以查明水文地质条件的矿床。对这类矿床主要是分析研究矿坑充水因素和预测充水量等。矿床水文地质条件复杂的矿床，是指在开采前必须采取预先疏干才能保证安全生产的矿山。就是顶底板岩层含水丰富、联通性好，矿床地质构造比较发育，矿坑涌水因素复杂，涌水量较大的矿床。对这类矿床除了在地质勘探工作中进行水文地质工作外，还要进行专门的水文地质勘探，或通过放(抽)水试验，预测矿坑涌水量等，取得明确的地下水可以疏干处理的结论后，才能进行可行性研究。

无论矿床水文地质条件简单或复杂，通过分析研究必须掌握矿区地层或构造的含水性及分布情况、地下水位标高、渗透性影响范围、地表水体（河流、湖塘）及地下水含水层或构造的水力联系，矿体开采对水文地质条件的影响、老窿条件及含水情况等，并预测矿坑涌水量，以作为矿床开采建设规划的依据。

# 第七节　选矿技术条件分析研究

选矿技术条件的分析研究是对矿石选矿性能进行分析和评价，它是决定矿床能否开发利用的主要因素，也是决定未来矿山生产的产品方案的依据。为此，除了要进行矿石的物理和化学性质、矿石类型、品位变化研究以外，还要研究通过化验测试和鉴定手段，反映矿石加工工艺特性的选矿试验资料。

## 一、选矿加工处理方法和工艺流程分析研究

以有色金属、贵金属矿床为例，开采出来的矿石，除极少数以外，绝大多数都必须经过选矿加工处理，才能获得有用的精矿产品。

有色金属的选矿加工处理方法，根据矿石的性质不同，可分重选、浮选两大类，有些情况下采用重选、浮选联合流程处理矿石。对于某些带磁性或电性的矿物，也可用磁选、电选。黄金可采用混汞法和氰化法等化学方法进行矿石加工，获得含金精矿。一般说来，单一的硫化矿石多用浮选工艺流程处理；单一的氧化或硅酸盐矿物则多用重选方法处理；而对两者共生的多金属矿床，则多用重浮联合流程处理，分别获得各种精矿产品。

重选和浮选工艺流程是不同的。浮选是将磨细的单体分离细粒矿物，根据矿物表面物理化学性质的差异在矿浆中加入浮选药剂，将有用的矿物与脉石分开，获得精矿产品。

重选是利用破碎后的矿石，由于有用矿物与脉石矿物的密度不同，在介质中产生不同的运动而使其分离，达到获得精矿产品的目的。因为浮选采用的是破碎→磨矿→浮选→精矿处理等工艺流程，重选则采用的是破碎→淘汰→磨矿→摇床→精矿处理工艺，因此，其加工流程、厂房配置等都不一样。但从矿石的选矿加工处理过程分析，它们大致都可以划分为碎矿（包括粗碎、中碎和细碎）、磨矿、选别、精矿处理四个程序。如果根据矿石性质的不同，有用矿物价值的大小，以及矿石的选矿难易程度可细分成很多矿石加工处理的工艺流程。例如二段破碎、三段磨矿、二次初选、三次扫选、三次精选等，构成多方案选矿工艺流程。总之，为了充分回收矿产资源，获得工业要求的精矿，可以采用各种各样的选矿工艺流程，以便达到选别的目的。

矿石的选矿加工处理方法和工艺流程是根据矿石的选矿试验报告确定的。评价选矿试验报告，主要是看其是否解决了选矿方法、工艺流程和选别指标等问题。也就是说报告中推荐的加工工艺流程应用于工业的可能性，获得的精矿产品是否符合工业要求，选别指标是否达到先进水平。

## 二、选矿试验程度分析研究

矿石的选矿试验一般分为可选性试验、实验室流程试验、实验室扩大连续试验、半工业和工业性试验五类。有色和贵金属矿床除了矿石类型复杂的新发现的矿床类型要依次进行以上五类试验以外，一般只做前二、三类试验，即可评价其工业利用的可能性。对于矿石类型简单、可选性能良好、国内已有类似矿山可以借鉴的矿床，可以凭借可选性试验资料，作为可行性研究的基础。可选性试验报告，必须要有原矿性质的鉴定、选矿方法、工艺流程、选矿指标、综合回收利用可能性及矿产品质量等内容。而且在试验和取样方面，应具有代表性。所谓取样代表性，就是要代表将来采出矿石的工业类型、矿石性质、矿石物质组成、有用组分的含量等。当采取各类矿石的混合试料时，应根据

未来采矿的可能性，按储量比例进行组合试料。考虑到在采矿时会混入一定的围岩，引起矿石贫化，因此试料中应包括部分围岩，使试料的品位与将来采出的矿石品位相当。首采地段的矿石性质只能作为首采地段采样的依据。

矿石选矿试验虽然试验的深度要求有所不同，但总的要求应是做出合理的、正确的工业利用可能性的评价。也就是说通过分析研究已获得的资料，对矿石选矿加工处理方法、工艺流程、综合回收、选别指标（指精矿质量、选矿回收率、尾矿品位）等做出决定，尽管在数量上可能有误差，但其原则必须是正确的，从而为下一步矿山建设方案的拟订打下基础。

## 三、有用和有害组分查定的分析研究

为了进行冶炼加工处理获得金属产品，必须对精矿产品的物质组成、化学成分、主要有用组分含量、伴生组分含量（特别是稀有元素和贵重金属），以及有害组分进行查定。对达不到国家规定质量标准的精矿，必须再次进行试验才能做出评价。精矿中有益和有害杂质的概念，有的是相对的，例如铅精矿中铜的含量大于 1.5%，视为有害杂质，但超过该规定并且在冶炼过程中可以回收，则有害变为有益。湖南铅锌矿就是如此，原矿中铜的含量很低，不存在综合利用问题，但选矿处理后，铜富集在铅精矿中，品位高达 4%，可以说是铅精矿中的有害杂质，但由于在冶炼中可以回收，所以成为有益金属。

## 四、综合利用伴生有用矿物和元素的分析研究

有用伴生矿物是指在选矿工艺过程中可以获得单独精矿产品的矿物。有用伴生元素是指在精矿产品中富集的元素，这是因为目前选矿工艺只能回收伴生矿物成精矿产品，不能把伴生元素富集成精矿产品。

（1）研究矿石中伴生有用矿物和元素的赋存状态与主要矿物的关系；

（2）研究矿石中伴生有用矿物和元素的含量及其变化规律以及储量大小；

（3）研究综合利用伴生有用矿物在技术上的可能性，有用伴生元素的富集情况；

（4）研究综合回收有用矿物的经济合理性，亦即综合回收伴生有用矿物的价值，必须大于或等于其增加的生产费用。

在选矿技术条件分析研究中，除了上面提到的选矿方法、选别指标、综合利用以外，厂址选择、选矿设备计算、供水、供电、尾矿排出，原矿和精矿的运输等也很重要，在初步可行性研究中，常用扩大指标表征。比如主要厂房占地面积扩大指标，不同类型矿石的选矿生产指标，不同选矿方法和矿石类型的生产用水、用电指标，详见有关选矿手册。

此外，由于选矿和采矿的作业时间不同，往往在矿山建设规模上并不完全一致，这会导致出现不协调的现象。这就要求在设备的选择上留有余地，同时还要考虑与其它专业的关系。

地下开采的矿山建设轮廓应包括，矿山生产规模、采矿、选矿、总图运输、供电、供水、尾矿、辅助设备、生活和土建、主要设备、基建劳动定额和企业组成等方面，它们共同形成一个完整的矿山建设规划方案。同时，每项工作都可以采取多种方法和手段，因此它们组成一项多方案复杂工程，必须对多方案优化选择出一个最佳方案，也就是说只有首先分析研究好这个总体方案，才能保证可行性研究的经济合理性问题。

# 第五章　可行性研究组织机构与人力资源配置

## 第一节　可行性研究的组织

投资项目的可行性研究是一项涉及面广、综合性强的工作。目前国内外从事项目可行性研究的较多，并成立了各种专门的可行性研究机构，这类机构一般叫投资咨询公司或工程咨询公司。在中国承担国家大型投资项目可行性研究的最重要机构是中国国际工程咨询公司（CIECC），此外各种设计院（所）、研究院也承担大量的项目可行性研究工作。

一般一个投资项目的可行性研究任务经常由一个咨询机构承担。大型项目和特别重要、复杂的投资项目往往由多家咨询公司承担，如我国的三峡工程。从事可行性研究的咨询机构对其人员的知识结构要求是很高的，并且在大型或复杂项目的可行性研究中，还要求要有多种专业的咨询专家，这些咨询专家一般有经济学家、工艺学家、机械工程师、土木工程师、企业管理专家、市场分析、会计师等专家。而大多数咨询机构都是专业性的，在承担非本专业的研究项目时或在承担大型项目时，经常采用临时聘请有关专家的办法，以便咨询公司更好地完成所进行的投资项目可行性研究的任务。

投资项目可行性研究的组织工作主要包括：

（1）制定可行性研究的工作程序；

（2）编制可行性研究经费预算与使用计划；

（3）收集有关的资料和基础数据；

（4）进行现场实地考查与调查了解项目的背景；

（5）方案设计、预测与计算；

（6）撰写可行性研究报告。

## 第二节　项目组织结构的设计

组织结构设计是指将构成一个组织的五个部分（生产、生产保障、支持、高级管理层、中级管理层）按照一定的原则进行组合，以确保成功达到预期目标的活动。其实质

是按照协调、控制、激励的原则对组织进行分析后，进行设计决策的过程。组织结构设计包含大量的工作，如岗位组成框架结构的选择，确定各岗位之间的联系，按照岗位责任制建立员工工作表现评价系统、奖励系统、人力资源开发系统等工作。其核心工作是结构选择设计。一个组织的结构不仅会影响组织的工作效率，而且会对其员工的精神面貌、工作态度产生影响。精心设计的结构会使员工感到具有高涨的工作热情，从而提高组织的生产力。

项目组织结构的总体规划设计应在可研阶段进行，并对项目周期内不同阶段，如项目执行阶段、生产运转阶段的项目组织结构分别根据项目具体的内外部情况进行设计，以便对项目所需的所有资源统一规划、协调，从而实现对项目实施过程的控制；同时，通过有效地组织设计，将成本与部门挂钩，实现成本控制，优化投资活动。

## 一、组织结构的构成元素

组织结构由下列元素构成：①任务目标及工作描述，组织中的每个成员均有其明确的任务目标及相应的责任；②报告系统，包括组织内部各种正式的报告联系制度、所需管理层级数、各层的管理控制跨度等；③任务活动的划分，包括根据各工作单位所从事的任务活动，进行从基本单位到整个组织所需人员的划分；④各类信息的沟通交流与参与式决策系统的建立，这是保障组织内部信息传递畅通，增强职工的参与意识，使全体人员齐心协力为组织目标奋斗的关键；⑤控制系统，建立恰当的授权机制，尽量使一些有关的活动在上级监督的基础上由下级完成；⑥奖励机制，通过对员工工作表现的评价，实施奖励，使员工感受到激励机制的公正，以激励员工的工作热情。

这些组成元素中，任何一项设计出现问题，都将对组织的整体产生严重影响，如员工的工作热情及精神面貌受到压制，各类决策的速度及质量受到影响，可能导致各部门之间的工作缺乏协调，产生冲突，或者缺乏对组织内工作的创新和外部环境的应变能力等等。

## 二、组织的结构类型

项目的组织结构是专门为执行某一项目进行设计的。而不同项目的环境（所需时间、预算、产品、所处的机制）在项目周期内的不同阶段是不相同的。因此，项目组织结构的设计通常是变动的，随着项目的进展，项目所从事的活动、所需的人员、技术、面临的阶段性任务是变化的，因此，组织结构也应随时调整。通常情况下，项目的组织结构主要有以下形式：

### （一）线型结构

这是一种纯粹按等级设置的金字塔形的结构。每个人之间完全是上下线关系，层级之间等级森严。这种结构对外部环境适应性较差，除特殊情况外很少采用，但在我国仍

然经常被采用，这从一个侧面说明我国的项目管理水平较差。

### （二）功能型结构

这是一种将项目所需的一切资源（技术、设备、人员）作为投入，按照其功能加以分工管理，形成各职能部门的管理模式。组织中的每位员工均处于一个职能部门中（如工程、生产、开发、销售等）。每个职能部门中的工作单位再分层设置，整个组织的运转是通过最高层管理人员对各职能部门进行协调来实现的。只有组织的高层管理人员有权对项目的同一管理具有权威性，部门领导只负责本部门业务的管理。

### （三）纯项目型结构

这是一种目标式管理的组织结构形式，其实质是注重项目的产出目标和结果，并强调根据项目的具体情况制定目标。在采用这种组织结构的组织中，整个组织按照从事的项目进行分工，每个项目具有独立的各种职能的人员。每个项目由项目经理负责管理，项目经理有权安排一切与其项目有关的事宜。

### （四）矩阵式组织机构

这是一种多目标管理模式。其设想是最大限度地强化功能型和项目型的优点，减少弱点。该模式分别进行垂直管理和水平管理。在垂直部分仍按职能活动分工设置管理层次的同时，强化项目的水平管理层次。职能管理主要负责为实现项目目标提供各种合格的人力资源。两者的协调通过设置项目协调员（或项目经理）实现。项目协调员负责制定项目的总体实施计划，并通过功能部门的支持，完成目标。为了使项目得以顺利实施，项目经理必须与各职能部门进行谈判，以获得所需的一切资源。矩阵式机构的最大特点是员工具有双重负责性—既要向职能部门领导负责也要向项目经理负责。在实际执行中，根据职能经理和项目经理的权力相对大小，矩阵式模式又分为职能型矩阵结构、平衡型矩阵结构和项目型矩阵结构等类型。

## 三、组织结构形式的选择

西方的组织理论从最初的源于教会及军队等的等级线性组织，到 20 世纪 70 年代矩阵式管理结构的广泛应用，再到 80 年代部分管理专家对矩阵式结构产生的怀疑甚至遗弃，其间出现了各种组织流派。然而，没有任何一种万能的组织结构适合于所有项目的管理。实际上，任何一种组织结构都有其优缺点。因此，选择合适的组织结构是一项非常困难的工作。任何组织均处在社会的开放系统之内，都不可避免地受到诸如政治制度、社会文化体系等的影响，项目的组织结构设计必须充分考虑其特点。

在选择组织结构时，通常考虑如下因素：①组织内的各项工作、责任是否需要分解到最小范围？各项工作的责任、分工是否要求保持较强的专业性，以便有利于部门之间

的成员具有共同语言易于专业交流？一般情况下，工作性质专业化程度越高、越具体，采用功能型组织结构的可能性越大。在工作设计时另一个需要考虑的问题是根据人员情况，以最大限度发挥人员工作热情设计组织结构。②是采用多级管理层，缩小管理跨度，还是减少管理层次，增加管理跨度？在考虑这一问题时，应结合如何强化组织内部的人员沟通、激励机制，降低管理成本进行分析。职能型结构较其他结构的管理层次多，管理跨度小，管理简单，管理费用低。矩阵式结构管理层级较少，各部门之间的协调较好，但管理方式不易掌握，管理费用较高。但从调动员工的工作积极性来讲，矩阵式结构比职能型好。③根据组织的特点，考虑是按照专业分工采用职能型结构，还是采用按生产、产品、服务分工的项目型结构？能否采用矩阵式结构，兼顾职能型和项目型管理的特点，发挥其优势？④是否应以追求组织内部的统一协调为第一考虑目的？应建立何种统一协调机制？前者涉及到是否应采用矩阵式管理结构，后者决定采用何种矩阵结构。⑤如何实现对项目的有效控制？对组织内各项决策是采用集权制，还是尽量授权下属进行有关决策？各项政策、措施是否须以书面的正式形式来执行？是否要对下属实行密切监控？所有这些问题均涉及到如何设计组织内部分权的程度。⑥在设计奖励系统时，需要考虑的问题应以最大限度激励员工工作热情为出发点。

组织设计是一个决策的过程，这一过程包括组织结构形式的选择以及内部设计。在进行组织结构形式的选择时，应根据各种形式的特点与适用条件来进行。通常普遍采用的组织结构形式有三种：职能型、项目型和矩阵型。各种形式的优缺点见表 5－5－1，选择条件见表 5－5－2。

根据上述标准要求，矩阵式和项目式结构适用于外部条件较为复杂，任务的不确定性较大的项目。对采用新技术的项目，宜采用项目型管理结构；对需要采用多种技术的项目，矩阵式结构较为合适；而功能型管理结构常用于技术较为成熟，程序性较强的项目管理。对复杂项目的管理，项目型结构优于功能型及矩阵型结构。项目型结构更适合于工期较长的项目。对于项目规模较大，较为重要的项目管理，项目型结构更为适宜。如果项目服务的对象较多，宜采用职能型结构。如果项目内部各部门之间的活动具有较高的相互依赖性，项目型结构比职能型结构要好。采用职能型结构管理的项目与外界的依赖性较强。项目型结构适合于对工程完成时间要求较紧的项目管理。对于具有多种产品的项目管理，矩阵式结构最佳。

## 四、组织结构设计的步骤

### （一）对组织的目标进行分析

组织的性质是由组织的目标决定的。组织的性质又决定了需要设置的职能部门、需从事的活动、最佳管理层级及相互间的组织关系。因此，对组织目标进行分析是确定如何进行工作部门划分、确定各部门工作任务的前提。当整个组织目标分析确定后，各部门的目标、职能、责任也随之确定。值得注意的是，各部门的目标要与整个组织的目标紧密相关，以便建立恰当的组织结构形式。

## （二）明确各职能部门从事工作任务的性质

一个组织是由不同的部门组成的。每个部门有各自的工作任务、业务活动。一般来讲，所有部门按其工作活动的性质分成两种类型：任务型和支持型。任务型活动是指与实际生产直接相关的基本活动。其特点是最终的活动具有特定的、可用明确以产品的形式来表述。包括研制开发、制造、市场开拓营销、融资等活动。支持型活动是指非直接从事与生产有关的，但对直接生产起到支持作用的活动。包括人事管理、计划制定、各种管理服务、质量控制、维修等。这两种活动对组织目标的实现通过不同的方式起作用，应严格区分。职能的混淆不清会导致结构设计中关系的不顺。

表 5－5－1　三种形式的优缺点

| | 职能型结构形式 | 矩阵型结构形式 | 项目型结构形式 |
|---|---|---|---|
| 优点 | 1. 容易实现对预算、成本的控制。<br>2. 对所使用技术的控制较好。<br>3. 内部人员的使用灵活，选择余地大。<br>4. 按职能约束的连续性较好。政策、程序的制定较容易，责权利清楚。<br>5. 人事管理简单。<br>6. 纵向交流渠道畅通，采取措施迅速。<br>7. 非常适应于从事重复性较强的日常性的任务。<br>8. 每位员工的职业道路清晰。 | 1. 项目经理可实现对成本和包括人员在内的所有资源的最大控制。<br>2. 在不与总的方针、政策相抵触的前提下，不同的项目可分别制定各自的政策、程序。<br>3. 在不与其他项目发生冲突的前提下，项目经理有权调动使用公司内的一切资源。<br>4. 对项目出现的变化、冲突的调停能快速反应。<br>5. 项目结束后，每位员工都有自己的“家”，无后顾之忧，工作热情较高。<br>6. 可共享骨干人员的使用从而降低项目成本。人员可同时进行多种工作。<br>7. 适合于技术性较强的项目。<br>8. 易于对时间、成本以及绩效进行平衡考虑。 | 1. 对每个项目的控制都很完善。<br>2. 每个参加项目的人员直接向项目经理负责，以追求效益为最高原则。<br>3. 交流、沟通系统完善。<br>4. 能做到专有技术人才专用，鼓励技术的专业化。<br>5. 对问题的决策反应迅速。<br>6. 人员对项目的忠诚度高，工作愉快。<br>7. 强调重视与业主的关系，一切以业主为中心。<br>8. 易于平衡考虑对进度、成本、绩效的控制。<br>9. 由于以项目为单位，组织规模较小，管理较容易。<br>10. 上级管理人员能有更多的时间考虑主要的问题。 |

| | 职能型结构形式 | 矩阵型结构形式 | 项目型结构形式 |
|---|---|---|---|
| 缺点 | 1. 没有人对整个项目直接负责。<br>2. 不强调以追求完成项目为中心。<br>3. 部门间协调机制复杂，对问题的决策时间较长。<br>4. 所做出的决策往往偏重于部门，缺乏整体意识。<br>5. 不是以业主为中心，对业主的要求反应慢。<br>6. 由于缺乏总体感，没有直接对项目负责的人，每个人都缺乏强烈的责任感。<br>7. 员工对工作缺乏激情和创新精神。<br>8. 各种建议多出自于对本部门的考虑，不考虑其他部门或整体情况。<br>9. 对各种资源的控制困难。 | 1. 由于每个项目之间人员，特别是管理人员设置重叠，就整个组织来讲，成本费用不经济。<br>2. 项目之间相互独立，有时造成重复工作。<br>3. 对各项政策和程序的界定需花费较大力气。<br>4. 职能部门的经理因权利削弱热情不高。<br>5. 尽管对单个问题的处理反应较快，但对工期时间要求较高的项目，采用矩阵模式较费时。<br>6. 对职能部门与项目间的权利平衡较为困难，因而造成工作人员工作中的无所适从。<br>7. 必须对各项目之间的各项工作，如时间安排、成本及进度统一平衡考虑。而这种协调往往很困难。 | 1. 在组织规模大，同时开展几个项目时，运营费用高，不划算。<br>2. 易造成项目结束后人员安排困难，闲置时间长。因此，上级管理部门必须对组织内部的每一个项目的工作进展有所了解。<br>3. 由于没有职能部门强有力的支持，技术支持较差。<br>4. 需要最高层对各职能部门统一协调。<br>5. 项目之间的技术交流较少。<br>6. 项目参加人员职业发展的连续性差，晋升机会少。 |

表 5－5－2　三种形式的选择条件

| 选择条件 | 职能型 | 矩阵型 | 项目型 |
|---|---|---|---|
| 环境的不确定性 | 低 | 高 | 高 |
| 环境的不确定性 | 低 | 高 | 高 |
| 所采用的技术 | 标准化 | 复杂 | 先进 |
| 项目的复杂程度 | 低 | 一般 | 高 |
| 项目的寿命期 | 短 | 中等 | 长 |
| 项目的重要程度 | 低 | 中等 | 高 |
| 服务对象 | 多 | 一般 | 少 |
| 对内部条件的依赖性 | 低 | 中等 | 高 |
| 对外部环境的依赖性 | 高 | 中等 | 低 |
| 进度要求的紧迫性 | 低 | 中等 | 高 |

### （三）建立部门之间的必要联系

在一个组织中，必须将不同的工作划分到具体部门，并建立部门之间的工作关系。应遵循的原则是，按照工作的相关性，本着有利于信息交流畅通，包括人员在内的一切资源的经济利用、控制简便的原则，建立一种逻辑关系，以达到最大程度的信息沟通、共享，避免无效的重复活动。工作的划分可按职能、产品、项目的地点或矩阵组合的方式进行。

### （四）框架设计

包括如何设计管理的层级和各级的管理跨度。一般采用组织结构图的方式来表述各项工作的划分、活动的组织、管理层次的设置、部门之间的相互联系等。

### （五）分析工作岗位，进行工作具体描述

组织结构图设计完成后，结合所需设置的部门，对关键岗位应赋予的权利、责任和义务进行分析描述，并以书面的形式确定到人。

岗位的描述要反映所处管理层次的特点，做到对不同部门的不同岗位的责、权、利设计合理。工作人员的安排应考虑基本技术技能、人际关系和宏观决策能力等素质要求。一般而言，较低管理层次岗位要求的人员需具备较强的基本技术技能；中层管理岗位要求人员的人际关系要强；高层管理人员要求具备较高的协调能力，对组织发展具有战略观点。

### （六）制定职员招聘、员工培训计划

结构设计的同时，应着手设计对员工招聘、培训的计划，其目的主要是为设计的岗位选择合适的人选。招聘计划应根据所聘岗位的工作描述，对人才的来源、所需人才的具体要求（如学历、经验、需掌握的技能）进行分析后，提出足够的候选人员名单。工作描述包括必须技能和必要技能，并据此进行对候选人的筛选、面试。

## 第三节　组织机构的环境适应性评价

项目的实施是否成功，不仅受到组织内部能力的制约，也受到组织外部环境的影响。判断一个项目是否成功，主要评价该项目是否达到了预期目标，如在预定的工期、概算之内建成投产。而在项目实施阶段，这一目标很大程度上取决于外部环境对项目的影响，如项目对外部各种服务的依赖性、各种外部组织对项目的支持程度，以及项目适应外部环境的变化程度等。过去，人们对项目的分析往往侧重于技术、经济、财务等方面，而忽视了项目运行的机制问题。项目的运行机制是指项目内部的组织机构与影响项目的外部环境，如政府部门、非政府组织、主管部门、信贷机构、供应商、项目竞争者、客户等共同构成的决定项目运行的准则及价值取向的一系列规范和行为模式。项目

的外部环境及运行机制分析，是项目组织分析的重要内容。

世界银行对项目的机制、机构的分析，一般采用下列方法：①对机构的组织管理机制进行评价；②机构绩效审计；③客户/利益群体分析；④机构的可持续性分析；⑤公众选择分析；⑥政策环境分析。

项目的环境因素复杂多变，包括自然环境、政治环境、法律环境、机制环境、文化和社会环境、技术环境、经济与竞争环境、基础设施环境等。进行环境分析的主要目的是：①识别对项目的成功实施有影响的因素；②对这些因素进行评价；③找出关键影响因素，并对其影响程度进行评价；④有针对性地设计项目的组织结构；⑤找出为适应环境影响应采取的管理手段及处理方法。

项目外部环境分析的最重要的方法是利益相关者分析，主要包括四个步骤：①识别与项目有关的所有利益相关者，其范围包括各级政府、主管部门、咨询机构、贷款部门、各种供应商、客户、竞争者等等；②分析确认各利益相关者在项目中的利益及对项目的态度；③分析各利益相关者对项目的影响力；④找出潜在的、阻碍项目发展的利益相关者，并制定相应的对策。

## 第四节 人力资源配置

在组织机构设置方案确定后，研究确定各类人员（包括生产人员、管理人员和其他人员）的数量和配置方案，以满足项目正常生产运营的需要，并为计算职工工资及福利费、劳动生产率等提供依据。

项目的人力资源配置是确保项目成功实施的关键。可行性研究要提出项目对各种技术、管理人员的需求，包括不同层次的管理监督人员、工程技术人员、熟练和非熟练工人等。在配置人员时，必须充分考虑项目所在国的劳动立法、劳动条件、定额、薪金、保险、职业安全、卫生保健和社会安全等因素、可行性研究对项目不同阶段的人员配置编制定员表，对人力资源的来源进行分析，制定招聘计划和外聘专家人数，并制定人员培训计划，进行人力成本估算。

### 一、人力资源配置的依据

(1) 国家、部门、地方的劳动政策法规。
(2) 项目建设规模与设备配备数量。
(3) 项目工艺复杂程度与自动化水平。
(4) 人员素质与劳动生产率水平。
(5) 组织机构设置与生产管理制度。
(6) 国外同类项目的水平。

## 二、人力资源配置的内容

（1）研究制定合理的工作制度与运转班次。根据行业和生产过程特点，提出项目的工作时间、工作制度、工作班次。

（2）研究员工配置数量。根据先进、科学的岗位定员和劳动定额计算配备各职能部门、各工作岗位所需人员结构、数量。

技术改造项目，应根据改造后技术水平和自动化水平的提高，优化人员配置，所需人员尽量由企业内部调剂解决。

（3）研究确定各类人员应具备的劳动技能和文化素质。

（4）研究测算项目所需职工工资和福利费用。

（5）研究测算项目的劳动生产率。

（6）研究提出员工选拔招聘方案，特别是高层次的管理和技术人员的选拔招聘方案。

## 三、人力资源配置确定方法

不同行业、不同岗位，配置的方法不同。主要有以下方法：

（1）按劳动效率计算定员，即根据生产任务和生产人员的劳动效率计算定员人数。

（2）按设备计算定员，即根据机器设备的数量、工人操作设备定额和机器设备开动班次等计算定员人数。

（3）按劳动定额定员，即根据工作量和生产任务、劳动定额等因素计算定员人数。

（4）按岗位计算定员，即根据设备操作岗位和每个岗位需要的工人数计算定员。

（5）按比例计算定员，即按服务人员占职工总数或生产人员数的比例计算所需服务人员人数。

（6）按组织机构职责范围、业务分工计算定员，主要用于计算管理人员的人数。

## 四、员工培训

可行性研究阶段应研究提出员工培训计划，包括职工人数、培训内容、培训目标、培训方法和培训费用。为保证项目顺利投产达产，应重点培训生产线和关键岗位的操作运行人员、管理人员和营销人员。

对上述培训人员应规定各自的培训目标、培训方式［场（厂）内外、国内外］、培训时间和培训费用。培训时间应与项目的建筑施工、设备安装、试车投产以及生产运营等各阶段的工作进度相衔接，以保证项目正常生产。

# 第五节　矿山企业组织机构和劳动组织、劳动定员的分析评估

## 一、矿山企业生产的特点

矿山企业生产与其他工业企业生产比较有许多特点：①企业生产线长、工种多、占用劳动力多。②地下采矿的矿山企业，由于生产者互不见面，而又需紧密配合，这就给生产系统的监督和指导带来许多困难。

## 二、组织机构分析评估

(1) 矿山企业的生产结构，按生产特征可分为基本生产、辅助生产、附属生产、非生产事业、非工业生产和自营基建等部分。基本生产包括掘进、采矿、选矿等工区和车间；辅助生产包括机修、动力设备等车间；附属生产包括采石、伐木、水泥预制、砖瓦车间；非生产事业（或称生活、文化、福利事业）包括学校、医院、宿舍、食堂、幼儿园等；非工业生产指大修理工段、附属农场和副业等；自营基建部门指井建队、建筑安装队和土木工程队等。

(2) 矿山企业组织机构，是在矿长（经理）领导下，设置若干副矿长分别负责矿山企业的生产技术、劳动工资及人事、财务供销以及计划、质量检验、办公室、运输和生活等方面的工作。

## 三、劳动组织和劳动定员的分析评估

(1) 现以矿山企业的矿井劳动组织为例，说明如下。矿井生产的主要环节是掘进和回采，组成掘进和回采工作的主要作业是凿岩、爆破、通风、装岩、运输，辅助作业是架设临时支架、铺设临时轨道、排水等。

(2) 生产劳动组织的任务，在于把不同工种的工人合理地组织在一起，使其既协调，又能充分利用工时，按劳动定额，高标准地完成各项生产任务。因此，矿井生产劳动组织必须注意到各工序在时间上的连续性。我国矿山企业的掘进和回采工作，多以综合队形式组织进行生产。综合队由各工种组成，在工作中凿岩、爆破、通风、装运、支护和铺轨仍由各工种分别承担其工作，但是工作转换或工作量不满时，要兼做其他工作，全队在生产中有分工又有协作。这种形式适用于工作地点的工作量不大，按专业分工工作量不足，比如，小断面掘进。另一种形式可称为专业队，其特点与综合队相反。

（3）关于劳动定员的确定。

①先确定回采工序及其进行顺序，按条件决定上向式凿岩机、浅孔爆破落矿，其工序为凿岩、装药、爆破、通风、部分（1/3）放矿，平整采矿场及处理顶部浮石。

②确定各工序工作量，按定额确定出勤劳动定员数。

# 第六章 资金规划与基础数据预测

## 第一节 投资筹集渠道及其分析

项目投资资金的获得是保证项目得以顺利实施的基本前提条件，因而投资筹措也就成为投资项目资金规划的重要内容。只有在相当明确筹资前景的情况下，才有条件进行项目的可行性研究，如果筹集不到资金，投资方案不合理，也不能付诸实施。除此之外，资金筹措还与项目的经济效益有着密切的关系。因此，拟上项目者都要千方百计地开拓资金筹措渠道，认真比较分析各种资金来源的使用代价，以提高资金的使用效益。

在我国现行体制下，项目投资来源有多种渠道，包括企业资本金、国家和地方财政拨款、国内银行贷款、企业发行债券和股票、向国外筹集资金（如国外银行贷款、向外国政府贷款、从国际金融机构贷款、利用外国银行的出口信贷、补偿贸易、吸收国外投资）等。

### 一、企业资本金

我国现行的《企业财务通则》要求建立资本金制度。资本金制度是围绕资本金的筹集、管理以及所有者的权责利等方面所做的法律规范。随着我国改革开放的深入和社会主义市场经济的发展，建立资本金制度，明确产权关系，具有多方面的意义。

简言之，资本金是创办企业的本钱。我国《企业财务通则》规定，资本金是指企业在工商行政管理部门登记的注册资金。根据投资主体的不同，将资本金划分为国家资本金、法人资本金、个人资本金以及外商资本金等。企业资本金是企业项目投资资金的来源之一。

### 二、财政拨款

财政拨款是指由财政预算内直接拨给项目建设单位无偿使用的项目建设资金。我国自 1979 年开始试行、1985 年全面实行凡是由国家预算安排的项目建设资金，均由财政拨款改为银行贷款（简称“拨改贷”）。国家对企业的投资逐步改无偿拨款为有偿贷款，只有国防科研项目，各级各类学校项目、医院、科研、行政机关和物资储备项目，防洪、排涝工程，市政工程和国防公路，边境县以下邮电通信项目，以及其他非经济部门

所属非营业性等无偿还能力的项目的贷款，不计利息，免于归还全部本金。

国家贷款在目前我国企业的资金筹措中不仅占有重要地位，而且这部分资金往往是低息的、贴息的，还款期限也长，有利于提高资金运用效果。企业的项目筹资应把这部分资金作为重要的对象。

## 三、国内银行贷款

国内银行贷款是指银行采取有偿的方式向项目建设单位提供的资金。从我国的现实情况来看，银行贷款是项目筹资的主要渠道。长期以来，基本建设贷款主要由建设银行提供，更新改造贷款和流动资金贷款主要由工商银行提供，外汇贷款主要由中国银行提供，农业贷款主要由农业银行提供。随着改革的深入和市场经济的发展，我国四大专业银行已逐渐开始向商业银行的方向发展，业务交叉量不断扩大，均开办各种类型的贷款。

银行贷款筹资的主要特点是银行贷款筹资管理比较简单，且银行种类繁多，分布广泛，贷款类型、期限多种多样，所以利用银行贷款筹资相对来说比较方便、灵活；银行贷款筹资风险适中，一般不涉及税务问题；银行作为企业，也是追求利润最大化，一般贷款利率较高；银行贷款筹资不涉及企业资产所有权的转移，但一旦企业无力偿还贷款，则可能使企业陷入困境，甚至导致企业破产。

## 四、企业发行债券和股票

企业项目投资所需资金，在经过有关部门批准后，也可通过发行债券和股票的方式向社会集资。这种筹集资金的方式目前已成为我国企业投资项目的重要资金来源。

企业债券代表债券持有人与企业的一种债权债务关系。债券筹资除具有期限性、偿还性和固定利率等特点以外，对发行债券的企业来说，其主要优点是企业发行债券筹集资金一般不涉及企业资产的所有权、经营权，企业债权人对企业资产、经营都没有控制权；债权人不能参加企业盈利的分配，企业债券的发行费用也不很高；债券本金，利息可在税前分发，可享受税收优惠；企业可以回收债券，调节企业资产结构。企业通过发行债券筹资时必须注意的几个问题是发行债券增加企业负债和破产的风险；发行债券的规定比较严格，筹资数额受到限制；债券本金和利息都需要偿还，所以在发行债券时必须做好计划。

企业股票证明股票持有人对企业资产享有相应的所有权。股票又分普通股和优先股。

普通股是企业为了筹措长期资金而发行的一种没有固定股息和任何优先权的有价证券。同其他筹资方式相比，发行普通股筹资的主要优点是可使企业股东增加，资产亏损的风险和经营风险可以由更多的股东分担；可以获得大量的资金，企业一般在急需扩大生产规模而资金短缺时发行普通股股票；可以调动更多的人参与企业生产经营活动的积极性；不需要支付固定的股息；在企业发生亏损时，普通股必须优先用于补偿亏损，所

以发行普通股可以提高企业的信誉，增加从银行取得贷款的能力。

优先股是相对普通股而言的，是企业为筹措资金而发行的一种混合性证券，它兼具股票和债券双重属性，但一般视为股票的一种。同普通股相比，优先股的主要特点是优先股可以在普通股之前分取企业盈利和资产，具有固定股息，对投资者来说比普通股安全，所以对需要资金的企业来说，发行优先股更容易吸引保守的投资者；优先股持有者一般没有投票权，没有对企业重大活动的控制权以及取得额外红利的权利，因此对企业原有股东威胁较小，对企业资产所有权损害较小；企业经营不佳时，可以不发优先股的股息，而且一般优先股没有期限，因此发行优先股不会迫使企业负债破产，风险较小；同普通股一样，优先股一般也列为权益资本，股息也要用税后净值发放，得不到免税优惠。

## 五、利用外资

企业利用外资是指企业筹措利用不属于我国组织和个人所有的资金，它是一种参与国际经济合作的重要形式，也是国内建设资金的补充来源。外资不仅指货币资金，也包括机器、设备、原材料、零部件等硬件资本货物和专利、商标、技术图纸等软件的一切外国资本。企业利用外资的方式可以归纳为利用直接投资和利用间接投资两大类。

### （一）利用国外直接投资

利用国外直接投资的方式主要表现为创办“三资企业”（即中外合资企业、中外合作企业和外商独资企业）。吸引国外直接投资不仅可以弥补我国资金不足，还可以学习国外的先进技术和管理经验，利用外资的直接投资方式一般不需对外负债，但企业需要让渡部分资产所有权和支配权，并要同外方分享利润，所以虽然利用外资风险不大，但却需付出一定的代价，企业需要慎重选择。

### （二）利用国外间接投资

A 政府贷款

政府贷款是指一国政府利用财政资金向另一国政府提供的优惠性贷款。目前，尽管政府贷款在国际间接投资中并不占据主导地位，但其独特的作用和优势是其他国际间接投资方式所无法替代的。

政府贷款是友好国家经济交往的重要形式，具有优惠的性质。但同时也应当看到，投资国的政府贷款也常常是其实现对外政治经济目标的重要工具。政府贷款除要求贷以现汇（即可自由兑换外汇）外，有时还附带有物资采购、规定合格资源国等限制条件。

政府贷款的期限较长，一般为 20～30 年（宽限期一般不超过 10 年）；由于具有经济援助性质，其贷款利率较低，一般为 3%左右，有的是无息贷款；贷款具有特定的使用范围。

尽管政府贷款的程序较为复杂，但利率极为优惠，应尽力积极争取。

B　国际金融机构贷款

国际金融机构是指为了达到共同的目标，由数国联合经办的在各国间从事金融活动的机构。包括联合国的专门机构及其他地区性的国际金融机构，如国际货币基金组织、国际复兴开发银行（世界银行）及属于世界银行集团的国际开发协会和国际金融公司，以及亚洲开发银行等。

国际货币基金组织一般只提供几种类型的中、短期贷款，且利率随时间递增。

世界银行的贷款必须用于一定的建设项目，如交通运输及公共建设等具体项目。贷款期限较长，平均为十几年，长的可达 30～50 年，宽限期 4 年左右。贷款利率参照资本市场利率。

国际开发协会主要是向低收入水平的发展中国家提供无息贷款（仅收取 0.75% 的手续费），贷款期限可长达 50 年，主要用于电力、交通运输以及农业等建设项目。

亚洲开发银行的贷款分普通贷款和特别贷款。普通贷款主要用于较富裕的发展中国家，贷款期限为 12～15 年（宽限期为 2～7 年），利率不固定；特别贷款是向年人均国民生产总值 400 美元以下的国家提供的无息贷款，贷款期限为 25～30（宽限期为 10 年）。

C　出口信贷

出口信贷是指商品出口国的官方金融机构或商业银行以优惠利率向本国出口商、进口方银行或进口商提供的信贷，是争夺国际市场的一种融资手段。出口信贷主要是工业发达国家为支持扩大本国工业品（尤其是大型成套设备）出口，加强在国际市场上的竞争能力，由政府采取对银行贴息并提供担保的办法，鼓励本国银行对出口商（卖方）或国外进口商（买方），提供较低利息的贷款，以解决买方支付的需要。出口信贷分为卖方信贷和买方信贷两种。

a　卖方信贷

卖方信贷是指在出口国商品出口时，为便于出口商以延期付款的方式出口商品，由出口商本国的银行向出口商提供的信贷。其程序是签订合同之后，买方先支付 10%～15% 的定金，其余贷款在全部交货或项目投产后陆续偿还。出口商一般要把利息、保险费、承诺费、管理费等加在货价上。

b　买方信贷

买方信贷是指由出口方银行直接向进口商或进口方银行所提供的信贷。一般是由买方与出口商签订贸易合同，买方银行与卖方银行签订贷款合同。买卖双方以即期现汇成交。签约后，买方向卖方先付 15% 的定金，其余 85% 的贷款由卖方银行贷给买方银行，再由买方银行转贷给买方，买方用此贷款按现汇条件支付给卖方，买方通过买主银行分期向卖方银行还本付息。使用买方信贷，进口商容易了解商品的真实价格，便于比较选用，买方信贷是我国利用外资的一种形式。

D　商业信贷

商业信贷是指国际资金市场上筹措的自由外汇贷款。诚然，政府贷款和国际金融机构贷款条件优惠，但其数量有限，不易争取。因此，商业信贷成为各国利用国外间接投资的主要形式。以商业信贷方式获得的贷款在使用方向上没有什么约束，不受与一定进

口项目相联系的限制，也叫自由外汇。商业信贷利率较高，一般按国际金融市场资金需求情况浮动，货币不同，利率也不同，如美元贷款利率一般按伦敦银行同业拆放利率为基础，再依期限长短分别加上一个附加利率，加息幅度反映了借款人的资信；其他各种货币贷款一般按国内市场利率加上加息率。

国际间银行贷款可划分为短期贷款、中期贷款和长期贷款，期限在1年以内的为短期贷款（金额一般在1亿美元以下）；1～5年的为中期贷款（金额一般在1亿美元左右）；5年期以上的为长期贷款（金额一般为1～5亿美元或更高）。中长期贷款除收取利息以外，还要收取管理费、代理费、承诺费和杂费等。

E　补偿贸易

补偿贸易是指国外厂商以向进口国提供设备、专利技术等作价的资金作为贷款，此贷款用该建设项目的全部或部分产品或进口国其他项目的产品补偿。这是在信贷基础上发展起来的一种特殊的贸易形式。

采取补偿贸易方式筹集资金的主要优点是可以突破现汇不足的障碍，从而扩大设备物资的进口；利用产品补偿的机会在国际市场上建立信誉，可以开拓商品进入市场的销售渠道，增加出口。这种筹资方式的局限性在于外商不一定接受返销产品作为补偿，另外，不容易引进比较尖端的技术设备。

利用国外间接投资除有以上几种方式外，对外发行股票、债券等有价证券也是利用外资的重要形式，只是条件要求较高，程序也比较复杂，非一般投资者所能做到。

## 第二节　投资估算

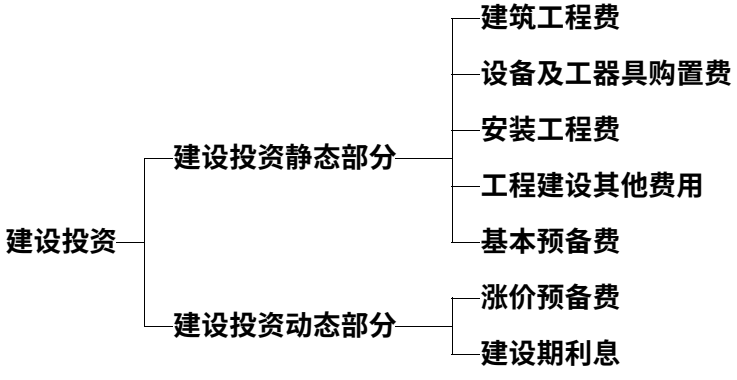
投资估算是在对项目的建设规模、技术方案、设备方案、工程方案及项目实施进度等进行研究并基本确定的基础上，估算项目投入总资金（包括建设投资和流动资金）并测算建设期内分年资金需要量。投资估算作为制定融资方案、进行经济评价，以及编制初步设计概算的依据。

### 一、建设投资估算内容

建设投资由建筑工程费、设备及工器具购置费、安装工程费、工程建设其他费用、基本预备费、涨价预备费、建设期利息构成。其中，建筑工程费、设备及工器具购置费、安装工程费形成固定资产；工程建设其他费用可分别形成固定资产、无形资产、递延资产。基本预备费、涨价预备费、建设期利息，在可行性研究阶段为简化计算方法，一并计入固定资产。

建设投资可分为静态投资和动态投资两部分。静态投资部分由建筑工程费、设备及工器具购置费、安装工程费、工程建设其他费用、基本预备费构成；动态投资部分由涨价预备费和建设期利息构成。

项目建设投资构成如下图所示。




建设投资构成图

## 二、建设投资估算方法

### （一）建设投资估算的依据与要求

（1）估算依据

投资估算应做到方法科学，依据充分。主要依据有：

①专门机构发布的建设工程造价费用构成、估算指标、计算方法，以及其他有关计算工程造价的文件；

②专门机构发布的工程建设其他费用计算办法和费用标准，以及政府部门发布的物价指数；

③拟建项目各单项工程的建设内容及工程量。

（2）估算精度要求

投资估算应达到以下要求：

①工程内容和费用构成齐全，计算合理，不重复计算，不提高或者降低估算标准，不漏项不少算；

②选用指标与具体工程之间存在标准或者条件差异时，应进行必要的换算或者调整；

③投资估算精度应能满足控制初步设计概算的要求。

### （二）建设投资估算步骤与方法

（1）估算步骤

①分别估算各单项工程所需的建筑工程费、设备及工器具购置费、安装工程费；

②在汇总各单项工程费用基础上，估算工程建设其他费用和基本预备费；

③估算涨价预备费和建设期利息。

（2）估算方法

①建筑工程费估算。建筑工程费是指为建造永久性建筑物和构筑物所需要的费用，如场地平整、厂房、仓库、电站、设备基础、工业窑炉、矿井开拓、露天剥离、桥梁、码头、堤坝、隧道、涵洞、铁路、公路、管线敷设、水库、水坝、灌区等项工程的费

用。建筑工程投资估算一般采用以下方法：

单位建筑工程投资估算法，以单位建筑工程量投资乘以建筑工程总量计算。一般工业与民用建筑以单位建筑面积（平方米）的投资，工业窑炉砌筑以单位容积（立方米）的投资，水库以水坝单位长度（米）的投资，铁路路基以单位长度（公里）的投资，矿山掘进以单位长度（米）的投资，乘以相应的建筑工程总量计算建筑工程费。

单位实物工程量投资估算法，以单位实物工程量的投资乘以实物工程总量计算。土石方工程按每立方米投资，矿井巷道衬砌工程按每延米投资，路面铺设工程按每平方米投资，乘以相应的实物工程总量计算建筑工程费。

概算指标投资估算法，对于没有上述估算指标且建筑工程费占总投资比例较大的项目，可采用概算指标估算法。采用这种估算法，应占有较为详细的工程资料、建筑材料价格和工程费用指标，投入的时间和工作量较大。具体估算方法见有关专门机构发布的概算编制办法。

应编制建筑工程费用估算表，如表 5－6－1 所示。

表 5－6－1　建筑工程费用估算表

| 序号 | 建、构筑物名称 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 费用合计（万元） |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

②设备及工器具购置费估算。设备购置费估算应根据项目主要设备表及价格、费用资料编制。工器具购置费一般按占设备费的一定比例计取。

设备及工器具购置费，包括设备的购置费、工器具购置费、现场制作非标准设备费、生产用家具购置费和相应的运杂费。对于价值高的设备应按单台（套）估算购置费；价值较小的设备可按类估算。国内设备和进口设备的设备购置费应分别估算。

国内设备购置费为设备出厂价加运杂费。设备运杂费主要包括运输费、装卸费和仓库保管费等，运杂费可按设备出厂价的一定百分比计算。应编制国内设备购置费估算表，如表 5－6－2 所示。

表 5－6－2　国内设备购置费估算表

| 序号 | 设备名称 | 型号规格 | 单位 | 数量 | 设备购置费 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 出厂价（元） | 运杂费（元） | 总价（万元） |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | 合计 | | | | | | |

进口设备购置费由进口设备货价、进口从属费用及国内运杂费组成。进口设备货价按交货地点和方式的不同，分为离岸价（FOB）与到岸价（CIF）两种价格。进口从属费用包括国外运费、国外运输保险费、进口关税、进口环节增值税、外贸手续费、银行财务费和海关监管手续费。国内运杂费包括运输费、装卸费、运输保险费等。

进口设备按离岸价计价时，应计算设备运抵我国口岸的国外运费和国外运输保险费，得出到岸价。计算公式为：

进口设备到岸价 = 离岸价 + 国外运费 + 国外运输保险费

其中：国外运费 = 离岸价 × 运费率　或　国外运费 = 单位运价 × 运量；

国外运输保险费 =（离岸价 + 国外运费）× 国外保险费率。

进口设备的其他几项从属费用通常按下面公式估算：

进口关税 = 进口设备到岸价 × 人民币外汇牌价 × 进口关税率

进口环节增值税 =（进口设备到岸价 × 人民币外汇牌价 + 进口关税 + 消费税）× 增值税率

外贸手续费 = 进口设备到岸价 × 人民币外汇牌价 × 外贸手续费率

银行财务费 = 进口设备货价 × 人民币外汇牌价 × 银行财务费率

海关监管手续费 = 进口设备到岸价 × 人民币外汇牌价 × 海关监管手续费率

海关监管手续费是指海关对发生减免进口税或实行保税的进口设备，实施监管和提供服务收取的手续费。全额征收关税的设备，不收取海关监管手续费。

国内运杂费按运输方式，根据运量或者设备费金额估算。

应编制进口设备购置费估算表，如表 5 – 6 – 3 所示。

表 5 – 6 – 3　进口设备购置费估算表　　单位：万元、万美元

| 序号 | 设备名称 | 台套数 | 离岸价 | 国外运费 | 国外运输保险费 | 到岸价 | 进口关税 | 消费税 | 增值税 | 外贸手续费 | 银行财务费 | 海关监管手续费 | 国内运杂费 | 设备购置费总价 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 设备 A | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 设备 B | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 设备 C | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 设备 D | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 设备 E | | | | | | | | | | | | | |
| | … | | | | | | | | | | | | | |
| | 合计 | | | | | | | | | | | | | |

注：难以按单台（套）计算进口设备从属费用的，可按进口设备总离岸价估算。

现场制作非标准设备，由材料费、人工费和管理费组成，按其占设备总费用的一定比例估算。

③安装工程费估算。需要安装的设备应估算安装工程费，包括各种机电设备装配和安装工程费用，与设备相连的工作台、梯子及其装设工程费用，附属于被安装设备的管线敷设工程费用；安装设备的绝缘、保温、防腐等工程费用；单体试运转和联动无负荷试运转费用等。

安装工程费通常按行业或专门机构发布的安装工程定额、取费标准和指标估算投资。具体计算可按安装费率、每吨设备安装费或者每单位安装实物工程量的费用估算，即：

$$\text{安装工程费} = \text{设备原价} \times \text{安装费率}$$

$$\text{安装工程费} = \text{设备吨位} \times \text{每吨安装费}$$

$$\text{安装工程费} = \text{安装工程实物量} \times \text{安装费用指标}$$

应编制安装工程费估算表，如表 5－6－4 所示。

表 5－6－4　安装工程费用估算表

| 序号 | 安装工程名称 | 单　位 | 数　量 | 指标（费率） | 安装费用（万元） |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 设备 | | | | |
| | A | | | | |
| | B | | | | |
| | … … | | | | |
| 2 | 管线工程 | | | | |
| | A | | | | |
| | B | | | | |
| … | … | | | | |
| | 合计 | | | | |

④工程建设其他费用估算。工程建设其他费用按各项费用科目的费率或者取费标准估算。应编制工程建设其他费用估算表，如表 5－6－5 所示。

表 5－6－5　工程建设其他费用估算表　　单位：万元

| 序号 | 费用名称 | 计算依据 | 费率或标准 | 总价 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 土地使用费 | | | |
| 2 | 建设单位管理费 | | | |
| 3 | 勘察设计费 | | | |
| 4 | 研究试验费 | | | |

| 序号 | 费用名称 | 计算依据 | 费率或标准 | 总价 |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 建设单位临时设施费 | | | |
| 6 | 工程建设监理费 | | | |
| 7 | 工程保险费 | | | |
| 8 | 施工机构迁移费 | | | |
| 9 | 引进技术和进口设备其他费用 | | | |
| 10 | 联合试运转费 | | | |
| 11 | 生产职工培训费 | | | |
| 12 | 办公及生活家具购置费 | | | |
| … | …… | | | |
| | | | | |
| | 合计 | | | |

注：上表所列费用科目，仅供估算工程建设其他费用参考。项目的其他费用科目，应根据拟建项目实际发生的具体情况确定。

⑤基本预备费估算。基本预备费是指在项目实施中可能发生难以预料的支出，需要事先预留的费用，又称工程建设不可预见费，主要指设计变更及施工过程中可能增加工程量的费用。基本预备费以建筑工程费、设备及工器具购置费、安装工程费及工程建设其他费用之和为计算基数，乘以基本预备费率计算。

⑥涨价预备费估算。涨价预备费是对建设工期较长的项目，由于在建设期内可能发生材料、设备、人工等价格上涨引起投资增加，需要事先预留的费用，亦称价格变动不可预见费。涨价预备费以建筑工程费、设备及工器具购置费、安装工程费之和为计算基数。计算公式为：

$$PC = \sum_{t=1}^{n} I_t[(1+f)^t - 1]$$

式中　PC——涨价预备费；

$I_t$——第 t 年的建筑工程费、设备及工器具购置费、安装工程费之和；

f——建设期价格上涨指数；

n——建设期。

建设期价格上涨指数，政府部门有规定的按规定执行，没有规定的由可行性研究人员预测。

⑦建设期利息估算。建设期利息是指项目借款在建设期内发生并计入固定资产的利息。计算建设期利息时，为了简化计算，通常假定借款均在每年的年中支用，借款第一年按半年计息，其余各年份按全年计息，计算公式为：

各年应计利息 =（年初借款本息累计 + 本年借款额/2）× 年利率

有多种借款资金来源，每笔借款的年利率各不相同的项目，既可分别计算每笔借款

的利息，也可先计算出各笔借款加权平均的年利率，并以此利率计算全部借款的利息。

## 三、流动资金估算

流动资金是指生产经营性项目投产后，为进行正常生产运营，用于购买原材料、燃料，支付工资及其他经营费用等所需的周转资金。流动资金估算一般采用分项详细估算法，个别情况或者小型项目可采用扩大指标法。

### （一）分项详细估算法

对构成流动资金的各项流动资产和流动负债应分别进行估算。在可行性研究中，为简化计算，仅对存货、现金、应收帐款和应付帐款四项内容进行估算，计算公式为：

流动资金 = 流动资产 - 流动负债

流动资产 = 应收帐款 + 存货 + 现金

流动负债 = 应付帐款

流动资金本年增加额 = 本年流动资金 - 上年流动资金

估算的具体步骤，首先计算各类流动资产和流动负债的年周转次数，然后再分项估算占用资金额。

(1) 周转次数计算，周转次数等于 360 天除以最低周转天数。存货、现金、应收帐款和应付帐款的最低周转天数，可参照同类企业的平均周转天数并结合项目特点确定。

(2) 应收帐款估算，应收帐款是指企业已对外销售商品、提供劳务尚未收回的资金，包括若干科目，在可行性研究时，只计算应收销售款。计算公式为：

应收帐款 = 年销售收入/应收帐款周转次数

(3) 存货估算，存货是企业为销售或者生产耗用而储备的各种货物，主要有原材料、辅助材料、燃料、低值易耗品、维修备件、包装物、在产品、自制半成品和产成品等。为简化计算，仅考虑外购原材料、外购燃料、在产品和产成品，并分项进行计算。计算公式为：

存货 = 外购原材料 + 外购燃料 + 在产品 + 产成品

外购原材料 = 年外购原材料/按种类分项周转次数

外购燃料 = 年外购燃料/按种类分项周转次数

在产品 = (年外购原材料 + 年外购燃料 + 年工资及福利费 + 年修理费 + 年其他制造费用) /在产品周转次数

产成品 = 年经营成本/产成品周转次数

(4) 现金需要量估算，项目流动资金中的现金是指货币资金，即企业生产运营活动中停留于货币形态的那部分资金，包括企业库存现金和银行存款。计算公式为：

现金需要量 = (年工资及福利费 + 年其他费用)/现金周转次数

年其他费用 = 制造费用 + 管理费用 + 销售费用 - (以上三项费用中所含的工资及福利费、折旧费、维简费、摊销费、修理费)

(5) 流动负债估算，流动负债是指在一年或者超过一年的一个营业周期内，需要偿还

的各种债务。在可行性研究中，流动负债的估算只考虑应付帐款一项。计算公式为：

应付帐款 = (年外购原材料 + 年外购燃料)/应付帐款周转次数

根据流动资金各项估算的结果，编制流动资金估算表，如表 5 – 6 – 6 所示。

表 5 – 6 – 6　流动资金估算表　　单位:万元

| 序号 | 项目 | 最低周转天数 | 周转次数 | 投产期 | | 达产期 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 3 | 4 | 5 | 6 | … | n |
| 1 | 流动资产 | | | | | | | | |
| 1.1 | 应收帐款 | | | | | | | | |
| 1.2 | 存货 | | | | | | | | |
| 1.2.1 | 原材料 | | | | | | | | |
| 1.2.2 | 燃料 | | | | | | | | |
| 1.2.3 | 在产品 | | | | | | | | |
| 1.2.4 | 产成品 | | | | | | | | |
| 1.3 | 现金 | | | | | | | | |
| 2 | 流动负债 | | | | | | | | |
| 2.1 | 应付帐款 | | | | | | | | |
| 3 | 流动资金(1 – 2) | | | | | | | | |
| 4 | 流动资金本年增加额 | | | | | | | | |

### (二)扩大指标估算法

扩大指标估算法是一种简化的流动资金估算方法，一般可参照同类企业流动资金占销售收入、经营成本的比例，或者单位产量占用流动资金的数额估算。

## 四、项目投入总资金及分年投入计划

### (一)项目投入总资金

按投资估算内容和估算方法估算各项投资并进行汇总，分别编制项目投入总资金估算汇总表，如表 5 – 6 – 7 所示，主要单项工程投资估算表，如表 5 – 6 – 8 所示，并对项目投入总资金构成和各单项工程投资比例的合理性，单位生产能力(使用效益)投资指标的先进性进行分析。

表 5－6－7　项目投入总资金估算汇总表　　单位:万元、万美元

| 序号 | 费用名称 | 投资额 | | 占项目投入总资金的比例(%) | 估算说明 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 合计 | 其中:外汇 | | |
| 1 | 建设投资 | | | | |
| 1.1 | 建设投资静态部分 | | | | |
| 1.1.1 | 建筑工程费 | | | | |
| 1.1.2 | 设备及工器具购置费 | | | | |
| 1.1.3 | 安装工程费 | | | | |
| 1.1.4 | 工程建设其他费用 | | | | |
| 1.1.5 | 基本预备费 | | | | |
| 1.2 | 建设投资动态部分 | | | | |
| 1.2.1 | 涨价预备费 | | | | |
| 1.2.2 | 建设期利息 | | | | |
| 2 | 流动资金 | | | | |
| 3 | 项目投入总资金(1+2) | | | | |

表 5－6－8　主要单项工程投资估算表　　单位:万元

| 序号 | 工程名称 | 建筑工程费 | 设备及工器具购置费 | 安装工程费 | 工程建设其他费用 | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | 合计 | | | | | |

## (二)分年资金投入计划

估算出项目投入总资金后,应根据项目实施进度的安排,编制分年资金投入计划表,如表 4－6－9 所示。

表 5－6－9　分年资金投入计划表　　单位:万元、万美元

| 序号 | 名　　称 | 人　民　币 | | | 外　　汇 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 第一年 | 第二年 | … | 第一年 | 第二年 | … |
| | 分年计划(%) | | | | | | |
| 1 | 建设投资(不含建设期利息) | | | | | | |

| 序号 | 名　　称 | 人　民　币 | | | 外　　汇 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 第一年 | 第二年 | … | 第一年 | 第二年 | … |
| 2 | 建设期利息 | | | | | | |
| 3 | 流动资金 | | | | | | |
| 4 | 项目投入总资金(1 + 2 + 3) | | | | | | |

建设项目流动资金需要量,除用上述的定额计算法进行计算之外,在实际工作中还常采用按企业销售收入(或产值)、固定资产价值、经营成本等某个百分点估算。例如:矿山建设项目为年经营成本的 35% 左右;钢铁企业为年销售收入的 20% 左右;铜矿建设项目为年销售收入的 30% 左右;火力发电厂为固定资产价值的 2% 左右;化工厂为总成本费用的 25% 左右,或销售收入的 12% 左右;水泥厂为销售收入的 20% 左右;化纤厂为销售收入的 20% 左右;涤纶厂为销售收入的 15% 左右;港口建设项目为服务收入的 11% 左右;重型汽车厂为销售收入的 30% 左右。

## 第三节　总成本费用的估算

投资项目的成本估算的准确性是极为重要的,它将影响到建设项目未来的生命力。成本是反映项目产品生产所需物质资料和劳动力消耗的主要指标,是预测建设项目获利能力的重要依据。

在实际投资项目评估中,总成本费用的估算是按总成本费用要素分项估算(见表 5 – 6 – 10)。

表 5 – 6 – 10　总成本费用估算表　　单位:万元

| 序　号 | 年　限/年<br>项　　目 | 投产期 | | 达到设计能力生产期 | | | | 合　计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3 | 4 | 5 | 6 | … | n | |
| 1 | 外购原材料 | | | | | | | |
| | . | | | | | | | |
| | . | | | | | | | |
| | . | | | | | | | |
| 2 | 外购燃料及动力 | | | | | | | |
| | . | | | | | | | |
| | . | | | | | | | |
| | . | | | | | | | |

| 序　号 | 年　限/年<br>项　　目 | 投产期 | | 达到设计能力生产期 | | | | 合　计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3 | 4 | 5 | 6 | … | n | |
| 3 | 工资及福利费 | | | | | | | |
| 4 | 修理费 | | | | | | | |
| 5 | 折旧费 | | | | | | | |
| 6 | 维简费 | | | | | | | |
| 7 | 摊销费 | | | | | | | |
| 8 | 利息支出 | | | | | | | |
| 9 | 其他费用 | | | | | | | |
| | 其中：土地使用税 | | | | | | | |
| 10 | 总成本费用 | | | | | | | |
| | (1 + 2 + … + 9) | | | | | | | |
| | 其中：1. 固定成本 | | | | | | | |
| | 2. 可变成本 | | | | | | | |
| 11 | 经营成本 | | | | | | | |
| | (10 - 5 - 6 - 7 - 8) | | | | | | | |

按照总成本费用估算表的内容，总成本费用计算公式为：

总成本费用 = 外购原材料 + 外购燃料动力 + 工资及福利费 + 修理费 + 折旧费 + 维简费 + 摊销费 + 利息支出 + 其他费用　　(4 - 6 - 1)

## 一、外购原材料成本估算

原材料成本是总成本费用的重要组成部分，应加以科学地估算。

原材料成本 = 全年产量 × 单位产品原材料成本　　(4 - 6 - 2)

式中，全年产量可根据测定的设计生产能力和投产期各年的生产负荷加以确定；单位产品原材料成本是根据原材料消耗定额和单位确定的。

工业项目生产所需要的原材料种类繁多，在评估时，可根据具体情况，选取耗用量较大的、主要的原材料为估算对象，依据国家有关规定和经验数据估算原材料成本。

## 二、外购燃料动力成本估算

燃料动力成本估算公式为：

燃料动力成本 = 全年产量 × 单位产品燃料和动力成本　　(4 - 6 - 3)

公式中有关数据的确定方法同上。

## 三、工资及福利费估算

如前所述，工资和福利费包括在制造成本、管理费用、销售费用和财务费用之中。为便于计算和进行项目经济评价，而将工资和福利费单独估算。

### （一）工资估算

工资是按全厂职工定员数和人均工资额计算的年工资总额。其计算公式为

$$\text{年工资成本} = \text{全厂职工定员数} \times \text{人均年工资额} \qquad (4-6-4)$$

### （二）福利费估算

职工福利费是按照职工工资总额的 14% 提取的。职工福利费主要用于职工的医药费、医务经费、职工生活困难补助以及按国家规定开支的其他职工福利支出，不包括职工福利设施的支出。

## 四、折旧费估算

如前所述，折旧费包括在制造成本、管理费用、销售费用之中。为便于进行项目经济评价，应将折旧费单独估算和列出。

根据国家有关规定，计提折旧的固定资产范围是：企业的房屋、建筑物，在用的机器设备、仪器仪表、运输车辆、季节性停用和大修理停用的设备；通过局部轮翻大修实现整体更新的固定资产；生产任务不足，处于半停产企业的设备。

根据国家有关规定结合我国企业的管理水平，将工业企业固定资产分为 3 大部分，22 类，按大类实行分类折旧。在评估时可分类计算折旧，也可综合计算折旧，要视项目的具体情况而定。

我国现行固定资产折旧方法，一般是采用平均年限法或工作量法。有些企业经财政部批准，其机器设备的折旧可采用双倍余额递减法或年数总和法。

在采用平均年限法和工作量法计算折旧时，净残值率按固定资产原值 3% ~ 5% 确定，净残值率低于 3% 或高于 5% 的，由企业自主确定，并报主管财政机关备案；折旧年限（即项目的生产期），国家有关部门在适当缩短了现行规定的折旧年限的基础上，对各类固定资产折旧年限规定一个最高限和最低限，制定了折旧年限的弹性区间，允许企业根据实际情况，在这个区间内自行确定折旧年限；固定资产原值是根据固定资产投资额和建设期利息计算求得。

## 五、修理费估算

与折旧费相同，修理费也包括在制造成本、管理费用、销售费用之中。在进行建设项目经济评价时，可以单独计算修理费。修理费包括大修理费用和中小修理费用。其计

算公式如下：

$$修理费 = 固定资产原值 \times 修理费用率 \quad (4-6-5)$$

在评估时，为简化计算，也可按折旧额的一定比率计算修理费。该比率可参照同类企业的经验数据加以确定。

## 六、维简费估算

维简费是指采掘、采伐工业按生产产品数量（采矿按每吨原矿产量，林区按每立方米原木产量）提取的固定资产更新和技术改造资金，即维持简单再生产资金，简称“维简费”。企业发生的维简费直接计入成本，其计算方法和折旧费相同。这类采掘、采伐企业不再计提折旧。

采煤工业（全国统配和重点煤矿）从 1985 年起，改变按吨煤从成本中提取维简费和国家拨款的办法，恢复计提固定资产折旧费。

## 七、摊销费估算

摊销费是指无形资产和递延资产在一定期限内分期摊销的费用。

无形资产的摊销关键是确定摊销期限。无形资产应按规定期限分期摊销，即法律和合同或者企业申请书分别规定有法定有效期和受益年限的，按照法定有效期与合同或者企业申请书中规定的受益年限孰短的原则确定；没有规定期限的，按不少于 10 年的期限分期摊销。

递延资产中的开办费按照不短于 5 年的期限分期摊销。

无形资产和开办费是发生在项目建设期和筹建期间，而应在生产期分期平均摊入管理费用中，在经济评价时，也可单独列出。

## 八、利息支出估算

利息支出是指筹集资金而发生的各项费用，包括生产经营期间发生的利息净支出，即在生产期所发生的建设投资借款利息和流动资金借款利息之和。

建设投资借款在生产期发生的利息计算公式为：

$$每年支付利息 = 年初本金累计额 \times 年利率 \quad (4-6-6)$$

为简化计算，还款当年按年末偿还，按全年计息。

流动资金借款利息计算公式：

$$流动资金利息 = 流动资金借款累计额 \times 年利率 \quad (4-6-7)$$

## 九、其他费用估算

其他费用一般是根据总成本费用中前 8 项费用之和的一定比率计算的，其比率应按

照同类企业的经验数据加以确定。

将上述各项合计，即为总成本费用。

## 第四节　销售收入及税金、利润估算

产品销售（营业）收入和销售税金及附加估算表见表 5－6－11。

表 5－6－11　产品销售（营业）收入和销售税金及附加估算表

单价单元：元、美元
销售收入单位：万元、万美元

| 序号 | 产品名称 | 单位 | 单价 | | 生产负荷×× % | | | | | | 生产负荷×× % | | | | | | 生产负荷 100% | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 外销（外币） | 内销（人民币） | 销售量 | | | 销售收入 | | | 销售量 | | | 销售收入 | | | 销售量 | | | 销售收入 | | |
| | | | | | 外销 | 内销 | 小计 | 外销 | 内销 | 小计 | 外销 | 内销 | 小计 | 外销 | 内销 | 小计 | 外销 | 内销 | 小计 | 外销 | 内销 | 小计 |
| 1 | 产品销售（营业）收入 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | . | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | . | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | . | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 销售税金及附加 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | 增值税 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 营业税 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 消费税 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | . | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | . | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | . | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2 | 资源税 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.3 | 城市维护建设税 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.4 | 教育费附加 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

# 第五节　项目清偿能力预测

项目清偿能力预测主要是指在进行投资项目经济评价时，预测项目计算期内各年的财务状况及偿债能力。项目投资的资金构成中，贷款往往占有很大比重，这样，借、贷双方都必然十分关心项目的财务状况及偿还债务的能力。当然，清偿能力预测和分析也就成为投资项目经济分析的一个重要方面。预测项目清偿能力可通过计算反映项目清偿能力的指标来进行，主要有借款偿还期、资产负债率、流动比率和速动比率。

## 一、借款偿还期

借款偿还期是指项目建设投资借款偿还期。如果项目不涉及国外借款，只计算国内借款偿还期；如果项目涉及国外借款，则还需计算国外借款偿还期。

国内借款偿还期是指在国家政策规定及项目具体财务条件下，以项目投产后可用于还款的利润、折旧及其他收益偿还固定资产投资借款本金和建设期利息（不包括已用自有资金支付的建设期利息）所需要的时间。其表达式为

$$I_d = \sum_{t=1}^{P_d} R_t \qquad (4-6-8)$$

式中　$I_d$——固定资产投资国内借款本金和建设期利息之和；

$P_d$——固定资产投资国内借款偿还期，一般从借款开始年算起；

$R_t$——第 t 年可用于还款的资金，包括：利润、折旧、摊销及其他还款资金。

借款偿还期可直接由资金来源与运用表推算，以年表示，计算公式为：

$$\text{借款偿还期}（P_d）= \text{借款偿还后开始出现盈余年份数} - \text{开始借款年份} + \frac{\text{当年偿还借款额}}{\text{当年可用于还款的资金额}} \qquad (4-6-9)$$

涉及外资的项目，其国外借款部分的还本付息，应按已经明确的或预计可能的借款偿还条件（包括偿还方式及偿还条件）计算。

计算出的借款偿还期，可与贷款机构的要求期限进行对比，等于或小于贷款机构提出的要求期限，即认为项目是有偿还能力的。否则说明项目偿还能力不足，即从项目清偿能力角度考虑，可认为项目是不可行的。

关于贷款利息的计算，如果按实际提款、还款日期计算将十分繁杂，为简化计算，一般假定借款发生当年均在年中支用，按半年计算，其后年份按全年计息；还款当年按年末偿还，按全年计息。每年应计利息的近似计算公式如下：

$$\text{每年应计利息} = （\text{年初借款本息累计} + \frac{\text{本年借款额}}{2}）\times \text{年利率} \qquad (4-6-10)$$

借款还本付息计算表见表 5－6－12。

表 5－6－12　借款还本付息计算表　　单位：万元

| 序　号 | 年　限/年<br>项　目 | 利率/% | 建设期 | | 投产期 | | 达到设计能力生产期 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | … | n |
| 1 | 借款及还本付息 | | | | | | | | | |
| 1.1 | 年初借款本息累计 | | | | | | | | | |
| 1.1.1 | 本金 | | | | | | | | | |
| 1.1.2 | 建设期利息 | | | | | | | | | |
| 1.2 | 本年借款 | | | | | | | | | |
| 1.3 | 本年应计利息 | | | | | | | | | |
| 1.4 | 本年还本 | | | | | | | | | |
| 1.5 | 本年付息 | | | | | | | | | |
| 2 | 偿还借款本金的资金来源 | | | | | | | | | |
| 2.1 | 利润 | | | | | | | | | |
| 2.2 | 折旧 | | | | | | | | | |
| 2.3 | 摊销 | | | | | | | | | |
| 2.4 | 其他资金 | | | | | | | | | |
| | 合计（2.1＋2.2＋2.3＋2.4） | | | | | | | | | |

例　某厂生产的某种产品供不应求，经市场调查和预测，其市场前景十分看好。为扩大产量，增加品种，提高质量，拟扩大生产规模，购进先进设备和技术对工厂进行改造。经预测改造项目期初一次性投资 665 万元，全部来源于贷款，年利率为 8%。项目建设期 1 年，第 2 年可用于还款的资金为 180.49 万元，第 3 年可用于还款的资金为 225.28 万元，以后各年均为 290.14 万元，试计算贷款偿还期。

解　贷款偿还过程的计算见表 5－6－13。

表 5－6－13　贷款偿还计算表　　单位 :万元

| 年　限/年<br>项　目 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| 年初贷款累计(1) | 0 | 665 | 484.51 | 259.23 |
| 本年借款(2) | 665 | 0 | 0 | 0 |
| 本年偿还贷款利息(3) | 26.6 | 53.2 | 38.76 | 20.74 |
| 本年可用于还款的资金(4) | 26.6(自有资金) | 180.49 | 225.28 | 290.14 |
| 本年偿还贷款本金(5) | 0 | 180.49 | 225.28 | 259.23 |
| 偿债后的余额(6) | 0 | 0 | 0 | 30.91 |

表中第（1）行（年初贷款累计）为上年尚未归还的贷款本利和；第（4）行（本年

可用于还款的资金）是由当年的利润、折旧及其他还款资金计算得来的。第（3）、（5）行（本年偿还贷款利息、本金）是按每年付息并按能力还本的方式计算的。根据计算公式：

第 1 年：借款：665 万元

当年利息：$665/2 \times 8\% = 26.6$（万元）

第 2 年：年初应付本金总额：665（万元）

当年利息：$665 \times 8\% = 53.2$（万元）

当年偿还本金：180.49（万元）

□

依次类推以后各年的计算。表的第（6）行（偿债后余额）开始出现大于零的数值时即为还清贷款年份。根据公式（4－6－9）计算的贷款偿还期为：

$$4 - 1 + \frac{259.23}{290.14} = 3.89\text{（年）}$$

## 二、资产负债率、流动比率、速动比率

资产负债率、流动比率、速动比率全部依据资产负债表计算。在计算这三个比率性指标时，既可以计算项目计算期内前几年的，也可以计算整个计算期的。

### （一）资产负债率

资产负债率是反映项目各年所面临的财务风险程度及偿还能力的指标。计算公式为：

$$\text{资产负债率} = \frac{\text{负债合计}}{\text{资产合计}} \times 100\% \qquad (4-6-11)$$

一般可接受的资产负债率应是在 100%以下，若大于 100%，表明企业已资不抵债，已达到破产的警戒线。

### （二）流动比率

流动比率是反映项目各年偿付流动负债能力的指标。计算公式为：

$$\text{流动比率} = \frac{\text{流动资产总额}}{\text{流动负债总额}} \times 100\% \qquad (4-6-12)$$

计算出的流动比率，一般应大于 200%，即 1 元的流动负债至少 2 元的流动资产作后盾，保证项目按期偿还短期债务。这也才是提供贷款的机构可以接受的。

### （三）速动比率

速动比率是反映项目快速偿付流动负债能力的指标。计算公式为：

$$\text{速动比率} = \frac{\text{流动资产总额}-\text{存货}}{\text{流动负债总额}} \times 100\% \qquad (4-6-13)$$

计算出的速动比率，一般应接近于 100%，即 1 元的流动负债有 1 元的流动资产以

资抵偿。

# 第六节　矿山项目建设投资估算与财务评估

## 一、建设投资的估算与资金筹措评估

建设投资包括固定资产投资、流动资金和固定资产借款利息（资本化利息）三个部分。

### （一）固定资产投资

固定资产投资是指花费在工程建设上的全部活劳动和物化劳动的总和。其中包括：

1. 固定资产投资构成

（1）用于建设场地的准备、主要生产设施、辅助性生产设备和矿山生产外部条件的建设费用，包括：

①建设场地的开拓、平整和排水的费用，原有建筑的拆迁和重建费用，以及破坏环境的赔偿；

②采矿基建、采准工程的费用，露采的初期剥离费用，选厂厂房和通往选厂的运输线的建设费用，生产设备装卸设施、堆矿场和仓库的建设费用；

③排水、通风、安全技术、工业卫生、机修车间和生活服务设施的建设费用；

④矿山的铁路、公路、车辆和电话、供电工程（专用电站、输电线、配电所等）、供排水工程等费用。

上述费用构成矿山企业的固定资产，将通过折旧形式转移到产品中去。

（2）用于施工管理、职工培训、勘测设计、地质勘探、矿石技术加工试验、矿山建设可行性研究等费用，这部分费用不形成固定资产。

2. 固定资产投资的估算

固定资产投资与矿床的特点、产出条件、矿山企业生产规模、矿床开采和技术加工方法、经济自然地理等因素有关，其估算的准确程度（精度）取决于工作的深度和广度，以及资料占有程度，常用的方法有以下几种。

（1）扩大指标法。扩大指标即单位产量固定资产投资额，所谓扩大指标法就是将扩大指标与拟建矿山企业的年生产能力的乘积作为拟建矿山企业固定资产投资的方法，其计算公式如下：

$$J = J_u D$$

式中　J——拟建矿山企业基建投资（元）；

$J_u$——扩大指标（元/吨）；

D——拟建矿山企业年生产能力（吨/年）。

扩大指标是根据大量设计和实际投资指标的统计分析确定的。实际应用时，要尽量

选取与拟建矿山地质条件类似、开采方法与选矿方法相似、生产能力相近的矿山的实际指标来估算固定资产投资。

(2) 生产规模指标法（又称 0.6 指数法）。生产规模指数法的实质是利用已知企业的投资指标来概略地估算同类型，但不同规模企业的投资额，其计算公式为：

$$J = \left(\frac{D}{D_0}\right)^n J_0$$

式中　J——拟建矿山企业的固定资产投资（元）；

D——拟建矿山企业的生产能力（元）；

$D_0$——类似已建矿山企业的年生产能力（吨/年）；

$J_0$——类似已建矿山企业的固定资产投资（元）；

n——投资指数，通常取 0.6～0.8，若用增加设备能力来增加企业年生产能力时，n 取 0.6～0.7；若用增加设备的数量来扩大企业生产能力时，n 取 0.8～1.0。

(3) 分项工程累加法。根据矿山建设的全部图纸、工程和设备清单及重要工作量，计算单项工程和设备项目的直接费用，各种间接费用，以及不可预见费用等，然后累计求和。

## （二）流动资金

1. 流动资金的构成

流动资金是垫支在劳动对象上的工资及其他支出等要素方面的资金。即矿山企业经营过程中作为周转用的资金，它在周转中表现为生产储备资金（包括原材料、低值易耗品、燃料等占用的资金）、未完工产品资金、成品资金、货币资金与结算资金（包括发出商品应收款额、银行存款、现金等）等占用形态。它的价值周转是一次全部转移到产品中去，并从产品销售收入中一次全部得到回收，它只经过一个生产周期就可以完成一次从垫支出去到全部收回的循环，其价值周转方式具有流动性，故称为流动资金。

2. 流动资金的估算

流动资金多采用以下几项扩大指标：

(1) 按流动资金占固定资产资金率计算，如有色金属矿山采选企业流动资金约占固定资产金额的 15%～20%；又如化学矿山定额流动资金约为固定资产金额的 10%～25%。

(2) 按流动资金占年经营费资金率计算，如黑色冶金矿山定额流动资金约占年经营费的 50%左右。

## （三）固定资产贷款利息

矿山企业基建期间因不生产产品，无力偿还应支付的贷款利息，不得不另行借贷，以偿还基建期间所发生的利息，故又称资本化利息。

## （四）建设投资的估算

(1) 用比例法说明矿山企业采矿总投资（不包括资本化利息）的估算过程。

设：设备及采购费 x 万元

设备安装费 $y = ax$ 万元（$a = 0.43$）

工地建筑费 $z = by$（露天 $b = 0.1 \sim 0.3$，坑内 $b = 0.2 \sim 0.6$）

附属设施费 $U = cy$（扩建 $c = 0 \sim 0.25$，新建 $c = 0.25 \sim 1$）

则：

①矿山企业采矿实体部分 $V = x + y + z + U$

施工费 $W = dv$（简单的 $d = 0.2 \sim 0.35$，复杂的 $d = 0.35 \sim 0.6$）

其他费 $P = ev$（$e = 0.3$）

规模因素费 $K = fv$（$f = 0 \sim 15$）

②矿山企业所需固定资产投资 $L = V + W + P + K$

③流动资金及其他费 $M = Lg$（$g = 0.15 \sim 0.25$）

④矿山企业所需总投资 $I = L + M$

（2）以设备的价值（交货价）或安装设备总价为基础，乘以综合性经验系数来确定基建投资（该系数为 2.16～4.74，视劳动对象不同而异）。按下式计算；

矿山项目总投资 = 综合系数 × 设备价（交货价）

或　　= 综合系数 × 安装设备总价

### （五）资金筹措评估

（1）资金来源。资金筹措包括资金筹集和资金运用，我国建设资金的来源主要靠国家内部积累，但在一定条件下，也可把国外借贷的资金作为补充来源。国内资金来源的渠道有财政拨款、银行贷款和企业自筹资金等，国外资金来源主要有政府贷款、出口信贷及补偿贸易和合资经营、国际金融市场及自由外汇等。

（2）资金运用评估。资金运用的合理性主要表现在对贷款数额的认真估算、年度用款计划和贷款占用时间等方面，在满足项目用款需要的前提下，要尽量削减贷款数量，合理安排年度用款计划，减少贷款占用时间。

## 二、生产成本费用估算

### （一）生产成本费用构成

矿山生产成本是指矿山企业为生产和销售矿产品而支付的一切费用。它包括已耗费的生产资料的价值，如原材料及辅助材料、燃料、动力费，工资及附加费，固定资产折旧费，销售矿产品的开支，如保管费、运输费、销售费等，上级公司的行政管理费等。矿产品生产成本的组成内容如图 5－6－1 所示。

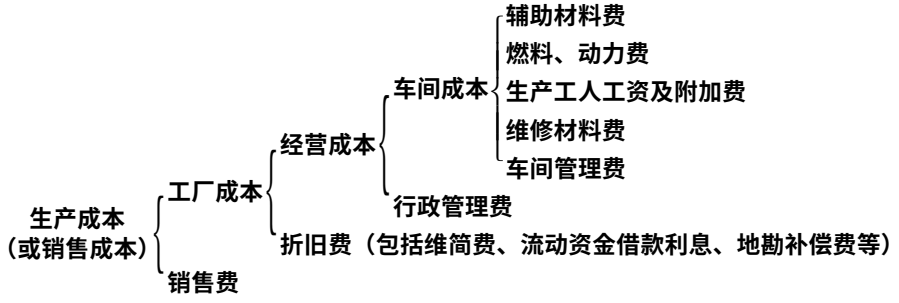



图 5－6－1　矿产品成本费用构成

## （二）生产成本费用估算

生产成本主要是根据过去的统计资料和经验预估确定的，常用的估算方法有以下两种。

1. 扩大指标法

就是根据单位成本扩大指标或类似矿山的实际单位成本直接选取，要尽量选取与被评价矿床的地质特征、矿山生产能力、开采方法、开拓方式、采矿方法、选矿加工工艺、装备水平等相类似的矿山。矿产品种类不同，成本估算也不同。

（1）原矿成本的估算，可按下式计算：

$$S_1 = e(1+\eta) + d$$

式中　$S_1$——露天采矿成本（元/吨）；

e——矿岩生产经营成本（元/吨）；当采用机车运输时，e 的取值范围是 1～1.2 元/吨；采用汽车运输时，e 的取值范围是 1.3～1.4（元/吨）；

$\eta$——剥采比（吨/吨）；

d——维简费（元/吨）；按规定取值，铁矿石为 2.35 元/吨；有色金属矿石为 4.50（元/吨）。

如果按照不同的剥采比（在 0.5～4 范围内），可参照以下经验公式计算露天采矿成本。

当生产规模较大，或为山坡露天时，则：

铁矿山　$S_1 = 3.55 + 1.2\eta$

有色金属矿山　$S_1 = 5.7 + 1.2\eta$

当生产规模较小，或为深凹露天时，则：

铁矿山　$S_1 = 3.75 + 1.4\eta$

有色金属矿山　$S_1 = 5.9 + 1.4\eta$

坑内采矿成本的影响因素较多，一般采用扩大指标法估算。

（2）精矿成本的估算。当采矿成本与选矿加工费用确定以后，可按照下式计算精矿的成本。

$$S_j = (S_m + S_d)\ q$$

式中　$S_j$——精矿成本（元/吨）；

$S_m$——采矿成本（元/吨）；

$S_d$——一吨矿石选矿加工费用（元/吨）；

q——选矿比，即生产一吨精矿所需要的矿石量，它是入选原矿量与选出精矿量的比值。

选矿加工费用可按矿石性质、加工方法及生产规模等，以相应地质勘查阶段的选矿试验结果为依据逐项计算，如条件不具备，可采用扩大指标。

2. 分项成本累加法

该法是按照成本构成逐项进行估算，然后累加求和。采矿成本通常包括辅助材料费、燃料及动力费、生产工人工资及工资附加费、大修理费及维修费、折旧费或维简费、行政（企业）管理费、地勘工作补偿费等。

### （三）折旧费估算

为了更新原有的固定资产，必须采取某种方式，将原有的固定资产的价值，在其使用期间转作生产成本，从产品的收入中及时提取并积累起来，以保证简单再生产的顺利进行。这种为了更换生产性资产留出的准备资金就叫折旧费。

目前，我国基建设资已经改由银行贷款，要求将来连本付息偿还贷款，因此采用连本付息折旧公式，具有现实意义。这个公式就是国外常用的设备折旧费计算公式，J 可视为设备投资，DE 为每年应偿付的折旧费。使用这个公式的优点是可以引起对设备积压的重视，因为积压时间越长，折旧费用越高。连本付息折旧公式如下：

如果偿还基建投资的折旧费，需要连本付息，而且每年偿还的数额是相等的话，则可采用以下公式计算折旧费。

$$DE = J\frac{i(1+i)^T}{(1+i)^T-1}$$

式中　DE——年折旧费；

J——固定资产投资额；

i——贷款年利率；

T——偿还贷款年限。

## 三、矿产品价格估算

### （一）矿产品价格的定价因素

包括：

（1）社会必要劳动量。一般说来，矿产品的价格是由凝聚在矿产品中的社会必要劳动量决定的，但矿产品是由矿产资源经过开发加工而获得的。由于矿产资源是一种不可再生的自然资源，它的开发工作遵循“报酬递减规律”。同时，矿床在自然界的分布及其自然丰度，又存在较大的差异，这将直接影响到人们对矿产资源开发利用所投入的劳动量。

（2）社会需求对劣等矿产资源利用。人类对矿产资源的需求量是在不断地增长，这就迫使人类不得不对劣等矿产资源进行开发利用。为了保证开发利用劣等矿产资源的矿山企业也能获得合理的收益，在对矿产品进行定价时，就应该按开发利用劣等矿产资源矿山企业的社会平均先进劳动消耗定额，而不是按全部矿产资源矿山企业的社会平均先进劳动消耗定额来加以确定。

（3）社会对优等矿产资源利用需征税金。对于优等矿产资源在开发利用中获得的超额利润，国家可作为税金（或租金）加以回收。

（4）资金利润率。由于矿业生产活动受到资源状况经常变动的影响，其生产活动常具有一定的冒险性，因此，在对矿产品进行定价时，应保证矿山企业有高于其他行业的资金利润率。

## （二）矿产品的定价方法

对矿产品的定价方法，基本上有两种。

（1）收支平衡定价法。这种方法主要用于企业内部结算价格和国家调拨价格以及市场潜力和矿山企业生产潜力都很大的矿产品价格。对于协商议定价格，采用这种定价方法，矿山企业在生产初期将无利可获，主要依靠以后产销量的扩大，降低生产成本而获利。但这种价格易被用户接受，有助于占领市场和扩大市场，而且可以有效地阻止竞争者向自己的市场渗透。其定价公式为：

$$Z_{B、E}=\frac{S_F}{D_0}+S_V$$

式中　$Z_{B、E}$——矿产品收支平衡价格（元/年）；

$S_F$——按劣等矿产资源确定的固定总成本（元/年）；

$D_0$——目标产销量（吨/年）；

$S_V$——按劣等矿产资源确定的每吨矿产品变动成本（元/吨）。

（2）利润加成本定价法。这是最常用的方法，定价公式为：

$$Z=\frac{S_T+P_T}{D_T}$$

式中　Z——矿产品的销售价格（元/吨）；

$S_T$——按劣等矿产资源确定的总成本（元）；

$P_T$——矿产品期望利润（元）；

$D_T$——矿产品预计销售量（吨）。

矿产品期望利润 $P_T$ 应按劣等矿产资源矿山企业平均先进成本利润率（也可按资金利润率、投资报酬率）来确定矿产品的价格。

$$P_T=S_TE$$

式中　E——劣等矿产资源矿山企业平均先进成本利润率（%）。

将 $P_T$ 代入前式，则：

$$Z=\frac{S_T+S_TE}{D_T}$$

式中　$S_TE$——利润总额。

此法的优点是价格制定比较容易，接近“利润价格”；缺点是不能考虑在不同价格条件下的需求量变化情况，解决这个问题可采用投资报酬定价法。

## 四、税金估算

目前国家对矿业开征的工商统一税与可行性研究有关的有以下几种。

（1）增值税。按《中华人民共和国增值税暂行条例》规定，在中华人民共和国境内销售货物或者提供加工、修理、修配劳务以及进口货物的单位和个人，为增值税的纳税义务人。

法规规定中外合作油（气）田开采的原油、天然气，按实物征收增值税，税率为5%，在计征增值税时，不抵扣进额税额。固体矿产品（包括煤、金属、非金属矿产品）增值税率为13%。应纳增值税额＝当期销项税额－当期进项税额＝当期销售额×税率－当期买价×扣除率

（2）所得税。按企业年度销售利润征收的一种税，其计算公式为：

所得税额＝应纳税所得额×税率

＝（销售收入－成本－产品税－单项留利－准许扣还的贷款）×税率

式中“单项留利”包括治理“三废”产品盈利净额；提前还清基本建设借款应留给企业的利润；其他经国务院或财政部批准专项留用的利润。

“准许扣还的贷款”是指国家安排的基本建设拨改贷项目投产后实现的利润，用于归还基建贷款的部分，企业用专项贷款项目投产后，用新增利润归还专项贷款的部分，以及分给联营单位的利润。

对于大中型国营企业，采用33%税率计算税金；

对于小型企业所得税额，按下式计算：

$$\text{所得税额} = \text{应纳税所得额} \times \text{税率} - \text{速算扣除额}$$

小型企业适用八级超额累进税率，其税率和速算扣除额见有关文件。

（3）资源税和资源补偿费。《资源税暂行条例》和《矿产资源补偿费征收管理规定》中明文规定，开采矿产资源必须按照国家有关规定缴纳资源税和资源补偿费。

征收资源税的目的是为了调节收入和合理利用我国的矿产资源。石油、天然气和煤炭资源税是最早开始征收的税种，目前已经覆盖所有矿种，它是按应税产品实际产量（销售）定额征收。

资源补偿费应按照矿产品销售收入的一定比例计征，企业缴纳的矿产资源补偿费列入管理费用。其计算公式如下：

矿产资源补偿费金额＝矿产品销售收入×补偿费率×开采回采率系数

## 五、矿山项目财务评估指标计算

矿山项目的财务评估可分为静态和动态评估两种方法，常用的评估指标体系如图5

－6－2 所示。

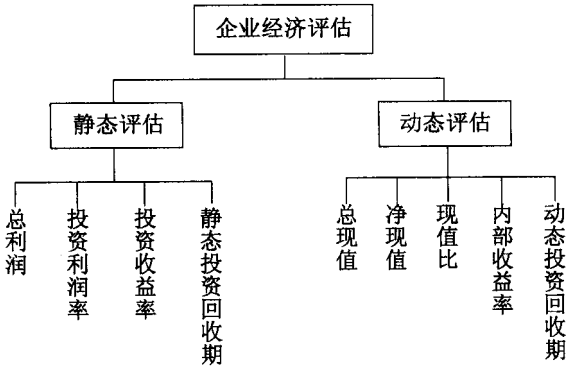



图 5－6－2　企业经济评估指标体系图

这些财务效益评估指标的计算方法与一般工业项目评估指标计算方法相同。而判别矿山项目评估指标经济效益的好坏的基准参数由于国家目前尚未统一规定和颁布，建议暂时可参考下列标准执行：

(1) 黑色金属矿山基准收益率采用 8% ~ 10%；

(2) 有色金属矿山基准收益率采用 8% ~ 12%；

(3) 贵金属矿山基准收益率采用 10% ~ 15%；

(4) 化工矿山基准收益率采用 7% ~ 10%；

(5) 一般金属矿山企业的基准投资回收期为 8 ~ 10 年；

(6) 国家规定重工业企业的基准投资回收期不应超过 15 年。

根据矿山企业生产经营特点和矿山产品的性能不同，矿山企业的年度总利润和项目总利润额可按下列方法进行计算。

总利润额。所谓总利润额就是总收入（矿产品价格 × 产量）或总提取价值，扣除生产总成本和税金之后的余额。用公式表示为：

总利润额 = 总收入（或总提取价值） － 总成本 － 税金

= (矿产品价格 × 产量) － (经营成本 + 基建设资额)

－ (总收入 × 有关税率)

税金应包括资源税、矿产资源补偿费、增值税和所得税等，但当我们进行概略或初步矿床技术经济评价时，税金可忽略不计。

(1) 一吨矿石的总利润。对同一个矿山来讲，如果生产的产品不同，则一吨矿石的利润也不相同。因此，计算公式也就不同。

①产品是原矿时，一吨矿石的利润可按下式计算：

$$P_p = Z_p - (S_e + S_m)$$

式中　$P_p$——一吨矿石的利润（元）；

$Z_p$——一吨矿石的价格（元）；

$S_e$——一吨矿石应偿还的地质勘探费（元）；

$S_m$——一吨矿石的开采成本（元）。

②产品是精矿粉时，一吨矿石的利润可按下式计算：

$$P_p = Z_p - (S_e + S_m + S_d)$$

式中　$S_d$——一吨矿石的选矿成本（元）；

$Z_p$——产品是精矿粉时，一吨矿石的提取价格（元）。

如果已知一吨精矿的价格，则 $Z_p$ 可按下式求得：

$$Z_p = Z_d \frac{CD_d(1 - K_f)}{C_d}$$

令

$$\frac{CK_d(1 - K_f)}{C_d} = \delta$$

则

$$Z_p = Z_d\delta$$

代入上式得：

$$P_p = Z_d \frac{CD_d(1 - K_f)}{C_d} - (S_e + S_m + S_d)$$

$$= Z_d\delta - (S_e + S_m + S_d)$$

式中　$Z_d$——一吨精矿的价格（元）；

C——矿石储量的平均品位（%）；

$C_d$——精矿粉的平均品位（%）；

$K_d$——选矿回收率（%）；

$K_f$——采矿贫化率（%）；

δ——由一吨矿石生产的精矿量，称为“选矿产率”或“精矿产率”，即为选矿比的倒数。

当然，也可先把一吨矿石的探、采、选成本换算成一吨精矿粉的成本，然后再求一吨精矿粉的利润，即：

$$P_d = Z_d - (S_e + S_m + S_d)\ q$$

$$= Z_d - (S_e + S_m + S_d)\frac{C_d}{CK_d(1 - K_f)}$$

式中　$P_d$——一吨精矿粉的利润（元）；

q——选矿比，即选一吨精矿粉所需要的矿石量数。

③产品是金属时，一吨矿石的利润可按下式计算：

$$P_p = Z_p - (S_e + S_m + S_d + S_s)$$

式中　$Z_p$——产品是金属时，一吨矿石的提取价格（元）；

$S_s$——一吨矿石的冶炼成本（元）。

如果已知一吨金属的价格，则 $Z_p$ 可按下式计算：

$$Z_p = Z_s \frac{CK_dK_s(1 - K_f)}{C_s}$$

代入上式得：

$$P_0 = Z_s \frac{CK_dK_s\ (1 - K_f)}{C_s} -\ (S_e + S_m + S_d + S_s)$$

式中　$Z_s$——一吨金属的价格（元）；

$K_s$——冶炼回收率（%）；

$C_s$——冶炼产品的金属含量（%）。

当然，也可先把一吨矿石的探、采、选、冶成本换算成一吨金属的成本，然后再计算一吨金属的利润（$P_s$），即：

$$P_s = Z_s -\ (S_e + S_m + S_d + S_s)\ \frac{C_s}{CK_dK_s\ (1 - K_f)}$$

(2) 矿山企业的年总利润。

①按原矿计算，则：

$$P_{py} = P_pD$$

式中　$P_{py}$——矿山企业生产原矿的年利润（元）；

D——采矿企业原矿年产量（吨）。

②按精矿计算，则：

$$P_{dy} = P_dD_d$$

式中　$P_{dy}$——矿山企业生产精矿的年利润（元）；

$D_d$——选矿企业精矿年产量（吨）。

③按金属计算，则：

$$P_{sy} = P_sD_s$$

式中　$P_{sy}$——矿山企业生产金属的年利润（元）；

$D_s$——冶炼企业金属年产量（吨）。

(3) 整个矿床的总利润额。

①如果产品是原矿，总利润额按下式计算：

$$P = P_pQ' =\ [Z_p -\ (S_e + S_m)]\ Q\ \frac{K_m}{(1 - K_f)}$$

式中　P——整个矿床采山矿量的总利润额（元）；

$Q'$——矿床的采山矿量（吨）；

Q——矿床的地质储量（吨）。

或按下式计算：

$$P = P_pD_1 + P_pD_2 + \cdots\cdots + P_pD_n = P_0 \sum_{i=1}^{n} D_i$$

式中　$D_i$——矿山企业全采期间各年原矿产量（吨），i = 1，2，3，……，n。

②如果产品是精矿粉，总利润按下式计算：

$$P =\ [Z_d \frac{CK_d\ (1 - K_f)}{C_d} -\ (S_e + S_m + S_d)]\ Q\ \frac{K_m}{1 - K_f}$$

③如果产品是金属，总利润按下式计算：

$$P = \left[Z_s \frac{CK_dK_s(1-K_f)}{C_s} - (S_e + S_m + S_d + S_e)\right] Q \frac{K_m}{1-K_f}$$

如果 $P > 0$，则说明一吨矿石的价值大于一吨矿石的勘查、开采和加工成本，开发该矿床有利可图。反之，若 $P < 0$，说明开发该矿床要亏损。

从公式可见，矿床的总利润主要与矿石储量平均品位（C）、储量（Q）、开采费用（S）有关。矿石储量平均品位（C）和储量（Q）是矿石品位指标的函数；开采费用（S）是矿山企业生产能力（D）的函数。因此，为了获得矿床开发利润的最大值，必须确定矿石最佳品位指标和矿山最佳生产能力（$D_0$）。

在矿山生产寿命期间，当各年的总收入（或总价值）、总成本不相等时，整个矿床的总利润额可按表 5－6－14 计算。

表 5－6－14　总利润表　　单位：万元

| 序号 | 年份 / 项目 | 矿山生产期间 | | | | | | | | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | …n | |
| （一） | 产品收入 | | | | | | | | | |
| （二） | 总成本 | | | | | | | | | |
| （三） | 产品税金 | | | | | | | | | |
| （四） | 利润额<br>（一）—（二）—（三） | | | | | | | | | |
| （五） | 资源税 | | | | | | | | | |
| （六） | 营业外支出等 | | | | | | | | | |
| （七） | 总利润额<br>（四）—（五）—（六） | | | | | | | | | |

# 第七节　砂石开采与粗选厂投资估算举例

## 一、基本条件

下面的例子是一个 150t/h 重矿砂，利用表 5－6－15 确定矿石类型及采矿方法和设备，用表 5－6－16 确定矿石等级和选矿流程及所需的功率和重量，然后估算投资。

所研究矿体为西澳大利亚的一个重矿砂矿床，矿化位置大约在海拔 100m 以上，海滨陆地。一些重矿物组分蚀变在潜水面及其上，以及在颗粒表面形成氢氧化铁，使矿体发生了巨大的变化。氧化铁的沉积形成结核、豆石和普通的红土层。

表 5－6－15　不同砂矿开采条件设备选择表

| 采矿条件 | | | 设　备　选　择 |
|---|---|---|---|
| S1 | S1.1　干燥，没有覆土层；矿体厚度 < 6m 且容易挖掘 | M1 | 挖掘机—移动式重选厂，干式或湿式 |
| | | M2 | 铲运机—固定式重选厂；再处理或排入给料机 |
| | | M3 | 轮胎装载机—卡车—有再处理设备的固定式重选厂 |
| | | M4 | 斗轮式挖掘机—皮带运输机—固定或移动式重选厂 |
| | | M5 | 冲矿沟、水力开采，泵送—固定或移动式重选厂 |
| | | M6 | 推土机—“水坑”挖泥船系统—固定或移动式重选厂 |
| | S1.2　需要松土或爆破 | M7 | 松土机推土；除上述 S1.1 的设备外，另加回转凿岩机 |
| | | M8 | 凿岩及采场爆破 |
| S2 | S2.1　干燥，没有覆土层；矿体厚度 > 6m 且容易挖掘 | M9 | 索斗铲—移动式选矿厂 |
| | | M10 | 索斗铲—卡车—固定或移动式重选厂 |
| | | M11 | 采用挖掘、装载设备和车辆运输的露天开采 |
| | | M12 | 采用挖掘、装载设备和带式输送机的露天开采 |
| | | M13 | 冲矿沟—水坑采砂船—固定式重选厂 |
| | | M14 | 索斗铲或链式铲斗下向挖掘—运输设备 |
| | S2.2　需要松土或爆破 | M15 | 松土或爆破设备—重型装载机—矿石运输—移动式破碎站和带式输送机 |
| S3 | 干燥有覆土 | M16 | 可用前面任何一种系统剥离覆土和采矿 |
| | | M17 | 剥离采用往返式推进，采出矿石采用“坑上”带式输送机和布料器；开采输送带下的矿石可采用水力运输也可采用大倾角输送带将矿石运出 |
| | | M18 | 采煤的回填覆土 |
| | | M19 | 当矿体厚度 < 6m 时，松土和挖掘同时进行，以提高折返效率 |
| S4 | 潮湿无覆土；矿体厚度 < 6m | M20 | 地面或浮船上的挖掘设备送料给浮动（移动）式重选厂 |
| | | M21 | 吸砂船组—移动式重选厂 |
| | | M22 | 链斗式采砂船—移动式重选厂（要求的最小可采厚度为 3m） |
| | | M23 | 电耙耙至斜坡道和水力运输器 |
| S5 | 潮湿无覆土；矿体厚度 6 ~ 50m | M24 | 选用吸砂头、斗轮铲、水下风动泵、文丘里泵等方式中最适宜的 |
| | | M25 | 链式挖斗船并配备船上重选厂或洗矿筛分后，采用水力输送至固定或移动式洗选厂房 |

| 采矿条件 | | | 设　备　选　择 |
|---|---|---|---|
| S6 | 潮湿有覆土 | M26 | 链式挖斗船用于剥离。2 台吸泥船——1 台用于覆土剥离，而另 1 台用于采矿 |
| | | M27 | 潜水位以上覆土剥离与潜水位以下矿石湿法开采。某些粘性表土最好不要选浆 |

表 5－6－16　不同类型砂矿的选矿设备选择

| 矿石类型等级（由易到难排序） | 矿石类型说明 | 选矿工艺说明（主要特点及匹配的额外设备） | 流程要素（见图 5－6－15） | 所需功率（kW） | 钢结构（t） | 机械重量（t） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1A | 干净砂、矿泥很少、少量卵石 < 150mm、少量杂物、准备工作少 | 选厂可能为轻型，在条件许可时为移动式且常由采矿设备直接给矿。大块矿物可能存在但几率很小。使用简易洗矿槽。 | 1）给矿准备作业<br>2）筛上物拣选<br>3）天然块矿回收<br>4）粗矿物回收<br>5）细矿物回收 | 30<br>–<br>–<br>–<br>– | 8<br>–<br>–<br>–<br>– | 18<br>–<br>–<br>–<br>– |
| 1B | 干净砂、矿泥很少、少量卵石 < 150mm、少量杂物 | 若条件允许，选厂的给料准备作业应是可移动式的。选厂可移动和机械化，以适应矿石条件。 | 1）给矿准备作业<br>2）筛上物拣选<br>3）天然块矿回收<br>4）粗矿物回收<br>5）细矿物回收 | 40<br>–<br>90<br>200<br>320 | 10<br>–<br>50<br>90<br>90 | 20<br>–<br>60<br>80<br>60 |
| 2 | 干净砂与砾石、很少矿泥、卵石 < 150mm、少量杂物 | 类似矿石 1 的选厂，通常在细筛前安装保护筛。增加部分是大块处理设备。 | 1）给矿准备作业<br>2）筛上物拣选<br>3）天然块矿回收<br>4）粗矿物回收<br>5）细矿物回收 | 45<br>–<br>90<br>200<br>320 | 20<br>–<br>50<br>90<br>90 | 22<br>–<br>60<br>80<br>60 |
| 3 | 砂石与大卵石、少量砾石、很少矿泥 | 选厂类似矿石 1 与 2，但需要大块保护筛和过大块处理能力。固定选厂的给矿机前有固定格筛。 | 1）给矿准备作业<br>2）筛上物拣选<br>3）天然块矿回收<br>4）粗矿物回收<br>5）细矿物回收 | 55<br>–<br>90<br>200<br>320 | 23<br>–<br>50<br>90<br>90 | 27<br>–<br>60<br>80<br>60 |

| 矿石类型等级（由易到难排序） | 矿石类型说明 | 选矿工艺说明（主要特点及匹配的额外设备） | 流程要素（见图 5－6－15） | 所需功率（kW） | 钢结构（t） | 机械重量（t） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 砂石与矿泥 > 10mm、少量卵石、少量废石 | 选厂应注重给料准备作业及洗矿。以不同的方式完成脱泥，细泥处理可经过浓密机或送尾矿坝堆存。通常需回水。 | 1）给矿准备作业<br>2）筛上物拣选<br>3）天然块矿回收<br>4）粗矿物回收<br>5）细矿物回收 | 90<br>–<br>90<br>200<br>320 | 45<br>–<br>50<br>90<br>90 | 31<br>–<br>60<br>80<br>60 |
| 5 | 矿泥 + 10%、大卵石、砾石 | 需要重型作业振动筛。处理卵石与矿石 3 类似，同时脱泥与矿石 4 类似。 | 1）给矿准备作业<br>2）筛上物拣选<br>3）天然块矿回收<br>4）粗矿物回收<br>5）细矿物回收 | 120<br>–<br>90<br>200<br>320 | 53<br>–<br>50<br>90<br>90 | 46<br>–<br>60<br>80<br>60 |
| 6 | 弱胶结砂 | 轻型破碎设备，如大直径的自磨圆筒筛 | 1）给矿准备作业<br>2）筛上物拣选<br>3）天然块矿回收<br>4）粗矿物回收<br>5）细矿物回收 | 120<br>–<br>90<br>200<br>320 | 50<br>–<br>50<br>90<br>90 | 50<br>–<br>60<br>80<br>60 |
| 7 | 中等胶结砂 | 要求包括盘式给矿机前的重型格筛和大块初筛，并在可能的情况下与挖掘机配套。 | 1）给矿准备作业<br>2）筛上物拣选<br>3）天然块矿回收<br>4）粗矿物回收<br>5）细矿物回收 | 125<br>–<br>90<br>200<br>320 | 54<br>–<br>50<br>90<br>90 | 68<br>–<br>60<br>80<br>60 |
| 8 | 强胶结砂、很少矿泥、少量杂物 | 需要锤式破碎机。在经过锤式破碎机之前可能需要颚式破碎机。均为重负荷。 | 1）给矿准备作业<br>2）筛上物拣选<br>3）天然块矿回收<br>4）粗矿物回收<br>5）细矿物回收 | 125<br>–<br>90<br>200<br>320 | 61<br>–<br>50<br>90<br>90 | 86<br>–<br>60<br>80<br>60 |

| 矿石类型等级（由易到难排序） | 矿石类型说明 | 选矿工艺说明（主要特点及匹配的额外设备） | 流程要素（见图 5－6－15） | 所需功率（kW） | 钢结构（t） | 机械重量（t） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 强胶结卵石与砾石 | 需在给矿机、颚式破碎机或圆锥破碎机之前安装粗格筛；选择性排除卵石在分段选别中带有二次破碎与磨矿。 | 1）给矿准备作业<br>2）筛上物拣选<br>3）天然块矿回收<br>4）粗矿物回收<br>5）细矿物回收 | 140<br>－<br>90<br>200<br>320 | 73<br>－<br>50<br>90<br>90 | 61<br>－<br>60<br>80<br>60 |
| 10A | 粘土砂 | 要求直接给矿至选厂（推土机推）和半自磨（砾磨），分阶段进行筛分、喷水、脱泥和排除细泥。 | 1）给矿准备作业<br>2）筛上物拣选<br>3）天然块矿回收<br>4）粗矿物回收<br>5）细矿物回收 | 345<br>－<br>90<br>200<br>320 | 100<br>－<br>50<br>90<br>90 | 177<br>－<br>60<br>80<br>60 |
| 10B | 粘土砂 | 要求直接给矿至选厂（推土机推）和半自磨（砾磨），分阶段进行筛分、喷水、脱泥和排除细泥。 | 1）给矿准备作业<br>2）筛上物拣选<br>3）天然块矿回收<br>4）粗矿物回收<br>5）细矿物回收 | 360<br>－<br>90<br>200<br>320 | 120<br>50<br>90<br>90 | 200<br>－<br>60<br>80<br>60 |
| 11 | 粘土卵石、砾石、砂 | 要求直接给矿，粗筛，卵石冲洗，筛分，自磨矿，筛分，脱泥，排泥，回水。 | 1）给矿准备作业<br>2）筛上物拣选<br>3）天然块矿回收<br>4）粗矿物回收<br>5）细矿物回收 | 280<br>－<br>90<br>200<br>320 | 82<br>－<br>50<br>90<br>90 | 153<br>－<br>60<br>80<br>60 |
| 12 | 粘土胶结卵石、砾石、砂 | 直接给矿、喷水、筛分、筛上大块排放或破碎。满足自磨、筛分、排泥的两回路。粗筛筛上大块脱水后返回至破碎机，然后再返回选厂。外部：水回收与废石排放。 | 1）给矿准备作业<br>2）筛上物拣选<br>3）天然块矿回收<br>4）粗矿物回收<br>5）细矿物回收 | 460<br>－<br>90<br>200<br>320 | 136<br>－<br>50<br>90<br>90 | 238<br>－<br>60<br>80<br>60 |

矿体由黄砂和 20% 的 $-5\mu m$ 的粘土组成。矿体可以归类为表 5－6－15 中的 S1.1 的采矿条件和表 5－6－16 中的矿石类型 5。矿化带范围从 3～11m，平均为 6m。面积为

1500m×500m，且几乎无覆盖层。地表为草场，采矿约束条件包括剥离表土和草根旁置，以便今后的复垦。

矿床包括：5400000t 砂和 700000t 重矿物。

重矿物的组分为：

| | | |
|---|---|---|
| 钛铁矿 | 61% $TiO_2$ | 81% |
| 白钛石 | 71% $TiO_2$ | 7% |
| 金红石 | | 3% |
| 锆　石 | | 6% |
| 其　他 | | 3% |

平均松散密度为 1.8t/$m^3$。

| | |
|---|---|
| 拟定的钛铁矿产品产量 | 100000t |
| 拟定的采矿能力 | 150t/h |
| 拟定的选矿（设计）能力 | 120t/h |

采矿条件包括：①矿床位于牧场；②矿床被公路分开；③业主只同意在一处建选厂；④矿区的地下水位为 4m；⑤采矿条件包括牧场重建，且草场面积基本不变；⑥供水距离 6km；⑦牧场要求逐步恢复草地，并且采矿按由南向北的顺序依次进行，尽快使复垦区成为牧场。

计算表明含有−5$\mu$m 的细泥 100 万 t，因此需要浓密机 1 台。细泥浓缩至固体浓度为 20%时，需要的初始体积为 500 万 $m^3$。最终泥浆固体浓度提高到 60%，相当于 200 万 $m^3$ 的容积减去 70 万 t 重矿物所占的 30 万 $m^3$ 容积后还有富余。

显然浓缩的细泥必须排放至采空区和送往要求复垦成自然状况的牧区。一些细泥须返回，作为复垦地区的表土以便改良土质。

（1）采矿方法的选择

为了满足采矿的几个条件，包括从南边开始和逐步回填采空区，达到地面放牧水平，选择适合于干燥矿山的前端装载式挖掘机，并将矿石给到一台移动式粗选滚筒筛，随后将−10mm 的矿物给到一台筛孔 2mm 的移动筛，两者都是水洗式。

安排的操作顺序应该便于挖掘机装载至 10mm 的粗筛，且将 +10mm 的废石返回采区。同样−10～+2mm 粒级的物料能够排往采空区。−2mm 的矿砂可以用泵输送 700m 到选厂，细泥和尾砂返回采区以覆盖排放的大块物料。

（2）开采顺序

矿石按平均深度大于 5m 的 12m×12m 的块段进行开采。装载采用 PC650−3 挖掘机（或类似设备），并以轮式装载机进行辅助装载、清除大块及格筛的工作。一台 DG 推土机（或类似设备）用于剥离表土、采场道路及平整、辅助移动设备以及尾矿的临时作业等。

（3）设备选择

选择的设备有 PC650−3 挖掘机（或类似设备）、Cat980 轮式装载机、CatD6 推土机、备用装载机和挖掘机（备用装载机可用于一些临时作业）。

上述设备不包括下列作业：①大块输送（在采场内的堆弃及铺设）；②用于表土和

尾砂的临时挖掘及复垦的铲运；③临时的复垦、疏干、除泥、筑坝等工作。

在这种布置中，堆放的大块物料起到过滤器和挡墙的作用，挡住了墙后的尾砂，而允许回水返回采场水池。

水从采场水坑又返回生产系统，而地下水用作生产补充水。生产系统损失的水进入了细泥中，而在干燥季节要求供水量大约为 60t/h，以平衡生产水量。

选择的挖掘机为 PC650 型，前端式装载机为 Cat980 型。重型滚筒筛具有用挖掘机（或前装机）加料的可选方式，并且在深部 2 个台阶生产时，要有“桥梁”允许装载。

在生产中，挖掘机在深 6～11m、宽 10m 的工作面上由东向西后退，见图 5－6－3。淘洗滚筒筛每 6～8h 需要向西移动 1 次，第一段滚筒筛的移动由装在第二段轻型滚筒筛上的绞车完成，轻型筛和推土机刮板相连。第二段滚筒筛很轻，因此在没有推土机时，平常也可由挖掘机移动它。挠性采矿软管连接筛子。

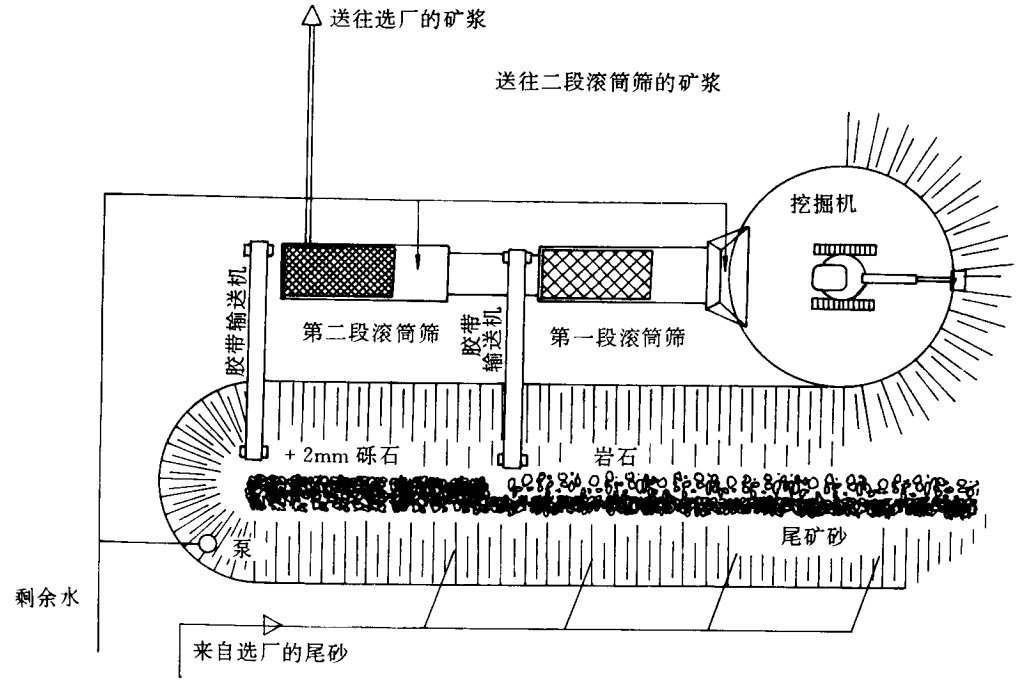



图 5－6－3　举例—设备布置平面图

## 二、投资估算步骤及结果

（1）矿石类型和采矿条件的确定

从表 5－6－15 确定的矿石类型为 S1.1、采矿方法和设备为 M1。

（2）矿石类型等级和选矿作业的确定

从表 5－6－16 确定的矿石类型等级为 5；有价矿物分布：大块：有，粗粒块矿：无，中粒：无，细粒：有。

（3）工艺流程确定

从给矿准备作业 A 到 H 中选择适合矿石类型的工艺流程。给矿准备作业为 D。

（4）投资估算结果

根据拟定的工艺流程，投资估算结果见表 5－6－17、表 5－6－18 和表 5－6－19。

表 5－6－17　设备投资

| 序号 | 作　　业 | 100 | 66 | 0 | kW | 结构重量（t） | 机械重量（t） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 给矿准备作业 | 100 | | | 120 | 53 | 46 |
| 2 | 大块拣选 | 无 | 无 | 无 | 无 | 无 | 无 |
| 3 | 粗粒块矿回收作业 | 无 | 无 | 无 | 无 | 无 | 无 |
| 4 | 中粒矿物回收作业 | 无 | 无 | 无 | 无 | 无 | 无 |
| 5 | 细粒矿物回收作业 | | | | 320 | 90 | 60 |
| 6 | 功率和重量合计 | | | | 440 | 143 | 106 |
| 7 | 价格指标（1992 年澳元） | | | | 300 | 3000 | 9000 |
| 8 | 单项投资（澳元） | | | | 132000 | 429000 | 954000 |
| 9 | 设备投资合计（澳元） | 1515000 | | | | | |

表 5－6－18　辅助设施投资

| 序号 | 项　　目 | 占设备投资的比例（%） | 澳　元 |
|---|---|---|---|
| 1 | 建构筑物 | 43 | 651450 |
| 2 | 生活水管线 | 4 | 60600 |
| 3 | 工艺管道 | 20 | 303000 |
| 4 | 工艺阀门 | 15 | 227250 |
| 5 | 仪　　表 | 8 | 121200 |
| 6 | 民用建筑 | 30 | 454500 |
| 7 | 办公室及仓库 | 5 | 75750 |
| 8 | 设计和项目管理 | 25 | 378750 |
| 9 | 辅助合计 | 150 | 2272500 |

表 5－6－19　特殊增加的投资

（根据具体条件变化）

| 序号 | 项　　目 | 投资（澳元） |
|---|---|---|
| 1 | 浓密机 | 204000 |
| 2 | 擦洗机 | 106000 |
| 3 | 高压电网 | |
| 4 | 低压电网 | |
| 5 | 道路－简易机场等 | |
| 6 | 远距离供水 | |
| 7 | 坝（含泥浆坝） | |
| 8 | 尾矿排放设施 | |
| 9 | 特殊基础 | |
| 10 | 给矿准备作业与选厂之间的水力输送 | |
| 11 | 其　　他 | |
| 12 | 合　　计 | 310000 |
| | 估算总计 | 3910000 |

采区工人每天不仅要预铺或缩短矿浆管和水管，而且要根据需要移动尾矿管线和不时地移动采场排水泵。

选择的给矿准备作业设备包括粗粒第一段重型移动滚筒筛和筛孔为 2mm 的轻型滚筒筛之前的格筛，以及连接二段筛之间的泥浆泵。在本例中，作为采矿设备的挖掘机在给矿准备作业中起着重要作用，它将矿石卸至格筛和筛子，同时控制给矿量。挖掘机的单位生产能力（包括设备移动）的报价为 1.80 澳元/t。

在举例中给矿准备作业部分的投资不包括挖掘机（和装载机）的投资。

选矿流程是常规的海滨砂矿流程，其特点是装有擦洗机以擦洗精矿颗粒，减少过多的杂质运往后面的干式分选设备。一台浓密机安放在选厂旁边，在范例中，其投资作为特殊附加设备考虑。

选厂安装在浮船上以便于日后的移动，同时特殊钢结构的投资包括在本例中。

外部供水和细泥排放投资不包括在本例中。

本例的项目包括了一台订了合同的挖掘机给矿系统，取代了给矿系统。这样，等于减少投资 18.7 万澳元。

本例的估算是概念性的，有 ±30% 的误差。

为提高预可研估算精度，需要一张初步的流程图，在图中要反映主要的设备及其相应的规格，以及进行设备型号估算和布置的足够资料。这对物料平衡和动力平衡也是有用的。

# 第六篇　地质矿产资源开发采矿新技术与最佳方案选择

# 第一章　概　　述

## 第一节　金属矿床的工业特性

采矿的对象是矿床。因此，在学习矿床的开采方法之前，必须对矿床、矿石与围岩的工业性质及必须遵守的开采原则有一个基本概念。

### 一、矿石与围岩的工业性质

矿石：是指在目前技术经济条件下，在质和量方面均能满足国民经济要求的矿物集合体。也就是说矿石的品位应达到一定的标准，有害成分应低于一定标准。

从中提取金属的矿石叫做金属矿石，如铁矿石、铜矿石等。从中提取非金属元素、矿物或直接利用的矿石叫做非金属矿石，如磷灰石、石棉、云母、石灰岩等。

矿石按其品位的高低分为富矿石和贫矿石。

矿石中有用成分（元素或矿物）的重量与矿石的重量比叫做矿石的品位。金、铂等贵重金属的品位常用克/吨表示，其他金属常用重量百分数（%）表示，例如品位为40%的铁矿石，表示在100吨的铁矿石中含有40吨的铁。由此可见在矿石中除有用矿物外，还有与有用矿物伴生的目前还不能利用的脉石。

矿体与矿床：地壳中天然形成的单个矿石集合体（或堆积体）叫做矿体；而一个矿体或数个生成在一起的相邻矿体的总称，叫做矿床。

矿体周围的岩石叫做围岩。围岩以及夹在矿体中不含金属，或含金属过少不适于工业加工的岩石统称为废石。

矿石与废石的概念是相对的。随着科学技术水平和经济地理等条件的变化，废石可以变为矿石。

矿石与围岩的物理力学性质中，影响矿床开采较大的有：硬度、坚固性、稳固性、结块性、氧化性、自燃性、含水性与碎胀性等。

(1) 硬度　矿、岩抵抗工具侵入的性能叫做硬度。硬度愈大，凿岩愈困难。矿、岩的硬度取决于矿、岩的组成。矿、岩的硬度除对凿岩有很大影响外，往往影响矿、岩的坚固性和稳固性。

(2) 坚固性　矿、岩的坚固性也是一种抵抗外力的性能。这种外力不是一般简单的外力（压缩、拉伸等），而是一种综合的外力，即锹、镐、机械破碎、炸药爆炸等作用

下的力。

坚固性的大小，常用岩石的坚固性系数 f 表示。它表示着矿，岩极限抗压强度、凿岩速度、炸药消耗量等值的平均值。但目前国内通常用其表示矿、岩的极限抗压强度：

$$f = \frac{R}{100} \qquad (6-1-1)$$

式中　R——矿、岩极限抗压强度，公斤/厘米$^2$。

(3) 稳固性　即矿石或岩石允许暴露面积的大小及暴露时间长短的性能。

在矿、岩物理力学性质中稳固性是采矿方法选择的主要因素之一。

按允许暴露面积，可将矿、岩稳固性分如下几种：

①不稳固的 在这种矿、岩中，顶板或两帮暴露时需要立即支护，允许不支护的暴露面，只能在 50 米$^2$ 以内。

②中等稳固的 这种矿、岩的暴露面积一般在 50 ~ 200 米$^2$ 内不支护可以安全地进行生产。

③稳固的　允许不支护的暴露面积约在 200 ~ 800 米$^2$ 以上。

(4) 结块性　采下的矿石或围岩，如含有粘土、滑石等物质受压受湿后，经过一段时间即能结块。某些硫化矿石遇水表层氧化，形成硫酸盐薄膜，即使没有细而粘的物质也具有结块性。

(5) 氧化性　硫化矿石在水和空气的作用下，因时间过久而发生氧化的性质叫做氧化性。

硫化矿石氧化后能降低选矿回收率，还可能导致矿石的结块和自燃。

(6) 自燃性　矿、岩具有自燃的性质叫做自燃性。含硫在 18 ~ 20% 以上的硫化矿石就有可能自燃。因为在开采过程中，矿石与空气接触而氧化，在氧化过程中放出热量，经过一定时间后，若通风条件不好，散热状况不良，就会引起火灾。

(7) 碎胀性　矿、岩从原矿体削落破碎后，其体积要增大，这种性质叫做碎胀性。采下矿岩的体积与原矿岩体积之比叫做碎胀系数，又叫松散系数。根据采下矿岩的块度和形状的不同，碎胀系数大致波动在 1.2 ~ 1.6 之间。但装入容器中的矿岩，由于二次松散，孔隙增多，碎胀系数增加至 1.8 ~ 2．0。

## 二、矿床的埋藏要素及矿体的形状

### (一) 矿床的埋藏要素

矿床的埋藏要素是指矿床中各个矿体的走向长度、厚度、倾角、延深及埋藏深度。并应按矿体分别描述。

(1) 走向长度　矿体走向长度一般在各个不同水平上有所变化。因此应指出矿体的平均走向长度和各主要水平的走向长度及变化规律。走向长度一般用 L 表示。

(2) 厚度　矿体的厚度是指矿体上盘与下盘间的垂直距离或水平距离，前者叫做垂直厚度 $m_{垂}$ 或真厚度，后者叫做水平厚度 $m_{平}$，如图 6 - 1 - 1 所示，它们之间有下列关

系。

$$m_{垂} = m_{平} \cdot \sin\alpha，米 \qquad (6-1-2)$$

式中　α——表示矿体的倾角，度。

矿体的厚度在走向上和倾斜上都可能有变化，有时甚至有分枝、复合、胀大、缩小和尖灭。在描述时应指出最大、最小和平均厚度。

矿体按厚度可分为五类：

极薄矿体——厚度小于 0.7～0.8 米，此种厚度，无论掘进和采矿都要采掘部分围岩；

薄矿体——厚度在 0.8～2.0 米，此种厚度，采矿时可以不采围岩；

中厚矿体——厚度在 2～5 米；

厚矿体——厚度在 5 米至 15～20 米；

极厚矿体——厚度在 20 米以上，此厚度，一般需要垂直走向布置采区。

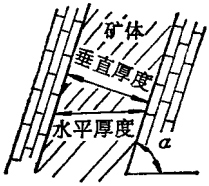



图 6－1－1　矿体的垂直厚度和水平厚度

矿体厚度与落矿方式有一定关系，一般中厚以下的矿体采用找眼落矿为宜，5 米以上可以考虑用深孔落矿。

(3) 倾角　矿体按倾角可分为：

水平和微倾斜矿体一倾角在 3°以下；

缓倾斜矿体——3°至 30°；

倾斜矿体——30°至 45°～55°；

急倾斜矿体——45°～55°以上。

矿体的倾角与采场的运搬方式有密切关系，在开采水平和微倾斜矿体时各种有轨和无轨运输设备可直接进入采场。在缓倾斜以下的矿体中可考虑用爆力抛掷、水力等来运搬矿石，只有在急倾斜矿体中才具有完全用重力运搬的条件。此外矿体倾角对选择开拓方法也有一定关系。

(4) 延深　矿体延深是指矿体在深度上的分布情况，可采用埋藏深度和赋存深度来表示。

赋存深度　是矿体上部界限至下部界限的垂直距离或倾斜距离，它们分别叫垂高和斜高。

埋藏深度　是指地表至矿体上部界限的深度。如图 6－1－2 所示。

2. 矿体的形状

金属矿床，特别是内生矿床，矿体的形状比较复杂、多样。只有沉积矿床的形状比较简单。矿体的形状如图 6－1－3 所示。

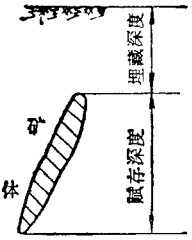



图 6－1－2　矿体的埋藏深度和赋存深度

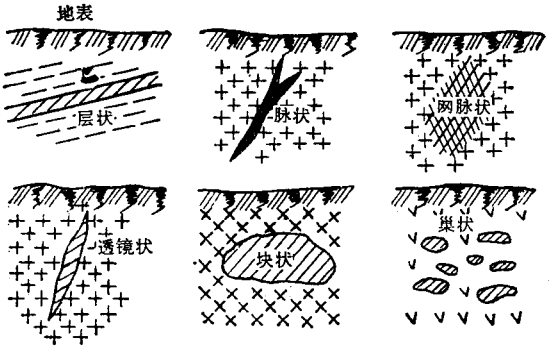



图 6－1－3　矿体的形体

矿体的形状与采矿的关系十分密切，如采矿方法、巷道布置、生产探矿等都要考虑矿体形状的特点。总之，形状愈不规则，对采矿愈不利，如果加上地质构造的影响，就可能使形状变得更加复杂，因而在采矿前必须搞清矿体形状及其变化规律。

## 第二节　矿床地下开采基本概念

### 一、矿床开拓的作用及工程

为了开采埋藏在地下的矿床，首先要进行开拓。开拓工程是从地面掘进一系列巷道和硐室与矿体相通，使之构成一个完整的提升、运输、通风、排水和供风、供水、供电系统，以便在矿床开采中为进行下一个步骤——采准和回采工作创造必要的条件。形成上述工程的开掘工作，称为矿床开拓。为开拓矿床而掘进的井巷工程，称为开拓巷道。

开拓巷道按其在开采矿床中所起的作用，可分为主要开拓巷道和辅助开拓巷道两类。主要开拓巷道用于运输、提升矿石，如主要运输平硐、提升竖井、提升斜井等。这些工程在地表有出口，使地表与矿床相沟通，起着主要开拓作用。辅助开拓巷道，如废

石提运、通风（进风或出风）巷道，从上部中段往下部中段溜放矿石的溜矿井，从地表向井下输送充填材料的充填巷道，连接井筒与水平巷道的石门，井下调车用的调车场，各种专用硐室和阶段主要运输巷道等，起辅助开拓作用。

作为一个矿床的开拓系统，并非需要具备上述所有开拓巷道，而是仅用其中的一部分即可。至于需要开掘哪些开拓巷道，应根据实际情况以满足矿床开拓需要为准。主要开拓巷道是矿床通往地表的主要出口，任何类型的矿床开拓系统，都必须有主要开拓巷道。辅助开拓巷道则根据矿床开拓的实际需要而定。对于中小型矿山，在满足安全规程的前提下，应尽量减少开拓工程。

## 二、矿床地下开采的基本原则

金属矿床地下开采一般按开拓、采准和切割（简称采切）与回采三个步骤进行，如图 6－1－4 所示。各步骤之间保持一定的时空超前关系，每一步为下一步创造条件，准备出适当的矿量。

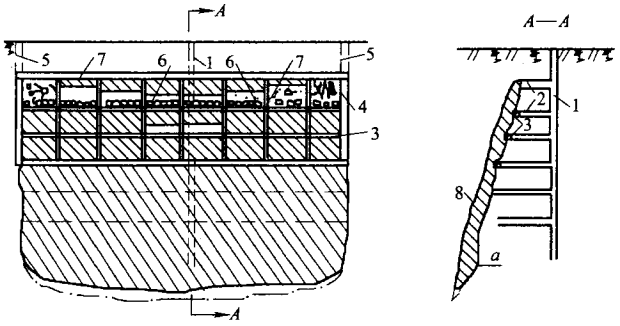



图 6－1－4　矿床开采的三个步骤和三级矿量

1—主井；2—石门；3—平巷；4—天井；

5—副井；6—拉底和漏斗；7—矿块；8—矿体

### （一）开采步骤及其相应的工程

1. 开拓

矿山基本建设计划所体现的开拓工程量，不应包括整个矿床开拓的全部开拓工程，而仅为其中的一部分，即达到设计要求的三级矿量中的开拓矿量所必须的开拓工程量。尤其是小矿山的基建工程更应如此，以节省基建投资，缩短基建时间，提高动态经济效益。

在一般的开拓工程中，主竖井（或主运输平硐）等工程是必须一次完成的；回风巷道可尽量采用自上而下的接力式施工，这样上部满足了开拓矿量要求，以后可边生产边继续施工深部的通风巷道；同样道理，在那些多中段开拓的矿山，各中段车场、专用硐室和中段主要运输巷道等开拓工程，只要不妨碍基建后的正常生产，能缓施工的就尽量

晚些施工，使之早日建成投产，达到早日见效的目的。

2. 采准和切割

在开拓完毕的中段或盘区中，掘进采准和切割巷道，将中段或盘区划分成矿块（矿房）或矿壁，同时解决矿块（矿房）或矿壁中的行人、运输和通风等问题，并创造必要的回采作业条件。这项工作叫做采切。采切巷道包括采区天井、凿岩天井与硐室、拉底巷道、切割巷道、矿房充填井、漏斗和电耙道等。

3. 回采

在已经做好采准和切割工程的矿块（矿房或矿壁）中，进行大量采矿工作的所有生产过程叫做回采。回采包括落矿（凿岩与爆破）、矿石运搬和采场支护等主要生产工序。

回采工作结束后，除充填采矿方法外的其他方法（尤其是空场采矿法）的采空区必须及时进行处理，空区处理的主要方法为空区一次充填和崩落围岩等，这样不仅可以控制地压活动，防止和缓和地表错动和陷落，同时如安排得当，可以做到废石不出坑，节省排废石场地和废石排弃费用。

## （二）三级矿量及采掘技术方针

按照对矿床开采的准备程度，地下矿的生产矿量通常划分为三级：开拓矿量、采准矿与备采矿量，统称为三级矿量。

（1）开拓矿量。在矿床中，已完成了主要井筒、中段运输巷道、通风及排水等巷道，形成完整的开拓、通风、运输、排水系统所圈定的矿量叫做开拓矿量。

（2）采准矿量。它是开拓矿量的一部分。在开拓矿量的基础上，全部完成了采矿方法所规定的矿房、矿壁和矿柱内采准巷道后所圈定的矿量，叫做采准矿量。

（3）备采矿量。它是采准矿量的一部分。在采准矿量的基础上，全部完成了采矿方法所规定的切割工程量，能立即回采矿块（矿房）中的矿量叫做备采矿量。对于矿壁、矿柱的回收，在进行了必要的切割工程后，方可算为备采矿量。

三级矿量是保证矿山持续稳定生产的基本条件，是与矿山的生产规模密切相关的。三级矿量过多或过少，都会产生不良后果。三级矿量过多，意味着形成三级矿量的掘进费用支出超前，不仅使矿山积压了资金，而且增加丁巷道工程的维护费用和通风、排水、照明等费用，从而增加了采出矿石的成本。三级矿量过少，会使矿山采掘失调，造成生产被动。在矿山生产中，因急于求成，未等基建工程结束就过早投产的情况是不少见的。通常人们称这种矿山为基本建设“先天不足”，由此而引起的后果是延长了达产时间，即投产后长期不能达产。这样的矿山，因在建设时期没有形成足够的三级矿量，尤其是采准矿量和备采矿量不足，为完成生产计划，被迫使用“杀鸡取蛋”的办法，采富弃贫，乱采乱掘，势必打乱既定的回采顺序。如不及时采取补救措施，则生产的被动局面将愈演愈烈，恶性循环不止，生产长期处于不正常状态，使矿山迟迟达不到预期效果。可见，合理的三级矿量是十分重要的。

但是，生产实际也告诉我们，三级矿量绝不可定得太死，通常三级矿量是按照一个平衡——不平衡——平衡的波动规律进行的。要求一个矿山在达产后的整个生产过程中，三级矿量每时都要保持平衡，那是很难做到的，重要的是及时发现问题，能动地及

时采取补救措施加以解决，才能使矿山生产保持稳定。因此，三级矿量的规定仅是一个大概的要求。具体说来，矿体产状、矿体厚度、选用的采矿方法（因采矿方法不同，采矿强度有很大差异）、以及矿体连续程度不同，对三级矿量要求也应有所不同。实践证明，对于中小矿山，尤其是小型矿山，由于生产规模小，作业战线短，管理方便，三级矿量可适当降低。

### （三）三级矿量的计算

三级矿量用生产保有期限来表示，我国提倡的三级储量保有期限定额见表 6－1－1。

表 6－1－1　我国提倡的三级矿量保有期限定额

| 三级矿量 | 黑色金属矿山 | 有色金属矿山 |
|---|---|---|
| 开拓矿量 | 3～5 年 | 3 年 |
| 采准矿量 | 1.5～2 年 | 1 年左右 |
| 备采矿量 | 6～12 个月 | 6 个月左右 |

由于矿岩稳固性和所采用的采矿方法不同，保证正常生产的三级矿量保有期不尽相同。因此，对生产矿山来说，表 6－1－1 中的数值仅为参考值；应根据矿山具体条件确定合理的三级矿量保有期定额。

根据三级矿量保有期限，可以算出各级矿量。

（1）开拓矿量 $Q_k$

$$Q_k = \frac{At_k\ (1-y)}{H_K} \qquad (6-1-3)$$

式中　A——矿井年产量，t/a；

$t_k$——开拓矿量的保有期限，a；

y——废石混入率（采出矿石中混入的废石量所占的比率），%；

$H_K$——矿石回采率（采出的纯矿石量与工业储量之比率），%。

（2）采准矿量 $Q_z$

$$Q_z = \frac{At_z\ (1-y)}{H_K} \qquad (6-1-4)$$

式中　$t_z$——采准矿量的保有期限，a。

（3）备采矿量 $Q_b$

$$Q_b = \frac{At_b\ (1-y)}{H_K \times 12} \qquad (6-1-5)$$

式中　$t_b$——备采矿量的保有期限，月。

新建矿山投产时，公式（6－1－3～6－1－5）中的矿量应为投产时必须保有的三级

矿量。废石混入率和矿石回采率采用设计所取的指标；矿井年产量按设计能力计算。生产矿山计算三级矿量时，废石混入率和矿石回采率采用本矿山的实际指标。

在新建矿山的设计中，根据公式（6－1－3～6－1－5）算出各级矿量（即按保有期限所要求的各级矿量），在阶段地质平面图上大致圈定各级储量的计算范围。

在生产矿山中，则按正常生产时所完成的开拓、采准和切割工程所包含的各级矿量范围进行各级矿量的试算。

经试算所得结果，如符合规定的三级矿量保有期限，则各级矿量的圈定范围合理，即所完成的开拓、采准和切割工程，符合三级矿量平衡的要求。

## 第三节　对矿床开采的要求及矿石的损失贫化

### 一、对矿床开采的要求

（1）确保矿床开采工作的安全和良好的劳动条件

地下采矿是人员在复杂和困难条件下进行的，因此确保采矿人员有一个良好的、安全的工作环境和条件是非常重要的。

（2）提高劳动生产率

由于采矿生产的复杂性和繁重性，目前生产每吨矿石的劳动消耗量较大。因此，采用高效率的采矿方法、先进技术、工艺和机械化水平，以提高劳动生产率就显得非常重要。

（3）提高开采强度

开采强度是指矿田、井田、阶段、矿块的开采速度。提高开采强度有利于完成和超额完成国家的生产任务、降低巷道的维修费和生产管理费。同时，也是保证工作安全的重要措施之一。

（4）减少矿石的损失贫化

矿石损失不仅会浪费国家的地下资源，而且还会提高矿石的成本。矿石贫化，会使矿石运输、提升和加工费用加大，并使选矿实收率和最终产品质量降低。

（5）降低矿石成本

矿石成本是评价矿山开采工作的一项重要综合指标。在采矿生产中，降低劳动消耗、提高采出矿石品位、提高劳动生产率、减少材料消耗等，是降低矿石成本的主要途径。

### 二、矿石损失贫化的计算方法

（1）矿石损失率和回收率

矿石损失量的大小用损失率表示。与损失率相对应的是回收率。两者之和为

100%。

设计采区的工业储量 Q 与开采后所得的矿石量 Q′之差叫做矿石的损失或损失量。损失量与工业储量的百分比，叫做损失率（q）。

$$q = \frac{Q - Q'}{Q} \times 100\% \qquad (6-1-6)$$

开采后所得到的矿石量 Q′与矿石工业储量 Q 的百分比叫做回收率（P），即

$$P = \frac{Q'}{Q} \times 100\% \qquad (6-1-7)$$

（2）矿石的贫化和贫化率

采下的矿石，其中总是要混入一些废石的，因此它的品位必然比未采下的工业储量矿石的品位有所降低，这就叫做贫化。

实际贫化率（ρ），就是指混采下来的废石与采下的矿石（包括混入的废石在内）的百分比。即

$$\rho = \frac{R}{Q'} \times 100\% \qquad (6-1-8)$$

式中：Q′——采下的矿石量；

R——采下的矿石中所包含的废石量。

如果用质量指标（品位）来表示，则公式（6－1－8）可以写成

$$\rho = \frac{\alpha - \alpha'}{\alpha - \alpha''} \times 100\% \qquad (6-1-9)$$

式中：α——工业储量矿石的品位；

α′——采下矿石的品位；

α″——废石的品位。

## 第四节　矿井生产能力的确定

矿井生产能力亦称井型，是指在一年时间内矿井采出的矿石量，当然也可按月或日计算，叫做矿井的月或日生产能力（或日产量）。

### 一、金属矿井生产能力

当矿床储量一定时，矿井生产能力与矿山计算服务年限和井田工业储量之间有如下的关系：

$$A = \frac{QK}{T_1\ (1-\rho)} \quad (t/a) \qquad (6-1-10)$$

式中：A——矿井生产能力（t/a）；

Q——矿床工业储量（t）；

$T_1$——矿井计算服务年限（a）；

K——矿石总回采率（%）；

ρ——废石总混入率（%）。

矿山的计算服务年限没有考虑生产初期和末期生产达不到正常生产能力所带来的影响。所以矿山的总服务年限 T 总是要比计算服务年限 $T_1$ 长，所增长的时间 $T_2$ 一般为 1～5a。上述关系可用 $T = T_1 + T_2$ 表示之。

## 二、煤矿井生产能力和服务年限

当煤矿井用可采储量一定时，可根据下式确定矿井的生产能力：

$$A = \frac{Z}{k \cdot T} \tag{6-1-11}$$

式中：A——煤矿井生产能力（万吨）；

T——矿井设计服务年限（a），

Z——矿井可采储量（万吨）：

k——储量备用系数。

$$Z = (I - P) \cdot K \tag{6-1-12}$$

式中：I——工业储量；

P——全矿性煤柱损失及构造地质和水文地质损失；

K——设计采区回采率。

我国煤矿井，按其生产能力大小分三类：

大型：$Q' \geqslant 100$ 万吨/年

中型：30 万吨/年 $\leqslant Q' < 100$ 万吨/年

小型：$Q' < 30$ 万吨/年

# 第二章　矿床开拓

## 第一节　开拓方法分类

矿床开拓方法大致可分为单一开拓和联合开拓两大类。凡用某一种主要开拓巷道开拓整个矿床的开拓方法，叫做单一开拓法；有的矿体埋藏较深，或矿体深部倾角发生变化，矿床的上部用某种主要开拓巷道开拓，而下部则根据需要改用另一种开拓巷道开拓，这种方法叫做联合开拓法。常用的开拓方法见表 6－2－1。除此之外，斜坡道开拓以及与其相关的联合开拓也逐渐增多。

表 6－2－1　开拓方法分类表

| 开拓方法 | | 主要开拓巷道的型式和位置 |
|---|---|---|
| 单一开拓法 | 平硐开拓 | 1. 平硐沿矿体走向；2. 平硐与矿体走向相交 |
| | 竖井开拓 | 1. 竖井穿过矿体；2. 竖井在矿体上盘；3. 竖井在矿体下盘；4. 竖井在矿体侧翼 |
| | 斜井开拓 | 1. 斜井在矿体下盘；2. 斜井在矿体中 |
| 联合开拓法 | 平硐盲竖井开拓 | 矿体上部为平硐、深部为盲竖井 |
| | 平硐盲斜井开拓 | 矿体上部为平硐、深部为盲斜井 |
| | 竖井盲竖井开拓 | 矿体上部为竖井、深部为盲竖井 |
| | 竖井盲斜井开拓 | 矿体上部为竖井、深部为盲斜井 |
| | 斜井盲竖井开拓 | 矿体上部为斜井、深部为盲竖井 |
| | 斜井盲斜井开拓 | 矿体上部为斜井、深部为盲斜井 |

## 第二节　开拓方法

### 一、平硐开拓法

由地表掘进水平巷道（平硐）直接通到矿体进行开采，这种以平硐作为主要开拓巷

道的开拓方法，叫做平硐开拓法。显然平硐开拓只能用于开拓高于平硐标高的矿体。

### （一）平硐沿矿体走向方案（图 6－2－1a）

这一方案的特点是自山坡在各阶段标高位置均沿矿体掘进主平硐，平硐运输坡度取 3～4‰，重车下坡。采用单轨运输时，运距大者中间应适当地加设错车道。需要用双轨运输时，若岩石不稳固或较破碎时，可采用单轨双巷措施。

### （二）平硐与矿体相交的方察（图 6－2－1b）

根据地形与地面运输条件，平硐也可垂直或斜交走向布置。各阶段也是由单独的平硐开拓。

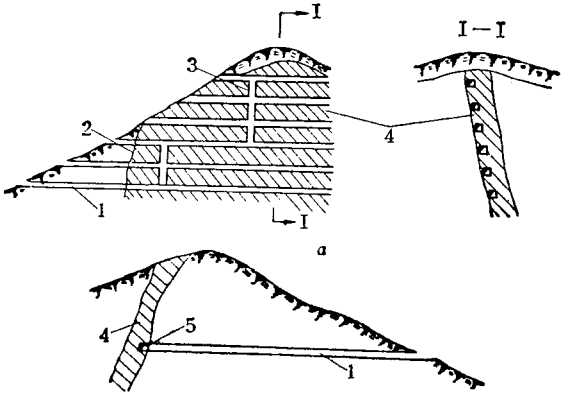



图 6－2－1　平硐开拓法示意图

a—甲硐沿矿体走向位于矿体中的开拓法；b—平硐与矿体走向相交的开拓法

1—平硐；2—矿体边界线；3—溜井；4—矿体；5—平巷

### （三）组合平硐溜井方案（图 6－2－2）

这一方案与前两方案不同点，每一平硐负责开拓两个以上的阶段，这种为多阶段服务的平硐称为组合平硐。矿石通过溜井下放集中到组合平硐水平。各阶段人员、材料通过辅助盲竖井提升。

这一方案可以大大减少平硐工程量，生产能力很大。平硐溜井方案在平硐开拓中是应用最广的。

平硐开拓法是一种最经济、基建时间短和安全可靠的方法。因此，凡埋藏于地平线以上的矿体能用平硐开拓的，应优先采用此法。但它受平硐长度的限制，根据国内实践证明，其长度在 2000～4000 米以下为宜。超过此数，应考虑采用其他开拓方法，否则将会拖长基建时间。平硐口的位置应考虑；平硐的长度应最短；标高要最低，开采的矿量要多；硐口的土石方工程要少。但必须在最高洪水位 3 米以上，还要能避免山崩、雪崩或火灾对平硐口的危害。

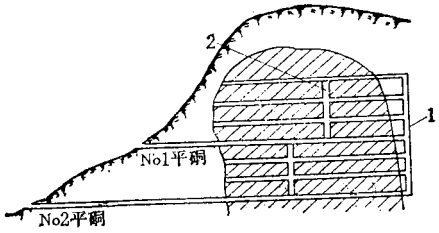



图 6－2－2　组合平硐开拓方案

1—盲竖井；2—溜井

## 二、竖井开拓法

竖井开拓法，在国内外得到广泛的应用。根据我国 30 多个金属矿山的统计，用竖井开拓的占 70%。可以预计，随着开采深度的增加，采用竖井开拓法的矿山还将增多。竖井开拓法中，根据井筒对矿体的相对位置不同，以主井布置在矿体的下盘和侧端者占绝大多数，布置在矿体上盘者极少。

### （一）下盘竖井开拓法

这种开拓方法在金属矿山中使用最广。其主要原因是井筒的保护条件比较好，不留保安矿柱等。它的缺点是石门的长度随开采深度的增加而增加，当矿体倾角较小时，下部石门很长。当矿体埋藏在地平线以下深度较大，矿体倾角大于 50°，特别是大于 75°，而且矿体的下盘地表地形、地质构造、水文地质条件及岩石性质等适合于布置井筒时，多采用这种开拓方法。其开拓巷道的布置如图 6－2－3 所示。

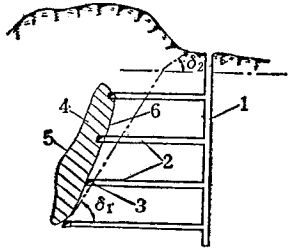



图 6－2－3　下盘竖井开拓法示意图

1—竖井；2—石门；3—平巷；4—矿体；5—上盘；6—下盘

### （二）侧翼竖井开拓法

侧翼竖井开拓法，就是竖井布置在矿体走向一端的开拓法，如图 6－2－4。

在竖井开拓法中，除下盘竖井开拓法外，在金属矿床开采中，特别是有色金属及稀有金属矿床开采中，用得较多的是侧翼竖井开拓法。其主要原因是在有色及稀有金属矿

床中，一般说来，矿体走向长度不大，且多埋藏在山岭地区，受地表地形条件的限制。当矿体倾角小，采用下盘竖井开拓法石门太长，而矿体走向长度不大，且偏角小；地面与地下运输方向一致；或受地表地形及岩石条件的限制，竖井只能布置在矿体走向一端时，则采用侧翼竖井开拓法。

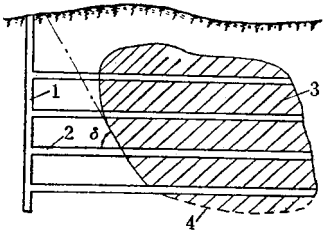



图 6－2－4　侧翼竖井开拓法示意图

1—竖井；2—石门；3—矿体；4—地质储量界线

### （三）上盘竖井开拓法

上盘竖井开拓法，就是竖井布置在矿体上盘围岩中的开拓法（6－2－5）。有时把从矿体上盘穿过矿体的竖井开拓法包括在这一类中。这类开拓法，石门较长，基建时间长，初期投资大。若穿过矿体，虽然没有这些缺点，但须留保安矿柱保护井筒。因此在金属矿床开采中；特别在稀有和贵重金属矿床开采中，使用不广。只有在矿体倾角近于垂直，不能采用下盘和侧翼竖井开拓法时，才采用上盘竖井开拓法；穿过矿体的竖井开拓法，一般是在矿体倾角较小（15° ~ 20°）、矿体厚度不大、分布面积广、矿石价值不高，埋藏深度较找的情况下采用。

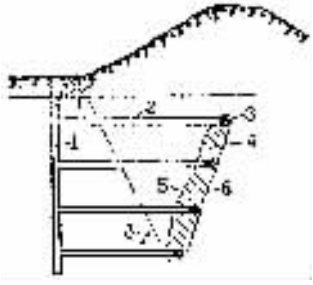



图 6－2－5　上盘竖井开拓法

1—竖井；2—石门；3—平巷；4—矿体；5—上盘；6—下盘

## 三、斜井及联合开拓法

### （一）斜井开拓法

斜井开拓法是利用斜井开拓矿床的方法。在斜井开拓法中，有下盘斜井开拓法（图

6－2－6a)、侧翼斜井开拓法（图 6－2－6b）和斜井在矿体中的开拓法（图 6－2－6c）等。在金属矿床开采实践中，矿体倾角小于 45°～50°时，用得最多的是下盘斜井开拓法。因为它与竖井开拓相比，石门短的多。

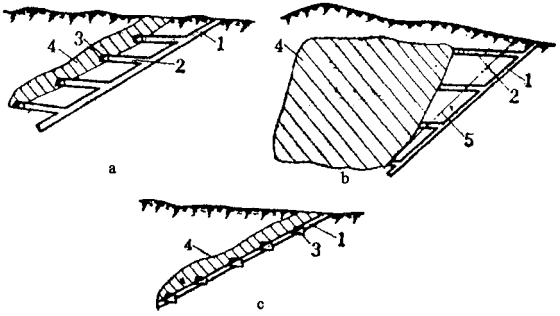



图 6－2－6　几种斜井开拓法示意图

1—斜井；2—石门；3—平巷；4—矿体；5—下盘岩层移动线

在最近 15～20 年来，由于自行式设备及皮带运输机的广泛使用，斜井开拓法有所增加，特别是利用斜坡道作为运送设备、人员等用途的开拓法发展更快，如图 6－2－7。

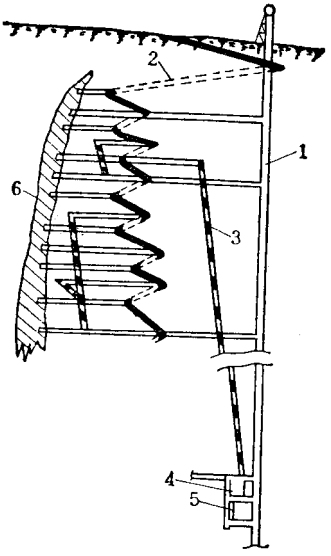



图 6－2－7　利用斜坡道作辅助井的开拓法

1—主井；2—斜坡道；3—溜井；4—井下破碎硐室；5—矿仓；6—矿体

以上对平硐，竖井和斜井开拓法，分别作了叙述。为了便于进一步选取开拓方案，以下对各种开拓方案进行比较评价。

### （二）平硐开拓与竖井或斜井开拓的方案比较

平硐开拓与采用竖井或斜井开拓方案相比较，具有显著的优点：

（1）平硐每米巷道掘进和支护费用低，掘进速度快。

（2）利用溜矿井下放矿石和自流排水，不需要矿石提升设备，排水设备、井架、井底车场等设施，基建费用和生产经营费用都比较小。

（3）平硐通常用电机车运输，与井筒提升相比，运输能力大、费用低；工作安全、简便、可靠。

由于平硐优点突出，国内有的平硐尽管长达 5000 余米，但在技术上、经济上仍然有显著优越性。因为仅排水所节省的费用，在几年内就能抵偿相当长的平硐开掘费用。因此，只要地形条件允许，应优先采用平硐开拓方案。

### （三）竖井与斜井方案比较

竖井与斜井比较，具有下列特点：

（1）竖井提升速度快、提升能力大、工作安全可靠。斜井提升容器一般沿轨道运行，容易发生脱轨事故，因而提升速度比较慢。此外，斜井提升系统的日常维护修理工作量大，停工故障多，尤其当井筒长、产量高、倾角大时，问题更为突出。

（2）斜井提升阻力大，提升费用高；排水管道长、需要的水泵能力大，故其生产费用一般比竖井高。

（3）斜井井筒长度随着倾角变小而加长，而其石门长度却随着倾角变小而比竖井显著减少。斜井的井筒装备和井底车场比较简单，在使用串车或台车提升时，地面不需要大型提升设备和高大的井架，其基建总工程量小、建设速度快、初期投资比较小。

（4）斜井掘进，不需要复杂的设备，施工技术比较简单，掘进速度比较快，有利于缩短基建期限。

综上所述，当矿体倾角大于 50°～70°时，采用竖井开拓有显著的优越性。因为这时竖井石门长度不长，而采用斜井方案所能节省的石门长度又有限。

当矿体倾角小于 20°～25°时，也适宜于采用竖井开拓，否则斜井的长度太长。

其他倾角时，竖井和斜井各有优劣，需要根据具体条件进行选择。通常，当倾角不大、开采深度小、投资少以及需要很快投产的中小型矿山，采用斜井的优点比较突出。当开采深度大、产量高、矿体倾角大、岩石又不够稳固时，竖井的优点比较突出。

近来，钢绳皮带运输机的应用，很大程度上发挥了斜井的优点，已引起了我国金属矿山的重视。

## 四、联合开拓法

联合开拓法是竖井、斜井及平硐三种主要开拓巷道在一个井田中相互配合使用。例如上部用竖井开拓，下部用盲竖井开拓，则称为竖井盲竖井联合开拓法，余类推。

在下列情况下，常用联合开拓法：

（1）开采深度增大，或者下部矿体变缓，或者矿体的倾向改变了方向，为了减少石门长度，常采用竖井（或斜井）和盲竖井或盲斜井的联合开拓法。

（2）在山岭地区，由于地表地形的限制，即使地平线以上没有矿量，为了减小竖井或斜井的长度；也往往采用平硐盲井联合开拓法。

## 第三节　主要开拓巷道位置的确定

当主要开拓巷道的型式确定之后，就要进一步确定它的具体位置。主要开拓巷道是井下与地表连续运输的枢纽，主要开拓巷道位置确定是否合理，对矿山的基建施工和未来生产具有深远的影响。就是说，主要开拓巷道位置直接影响基建工程量和施工条件，从而影响了基建投资和基建时间，对未来生产的采矿成本也有影响。因此，正确地确定主要开拓巷道位置是矿山企业设计的一个关键问题。

确定主要开拓巷道（竖井或斜井）位置，就是确定其在垂直矿体走向方向的位置和沿矿体走向方向的位置。只要将主要开拓巷道选在矿体移动范围之外，就基本上确定了主要开拓巷道在垂直矿体走向方向的位置；根据矿石运输功最小的原则可以基本上确定主要开拓巷道在沿矿体走向方向的位置；再考虑地表和地下的其他因素，便可以最终确定主要开拓巷道的合理位置。

### 一、采空区引起的岩层移动及其对主要开拓巷道的影响

当矿石被采出后，形成采空区，这时原岩体的应力平衡状态受破坏，随后便有采空区上部及周围地压活动的出现（有时在采空区形成后一个相当长的时间，才出现地压活动），岩石逐渐变形、移动直到陷落。根据采空区的大小以及离地面的深度不同，有的在采空区形成后不长时间，地压活动就会出现，迅速波及地表。有的在相隔很长一段时间后，才能影响地表。也有的因采空区容积小，与地表距离较大，将一直不会影响地表。但不管上述的哪种情况，都应引起人们的注意。如一些老矿山，在矿山生产过程中并未出现陷落现象，但在矿山末期，就出现了问题。

辽宁省几个中型矿山的末期，地表都曾出现了移动和陷落。有的使矿山地表建筑受到了破坏。如华铜矿坑口原卷扬机就受到了破坏。有的影响了公路和民用住房，甚至影响到井筒，使其受到破坏。因此，在矿山设计中，采空区岩层移动对主要开拓巷道位置的影响，必须予以足够的重视。

采空区上部地表发生崩落和移动的范围，分别叫做崩落带和移动带（图 6－2－8）。采空区边界与地表崩落带和移动带边线的连线和水平面之间的夹角，分别叫做崩落角和移动角。

崩落角与移动角的大小，与采空区上部岩层的物理机械性质、层理和节理的发育程度、水文地质构造、开采深度以及所采用的采矿方法等因素有直接关系，通常在 30° ~ 80°之间。每种岩层和地质条件有其自己的崩落角和移动角。般说来，矿体上盘岩石移

动角小于下盘岩石移动角，矿体走向两端的移动角最大。表 6－2－2 为常见的岩石移动角。

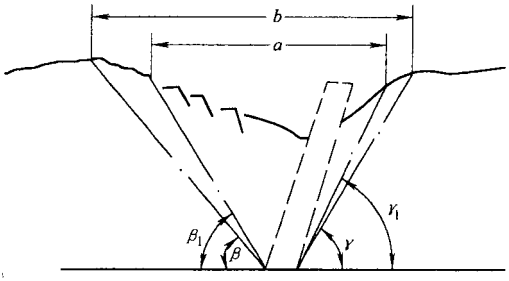



图 6－2－8　崩落带及移动带

a—崩落带；b—移动角

表 6－2－2　岩石移动角

| 岩石名称 | 垂直矿体走向的岩石移动角 | | 沿矿体走向的岩石移动角 $\delta$ |
|---|---|---|---|
| | 上盘 $\beta$ | 下盘 $\gamma$ | |
| 第四纪表上、含水中等稳固片岩 | 45° | 45° | 45° |
| 稳固片岩 | 45° | 55° | 65° |
| 中等稳固致密岩石 | 55° | 60° | 70° |
| 稳固致密岩石 | 60° | 65° | 75° |
| | 65° | 70° | 75° |

地表移动带内区域为危险区，在移动地带内布置的开拓工程或地表永久性建（构）筑物将受到严重的破坏。为确保安全，避免因地表移动而带来的损失，应将主要开拓巷道和其他需要保护的建（构）筑物布置在移动范围之外，并与地表移动带边界保持一定安全距离。安全距离与建（构）筑物保护等级有关，按规定Ⅰ级保护建（构）筑物的安全距离为 20m，Ⅱ级保护建（构）筑物的安全距离为 10m。矿山各种建（构）筑物的保护等级见表 6－2－3。

表 6－2－3　地表建（构）筑物保护等级

| 保护等级 | |
|---|---|
| Ⅰ | Ⅱ |
| 设有提升装置的矿井井筒、井架、卷扬机房；中央变电所；中央机修厂；中央空压机房；索道装载站；锅炉房发电厂；铁路干线路基；车站建筑物；无法排除或泄水的天然水池和人工水池；多层住房；多层公用建筑物（戏院、医院、学校等） | 未设提升装置的井筒（充填井、通风井等次要井筒）；架空索道支架；高压线塔；矿山专用线路；最重要的排水构筑物、上下水道、水塔、小水池和小河床；矿山行政福利：建筑；单层和双层住宅及公用建筑；公路等 |

各种岩石移动角的选取要综合各种有关资料，同时又要参考与之毗邻岩石的情况。在设计中，主要开拓巷道位置的选择是以地质探矿等资料作为主要依据。现在一些小矿山的地质资料，因工程不全，对地质情况掌握得不那么准确，这就要根据实际情况，尤其在地势较平缓的地方，布置竖井工程。由于第四纪岩层较厚，工程所穿过的各种岩层的移动角和地表安全距离均应留有余地，否则就会产生预想不到的后果。

移动带的圈定，是根据若干个垂直于矿体走向的地质横剖面图和沿走向的地质纵剖面图，从矿体开采的最低一个水平起（当矿体不规则时，从矿体上、下盘的突出部位起），按各层岩石的不同移动角（矿体的上盘、下盘和端部），分别做直线与地表相交，然后将矿体上、下盘和端部各交点逐一连线，在地形图上形成一条闭合圈，这便是所要圈定的地表移动带。

如果由于某些条件限制，主要开拓巷道或重要建（构）筑物只能布置在岩石移动带内，为安全起见，必须留有保安矿柱或采用接顶效果较好的胶结充填采矿法。

所谓保安矿柱，就是在主要开拓巷道的周围和其他地表建（构）筑物之下，在服务年限内不予开采的矿石，也就是保护主要开拓巷道和地表建（构）筑物范围内的矿体。留保安矿柱可以在岩石移动带内形成一个不发生移动的安全保护带，使位于其内的构筑物不受岩石移动的影响。

在矿山设计中，主要开拓工程的布置（位置），应以开采所达最深水平为基准。若矿床采用联合开拓或分期开采，而深部的地质资料（主要指矿体产状要素）了解得比较清楚，不管二期开拓采用何种方案，在确定上部开拓工程位置时，要考虑深部（或二期工程）工程所带来的影响。当深部矿体未封闭，但是地质情况了解得又比较少时，就应该进行综合分析和研究。即设计人员要广泛调查周围同一种类型矿床的赋存规模，研究其深部矿体产状，根据可能延伸到的矿体，做出大致的矿岩移动角，划出移动界限，然后布置地表工程和上部开拓工程；只有这样，才能使矿山在整个生产过程中不因岩石移动而产生意外。

## 二、按最小运输功确定开拓巷道位置

在确定主要开拓巷道位置时，应使矿床开采过程中的矿石运输费用最低。矿石的地下和地表运输费用与运输量同运输距离的乘积成正比。我们把运输量同运输距离的乘积称为运输功。运输费用的计费依据与运输距离有关，也与井筒位置有关。合理的井筒位置应在矿石的地下和地表运输功为最小之处。

为减少运输功，应尽可能使地下与地表之间无反向运输。此外，在使用同样运输设备而运输距离又相近的条件下，地表运输费用往往低于井下运输费用。用最小运输功确定主要开拓巷道位置，一般不做定量计算，而只做大概的定性分析即可。

## 三、主要开拓巷道位置确定方法

主要开拓巷道位置的选择，在本章第二节中已提到，此处仅述选择主要巷道位置时

的几项要求：

（1）有充足的工业场地，能容下有关建（构）筑物；

（2）与选厂距离较短且矿石运输方便，或有较好的外部运输条件；

（3）有排废石场地；

（4）有防洪条件（一般高出最大洪峰 2m），且不受山岭岩石崩塌的影响；

（5）有较好的地质条件，尽量避免主要开拓巷道穿过断层、含水层等不利地层；

（6）尽量减少开拓工程量。

总之，在选择合理位置时，不能将上述所有影响因素等价进行分析，设计者必须抓住其中的几个主要矛盾进行分析，然后方可得到合理的位置。

图 6－2－9 中，矿床的开拓方法已拟定为下盘竖井开拓。根据井下最小运输功的原则，位置 1 较合理，1 与 3 处都有很好的排废石场地，且有较理想的工业场地，但若竖井定为位置 1 则必须形成两翼通风，即两翼均需掘通风井，这样基建工程量大，工期长，同时也不利于管理。在确定竖井位置时，这将成为主要矛盾。最后确定在位置 2 掘主竖井，在位置 3 掘主风井，形成了对角式通风，大大减少了基建工程量和资金，缩短了基建周期。

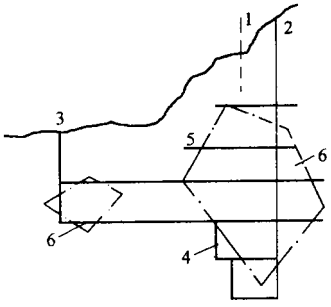



图 6－2－9　运输功对开拓道位置的影响

1—井下运输功最小的竖井位置；2—确定的竖井位置；

3—主风井；4—下部接力风井；5—中段平巷；6—矿体纵投影

考虑了上述条件后，主要开拓巷道的位置就确定了。为了解井筒将要穿过的岩层情况，检查是否有利于井筒掘进和维护的因素，一般需要先打工程钻。工程钻位于选定的井筒附近，与井筒中心线的距离不得超过 10～15m，并超深于井筒 3～5m。当主要开拓巷道为斜井时，需要打彼此间距不大于 50m，且与井筒垂直的钻孔。在岩性较为复杂的矿田内，打工程钻的必要性是显而易见的。如某石棉矿因事先未打工程钻，竖井下掘时遇到一段较厚的破碎带，结果不得不采取特殊办法施工，这不仅拖延了工期，增加了掘进费用，也突破了基建投资概算。

# 第四节　中段平面开拓设计

中段平面开拓设计是矿床设计的一部分，其主要内容是中段开拓平巷的布置，主要目的是满足矿岩运输、通风、排水和探矿等要求。中段需要开拓一系列的运输巷道及硐室，将矿块与主要开拓巷道（各种掘进的井筒）连接起来，从而形成完整的运输、通风和排水系统，给井下人员造成良好的工作环境和必要条件。因此，中段运输巷道布置是否合理，直接影响着井下工人的安全生产和作业条件、开拓工程量、中段的运输能力乃至矿块的生产能力。

中段运输平巷一般有单轨、双轨和环形等形式。

## 一、影响中段运输平巷布置的因素

### （一）中段运输能力

中段运输平巷的布置，首先要满足中段生产能力的要求（如有溜井与上中段相通成为组合石门中段，还应考虑从上部中段溜至本中段部分矿岩量的运输能力），在矿山设计时，中段运输能力要留有余地，以满足生产情况多变的需要，同时也可使矿块（房）生产能力的发挥得到保证。

对于中小型矿山，因为中段运输能力不大，一般都采用单一沿脉运输平巷；如运输能力有些紧张，可采取在运输平巷内每隔一段距离加大巷道宽度，使局部单轨加宽为双轨的办法，以便提高中段运输能力。

### （二）矿体厚度和矿石围岩的稳固程度

当矿体厚度小于 6 ~ 8m 时，常采用单一沿脉巷道布置；矿体厚度在 8m 以上，在中小型矿山多采用单一沿脉巷道加穿脉巷道布置；只有极厚矿体，才采用环形巷道布置。

中段运输平巷一般采用沿下盘脉外布置，下盘围岩的稳固程度也应予以考虑。实践中，由于下盘围岩不稳固而将中段运输巷道布置在脉内的情况极少，这是因为在脉外布置中段运输平巷可对同时工作的矿块分配风量，而且不须为保护运输巷道而留矿柱。

### （三）采矿方法

如采矿方法为崩落法（或其他空场采矿法），中段运输平巷一般布置在脉外，而且要布置在下中段的崩落界线以外，以保证开采下中段时作回风巷道。另外，中段运输平巷沿矿体走向或垂直走向的布置方式以及其底部结构形式等，都能影响矿块装车点位置、数目和装矿方式。

### （四）通风系统

中段运输平巷的位置应有明确的进风和回风线路，尽量减少转弯，要避免大的拐弯和锐角（小于 90°）拐弯，以减少通风阻力，并要在一定时期内保留中段回风道。

## 二、中段运输平巷的布置形式

### （一）单一沿脉平巷布置

这种布置又可分为脉内布置和脉外布置，其轨道布置形式分为单轨会让式（加局部双轨会车段）和双轨过渡式两种。

在一个矿山，由于各中段情况不同，尤其是各中段矿石储量不同，各中段运输平巷的设计也应有所不同。如矿体厚度很薄（如细脉状矿体），多采用脉内单轨会让式的布置，如图 6－2－10a 所示。中段运输距离较短，生产能力很低时，采用脉外单轨（图 6－2－10b）；中段运输距离较长时，虽然生产能力不高，但为了给生产能力留有余地，多采用单轨会让式。

当中段生产能力增大，采用单轨会让式不能满足生产需要时，可采用双轨过渡式布置（图 6－2－10c）。只有到 15 中段，由于矿体变厚，中段储量较大，不需要两个中段同时生产，为满足生产需要，在该中段采用了双轨过渡式布置。这是大幅度提高运输能力的有效措施。

生产能力在 20 万 t 以下的矿山，大都采用单轨会让式布置。

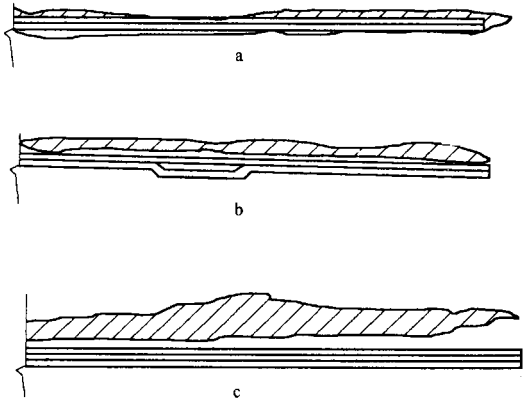



图 6－2－10　单一沿脉平巷布置

a—脉内单轨会让式；b—脉外单轨会让式；c—脉外双轨过渡式

### （二）沿脉平巷加穿脉布置

如图 6－2－11 所示，当矿体厚度大于 8m 时，多采用这种布置方式，即沿脉平巷布

置在下盘围岩内，每隔一定距离掘一穿脉与沿脉平巷配合；在线路布置上，沿脉和穿脉巷道均为单轨布置。

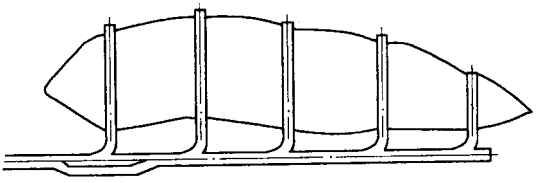


图 6－2－11　沿脉平巷加穿脉布置

穿脉巷道间距的确定，一是根据采矿方法而定，因穿脉垂直于矿体走向布置；如矿房宽为 8m，则间距 15m 为宜；二是取决于生产探矿需要，如探矿规定穿脉间距为 30m。图 6－2－12 所示是某矿中段平面布置图。

此外，中段平巷布置还有环形运输布置等，这些布置方式均适用于中大型矿山。

在确定巷道布置方式前，设计人员首先根据地质剖面图做出各中段的地质平面图，然后根据矿体厚度、采矿方法以及探矿要求等因素进行中段平面设计。

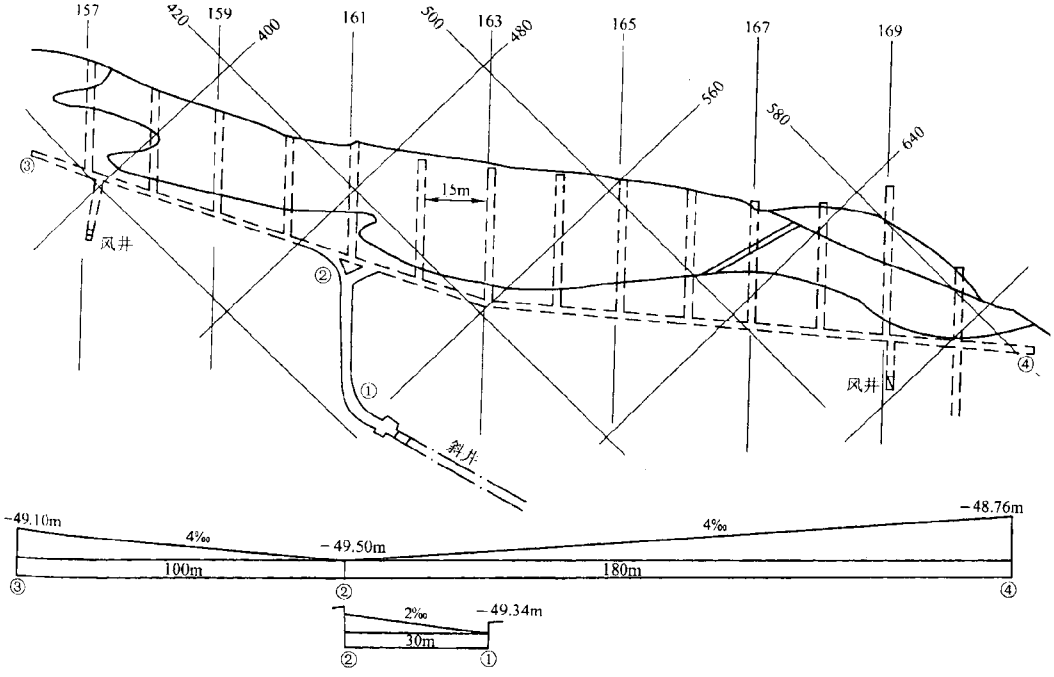



图 6－2－12　某矿 －50m 中段开拓平面图

# 第五节　井底车场

井底车场连接着井下运输与井筒提升，提升矿石、废石和下放材料、设备等，都要经由这里转运。因此，要在井筒附近设置储车线、调车线和绕道等。此外，井底车场也为升降人员、排水以及通风等工作服务，所以相应地还要在井筒附近设置一些硐室，例如水泵房与水仓、井下变电所等。井底车场就是这些巷道和硐室的总称。

井底车场根据开拓方法不同，可分为竖井井底车场和斜井井底车场两大类，但由于斜井井底车场应用较少，且较简单，所以这里重点讲述竖井井底车场。

## 一、竖井井底车场形式

井底车场按使用的提升设备分为罐笼井底车场、箕斗井底车场、罐笼—箕斗混合井井底车场和以输送机运输为主的井底车场，按服务的井筒数目分为单一井筒的井底车场和多井筒（如主井、副井）的井底车场，按矿车运行系统分为尽头式井底车场、折返式井底车场和环形井底车场，如图 6－2－13 所示。

尽头式井底车场如图 6－2－13a 所示，用于罐笼提升。其特点是井筒单侧进、出车，空、重车，的储车线和调车场均设在井筒一侧，从罐笼拉出来空车后，再推进重车。这种车场的通过能力小，主要用于小型矿井或副井，

折返式井底车场如图 6－2－13b 所示。其特点是井筒或卸车设备（如翻车机）的两侧均铺设线路。一侧进重车，另一侧出空车。空车经过另外铺设的平行线路或从原线路变头（改变矿车首尾方向）返回。折返式井底车场的优点主要是：提高了井底车场的生产能力；由于折返式线路比环形线路短且弯道少，因此车辆在井底车场逗留时间显著减少，加快了车辆周转；开拓工程量省。由于运输巷道多数与矿井运输平巷或主要石门合一，弯道和交叉点大大减少，简化了线路结构；运输方便、可靠，操作人员减少，为实现运输自动化创造了条件。列车主要在直线段运行，不仅运行速度高，而且运行安全。

环形井底车场如图 6－2－13c 所示。它与折返式相同，也是一侧进重车，另一侧出空车，但其特点是由井筒或卸载设备出来的空车经由储车线和绕道不变头（矿车首尾方向不变）返回。

图 6－2－14b 是双井筒的井底车场，主井为箕斗井，副井为罐笼井。主、副井的运行线路均为环形，构成双环形的井底车场。

为了减少井筒工程量及简化管理，在生产能力允许的条件下，也有用混合井代替双井筒，即用箕斗提升矿石，用罐笼提升废石并运送人员和材料、设备的。此时线路布置与采用双井筒时的要求相同。图 6－2－14c 为双箕斗单罐笼的混合井井底车场线路布置。箕斗提升采用折返式车场，罐笼提升采用尽头式车场。图 6－2－14a 也是混合井井底车场的线路布置，箕斗线路为环形车场，罐笼线路为折返式车场，通过能力比 c 种型式大。

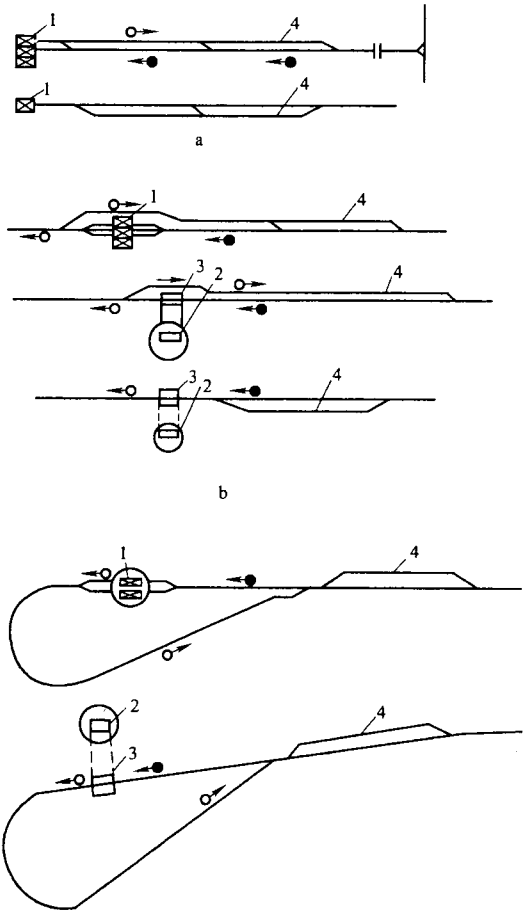



**图 6－2－13　井底车场形式示意图**

a—尽头式；b—折返式；c—环形

1—罐笼；2—箕斗；3—翻车机；4—调车线路

## 二、竖井井底车场的选择

选择合理的井底车场形式和线路结构，是井底车场设计中的首要问题。影响井底车场选择的因素很多，如生产能力、提升容器类型、运输设备和调车方式、井筒数量、各种主要硐室及其布置要求、地面生产系统要求、岩石稳定性以及井筒与运输巷道的相对位置等。因此，必须予以全面考虑。但在金属矿山，一般情况下主要考虑前面四项。

生产能力大的选择通过能力大的形式。年产量在 30 万 t 以上的可采用环形或折返式车场，10～30 万 t 的可采用折返式车场，10 万 t 以下可采用尽头式车场。

当采用箕斗提升时，固定式矿车用翻车机卸载。产量较小时，可用电机车推顶矿石列车进翻车机卸载，卸载后立即拉走，亦即采用经原进车线返回的折返式车场。在阶段

产量较大并用多台电机车运输时，翻车机前可设置推车机或采用自溜坡。此时可采用另设返回线的折返式车场。

当采用罐笼井并兼作主、副提升时，一般可用环形车场。当产量小时，也可用折返式车场。副井采用罐笼提升时，根据罐笼的数量和提升量大小确定车场型式。如系单罐且提升量不大时，可采用尽头式井底车场。

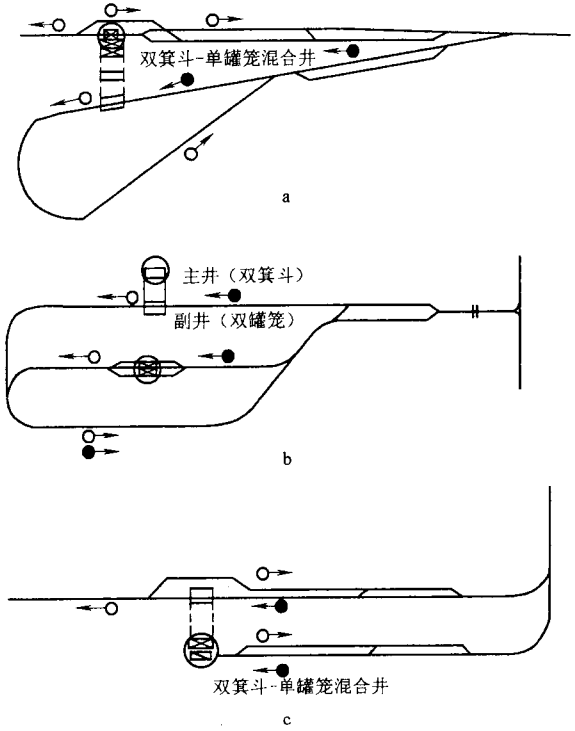



图 6－2－14　两个井筒或混合井的井底车场

a—双箕斗单罐笼混合井，环形—折返式井底车场；

b—主井双箕斗，副井双罐笼，双环形井底车场；

c—双箕斗单罐笼混合井，折返—尽头式井底车场

当采用箕斗－罐笼混合井或者两个井筒（一主一副）时，采用双井筒的井底车场。在线路布置上须使主、副提升的两组线路相互结合，在调车线路的布置上应考虑线路共用问题。又如当主提升箕斗井车场为环形时，副提升罐笼井车场在工程量增加不大的条件下，可使罐笼井空车线路与主井线路连接，构成双环形的井底车场。

总之，选择井底车场形式时，在满足生产能力要求的条件下，尽量使结构简单，节省工程量，管理方便，生产操作安全可靠，并且易于施工与维护。车场通过能力要大于设计生产能力的 30% ~ 50%。

# 第三章　矿床地下采矿方法

我国矿山地下采矿方法近年来有了很大的发展，尤其在凿岩设备、采场出矿、采空区处理等方面，采用了大型、高效的凿岩、装岩、运输设备，改善了采矿方法和生产工艺，大大地提高了采矿效率，因而促使地下开采的矿石量有较快的增长。

## 第一节　地下采矿方法的基本概念及分类

### 一、地下采矿方法的基本概念

前已述及在开采矿床时，首先把井田划分为阶段（或盘区），然后再把阶段（或盘区）划分为矿块。矿块（或采区）即为独立的回采单元。采矿方法就是研究这个回采单元——矿块的具体开采方法。它包括采准、切割和回采三项工作。根据回采工作的需要设计采准、切割巷道的数量、位置、结构参数以开掘与之相适应的切割空间等，这项工作的总和，即称为采矿方法。

（一）采准　是指采矿前的准备工作，是在已开拓完毕的矿床里，掘进采准巷道，将阶段划分成矿块作为回采的独立单元，在矿块内造成行人、凿岩、放矿、通风等条件。采准巷道有，阶段运输平巷和穿脉巷道、通风行人天井、电耙道、漏斗颈和斗穿、放矿溜井等。

（二）切割　是指在已采准完毕的矿块里，为大规模回采矿石而开辟的自由面和自由空间，即切割巷、拉底巷、切割槽和扩漏等工程。

（三）回采　矿块中的切割工作完成后所进行的大量采矿工作就是回采工作，它包括落矿、矿石搬运和地压管理三项主要作业。

由于矿体赋存条件和所采用的采矿方法不同，所需掘进的采准和切割巷道类型、数量、以及位置均有很大差别。采矿方法不同，回采时凿岩设备、装运设备和地压管理也不同。这种结合每种采矿方法进行具体介绍。

### 二、采矿方法的分类

金属矿床的采矿方法种类繁多，据国外文献报道，主要的采矿方法大约有 150 余种。为了更好地研究和选择采矿方法，特将这些采矿方法进行分类列表，分类的方法很

多，本书采用了按回采时对地压的管理方法为依据，将采矿方法分为四类，如表 6－3－1 中所示。

表 6－3－1 金属矿床地下采矿方法分类

| 序号 | 类别 | 序号 | 组别 |
|---|---|---|---|
| 一 | 空场采矿法 | 1 | 全面米矿法 |
| | | 2 | 房柱采矿法 |
| | | 3 | 分段采矿法 |
| | | 4 | 阶段矿房采矿法 |
| 二 | 留矿采矿法 | 1 | 浅孔留矿采矿法 |
| | | 2 | 深孔留矿采矿法 |
| 三 | 崩落采矿法 | 1 | 壁式崩落法 |
| | | 2 | 有底柱分段崩落法 |
| | | 3 | 无底柱分段崩落法 |
| | | 4 | 阶段强制崩落法 |
| 四 | 充填采矿法 | 1 | 水砂充填采矿法 |
| | | 2 | 尾砂充填采矿法 |
| | | 3 | 胶结充填采矿法 |
| | | 4 | 干式充填采矿法 |

## 三、选择采矿方法的原则

（一）首先保证开采时的工作安全和良好的劳动条件。地下采矿的条件比较困难，所以保证工人安全作业、开采设备及整个矿井安全、生产工人不受有害粉尘的损害是评价采矿方法优劣的基本原则。

（二）劳动生产率和采矿强度要高。采用高强度的采矿方法和大型、高效的采、装、运设备，降低工人劳动强度，以提高劳动生产率和采矿强度，在地下采矿中显得尤为必要。

（三）矿石的损失、贫化要小，矿石成本要低。

# 第二节　矿床开拓方案选择

## 一、矿床开拓方案选择的基本要求及其影响因素

在矿山设计中，选择矿床开拓方案是总体设计中十分重要的内容，包括确定主要开拓巷道和辅助巷道的类型、位置、数目等。本章对选择矿床开拓方案和步骤、基本要求和应考虑的影响因素以及专家系统的应用作简要说明

### （一）选择开拓方案的基本要求

矿床开拓是矿床开采的一个主要问题。它往往决定整个矿山企业建设的全貌，并与矿山总平面布置、提升运输、通风、排水等一系列问题有密切的联系。矿床开拓方案一经选定并施工之后，很难改变。为此，选择矿床开拓方案需满足下列基本要求：

（1）确保工作安全，创造良好的地面与地下劳动卫生条件，具有良好的提升、运输、通风、排水等功能；

（2）技术上可靠，并有足够的生产能力，以保证矿山企业均衡地生产；

（3）基建工程量最少，尽量减少基本建设投资和生产经营费用；

（4）确保在规定时间内投产，在生产期间能及时准备出新水平；

（5）不留和少留保安矿柱、以减少矿石损失；

（6）与开拓方案密切关联的地面总布置，应不占或少占农田。

### （二）影响矿床开拓方案选择的因素

（1）地形地质条件、矿体赋存条件，如矿体的厚度、倾角、偏角、走向长度和埋藏深度等；

（2）地质构造破坏，如断层、破裂带等；

（3）矿石和围岩的物理力学性质，如坚固性、稳固性等；

（4）矿区水文地质条件，如地表水（河流、湖泊等）、地下水、溶洞的分布情况；

（5）地表地形条件，如地面运输条件、地面工业场地布置；地面岩体崩落和移动范围，外部交通条件、农田分布情况等；

（6）矿石工业储量、矿石工业价值、矿床勘探程度及远景储量等；

（7）选用的采矿方法；

（8）水、电供应条件；

（9）原有井巷工程存在状态；

（10）选场和尾矿库可能建设的地点。

### （三）选择矿床开拓方案的方法和步骤

对于一个矿山，往往有几个技术上可行的而在经济上不易区分的开拓方案，矿床开

拓设计是从中选出最优方案。由于矿床开拓设计内容广泛，它涉及到井田划分、选场和尾矿库的相关位置以及地面总平面布置等一系列问题，往往不能轻易地判断方案的优劣，因此，必须综合分析比较方法，才能选出最优的矿床开拓方案。用综合分析方法选择矿床方案的步骤如下。

1. 开拓方案初选

在全面了解设计基础资料和对矿床开拓有关的问题进行深入调查研究的基础上，根据国家技术经济政策和设计任务书，充分考虑前述影响因素，提出在技术上可行的若干方案，对各个方案拟定出开拓运输系统、通风系统，确定主要开拓巷道类型、位置和断面尺寸，绘出开拓方案草图，从其中初选出 3 ~ 5 个可能列入初步分析比较的开拓方案。

在方案初选中，既不要遗漏技术上可行的方案，又不必将有明显缺陷的方案列入比较。

2. 开拓方案的初步分析比较

对初选出的开拓方案，进行技术、经济、建设时间等方面的初步分析比较，删去某些无突出优点和难于实现的开拓方案，从中选出 2 ~ 3 个在技术经济上难于区分的开拓方案，列为进行技术经济比较的开拓方案。

3. 开拓方案的技术经济比较

对初步分析比较选出的 2 ~ 3 个开拓方案，进行详细的技术经济计算，综合分析评价，从中选出最优的开拓方案。

在技术经济比较中，一般要计算和对比下列技术经济指标：

(1) 基建工程量、基建投资总额和投资回收期；

(2) 年生产经营费用、产品成本；

(3) 基本建设期限、投产和达产时间；

(4) 设备与材料（钢材、木材、水泥）用量；

(5) 采出的矿石量、矿产资源利用程度、留保安矿柱的经济损失；

(6) 占用农田和土地的面积；

(7) 安全与劳动卫生条件；

(8) 其他值得参与技术经济比较评价的项目。

通过以上技术经济比较评价，衡量矿床开采的技术经济效益，最后应估算出矿床开采的盈利指标。

在进行技术经济计算时，一律按国家规定的扩大概算指标进行计算。

## 二、矿床开拓方案选择专家系统

### (一) 专家系统概述

专家系统是 20 世纪 70 年代兴起的一门计算机应用科学，它同模式识别和智能机器人一起构成了人工智能科学的三大前沿领域。专家系统的实质是一套基于广泛的人工领域专家知识，应用推理方法模拟领域专家思维与解决领域问题的过程的计算机程序。一

个成功的领域专家系统，应当是综合吸收了本领域的理论知识和众多领域专家的实践经验及解决实践问题的策略，因而能够模拟一个专家的水平去解决本领域的问题，从而使领域专家的知识与智能得以充分发挥。同时，作为计算机程序的专家系统又具有不受人的心理因素、地域因素、时间因素的影响，以及方便、灵活、准确、快速的优点。专家系统作为一种有效而实用的工具，为人类提供了保存、传播、利用和评价领域专家知识和经验的一种有效手段。

1. 专家系统的结构

一个专家系统程序由若干个程序模块组成，各模块根据其功能的不同相对独立，其基本组成部分包括：知识库、推理机、数据库、解释程序、知识获取程序和用户接口程序。其中，知识库和推理机是专家系统的核心。

2. 知识的表达与知识库的建立

知识库中所拥有的知识数量与知识水平，决定了专家系统水平的高低。因此，知识的获取、知识的表达、知识库的设计与构造是建造专家系统的一个技术关键。

(1) 知识的来源。知识库是领域知识与专家经验的存储器。知识的来源一般分为两个方面，即领域的理论知识与专家的经验知识。领域的理论知识通常指写在书本上或文献著作中公开发表的为大家所公认的知识；专家的经验亦称做启发性知识，这种知识能使专家在需要的时候作出训练有素的猜测，辨别有希望解决问题的途径，有效地处理有错误的或不完善的数据。

(2) 知识的表达。从书本上或领域专家处获取的领域知识如何以计算机易于理解的方式表达出来，是建造专家系统时首先要解决的一个关键性技术问题。好的知识表达方式应该达到以下三条标准：

①精确——能够全面地表达专家的思维与领域知识；

②有效——能够有效地通过计算机来实现；

③简明——表达形式易于理解和改进。

迄今为止，知识工程领域所研究出来的知识表达方式有以下几种：

①谓词逻辑表示法；

②语义网络表示法；

③产生式规则表示法；

④过程表述法；

⑤框架表示法。

(3) 知识库的建立。知识库的建立，首先应广泛而全面地收集领域知识与领域专家的经验，然后在对上述知识进行整理、分析、归纳、总结的基础上，根据知识的特点选择一种适合的知识表达方式与计算机语言形式，将专家知识编码成合适的数据结构，存入计算机中而形成专家系统的知识库。

3. 推理机

(1) 推理机的功能。推理机是专家系统的心脏，它模拟人解决问题的推理过程，推理机质量的好坏直接影响专家系统的运行效率及对领域问题的适应能力。推理机主要负责在知识库中搜索相关的知识规则，并对其进行解释。推理过程在控制策略的指导下，

将推理规则的前提部分与知识库中的知识内容相匹配，匹配成功则执行规则的结论部分。

推理机常用的推理方法有演绎推理、归纳推理、不精确推理与单调推理等。推理策略主要指推理方向的控制和推理规则的选取，推理方向主要有正向推理、反向推理、正反向混合推理三种形式。

(2) 推理机的组成。推理机主要由调度程序和规则解释程序组成。调度程序决定所选用的推理策略应使用哪些事实或关系。规则解释程序处理由调度程序所选出的规则，它用已知事实去匹配规则，并完成规则所指定的行为，它亦可以存储中间推理结果以备推理机以后使用。

## (二) 开拓方案选择专家系统

1. 领域问题的分析

对于一特定矿床，可以用多种不同的方式来建立通达矿体的开拓巷道，形成不同的开拓系统。不同的开拓方法与开拓系统所构成的生产规模及所需的生产费用大不相同，如何在保证安全生产的前提下，选择一种既能满足设计生产能力的要求、技术上可靠，又能减少基建时间和基建费用的开拓方案，是矿山设计者首先需要考虑的原则性问题。严格地讲，最准确、最有说服力的方法是：在各种方案开拓设计的基础上，再进行设计方案的经济指标比较，从中选择最优的开拓方案。然而，一方面由于人力、物力、财力及时间的限制，这样的做法不尽可行；另一方面，长期的矿山设计和生产实践培育出许多经验丰富的采矿专家，凭借他们的学识和经验既能指出不可行的开拓方案，同时也能指出较为可行的开拓方案，这就大大缩小了需进行方案设计与经济比较的范围，减少了不必要的人力、物力和财力消耗，缩短了设计工作时间。开拓方案选择专家系统，即是一个基于采矿专家经验和采矿领域知识进行开拓方案选择的人工智能系统，该系统可模拟采矿专家的思维与推理方法，对地质及赋存条件已知的矿体指出可行的或优选的开拓方案。

2. 开拓方案知识库的建立

通过广泛收集、整理地下开拓方法的领域知识，将国内外矿床开拓实践中所运用的各种开拓方案进行了分析归纳，得出如图 6 – 3 – 1 所示的开拓方案主分类结构：

矿床开拓方案的选择主要取决于矿体的赋存条件，如矿体赋存形态、埋藏深度、矿石的物理力学性质、围岩的物理力学性质与稳定性、矿区的地表地形及水文地质条件等。对于某一矿体依据上述几方面条件可初步确定合理的开拓方案类型：单一开拓或联合开拓方式，再根据矿床的围岩状况及地表地形条件进一步确定开拓巷道位置。因此，可归纳出如图 6 – 3 – 2 所示的典型开拓方案选择规则架。

基于上述开拓方案选择领域的知识分析，开拓方案选择知识库由以下三部分组成：

(1) 开拓方案分类知识。以谓词 topic 来表达开拓方案的主分类结构，具体的定义形式如下：

topic (开拓方案类元，开拓类型说明)

(2) 开拓方案选择规则。以谓词 rule 来表达开拓方案的选择规则，具体的定义形式

如下：

rule（规则序号，开拓方案元，开拓方案类元，[适用条件表]）

[适用条件表]：：= [适用条件 1，适用条件 2，……，适用条件 n]

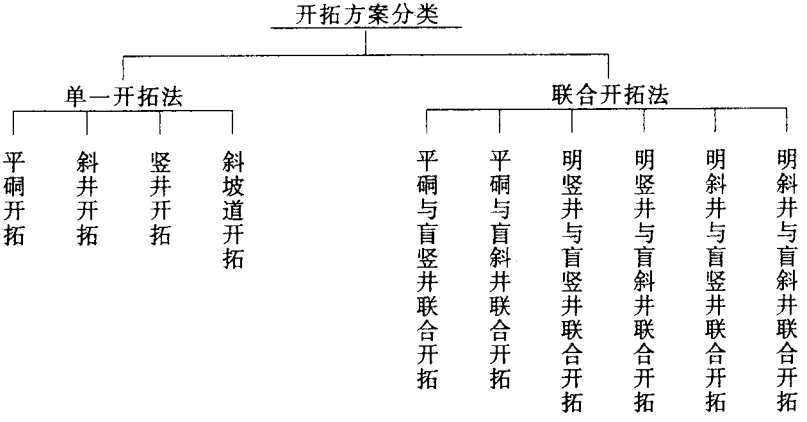



图 6－3－1　开拓方案主分类结构

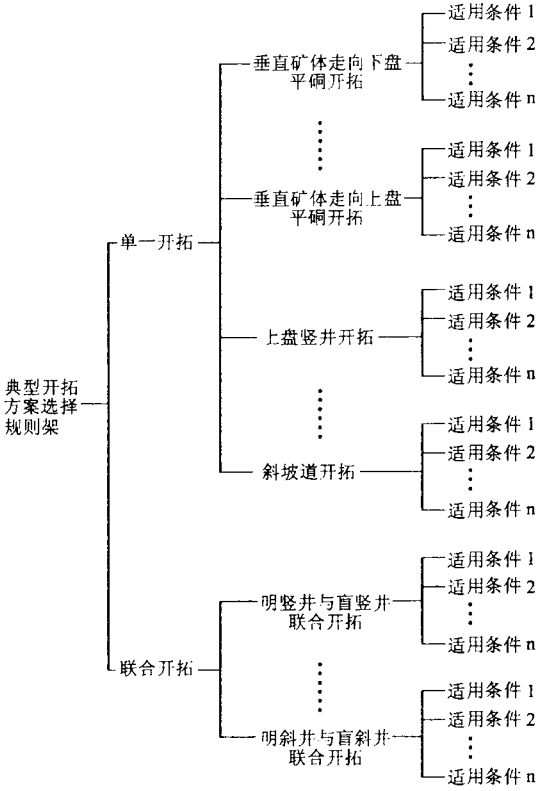



图 6－3－2　典型开拓方案选择规则架

(3) 矿体条件事实知识描述。以谓词 condition 来描述各种矿体赋存条件事实性知识，如矿体厚度、矿体倾角、矿体走向长度、矿体延深；围岩稳定性、地表地形及工业场地位置等影响开拓方案选择的因素。谓词 condition 的具体定义形式如下：

condition（序号，条件描述元，[条件值域表]）

[条件值域表]：：= [上限值，下限值]

3. 开拓方案选择专家系统

开拓方案选择专家咨询系统主要由开拓方案知识库、用户接口程序、专家系统解释程序、开拓方案决策推理机、综合数据库五个主要功能组成。程序系统各主要功能模块的调用过程及系统的信息流程如图 6－3－3 所示。

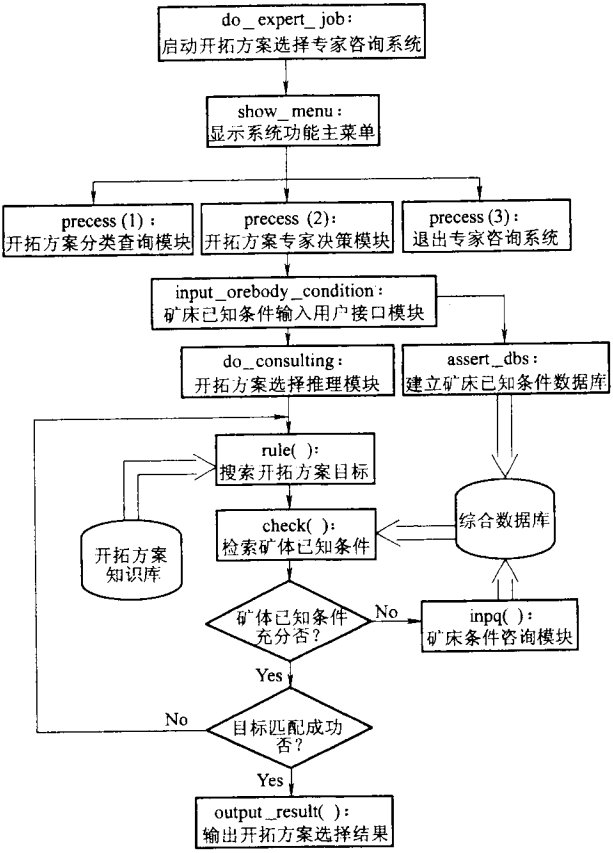



图 6－3－3 开拓方案选择专家系统程序模块结构

开拓方案选择专家系统的运行原理是：首先，通过调用用户接口程序模块，提示用户按屏幕窗口中所显示的信息，依次输入咨询矿体的赋存条件，如矿体的赋存深度、矿体的走向长度、矿体的倾角、矿体的厚度、围岩的稳定性等信息。然后，系统调用开拓方案决策推理机，执行开拓方案推理决策操作。先搜索知识库中典型开拓方案选择规则及其适用条件，接着检查动态综合数据库中已记忆的有关咨询矿体的赋存信息。若已记忆的矿床信息不充分，系统则调用查询用户模块，通过屏幕显示提问形式进一步向用户

查询，并将查询结果整理后存入动态综合数据库，并继续进行开拓方案的目标搜索与条件匹配操作。若决策推理过程成功，则系统将决策结果显示于屏幕窗口；否则，显示出相应的解释信息。

## 第三节　空场采矿法

空场采矿法在回采过程中，将矿块划分为矿房和矿柱，先采矿房，后采矿柱。在回采矿房时，采场以敞空形式存在，仅依靠矿柱和围岩本身的强度来维护。矿房采完后，及时回采矿柱和处理采矿区。

应用空场采矿法的基本条件是矿石和围岩稳固。采空区在一定时间内，允许有较大的暴露面积。

### 一、留矿采矿法

该种采矿法的特点是工人直接在矿房暴露面下的留矿堆上，用浅眼自下而上的逐层回采，每次采下的矿石只放出 35% ~ 40%。其余暂留于矿房中，作为继续作业的工作平台和对围岩起支撑作用，待矿房回采作业全部结束后，再全部放出矿石。

这种采矿法使用非常广泛，据 1981 年统计全国有 70 多个矿山使用。矿石产量占全国有色金属和稀有金属矿石地下开采部分总量的 37%。留矿采矿法适用于开采矿石和围岩稳固，矿石无自然、破碎后不易再行结块的急倾斜矿床。在薄和中层以下的脉状矿床中，使用广泛。留矿采矿法的具体方法有好多种，现仅就留间柱、顶底柱的浅眼留矿采矿法加以叙述。

#### （一）结构和参数（见图 6 – 3 – 4 和图 6 – 3 – 5）

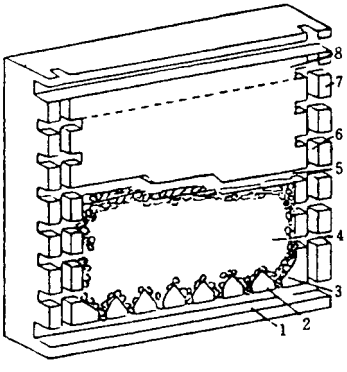



图 6 – 3 – 4　留矿法立体图

1—运输平巷；2—底柱；3—漏斗；4—留矿堆；5—人行联络道；6—天井；7—间柱；8—顶柱

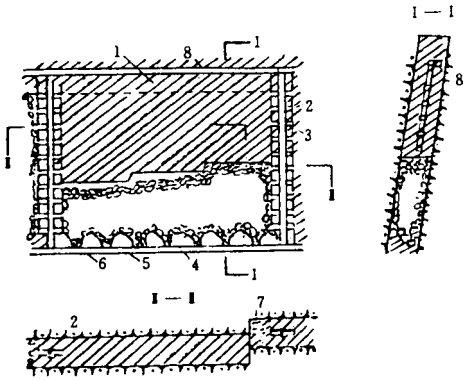



**图 6－3－5　留矿法投影图**

1—顶柱；2—天井；3—联络道；4—漏斗；
5—运输平巷；6—放矿口；7—间柱；8—上部运输平巷

（1）阶段高度　一般为 40～50m；

（2）走向长度　一般为 40～60m；

（3）采场宽度　当矿体厚度小于 15～20m 时，矿体厚度等于采场的宽度；开采极薄矿脉时，必须开掘围岩，使采幅宽度达到最小工作厚度 0.8m，并将采场下部 10～15m 高的部位加宽至 1.2m，以利出矿。

（4）顶底柱厚度　顶柱厚一般为 4～6m。底柱厚度主要取决于矿岩的稳固性及底柱结构，不带二次破碎巷道，底柱厚一般为 4～6m。

（5）间柱宽度　取决于矿体厚度，矿岩稳固性以及天井服务期限，一般为 6～8m，薄矿体为 2～4m。

## （二）采准工作

采准工作主要是掘进天井，运输平巷以及天井中的联络道，还有拉底巷道和漏斗颈等。

## （三）切割工作

切割工作是以拉底巷道为自由面，形成拉底空间和辟漏，其作用是为回采工作开辟自由面，为爆破创造有利条件。拉底高度一般为 2～2.5m，拉底宽度等于矿体厚度，在薄和及薄矿脉中为保证放矿顺序，不应小于 1.2m。

## （四）回采工作

留矿采矿法的回采工作包括：凿岩、爆破、通风、局部放矿、撬顶平场、大量放矿等，回采工作自下而上分层进行，分层高度一般为 2～3m。有关具体的凿岩爆破技术问题在掘进一篇中已写过，此处不予重复。关于通风问题由于我国常用留矿采矿法开采充填型或夕卡岩型矿床，在作业中产生的粉尘中含游离二氧化硅粒子很高，对工人健康危

害很大，因此，采场工作面的风量应满足排尘和排除炮烟的需要，且空气中的含氧量不得少于20%，风速不得小于0.15m/s。矿房的通风系统，一般从上风流方向的天井进入新鲜空气，通过矿房采场后，由下风流方向的天井排到上部回风巷道。

局部放矿一般采用重力放矿，放矿时，放矿工应与采场中的平场工密切联系，按规定的漏斗放出所要放的矿量，以减少平场工作量和防止在留矿堆内形成空硐。如发现空硐，应及时采取措施处理。

### （五）评价

留矿采矿法具有结构简单、管理方便、采准切割工作量小、生产技术容易掌握等优点，是开采矿石和围岩稳固的急倾斜薄矿脉的很有效的采矿法。要求矿石无氧化性、结块性和自然性。其主要缺点是：矿房内留下约2/3的矿石不能及时放出、积压资金；矿房采完后，留有大量的空场需要处理等。

## 二、房柱采矿法

房柱采矿法是一种主要用于开采缓倾斜和水平矿床的空场采矿法。其特点是矿房与矿柱相互交替布置，见图6－3－6。回采矿房时，留连续的或间断的规则矿柱，以维护顶板岩石。该种方法不仅能回采厚度小于2.5～3m的薄矿体，而且可以回采厚和极厚矿石围岩均稳固的水平和缓倾斜矿体，是采用这种方法的基本条件。

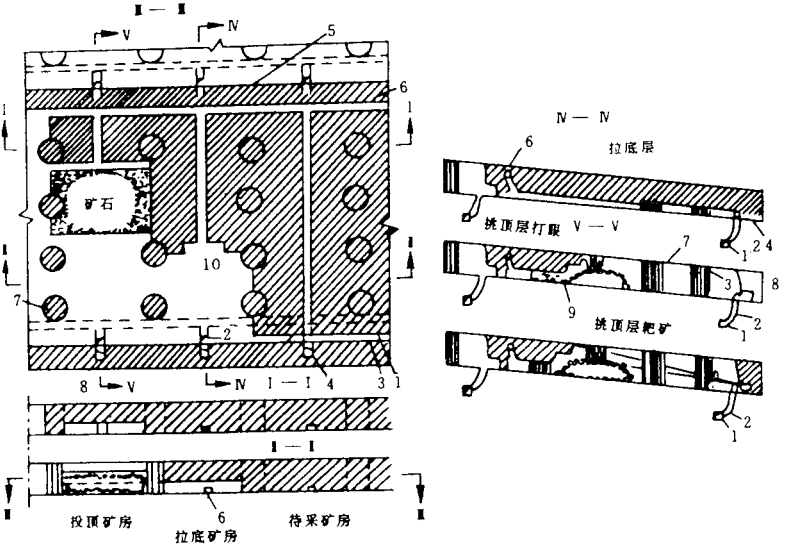



图6－3－6　房柱采矿法

1—运输巷道；2—放矿溜井；3—切割平巷；4—电耙硐室，5—上山；6—联络平巷，7—矿柱；8—电耙绞车；9—凿岩机；10—炮孔

### （一）结构参数

由于这种方法多采用电耙搬运矿石，矿房一般沿倾斜布置，矿房长度取决于所采用搬运设备的有效运距。用电耙时，一般为 40～60m。矿房宽度，根据矿体厚度和顶板的稳定性而定。一般为 8～20m。矿柱尺寸：直径为 3～7m、间距 5～8m，当矿体厚度较大时，每隔一定距离（80～150m）留宽度约为 5m 左右的连续矿柱。

### （二）采准和切割工作

阶段运输巷道可布置在脉内或底板岩石中。后者的优点是：可在放矿溜井中贮存部分矿石，从而减少电耙运搬和运输间的相互影响；有利于通风管理；可保持巷道平直，有利于提高运输能力。缺点是增加了岩石掘进的工程量。

房柱采矿法的采准巷道有：自底板运输巷道 1 向每个矿房中心线位置掘进放矿溜井 2，电耙硐室 4，紧贴底板掘进的上山 5，用以行人、通风和运搬设备及材料，并作好回采爆破时的自由面；各矿房掘进联络平巷 6；在矿房下部掘进切割平巷 3，做好起始回采时爆破的自由面，又可作为去相邻矿房的通道。

### （三）回采工作

矿房的回采方法与矿体的厚度有关，当矿体厚度小于 2.5～3.0m 时，则一次采全厚；矿体厚度大于 2.5～3.0m 时，则应分层回采。当矿体厚度小于 8～10m，并采用电耙运搬时，一般先用浅孔在矿房下部进行拉底，然后用上向炮孔挑顶。拉底多切割平巷与上山交口处开始，拉底高度 2.5～3.0m。

矿房通风是：新鲜风流自阶段平巷经未采矿房的放矿溜井进入切割平巷，再进入矿房，清洗工作面后，污风经切割上山，进入上阶段的回风平巷（原上阶段的运输平巷），再经回风平巷排出地表。通风和检查顶板之后，用电耙将矿石耙至放矿溜井，装入下部平巷的矿车中外运。

当矿体厚度大于 8～10m 时，应采用深孔落矿方法回采矿石。先在顶板下面切顶，然后，在矿房的一端开掘切割槽，形成下向正台阶的工作面，如图 6－3－7 所示。切顶的高度根据所采用的落矿方法和出矿设备确定，一般为 2.5～5m。切顶空间下部矿石，采用下向平行深孔落矿。

房柱采矿法的优点是：采准切割工作量小、通风良好、工作组织简单、矿房生产能力和劳动生产率高。不足之处是：矿柱矿量所占比重较大，并且一般又不回收。因此，矿石损失大。

## 三、全面采矿法

全面采矿法也是用于开采缓倾斜矿体的一种空场采矿法。用于开采围岩稳固，厚度小于 5～7m 的矿体，采矿布置图见图 6－3－8 所示。运输平巷布置在脉内，工作面从切割上山开始推进，以拉底巷道作为爆破自由面。工作面采用浅眼落矿、电耙出矿，并于

采场内留不规则矿柱支护采空区。

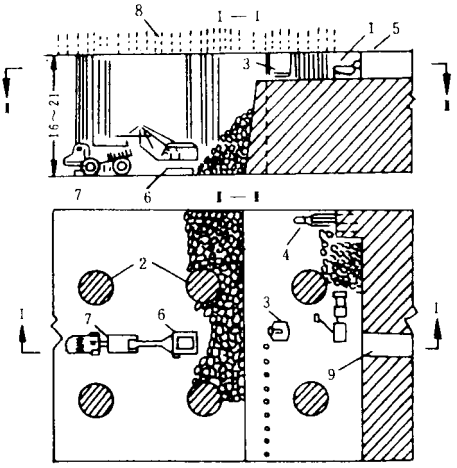



图 6－3－7　厚矿体无轨自行设备开采方案

1—切顶工作面；2—矿柱；3—履带式凿岩车；4—轮胎式凿岩台车；5 一前端式装载机；6—短臂电铲；7—20～50t 卡车；8—护顶杆柱；9—顶板切割巷道

全面法类似于房柱法，但全面法采场走向长度一般都比较大，可达 50～100m，甚至可以沿走向全面的不分矿房矿柱，连续推进。回采过程中可以在采场内用夹石、贫矿以及工业矿柱来支护采矿区。

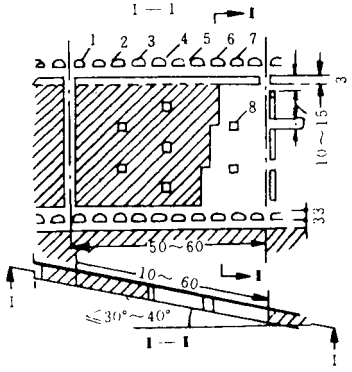



图 6－3－8　全面采矿法

1—上山；2—间柱；3—顶柱；4—运输平巷；5—联络道；6—安全口；7—底柱；8—矿柱

## （四）评价

全面采矿法的优点是：工艺简单，采准切割工作量小，生产率高，成本较低。缺点是：由于留下的矿柱不回采，矿石损失率在 10%～15%以上。顶板暴露面积大。对贵重矿石，为避免过多损失，应寻求机械化施工的人工矿柱方法，以代替自然矿柱。

## 四、分段采矿法

分段采矿法是将矿块划分成矿房和矿柱（包括顶柱、底柱和间柱），先采矿房后采矿柱，沿矿房的全高将其划分为分段，在分段巷道内用垂直扇形炮孔落矿，矿房回采过程中，采空区依靠矿房周围的矿柱来支撑。

在开采厚度小于 20～30m 的急倾斜矿体时，多采用沿走向布置矿房的分段采矿法，如图 6－3－9。

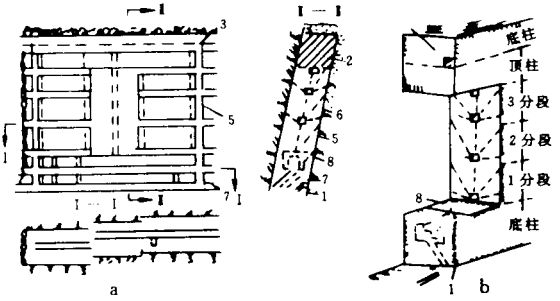



图 6－3－9　垂直扇形孔崩矿分段采矿法

a—投影图；b—立体图（矿房的一部分）

1—阶段平巷，2—上阶段平巷；3—采区天进；4—切割天井，

5—分段巷道；6—炮孔；7—格筛巷道；8—漏斗

### （一）采准的构成要素

阶段高度　一般为 50～70m，矿房长度一般为 40～60m，宽度为 20～30m；顶柱厚度一般为 6～10m；间柱宽度 8～10m，底柱高度一般为 6～12m。当矿体厚度超过 15～30m 时，为了控制矿岩的暴露面积，可采取垂直走向布置采区。

### （二）采区切割工作

采准工作包括在阶段水平开凿的沿脉运输和穿脉巷道；采场两侧的天井、分段巷道、电耙道、小溜井和装载巷道等。

切割工作包括扩漏、拉底和开切立槽，切割槽布置在矿房的中央，如图 6－3－9 所示。其优点是矿房有两个崩矿自由面，可以提高矿房的回采高度，用水平深孔法形成切割槽。如图 6－3－10 所示。即在拉槽部位的底部进行拉底，以切割天井为凿岩天井、打水平扇形孔，分次爆破后，形成宽为 5～8m 的切割槽。

### （三）回采工作

拉底、扩大漏斗和开切槽等工作完成后，在分段凿岩巷道中的打向上扇形深孔 17（见图 6－3－9）以切割槽为自由面，分次进行爆破。崩落的矿石借自重落到矿房的底

部，经漏斗溜到电耙巷道中再用电耙耙到阶段运输平巷中的矿车内运出。

矿房回采时的通风，主要保证电耙道和分段巷道内有作业人员处都有新鲜风流通过，并保证畅通，当回采工作面由矿房的一侧向另一侧推进时，采场通风线路如图 6－3－11 左边图所示。当回采工作面从矿房中内向两侧推进时，采场通风线路如图 6－3－11 右边图所示。

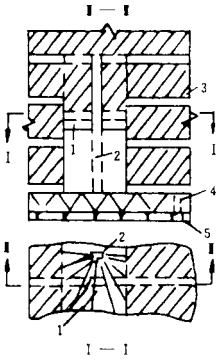



图 6－3－10　水平深孔拉槽法

1—深孔；2—切割天井；3—分段巷道；4—漏斗颈；5—漏斗穿；6—电耙巷道

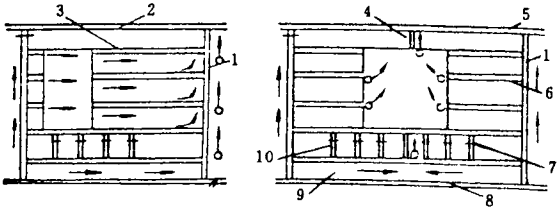



图 6－3－11　分段法采区通风系统

1—采区天井；2—上运输平巷；3—检查巷道；4—回风天井；5—回风平巷；6—分段平巷；7—风门；8—阶段运输平巷；9—二次破碎巷道；10—漏斗天井

## （四）评价和适用条件

分段采矿法的优点是：工人在分段巷道中进行落矿作业，工作安全、劳动条件好；工序简单、劳动强度低，劳动生产率高、采区生产能力大、木材消耗量少、采矿成本低。缺点是：分段巷道多、采准工作量大、采场参数选取不当时，顶柱、间柱与上下盘有大落盘危险。

分段法的适用条件是矿石和围岩的足够的稳固性，矿石的稳固性可稍低于围岩的稳固性，因为要利用自重运搬矿石，矿体以急倾斜为宜。

# 第四节　崩落采矿法

崩落采矿法与前面所述空场采矿法、充填采矿法不同，它是有计划的崩落和下放矿体上部的覆岩和两盘围岩来充填采空区，以控制采区地压和处理采空区。采区的布置不再划分矿房和矿柱，而是沿矿体走向，按一定的回采顺序，依次连续回采。采区落矿工作除用凿岩爆破法外，还可利用矿石的自重和上部岩石的压力来进行。由于上下盘围岩的崩落将会引起地表塌陷、垮落，所以地表允许陷落才是使用这种采矿方法的必要前提。

根据采区回采时的特点和采区结构的不同，这类采矿方法又可分为：

①壁式崩落采矿法；

②分层崩落采矿法；

③分段崩落采矿法，它包括：无底柱分段崩落采矿法和有底柱分段崩落采矿法；

④阶段崩落采矿法。

由于分层崩落采矿法木材消耗量大，在我国应用很少，故从略。壁式崩落法与壁式采煤法相似，我们将在第五章中叙述。本章只讲后面三种崩落采矿法。

## 一、无底柱分段崩落采矿法

无底柱分段崩落法在金属矿山应用很广泛，特别是地下铁矿山，使用该种矿法，约占矿石总产量的70%左右。

该种方法的典型方案，见图6－3－12。图中1、2是上下阶段运输巷道，阶段内划分成若干分段。各分段自上而下进行回采，回采的矿石经溜井4下放到阶段运输巷道，装车运走。设备井3用作提升和下放设备、材料和人员。5为专供通风用的通风井。在每个分段掘进分段运输巷道6，通过联络道7与设备井3相连。从分段运输巷道6掘进回采巷道8（亦称进路）。上下分段的回采巷道的相对位置，一定保持交错布置。在回采巷道末端掘进分段切割平巷9，每隔一定距离，从切割巷开掘切割天井10，作为开掘切割立槽的自由面。切割立槽即为最初回采崩矿的自由面和补偿空间。

在回采巷道中钻上向炮孔14，排距1.1～1.8m，一般在分段全部炮孔钻凿完毕后开始进行崩矿，以免出矿和钻孔互相干扰。每次爆破1～2排炮孔。崩落的矿石在回采巷道端部用装运机或铲运机运至溜井。

矿石是在岩石覆盖下放出的，故随着矿石的放出，岩石充填了采空区。

由于回采巷道端部被崩落矿石堵死，所以回采巷道中一般需要采用局部扇风机，将通风井进入的新风流引，送至工作面，并将污风排出。

一般第一、二分段进行回采。第三分段钻凿上向扇形炮孔和切割，第四、第五分段进行采准工作。即采准、切割、凿岩、爆破与装运矿石等项工作，分别在不同分段中进行，因此，各项工作互不干扰。

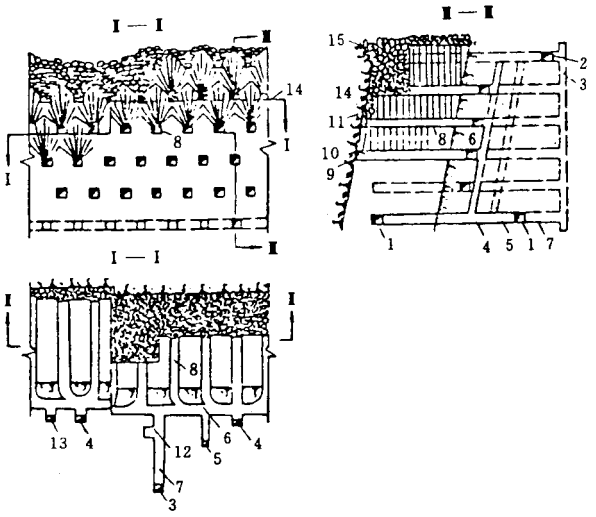



**图 6－3－12　无底柱分段崩落法典型方案**

1、2—上，下阶段沿脉运输巷道；3—设行井；4—矿石溜井；5—通风秤人天井；6—分段运输平巷；7—设备井联络道；8—回采巷道；9—分段切割平巷；10—切割开井；11—切割槽；12—机修硐室；13—废石溜井；14—扇形炮孔；15—覆盖岩层

### （一）结构参数及采准巷道的布置

**阶段高度**　这种采矿方法用于开采矿石在中等稳固以上的急倾斜厚矿体，此时阶段高度可达 60～70m。当矿体较缓，赋存不规则以及矿岩不稳固时，阶段高度可取小一些，如符山铁矿与丰山铜矿的阶段高度为 50m。

采区尺寸及溜矿井的布置以回采巷道所控制的范围作为回采的基本单位。人员设备在分段内可各处通行。矿石亦可倒人就近的溜井。故无明显的采区标志。为了管理方便，一般仍以一个溜井服务的范围作为一个采区。溜井间的距离主要依运输设备的类型来定。用 ZYQ－14 型风动装运机时，运距以不大于 60～80m 为宜，溜井间距一般为 50m。采用以柴油为动力的装运设备时，运距可加大至 200～300m。采区矿石溜井尽量布置在脉外，在生产上比较方便灵活。溜井断面为 4～5$m^2$。

**设备井的布置**　由于该种采矿法机械化程度比较高，为了各分段之间上下设备、材料和人员的方便，根据需要沿走向每 300m 左右布置一个设备井。设备井布置在本阶段的崩落界限以外的下盘围岩中。只有在矿体倾角大、下盘围岩不稳固以及为了便于与主要开拓巷道联络时，也可将设备井布置在上盘围岩中。设备井的断面根据所运送的设备大小来决定。大庙铁矿设备井的净断面为 3.3×2.3$m^2$。此外设备井一般兼作入风井。

**分段高度**　增大分段高度可以减少采准工作量，但是分段高度受凿岩设备、爆破技术和放矿矿石损失、贫化指标的限制。目前各矿山分段高度在 9m 左右，大部分矿山为 10m。

**回采巷道中心距及回采巷道的布置**　回采巷道中心距就是回采分段宽度，它等于回采巷道间柱宽度与巷道宽度之和。一般为 10m。回采巷道一般高为 3～4m，主要取决于

矿石的稳定性和采装设备的外形尺寸。

（二）切割工作在回采巷道的末端掘进切割巷道 9 和切割天井 10，并在回采之前形成切，割槽 11，作为每个分条最初回采时的崩矿自由面和补偿空间。

（三）回采工作

该种采矿方法在覆盖岩石层保护下进行开采的，因此，回采之前，一定要在回采水平之上形成足够的覆盖岩层 15。覆盖岩层的主要作用是创造分段回采时的挤压爆破条件；形成缓冲层，防止围岩大量塌落时造成安全事故；防止崩矿时，矿石飞散于采空区中无法装载。覆盖岩层的厚度，一般应大于两个分段的高度。覆盖岩层形成的方法为：当矿体上部用露天开采，下部转入地下开采时，则利用露天剥离的废石或爆破两帮围岩来形成覆盖岩层；当其上部用空场法回采时，可在回采矿柱的同时，大量崩落围岩以形成覆盖岩层，当矿山一开始就使用本采矿方法时，则用自然或强制崩落围岩来形成覆盖层。

回采工作由凿岩、爆破、通风、出矿等工作组成。

1. 凿岩

在回采巷道 8 中用 CZZ－700 凿岩台车凿上向扇形深孔 14，排距 1.4～1.8m。一般要在整个分段中的炮孔全部凿完后，才能爆破。

2. 爆破

在回采巷道中一次爆破的矿层厚度叫作崩矿步距。崩矿步距一般为 1～2 排炮孔的距离。

3. 通风

采区的通风，如图 6－3－13。新鲜风流由阶段平巷 10 经通风天井 1 进入分段联络道 4 和回采巷道 5。清洗工作面后，污风从铺设在回采巷道中的分支风筒 3 和通风天井中的主风筒 2 行至上阶段的回风巷道 8 中排出。这种风流的形成是由安装在上阶段回风巷道中的局扇 7 进行抽风实现的。

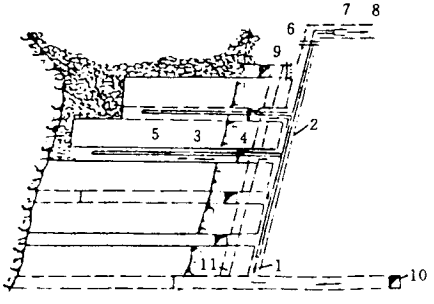



图 6－3－13　采区通风系统图

1—通风天井；2—主风管；3—分支风筒；4—分段联络道；5—回采巷道；6—隔风板；7—局扇；8—回风巷道；9—密闭墙；10—阶段平巷；11—矿石溜井

4. 出矿

崩落的矿石在回采巷道的端部用 YZQ－14 型装运机或铲运机出矿，并运至矿石溜

井中，然后再从阶段平巷中的矿石溜井放矿口装进矿车运走。出矿工作是在崩落覆盖岩层下进行的。随着矿石的放出，采空区被紧跟着矿石而来的覆盖层所充填，如图 6 – 3 – 14。

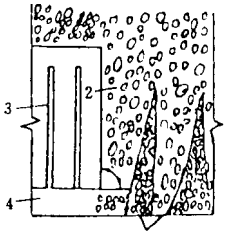



图 6 – 3 – 14　出完端部崩下矿石情形

1—正面损失的矿石；2—崩落的覆盖岩层；3—炮孔；4—回采巷道

图 6 – 3 – 15 为无底柱分段崩落法各分段不同作业安排立体图。从图中可以看出，第一分段在进行出矿工作；第二分段在装药；第三分段在凿岩；第四分段在进行采准工作，掘进回采巷道。

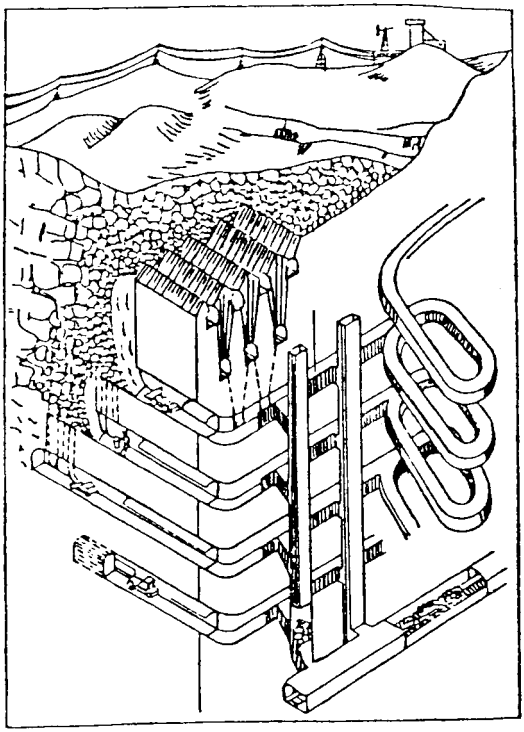


图 6 – 3 – 15　无底柱分段崩落法作业立体图

（四）评价

该种采矿方法结构简单，只有一个步骤回采，不留矿柱，回采工艺简单，容易实现回采机械化；安全性好，回采作业在回采巷道中进行，没有大暴露面积的空场或工作空

间；采准与探矿密切结合，回采方法灵活性大，需要分等级出矿时，都可以有较大的适用性；生产集中、作业而多、回采强度大、管理方便。

这种方法的主要缺点是：矿石贫化率高，通风条件差：地表黄土很容易随着雨水涌入井下，形成泥石流，不但使矿石质量降低，影响选矿回收率，而且对矿山生产的安全有很大的威胁性。

## 二、有底柱分段崩落采矿法

有底柱分段崩落采矿法，也称有底部结构的分段崩落法，是一种效率高、生产安全，能够适应多种地质条件的采矿法，在许多方面与无底柱分段崩落法相同，主要区别之处在于每一个分段中留有底柱结构。因之，在采准、切割工程布置、回采方案和放矿条件等方面不同于无底柱分段崩落采矿法。

使用该种采矿方法的条件是地表允许崩落，厚度大于 5m 的急倾斜矿体以及厚度大于 5 ~ 10m 的缓倾斜矿体，尤其是矿石、围岩不够稳固，矿石不太贵重，采用这种方法几乎是有效的。

根据崩矿深孔的类型不同，主要有下述两种方案：垂直深孔崩矿的有底柱分段崩落采矿法和水平深孔崩矿的有底柱分段崩落采矿法。前者使用最多，约占有底柱分段崩落采矿法采矿总量的 61.5%。

### （一）基本方案

如图 6 – 3 – 16 为垂直深孔崩矿的有底柱分段崩落采矿法。采区垂直矿体走向布置。图中所示为采区第一分段已经采完，正在回采第二分段。

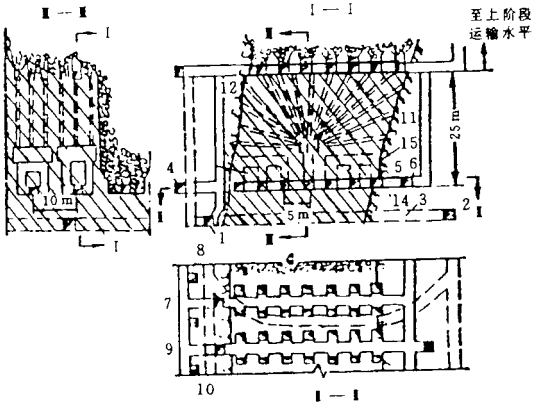



**图 6 – 3 – 16　垂直深孔有底柱分段崩落采矿法**

1、2—上、下盘阶段平巷；3—穿脉运输巷道；4—上盘分段联络道；5—电耙道；6—下盘分段联络道；7—人行天井；8—材料天井；9—通风天井；10—矿石溜井；11—回风天井；12—深孔；13—凿岩硐室；14—漏斗穿；15—漏斗颈

1. 采准切割工作

在矿体上下盘掘进阶段平巷 1、2，并每隔 40 ~ 50m 掘一条穿脉运输巷道 3 与之连通，组成环形运输系统。在阶段平巷 1 中掘进入行天井 7，材料天井 8，通风天井 9 及矿石溜井 10。从矿石溜井掘进电耙道 5。在阶段平巷中，掘进回风天井 11。在上下盘中分别掘进漏斗穿 14、漏斗颈 15，并从漏斗颈掘进凿岩硐室 13，最后将漏头颈扩大成漏斗。扩大漏斗颈成漏斗的炮孔，一般与深孔爆破回采同次分段进行。

2. 采区结构参数

阶段高度一般为 40 ~ 60m。分段高度取决于凿岩设备及合理的放矿高度，一般为 10 ~ 25m。采区长度即电耙道的长度，当采区沿走向布置时小于 60m，垂直走向布置时，一般为矿体厚度。采区宽度，沿走向布置时，为矿体的水平厚度。垂直走向布置时，为 10 ~ 30m。底柱高度在分段内为 6 ~ 8m，靠阶段平巷的分段为 12 ~ 20m。

3. 回采工作

采用 YQ - 100 型钻机钻凿直径为 105 ~ 110mm 的深孔。最小抵抗线为 3 ~ 3.5 m，孔深一般不超过 15 m。出矿用 28.30kW 电耙绞车和 0.15 ~ 0.3$m^2$ 的耙斗将矿石从电耙道耙至矿石溜井装车、外运。采区通风是新鲜风流从通风天井上升至上盘分段联络道 4，进入电耙道 5 后，污风从下盘分段联络道 6 进入回风；天井 11，然后上升至上阶段水平排出。

### （二）挤压爆破

在有底柱分段崩落采矿方法中，落矿采用挤压爆破，补偿比 $B_s < 20\%$，一般为 10% ~ 20%，它在该种爆破法中应用广泛，效果显著，减少了切割工程量和大块的产出率。

### （三）评价

该种方法的优点是能适应多种地质条件，劳动生产率与开采强度较高，工作安全。缺点是采准工程量大，损失、贫化较高，高价和高品位矿床，不宜采用。

## 第五节　充填采矿法

### 一、概述

随着回采工作面的推进，逐步用充填料充填采空区的采矿方法称为充填采矿法。有时还用支架与充填料相配合维护采空区，此时称为支架充填采矿法。

充填采空区的目的，主要是利用所形成的充填体进行地压管理，以控制围岩崩落和地表下沉，并为回采工作创造安全和方便的条件。有时还用来预防有自燃性矿石的内燃火灾。

按矿块结构和回采工作面推进方向，充填采矿法可分为：单层充填采矿法、上向分层充填采矿法、下向分层充填采矿法和分采充填采矿法。根据所采用的充填料和输出方法不同，充填采矿法又可分为：1）干式充填采矿法，用矿车、风力或其他机械输送干充填料（如废石、砂石等）充填采空区；2）水力充填采矿法，用水力沿管路输送选厂尾砂、冶炼厂炉渣、碎石等充填采空区；3）胶结充填采矿法，用水泥或水泥代用品与脱泥尾砂或砂石配制而成的胶结性物料充填采空区。

我国有色金属矿山在 20 世纪 50 年代初期，用干式充填采矿法采出的矿石占矿石总产量的三分之一以上；当时在黑色金属矿山，这种采矿方法的使用比重达 54.8%。由于劳动强度大、生产能力低，从 50 年代末逐步为其他采矿方法所代替，使用比重急剧下降。进入 70 年代后，金属矿山运用煤矿水砂充填的经验，从国外引进尾砂充填和胶结充填技术以及无轨自行设备，大力发展水力充填法和胶结充填法，使充填采矿发展到机械化充填，使用范围逐渐扩大。到 1978 年，仅有色金属矿山的水力和胶结充填法使用比重已达 9.8%。从发展趋势来看，充填采矿法是具有广阔前景的采矿方法。

支架充填采矿法，由于劳动强度很大，劳动生产率和生产能力很低，坑木消耗大，仅在特殊条件下使用，因此，本章仅作简要介绍。

## 二、单层充填采矿法

单层充填采矿法的矿块结构如图 6－3－17 所示。这种采矿方法用于缓倾斜薄矿体中，用矿块倾斜全长的壁式回采面沿走向方向、依次按矿体全厚回采，随着工作面的推进，有计划地用水力或胶结充填采空区，以控制顶板崩落。由于采用壁式工作面回采，也称为壁式充填法。

我国湖南湘潭锰矿是采用这种采矿法回采的一个典型例子。该矿床为缓倾斜为主的似层状薄矿体。走向长 2500m，倾斜延深 200～600m，倾角 30°～70°，厚度 0.8～3m；矿石稳固，有少量夹石层；顶板为黑色页岩，厚 3～70m，不透水，含黄铁矿，易氧化自燃，且不稳固；其上部为富含水的砂页岩，厚 70～200m，不允许崩落；底板为砂岩，坚硬稳固。

### （一）结构和参数

矿块斜长 30～40m，沿走向长 60～80m。控顶距 2.4m，充填距 2.4m，悬顶距 4.8m，矿块间不留矿柱，一个步骤回采。

### （二）采准和切割

由于底板起伏较大，顶板岩石有自燃性，阶段运输巷道掘在底板岩石中，距底板 8～10m。在矿体内布置切割平巷，作为崩矿的自由面，同时可用于行人、通风和排水等。上山多布置在矿块边界处。沿走向每隔 15～20m 掘矿石溜井，联通切割平巷与脉外运输巷道。不放矿时，矿石溜井可作为通风与行人的通道。

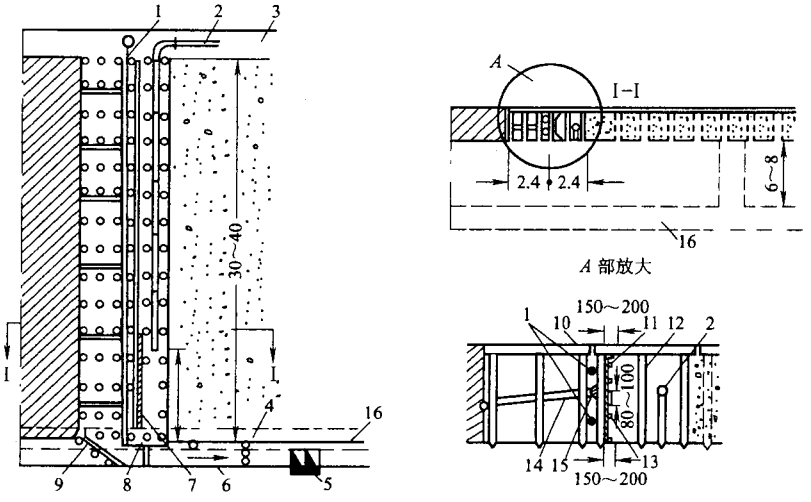



**图 6－3－17　单层充填采矿法**

1—钢绳；2—充填管；3—上阶段脉内巷道；4—半截门子；5—矿石溜井；6—切割平巷；7—帮门子；8—堵头门子；9—半截门子；10—木梁；11—木条；12—立柱；13—砂门子；14—横梁；15—半圆木；16—脉外巷道

## （三）回采

长壁工作面沿走向一次推进 2.4m，沿倾斜每次的崩矿量根据顶板的允许暴露面积决定，一般为 2m 左右。用浅孔凿岩，孔深 1m 左右。崩下的矿石用 2JP－13 型电耙运搬；先将矿石运至切割平巷，再倒运至矿石溜井。台班效率 25～30t。

由于顶板易冒落，要求边出矿边架木棚，其上铺背板和竹帘。当工作面沿走向推进 4.8m 时，应充填 2.4m。充填前应做好准备工作，包括清理场地，架设充填管道，打砂门子和挂砂帘子等。砂门子分帮门子、堵头门子、和半截门子等，其主要作用是滤水和拦截充填料，使充填料堆积在预定的充填地点。

水力充填是逆倾斜由下而上间断进行，即由下向上分段拆除支柱和进行充填。每一分段的长度和拆除支柱的数量根据顶板稳固情况而定。也可以不分段一次完成充填，但支柱回收率很低。

采用胶结充填时，一般用采矿巷道回采矿石，其矿壁起模板的作用。

## （四）评价

当开采水平或缓倾斜薄矿体时，在顶板岩层不允许崩落的复杂条件下，单层充填法是惟一可用的采矿方法。这种采矿法矿石回采率较高（94%左右），贫化率较低（7%左右），但采矿工效较低（4t/工班），坑木消耗量大（19.2$m^3$/kt）。

## 三、上向水平分层充填采矿法

这种方法一般将矿块划分为矿房和矿柱，第一步回采矿房，第二步回采矿柱。回采矿房时，自下向上水平分层进行，随工作面向上推进，逐步充填采空区，并留出继续上采的工作空间。充填体维护两帮围岩，并作为上采的工作平台。崩落的矿石落在充填体的表面上，用机械方法将矿石运至溜井中。矿房回采到最上面分层时，进行接顶充填。矿柱则在采完若干矿房或全阶段采完后，再进行回采。回采矿房的充填方法，可用干式充填、水力充填或胶结充填。干式充填方法目前应用很少。

### （一）水力充填

1. 矿块结构和参数

矿体厚度不超过 10～15m 时，矿房的长度沿走向布置；超过 10～15m 时，矿房垂直走向布置。矿房沿走向布置的长度，一般为 30～60m，有时达 100m 或更大。垂直走向布置矿房的长度，一般控制在 50m 以内，此时矿房宽度为 8～10m。

阶段高度一般为 30～60m。如果矿体倾角大，倾角和厚度变化较小，矿体形态规整，则可采用较大的阶段高度。

间柱的宽度取决于矿石和围岩的稳固性以及间柱的回采方法。用充填法回采间柱时，其宽度为 6～8m，矿岩稳固性较差时取大值。阶段运输巷道布置在脉内时，一般需留顶柱和底柱。顶柱厚 4～5m，底柱高 5m。为减少矿石损失和贫化，也有用混凝土假巷，以代替矿石矿柱。

2. 采准和切割工作

在薄和中厚矿体中，掘进脉内运输巷道；在厚矿体中，掘进脉外沿脉巷道和穿脉巷道，或上、下盘沿脉巷道和穿脉巷道（图 6－3－18）。

在每个矿房中至少布置两个溜矿井、一个顺路人行天井（兼作滤水井）和一个充填天井。溜矿井用混凝土浇灌，壁厚 300mm，圆形内径为 1.5m。人行滤水井用预制钢筋混凝土构件砌筑（图 6－3－19），或浇灌混凝土（预留泄水小孔）。充填天井断面为 2m×2.4m，内设充填管路和人行梯子等，是矿房的安全出口，其倾角为 80°～90°。

在底柱上面掘进拉底巷道，并以此为自由面扩大至矿房边界，形成拉底空间，再向上挑顶 2.5～3m，并将崩下的矿石经溜矿井放出，形成 4.5～5m 高的拉底空间后，即可浇灌钢筋混凝土底板。底板厚 0.8～1.2m，配备双层钢筋，间距 700mm。其结构如图 6－3－20 所示。

3. 回采工作

用浅孔落矿，回采分层高为 2～3m。当矿石和围岩很稳固时，可以增加分层高度（达 4.5～5m），用上向孔和水平孔两次崩矿，或者打上向中深孔一次崩矿，形成的采空区可高达 7～8m。

崩落的矿石，一般用电耙出矿。近年来，国内外广泛使用装运机或铲运机装运矿石。矿石出完后，清理底板上的矿粉，然后进行充填。充填前要进行浇灌溜矿井、砌筑

（或浇灌）人行滤水井和浇灌混凝土隔墙等工作。先用预制的混凝土砖（规格为 300mm × 200mm × 500mm）砌筑隔墙的外层，然后浇灌 0.5m 厚的混凝土，形成隔墙的内层，其总厚度为 0.8m。混凝土隔墙的作用，主要是为第二步骤回采间柱创造良好的回采条件，以保证作业安全和减少矿石损失与贫化。

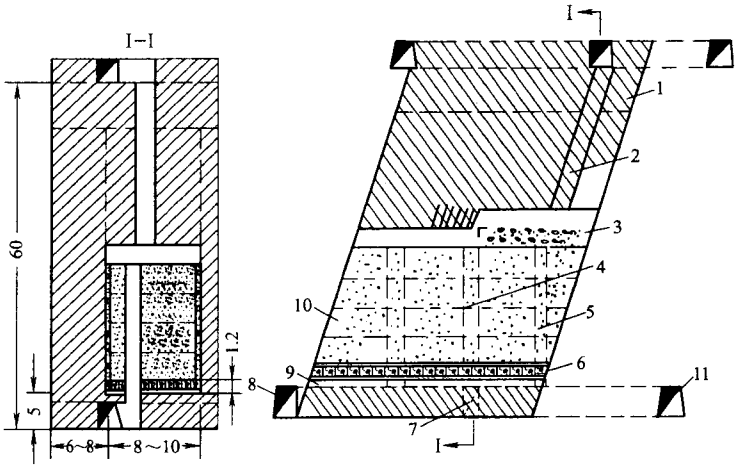



图 6 – 3 – 18　向水平分层水力充填采矿法

1—顶柱；2—充填天井；3—矿石堆；4—人行滤水井；5—放矿溜井；6—主副钢筋；7—人行滤水井通道；8—上盘运输巷道；9—穿脉巷道；10—充填体；11—下盘运输巷道

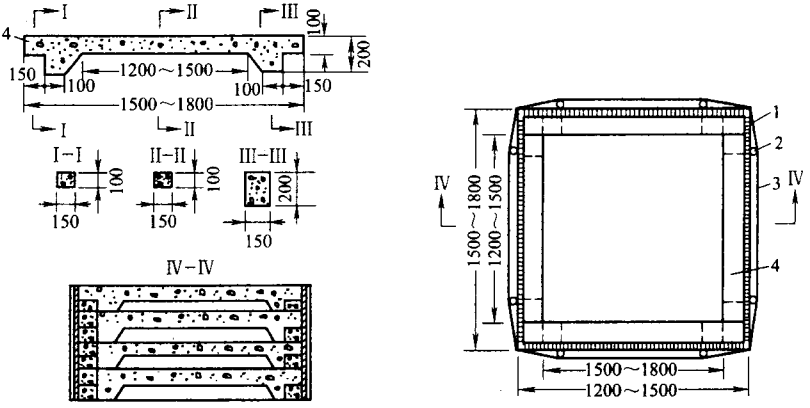



图 6 – 3 – 19　钢筋混凝土预制件结构的人行滤水井

1—草袋；2—固定木条；3—箍紧铁丝；4—混凝土预制件

目前广泛使用选矿厂脱泥尾砂或冶炼厂的炉渣，沿直径 100mm 的管道水力输送到工作面，充填采空区。充填料中的水渗透后经滤水井流出采场，充填料沉积在采场内，形成较密实的充填体。

为防止崩落的矿粉渗入充填料以及为出矿创造良好的条件，在每层充填体的表面铺

设 0.15～0.2m 厚的混凝土底板。1 天后即可在其上凿岩，2～3 天后即可进行落矿或行走自行设备。

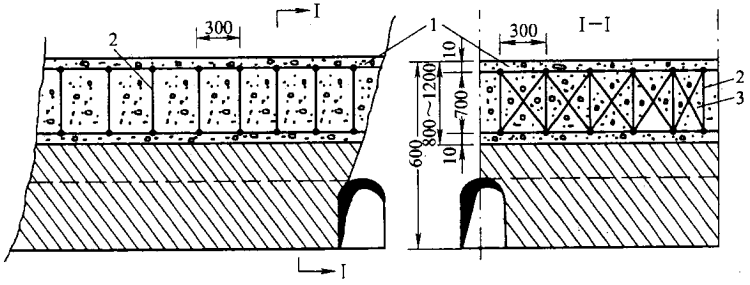



图 6－3－20　钢筋混凝土底板结构图

1—主钢筋（ϕ12mm）；2、3—副钢筋（ϕ8mm）

## （二）胶结充填

由于水力充填回采工艺较为复杂（需砌筑溜矿井和人行滤水井、构筑混凝土隔墙、铺设混凝土底板等），从采场排除的泥水污染巷道，水沟和水仓清理工作量大，以及回采矿柱的安全问题和充填体的压缩沉降问题等，均未得到很好解决，因而不能根本防止岩石移动。

为了简化回采工艺，防止井下污染和减少清理工作量，较好地保护地表及上覆岩层，近年来国内外金属矿山推广应用胶结充填采矿法（图 6－3－21）。

从图 6－3－21 可以看出，胶结充填方案的矿块采准、切割和回采等与水力充填方案基本相同，区别仅在于顺路行人天井不需要按滤水条件构筑，溜矿井和行人天井在充填时只需立模板就可形成，因为胶结充填不必构筑隔墙、铺设分层底板和砌筑人工底柱。

由于胶结充填成本很高，第一步回采应取较小尺寸，但所形成的人工矿柱必须保证第二步回采的安全；第二步可以采用水力充填回采，故可选取较大的尺寸。

为了较好地保护地表和上覆岩层不移动，必须很好解决胶结充填接顶问题。常用的接顶方法有人工接顶和砂浆加压接顶。人工接顶就是将最上部一个充填分层，分为 1.5m 宽的分条，逐条浇注。浇注前先立 1m 多高的模板，随充填体的加高逐渐加高模板。当充填体距顶板 0.5m 时，用石块或混凝土砖加砂浆砌筑接顶，使残余空间完全充满。这种方法接顶可靠，但劳动强度大，效率低，木材消耗也大。

砂浆加压接顶是用液压泵将砂浆沿管路压入接顶空间，使接顶空间填满。在充填前必须做好接顶空间的封闭，包括堵塞顶板和围岩中的裂缝，以防砂浆流失。体积较大的空间（大于 30～100$m^3$），如有打垂直钻孔的条件，可采用垂直管道加压接顶；反之，则采用水平管道加压接顶。

此外，我国还做过混凝土泵和混凝土浇注机风力接顶的试验，接顶效果良好。在日本采用喷射式接顶充填，将充填管道铺设在接顶空间的底板上，适当加大管道中砂浆流

的残余压力，使排除的砂浆具有一定的压力和速度，以形成向上的砂浆流，使充填料填满接顶空间。

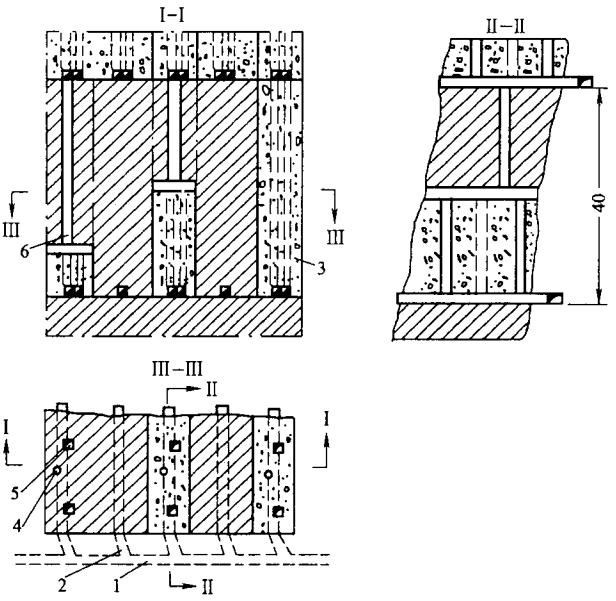



图 6－3－21　胶结充填法的典型方案

1—运输巷道；2—穿脉巷道；3—胶结充填体；4—溜矿井；5—行人天井；6—充填天井

## （三）评价

充填采矿法最突出的优点是矿石损失贫化小，但效率低，劳动强度大。应用水力充填和胶结充填技术，以及回采工作使用无轨自行设备，使普通充填采矿法提高到机械化充填采矿法的新水平，进入高效率采矿方法行列，其使用范围不断扩大，而且有进一步发展的趋势。

回采工作使用自行设备（凿岩台车、铲运机等），要求开掘斜坡道，能使这些设备进入回采分层，这就改变了过去充填法的采准方式，增大了沿走向布置的矿块长度（达 150～600m 或更大）；或采用垂直走向布置矿房和矿柱的采区开采形式，使采场结构发生较大的变化。

胶结充填虽然克服了水力充填的某些缺点，但还存在以下问题：

（1）充填成本高。据统计，水力充填费用占采矿直接成本的 15%～25%，而胶结充填则占 35%～50%。成本高的原因是采用价格较贵的水泥和采用压气输送胶结充填料。因此，应寻求廉价的水泥代用品或采用较小灰砂比（1∶25～1∶32），以及采用胶结材料输送新方法。

（2）充填系统复杂。我国一般先用胶结充填回采矿房，然后用水力充填回采间柱，这就使充填系统和生产管理复杂化。如果两个步骤都用胶结充填，成本就要增高。应进行技术经济分析和研究，求得合理的技术经济效果。

(3) 阶段间矿柱回采困难。水力或胶结充填都为间柱回采创造了安全和方便条件，但顶底柱回采仍很困难。我国使用充填法的矿山都积压了大量的顶底柱未采。提高人工底柱建造速度，以人工底柱代替矿石底柱，是解决这个问题的有效途径。

## 四、上向倾斜分层充填采矿法

此法与上向水平分层充填采矿法的区别是，用倾斜分层（倾角近 40°）回采，在采场内矿石和充填料的运输主要靠重力。这种采矿方法只能用于干式充填。

过去，这种采矿方法以矿块回采（图 6－3－22）。充填料自充填井溜至倾斜工作面，自重铺撒。铺设垫板后进行落矿，崩落的矿石靠自重溜入溜矿井，经漏口闸门装入矿车。在矿坎内，回采分为三个阶段，首先回采三角形底部，以形成斜工作面，然后进行正常倾斜工作面的回采，最后采出三角形顶部矿石。

应用自行设备后，倾斜分层充填采矿法改为沿全阶段连续回采（图 6－3－23）。最初只需掘进一个切割天井，形成倾斜工作面后，沿走向连续推进。崩下的矿石沿倾斜面自重溜下，用自行装运设备运出。充填料从回风水平用自行设备运至倾斜面靠自重溜下。

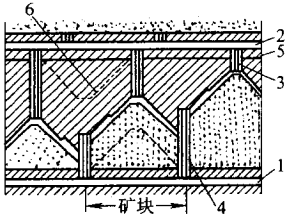



图 6－3－22　矿块回采倾斜分层充填法

1—运输巷道；2—回风巷道；3—充填天井；4—行人、溜矿井；5—顶柱；6—倾斜回采工作面上部边界

随着上向水平分层充填采矿法的机械化程度的提高，利用重力运搬矿石和充填料的优越性越来越不突出。倾斜分层回采的使用条件较严格（如，要求矿体形态规整；中厚以下矿体，倾角应大于 60°～70°等），铺设垫板很不方便，以及不能使用水力和胶结充填等，矿块回采的倾斜分层充填采矿法，将被上向水平分层充填采矿法所代替。连续回采倾斜分层方案，可能还会采用。

## 五、下向分层充填采矿法

下向分层充填采矿法用于开采矿石很不稳固或矿石和围岩均很不稳固、矿石品位很高或价值很高的有色金属或稀有金属矿体。这种采矿方法的实质是：从上往下分层回采和逐层充填，每一分层的回采工作是在上一分层人工假顶的保护下进行。回采分层为水平的或与水平成 4°～10°（胶结充填）或 10°～15°（水力充填）倾斜；倾斜分层主要是为

了充填接顶，同时也有利于矿石运搬，但凿岩与支护作业不如水平分层方便。

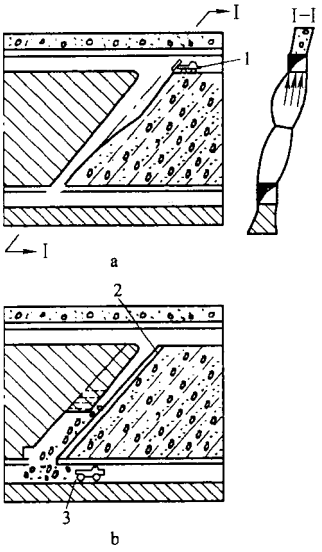



图 6 – 3 – 23　连续回采倾斜分层充填采矿法

a—充填阶段；b—落矿阶段

1—自行矿车；2—垫板；3—自行装运设备

下向分层充填法按充填材料可划分为水力充填和胶结充填两种方案，但不能用于式充填。两种方案均以矿块式一个步骤回采。

## （一）水力充填

1. 矿块结构和参数

矿块结构如图 6 – 3 – 24 所示：阶段高度为 30 ~ 50m，矿块长度为 30 ~ 50m，宽度等于矿体的水平厚度，不留顶柱、底柱和间柱。

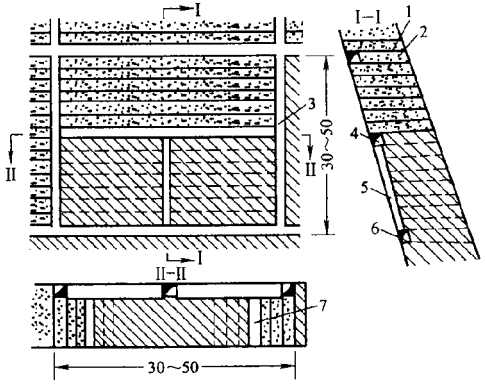



图 6 – 3 – 24　下向分层水力充填采矿法

1—人工假顶；2—尾砂充填体；3—矿块溜井；4—分层切割平巷；

5—溜矿井；6—运输巷道；7—分层采矿巷道

2. 采准和切割

运输巷道布置在下盘接触线处或下盘岩石中。天井布置在矿块两侧的下盘接触带，矿块中间布置一个溜矿井。随回采分层的下降，行人天井逐渐为建筑在充填料中的混凝土天井所代替，而溜矿井从上往下逐层消失。

回采每一分层前，先沿下盘接触带掘进切割巷道。当矿体形状不规则或厚度较大时期割巷道也可布置在矿体的中间。

3. 回采工作

回采方式分为巷道回采和分区壁式回采两种。当矿体厚度小于 6m 时，采矿巷道垂直或斜交切割巷道，且采取间隔回采。

分区壁式回采是将每一分层按回采顺序划分为区段，以壁式工作面沿区段全长推进；回采工作面以溜井为中心按扇形布置，每一分区的面积控制在 $100m^2$ 以内（图 6－3－25）。

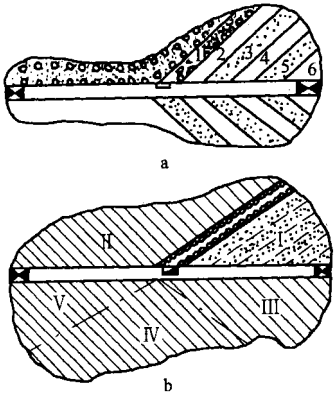



图 6－3－25　黄砂坪 5 号矿体下向尾砂充填法

a—巷道回采（1、2、3、4、5、6 为回采顺序）；

b—扇形壁式工作面回采（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ为分区回采顺序）

如果上下分层矿体长度和厚度相同，用壁式工作面回采较为合理；反之，则用巷道回采。

回采分层高度一般为 2～2.5～3m，回采巷道的宽度为 2～2.4～3m。用浅孔落矿，孔深 1.6～2m。我国多用 7kW 或 14kW 电耙出矿，国外也有用装运机或输送机的。巷道多用木棚支护，间距 0.8～1.2m。壁式工作面则用带长梁的成排立柱支护，排距 2m，间距 0.8m。

充填前要做好下列工作：清理底板，铺设钢筋混凝土底板，钉隔离层及构筑脱水砂门等；铺设钢筋混凝土底板一般采用直径 10～12mm 的主筋和直径 6mm 的副筋，网度为 200mm×200mm～250mm×250mm。巷道回采时，主筋应垂直巷道布置，其端部做成弯钩，以便和相邻巷道的主筋连成整体。采用水泥∶砂∶石为 1∶17∶19 的混凝土体积配比，达到 100～150 标号就足以保证下分层回采作业的安全。

钉隔离层是将准备充填的巷道或分区与未采部分隔开，预防充填体的坍陷。每隔 0.7m 架一根立柱，柱上钉一层网度为 20mm×20mm～25mm×25mm 的铁丝网，再钉一层

草垫或粗麻布，在底板处留出 200mm 长的余量并弯向充填区，用水泥砂浆严密封住以防漏砂。其结构如图 6－3－26 所示。

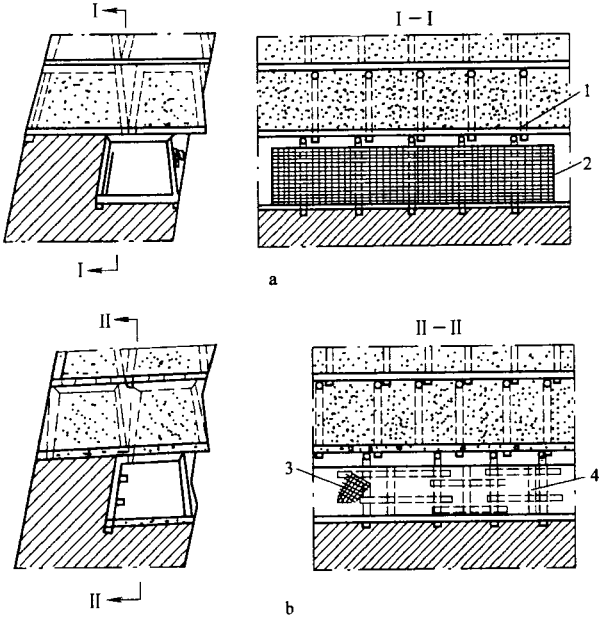



图 6－3－26　隔离层构筑

a—金属网隔离层；b—竹席隔离层

1—钢筋混凝土底板；2—铁丝网；3—竹席；4—板条

脱水砂门是一种设在切割巷道中靠待充填巷道或分区边界上，用混凝土砖或红砖砌筑的墙，墙中埋设若干短竹筒或钢管，一般每隔 0.5m 高设一排，每排 2～3 根（图 6－3－27）。脱水砂门开始只砌 1.2～1.5m 高，随充填料的加高逐步加砌直到接顶。若回采巷道长度大于 50m，应设两道脱水砂门，以利于提高充填质量。

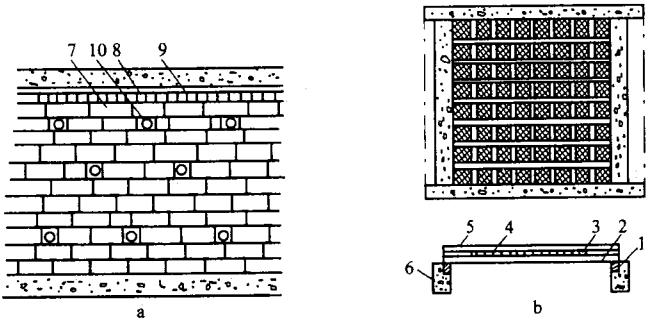



图 6－3－27　脱水砂门结构

a—砖砌的脱水砂门；b—预制混凝土构件的脱水 1

1—50mm×50mm 的条木；2—50mm×20mm 的条木；3—30mm×15mm 的条木；4—旧麻布袋；5—30mm×15mm 的条木；6—混凝土墙；7—混凝土预制砖；8—红砖；9—充填管；10—泄水管

上述工作完成后，即可进行充填。充填工作面的布置如图 6－3－28 所示。充填管紧贴顶梁，于巷道中央并向上仰斜 5°架设，以利充填接顶，其出口距充填地点不宜大于 5m。如巷道很长或分区很大，应分段进行充填。若下砂方向与泄水方向相反，可采用由远而近的后退式充填。整个分层巷道或分区充填结束后，再在切割巷道底板上铺设钢筋混凝土底板和构筑脱水砂门，然后充填。切割巷道充填完毕，再作好闭层工作，即可进行下一层的切割、回采工作。

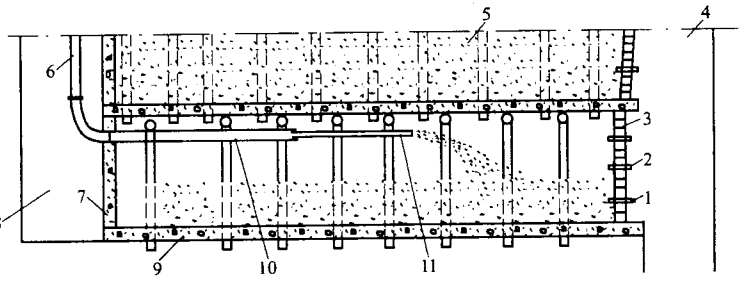



图 6－3－28　充填工作面布置示意图

1—木塞；2—竹筒；3—脱水砂门；4—矿块天井；5—尾砂充填体；6—充填管；7—混凝土墙；8—人行材料天井；9—钢筋混凝土底板；10—软胶管；11—楠竹

## （二）胶结充填

胶结充填与下向水力充填采矿法的区别仅在于充填料的不同，从而取消了钢筋混凝土 底板和隔离层，只需在回采巷道两端构筑混凝土模板，这样就大大简化了回采工艺。矿块结 构、采准及回采工艺，与前述采矿法基本相同。

一般采用巷道回采，其高度为 3～4m，宽度为 3.5～4m 甚至可达 7m，主要取决于充填 体的强度。巷道的倾斜度（4°～10°）应略大于充填混合物的漫流角。回采巷道间隔开采（图 6－3－29），逆倾斜掘进，便于运搬矿石；顺倾斜充填，利于接顶。上下相邻分层的回采巷道应相互交错布置，防止下部采空时上部胶结充填体脱落。

回采使用浅孔落矿，轻型自行凿岩台车凿岩，自行装运设备运搬矿石。自行设备可沿斜 坡道进入矿体各分层。

从上分层充填巷道，沿管路将充填混合物送入充填巷道，以便将其充填至接顶为止。充填尽可能连续进行，有利于获得整体的充填体。在充填体的侧部（相邻回采巷道）经 5～6 昼夜便可开始回采作业，而其下部（下一分层）至少要经过两周才能回采。

对于深部矿体（500～1000m 甚至更大）或地压较大的矿体，充填前应在巷道底板上铺设钢轨或圆木，在其上面铺设金属网，并用钢绳把底梁固定在上一分层的底梁上，充填后形成钢筋混凝土结构，可增加充填体的强度。

选择合理的回采巷道断面形状对控制地压意义重大。在我国金川龙首矿，矿岩极为破碎，地压大，采用六角形回采巷道，取得良好效果。六角形巷道的布置形式是，相邻巷道在垂直高度上交错半层布置。回采时，隔一采一（图 6－3－30）。据分析，六角形断面与正方形断面相比，应力集中系数大大降低，巷道周边的受力状态得以改善，从而

稳定性大为提高。

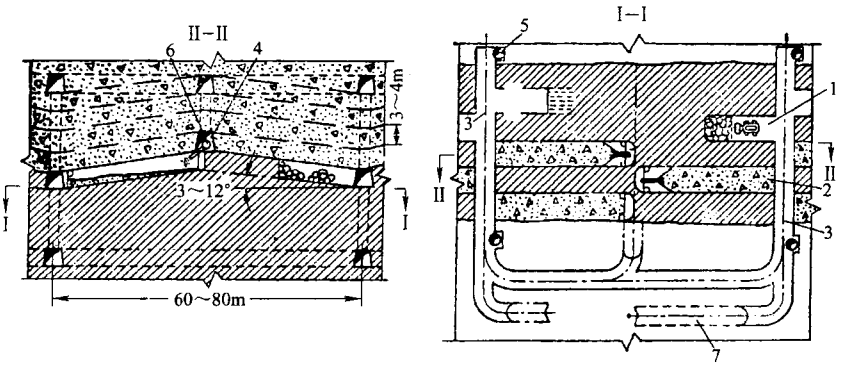



图 6－3－29　下向分层胶结充填采矿法

1—巷道回采；2—进行充填的巷道；3—分层运输巷道；4—分层充填巷道；5—矿石溜井；6—充填管路；7—斜坡道

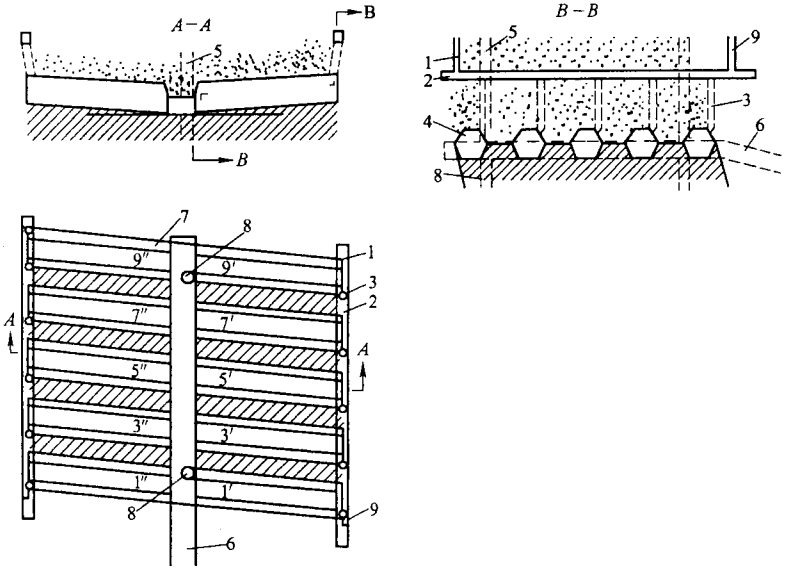



图 6－3－30　龙首矿六角形巷道下向倾斜分层胶结充填采矿法

1—充填井；2—充填巷道；3—回采巷道充填小井；4—已采空的回采巷道；5—回风井；6—分层联络巷道；7—分层巷道；8—溜井；9—充填巷道人行天井

## （三）评价

下向分层充填采矿法适用于复杂的矿山开采条件，如围岩很不稳固、围岩与矿石很不稳固以及地表和上覆岩层需保护等。此法目前应用虽不广泛，但实践表明，用它代替分层崩落法，可取得良好的技术经济效果。

下向分层水力充填法结构和工艺较复杂，保护围岩和地表的可靠性不如下向胶结充填方案。在特殊复杂的条件下，矿石价值又很贵重，采用下向胶结充填法应该是合理的。它突出的优点是矿石损失很小（3%～5%）；一个步骤开采，简化了结构；采用自行设备进行凿岩和装运时，矿块的技术经济指标可以达到较高的水平。

随着矿床开采深度的增加和地压加大，下向分层胶结充填采矿法具有广阔的应用前景。

## 六、分采充填采矿法

当矿脉厚度小于 0.3～0.4m 时，若只采矿石，工人无法在其中工作，必须分别回采矿石和围岩，使其采空区达到允许工作的最小厚度（0.8～0.9m）。采下的矿石运出采场，而采掘的围岩充填采空区，为继续上采创造条件。这种采矿法称为分采充填法（也叫削壁充填法）。

这种采矿法常用来开掘急倾斜极薄矿脉，矿块尺寸不大（段高 30～50m，天井间距 50～60m），掘进采准巷道便于更好地探清矿脉。运输巷道一般切下盘岩石掘进。为了缩短运搬距离，常在矿块中间设顺路天井（图 6－3－31）。

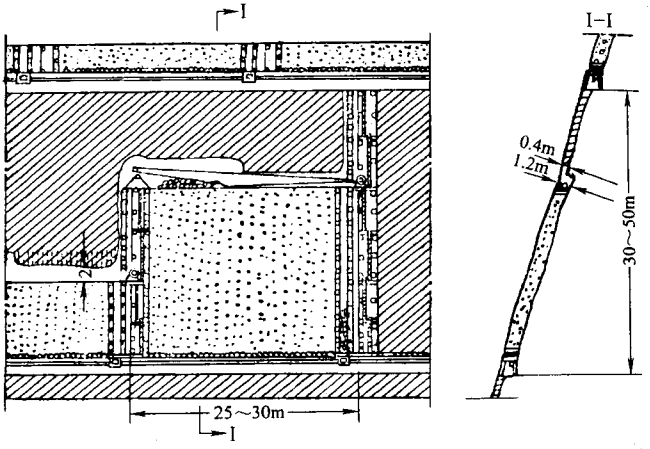



图 6－3－31　分采充填采矿法

自下向上水平分层回采时，可根据具体条件决定先采矿石或先采围岩。当矿石易于采掘，有用矿物又易被震落，则先采矿石；反之，先采围岩（一般采下盘围岩）。在落矿之前，应铺设垫板（木板、铁板、废运输带等），以防粉矿落入充填料中。采用小直径炮孔，间隔装药，进行松动爆破。

开掘的围岩最好正够采场充填。因此，根据采场充填条件，确定合适的开掘厚度是这种采矿法回采中的重要问题。要使崩落下的围岩刚好充满采空区，则必须符合下列条件：

$$M_yK_y = (M_a + M_y)\ k$$

即

$$M_y = M_a \frac{k}{k_y - k} \qquad (6-3-1)$$

式中　$M_y$——采掘围岩的厚度，m；

$M_a$——矿脉厚度，m；

$K_y$——围岩崩落后的松散系数（1.4～1.5）；

k——采空区需要充填的系数（0.75～0.8）。

由于矿脉很薄，开掘的围岩往往多于采空区所需充填的废石，此时应设废石溜井将多余废石运出采场。当采幅宽度较大（1.0～1.3）时，可采用耙斗为 $0.15m^3$ 的小型电耙运搬矿石和耙平充填料。70 年代以来，应用分采充填法的矿山，为回采工作面创造机械化条件，有增大采幅宽度的趋势（达 1.2～1.3m）。

用分采充填法开采缓倾斜极薄矿脉时，一般逆倾斜作业。回采工艺和急倾斜极薄矿脉相似，但充填采空区常用人工堆砌，体力劳动繁重，效率更低。可用电耙和板式输送机在采场内运搬矿石，采幅宽度一般比急倾斜矿脉要大。

这种采矿法在铺垫板质量达不到要求时，矿石损失较大（7%～15%）；矿脉很薄落矿时，不可避免地带下废石混入矿石中，贫化率较高（15%～50%）。因此，铺设垫板的质量好坏是决定分采充填法成败的关键。

尽管这种方法存在工艺复杂、效率低、劳动强度大等缺点，但对开采极薄的贵重金属矿脉，在经济上仍比混采留矿法优越。今后应研制适合于窄工作面条件下作业的小型机械设备，并研究有效的铺垫材料和工艺。

## 七、方框支架充填采矿法

过去多采用横撑支柱或木棚支架采矿法开采薄矿脉，但由于坑木消耗很大、工艺复杂、效率很低，目前我国已很少应用，而被其他采矿法所取代。在矿体厚度较大（中厚以上），矿石和围岩极不稳固，矿体形态极其复杂（厚度、倾角和形状变化很大），矿石贵重等条件下，方框支架充填采矿法还是一种有效的采矿方法。

这种采矿法系统地采用方框支架配合充填支护采空区。每次回采的矿石等于方框支架大小的分间，每分间矿右采出后立即架设方框并把它楔紧，然后进行充填（一般为干式充填）。沿走向布置矿块的方框支架充填采矿法示于图 6－3－32。

回采工作可以从阶段水平底板开始，或者从顶板开始，留底柱情况很少见。第一分层回采时，方框要架设在地梁上（2 个方框的长度），在其上部铺木板作为方框支架的基础，为下阶段回采创造有利条件。溜矿井和行人天井均布置在方框支架中（间隔 4～6 个方框），用木板与充填料隔开。最上一层方框进行落矿作业，第二层进行矿石运搬（一般为人力运搬）；在每一作业层方框上铺设木板作为工作台。

当矿体厚度大于 12m 时，垂直走向布置矿块，以垂直分条或短矿块进行回采。由于存在支架和充填劳动强度很大，劳动生产率很低，坑木消耗很大，不便实行机械化开采，回采成本很高等严重缺点，这种采矿法只在极其不利的矿山地质条件下采用。

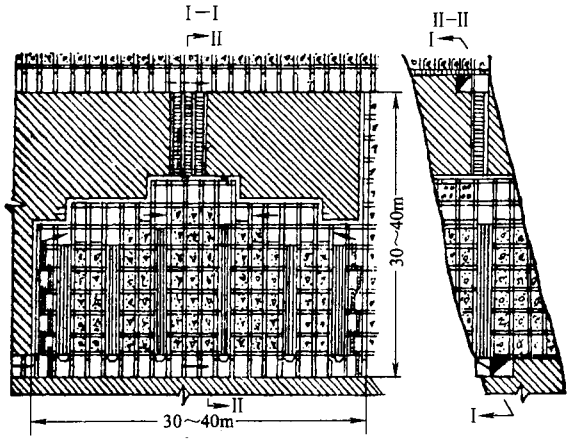



图 6－3－32　方框支架充填采矿法

## 八、矿柱回采

用两步骤回采的充填法（主要是上向分层充填法），在矿房回采后，矿房已为充填材料所充满，就为回采矿柱创造了良好的条件。在矿块单体设计时，必须统一考虑矿房和矿柱的回采方法及回采顺序。一般情况下，采完矿房后应当及时回采矿柱，否则矿山后期的产量将会急剧下降，而且矿柱回采的条件也将变坏（矿柱变形或破坏，巷道需要维修等），增加矿石损失。

矿柱回采方法的选择除了考虑矿岩地质条件外，主要根据矿房充填状态及围岩或地表是否允许崩落而定。

### （一）胶结充填矿房的间柱回采

矿房内的充填料形成一定强度的整体。此时，间柱的回采方法有：上向水平分层充填法、下向分层充填法、留矿法和房柱法。

当矿岩较稳固时，用上向水平分层充填法或，留矿法随后充填回采间柱（图 6－3－33 和图 6－3－34）。为减少下阶段回采顶底柱的矿石损失和贫化，间柱底部 5～6m 高，需用胶结充填，其上部用水砂充填。当必须保护地表时，间柱回采用胶结充填；否则，可用水砂充填。

留矿法随后充填采空区回采矿柱，可用于具备适合留矿法的开采条件之处。由于做人工漏斗费工费时，一般都在矿石底柱中开掘漏斗。充填采空区前，在漏斗上存留一层矿石，将漏斗填满后，再在其上部进行胶结充填，然后再用水砂或废石充填。

在顶板稳固的缓倾斜或倾斜矿体中，当矿房胶结充填体形成后，可用房柱法回采矿柱（图 6－3－35）。在矿房充填时，应架设模板，将回采矿柱用的上山、切割巷道和回风巷道等预留出来，为回采矿柱提供完整的采准系统。

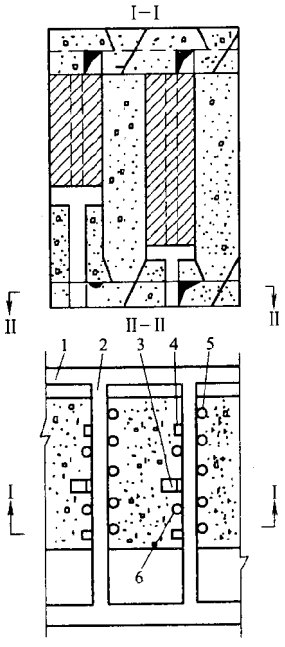



**图 6－3－33　上向水平分层充填法回采矿柱**

1—运输巷道；2—穿脉巷道；3—充填天井；4—人行泄水井；5—放矿漏斗；6—溜矿井

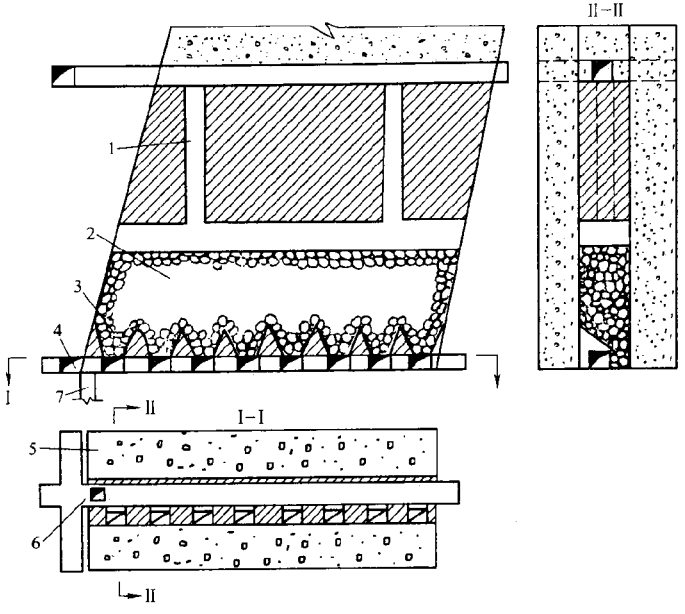



**图 6－3－34　用留矿法回采间柱**

1—天井；2—采下矿石；3—漏斗；4—运输巷道；5—充填体；6—电耙巷道；7—溜矿井

**当矿石和围岩不稳固或胶结充填体强度不高（294.3～588.6kPa）时，应采用下向**

分层充填法回采间柱（图 6－3－36）。

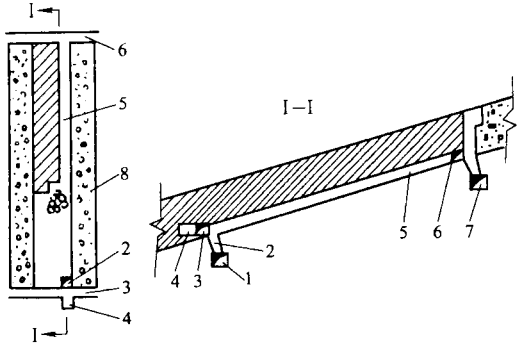



图 6－3－35　房柱法回采矿柱

1—运输巷道；2—溜矿井；3—切割巷道；4—电耙硐室；5—切割上山；6—回风巷道；7—阶段回风巷道；8—胶结充填体

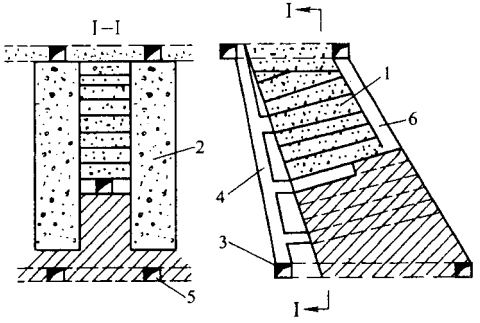



图 6－3－36　下向分层充填法回采间柱

1—间柱的充填体；2—矿房的充填体；3—运输巷道；4—脉外天井，5—穿脉巷道；6—充填天井

胶结充填矿房的间柱回采劳动生产率高，与用同类采矿方法回采矿房基本相同。由于部分充填体可能破坏，矿石贫化率为 5% ~ 10%。

## （二）松散充填矿房的间柱回采

在矿房用水砂充填或干式充填法回采，或者用空场法回采随后充填（干式或水砂充填）的条件下，如用充填法回采间柱，须在其两侧留 1 ~ 2m 矿石，以防矿房中的松散充填料流入间柱工作面。如地表允许崩落，矿石价值又不高，可用分段崩落法回采间柱。间柱回采的第一分段，应能控制两侧矿房上部顶底柱的一半，这样，顶底柱和间柱可同时回采（图 6－3－37）；否则，顶底柱与间柱分别回采。

回采前将第一分段漏斗控制范围内的充填料放出。间柱用上向中深孔、顶底柱用水平深孔落矿。第一分段回采结束后，第二分段用上向垂直中深孔挤压爆破回采。

这种采矿方法回采间柱的劳动生产率和回采效率均较高，但矿石损失和贫化较大。

因此，在实际中应用较少。

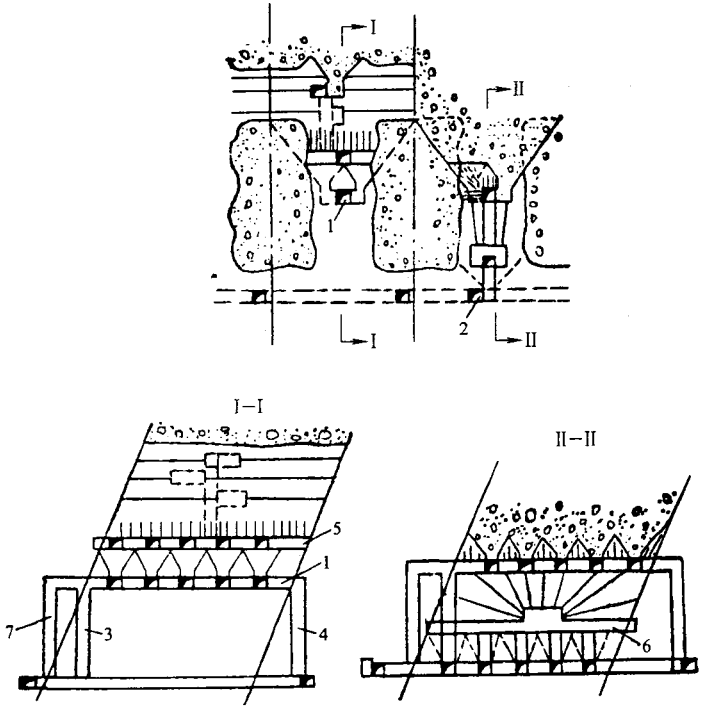



图 6－3－37　有底柱分段崩落法回采间柱

1—第一分段电耙巷道；2—第二分段电耙巷道；3—溜矿井；4—回风天井；5—第一分段拉底巷道；6—第二分段拉底巷道；7—行人天井

### （三）顶底柱回采

如果回采上阶段矿房和间柱时构筑了人工假底，则在其下部回采顶底柱时，只需控制好顶板暴露面积，用上向水平分层充填法就可顺利地完成回采工作。

当上覆岩层不允许崩落时，应力求接顶密实，以减少围岩下沉。如上覆岩层允许崩落时，用上向水平分层充填法上采到上阶段水平后，再用无底柱分段崩落法回采上阶段底柱（图 6－3－38）。

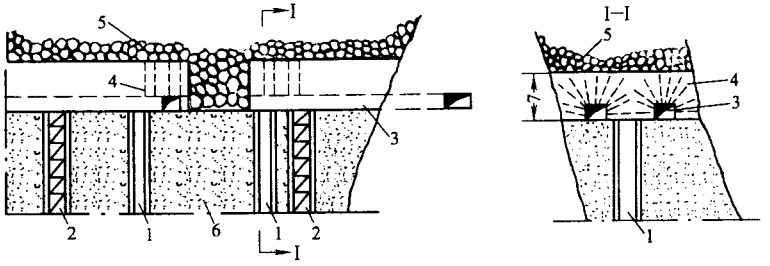



图 6－3－38　无底柱分段崩落法回采底柱

1—溜矿井；2—行人天井；3—上阶段运输巷道；4—炮孔；5—崩落岩石；6—充填体

由于采准工程量小且回采工作简单，无底柱分段崩落法回采底柱的优越性更为突出，但单分层回采不能形成菱形布置采矿巷道，其一侧或两侧的三角矿柱无法回收。因此，矿石损失贫化较大。

## 第六节　采矿方法的选择

采矿方法的选择是一项重要而又复杂的工作．其所以重要，是由于它决定着矿山工作的主要技术经济指标。其所以复杂，是由于矿床埋藏条件千变万化及技术经济条件不同所造成的。合理的采矿方法应满足下列要求。

（1）安全；（2）采矿强度高；（3）经济效果好，材料（尤其是木材）消耗量少；劳动生产率高；（4）贫富兼采，富矿利用率高；（5）矿石损失与贫化率低，矿石资源利用率好。

### 一、影响采矿方法选择的主要因素

（1）地质因素　最主要的是矿床赋存条件，包括矿体倾角、厚度、矿石围岩的物理力学性质。这些因素对采矿方法的影响最大，基本上决定了所要采用的采矿方法。

（2）技术因素　包括对矿体勘探的程度；矿山的开采规模；装备水平；矿山技术操作水平和管理水平；加工部门对矿石的要求以及对地表崩落的可能性。

（3）经济因素　包括矿石的开采加工成本或盈利，矿石的回，牧率和贫化率以及经济地理条件。

### 二、采矿方法选择步骤

选择采矿方法时，一般按照下述步骤进行。

（1）根据矿山地质条件，开采技术和国家的要求，直接提出在主要方面能够满足各影响因素的采矿方法来（一般可把各影响固素列成表格，在表格上初选适用的采矿方法）。

（2）对所提出的几个采矿方法，结合矿山实际，列出彼此的优缺点，从技术经济方面进行详细评比，以确定出最好的 1～2 个采矿方法。

（3）在重点为技术论证的过程中，倘若还不能最终定出最优的采矿方法，则必须进行详细的采矿方法经济效果评比，以求寻找一个经济上合理的采矿方法。但经济评比，也不是在任何情况下都是最后的准则，尤其是当评比，的结果，各采矿方法之间相差不大（10～15%以内）时，仍须结合技术评比，最终选出一个技术经济指标都比较理想的采矿方法。

在进行上述工作时，必须切实注意以下几点：（1）选择米矿方法前，应在熟悉矿山地质和开采技术条件等资料的基础上带着问题深入现场，认真做好调查研究；（2）选择

采矿方法时，必须坚持实事求是地评价各个采矿方法的优劣；(3) 如果采区分二步骤回采，必须对矿房矿柱的回采方法和采准系统作统一考虑，防止只图矿房回采时的方便和高效率，而不顾矿柱回采的困难和贫化损失的增大。

选择采矿方法，不是单纯地选出一个技术经济合理的采矿方法，而且要求具体确定采矿方法的结构参数、采准系统、回采方法及其工艺，并作出相应的图纸和简单的说明书。

# 第四章　井巷掘进

矿山井巷是联络地上与井下矿体的通道，包括竖井、平巷、斜井、天井等各种类型的井巷。在地下矿基本建设工程项目中，主要的建设工程就是井巷工程。矿山投产后，为了保证生产正常进行，仍需继续开掘各种巷道。

一般说来，井巷掘进要超前于采矿工作，有了这种超前关系后，掘进又与采矿同时并进，就是“采掘并举，掘进先行。”这种合理的井巷工程施工和采矿生产的关系，能保证生产矿山的三级矿量平衡，实现稳产高产。因此，井巷掘进的速度与质量，对矿山生产的发展具有重要的意义。

## 第一节　凿岩爆破

### 一、凿岩

凿岩是矿山采掘工作的主要作业之一，工作量较大，花费时间长，对采掘效率影响很大。

通常，按所凿孔眼的大小与深度，分为浅眼（炮眼）和深孔（炮孔）两种。直径小于 45～50mm，深度 5m 以内的孔眼称为浅孔；直径大于 45～50mm，深度 5m 以上的孔眼称为深孔。小矿山多以浅孔凿岩为主，现着重介绍浅眼凿岩。

浅眼凿岩根据矿、岩的软硬不同，小矿山常采用冲击式凿岩。

（一）冲击式凿岩原理　冲击式凿岩法是利用钎子在冲击力作用下将岩石凿碎。如图 6－4－1 所示，钎子在冲击力作用下，其钎头刃部便切入并凿碎其下方和旁侧的岩石，形成一条凿沟 1－1；随后将钎子转动一个角度，再进行第二次冲击，形成凿沟 2－2。如果钎子的冲击力足够大，两条凿沟之间的扇形岩石，在凿 2－2 凿沟的同时就会被剪碎或震碎。不断重复这一过程，钎子便不断凿碎岩石。与此同时，破碎后的岩粉，由压气或压力水将之排出眼外，形成圆形炮眼。

钎子的冲击回转及排粉都靠凿岩机的工作来实现。因此，冲击式凿岩机上具有活塞往复运动的冲击机构及转钎、排粉、推进、操纵、润滑等机构。

冲击式凿岩的特点是，钎子的冲击和回转动作是交替进行的。所以，岩石的破碎过程是不连续的间断式，钎头的磨损较小。冲击式凿岩法主要适用于坚硬性脆和磨蚀性强

的矿、岩。一般金属矿山广泛采用。

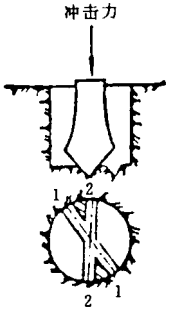



图 6－4－1　冲击式凿岩原理

（二）凿岩设备　冲击式凿岩的类型，按动力不同分为风动、液压、内燃和电动凿岩机四种，其中应用最广的是风动凿岩机（俗称风钻）；按重量不同可分为轻型（机重小于 30kg）、中型（机重 30～50kg）和重型（机重大于 50kg）；按工作方式不同又分为手持式、气腿式、导轨式和伸缩式（向上式）等。

（1）手持式凿岩机　重量较轻，可以钻凿任意方向的炮眼，但需人力支承机体与推进，劳动强度大，故最适于竖井掘进时向下打眼。主要产品为 Y－30（即 01－30）。

（2）气腿式凿岩机　凿岩机的机身下有一个气腿子，起支承和推进作用（图 6－4－2）。适用于钻凿水平和倾斜的炮眼。主要产品有 YT－23 型（原 Y655 型）、YT－24 型、YT－26 和 YTP－26 型。

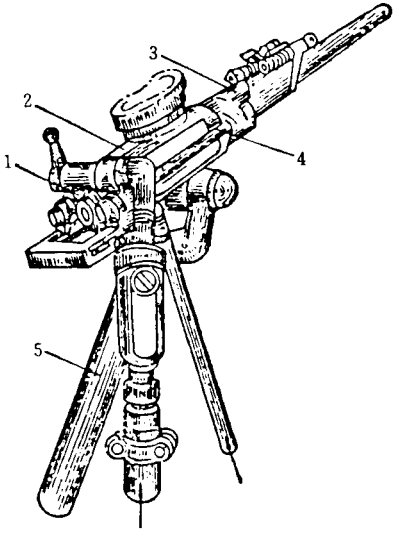



图 6－4－2　气腿式凿岩机

1—柄体；2—缸体；3—机头；4—螺栓；5—气腿

（3）向上式凿岩机　凿岩机的尾部固定一个可伸缩的气腿，它既是支架又是推进器

(图 6 – 4 – 3)。专用于自下向上钻凿与水平成 60° ~ 90°的炮眼。主要产品有 YSP – 45 型。

(4) 导轨式凿岩机 凿岩机重量大，需安装在凿岩台车或柱架的导轨上工作（图 6 – 4 – 4)。适用于钻凿水平和倾斜炮眼。主要产品有 YGP – 28、YGP – 35、YG – 40、YG – 65、YG – 80 和 YGZ – 90 型等。

## 二、矿用炸药

炸药的品种繁多，矿用炸药应满足如下要求：原料来源丰富、制造容易、成本低；爆炸性能良好，有足够的威力；制造、贮存、使用方面安全性高；爆炸生成的有毒气体少。

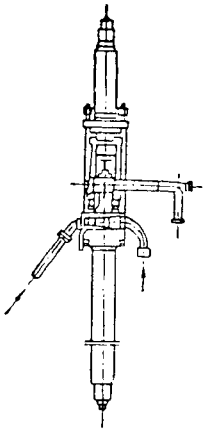


图 6 – 4 – 3 向上式凿岩机

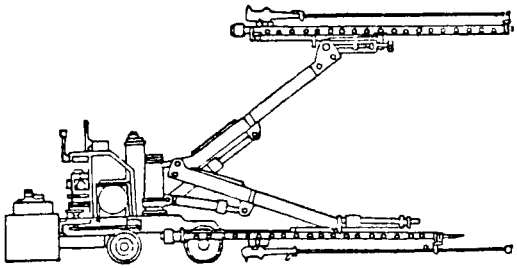


图 6 – 4 – 4 凿岩台车

目前，我国矿用炸药主要是硝铵类炸药和乳化油炸药，硝化甘油炸药用量已减少。

(一) 硝铵类炸药 这类炸药的主要成分是硝酸铵，此外还加入适量的敏感剂、可燃剂和防火剂等。主要品种有：

(1) 硝铵炸药 由硝酸铵、梯恩梯（三硝基甲苯）和木粉组成。

这类炸药按用途不同分为：岩石炸药，适用于无瓦斯或矿尘爆炸危险的矿井；露天炸药，适用于露天矿爆破；煤矿炸药适用于有瓦斯或矿尘爆炸危险的矿井中，这类炸药

主要是加入了少量食盐，作为消焰剂以吸热降低爆温。

（2）铵油炸药　是由硝酸铵、柴油和木粉混合而成的炸药，是目前金属矿和露天矿使用量最多的炸药。其特点是：炸药的原料来源丰富、价格便宜、加工简便、使用安全；但敏感度低、起爆较难、爆炸威力小、容易吸潮固结而失效，故有效期很短。

（3）浆状炸药 这种炸药以硝酸铵为主要成分，将之溶解于水中形成饱和溶液，加入梯恩梯、柴油等作为敏化剂，再加入胶凝剂及发泡剂、稳定剂等组成塑性胶状的炸药。浆状炸药的特点是：爆炸威力较高、抗水性强、安全性好，但敏感度较低，不能用雷管直接起爆。

（二）乳化油炸药　又叫乳胶炸药，它是由氧化剂（硝酸铵、硝酸钠、过氯酸钠等）的过饱和水溶液的微细液滴为内相、分散相，悬浮在含有敏化剂（气泡、金属粉沫、空心玻璃、微球等）的油类物质（柴油、石蜡等）中，构成连续介质，形成油包水型的特殊乳化体系。这种炸药具有较高爆速，起爆感度高，可用雷管直接起爆，密度可调、猛度较高，其抗水性比前述各种炸药都强，可用于水中爆破。

## 三、起爆器材与方法

（一）起爆器材　起爆器材是指产生起爆能以引起炸药起爆的器材，包括雷管、导火索、导爆索、导爆管等。

（1）雷管　雷管是用来起爆炸药、导爆索和导爆管的，按其点火方式不同，分为火雷管和电雷管两类。

火雷管：利用导火索燃烧时喷射出的火焰来引爆的雷管叫火雷管。如图 6－4－5 中 a 所示，火雷管由管壳、正起爆药（或称起爆药）、副起爆药（或称加强药）和加强帽组成。管壳用金属、纸或塑料制成圆管状，一端开口以插入导火索之用，另端封闭具有聚能穴，长 35～51mm，外径 6～7mm，正起爆药常用敏感度极高的雷汞、叠氮铅、二硝基重氮酚等；副起爆药常用敏感度稍低的黑索金、梯恩梯等，用以加强雷管的起爆能力，加强帽为中心带孔的小金属帽，用以隔离起爆药与外界接触，并提高起爆能力。工业上用雷管安装起爆药量不同分为十个等级，号数愈大，起爆能力愈强，矿山常用 8 号雷管。

电雷管　用通电点火来引爆的雷管叫电雷管。按通电后爆发时间不同，有即（瞬）发电雷管、秒延期电雷管和毫秒延期电雷管。

即发电雷管特点是通电后立即爆炸，它与火雷管的区别是装有电点火装置。点火装置由脚线、桥丝和引火头组成（图 6－4－5b）。

秒延期电雷管，是通电后经一段以秒计算的延期后才爆炸的电雷管。其特点是在即发电雷管的电点火装置与起爆药之间，装有一段用精制导火索做的延期药，由其长度来控制延期时间（图 6－4－5c）。国产秒延期电雷管共 7 段，各段间相差 1 秒，一般用脚线的颜色表示段数。

（2）导火索、导爆索和导爆管　导火索（或叫导火线）是用来引爆火雷管的。导火索是以黑火药为药心，以几层棉线、纸条及沥青等做外皮而成，直径 5～6mm，每米导

火索的燃烧时间为 110 ~ 130s。

导爆索是用来引爆炸药的，其结构与导火索相似，不同的药心采用猛性炸药（如黑索金、泰安等），可用雷管起爆。国产导爆索的爆速为 6800 ~ 7200m/s。导爆索外皮涂上红色或红黄相间的颜色，以与导火索相区别。

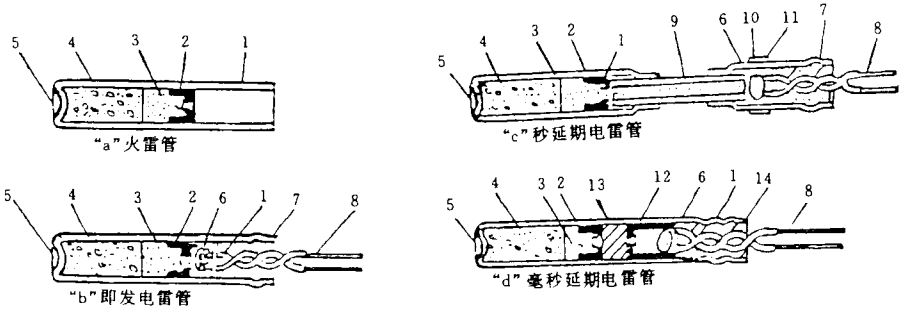



图 6 – 4 – 5　雷管结构示意图

1—管壳；2—加强帽，3—正起爆药；4—副起爆药；5—聚能穴；6—点火头；7—硫磺塞；8—脚线；9—延期药；10—排气孔；11—蜡纸；12—大内管，13—延期药；14—塑料塞

导爆管是一根外径仅 3mm 的塑料管，管内壁涂有一薄层由黑索金与铝粉组成的起爆药。起爆后，管内产生以 2000 ~ 3000m/s 速度传播的冲击波，它可以引爆非电毫秒雷管。

（二）起爆方法　根据使用的起爆器材不同，炸药起爆的方法分为火雷管起爆法、电雷管起爆法、导爆索起爆法和导爆管起爆法等。

（1）火雷管起爆法 是用火雷管爆炸来引爆炸药的方法，其操作过程包括加工起爆雷管、加工起爆药包、装药和堵塞、点火起爆。

起爆雷管加工　将按所需长度切好的导火索插入火雷管中。用雷管夹夹紧雷管口，使导火索固定在雷管中。这一工作应在专门的加工室或较安全的地点进行。

加工起爆药包　先将药包一端包皮打开，用木锥在药包中心扎一小扎，将起爆雷管插入，最后将打开的药包纸绕于导火索周围，再用线捆好（图 6 – 4 – 6）。

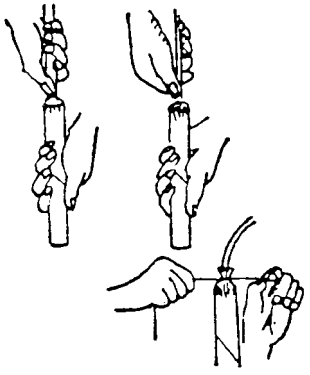


图 6 – 4 – 6　起爆药包加工法

装药和堵塞　装药时先将炮眼内的岩粉和积水清除，然后用木棍将药包逐个送入眼中，其中一个是起爆药包。当炮眼内装完药包后，炮眼口留下一段不装药，用炮泥（粘土加砂）堵塞。

点火起爆　点火前先将导火索端部切一斜口，露出药粉，然后用明火逐个点燃，若炮眼数多，可用成组点火法。

火雷管起爆法属明火起爆法，操作简单，在无瓦斯、矿尘爆炸危险的矿井或露天爆破中广泛使用，而煤矿井下严禁使用。

(2) 电雷管起爆法　是用电雷管起爆炸药包的方法。其中用毫秒电雷管起爆的爆破法叫毫秒爆破（又称微差爆破）。

电雷管起爆法的操作过程与火雷管起爆不同的是，装药后要进行联线组成电爆网路，它有串联、并联和混合联（串并联或并串联），如图 6－4－7 所示。

为保证起爆可靠，对雷管质量要进行检查，联线后做导通检验，合格后方可合闸起爆。电雷管起爆法的优点是安全、准确、可靠，无论井下和露天采掘中都得到广泛使用。

(3) 导爆索起爆法　如图 6－4－8 所示，起爆时雷管引爆主干导爆索再引爆支干索，从而使孔内炸药包爆炸。

(4) 导爆管起爆法　用起爆枪或雷管起爆导爆管，导爆管中产生的冲击波再引爆起爆药包中的非电毫秒雷管，从而起爆炸药。这种起爆法最适用于有杂散电流、静电或雷电等干扰矿井。

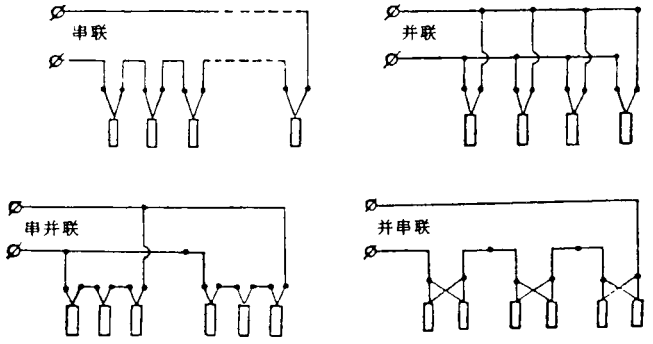



图 6－4－7　电爆网络图

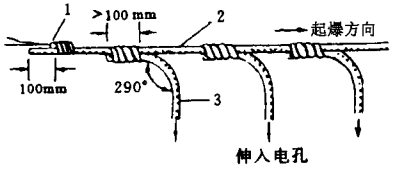



图 6－4－8　导爆索起爆法

1—雷管；2—主干索；3—支干索

## 第二节　水平巷道的掘进与支护

水平巷道的种类很多，有平硐（也叫平窿）、平巷（沿脉巷道）、横巷（穿脉巷道）等。水平巷道是地下矿山数量最多的一种巷道。

### 一、水平巷道的断面形状和尺寸

金属矿山中的水平巷道常用梯形和拱形两种断面。

选用那种断面形状比较合理，要根据巷道穿过的岩石性质、地压的大小和方向、巷道的用途和服务年限以及用什么材料支护等因素来确定。如果巷道使用年限不长，岩石又很稳固，巷道多为目然拱形，如图 6－4－9a。可以不必支护；如果岩石比较稳固，巷道使用年限在 12～15 年以内时，可以采用梯形，见图 6－4－9b；较大的巷道断面也有采用多角形的，如图 6－4－9c；如果巷道开掘在不稳固的岩石中，且使用年限在 12～15 年以上时，一般可采用拱形断面，见图 6－4－9d 所示。

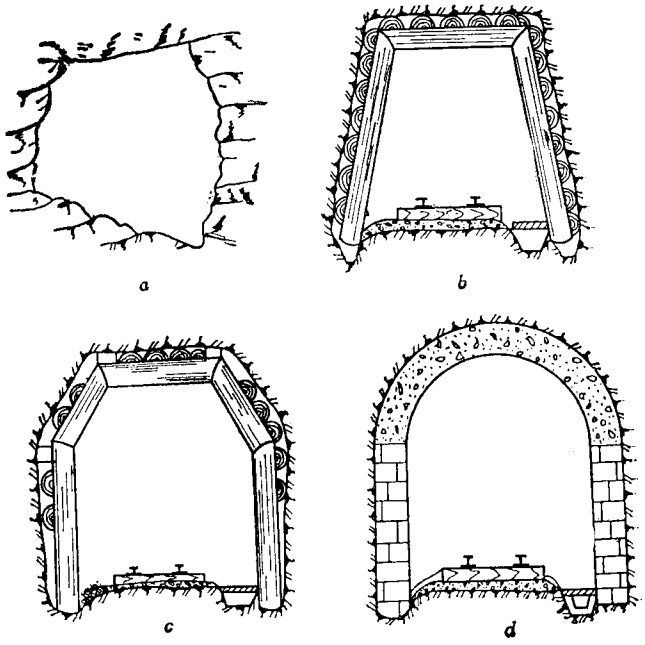



图 6－4－9　巷道断面形状

选好巷道断面形状以后，就要进一步确定巷道断面的尺寸。巷道断面尽寸的大小决定着巷道掘进和支护的工程量，直接影响巷道掘进的进度和成本。

平巷断面尺寸的确定，要根据巷道的用途（人行、通风、排水、运输等），巷道中

运输设备的类型、运输速度，轨道数目、安全间隙、支架厚度等，最后还要用通过巷道的风速来校验。在保证安全生产的情况下，应尽量减小巷道断面尺寸。

以拱形断面为例，说明巷道断面尺寸的确定步骤和方法，用图 6－4－10。

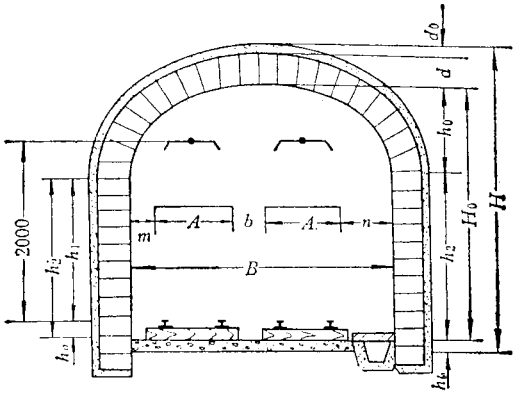



图 6－4－10　拱形断面尺寸

## （一）巷道高度

各部尺寸按下式确定

$$H_0 = h_0 + h_2，毫米 \qquad (6-4-1)$$

式中　$H_0$——巷道的净高度（除去支架厚度，可能利用的最大高度）；

$h_0$——拱的高度，毫米。

当 $f \geqslant 3$ 时，$h_0 = \frac{1}{3}B$，毫米；

当 $f < 3$ 时，$h_0 = \frac{1}{2}B$，毫米；

当 $f > 8$ 时，$h_0 = \frac{1}{\sqrt{f}}B$，毫米。

B——巷道的净宽度，毫米；

$h_2$——巷道的墙高，毫米。

$$h_2 = h_1 + h_a，毫米 \qquad (6-4-2)$$

式中　$h_1$——轨道面至拱基的高度，根据运输设备高度和人行道高度来决定，毫米）；

$h_a$——道碴面到轨道面的高度，一般取 160 毫米。

知道了巷道的净高度以后，再加上支架和充填料的厚度，以及道碴的厚度，就可以计算出掘进高度 H。

$$H = H_0 + d + d_0 + h_b，毫米 \qquad (6-4-3)$$

式中　$h_b$——道碴厚度，一般为 180 毫米；

d——支架厚度，约 180 ~ 400 毫米；

$d_0$——充填厚度，一般为 50 毫米。

### （二）巷道宽度

按下式确定

净宽度 $B = m + A + n$（单轨巷道），毫米　　（6－4－4）

$B = m + 2A + n + b$（双轨巷道），毫米　　（6－4－5）

式中　m——巷道不行人的一侧运输设备最突出部分与支架最突出部分的距离。一般不小于 200 或 250 毫米；

A——所用电机车或矿车中最大的宽度，从运输设备规格表中可以查到，毫米；

n——巷道行人的一侧运输设备最突出部分与支架的距离，一般都要在 700 毫米以上；

b——运输设备之间的最小间隙，不得小于 200 毫米。

### （三）巷道净断面 $S_{净}$ 和掘进断面 $S_{掘}$

可按下述因素确定

$S_{净} = B（h_2 + 0.26B）$（三心拱巷道），米$^2$　　（6－4－6）

$S_{净} = B（h_2 + 0.39B）$（半圆拱巷道），米$^2$　　（6－4－7）

当风量一定时，巷道净断面愈小，风速就愈大。在安全规程中，对于不同类型的巷道，都规定了流经巷道能够允许的最大风速。因此，对计算出来的巷道净断面面积，还要根据最大允许的风速进行校验。

$$V = \frac{Q}{S_{净}} < V_{允}，米/秒　　（6－4－8）$$

式中　V——巷道的风速，米/秒；

Q——通过巷道的风量，米$^3$/秒；

$V_{允}$——安全规程所允许的最大风速，米/秒。

风速校验合格后，可根据巷道净断面积和所选用的支架厚度计算出掘进断面积 $S_{掘}$。在实际工作中，由于爆破后巷道表面凸凹不平，实际掘进断面要比计算断面加大 3% 左右。

## 二、水平巷道掘进工序

水平巷道的掘进工序主要有凿岩爆破、工作面通风、装运岩石及支护等。这些工序组成一个掘进工作循环，每完成一个工作循环，巷道就向前推进了一步。除了这些主要工序之外，还有些辅助工作如敷设风管、水管、电缆，修筑排水沟及铺设运输轨道等。

### （一）凿岩爆破

它是打眼、装药、放炮工作的统称，约占一个工作循环时间 40～60%。凿岩爆破工作直接影响到巷道掘进的速度、质量和成本。因此，工作开始前，需要认真选择凿岩设备，选择炸药和起爆材料，计算炮眼数目、炮眼深度、炮眼直径及其排列方式，计算

炸药消耗量。

经过凿岩爆破后，打出来的巷道一定要符合设计要求，包括巷道道断面大小和形状、巷道方向和坡度等。这是个质量问题，主要取决于炮眼数目、炮眼深度和炮眼布置以及爆破方法。

(1) 炮眼数目　炮眼数目主要根据巷道断面大小、岩石性质、炸药的用量和炸药的品种决定的。水平巷道掘进的炮眼数目见表 6－4－1。

(2) 炮眼深度　炮眼深度是掘进工作面到炮眼底的垂直眶离。一般说来，增加炮眼深度，可以提高一个循环的掘进进尺，也就提高了总的掘进速度。但是，炮目艮过深，钻眼速度下降，爆破效果也差，炮眼利用率下降，爆破岩石块度不均匀，影响装岩工作。在我国现有设备条件下，岩巷掘进常用的炮眼深度是 1.2～1.6 米。

表 6－4－1　水平巷道掘进的炮眼数目

| 巷道掘进断面（米$^2$） | 岩右坚固性系数 f | | |
|---|---|---|---|
| | 4～6 | 8～10 | 12～14 |
| 8 | 20 | 29 | 36 |
| 10 | 22 | 33 | 41 |
| 12 | 24 | 35 | 44 |
| 15 | 27 | 40 | 52 |

注：此表按 2 号岩石铵梯炸药计算，每个药包长 155 毫米，重 150 克，装填系数为 0.66，炮眼利用率为 0.8。

(3) 炮眼直径　目前我国岩巷掘进中，主要使用直径为 36、38、40、43 毫米的钎头打眼，炮眼直径约为 38～46 毫米。一般来说，小直径钎头比大直径钎头的凿岩速度快，小直径炮眼的炸药消耗量少，因此，国内外多趋向于使用小直径炮眼。这主要取决于炸药威力和钎杆强度的提高。

(4) 炸药消耗量　每爆破一立方米岩石所需要的炸药量，称为单位岩石炸药消耗量，常简称单耗。它是代表炸药消耗多少韵重要指标。在巷道爆破中，炸药消耗量确定得正确与否，对于掘进进度、质量和成本都有直接的影响。

炸药消耗量决定于炸药本身的威力、岩石性质，同时也跟巷道断面尺寸、自由面数目和炮眼直径等有关，这些因素在计算时应综合考虑。但目前尚没有一个准确的计算公式。

目前确定单耗的方法有两种，一种是根据实际经验选取，一种是实验法，常用的是经验法。表 6－4－2 列举了单耗的经验数据（公斤/米$^3$），可供参考。

(5) 炮眼布置　在巷道掘进施工中，炮眼布置的是否合理，是影响爆破效果的重要因素。

根据不同位置的炮眼的作用，把炮眼分为掏槽眼，辅助眼和周边眼。掏槽眼最先爆破，形成一个楔形、锥形或直线形的槽，为辅助眼的爆破增加了自．由面。辅助眼在掏槽眼的外围，它爆破后可崩落大量岩石，并为周边眼的爆破加大了自由面。周边眼沿掘进断面的周边布置，它最后爆破，使巷道达到设计规格。

表 6－4－2　水平巷道掘进炸药单耗的经验数据

| 巷道掘进断面（米$^2$） | 岩右坚固性系数 f | | |
|---|---|---|---|
| | 4～6 | 8～10 | 12～14 |
| ＜8 | 1.28 | 1.89 | 2.33 |
| ＜10 | 1.12 | 1.69 | 2.09 |
| ＜12 | 1.01 | 1.51 | 1.90 |
| ＜15 | 0.92 | 1.36 | 1.78 |

注：此表所用炸药为 2 号岩石铵梯炸药（根据 1963 年“并巷建筑工程预算定额”）。

在布置炮眼时，主要应考虑岩石的性质（如裂缝的方向、岩石结构、层理和均质性等）和巷道的尺寸等。

掏槽眼是影响爆破效果的最主要的炮眼，应特别注意合理布置。掏槽方式一般分为倾斜眼掏槽和垂直眼掏槽。用倾斜眼掏槽时，炮眼要向巷道中心线倾斜一定的角度，形成楔形或锥形，见图 6－4－11。巷道断面在 5～6 平方米以上时，均可用倾斜眼掏槽。当巷道岩石的层理呈垂直时，用垂直楔形掏槽；当巷道岩石的层理呈水平时，用水平楔形掏槽。在较坚硬的整体岩石中，则多用锥形掏槽；当岩石硬度较大、巷道断面又小（5～6 米$^2$ 以下），不便于打倾斜眼掏槽时，可采用垂直眼掏槽。垂直眼掏槽要求炮眼垂直于巷道断面且与巷道中心线平行，见图 6－4－12。

（6）光面爆破　用普通爆破法爆破后巷道轮廓凸凹不平，不整齐，这就产生了超挖或缺挖，额外地增加了巷道掘进工作量，对松软岩石有时还会产生裂缝或松动，不利于支护和安全。为了解决上述问题，在实践中创造了光面爆破新技术。

光面爆破的特点主要是采用密集的周边眼，适当减少每个周边眼的装药量，用导爆索或毫秒电雷管同时起爆。

实践证明，在坚固性系数大于 6 的均质岩石中，采用光面爆破可得到很好的效果。主要技术要求是，周边眼要靠近巷道轮廓线布置，炮眼平行于巷道轴线，眼底可超出巷道轮廓线 5 厘米左右，但要落在一个平面内。周边眼的间距一般为 40～50 厘米，周边眼与相邻辅助眼的间距为 50～60 厘米。周边眼深在 1.0～1.3 米时效果为好。

2．工作面通风

工作面通风的目的有两个，一是爆破后在短时间内排除有毒气体、粉尘和炮烟，二

是给施工工作人员供给足够的新鲜空气。

（1）利用扇风机通风　在巷道的适当位置，安设局部扇风机，并接上一定长度的风筒。通风方式有抽出式、压入式和抽压混合式通风（图 6－4－13）。压入式通风用在长度小于 200 米的巷道中。

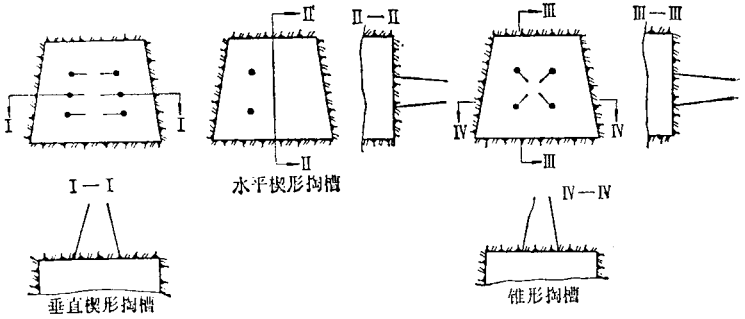



图 6－4－11　倾斜眼掏槽布置图

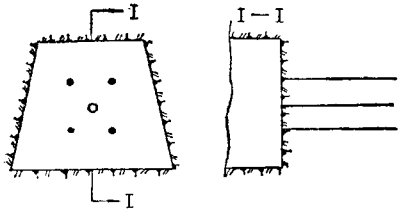



图 6－4－12　垂直眼掏槽

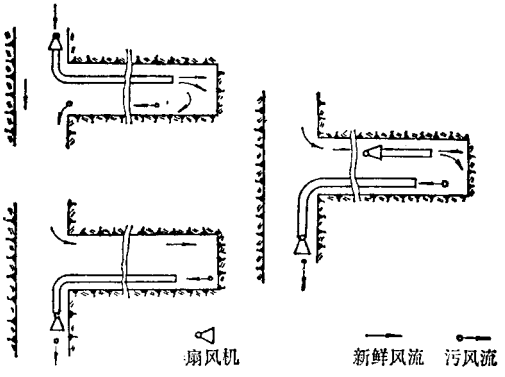



图 6－4－13　通风方式示意图

（2）利用压气或压力水喷射通风　这种方法虽然可以达到通风的目的，但浪费很多的压气，不经济。因此，一般只用在没有扇风机的较短巷道掘进中。

（3）利用矿井总风流自然扩散通风　当巷道很短时，可以考虑此法。

3．岩石的装运

工作面通风完毕后，即可装运岩石了，这是一项繁重的作业。它占一个掘进循环时间的长短，主要取决于装运的机械化程度。

(1) 装岩机　我国自制的装岩机有铲斗后卸式、耙斗式和扒爪式连续装岩机。目前使用较广的是铲斗后卸式装岩机。

铲斗后卸式装岩机有电动和气动的两种。结构比较简单，装岩机前面带一个可以铲装岩石的铲斗。开动装岩机，使可活动的铲斗插入岩堆铲取岩石，铲满后提升铲斗，并使它向后翻转，将岩石倒入装岩机后面的矿车 内，然后使铲斗下落，再继续铲装，见图 6－4－14。这种装岩机体积小、重量轻，比较灵活。但每铲装一次都需装岩机作前后行走的动作，要求工人有比较熟练的操作技术，才能有较高的铲装效率。

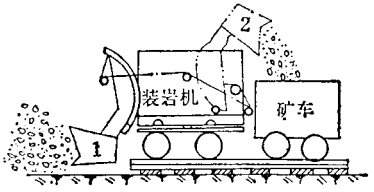



图 6－4－14　铲斗装岩机装岩示意图

1—铲斗铲取岩石；2—铲斗倒卸岩石

耙斗装岩机是用电动绞车牵引钢丝绳带动耙斗，耙斗耙取岩石沿倾斜钢板槽倒小矿车。

以上两种装岩机，每装一斗岩石都要有一次空斗返回的时间，装岩是间断性的。新型扒爪式连续装载机，是将装载坡台直接插入岩堆，开动扒爪机构，两个可以活动的扒爪就不间断地扒取岩石。岩石经过装载坡台和转载运输机上不断运转的皮带卸入矿车。

(2) 掘进工作面的调车　掘进工作面爆破以后，需要及时地将崩落下来的岩石运走，以便重新开始凿岩。在用矿车运输岩石时，就是迅速调走重车，及时供应空车，提高装运效率。因此，简化调车方法，缩短调车时间，是提高装运效率的关键。

掘进单轨巷道时，调车最困难，现把常用的两种调车方法介绍如下：

错车道调车　在巷道中每隔 40 ~ 60 米开一个调车小硐室，铺上铁轨，用道岔与平巷的轨道相连，如图 6－4－15。这种方法的缺点是需要开凿小硐室，增加了掘进工作量。

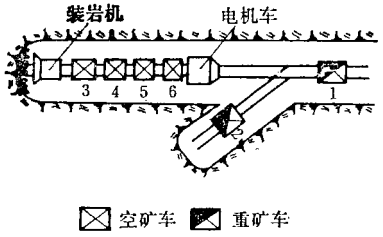



图 6－4－15　错车道调车示意图

浮放双轨道岔调车　将作好的双轨错车道岔浮放在单轨轨道上，如图 6－4－16，代替了小硐室错车道调车法。这种方法简便易行，缩短了调车时间。在窄巷道中，如果巷道稍加扩帮，就能放置双轨道岔时，应尽量采用此法。

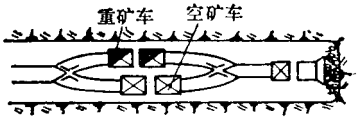



图 6－4－16　浮放双轨错车道岔调车法

上述两种调车法，只能使单个矿车进行调换，而且多用人力，装运效率低。

(3) 梭式矿车　目前，各地下矿用的梭式矿车是一种机械化连续转载设备，装运效率高，如图 6－4－17。

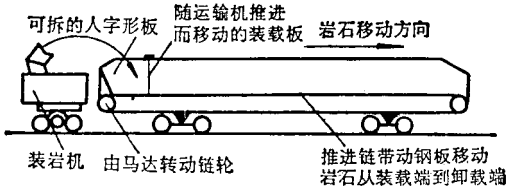



图 6－4－17　梭式矿车装载工作原理示意图

梭式矿车工作过程是：由装岩机向矿车一端装岩，可拆的人字形板能灵活地从矿车一端移向另一端，岩石在人字形板后由运输机向另一端运送，为了更好地装满矿车，装载板紧随运输机的推进而移动。另一种结构的梭式矿车是各个梭式矿车之间可以组合成梭式列车，一个掘进循环爆破下来的岩石，能够由一列车装完。

## 三、用联合掘进机掘进平巷

为了使平巷掘进机械化，改善工人劳动条件，加速掘进进度，国内外正在研制和使用平巷联合掘进机。

国产平巷联合掘进机是由工作机构（刀盘）、出岩机构、液压支撑行走机构和操作机构等组成。这种掘进机靠左右两顶液压支撑板支撑巷道两帮，并达到向前行走的目的。工作机构是机械前端的力盘，刀盘上安有数十把切削岩石用的滚刀和捞取碎石用的勺斗。工作时刀盘旋转，利用滚刀的挤压和剪切使岩石破碎，勺斗不断捞取碎岩块带到皮带运输机上，再装入矿车或其它转载机械。随着刀盘的不断旋转和推进，就可以钻出一个和刀盘直径相同的圆形断面巷道。

目前这种掘进机在国内还没有广泛使用的主要原因，一是刀具磨损严重，二是刀盘摆动，机身倾斜，不能准确地控制掘进方向。另外也还需要降低造价，减轻重量，增加灵活性和可靠性。

## 四、水平巷道支护

水平巷道支护分临时支架和永久支架。临时支架比较简单，现将几种永久支架介绍如下：

### （二）木材支架

在矿山支护中使用的最早，也最广泛，其优点之一是架设简便。在使用年限不长的中、小断面巷道中，多用木材支架。支架的形式很多，有普通棚子（断面为矩形、梯形）和多角形棚子。多角形棚子用在断面较大的巷道中。图 6－4－18 为普通木材棚子结构。

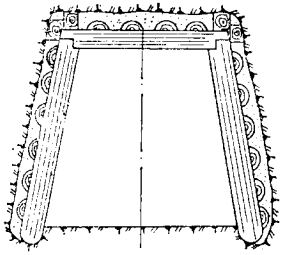


图 6－4－18　普通木材支架结构形式

木材棚子之间一般要有一定的距离，如果巷道围岩压力较大，也可以采用没有间隔的密集棚。棚子结口处与巷道壁之间要用木楔楔紧，并且把有孔隙的地方用木背板插严。棚子的立柱是承受巷道地压的主体，一般要与水平面成 80°的夹角，并且放在柱窝内以避免滑倒。

### （二）混凝土支架

混凝土是由水泥、砂子、碎石加水混合而成，它们的配比关系由工程需要而定。混凝土作成的支架强度大，整体性强，不易透水、防火，服务年限长。混凝土支架最常用的形式是拱形，是由拱、墙和基础三部分组成，如图 6－4－19。拱的形状常见的有三心拱和半圆拱。半圆拱的拱高是巷道跨度的一半，三心拱的拱高一般是巷道净跨度的 $\frac{1}{3}$。

### （三）石材支架

石材包括天然石材和人造石材两种。天然石材是由坚固的岩石按一定的尺寸和形状加工制成。人造石材一般为混凝土砖、块。石材支架也具有混凝土支架的特点，适用于支护井底车场、硐室、石门和各种主要巷道。它的断面形状主要是拱形，由基础、墙、拱三部分砌筑而成。

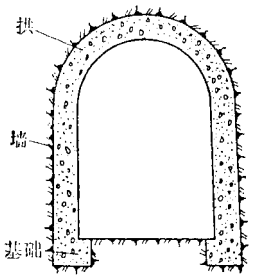



图 6－4－19　混凝土支架构造

### （四）杆柱和喷射混凝土支架

这是两种新型支架，在国内外的井巷支护中，越来越得到广泛的应用。两种支架同时应用，简称喷锚支架。

杆柱是二种金属杆体，它的构造如图 6－4－20 所示。这种杆柱可以安设在巷道顶、底板或两帮的围岩中，能起到锚固巷道围岩的作用，见图 6－4－21。

楔缝式杆柱插入巷道围岩的杆柱孔中（利用凿岩机钻孔），楔子撑开楔缝，杆体前端就紧紧地压入孔壁岩石中，这一端就算锚固了。杆柱另一端有螺丝扣露在孔外，套上垫板，旋紧螺母，就起到了加固岩层的作用。在巷道围岩中，每隔一定距离安设一根杆柱，使巷道中有了一个锚固层。这种杆柱可以安设在巷道顶板、底板和两帮的围岩中。

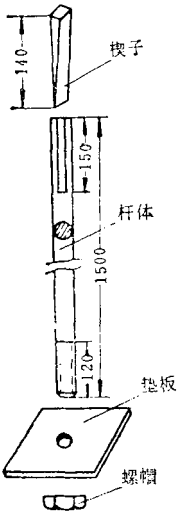



图 6－4－20　金属楔缝式杆柱

为了防止杆柱间风化岩石的冒落，常常喷射一层混凝土，起到了加固支护的作用。喷射混凝土是由专门的喷射机来完成的。这种喷射混凝土支架，比浇灌的混凝土支架组织结构更加致密，能压入巷道围岩的裂缝中，大大提高了巷道围岩的稳定性。

喷射璇的厚度可以比浇灌混凝土璇的厚度减少二分之一到三分之二，减少掘进工作量20%左右，节约了模板，而且由于支护工艺简单，节省了劳动力，加快了支护进度，降低了掘进成本。

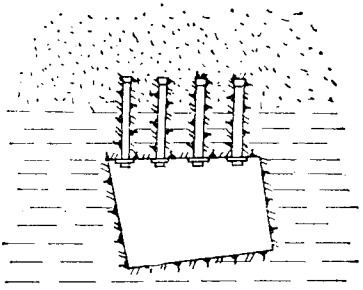


图 6－4－21　用杆柱支护巷道顶板

在不稳固的巷道围岩中，采用杆柱和喷射混凝土联合支护（即喷锚支护），其支护效果非常明显。

## 第三节　竖井掘进

对于采用竖井开拓的矿山，竖井掘进乃是最基本的井巷建设工程。竖井断面多为圆形和矩形。断面尺寸主要取决于井筒内提升容器的数目及规格，梯子间和管道的布置方式等，同时还要满足通风的要求。

竖井掘进包括准备工作、表土施工和基岩掘进。

准备工作主要为修筑道路、平整场地、架设临时井架，同时安装掘进所需的压气、通风、提升、排水等设备，准备好所需要的各种材料，

表土施工即挖掘井筒所穿过的那部分表土。随表土层的延深而进行支护。

基岩掘进包括凿岩爆破、通风、装岩、提升岩石、排水和支护等工序。如图 6－4－22。

由于竖井是垂直向下掘进，凿岩爆破工作有如下特点：

(1) 凿岩多用向下式风动凿岩机，凿向下眼，圆形断面时，炮眼呈同心圆状排列，根据井径和岩石硬度情况确定炮眼数目，中心炮眼的深度可比其它炮眼浅 20% ~ 30%，此孔可装炸药或不装炸药。

(2) 井筒涌水较大时用胶质炸药或采取了防水措施的硝铵类炸药。

(3) 采用电雷管起爆

竖井掘进通风比较容易，通风时间一般为 15 ~ 30min，常用风扇进行压入式通风。

装岩工作比较繁重，有条件的矿山应用抓岩机把碎石装入吊桶，小型矿山大都用人工装岩，装满后由绞车提至地面。

当井筒掘到一定深度后，就从下向上砌筑永久支架。砌筑永久支架的工作在专门吊

盘上进行。吊盘由地表低速绞车升降。

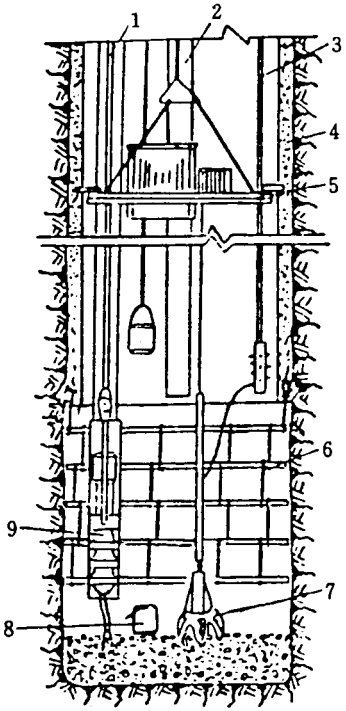



图 6－4－22　竖井基岩掘进示意图

1—排水管；2—风筒；3—压气管；4—永久支架；5—吊盘；6—临时支架；7—抓岩机；8—吊桶；9—水泵

## 第四节　斜井和天井掘进

斜井由于空间位置处于水平与垂直巷道之间，所以其掘进的施工工艺、方案与工作组织等许多方面的平巷、竖井的掘进相同。因此，对于斜井的掘进，主要介绍它的特点。

斜井的断面形状和尺寸的确定方法，在倾角小于 45°时，基本与水平巷道相同；当倾角大于 45°时，则与竖井相同。

斜井掘进时的凿岩爆破工作与平巷掘进时的基本相似，但由于斜井是有一定倾角的，工作面容易积水，因此在凿岩之前，除了要把工作面的岩石装运出去，还必须排出工作面的积水，由于积水又给装岩工作带来困难，常规的人工装岩，不仅劳动强度大，而且占的时间多。高达循环时间的一半以上。目前我国已经生产了供斜井装岩用的耙斗装岩机（图 6－4－23），并已推广使用，装岩生产率可达 30～50$m^3$/h，从而保证了斜井的快速掘进。斜井掘进时的岩石运输采用矿车或箕斗的提升方式。

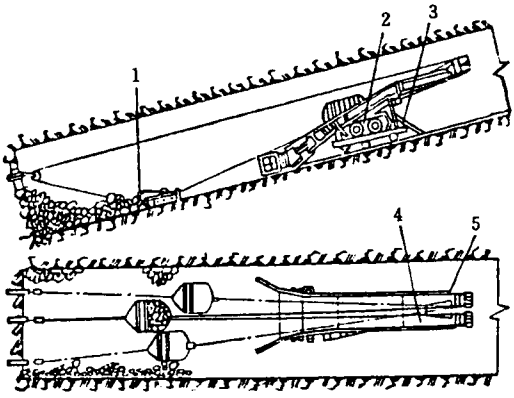



**图** 6 – 4 – 23　ZYP – 17 **型耙斗装岩机**

1—**耙斗**；2—**绞车**；3—**台车**；4—**卸料槽**；5—**卸料口**

**小型矿山的天井掘进较少。天井掘进方式有普通掘进法、吊罐法、爬罐法、深孔爆破法等。**

# 第五章　矿井通风安全

## 第一节　矿井通风的目的

在井下，由于开采作业和矿物的氧化等原因，空气成分要发生变化，主要表现为氧气减少，有毒有害气体增加，矿尘混入，温度、湿度、气压的变化等。这些变化有害于工人的健康和安全生产。为了保证工人的身体健康和合适的劳动条件，使其安全持续地生产，需要把地面上的新鲜空气送到井下，将井下的污浊空气排至地面，这就是矿井通风的目的。

### 一、井下空气中有毒有害气体的危害性

井下爆破、矿石氧化与自燃、坑木腐烂、井下火灾等，都会产生有毒有害气体。

二氧化碳 $CO_2$　在氧气不足时，它是一种窒息性气体，不能供呼吸，不能助燃，略带毒性，无色透明，易溶于水，比重 1.52。二氧化碳量的增加，使人产生缺氧症。我国矿山安全规程规定为井下作业地点，二氧化碳含量不大于 0.5%。

一氧化碳 CO　主要是爆破时的气体产物。它的毒性很大，在各种事故中一氧化碳中毒所占的比重较大。它是一种无色、无味、无臭的气体，比重 0.97，难溶于水。它与血中血色素的亲和能力比氧大 250～300 倍，因此当血液中 CO 达到饱和时，就完全失去输送氧的能力，就会使人死亡。

二氧化氮 $NO_2$　主要是爆破时的气体产物。它易溶于水，生成硝酸或亚硝酸，少量吸收，会刺激呼吸道及肺部，大量吸入会引起剧烈咳嗽、胸痛、呕吐、神经系统麻木直至死亡。

硫化物（硫化氢 $H_2S$ 和二氧化硫 $SO_2$）它们是由硫化矿物的氧化、自燃、爆破等所产生的有毒气体。这两种气体都是剧毒的，当其超过一定浓度时，甚至在短时间内也能使人中毒死亡。

为了保证工人的健康与安全，冶金部颁布的《矿山通风防尘试行规定》中，规定了上述气体都不得超过某一允许的浓度，如 $NO_2$ 为 0.00025%，$SO_2$ 为 0.0007%，CO 为 0.0016%，$H_2S$ 为 0.00066%等。如果超过上述浓度，必须及时采取措施，使它降到规定的数字以下。

## 二、矿尘的危害性

矿尘就是指在采矿过程中所产生的矿石或岩石的细小颗粒。矿尘对人体的危害很大（直径在5微米以下的矿尘对人体危害最大），特别是矿井空气中飘浮含有游离二氧化硅$SiO_2$的矿尘超过一定值时，对矿工的身体健康就会造成极大的威胁，就是人们常说的矽肺病。冶金部颁布的《通风防尘试行规定》中规定：若粉尘中：含游离的二氧化硅在10%以上时，空气含尘量不得超过2毫克/米$^3$；在10%以下时，不得超过10毫克/米$^3$。如果超过这个标准，必须采取预防措施。

采矿过程中，尤其以凿岩、爆破等所产生的矿尘最为严重。因此，在采矿过程中采取预防措施是非常重要的。

## 三、井下空气温度、湿度的变化

### （一）井下空气温度

井下空气温度是气候条件的重要因素，温度过高，人体散热困难，过低，散热太强，感觉很冷，所以温度过高过低都不合适。井下最适宜的温度为15～20℃。

影响井下空气温度的因素很多，进风温度直接受到地表温度的影响。例如北方冬季地表温度低，冷空气流入井下，井下（特别是井口）有可能结冰；夏季地表温度高，热空气流入井下，井下温度升高，如不采取预防措施，劳动条件就要恶化。地表岩石随地表气温而变化，但在20～30米的深度以下，岩石不受地表气温的影响，而随深度的增加而增加（按地热增温率计算）。开采硫化矿床时，由于矿石氧化生热，井下机电设备的散热等等对井下气温都有一定的影响。

### （二）井下空气的湿度

井下空气湿度是指空气中所含水蒸气量。空气湿度一般用相对湿度表示，就是指某一体积空气中实际含有的水蒸气量与同一温度下饱和水蒸气量之比的百分数。当相对湿度小于40%时，说明空气干燥；大于80%时，空气比较潮湿，再过大，就会影响出汗蒸发散热的效果。最适宜的相对湿度是50%～60%。井下空气湿度除受地面空气湿度的影响外，还受井下滴水、潮湿等因素的影响。

# 第二节 矿井空气及气候

## 一、矿井空气中常见的有害气体

矿井内主要的有害气体有：二氧化碳（$CO_2$）、一氧化碳（CO）、二氧化氮（$NO_2$）、

一氧化氮（NO）、硫化氢（$H_2S$）、二氧化硫（$SO_2$）等。有害气体主要来源于：①爆破时所产生的炮烟；②柴油机工作时所产生的废气；③硫化矿物的氧化；④井下火灾和瓦斯爆炸。它们虽然毒性程度不同，但都对人体的呼吸、血液、精神等系统造成危害，轻者头晕、四肢无力、记忆力衰退等，重者中毒死亡。

## 二、预防的措施

为了防止有害气体的危害，应采取如下的措施：加强通风，利用新鲜风流稀释和排除污染物；禁入危害区域，封闭火区、采空区、旧巷等，以减少有害气体生成量；严禁使用不合标准的炸药进行爆破，减少有害气体生成量；加强对有害气体和粉尘的检查与测定，防止对人体的危害。

## 三、井下气候条件

井下气候条件的好坏，直接影响工人的健康和工作效率。气候条件主要包括温度、湿度、风速三项内容。

# 第三节　矿井水灾及其防治

矿井水灾通常称透水。矿井一旦发生透水，能淹没整个矿井和采区，有时会造成人员伤亡或引起地面大范围的陷落。

## 一、矿井水灾的原因

矿井发生水灾是因为采掘范围内存在水源和涌水通道。

水灾的水源包括地表水和地下水。地表水是指河、湖、水库等的储水；地下水是指含水层、溶洞、老采区、旧巷道及断层等中的积水。

涌水通道主要包括大裂隙、断层、溶洞等。无论是地表水或是地下水，一旦通过涌水通道涌入井内，均会造成严重的水灾。因此，必须采取各种措施防止水进入矿井，并将进入矿井的水及时排出地面，前者叫防水，后者叫排水。

## 二、矿井水灾的预防

预防矿井水灾包括地面防水和地下防水两方面。

### （一）地面防水

地面防水的主要措施有：井巷在地表的出口位置应高于历年最高洪水位，否则应筑

防洪堤坝挡住水流或沟渠来疏通水源；当河流直接流经矿床上部，且河水能沿通道进入采区时，可考虑河流改道；充填、封闭可能导水进入井下的通道，如废钻孔、旧井、塌陷区等。

### （二）地下防水

地下防水的主要措施有：

（1）帷幕防水，即在地表或井下钻凿一系列钻孔，向孔内灌注胶结材料，使其扩散到岩、土的裂隙或孔洞中，将岩石胶结成一整体，形成一道挡地下水进入矿井的帷幕；

（2）人工疏干，即在采矿之前，对充水矿床可能发生涌水的区域，在需要疏干的地段，从地表钻凿大口径钻孔，安装深井泵或深井潜水泵，向地面排水，降低水位；

（3）隔水，即当矿体与不能疏干水或被淹井巷相连时，留有防水矿柱隔断水源；

（4）截水，即当井下某一区段的涌水量达到短期内不能用水泵将其排出，有可能造成这一区段被淹没的危险时，可修筑防水闸墙或水闸门与水流隔绝；

（5）超前探水与放水，即在水文地质条件复杂区，不能确保没有水害威胁时，应先打超前钻孔探水，遇水时将之放出，放水钻孔直径一般不应大于 75mm。

## 三、矿井排水

地下开采时，为保证在安全和良好作业环境下顺利地进行生产，必须把井下涌水和凿岩过程中用过的水及时排到地表。

### （一）排水方式

矿井排水分为自流式和扬升式。前者是使矿坑内的水通过排水沟自流到地面，故只适用于平硐开拓的矿山；后者是依靠排水设备（水泵和水管）将水排到地表，适用于竖井或斜井开拓的矿山。

图 6－5－1 为扬升式排水示意图。矿坑水沿各阶段巷道的水沟汇集到井底车场附近的水仓中，再由水泵扬到地面。

### （二）排水系统

扬升式排水可分为直接排水、接力排水和集中排水系统。

直接排水是指每个阶段的主要运输水平，都各自设置水泵房将水直接排到地表；接力排水是当下部水平涌水量小，上部水平涌水量大时，在下部水平安设辅助水泵；将水排到上部水平的水仓中，然后由主泵排到地面，集中排水是当下部涌水量大，上部水平涌水量小时，可用钻机、管道、天井等将上部水平的水放到下部水平的水仓中，由主泵排至地面。

### （三）排水设备

矿井排水设备主要包括水泵和管路。矿用水泵多为电动离心式水泵，当扬程小时，

采用仅一个叶轮的单级水泵，当扬程大时，采用有多个叶轮串联的多级水泵。水泵排出的水是通过排水管路排到地面，排水管有铸铁管、焊接管和无缝钢管等。

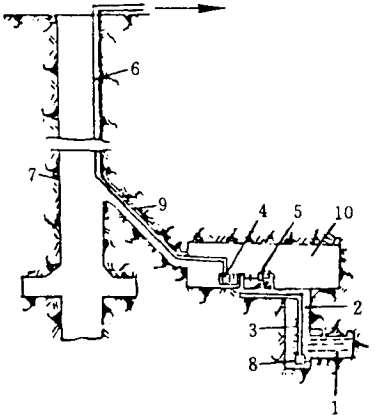



图 6－5－1　扬升式排水

1—水仓；2—吸水井；3—吸水管；4—水泵，5—电动机；
6—排水管道；7—井筒；8—吸水罩；9—管子电缆斜道；10—水泵房

## 第四节　矿井火灾及其防治

凡是在井下或在人风井附近起火，其火焰、烟流能威胁井下者，统称矿井火灾。矿井火灾分别有外因火灾和内因火灾两类，以内因火灾为主。内因火灾是矿山生产中的一大灾害，它有时迫使矿山停产、造成人员伤亡；火烧后矿粉的采、选回收率大幅度降低；火灾气体污染地面生活区等严重后果。

### 一、矿井内因火灾的原因

凡有自热特性的矿（岩），堆积在巷道、采场内，由于与空气中的氧发生氧化作用，产生热量。当氧化产生的热量大于向周围散发的热量时，就会形成聚能，加剧氧化，从低温氧化逐步发展到高温氧化，放出更多热量。对煤矿来说，当煤温达到着火点（300～350℃）时，煤即自燃发火；对金属矿来说，那些燃点低的物质将首先起火燃烧（称为首燃物，如硫化矿石粉、坑木、炭质页岩等），从而点燃矿（岩）引起火灾。

### 二、矿井内因火灾的预防措施

避免内因火灾，必须采取综合性预防措施，主要是正确选择矿床的开拓和采矿方法，防止漏风，进行预防性灌浆等。

### （一）正确选择开拓、开采方法

采矿方法选择正确与否，在很大程度上决定着防灭火工作的成败。对有自热自燃的矿石，切忌采用留矿法和大量崩落的采矿方法。具体的开采技术措施有：合理划分采区与矿块尺寸、要求高的回采率与回采速度，使矿石在自热自燃之前就结束回采工作，并立即封闭采空区；减少一次崩矿量；定期清理坑内积存的可能发火的矿石；尽量减少坑木消耗等。

### （二）正确选择通风方式、完善通风系统与防止漏风

对自燃发火的矿石，应采用压入式或混合式通风方式。因抽出式通风会使火区的有毒气体与高温矿尘容易溢入工作面，恶化工作面作业条件；经常检查回风风路，尽量减少向采空区的漏风量，因大的漏风量会促使矿（岩）自燃，每一生产阶段，应设置单独的回风道，便于控制风流和隔绝火区。

### （三）预防性灌浆

向采空区灌浆是防止矿（岩）石氧化、自热、自燃的一种可靠手段，在国内已得到普遍采用。所谓预防性灌浆，是将粘土、黄土或泥质页岩粉末等与水按一定比例混合配制成泥浆，借助泥浆泵，通过输浆管道送到可能发生自燃的采空区或其它可能发火的区域，以防止矿（岩）自燃。泥浆的作用是：灌入的泥浆能将残留在采空区内的矿石表面或矿柱壁包裹起来，隔绝与空气的接触，防止氧化；增加采空区的密闭性，减少漏风；并能冷却矿（岩）石，降低采空区温度。

# 第六章　露天开采程序

## 第一节　概　　述

最终开采境界是在当前的技术经济条件下对可采储量的圈定，也是对开采终了时采场几何形态的预估。那么，如何采出最终境界内的矿石和岩石则是露天开采程序问题。

简单地讲，露天开采是从地表开始逐层向下进行的，每一水平分层称为一个台阶。一个台阶的开采使其下面的台阶被揭露出来，当揭露面积足够大时，就可开始下一个台阶的开采。随着开采的进行，采场不断向下延伸和向外扩展，直至到达设计的最终境界。每一台阶在其所在水平面上的任何方向均以同一台阶水平的最终境界为限。正在开采的台阶叫做工作台阶。推到最终境界线的台阶所组成的空间曲面称为最终边帮（或非工作帮）。可以想象，最终边帮并不是一“光滑”的曲面，而是呈阶梯状的。为了开采一个台阶并将采出的矿岩运出采场，需要在本台阶及其上部各台阶修筑至少一条具有一定坡度的运输通道，称为斜坡道或出入沟。图 6－6－1 是一采场钧水平投影与剖面示意图。

本章从台阶的几何参数入手，较为详细地讨论露天开采中的掘沟、台阶推进、采场扩延、线路布置以及台阶和工作面参数的计算等内容。

## 第二节　台阶几何要素

### 一、基本概念

图 6－6－2 是两个相邻台阶的局部剖面及其平面投影示意图。台阶由坡顶面、坡底面和台阶坡面组成。台阶常以其坡顶面水平和坡底面水平命名，例如图 6－6－2 中的土部台阶称为 188～200m 台阶。台阶坡顶面和坡底面与台阶坡面的交线分别称为台阶的坡顶线和坡底线。一个台阶的坡底面水平同时又是其下一个台阶的坡顶面水平。台阶坡面与水平面的夹角称为台阶坡面角（α），台阶坡顶面与坡底面之间的垂直距离即为台阶高度（H）。从本台阶的坡顶线（本台阶外缘）到上一个台阶的坡底线（本台阶内缘）之间的距离称为台阶宽度（W）。台阶是垂直方向上的最小开采单元，即台阶在其整个高

度上是一次爆破、一次铲装的。穿孔和装药作业在台阶的坡顶面水平进行，铲装和运输作业在台阶的坡底面水平进行。

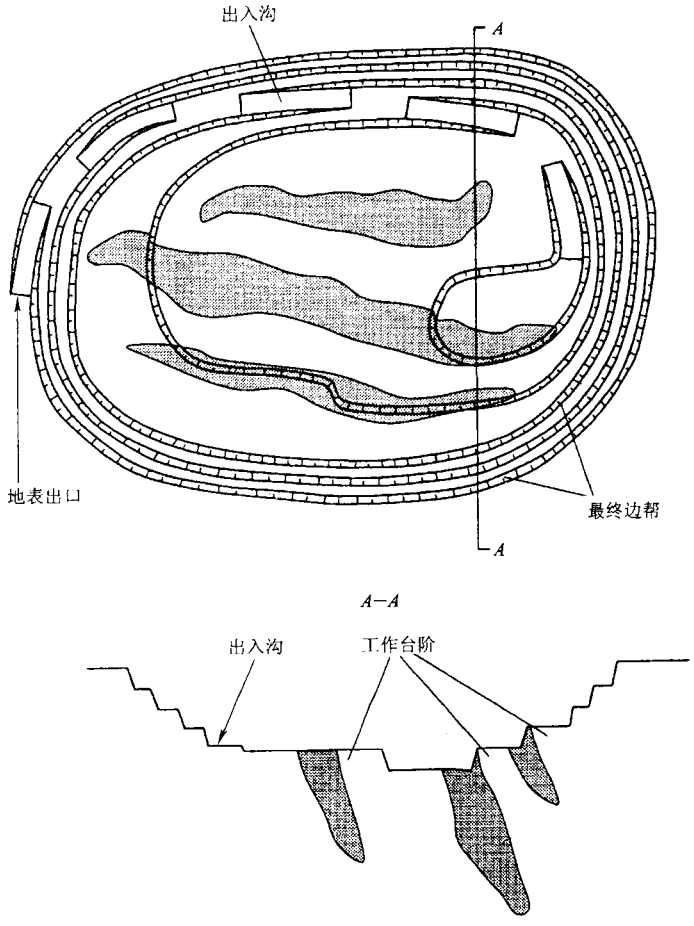



图 6－6－1　露天采场平面投影与剖面示意图

## 二、台阶高度

台阶高度是露天开采中最重要的几何参数之一。影响台阶高度酌因素有生产规模、采装设备的作业技术规格以及对开采的选别性要求等。为保证挖掘机挖掘时能获得较高的满斗系数（铲斗的装满程度），台阶高度应不小于挖掘机推压轴高度的 2/3。另一方面，为避免挖掘过程中在台阶的顶部形成悬崖，台阶高度应小于挖掘机的最大挖掘高度。图 6－6－3 所示是斗容为 6.88m$^3$ 的电铲，其各种作业技术规格列于表 6－6－1。从表 6－6－1 中可知，该挖掘矶的最大挖掘高度是 13.26m。若选用这样的电铲，台阶高度定为 12m 较为合适。

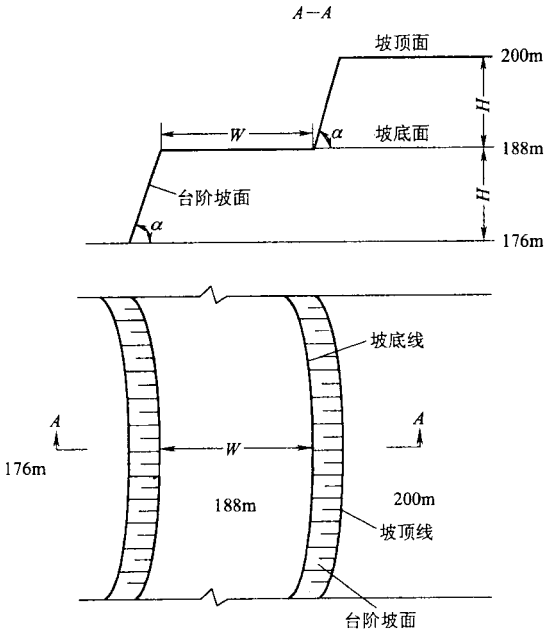



图 6－6－2　台阶几何要素

表 6－6－1　图 6－6－3 中电铲的作业技术规格

| | | | |
|---|---|---|---|
| 斗容 | 6.88m$^3$ | 最大挖掘高度（D） | 13.26m |
| 起重臂长度 | 12.65m | 最大挖掘半径（E） | 16.62m |
| 起重臂倾角 | 45° | 站立水平挖掘半径（G） | 10.75m |
| 有效斗杆长度 | 7.77m | 下挖深度（H） | 2.59m |
| 斗杆全长 | 9.38m | 天轮顶距地面的高度（I） | 12.88m |
| 最大卸载高度（A） | 8.54m | 天轮外缘回转半径（J） | 12.20m |
| 最大卸载半径（$B_1$） | 14.48m | 机体尾部回转半径（K） | 6.02m |
| 最大卸载半径处的卸载高度（$A_1$） | 6.25m | 机体（包括驾驶室）宽度（S） | 6.86m |
| 最大卸载高度处的卸载半径（B） | 13.87m | 司机视线水平高度（U） | 5.49m |

在品位变化大、矿物价值高的矿山（如金矿），开采选别性是制约台阶高度的重要因素。开采选别性系指在开采过程中能够将不同品位和类型的矿石及废石进行区分开采的程度。以金矿为例，往往需要对于一个区域内的高品位矿、低品位矿、硫化矿、氧化矿及废石进行区分开采，运往各自的目的地。例如，将低品位矿送往浸堆，高晶位氧化矿送往选矿厂，硫化矿送往焙烧炉，废石送往排土场，等等。由于一个台阶在垂直方向上是不可分采的，即使在台阶高度内矿石的品位、矿种或矿岩界线变化很大（如某处台阶的上半部分是矿石，下半部分是岩石），也不可能在开采过程中将同一台阶高度上不

同种类的矿石及岩石分离出来，由此所造成的贫化和不同矿种的混杂是不可避免的。可见，台阶高度越大，开采选别性越差。因此，开采对选别性要求较高的矿床时，应选取较小的台阶高度。一般说来，黑色金属矿床的品位变化较小、矿体形态较为规则、矿物价值低，对选别性要求较低，台阶高度一般大于 10m，以 12 ~ 15m 最为常见。大多数贵重金属矿床的特征恰恰相反，故台阶高度一般小于 10m，以 6 ~ 8m 最为常见。

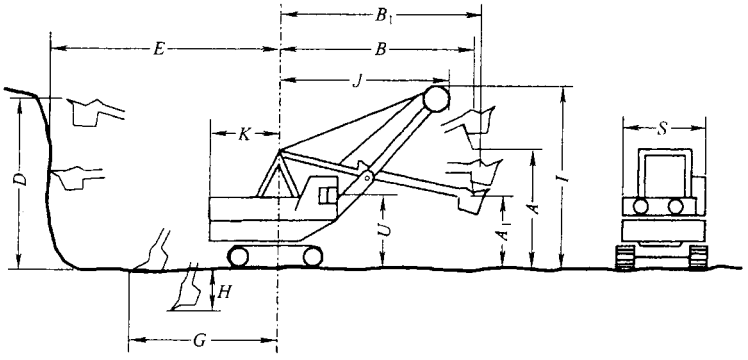



图 6 – 6 – 3　电铲作业技术规格图解

另一方面，台阶高度也制约着铲装设备的选择，当选用汽车运输时，铲装设备的斗容和装卸参数又进一步制约着汽车的选型。台阶高度同时也影响着最终边帮的几何特征。由此可以看出，台阶高度的选取对整个露天矿的开采经济效益有着重要的影响。在一定范围内增加台阶高度会降低穿孔、爆破和铲装成本，但确定最佳的台阶高度应综合考虑各种相关因素，使矿床开采的经济效益（不仅仅是穿孔、爆破和铲装成本）达到最佳值。

## 三、台阶坡面角

台阶坡面角主要是岩体稳定性的函数，其取值随岩体的稳定性的增强而增大（最大为 90°）。确定台阶坡面角时，需要进行岩石稳定性分析，或参照岩体稳定性相类似的矿山选取。另外，岩体层理面的倾向对台阶坡面角有直接的影响，当台阶坡面与岩体层理面的倾向相同或相近，而且层理面倾角较陡时，台阶坡面角等于层理面的倾角。表 6 – 6 – 2 是均质岩体中台阶坡面角与岩石硬度的大体关系。表 6 – 6 – 3 列出了国内部分金属露天矿的台阶坡面角取值。

## 四、工作平台与安全平台

正在被开采的台阶称做工作台阶（或工作平台、工作平盘）。如图 6 – 6 – 4 所示，工作台阶上正在被爆破、采掘的部分称为爆破带，其宽度（$W_c$）为爆破带宽度（或采区宽度），台阶的采掘方向是挖掘机沿采掘带前进的方向，台阶的推进方向是台阶向外

扩展的方向。在开采过程中，工作台阶不能一直推进到上个台阶的坡底线位置，而是应留有一定的宽度（$W_s$）。留下的这部分称为安全平台。安全平台的作用是收集从上部台阶滑落的碎石和阻止大块岩石滚落。安全平台的宽度一般为 2/3 ~ 1 个台阶高度。在矿山开采寿命期末，有时将安全平台的宽度减小到台阶高度的 1/3 左右。工作平盘的宽度（W）等于采区宽度与安全平台宽度之和。最小工作平盘宽度是刚刚满足采运作业所需要的空间的宽度，其计算详见后面第四节。

表 6 – 6 – 2　均质岩体中台阶坡面角的参考值

| 岩石硬系数 | 台阶坡面角（°） |
|---|---|
| 8 ~ 14 以上 | 70 ~ 75 |
| 3 ~ 8 | 60 ~ 70 |
| 1 ~ 3 | 50 ~ 60 |

表 6 – 6 – 3　国内部分露天矿的台阶坡面角

| 矿山名称 | 台阶坡面角（°） |
|---|---|
| 大孤山铁矿 | 70 |
| 东鞍山铁矿 | 75 |
| 南芬铁矿 | 48 ~ 50（岩石层理倾角） |
| 大石河铁矿 | 65 |
| 白云鄂博铁矿 | 70 |
| 白银厂铜矿 | 70 |

沿工作平盘的外缘常用碎石堆筑一道安全挡墙（图 6 – 6 – 5），用于阻止石块滚落到下面的台阶和防止汽车或其他设备驶落台阶。安全挡墙的高度一般等于汽车轮胎的半径，其坡面角等于碎石的安息角（一般为 35°左右）。

## 第三节　掘　　沟

如前所述，露天开采是分台阶进行的。那么，每一台阶的开采是怎样开始的呢？由于采装与运输设备是在工作台阶的坡底面水平作业，所以，必须在新台阶顶面的某一位置开一道斜沟，使采运设备到达作业水平，而后以沟端为初始工作面向前、向外推进。因此，掘沟是新台阶开采的开始。

按运输方式的不同，掘沟方法可分为不同的类型，如汽车运输掘沟、铁路运输掘

沟、无运输掘沟等。由于现代露天矿山，特别是新设计的露天矿山大都采用汽车运输，故本节只介绍汽车运输掘沟，稍加扩展即可处理铁路运输及其他方式的掘沟问题。有关各种掘沟方法的更全面的介绍，可在其他参考书目和设计手册中查到。

山坡露天矿与深凹露天矿的掘沟方式有所不同，下面分别给予简要的介绍。

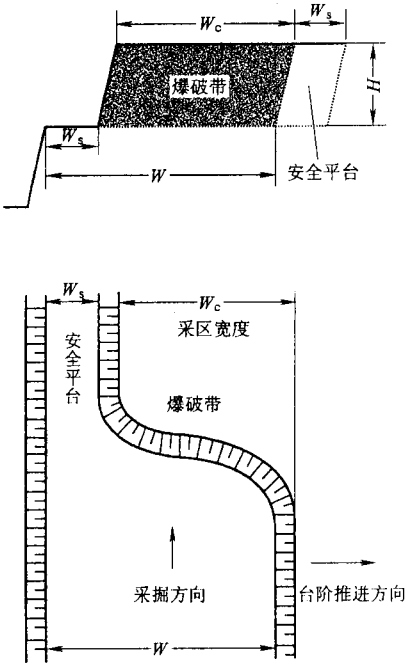



图 6－6－4　工作平台要素示意图

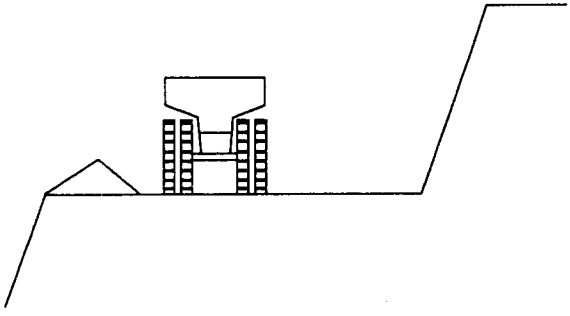


图 6－6－5　安全挡墙

## 一、深凹露天矿掘沟

如图 6－6－6 所示，假设 152m 水平已被揭露出足够的面积，根据采掘计划，现需要在被揭露区域的一侧开挖通达 140m 水平的出入沟，以便开采 140～152m 台阶。掘沟

工作一般分为两阶段进行：首先挖掘出入沟，以建立起上、下两个台阶水平的运输联系；然后开掘段沟，为新台阶的开采推进提供初始作业空间。

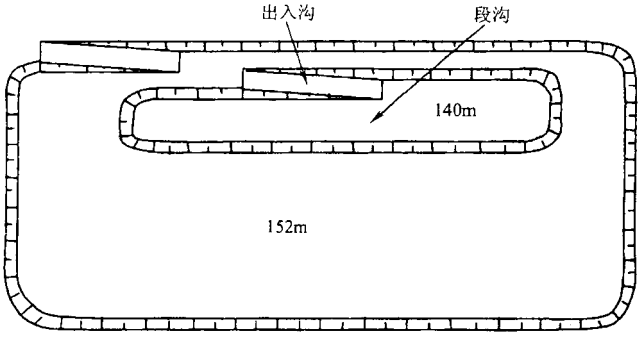



图 6－6－6　出入沟与段沟示意图

出入沟的坡度取决于汽车的爬坡能力和运输安全要求。现代大型露天矿多采用载重 100t 以上的大吨位矿用汽车，出入沟的坡度一般在 8% ~ 10% 左右。出入沟的长度等于台阶高度除以出入沟的坡度。例如，当台阶高度为 12m、出入沟的坡度为 8% 时，出入沟的长度为 150m。

掘沟时的穿孔与爆破方式没有统一的模式，不同的矿山由于岩性不同，掘沟时的爆破设计各异。总的可分为两种：全沟等深孔爆破与沿坡面的不等深孔爆破。

当采用全沟等深孔爆破时，出入沟的斜坡路面修在爆破后的松散碎石上。这种掘沟方法的优点是穿孔、爆破作业简单，而且当出入沟位置需要移动时，可避免在斜坡上穿孔、装药；其缺点是路面质量差，影响汽车的运行效率，加重了汽车轮胎的磨损。

当采用沿坡面的不等深孔爆破时，需要沿出入沟的坡面从上至下穿凿不同深度的炮孔进行分段爆破。图 6－6－7 是这种掘沟方式的一种爆破设计的纵断面示意图。这里假设台阶高度为 12m，坡度为 8%，穿孔设备选用 250mm 牙轮钻机。图中将出入沟沿纵向全长分为三个爆破区段，依次进行爆破和采运。从沟口起 25m 范围内的炮孔深度为 4.5m，此后各区段的炮孔与拟形成的出入沟坡面保持 2m 的超深（如图中虚线所示）。炮孔在平面上采用间距等于行距的交错布置，各个区段上采用不同的间距（如图中括号内的数字所示）。

出入沟掘完后继续掘段沟。掘段沟时是否需要分区段爆破，要看段沟的长度而定。由于段沟为等深度，没有必要采用不同的爆破设计。在图 6－6－7 所示的情形中，段沟的爆破设计除采用等深孔外，与最后一段出入沟的爆破设计相同。

沟底宽度是掘沟的重要参数。一般说来，为了尽快到达新水平，在新的工作台阶形成生产能力，应尽量减少掘沟工作量。因此，沟底宽度应尽量小一些。最小沟底宽度是满足采运设备基本的作业空间要求的宽度，其值取决于屯铲的作业技术规格、采装方式与汽车的调车方式。

最节省空间的调车方式是汽车在沟外调头，而后倒退到沟内装车（图 6－6－8 和图 6－6－9）。这种调车方式下的沟底宽度，只取决于电铲的采装方式。最常用的采装方式

是中线采装，即电铲沿沟的中线移动，向左、右、前三方挖掘（图 6－6－8）。这和采装方式下的最小沟底宽度是电铲在左、右两侧采掘时清底所需要的空间，即

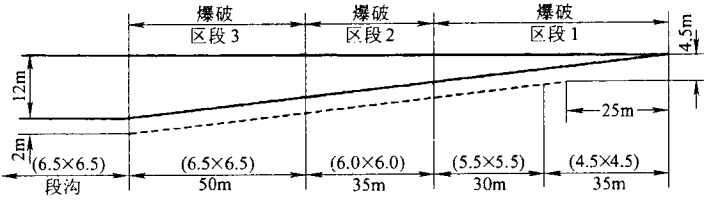



图 6－6－7　出入沟爆破设计实例

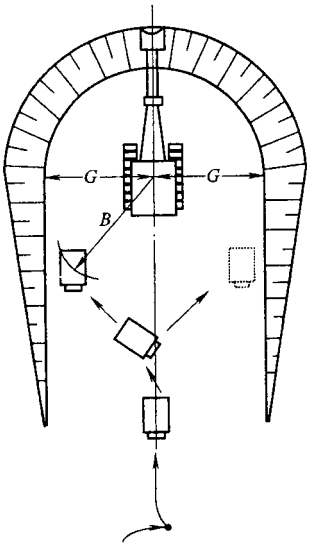



图 6－6－8　沟外调头中线采装

$$W_{D_{min}} = 2G \tag{6-6-1}$$

式中，G 为电铲站立水平挖掘半径。若选用图 6－6－1 所示的电铲，从表 6－6－1 中查得 G 为 10.75m，则最小沟底宽度为 21.5m。

另一种更节省空间的采装方式是双侧交替采装（图 6－6－8）。电铲沿左右两条线前进，当电铲位于左侧时，采掘右前方的岩石，装入停在右侧的汽车；而后电铲移到右侧，采装左前方的岩石，装入停在左侧的汽车。这种采装方式下的最小沟底宽度为：

$$W_{D_{min}} = G + K \tag{6-6-2}$$

式中，K 为电铲尾部回转半径。

若选用图 6－6－4 的电铲，从表 6－6－1 查得 G = 10.75m，K = 6.02m，计算出 $W_{D_{min}}$ = 16.77m≈17m。双侧交替采装所需的作业空间虽然小，但电铲移动频繁，作业效率低，一般用于境界最底部作业空间有限的几个台阶上的掘沟。

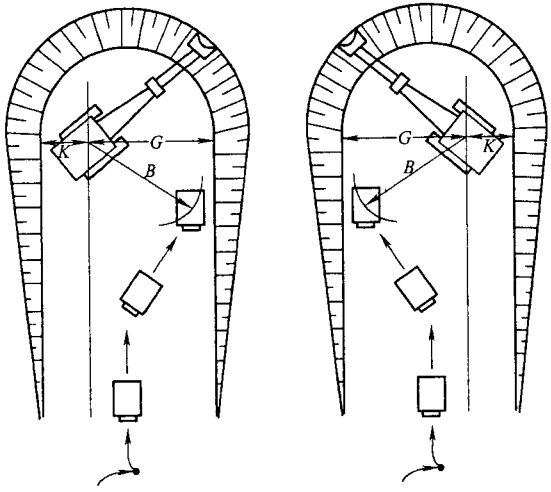



图 6－6－9　沟外调头双侧交替采装

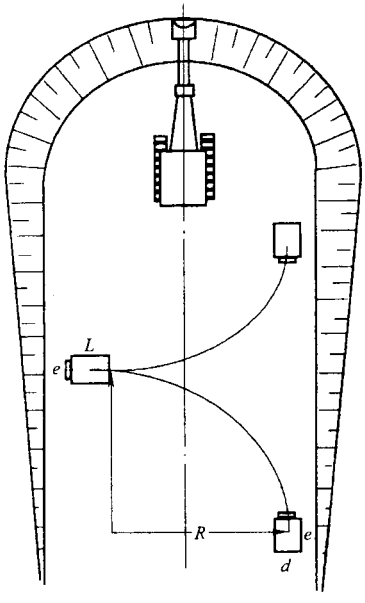



图 6－6－10　沟内折返调车

实际采用的沟底宽度应适当大于最小沟底宽度，以保证作业的安全和正常的作业效率。

采用沟外调头、倒车入沟的调车方式虽然节省空间，但影响行车的速度与安全，因此，有的矿山采用沟内调车的方式，包括沟内折返和环形调车（图 6－6－10 和图 6－6－11）。由于汽车在沟内调车所需的空间一般要比电铲作业所需的空间大，因此沟内调车方式下的沟底宽度（$W_D$）是由汽车的作业技术参数决定的，可用下面的公式计算：

折返调车：　　$W_D = R + L + d/2 + 2e$　　(6－6－3)

环形调车：　　$W_D = 2R + d + 2e$　　(6－6－4)

式中，R 为汽车最小转弯半径；L 为汽车车身长度；d 为汽车车身宽度；e 为汽车距沟壁的安全距离。

若采用 Webco－120c（109t）汽车，R = 12.4m，L = 11.37m，d = 6.197m，并设 e = 1.5m。则沟内折返和环形调车时的沟底宽度分别为 30m 和 34m。

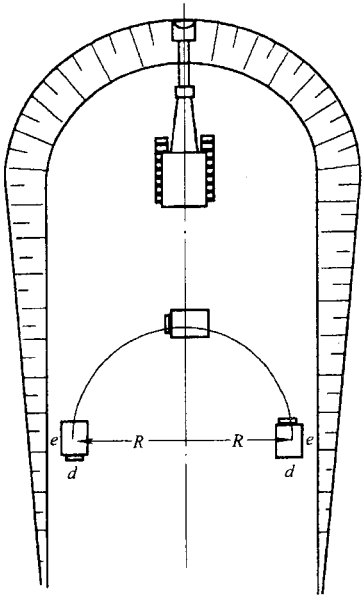



图 6－6－11　沟内环形调车

## 二、山坡露天矿掘沟

在许多矿山，最终开采境界范围内的地表是山坡或山包（图 6－6－12），随着开采的进行，矿山由上部的山坡露天矿逐步转为深凹露天矿。采场由山坡转为深凹的水平称为封闭水平，即在该水平上采场形成闭合圈。从图 6－6－12 所示的剖、面上看，闭合圈位于箭头所指的水平。

在山坡地带的开采也是分台阶逐层向下进行的。与深凹开采不同的是，不需要在平地，向下掘沟以到达下一水平，只需要在山坡适当位置拉开初始工作面就可进行新台阶的推进。不过，在习惯上将“初始工作面的拉开”也称之为掘沟。山坡上掘出的“沟”是仅在指向山坡的一面有沟壁的单壁沟。

如果山坡为较为松散的表土或风化的岩石覆盖层，可直接用推土机在选定的水平推出开采所需的工作平台（图 6－6－13）。如果山坡为硬岩或坡度较陡，则需要先进行穿孔爆破，然后再行推平。

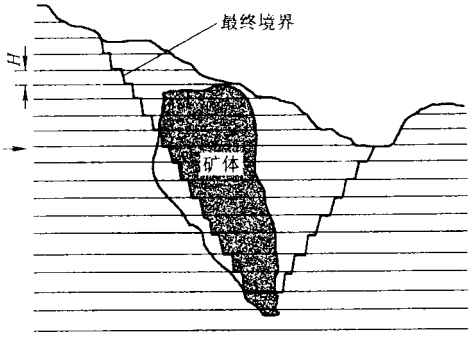



图 6－6－12　山坡露天矿剖面示意图

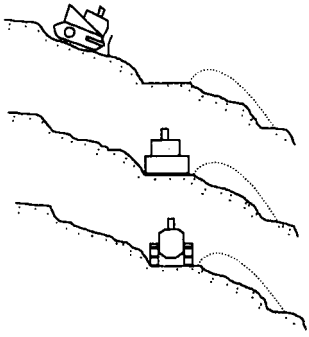


图 6－6－13　推土机开掘单壁沟

山坡单壁沟也可用电铲掘出（图 6－6－14），电铲将沟内的岩石直接倒在沟外的山坡堆置，不再装车运走。沟底宽度应与电铲作业技术规格相适应。从图 6－6－14 可以看出，沟底宽度为：

$$W_D = G + T + e \qquad (6-6-5)$$

式中，G 为电铲站立水平挖掘半径；T 为电铲回转中心到履带外缘距离；e 为电铲履带外缘到单壁沟外缘的安全距离。

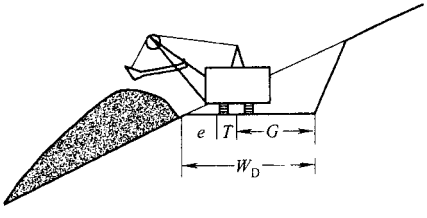



图 6－6－14　电铲开掘单壁沟

# 第四节　台阶的推进方式

掘沟为一个新台阶的开采提供了运输通道和初始作业空间，完成掘沟后即可开始台阶的侧向推进。由于汽车运输的灵活性，有时在掘完出入沟后不开段沟，立即以扇形工作面形式向外推进。如图 6－6－15 所示，刚完成掘沟时，沟内的作业空间非常有限，汽车须在沟口外进行调车，倒入沟内装车（图 6－6－15a）；当在沟底采出足够的空间时，汽车可直接开到工作面进行调车（图 6－6－15b）；随着工作面的不断推进，作业空间不断扩大，如果需要加大开采强度，可在一定时候布置两台采掘设备同时作业（图 6－6－15c）。划归一台采掘设备开采的工作线长度称为采区长度。采区长度影响一个台阶可布置的采掘设备台数，从而影响台阶的开采强度。采区长度随采运设备的作业技术规格而变。根据有关资料，美国矿山的采区长度一般在 60～150m，国内矿山一般大于 200m。从新水平掘沟开始，到新工作台阶形成预定的生产能力的过程，叫做新水平准备。

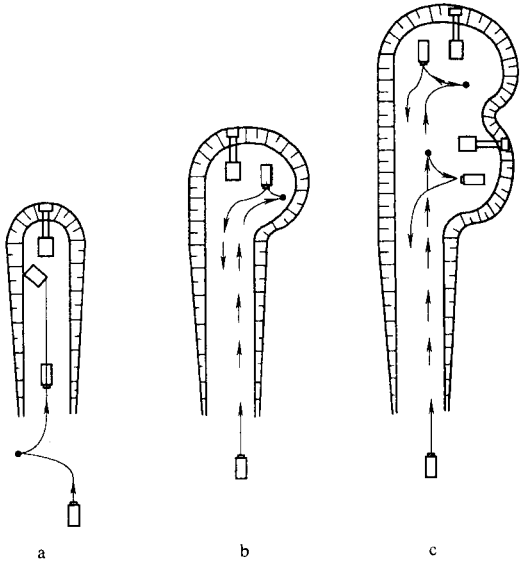



图 6－6－15　台阶推进示意图

台阶推进方式主要包括采掘方式和工作线布置方式。

## 一、采掘方式及工作平盘参数

根据采掘方向和工作线方向之间的关系，有两种基本的采掘方式，即垂直采掘和平行采掘。

## （一）垂直采掘

垂直采掘时，电铲的采掘方向垂直于台阶工作线走向（即采区走向），与台阶的推进方向平行（图 6－6－16）。开始时，在台阶坡面掘出一个小缺口，而后向前、左、右三个方向采掘。图 6－5－16 所示是双点装车的情形。电铲先采掘其左前侧的爆堆，装入位于其左后侧的汽车；装满后，电铲转向其右前侧采掘，装入位于其右后侧的汽车。这种采装方式的优点是电铲装载回转角度小（10°～110°之间，平均为 60°左右），装载效率高；缺点是汽车在电铲周围调车对位需要较大的空间，要求较宽的工作平盘。当采掘到电铲的回转中心位于采掘前的台阶坡底线时，电铲沿工作线移动到下一个位置，开始下一轮采掘。

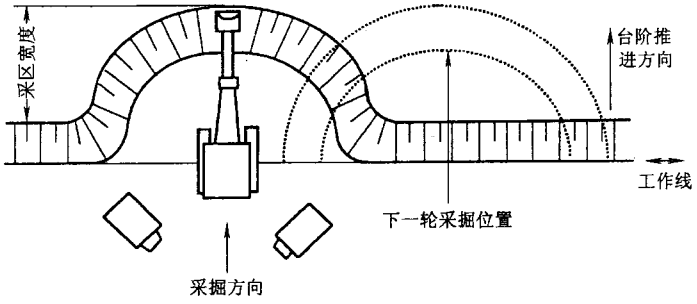



图 6－6－16　垂直采掘示意图

垂直采掘时，一次采掘深度（即采掘带宽度 A）为电铲站立水平挖掘半径（G），沿工作线一次采掘长度为 2G。当然，电铲在同一轮采掘中可以采掘更大的范围，但超过上述范围时，电铲需要做频繁的小距离的移动，影响采装效率。

## （二）平行采掘

平行采掘时，电铲的采掘方向与台阶工作线的方向平行，与台阶推进方向垂直。前面图 6－5－5 所示即为平行采掘推进。根据汽车的调头与行驶方式（统称为供车方式），平行采掘可进一步细分为许多不同的类型。单向行车不调头和双向行车折返调车是两种有代表性的供车方式。

1. 单向行车不调头平行采掘

如图 6－6－17 所示，汽车沿工作面直接驶到装车位置，装满后沿同一方向驶离工作面。这种供车方式—的优点是调车简单，工作平盘只需设单车道。缺点是电铲回转角度大，在工作平盘的两端都需出口（即双出入沟），因而增加了掘沟工作量。

2. 双向行车折返调车平行采掘

如图 6－6－18 所示，空载汽车从电铲尾部接近电铲，在电铲附近停车、调头，倒退到装车位置，装载后重车沿原路驶离工作面。这种供车方式只需在工作平盘一端设有出入沟，但需要双车道。

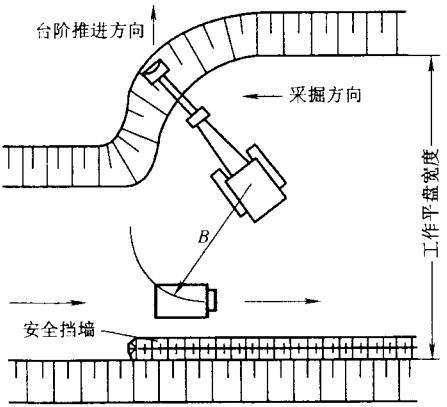



图 6－6－17　单向行车不调头平行采掘

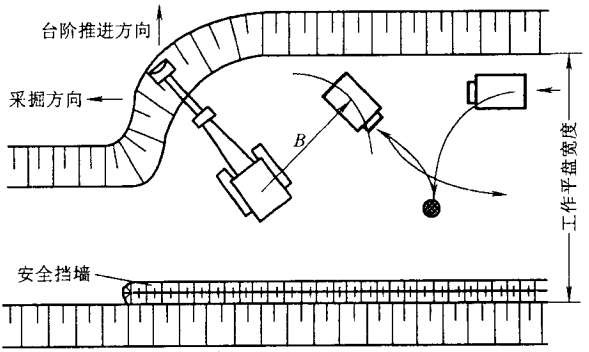



图 6－6－18　双向行车折返调车平行采掘（单点装车）

图 6－6－18 所示是单点装车的情形。空车到来时，常常需等待上一辆车装满驶离后，才能开始调头对位；而在汽车调车时，电铲也处于等待状态。为减少等待时间，可采用双点装车。如图 6－6－19 所示，汽车 1 正在电铲右侧装车。汽车 2 驶入工作面时，不需等待即可调头、对位，停在电铲左侧的装车位置。装满汽车 1 后，电铲可立即为汽车 2 装载。当下一辆汽车（汽车 3）驶入时，汽车 1 已驶离工作面，汽车 3 可立即调车到电铲右侧的装车位置。这样左右交替供车、装车，大大减少了车、铲的等待时间，提高了作业效率。在理想状态下，汽车 2 调车完毕，汽车 1 恰好装满；汽车 2 装载完毕，汽车 3 也刚好调车完毕，车和铲的等待时间均为零，作业效率达到最大值。但实际生产中，这种理想状态是几乎不存在的。可以看出，双点装车比单点装车需要更宽的工作平盘。

其他两种供车方式如图 6－6－20 所示。图中，a 为单向行车－折返调车双点装车，b 为双向行车－迂回调车－单点装车。由于汽车运输的灵活性，有许多可行的供车方式，这里不一一列举。

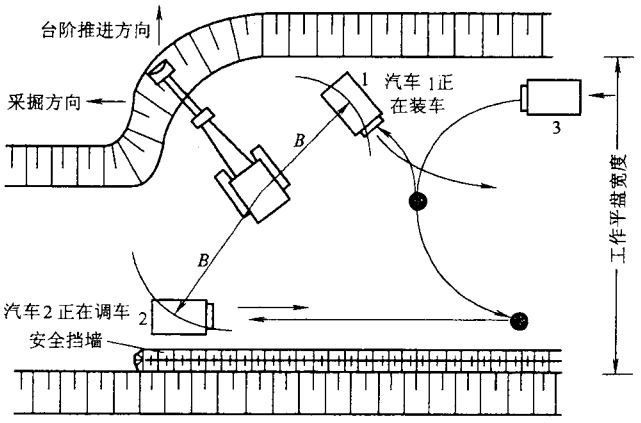



图 6－6－19　双向行车折返调车平行采掘（双点装车）

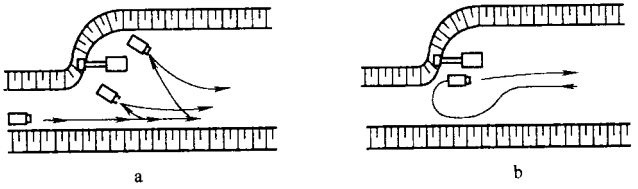



图 6－6－20　两种不同供车方式示意图

## （三）采区宽度与采掘带宽度

采区宽度是爆破带的实体宽度，采掘带宽度是挖掘机一次采掘的宽度。当矿岩松软无需爆破时，采区宽度等于采掘带宽度。绝大多数金属矿山都需要爆破，故采掘带宽度一般指一次采掘的爆堆宽度。两者关系见图 6－6－21，a 为一次穿爆两次采掘，b 为一次穿爆一次采掘。

从图 6－6－21 可以看出，采区宽度应与采掘带宽度相适应，即实体（采区）爆破后的爆堆宽度应与挖掘机的采掘带宽度和采掘次数相适应。采掘带宽度过宽或过窄，都会影响挖掘机的生产能力：过宽时，挖掘机回转角度大，且爆堆外缘残留矿岩多，清理工作量大；过窄时，则挖掘机移动频繁，行走时间长。采掘带宽度一般应保持挖掘机向里侧回转角不大于 90°，向外不大于 30°，其变化范围一般为：

$$A_c = (1 \sim 1.8)\ G \qquad (6-6-6)$$

式中，G 为挖掘机站立水平挖掘半径。

国内矿山采掘带宽度一般为 1～1.5G，国外矿山的采掘带宽度可达 1.8G。国内采用汽车运输和 4～5m$^3$ 挖掘机的矿山，其采掘带宽度一般为 9～15m。采用一次穿爆两次采掘时，第一采掘带（外采掘带）一般要比第二采掘带宽一些。

采区宽度与爆堆宽度的关系，可根据矿山实际爆破的统计资料进行估计，也可用下

式作粗略估算：

$$b = 2k_s W_c \frac{H}{H_b} - \varepsilon W_c \tag{6-6-7}$$

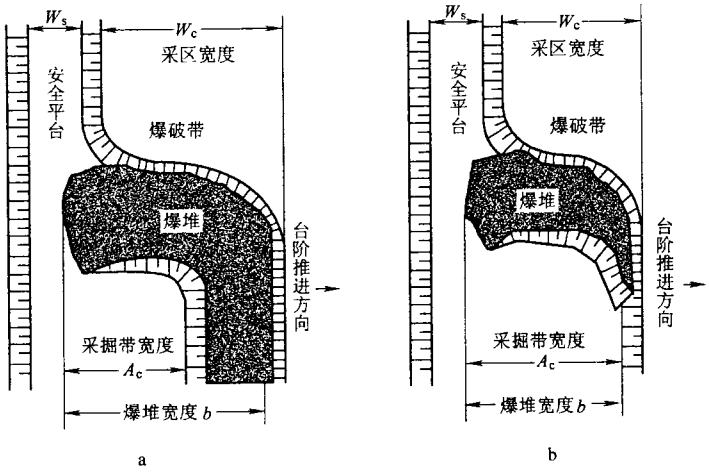



图 6-6-21　采区与采掘带示意图

式中，$b$ 为爆堆宽度；$k_s$ 为矿岩爆破后的松散系数；$W_c$ 为采区宽度；$H$ 为台阶高度；$H_b$ 为爆堆高度；$\varepsilon$ 为爆堆形态系数。

坚硬岩石爆堆横断面近似三角形，$\varepsilon = 0$；不坚硬岩石爆堆横断面近似梯形，$\varepsilon = 1$；中等坚硬岩石，$0 < \varepsilon < 1$。采用一爆一采时，爆堆宽度即为采掘带宽度（即 $b = A_c$）。式（6-6-7）可用来根据采掘带宽度反算出采区宽度。

有的矿山采用大区微差爆破，采区宽度很大。这时可将爆破方向转 90°，使之与工作线平行，并采用横向采掘（图 6-6-22）。

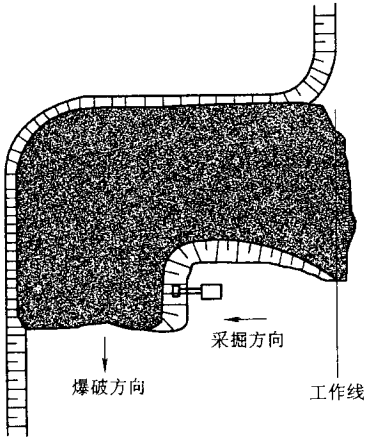



图 6-6-22　沿工作线方向爆破、横向采掘

### （四）最小工作平盘宽度

最小工作平盘宽度是刚好满足采运设备正常作业要求的工作平盘宽度，其取值需依据采运设备的作业技术规格、采掘方式和供车方式确定。采用单向行车、不调头供车的平行采掘方式时，最小工作平盘宽度可根据装车条件计算（图 6－6－23）。这时，最小工作平盘宽度 $W_{min}$ 为：

$$W_{min} = G + B + \frac{d}{2} + e + s \qquad (6-6-8)$$

式中，G 为挖掘机站立水平挖掘半径；B 为最大卸载高度时的卸载半径；d 为汽车车体宽度；e 为汽车到安全挡墙距离；s 为安全挡墙宽度。

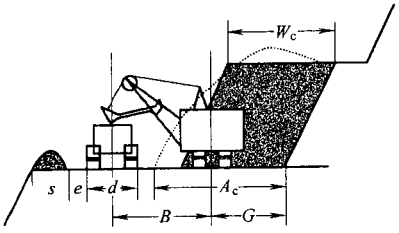



图 6－6－23　按铲装条件确定最小工作平盘宽度

例 1　已知台阶高度 H = 12m，坡面角 α = 70°；采用图 6－6－3 中的电铲，从表 6－6－1 查得 G = 0.75m，B = 13.87m；Webco－120c 汽车车体宽度 d = 6.2m；假设 e = 1.5m，s = 3.5m；采用平行采掘，一爆一采。根据采装条件计算最小工作平盘宽度、采掘带宽度和采区宽度。

解　①直接套用式（6－6－8），得　$W_{min} = 32.72m \approx 33m$；

②采掘带宽度　$A_c = 1.5G = 16.125m \approx 16m$；

③采区宽度　设爆堆高度 $H_b = 1.2H$，松散系数 $K_s = 1.3$，岩石为中等硬度，取 ε = 0.5。一爆一采时，$b = A_c$。应用式（6－6－7）得：$W_c = 9.6m \approx 10m$；

④必要的检验：

A：爆堆外缘与汽车距离

$$B + G - \frac{d}{2} = 21.52m > A_c$$

说明爆堆外缘与汽车轮胎间有一定的距离，检验通过。

B. 挖掘高度与坡面角

电铲最大挖掘高度为 13.26m，大于台阶高度（12m），故电铲可以挖到坡顶。电铲最大挖掘半径 E = 16.62m，电铲可以铲成的最缓坡面角为：

$$\arctan\left(\frac{H}{E-G}\right) = \arctan\left(\frac{12}{16.62-10.75}\right) \approx 64°$$

小于台阶坡面角，因此，铲斗可以铲到坡面上的任何地方。检验通过。

当采用折返调车，单点装车时，装车位置一般在电铲的右后侧，远离工作面外缘，

最小工作平盘宽度主要取决于调车所需空间的大小。参照图 6－6－24，有：

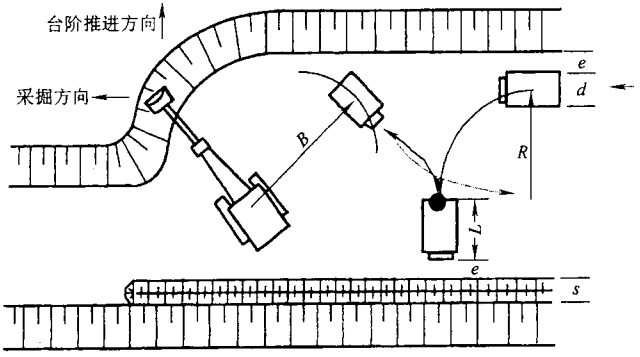



图 6－6－24　折返调车单点装车时最小工作平盘宽度

$$W_{min} = R + d/2 + L + 2e + s \tag{6-6-9}$$

式中，R 为汽车最小转弯半径；L 为汽车车体长度；d 为车体宽度；e 为汽车距挡墙和台阶坡底线的安全距离。

若选用 Webco－120c 汽车，R = 12.4m，d = 6.2m，L = 11.38m，设 e = 1.5m，s = 3.5m，则 $W_{min}$ = 33.4m。

若采用双点装车，当汽车位于电铲右后侧时，所需的最小平盘宽度与上述单点装车相同。但当汽车向电铲左侧（靠近工作平盘外缘）的装车位置调车对位时，为节省调车时间，汽车一般回转近 180°后退到装车位置（图 6－6－25）。这时的最小工作平盘宽度为：

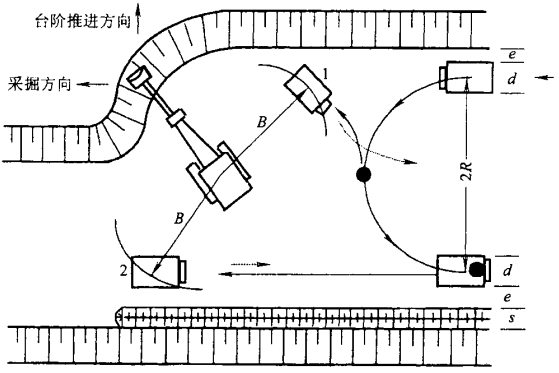



图 6－6－25　折返调车双点装车时最小工作平盘宽度

$$W_{min} = 2R + d + 2e + s \tag{6-6-10}$$

应用 Webco－120c 型汽车的作业技术参数，计算得 $W_{min}$ = 37.5m

实际上，由于汽车的灵活性，即使最小工作平盘宽度比式（6－6－9）和式（6－6－10）的计算结果小一些，也可实现调车，但调车的时间会增长，影响作业效率。

其他供车方式下的最小工作平盘宽度可以仿照上述做法，通过简单的几何分析计算

求得。实际生产中的工作平盘宽度一般应大于理论计算值。当采用一次穿爆两次采掘（或如图 6－6－22 所示的横向采掘）时，由于采区宽度（$W_c$）大大增加，工作平盘宽度也将大大增加。

## 二、工作线的布置方式

依据工作线的方向与台阶走向的关系，工作线的布置方式可分为纵向、横向和扇形三种。

纵向布置时，工作线的方向与矿体走向平行（图 6－6－26）。这种方式一般是沿矿体走向掘出入沟，并按采场全长开段沟形成初始工作面，之后依据沟的位置（上盘最终边帮、下盘最终边帮或中间开沟），自上盘向下盘、自下盘向上盘或从中间向上、下盘推进。

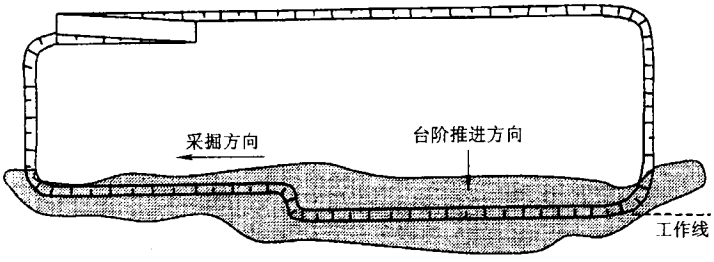



图 6－6－26　纵向工作面布置示意图

横向布置时，工作线与矿体走向垂直（图 6－6－27）。这种方式一般是沿矿体走向掘出入沟，垂直于矿体掘短段沟形成初始工作面，或不掘段沟直接在出入沟底端向四周扩展，逐步扩成垂直矿体的工作面，沿矿体走向向一端或两端推进。由于横向布置时，爆破方向与矿体的走向平行，故对于顺矿层节理爆破和层理较发育的岩体，会显著降低大块与根底，提高爆破质量。由于汽车运输的灵活性，工作线也可视具体条件与矿体斜交布置。

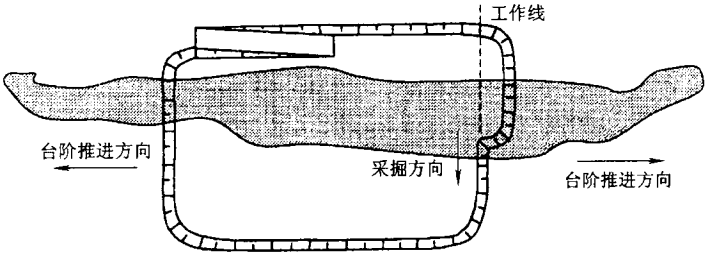



图 6－6－27　横向工作面布置示意图

扇形布置时，工作线与矿体走向不存在固定的相交关系，而是呈扇形向四周推进（图 6－6－28）。这种布置方式灵活机动，充分利用了汽车运输的灵活性，可使开采工

作面尽快到达矿体。

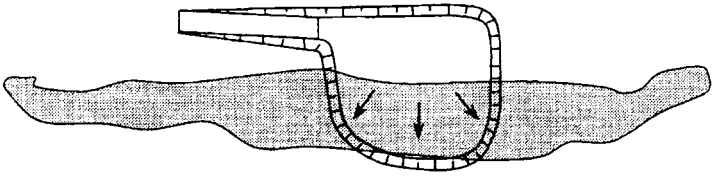


图 6－6－28　扇形工作面布置示意图

## 第五节　采场扩延过程与布线方式

一个台阶的水平推进，使其所在水平的采场不断扩大，并为其下面台阶的开采创造条件；新台阶工作面的拉开，使采场得以延深。台阶的水平推进和新水平的拉开，构成了露天采场的扩展与延深。

### 一、采场扩延过程的一般描述

假设一露天矿最终境界内的地表地形较为平坦，地表标高为 200m，台阶高度为 12m。图 6－6－29 是该露天矿扩延过程示意图。首先在地表境界线的一端沿矿体走向掘沟到 188m 水平（图 6－6－29a）。出入沟掘完后在沟底以扇形工作面推进（图 6－6－29b）。当 188m 水平被揭露出足够面积时，向 176m 水平掘沟，掘沟位置仍在右侧最终边帮（图 6－6－29c）。之后，形成了 188～200m 台阶和 176～188m 台阶同时推进的局面（图 6－6－29d）。随着开采的进行，新的工作台阶不断投入生产，上部一些台阶推进到最终边帮（即已靠帮）。若干年后，采场现状变为如图 6－6－29e 所示。当整个矿山开采完毕时便形成了如图 6－6－29f 所示的最终境界。

从图 6－6－29 可以看出，在斜坡道之间留有一段水平（或坡度很缓的）道路，称为缓冲平台。缓冲平台的作用是减少陡坡的持续长度，以免重车在陡坡上连续行驶时间过长，引起引擎过热和加速机械磨损；同时也避免下坡连续刹车时间过长，使汽车制动鼓发热，造成可能的车速失控，发生车祸。缓冲平台的坡度一般不大于 3%，长度在 80m 左右。实际生产中可能每隔几个台阶留有一段缓冲平台。连续陡坡坡长随道路纵坡坡度增加而减小，当纵坡坡度为 8%左右时，连续陡坡坡长应限制在约 350m 以内。

### 二、布线方式

图 6－6－29 所示的采场扩延过程的一个特点是，台阶的出入沟沿最终边帮成螺旋状布置，故称为螺旋布线。这种布线方式的特点主要有：

(1) 螺旋线弯道半径大，线路通视条件好，汽车直进行驶，不需经常改变运行速

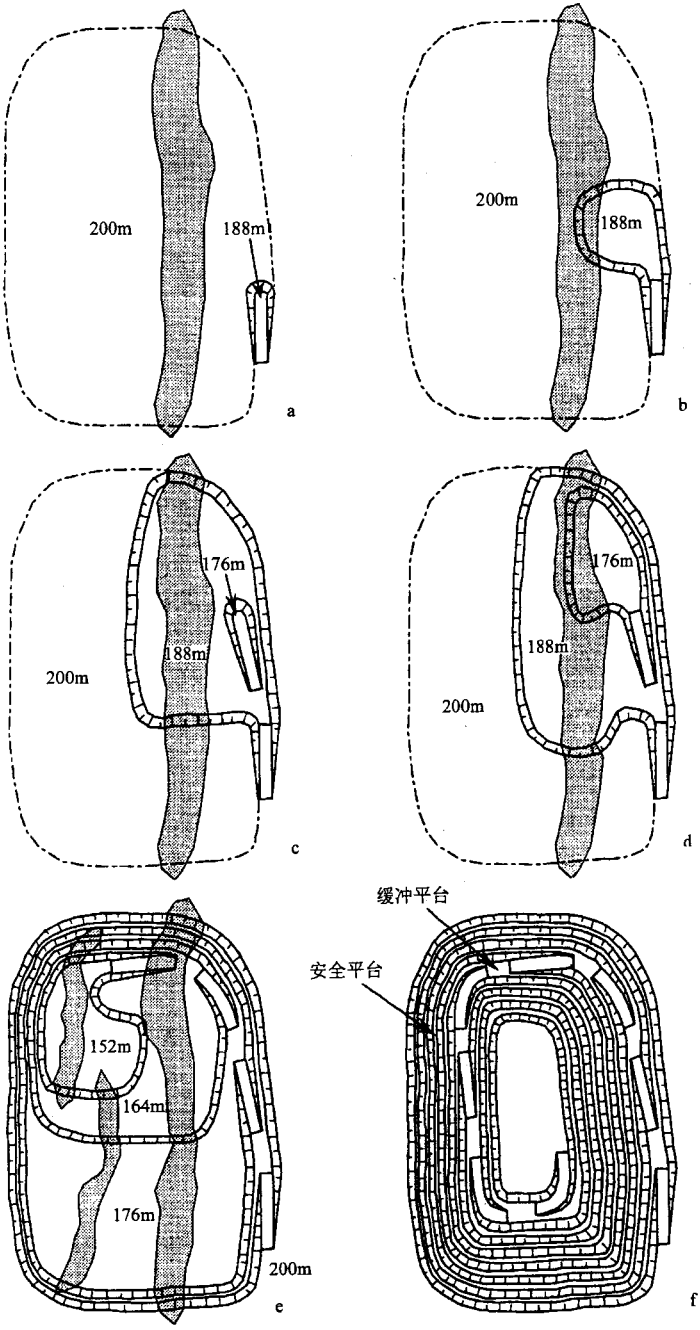



图 6－6－29　采场扩延过程示意图

度，道路通过能力强；

（2）工作线的长度和推进方向会因采场条件的变化而发生变化，生产组织较为复杂；

(3) 各开采水平之间有一定的影响，新水平准备和采剥作业程序较为复杂；

(4) 要求采场四周边帮的岩体均较为稳固。

有的矿山将出入沟以迂回形式布置在采场一侧的非工作帮上，称为迂回布线（图 6－6－30）。迂回布线要求布线边帮的岩石较为稳固，地质条件允许时，一般将迂回线路布置在矿体下盘的非工作帮上，这样可以使工作线较快接近矿体，减少初期剥岩量。迂回线路布置在矿体上盘非工作帮时，虽然工作线到达矿体的时间长，但可减少矿石的损失和贫化。当然，视具体条件也可将迂回线路布置在采场的端帮。线路迂回曲线的半径必须大于汽车运行的最小转弯半径，故在迂回区段需留较大的台阶宽度。在生产规模大、服务年限长的矿山，其选厂和废石场不在采场的同一方向或分散设置废石场时，为了分散矿岩运量，缩短运输距 离，减少运输干扰，可同时布置两套或更多迂回线路，增加出入沟数目。但线路增多会减缓最终帮坡角，增加最终境界内的平均剥采比。与螺旋布线相比，采用迂回布线时，开采工作线长度和方向较为固定，各开采水平间相互影响小，故生产组织管理简单，但行车条件不如螺旋布线。有些矿山采用上部迂回布线、下部螺旋布线的所谓”联合布线”形式。采用联合布线的矿山，往往是由于采场下部尺寸小，迂回布线发生困难。

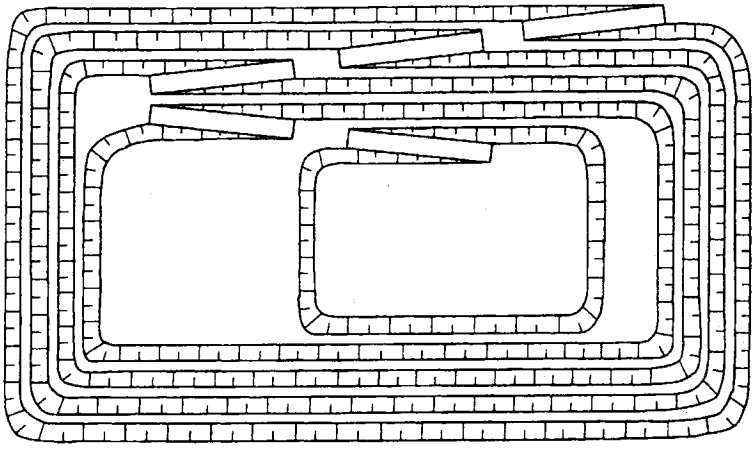


图 6－6－30　迂回式布线示意图

图 6－6－29 所示的采场扩延过程的另一特点是，每一新水平的掘沟位置选在最终边帮上，出入沟固定在最终边帮上不再改变位置。这种布线方式称为固定式布线。由于矿体一般位于采场中部（缓倾斜矿体除外），固定布线时的掘沟位置离矿体远，开采工作线需较长时间才能到达矿体。为尽快采出矿石，可将掘沟位置选在采场中间（一般为上盘或下盘矿岩接触带），在台阶推进过程中，出入沟始终保留在工作帮上，随工作帮的推进而移动，直至到达最终边帮位置才固定下来。这种方式称为移动式布线。采用移动式布线时，台阶向两侧推进或呈扇形推进（图 6－6－31）。无论是固定式布线还是移动式布线，新水平准备的掘沟位置都受到一定的限制，这在固定螺旋式布线时尤为明显。这种限制会使新水平准备延缓，影响开采强度。在实践中，可充分利用汽车运输灵活机动的特点，以掘进临时出入沟的方式，尽早进行新水平准备。临时出入沟一般布置

在既有足够的空间又急需开采的区段（图 6－6－32a）。临时出入沟到达新水平标高后，以短段沟或无段沟扇形扩展（图 6－6－32b）。临时出入沟一般不随工作线的推进而移动。当固定出入沟掘进到新水平并与工侗面贯通后，汽车改用固定出入沟，临时出入沟随工作线的推进而被采掉（图 6－6－32c）。

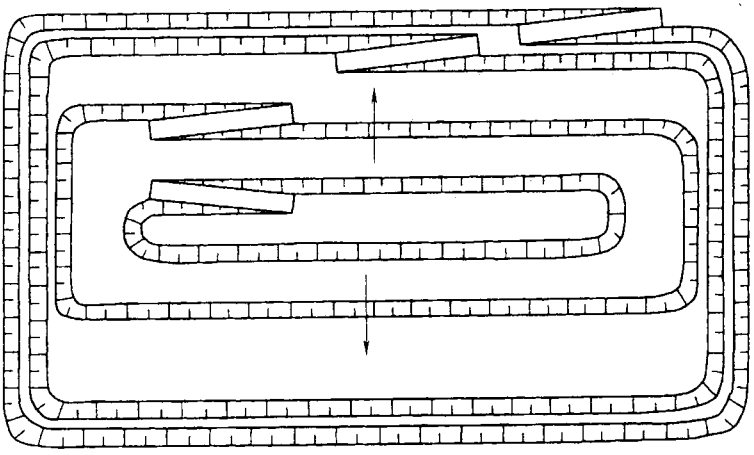


图 6－6－31　移动式布线示意图

## 三、并段

图 6－6－29 所示的采场扩延过程中，每一台阶推进到最细边帮时，均与上部台阶之间留有安全平台。在实际生产中，常常在最终边帮上每隔两个或三介台阶留一个安全平台，将安全平台之间的台阶合并为一个“高台阶”，称为并段。图 6－6－32c 中，152～164m 台阶与 164～176m 台阶在上侧最终边帮实行了并段。由于并段后台阶的高度增加，石块滚落到安全平台上的滚落速度也加大，故实行并段后的安全平台宽度应适当加宽。一般是每并入一个台阶，安全平台的宽度增加 1/3 左右。选择安全平台的宽度时，还应考虑最终帮坡角的要求。若依据滚石安全要求所设置的安全平台宽度，使最终帮坡角大于最大允许帮坡角时，需增加安全平台宽度。

# 第六节　帮坡形式与帮坡角

在采场的扩延过程中，会形成各式各样的帮坡。本节对帮坡角及其经济内涵、增加工作帮坡角的途径、各种帮坡角的计算进行较详细的论述。

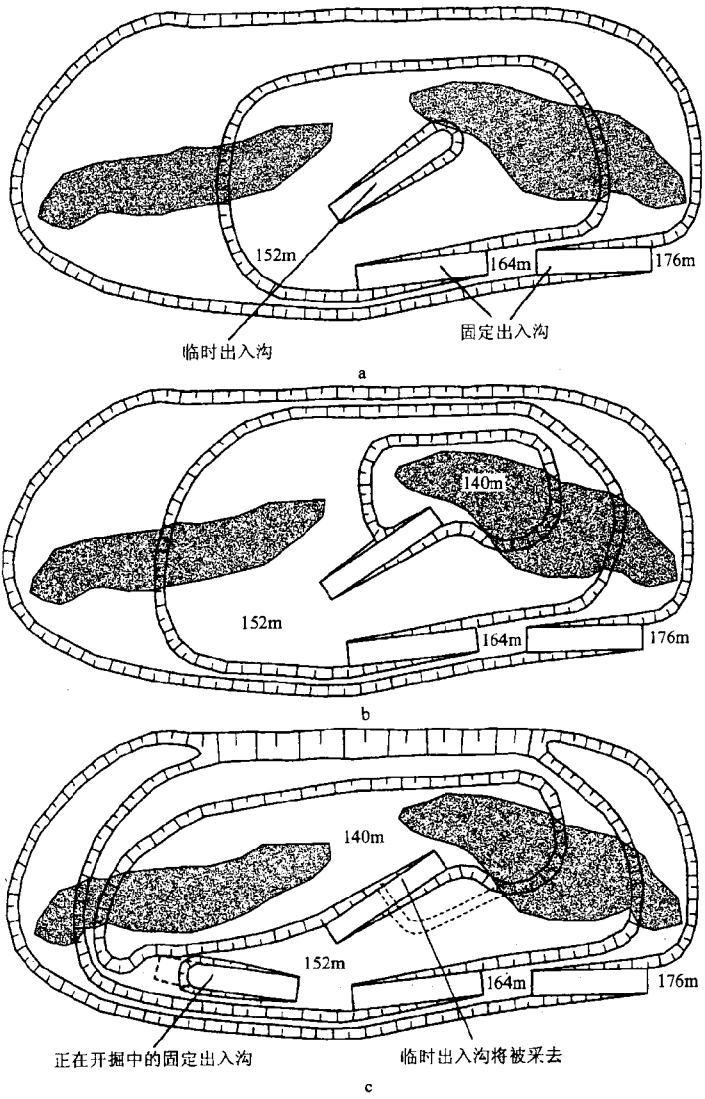



图 6－6－32　采用临时出入沟的采场扩延过程示意图

## 一、工作帮坡角

工作帮是由工作台阶组成的边帮，并随台阶的推进而向最终边帮（非工作帮）靠近。工作帮坡角在西方国家一般定义为最上一个工作台阶的坡顶线与最下一个工作台阶的坡底线连成的假想斜面与水平面的夹角（图 6－6－33）。若工作帮由 n 个相邻的工作台阶组成，且王－作平盘宽度相等，工作帮坡角（$\theta$）可由下式计算：

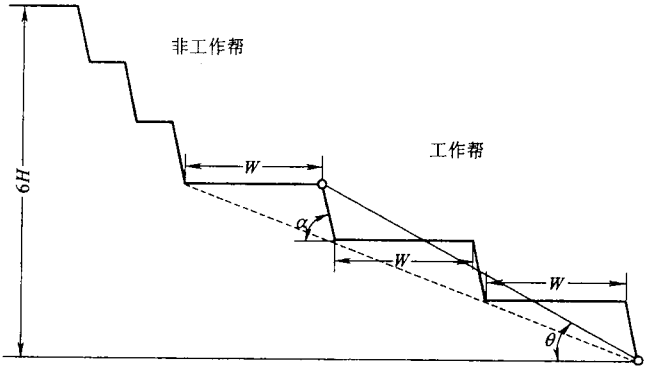



图 6－6－33　工作帮与工作帮坡角

$$\theta = \arctan \frac{nH}{(n-1)\ W + \dfrac{nH}{\tan\alpha}}$$

(6－6－11)式中，H 为台阶高度；W 为工作平盘宽度；α 为台阶坡面角。

实际生产中各工作平盘的宽度一般不相等，式（6－6－11）变为：

$$\theta = \arctan \frac{nH}{\sum_{i=1}^{n-1} W_i + \dfrac{nH}{\tan\alpha}} \qquad (6-6-12)$$

式中，$W_i$ 为从最下部工作台阶算起第 i 个工作平盘的宽度。最上部工作平盘宽度不参与运算。

工作帮坡角在我国一般定义为最上一个工作台阶的坡顶面内沿线与最下一个工作台阶的坡底线连成的假想斜面与水平面的夹角（图 6－6－34 中的虚线）。在这一定义下，最上部工作平盘宽度也参与运算，式（6－6－11）和式（6－6－12）分别变为式（6－6－13）和式（6－6－14）。为叙述方便，以下均采用第一种定义。

$$\theta = \arctan \frac{nH}{nW + \dfrac{nH}{\tan\alpha}} = \frac{H}{W + \dfrac{H}{\tan\alpha}} \qquad (6-6-13)$$

$$\theta = \arctan \frac{nH}{\sum_{i=1}^{n} + \dfrac{nH}{\tan\alpha}} \qquad (6-6-14)$$

设图 6－6－33 中三个工作平盘的宽度均为 40m，台阶高度为 12m，台阶坡面角为 70°，则由式（6－6－11）求得工作帮坡角为 $\theta = 21.14°$。

工作帮坡角对露天矿开采寿命期内的剥岩量变化有很大的影响。图 6－6－34 身所示是矿体规整、在上盘矿岩接触带掘沟、向两侧推进时的采剥关系示意图。图中将台阶式的工作帮简化为一条直线。可以看出，当采到第三条带时，要想采出矿量 ΔT，必须剥离岩石量 ΔV。在开采过程中，由于矿体规整，每一条带的矿量基本保持不变，但所需的剥岩量先是随着采场的延深而增加，采到第五条带（$H_1$ 深度）时达到最大值，而后逐年下降。如果采用如图中虚线所示的陡工作帮，则前期的剥岩量大大降低，峰值的

到来将大大推迟（推迟到 $H_2$ 深度）。若工作帮坡角等于最终帮坡角，剥岩量将随采场的延深单调增加，剥岩高峰推迟到最后。因此，工作帮越缓，前期剥岩量越大，基建投资越高，基建周期越长。由于资金的时间价值，前期剥岩量的增加会降低整个矿山的经济效益。所以，从动态经济观点出发，工作帮坡角应尽量陡一些。

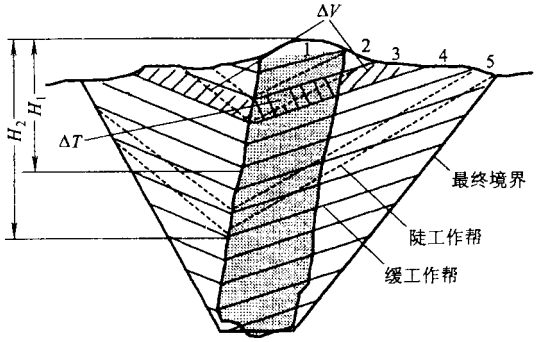



图 6－6－34　剥岩量－工作帮坡角关系示意图

增加台阶高度或减小工作平盘宽度可以使工作帮坡角变陡。然而，台阶高度受到设备规格和开采选别性的制约，没有多大的变化余地；工作平盘的宽度又必须满足采运设备所需的作业空间的要求，并保持较高的设备作业效率，可减小的幅度也非常有限（即使采用前面所述的最小工作平盘宽度，工作帮坡角仍较缓）。采用组合台阶开采是提高工作帮坡角的有效方法。

## 二、组合台阶

组合台阶是将若干个（一般 4 个左右）台阶组成一组，划归一台采掘设备开采。这组台阶称为一个组合单元。图 6－6－35 所示是四个台阶组成的一个单元。在组合单元中，任一时间只有一个台阶处于工作状态，保持正常的工作平盘宽度，其他台阶处于待采状态，只保持安全平台的宽度。

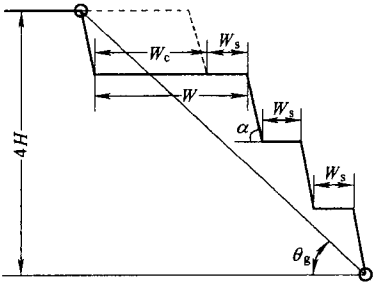



图 6－6－35　组合台阶开采中的一个组合单元

组合台阶开采只有当采场下降到一定的深度后才能实现。如果采场空间允许，可以

在不同区段布置多台采掘设备，同时进行组合台阶开采；也可视工作帮的高度，在同一区段垂直方向上布置多个组合单元。组合台阶开采常用于分期开采的扩帮工作（分期开采将在后面介绍）。

组合单元内的工作帮坡角一般定义为单元内最上一个台阶的坡顶线与最下一个台阶的坡底线连成的斜面与水平面之间的夹角，计算公式为：

$$\theta_g = \arctan \frac{nH}{(n-2)\ W_s + W + \frac{nH}{\tan\alpha}} \qquad (6-6-15)$$

式中，$n$ 为组合单元中台阶的数目；$W_s$ 为安全平台的宽度；$W$ 为工作平盘宽度。假设：$n=4$，$H=12m$，$W_s=10m$，$W=40m$，$\alpha=70°$，则求得 $\theta_g=31.78°$

## 三、各种帮坡形式

图 6－6－36 所示是在开采过程中形成的由 6 个台阶组成的一段帮坡，每一台阶均保持安全平台宽度（$W_s$）。从最上一个台阶的坡顶线到最下一个台阶的坡底线的斜面与水平面的夹角（$\theta$）称为该段边帮的总帮坡角，其计算式与式（6－6－11）相同，只需将式中的 $W$ 换成 $W_s$ 即可。设 $W_s=10m$，$H=12m$，$\alpha=70°$。则得 $\theta=43.37°$。

如果图 6－6－36 中的剖面通过一宽度为 $W_R$ 的斜坡道，斜坡道在该剖面上位于第三台阶的中腰，该段边帮变为图 6－6－37。建议读者画出这段边帮的水平投影草图。图 6－6－37 中的 $\theta$ 仍为总帮坡角。道路将整段边帮分为 AC 和 DB 两段，图中 $\theta_1$ 和 $\theta_2$ 称为路间帮坡角。若 $W_R=30m$，其他数据不变，则 $\theta=34.13°$，$\theta_1=44.14°$，$\theta_2=42.84°$。可见，在边帮上加入运输道路会使总帮坡角变缓许多（本例中变缓了约 9°）。若该段帮坡是最终边帮，帮坡角的变缓意味着需多剥离大量的岩石。这一简单的例子说明，在设计最终境界时，最终帮坡角的选取应考虑到运输道路的布置情况。

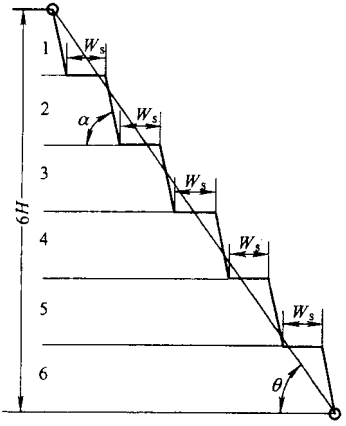



图 6－6－36　一段边帮

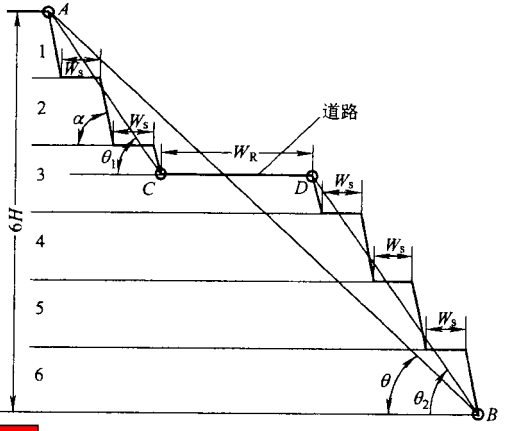



图 6－6－37　具有道路的一段边帮

若图 6－6－36 所示的边帮上有一个台阶是工作台阶，边帮将变为如图 6－6－38 所

示。工作台阶对帮坡角的影响与道路相似。若这 6 个台阶是组合开采中的一个组合单元，那么，该段边帮的总帮坡角（$\theta$）即为前面提到的组合单元工作帮坡角（$\theta_g$）。工作平盘上下两段的帮坡角（$\theta_1$ 和 $\theta_2$）有时也称为路间帮坡角。若其他的数据不变，工作平盘宽度 $W = 40m$，则 $\theta = 34.13°$，$\theta_1 = 52.02°$，$\theta_2 = 45.32°$。

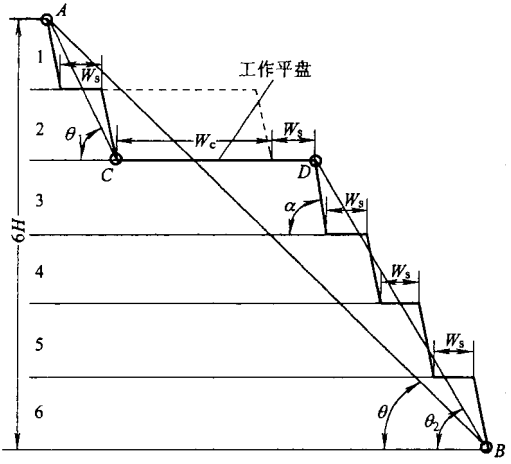



图 6－6－38　具有一个工作台阶的一段边帮

更复杂的边帮是既有工作台阶又有道路，如图 6－6－39 所示。读者可利用前面的有关数据计算总帮坡角和路间帮坡角。

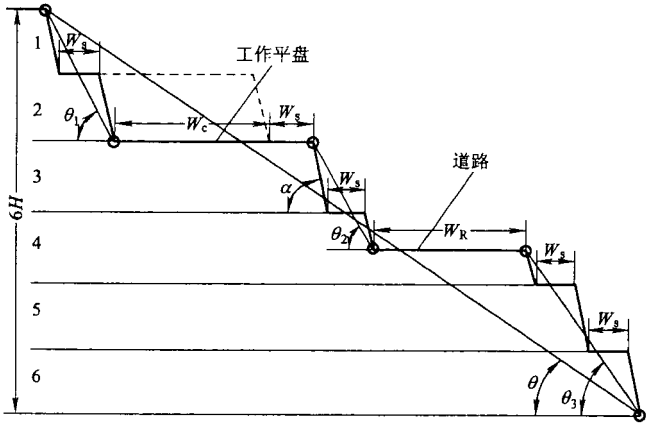



图 6－6－39　具有工作台阶和道路的一段边帮

若将图 6－6－36 中的 6 个台阶沿垂直方向平分为两个组合单元进行组合台阶开采，边帮变为图 6－6－40。单个组合单元的工作帮坡角可用式（6－6－15）计算。利用前面的数据，计算结果为 $\theta = 27.86°$，$\theta_g = 29.70°$。

图 6－6－41 是实行三台阶并段的最终边帮。若坡面角 $\alpha = 70°$，台阶高度 $H = 12m$，安全平台宽度 $W_s = 17m$，则该段边帮的总帮坡角为 $\theta = 59°$。若某一露天矿最终境界深为

42 个台阶高度（即 504m），采用这样的安全平台宽度和并段方式，不考虑运输道路时，最终帮坡角可达 51.25°。如果不实行并段，每一台阶都留 7m 宽的安全平台，同一露天矿的最终帮坡角为 46.97°。

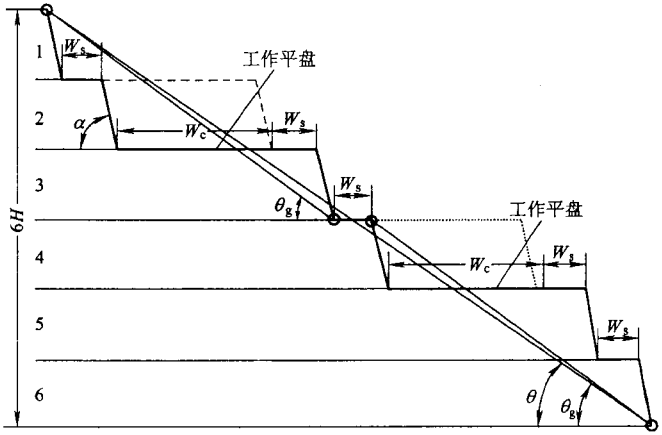



图 6－6－40　组合台阶开采工作帮

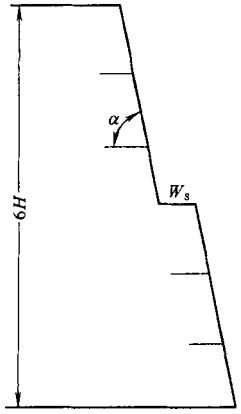



图 6－6－41　实行并段的最终边帮

## 第七节　生产剥采比

生产剥采比是露天生产过程中某一时段（或某一开采区域）内的岩石量与矿石量之比。常用的生产剥采比的单位有 $m^3$（岩石）/$m^3$（矿石）、t（岩石）/t（矿石）、$m^3$（岩石）/t（矿石）。如图 6－6－42 所示，生产剥采比一般是按工作帮坡计算的、采场下降一个台阶采出的岩石量与矿石量之比，即 $V_H/T_H$。为了与下面将要提到的其他生产剥采比相区别，这里将图 6－6－42 所示的生产剥采比称为几何生产剥采比，记为 $SR_H$。

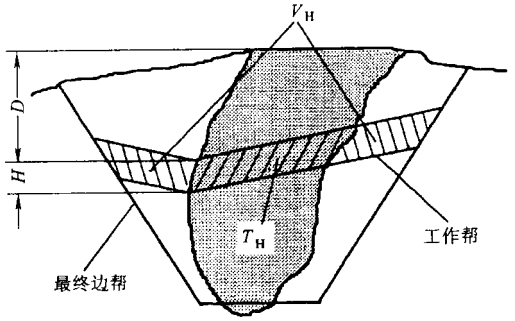



图 6－6－42　几何生产剥采比

从图 6－6－42 中可以看出，一般情况下，几何生产剥采比先随采场的降深而增加，在某一深度达到最大值，然后随深度的增加而减小。在矿体形态较复杂的矿山，几何生产剥采比随采场深度变化的曲线可能出现几个峰值。

累积生产剥采比是指从开采开始到某一深度（或时间）累积采出的岩石量与矿石量之比，记为 $SR_c$。如图 6－6－43 所示，采场下降到深度 D 时的累积生产剥采比为 $SR_c = V_D/T_D$。

在编制采掘计划时，往往需考虑剥采比的逐年变化情况，并采取措施（如改变台阶的推进方向、调整工作面的布置方式、调整工作平盘宽度等），尽量避免剥采比的大幅度波动。因此，年生产剥采比是编制采掘进度计划时最常用的生产剥采比。顾名思义，年生产剥采比（$SR_y$）是某一年内采出的岩石量（$V_y$）与矿石量（$T_y$）之比，即：$SR_y = V_y/T_y$。

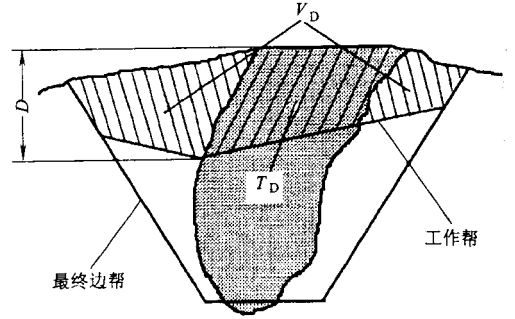



图 6－6－43　累积生产剥采比

从设备管理（包括备品备件）和生产组织的角度，生产剥采比在生产过程中的波动越小越好。这样可以保持较稳定的设备数量、备品备件的库存量、机修设施的能力以及设备操作和维护人员队伍。因此，在生产计划中常进行所谓的剥采比均衡，以得到较稳定的生产剥采比。然而，对于一定的矿体形态、最终境界和开采方式，剥采比均衡的结果往往是将剥离高峰处的岩石提前剥离。图 6－6－44 中曲线 A 是不进行剥采比均衡的生产剥采比随时间变化的曲线。在“极限均衡状态”，即均衡后的生产剥采比是一常数

时（图中的直线 B），需要将高峰期的剥岩量 $V_p$ 提前到 $V'_p$ 剥离。由于资金的时间价值，大量提前剥离会降低总体经济效益。因此，在提前剥离所带来的经济效益损失与剥采比均衡所能带来的好处之间应进行成本—效益分析，以确定每年的最佳生产剥采比。这是一个生产剥采比的优化问题，采矿优化界已研究出基于动态规划的剥采比动态优化算法。应用这些算法，可求出在满足每年矿石目标产量的条件下，使矿山生产的总体经济效益达到最大的最佳年生产剥采比。优化后的生产剥采比曲线一般位于 A 与 B 之间（图 6－6－44 中曲线 C）。

在生产实践中，常常将矿山生产寿命分为几个均衡期，在每个均衡期内将生产剥采比均衡为常数。PV 曲线可用于均衡生产剥采比。PM 曲线是矿山开采过程中累积采矿量和累计剥离量的关系曲线，如图 6－6－45 所示。PV 曲线上某点处的斜率即为开采至该点时的生产剥采比，PM 曲线斜率的变化反映了生产剥采比的变化。PV 曲线法均衡生产剥采比的一般步骤为：

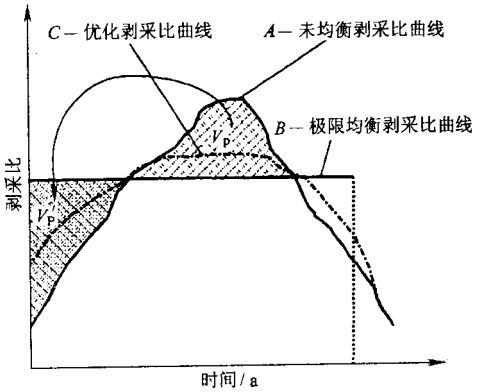



图 6－6－44　剥采比均衡示意图

第一步：在矿山开采发展程序确定后，基于最大工作帮坡角（即工作平盘仅保持最小工作平盘宽度）计算出采场延深至各水平的采矿量与剥离量；

第二步：以累计矿石量为横坐标、累计剥离量为纵坐标，绘出 PV 曲线；

第三步：依据 PV 曲线变化趋势并综合考虑其他有关因素，或依据剥采比优化结果，确定均衡期；

第四步：在 PV 图上进行生产剥采比均衡。由于在生产实践中工作平盘宽度不能小于最小工作平盘宽度，实际的累计剥离量在任何时候都不能小于 PV 曲线上对应点 的累计剥离量。所以，均衡后的 PV 曲线必须位于原 PV 曲线的上方。图 6－6－45 中折线 ABCD 是分三个均衡期的一个均衡方案，三个均衡期内的均衡生产剥采比分别为线段 AB、BC 和 CD 的斜率。往往需要比较若干个均衡方案才能得到满意的均衡结果。

利用 PV 曲线法进行生产剥采比均衡，需要在各水平分层平面图上标出按最大工作帮坡角发展的推进线，计算采矿与剥离量，绘图和计算很繁琐。所以，在实践中常以最大的相邻几个分层的平均剥采比作为均衡生产剥采比进行均衡。

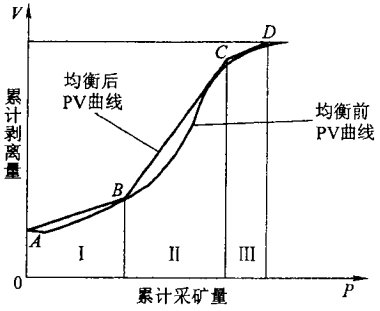



图 6－6－45　PV 图上均衡生产剥采比

## 第八节　分期开采

在前面图 6－6－29 所描述的开采过程中，工作帮沿水平方向一直推进到最终开采境界，这种开采方法称为全境界开采法。由于工作帮坡角一般比最终境界帮坡角缓得多，所以全境界开采的初期生产剥采比高，大型深凹露天矿尤为如此。全境界开采法的缺点是基建时间长、初期投资多，故仅适用于埋藏较浅、初期剥采比低、开采规模较小的矿山。

与全境界开采方法相对应的是分期开采。所谓分期开采，就是将最终开采境界划分成几个小的中间境界（称为分期境界），台阶在每一分期内只推进到相应的分期境界。当某一分期境界内的矿岩将近采完时，开始下一分期境界上部台阶的采剥，即开始分期扩帮或扩帮过渡，逐步过渡到下一分期境界内的正常开采。如此逐期开采、逐期过渡，直至推进到最后一个分期境界，即最终开采境界。

图 6－6－46 是分期开采概念示意图。从图中可以看出，由于第一分期境界比最终境界小得多，所以初期剥采比大大降低，从而减小了初期投资，提高了开采的整体经济效益。

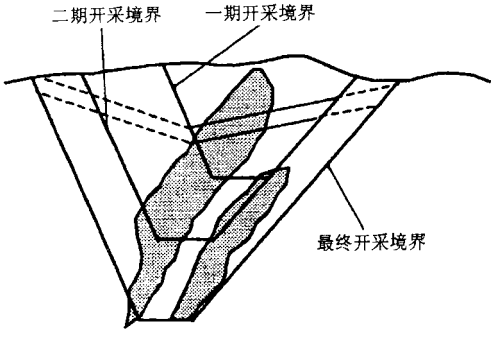



图 6－6－46　分期工采示意图

分期开采的另二个重要优点是可以降低由最终境界的不确定性所带来的投资风险。一个大型露天矿一般具有几十年的开采寿命，在进行可行性研究（或初步设计）时确定的最终境界在几十年以后才能形成。在科学技术飞速发展、经济环境不断变化的今天，几十年后的开采技术（包括设备）和经济环境与开采初期相比将有很大的差别，这意味着在优化开采境界时采用的技术、经济参数在一个时期后将不再适用，最初设计的最终开采境界也不再是最优境界，甚至是一个很糟糕的境界。因此，最终开采境界的设计应当是一个动态的过程，而不应是一成不变的。一开始就将台阶推进到最终境界是高风险的、不明智的。

若采用分期开采，最初设计的各分期境界（除第一分期境界之外）都是参考性质的。在一个分期将要开采完毕，向下一分期过渡时，可充分利用在开采过程中已获得的矿床地质资料和当时的技术、经济参数，对矿床未开采部分建立新的矿床模型，对未来的分期境界（尤其是下一分期境界）做更适合当时的技术和经济条件的优化设计。依此类推，直至开采结束。

实践证明，许多大型露天矿最终形成的开采境界与可行性研究（或初步设计）阶段设计的境界有较大的差别。采用分期开采，对境界实行动态优化，大大降低了最终境界随时间的不确定性可能带来的经济损失。

分期开采对生产技术手段和管理水平要求较高，这主要体现在从一个分期向下一个分期的过渡上。分期间的过渡时间尤为重要；若过渡得太早，则会增加前期剥岩量，与分期开采的目的相悖；若过渡得太晚，因下一分期境 ，界上部台阶没有矿石或矿石量很少，而其下部台阶还未被揭露，当前分期的开采却已经结束，从而造成一段时间内减产、甚至是停产剥离的被动局面，这是重大的生产技术事故。所以，在编制采剥计划时，必须对各分期间的过渡时间以及过渡期内的生产进行全面、周密的计划，并在实施中实行严格的生产组织管理。

分期之间的过渡时间应根据相邻分期境界的大小及形态、矿体的赋存条件与形态、矿石的品位分布、矿山的采剥生产能力、开采强度等因素综合确定。总的原则是既要确保矿山生产的连续性、满足选厂对矿石产量与质量的要求，又要避—免无为的提前过渡。这一准则可用图6－6－47加以说明。当第一分期工作帮推进到 $B_1C_1D_1$ 时，开始在第二分期境界的上部（$A_1A_2$ 和 $E_1E_2$）区段进行扩帮过渡。第一分期的正常开采与第二分期的扩帮过渡分别在不同水平独立作业，二者间留有较陡的工作帮。如果过渡开始时间选择得当，过渡时期的生产组织得力，第一期正常开采结束时（即工作帮推进到 $C_2F$ 时），在区段 $A_2A_1C_2B_2$ 和 $E_1E_2D_2F$ 的扩帮工作也恰好结束，从而顺利地过渡到第二分期。这是最理想的过渡。

从理论上讲，可以利用最终帮坡角、工作帮坡角、分期境界边帮间的水平距离、开采下降速度、扩帮能力、采选生产能力等参数，通过几何推导得出扩帮开始时间。但由于大部分矿山的矿体赋存条件较为复杂、境界形态不规则等原因，纯几何计算公式的应用价值很小。只有通过建立矿床模型，应用优化方法对开采顺序进行全面优化，才能真正解决问题。

分期过渡中的扩帮通常采用组合台阶开采。在不同的扩帮区段，可以根据扩帮强

度、分期境界边帮间的水平距离和采场形态，灵活安排扩帮工作面，并保持较陡的工作帮坡角。图 6－6－48 是在扩帮区段分两个组合单元、以组合台阶形式进行扩帮的示意图。

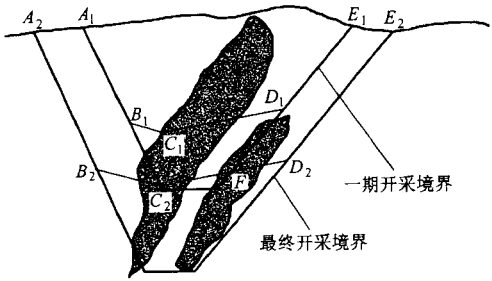



图 6－6－47　分期过渡示意图

在某些矿山，相邻两个分期境界边帮间的水平距离小，不能像图 6－6－48 所示的那样，在垂直方向上划分多个组合单元，在一个扩帮区段只能安排一个工作面自上而下进行扩帮。如果扩帮强度不够，可以在一个扩帮区段采用”尾追式”布置两个工作面（图 6－6－49）。这种在一个扩帮区段不分组（也可以看作只分一组）的扩帮方式，有时称为自上而下扩帮法。当然，若对扩帮强度要求低，即使可以在两分期境界边帮之间布置一个以上的组合单元，也可只用一台电铲在一个扩帮区段实施自上而下扩帮。这时，若在两个分期境界的边帮之间实行一次推进的工作面太宽，或一次推进下降的速度太慢，可以沿境界边帮纵向分条带进行。例如，在图 6－6－48 所示的情况下实行自上而下扩帮时，可分两个条带进行，即图中点划线左右侧各为一个条带。

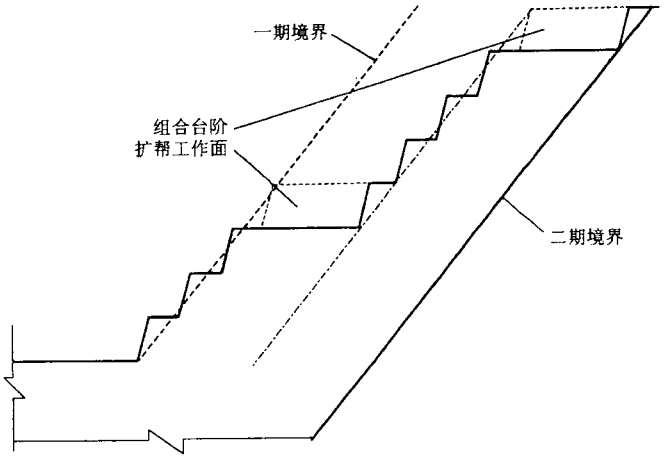



图 6－6－48　分期开采组合合阶扩帮示意图

在另外一些矿山，由于矿体赋存条件和地形等因素，设计的分期数目多，每一分期开采时间短，扩帮是连续进行的，即在当前分期正常开采的一开始，向下一分期的扩

帮工作就已经开始。这样，正常开采与扩帮始终同时进行。如图 6－6－50 所示，正常开采Ⅰ的同时在 1 处扩帮；正常开采Ⅱ时，在 2 处扩帮，依此类推。这种开采方式称为扩帮开采。

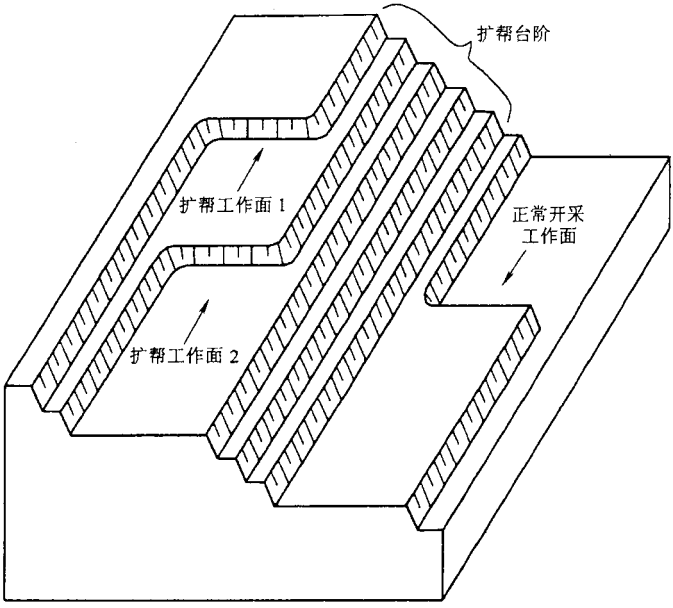



图 6－6－49　尾随工作面至上而下扩帮示意图

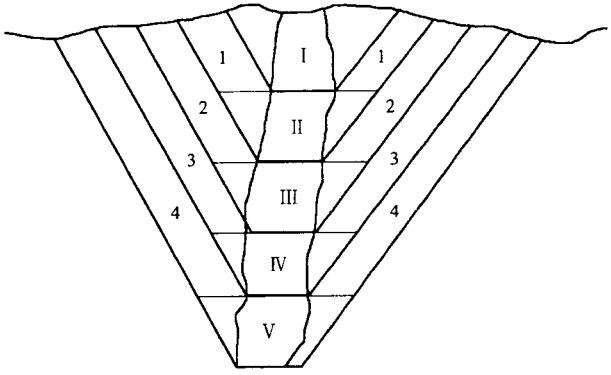



图 6－6－50　扩帮开采示意图

分期开采较全境界开采更符合躇天矿建设与生产发展规律，在国外得到十分广泛的应用。我国一些露天矿也采用了分期开采。对分期开采的整体经济效益影响最大的四个参数是：

（1）最佳分期数；

（2）各分期境界的最佳位置、大小和形状；

（3）相邻分期间的最佳过渡时间；

（4）分期内和分期间的最佳开采顺序。

对以上四大参数的优化是采矿优化界的一个重要研究课题，并已取得了一定的研究成果。感兴趣的读者可参阅书后所列的有关论文。

# 第七章　露天矿床开拓

露天矿床开拓就是按照一定的方式建立地面与采矿场各生产水平之间的运输通路（即出入沟或井巷）。

露天矿床的开拓方法主要以运输方式作为分类的特征，而运输方式又与矿床埋藏的地质地形条件、生产规模和圈定的开采深度等因素有关。

按运输方式，我国金属露天矿采用的开拓方法可分为：①铁路运输开拓；②公路运输开拓；③斜坡卷扬开拓；④平硐溜井开拓。

## 第一节　铁路运输开拓

铁路运输开拓干线的坡度比较缓（一般不超过 35‰），由上一水平到下一水平的干线比较长，而金属矿床的走向长度一般又不很大，所以在实际中多采用折返干线开拓（又称“之”字形干线开拓），如图 6－7－1 所示。其特点是列车在干线运行时，需要经折返站改变运行方向。干线布置方式有固定干线和移动干线两种。

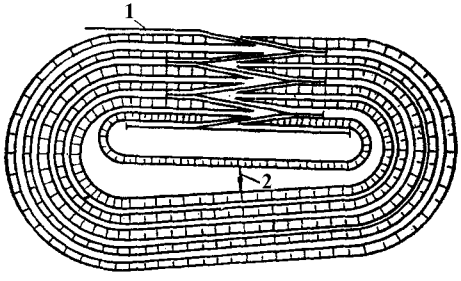



图 6－7－1　凹陷露天矿固定折返干线开拓

1—铁路；2—推进方向

### 一、固定折返干线开拓

固定折返干线可以布置在露天开采境界之内，也可以布置在开采境界之外。一般凹陷露天矿的固定折返干线，都布置在开采境界以内的最终边帮上（图 6－7－1）。在生

产过程中，该干线除向深部不断延深外不作任何移动。干线可以布置在顶帮，也可以布置在底帮，它主要决定于矿床的地质地形条件，并考虑到矿石的损失贫化、露天采矿场的基本建设期限以及地面卸矿点和排土场的位置等。在可能的情况下，干线布置在顶帮，使工作线由上盘向下盘推进，在矿岩接触带爆破时，矿岩混杂量较少，可以减少矿石的损失与贫化。当矿体倾角较小，为减少早期的剥离量以缩短基本建设期限，这时干线可布置在底帮，使工作线由下盘向上盘推进。

山坡露天矿在采矿场附近有较长的单侧山坡时，固定折返干线应布置在采矿场境界以外的端部（图 6－7－2）。当露天矿地形为孤立的山峰，并且折返干线布置在露天开采境界以内，若开采方向由上盘向下盘推进时，干线一般布置在下盘山坡上，反之则布置在上盘山坡上。图 6－7－3 是露天采矿场位于丘陵地带，矿体走向与山脊平行，采用下盘固定折返干线开拓，工作线由上盘向下盘推进。

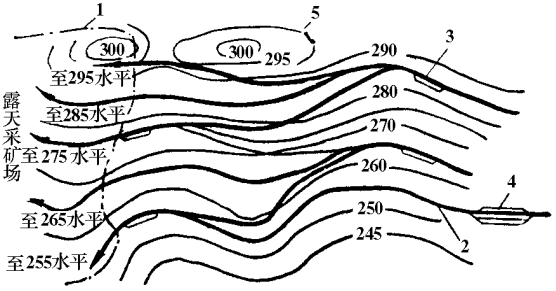



图 6－7－2　山坡露天矿端部固定折返干线开拓

1—开采境界；2—铁路；3—折返站；4—矿山站；5—地形等高线

山坡露天矿固定折返干线开拓与凹陷露天矿固定折返干线开拓的干线形成的区别，在于前者的干线是一次形成直到最高开采水平，而后者的干线是在生产中逐渐向下延深发展而成的。

固定折返干线开拓的工程发展顺序如图 6－7－4 所示。

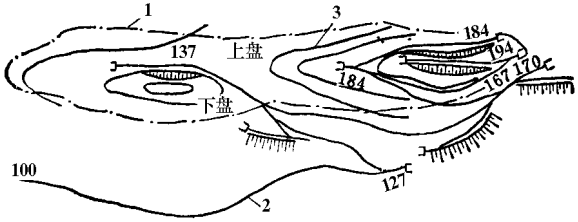



图 6－7－3　山坡露天矿下盘固定折返干线开拓

1—开采境界；2—铁路；3—地形等高线

从上一水平向下一水平掘进出入沟，接着在该水平掘进开段沟，然后扩帮使其达到一定宽度，为新水平掘沟创造条件，也就是说，新水平的沟顶至扩帮台阶坡底线的距离

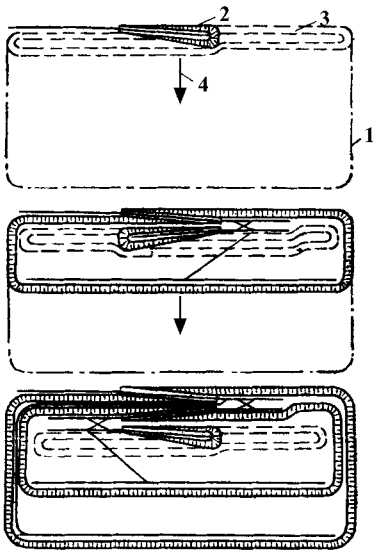



图 6－7－4　固定折返干线开拓的工程发展顺序

1—开采境界；2—出入沟；3—开段沟；4—推进方向；

不小于最小工作平盘宽度。

固定折返干线所在的边帮掘沟结束后就形成了，暴露的时间比较长，容易削弱边帮的稳定性。基建剥岩量较大，使建设期限加长。采剥工作线是单侧推进，从而使矿山生产能力和开采强度受到一定限制。但它的管理工作和生产工艺都比较简单。

固定折返干线一般多设在底帮上，这样可使基建剥岩量相应减少，采装工作线能较快地接近矿体。然而当受地形条件限制不宜设在底帮或为了减少开采中矿石的贫化、损失，则可将干线设在顶帮上。

## 二、移动干线开拓

移动干线是设在工作帮上，并在开采过程中不断改变位置，当它移动到开采境界的最终边帮时，就成为固定干线。其工程发展顺序如图 6－7－5 所示。移动干线布置在矿体与上盘或下盘围岩接触处，从段沟向两侧推进，直到两侧扩帮台阶的坡底线至新水平沟顶的距离均不小于最小工作平盘宽度，这时便开始新水平的掘沟工作。

由于移动干线在工作帮上通过，就把开采台阶切割成上、下两个三角台阶（图 6－7－6）。移动干线开拓和生产工艺特点主要体现在三角台阶的开采部位上。

开采三角台阶部位时，使穿孔、采装效率降低。与固定折返干线开拓相比，移动折返干线开拓增加了三角台阶区段的干线、装车线等移设工作量。

但是，移动干线开拓时，基建剥岩量小，基建投资少，能很快地建立起采矿工作线；它有两个工作帮，可同时向两侧推进，开采强度较大；对于开采境界尚未最后确定的露天矿，采用移动干线开拓有一定的适应性。

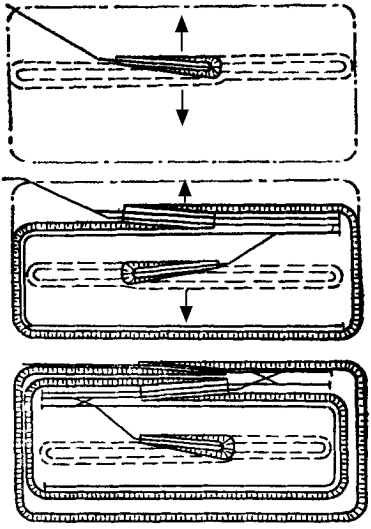


图 6－7－5　移动干线开拓工程发展序

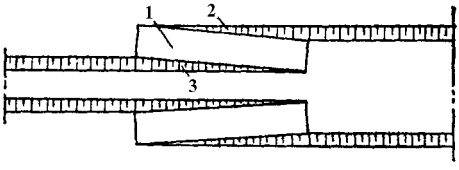



图 6－7－6　三角台阶

1—移动沟；2—上三角台阶；3—下三角台阶

从新水平准备来说，用固定干线开拓时，线路要从非工作帮绕到工作帮，这就要求采矿场底宽不小于 2 倍最小曲线半径的宽度。而金属露天矿一般采矿场较窄，特别是开采到深部时，底宽有时不能保证 2 倍最小曲线半径的宽度，这时可采用移动干线开拓，而上部仍用固定干线开拓。

采用折返干线开拓时，因列车需要在折返站停车换向，运输效率低。所以，在采矿场长度允许的条件下，应尽可能地减少折返次数。

## 第二节　公路运输开拓

公路运输开拓是现代露天矿广为应用的一种开拓方式。特别是有色金属露天矿以公路运输开拓为主要方式。公路运输开拓根据干线的布置方式可分为回返干线开拓和螺旋干线开拓。以汽车为主要运输设备。

## 一、回返干线开拓

回返干线与折返干线布置相仿，只是运输设备由一个水平至另一个水平经过具有一定曲线半径的回返平台改变行车方向，而不需要停车换向（图 6－7－7）。标准轨铁路运输所要求的曲线半径不小于 100～120 米，没有条件采用回返干线开拓。而汽车运输的曲线半径仅为 15～20 米左右，容易布线，所以在实际中汽车运输多用这种开拓方法。

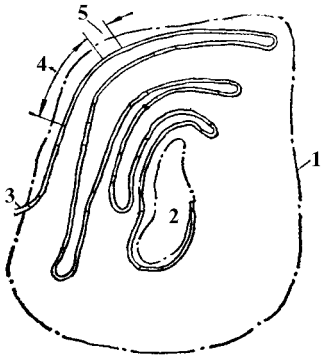



图 6－7－7　凹陷露天矿回返干线开拓

1—上部开采境界；2—底平面；3—公路；4—倾斜干线；5—连接平台

## 二、螺旋干线开拓

当露天采矿场的长和宽相差不大，矿体成块状时，为了克服汽车因回返减速而影响运输效率，可采用螺旋干线开拓。在凹陷露天矿采用螺旋干线开拓时，沟道是沿采矿场四周的边帮盘旋设置，汽车在干线上直进运行（图 6－7－8）。

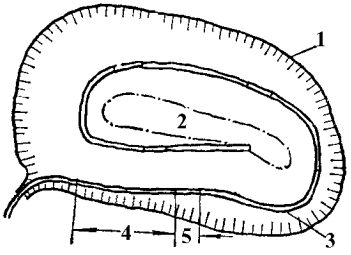



图 6－7－8　凹陷露天矿螺旋干线开拓

1—上部开采境界；2—底平面；3—公路；4—倾斜干线；5—连接平台

螺旋干线开拓的工程发展顺序如图 6－7－9 所示。在开拓每一个新水平时，开段沟的方向要与螺旋干线延伸方向一致，开段沟掘完后所形成的工作线以出入沟末端为固定

点呈扇形方式推进。每一个开采水平都是如此进行。螺旋干线开拓的工作线推进速度在其全长上是不等的，工作线长度和推进方向也经常在变化，因此给生产管理工作带来许多困难。

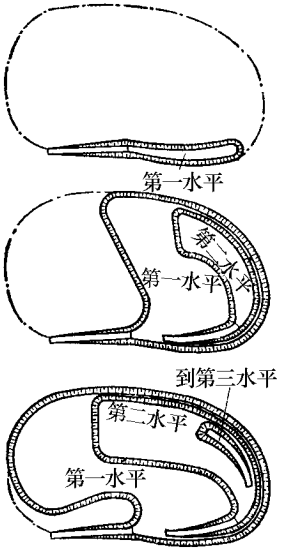



图 6－7－9　螺旋干线开拓工程发展顺序

用螺旋干线开拓时，由于上、下水平之间相互影响较大，使同时开采的台阶数减少，新水平的准备时间较长，因而矿山生产能力较低。干线布置在采矿场四周的边帮上，而不是在一侧的边帮上，使露天矿的剥岩量增加。所以，这种开拓方法在实际中单独使用的不多，有时与其他开拓方法配合使用。

## 第三节　斜坡卷扬开拓

在深凹露天矿和高山露天矿采用铁路运输和公路运输时，线路的展线很长，不但使运距增大，设备效率降低，而且使掘沟工程量和露天矿边坡的补充扩帮量增加，从而影响着矿山基建和生产的经济效果。此时采用斜坡卷扬或胶带运输开拓是一种有效的手段。

斜坡卷扬常用的运输设备是串车和箕斗。

### 一、斜坡箕斗卷扬开拓

斜坡箕斗卷扬是露天矿运输系统中的一个环节，需要其他运输设备给以配合。

在凹陷露天矿，箕斗道是设在开采境界内的非工作帮或端帮处（图 6－7－10），并

与边帮直交，箕斗道的倾角要根据采矿场的边坡角确定。箕斗道穿过非工作帮或端帮上的所有台阶，从而切断了各台阶的水平联系，为此需设跨线栈桥，转载工作就在该栈桥上进行。

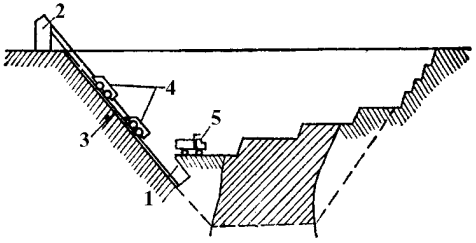



图 6－7－10　凹陷露天矿箕斗卷扬开拓

1—下部转载站；2—上部转载站；3—提升机道；4—箕斗；5—汽车

在采矿场内汽车或窄轨机车将矿石（或岩石）运至转载栈桥翻卸，经转载漏斗或矿仓装入箕斗，重载箕斗提升到地面卸入地面矿仓，然后再转运至卸载地点。在山坡露天矿，箕斗道一般设在露天开采境界以外，重载下放。

箕斗卷扬开拓沿非工作帮提升的距离短，生产能力大，基建投资少，运输经营费低。但是，它一般需要两次转载，运输工作复杂，采矿场内的转载设备随着开采深度下降而移设，延深时使露天矿生产受到一定影响。

这种开拓方法在各种生产规模的露天矿都可应用。特别是进入深部开采（开采深度超过 100 米）的露天矿，单一的铁路运输或公路运输的运距很大，运输效率下降，这时斜坡箕斗卷扬就更显出它的优越性。目前，所用的箕斗载重量为 10 ~ 50 吨。

## 二、斜坡串车卷扬开拓

斜坡串车卷扬用在坡度小于 25°的沟道内提升（或下放）矿岩，若坡度过陡，串车在运行过程中矿岩容易撒落。卷扬机道的位置，在深凹露天矿可布置在采矿场最终边帮的任意一帮上，视露天矿场外部运输条件和工作线推进方向而定（图 6－7－11）

由于沟道坡度较小，所以沟道常与边坡呈斜交布置（图 6－7－11）。串车沟道与各台阶之间用甩车道联系。在采场内用机车将重载列车运至甩车道，然后由斜坡卷扬运出。

斜坡串车卷扬开拓主要是用于窄轨运输的中、小型露天矿。所用的设备简单、轻便（矿车容积在 4 米$^3$ 以下），投资少、建设快。用这种开拓方法，矿岩年采掘总量可达 200 万吨左右。

对于地形坡度较缓、高差不大的山坡露天矿，还可以采用重力卷扬的开拓方案。重力卷扬是一种不需要动力的运输方式，采用双绳运输，用重车下放带动空车提升。

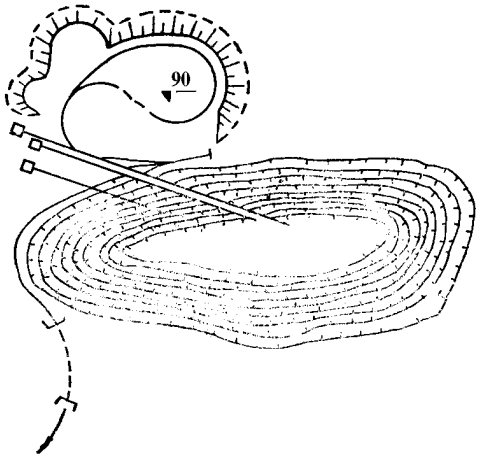



图 6－7－11　深凹露天矿斜坡串车提升开拓示意图

## 第四节　平硐溜井开拓

平硐溜井开拓是用溜井和平硐建立采矿场与地面间的运输通路（图 6－7－12）。专门用于开采山坡露天矿。它与斜坡卷扬开拓一样，不能独立完成矿石的运输任务，需与其他运输方式配合应用。在采矿场一般采用汽车或铁路运输。

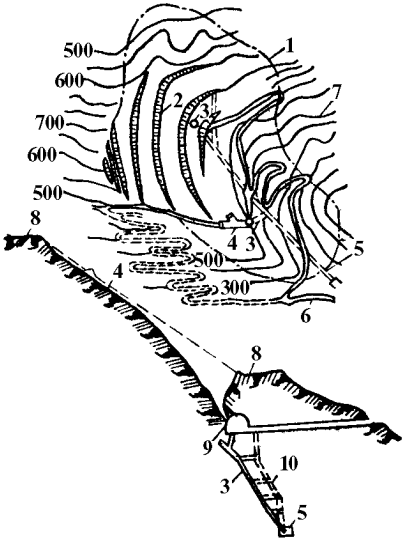



图 6－7－12　平硐溜井开拓

1—开采境界；2—工作台阶；3—溜井；4—明溜槽；5—平硐；6—公路；7—地形等高线；8—卸矿平台；9—碎矿机硐室；10—检查天井

溜井主要是用来溜放矿石的，而岩石则直接运至排土场排弃，只有不能直接运往排土场时，才用溜井溜放岩石。矿石从溜井下部的放矿口装入矿车，然后用机车牵引运出平硐至卸矿点。

溜井承担着受矿和放矿任务，它是运输系统中的关键环节。合理地确定溜井位置和结构要素，对保证矿山正常生产具有重要意义。

设置溜井的地段应保证：岩石稳固，没有断层穿过，地下水不大。如果不完全具备这些条件，而溜井仍要设在该地段时，则需对溜井采取加固和防水措施。此外，采场到溜井的运输距离要短，溜井和平硐的掘进工程量要少。

采矿场使用汽车运输时，一般是设置集中放矿溜井，溜井可布置在采矿场内或采矿场外，为了缩短运输距离，溜井多布置在采矿场内。采用集中放矿溜井时，井巷工程量少，便于集中管理。

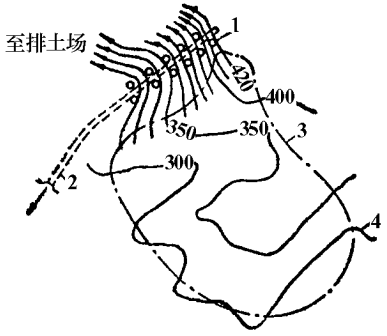



图 6－7－13　采矿场外部分散放矿溜井开拓

1—溜井；2—平硐；3—开采境界；4—地形等高线

在采矿场采用铁路运输时，溜井一般是布置在采矿场以外的端部，并采用分散放矿溜井布置，每个溜井所负担放矿的台阶数为 2～3 个，如图 6－7－13。当采矿场内设置溜井时，应在垂直或近于垂直矿体走向方向上每隔一定距离布置 1～2 个溜井，其间距应保证每个开采水平都有溜井可以放矿，一般不应大于最小平盘宽度。

采用分散放矿溜井的布置，特别是在采矿场内布置溜井时，运输距离短，各开采水平有独立的放矿系统互不影响。但是，分散放矿溜井开拓的井巷工程量太大。随着开采水平的下降，在采矿场内的放矿溜井需要降段，而降段工作比较复杂，对生产也有影响。所以，分散放矿溜井开拓方案主要是用于采用小型设备，地形高差不大的中小型山坡露天矿。

溜井的结构要素包括溜井的深度、断面形状和尺寸、溜井的倾角。

单段溜井的深度一般不超过 150 米（图 6－7－14d），若超过这个深度，为减轻矿石对溜井下部井壁的磨损，减轻下落的矿石冲击溜井内贮存的矿石而引起的粉矿淤积堵塞，以及考虑到溜井的施工条件，可采用分段溜井开拓。图 6－7－14b 为阶梯式分段溜井开拓示意图。

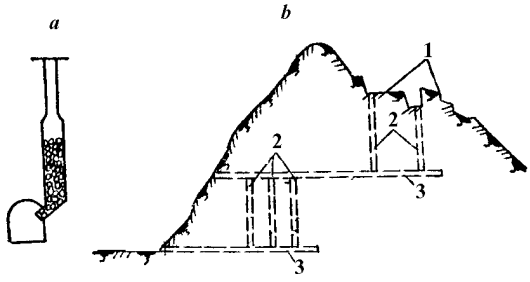



图 6 – 7 – 14　溜井形式

a—单段溜井；b—分段溜井

1—工作台阶；2—溜井；3—平硐

为了充分利用有利的地形坡度并减少溜井掘进工程量，常在上部采用明溜槽与溜井相接，见图 6 – 7 – 12。

当溜井断面较大时，多开凿成圆形，以提高井壁的稳固性，而倾斜溜井可采用矩形断面。为了防止大块矿石堵塞，溜井直径或矩形溜井的短边应不小于允许最大块度的 5 倍。为了减轻溜井的磨损，应尽可能采用垂直溜井，因为在倾斜溜井中，矿石对溜井底板的冲击磨损比较严重。采用倾斜溜井时，倾角一般不小于 60° ~ 70°。

我国露天矿生产实践证明，对于地形复杂、高差较大，矿体在地面标高以上的露天矿与其他开拓方法比较，采用平硐溜井开拓是非常优越的。主要表现在：①可以利用地形高差自重放矿，运输费用低；②缩短了运输距离，减少了运输设备；③可以用轻型设备开采生产规模较大的矿山。

平硐溜井开拓的主要问题是溜井有时发生跑溜子和堵塞现象，井壁容易磨损。为了保证溜井正常生产，要加强防排水措施，以免溜井内含水多引起跑溜子事故；防止把不合格大块翻入溜井内而发生堵塞现象，最好在溜井口设置格筛；对溜井要注意维修加固和清理粉矿淤积。

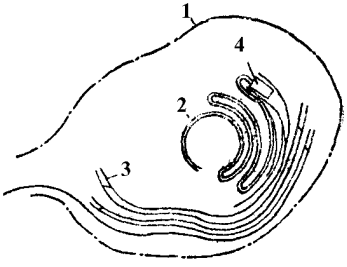



图 6 – 7 – 15　铁路—汽车联合运输

1—上部开采境界；2—公路；3—铁路；4—转载台

以上介绍的是露天矿床开拓的几种基本形式。有些露天矿床则采用上述两种以上的

方法联合开拓。如开采深度大于 100 米的深凹露天矿，为了保证露天矿生产能力，采用铁路—公路联合运输开拓，可以充分发挥铁路运输成本低和公路运输灵活性大的优越性。图 6－7－15 是铁路—汽车联合运输开拓方案，上部是铁路运输开拓，下部是汽车运输开拓，在它们之间设有转载站，以建立汽车与铁路车辆之间的转运联系。有些山坡露天矿也常用联合运输开拓。

露天矿床开拓对矿山建设和生产具有重大影响。在基本建设中，它决定着基建工程量、基建投资和基建时间。投产以后，又直接影响着矿山生产能力和生产成本。

在矿床的具体地质地形条件下，可能采用的有几种开拓方案，这时就要从其中选出最优的方案作为该矿床的开拓方法。选择开拓方案时，应考虑到下列主要原则：①矿山建设速度应能满足国家要求，保证投产快、达到设计产量快；②生产工艺简单，技术先进，可以因地制宜地选择设备；③工程量少，施工方便；④不占或少占耕地，并有利于改地造田；⑤基建投资少；⑥生产经营费低。

# 第八章　露天开采工艺

露天矿山的生产工艺是完成露天矿山工程（掘沟、剥岩、采矿）的重要手段。在金属矿山中生产工艺一般包括穿孔爆破、采装、运输和排土四个环节。各工艺之间是密切配合的，若其中的任何一个生产工艺跟不上，就会影响其他工艺的正常生产，也就不能保证露天矿生产任务的完成。因此，应使各工艺的生产设备合理配套，加强组织管理工作，提高设备的完好率、开动率和设备的生产效率，才能更好地完成和超额完成生产任务。

## 第一节　穿孔爆破工作

### 一、穿孔工作

在金属矿山中，矿岩的硬度较大，不能直接由挖掘机采掘，因此开采时必须事先将坚硬的岩石进行爆破。爆破矿岩的第一步工作就是在整体矿岩上进行穿孔。为了保证穿孔工作正常进行，提高穿孔效率，使工作面经常备有供采装所需的足够的爆破矿岩量（一般备有 5～7 天以上的采装矿岩量），必须加强设备的维护保养，定期检修，在可能的情况下采用效率高的穿孔设备。

我国露天矿生产中使用的穿孔设备主要有潜孔钻机、牙轮钻机和冲击式穿孔机。在小型露天矿还用手持式凿岩机和凿岩台车。

潜孔钻机是一种回转冲击式钻机，它通过冲击器冲击钻头并作用于孔底和钻头在回转时对孔底的剪切作用而使岩石破碎。这种钻机既可以钻垂直孔，又能钻倾斜孔。

目前在生产中使用的潜孔钻机主要有：金－80 型、YQ－150A 型、反修－170 型和 ϕ－200 型。表 6－8－1 为止述各型钻机的技术性能。

潜孔钻机是由工作机构（冲击器、钻头）、回转推进机构，行走机构除尘装置等部分组成。钻孔时，风动冲击器冲击钻头的同时，借助于外部回转推进机机构带动钻头回转和给进。钻孔的同时用压气将孔底岩屑排除，经钻机上的除尘装置进行捕尘。

潜孔钻钻头是钻机的主要部件。按其结构来分有凿刃形钻头和柱齿形钻头两类，见图 6－8－1 所示。

表 6－8－1　国产潜孔钻机技术性能表

| 项　目 | 单位 | 金－80 | YQ－150A 型 | 反修－170 型 | φ－200 型 |
|---|---|---|---|---|---|
| 孔径 | 毫米 | 80 | 150 | 170 | 200～230 |
| 孔深 | 米 | 15 | 175 | 18 | 17 |
| 钻孔角度 | 度 | 10～85 | 45；60；75；90 | 45；60；75；90 | 60～90 |
| 适应岩种（f） | | 中硬 | 中硬及中硬以下 | ≥8 | 6～18 |
| 钻具回转 | 转/分 | 75 | 60 | 60 | 25；33；50 |
| 推进轴压 | 公斤 | 0～400 | 0～1200 | 0～1200 | 0～1200～1400 |
| 推进行程（一次） | 米 | 3 | 9 | 8.5 | 8 |
| 冲击器型号 | | 直径 73 毫米 | C－150 | T－170 | |
| 冲击频率 | 次/分 | | 1250 | 1570 | 1000～1100 |
| 冲击功 | 公斤·米 | | 10 | 30 | 30 |
| 钻头形状 | | 三刃形 | 超前刃十字形 | 十字形、六刃形 | 柱齿锥形 |

凿刃型钻头的凿刃（图 6－8－1），在凿岩中极易磨损并由于钻头直径变小而产生卡钻事故。但它的优点是能多次修磨，有效的利用硬质合金，故在小型矿山可采用。柱齿钻头如图 6－8－1b，没有凿刃型钻头的缺点。我国南芬矿、弓长岭矿的 ϕ－200 及 250 的钻头都属于这一种。

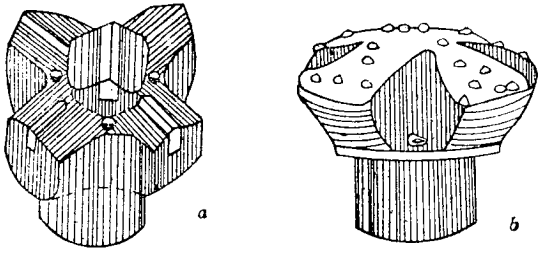



图 6－8－1　钻头外型

潜扎钻机的作业特点是连续钻进（指在一根钻杆长度）、穿孔效率高。在相同的穿孔条件下，比冲击式穿孔机高 2～3 倍。潜孔钻机可以打斜孔，有利于改善爆破质量，操作方便。所以，潜孔钻机在我国得到广泛应用。

牙轮钻机是一种回转式钻机，推压提升机构向钻头施加很大的轴压力，使钻头上的轮齿压入岩石中，在钻具回转扭矩及牙轮滚动作用下，使齿轮切削岩石而破碎。牙轮钻机在我国露天矿生产中获得了良好的效果，主要有 HYZ－250 型和 KY－250 型滑架式牙

轮钻机及三轮合金柱钻头，牙轮钻机的技术性能如表 6－8－2 所示。

表 6－8－2　国产牙轮钻机技术性能

| 项　目 | 单　位 | HYZ－250C 型 | KY－250 型 |
|---|---|---|---|
| 孔径 | 毫米 | 220～250 | 250～310 |
| 孔向 | 度 | 90° | 90° |
| 孔深 | 米 | 17 | 17 |
| 回转转数 | 转/分 | 62 | 0～100 |
| 回转功率 | 千瓦 | 40 | 54 |
| 回转动力 | | 交流电机 | 直流电机 |
| 轴压 | 吨 | 43 | 45 |
| 加压速度 | 米/分 | 0.077～0.772 | 0.068～0.684 |
| 提升速度 | 米/分 | 9.9 | 0～17.9 |
| 排渣风量 | 米$^3$/分 | 22 | 40 |
| 行走速度 | 公里/小时 | 0.82 | 0.6 |
| 总功率 | 千瓦 | 355 | 416 |
| 机重 | 吨 | 85 | 115 |

牙轮钻机的主要工作机构有：回转机构、加压提升机构、空压机、捕尘器、行走机构等。

HYZ－250 型牙轮钻机的回转推压机构的工作原理如图 6－8－2 所示。钻进时，使回转电动机转动经减速器带动钻具（钻杆和钻头）旋转。同时开动推压电动机，减速后带动主动链轮经从动链轮使 A 型架链轮回转，再经链条传动使大链轮回转，大链轮与齿轮固定在一根轴上，齿轮与齿条啮合，这时回转机构和钻具沿齿条向下移动，进行穿孔工作。提升钻具时，开动提升电动机，这时齿轮带动回转机构和钻具沿齿条迅速上升。

牙轮钻机是在很大的轴压力下连续钻进，穿孔效率高，在相同的穿孔条件下，其效率比冲击式穿孔机高 3～4 倍，比潜孔钻机高 1 倍左右。

为使牙轮钻机适应我国露天矿迅速发展的需要，首先要继续提高钻头的使用寿命。影响钻头使用寿命主要是牙轮内的轴承容易损坏和轮背的磨损；增大回转主轴的输出扭矩，以适应卸钻头和处理卡钻的要求；加大轴压力，提高穿孔速度，采用风水混合湿式除尘。此外，也必须加强生产组织工作和设备的维护保养。

冲击式钻机穿孔效率低，劳动强度大，它已不能满足露天开采日益发展的需要，近

年来在大中型露天矿中已逐渐为新型钻机所取代。

凿岩台车主要用于小型露天矿，在大，中型露天矿则用于辅助作业。

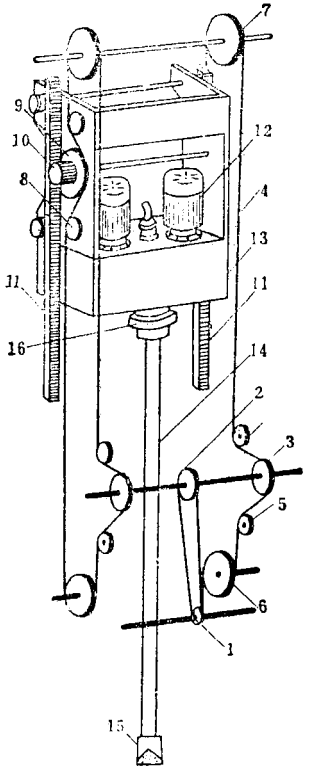



图 6－8－2　HYZ－250 型牙轮钻机回转推压机构的工作原理示意图

1—主动链轮；2—从动链轮；3—A 型架链轮；4—加压链条；5—张紧链轮；6—地轮；7—天轮；8—导向轮；9—大链轮；10—推压齿轮，11—齿条；12—回转电动机；13—减速器；14—钻杆；15—钻头；16—卡体

## 二、爆破工作

完成了穿孔工作之后，随即而来的是爆破作业，爆破效果的好坏，对采装工作影响很大。对爆破工作的要求是在节约穿爆器材和穿爆费用的条件下，爆破后的矿岩质量应有利于提高采装设备的效率，也就是要求爆破后的爆堆要集中，矿岩块度要与采装设备的工作规格相适应，保证工作平盘平整，不留根底或根底较少。

露天矿使用的爆破方法有深孔爆破、硐室爆破（又叫大爆破）和炮眼爆破。

### （一）深孔爆破

深孔爆破是大中型露天矿的主要爆破方法，部分小型露天矿也使用这种方法。钻孔

布置有垂直孔和倾斜孔两种（图 6－8－3），可采用单排孔爆破，也可以用多排孔爆破。

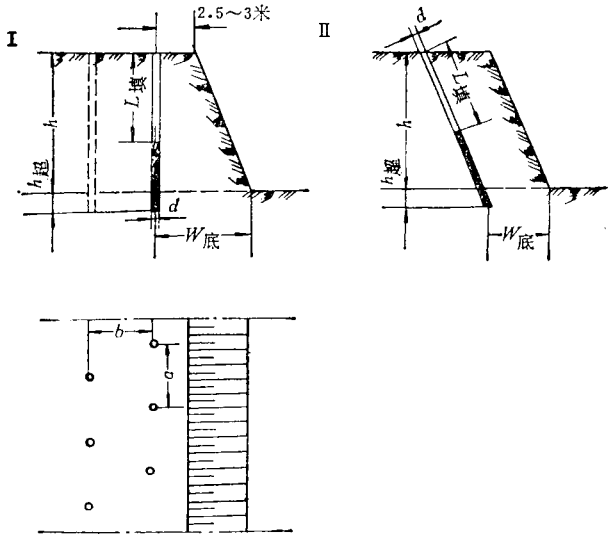



图 6－8－3　钻孔布置及爆破参数

Ⅰ—垂直孔；Ⅱ—倾斜孔

爆破参数如图 6－8－3 所示。包括孔径 d、底盘抵抗线 $W_{底}$、孔距 a、排距 b、超钻深度 $h_{超}$、堵塞长度 $L_{填}$ 以及单位炸药消耗量 q。

孔径 d 应根据台阶高度，矿（岩）石的坚固性和钻机类型来选择。一般为 80～300 毫米，以 150～250 毫米较多。

底盘抵抗线 $W_{底}$ 是由钻孔中心到台阶坡底线的水平距离。采用垂直深孔时，底盘抵抗线大，爆破时底部的岩体阻力比较大，残留的根底较多，并且后冲力大，增加了台阶的龟裂程度。采用倾斜孔时，底盘抵抗线较小，爆破时底部的岩石阻力小，残留的根底少，爆破时可以节省炸药，改善矿岩块度，而且后冲力也小，使台阶的龟裂现象减少。

$W_{底}$ 值主要决定于药包直径 D 和岩石的物理力学性质，在岩石的物理力学性质中，对 $W_{底}$ 值影响最大的是岩石的容重 γ。据此推算出

$$W_{底} = 53K_T D\sqrt{\frac{\Delta}{\gamma}} \qquad (6-8-1)$$

式中　$K_T$——考虑岩石裂隙的系数，K = 1.0～1.2；

D——孔径，米；

Δ——装药密度，吨/米$^3$；

γ——岩石容重，吨/米$^3$。

微差爆破时，用公式（6－8－1）计算 $W_{底}$ 的值；齐发爆破时，也可选用公式（6－8－1）但系数 53 需改为 50。

孔距 a 是排内钻孔中心线间的距离，一般为 4～7 米，可按下式计算

$$a = m \cdot W_{底} \qquad (6-8-2)$$

式中　m——钻孔的间距系数（或叫钻孔邻近系数）$m = 0.7 \sim 1.3$。

排距 b 是多排孔爆破时钻孔排间的距离其值为

$$b = a\sin 60° \approx 0.866a，米 \qquad (6-8-3)$$

底盘抵抗线、孔距和排距是随矿岩性质、孔径和炸药性能的一不同而改变。对于容易破碎的矿岩，或者对较大的孔径，或者采用威力大的炸药时，这三个参数应大些；反之应小些。

钻孔超深 $h_{超}$ 是钻孔超出台阶高度的那一段深度。其作用是使装药中心降低，来克服底盘岩体的阻力，减少根底。超深值可用。下式计算

$$h_{超} = （0.15 \sim 0.35）W_{底}，米 \qquad (6-8-4)$$

对于容易爆破的矿岩，超钻深度可小些，反之则大些。

填塞长度 $L_{填}$ 是钻孔内充填填塞物的长度。填塞物的作用是为了充分利用爆炸能，使矿岩得到良好的破碎。填塞长度可按下式确定

$$L_{填} \geqslant 0.75W_{底}，米； \qquad (6-8-5)$$

单位炸药消耗量 q 对爆破效果和爆破成本影响很大。该值一般是根据类似矿山的实际数据选取，并在生产中结合本矿的矿岩性质的变化加以调整。

每个钻孔的装药量 Q 可用体积公式计算。

$$Q = q \cdot h \cdot a \cdot W_{底}，公斤； \qquad (6-8-6)$$

在穿孔工作可能的情况下，应采用多排孔微差爆破。它的优点是：

（1）爆破时，在相邻钻孔的爆破波相互挤压作用下，使矿岩破碎均匀，产生的根底和大块少，大块率一般为 0.7～3%，爆堆比较集中，从而有利于提高采装效率；

（2）由于爆破能量可以充分利用和在爆破时产生瞬间自由面，则孔距和排距可相应加大，使每米孔的爆破量增加；

（3）一次爆破量大，使设备避炮、拆铺轨等次数减少，提高了采装设备的利用率。

多排孔微差爆破的起爆顺序有许多方式，图 6－8－4 是其中的几种起爆顺序。

平行顺序起爆，联线简单，但爆破后爆堆宽度较大。波浪式起爆，可使海米孔爆破量相应增加，但爆堆宽度也比较大。梯形起爆，爆堆比较集中，有利于提高采装效率。

2. 硐室爆破

硐室爆破又叫大爆破，把大量的炸药装入已挖好的药室内进行爆破。

大爆破分为松动爆破、加强松动爆破（即减弱抛掷爆破）和抛掷爆破。

进行大爆破，首先要掘进导硐，然后开凿药室。导硐有平硐式和小井式两种（图 6－8－5）。其断面尺寸平硐式导硐（1.2～1.5）米×（1.5～1.8）米；小井式导硐为 1.0 米×（1.0～1.2）米。平硐式导硐适于药室中心距上部地表高度应超过 10～15 米的地形，因高度大时，掘进小断面的竖井比较难。

大爆破的基本参数是最小抵抗线 W 和药室间距 a，以及单位炸药消耗量。

最小抵抗线 W 应与药室中心至地表的垂直高度 h 保持如下关系

$$\frac{W}{h} = 0.6 \sim 0.9$$

即

$$W = （0.6 \sim 0.9）h，米 \qquad (6-8-7)$$

当岩石容易破碎时，W 值取大些，反之取小些。

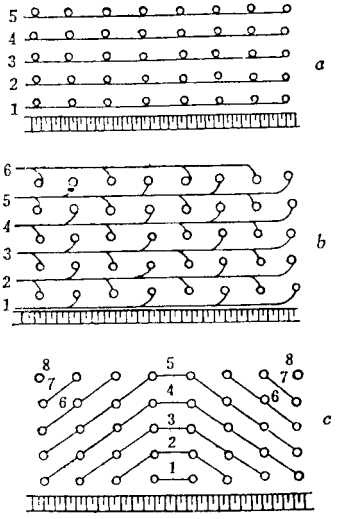



图 6－8－4　微差爆破起爆顺序

a—平行顺次起爆；b—波浪式起爆；c—梯形起爆

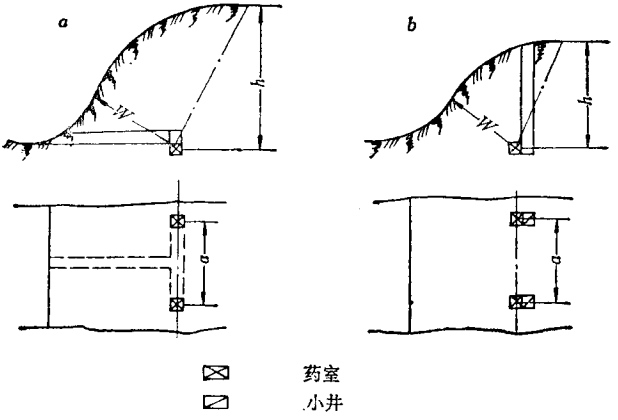



图 6－8－5　硐室布置

a—平硐式；b—竖井式

药室间距 a，采用松动爆破时

$$a = m \cdot W_{平均}，米 \qquad (6-8-8)$$

式中　m——药室间距系数（m = 0.8 ~ 1.2）；

$W_{平均}$——相邻两药室最小抵抗线的平均值。

松动爆破时，每个药室的装药量 Q 可用下式计算

$$Q = K'W^3，公斤 \qquad (6-8-8)$$

式中　K′——松动爆破的单位炸药消耗量；

W——最小抵抗线，米。

大爆破在露天矿应用较广，特别是在矿山基建时期，对各种复杂的地形都可使用，还可以用于掘沟工程，当工作台阶穿孔设备不足时，用大爆破作为辅助爆破方法。其所以广泛应用，就是因为这种爆破方法施工条件简单，建设速度快，基建投资少。如某矿大爆破的岩石量为 30 万米$^3$，其投资比用深孔爆破节约 20%左右，建设工期缩短近一年的时间，并达到了预期的爆破效果。大爆破的主要问题是因导硐断面小，掘进工作和装药、填塞工作的劳动条件比较差；爆破的块度不均匀，大块率高，使采装效率降低。因此在正常生产的条件下，深孔爆破在露天开采中比硐室大爆破使用得更广泛。

## 第二节　采装与运输

采装与运输作业是密不可分的，两者相互影响、相互制约。如何选择采运设备，采运设备的规格与数量匹配是否合理，采装工作与运输工作的衔接是否流畅，都将影响矿山企业的生产效率与生产成本。目前，采装运输工艺的发展趋势主要体现在采运设备的大型化、采装与运输环节的一体化与连续化，以及计算机自动调度等。

### 一、采装作业与采装设备

采装作业的内容是利用装载机械将矿岩从较软弱的矿岩实体或经爆破破碎后的爆堆中挖取，装入某种运输工具内或直接卸至某一卸载点。采装工作是露天矿整个生产过程的中心环节，其工艺过程和生产能力在很大程度上决定着露天矿的开采方式、技术面貌、矿床的开采强度与矿山开采的总体经济效果。

采装作业所使用的机械设备有机械式单斗挖掘机、索斗铲、前装机、轮斗挖掘机、链斗挖掘机等。对于金属露天矿山，由于矿岩一般都比较坚硬，世界上绝大多数金属露天矿山的采装工作都是以单斗挖掘机（电铲）为主。

单斗挖掘机是一种历史悠久、适应性强、应用广泛的采装设备，一般由工作部分、回转盘部分、行走部分和电气部分组成，其基本构造形式如图 6－8－6 所示。挖掘机的工作部件包括铲斗、开斗机构、铲杆、推压机构和起重臂等。铲斗的提升是利用车体内的提升卷筒和提升钢绳实现的。推压机构是挖掘机最重要的工作部件，目前国内外挖掘机的推压方式有两种：齿条推压和钢绳推压。这两种推压方式各有优缺点：齿条推压机构具有使用寿命长，铲斗下铲准确，动作灵敏，能可靠地铲取矿岩等优点，但其工作时的噪声大；钢绳推压机构具有电机负载平稳，推压时冲击振动小，维护检修方便等优点，但其钢绳的使用寿命较短。

挖掘机的回转盘部分是挖掘机上部设备和工作装置的机座，上面装有提升绞车、回转机构、中心轴、双足支架、电气部分及压气设备，前部为司机室和操纵机构，后部为平衡配重箱。

挖掘机的行走部分是整个设备的支撑基座，用以承受回转盘上面所有机构的重量，

并装有行走机构，可以前后行走和左右转弯。

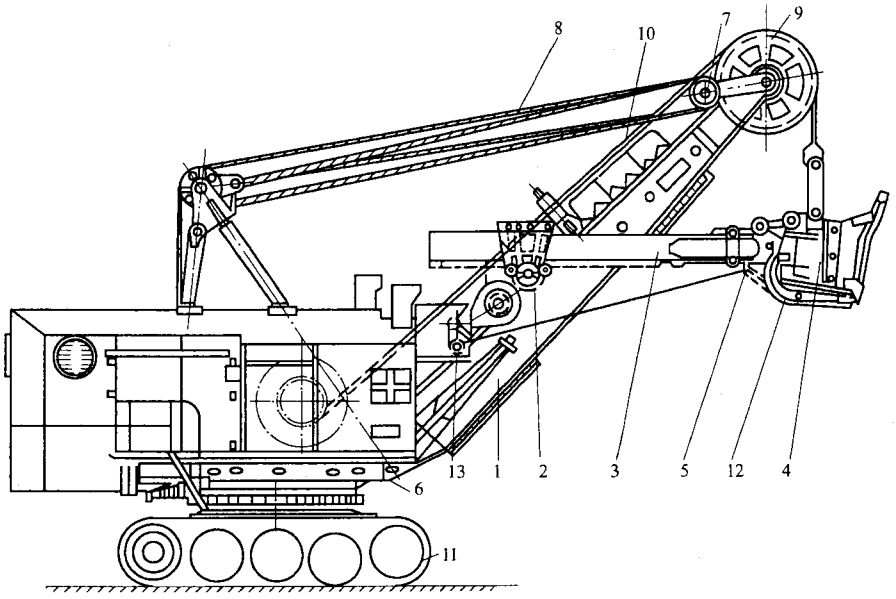



图 6－8－6　屯铲结构和各部件名称

1—动臂；2—推压机构；3—斗柄；4—铲斗；5—开斗机构；6—回转平台；7—绷绳滑轮；8—绷绳；9—天轮；10—提升钢绳；11—履带行走装置；12—斗底门；13—开斗电动机

挖掘机的电气部分包括高压配电设备、变压器、低压配电设备、整流设备、电动机、照明及辅助电气设备等。

现代的大中型挖掘机为改善劳动条件，保护设备安全运转，装有一系列辅助设施。如司机室内设有空调装置，以保护室内气温适宜；鼓风机用以鼓人过滤后的清洁空气；挖掘机各部件的集中润滑系统等。

单斗挖掘机按其驱动动力不同，可分为电力挖掘机和柴油挖掘机；按其传动方式，分为液压传动和机械传动；按挖掘机的行走方式，分为履带式挖掘机与轮胎式挖掘机两种。露天矿多采用电力驱动机械传动履带式挖掘机。液压挖掘机又简称液压铲，其特点是工作平稳、轻便灵活、自动化程度高；缺点是部件精度要求高、易损坏，在严寒地区作业困难。

依据铲斗形式区分，单斗挖掘机有正铲和反铲两种，金属露天矿山正常生产采装主要使用正铲。反铲仅在一些特殊的情况下适用，如开采水平或缓倾斜矿体；台阶表面不规整时，用反铲铲刮和清扫表面岩土；矿体底板不平整，不适于车辆行走时，用反铲进行下挖平装采掘。

## 二、挖掘机生产能力的计算

露天开采中，挖掘机的生产能力有技术生产能力和实际生产能力两种。

挖掘机的技术生产能力是假设其在给定的工作环境中（工作面尺寸、矿岩性质、装载条件等）进行一小时不间断作业所能达到的生产能力，即挖掘机从工作面挖掘并装入运输容器中的矿岩实方体积或重量。它是考虑了采装作业中的铲斗满斗系数、矿岩松散系数和工作循环时间后，挖掘机连续工作的生产能力，是挖掘机可能达到的最大生产能力。

$$V_j = \frac{3600}{t} E K_w \tag{6-8-10}$$

式中　$V_i$——挖掘机技术生产能力，$m^3/h$；

t——挖掘机工作循环时间，s，其值一般经实地测试后求得；

E——铲斗容积，$m^3$；

$K_w$——挖掘系数，又称实方满斗系数，

$$K_w = K_m / K_s \tag{6-8-11}$$

式中，$K_m$ 为满斗系数；$K_s$ 为矿岩在铲斗内的松散系数。

由于 $K_m$ 和 $K_s$ 值不易准确测定，所以实际设计中通常用以下方法计算 $K_w$ 值：

$$K_w = \frac{V}{N \cdot E} \tag{6-8-12}$$

式中　V——在单位时间内（一小时）挖掘机所采出的实方矿（岩）体积；

N——挖掘该体积矿（岩）的总斗数。

挖掘机的实际生产能力是考虑了挖掘机工作时间利用率后的生产能力。在实际采装作业中，挖掘机因等车和进行辅助作业（如剔除爆堆中的不合格大块、铲整爆堆、设备故障、铁路运输时的移道工作以及司机交接班）等原因，不可能保证挖掘机在工作时间内都进行采装作业，因此，挖掘机的实际生产能力才是编制采掘生产进度计划的基础。

挖掘机的班实际生产能力通常以下式计算：

$$V_B = V_j T \eta \tag{6-8-13}$$

式中　$V_B$——挖掘机实际生产能力，$m^3$/（台·班）；

$V_i$——挖掘机技术生产能力，$m^3h$；

T——班工作时间，h；

$\eta$——班工作时间利用系数，即装车时间占班工作时间的比例。

在设计新建矿山的生产能力时，通常对比其他类似条件的矿山指标来确定新建矿山的挖掘机生产能力，并以此为基础编制矿山的中长期采掘计划。

## 三、提高挖掘机生产能力的途径

挖掘机生产能力的高低，一方面取决于挖掘机自身的设备规格与技术性能，另一方面也受到挖掘机作业条件的制约。所以，在实际生产中，应从以下几方面入手，提高挖掘机的生产能力：

（1）结合矿山的设计生产能力，合理地选择挖掘机的类型与技术规格。显然，采用大型的挖掘机可以提高采装工作的生产能力，但大型采装设备需与大型运输设备配套使

用，才能充分发挥其生产效率。由于大型采运设备的购置费用高，这样就不可避免地增加了矿山的初期投资规模。

(2) 优化爆破设计，改善爆破质量，以提高挖掘机采装效率与满斗系数。爆破质量对采装作业有很大的影响，从采装作业角度出发，它要求爆破作业的质量应当是：矿岩爆破后的块度要均匀适中，不合格大块少；爆堆不应过高或过散，没有根底和伞岩。若爆破后的矿岩块度大、根底多，将增加挖掘机的铲取难度与铲取时间——要把一个不合格大块从爆堆中挑出来送到挖掘机后侧，几乎需花费两倍的采装循环时间。同时，爆破后的块度过大、根底多时，将影响挖掘机的满斗系数，而且也增加了设备零件的磨损和设备的故障率。另一方面，应保证爆堆有足够的矿岩储量以减少挖掘机设备的频繁移设，进而提高挖掘机的时间利用率。

(3) 通过技术培训，提高挖掘机操纵人员的工作水平和熟练程度，以提高挖掘机的工作效率与生产能力。

(4) 合理选择挖掘机的采装方式与运输设备的供车方式，以缩短挖掘机工作循环时间。挖掘机的一个工作循环时间是由从挖掘点开始挖掘、重斗转向卸载点、铲斗对位卸载、空斗转回工作面至下一挖掘点，这样四个连续的操作环节构成。挖掘机工作循环时间的长短，除受到司机的操纵水平与爆破质量的影响外，还受供车方式是否合理的影响。采用汽车运输与挖掘机配合作业时，应配备足够数量的汽车，合理组织运输。在供车方式上，应注意汽车的停靠位置要尽量减少挖掘机装车时的回转角，缩短汽车在工作面的入换时间，有条件时可在工作面并列两辆汽车，使挖掘机不间断地工作。

采用铁路运输与挖掘机配合时，为了及时向工作面供应空车，提高挖掘机的工作时间利用系数，除保证足够数量的运输设备和合理地组织运输工作外，在工作平盘上还应合理地配设线路，提高线路质量，适当加快运行速度，以缩短列车人换时间。

## 四、运输作业与运输设备

露天矿运输作业是采装作业的后续工序，其基本任务是将已装载到运输设备中的矿石运送到贮矿场、破碎站或选矿厂，将岩石运往废石场。

在露天开采过程中，运输作业占有重要地位。据统计，矿山运输系统的基建投资占总基建费用的60%左右，运输的作业成本占矿石开采总成本的30%～40%，运输作业的劳动量约占矿石开采总劳动量的一半以上。因此，运输作业的方式与运输系统的合理性，将直接影响露天矿生产的经济效益。

露天矿可采用的运输方式有自卸汽车运输、铁路运输、胶带运输机运输、斜坡箕斗提升运输以及由各种方式组合成的联合运输，如：自卸汽车－铁路联合运输、自卸汽车－胶带运输机联合运输；自卸汽车（或铁路机车）－斜坡箕斗联合运输。

目前，国内露天矿山采用的运输形式主要是汽车运输与铁路运输。实践证明，铁路运输由于爬坡能力低，运输线路的工程量大，线路通过的平面尺寸大等原因，比较适用于深度较小且平面尺寸很大的露天矿山。国内有些原先采用单一铁路运输的矿山，随着采场开采深度的增加，出现了效率明显降低，甚至是采场下部无法再继续布置铁路开拓

坑线的局面，因而改造为采场下部采用汽车运输、上部采场仍延续铁路运输的联合运输方式，如鞍钢大孤山铁矿、本钢弓长岭铁矿。由于汽车具有爬坡能力大，运输线路通过的平面尺寸小，运输周期相对较短，运输机动灵活，运输线路的修筑与养护简单，适于强化开采等特点，在现代露天矿山得到了广泛的应用，但相比于铁路运输，汽车运输的吨公里运费高，，且设备维修较为复杂，占用的熟练工人数量多，油料能源消耗量大，运行过程中产生的废气和扬尘污染大气。

胶带运输机在露天矿的应用方兴未艾，国内的大孤山铁矿即采用了汽车－半固定式破碎站—斜井胶带运输系统。由于胶带运输机的爬坡能力大，能够实现连续或半连续作业，自动化水平高，运输生产能力大，运输费用低，所以在国内外深露天矿的应用日愈广泛。

## 五、矿用汽车的性能评价与运输计算

### （一）矿用汽车的性能评价

用以评价矿用汽车性能的指标如下：

1. 重量利用系数

即汽车的载重与自重的比值。矿用汽车的重量利用系数一般为 1.00～1.73，该值越大表明汽车设计得越成功，运行的经济性越好。

2. 比功率和比扭矩

比功率是发动机所能发出的最大功率与汽车的总重之比。矿用汽车的功率大约为 4.63～6.03kW/t，该值越大，车辆的动力性能越好，但燃油的经济性越低。

比扭矩是发动机（一般指柴油机）最大扭矩与汽车自重之比。该值的大小对车辆技术性能及经济性能的影响与比功率类似。

3. 最大动力因数

矿用汽车的最大车速不大，当空气阻力不计时，动力因数的含义为主动轮轮缘所产生的牵引力与汽车重量之比，该值是以发动机在最低挡，以最大扭矩工作的状态下计算的，因此称其为最大动力因数。矿用汽车的最大动力因数约在 0.3～0.46 之间，发动机确定之后，该值取决于传动系统的设计和车轮参数，该值越大，车辆爬坡能力越强，加速性能越妊。

4. 车辆的动力特性曲线

亦称车辆的牵引特性曲线，即汽车的牵引力随速度的变化曲线。如图 6－8－7 所示，它反映了汽车的整车运动及制动和道路之间相互作用的技术特性。利用牵引特性曲线，可以确定车辆的极限性能参数，如最大牵引力，不同道路条件下的最大车速等。将车辆不同载重时的爬坡阻力与特性曲线对照，可求得爬某一坡度时应选取的挡位与车速。

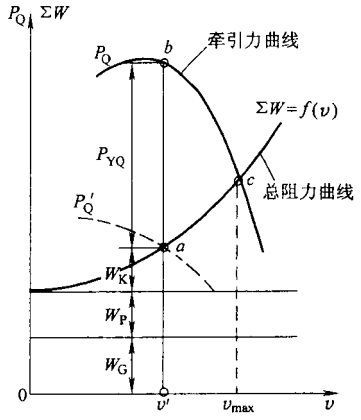



图 6－8－7　自卸汽车牵引平衡图

5. 性能限制因数

性能限制因数即道路纵断面、路面条件和车辆重量对车辆性能的影响。在不同路面条件运行时，车辆所受到的滚动阻力不同，坡道阻力是车辆在斜坡上运行时必须克服的由于重力所产生的阻力。在计算克服滚动阻力和坡道阻力所需的力中，车辆的重量是一个决定性因素。车辆 的牵引力在扣除了总阻力后，即为用于汽车加速的剩余牵引力。车辆轮缘牵引力等于粘着系数乘以驱动轮轴的承重。车辆的制动性能体现了自卸汽车下坡运行时的性能，在长坡道重车下坡运行时，特别要求有良好的制动性能。

## （二）汽车运输计算

运输计算内容包括自卸汽车的运输能力、汽车的需求量以及道路通过能力三部分。

1. 自卸汽车运输能力计算

自卸汽车运输能力一般以自卸汽车台班生产能力来表征。影响自卸汽车台班生产能力的主要因素是自卸汽车的载重量、运输周期和台班工作时间等。

自卸汽车的台班生产能力的计算公式为：

$$Q_B = \frac{60qT}{t}k_1\eta \qquad (6-8-14)$$

式中　$Q_B$——自卸汽车的台班生产能力，t/（台·班）；

$q$——自卸汽车的载重量，t；

$T$——自卸汽车的班工作时间，h；

$t$——自卸汽车的运输周期，min；

$k_1$——自卸汽车的载重系数；

$\eta$——自卸汽车的班工作时间利用系数。

2. 自卸汽车需求量的计算

矿山自卸汽车需求量的大小取决于矿山的设计生产能力、自卸汽车运输能力，在此基础上，考虑汽车的利用率以及汽车运输的不均衡系数之后确定，可依据下式进行计

算：

$$N = \frac{k_2 Q}{Q_B k_3} \tag{6-8-15}$$

式中　N——全矿自卸汽车的在册数量，台；

$k_2$——自卸汽车运输不均衡系数，$k_2 = 1.1 \sim 1.15$；

Q——全矿的设计班产量，t/班；

$Q_B$——自卸汽车的台班生产能力，t/（台·班）；

$k_3$——自卸汽车的出车率。

自卸汽车的出车率即矿山出车台班数与总台班数之比，该指标反映了矿山在籍车辆的利用程度。

矿山自卸汽车的需求量也可基于露天矿山设计的年运输量来计算，即：

$$N = \frac{Q_y k_2}{m N_b Q_B k_3} \tag{6-8-16}$$

式中　N——自卸汽车需求台数，台；

$Q_y$—露天矿年运输量，t/a；

m——矿山年工作日总数，d；

$N_b$——每日工作班数；

$Q_B$，$k_2$，$k_3$ 含义如前述。

3. 道路通过能力计算

道路的通过能力是指在单位时间内通过某一区段的车辆数，其值大小主要取决于行车道的数目、路面状态、平均行车速度和安全行车间距（又称安全行车视距）。一般应选择车流最集中的区段进行计算，如总出入沟口、车流密度大的道路交叉点等。计算公式为：

$$N_d = \frac{1000vn}{S}k \tag{6-8-17}$$

式中　$N_d$——道路通过能力，辆/h；

v——自卸汽车在计算区段的平均行车速度，km/h；

n——线路数目系数，单车道时 $n = 0.5$，双车道时，$n = 1$；

k——车辆行驶的不均衡系数，一般 $k = 0.5 \sim 0.7$；

s——安全行车向距，即两辆自卸车追踪行驶时的最小安全距离，m。

道路的通过能力还可用关键行车路段每班所能通过的最大运输量来表示：

$$M_D = N_d T q \eta \tag{6-8-18}$$

式中　$M_D$—道路通过能力，t/班；

$N_d$——以车辆数表示的线路通过能力，辆/h；

T——班工作时间，h；

q——自卸汽车的载重量，t；

$\eta$——自卸汽车工作时间利用系数。

## 六、采运设备的合理选型与配比

采装与运输设备的选型是露天开采设计中的重大决策问题，直接关系到露天开采所能实现的生产规模、生产效率、开采强度以及矿石的生产成本。

### （一）挖掘机的选型

单斗挖掘机的选型要根据矿山生产规模、矿岩年采剥总量、开采工艺、矿岩的物理力学性质、设备的供应情况等因素来决定，国内矿山的开采实践表明，特大型露天矿应选择 $8 \sim 10m^3$ 或更大型的挖掘机；大型矿山一般应选用斗容为 $4 \sim 10m^3$；中型矿山一般应选用斗容为 $2 \sim 4m^3$ 的挖掘机；而小型矿山宜选择 $1 \sim 2m^3$ 的挖掘机。

### （二）矿用自卸汽车选型

矿用自卸汽车的选取与矿岩运量、装载设备的容积、矿岩运距及道路的技术条件等因素有关，在矿山设计时一般是从车箱容积、汽车的比功率及车箱强度三方面来考虑。车箱容积应与铲斗容积、矿岩比重及矿岩块度相适应，以充分利用铲斗和车箱容积，发挥采运作业的最大综合生产效率。汽车比功率的大小反映了汽车的动力特性，生产实践证明，比功率过小的车型，在深凹露天矿重车上坡时表现为车速低，达不到额定载荷，因此大型车的比功率宜在 4.4kW/t 以上。车箱的强度应能适应装载大块矿岩时所产生的冲砸。实践中，车厢容积有以下两种计算方法：

（1）根据汽车运距及运输作业各环节（主要分为装车与行车）的时间比例，以电铲与汽车利用率最高时的车铲容积之比求算车箱容积：

$$R = \sqrt{\frac{t - t_r}{t_s}} \tag{6-8-19}$$

式中　R——车铲容积之比；

$t_r$——汽车入换时间，min；

$t_s$—铲斗作业一次循环时间，min；

t——汽车运行周转时间，min，

$$t = \frac{2L}{v}60 + t_x + t_d \tag{6-8-20}$$

式中　L——汽车运距，km；

v——汽车的平均运行速度，km/h；

$t_x$——卸车时间，min；

$t_d$——等待装车时间，min。

从上式中可看出，理论车铲容积比是随运距的增加而增加、随速度的加大而降低的。当运距为 $1 \sim 2km$ 时，车铲的容积比为 $3 \sim 6$；当运距为 $3 \sim 5km$ 时，车铲的容积比为 $6 \sim 8$。结合我国当前的矿山情况和生产实践经验，对于中小型矿山，当矿岩运距较

短时，可依据车铲比 3～5 来选择车箱容积；对于大型露天矿山，当运距较长时，可根据车铲比 4～6 来选择车箱容积。

(2) 依据矿岩比重和汽车车型的有效载重求算车箱容积。汽车达到额定载荷时所需的车箱容积为：

$$V = \frac{1000qk}{\gamma} \tag{6-8-21}$$

式中　V——车箱容积，$m^3$；

g——汽车额定载重，t；

γ——矿石（岩石）的体积质量，$kg/m^3$；

k——矿岩松散系数，一般为 1.3～1.5。

可见，当矿岩的体积质量相差较大时，分别计算出的车箱容积就会相差较大。为了便于生产管理和运输设备的维修，在同一矿山应当尽可能选用同一型号的汽车。但对于大型露天矿，也可以考虑分别选用不同型号的自卸汽车。

国内露天矿山开采的矿石体重大多都在 $3.3t/m^3$ 左右，而岩石体积质量一般在 2.6～$2.8t/m^3$，实际生产剥采比大多在 3～4。因此，开采过程中所发生的岩石运量远远大于矿石运量。所以，一般应依据岩石的比重确定车箱容积。

### （三）采装与运输设备的合理配比

采装与运输作业环节相互衔接，互相制约，为了充分发挥采运系统的综合生产能力，必须做到采运设备的合理配套。一方面，采装设备的规格要适应露天矿的生产能力要求；另一方面，采装与运输作业之间要相互协调，铲与车的数量配比要合理，以充分发挥采运设备的综合生产潜能，降低采运费用，从而降低采矿成本。采运设备合理配套的经济准则是矿山开采中折算到每吨矿岩中的采装与运输设备费用为最低。

车铲比即平均配备给每台挖掘机的自卸汽车数量，可用下式计算：

$$n = \frac{N_c}{N_z} \tag{6-8-22}$$

式中　n——自卸汽车与挖掘机的数量比；

$N_c$——露天矿生产中同时使用的汽车数，台；

$N_z$——露天矿生产中同时使用的挖掘机数，台。

为了使装载与运输设备的生产能力相平衡，以最大限度地发挥车、铲双方的生产潜能，车铲比应等于运输设备的运输周期与装载设备的平均装车间隔时间之比。此时的车铲比称为理论车铲比，计算方法为：

$$n_0 = \frac{t}{t_z + t_r} \tag{6-8-23}$$

式中　$n_0$——理论车铲比；

t——运输设备的运行周期，min；

$t_z$——挖掘设备装载一车的平均装载时间，min；

$t_r$——运输设备的平均人换时间，min。

在露天生产过程中，由于各种随机因素的影响，常使采运设备受阻而不能实现连续作业。如汽车因在挖掘机工作面或卸载点排队等待装卸，而产生了排队待装或待卸时间，致使运输周期延长；挖掘机则会因等待空车的到来而使二次装车时间延长。所以，实际的车铲比应按实际发生的作业循环时间来确定，即：

$$n = \frac{t_z + t_y + t_x + t_p}{t_z + t_d} \qquad (6-8-24)$$

式中　n——实际车铲比；

$t_z$——挖掘机平均装车时间，min；

$t_y$——一个运输周期内的汽车往返运输时间，min；

$t_x$——汽车平均卸载时间，min；

$t_p$——汽车等待装车的平均排队时间，min；

$t_d$——挖掘机平均待车时间（其中包括汽车的入换时间），min。

在实际的采装运输作业中，上述各时间都是一随机数。通过实际测量和统计分析，可以发现装车时间一般服从正态分布，运行和卸载时间一般服从正态分布或负指数分布。

迄今为止，在车铲配比及其优化问题的研究中产生过两大类方法：即运筹学优化和随机模拟。

我国绝大多数矿山生产中采用固定配车方法，即把指定数量的汽车固定地派给某台挖掘机。此时，对于配给某台挖掘机的汽车来说，由于装卸地点是固定的，因此，运输周期中的 $t_z$、$t_y$、$t_x$ 三个时间参数波动不大，而 $t_p$、$t_d$ 则随固定配车数的不同而变化。图 6－8－8 中曲线表明了固定配车采运系统车铲比对系统的设备效率、采矿成本以及等车和待铲时间的影响 程度。

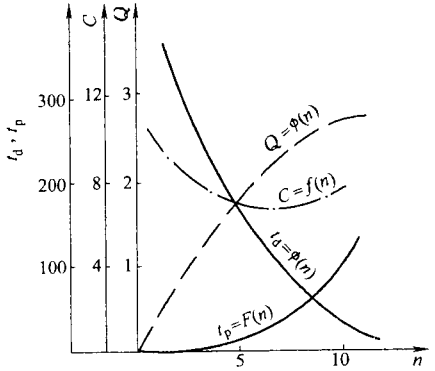



图 6－8－8　11.5m³ 挖掘机和 108t 汽车配套时车铲比对设备效率的影响

$t_p$—班内汽车排队待装的总时间，min；$t_d$—班内挖掘机等汽车的总时间，min；

Q—装车的产量，万 t/班；C—采矿成本，美分/t

从图中可以看出，车铲比对采矿成本的影响有极小值，而对采装系统生产能力的影响有极大值。固定配车的采运系统酷似运筹学排队理论中的单服务台有限客源、循环排

队系统，因此，可依照该系统的 M/M/1 模型进行车铲比优化计算。

固定配车的铲装运输系统工作组织简单易行，但系统中采装或运输设备不能充分利用，采装设备间相互制约性大。不论采装或运输设备哪一方出现故障时，其他设备的利用率即明显降低。为了克服固定配车在设备能力方面的浪费，最佳方法是实现全露天矿范围内生产汽车的统一调度。计算机技术的飞速发展及其在矿业上日益广泛的应用，为生产汽车的统一、自动调度提供了手段与可能。1973 年，南非的柏拉博拉铜矿首次研制成功一套露天矿生产汽车统一调度实时控制系统并投入运行，以后相继在加拿大的莱特山铁矿、保加利亚的未特德铁矿实现，现在已成为露天矿山汽车运输调度管理的主要发展方向。美国模块采矿系统公司的计算机自动调整系统已在全世界 120 多个矿山投入使用。

露天矿生产汽车统一调度实时控制系统一般由四部分组成：最佳调度控制系统、运输设备当前运行位置的监测系统、调度通信系统和计算机辅助系统。

为了实现运行汽车的实时控制，在露天矿场内的各主要停靠点（如电铲、破碎站、废石场、贮矿仓和运输道路的岔路口）均设有位置发射机。当汽车进入某一监测区段时，汽车上将收到位置发射机发出的特殊信号，并予识别。在接受到中央站的询问信号后，将其当前位置参数等信息自动转发给中央控制站。中央控制站按最优调度算法进行分析处理后，向汽车发出调度指令，指示其最佳行车路线以及装载点与卸载点。操作司机根据显示在司机室内荧光屏的数码指令进行操作。中央控制站实现了对采运设备的实时监测，并可在中央控制机的显示屏上动态显示出设备的调度状态，如某兰汽车的工作状态（装车、停车、加油、待装等）、车位、指定地点、作业电铲分配、电铲工况（停铲、待车、装载等）、车辆分配和汽车运行线路正确与否的判断等。中央站还具有生产数据的自动收集功能，可统计并打印出生产累积数字、设备运转状态统计表等。如今，卫星全球定位系统（GPS）被广泛用于采运设备的定位。

通过计算机统一生产调度系统，实现了运输设备行车路线的最佳选择，减少了汽车排队、待装、待卸、空车运行以及电铲等车时间，最大限度地发挥了采运设备的生产效率。

## 第三节　排岩工程

金属矿床露天开采的一个重要特征是必须首先剥离矿体上覆的表土与岩石，暴露出矿体，再实施矿石的开采。因此，矿体上覆岩石与表土（在此统称为废石或岩石）的剥离与排弃工作，是金属矿床露天开采中必不可少的生产环节；为了保证金属矿床安全、持续地开采，通常废石的剥离量要比矿石的采掘量大几倍，而剥离下的废石须运到指定场地（通常称为废石场或排土场）进行堆放。因此，废石的排弃工作量与废石场的占地都是相当大的。据统计，我国金属露天矿山废石场的平均占地面积约为矿山总占地面积的 39%～55%，排岩工作人员约占全矿总人数的 10%～15%，排岩成本约占剥离单位成本的 60%。因此，提高排岩工作的劳动生产率，是提高露天开采经济效益的重要手

段。

将剥离下的废石运输到废石场进行排弃，称做排岩工程。排岩工程的经济效率主要取决于废石场的位置、排岩方法和排岩工艺的合理选择。排岩工程涉及废石的排弃工艺、废石场的建立与发展规划、废石场的稳固性、废石场污染的防治、废石场的复田等方面。排岩必须同采矿场的生产工艺相联系并全面规划，因地制宜地选择废石场，合理地规划。科学地管理排岩作业，不仅关系到矿山的生产能力和经济效益，而且对环境和生态平衡也有着十分重要的意义。

目前，露天矿排岩技术与废石场治理方面的发展趋势主要表现在以下三个方面：

(1) 采用高效率的排岩工艺与排岩设备，提高排岩强度；

(2) 提高堆置高度，增加废石场单位面积的排岩容量，提高废石场的利用率，减少废石场的占地面积；

(3) 适时进行废石场的复垦，减少废石场对生态环境的污染。

## 一、废石场的位置及要素

### (一) 废石场的位置选择

科学合理的废石场地选择必须综合考虑废石场的地形、环境、废石场容量、矿床的远景分布、废石排弃运距、废石场对环境的污染、日后的废石回收利用可能性及废石场复垦等因素。废石场规划的经济准则是露天开采的整个时期内，折算到单位矿石成本中的废石运输、排弃、废石场的复垦与污染防治等费用的总贴现值为最小。

按与采场的相对位置，废石场可分为内部废石场与外部废石场。内部废石场是把剥离下的废石直接排弃到露天采场内的采空区。这是一种最经济、最节省占地的废石排弃方案，不仅运距短，剥离费用低，而且减少了矿山废石场的占地，有利于回填和复垦采空区。但内部废石场的应用受到一定条件的限制，只有开采水平或缓倾斜的矿体（矿体倾角小于 12°），或在一个采场内有两个不同标高底平面以及分区开采的矿山才适用。绝大多数金属露天矿山都不具备设置内部废石场的条件，而需在采场附近设置一个或多个废石场，根据采场和剥离废石的分布情况，可以实行分散或集中排岩。

废石场地选择时应遵循下列原则：

(1) 不占良田，少占耕地，尽量利用山坡、山谷的荒地，避免村庄的迁移。

(2) 在不影响矿山工程发展的前提下，尽可能靠近采场布置废石场，以缩短岩石运距。

(3) 尽可能采用内部排岩，通过二次转排的技术经济合理性的论证，积极采用内部临时废石场。

(4) 废石场应设置在居民区或工业场地的下风侧或最小风侧以及生活水源的下游，以免对居民或工厂造成危害。

(5) 废石场不应截断山洪和河流，避免设置在水文地质复杂的地段，以保证废石场的稳定，避免废石场发生滑坡和泥石流事故。

（6）剥离下的废石中可利用的部分要单独堆置，以便日后二次回收利用。

（7）有条件的地区，靠近采场的废石场宜分散布置，以利于多出口运输，疏散排岩道路的通过能力，缓和废石排弃高峰。

（8）废石场地的选择要有利于征用土地的复垦。

## （二）废石场的堆置要素

1. 废石场的堆置高度

废石场的阶段高指排土台阶坡顶线至坡底线间的垂直距离，各阶段的高度总和称为废石场的堆置高度。废石场的阶段高与堆置高度主要取决于废石场的地形与水文地质条件、气候条件、废石的物理力学性质（岩石成分、粒度、回收率等）以及排岩设备和废石运输方式、生产管理等因素。在确定靠近地面第一层阶段高度时，应避免在地质条件差时堆置过高，以免造成严重的基础凸起使局部废石场下沉，造成台阶边坡滑落而引起上层阶段的不稳定现象。在多台阶堆置时，上下台阶之间要留有一定的超前距离，即保证下一台阶的安全生产，也为上一台阶的稳定创造条件。

2. 堆置阶段的平盘宽度

废石场堆置阶段的工作平盘宽度主要取决于上一台阶的高度、大块废石的滚动距离、采用的排弃设备、运输方式、运输线路的条数及移道步距等因素，其宽度应达到上下相邻排岩台阶同时进行排岩工作互不影响的基本要求。

3. 废石场容积的确定

（1）有效容积计算：

$$V_y = \frac{V_s K_s}{1 + K_c} \tag{6-8-25}$$

式中　$V_y$——废石场的设计有效容积，$m^3$；

$V_s$——剥离岩土的实方数，$m^3$；

$K_s$——岩土的松散系数，其取值可参考表 6-8-3；

$K_c$——岩土的下沉率，其取值可参考表 6-8-4。

表 6-8-3　岩土松散系数参考值

| 种 类 | 砂 | 砂质粘土 | 粘 土 | 带夹石的粘土岩 | 块度不大的岩石 | 大块岩石 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 岩土类别 | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅳ | Ⅴ | Ⅵ |
| 初始松散系数 | 1.1 ~ 1.2 | 1.2 ~ 1.3 | 1.24 ~ 1.3 | 1.35 ~ 1.45 | 1.4 ~ 1.6 | 1.45 ~ 1.8 |
| 终止松散系数 | 1.01 ~ 1.03 | 1.03 ~ 1.04 | 1.04 ~ 1.07 | 1.1 ~ 1.2 | 1.2 ~ 1.3 | 1.25 ~ 1.35 |

表 6－8－4　岩石下沉率参考值

| 岩土种类 | 下沉率/% | 岩土种类 | 下沉率/% |
|---|---|---|---|
| 砂质岩土 | 7～9 | 硬粘土 | 24～28 |
| 砂质粘土 | 11～15 | 泥夹石 | 21～25 |
| 粘土质 | 13～15 | 亚粘土 | 18～21 |
| 粘土夹石 | 16～19 | 砂和砾石 | 9～13 |
| 小块度岩石 | 17～18 | 软岩 | 10～12 |
| 大块度岩石 | 10～20 | 硬岩 | 5～7 |

(2) 废石场的设计总容积：

$$V = K_1 \times V_y \tag{6-8-26}$$

式中　V——废石场的设计总容积，$m^3$；

$K_1$——容积的富余系数，一般取 1.02～1.05；

$V_y$——废石场有效容积，$m^3$。

## 二、废石排弃工艺

废石的排弃工艺因矿床的开采工艺、废石场的地形、水文地质特征及所排弃废石的物理力学特征而异。对于内部废石场，当所开采的矿床厚度与所剥离的岩层厚度不大时，剥离下的废石可使用大规模的机械铲和索斗铲直接倒入采空区内。当矿体较厚，而可使用剥离设备的线性尺寸又相对较小时，就不能实现倒堆剥离，必须通过某种运输方式把废石运到采空区，进行内部排岩，此时，排岩的工艺与向外部废石场排岩的工艺完全相同，差别仅在于前者没有或很少有上坡运输。

根据废石的运输与排弃方式及所使用设备的不同，外部废石场的排弃工艺可分为如下几种：

(1) 铁路运输排岩。根据废石场排岩设备的不同，又分为挖掘机排岩、排土犁排岩、铲运机排岩。

(2) 公路运输排岩。此种排岩工艺是利用汽车将废石直接运到废石场进行排卸，然后由推土机推排残留的废石及整理排卸平台。

(3) 胶带运输排岩。此种排岩工艺是利用胶带机将剥离下的废石直接从采场运到废石场进行排卸。

### (一) 汽车－推土机排岩工艺

采用汽车运输的露天矿大多采用汽车－推土机排岩工艺，其排岩作业的程序是：汽车运输废石到废石场后进行排卸，推土机推排残留废石、平整排岩工作平台、修筑防止

汽车翻卸时滚崖的安全车档及整修排岩公路。

汽车－推土机排岩工艺具有一系列的优点：汽车运输机动灵活、爬坡能力大、可在复杂的排岩场地作业，宜实行高台阶排土。废石场内运输距离较短，排岩运输线路建设快、投资少，又易于维护。我国多数露天矿山都采用汽车－推土机排岩工艺。

## （二）铁路运输排岩工艺

铁路运输的排岩工艺主要是由铁路机车将剥离下的废石运至废石场，翻卸到指定地点再应用其他的移动设备进行废石的转排工作。可选用的转排设备有排土犁、挖掘机、推土机、前装机、索斗铲等。目前，在国内采用铁路运输排岩工艺的矿山主要以挖掘机为主，排土犁次之，而其他设备很少用。铁路运输排岩的辅助设备有移道机、吊车等。

1. 挖掘机排岩

采用铁路运输的矿山广泛采用挖掘机排岩。如图 6－8－9 所示，其工艺过程为：列车进入排岩线后，依次将废石卸入临时废石坑，再由挖掘机转排。该工艺要求临时废石坑的长度不小于一辆翻斗车的长度，坑底标高比挖掘机作业平台低 1～1.5m，容积一般为 200～300m$^3$。排岩台阶分为上下两个台阶，电铲在下部台阶顶面从临时废石坑里铲取废石，向前方、侧方、后方堆置。其中向前方、侧方堆置形成下部台阶，向后方堆置为上部台阶的新排土线修筑路基，如此作业直至排满规定的台阶总高度。

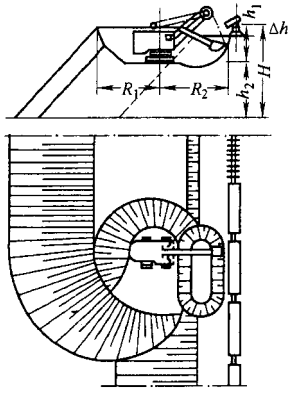



图 6－8－9　单斗挖掘机排岩

挖掘机排岩工艺具有如下优点：

（1）受气候的影响小，剥岩设备的利用率高；

（2）移道步距大，线路的质量好；

（3）每米线路的废石容量大，因而减少了排土线在籍长度及相应的移设和维修工程量；

（4）排岩平台具有较高的稳定性，可设置较高的排岩台阶，并能及时处理台阶沉陷、滑坡；

（5）场地的适应性强，可适用各种废石硬度的内外废石场；

（6）可在排岩过程中进行运输线路的涨道，在新建的排土场可直接用挖掘机修筑路

基，加快建设速度，节省大量的劳动力和费用。

挖掘机排岩工艺的缺点有：

（1）挖掘机设备投资较高、耗电量大，因而排土成本较推土犁高；

（2）运输机车需定位翻卸废石和等待挖掘机转排，因而降低了运输设备的利用率。

2. 排土犁排岩

排土犁是一种行走在轨道上的排岩设备（图 6－8－10），它自身没有行走动力，由机车牵引，工作时利用汽缸压气将犁板张开一定的角度，并将堆置在排岩线外侧的岩土向下推排。

如图 6－8－11 所示，排土犁排岩的工艺过程是：列车进入排岩线排卸岩土后，排土犁进行推刮，将部分岩土推落坡下，上部形成新的受土容积。然后列车再翻卸新的岩土，直到线路外侧形成的平盘宽度超过或等于排土犁板的最大允许排土宽度，排土犁已不能进行排岩作业时，用移道机进行移道。一般排岩线每卸 2～6 列车由排土犁推刮一次，每经过 6～8 次推排后需移设线路，排土犁废石场台阶高度通常为 10～25m。

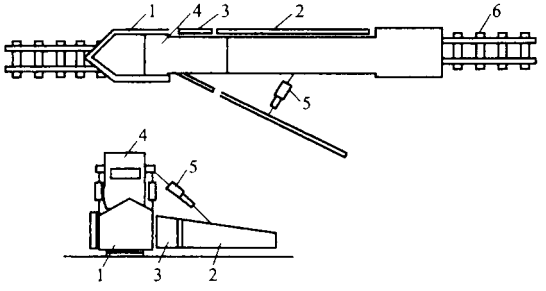



图 6－8－10　排土犁示意图

1—前部保护板；2—大犁板；3—小犁板；4—司机室；5—汽缸；6—轨道

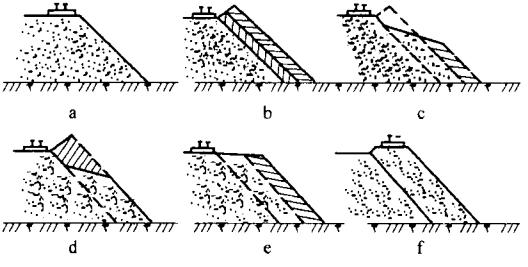



图 6－8－11　排土犁排岩工艺

排土犁排岩具有如下优点：

（1）价格低，排岩效率高。每台排土犁的价格仅为挖掘机价格的 1/3 左右，而排岩效率约为挖掘机的两倍；

（2）设备结构简单，便于维修；

（3）排土犁适用性强，适用于准轨运输的各种地质条件、各种岩石硬度的内外废石

场；

（4）排土后的路基不需要加工便可直接铺设线路。

排土犁排岩具有如下缺点：

（1）排岩台阶高度受到限制，一般为 10 ~ 12m；

（2）移道步距较小，两次移道间的容土量少，因而需设较多的排岩线。

3. 推土机排岩

推土机排岩的工艺程序是：列车将剥离下的废石运至废石场翻卸，推土机将废石推排至排岩工作台阶以下，并平整场地及运输线路。国内采用推土机排岩工艺的不多。采用这种方式推排，免除了人工作业繁重的体力劳动。当排弃湿度较大的岩石时，由于推土机履带的来回碾压，加强了路基的稳定性，使排土场的堆置高度增大，但排弃成本高于其他方式。

4. 前装机排岩

前装机转排如图 6 – 8 – 12 所示，它具有机动灵活、排岩宽度大、运距长、安全可靠等优点。这种排岩方式的排岩台阶有较长的稳定期。但当运距大时，排岩效率较低。当排岩平台较宽时，前装机可就地做 180°转向运行；当排岩平台较窄时，可就地做 90°转向运行，以进行加长排岩工作平台的作业。

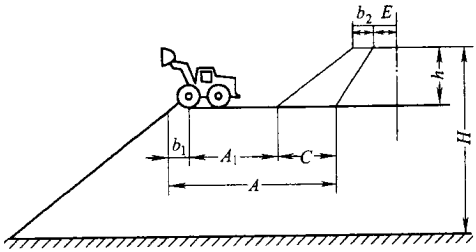



图 6 – 8 – 12　前装机排岩工艺

### （三）胶带运输机—胶带排岩机排岩

露天矿采用胶带运输机 – 胶带排岩机排岩是近十年来发展起来的一种多机械连续排岩工艺。这一工艺系统一般的工艺流程是：使用汽车将废石运至设置在采场最终边帮上的固定或移动式破碎站进行废石的粗破碎，破碎后的废石被卸入胶带运输机，由胶带运输机运至废石场再转入胶带排岩机进行排卸。当一个台阶高度排满后，用推土机平整场地，然后移动胶带排岩机。

如图 6 – 8 – 13 所示，胶带排岩机是一种设有胶带运输机的可行走的排岩设备，它由受料臂、卸料臂、回转台和行走部分组成。受料臂可以直接接受运输胶带转载，亦可通过加载装置加载。

胶带排岩机的主要工艺参数是最大排岩高度和排岩带宽度，它们都取决于排岩机的结构尺寸。排岩机向站立水平以上排岩时，应尽量利用悬臂长度形成边坡压角，以保证排岩边坡的稳定；向下排岩也要尽量利用卸载悬臂长度，使排岩带宽度达到结构允许的

最大值，为排岩机创造稳定的基底。

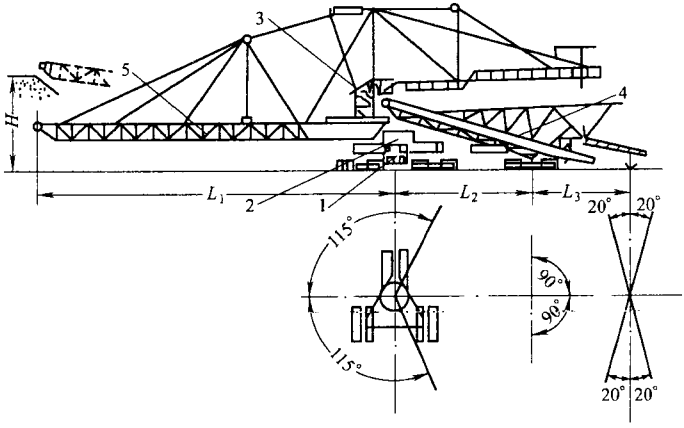



**图 6－8－13　胶带排岩机结构示意图**

1—排岩机底座；2—回转盘；3—铁塔；
4—接收臂（装有接收运输机）；5—卸载臂（装有卸载运输机）

胶带运输机—胶带排岩机的排岩工艺充分发挥了连续运输的优越性。运输成本低，自动化程度高。与汽车运输相比，具有能源消耗小，维修费低、设备的利用率高等优点。胶带排岩机增大了废石排岩段高，在很大程度上缓解了废石场容量不足和占用耕地的问题。但这种排岩工艺初期投资大，生产管理技术要求严格，胶带易磨损，工艺灵活性差。

## 三、废石场的危害防治及复田

### （一）废石场的危害及其防治

金属矿床露天开采过程中所形成的废石场，不但占用了大量的土地，而且对生态景观与环境也造成了相当大的破坏和危害。概括说来，废石场的潜在危害主要来自两个方面：其一，由于废石场的稳定性差所引发的废石场变形、滑坡及废石场泥石流；其二，废石场所造成的环境污染。

废石场发生变形破坏、产生滑坡或泥石流的主要诱发因素，是废石场基底软弱岩层、排弃物料中含有大量表土和风化岩石以及地表汇水和天然降雨的作用，因此，其治理措施应着眼于以下几个方面：

(1) 改进排岩工艺，选择合理的排岩设备及工艺参数，合理控制排岩顺序，避免形成软弱夹层（即潜在滑动面），同时将大块岩石堆置在废石场底层以稳定基底，或用大块岩石堆置在最底一个台阶反压坡脚，以稳定废石场。

(2) 积极处理软岩基底。对于基底表土或较薄的软岩层，可在排土之前开挖掉；若软岩基底较厚，则预先开挖处理是不经济的，此时要控制排岩阶段的堆置高度，以使基

底得到压实和逐渐分散基底的承载压力。也可用爆破法将基底岩石预先破碎，这样不仅可增大抗风化能力，还可在底部形成排水层。

（3）采取必要措施进行废石场的疏干排水。首先，应对排土场上方山坡汇水进行截流，将水疏排至外围的低洼处；其次，为分散平台本身的汇水，使其不致侵蚀或冲刷边坡，应将废石堆置平台修成 3°左右的反坡，使水流向坡根处的排水沟而排出界外；最后，在排土坡下游沟谷的收口部位修筑不同形式的拦挡坎，起到拦挡泥石流，防止污染农田的作用。

（4）采用不同形式的护坡挡墙，稳定坡角，防止废石场滑坡。这种护坡挡墙通常是坚硬石块堆置成的石块重力坝，透水性好，施工简单，造价便宜，能阻挡滑坡和泥石流。

（5）形成废石场植被。在已结束排岩的废石场平台和斜坡上形成全面植被，可以防止雨水对废石场表面的侵蚀和冲刷，同时植被的根系可以加固废石场表面的岩土，以阻止雨水往内部渗透，并且植被本身也可吸收大量的水分。

## （二）废石场的污染及其治理

废石场产生的污染有粉尘、毒气和酸雨三类。

粉尘污染主要来自废石排弃过程的运输与卸载，其污染程度主要取决于岩石的脆性、硬度和外部因素（如季节、风向、风速、大气温度与降雨量等）。岩石的脆性越大、硬度越小，则形成粉尘的趋势愈大。飞扬的粉尘悬浮于大气中，使大气的透明度降低，被吸人人体可造成尘肺病。粉尘（特别是含有毒性或辐射性的粉尘）还污染土壤、植物、水，不但危害现场作业人员，也危害着家畜和其他生物。

露天矿传统的粉尘污染控制方法，是在采矿场运输沿线及废石场进行喷雾洒水以达到降尘的目的。近年来，国外发明子一种粘性聚合物代替水进行喷雾降尘，取得了良好的效果。

为了防止废石场的粉尘危害人畜，废石场附近的居民区应力求布置在废石场的主导风向的上风侧。在已堆置好的废石场台阶或坡面上积极种草植树，既可加固废石场，又可改变废石场的小气候，降低风速，起到固沙降尘的作用。

当废石场中堆置含有硫化物的废石时，硫化物在空气、水以及细菌作用下生成硫酸和氧化物，前者流入地表水系造成酸水污染，后者逸人大气形成毒气而严重地污染空气。

酸水污染通常表现为显性与隐性两种形式，酸水污染较轻时，酸性水中溶解有重金属离子，在生态系统的食物链中被吸收蓄积，最终高度蓄积于人类的食物，而导致人的中毒，这是隐性污染。酸水污染严重时，酸水所及可使植物枯死，水生动物灭绝，呈现显性污染。

废石场酸水的控制广泛应用中和法，有的矿山为降低处理费用还采用截流稀释法。但酸水一经形成，以中和法处理需花费大量的人力、物力，且中和产物——中和泥的处理仍是一个难题。因此，有关专家提出控制酸水污染应当采取标本兼治，预防为主的方法。从酸水形成机理中各个环节人手，采取积极措施抑制酸水的形成。其措施的要点

有：

（1）尽量在气候干燥的季节剥离含有硫化物的岩石，控制岩石的破碎程度，采取集中堆放和及时掩埋等措施，缩短硫化物废石在大气中的暴露时间；

（2）使废石堆和地下水和地表水隔绝；

（3）截流废石场中产生的酸水，使其不漫溢，集中加以中和处理。

## （三）废石场复垦

露天开采过程中所建立的废石场占用了大量的土地资源，造成了一定程度的环境污染和自然生态景观的破坏。随着现代科学技术的发展，人们的资源再利用和环境保护意识不断加强。一些工业发达国家都制定了环境保护和控制矿山三废污染的法律条文，要求矿山经营者在开发过程中或之后必须采取措施，对矿山所破坏的土地，如废石场、采矿坑和塌落区进行造地复田。我国的矿山复田和垦殖以及废石场的利用和整治工作还刚刚起步。，国务院于 1989 年 1 月 1 日发布了《土地复垦规定》，规定指出：为加强土地复垦工作，合理利用土地，改善生态资源，对因从事开采矿产资源，烧制砖瓦，燃煤发电等生产建设活动中所造成的挖损、塌陷、压占等破坏的土地应采取整治措施，使其恢复可利用的状态。规定还指出：土地规划应当与土地利用总体规划相协调，根据经济合理的原则和自然条件以及土地被破坏的状态确定复垦后的用途；有土地复垦任务的企业应当把土地复垦的指标纳入生产建设计划；使土地复垦与生产建设统一规划；有土地复垦任务的建设项目，其可行性研究报告和设计任＇务书应当包括土地复垦的内容，设计文件一般应当有土地复垦的专门章节，工艺设计应当兼顾土地复垦的要求。

所谓土地复垦是指把被破坏和荒芜了的土地重新加以利用，以及不同于复原的其他任何形式的处理利用。土地复垦的目的，一方面保护了土地资源，实现了土地资源的二次开发和利用；另一方面，保护了生态环境。露天矿区的复垦工作是一项复杂的综合性技术工作，涉及到采矿学、生物学、地质学、土壤学、植物栽培学、农田水利学、环境保护学等多个学科。

废石场的复垦工作是指整治废石堆，控制废石堆对周围环境的影响和回收土地。具体做法是在不能种植的废石场地上覆盖适宜的土壤，创造良好的耕种条件，以满足植物的生长。矿山开采之前，应首先根据采矿的地质条件、发展前景及当地的具体情况，制定出矿山土地复垦规划并纳入矿山开采计划和排岩计划之中，尽可能利用矿山采运设备，使废石场的复土和修坡工作与开采和排岩顺序相协调。

废石场复垦工作的主要内容和要求如下：

（1）废石场堆的形态整治。为减少废石场的复垦费用，废石场堆的形态整治应在选择废石场排弃工艺及排弃顺序时综合考虑，一方面应考虑废石场复垦时所要求的堆置高度和堆置台阶边坡角；另一方面应合理安排废石场的结构，应按岩石的种类、性能和块度大小分层堆置。一般的堆置顺序应是上土下岩；大块岩石在下，小块岩石在上，中性岩石在上，酸性岩石在下；不易风化的岩石在上，易风化的岩石在下；不易于植物生长的岩石在下，易于植物生长的岩石在上。其次，废石场地要具有良好的稳定性与控制地面水源的结构。

（2）表土的采集、存储和复田。考虑到日后废石场复垦之用，应将露天开采范围内剥离下的表土集中堆放在适当的位置存储，若还需在排土场或工业场地等有土壤资源的地方采集表土，应保证土壤具有良好的质量，保证适宜植物生长的酸碱度，适宜农作物生长的 pH 值一般为 4 ~ 8。

（3）铺垫表土。场地铺垫表土的厚度按不同的地区、种植作物的种类及基层的持水性能等确定。

（4）在整治好的废石堆上进行再种植。再种植的植物应选择适宜当地气候，能在废石堆上生长的草类植物、灌木或乔木。

# 第九章　露天－地下联合采矿法

## 第一节　概　　述

露天－地下联合采矿法不同于传统的露天与地下联合开采。按采矿界一般的认识，凡是同时地进行露天和地下的开采设计，在一个矿床内同时进行露天和地下工程的施工，就可认为是露天与地下联合开采。露天与地下联合开采是一种人们所熟悉的开采方式，作为一项技术措施被广泛的应用在露天转地下开采中。对于倾斜和急倾斜矿床，如果矿体的延深大，这种联合开采法通常是把矿床分为上、下两层，上层用露天开采法，下层用地下开采法，中间用境界顶柱或缓冲层分隔开来。这种联合开采方式的显著特点是，上、下两层都有各自明确的开采范围，其联合的含义更多的体现在用不同的开采方法开采同一矿床，而不是在同一矿块或采区中结合使用不同的采矿工艺或方法。

露天－地下联合采矿法，是在露天与地下联合开采中发展出来的一种新型采矿方法。对一个矿床来说，在其开采范围内的垂直方向上分为上、中、下3层，上层用露天法开采，下层用地下法开采，中间层也称过渡层或联合开采层，其回采的工艺过程是用地下开采工艺进行开拓、采准和切割，用露天开采法进行钻孔爆破，利用地下运输系统出矿，露天与过渡层形成的统一的采空区用以内排。依采矿方法定义的范畴，采矿方法是指一个矿块或一个采区的开采方法，主要包括采准、切割与回采等工艺。显然，过渡层的开采是在一个矿块或一个采区内联合使用露天采矿工艺和地下采矿工艺进行采矿。因此，我们把过渡层开采的这种方法称之为露天－地下联合采矿法。其实质是矿块或采区的上部为露天坑底，在采准、切割和回采过程中，由露天采矿技术和地下采矿技术有机结合起来回采矿石和进行采场地压管理。它与联合开采相比，工艺技术的结合程度更紧密。

从我国露天转地下开采实践的铁矿山来看，要稳定过渡期的产量，必须采用露天与地下同时联合开采，因而露天底下部第一个开采中段普遍采用的空场法或充填法，中间留设境界顶柱，待露天开采结束后再改用其它采矿法。

根据上述定义的露天－地下联合采矿法，国内露天转地下矿山更多的是在处理境界顶柱时采用。但留设境界顶柱，只是出于安全生产的需要，并未按照一种采矿方法来确定其开采参数，因而其厚度不大，造成境界顶柱回采时，其开拓和采切工程量大，矿石损失率和贫化率较高。同时，作为转地下的一个过渡环节，由于采矿效率低，也会影响到过渡期产量的均衡。

20 世纪 70 年代开始，前苏联学者根据露天开采剥岩量急剧增加、占地增多、采矿成本不断增高的不利趋势，从提高采掘效益角度出发，提出了对矿产资源实行综合开发的思路，其实质是在矿床开发过程中，将不同的工艺与技术要素在一个工艺系统中配合使用。这种方法包括：露天、地下开采工艺要素的配合应用，共同使用露天矿公路和地下巷道运输矿石，利用露天和地下开采形成的采空区来堆置废石。实现上述 3 方面综合开采工艺的有机配合，是在加大过渡层开采过程中实现的。即把境界顶柱加大为一个开采阶段（联合开采层），用一种新型采矿方法来回采，以提高采场生产能力，降低生产成本。

## 第二节　露天－地下联合采矿法

露天－地下联合采矿法的基本特征，是回采高度等于联合开采层全高，回采工作面是垂直的，类似于连续回采的强制崩落法，它适用于倾斜和急倾斜厚大矿体的露天转地下开采矿山。

本法的特点是：当露天采掘工程在矿床的一翼达到最终设计深度时，露天采掘工程继续沿水平方向向矿床的另一翼推进。当形成的露天坑底达到一定长度后，即可进行联合开采层的回采准备。回采工作开始之前，除在矿块底部拉底、辟漏外，必须开凿垂直切割槽，并以此为自由面进行落矿，崩落的矿石借自重落到矿块底部放出。该方法的生产工艺是由露天和地下两种开采方式共同完成的，用露天钻孔爆破，利用地下运输系统出矿，露天开采和过渡层开采形成下部采空区用以内排。

### 一、露天－地下联合采矿法方案

当露天采掘工程在矿床的一翼达到最终设计深度，其工作帮超前 150 ~ 200m 时，在非工作帮靠近端部掘一天井，此天井将露天坑与事先掘好的地下水平巷道连通。将此天井用成排的垂直深孔爆破，扩成与矿体走向垂直、横贯矿体全厚的一条切割槽。对联合开采层的矿体，从露天底向下沿全高进行钻孔，爆落的矿石从地下巷道运出。根据放矿制度的不同，可有几种变形方案。

#### （一）废石与矿石不接触，内排滞后于工作台阶开采方案

如图 6－9－1 所示。在每一崩矿循环之后，爆落的矿石除少量留做垫层外，其余全部放出。采空区的台阶与边邦在一定时期内处于无附加荷载状态，过渡层的工作面是倾斜的，依靠安全的坡面角来保证它们的稳定性。内排土场的形成滞后于工作台阶，不使废石与矿石接触。在被崩落矿石占据的整个平面上进行底部自由放矿。在只形成下部拉底而无地下钻孔平巷时，使用露天矿钻机钻孔。依据地质力学条件不同，该方案联合开采层的最大高度为 80 ~ 100m，适合开采不超过 130 ~ 150m 厚度的矿体。

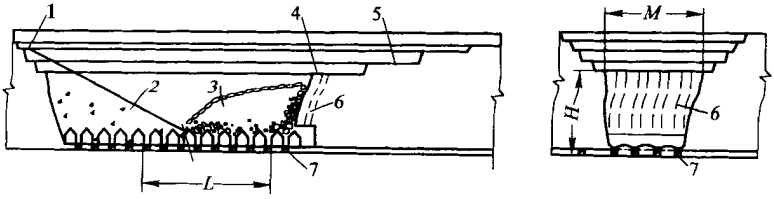



图 6－9－1　废石与矿石不接触联合采矿法方案

1—露天矿非工作帮；2—内部排土场；3—爆落的矿石；4—露天地下联合开采层；5—露天矿工作帮；6—下向平行钻孔；7—出矿巷道

## （二）暂留部分崩落矿石方案

如图 6－9－2 所示。该方案内部排土场的形成与第一方案类似。在每次崩矿循环之后，沿过渡层工作面暂留部分崩落的矿石，作为附加荷载来保证联合开采层的稳定性，而采空区边坡的稳定性由其安全的角度来保证。除留下最大的附加荷载矿量之外实行充分放矿，在附加荷载限度内仅采出 10% ~ 15% 的矿石以便创造必要的松散。依据附加荷载的大小，按地质力学条件，联合开采层高度最大可达 150 ~ 170m，以便在底部水平以上，在应力集中区边缘之外安排必需的地下钻孔平巷和在崩落的矿石堆下部掘出矿巷道。

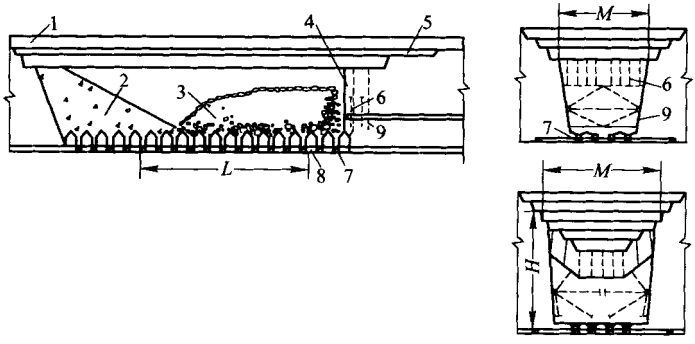



图 6－9－2　露天－地下联合采矿法基本方案

1—露天矿非工作帮；2—内部排土场；3—爆落的矿石；4—露天地下联合开采层；5—露天矿工作帮；6—下向平行钻孔；7—出矿巷道；8—阶段附加荷载；9—扇形钻孔

## （三）不断崩矿不断充填方案

如图 6－9－3 所示。此方案每个循环崩落的矿石充填整个采空区，矿石与内排岩石接触，因而必须崩落作为挤压介质的过渡层全段高，并为采用底部放矿或端部放矿提供

条件。无论是按上盘岩石稳定条件，还是在挤压介质中崩矿的可能性，联合开采层高度需限制在 70～90m。当采用底部放矿时，在每一崩矿循环之后，内部排土场在矿石上部堆置扩展，在距垂直工作面一定距离的排土场已达到设计高度的地方进行放矿，如图 6－9－3（a）。当采用端部放矿时，在每一崩矿循环之后，将与内部排土场岩石垂直接触的矿石堆全部采出，如图 6－9－3（b）。

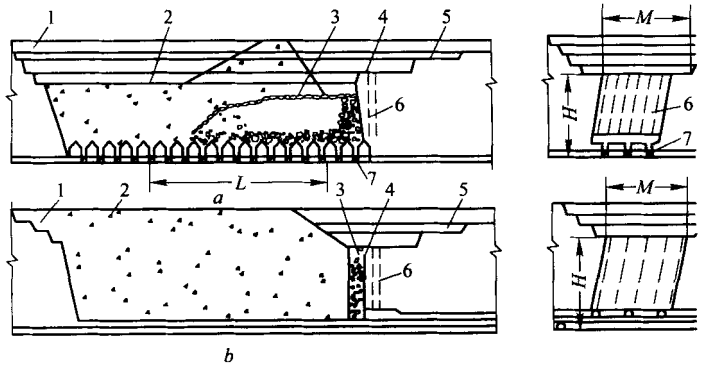



图 6－9－3　露天－地下联合采矿法基本方案

1—露天矿非工作帮；2—内部排土场；3—爆落的矿石；4—露天地下联合开采层；5—露天矿工作帮；6—下向平行钻孔；7—出矿巷道

## 二、矿块布置和结构参数

该采矿法一般采用沿矿体走向依次连续回采，所以划分矿块的标志不明显。为了管理方便，以相邻两个出矿巷道之间的距离作为一个矿块的长度。此时，回采巷道沿走向布置，整个过渡层矿体的回采只需在矿体的一端拉一个切割槽。当过渡层阶段的推进速度不能够满足矿山生产能力要求时，可沿矿体走向划分矿块，几个矿块同时生产。矿块中的回采巷道垂直矿体走向布置，每个矿块的上盘均需拉切割槽。

联合开采层高度取决于矿体厚度、矿体倾角、钻机类型和布孔方式，以及采空区的稳定性。

根据边帮要素法对联合开采层边帮应力场的阶段稳定性分析，最薄弱的构造要素是拉底区。一个高 100m 坡面角 70°的阶段，当原岩在拉底区的面积与拉底区总面积之比不小于 0.4 时，其稳定性系数可达到 1.5。比这更高的阶段，要保证其稳定性就不能进行超前拉底和在爆落的矿石堆下形成滞后的出矿巷道。在这种情况下，其应力变形状态的特点是，在阶段下部形成压应力集中区，在采空区底部以下形成拉应力集中区，见图 6－9－4。

露天－地下联合开采层高度 H 与边坡角 α 及岩石坚固性系数 f 之间存在如下关系：

$$\alpha = \arctan H \cdot f$$

采空区邦坡随着采空区深度增加而变缓，导致其底宽变窄。当采空区的断面呈倒三

角形时，联合开采层达到极限高度 $H_{max}$，其值取决于矿体的厚度 M，见图 6－9－5，即：

$$H_{max} = \sqrt{\frac{M}{2f}} \tag{6-9-1}$$

采空区横断面的最大面积及露天－地下联合开采层相应的最大矿石储量与其高度相适应，等于 $0.8H_{max}$。

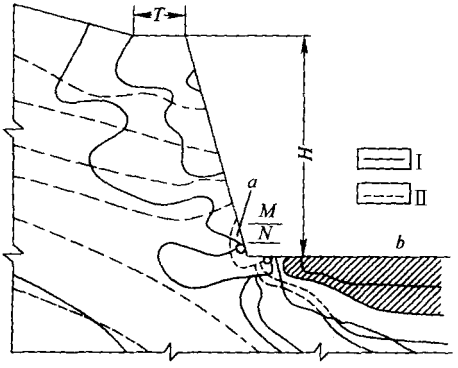



图 6－9－4　露天－地下联合开采层岩体的应力分布

Ⅰ—水平应力等值线，MPa；Ⅱ—垂直应力等值线，MPa；
a—压应力集中区；b—拉应力集中区；T—上部工作平台宽度；H—联合开采层高度

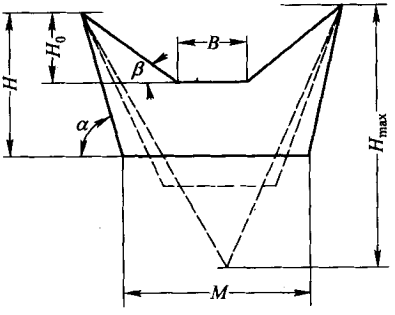



图 6－9－5　联合开采层高度与采空区横断面

H—联合开采层高度；$H_0$—边坡角度不变时的露天采深；α—露天边坡角；M—采空区底宽；
B—露天坑底宽度；β—联合开采层采空区边坡角；$H_{max}$—联合开采层最大可能高度

在出矿结束至开始内部排岩期间，采空区的稳定性要依靠恰当地选择边帮安全角度来保证，需要留边帮三角矿柱，有时为减少三角矿柱损失，而用崩落的矿石对边帮施加附加荷载来实现。采用边界元法对塔雷那赫矿床岩体应力应变进行的数值模拟证明，对上盘稳定性影响最大的因素是联合开采层高度和矿体倾角。当联合开采层高度在 80～100m，矿体倾角在 60°～90°时，是可以保证上盘稳定的。

具体矿山研究表明，联合开采矿床的整体效益取决于露天－地下联合开采层高度。

当采用自由放矿工艺时，此高度的合理值在 $0.8H_{max} \pm 20m$ 范围内。当矿体厚达 150～180m 时，联合开采层的最大高度由边坡稳定角度来确定。当矿体再厚时，联合开采层高度按工艺要素，有时按钻孔设备来确定。当采用以矿岩不断充填采空区的开采方案时，联合开采层最大高度受挤压介质的崩落条件限制，一般在 70～90m 之间。

## 三、采准、切割工作

联合开采层的采准切割工程主要包括：底盘沿脉运输巷道、出矿巷道、底部结构、拉底、切割天井和拉切割槽等。当采用下向平行深孔与扇形钻孔结合的布孔形式时，则按扇形孔开掘凿岩巷道。

采切工程布置依底部出矿结构而定。首先按矿块尺寸（一般 50m 左右）垂直矿体掘穿脉运输巷道。从矿床的一端沿矿体走向连续回采时，沿矿体走向从穿脉巷道每隔 10～15m 掘脉内巷道；对多个矿块同时回采时，垂直矿体走向从阶段巷道每隔 10～15m 掘脉内回采巷道。铲运机出矿时，如果留底柱，则要掘一条上山连通出矿水平。采用漏斗底部结构时，每隔 10m 掘一条受矿巷道，漏斗间距 10m，斗颈为 $2m \times 2m^2$，底柱高 8m。

回采前先在阶段下部掘拉底巷道，拉底的同时在切割槽位置开掘切割横巷，在切割横巷中上掘天井，切割天井一般为 $2m \times 2m^2$。在天井的两侧垂直矿体走向钻凿水平中深孔，由下而上成排进行爆破，扩成横贯矿体的切割槽。

切割天井除采用常规方法掘进外，还可采用天井钻机直接钻进。我国目前自行研制的 AT 系列天井钻机，直径达 2m，最大深度达 175m，月成井速度 120～150m。

形成切割槽的目的是为联合开采阶段爆破提供补偿空间，其宽度根据一次爆破量及矿石松散系数而定。自由空间爆破时，补偿空间一般为崩落矿石体积的 20%～30%，当采用深孔挤压爆破时，补偿空间为 15%～20%。

地下底部结构是由放矿口（斗穿）、漏斗颈和出矿巷道（漏斗或堑沟）等组成。利用底部结构出矿是露天－地下联合采矿法常用的出矿方式。适宜该方法的出矿方式有安装振动放矿机的漏斗结构出矿方式、利用铲运机的平底结构出矿方式等。漏斗结构需在出矿水平上部留有 8～15m 的底柱，一般漏斗间距 6～10m，漏斗可对称布置或交错布置。平底结构是否留底柱，视溜井布置的方式。当溜井布置在出矿水平以上时需留 6～8m 的底柱；当溜井布置在出矿水平以下，并与地下采矿的开拓阶段主运巷道相通时，露天－地下联合开采层的下部就不需留设底柱。通常溜井布置在矿体脉外下盘，其间距与矿体的厚度和铲运机的合理运距有关，一般 150～200m。

## 四、回采工作

露天－地下联合采矿法在工艺上的特点是露天凿岩与地下出矿相结合。一般情况下，崩矿方案有全段高垂直平行深孔爆破、阶段钻孔和分段钻孔爆破 3 种。

## （一）全段高下向钻孔方式

如图 6－9－6（a）所示。对于厚大规整的矿床，如果凿岩设备满足所要求的凿岩深度，并能保证炮孔的偏斜精度，可以采用露天方式钻凿全段高下向垂直平行深孔。这种钻孔布置方式的优点是不需要开掘地下钻孔巷道，只需做出下部拉底。根据最大达的露天矿设备特性，这种方式的联合开采层（包括拉底）高度不应超过 70～90m。

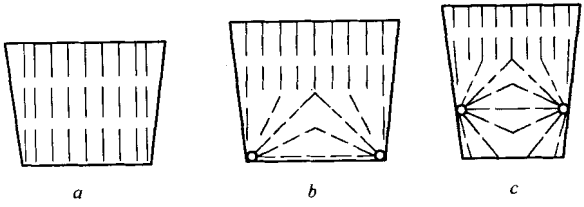



图 6－9－6　联合开采层的钻孔方式

a—全段高下向钻孔方式；b—阶段钻孔方式；c—分段钻孔方式

## （二）阶段钻孔方式

如图 6－9－6（b）所示。当凿岩设备达不到设计所需的钻孔深度，或矿体形态比较复杂时，采用露天与地下联合凿岩的方法，在全段高上进行分段钻孔。为了减少地下巷道的开掘量，地下凿岩巷道就布置在联合开采阶段出矿水平的同一标高上。阶段上部由露天钻下向垂直孔，阶段下部由凿岩巷道打上向扇形孔。这时联合开采层的最大高度可达 120～140m。

## （三）分段钻孔方式

如图 6－9－6（c）所示。在第二种钻孔方式中，由于凿岩巷道处于阶段下部的压应力集中区，巷道容易遭受破坏，可将凿岩巷道布置在联合开采阶段出矿水平以上，阶段上部由露天钻下向垂直孔，阶段的下部分由凿岩巷道打上向和下向扇形钻孔。依现有的钻孔设备参数，联合开采层的高度最大可达 160～170m。

露天－地下联合采矿法崩矿的主要特点是炮孔深度相当大，而且炮孔深度愈大距设计的孔网参数的偏差也愈大，崩矿质量不易控制。实践证明，崩落矿石的大块产出率与露天－地下联合开采层的高度有关。据国外统计，当钻孔爆破工作参数适度，超出 1m 标准的大块产率在 10%左右。当采用矿石与废石不接触的开采方案时，最好用重型振动给矿机进行自由放矿；当采用不断充填采空区而从覆盖岩堆的底部放矿的方案时，应选用大功率的铲运机向溜井运矿；实行端部放矿时也可以用电铲配地下无轨运输车辆或电机车运输。

## 五、露天－地下联合开采强度

露天－地下联合开采层的回采顺序通常是从矿床的一端到另一端连续回采，高台阶的推进速度就是矿床开采强度指标，该速度与采空区的断面积共同决定着采矿能力的大小。而联合开采层的推进速度又受露天采场工作线的推进速度、钻孔爆破工作的完成强度、放矿效率和内部排岩工作等因素的制约。

按钻孔爆破工作和放矿条件，台阶采掘工作线推进速度 $V_1$ 为：

$$V_1 = \frac{nATm}{S\gamma} \tag{6-9-2}$$

式中　n——同时工作的设备数量，台；

A——单台设备的班效率，t/班；

T——年工作日，天；

m——日工作班数；

S——采空区横断面积，$m^2$；

$\gamma$——矿石容重，$t/m^3$。

按内部排岩场形成条件，台阶工作线的推进速度 $V_2$ 为：

$$V_2 = \frac{n_p A_p T m K_p}{(S + S_p)\ \gamma_y} \tag{6-9-3}$$

式中　$n_p$——同时工作的排岩设备数量，台；

$A_p$——排岩设备单机班效率，t/班；

$S_p$——露天部分被内部排岩场所占据的横断面积，$m^2$；

$K_p$——岩石松散系数；

$\gamma_y$——岩石容重，$t/m^3$。

因而，阶段的推进速度 V 为：$V = \min\ \{V_1, V_2\}$

## 六、采空区内部排土

内部排土是露天－地下联合开采的特点之一，它在很大程度上决定着这一开采法的效果。从整体上看，内部排土场是跟随露天－地下联合开采层台阶的推进而沿一个水平面扩展的，其排土工作线一般垂直矿体的走向。在往统一的采空区排放废石时，排岩分层的高度较大，而排弃工作线较短，适宜使用大工作参数设备。

内排土场的排弃量取决于联合开采层台阶的推进速度 $v$。如果采空区边帮角为 $\beta$，内排岩高度为 h，露天底宽为 $B_0$，则第 i 年随联合开采层台阶推进而扩展的内排容量 $Q_i$ 为：

$$Q_i = \frac{h v K_s}{1 + K_x}\ (B_0 + h\cot\beta) \tag{6-9-4}$$

式中　$K_s$——岩石松散系数；

$K_x$——岩石的下沉系数。

当露天－地下联合采矿法采用自由放矿方案时，内排土场建在稳固的基岩上。此时矿岩不接触，排土工作面以岩石自然安息角 $\alpha$ 的斜面向前扩展，其内排的初始容量 $Q_0$ 为：

$$Q_0 = \frac{K_s h^2}{6(1+K_x)}(\operatorname{ctan}\alpha - \operatorname{ctan}\beta)(3h\operatorname{ctan}\beta + 2B_0) \qquad (6-9-5)$$

当采用不断充填采空区方案时，内排土场建在爆堆上并且岩石覆盖矿堆。按斜面放矿制度，各漏斗不均匀放矿。随联合开采层台阶推进，矿岩界面保持倾斜（角度 $\gamma$）向前移动，其内排的初始容量 $Q_0$ 为：

$$Q_0 = \frac{K_s h^3}{3(1+K_x)}\operatorname{ctan}\beta(\operatorname{ctan}\beta + \operatorname{ctan}\gamma) \qquad (6-9-6)$$

则内排土场的总排弃量为 $Q = Q_0 + \sum_{i=1}^{n} Q_i$ (6－9－7)

## 七、露天－地下联合采矿法的评价

露天－地下联合采矿法是开发矿床资源有发展前途的方法。在适宜的矿山地质和矿山技术条件下，该方法具有以下优点：

(1) 因露天和露天－地下联合开采形成的采空区可用作内部排土场，减少了废石外排的占地面积，从而减少了对周围自然介质的破坏面积。

(2) 露天－地下联合开采层的开采强度大，在很大程度上补偿了露天矿开采深部水平时减少的采出矿量，因而有利于稳定露天转地下开采过渡期的产量。

(3) 由于只用一个高台阶开采深部水平而不需露天补充扩帮，因而可减少露天矿境界内的总剥岩量。

(4) 该方法利用共同的系统开拓露天矿深部水平和地下矿山，可减少转地下过渡期间的井下开掘工程量。

(5) 因结合了露天采矿工艺，其采切工程量及采矿成本将比地下采矿低，而采矿效率则比地下采矿高。

露天－地下联合采矿法也同样存在一些缺点，如高阶段钻孔容易发生偏差；采空区高度大，存在阶段和采空区边坡稳定问题；实行内部排土存在覆岩放矿管理问题，以及生产期间的漏风和排水问题等，需要采取相应的技术保证措施。一般应用于具备下列条件的露天转地下矿山：

(1) 矿体厚大、走向长度较长，形成的露天矿坑底尺寸较大，一般矿体水平厚度以不小于 40～50m 为宜。

(2) 由于高阶段放矿条件的限制，要求矿体属急倾斜，一般矿体的倾角以不小于 70°为宜。

(3) 正常生产，没有补偿空间方案时，要求矿石具有中等稳固。

(4) 矿石价值不高，不需分采，且不含较大岩石夹层。

(5) 矿石没有结块、氧化和自燃等性质。

总之，露天－地下联合采矿法适应于开采矿体厚大、形状规整、倾角陡、矿石中等稳固、矿石价值不高的大型矿床。

# 第三节　露天－地下联合采矿法研究实例

## 一、概述

### (一) 露天－地下联合采矿法的研究方法

结合首钢杏山铁矿急倾斜矿床的开采技术条件，依据矿床综合开发理论，把露天开采、过渡带露天与地下联合开采及地下开采作为一个大系统，采用现代优化理论及方法，利用计算机手段，以技术、经济、环境综合效益最佳为原则，系统研究了该矿露天转地下开采的总体方案，建立了矿床露天与地下联合开采方案模拟优化系统。主要包括3个方面的内容：

(1) 采用浮动圆锥法圈定露天开采境界方案，并利用 CAD 技术编制其采掘进度计划。

(2) 建立露天－地下联合采矿法计算机模拟系统。利用计算机模拟技术和图形处理技术，建立了露天－地下联合采矿法模拟系统。通过采矿技术条件、矿床开拓以及采切、穿爆、放矿等反映联合采矿法工艺过程的8个模块，模拟计算所需的评价效果指标。在各模块中对所需选择的工艺参数，构建了各自的参数数据库，充分考虑了各种开采技术条件下的适用性，使系统具有通用性。模拟系统使用 VB 语言，菜单驱动，具有模拟计算和图形显示与输出等功能，界面美观，同时支持键盘和鼠标。

(3) 建立矿床露天转地下开采方案的多目标决策系统。在该系统中选择了对方案影响较大的技术、经济、生态环境等方面共8个评价指标，以考虑各评价指标均衡度的综合评价方法，全面评价不同过渡带开采参数条件下开发矿床经济效果的差异，确定出最优的露天转地下开采方案。

矿床露天－地下联合开采计算机模拟优化系统见图 6－9－7。

### (二) 矿山基本情况

首钢杏山铁矿区矿体赋存于混合质片麻岩中，已探明地质储量 9294.5 万 t。矿体走向长 1100m，深度 700m，延伸至 －590m 标高，矿体平均厚度 38.4m，矿体倾角为 83°～88°之间，矿体平均品位 35.37%。原设计矿床上部用露天开采，露天底标高在 +3m，露天境界底以下尚保有储量 2099 万 t，正在做转地下开采的准备工作。

鉴于杏山铁矿矿体厚大，采场空间大，走向长的特点，拟在露天转地下过渡期开采中采用露天－地下联合采矿方案。

露天－地下联合采矿方案的地下开拓工程布置与地下开采方案相同，矿山生产能力120万t/a。凿岩设备采用深孔钻机，出矿设备选用铲运机和振动放矿机两种，并布置不同的底部出矿结构。按过渡层高度分别设置了60m、80m两个方案。

根据矿山开采技术条件，地下开采规模确定为采矿100万t/a。

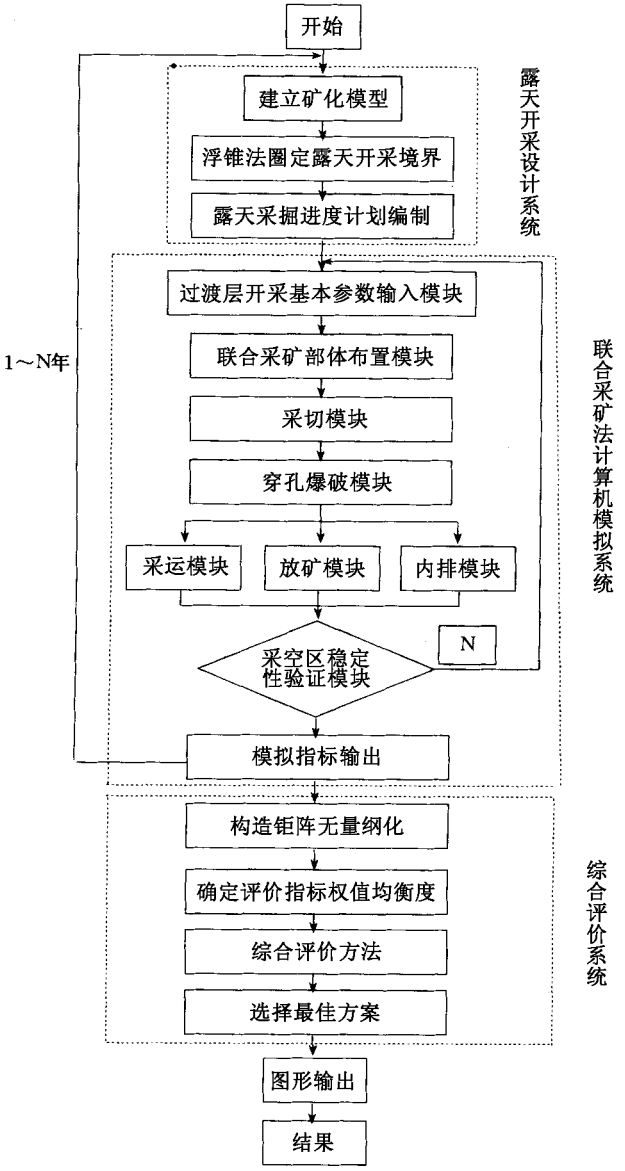



图6－9－7　矿床露天－地下联合开采计算机模拟优化系统

矿床开拓运输采用下盘侧翼竖井开拓。在矿体东侧翼下盘岩石移动线以外布置主井，井口标高+131.5m，深度308.5m。主井净直径5m，选用ZJK－3/11.5单绳缠绕式提升机，提升矿石采用3.2m$^3$翻转式双箕斗。副井井口标高+161.6m，深度338.6m。

副井净直径 6.2m，提升井下废石、升降人员设备及材料等。采用 ZJK－3/11.5 单绳缠绕式提升机配 YJGG－4－1 双罐笼。主溜井净直径 3.5m，下部阶段采下的矿石由主溜井放至－177m，而后主井用箕斗提升到地表。风井标高＋267.2m，深度 264.2m，净直径 3m，作为安全出口要求井内设梯子间。

井下运输采用有轨运输方式，矿石运输采用 ZK10－7/550 型架线式电机车牵引 YCC4－7 型曲轨侧卸式矿车，运岩采用 ZK10－7/550 型架线式电机车牵引 YFC0.7－7 型翻转式车厢式矿车，各阶段矿石运往井下溜井系统卸矿硐室，后由主井提升到地表。岩石分别由各中段运往副井井底车场，经副井运到地表。

据统计，该矿平均厚度为 60m 的矿体占总矿量的 70%，平均厚度为 18m 的矿体占总矿量的 30%。依矿体厚度，设计地下采用两种采矿方法。（1）VCR 法（垂直平行深孔球状药包落矿阶段矿房法），凿岩用 ROC306 型履带式地下高压潜孔钻机，45m/台·班，装运设备采用 LF－4.1 型铲运机，240t/台·班；（2）无底柱分段崩落法，凿岩采用 CZZ－700 型胶轮自行凿岩台车配 YGZ－90 型凿岩岩机，40m/台·班，装运设备用 ZYQ－14 型装运机，135t/台·班。

## 二、露天矿境界优化圈定

### （一）矿化模型的建立

根据杏山铁矿床的模型场规模为 1200m×150m×360m，为使露天采场位于模型场的中央，选定坐标（503000，4422400）为模型场的原点坐标。块段尺寸作为计算机优化设计的最小单元，尺寸越小，精度越高，运算时间也越长。考虑采矿工艺的可能，确定块段高度为台阶高度，块段尺寸（长×宽×高）为 10m×10m×12m。

在上述工作的基础上，根据开采技术条件模块生成的分层平面图，由计算机按选定的块段尺寸将分层平面图离散化，按平面图中的矿岩区域给对应块段赋以矿岩属性，形成矿床块段模型，并根据矿床块段模型建立经济块段模型，最终得到具有矿岩属性、经济属性的模型文件。

### （二）浮动圆锥法圈定露天矿境界

根据浮锥法原理由计算机搜寻露天开采的块段，确定出三维空间所具开采价值的块段组合范围（露天开采境界）。由浮锥法产生的境界是用块段描述的，它仅仅是根据矿体赋存条件产生的优化境界，还不能满足设计要求。如境界线不光滑、境界底长和宽不一定满足采矿工艺的要求等，需要对露天底部周界或出现宽平面部位界线进行修正，将修正的底线用一次境界程序生成光滑的一次境界。

一次境界是没有开拓运输线路的境界，它是优选运输方案的基础。在一次境界上布置开拓运输线路时，首先建立运输线路的数据文件，如线路的宽度、坡度和缓坡段等。然后在出入沟口确定的情况下，从一次境界最下部台阶开始，采用人机对话的方式，自下而上逐台阶布置线路，在有道路的部位计算机将自动扩出路宽，由此得到二次境界，

即露天开采终了平面图。

杏山铁矿不同方案露天开采境界圈定结果见表 6－9－1。

表 6－9－1 不同方案露天开采境界圈定结果

| 指标 / 露天底标高 | 矿石/万 t | 岩石/万 t | 矿岩合计/万 t |
|---|---|---|---|
| +3 | 2099 | 9855 | 11954 |
| －33 | 2624.86 | 12553.02 | 15177.88 |
| －45 | 2894.92 | 13542.08 | 16437.0 |
| －57 | 3008.58 | 14619.53 | 17628.11 |

### （三）采掘进度计划的编制

采掘进度计划的编制采用人机对话的方式。当矿山生产能力、生产剥采比、最小工作平盘宽度等参数确定以后，在计算机上人为确定各分层年末线的位置，通过多边形相交法计算模型，计算机自动计算各分层矿岩量、生产剥采比等数据，并在屏幕上彩显各水平有年末线的分层平面图。程序中具有查询功能，随时检查各台阶各年工作线的空间位置。当矿岩量不满足要求时，多余的部分可以回填或恢复重编，缺少的部分可以调整年末线的位置。

## 三、联合采矿法模拟系统

### （一）模拟系统

该模拟系统是在 Windows 操作系统下，用 VB 语言进行编写。根据联合采矿系统及 VB 语言的特点，采用事件驱动的方法建立模拟系统。在系统中设置主控窗口，作为整个模拟系统的操作控制中心。在主控窗口控制下有 8 个模块，这些模块之间相互连通，前边的两个基础模块为后续几个工艺模块提供基础数据，后续各模块间的参数相互制约、相互协调，从而整体构成一个动态模拟系统。

### （二）开采技术条件模块

该模块是模拟系统的基础模块，主要提供反映矿体赋存的特征参数，并根据矿体横、纵剖面图生成所需的阶段平面图，计算矿体储量等。

主要参数包括：矿体的规模（如矿体的走向长度、延伸深度、矿体的厚度等）、品位、倾角、矿岩物理力学性质等，以及与露天－地下联合采矿法有关的露天底的位置、最终边坡角、界内矿岩量以及过渡期采剥计划等。

对于杏山铁矿，由于矿石品种单一，品位变化不大，矿岩界线较明显，矿体的产状

稳定。因此，矿体的横剖面图就能充分反映矿体的赋存特征。故本模块中以矿体横剖面为原始图件，使用扫描仪输入图形。

计算机以露天底为基准水平，根据过渡层高度在矿体横、纵剖面图上作出阶段标高线。根据该线与矿体边界的交点序号与坐标，采用奇偶点法控制矿体或夹石，并通过坐标转换生成阶段平面矿体轮廓点，采用数据拟合技术，确定阶段平面上矿体边界函数关系。采用积分法计算该阶段各矿体的平面面积，进而求得阶段矿量。

## （三）联合采矿总体布置模块

该模块以开采技术条件模块为基础，通过对主井、副井及通风井位置的预先确定，在已生成的阶段平面图上进行联合采矿法阶段开拓运输系统的布置，生成联合采矿法总体布置平面图形，并根据各类井筒、巷道断面尺寸，计算其开拓工程量。

鉴于首钢杏山铁矿的矿体条件和地表地形条件，矿体开拓采用下盘竖井开拓。主井为箕斗井，直径 5m，副井为罐笼井兼作入风井，直径 6.2m。通风井布置在矿体下盘的侧翼，与副井构成对角式通风系统。

井底车场采用双环形布置。阶段运输巷道布置在脉外，上下盘巷道的位置取决于矿体的倾角和岩石移动角。根据矿体厚度，大于 30m 时采用环形布置，小于 30m 时采用下盘脉外沿脉布置。

本系统中，计算机根据所布置的开拓巷道类型计算矿床的开拓工程量。由于井筒、巷道断面尺寸主要取决于矿山的生产能力和使用设备规格，为了便于多方案的设置与对比，在该模块中建立了一个生产能力与各井筒、巷道断面尺寸的数据库，库中添加了生产能力在 100～200 万 t/a 的对应数据参数。计算机统计各类巷道的长度后，根据给定得生产能力，从数据库中提取各类巷道的规格，并计算出其工程量。

## （四）采切模块

在联合采矿总体布置模块的基础上，根据过渡层采矿方法的要求，设置不同出矿方式的采场结构参数，并通过计算机对各方案的采准、切割工作进行模拟计算，获得千吨采切比、采切成本及采切设备台数与投资等有关指标，见图 6－9－8。

根据矿体的埋藏条件、矿山装备水平等进行联合采矿方法构成要素的设置。在本模拟系统中，各构成要素可进行多方案的设置与模拟计算。其主要构成要素包括：

(1) 阶段高度，即联合采矿法过渡层高度。可根据矿体条件（倾角、厚度、稳定性等）和穿孔设备条件而定。在过渡层高度超过钻机有效钻孔深度的情况下，可采用垂直孔与上向扇形孔结合的多种布孔方式。

(2) 矿块的采准布置。本模拟系统中根据高阶段出矿特点，设置了两种底部结构，即铲运机出矿的平底结构和振动出矿机出矿的漏斗结构。

平底结构的采准布置：回采进路间距与规格以铲运机设备规格要求而定。回采进路的布置取决于矿体厚度与矿石生产能力。

单矿块回采时，即矿块沿走向顺序的后退式回采，首先按矿块长度掘进穿脉巷道，回采进路沿矿体走向布置。当需要两个以上矿块同时回采时，回采进路垂直矿体走向布

置，矿块的回采顺序是从上盘到下盘。出矿溜井沿阶段运输平行布置在矿体的下盘，根据铲运机经济合理单程运距确定一个或两个矿块布置一条溜井。采准工程还包括在矿块底部掘拉底巷道。

漏斗结构的采准布置：受矿巷道可垂直走向布置，也可沿矿体走向布置。当沿矿体走向布置时首先按矿块长度掘进穿脉巷道。采准工程还包括掘拉底巷道、按漏斗间距掘斗穿和斗颈及人行天井。

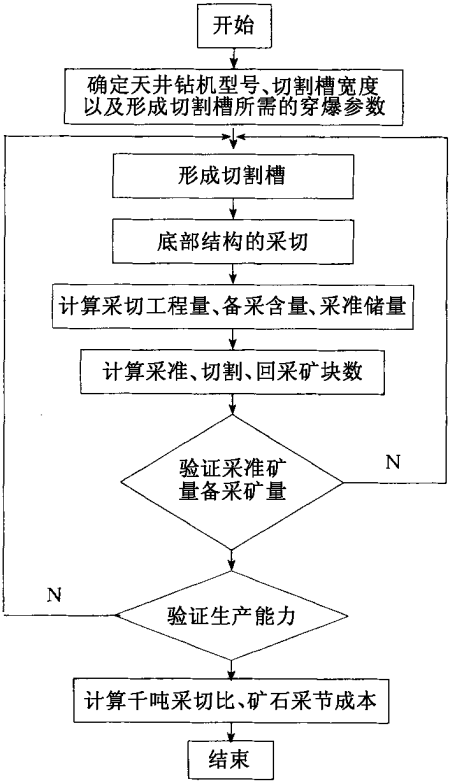



图 6－9－8　采切模块流程图

(3) 切割工作。平底结构的切割工作包括打切割天井、拉底和拉切割槽等；漏斗结构的切割工作包括打切割天井、拉底、劈漏和拉切割槽等。

根据矿块的回采顺序确定切割天井与切割槽的工程量。当矿块的回采顺序是沿矿体走向时，即从一翼沿走向后退式回采，只需在矿体一翼掘一个切割天井和相应的拉切割槽工作。当矿块的回采顺序垂直矿体走向时，每个矿块均需掘切割天井和拉切割槽工作。但矿体总的回采顺序仍是从一翼到另一翼沿走向回采。

(4) 采切设备投资与采切直接成本。采切设备选取原则是过渡层开采设备与深部地下开采设备相配套。采切凿岩设备用水星－14 液压掘进台车，出渣和掘凿切割井选用与过渡层开采相同的铲运机深孔钻机，另配吊罐机和 YSP－45 凿岩机。

### （五）穿孔爆破模块

在采切模块的基础上，根据过渡层高度和钻机型号等选择布孔方式和孔网参数，对回采矿块模拟计算穿爆工作量、穿爆成本和设备投资等技术经济指标，见图 6－9－9。

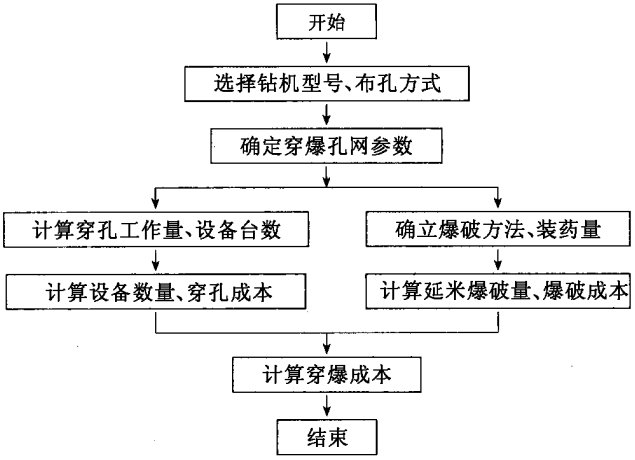



图 6－9－9　穿爆模块流程图

该模块中构建了可供选择的高压深孔钻机数据库，在确定某一钻机型号后，计算机通过查询库中该钻机的主要性能和效率指标，计算钻机台数。本研究选择 KQG－165 型钻机。根据内排模块的方案设置，模拟计算大直径深孔落矿和大直径深孔挤压落矿两种爆破方法，选择布孔方式和确定孔网参数，并计算凿岩工作量、凿岩直接成本和爆破成本。

### （六）放矿模块

根据所建立矿化模型，通过输入采场结构参数、放矿参数和技术经济参数，建立计算机随机模拟模型，模拟出不同放矿制度下的各漏斗放出矿石量、矿石贫化率和矿石回收率等指标，见图 6－9－10。

随机放矿模拟模型采用修正的 D. Jolley 递补模型。首先用直角坐标系将散体堆划分成规格一致的模块。在矿体上、下盘边界部位，若模块有一半和一半以上在上、下盘界线内（即模块形心在矿体内），就将该模块视为矿石；反之，视为岩石。按坐标位置将各模块输入计算机，同时装入漏斗口位置和各种规定条件（如截止岩石混入率等）。其次，将模块从漏斗口一块一块的放出，每块放出后形成的空位，依次由上层模块随机递补；空位如此向上不断传递，直到最顶层为止。

空位向上传递过程中，每一层模块的每一次传递都可认为是独立的随机事件。确定所发生的递补模块时，先按各模块具有的移动概率值确定每一模块所处的概率区域，然后由计算机产生［0，1］区间上的均匀分布的随机数，再根据随机数值所处概率区域确定哪一模块发生递补。

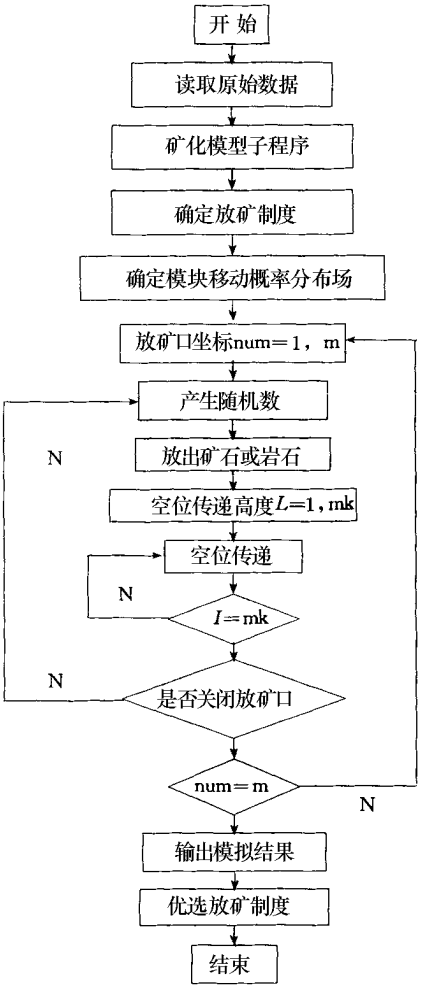



图 6－9－10　放矿模块流程图

矿石与岩石用不同的符号标记，计算机按规定的放出顺序及一次放出量从各个漏口放出模块，并分别累计矿石与废石模块的放出数量，直至达到放矿截至品位时，关闭漏口。

系统中联合采矿层高度按 60m、80m、100m3 种方案模拟，矿块长 50m，宽度等于矿体厚度。采长底部采用漏斗结构，间距 10m，斗颈规格 2m × 2m，受矿巷道依回采顺序垂直或沿走向布置。矿岩模块尺寸采用 1m × 1m × 1m。

矿石的流动性参数采用放出椭球体偏心率加以确定，根据类似矿体地下矿山资料，取 $\varepsilon = 0.9 \sim 0.93$，并以此计算概率分配值和概率特征值。该模块中共设置了平面放矿制度、斜面放矿制度和立面放矿制度 3 种方案。

## （七）采运模块

本模块主要对铲运机和振动放矿机的采运过程进行模拟计算，根据选定的设备型号，计算所需设备数量和出矿效果指标，见图 6－9－11。

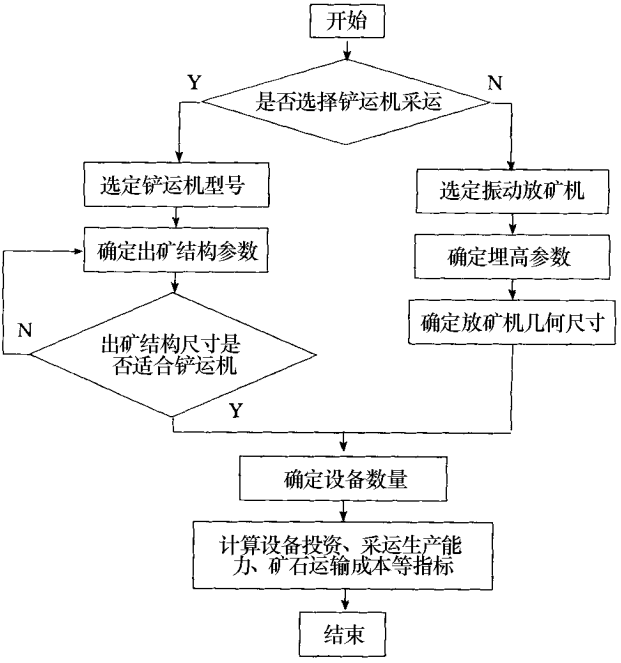



图 6－9－11　采运模块流程图

铲运机出矿结构由装矿进路、出矿巷道、运输平巷构成。装矿进路与出矿巷道斜交连接，交角为 45°～50°。装矿进路间距为 15m。出矿巷道在采场垂直矿体走向布置时为穿脉巷道。根据矿石运输距离、采场生产能力选择 3.8m$^3$ 斗容 ST－5C 型铲运机。

振动放矿机出矿选用漏斗式出矿结构，漏斗间距根据椭球体相交原理确定为 10m。在数量上满足一个放矿口安装一台，按照设备重复使用次数（4～5 次）和生产能力确定采场需用总量。

## （八）内排模块

本模块通过设置不同的内排方案，模拟计算联合采矿方法的内排岩量和排岩费用等指标。系统中设置两种内排方案。一是内部排土场的形成滞后于工作台阶，不使废石与矿石堆接触方案，二是经常不断地用废石充填采空区，废石与矿石堆接触方案。见图 6－9－12。

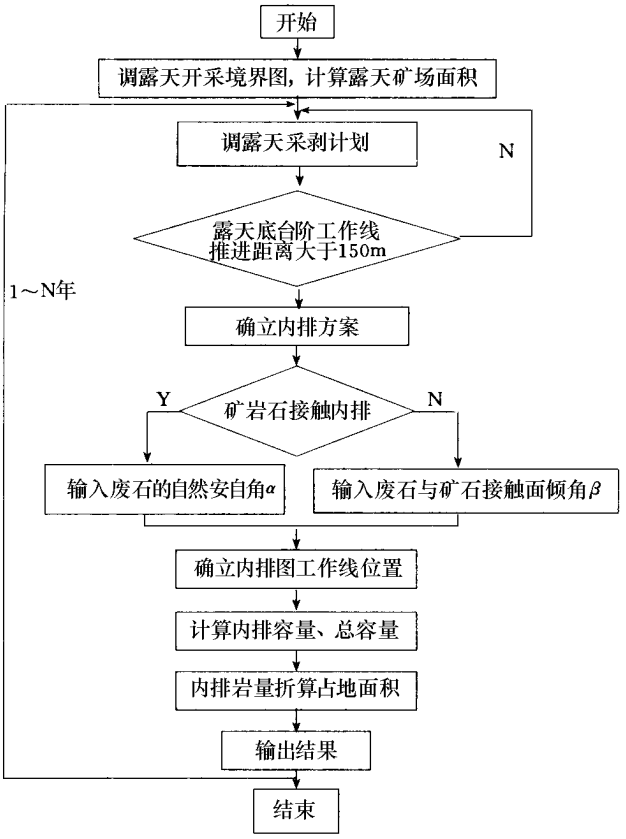



图 6－9－12　内排模块流程图

### （九）采空区稳定性验证模块

本模块综合考虑了内排时有附加荷载等因素对边坡稳定性的影响，采用极限平衡法和瑞典法，对采空区边坡和联合开采阶段破坏的 3 种类型（平面破坏、楔体破坏和圆弧破坏）进行了稳定性分析，验证边坡的稳定性，见图 6－9－13。

## 第四节　露天－地下联合采矿方案的综合评价

对急倾斜厚大矿体，采用露天－地下联合采矿法开采加大的过渡层矿体，改变了传统的露天转地下 2 层开采的模式。根据露天开采、过渡层联合开采和地下开采 3 种采矿方法的基本经济条件，整个矿床的开采经济效果取决于前两种优势采矿法的开采深度，因此不能简单地按传统方法确定其开采界线。

针对首钢杏山铁矿的开采现状和矿床开采技术条件，采用多方案综合评价的方法确定该矿露天转地下开采方案。

露天开采方案：利用计算机动态浮锥软件，分别按不同的经济合理剥采比圈定了4个露天开采境界方案，并编制了露天采掘进度计划。4个方案的露天底分别确定在+3m、－33m、－45m、－57m水平。

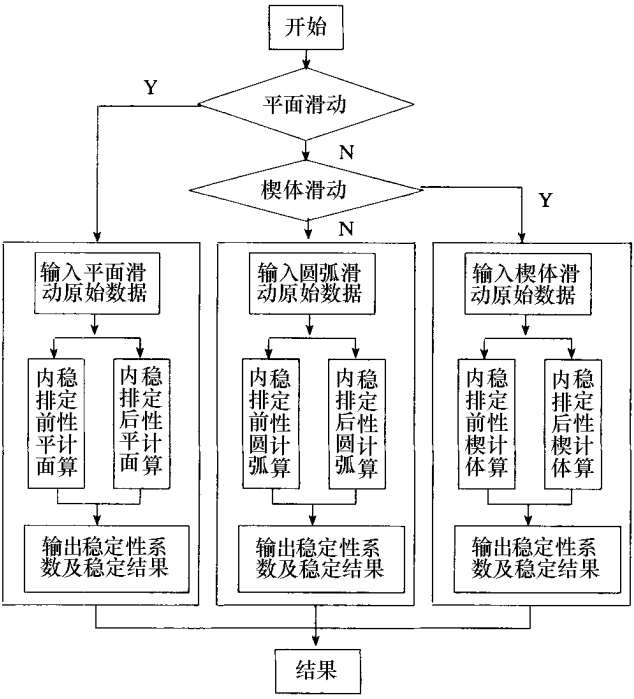



图6－9－13　采空区稳定性验证模块流程图

露天－地下联合开采层方案：利用计算机模拟系统软件，分别模拟计算了3种不同联合开采层高度方案、两种不同底部出矿结构方案的技术经济指标。联合开采层的高度分别为0m、60m、80m；底部出矿方式分别为铲运机出矿的平底结构、振动出矿机出矿的漏斗结构。

地下开采方案：露天－地下联合开采层以下采用无底柱分段崩落法，阶段高度60m，分段高度10m。井下铲运机出矿，电机车运输矿岩，箕斗主井提升矿石，罐笼副井提升废石及升降人员、材料和设备等。

根据上述方案的设置，构成了露天－联合－地下开采和露天－地下开采20个整个矿床联合开采的方案。根据计算机模拟计算，其主要指标见表6－9－2。

## 一、评价指标体系与评价方法

本课题选择了对整个矿床开采效益影响较大的技术、经济和生态环境3个方面的因素，共8个评价指标。

技术经济因素指标是反映各方案经济效益优劣和技术先进程度的指标，主要指标

有：采出矿石量、总剥岩量、矿石回收率、内排岩石量、采切比、劳动生产率和生产成本等。

表 6－9－2　各方案评价指标表

| 序号 | 劳动生产率/t·(人·a)$^{-1}$ | 直接生产成本/元·t$^{-1}$ | 矿石回收率/% | 矿石贫化率/% | 千吨采切比/m·(k·t)$^{-1}$ | 总剥岩量/万 t | 内排岩量/万 t | 地表破坏面积/万 m$^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2474.39 | 11.22 | 85 | 13 | 5.57 | 9855.0 | 396.00 | 30.00 |
| 2 | 2623.00 | 10.75 | 85 | 12 | 5.00 | 9855.0 | 396.00 | 30.00 |
| 3 | 2635.39 | 10.86 | 85 | 12 | 4.91 | 9855.0 | 396.00 | 30.00 |
| 4 | 2682.46 | 10.51 | 86 | 12 | 4.70 | 9855.0 | 396.00 | 30.00 |
| 5 | 2688.96 | 10.61 | 86 | 12 | 4.61 | 9855.0 | 396.00 | 30.00 |
| 6 | 2768.69 | 11.05 | 85 | 12 | 5.17 | 12553 | 409.00 | 35.00 |
| 7 | 2917.36 | 10.58 | 86 | 12 | 4.59 | 12553 | 409.00 | 35.00 |
| 8 | 2929.69 | 10.68 | 86 | 12 | 4.50 | 12553 | 409.00 | 35.00 |
| 9 | 2966.75 | 10.33 | 86 | 12 | 4.30 | 12553 | 409.00 | 35.00 |
| 10 | 2983.26 | 10.44 | 86 | 12 | 4.21 | 12553 | 409.00 | 35.00 |
| 11 | 2919.75 | 10.95 | 86 | 12 | 4.96 | 13542 | 400.00 | 37.00 |
| 12 | 3068.37 | 10.48 | 86 | 11 | 4.38 | 13542 | 400.00 | 37.00 |
| 13 | 3080.75 | 10.59 | 86 | 11 | 4.29 | 13542 | 400.00 | 37.00 |
| 14 | 3117.82 | 10.23 | 87 | 11 | 4.09 | 13542 | 400.00 | 37.00 |
| 15 | 3134.32 | 10.34 | 87 | 11 | 4.00 | 13542 | 400.00 | 37.00 |
| 16 | 2982.98 | 10.95 | 86 | 12 | 4.87 | 14619 | 385.00 | 40.00 |
| 17 | 3131.59 | 10.48 | 86 | 11 | 4.29 | 14619 | 385.00 | 40.00 |
| 18 | 3143.97 | 10.59 | 86 | 11 | 4.20 | 14619 | 385.00 | 40.00 |
| 19 | 3181.04 | 10.23 | 87 | 11 | 4.00 | 14619 | 385.00 | 40.00 |
| 20 | 3197.55 | 10.34 | 87 | 11 | 3.91 | 14619 | 385.00 | 40.00 |

矿石回收率、劳动生产率和生产成本为整个矿床开采的综合指标，根据露天开采、联合开采和地下开采的矿石量加权平均来计算；采切比包括联合开采层和地下开采部分；内排岩石量根据露天开采和联合开采的生产进度计划确定。

环境因素指标是反映各方案对生态环境影响程度的指标，主要是地表植被破坏面积，包括露天矿场面积和废石场占地面积。

在联合开采方案的综合评价中，采用多决策者的层次分析法确定评价指标权系数，并根据基尼（Gini）系数原理建立的均衡度概念，引入到综合评价法中，全面客观地评价杏山铁矿露天转地下开采方案的优劣。

## 二、评价结果

对设置的20个首钢杏山铁矿矿床整体开采方案进行综合评价，其结果见表6－9－3。从表中可以看出，第5方案数值最大，其次为第4方案，均为露天底＋3m、联合开采层高度80m方案，不同之处在于第4方案为铲运机出矿，第5方案为振动放矿机出矿。经综合技术经济分析，确定杏山铁矿采用第5方案，即露天底＋3m－联合开采层80m（漏斗结构振动出矿）－地下无底柱分段崩落法的联合开采方案。

表6－9－3　综合评价结果

| 方案序号 | 评价结果 | 方案序号 | 评价结果 | 方案序号 | 评价结果 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.7548 | 8 | 0.7574 | 15 | 0.7646 |
| 2 | 0.7764 | 9 | 0.7615 | 16 | 0.7139 |
| 3 | 0.7766 | 10 | 0.7621 | 17 | 0.7388 |
| 4 | 0.7855 | 11 | 0.7291 | 18 | 0.7393 |
| 5 | 0.7860 | 12 | 0.7536 | 19 | 0.7492 |
| 6 | 0.7352 | 13 | 0.7541 | 20 | 0.7500 |
| 7 | 0.7529 | 14 | 0.7639 | | |

# 第十章　露天开采与地下开采方案比较

## 第一节　正确选择露天与地下开采方法的重要意义

矿床开采方法的比较和选择，是一项复杂的综合性技术经济工作，也是矿山建设中一个重大原则方案问题，因为开采方法的选定，既构成矿山建设的技术骨架，又决定着矿山未来生产和经济效益的基本面貌。实践工作表明，开采方法选择正确合理，符合矿床实际，就能使矿山顺利地进行建设和生产，获得稳定、高效和好的经济效益，为矿山基础工业的生产和发展作出应有的贡献。如开采方案选择不当或失误，则会造成矿山生产上的被动局面和经济上的重大损失，严重的则会影响国家的生产建设计划。

露天与地下开采方案在基建投资、生产成本、建设工期、资源回收利用、劳动生产率及占地面积等方面都有较大的差别，有的还引起相关费用的差异。因此，在进行开采方法选择中，必须根据我国的国情、国力和国策，从矿床和矿山的实际情况出发，充分研究分析各种影响因素和条件，总结实践经验，采用先进技术，因时因地制宜地拟定多个开采及主要技术方案，进行全面细致的方案比选和综合评价工作，从中选定综合经济效益最佳的开采方法，这对于发展我国的矿山基础工业和经济建设都具有重要的意义。

实践经验表明，努力提高对矿床地质和矿山建设的规律性的认识，使主观和客观一致；努力提高矿床开发的经济效益，把速度与效益，数量与质量统一起来，这对保证开采方案的合理选择具有特别重要的作用。

## 第二节　开采方法方案比较的条件

在矿床开采设计的实际工作中，通常遇到下列三种情况：

(1) 根据矿床的赋存条件、地形特征及技术经济条件，能很明显的看出只能用露天开采，如某些出露地表、埋藏不深的缓倾斜或水平矿床，以及沉积矿床等；

(2) 矿床的埋藏深度很大，覆盖层又厚，用露天法开采很明显的不合理，只能用地下开采，如某些埋藏很深、矿体厚度较小的急倾斜矿床及盲矿体；

(3) 矿床的全部或大部既可用露天开采也可用地下开采；或者矿床的上部用露天开采或地下开采都有可能，而其下部只能用地下开采。

在第三种情况下，就需要进行露天与地下开采方法的选择，并确定露天开采的经济

合理境界。

露天开采和地下开采各有特点。但在较多的情况下露天开采一般优于地下开采，主要表现在：资源回采率高，采出矿石质量好，作业灵活性大，机械化程度和劳动生产率高，达产速度快，劳动条件及安全条件好等。但露天开采的主要问题是，当矿床埋藏较深，地形条件复杂时，就需要剥离、排弃大量的表土和废石，相应地要求凿岩铲装、运输等设备的数量多而规格大，占地面积也多，从而投资大，剥离费用高，有时还存在环境保护的问题，由此可以看出基建剥离量和生产剥采比的大小，对采用露天开采具有重大的影响。地下开采虽然不要进行表土和废石的剥离、排弃工作，但一般需要进行大量的井巷开拓工程和采矿准备工作。地下开采由于受工作环境和作业条件的限制、机械化装备水平和劳动条件不如露天，但基建投资一般低于露天。若在某些特殊地质条件下：如矿体中有足以引起火灾的易燃矿物时；或矿体破碎程度剧烈及地压力大时；或水文地质复杂及涌水量很大时；或矿体含有较高的游离二氧化硅及其他有害气体（如氡）时，地下开采就需要采取安全防范措施，因而要增加较多的投资和采矿成本，并使生产管理工作复杂化。这些条件对采用地下开采会产生不良影响。

由于影响露天开采和地下开采的各种因素、条件错综复杂，程度不一，不易明显判断哪一个开采方法具有显著的技术优越性和经济合理性，这就必须进行详细的方案比较和综合分析评价工作，全面权衡方案的优劣和取舍。

## 第三节　开采方法方案比较的基本原则和方法

### 一、认真落实建设条件

矿床开采方式的选择和建设，有几个主要特点：

(1) 要与地下资源打交道。而矿床资源赋存条件及其地质构造特征，矿石工业类型及矿石品位分布状况，矿石和围岩的物理机械性质，矿石质量及其加工技术性能、水文地质及工程地质条件等，这些条件在矿体未揭露以前，通常具有一定的隐蔽性和复杂性，往往导致设计人员对它的认识上的一定的模糊性和不确切性。

(2) 矿床的开发建设与外部条件有多方面的联系和制约关系。外界条件的变化，对其正常的建设和生产影响很大。

(3) 矿床的开采及其相应项目的建设（形成完整的生产能力）所需的投资多，经营费高，基建时间长，而各项建设方案均须事先确定，如果条件不落实，定案不准，将会造成局部或整体的经济损失，难于弥补。

这些条件和特点，要求设计工作者必须深入实际，认真调查研究和落实各项建设条件，把开采方案和矿山建设建立在可靠基础上。

## 二、坚持多方案比较

坚持多方案比较，是防止主观片面，实现方案最优化和保证决策质量的先决条件之一，也是设计工作的一条基本经验。只有坚持适度的多方案比较，即既不进行多余的方案比较，又不缺漏最优方案，才能达到方案数量和质量的统一。

多方案比较是多因素、多条件、多变量的不同组合方式的比较，故能客观地反映各方案的不同技术、经济特征，有利于横向综合评价，从中择优。当最优方案受到某些因素的限制而难于采用时，可以退而求其次，改用其他比较经济而又现实可行的方案。还可以通过诸方案的因素变化对经济效果影响分析，找出某些经济规律，或者据此取长补短，重新组合效果更优的方案。

## 三、因时因地制宜

矿床开采和矿山建设的自然条件和经济条件，是客观存在和相对不变的，不随人的意志而转移。但是各项建设方案都是人为的和相对可变的。不同开采方式及其开拓运输方案等的经济效果和现实可能性的差别，在极大程度上取决于其因时因地制宜程度的差别。因此，矿山的建设方案及开采方式的选择，都必须从当时（有时还要考虑今后一段时间）的国情、国力、国策和矿山以及建设方案的实际情况出发，充分挖掘、利用客观条件的优势，实事求是地寻求综合经济效益最优的建设方案，这就是因时因地制宜的原则，它应成为设计经济工作的指导思想，也是设计人员充分发挥主观能动性和创造性工作的具体表现。

## 四、方案比较力求全面完整

矿床开采方法的方案比较有三个要点：一是要达到必要的完整性；二是要有正确的指标数据和计算、分析方法；三是要有正确的评价标准。这里只谈比较的完整性问题。

方案比较的完整性的含义是，对比各方案间的全部差异所引起的全面影响。简而言之，即差异到哪里，就比较到哪里，所谓全部差异的全面影响，从开采方案比较来说，有下列三个方面的内容：

(1) 按影响的性质可分为技术的、经济的、社会的影响；

(2) 按影响的范围可分为方案本身的和相关部分的影响，亦即由本方案所引起的全面影响。在较多的情况下，相关部分的影响，一般可算至一级相关为止。

(3) 按影响的时间性可分为静态的和动态的，近期的和远期的影响。在露天与地下开采方法比较中，往往由干矿石贫化、损失率相差较大，引起矿石质量（出矿品位）有较大的差别，从而影响相关部分生产环节的增减和经济效果的变化。如某些富铁矿采用露天开采，则矿石可以直接入炉或烧结入炉冶炼。若采用地下开采，因贫化率高，出矿品位下降，则需选矿、烧结方能入炉冶炼，从而使采矿以后的选烧等生产环节及相应的

水、电、运输等项目的增加，因而增加相关部分的投资和经营费。如方案比较仅计算矿石产品（富矿块或精矿）为止的差别，显然就未能全面反映必须增加的相关部分的各项费用，这就未达到应有的完整性，因而必须计算到生铁产品才合理。某些富磷矿及其他矿种也有类似的情况。

在进行一些复杂的综合性方案比较时，尤其要达到必需的广度和深度，即完整性，以避免简单化或片面性，因为方案比较达不到应有的广度和深度，往往不能全面地客观地反映方案间的全部差异。由于不同层次和范围的比较结果不尽相同，有时甚至相反，所以对方案比较的广度和深度应有一定的要求，才能得出正确结论。如果失之过简或不全，就不能保证方案的质量，甚至会导致方案决策失误。

### 五、方法和步骤

开采方法方案比较的方法，应能保证方案比较的完整性，可比性和准确性，全面地如实地反映方案的经济效益和优缺点。

方案比较的方法步骤，一般分为三个阶段，即拟定（研究）方案阶段；方案比较阶段和推荐（定案）方案阶段。拟定方案阶段，主要是强化方案研究，因时因地制宜地拟定多种可行的方案，通过深入细致的研究分析和初步筛选，淘汰那些明显不合理的方案，并进一步充实完善几个优选方案，这是做好方案择优和提高经济效益的重要环节。方案比较阶段主要是对形成完整生产能力的几个优选方案及其配套方案，进行具体的技术经济计算和全面的比较分析，选定一、二个综合经济效益最佳的方案。推荐方案阶段，就是对推荐方案进行深入的分析论证和综合评价，提出结论性的意见、为定案决策提供科学论据。

值得注意的是，在露天与地下开采方法的比较选择中，本身就有各自的多方案比较，如多种开拓运输方案（有时须结合选矿厂厂址进行），采矿方法方案，采矿工艺方案，通风、排水方案以及露天开采境界方案和废石场方案等。这些方案都需通过多方案的比较和筛选，挑选各自的最优方案，而后组合起来再进行露天与地下两大开采方法方案的综合比较。只有坚持进行这种多项目的方案初选和方案择优，才能评选出客观上的最佳方案，保证方案决策的正确性。

## 第四节　开采方法方案比较的范围及应注意的几个问题

### 一、应以全部储量作为比较基础

露天与地下开采的方案比较应以采完矿床全部工业储量为基础，才能如实地完整地反映开采方案的全部差异。如果仅比较其中的一部分工业储量或以不同部分的工业储量来比较，则比较基础不完整或缺乏可比性，就可能导致错误结论。例如在矿床全部工业

储量中，露天开采范围内若有部分挂帮及边角矿量需要采出，或地下开采需要回采一部分零星矿量时，就要增加相应的开采投资和采矿费用，如不采取措施进行回采，这部分矿量就要变成损失。只有这样，才能如实地完整地反映这部分矿量在开采方法方案比较中所引起的全部差异。同样，如露天开采或地下开采能顺便采出主矿物工业储量以外的有工业价值的其他有用矿物以及可以利用的表外矿石时，这部分可以综合利用矿石的处理费用和产出价值也应该计算到开采方法方案的比较中去，以全面反映方案的全部经济效益及其差别。

## 二、必须计算开采全储量的所得和所费

如前面所述，既然矿床开采方案比较应以全部工业储量为比较基础，因此，开采方案比较的建设投资、生产费用及各项指标，也应该计算到采完全部工业储量为止的全部费用以及引起的相关部分的全部费用，而不能只计算达到设计产量时所花的投资和费用（实际上是部分投资和费用）。只有计算到以采完全部工业储量为止的全部所费和所得，才能客观地全部地反映两个不同开采方案采出、加工的矿石量直接或间接所引起的主要生产、辅助生产及民用福利设施的全部工程量和相应的全部投资。同时也决定着劳动工资、物料、能源等消耗量和年度生产费用以及企业的产品产量、生产成本和盈利水平。如矿床开采采取分期建设方式时，也应该计算前、后期总的全部投资和费用，只不过是先分别计算前期和后期的投资和费用而后再综合而已。

## 三、分别计算各方案的折旧费

露天与地下开采方案的建设投资总额（包括流动资金）一般相差较大，其投资结构（一般分为剥离、开拓工程、建构筑物工程，设备及安装工程、工器具工程及其他费用）也有差别。因此，形成的固定资产的折旧费应有差异。为了如实地正确地反映这部分差异，保证方案比较的质量，故在方案比较中应根据国家规定的固定资产的分类折旧年限或基本折旧率，分别计算各方案的固定资产折旧费，而不能使用按矿石产量提取的相同的“维简费”。但在设计和生产企业的采矿车间成本中按规定提取“维简费”，则是另一回事，两者并不矛盾。

根据露天矿与地下矿的生产特点及其投资结构，基建剥离工程或井巷开拓工程投资，一般按服务的矿石量分摊基本折旧费；设备及安装工程投资和工器具投资则按其使用年限（或折旧年限）分类分别计提折旧费；建构筑物工程投资（如生产厂房、废石场、道路工程、水池等）可分别按矿山生产服务年限或所服务的矿石量计提折旧费。

## 四、在不同的规模上比较

在露天与地下开采生产规模方案比较中，通常习惯于按相等的年（日）采出、加工的矿石量来计算，认为这具有“在同等基础上比较”的基础，方案比较的工作量也较

小。但在实际工作中，依据一些矿床开采强度计算的实际可能的露天或地下开采的生产规模，往往是不相同的。为了如实地反映这种规模差别，就应该按不同的生产规模来进行比较，从中选择综合经济效益最佳的开采方案，而不应人为的把规模搞成相等，也不应拘泥于“在同等基础比较”的作法，而使方案比较失去真实性和经济合理性。如果说开采规模方案要具有“同等基础”，正如前面所述，矿床开采方案比较的前题，是以采完矿床全部工业储量为基础，这个基础本身就是最基本的“同等基础”，是具有可比性的，只不过方案计算的工作量较大，对比分析比较复杂而已。

## 五、宜于用露天开采的条件

露天开采比地下开采具有较多的优点。根据我国金属矿山开发的生产实践，从我国当前技术、经济发展水平和矿山管理水平来看，在开采方法方案选择中，在下列条件下宜于选用露天开采：

(1) 当露天与地下开采方案在总体经济效益上大体相等；或露天开采的投资效果指标虽略低于地下开采时；

(2) 当露天采出的矿石质量可以直接作为商品（合格）矿石出售，或可直接（或烧结）入炉冶炼，而地下采出矿石必须进行选矿才能达到质量要求时；

(3) 当矿床上部主矿物品位较高，露天开采还可附带采出可综合利用的其他有用矿物或低品位矿石；或露天开采可采取分期扩帮或陡帮开采方式，以推迟或减少基建剥离量并能降低初期剥采比，因而前期露天开采的经济效益显著地高于地下开采时（虽总的经济效益两者相差不大）；

(4) 当矿石品种严格要求分采分运，或对矿石质量、规格有特殊要求（如铝土矿对铝硅比及配矿的要求，石棉矿对纤维长度及长棉比例的要求等），而地下开采难以达到要求或在经济上明显不合理时；

(5) 当地质条件非常复杂（如矿岩易燃发火、矿岩破碎、地压大、涌水量大，含有较高的自由硅，及其他有害气体等），用地下开采在技术上有较大困难，在经济上花费过大，并使管理工作复杂化，而露天开采在这几方面具有较明显的效果时。

# 第七篇　矿产开采投资项目评估

# 第一章　国家投资体制的重大变革

## 第一节　经济体制与投资体制的关系

（1）投资活动要有正确的管理体制，才能使经济正常运行，国民经济才能健康、持续地发展。投资体制是经济体制的重要组成部分。投资体制的基本属性，一定要与国家整个经济体制相适应。投资体制改革的基本任务，就是要逐步建立和完善与具有中国特色的社会主义市场经济模式相适应的投资管理体制。

经济管理体制必须和本国的社会生产力相适应。我国经济体制和投资体制改革的目的，就是要冲破各种阻碍生产力发展的旧的管理体制，建立社会主义的市场经济，使社会生产力获得大解放、大发展，把我国建成一个繁荣富强的社会主义国家。

经济体制因不同国情以及同一个国家的不同历史发展阶段有其不同特点，且有不同的经济模式。我国在社会主义建设实践中有过以下几种经济模式：军事共产主义经济模式、传统的集中计划经济模式、计划经济和市场经济相结合的经济模式以及正在建立的社会主义市场经济模式。

（2）投资体制作为经济体制的重要内容，指的是投资活动的运行机制和管理制度的方式、方法。其主要内容包括投资主体如何确立、投资决策制度如何选择、投资实施方式如何运用、投资利益如何分配、投资管理权限和职责如何划分、投资控制方式如何采用以及投资管理机构如何设置等问题。

社会主义市场经济的投资模式是一种在灵活有效的国家宏观调控下，以市场调节为基础、以企业投资为主体的投资模式。我国五十年的社会实践表明，集中计划投资模式在建国初期有其历史的积极作用，但随着我国经济发展，集中计划投资体制暴露出很多弊端，使投资规模失控，投资效益不断下降。而分散投资模式，容易形成无政府状态也是不可取的。从中国现实状况来看，它是属于社会主义的初级阶段，多种经济成分并存，实行社会主义市场经济投资体制是我国选择建立的目标模式。

（3）投资体制改革的性质和目标。当前，我国社会主义社会的基本矛盾仍然是生产关系和生产力、上层建筑和经济基础之间的矛盾。

社会主义社会是搞计划经济还是搞市场经济，一直束缚着我们的思想，过去错误地认为社会主义只能实行计划经济体制，实行市场经济就是搞资本主义。集中的计划经济体制，随着我们经济条件的变化，它长期以来束缚了我国生产力的发展，使社会主义制度优越性没有得到充分发挥。党的十一届三中全会以后，我国改革开放的总设计师邓小

平同志明确指出：“计划经济不等于社会主义，资本主义也要计划，市场经济不等于资本主义，社会主义也有市场，计划和市场都是经济手段，计划多一点还是市场多一点，不是社会主义与资本主义的基本区别。”这一科学论断，从根本上破除了把计划经济看作是社会主义基本制度的传统观念，拨正了我国经济改革开放的发展航向。

党的十四大明确提出，我国经济体制改革的目标是建立社会主义市场经济体制。

在社会主义国家建立市场经济体制的意义，不仅在于它是一场解放和发展生产力的深刻革命，还在于它牵动了对社会主义的认识及对现行若干体制和政策的革命，使社会主义制度获得了新的活力和生机。

投资体制改革，是整体经济体制改革的重要内容，具有战略性地位。因为现实经济活动中的许多矛盾和问题与投资有关。投资体制改革的任务和目标，就是要从根本上改掉妨碍社会主义制度优越性发挥和阻碍社会生产力发展的旧的集中计划投资体制的弊端，建立一套适应社会主义市场经济体制的要求、符合投资运动规律的充满生机和活力的新机制，进一步解放生产力，使国民经济高效益地向前发展。这种深化改革，是在党和政府领导下，有计划、有步骤、有秩序地进行的，是在社会主义制度基础上的自我完善和发展，对建成具有中国特色的社会主义强国具有深远的伟大意义。

## 第二节　社会主义市场经济投资体制的特征和效能

### 一、社会主义市场经济投资体制的特征

改革原有集中计划投资体制，从根本上说，就是使投资主体从政府机构转移到企业上来，从国家计划经济体制的投资行为转到市场经济体制轨道上来。社会主义市场经济投资体制，是公有制与市场经济的内在统一，在灵活有效的国家宏观调控下，以企业投资为主体，以市场调节为基础，实现“谁投资、谁决策、谁受益、谁承担风险”的投资体制。

(1) 自主决策、自我约束的企业投资制度，是社会主义市场经济投资体制的重要特征之一。

在市场经济条件下，投资主体从政府转移到企业。坚持以公有制为主体，多种经济成分并存，多种经济成分共同发展。实行投资主体多元化，政府、企业、个人、外商都可以投资。

企业是市场的法人主体。不论何种所有制、具有何种法人地位的企业，都应当能够自主经营、自负盈亏、自我约束、自我发展，企业能够自筹资金，具有投资自主决策权。

各类投资主体的经济地位不同，经济利益不同，投资动机和目的不完全相同，投资的约束条件也不同。要从投资主体的权、责、利相统一出发，明确多元投资主体的投资职责范围。大量的竞争性的生产经营性项目应由企业投资。公益性项目、基础性产业和

基础设施项目，或一般企业难以胜任的项目，主要由政府投资，委托企业经营。使所有权和经营权相分离。

(2) 竞争有序的市场经济体系以及市场对投资资源配置起基础性调节作用，是社会主义市场经济体制的又一重要特征。

与单一集中计划体制完全否认市场经济、排斥市场机制不同，社会主义市场经济开放市场，建立竞争有序的市场经济体系，并在宏观调控下，充分发挥市场对投资资源配置的基础性调节作用。开放市场，是指一切生产建设要素、各种财产所有权的经营者都应允许进入市场，进行交换或交易。建立市场经济体系，是培育和健全市场结构，使消费品市场、生产资料市场、劳务市场、技术市场以及资金市场等同时存在与发展。通过价格等灵敏的市场信号和优胜劣汰的竞争机制，对市场主体——企业，形成经常的动力和压力，使投资资源得到有效的配置，最大限度地满足社会需求。

(3) 社会主义市场经济投资体制的另一个重要特征，就是实行灵活有效的投资宏观调控。

从世界经济发展动态考察，无论是西方发达国家，还是第二次世界大战后新兴工业化国家，他们搞市场经济获得成功的一条共同经验，就是都有一个强有力的宏观调控体系。有以美、英为代表的运用财政金融手段调节总需求，实施反周期的“市场经济”；有以日本、韩国等亚洲国家为代表的以指导型计划和产业政策，引导经济发展和结构转换的“政府主导型市场经济”。还有一些欧洲国家，偏重总量调节和社会保障的改良型市场经济。不实行宏观调控，现代经济能够正常运行的先例是没有的。

我国是一个发展中的社会主义国家，生产力相对落后，经济发展不平衡。实行社会主义市场经济，不仅不排斥宏观调控，更需要完善的宏观调控支持。但是政府要按社会主义市场经济规律的要求，调整宏观调控的目标，转换宏观调控的方式，建立起以促进实现宏观经济总量平衡和整体结构优化为主要任务、以经济政策和经济杠杆为主要调控手段的投资宏观间接管理体系。

## 二、社会主义市场经济投资体制的效能

社会主义市场经济投资体制，将社会主义同市场经济结合起来，实践于投资管理的基本制度、方式方法，对经济发展能够发挥多方面的效能。

(1) 加速项目资本形成。尤其是发展中国家经济的发展，政府指令性办法对促进资本形成，特别是投资规模形成方面，无疑有重要作用。但应注意，如果只是单纯的政府行为，而无市场的作用，则投资资本的形成是不可能快速的，其效益也往往不高。充分发挥市场机制的作用，情况就不同了；投资资本形成的主体多元化，可以弥补政府主体的不足；资本流动的速度更快，可以显著提高投资边际产出率；更为明显的是，由于国内市场与国际市场接轨，有可能更多地吸引国外投资，并使资金内引大于外流。相反，市场不发育和封闭分割状态既影响和阻碍国内投资，又制约和妨碍投资的区间横向流动。

(2) 提高投资利用效率。社会主义市场经济是以市场作为资源配置的基础性方式和

主要手段的经济，从总体上说，它比传统计划经济更能实现资源的有效配置，提高投资利用效率，特别是在投资微观领域更是如此。市场经济之所以有这种效能，是因为它有等价交换和竞争两大机制。等价交换和灵敏价格机制，迫使有独立利益追求的企业投资主体以必要劳动为目标值，认真比较、选择投资方案，科学组织投资，节约一次性费用（基本建设投资）和经常性费用（产品成本），降低社会劳动消耗总量，提高投资效益系数。强烈的竞争机制不仅是给企业投资主体提供外在的提高效益的压力，更重要的是在优胜劣汰中竞争性地配置资源，促使把一定时期有限的投资资本千方百计地投入到最有效率的领域。

（3）培育人的经营素质。市场经济讲求投资的经营。价值规律是一所大学校。在瞬息万变、风险丛生的市场中营运投资，较之投资分配制下，在一切“等、靠、争、要”的非市场环境中，显然更容易提高人的经营素质，锻炼出符合现代化大生产所需要的投资管理人才。

（4）防止两极分化，实现共同富裕。我们是社会主义国家，发展市场经济，要防止两极分化，实现共同富裕。建立社会主义市场经济投资体制，就是为了发挥市场调节投资资源的基础性作用；同时，又要加强和完善国家对投资的宏观调控。正确确定投资发展战略，适度集中投资办大事，保持投资领域公有制的主体地位，合理运用经济政策和经济杠杆引导投资，以及正确处理由投资而引起的利益分配，就能在市场作用基础上，最大限度地调动各方面的积极性，达到微观投资效益与宏观投资效益的统一，局部利益与全局利益、短期利益与长远利益的结合，从而保证经济持续、快速、健康地发展，各民族、各地区共同繁荣与全体人民共同富裕。

我国已初步建立了社会主义市场经济体制，使我国的国民经济持续、快速、健康发展，各个经济领域充满了强大的经济活力。“九五”计划时期国内生产总值年均增长8.3%，2000年国内生产总值达89404多亿元，实现了翻两番的战略目标。主要工农业产品总量位居世界前列，我国商品短缺状况基本结束，物资供应已极大丰富，人民生活水平已从温饱型逐步过渡到小康水平。

由于投资体制改革，建立了项目法人责任制和项目资本金制度，推进了产品结构调整，提高了投资效益，出现了建设项目投资大幅度节约的好局面。如江苏××电厂，安装二台60万kW机组，节约投资十几亿元，比批准概算降低了17%以上；再如××50万V超高压扩建工程××变电所，节省投资4300万元，占批准投资总额的25%。以上类似节约投资的实例举不胜举，这与计划投资体制情况下，大家都争基建投资的“大锅饭”，使工程概算一超再超，甚至高于原概算二三倍形成了显著对比。这充分说明改革就是冲破旧的生产关系，解放生产力。

## 第三节　深化和完善投资体制改革的主要途径

改革开放二十多年来的辉煌成就，说明社会主义市场经济体制的效能和优势是客观存在的，但在体制转轨过程中，一些深层次的矛盾和一些带有根本性的问题还没有根本

解决。必须进一步深化投资体制改革，其主要内容和途径有以下几方面。

## 一、促使企业成为真正的投资主体，强化投资风险约束机制

### （一）努力促使企业成为真正的投资主体

现代社会化大生产条件下，企业是社会的细胞，只有企业充满活力，整个社会才会有生机和活力。为此，企业必须具有自主决策、自我约束、自我发展的权力，必须成为一般性建设项目的投资主体。

现代市场经济条件下，企业是市场竞争主体。市场调节在长期资源配置中起基础性作用，因此经济领域的投资主体，大多理应是企业。

努力促使企业成为真正的投资主体，是建立社会主义市场经济体制和加快现代化建设步伐的内在要求。确立企业是固定资产投资的基本主体，是深化投资体制改革中具有实质性突破意义的重大改革举措。明确企业是基本投资主体，同时相应承担投资风险，表明深化投资体制改革已跳出了以往行政分权的老框框，改革的重点开始转移到培育真正微观投资主体、构造投资体制的微观运行基础上来。

（1）促使企业成为真正的投资主体，主要应着力从投资决策与内在的约束两方面深化改革

通过规范各类投资主体的投资行为，使企业成为投资的主要决策者；将一般性竞争项目的投融资活动交给企业，依靠企业自我积累和通过市场筹资进行投资建设；实行谁投资、谁决策、谁负责、谁担风险，促使企业用好投资决策权。

关于项目的决策，政府除了直接参与投资的项目外，属于企业的投资，应把投资决策权下放给企业，最终确立企业的投资主体地位。同时要把更多的项目由政府投资行为改变为企业投资行为，由企业自主确定项目。

建立企业投资的自我调节机制，培育既有激励又有约束的投资运行机制。

国家不再直接干预企业的投资决策，政府的职能放在实施间接调控上。其目的在于对企业进行投资指导，促进企业慎重决策，优选项目，在获取较大微观效益的基础上推动宏观经济的发展。

（2）实现企业成为真正的投资主体，要创造有利的外部条件

认真理顺产权关系，建立产权清晰、权责明确、政企分开、管理科学的现代企业制度。鼓励大中型企业通过规范上市、中外合资和相互参股等形式实行股份制，使企业成为真正的市场竞争主体。

要转变政府职能，实现政企分开。大力改革建设项目审批制度，不直接干预企业经营决策。

要打破地区封锁壁垒，促成统一市场的形成。大力推行招标竞争，实行和完善分税制改革，加快以间接融资为主的资本市场的发展，促使企业能完全自主地进行投资活动，为长期资源能顺畅流动、优化配置提供良好的宏观环境。

## （二）强化投资风险约束机制

在企业获得充分的投资自主权的同时，要从多方面采取多种举措，强化投资风险约束机制。

1. 积极推行项目法人（企业法人）责任制，强化投资者的风险责任

今后建设项目，要做到依托现有企业进行建设，按照项目法人责任制的现代投资建设的模式进行。实行项目法人责任制，是打破投资领域“大锅饭”，强化国有单位投资风险约束机制的根本措施。关于项目法人责任制问题将在第二章专门进行论述。

2. 确立企业投资主体

政府主要投资于基础性项目和公益性项目，委托企业经营，并建立起政府投资的监督和制约机制。

3. 建立银行贷款的风险机制

依托现有的企业进行建设的项目，凡是需要向银行申请贷款的，必须具有企业资产和资金状况的审计报告。银行应当严格审核企业的资信等级，评估企业的偿贷能力。企业投资项目使用银行贷款，需以现有资产作为抵押。同一资产只可在一家银行抵押一次，如企业的自有资产不足充当抵押的，则应当委托有足够偿债能力的法人作为担保人。政府和有关行政部门都不得承担担保任务。如果借款企业无力按期偿还项目投资的贷款，担保人必须承担偿债的责任。

4. 实行建设项目资本金制度

根据建设项目总投资的一定比例进行注册登记。不同行业实行不同资本金比例。项目注册资金必须使用企业自有资金，不得运用借入资金注册。今后新开工项目不搞无本投资。如果是主要由中央和地方政府用财政预算内投资建立的公益性项目以及某些国防项目等部分特殊项目则不实行项目资本金制度。投资项目的资本金形式，可以是现金、实物、无形资产、发行股票等，但无形资产所占比例要符合国家有关规定。按照国务院的决定，交通运输、煤炭项目，资本金比例为35%以上；钢铁、邮电、化肥项目，资本金比例为25%以上；电力、机电、建材、化工、石油加工、有色、轻工、纺织、商贸及其他行业的项目，资本金的比例为20%以上。投资项目资本金的具体比例，由项目审批单位根据投资项目的经济效益以及银行贷款总额和评估意见等情况，在审批可行性研究报告时核定。

5. 建立科学和严格的投资决策责任制

任何投资项目都必须严格执行固定资产投资的科学论证和决策程序，减少和避免决策失误。投资项目一般都应经过有资格的咨询公司评估，听取专家、智囊团的意见和建议。国家投资的项目，一般由政府有关部门按管理权限批准立项，政策性银行如国家开发银行等，根据贷款条件和自己对项目的评估决定是否提供资金，或参股、控股，项目法人拥有项目的决策权。投资项目涉及规划布局、土地占用和环境保护等方面的问题，由政府有关部门依法审核。建立投资决策责任制的实质性内涵是“谁决策，谁负责”。

## 二、培育和发展为投资主体服务的市场体系

现代建设项目的投资决策、建设实施与经营管理是一项浩繁的系统工程，是一门复杂的专门学问。为了保证投资事业的成功，规避投资风险，获取预期效益，仅靠少数人或个别投资单位自身的经验、智慧和能力，是难以胜任和完成的，必须大力发展各类中介服务机构，建设和完善为投资主体服务的市场体系，扩大投资建设市场调节的范围，发挥市场中介机构的服务、沟通、公证、监督作用。

为了适应深化投资体制的改革，并与项目法人责任制的建立相呼应、相配套，需要建立与完善为投资主体服务的市场体系，主要包括三方面。

### （一）建立工程咨询服务体系

根据我国实际情况，要着力建立三大类的工程咨询机构：

（1）为宏观经济服务为主的咨询机构。

（2）主要是为地区经济部门、行业的投资建设问题提供咨询服务的咨询机构。

（3）以微观项目投资为主要对象的咨询机构。可分为：

①为项目投资全过程提供综合服务的咨询机构。

②为投资项目前期工作包括编制项目建议书和可行性研究报告等服务为主的咨询机构。

③为投资项目的建设实施阶段服务为主的咨询监理机构。主要是接受项目业主委托，实行建设监理制，要在项目的设计、施工、竣工、试运等建设实施过程中为项目法人提供监督与管理的服务。

### （二）建立设计服务体系

随着社会主义市场经济体制的建立和投资体制、设计体制改革的深化，设计全行业甩掉了“事业”帽子，正向设计企业化转化。今后，不论任何设计企业，都必须面向市场，由项目法人通过公开招标择优遴选设计单位，促使设计单位走向市场，不断提高资质水平，在竞争中求生存、求发展。

### （三）建立社会审计组织

社会审计是审计体系的一个重要组成部门。社会审计组织主要是由会计审计服务公司和会计师事务所等体系所构成。这些组织要和原挂靠单位彻底脱钩，是具有独立社会地位的法人，他们构成一个社会性的为经济管理服务的行业。各类社会审计组织，实行有偿服务，自收自支，依法纳税，并承担相应的经济和法律责任。

## 三、建立积极有效的投资宏观调控体系

适应社会主义市场经济的要求，建立积极有效的投资宏观调控体系，就是要由单一

指令性直接调控投资活动的旧模式，转向以经济政策、经济手段为主的间接调控，也就是从直接干预企业投资活动，定指标、定投资、定项目、定物资、批贷款，转向科学制定国民经济投资发展战略，制定产业政策、技术政策与标准，运用财政、金融政策和税率、利率、汇率、折旧、财政补贴、价格、经济参数等经济手段，以及相关的法律手段和必要的行政手段，来解决投资活动中的矛盾和问题，实现宏观投资经济目标。

投资宏观调控的主要目标：

### （一）投资总量基本平衡

主要指需求与供给大体衔接，即一定时期内国民经济运行对各种固定资产的需求与国民经济各系统对投资建设要素的供给之间的大体平衡。从需求方面考察，投资总量应与经济增长的需要相适应；从供给方面衡量，投资总量应与国力相适应，包括要与投资资金来源基本衔接，也要与投资物资的生产和进口能力相适应。

### （二）投资结构比较合理

投资结构合理与否，在不同时期会有不同的标志。现阶段，优化投资结构，应着力解决好以下五个问题：①对关键产业优化投资，加快发展；②正确处理投资布局（地区结构）；③讲求投资项目的经济规模结构；④合理安排固定资产投资与流动资金的比例；⑤正确处理基本建设投资与技术改造投资的关系。

### （三）避免大的重复投资、重复建设和低水平的建设

主要包含两个方面的内容：

⑴在投资地区布局上，防止和避免地方政府和产业（行业）主管部门之间重复建设，从而造成资源配置的严重损失和浪费。

⑵不同地区或部门投资趋同，也会造成投资与资源的浪费。同样道理，还要避免大的重复投资、重复引进进口设备和重复立项。

### （四）帮助和促进经济不发达地区的发展，缩小地区差距

采取特殊措施加快经济落后地区的投资建设，逐步实现全国人民的共同富裕，这是建设有中国特色的社会主义所应时刻关注的重要问题。

### （五）实施与深化投资体制改革相关的配套改革

其中包括财政、税收、金融和价格等方面的配套改革。

## 四、加强投资立法工作，实现投资管理法制化

在过去的长时间里，投资管理工作人员较多，个人拍板定调，缺乏规范的法律规定和有效的措施进行管理，这是导致投资领域官僚主义、命令主义、形式主义滋生，投资环境失调，财经纪律松懈的重要原因之一。

加强投资立法，构建适应社会主义市场经济要求的投资法制，以运用法律来引导、规范、保障和约束投资活动，既是投资体制改革深化的重要内容之一，又是推行投资体制改革的基本保证。投资法制建设的目的，是规范投资主体及其投资行为，确定各类市场的交易规则和竞争规则，建立和完善投资管理、调控程序，投资法规要明确各层次投资决策部门、投资主体的经济权益和责任风险，以及执法部门的权力和责任。

自 1994 年以后，我国相继颁布了《中华人民共和国公司法》、《中华人民共和国投资法》、《中华人民共和国证券法》、《中华人民共和国工程招投标法》、《中华人民共和国合同法》等一系列法律，用以规范投资建设行为，维护市场秩序，保障合理公平竞争。

## 五、适应新形势，提高国际竞争力

要做好加入世界贸易组织后的各项工作，扩大开放领域，提高开放水平，企业要提高国际竞争能力。利用外资条件要和国际惯例接轨。不仅要引进外资，而且有竞争能力的企业，要敢于“走出去”，参与全球化经济竞争。

为了适应世界开放型的全球化经济形势，增强我国企业的竞争能力，新一轮国企改革要在六个方面取得突破：

（1）以平等为原则。今后新出台的所有经济政策，都要对国有企业和非国有企业一视同仁。

（2）国有经济进行战略调整。目前国有企业总资产仍占全社会总资产的 60% 左右，这个比例较高，应有计划、有安排地减少一半以上。

（3）反垄断。垄断主要集中在公共部门，如电信、电力、石油、天然气、煤气、自来水等行业。应打破一家或少数几家垄断的格局。即使是对天然垄断的行业，也应实行纵向分段、横向分立的办法，引入竞争，以竞争反垄断。

（4）以法人治理结构为核心，建立起真正意义上的现代企业制度。现代企业制度有三大要素、四大要求。三大要素：一是有限责任，二是公司制，三是法人治理结构；四大要求：一是产权清晰，二是责权明确，三是政企分开，四是管理科学。

（5）加快政治体制改革步伐，为经济体制改革开路。政治体制改革目前主要是解决对权力的监督和制约问题，没有制约或失去制约的权力，是影响我国国有企业改革主要障碍。

（6）抓住加入 WTO 这个机遇，全方位推动国企改革。如果决策层以加入 WTO 为动力，大胆地给国有企业主动、迅速自我调整的空间，就会大大有利于国有企业在未来的竞争中抢占先机，站稳脚跟。

## 六、加入 WTO 后，宏观调整的措施

我国于 2001 年 12 月 11 日正式加入了 WTO，这对中国是一个良好的发展机遇，但也带来严峻挑战。从宏观经济方面，要重点做好以下应对工作。

（1）首先要转变政府职能，依法执政，高效运转。政府由直接管理企业转向间接服

务企业，使企业全面走向市场，成为自主、独立经营的主体。国家要按 WTO 经济运行规则，为国内外投资者创造良好投资环境。

（2）大力推进中国法律制度的变革。使经济法律、法规走向国际化、规范化。这一系列的变革，包括：外贸体制改革、关税和税收制度改革、中国企业法改革、中国金融体制和金融法改革、中国知识产权法改革、中国劳动法改革等。

（3）调整外商投资法律体系，调整政策，鼓励各种经济成分共同发展，发展民营的中小型企业。

（4）调整产业结构和产品结构，工农业都要大力发展高、新、尖技术，农业生产走向现代化、国际化；创造精品工程，生产优质名牌产品，增强国际市场竞争能力。

# 第二章　项目评估的基本概念

## 第一节　项目评估的涵义

### 一、导言

投资管理体制改革是我国国民经济和社会发展的一项重要战略任务，其基本要点是使投资项目决策走向民主化、科学化。所谓投资项目决策的民主化、科学化，是指在科学理论指导下，应用科学的方法，遵循科学的程序，由掌握科学技术的专家、学者同具有广博实践经验、熟知客观环境的领导人员紧密配合，运用集体的智慧，在项目可行性研究的基础上评选并确定能够实现经济效益、社会效益相统一的最佳建设项目。

学习项目评估学的目的，主要是要掌握它的理论与方法，正确地评估项目，作出合乎科学原则的投资决策，使有限的资源得以最佳配置，从而提高投资项目的成功率和经济效益，促进投资体制改革，实现决策民主化、科学化。

### 二、项目的概念

项目是一个被人们广泛使用而又较熟悉的概念。一般地说，项目通常是指国民经济领域中的投资项目，但实际上它的内涵要丰富得多。按照世界银行的解释，项目可定义为：在规定的期限内完成某项开发目标（或一组目标）而规划的投资、政策及机构方面等活动的综合体。它在强调项目时空性的前提下，要求满足以下五个或其中的某几个要素，即：

(1) 对土建工程及设备的投资；

(2) 提供有关的工程技术和设计方案、文件、施工监督及改进操作和维修等服务；

(3) 加强项目实施机构的建设，包括对人员的培训；

(4) 改进有关价格、补贴和成本回收等方面的政策；

(5) 拟订项目实施的计划。

以上几个方面的条件适合于国民经济中的生产领域、流通领域、科学文化教育领域、国防军事领域的各种计划、方案、目标的要求。

按照我国的投资计划管理体制，项目可分为两大类，即基本建设项目与更新改造项

目（设备更新和技术改造项目）。由此项目可具体表述为兴建一个工厂、矿区或一个农场（包括在上述原有的基础上进行）；也可以表述为计划建造某种公共工程，包括道路、桥梁、港口、车站、机场、学校、医院、图书馆等一系列经济基础设施；还可抽象地表述为政府为达到某种目标而拟订的一个方案，诸如经济增长、改善就业措施、促进工业化、计划生育或地区间的经济联合、企业兼并等方案。可见“项目”的涵义十分广泛。

## 三、项目评估的涵义

投资项目是在技术上、经济上和组织上独立的投资单位，对其评估是一项严谨而技术性很强的系统性工作。评估的主要任务是根据其内在规律确定项目的价值、质量及可行性。这种规律性通常反映在市场供求预测方面，建设方案和生产建设条件以及财务与经济评价等方面。它要求在可行性研究的基础上从企业、国家或全社会的角度对拟建项目的计划和方案进行全面的技术经济论证与评价。这种论证和评价力求客观准确地将与项目执行有关的资源、技术、市场、财务、经济、社会等方面的基本数据资料与实况进行真实完整的汇集、评价，以便决策层作出实事求是的、科学而正确的决策。因此，项目评估可定义为：一种对投资项目进行科学的审查和评估的理论与方法，它强调从长远和客观的角度对可行性研究进行论证并作出最后的决策。根据以上表述，我们可以从两点进一步理解项目评估的涵义：一是参照给定的目标，对投资项目净效益进行审定，权衡项目的利弊得失，寻找可替代方案；二是为了达到给定的目标，在对项目可行性研究进行论证的过程中，通过对其净效益的计算分析，确定最佳方案并得出最终结论。

## 四、项目评估的作用

我国在投资领域开展项目评估工作虽只有很短的历史，但已取得其意义远远超出了项目评价自身的效果。项目评估的作用体现在：它是政府、金融机构或建设单位等投资主体进行项目投资决策的重要基础与依据；是保证重点基建项目及大中型企业技术改造项目投资决策成功的关键措施；是提高投资项目经济效益的重要手段；也是控制经济规模，落实宏观调控的措施之一；还是促进投资体制改革走向决策科学化、民主化管理的有力举措。

# 第二节　西方国家项目评估的形成与发展

要对项目评估有比较系统的了解，首先应回顾其形成与发展的历程，这对于把握其未来的发展趋势，进一步完善其理论与方法也具有重要意义。

## 一、项目评估的简史

项目评估学作为一门应用经济学的分支，是顺应时代需要而产生发展的，其历史并不算久远。西方国家在20世纪30年代经济大萧条以前的百余年间，曾经经历过一段自由放任的经济学理论时期，当时的思潮支配着资本主义国家的经济政策，特别是欧美的经济思想和政府政策主张完全的自由竞争，当时私人投资项目占有较高比重。资本家对投资决策的特点是寻求最大企业利润，评估的方法是通过测算项目的财务成本和收益来考虑其盈利能力。因此，这种强调以成本效益分析为核心的方法称为财务分析方法，是项目财务评价的雏形。但由于这种方法的使用具有一定局限性，尤其对属于政府投资行为的项目，诸如公共工程、福利性项目的效益评价存在偏差，具体反映在不能正确评价公共工程对整个社会的经济效益。例如，对那种外部效果，即项目对社会作出了贡献，或社会为项目付出了代价，而项目本身并未受益或支付费用的效果，若不考虑其损益，将可能导致评估结论的失真。因而这时项目的评估还处在微观效益评价方面。

一个世纪过去了，项目评估在理论和实践上均未取得任何重要进展。主要是由于西方资本主义国家居于支配地位的经济思想和政府政策主张完全的市场竞争，政府的主要任务是维护法律和社会秩序，很少有自己的投资，因此不太可能产生财务效益与社会效益之间的矛盾，项目评估在当时的经济基础水平条件下停滞不前。

随着资本主义的发展，在经营技术诸如统计、会计和管理方面不断取得重大改进，使投资项目的评估方法逐渐切合实际并系统化。西方传统的经济学也为这个以前曾被忽略的研究领域提供了理论基础和分析工具，如福利经济学的研究与发展，为项目评估提供了基本概念、原理、福利标准和一般性的理论准则。到了20世纪30年代前后，由于西方国家经济危机频繁出现，同时随着资本主义自由放任体系的崩溃，凯恩斯（Kaiens）的“政府干预学说”应运而生。他主张政府从宏观经济出发，积极地干预国民经济，以取得和保持充分就业效果。凯恩斯的理论反映了经济不景气年代的现实，他的学说对项目评估的发展具有关键性的影响。1950年，美国联邦机构向河域委员会的成本效益小组公布了一份名为《内河流域项目经济分析建议》的蓝皮书，引用了福利经济学的一些原理，如资源配置、生产和消费水平、社会效用、社会福利等原理，具有某种权威性，从而初步统一了项目评估的程序和准则。

## 二、项目评估发展中的几个时期及重要的学术流派

随着项目评估理论与方法的初步形成，成本—效益分析法应用到水利工程以外的其他公共项目领域成为可能，如公路、桥梁、机场、港口及国防工程等项目。在第二次世界大战期间，美国经济学家适时地把成本一效益估算的逻辑和程序应用于军事项目，取得了某些成效。在战后期间，西方各国为国民经济重建和恢复而纳入计划的公共服务和投资项目日益增多，政府干预社会经济的行为和作用逐渐增强，使得项目评估理论和方法不断得以发展。1958年，荷兰计量经济学家丁伯根（Tinbergen）首先提出在国民经济

分析中使用影子价格的主张，较之于一百多年前杜比提出的“现代成本一效益分析方法”有了更充实的内容。西方国家有关学者通常把 1936～1960 年这一时期称为项目评估发展的第一时期。它的特点是成本一效益分析法在美国的水利和公共工程领域得到初步发展和认可。

1960～1970 年，是项目评估理论与方法发展的第二个时期。这一时期的特点是成本一效益分析方法的精细化，其应用范围开始从公共工程向工业、农业和其他经济部门推广；由美国向欧洲和其他发展中国家推广。

上述两个时期的项目评估工作有一个共同的特点，即都是采用传统的成本一效益分析方法，而这种分析方法的基本概念、原理、标准、目标都以福利经济学为基础。因为来源于古典学派的福利经济学关于完全竞争模式、社会效用理论、边际分析以及柏累图（Pareto）的福利改善政策，已被众多的经济学家采用，从而成为项目成本一效益分析法的奠基石。

70 年代至今，是项目评估发展的第三个时期。自 1968 年起，项目评估的理论不断有新的方法、观点出现，打破了传统成本一效益分析法所支配的这个领域，在学术界和国际上激起了热烈的方法上的激烈论战。其中最著影响的流派有 L-M 方法、UNIDO 方法、S-T-V 方法及阿拉伯方法（又称手册法）。这些方法之间的区别主要集中在国民经济评价中对投入、产出物采取什么价格、汇率及评价指标上，其核心是如何确定影子价格问题。英国牛津大学福利经济学教授李特尔（Little）和数学教授米尔利斯（Mirrlees）联合在经济合作和发展组织（OECD）刊物上出版的《工业项目分析手册》中，提出了项目评估中确定影子价格的新见解，主张以国际市场价格为基础而少用国内价格来评定各种投入、产出物价格，并且进一步将货物划分为可贸易货物及非贸易货物，将所有的价格都推算到边际价格，从而避免国内价格的失真。1974 年作者又对原著进行修订，出版了《项目评价与规划手册》，进一步阐述了影子价格的计算方法及其他问题。学术界称之为 L-M 法，又叫口岸价格法。L-M 法的最大贡献是使影子价格的计算简单化，特别是在外贸发达的国家中只需对少数几种不能外贸交易的货物，将国内价格进行修正就可以了。

随后，联合国工业发展组织（UNIDO）于 1971 年发表的《项目评估准则》也提出了新方法（UNIDO 方法）。该方法主张以国内市场价格作为投入、产出物的计算基准。它同样将货物分为非贸易货物与贸易货物。前者的价格可以直接同国内价格政策相联系，对于后者，在贸易较发达的国家，则须将货物按边际价格计算出外汇值，再用影子汇率换算成国内价格。这样做有可能与政府的汇率政策相冲突，因此不太容易为政府所接受。UNIDO 方法在确定影子价格时，还采用调整汇率的方法来考虑三个主要影响因素，即：储蓄因素、收入的分配、产品的优质需要。该方法还分五个阶段来分析项目的社会效益，其具体内容本书不作详述，可参考有关文献。

1975 年，世界银行的经济学家林恩·斯夸尔（Lyn Squire）和世界银行政策业务局局长赫尔曼 .C. 范德塔克（Herman G.vander Tak）合著的《项目经济分析》一书提出了 S-V-T 方法。该方法在某种程度上综合了 L-M 方法与 UNIDO 方法的优点，其主要观点与 L-M 方法更为接近。与 L-M 法不同的是，它在计算项目收益过程中，注重考虑项目在一

个国家内收入分配的影响。该方法还提出了进行社会效益评价的理论；对影子价格的本质进行了自成体系的解释，所推荐的计算方法与应用更为系统和协调一致；方法还对经济分析中的加权数值作了深入的推导和估算。斯夸尔及范德塔克的观点为 L-M 方法与 UNIDO 方法提供了一个协调的方式，把项目评估的理论更推进了一步。

几年之后（1980 年），工发组织与阿拉伯国家工业发展中心（IDCAS）出版了《工业项目评价手册》，手册中所代表的观点，学术界称之为阿拉伯方法。该方法强调以实际市场价格计算项目投入、产出物的价格；也就是说，凡利用国内市场的投入、产出物按国内实际市场价格计算，而利用国际市场的投入、产出物则按以调整汇率换算为国内价格的实际口岸价进行计算。

阿拉伯方法与前述两种方法的主要区别在于不使用影子价格。分析者认为，发展中国家将影子价格用在项目评估中，至少在现阶段无论在概念或实践上都是不可能的。它强调评价指标以国民收入最大化为目标，同时考察一些附加指标，如就业效果、分配效果、净外汇效果、国际竞争性等。阿拉伯方法采用修正汇率，直接反映了国家外汇的稀缺性。

项目评估作为应用经济学的一门分支，仍然处于发展时期。虽然这门学科的范围、程序和方法等方面已经取得了一些成就，但它的一般理论原则和应用过程的规范化依然有限。严格地说，项目评估的理论与方法在半个多世纪的发展中，既没有形成可以普遍应用的一套准则，也没有形成一套数学公式体系，而这些都是实践所必须的。正是由于上述原因，我们必须牢记：在项目评估的每一个阶段，主观判断能力永远是重要和必须的。

## 第三节　我国投资项目评估和决策的历程

我国的项目评估工作是在改革开放以后，为了适应经济发展和对外开放、对内搞活的需要，为了熟悉和吸取国际上在经济管理方面的先进经验和世界银行的帮助下开展起来的。为了解我国投资项目决策的工作程序，有必要先知道项目决策所经历的过程。

### 一、我国投资项目决策工作的崎岖历程

项目评估是投资项目决策的前奏。所谓投资项目决策是指对固定资产投资规模、方向及行动方案作出选择与决定，并为上述行动拟订对策。投资项目决策是一项技术性、经济性、政策性很强的工作，必须严格按科学规律办事。由于历史上的种种原因，我国在建设项目投资决策的理论与实践中，经历了一段漫长而曲折的道路。

建国初期，百废待兴，当时（1951 年）为了使国民经济得到迅速恢复和发展，中央政务院财政经济委员会颁布了《基本建设工作程序暂行办法》，对建设项目管理提出了基本要求，即按照“先勘察、后设计，先设计、后施工”的原则进行经济建设。在 1950～1952 年三年恢复时期，投资项目虽然为数不多，但基本能按建设程序办事，尊重

科学和知识，没有出现重大投资决策失误，国民经济发展较快。

1953 年，我国经济建设进入“一五”计划时期，国家集中力量进行了以“156 项”重点建设项目为中心的限额以上大型项目 921 个，小型项目上万个，初步奠定了我国社会主义工业化的基础。那段时期较重视按基本建设程序办事，尊重经济建设的客观规律和内在联系，采用技术经济论证方法选择项目，重视项目前期工作，使“一五”期间投资效果系数达到预定的目标。

1958～1960 年，在极左思想影响下，必要的管理规章制度被当作绊脚石、陈规陋习，遭到清除、破坏。不少项目在建设前期没有深入细致地进行调研，没有编制设计任务书，不搞技术经济分析，从勘察到生产全部当年完成，给国民经济的发展带来难以估价的损失。1958～1962 年固定资产交付使用率只有 71.5%，固定资产投产率只有 10%左右。

为了扭转投资项目决策工作中的混乱状况，1960 年 11 月召开了全国基本建设工作会议。1962 年 5 月，国务院先后颁发了关于加强基本建设计划、设计、管理内容的三项决定；年底，中共中央、国务院发出《关于严格执行基本建设程序，严格执行经济合同的通知》；1963 年 3 月 28 日、11 月 30 日国家计委先后发出《关于认真编审基本建设任务书的通知》及《关于编制和审批设计任务书和设计文件的通知》。这些文件所作出的规定，重新落实和充实了项目决策管理工作的内容、深度；恢复了“一五”时期的技术经济论证方法。上述文件在执行中，基本达到了预期的效果，使投资项目的成功率逐步好转，1963～1965 年，全民所有制基本建设固定资产交付使用率达到 87.20%，投产率达到 32.90%以上。

然而，1966 年开始的文化大革命，使开始纳入正轨的投资项目决策工作又一次遭到冲击、破坏，导致基本建设在规模上不切实际地盲目扩大，“四边”工程（边勘测、边设计、边施工、边投产）普遍存在，仓促决策，仓促施工，损失浪费惊人。这一时期，投资决策失误造成的政治影响及经济损失与“大跃进”相比，形式更左，声势更大，持续时间更长，波及的范围更广，损失更惨重。国民收入若按正常年份的增长速度推算，1966～1977 年间，损失约 5000 亿元，教训十分深刻。

文化大革命结束之后，拨乱返正，国家走向安定团结，各项工作开始纳入正轨。1978 年 4 月，国家计委、建委、财政部联合制定颁发了［1978］234 号文《关于基本建设程序的若干规定》及其他一系列文件，要求按“计划任务书—设计—施工—验收—交付使用”的基建程序进行项目建设，并且从八个方面作出具体规定。其主要内容是：①计划任务书；②建设地点的选择；③设计文件；④建设准备；⑤计划安排；⑥施工；⑦生产准备；⑧竣工验收，交付使用。

以上这种特点的建设程序，基本上是 50 年代在借鉴前苏联的建设项目管理办法的基础上，结合我国近三十年基本建设工作的坎坷经历及实践的总结，起到了一定的积极作用。基本建设项目全部建成投产个数逐年增加，由 1980 年的 24823 个上升到 1986 年的 45107 个，项目建成投产率亦相应地由 36.71%提高到 56.62%。

## 二、项目评估在我国建设项目中的实践过程

十一届三中全会以后，我国执行改革开放的方针政策，同西方国家和国际经济贸易组织有了较多的经济、技术、贸易往来。随着生产发展和技术水平的提高，项目的复杂程度、生产社会化程度、生产力布局的制约因素等，都远非过去所能比拟的。在社会化大生产条件下，项目建设规模越来越大，所采用的技术越来越复杂，项目配套建设工作的要求越来越高，对项目前期工作内容的广度和深度提出了更高的要求。

为了适应我国全面开创社会主义建设新局面的要求，改进建设项目的管理，做好建设前期工作的研究，避免和减少决策失误，提高建设投资的综合效益，1983 年 2 月，国家计委以计资［1983］116 号文颁发《关于建设项目进行可行性研究的试行管理办法》，要求项目的决策和实施必须严格遵守国家规定的基本程序；要求项目在建设前期工作中，一旦项目建议书获批准，都必须进行可行性研究。这使我国投资项目的决策工作迈出了新的一步。

在开展可行性研究的同时，项目评估的理论与方法也开始引入，而最先将其用于我国的投资决策实践的是中国投资银行。由于世界银行对向它借款的各中间金融机构在选择贷款项目时，必须先做细致的评估工作。中国投资银行在世界银行专家的指导下，在充分借鉴和学习国外关于项目评估理论与方法的基础上，于 1981 年下半年开始编写《工业贷款项目评估手册》，1984 年 9 月正式颁布，作为投资银行系统开展项目评估的依据，并率先开展对国内项目及使用世界银行贷款的工业项目进行评估。此举对促进我国进行投资项目的可行性研究及项目评估工作起到了积极的推动作用。随后，建设银行总行于 1984 年拟订了《中国人民建设银行工业项目评估试行办法》，规定基建贷款按照“先评估、后贷款，择优发放的原则”办理，使我国的投资项目决策工作开始走上制度化、法制化的道路。

1986 年，国务院以国发［1986］74 号文发布《关于控制固定资产投资规模的若干规定》的通知，正式将项目评估作为项目建设前期的一个重要工作阶段。“规定”要求：建设项目必须先提出项目建议书，经批准后，可以开展前期工作，进行项目可行性研究。可行性研究报告必须达到规定的深度；编报大中型项目设计任务书时，必须附可行性研究报告，并经有资格的咨询公司评估，提出评估报告，再由国家计委审批。这样，我国投资项目决策的各项工作环节，在实践中不断完善、发展，投资项目决策工作开始走向规范化。

# 第三章　投资项目评估概述

## 第一节　投资与项目

### 一、投资及其特征

投资是经济主体（法人和自然人）为获得未来预期收益而在现时投入生产要素，以形成资产并实现其增值的经济活动；或是指经济主体（法人和自然人）为未来获得收益而现时投入的资金或资本。广义的投资包括生产性投资和金融投资，生产性投资即直接投资，也称作实业投资，是通过购置生产资料的活动增加经济生产能力，实现经济的增长；金融投资是通过货币所有权的转移取得投资的回报，就其本身而言，并不增加经济生产能力。投资项目评估学中的投资仅指生产性投资，如果没有特别说明，本书中所涉及的投资仅限于生产性投资，即直接投资。

投资活动作为国民经济发展的重要促进因素，对一国的经济增长在数量和结构两方面都有着显著的影响。投资数量的增加意味着积累现时国民财富，是保证未来经济发展的重要动力之一；投资数量的减少将延缓下一个经济周期的发展速度，使经济运行陷入低谷。投资不仅在数量上影响着经济形势，而且在结构上也会对经济产生重要的引导作用，一定时期内投入某个地区或某个行业的资金越多，相应地该地区或行业的发展速度就会加快；如果资金投入的方向不尽合理，就会导致一国经济发展的失衡，诱发一定的社会问题。投资活动之所以会产生这些影响，是因为投资具有以下特征：

#### （一）投入资金多

投资是为了实现未来的收益而投入各种生产要素，以形成经营所需要的各类资产，因此对资金的需要量相当大，在资金的筹措和运用方面均应采用科学的管理方法，以控制资金的投入数量、投入速度、投入质量和产出效益。否则，因资金运用不当造成的损失将是巨大的。

#### （二）占用时间长

从资金的投入到最终效益的产出一般要经历相当长的时间，投资存在着明显的时滞。现时投入资金的活动要持续很长时间，而且投入的资金在一段时期内不能为社会提

供有效的产出。为了使投资能够发挥正常的扩大再生产能力，保证经济运行的连续性，需要合理安排每一个时期的投资活动。

### （三）实施风险高

由于投资活动经历的时间较长，在其具体实施过程中受到外界诸多因素的影响，始终面临着失败的潜在可能性，使得未来收益的实现变得不那么可靠。投资实施过程中面临的主要风险有政策风险、技术风险、财务风险、市场风险、政治风险及自然风险等，无论任何一项风险发生，对计划中的投资活动都将产生一定程度的冲击，因此投资活动通常要涉及风险的估计、防范和控制。

### （四）影响不可逆

投资的过程是组合各种资源形成新的生产能力的过程，它主要是资金的物化过程，一旦投入的资金得到了物化，也就被固化在某一场所，具有显著的固定性和不可分割性。投资产生的效果无论好坏都将对国民经济产生持续的影响，如果某项投资行为被证明是错误的，在短期内将难以消除其不良影响；同时，扭转错误的投资行为，也需要付出巨大的代价。从相当长的一段时期来说，投资的影响通常是不可逆的。投资的这一特点要求人们在投资活动中保持谨慎的态度，尽力提高投资的质量。

## 二、投资与项目

尽管投资从宏观上对国民经济发展的影响较大，但是要实现良好的宏观投资效益，必须从比较具体的方法而不是抽象的理论着手对投资进行恰当的管理。由于投资的最终载体是投资项目，在一定时期内，全国从总体上无论投入数量多么庞大的资金，都是通过将资金分别投入到一个个具体的项目中去，因此项目作为开展投资活动的现实经济实体，是对投资进行管理的恰当场所之一。可以这样认为，如果全国每个投资项目（或者至少大多数投资项目）的效益普遍良好，那么良好的宏观投资效益就比较容易实现；如果投资项目的效益普遍不佳，那么也将难以取得理想的宏观投资效益。

## 三、项目及其分类

### （一）项目及其内容

项目的一般概念是指在规定的时间和预算范围内，按照一定的质量要求实现预定目标的一项一次性任务。例如建造一家工厂、一栋楼房、一座桥梁、一条道路，改建或扩建一个企业，设计制造一套新设备，开展一项科学研究等等，都属于项目的范畴。投资项目作为承担具体投资活动的主体，既符合项目的一般要求，也体现了投资固有的特点。按照一般的理解，投资项目（简称项目）是指在规定的期限内，为完成某项开发目标而规划的投资、政策、机构以及其他方面的综合体。或者说，项目是指花费一定资金

以取得预期收益的一系列活动，具有独特的时间（项目寿命期）和独特的空间（项目场址），是一个便于计划、筹资和实施的单位。通常一个项目大致可以包括以下内容：

（1）具有对土建工程、设备或二者兼而有之的资金投入；

（2）具有对工程设计、技术方案、监督施工、改善经营和维修等方面提供服务的能力；

（3）拥有一个负责实施各项活动的、高效精干的组织机构，并能协调与有关各方的关系；

（4）能够改善有关的政府政策如价格、税收、补贴和成本回收等，使项目与所属部门和整个改建的发展目标保持一致，并提高项目自身的经济效益；

（5）具备明确的项目目标和具体的实施计划。

## （二）项目的分类

根据不同的划分标准，可将项目划分成以下类型：

1. 按照性质的不同划分

（1）基本建设项目，简称建设项目。它是指在一个总体设计或初步设计范围内，由一个或几个单项工程组成的经济上实行独立核算、行政上实行统一管理的建设单位。建设项目又可划分为新建项目、改建项目、扩建项目、恢复项目和迁建项目等不同类型。

（2）更新改造项目，也称技术改造项目或技术措施项目。它是指具有批准的独立设计文件或独立发挥效益的计划方案，并列入更新改造计划的投资项目。

基本建设项目与更新改造项目的区别在于：前者属于外延扩大再生产范畴，后者属于内涵扩大再生产范畴。

2. 按照内容的不同划分

（1）工业投资项目，简称工业项目。它是指国民经济中各工业部门的投资项目，主要包括石油、化工、电力、机械、煤炭、钢铁、有色金属、轻工、纺织、建材等工业部门的投资项目。

（2）非工业投资项目，简称非工业项目。它是指工业投资项目之外的所有投资项目，主要包括农业、林业、水利、水产、交通运输、邮电、公用事业等部门的投资项目。

3. 按照资金来源的不同划分

（1）政府投资项目。它是指由政府部门（包括中央政府部门和地方政府部门）出资建设的项目。随着社会主义市场经济体制的不断完善和政府职能的转变，政府投资项目将逐渐由盈利性项目向社会公益性项目转变，重点转向基础设施建设项目。

（2）企业投资项目。它是指由企业利用自身积累的资金和通过贷款、发行股票和债券等方式向社会筹集的资金，为了获得新增盈利而投资兴建的项目。

（3）“三资”项目。具体地又可分为中外合资经营项目（简称合资项目）、中外合作经营项目（简称合作项目）和外商独资项目（简称外资项目）。合资项目是一种股权式合营项目，即由一个或几个中国公司、企业或其他经济组织与一个或几个外国公司、企业或个人共同出资兴建的项目，合资各方按股权比例分配收益和承担风险；合作项目是

一种契约式合营项目，一般由中方提供土地、厂房、劳动力等，由外方合作者提供设备、资金和技术等共同兴建的项目，合作各方按契约规定的比例分配收益及承担风险；外资项目是由外商独自出资或筹资在我国境内兴建的项目。

此外，按照生产规模或投资金额大小的不同，还可将项目分为大型、中型和小型三类。

## 第二节　项目管理的一般程序

为了保证投资项目的顺利实施，实现预期目标及相应收益，根据投资项目的特点和经济运行的规律，总结出项目管理的一般程序，也称作项目周期。项目周期是指项目从提议、论证、决策，到建设运营，直至报废为止的全过程。项目周期反映了项目实施过程中的客观规律，是根据项目发展不同阶段的特点形成的程序性制度，遵从项目周期就是体现项目管理的科学性，对于保证项目实施的质量有着重要的管理意义和经济意义。由于管理者的出发点和管理角度的不同，项目周期可分为投资项目管理周期和贷款项目管理周期两类。

### 一、投资项目管理周期

投资项目管理周期适用于项目业主（包括政府投资者和企业投资者），是项目主办者在管理项目时应遵循的一般规律，分为以下各个时期和工作阶段：

#### （一）投资前时期

投资前时期是指项目从提议到作出投资决策的全过程。投资前时期是项目从无到有的关键时期，其工作质量的好坏直接关系到项目的最终成败。这一时期的工作可分为以下三个阶段：

1. 机会研究阶段

投资项目的机会研究阶段应根据国民经济发展的长远规划、地区规划、行业规划以及相关的政策制度、法律法规等，结合业主自身的发展战略、可利用的资源、产品或服务的市场条件等，开发出符合利益目标的投资机会。

由于项目性质和开发目标的不同，在开发投资机会时的工作方法和内容也略有差异。如果是政府投资项目，为了保证项目的开发内容符合主管部门和国家的发展需要，应由项目主办者向上级部门提出项目建议书。经过主管部门审批的项目建议书代表了国家对项目投资的初步决策，说明该项目已被列入政府投资计划。如果属于一般的企业投资项目，则由企业在了解自身的经营状况、未来的发展趋势以及市场的变化方向等因素的基础上，编制机会研究报告。经企业决策者批准的机会研究报告代表了企业对项目投资的初步决策。

机会研究一般可包括以下分析内容：(1) 项目可利用的自然资源状况；(2) 项目所

在行业的发展现状；(3) 社会对项目提供的产品或服务的未来潜在需求量；(4) 同类产品的跨国贸易对项目可能产生的影响；(5) 与项目有关的上游投资和下游投资状况；(6) 项目的经济规模；(7) 一般的投资成本和生产成本费用及主要投入物的供应状况；(8) 有关的政府政策和法律制度。

机会研究阶段对项目投资成本和生产成本费用的估算，一般是根据同类型项目的有关资料进行粗略的推算，其估算精度大约为 ±30% 左右，研究经费大约占投资总额的 0.2% ~ 1%。

2. 初步可行性研究阶段

初步可行性研究是在机会研究的基础上，在对项目开展全面论证分析之前，就机会研究的结论和一些关键的问题进行广泛的资料收集、分析论证和方案筛选，其目的是判断项目是否有进行详细可行性研究的可能性，这样可以避免详细论证的范围过广，以缩短项目论证的时间，节约论证所费资金，提高决策的效率和准确性。

初步可行性研究阶段介于机会研究阶段和可行性研究阶段之间，其研究深度比机会研究详细，比可行性研究粗略，主要包括以下内容：(1) 产品的市场研究和初步的生产规划；(2) 投入物的供应数量和供应渠道；(3) 项目的场址；(4) 项目的设计方案（包括土建工程和设备工程）；(5) 人员配备和组织机构形式；(6) 项目实施进度计划；(7) 初步的财务效益分析；(8) 关键技术的论证和必要的中试结论；(9) 对供应商的考察。

初步可行性研究阶段对投资额和生产成本费用的估算精度为 ±20% 左右，研究经费大约占投资总额的 0.25% ~ 1.25%。

3. 可行性研究阶段

可行性研究有时又被称作详细可行性研究，以区别于初步可行性研究，它是投资项目决策的重要基础。在可行性研究阶段，要对项目进行全面的技术、经济、财务、组织机构和社会分析，就项目建设和经营的条件提出多个可供选择的方案，通过方案比选，找到切实可行的实施方案，为项目决策提供可靠的依据。可行性研究的最终成果形式是可行性研究报告。

可行性研究的结论如果表明方案是可行的，决策者就可以此为基础作出投资的决定，接下来项目将进入周期中的第二个时期，即投资时期。可行性研究的结论如果表明方案是不可行的，项目将被终止，不再进行实质性的投资活动。需要特别指出的是，在得出最终研究结论以前，应防止任何倾向性的意见，尤其不应强求得出可行的结论，以免在主观上误导信息资料的收集和分析技术的采用。

可行性研究的内容随项目不同而有所差异，根据联合国工业发展组织（UNIDO）编写的《工业可行性研究编制手册》中的说明，对一般工业项目的可行性研究主要包括以下内容：

(1) 实施要点。总结机会研究和初步可行性研究阶段所得出的结论，说明项目的主要优势和缺点及实施可能性，并提出各关键问题的实施要点。

(2) 项目的背景和历史。说明与项目有关的政策，项目与有关地区和国家的关系，项目所在企业的发展历史、管理体制、经营业绩及竞争对手。

(3) 市场和企业的生产能力。说明社会对产品的需求状况（包括国际市场和国内市

场）、产品的销售规划和销售渠道，估计项目的可能的生产能力和生产规划等。

（4）项目投入物。根据实施内容提出项目所用各项投入物的种类、性能、数量、供应渠道、供应方式、供应条件和供应价格等。

（5）项目的座落位置或场址。说明项目所在地的自然条件、社会状况、经济发展水平、基础设施水平，估计项目可能对当地自然环境、生态平衡产生的影响（包括正面影响和负面影响）及其变化趋势。

（6）项目设计。项目的总体布置及范围、选择的工艺技术和设备、项目建设涉及的土建工程等。

（7）项目的组织机构和管理模式。说明符合项目运作特点的各内部机构及其相互间的关系，选择合理的管理方式以满足项目目标的实现。

（8）人员配备。描述项目所需人力资源（包括管理人员、技术人员和生产工人）的构成、来源、数量和工资水平，制定对各类人员的培训计划。

（9）实施计划。制定项目建设的进度计划、建设工期、试生产日期和达产期限等。

（10）财务和经济分析。估算项目总投资，制定资金筹措计划，预测生产成本费用，进行项目投资的财务效益分析、国民经济效益分析和不确定性分析，最终得出项目方案是否可行的结论。

可行性研究对总投资额和生产成本费用等的估算精度为 ±10% 左右，研究经费大约占总投资额的 1.0%～3.0%（小型项目）或 0.2%～1.0%（大型项目）。

对于一些特别复杂的大型项目，还需要配合可行性研究开展一些辅助性研究，如专门的技术论证和中间试验、生产工艺及设备的选型研究、市场研究、材料研究、与场址有关的区域研究，等等。非工业项目投资的可行性研究可以参照工业项目的可行性研究进行。

## （二）投资时期

投资时期是实现项目设想的工作时期，又称作项目的执行时期或建设时期。这一时期需要完成项目工程实体的建设，形成实际生产经营能力，其特点是工程量大、花费资金多，并且有严格的工期限制。投资时期的工作程序可分为四个阶段：

1. 初步设计阶段

初步设计是根据可行性研究报告等前期工作资料，对项目的技术可能性和经济合理性进行具体规划，制定项目实施方案。初步设计一般包括以下内容：设计依据和指导思想；项目范围及占地面积；建设规模及产品方案；主要投入物的数量和来源；工艺流程；主要设备的选型及配置；主要建筑物、构筑物及公用辅助设施的设计；环境保护，防洪、抗震设施，项目组织机构及人力资源配备；各项技术经济指标；项目建设进度计划和完工期限。在编制初步设计文件时需完成项目总概算的编制。

初步设计文件是进行有关工程承包、原材料和设备供应招标投标工作的重要依据，在完成初步设计以后才能开展招标投标工作。此外，根据初步设计文件编制的项目总概算是确定项目投资额、编制年度投资计划、控制投资成本的重要依据。

2. 施工图设计阶段

施工图设计是对初步设计中所确定的各项建筑物、构筑物和非标准设备进行详细的设计，它是进行建筑工程施工、设备安装工程施工以及非标准设备制造的必要依据。在施工图设计阶段需要编制预算，以确定建筑安装工程的造价。因为有施工图作计算依据，预算的精确度高于概算，是工程承包合同款结算的重要依据。

3. 施工阶段

施工阶段的主要任务是根据施工图设计的内容完成各项建筑工程、设备安装工程和非标准设备的制造。同时，为了保证项目完工后能够及时投入生产和使用，在施工阶段还需要进行投产前的准备工作，如人员的招募和培训，生产技术资料的准备，原材料、燃料、动力的准备以及部分生产资金的准备等。

4. 竣工验收阶段

竣工验收是指在各项工程全部竣工以后，由项目主办者会同有关部门就工程的总体质量、功能实现等方面进行检查，经检查符合有关标准以后，编制竣工验收报告和竣工决算，同时项目交付使用。

### （三）生产经营时期

项目的生产经营时期是运营时期，是指从项目建成投入生产或使用直到报废为止的全过程。在这一阶段中，项目首先要通过初期的运行，逐步达到设计文件中规定的全部生产能力，并在整个运营期中保持良好的经营状态，实现预期的投资效益；另一方面，项目管理者应根据项目的实际经营效果，全面总结和分析项目实施的各个阶段中取得的经验和存在的问题，为不断改进项目管理水平积累资料和经验。

## 二、贷款项目管理周期

贷款项目管理周期是指银行等金融机构对贷款项目进行管理的全过程。它是从资金供应者的角度出发，关注所投入的资金在项目实施的各个阶段的运行状况，以保证资金的增值得以顺利实现。世界银行在长期的贷款实践中总结得出的贷款项目管理周期，自20世纪80年代引入我国以后，在银行界得到了普遍的应用，对提高银行贷款管理水平起到了积极的作用。

贷款项目管理周期在管理的时间间隔上与投资项目管理周期保持一致，但是管理的侧重点有所不同。一般地，对贷款项目管理周期作以下划分：

### （一）准备时期

准备时期是银行根据自身的经营目标，结合国家的发展战略和相关政策制度，在充分分析项目主办者提交的项目机会研究报告（或项目建议书）和可行性研究报告的基础上，选定发放贷款的项目，作出贷款决策的过程。准备时期主要分为以下两个阶段：

1. 初选阶段

初选阶段是银行进行贷款项目管理的首要阶段，即银行介入项目形成的最初途径，有利于银行参与项目的投资决策。在初选阶段中，银行根据国家的发展规划和有关政

策，在初步调查研究的基础上，分析各个项目主办者提交的机会研究报告（或项目建议书），从中挑选出符合银行经营目标和贷款条件的备选项目。

银行对项目进行初选时的评价内容与机会研究报告（或项目建议书）的内容基本一致，通过初选的项目表明了银行对它的初步认可，但这并不意味着银行已经作出了贷款决策。实际上银行还需要与项目主办者一起就有关方面进行深入的调查研究和论证，如果进一步的论证表明贷款对银行不利，银行仍然可以在下一阶段中作出否决贷款的决策。

2. 评估阶段

评估是指银行在对项目初选的基础上，对初步认可的项目全面审查其提交的可行性研究报告，进而编制银行的项目评估报告。在项目评估报告中就是否提供项目贷款作出结论，经过评估认可的项目，银行将与项目主办者签订贷款合同，这正式表明了银行的贷款决策。

### （二）执行时期——付款阶段

执行时期是贷款项目的实施阶段，在这一阶段中，银行根据与项目主办者签订的贷款合同中规定的内容，结合项目建设进度，向项目发放贷款。因此，银行对贷款项目的管理进入付款阶段，从项目开始建设起到建成完工为止，银行的主要工作就是为项目提供资金，并对资金的数量和用途进行监督，保证贷款得到合理有效的使用，以促进项目按期建成投入使用，及时实现投资效益。

### （三）回收总结时期

回收总结时期是银行在项目投入使用、产出效益以后回收全部贷款本金及其利息，与贷款项目结束信贷关系的过程。回收总结时期是银行效益得以实现的关键时期，同时又是为下一个贷款项目周期积蓄实力的时期。根据银行贷款项目数量多、项目管理周期循环频繁的特点，这一时期可分为两个阶段：

1. 回收阶段

回收阶段是银行根据贷款合同规定的期限、还款数量和利率水平，从项目中逐步收回全部贷款本金和利息的过程。回收阶段的工作是否成功取决于还款的数量和时间两个方面的因素，成功的贷款项目必须做到按时按量地回收本息，任何一项因素与合同规定的内容不符，都意味着银行贷款项目管理的失败。因此，银行在这一阶段中还需要履行积极的监督职能，对项目运行过程中尤其是运行初期存在的问题提出改进的建议，使项目的效益得到顺利实现，进而保证银行贷款回收工作的质量。

2. 后评估阶段

银行收回全部贷款本金和利息之后，应根据实际运营状况对项目进行全面的事后总结性评价，尤其要与准备时期的项目评估报告进行对比，发现问题，总结经验，为以后的贷款项目管理积累资料，不断地提高贷款项目管理工作的质量。

## 第三节　项目评估概述

对比投资项目管理周期和贷款项目管理周期可以看出，项目评估处于项目前期工作的关键阶段，是银行参与项目投资决策的一项重要工作。它既是银行贷款决策的依据，又会对项目主办者作出投资决策产生重大影响。

### 一、项目评估及其发展历程

项目评估是在可行性研究的基础上，根据有关政策、法律法规、方法与参数，从项目（或企业）及国家的角度出发，由贷款银行或有关机构对拟建投资项目的规划方案进行全面的技术经济论证和再评价，以判断项目方案的优劣和可行与否。项目评估的结论是投资决策的重要依据。

项目评估作为一门当代的技术经济学科，起源于西方发达国家，并在世界范围内得到了广泛的应用，收到了显著的效果。

20 世纪 30 年代，世界范围内的经济大萧条使西方发达国家的经济政策发生了重大变化，随着自由放任经济体系的崩溃，一些西方发达国家的政府开始实行新经济政策，兴办公共建设工程，于是出现了公共项目评价方法，产生了现代意义的项目评估原理。1936 年，美国为了有效控制洪水，大兴水利工程，并颁布了《全国洪水控制法》，该法正式规定了运用成本效益分析方法评价洪水控制和水域资源开发项目。其中提出了这样的原则：一个项目，只有当其产生的效益（不论受益者是谁）大于其投入的成本时才被认为是可行的。此后，还公布了一系列的法规，对项目评估的原则和程序作出了规定。英国、加拿大等国政府也相继就项目评估作出了规定。

现代项目评估的系统方法产生于 20 世纪 60 年代末期，在这期间一些西方发展经济学家致力于发展中国家项目评估的理论研究。英国牛津大学的里特尔教授和米尔里斯教授于 1968 年合作出版了《发展中国家工业项目分析手册》一书，第一次系统地阐述了项目评估的基本理论和方法。1975 年，世界银行的经济专家思夸尔等编著了《项目经济分析》一书。1980 年，联合国工业发展组织与阿拉伯工业发展中心联合编著了《工业项目评价手册》。这些著作的出版标志着项目评估理论与方法的成熟发展和广泛应用。20 世纪 80 年代之后，项目评估工作越来越受到各国政府尤其是发展中国家政府的重视，成为银行贷款决策的重要依据。

在项目评估理论与实践的发展过程中，世界银行发挥了巨大的作用。在为会员国提供长期贷款的过程中，世界银行规定所有的贷款项目都必须经过评估，评估的结论是决定贷款与否的主要依据。为了提高各会员国的项目评估水平，世界银行还组织出版了一系列著作，为发展中国家培训专业技术人员，帮助其制定符合本国国情的项目评估办法。

我国于 1980 年恢复了在世界银行的合法席位，1981 年成立了以转贷世界银行贷款

为主要业务的中国投资银行。1983 年，中国投资银行首次推出了《工业贷款项目评估手册》（试行本），以后又经过了多次修订。在我国的项目评估理论和方法的发展过程中，我国政府给予了高度的重视，国家计委于 1987 年首次正式公布了《建设项目经济评价方法与参数》，并于 1990 年进行了修订。此后，我国项目评估的方法越来越成熟，并受到人们的重视，成为实现投资决策科学化、民主化和规范化的重要手段。

## 二、项目评估的内容

因为项目评估的对象是可行性研究报告，所以评估的内容与可行性研究的内容基本一致。为了使投资决策的依据较为充分，项目评估主要从建设必要性、生产建设条件、财务效益、国民经济效益和社会效益五个方面对项目进行全面的技术经济论证。

### （一）项目建设必要性评估

项目建设必要性评估是分析项目是否能够项目设立的前提条件，只有当前提条件基本具备时，项目的设立才有真实的意义。建设必要性评估涉及以下具体内容：

1. 企业（或项目）概况及其发展目标

对于纯粹的新设项目，只需说明推出项目的背景；对于由现有企业开发的项目，则需要同时说明企业的概况和提出项目的原由。这类背景资料包括项目发起者的身份、财务状况，企业的经营现状、组织机构及其运作模式，目前的技术水平、资信程度；项目的服务目标及其对企业的影响；项目大致的座落位置、未来所在地的地理条件、基础设施条件、一般的人文社会条件等。

2. 与项目有关的政府政策、法律法规和规章制度

无论提出什么样的项目设想，都应注意与政府政策的协调统一。有关的政策包括政府的产业政策、国民经济发展的中长期规划和区域经济发展规划等，努力使项目的开发目标与政府的经济发展目标相吻合，这是项目成立的首要前提。此外，了解与项目有关的法律法规和规章制度，是明确项目存在的外界条件，任何违反现有法律体系和制度的项目，即使勉强成立也无法长久地存在下去。

3. 项目的市场需求分析和生产规模分析

项目提供的产品（或服务）是否为社会需要，这是项目建设的核心问题。项目的市场分析应在市场调查的基础上，就项目产品（或服务）供需双方的现状进行全面的描述，并在预测市场整体未来发展变化趋势的基础上，结合项目自身的竞争能力，确定项目合理的生产规模。

### （二）项目生产建设条件评估

项目生产建设条件评估是分析项目的建设施工条件和生产经营条件能否满足项目实施的需要，即论证项目的存在是否可能，一般包括以下内容：

1. 项目可利用资源的供应条件

这里仅指各类投入物，包括能源、原材料、公用设施和基础设施等。应说明资源的

供应地、可能的供应商、可选择的供应方式、可持续的供应数量及供应价格、国内外可能的替代品等。

2. 项目的总体设计及生产技术的选择

在项目场址选择的基础上，说明项目的总体布局与施工范围、土建工程内容和工程量；结合国内外技术发展现状和国内经济发展水平，选择适合项目要求的生产工艺和制造设备。

3. 实施项目的组织机构

组织机构的评估是项目实施的制度保障，不同性质的项目，其组织机构形式也不尽相同，应结合项目特点选择适合项目高效运行的组织机构形式。同时应说明与所选组织机构相适应的管理模式和管理制度。

### （三）项目财务效益评估

项目财务效益评估是从项目（或企业）的角度出发，以现行价格为基础，根据收集、整理与估算的基础财务数据，分析比较项目在整个寿命期内的成本和收益，以此判断项目在财务方面的可行性。包括以下内容：

（1）基础财务数据资料的收集、分析整理和测算。根据相关项目或企业自身的经营历史，测算项目建设和经营所需的投入以及可能获得的产出，构建各类基本财务分析报表。

（2）基本经济指标的测算与评估。根据预测的财务报表计算相关经济指标，并就项目的盈利能力、偿债能力作出说明。

（3）不确定性分析。为了弥补由于主、客观原因造成的预测数据与实际情况的偏差，增强项目的抗风险能力，找到合理的应变措施，需要就项目面临的不确定因素进行分析。

### （四）项目国民经济效益评估

项目国民经济效益评估是从国民经济全局的角度出发，以影子价格为基础，分析比较国民经济为项目建设和经营付出的全部代价和项目为国民经济作出的全部贡献，以此判断项目建设对国民经济的合理性。

### （五）项目社会效益评估

项目社会效益评估更多地是从促进社会进步的角度出发，分析项目为实现国家和地方的各项社会发展目标所作的贡献和产生的影响，以及项目与社会的相互适应程度。

## 三、项目评估的程序

项目性质不同，其评估程序也不尽相同，但一般地应经历以下程序：

### （一）准备

开展项目评估的有关机构，如贷款银行或中介咨询机构，在明确项目评估的任务以后，应开始准备组织人员，了解与项目有关的背景情况。

### （二）成立评估小组

根据项目的性质成立项目评估小组或评审专家组，确定项目负责人，就评估的内容配备恰当的专业人员，明确各自的分工。一般地，评估小组中应包括相关的工程技术专家、市场分析专家、财务分析专家及经济分析专家；如果需要的话，还可配备法律专家、环境问题专家、社会问题专家等。评估小组的成员可以完全来自机构内部，但为了评审结论的科学、可靠和全面，更应重视从机构外部寻求专家，尽量使评估小组的每一个成员都是各自领域的权威人士，或至少是专业人士。

### （三）制定工作计划

成立评估工作小组以后，应根据评估工作的目标制定工作计划，包括每一项任务的人员配备、应达到的目的、总的工作进度计划和分项任务的工作进度计划，以保证评估工作的进程符合决策方的要求。

### （四）开展调查，收集并整理有关资料

尽管在评估的对象即可行性研究报告中已经提交了相关的文件资料，但是，为了保证评估结论的真实、可靠，还应该对所提交的资料进行核实审查。在评估过程中，开展独立的调查工作是必不可少的，通过调查收集与项目有关的文件资料，以保证资料来源的可靠和合法。对不符合要求的资料，应进行修订和补充，以形成系统、科学的文件资料。

### （五）审查评估

根据获得的文件资料，按照项目评估的内容对项目进行全面的技术经济论证。在论证过程中，如果发现有关资料不够完备，应进一步查证核实。

### （六）编写评估报告

在完成分析论证的基础上，评估小组应编写出对拟建项目可行性研究报告的评估报告，提出总结性意见，推荐合理的投资方案，对项目实施可能存在的问题，提出合理的建议。

### （七）报送评估报告并归档

评估小组作为决策的参谋或顾问，在完成评估报告以后，需将评估报告提交决策当局，作为决策者制定最终决策的依据。同时，应将评估报告归入评估机构内部的项目档案，供以后开展类似项目的评估时参考，以不断提高评估工作的质量。

## 四、项目评估应遵循的基本原则

为了保证评估工作的质量，在对项目开展评估时，评估人员应严格遵守以下基本原则：

### （一）科学性原则

评估结论的可靠与否，首先取决于评估方法和指标体系的科学与否，不恰当的方法和指标会导致不合理甚至与实际完全相反的结论。随着对项目评估理论研究的不断深入，一些新的方法和指标可能会替代原有的方法和指标；同时，项目的性质不同，在评估方法和指标体系方面也会有一定的差异，这要求在评估方法和指标体系的选择上应力求科学合理。

### （二）客观性原则

尽管项目评估的对象是拟建项目，但项目能否成立却不能由人们的主观意识来决定，必须从实际的物质环境、社会环境、经济发展水平、文化传统、民族习俗等条件出发，实事求是地分析项目成立的可能性。任何有违客观实际的项目最终将失去根本的基础，甚至会对社会造成不可逆转的负面影响。

### （三）公正性原则

评估人员的立场对评估结论有相当的影响，为了防止结论的偏差，评估人员应尽可能采取公正的立场，尤其应避免在论证开始以前就产生趋向性意见，更不能持法律禁止的立场开展评估工作。

### （四）面向需求的原则

任何项目的产生必须源于社会的需求，不符合需求的项目没有生命力。许多事实证明，投入使用后运行不佳的项目往往就是因为失去了社会的需求，项目提供的产品（或服务）成为经济生活中的剩余物，项目启身成为资不抵债的破产户。

### （五）投入与产出相匹配的原则

尽管项目在追求投资效益时，会以尽可能低的投入获得尽可能高的回报，但是项目功能的实现，必须要有配套的投资，过分地要求利润最大化将导致对项目辅助投入的忽视，使项目的主要功能无法完全实现，而今后不得已的追加投资只能收到事倍功半的效果。因此，项目的投入必须符合产出的要求。

### （六）资金时间价值的原则

资金的使用会随着时间的推移产生不同的价值，投资者对投资的回报都有一定的预期，项目能否在回报投资的同时实现自我增值，是任何项目评估关注的核心问题，对资金的动态考察是明确项目投资回报和经营业绩的重要途径。

## 五、项目评估与可行性研究的关系

项目评估和可行性研究都属于投资前期决策工作的组成部分，两者之间存在着一定的共性；同时两者由于分属不同的管理周期，它们又存在着一定的差异。

### （一）项目评估与可行性研究的共同点

（1）处于项目管理周期的同一时期。两者都是在决策时期对项目进行技术经济的论证和评价，作为投资决策的重要工作内容，它们的结论对项目的命运有决定性的作用，直接影响项目投资的成败。

（2）目的一致。项目评估和可行性研究工作的目的都是为了提高决策的科学化、民主化和规范化水平，减少投资风险，避免决策失误，提高投资的效益。

（3）基本原理、方法和内容相同。两者都是采用国家统一的、规范化的评价方法和经济参数、技术标准等，对项目进行全面的技术经济论证分析，通过统一的评价指标体系，评判项目是否可行。分析的内容都包括项目的建设必要性、生产建设条件、财务效益、国民经济效益和社会效益等。

### （二）项目评估与可行性研究的区别

1. 服务的主体不同

项目评估是贷款银行或金融机构为了筛选贷款对象而开展的工作，可行性研究则是项目业主或发起人为了确定投资方案而进行的工作。尽管两者都可以委托中介咨询机构进行，但所代表的行为主体不同，要为不同主体的不同发展目标服务。

2. 研究的侧重点不同

项目评估的服务主体是提供贷款的机构，所以它侧重于项目的经济效益和偿债能力分析。可行性研究的服务主体是业主，因此它更加侧重项目的建设必要性和生产建设条件分析。

3. 所起的作用不同

项目评估是金融机构的贷款决策依据，可行性研究是项目发起人或业主的投资决策依据，因为两种决策不能相互替代，所以两种分析也不能相互替代。

4. 工作的时间不同

按照项目管理的程序，可行性研究在前，项目评估在后，可行性研究报告是项目评估的对象和基础，两者顺序不能颠倒。

# 第四节　投资项目评估的原则和要求

## 一、项目评估的基本原则

### （一）评估的客观公正性原则

客观公正性就是在项目评估中要尊重客观规律，不带主观随意性，讲求科学性。

坚持评估的客观公正性原则，首先要求项目评估人员避免各种先入为主的观念，克服主观随意性和片面性。项目评估中的随意性和片面性，既可来自项目评估人员自身，也可来自项目评估人员外部的影响，如投资承办单位不实事求是的愿望、上级决策者不实事求是的意图等。对于来自外部的愿望和意图，项目评估人员应根据实事求是的精神加以鉴别，不受其主观性和片面性的干扰，不违心地对拟建项目进行评审和估价。避免先入为主的观念，克服主观性和片面性，是坚持客观性原则的基本前提，也是项目评估公正性的必要保证。其次要求项目评估人员深入调查研究，全面系统地掌握可靠的信息资料。深入调查研究是尊重客观事实、尊重客观规律的具体体现。不进行深入的调查研究或在调查研究过程中不下真功夫，就难以认识客观事物及其客观规律，也会落入主观性和片面性的窠臼。深入调查研究，全面系统地掌握信息资料，是坚持客观性原则的基本要点，也是项目评估科学性的基本保证。

总之，只有坚持项目评估工作的客观性原则，才有可能保证项目评估的公正性和科学性。这条原则对项目评估人员的思想作风、工作作风和职业道德作风提出了最基本的要求。

### （二）分析的系统性原则

系统性原则，就是在评估中考虑任何问题，都要有系统观念，也就是将拟建投资项目当作一个开放的系统看待。

任何一个投资项目，不论大小，都是一个系统，都是由相互关联、互相制约的内部要素构成的有机体，并且是与外界环境条件有着广泛联系的技术经济实体。投资项目的内部因素，包括产品种类及生产规模、生产工艺、设备及技术、厂址及平面布置等；投资项目的外部条件，包括产品的社会需求，生产建设条件，项目所处的自然及生态环境，与项目投入产出相联系的协作配套关系，与项目的财务经济效益相关的价格、税收、信贷、利率等财政金融政策。

用系统观念对拟建项目进行评审和估价，就是要求从投资项目内部要素的内在联系，从其内部要素与外部条件的广泛联系入手，进行全面的动态的分析论证，来判断项目的生命力。因此，系统性原则要求项目评估人员克服孤立地、静止地分析问题的僵化思想，在全面系统动态的分析论证过程中，创造性地对拟建项目进行评审和估价。

### （三）评估的效益性原则

效益性原则，就是在项目评估中要以投资效益的好坏作为鉴别项目优劣和取舍的标准。

项目评估涉及项目技术、经济的各个方面，通过评估要判断项目在技术上是否可行，在经济上是否合理。一个建设项目，由于规模和产品不同，设备和工艺不同，原材料供应和运输方式不同等，客观上存在着许多方案。而不同方案的效益是有别的，这就要进行多方案比较，找到效益最好的方案。再说，对于一个好的项目，技术上可行是它的前提条件，经济上合理才是它的最终标志。有些项目技术上可行，甚至比较先进，但经济上并不合理，对这类项目，不能因技术上先进而加以接受，否则就违背了评估的效益性原则。

在贯彻效益性原则时，要处理好投资项目的财务效益和国民经济效益的关系。不同的主体有不同的利益。一般来说，投资企业和贷款银行比较重视项目的财务效益，而国家则应重视项目的国民经济效益。因此，在决策时应对以下几种情况作出不同的决断：一是项目的财务效益和国民经济效益都不好的项目，属于经济上完全不合理的项目，应予以否定；二是项目的财务效益好，而国民经济效益不好的项目，本质上也是经济上不合理的项目，也应该予以否定，三是项目的财务效益和国民经济效益都很好的项目，属于经济上完全合理的项目，应予以接受；四是项目的财务效益差，而国民经济效益好的项目，也属于经济上合理的项目，也应予以接受，但这类项目简单地接受将会对投资企业和贷款银行造成不利的影响，投资企业和贷款银行不易接受，因此，有必要对这类项目提供可行的优惠政策和措施，改善其财务状况，提高项目的财务效益。

### （四）评估方法的规范化原则

方法规范化原则，就是评估工作中所采用的定性和定量分析方法，必须符合客观实际，体现事物的内在联系。项目评估是一种科学的项目决策方法，同时也是一种规范的科学决策方法。项目评估能够得到广泛应用，除了它所具有的科学性以外，使用规范化的方法，也是项目评估得以广泛应用的重要条件。

项目评估的规范化方法论体系，构成了项目评估学科的稳定结构和基本内容，如项目的财务经济效益的指标体系，每个指标的内涵、考核范围和计算方法，评价参数的使用，不确定性分析的方法和指标计算，方案比较选择的方法及指标的计算等。如果项目评估人员在这些规范方法之外，使用自认为可行的方法，就脱离了公认的标准，也就无法判断其结论的正确性。因此，规范化原则要求项目评估人员，首先要学习和掌握好项目评估的规范化方法，其次要处理好使用规范化方法与创造性评估的关系。一般来说，使用规范化方法并不影响项目评估人员的创造性劳动，而是项目评估人员创造性劳动容易得到承认的必要条件。

### （五）评估指标的统一性原则

指标统一性原则，是指在项目评估中所使用的国家参数、效益指标的标准化，也就

是衡量项目经济效益统一的标准和尺度。同一个项目，用不同的指标进行评价，其结果大不一样。指标的统一性不但在项目的最终评价中起标准尺度作用，而且也是方案比较选择的依据，标准不一，方案就没有可比性。实行统一指标标准，就等于把不同的项目，置于相同的起跑线上，这样才能把诸多复杂因素化为单一因素，从而减轻评价难度。

在项目评估中，要实现指标统一性这一原则，首先国家有权机关应制定统一的评价参数，如基准收益率、折现率、投资回收期等；其次在评估过程中运用参数和各种收益指标时，要特别注重针对性，即不同行业和工业门类，应使用相应的评价参数和评价指标。

### （六）评估价值尺度的合理性原则

价值尺度的合理性原则，就是在评估投资效益时，使用合乎于项目评估目标的价值尺度，计量项目的成本和效益。价值尺度是计算项目成本和效益时使用的计量价格。使用不同的计量价格，将会给项目的成本和效益带来不同的价值判断。

价格是项目评估中经济效益的核心问题，贯彻合理使用价值尺度的原则，要求进行项目的财务评估、经济评估和社会评估时，分别使用与之相适应的计量价格。

项目的财务评估，主要是用于判断项目在现行财税制度下的财务盈利能力和财务清偿能力。因此，项目财务评估的合理尺度应该是财税制度所要求的现行价格，即现实经济生活中通行的价格。

项目的经济评估，主要是用于分析项目是否做到资源的合理配置和有效利用，是否在一定的经济增长目标下花费最小的代价或在一定的代价下取得最大的经济增长。因此，项目的经济评估应该使用反映资源合理配置和有效利用的影子价格，它反映项目使用资源和创造资源的真正社会经济价值。

项目的社会评估，其核心内容是在项目经济评估的基础上进一步考虑新增国民收入的合理分配问题，从而将增长目标和公平目标统一起来，追求国民福利的最大化。项目新增国民收入在不同时间和不同空间的分配，对社会目标的贡献是不相同的，它们具有不同的社会价值。因此，需要使用社会价格来评价项目在一定量新增国民收入的前提下对实现公平分配目标所作的贡献。

### （七）评估资金的时间价值原则

货币的时间价值的主要内容是：等额货币在不同的时间具有不等的价值，其差别为货币的时间价值，其表现形式就是利息。也就是说，利息是一种货币的时间价值，它是一定数额的货币经过一段时间后所增加的价值。

在项目评估中，贯彻讲求资金时间价值的原则，首先是为有关评价指标规定最低的取舍标准，即评价基准。它在项目寿命期内将具有“资金的时间价值”特征。其次是采用动态分析方法，即贯彻“资金时间价值”原理的现值法，利用预测的现金流量表，对项目的成本和效益进行贴现，通过贴现后的成本与效益相比较，计算有关动态分析指标，这样就将资金的时间价值观念直接包含在项目评价指标和评价方法之中了。

## 二、项目评估的要求

### （一）动态分析与静态分析相结合

动态分析与静态分析相结合，要以动态分析为主。动态分析中对某一现象在时间序列上变化情况的分析评估必须强调时间因素，利用复利计算方法，将不同时间内效益费用的流入和流出折算成同一时点的价值，为不同方案和不同项目的经济比较提供了相同的基础，并能反映出未来时期的发展变化情况。静态分析是对某一现象在时点上的分析。强调动态分析并不排斥静态分析。静态指标一般比较简单、直观，使用起来比较方便，在项目评估过程中可以根据工作阶段和深度要求的不同，计算静态指标，进行辅助分析。

总之，在项目评估中，既要着眼于近期效益，也要着眼于长远效益；既要分析它们在某一时点上的状况，也要分析它们的发展趋势。只有这样，评估的结果才能更可靠、更合理。

### （二）定量分析与定性分析相结合

定量分析与定性分析相结合，要以定量分析为主。项目经济评价的本质要求是通过对项目过程中的效益和费用的计算分析，对项目建设生产过程中的诸多经济因素给出明确的数量概念，从而得出结论和建议。这就要求在项目评价中，凡能定量化的经济要素都应进行定量分析和计算，将有关工艺技术方案、工程方案、环境方案等经济价值用定量指标表现出来。但是，投资项目是一个复杂的系统，总会有一些经济因素不能量化，不能进行直接的数量分析，对此则应进行实事求是的、准确的定性描述，结合定量分析得出评价结论。

### （三）宏观效益分析与微观效益分析相结合

宏观效益分析与微观效益分析相结合，要以宏观效益分析为主。对项目进行经济评价，不仅要看项目本身获利多少、有无财务生存能力，还要考察和分析项目的建设和经营对国家有多大贡献以及需要国家付出多大的代价，这样才能实现项目评价的宏观效益和微观效益分析相结合。现行项目评价分为财务评估和国民经济评估两个层次。财务评估是对企业或项目本身的财务进行分析，主要包括盈利能力和偿还能力分析，借以判断拟建项目的财务可行性。国民经济评估是从国民经济宏观角度出发，在市场、技术、资源和财务评估的基础上，通过对费用、效益的鉴别和度量，评价项目对增加国民收入和其他经济目标的贡献，以最终确定项目的可行性。

### （四）全过程效益分析与阶段效益分析相结合

全过程效益分析与阶段效益分析相结合，要以全过程效益分析为主。项目评估的最终要求，是要考察项目整个计算期（包括建设期和生产经营期）全过程中经济效益的大小。

过去往往只重视项目投资多少、工期长短、造价多不多，没有重视项目投产的经济效益。目前采用的方法，强调把项目评估的出发点和归宿点放在全过程的经济分析上，运用了净现值、内部收益率等能够反映项目整个计算期经济效益的指标，并用这些指标作为项目取舍的判别标准。

### （五）价值量分析与实物量分析相结合

价值量分析与实物量分析相结合，要以价值量分析为主。价值量分析是把物资、劳动、时间等放在设定的影子价格、影子工资等经济参数条件下，量化为资金价值，进而进行计算分析。实物量分析是直接测算项目所需物资及其平衡等。不论是财务评估还是国民经济评估，都要设立若干实物指标和价值指标，并强调把物资因素、劳动因素、时间因素等量化为资金价值因素，对任何项目或方案都采用可能的同一价值量进行分析，并据以判别项目或方案的可行性。

### （六）预测分析与统计分析相结合

预测分析与统计分析相结合，要以预测分析为主。项目的建设和投产都是未来的事，未来市场需求、未来国民经济发展状况如何，直接影响着项目的经济效益。因此，进行项目经济评价，既要以现有状况水平为基础，又要进行有根据的预测，无论在财务评估和国民经济评估中，除了对现金流入和流出的时间、数额进行常规预测的同时，还要对某些不确定的因素和风险性进行盈亏平衡分析、概率分析和敏感性分析。在项目评估过程中，有时还要用到一些统计分析方法。

## 第五节　投资项目的建设程序

## 一、投资建设程序的概念及客观性

### （一）投资建设程序的概念

投资建设程序是指投资建设全过程中各阶段、各步骤、各工作之间必须遵循的先后次序及其内在联系。它一般包括三个方面的内容：一是一项建设活动客观上包括的工作类型；二是建设全过程中性质不同的各阶段划分；三是其中各阶段、各项工作之间的内在联系及先后顺序。

### （二）投资建设程序的客观性

投资项目的建设程序是对投资建设过程的一种科学界定，是一种科学的认识和反映，而不是主观人为的构想与设计，因此它具有客观性。项目投资建设程序的这种客观性主要是由建设工程及其建设活动的技术经济特点所决定的。

（1）一般生产性项目的建设活动都具有周期长且投资额大的特点

项目投资建设活动的这一特点就决定了项目在较长一段时期内只投入人力、物力、财力，而不能向社会提供有用产品。因此，在项目建设之前，必须进行深入、全面的研究，对项目建设的方方面面进行系统的分析论证，才能决定对项目的投资建设。

（2）项目的建设工程具有固定性（不可移动）的特点

项目建设工程的固定性特点决定了项目在哪里进行投资建设，就在哪里形成生产能力或提供工程效益。因此，对拟建的投资项目，就有一个在什么地方投资建设及在什么地方最为合理的问题。这就要求在项目的建设之前，必须对项目的候选地进行认真的勘察，以查明当地的资源储量、工程地质、水文地质、原材料、燃料、动力供应及交通运输条件、产品的消费情况，并在选择建设地点的前提下，注意搞好项目的合理布局和有关配套项目的协作、配合。

（3）建设工程具有多样性的特点

建设工程多样性的特点决定了每个工程项目都有它自身的用途和要求，需要按照建设者的特定要求和用途进行专门的设计。因此，对拟建项目就有一个采用何种工艺设计的建筑结构设计最为适用、经济合理的要求。

（4）项目的工程建设具有连续性和不可间断性的特点

项目工程建设的连续性和不可间断性的特点决定了只有将投资建设全过程中的各阶段、各环节和各项工作之间周密协调地组织起来，在时间上连续，在空间上不脱节，并在项目全部完工后积极组织验收交付生产使用，才能真正形成生产能力或工程效益并发挥出投资经济效益。因此，我们在投资建设过程中，必须要遵循项目本身客观上存在的这种严格的程序性。

## 二、投资建设程序的一般内容

### （一）投资建设程序的阶段划分

项目的投资建设活动客观上可以划分为不同性质的几个阶段，即工程项目前期准备（决策）阶段，工程项目的规划设计阶段，工程建设施工阶段，工程项目终结阶段。

1. 工程项目的决策阶段

这个阶段主要解决的问题是确定工程项目投资是否合理以及工程项目的选择问题。在肯定性结论的前提条件下，后面的工程建设活动才能得以进行。它是投资建设程序中最重要的阶段，从根本上决定着项目的投资方向和投资效益水平，因此必须切实做好。

2. 工程项目的规划设计阶段

工程项目的规划设计是投资决策的具体化和深化，是对项目具体功能的规定和建设活动方案的设计。这一阶段，主要是按照投资者的要求，将其投资构想具体化，并选择实现构想的最佳设计方案。

3. 工程项目的施工阶段

它是根据设计的要求进行具体建设的阶段。它要解决的主要问题是如何以最优的施

工组织管理方法,多快好省地完成施工任务。当然,它必须严格按照设计方案的要求进行,是一种执行性质的工作,是投资实施的主要阶段。

4. 工程项目的终结阶段

工程项目的终结阶段是投资效益的实现和投资回收阶段，它是对已完任务的检查、接收、交付使用以及建设效果的评价，是一种以综合管理为主的工作。

## （二）投资建设程序的一般内容

投资建设程序的基本内容可用表 7－3－1 列示。

表 7－3－1　工程建设程序

| 阶段划分 | 工作类型与工作程序 | 阶段或工作间联系 |
| --- | --- | --- |
| 工程项目决策阶段 | 投资意向<br>↓<br>市场研究与投资机会研究<br>↓<br>项目建议书<br>↓<br>初步可行性研究<br>↓<br>可行性研究<br>↓<br>审批立项 | 1. 前后阶段、前后工作间应顺序进行<br>2. 各阶段任务的性质和特点有较大的区别，但相互补充<br>3. 同一阶段内各工作性质相似，基本上可以有一定的交叉关系<br>4. 前一阶段或前一工作都是下一阶段或下一工作的基础和依据，下一阶段或下一工作都是前面的具体化或展开 |
| 工程项目规划设计阶段 | 建设准备<br>↓<br>设计任务书<br>↓<br>初步设计<br>↓<br>施工图设计 | |
| 工程项目施工阶段 | 施工准备<br>↓<br>施工组织设计<br>↓<br>施　工<br>↓<br>生产准备<br>↓<br>竣工验收 | |
| 工程项目终结阶段 | 投产使用<br>↓<br>生产经营<br>↓<br>投资后评价 | |

## 三、我国投资建设程序的内容

根据我国现行规定，一般项目的建设程序主要包括以下内容：

### （一）根据国民经济和社会发展的长远规划，结合行业和地区发展规划的要求，提出项目建议书

它主要是对投资项目在建设前提出轮廓设想，从宏观上衡量投资项目的必要性，分析其是否符合社会要求、市场需求和国家长远规划的要求，初步分析建设的可能性。它的主要内容包括：项目提出的必要性和依据；产品方案、建设规模和建设地点的初步设想；资源情况、建设条件；投资估算和资金筹措的设想及贷款偿还能力的测算；项目建设进度的设想；经济效益和社会效益的初步测算。

### （二）编制可行性研究报告

可行性研究是项目建设前期的一项重要工作，它是对拟建项目在工程技术、经济、社会等的可行性和合理性进行全面系统的分析论证后，从中选择最佳投资实施方案的一种方法。它主要为项目提供科学和可靠的依据，从而减少项目决策的盲目性（具体内容详见第二章的有关部分）。项目可行性研究的主要作用是保证项目的生产与建设建立在可靠的资源和生产条件及合理的经济效益之上。

### （三）选择建设地点

项目建设地点的选择主要考虑如下三个问题：一是项目所需的资源及原材料是否落实、可靠；二是项目的工程地质和水文地质等建厂的自然条件是否具备；三是项目的交通运输、燃料、动力等建厂的外部条件是否具备、合理。

### （四）编制设计文件

设计是可行性研究的继续和深化，是项目在进行投资时的具体实施方案，是组织施工的主要依据，是一项复杂的综合性的技术经济工作。它一般包括初步设计和施工图设计两种，对重大项目和特殊项目可在二者之间加入扩大初步设计（也称技术设计）。

初步设计是研究拟建项目在技术上的可靠性和经济上的合理性，对设计的项目作出基本技术规定，并通过编制总概算确定项目总的建设费用和主要技术经济指标。

技术设计是根据项目的初步设计进行编制的，只是其内容较初步设计更为详细。其任务是对初步设计中的重大问题开展更深入的工作，具体确定项目的初步设计中的主要技术问题，并编制修正总概算。

施工图设计是在初步设计或技术设计的基础上，将设计的工程加以形象化、具体化。施工图设计应包括：施工总平面图、房屋建筑总平面图和剖面图、安装施工详图等。同时，根据施工图设计编制施工图预算，作为确定项目的建筑安装工程投资、工程招投标标底的依据，作为施工单位组织施工、控制人工材料消耗、考核工程成本和施工

经济效益的依据。

### （五）制定年度计划

项目的建设期一般都比较长，这就要求必须编制年度计划。年度计划的作用就在于具体规定每年应该建设的工程项目及其施工进度、应该完成的投资额和投资额的构成、应该交付使用资产的价值和新增的生产能力。它是规定计划年度应完成建设任务的文件。

制定年度计划的目的在于保证能按期、顺利地完成建设任务及保证投资资金的合理使用。

### （六）设备、材料订货和施工准备

设备材料的订货要以批准的设计文件所附的规定和项目的建设进度及生产工艺的要求为准。

施工准备主要是进行项目的征地、拆迁及建设用地的平整工作（“三通一平”即通水、通电、通道路和平整场地或“七通一平”即通水、通电、通道路、通邮、通热、通气、通排水和平整土地）。

### （七）组织施工

项目的施工活动是一个特殊而又复杂的建设过程。在施工过程中，施工单位要严格按照设计图纸进行施工，既要做到合理、均衡地施工，又要注意各施工工序的顺序问题。项目的施工是投资实施阶段的主要内容。

### （八）生产准备

在项目的竣工验收、交付使用之前，必须按照设计和计划的要求，做好生产准备。即要做好：生产、管理人员的定员和培训工作，设备的安装、调试、验收工作，生产所需的资源的落实，管理机构和管理制度的建立等。

### （九）竣工验收、交付使用

竣工验收、交付使用是项目投资建设过程的最后环节，也是全面考核项目的建设成果，检验设计、施工质量的重要环节，是项目进入生产、经营过程的必经阶段。通过竣工验收：一是可以检验设计和工程质量，保证项目能按设计要求的技术经济指标正常生产和使用；二是对验收合格的工程，可及时办理移交生产使用；三是可以考核评定施工单位的施工水平。

### （十）项目后评价

项目后评价是对投资项目建成投产后或交付使用后的经济效益、社会效益、环境效益所进行的总体的综合评价。它一般在项目生产运营一段时间后（一般为 2 年）进行。通过项目的后评价，既能考察项目在投产后的生产经营状况是否达到投资决策时确定的

目标，又可以对项目投资建设全过程的经济效益、社会效益和环境影响进行总体和综合评价并反映出项目在经营过程中存在的问题。因此，项目的后评价是项目建设程序中不可缺少的组成部分和重要环节。

项目的建设程序可用图 7－3－1 表示。

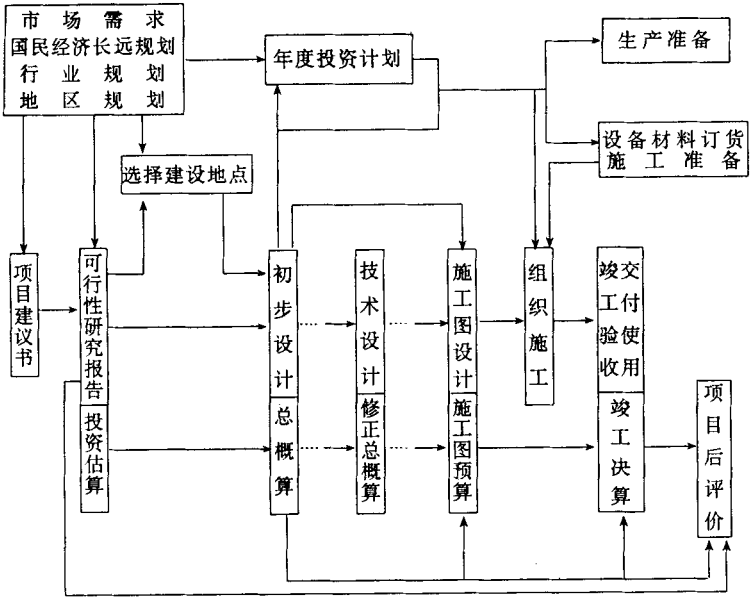



图 7－3－1　投资项目的建设程序示意图

总之，项目建设程序是在长期投资建设过程中逐渐积累总结出来的经验，是项目建设顺序规律的客观反映。投资项目在确定以前，必须进行可行性研究。项目确定以后，勘察、选点、设计、设备材料定货、施工准备等，都必须依次一步一步地进行，一环一环地紧扣。当然，其中有些工作可以合理地交叉。但是，以下规律无论如何不能违背：没有进行可行性研究，不能确定投资项目；没有勘察，不能设计；没有设计，不能施工。因此，在投资建设过程中，我们必须按照建设程序办事，自觉遵守和执行建设程序。

## 第六节　项目建议书

### 一、项目建议书的作用

项目建议书是项目周期中的最初阶段，是对投资项目的初步选择阶段，它要对拟建项目提出一个轮廓设想，主要从宏观上考察项目建设的必要性、建设条件的可行性和获

利的可能性，并作出项目的投资建议和初步设想，作为国家选择投资项目的初步决策依据和进行可行性研究的基础。因此，项目建议书是要求建设某一具体投资项目的建议性文件。项目建议书是从总体上和宏观上对项目作出选择，其主要作用有下列三方面：

首先，从宏观上考察拟建项目是否符合国家长远规划、宏观经济政策和国民经济发展的要求，初步说明项目建设的必要性；从建设条件方面初步分析人力、物力、财力投入的可能性和条件的具备程度。

其次，对于批准立项的投资项目即可列入项目前期工作计划，开展可行性研究工作。

最后，对于涉及利用外资的项目，项目建议书应从宏观上论述合资、独资项目设立的必要性和可能性。在项目批准立项后，项目建设单位方可正式对外开展工作，编写可行性研究报告。

## 二、项目建议书的基本内容

项目建议书是初步选择投资项目的依据，各部门、各地区、各行业和各投资主体应根据国民经济和社会发展的长远规划、行业规划、地区规划等要求，经过调查、预测、分析和初步可行性研究，提出项目的大致设想，编制项目建议书。工业项目的项目建议书一般应包括以下主要内容：

### （一）投资项目建设的必要性和依据

（1）说明拟建项目提出的背景、拟建地点，提出与项目有关的长远规划或行业、地区规划资料，说明项目建设的必要性。

（2）对改扩建项目要说明现有企业概况。

（3）对于引进技术和进口设备的项目，还要说明国内外技术差距和概况以及进口理由，概要的工艺流程和生产条件等。

### （二）产品方案、拟建规模和建设地点的初步设想

（1）产品的市场预测，包括国内外同类产品的生产能力、销售情况分析和预测、产品销售方向和销售价格初步分析等。

（2）确定产品的年产量，一次建成规模和分期建设的设想（改扩建项目还须说明原有生产情况及条件），以及对拟建规模经济合理性的评价。

（3）产品方案设想，包括主要产品和副产品规模、质量标准等。

（4）建设地点论证，分析项目拟建地点的自然条件和社会条件，论证建设地点是否符合地区布局的要求。

### （三）资源、交通运输及其他建设条件和协作关系的初步分析

（1）拟利用的资源供应的可能性和可靠性。

（2）主要协作条件情况、项目拟建地点水电及其他公用设施、地方材料的供应分

析。

（3）对于技术引进和设备进口项目须说明主要原材料、电力、燃料、交通运输及协作配套等方面的近期和今后要求，以及目前已具备的条件和资源落实情况。

### （四）主要工艺技术方案设想，

1. 主要生产技术与工艺

如拟引进国外技术，要说明引进的国别以及国内技术与之相比存在的差距，技术来源、技术鉴定及转让等概况。

2. 主要专用设备来源

如拟采用国外设备，要说明引进理由以及拟引进国外厂商的概况。

### （五）投资估算和资金筹措设想

投资估算根据掌握数据的情况，可进行详细估算，也可以按单位生产能力或类似企业情况进行估算或匡算。投资估算中应包括建设期利息、投资方向调节税和考虑一定时期内的涨价影响因素（即涨价预备金），流动资金可参照同类型企业情况进行估算。资金筹措计划中应说明资金来源，利用贷款的需要附上贷款意向书，分析贷款条件及利率，说明偿还方式，测算偿还能力。对于技术引进和设备进口项目应估算项目的外汇总用汇额及其用途，外汇的资金来源与偿还方式，以及国内费用的估算和来源。

### （六）项目建设进度安排

（1）建设前期工作的安排，包括涉外项目的询价、考察、谈判、设计等。

（2）项目建设需要的时间和生产经营时间。

### （七）经济效果和社会效果的初步估计，包括初步的财务评价和国民经济评价

（1）计算项目全部投资内部收益率、贷款偿还期等指标及其他必要的指标，进行盈利能力、清偿能力初步分析。

（2）项目的社会效益和社会影响的初步分析。

### （八）初步结论与建议

对于技术引进和设备进口项目建议书还须具备邀请外国厂商来华技术交流计划、出国考察计划，以及可行性研究工作计划（如须聘请外国专家指导或委托咨询的计划）等附件。

## 三、项目建议书与可行性研究报告的区别

在我国项目建设的前期工作中，项目建议书和可行性研究报告在研究范围和内容结构上是基本相同的，但由于它们所处的工作阶段、作用和要求不同，研究的目的和工作

条件不同，因此与其相应的，在研究的重点、深度和计算精度上也有所不同。两者的主要区别是：

第一，研究任务不同。项目建议书阶段的初步可行性研究的任务只是初步选择项目以决定是否需要进行下一步工作，所以主要是论证项目的必要性和建设条件是否具备，是从大的方面考虑有无可能；而在可行性研究报告阶段的可行性研究则必须进行全面深入的技术经济论证，作多方案比较，推荐最佳方案，或者否定该项目并提出充分理由，为最终的项目决策提供可靠的依据。

第二，基础资料和依据不同。在初步可行性研究阶段，缺乏详细的设计资料和论证材料作为研究工作基础，而其基本依据是国家的长远规划、行业及地区规划、产业政策，拟建项目有关的自然资源条件和生产布局状况，项目主管部门的有关批文，以及初步的市场预测资料；而在可行性研究阶段，除了以批准的项目建议书和初步可行性研究作为依据外，还具有详细的设计资料和经过深入调查研究后掌握的较翔实确凿的数据与资料作为依据。

第三，内容繁简和深度不同。初步可行性研究阶段的工作不可能也不要求做得很细致，而只要求有一个大致的轮廓，因此其内容较为粗略和简洁。如对项目的生产工艺技术方面的研究，在初步可行性研究时只作出初步设想方案和基本的规定；而在可行性研究阶段则要确定生产工艺流程和主要设备选型。在进行项目经济评价时，初步可行性研究一般只作静态的初步分析评价；而在可行性研究时须作详细的动态分析评价等等。

第四，投资估算的精度要求不同。初步可行性研究的项目总投资一般根据国内外类似已建工程有关数据或单位生产能力进行测算或对比推算，与实际发生的投资额差距较大，据国外经验投资误差允许控制在 $\pm 20\%$ 以内，而可行性研究阶段，必须对项目所需的各项投资费用，包括固定资产投资、流动资金、建设期贷款利息、投资方向调节税和物价因素影响的投资额等分别进行比较详细切实的精确计算，并要求投资估算的误差不应超过 $\pm 10\%$。

第五，上报的研究成果内容不同。初步可行性研究阶段的研究成果应包括：初步可行性研究报告和项目建议书，并须附上市场初步调查报告、建设地点初选报告、初步勘察报告等文件；而可行性研究阶段的研究成果应包括：除可行性研究报告外，还必须附上市场调查报告、厂址选择报告、地质勘察报告、水资源及资源调查报告、环境影响评价报告和自然灾害预测资料等文件。

# 第四章　矿山项目投资

## 第一节　矿山项目投资构成

矿山项目投资是指使矿山形成设计生产能力所需要的全部费用，由基本建设投资与流动资金组成。

### 一、基本建设投资

矿山项目的基本建设投资（也称固定投资）由下列费用构成：

（1）建设工程费用。包括各种厂房、仓库、住宅等建筑物和铁路、公路、码头等构筑物的建设工程；各种管道、电力和电讯线路的建设工程；设备基础工程；水利工程；投产前的剥离和矿井工程及场地准备；厂区整理及植树绿化等费用。

（2）设备购置费用。包括一切需要安装和不需要安装的设备的购置费用。

（3）设备安装工程费用。包括机电设备的装配、装置工程及与设备相近的工作台、梯子等的装设工程；附属于被安装设备的管线敷设工程等费用。

（4）工器具及生产用具的购置费用。包括装配车间、试验室等的算作固定资产的工具、器具、仪器及生产用具的购置费用。

（5）其他费用。包括上述费用之外的各种费用，如土地征用、建筑场地上原有建筑物和构筑物的拆除与补偿、青苗补偿、建设单位管理、科研试验、生产职工培训、生活及办公用具购置费用等。

### 二、流动资金

流动资金是指企业进行正常生产和经营所必需的资金，由储备资金、生产资金、成品资金、结算资金等构成。

（1）储备资金。包括辅助材料、燃料、备品备件、包装物及低值消耗品等所需的资金。

（2）生产资金。包括在产品、自制半成品占用的资金及待摊费。

（3）成品资金。产成品占用的资金。

（4）非定额流动资金。包括发出商品、货币资金和结算资金。

前三项之和称为定额流动资金。对于新建或扩建矿山，设计中只计算定额流动资金，非定额流动资金由于资金量不稳定且占用量少（10%左右），一般不估算。

# 第二节　矿山项目投资计算

## 一、基本建设投资计算

根据各阶段的设计内容、深度及要求和目的的不同，矿山项目基本建设投资的计算分为估算、概算和预算。

### （一）基本建设投资估算

基本建设投资估算适用于深度浅的计划工作初期阶段，如规划、可行性研究、方案设计等。估算的目的是为决策层确定矿山项目的可行性提供决策支持。估算的精度较低，国内一般为 ±20%，美国为 −15% ~ +30%。

投资估算的方法很多，常用的有单位产品投资指标估算法、生产规模指数法和专业投资比例估算法。

1. 单位产品投资指标估算法

顾名思义，该法是依据单位产品的基建投资计算总基建投资，即

$$\text{总基建投资} = \text{单位矿石产量投资指标} \times \text{矿石年产量} + \text{矿山外部工程投资}$$

单位矿石产量投资指标可以从同类矿山在类似条件下的投资统计数据得到，一般随矿山生产规模变化，但在一定的生产规模范围内可视为常数。国内矿山的单位矿石投资指标一般按矿山类型（露天铁矿、地下铁矿、有色矿山、化工矿山、建材矿山等）和生产规模（大、中、小型）列出，可从有关资料查得。

2. 生产规模指数法

矿山项目的基建投资与生产规模的关系可用一指数函数表示，即：

$$\text{矿山基建投资} = K(\text{生产规模})^X$$

式中，K 为常数，X 称为生产规模指数。根据这一函数，就可从类似矿山的已知投资和规模求得设计矿山的投资：

$$\text{设计矿山基建投资} = \text{类似矿山基建投资} \times (\text{设计矿山规模}/\text{类似矿山规模})^X$$

生产规模一般用年产量或日产量表示。

使用上式的关键在于确定生产规模指数 X。确定 X 的一般方法是将收集的同类矿山的生产规模与基建投资数据在对数坐标下作图，如图 7 − 4 − 1 所示。若数据基本符合直线关系，则直线的斜率（坡度）即为生产规模指数。

如果基建投资与生产规模数据在对数坐标下不是直线，说明不同的生产规模具有不同的生产规模指数（图 7 − 4 − 2）。这时，可根据曲线的走向用几段直线近似代替曲线，每段直线的坡度即为该段直线所在生产规模范围内的生产规模指数。然后根据设计矿山

的生产规模所落入的区段选取适当的 X 值。例如，若设计矿山的生产规模在 $Q_1$ 和 $Q_2$ 之间，生产规模指数为 $X_2$。

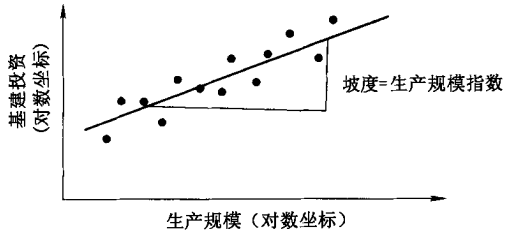



图 7－4－1　生产规模指数示意图

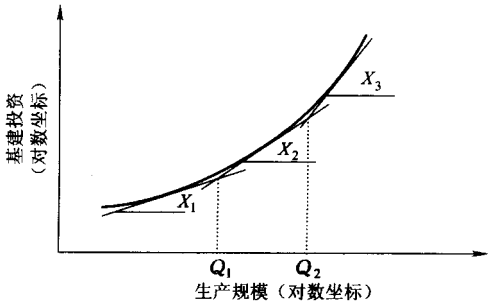



图 7－4－2　生产规模指数分段近似示意图

3. 专业投资比例投资法

专业投资是指根据不同专业划分的各项投资，如总图、基建剥离（即投产前剥离）、土建、机修等。当主体专业的投资已知或可由计算获得时，可用专业投资在总基建投资中所占的比例指标，求得矿山总基建投资。专业投资比例指标可从有关统计资料中查得。

## （二）基本建设投资概算

基建投资概算在我国用于矿山的初步设计阶段，概算的主要目的是确定矿山项目的基建投资额，并以此作为基建计划和控制预算的依据，同时也是向银行贷款的主要依据。概算的精度较高，国内一般为 ±10%，美国为 −5% ~ +15%。

概算按单位工程进行编制。单位工程是指同一名称、同一用途和同一技术特征的工程。计算每一单位工程的造价时，应详细考虑工程中发生的各种费用。设备费用应包括设备购置费（价格 + 运杂费）和安装费；建筑安装工程费用应包括材料费、工人工资、施工机械使用费、其他辅助工程费等直接费用，以及行政管理费等间接费用。

概算编制成果是概算书，由单位工程概算、单项工程概算及其他工程费用概算等部分组成。单项工程是指一个独立生产系统、生产车间、独立公用事业或独立建筑物，每

一单项工程一般包括多个单位工程。将单项工程所包含的各项工程的概算费用汇总，就形成了单项工程概算，称为综合概算。矿山项目的总概算是各单项工程的综合概算以及不编制概算的其他工程费用的总和。不编制概算的工程项目包括土地征购、原有建筑拆除及补偿、青苗补偿、培训等。为便于审查和对比，概算书中常列出按投资性质划分的投资分配表和按专业划分的投资分配表。

### （三）基本建设投资预算

基建投资预算是施工图阶段的投资费用计算，一般由施工单位编制。它是作为甲乙双方签订合同、工程结算和考核工程成本的依据。施工预算一般只按建筑工程和安装工程编制。预算的编制方法与概算相似，这里不作详细介绍。

## 二、流动资金计算

流动资金可按扩大指标计算，也可按流动资金费用项目计算。

### （一）按扩大指标计算

1. 按固定资产资金率计算

流动资金额 = 固定资产总额 × 固定资产资金率

固定资产资金率即为流动资金占固定资产的比例，矿山企业一般为 10% ~ 20%。

2. 按销售收入资金率计算

流动资金额 = 年销售收入总额 × 销售收入资金率

销售收入资金率一般为 30% ~ 50%。

3. 按年经营费用资金率计算

流动资金额 = 年经营费用 × 经营费用资金率

经营费用资金率一般为 45% ~ 60%。

### （二）按流动资金费用项目计算

1. 储备资金

储备资金占用额 = 单位产品消耗 × 消耗价格 × 月产量 × 储备时间（月）

矿山单位产品消耗指生产单位矿石所需的炸药、雷管、坑木、机修、备品备件、劳保用品等。储备时间一般为 6 ~ 9 个月。

2. 生产资金

生产资金占用额 = 单位产品生产费用 × 月产量 × 生产周期（月）

单位产品生产费用一般为单位产品经营费用的 40%左右，生产周期一般取 2 ~ 3 个月。

3. 成品资金

成品资金占用额 = 单位产品价格 × 日产量 × 产品储备时间（天）

产品储备时间一般为 7 ~ 15 天。

储备资金、生产资金和成品资金的总和即为流动资金。

# 第五章　投资项目的不确定性分析

在对项目进行经济评价时，采用的大部分数据都是由预测和估算取得的，存在着一定程度的不确定性。为了分析不确定性因素对经济评价指标的影响，我们有必要在财务评价和国民经济评价的基础上进行不确定性分析，以估算项目可能承担的风险，确定项目财务、经济上的可靠性。

## 第一节　不确定性分析概述

### 一、不确定性分析的含义和作用

#### （一）不确定性分析的含义

投资项目实际执行过程中，由于某些因素的变动会导致项目经济效益指标偏离原来的预测值。这些因素是否会出现，出现的可能性有多大，都是不确定的。为了分析不确定性因素对项目经济评价指标的影响，需要进行不确定性分析。在项目财务和国民经济评价中，研究项目投资、生产成本、销售收入、汇率、产品价格和寿命周期等不确定性因素的变化，分析它们所引起的项目各经济效益指标的变化和变化程度，称为不确定性分析。只有在考虑了各种易发生的不确定性因素的影响后，项目有关的经济评价指标仍不低于基准值，才能说明项目在经济上是可行的。

严格地说，不确定性分析与风险分析是有区别的。前者主要着重于由于信息、资料或经验的不足，对未来情况所做的估计与实际值的差异，而后者则着重于因随机原因而引起的实际值与预测值之间的差异。如果对每一个可能的值我们能知道其发生的概率，对这种情况的分析称为风险分析；如果不能确定其发生的概率，就需要采用别的办法来处理这些情况，就称为不确定性分析。一般来说，人们常对二者不加区分，统称为不确定性分析。

#### （二）不确定性分析的作用

不确定性分析主要有以下几方面的作用。

（1）明确不确定性因素对投资效益指标的影响范围。不确定性因素多种多样，各自

对投资效益指标的影响也不一样。通过不确定性分析，可以确定各种因素及其作用力度的大小，以及对投资效益指标影响的范围，从而了解项目总体效益变动的大小。

(2) 确定项目评价结论的有效范围。在明确不确定性因素的变动及其作用力度大小对投资效益指标的影响及项目总体效益变动的大小以后，就可以确定按典型情况测定的项目评价结论的有效范围，以便项目决策者和执行者充分了解不确定性因素变动的作用界限，尽量避免不利因素的出现。

(3) 提高项目评价结论的可靠性。通过不确定性分析，依据不确定性因素对投资效益影响的大小和指标变动范围，可以进一步调整项目评价结论，以提高结论的可靠性。

(4) 寻找在项目效益指标达到临界点时，变量因素允许变化的极限值。由于不确定性因素的影响，导致项目经济效益指标在某一范围内变动。当这些指标的变动使项目由可行变为不可行时，效益指标达到了临界点，与该临界点对应的不确定性因素的变化值为变量因素允许变化的极限值。确定这一极限值，有利于投资者在项目执行和经营过程中，尽量把握影响因素的变化幅度，避免项目经济效益的下降。

## 二、产生不确定性的原因

一般情况下，产生不确定性的主要原因有：

### (一) 价格的变动

在市场经济条件下，由于价值规律的作用，货币价值随着时间的推移而降低，即物价的总趋势是上涨的。项目的产品价格或原材料价格是影响经济效益的最基本因素，它通过投资费用、生产成本和产品的价格反映到经济效益指标上来。在项目的寿命周期内，各种原材料或产品价格必然会发生变动，因此价格的变动是项目评价中重要的不确定性因素。

### (二) 技术装备和生产工艺的变革

随着科学技术的迅猛发展，在项目可行性研究和评估时拟定的生产工艺和技术方案，有可能在项目建设和实施过程中发生变更。项目采用的技术装备甚至可能被淘汰。这样，根据原有技术条件和生产水平估计的项目收入和产品的质量、数量与价格，也将由于新技术和新产品、新工艺和新设备的出现和替代而发生变化，因而使评价产生不确定性。

### (三) 生产能力的变化

生产能力的变化主要是指生产能力达不到设计生产能力。没有达到设计生产能力可能是由于原材料供应、能源、动力保证不足造成，也可能是管理水平、技术水平过低造成的。生产能力的变化会使项目的规模效益下降，减少盈利甚至亏损，它是产生不确定性的一个重要原因。

### （四）建设资金和工期的变化

由于筹集资金的措施落实不利，外购生产设备不及时到货等原因，会使项目建设工期延长，推迟投产时间，这不仅会因贷款利息增加而提高建设成本，也会使销售收入和其他各种收益发生变化。建设资金或资金结构变动，都会影响建设成本和经营成本，最终反映在投资效益指标上。此外，在评价项目时，由于各种原因，忽视了非定量的无形因素的估计，也会低估项目固定资产投资和流动资金投资，从而对各种效益指标产生影响。

### （五）项目寿命期的变化

随着科学技术的发展，无形损耗增大，项目采用的工艺、技术、设备等都越来越快地被更新，使整个项目的技术寿命期缩短。同时，随着经济的发展和市场需求的变动，产品寿命周期也会缩短，因而影响项目的效益，是产生不确定性的又一重要原因。

### （六）政府政策和规定的变化

由于国内外政治、经济形势与体制改革的影响，政府的各项经济政策和财务制度规定的变化，必然会对投资项目的财务预测产生重要影响。这些政策，如政府的产业政策、税收政策、企业经营制度、对外经贸政策的变化，在项目评价中无法预见和控制，但这些变化的结果会造成投资项目经济效益的变化，给项目带来较大风险。

除以上主要原因外，诸如汇率的变动、自然灾害、战争、突发事件等不可预测的意外事件也都是影响项目经济效益和决策的因素。在不确定性分析中要找出对项目财务效益和国民经济效果影响较大的不利因素，分析其对投资项目的影响程度，研究应对措施，以减少和消除对项目的不利影响，保证项目的顺利实施。

项目评价中不确定性分析常用的基本方法包括盈亏平衡分析、敏感性分析和概率分析等。要根据建设项目的类型、特点及其对国民经济的影响程度来选择分析方法进行不确定性分析。一般来说，盈亏平衡分析只用于财务评价，而敏感分析和概率分析可同时用于财务评价和国民经济评价。目前由于统计数据不齐全，概率分析还不普及，可按照项目的特点和实际需要，在条件具备时进行概率分析。

## 第二节　盈亏平衡分析

### 一、盈亏平衡分析的概念

盈亏平衡分析又称保本分析、收支平衡分析、损益临界分析。它是根据项目正常生产年份的产量、成本、产品销售价格和税金等数据，计算分析产量、成本和盈利三者之间的关系，确定销售总收入等于生产总成本时即盈亏平衡点的一种方法。在盈亏平衡点

上，企业既无盈利，也无亏损。在不确定性分析中，投资者可以通过盈亏平衡分析，判断拟建项目能够经受多大风险而不致发生亏损。

盈亏平衡点的表达形式有多种，既可以用实物产量、单位产品售价、单位产品的可变成本以及年总固定成本的绝对量表示，也可以用某些相对值表示，如生产能力利用率。其中以产量和生产能力利用率表示的盈亏平衡点应用最为广泛。

根据生产成本及销售收入与产量（销售量）之间是否呈线性关系，盈亏平衡分析又可进一步分为线性盈亏平衡分析和非线性盈亏平衡分析。

## 二、线性盈亏平衡分析

### （一）线性盈亏平衡分析的前提条件

（1）产品产量等于销售量；
（2）产量变化，单位可变成本不变，从而总生产成本是产量的线性函数；
（3）产量变化，销售单价不变，从而销售收入是销售量的线性函数；
（4）生产单一产品或多种产品，但可以换算成单一产品计算。

### （二）线性盈亏平衡分析方法

1. 图解法

图解法主要是通过绘制盈亏平衡图的方法来分析产量、成本和盈利的关系，找出盈亏平衡点。

2. 数学计算方法

数学计算方法是根据已知的数据，用代数方法进行盈亏平衡分析。它所涉及的关键变量有四个，即产销量、产品单价、成本和税收。其中成本又分为固定成本和变动成本。这四个变量的关系如下：

$$\text{产（销）量} = \frac{\text{销售净收入}}{\text{产品单价} + \text{单位产品税金}}$$

$$\text{销售成本} = \text{固定成本总额} + \text{产销量} \times \text{产品单位变动成本}$$

$$= \text{固定成本总数} + \text{变动成本总额}$$

$$\text{销售税金} = \text{销售收入} \times \text{税率} = \text{销售量} \times \text{产品单价} \times \text{税率}$$

$$\text{销售净收入} = \text{产（销）量} \times （\text{产品单价} - \text{单位产品税金}）$$

根据以上变量之间的关系，可以用代数法进行盈亏平衡分析。

据假设条件可知：$S = Q \cdot (P - T)$

$$C = F + VQ$$

式中：S 为正常年份销售净收入，C 为正常年份生产总成本，Q 为正常年份产品产量，P 为单位产品销售价格，F 为年固定成本，V 为单位可变成本，T 为单位产品税金。

按照收支平衡的定义，S 应该等于 C：

$$S = C \quad \text{或} \quad Q(P - T) = F + VQ$$

得 $Q=\frac{F}{P-V-T}$

据以上基本公式，可得出用各种不同参数表示的盈亏平衡点：

（1）以产（销）量表示的盈亏平衡点 $BEP_Q$：

$$BEP_Q=\frac{F}{P-V-T}$$

以产（销）量表示的盈亏平衡点，表明企业不发生亏损时所必须达到的最低限度的产品产（销）量。一个拟建项目如果具有较小的、以实物产量表示的盈亏平衡点，说明该项目只要达到较低的产（销）量就可以保本，也表明该项目可以经受产品生产规模变动的较大的风险。要使项目获得较小的 $BEP_Q$ 值，就必须降低固定成本，降低单位产品可变成本、单位产品税金或相应提高销售单价。

（2）以生产能力利用率表示的盈亏平衡点 $BEP_R$：

$$BEP_R=\frac{F}{P-V-T}/Q\times 100\%$$

$$=\frac{F}{(P-V-T)\cdot Q}\times 100\%$$

以生产能力表示的盈亏平衡点，表明项目不亏损时必须达到的最低限度的生产能力。一个拟建项目如果具有较小的 $BEP_R$，说明企业达到较低生产能力利用率即可保本，也说明当项目投产后实际生产能力偏离设计生产能力很大时仍然能保持不亏损，因而项目可经受较大的风险。反之，说明项目经受风险能力差。

（3）以销售单价表示的盈亏平衡点 $BEP_P$：

$$BEP_P=\frac{F+QV}{Q}+T$$

用销售单价表示的盈亏平衡点，表明企业不发生亏损时，所必须达到的最低销售价格。只有当销售价格与产品单位成本相等时，项目才能处于盈亏平衡水平上。这一参数直接与产品单位成本有关，较低的产品单位成本，可以使产品的销售单价经受较大的风险。

（4）以销售收入表示的盈亏平衡点 $BEP_S$：

$$BEP_S=\frac{F}{P-V-T}\times P$$

以销售收入表示的盈亏平衡点，表明项目不发生亏损时，所必须实现的最低销售收入。只有当销售收入与总成本费用相等时，项目才能处于盈亏平衡水平。这一参数与产品生产成本有关，即生产成本较低时，可以使销售收入经受较大的风险。

## （三）线性盈亏平衡分析的运用

在项目评估中，盈亏平衡分析主要是应用于判断项目承受风险的能力。

从盈亏平衡点的高低可以判断项目生产或销售水平变化的情况，项目投产后所承受风险的能力。

例，某化纤项目年产 2.3 万吨 N 产品，年生产总成本 23 815 万元，其中固定成本为 5 587 万元，单位可变成本为 7 925.22 元，销售单价为每吨 15 400 元，单位销售税金 1 169.13 元。则：

1. 以产量表示的盈亏平衡点 $BEP_Q$

$$BEP_Q = \frac{5\ 587}{15\ 400 - 7\ 925.22 - 1\ 169.13} = 0.89\text{（万吨）}$$

计算结果表明，该项目建成投产后年产量只要能达到 0.89 万吨就可以保本，保本点低，所以项目具有较强的抗风险能力。

2. 以生产能力利用率表示的盈亏平衡点 $BEP_R$

$$BEP_R = \frac{5\ 587}{(15\ 400 - 7\ 925.22 - 1\ 169.13) \times 2.3} \times 100\% = 39\%$$

计算结果表明，该项目只要达到设计能力的 39% 就可以保本，可见，项目的风险较小。

2. 以销售单价表示的盈亏平衡点 $BEP_P$

$$BEP_P = \frac{5\ 587 + 7925.22 \times 2.3}{2.3} + 1\ 169.13 = 11\ 523.48\text{（元）}$$

计算结果表明，项目可以保本的单位产品销售最低价格为 11 523.48 元。

4. 以销售收入表示的盈亏平衡点 $BEP_S$

$$BEP_S = \frac{5\ 587}{15\ 400 - 7\ 925.22 - 1\ 169.13} \times 15\ 400 = 13\ 644.87\text{（万元）}$$

计算表明，该拟建项目建成投产后各年的销售收入只要达到 13 644.87 万元，就可以保本。

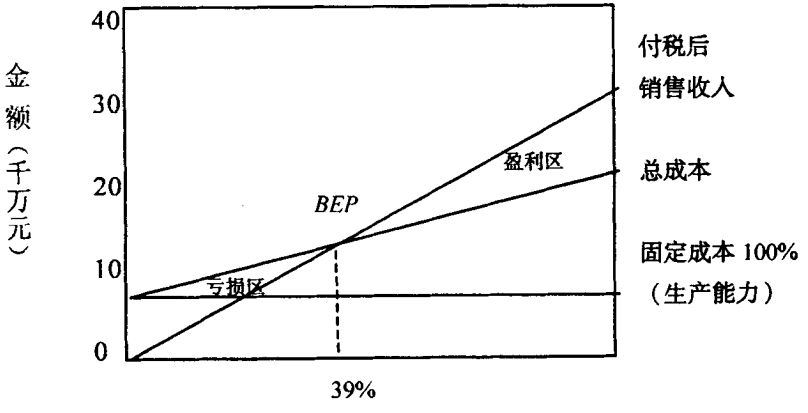



图 7－5－1　盈亏平衡图

## 三、非线性盈亏平衡分析

在现实生活中，往往产品成本与产量并不呈比例变化，销售收入与销售量也会受市

场的影响而不呈线性关系，这就需要进行非线性盈亏平衡分析（见图 7－5－2）。

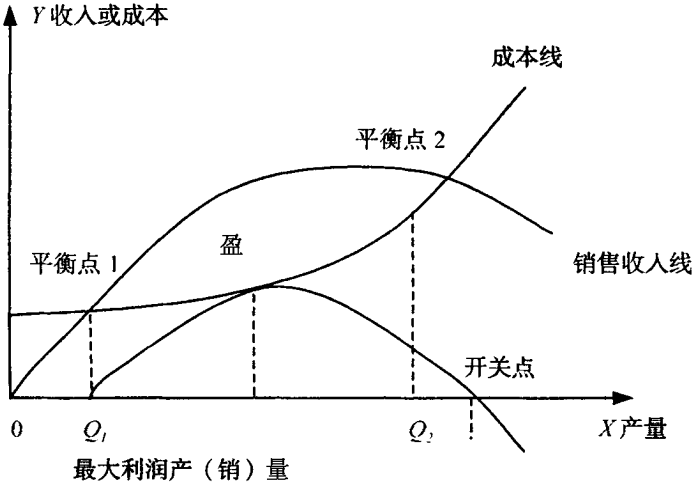



图 7－5－2

## （一）非线性盈亏平衡点的计算

当产量、成本和盈利呈非线性关系时，可能出现两个以上的平衡点（从图 7－5－2 可见）。在此情况下，这两个平衡点统称为盈利限制点。产量只有保持在 $Q_1$ 与 $Q_2$ 之间时才能盈利，如果达不到 $Q_1$ 点或超过 $Q_2$ 点以后就要亏损。当收入等于变动成本时，就达到开关点（SDP），这时销售收入只够补偿变动成本，亏损额正好等于固定成本。开关点是表明在产量达到这一点后，若继续提高产量，那么所造成的亏损就大于停产的亏损。

投资项目投产后的产量、收入和成本的非线性关系，可以用二次曲线的函数式表示；

$$f(x) = ax^2 + bx + c$$

式中 x 为盈亏平衡时的产量。

在求盈亏平衡点的产量时，应令销售利润方程式为零，即销售收入总额减去成本总额等于零，以求平衡点的产量 x。

$$f(x) = f(R) = f(s) - f(c) = f(px) - f(F + vx)$$
$$= (px - F - vx) = 0$$

函数式中：R 为销售利润，s 为销售收入，c 为生产成本总额，P 为单位产品价格，F 为固定成本总额，v 为单位产品变动成本。

运用二次方程求根公式，可解得产量 X：

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

由此解得的 $x_1$ 和 $x_2$ 分别为盈亏平衡点的最低产量和最高产量。在这两个平衡点之

间，存在着最大利润点，在这个点的左侧，利润率上升，在这个点的右侧，利润率下降。这种与产量的变动相关的利润变化率就是边际利润。在这个最高利润点上，利润变化率肯定为零。要找到这个点，就应对利润方程式求导，令其导数等于零，解出 x。

由于 $R = s - c$，$s = px$，$c = F + vx$

$$\frac{dR}{dx} = \frac{d(s-c)}{dx} = \frac{d(px - F - vx)}{dx}$$

$$= \frac{dpx}{dx} - \frac{d(F+vx)}{dx} = 0$$

$$\frac{dpx}{dx} = \frac{d(F+vx)}{dx}$$

由上式看出，当达到最高利润的产量时，每增加一个销售单位产品所带来的收入等于多生产一个单位产品所增加的费用，即边际收入等于边际费用。若产量继续上升，则会出现边际费用大于边际收入，即利润下降的情况，一直到第二平衡点。此时，若产量继续上升，则开始亏损，产量达到开关点时，年亏损额正好等于年固定成本额，相当于企业停产。

## （二）非线性盈亏平衡分析应用案例

某项目生产某种型号的微波炉，预计每年的销售收入为 $s = 600x - 0.02x_2$，年固定成本总额为 $F = 400\ 000$（元），年变动成本为 $vx = 200x + 0.02x^2$，年总成本 $c = 400\ 000 + 20x + 0.02x^2$。试对该项目进行盈亏平衡分析。

解：项目的利润方程式为：

$$R = (600x - 0.02x^2) - (400\ 000 + 200x + 0.02x^2)$$

$$= 400x - 0.04x^2 - 400\ 000$$

令上式 $R = 0$，则：

$$x = \frac{-400 \pm \sqrt{400^2 - (4 \times 0.04 \times 400\ 000)}}{0.08}$$

$x_1 = 1\ 127$（台）　　$x_2 = 8\ 873$（台）

令 $\frac{dR}{dx} = \frac{d(400x - 0.04x^2 - 400\ 000)}{dx} = 0$

$x = 5000$（台）

再看利润方程的二阶导数，若其小于零，则一阶导数等于零时的产量，即为该项目最大盈利时的产量。

$$\frac{d^2R}{dx^2} = -0.08 < 0$$

因此，当 $x = 5\ 000$ 台时，该项目的盈利最大。

若要进一步计算开关点，则：

$R = 400x - 0.04x^2 - 400\ 000$（元）

令 $R = 0$，得 $x_1 = 0$　　$x_2 = 10\ 000$（台）

当项目产量达到 10 000 台时，亏损额等于全年固定成本，与企业处于停产状态一样。

## 四、盈亏平衡分析的局限性

通过盈亏平衡分析得出盈亏平衡点，使决策的外部条件简单地表现出来，根据盈亏平衡点的高低，可以大致了解项目抗风险的能力。由于这种分析方法简便，所以被广泛地应用于项目的评价分析中。但它也有一定的局限性。首先必须假定产量等于销售量，但在实际工作中并不都是如此，因而难以全面反映项目未来的实际情况；其次，这种分析方法要求产品单一，并把所有不同的收入和不同的成本都集中在两条线上表现出来，难以精确地描述实际工作中可能出现的各种具体情况，从而影响到这一分析的精确性，而只能粗略地对变量因素进行分析。要获得项目较为精确的评价结果，必须配合其他评价方法进行深入分析。

# 第三节　敏感性分析

## 一、敏感性分析的含义和作用

所谓敏感性分析，就是通过测定一个或多个不确定因素的变化所导致的经济评估指标的变化幅度，判断各种因素的变化对实现预期目标的影响程度。

敏感性分析是项目评估中常用的一种不确定性分析方法，具体地说，它是分析预测某一拟建项目中，对评估起作用的各个因素发生变化时，对项目经济效益影响程度的分析方法。一个建设项目在整个分析期内，会有许多不确定因素对项目的经济效益产生影响，在各个不确定因素当中，有些因素稍微有变化就引起了某一个或几个评估指标的明显变化，但也有一些不确定因素，当其改变时，只能引起某一个或几个评估指标有一般性变化，对项目经济效益影响不大。也就是说，不同因素对项目经济效益反应的灵敏程度各不相同，前者被称为敏感因素，而后者为不敏感因素。敏感性分析就是在诸多的不确定性因素中找出对项目经济评估指标反应敏感的变化因素，测定这些因素在一定范围内变动时对有关评估指标的影响程度。

敏感性分析具有以下作用：

(1) 通过敏感性分析，将众多不确定因素对项目经济效益的敏感程度进行排队，使项目决策人员对各种不利因素和有利因素做到心中有数，为在项目实施过程中充分利用有利因素、尽量避免不利因素提供依据。

(2) 通过敏感分析中可能出现的最为有利与最为不利经济效益变动的分析，为决策者大致勾划了项目的风险程度，并采取有效可行的控制措施提供依据。

(3) 借助于敏感性分析，可进行多方案比较，区别敏感性大或敏感性小的方案，选择敏感性小的即风险小的方案为项目投资方案。

## 二、敏感性分析的步骤

### （一）选定需要分析的不确定因素，设定这些因素的变化范围

影响建设项目经济效益的不确定因素有很多，严格说来，凡影响项目经济效益的因素都在某种程度上带有不确定性，但事实上没有必要对所有的不确定因素都进行敏感性分析，只需对那些在成本收益的构成中占有较大比重、对经济效益指标有重大影响、并在项目分析期内最有可能发生变动的因素进行分析，对于一般的建设项目来说，要做敏感性分析的因素通常从下列因素中选定：原材料及产品价格、生产能力利用率、经营成本、总投资、建设期、投产期等等。

### （二）确定敏感性分析评估指标

前几章所阐述的各种经济评估指标，如净现值、内部收益率、投资回收期等，都可以作为敏感性分析的指标。由于敏感性分析是在确定性经济分析的基础上进行的，就一般情况而言，敏感性分析的指标应与确定性经济分析所用的指标相一致，不应超过确定性分析所用指标的范围另立指标，当确定性经济分析中使用的指标比较多时，敏感性分析可围绕其中一个或若干个最重要指标进行。

### （三）计算各不确定因素不同幅度的变动所导致的经济效益评估指标的变动，建立一一对应的数量关系

通常采用的敏感性分析方法是单因素分析，即按照预先指定的变化幅度计算诸因素的变动对评估指示的影响时，假设其他因素不变。在对各个不确定因素进行逐个计算的基础上，将计算结果以表格或图形方式表示出来，以便于分析。如果需要了解多因素同时变动对项目经济效益的综合影响，可以进行多因素的敏感性分析。

### （四）确定敏感因素，对项目的风险情况作出判断

判断敏感因素有两种方法：第一种方法是假定要分析的各个因素均从其基本数值开始变动，比较在同一变动率下各因素的变动对评估指标因素影响大小，据此判断项目经济效益对各因素的敏感程度；第二种方法是设各因素均往对项目不利的方向变动，并分别取其可能出现的最坏值，据此计算评估指标，看其是否达到使项目无法被接受的程度，如果其因素的最坏值使方案变得不可接受，则表明该因素是项目的敏感因素。项目可否接受的依据，是各评估指标是否达到临界值，例如，使用净现值指标要看净现值是否大于或等于零，使用内部收益率指标要看内部收益率是否能达到基准收益率等。第二种方法的一个变通方式是先设定有关评估指标的临界值，如令净现值等于零，令内部收益率等于基准收益率，然后求其特定因素的最大允许变动幅度并与其可能出现的幅度相比较，如果某因素可能出现的变动幅度大于最大允许变动幅度，则表明该因素是项目敏感因素，项目具有较大风险。实践中也可以把上述两种方法结合起来使用。

## 三、敏感性分析案例

根据某化纤项目全部投资财务现金流量表资料：基本方案财务内部收益率为17.72%、投资回收期从建设期起算7.8年，均满足财务基准值的要求。考虑项目实施过程中一些不确定性因素的变化，分别将固定资产投资、经营成本、销售收入作提高和降低10%的单因素变化，对投资回收期和内部收益率所得税前全部投资进行敏感性分析，敏感性分析表（表5－5－1）和敏感性分析图如图7－5－3所示。

表7－5－1　财务敏感性分析表

| | 项　目 | 基本方案 | 投资 | | 经营成本 | | 销售收入 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | +10% | −10% | +10% | −10% | +10% | −10% |
| 1 | 内部收益率（%） | 17.72 | 16.19 | 19.47 | 14.47 | 20.47 | 22.35 | 12.47 |
| | 较方案增减（%） | | −1.53 | 1.75 | −3.25 | 3.01 | 4.63 | −5.25 |
| 2 | 投资回收期（年） | 7.8 | 8.19 | 7.44 | 8.75 | 7.16 | 6.87 | 9.48 |

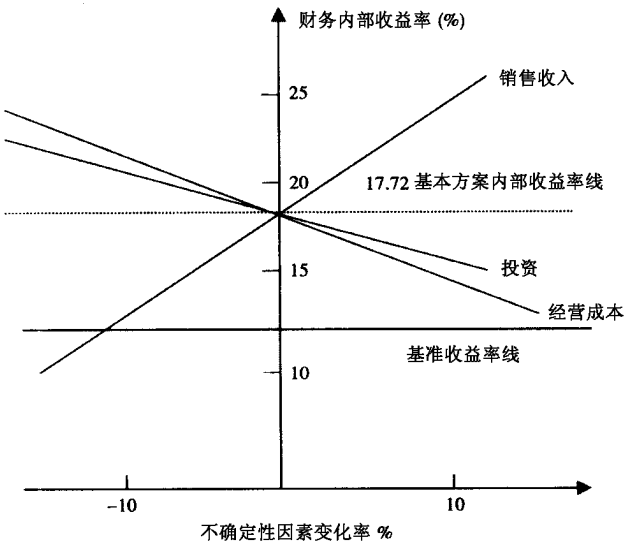



图7－5－3　财务敏感性分析图

从表7－5－1可以看出，各因素的变化都不同程度地影响内部收益率和投资回收期，其中销售收入的提高或降低最为敏感，经营成本次之。当销售收入降低10%时，财务内部收益降到12.47%，比基本方案降低5.25%，投资回收期为9.48年，比基本方案延长1.68年；当销售收入增加10%时，财务内部收益率增加到22.35%，增加4.63%，投资回收期为6.87年，比基本方案缩短0.93年。

从图 7－5－3 中可以看出销售收入对基本方案内部收益率的影响曲线和财务基准收益率的交点（临界点）分别为销售收入降低约 11％和经营成本提高约 17％时，项目的内部收益率才低于基准收益水平，说明项目的抗风险能力较强。

根据某化纤项目全部投资国民经济效益费用流量表资料，基本方案全部投资经济内部收益率为 15.63％，满足国民经济评估要求。根据项目具体情况，选择对国民经济投资、经营费用和销售收入分别作提高和降低 10％的单因素变化，对全部投资经济内部收益率进行敏感性分析，敏感性分析表（表 7－5－2）和敏感性分析图如图 7－5－4。

表 7－5－2　经济敏感性分析表

| 项目 | 基本方案 | 投资 | | 经营成本 | | 销售收入 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ＋10 | －10 | ＋10 | －10 | ＋10 | －10 |
| 内部收益率（％） | 15.63 | 14.21 | 17.27 | 10.94 | 19.81 | 21.29 | 8.96 |
| 较基本方案增减（％） | | －1.42 | 1.64 | －4.69 | 4.18 | 5.66 | －6.67 |

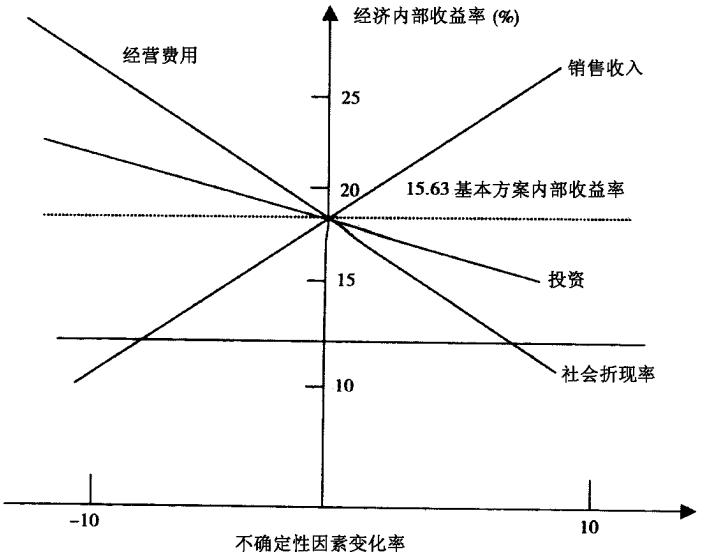



图 7－5－4　经济敏感性分析图

从表 7－5－2 中可以看出，各因素的变化对内部收益率均有一定的影响，其中，销售收入的影响最大，经营费用的影响次之，投资成本的影响较小。

从图 7－5－4 可以看出，内部收益率达到临界点时各因素允许变化的最大幅度分别为：固定资产投资提高的临界点为 28.3％，经营费用提高的临界点为 7.8％，销售收入降低的临界点为 5.6％。说明该项目能承担一定的风险。

# 第四节　概率分析

## 一、概率分析的定义

敏感分析具体考察了各变化因素对项目净现值、内部收益率等投资效益指标的影响程度，但是，所得出的结论只能告诉我们某个因素造成项目风险是大还是小，而不能给出这个因素出现的可能性有多大以及给项目造成的风险大到什么程度。实际上，项目对各变化因素敏感性有大有小，各因素在项目实施中发生变化的可能性亦不同，有的不确定性因素发生的可能性大，敏感性也大，有的发生的可能性小，敏感性也小，但有的因素敏感性大而发生的可能性小，有的敏感性小而发生的可能性大。在这种复杂的情况下，仅有敏感性分析还不能完全说明问题，概率分析在这里却能起到重要的补充和完善作用。一个项目中不确定性因素发生的概率确定了，这个项目的净现值、内部收益率就可以随之确定，不确定性因素通过概率分析的数量化而转化为确定因素。

项目评估中不确定性因素的概率分析，是确定各种影响投资效益的不确定性因素的变化范围以及在此范围内可能出现的概率，以此计算投资效益指标的期望值，得出定量分析结果的分析方法。其目的是为了提高项目效益指标的准确性，以此作为决策的依据，保证决策分析的可靠性。

概率分析方法通常有期望值法、决策树法和效用分析法，这里主要介绍期望值法。这一方法是根据经验取得各种情况发生的概率值，求取净现值的期望值及净现值大于或等于零的累计概率。如果净现值大于或等于零的累计概率大于要求的概率（即所要求发生的可能性），就说明项目在所设想的不确定条件仍然可以满足要求。总之，累计概率越大，说明项目承担风险越小；反之，项目承担的风险就越大。

项目评估中的概率是指各种基本变量（如投资、成本费用、收益等参数）出现的频率。概率分析中主要是应用主观先验概率，就是在事件发生前，按过去发生的经验数据人为预测和估计为基础的概率，它带有一定的主观随意性。概率分析结果的可靠性，在很大程度上取决于每个变量概率值判断的正确性。因此应用概率分析法对项目进行审查和决策时，必须邀请有丰富经验的专家作出一系列判断与估计。概率值的确定是一个相当复杂的过程，这也是进行概率分析的困难所在。现在，一般对大型的骨干项目，在经济评价时可根据项目特点和实际需要，在有条件时进行概率分析。

## 二、概率分析步骤

投资项目的概率分析一般有以下几个步骤：

(1) 列出各种欲考虑的不确定因素，例如销售价格、销售量、经营成本和投资等。

(2) 设想各不确定因素可能发生的情况，即其数值发生变化的几种情况。

（3）分别确定各种可能发生情况产生的可能性，即概率，每种不确定因素的各种可能发生情况出现的概率之和必须等于 1。

（4）按净现值指标计算公式，分别计算各种可能情况下净现值指标值。

（5）根据各种可能发生情况的概率及净现值指标值，求得净现值指标的期望值。

（6）求净现值大于或等于零的概率。将计算出的各可能发生情况净现值指标值从小到大（从负值开始）排列起来，到出现第一个正值为止，并将各可能发生情况发生的概率按同样的顺序累加起来，求得净现值小于零的累计概率，于是可得净现值大于或等于零的概率。

## 三、概率分析案例

某化纤项目，根据市场预测和经验判断，项目投资基本不变；销售收入、经营费用可能会发生变化，其概率分布情况见图 7－5－5。

取折现率为 12%，对该项目净现值的期望值及净现值大于或等于零的累计概率进行计算，如图 7－5－5。

图 7－5－5 为该项目投资风险分析决策图。□表示节点，每个节点中的数字表示不确定性因素出现的概率，并以直线与另一些节点联结。每一个支点表示在一定不确定条件下可能发生的事件。图中共有 9 个分支，第一个分支表示销售收入、经营费用分别增加 10%的情况，第二个分支表示销售收入增加 10%、经营费用不变的情况，依此类推共有九种可能发生的情况。

下面以此为例介绍概率分析的运用。

（1）分别计算各种可能发生事件（各个分支）的概率值。

第一分支为 $0.2 \times 0.2 = 0.04$

第二分支为 $0.2 \times 0.5 = 0.1$

第三分支为 $0.2 \times 0.3 = 0.06$（以下类推）

（2）分别计算各种可能发生事件情况下的项目净现值。

如第一分支按销售收入和经营费用分别增加 10%后，引起成本费用、效益的一系列变化，重新计算项目净现金流量，并求出项目净现值为 0.42 亿元。

同理计算出第二分支的净现值为 0.62 亿元，余者类推。

（3）将各个事件发生的可能性（即概率值）分别与其净现值相乘，得加权净现值，然后将各个加权净现值相加得 0.86 亿元，即为净现值的期望值。

（4）列出净现值的累计概率表（见表 7－5－3）及净现值累计概率图（见图 7－5－6）。

由表 7－5－33 和图 7－5－6 可以得净现值 P（NPV < 0）的概率为 0.31，从而计算出净现值大于、等于零的概率为：

$$P(NPV \geqslant 0) = 1 - P(NPV < 0) = 1 - 0.31 = 0.69$$

根据以上计算结果，该项目净现值的期望值为 0.86 亿元，净现值大于或等于零的概率为 0.69。由于净现值大于或等于零的概率低于 70%，说明该项目要承担一定的风险。

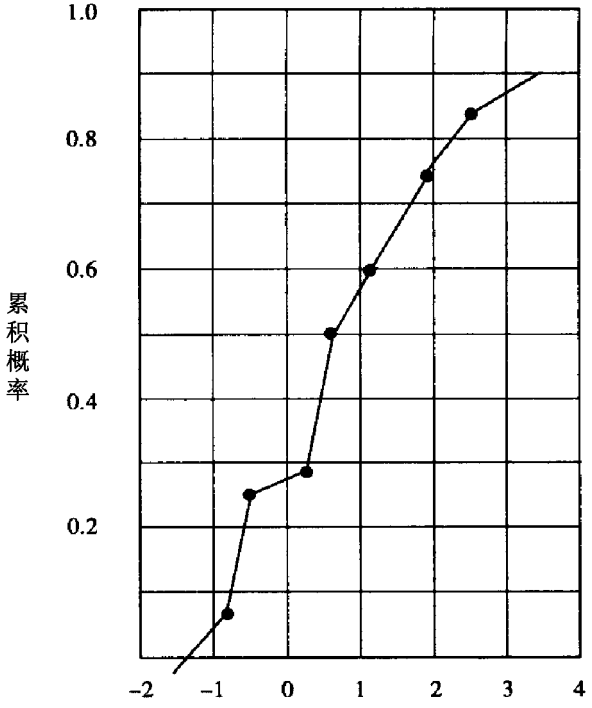
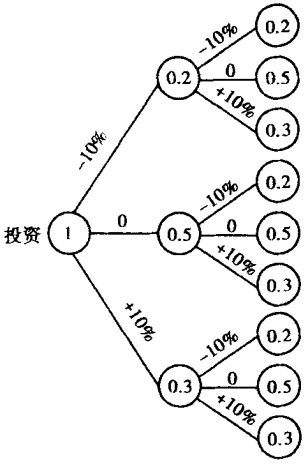



**图** 7－5－5　**累计概率图**

**表** 7－5－3　**累计概率表**

| 净现值 | 累计概率 |
|---|---|
| －1.66 | 0.06 |
| －0.62 | 0.16 |
| －0.22 | 0.31 |
| 0.42 | 0.35 |
| 0.82 | 0.60 |
| 1.22 | 0.69 |
| 1.86 | 0.79 |
| 2.26 | 0.94 |
| 3.30 | 1.00 |




| 发生可能性 | 净现值（亿元） | 加权净现值（亿元） |
|---|---|---|
| 0.04 | 0.42 | 0.017 |
| 0.10 | -0.62 | 0.062 |
| 0.06 | -1.66 | -0.100 |
| 0.10 | 1.86 | 0.186 |
| 0.25 | 0.82 | 0.205 |
| 0.15 | -0.22 | -0.033 |
| 0.06 | 3.30 | 0.198 |
| 0.15 | 2.26 | 0.339 |
| 0.09 | 1.22 | 1.10 |
| 合计 1.00 | 期望值 | 0.86 亿元 |

**图 7－5－6　期望值计算图**

# 第六章　资金的时间价值与资金等值

## 第一节　资金时间价值

### 一、资金时间价值的概念

资金的时间价值，是指资金在时间推移中的增值能力，它是社会劳动创造价值能力的一种表现形式。

应该承认，资金具有随着时间过程的延长而增值的能力。但是，一般的货币不会增值，只有同劳动结合的资金才有时间价值。因为这种物化为劳动及其相应的生产资料的货币，已转化为生产要素，经过生产和流通过程，归流的货币量比原来支付的货币量更大，这种增值是时间效应的产物，即资金的时间价值。

利润和利息是资金时间价值的基本形式，它们都是社会资金增值的一部分，是社会剩余劳动在不同部门的再分配。利润由生产和经营部门生产，利息是以信贷为媒介的资金使用权的报酬，都是资金在时间推移中的增值。对于利息和利润的获得者来说，利润和利息都是一种收入，都是投资得到的报酬。利息是贷款者的报酬，而利润则是生产经营者的报酬。在经济评价中用以度量资金时间价值的“折现率”，是指贷款人或企业经营者对其投资得到的利息率或利润率，也是指企业使用贷款人的资金或自有资金来支付人力、物力耗费，用以经营企业所获得的收益率。

衡量资金时间价值的尺度是社会平均资金收益率，或叫社会折现率，折现率反映了对未来货币价值所作的衡量。社会平均的资金收益率，各国不等，一般为公债利率与平均风险利率之和。

资金时间价值概念的建立和应用，不仅可以促进节约资金，而且可以促进更好地利用资金。活劳动的节约、物化劳动消耗和占用的节约，体现在作为活劳动和物化劳动的货币表现的资金节约上。它不仅要求缩减一切不必要的开支，而且要求最大限度地有效利用资金。评价投资方案，不仅评价方案的投资是否节省，而且评价方案投资后的经济效益是否好。这对于提高经济评价工作的科学性，促进整个社会重视货币资金有效利用等都具有重要意义。

## 二、利息的概念和计算

### （一）利息的概念

利息是指占用货币使用权所付的代价或放弃资金使用权所获得的报酬。利润则是把货币资金投入生产经营过程而产生的增值。利息来自信贷，利润来自生产和经营。但是，从资金的时间价值来看，利息和利润是一致的。因此，在技术经济分析中有时对两者不予区分。

### （二）利息率

利息率是一定时期的利息额与本金的百分比，它是计算利息的尺度。一年的利息额与本金之比为年利率，半年或一个月的利息额与本金之比分别为半年利率或月利率。其公式为：

$$\text{利息率} = (\text{利息额}/\text{本金}) \times 100\%$$

例 1　现有本金 100 元，在一年期限得到 6 元利息，试计算年利率？

解　年利率：$(6/100) \times 100\% = 6\%$

### （三）利息的计算方式

利息的计算方法不同，可分为单利计息与复利计息两种。

**A　单利计息**

单利是指利息的计算不把先前周期中的利息加到本金中去，而是仅以本金为基数计算利息。计算公式为：

$$S_1 = P \cdot i \cdot n$$

式中　$S_1$——单利利息；

P——本金；

i——单利利率；

n——利息周期数。

期末本利和 $F_s$：

$$F_s = P + S_1 = P(1 + i \cdot n)$$

例 2　某人有现金 5000 元，存 3 年定期，年利率为 14%，试计算 3 年年末的本利和为多少？

解　$F_s = P(1 + i \cdot n) = 5000(1 + 14\% \times 3) = 7100$（元）

答：3 年年末本利和为 7100 元。

**B　复利计息**

复利计息是指以本金与累计利息为基础计算货币额的利息。它与单利计息的区别在于累积性的利息也参与利息计算。

例 3　某人有现金 5000 元，存 3 年定期，年利率为 14%，试以复利计息计算 3 年年

末的本利和为多少。

解

| 年限/年 | 年初金额 | 年末利息 | 年末本利和 |
|---|---|---|---|
| 1 | 5000 元 | 5000 × 14% = 700 元 | 5700 元 |
| 2 | 5700 元 | 5700 × 14% = 798 元 | 6498 元 |
| 3 | 6498 元 | 6498 × 14% = 910 元 | 7408 元 |

即　　$F = P(1 + i)^n = 5000(1 + 14\%)^3 = 7408$ 元

式中　F——复利计算本利和；

i——年利率；

其他符号同前。

从例 2 与例 3 的计算结果可看出，复利计息比单利计息多 308 元，这是由于复利把先前周期中的利息经由累积性的利息计算所致，即所谓“利滚利”。

复利可以分为间断复利和连续复利。当复利计息以年利率、季利率、月利率等周期利率计息之所得，即为间断复利；当复利的计息周期趋近于零，按瞬时计息之所得，称为连续复利。在实际工作中一般采用间断性偿付和间断性计息周期，即采用间断复利计息。

### （四）名义利率与实际利率

在复利公式计算中，一般每年计息一次，但实际工作中有时会出现按半年一次、每季一次计算。复利计息的频率不同，其结果亦异。例如本金为 1000 元，年利率 15%，每年计算一次利息，一年后本利和为：$F = 1000(1 + 15\%) = 1150$（元）。若每月计算一次利息，一年后本利和为：$F = 1000(1 + 15\%/12)^{12} = 1160.75$（元）。上例表明每月计息一次的本利和大于一年计息一次的本利和，而且相当于按年利率 16.075% 计息一次。

若年利率为 15%，计息周期为年，利率的时间单位与计息周期相同，实际利率与名义利率一致，都是 15%；若年利率 15%，计息周期由年改为每季一次时，其到期的本利和由 1150 元增至 1158.7 元，这时名义利率为 15%，实际利率为 $(1158.7 - 1000) \div 1000 = 15.87\%$，这 0.87% 的差额是由计息频率增加而增加的利息的时间价值所产生的。因此，利率的时间单位与计息周期一致时，实际利率与名义利率都等于周期利率；利率的时间单位与计息周期不一致时，名义利率等于周期利率与年周期数的乘积，实际利率等于名义利率加上利息的时间价值。计算公式为：

$$r = (1 + i/m)^m - 1$$

式中　r——实际利率；

i——名义利率；

m——年中计息周期数。

名义利率为 15%，不同计息周期的实际利率如表 7 – 6 – 1 所列。

表 7－6－1　计息周期数对实际利率的影响

| 利率时间单位 | 一年计息周期数 | 周期实际利率/% | 年实际利率/% |
|---|---|---|---|
| 年 | 1 | 15.00 | 15.00 |
| 半年 | 2 | 7.50 | 15.56 |
| 季 | 4 | 3.75 | 15.87 |
| 月 | 12 | 1.25 | 16.08 |
| 周 | 52 | 0.29 | 16.16 |
| 天 | 365 | 0.04 | 16.18 |
| 无限小 | ∞ | 无限小 | 16.183 |

**例** 4　**若年利率为** 12%，**每月计息一次，试求实际利率为多少。**

**解**　**已知** $i = 12\%$，$m = 12$，**则**

$$r = (1 + i/m)^m - 1 = (1 + 12\%/12)^{12} - 1 = 12.68\%$$

**答：实际利率为** 12.68%。

**例** 5　**某人存款** 2000 **元现金，年利率为** 18%，**半年复利一次，试求** 8 **年后的本利和为多少。**

**解**

$$r = (1 + 18\%/2)^2 - 1 = 18.81\%$$

$$F = 2000\ (1 + 18.81\%)^8 = 7940.61\ (\text{元})$$

**答：**8 **年后本利和应为** 7940.61 **元。**

**例** 6　**某人每年年末去银行存款** 1000 **元，若年利率** 4%，**每季计算一次，问** 5 **年终了时本利和若干？**

**解**　**季利率** $= 4\%/4 = 1\%$

$$F = 1000\ [(1 + 1\%)^{16} + (1 + 1\%)^{12} + (1 + 1\%)^8 + (1 + 1\%)^4 + 1] = 5424\ (\text{元})$$

**或年利率**

$$r = (1 + 4\%/4)^4 - 1 = 4.06\%$$

$$F = 1000\ [(1 + 4.06\%)^4 + (1 + 4.06\%)^3 + (1 + 4.06\%)^2 + (1 + 4.06\%) + 1]$$

$$= 5424\ (\text{元})$$

## （五）计息周期与现金流动期不一致的情况

**如果计息周期与现金流动期不一致，则有两种可能性。**

**A　现金流动期短于计息周期**

**通常规定存款必须存满一个计息周期才计算利息。因此处理原则是，计息期间的存款相当于在本期末存入，而取款相当于在本期初支出。**

例 7　试求图 7－6－1 所示现金流量的终值 F，假定年利率为 12%，按季计息。

解　图 7－6－1 所示的现金流量应依据上述原则可调整为图 7－6－2 所示的现金流量。

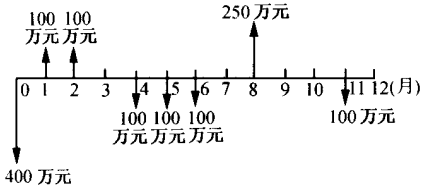



图 7－6－1　某企业各月现金流量

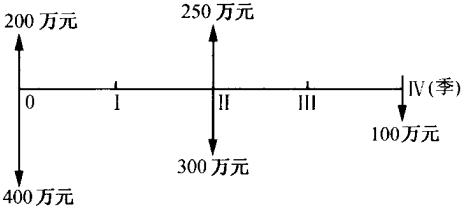



图 7－6－2　调整后的现金流量

若以存入为正，取出为负，则有

$$F = (400-200)(1+12\%/4)^4 + (300-250)(1+12\%/4)^2 + 100$$
$$= 378.15\text{（万元）}$$

B　现金流动期长于计息周期

例 8　若年利率为 12%，按季计息，试求图 7－6－3 所示连续 5 年末的等额支付的终值 F。

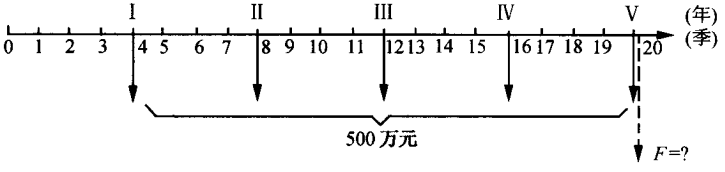



图 7－6－3　按季计息年度支付的现金流量图

解　先求出现金流动期的实际利率，

因为　$r = (1+i/m)^m - 1 = (1+12\%/4)^4 - 1 = 12.55\%$

所示　$F = 500(1+r)^4 + 500(1+r)^3 + 500(1+r)^2 + 500(1+r) + 500$
$= 3221\text{（万元）}$

# 第二节　现金流量与资金等值

## 一、现金流量

### （一）现金流量的概念

现金流量是计算项目经济指标的基础数据，是以项目作为独立系统，在建设期及生产服务年限内流入、流出系统的现金活动。项目在某一时期内取得的收入称为“现金流入”，支出的费用称为“现金流出”。在经济评价中通常将现金流入用正值表示，现金流出用负值表示，两者的代数和称为净现金流量。现金流量的计算只考虑实际的现金流入或现金流出，不包括非实际的现金收支（如折旧、应收及应付帐款等），并要求按发生的时间记录现金流入及现金流出。

### （二）现金流量图

在对项目或方案进行评价时，由于寿命期内各种现金流入和现金流出的数额及发生的时间都不尽相同，为了直观地表示它们的运动状况，通常采用图的形式表达特定系统在一段时间内发生的现金流量。

现金流量图是将项目系统的现金流量用时间横坐标表示的一种示意图，它有以下一些原则（参见图 7－6－4）：

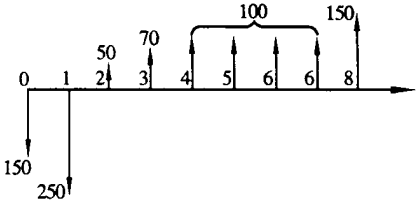



图 7－6－4　现金流量示意图

（1）横轴等分成若干间隔，每一间隔代表一个时间单位。时间单位在未作特别说明时通常以“年”为单位；所以各个点称为年点，表示该年的年末，同时也是下一年的年初时点；

（2）现金流量发生在各个年点上，零时点则为第一年开始的时点；

（3）与横轴相连的垂直线代表流入或流出系统的现金流量，现金流出为负值，用朝下的箭头表示，现金流入为正值，用朝上的箭头表示，其长短与现金流量的多少成比例，此外，还应注明每一笔现金流量的数量；

（4）为计算方便，规定投资发生在年初，销售收入、经营成本、税金等费用发生在

年末；

（5）现金流量与分析计算的立足点有关，对于同一方案的资金，借款人的收入就是贷款人的支出，故分析计算时应明确立足点。

## 二、资金等值

在资金时间价值的分析比较中，利用资金等值的概念，可以把不同时点发生的金额换算成同一时点的金额，然后进行比较。具体来说，资金等值是指发生在不同时点两笔或一系列绝对值不等的资金额，按资金时间价值尺度，可能具有相等的价值。反之，即使资金相等，如果发生的时间不同，其价值也不一定相等。

资金的等值包括三个因素：即资金额、利率、资金发生的时间；其中利率是关键的因素，等值的大小取决于利率的高低。在某一利率下，现在的一笔资金额总是与未来的一笔更大的支付金额相等，这种在一定利率条件下与现值等价的将来某时点的资金额称为“终值”，而将未来时点上的资金按复利折现计算的现在价值称为“现值”。不要以为“现值”是专指一笔资金“现在”的价值，它是资金现在的瞬时价值，是一个相对的概念，一般将第 $t+n$ 个时点上发生的资金折现到第 $t$ 个时点，所得的等值金额就是第 $t+n$ 个时点上资金金额的现值。所谓“折现”，又称为“贴现”，是指将未来某一时点的资金金额换算成现在时点的价值金额。这些基本概念在以后的内容中将经常遇到。

为建立资金等值的初步概念，下面先结合企业借款、还本付息的各种方式来分析资金等值的几种情况。

例 9　某企业因开发新产品从银行贷款 100 万元，融资条件是年利率为 8%，五年内还清全部本金和利息，问企业有哪些主要偿还贷款方式？如果有更好的投资机会时应选用何种方案？

分析：在可行性研究或项目评估时，通常采用最大偿还能力法还贷，以便分析项目的偿债能力及还贷期限，但实际过程中不一定采用这种方法，还有其他一些可行的方法供选择，一般有以下四种情况：

（1）每年利息照付，到期一次还本；

（2）到期一次还本付息；

（3）每年等额还本，利息照付，到期付清；

（4）每年等额还本付息，到期付清。

以上四种方案都符合资金等值的概念，借贷双方均能接受，但采用不同的还贷方案却可以得到不同的经济效果。

当企业还有其他投资机会，并且其收益率大于 8%，这时就不必急于还贷，而将推迟还贷的资金用于新的项目，以获得更大的经济效益，待借款到期时再一次还本付息，应采用第一方案或第二方案；

如果企业的资金没有更好的出路，为了减少利息负担，那么就应该尽快还贷，这就是采用第三方案的依据，因该方案期末支付的本息和最少；

若企业的收益稳定而有保障，并且到期另有资金来源，可以考虑采用第四方案。

我国 1996 年发行的 10 年期国债属于第一种情况，即每年利息照付，到期一次还本。

四种偿债方式的具体执行计划参见表 7－6－2。

表 7－6－2　资金偿还的四种典型等值方式　　单位：万元

| 方案 | 年数 | 年初欠数 | 当年利息 | 年末欠款 | 当年还本 | 偿还利息 | 年终还款总额 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 100 | 8 | 108 | 0 | 8 | 8 |
| | 2 | 100 | 8 | 108 | 0 | 8 | 8 |
| | 3 | 100 | 8 | 108 | 0 | 8 | 8 |
| | 4 | 100 | 8 | 108 | 0 | 8 | 8 |
| | 5 | 100 | 8 | 108 | 100 | 8 | 108 |
| | 共 | | 40 | | | | 140 |
| 2 | 1 | 100 | 8 | 108 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 108 | 8.64 | 116.64 | 0 | 0 | 0 |
| | 3 | 116.64 | 9.33 | 125.97 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 125.97 | 10.08 | 136.05 | 0 | 0 | 0 |
| | 5 | 136.05 | 10.88 | 146.93 | 100 | 46.93 | 146.93 |
| | 共 | | 46.93 | | | | 146.93 |
| 3 | 1 | 100 | 8 | 108 | 20 | 8 | 28 |
| | 2 | 80 | 6.4 | 86.4 | 20 | 6.4 | 26.4 |
| | 3 | 60 | 4.8 | 64.8 | 20 | 4.8 | 24.8 |
| | 4 | 40 | 3.2 | 43.2 | 20 | 3.2 | 23.2 |
| | 5 | 20 | 1.6 | 21.6 | 20 | 1.6 | 21.6 |
| | 共 | | 24 | | | | 124.00 |
| 4 | 1 | 100 | 8 | 108 | 17.05 | 8 | 25.05 |
| | 2 | 82.95 | 6.64 | 89.59 | 18.41 | 6.64 | 25.05 |
| | 3 | 64.54 | 5.16 | 69.70 | 19.89 | 5.16 | 25.05 |
| | 4 | 44.65 | 3.57 | 48.22 | 21.48 | 3.57 | 25.05 |
| | 5 | 23.17 | 1.88 | 25.05 | 23.17 | 1.88 | 25.05 |
| | 共 | | 25.23 | | | | 125.23 |

# 第三节　资金时间价值的计算公式

为考察投资项目的经济效益，必须对项目在寿命期内发生的现金流入和现金流出进行计算分析，因不同时点上发生的现金流量不能简单的直接加减，而必须按照资金等值的原理，将它们换算到同一时间点上再进行分析，使得项目的经济指标在价值上具有可比性。

资金时间价值的计算公式是建立在复利计算原则基础上，在对等值公式进行表达时，对某些符号作统一规定：

P——现值（Present value），发生在某特定时间序列起点的现金流量；

F——未来值或终值（Future value），发生在某一时间序列终点的现金流量；

A——年金或等额系列年值（Annuity），发生在某一时间序列各计息期末（不包括原点），并且金额大小相等的连续现金流量；

C——算术等差（Gradient rithmetic）；

i——折现率（贴现率）或计息周期利率（interest atio）；

n——计息周期数（number）。

## 一、一次支付类型的计算方法

一次支付又称整付，其基本原则是：系统的现金流量无论是现金流入还是现金流出只发生在一个时间点上。其现金流量图如图 7－6－5。

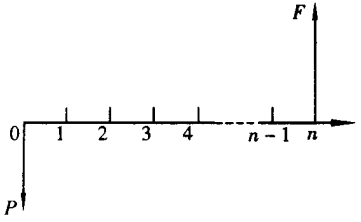



图 7－6－5　一次支付现金流量图

它的等值计算公式有两种方式：

### （一）一次支付终值公式（已知 P，求 F）

一次支付终值公式的概念是：已知本金 P、利率为 i，以复利计算，求第 n 期末的本利和或终值。

表达式为：

$$F = P(1+i)^n \tag{7-6-1}$$

式中系数$(1+i)^n$称为一次支付终值系数，或称复利终值系数，用符号（F/P，i，n）表示，其中斜线左边字母表示待求因素，斜线右边字母表示已知因素。公式（7－6－1）还可写成：

$$F = P（F/P，i，n）$$

例10　某公司为购买新技术，向银行借款200万元，年利率为6%，期限3年，问到期后应一次偿还银行本利和多少万元？

解：第3年末归还银行的本息应与现在的借款资金等值，应用式（7－6－1）可得到：

$$F = (1+i)^n = 200 \times (1+0.06)^3$$
$$= 200 \times 1.1910 = 238.20（万元）$$

### （二）一次支付现值公式（已知F，求P）

一次支付现值公式的概念是：已知终值或本利和F，贴现率（折现率）或利率为i，贴现期限为n，求期初的现值P的等值公式。表达式为：

$$P = F(1+i)^{-n} \qquad (7-6-2)$$

式中系数$(1+i)^{-n}$称为一次支付现值系数，或称复利贴现系数，用符号（P/F，i，n）表示，它与复利系数$(1+i)^n$互为倒数。公式（7－6－2）还可写成：

$$P = F（P/F，i，n）$$

不同利率i，各期n的复利系数和贴现系数可查书末的附表得到，也可直接计算求得。

例11　有人预测4年后X型号轿车价格将降为8万元，若银行利率为8%，某顾客现在应存入多少资金可达到预期目的？

解：此案例属已知终值，求现值的问题。应用式（7－6－2）可得到：

$$P = F(1+i)^{-n} = 8 \times (1+0.08)^{-4}$$
$$= 8 \times 0.7350 = 5.88（万元）$$

或者查复利系数表，（P/F，0.08，4）$= 0.7350$

$$P = 8 \times （P/F，0.08，4）= 8 \times 0.7350 = 5.88（万元）$$

根据货币的将来值计算现值，在项目评估中经常涉及到，例如将来的销售收入、经营成本、收益等等，都要折算成现值，使项目经济指标具有可比性。

## 二、等额分付类型的计算方法

在经济活动中普遍存在现金流入或现金流出发生在多个时点上，而不是集中在某个时点上，称之为多次支付。而等额支付是多次支付形式中的一种特例，其特点是：现金流序列是连续的，并且数额相等。它有四种等值计算公式，下面分别进行介绍。

### （一）等额序列终值公式（已知A，求F）

等额序列终值公式又称年金终值公式。在对项目进行评估过程中，常常遇到由一系

列等额支付累加而成的序列支付未来值，其现金流量如图 7－6－6，从第一年末开始（起始点 0 除外）到第 n 年末有一等额现金流序列，每年的金额均为 A，称为等额年金。根据资金等值的原理，第 n 个计息周期期末净现金流量的终值，应该等于在 n 个计息周期期末发生的等额年金 A 的终值之代数和

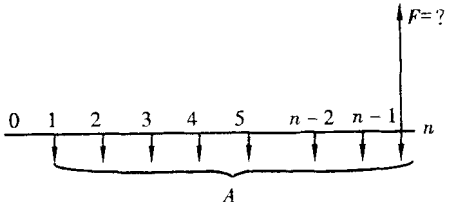



图 7－6－6　等额序列终值现金流量图

即

$$F = F_1 + F_2 + \cdots + F_{n-1} + F_n$$
$$= A(1+i)^{n-1} + A(1+i)^{n-2} + \cdots + A(1+i) + A \quad ①$$

将①式两乘以（1＋i），得

$$F(1+i) = A(1+i)^n + A(1+i)^{n-1} + \cdots + A(1+i)^2 + A(1+i) \quad ②$$

将式②－式①，得

$$F(1+i) - F = A(1+i)^n - A$$

整理后得

$$F = A\frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad (7-6-3)$$

式（7－6－3）也可通过①式的等比级数求和公式得到，式（7－6－3）称为等额序列终值公式或年金终值公式，系数$\frac{(1+i)^n-1}{i}$称为等额序列终值系数或年金终值系数，用（F/A，i，n）表示。该系数可从本书附表中查得，也可直接计算得到。

例 12　房地产开发商同意某家庭户主贷款购房，4 年内每年年末由银行贷款 1.5 万元，贷款利率为 7%，到期（第 4 年末）他应归还银行购房款本息和为多少？

解：根据题意，采用式（7－6－3）可得出

$$F = A\frac{(1+i)^n - 1}{i} = 1.5 \times \frac{(1+0.07)^4 - 1}{0.07}$$
$$= 1.5 \times 4.4399 = 6.66\text{（万元）}$$

## （二）等额序列偿债基金公式（已知 F，求 A）

该公式名称的来源可解释为：当企业负债后，债权人就享有回收本金及利息的权利，可行的计划是企业每年从收益中提取一笔等额的还贷基金，每年这笔资金及利息（在计算期末体现）的代数和正好等于到期应偿还债款的本利和，故提取的这笔资金称为偿债基金。等额偿债基金公式是年金终值公式的逆运算。由式（7－6－3）直接导出

$$A = F\frac{i}{(1+i)^n - 1} \quad (7-6-4)$$

式中系数$\frac{i}{(1+i)^n-1}$称偿债基金，有些书又称之为基金存储系数，记为（A/F，i，n）。

利用式（7－6－3）、式（7－6－4）进行资金等值计算时，必须注意的是，在0点没有现金流量，才适合图7－6－6所示的现金流量图。如果现金流量是图7－6－7所示情况，即最后一年无现金流量，而在0点有现金流量，则可分别采用下式：

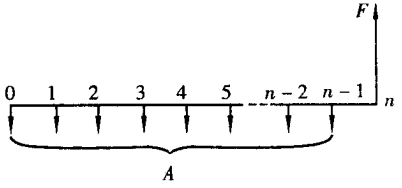



图7－6－7　等额序列终值现金流量图（特型）

将式（7－6－3）变换为

$$F = A(1+i)^n \cdot \frac{(1+i)^n-1}{i}$$

式（7－6－4）变换为

$$A = \frac{F}{(1+i)^n} \cdot \frac{i}{(1+i)^n-1}$$

两式与式（7－6－3）、式（7－6－4）存在一个$(1+i)^n$的比值关系。

例13　某企业因进行技术改造借用外资，到期（第5年末）本息和将负债1000万美元，在折现率为10%的情况下，经论证，认为采用等额偿还的方式较好，问企业今后5年内每年应偿还多少资金？

解：由式（7－6－4）

$$A = F\frac{i}{(1+i)^n-1} = 1000 \times \frac{0.10}{(1+0.10)^5-1}$$
$$= 1000 \times 0.1638 = 163.80\text{（万美元）}$$

$5 \times 163.80$加各期还款到期末的利息正好等于1000万美元。

例14　某投资者在1993年6月底预测今后的国债二级市场将回暖，当即购得一年后可兑付50万元的国债，对方要求从7月初起分12次等额付款，当时国债市场的月贴现率为2%，试问该投资者每个月应支付多少现金给对方？

解：此案例计息的时间单位为“月”，由于强调在期初付款，故适用于图7－6－7的现金流类型，用式（7－6－4）的变换式计算

$$A = \frac{F}{(1+i)^n} \cdot \frac{i}{(1+i)^n-1} = \frac{50 \times 0.02}{(1+0.02)\left[(1+0.02)^{12}-1\right]}$$
$$= 50 \times 0.0731 = 3.655\text{（万元）}$$

## （三）等额序列支付资金回收公式（已知P，求A）

该公式的概念与等额偿债基金公式的区别是：公式强调的是已知的现金流P发生在

“现在”，而偿债基金强调已知的现金流 F 发生在“将来”；本式所指的等额系列资金含有当期应偿还债务的本金及利息，而后者各期偿债基金利息并未在当期体现，而是按其时间价值折算到期末充当偿还的债务。因此该公式可解释为：当企业负债后，企业每期从收益中提取一笔等额的还贷资金（包括当期本金的利息），在还贷期内每期资金的代数和正好等于应偿还债款的本利和，故提取的这笔资金又称为贷款人的资金回收。

等额序列支付资金回收的现金流量图见图 7－6－8。

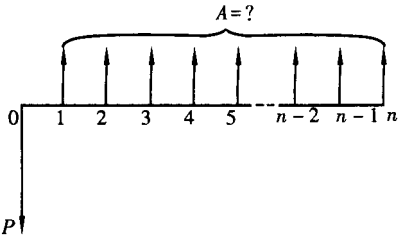



图 7－6－8　资金回收现金流量图

以公式（7－6－1）$F = P(1+i)^n$ 代入公式（7－6－4）得：

$$A = F \cdot \frac{i}{(1+i)^n - 1} = P(1+i)^n \cdot \frac{i}{(1+i)^n - 1}$$

$$A = P \cdot \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \qquad (7-6-5)$$

公式（7－6－5）中的 A 表示在所求的 n 年内偿还初期投资 P 的等额系列支付额。$\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$ 称为资金回收系数，（A/P，i，n）表示，故公式（7－6－5）还可表示为：

$$A = P \cdot (A/P，i，n)$$

例 15　某城市电信局对系统内话机扩容，投入资金 10000 万元，计划通过收取客户的电话初装费来回收这笔投资，预计 5 年内按等额回收，若资金的年利率 8%，问该电讯项目的投资每年应回收多少？

解：　本案例已知现值 P，利率 i，计算期 n，运用资金回收公式求 A，因此：

$$A = P \cdot (A/P，0.08，5) = 10000 \times 0.25046 = 2504.60（万元）$$

每年末可回收 2504.60 万元，5 年内可收回全部投资的本金及利息（利息 = 2504.60 × 5 − 10000 = 2523 万元）。若进一步分析投资回收过程中每年还本付息情况，将其放大 100 倍即为本案例的资金回收过程中的具体数据。

例 16　某公司花 300 万元购买一片门面，计划 15 年内以出租的方式回收投资，第 15 年末房屋的净值为 150 万元，若资金的利率为 12%，问该公司每年年末应收取多少租金？

解：该案例的现金流量见图 7－6－9

设 $A_1$ 为公司购买房屋的回收基金；$A_2$ 为房屋净值等额系列偿债基金；A 为所求的租金

$$A_1 = P\ (A/P,\ i,\ n)\ = P\cdot\frac{i\ (1+i)^n}{(1+i)^n-1}$$

$$A_2 = F\ (A/F,\ i,\ n)\ = F\ \frac{i}{(1+i)^n-1}$$

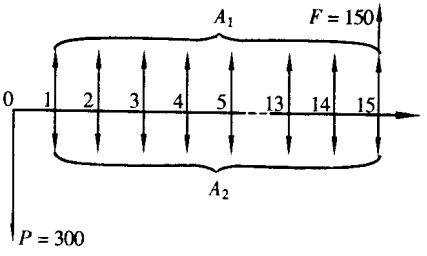



图 7－6－9　房屋等额资金回收现金流量图

因资金回收系数

$$(A/P,\ i,\ n)\ = \frac{i\ (1+i)^n}{(1+i)^n-1} = \frac{i\ (1+i)^n - i + i}{(1+i)^n-1}$$

$$(A/P,\ i,\ n)\ = i + \frac{i}{(1+i)^n-1} = i + \ (A/F,\ i,\ n)$$

从现金流量图 7－6－9，可知：

$$\begin{aligned} A &= A_1 - A_2 = P\ (A/P,\ i,\ n)\ - F\ (A/F,\ i,\ n) \\ &= P\ (A/P,\ i,\ n)\ - F\ [\ (A/P,\ i,\ n)\ - i] \\ &= \ (P-F)\ (A/P,\ i,\ n)\ + F\cdot i \\ &= \ (300-500)\cdot(A/P,\ 12\%,\ 15)\ + 150\times 12\% \\ &= 150\times 0.1468 + 18 = 40.08\ (\text{万元}) \end{aligned}$$

式（7－6－6）较重要，在后面计算项目指标及方案比较中常用到的。

### （四）等额序列支付现值公式（已知 A，求 P）

等额系列支付现值公式又称年金现值公式，其概念为：若已知每年年末偿还的资金为 A，预期的利率为 i，求累计折现的值 P。其现金流量图见图 7－6－10。该式可通过等额系列支付资金回收公式得到

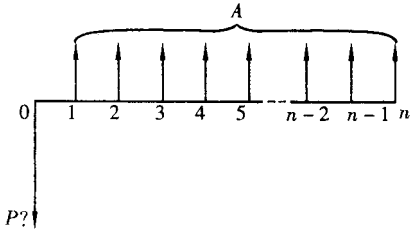



图 7－6－10　年金现值现金流量图

因 $A = P\dfrac{i(1+i)^n}{(1+i)^n-1}$

则
$$P = A\frac{(1+i)^n-1}{i(1+i)^n} \qquad (7-6-7)$$

式中$\dfrac{(1+i)^n-1}{i(1+i)^n}$称为年金现值系数，它是资金回收系数的倒数，又是一次支付现值系数与年金终值系数的乘积，用符号（P/A，i，n）表示。

式（7－6－7）还可表示成
$$P = A(P/A, i, n)$$
称为简化式
$$(P/A, i, n) = \frac{(1+i)^n-1}{i(1+i)^n} = \frac{1}{(1+i)^n}\cdot\frac{(1+i)^n-1}{i}$$
$$= (P/F, i, n)(F/A, i, n)$$

按同样的方式，可以得到资金回收系数等于终值系数与基金存储系数的乘积。
$$(A/P, i, n) = (F/P, i, n)\cdot(A/F, i, n)$$

以上两系数均属于复合系数。在项目评估中，计算经济指标及进行方案比较时较常应用这两个公式和系数。

例 17　甲企业持有乙股份公司 1 百万股优先股股票，每股金额 10 元，每年股息为 15%，根据安全利率及乙公司的经营风险报酬等，确定折现率为 12%（当计算期无限时，称本金化率），计算未来 5 年甲企业得到股息的现值，并评估本金化后股票的价格。

解：甲企业每年分得股息
$$A = 100\times 10\times 0.15 = 150 \text{ 万元}$$
则：5 年内股息现值可运用（7－6－7）式的简化式，查表求得
$$P_1 = A(P/A, i, n) = 150\times 3.3522 = 502.82 \text{ 万元}$$
当计算期$\to\infty$时，股票价格即为现值 $P_2$，由式（7－6－7）可得
$$P = \lim_{n\to\infty} A\frac{(1+i)^n-1}{i(1+i)^n} = \frac{A}{i}\lim_{n\to\infty}\left(1-\frac{1}{(1+i)^n}\right) = \frac{A}{i}$$
将 A 和本金化率 i 代入，可求得股票价值
$$P_2 = 150/12\% = 1250 \text{（万元）}$$

当已知 A、P、i，由公式 P = A（P/A，i，n）或 A = P（A/P，i，n），可求得动态投资回收期 $N_d$，由式（7－6－7）
$$P = A\frac{(1+i)^n-1}{i(1+i)^n}$$
$$P\cdot I\cdot(1+i)^n = \cdot\ [\ (\ (1+i)^n-1]$$
$$(1+i)^n = \frac{A}{A-P\cdot I} = \left(1-\frac{P\cdot i}{A}\right)^{-1}$$

两边取对数
$$n\cdot\lg(1+i) = -\lg\left(1-\frac{P\cdot i}{A}\right)$$

$$n = -\frac{\lg\left(1-\frac{P\cdot i}{A}\right)}{\lg(1+i)} \qquad (7-6-8)$$

此处 n 即为动态投资回收期 $P_d$。

例 18　某公司购买一项技术专利，耗费 300 万元，该技术预计每年能为公司带来 80 万元的超额利润，若该公司所处的行业平均收益率为 10%，问投资回收期为多少年？

解：该案例给出 A、P、i，求动态投资回收期。运用式（7-6-8）

$$n = -\frac{\lg\left(1-\frac{300\times 10\%}{80}\right)}{\lg(1+10)} = -\frac{-0.2041}{0.0414} = 4.93\text{（年）}$$

## 三、小结

六个等值计算公式的系数之间存在以下三种关系：

### （一）倒数关系

(1)　(P/F，i，n) = 1/（F/P，i，n）

(2)　(F/A，i，n) = 1/（A/F，i，n）

(3)　(P/A，i，n) = 1/（A/P，i，n）

### （二）乘积关系

(1)　(A/P，i，n) = (F/P，i，n)(A/F，i，n)

(2)　(P/A，i，n) = (F/A，i，n)(F/P，i，n)

(3)　(P/F，i，n) = (A/F，i，n)(P/A，i，n)

(4)　(F/P，i，n) = (F/A，i，n)(A/P，i，n)

关系式（3）、（4）在实际运用中作用不大，但可用于一些理论推导。

### （三）偿债基金系数与资金回收系数之间的关系

(A/P，i，n) = (A/F，i，n) + i

前面介绍了资金等值的两种类型六个基本公式，为便于理解、查阅和记忆，将这些公式列于表 7-6-3，并提出某些联想记忆方式，供参考。

联想记忆方式：

（1）“/”号左边为未知，右边为已知，如（F/A，i，n），表明已知年金 A，求终值 F；

（2）等额支付类型的系数中，$(1+i)^n-1$ 总是与 F 或 P 在“/”号的同一边。如：系数（F/A，i，n）、（A/P，i，n）分别表示$\frac{(1+i)^n-1}{i}$、$\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n-1}$，若 F、P 分别处在分子、分母的位置，则复利差 $(1+i)^n-1$ 也处在分子、分母的位置；

（3）在等额支付类型的系数中都有复利差，若 A 与 F 为伍，则“/”号一侧的 A 以

i 代之；若 A 与 P 为伍，则“／”号一侧 A 以 $i(1+i)^n$ 代之。

表 7－6－3　资金等值的六个基本公式

| 类别 | | 已知 | 求解 | 公式 | 系数名称及符号 |
|---|---|---|---|---|---|
| 一次支付 | 终值公式 | P | F | $F=P(1+i)^n$ | 复利终值系数（F/P，i，n） |
| | 现值公式 | F | P | $P=F(1+i)^{-n}$ | 复利贴现系数（P/F，i，n） |
| 等额支付 | 年金终值公式 | A | F | $F=A\dfrac{(1+i)^n-1}{i}$ | 年金终值系数（F/A，i，n） |
| | 偿债基金公式 | F | A | $A=F\dfrac{i}{(1+i)^n-1}$ | 偿债基金系数（A/F，i，n） |
| | 资金回收公式 | P | A | $A=\dfrac{i(1+i)^n}{(1+i)^n-1}$ | 资金回收系数（A/P，i，n） |
| | 年金现值公式 | A | P | $P=A\dfrac{(1+i)^n-1}{i(1+i)^n}$ | 年金现值系数（P/A，i，n） |

## 四、等差与等比序列类型的计算方法

### （一）等差序列公式

1. 等差序列年值公式

机器设备的有形磨损，成熟的工艺所形成利润增长等现象，其现金流往往呈等差级数数列，它的特点是具有按等值增加或减少排列的现金流量。等差数列一般将第一年末的数值作为基础金额，每一年都包括这一不变值，故在年值计算时只考虑自第二年年末开始到计算期末为止的等量增加或减少额。现金流量图如图 7－6－11 所示。

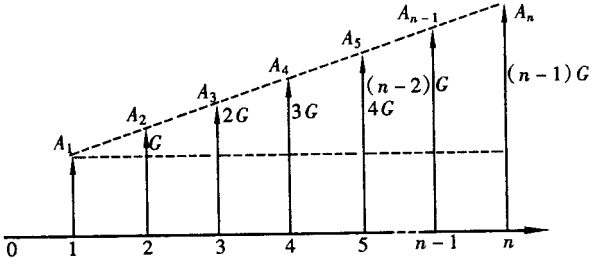



图 7－6－11　等差序列现金流量图

设有一增量型等差系列，公差为 G，折现率为 i，计算期为 n，$A_1$ 为基础金额。则在第 n 年末终值公式为

$$F = \sum_{i}^{n-1} G\frac{(1+i)^i - 1}{i}$$

$$= G\left[\frac{(1+i) - 1}{i} + \frac{(1+i)^2 - 1}{i} + \cdots + \frac{(1+i)^{n-1} - 1}{i}\right]$$

$$= \frac{G}{i}\left[(1+i) + (1+i)^2 + \cdots + (1+i)^{n-1} - (n-1)\right]$$

$$F = \frac{G}{i}\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i}\right] - \frac{nG}{i}$$

将上式两边乘以$\frac{i}{(1+i)^n - 1}$，得：

$$A = G\left[\frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n - 1}\right] \qquad (7-6-9)$$

式中$\left[\frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n - 1}\right]$为等差年值换算系数，记为（A/G，i，n）。则公式（7－6－9）可写成：

$$A = G（A/G，i，n）$$

例 19　某用户一辆摩托车第一季度维护费为 100 元，以后直至第 12 季度逐季增加 10 元，若资金的利率为 3%/季，试计算该用户摩托车季平均维护费。

解：设第一季维护费为 $A_1$，$A_1 = 100$ 元，$A_p$ 为摩托车在 12 个季度内维护费的等差系列季值，公差 G 等于 10 元，A 为所求的季平均维护费。

$$A_p = G（A/G，i，n）$$

$$= 10（A/G，3\%，12）= 10 \times 5.1485 = 51.49（元）$$

$$A = A_1 + A_p = 100 + 51.49 = 151.49（元）$$

每季平均维护费 151.49 元

2. 等差序列现值公式

由于已得出等差序列年值公式，那么等差序列现值公式的计算可根据式（7－6－7）、式（7－6－9）导出

$$P = A\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

$$= G\frac{1}{i}\left[1 - \frac{n \cdot i}{(1+i)^n - 1}\right]\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

即：

$$P = G\frac{1}{i}\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} - \frac{n}{(1+i)^n}\right] \qquad (7-6-10)$$

式中$\frac{1}{i}\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} - \frac{n}{(1+i)^n}\right]$称为等差序列现值系数，记为（P/G，i，n），则公式（7－6－10）可写成：

$$P = G（P/G，i，n）$$

由于系数（P/A，i，n）为$\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$、（P/F，i，n）为$\frac{1}{(1+i)^n}$，所以

$$P = G(P/G, i, n) = G\frac{1}{i}[(P/A, i, n) - n(P/F, i, n)] \quad (7-6-11)$$

**例 20　应用上例结果求用户摩托车 12 个季度内维护费现值。**

**解：设 $A_1$ 的现值为 $P_1$；$A_p$ 的现值为 $P_p$，则**

$$P = A_1(P/A, i, n) + G(P/G, i, n)$$

$$P = 100(P/A, 3\%, 12) + 10(P/G, 3\%, 12)$$

$$= 100 \times 9.9540 + 10 \times 51.2482 = 1507.88\text{（元）}$$

## （二）等比序列现值公式

现金流或预测值呈等比序列排列现象在实践中也不少见，如稳定环境中国民生产总值、国民收入的增长、物价指数的变化值、耕地中的农作物产量的变化等等。

等比序列的现金流如图 7－6－12。

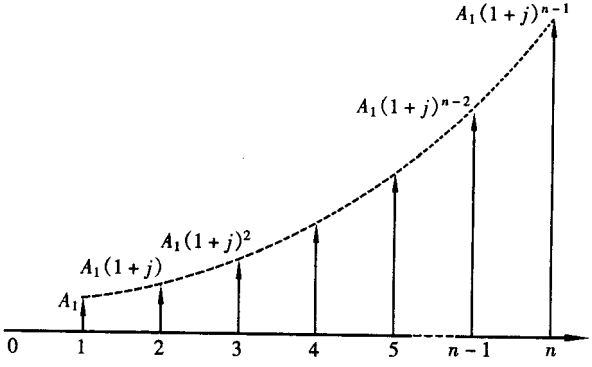



图 7－6－12　等比序列现金流量图

在一个时间序列中，若现金流以某百分比 j 递增，$A_1$ 为基础值，则等比序列的通项公式为

$$A_t = A_1(1+j)^{t-1}$$

式中：$t = 1, 2, 3, \cdots, n$

其现值公式为

$$P = \sum_{t=1}^{n} A_1(1+j)^{t-1}(1+j)^{-t}$$

$$= \frac{A_1}{1+j}\sum_{t=1}^{n}\left(\frac{1+j}{1+i}\right)^t = \frac{A_1}{1+i}\sum_{t=0}^{n-1}\left(\frac{1+j}{1+i}\right)^t$$

令公比 $q = \frac{1+j}{1+i}$，根据等比级数的求和公式

$$S_n = \frac{1-q^n}{1-q} = \frac{1-\left(\frac{1+j}{1+i}\right)^n}{1-\frac{1+j}{1+i}} = \frac{1-\left(\frac{1+j}{1+i}\right)^n}{\frac{i-j}{1+i}}$$

则
$$P = A_1\left[\frac{1-\left(\frac{1+j}{1+i}\right)^n}{i-j}\right] \qquad i \neq j \tag{7-6-12}$$

当 $i = j$ 时
$$P = \frac{nA_1}{1+i} \tag{7-6-13}$$

$i \neq j$ 并且 $i > j$ 时，等比序列现值系数 $\dfrac{1-\left(\dfrac{1+j}{1+i}\right)^n}{i-j}$，记为（P/A，j，i，n）

则
$$P = A（P/A，j，i，n）$$

当 n 很大，趋于无穷，公式（7－6－12）变换为
$$P = \frac{A_1}{i-j} \quad i \neq j \tag{7-6-14}$$

这便是经济学中的戈登公式。

例 21　某公司有一片出租门面，根据合同第一年租金的纯收益为 10 万元，今后每年按 5% 的比率递增收取租金，门面的寿命期还有 15 年，若房地产行业的基准收益率为 10%，试评估该门面的价格（现值）；若门面是刚建造的，签定永久租赁合同，寿命期视为年期无限，试评估其价格。

解：该案例适用于租金现值法评估房屋价格，由于年期有限，并且各年的收益按等比级数递增，故采用式（7－6－12）计算：

$$P = A_1\left[\frac{1-\left(\frac{1+j}{1+i}\right)^n}{i-j}\right] = 10 \times \frac{1-\left(\frac{1+50\%}{1+10\%}\right)^{15}}{10\%-5\%}$$
$$= 10 \times 10.0464 = 100.46（万元）$$

若门面永久租赁，计算期趋于无限，则采用式（7－6－14）计算房屋价格：
$$P = \frac{A_1}{i-j} = 10/（10\%-5\%）= 200（万元）$$

# 第七章　矿山生产成本

## 第一节　矿山生产成本构成

矿山生产成本是在矿产品生产和销售过程中以货币形式表现的全部支出。矿山生产成本是反映矿山企业全部工作质量的综合性指标。劳动生产率的高低、开采方案的优劣、材料消耗的多少、设备利用的好坏以及企业的管理水平等，最终均反映在生产成本中。

矿山生产成本的构成较复杂，为了便于成本管理和分析，应对生产成本进行分类。

### 一、按成本项目分类

此种分类是根据费用在生产过程中的用途和发生地点来划分的，而不管费用的原始状态如何。例如，在工资项目中将生产工人工资与车间及企业管理人员工资分列。依据这种分类方法，矿山生产成本由下列项目构成：

(1) 辅助材料费。指直接用于生产的所有辅助材料费用。包括炸药、雷管、导火线、导爆线、钎子钢、硬质合金、钢丝绳、木材、轮胎、牙轮钻头、破碎机衬板等。

(2) 燃料及动力费。指直接用于生产的各种燃料和动力消耗。包括电能、柴油、汽油等。

(3) 生产工人工资。指支付给生产工人的基本工资和附加工资。后者指各种津贴和保健费用。

(4) 生产工人工资附加费。包括劳动保险、医药卫生、福利等费用。

(5) 车间经费。指在车间范围内发生的、服务于生产过程和与车间管理有关的各项费用。包括：

①维持简单再生产所需的资金（简称维简费）。它是矿山企业持续生产必须进行的路堑掘进（开拓）、生产探矿、设备更新等费用的来源。采用维简费后，生产矿山不再提取折旧费，但设计中的技术方案比较仍采用折旧计算成本。

②维修费。指对固定资产（建筑工程和设备等）的日常维修和保养所需的费用。包括维修工人工资和维修所需材料等费用。

③车间管理费。指车间在组织和管理生产过程中发生的各种管理费用。包括车间管理人员工资、工资附加费、车间办公费、水电费和化验费等。

(6) 企业管理费。指在企业范围内发生的、属于全企业性的管理费和业务费。包括企业管理人员工资、工资附加费、办公费、旅差费、仓库管理费、试验研究费、公用事业费（水、电等）以及与行政设施和企业管理有关的设备折旧与维修费等。

(7) 销售费。指矿产品在销售过程中发生的一切费用。包括运输费、销售人员培训费、广告费、销售装卸设备的维修和保养费等。

(8) 税金和利息。指国家和地方征收的各种税款和贷款利息。

在设计方案比较及其他计算中，常常用到年经营费的概念，年经营费等于生产成本减去折旧费。

## 二、按成本与生产的关系分类

按成本与生产的关系可将生产成本划分为直接成本和间接成本。直接成本是指直接用于生产过程的各项费用。某一时期（如一年）的直接成本总额随产量的变化而变化，且随产量的增加大体上成正比增加，故直接成本又称为可变成本。虽然直接成本的总额随产量变化，但在一定的产量范围内单位产品的直接成本基本上是常数。因此直接成本常常以元/吨产品为单位。

间接成本是不与生产过程直接发生关系、服务于生产过程的各项费用。某一时期内间接成本的总额基本上是常数，故间接成本又称为固定成本。虽然其总额在一定产量范围内基本上不随产量变化，但分摊到单位产品的间接成本随产量的增加而减小。因此间接成本常常以元/年为单位。

上述按成本项目分类的前四项构成了直接成本，后四项构成了间接成本。

# 第二节　矿山生产成本计算

## 一、按成本项目计算

这种计算方法是按成本项目逐项进行计算。

(1) 辅助材料费。依据设计工艺部分提供的各种材料消耗和材料单价计算，计算中应考虑运杂费用（一般为价格的 10% ~ 15%）。

(2) 燃料及动力费。依据设计工艺部分提供的各种燃料及动力消耗及其单价计算。

(3) 生产工人工资。基本工资按工资标准和各工艺流程所需工人数计算；辅助工资一般按基本工资的百分比（20% ~ 30%）计算。合同制工人的工资按合同规定的工资额和工人数计算。

(4) 生产工人工资附加费。一般按生产工人工资的百分比（约 11%）计算。

(5) 车间经费。

①折旧费

固定资产折旧费二固定资产原始价值 X 折旧率/年产量　　（元/t）

折旧率可从有关规定中查得，也可由下式计算：

$$\text{折旧率} = \frac{\text{固定资产原始价值} - \text{残值}}{\text{固定资产原始价值} \times \text{使用年限}}$$

固定资产的大修理费用也属于折旧范畴。大修理费的折旧计算同上，只是原始价值变为大修理费，残值为零。

②维修费。按日常维修和保养所需的各种材料及人工费用计算。

③车间管理费。按管理及服务人员的工资、办公费用等计算。

（6）企业管理费。按企业管理中发生的各项费用计算。

（7）销售费。按产品销售过程中发生的各项费用计算。

（8）税金及利息。税金的计算随国家及地方的税收政策的变化而变化，某一年的所得税一般为：

$$\text{年所得税} = （\text{销售收入} + \text{其他收入} - \text{年经营费} - \text{折旧费}） \times \text{所得税率}$$

式中，其他收入主要是固定资产残值和流动资金回收。

利息依据本金和利率计算，是两者的乘积。

## 二、固定成本与可变成本计算

按成本项目得出各项生产成本后，分别将属于固定成本与可变成本的费用相加，即可得到固定成本与可变成本。这两种成本也可依据总成本与年产量的统计数据求得。

将总成本分为固定成本与可变成本后，总成本与年产量的关系可用一线性方程表示，即

$$C = F + V \cdot Q \tag{7-7-1}$$

式中　C——总成本，元/a；

F——固定成本，元/a；

V——可变成本，元/t；

Q——年产量，t/a。

若已知两年的总成本分别为 $C_1$ 和 $C_2$，产量分别为 $Q_1$ 和 $Q_2$，则

$$V = \frac{C_2 - C_1}{Q_2 - Q_1} \tag{7-7-2}$$

$$F = C_2 - VQ_2 \tag{7-7-3}$$

当拥有多年的产量与成本数据时，再精确的算法是利用最小二乘法：

$$V = \frac{n\sum_{j=1}^{n} Q_j C_j - \left(\sum_{j=1}^{n} Q_j\right)\left(\sum_{j=1}^{n} C_j\right)}{n\sum_{j=1}^{n} Q_j^2 - \left(\sum_{j=1}^{n} Q_j\right)^2} \tag{7-7-4}$$

$$F = J\frac{1}{n}\left(\sum_{j=1}^{n} G_j - V\sum_{j=1}^{n} Q_j\right) \tag{7-7-5}$$

# 第三节　选矿生产成本

选矿生产成本分为固定成本和可变成本。固定成本是与生产量无关的成本，包括现场管理费、保险、通讯、住所和总部办公费用。

可变成本是与产量有关的成本，包括药剂、材料消耗、磨损件、一般维修、供电和供水。

人工费一般被认为是固定成本，但常常包括了可变因素，而管理和行政人员成本是固定的。采矿的人工费往往是可变成本，因为每个人对产量都有一个增量影响。而选矿人工费往往是固定成本，因为如需调整选厂定员，一般需要大幅度调整产量。在评价项目敏感性前，需要仔细研究劳动定员，特别是在产量大幅度变化时期，更是如此。

这一章着重讨论每项生产成本的估算方法。有些作业由于地理位置或工艺而发生的特殊费用在本章中不可能包括。重要的是在计算生产成本过程中，能确定这些费用。总的原则是，在估算生产成本时，应按照逻辑次序研究每个生产工艺单位，以及辅助公用设施（电力、供水、供气、尾矿）、基础设施（住所、办公室、排班室、车间）、其他（保险、税费、总部办公费）和环境控制（监测、复垦）。

检验所估算的生产成本的较好方式是与其他类似实际生产成本或相同性质的历史成本作比较。

## 一、估算条件

生产成本估算需要确定与投资估算相同的工艺流程和设备，有关这些内容见投资估算各章。

### （一）工艺设计指标

工艺指标以选矿试验结果、类似生产经验和工厂环境为基础。基础资料按以下项目分类：

（1）现场生产条件。包括地理位置、气温、蒸发量、降雨量、相对湿度、洪涝、风暴、地震或重大的自然灾害。

（2）工作制度。破碎厂：h/d、d/周、周/a、破碎厂运转率（80%）；磨浮厂：h/d、d/周、周/a、磨浮厂运转率（90%）。破碎厂常常是白班生产，而磨浮厂通常连续生产，至少是5d/周，甚至是7d/周。重要的是采矿破碎要与磨矿生产很好衔接。

（3）产量（t/a）。其中破碎厂（t/d）、磨浮厂（t/d）。

（4）矿石性质。包括给矿品位、密度、破碎后堆密度、水分（%）。

（5）碎矿技术参数。包括原矿给矿粒度（mm）、第二、三段破碎给矿粒度（mm）、碎矿产品粒度（mm）、产量（t/h）。

（6）磨矿技术参数。包括给矿量（t/h）、给矿粒度（mm）、功指数（kW·h/t）、磨

矿产品粒度（mm）。

（7）浮选技术参数。给矿和矿浆流量（$m^3/h$）、药剂消耗（kg/t）。

（8）最终产品。包括干燥和包装要求。

（9）生产用水。用水量（$m^3/h$）、回水率（%）。

## （二）物料平衡

物料平衡一般在设计阶段进行。需要计算物料平衡的内容包括固体（物料）、液体和矿浆流、所需药剂和水量。有一些工艺也需要热平衡。

## （三）定员表

确定人工费的第一步是建立组织机构图及详细的岗位和定员表。定员的确定受矿区位置的影响。交通方便的地区，通常采用 8h 工作制；边远地区采用 12h 工作制可能较好，因为人员从生产现场到最近城市往返需要乘飞机。

一个班的工作时间需考虑超时费和雇员附加费之间的平衡。生产现场如靠近社区，通常选择 8h 工作制，因为其附加费低，超时费和罚款最少。生产现场地处边远地区，通常选择 12h 工作制，因为这是在社区设施投资和超时费及罚款之间综合平衡考虑后，比较经济的方案。选择每班工作时间，重要的是保证政府或工会不会加以限制。

8h 班连续生产，采用典型的四班三运转制定员表，如表 7－7－1。

表 7－7－1　四班三运转制定员表

| 每周岗位 | 每天排班 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 周日 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 |
| 第一周 | | | | | | | |
| 甲 | 早班 | 早班 | | | 中班 | 中班 | 中班 |
| 乙 | 中班 | 中班 | 中班 | 中班 | | | 晚班 |
| 丙 | 晚班 | 晚班 | 晚班 | 晚班 | 晚班 | 晚班 | |
| 丁 | | | 早班 | 早班 | 早班 | 早班 | 早班 |
| 第二周 | | | | | | | |
| 甲 | 中班 | 中班 | 中班 | 中班 | | | |
| 乙 | 晚班 | 晚班 | 晚班 | 晚班 | 晚班 | 晚班 | |
| 丙 | | | 早班 | 早班 | 早班 | 早班 | 早班 |
| 丁 | 早班 | 早班 | | | 中班 | 中班 | 中班 |
| 第三周 | | | | | | | |
| 甲 | 晚班 | 晚班 | 晚班 | 晚班 | 晚班 | 晚班 | |
| 乙 | | | 早班 | 早班 | 早班 | 早班 | 早班 |

| 每周岗位 | 每　天　排　班 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 周日 | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 |
| 丙 | 早班 | 早班 | | | 中班 | 中班 | 中班 |
| 丁 | 中班 | 中班 | 中班 | 中班 | | | 晚班 |
| 第四周 | | | | | | | |
| 甲 | | | 早班 | 早班 | 早班 | 早班 | 早班 |
| 乙 | 早班 | 早班 | | | 中班 | 中班 | 中班 |
| 丙 | 中班 | 中班 | 中班 | 中班 | | | 晚班 |
| 丁 | 晚班 | 晚班 | 晚班 | 晚班 | 晚班 | 晚班 | |

12h 班连续生产，采用典型的三班或四班制定员表，一个人工作 7 个白班，接着 7 个夜班，然后休息 1 ~ 2 周。

上述排班表可以有一些数量变化，以适应当地情况、雇员需要和个人偏爱。在确定定员表时，重要的是考虑雇员情况，即如果确定的休息时间不足，将严重影响生产率和安全性。

间断生产的定员表很简单，但重要的是保证充足的倒休。例如，如果一个岗位工作时间为一个班，每周 7d 工作，则需要一人候补。这可以通过调整该岗位和其他岗位雇员人数来实现。

确定定员表的下一步是建立每班职员的人数和所需的辅助人员。在某种程度上，这些工作将按设计、配置、和自动化程度来确定。

药剂制备、消耗品搬运和储存、供电、供水、供气、尾矿排放、产品装运、质量控制、小修等可以按作业班配备或安排白班职员。如有可能，大多数工作最好分配到班组。当采用 12h 工作制定员表时，这是最实际的。

选矿维修可能与其他部门维修有关，因此选矿成本估算人员需要咨询其他部门的估算人员，以防重复估算或遗漏。

试生产和第一年生产经常需要额外的劳动力和技术援助，这些需要取决于生产规模和生产的复杂性。由于减少人员比增加人员更困难，通常的做法是雇用合同工。

雇用合同工可以节约成本，尤其是减少了行政支出或投资，但应考虑各种情况下合同工的使用比例和适用性。

编制生产定员表，重要的是与现场和公司定员需求相结合，以保证不遗漏岗位，需要注意的是采矿与选矿的范围划分（谁供破碎机矿石），基础设施维修、工资、备件采购、一般财务支出和现场特殊要求诸如环境控制和监测。

### （四）生产计划

至少需要制定 5 年的生产计划。项目的年总成本可以按年、半年或季计，生产第一年通常以月计。尽管处理矿量会随矿石性质如硬度变化而变化，但产量通常取决于原矿

品位。

重金属矿山的典型生产计划如表 7－7－2。

表 7－7－2　典型的铅锌选矿厂生产计划

| 项　　目 | 月　　份 | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 合计 |
| 1. 采出矿石（kt） | | | | | | | | | | | | | |
| 2. 品位：Zn%，Pb% | | | | | | | | | | | | | |
| 3. 入选矿石（kt） | | | | | | | | | | | | | |
| 4. 品位：Zn%，Pb% | | | | | | | | | | | | | |
| 5. 精矿产量 | | | | | | | | | | | | | |
| 5.1　锌精矿（kt） | | | | | | | | | | | | | |
| 5.2　品位：Zn%，Pb% | | | | | | | | | | | | | |
| 5.3　锌回收率，% | | | | | | | | | | | | | |
| 5.4　铅回收率，% | | | | | | | | | | | | | |
| 5.5　铅精矿（kt） | | | | | | | | | | | | | |
| 5.6　品位：Zn%，Pb% | | | | | | | | | | | | | |
| 5.7　铅回收率，% | | | | | | | | | | | | | |
| 5.8　锌回收率，% | | | | | | | | | | | | | |
| 6. 总产量（kt） | | | | | | | | | | | | | |
| 7. 销售精矿量 | | | | | | | | | | | | | |
| 7.1　锌精矿（kt） | | | | | | | | | | | | | |
| 7.2　铅精矿（kt） | | | | | | | | | | | | | |

## 二、直接成本

直接成本是选厂生产期发生的现金成本，可分为：①固定成本，如人工费和与产量无关的其他成本；②可变成本，如药剂费和与产量有关的其他成本。

### （一）固定成本

1. 工资

（1）管理人员。从拟建项目编制的机构表中可以得到人员数。工资资料由公司的人事部或咨询人员提供。工资一般与市场有关，工资标准通常由谈判解决，必须小心使用工资总额。含在工资里的其他费用可能包括一些福利费用，如汽车租赁费、住房补贴、

假日机票补助和边远地区人员家庭的教育津贴。

(2) 工人。从拟建项目编制的机构表中可以得到定员数。一旦确定定员数，并决定工资包含加班费和假日费用，就可以进行人工费估算。在某些情况下可能雇佣临时工以替换生病、休假和其他缺勤者，但要确定补助费用。

2. 人工附加费

人工附加费是除基本工资外需要支付的费用。它占直接工资的比例从 20% 到 40% 不等，主要取决于基础设施的条件。如果为雇员提供住所或需乘坐飞机上下班，则人工附加费较高。

一般的人工附加费包括工人补偿和保险费、退休金、工资税、培训费、雇员津贴、住房和基础设施费用、附加补贴税。

雇员津贴可以包括健康保险、交通车辆、假日旅游、工作服和其他费（电话、会费、借贷等）。

住房和基础设施费用包括住房、维修、供电、供水和污水排放费用，娱乐设施，食品或其他补贴或直接支出，飞进飞出的交通费。

大部分雇员津贴和住房补贴是含附加补贴税的，由于这是与利润无关的直接税，因此被认为是附加费用。

## （二）可变成本

1. 碎矿和磨矿材料消耗

破碎机的衬板和筛网，球磨机的衬板、钢板和钢球，由于磨损而消耗，它们的生产成本很高。这些材料的更换费用一般作为生产成本。运输胶带、溜槽衬板和类似的部件有其合理寿命，或由于撕裂或机械原因而损坏，因此被认为是维修备件或更换件。

钢耗与矿石类型和采用的材质有关。风化矿石钢耗低，而硅化矿石钢耗高。要对矿石全组份进行仔细分析，因为事实上部分软矿石可能含有燧石包裹体或硅化物质，这些物质在有些条件下可能引起大量磨损。衬板和介质的材质选择很重要，锰钢通常用在受冲击并有韧性的部件（如破碎机鄂板），要进行硬化处理，达到合理寿命。

球磨机衬板由韧性合金如铬或钼钢或橡胶制成。钢棒或钢球通常是高硬度铬钢。在湿式回路中（磨矿机）腐蚀比磨损的作用更大，因此在这些场合，较贵的合金使得成本增加。磨损率的估算较困难。矿石磨损指数可以确定大致的磨损率，但是与类似生产比较通常更有意义。其消耗指标（按处理矿量计）如下：

| | |
|---|---|
| 鄂式破碎机衬板 | 30 万 t ~ 200 万 t，一般 80 万 t |
| 旋回破碎机动锥 | 100 万 t ~ 1500 万 t，一般 700 万 t |
| 旋回破碎机固定锥 | 动锥的两倍 |
| 圆锥破碎机动锥 | 30 万 t ~ 200 万 t，与产品粒度有关 |
| 圆锥破碎机固定锥 | 动锥的两倍 |
| 反击式破碎机冲击锥、衬板 | 0.001 ~ 0.1kg/t |

| | |
|---|---|
| 棒磨机衬板 | 0.02～0.1 kg/t，一般 0.04kg/t |
| 棒磨机钢棒 | 0.2～1 kg/t，一般 0.05kg/t |
| 球磨机衬板（钢） | 0.02～0.1kg/t，一般 0.04kg/t |
| 球磨机钢球 | 0.3～1.5 kg/t，一般 0.8kg/t |
| 自磨机或半自磨机衬板(钢) | 0.03～0.15kg/t |
| 自磨机或半自磨机钢球 | 0.1～0.8kg/t |

衬板更换成本来自设备供应商或主要大型铸造厂。钢球和钢棒成本来自铸造厂、合金钢厂或海外供应商。运输成本是重要的组成部分。球磨机衬板根据磨损情况可能部分更换或全部更换。现在广泛采用橡胶衬板，从钢材到橡胶的转变常常由技术和经济两种原因确定。

2. 药剂消耗

必须进行一系列选矿试验以确定矿石性质，这些试验需要相当详细，以使主要药剂的消耗能做成本估算。

重要的是确定消耗的控制参数。大多数药剂消耗与选厂给矿有关，并以每吨给矿的单位消耗表示。药剂消耗还与给矿品位、脉石矿物和产品质量有关。

实际生产药剂消耗通常高于实验室结果，因此通常在试验结果基础上加上一定系数，以使其更接近实际生产。这个系数通常为 1.05～1.3。如果没有其他有效资料，保守的做法是采用 1.2 的系数。

由于工厂给矿多样性和半工业试验控制困难，必须小心对待半工业试验结果。尽管如此，半工业试验的结果还是提供了比较准确的消耗量。

确认药剂消耗最好要与类似处理矿石和出矿品位的生产厂的实际数据做比较。多与一些实际生产指标比较可能更合理。

澳大利亚一矿山炭浆厂 1992 年的药剂成本如下：

(1) 浮选

| | | | |
|---|---|---|---|
| 捕收剂 | 黄药 | 1600 澳元/t | 0.02～0.1 kg/t |
| 起泡剂 | MIBC | 2300 澳元/t | 0.0240.05 kg/t |
| 活化剂 | 硫酸铜 | 1400 澳元/t | 0.1～0.5kg/t |
| PH 控制 | 石灰（78%CaO） | 170 澳元/t | 0.5～5 kg/t |

(2) 金浸出

| | | |
|---|---|---|
| 氰化物 | 1600 澳元/t | 0.3～3kg/t |
| 活性炭 | 2400 澳元/t～4100 澳元/t | |

(3) 浓密

| | | |
|---|---|---|
| 絮凝剂 | 6000 澳元/t | 0.01～0.1 kg/t |

3. 消耗品

所用其他消耗品包括润滑油、安全设备、小工具、水处理药剂等，也应包括在生产

成本中。

4. 维修备件

备件是维持生产所必须的，可能包括溜槽的钢板和衬板、水泵的叶轮和零件、管道及设备配件，而不常用的磨机大齿轮等属重要的长期备件通常投资购买，作为应急处理。

对新项目很难估算维修备件费用，通常取设备购置费的一个比例估算，每年5%是合理的数字。但是如果矿石耐磨或工艺流程有腐蚀性，其比例可能更高，通常为3%～10%。

5. 供电

供电分国家电网或内部发电站两种情况。

电网供电，供电局可提供收费标准。单位电价的变化与供应电压和需求特性有关，峰谷和峰值需求、日供应时间、周供应天数、年供应时间都影响单位电价。连接电网的投资包括在建设投资中，但有时供电局把其作为电价附加费或单位时间的最低费来分摊。供电成本靠生产项目平稳用电和在用电高峰期间减少用电来降低。

内部发电站单位电价的估算可从发电站供应商获得。如果仅仅要求粗略估算供电成本，那么现场发电机很小时，燃料消耗占单位成本的80%，燃油消耗大约是0.27 L/kW·h。

6. 供水

用水由当地市政供应、筑坝存水、截流河水或打井取水。

如果由当地市政供水，他们将提供收费标准。连接市政供水系统的投资，可作为投资内容或作为水价的附加费，也可不按供水量，按单位时间最小费用计算。

如果水源是水库、河流或打井，供水成本与电力消耗、水处理费用有关。

水处理方法包括澄清、脱盐淡化等。

另有一些政府水资源委员会或类似团体可能对使用地表或地下水征收费用。

7. 污水和垃圾排放

如果污水和垃圾排放由当地政府负责，那么可以确认排放费用标准。如果是现场处理和排放，那么排放成本依照污水处理厂商提供的资料和垃圾排放系统的定员及所需设备估算。这些成本通常包括在管理费中。

8. 通讯

通讯包括电话、传真、数据网络和无线电通讯。通讯成本与所用系统和使用频率有关。系统供应商提供包括维修协议在内的系统运行成本资料，网络供应商（常规电信）提供单位费用表。这些费用与系统是否采用卫星、微波、中继站等有关。估算者需要计算使用次数。这些费用计算较难，但与雇员数量、使用者与总部办公室的距离、报告次数和报告类型、采购人员的位置等有关。与污水和垃圾排放成本一样，通讯成本通常包括在管理费中。

# 第四节　选矿成本汇总

选矿厂生产成本估算汇总如表 7－7－3 和表 7－7－4。

表 7－7－3　选矿厂生产成本汇总

| 项　目 | 金　额 | 项　目 | 金　额 |
|---|---|---|---|
| 1. 人工费 | | 2.5 其　它 | |
| 1.1　管理人员 | | 合　计 | |
| 1.2　生产工人 | | 3. 药　剂 | |
| 合　计 | | 3.1　捕收剂 | |
| 2. 材料及供电 | | 3.2　调整剂 | |
| 2.1　磨矿介质 | | 3.3　起泡剂 | |
| 2.2　磨机衬板 | | 3.4　絮凝剂 | |
| 2.3　滤　布 | | 合　计 | |
| 2.4　供　电 | | 4. 维　修 | |
| 4.1　人工费 | | 5.4　总管理费用 | |
| 4.2　备　件 | | 6. 管理费用 | |
| 合　计 | | 6.1　旅差费 | |
| 5.　承包和咨询 | | 6.2　培训费 | |
| 5.1　运　输 | | 6.3　尾矿坝复垦 | |
| 5.2　其他费 | | 6.4　其他费用 | |
| 5.3　冶　金 | | 成本总计 | |

这种综合性工厂成本报表在试生产阶段逐月编制，正常生产后可以按月或按季编制。费用以每个项目的总金额列支和生产每吨矿石计算。对金银以所产每盎司贵金属成本、生产量列支。

表 7－7－4 是单位生产成本表，它与表 7－7－3 的总生产成本应是相等的。附表包括定员和工艺设计指标。

表 7－7－4　典型的选矿厂单位生产成本

| 成本构成 | 月计划 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 实际 | | 计划 | | 变化率 | 年累计 | | 变化率 |
| | 总成本 | 单位成本 | 总成本 | 单位成本 | % | 总成本 | 单位成本 | % |
| 管　理 | | | | | | | | |
| 矿　碎 | | | | | | | | |
| 磨　矿 | | | | | | | | |
| 浮　选 | | | | | | | | |
| 过　滤 | | | | | | | | |
| 精矿装运 | | | | | | | | |
| 尾矿处理 | | | | | | | | |
| 分析化验 | | | | | | | | |
| 选矿试验 | | | | | | | | |
| 安　全 | | | | | | | | |
| 总成本 | | | | | | | | |

# 第八章　黄金矿产资源开发经济评价系统研究

## 第一节　黄金矿产资源开发技术经济指标变化趋势的预测模型

所谓预测，就是根据客观事物的过去和现在的发展规律，借助于科学的方法和先进的技术手段，对其未来的发展趋势和状况进行描述和分析，并形成科学的假设和判断。对于一个未出现的、没有诞生的未来系统，必然是已知信息，又有未知或未确知的信息，且处于连续变化的动态之中。所以说，“预测未来”本质上是个灰色问题。基于灰色动态 GM 模型的预测，称为灰色预测。

灰色预测是以历史数据资料为基础，经过累加生成，用微分法拟合建立灰色动态模型，并用单段函数残差辨识方法进一步提高精度，建立 GM（1，1）动态预测模型进行灰色预测。

### 一、灰色预测模型——GM（1，1）模型的基本原理与方法

对于有 $X_1$，$X_2$，…，$X_n$ 等 n 个变量的数列

$$X^0 = (X^{(0)}_{(1)}, X^{(0)}_{(2)}, \cdots, X^{(0)}_{(n)})$$

对 $X^{(0)}$ 作 1—AGO（一次累加）

$$X^{(1)}_k = \sum_{m=1}^{k} X^{(0)}_{(m)}$$

有

$$\begin{aligned} X^{(1)} &= (X^{(1)}_{(1)}, X^{(1)}_{(2)}, \cdots, X^{(1)}_{(n)}) \\ &= (X^{(0)}_{(1)}, X^{(1)}_{(1)} + X^{(0)}_{(2)}, X^{(1)}_{(2)} + X^{(0)}_{(3)}, \cdots, X^{(1)}_{(n-1)} + X^{(0)}_{(n)}) \end{aligned}$$

由微分方程

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = u$$

得时间响应函数（取 $X^{(1)}_{(0)} = X^{(0)}_{(1)}$）

$$X^{(1)}_{(k+1)} = (X^{(0)}_{(1)} - \frac{u}{a}) \cdot e^{-ak} + \frac{u}{a} \qquad (7-8-1)$$

式中，u、$a$ 可通过下式求得

$$\hat{a} = \begin{bmatrix} u \\ a \end{bmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y_N$$

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}(X^{(1)}_{(1)} + X^{(1)}_{(2)}) & 1 \\ -\frac{1}{2}(X^{(1)}_{(2)} + X^{(1)}_{(3)}) & 1 \\ \square & \\ -\frac{1}{2}(X^{(1)}_{(n-1)} + X^{(1)}_{(n)}) & 1 \end{bmatrix}$$

$$y_N = [X^{(0)}_{(2)}, X^{(0)}_{(3)}, \cdots, X^{(0)}_{(n)}]^T \quad (N = 1)$$

对（7－8－1）式两边求导，得

$$\hat{x}^{(0)}_{(k+1)} = (-a) \cdot (X^{(0)}_{(1)} - \frac{u}{a}) \cdot e^{ak} \qquad (7-8-2)$$

公式 5－8－2 即为 GM（1，1）预测模型。

## 二、应用

表 7－8－1 列出了江西省 1990—1995 年各年黄金产量、矿石综合成本、矿石入选品位的统计资料。

表 7－8－1　江西省 1990—1995 年各年黄金产量、矿石综合成本、矿石入选品位统计表

| 项目 \ 年份（年） | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 黄金产量 D（kg） | 2 391 | 2 449 | 2 762 | 2 926 | 3 740 | 3 884 |
| 矿石综合成本 S（元/吨） | 142 | 141 | 173 | 170 | 254 | 276 |
| 品位 C（$10^{-6}$） | 4.81 | 4.73 | 6.43 | 5.54 | 5.02 | 3.81 |

依据公式（7－8－1）、（7－8－2），可得到如下预测模型：

黄金产量 D 预测模型为：

$$\hat{D}^{(0)}_{(k+1)} = (-a) \cdot (D^{(0)}_{(1)} - \frac{u}{a}) \cdot e^{-ak} \qquad (7-8-3)$$

其中：$u = 1\ 940$

$a = -0.123\ 2$

$D^{(0)}_{(1)} = 2\ 391$

矿石综合成本 S 预测模型为：

$$\hat{S}^{(0)}_{(k+1)} = (-a) \cdot (S^{(0)}_{(1)} - \frac{u}{a}) \cdot e^{-ak} \qquad (7-8-4)$$

其中：$u = 100$

$a = -0.171\ 6$

$S_{\{1\}}^{\{0\}} = 142$

矿石入选品位 C 预测模型为：

$$\hat{C}_{(k+1)}^{(0)} = (-a) \cdot \left(C_{\{1\}}^{\{0\}} - \frac{u}{a}\right) \cdot e^{-ak} \qquad (7-8-5)$$

其中：$u = 6.15$

$a = 0.057$

$C_{\{1\}}^{\{0\}} = 4.81$

依据公式（7－8－3）、（7－8－4）、（7－8－5），可得表 7－8－2 所示的 1998—2000 年江西省黄金产量、矿石综合成本、矿石入选品位的预测值。

表 7－8－2　1998—2000 年江西省黄金产量、矿石综合成本、矿石入选品位预测表

| 项目 \ 年份（年） | 1998 | 1999 | 2000 |
|---|---|---|---|
| 黄金产量（kg） | 4 137 | 4 679 | 5 293 |
| 矿石综合成本（元/吨） | 295 | 350 | 415 |
| 品位（$10^{-6}$） | 4.42 | 4.17 | 3.95 |

由表 7－8－2 可知，未来几年内，江西省黄金产量逐年增加，至 2000 年，黄金产量将达 5 293kg。矿石综合成本逐年上升，至 2000 年，矿石综合成本将达到 415 元/吨。矿石入选品位逐年下降，至 2000 年，矿石入选品位将只有 $3.95 \times 10^{-6}$。

## 三、结论

（1）未来几年内，江西省黄金产量将逐年提高，矿石综合成本也逐年上升，而矿石入选品位将逐年下降。因此，为保持江西省黄金产量逐年增长，在矿石入选品位下降的情况下，必须扩大矿石的开采规模，在未来几年内，矿石综合成本将逐年上升，矿山开发的经济效益将呈下降趋势。

（2）近几年来，灰色预测方法已在很多领域中得到应用，并取得了较好的效果，引起了越来越多的关注和探索。与一般预测方法相比，灰色预测具有如下特点：①灰色预测需要数据量较少；②灰色预测方法计算简单；③一般情况下，灰色预测不需要太多的关联因素；④灰色预测精度较高，比其他方法模型计算误差小。

# 第二节　黄金矿产资源开发综合经济效益评价模型

在进行黄金矿产资源开发经济效益的综合评价时，往往要考虑多个经济指标，这样才能较全面地反映其经济效益。这里尝试性运用灰色系统理论中的灰色聚类评估模型，对江西省金山金矿、洋鸡山金矿、留龙金矿、虎墟金矿四矿山综合经济效益进行评估。

## 一、灰色聚类评估模型方法

灰色聚类是将聚类对象对于不同聚类指标所拥有的白化数，按几个灰类进行归纳，以判断该聚类对象属于哪一类。其一般步骤如下：

### （一）确定聚类对象和聚类指标

聚类对象记为：$i\in\{\text{Ⅰ},\text{Ⅱ},\cdots\}$；聚类指标记为：$k\in\{1^*,2^*,\cdots,n^*\}$；给出不同聚类对象不同聚类指标的白化数 $d_{ik}$，构成样本矩阵

$$D=[d_{ik}]$$

当各个灰类的白化值在数量上相差太悬殊时，应先作无量纲化处理。

### （二）确定灰类及白化函数 $f_{kj}(x)$

一般取“高”、“中”、“低”三种灰类进行分析，记为：$j\in\{1,2,3\}$。三种灰类的白化函数如图 7－8－1 所示。

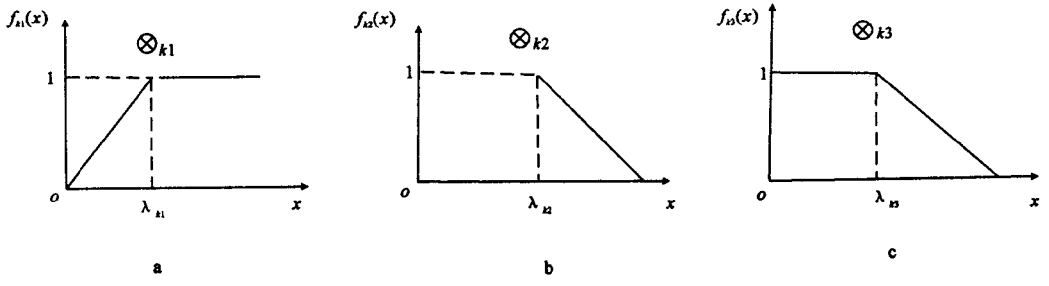



图 7－8－1　三种灰类的白化函数曲线

$f_{kj}(d_{ik})$ 为第 i 个聚类对象的第 k 个指标属于第 j 个灰类时的白化函数值。

### （三）求标定聚类权 $\eta_{kj}$

$$\eta_{kj} = \frac{\lambda_{kj}}{\sum_{i=1}^{n^*} \lambda_{ij}}$$

### （四）求聚类系数 $\sigma_{ij}$

$$\sigma_{ij} = \sum_{k=1}^{n^*} f_{kj}(d_{ik}) \cdot \eta_{kj}$$

$\sigma_{ij}$为第 i 个聚类对象第 j 个灰类的聚类系数。

### （五）构造聚类矩阵

$$\sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} \\ \square & & \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \sigma_{n3} \end{bmatrix}$$

### （六）聚类

对于任意 i，若 $\sigma_{ij}^* = \max\{\sigma_{ij}, j = 1, 2, 3\}$，则说明第 i 个聚类对象属于第 j 个灰类。

## 二、江西省黄金矿山综合经济效益的灰色聚类评估

### （一）确定聚类对象及指标

选取江西省四个黄金矿山（分别为洋鸡山金矿、虎墟金矿、金山金矿、留龙金矿）作为聚类对象，记为：$i \in \{\text{Ⅰ Ⅱ Ⅲ Ⅳ}\}$，以固定资产利税、资金利用率、人均利税率、固定资产产值和劳动生产率作为聚类指标，记为：$j \in \{1, 2, \cdots, 5\}$，各聚类对象对应于各聚类指标所拥有的白化数如表 7－8－3 所示。

表 7－8－3　江西省四个黄金矿山 19×× 年经济效益指标统计表

| 项　目 | 单　位 | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅳ |
|---|---|---|---|---|---|
| 固定资产利税 | 万元/万元 | 0.243 6 | 0.218 8 | 0.037 2 | 0.047 2 |
| 资金利用率 | % | 18.00 | 12.36 | 1.97 | 1.61 |

| 项　目 | 单　位 | Ⅰ | Ⅱ | Ⅲ | Ⅳ |
|---|---|---|---|---|---|
| 人均利税率 | 万元/人 | 0.316 4 | 0.351 8 | 0.097 6 | 0.236 0 |
| 固定资产产值 | 万元/人 | 1.177 7 | 0.815 0 | 0.639 4 | 0.325 6 |
| 劳动生产率 | 万元/人 | 2.79 | 3.19 | 2.1 | 1.76 |

＊资料来源：见江西黄金工业概况编委会，江西黄金工业概况（评审稿）（1996.7）。

将表 7－8－1 中数据进行归一化处理并转置得：

$$D=\begin{bmatrix}1.000\,0 & 1.000\,0 & 0.899\,4 & 1.000\,0 & 0.874\,6\\ 0.898\,2 & 0.686\,7 & 1.000\,0 & 0.692\,0 & 1.000\,0\\ 0.152\,7 & 0.109\,4 & 0.277\,4 & 0.542\,9 & 0.630\,1\\ 0.193\,8 & 0.089\,4 & 0.670\,8 & 0.276\,5 & 0.551\,7\end{bmatrix}$$

## （二）定义灰类白化灰数

我们选取“高”、“中”、“低”三种灰类进行分析，记为：$j\in\{1,2,3\}$。

定义 $f_{kj}$ 为 k 指标 j 灰类的白化函数。

各聚类指标高效益的灰数为：

$$\otimes_{k1}\in(0.9,\infty)$$

这表示对所有的聚类指标来说，效益在 0.9 以上的即为高效益。

各聚类指标中效益的灰数为：

$$\otimes_{k2}\in(0.6-\varepsilon,0.6+\varepsilon)$$

即聚类指标在 0.6 左右为中等效益。

各聚类指标低效益的灰数为：

$$\otimes_{k3}\in(-\infty,0.3)$$

即聚类指标在 0.3 以下为低效益。

按上述标准，可绘出图 7－8－2 所示的白化函数。

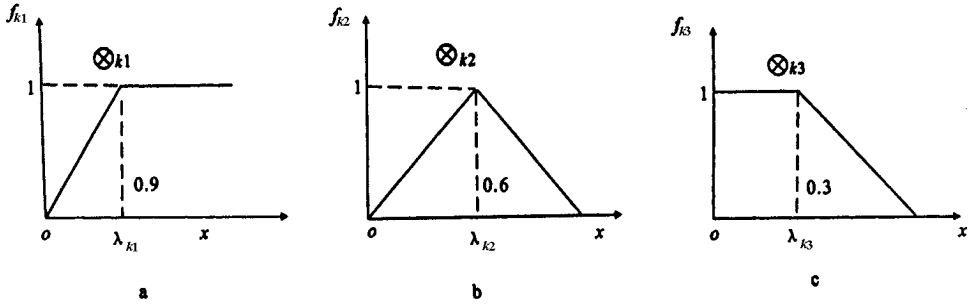



图 7－8－2　三种灰类的白化函数曲线

## （三）求标定聚类权

**第 k 种指标对于第 j 个灰类效益的权为 $\eta_{kj}$，**

$$\eta_{kj} = \frac{\lambda_{kj}}{\sum_{i=1}^{n^*} \lambda_{ij}} = \frac{\lambda_{kj}}{\sum_{i=1}^{5} \lambda_{ij}}$$

**当 k = 1，j = 1 时，**

$$\eta_{11} = \frac{\lambda_{11}}{\sum_{i=1}^{5} \lambda_{i1}} = \frac{0.9}{0.9+0.9+0.9+0.9+0.9} = \frac{1}{5}$$

**同理，可以求得**

$$\eta_{21} = \eta_{31} = \eta_{41} = \eta_{51} = \frac{1}{5}$$

$$\eta_{12} = \eta_{22} = \eta_{32} = \eta_{42} = \eta_{52} = \frac{1}{5}$$

$$\eta_{13} = \eta_{23} = \eta_{33} = \eta_{43} = \eta_{53} = \frac{1}{5}$$

## （四）求聚类系数

**第 i 个聚类对象对第 j 个灰类的聚类系数为 $\sigma_{ij}$，**

$$\sigma_{ij}, = \sum_{k=1^*}^{5^*} f_{kj}\ (d_{ik}) \cdot \eta_{kj}$$

**当 i = 1，j = 1 时**

$$\begin{aligned}\sigma_{11} &= \sum_{k=1^*}^{5^*} f_{k1}\ (d_{1k} \cdot \eta_{k1}) \\ &= f_{11}\ (d_{11}) \cdot \eta_{11} + f_{21}\ (d_{12}) \cdot \eta_{21} + f_{31}\ (d_{13}) \cdot \eta_{31} \\ &\quad + f_{41}\ (d_{14}) \cdot \eta_{41} + f_{51}\ (d_{15}) \cdot \eta_{51} \\ &= 1.000\ 0 \cdot \frac{1}{5} + 1.000\ 0 \cdot \frac{1}{5} + 0.999\ 3 \cdot \frac{1}{5} \\ &\quad + 1.000\ 0 \cdot \frac{1}{5} + 0.971\ 8 \cdot \frac{1}{5} \\ &= 0.994\ 2\end{aligned}$$

**同理，可求得**

$$\sigma_{12} = 0.408\ 7$$

$$\sigma_{13} = 0.064\ 6$$

## （五）构造聚类行向量

**对于第Ⅰ矿山，聚类行向量记为 $\sigma_1$**

$$\sigma_1 = (\sigma_{11}, \sigma_{12}, \sigma_{13})$$
$$= (0.994\ 2, 0.408\ 7, 0.064\ 6)$$

仿此可得

$$\sigma_2 = (\sigma_{21}, \sigma_{22}, \sigma_{23})$$
$$= (0.950\ 4, 0.287\ 2, 0.482\ 1)$$
$$\sigma_3 = (\sigma_{31}, \sigma_{32}, \sigma_{33})$$
$$= (0.342\ 5, 0.570\ 8, 0.836\ 3)$$
$$\sigma_4 = (\sigma_{41}, \sigma_{42}, \sigma_{43})$$
$$= (0.396\ 0, 0.594\ 0, 0.822\ 1)$$

故有

$$\sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \sigma_3 \\ \sigma_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \sigma_{23} \\ \sigma_{31} & \sigma_{32} & \sigma_{33} \\ \sigma_{41} & \sigma_{42} & \sigma_{43} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0.994\ 2 & 0.408\ 7 & 0.064\ 6 \\ 0.950\ 4 & 0.287\ 2 & 0.482\ 1 \\ 0.342\ 5 & 0.570\ 8 & 0.836\ 3 \\ 0.396\ 0 & 0.594\ 0 & 0.822\ 1 \end{bmatrix}$$

由此可构造各矿山效益类表，见表 7－8－4。

表 7－8－4　各矿山效益类表

| 灰类 / 聚类对象 | 灰类 1“高” | 灰类 2“中” | 灰类 3“低” |
|---|---|---|---|
| Ⅰ矿山 | 0.994 2 | 0.408 7 | 0.064 6 |
| Ⅱ矿山 | 0.950 4 | 0.287 2 | 0.482 1 |
| Ⅲ矿山 | 0.342 5 | 0.570 8 | 0.836 3 |
| Ⅳ矿山 | 0.396 0 | 0.594 0 | 0.822 1 |

6. 聚类

对于任意 i，若 $\sigma_{ij}^{*} = \max \{\sigma_{ij}, j = 1, 2, 3\}$，这说明第 i 个聚类对象属于第 j 个灰类。

由表 7－8－4 可知

$\sigma_{1j}^{*} = \sigma_{11} = 0.994\ 2$，表明第Ⅰ个矿山属于 1 类，即高效益类。

$\sigma_{2j}^{*} = \sigma_{21} = 0.950\ 4$，表明第Ⅱ个矿山属于 1 类，即高效益类。

$\sigma_{3j}^{*} = \sigma_{33} = 0.836\ 3$，表明第Ⅲ个矿山属于 3 类，即低效益类。

$\sigma_{4j}^{*} = \sigma_{43} = 0.822\ 1$，表明第Ⅳ个矿山属于 3 类，即低效益类。

总之，高效益的矿山有Ⅰ、Ⅱ，低效益的矿山有Ⅲ、Ⅳ。

## 三、结论

（1）灰色聚类评估模型可以同时对多个对象、多个目标作出合理的综合评判，具有较强的综合评判能力。

（2）用灰色聚类评估模型对江西省黄金矿山综合经济效益的评估结果表明：四个矿山中有二个属于灰类 1，即高效益类；二个属于灰类 3，即低效益类。表 5－8－1 中的各项指标可以反映这一步，由此可见，评价结果与实现情况基本一致，评估方法是可行的。

（3）对江西省黄金矿山的经济效益进行综合评价，便于企业进行效益的正确比较与排序，有利于促进企业经济效益的提高。

# 第三节　黄金矿产资源开发经济效益影响因素的灰色关联分析模型

黄金矿山经济效益受多种因素制约。这些制约因素有主次之分，哪些是最重要的因素、哪些是较重要的因素呢？哪些是明显的、哪些是潜在的呢？过去对因素分析常用的方法是统计法（如回归分析法），往往要求数据量大，而且还要求数据的分布要典型，结果有时还会出现反常现象。这里运用灰色系统理论中的灰色关联度分析方法，对影响黄金矿山经济效益的几个因素进行分析，找出影响黄金矿山利润的最重要的因素和较重要的因素，为黄金生产经营管理工作者进行科学决策、提高黄金矿山的经济效益提供参考意见。

## 一、灰色关联度分析方法与步骤

灰色系统理论提出了灰色关联度的概念，它是指系统中两个因素关联性大小的量度，关联度的大小直接反映系统中的各因素对目标值的影响程度。运用灰色关联分析法进行因素分析的一般步骤为：

### （一）建立参考数列和比较数列

参考数列记为：

$$x_0(k) \quad k = 1, 2, \cdots, n$$

比较数列记为：

$$x_i(k) \quad i = 1, 2, \cdots, m$$

### （二）对各数列进行初值化处理

$$x_j(k) = \frac{x_j(k)}{\max\limits_k x_j(k)} \tag{7-8-6}$$

其中：$j = 0, 1, 2, \cdots, m$

### （三）求关联系数

$$\xi_i(k) = \frac{\min\limits_i \min\limits_k |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \cdot \max\limits_i \max\limits_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \cdot \max\limits_i \max\limits_k |x_0(k) - x_i(k)|} \tag{7-8-7}$$

式中：$\rho$ 为分辨系数，一般取 0.5。

$\xi_i(k)$ 为比较数列 $x_i$ 的第 k 个元素与参考数列 $x_0$ 的第 k 个元素之间的关联系数。

### （四）求解关联度

$$\gamma_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N} \xi_i(k) \tag{7-8-8}$$

$\gamma_i$ 为比较数列 $x_i$ 与参考数列 $x_0$ 的关联度。

### （五）排关联序

就是依据关联度 $\gamma_i$ 排出各因素对目标值的影响大小顺序。

## 二、应用结果及分析

根据公式

$$P = \left[ Z \cdot \frac{C \cdot k_{ds} \cdot (1 - k_f)}{C_s \cdot 1\,000} - S \right] \cdot D \tag{7-8-9}$$

式中：P 为年利润（万元）；Z 为黄金价格（万元/千克）；C 为矿石品位（$10^{-6}$）；$k_{ds}$，为矿石选冶总回收率（%）；$k_f$ 为采矿贫化率（%）；$C_s$ 为冶炼产品的金属含量（%）；S 为单位矿石成本（元/吨）；D 为矿石生产规模（万吨/年）。

上述七个因素不同程度地制约着黄金矿山的年利润。为了提高黄金矿山的年利润，这里以江西省洋鸡山金矿、金山金矿、虎墟金矿、留龙金矿四个矿山的生产统计资料为基本数据，运用灰色关联分析方法对影响黄金矿山年利润的几个因素进行分析。

### （一）建立参考数列与比较数列

由公式（7-8-9）可知，影响黄金矿山年利润的因素有七个，其中，黄金价格为国家计划性价格，受国家经济政治制约，黄金冶炼产品的金属含量通常都接近 100%，故均作为常量不予考虑。这样，影响黄金矿山年利润的因素主要有矿石品位、选冶总回收率、采矿贫化率、单位矿石成本和矿山生产规模等五个因素。表 5-8-2 为江西省四个黄金矿山 19××年生产统计资料，我们选取年利润数据列为参考数列，记为：

$$x_0(k) = \{x_0(1), x_0(2), x_0(3), x_0(4)\} = \{257, 366, 155, 146\}$$

**表 7－8－5　江西省四个黄金矿山 19×× 年生产统计资料**

| 因素 / 矿山编号 | 年利润（万元） $x_0$ | 矿石品位（$10^{-6}$） $x_1$ | 选冶总回收率（%） $x_2$ | 采矿贫化率（%） $x_3$ | 单位矿石成本（元/吨） $x_4$ | 生产规模（吨/日） $x_5$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 257 | 4.46 | 58.03 | 10.10 | 3.48 | 250 |
| 2 | 366 | 2.87 | 90.98 | 8.0 | 242 | 200 |
| 3 | 165 | 4.95 | 69.72 | 13.47 | 316 | 100 |
| 4 | 146 | 3.14 | 80.46 | 14.83 | 226 | 70 |

**各影响因素数据列为比较数列，记为：**

$$x_1(k) = \{x_1(1), x_1(2), x_1(3), x_1(4)\} = \{4.46, 2.87, 4.95, 3.14\}$$

$$x_2(k) = \{x_2(1), x_2(2), x_2(3), x_2(4)\} = \{58.03, 90.98, 69.72, 80.46\}$$

□

$$x_5(k) = \{x_5(1), x_5(2), x_5(3), x_5(4)\} = \{250, 200, 100, 70\}$$

## （二）对各数列进行初值化处理

**依据公式（7－8－6），将表 7－8－5 中各数据列进行初值化处理，结果见表 7－8－6。**

**表 7－8－6　各数据列进行初值化处理表**

| 因素 / 矿山编号 | $x_0$ | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $x_4$ | $x_5$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.70 | 0.90 | 0.64 | 0.68 | 1.00 | 1.00 |
| 2 | 1.00 | 0.58 | 1.00 | 0.54 | 0.70 | 0.80 |
| 3 | 0.45 | 1.00 | 0.77 | 0.91 | 0.91 | 0.40 |
| 4 | 0.40 | 0.63 | 0.88 | 1.00 | 0.65 | 0.28 |

## （三）求差序列

由表 7－8－6 求差序列，$\Delta_{i(k)} = |x_{0(k)} - x_{i(k)}|$，则可得到表 7－8－7。

表 7－8－7　求差序列表

| $\Delta_{i(k)}$ \ $k$ | 1 | 2 | 3 | 4 | $\min\limits_{k}$ | $\max\limits_{k}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\Delta_1 = \lvert x_{0(k)} - x_{1(k)} \rvert$ | 0.20 | 0.42 | 0.55 | 0.43 | 0.20 | 0.55 |
| $\Delta_2 = \lvert x_{0(k)} - x_{2(k)} \rvert$ | 0.06 | 0 | 0.32 | 0.48 | 0 | 0.48 |
| $\Delta_3 = \lvert x_{0(k)} - x_{3(k)} \rvert$ | 0.02 | 0.46 | 0.46 | 0.60 | 0.02 | 0.60 |
| $\Delta_4 = \lvert x_{0(k)} - x_{4(k)} \rvert$ | 0.30 | 0.30 | 0.46 | 0.25 | 0.25 | 0.46 |
| $\Delta_5 = \lvert x_{0(k)} - x_{5(k)} \rvert$ | 0.30 | 0.20 | 0.05 | 0.12 | 0.05 | 0.30 |
| | | | | | 0 | 0.60 |
| | | | | | $\min\limits_{i}\min\limits_{k}$ | $\max\limits_{i}\max\limits_{k}$ |

## （四）计算关联系数 $\xi_i(k)$ 与关联度 $\gamma_i$

依据公式（7－8－3）、（7－8－4），经微机处理，可得到表 7－8－8。

表 7－8－8　关联度及关联系数表

| $\xi_i(k)$ \ $k$ | 1 | 2 | 3 | 4 | $\gamma_i$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $\xi_1(k)$ | 0.60 | 0.42 | 0.35 | 0.41 | 0.45 |
| $\xi_2(k)$ | 0.98 | 1.00 | 0.48 | 0.38 | 0.71 |
| $\xi_3(k)$ | 0.99 | 0.39 | 0.39 | 0.33 | 0.53 |
| $\xi_4(k)$ | 0.50 | 0.50 | 0.39 | 0.55 | 0.49 |
| $\xi_5(k)$ | 0.50 | 0.60 | 0.98 | 0.71 | 0.70 |

## （五）排序

依据表 7－8－8 中关联度 $\gamma_i$ 的大小进行排序，便有

$$\gamma_2 > \gamma_5 > \gamma_3 > \gamma_4 > \gamma_1$$

即

矿石选冶总回收率 > 矿山生产规模 > 采矿贫化率 > 单位矿石成本 > 矿石品位。

## （六）结果分析

（1）矿石选冶总回收率、矿山生产规模是影响黄金矿山年利润的最重要因素

矿石选冶总回收率、矿山生产规模受国民经济的需求、矿床储量的大小及其远景、矿床开采加工条件、基本建设投资以及目前的生产加工技术水平等多种因素的制约。其中矿床储量的大小及其远景是制约矿山生产规模的最重要的因素，一般情况下，矿山生产规模应与矿床储量相适应。矿石选冶总回收率与矿石质量特征、金的赋存状况及其采用的选冶工艺流程有关。就黄金矿床而言，我国黄金矿产为国家急需矿种，大力加强黄金矿产资源的开发，采用先进的选冶工艺流程，提高黄金矿产资源的利用率，对满足国民经济对黄金矿产的需求，缓解国内黄金矿产资源供需不平衡状态具有十分重要的意义。因此，我国黄金矿床在储量许可及技术经济条件许可的条件下，扩大矿山生产规模，提高矿山选冶总回收率，既能提高矿山的经济效益，又能满足国民经济建设的需要。

（2）采矿贫化率是影响矿山年利润的重要因素

采矿贫化率的大小直接影响着矿山年产金属量的多少，从而影响矿山年利润的大小。在矿床地质条件既定的情况下（即矿床的矿石品位一定时）降低采矿贫化率是提高矿山年利润的有效途径。

（3）单位矿石成本和矿石品位是影响矿山年利润的较重要因素

单位矿石成本直接影响矿山年成本的大小，进而影响矿山年利润的大小；矿石品位直接影响矿山年产金属量的多少，从而影响矿山年利润的大小。因此，在矿山生产规模既定的情况下，降低单位矿石成本也是提高矿山年利润的有效途径。

# 第八篇　矿产开采投资经济评价与矿产资源综合利用的经济评价

# 第一章　矿业投资决策

矿业投资决策包括矿业项目技术经济评价和投资项目融资等主要内容。矿业项目的技术经济评价是指根据矿床或者矿山的已知信息，从技术、经济和社会包括法律、政策、生态环境等方面，评定该矿床的勘探与开发利用或者矿山的生产经营的经济价值。矿业投资项目融资则是指项目投资的资金构成、来源以及偿还方式的分析与确定。

## 第一节　矿业投资特点

矿业投资是指以一定的资金或者实物直接或者间接地从事矿产资源开发并预期未来获得利益的行为。

按照投资主体的性质，可以分为政府投资与厂商投资两大类。政府的矿业投资是国家或者地方政府基于对未来特定时期内，世界、国家或者地区范围内的矿产资源赋存、开发以及利用状况的分析与预测，为实施政府的矿业政策目标与国民经济或者地方经济发展计划，进而获得社会经济效益而进行的矿业投资。厂商的矿业投资则指厂商特别是矿业生产者，基于政府矿业政策和自身的长远发展规划，为维持其市场份额或者扩大再生产，进而获得微观经济效益而进行的矿业投资。

矿业投资环境与其他工业投资环境相比，有着显著的特点。第一，矿产供求关系的特点决定了矿产价格的波动性强。矿产在低价时，供给弹性大；而在高价时，供给弹性小。这是因为矿业的新增生产能力形成周期长。另一方面，矿产的需求弹性小，这是因为矿产的替代性差。但是，矿业作为基础产业，其产品的需求多为中间需求，受国民经济活动水平的影响较大。所以，当经济繁荣时，矿产需求量大，矿产价格高；而当经济萧条时，矿产需求量小，价格低。

第二，矿产资源为不可再生资源。矿产开发的经济效益，是在资源即矿体的不断消耗过程中实现的。为此，矿业税收政策通常对此有特别规定。矿产资源的有限性，还意味着矿床勘探是矿业生产的重要组成部分，必须持续不断地进行。

第三，矿业是资本密集型产业，而且矿业投资时滞长，投资的经济效果受市场价格变动和通货膨胀水平的影响大。此外，矿业生产对象即矿体的属性复杂多变，不确定性强。因此，矿业投资的市场与技术风险高。

第四，矿产资源开发常常对生态环境，包括空气、水体、土质、植被、地形地貌和自然景观等造成不同程度的污染或者破坏，具有较强的外部不经济效应。因此，矿业生

产外部成本高。

第五，矿床勘探是矿床地质信息不断完备的过程，是矿业生产中的经常性活动，其费用是矿产成本的主要组成部分。另外，矿业生产活动多在山区和边远地区进行，工业基础设施条件特别是交通运输条件差。因此，矿业生产的交易费用诸如信息、运输、购销等方面的费用较高。

最后，金属矿产大多数可以废旧利用。因此，矿产存在较大的二次市场。工业化程度越高，矿产废旧利用占矿产供给的比例越大。

## 第二节 矿业项目经济评价方法

矿业项目的经济评价是指矿床或者矿山的货币价值的评估，以便进行矿床或者矿山的买卖、经营课税、资金筹措等经济活动。

矿业项目经济评价是一个反复的迭代过程。在此过程中，需要确定矿床储量、边界品位、生产成本和生产规模等关键技术经济参数。这些参数相互作用，共同影响投资决策。譬如，储量是影响生产规模的重要因素，而生产规模因其规模经济效应对生产成本又有影响，生产成本又制约边界品位，进而边界品位决定矿床储量。因此，在矿床或者矿山经济评价过程中，须反复分析这些参数对项目投资效果的影响，才能做出正确的投资决策。

矿业项目经济评价的主要方法包括成本法、市场法和收益法等。其中，收益法是矿业项目经济评价的普遍适用方法，它通过逐年计算所考察矿床或者矿山的净收益并将其折现而求得矿床或者矿山的价值。

### 一、收益法基础

收益法的基础是投资与成本的估算、市场及价格的预测、现金流分析、成本——效益分析和风险分析。

#### （一）投资与成本估算

矿业开发项目的投资与经营成本的估算需以地质、采矿、矿物加工等方面诸因素的技术评价为基础。估算方法及精度因估算的目的不同而异。譬如，概略估算方法一般适用于项目的可行性研究，其误差可以高达 20% ~ 40%；而详细估算方法则一般适用于项目的工程承包等方面，其误差可以小至 3% ~ 5%。项目投资与经营成本估算的主要方法包括如下三大类。

1. 参数法

参数法是一种概略估算方法，它通过确立投资或者成本与其主要影响因素间的函数关系来估算投资或者成本。

O'Hara 将矿业项目投资和经营成本与矿床开采方式、矿山生产能力、开拓运输方

式等主要变量联系起来；美国内务部矿山局曾采用参数法估算非燃料矿山采选系统的项目投资与经营成本，以评估某些矿产资源开发的经济性，特别是分析导致这些矿产资源开发的最低市场价格。

美国能源部能源信息局也曾采用参数法估算煤矿开发项目的投资与经营成本，以建立全国煤炭长期供给模型，考虑的主要参数有煤层厚度、赋存深度和矿山生产能力。

在我国，通常所说的单位指标法，亦称扩大指标法（包括单位生产能力法和单位产品成本法）和投资估算的生产规模指数法，也属于参数法的范畴，它们皆将项目投资看作是项目生产能力或者经营成本看作是单位产品成本的函数。

具体地说，单位生产能力法认为项目投资额与生产能力在一定范围内成线性关系，即

$$I = I_u Q + I_f$$

式中　I——拟建设项目的投资额；

$I_u$——项目的单位生产能力投资额，根据矿床地质条件、矿山生产规模范围、基础设施条件、采选生产工艺以及技术装备水平等方面相类似的项目确定，还可以通过实际投资资料的统计分析来确定；

$I_f$——不随生产能力而变化的固定投资额，其确定方法与 $I_u$ 的确定方法相同；

Q——拟建设项目的设计生产能力。

与此相似，单位产品成本法则认为项目经营成本与单位产品成本在一定范围内成线性关系。

生产规模指数法亦称为 0.6 指数法，它将项目投资看作是生产能力的幂函数，即

$$I = I_o (Q/Q_o)^n$$

式中　I——拟建设项目的投资额；

$I_o$——已知同类项目的投资额；

Q——拟投资项目的设计生产能力；

$Q_o$——已知同类项目的设计生产能力；

n——投资项目能力指数。当项目的设备功效对生产能力的影响较大时，n 取值为 0.6～0.7；而当项目的设备数量对生产能力的影响较大时，n 取值则为 0.8～1.0。

对于矿业项目而言，工业基础设施的建设投资占总投资的比重较大，而这部分投资量与生产能力关系甚小。因此，生产规模指数法在矿业项目投资估算中应用范围很有限。

2. 系数法

系数法也可以看作是一种概略估算方法，但其估算精度一般比参数法的估算精度高。

系数法将投资或者成本分为若干组成部分。首先，根据设备或者材料的数量与价格，计算相应的投资或者费用；再以此为基础，通过分析同类项目投资或者同类产品成本而确定有关系数；最后，利用这些系数估算有关部分的投资或者费用。通常所说的分

项类比法即属于系数法范畴。

具体地说，对于项目投资估算，常分为设备投资、建筑投资和其他投资（包括土地购置、居民迁移、工程设计、施工管理、人员培训等方面的投资）。首先，根据拟采用设备的种类、数量、价格以及运输安装等因素，计算设备投资；然后，利用从已知同类项目获得的系数，计算建筑投资和其他投资；最后，求三者之和。即

$$I = (I_m + I_b + I_r)(1 + K)$$

式中 $I$——项目的固定资产投资额；

$I_m$——设备投资额，由

$$\sum_{i=1}^{n} [Q_i P_i (K_i + 1)]$$

计算，其中 $Q_i$为第 i 种设备的数量，$P_i$为第 i 种设备的价格，$K_i$为已知同类项目第 i 种设备的运输安装费用系数，n 为设备的种数；

$I_b$——建筑物投资额，由 $K_b I_m$计算，其中 $K_b$为已知同类项目的建筑物投资占设备投资的比例系数；

$I_r$——其他投资，由 $K_r I_m$计算，其中 $K_r$为已知同类项目的其他投资占设备投资的比例系数；

$K$——应急费用系数，可以在 0.10～0.15 之间取值。

对于经营成本估算，常分为材料费和加工费等两个部分。前者包括原材料、燃料和动力费，后者包括工人工资及附加费、车间经费和企业管理费等。估算成本时，首先根据材料种类、数量和单价，计算材料费用；然后，利用从已知同类产品获得的系数计算加工费用；最后，求两者之和。即

$$C = C_m (1 + K_f)$$

式中 $C$——经营成本的估算值；

$C_m$——材料费用的估算值，由

$$\sum_{i=1}^{n} Q_i P_i$$

计算，其中 $Q_i$为第 i 种材料的数量，$P_i$为第 i 种材料的单价；

$K_f$——从已知同类产品获得的加工费占材料费的比例系数。

此外，流动资金投资亦常用系数法估算，即以已知同类项目的经营成本、固定资产投资、年销售收入或者百万元产值乘以相应的流动资金率。

3. 累加法

分项工程投资累加法，是一种项目投资的详细估算方法。它首先计算各个单项工程的投资；然后，累加计算总投资。该法所需基础数据多、计算量大，但误差小、精度高，可以用于工程承包合同的投资估算。

## （二）市场分析及价格预测

矿产市场分析及价格预测，对矿业投资决策具有重要的意义。一个矿业项目的投资效果如何，在很大程度上取决于矿产价格的预测是否准确。

市场分析的主要问题包括：市场规模及增长率、矿产市场的地理分布、成本与价格分析等。市场分析的重要目的是预测矿产的价格，为投资决策分析中的收益估算提供基础。

价格预测的主要方法包括：①分析价格的历史数据，以研究价格与供给、需求和存量间的关系，再结合对未来经济形势的分析，便可以对未来的矿产价格形成判断；②分析生产者成本并考虑最低投资收益及供需形势，从而预测引发矿业投资所要求的合理价格水平；③利用经济计量模型，定量研究供给、需求、存量、技术因素以及预期价格间的相互关系，得出对矿产价格的预测。

## （三）现金流分析

1. 净现值法

矿业投资项目经济评价的收益法的实质是现金流分析，即通过计算与比较项目开发过程中的资金支出与资金收入，确定投资项目的经济可行性。资金支出包括勘探费、基建费、工资、材料费、动力费、土地租用费、税金、利息等；而资金收入则主要包括矿产销售收入和设备残值等。

资金支出和收入发生在矿业项目开发过程中的不同时间点上，统称为现金流。在比较不同时刻的资金收支时，必须考虑时间对其价值的影响。也就是说，不同时刻的资金收支必须折算到某一时间基准点，才能进行比较。将项目的未来资金收支折合为项目投资起始时刻的价值即现值的分析方法，称为净现值法，它是矿业投资项目经济评价的基本方法。

可以从两种意义上考察资金折现的意义。一是将资金折现率看作是外部资金的使用成本，亦即生产者在矿业项目经营过程中必须获得的利润率，以此对投资者予以补偿；二是将折现率看作是内部资金的机会成本，亦即投资者因投资于某一项目而牺牲其他投资机会所导致的损失利润率。

现金流的净现值由下式计算：

$$NPV = \sum_{i=0}^{n} \left[ (R_i - C_i) / (1 + r)^i \right]$$

式中　$R_i$——第 i 年的现金流入；

$C_i$——第 i 年的现金流出；

r——折现率；

n——计算年数。

对于单个投资项目而言，若净现值不小于零则表明该项目在经济上是可行的；若净现值小于零，则表明该项目在经济上不可行；对于两个互斥投资项目的比较而言，应选择净现值较大且不小于零的项目。当然，两个项目的比较，必须使项目的时间期限具有可比性。

在现金流折现过程中，不考虑固定资产折旧和矿产资源消耗。但是，在计算税金支出时，则需要考虑这两个因素，因为按照西方国家的税收制度，这两项是可以免税的。

此外，在现金流折现过程中，亦不考虑已发生的资金支出，即所谓的沉入成本，而

只考虑未来的资金收支。

通货膨胀对矿业投资项目的经济可行性有较重大的影响。在投资分析中，考虑通货膨胀因素的方法有两种。一是以恒定膨胀率调整后的现金流和折现率计算净现值，称为不变价格分析法。二是以当前价格和折现率计算净现值，称为名义价格分析法。前者假定通货膨胀对不同时期的资金收支具有相同的影响，计算简单迅速；而后者则可以反映通货膨胀对不同时期和不同收支项目的不同影响，但计算比较复杂。

2. 收益率法

作为净现值法的一种变异形式，内部收益率法亦是一种常用的矿业项目投资分析方法。内部收益率（IRR）是使现金流净现值为零的折现率或者称为收益率。由此定义可知，内部收益率可以通过解算下述方程而求得：

$$\sum_{i=0}^{n} [(R_i - C_i) / (1 + IRR)^i] = 0$$

若得到的内部收益率大于或等于最小可取收益率或者基准收益率，则所论项目在经济上是可行的。

利用内部收益率法和净现值法分析投资项目的可行性，通常可以得到相同的结论。但是，由于上述方程并非总是有惟一解，内部收益率法较净现值法难以应用。此外，当现金流的资金成本不同时，例如，在贷款利率有变化的情况下，内部收益率法则无能为力，而净现值法却可以通过使用不同的折现率来解决这个问题。

3. 其他方法

投资项目分析的一种简便方法是投资回收期法。投资回收期是通过项目的收益而使初期投资得以回收的最小年数。回收期越短，表明项目投资见效越快，经济上越合理。

投资回收期法的特点是计算简单，便于投资者评估风险。但是，投资回收期的确定，并无客观的准则，具有很强的主观臆断性。因此，回收期的计算方法不尽相同，可以有静态回收期，也可以有动态回收期；回收期可以从投资时刻算起，也可以从投产时刻算起；回收的投资可以是全部投资，也可以是固定资产投资；投资收入可以是纯收入，也可以是纯收入加折旧。此外，投资回收期不能反映投资回收以后的项目收益状况。

用于评价投资项目经济可行性的常见准则还有：

(1) 投资收益率，即投资回收期的倒数，它表示单位投资的年收益额。

(2) 净现值指数，它表示单位投资获得的净现值，由下式计算：

$$NPVI = NPV \Big/ \sum_{i=0}^{n} [I_i / (1 + r)^2]$$

式中 NPVI——净现值指数；

$I_i$——第 i 年的投资；

r——折现率；

n——计算年数。

当净现值指数不小于零时，投资项目在经济上可行。并且，其值越大，投资效果越好。净现值指数可以用来评价投资额不同的方案的优劣。

## （四）成本——效益分析

成本效益分析是一种适合于政府机构、国有企业和国际组织投资决策的分析方法。它与净现值法相类似，亦包括成本与效益折现这一基本的投资决策分析的步骤。但是，与净现值法相比，成本效益分析有两个主要不同点。

第一，在成本效益分析中，成本与效益的涵义更为广泛。它们不仅包括与矿业项目投资直接相关的财务成本与效益，而且包括投资项目对社会的影响因素，诸如促进区域经济发展、矿产出口创汇、提供就业、引进技术以及环境污染等因素。由于这些因素不具有市场价格，因而不易于定量描述，使得成本效益分析较净现值分析更为困难。

第二，在成本效益分析中，所采用的折现率要比厂商投资所采用的折现率低。这是因为，政府部门或者国有企业比私有企业更应该重视长期的经济效果。因此，采用较低的折现率，可以提高未来成本与效益在决策分析中的重要性。此外，政府机构或者国有企业较私有企业更容易筹措资金，资金成本更低，因为向政府机构或者国有企业投资的风险要比向私有企业投资的风险小。

## （五）投资风险分析

在现金流分析或者成本效益分析中，一般假设预期的未来资金收支是确定性的。对于矿业投资项目而言，这一假设常具有较大的偏差。这主要因为矿业投资项目的建设期限长、投资见效慢以及矿业生产对象的不确定性强。因此，矿业投资风险大。

所谓投资风险，是指投资项目的预期收支的变化及其可能性的量度。例如，投资购买政府债券，收益是以固定的利率决定的，这在投资时就完全确定了。除非发生重大的政治动荡，此项投资几乎没有什么风险而言。但是，若将等量资金投入到矿产资源开发的项目中，情况便全然不同了。由于很难在投资时准确预测有关的技术、经济以及政策等方面的未来状况，该项投资的收入很可能在较大的范围内变化。即是说，该项投资具有较高的风险。

矿业投资的风险因素可以分为三大类，即技术性风险、经济性风险和政策性风险。各类风险因素及其影响方面如表 8－1－1 所示。

表 8－1－1　矿业项目投资主要风险因素及其影响方面

| 类　别 | 风险类型及因素 | 影响方面 |
|---|---|---|
| 技术性 | 矿床技术条件 | 产量和成本 |
| | 工程技术条件 | 产量和成本 |
| | 生产技术条件 | 产量和成本 |
| 经济性 | 矿产价格 | 销售收入与利润 |
| | 矿产需求 | 产量与利润 |
| | 外汇汇率 | 销售收入与成本 |
| | 通货膨胀 | 投资效果 |

| 类 别 | 风险类型及因素 | 影响方面 |
| --- | --- | --- |
| 政策性 | 货币政策 | 销售收入与成本 |
| | 环保政策 | 成 本 |
| | 税收政策 | 成 本 |
| | 进出口政策 | 销售收入与成本 |

技术性风险包括三个主要方面。矿床技术条件诸如品位与储量、矿石可选性的变化会导致产量和采选成本的变化，工程条件诸如矿床水文地质、矿岩力学性能的变化会导致施工费用的增加、工程进度的延迟以及工程设计的修改，生产条件诸如采选工艺设备与流程的适应性和管理水平的变化，会直接影响生产能力与成本。技术性风险可以通过有效的控制措施而使其降至最小。

经济性或者称为市场性或者商业性风险是矿业项目投资风险的一个重要方面。矿产实际销售价格对预期价格的变化，会影响项目投资的收入与利润。实际需求量对预期需求量的变化，会影响矿山的产量和收入。外汇汇率的变化，会影响国际矿业公司的销售收入和进口设备以及劳务成本。通货膨胀会影响投资效果。

矿产生产者可以利用期货市场而对市场性风险因素诸如价格、销量和货币汇率等实现一定程度的控制。但是，并非各种矿产皆有期货市场。此外，通过期货市场，一般仅能控制一年以内的短期市场风险的影响。

政策性风险主要包括货币及外汇政策、环境保护政策、税收政策和进出口政策等方面的变化。矿业投资政策性风险仅能通过矿业厂商与组织对政府决策施加有限的影响而得到一定程度的控制。

在矿业投资决策分析中，考虑风险因素的常规方法有：①提高折现率；②调整现金流；③敏感性分析。

提高折现率是考虑通货膨胀影响的最为简便的方法，提高的幅度取决于项目的风险程度和投资者的风险意识及抗风险能力。

调整现金流是将未来具有风险的收入降低或者支出提高到无风险的等价收入或者支出，再以无风险折现率计算调整后的现金流的净现值。

敏感性分析是一种常用的风险分析方法，它通过分析各决策因素的变化对决策目标的影响程度来确定影响决策目标的关键因素。敏感性分析的一种最简单形式是，分别以各有关变量的最可能值、最乐观值和最悲观值等三种情况来分析投资项目的经济可行性。若依据三者所得出的结论相同，则决策是明显的。否则，需要做进一步分析，并由决策者主观确定项目的经济可行性。

决策树分析和随机模拟分析是矿业项目投资风险分析的两种新方法，已经广泛地应用于石油工业中。

决策树的基本原理可以通过一个简单的例子予以说明。假定某一石油勘探项目的费用为 36.3 万美元，找不到油气的概率为 0.80，发现价值为 110。4 万美元油气藏的概率为 0.08，发现价值为 250 万美元油气藏的概率为 0.08，发现价值为 500 万美元油气藏的

概率为0.02，发现价值为700万美元油气藏的概率为0.02。对此情况，有两种决策可供选择。一是实施该项勘探计划，则其利润的期望值为

$$-36.3(0.8)+110.4(0.08)+250(0.08)+500(0.02)+700(0.02)$$
$$=23.8\text{万美元}$$

二是放弃该项勘探计划，则其利润的期望值为零。由于实施该项勘探计划的利润期望值大于零，可以认为此项目是可行的。

决策树分析法的应用难点在于，尚没有成熟的方法来确定某一可能结果的概率及其可靠性。

随机模拟分析，又称为蒙特卡罗方法，也是一种决策风险分析的概率方法。该法以项目投资的可能利润（净现值）的概率分布表达投资的风险程度。随机模拟分析过程包括三个主要步骤：①将项目投资的利润表达为与项目收支有关的各个因素的函数，诸如品位、储量、价格、资金成本、工资、税率等因素的函数；②确定影响项目利润的各个因素的概率分布，即每一个因素的可能值及其概率；③利用各个影响因素的可能值的各种组合，计算利润的可能值及其概率分布。

若项目利润分布的期望值大于零，则可以认为投资项目在经济上是可行的。

随机模拟分析法的特点在于，所有影响投资效果的因素在其可能取值范围内的任何值及其任何组合对项目投资效果的影响皆能得到分析。但是，描述各影响因素的概率分布一般需要主观确定。

## 二、我国对矿业项目的经济评价方法

我国对矿业建设项目的经济评价，特别是对大中型和限额以上项目的经济评价，主要是按照国家计委和建设部于1993年颁布的《建设项目经济评价方法与参数》（第二版）中规定的方法进行。该方法是在总结我国几十年来投资效果评价的实践经验和理论研究的基础上，并借鉴了国外、特别是联合国工业发展组织和世界银行的有关方法，结合我国实际而制订的。它不仅是各规划设计单位、工程咨询公司进行投资项目经济评价和评估的规范性方法，而且也是各级计划部门审批项目建议书和可行性报告、各级金融机构审批项目贷款的重要依据。

《建设项目经济评价方法与参数》将建设项目评价分为财务评价和国民经济评价。财务评价与国民经济评价结论均为可行的项目，应该予以通过；国民经济评价结论为不可行的项目，一般应予否定。

### （一）财务评价

财务评价是从投资项目的角度，根据国家现行的财税制度和价格，分析计算项目发生的直接效益和费用，编制财务报表，计算评价指标，考察项目的盈利能力、清偿能力和外汇平衡等财务状况，据以判别项目的财务可行性。

盈利能力的评价指标包括：财务内部收益率（FIRR）、投资回收期（Pt）、财务净现值（FNPV）、投资利润率等。财务内部收益率是考察项目盈利能力的主要动态评价指

标，当其值大于或等于行业基准收益率或设定的折现率时，表明项目的盈利能力可以达到行业基准要求或决策者设定的收益率要求，因此，在财务上认为项目是可行的。当项目的投资回收期小于或等于行业的基准投资回收期或决策者设定的投资回收期时，表明项目投资能够在规定的时间内收回。财务净现值是项目评价中常用的动态评价指标，它是按照行业基准收益率或设定的折现率将项目各年净现金流量折算到建设期初的现值之和，当其值大于或等于零时，项目是可以考虑接受的。为了反映净现值与投资现值的关系，有时还要计算净现值率（FNPVR）。投资利润率为静态评价指标，用以将计算所得到的指标与行业平均水平或决策者设定的标准相比较，以确定项目的可行性。

清偿能力评价指标包括：资产负债率、固定资产投资国内借债偿还期、流动比率、速动比率等。

涉及外汇收支的项目，应进行外汇平衡分析，考察各年外汇余缺程度。

财务评价是对项目盈利水平和生存能力的分析，对于任何投资项目都是必不可少的，在矿业项目的经济评价中广为应用。

### （二）国民经济评价

国民经济评价是根据国家资源合理配置的原则，从国家的角度考察项目的效益和费用，用影子价格、影子工资、影子汇率和社会折现率等参数分析计算项目对国民经济的净贡献，评价项目的经济合理性。

国民经济评价与财务评价的主要区别在于：

（1）评价角度不同。财务评价是从项目的利益出发，系统的边界仅包括项目本身。而国民经济评价则是从国民经济整体利益出发，系统的边界包括整个国家。

（2）效益与费用的含义及范围不同。财务评价是根据项目的实际收支确定其效益和费用，只计算直接效益和直接费用。而国民经济评价则视项目对国家的贡献为效益，国家为项目付出的代价为费用，不仅要计算项目的直接效益和直接费用，还要对间接效益和间接费用进行分析计算。

（3）采用的价格不同。财务评价采用以现行价格为基础进行预测的财务价格，而国民经济评价则采用影子价格。

国民经济评价包括国民经济盈利能力分析和外汇效果分析，评价指标有经济内部收益率（EIRR）和经济净现值（ENPV）。产品出口及替代进口的，还要计算经济外汇净现值、经济换汇成本或经济节汇成本。对于难以量化的外部效果，应进行定性分析。若计算得到的经济内部收益率大于或等于社会折现率，则表明该项目对国民经济的净贡献水平达到了要求。经济净现值是以社会折规率将项目各年的净效益流量折算到项目建设期初的现值之和，肖其值大于或等于零时，认为项目是可以考虑接受的。经济外汇婶现值是用社会折现率计算的项目对国家外汇的净贡献，若其值大于或等于零，则项目符合要求。经济换汇成本是用影子价格、影子工资和社会折现率计算的为生产出口产品投入的国内资源现值（以人民币表示）与生产出口产品的经济外汇净现值（常用美元表示）之比，即换取 1 美元外汇所需要的人民币金额，是分析项目的产品出口竞争力的重要指标。同样，可以计算替代进口项目的经济节汇成本。当经济换汇成本或经济节汇成本

（元/美元）小于或等于影子汇率时，表明该项目的产品出口或替代进口是有利的。影子汇率即外汇的影子价格，体现着从国家的角度对外汇价值的估量，用国家外汇牌价乘以影子汇率换算系数求得。影子汇率换算系数由国家计委发布，它在 1993 年的值规定为 1.08。

国民经济评价过程中最关键、且较为复杂的问题是费用与效益的识别和影子价格的确定。因而，国民经济评价在实际应用中还不广泛。对于投资额较小、投入与产出基本不涉及进出口的项目，若财务评价结果能够满足投资决策的需要，可以不进行国民经济评价。

财务评价和国民经济评价不仅包括上述一般内容，还包括不确定性分析、方案比较分析和改扩建项目经济评价特点分析等特殊问题。

由于矿业生产和运营的一些特殊性，使得矿业项目经济评价具有若干特点。譬如，新建矿山项目的建设周期一般较长，而且从投产到达产又往往需要若干年，因而，投资回收期一般较长，如果只用投资回收期指标将矿业项目与其他行业的项目进行对比选择，矿业项目往往要被排除。又如，我国矿山的经济效益历来较差，加之目前税费负担过重、矿产品价格偏低，矿业投资项目的财务评价盈利性指标一般较低，如果不进行国民经济评价而只根据财务评价结果进行决策，矿业项目很难被通过，还有，在矿业项目的经济评价中进行国民经济评价尤为重要。此外，由于矿业生产中存在着较多的不确定性因素，在矿业项目的评价中进行不确定性分析和风险分析十分必要。在对矿业项目进行经济评价时，如何考虑矿产资源的充分回收与合理利用，并与财务效益和经济效益目标结合起来，也是需要研究解决的问题。

## 第三节　矿床技术经济评价

矿床技术经济评价是矿业项目经济评价的一个重要方面，它为矿床勘察、矿山设计、矿业权流转等决策提供依据。

### 一、矿床技术评价

矿床技术评价是经济评价的基础，它指矿床物理、化学以及工程特性和采选工艺、设备以及辅助设施等生产条件的分析与确定。矿床的主要特征包括矿产种类、矿床品位及分布、储量、矿体产状、赋存深度、矿岩体工程地质条件、地层水文地质条件以及矿石选冶加工性质等。

矿床特性的物理分析方法包括：①磁性法可以测定岩石类型；②电磁法、电阻率法和诱导极化法可以测定金属矿床中的硫化物和含油砂岩中的泥岩；③$\gamma$ 射线法可以测定铀、钍、钾的存在；④中子活化法可以测定铜、铅、锌、金、银等的富集体。

矿床特征的化学分析方法包括：①比色法可以定性和半定量分析铜、铅、锌、钼等元素；②发射光谱法可以半定量地同时分析 30 余种元素，快捷、经济；③原子吸收光

谱法（AAS）可以迅速、可靠且经济地同时定量或者半定量分析数种元素；④X 射线荧光法（XRF）可以用于主元素分析，但在微量元素的分析中应用不广泛；⑤ICP 法可以迅速、准确且方便地同时测定多种元素的含量，但设备投资较大；⑥火法可以测定贵金属；⑦辐射法可以分析铀。

矿床特性的数理分析法主要用于计算矿床的品位和储量。该类方法包括：①几何法，诸如三角形法、多边形法、剖面法等；②数理统计法；③距离反比加权法；④地质统计学法，诸如常规克里格法、对数克里格法、指示克里格法等；⑤人工神经网络法。

矿岩特性的工程分析法可以用来对矿岩体的工程力学性能进行评估，包括：①RQD 岩体分类法；②CSIR 岩体地质力学分类法；③Laubscher 岩体地质力学分类法。

此外，经验类比分析法可以用来确定采选工艺、设备以及辅助设施的设计与规划。

## 二、矿床经济评价

矿床勘查是一个动态的信息收集与完备过程，在此过程中，勘查者不断获取有关矿床的地质与工程技术信息。矿床经济评价可以看作是对此过程中各个阶段工作成果的总结，它决定此过程的发展方向。因此，矿床经济评价的方法与地质勘查阶段密切相关，其形式与内容亦因可供使用的地质与工程技术信息的不同而异。

### （一）矿产普查与经济潜力评估

矿产普查是在大面积范围内进行的区域地质、地球化学和地球物理勘查，其目的是确定详查区域。

在普查阶段，与勘查项目有关的潜在收支很难确定，现金流分析或者成本效益分析方法也不能用来确定项目的经济潜力。所以，在此阶段，一般利用反映地质环境与矿床类型之间经验关系或者成矿关系的地质模型来确定详查区域。也就是说，若普查的某一区域表现出与某已知矿区相似的地质特征，并且经济、政策等方面的条件较为有利，则该区域即可以选定为详查区域。

因此，在矿产普查阶段，项目的经济潜力一般是通过经验类比方法来评估的，也不要求正式的风险分析。

### （二）区域详查与预可行性研究

经过矿产普查和经济潜力评估并选定详查区域之后，便可以对详查目标进行更为细致的地质、地球化学和地球物理勘查。并且以此为基础，进行必要的地质钻探工作。进而，确定矿床的范围并对其经济潜力进行初步评价，即所谓的预可行性研究。

预可行性研究包括对矿床地质与选冶特性、储量、采选工艺与设备、基础设施和项目收支的初步评价，特别是对下列几个基本问题的定量分析：矿床储量、边界品位、生产规模、现金流分析、预可行性研究报告。

1. 矿床储量

为使矿床能够经济有效地开采，矿山必须具备一定的生产规模和服务年限。因此，

要求矿床储量或者矿产含量大于某一最小值。这个最低开采储量与矿产的种类、矿床的技术条件、矿床开发的经济环境等因素有关。譬如，铁矿床的最低开采储量远比锡矿床的最低开采储量大；平均品位较低的矿床比平均品位较高的矿床的最低开采储量大；原生矿床比冲积矿床的最低开采储量大；工业基础差的地区的矿床比工业基础设施好的地区的矿床的最低开采储量大。

在将矿床实际储量与最低开采储量进行比较时，还应该考虑储量级别这一因素的影响，并可以通过一定的折算系数来实现。譬如，对于级别较高的储量，其折算系数可以取较大值；而对于级别较低的储量，其折算系数可以取较小值。

2. 边界品位

边界品位是包含在储量计算中的矿石的最低品位，它是一个既反映技术因素也反映经济因素的决策变量。边界品位随矿产市场价格与生产成本的变化而变化。当矿产市场价格高时，边界品位低；而当生产成本高时，边界品位也高。因此，确定矿床的边界品位需要考虑矿床的地质条件、采选工艺技术、工业基础设施、生产成本、矿产价格等方面的因素。

此外，为使矿床开发现金流的净现值最大，边界品位应随矿床开采时间的延续而降低。

3. 生产规模

矿山生产规模一般以单位时间（例如年）产量来度量，它对矿产成本有较大的影响。矿山生产规模过小，则无法利用大型高效设备，分摊到单位产品的固定成本亦较高。因此，随着生产规模的增大，单位产品成本趋于下降。但是，这种下降是有限度的。当矿山生产规模过大时，单位产品的资金成本变大，能源、水资源费用剧增。所以，单位产品的成本趋于升高。因之，对于特定的矿床，一般存在一个使单位产品成本最小的矿山生产规模，称之为最佳生产规模。

在工业发达国家或地区，矿山服务年限一般为 8 ~ 30 年。在矿床储量和品位一定的条件下，对于不同的服务年限，可以算得一个矿山生产规模及相应的总成本。使得单位产品成本最小的矿山生产规模即可认为是最佳生产规模。

矿山生产规模及服务年限还可以按经验方法估算。对非煤地下矿山，生产规模及服务年限与矿床可采储量之间存在下列经验关系：

$$Q = 5R^{0.75}$$

$$T = 0.20R^{0.25}$$

式中　Q——矿山生产规模，单位为 t/a；

T——矿山服务年限，单位为 a；

R——矿床的可采储量，单位为 t。

矿山最佳生产规模也可以由矿床开发的最大利润来定义，并采用现金流分析法来求算。

在我国的矿业实践中，矿山服务年限一般根据矿床储量及赋存条件，参考设计规范协同考虑生产能力而确定。

4. 现金流分析

现金流分析是预可行性研究的一个重要内容，其结果定量地反映着项目的经济可行性，是投资决策的重要依据。

预可行性研究中的现金流分析包括下列几个基本步骤：①将项目的地质特征和工程因素转化为资金支出；②将矿床储量转化为资金收入；③估计这些资金收支的发生时刻；④将这些发生在不同时刻的资金收支即现金流按照某一时间基准进行折算，以反映资金的时间价值。必要时，还应定量分析风险因素对投资效果的影响。

5. 预可行性研究报告

预可行性研究报告是区域详查阶段的最终成果，是对矿床技术信息的总结和对矿床开发项目的初步规划，是有关矿床勘探与详细可行性研究进行与否的决策依据。

预可行性研究以矿床的地质信息、采选工艺的初步规划和项目收支的概算为基础，包括下列基本内容：

(1) 项目概况，主要包括矿床的地理位置、交通运输、地形地貌、气候条件、开发状况、资源许用条款、采选工程计划。

(2) 矿床地质，主要包括区域地质、矿床地质、储量估算、勘探计划。

(3) 采矿计划，主要包括矿体产状、采矿设计及备选方案、设备选型。

(4) 选矿设计，主要包括矿石与精矿的技术特征、选矿设施规划。

(5) 原料供应，主要包括能源、水源、油料、炸药、配件等供应。

(6) 交通运输，主要包括公路、机场、桥梁、码头、铁路等必要的交通设施建设规划。

(7) 服务设施，主要包括职工住宅、教育、医疗、办公场所等的规划。

(8) 劳动力需求，主要包括劳动力的素质、数量和可用性。

(9) 环境保护，主要包括环保规划、环保法规的描述。

(10) 法律因素，主要包括矿业法、税法、外资法、政治风险分析。

(11) 经济分析，主要包括厂房、设备、基础设施、材料、劳务等的成本估算；产量、消费、价格等市场因素的分析；利润的预测；现金流及净现值分析；风险分析或者敏感性分析。

表 8 – 1 – 2 和表 8 – 1 – 3 以德国金属协会（MG）对加拿大某铅锌矿的预可行性研究为例，说明预可行性研究的主要技术与经济内容。

表 8 – 1 – 2 某铅锌矿预可行性研究的技术方面

| | |
|---|---|
| 简况 | 矿床位置：位于加拿大巴芬岛北海岸 Strathcona 海湾附近，北极圈以北 760km<br>评价时间：1973 年至 1976 年 |
| 矿床类型 | 矿床产状：水平 S 形透镜状硫化矿，垂向有根状伸展；矿体长 3000m，宽 80m，平均厚度 6m<br>矿物分布：矿物在矿体中的分布较均匀<br>共生矿物：闪锌矿和方铅矿以及黄铁矿和白铁矿<br>矿物粒度：闪锌矿 > 5mm，方铅矿平均为 3.5mm，黄铁矿更细 |

| | |
|---|---|
| 矿石品质 | 主要产品：闪锌矿和方铅矿<br>副 产 品：方铅矿中的银<br>边界品位：7%锌当量<br>平均品位：锌 14%，铅 1.4%，银 1.77oz/t<br>矿石储量：地质储量 697 万 t，可采储量 585 万 t |
| 采选工艺 | 采矿方法：房柱法<br>矿石运输：铲运机（LHD）<br>选矿工艺：破碎、磨矿、铅浮选、锌浮选<br>选厂能力：1500～1600t/d<br>回 收 率：锌 96%，铅 80%<br>精矿质量：锌精矿含锌 58%～59%，铅精矿含铅 60%并含银 8～10oz/t |
| 基础设施 | 建筑物：选厂设施、辅助厂房、附加建筑、办公室<br>能　源：6000kW 柴油发电机<br>运　输：50000 吨级船舶码头，2000m 跑道机场<br>居民区：容纳 850 人的家庭住宅、学校、医院、消防队、警察局、饭店、影剧院、体育场 |

**表 8－1－3　某铅锌矿预可行性研究的经济方面**

| | |
|---|---|
| 矿山规模： | |
| 设计能力 525000t/a | 废 石 量 400000t/a |
| 服务年限 ＞13a | 精矿产量 125000t/a |
| 生产天数 350d/a | 雇员数量 150～180 人 |
| 投资金额： | |
| 勘探 430 万美元 | 其中：政府补贴 850 万美元 |
| 设备 3690 万美元 | 公司自筹 1000 万美元 |
| 利息 310 万美元 | 政府贷款 500 万美元 |
| 流动 500 万美元 | 银行贷款 2150 万美元 |
| 经营成本：　14.36 美元/t（不含折旧和利息） | |

现金流分析（选录；货币单位：1000 美元）：

| 年　份 | 1977 | 1979 | 1981 | 1983 | 1985 | 1987 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 原矿产量/t | 490000 | 490000 | 490000 | 490000 | 490000 | 490000 |
| 锌含量/% | 15.8 | 16.5 | 15.3 | 15.3 | 11.0 | 11.0 |
| 锌精矿/t | 121354 | 127192 | 117822 | 117822 | 84719 | 84719 |
| 铅精矿/t | 3560 | 12010 | 9970 | 9970 | 12370 | 12370 |
| 锌精矿收入 | 29989 | 31431 | 29175 | 29175 | 20465 | 20465 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 铅精矿收入 | 319 | 1077 | 894 | 894 | 1110 | 1110 |
| 总收入 | 30308 | 32508 | 30070 | 30070 | 21576 | 21576 |
| 总成本 | 16631 | 17346 | 17266 | 16876 | 16420 | 16280 |
| 毛利润 | 13677 | 15163 | 12803 | 13193 | 5155 | 5295 |
| 贷款利息 | 6721 | 5064 | 3355 | 1919 | 1919 | 1919 |
| 纳税 | 0 | 0 | 0 | 1828 | 151 | 50 |
| 关税 | 0 | 0 | 688 | 711 | 237 | 244 |
| 现金流 | 6955 | 10098 | 8760 | 8734 | 2846 | 3081 |
| 偿付贷款 | 7885 | 11223 | 8760 | 3109 | 0 | 0 |
| 盈亏 | -930 | -1125 | 0 | +5625 | +2846 | +3081 |

| 内部收益率的敏感性分析： | 锌价格/（美分/镑） | | |
|---|---|---|---|
| 变化因素 | 22.8 | 24.4 | 27.8 |
| 上述基准条件 | 15% | 19% | 26% |
| 无政府补贴 | 11% | 14% | 20% |
| 补贴增加 500 万美元 | 20% | 24% | 31% |
| 经营成本增加 10% | 13% | 17% | 24% |
| 投资增加 10% | 12% | 16% | 22% |
| 精矿销往欧洲 | 17% | 21% | 27% |

该矿床用房柱法开采，选厂能力为每日 1500～1600t 原矿。锌和铅的回收率分别为 96%和 80%。基础设施的建设工程量较大，包括办公楼、厂房、海港、机场、居民区等。

经济分析包括四个主要方面：①矿山规模，含采选能力、雇员数量、服务年限等；②成本估算，含投资、经营成本、资金结构及来源等；③现金流分析；④敏感性分析，含项目的内部收益率受锌价格、政府补贴、经营成本、投资额和销售市场等因素的影响情况。

## （三）矿床勘探与详细可行性研究

矿床勘探是矿产勘查的最后阶段。在此阶段，除需要进行更为详细的地质勘探外，最主要的工作是对矿床进行工程评价及包括社会因素在内的经济评价，诸如钻探、采选冶工业试验、政策与法律因素的分析等。

此阶段的最终成果是（详细）可行性研究报告，它是预可行性研究报告的补充、深入与完善，可以为项目的资金筹措和矿山建设等方面的决策提供依据。

详细可行性研究报告包括的主要内容有：

(1) 总论。

(2) 技术分析：

①地质条件与储量；

②采选工艺设计与设备选择；

③基础与辅助设施需求，包括配件、劳务、能源、水源以及其他生产投入；

④基建计划。

(3) 经济分析：

①成本估算，包括资金与经营成本、预备基金、通货膨胀估算方法及精度；

②市场分析，包括市场结构、供给、需求、价格的分析；产量、销量、收入及其发生时刻、资金来源、法律、税收、环境等因素的评估。

③现金流分析，包括净现值、收益率或者其他决策准则的评估和投资效果对收入、成本、折现率、通货膨胀率、资本结构等因素变化的敏感性分析。

(4) 附录：

地形地质图、设计、规格、经济与工程数据等。

## 第四节　矿业投资项目融资

矿业投资项目的融资是矿业投资决策的一个重要方面。

资金的来源可以分为内部资金、贷款、证券和其他资金等四类。企业预留资金是内部资金的主要部分，它是企业扣除成本、税收和股东分红之后的剩余利润。资产折旧和资源消耗即设备与资源残值的减少，也可以看作是内部资金来源，因为它们可以显著地减少纳税。

贷款是一种重要的外部资金来源，它包括银行贷款、债券、出口信贷、世界银行贷款等。发行股票是另一种外部资金筹集方式，在市场经济条件下，它对投资项目的筹资起着重要作用。在某些情况下，政府和国际援助也是矿产开发项目的重要资金来源。

各种资金来源在矿业投资项目中的作用，往往因投资项目的性质、矿产或者矿床的类型、国内外政治经济形势的不同而异。地质勘查项目的资金一般主要来源于投资者内部，勘查项目的高度风险性和勘查信息的机密性，使得贷款筹资方式在勘查项目融资中的作用受到很大限制。在某些国家，例如加拿大的一些专门从事矿产勘查的公司，常采用发行股票的方式筹集勘查资金。另一方面，矿山建设项目的资金来源要比勘查项目的资金来源更广泛，包括银行贷款、内部资金、出口信贷、股票、政府贷款及援助等各种来源。

在 20 世纪 60 年代以前，市场经济发达国家的矿业投资项目的资金来源以内部资金为主。而后，随着矿山生产规模及投资额的增大和贷款形式的灵活多样化，贷款逐渐成为矿产开发项目的重要融资方式。

随着全球经济的发展和国际贸易的加强，发展中国家的矿业投资项目，常常通过多边援助组织筹措资金。比方说，联合国自然资源勘查循环基金和联合国开发计划署，不

仅支持矿产资源勘查项目，而且为矿山建设项目提供资金援助。此外，这些组织对地质勘查方面的科学研究与教育设施亦予以支持。

多边投资正在成为一种日益广泛采用的矿产开发融资与合作方式。它的主要特点是：

（1）分担风险，包括项目建设、矿床地质、生产销售、政治等方面的风险。

（2）促进融资。多方投资不仅广开财源，而且可以提高筹资信誉，因而易于得到金融机构的支持。

典型的多边投资项目是巴布亚新几内亚的 OK Tedi 铜金矿床开发项目。此项目的勘查投资主要由澳大利亚、美国和德国的三家公司的资本构成，分别拥有 37.5%、37.5%和 25%的股份。矿床经营由澳大利亚的 BHP 公司、美国的 Amoco 公司、德国的发展中国家投资金融公司（DEG）与金属协会（MG）联合体和巴布亚新几内亚政府等四方合作，分别占有 30%、30%、20%和 20%的股份，其出资占基建投资总额 8.55 亿美元的 30%。另外 70%则为各种贷款，提供贷款的金融机构包括德国建设银行（KfW）、澳大利亚出口金融与投资公司（EFIC）、加拿大出口开发公司（EDC）、奥地利海外投资银行（OKB）、美国花旗银行（Citibank）、英国劳埃德斯（Lloyds）国际银行与出口信贷保险局（ECGD）、美国海外私人投资公司（OPIC）等。

# 第二章　矿山建设项目经济评价的重要因素（参数）

影响矿山建设项目经济评价的因素（参数）很多，除了前面已经介绍过的矿产资源因素、矿山外部建设因素、矿床采选技术因素和环境保护因素等以外，还有最重要的，也是决定矿床是否具有经济价值，未来能否被开采利用的关键因素。

这些因素（参数）包括矿产品价格、建设资金、生产成本、利息率、收益率、税金等经济因素（参数）；还包括工业指标、生产规模和采选技术经济参数等。

## 第一节　矿产品价格和销售收入

在影响矿山经济效益的因素中销售收入的变动往往比费用更敏感，而销售收入又受品位、生产能力、金属回收率和矿产品价格所控制。对于矿产品价格的估计是非常困难的，因它随时间而变化，而且与供需关系有关。

马克思主义认为商品价格就是价值的货币表现，而产品价值包括已消耗的生产资料价值（如原材料、燃料及固定资产折旧），劳动者直接为自己劳动所创造的价值（如工资），以及劳动者为社会或自己国家的劳动所创造的价值（如税金、利润等）。这就是产品定价的基本原则。

一般说来，矿产品的价格是由凝聚在矿产品中的社会必要劳动量决定的，但矿产品是由矿产资源经过开发加工而获得的。由于矿产资源是一种不可再生的自然资源，它的开发工作遵循“报酬递减规律”。同时，矿床在自然界的分布及其自然丰度，又存在较大的差异，这将直接影响到人们对矿产资源开发利用所投入的劳动量。另外，人类对矿产资源的需求量是在不断地增长，这就迫使人类不得不对劣等矿产资源进行开发利用。为了保证开发利用劣等矿产资源的矿山企业也能获得合理的收益，在对矿产品进行定价时，就应该按开发利用劣等矿产资源矿山企业的社会平均先进劳动消耗定额，而不是按全部矿产资源矿山企业的社会平均先进劳动消耗定额来加以确定。对于优等矿产资源在开发利用中获得的超额利润，国家可作为税金（或租金）加以回收。同时，由于矿业生产活动受到资源状况经常变动的影响，其生产活动常具有一定的冒险性，因此，在对矿产品进行定价时，应保证矿山企业有高于其它行业的资金利润率。

对矿产品的定价方法，基本上有两种。

## 一、收支平衡定价法

这种方法主要用于企业内部结算价格和国家调拨价格以及市场潜力和矿山企业生产潜力都很大的矿产品价格。对于协商议定价格，采用这种定价方法，矿山企业在生产初期将无利可获，主要依靠以后产销量的扩大，降低生产成本而获利。但这种价格易被用户接受，有助于占领市场和扩大市场，而且可以有效地阻止竞争者向自己的市场渗透。

定价公式为：

$$Z_{B,E} = \frac{S_F}{D_0} + S_V \tag{8-2-1}$$

式中 $Z_{B,E}$——矿产品收支平衡价格（元/年）；

$S_F$——按劣等矿产资源确定的固定总成本（元/年）；

$D_0$——目标产销量（吨/年）；

$S_V$——按劣等矿产资源确定的每吨矿产品变动成本（元/吨）。

## 二、利润加成本定价法

这是最常用的方法，定价公式为：

$$Z = \frac{S_T + P_T}{D_T} \tag{8-2-2}$$

式中 $Z$——矿产品的销售价格（元/吨）；

$S_T$——按劣等矿产资源确定的总成本（元）；

$P_T$——矿产品期望利润（元）；

$D_T$——矿产品预计销售量（吨）。

矿产品期望利润 $P_T$ 应按劣等矿产资源矿山企业平均先进成本利润率（也可按资金利润率、投资报酬率）来确定矿产品的价格。

$$P_T = S_T E \tag{8-2-3}$$

式中 $E$——劣等矿产资源矿山企业平均先进成本利润率（%）。

将 $P_T$ 代入前式

则

$$Z = \frac{S_T + S_T E}{D_T} \tag{8-2-4}$$

式中 $S_T E$——利润总额。

此法的优点是价格制定比较容易，接近“利润价格”；缺点是不能考虑在不同价格条件下的需求量变化情况，解决这个问题可采用投资报酬定价法。

# 第二节 建设投资和资金筹措

建设投资包括固定资产投资、流动资金和固定资产借款利息（资本化利息）三个部

分。由于固定资产投资在基建投资中所占比例最大，所以有时也专指基建投资。

## 一、固定资产投资

固定资产投资是指花费在工程建设上的全部活劳动和物化劳动的总和。其中绝大部分用于建设场地的准备、主要生产设施、辅助性生产设备和矿山生产外部条件的建设，包括建设场地的开拓、平整和排水的费用，原有建筑的拆迁和重建费用，以及破坏环境的赔偿；包括采矿基建、采准工程的费用，露采的初期剥离费用，选厂厂房和通往选厂的运输线的建设费用，生产设备装卸设施、堆矿场和仓库的建设费用；包括排水、通风、安全技术、工业卫生、机修车间和生活服务设施的建设费用；包括矿山的铁路、公路、车辆和电话、供电工程（专用电站、输电线、配电所等）、供排水工程等费用。它们构成矿山企业的固定资产，将通过折旧形式转移到产品中去。小部分用于施工管理、职工培训、勘测设计、地质勘探、矿石技术加工试验、矿山建设可行性研究等费用，这部分不形成固定资产。

固定资产投资与矿床的特点、产出条件、矿山企业生产规模、矿床开采和技术加工方法、经济自然地理等因素有关，其估算的准确程度（精度）取决于工作的深度和广度，以及资料占有程度，常用的方法有以下几种。

### （一）扩大指标法

扩大指标即单位产量固定资产投资额，所谓扩大指标法就是将扩大指标与拟建矿山企业的年生产能力的乘积作为拟建矿山企业固定资产投资的方法，其计算公式如下：

$$J = J_u D \tag{8-2-5}$$

式中　J——拟建矿山企业基建投资（元）；

$J_u$——扩大指标（元/吨）；

D——拟建矿山企业年生产能力（吨/年）。

扩大指标是根据大量设计和实际投资指标的统计分析确定的。实际应用时，要尽量选取与拟建矿山地质条件类似、开采方法与选矿方法相似、生产能力相近的矿山的实际指标来估算固定资产投资。

### （二）生产规模指标法（又称 0.6 指数法）

生产规模指数法的实质是利用已知企业的投资指标来概略地估算同类型，但不同规模企业的投资额，其计算公式为：

$$J = \left(\frac{D}{D_0}\right)^n J_0 \tag{8-2-6}$$

式中　J——拟建矿山企业的固定资产投资（元）；

D——拟建矿山企业的生产能力（元）；

$D_0$——类似已建矿山企业的年生产能力（吨/年）；

$J_0$——类似已建矿山企业的固定资产投资（元）；

n——投资指数，通常取 0.6～0.8，若用增加设备能力来增加企业年生产能力时，n 取 0.6～0.7；若用增加设备的数量来扩大企业生产能力时，n 取 0.8～1.0。

### （三）分项工程累加法

根据矿山建设的全部图纸、工程和设备清单及重要工作量，计算单项工程和设备项目的直接费用，各种间接费用，以及不可预见费用等，然后累计求和。

## 二、流动资金

流动资金是垫支在劳动对象上的工资及其它支出等要素方面的资金。即矿山企业经营过程中作为周转用的资金，它在周转中表现为生产储备资金（包括原材料、低值易耗品、燃料等占用的资金）、未完工产品资金、成品资金、货币资金与结算资金（包括发出商品应收款额、银行存款、现金等）等占用形态。它的价值周转是一次全部转移到产品中去，并从产品销售收入中一次全部得到回收，它只经过一个生产周期就可以完成一次从垫支出去到全部收回的循环，其价值周转方式具有流动性，故称为流动资金。

流动资金额多采用以下几项扩大指标：

（1）按流动资金占固定资产资金率计算，如有色金属矿山采选企业流动资金约占固定资产金额的 15%～20%；又如化学矿山定额流动资金约为固定资产金额的 10%～25%。

（2）按流动资金占年经营费资金率计算，如黑色冶金矿山定额流动资金约占年经营费的 50%左右。

## 三、固定资产贷款利息

矿山企业基建期间因不生产产品，无力偿还应支付的贷款利息，不得不另行借贷，以偿还基建期间所发生的利息，故又称资本化利息。

下面用比例法说明矿山企业采矿总投资（不包括资本化利息）的估算过程。

设：设备及采购费 x 万元；

设备安装费 $y = ax$ 万元（$a = 0.43$）；

工地建筑费 $z = by$（露天 $b = 0.1 \sim 0.3$，坑内 $b = 0.2 \sim 0.6$）；

附属设施费 $U = cy$（扩建 $c = 0 \sim 0.25$，新建 $c = 0.25 \sim 1$）。

则（1）矿山企业采矿实体部分 $V = x + y + z + U$，

施工费 $W = dv$（简单的 $d = 0.2 \sim 0.35$，复杂的 $d = 0.35 \sim 0.6$），

其它费 $P = ev$（$e = 0.3$），

规模因素费 $K = fv$（$f = 0 \sim 15$）；

（2）矿山企业所需固定资产投资 $L = V + W + P + K$；

（3）流动资金及其它费 $M = Lg$（$g = 0.15 \sim 0.25$）；

（4）矿山企业所需总投资 I = L + M。

此外，也有以设备的价值（交货价）或安装设备总价为基础，乘以综合性经验系数来确定基建投资（该系数为 2.16 ~ 4.74，视劳动对象不同而异）。

资金筹措包括资金筹集和资金运用，我国建设资金的来源主要靠国家内部积累，但在一定条件下，也可把国外借贷的资金作为补充来源。国内资金来源的渠道有财政拨款、银行贷款和企业自筹资金等，国外资金来源主要有政府贷款、出口信贷及补偿贸易和合资经营、国际金融市场及自由外汇等。

资金运用的合理性主要表现在对贷款数额的认真估算、年度用款计划和贷款占用时间等方面，在满足项目用款需要的前提下，要尽量削减贷款数量，合理安排年度用款计划，减少贷款占用时间。

## 第三节　生产成本及折旧费

矿产品成本是反映矿山企业生产活动劳动消耗的综合性指标，是评价矿山企业经济效益不可缺少的指标。矿产品的成本除与矿山企业的生产经营水平有关外，还与矿床地质条件和开采技术条件以及矿山企业的技术经济参数有很大的关系。

矿山生产成本是指矿山企业为生产和销售矿产品而支付的一切费用。它包括已耗费的生产资料的价值，如原材料及辅助材料、燃料、动力费，工资及附加费，固定资产折旧费，销售矿产品的开支，如保管费、运输费、销售费等，上级公司的行政管理费等。矿产品生产成本的组成内容如图 8 – 2 – 1 所示。

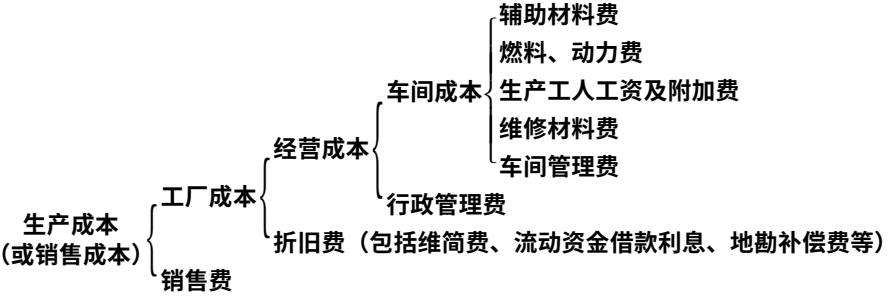



图 8 – 2 – 1　常用的矿产品成本组成内容图

### 一、生产成本估算

生产成本主要是根据过去的统计资料和经验预估确定的，常用的估算方法有以下两种。

#### （一）扩大指标法

就是根据单位成本扩大指标或类似矿山的实际单位成本直接选取，要尽量选取与被

评价矿床的地质特征、矿山生产能力、开采方法、开拓方式、采矿方法、选矿加工工艺、装备水平等相类似的矿山。

矿产品种类不同，成本估算也不同。

(1) 原矿成本的估算，可按下式计算：

$$S_1 = e(1+\eta) + d \qquad (8-2-7)$$

式中 $S_1$——露天采矿成本（元/吨）；

e——矿岩生产经营成本（元/吨）；当采用机车运输时，e 的取值范围是 1～1.2 元/吨；采用汽车运输时，e 的取值范围是 1.3～1.4（元/吨）；

$\eta$——剥采比（元/吨）；

d——维简费（元/吨）；按规定取值，铁矿石为 2.35 元/吨；有色金属矿石为 4.50（元/吨）。

如果按照不同的剥采比（在 0.5～4 范围内），可参照以下经验公式计算露天采矿成本。

当生产规模较大，或为山坡露天时

铁矿山 $S_1 = 3.55 + 1.2\eta$

有色金属矿山 $S_1 = 5.7 + 1.2\eta$

当生产规模较小，或为深凹露天时

铁矿山 $S_1 = 3.75 + 1.4\eta$

有色金属矿山 $S_1 = 5.9 + 1.4\eta$

坑内采矿成本的影响因素较多，一般采用扩大指标法估算。

(2) 精矿成本的估算。当采矿成本与选矿加工费用确定以后，可按照下式计算精矿的成本。

$$S_j = (S_m + S_d)\, q \qquad (8-2-8)$$

式中 $S_j$——精矿成本（元/吨）；

$S_m$——采矿成本（元/吨）；

$S_d$——一吨矿石选矿加工费用（元/吨）；

q——选矿比，即生产一吨精矿所需要的矿石量，它是入选原矿量与选出精矿量的比值。

选矿加工费用可按矿石性质、加工方法及生产规模等，以相应地质勘查阶段的选矿试验结果为依据逐项计算，如条件不具备，可采用扩大指标。

## （二）分项成本累加法

该法是按照成本构成逐项进行估算，然后累加求和。采矿成本通常包括辅助材料费、燃料及动力费、生产工人工资及工资附加费、大修理费及维修费、折旧费或维简费、行政（企业）管理费、地勘工作补偿费等。

## 二、折旧费

为了更新原有的固定资产，必须采取某种方式，将原有的固定资产的价值，在其使用期间转作生产成本，从产品的收入中及时提取并积累起来，以保证生产的顺利进行。这种为了更换生产性资产留出的准备资金就叫折旧费。由此可见，折旧的经济意义表现在，从生产费用角度看，折旧费是一项生产费用，要正确地计入产品的成本中；从资金回收角度看，折旧费又是一项资金回收收入，即从固定资产转变为流动资金的回收收入，要据之提存折旧资金，保证固定资产的再生产。

采取什么折旧方法计算折旧费，关系到产品成本和企业盈利的计算，常用的折旧方法有以下三种，前两种方法比较简单且未考虑资金时间价值。

### （一）直线折旧法

直线折旧法是在固定资产的有效寿命期限内，逐年平均分摊固定资产总额减去残值后的余额。其计算公式如下：

$$DE = \frac{B - L}{N} \tag{8-2-9}$$

式中　DE——年折旧费；

B——固定资产原值；

L——固定资产在 N 年有效寿命期末估计的残值；

N——固定资产的有效寿命期。

### （二）单位产量折旧法

其计算公式如下：

$$DE = \frac{J}{D_T} D \tag{8-2-10}$$

式中　DE——年折旧费；

J——固定资产投资额；

$D_T$——历年总产量；

D——年产量。

### （三）连本付息折旧法

如果偿还基建投资的折旧费，需要连本付息，而且每年偿还的数额是相等的话，则可采用以下公式计算折旧费。

$$DE = J \frac{i\ (1+i)^T}{(1+i)^T - 1} \tag{8-2-11}$$

式中　DE——年折旧费；

J——固定资产投资额；

i——贷款年利率；

T——偿还贷款年限。

目前，我国基建投资已经改由银行贷款，要求将来连本付息偿还贷款，因此采用连本付息折旧公式，具有现实意义。这个公式就是国外常用的设备折旧费计算公式，J 可视为设备投资，DE 为每年应偿付的折旧费。使用这个公式的优点是可以引起对设备积压的重视，因为积压时间越长，折旧费用越高。

## 第四节 利率和贴现率

### 一、利率（或称为利息率）

它是在一定时期内所付利息额与所借的资金额（即本金）的比值，付息周期通常以年为单位。在国外，利率的高低首先取决于社会平均利润率，并随之而波动，利率一般略低于社会平均利润率。其次，受金融市场上借贷资本供求状况的影响，供大于求，则利率下降，求大于供，求则利率上升。此外，物价稳定的程度、借出资金承担风险的大小以及政治动向等，都会使利率上下浮动。在我国，利率是国家重要的宏观调控手段，利率的高低主要由国家根据国内外的经济、政治形势，以及借贷资金的供求关系，由国家统一规定。

### 二、贴现率

它是一定时期的贴现利息与期票票面金额的比率。贴现率通常由利率、社会劳动生产率的增长率和通货膨胀率三个分量所组成。贴现率与前两者成正相关关系，与通货膨胀率成负相关关系。一般情况下，社会劳动生产率的增长率总是大于通货膨胀率，因此，贴现率往往要高于利率。在西方国家，贴现率的取值主要取决于投资的社会平均利润，它反映了企业管理水平，以及积累与分配的关系，一般取值 15%。在我国，贴现率是根据国民经济平均增长速度而确定的，它是劳动生产率增长的百分数（相当于年利润增值百分数）。目前我国贷款利率较低，劳动生产率增长的百分数和企业经营利润总的说来也不算高，通货膨胀率还相当严重，在这样情况下不宜订得太高，以免使矿山企业造成亏损过大，而又不得不进行开发的被动局面，故贴现率取值一般在 10% ~ 12% 左右比较合适。

在通货膨胀严重的国家进行经济评价计算时，常以美元（而不用所在国家的货币）作为固定的价值单位，这样可以避开通货膨胀问题。然而，当前由于美元贬值 10% 以上，因此，它也难以当作固定的价值单位，关于这个问题目前还没有好的办法来解决。

# 第五节　税　　金

目前国家对矿业开征的工商统一税与可行性研究有关的有以下几种。

## 一、增值税

按《中华人民共和国增值税暂行条例》规定，在中华人民共和国境内销售货物或者提供加工、修理、修配劳务以及进口货物的单位和个人，为增值税的纳税义务人。

法规规定增值税的税率分为三种情况：一是对大多数销售或者进口货物，或者提供加工、修理、修配劳务的，税率为 17%；二是法规规定有五类销售或者进口的货物，税率为 13%；三是纳税人出口货物，税率为零。

法规规定中外合作油（气）田开采的原油、天然气，按实物征收增值税，税率为 5%，在计征增值税时，不抵扣进额税额。固体矿产品（包括煤、金属、非金属矿产品）增值税率为 13%。

$$\begin{aligned}\text{应纳增值税额} &= \text{当期销项税额} - \text{当期进项税额}\\ &= \text{当期销售额} \times \text{税率} - \text{当期买价} \times \text{扣除率}\end{aligned} \qquad (8-2-12)$$

## 二、所得税

按企业年度销售利润征收的一种税，其计算公式为：

$$\begin{aligned}\text{所得税额} &= \text{应纳税所得额} \times \text{税率}\\ &= （\text{销售收入} - \text{成本} - \text{产品税} - \text{单项留利}\\ &\quad - \text{准许扣还的贷款}） \times \text{税率}\end{aligned} \qquad (8-2-13)$$

式中“单项留利”包括治理“三废”产品盈利净额；提前还清基本建设借款应留给企业的利润；其它经国务院或财政部批准专项留用的利润。

“准许扣还的贷款”是指国家安排的基本建设拨改贷项目投产后实现的利润，用于归还基建贷款的部分，企业用专项贷款项目投产后，用新增利润归还专项贷款的部分，以及分给联营单位的利润。

对于大中型国营企业，采用 55%税率计算税金；

对于小型企业所得税额，按下式计算：

$$\text{所得税额} = \text{应纳税所得额} \times \text{税率} - \text{速算扣除额} \qquad (8-2-14)$$

小型企业适用八级超额累进税率，其税率和速算扣除额见有关文件。

## 三、资源税和资源补偿费

在我国资源税暂行条例和矿产资源补偿费征收管理规定中明文规定，开采矿产资源

必须按照国家有关规定缴纳资源税和资源补偿费。

征收资源税的目的是为了调节收入和合理利用我国的矿产资源。石油、天然气和煤炭资源税是最早开始征收的税种，目前已经覆盖所有矿种，它是按应税产品实际产量（销售）定额征收。

资源补偿费应按照矿产品销售收入的一定比例计征，企业缴纳的矿产资源补偿费列入管理费用。其计算公式如下：

矿产资源补偿费金额 = 矿产品销售收入 × 补偿费率 × 开采回采率系数 （8 – 2 – 15）

## 第六节 工业指标

工业指标是指在当前技术经济条件下，矿床达到利用所规定的综合标准，也是矿山企业对矿产质量和开采条件所提出的要求，它能保证合理地圈定矿体、计算储量，正确进行可行性研究和经济评价，促进矿产资源的合理利用以及确定最优的矿床开采方案，从而取得最大的经济效益。

工业指标通常包括边界品位、最低工业品位、最低可采厚度、夹石剔除厚度、含矿系数和米百分率等。这些参数的变化，往往会影响矿床经济评价的改变；如品位指标的变化，会导致矿体厚度、矿石平均品位和储量的改变，进而影响到开采方法、生产规模和矿床开发利用的经济效果，所以品位指标确定是否正确，既关系到矿产资源的合理利用，又关系到矿床开发利用的经济价值和经济效益。故在进行矿山建设可行性研究经济评价时，务必选择好合理的品位指标。

## 第七节 采矿技术经济指标（参数）

采矿常用的技术经济指标（参数）有以下几种。

### 一、采掘总量

包括矿山采矿、掘进（包括地质探矿、生产探矿、矿山开拓、采准、切割等工程）、作业的工作总量。

地下开采矿山：采掘总量（t） = 采矿量（t） + 掘进量（t） + 其它采掘量（t）
（8 – 2 – 16）

露天开采矿山：采掘总量（t） = 采矿量（t） + 剥离量（t） + 其它采掘量（t）
（8 – 2 – 17）

## 二、采矿量

是指已完成最后生产过程，从采场掌子面爆破下来的，包括不能分采而连带崩落的围岩在内的矿石量。

## 三、采出矿石量（Q′）

是指自掌子面爆破下来，并运出坑口的原矿数量。地下开采的采出矿石量包括采矿量和其它采出的矿石量。

## 四、采矿损失率（$K_l$）和回采率（$K_m$）

是指在采矿过程中损失矿石量（或金属量）占该采场或采区内矿石储量（或金属储量）的百分比。

$$\text{采矿损失率}（K_l）= \frac{Q（\text{矿石储量}）- Q'（\text{采出矿石量}）}{Q（\text{矿石储量}）}$$

$$= \frac{Q_l（\text{损失矿石量}）}{Q} \qquad (8-2-18)$$

故，

$$\text{采矿回采率}（K_m）= 1 - K_l = \frac{Q'（\text{采出矿石量}）}{Q（\text{矿石储量}）} \qquad (8-2-19)$$

## 五、采矿贫化率（$K_f$）

矿石在开采过程中，由于废石的混入，致使矿石品位降低，其降低程度以百分数表示，即为贫化率。

$$\text{采矿贫化率}（K_f）= \frac{Q_f（\text{采下废石量}）}{Q'（\text{采出矿石量}）} \qquad (8-2-20)$$

在采矿过程中，如果地测人员可以进入采场内工作，可采用采场测量和地质编录，通过直接作图，利用上式求出贫化率。如无法进入采场工作，可利用采样化验的品位，按下式计算求出贫化率（$K_f$），即采下矿石下降的品位（贫化后），与原矿石储量（贫化前）品位之比。

$$K_f = \frac{C - C'}{C} = \left(1 - \frac{C'}{C}\right) \qquad (8-2-21)$$

式中　C——矿石储量品位；

　　C′——采出矿石品位。

当围岩含矿化时，

$$K_f = \frac{C - C'}{C - C_w} \qquad (8-2-22)$$

式中 $C_w$——围岩品位。

## 六、采矿品位

是指采下矿石中所含金属量的百分比。采下矿石量中的金属量，应根据各个采场采样化验的原矿品位用平均法计算。

## 七、采出矿石品位（C′）

是指采出矿石中所含的金属量的百分比。可用下式计算：

$$C' = C(1 - K_f) \tag{8-2-23}$$

当围岩含矿化时，则

$$C' = C - K_f(C - C_w)$$

$$= C(1 - K_f) + K_f C_w \tag{8-2-24}$$

以上几种采矿技术经济指标，根据矿床采技术条件的不同，可以有各种不同的计算方法，这里介绍的仅仅是常用的一般方法。

# 第八节 选矿技术经济指标（参数）

## 一、原矿品位（$C_m$）

即入选矿石品位，也就是采出矿石品位。它与矿石储量品位（C）的关系是：

$$C_m = C(1 - K_f) \tag{8-2-25}$$

$C_m$ 是反映原矿质量的指标。

## 二、精矿品位（$C_d$）

它是反映精矿产品质量的指标，为了冶炼和销售，国家对精矿质量提出要求，几种常见精矿的国家规定的产品质量标准（最低数）如表 8-2-1 所示。

表 8-2-1 我国几种常见的精矿产品质量标准

| 名 称 | 本元素含量（%） | 杂质允许含量 |
|---|---|---|
| 铜精矿 | > 12 | < Pb，8%；< Zn，10% |
| 铅精矿 | > 40 | < Cu，3%；< Zn，9% |

| 名　称 | 本元素含量（%） | 杂质允许含量 |
|---|---|---|
| 锌精矿 | > 40 | < Cu，2%；< Pb，3%；< Fe，16% |
| 钨精矿 | > 65（$WO_3$） | < Sn，0.4；As，0.2%；S，0.8% |
| 锡精矿 | > 55 | < As，0.5%；Bi，0.15%；Sb，0.4%；Fe，9% |
| 钼精矿 | > 45 | < $SiO_2$，6%；As，0.25%；Sn，0.15%；P，0.15%；Cu，1.5%；Pb，1.5% |
| 铋精矿 | > 15 | < Pb，6%；$SiO_2$，5%；$WO_3$，4% |
| 朱砂 | 96（HgS） | < Ce，0.4% |
| 硫精矿 | > 30 | < As，3.0%；F，3.0% |

一般精矿产品质量符合上表要求的，才能称为合格精矿。精矿品位越高越好，当然价格也高；但提高精矿品位，选矿回收率往往会下降，因而影响矿产资源的利用。

## 三、尾矿品位（$C_w$）

它是废弃矿石中的品位，是反映选矿过程中有用组分损失情况的指标。

## 四、选矿比（q）

是指处理原矿量与获得精矿量的比例，亦即获得单位精矿所需的原矿量，它是反映矿石质量的指标，通常用倍数表示。

## 五、富集比（α）

是指原矿通过选矿后，有用组分富集到精矿中的比例，它是评价矿石选矿性能和作业优质的指标，一般来说富集比越大，表示矿石易选和选矿作业效率高，可用公式表示

$$\alpha = \text{精矿品位}（C_d）/\text{原矿品位}（C_m） \tag{8-2-26}$$

## 六、选矿产出率（即选矿产率）（δ）

指采出矿石量通过选矿处理后，获得精矿数量的百分率，也就是精矿量与采出量之比（或选矿比 q 的倒数）

$$\delta\left(\frac{\text{精矿量}}{\text{采出矿石量}}\right) = \frac{C_m \cdot K_d}{C_d} \tag{8-2-27}$$

式中，$K_d$ 为选矿回收率，其它代号与前公式相同。

## 七、选矿回收率（$K_d$）

指精矿中金属质量与采下（入选）矿石中金属质量之比，它反映选矿过程中金属的回收程度。

故实际选矿回收率

$$(K_d) = \frac{\text{精矿中金属质量}}{\text{采出矿石中金属的质量}} = \frac{\text{精矿量} \times \text{精矿品位}}{\text{原矿量} \times \text{原矿品位}} \qquad (8-2-28)$$

或由前式得出理论回收率

$$K_d = \frac{C_d \cdot \delta}{C_m} \times 100\%$$

或

$$K_d = \frac{C_d\ (C_m - C_w)}{C_m\ (C_d - C_w)} \times 100\% \qquad (8-2-29)$$

式中 $C_m$——采下（入选）矿石品位（%）；

$C_d$——精矿品位（%）；

$C_w$——尾矿品位（%）。

若 $K_d = 100\%$，则说明分子分母相等，$C_w = 0$ 这种情况实际不可能。若 $K_d < 100\%$，则说明 $C_w > 0$。

理论回收率是用来检验实际回收率的精确程度、技术管理水平高低、评价试验报告质量等的指标。

1. 金属平衡

就是选矿工艺过程中各阶段所获得的（包括尾矿在内）各种产品的金属量总和必须等于原矿金属量，它是选矿工艺流程设计的一项重要的计算工作。

$$\text{原矿金属量} = \text{各种精矿金属量} + \text{中矿金属量} + \text{尾矿金属量} \qquad (8-2-30)$$

以上选矿工艺过程中，常用的各项指标是相互关联的，也是可以互算的。

例如，某铅、锌共生矿石经选矿后获得铅精矿和锌精矿，而且两种产品中都含有铅和锌如表 6-2-2，则其选矿回收率应按下列公式推算。

表 8-2-2 某铅锌共生矿石中的铅锌品位

| 矿 样 | 矿产产量 | 品 位 | |
|---|---|---|---|
| | | Pb | Zn |
| 原矿 | 1 | $C_{mPb}$ | $C_{mZn}$ |
| 铅精矿 | $Q_{dPb}$ | $C_{dPb}^{Pb}$ | $C_{dPb}^{Zn}$ |
| 锌精矿 | $Q_{dZn}$ | $C_{dZn}^{Zn}$ | $C_{dZn}^{Pb}$ |
| 尾 矿 | $Q_w$ | $C_{wPb}$ | $C_{wZn}$ |

（1）按平衡关系，Pb 的平衡式为：

$$C_{mPb} = Q_{dPb}C_{d_{Pb}}^{Pb} + Q_{dZn}C_{d_{Zn}}^{Pb} + (1 - Q_{dPb} - Q_{dZn})\ C_{wPb}$$

$$= Q_{dPb}C_{d_{Pb}}^{Pb} + Q_{dZn}C_{d_{Zn}}^{Pb} + C_{wPb} - Q_{dPb}C_{wPb} - Q_{dZn}C_{wPb}$$

$$C_{mPb} - C_{wPb} = Q_{dPb}\ (C_{d_{Pb}}^{Pb} - C_{wPb})\ + Q_{dZn}\ (C_{d_{Zn}}^{Pb} - C_{wPb})$$

$$\therefore Q_{dPb} = \frac{(C_{mPb} - C_{wPb})\ - Q_{dZn}\ (C_{d_{Zn}}^{Pb} - C_{wPb})}{C_{d_{Pb}}^{Pb} - C_{wPb}}$$

（2）同理，Zn 的平衡式为：

$$Q_{dZn} = \frac{(C_{mZn} - C_{wPb})\ - Q_{dPb}\ (C_{d_{Pb}}^{Zn} - C_{wZn})}{C_{d_{Zn}}^{Zn} - C_{wZn}}$$

设用 $A = C_{mPb} - C_{wPb}$；$A_1 = C_{d_{Pb}}^{Pb} - C_{wPb}$；$A_2 = C_{d_{Zn}}^{Pb} - C_{wPb}$

$B = C_{mZn} - C_{wZn}$；$B_1 = C_{d_{Zn}}^{Zn} - C_{wZn}$；$B_2 = C_{d_{Pb}}^{Zn} - C_{wZn}$

则 $Q_{dPb} = \dfrac{A - Q_{dZn}B_2}{A_1}$；$Q_{dZn} = \dfrac{B - Q_{dPb}B_2}{B_1}$

（3）若将 $Q_{dZn}$ 代入 $Q_{dPb}$

化简后：$Q_{dPb} = \dfrac{AB_1 - A_2B}{A_1B - A_2B_2}$；

又将 $Q_{dPb}$ 代入 $Q_{dZn}$

化简后：$C_{dZn} = \dfrac{A_1B - AB_2}{A_1B_1 - A_2B_2}$；

（4）按 $K_d = \delta\dfrac{C_d}{C_m}$；

则 $K_{dPb} = \dfrac{Q_{dPb}C_{d_{Pb}}^{Pb}}{C_{mPb}}$；$K_{dZn} = \dfrac{Q_{dZn}C_{d_{Zn}}^{Zn}}{C_{mZn}}$；

$K'_{dPb} = \dfrac{Q_{dZn}C_{d_{Zn}}^{Pb}}{C_{mPb}}$；$K'_{dZn} = \dfrac{Q_{dPb}C_{d_{Pb}}^{Zn}}{C_{mZn}}$；

式中：$K_{dPb}$、$K_{dZn}$ 为铅精矿和锌精矿中铅和锌的回收率，$K'_{dPb}$、$K'_{dZn}$ 为锌精矿中铅和铅精矿中锌的回收率。如果计算总回收率则为（$K_{dPb} + K'_{dPb}$）和（$K_{dZn} + K'_{dZn}$）。

上面推导的理论回收率过程，实际就是计算金属平衡的过程，如果将 $Q_d$ 用 $\delta$（产出率）代替，则上列诸式即为产率的计算式，这样，根据 $\delta_{Pb} + \delta_{Zn} = 1$ 的原理，就更容易理解 $Q_{dPb} + Q_{dZn} = 1$ 了。

## 第九节　生产规模与服务年限

### 一、国内确定生产规模与服务年限的计算方法

国内确定生产规模与服务年限的计算方法如下：

（1）地下开采：经济上合理的矿山服务年限计算矿石产量 $Q_a$ 公式为：

$$Q_a = \frac{Q_{jg} \cdot k_e}{T_p (1 - k_c)} \quad (8-2-31)$$

式中 $Q_{jg}$——矿床的工业储量（扣除损失量）；

$k_e$——采矿回收率；

$k_c$——采矿贫化率；

$T_p$——合理的矿山服务年限。

（2）按开采工作年下降深度计算矿石年产量，公式为：

$$Q_a = m_v \cdot s_k \cdot v_a \cdot k_e / (1 - k_c) \quad (8-2-32)$$

式中 $m_v$——开采工作年下降深度；

$S_k$——开采矿体的水平面积；

$v_a$——矿石体重。

（3）露天开采生产能力计算公式：

$$Q_a = m_b \cdot q_a \cdot k_e / h \cdot (1 - k_c) \quad (8-2-33)$$

式中 $m_b$——矿山工程延深速度；

$q_a$——所选用代表性的水平分层矿量；

h——露天矿的台阶高度。

这些方法都显示出在某种条件下的计算特点，很能指导实际应用。

## 二、国外确定生产规模与服务年限的方法

### （一）公司实践

有些公司认为，一座矿山的寿命最少应为 10 年，以便能够通过周期性的价格波动最大限度地平衡风险。品位低而储量大的矿床，如斑岩铜矿矿床，需要大规模的公共设施，其寿命至少应为 20 ~ 25 年。煤矿也至少需要 20 年，非金属矿床必须要有 25 ~ 30 年的可采储量。也就是说公司哲学在这里起了很大的作用。有了服务年限，就很容易求出年度生产规模。另一方面，许多矿山从长年的地质学与矿化类型的经验积累了一些关于最佳可采、采准和设备进度的经验值。西澳金矿研究出一条概算规则，每年的最佳回采工作面进度是 30.5m（100 英尺），即垂直 30m。因此，从要评估的脉状矿床的走向和厚度出发，即可迅速求出年度的可能开采生产能力。

### （二）最佳寿命公式

Taylor 根据自己的经验，推导出一个求矿床最佳寿命 n 的公式：

$$n(a) = 0.2 \times \sqrt[4]{\text{可望达到的矿石储量}} \quad (8-2-34)$$

或

$$n(a) = 6.5 \times \sqrt[4]{\text{以百万吨为单位的矿石储量}} \quad (8-2-35)$$

Taylor 规则曾被实际事例所检验。Wellmer 研究过加拿大有色金属矿的生产决策，Mcspadden 和 Schaap 研究过世界范围内的斑岩铜矿（即品位低储量大的铜矿床）。将这

些数据扩展起来，则各项研究结果平均起来即得出一个与 Taylor 公式相吻合。正像 Wellmer 的计算结果一样，在工业国家，Mcspadden 和 Schaap 的数据与 Taylor 规则求出的数据十分吻合，而在发展中国家，开采率平均高出 20%。这种情况一方面可能与要求较高利息作为补偿的有关，而另一方面它反映出通过较短的时间减少国家风险的努力。

### （三）储量寿命比

矿山投资通常是项目投资，银行要按照一定的时间来承担借贷的风险。担保只是项目本身，矿山企业不再用自己的全部财产为借贷提供担保（即无追诉权的资金融通）。银行要求可靠储量和可能储量作为借贷担保。

只要必要的还贷期不太长（一般不长于 10 年），且后备基地能保证提供足够的补充资源时，银行才会愿意承担采矿风险。这里，储量寿命比 $V_r$ 更重要。银行要求这个比例最少为 2∶1。即

$$V_r = \frac{\text{矿山的整个寿命}}{\text{必要的还贷时间}} > \frac{2}{1}$$

## 第十节　损失率、贫化率和选矿回收率的估算

采矿损失率是指采矿过程中损失的矿石量与计算范围内矿山的工业储量的百分比。矿石损失是对矿产资源的一种浪费。损失过大将会缩短矿山的服务年限，造成储量后备不足，使每吨矿石所摊销的折旧费用增加。

矿石贫化率是指采矿过程中混入矿石中的围岩数量与实际开采的工业矿量的百分比值。矿石贫化率将影响出矿品位，使生产 1t 精矿或金属所需的矿石量增加，降低最终的生产能力，降低加工过程中有用组分的回收率，降低矿山企业的经济效益。

选矿回收率是指精矿中某种金属重量与该原矿中金属重量的比重。它反映选矿过程中金属回收程度、选矿技术水平、选矿工作质量的一项重要的技术经济指标。在保证精矿质量的前提下，不断提高选矿回收率，不仅能充分回收矿产资源，而且能提高矿山经济效益。

采矿损失率、贫化率和选矿回收率以每吨精矿的最大利润为目标函数，在目标函数极大化的条件下，予以确定。当最佳采矿损失率、贫化率和选矿回收率确定后，在矿业权估价时，将它们作为常数对待。在评估实践上，应根据矿山生产数据进行统计测算。

## 第十一节　边际品的估算分析与确定

矿业权评估不同于其他资产评估，这是因为还存在一个地质环境特别是矿床条件等问题。矿床规模是一成不变的，因此，不可避免地要被采完。而矿床工业价值是动态的，因为它不仅受资源丰度的影响，而且还受变化中的外部技术经济环境，如市场供给

需求关系、开采技术、加工技术、国内外经济环境等诸因素的影响。

在矿床工业指标中，品位指标是最重要的指标，它不仅是制定其他多种工业指标的基础，而且是矿石储量计算的依据。因此，在资产评估中要根据最有效利用原则对矿床工业指标进行科学分析，特别要对边界品位指标进行动态分析，选择最优边界品位，确定最佳经济效益的资产储量。

在我国的工业品位指标体系中，采用双品位指标，即边界品位与最低工业品位。边界品位是划分矿石与废石（围岩与夹石）的有用组分的最低含量标准，也是矿体与围岩划分的标准，其高低决定着矿石量的大小，是资产评估中核实矿产储量的关键性参数。最低工业品位，又称最低可采品位，简称工业品位，它是圈定工业矿体，划分表内和表外储量的依据。上述工业指标的使用上，根据全国储委的规定，在矿床初步勘探后就由地质勘探部门自行拟定，或经技术经济概算后提出临时的工业指标，由上级下达，用于阶段储量的计算，确定矿床初步工业评价。详细勘探后，由地质勘探部门、生产部门和设计部门共同制定，一般通过技术经济分析方法确定，并经储委通过。经上级用正式文件下达，以后如果改变工业指标，要重新审查并经储委批准。到了矿山开发生产阶段，一般都沿用地质勘探阶段所确定的指标，很少修订或改变直到闭坑，如需修订需报主管部门审批。

西方国家普遍采用单指标制。此指标制只有一个指标，即边际品位来圈定矿体。所谓边际品位即选别开采的单元的最低可采品位。某单元若其平均品位高于或等于此指标限值，则属可回采单元；否则属于不可采的废石。在勘探阶段，此指标主要作用是把矿化物与废石区别开来，以估计矿物的储量，并以此为基础作为矿石储量的依据。当然品位与储量的关系一经确定，便可以在此基础上结合技术经济条件来分析，确定计划边际品位以致最终确定可采品位（经营性品位指标）。西方的边际品位是一个动态的品位指标，要随着时间而降低。

矿床品位指标的优化，是一个非常复杂的资源经济问题。国内外学者做过大量的研究。我国传统的双指标品位指标体系，可以说是计划经济的产物。随着市场经济体系的建立，其弊端越来越明显。而采用单品位指标，可先将矿体划为许多选别开采单元，形成所谓矿体几何模型，进而运用地质统计学方法（如克拉格法），对每个单元进行平均品位、矿石储量及金属储量的估值，形成矿体经济模型，便于开展各种经济分析。

## 一、矿床品位分布

矿床中矿化物中的有用金属含量并不是一个常数，不同的样本点，其品位值不尽相同。运用数理统计的方法，可以得到各种品位级别的样本点出现的频率，从而得到矿床的品位分布函数。

品位分布函数对品位指标的确定具有非常重要的意义。对一个矿山来说，如果矿体中各处的品位没有差异，那么品位指标的确定问题将会是很简单的。而事实上由于金属分布在不同的品位级别上，当不同的品位指标在圈定矿体时，就会得到不同工业储量。比如，矿石开采品位指标降低，工业储量就增加，储量的平均品位却下降，从而影响矿

石的产量和成本，其影响程度如何，就取决于矿体的品位分布规律。矿体的品位分布函数的建立是对品位指标进行经济分析的基础。

矿床的形成是一个非常复杂的自然过程，其品位分布形态并不一定严格符合某种数学函数，但矿床品位分布在统计上符合一定的函数形式。主要有如下几种：

（1）正态分布，矿石品位形成受到许多相互独立和微小的随机因素的综合作用，当这些因素对品位的影响是均匀微小而无一个因素起突出显著作用的时候，品位的统计分布呈正态分布。例如：矿化比较均匀的沉积或复杂型铁矿，其铁的品位一般呈正态分布。矿床品位正态分布的函数式为

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-u)^2}{2\sigma^2}} \tag{8-2-36}$$

式中　x——品位；

$\sigma$——品位的均方差；

u——品位的均值。

（2）对数正态分布，一般认为，如果矿体品位形成受许多因素综合作用，当这些因素对品位的影响并非都均匀微小，而个别因素的影响非常显著时，品位分布由于不满足中心极限定理的要求，而使统计分布曲线趋于偏斜，则品位的对数值一般是正态分布。经验证明在多数内生有色金属－稀有有色金属矿床中的有用组分及矿石中的微量元素都具有对数正态分布的特点。服从对数正态分布的函数为

$$f(x) = \frac{1}{(c+x)\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{[\ln(c+x)-u]^2}{2\sigma^2}} \tag{8-2-37}$$

式中　c——常数（通过对该常数的调整使拟合达到最佳水平）；

$\sigma$——$\ln(c+x)$ 的均方差；

u——$\ln(c+x)$ 的均值；

其他符号同前。

（3）服从反对数正态分布的函数，其函数式为

$$f(x) = \frac{1}{(c-x)\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{[\ln(c-x)-u]^2}{2\sigma^2}} \tag{8-2-38}$$

式中符号同前。

（4）两个正态分布叠加的函数，这种函数出现于有两期矿化叠加的矿床，其品位频率分布曲线呈双峰形，其函数式为

$$f(x) = A_1 \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_1} e^{-\frac{(x-u_1)^2}{2\sigma_1^2}} + A_2 \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_2} e^{-\frac{(x-u_2)^2}{2\sigma_2^2}} \tag{8-2-39}$$

式中　$\sigma_1$、$\sigma_2$——被叠加两个函数中 x 的均方差；

$u_1$、$u_2$——被叠加两个函数中 x 的均值；

$A_1$、$A_2$——数学参数，满足 $A_1 + A_2 = 1$（可通过对两态的调整，使拟合达到相对最佳水平）；

其他符号同前。

（5）两个对数正态分布函数叠加的函数，这种函数也出现于两期矿化叠加的矿床，

其品位频率分布曲线亦呈双峰形，但其具体形式与上一种情况有所不同。

（6）不同类型分布函数叠加的函数，即由前 3 种不同类型函数的叠加，可以两种类型叠加，也可以是 3 种类型的叠加，并在曲线上呈多峰形。愈是成矿过程复杂的矿床，这种曲线愈复杂。

有了品位分布密度函数 f（x），就可以得到两个有用的关系式（在采用单项指标的情况下）：

①边际品位与矿石储量 Q，公式为：

$$Q = \int_a^1 f(x)\,dx \tag{8-2-40}$$

式中 $a$——边际品位；

Q——矿石储量。

②边际品位与矿石平均品位的关系式：

$$\overline{a} = \frac{1}{Q}\int_a^1 xf(x)\,dx \tag{8-2-41}$$

式中 $\overline{a}$——矿石平均品位。

需要指出的是，对于极薄脉状矿体来说，边际品位与矿石储量之间一般来说没有上述这种明显的直接关系。矿脉与围岩的过渡是突变性的，而没有品位逐步递减规律，在这种情况下矿石储量随矿脉宽度指标而变化。这时，边际品位的确定问题实际上就要转变为最小采幅、米百分比和采下矿石最低工业品位的问题。

## 二、矿石品位指标经济分析的基础方法——边际分析法

边际分析法是现代西方经济学中被广泛应用的一种数量分析工具，它的基本思路是通过分析一个经济变量的变化量与由此而引起的另一个经济变量的变动量的比例关系来考察经济问题。用边际分析法可以分析生产、分配、交换和消费各个领域中的问题。最优开采品位问题其实质就是在于协调好金属产量与成本的关系，从而取得最佳的经济效益，故而以下主要阐述用于最优产量决策的边际分析法模型，这一模型主要包括成本分析、收益分析和利润最优化条件三个方面。

### （一）成本分析

在西方经济学中，成本是指生产活动中所使用的生产要素的费用，成本也称做生产费用。现代经济学中所说的成本包括了正常利润，超额利润不包含在成本以内。

（1）总成本 $T_C$、平均成本 $A_C$、边际成本 $M_C$：

总成本是生产某指定产量所需要的成本总额。它包括两个部分：固定成本（$F_C$）与可变成本（$V_C$）。固定成本是在一定限度内不随产量变动的费用，如厂房和机器折旧费用、一般管理费用、厂部管理人员工资，只要建立了生产单位，不管是否进行生产，都需要支出固定成本。可变成本是随产出水平的变化而变化的那些成本，如原材料、燃料和动力、生产工人的工资等。

平均成本（$A_C$）是单位产品的平均成本，计算式为

$$A_C = \frac{T_C}{Q} \tag{8-2-42}$$

平均成本也包括两部分：平均固定成本和平均可变成本。以产量除固定成本得出平均固定成本，以产量除可变成本得出平均可变成本。

由于固定成本不随产量变动而变动，所以平均固定成本在一定限度内必须随产量的增加而逐渐下降。

由于可变成本是随产量而变动，所以平均可变成本也会随产量变动而变动。但变动的趋势要根据生产的具体情况而定。产量增加后，平均变动成本一开始可能下降，但产量增加到一定限度后，平均可变成本将会逐渐上升。

边际成本（$M_C$）是生产最后增加的那个单位产品所花费的成本，或者说，边际成本就是每增加或减少一个单位产品而使总成本变动的数值，即

$$M_C = \frac{d(T_C)}{dQ} \tag{8-2-43}$$

（2）$A_C$、$M_C$ 与 Q 的一般关系：

$A_C$、$M_C$ 与 Q 的一般关系可用图 8-2-2 来表示。

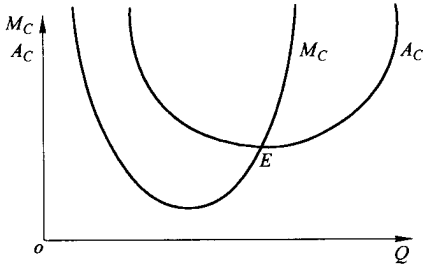



图 8-2-2　平均成本曲线和边际成本曲线

从图上可以看出，边际成本曲线 $M_C$ 与平均成本曲线 $A_C$ 在平均成本 $A_C$ 的最低点 E 相交。即上升的 $M_C$ 曲线总是通过 $A_C$ 曲线的最低点。这意味着如果 $M_C$ 小于 $A_C$，那么，$A_C$ 必然会下降。这种关系不是偶然的，对于任何一个企业，$A_C$、$M_C$ 都具有这种关系。

如果 $M_C$ 小于 $A_C$，那么生产的最后一单位的成本小于过去全部单位的平均成本。如果最后一单位的成本小于过去全部单位的平均成本，那么新的 $A_C$ 必然小于原来的 $A_C$，因此，$A_C$ 必然会下降。用成本曲线的术语说，如果 $M_C$ 曲线位于 $A_C$ 曲线的下方，$A_C$ 曲线必然会下降。

如果 $M_C$ 大于 $A_C$，那么最后一单位的成本大于过去全部单位的平均成本。因此，新的平均成本必然高于原来的 $A_C$，所以，当 $M_C$ 大于 $A_C$ 时，$A_C$ 必然上升。

最后，当 $M_C$ 等于 $A_C$ 时，最后一单位的成本正好等于过去全部单位的平均成本。因此，新的 $A_C$ 等于原有的 $A_C$，当 $A_C = M_C$ 时，$A_C$ 曲线既不上升，也不下降。

## （二）收益分析

（1）在微观经济学中，收益是指企业销售商品的收入。有三个基本的收益概念：即总收益（$T_R$）、平均收益（$A_R$）、边际收益（$M_R$）。

总收益（$T_R$）是指企业销售商品的全部收入，也就是商品的总卖价。

平均收益（$A_R$）是指企业销售每个单位产品的平均收入，也就是每个产品的卖价。

$$T_R = \frac{T_R}{Q} \tag{8-2-44}$$

边际收益是指企业销售一个产品而使总收益增加的值，即最后出售的那个产品的卖价。

$$M_R = \frac{d(T_R)}{dQ} \tag{8-2-45}$$

总收益又分为价格不变情况下的总收益和价格递减条件下的总收益。

在价格不变的情况下，不论产量是如何增加的，单位产品的售价都一样，平均收益和边际收益都不变，一定产量的商品价格即等于平均收益又等于边际收益，在这种情况下，生产者增加生产不影响产品的售价。

在价格递减条件下，随着企业销售量的增加，边际收益和平均收益都是递减的，单位产品的售价只等于平均收益，不等于边际收益。在这种情况下，生产者增加生产，就会使单位产品的售价下降。

（2）价格不变的条件下，$A_R$ 与 $M_R$ 同 Q 的关系。在一般情况下，当市场上的商品供应是增加时，其价格就下降，反之，其价格就上升，但是如果我们假定某一企业面临的是一个完全竞争的市场，有许多企业生产同样的这种商品，这时这一企业的产量变动不会影响的情况下，这一企业的 $A_R$、$M_R$ 与 Q 的关系如图 8－2－3 所示。从图 8－2－3 可以看出，在完全竞争的条件下，价格等于平均收益，也等于边际收益，这是因为生产者多卖一个单位产品，即不会使售价上升，也不会使售价下降，因此 $A_R$ 与 $M_R$ 总量总是相一致。

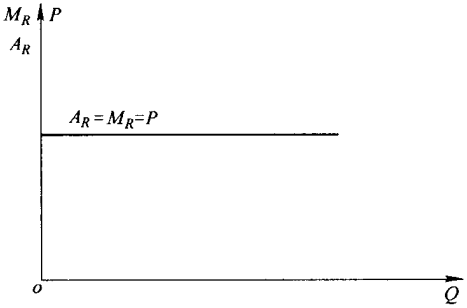



图 8－2－3 平均收益曲线和边际收益曲线

## （三）边际收益等于边际成本的原则

西方经济学认为企业行为的基本目的是利润最大化。而使利润最大化，就必须满足边际成本与边际收益相等这一条件，这是因为，如果边际收益大于边际成本，这说明还

有潜在的利润可以获得，企业将会继续增加产量；反之，如果边际收益小于边际成本，企业就要亏本，这时就会减少产量，直到边际收益等于边际成本为止，这时企业就把可能赚到的利润获得了。

把这一原则与上述图 8－2－2、图 8－2－3 结合起来，就可以求出企业的最优产量，如图 8－2－4 所示。从图 8－2－4 可以看到，$M_R$ 与 $M_C$ 在 $Q_1$ 处相交，因此 $Q_1$ 是利润最大的产量，还有一个值得注意的点，就是 $M_C$ 与 $A_C$ 相交时的产量 $Q_2$，这时因为成本最低，从而对单位产品来说利润最大，这时，对一般的厂商而言，并不是满足这个最优值，因为这时 $M_R$ 仍大于 $M_C$，说明年度总利润尚未达到极大值，还有潜在的利润可获取，它们还会继续增加产量，直到 $Q_1$ 为止。

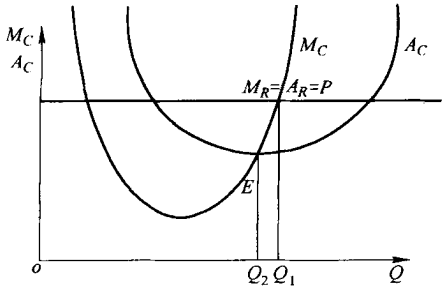



图 8－2－4　竞争企业的利润最大化

边际分析法在矿石品位指标经济分析中具有广泛的用途，因为通过边际成本和边际收益分析而确定边界品位。

## 三、边际品位分析与确定

对于矿山经营而言，矿山企业的主要目标就是矿山寿命期间的总利润最大，也就是说如何从这些有限的资源中尽可能地获取利润，最大限度地降低经济品位，从而最大限度地增加矿石储量和矿山寿命，即可以达到这目标。采用边际分析方法，应用边际成本＝边际收益公式，可以确定边际品位，在该边际处，品位恰好足以补偿成本。下面来讨论建立在求解最优边际品位的数学模型。

假设 $a$ 为边际品位，q 为矿岩中品位大于 $a$ 的矿量在总的矿岩中所占的比例，我们有

$$q = \int_a^1 f(x)\,dx \tag{8－2－46}$$

而这些被当作岩石的矿量的平均品位 $\bar{a}$ 为

$$\bar{a} = \frac{1}{q}\int_a^1 xf(x)\,dx \tag{8－2－47}$$

（1）每吨矿岩中有 q 吨矿石来处理时所需要的成本：

$$T_C = q \cdot C_0 + C_m \cdot Q_m + C_c \cdot Q_c + C_r \cdot Q_r \tag{8－2－48}$$

式中　$C_0$——每吨矿石必须负担的年固定费，元/t；

$C_m$——采矿单位作业成本，元/t；

$C_c$——处理单位原矿的选矿作业费，元/t；

$C_r$——冶炼单位作业成本，元/t；

$Q_m$、$Q_c$、$Q_r$——分别代表单位矿岩中处理 q 吨矿石所获得的原矿、选矿处理量和金属产品的数量，t。

其公式如下：

$$Q_m = q\frac{\rho}{1+\beta}$$

$$Q_c = q\frac{\rho}{1+\beta}$$

$$Q_r = q\overline{a}\frac{\rho}{1+\beta}\varepsilon k$$

式中 $\beta$——矿石贫化率；

$\rho$、$\varepsilon$、$k$——采矿、选矿和冶炼回收率。

令 R 为金属总回收率，则

$$R = \rho\varepsilon k$$

所以

$$T_C = qC_0 + C_m q\frac{\rho}{1+\beta} + C_c q\frac{\rho}{1+\beta} + C_r q\overline{a}\frac{\rho}{1+\beta}\varepsilon k \tag{8-2-49}$$

(2) 单位矿岩处理 q 吨矿石所获得的收益 $T_R$

$$T_R = Q_r p = q\overline{a}\frac{\rho\varepsilon k}{1+\beta}P = q\overline{a}\frac{R}{1+\beta}P \tag{8-2-50}$$

式中 P——金属价格，元/t；

(3) 相对于矿石量而言的边际成本 $M_C$

$$M_C = \frac{d(T_C)}{dq} = C_0 + C_m\frac{\rho}{1+\beta} + C_C\frac{\rho}{1+\beta} + C_r\overline{a}\frac{\rho}{1+\beta}\varepsilon k \tag{8-2-51}$$

(4) 相对于矿石量而言的边际收益 $M_R$

$$M_R = \frac{d(T_R)}{dq} = \frac{d\left(q\overline{a}\frac{R}{1+\beta}P\right)}{dq} = \frac{aR}{1+\beta}P \tag{8-2-52}$$

(5) 根据利润最优化条件：

$$M_C = M_R = \frac{aR}{1+\beta}P \tag{8-2-53}$$

因此，边际品位的变化与矿产品的生产成本成正比，与矿产品的价格成反比，边际品位的优化对矿山经营决策的意义取决于矿床的地质参数，特别是取决于矿床品位分布，即吨位一品位的关系。

# 第三章　矿产资源价值理论

## 第一节　矿产资源的价值基础

各种矿物质及其富集而成的矿产，是在遥远的地质年代，在地球的物理、化学和地质等作用下，经历漫长的时期逐渐形成的。其形成的年代远远早于人类社会。以煤炭为例，大部分煤炭是在石炭纪、二迭纪、侏罗纪、白垩纪和第三纪形成的，其中石炭纪距今 35 000 万年，距今最近的第三纪也已 6 700 万年。因而，它的形成和存在完全与人类社会无关，没有也不可能有人类的任何劳动和活动参与其中。可以认为，处于原始状态的煤炭和其他矿产，是天然生成的“自在之物”，这种状态下，它们不具有劳动价值学说中定义的由人类劳动所创造的那种价值。很久之后，当人类社会出现并发展到一定历史阶段，人类通过长期的生产劳动和生活实践，逐步认识到各种矿产的用途，经过长期的探索和积累，形成了发现、开采、加工和利用各种矿产的技能、知识与技术，这时，这些天赋所成的“自在之物”才成为能够满足人类生活和生产所需要的“为我之物”。人类开发矿产的目的是为了利用它，是因为矿产中含有的有用物质，例如煤炭中的炭、炭氢化合物，铁矿中的铁等。因而，矿产中含有的有用物质的品种、数量、质量及其开采、加工和利用条件，便是形成矿产资源价值的物质基础。离开这个基础，矿产资源的价值便成为无源之水、无本之木。至于在市场经济中，矿产资源进行流转时的价值和价格，除取决于上述基础条件之外，还取决于市场因素，例如资源的稀缺性、供求关系等。作为“矿产资源”、“矿产资源资产”界定的矿产，已经不是处于原始状态的“自在之物”，而是已被人类劳动（体力和脑力的）所探索、认识、研究和圈定的“为我之物”。它们是指已经探明储量的、在现有技术条件下能开采利用的、以不同形态（气态、液态和固态）存在于地表或地下的矿产资源。矿产资源与自然物不同，是根据社会的需要，在社会劳动支出的基础上已经被人们认识清楚并准备用于生产和非生产领域的自然物质。因而是社会经济领域的产物，一般称为社会的国民财富，在我国被称为资源性资产。人类对矿产资源的有用性即使用价值的认识是从一定的历史阶段开始的，通过研究矿产资源的自然客体，才逐步认识到矿产资源的具体的使用价值。由于生产和生活的实际需要，人们开始探索开发利用矿产资源的途径。这时矿产资源才进入经济领域，才具有实际的使用价值。人类对矿产资源认识的发展，是人类开发矿产资源的先决条件。以工具的改进为标志的生产力的发展，为矿产资源的开发提供了主要手段。科学的发展和技术的进步是矿产资源开发利用的有力保证。人类在认识矿产资源的有用性、探明方法

及矿产资源的开采、加工利用技术的历史过程中，矿产资源已经凝结了人类的“附加劳动”。因此，人类为了占用矿产资源，认识它的使用价值，研究开发利用它的方法和技术等等，所付出的一般人类劳动构成了矿产资源价值的一部分。

矿产资源的发现和探明需要投入大量的人类劳动。地质勘查工作是既包含简单的体力劳动又包含复杂的脑力劳动、最后完成创造性成果的过程。地质勘探工作者运用各种科学技术手段和方法从而确定矿产资源的空间位置、构造形态、矿产储量与质量。这实质上是对矿产资源的直接劳动投入，这种劳动投入凝结在矿产储量中，形成了矿产资源的价值。可以说，矿产资源价值是地质勘查劳动与地下矿体相结合的产物。虽然某些矿体露于地表，不必进行复杂的找矿工作，但仍要进行必要的地质勘探和测试，以便确定其形态、走向、质量及储量参数，在客观上仍是劳动的投入。通过地质勘查工作获得的矿产资源不再是原始状态的自然物，而是由社会生产决定的具体条件下选择的生产要素。作为生产要素的矿产资源，一方面是直接来源于自然界，它的物质性能和存在形式是自然界赋予的，另一方面是经过人类认识自然和改造自然的历史过程逐步认识的，而且大部分是经过地质勘查劳动后才发现和确认的。

“商品使用价值，是它的交换价值的前提，从而也是它的价值的前提。”矿产资源的使用价值不是劳动创造的，而是自然力形成的。正如马克思所指出的，“劳动并不是它所生产的使用价值即物质财富的惟一源泉。正象威廉·配第所说，劳动是财富之父，土地是财富之母。”因此，矿产资源已具备了价值的前提。

综上所述，矿产资源具有使用价值，而且又凝结了人类的一般劳动，因此，矿产资源具有价值。矿产资源不能像其他商品一样在市场上进行交换，其价值是通过矿业权的有偿取得、依法流转来实现的。

## 第二节 矿产资源的价值构成

地质勘查部门投入等量的资金和劳动所探明的矿产资源的数量和质量是不同的。在富矿地区，较少的投入会探明数量多质量好的矿产资源；而在贫矿地区，较大的投入所获得的矿产资源的数量和质量却较差，所以矿产资源价值量的大小不取决于劳动投入量的多少，而是由矿产中所含有用物质的数量、质量和开发利用的条件所决定，它们决定着矿产资源使用价值的大小，决定着其被开发后预期的多少。此外，在开采矿产资源时，不可避免地要破坏周围环境，因而，与此相关的环境价值补偿，也是构成矿产资源价值的一部分。

### 一、地质勘查劳动消耗

这部分价值量由勘查风险费用、物化劳动价值、活劳动价值和勘查净收益四部分构成。这部分价值称之为地勘劳动价值。勘查净收益既可能为正值，也可能为负值，这是由勘查所获得的矿产资源的质量和数量、矿业权市场机制决定的。随着矿产品在开采过

程中逐渐被消耗，凝结在矿产储量中的地质勘查劳动所创造的价值逐渐由矿产品的价值的实现而体现出来。

## 二、矿山地租

在我国，矿产资源的所有者是国家；而开发经营者为不同所有制（国有、集体、个体）矿山企业，它们都是独立的法人实体。所有者让渡矿产资源使用权，必然要获得经济上的报酬，这便是矿山绝对地租，可称为资源绝对地租。

矿产资源在总量上是有限的，因而表现为稀缺性。在完全市场竞争条件下，矿产品的市场价格决定于劣等资源条件下的矿产品价值，矿产品按照高于其生产价格的价格出售，必然使劣等资源条件下的矿产品也能获得超额利润，即剩余产品价值超过平均利润的余额，这就是资源绝对地租。

资源绝对地租是矿产资源的开采经营者为获得矿产资源的采矿权向所有者支付的经济代价，即使让渡劣等资源的采矿权，所有者也要收取资源租金，否则，矿产资源的所有权就不能得到体现。在完全市场竞争条件下，若劣等资源的开采经营者支付生产成本和资源租金后，不能获得社会平均利润，矿业经营者就会限产或关闭矿山企业，使矿产品的供给量减少。因矿产品需求缺乏弹性，矿产品价格上升，使劣等资源的开采经营者也能获得利润。在这里，并不是指所有的劣等资源开采者都能获得平均利润，而是就同类企业的平均水平而言。

在采掘业中，同种矿产资源在不同地区由于蕴藏丰度、赋存条件、开采的难易程度以及地理位置（运输条件）存在很大差异，投入等量的劳动和资金，产出的矿产品数量和质量是不相同的。开采资源条件好的矿产资源，所获得的矿产品数量就多，质量也好；而开采资源条件差的矿产资源，所获得的矿产品数量少，质量也差。因此，矿山企业在出售矿产品的收入中扣除生产费用支出及平均利润后，就会按上述矿产资源的不同丰度形成不同的超额利润，这种超额利润与矿产资源的自然丰度和地理位置优劣等级有关，称为矿山级差收益，这里称之为资源级差收益。

矿产资源级差收益也存在级差收益Ⅰ和级差收益Ⅱ两种形式。

资源级差收益Ⅰ由两部分组成，一部分是开采优等或中等资源的矿山企业所创造的超额利润（或超额收益）；另一部分是运输条件（或地理位置）优等或中等所带来的超额利润。正是由于这种级差收益不是依靠采掘企业职工本身努力经营而提高了劳动生产率所创造出来的，而是因自然条件好、运输条件优越形成的，因此，它应当全部归矿产资源的所有者（国家）占有。

资源级差收益Ⅱ则是对同一矿床追加投资导致劳动生产率和资源回收率提高，进而获得超额收益转化而来的。对同一矿床连续追加投资，采用先进的技术、设备和工艺，这不仅可以提高矿产资源的利用程度，而且可以改善矿床所在地的经济条件（如运输线路和运输方式的合理选择，矿石提升设备的改进等），从而在原有的矿产资源基础上取得更多的资源总回收量，获得更高的劳动生产率和更大的矿山收益。这部分收益应归追加投资者与生产经营者共同占有。由于矿产资源利用的不充分性，在一定的经济技术条

件下不可能回采地下的全部矿产。为了鼓励矿山经营者合理利用资源，将这部分超额收益归投资者及生产经营者是合理的。

虽然矿产资源不是矿山超额利润的惟一源泉，但它是矿山超额利润的惟一的物质基础。由于这种超额利润的形成与自然资源的富饶程度和地理位置有关，因此，矿山级差收益构成了矿产资源价值的组成部分。

任何形式的地租，都是所有权在经济上的实现形式。“资本化的地租表现为土地价格或土地价值，以及土地因此和其他商品一样可进行买卖”。所以，矿山地租是矿产资源价值的重要组成部分。资源地租是开发矿产资源所获得的超额收益，这种价值是随着矿产资源的逐步被开发而实现的，具有潜在性，因此，称这部分价值为潜在收益价值更为合理。

### 三、环境破坏的补偿价值

开采矿产资源对环境产生不同程度的破坏，这是由矿产资源的特殊性所决定的。开采赋存于地下的矿产资源要对地表的建筑物及农田产生破坏，对地下水系、地面水质、空气都产生不利影响。矿业生产对环境的污染和破坏，必须按照环境法规的有关规定进行控制和治理，一部分被破坏的环境必须要加以恢复，才能维持正常的生产和生活。开采矿产品的收益的一部分是以牺牲环境效用为代价的。为恢复环境所消耗的人力、物力的价值即为环境损失价值，这部分价值就表现为矿产资源的价值的一部分，称之为环境价值。

## 第三节 矿产资源价格的影响因素

矿产资源具有价值，当然也具有价格。矿产资源的价格以它的价值量大小为基础，同时受它的稀缺性、可替代性、市场供求状况及技术进步、国家经济政策等因素的影响。

(1) 矿产资源的自然丰度及地理位置。矿产资源的储量和品位、地质条件、开采技术条件、地理位置直接影响级差地租量的大小，因而决定其价值量的大小，从而影响其价格。

(2) 矿产资源的稀缺性。矿产资源是不可再生的非生物资源，随着开采强度的加大而相应减少，使得部分矿产资源的服务年限逐渐缩短或产量下降，从而导致资源价格上升。随着生产力的提高，开采矿产资源的劳动手段的改进，加剧了矿产资源的稀缺性，从而导致保护或勘查矿产资源的费用增加而使资源价格上升。

(3) 可替代性。矿产加工品被其他产品所替代，导致矿产资源需求量的减少，从而价格下降。例如，金属铜被铝及其他合金替代，导致铜矿资源需求量下降，从而铜矿资源价格下降；以煤为燃料的热电被核电替代，导致煤炭资源的价格下降。在这里应将矿产品的价格和矿产资源的价格区别开来。

（4）技术进步。技术进步导致生产率的提高，矿产品的生产价格下降，因而影响级差收益的大小，因此影响矿产资源的价格。

（5）国家经济政策。国家的税收、金融、投资、价格、国际贸易等方面的政策直接影响矿产品的消费量和需求量及矿产品价格的变动，从而引起矿产资源价格的变动。

## 第四节　有关矿业权价格的影响因素

矿业权是矿业权人对矿产资源进行勘查、开采的特许权利，它是矿产资源所有权派生出来的准物权，包括探矿权及采矿权。探矿权是指在依法取得的勘查许可证规定的范围内勘查矿产资源的权利，对于经过一定勘查投入的勘查区，探矿权还特指所取得的地质勘查成果和有价值的信息资料，这一点常常被忽视。采矿权则是在依法取得的采矿许可证规定的范围内开采矿产资源和获得所开采的矿产品的权力。矿业权是依附于矿产资源的无形资产，因而矿业权具有价格。

矿业权是依托于矿产资源的无形资产，它不能独立于矿产资源而存在；而矿产资源资产（已探明的、在现有经济技术条件下能开采利用的矿产资源）总表现为一定形式和一定主体的矿业权。矿业权从形式上讲属于法律范畴；矿产资源资产从形式上讲属于经济范畴。

矿产资源在没有被探明之前，已在地壳内或地表客观存在。但是，此时没有被人类认识到它的客体并了解它的储量信息，矿产资源只是潜在的资源。一旦人类投入劳动后确认某一区域具有可开发利用的矿产，那么这一区域内的矿产资源也就具有了使用价值和价值。矿产资源能够进入社会经济运营中，就变成了经济资源。这时，矿业权的价格实质上体现了矿产资源的价值及所有权的垄断性。

采矿权价格是矿业经营者为获得矿产资源的开采权而支付的经济代价。采矿权一经流转，采矿权人就取得了矿产资源的开采经营权。其价格取决于开发矿产资源将获得的超额收益的多少，即矿产资源的潜在收益价值，同时受市场机制的影响。

经过地质调查、地质普查，确认某一区域存在某种可开发利用的矿产资源，但具体的储量信息尚未清楚，这时才具备探矿权出让、转让的客观条件，探矿权才具有了价格。实质上探矿权价格依附于已经获得部分储量信息而尚未完全探明的矿产资源（或称之为潜在资源）的价值，同时受已经投入的地勘劳动价值的影响。其价格的高低主要取决于对矿产资源的认知程度（即普查的可靠性）和可能探明的储量数量及质量，以及地勘预期投入的多少。

对于没有经过任何地质调查或地质普查的地域，已获得某一地块土地使用权的持有者，如果在法律允许的条件下进行地质勘查，勘查者可按法律规定对获得的矿产资源储量享有相应的权益。在这种情况下，勘查之前所出让的是土地使用权，而不是探矿权。

矿业权无形资产的价格体现了矿产资源实物资产的价值，探矿权（包括地质勘查成果资料）、采矿权及矿产资源储量构成了矿产资源整体资产。探矿权价格以矿产资源的地勘劳动价值为基础，体现了探矿权人勘查劳动投入及其权益；采矿权价格则以矿产资

源的潜在收益价值为基础，通过采矿权转让使矿产资源的国家所有者权益得到体现；除此之外，矿产品市场、矿业权市场、金融市场、股票市场也会影响探矿权、采矿权价格。以矿产资源环境价值为依据，以矿产资源补偿费的形式征收环境保护基金，用于恢复矿产资源开采所造成的环境破坏。这样，矿产资源的国家所有者权益才能得到充分体现。

## 第五节 矿产资源价值的具体分配形式

上面对矿产资源的价值构成进行了详细的论述，但这只是理论上的划分，国家作为矿产资源的所有者在体现其所有者权益时，采取一系列的形式进行分配和调节。具体为：

(1) 资源税。它是以各种自然资源为课税对象的一种税，具有级差地租的性质。国家通过征收资源税，将由于资源条件差异而形成的级差收益全部或部分收归国家，以消除矿业企业之间投资收益的不平衡。这种税收是按矿产品的销售数量计征。根据资源种类设置不同税目，按照资源条件实行差别税额，一般税额为 0.3 ~ 60 元/吨。

(2) 资源补偿费。它是矿山绝对地租的具体形式之一，相当于西方国家的权利金，是国家对矿产资源所有权权益的一个重要组成部分。国家通过征收资源补偿费对企业消耗国有资产进行补偿，主要用于发现新的资源地或可替代资源，主要体现在矿产资源的开发利用阶段。它是按照矿产品销售收入进行计征，一般为销售收入的 1% ~ 4%。

(3) 矿业权使用费。它是国家作为矿产资源所有人应得的权益之一，这部分费用并未体现矿产资源的价值，而相当于用于地质勘查或采矿的土地租金。《矿产资源勘查区块登记管理办法》、《矿产资源开采登记管理办法》规定“国家实行探矿权、采矿权有偿取得的制度，国家对探矿权、采矿权申请人征收探矿权、采矿权使用费，探矿权使用费以勘查年度计算，逐年缴纳，第一个勘查年度至第三个勘查年度，每平方公里每年缴纳 100 元，从第四个勘查年度起，每平方公里每年增加 100 元，但最高不得超过每平方公里每年 500 元。采矿权使用费按照矿区范围的面积逐年缴纳，标准为每平方公里每年 1000 元”。

(4) 矿业权价款。矿业权出让方和受让方在进行矿业权转让时，受让方应支付出让方矿业权的价款。矿业权的价款体现了两个方面的权益：一是出让方物化劳动和活劳动在矿产地上的投入及其相应的剩余价值；二是矿产资源在探明之前由自然力所形成的价值体现形式之一，即为矿产资源地绝对地租的一个重要组成部分。对于国家出资形成的矿业权，这部分权益应收归国家所有，《矿产资源勘查区块登记管理办法》、《矿产资源开采登记管理办法》规定，对由国家出资并已经探明矿产地的区块，探矿权申请人除缴纳探矿权使用费外，应缴纳国家出资形成的探矿权价款，申请由国家出资勘查已经探明矿产地的采矿权，应缴纳国家出资勘查形成的采矿权价款。

# 第四章矿山净收益的计算

**矿山净收益，英语：**NET SMEL TER RETURN，**缩写：**NSR。

## 第一节　以单位矿石价格或直接精矿价格为基础的简单情况

矿山通常生产精矿。它开采出能够直接装船的富矿石是很罕见的事情。有些情况下有精矿和矿石牌价，例如铁矿石、钨精矿、锑精矿或人造钒铀矿（Yellow cake❶）、$U_3O_8$（矿山的铀产品）等。从每周出版的杂志《Metal Bulletin》或《Engineering and Mining Journal》的价目表上可以摘录出这些牌价。这些价格多数以“单元”（units）为单位报价，1单元（1E）＝精矿价值载体的1%。从此出发计算矿山的净收益就简单了。

例1：设每单位铁矿石的价格为0.35 $/E。某矿生产可直接装船的富铁矿石64% Fe，求该矿的收益。

$$64 \times 0.35 = 22.40 \text{ \$/t 铁矿石}$$

若为矿山离岸价收入的话，还必须扣除运输成本。

例2：某白钨矿精矿价格为80 US－$/E $WO_3$。某矿床的白钨矿品位为0.80% $WO_3$。该矿石必须首先经过选矿，才能生产出可以出售的产品。选矿产出率为85%。因此每吨品位为0.80% $WO_3$ 的原矿石的收益值等于：

$$80 \times 0.8 \times 0.85 = 54.50 \text{ US－\$/t}$$

若为铁矿石，这里还要考虑运输。在铁矿石的冶炼厂进货价格中，运输成本占很大的比重（铁矿石是一种价廉而量大的产品），而在价值昂贵的钨精矿中，情况就不是这样了。在这种情况下进行初步估算时，运输成分可忽略不计。

初步评价时总认为能够生产经过选矿即可出售的标准产品，因为已经有了将其排除了的微观的或选矿技术的研究。如果只能够生产低品位精矿的话，则该矿山就必须接受收益折扣。这是一个必须向专家求教的领域。每种矿产都有其特有的规则。在《Metal Bulletin》中，只为锡发表了低品位精矿的冶炼条件。

让我们再回到上面举到的白钨矿那个例子。譬如有一条规则规定，低于70% $WO_3$ 的每个百分点扣除1 $/E，即精矿只有40% $WO_3$，则每单位的价格为：

---

❶ 在英语里，“Yellow cake”是钠铀酸盐或铵铀酸盐，但在土语里转意表示铀的氧化物。

$$E = 80 - (70 - 40) \times 1 = 50\ \$/E$$

# 第二节 有色金属

## 一、使用冶金公式的计算

一般非铁金属如 Cu、Al、Pb、Zn、Sn 或 Ni 等，不像第一节举例那么简单。它们一般只有金属即可销售的最终产品的牌价，而没有中间产品的牌价。有时可以读到这样的句子，如：某矿床有 1 亿吨，含 1% Cu，价格为 0.90US - $/1b，价值少于 20 亿 US - $。这完全是一个引人误入歧途的错误的计算。交易所价格 0.90 US - $/1b 指的是精炼铜。而这家矿山只生产精矿（见图 8 - 4 - 1）。

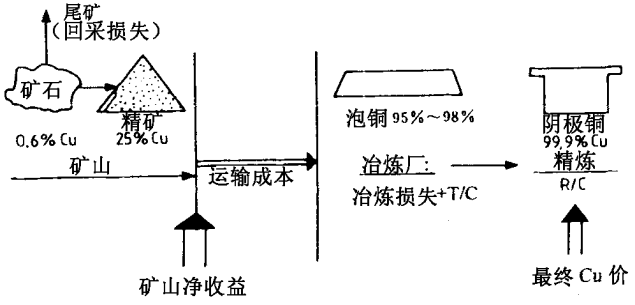



图 8 - 4 - 1 铜的开采过程

矿山为了获得收益，必须从生产精炼铜时由铜精矿（矿山产品）里发生的精炼铜价格上扣除所有的成本。

由精矿计算矿山收益有一个所谓的公式。下面以铜为例展示一下冶金公式的应用。因为我们要做的是前期阶段的矿床经济评价，而我们却常常使用令决定性的简单计算成为可能的简易算法。

举例：试评价一座斑岩铜矿矿床，其矿石品位为 0.7% Cu。为了简便起见，假设此类矿床中经常出现的 Mo、Au 或 Ag 含量为数很小，勿需付钱。试问每吨矿石的价值是多少？

为了进行评价，需作不同假设：

(1) 选矿产出率：假设为 90%，即从 0.7% Cu 中产出 0.63%。

(2) 精矿品位：正常情况下，精矿品位在 25% ~ 30% Cu 之间，这里假设为 25% Cu。

(3) 精矿从矿山至冶炼厂的运输：假设为 20 $/t。

(4) 冶炼费用：冶炼费用（treatment charge）的国际通用缩写为 T/C，它与精矿吨数有关。目前设定 T/C = 85 US - $/t 精矿较为合理。

(5) 冶炼损失：冶炼中会出现损失，因此冶炼厂付的钱没有给精矿的全部金属含量，而是扣除了其中的冶炼损失。冶炼损失有可能发生变化，不过铜的冶炼损失一般为1E。

(6) 精炼费用：精炼费用（refining charge）的国际通用缩写为 R/C，它与精矿中已付款的金属量（扣除冶炼损失！）有关。设定 R/C = 8 US - cents/lb 付款 Cu 较为合理。

(7) 金属价格：不管怎么说，这是一项最为重要的假设。这里设：0.90US - $/lb。

运算过程如下：

(1) 精矿品位为 25%。须从中扣除 1E（= 1%）的冶炼损失，结果只付 24% Cu 的费用。1% 相当于 22.046 lbs/t。这样，精矿的总价值 = （23 - 1）× 22.046 × 0.90 = 476.19US - $/t。

(2) 从其中扣除冶炼费用。T/C = 85 US - $/t。

(3) 还必须扣除精炼费用。它与已付钱的金属量有关。即 R/C = （25 - 1）× 22.046 × 0.08 = 42.33US - $/t 精矿。

(4) 最后还必须扣除运费。

这样，运算过程列简式如下：

| | |
|---|---|
| 精矿总价值 | 476.19 |
| - T/C | - 85.00 |
| - R/C | - 42.33 |
| - 运费 | - 20.00 |
| | = 328.86US - $/t 精矿 |

这就是矿山的净收益，国际上叫做“net smelter return”，缩写成 NSR。不过，我们对精矿并不怎么感兴趣，真正令我们感兴趣的是矿石的净价值：矿石品位为 0.7% Cu，产出率为 90%，精矿品位为 25% Cu。就是说，为了生产 1t 精矿，需要矿石：

$$\frac{25}{0.7 \times 0.9} = 39.68\text{t}$$

精矿系数 KF 为 39.68。

由此可知，矿石的净收益为：

$$\text{NSR} = \frac{328.86}{39.68} = 8.29 \text{ US} - \$/\text{t}$$

## 二、使用经验公式的计算

正像在一、里所看到的，为了求出矿石的收益，必须做一大堆假设。对于一座尚处在早期评价阶段的矿床（也许它刚刚生产约 10 年，其余的，今天仍属从设计到投产之间的时间即 Lead time 之内）来说，这是过于精确的计算了。

金属价格上扬，冶炼和精炼费用一般也要提高。图 8 - 4 - 2 以铅精矿为例清楚地展示出价格与冶炼费用（T/C）之间的相关关系。分析一下精矿合同即可确定，矿山得到的仅是最终成品中在一定幅度之内波动的那一部分。因此我们的估算可以用系数进行，

用一个变数即金属价格取代假设的：精矿品位、冶炼费用、冶炼损失、精炼费用、金属价格等变量，并通过一个系数考察其他各种假设。

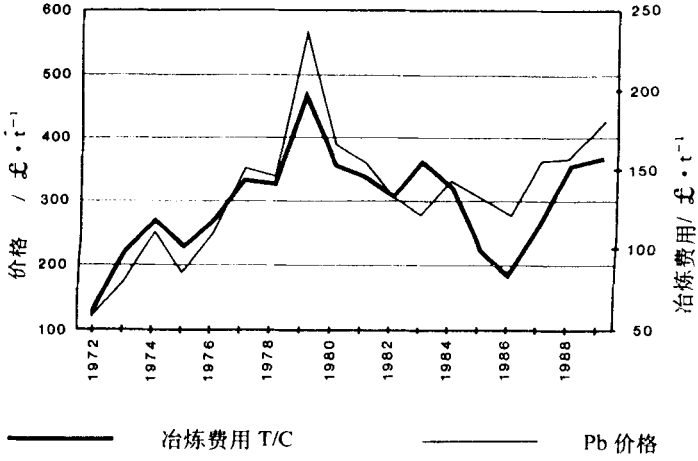



图 8－4－2 铅精矿的价格与冶炼费用之间的相关关系

这些系数列于下表。这样，与选矿的产出一起产生一个非常简单的计算矿石收益值的方法。

表的波动幅度表明，矿山收益在市场变化中的波动范围有多大：在买方市场上，即精矿充足，买方决定市场，这时价格偏低；在卖方市场上，即精矿短缺，矿山决定市场，这时价值较高。因为在矿山的早期阶段尚不知未来市场如何，在矿山服务年限这段时期内，它到底会发生怎样的变化，所以使用平均值是完全合理的。

表中括号里的数字是选矿产出率的变化幅度。产出率大小取决于粒度大小和共生关系。矿石若是综合的，粒度很细，那就最好选用较低的数值。

选矿产出率是标准值，一般不是最佳值（见 O′Hara，1969）。进行经济预测时，应该使用正常值计算，不要过于乐观。

| 成分 | 矿山净收益百分率：NF/% | NF 波动幅度/% | 选矿产出率 ε/% |
|---|---|---|---|
| Cu | 65（欧洲）<br>75（太平洋盆地） | 63 ~ 68<br>72 ~ 80 | 90<br>(92 ~ 85) |
| Zn | 50 | 48 ~ 52 | 90<br>(92 ~ 85) |
| Pb | 65 | 61 ~ 67 | 90<br>(92 ~ 80) |
| Ni | 65 | 62 ~ 70 | 80<br>(75 ~ 85) |

| 成分 | 矿山净收益百分率：NF/% | NF 波动幅度/% | 选矿产出率 ε/% |
|---|---|---|---|
| Sn | 94 | 90 ~ 95 | 60<br>(50 ~ 65) |
| Au（在有色金属矿中） | 95 | ~ | 80<br>(75 ~ 85) |
| Au<br>（在金矿中） | 98 | ~ | 90<br>(85 ~ 95) |
| Ag | 95 | ~ | 80<br>(75 ~ 85) |

关于表中的 Cu，现作如下说明：日本的铜市场（韩国、台湾和巴西等国家和地区亦如此）被保护并允许向在那里定居的冶炼厂、矿山提供十分优惠的条件。倘若矿床学者是为愿意将精矿装船运往欧洲的某欧洲公司效力的话，那他当然必须用欧洲条件进行计算。假如他效力于一座寻觅世界上可得到的最好条件的矿山，他应选择日本的矿山。

某火成岩矿床是一个综合性矿床，含 2% Cu，1.5% Pb，6% Zn，1.3oz/t Ag。问矿石的净收益（net smelter return）是多少？对于铜来说，把欧洲条件排除在外。价格假设：Cu 0.90 US – $/lb；Pb 0.35 US – $/lb；Zn 0.45 US – $/lb；Ag 5 US – $/oz。

利用表给出的 NF 系数。把 lb 换算成% 的换算系数为 22046。矿石是易分选的，因此可以用平均产出值进行计算。

Cu：$2 \times 22046 \times 0.65 \times 0.9 \times 0.9$ US – $ = 23.21$

Pb：$1.5 \times 22046 \times 0.65 \times 0.9 \times 0.35$ US – $ = 6.77$

Zn：$6 \times 22046 \times 0.5 \times 0.9 \times 0.45$ US – $ = 26.79$

Ag：$1.3 \times 0.95 \times \underline{0.8 \times 5}$ US – $ $= 4.94$

NSR = t 矿石 = 61.71 $/t

关于有色金属精矿中的贵金属含量，建议采用使用有色金属精矿的精选系数，不管表的 NF 系数是否太高。银一般进入 Pb 精矿或 Cu 精矿。假若与此相反，银在锌精矿里富集，那么这个简易计算公式就不能应用。

举例：某铅矿石含 8% Pb 和 80g/tAg。普通铅精矿的品位是 65% Pb。试用表给出的产出值进行计算，即：Pb 的产出值为 90%，Ag 为 80%。

据此，铅精矿的精矿系数 KF 为：

$$KF = \frac{65}{8 \times 0.9} = 9.0$$

现在，将铅的精矿系数应用于银。当产出率为 80% 时，富集在精矿中的银为：

$$80 \times 0.8 \times 0.9 = 576 g/t$$

当每吨精矿放宽 50g 时，在矿山贷方项下只记入 526g/t，即 91%。在这种情况下，系数为 95% 的 NF 就必须减少到 91%（或 90% 更好，因为这仅仅是一个粗略的计算）。

必须指出铝的情况有些特殊：它的原始产品是 $Al_2O_3$。含量在 35% ~ 50%之间的铝土矿。这是一种价值较低的岩石矿产，它的深加工不能通过机械选矿进一步富集起来，而只能用化学方法在精炼设备中加工成铝氧（$Al_2O_3$）。铝氧是铝冶炼厂生产的可以出售的原始产品（注意：正像其他金属一样，矿山—精炼—冶炼这个次序在语言上完全颠倒了）。

为了评价，有时要使用“10 中 10 概算法”，意即：1t 铝氧等于 1t 铝价值的 10%，1t 铝土矿等于 1t 铝氧价值的 10%。在评价铝土矿矿床时，绝对不可忘记运往精炼厂的运输费。这是一项重要的成本构成。

# 第五章　矿床寿命

矿床寿命即矿床服务年限，英语：Lifetime of Deposits 或 Re serve Life。

从前几章可以了解，如何计算每吨矿石的收益。当然，矿石收益只取决于含量，而不取决于开采出多少矿石。现在，要考察成本问题的话，就必须考虑单位时间内的产量。每天或每年的产量越大，每吨矿石的成本就越低。这就是英语里所说的“规模经济学”(economics of scale)。

要评价一个矿床，就会提出这样一个问题，即：从哪一年的产量开始？

## 第一节　矿床寿命的概算规则

(1) 有些公司以为，一座矿山的寿命最少应为 10 年，以便能够通过周期性的价格波动最大限度地平衡风险。品位低而储量大的矿床，如斑岩铜矿矿床，开发起来时常需要大规模的公共设施，其寿命至少应为 20 至 25 年。就连煤矿也至少需要 20 年，就是说公司哲学在这里起很大的作用。

因此，评价一个早期矿床时，需要对其潜力作出估计，如预计寿命为 10 年，即将其分作 10 份。这样就有了求出成本的年度生产能力。

(2) 许多矿山从长年的地质学与矿化类型的经验中积累了一些关于最佳开采、采准和设备进度的经验值。如果在这样的地区工作的话，这些经验值永远只能是原始规范而不是理论思考。西澳金矿研究出一条概算规则认为，每年的最佳回采工作面进度是 100 feet，即垂直 30m。因此，从要评价的脉状矿床的走向长度和厚度出发，即可迅速求出年度的可能生产能力。

有意思的是，加拿大的金矿有一条与此相近似的规则：日产量等于每垂直进尺(feet)吨位的一半，就是说，若每年有 250 个工作日，则矿床每年垂直延深的吨位等于 $\frac{250}{2}$feet，即 38m。

某待评价的黄金石英矿脉延走向长 200m，平均厚度 1.5m。问该矿脉的最佳年产量是多少？

因为这是一个石英矿脉，所以设定其密度为 2.6g/cm$^3$。试选用西澳金矿的概算规则，即回采工作面进度每年不超过 30m。

这样，每年吨位等于 $200 \times 30 \times 1.5 \times 2.6 = 23400$t/a，取整为 24000t/a。

在这方面还可以用另外一个同样来源于西澳大利亚的概算规则，即：实际上，xt/a的产量必须通过采准阶段耗掉3x的储量。比如每年要生产40万吨矿石，实际上就必须耗掉120万吨的储量。

## 第二节 最佳寿命公式

泰洛尔（Taylor，1977）根据自己的经验，推导出一个求矿床最佳寿命的最佳公式：

$$\text{寿命 n（a）} \approx 0.2 \times \sqrt[4]{\text{可望达到的矿石总吨数}} \qquad (8-5-1)$$

或：

$$\text{寿命 n（a）} \approx 6.5 \times \sqrt[4]{\text{以百万吨为单位的矿石吨数}} \qquad (8-5-2)$$

泰洛尔于1977矿床寿命计算结果见表8－5－1。

表8－5－1

| 可望达到的矿石吨数/$10^6$t | 平均寿命/a | 寿命波动幅度/a | 平均日产量 $t \cdot d^{-1}$ | 日产量波动幅度/$t \cdot d^{-1}$ |
|---|---|---|---|---|
| 0.1 | 3.5 | 3～4.5 | 80 | 65～100 |
| 1.0 | 6.5 | 5.5～7.5 | 450 | 400～500 |
| 5 | 9.5 | 8～11.5 | 1500 | 1250～1800 |
| 10 | 11.5 | 9.5～14 | 2500 | 2100～3000 |
| 25 | 14 | 12～17 | 5000 | 4200～6000 |
| 50 | 17 | 14～21 | 8400 | 7000～10000 |
| 100 | 21 | 17～25 | 14000 | 11500～17000 |
| 250 | 26 | 22～31 | 27500 | 23000～32500 |
| 350 | 28 | 24～33 | 35000 | 30000～42000 |
| 500 | 31 | 26～37 | 46000 | 39000～55000 |
| 700 | 33 | 28～40 | 60000 | 50000～72000 |
| 1000 | 36 | 30～44 | 80000 | 65000～95000 |

泰洛尔规则曾被实际事例所检验。韦尔默（1979，1981）研究过加拿大有色金属矿的生产决策，麦克斯帕顿（McSpadden）和夏普（Schaap，1984）研究过世界范围内的斑岩铜矿（即品位低而矿石吨数大的铜矿矿床）。即使将这些数据扩展开来，则各项研究结果平均起来即得出一个与泰洛尔求得的最佳生产率比较一致的吻合。图8－5－1说明的是加拿大的结果，图8－5－2介绍的是斑岩铜矿各个数据扩展以后的印象。图8－5－2的x轴上

给出矿床实际寿命与用泰洛尔规则求出的矿床寿命的关系。正像韦尔默的计算结果一样，在工业国家，麦克斯帕顿和夏普的数据与泰洛尔规则求出的数值十分吻合❶，而在发展中国家，开采率平均约高出 20%。这种情况一方面可能与要求较高利息作为补偿的投资成本有关，而另一方面它也反映出通过较短的开采时间减少国家风险的努力。

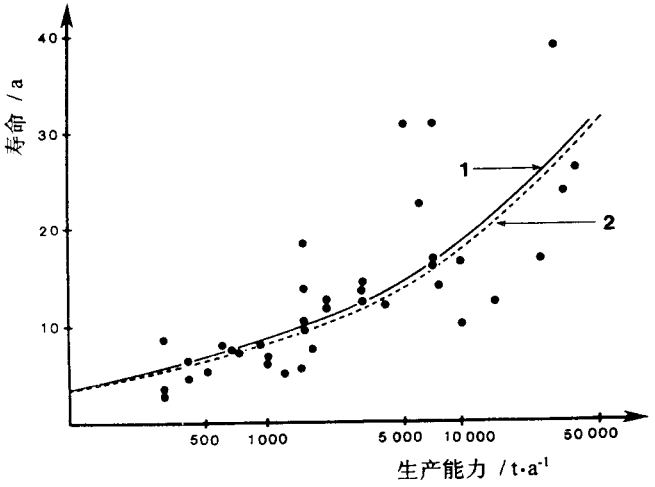



图 8－5－1　生产决策（1967—1977）上的加拿大有色金属矿的寿命
（据 Wellmer，1979）
1—泰洛尔假设的关系（$y = 0.83 \times 0.34$）；2—数据点 y 的内推值 $y = 0.69 \times 0.35$

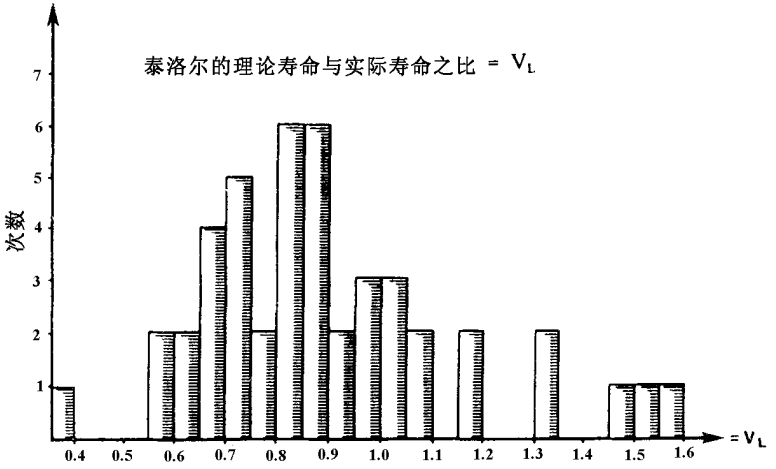



图 8－5－2　斑岩铜矿矿床实际寿命与泰洛尔理论上要求的寿命之比较
（根据 McSpadden 和 Schaap，1984）

❶　鉴于泰洛尔（1977）的要求，在一项利用舒尔茨（Schulz，1974）关于世界范围内金属矿山日开采量和储量的研究结果中，亦出现了相似的一致性。

试问潜力为 800 万吨的矿山，其最佳生产能力是多少？

公式（1）：$n = 0.2 \times \sqrt[4]{8 \times 10^6} = 10.64a$

公式（2）：$n = 6.5 \times \sqrt[4]{8} = 10.93a$

就是说，最佳矿山寿命为 11a。

800 万吨对于 11a 来说，意味着其年产量为：730000t/a。

## 第三节 非金属工业的矿山寿命

在世界范围内进行贸易或出口的金属矿产或高价值的工业矿物方面，规则中只有从矿床的角度看待矿床寿命，却没有从顾客的角度看待矿床寿命的，例如某锌冶炼厂的寿命。然后这个问题，在运输量极为可观的非金属工业方面，由于它们必须与其深加工紧密联系在一起，如石灰石与水泥厂等，却完全是另一回事了。这里起决定性作用的是企业主们关于这类工厂最短时间的观点，而后者是受诸如计划和批准程序需要时间、投资较大等因素影响的。一般说来，适用于非金属工业的概算规则是，必须探明一个世代（即 25 至 30 年）的储量。品特克豪斯（Lütkehaus，1991）为一些矿产或深加工工厂给出了决定其储量要求幅度的近似值（见表 8－5－2）。

表 8－5－2 非金属工业对矿产的最低数量要求

（Lükehaus，1991）

| 产品 | 必要投资（深加工设备基本需要的）约百万马克（1991 马克） | 原材料品种 | 矿产年需求量 $m^3$ 百万吨 | 矿产潜力 百万吨 | 必要储量幅度 a |
|---|---|---|---|---|---|
| 水泥 | 500 | 石灰岩和泥质灰岩（含 $CaCO_3$ 约 80%） | 640000 1.6 | 80 | 50 |
| 石灰 | 250 | 石灰岩（> 95% $CaCO_3$） | 240000 0.6 | 24 | 40 |
| 强热石膏 | 30 | 石膏 | 45000 0.1 | 2.5 | 25 |
| 水泥厂石膏 | | 硬石膏（约 40%） | 45000 0.1 | 5.0 | 50 |
| 砂石 | 20 | 砂砾 | 200000 0.4 | 10 | 25 |
| 灰沙砖 | 25 ~ 30 | 砂子 | 85000 0.15 | 6 | 40 |

## 第四节　储量寿命比

在早期的勘探或可行性研究阶段，为了求出矿山的最佳生产能力，一般使用潜在能力或者使用可能储量。然而投资决策的可行性研究必须建立在可靠储量和可能储量的基础之上。可能储量只能对延长矿山寿命的可靠因素起补充作用。

对可行性研究的要求很高。因为它是通过银行提供国内、外资金的基础，这已成为所有矿山勘探的通则。可行性研究必须是银行可承兑的（bankable）。关于储量，银行要求将可靠储量和可能储量作为借贷的担保。矿山投资通常就是项目投资，就是说，银行要按照一定的时间来承担借贷的风险。担保只是项目本身。矿山企业不再用自己的全部财产为借贷提供担保。这叫做无追索权的资金融通（nonrecourse financing）。当然，在银行承担风险之前，项目必须结束（completion guarantee，成就担保），而且在考察期间，可行性研究的各种参数也必须完成一定幅度（completion test，成就检验）。

只有当必要的还贷期不算太长（一般不长于 10 年）、且后备基地保证能提供足够的补充资源时，银行才会愿意承担采矿风险。在这里，储备寿命比 $V_R$ 很重要，虽然矿床的整个寿命与还贷时间之比也有作用。银行一般要求这个比例最少约为 2∶1。即：

$$V_R = \frac{\text{矿山的整个寿命}}{\text{必要的还贷时间}} > \frac{2}{1}$$

# 第六章　投资项目经济分险的分析

## 第一节　独立变量的风险模拟

经济上各种评价指标常受到不同风险因素的影响，因此在计算这些评价指标时，要考虑各种风险因素。风险因素包含离散型和连续型的随机变量，但它们都是相互独立的。

### 一、离散型风险变量的风险模拟

假设 Y = f（x）是含有离散型随机变量 X 的经济模型，为获得离散变量 X 的随机数，只需按第三节中例 6 所给的方法即可得到；重复多次，然后将其依次代入经济模型，得到一系列 Y 值，即为 Y 的一个样本。由 Y 的样本可求模型的统计特征。

例 1　某一工程项目，基准收益率是 5%，寿命期 20 年，年现金流量 A，最初投资 P，寿命期的残值是 L。由统计与预测资料得知，离散型随机变量 A，P，L 的累积概率分布如下：

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 平均值 A | 1285 | 1480 | 1675 | 1870 | 2065 |
| | 累积概率 | 0.17 | 0.37 | 0.73 | 0.88 | 1.00 |
| P | 平均值 P | 12500 | 13100 | 13700 | 14300 | 14900 |
| | 累积概率 | 0.10 | 0.23 | 0.57 | 0.80 | 1.00 |
| L | 平均值 L | 720 | 780 | 810 | 900 | 960 |
| | 累积概率 | 0.17 | 0.39 | 0.73 | 0.90 | 1.00 |

本例中工程项目的模型为

$$NPV = A(P/A, i, n) + L(P/S, i, n) - P$$

用以上模拟方法求工程项目的净现值 NPV。

设（0，1）均匀分布的部分随机数如下：

0.47，0.91，0.02，0.80，0.79，0.74，0.24，0.05，0.51，0.74，…

将第一个随机数 0.47 同 A 的累积概率比较，$0.37 < 0.47 < 0.73$，取 $A_1 = 1675$

将第二个随机数 0.91 同 P 的累积概率比较，$0.80 < 0.91 < 1.00$，取 $P_1 = 14900$

将第三个随机数 0.02 同 L 的累积概率比较，$0 < 0.02 < 0.17$，取 $L_1 = 720$

将 $A_1$，$P_1$，$L_1$ 代入 NPV 的模型中，得 NPV 的第一个样本值

$$Y_1 = A_1 (P_1/A_1, i, n) + L_1 (P_1/S_1, i, n) - P_1$$
$$= 1675 \times 12.46218 + 720 \times 0.37689 - 14900$$
$$Y_1 = 6245.5123$$

计算完毕，进行第二次模拟试验，取 0.80，0.79，0.74 三个随机数，依次与 A，P，L 比较，得 $A_2 = 1870$，$P_2 = 13700$，$L_2 = 900$

$Y_2 = 9943.4776$，得 NPV 的第二个样本值。

因这种计算重复的次数可以相当多，有时需几百次甚至上千次，所以这种模拟过程通常需要在计算机上完成。

按照以上模拟方法，得到 NPV 的一个样本，利用统计学方法，求得其数学期望与方差，并画出直方图；从这个样本，也可求出项目的其他特征，如项目的净现值小于某数的频率等，用以进行项目的经济分析。

## 二、连续型风险变量的风险模拟

当随机变量 X 为连续型的，产生随机变量 X 可由上一节所介绍的方法获得。在取得 X 的随机数后，将其代入经济模型，计算经济项目的经济指标及统计参数。

例 2　一新装置，投入使用后每年可以获得 A = 2500 元的收益，这新装置的寿命期 N 为 12 年到 16 年，服从均匀分布。估计最初投资费用 P 服从正态分布，均值 $\mu = 1500$ 元，标准差 $\sigma = 150$ 元，收益率为 8%，模似该问题，并计算净现值 NPV。

已知 N 的分布服从均匀分布，概率密度函数为

$$f(n) = \begin{cases} \frac{1}{4}, & 12 \leqslant n \leqslant 16 \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

并由例中知道，$P \sim N(1500, 150^2)$，对于寿命期 N 这一随机变量先产生（0，1）区间的均匀分布的随机数 R，利用逆变换法，按公式 $N = 12 + 4R$ 产生随机变量 N。

产生随初投资 P 的随机变量，先产生 $R_1$，$R_2$；它们是相互独立的（0，1）区间内均匀分布的随机数，利用上一节所介绍的产生正态分布随机变量的方法，得公式

$$P_1 = 1500 + 150 (-2\ln R_1)^{\frac{1}{2}} \cos 2\pi R_2$$

$$P_2 = 1500 + 150 (-2\ln R_1)^{\frac{1}{2}} \sin 2\pi R_2$$

本例的模型为

净现值 $NPV = A \times (P/A, i, n) - P$

通过模拟，可得表 8 - 6 - 1 所示 A，N，P 与 NPV 各自 10 个随机样本值的结果。

表 8 – 6 – 1

| 收益 A/元 | 寿命期 N/年 | 费用 P/元 | 净现值 NPV/元 |
|---|---|---|---|
| 2064.99 | 12 | 1585.06 | 479.93 |
| 1639.25 | 15 | 1582.38 | 56.87 |
| 1770.39 | 14 | 1618.85 | 151.54 |
| 1517.82 | 16 | 1461.82 | 56 |
| 1517.82 | 16 | 1485.81 | 32.01 |
| 1517.82 | 16 | 1493.46 | 24.36 |
| 1639.25 | 15 | 1624.62 | 14.62 |
| 1639.25 | 15 | 1324.57 | 314.68 |
| 1912.02 | 13 | 1474.68 | 437.33 |
| 1770.39 | 14 | 1859.66 | – 89.28 |

**模拟** 100 **次，得** NPV **的一个样本，并计算得**

**均值** E（NPV） = 243.78

**标准差** $\sigma$（NPV） = 14.77

**项目的净现值** NPV **小于零的概率为** 0.1。

**净现值的频率分布图与累积概率分布图如图** 8 – 6 – 1 **与图** 8 – 6 – 2。

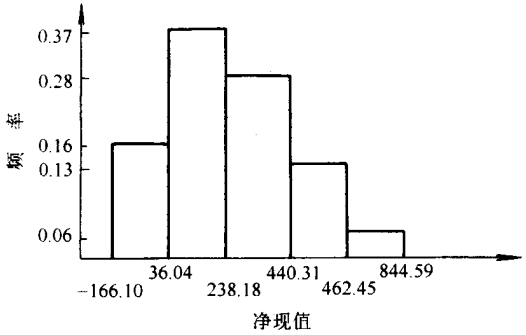



图 8 – 6 – 1

## 第二节 处理相关联风险模拟的理论与方法

**风险分析中，重要的是如何处理风险变量（即风险因素）间的相关性问题。**

**假如风险变量之间彼此相互独立，这时风险问题的处理就简单得多；可以通过历史数据的统计、预测和专家调查法获得有关主观概率合理的数值（单点或概率分布），进**

而以分析或计算机模拟技术，求出各经济指标的期望值、标准差及其概率分布。

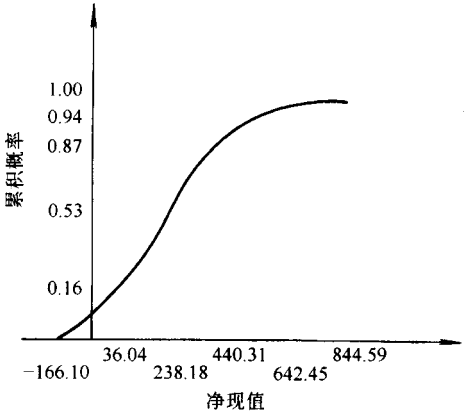



图 8－6－2

但在实际中，风险变量间往往存在着相互影响或单向影响的关系。将这种关系称为相关，其度量通常由相关系数 $\rho$ 描述。

在早期的风险分析研究中，对于影响工程项目各风险变量间的相关性，认识和研究均不够充分，故将各风险因素均视为相互独立，这样做其主要原因是忽略了风险变量间的相关性，可以简化模型和产生结构简单的分析方法。相关性的确定和度量虽较困难，但是忽略了风险变量间的相关性，有可能导致分析结果产生误解和错误。

## 一、相关性度量的讨论

如上所述，度量相关性及其对项目的影响，是风险分析中的难点。

在风险分析中处理相关性的最简单方法是假设：各风险因素不相关联；各风险因素完全相关（负相关或正相关）。

关于不相关联的情况，可按各变量相互独立的方法进行计算。而随机变量 X，Y 完全相关则是一种极端现象，对于这种极端情况，我们不用相关系数 $\rho$（$-1$ 或 $+1$）来定义相关性，而可以定义为：当 X 按某比率 $\alpha$ 变化时，Y 也相应地变化某比率 $\alpha$，这时，我们认为 X 和 Y 完全正相关。而当 X 按某比率 $\alpha$ 变化时，Y 随之变化某负比率 $-\alpha$，即可认为 X 和 Y 完全负相关。这种定义，并不要求 X 和 Y 具有完全相同类型的分布，X 和 Y 变化的比率可以不同，但却一一对应。

完全相关在经济风险分析中是比较稀少的，更普遍存在的关联影响是部分相关的统计相关性。

## 二、具有相关因素的模拟方法

相关系数 $\rho$ 的估计模型与模拟方法　风险分析中风险变量 X 和 Y 存在相关性，便

可用相关系数 $\rho$ 进行度量；但因缺少必要的历史数据而不能估计 $\rho$。因此，介绍另一种估计 $\rho$ 的模型。

## （一）X 和 Y 相关度量的转换模型

在风险分析中，主要考虑两个随机变量的相关关系；至于变量个数大于 2 的相关群的相关性问题，可在两个变量处理方法的基础上逐步进行延伸和扩展。

设 X 为独立变量，Y 为相依于 X 的相依变量，现欲求出变量 X 与 Y 相关程度度量 $\rho$ 的估计。设 f（x）为独立变量 X 的分布，g（y）的相依变量 Y 的分布，h（y|x）为给定 X 值 Y 的条件分布，则 Y 的分布可由下式给出

$$g(y) = \int_{+\infty}^{\infty} h(y|x)\, f(x)\, dx \tag{8-6-1}$$

现分别考虑两种情况：

（1）X 与 Y 均服从正态分布

$$X \sim N(\mu_1, \sigma_1^2)$$

$$Y \sim N(\mu_2, \sigma_2^2)$$

在满足式（8-6-1）的条件下，由联合正态分布的理论证明

$$h(y|X = x^*) \sim N\left(\mu_2 + \rho \frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2}(x^* - \mu_1), \sigma_2^2(1 - \rho^2)\right) \tag{8-6-2}$$

$\rho$ 为 X 和 Y 的相关系数，因此可得到 X 与 Y 相关程度度量 $\rho$ 的估计。

（2）X 与 Y 均为非正态分布　由 a 知，当 X 与 Y 均为正态分布时，$\rho$ 可求出，所以设法将 f（x）与 g（y）转换为正态分布。

假设存在转换函数 Z 与 W，使 Z（x）$\sim N(\mu_1, \sigma_1^2)$，W（y）$\sim N(\mu_2, \sigma_2^2)$，由

$$f(x) = \frac{dZ}{dx} F(Z(x))$$

$$g(y) = \frac{dW}{dy} G(W(y))$$

其中，F，G 分别是 $N(\mu_1, \sigma_1^2)$ 和 $N(\mu_2, \sigma_2^2)$ 的概率分布函数。

像 a 中那样，在满足式（8-6-1）的条件下，由联合正态分布的理论证明可得

$$h(y|x = x^*) = \frac{dW}{dy} H(W(y)) \tag{8-6-3}$$

其中

$$H(W(y)) \sim N\left(\mu_2 + \rho^* \frac{\sigma_2}{\sigma_1}(Z(x^*) - \mu_1), \sigma_2^2(1 - \rho^{*2})\right) \tag{8-6-4}$$

$\rho^*$ 取值范围为 $-1 \leqslant \rho^* \leqslant 1$，是变量 Z（x）与 W（y）的相关系数，而不是 X 与 Y 的相关系数。但是由于 Z，W 单调于 $\rho^*$，所以 $\rho^*$ 也反映了 X 与 Y 相关程度的度量。

对于某些分布，在理论上虽存在着转换函数，但要写出表达式就相当困难，所以在实际中往往以“一个分布的分位数到另一个分布的分位数”为基础进行简单的转换。其表达式为

$$t(p) = q \tag{8-6-5}$$

其中　p 是某随机变量概率分布的第 k 分位数，q 是标准正态分布第 k 分位数。通过分位数的对应，达到了转换的目的。

## （二）模拟分布中 $\rho^*$ 的确定与变量相关联时的抽样方案

1. $\rho^*$ 的确定

应用以上理论，在模拟过程中首先要确定 $\rho^*$，以便进行关联抽样。

但在风险分析中获得 $\rho^*$ 相当困难。因此，在缺少相关分析所需的资料时，可以通过主观概率估计确定。其方法是：采用“德尔菲专家调查法”先作一主观估计，即“当 $X = q$ 时，对应 Y 的估计的最可能值为 p”。也就是说，p 是 Y 的条件概率分布 h（$y \mid x = q$）中的最可能值（即均值），那么，当 $x = q$ 时，W（p）也必是式（8－6－4）的正态分布中的最可能值（即均值），前面所述的转换函数 t，都是指以给定分布的分位数转换成与正态分布相符合的分位数。根据 1）中 b 引入的概念，则有

$$W(p) = \mu_2 + \rho^* \frac{\sigma_2}{\sigma_1}(Z(q) - \mu_1) \tag{8-6-6}$$

成立，于是

$$\rho^* = \frac{(W(p) - \mu_2)\sigma_1}{(Z(q) - \mu_1)\sigma_2} \tag{8-6-7}$$

当 W（p）与 Z（q）的函数形式难以表达时，可利用式（8－6－5）进行简单转换。设 q 是 X 的分布 f（x）的第 $k_1$ 分位数，p 是 Y 的分布 g（y）的第 $k_2$ 分位数，而 $r_1$ 是标准正态分布 N（0，1）的第 $k_1$ 分位数，$r_2$ 是标准正态分布 N（0，1）的第 $k_2$ 分位数，利用式（8－6－7），可得到

$$\rho^* = \frac{r_2}{r_1}$$

利用以上方法可获得 x 与 y 相关程度的度量 $\rho^*$，通过 $\rho^*$ 就可以确定关联抽样方案。

2. 变量相关联时的抽样方案

$\rho^*$ 是 Z（x）与 W（y）的相关系数，首先应按式（8－6－7）将其求出，再利用它按以下步骤可产生 X，Y 的样本：

（1）从标准正态分布发生器得样本值 $z_1$；

（2）从标准正态分布发生器得样本值 $z_2$，且 $z_1$ 与 $z_2$ 相关系数为 $\rho^*$；

（3）计算与 $z_1$ 相符合的 N（0，1）的分位数 $j_1$，并计算与 $z_2$ 相符合的 N（0，1）的分位数 $j_2$；

（4）令 X 的样本值等于其分布的第 $j_1$ 分位数，令 Y 的样本值等于其分布的第 $j_2$ 分位数。

依次完成①～④步骤即完成变量 X 与 Y 各自一个样本值的抽取。重复多次，按预定精度要求确定重复次数，即可完成模似过程。

对某些概率分布，列出相应的转换函数及所要估计的分位数，如表 8－6－2 所示，供参考。

表 8 – 6 – 2

| 分布函数 | 转换函数 | 分位数 | 范围 |
|---|---|---|---|
| Normal（正态分布） | t（x）= x | 0.25，0.75 | $-\infty \sim +\infty$ |
| Lognormal（对数正态分布） | t（x）= logx | 0.25，0.75 | $0 \sim \infty$ |
| 3 – 参数 Lognormal（参数正态分布） | t（x）= log（x – $a$） | 0.25，0.75 | $a \sim \infty$ |
| 3 – 参数 Lognormal（对数正态分布） | t（x）= log（$a$-x） | 0.25，0.75，1 | $-\infty \sim a$ |
| 4 – 参数 Lognormal（对数正态分布） | t（x）= $\log \frac{x-a}{b-x}$ | 0，0.25，0.75，1 | $a \sim b$ |
| Arcsin Normal（反正弦 正态分布） | t（x）= $\arcsin \frac{x-m}{s}$ $\arcsin \frac{x-m}{s}$ | 0.25，0.5 0.75，0.875，1 | $-\infty \sim +\infty$ |

**例 3** 欲对一工程项目进行风险分析，计算内部收益率（IRR）及社会折现率分别为 10%和 20%的净现值（NPV），已知风险因素及可能的范围如表 8 – 6 – 3 所示。

表 8 – 6 – 3

| 风险因素 | 取值变化范围 |
|---|---|
| M：最初市场占有量/kt | 100 ~ 340 |
| G：市场增长率（%） | 0 ~ 6 |
| T：售价/（元·$t^{-1}$） | 385 ~ 575 |
| S：市场份额（%） | 3 ~ 17 |
| I：最初投资/百万元 | 7.0 ~ 10.5 |
| L：寿命期/年 | 5 ~ 15 |
| R：残值/百万元 | 3.5 ~ 5.0 |
| V：运行费用/（元·$t^{-1}$） | 370 ~ 545 |
| F：固定成本/千元 | 250 ~ 375 |

假设所有的风险因素均是 4 – 参数正态分布，其参数如表 8 – 6 – 4 所示。

表 8－6－4

| 风险因素 | 下限 | 上限 | 下限分位数 | 上限分位数 | $\mu$ | $\sigma$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| M | 100 | 340 | 207.4 | 283.7 | 0.49 | 1.03 |
| G | 0 | 6 | 2.0 | 4.0 | 0.00 | 1.03 |
| P | 385 | 575 | 480.0 | 525.4 | 0.52 | 0.77 |
| S | 3 | 17 | 8.60 | 13.57 | 0.36 | 1.14 |
| I | 7 | 10.5 | 8.57 | 9.67 | 0.48 | 1.03 |
| L | 5 | 15 | 9.11 | 11.88 | 0.22 | 0.85 |
| R | 3.5 | 5 | 4.17 | 4.63 | 0.45 | 0.99 |
| V | 370 | 545 | 417.7 | 457.5 | －0.49 | 0.73 |
| F | 250 | 375 | 283.3 | 325.0 | －0.30 | 1.05 |

以上 $\mu$，$\sigma$ 等于 4－参数对数正态分布转化为正态分布时的参数 $\mu$，$\sigma$

其中相关联的风险因素如表 8－6－5 所示。

表 8－6－5

| 独立变量 X | 相关于 X 的相依变量 Y |
|---|---|
| M | G |
| M | S |
| I | L |
| I | R |
| I | F |
| V | T |

记作：G/M，S/M，L/I，R/I，F/I，T/V

因此，可以利用表 8－6－2 的转换函数 $t(x) = \log \frac{x-a}{b-x}$，对相关系数 $\rho^*$ 进行计算（$a$，b 是风险因素的下限和上限）。

为了计算相关系数 $\rho^*$，可以利用参数估计给定的方法：假设：$X = q$，则 Y 的最可能值为 $p_0$。

可以利用“德尔菲专家调查法”给定独立变量 $X = q$，估计 X 的相依变量 Y 的最可能值 $p_0$。在这里也就是对 G/M，S/M，L/I，R/I，F/I，T/V 的估计。现列表如表 8－6－6 所示。

表 8－6－6

| 假设 X = q | Y 的可能值的估计 p | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | G | S | L | R | F | T |
| M = 207.4 | 3.5 | | | | | |
| M = 207.4 | | 12.8 | | | | |
| I = 8.57 | | | 9.35 | | | |
| I = 8.57 | | | | 4.23 | | |
| I = 8.57 | | | | | 322.5 | |
| V = 457.5 | | | | | | 514.3 |

此 $\rho^*$ 的值可利用转换函数 t（x）和式（8－6－6）进行计算，如：G 相依于 M，q = 207.4 时，Y 的可能值则是 3.5。所以

$$Z(M) = \log \frac{M - a_1}{b_1 - M} \qquad W(G) = \frac{G - a_2}{b_2 - G}$$

其中 $a_1$，$b_1$ 分别是 M 的下限与上限；$a_2$，$b_2$ 分别是 G 的下限与上限。

所以

$$\rho^* = \frac{(\log 1.4 - 0)\ 1.03}{(\log 0.81 - 0.49)\ 1.03} = -0.48$$

重复利用上述方法可得所需的 $\rho^*$，如表 8－6－7 所示。

表 8－6－7

| 相关系数 $\rho^*$ | G/M | S/M | L/I | R/I | F/I | T/V |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\rho^*$ | －0.48 | －0.63 | 0.86 | 0.76 | －0.89 | 0.46 |

我们利用独立模拟方法与相关系数 ρ 的转换模型及相关抽样模拟方法，分别模拟 5000 次，模拟结果如表 8－6－8 所示。

表 8－6－8

| 模型 | IRR（%） | | NPV（10%） | | NPV（20%） | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 均值 | 方差 | 均值 | 方差 | 均值 | 方差 |
| A. 独立 4－参数对数正态分布 | 13.0 | 18.2 | 2.3 | 9.5 | －2.0 | 6.2 |
| B. 相关 4－参数对数正态分布 | 13.0 | 12.4 | 1.9 | 6.5 | －2.3 | 4.3 |

从上表分析出：视各因素独立时进行模拟与风险因素相关时的模拟，结果不同：前者方差大，后者方差小。总之，在风险分析中，必须考虑相关的风险因素，否则所得出的结论将是失真的。

## 第三节　投资膨胀风险分析方法

工程投资估算，实质上是一种对未来事件的预测。但由于未来的情况受多种不确定因素的影响，因此所估算的投资不可能将未来发生的情况都作出准确的预测，因而承担着一定的风险。大型建设项目规模大、投资多、工期长，在施工过程中的自然状态和经济条件都存在着不同程度的不确定性，最终导致项目投资的不确定性；这种项目投资的不确定性，在大多数情况下，表现为投资膨胀。一般在工程投资估算中，列有一项预备费。它是指在设计阶段难以预料而在施工过程中可能发生的、规定范围内的工程和费用，以及工程建设期内发生的差价，包括基本预备费和价差预备费两项。基本预备费主要是指工程建设过程中初步设计范围以内的设计变动增加的投资、国家政策变动增加的投资等。应根据工程规模、施工年限、地质条件和不同设计阶段，按投资合计数的百分率计算：可行性研究阶段一般取 10%，初步设计阶段一般取 5% ~ 6%。差价预备费是指工程建设过程中，因材料、设备价格上涨和人工费标准、费用标准调整而导致投资增加的预留费用；差价预备费应根据施工年限和上述各项费用的分年度投资（不含基本预备费）和国家规定的物价指数计算。即使在工程投资中设有预备费，但是，这项费用能否包得住，由于各种不确定因素影响投资而造成投资增加的费用呢？

为了对工程投资膨胀给出一个定量的估计，要研究影响投资额的风险因素有哪些，各风险因素的影响程度如何，找出导致投资膨胀的主要风险源，给出不同风险组合叠加后影响工程各阶段投资膨胀的定量估计，最终给出全部工程建设承担着多大的投资风险。本节主要介绍如何进行投资风险分析。

工程项目投资风险源于各子项工程成本的不确定性。所以，弄清楚工程项目的成本组成和影响各组成成本的不确定因素，是进行风险分析的前提。成本可划分为总成本、分项成本、子项成本等，划分的粗细程度应视估计精度、计算条件和掌握的资料而定。工程项目存在着多种形式的不确定因素。为了尽可能不遗漏工程中的各种不确定性因素，通常采用“分级分类”的方法来寻求这些不确定因素，并估计每一因素对投资的不同影响后果，然后再综合所有因素对总成本影响的总后果。具体步骤如下：

第一阶段，建立能给出供合理分析和尽量小的基础项目组合集，将总成本分解成一个基础成本集合（见图 8 – 6 – 3 中 1 ~ 4 行）。先将总成本分解为工程的主要项目成本，称为一级成本项目（如图 8 – 6 – 3 第 2 行），并分为两类：一类是指不能再分解的基础成本项目，如图 8 – 6 – 3 的第一个 S；另一类是指不同种类且具有不同风险特点的成本元素的集合，如图 8 – 6 – 3 第 2 行的第二个 S，这些成本元素称二级成本项目；图 8 – 6 – 3 的第 3 行是分解出的二级成本项目。如此可继续分解至能较准确确定其风险影响为止。图 8 – 6 – 3 第 4 行的 $S_1$，$S_2$，…，$S_n$ 是基础成本项目组合集。

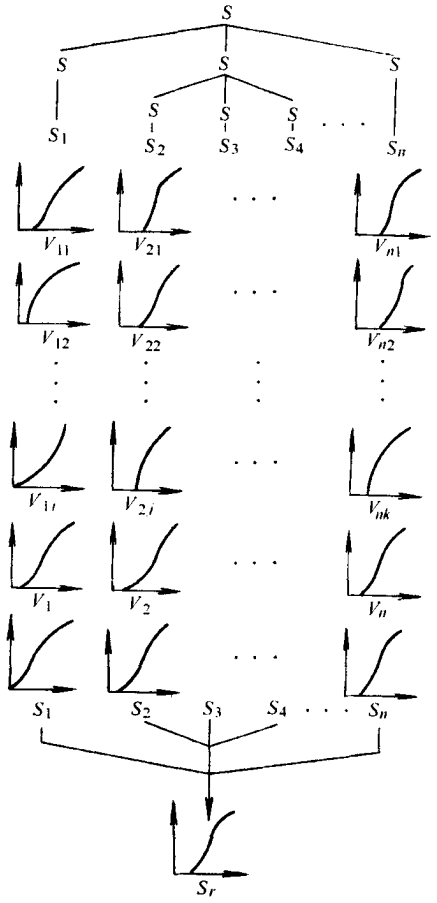



图 8－6－3

1. 总成本；2. 一级成本项目；3. 二级成本项目；4. 基础成本项目；5. 对应每个基础成本的；a. 风险因素影响后果；b. 所有风险因素影响的总后果；6. 基础成本项目的风险概率分布曲线；7. 二级成本项目的风险概率组合；8. 总成本风险概率分布

第二阶段，对每一基础成本项目进行风险辨识，找出其风险因素集合，如图 8－6－3 的第 5 行；继而估计每一风险因素的投资风险概率分布曲线，如图 8－6－3 的第 6 行；横坐标表示风险因素影响基础成本项目所产生的投资风险，纵坐标表示对应投资风险出现的累积概率，这可通过专家调查法取得数据后，整理成累积概率分布得到。这些风险因素在实际中出现与否具有随机性。根据这一特点，采用并联连接关系把它们连接起来，如图 8－6－3 中第一个基础成本项目 $S_1$ 有 i 个风险因素 $R_{11}$，$R_{12}$，…，$R_{1i}$存在，每一风险因素的投资风险曲线为 $V_{11}$，$V_{12}$，…，$V_{1i}$，则可将这 i 个风险因素用并联概率分布叠加模型（或称并联响应模型）叠加起来，这种方法称为概率乘法（具体内容在下节详细介绍）。

实际计算中，概率乘法由一系列两个概率分布连乘组成，在公共坐标轴上画出中间

乘积变量的分布曲线，可以看出单个风险因素对基础成本项目的影响程度。如图 8－6－4 曲线 $a$ 代表因素 $R_{11}$影响 $S_1$ 的投资风险曲线，曲线 b 代表风险因素 $R_{11}$和风险因素 $R_{12}$联合影响 $S_1$ 的投资风险曲线，曲线 c 代表曲线 b 与风险因素 $R_{13}$的投资风险曲线的叠加。由图知，曲线 $a$、b 空隙较曲线 b、c 间空隙大，说明风险因素 $R_{12}$对基础成本项目投资的影响较 $R_{13}$的影响大。如此叠加下去，就可以找出对基础成本项目影响最大的风险因素。

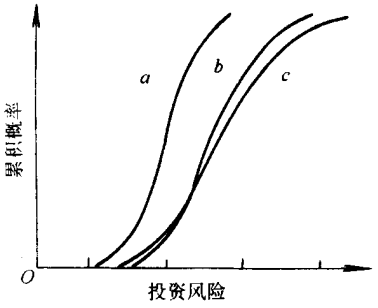



图 8－6－4

第三阶段，组合基础成本项目的投资风险，确定总成本的风险概率分布曲线，如图 8－6－3 的第 7 行、第 8 行。这一步的合成原理与前述的分解原理相反，基础成本项目变化的串联连接组成了总成本的投资变化。这些基础成本项目在实际投资中都必然出现，不会漏掉一个，串联概率叠加模型（或称串联响应模型）正反映了这一特点；计算这种概率分布叠加的方法称为概率加法（将在下节详细介绍）。

总投资风险概率分布是由一系列变量概率分布叠加组成的。两个变量相加，其和再加另一个变量，继续叠加下去，把中间各不同个数的和变量的概率分布曲线在公共坐标轴上画出，可找出投资风险最大的成本项目。如图 8－6－5 表示基础成本项目 $S_1$、$S_2$ 和 $S_3$ 的投资风险曲线叠加过程；曲线 a 和曲线 b 之间的空隙较曲线 b 和曲线 c 之间的空隙大，说明基础成本项目 $S_1$ 的投资风险比 $S_2$ 的投资风险大。

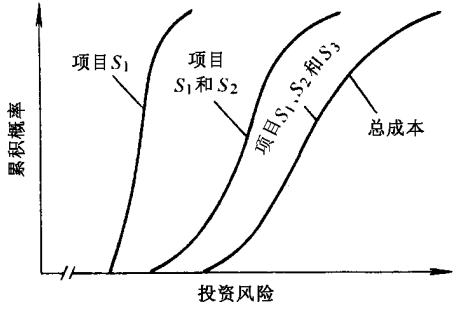



图 8－6－5

# 附录一：矿产资源补偿费征收管理规定

## （1994 年 2 月 27 日国务院令第 150 号发布 1997 年 7 月 3 日国务院令第 222 号修改）

第一条 为了保障和促进矿产资源的勘查、保护与合理开发，维护国家对矿产资源的财产权益，根据《中华人民共和国矿产资源法》的有关规定，制定本规定。

第二条 在中华人民共和国领域和其他管辖海域开采矿产资源，应当依照本规定缴纳矿产资源补偿费；法律、行政法规另有规定的，从其规定。

第三条 矿产资源补偿费按照矿产品销售收入的一定比例计征。企业缴纳的矿产资源补偿费列入管理费用。

采矿权人对矿产品自行加工的，按照国家规定价格计算销售收入；国家没有规定价格的，按照征收时矿产品的当地市场平均价格计算销售收入。

采矿权人向境外销售矿产品的，按照国际市场销售价格计算销售收入。

本规定所称矿产品，是指矿产资源经过开采或者采选后，脱离自然赋存状态的产品。

第四条 矿产资源补偿费由采矿权人缴纳。

矿产资源补偿费以矿产品销售时使用的货币结算；采矿权人对矿产品自行加工的，以其销售最终产品时使用的货币结算。

第五条 矿产资源补偿费按照下列方式计算：

征收矿产资源补偿费金额 = 矿产品销售收入 × 补偿费费率 × 开采回采率系数

$$\text{开采回采率系数} = \frac{\text{核定开采回采率}}{\text{实际开采回采率}}$$

核定开采回采率，以按照国家有关规定经批准的矿山设计为准；按照国家有关规定，只要求有开采方案，不要求有矿山设计的矿山企业，其开采回采率由县级以上地方人民政府负责地质矿产管理工作的部门会同同级有关部门核定。

不能按照本条第一款、第二款规定的方式计算矿产资源补偿费的矿种，由国务院地质矿产主管部门会同国务院财政部门另行制定计算方式。

第六条 矿产资源补偿费依照本规定附录所规定的费率征收。

矿产资源补偿费费率的调整，由国务院财政部门、国务院地质矿产主管部门、国务院计划主管部门共同确定，报国务院批准施行。

第七条 矿产资源补偿费由地质矿产主管部门会同财政部门征收。

矿区在县级行政区域内的，矿产资源补偿费由矿区所在地的县级人民政府负责地质矿产管理工作的部门负责征收。

矿区范围跨县级以上行政区域的，矿产资源补偿费由所涉及行政区域的共同上一级人民政府负责地质矿产管理工作的部门负责征收。

矿区范围跨省级行政区域和在中华人民共和国领海与其他管辖海域的，矿产资源补

偿费由国务院地质矿产主管部门授权的省级人民政府地质矿产主管部门负责征收。

第八条　采矿权人应当于每年的7月31日前缴纳上半年的矿产资源补偿费；于下一年度1月31日前缴纳上一年度下半年的矿产资源补偿费。

采矿权人在中止或者终止采矿活动时，应当结缴矿产资源补偿费。

第九条　采矿权人在缴纳矿产资源补偿费时，应当同时提交已采出的矿产品的矿种、产量、销售数量、销售价格和实际开采回采率等资料。

第十条　征收的矿产资源补偿费，应当及时全额上缴，并按照下款规定的中央与省、自治区、直辖市的分成比例分别入库，年终不再结算。

中央与省、直辖市矿产资源补偿费的分成比例为5:5；中央与自治区矿产资源补偿费的分成比例为4:6。

第十一条　矿产资源补偿费纳入国家预算，实行专项管理，主要用于矿产资源勘查。

中央所得的矿产资源补偿费的具体使用管理办法，由国务院财政部门、国务院地质矿产主管部门、国务院计划主管部门共同制定。

地方所得的矿产资源补偿费的具体使用管理办法，由省、自治区、直辖市人民政府制定。

第十二条　采矿权人有下列情形之一的，经省级人民政府地质矿产主管部门会同同级财政部门批准，可以免缴矿产资源补偿费：

（一）从废石（矸石）中回收矿产品的；

（二）按照国家有关规定经批准开采已关闭矿山的非保安残留矿体的；

（三）国务院地质矿产主管部门会同国务院财政部门认定免缴的其他情形。

第十三条　采矿权人有下列情况之一的，经省级人民政府地质矿产主管部门会同同级财政部门批准，可以减缴矿产资源补偿费：

（一）从尾矿中回收矿产品的；

（二）开采未达到工业品位或者未计算储量的低品位矿产资源的；

（三）依法开采水体下、建筑物下、交通要道下的矿产资源的；

（四）由于执行国家定价而形成政策性亏损的；

（五）国务院地质矿产主管部门会同国务院财政部门认定减缴的其他情形。

采矿权人减缴的矿产资源补偿费超过应当缴纳的矿产资源补偿费50%的，须经省级人民政府批准。

批准减缴矿产资源补偿费的，应当报国务院地质矿产主管部门和国务院财政部门备案。

第十四条　采矿权人在规定期限内未足额缴纳矿产资源补偿费的，由征收机关责令限期缴纳，并从滞纳之日起按日加收滞纳补偿费2‰的滞纳金。

采矿权人未按照前款规定缴纳矿产资源补偿费和滞纳金的，由征收机关处以应当缴纳的矿产资源补偿费3倍以下的罚款；情节严重的，由采矿许可证颁发机关吊销其采矿许可证。

第十五条　采矿权人采取伪报矿种，隐匿产量、销售数量，或者伪报销售价格、实

际开采回采率等手段，不缴或者少缴矿产资源补偿费的，由征收机关追缴应当缴纳的矿产资源补偿费，并处以应当缴纳的矿产资源补偿费5倍以下的罚款；情节严重的，由采矿许可证颁发机关吊销其采矿许可证。

第十六条 采矿权人未按照本规定第九条的规定报送有关资料的，由征收机关责令限期报送；逾期不报送的，处以5，000元以下罚款；仍不报送的，采矿许可证颁发机关可以吊销其采矿许可证。

第十七条 依照本规定对采矿权人处以的罚款、加收的滞纳金应当上缴国库。

第十八条 当事人对行政处罚决定不服的，可以自接到处罚决定通知之日起15日内向作出处罚决定的机关的上一级机关申请复议；当事人也可以自接到处罚决定通知之日起15日内直接向人民法院起诉。

当事人逾期不申请复议也不向人民法院起诉、又不履行处罚决定的，作出处罚决定的机关可以申请人民法院强制执行。

第十九条 本规定发布前的地方性法规和地方人民政府发布的规章及行政性文件的内容，与本规定相抵触的，以本规定为准。

第二十条 省、自治区、直辖市人民政府可以根据本规定制定实施办法。

第二十一条 本规定由地质矿产部负责解释。

第二十二条 本规定自1994年4月1日起施行。

# 附录二：探矿权采矿权转让管理办法
## （1998 年 2 月 12 日国务院令第 242 号发布）

第一条　为了加强对探矿权、采矿权转让的管理，保护探矿权人、采矿权人的合法权益，促进矿业发展，根据《中华人民共和国矿产资源法》，制定本办法。

第二条　在中华人民共和国领域及管辖的其他海域转让依法取得的探矿权、采矿权的，必须遵守本办法。

第三条　除按照下列规定可以转让外，探矿权、采矿权不得转让：

（一）探矿权人有权在划定的勘查作业区内进行规定的勘查作业，有权优先取得勘查作业区内矿产资源的采矿权。探矿权人在完成规定的最低勘查投入后，经依法批准，可以将探矿权转让他人。

（二）已经取得采矿权的矿山企业，因企业合并、分立，与他人合资、合作经营，或者因企业资产出售以及有其他变更企业资产产权的情形，需要变更采矿权主体的，经依法批准，可以将采矿权转让他人采矿。

第四条　国务院地质矿产主管部门和省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门是探矿权、采矿权转让的审批管理机关。

国务院地质矿产主管部门负责由其审批发证的探矿权、采矿权转让的审批。

省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门负责本条第二款规定以外的探矿权、采矿权转让的审批。

第五条　转让探矿权，应当具备下列条件：

（一）自颁发勘查许可证之日起满 2 年，或者在勘查作业区内发现可供进一步勘查或者开采的矿产资源；

（二）完成规定的最低勘查投入；

（三）探矿权属无争议；

（四）按照国家有关规定已经缴纳探矿权使用费、探矿权价款；

（五）国务院地质矿产主管部门规定的其他条件。

第六条　转让采矿权，应当具备下列条件：

（一）矿山企业投入采矿生产满 1 年；

（二）采矿权属无争议；

（三）按照国家有关规定已经缴纳采矿权使用费、采矿权价款、矿产资源补偿费和资源税；

（四）国务院地质矿产主管部门规定的其他条件。

国有矿山企业在申请转让采矿权前，应当征得矿山企业主管部门的同意。

第七条　探矿权或者采矿权转让的受让人，应当符合《矿产资源勘查区块登记管理办法》或者《矿产资源开采登记管理办法》规定的有关探矿权申请人或者采矿权申请人的条件。

第八条 探矿权人或者采矿权人在申请转让探矿权或者采矿权时，应当向审批管理机关提交下列资料：

（一）转让申请书；

（二）转让人与受让人签订的转让合同；

（三）受让人资质条件的证明文件；

（四）转让人具备本办法第五条或者第六条规定的转让条件的证明；

（五）矿产资源勘查或者开采情况的报告；

（六）审批管理机关要求提交的其他有关资料。

国有矿山企业转让采矿权时，还应当提交有关主管部门同意转让采矿权的批准文件。

第九条 转让国家出资勘查所形成的探矿权、采矿权的，必须进行评估。

探矿权、采矿权转让的评估工作，由国务院地质矿产主管部门会同国务院国有资产管理部门认定的评估机构进行；评估结果由国务院地质矿产主管部门确认。

第十条 申请转让探矿权、采矿权的，审批管理机关应当自收到转让申请之日起40日内，作出准予转让或者不准转让的决定，并通知转让人和受让人。

准予转让的，转让人和受让人应当自收到批准转让通知之日起60日内，到原发证机关办理变更登记手续；受让人按照国家规定缴纳有关费用后，领取勘查许可证或者采矿许可证，成为探矿权人或者采矿权人。

批准转让的，转让合同自批准之日起生效。

不准转让的，审批管理机关应当说明理由。

第十一条 审批管理机关批准转让探矿权、采矿权后，应当及时通知原发证机关。

第十二条 探矿权、采矿权转让后，探矿权人、采矿权人的权利、义务随之转移。

第十三条 探矿权、采矿权转让后，勘查许可证、采矿许可证的有效期限，为原勘查许可证、采矿许可证的有效期减去已经进行勘查、采矿的年限的剩余期限。

第十四条 未经审批管理机关批准，擅自转让探矿权、采矿权的，由登记管理机关责令改正，没收违法所得，处10万元以下的罚款；情节严重的，由原发证机关吊销勘查许可证、采矿许可证。

第十五条 违反本办法第三条第（二）项的规定，以承包等方式擅自将采矿权转给他人进行采矿的，由县级以上人民政府负责地质矿产管理工作的部门按照国务院地质矿产主管部门规定的权限，责令改正，没收违法所得，处10万元以下的罚款；情节严重的，由原发证机关吊销采矿许可证。

第十六条 审批管理机关工作人员徇私舞弊、滥用职权、玩忽职守，构成犯罪的，依法追究刑事责任；尚不构成犯罪的，依法给予行政处分。

第十七条 探矿权转让申请书、采矿权转让申请书的格式，由国务院地质矿产主管部门统一制定。

第十八条 本办法自发布之日起施行。

# 附录三：关于矿产资源调查评价项目报告编制有关事宜的通知

各有关项目承担单位：

为规范矿产资源调查评价报告的编制，根据《固体矿产资源/储量分类》（GB/T17766－1999）和中国地质调查局地质调查项目管理制度的有关规定，特提出如下总的原则，请各有关项目承担单位在编制1999－2000年结题的矿产资源调查报告时遵照执行。

## 一、勘查工作程度要求

1. 预查阶段：搜集并分析区内地质、矿产、物探、化探和遥感地质资料，对预查区内的找矿有利地段、物探和化探异常、矿点、矿化点进行野外调查工作；对有价值的异常和矿化蚀变体要选用极少量工程加以揭露；如发现矿体，应大致了解矿体长度、矿石有用矿物成分及品位、矿体厚度、产状等，大致了解矿石结构构造和自然类型，为进一步开展普查工作提供依据，并圈出矿化潜力较大的普查区范围。如有足够依据，可估算预测资源量。

2. 普查阶段：搜集区内地质、矿产、物探、化探和遥感地质资料，通过适当比例尺的地质填图和物探、化探等方法及有限的取样工程，大致查明普查区的成矿地质条件，大致查明矿体（层）的形态、分布、规模、产状和矿石质量，推断矿体的连续性，大致了解矿床开采技术条件，对矿石加工选冶性能进行类比研究，最终提出是否具有进一步详查的价值，并圈出可供进一步开展详查工作的范围。

## 二、矿产资源评价指标

矿产资源评价指标，是指矿产质量方面和开采技术条件方面的要求。鉴于大调查开展的矿产资源调查评价工作程度相对较低，而矿床工业指标应根据矿石选冶试验才能具体确定，因此，新一轮国土资源大调查矿产资源评价中涉及的评价指标，原则上可比照1987年全国矿产储量委员会办公室主编的《矿产工业要求参考手册》（地质出版社）有关规定执行。总体上按照坑采的独立矿床工业要求的高限，自然地理和交通条件较差、海拔较高地区，评价指标可适当提高。

## 三、矿体圈定原则

1. 矿体的连接：一般应先连接地质体，然后根据一般工业指标、工程控制情况，结合矿体特征、控矿因素、矿化规律及物化探异常连接矿体，矿体连接的厚度不得大于相邻两工程的最大见矿厚度。

2. 矿体的边界圈定：应充分考虑矿体的形态、空间产出规律，当矿体长度与厚度

呈正相关关系时，在有充分证据的情况下，可科学地确定外推边界。外推矿体边界时，要充分考虑矿床的成因类型、矿体厚度变化及其尖灭趋势、矿石品位变化等因素。一般情况下，以相邻工程间距的 1/2 外推作为计算资源量的边界。采用米百分值或米克吨值圈定矿体的边界时，需结合矿体特征，一般不得外推。当矿体沿倾斜方向无深部验证工程时，应视地表工程控制情况和矿体稳定性，用无限外推法沿斜深外推一个正常工程间距或其 1/2。

3. 共生矿体的圈定：同一矿体中有两种或两种以上组分，其品位都达边界品位，其中一种组分的工程平均品位或块段平均品位大于或等于最低工业品位者为独立矿，另一种组分为共生组分；如两种组分都达不到最低工业品位，而二者相加工程或块段平均品位大于或等于最低工业品位者，可作为共生矿处理。工业矿体中如有一种另一种组分虽品位低于边界品位，但与同类矿床类比或从组分赋存状态、矿石结构构造等估计具有综合利用价值者，可作为伴生组分计算资源量。

4. 推断资源量（333）：矿体经探矿工程三维控制，即地表有稀疏工程控制，深部有见矿工程证实，边界根据地质矿化规律有条件外推；当矿体规模较大时，一般应布置深部验证工程。

5. 预测资源量（3341）：矿体经探矿工程二维控制，据少量验证工程控制估算的资源量或推断资源量（333）的外推部分；或物化探异常经少量工程验证见矿估算的资源量。

# 第七章　矿产资源综合利用的经济评价

## 第一节　概　　述

### 一、矿产资源评价的概念

矿产资源评价是对地壳内各种矿产蕴藏量进行估算并对其实用价值作出推测。是在研究和认识地质规律的基础上应用地质理论和可能的技术方法（地质的、物化探的、数学地质的），指出现在还没有发现，而将来可能或应当发现的矿藏蕴藏量或矿床，并对它的质和量作出评价，还应对该蕴藏量在当前和未来的社会政治和经济发展趋势中的地位（开发生产和使用价值）作出推断。

矿产资源评价是一门正在发展的学科，它的概念、理论、方法以及和其他学科的关系，强烈地依赖于实践和经验的积累和总结。目前，矿产资源评价已初步形成了理论框架和方法体系。矿产资源评价工作已改变了过去那种局部的、零散的和单矿种经验性的传统预测方法，它是对一个国家或一个地区（矿区、矿带）的矿产资源作出全面的、系统的、科学的评价，所以，它受到各国政府和经济管理部门的普遍重视。矿产资源评价按其评价范围的大小、数据资料的多少、以及对资源潜力的要求程度可分为：

（1）区域矿产资源评价。

（2）矿区矿产资源评价。

（3）定性变量评价。

### 二、矿产资源评价的理论基础

#### （一）地壳矿产资源富有度理论

该理论的要点是：从我们迄今的研究来看，地壳内不存在完全没有资源（价值）的地区，也不存在目前资源已完全枯竭的地区。资源量估算就是要确定：

（1）是否有任何资源存在。

（2）有多少资源存在，一个地区已知开采的资源量占总资源量的百分比。该理论确定了矿产资源评价的基本任务和目的要求。阐明了矿产资源在地壳内存在的客观事实和

对它作出评价的终极目标。

### （二）类比理论

在一定地质条件下产出一定的矿床，相似地质条件下赋存有类似的矿床，这是D.P.Harris（1965）建立矿产资源同地质环境之间的定量关系的理论指导原则。在此理论原则的指导下，矿产资源评价的工作步骤采用“由已知到未知”的原则，即在已知区建立矿产资源量与地质条件之间关系的评价模型，外推到与已知地区构造格局相似的评价区，对评价区的资源量作出估算。

### （三）模型理论

成矿作用的随机函数理论和控矿因素与成矿作用的函数联系的理论是数学地质研究领域中获得的成果之一。在矿产资源评价实践的基础上产生了“矿产资源评价都是直接或间接使用矿床模型”的理论。在实际工作中应用这些理论建立的矿产资源量与地质条件之间关系的评价模型，是地质数据（资料）和经验综合的结果，也是地质理论的综合应用。因此，地质理论是建立矿产资源评价模型的基础。模型理论的建立使矿产资源评价这项繁杂的工作建立在现有的成矿理论指导下直接或间接使用矿床的成因地质模型的地质理论基础之上。

### （四）地质变量的综合和分解理论

地质变量是建立矿产资源评价模型的基础，是从各类原始地质数据中择取与矿产资源有关的信息表达式，具有数据综合的意义。对某一类型地质变量来说，评价使用的数据都经历了漫长的地质时期，是某地质年代历史行为的总和。即使对同一时间过程而言，该变量又可看成是若干个局部的不同地质作用的综合。矿产资源评价是从表示一系列地质作用最终结果的地质变量中分析其在各个不同时间和空间过程中地质作用行为，特别是与资源成因有关的行为，这就是矿产资源评价中对变量分解的含义。

### （五）地质解释理论

地质解释理论就是把评价模型转化成地质成因和资源特征的概念。因为建立评价模型是客观计算结果与评价人员主观思索交互作用的过程，这就意味着客观计算结果需要经过主观加工才能转化和形成成矿地质作用和资源量的概念，客观计算结果对形成上述概念信息不足时，需要加以补充。为此，建立了矿产资源评价的地质解释理论。这种理论的重点是用评价人员掌握的地矿理论和积累的经验补充矿产资源评价模型还没有包括的那部分矿产资源信息，并把它转化为地质和资源量概念。

## 三、矿产资源评价的内容和方法

矿产资源评价是地质理论、资料收集和管理、评价方法、矿产品生产和技术经济条件之间联系的过程，它是矿产预测全部内容的引伸和发展。矿产资源评价除了要在研究

和认识地质规律的基础上用地质理论和可能的技术方法（物探、化探、数学地质）预先指出现在还没有发现，而将来可能或应当发现的矿产资源，并对它的质和量作出评价外，还要对它在当前和未来的社会政治环境中该产品的地位（开发利用和相对价值）作出估算。因此，矿产资源评价是一门综合性很强的实用地球学科，它涉及到地质、构造、岩石、矿物、矿床、地球化学、地球物理及实验地质学等基础地质学和地质制图、普查勘探方法、地球物理探矿、地球化学探矿、数学地质、计算机技术和卫星影象技术等方法地质学二大门类。

由矿产资源和储量的定义可知：储量是勘察证实并被勘探工程揭露知道存在的矿体，矿产资源（系指潜在资源）是根据地质理论和可能的技术方法（勘探、物化探、数学地质等）推测可能存在的矿床所有的量。两者的根本差别决定了求取储量和资源量方法的根本差别。在已知区，矿产资源的定量评价已有一套成熟的方法，即根据揭穿矿体的工程所获得的矿体参数计算储量。因此，已知区的矿产资源定量评价方法及各种储量计算方法，不属于矿产资源定量评价的范围。

矿产资源评价是对未知区的矿产资源量的预测评价。在未知区，地质人员得不到矿产资源量的计算参数，是通过以下途径间接地估算和评价未知区的矿产资源量：

（1）在已知区建立矿产资源的定量评价模型。

（2）寻找在地质构造格局上类似于已知区的未知区。

（3）将已知区的矿产资源定量模型外推到未知区，从而估计出未知区的矿产资源数量。

（4）按评价模型客观估计的结果进行地质解释，对未知区作出较为合理的评价。

到目前为止所形成的全部矿产资源定量评价方法，都是基于这四点基本思想。在设计和建立矿产资源评价模型时，需要考虑下列基本问题：

### （一）从已知到未知的原则（类比原则）

在未知区进行矿产资源估计时，评价模型实际上都考虑了同已知区对比的问题，也就是说，它是应用已知区建立的某种模型（数学模型、地质概念模型、甚至是人的经验）评价未知区的资源量。因此，已知区同未知区在地质构造格局上要大体相似，这就是类比理论的具体应用。

### （二）建立矿产资源数量同地质条件的定量关系

矿产资源数量同地质条件之间的定量关系是矿产资源评价模型的实质部分，它对未知区资源量评价起着决定性作用，是评价工作中较困难的一环。在某些评价模型中，仅研究矿产资源参数的分布和变化而不涉及地质条件，但实际上这种分布和变化是受地质条件支配的，也隐含了地质条件的作用。所以，我们在利用和解释评价结果时一定要考虑其地质背景。

### （三）建立矿产资源数量同地质人员的知识和经验之间的关系

某些评价模型不是依靠地质条件，而是从地质人员的经验知识出发，建立矿产资源

数量同地质人员的经验和知识之间的关系，各种地质条件则隐含在地质人员的经验和知识之中。

### （四）尽可能丰富地输入信息与尽可能简单的评价结果

矿产资源定量评价应该利用尽可能多的原始资料，这样评价的结果才能具有足够的正确性。在结论上，应该尽可能地简明，这样才有利于地质人员进行识别和有关部门的应用。

### （五）数据的格式、方法流程和结果解释应统一化

使用统一的数据格式和方法流程是矿产资源评价的必然趋势，它有利于推广和系统评价一个国家和一个地区的资源。

### （六）矿产资源定量估计的结果具有概率性

由于成矿地质作用的复杂性，我们今天的地质知识还远不足以概括出一个确定的成矿数学模型，我们所建立的各种矿产资源评价模型都带有随机性，估计出的矿产资源量也具有随机性。故我们常常在概率分布的意义下作出资源量的估计，这就是说，所估计的资源量不是绝对的，它有一个波动范围，是一定意义下作出的资源量的判断。

### （七）解释结果

一般来说，各种评价模型估算的结果，并不是矿产资源评价的最终结果，还需要地质人员进行详细地分析和解释。计算所得到的资源量和资源分布，必须把它们放到地质图上加以论证，只有这样评价的结果才更趋于合理可靠，在两者出现矛盾的时候，或者将向我们指出计算上的错误或数据上的错误，或者将启发我们认识某些新的成矿规律。对许多矿产资源评价模型而言，计算结果只是一个中间结果，地质人员的解释和归纳对形成矿产资源评价的结论起着极其重要的作用。

## 四、矿产资源评价的数据、单元、控制区及评价区

### （一）数 据

1. 数据的概念

数据一词一般系指由数字或代码组成的资料，在地质上，数据的含义还包括文字、图表等组成的资料。表示地质现象的物理特性和化学组分取用不同数值的量称地质数据（或地质变量）。地质现象的变化可采用各种各样的地质数据来表示。因此，描述地质现象的地质数据种类很多，它们可以是地质意义下命名的地质变量，如地层、厚度、产状要素、岩石名称、断裂、地质年代等；也可以是物理意义下的物性名称，如磁化率、岩石和矿体的体重、导电率等；还可以是地球意义下的元素含量，如地壳元素的克拉克值、离子电位、原子序数、原子核离子半径、配位数等。总之，地质数据可以是定量

的、半定量的、定性的数据，也可以是文字的、图表的，在这里数据的概念是广义的。

2. 地质数据的分类

地质数据是地球历史在长期演变过程中经历的各种地质作用保存下来的记录，它是地质意义的一种表达式。按其地质数据自身的特点，将地质数据分成以下几类：

(1) 定量型数据：用数值来表示地质现象变化的数据称定量型地质数据，其中以连续型数据为主，但也有些属于离散型数据。它不仅能算出两个数据值之间的差，而且可以算出相差的倍数，它所反映的数量概念最完整，意义最明确，是地质数据中最重要的一类数据。

(2) 名义型数据：地质学中有大量的名义型数据，它用于鉴定区分不同的对象或个体，它没有数的概念只起到一种代码作用，例如描述岩石常用“红色”、“灰色”等形容词。

(3) 有序型数据：这类数据具有一定的顺序，例如摩氏硬度计，它是把滑石至金刚石的十种矿物分别代表十种不同的硬度等级，硬度从 1 至 10 的等级是一个有由低级到高级的有序数列，这里包含的是顺序的概念。

(4) 间隔型数据：该数据彼此间不仅能比较其大小，而且可以定量地表示这种差异。这类数据的差级是不等的，而间隔数据对于相同的间隔来说，长度是相等的。

(5) 比例型数据：这类数据与实际的数值是以一定的比例关系出现的。

在以上五类数据中，名义型和有序型数据属于定性的数据，比例型数据和间隔型数据属定量型数据。

3. 原始数据

矿产资源评价要涉及到地质、物探、化探和卫星影象等资料，这些资料都是按照各个地球科学分支的需要和要求获取的，称为原始数据。这些数据对于每个专业学科来说是合理的，例如小比例尺的航磁资料对于区域物探来说是合理的，但在矿产资源评价中这类资料未必有价值。因此，对矿产资源评价来说，并非一切原始数据都能在构造评价模型过程中起到应有的作用，对区域矿产资源评价来说，主要应用区域性的地质、物探、化探和卫星影象资料，从中择取区域成矿地质作用和区域地质背景对矿产资源控制的信息建立评价模型；对于矿区矿床资源评价来说，主要使用大比例尺的矿区和矿床的地质、物探、化探资料建立地质条件与矿产资源量之间的评价模型，据此提出了数据模型的问题。数据模型包括原始数据模型和方法数据模型两类。

(1) 原始数据模型：在目前的矿产资源评价工作中使用的数据，大多数是过去产生的。不可能不受当时条件的限制，它与矿产资源评价需要系统、全面、可靠的数据要求差距较大，一般都是零星的、片断的，不同单位和不同人员提供的数据可靠程度也不尽相同。因此，在进行某一地区或某个矿区的资源评价时，必须对原始资料进行收集、汇总和取舍。我们把通过这些工作步骤获得的原始资料组成的数据集称为原始数据模型。在这里的原始数据模型是狭义的，它是同矿产资源评价模型相比较而言的。

组成原始数据模型的地质数据可以是地质的，也可以是物探、化探和卫星影象资料。原始数据模型是资料汇集、整理的结果。据此可以了解控制区和评价区的地质工作程度和研究程度，它是进行地质研究和评价的基础。

(2) 方法数据模型：方法数据模型是在原始数据模型的基础上形成的。因为每一种矿产资源评价方法对数据模型有特殊的要求，若不满足这些要求，由方法本身产生的不确定性（例如有偏估计）给评价结果带来干扰，增加了评价结果的总误差。因此，矿产资源评价工作必须从原始数据模型中产生出能够用于某种资源评价方法使用的方法数据模型。所谓方法数据模型就是根据评价方法的要求对原始数据进行必要的处理，形成适合于某一评价方法所要求的数据集合。

原始数据模型和方法数据模型的根本差别是构成模型的数据发生了变化。例如组成原始数据模型之一的某种元素的化探数据不呈正态分布，若取用对数以后改变了原来的分布形式，使其接近或转换成正态分布。这样原始观察值就转换成相应的对数值，又如将几个地质变量的原始观察值加以综合，构成一个新变量，这个新变量以特定的地质意义代替了相应的原始观察数据，成为方法数据模型中的组成部分。

## (二) 单　　元

1. 单元的概念

为了统一观察和取值范围，将控制区（或预测区）划分成等面积（或体积）或面积接近的小区（有时称地段），这样的小区就是单元。矿产资源评价模型都是使用样品的观察值建立的，该模型明确了矿产资源量与地质条件之间的关系。无论是区域矿产资源评价模型，还是矿区资源评价模型都是按此理论进行的。但在进行矿区资源评价时，为了预测未知矿床的个数、品位、资源量及位置，往往利用“单元”的观察值建立评价模型。单元又称网格，一个单元犹如岩石的一个样品、地质图的一个观察点、或化探的一个取样点，在一个单元里可以观察到足够多的地质数据，用它建立评价模型。单元在矿产资源评价工作中是变量的取值单位，单元的大小及形状，对矿产资源评价的结果有很大的影响。一般来说，单元面积越大，不含矿床或含一个矿床的单元数越少，含矿单元的分布特征也相应发生变化。

目前，对单元的划分和每个单元的大小无统一的规定，一般按地质图的比例尺确定单元的大小，原则是在评价地区的地质图上划定 $1 \sim 4km^2$ 为一个单元（见表 8 – 7 – 1）。

表 8 – 7 – 1　地质图的比例尺与单元大小的关系

| 地质图比例尺 | 1∶5 万 | 1∶20 万 | 1∶50 万 |
|---|---|---|---|
| 单元大小（$km^2$） | 0.25 ~ 1 | 4 ~ 16 | 25 ~ 100 |

2. 单元的类型

(1) 正方形单元：它是目前在矿产资源评价中广泛应用的一种单元形式。

(2) 不规则单元：又称流域单元，在矿产资源评价中应用较少，但它是一种按地质变化实际，或按地质数据变化的性质合理划分单元的一种新途径。

(3) 穿透单元：又称块段单元，它是根据预测区内地质构造的变化，特别是对矿带内岩层、矿层与线形褶皱构造紧密有关的矿带、矿田范围内进行矿产资源评价时，有可

能采用垂直矿带走向，按一定间距穿越整个矿带的等面积的长条形单元。

(4) 无单元：在矿产资源评价中，有些统计方法，例如趋势面分析方法对控制区和预测区无须划分单元，只要对预测区内按选定的地质变量进行数据处理，其结果有可能获得矿产资源赋存位置的某种信息，对它作出评价。目前主要用于对石油资源的预测评价和一些构造变化简单的沉积矿产评价中。

### (三) 控制区和评价区

控制区和评价区是矿产资源评价中类比理论应用具体化的实施方法。控制区又叫已知区（地质研究程度较高的地区），评价区又称预测区、研究区或未知区。我们得不到评价区矿产资源量的参数，通过在已知区建立矿产资源量参数的数学模型，把它外推到地质构造格局上类似于控制区的评价区，对评价区作出资源量的估计。控制区在地质上可以是一个构造单元，也可以是一个成矿区（带）或矿田、矿区，总之它是一个成矿有利地段，且地质普查勘探工作和研究程度较高的矿产富集区。控制区的大小随评价区的预测比例尺来决定，小比例尺的控制区可从几十万到几百万平方公里；大比例尺评价时，仅选用几个到几十个平方公里甚至更小的范围作为控制区。

控制区是一个成矿作用和地质勘探工作程度的概念，在选择控制区时，需要考虑以下地质条件：

(1) 控制区的地质普查、勘探工作程度比评价区高，在控制区至少要具有与评价区比例尺相同的正式地质图件。

(2) 在具备上述条件的前提下，必须具备经过勘探工作证实具有工业价值的，而又经过一定地质研究的已知矿床。这些已知矿床必须分散在控制区的不同单元中，同时要具有经过普查和勘探工作证实，在控制区内有代表区域地质背景的非矿地段，而这些非矿地段同样应该分散在控制区的不同单元中。

(3) 控制区内矿与非矿单元的数量原则上分别大于单元内采用的地质变量数，否则影响某些评价方法的应用，特别是应用因子分析、回归分析等方法建立评价模型时，必须遵循这一原则。

(4) 在一个成矿区（带）范围内，控制区的地质特征和它们的空间分布具有一定的地质代表性。

## 五、矿产资源评价的目标

(1) 在各种技术经济条件约束下估计某一成矿区（带）、省（区）、或图幅（1/100万～1/20万）的资源总量，各成矿区（带）、省（区）、或图幅的资源量的总和就是全国的资源总量。

(2) 根据评价所使用的原始资料的可靠程度（或概率值）确定资源量的级别。

(3) 用类比和模型理论阐明各种不同地质背景下不同类型的潜藏矿床的找矿标志。

## 六、矿产资源评价的形式

矿产资源评价工作根据国民经济计划部门、地质矿产部门及其它有关的社会经济和科学研究机构使用资源的不同目的与要求，以及资料水平、评价方法的不同分成两种形式：

### （一）区域矿产资源评价

区域矿产资源评价又称区域矿产资源总量预测、小比例尺预测、矿产资源潜力评价、资源估计等。指在小于 1/20 万地质图的基础上进行的评价工作。基本任务是确定大区域范围内的潜在资源量，它不需要对资源量的位置和矿床特征（数量、品位和成因类型等）作出描述。其优点是数据水平要求不高，比较容易完成，当获得新数据时，在不改变评价方法的前提下容易进行修订更新。其结果用数值表示（在一定概率意义下），它可以作为：

（1）区域范围内选择普查勘探区和开发远景区的依据。

（2）地区性的经济机构确定资源政策的依据，特别为确立短缺资源的长期供应计划和采用其他商品代用品途径提供基础资料。

（3）资源量与人口的增长，环境保护，粮食生产，水源供给和可能的技术发展等结合在一起，构成了一个国家，一个地区或全球经济发展的远景规划。

### （二）矿区矿产资源评价

矿区矿产资源评价又称资源分析、非综合估计、大、中比例尺成矿远景区定量预测等。指在 95% ~ 5% 的概率范围内评价某一矿种的成矿区（带）、矿田、矿区，甚至矿床（或矿体）的潜在资源量，除提供一个总的数值外，还要对该数值所包括的矿床数、位置、质量和数量作出描述。

矿区资源评价比区域矿产资源评价的难度大，它需要大量的、更高水平的数据，消耗更多的人力和更长的时间，特别是需要更多熟悉区域地质、区域成矿规律和矿床地质人员参加。该资源评价的结果可以作为：

（1）确定国家、地区短期内的矿产资源供给计划。

（2）确定现阶段和以后的普查勘探和发展计划。

（3）确定矿产商品的经济类别和法律地位，特别对于环境保护和计划经济不利的矿物商品应该用法律对它作出应有的限制。

（4）矿区资源评价的评价模型都是在综合了大量矿床地质特征的基础上建立起来的，其成矿规律、矿床成因和定量描述的详细程度是当前传统地质学的研究方法所不能相比的，得出的结论或看法将更具有普遍意义，所以它也是矿床地质研究的一种手段。

## 第二节　国外对矿产资源的综合利用已引起高度重视

据统计，世界人口平均增长率为 2% ~ 2.5%，而矿物原料的需求量却要增长 5% ~ 8%；世界人口每隔 30 ~ 35 年增长一倍，而世界矿产开采量则大约每隔 15 ~ 18 年翻一番。矿产资源综合利用已成为一个全球性的重要问题。这个问题解决不好，不仅造成大量的资源浪费，加速矿产资源耗尽速度，而且由于开发过程产出的废石、尾矿、废渣、废水、废热、废气的大量排放，将严重污染环境，影响生态平衡，并将造成一系列社会公害，甚至给人类带来灾难。

面对现代矿冶生产带来的一系列问题，各国尤其是工业国家，无论本国资源丰富与否，矿产储量保证程度如何，对于矿产资源的合理开发与综合利用问题，一直十分重视。70 年代以来，国际上就矿产资源的综合利用进行了一系列学术交流活动。1973 年和 1975 年在波兰分别召开了“第一届国际现代采矿工艺会议”和“冶金与环境保护会议”，交流了有关选冶技术和废物利用方面的经验。1977 年在鲁克萨召开了“发展中国家矿物资源利用会议”，讨论了合理利用矿物资源问题。同年，在芝加哥召开了“第六届矿物废料利用国际会议”，专门研究了矿物废料的利用问题。1979 年在华沙召开了题为《矿物原料的处理和所有组分的全部利用》的第十届国际选矿会议，专门讨论了矿产资源的综合利用问题。1983 年在弗莱堡召开的“国际采矿和冶金会议”，又一次讨论了矿物原料的综合利用。1985 年召开的“第十二届世界采矿大会”（贝尔格莱德）和 1986 年召开的“英联邦矿冶学会理事会第十三届大会”（新加坡）上，中心议题也是交流与探讨矿物原料工业的科技进步及其对矿产资源综合开发利用的影响。1986 年底在原苏联召开“有色冶金、原料综合利用及少废料和无废料生产学术交流会”，其目的也在于交流与总结有色冶金矿物原料的综合利用经验。

频繁的国际学术交流，开阔了人们的视野，包括原苏联、美国在内的一些工业国家，为加强矿产合理开发和综合利用，相继采取了一系列行政和技术经济措施。日本、南斯拉夫、匈牙利、德国、美国、原苏联、泰国及拉美各国，纷纷制定矿业法或矿山法，强化对矿业生产的控制，以法律形式明确了矿产资源合理开发利用在国民生产中的地位。原苏联 1972 年做出《关于加强自然资源保护和改善综合利用》、《改善自然资源保护和合理利用矿物资源问题》的决议，要求在矿山开采和加工过程中充分地综合利用矿物原料；1975 年颁布了《苏联和各加盟共和国地下资源法纲要》，更详细明确规定了矿业生产各个环节关于综合利用的细节；与此同时，采取切实措施加强科研、试验工作，促进科研设计和生产紧密结合，大大推动了矿产的综合勘探、综合开发、综合加工和综合利用。据不完全统计，原苏联各研究所和地质院校近年来共完成 385 项矿产综合利用研究工作。积极推广露天开采和充填采矿法；提高选冶技术，推广无尾矿工艺；研究低品位矿石的工业开发问题。美国早在 1970 年就制定了《美国矿业和矿产条例》，要求合理开发和综合利用矿产资源及寻找矿物新来源。《美国环境保护法》规定，冶炼厂必须使原料中硫的回收率达到 90%以上，才准许建厂。美国矿业局在 1976 年拨款 2 700

万美元进行低品位矿石处理、二次资源利用、冶炼废气净化及有价元素回收的研究，取得了很好的效果。

纵观国外矿产资源综合利用的新进展和发展趋势，可将有关技术经济政策归纳为以下几方面：

矿产资源综合利用已成为全球性的一项重要的浩大矿冶工程。各国在矿业立法及矿业开发中都以明确的条文加以立法，对矿产资源的综合开发和利用给予了应有的重视。

设立研究机构，强化研究手段，加强对各类难处理资源、低品位矿石、废矿石二次资源的综合利用和三废治理与利用的研究，加大了研究经费的投入。

从基础做起，加强矿产综合评价和综合利用的地质勘探和地质研究工作。

## 第三节 我国矿产综合利用特点、现状、存在问题及技术经济政策

到 1995 年为止，全国已发现矿产 165 种，有探明储量的矿产 151 种，累计发现矿产地 20 多万处。建成国有矿山 9 000 座，乡镇集体、个体矿山 26 万多处，全国年矿石采掘量达 $5.7 \times 10^9$t。基于矿产资源固有的特点，开展综合利用已成为一项极其重要的工作。

### 一、我国矿产资源的特点

#### （一）富矿少，贫矿多

多数矿产资源的矿石品位低，不仅给资源的加工利用带来困难，而且从经济观点来说，都需要通过综合利用手段提取其中所含有的各种有价元素，否则在目前技术条件下，对贫矿的开发将是极不经济的。

#### （二）矿石物质组分复杂，共伴生矿床多，复合矿床多，单一矿床少

要想综合回收，采选冶技术装备一定要相应跟上去，否则会由于综合利用程度低，造成矿产资源的浪费和环境的污染。

#### （三）矿产资源的地理分布不均匀

各地资源的余缺不但影响地方工业的合理布局，而且，大量开发势必加剧国内现有能源和交通运输的紧张状况。这种资源开发与能源、交通紧张状况的矛盾，在一个较长时间内会继续存在。

### （四）地表矿床和大型矿床越来越少，地下矿床和中小矿床相对越来越多

这种现状必然限制资源的大力开发和资金的合理投入，企业的经济实力很难得到发挥，从而，也使部分矿产资源的优势不能迅速转化为经济、物质优势。

### （五）矿产资源的种类和总量多

目前我国矿产的综合利用程度低，矿产品的人均占有量少。

## 二、我国矿产资源的现状及存在问题

当前，我国矿产资源综合利用现状及存在问题，可以有色金属矿山为例来加以说明。

（1）我国有色金属矿山具备共伴生矿产综合利用条件，本应积极地开展资源的综合利用，而实际上没有开展的矿山企业占有相当的比例。从 1986 年工业普查统计资料可知，有 34 个矿种 515 个矿山具有资源综合利用价值和条件，而实际上较好的开展综合利用的矿山只有 160 个，占 31.1%；部分开展综合利用的矿山有 132 个，占 25.16%；完全没有开展综合利用的矿山有 223 个，占 43.3%。

（2）已经开展综合利用的矿山企业，综合利用指数普遍不高，据 184 个主要矿山统计资料表明，有用物质组分综合利用达到 70%以上的矿山企业仅占 2%；综合利用达 50%的矿山企业还不到 15%，而综合利用小于 25%的矿山企业却高达 75%。

（3）矿山企业综合利用的总回收率普遍较低。从工业普查提供的资料可知，综合回收率低于 40%的矿山企业达 70%以上，个别矿山或矿种的综合回收率更低，表明资源的浪费相当惊人。

我国对矿产资源的综合利用，近年来已引起相当程度的重视，并根据我国矿产资源的特点和问题制定了相应的技术经济政策，矿产资源的综合利用工作逐渐引入正常化的轨道。如我国明确规定：国家鼓励企业积极开展资源综合利用，对综合利用资源的生产和建设实行优惠政策；国家提倡和支持企业，特别是大中型企业，实行一业为主，多种经营；普查勘探矿产资源，新建或改造共生、伴生矿产资源的矿山（包括煤矿山、金属矿山、非金属矿山）、油气田都必须按照国家矿产资源法规的有关规定，执行综合勘探、综合评价、综合开采、综合利用的方针，加强对矿产资源开发利用的可行性研究，矿山设计时应当落实综合利用的措施，把提高矿产资源采选总回收率作为考核矿山企业的主要指标之一。同时，对企业开展综合利用，实行“谁投资，谁受益”的原则。由企业自筹资金建设和综合利用项目，获益归企业所有，主管部门和行业归口部门应予以扶持，不得提取、摊派费用，不得任意调拨产品。由企业自筹资金建设的综合利用项目生产的产品，不列入国家分配计划，自用时不抵扣分配指标，除国家规定不准自销的产品和黄金、白银等贵重金属外，企业可以自销。国家投资建设的，制定计划时应当给企业留有超产的余地，超产部分可以按照国家规定自销。由此可见，国家对矿产资源综合利用是

极为重视的。欲使矿产资源得到充分综合利用，除要考核企业综合利用的经济效益指标外，还要同时考核企业对资源利用的程度和水平，以及社会效益。

## 第四节 共生和伴生矿产的定义及分类

### 一、共生矿产

在同一矿区（或矿床）内存在两种或多种符合工业指标，并具有小型规模以上（含小型）的矿产，即“达标”、“成型”的称为共生矿产。共生矿产分为同体共生矿产和异体共生矿产。

#### （一）同体共生矿产

是产于同一矿体内的含有两种或多种符合工业要求的共生矿产及可供工业综合利用的伴生矿产。对于同体共生矿产，一般是综合圈定矿体，分别计算储量。

#### （二）异体共生矿产

在一个矿区内，产于不同部分（或层位）可以分别圈定和计算储量的不同矿种的矿产。该矿产可以是综合性的，也可以是单矿种的，或者是两者同时存在的。

### 二、伴生矿产

伴生矿产系指在矿床（矿体）中与主矿、共生矿一起产出，未“达标”、或未“成型”的、技术和经济上不具有单独开采价值，但在开采和加工主要矿产时能同时合理地开采、提取和利用的矿石、矿物或元素。

伴生矿产分为伴生矿物矿产、伴生元素矿产和伴生矿石矿产三大类。

#### （一）伴生矿物矿产

属于这一类的伴生矿产是一些可利用程度较高的矿物。它们在矿床中分布较为普遍，局部也可富集到接近矿产工业指标要求的程度，在加工主矿产的选矿流程中可同时选出它们的合格精矿产品或中间产品；一些重要矿物在矿石中含量虽低，但因特殊需要或经济价值很高也有必要回收。由于可以分选出精矿产品，扩大矿石组分回收利用的范围，对进一步提高矿床的经济价值具有重要意义。属于这一类伴生的矿物种类很多，包括金属矿物和非金属矿物。但在具体的矿床中，实际能达到要求含量并需要选别的伴生矿产的矿物却是比较有限的。通常只有 1～4 种。例如遵义锰矿，碳酸锰矿石中含有伴生疏，矿石经选矿除获得三种不同品级的锰精矿外，同时还获得一种含硫 34.93% 的硫精矿副产品。广西大厂锡矿长坡矿区为一特大型锡矿床，除锡和锌作为主产金属外，具

有工业价值的伴生矿产有铅、锑、硫、砷、铟、镉、镓、银等八种，但通过选矿可选出精矿作为副产品回收的只有铅精矿、锑精矿和硫砷混合精矿三种，其他几种元素则分别富集在载体矿物的精矿中而在冶炼过程中回收。在砂矿矿床中，有用组分多呈矿物形式，需要选别的矿物较多。例如广东板潭砂锡矿床，主要工业矿物为锡石，开展综合利用工作之后，除生产单一锡精矿之外，还附带回收的矿物计有独居石、锆石、钛铁矿、铌金红石、磷钇矿等五种产品。这些伴生矿产的产值占总产值的67.5%。

### （二）伴生元素矿产

属于这一类的伴生矿产是含量低并呈分散状态存在的可以附带回收的伴生有用组分。伴生元素矿产的提取方式取决于主矿产的加工方式。需要选矿的矿种则必须能伴随精矿富集，并可在加工精矿时提取。伴生元素矿产又可划分为贵金属伴生矿产，稀有、稀土、分散元素伴生矿产和液体、气体伴生矿产。

### （三）伴生矿石矿产

伴生矿石矿产是分别产出的异体伴生矿产，即在主要矿产的围岩或剥离层内形成独立的矿层、矿体或含矿层（体）。由于这种矿石中有用组分品位低或矿层厚度薄，未“达标”或未“成型”，经济上不具单独开采价值，只能随同主矿产一起开发利用。例如露采境界内的低品位矿石、有用剥离岩石和可混采混用的低品位夹层；煤矿床中的耐火粘土、陶瓷粘土；铝土矿床中的铁矿石、耐火粘土；多金属矿床中的硫铁矿石、重晶石矿石、萤石矿石；以及未达共生矿产标准的其他各种矿产的矿巢、透镜体等。上述这些不具单独开采价值的伴生矿石矿产产于主要矿产的围岩中，能在开采主矿产（矿体）的同时，综合开发利用。开采这类伴生矿石矿产的前期费用已由主矿产负担，它们只承担开采加工自身的直接费用，因此虽未“达标”或未“成型”，也能经济合理地开发利用。

## 第五节　矿产综合利用的工业指标

### 一、制定矿产综合利用工业指标的基本原则

矿产综合利用工业指标的制定是合理圈定矿体的重要依据。

矿产工业指标是在当前的技术经济条件下，工业部门对矿产质量和开发条件提出的要求；是评定矿床工业价值，圈定矿体和计算储量遵循的标准；也是合理开发利用矿产资源，确定可采范围和指导开采的主要依据。工业指标参数，即储量计算的各项实物指标都应符合矿床地质特点，能充分利用矿产资源并有较好的经济、社会和环境效益。制定工业指标一般应掌握以下几个基本原则：

第一，矿产勘查的目的是为了寻求各种矿物原料，以满足生产、生活的各种需要，不同的需要（用量或用途）有不同的衡量标准。制定工业指标必须充分考虑当前国民经

济对该矿产的需求程度和矿床开发的经济效果；了解和研究国内外市场供求状况及其发展趋势。影响需求状况和经济效果的因素很多，而且常随条件改变而变化。例如有些低品位矿石由于易采易选，多组分共用，需求量大，生产成本低，经济效果好；有的矿产因不断发现新的应用领域而身价倍增；有的矿产已被新的产品取代而无人问津，如蓝石棉现已搁置；有的因工艺技术进步工业指标下降；有的矿产走俏而价格上升，有的滞销则价格下跌等等。充分考虑需求状况，是合理制定工业指标的重要原则。

第二，地质条件是制定工业指标的基础。工业指标只有符合具体矿床的地质特点，才能保证矿体圈定的合理性和完整性，以利于矿床的开采和提高资源的利用率。例如某矿区按原工业指标圈定的矿体呈脉状，规模小，开采成本高，后适当降低了品位要求，圈成了一个完整的大矿体，适于露采，效益大增。又如某铁矿，铁的赋存状态很复杂，有磁铁矿、硫铁矿、硅酸铁、碳酸铁等，目前工业上只能回收利用磁铁矿，而原指标按全铁含量圈定矿体，结果把一些技术上不可行，经济上不合理的矿石也圈入矿体。又如某多金属矿，原指标按锌含量圈定的，而开采时才发现很大一部分矿石矿物主要是铁菱锌矿，而无法利用。因此，有用组分的赋存状态和工艺性能；有用组分的分布状况和规律；矿床开采的技术条件等，都是制定工业指标中必须认真研究的问题。

第三，随着矿产勘查和开发技术的提高，可以认为几乎所有的矿床都是综合性的。在矿床中通常除主矿产外，还有多种共生矿产、伴生矿产；有用造岩矿物、剥离岩石、夹矸、尾矿；有的还有煤成气、卤水、含矿水等可资综合利用；有的矿产还具有一矿多用的性质。对矿产的综合勘查、综合评价和综合利用，是提高矿床的经济价值和增加矿山企业效益的重要原则，广开矿源获得更多的金属、非金属、贵金属和稀有分散元素的重要途径，也是改善环境，减少“三废”的关键措施。综合性矿产是多种组分共生在一起的，它们在地质、技术（采矿、加工）、经济方面都是紧密联系不可分割的，必须综合研究，综合评价，以综合指标评价法，取代单一指标评价法。综合性矿床具有一定的复杂性，一定要从矿床的具体地质特征出发，研究和选择适合该矿区地质特点的综合指标体系和综合圈定矿体及计算储量的方法。

第四，技术上可行，经济上合理是评价矿床工业价值的原则，也是制定工业指标的原则。制定工业指标必须有地质、技术、经济综合论证资料。制定工业指标必须通过多方案比较，系统分析，方案选优，使整体效益必须最优化。制定工业指标要认真调查研究，弄清地质、技术、经济的有关情况和因素，及这些因素之间的联系，然后计算分析，鉴别和揭示各种矛盾，使研究的问题进一步深化。最后根据计算和分析结果，将各种效果因素进行综合评价和系统分析，找出最优的工业指标方案。

第五，我国幅员广大，各地区经济发展很不平衡，交通运输条件和对矿产的需求程度等方面的差别也很大。工业上对矿产最基本的要求是采出矿石的平均品位，要保证获得既定的最低利润，矿石的最低品位必须能抵偿所付出的代价。这种投入产出的平衡关系与国家或地区经济状况，采选冶技术条件和经营管理条件，国内外市场矿产品供需状况和价格变化等方面的因素密切相关。也与不同时期或开采过程的不同阶段的不同条件相联系。当时当地急需而又短缺的矿产，可以适当降低品位指标；品位适当降低可使所圈定的矿体更完整，有利于提高开采效率和资源的充分利用。因此制定工业指标应根据

当时当地的条件，并随条件的变化进行必要的调整。过去某些矿区忽视不同矿床、矿体或矿石类型存在开采、加工等技术经济条件的明显差别，采用完全相同的工业指标，常造成不良的后果。

## 二、制定矿产综合利用工业指标的条件与应用

综合性矿产中除有一种或几种主要组分外，还有各种可供综合开发利用的伴生矿石、矿物或元素，它们在地质、技术、经济方面都是紧密联系不可分割的，应整体研究，综合圈定和计算储量。必须采用综合品位指标取代单一品位指标。对综合性矿产，人为地将其分割开来，孤立地按单矿种指标评价是不正确的。研究制定综合矿物原料的工业指标是提高矿产勘查和开发利用效果的重要条件，它将对合理部署矿床勘探，正确评定矿床工业价值，圈定矿体计算储量，合理确定可采范围和充分开发利用矿产资源发挥积极的作用。

综合性矿产的工业指标是整个工业指标体系的组成部分，同时是在一般工业指标的原则基础上制定的。但是综合性矿产中同时存在几种有用组分，而且这些组分的产出特征、含量、价值，在矿石矿物中的富集程度，社会需求及工业意义等都互不相同或差别很大，因此除前述一般原则外，尚应结合其具体特点，并考虑各种有关因素，才能制定出符合实际的工业指标。

由于综合性矿产工业指标中的大部分内容与单矿种矿床相同，为了突出多组分综合评价的特点，仅集中讨论综合工业品位的问题。

综合工业品位是多组分矿体或块段的最低综合品位要求，它是按加工处理多组分矿石全部生产成本计算的，以主组分表达的经济上临界品位。它是确定表内与表外储量的分界品位。综合工业品位是矿石综合经济价值的衡量标准，因而在含义上和数值上与主组分的最低工业品位（或临界品位）并不相同，应该严格区分开来。

在同体共生矿中列为共生主要组分的依据是它们的含量、价值和回收利用程度，而回收利用程度是决定性的因素。对于常量元素来说主要是依据它们可回收的含量；对于稀有、分散元素、贵金属等组分则主要依据它们的产值。同体共生矿中的几种主要组分的富集程度各不相同，有的矿床、矿体或块段，几种组分都达到一般工业要求；有的某种组分达到某种组分达不到；也有的几种组分都达不到，但综合起来却达到或超过了某一单矿种的工业要求等等。为了更充分和合理地利用矿产资源，从矿产资源的综合性质和综合经济意义制定综合工业品位是十分必要的，特别是对于后者，即矿体（块段）中同时存在几种有用组分，但每种组分均未单独达到工业品位要求，而它们在矿石中的含量又高于技术上可选品位时，该矿体（块段）的工业价值就要用几个有用组分的综合技术经济效果来评价。即采用综合工业品位作为矿产综合经济价值的衡量标准，亦即该矿体（或块段）达到综合工业品要求时，其储量可列为表内储量。

制定综合工业品位是在通过勘探已基本查明各种有用组分的赋存状态、分布规律、含量高低和选冶回收情况，并通过经济技术评价，确定了各主要组分的最佳边界品位的基础上进行的，其具体条件如下：

(1) 已详细研究矿体中共生主要组分的分布规律，共生组合状况和分布的稳定性，以及根据主要组分共生组合和含量变化特点，确定是否需要和可能划分不同的矿石类型或技术品级。在上述研究的基础上，对各组分的矿化范围大小，稳定性连续性的好坏，品位和价值的高低等因素进行衡量比较，确定其中的一种为基本主要组分，其他几种作为共生主要组分。矿石中伴生组分的价值，在制定综合工业指标时也应加以考虑，但两者之间应有区别，不能混为一谈。

(2) 已全面研究矿石的质量，查明矿石矿物组成、化学成分；查明主要有用组分、伴生有用组分及有害杂质的种类、含量、赋存状态和分布规律；查明矿石中主要脉石矿物种类和含量，及与主要矿石矿物的嵌布关系；查明矿石的结构构造。

(3) 按照不同地质勘查阶段的要求，通过试验查明各有用组分在选矿流程中的回收方式、富集方向、富集比、精矿和尾矿品位，以及磨矿细度、单体分离程度等情况。

(4) 对于直接冶炼或化学处理的矿石应查明其回收方式和实收率等情况。

(5) 对参与计算综合工业品位的各种组分要查明其直接和间接的生产成本，根据计算公式合理而精确地分摊产品成本。

同体共生矿中几种主要组分的富集程度可归纳为三种基本情况：第一类，几种主要组分都达到工业品位；第二类，有的达到，有的达不到；第三类，几种都达不到工业品位。从有用组分品位的角度来衡量，前两种明显具有工业价值，后一种如按单一组分衡量则都不具有工业价值，只有通过详细测算综合考虑，才能确定其是否具有工业价值。

第二类共生矿中至少有一种主要组分达到工业品位，无疑可构成矿床，但是否还需要制定综合工业品位并进行等价折算？目前存在不同认识。鉴于绝大多数矿床有用组分的分布都是不均匀的，有富矿也有贫矿，对于矿体变贫的部分，如何圈定边界，对于多组分共生矿来说仍应综合考虑，以综合工业品位合理圈定。这不仅需要，而且也有可能。至于是否采用等价折算则应视使用的方法而定。

第三类的共生矿无疑需要综合考虑。首先应考察各组分的储量规模，各组分的共生关系，是否需要和可能分采、分选，采、选、冶的损失率和产品的实收率，产品的产值和生产成本。通过周密的计算论证其工业价值，以合理地确定其综合工业品位。对于这一类同体共生矿来说，储量规模和加工性能至关重要，如果储量规模大而又易采易选，即使品位较低，只要综合考虑而具有经济效益，仍然是可取的。

几种主要组分在矿体中的分布和富集，除了上述三种基本情况外，不同的矿床、同一矿床的不同矿体、同一矿体的不同部位都可能发生变化。采用综合工业品位指标作为评价标准，较为客观和接近实际，可以避免评价的失误。例如辽宁八家子铅锌矿，原来用单一金属品位评价法，确定该矿区工业指标，矿石最低工业品位铅 0.7%，锌 1.0%。该矿区有三个矿体，一矿体铅平均品位 0.8%，每吨矿石可回收铅精矿 4.9kg，价值 7.92 元；二矿体锌平均品位 1.1%，每吨矿石可回收锌精矿 7.1kg，价值 6.94 元；三矿体含铅 0.5%，锌 0.6%，银 70g/t，硫 2.6%，都未达工业品位，但该矿体能同时回收四种产品（铅、锌、银、硫）总值 18.67 元。该矿山采选成本为 17 元，一、二矿体原为表内矿，都亏本，三矿体原为表外矿却能盈利。如果综合评价一矿体综合品位为 0.8%，二矿体为 0.66%，三矿体为 1.8%，这样就不致造成工业价值倒置的错误。该

矿山后采用综合品位指导综合勘查、综合评价、综合利用，使很多原来的围岩、夹石和“无矿”地段变为矿体，扩大了储量，增加了产量，提高了效益，使老矿山焕发了青春活力。

确定综合工业品位的一般方法举例。

第一类，即几种主要组分都达到工业品位的矿体或块段，要特别注意①选好主元素。以哪个元素为主圈定矿体，对矿体形态、产状、规模、品位和工业价值，及勘查、开发利用效果都有重要的决定性影响。选主元素不能只考虑价值大小，有些元素价值虽高但变化很大，最好选含量高、分布范围广、需求量大而稳定的组分为主元素。②由于主要元素品位高，规模大，如能承担全部间接费用时，其他共（伴）生组分，可以只负责提取它本身的直接费用。这样，这些组分在技术可行的条件下，可降低其品位要求。在主元素可采矿体范围内与其共生和伴生的各元素，其块段平均品位只要能抵偿提取它本身的代价就可算为经济合理。为充分利用和珍惜、保护不可再生的资源，不论利润多少，都属表内储量，应予提取利用。③由于矿床经常具有分带性，矿体不同部位，组分的主次会发生变化，故选主元素一般以块段（或若干块段）为单位。确定的最低综合工业品位，应能保证开采、加工、回收这些矿物原料，获得各种矿产商品的总价值能抵偿全部所需费用。即总产出大于总投入，其差值，即为工业价值。

第二类组分有的达到工业品位，有的达不到工业品位。这有两种情况，一种是有的元素品位高而稳定，有的低而不稳定，这一种情况可以参照前述第一类处理。第二种是都不太稳定，即有的地段以这个元素为主，有的地段以另一元素为主，这种情况下必须综合圈定。为此，①要确定哪些组分参加综合工业品位计算，一般是选相对含量较高，工业价值在矿石中所占比重大于 5% ~ 10% 的组分才参与计算。②边界品位，一般是分别制定。例如河南灵宝文峪矿区，根据该区矿床特点，采用两种金属圈定矿体，即金边界品位 1.5g/t 和铅边界品位 1%，共同圈定矿体边界，两元素中任一组分达边界品位都可圈为矿体。对性质相近的两组分也可用含量之和圈定矿体边界，如 Pt + Pd，Pb + Zn，$Ta_2O_5 + Nb_2O_5$ 等，还有一些砂矿也可用含量之和。由于边界品位受可选性（一般指尾矿品位）制约，故边界品位必须以技术可行为前提，即各组分含量必须高于尾矿品位。③综合工业品位是确定表内与表外储量的分界品位，是以主组分表述的经济上临界品位。继前述文峪矿区为例，该区金、铅组分分布不均匀，有的地段是以金为主元素，伴生铅、铜、银及硫；有的地段则以铅为主元素，伴生金、铜、银及硫。经详细验算，分别制定了以金为主的综合工业品位为 4.5g/t，以铅为主的综合工业品位为 4%。

第三类，当矿体或块段中同时存在几种有用组分，但每一种组分均不能单独达到工业利用的要求，该矿体或块段的工业价值就应当用几种有用组分的综合技术经济效果进行综合评价，即用综合工业品位作为衡量矿产综合经济价值的标准。

综合圈定矿体的基本原则是：在几种参加综合工业品位计算的组分中，只要某一种达到边界品位就可以圈为矿体。但工程平均品位或块段平均品位必须达到综合工业品位的最低要求，否则列为表外储量。综合圈定矿体，使圈定的矿体形态完整，简化了矿石类型，避免了储量计算人为的复杂化，大大提高了矿产勘查和开发利用效果和效率。使勘查、设计更加接近矿山生产实际。但是过去下达工业指标，较少考虑多组分矿石的特

点和综合评价、综合利用的原则，习惯于用单矿种指标评价综合性矿产是很不合理的。

例如湖南桃林铅锌矿，地质勘探中按工业指标圈了三个类型矿石，矿体形态、结构复杂。实际上无法也无需分采分选，故设计和生产中把铅、锌、萤石三种类型综合圈定为铅锌萤石综合矿体。这样做是符合该矿区地质特点和采选技术实际水平，有利于提高经济社会效益。

从地质观点看，该矿区客观上是一个以萤石为主的综合性矿体，历年出矿品位（17年平均）铅为1.0%，锌为1.6%，萤石为14%左右。铅、锌、萤石在矿体中是紧密共生，无明显的消长比例关系。

采选技术方面，该区采用高工效的中深孔中段崩落法，在走向50m，中段高40m范围的采场内，矿石夹石均一次爆破出矿，不同类型品级矿石无法分采；且综合处理，综合回收铅、锌、萤石的效果很好。生产选矿指标如表8－7－2。

表8－7－2 桃林铅锌矿选矿生产指标（%）

| 组　分 | 原矿品位 | 精矿品位 | 回　收　率 | 尾矿品位 |
|---|---|---|---|---|
| Pb | 0.88 | 66.4 | 92.9 | 0.05 |
| Zn | 1.71 | 54.2 | 92.2 | 0.1 |
| $CaF_2$ | 14.52 | 96.4 | 66.0 | 5.7 |

从经济方面分析，该矿产品有铅精矿、锌精矿、萤石精矿，三组分在每吨矿石中的存在价值大致相等，分别为13～14元，其中任一组分的存在价值，都低于矿山实际采选成本（20～24元），故三者均不具单独开采价值，只有综合回收，再加上铅精矿中的铜、银和锌精矿中硫等伴生组分的价值，矿山企业才有较好的经济效益。

## 第六节　矿产资源的定性变量评价

在区域矿产资源和矿区矿产资源评价中，使用的地质数据均属于连续的定量地质变量。但很多地质现象没有严格的数量变化的范围，也没有恰当的定量方法，它仅表示地质现象的定性概念。而这类地质现象与成矿地质作用密切相关，在建立矿产资源量与地质条件关系的定量模型时，它起着重要的作用。由于矿产资源评价的需要，在原始数据模型中，这类定性数据常采用二态或三态形式表示该地质现象与资源量之间可能存在的某种关系，这种现象可作为原始数据矩阵的组成部分。所谓二态变量，它属于离散型变量，即用“0”和“1”表示某地质现象的“存在”与“不存在”。例如斑岩铜矿床上的“钾长石化”这一地质现象是该类型矿床的基本特征之一，但对某个具体矿床来说，它是存在的，则用“1”表示，对另一个矿床来说，它又不存在，则用“0”表示。三态变量也属离散型变量，在矿产资源评价中它比二态变量具有更深刻的含义。例如地球化学元素值若出现异常时，对成矿是有利的，则用“1”表示；对成矿不利，则用“－1”表

示；若在两者之间，即由高异常转为低异常的拐点处，则用“0”表示。三态变量似乎比二态变量进了一步。这是因为各种地质特征除对立的二个状态（在此是对成矿有利和不利）外，还有一些中间状态，即在有与否之间有性质不确定者；对矿化有利不利之间存在性质不明者；异常的正、负之间还有无异常显示等，除逻辑上的对立状态用“+1”和“-1”表示外，中间状态用“0”表示，它是符合“+1”、“-1”和“0”的算术定义。用上述方法来定义定性地质变量的状态（或特征）就提出了用定性地质变量进行矿产资源评价方法的理论依据。

目前，使用定性变量的矿产资源评价方法主要有逻辑信息法、数量化理论、特征分析法、概率回归分析法、模糊集理论等。这些方法，可以作区域矿产资源评价，也可作矿区资源的评价，有时还可作为矿床矿产资源评价的方法。

## 一、逻辑信息法

逻辑信息法是使用定性地质资料进行矿产资源评价的方法之一。该方法是以数理逻辑、组合分析及概率统计为基础的一种综合性数学分析方法。借助组合分析和逻辑运算，比较观测对象结构关系上的相似性，并确定这种结构中个别元素的作用。

逻辑信息法可以利用难以定量化的地质特征，从而可以最充分地利用已有的地质资料和最大限度地利用地质工作者的经验和知识。

逻辑信息法的实质是对比预测对象的观察数据在构形上的变化和结构上的相似性，据此，可以用多种指标来表示。目前主要采用赫明距离、向量夹角、相似系数、勃尔法和变异序列法等。由于篇幅的内容所限，只简要介绍勃尔法和变异序列法进行矿产资源评价的原理和工作方法。

### （一）勃尔法

要确定预测评价对象属于有远景的还是无远景的，用勃尔法较为简单。该方法能利用为数不多的已知单元（矿床或矿化点），得出检查对象属于哪一类的相当可靠的结论。实际上，勃尔法就是利用二项分布计算任一标志的权，然后根据这些权值进行标志组合，据此区分两类对象。

勃尔法的工作步骤是首先列出已知矿床和检查对象表，表中按地质标志进行逐个描述。其列表示标志，行为已知矿床和检查对象的描述，各行中某一标志存在用1表示，不存在用0表示。其次，计算每个标志i的信息权$I_i$，它取决于已知矿床上各标志存在（即1）的数目（$L_1$）与检查对象上各标志存在（即1）的数目（$L_2$）的比值。其比值可由专门的表查出。若$L_1 > L_2$，信息权值前面带上“+”号，反之，带上“-”。最后，计算获得已知矿床和检查对象这些权的和$\sum I_i$。根据用$\sum I_i$区分已知矿床和检查对象的准确程度，可以判断出能否用所得的权进行预测评价。

虽然勃尔法比较粗略，但对于一个半已知区（矿带或矿田）的预测评价来说，它可以获得该潜在矿产资源总的概念，若配合其他方法将会获得较好的效果。

### （二）变异序列法

变异序列法同目前所指的逻辑信息法含义一致，是应用逻辑信息法评价未知（矿床或单元）的潜在资源量，实践证明它是一种较为有效的方法。逻辑信息法是以控制论、数理逻辑、组合分析和数理统计为基础理论。它的计算方法涉及到与上述各种理论有关的数学方法，其数学方法难度不大，但计算步骤繁杂，限于篇幅，这里仅简要介绍该方法的基本步骤，该方法的基本步骤有三部分组成：

（1）确定预测评价的基本任务和构思原始数据矩阵（$m \times p$）：前者包括选定已知矿床（单元）和评价对象，选择与矿化有关的地质变量（或变量组合）和取值原则；后者包括对地质变量的赋值（即该变量存在为“1”，不存在为“0”），组成阴 $m \times p$ 阶的 0－1 矩阵。

（2）数学运算。

①用序列调整法对 $m \times p$ 阶矩阵的列（即 p）进行筛选，它是通过标志权的计算，调整序列等方法达到筛选变量的目的。

②确定最小区分组合标志和计算标志信息权，它是用建立已知对象简化数据矩阵（0～1 矩阵）表、确定区分标志、绘制枝状图和列出最小区分组合标志等方法完成该步骤的计算。

③计算标志权和对象权。

（3）结果的检验及预测评价。

## 二、特征分析法

特征分析法又称决策模拟，它是从变量中提取各变量具有的综合特征。它与线形代数中的特征向量和特征值的概念不同，该方法是应用求解特征向量的数学方法确定变量的综合特征——变量的定量特征。

矿产资源评价结果的正确程度决定于原始数据的完备程度和精确程度，由于种种原因，原始数据有不充分的一面，这是引起矿产资源评价结果不确定的原因之一。一种补救办法就是特征分析，它能帮助矿产资源评价人员减少这种不确定性。特征分析是运用矿床的三维环境（包括地形环境、物理性质、化学性质和卫星影象特征）以及矿床产地的形成作用（即成因）的数据来检查矿床模型，快速确定评价区的评价对象（单元或矿点）与已知模型的相似程度，或产出矿床的有利程度。

特征分析包括四个概念，即二维二次导数曲面、布尔转换、最优模型公式和预测区的评价。

### （一）二维二次导数曲面

以连续变量构成的二维空间曲面（平面或等值线表示均可），通常取其垂直平面等值线方向上的二阶方向导数的符号定义逻辑变量。二阶方向导数为负，说明低于邻近地区，为低异常，取 $-1$；二阶方向导数为 0，即拐点，为无异常，取值为 0。使用二维曲面的二

次导数的拐点，限定了原始数据观察值空间分布的特征（即类型），它消除了其他数学方法充分依赖于空间相关的数学原则。因该法处理连续变量，特别是物探和化探变量，不仅展示了观察值的总体特征，而且在总体背景（背景场）上的局部变化特征也显示出来。二维曲面的二次导数这一性质，为建立特征分析的矿床模型提供了有效方法。

## （二）布尔转换

布尔转换也称布尔表达式，它是用三元逻辑来表达不同性质的地质变量。三元逻辑结构是把有意义项标作“1”，不确定意义项标作“0”，无意义或意义相反的项标作“-1”。在一个特定的位置上这种“1”、“0”或“-1”的表达形式是特征分析的多元结构数据类型中应用的关键。

据此理论可以断定，地质变量无论是定性的还是定量的，都可以用三元逻辑来表示。在矿产资源评价中通常使用大量的定性数据和离散数据，它需要由资源评价人员根据布尔转换的方法原理主观决定。通常采用下列原则进行转换：该变量与矿产资源量有关时，标作“1”；无关时标作“-1”；不确定或无意义时标作“0”。据此可知，把地质数据转换成三元逻辑变量是多元结构的地质应用特征分析方法的关键。

需要强调的是，定义逻辑变量时，+1和-1所代表的必须是逻辑上对应的概念，在这样的定义域内，0的意义就不言自明了。若用网格单元对某地区的资源潜力进行评价，则所有变量经上述转换后，就会得到逻辑变量的矩阵。以8个单元、8个变量为例，其中矩阵的行表示单元，列表示变量，则：

$$Z=\begin{bmatrix} + & 0 & - & - & + & - & - & + \\ + & 0 & - & - & + & - & - & + \\ + & + & 0 & 0 & - & + & + & + \\ + & + & - & - & - & + & + & + \\ + & + & + & + & - & + & + & + \\ + & + & + & + & - & + & + & 0 \\ + & + & + & + & - & + & + & - \\ - & + & + & + & - & + & 0 & - \end{bmatrix}$$

## （三）最优模型公式

最优模型公式也叫模型特征定量化。一个矿床上（或单元内）能取的地矿变量（或描述一个矿床的地矿变量）很多。少则十几个，多者上百个。但对一个类型的矿床而言，各地矿变量的重要性是不一样的，所以要给每个变量赋权。根据这个权，对所有地矿变量进行排队，显示出各变量在该类型矿床上的重要性次序，为筛选变量提供定量依据。以下介绍模型特征定量化的3种方法。

（1）平方和法（原始算法）。假设已将原始数据转换成逻辑变量，逻辑变量矩阵为Z。首先将Z用自己的转置矩阵左乘，得乘积矩阵（又称关联矩阵）：

$$R=Z'Z$$

$$R=\begin{bmatrix} + & + & + & + & + & + & + & - \\ 0 & 0 & + & + & + & + & + & + \\ - & - & 0 & - & + & + & + & + \\ - & - & 0 & - & + & + & + & + \\ + & + & - & - & - & - & - & - \\ - & - & + & + & + & + & + & + \\ - & - & + & + & + & 0 & + & 0 \\ + & + & + & + & + & 0 & - & - \end{bmatrix}\begin{bmatrix} + & 0 & - & - & + & - & - & + \\ + & 0 & - & - & + & - & - & + \\ + & + & 0 & 0 & - & + & + & + \\ + & + & - & - & - & + & + & + \\ + & + & + & + & - & + & + & + \\ + & + & + & + & - & + & 0 & 0 \\ + & + & + & + & - & + & + & - \\ - & - & + & + & - & + & 0 & - \end{bmatrix}=$$

$$\begin{bmatrix} 8 & 4 & -8 & -1 & -2 & 2 & 2 & 5 \\ 4 & 6 & 3 & 3 & -6 & 6 & 4 & 1 \\ -1 & 3 & 7 & 7 & -5 & 5 & 3 & -4 \\ -1 & 3 & 7 & 7 & -5 & 5 & 3 & -4 \\ -2 & -6 & -5 & 5 & +8 & +8 & -6 & 1 \\ 2 & 6 & 5 & 5 & -8 & 8 & 6 & -1 \\ 2 & 4 & 3 & 3 & -6 & 6 & 6 & 0 \\ 5 & 1 & +4 & 4 & 1 & -1 & 0 & 7 \end{bmatrix}$$

R 中第 i 行、第 j 列元素 $r_{ij}$，表示在 n 个单元中第 i、j 两变量间的匹配关系。显然，两个变量在各单元中 + 、 + 或 – 、 – 匹配情形出现越多，则 $r_{ij}$大。若 + 、 – 或 – 、 + 的情形出现多，则 $r_{ij}$减小；甚至 $r_{ij}$为负值。至于 0、 + 或 0、 – 的情形，则不影响 $r_{ij}$的值。因此 R 正是几个单元中 i、j 两变量同时依存关系的一种度量。将 R 的各列视为一个向量。则第 i 个向量的长度为：

$$SSQ(I)=\sqrt{\sum_{j=1}^{m} r_{ij}^2}\ (m\text{ 为变量数})$$

此模型表示了第 i 个变量与其他变量间依存关系的总度量。于是，可以将该向量长度视为变量对该类型矿床关联程度的度量。上述例子中各列向量的长度分别为：

SSQ（1）= 10.91　SSQ（2）= 13.45　SSQ（3）= 13.04　SSQ（4）= 14.07

SSQ（5）= 15.97　SSQ（6）= 15.06　SSQ（7）= 13.53　SSQ（8）= 10.44

令 $STOT=\sum_{i=1}^{m} SSQ(i)$，并将向量长度除以 STOT，即：

$$b_i=\frac{SSQ(i)}{STOT}\ (i=1,2,3,\cdots,m)$$

上述例子中：

$b_1=0.1025$（7）　$b_2=0.1263$（5）　$b_3=0.1225$（6）　$b_4=0.1321$（3）

$b_5=0.1500$（1）　$b_6=0.1414$（2）　$b_7=0.1271$（4）　$b_8=0.0980$（8）

圆括号中是将它们按数值大小进行排队的次序。因此，对例中所举的模型而言，第 5 个变量是最重要的特征，$b_5=0.1500$ 是它获得的权系数；其次是第 6 个变量权，系数 $b_6=0.1414$；再其次是第 4 个变量，权系数 $b_4=0$，1321，……。

（2）乘积矩阵主分量法。这种方法是通过计算一个乘积矩阵的列向量的长度来讨论

一个矿床或单元模型中各个变量的权。它先是孤立地研究在模型中一个变量与另一个变量之间的关联程度，然后将该变量与各变量关联程度的度量的平方和作为该变量与所有其与变量之间的依存关系。如果不是仅仅考虑一个变量，而是同时考虑所有变量在矿床模型中的共存关系，则需要使用求乘积矩阵的特征向量的方法——主分量分析法。

主分量分析法用对应与最大特征值 $\lambda_1$ 的特征向量 $A_1$ 表示该类型矿床模型中各类变量的典型共存关系，即地质变量的典型组合。$A_1$ 的各元素 $a_1$，$a_2$……$a_n$ 表示了各变量对该典型组合的贡献。因此，各元素可作为各变量的权系数，用来评价未知区与模型的相似性。

以上述乘积矩阵为例，对应于最大特征值的特征向量各元素为：

①0.106（7）；　②0.352（5）；　③0.372（2）；　④0.372（2）；

⑤－0.475（8）；　⑥0.475（1）；　⑦0.349（4）；　⑧－0.116（6）。

圆括号中为按其取值大小的排列顺序。它表明，第 6 个变量权最大，是模型中占最重要地位的变量，其次是第 3，第 4 个变量，再其次是第 7 个变量。他们的权分别是 0.475，0.372，0.372，0.349……。

## （四）概率矩阵主分量法

此方法是从单元中各变量之间的匹配概率出发，研究模型中变量与变量之间的依存关系。第 i 和第 j 个变量之间的匹配概率 $P_{ij}$ 是用几个单元中不被随机超越的第 i 个和第 j 个变量之间 +、+ 和 −、− 匹配的被观测数的概率来表示，计算 $P_{ij}$ 的公式如下：

令 n——单元数；

$t_i$——第 i 个变量中“ + ”的个数；

$t_j$——第 j 个变量中“ + ”的个数；

$p_i$——第 i 个变量中“ + ”和“ − ”的个数；

$p_j$ 第 j 个变量中“ + ”和“ − ”的个数；

$k_{ij}$——在 n 个单元中第 i 个变量和第 j 个变量间 +、+ 或 −、− 匹配的被观察数；

$p_{ij}$——被随机超越的第 i、j 变量间 +、+ 或 − 匹配的被观察数 k 的概率。

被随机超越的第 i、j 变量间 +、+ 或 −、− 匹配的被观测 k 的概率为：

$$p_{ij} = 1 - \left(\frac{n}{r}\right) = \frac{n!}{r!(n-r)!}$$

$$p_{ij} = \sum_{a=1}^{k_{ij}} \sum_{b-1}^{a} \binom{t_1}{b-1} \binom{p_i - t_1}{(a-1)-(b-1)} \times \left\{ \sum_{l=1}^{t_i-(b-1)+1} \binom{n-p_i}{(l-1)} \binom{p_i - t_i - (a-1) + (b-1)}{t_i - (b-1) - (l-1)} \right.$$

$$\left. \left[ \sum_{m=1}^{p_i - t_i - (a-1) + (b-1) + 1} \binom{n-p_i-(l-1)}{m-1} \binom{t_i-(b-1)}{p_i - t_i - (a-1) + (b-1) - (m-1)} \right] \right\} \times 100$$

$$\times \left( \frac{n!}{t_i!(n-p_i)!(p_i-t_i)!} \right)$$

该公式在运算过程中，当 $k_{ij} = 0$ 时，$p_{ij} = 0$；当 $t_{ij} - (b-1) + 1 \leqslant 0$ 时，大括号内取值为 1。当 $p_i - t_i - (a-1) + (b-1) + 1 \leqslant 0$ 时，方括号内取值为 1。

$p_{ij}$ 构成一个对称矩阵 p，称为匹配概率矩阵。

计算 $p_{ij}$ 的具体步骤如下：

（1）计算匹配矩阵（又称 Telly 矩阵）：从前面举例的逻辑矩阵 Z 出发，分别计算各列之间 +、+ 匹配数和 −、− 匹配数。得以下矩阵：

$$T=\begin{bmatrix}7&5&3&3&2&5&4&5\\0&6&4&4&0&6&4&3\\0&0&4&4&0&4&2&1\\0&0&3&4&0&4&2&1\\1&0&1&1&2&0&0&2\\0&0&2&2&0&6&4&3\\0&0&2&2&0&2&4&3\\1&0&0&0&2&0&0&5\end{bmatrix}$$

该矩阵中对角元素 $t_{ij}$（第 i 行第 j 列元素）是第 i 个变量自身的“+、+”匹配数。它显然等于第个变量中“+”的个数，上三角矩阵中第 i 行第 j 列元素 $t_{ij}$ 是第 i 个变量与第 j 个变量间的“+、+”匹配数。下三角矩阵的第 i 行第 j 列元素 $p_{ij}$ 是第 i、j 变量的“−、−”匹配数。

（2）计算第 i、j 二变量间“+、+”和“−、−”匹配数 $k_{ij}$，显然 $k_{ij}=t_{ij}+p_{ij}$。再按求匹配概率的公式计算第 i、j 二个变量的匹配概率 $p_{ij}$。为方便计算，将 $k_{ij}$ 和 $p_{ij}$ 置于同一矩阵中。矩阵 k 中上三角为不同变量间 +、+ 和 −、− 匹配数之和 $k_{ij}$，下三角矩阵为各变量之间匹配概率 $k_{34}=7$，则对应的匹配概率为 $p_{44}=100$，第二和第六个变量间“+、+”和“−、−”的匹配数为 $k_{26}=6$，对应的匹配概率为 $p_{62}=96$，则：

$$K=\begin{bmatrix}1&5&3&3&3&5&4&6\\0&1&4&4&0&6&4&3\\0&79&1&7&1&6&4&1\\0&79&100&1&1&6&4&1\\25&0&0&0&1&0&0&4\\0&96&89&89&0&1&6&3\\50&79&74&74&0&96&1&3\\75&0&0&0&64&0&36&1\end{bmatrix}$$

显然与乘积矩阵 K 一样，概率矩阵 P 也是某种意义上的一种关联矩阵。因此，同样可以利用主分量分析方法，求其特征值和特征向量。与其最大特征值对应的特征向量的各元素，也可作为各变量的权，用于评价预测区与模型之间的相似性。

例如以上举例的概率矩阵，其最大特征值所对应的特征向量为：

①0.079（5）；　②0.433（4）；　③0.442（2）；　④0.442（2）；

⑤0.018（7）；　⑥0.470（1）；　⑦0.437（3）；　⑧0.066（6）。

圆括号中数值是将它们按数值大小进行排队的顺序。可知第六个变量的值最大，其次为第三和第四两个变量，再次是第七个变量，……。

以上介绍了模型定量化的三种方法。他们是从不同角度对已知含矿单元中各个变量间的相互依存关系（关联）进行分析，确定了各个变量在该类型矿床模型中的相对重要

性—“权”。这就给人们提供了筛选变量，构造评价模型的依据。

## 三、数量化理论

数量化理论属于多元统计分析的一个分支，应用定量数据的多元统计分析法已被广大地矿工作者所熟知。就目前而论，定性数据的数量化理论使用广泛，特别在矿产资源评价的实践中尤为突出。

定量变量和定性变量之间并不是不能相互转化的。例如在测量单元中某类岩性出露的面积以百分比为单位时，岩类这一地质变量是连续型的地质变量；若规定在单元内出露的某类岩性用“－”表示出现，用“0”表示不出露，则岩类就成为二态的定性变量。这样，前者的定量变量即转变成在某种假设条件下的定性变量，其数据也相应的由定量数据转化为定性数据。反之，对于定性变量及其数据，设法按某种合理的原则，实现定量的表示方法，并以转化后的定量数据作为建立统计分析的方法数据模型。这就是数量化理论在矿产资源评价中应用的具体内容和目的。

据此可知，数量化理论使矿产资源评价不仅可以利用定量数据，而且也可以应用定性数据，扩大了使用地质数据的范围，从而更好地从中择取与矿产资源关系更为密切的地质信息，并使建立的评价模型与地质实际之间的差别有可能缩小到最小限度。目前从已有的实例证实，数量化理论是矿产资源评价的主要方法之一。

## 四、模糊集理论

模糊数学是矿产资源评价中处于萌芽状态的一种方法，虽然它的优越性是众所周知的，但目前缺少有说服力的实例来证明，下面只介绍一些基本情况。

模糊集合的概念是美国控制论专家 L.A.Zaden 于 1965 年首先提出来的。“模糊”与“数学”是两个对立的概念。“数学”因抛弃模糊性而产生，依靠将思维过程绝对化而得到发展。“模糊数学”把二者统一起来，使数学方法进入了模糊现象的禁区，把人的模糊识别功能用定量化来判断。

模糊数学的理论基础是模糊集合。模糊集合是把普通集合论中 $\mu$ 要么属于 A、要么不属于 A 的两种绝对概念灵活化，用隶属度来代替绝对的“属于”或“不属于”关系，即模糊数学把数学从二值逻辑的基础上转移到连续值逻辑上来。其隶属度可取 0～1 之间的任意实数值。也就是说，把隶属度关系从普遍集合论中只取“0”或“1”两个值推广到（0，1）闭区间。

$$0 \leqslant \mu_A(\mu) \leqslant 1$$

$\mu_A(\mu)$ 为 A（模糊子集）的隶属函数，表示集合 U 中任一元素对模糊子集 A 的隶属度。人们可以根据需要选取不同的 $\lambda$（置信水平）值，来确定其隶属关系。可用下式表示：

$$0 \leqslant \lambda \leqslant 1$$

当 $\mu_A(\mu) \leqslant 1$ 时，则 $U \in A$，否则 $U \notin A$。$\lambda$ 从 1 降到 0，则 A 逐渐扩大。因此，模

糊子集 A 是一个具有游移边界的集合，它随 λ 值的变小而变大。

如普通集合一样，模糊集合也可规定其运算。

设 A、B 为 U 的两个模糊子集，则它们的并集、交集和 A 的余集（$A^c$），都是模糊子集，它们的隶属函数分别定义为：

$$(A \cup B)(\mu) = \max [A(\mu), B(\mu)]$$

$$(A \cap B)(\mu) = \min [A(\mu), B(\mu)]$$

$$A^c(\mu) = 1 - A(\mu)$$

但是，必须指出，其中互补律不一定成立。即：

$$A(\mu) \cup A^c(\mu) \neq 1$$

$$A(\mu) \cap A^c(\mu) \neq 0$$

模糊性和概率性是两个不能混淆的不同概念。概率研究的对象本身是确定的，如中国有金矿，其中“中国”和“金矿”两个概念都是明确的，它的不确定性是在具体找矿时发生的。模糊集合考察的对象，有时本身并没有确切的定义，如沉积旋回清晰，成矿条件较好等等，这属于第一种模糊性。有时研究对象本身有确切的定义，但对象 A 的隶属度往往表示成一种判决（或信度），且以“择优”进行判决，所以判决和识别中的模糊性属于第二种模糊性。

按模糊概念的定义，在矿产资源评价中也有两类：

(1) 评价选用的参数（或评价的结果）本身的定义是模糊的。如矿床的规模大、中或小；矿化强、中、弱；对成矿有利或不利；成矿条件是较好、中等或不好；矿物颗粒是均匀、不很均匀或不均匀等等。这类模糊称之为客观模糊。

(2) 评价选用的参数本身有确切意义，但其描述是模糊的。如矿体形状是椭圆形，矿物颜色呈乳白色，矿物颗粒呈糖粒状。其中的“椭圆形”、“乳白色”“糖粒状”集名词本身有确切的定义，但用它们来描述地质参数只能属相似程度的类比，因此是模糊的。这类模糊属主观模糊。

矿产资源形成过程的地质作用是复杂的，地质作用的叠加，往往使矿产形成过程难以辨认。这些复杂的地质作用，有些可以用定量数据来描述，而有些则无法用量的概念加以描述，只能用客观模糊和主观模糊的准则进行推断和识别。这就是矿产资源评价中模糊数学应用的基本条件。

## 第七节 矿产资源综合评价模型

矿产资源是一个地区或国家财富的重要来源，它的不可再生性不仅使它本身显得十分重要，而且使得对矿产资源的评价也显得格外重要。如何全面地、客观地、准确地评价一个地区或国家的矿产资源，即怎样建立符合实际的矿产资源综合评价模型，需要进一步的探索，以下从四个方面加以探讨。

## 一、建立评价参照系

矿产资源的优劣是相对于一定的标准或评价参照系而言的，与评价的时间、角度（或区域范围）有关。例如，从全国角度来评价，目前的优势矿产是煤。一个地区也有自己的优势矿产。但是，这种优势也是相对而言的。这里的“相对”，一是相对于其它矿产，二是相对于一定的时间。随着时间的推移，矿产资源或许又有新的发现，或许矿产资源因开采而枯竭等。

评价矿产资源的参照系由影响矿产资源开发的各种因素的理想状态值所组成。理想状态值的确定一般有理想值法、经验值法、类比法、预测法、加权合成法和德菲尔法等。

若用 $L_{m\times n}$ 表示有 m 种矿产、n 个影响因素构成的评价参照系，$L_{ij}$ 表示第 j 种矿产、第 i 个影响因素的理想状态值，则矿产资源综合评价参照系可表示为：

$$L_{m\times n}=\begin{bmatrix} L_{11} & L_{12} & \cdots & L_{1n} \\ L_{21} & L_{22} & \cdots & L_{2n} \\ \square & & \square & \\ L_{m1} & L_{m2} & \cdots & L_{mn} \end{bmatrix}$$

## 二、确定综合指标值

矿产资源开发受诸多因素影响，在对矿产资源进行综合评价时，应在调查研究的基础上，对各种影响因素进行分析，科学地确定矿产资源的综合指标值。

在对矿产资源进行综合评价时，一方面要考虑各种影响因素的有劣状况，另一方面还要考虑影响因素间的组合（配套）状况。对于某种矿产资源，只有当这两个方面都占优势时，该矿产才是优势资源。如果某种矿产资源各因素的总状况很好，但因素间的组合状况很差（或者储量很大，但品位很低；或者是储量、品位都很优，但开采条件、交通运输条件很差），仍旧不是优势资源。同样，某种矿产资源各因素间的组合状况很好，但影响因素的状况均很差，也不是优势矿产。因此，矿产资源综合评价的综合指标值应是上述两个方面的综合。

若用 $R_j$ 表示第 j 种矿产各影响因素总状况的指标值，$Q_j$ 表示第 j 种矿产影响因素的组合状况的指标值，则可用 $R_j$ 与 $Q_j$ 的几何平均值表示矿产资源综合评价的综合指标值。因为 $R_j$ 与 $Q_j$ 的几何平均值不仅可反映各种影响因素总状况与其组合状况的总水平，还可以反映这两个方面总的组合水平。

矿产资源综合评价的综合指标值可以表示为：

$$S_j=\sqrt{R_j\times Q_j}$$

式中 $S_j$ 表示第 j 种矿产的综合指标值，反映该矿产的优势程度。$S_j$ 越大，表明该矿产的优势程度越高；$S_j$ 越小，表示该矿产的优势程度越低。

## 三、确定各影响因素总状况指标值

在建立评价参照系（或确定各影响因素理想状态值）的基础上，可利用各影响因素对其理想状态值的满足程度的加权来表示矿产资源各影响因素总状况的指标值（$R_j$）。若用 $Q_{ij}$ 表示第 j 种矿产第 i 个影响因素对其理想状态的满足程度，则 $R_j$ 可表示为：

$$R_j = \sum_{i-1}^{n} a_i Q_{ij}$$

式中 $a_i$ 表示第 i 个影响因素的权重，反映该影响因素对第 j 种矿产开发的作用大小或影响程度。

为了使各种资源之间，不同区域之间具有可比性，计算中拟采用某种矿产资源各影响因素对其理想状态值满足度的加权和占所评价矿产资源总的满足度的加权和比值来表示。即：

$$R_j = \frac{\sum_{i=1}^{n} a_i Q_{ij}}{\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{n} a_i Q_{ij}} \quad \left(\text{其中 } Q_{ij} = \frac{V_{ij}}{L_{ij}}\right)$$

式中 $V_{ij}$ 表示第 j 种矿产第 i 个影响因素的实际状态值。

## 四、确定各影响因素组合状况指标值

各影响因素间组合状况的好坏，可根据子系统等衡律中描述的等衡满意度进行衡量。子系统等衡律认为，根据系统整体目标对每一因素要求具备的某种标准来看，在一定条件下，当每个因素实际达到的满意度均衡时，则在这种条件下整体最优。而子系统等衡律是最大概率乘积定理的发展，具备数理证实的科学性和应用领域的广泛性。

根据最大概率乘积定理，在概率 $P_i$（$i = 1, 2, \cdots n$）之和 $\sum_{i=1}^{n} P_i$ 为常数的条件下，当 $P_1 = P_2 = \cdots = P_n$ 时，$P_i$ 之积 $\prod_{i=1}^{n} P_i$ 值最小。据此，在 $\sum_{i=1}^{n} P_i$ 为常数的条件下，可根据 $\prod_{i=1}^{n} P_i$ 值的大小来判断 $P_1$，$P_2$，$\cdots P_n$ 之间的差异性，从而判断子系统间的等衡程度。

为了使 $\sum_{i=1}^{n} P_i =$ 常数这一条件成立，可用 $P_i = \dfrac{Q_i}{\sum_{i=1}^{n} Q_i}$ 表示概率。这是由于：

$$\sum_{i=1}^{n} P_i = \frac{Q_1}{\sum_{i=1}^{n} Q_i} + \frac{Q_2}{\sum_{i=1}^{n} Q_i} + \cdots + \frac{Q_n}{\sum_{i=1}^{n} Q_i} = \frac{Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_n}{\sum_{i=1}^{n} Q_i} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Q_i}{\sum_{i=1}^{n} Q_i} = 1$$

当 $\prod_{i=1}^{n} \dfrac{Q_1}{\sum_{i=1}^{n} Q_i}$ 越大时，说明 $\dfrac{Q_1}{\sum_{i=1}^{n} Q_i}$，$\dfrac{Q_2}{\sum_{i=1}^{n} Q_i}$，$\cdots \dfrac{Q_n}{\sum_{i=1}^{n} Q_i}$ 之间的差异越小，子系统间的均

衡程度越高。

矿产资源的优势程度实际上由矿产资源开发的各影响因素的状况所决定。各影响因素可看作子系统，因此，可用 $\prod_{i=1}^{n}\frac{Q_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}Q_{ij}}$ 表示第 j 种矿产各影响因素间的组合状况指标值，即 $Q_j=\prod_{i=1}^{n}\frac{Q_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}Q_{ij}}$，由于 $\frac{Q_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}Q_{ij}}<1$，当 n 较大时，$Q_j$ 远大于 1。

在不影响实际评价的情况下，可将各影响因素组合状况指标值几何平均化，由此，各影响因素组合状况指标值变为：

$$Q_{ij}=\sqrt[n]{\prod_{i=1}^{n}\frac{Q_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}Q_{ij}}}$$

所以

$$S_j=\sqrt{R_j\times Q_j}=\sqrt[4]{\frac{\sum_{i=1}^{n}a_iQ_{ij}\times\sqrt[n]{\prod_{i=1}^{n}\frac{Q_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}Q_{ij}}}}{\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{n}a_iQ_{ij}}}$$

## 第八节　伴生矿产的工业要求

制定伴生矿产的工业要求，应详细查明矿物种类、质量、数量、赋存状态，分布状况、需求量、回收难易和技术经济条件等情况。在衡量伴生矿物矿产回收情况时应区分能实际回收利用的矿物种类和数量。例如白云鄂博铁矿伴生的含铌矿物达 12 种之多，而目前具有工业意义的只有铌铁矿、烧绿石、铌钙矿 3 种，而不是所有的含铌矿物。

### 一、伴生矿产的工业要求

伴生矿物矿产是随同主矿产开采和加工的，不花费采矿、运输、碎矿等费用，但要分离提取，有时也需要建立专门的生产设施，也要经济核算，一般需要规定储量计算块段平均品位的下限。有些矿床在主矿产的选矿过程中同时富集了若干有用矿物，这类不花费专门生产费用而回收的伴生矿物矿产，也可以不规定品位要求，只要能回收，有多少算多少。例如某些砂金矿床，在选矿过程中富集的重矿物，有时可达到较高的纯度和回收率。还有一些矿床，伴生有用矿物在矿石中的含量较低，但在选矿的尾矿和细泥中富集，并可经济合理地回收时，也可降低品位要求。

现列举主要伴生矿物矿产综合回收利用的一般工业品位指标如下，以供参考。由于不同矿床或同一矿床的不同矿体，伴生矿物其赋存状况和回收难易多不相同，因此具体

的指标要求，应通过各自的技术经济条件的分析加以确定。

### （一）铜

主要工业矿物是黄铜矿，综合回收伴生铜矿物的矿块平均品位为0.1%～0.2%。

### （二）锌

作为伴生矿物综合回收的主要工业矿物是闪锌矿，一般矿块平均品位要求为0.3%～0.5%。

### （三）铅

综合回收的主要工业矿物是方铅矿，一般矿块平均品位要求为0.1%～0.3%。

### （四）钨

主要工业矿物为白钨矿、黑钨矿，综合回收平均品位要求$WO_3 \geqslant 0.05\%$。

### （五）锡

主要工业矿物为锡石，综合回收平均品位要求为0.01%～0.1%。

### （六）钼

主要工业矿物为辉钼矿，综合回收平均品位要求为0.01%～0.02%。

### （七）铁

综合回收伴生铁的主要工业矿物为磁铁矿，一般块段平均品位要求MFe > 5%～10%。

### （八）钛

主要工业矿物为钛铁矿、金红石，综合回收钛的工业要求，钒钛磁铁矿原生矿$TiO_2 \geqslant 5\%$，对风化壳及砂矿床伴生组分一般要求为50～200g/t。

### （九）钴

在镍、铜、铁、铅锌等矿床中，钴多以镍黄铁矿、黄铁矿为载体矿物，故工业上一般先选出钴硫精矿，再作进一步处理。对矿块平均含量要求一般为$Co \geqslant 0.01\% \sim 0.02\%$；有的要求钴硫精矿含钴$\geqslant 0.2\%$。

### （十）镍

与基性超基性岩有关，主要工业矿物为镍黄铁矿。综合回收伴生硫化镍一般平均品位要求为0.1%～0.2%。低品位硅酸镍目前尚难利用。

### （十一）汞

主要工业矿物为辰砂（HgS），常与锑、铅、锌、钨、铀、铜、金、银等矿床共（伴）生，伴生汞主要呈类质同象赋存于闪锌矿、方铅矿及黝铜矿中，综合回收伴生汞的平均品位要求为 0.004% ~ 0.006%。

### （十二）锑

主要工业矿物为辉锑矿，综合回收伴生锑平均品位要求为 0.3% ~ 0.5%。

### （十三）铋

主要集中于热液金属硫化物矿床中，工业矿物主要为辉铋矿、自然铋，极少形成独立矿床。大约 80% 铋是在加工其他金属矿石时作副产品回收，伴生铋平均品位要求一般为 0.05% ~ 0.1%。

### （十四）金

伴生金矿床类型众多，具有重要工业价值，伴生金平均品位要求为 0.05 ~ 0.2g/t；当金含量大于 0.4g/t 时，可参与计算综合工业指标和综合圈定矿体；平均含量达 1g/t，可按主元素评价。砂矿床伴生金，只要能回收，有多少算多少。

### （十五）银

在各种地质作用中，银与铅锌的富集规律十分相似，伴生银多呈单矿物、机械和类质同象混入形式存在于铜、铅、锌、硫化矿物中，伴生银最低平均品位要求为 5 ~ 20g/t，当平均含量达 40g/t 时可按主元素评价。

### （十六）铂族

主要集中于基性超基性岩中，与铬铁矿和铜镍硫化物紧密共生，伴生铂平均品位要求为 0.05 ~ 0.1g/t，含量达 0.2 ~ 0.4g/t 时可参与综合工业指标和综合圈定矿体，大于 0.4g/t 可按主元素评价；砂矿床伴生铂族矿物，如能回收有多少算多少。值得重视的问题是：普遍忽视伴生贵金属回收技术研究。例如金川铜镍矿矿石中铂主要呈砷铂矿，粒度粗，粒径 0.5 ~ 0.076mm 的占 98%，解离度好，密度大（10.6），而目前矿山加工流程只是单一浮选，贵金属回收率只有 4% 左右，大部分铂都随尾矿损失，如全部尾矿通过摇床选别，成本又太高。研究经济有效地提高贵金属回收率的办法是一个重要课题。我国伴生金储量很大，但由于金多呈自然金，以裂隙金，晶隙金形式产出，矿石在破碎时，金易解离而成单体金，在主金属硫化物浮选时，这类金的部分进入尾矿。目前大部分矿山伴生金回收率都很低，如能采取一些措施，可增加数量可观的黄金。

### （十七）锂

在伟晶岩、云英岩中富集，主要工业矿物为锂辉石、锂云母，也是锂、铷、铯的重

要资源。锂在自然界分布广泛，但多分散于云母等造岩矿物中，目前尚难利用，只有呈锂的工业矿物，并能经济地回收利用时，才有工业意义，综合回收伴生锂的平均品位要求为 $Li_2O$0.1%～0.2%。

### （十八）铷

综合回收伴生铷的工业要求在含锂辉石，锂云母的矿石中 $Rb_2O \geqslant 0.04\% \sim 0.06\%$。

### （十九）铯

综合回收伴生铯的工业要求在含锂辉石、锂云母或铯榴石的矿床中 $Cs_2O \geqslant 0.05\%$。

### （二十）铍

主要工业矿物为绿柱石、硅铍石，伴生铍的工业要求 $BeO \geqslant 0.04\% \sim 0.06\%$。

### （二十一）铌

主要工业矿物为铌铁矿、烧绿石、铌钙矿，综合回收伴生铌的工业要求 $Nb_2O_5 \geqslant 0.01\%$。

### （二十二）钽

主要工业矿物为钽铁矿，综合回收钽的平均品位要求 $Ta_2O_5 \geqslant 0.005\%$。

### （二十三）锆、铪

主要工业矿物为锆石、斜锆石，综合回收锆的要求，原生矿 $ZrO_2 \geqslant 1\%$，在砂矿及风化壳矿床中锆英石 $50 \sim 100g/m^3$。

### （二十四）稀土

在砂矿及风化壳矿床中综合回收独居石的品位要求为 $50 \sim 100g/m^3$，磷钇矿为 $10 \sim 20g/m^3$。

### （二十五）磷灰石

产于岩浆岩和变质岩有关各类矿床中的伴生磷灰石，虽品位较低，但可选性能好，一般要求 $P_2O_5 \geqslant 1\% \sim 2\%$。如凹山矿区工业指标，铁矿块段中伴生磷平均品位 $P_2O_5 \geqslant 0.8\%$，经济效益好。

### （二十六）硫

主要工业矿物为黄铁矿、磁黄铁矿，矿块中伴生硫平均品位 $S \geqslant 1\%$。铜铅锌等有色金属硫化矿物中的硫也有工业价值，但一般是按精矿分析品位计价，不另提工业要求。

### （二十七）重晶石

由于质量要求很严，综合回收的伴生重晶石，很难达到钻井、化工、油漆等各品级理化性能的要求。如镜铁山铁矿石中，伴生重晶石平均品位 BaO 4.81%（换算为 $BaSO_4$ 7.31%），选矿效果好。

### （二十八）宝石

如伟晶岩、云英岩型稀有金属矿床可能伴生祖母绿、海蓝宝石、电气石、水晶、紫水晶、黄玉等；有色金属和黑色金属矿床中可能有孔雀石、绿松石等；金、铂砂矿中可能有红宝石、蓝宝石、翠榴石等；金刚石砂矿中可能有镁铝榴石，贵橄榄石、锆石等；建材矿产中可能有玛瑙、玉髓、黑曜石、蓝宝石、铁铝榴石等。由于宝石的特殊用途，其质量要求主要是单矿物或矿物集合体的物理性质及其工艺特点。

## 二、伴生元素矿产的工业要求

伴生元素矿产的富集回收是在主矿产的加工过程中发生的，除最后加工提取外，一般不发生其他费用，生产成本很低。对这一类伴生矿产综合回收的要求也较低。考虑到这一类元素的价值，它们在自然界中的含量和富集的可能性，一般根据冶炼中可以回收的含量标准，折算为原矿石中的含量，作为最低含量要求的标准。该标准一般由冶炼专业根据工艺要求提出，或者只要能在冶炼加工中顺便回收，也可不作含量要求，在储量计算中有多少算多少。对于这一类伴生矿产，在综合勘查中如果技术上确有困难，可按原矿分析结果计算总的储量，但同时也要根据精矿研究结果，计算进入精矿的可回收储量。现将这一类元素的回收利用的情况及工业要求举例如下。

### （一）稀有分散元素（镓、锗、硒、碲、铊、镉、铟、铼、钪）

镓：对提取镓有实际意义矿产有铝上矿和含霞石的岩石。工业上 90% 的镓是从炼铝（铝土矿）过程中回收，其余部分主要来自炼锌残渣和烟灰，也从燃煤烟灰和磷酸盐中提取镓。我国已知的铝土矿石中镓含量为 0.001% ~ 0.086%，一般为 0.005% ~ 0.01%，矿石中平均含镓≥0.002%即可回收利用。

锗：工业上锗的主要来源是从炼锌厂、炼铝厂和炼铜厂的烟尘与升华物中提取。云南会泽铅锌矿对铅锌锗采用烟化富集回收工艺，综合回收率铅为 79%，锌为 82.8%，锗为 81.4%。现也从燃煤的烟灰中提取锗。在铅、锌、铜、煤、铁、铝等矿石中，含锗平均品位在 0.002%以上即有回收价值。

硒、碲：工业上主要是在冶炼硫化矿物时综合回收，即从精炼铜、镍、铅、锌及处理金银矿时和生产硫酸的酸泥及硫酸厂收尘器捕集的烟尘中回收。

铊：主要来源是铁、铅、锌、硫化物矿石。主要从炼锌残渣和烟灰中提取，在炼铅和焙烧黄铁矿以及生产硫酸过程中也可生产少量铊。

镉：镉的主要来源是铅锌矿石，镉在锌精矿中富集，如金顶矿区锌精矿含镉

0.21% ~ 1.33%。工业上主要利用锌矿石提取镉。

铟：主要从锌冶炼厂的残渣和烟灰中提取，对提取铟有实际意义的矿物有闪锌矿、黄铜矿、锡石和方铅矿。

铼：对提取铼有实际意义的矿床主要是夕卡岩型、斑岩型钼矿、铜矿及砂岩型铜矿、钼矿。主要含铼矿物是辉钼矿，其次是黄铜矿。工业上主要从冶炼钼精矿过程回收铼。某些炼铜的烟尘中也回收一部分铼。

钪：工业上主要从黑钨矿、锡石精矿及某些铀矿物中提取，也可在生产钛白粉的废液中提钪。

### （二）工业地下水，油田、气田水和卤水中有用成分

有用成分达到下列含量的应考虑提取利用：碘 > 20 ~ 30mg/L；溴 > 50 ~ 100mg/L；硼氧化物 > 250mg/L；镁 > 100mg/L；钾 > 1 g/L；锂 > 20 ~ 50mg/L；铷 > 10 ~ 20mg/L；铯 > 5 ~ 10mg/L；锶 > 300mg/L；锗 > 1 ~ 5mg/L。

此外还有气态伴生矿产，如煤成气及煤层甲烷和天然气藏中的氦、氮、硫化氢、二氧化碳等。

## 三、伴生矿石矿产工业要求

伴生矿石矿产是不具单独开采价值的矿石，它们的矿种很多，如锰矿床中的铁矿石，含铜黄铁矿和斑岩铜矿中的含金石英岩，多金属矿床中的硫铁矿、重晶石、萤石矿石，煤矿中的高岭土、黄铁矿石，菱镁矿中的滑石矿石，锂辉石矿床中的绿柱石、铯榴石矿石等等。伴生矿石矿产的产出状况常因具体矿床的地质条件和成矿规律不同而千差万别，难以提出统一的工业要求。它们的工业价值主要取决于它们的质量、数量和分布状况，综合勘查中应查明这些因素，并在综合考虑这些因素的基础上评定其工业价值和制定综合回收利用的方案。

不同矿种有不同的质量标准，伴生矿石的质量以其适用程度作为衡量的标准。如山西大同七峰山寒武系水泥灰岩中的夹石，因机械化开采很难剔除，故将其混入主矿石中利用，用少配粘土的方法保证了水泥产品的质量。对于可直接作商品的优质伴生矿石，即使数量不多或分布零星也经常顺便开采利用。伴生矿石矿产如需选矿就必须有一定的数量才具有工业意义。

# 第九节 有害组分、剥离岩石和尾矿综合利用的经济意义

## 一、有害组分

由于矿产资源应用领域的不断扩大，矿物原料种类的划分也越来越细，其产品品

种、用途、加工工艺也越来越多样化。工业用户对有害组分的项目和允许含量的规定，常常是根据各自的生产条件提出不同的要求。同时，随着科学技术的进步，加工工艺的革新而有所变化，因而难以规定统一的有害组分标准。如何创造条件将有害的物质组分最大限度地转化为有用的物质，乃是当今工业生产中的重要课题。综合处理、回收矿石中的有害组分，可以改善或提高产品质量，可以消除污染，保护环境，变害为利，得到一定数量的额外副产品，增加企业收入，取得综合的社会效益、经济效益和环境效益。因此，它既是一个环保问题，也是一个经济问题，必须引起足够的重视。

查明矿石中有害组分的赋存状态、分布规律和加工过程中的走向，乃是回收、处理有害组分的先决条件。对于大部分呈单矿物形式的有害组分，可以采用常规的物理选矿方法予以富集回收。例如安徽凹山铁矿，铁矿石中含硫、磷有害组分，均呈单矿物黄铁矿和氟磷灰石产出。黄铁矿构成脉状、团块状、细粒浸染状分布于磁铁矿石中，平均含硫 1.15%。氟磷灰石与磁铁矿、阳起石密切共生，呈伟晶状、块状、细脉状分布于铁矿石中，平均含 $P_2O_5$ 0.96%，易选，在磁选尾矿中采用浮选工艺（先浮硫后浮磷）可得硫、磷两种精矿；硫精矿品位硫 36.23%，硫回收率 85.11%；磷精矿品位 $P_2O_5$ 15.72%，磷回收率 88.29%。经论证技术可行，经济合理，按伴生矿产下达了工业指标：平均品位 $P_2O_5 > 0.8\%$；$S > 1\%$，并计算了储量。已建成年产磷精矿 $3 \times 10^5$t 和硫精矿 $6 \times 10^4$t 的回收车间。对于其他赋存状态不能选别的有害组分，则通过焙烧或其他途径处理回收；对于某些不能回收利用的有害组分，在加工过程中设法予以排除，例如在火法冶金中加入某种配料脱硫、脱磷，在湿法冶金中采用絮凝法脱硅，离子交换法除汞等；对于有害组分超限而又不能排除的矿产其储量列为表外储量。

## 二、剥离岩石和尾矿

随着人类社会的发展，对矿物原料的需求量在大幅度地增长，据统计每开采一吨商品矿石，需剥离岩石（顶底板围岩及夹石），随着露采矿山数量的增加和规模的扩大，这种比例还有提高的趋势。由于社会需求量迅速增长，开采和加工技术不断进步，可采矿石的品位逐渐下降，选矿的处理量和产生的尾矿也大为增加，生产一吨铜需要处理 120 ~ 150t 或更多的矿石；生产一吨锡、钼或钨需要处理 700 ~ 2 500t 矿石。

剥离岩石主要用于建材，生产石灰、水泥、铸石、砖瓦、路基碎石、混凝土骨料，矿山采空区的充填料；煤矸粘土通常是很好陶瓷原料，有的煤矸石经破碎再选可获得锅炉燃料，有的可用于生产各种建材制品或水泥配料；有的将含镁高的岩石，如蛇纹石等作为提取氧化镁的重要原料，提取氧化镁后的废渣又作为含有多种微量元素的长效肥料；对于含铝高的非铝土矿岩石可能作为炼铝的原料等等。总之应根据岩石的不同性质研究其综合利用的途径。

尾矿的综合利用也很重要，特别是老矿山积存的大量旧尾矿，由于过去利用和回收程度等原因，可能成为重新回收有用组分的对象，对于重新回采利用有价金属的老尾矿，要查明有价金属的分布和赋存状态等。例如个旧锡矿，库存大量老尾矿。矿物组分复杂，主要金属矿物为褐铁矿、赤铁矿、锰矿物、锡石及白铅矿等，脉石矿物主要有方

解石、白云石、石英及大量铁染粘土，采用预选脱泥，旋流器分级，重选—浮选流程，产出锡精矿，兼出富中矿及难选中矿，各类产品由冶炼处理，同时综合回收利用铅、锌、钨、铋及部分脉石矿物。

大冶铁山投产以来，选矿厂每年平均排放 $5.0\times10^5$t 尾矿贮于尾矿库。尾矿中含有34种元素，其中铁、铜、硫、钴、镍、金、银、硒等可形成有价产品；铅、锌、铋、镉、钯、铟、镓、铼、碲等可在冶炼过程中回收。

白云鄂博的中贫氧化铁矿，有用岩石及尾矿、炉渣是值得认真研究利用的宝贵资源。从1959年开采至今，堆积了约5Mt中贫氧化铁矿石及大约50Mt（含稀土2%～4%，含铌0.08%～0.1%）的有用岩石。由于包钢现有流程对有用元素回收率很低（据1977年统计稀土总回收率2%，铌回收率0.9%），矿石中铌和稀土90%进入尾矿和炉渣。现堆积了近16Mt尾矿和14Mt炉渣，其主要成分含量见表8－7－3。

表8－7－3 白云鄂博尾矿和高炉渣的主要成分（%）

| 品 种 | TFe | $TR_2O_3$ | $Nb_2O_5$ | $ThO_2$ | F | $P_2O_5$ | MnO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 高炉渣 | 0.81 | 5.28 | 0.031 | 0.11 | 9.75 | 0.094 | 1.13 |
| 尾 矿 | 24.06 | 7.66 | 0.14 | 0.054 | 9.85 | 2.66 | 1.95 |

这些中贫氧化矿、有用岩石、尾矿和炉渣，只要给予应有的重视，开展研究，技术攻关，都可能逐步成为有用资源。

## 第十节 矿区矿产资源评价

矿区矿产资源评价方法与区域矿产资源评价方法的主要差别在于对提供的资源潜力要作出矿床数、位置、质量及相应数量的描述，它是建立在高水平数据基础上的评价工作。它与地质因素的结合密切，是建立在地质条件分析基础之上的一种评价方法。

矿区矿产资源评价方法的数学模型种类很多，可分为以下几大类：

(1) 主观评价法：包括地质类比法、简单主观概率法（包括德尔菲法）、复杂主观概率法、主观网络法等；

(2) 成矿标志评价模型：包括判别分析法、聚类分析法、回归分析估算法、因子分析法、对应分析法、矿床模型法、成因地质模型法等；

(3) 定性地质标志评价方法：包括模糊数学法、逻辑信息法、特征分析法、数量化理论、概率回归、秩相关分析等方法。

(4) 其它方法：趋势面分析法、齐波夫定律和空间分布统计模型等。

进行矿区矿产资源评价应当具备以下基本条件：

①具有高水平的地矿数据。

②对成矿控制作用有基本了解。

③评价区内或与评价区相似的已知区内有一定数量的已知矿床作为已知总体。

一般来说，矿区矿产资源评价比区域矿产资源评价的难度大。本节简要介绍矿区矿产资源评价常用的几种方法，有关定性地质标志评价方法将在下一节单独介绍。

## 一、趋势面分析法

趋势面分析法是矿产资源评价中常用的一种评价方法。通过趋势面分析，可以把某一随空间变化的地矿特征或变量分离成两部分，即趋势部分（背景）和剩余部分（局部异常和随机干扰）。

由有用元素在地壳的某一空间的富集，形成矿床这一地质特征对某一特定的地壳空间来说，它属于局部变化的异常点，而组成矿床的有用元素和该元素的地球化学性质相近的元素组合在该空间的变化与周围地质环境有关，即在一定的地质特征的背景场上形成矿床。总之，赋存矿床的地质特征包括周围地质环境的趋势变化异常和局部变化异常（包括随机干扰在内）两部分。在矿产资源评价中，采用趋势面分析，主要是区分这两种变化，把与形成矿床有关的异常点找出来，达到圈定远景区和作出合理评价的目的。

趋势分析的数学方法较多，从空间关系出发，可将趋势分析分为二维趋势分析和三维趋势分析两种。

### （一）二维趋势分析

二维趋势分析的数学模型如下：

$$Z(x, y) = \hat{Z}(x, y) + E(x, y)$$

式中　x、y——坐标；

$Z(x, y)$——变量为 x、y 的函数；

$\hat{Z}(x, y)$——趋势部分；

$E(x, y)$——剩余部分。

上述公式中的趋势部分，一般受区域地质背景条件的控制，表现为规律性的变化，剩余部分主要受局部地质因素的影响，常常与评价对象有关。

$\hat{Z}(x, y)$ 通常是三维空间的光滑曲面，可以用 x，y 的多项式函数近似地加以表示。

一次多项式函数为：

$$\hat{Z}(x, y) = a_0 + a_1 x + a_2 y$$

在一次多项式函数中加入 x、y 的二次项，就可以得到二次多项式函数，即

$$\hat{Y}(x, y) = a_0 + a_1 x + a_2 y + a_3 xy + a_4 x^2 + a_5 y^2$$

以次类推，可以得到任意 P 次多项式函数，随着多项式次数的增高，它所代表的趋势面的形态也越复杂。次数的选择根据具体的地矿特征而定。次数一旦确定之后，多项式中的系数 $a_0$，$a_1$，$a_2$，$a_3 \cdots a_n$ 也就可以由最小二乘法求出。此种趋势分析称之为多项式趋势分析。

除研究趋势以外，还可研究变量随空间变化的周期性，称为调和趋势分析，也还有

图解趋势分析法等。

总之，趋势分析有多种求解方法，在资源评价中，应根据实际需要选择适宜的方法。一般情况下，研究趋势剩余值的变化所提供的信息至少等于或大于趋势面与数据拟合分析提供的信息。应用趋势分析确定成矿远景区，或确定矿区潜在资源的空间位置，一般都能获得一定的效果。

### （二）三维趋势分析

三维趋势分析是二维趋势分析的一种自然延伸。它研究三个自变量对一个因变量作出最小二乘估计的算法，又可成为因变量趋势分析或趋面分析。

多项式趋势分析实质上是回归分析的特例。设某一地质过程中的区域化变量可用函数 $f(x)$ 表示，则根据泰劳中值定理，可将函数 $f(x)$ 按麦克劳林公式在原点展开，当函数在以 $u$、$v$、$\omega$ 为轴的三维笛卡儿坐标系中，则总可以得到；

$$y \approx C_o + C_1^u + C_2^v + C_3^\omega + \cdots$$

其中 $y = f(u, v, \omega)$，$C_o = f(0, 0, 0)$，$C_1 = \left[\frac{\partial f}{\partial u}\right]_{u-0}$

上式表明，区域化变量 $f(x)$ 可以用空间坐标的 $n$ 次多项式逼近，逼近程度取决于多项式的项数，而应用最小二乘法原理以估计其系数 $C_i$（$i = 1, 2, \cdots N$）。

三维趋势分析有以下 3 个特点：

（1）三项趋势方程的项数随超曲面分析次数的上升急剧增加，给逆矩阵求解带来困难，这一问题在高次超曲面分析中更加突出。

（2）趋势方程冗长累赘，不便研究。

（3）由于地质过程本身的复杂性，加之三维趋势分析又扩大了研究空间，需要考虑的地质问题更多。

## 二、因子分析法

因子分析是把地矿观测数据进行浓缩和提炼，并阐述研究对象——地质变量或样品之间的相互关系。这就为地矿信息的提取、地质的分类和地质的成因研究提供了定量的新依据。

因子分析中，无论是地矿观测数据的浓缩和提炼，还是研究对象（地质数据与样品）之间的相互关系的阐述，都是通过因子来实现的。每个因子都反映了研究对象之间的一种基本关系。这些基本关系揭露了存在于研究对象之间的地质成因联系。

矿产资源评价的实质是建立地矿与资源量之间关系的评价模型，而因子分析的基本目的则正好与此原理相吻合，所以，因子分析法可以用来作为矿产资源评价的一种方法。

在应用因子分析法进行矿产资源评价时，反映地质变量基本关系的因子很可能代表与资源量有关的地矿作用过程；反映样品基本关系的因子很可能代表与资源量有关的样品及其在空间的分布。因此，近年来，因子分析在矿产资源评价中已得到广泛地探讨和

实际应用。

因子分析是根据变量之间的相互关系，归纳出造成变量之间这种关系的若干基本因素—因子，然后把每一个变量看成是这些因子按不同的权相加的结果。

如果用 $x_1$，$x_2$，…$x_p$ 表示变量，$f_1$，$f_2$，…$f_k$ 表示因子，那么，因子分析的数学模型可以写成：

$$x_i = \sum_{j=1}^{k} a_{ij}f_i + e_i \quad (i = 1，2，\cdots p)$$

式中　$a_{ij}$——$x_i$ 在 $f_i$ 上的因子载荷；

$e_i$——用 $f_i$（$j = 1，2，\cdots k$）表示 $x_i$ 时的剩余。

$X_i$ 与 $f_i$ 之间关系是互长互消或一长一消，取决于 $a_{ij}$的正负，而消长程度则取决于 $a_{ij}$的绝对值的大小。因子 $f_i$ 的意义显然是与其关系比较密切的一些变量所决定的，它代表变量的一种基本组合。这种基本组合与特定的地质作用相关联，当它用于矿产资源评价时，揭示的是与资源量之间的关联。

为了研究由每一个因子所代表的地质作用和资源量之间的关系的规律，可以标出每一个因子在不同样品中的取值——因子得分。通过因子得分，可以进行变量与样品之间的沟通，还可以把因子分析数学模型中的 $x_1$，$x_2$，…$x_p$ 看作是样品。在此情况下，因子 $f_1$，$f_2$，…$f_k$ 可以看作是代表性样品。于是每个样品被认为是这些代表性样品按不同的比例“混合”的结果。

当 $x_1$，$x_2$，…$x_p$ 为变量时，称为 R 型分析；当 $x_1$，$x_2$，…$x_p$ 是样品时，称为 Q 型分析。对应分析既包括 R 型结果又包括 Q 型结果。对应分析中，变量和样品不是因子得分沟通的，而是通过 R 型和 Q 型结果两者来沟通的。两者之间存在着一种简单的对应关系。变量和样品可以被看成是同一因子空间中的点。对某一个样品来说，如果其中某个变量的取值越高，那么这个样品离该变量的距离越近。反之亦然。

## 三、聚类分析法

聚类分析法是将研究对象按其性质上的亲疏程度进行分类。为了达到合理分类，必须描述样品之间的亲疏程度。这种方法通常有两个途径：

(1) 把每个样品看成 m 维空间的一个点，在点与点之间定义某种距离，例如绝对距离、欧几里德距离、切比雪夫距离、马氏距离等。

(2) 用某种相似系数描述样品之间的关系，例如相关系数、夹角余弦、指数相似系数、连列系数、点相关系数、四分相关系数、非参数方法等。

当确定了样品之间的距离相似系数以后，进行聚类的数学方法很多。一般地，可以分为聚合法、分裂法、调优法、加入法、最优分段法、图论法、预报法、变量筛选法等 8 种。

聚类分析是确定研究对象之间的亲疏关系，按该方法划分的不同组别存在同一组地质体之间的相似性大于不同组之间的相似性。这样，在矿产资源评价中可提供如下信息：

①聚类分析结果将由样品的地质变量来表现其地质意义，组类不同，其地质意义也不尽相同。同一组样品的相似性大于不同组样品的相似性，确切地说，它可能指示某一特定的地质过程。同理，不同组类可能表示不同的地质作用或不同的地质过程，因而，属同一组类的样品，可能会有相似的地质成矿条件而指示类似的矿种和相似的资源量，这一点与矿产资源评价模型的基本原理是相吻合的。

②与已知样品归并在同一组类中的未知样品，指示与已知样品有类似的成矿地质条件和可以属于类似规模的资源量，据此推理可以评价这些样品的资源潜力。

## 四、矿床模拟法

矿床模拟法是一种比较精确的矿产资源评价方法，它几乎可以完全模仿地矿人员传统评价矿产资源的基本过程，因而易于为地矿人员所理解和接受。但矿床模拟法需要应用较多的地矿资料，使用的数学工具灵活多样，地矿人员要有足够广泛和深刻的地矿和矿床成因知识。因此，这一方法的难度较大。

### （一）基本概念

1. 矿床模型

矿床模型是描述矿床特征的各种资料及其参数的组合。对于某一类型矿床确定一个综合矿床模型，一般有以下地矿、成因和矿的参数来描述：

（1）各种地质特征。

（2）矿床的直接围岩。

（3）矿床的成因。

（4）某些特定矿产的数量。

建立矿床模型的目的是使世界上各种矿床脸谱化、典型化，以便将研究区的地质资料同矿床模型区对比的基础上预测该区的资源远景。

2. 模型特征定量化

描述一个模型的地质特征很多，少则几十个，多到数百个。但对于一个特定的矿床类型而言，各地矿特征的重要性是不一样的。因此，需要预先赋予每一个地矿变量一个权，根据这个权，对所有地质变量进行排队，从而显示出它们在该类型矿床中秩序的重要性。例如，在接触交代矿床模型中，矽卡岩显然是位居前列，是最大的变量，石英岩、片麻岩则可能是极次要的变量。可以使用一些常用的多元统计方法，如特征分析、多重相关分析、因子分析等来实现模型特征定量化。

3. 资源定量评价模型

建立资源定量评价模型的目的是估算评价区具体的资源量。资源定量评价模型一般都是某种形式的面积或体积估计法，即可在模型区找到资源量同模型区面积或体积的函数关系，然后把这一关系外推到评价区。关键的问题是如何合理地确定评价区的面积或体积。矿床模拟中，有三种常用的资源量评价的体积估计法：

（1）模型面积法：建立模型面积与具有一定品位的期望矿床数（$n$）或总的资源潜

力（TMP）的关系：

$$E(n) = f(S \cdot R)$$

或　　$$E(TMP) = f(S \cdot R)$$

式中　S——模型面积；

R——可靠性指数，在 0 与 1 之间波动。它描述了模型本身的不确定性，这个指标不是一个值，而是一个分布。

(2) 地质体几何尺寸法：上面提到的模型区域是广义的，它可能包含许多不同的岩性单元。有些矿床完全产于某一特定的地质体中，如斑岩铜矿，一般产于斑岩岩体中，铬铁矿一般产于超基性岩体中等。这时，模型的区域一般限制在斑岩岩体范围和超基性岩体范围之内。同样，也可以把岩体作为一个评价区的范围。这样，可建立资源潜力与地质体几何尺寸之间的如下关系：

$$E(n) = f(M)$$

或　　$$E(TMP) = f(M)$$

式中　M——模型所在的地质体的几何尺寸（长度、面积或体积）。

当评价区的矿产资源信息完全未知时，可用前面述及的体积估计法。当评价区矿产资源已知时，可以使用此方法来实现资源量的估计。

(3) 矿产资源量相对比例法：在一个矿区（或矿田）范围内，由于地质条件相似，往往在一个主要矿床的周围还有许多成群出现的类似的小矿床，主矿床往往占据了该矿田所有矿床总储量的一半或一半以上，且主矿床最易被发现。在实际工作中，应确定主矿床同该矿田的许多次要矿床在储量上是否存在着一定的比例关系，如果通过模型找到了这一比例关系，那么，只要在一个评价区发现了主矿床，就可把该区各种级别的次要矿床的储量估计出来。这一方法的基本步骤是：首先分别建立属于某一特定主矿床的品位、矿石量和金属储量统计分布模型，然后利用评价区已知的主矿体的品位、矿石量和金属量，根据上述模型提供的比例关系，预测该区总的资源潜力及各级别次要矿床的资源量。

4. 蒙特卡罗法

这是一种按概率抽样的方法。在数理统计中是根据抽样的结果来研究某个变量或某一组变量的概率分布。现在的问题恰好相反，是希望在已知一个变量或一组变量的概率分布条件下产生一系列相应的抽样结果。例如，已知锌品位的概率分布模型，要求用计算机产生几百几千个锌的品位值。这是一个随机事件概率模拟问题，模拟所使用的工具就是蒙特卡罗法。

5. 资源量统计分布模型

资源量统计分布模型有四种：矿床数统计分布模型、矿床的金属品位统计分布模型、矿床的矿石量分布模型、总金属储量分布模型。

设矿床数为 N，任一矿床的金属品位为 $C_i$，矿石量为 $T_i$，模型区总金属量为 M，则有以下关系：

$$M = \sum_{i-1}^{N} C_i T_i$$

一般地，资源量参数 N、$C_i$、$T_i$ 的统计分布可以通过实际资料来建立。如果实际资料太少，也可通过统一每一参数间隔的百分比的方式来建立其概率分布。如果不足，则可通过主观概率的方式凭经验赋予一定的概率。总之，N、$C_i$、$T_i$ 的统计分布模型总是可以设法建立的。但对金属总量 M 而言，它代表一个地区（模型区）的资源总量，这也是最终要得到的数据。由于已知区的个数很少，很难根据实际资料来建立概率的分布模型，主观赋予一个值显然没有意义。这时可借助于梦特卡罗法，借助 N、$C_i$、$T_i$ 的统计分布，产生一系列随机抽样，根据相应的抽样值，计算出一个金属量 $M_i$，根据大量 $M_i$ 值，即可建立金属总量的统计分布模型。

对于评价区，往往可以获得一个对模型的修正信息（多数是一个比例系统），利用该信息对模型进行修正，即构成预测区矿产资源金属总量的定量评价模型。资源量统计分布模型可以归纳为：

（1）如何建立矿产资源量参数（N、C、T）的统计分布模型。

（2）如何根据上述参数分布模型形成矿产资源金属总量的统计分布模型。

（3）如何根据评价区的有关信息修正资源总量模型，使之适合评价区的资源定量估计。

### （二）组成部分

（1）地质分析与矿床模型的划分。首先，必须由矿床成因与地质环境来划分某些基本的矿床模型。同一种矿床模型应该具有同样的矿产品组合（当然也可以是单一矿种的模型）、地质构成环境和矿床空间分布特征。矿床模拟的最终目的是建立一个系统的、完整的矿床模型体系，该体系所包含的若干个（或者是几百个）矿床模型将能概括地球上可能存在的许多各不相同的矿床。

（2）矿床模型特征定量化与矿床模型选择。矿床模型由一系列地质、地球化学和地球物理特征来表示。这些特征的原始记录形式是多种多样的，有图形表示，也有文字描述。问题是要将这些众多的不同记录形式的特征予以定量化，并且需要说明哪些特征对模型是最重要的或具有普遍意义的；哪些特征对模型是不重要的或可有可无的。前一类特征应赋予较大的权。利用特征分析方法，可以对矿床模型的全部特征进行定量化。

当拥有若干个模型时，需要将一个评价区同若干个模型分别进行对比，选取与评价区关联系数最大者作为该评价区的矿床模型。或者将许多评价区与一个模型区对比，依据关联系数挑选出一批最有利的地区。

（3）矿产资源量评价。当矿床模型选定之后，则需要通过矿产资源定量评价模型对评价区的资源作定量估计。资源量定量估计一般采用某种形式的体积估计法。

## 五、判别分析法

判别分析法是矿产资源评价中使用较普遍的方法之一。一般来说，要确定地质体的含矿体大小、矿种及其响应品级等问题，都可以用判别分析法来解决。判别分析法是一个根据已知的类型特征对未知对象进行推论的过程，所以可把判别分析理解为将某个评

价对象（可以是地质体、地区或单元等）的各种地质特征与它可能归属的各类已知区的地质特征进行对比，以确定它应该属于哪一个类型。因此，判别分析法是类比法的数字化和公式化的表达形式之一。

### （一）判别分析法的优点

（1）与资源量有联系的地质特征是一个多维的向量空间，应用判别分析法则可以将它化简为一维的判别空间，即将一个多变量的问题转化为一个单变量的问题，而不致损失很多信息。

（2）可将控制区的已知矿床分成任意级次而对未知区作出相应等级的评价。

### （二）判别分析法的数学模型

（1）贝叶斯准则下的判别分析：它是以归属某类的概率最大或错分损失最小为原则作出类别的归属，它包括两类和多类判别。

（2）弗歇准则下的判别。

（3）逐步判别。

（4）序贯判别：虽然它借鉴了弗歇准则，但它克服了一般判别分析模型的局限性而获得较好的结果。

（5）二态变量的判别分析一训练迭代法。

（6）相似性判别法。

## 六、回归分析法

回归分析法是矿产资源评价中普遍使用的一种评价方法。其原因是：

（1）它不仅能研究变量与变量之间的关系，而且能根据一个或几个变量值（称自变量）估计另一个变量（称因变量）的值，并且可以推断该估计值所达到的精度。

（2）它能找到影响因变量的主要自变量，并确定这些变量之间的关系。

（3）回归分析中的逐步回归，能自动地从数量众多的可供选择的自变量中选出与因变量关系“最密切”的一组自变量，因而它能从观察到的大量地质资料中找出与资源量最有关系的一组变量，建立资源变量与地质条件之间关系的评价模型，较直接地估算评价区（单元、矿段）的资源量。

回归分析的数学形式主要有一元线性回归；多元线性回归；逐步回归；主成分回归；非线性回归；事件概率回归；偏相关和多元回归；岭回归；典型回归分析；多重回归等 10 种。

根据该方法可确定矿区矿产资源评价提出的三个方面的问题，即确定含矿远景区，估计矿体的埋藏深度和估算含矿单元的矿产资源量。

## 七、成因地质模型法

成因地质模型法属于评价发现矿产资源地区内地质有利性的一种方法，是矿床模拟估计法的引伸和发展，而且还是特征分析方法的具体应用。

根据成因地质模型估计法的概念和评价过程可知，该方法把地质、数学方法有机地结合在一起，是目前不断发展着的矿产资源评价方法学的最新成果之一。成因地质模型的建立，对资源评价的最终目的是要建立代表具有类似生成历史的各类矿床的成因地质模型。由于存在着明显的区域性变化，绝大多数类型的矿床成因不确定，因而建立代表一种类型的区域性典型模型是很有用的。当为典型地区建立了足够多的模型时，就有可能将它综合成代表一类矿床的理论模型。

成因地质模型的建立可分为以下步骤：

(1) 确定模型所代表的矿床模型，限定其他地质的和地理的界限。

(2) 分析和综合成矿作用过程，据此可推断矿床生成历史。

(3) 将地质证据及有关的过程汇编入前面提到的成因图式。

(4) 指出未解决的问题以及所缺的观测资料。

原始模型需要经过多次修改以产生一个可接受的临时模型。模型中元素的数目可以超过 100，其中有不少元素对于确定成矿的有利性可能没有什么意义。可以通过主观选择或者统计方法确定主要控矿因素及次要因素，从而得出一个与地质实际吻合程度较高的模型。当需要建立模型的矿床选定以后，应该以一般的叙述语言对编年顺序中这些矿床的成矿过程及成因中主要的地质因素加以描述。对模型的一般性陈述的目的是引出更细致的模型。

# 第九篇　矿产资源勘查行政监督管理

# 第一章　矿产资源国家所有权益的管理

本章从国家作为矿产资源的所有权人的视角，阐述了国内外矿产资源所有权制度的历史沿革和发展现状，明确了矿产资源国家所有权的涵义、法律特征和主要内容，并以法理分析的方式论述了矿产资源国家所有权的实现形式，即通过矿产资源规划、设置矿业权管理制度和矿产资源补偿费征收制度，使矿产资源的国家所有权在法律和经济上得以实现。

## 第一节　矿产资源所有权制度的沿革

### 一、国外矿产资源所有权制度的发展历史与现状

矿产资源所有权制度观念的变革和演进，是与人类对矿产资源的认识程度和开发利用过程密不可分的。

在原始社会，人类所需的矿产品单一，对矿产品的使用程度也很低。石块俯首可拾，粘土就地而掘，生产力十分低下，且在原始社会时期还没有产生私有制度，因此，也就不会有石块；粘土的归属问题。在罗马时期的早期，当时的法律规定，天然矿石作为“万家物”，为一切人共用。

随着社会生产力的发展，矿产资源在经济生活中的作用越来越大，矿产资源作为生产资料就被纳入了所有权的范畴之中。人们开始在观念中把在一定范围内对矿产资源的支配，即对矿产资源的占有、使用、处分和收益，视为一种权利，从而形成了一种能使矿产资源得以正常开发利用的社会秩序，可以说这就是最初形成的矿产资源的物权观念。

被恩格斯称为“商品生产者社会的第一个世界性法律”[①] 的罗马法，对如何取得矿藏所有权作了较为明确的规定。罗马法按照先占取得所有权的原则规定，首先发现矿藏的人就可以成为该矿藏的所有人。矿藏不会像野生动物那样躲避先占者，因此，罗马人拾到石头、宝石和一切在海岸发现的，不属于土地组成部分的物品（无论是私人的，还是公共的），仅仅发现本身（不是实际获取）就取得所有权。到公元 4 世纪末，法律又

① 见《马克思恩格斯全集》第 21 卷，第 346 页。

对矿地所有人的所有权进行了限制，其目的是为保护社会的公共利益。法律还规定，在他人地界内发现矿产者的，给付矿产价值的 20%，即可从事矿产开采业。矿地所有人有相反的意思亦不得阻止。发现矿产者给付的相当于矿产 20%的代价，一半给矿地所有人，一半给国家，归国家所有。同时规定，国家可以视需要限制或禁止发现者开采其发现的矿藏，但国家须按矿藏价值的 20%给发现者以补偿。

随着资本主义的兴起，现代意义上的采矿业伴随着资本主义大工业的发展而迅猛发展。在资本主义初期，由于受私有财产神圣不可侵犯的影响，大多数早期资本主义国家均规定；所有的地下矿产资源均归地面土地的所有者所有。随着资本主义经济的发展，社会的进步，以及以社会为本位，以国家为本位的本位主义思潮的兴起，人们越来越认识到必须加强对整个社会公共利益的保护；另一方面，随着矿产资源开采量的增加，人们逐步认识到矿产资源是不可再生资源，采一点，少一点，而且矿产资源勘查、开采的投资成本也越来越大。因此，相当多的资本主义国家加强了国家对矿产资源的干预，并从法律上规定，所有地下矿藏归联邦政府或省政府所有，地表土地的所有者并不拥有地下矿藏的所有权。如加拿大矿业法规定，除法律另有规定者外，各省一切公有土地的法定权利均归各省政府所有，各省政府对本省的一。切自然资源拥有行政管辖权。智利矿业法规定，国家是一切金、银、铜、汞、锡、宝石和化石物质的矿山的所有主，不论其地表土地为法人所有还是个人所有。前苏联 1975 年 7 月公布的《前苏联和各加盟共和国地下资源立法纲要》规定，前苏联地下资源属国家所有。

一些曾经规定地表土地所有人当然拥有地下矿藏所有权的国家，也纷纷修改法律，改变矿产资源所有权制度。如美国，在殖民统治初期，法律规定土地所有者拥有对土地之下矿产资源的所有权。随着社会经济的发展，美国对这一法律规定作了修改。目前，在美国东部，矿产资源的所有权仍然属于土地所有者所有；但在中西部尤其是在西部，矿产资源大多数属于联邦政府所有，近海矿产资源属于联邦政府所有。巴西矿业法规定，在 1934 年 7 月第一个矿业法典和宪法颁布以前，全部矿床均属地表所有者所有，不必获得政府特许就可以进行开采；其后发现的矿床，则属联邦政府所有。

二次世界大战以后，绝大多数第三世界国家通过民族解放运动获得了独立的地位。1974 年 12 月，联合国大会第 29 届会议通过了《各国经济权利和义务宪章》。其中，明确规定，“每个国家对其全部财富、自然资源和经济活动享有充分的永久主权，包括拥有权、使用权和处置权在内，并得自由行使此项权利”。此后，世界上几乎所有发展中国家都在宪法或其他法律上明确规定，矿产资源属于国家所有。

## 二、我国矿产资源所有权制度的发展历史和现状

根据古文献的记载和地下文物的发掘，我国祖先早在夏、商时期，就掌握了青铜的冶炼和铸造技术。关于矿冶法的记载，始见于西周，《周礼·地官》记载表明，当时已设置专司矿冶管理事务的官吏，并有决于矿业方面的禁令。春秋时，《管子》记载齐设有铁官，提出“唯官山海为可耳”，即对矿冶、制盐实行官营政策，并提到私商如要开采，利润“民得其七，君得其三”。可见，当时土地、矿产皆归国家所有。国王对全国的土

地、矿产拥有最高和最终的处分权。

在中国漫长的封建社会里，除极少数短暂时期和个别统治者外，历代封建王朝几乎总是推行矿冶官营、禁止或者限制私营的政策。有的朝代对矿冶实行极为严厉的管制，如明代限定金、银等贵金属矿基本上只能由官府经营；一些与国计民生关系较大的铁、铜、铅、锡等矿，也由官府设局采冶；民间一般只允许开采其它矿藏，并须取得官府的批准，缴纳一定的课税。未经官府许可，私人不得进行采矿活动，否则处以重刑。明律规定，“凡盗掘金、银、铜、锡、水银等项矿砂，每金砂一斤折钞二十贯，银砂一斤折钞四贯，铜、锡、水银等砂一斤折钞一贯，俱比照盗无人看守物准窃盗论。”①

但是，作为中国矿产资源所有权法律制度形成的标志，应是晚清颁布的《大清矿务章程》。晚清修律借鉴当时资本主义社会诸法分体的立法体制，出现了单行的矿业法规。《大清矿务章程》参照了当时英、美、德、法、奥、比利时、西班牙、日本等资本主义国家的矿业法，并结合中国国情，由农工商部负责拟立，于光绪三十三年（1907 年）八月十三日通过御批，并通令于次年二月十三日开始施行。该章程是我国历史上第一部近似现代意义上的矿业法典，从法律上宣布了矿产资源属于国家所有。其中，第 6 章第 14 款规定，“各国通例地腹皆为国家所有。凡五金之属及一切贵重矿质非官不得开采。”

民国初期，1914 年 3 月，仿照日本的矿业法制定了《中华民国矿业条例》；在 1930 年 5 月颁布了《矿业法》。该法第一条宣称，“中华民国领域内之矿，均为国有。非依本法取得矿业权，不得探采。”

新中国成立以后，1951 年，政务院公布了《中华人民共和国矿业暂行条例》，规定全国矿藏均为国有，如无须公营或划作国家保留区时，准许并鼓励私人经营。1965 年，国务院批准发布的《矿产资源保护试行条例》规定，矿产资源是全民所有的宝贵财富，是社会主义建设的重要物质基础。1982 年，公布的宪法规定，“矿藏、水流、森林、山岭、草原、荒地、滩涂等自然资源，都属于国家所有，即全民所有”。同年，国务院发布的《中华人民共和国对外合作开采海洋石油资源条例》规定，中华人民共和国的内海、领海、大陆架以及其他属于中华人民共和国海洋资源管辖领域的石油资源，都属于中华人民共和国国家所有，1986 年公布的《中华人民共和国矿产资源法》规定，“矿产资源属于国家所有，地表或者地下的矿产资源的国家所有权，不因其所依附的土地的所有权或者使用权的不同而改变”。1996 年，矿产资源法修订时，又补充了“由国务院行使国家对矿产资源的所有权”的规定。

从以上矿产资源所有权法律制度的历史沿革中可以看出，鉴于矿产资源在国民经济和社会发展过程中的特殊地位和重要作用，统治者总是以不同手段干预或介入矿产资源的勘查、开发活动，并以立法方式将矿产资源的所有权归于国家或政府。矿产资源所有权法律制度处于矿业法律制度中的核心地位。

① 《中国大百科全书·法学》第 350 页。

# 第二节　矿产资源国家所有权的涵义和法律特征

## 一、矿产资源国家所有权的涵义

在罗马法中，所有权是人对物最充分的支配权，因此也叫完全物权。法国民法典第544条规定，“所有权是对于物有绝对无限制地使用、收益及处分的权利，但法令所禁止的使用不在此限。”德国民法典第903条规定，所有权是“以不违反法律和第三人的权利为限”“随意处分其物，并排除他人的任何干涉”的权利。我国民法采用前者的描述，民法通则第71条规定，“财产所有权是指所有人依法对自己的财产享有占有、使用、收益和处分的权利”。

国家所有权是国家对全民所有的财产享有的占有、使用、收益、处分的权利，是全民所有制在法律上的表现形态。全民所有制决定了国家所有权的具有全民意志和利益的本质特征，国家所有权是全民所有制最理想的法权形式。

矿产资源国家所有权，是指作为所有者的国家依法对矿产资源享有占有、使用、收益和处分的权利。

矿产资源国家所有表明，我国实行矿产资源全民所有制形式，代表全体人民享有矿产资源所有权的饲中华人民共和国。矿产资源国家所有权制度是我国国家财产所有权制度十分重要的组成部分。

## 二、矿产资源国家所有权的法律特征

矿产资源国家所有权也是一种所有权法律关系，除具有一般所有权法律关系的特征外，还具有本身的法律特征。

### （一）一般特征

第一，矿产资源国家所有权是我国矿产资源全民所有在法律上的体现；

第二，矿产资源国家所有权是一种民事法律关系；

第三，矿产资源国家所有权是国家对矿产资源独占性的支配权，同其他所有权一样，具有绝对性、排他性和永续性。

### （二）自身特征

区别于其他所有权法律关系，矿产资源国家所有权本身的法律特征体现于以下几方面：

第一，所有权主体方面。矿产资源国家所有权具有统一性和唯一性。矿产资源所有权只有一种形式，即国家所有。

国家作为矿产资源的统一和唯一的权属主体，其含义是：国家是中华人民共和国领域和管辖的其他海域内一切矿产资源的所有权主体，在可以享有所有权的矿产资源种类和范围上不受任何限制；国家作为矿产资源所有权的主体，不仅仅是一般意义上的所有权人，同时，还是矿产资源的政治主权人；国家作为矿产资源所有权的主体，意味：着任何一个国家机关，不论其地位、作用如何，都不能完全拥有矿产资源所有权人的权能，每个国家机关只能在法律规定的权限内代表国家行使处分和利用矿产资源的权能。

第二，所有权客体方面。矿产资源国家所有权的客体具有特定性。这种特定性体现为矿产资源的自然属性和经济属性。

(1) 矿产资源的自然属性。首先，矿产资源的形成经历了漫长的地质年代，其总储量是相对稳定的，在一定的时间范围内不可以再生，这不同于可再生的森林、草原等生物资源或土地、水等非生物资源，也不同于太阳能、风力等取之不尽用之不竭的恒定性资源。其次，由于不同的地质条件和地质作用，矿产资源分布很不均匀，矿产资源种类、赋存形态具有很大的差异。

(2) 矿产资源的经济属性。首先，矿产资源是人类社会赖以生存和发展的物质基础，矿产资源总量和人均占有量的多少是构成一个国家综合国力的重要部分。其次，矿产资源不可再生和耗竭性，决定了矿产资源总量的有限性，加之人类对矿产资源的认识、发现和开发利用技术条件的限制决定了它在经济学上的稀缺性。随着人类对矿产资源的开采技术和利用范围的扩大，矿产资源的储藏量日益减少，经济效益呈规律性递减。

矿产资源作为国家所有权的客体，还有一个法律规定的显著特点，就是矿产资源不能作为市场流通物进行流转。

第三，对矿产资源所有权保护的特殊性。我国宪法第 9 条规定，“国家保障自然资源的合理利用，保护珍贵的动物和植物。禁止任何组织或者个人用任何手段侵占或者破坏自然资源。”第 12 条规定，“社会主义的公共财产神圣不可侵犯。国家保护社会主义的公共财产。禁止任何组织或者个人用任何手段侵占或者破坏国家的和集体的财产。”民法通则第 73 条规定，“国家财产神圣不可侵犯，禁止任何组织或者个人侵占、哄抢、截留、破坏。”第 81 条第 4 款规定，“国家所有的矿藏……不得买卖、出租、抵押或者以其它形式非法转让。”矿产资源法第 3 条第 2 款规定，“国家保障矿产资源的合理开发利用。禁止任何组织或者个人用任何手段侵占或者破坏矿产资源。各级人民政府必须加强矿产资源的保护工作。”

矿产资源法还规定了无证开采矿产资源、超越批准的矿区范围开采矿产资源和买卖、出租或者以其他形式转让矿产资源等侵犯矿产资源国家所有权的违法行为的法律责任。

修改后的刑法，对侵犯矿产资源国家所有权的违法行为规定了罪名和刑罚，加强了矿产资源国家所有权的保护。刑法第 343 条规定，“违反矿产资源法的规定，未取得采矿许可证擅自采矿的，擅自进入国家规划矿区、对国民经济具有重要价值的矿区和他人矿区范围采矿的，擅自开采国家规定实行保护性开采的特定矿种，经责令停止开采后拒不停止开采，造成矿产资源破坏的，处 3 年以下有期徒刑、拘役或者管制，并处或者单

处罚金；造成矿产资源严重破坏的，处3年以上7年以下有期徒刑，并处罚金。

违反矿产资源法的规定，采取破坏性的开采方法开采矿产资源，造成矿产资源严重破坏的，处5年以下有期徒刑或者拘役，并处罚金。”

# 第三节　矿产资源国家所有权的内容及其取得、变更、消灭

## 一、矿产资源国家所有权的权利内容

矿产资源国家所有权的各项权能构成矿产资源所有权的内容。按照现行民法规定，矿产资源国家所有权无例外地包括以下4个方面的权能：

### （一）占有权

占有权是指国家对矿产资源的实际控制权利。由于国家作为特殊民事主体，国家对矿产资源的占有是名义上的占有或称为法律上的占有。就某一区域的矿产资源而言，如果依法设定了探矿权或者采矿权，探矿权人或者采矿权人则依探矿权或采矿权对特定范围内的矿产资源实际占有；如果未设定探矿权或者采矿权，则依法由国家占有。

### （二）使用权

使用权是指国家依矿产资源的性质和用途对其加以开发利用的权利，从而实现国家利益。国家作为“特殊民事主体”不便也不可能全部亲自使用矿产资源。国家可以通过建立矿产资源勘查、开采审批登记制度，设定探矿权、采矿权，由探矿权人、采矿权人进行勘查、开发矿产资源的活动，达到矿产资源使用的目的。所有权与使用权“两权分离”的理论，是建立探矿权、采矿权法律制度的基础。

### （三）收益权

收益权是指国家基于使用矿产资源而取得收益的权利。如前所述，国家不直接占有、使用矿产资源，而是通过矿产资源行政管理机关授权其他民事主体占有、使用。这些民事主体通过占有、使用矿产资源所取得的利益，上交国家一部分作为所有者基于矿产资源所有权的收益权。国外大多数国家通过权利金制度实现国家（或王室）对矿产资源的收益权。我国借鉴了这一制度，采用向采矿权人征收矿产资源补偿费、资源税的办法，实现国家对矿产资源的收益权。

### （四）处分权

处分权是指国家在事实上或法律上决定矿产资源命运的权利。又分为事实上的处分权和法律上的处分权。事实上的处分权是指变更或消灭矿产资源。法律上的处分权包括

设置和出让探矿权、采矿权等。处分权是拥有所有权的根本标志，它最直接反映了所有权人对物的支配。国家对矿产资源的处分权反映为由矿产资源行政管理机关对矿产资源的规划分配权，决定探矿权、采矿权的设定、变更、终止。在国家或者社会公共利益需要的情况下，国家可以对探矿权、采矿权进行征用。有的观点认为，采矿权人依据采矿权占有、使用矿产资源并使其逐步消耗，再转变成其他物质和资产，国家就在事实上和法律上间接地实现了矿产资源的处分权。

## 二、矿产资源国家所有权的取得、变更和消灭

矿产资源国家所有权与其他种类的所有权或者国家所有权，在取得、变更、消灭等方面，有较大的差异。

### （一）矿产资源国家所有权的取得

矿产资源国家所有权的取得，是指国家按一定方式取得矿产资源的所有权。

自然资源国家所有权的取得，主要有两种方式：一种是法定所有；另一种是征用取得。法定所有是指权属主体根据法律法规的规定直接取得所有权，而不依据他人的转让取得所有权。国家对矿产资源的所有权就是依据宪法、矿产资源法的规定直接取得所有权。征用取得是指国家依据法律授予的征用权，在符合法律规定的征用条件下，将原来不属于国家所有的自然资源，通过强制性的征用方式收归国家所有。如我国对集体土地的征用制度。

### （二）矿产资源国家所有权的变更

矿产资源所有权的变更，是矿产资源所有权从一个主体移转至另一个主体。在我国，矿产资源属于禁止流通物。因此，其国家所有权不因任何理由发生变更。

### （三）矿产资源国家所有权的消灭

矿产资源国家所有权的消灭，是指矿产资源的国家所有权因法律规定的法律事实的出现而归于消灭。矿产资源国家所有权的消灭与矿产资源本身的消灭是联系在一起的，可以说，矿产资源本身的消灭是矿产资源国家所有权消灭的唯一原因。矿产资源的消灭有两种方式：

⑴ 因自然原因消灭。因自然的原因使矿产资源消灭或者改变矿产资源的性质。例如，由于地下煤炭的自燃，导致煤炭资源的灭失；由于水流、风化等自然侵蚀作用，致使某些可用于建筑材料的砂、石改变性质，成为土壤等其他类资源。

⑵ 因人工利用而消灭。因人工开发利用矿产资源而使矿产资源归于消灭，是矿产资源国家所有权消灭的主要原因。

# 第四节　矿产资源国家所有权的实现

矿产资源国家所有权的实现，是指国家作为矿产资源所有权人行使对矿产资源的占有、使用、收益和处分四项权能。国家作为全民利益的代理人，是政治意义上的主权国家，无需亲自去行使实际意义上的对矿产资源占有、使用、收益和处分的各项权利。它可以通过国家机构、法人、自然人等真正意义上的行政主体、民事主体的法律活动来实现。这种实现是通过法律、法规规定的一系列制度，按照法律程序来完成的。

概言之，国家通过设立矿业权审批登记和矿产资源勘查、开采许可证制度，授予符合法定资质条件的矿产资源勘查、开采民事主体以探矿权或采矿权，从而实现了国家对矿产资源的占有、使用、处分的权能，体现为矿产资源法及其配套行政法规所建立的探矿权法律制度、采矿权法律制度；另一方面，国家建立矿产资源有偿使用制度，对采矿权人征收矿产资源补偿费，从而实现国家对矿产资源的经济收益权，具体表现为补偿费征收规定中的一系列制度。

## 一、探矿权法律制度

1986 年公布的《中华人民共和国矿产资源法》使用了探矿权和采矿权的概念，表明我国对矿业权的管理按照矿产资源勘查、开采两个工作阶段初步构建了矿业权管理的法律制度。但是，稍后于 4 月 12 日公布的国家基本法律——《中华人民共和国民法通则》并没有出现“探矿权”的字样，只在第 5 章“民事权利”第 1 节“财产所有权和与财产所有权有关的财产权”中，对采矿权的主体、内容、法律保护进行了原则表述。由此可见，在当时的立法背景下，我国民法立法者只承认采矿权的财产权属性，而没有把探矿权作为一种民事权利看待。

### （一）探矿权的概念及其构成

1986 年公布的矿产资源法并未给出探矿权这一法律概念的定义。该法规定，“勘查矿产资源，必须依法登记。”1996 年修改后的矿产资源法从探矿权的取得方面明确了探矿权这一概念，即“勘查、开采矿产资源，必须依法分别申请，经批准取得探矿权、采矿权，并办理登记。”1994 年，国务院发布的《中华人民共和国矿产资源法实施细则》界定了探矿权的法律内涵，即“探矿权，是指在依法取得的勘查许可证规定的范围内，勘查矿产资源的权利。”

论其实质，探矿权是指探矿权人依法享有的在勘查许可证规定的勘查区块范围内，进行矿产资源勘查作业并优先取得勘查作业区内矿产资源的采矿权的权利。构成探矿权权利的要素包括三方面：一是申请探矿权者必须符合一定的资质条件；二是申请者必须依法办理勘查登记，领取勘查许可证；三是勘查者必须实际从事矿产资源勘查工作。

从探矿权这一概念可以看出，探矿权确定了一种民事法律关系：

第一，探矿权反映的是探矿权人与作为矿产资源所有者的国家及其法定行使所有权的行政机关之间的一种权利义务关系。

第二，这种民事权利义务关系的主体是具有法定勘查资质条件，依法取得探矿权的单位或者个人，我们称其为探矿权主体；以及作为“特殊民事主体”的国家和作为代表国家管理探矿权的地质矿产行政机关。

第三，这种民事关系的客体，即探矿权的客体，就一般而言是矿产资源，就一个具体的探矿权而言，是特定区块范围内的矿产资源。属于民法意义上的物。

第四，这种民事法律关系具有特定的内容。探矿权法律关系主体的权利内容将在下面谈及。

## （二）探矿权的物权属性及其在我国物权体系中的位置

探矿权具有物权属性。结合物权分类的主流学说和探矿权本身特性，可以从下述几方面加以印证：

首先，探矿权是限制物权，或者叫他物权。探矿权是由矿产资源国家所有权派生出来的，在矿产资源国家所有权上设定的权利，探矿权人仅享有对矿产资源进行勘查的权利。

其次，探矿权是用益物权。不论是探矿权还是采矿权，都是以矿产资源的开发利用并获得收益为目的。同时，由于商品经济的需要，也不排斥以矿业权为担保而获得信用的矿业权的利用权和担保物权。正是探矿权为用益物权的本质，使探矿权具有严格的排他性，符合物权法“一物一权主义”。

再次，探矿权是一种不动产物权。不动产物权是指标的物为不动产的物权，或者说是设立于不动产之上的物权。探矿权是基于矿产资源而设立的不动产物权。

但是，探矿权又不是一般意义上的物权，探矿权与民法理论上的物权是有差别的。一个重大的差别是，一般的物权有特定的物供权利人直接支配，而探矿权并没有特定的物供权利人直接支配使用。设立探矿权的目的在于寻找矿产资源，取得探矿权也就取得了勘查矿产资源的行为资格，在未找到资源前，没有特定的矿产资源作为探矿权的客体。探矿权指向的物是不确定的、未知的，因此，探矿权应视为物权。民法界有人把这种“视为物权”的财产权称作“准物权”。准物权是指某些性质和要件相似于物权，准用于物权法规定的财产权。

按照日本、韩国和我国台湾省的矿业法规定，探矿权是一种准不动产物权。日本矿业法规定：矿业权（包括钻探权与采掘权）应视为物权，除了本法律有关条文已作的规定外，有关不动产的规定均可适用于矿业权。韩国矿业法规定：矿业权视为物权，除本法另有规定的情况，适用关于不动产的民法和其他法令的规定。我国台湾省现行矿业法在1930年《矿业法》基础上修订而成，对于矿业权的性质也有类似的规定。

明确探矿权的物权属性及其在物权体系中的位置，具有重大的理论和现实意义。

一方面，如前所述，我国民法通则没有对探矿权作出规定。因此，在修改民法通则或者制定物权法时，立法者应当对探矿权在我国物权制度中的地位予以充分考虑，从而建立起更加全面、完善、科学的符合中国实际、具有中国特色的物权体系。另一方面，

明确探矿权是一种物权，除有特别规定外，适用民法物权和有关不动产的法律规定，对矿产资源立法和矿产资源管理具有现实指导意义，这种指导意义在于：

第一，明确探矿权具有财产权的属性，是建立探矿权一系列法律制度的基础。在计划经济体制下，国家将探矿权视为一种勘查矿产资源行为资格的象征，以行政授予的方式无偿提供给地质勘查单位，地质勘查单位根据国家地质勘查计划，以国拨地勘费进行工作，向国家提交矿产资源勘查成果资料。在此机制下，探矿权无财产内容，由此无偿取得，并禁止流转，也是符合情理的。但是，随着改革开放的深入发展，尤其是党的十四大提出建立社会主义市场经济体制的目标以来，矿产资源勘查领域出现了投资主体和投资渠道多元化的趋势，探矿权的财产权属性凸现出来。适应这一形势要求，实现探矿权有偿取得和依法流转已经十分必要和迫切，并在客观上要求建立起以探矿权有偿取得和依法流转为核心的规范、科学的探矿权法律制度。

第二，探矿权为物权。因此，探矿权同样具有物权的效力。物权的效力是法律所赋予的强制性作用。法律应当保障探矿权人能够对其特定的工作范围进行勘查作业，并排除他人的干扰和妨害。这样，也就确认了探矿权的排他性原则，即在同一勘查工作区范围内，同一期限内，不能设立两个或两个以上的探矿权。

第三，探矿权为矿产资源所有权派生出来的他物权，从民事法律关系上讲，它与国家对矿产资源的所有权是一个横向等价关系。探矿权从所有权中派生，反过来在一定程度上对所有权进行制约。过去我们往往用国家所有权对其他派生权进行侵犯，不尊重派生权，严重影响了经济体制改革的进程。因此，明确探矿权和矿产资源国家所有权之间的民事法律关系，是地质勘查工作体制改革的法律保障。明确了这一关系，有利于明确国家和探矿权人之间的权利和责任，有利于国有地勘单位按照“产权清晰、权责明确、政企分开、管理科学”的要求，进行规范的现代企业制度改革。

第四，探矿权是用益物权。设定用益物权的目的在于使用他人之物并获取收益。在社会主义市场经济体制下，探矿权的目的不会仅仅停留在勘查矿产资源、获得地质勘查成果资料，探矿的目的在于采矿。因此，设计探矿权法律制度，应当把探矿权人在其勘查作业区范围内的优先采矿权纳入探矿权的权利范围。

第五，探矿权为不动产物权。因此，不动产物权变动应遵守的原则同样适用于探矿权。物权的变动包括物权的设立、变更和终止。不动产物权以登记为成立要件，当事人就不动产设立、变更、终止物权，应当向有关行政主管机关进行登记，这就是不动产物权变动的公示原则。探矿权的设立、延续、变更（包括转让）、终止，必须经过地质矿产行政管理机关的登记才能生效。

### （三）探矿权的权利义务内容

探矿权的权利义务内容是指探矿权人所享有的权利和承担的义务之总和。矿产资源法实施细则规定了探矿权人享有的权利和应尽的义务。为了保障探矿权人投资勘查的目的，规定了探矿权人在勘查许可证允许的范围内勘查发现了新矿种，有优先取得该矿种的探矿权；经勘查探明了可供开发利用的矿产资源，有优先申请取得采矿权的权利。

修改后的矿产资源法和国务院发布的勘查区块登记办法进一步规定了探矿权人的权

利和义务。尤其是探矿活动具有高风险性，它的高效益只有在运行机制中才能得到体现。在社会主义市场经济体制下，因其高效益而驱动投资者投资勘查的积极性，从而促进勘查投资多元化的形成。因此，探矿权流转是建立与社会主义市场经济体制相适应的探矿运行机制的核心。

## 二、采矿权法律制度

民法通则第 81 条规定了国有自然资源使用权和承包经营权。其中，第 2 款规定的是采矿权，即“国家所有的矿藏，可以依法由全民所有制单位和集体所有制单位采矿，也可以依法由公民采挖。国家保护合法的采矿权。”

矿产资源法建立了比较完善的采矿权法律制度。10 年来的执法实践表明，矿产资源法规定的采矿权制度对于维护矿产资源的国家所有权和采矿权人本身的合法权益，治理整顿矿业秩序，发挥了重要的规范和调整作用。

### （一）采矿权的概念及其构成

采矿权的概念出现于民法通则和矿产资源法中，但法律并没有直接给出其定义。矿产资源法实施细则的定义是：“采矿权，是指在依法取得的采矿许可证规定的范围内，开采矿产资源和获得所开采的矿产品的权利。”采矿权人对其采出的矿产品有行使所有权的权利。

构成采矿权的权利要具有三方面的要素：一是申请采矿权的单位或者个人必须具备法律、法规规定的资质条件，二是采矿权申请者必须依法办理采矿登记，领取采矿许可证，采矿许可证是采矿权的法律凭证，三是采矿权人必须实际从事采矿工作，真实地履行义务。

同探矿权一样，采矿权也确立了一种民事法律关系：

第一，采矿权反映了作为采矿权人的矿山企业或者公民个人与作为矿产资源所有者的国家及其法定授权行使这一所有权的地质矿产行政管理机关之间的一种权利义务关系。

第二，这种民事法律关系的主体，一方面是国家，此时成为“特殊民事主体”，以及国家授权行使采矿权管理的地质矿产行政管理机关，另一方面是依法设立的各类矿山企业和依法取得采矿权的公民。随着经济体制的改革深化和对外开放的扩大，采矿权的主体已经扩大，外商投资企业、私营企业、合作制企业或者股份制企业均可以成为采矿权人。

第三，采矿权法律关系的客体是国家所有的矿产资源，这一点与探矿权的客体无异。但就特定的探矿权、采矿权，它们的客体的存在性质是不一样的。设立探矿权时，对该探矿权所指向的客体尚不可知，具有不稳定性；而设立采矿权时，对该采矿权所指向的客体在现有认识上是可知的，具有相对的稳定性。

## （二）采矿权的法律属性及其在我国物权体系中的地位

就采矿权的本质而言，采矿权是物权。采矿权作为我国民法通则中明文规定的“与财产所有权有关的财产权”，是一种独立的物权；与国家矿产资源所有权相对应，它是一种限制物权；作为他物权，它又是一种用益物权；一般来说，它是一种有期物权，而且是应登记的物权。

同时，由于采矿权所指向的客体矿产资源具有某些不动产的特征，采矿权是一种不动产物权。但矿产资源又不是严格意义上的不动产。矿产资源与土地、房屋等其他不动产有所不同。矿产资源赋存于地表或地下，当它未被开采时，呈现为不动产的形态，但是开采矿产资源的活动就是消耗矿产资源的过程，作为不动产的矿产资源在数量上发生了减少。

同探矿权一样，采矿权也是一种准物权。采矿权是矿产资源法所规定的准用益物权规定的准物权。采矿权具有一般物权的法律效力。明确采矿权的物权特性，对采矿权法律制度的完善具有重要的理论指导意义。

第一，采矿权是矿产资源国家所有权派生出来的他物权。采矿权是矿产资源国家所有权权能分离和限制的结果，并没有改变国家所有权的性质，国家享有对矿产资源的最终支配权。国家利用所有权中最关键、最核心的处分权能设置采矿权以真正实现其所有权。但是，随着物权观念从以所有为中心向以利用为中心的转变，所有权被弱化，他物权地位优化于所有权，已是不可逆转的趋势。因此，采矿权的权利地位应当得到法律的强化，采矿权一旦设立，就具有对抗一切非采矿权人的效力，这种效力应当得到法律意义上的尊重。

在这种情况下，由于采矿权运作而产生的财产关系表现为两个层次：其一，作为矿产资源所有者的国家和一切非所有权人的关系，内涵是所有权人对抗一切非所有权人对矿产资源所有权的妨害，即矿产资源国家所有权处于核心地位，任何组织或个人不得做出侵害矿产资源国家所有权之行为；其二，矿产资源所有权主体国家与特定采矿权人之间的关系，也就是自物权人与他物权人之间的关系，内涵为国家将矿产资源所有权中的部分权能（占有、使用）以采矿权的形式授让于采矿权人，采矿权人享有利用、收益的权利，国家享有因采矿而获得收益的一部分。这一部分收益，在我国表现为采矿权人向国家缴纳矿产资源补偿费和资源税。

第二，采矿权既然是一种财产权，具有经济价值，便为采矿权在社会主义市场经济体制下实行有偿取得并进入流通领域提供了法律基础。

第三，采矿权是一种不动产物权，那么，适用于不动产物权的原则、规范、制度，均适用于采矿权。我国对不动产物权实行登记要件制度，该制度以登记作为不动产物权取得、变更和丧失的要件，不动产物权的转移除依当事人的同意之外，还必须到登记主管机关登记，非经登记，不仅不能对抗第三人，而且在当事人之间也不能发生效力。

采矿权转让是采矿权变动的主要形式。因此，在设计采矿权的流转制度时，必须对采矿权作为不动产物权在转让时实行“要式主义”这一原则加以特别重视。即采矿权的转让，以地质矿产行政管理机关的审批登记为生效条件。

第四，采矿权是对特定矿产资源享有开采并收益的独占性、排他性权利，严格遵守物权理论中的“一物一权主义”。强调采矿权的排他性，对于处理现实生活中大量的采矿权属纠纷、维护正常的矿业秩序具有重要的现实意义。

同时，确认采矿权排他性原则，也是修改1986年矿产资源法、完善采矿权法律制度的一项重要指导思想。1986年矿产资源法第36条规定，“在国营矿山企业的统筹安排下，经国营矿山企业上级主管部门批准，乡镇集体矿山企业可以开采该国营矿山企业矿区范围内的边缘零星矿产，但是，必须按照规定申请办理采矿许可证。”实践证明，这一规定带有浓厚的计划经济色彩，不符合采矿权排他性原则，是造成采矿权属纠纷持续不断，矿业秩序混乱的法律根源。1996年，矿产资源法修订后，删去了这个规定。

## （三）采矿权的权利义务内容

采矿权的权利、义务内容，即采矿权人享有的权利和承担的义务总和。矿产资源法及其实施细则对此作出了比较详尽的规定。

1. 采矿权的权利内容

矿产资源法及其实施细则以列举式概括了采矿权人享有的以开采权和矿产品销售权为核心的若干权利。

一般的民法著作则对采矿权人的权利列举为三方面：一是开采矿产资源的权利，二是有权禁止其他单位或个人进入自己的矿区范围内采矿，对非法进入自己矿区范围采矿的单位或个人，采矿权人有权请求停止开采、赔偿损失；三是有权销售其开采所得的矿产品。

有的著作提到采矿权人的权利时，列举采矿权人的权利为4个方面：一是对采矿许可证规定矿区范围和期限内的矿产资源的排他性占有；二是开采矿产资源；三是矿山建筑权和辅助建筑权；四是矿产品所有权和经营权。

上述著作形成的时间均在1996年矿产资源法修改之前。修改前的矿产资源法禁止采矿权买卖、出租或者用作抵押。亦即作为采矿权所有者不得为采矿权之处分权。修改后的矿产资源法明确了采矿权人在法定情形下，经地质矿产行政机关批准可以将采矿权转让，即“已取得采矿权的矿山企业，因企业合并、分立，与他人合资、合作经营，或者因企业资产出售以及有其他变更企业资产产权的情形而需要变更采矿权主体的，经依法批准可以将采矿权转让他人采矿”。鉴于此，对采矿权的权利内容，我们认为应增补：“对采矿权附有条件的处分权”‘项。

2. 采矿权的义务内容

矿产资源法建立的采矿权法律制度的主要方面，比较详细地规定了采矿权人应承担的法律义务。该法第四章“矿产资源的开采”所规定的内容，基本是采矿权人的义务。包括合理开采利用矿产资源、环境保护、土地复垦、劳动安全等方面；第5条，缴纳有关税、费的规定；第37条，提高资源回收率、禁止乱挖滥采的规定等，都是采矿权人的义务。矿产资源法实施细则列举了采矿权人应当履行的5个方面的义务。限于篇幅，不一一赘述。

## 三、矿业权的法律保护

矿业权作为一种民事权利，当其受到侵犯或者危害时，可以采取法律规定的各种措施加以保护。这就引出了侵犯矿业权行为的民事责任问题。矿业权作为物权由法律而设立，也就使矿业权产生了对抗一切义务人、排除侵害的效力。义务人违反法律规定，对矿业权任何一项权利内容的侵犯，都要承担相应的民事责任。

按民法通则的规定，民事责任分为违反合同的民事责任和侵权的民事责任。民法通则第 117 条规定，“ 侵占国家的、集体的财产或者他人财产的，应当返还财产，不能返还财产的，应当折价赔偿。损坏国家的、集体的财产或者他人财产的，应当恢复原状或者折价赔偿。受害人因此遭受其他重大损失的，侵害人并应当赔偿损失 ”。本条规定中的“ 财产 ”，应理解为“ 财产和权利 ”。很显然，侵害采矿权所应承担的民事责任，属于侵权民事责任范畴。

对财产权的民法保护，是通过民事诉讼程序来进行的，即财产权人的财产遭受到侵害，如遭到侵占、损坏以及因此而遭到其他重大损失的，有权向人民法院提出诉讼，请求保护。这就是民法通则上所谓的“ 公力救济 ”。

对矿业权的民法保护，理所当然适用前述内容。只不过，按照矿产资源法第 39 条、第 45 条的规定，义务人若以非法进入他人矿区范围采矿方式侵害采矿权时，应由地质矿产行政管理机关责令停止开采，赔偿损失，并规定了相应的行政责任和刑事责任。

从这个规定来看，侵害采矿权的民事责任是由地质矿产行政机关采处理的。但是，我们认为，矿产资源法的这个规定并不能排除受害人直接向人民法院提起“ 物上请求权之诉 ”或“ 损坏赔偿请求权之诉 ”，也不能排除受害人可以直接请求侵害人为一定的行为，如停止违法开采，返还违法采出的矿产品，或者赔偿损失。

修改后的刑法对采矿权的刑法保护也作了相应的规定。

# 第二章　矿产资源管理

由于矿产资源在国民经济、社会发展中占重要地位，国家十分重视对矿产资源的管理。矿产资源管理是地矿行政管理的重要组成部分。本章在阐明矿产资源管理的概念，扼要介绍其管理的历史和现状的基础上，着重介绍了矿产资源储量管理与价值核算、矿产资源形势分析与政策制定、矿产资源规划管理和地质资料汇交管理四方面的内容。过去，我国矿产资源管理的一些制度与做法是在计划经济体制下形成的。本章就在社会主义市场经济体制下如何改革矿产资源管理，也提出了若干设想和建议。

## 第一节　矿产资源管理概述

### 一、矿产资源管理的概念与基本内容

#### （一）矿产资源概念

何谓矿产资源，地质学的观点认为：矿产资源（mineral resources）是指赋存于地下或地表的，由地质作用形成的呈固态、液态或气态的具有现实或潜在经济价值的天然富集物。矿产资源法实施细则规定，“矿产资源是指由地质作用形成的，具有利用价值的，呈固态、液态、气态的自然资源”。这两个定义是一致的。其内涵为：矿产资源是地球演化过程中经过地质作用形成的，是天然产出于地表或地壳中的原位富集物；产出形式有固态、液态和气态；既包括已经发现的对其数量、质量和空间位置等特征已取得一定认识的矿产，也包括经预测或推断可能存在的矿物质；既包括当前开发并具有经济价值的矿产，也包括将来技术经济可能开发并具有经济价值的资源。

矿产资源法实施细则列出了我国已发现的矿产资源分类细目，共有能源矿产、金属矿产、非金属矿产和水气矿产四类 168 种，其中地下水具有矿产资源和水资源双重性质。

矿产资源具有特殊的自然属性、社会属性和经济属性。矿产资源的特征决定了矿产资源勘查、开采活动的特殊性，决定了国家对矿产资源及其勘查、开采活动进行管理的特殊性。

### （二）矿产资源管理概念

矿产资源管理是地矿行政主管部门以矿产资源所有权管理者和国家行政管理者的身份，在矿产资源积累、储备、消耗过程中，对矿产资源质和量的监督管理，通过相关信息的分析，制定矿产资源政策，进行矿产资源规划等宏观调控措施，以保障矿产资源利用取得最佳经济效益、社会效益、资源效益和环境效益。矿产资源管理是我国地矿行政管理工作的重要组成部分。其管理对象是矿产资源总量，包括矿产储量（资源量），管理相对人是各类地勘单位、矿山企业和个体采矿者，涉及地质勘查的各个阶段和采矿生产的全过程。

### （三）矿产资源管理基本目标

（1）实现和维护国家对矿产资源的所有权。通过对矿产资源的统一规划，实现国家对矿产资源的处分权；以法律形式规定探矿权人、采矿权人必须依法履行登记储量、汇交地质资料义务等方式，体现国家作为矿产资源所有权人的意志。

（2）确保矿产资源可持续利用。通过矿产资源的规划管理实现矿产资源宏观配置；通过矿产资源政策研究、制定与实施，对矿产资源勘查、开发活动进行宏观调控；通过矿产资源勘查、矿山生产过程中储量报告的审查批准来摸清矿产资源家底，为国民经济和社会发展规划的制定提供决策依据，保证国家对矿产资源的需求，保障国民经济和社会的可持续发展。

### （四）矿产资源管理基本内容

根据矿产资源法及其配套法规和 1994 年国务院批准的地矿部“三定”方案的有关规定，矿产资源管理的基本内容可概括为如下 4 个方面：

（1）矿产资源的储量管理与价值核算。其中，包括矿产储量审批管理、地质勘探规范的组织制定、矿床工业指标的审批下达与管理、矿产资源的价值核算和矿产储量的登记统计等项工作。

（2）矿产资源综合分析与政策研究制定。其中，包括矿产资源的形势分析和矿产资源政策的研究制定。

（3）矿产资源规划管理。其中，包括全国矿产资源规划的编制和矿产资源经济区划工作。

（4）地质资料汇交管理。其中，包括统一管理地质资料汇交工作；负责汇交地质资料的整理与开发，提供社会使用；依法保护地质资料汇交义务人的合法权益。

## 二、我国矿产资源管理的历史与现状

自 50 年代初，我国矿产资源管理三项最基本的职责（储量审批、储量统计、资料汇交）就已明确，80 年代开始步入依法管理轨道。

## （一）矿产资源管理历史沿革

储量审批工作始于 1953 年。当时，国务院成立全国矿产储量鉴定委员会，主要是负责审查批准各种矿物原料的储量并编制勘探规范，后来更名为全国矿产储量委员会（以下简称“全国储委”）。1957 年后，各省（区、市）也相继成立了储委。“文革”期间，两级储委停止工作。1979 年开始，各地储委陆续重建。1983 年，恢复全国储委，并将设在各工业部门的有关机构组建为全国储委统一领导下的 9 个专业委员会。1986 年，矿产资源法公布，确立了矿产储量审批工作的法律地位。1987 年，撤销了 8 个专业委员会，保留石油天然气专业委员会，组建国家矿产储量管理局。1988 年，正式进入政府管理序列。党的十四大召开以后，随着我国经济体制改革和矿业形势的变化，1993 年，八届人大一次会议决定国储局并入地矿部，储量审批工作纳入了地矿行政管理范畴，并增加了矿床工业指标审批下达与管理职责。1996 年初，国务院为加强我国的矿产资源管理，将全国储委更名为全国矿产资源委员会。矿产储量审批管理工作仍是全国资源委的职能之一。

储量统计与资料汇交管理始于 1955 年。当时，国务院明确地质部负责编制矿产储量表和统计全国的矿产储量，并于 1957 年成立全国地质资料局，履行全国地质资料汇交管理职责。“文革”期间，储量统计制度遭到破坏，1973 年得以恢复，并经国家计委批准颁布《矿产储量表填报规定》，初步建立了我国矿产储量统计行政管理制度。矿产资源法公布后，明确了我国的地质勘查资料和各类矿产储量的统计资料实行统一的管理制度。1988 年 7 月，经国务院批准发布了《全国地质资料汇交管理办法》（部令第 1 号）。1989 年 6 月，地矿部颁布《全国地质资料汇交管理办法实施细则》（部令第 5 号）；1995 年，根据矿产资源法及其实施细则的有关规定，制定了《矿产储量登记统计管理暂行办法》（部令第 20 号），确立了矿产储量登记统计工作的四级管理体制。

矿产资源规划管理，是根据矿产资源法实施细则的规定于 1994 年设立的。为维护矿产资源的国家所有权，加强国家对矿产资源勘查、开发的宏观管理，国务院授权地矿部负责全国矿产资源规划。1997 年，第一轮全国矿产资源规划的编制工作已经完成，并上报国务院审批。目前，正在准备有计划地组织开展全国性和区域性的矿产资源经济区划工作。

矿产资源形势分析与政策研究制定。自 70 年代以来，就已进行了大量工作。进入 80 年代后，已逐步走向制度化、系列化。1988 年开始，每年编制了全国和省（区、市）矿产资源年报以及国外矿产年评，定期组织开展全国矿产资源保证程度论证。1990 年开始，每年公布了全国矿产品产供销综合统计通报。1994 年开始，每年公布了我国矿产资源潜在价值（总值）。目前，正在组织开展“我国矿产资源态势及若干战略问题研究”，“我国油气资源形势及战略研究”、“世界矿产资源和矿业形势及对我国的启示”、“国内外矿产品市场分析研究”和“走向开放的中国矿产资源政策和法规”等项专题研究工作，准备向全国人大提交“我国矿产资源若干政策建议报告”，向社会公布“矿产资源勘查开发投资指南”。

我国自 1984 年开始探索矿产资源价值核算工作，目前仍处于理论和方法研究阶段。

## （二）矿产资源管理现状评价

经过40多年的实践，我国的矿产资源管理工作，已经形成了一套比较完整的做法。在储量审批管理方面，制定了17件管理规章和52种技术规范；在矿产储量登记统计和地质资料汇交管理方面，也形成了相应的管理规章和操作规程；矿产资源形势分析和政策研究与制定，已逐渐形成制度。

40多年来，直接审批了9300余份各类矿产储量报告，为我国大中型矿山的建设提供了可靠的矿产储量和地质资料依据。地质资料汇交管理工作，取得了很大成就。目前，全国地质资料馆已收藏了8.5万余种地质资料，各省（区、市）馆藏资料总和已超过17.5万种。这些地质资料的开发利用为我国矿业经济发展乃至整个国民经济的建设作出了贡献。矿产储量的统计管理和综合分析，为国家制定国民经济与社会发展规划、计划以及矿产资源政策提供了重要依据。1987年、1992年进行的两轮矿产资源保证程度论证，得出了我国人均资源相对不足的基本国情认识，并提出了资源节约型发展战略。

自1992年以来，党的十四大确立在我国建立社会主义市场经济体制的改革目标，矿产资源管理工作在管理内容和管理方式方面进行了一系列改革。在储量审批方面，调整了审批目的，强调资源保护与储量依据并重，审批工作要兼顾矿产储量所有者、探明者与消费者三方利益：在审批依据方面，及时制定了《调整规范要求改革储量审批的意见》；在矿产资源综合分析管理方面，为适应两个转变的要求，加强政府的宏观调控，确立了矿产储量登记制度和对全国矿产资源实行统一规划的管理制度，强调要加强矿产资源储量的信息管理和分析研究，为国家对矿产资源的开发利用实施宏观调控提供依据等。但是，从总体上讲，我国现行矿产资源管理框架的主体部分是在计划经济体制下形成的，其管理体制和运作机制已明显不符合我国发展社会主义市场经济的要求，主要表现在如下几个方面；

首先，由政府部门直接审批储量，已不再符合市场经济要求。在计划经济体制下，矿业投资主体是国家，国家审批开采项目需要全国储委审查批准矿产储量，目的是为了保证国家投资的利益，避免矿业开发风险，所以，我国的矿产储量由政府直接审批。但在市场经济条件下，国家不再是矿业的唯一投资者，矿业投资出现了多元化局面，如果仍由政府直接审批储量，政府就必然要介入到投资风险的承担和投资者的利益中去，显然这种做法已不合时宜了。

其次，我国现行的矿产资源管理方式与国际惯例存在很大差异，矿产储量（资源）分类及其术语定义无法实现与国际上的对比。因此，若不及时改革和调整，将会影响我国矿业进入国际矿业的统一大市场。

第三，随着修改后的矿产资源法的实施和我国矿业经济体制改革的深入，矿业权市场和矿业资本市场的形成将是必然趋势。矿产资源管理工作如何与矿业权市场和矿业资本市场的发展与管理相衔接，是当前迫切需要研究的新问题。

第四，地质资料汇交管理与矿业权管理相脱节。

第五，从管理体制和管理内容方面来看，目前已不能适应社会主义市场经济发展的

要求。我国现有各类生产矿山约 28 万多个，但经两级储量审批机构审批认定的储量报告不到 1 万份，上储量表的矿产地也不足 2.5 万个。要研究改进矿产储量审批办法，依靠中介组织审批储量，加强地矿行政主管部门（包括市、县两级管理机关）的监督管理力度。

因此，为了适应我国社会主义市场经济发展要求，实施可持续发展战略，矿产资源管理工作必须要加大改革力度，加快改革步伐，紧密结合我国矿业权市场和矿业资本市场发展的新情况，调整管理方式和管理内容，尽快实现与国际惯例接轨，为充分利用国内外两种资源、两个市场创造条件。

## 第二节　矿产资源的储量管理与价值核算

矿产资源的储量管理与价值核算是矿产资源管理的基础。首先，要建立统一的矿产储量（资源）分类分级标准；然后，才能据此进行矿产资源的储量审批和价值核算，掌握矿产资源的实物量和价值量情况；再通过实物量和价值量的登记统计，为后续的矿产资源综合分析、规划分配和政策制定提供基础资料和依据。

### 一、矿产储量（资源）分类分级

矿产储量（资源）分类分级是定量评价矿产资源的基本准则，是制定矿产资源政策、规划、计划、勘查、设计、开采，进行矿产资源的有关计算、统计、评价、交易与管理的重要前提。因此，各国政府都十分关注，特别是近 10 余年来，随着科学技术和经济的迅速发展，各国都在注意研究符合本国政治、经济特点的矿产资源分类分级体系。

#### （一）我国矿产储量（资源）分类分级基本情况

我国矿产资源分类分级源自前苏联，属于技术型分类系统。新中国成立初期，主要参照前苏联 1953 年的规范。1959 年后，开始制定自己的标准。现行与矿产资源分类分级有关的标准或规定：一是 1983 年地矿部地矿司和全国地质资料局共同制定的《矿产资源总量预测试行基本要求》；二是 1988 年国家标准局颁布的《石油储量规范》；三是 1988 年国家标准局颁布的《天然气储量规范》；四是 1992 年国家技术监督局颁布的仑固体矿产地质勘探规范总则》。

1. 固体矿产储量（资源）分类分级现状

根据现行《固体矿产地质勘探规范总则》和《矿产资源总量预测试行基本要求》的规定，我国固体矿产储量（资源）分为两大类（三亚类）7 个级别。《固体矿产地质勘探规范总则》依据技术经济条件将矿产储量分为两大类：第一类能利用（表内）储量；第二类尚难利用（表外）储量。其中，第一类按矿床内、外部技术经济条件，又进一步分为 A 亚类和 B 亚类。A 亚类储量是指同时符合当前矿山建设的内、外部技术经济条

件。B 亚类是指仅具备当前矿山建设的内部技术经济条件，而外部技术经济条件差，待改善后方能利用。依据地质勘探研究程度将矿产储量分为 A、B、C、D、E 五级。根据《矿产资源总量预测试行基本要求》和地质勘探研究程度将预测储量（通常称其为资源量）分为 E、F、G 三级。

2. 石油天然气储量（资源）分类现状

根据现行《石油储量规范》和《天然气储量规范》的有关规定，我国石油天然气资源分为四大类：第一类，探明储量，依据勘探开发程度和油藏复杂程度进一步分为已开发探明储量（相当于固体矿产的 A 级）、未开发探明储量（相当于固体矿产的 B 级）和基本探明储量（相当于固体矿产的 C 级）三类；第二类，控制储量（相当于固体矿产的 C—D 级），第三类，预测储量（相当于固体矿产的 D—E 级）；第四类，远景资源量，依据普查勘探程度进一步分为潜在资源量和推测资源量两类。

3. 地下水资源分类现状

根据现行　地下水资源分类分级标准》的规定，将由补给资源和储存资源构成的地下水资源，依据开采地下水的技术、经济、环境条件以及现行法规规定，划分为允许开采资源和尚难利用资源两类。根据勘查研究程度的不同，将地下水允许开采量划分为 A、B、C、D、E 五级；将尚难利用的资源量，划分为 Cd、Dd、Ed 三级。

## （二）国外矿产储量（资源）分类分级基本情况

1. 国外固体矿产储量（资源）分类分级现状

国外固体矿产分类分级大致有两类：一个是以前苏联为代表的，属于技术型分类，为计划经济国家所使用，我国现行属于这类；另一个是以美国为代表的，属于经济技术型分类，为市场经济国家普遍接受。近些年来，随着各国经济的相互渗透和资源共享，探讨全球统一的矿产储量（资源）分类方案已引起联合国的重视和各国有关专家的关心，并在联合国欧洲经济委员会的组织下，于 1997 年 2 月 17 日提出了国际矿产储量（资源）分类框架。俄罗斯感到其现行分类系统，已成为吸引外资的一大障碍，目前正在制定新的分类分级标准。

以美国为代表的分类有两套分类方案：第一套方案，是由政府地矿工作机构制定并执行的，不要求企业遵从，强调的是资源（特别是未发现资源）。最具代表性的方案是美国原矿业局和美国地调所 1980 年提出的矿产资源和储量分类。联合国新近提出的国际分类框架实际上是这套方案的翻版；第二套方案，主要是矿业行会组织制定的，一般矿业公司都是按照这套方案估算储量并向矿政管理机构和投资管理机构报告的，侧重的是储量。最具代表性的方案是澳大利亚采矿冶金协会、地质科学家协会和采矿工业理事会联合委员会（JORC）制定的“查明矿产资源和矿石储量报告规范”中的分类。国际采矿冶金协会（CMMI）的方案也是这套方案的翻版。

美国地调所的方案，将储量（资源）、储量基础（资源）分别进行了分类，在同一矿区储量和储量基础可以并用。储量是储量基础的一部分，是指当时测定的可以经济开采、提取或生产的，可随着市场的变化而变化，而储量基础的特点，是经济上的不确定性、时间上的相对稳定性和原地性。方案中，将矿产资源分成三类五级：依据经济可行

性分为经济的、边界经济的和次经济的；依据地质可靠程度分为实测的、推定的、推测的、假定的和假想的。在储量基础（资源）分类中，实测的和推定的称为储量基础，推测的称为推测储量基础，假定的和假想的称为未发现资源。

联合国分类框架采用三维分类法，即根据经济可靠性（经济轴）、可行性评价（可行性轴）和地质研究程度（地质轴）将矿产储量（资源）分为 .10 个类别。其中，经济可靠性分为经济的、潜在经济的和内蕴经济的；地质研究程度分为详细勘探、一般勘探、普查和踏勘；可行性评价分为可行性研究（或采矿报告）、预可行性研究，将地质研究视为可行性评价的初级阶段。在详细勘探基础上，经可行性研究或预可行性研究属于经济的以及在一般勘探基础上经预可行性研究属于经济的，称其为储量。其他情形的均称为资源。

行会组织制定的方案与政府机构制定的方案相比，分类相对简单。因为，行会组织的方案主要为矿业公司所使用，矿业公司一般只关心储量，储量的评价是最重要的因素。因此，行会组织的分类中，一般不会出现储量基础、次经济资源、未发现资源等术语，但他们对其他各种类别资源和储量的评价准则和评价方法等方面的规定则更为具体、更为明确。

2. 国外石油天然气储量（资源）分类现状

国外油气资源的分类，也可大致分为两个系统：一个是以美国、加拿大为代表的西方系统；一个是以俄罗斯等国家为代表的分类。西方系统在发展演化过程中，石油工程师学会（SPE）和世界石油大会（WPC）做了大量工作，于 1994 年 6 月在斯塔万格的世界石油大会上提出了有关原则的联合报告。其中的一组定义目前已成为石油工业中首选的一种储量分类方案。该方案将地质储量、，开采储量并用，把油气资源分为探明的、概算的和可能的三大类。而俄罗斯等国家的油气资源分类，则基本上源于固体矿产所引用的术语和分类。

## （三）我国现行矿产储量（资源）分类分级系统的改革

通过上面的对比不难发现，我国现行的矿产储量（资源）分类分级与国际惯例存在很大差异。特别是固体矿产，一些重要术语的定义无法实现国际对比，严重阻碍了我国矿业领域的国际合作与交流。因此，必须尽快改革。

1. 现行固体矿产储量（资源）分类分级系统的改革思路

新的固体矿产储量（资源）分类分级标准的制定，已被国家技术监督局立项研究。通过有关专家讨论，普遍认为新标准的制定应掌握如下基本原则：首先，要与国际惯例接轨。这是扩大对外开放的需要，也是我国矿业经济走向国际矿业统一大市场的需要。第二，要符合社会主义市场经济体制下，我国矿产资源勘查、开发活动特点，要适应我国矿业经济体制改革和矿业权市场、矿业资本市场的要求。第三，要能够政企兼用。国外并行两套方案，结果政府部门对企业汇交的储量报告，必须再根据自己的分类进行转换、重新计算才能为政府使用，费时费力。而我国历来只有一套标准，政企兼用，应该坚持。第四，应带有框架性质，允许不同矿种或企业，在尊重其核心内容的前提下，作一定的灵活处理。第五，尽可能与我国现实情况相衔接，术语使用要照顾历史习惯。

基于上述原则，新标准拟作如下改革探索。

（1）原则采用联合国国际框架三维分类的基本做法。考虑到联合国框架结构简单、层次清楚，所设计的工作程序与我国现行体制具有较好的可比性。因此，采用地质研究程度轴、可行性评价轴和经济轴三维坐标来进行分类定位。

（2）地质研究程度采用四分法，与联合国框架一致。考虑到我国的习惯，分别称为预查、普查、详查和勘探。

（3）可行性评价采用三分法，也与联合国框架一致。但根据我国的情况，勘查阶段要求做技术经济评价，矿山基建程序中勘探报告提交后即进入可行性研究程序，预可行性研究不作为规定程序。同时，通过对比发现，联合国框架中对预可行性研究的要求与我国现行的技术经济评价要求有相似之处。因此，建议可行性评价分为地质研究、技术经济评价和可行性研究 3 个阶段。

（4）经济可靠程度采用四分法。考虑到美国地调所采用经济的、边界经济的、次经济的三类，与我国现行分类有可比之处，予以采纳。同时，考虑到我国现实中存在经过勘查工作而未进行技术经济评价的实际情况，其经济意义具有不确定性，建议引入联合国框架中“内蕴经济的”概念，作为第四类。

（5）引入“储量基础”概念，重新定义“储量”和“资源量”。“储量基础”是美国地调所分类中的概念，是指满足现时工业生产实践所要求最低标准的原地资源，其统计数量具有变化周期相对较长的特点，可以作为国家进行矿产资源形势分析、规划和政策制定的基础和依据。“储量”是储量基础的一部分，是指评价和计算的当时可以经济采出的那部分矿量。一般认为，在我国新分类中应仅指勘探阶段提交的经可行性研究属于经济的那部分可开采的矿量。“资源量”既包括勘查阶段提交的经技术经济评价属于次经济的那部分矿产资源（相当于现行标准中的表外矿），也包括只进行了勘查工作而未经技术经济评价、经济意义不明确的和未发现的矿产资源。

（6）关于级别问题。现行标准分 A、B、C、D、E、F、G 等七级，比较复杂，并且各个矿种在实际运用时赋予的内涵也不尽一致，因此，建议参考我国油气储量分类中的做法，分为探明的、控制的、推测的和预测的四个级别。这样做为各矿种在处理其特殊性时提供了余地。

2. 石油天然气储量（资源）分类方案的调整

在石油、天然气储量规范修订过程中，考虑到我国现行分类标准与石油工程师学会（SPE）和世界石油大会（WPC）的联合定义具有较好的相容性，因此，对原分类方案未作大的调整，仅进行了局部修正：一是为满足国家和企业两个层面上的需要，保留并重新明确了地质储量和可采储量概念。地质储量是指原地的、已发现的资源量，更具资源属性，是国家管理层面上的需要，可采储量是指现今经济技术条件下可以采出的油气量，更具资产属性，是企业经营层面上的需要。如果储量以数字形式反映，在不涉及保密的情况下，地质储量和可采储量应该同时出现。二是为了实现储量评价中实际操作的客观性，取消了基本探明储量，把原基本探明储量并入未开发探明储量。

值得指出的是，上述关于我国矿产储量（资源）分类分级改革的表述仅是一种思路，特别是对于固体矿产，某些原则和术语还有待完善。因此，为了避免混乱，凡涉及

矿产储量（资源）分类分级中有关概念的，均按现行规定的定义理解。

## 二、矿产储量审批管理

### （一）我国矿产储量审批管理现状

根据矿产资源法以及 1994 年国务院批准的地矿部“三定”方案的有关规定，矿产储量审批管理包括矿产储量的审批、地质勘探规范的制定和矿床工业指标审批下达与管理等三项基本内容。

1. 矿产储量的审批

（1）矿产储量审批的目的

我国设立矿产储量审批制度的主要目的：一是为国家进行矿山和水源地建设提供可靠的矿产储量和地质资料依据，避免由于储量不清、地质资料不可靠等方面的原因造成矿山和水源地建设的失误，减少国家投资的风险；二是监督矿产资源利用的合理性，三是代表国家确认矿产资源实物存量，为摸清国家的资源家底提供基础，为国家进行矿产资源的统计、分析和政策制定提供依据，四是维护矿业活动中的公平竞争环境，避免筹资、交易过程中储量方面商业性欺诈行为的发生。

（2）矿产储量审批机构

根据矿产资源法及其实施细则的规定，我国矿产储量审批机构只有两级。中央一级为国务院矿产储量审批机构。目前，是指全国矿产资源委员会（前身是全国矿产储量委员会），负责批准全国所有的石油、天然气和放射性矿产储量报告、重要大型固体矿产勘查报告和供大型水源地建设使用的地下水勘查报告；省一级为各省（区、市）矿产储量审批机构。负责批准全国矿产资源委员会批准的储量报告以外的矿产储量报告。

（3）矿产储量审批程序

矿产储量的审批可分为申报、送审、审查和批准四个环节。凡需要审批的矿产储量报告，探矿权人（或采矿权人）应在上一年度 u 月底前，向勘查区所在地省级矿产储量审批办事机构申报，经全国资源委办公室统一汇总、平衡后，制定下达年度审批计划。报告提交单位应按照审批计划的安排及时送审。送审的报告必须是正式报告，各种资料齐全。审批办事机构收到送审报告后，应及时组织有关专家进行审查，并提出正式审查意见。完成审查程序后，由审批办事机构起草批准书并连同审查意见书报矿产储量审批机构负责人批准。

报告审查批准期限，自收到储量报告之日起至批准书签发之日止，不得超过 6 个月。

（4）矿产储量审批的主要内容

依据审批目的，矿产资源审批的内容主要包括如下 6 个方面（以固体矿产为例）：

首先，是对地质研究程度的审查与评价。它包括：成矿地质背景、成矿地质条件和主要控矿因素是否查清；矿体规模、产状及其空间分布特征和控制因素是否查明，对矿石的质量和选（冶）加工技术性能是否查清，对有用组分的利用方式和利用途径是否查

明，水文地质、工程地质和环境地质是否查清；对工作区内具有利用价值的共、伴生矿产是否按照有关要求进行了综合勘探和综合评价。

第二，控制程度评价。它包括：勘探类型确定是否有充分依据；勘探手段的选择是否合理，勘探工程间距是否符合相应储量级别条件，各级储量比例是否达到有关规范或规定的要求。

第三，各项勘查工作质量是否达到有关规范、规定和操作规程的要求。

第四，储量计算合理性评价。它包括：矿体圈定是否严格执行矿产储量审批机构下达的矿床工业指标；储量计算方法确定是否有充分依据；各项储量计算参数的选择是否合理。

第五，是否按照有关规定的要求进行了矿床技术经济评价。

第六，资料完备程度。它包括正文、附图、附表、附件是否齐全，质量是否符合有关规定要求。

2. 地质勘探规范的制定

地质勘探规范既是矿产勘查作业者应当遵循的作业规则，也是矿产储量审批机构审批储量的依据。我国自 50 年代以来，经国务院矿产储量审批机构组织制定的各类技术规范已有 52 种。其中，12 种规范由国家技术监督局（或原国家标准局）批准颁布，其余由国务院矿产储量审批机构批准发布。这些规范的实施，对于规范我国的矿产资源勘查工作，确保我国的矿山和水源地建设具有可靠的矿产储量和地质资料依据，发挥了重要作用。

3. 矿床工业指标的审批下达与管理

矿床工业指标是界定矿产资源的标准，是监督、权衡矿产资源是否合理利用的依据，是矿产资源勘查、开发过程中资源效益与经济效益协调统一的结果。由于我国矿产资源属于国家所有，所以政府历来都要介入矿床工业指标的管理。在 1988 年以前，矿床工业指标由各工业主管部门负责管理，1988 年成立国家矿产储量管理局后，为了加强国家对矿产储量的统一管理，首次明确由矿产储量审批机构负责组织拟定矿产资源评价使用的一般工业指标，仲裁下达矿产勘探阶段有争议的正式工业指标。1994 年，在国务院批准的地矿部“三定”方案中，又进一步明确矿床工业指标由矿产储量审批机构统一审批下达。到目前为止，两级矿产储量审批机构已累计为 178 个矿区下达了矿床工业指标。矿床工业指标审批下达的一般程序：首先由地勘单位提出建议，经设计单位论证后，由主管部门推荐，审批机构批准下达。

## （二）国外矿产储量（资源）审批管理基本情况

国外矿产储量审批管理大致有两种模式。在实行计划经济体制的国家，如前苏联和罗马尼亚，与我国现行管理方式比较类似，储量报告由政府管理部门审查批准后交给采矿部门，由国家出资开发，出了问题也无从追究责任。但在市场经济国家政府管理部门并不直接审批储量。储量报告的审批也有两种情况：一是当矿业公司上市或筹集资金时，由投资管理机构（主要指证券交易所和投资银行）组织审查；二是当矿业公司的矿业权进入二级市场，需要转让时，买方要聘请行会组织的专家进行审查。市场经济国家

的政府管理部门为了摸清矿产资源家底，为编制国家发展战略和政策提供依据，按照政府制定的标准，将审批的储量和资源远景转换成统一的数据，进行统计发布。

证券交易所依据证券法和股票上市规则中的信息披露制度，不仅要求矿业公司提交储量报告，而且还要对储量报告进行较为严格的审查。证券交易所的审查，主要侧重于对编写报告的“称职人员”资格的审查，而对储量报告具体技术内容的审查不是也不可能面面俱到，以抽查、监控方式为主。如果对报告技术方面的内容和质量存有疑问，也组织审查，审查委员会成员主要是交易所自己雇佣的专家，有时也聘请一些行会组织和政府管理部门的代表参加。审查依据多数情况下是矿业行会组织制定的规范。投资银行对储量报告的审查一般要比证券交易所更为严格，因为银行不同于股本投资者，银行的贷款只能得到利息，其所承担的风险无从得到补偿，而股本投资者才是真正的高风险高收益。投资银行对储量报告审查的基本做法与证券交易所类似。

实际上，在市场经济国家的储量审批管理中，“称职人员”的责任最为重大，送交投资管理机构的储量报告必须要他们签名。通常情况下，矿业公司或其雇佣的矿产勘查技术劳务公司完成勘查工作后，要聘请或雇佣合格的“称职人员”估算储量和编写报告，他们的签字就意味着不仅要对矿业权人负责，而且还要对证券交易所、对投资银行、对政府管理部门等方面负责。因此，这些国家对“称职人员”的要求和管理都是十分严格的。通常在各国采矿冶金协会制定的矿产储量（资源）的报告规范中，对“称职人员”都有十分详尽的要求：一方面，要求“称职人员”具有相应的专业资格，是相关专业协会的成员，具有多年实际工作经验，另一方面，要求“称职人员”保持独立性、公正性。一般情况下，“称职人员”不得与矿业公司有直接、间接关系或在公司的矿地中有附带、连带权益，若有的话，必须在储量报告中予以声明。同时，在这些国家的公司法、证券法中，一般都有“称职人员”民事和刑事责任的规定。在行会组织的道德章程中也有“称职人员”必须遵守道德规范方面的规定。

### （三）我国矿产储量（资源）审批管理改革的基本思路

我国现行矿产储量的审批管理与国外主要市场经济国家做法的差异是显而易见的。无论从我国建立社会主义市场经济体制的角度考虑，还是从矿业经济全球化、市场化、信息化、一体化趋势的要求考虑，为了促进矿业资本在国内或国家之间的自由流动，必须要建立与国际惯例相类似的矿产储量（资源）管理体制。

首先，政府管理部门应不再直接审批矿产储量。随着我国社会主义市场经济体制的逐步建立和完善，我国矿业股票上市和矿业权转让行为已不断增多；对外开放的扩大，外国资本也越来越多地进入了我国矿产资源勘查、开发领域；矿业经济体制改革的推进，我国的矿业投资将要实现主体多元化，实行资本运营制度，其投资风险要由国家投资公司或企业法人承担。因此，矿产储量报告作为判别矿业投资风险的重要依据之一，已越来越引起投资者的关注。如果继续由政府直接审批储量，打风险保票，政府管理部门就应因此而承担无限责任。而实际上，一方面，政府管理部门不能承担这个责任，也承担不了这个责任，另一方面，这种做法也不利于市场机制的建立。因此，政府管理部门必须要从矿产储量的直接审批中解脱出来。

第二，矿产储量的审查应由矿产资源评价中介机构来承担。这是符合我国国情的选择。国外把矿业投资决策完全建立在对“称职人员”的信任上是有前提的，他们从国家的法律到行会组织的章程都有对“称职人员”要求与管理的详尽规定，对“称职人员”的工作建立了一套比较完整的监督制约机制。而我国，一方面，现行法规没有这方面的规定，更谈不上监督制约机制，另一方面，从观念上讲，我国的社会事务习惯于接受集体（单位）的信誉，因为实践中，个人行为通常很难追究、落实责任，只有具有法人资格的单位才能依法承担相应责任。因此，国外的这种做法在我国一定时期内还难以实行。但是，无论从投资管理机构方面还是从矿业权交易方面来讲，对储量报告进行适当审查都是十分必要的。考虑到我国的证券管理机构、投资银行目前都不可能承担储量审查的实际情况，只有培育中介机构，由中介机构来审查储量报告，对证券管理机构、对投资银行、对矿业权交易双方负责，也对政府资源管理部门负责。

第三，今后，政府部门的矿产储量审批管理应主要侧重两个方面：一是对中介机构的管理；二是对经中介机构审查的储量报告的认定。

关于中介机构的管理，政府管理部门，首先要认定其资质，制定相应的管理法规和章程，规范、监督其工作；其次要对其从业人员进行资格管理，实行持证上岗制度。中介机构应保持绝对的独立性，在法律的规范下独立运作，政府不能代行其职责，更不能无端干预。但在我国，有关管理制度还不够完善，为了确保审批质量，采取逐步过渡的方式是比较适宜的。

关于储量报告的认定，这是地质资料汇交管理制度和矿产储量登记管理制度的要求。但认定绝不是过去意义上的审批，而是相当于产权登记过程中必要的审核环节。从资料汇交管理角度的认定，是为了避免矿业权人提交虚假资料；从储量登记管理角度的认定，是为了统一储量统计的标准。这里认定应侧重如下几个方面的审核：一是报告编写人是否具有资格；二是储量是否按照规定进行了审查；三是储量计算所依据工业指标的制定是否符合管理部门的规定；四是资源的利用是否符合国家有关政策等。

第四，矿产储量审批管理的改革要在不断实践的基础上稳步推进。矿产储量的审批管理是一项十分复杂的工作。在国外市场经济国家，审批管理工作至少要涉及5个方面的机构。他们在多年的实践中，已经建立了一个比较完善的协同机制，以尽可能地减少和避免失误。从我国的现实情况看，目前，社会主义市场经济体制还处于形成阶段；矿业权有偿取得制度还有待于实施；国家地勘投入还在继续采用拨款方式，事实上，矿业权市场和矿业资本市场还没有真正形成。因此，我国的矿产储量审批管理改革必须遵循“目标要明确、步子要稳妥”的原则，根据矿业权和矿业资本市场的发展，在不断试点总结经验的基础上逐步实施。

第五，关于储量技术规范的制定。在市场经济国家，用于储量报告编制与审查的储量技术规范主要是由有关行会组织制定的。有些投资管理机构和大的矿业公司也制定自己的标准，但一般都是以行会组织的规范为基础的。而在我国，这方面的行会组织还不够发育，投资管理机构也不具备这方面的能力。因此，近期储量技术规范还必须由政府主管部门来组织制定，并在实践中逐步过渡给行会组织来制定。

第六，关于矿床工业指标的管理。在市场经济国家，无论是投资管理机构、行会组

织，还是政府管理部门，对矿床工业指标都没有具体要求。在矿产储量计算、评价过程中，采用什么样的工业指标是矿业公司自己的事。但在我国，一是矿产资源属于国家所有；二是现实的矿产资源勘查、开发活动中，采富弃贫、浪费资源、不合理利用资源的现象还相当严重。因此，政府必须对矿床工业指标进行以监督调控为主的方式加以管理。对于矿产资源评价使用的一般工业指标可由政府资源管理部门来统一拟定，对于勘查开发阶段的正式矿床工业指标，应采取以监督为主的管理方式。

## 三、矿产资源价值核算

矿产资源是国民经济和社会发展的物质基础，国民经济的发展必然要伴随着矿产资源的消耗。但是，我国国民经济核算体系中没有矿产资源及其他自然资源和环境的核算，国民经济核算帐户中也没有包含资源帐户。因此，为了客观地反映国民经济运行与矿产资源增长、消耗的关系，必须对矿产资源进行核算，并纳入国民经济核算体系，为国家宏观经济决策提供科学依据，只有这样才能真正实现资源、环境与经济、社会的协调发展。在矿产资源实物量核算基础上，进行了矿产资源价值核算并建立价值帐户，矿产资源纳入国民经济核算体系才能得以实现。

关于矿产资源价值核算问题的研究，在 80 年代中期以来，各国政府和一些国际组织研究机构，尤其是联合国统计署、联合国环境规划署、世界银行以及世界资源研究所等做了大量工作，并且在一些理论和方法问题的研究上取得了重要进展。国内关于矿产资源价值核算的研究始于 1984 年，国务院发展研究中心、国家科委、国家统计局、地矿部、国家国有资产管理局等单位先后组织过有关的理论研究和实际调查工作，并在矿产资源定价理论、定价方法和矿产资源核算理论、核算方法等方面取得了重要研究成果。1993 年，地矿部以 1990 年矿产品不变价作为基础，首次计算了截至 1992 年底我国矿产资源潜在价值（总值）。1995 年，在国家科委组织研究的《中国资源核算研究》的专题研究报告中，提出了一套矿产资源价值核算指标体系，这套指标体系由矿产资源潜在价值（总值）、矿产资源开发期望产值、矿产资源勘查劳动价值、矿产资源净价值和矿业权价值等五项指标组成。矿产资源净价值为矿产资源开发期望产值扣除勘查、开采成本后的资源价值。矿产资源价格为核算期内矿产品平均价格减去矿产品开发要素成本，并建议采用逆算净价法或收益净现值法确定。

实际上，目前我国在矿产资源价值的核算方面，尚处于研究阶段，还没有成为行政管理的实质内容。因此，关于矿产资源价值核算的有关理论、方法知识，请参阅有关资料。

## 四、矿产储量登记统计管理

矿产储量登记统计管理是矿产资源管理的重要组成部分。通过矿产储量的登记和统计分析：一是可以全面掌握国家的矿产资源家底情况，实现矿产储量的动态管理；二是可以建立矿产资源的实物帐户和价值帐户，为矿产资源核算并纳入国民经济核算体系奠

定基础；三是可以为国家和有关管理部门进行矿产资源利用的规划、计划、调控以及制定有关政策提供依据，为企业勘查开发利用矿产资源提供信息。

## （一）矿产储量登记统计管理现状

依据现行规定，矿产储量登记统计管理由储量登记和储量统计两项基本内容组成，储量登记是储量统计的基础，储量统计是储量登记的延续。

1. 矿产储量登记管理

依据《矿产储量登记统计管理暂行办法》（以下简称“储量登记办法”）（部令第20号）的规定，矿产储量的登记是为体现国家对矿产资源的所有权，实现国家对矿产资源管理的需要而设立的一项储量注册程序。这是国家对矿产资源资产的认定过程，也是探矿权人、采矿权人必须履行的一项法定义务。

（1）储量登记范围

根据储量登记办法的规定，下列矿产储量必须登记；

①矿区不同勘查阶段所探明的各种矿产D级以上（含D级）的矿产储量；

②开办矿山企业所占用的以及矿山原储量登记范围内新探明D级以上（含D级）的矿产储量：

③采矿登记范围、开采矿种或企业（包括名称变更和矿业权转让）发生变更后，矿山企业所占用D级以上（含D级）的矿产储量；

④地面工程建设项目经批准压覆的，在目前经济技术条件下无法采出的D级以上（含D级）的矿产储量。

（2）申报登记程序及有关要求

①地勘单位新探明矿产储量的登记。对于新探明的矿产储量，地勘单位应在储量报告批准后3个月内向作业区所在地的省级储量登记统计管理机关申报登记。对于外商独资、中外合资、中外合作勘查项目，由申请勘查登记的一方（或合同约定的一方）申报；对于跨省级行政区域的项目，应到原发放勘查许可证的管理机关申报。申报登记时，须持有下列文件：本勘查项目的勘查许可证；矿产储量审批机构对本勘查项目探明储量的批准文件；勘查探明矿产储量申请登记表。

②矿山企业占用矿产储量的登记。开办矿山企业应在主管部门对矿山建设项目批准后，领取采矿许可证前申报登记占用的矿产储量，并提供下列资料：经采矿登记管理机关划定的矿区范围；有关主管部门对矿山建设项目的批准文件；矿山企业占用矿产储量申请登记表。

国务院和国务院有关主管部门以及省级人民政府批准开办的矿山企业，其占用储量由矿区所在地的省级地矿主管部门登记；市（地）、县级人民政府批准开办的国有矿山企业，由市（地）级负责地矿管理工作的部门登记；市（地）、县级人民政府批准开办的集体矿山企业、私营矿山企业和个体采矿者，由县级负责地矿管理工作的部门登记。采矿登记范围跨县级以上行政区域的矿山企业，其占用储量到原批准开办矿山企业的管理部门所在地同级管理机关登记。

对于因地质工作程度低，没有计算D级以上（D级）矿产储量的矿产地，现由集体

矿山企业或个体采矿者开采的，应由开采单位或个人委托地质勘查单位简测并计算占用储量并经储量审批机构审批认定后，方可进行登记。

③矿区范围、开采矿种或企业变更后占用矿产储量的登记。矿区范围、开采矿种或企业变更后，申请占用矿产储量登记时须提供下列文件：有关主管部门对矿区范围、开采矿种或企业变更的批准文件；采矿登记管理机关批准变更登记凭证，矿山企业占用矿产储量登记表。

④建设项目压覆矿产储量的登记。压覆矿产储量的建设项目，建设单位应在该项目批准后一个月内申报登记被压覆的矿产储量，国务院和国务院有关主管部门批准的建设项目，其压覆储量到全国储量管理机关申报登记；省级、市级和县级人民政府批准的建设项目，到当地矿产储量管理机关申报登记。申报登记时，须持有下列文件：地质矿产主管部门对压矿的意见；该建设项目的批准文件；建设项目压覆矿产储量申请登记表。

(3) 申报登记人及其权利和义务

矿产储量申报登记人是指各地勘单位、矿山企业和压覆矿产储量的项目建设单位。

①申报登记人的权利。依法履行矿产储量登记和提供矿产储量统计资料的勘查、开采单位和建设单位，其合法权益受法律保护。勘查探明的矿产储量经过登记后，探矿权人依法享有优先取得该矿产资源的采矿权的权利；开办矿山企业占用的矿产储量经过登记后，作为采矿权人占用该矿产储量的依据；建设项目压覆的矿产储量经过登记后，地质矿产主管部门不再受理采矿者对该矿产资源的采矿申请。

(2) 申报登记人的义务。按照储量登记办法规定履行矿产储量登记手续；每年按《矿产储量表填报规定》要求，全面、准确、及时地填报基层矿产储量表，提供的年度矿产储量统计资料，不得虚报、瞒报、拒报、迟报，不得伪造、篡改。

2. 矿产储量统计管理

我国矿产储量统计工作，始于 50 年代初期。1986 年矿产资源法的公布，规定“各类矿产储量统计资料，实行统一的管理制度，按照国务院规定汇交或者填报”。从此，矿产储量统计工作走上了法制化轨道。矿产储量统计管理，包括一年一度的矿产储量表及相应储量通报的编制和有关数据库的管理。通过 40 多年的探索和完善，我国的矿产储量表体系，已经成为国家唯一具有权威性的矿产资源综合信息统计资料。

(1) 矿产储量表的基本内容

根据 1986 年 6 月 16 日国家统计局批准认可的矿产储量表格式，共由 13 栏组成，其基本内容有：矿区编号；矿区名称、位置及交通条件；矿石类型及质量指标，储量级别，保有储量、累计探明储量、尚难利用储量的数据信息；年度开采量、损失量及储量增减情况；报告名称和审批情况；开采利用情况；矿体规模和形态；水文地质条件及开采有利不利条件；共伴生矿产的综合利用情况及选冶性能；其他需要说明的事项等。

(2) 矿产储量表的编制管理

矿产储量经登记后，申报登记人应依据《矿产储量表填报规定》，每年根据矿产储量变化情况如实填报基层矿产储量表，经本单位领导签署后，于次年 1 月底前报有关管理部门审查：地勘单位填报的，由其主管部门审查，无主管部门的，由所在地省级地矿主管部门审查；中央和省级直属国有矿山企业填报的，由所在地省级地矿主管部门审

查；市、县所属国有矿山企业填报的，由所在地市级人民政府负责地质矿产管理工作的部门审查；集体矿山企业、个体采矿者填报的，由所在地县（市）人民政府负责地质矿产管理工作的部门审查。经审查后的基层矿产储量表于2月15日前报所在地省级地矿主管部门汇总，并编制全省（区、市）矿产储量表，发送本省（区、市）人民政府各有关管理部门。

同时，省（区、市）矿产储量表及其相应的分析资料，还应于每年3月底前上报国务院地矿主管部门。国务院地矿主管部门根据各省（区、市）矿产储量表及其相应的分析资料编制全国矿产储量通报，报送国务院及其有关管理部门。

3. 矿产储量数据库管理

自1986年开始，为了实现矿产储量表编制和相关统计工作管理的现代化，在国家计委支持下，地矿部开发研制了与矿产储量表配套的矿产储量数据库，并于1990年投入使用，从而实现了数据存取、更新、统计分析、报表生成、编辑排版打印等项工作的计算机化，结束了长期以来依靠手工统计汇总和编表的历史，大大提高了数据收集、汇总和信息发布的效率。现行储量数据库共分两级（全国和省级）、三库（金属、非金属和固体燃料矿产数据库）。到目前为止，全国库共储存有151种矿产，2.5万个矿产地的全部储量数据及开发利用状况信息，每个矿产地共有200多个数据项。

## （二）矿产储量登记统计管理制度的改革

矿产储量的登记统计是国家全面掌握矿产资源家底的重要手段，虽然过去的工作为国家管理矿产资源、制定矿产资源政策提供了重要依据，但随着我国社会主义市场经济体制的建立和矿业管理体制的改革，现行管理制度也暴露了不少问题：一是监督制约措施不力。这有立法上的原因，也有体制改革方面的因素，有些工业主管部门已不再是政府机构，不能发挥统计资料的审核监督作用。具体表现是有些地勘单位和矿山企业迟报、虚报、不报矿产储量统计资料，从而影响了全国矿产储量统计资料的质量。二是部分储量和资源量没有纳入登记统计范围，如一些小矿和地质工作程度比较低的矿区的资源量，从而造成储量统计成果不能完全反映我国的矿产资源家底。三是现行储量表的内容不能满足矿产资源核算的要求。四是信息服务的对象主要是政府管理部门，如储量表按照规定目前只发至省级以上管理部门，而为省级以下地方政府的管理和企业、市场服务体现不够。此外，为政府管理部门的服务也严重滞后，每年正式统计资料发布都在全国人代会之后。

因此，为了保证统计资料的质量，更好地为政府管理和企业经营两个层面服务，必须改革现行的储量登记统计管理制度：首先，矿产储量的登记、年度统计资料的提供应作为矿业权人的重要义务，纳入矿业权管理制度，以保证储量的全面登记和统计资料的及时提供；第二，为了全面掌握国家的矿产资源家底，登记统计范围应覆盖矿产勘查和矿山生产各个阶段中各种类别和级别的矿产资源储量信息。同时，为适应这一要求，储量表应按照储量规模实行省（区、市）和市两级编制，并最终汇总到国务院地矿主管部门；第三，为了提高统计资料的可靠性，配合储量审批管理的改革，设置地矿主管部门必要的、统一的储量认定程序，第四，储量表内容应符合矿产资源核算，建立矿产资源

实物帐户、价值帐户的要求，全面反映矿产资源实物量和价值量的增量、减量和存量情况；第五，进一步提高储量登记统计的现代化管理水平，扩大服务范围，既为政府管理部门，也为企业、市场及时提供信息服务。

## 第三节　矿产资源形势分析与政策研究制定

矿产资源形势分析与政策研究制定是我国矿产资源管理的重要内容。在矿产资源实物量认定和价值量评估的基础上，依据矿产资源的有关统计结果，通过矿产资源形势分析、编制并实施矿产资源规划、研究制定并实施相应的矿产资源政策，为实施国家矿产资源供需的当前和长远目标进行宏观调控，为合理开发利用

### 一、矿产资源形势分析

矿产资源形势分析是指在相关统计资料和大量实际调查研究的基础上，对现时或未来一定时期内矿产资源供需形势的客观分析和科学预测，并提出矿产资源利用与配置等方面的政策建议。其目的：一是为国家编制矿产资源规划、确定矿产资源发展战略、制定矿产资源政策、实施对矿产资源开发利用的宏观调控提供依据；二是为矿山企业的微观经济决策提供综合信息资料。

#### （二）矿产资源形势分析的主要种类

依据目标范围和预测期的不同，矿产资源形势分析大致有如

（1）全球矿产资源形势分析是指根据各国有关管理机构和国际相关组织提供的统计信息，对全球矿产资源储备形势以及矿产品生产、消费、贸易和价格等情况予以分析，并对市场贸易前景、未来供需形势以及世界矿业发展趋势等进行相应预测，目的是为国家实施利用两种资源、两个市场战略提供决策依据。

（2）全国和省级行政区的年度矿产资源形势分析是指依据国内年度矿产资源的统计资料和国外相关信息，研究本年度矿产资源储备、产供销变化情况以及政府采取的有关重要决策和措施，分析矿产勘查、开发、利用和进出口等方面存在的问题，并提出相应的对策与建议。

（3）中长期的矿产资源形势分析是指为国家制定国民经济和社会发展规划、矿产资源发展战略与规划等提供依据，而进行中长期的矿产资源形势分析。一般依据的资料要相对扎实，分析的内容要更为全面。如 1987 年、1992 年由国家计委、地矿部组织的矿产资源保证程度论证。

（4）区域性矿产资源形势分析是指根据矿产资源自然禀赋规律，对区域内矿产资源进行综合分析，确定区域矿产资源优势，提出优化配置意见和有关矿产资源勘查、开发和利用建议。

（5）不定期的专题性矿产资源形势分析是指根据当时世界资源形势的变化和国民经

济发展的需要，或为某项矿产资源政策的发布与实施提供依据，而进行的专题性研究工作。如矿产品市场分析、矿产资源储备的分析以及单矿种特定区域的资源形势分析等。

### （三）矿产资源形势分析的主要内容

矿产资源形势分析通常要包括如下基本内容：

（1）探明矿产资源现状及其结构特点分析，包括探明储量及其勘查程度和利用情况；矿种配套程度及其综合地位和相对地位；保有储量及其地域分布、规模、质量特点和技术经济属性评述等。

（2）矿产资源潜力和远景分析，主要包括成矿远景区预测和矿产资源总量预测。成矿远景区主要是依据区域成矿地质条件根据有关成矿理论来确定，一般采用定性与定量相结合的方法，以定量方法为主。矿产资源总量的预测方法很多，目前较为常用的有区域价值估计法、体积估计法、丰度估计法、矿床模拟法和德尔菲法等。

（3）矿产资源需求形势分析是指对预测期内国民经济发展对矿产资源需求量的预测。常用的方法主要有消费比例系数法、弹性系数法和回归分析法。

（4）矿产资源对国民经济建设的保证程度分析是指利用当前的保有可采储量，来分析其对未来一定时期内，国民经济建设的保证程度，通常采用静态（储采比法）和动态保证程度分析两种方法。其中，静态保证程度分析法，只能用于粗略的保证程度分析。

（5）矿产资源勘查和开发规划建议是指根据矿产资源现状、潜力及保证程度分析结果，提出矿产资源勘查、开发的战略重点、规划目标、总体布局、具体工作部署和相应的对策措施建议。

### （四）矿产资源形势分析成果的公布

根据政府管理和企业经营两个层面上的需要，除区域性和不定期的专题性矿产资源形势分析用于特殊目的外，其他例行的矿产资源形势分析工作成果均已形成了固定公布形式，主要有《国外矿产资源年报》、《中国（或省、区、市）矿产资源年报》、《国内外矿产品市场形势年度分析与价格年度通报》、《我国矿产资源对国民经济和社会发展保证程度论证报告》（每五年一轮）以及在上述工作基础上形成的《我国矿产资源若干政策建议报告》（年度）和《国内外矿产资源勘查开发投资指南》（不定期）等。其中，“若干政策建议报告”是提交人代会的专报，“保证程度论证报告”主要提供国务院及其有关管理部门用于制定矿产资源利用的宏观政策，其他形式均是向社会发行的公开成果。

## 二、矿产资源政策的研究与制定

### （一）矿产资源政策的涵义

矿产资源政策是国家为了实现某个时期的社会经济发展目标，而对矿产资源的勘查、开发、利用和保护所制定的行动准则。矿产资源政策的制定应立足于资源和技术、经济条件，把需要与可能，全局的长远利益与局部的近期利益较好地结合起来，应全面

反映政治、经济和自然等各种因素。由于矿产资源从被发现到勘查、开发、生产、销售、使用、储备、保护到二次利用，是一个多阶段、多工序的复杂过程，每个环节都是由国民经济若干部门的活动组成的。因此，指导这个全过程的矿产资源政策应该是一个多层次的政策体系。

### （二）研究制定与实施矿产资源政策的目标

研究制定与实施矿产资源政策的目标；一是促进有潜力的矿产的储量增长与消耗速度保持在国民经济发展可接受的范围内，保证国土综合开发和社会经济发展对矿产资源的需求：二是建立矿产资源合理开发、有效保护、综合利用、节约使用机制，实现矿产资源的持续利用；三是建立合理的税赋、价格、社会负担机制，促进地勘业和矿产采掘业经济的发展，四是参与国际资源再分配，充分利用国外资金和资源；五是确定国家对矿产资源的合理储备，维护国家的经济安全。

### （三）矿产资源政策的主要内容

根据我国矿产资源条件和矿业经济发展特点，我国的矿产资源政策包括如下主要内容。

（1）矿产资源勘查政策是指国家为了加强矿产资源的勘查工作，不断地为矿业开发提供后备基地而采取的一些具体政策。如近些年来，针对国拨地勘费严重不足和后备勘探基地普遍紧张的状况，国家调整了地质勘查区域布局和矿产资源勘查结构，提出了重点加强能源、黄金、铜及非金属矿产的勘查政策，相应地建立了金、银勘查基金、铜矿地质勘查专项补助经费以及石油、天然气和煤矿勘查专项基金。同时，引入市场机制，实行探矿权有偿取得和依法转让制度等政策、措施。

（2）矿产资源开发政策是指为了提高我国矿产资源的利用水平，切实改变粗放经营方式，保证国民经济发展需求，而采取的促进矿业发展、加强矿产开发管理的有关政策和措施。如自 1985 年以来，国家对能源、黄金、铜等重要矿产开发利用实行了投资倾斜政策。国家鼓励地方政府投资开发矿产资源，鼓励发展各类所有制形式的矿山企业等。

（3）矿产资源经济政策是指国家为了振兴矿业，使地勘业和矿产采掘业获得较好的经济效益而采取的鼓励和倾斜性政策措施。如部分减免资源补偿费和资源税、放开矿产品价格、发展中西部矿业优惠贷款、改革矿业投融资制度等。

（4）矿产资源综合利用政策是针对我国共、伴生矿产资源十分丰富并具有广阔利用前景的实际情况，国家为鼓励矿产资源的综合利用而采取了一系列优惠政策。如国家对充分回收和合理利用固体废物的，在经济上提供优惠和支持政策；对综合利用矿产资源的生产和建设实行优惠政策等。

（5）矿产资源保护政策是指国家为节约利用资源、加强对矿产资源的保护，而制定并实施的有关保护政策和措施。如国家依法加大了矿业秩序的治理整顿力度；建立了“三率”考核制度和矿产督察制度；设定了保护性开采的特定矿种和国家规划矿区以及建立开采回采率与补偿费挂钩的制度等。

（6）利用两种资源两个市场政策是指国家为了弥补国内矿产资源的不足，在资源全球化的趋势下，为充分利用境外资源、适度限制国内矿产品出口，而采取的有关政策和措施。如国家鼓励国内企业到国外勘查、开发矿产资源；对部分重要矿产品实行免征进口税政策；国家不鼓励国内紧缺的大宗资源性产品出口，并限制部分矿产品出口等。

（7）鼓励外商来中国投资勘查、开发矿产资源政策，是指国家为了吸引境外投资勘查、开发我国的矿产资源，而采取的有关政策和措施。如国家制定了“外商投资产业指导目录”。同时，加强了立法，为外商投资创造有利的法律环境。

（8）矿产资源储备政策是指国家为了防止重大自然灾害的影响及战略性需要而对部分矿产资源及矿产品实行储备的政策。我国对储备政策的研究尚不够。目前，对一些影响国民经济建设及人民生活的大宗矿产品（如煤炭、原油等），在部分大中城市建立了生产消费性储备。但对一些重要矿产品、原料以及原地资源的：战略性储备重视不够，特别是对我国在世界上具有优势的，并能影响经济安全的战略性资源的储备研究还不够。

## 第四节　矿产资源规划管理

矿产资源规划是国家对矿产资源处置权的体现。国家要对全国矿产资源作战略储备，并对鼓励开发、允许开发、限制开发和禁止开发的矿种和地区作出统筹规划。矿产资源规划管理包括全国矿产资源规划的编制与组织实施两个基本环节。

### 一、矿产资源规划的法律依据

根据矿产资源法第 7 条的规定，“国家对矿产资源的勘查、开发实行统一规划、合理布局、综合勘查、合理开采和综合利用的方针”。在矿产资源法实施细则以及 1994 年国务院批准的地矿部“三定”方案中，又进一步明确地矿部负责组织编制全国的矿产资源规划。

### 二、矿产资源规划的涵义

矿产资源规划是国民经济与社会发展总体规划的一个组成部分，是指一个国家或地区，以协调社会经济发展，使资源得以优化配置，合理开发利用为宗旨，以资源的合理积累、储备、消耗及保护生态环境为主要内容，按照法定程序制定的，用于指导矿产资源勘查、开发规划编制以及矿产资源具体政策制定的综合性规划。

### 三、矿产资源规划的目的

我国对矿产资源实行统一规划的目的：一是为了维护矿产资源国家所有权益，加强

国家对矿产资源开发利用的宏观调控，体现国家作为矿产资源所有者的意志，合理处置矿产资源；二是协调当前与长远、国内与国外、中央与地方、地方与地方之间对矿产资源的需求，促进矿产资源的优化配置与合理利用；三是节约利用有限的矿产资源，有效保护资源与环境，促进国民经济持续、快速、健康发展。

## 四、全国矿产资源规划的编制与实施

根据矿产资源法实施细则的规定，1994 年，在国家计委的指导下，地矿部组织国务院有关主管部门和各省（区、市）人民政府开始编制《1996～2010 年全国矿产资源规划》，历经 3 年努力，于 1997 年完成，并上报国务院审批。全国矿产资源规划的主要内容包括两个方面：

（1）根据国民经济和社会发展对矿产资源的需求，依据我国矿产资源现状、潜力以及矿业发展和国内外矿产品市场的变化，提出了我国矿产资源勘查、开发的发展战略及相应的方针政策，规划出需要由国家储备的矿种（或矿区）和一定时期内鼓励开发的矿种、限制开发的矿种以及禁止开采的矿种或某矿种的某些矿产地。

（2）根据我国矿业发展状况，结合行业和地区经济发展的需要，对允许开发的矿产，合理划定了中央与省（区、市）人民政府规划以及国家储备矿产资源的具体范围。纳入本轮矿产资源规划分配的矿区共 4954 个。其中，划归中央规划的 800 个，委托省（区、市）人民政府规划的 3674 个，国家储备的 349 个，尚有 131 个矿区未作划定，需进一步协调解决。

全国矿产资源规划经国务院批准后，拟通过两种主要方式实施：一是监督指导矿产资源行业开发规划和地区开发规划的编制与实施。依据矿产资源法实施细则的规定，对于不符合全国矿产资源规划有关要求的矿产资源行业开发规划和地区开发规划，国家计委和地矿部应当予以纠正，二是对于纳入全国矿产资源规划并划定了规划开发范围的矿产资源，逐个矿区制定“矿产资源规划意见书”，并通过监督落实“规划意见书”的要求来确保全国规划目标的实现。“规划意见书”的主要内容，包括矿区资源的开发利用方向、开发规模、资源回收、综合利用和资源保护、环境保，护等方面的具体要求。

## 五、矿产资源规划管理的改革

矿产资源规划对矿产资源勘查、开发活动具有重要指导作用，编制与实施矿产资源规划是国家对矿产资源利用实施宏观调控的有效措施之一。同时，党的十五大从实施可持续发展战略，协调资源、环境与社会、经济发展的高度提出了“统筹规划国土资源开发与整治”的基本方针。因此，矿产资源管理必须要高度重视并切实做好我国矿产资源的统一规划工作。考虑到现行的全国矿产资源规划，实际上是一种矿产资源的行政性分配规划，其基本内容已不能适应我国建立社会主义市场经济体制的要求，影响了市场机制在资源配置过程中基础性作用的发挥，必须予以调整。今后，规划工作将以保障国民经济持续发展对矿产资源的需求，促进资源、环境与社会、经济协调发展为根本目标，

有计划、有步骤地开展矿产资源经济区划工作。

矿产资源经济区划是指根据我国生产力的总体布局，在查明矿产资源的地质条件和所处经济社会条件的基础上，从矿产资源和经济条件的实际情况出发，根据经济发展的需要，按照经济发展水平的地域差异等客观规律，以区别区间差异性和归纳区内共性的方法，把矿产资源和与其相关的经济社会条件在不同国土地域上，划分出不同类型矿产资源经济区的一项工作。其基本特点是：定性分析与定量分析相结合，以定量分析为主，采用定量化的区划指标，建立适宜的区划模型（包括图示模型和数学模型），科学、直观、准确地反映区划地区内资源条件和社会经济条件最本质的特点，以及区划地区之间的相关关系和主要参数。

通过矿产资源经济区划的研究，把区域资源条件与区域社会、经济条件紧密结合起来，采用实证分析与对比研究，使各要素在区际、区内得到合理关联与协作，促进资源的优化配置和产业的合理布局，从而实现国民经济与区域经济、资源环境和社会经济的协调发展。依据我国矿产资源区域分布特点以及矿业开发和地区经济发展水平的差异，矿产资源经济区划可分为：一级矿产资源经济区划（全国范围的综合性区划）、二级矿产资源经济区划（跨省级行政区的综合性区划）和三级矿产资源经济区划（专项经济区划）。

## 第五节　地质资料汇交管理

地质资料是人们通过劳动对客观地质体和矿产资源进行勘查、开发的成果反映，是国家的重要档案资料。法律规定由国家实行统一管理。地质资料汇交管理是地矿行政管理的重要内容。本节按现行法规介绍了管理内容，并提出了在市场经济条件下改革的设想。

### 一、地质资料汇交管理现状

根据矿产资源法第 14 条的规定，我国对矿产资源勘查成果档案资料实行统一管理。国家设立地质资料汇交管理制度的目的：一是为了维护矿产资源国家所有权益，地质资料作为矿产资源最详细的说明书，国家必须要对其进行统一管理，以实现国家管理矿产资源的需要；二是通过向社会提供借阅使用地质资料，更好地发挥它的经济效益和社会效益；三是通过对汇交资料的二次开发，为政府管理决策和企业经营决策提供信息和依据。

地质资料汇交管理的现行依据是 1988 年经国务院批准地矿部发布的《全国地质资料汇交管理办法》（部令第 1 号）以及 1989 年地矿部制定的《全国地质资料汇交管理办法实施细则》（部令第 5 号）。

## （一）地质资料汇交管理机构

全国地质资料汇交管理机构是统一管理全国各种地质资料的国家机关，是国家地质资料汇交管理的一级机构，主管全国地质资料汇交工作，负责全国地质资料汇交工作的统筹规划、组织协调和统一管理，负责对省级地质资料管理机关工作的监督和指导；归口管理全国地质资料馆业务，并协调、指导地勘行业有关部门地质档案资料机构的工作。

各省（区、市）地质资料汇交管理机构是统一管理本省（区、市）各种地质资料的国家机关，是国家地质资料汇交管理的二级机构，在全国地质资料汇交管理机构的指导下主管本省（区、市）地质资料汇交管理工作；负责本行政区内地质资料汇交的督促、检查，并依法履行行政执法职能；归口管理本省（区、市）地质资料馆业务；并协调、指导本省（区、市）地勘行业有关部门地质资料机构工作。

全国和省（区、市）地质资料馆是国家集中管理地质资料的事业机构，负责接收、收集、整理和保管汇交的地质资料，并提供借阅使用。全国地质资料馆负责接收、保管全国范围内重要的、具有全局性意义的地质资料；省（区、市）地质资料馆负责接收、保管本行政区内应予汇交的所有地质资料。

## （二）地质资料的汇交范围

根据资料汇交办法的规定，下列各类地质资料应予汇交：

（1）区域地质调查资料，包括各种比例尺的区域地质调查报告及图件；

（2）矿产地质勘查资料，包括普查、详查、勘探以及矿山基建、生产勘探和闭坑地质报告；

（3）各类石油、天然气地质资料；

（4）各类海洋（含远洋）地质调查、矿产调查资料；

（5）各类水文地质、工程地质勘查资料；

（6）各类环境地质、灾害地质调查资料；

（7）地震地质资料，包括自然地震地质调查、宏观地震考察、地震烈度考察报告等；

（8）地球物理、地球化学、遥感地质勘查资料；

（9）地质科学研究成果及综合分析资料；

（10）其他地质资料，包括天体地质、火山地质、极地地质、第四纪地质、新构造运动、冰川地质、黄土地质、冻土地质以及土壤、沼泽调查等地质资料。

## （三）地质资料汇交义务人及其权利

地质资料汇交义务人是指矿产资源的探矿权人、采矿权人以及其他从事地质工作的单位和个人。按照资料汇交办法的规定履行了资料汇交义务的单位或个人，根据国家的有关规定对其汇交的地质资料享有如下权利：占有、使用、转让和收益的权利；申请保护商业性秘密的权利；申请科技成果奖的权利；在其合法权益受到侵害时，可以向有关

部门提出申诉，或者依法向人民法院起诉。

## （四）地质资料汇交的有关要求

1. 地质资料汇交期限要求

从评审验收合格之日起，区域地质调查，区域水文地质、工程地质调查，区域物探、化探，遥感地质调查和大中型矿区的勘探地质资料，须在 2 年内汇交。其他地质资料，须在 1 年内汇交。

2. 地质资料汇交份数要求

除小型水文地质、工程地质资料以及远洋地质、极地地质、天体地质的地质资料可汇交一式二份外，其他属于汇交范围的地质资料，一律要求汇交一式四份。

3. 地质资料汇交的受理机关

地质资料的汇交一律由工作区所在地的省级地质资料管理机关受理。要求汇交四份的项目，其中两份由受理机关转送全国地质资料馆。在远洋、极地从事地质工作的项目，其地质资料的汇交由全国地质资料馆负责受理。

工作区跨省级行政区的，其地质资料应分别向工作区所涉及的省级地质资料管理机关汇交（一式两份）。其中，属于应向全国地质资料馆汇交的项目，其地质资料（两份）由主要工作区所在地的省级地质资料管理机关负责转送。

## （五）违反地质资料汇交管理法规的处罚

1. 不按规定汇交地质资料行为的处罚

根据资料汇交办法第 18 条的规定，不按期汇交地质资料的，由资料管理机关提出警告、通报，并限期补交；无正当理由不按期补交的，可处以 10000 元以下的罚款，并停止其借阅地质资料，直至补交为止。

2. 有关侵权行为的处罚

未经地质资料汇交权利人同意，擅自将其汇交的属于有偿使用范围的地质资料，用于非法转让或其他营利活动，属于侵权行为，应当依法承担相应的侵权责任。依据资料汇交办法及其实施细则的有关规定，对擅自将全国地质资料馆或省（区、市）地质资料处（馆）馆藏的或借阅复制的有偿使用范围的地质资料，用于非法转让或其他营利活动的单位或个人，地质资料管理机关除责令其交回资料外，应停止其借阅地质资料的权利 i ~ 3 年，没收违法所得，并处以 50000 元以下罚款。情节严重构成犯罪的，应依法追究其刑事责任。

3. 管理机关工作人员违反有关规定的处罚

地质资料管理机关工作人员违反规定不按期或不按规定提供馆藏地质资料借阅使用的，或玩忽职守，造成地质资料损失的，应当给予责任人员行政处分，造成严重后果的，依法给予经济处罚，直至追究其刑事责任。

## （六）汇交地质资料的利用

为了使汇交的地质资料发挥更大的经济效益和社会效益，根据资料汇交办法及其实

施细则的规定，两级资料管理机构对汇交的地质资料：一是及时提供社会借阅使用，并定期公布各自馆藏的地质资料目录。如 1996 年度，全国和各省（区、市）资料馆共接待查阅资料 219635 人次，借阅资料 510899 份次、2723703 件次；二是针对不同需要，采取多种方式，组织资料信息的二次开发，为政府管理部门的决策和社会经济活动提供有关信息和依据。

## 二、地质资料汇交管理的改革

我国现行地质资料汇交管理制度是在计划经济体制下设立的。在计划经济体制下，由于地质资料全部是由国家投资形成的，所以，国家为了避免各部门的资料封锁，充分发挥地质资料的作用，减少和避免重复性地质工作，建立了地质资料的统一汇交制度，其根本目的是为了提供全社会使用，提高国家矿业投资的效益。同时，通过行政命令设立了汇交机制。但进入市场经济体制以后，特别是随着我国矿业权制度的建立，矿业投资出现了多元化局面，地质资料与矿业权的依附关系已越来越清晰。因此，地质资料全部提交政府并无条件地提供社会使用的前提已不复存在。通过行政命令建立汇交机制的效力，也在发生动摇。具体表现是地质资料的汇交一度出现了滑坡现象，特别是近些年来，欠交、拒交现象十分严重。究其根本原因是汇交人担心因汇交资料的泄密而影响其自身利益。

实际上，在国外市场经济国家，地质资料的汇交管理也是地矿行政管理部门的重要职责之一。但他们的管理方式与我国现行管理制度有很大区别：其一，资料的汇交执行矿业权管理制度的有关规定。在这些国家的矿业法中，都明确规定汇交资料是矿业权人必须履行的法定义务。汇交内容不仅包括项目最终报告，而且还包括项目实施过程中的年度报告。汇交目的，既是政府监督与管理矿业权的需要，又是政府为支持国家决策、促进企业投资而进行的矿产资源信息分析工作的需要；其二，严格界定公开文档系统与保密文档系统。在市场经济国家，由于矿业权制度的建立，一般汇交的资料绝大部分要进入公开文档系统，向社会提供公开服务，但必须以不损害汇交义务人的利益为前提。对于汇交义务人的专有信息，一般应矿业权人要求在矿业权有效期内予以保密，有的国家在矿业权终止后，还可适当延长保密时间。如英国王室矿产机构对金矿资料的管理，通常在许可证终止后，如果企业认为有必要，还可以保密 4 年。

因此，无论从与国际惯例接轨的角度看，还是从我国矿产资源管理需要的角度讲，我国地矿行政主管部门对地质资料实行统一的汇交管理还是十分必要的。但为了确保地质资料的全面汇交，更好地为政府管理部门和矿山企业提供信息服务，必须加大对我国现行地质资料汇交管理制度改革的力度，以适应我国社会主义市场经济发展的要求和建立矿业权管理制度的新情况。

首先，地质资料汇交管理要与矿业权管理制度相衔接。一方面，地质资料汇交的要求要符合矿业权管理的需要；另一方面，汇交地质资料应作为矿业权人的法定义务，纳入矿业权监督管理内容。

其次，要区分不同出资者汇交的资料以及公益性资料和商业性资料。对于国家出资

形成的资料，应在汇交要求和管理方式上与非国家出资形成的资料有所区别。属于公益性的地质资料应无条件提供社会使用；商业性资料应根据矿业权管理的有关规定予以适当保密。

第三，要界定政府、出资人和勘查技术劳务公司保存资料的范围。政府要求汇交的资料应以满足政府管理、统计的需要为前提，适当减少汇交内容。

第四，要强化资料管理的服务意识。在为社会提供信息检索、查询、借阅的基础上，加大信息资源的二次开发力度，更好地为政府部门管理决策和企业经营决策提供服务。

第五，要加快资料信息管理的现代化进程，进一步提高信息服务质量和服务效率。

# 第三章　矿产资源补偿费的征收和使用监督管理

## 第一节　矿产资源补偿费的征收管理

### 一、矿产资源补偿费征收规定适用范围

补偿费征收规定第 2 条规定，“在中华人民共和国领域及管辖海域开采矿产资源，应当依照本规定缴纳矿产资源补偿费；法律、行政法规另有规定的，从其规定。”从上述规定可以看出，补偿费征收规定的适用范围是：

#### （一）空间上的适用范围

空间适用范围，为我国领域及管辖的其他海域。凡在上述地域范围内开采矿产资源，国家都要征收矿产资源补偿费。

#### （二）主体的适用范围

补偿费征收规定覆盖包括各种经济成分和各种经营方式在内的所有合法取得采矿权并从事采矿活动的法人和自然人，如国有矿山企业、外商投资矿山企业、集体矿山企业、私营矿山企业、各种合作联营形式的矿山企业和个体采矿者，开采矿产资源都必须依照规定缴纳矿产资源补偿费。但是，外商投资开采石油资源时，则应依照经国务院批准，财政部于 1989 年和 1990 年分别发布的中外合作开采海上、陆上石油资源，缴纳矿区使用费的规定交费。

#### （三）客体的适用范围

客体即矿产资源。补偿费征收规定含盖各矿种在内的全部矿产资源，即我国目前发现的所有矿产资源。缴纳资源补偿费的具体矿种已列在补偿费征收规定的附录费率表中，共有 168 种。其中，地下水的费率及征收管理办法由国务院另行规定。

## 二、征收主管与管辖

### （一）征收主管

补偿费征收规定第7条规定，“矿产资源补偿费由地质矿产主管部门会同财政部门征收。”具体征收工作由地质矿产主管部门负责，财政部门对征收工作进行监督。

### （二）征收管辖

管辖分为地域管辖和指定管辖。

1. 地域管辖

地域管辖是指在某一行政区域内确定由该地区地质矿产主管部门在其管辖范围内负责矿产资源补偿费的征收工作。适用地域管辖的有三种情况：

（1）县级人民政府负责地质矿产管理工作的部门征收矿区范围在本县所辖行政区内的采矿权人的矿产资源补偿费。

（2）市（地）级人民政府负责地质矿产管理工作的部门征收在本行政区域内矿区范围跨县级行政区划的采矿权人的矿产资源补偿费。

（3）省级人民政府地质矿产主管部门负责征收在本省所辖行政区域内矿区范围跨市（地）级行政区域的采矿权人的矿产资源补偿费。

2. 指定管辖

指定管辖是指国务院地质矿产主管部门将特定情况下的矿产资源补偿费的征收工作，授权由某省级人民政府地质矿产主管部门负责。适用授权管辖的有两种情况：

（1）矿区范围跨省级行政区域的矿产资源补偿费征收工作；

（2）矿区范围在领海及管辖的其他海域的矿产资源补偿费征收工作。

## 三、征收方式

补偿费征收规定第3条规定，“矿产资源补偿费按照矿产品销售收入的一定比例计征。”即采用了从价计征方式。计算公式为：

征收矿产资源补偿费金额 = 矿产品销售收入 × 补偿费费率 × 开采回采率系数。式中的

$$\text{开采回采率系数} = \frac{\text{核定开采回采率}}{\text{实际开采回采率}}$$

核定开采回采率，以按照国家有关规定经批准的矿山设计为准。按照国家有关规定，只要求有开采方案，不要求有矿山设计的矿山企业，其开采回采率由县级以上地方人民政府地质矿产主管部门会同同级有关部门核定。

在式中之所以设置开采回采率系数，是为了促进采矿权人提高矿产资源回收率，以

达到合理开发、充分利用矿产资源之目的。

矿产品及其销售收入是影响征收矿产资源补偿费的重要因素。因此，补偿费征收规定对矿产品、销售价格及结算方式作了明确的界定。

### （一）矿产品

补偿费征收规定第 3 条第 4 款规定，“本规定所称矿产品，是指矿产资源经过开采或者采选后，脱离自然赋存状态的产品。”此规定明确了矿产资源补偿费的计征对象是经过开采后或边采边选后脱离自然赋存状态的矿产品。

### （二）销售价格

（1）采矿权人采出的矿产品直接在市场销售的，按其销售收入计征补偿费。采矿权人向境外销售矿产品的，按照国际市场价格计算销售收入计征补偿费。

（2）采矿权人未直接销售矿产品，而是自行加工销售加工产品或是自行加工利用的，如开采水泥用石灰岩自行加工水泥产品而自己利用或销售者，则按照国家规定的矿产品价格计算销售收入。国家没有规定价格的，则按征收时矿产品当地市场价格计算销售收入。

### （三）结算方式

矿产资源补偿费以矿产品销售时使用的货币结算，矿产品自行加工的，以其销售最终产品时使用的货币结算。一般地，在国内销售矿产品或最终产品用人民币结算。当矿产品或最终产品向境外销售时，应按销售合同约定的货币结算。

## 四、矿产资源补偿费费率

根据对世界上 20 多个重要矿业国权利金制度的研究结果并结合我国矿山企业的承受能力，经反复测算调整，确定以从价法计征的资源补偿费的费率基本上是按矿种进行分档的，大体为矿产品销售收入的 1% ~ 4%，平均为 1.18%。具体情况是：石油、天然气、煤炭、煤成气、石煤、油砂的费率为 1%；黑色金属矿产、有色金属矿产、非金属矿产及天然沥青、油页岩的费率为 2%；放射性矿产、稀有金属矿产、稀土金属矿产、稀散元素矿产、气体矿产及地热的费率为 3%；贵金属矿产、离子型稀土矿产、宝石、玉石、宝石级金刚石及矿泉水的费率为 4%，矿盐的费率为 o.5%，地下水的费率由国务院另行规定（详见补偿费征收规定附录矿产资源补偿费费率表）。

我国补偿费征收规定，对外商投资企业和国内不同经济类型的采矿权人适用同一费率和相同征收管理办法。这符合社会主义市场经济体制下公平竞争的原则，体现了对外国投资者实行同等国民待遇原则，有助于改善我国的矿业投资环境。

## 五、矿产资源补偿费征收和免缴、减缴程序

### （一）征收缴纳程序

根据补偿费征收规定的要求，矿产资源补偿费一般的征收缴纳程序是：

（1）矿山企业和采矿者在取得合法采矿权后，作为补偿费的纳费人到当地县级以上补偿费征收机关进行纳费登记。

（2）纳费人在有纳费义务的行为后（即形成销售收入），按规定向征收机关办理申请纳费或申请减免纳费手续。

（3）征收机关对纳费人的纳费申报进行核定。对纳费人申请减免纳费进行审核和审批。

（4）纳费人持征收机关批准的、纳费申报或减免批复按规定的期限和方式缴纳费款。

（5）纳费人在缴费过程中或缴费后，应该履行补偿费征收规定所规定的义务并承担相应的法律责任。

### （二）征收方法

补偿费征收规定第 4 条规定，“矿产资源补偿费由采矿权人缴纳”，第 10 条规定，“征收的矿产资源补偿费，应当及时全额就地上缴中央金库”。据上述规定，征收矿产资源补偿费的方法有两种。

1. 申报自缴

此种方法适用于有银行帐户、规模开采矿产资源的采矿权人缴纳矿产资源补偿费。有纳费义务的采矿权人应按照补偿费征收规定向征收管理机关办理纳费申报，经征收机关审核后，在规定的征收期限内通过采矿权人的开户银行直接将应缴纳的资源补偿费划入当地的国库或国库经收处。这样，应纳的费款直接就地进入中央金库。

2. 自收汇缴

此缴费方法适用于无银行帐户、季节性开采或开采零星分散矿产资源的采矿权人缴纳矿产资源补偿费。一般是采矿权人在规定的征收期限内，直接以现金形式向征收机关缴纳资源补偿费，再由征收机关将收到的费款汇总后缴入当地国库或国库经收处。

### （三）征收期限

（1）征收期限是指采矿权人在规定的时限内向征收机关定期缴纳矿产资源补偿费的时间界限。根据补偿费征收规定第 8 条和财政郡的有关规定，资源补偿费是按月或按季缴纳，每半年即当年 7 月 31 日以前和次年的 1 月 31 日以前缴清。

（2）采矿权人在中止或者终止采矿活动时，应当及时结缴矿产资源补偿费。这里所说的中止采矿是指采矿权人由于某种原因暂时停止采矿活动，但不注销采矿许可证。遇到这种情况，应在中止后的一定时间内结缴资源补偿费。终止采矿活动是指采矿权人由

于法定原因或者其他原因停止采矿并注销采矿许可证。此种情况，应在注销采矿许可证之前结缴资源补偿费。

### （四）纳费时应提交的资料

根据补偿费征收规定第9条规定，采矿权人在缴纳矿产资源补偿费的同时，还应向征收机关报送与采矿活动和计算补偿费数额相关的资料，主要包括；

（1）矿种资料。采矿权人已采出的主要矿产及其共、伴生矿产的名称、种类。

（2）产量资料。采矿权人已采出的各种矿产的月产量和累计产量，一般以原矿吨或立方米为单位。

（3）销售数量资料。在规定的缴纳矿产资源补偿费期间内，采矿权人销售已采出的各种矿产的月销售量和累计销售量，一般以原矿吨或立方米为单位。

（4）销售价格资料。在规定的缴纳矿产资源补偿费期间内，采矿权人销售各种矿产品的价格。

（5）实际开采回采率资料。采矿权人在一定开采范围内采出的矿产量与该范围内消耗工业储量的百分比。

采矿权人在中止或终止采矿活动时，在结缴矿产资源补偿费的同时，也要向征收机关报送上述资料。

### （五）免缴、减缴矿产资源补偿费的条件和审批程序

1. 免缴、减缴资源补偿费的条件

按照矿产资源所有者与使用者的经济关系，为体现所有者99权益，国家征收资源补偿费本不应作免缴、减缴的规定，而且在法规制定时，已考虑到我国矿业经济的情况，征收费率很低，平均仅为1.18%。但是，考虑到当前矿山企业开采矿产资源的难度，成本高，利润少；为鼓励矿山企业充分利用矿产资源，补偿费征收规定设定了免缴、减缴矿产资源补偿费的条件。

（1）免缴资源补偿费的条件

①从废石（矸石）中回收矿产品的；

②按照国家有关规定经批准开采已关闭矿山的非保安残留矿体的；

③国务院地质矿产主管部门会同财政部门认定免缴的其他情形。

（2）减缴资源补偿费的条件

①从尾矿中回收矿产品的，

②开采未达到工业品位或者未计算储量的低品位矿产资源的；

③依法开采水体下、建筑物下、交通要道下的矿产资源的；

④由于执行国家规定价格而形成政策性亏损的，

⑤国务院地质矿产主管部门会同国务院财政部门认定减缴的其他情形。

2. 免缴、减缴资源补偿费的审批程序

为防止国家预算收入在免缴、减缴矿产资源补偿费环节上随意丧失，补偿费征收规定第12条、第13条对申请免缴、减缴矿产资源补偿费的申请，由省级人民政府地质矿

产主管部门会同同级财政部门负责审批，减缴幅度超过 50% 的申请，还要由省（区、市）人民政府审批。市（地）、县级人民政府负责地质矿产管理工作的部门和同级财政部门都无权批准是否免缴、减缴资源补偿费的申请。

（1）免缴矿产资源补偿费的审批程序

采矿权人符合免缴补偿费的条件时，可以向当地负责征收补偿费的机关提出免缴书面申请，填写“免缴矿产资源补偿费申请书”。市（地）、县级负责矿产资源补偿费的征收机关和财政部门应在接到申请的 20 日内根据采矿权人的具体情况对申请进行调查核实，并签署审核意见。然后，将免缴申请和审核意见上报省级地质矿产主管部门和财政部门。省级地质矿产主管部门和同级财政部门自接到上报的免缴申请后，应在 30 日内作出审批决定。免缴申请批准后，直接批复给申请人，同时抄送审核的征收机关。申请人凭批复文件，在批准免缴的期限内，免缴资源补偿费。

（2）减缴矿产资源补偿费的审批程序

采矿权人符合减缴补偿费的条件时，可以向当地负责征收补偿费的机关提出减缴书面申请，填写“减缴矿产资源补偿费申请书”。市（地）、县级负责矿产资源补偿费的征收机关和财政部门，应在接到申请的 20 日内，根据采矿权人的具体情况对申请进行调查核实，并签署审核意见。然后，将减缴申请和审核意见上报省级地质矿产主管部门和财政部门。省级地质矿产主管部门和同级财政部门自接到上报的减缴申请后，对减缴补偿费的额度小于或等于应当纳费数额 50% 的申请，在 30 日内作出审批决定。对减缴补偿费的额度超过了应当纳费数额 50% 的申请，在 30 日内提出意见报省级人民政府批准。减缴申请批准后，由省级地质矿产主管部门直接批复给申请人，同时抄送审核的征收机关。申请人凭批复文件及批复的减缴额度，在批准减缴的期限内，减缴资源补偿费。

上述批准免缴、减缴补偿费的，都应当向国务院地质矿产主管部门和国务院财政部门备案，以便使这两个部门及时了解和掌握全国矿产资源补偿费的征收和免缴、减缴的情况。

## 第二节　矿产资源补偿费的使用管理

资源补偿费上缴中央金库后，为了体现征收补偿费的目的，既要考虑到我国现行管理体制的实际情况，又要兼顾中央与地方的刊益，补偿费征收规定明确中央与省、直辖市矿产资源补偿费按照 5∶5 的比例分成，中央与自治区的矿产资源补偿费按照 4∶6 的比例分成。

补偿费征收规定第 11 条明确矿产资源补偿费纳入国家预算，实行专项管理。这表明国家为建立矿产资源补偿费制度，设立了专项收入，并提出了资源补偿费使用的原则，即主要用于矿产资源勘查，寻找新的资源。由于资源补偿费是中央与地方按分成比例单独结算，因此，补偿费征收规定第 u 条还明确规定中央和地方所得的矿产资源补偿费的具体使用管理办法，分别由中央有关部门和省、自治区、直辖市人民政府自行制定。

## 一、中央所得矿产资源补偿费的使用管理办法

财政部、地质矿产部和国家计委于1996年12月13日联合颁布了《矿产资源补偿费使用管理暂行办法》。该办法规定，中央分成所得的矿产资源补偿费，于下一年度安排使用。补偿费主要用于矿产资源勘查支出（不低于年度补偿费支出预算的70%），并适当用于矿产资源保护支出和补偿费征收部门经费补助。财政部根据预算管理规定，安排本年度矿产资源补偿费预算以及上述三项支出预算。补偿费的使用对象为中央直属的地质勘查单位、国有独立矿山企业和地矿行政管理部门。使用补偿费的单位必须严格执行国家预算和计划，并按财政部规定编报财务报表和财务决算。财政部会同主管部门负责补偿费支出的财务管理工作，并实施财政监督。三项支出如下。

### （一）矿产资源勘查支出

本项支出主要用于国家经济建设急需矿种和战略储备需要的重大地质普查找矿工作，但不得用于基本建设、一般性详查、勘探项目以及其他非地质项目费用。国家计委、地矿部根据财政部安排的矿产资源勘查支出预算共同组织编制矿产资源勘查项目计划。财政部根据计划和支出预算办理拨款，各主管部门及项目承担单位根据计划组织实施。

### （二）矿产资源保护支出

本项支出主要用于国有矿山企业为提高矿产资源开采及回收利用水平而进行的技术改造工作。该项费用由国有矿山企业向主管部门提出矿产资源保护项目经费使用申请，由主管部门报财政部核定，并实行专款专用。

### （三）地矿行政管理部门经费补贴

该项补贴主要用于补助地矿行政管理的工作经费及人员经费。该项经费由国务院地矿主管部门根据本部门内有关司局和各省、自治区、直辖市地质矿产主管部门上报的补助经费申请，编制地矿行政经费补助预算（附矿管经费安排情况说明）报财政部，财政部下达年度经费补助支出预算，由国务院地矿主管部门负责组织实施。

## 二、地方所得矿产资源补偿费的使用管理办法

地方所得的资源补偿费是指中央金库按照补偿费征收规定的比例返还省、自治区、直辖市人民政府财政的部分。具体使用办法，由省、自治区、直辖市人民政府制定。从目前全国地方的立法情况看，主要分为以下两种类型。

（1）资源补偿费征收总额较高的省（区、市），例如山东、河北、黑龙江、河南、新疆等，资源补偿费的使用在保证地质矿产管理部门行政管理工作经费的基础上，将其余部分用于该地区的地质勘查工作，保证地方矿业的可持续发展。

（2）资源补偿费征收总额较低的省（区、市），由于地方财政无力支付地质矿产管理部门的工作经费，因此，其返还的补偿费主要用于地质矿产管理部门的行政管理工作经费，使返还的补偿费在地方经济建设和地矿行政管理中发挥作用。例如，湖北省财政厅同意将1994～1996年返还的补偿费全部用于市（地）、县级人民政府地质矿产主管部门的开办和工作经费。

# 第四章　矿产资源开发监督管理

## 第一节　矿产开发监督管理概述

### 一、管理

管理包括计划、组织、指挥、调解、监督等重要职能。

管理　　为了一定目的，适应共同劳动需要而进行的计划、组织、指挥、调解和监督等一系列活动，是一个组织实施活动的全过程。

### 二、监督

监督是管理过程中的主要环节，也是管理工作的一项重要职能。其任务在于发现和纠正一切错误的倾向，保证计划的实现，顺利地、高效地实现既定的目标，达到预定的目的。

监督　　从字面上讲就是监察、督导。

### 三、监督管理的任务、目的和范围

任务　　概括为十二个字：掌握情况，找出问题，提出建议。

目的　　发现和纠正矿产开发中存在的问题，保证计划实现，促进矿产资源的合理开发，提高资源利用水平。

范围　　监督的范围包括地域范围和业务范围。

(1) 监督的地域范围。凡是在中华人民共和国领域和管辖海域从事矿产开发活动的矿山企业、集体采矿业和个体采矿者，他们的矿产开发活动都要接受各级矿管部门的监督检查。

(2) 监督的业务范围。按照《矿产资源监督管理暂行办法》［国发 11987］42 号，以下简称（监督管理办法）第八条规定精神，矿山企业从基本建设开始一直到矿山关闭的生产全过程中都要加强资源的开发利用与保护的监督管理。

(3) 矿产资源开发监督管理的四大阶段。矿产资源的开发监督是一项复杂的系统工

程，基本上可分为以下四个阶段。它们是紧密衔接，不可超越的循序渐进的四个监督阶段，各阶段均具有其独立的完整的监督工作内容。

勘查阶段。主要是通过授予探矿权实现监督。不允许重复勘探；要进行综合勘探、综合评价；保障合法探矿权不受侵犯。

矿山建设前期准备阶段。主要通过授予采矿权实现监督。参加矿山建设前期各阶段规划、设计可行性研究报告的审查。审查的重点是：确定开采对象是否合理；开采方法是否正确；开拓方式是否合理；有无矿产综合利用评述和方案等等。总之，是对资源充分合理利用的有关主要方案和评述进行复核审查。

生产阶段。主要是按（监督管理办法）规定的法定监督内容结合各有关部门矿产开发的监督管理规章和规定，对生产勘探、采矿、选矿工艺流程、损失、贫化管理、储量动态变化管理，非正常损失储量报销审批等主要工作的监督来实现的。

闭坑阶段。主要是通过对《闭坑地质报告》审批和《采矿许可证》注销来实现监督的。

## 四、监督的分类

事前监督　　如依法检查，防止开发造成矿产资源破坏、浪费、损失的各项规章、制度和办法的贯彻、执行情况的监督。对损失贫化分析、“三率”考核、岗位责任制贯彻等情况的检查等。

事后监督　　各类造成资源损失；破坏和浪费等违法案件查处等监督措施、办法的实施。

日常监督　　经常性的监督检查工作，调查、年报、巡回年度检查等项工作。

瞬时监督　　对各方面资源开发利用情况的即时抽检或为查处工作顺利进行和开展而采取的临时调查等。

立法监督　　制定起草各项监督管理法律、法规，以采取强硬措施，规范矿产开发活动。

执法司法监督　　贯彻各项法律、法规等各项工作及依法查处、起诉等各项工作。

依法行政和行政监督　　通过行政干预等推动监督工作的开展。

## 五、《矿产资源监督管理暂行管理办法》的主要内容

### （一）内容

分为五太部分

总则（1～9条），包括任务和适用范围，各有关部门职责；生产过程中的监督管理（10～18条）；矿山储量动态变化的管理及监督（19～22条）；罚则（23～25条）；附则（26～28条）。

### （二）矿产资源开发监督管理的分工

国务院地质矿产主管部门的职责；省地质矿产主管部门的职责；国务院矿业主管部门的职责；各省矿业主管部门的职责；矿山企业的责任；矿山企业的任务；矿山企业内的监督管理机构——矿山地测机构。

### （三）市（地）、县矿管任务

市（地）矿管机构：宏观与微观的“接合部”，负担上情下达和下情上传的重要任务，是“枢纽”、“桥梁”。

县（区）矿管机构：是微观监督的基层依法行政部门，是负责监督基本制度、任务贯彻实施的基层单位。

### （四）监督管理的属地原则

凡是属本辖区范围内的各种所有制矿山企业及采矿者都要依法接受当地市（地）、县级矿管机构的监督检查。企业再大也都要接受当地政府及其职能部门的领导与监督。另外，各级矿管机构也都要为当地矿山企业及采矿者服务，保护他们的合法采矿权不受侵犯。

### （五）几个应说明的问题

各级矿业主管部门在抓“三率”指标考核的同时，应加强对矿山企业制定“三率”考核指标的指导，要把住资源利用第一关。

矿山关闭是生产矿山企业监督管理最重要的环节之一，在统一的闭坑规定出台之前，暂按原地矿部发《关于加强矿山（坑、井）关闭资源监督管理的通知》（征求意见稿）进行审批《闭坑地质报告》。《闭坑地质报告》批准后，再按有关部门规定，履行矿山关闭手续。

中华人民共和国领域及管辖海域内包括特定矿种（石油、天然气、放射性等矿产）在内的所有矿种的矿产开发活动，都在《监督管理办法》调整范围之内，都要接受各级地矿主管部门、矿管部门的监督。

乡镇集体矿山企业和个体采矿者的资源开发监督管理办法，由各省（区、市）人民政府制定。

## 第二节　矿产开发监督管理工作的内容

以“三率”指标制定与考核为中心，全面推动年报、年检、矿山调查、组建督察队伍、查处违法行为等监督管理工作的开展，把矿管工作的重点转移到资源合理开发利用的监督管理上来。

概括起来，监督管理工作包括一个中心，两个基础工作，三种监督手段，四项监督

管理基本制度，五个生产矿山监督管理环节。

## 一、一个中心

以制定与考核开采回采率、采矿贫化率和选矿回收率为中心。“三率”是最能反映矿山企业资源效益、经济效益和社会效益的综合性指标，是体现按矿业经济规律办事的经济管理措施。为此，1987年地质矿产部和原国家经委发了地发［1987］147号文。(《关于将“开采回收率”、“采矿贫化率”和“选矿回收率”列为考核矿山企业指标的通知》)

## 二、两项基础工作

组建专（兼）职矿产督察队伍，这是开展好监督工作的组织保证；聘兼职矿产督察员可弥补矿管人员不足、专业不配套、业务素质不高的问题；可借用矿业主管部门力量协助督察队伍搞好监督，这既密切子他们同矿业主管部门的关系，也提供了他们学习的机会。另一项基础工作就是继续建立健全矿产开发监督管理法规，中央、地方各级矿管部门都要努力做好这项基础工作，特别是市（地）、县（区）级矿管机构一定要根据国家、省（区、市）制定的法律、法规、规章、制度，结合本地的具体情况，制定出各项监督工作在本地实施的具体细则和实施办法，要有较强的可操作性，如年报填报、审查、上报规定；年检具体规定；“三率”指标制定与考核规定；督察制度……。

## 三、三种监督管理手段

法律手段（立法、执法）；经济手段（通过经济政策调整、经济杠杆作用，经济处罚促进监督管理工作的深入开展）；行政手段（行政干预、依法行政）。另外，在行政监督手段里还可以包括一个舆论监督手段，它是行政手段的一个分枝，可通过广播、报刊、电视开展奖罚、违法典型曝光，促进资源的合理开发……。

## 四、四项监督管理基本制度

矿山企业矿产开发利用情况统计年报制度（地发［1987］469号文）；“三率”指标制定与考核制度（地发［1987］147号、地发［1991］173号文）；矿山企业矿产开发监督管理年度检查制度（地发［1991］60号文）；矿产督察制度（朱训部长8号令、地办［1991］214号），查处备案和奖惩也都包括在督察制度内。这四项基本制度是有机联系的，其中“三率”调查、制定、考核、管理就把这四项基本制度联系起来了，也就是说贯彻哪项基本制度都离不开“三率”这个中心。

## 五、五个生产矿山监督管理环节

设计：在生产勘探基础上进行。生产勘探指导矿山生产、开拓、采准，充分合理利用资源。

矿山开采要有中段设计、采区设计、块段（矿块、工作面）设计。

施工验收：是否按设计施工，有无丢掉矿体，开采是否到边境，都要进行施工验收，保证资源的合理回收。

矿山生产过程的监督：采、选生产工艺监督，定期地进行损失、贫化的分析，提出降低损失、贫化措施并加强检查，检查“三率”考核执行情况等。

储量的动态变化管理：储量是矿山生产的基础，矿管部门要掌握每年正常注销、非正常报销储量、每年新增减储量的变化情况。

闭坑：设计范围内应该开采、回收利用的矿产资源是否回收了，不能回收利用资源是否都履行了注销、报销手续，要分别履行《闭坑地质报告》的审批手续和矿山关闭的手续。

# 第三节　“三率”指标制定、考核与监督制度

## 一、“三率”及其相互关系

“三率”指的是开采回采率、采矿贫化率、选矿回收率。

开采回采率与采矿损失率的关系

$$\text{开采回采率} + \text{采矿损失率} = 1$$

采矿贫化率与废石混入率的关系

$$\text{实际贫化率} = \text{废石混入率}$$

采下的矿石中是混入了废石的。因此，它的品位必然要比未采下矿石的品位有所降低，这就叫做贫化。贫化的大小用贫化率表示。贫化率有实际贫化率和视在贫化率之分。实际贫化率也叫做废石混入率，就是混采下来的废石量与采出矿石量（包括混入的废石在内）的百分比。视在贫化率，就是原生矿石的地质平均品位和采出矿石品位之差与原来矿石地质平均品位的百分比。当混入矿石中的废石无品位时，视在贫化率也等于废石混入率。

选矿回收率：

$$\varepsilon = \frac{\gamma \times \beta}{\alpha} \times 100\%$$

式中　$\varepsilon$——选矿回收率（%）；

$\gamma$——精矿产率（%）；

β——精矿品位（%）；

α——原矿品位（%）。

出矿品位：

采出原矿品位（或者人选原矿品位）系指出矿品位。

出矿品位计算

$$\alpha_1 = \frac{(\text{日副产矿石量} \times \text{原矿地质品位}) + (\text{日产矿石量} - \text{副产矿石量}) \times \text{原矿地质品}(1 - \text{贫化率})}{\text{日产矿石量}} \quad (1)$$

$$\alpha_2 = \text{围岩品位} \times \text{贫化率} \quad (2)$$

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 \quad (3)$$

式中　α——出矿品位；

$\alpha_1$——贫化后纯矿石的出矿品位；

$\alpha_2$——贫化后围岩的出矿品位。

注：①当围岩无品位时，$\alpha = \alpha_1$。

②当围岩有品位时，应按公式（2）分别计算出顶、底板贫化使出矿品位增加量，其顶、底板出矿品位增加量之和，即为 $\alpha_2$，再用公式（3）计算出 α。

③当顶、底板围岩无品位时，式中的贫化率等于废石混入率。

## 二、开采回采率是基础

“三率”中开采回采率是基础，没有开采回采串，就谈不上其他两率。

贫化率是品质指标，直接影响到企业的经济效益。贫化率指标定得太低，矿石损失率增大，回采率就要降低。选矿回收率是一种资源利用程度的重要指标，直接影响选矿成本、企业经济效益和资源效益。

## 三、“三率”指标制定程序

首先由矿山企业论证提出“三率”指标方案，经矿山企业上一级业务主管机关或行业主管部门审批后，报省（区、市）地矿主管部门。

省（区、市）地矿主管部门可根据实际情况，对上报的“三率”指标进行复核，并可提出修改意见，由矿山企业上一级业务主管机关或行业主管部门组织修改后，再报省（区、市）地矿主管部门确认、备案，即作为各级矿管机构监督检查的依据。

## 四、“三率”指标

“三率”指标是一个要符合每个矿山企业开采实际的阶段性指标。每个矿山企业在一定开采阶段中（时间、空间），都要有自己的“三率”标准。不可能提出一个适合某矿种各类矿山的统一的、一劳永逸的考核标准。如原煤炭部提出的薄、中厚、厚煤层开

采回采率的要求，以及《矿山设计手册》中推荐的各类采矿方法的开采回采率指标，也只是一个原则的控制指标或参考指标。不能作为考核标准，即使是同一个矿山企业，在不同时期，不同地点，不同开采方法，不同的开采技术条件下，“三率”指标都不一样。特别是随着开采技术的进步，采选装备水平的提高以及采选人员素质的提高，“三率”标准都要相应地变化。所以，原地矿部在地发［1991］173 号文（《关于全面深入开展矿山企业“三率”指标制定和考核工作的通知》）中规定，当矿床开采技术条件发生变化和采矿方法改变时，矿山企业应按照规定程序重新制定“三率”指标，再报地矿主管部门复核、确认、备案。

复核、确认、备案，这是制定“三率”考核指标过程中，地矿主管部门应履行的程序。

复核　首先是检查制定程序是否符合实际，再检查矿山企业提出的采选方案是否有利于资源的充分合理利用；检查、计算、分析、综合过程是否全面合适，即对“三率”指标制定全过程的系统检查。

确认　是在复核基础上的结论性意见。如经复核的“三率”指标，符合制定程序，反映矿山企业生产实际，方案合理，指标数字为平均先进水平，地矿主管部门可确认，加盖公章，指标具有法律效力。再说明一下，确认的数字不是不可改变的。矿山情况发生变化后，还要重新确认。对于指标制定不符合实际的，要提出修改意见，建议重新制定。

备案　不是将上报的“三率”指标，简单看一看，知道了情况，然后存档备查就算完成了任务，这是一种不全面的理解。备案必须是复核、确认基础上的备案。备案应有三个层次的内容，首先是全面了解确认后的“三率”指标制定情况与确认的数字；其次是建立技术档案，归档立卷；再次是作为检查依据，要经常下去履行法定的考核。

## 五、“三率”指标要取最优值

制定“三率”指标中的开采回采率、选矿回收率不一定都是最高值，采矿贫化率也不一定都是最低值，而应是符合生产实际、矿产资源利用效益和经济效益好的最佳值，也就是采选工艺－回收率曲线与采选回收率－经济效益曲线的交叉点数值。贫化率的最佳值是采选工艺－贫化率曲线与贫化率－经济效益曲线的交叉点数值。

## 六、开采回采率的计算方法

直接法

$$\text{开采回采率} = \frac{\text{区域矿石采出量}}{\text{区域内工业矿石储量}} \times 100\%$$

间接法

$$\text{开采回采率} = \frac{\text{区域矿石采出量}}{\text{区域内工业矿石储量}} \times \frac{(\text{平均出矿品位} - \text{围岩平均品位})}{(\text{平均地质品位} - \text{围岩平均品位})} \times 100\%$$

## 七、“三率”指标制定方法及要求

(1) 有正规设计的矿山企业，要依据生产实际资料，开采技术条件的变化情况，结合设计推荐指标，制定全矿山企业阶段性的“三率”指标。

(2) 无正规设计的矿山企业，根据本企业具体生产条件并参考类似矿山企业“三率”指标，结合本矿采矿、选矿设计实际，制定本企业的“三率”考核指标。

(3) 无地质报告及缺乏地质资料的生产矿山企业，应根据采矿许可证批准的开采范围计算出采矿工程控制的储量，按年消耗的储量与采出矿石量计算出年开采回采率。应结合多年生产实际指标，在技术可行、经济合理的前提下确定采矿贫化率指标。采、选联合企业，应根据选矿厂实际工艺流程确定选矿回收率指标。

这里应澄清一种认识，即无地质报告的生产矿山企业，不等于没有地质资料。凡是没有经过地质部门编制的地质报告，需要矿山企业把已有的资料进行整理系统化。多年生产的矿山企业，因已刈开采的矿体达到了足够的揭露，所控制的储量，按储量分级标准，大部分储量已达到 A 级储量，部分坑道和井下钻孔控制的储量也达到了 B 级或 C 级储量。所以，对开采范围内储量控制已清楚，只要根据对矿体控制的长度、厚度、深度和矿石密度，不难计算出矿石储量。品位变化趋势，完全可以了解掌握。矿体内小的构造，顶、底板围岩物理机械性质及其对开采的影响也基本掌握。因此，只要把这些资料综合汇总一下，矿体的开采技术条件就清楚了。在这些资料基础上，结合生产实际情况，制定“三率”指标是投问题的。

(4) 由地矿主管部门确认后，正式下达的“三率”考核指标要作为矿山企业局长、矿长以及总工程师的目标责任制的重要内容，要与矿山企业承包经营挂钩，列入承包指标体系，要作为对矿山企业的法定考核内容和企业升级的必备条件。

矿山企业应将“三率”作为年度计划主要指标进行考核，并根据矿山实际情况，分解落实到各生产基层单位，进行具体的组织落实。

(5) 在制定“三率”指标的同时，矿山企业要建立和健全相应的考核、测定、计算、台账、报表等管理办法，由矿山企业地质测量机构进行监督检查，确保“三串”指标的完成。

## 八、“三率”监督与考核

(1)“三率”指标是最能体现生产矿山企业资源效益、经济效益和社会效益的综合性指标。制定“三串”考核指标，是对矿山企业进行监督管理的一项重要基础工作。资源回收情况好坏，总要有一个客观的衡量标准，制定的“三率”考核指标就是这个标准。有了这个指标，监督管理就有了依据。到 1997 年底止，全国的国有矿山企业已基本制定了“三率”考核标准。这项标准还要随着监督管理工作的深入开展而不断完善。指标制定只是监督的准备，重要的是考核，从 1993 年开始，各省（区、市）都在开展“三率”考核工作。

(2)“三率”考核的重点是考核开采回采率。开采回采率分工作面（矿块）回采率、采区（阶段）回采率和全矿井回采率，重点考核的是矿井回采率。要了解的是：矿井设计范围内每年动用多少储量，产出多少矿石量，来计算每年矿井回采率。其公式为

$$\text{年矿井回采率} = \frac{\text{年采出矿石量}}{\text{年动用储量}} \times 100\%$$

(3)在计算年矿井回采率时要注意，当年没动用的储量，也就是放在以后陆续开采的储量，不参加回采率计算。比如“三下”压煤暂时不采的，或某些因技术安全问题暂时不采的矿量，不参加当年矿井回采率计算，等以后某年动用时再参加计算；但还要特别注意的是，当年虽没有直接动用的另一部分储量，由于受当年动用储量的影响，造成另一部分储量以后没办法再回收利用，那么没办法回收的另一部分储量也应该算人当年动用储量的数量中。例如，开采下部厚煤层，使距其顶板较近的薄煤层蹬空，以后无法回收，那么当年动用储量就应把上部没直接动用的相应薄煤层也计算其中。

(4)“三率”考核时，各级矿管监察人员、矿产督察员要亲临现场调查，只听取汇报不行。在调查中要依靠矿山企业地质测量机构，采取听、查、看、议方式了解资源开发利用情况，督促矿山企业定期地进行损失、贫化分析，提出资源合理开发利用建议措施，促进资源开发利用水平的提高。

(5)矿产开发监督的核心是“三率”的考核，要紧紧围绕这个核心把资源开发利用情况的年检工作、矿山调查、查处资源破坏、浪费、损失工作等紧密的联系起来。

(6)“三率”考核是体现按矿业经济规律来监督管理矿产开发活动的核心内容，它是贯彻《中华人民共和国矿产资源法》振兴矿业的需要，是矿产品持续稳定增长、不断适应社会主义四个现代化需求的保障，是在社会主义市场经济条件下，国家对矿山企业健康发展的宏观控制手段。

各级矿管机构要把“三率”考核作为对矿山企业合理开发利用资源的日常监督措施，要定期发布考核通报。对“三率”管理好的、资源效益和企业经济效益好的单位要给予表彰。对管理不好的、长期达不到“三率”考核标准的要批评直至查处。要总结“三率”管理的好经验，组织交流，推广先进经验，不断提高资源利用水平。

“三率”考核，采取矿山企业自查，矿山企业主管机关或行业主管部门考核、矿管机构按分工重点抽查相结合方法进行考核。

“三率”考核内容：

“三率”指标是否已作为本矿山企业法定考核指标和企业升级必备条件，是否与本企业经营承包责任制挂钩，是否作为矿（局）长目标责任制重要内容。

制定的“三率”指标是否符合本企业实际生产情况，是否已列人生产计划并分解到班、组。

“三率”指标的执行和完成情况，其计算是否正确，考核结果是否符合实际，企业填报的“三率”指标是否与“三率”统计台账相吻合。

要监督检查对非正常损失矿量的定性、定量分析情况，监督检查改进措施的落实情

况。

监督检查制定和执行“三率”指标有哪些规章、制度和管理措施，是否促进了矿产资源利用水平的提高，有哪些经验、问题和建议。

关于矿石开采损失贫化指标的计算，推荐指标见表 9－4－1、9－4－2 和 9－4－3。

表 9－4－1　矿石开采损失贫化计算公式

| 公式 / 方法 / 指标名称 | 直接法 | 间接法 |
|---|---|---|
| 回采率（K） | $K=\frac{Q_1}{Q}\times 100\%$ | $K=\frac{T(C_t-C_f)}{Q(C_q-C_f)}\times 100\%$ |
| 损失率（S） | $S=\frac{Q_2}{Q}\times 100\%$ | $S=1-\frac{T(C_t-C_f)}{Q(C_q-C_f)}\times 100\%$ |
| 贫化率（P） | $P=\frac{C_q-C_t}{C_q}\times 100\%$ | $P=\frac{C_q-C_t}{C_q}\times 100\%$ |
| 混入率（H） | $H=\frac{F}{T}\times 100\%$ | $H=\frac{C_q-C_t}{C_q-C_f}\times 100\%$ |
| 应采工业矿量（Q） | 实测 | 实测 |
| 采出工业矿量（$Q_1$） | $Q_1=T-F$ | $Q_1=T-F$ |
| 损失工业矿量（$Q_2$） | 实测 | $Q_2=QS$ 或 $Q_2=Q-T+F$ |
| 混入废石量（F） | 实测 | $F=T\cdot H$ |
| 采出矿量（T） | 过衡统计 | 过衡统计 |

注：K——回采率；$K=1-S$；S——损失率；$S=1-K$；P——贫化率；H——废石混入率；Q——应采工业矿量；$Q=Q_1+Q_2$；$Q_1$——采出工业矿量；$Q_2$——损失工业矿量；T——采出矿量（包括混入废石量）；F——混入废石量；$C_q$——应采工业矿量品位；$C_t$——采出矿量品位；$C_f$——废石品位；

当 $C_f=0$，即废石无品位时，间接法计算公式简化为：

$$K=\frac{TC_t}{QC_q}\times 100\% \qquad S=\left(1-\frac{TC_t}{QC_q}\right)\times 100\%$$

$$H=\frac{C_q-C_t}{C_q}\times 100\% \qquad （即 H=P）。$$

表 9－4－2　各种采矿方法损失贫化推荐指标

| 采矿方法 | | 开采条件 | 损失率（%） | 贫化率（%） | 备　注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 空场采矿法 | 全面法 | 倾斜，缓倾斜中厚及薄矿体 | 6～10 | 10～15 | 浅孔落矿 |
| | 普通房柱法 | 缓倾斜连续中厚矿体<br>缓倾斜不连续中厚矿体 | 15～20<br>5～10 | 8～10<br>8～10 | 矿柱不回采，浅孔落矿，围岩较稳固 |
| | 中深孔房柱法 | 缓倾斜中厚矿体 | 10～15<br>8～12 | 8～10<br>5～8 | 普通中孔落矿先拉顶预控 |
| | 分段空场法 | 急倾斜厚矿体<br>倾斜中厚矿体 | 10～15<br>6～8 | 8～10<br>6～15 | 中深孔落矿爆力搬运 |
| | 阶段矿房法 | 急倾斜厚大矿体 | 10～15 | 15～20 | 深孔落矿 |
| | 留矿法 | 急倾斜薄到中厚矿体<br>急倾斜极薄矿脉<br>急倾斜极薄矿脉 | 8～15<br>5～8<br>6～10 | 8～10<br>60～70<br>50～55 | 普通浅孔留矿<br>混采，留矿柱<br>混采，不留矿柱 |
| 崩落采矿法 | 壁式崩落法 | 缓倾斜中厚以下矿体 | 10～17 | 5～7 | 浅孔落矿 |
| | 分层崩落法 | 缓倾斜中厚矿体<br>倾斜、急倾斜中厚矿体 | 5～12<br>5～8 | 6～12<br>5～8 | 金属网假顶<br>柔性假顶 |
| | 有底柱分段崩落法 | 急倾斜厚大矿体<br>缓倾斜厚矿体<br>缓倾斜中厚矿体 | 10～20<br>10～20<br>15～20 | 15～18<br>15～20<br>15～25 | 中深孔落矿<br>中探孔落矿<br>单分段中孔落矿 |
| | 无底柱分段崩落法 | 急倾斜厚大矿体<br>缓倾斜厚大及倾斜中厚矿体 | 15～18<br>15～20 | 15～20<br>15～25 | 中深孔<br>中深孔 |
| | 阶段强制崩落法 | 倾斜厚大矿体 | 15～20 | 15～25 | 深孔落矿 |
| | 阶段自然崩落法 | 厚大矿体 | 10～15 | 10～20 | 国外矿山资料 |

| 采矿方法 | | | 开采条件 | 损失率（%） | 贫化率（%） | 备　注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 充填采矿法 | 上向水平分层充填 | 干式充填 | 急倾斜、倾斜中厚矿体 | 5～9 | 7～10 | 有混凝土隔墙垫层 |
| | | 胶结充填 | 急倾斜、倾斜中厚矿体 | 5～7 | 6～9 | |
| | | 胶结与尾砂充填 | 厚大矿体 | 5～7 | 7～10 | 矿房矿柱分别用胶结与尾砂 |
| | | 削壁胶结充填 | 倾斜、急倾斜薄和极薄矿体 | 6～10 | 8～10 | 板薄矿体实际贫化较大 |
| | 点柱充填法 | | 急倾斜厚大、缓倾斜中厚矿体（尾砂充填） | 15～20 | 5～7<br>7～10 | 有胶结面时<br>无胶结面时 |
| | 下向水平分层充填法 | | 急倾斜、缓倾斜中厚及厚矿体（胶结） | 4～6 | 5～7 | 进路式回采 |
| | 壁式充填法 | | 缓倾斜中厚矿体薄及极薄矿脉 | 5～8<br>4～6 | 7～9<br>8～10 | 进路回采，壁式推进（水砂）削壁胶结（实际贫化较大） |
| | 垂直深孔球形药包后退式采矿法（即 VCR 法） | | 急倾斜、倾斜厚矿体 | 5～7 | 8～10 | 胶结充填矿房及矿柱 |

注：①当矿体和围岩条件与开采条件适合时取下限，反之取上限。

②上述指标指采场（包括矿房、矿柱）回采综合指标。

③表中房柱法与点柱充填法系矿房指标，不包括矿柱。

## 表 9－4－3　脉状矿床开采损失、贫化计算

| 计　算　公　式 | 代　表　符　号 |
|---|---|
| 1. 采场回采贫化率（一次贫化）<br>$r=\frac{R}{Q_1+R}100\%$<br>$r=\frac{B-B_0}{B}100\%$<br>$r=\frac{(B'-B_0)\ d'}{(B'-B_0)\ d'+B_0 d}100\%$ | T——采出矿石量，t<br>R，R′——混入围岩量（一次、二次），t<br>r——次贫化率，t<br>$Q_1$——采场采下矿石量，t<br>$r_A$——最终综合贫化率，t<br>r″——可避免贫化率，t<br>B——实际平均采幅宽度，m<br>$B_0$——采场矿脉平均宽度，m<br>B′——设计平均采幅宽度，m<br>r′——二次贫化率，%<br>d——矿石体重，$t/m^3$<br>d′——围岩体重，$t/m^3$ |
| 2. 放出矿石时二次贫化率<br>$r'=\frac{R'}{T}100\%$ | |
| 3. 采场地结束，综合贫化率<br>$r_A=\frac{R+R'}{T}100\%$ | |
| 4. 可避免贫化率计算<br>$r''=\frac{B-B'}{B}100\%$ | |

# 第四节　矿产开发督察制度

为了加强对矿山企业的矿产资源开发利用和保护工作的监督管理，根据《中华人民共和国矿产资源法》的有关规定，各省（区、市）人民政府地质矿产主管部门根据需要向重点矿山企业派出矿产督察员，向矿山企业集中的地区派出巡回矿产督察员，负责对矿山企业的矿产资源开发利用与保护工作进行监督检查和指导。

## 一、矿产开发现状、问题

### （一）矿产开发现状

据1993年“矿山企业矿产开发利用情况统计年报”提供的数字，全国国有生产矿山近8400座，其中绝大部分是地（市）、县办的，另外乡镇集体、个体办矿26万余座。全国矿石产量，国有大中型矿山产量只占总产量的30%～40%，地方小型国有矿山和乡镇集体矿山、个体矿山产量占总产量的70%左右。据1989～1993年矿山抽样调查表明：全国煤炭矿山矿井回采率平均为32%；铁、锰等黑色金属矿山采选回收率为65%左右；9种主要有色金属矿山采选回收率在30%左右；化学矿山采选回收率在45%左右。总的讲，全国矿产资源回收利用水平低，和国外同类矿山的资源回收率比较，平均要低20%～30%。另外，在开发中资源破坏、浪费、损失也比较严重。

### （一）矿产资源回收利用水平低的问题及原因

除目前我国矿业体制不顺和矿产品价格低外，还有以下几个方面因素：

（1）开采技术水平低；

（2）开采管理水平差；

（3）“三率”没有真正纳入矿山企业的法定考核内容；

（4）矿山企业“四个综合”搞得不好；

（5）资源没有真正、完全实行有偿使用；

（6）矿业关系没理顺，缺乏统一规划。

综上所述，造成矿产资源破坏、浪费和损失的原因，有体制问题、技术经济政策问题、技术问题和管理问题。《监督办法》就是从技术经济政策、技术、管理等方面出发，规定有关条款，进行矿产资源的监督管理。

上述几个问题，是进行矿产资源监督管理的依据和出发点，也是制定《监督办法》、建立矿产开发督察制度的指导思想。

## （二）矿产开发督察制度要点

详见《中华人民共和国地质矿产部令　第八号》（1989 年 12 月 2 日）。

## （三）矿产督察员与矿管工作关系

矿山企业矿产资源合理开发利用与保护的监督管理工作，是矿管工作一项经常性根本性任务，是技术性很强的业务监督工作。为适应工作需要，各级矿管机构都应从地矿系统、各矿业主管部门和矿山企业选聘一批熟悉矿山生产工艺、技术业务素质较高、善于掌握法律政策的专、兼职矿产督察员，开展深层次矿产开发监督管理工作。矿产督察员就是在各级矿管机构领导下，从事矿产开发监督管理工作的高素质矿管工作人员。

国家级专、兼职矿产督察员由各省（区、市）地质矿产局（厅）推荐，由国务院地质矿产主管部门任命，其行政职级为副处级以上，日常工作由省（区、市）地矿主管部门领导、管理。他负责所在省（区、市）的矿产资源开发利用与保护的监督管理工作，重点督察本省（区、市）内国有大型矿山企业和中央各部的直属矿山企业。受聘任部门委托，可跨省（区、市）进行巡回督察。

地方级专、兼职矿产督察员由市人民政府或行政公署的矿管部门推荐，经省（区、市）地质矿产主管部门聘任，其行政职级为正科级以上，报国务院地质矿产主管部门备案，日常工作由市（地）矿管部门领导、管理。重点督察本地（市）辖区内的中、小型国有矿山企业和乡镇集体矿山、个体矿山。受聘任部门的委托，可跨地（市）辖区进行巡回督察。

## （四）矿产督察员要参与矿山监督管理的所有工作

矿产督察员要在省、地（市）矿管部门直接领导下统一安排督察工作。根据《矿产督察员工作暂行办法》的规定，矿产督察员可参与“三率”指标的考核监督、矿山年检、矿山调查、矿产开发中资源破坏、浪费和严重损失的查处、矿产品运销环节的监督管理、矿山年报的催报、审查等各项监督工作的督察任务。

矿产督察工作是矿产开发监督的系统工程，要渗透到所有矿山监督管理深层次的专业技术监督工作中去。各项监督工作都要有机地结合起来，不要“单打一”进行。比如，深入到某一矿山督察时，就要根据监督工作安排同时进行“三率”指标考核、矿山调查、矿山年检……等几项工作。矿产督察员完成工作后，要写出书面报告。

## （五）完成矿产督察员的组建工作，并积极开展矿产督察员培训

从 1990 年开始，国家首先在 6 省组建矿产督察队伍，并开展了督察试点工作，其余省（区、市）近几年也相继组建起兼职矿产督察队伍，开始了督察工作。截止到 1997 年底，全国绝大部分省（区、市）都已组建了矿产督察队伍。矿产督察员现已发展到 1000 余人，1997 年底督察队伍组建已基本完成。

应客观地认识矿管部门内部监督人员数量不足，熟悉现场管理经验的人还不多，专业素质还不算高，为适应工作需要，要积极开展培训工作，并在监督管理实践中，逐步

提高整体矿管人员，特别是专、兼职矿产督察员的业务素质。

已经组建起督察队伍的省（区、市），1993 年开始要结合督察工作需要，健全督察队伍，从实际出发逐步对队伍进行调整、巩固、充实、提高，使其适应工作需要。对于那些不能实际参与督察工作的要进行适当调整。

已完成组建督察队伍的省（区、市），以后逐步扩大，要注意专业结构配套。从矿业部门选聘矿产督察员，要注意选聘那些能够实际参与现场督察工作的、有生产实践经验的专业人员，挂牌顶数的不要聘。

各级矿管机构都要抓紧矿产督察员的业务培训，地质矿产部每年要采取不同形式搞全国性的矿产督察员培训，主要讲监督管理原则、范围、目标，具体进行监督检查的实际操作方法和步骤。各省（区、市）在国家培训基础上进行扩大培训，有条件的地（市）也要组织培训。培训工作要结合本省矿山监督工作实际，分期分批培训，每期培训要根据需要，有所侧重，不断深化，逐步提高。

## 第五节　完善监督管理规章、制度和办法

根据矿产资源监督计划安排，正在有计划、有步骤地制定矿产资源开发利用与保护的规章制度。

（1）在收集整理各矿业主管部门现行监督管理规章基础上，编写全国矿产资源开发监督管理法规汇编。对这项任务已于 1992 年底由地质矿产部矿管局和陕西地矿局联合出版了《国务院有关部门矿产资源开发管理现有规章选编》，本书主要收集了国务院 12 个有关主管部门现有矿业开发管理方面的重要规章、规定。全书共分四大部分，即矿产资源开发管理综合性文件、矿山设计有关文件、矿山地质测量工作若干规定和参考资料，具有较强的技术性和实用性，仍是当前对各类矿山企业矿产资源开发利用情况进行监督管理的重要参考资料和必要工具书，是各级矿管监督人员开展监督工作的重要参考书。

（2）“九五”要在研究各行业部门规章的基础上编写全国统一的监督管理规章。如“三率”考核管理办法、矿山地质测量管理规定、全国矿产储量管理规定、非正常储量报销（报损）审批程序管理规定等。要进一步建立、完善各省（区、市）乡镇矿业监督管理办法。对乡镇矿产开发的监督，目前主要围绕依法办矿、科学办矿和安全生产三个主要方面进行，在此基础上再逐步深化。大部分乡镇集体、个体矿山还基本处于“三无”（无地质资料、无矿山设计、无地质测量和采矿等方面技术人员）状况，进行正式“三率”考核和监督管理还缺少必要的基本条件，这就需要通过工作逐步创造条件。缺少资料的矿山，各级矿管部门要主动为他们咨询、服务，在目前生产揭露的前提下，组织附近国有矿山和矿管机构内的技术人员帮助矿山整理地质资料和帮助矿山联系勘探队伍补做必要的地质工作，以完善地质资料（一般多年生产的矿山揭露比较充分，不必补做勘探工程，只需整理分析现有资料即可）；没有开采设计的矿山，应帮助其完善开采方案，补做生产的开采工艺设计；没有和缺乏技术管理干部的矿山，要采取技术咨询、

组织在岗管理人员业务培训的办法，提高其业务管理水平。在上述三个条件具备的情况下，再逐步向深层的监督管理方向发展。

（3）各省、市（地）、县矿管机构应根据国家矿产资源法规、矿业部门、地矿部门矿产开发管理方面的规章和政策性文件，并结合本地实际，不断制定完善适用于地方的、具有操作性较强的监督管理制度和办法。每个市（地）、县都要有一套这种操作性较强的管理制度办法，发挥监督部门的作用。

（4）要在监督管理实际工作中，不断探索社会主义市场经济条件下监督管理的新途径和新方法。市场经济就是法制经济，依据《中华人民共和国矿产资源法》规范、调整采矿者矿业开发活动，是市场经济条件下矿产开发监督的总原则，特别是要用法律手段、经济手段来促进资源的合理开发利用。监督部门，主要是监督“三率”执行情况。地发［1991］173号文是这种监督的总纲，在对“三率”具体监督上，还要不断地探索新方式，还要不断完善“三率”监督的各种规章、制度，加强矿产督察员队伍的建立和健全。完善法规体系，提高监督人员的素质，在市场经济条件下发挥重要作用。

## 第六节　矿产品运销环节的监督管理

### 一、开展矿产品运销监督管理工作的必要性

依法加强矿产品运销环节的监督管理，符合中央工作会议关于搞好大中型企业精神。

加强矿产品运销环节的监督管理，对限制无证开采的矿产品进入流通领域，进一步制止乱挖滥采，巩固采矿登记成果将起重要作用。

加强矿产品运销环节的监督管理是合理开发利用矿产资源重要手段，有利于控制矿山企业乱挖滥采、采富弃贫，也能控制矿产品加工企业收富拒贫、优质劣用。

加强矿产品运销环节的监督管理能控制市场，引导企业，控制收富拒贫，扭转矿产品流通领域的混乱局面，充分发挥市场的强大导向作用，使矿业经济持续、稳定、协调发展。

加强矿产品运销环节的监督管理是矿管部门义不容辞的责任。矿产品虽然也属于商品，但它具有特殊性，矿产品流通领域的管理也应属工商行政管理部门的职责，但从保护国家矿产资源的角度出发，没有矿管部门的参与及协作是很难做好的。工商行政管理部门对矿产开发过程不熟悉，对矿产品开采、运销及加工的合法性不易弄清楚。因此，只有两个部门密切配合，双管齐下，齐抓共管，才能达到保护国家矿产资源的目的。河南省郑州市矿管部门经过多年的实践已经证明，加强矿产品运销环节的监督管理，有效地控制了乱挖滥采、收富拒贫。过去该省开采秩序最乱、采富弃贫最严重的铝土矿区，乱挖滥采现象已得到了基本控制，矿业秩序明显好转。郑州铝厂收购铝土矿的铝硅比，由过去的10～15，下降到10左右，节约了大量矿产资源。另外，通过监督管理，矿管

部门掌握了矿产品需求量和流向，也为各级政府制订地方经济战略发展规划、变地下资源优势为经济优势，提供了决策依据。

## 二．开展矿产品运销环节监督管理的可能性

国家领导人越来越重视加强矿产品流通领域的监督管理；各级地方政府也认识到加强矿产品运销环节的监督管理，给地方经济发展带来了很大好处；全国多数省（区）市（地）、县政府都支持矿管部门开展这方面工作。

如贵州省松桃县政府支持矿管部门加强矿产品流通领域监督管理，采取《矿产品经营许可证》制度和《准运单》制度，全县采矿登记办证率由 1988 年的 28.6% 上升到 1990 年的 90%，矿业活动健康发展。1990 年全县矿石产量比 1989 年增长了 50%，矿产品外销增长了 25%，上交税金增长了 26%。类似的例子很多，不一一赘述。

经过矿管部门几年的实践，在矿产品运销监督管理方面，进行了大胆探索，摸索到。了一些行之有效的做法。结合本地实际情况，和有关部门密切配合，制定了一些适合本地情况、特点的管理办法。如统一发货票制度、矿产品经营许可证制度、矿产品加工许可证制度、准运单制度等，形式多种多样，效果都十分显著。实践证明，加强与工商、税务、公安等部门的合作，开展矿产品运销环节的监督管理是完全可行的，也是非常有效的。

## 三、《关于深入开展矿产品运销环节监督管理的通知》（地发［1996］113 号）

根据《中华人民共和国矿产资源法》及有关法规的规定，原地质矿产部与国家工商行政管理局联合发文，对矿产品运销环节进行监督管理和整顿。并结合各省（区、市）的实践经验，推荐一些好的作法，供各地参照执行。

（1）矿产品运销实行“矿产品经营许可证制度”。一切从事非自采矿产品运销的全民、集体企业或个人，都必须经各级地矿主管部门批准，领取“矿产品经营许可证”，凭此证到同级工商行政管理部门申办营业执照。

（2）矿产品销售实行“统一发货票制度”。销售矿产品的任何单位或个人，必须在当地凭“采矿许可证”或“矿产品经营许可证”购买由税务部门统一印制的矿产品销售发票，或者由矿管部门向当地税务部门申请印制套印税务机关发票监制章的统一销售发货票，销售单位或个人不得运销无统一发票的矿产品。，

（3）矿产品从产地销售、调运实行“准运单制度”。乡镇集体矿山企业、个体矿山和运销单位、个人要凭“采矿许可证”或“矿产品经营许可证”到运出矿产品所在地的地矿主管部门申办准运手续。无准运手续的矿产品，各运输部门（铁路、公路、水运）不得承运；全民所有制矿山企业要凭“采矿许可证”办理承运手续。

（4）各级矿管部门要采取有效的经济措施控制采富弃贫，做到资源合理开发利用。矿产品加工单位对符合设计品位（原矿人选品位、入炉烧结原矿品位）及工艺要求的原

矿和初加工矿产品，在收购时要坚持优质优价。因加 TT 艺的特殊要求或其他原因用富弃贫的，应通过加征矿产资源补偿费的办法，由受益单位补偿国家资源损失。对矿石和初加工矿产品品位品级的认定如有争议，由地矿主管部门指定持有国家级岩矿测试资格证书的测试单位做仲裁测定。

（5）加强矿产品运输的“路检”工作。各级地矿主管部门可在重要矿区的出人口，对运输矿产品的车辆进行检查。

对矿产品运销环节的监督管理是一项政策性、业务性较强的工作，各省（区、市）要结合本地实际情况，不断总结经验，提出一个既能保护矿产资源，又有利于搞活流通、搞活大中型企业、操作性较强的具体办法。

## 第七节　矿山企业生产过程的监督管理

### 一、关于矿山的生产勘探

为充分合理开采矿产资源，矿山企业应当加强生产勘探，为开采设计提供可靠依据。通过穿脉巷道、穿脉水平坑内钻，摸清矿体赋存状况，指导开拓；通过穿脉巷道、穿脉水平坑内钻，了解矿石、顶底板围岩稳固性，矿体围岩节理裂隙和局部构造及其物理机械性质，为合理选择采矿方法和矿块结构参数提供依据；通过坑道、矿体内及矿体与围岩的刻槽取样化验，掌握矿体矿石的品位变化，矿石与围岩的渐变规律；进行矿体内矿石、共伴生矿产系统查定验证，为确定合理的采、选工艺提供基础数据。各级矿管部门要根据国务院颁布的《矿产资源监督管理暂行办法》（简称《监督办法》）有关条款进行监督检查，对不进行生产勘探造成资源破坏、浪费和严重损失的要进行查处。

### 二、矿山开采设计

矿山开采设计要在可靠地质资料基础上进行。中段（或阶段）开采要有总体设计，块段开采要有采矿设计。设计要贯彻充分合理利用资源的指导思想，在技术经济合理前提下，要厚薄兼采、贫富兼采、大小兼采。对于设计、采掘计划决策错误造成的资源破坏、浪费和严重损失的，要依据《监督办法》第 23 条规定查处。

### 三、矿山的开拓、采准及采矿工程

必须按照批准的开采设计进行施工。应当建立严格的施工验收制度，防止施工中资源丢失。矿山企业必须按设计的开采顺序、工艺进行开采，不准任意丢掉矿体（矿层）或开采不到边界扔掉部分矿石。各级矿管部门及其矿产督察员要经常深入现场，加强监督检查，严防不应有的损失。

## 四、加强矿石损失、贫化管理的检查

各级矿管人员及其矿产督察员，要对采、选工艺流程进行考察，要监督矿山企业加强矿石损失、贫化管理，建立定期检查制度，分析造成非正常损失、贫化的原因，制定措施，提高资源回收率，降低贫化率；选矿（煤）厂，应当根据设计要求定期进行梳程考察，对选矿（煤）回收率和精矿（洗精煤）质量没有达到设计指标的，应查明原因，提出改进措施。

## 五、加强生产过程中矿产资源综合回收、综合利用的监督检查

在采选主要矿产的同时，对具有工业价值的共生、伴生矿产，在技术可行经济合理的条件下，必须综合回收；对暂不能综合回收利用的矿产，应当采取有效的保护措施；矿山企业应当加强对滞销的矿石、粉矿、中矿、尾矿、废石和煤矸石的管理，积极研究其利用途径；暂时不能利用的，应在节约土地的原则下，妥善堆放保存，防止流失及污染环境。

## 六、关于矿山企业“三率”指标长期达不到设计要求的查处

各级矿管部门的矿产督察员及矿山企业监督人员，要根据制定的矿山企业“三率”考核标准，进行不定期的监督检查，对长期达不到考核标准的，要根据《监督办法》第23条规定予以行政处罚。

“长期达不到设计要求”的“设计要求”系指矿山企业制定、经矿山企业上级业务主管单位批准、报地矿主管部门复核、确认的“三率”考核指标。即作为矿管部门依法监督检查的依据。

建立考核标准后，矿管部门现场监督检查，发现“三率”没有达到指标要求的，资源破坏、浪费、损失严重的，要提出考核意见，指出存在问题，提出改进建议。矿山企业自矿管部门提出建议后，半年内应研究问题，拿出整改意见，并付诸实施。一年后矿管部门监督检查，矿山企业已经采取措施，“三率”指标要有明显改善。第三年监督检查，矿山企业应达到标准。如果第三年仍未采取措施，指标仍未改善，应视为“长期达不到设计要求”的矿山企业，要依法严肃查处。

“三率”监督考核的程序详见2.3。

# 第八节　矿产开发中储量动态监督管理

矿山企业开采活动是以矿产储量为基础的，储量是矿山企业的“粮食”。矿山企业生产过程中要时时注意储量的均衡保障，矿山企业不能搞无米之炊，储量是保证矿山企业正常生产的必要条件，所以矿山企业要经常掌握储量的动态变化情况，以便随时考虑

生产的计划安排、资源的充分合理利用、矿山的改造、生产的接替，以不断满足国家经济建设对矿产品的需求。

## 一、矿山企业储量的工业指标不得随意变动

矿山企业对矿产储量的圈定、计算及开采，必须以批准的计算矿产储量的工业指标为依据，不得随意变动。需要变动的，应当上报实际资料，经主管部门审核同意后，报原审批单位批准。

矿产储量工业指标，是根据矿山企业开采技术条件、地区工业发展协作条件、开采技术工艺条件、国家矿业开发政策、国际国内矿产品市场情况等多方面因素决定的一个综合指标。它要根据上述条件变化而相应变化。在变动中，一定要避免矿山企业一味提高工业指标，片面追求产量、产值、企业经济效益，甚至以牺牲大量矿产资源为代价换取企业暂时高效益的违法行为。各级矿管部门要积极参与工业指标变动的审批。在收到矿山企业变动工业指标申请时，要严格把关，在充分研究企业上报变动工业指标实际资料基础上，兼顾企业经济效益和资源效益进行审批。应防止矿山企业为追求更高经济效益搞资源利用短期行为的违法行为。

## 二、加强报销矿产储量的监督

矿山企业报销矿产储量，应先由矿山企业地质测量机构检查鉴定，认为符合报销原则规定，再由矿山企业向其主管部门提出申请。

属正常报销的矿产储量，要根据开采设计、工艺要求，年矿石产量，每年正常消耗的矿产储量，从保有储量中核减报销。属每年正常进行的工作，由矿山企业主管部门审批，并报地矿资源管理部门，从矿产储量表上注销。

属非正常报销和转出的矿产储量，由矿山企业的主管部门会同同级地矿主管部门审批，这也是各级矿管部门在矿产开发中监督检查的重点。很多资源破坏、浪费、损失量都要通过非正常储量报销来解决，在了解各种资源破坏、浪费、损失原因基础上，要严格非正常储量报销的审批工作。在目前还没有全国统一的非正常储量报销（报损）审批规定之前，暂按各行业的有关规定执行。

同一采区应当一次申请报销的矿产储量，不得化整为零，分几次申请报销。

## 三、不得擅自废除坑道和其他工程

地下开采的中段（水平）或露天采矿场内，尚有未采完保有矿产储量，未经地质测量机构检查验收和报销申请尚未批准之前，不准擅自废除坑道和其他工程。

## 四、关于矿山企业矿产资源开发利用情况的统计年报制度

年报表是集中反映矿山企业生产过程中储量动态变化和资源开发利用情况的报表，抓好年报工作是矿管部门掌握矿山储量变化等重要情况的信息渠道，是矿山企业监督的重要基础工作。

年报表中数字要填报合理、准确，要达到三个基本平衡：

（1）储量平衡

年初保有储量 – 当年采出储量 – 当年损失储量 + 当年增减储量 = 年末保有储量

（2）金属平衡

年开采矿石量、出矿品位、选矿回收串、精矿品位及年精矿产量之间关系要基本平衡。理论计算：

$$\text{年精矿产量} = \frac{\text{年开采矿石量} \times \text{出矿品位} \times \text{选矿回收率}}{\text{精矿品位}}$$

（3）损失量平衡

年损失量：年设计损失量 + 年开采损失量

年开采损失量 = 年开采正常损失量 + 年开采非正常损失量

年开采非正常损失量 = 超限损失量（设计允许以外的超限损失）+ 开采破坏浪费损失量（严重短期行为所造成的损失）+ 管理不善损失量 + 乱挖滥采造成的损失量

年损失量 = 年设计损失量 + 年开采正常损失量 + 年开采非正常损失量

# 第九节　矿山闭坑的监督管理

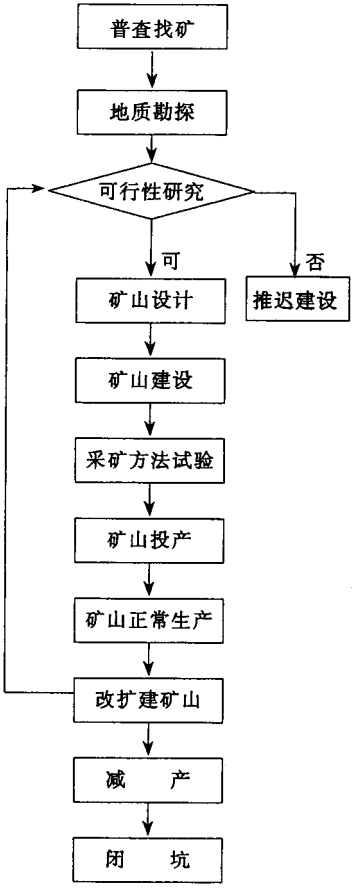
矿山闭坑的监督管理是生产矿山监督的最后一个环节。

《监督办法》第 8 条规定，矿山企业在基建施工到矿山关闭的过程中都应当加强矿产资源的保护工作。

## 一、基建施工至矿山关闭全过程

## 二、矿山闭坑地质报告的审批

矿山闭坑地质报告的审批是矿山关闭的前提条件。申请矿山闭坑地质报告审批的主管部门或矿山企业，必须按有关规定向地矿主管部门提交经初审的矿山闭坑地质报告。由地矿主管部门会同同级矿产储量管理部门进行审查。




具体闭坑审批程序：在正式闭坑规定没有出台之前，按原地矿部矿管局发的《关于加强矿山（坑、井）关闭资源监督管理的通知》（征求意见稿）执行。在执行中提出修改意见。

## 三、关于加强矿山（坑、井）关闭资源监督管理的通知（征求意见稿）

为了贯彻保护矿产资源、节约、合理利用资源的基本国策，充分合理地开发利用与保护矿产资源，加强对矿山（坑、井）关闭的矿产资源监督管理，防止矿产资源损失浪费，依照《中华人民共和国矿产资源法》第21条及有关规定通知如下。

（1）闭坑是指采矿权人在批准的开采范围内终止一切采矿活动，关闭全部生产系统。

（2）闭坑必须依法申请和审批。

申请闭坑的条件：

①批准开采范围内的一切采矿、出矿活动即将结束。

②经地质勘探和生产勘探证实批准开采范围内无后备资源，其结论已经主管部门审

核并经矿产储量管理机构审查批准。

③因技术、经济、安全和管理等原因损失的矿产储量，经论证无开采和复采可能性，并已按审批权限办理了注销报销手续。

④地质测量资料的收集和整理工作已基本结束，并能满足编写《闭坑地质报告》的需要。

（3）闭坑必须履行以下审批程序：拟关闭的矿（坑、井）应在结束生产一年前，由矿山企业按本规定和行业主管部门的有关规定进行论证后，向矿山企业主管部门提出闭坑申请，并提交《闭坑地质报告》，由矿山企业主管部门初审。

《闭坑地质报告》包括下述主要内容：

①拟关闭矿山（坑、，井）的建设、开发简史；

②矿床地质概况及开采技术条件；

③储量管理机构批准勘探报告的储量及圈定矿体的工业指标及主要结论；

④拟关闭矿山（坑、井）的地质工作情况及评价（包括矿产资源是否查清，储量增减情况，探采对比情况）；

⑤各种矿产累计探明储量、累计开采量、累计损失量、尚有保有储量、各种损失量的分析及非正常损失储量的报销情况，综合开采和综合回收情况；

⑥开发本矿床的经验、教训，尚遗留问题及建议；

⑦关闭矿山的原因和时间；

⑧附图：标有塌陷范围的地形地质图；

⑨最终储量计算图（附原勘探报告储量计算图，急倾斜矿体附纵投影图和地质剖面图）；

⑩探采对比图；

⑪最终采掘工程平面图。

《闭坑地质报告》经矿山企业主管部门初审同意后，应将初审意见及原报告分别报送原采矿登记机关及同级储量管理机构。

原采矿登记机关在收到报告后，应会同同级储量管理机关进行审批。

矿山企业应在《闭坑地质报告》被批准后按《中华人民共和国矿产资源法》第21条规定办理关闭矿山审批手续。

经批准的《闭坑地质报告》及有关资料，应按《中华人民共和国矿产资源法》第14条规定汇交矿山企业所在地的省（区、市）地质资料管理机构。

（4）获准关闭的矿山（坑、井），应在闭坑施工设计实施、关闭事项结束后，由矿山企业主管部门组织原采矿登记管理机关、储量管理机构及有关部门现场验收。合格则签发验收合格证明，由矿山企业主管部门正式下达批准矿山企业闭坑的文件。

（5）获准关闭的矿山（坑、井），凭主管部门批准的矿山企业闭坑文件、有关部门验收证明和地质资料管理机构开具的资料汇交证明，按照《全民所有制矿山企业办理延续、变更采矿登记和注销采矿许可证的有关规定》，向原采矿登记机关办理采矿许可证注销手续。

采矿许可证一经注销，各种依采矿权产生的权利和义务即行消失。

（6）未按上述审批程序审查批准，矿山企业主管部门不得批准闭坑，矿山企业不得拆除生产设施，废弃生产系统。如发现擅自闭坑者，要依法追究法律责任。

（7）闭坑后残留矿体可否由集体矿山企业复采，必须经原矿山企业论证及其主管部门批准后，并按有关规定依法申请取得采矿权。

（8）集体矿山企业与个体采矿矿山闭坑办法，由各省（区、市）参照本通知精神自行制定。

## 第十节　矿山环境的监督管理

对矿山环境的监督管理主要包括两个方面：第一，是对环境保护的监督；第二，是对矿地复垦的监督。

### 一、开采矿产资源，必须遵守有关环境保护的法律规定防止污染矿山环境

开发利用矿产资源，既生产大量的物质财富，也广泛、直接地影响生态环境平衡。采、选矿过程中生成的有毒、有害气体、矿渣、尾矿、废水、粉尘及噪声、振动等因素，不仅直接影响作业环境和工作条件，而且对矿区周围的大气、水质、土壤造成危害；废石堆、尾矿库挤占大量土地、农田；污水和烟尘的排放，污染水源、江河和大气，也破坏了景观和植被；露天矿边坡的崩落，井下采空区造成地面塌陷以及爆破形成的飞石和冲击波，都直接威胁着矿区地面建筑物和人员安全。所有这些环境问题，都给人类生产和生活带来严重影响，而且预防和治理的难度很大。

根据环境保护法、矿产资源法及有关法律、法规规定，我国保护环境的基本原则是经济建设与环境保护协调发展；以防为主，防治结合，综合治理；谁开发谁保护，谁污染谁治理及依靠群众保护环境的原则。矿产资源开发利用过程中的每一个环节都要采取措施防治与保护环境。

（1）对新建矿山，要执行环境影响评价报告制度。评价报告不批准，不得立项，不准建设施工；

（2）防止污染和其他灾害的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产；

（3）对老污染源要本着“谁污染谁治理，谁开发谁保护”的原则监督治理。

要正确处理综合开发利用矿产资源与保护矿山环境的关系。世界上矿业发达的国家，早在20世纪70年代就十分重视矿山环境保护和治理。一个矿山企业用于环境保护的投入占矿山总投资的比例很大。

近年来，联合国提出可持续发展战略，矿山环境保护更引起各国政府和矿业界的重视。有的国家做出明确的政策规定，有的国家对矿山企业实行履约保证金制度，有效监督企业落实环保措施。我国矿业开发总体水平较低，矿山环境问题日益严重。我国要健全法规，把矿产资源开发利用监督的重点逐渐转移到以加强矿山环境保护上来，在开发

利用矿产资源过程中，达到经济、社会、资源和环境效益的统一。

## 二、土地复垦

保护土地资源和保护矿产资源具有同样的重要性。所以，矿产资源法第 32 条以法律形式明确，“开采矿产资源，应当节约用地。耕地、草原、林地因采矿受到破坏的，矿山企业应当因地制宜地采取复垦利用、植树种草或者其他利用措施”。

土地复垦是指在生产建设过程中，因挖损、塌陷、压占等造成破坏的土地，采取整治措施，使其恢复到可供利用状态的活动。国务院 1988 年 11 月 8 日发布的《土地复垦规定》明确实行“谁破坏，谁复垦”的土地复垦原则。

开发利用矿产资源，矿地复垦主要包括恢复农田、改土造田及土地他用等项。复垦的内容包括塌陷区、采空区复原，尾矿库造田、排土场改土造林及建成新风景观赏区，美化环境。上述复垦工程可与开采矿产资源相结合，达到事半功倍，节约费用，也可以在开采后进行，使采矿与土地保护、复垦利用的权利、义务统一起来。矿山企业对用其废渣、废石、煤灰等充填塌陷区所恢复的土地，有经营使用权，转给其他单位使用时，可适当收费。

# 第十一节　矿产资源开发监督管理制度和主要方法

矿产资源开发监督管理制度，是指为确保矿产资源合理开发利用而实施的，矿山企业矿产资源开发利用情况统计年报制度；“三率”指标制定与考核制度；矿山企业矿产开发监督年度检查制度；矿产督察制度等。这四项基本制度是有机地联系在一起的。

## 一、矿山企业矿产资源开发利用情况统计年报制度

矿山企业矿产资源开发利用情况统计年报制度是要求矿山企业定期向地矿主管部门上报矿产资源开发利用情况的制度，目的是为了全面掌握矿产资源开发利用情况、基本数据及存在的问题以向国家提出建议，作为制定矿产资源开发政策的基本依据。统计年报要求矿山企业填报的内容有：矿种、矿山企业名称、主管机关名称、设计生产能力、核定生产能力、设计服务年限、尚可服务年限、职工人数、地测机构人数、年产矿石量、产品方案、企业年利润、企业现价总产值、矿床开采方法、开拓方式、采矿方法、年度开采矿段位置、矿体赋存状态及开采技术条件、选矿方法及选矿流程、资源开发利用存在的问题及建议、设计利用储量、年末保有储量、开采回采率、采矿贫化率、选矿回收率、原矿品位、入选品位、精矿品位、尾矿品位、年产精矿量、年现价产值等内容。

## 二、“三率”指标制定与考核制度

“三率”指标制定与考核主要是衡量、监督矿山企业对矿产资源开发利用水平的最主要考核制度，还是贯彻落实国家征收矿产资源补偿费的一项重要基础技术工作。

“三率”指标的制定，首先由矿山企业论证提出方案，经矿山企业法人审批后，报省（区、市）地矿主管部门。省（区、市）地矿主管部门根据实际情况，对上报的“三率”指标进行复核，并提出修改意见，由矿山企业修改后，再报省（区、市）地矿主管部门确认备案，即作为各级地矿主管机构监督检查企业“三率”的依据。

随着改革的深入，国有矿山企业“三率”指标制定程序可根据市场经济发展进行适当地简化。在社会主义市场经济体制下合理利用和保护矿产资源，涉及到矿业可持续发展和对国有资源性资产的维护问题，不单纯是企业行为。政府确需进行监督，但其主管部门没有必要插手干预，企业法人直接把其论证的“三率”指标报地矿主管部门进行复核、确认就可以了。

“三率”指标是一个要符合每个矿山开采实际的阶段性指标。每个矿山都有自己的“三率”标准。不可能提出一个适合某矿种各类矿山统一的、趋同的考核标准。即使是针对性很强的矿山设计，也只能推荐一个原则的控制指标或参考指标供矿山生产设计时参考。特别是随着开采技术的进步，采、选装备的改进以及采选人员素质的提高，“三率”指标要相应地变化。所以，在这项制度中规定，当矿床开采技术条件发生变化和采矿方法改变时，矿山企业应按照规定程序重新制定“三率”指标，再报地矿主管部门复核、确认、备案。

“三率”考核的内容包括：“三率”指标是否已作为本矿山企业法定的考核指标，是否与本企业经营承包责任制挂钩，是否作为矿（局）长目标责任制的重要内容；制定的“三率”指标是否符合实际，是否列入生产计划并分解到班、组；“三率”指标的执行和完成情况，其计算是否正确，考核结果是否符合实际，矿山填报的“三率”指标是否与“三率”统计台帐相吻合；监督检查对非正常损失矿量的定性、定量分析情况，监督检查改进措施的落实情况；监督检查制定和执行“三率”指标有哪些规章、制度和管理措施，是否促进了矿产资源利用水平的提高，有哪些经验、问题和建议等。

## 三、矿山企业矿产开发监督年度检查制度

矿山企业矿产开发监督年度检查工作制度，简称为“年检制度”。为加强对矿山企业矿产开发的监督管理，在总结部分省（区、市）开展矿产开发年检工作实践经验的基础上，根据矿产资源法及有关法规的规定，从1991年起，一些地方对各类矿山企业开展’了年检工作。1992年以来，年检工作已在全国普遍开展。实践证明，年检工作强化了依法治矿，提高了资源利用水平，促进了矿业开发活动的健康发展。为此，地矿管理部门于1991年专门发文对年检工作做了如下规定。

（1）为了加强对矿产资源开发情况进行监督管理，根据矿产资源法的授权和规定，

对在中华人民共和国领域及管辖海域内的各类矿山企业和个体采矿实行年度检查制度。

（2）年检工作要在各级人民政府的领导下，由各省、自治区；直辖市地矿主管部门和市（地）、县人民政府负责地质矿产管理工作的部门组织实施。矿山企业主管部门应积极协助同级地矿管理机构开展年检工作，督促所属矿山企业按照要求做好有关工作，并接受地矿管理机构的监督检查。

（3）年检的主要内容包括：矿山企业是否依法取得采矿许可证，是否按照采矿许可证批准的内容从事采矿活动，是否按照批准的设计要求进行采矿、选矿作业；矿山企业开采回采率（油、气田采收率）、采矿贫化率、选矿回收率指标制定、定期考核情况及与企业经营承包责任制挂钩情况；矿山企业矿产资源开发利用统计年报的填报情况；矿山企业储量增减情况，损失量的构成、报销情况及存在的问题；对具有工业价值的共生、伴生矿产的综合开采、综合回收和综合利用情况；矿山地质测量机构的建立及地质测量工作规程制度的制定、执行情况；依法缴纳开采矿产资源的有关税、费的情况；无证开采和采富弃贫等破坏性开采的矿产品禁止进入流通领域的执行情况；有无违反矿产资源法律、法规的其他情况。

（4）年检采用书面审查与实地抽样检查相结合的方法。

## 四、矿产督察制度

为了切实贯彻矿产资源法和矿产资源监督管理暂行办法，深入贯彻保护矿产资源，节约、合理利用资源的基本政策，治理矿山环境，依法进行经常性的监督管理，1989年，地矿主管部门颁发了《矿产督察员工作暂行办法》。矿产督察员是政府部门向企业派出的人员，分为国家级和省（区、市）级。国家级督察员负责所在省（区、市）的矿产资源开发利用和保护的监督管理工作，重点是国有大型和中央直属矿山企业，受聘任部门委托可以进行跨省（区、市）巡回督察。地方级矿产督察员负责所在省（区）所属市（地）管辖区内除国有大型和中央直属矿山企业以外的其他矿山企业和个体采矿的监督管理工作。

国务院和省（区、市）地矿主管部门可向同级矿业主管部门聘任兼职矿产督察员。兼职矿产督察员负责对所在的行业或部门的矿山企业进行矿产督察工作。

矿产督察员的职权主要有：监督检查采矿权人执行矿产资源开发利用和保护法律、法规的情况；督促检查矿山企业制定并完善矿产资源开发利用和保护的制度；有权参加矿山企业有关资源开发利用和保护的会议，进入采矿、选矿工作现场及其他与采选矿有关生产活动的场所，调阅有关的文件、图纸、资料和技术报告；有权调查、纠正和制止破坏浪费矿产资源的行为，要求矿山企业采取措施加强管理、改进工作、提高矿产资源的利用程度；有权参与矿山企业非正常储量报销、储量转出和即将关闭矿山的矿产资源开采利用情况报告的审批；监督检查矿山企业“三率”考核指标及考核管理办法的制定和执行情况；指导督促矿山企业准确、及时上报矿山企业矿产资源开发利用情况统计年报；监督检查矿山企业矿产资源综合开发、综合利用的情况；建议有关部门表扬和奖励保护矿产资源成绩显著的单位和个人；派出单位授予的为确保矿产资源合理开发利用和

保护的其他监督工作。矿产督察员要深入实际，调查研究，定期向聘任部门和有关管理部门报告工作情况。

## 五、矿产资源勘查、开发监督管理方法

矿产资源勘查、开发监督管理的方法，除了对矿山企业进行年度检查、审查矿山企业矿产开发利用统计年报表和矿产督察及抽样调查外，还可实行执法监督主管部门与行业主管部门的监督管理相结合，行业主管部门的监督管理与矿山企业自身的监督管理相结合以及专职与兼职的督察人员相结合的方式方法进行监督。

# 第十二节　矿产资源勘查开发监督管理的现状与改革

## 一、矿产资源勘查、开发监督管理的现状

经过 10 多年的探索、实践，目前，全国矿产资源开发利用监督管理工作已经形成了一套制度，并已开始了行之有效的运作。在“三率”指标考核方面，全国已有 97% 的国有矿山企业制定了“三率”考核指标，并依法接受了地矿主管部门的考核和监督检查。集体矿山企业的“三率”指标的制定与考核工作也已起步。在矿产督察员队伍建设方面，到 1997 年底，全国已聘任专、兼职矿产督察员 1000 余名，为全国开展矿产督察工作提供了必要的组织保证。此外，矿山年检和矿产资源开发利用情况统计年报工作也已步入规范化轨道；实践证明 + 上述的这些工作在一定程度上促进了矿产资源的合理开发和利用。

尽管如此，我们也应看到，当前的矿业生产力水平比较落后，矿产资源的综合开发利用的水平比较低。法律法规赋予的对石油、天然气矿产的监督管理的职责尚未到位。在目前矿山企业经营机制尚未根本转变和经济效益偏低的情况下，矿山企业缺乏提高资源利用效率的内在激励机制。现行的一些矿产开发监督管理制度和措施，尚有不适应社会主义市场经济体制要求的方面，亟需进一步探索在社会主义市场经济体制下如何搞好矿产开发的监督管理工作。在新形势下，建立科学有效的监督管理机制，仍将是一项任重而道远的工作。

## 二、矿产资源勘查、开发监督管理的改革

矿产资源勘查、开发监督管理，是地矿行政管理的一项经常性、重要性工作。现代企业制度的建立，对矿产资源勘查、开发的监督管理提出了新的课题。目前，我国的监督管理模式还处于摸索阶段，还有待于进一步完善。

借鉴国外的经验，社会主义市场经济条件下矿产勘查、开发监督管理的主要内容

是：对矿业权人履行法定义务的监督；对矿业权人从事矿业活动的监督和对矿业权人履行社会承诺的监督三大项。

对矿业权人履行法定义务的监督包括：对矿业权人依法缴纳税、费的监督，对矿业权人提交工作计划的监督，对矿业权人最低工作费用投入的监督，对矿业权人保障矿山安全与职工健康的监督等。

对矿业权人从事矿业活动的监督包括：对矿业权人是否在矿业权赋予的权利范围内从事矿业活动的监督，对违法矿业行为的监督等。

对矿业权人履行社会承诺的监督包括：对矿业权人环境保护承诺的监督，对矿业权人矿地复垦承诺的监督等。

监督管理的主要方式为：参与审查矿业权申请人提交的勘查计划、采矿计划、工作报告，勘查许可证、采矿许可证的年检，矿产督察和现场抽样调查，建立履约保证金制度等。

在社会主义市场经济条件下，实行矿业权有偿取得、矿产资源有偿使用的法律制度后，合理利用矿产资源直接与企业的经济效益挂钩。如何提高生产技术水平和管理水平，确保合理利用矿产资源将是企业的自觉行为，政府不过多干预。政府对矿产资源勘查、开发活动的监督管理应以对矿业权人承诺的各项义务的监督为重点，尤其是对矿山环境的监督管理。

# 第五章　地质勘查行业管理

地质勘查行业管理是地矿政管理的重要组成部分。本章着重介绍地勘行业和地勘行业管理的概念，地勘行业管理现状，以及在社会主义市场经济体制下，地勘行业管理的改革发展趋势等三部分内容。

## 第一节　地质勘查行业管理概述

### 一、地质勘查行业的概念

地质勘查行业简称地勘行业，是指从事地质勘查生产、经营活动的企、事业单位的总称。地质勘查行业是以客观地质体为对象，应用各种地质工作方法和勘查手段查明地质矿产资源和地质环境，为社会经济发展提供地质矿产资源、地质资料和劳务，对国民经济发展具有先导作用的产业。

产业、行业、部门是三个既有密切联系又有区别的概念。产业是同类生产性企业、部门、行业的总称。它是介于社会经济宏观总量与微观细胞（企业、家庭）之间的中观层次，可以木到按第一、二、三．次产业分类的产业（如农业、工业），也可以小到为生产经营同类产品的企业集合，即狭义的产业概念与行业概念相同。地勘产业属狭义产业概念，故地勘行业概念与地勘产业概念相同。

产业、行业、部门归根结蒂都是生产、经营同类产品的企、事业单位的集合。某种产业、行业、部门能不能形成和延续存在，取决于组成它们的企、事业单位数量及其相对稳定性。我国学习前苏联设置一个独立的部门——地质（或地矿）部，并实行条块分割的管理体制来管理地质矿产勘查工作。发展到 60 年代，我国已有上千个稳定的地勘单位，从而，既形成了地质（或地矿）部门，又形成了地勘行业和地勘产业。正是由于这一客观存在，在改革开放以来我国的两次（即 1984 年和 1992 年）行业或产业分类中，都划出了地质普查勘探业。1988 年和 1993 年两次政府机构改革时，国务院还将地勘行业管理职能赋予了地矿主管部门。在目前我国政府组织管理形式的现状下，我国地勘行业的作业、管辖范围分别分散在包括以地质勘查为主业的地矿部以及冶金、煤炭、石油天然气、有色、核工业、黄金、建材、化工以及轻工等 10 多个部门和单位当中。

## 二、地质勘查行业管理的概念

地勘行业管理，是指地矿主管部门对从事地质矿产勘查生产、经营、管理活动的企、事业单位和部门实行统一的方针政策及法规的归口管理。地勘行业管理是随着我国经济体制的深化，适应地质勘查产业的改革和发展而建立的。地勘行业管理是在地勘行业领域内，破除传统的部门和系统各自独立、封闭的行政管理界线，实行跨部门、跨地区、跨所有制的统一的、全方位的地勘工作全程管理。根据1988年我国政府机构改革对各部门政府职能的划分，已明确地质矿产主管部门作为地勘行业的政府主管部门，行使和承担对全地勘行业具体的行业管理职责和相应的工作任务，即依照国家有关法律、法规，对地勘行业及与其相关的社会事务进行间接引导的宏观管理，以体现国家的意志和行业要求，通过对国家地勘产业政策的制定和指导实施，进行宏观调控，组织编制和制定各项有关规划、计划以及工作标准、规范、规程，协调、理顺相关关系，对地勘行业生产活动的监督、地勘单位资质认证、项目和成果登记、行业综合统计、提供公众服务以及在其职权范围内的其他具体事项进行统一管理和协调，促使地勘行业和地勘经济健康、有序、持续、协调发展，以体现地勘行业在国民经济发展中的应有地位与作用。

随着我国国民经济的持续发展以及体制的深化改革，对地勘行业及其管理的概念、涵义及其作业、管辖范围与内容的确定也将不断地趋于科学与合理，并且将在管理体制、形式和内容等有关方面做出相应的改革与调整，使地勘行业管理更加符合和适应我国国民经济发展的实际与需要。

为了使地勘行业在国民经济的产业结构和各项比例关系中占有其适当的位置，促进和保证地勘行业和地矿经济与国民经济协调发展，从地勘行业的特点及其组织管理形式的现状出发，就需要深入探索、寻求一种既符合地勘行业发展规律又适应现实需要的科学合理、执行有效的政府管理组织形式和手段。鉴于地勘行业管理属于政府管理职能的组成部分，是政府实施行政管理的形式之一，在我国地勘行业形成与逐步发展的过程中，经过地勘工作不断深化改革的理论探索与实践验证，证明了在地矿行政管理中，对地勘行业采取行业管理的形式是适宜和有效的。

# 第二节　地质勘查行业管理的现状

### （一）地质矿产主管部门是全国地质勘查的行业主管部门

在1988年以前，我国地质勘查管理体制经历了多次变革。其间，国务院虽也授权地矿部对地质勘查的某些工作进行归口管理，但并没有形成行业管理的概念。在1988年机构改革中，根据国民经济社会发展和地质勘查产业改革和发展的需要，对地矿主管部门的性质、任务、职能进行了重新定位，明确了地质矿产部作为国务院领导下的综合管理全国地质矿产工作的政府职能部门，也是全国地质勘查的行业主管部门。

通过对地矿主管部门职能、职责的调整和变化，确定了其职能转变的基本导向之一，是地勘工作管理由实际上的部门管理向行业管理为主的方向转变。地勘行业管理从此走上了制度化的轨道，地勘行业的改革与发展亦在一定程度上得到制度、组织的保证。在1993年机构改革中，地质矿产主管部门的行业管理职能得到进一步强化。

## （二）地质勘查行业管理的职责和任务

根据《国务院办公厅关于印发地质矿产部职能设置、内设机构和人员编制方案的通知》（国办发［1994］48号）文，国家赋予地矿行政主管部门对地勘行业进行行业管理的职能与权限，地勘行业管理的基本职责范围与主要工作内容包括如下几个方面：

（1）组织编制、指导实施地质勘查中长期规划、年度计划及有关专项计划，参与制定地质勘查工作体制改革与发展的战略、方针、技术经济政策和各项法规制度，统一部署、协调地质勘查工作，负责编制国拨地勘费、国家（中央、地方）所得矿产资源补偿费和地质勘查基金分配计划，参与矿产资源供需形势论证与技术经济评价工作，组织开展重要的地质勘查活动及有关经验交流，以及汇总地质科技、教育的规划、计划，组织制订发展地质市场的政策法规与规划、计划等，并对各项有关政策和法规、制度、规划、计划等进行实施指导和检查监督。

（2）负责地质勘查单位（含基础地质、矿产地质、水文地质、工程地质、环境地质、海洋地质、航空遥感地质、地质测绘）、岩矿测试单位及矿产勘查企业、事业的资质管理，制订相关的资质标准，进行资质审查认证；负责地质勘查项目登记管理工作，包括除矿产勘查项目以外的地质勘查项目的勘查权的授予、登记、变更、延续、注销等管理工作；负责调查处理勘查权属纠纷，保障勘查者的探矿权和勘查权；负责矿产资源勘查成果登记管理（含矿产地发现权的保护）和地质勘查成果汇总，参与国家重大地质勘查项目立项论证和成果验收，奖励表彰在地质勘查活动中有突出贡献的集体和个人。

（3）组织制订、指导实施地质勘查工作标准、规范、规程，负责地勘活动质量监督管理，组织调查处理地质勘查重大质量事故和纠纷，组织开展地勘行业质量管理成果评审和表彰，归口管理中国质量协会地质勘查行业委员会、区域地质矿产地质标准委员会工作；负责地质勘查技术工作的协调管理，参与审批中外合资、中外合作与外商独资在我国领域和管辖海域开展的矿产资源勘查项目，负责管理、协调我国领海、管辖海域的地质工作，协调国际海底和极地地质科学考察工作，参与重大海洋地质勘查项目和科研项目立项论证与成果验收。

（4）负责地质勘查行业综合统计工作，管理地质勘查统计数据信息系统，归口地质科技、地质教育统计成果，统一发布统计信息，向社会提供公益性、基础性地质勘查资料以及地质勘查监督的有关资料，接受有关地质勘查的查询和咨询，为社会和公众提供信息服务及有关其他服务；负责联系、协调行业内外、上下各类相关关系，并提供社会服务。

从1988年确立地质矿产主管部门的行业管理职能至今，此职能已实行近10年，虽然取得了一定成绩，但是，也存在不少问题：一是部门管理色彩浓重，政企不分，部门分割，政出多门，难以集中统一实施行业管理；二是权力不明，责任不清，管理乏力；

三是政府对地质勘查行业管理过多、过细，许多本应由协会等中介组织管理的任务均由政府包办代替，不适应社会主义市场经济发展对行业管理的要求。这些问题都需要在今后的改革实践中进一步探索解决。

## 第三节　地质勘查行业管理的改革发展趋势

### 一、社会主义市场经济体制下的行业管理

在不同的经济管理体制下，政府对产业经济的管理职能、任务和内容以及管理方式、方法和手段等诸多方面有着本质的差别。就政府对地勘行业管理方面而言，也是如此。在高度集中的计划经济体制下，政府对地勘行业管理主要表现为以直接计划控制为主，包括规划、计划及生产经营活动全程的管理，地勘单位完全是政府的附属物。随着我国经济体制改革的发展，以高度集中直接计划控制为重点的管理模式逐步被以间接调控为主的管理模式所取代。

党的十五大以后，随着我国经济体制改革的发展，社会主义市场经济体制的建立和完善，特别是政府机构改革的进一步深化。目前，地矿行政主管部门对地勘行业管理的职责、任务和内容，将进一步按照政企分开、政事分开的原则和社会主义市场经济的要求，逐步分解成政府行业管理和中介行业管理两大部分实施。

行业管理是指社会组织对特定范围内的事务进行组织与管理的活动。分为两大类：一类是国家基于公共利益对社会事务的组织与管理；另一类是行业社会团体对其内部事务的组织与管理。前者我们称为政府行业管理；后者称为协会行业管理。因此，地勘行业管理也分为政府地勘行业管理和地勘协会行业管理。在地质勘查产业活动中，中介行业管理将日益受到重视，并逐步替代目前由政府进行管理的部分职能，这是我国地质踏查产业活动和政府对地质勘查产业管理适应社会主义市场经济发展的必然要求和改革趋势。

在社会主义市场经济体制下，政府对地勘行业管理主要表现为，对地勘行业的立法和立法建议、产业规划与计划、产业政策、地质勘查登记管理、对市场活动进行监督等以宏观调控为主的管理。地勘中介组织行业管理主要表现为：基于保护行业协会各成员的共同利益而进行的诸如制定技术规范、质量管理和标准化、行业统计、资质管理、经验交流、成果评审、信息服务以及向政府提出有关法律、法规和产业发展政策建议等方面的内容。

### 二、社会主义市场经济体制下政府对地勘行业管理的主要内容

随着我国社会主义市场经济体制的建立，特别是与地勘产业活动息息相关的矿业权市场的发育和健全，政府对地勘产业的行政管理和直接干预将逐步弱化，而是通过地勘

行业管理，更多地对地勘产业活动进行宏观调控。因此，在社会主义市场经济体制下，政府对地勘行业管理的基本任务可归纳为：

第一，研究制定有关地勘产业活动的方针、政策和法规，正确处理社会经济发展与地勘产业活动的关系；

第二，依法进行地质勘查登记管理；

第三，依法进行监督管理。

根据上述基本任务，在社会主义市场经济体制下，政府对地质勘查行业管理的内容主要表现在以下几个方面：

### （一）依法研究制定和完善有关地勘产业的法规

地质勘查法规是实施地质勘查管理的法律依据，又是基本的行政管理手段。因此，按照有关法律的规定，组织研究制定和完善与地勘产业活动有关的法规、规章、制度是地矿行政主管部门的一项职责和任务。

### （二）编制地勘产业规划与计划

主要是组织制定地勘产业发展的战略目标、实施步骤及主要措施；组织编制长期、中期的地勘规划与计划。这是政府对地质勘查行业管理的一项重要内容。特别是在国家仍然有大量地勘费对地勘产业活动进行投入的情况下，搞好地勘产业规划与计划就更为重要。

编制地质勘查规划与计划的主要任务和原则是：

第一，提出地质勘查规划与计划的目标。包括长期、中期、近期的目标。这些目标是根据国家有关方针、政策、供需要求及投资水平，并在认真研究经济、技术可能的基础上提出的切实可行的目标。

第二，正确处理好地勘产业与其下游产业——矿产开发和其他相关产业的关系，地勘产业内部比例关系。如公益性地质工作与商业性地质工作，矿产勘查工作与水文地质、工程地质、环境地质等工作的比例关系，做好综合平衡、协调发展，并不断满足国民经济发展的要求。

### （三）组织研究制定和贯彻地质勘查产业政策

根据国民经济发展规划和地质勘查产业规划和计划，以及国家有关方针、政策，研究制定地勘产业政策，主要包括投融资政策、税费政策、鼓励或限制发展政策、矿产地贮备或保护政策、利用国内外两种资源政策、境外风险勘探政策等。例如 1988 年国家颁布的外商投资产业目录和 1998 年 1 月重新颁布的外商投资产业目录，对外商投资矿产资源勘查开发活动作出了具体规定，必将有效地引导地勘企、事业单位、外商和个人对地勘业的投资活动。

### （四）依法进行地质勘查登记管理

矿产地质勘查和非矿产地质（水文地质、工程地质、环境地质等）勘查的地质勘查

登记管理，是政府对地质勘查行业管理的一项重要活动。依法进行地质勘查登记管理，必须遵循公开、公平和公正的原则和申请优先登记原则。这项工作是维护地质勘查正常生产经营活动的一个重要环节。有关矿产资源勘查区块登记管理在第九章已作了专门阐述。

### （五）依法进行监督管理

监督管理是政府对地质勘查行业管理的基本职能和最有效的行政权力。监督权是国家法律所赋予的，其作用是在维护国家利益的前提下保障从事地质勘查生产经营活动的企、事业单位和个人正常的生产经营活动，维护地勘业市场秩序，依法打击违法行为，促进地质勘查产业的健康发展。

监督管理的内容主要有以下几个方面：

（1）监督地质勘查法律、法规、规章的有效实施；

（2）监督地质勘查产业政策的有效实施；

（3）监督各级行政管理部门按照地质勘查管理分工依法行政。

监督管理权已在国家法律、法规中作出明确规定，本书有关章节已作了专门论述。

# 第六章　地矿行政监督

行政监督是我国政治生活中的重要内容，也是行政管理的重要部分，是实现我国行政管理法制化、高效化的重要保证。本章着重叙述了地矿行政监督的涵义、作用、原则和分类，以及地矿行政外部监督体系和地矿行政内部监督体系。

## 第一节　地矿行政监督概述

### 一、地矿行政监督的涵义与作用

#### （一）地矿行政监督的涵义

地矿行政监督，是指对地矿行政管理机关及其工作人员的行政管理行为实施的监察和督导活动。

地矿行政监督的主体由两部分组成。一是地矿行政管理机关以外，由国家政治与法律制度确认具有监督权的主体，称为地矿行政外部监督。外部监督包括权力机关、司法机关、检察机关、党派团体、人民群众和舆论机构等。社会各个阶层、组织、公民，都有权对国家的地矿行政管理活动进行不同方式的监督。二是地矿行政管理机关本身，称为地矿行政内部监督。地矿行政管理机关要对自己的行为进行自我约束，对行政工作人员进行自律性监督。

地矿行政监督的对象是国家的各级地矿行政管理机关及其工作人员。在我国，包括国务院及省（区、市）、市（地）、县各级人民政府的地矿行政机关和派出机构，以及所有参与地矿行政管理的人员。目前，一些与地矿行政管理有关的国有企业和事业单位的领导人，如由国家行政机关任免管理，这些人也应属于地矿行政监督的对象。由于各级政府的权力、地位、责任有区别，受到监督的程度、接受监督的方式也不同。政府工作人员中，政务类公务员和业务类公务员产生的方式、担负的任务不同，对他们进行监督的方式也有区别。

地矿行政监督的内容是行政机关及其工作人员的地矿行政管理行为。因此，有关政府及工作人员的一切地矿行政管理活动，都在接受监督之列，包括行政机关及其工作人员的渎职行为、违纪行为、违法行为、利用职权谋取私利以及官僚主义行为。政府机关

日常生活事务（如购置办公用品、管理机关食堂等），与行政行为不发生直接联系，不属地矿行政监督的范围。

### （二）地矿行政监督的作用

行政监督是国家政治生活中一项十分重要的内容。地矿行政是国家行政的重要组成部分，其监督制度是否完善、措施是否得力、监督是否有效，不仅直接关系到地矿行政的有效性和发展方向，而且还会给国家行政带来不可忽视的影响。我国的地矿行政监督概括起来有以下几方面作用。

1. 防范作用

行政监督的首要意义在于防止政府行政机构脱离人民的控制，为所欲为。地矿行政机关掌握着我国的矿产资源管理、矿产资源勘查、开采监督管理、地质环境管理和地质勘查行业管理等权力，如果对地矿行政权力失去制约和控制，地矿行政活动就有可能偏离方向，损害人民的利益。防范的内容，一是限制和制约地矿行政机关的行为，使地矿行政机关的地矿行政管理活动按照法律规定的方式和程序进行，并监督这些方式和程序的实施；二是防止地矿行政机关滥用权力，明确规定各级政府的地矿行政机关及其各类工作人员享有哪些权力，这些权力应如何行使，不准越权；三是防止地矿行政机关工作人员利用职务的便利条件谋取私利。

2. 补救作用

地矿行政管理涉及国际、国内的地矿经济活动，要处理国家、地方、集体、个体等相互之间十分复杂的利益关系。工作人员在处理政务时受知识水平、工作能力的限制，难免会出现失误，地矿行政监督可以及时地发现失误，并及时纠正，将损失降到最低限度。

3. 追惩作用

对各级地矿行政机关及其工作人员在处理地矿行政事务中出现的失误、渎职、违纪和官僚主义等行为，有关机关可视其性质和后果给予必要的惩处，以维护我国社会主义法制的严肃性，警示他人忠于职守、廉洁奉公、努力工作。

4. 完善作用

进行地矿行政监督可以及时发现地矿行政管理中的弊病，以便根据情况提出改进工作的建议，使行政管理工作做得更好，并不断地完善地矿行政监督体系。

## 二、地矿行政监督的原则和要求

在实施地矿行政监督中应遵循如下原则：

### （一）依法监督

地矿行政机关是依法设置的，其权力、活动方式都用法律的形式加以严格规定；监督主体所享有的监督权，也是由法律确定的。因此，依法监督的原则应是地矿行政监督的首要原则。根据这一原则，应该建立健全地矿行政监督的法律和制度，做到有法可

依；地矿行政机关的管理活动要依法进行，监督主体的监督活动也要依法实施；对地矿行政机关及其工作人员行政行为的判断标准是宪法、法律和法规，违法的要坚决依法处理。

### （二）民主监督

矿产资源归国家所有。在我国，人民是国家的主人，对国家大事享有决定的权力，但人民不可能直接参与地矿事务的处理，通过监督的方式，间接地参与地矿行政管理。地矿行政监督应广泛地吸收人民群众参加，要设置各种有效的、方便人民监督的形式（如公众听证会），为人民参与监督创造条件。人民群众是地矿行政活动状况的最有权威的评判员，地矿行政机关应虚心听取人民群众的意见和建议。

### （三）公开监督

对地矿行政的监督必须公开进行，这是社会主义民主政治的基本要求。公开是为了有利于整个社会都关心和参与地矿行政监督，保证监督的客观公正。根据这一原则，监督的制度和方法要公开，监督的程序要公开，监督的结果也要公开。

## 三、地矿行政监督的分类

地矿行政监督可按照不同的标准进行分类。

### （一）按监督系统分

可分为外部监督和内部监督。外部监督是地矿行政监督的重点，其主要职能是约束政府和地矿行政机关及其工作人员在地矿行政活动中遵守国家的法律、法规，防止他们越权行政。内部监督的主要目的是保证行政组织的统一、完整、纪律、协调，提高地矿行政工作效率，确保地矿行政系统处于良好的运行状态，有效地处理各种地矿行政事务。

### （二）按监督主体分

可分为政党的监督，国家的监督（包括权力机关、司法机关和地矿行政管理机关内部的监督），社会和人民群众的监督。

### （三）其他分类方法

按监督内容，可分为一般监督和专业监督。按监督时间，可分为事前监督、事中监督和事后监督。按监督的层次，可分为高层、中层和基层监督。按监督的方式，可分为法制监督、舆论监督和道德监督。

# 第二节　地矿行政监督体系

地矿行政监督体系是指各种行政监督所组成的有机系统。又可分为地矿行政外部监督体系和地矿行政内部监督体系。

## 一、地矿行政外部监督体系

外部监督体系，是指以保证地矿行政工作的合法性和提高其社会效益为宗旨，由地矿行政机关以外的监督主体组成的监督体系。

外部监督是地矿行政监督的重点，其主要职能是约束地矿行政机关及其工作人员在地矿行政活动中遵守国家的法律、法规，全心全意地为人民服务，防止他们超越职权，凌驾于社会之上，或变成某地或某个集团利益的代表，保证地矿行政管理的合理性及社会效益。我国地矿行政外部监督体系既包括执政党的监督，又包括国家权力机关和司法机关的监督，还包括人民群众的监督和社会舆论监督。

### （一）中国共产党对地矿行政的监督

中国共产党在我国处于执政党地位。党的各级组织对地矿行政机关和行政工作人员贯彻党的路线、方针和政策，遵守国家法律，执行矿产资源法以及其他行政活动情况进行全面地监督，主要通过以下方式进行。

（1）监督各级政府、地矿行政管理机关及工作人员严格贯彻执行党中央制定的地矿工作的方针、政策。如有违背，视情节轻重给予组织处理或处分。

（2）通过管理地矿行政机关的负责人，有效地控制地矿行政工作。

（3）通过纪律监察机构，来监督政府工作人员的行为。

由于中国共产党在国家政治生活中的核心作用，党对地矿行政的监督是一种最有效的外部监督形式，它可以通过政治、政策、党纪、舆论等手段影响和干预政府工作，起到其他监督形式起不到的作用。

### （二）权力机关对地矿行政的监督

1. 权力机关监督的依据与方式

在我国，权力机关对地矿行政的监督是指各级人民代表大会及其常务委员会的监督。我国宪法规定，国家行政机关由人民代表大会产生，并对它负责，各级政府必须接受同级人大及其常务委员会的监督。这种监督方式有以下几种。

（1）听取和审查政府工作报告或地矿行政工作的专项报告，了解地矿工作情况并作出评价。

（2）人民代表有权通过提案，对政府地矿行政工作提出要求，各级人民代表大会有权督促地矿行政管理部门办理提案并听取办理结果汇报。

（3）人民代表大会开会期间，人民代表有权向本级政府所属的地矿行政管理部门提出质询与询问，经法定程序，地矿行政机关必须在会上负责答复与说明。

（4）各级人大有权选举、决定罢免本级政府组成人员。

（5）全国人大常委会和地方各级人大常委会，有权改变或撤销本级和下级政府制定、颁布的与宪法、法律相抵触的地矿行政法规和不适当的决定、指示和命令。

（6）各级人大及其代表有权视察和检查政府的地矿行政工作。

（7）组织特定问题调查委员会，处理有关地矿行政特殊性问题。

2. 权力机关监督的地位与特征

由于权力机关在国家组织机构中的特殊地位，决定了它在地矿行政监督体系中的重要作用。权力机关对地矿行政的监督，不仅形式多样、范围广泛，而且权威性最高，表现为下述特点：

（1）从监督层次看，权力机关的监督是最高层的监督。一方面权力机关的性质决定监督的层次高于内部监督和其他外部监督；另一方面权力机关的监督内容多集中在是否违宪、违法问题上，监督宪法、法律在地矿行政中的实施情况，其监督效力必然高于其他监督。

（2）从监督对象看，权力机关监督虽然也是针对地矿行政机关及其工作人员的行为，但对行政机关的行为侧重于决策行为，特别是地矿行政机关所制定的法规、规章等行政立法的抽象性行为；对工作人员，它主要监督的是各级政府组成人员的职务行为。

（3）从监督范围看，权力机关的监督范围最广泛，它包括地矿行政管理的一切领域和各个方面。

## （三）司法机关对地矿行政的监督

司法机关对行政管理的监督，是指检察机关、审判机关在法定职权范围内，按照严格的司法程序对地矿行政机关及其工作人员是否违法实施的监督。这种监督是通过诉讼的形式进行的，它由利害关系人请求司法机关，对因地矿行政行为而引起的争议进行法律审查并作出裁决，以达到监督地矿行政机关及行政行为的目的。

1. 审判机关的监督

人民法院是国家的审判机关，根据宪法和人民法院组织法规定，人民法院组织系统包括最高人民法院、地方各级人民法院（即基层人民法院、中级人民法院、高级人民法院）和专门法院。法院对地矿行政管理的监督，主要是通过审理与行政机关和行政人员有关的案件，处罚行政人员违法犯罪行为，制止或纠正地矿行政机关越权、滥用职权和侵犯公民权力的行为。法院在审判案件时不受地矿行政机关或其他单位和个人的影响。

法院可以对地矿行政机关的决定、命令和指示的合法性进行审查。地矿行政管理机关对公民或社会团体作出的行政处罚，公民或社会团体不服处罚而向法院提出行政诉讼，法院经审理有权撤销或改变地矿行政机关作出的不合法或不适当的处罚决定。法院还可通过司法建议书的形式，向地矿行政管理机关提出改进和完善地矿行政工作规章制度的建议。

2. 检察机关的监督

人民检察院是我国的检察机关，是国家的法律监督机关。人民检察院依照法律规定独立行使检察权，不受行政机关、社会团体和个人的干涉，检察机关对地矿行政的监督主要通过以下方式进行：

（1）对于公安机关侦查的案件进行审查，决定是否逮捕、起诉或者免于起诉，并对公安机关的侦查活动是否合法进行监督；

（2）对涉及地矿行政管理的刑事案件判决、裁定的执行是否合法实行监督；

（3）可以针对地矿行政机关与犯罪活动有关的问题，提出检察建议，使地矿行政机关完善规章制度，以利于更好地行使地矿行政管理权。

### （四）人民群众对地矿行政的监督

人民群众的监督主要是指政协、工会、共青团、妇联等各种社会团体和公民对地矿行政机关和工作人员的行政活动进行的监督。邓小平同志指出，要有群众监督制度，让群众和党员监督干部，特别是领导干部，凡是搞特殊化，经过批评教育而又不改的人，人民就有权依法进行检举、控告、弹劾、撤换、罢免，要求他们在经济上退赔，并使他们受到法律、法纪处分。这种监督是广大人民群众当家做主、参与地矿行政管理的重要形式，是社会主义民主在地矿行政管理中的体现。它的基本监督形式是批评、建议、检举、控告和申诉。它的监督途径主要有社会舆论、来信来访、控告、申诉和检举。

### （五）社会舆论监督

社会舆论监督是指报纸、刊物、电视、广播等宣传媒体对行政机关和行政人员所进行的监督，亦称为大众传播媒介监督。它起着其他监督难以取代的作用。在传递信息上，具有公开、迅速、覆盖面广的特点，方式灵便，一旦与其他监督方式相配合，就能产生巨大影响和效应。

## 二、地矿行政内部监督体系

地矿行政内部监督体系，是指由地矿行政机关内部的各种监督所构成的有机系统。内部监督的主要目的是保证行政组织的统一、完整、纪律、协调，提高地矿行政工作效率。其主要职责是约束政府和地矿行政机关及其工作人员遵守行政法规、工作程序、制度、纪律等，上缴机关督促下级机关、行政负责人督促下属严格执行有关指令、规定，保证工作人员勤勤恳恳、兢兢业业地工作，使地矿行政系统处于良好的运行状态，有效地处理各种地矿行政事务。内部监督以行政权力为后盾，具有直接、及时、迅速、灵活与强制性的优点。监督形式主要有一般监督、行政监察监督和审计监督。

### （一）一般监督

一般监督是指地矿行政管理系统内部上级机关对下级机关、行政组织负责人对下属工作人员的监督。由于机关自身的高度组织性、统一性和纪律性，决定了这种监督是一种非常有效、最为直接的监督。

地矿行政机关在管理活动中，要求上级的决策、指令必须在所辖区、系统内得到及时、完整地贯彻执行。这就要求地矿行政系统内部有严格的工作纪律、严密的工作制度，使所有行政工作人员都能做到令行禁止，保证政府机构的有效运行、协调一致，保证行政指挥的迅速、灵活，纠正和制裁不服从指挥的机关和工作人员，制止和处理违反政纪、法规的现象。内部监督主要是政纪监督，其结果是某种形式的通报批评和行政处分。内部监督的方式主要有两类。

一类是依据职权的直接监督。它通过下级给上级的定期或不定期地报告工作；上级给予下级的工作指导；上级派员到下级协助工作、检查工作，督促某项工作的开展；对下级执行某项指令进程、结果的检查；对地矿行政机关及其工作人员重大违法乱纪行为的专案调查等进行监督。

另一类是依据申请进行的行政复议。复议监督的方式是由法律规定的，它的监督主体是上级机关或专设的复议机构和申请复议的当事人，属双重监督主体；它由复议申请人提起，权力机关审查，目的是通过复议纠正地矿行政机关违法或不正当的行政决定；它是一种从管理职能中分离出来的独立的、间接的监督形式（地矿行政复议见本书第七章第二节）。

## （二）行政监察监督

地矿行政监察监督，是指国家监察机关对地矿行政工作人员行使职权的行为进行监督、检查，对故意或过失的行政违法行为追究行政责任作出具体处理的活动。《中华人民共和国监察条例》规定，行政监察机关有检查权、调查权、建议权和处分权，行政监察机关依法按一定程序实施监督，不受其他行政机关、社会团体和个人的干涉。

行政监察侧重于对“人”的监督，它从地矿行政内部第三者的角度出发，既便于及时发现问题，又可以客观评价而防止干扰。行政监察的主要任务是：检查地矿行政机关及其工作人员贯彻实施国家政策和法律、法规的情况；调查处理违反国家政策、法律、法规和违反政纪的行为；受理个人或单位对地矿行政机关或工作人员的检举、控告；受理监察对象不服纪律处分的申诉；教育工作人员遵纪守法、廉洁高效地工作。

## （三）审计监督

审计监督是指国家审计机关对各级政府、地矿行政机关的财政收支，包括矿业权使用费和矿产资源补偿费征管等活动的检查，以评价各级地矿行政机关财务活动和经济活动的合法性和有效性的一种监督。它通过对会计帐目进行事前、事后、定期或临时性的抽查、核对、分析，查明经济活动情况和有无违法、违纪现象。它是完成国家预算、检查预算执行情况的工具，对保证国民经济计划和财政计划的完成，维护经济秩序，改善地矿行政管理，提高地矿行政管理的经济效益，堵塞财政、财务工作中的各种漏洞，增加资金积累，反对不正之风，促进廉政建设具有重要作用。

# 第十篇　矿产普查勘探开发与预测、调查技术及经济评价相关法律法规

# 中华人民共和国矿产资源法（修正）

（1986年3月19日第六届全国人民代表大会常务委员会第十五次会议通过根据1996年8月29日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《关于修改〈中华人民共和国矿产资源法〉的决定》修正）

## 第一章　总　　则

第一条　为了发展矿业，加强矿产资源的勘查、开发利用和保护工作，保障社会主义现代化建设的当前和长远的需要，根据中华人民共和国宪法，特制定本法。

第二条　在中华人民共和国领域及管辖海域勘查、开采矿产资源，必须遵守本法。

第三条　矿产资源属于国家所有，由国务院行使国家对矿产资源的所有权。地表或者地下的矿产资源的国家所有权，不因其所依附的土地的所有权或者使用权的不同而改变。国家保障矿产资源的合理开发利用。禁止任何组织或者个人用任何手段侵占或者破坏矿产资源。各级人民政府必须加强矿产资源的保护工作。勘查、开采矿产资源，必须依法分别申请、经批准取得探矿权、采矿权，并办理登记；但是，已经依法申请取得采矿权的矿山企业在划定的矿区范围内为本企业的生产而进行的勘查除外。国家保护探矿权和采矿权不受侵犯，保障矿区和勘查作业区的生产秩序、工作秩序不受影响和破坏。从事矿产资源勘查和开采的，必须符合规定的资质条件。

第四条　国家保障依法设立的矿山企业开采矿产资源的合法权益。国有矿山企业是开采矿产资源的主体。国家保障国有矿业经济的巩固和发展。

第五条　国家实行探矿权、采矿权有偿取得的制度；但是，国家对探矿权、采矿权有偿取得的费用，可以根据不同情况规定予以减缴、免缴。具体办法和实施步骤由国务院规定。开采矿产资源，必须按照国家有关规定缴纳资源税和资源补偿费。

第六条　除按下列规定可以转让外，探矿权、采矿权不得转让：

（一）探矿权人有权在划定的勘查作业区内进行规定的勘查作业，有权优先取得勘查作业区内矿产资源的采矿权。探矿权人在完成规定的最低勘查投入后，经依法批准，可以将探矿权转让他人。

（二）已取得采矿权的矿山企业，因企业合并、分立，与他人合资、合作经营，或者因企业资产出售以及有其他变更企业资产产权的情形而需要变更采矿权主体的，经依法批准可以将采矿权转让他人采矿。前款规定的具体办法和实施步骤由国务院规定。禁止将探矿权、采矿权倒卖牟利。

第七条　国家对矿产资源的勘查、开发实行统一规划、合理布局、综合勘查、合理

开采和综合利用的方针。

第八条 国家鼓励矿产资源勘查、开发的科学技术研究，推广先进技术，提高矿产资源勘查、开发的科学技术水平。

第九条 在勘查、开发、保护矿产资源和进行科学技术研究等方面成绩显著的单位和个人，由各级人民政府给予奖励。

第十条 国家在民族自治地方开采矿产资源，应当照顾民族自治地方的利益，作出有利于民族自治地方经济建设的安排，照顾当地少数民族群众的生产和生活。民族自治地方的自治机关根据法律规定和国家的统一规划，对可以由本地方开发的矿产资源，优先合理开发利用。

第十一条 国务院地质矿产主管部门主管全国矿产资源勘查、开采的监督管理工作。国务院有关主管部门协助国务院地质矿产主管部门进行矿产资源勘查、开采的监督管理工作。省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门主管本行政区域内矿产资源勘查、开采的监督管理工作。省、自治区、直辖市人民政府有关主管部门协助同级地质矿产主管部门进行矿产资源勘查、开采的监督管理工作。

## 第二章 矿产资源勘查的登记和开采的审批

第十二条 国家对矿产资源勘查实行统一的区块登记管理制度。矿产资源勘查登记工作，由国务院地质矿产主管部门负责；特定矿种的矿产资源勘查登记工作，可以由国务院授权有关主管部门负责。矿产资源勘查区块登记管理办法由国务院制定。

第十三条 国务院矿产储量审批机构或者省、自治区、直辖市矿产储量审批机构负责审查批准供矿山建设设计使用的勘探报告，并在规定的期限内批复报送单位。勘探报告未经批准，不得作为矿山建设设计的依据。

第十四条 矿产资源勘查成果档案资料和各类矿产储量的统计资料，实行统一的管理制度，按照国务院规定汇交或者填报。

第十五条 设立矿山企业，必须符合国家规定的资质条件，并依照法律和国家有关规定，由审批机关对其矿区范围、矿山设计或者开采方案、生产技术条件、安全措施和环境保护措施等进行审查；审查合格的，方予批准。

第十六条 开采下列矿产资源的，由国务院地质矿产主管部门审批，并颁发采矿许可证：

（一）国家规划矿区和对国民经济具有重要价值的矿区内的矿产资源；

（二）前项规定区域以外可供开采的矿产储量规模在大型以上的矿产资源；

（三）国家规定实行保护性开采的特定矿种；

（四）领海及中国管辖的其他海域的矿产资源；

（五）国务院规定的其他矿产资源。开采石油、天然气、放射性矿产等特定矿种的，可以由国务院授权的有关主管部门审批，并颁发采矿许可证。

开采第一款、第二款规定以外的矿产资源，其可供开采的矿产的储量规模为中型的，由省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门审批和颁发采矿许可证。

开采第一款、第二款和第三款规定以外的矿产资源的管理办法，由省、自治区、直

辖市人民代表大会常务委员会依法制定。

依照第三款、第四款的规定审批和颁发采矿许可证的，由省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门汇总向国务院地质矿产主管部门备案。

矿产储量规模的大型、中型的划分标准，由国务院矿产储量审批机构规定。

第十七条　国家对国家规划矿区、对国民经济具有重要价值的矿区和国家规定实行保护性开采的特定矿种，实行有计划的开采；未经国务院有关主管部门批准，任何单位和个人不得开采。

第十八条　国家规划矿区的范围、对国民经济具有重要价值的矿区的范围、矿山企业矿区的范围依法划定后，由划定矿区范围的主管机关通知有关县级人民政府予以公告。矿山企业变更矿区范围，必须报请原审批机关批准，并报请原颁发采矿许可证的机关重新核发采矿许可证。

第十九条　地方各级人民政府应当采取措施，维护本行政区域内的国有矿山企业和其他矿山企业矿区范围内的正常秩序。禁止任何单位和个人进入他人依法设立的国有矿山企业和其他矿山企业矿区范围内采矿。

第二十条　非经国务院授权的有关主管部门同意，不得在下列地区开采矿产资源：

（一）港口、机场、国防工程设施圈定地区以内；

（二）重要工业区、大型水利工程设施、城镇市政工程设施附近一定距离以内；

（三）铁路、重要公路两侧一定距离以内；

（四）重要河流、堤坝两侧一定距离以内；

（五）国家划定的自然保护区、重要风景区，国家重点保护的不能移动的历史文物和名胜古迹所在地；

（六）国家规定不得开采矿产资源的其他地区。

第二十一条　关闭矿山，必须提出矿山闭坑报告及有关采掘工程、不安全隐患、土地复垦利用、环境保护的资料，并按照国家规定报请审查批准。

第二十二条　勘查、开采矿产资源时，发现具有重大科学文化价值的罕见地质现象以及文化古迹，应当加以保护并及时报告有关部门。

## 第三章　矿产资源的勘查

第二十三条　区域地质调查按照国家统一规划进行。区域地质调查的报告和图件按照国家规定验收，提供有关部门使用。

第二十四条　矿产资源普查在完成主要矿种普查任务的同时，应当对工作区内包括共生或者伴生矿产的成矿地质条件和矿床工业远景作出初步综合评价。

第二十五条　矿床勘探必须对矿区内具有工业价值的共生和伴生矿产进行综合评价，并计算其储量。未作综合评价的勘探报告不予批准。但是，国务院计划部门另有规定的矿床勘探项目除外。

第二十六条　普查、勘探易损坏的特种非金属矿产、流体矿产、易燃易爆易溶矿产和含有放射性元素的矿产，必须采用省级以上人民政府有关主管部门规定的普查、勘探方法，并有必要的技术装备和安全措施。

第二十七条 矿产资源勘查的原始地质编录和图件，岩矿心、测试样品和其他实物标本资料，各种勘查标志，应当按照有关规定保护和保存。

第二十八条 矿床勘探报告及其他有价值的勘查资料，按照国务院规定实行有偿使用。

## 第四章 矿产资源的开采

第二十九条 开采矿产资源，必须采取合理的开采顺序、开采方法和选矿工艺。矿山企业的开采回采率、采矿贫化率和选矿回收率应当达到设计要求。

第三十条 在开采主要矿产的同时，对具有工业价值的共生和伴生矿产应当统一规划，综合开采，综合利用，防止浪费；对暂时不能综合开采或者必须同时采出而暂时还不能综合利用的矿产以及含有有用组分的尾矿，应当采取有效的保护措施，防止损失破坏。

第三十一条 开采矿产资源，必须遵守国家劳动安全卫生规定，具备保障安全生产的必要条件。

第三十二条 开采矿产资源，必须遵守有关环境保护的法律规定，防止污染环境。开采矿产资源，应当节约用地。耕地、草原、林地因采矿受到破坏的，矿山企业应当因地制宜地采取复垦利用、植树种草或者其他利用措施。开采矿产资源给他人生产、生活造成损失的，应当负责赔偿，并采取必要的补救措施。

第三十三条 在建设铁路、工厂、水库、输油管道、输电线路和各种大型建筑物或者建筑群之前，建设单位必须向所在省、自治区、直辖市地质矿产主管部门了解拟建工程所在地区的矿产资源分布和开采情况。非经国务院授权的部门批准，不得压覆重要矿床。

第三十四条 国务院规定由指定的单位统一收购的矿产品，任何其他单位或者个人不得收购；开采者不得向非指定单位销售。

## 第五章 集体矿山企业和个体采矿

第三十五条 国家对集体矿山企业和个体采矿实行积极扶持、合理规划、正确引导、加强管理的方针，鼓励集体矿山企业开采国家指定范围内的矿产资源，允许个人采挖零星分散资源和只能用作普通建筑材料的砂、石、粘土以及为生活自用采挖少量矿产。矿产储量规模适宜由矿山企业开采的矿产资源、国家规定实行保护性开采的特定矿种和国家规定禁止个人开采的其他矿产资源，个人不得开采。国家指导、帮助集体矿山企业和个体采矿不断提高技术水平、资源利用率和经济效益。地质矿产主管部门、地质工作单位和国有矿山企业应当按照积极支持、有偿的原则向集体矿山企业和个体采矿提供地质资料和技术服务。

第三十六条 国务院和国务院有关主管部门批准开办的矿山企业矿区范围内已有的集体矿山企业，应当关闭或者到指定的其他地点开采，由矿山建设单位给予合理的补偿，并妥善安置群众生活；也可以按照该矿山企业的统筹安排，实行联合经营。

第三十七条 集体矿山企业和个体采矿应当提高技术水平，提高矿产资源回收率。

禁止乱挖滥采，破坏矿产资源。集体矿山企业必须测绘井上、井下工程对照图。

第三十八条　县级以上人民政府应当指导、帮助集体矿山企业和个体采矿进行技术改造，改善经营管理，加强安全生产。

## 第六章　法律责任

第三十九条　违反本法规定，未取得采矿许可证擅自采矿的，擅自进入国家规划矿区、对国民经济具有重要价值的矿区范围采矿的，擅自开采国家规定实行保护性开采的特定矿种的，责令停止开采、赔偿损失，没收采出的矿产品和违法所得，可以并处罚款；拒不停止开采，造成矿产资源破坏的，依照刑法第一百五十六条的规定对直接责任人员追究刑事责任。单位和个人进入他人依法设立的国有矿山企业和其他矿山企业矿区范围内采矿的，依照前款规定处罚。

第四十条　超越批准的矿区范围采矿的，责令退回本矿区范围内开采、赔偿损失，没收越界开采的矿产品和违法所得，可以并处罚款；拒不退回本矿区范围内开采，造成矿产资源破坏的，吊销采矿许可证，依照刑法第一百五十六条的规定对直接责任人员追究刑事责任。

第四十一条　盗窃、抢夺矿山企业和勘查单位的矿产品和其他财物的，破坏采矿、勘查设施的，扰乱矿区和勘查作业区的生产秩序、工作秩序的，分别依照刑法有关规定追究刑事责任；情节显著轻微的，依照治安管理处罚条例有关规定予以处罚。

第四十二条　买卖、出租或者以其他形式转让矿产资源的，没收违法所得，处以罚款。违反本法第六条的规定将探矿权、采矿权倒卖牟利的，吊销勘查许可证、采矿许可证，没收违法所得，处以罚款。

第四十三条　违反本法规定收购和销售国家统一收购的矿产品的，没收矿产品和违法所得，可以并处罚款；情节严重的，依照刑法第一百一十七条、第一百一十八条的规定，追究刑事责任。

第四十四条　违反本法规定，采取破坏性的开采方法开采矿产资源的，处以罚款，可以吊销采矿许可证；造成矿产资源严重破坏的，依照刑法第一百五十六条的规定对直接责任人员追究刑事责任。

第四十五条　本法第三十九条、第四十条、第四十二条规定的行政处罚，由县级以上人民政府负责地质矿产管理工作的部门按照国务院地质矿产主管部门规定的权限决定。第四十三条规定的行政处罚，由县级以上人民政府工商行政管理部门决定。第四十四条规定的行政处罚，由省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门决定。给予吊销勘查许可证或者采矿许可证处罚的，须由原发证机关决定。依照第三十九条、第四十条、第四十二条、第四十四条规定应当给予行政处罚而不给予行政处罚的，上级人民政府地质矿产主管部门有权责令改正或者直接给予行政处罚。

第四十六条　当事人对行政处罚决定不服的，可以依法申请复议，也可以依法直接向人民法院起诉。当事人逾期不申请复议也不向人民法院起诉，又不履行处罚决定的，由作出处罚决定的机关申请人民法院强制执行。

第四十七条　负责矿产资源勘查、开采监督管理工作的国家工作人员和其他有关国

家工作人员徇私舞弊、滥用职权或者玩忽职守，违反本法规定批准勘查、开采矿产资源和颁发勘查许可证、采矿许可证，或者对违法采矿行为不依法予以制止、处罚，构成犯罪的，依法追究刑事责任；不构成犯罪的，给予行政处分。违法颁发的勘查许可证、采矿许可证，上级人民政府地质矿产主管部门有权予以撤销。

第四十八条 以暴力、威胁方法阻碍从事矿产资源勘查、开采监督管理工作的国家工作人员依法执行职务的，依照刑法第一百五十七条的规定追究刑事责任；拒绝、阻碍从事矿产资源勘查、开采监督管理工作的国家工作人员依法执行职务未使用暴力、威胁方法的，由公安机关依照治安管理处罚条例的规定处罚。

第四十九条 矿山企业之间的矿区范围的争议，由当事人协商解决，协商不成的，由有关县级以上地方人民政府根据依法核定的矿区范围处理；跨省、自治区、直辖市的矿区范围的争议，由有关省、自治区、直辖市人民政府协商解决，协商不成的，由国务院处理。

## 第七章 附 则

第五十条 外商投资勘查、开采矿产资源，法律、行政法规另有规定的，从其规定。

第五十一条 本法施行以前，未办理批准手续、未划定矿区范围、未取得采矿许可证开采矿产资源的，应当依照本法有关规定申请补办手续。

第五十二条 本法实施细则由国务院制定。

第五十三条 本法自 1986 年 10 月 1 日起施行。

# 附：刑法有关条款

第一百一十七条 违反金融、外汇、金银、工商管理法规，投机倒把，情节严重的，处三年以下有期徒刑或者拘役，可以并处、单处罚金或者没收财产。

第一百一十八条 以走私、投机倒把为常业的，走私、投机倒把数额巨大的或者走私、投机倒把集团的首要分子，处三年以上十年以下有期徒刑，可以并处没收财产。

第一百五十六条 故意毁坏公私财物，情节严重的，处三年以下有期徒刑、拘役或者罚金。

第一百五十七条 以暴力、威胁方法阻碍国家工作人员依法执行职务的，或者拒不执行人民法院已经发生法律效力的判决、裁定的，处三年以下有期徒刑、拘役、罚金或者剥夺政治权利。

第一百五十八条 禁止任何人利用任何手段扰乱社会秩序。扰乱社会秩序情节严重，致使工作、生产、营业和教学、科研无法进行，国家和社会遭受严重损失的，对首要分子处五年以下有期徒刑、拘役、管制或者剥夺政治权利。

附：

# 全国人民代表大会常务委员会关于修改《中华人民共和国矿产资源法》的决定

（1996 年 8 月 29 日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议通过
1996 年 8 月 29 日中华人民共和国主席令第七十四号公布 自 1997 年 1 月 1 日起施行）

决定第八届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议决定对《中华人民共和国矿产资源法》作如下修改：

一、第三条第一款修改为：“矿产资源属于国家所有，由国务院行使国家对矿产资源的所有权。地表或者地下的矿产资源的国家所有权，不因其所依附的土地的所有权或者使用权的不同而改变。”

第三款修改为：“勘查、开采矿产资源，必须依法分别申请、经批准取得探矿权、采矿权，并办理登记；但是，已经依法申请取得采矿权的矿山企业在划定的矿区范围内为本企业的生产而进行的勘查除外。国家保护探矿权和采矿权不受侵犯，保障矿区和勘查作业区的生产秩序、工作秩序不受影响和破坏。”

增加一款作为第四款：“从事矿产资源勘查和开采的，必须符合规定的资质条件。”

二、第四条修改为：“国家保障依法设立的矿山企业开采矿产资源的合法权益。

“国有矿山企业是开采矿产资源的主体。国家保障国有矿业经济的巩固和发展。”

三、第五条修改为：“国家实行探矿权、采矿权有偿取得的制度；但是，国家对探矿权、采矿权有偿取得的费用，可以根据不同情况规定予以减缴、免缴。具体办法和实施步骤由国务院规定。

“开采矿产资源，必须按照国家有关规定缴纳资源税和资源补偿费。”

四、将第三条第四款改为第六条，修改为：“除按下列规定可以转让外，探矿权、采矿权不得转让：

（一）探矿权人有权在划定的勘查作业区内进行规定的勘查作业，有权优先取得勘查作业区内矿产资源的采矿权。探矿权人在完成规定的最低勘查投入后，经依法批准，可以将探矿权转让他人。

（二）已取得采矿权的矿山企业，因企业合并、分立，与他人合资、合作经营，或者因企业资产出售以及有其他变更企业资产产权的情形而需要变更采矿权主体的，经依法批准可以将采矿权转让他人采矿。

前款规定的具体办法和实施步骤由国务院规定。

禁止将探矿权、采矿权倒卖牟利。”

五、第十条改为第十二条，修改为：“国家对矿产资源勘查实行统一的区块登记管理制度。矿产资源勘查登记工作，由国务院地质矿产主管部门负责；特定矿种的矿产资源勘查登记工作，可以由国务院授权有关主管部门负责。矿产资源勘查区块登记管理办法由国务院制定。”

六、第十三条第一款与第二十六条合并，作为第十五条，修改为：“设立矿山企业，必须符合国家规定的资质条件，并依照法律和国家有关规定，由审批机关对其矿区范围、矿山设计或者开采方案、生产技术条件、安全措施和环境保护措施等进行审查；审查合格的，方予批准。”

七、第十三条第二款和第十四条合并，作为第十六条，修改为：“开采下列矿产资源的，由国务院地质矿产主管部门审批，并颁发采矿许可证：

（一）国家规划矿区和对国民经济具有重要价值的矿区内的矿产资源；

（二）前项规定区域以外可供开采的矿产储量规模在大型以上的矿产资源；

（三）国家规定实行保护性开采的特定矿种；

（四）领海及中国管辖的其他海域的矿产资源；

（五）国务院规定的其他矿产资源。

开采石油、天然气、放射性矿产等特定矿种的，可以由国务院授权的有关主管部门审批，并颁发采矿许可证。

开采第一款、第二款规定以外的矿产资源，其可供开采的矿产的储量规模为中型的，由省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门审批和颁发采矿许可证。

开采第一款、第二款和第三款规定以外的矿产资源的管理办法，由省、自治区、直辖市人民代表大会常务委员会依法制定。

依照第三款、第四款的规定审批和颁发采矿许可证的，由省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门汇总向国务院地质矿产主管部门备案。

矿产储量规模的大型、中型的划分标准，由国务院矿产储量审批机构规定。”

八、第十六条第三款和第三十六条合并，作为第十九条，修改为：“地方各级人民政府应当采取措施，维护本行政区域内的国有矿山企业和其他矿山企业矿区范围内的正常秩序。

禁止任何单位和个人进入他人依法设立的国有矿山企业和其他矿山企业矿区范围内采矿。”

九、第三十四条改为第三十五条，增加一款作为第二款：“矿产储量规模适宜由矿山企业开采的矿产资源、国家规定实行保护性开采的特定矿种和国家规定禁止个人开采的其他矿产资源，个人不得开采。”

十、第三十九条修改为：“违反本法规定，未取得采矿许可证擅自采矿的，擅自进入国家规划矿区、对国民经济具有重要价值的矿区范围采矿的，擅自开采国家规定实行保护性开采的特定矿种的，责令停止开采、赔偿损失，没收采出的矿产品和违法所得，可以并处罚款；拒不停止开采，造成矿产资源破坏的，依照刑法第一百五十六条的规定对直接责任人员追究刑事责任。

单位和个人进入他人依法设立的国有矿山企业和其他矿山企业矿区范围内采矿的，依照前款规定处罚。”

十一、第四十二条第二款修改为：“违反本法第六条的规定将探矿权、采矿权倒卖牟利的，吊销勘查许可证、采矿许可证，没收违法所得，处以罚款。”

十二、第四十四条修改为：“违反本法规定，采取破坏性的开采方法开采矿产资源

的，处以罚款，可以吊销采矿许可证；造成矿产资源严重破坏的，依照刑法第一百五十六条的规定对直接责任人员追究刑事责任。”

十三、第四十五条修改为：“本法第三十九条、第四十条、第四十二条规定的行政处罚，由县级以上人民政府负责地质矿产管理工作的部门按照国务院地质矿产主管部门规定的权限决定。第四十三条规定的行政处罚，由县级以上人民政府工商行政管理部门决定。第四十四条规定的行政处罚，由省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门决定。给予吊销勘查许可证或者采矿许可证处罚的，须由原发证机关决定。

依照第三十九条、第四十条、第四十二条、第四十四条规定应当给予行政处罚而不给予行政处罚的，上级人民政府地质矿产主管部门有权责令改正或者直接给予行政处罚。”

十四、将第四十六条修改为：”当事人对行政处罚决定不服的，可以依法申请复议，也可以依法直接向人民法院起诉。

当事人逾期不申请复议也不向人民法院起诉，又不履行处罚决定的，由作出处罚决定的机关申请人民法院强制执行。

十五、增加一条，作为第四十七条：“负责矿产资源勘查、开采监督管理工作的国家工作人员和其他有关国家工作人员徇私舞弊、滥用职权或者玩忽职守，违反本法规定批准勘查、开采矿产资源和颁发勘查许可证、采矿许可证，或者对违法采矿行为不依法予以制止、处罚，构成犯罪的，依法追究刑事责任；不构成犯罪的，给予行政处分。违法颁发的勘查许可证、采矿许可证，上级人民政府地质矿产主管部门有权予以撤销。”

十六、增加一条，作为第四十八条：“以暴力、威胁方法阻碍从事矿产资源勘查、开采监督管理工作的国家工作人员依法执行职务的，依照刑法第一百五十七条的规定追究刑事责任；拒绝、阻碍从事矿产资源勘查、开采监督管理工作的国家工作人员依法执行职务未使用暴力、威胁方法的，由公安机关依照治安管理处罚条例的规定处罚。”

十七、增加一条，作为第五十条：“外商投资勘查、开采矿产资源，法律、行政法规另有规定的，从其规定。”

十八、将本法中的“国营矿山企业”修改为“国有矿山企业”，“乡镇集体矿山企业”修改为“集体矿山企业”。本决定自1997年1月1日起施行。《中华人民共和国矿产资源法》根据本决定作相应的修正，重新公布。

# 矿产资源勘查区块登记管理办法

## 中华人民共和国国务院令（第240号）

现发布《矿产资源勘查区块登记管理办法》，自发布之日起施行。

总理李鹏

1998年2月12日

第一条 为了加强对矿产资源勘查的管理，保护探矿权人的合法权益，维护矿产资源勘查秩序，促进矿业发展，根据《中华人民共和国矿产资源法》，制定本办法。

第二条 在中华人民共和国领域及管辖的其他海域勘查矿产资源，必须遵守本办法。

第三条 国家对矿产资源勘查实行统一的区块登记管理制度。矿产资源勘查工作区范围以经纬度1′×1′划分的区块为基本单位区块。每个勘查项目允许登记的最大范围：

（一）矿泉水为10个基本单位区块；

（二）金属矿产、非金属矿产、放射性矿产为40个基本单位区块；

（三）地热、煤、水气矿产为200个基本单位区块；

（四）石油、天然气矿产为2500个基本单位区块。

第四条 勘查下列矿产资源，由国务院地质矿产主管部门审批登记，颁发勘查许可证：

（一）跨省、自治区、直辖市的矿产资源；

（二）领海及中国管辖的其他海域的矿产资源；

（三）外商投资勘查的矿产资源；

（四）本办法附录所列的矿产资源。

勘查石油、天然气矿产的，经国务院指定的机关审查同意后，由国务院地质矿产主管部门登记，颁发勘查许可证。

勘查下列矿产资源，由省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门审批登记，颁发勘查许可证，并应当自发证之日起10日内，向国务院地质矿产主管部门备案：

（一）本条第一款、第二款规定以外的矿产资源；

（二）国务院地质矿产主管部门授权省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门审批登记的矿产资源。

第五条 勘查出资人为探矿权申请人；但是，国家出资勘查的，国家委托勘查的单位为探矿权申请人。

第六条 探矿权申请人申请探矿权时，应当向登记管理机关提交下列资料：

（一）申请登记书和申请的区块范围图；

（二）勘查单位的资格证书复印件；

（三）勘查工作计划、勘查合同或者委托勘查的证明文件；

（四）勘查实施方案及附件；

（五）勘查项目资金来源证明；

（六）国务院地质矿产主管部门规定提交的其他资料。

申请勘查石油、天然气的，还应当提交国务院批准设立石油公司或者同意进行石油、天然气勘查的批准文件以及勘查单位法人资格证明。

第七条　申请石油、天然气滚动勘探开发的，应当向登记管理机关提交下列资料，经批准，办理登记手续，领取滚动勘探开发的采矿许可证：

（一）申请登记书和滚动勘探开发矿区范围图；

（二）国务院计划主管部门批准的项目建议书；

（三）需要进行滚动勘探开发的论证材料；

（四）经国务院矿产储量审批机构批准进行石油、天然气滚动勘探开发的储量报告；

（五）滚动勘探开发利用方案。

第八条　登记管理机关应当自收到申请之日起40日内，按照申请在先的原则作出准予登记或者不予登记的决定，并通知探矿权申请人。对申请勘查石油、天然气的，登记管理机关还应当在收到申请后及时予以公告或者提供查询。

登记管理机关应当保证国家地质勘查计划一类项目的登记，具体办法由国务院地质矿产主管部门会同国务院计划主管部门制定。

需要探矿权申请人修改或者补充本办法第六条规定的资料的，登记管理机关应当通知探矿权申请人限期修改或者补充。

准予登记的，探矿权申请人应当自收到通知之日起30日内，依照本办法第十二条的规定缴纳探矿权使用费，并依照本办法第十三条的规定缴纳国家出资勘查形成的探矿权价款，办理登记手续，领取勘查许可证，成为探矿权人。

不予登记的，登记管理机关应当向探矿权申请人说明理由。

第九条　禁止任何单位和个人进入他人依法取得探矿权的勘查作业区内进行勘查或者采矿活动。

探矿权人与采矿权人对勘查作业区范围和矿区范围发生争议的，由当事人协商解决；协商不成的，由发证的登记管理机关中级别高的登记管理机关裁决。

第十条　勘查许可证有效期最长为3年；但是，石油、天然气勘查许可证有效期最长为7年。需要延长勘查工作时间的，探矿权人应当在勘查许可证有效期届满的30日前，到登记管理机关办理延续登记手续，每次延续时间不得超过2年。

探矿权人逾期不办理延续登记手续的，勘查许可证自行废止。

石油、天然气滚动勘探开发的采矿许可证有效期最长为15年；但是，探明储量的区块，应当申请办理采矿许可证。

第十一条　登记管理机关应当自颁发勘查许可证之日起10日内，将登记发证项目的名称、探矿权人、区块范围和勘查许可证期限等事项，通知勘查项目所在地的县级人民政府负责地质矿产管理工作的部门。

登记管理机关对勘查区块登记发证情况，应当定期予以公告。

第十二条 国家实行探矿权有偿取得的制度。探矿权使用费以勘查年度计算，逐年缴纳。

探矿权使用费标准：第一个勘查年度至第三个勘查年度，每平方公里每年缴纳100元；从第四个勘查年度起，每平方公里每年增加100元，但是最高不得超过每平方公里每年500元。

第十三条 申请国家出资勘查并已经探明矿产地的区块的探矿权的，探矿权申请人除依照本办法第十二条的规定缴纳探矿权使用费外，还应当缴纳经评估确认的国家出资勘查形成的探矿权价款；探矿权价款按照国家有关规定，可以一次缴纳，也可以分期缴纳。

国家出资勘查形成的探矿权价款，由国务院地质矿产主管部门会同国务院国有资产管理部门认定的评估机构进行评估；评估结果由国务院地质矿产主管部门确认。

第十四条 探矿权使用费和国家出资勘查形成的探矿权价款，由登记管理机关收取，全部纳入国家预算管理。具体管理、使用办法，由国务院地质矿产主管部门会同国务院财政部门、计划主管部门制定。

第十五条 有下列情形之一的，由探矿权人提出申请，经登记管理机关按照国务院地质矿产主管部门会同国务院财政部门制定的探矿权使用费和探矿权价款的减免办法审查批准，可以减缴、免缴探矿权使用费和探矿权价款：

（一）国家鼓励勘查的矿种；

（二）国家鼓励勘查的区域；

（三）国务院地质矿产主管部门会同国务院财政部门规定的其他情形。

第十六条 探矿权可以通过招标投标的方式有偿取得。

登记管理机关依照本办法第四条规定的权限确定招标区块，发布招标公告，提出投标要求和截止日期；但是，对境外招标的区块由国务院地质矿产主管部门确定。

登记管理机关组织评标，采取择优原则确定中标人。中标人缴纳本办法第十二条、第十三条规定的费用后，办理登记手续，领取勘查许可证，成为探矿权人，并履行标书中承诺的义务。

第十七条 探矿权人应当自领取勘查许可证之日起，按照下列规定完成最低勘查投入：

（一）第一个勘查年度，每平方公里2000元；

（二）第二个勘查年度，每平方公里5000元；

（三）从第三个勘查年度起，每个勘查年度每平方公里10000元。

探矿权人当年度的勘查投入高于最低勘查投入标准的，高于的部分可以计入下一个勘查年度的勘查投入。

因自然灾害等不可抗力的原因，致使勘查工作不能正常进行的，探矿权人应当自恢复正常勘查工作之日起30日内，向登记管理机关提交申请核减相应的最低勘查投入的报告；登记管理机关应当自收到报告之日起30日内予以批复。

第十八条 探矿权人应当自领取勘查许可证之日起6个月内开始施工；在开始勘查

工作时，应当向勘查项目所在地的县级人民政府负责地质矿产管理工作的部门报告，并向登记管理机关报告开工情况。

第十九条　探矿权人在勘查许可证有效期内进行勘查时，发现符合国家边探边采规定要求的复杂类型矿床的，可以申请开采，经登记管理机关批准，办理采矿登记手续。

第二十条　探矿权人在勘查石油、天然气等流体矿产期间，需要试采的，应当向登记管理机关提交试采申请，经批准后可以试采 1 年；需要延长试采时间的，必须办理登记手续。

第二十一条　探矿权人在勘查许可证有效期内探明可供开采的矿体后，经登记管理机关批准，可以停止相应区块的最低勘查投入，并可以在勘查许可证有效期届满的 30 日前，申请保留探矿权。但是，国家为了公共利益或者因技术条件暂时难以利用等情况，需要延期开采的除外。

保留探矿权的期限，最长不得超过 2 年，需要延长保留期的，可以申请延长 2 次，每次不得超过 2 年；保留探矿权的范围为可供开采的矿体范围。

在停止最低勘查投入期间或者探矿权保留期间，探矿权人应当依照本办法的规定，缴纳探矿权使用费。

探矿权保留期届满，勘查许可证应当予以注销。

第二十二条　有下列情形之一的，探矿权人应当在勘查许可证有效期内，向登记管理机关申请变更登记：

（一）扩大或者缩小勘查区块范围的；

（二）改变勘查工作对象的；

（三）经依法批准转让探矿权的；

（四）探矿权人改变名称或者地址的。

第二十三条　探矿权延续登记和变更登记，其勘查年度、探矿权使用费和最低勘查投入连续计算。

第二十四条　有下列情形之一的，探矿权人应当在勘查许可证有效期内，向登记管理机关递交勘查项目完成报告或者勘查项目终止报告，报送资金投入情况报表和有关证明文件，由登记管理机关核定其实际勘查投入后，办理勘查许可证注销登记手续：

（一）勘查许可证有效期届满，不办理延续登记或者不申请保留探矿权的；

（二）申请采矿权的；

（三）因故需要撤销勘查项目的。

自勘查许可证注销之日起 90 日内，原探矿权人不得申请已经注销的区块范围内的探矿权。

第二十五条　登记管理机关需要调查勘查投入、勘查工作进展情况，探矿权人应当如实报告并提供有关资料，不得虚报、瞒报，不得拒绝检查。

对探矿权人要求保密的申请登记资料、勘查工作成果资料和财务报表，登记管理机关应当予以保密。

第二十六条　违反本办法规定，未取得勘查许可证擅自进行勘查工作的，超越批准的勘查区块范围进行勘查工作的，由县级以上人民政府负责地质矿产管理工作的部门按

照国务院地质矿产主管部门规定的权限，责令停止违法行为，予以警告，可以并处10万元以下的罚款。

第二十七条 违反本办法规定，未经批准，擅自进行滚动勘探开发、边探边采或者试采的，由县级以上人民政府负责地质矿产管理工作的部门按照国务院地质矿产主管部门规定的权限，责令停止违法行为，予以警告，没收违法所得，可以并处10万元以下的罚款。

第二十八条 违反本办法规定，擅自印制或者伪造、冒用勘查许可证的，由县级以上人民政府负责地质矿产管理工作的部门按照国务院地质矿产主管部门规定的权限，没收违法所得，可以并处10万元以下的罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第二十九条 违反本办法规定，有下列行为之一的，由县级以上人民政府负责地质矿产管理工作的部门按照国务院地质矿产主管部门规定的权限，责令限期改正；逾期不改正的，处5万元以下的罚款；情节严重的，原发证机关可以吊销勘查许可证：

（一）不按照本办法的规定备案、报告有关情况、拒绝接受监督检查或者弄虚作假的；

（二）未完成最低勘查投入的；

（三）已经领取勘查许可证的勘查项目，满6个月未开始施工，或者施工后无故停止勘查工作满6个月的。

第三十条 违反本办法规定，不办理勘查许可证变更登记或者注销登记手续的，由登记管理机关责令限期改正；逾期不改正的，由原发证机关吊销勘查许可证。

第三十一条 违反本办法规定，不按期缴纳本办法规定应当缴纳的费用的，由登记管理机关责令限期缴纳，并从滞纳之日起每日加收千分之二的滞纳金；逾期仍不缴纳的，由原发证机关吊销勘查许可证。

第三十二条 违反本办法规定勘查石油、天然气矿产的，由国务院地质矿产主管部门按照本办法的有关规定给予行政处罚。

第三十三条 探矿权人被吊销勘查许可证的，自勘查许可证被吊销之日起6个月内，不得再申请探矿权。

第三十四条 登记管理机关工作人员徇私舞弊、滥用职权、玩忽职守，构成犯罪的，依法追究刑事责任；尚不构成犯罪的，依法给予行政处分。

第三十五条 勘查许可证由国务院地质矿产主管部门统一印制。申请登记书、变更申请登记书、探矿权保留申请登记书和注销申请登记书的格式，由国务院地质矿产主管部门统一制定。

第三十六条 办理勘查登记手续，应当按照规定缴纳登记费。收费标准和管理、使用办法，由国务院物价主管部门会同国务院地质矿产主管部门、财政部门规定。

第三十七条 外商投资勘查矿产资源的，依照本办法的规定办理；法律、行政法规另有特别规定的，从其规定。

第三十八条 中外合作勘查矿产资源的，中方合作者应当在签订合同前，将合作的勘查区块、矿种等有关文件资料报原发证机关复核并签署意见；在签订合同后，向原发证机关备案。

**第三十九条**　本办法施行前已经取得勘查许可证的，由国务院地质矿产主管部门统一组织换领新的勘查许可证。探矿权使用费、最低勘查投入按照重新登记后的第一个勘查年度计算，并可以依照本办法的规定申请减缴、免缴。

**第四十条**　从事区域地质调查、区域矿产调查、区域地球物理调查、区域地球化学调查、航空遥感地质调查和区域水文地质调查、区域工程地质调查、区域环境地质调查、海洋地质调查等地质调查工作的，应当向登记管理机关备案。

**第四十一条**　本办法附录的修改，由国务院地质矿产主管部门报国务院批准后公布。

**第四十二条**　本办法自发布之日起施行。1987 年 4 月 29 日国务院发布的《矿产资源勘查登记管理暂行办法》和 1987 年 12 月 16 日国务院批准、石油工业部发布的《石油及天然气勘查、开采登记管理暂行办法》同时废止。

【附录】国务院地质矿产主管部门审批发证矿种目录

1. 煤　2. 石油　3. 油页岩　4. 烃类天然气　5. 二氧化碳气　6. 煤成（层）气　7. 地热　8. 放射性矿产　9. 金　10. 银　11. 铂　12. 锰　13. 铬　14. 钴　15. 铁　16. 铜　17. 铅　18. 锌　19. 铝　20. 镍　21. 钨　22. 锡　23. 锑　24. 钼　25. 稀土　26. 磷　27. 钾　28. 硫　29. 锶　30. 金刚石　31. 铌　32. 钽　33. 石棉　34. 矿泉水

# 矿产资源开采登记管理办法
## 国务院令第 241 号

第一条 为了加强对矿产资源开采的管理，保护采矿权人的合法权益，维护矿产资源开采秩序，促进矿业发展，根据《中华人民共和国矿产资源法》，制定本办法。

第二条 在中华人民共和国领域及管辖的其他海域开采矿产资源，必须遵守本办法。

第三条 开采下列矿产资源，由国务院地质矿产主管部门审批登记，颁发采矿许可证：

（一）国家规划矿区和对国民经济具有重要价值的矿区内的矿产资源；

（二）领海及中国管辖的其他海域的矿产资源；

（三）外商投资开采的矿产资源；

（四）本办法附录所列的矿产资源。

开采石油、天然气矿产的，经国务院指定的机关审查同意后，由国务院地质矿产主管部门登记，颁发采矿许可证。

开采下列矿产资源，由省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门审批登记，颁发采矿许可证：

（一）本条第一款、第二款规定以外的矿产储量规模中型以上的矿产资源；

（二）国务院地质矿产主管部门授权省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门审批登记的矿产资源。

开采本条第一款、第二款、第三款规定以外的矿产资源，由县级以上地方人民政府负责地质矿产管理工作的部门，按照省、自治区、直辖市人民代表大会常务委员会制定的管理办法审批登记，颁发采矿许可证。

矿区范围跨县级以上行政区域的，由所涉及行政区域的共同上一级登记管理机关审批登记，颁发采矿许可证。

县级以上地方人民政府负责地质矿产管理工作的部门在审批发证后，应当逐级向上一级人民政府负责地质矿产管理工作的部门备案。

第四条 采矿权申请人在提出采矿权申请前，应当根据经批准的地质勘查储量报告，向登记管理机关申请划定矿区范围。

需要申请立项，设立矿山企业的，应当根据划定的矿区范围，按照国家规定办理有关手续。

第五条 采矿权申请人申请办理采矿许可证时，应当向登记管理机关提交下列资料：

（一）申请登记书和矿区范围图；

（二）采矿权申请人资质条件的证明；

（三）矿产资源开发利用方案；

（四）依法设立矿山企业的批准文件；

（五）开采矿产资源的环境影响评价报告；

（六）国务院地质矿产主管部门规定提交的其他资料。

申请开采国家规划矿区或者对国民经济具有重要价值的矿区内的矿产资源和国家实行保护性开采的特定矿种的，还应当提交国务院有关主管部门的批准文件。

申请开采石油、天然气的，还应当提交国务院批准设立石油公司或者同意进行石油、天然气开采的批准文件以及采矿企业法人资格证明。

第六条　登记管理机关应当自收到申请之日起40日内，作出准予登记或者不予登记的决定，并通知采矿权申请人。

需要采矿权申请人修改或者补充本办法第五条规定的资料的，登记管理机关应当通知采矿权申请人限期修改或者补充。

准予登记的，采矿权申请人应当自收到通知之日起30日内，依照本办法第九条的规定缴纳采矿权使用费，并依照本办法第十条的规定缴纳国家出资勘查形成的采矿权价款，办理登记手续，领取采矿许可证，成为采矿权人。

不予登记的，登记管理机关应当向采矿权申请人说明理由。

第七条　采矿许可证有效期，按照矿山建设规模确定：大型以上的，采矿许可证有效期最长为30年；中型的，采矿许可证有效期最长为20年；小型的，采矿许可证有效期最长为10年。采矿许可证有效期满，需要继续采矿的，采矿权人应当在采矿许可证有效期届满的30日前，到登记管理机关办理延续登记手续。

采矿权人逾期不办理延续登记手续的，采矿许可证自行废止。

第八条　登记管理机关在颁发采矿许可证后，应当通知矿区范围所在地的有关县级人民政府。有关县级人民政府应当自收到通知之日起90日内，对矿区范围予以公告，并可以根据采矿权人的申请，组织埋设界桩或者设置地面标志。

第九条　国家实行采矿权有偿取得的制度。采矿权使用费，按照矿区范围的面积逐年缴纳，标准为每平方公里每年1000元。

第十条　申请国家出资勘查并已经探明矿产地的采矿权的，采矿权申请人除依照本办法第九条的规定缴纳采矿权使用费外，还应当缴纳经评估确认的国家出资勘查形成的采矿权价款；采矿权价款按照国家有关规定，可以一次缴纳，也可以分期缴纳。

国家出资勘查形成的采矿权价款，由国务院地质矿产主管部门会同国务院国有资产管理部门认定的评估机构进行评估；评估结果由国务院地质矿产主管部门确认。

第十一条　采矿权使用费和国家出资勘查形成的采矿权价款由登记管理机关收取，全部纳入国家预算管理。具体管理、使用办法，由国务院地质矿产主管部门会同国务院财政部门、计划主管部门制定。

第十二条　有下列情形之一的，由采矿权人提出申请，经省级以上人民政府登记管理机关按照国务院地质矿产主管部门会同国务院财政部门制定的采矿权使用费和采矿权价款的减免办法审查批准，可以减缴、免缴采矿权使用费和采矿权价款：

（一）开采边远贫困地区的矿产资源的；

（二）开采国家紧缺的矿种的；

（三）因自然灾害等不可抗力的原因，造成矿山企业严重亏损或者停产的；

（四）国务院地质矿产主管部门和国务院财政部门规定的其他情形。

第十三条 采矿权可以通过招标投标的方式有偿取得。

登记管理机关依照本办法第三条规定的权限确定招标的矿区范围，发布招标公告，提出投标要求和截止日期；但是，对境外招标的矿区范围由国务院地质矿产主管部门确定。

登记管理机关组织评标，采取择优原则确定中标人。中标人缴纳本办法第九条、第十条规定的费用后，办理登记手续，领取采矿许可证，成为采矿权人，并履行标书中承诺的义务。

第十四条 登记管理机关应当对本行政区域内的采矿权人合理开发利用矿产资源、保护环境及其他应当履行的法定义务等情况依法进行监督检查。采矿权人应当如实报告有关情况，并提交年度报告。

第十五条 有下列情形之一的，采矿权人应当在采矿许可证有效期内，向登记管理机关申请变更登记：

（一）变更矿区范围的；

（二）变更主要开采矿种的；

（三）变更开采方式的；

（四）变更矿山企业名称的；

（五）经依法批准转让采矿权的。

第十六条 采矿权人在采矿许可证有效期内或者有效期届满，停办、关闭矿山的，应当自决定停办或者关闭矿山之日起 30 日内，向原发证机关申请办理采矿许可证注销登记手续。

第十七条 任何单位和个人未领取采矿许可证擅自采矿的，擅自进入国家规划矿区和对国民经济具有重要价值的矿区范围采矿的，擅自开采国家规定实行保护性开采的特定矿种的，超越批准的矿区范围采矿的，由登记管理机关依照有关法律、行政法规的规定予以处罚。

第十八条 不依照本办法规定提交年度报告、拒绝接受监督检查或者弄虚作假的，由县级以上人民政府负责地质矿产管理工作的部门按照国务院地质矿产主管部门规定的权限，责令停止违法行为，予以警告，可以并处 5 万元以下的罚款；情节严重的，由原发证机关吊销采矿许可证。

第十九条 破坏或者擅自移动矿区范围界桩或者地面标志的，由县级以上人民政府负责地质矿产管理工作的部门按照国务院地质矿产主管部门规定的权限，责令限期恢复；情节严重的，处 3 万元以下的罚款。

第二十条 擅自印制或者伪造、冒用采矿许可证的，由县级以上人民政府负责地质矿产管理工作的部门按照国务院地质矿产主管部门规定的权限，没收违法所得，可以并处 10 万元以下的罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第二十一条 违反本办法规定，不按期缴纳本办法规定应当缴纳的费用的，由登

记管理机关责令限期缴纳，并从滞纳之日起每日加收2‰的滞纳金；逾期仍不缴纳的，由原发证机关吊销采矿许可证。

第二十二条　违反本办法规定，不办理采矿许可证变更登记或者注销登记手续的，由登记管理机关责令限期改正；逾期不改正的，由原发证机关吊销采矿许可证。

第二十三条　违反本办法规定开采石油、天然气矿产的，由国务院地质矿产主管部门按照本办法的有关规定给予行政处罚。

第二十四条　采矿权人被吊销采矿许可证的，自采矿许可证被吊销之日起2年内不得再申请采矿权。

第二十五条　登记管理机关工作人员徇私舞弊、滥用职权、玩忽职守，构成犯罪的，依法追究刑事责任；尚不构成犯罪的，依法给予行政处分。

第二十六条　采矿许可证由国务院地质矿产主管部门统一印制。申请登记书、变更申请登记书和注销申请登记书的格式，由国务院地质矿产主管部门统一制定。

第二十七条　办理采矿登记手续，应当按照规定缴纳登记费。收费标准和管理、使用办法，由国务院物价主管部门会同国务院地质矿产主管部门、财政部门规定。

第二十八条　外商投资开采矿产资源，依照本办法的规定办理；法律、行政法规另有特别规定的，从其规定。

第二十九条　中外合作开采矿产资源的，中方合作者应当在签订合同前，将合作的矿区范围、开采矿种、开发利用方案等资料报原发证机关复核并签署意见；在签订合同后，向原发证机关备案。

第三十条　本办法施行前已经取得采矿许可证的，由国务院地质矿产主管部门统一组织换领新采矿许可证。

本办法施行前已经开办的矿山企业，应当自本办法施行之日起开始缴纳采矿权使用费，并可以依照本办法的规定申请减缴、免缴。

第三十一条　登记管理机关应当对颁发的采矿许可证和吊销的采矿许可证予以公告。

第三十二条　本办法所称矿区范围，是指经登记管理机关依法划定的可供开采矿产资源的范围、井巷工程设施分布范围或者露天剥离范围的立体空间区域。

本办法所称开采方式，是指地下开采或者露天开采。

第三十三条　本办法附录的修改，由国务院地质矿产主管部门报国务院批准后公布。

第三十四条　本办法自发布之日起施行。1987年4月29日国务院发布的《全民所有制矿山企业采矿登记管理暂行办法》和1990年11月22日《国务院关于修改〈全民所有制矿山企业采矿登记管理暂行办法〉的决定》同时废止。

# 国务院关于修改《矿产资源补偿费征收管理规定》的决定

1997 年 7 月 3 日，国务院

国务院决定将《矿产资源补偿费征收管理规定》第十条第一款修改为：“征收的矿产资源补偿费，应当及时全额上缴，并按照下款规定的中央与省、自治区、直辖市的分成比例分别入库，年终不再结算。”

本决定自发布之日起施行。

附：《矿产资源补偿费征收管理规定》第十条第一款修改前的条文征收的矿产资源补偿费，应当及时全额就地上缴中央金库，年终按照下款规定的中央与省、自治区、直辖市的分成比例，单独结算

# 国务院关于整顿矿业秩序维护国家对矿产资源所有权的通知

改革开放以来，各地区、各有关部门认真执行《中华人民共和国矿产资源法》和《中华人民共和国矿产资源法实施细则》（以下简称《矿产资源法》和《实施细则》）等有关法律、法规，在保护和合理开发、利用矿产资源，维护矿业秩序等方面做了许多工作，取得了一些成效。但是无证擅自开采、滥采乱挖矿产资源，出卖矿产资源或者采矿权，非法经营甚至盗窃抢夺、走私贩私矿产品等违法犯罪活动在一些地区还相当严重，破坏了矿产资源，严重影响了国有矿山企业生产，侵害了国家权益，扰乱了矿业秩序，危害了社会安定。产生这些问题的主要原因是一些地方、部门和单位法制观念淡薄，管理不力，只顾追求局部、眼前的经济利益所致。

矿业是国民经济的基础产业。矿产资源是经济建设和社会发展的重要物质基础。矿产资源属于国家所有，国务院代表国家行使所有权。为切实维护国家对矿产资源的权益，保障矿产资源勘查、开采活动依法进行，现通知如下：

一、认真宣传贯彻有关法律、法规，牢固树立矿产资源属于国家所有的观念

各地人民政府和有关部门要进一步学习、宣传《矿产资源法》和《实施细则》等法律、法规，增强法制观念，提高执法的自觉性，严格依法行政；要充分认识矿产资源属于国家所有，而不是所在地方或分管部门所有，更不属小团体所有，教育广大干部和人民群众牢固树立矿产资源属于国家所有的观念；要维护国家对矿产资源的权益，正确处理国家利益与地方利益、长远利益与眼前利益的关系，切实保护和合理开发、利用矿产资源，坚持依法管矿、办矿。任何地方、部门、单位和个人，都无权以任何形式买卖或者变相买卖矿产资源或者采矿权。

二、依法检查整顿矿业秩序

各省、自治区、直辖市人民政府要组织力量，对本行政区域内的矿业秩序认真进行检查整顿。

矿业秩序检查整顿自本通知发布之日起开始，到1996年6月底结束，采取自查自纠和重点检查相结合的方法进行。所有矿山企业、个体采矿者、矿产品经营单位及有关管理部门，都要对照有关法律、法规的规定，进行自查自纠；在普遍自查的基础上，各省、自治区、直辖市人民政府要组织力量进行重点检查，重点检查面不得少于30%。

检查整顿的主要内容是：（一）未取得合法的勘查许可证、采矿许可证擅自勘查、开采矿产资源；（二）越界或者违反法律、法规规定采矿；（三）非法买卖、出租或者以其他形式转让矿产资源；（四）擅自从事矿产品经营活动和违反国家有关规定收购或销售国家规定统一收购的矿产品；（五）盗窃、抢夺矿山企业的矿产品及其他资产，破坏矿山生产设施，扰乱矿区生产、工作秩序；（六）违反环境保护、矿山安全等法律、法规进行采矿或者开办选冶厂，造成生态环境严重污染或者重大人员伤亡事故；（七）拒不缴纳国家法律、法规规定的税费；（八）不符合《实施细则》规定的办矿条件和审批

发证程序而办理审批、发证；(九) 党政机关或党政机关干部违反规定参与或者变相参与采矿、经营矿产品或者庇护违法开采、经营等行为。

重点检查的对象是违反矿产资源法律、法规比较严重、矿业秩序严重混乱的地区、矿区，以及各级人民政府及其有关主管部门认为需要重点检查的其他地区或单位。

三、认真纠正存在问题，坚决查处大案要案

对检查中查出的违法违纪问题，要按照现行的法律、法规规定和有关政策，认真纠正和处理。处理时要贯彻“自查从宽、被查从严”的原则。凡未依法取得勘查、采矿许可证，且不具备条件的，一律取缔。对越界勘查、开采的，要限期退至批准的范围。坚决取缔矿产品非法收购点。违反规定下放的审批权限一律收回。对于重点检查中查出的问题，特别是明知故犯、屡教不改、造成严重后果的，要依法从严处理，除依照有关法律、法规规定给予行政处罚外，对负有直接责任的主管人员和其他直接责任人员，还要依法给予纪律处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任。对盗窃、抢夺矿产品及资材，破坏生产设施和生产秩序的违法犯罪分子，要坚决依法惩处。各地要对违法违纪大案要案公开曝光，以推动矿业秩序检查整顿工作不断深入。

在检查整顿的同时，要继续做好矿业管理方面的各项工作。要按照《国务院关于修改<全民所有制矿山企业采矿登记管理暂行办法>的决定》的有关规定抓紧核定或划定矿区范围，在1996年年底前完成对国有重点矿山企业的采矿补登记工作，依法维护国有矿山企业的合法权益。

四、建立健全规章制度，切实加强矿业管理

通过对矿业秩序的整顿，各地及有关部门要认真总结经验教训，结合实际，建立和完善有关规章制度，严格按照有关法律、法规规定，对加强矿产资源勘查、开采的规划、审批、生产经营秩序等的管理工作做出具体安排，并着力抓好检查落实，切实维护国家对矿产资源的权益，确保矿业的持续、健康发展。

整顿矿业秩序，切实维护国家对矿产资源的权益，是保障我国矿业的持续健康发展，保证改革开放和经济建设顺利进行，保持社会稳定的一项重要工作，涉及面广，难度较大，各地人民政府要加强领导，统筹安排，组织地质矿产、工商行政管理、司法以及其他有关行业主管部门通力协作，共同抓好落实。各级地质矿产行政管理部门要充分发挥职能作用，集中必要力量，在本级人民政府领导下重点抓好这项工作。国务院将责成地质矿产部会同有关部门组成工作组到一些地区进行检查。各省、自治区、直辖市人民政府要将检查整顿情况，于1996年7月底前报国务院。

# 关于印发《学习推广鹿泉经验，推进基层矿产资源管理全面到位试点工作方案》的通知

各省、自治区、直辖市国土资源厅（国土环境资源厅、国土资源和房屋管理局、房屋土地资源管理局、规划和国土资源局）：

根据《关于学习推广鹿泉经验，加强基层矿产资源管理工作的通知》（国土资发〔2002〕294号）部署，为进一步贯彻落实全国县级矿产资源管理工作座谈会议精神和部领导的重要指示，更好地学习推广鹿泉经验，推进基层矿产资源管理全面到位，部决定在全面推进的同时进一步抓好典型引路和示范工作，制定了《学习推广鹿泉经验，推进基层矿产资源管理全面到位试点工作方案》。现印发给你们，请结合本地实际，理清工作思路，突出工作重点，认真抓好落实。并请于2003年12月底前将本行政区学习推广鹿泉经验推进基层矿产资源管理全面到位试点工作方案分别报部勘查司和开发司（Word电子版请发往 qyuan@mail-mlr-gov-cn 信箱）。

附件：学习推广鹿泉经验，推进基层矿产资源管理全面到位试点工作方案

中华人民共和国国土资源部

二○○三年十月十六日

# 学习推广鹿泉经验 推进基层矿产资源管理全面到位试点工作方案

按照《关于学习推广鹿泉经验，加强基层矿产资源管理工作的通知》（国土资发〔2002〕294号）部署，为进一步贯彻落实全国县级矿产资源管理工作座谈会议精神，更好地学习推广鹿泉经验，推进全国基层矿产资源管理全面到位，按照国家和各级政府赋予国土资源管理部门的职责及有关规定，从全国基层矿产资源管理工作面临的形势和现状出发，本着实事求是、积极可行的原则，制定本方案。

## 一、指导思想

学习推广鹿泉经验，推进基层矿产资源管理全面到位试点工作，要以邓小平理论和”三个代表”重要思想为指导，认真贯彻落实党的十六大精神，与时俱进，开拓创新，进一步强化基层矿产资源管理职能，以整顿和规范矿产资源管理秩序、培育完善探矿权采矿权市场为重点，大力推进依法行政制度建设和队伍建设，进一步强化执法监督，更好地保护与合理利用矿产资源，促进全国矿产资源勘查开发健康发展，推进基层矿产资源管理工作全面到位，确保基层矿产资源管理职能正确履行。

## 二、主要职能

基层矿产资源管理的基本职能，概括起来主要有以下几个方面：（一）依法整顿和规范本行政区内矿产资源管理秩序，维护矿产资源国家所有和探矿权人、采矿人的合法权益；（二）对矿产资源勘查、保护和合理开发利用、资源储量等进行管理和监督；（三）引导矿山企业科学办矿，合理开发利用和保护矿产资源，不断提高矿产资源利用率；（四）加强地质灾害防治监测、预报、巡查，做好地质环境保护工作；（五）搞好资源分析和政策研究，认真编制和实施各级矿产资源总体规划及其配套的勘查、开采、保护和地质灾害防治、地质环境保护等专项规划；（六）培育和规范探矿权、采矿权市场；（七）依法征收矿产资源补偿费、探矿权采矿权使用费等。

## 三、基本原则

学习推广鹿泉经验，推进基层矿产资源管理全面到位试点工作，要认真结合本地区的实际，因地制宜，求真务实，注重实效，切实做好矿产资源管理工作。试点工作要遵循因地制宜、科学务实、分类指导、开拓创新的原则。各试点单位要结合实际制定合理的工作方案。要加强调查研究，注意发现、培养、总结、宣传和推广本地区的经验，通过示范，搞好典型引路，以点带面，整体推进，不断推动面上工作。要充分考虑各地区矿产资源、地质环境的特点，东、中、西部自然经济人文条件的差异，省、市、县三级管理职能的区别，研究不同的管理方式，总结操作性强的典型经验，实行分类指导，不搞一刀切。各试点单位学习借鉴鹿泉经验时，工作要有新思路，行动要有新举措，经验要有新突破。试点工作要与时俱进，不断开拓创新，促进管理全面到位。

## 四、工作目标

在 2002 年全国学习推广鹿泉经验，推进基层矿产资源管理全面到位工作全面启动的基础上，2003 年，分两个层次抓落实。部抓好河北省、浙江省、四川省、内蒙古自治区阿拉善盟、福建省大田县、山东省招远市、湖南省平江县、辽宁省盖州市的试点；各省（区、市）国土资源厅（局）要在年内制定方案，抓好 2 ~ 3 个试点市、县，逐步扩大到在各市（地、州），抓好 1 ~ 2 个县（市、区）试点。

（一）总体目标。争取用 3 ~ 5 年的时间，实现全国基层矿产资源管理全面到位。各试点单位应按照同级人民政府批准的国土资源管理部门 " 三定 " 方案的规定，进一步理顺试点单位内外部关系。要做到健全基层矿产资源管理制度，落实矿产资源管理职能，充实完善矿产资源管理机构，不断提高管理人员素质，建立起一支依法行政、执法严明、任劳任怨、能打硬仗的基层矿产资源管理队伍，实现矿产资源管理全面到位。

（二）阶段目标。第一阶段：到 2004 年底，福建省大田县、山东省招远市、湖南省平江县、辽宁省盖州市和内蒙古自治区阿拉善盟要实现矿产资源管理全面到位。河北、浙江、四川省要有一批试点市、县实现矿产资源管理全面到位。第二阶段：到 2005 年底，河北、浙江省所有县（市、区）要实现矿产资源管理全面到位，四川省除自治州外的所有县（市、区）要实现矿产资源管理全面到位；各省（区、市）的试点市、县也要

实现矿产资源管理全面到位。福建省大田县、山东省招远市、湖南省平江县、辽宁省盖州市和内蒙古自治区阿拉善盟要实现矿产资源管理上新台阶。第三阶段：到2007年底，全国各县（市、区）要实现矿产资源管理全面到位。河北、浙江省的所有县（市、区）要实现矿产资源管理上新台阶，四川省除自治州外的所有县（市、区）要实现矿产资源管理上新台阶。福建省大田县、山东省招远市、湖南省平江县、辽宁省盖州市和内蒙古自治区阿拉善盟要实现矿产资源管理要再上新台阶。

## 五、到位标准的基本要求

基层市、县两级矿产资源管理全面到位，是全国矿产资源管理全面到位的基础。市、县两级矿产资源管理全面到位标准的基本要求如下：（一）坚持依法行政，全面落实矿产资源管理有关法律、法规，各项规章制度建设健全、完善；（二）认真编制和实施矿产资源总体规划及配套专项规划；（三）全面履行《市（地）县（市）级国土资源主管部门矿产资源监督管理暂行办法》中规定的职责，本行政区内矿产资源合理利用水平不断提高，矿产资源管理秩序保持稳定；（四）依法培育和规范探矿权采矿权市场；（五）建立矿产资源储量核查检测制度和矿产资源管理档案，实现矿产资源管理的信息化，为社会提供查询服务；（六）编制地质灾害防治预案，组织开展地质灾害群测群防，有效保护和监督管理矿山地质环境、地质遗迹和地质公园；（七）深入研究矿产资源、地质环境与地方经济建设和社会协调发展的关系，为经济社会可持续发展提供政策建议。各省（区、市）国土资源厅（局）要严格按照上述基本要求，制定符合本省（区、市）实际的具体实施标准，进行检查验收，确保目标的全面实现。

## 六、保证措施

（一）加强宣传，提高认识。各试点单位及上级主管部门要动用一切行之有效的宣传工具和宣传手段，大力宣传学习推广鹿泉经验，推进基层矿产资源管理全面到位的必要性和紧迫性，务必要使各级领导、特别是主要领导和有关部门及广大群众从思想上深刻认识到开展试点工作的重要意义。

（二）加强领导，落实责任。各试点单位要由一把手负责，成立“推进基层矿产资源管理工作全面到位试点工作领导小组”，明确专门机构，专人负责日常工作。各试点单位要摸清现状、找准问题，结合本地实际，认真制定试点工作方案，周密部署，精心组织实施。各试点单位要建立试点工作责任制，制定明确的目标、任务、要求、措施和考核办法，切实做到责任到人。各试点单位要积极争取当地党政领导和有关部门的支持，使管理机构进入政府序列、工作经费列入财政预算、管理人员到位、编制人数和人员素质能够保证完成管理工作的需要。各试点单位要加强自身建设，积极创造条件，努力克服困难，全力投入试点工作。

（三）加强指导，搞好协调。试点单位的各级主管部门要加强对试点单位的联系和指导，每年都要抽出一定时间深入试点单位进行现场指导和实地调研，要总结好的经验与做法，发现问题要及时解决，要积极为试点单位解决试点工作中的实际困难和问题。试点单位的上级主管部门要积极帮助试点单位疏通地方政府和有关部门的关系，积极争

取试点单位当地政府和有关部门对试点工作的支持与帮助，努力为试点单位营造良好的试点工作环境。

（四）加强督查，严格验收。各试点单位的上级主管部门，对试点单位试点工作的目标、任务和要求，要逐级进行经常性的督促检查，要一级抓一级，发现问题，要及时解决。对认识到位、行动到位和成效显著的要组织经验交流，对认识不到位、行动迟缓的要加强督促检查，研究改进措施，确保试点工作目标任务的全面落实。验收工作要自下而上地逐级进行，各级都要严格按标准进行验收，对达不到标准要求的要进行补课，要确保试点工作不走过场。

# 国务院办公厅转发国土资源部关于进一步治理整顿矿产资源管理秩序意见的通知

## 国办发［2001］85号

各省、自治区、直辖市人民政府，国务院各部委、各直属机构：

国上资源部《关于进一步治理整顿矿产资源管理秩序的意见》已经国务院同意，现转发给你们，请认真贯彻拽行。

国务院办公厅

二00一年十一月三日

# 关于进一步治理整顿矿产资源管理秩序的意见

## （国土资源部　二00一年十月十日）

近几年来，各省、自治区、直辖市人民政府和国务院有关部门在治理整顿矿业秩序、规范矿业权市场等方面做了大量工作，使全国矿产资源管理秩序向着好的方面发展。但是，由于地方保护、利益驱动、疏于管理等原因，当前在矿产资源管理秩序方面仍然存在突出问躇：有些地方无证勘查开采行为屡禁不止，严重干扰了正常的矿业秩序；一些探矿权人、采矿权人不按勘查设计施工，擅自进行采矿活动，违反开发利用方案乱采滥挖，重采轻泊，造成了严重的资源浪费和环境破坏；一些探矿权人、采矿权人违反法定的程序和条件，擅自以承包等方式非法转让处置探矿权、采矿权，扰乱了矿业权市场的正常秩序；有的管理部门超越法定权限颁发勘查许可证、采矿许可证，引发了不少权屑纠纷。这些问题阻碍了矿业经济的持续健康发展，对当地社会稳定和人民生命财产安全带来了严重影响。根据全国整顿和规范市场经济秩序的整体部署，必须对矿产资源管理秩序进行集中治理整顿。

一、治理整辑的主要任务和基本目标治理整顿矿产资源管理秩序的主要任务是：以邓小平理论和江泽民同志“三个代表”重要思想为指导，深刻理解江泽民总书记关于“要使广大干部群众在思想上真正明确，破坏资源环境就是破坏生产力，保护资源环境就是保护生产力，改善资源环境就是发展生产力”的指示精神，充分认识治理整顿矿产资源管理秩序的重要性，坚持”依法行政、严格执法、认真坚决、从快从重”的原则，针对当前矿产资源勘查开采及监督管理工作中存在的突出问距，集中整顿，及时纠正，严格规范；全面取缔和严格查处无证勘查开采、越界开采、持勘壹许可证非法采矿、非法承转让探矿权采矿权等违法行为；限期停产整顿乱采滥挖、浪费资源、破坏环境的矿山，重点解决矿山布局不合理和优势矿产开采过量的问题；进一步建立健全严格的探矿

权、采矿权审批与管理制度，及时依法查处矿产资源违法行政案件。

治理整顿矿产资源管理秩序的基本目标是通过全面排壹，逐一整改，完善制度，加强理，使治理整顿矿产资源管理秩序的工作近期取得明显效果，实现矿产资源的有效保护和合理发利用，促进矿业经济持续健康发展。

二，治理整顿的主要内容和措施

（一）全面清理勘查、采矿许可证。对已发放的勘查许可证、采矿许可证，由国土资源部统一组织，抓紧进行全面清理。地方各级人民政府国土资源行政主管部门要逐级具体落实。其中，油气勘查许可证、采矿许可证的清理工作由国土资潭部会同省级国土资源行政主管部门统一组织油气督察员进行。对未按照法定程序和权限颁发的勘查许可证、采矿许可证，向不符合法定条件的申请者颁发的勘查许可证、采矿许可证，违法设置的相互重叠或交叉的勘查许可证、采矿许可证，都要依法抓紧进行纠正。该吊销的要依法吊销，该注销的要坚决注销，该协调处理的要妥善处理。

（二）坚决制止违法勘查、开采行为。

地方各级人民政府要组织国土、经贸、计划、环保、工商、公安、安全监察等有关部门，分工协作，密切配合，对非法勘查、非法采矿集中进行全面治理。对无证勘查开采、越界开采、持勘查许可证进行非法开采、非法转让探矿权采矿权的违法行为，要坚决制止并予以处理。

对无证勘查开采行为要坚决依法予以取缔。对在已取得使用权的土地上进行非法采矿的，要责令立即停止非法采矿活动并依法收回其用于非法采矿的土地使用权。对越界采矿的，要限期依法纠正并没收越界开采的矿产品和违法所得；对拒不停止越界开采行为的，应依法吊销其采矿许可证。对不按地质勘查设计施工或不按开发方案开采的、逾期不按规定如实提交年度报告和拒绝接受监督检查的，要依法吊销勘查许可证、采矿许可证。对未经批准擅自进行边探边采的，或以探矿为名弄虚作假实施采矿活动的，要吊销其勘查许可证并按无证采矿论处，责令立即停止开采行为，没收其违法所得和从重处以罚款。对擅自非法承包、租赁或擅自将探矿权、采矿权倒卖牟利的，要坚决依法查处。

（三）抓紧整顿乱采滥挖。

对采矿企业不按批准的矿山设计、开发利用方案和矿区总体规划及单项工程可行性研究报告进行开采的，应责令其限期停产整顿；限期内整改不合格的，由原发证机关吊销或注销采矿许可证。对采取破坏性开采方式采矿的，应从重处罚并依法追究直接责任人的刑事责任。对被安全生产监督管理部门确定为不具备安全生产条件应予关闭的矿山，原发证机关要依法吊销或注销采矿许可证。

（四）严格规范矿业权审批。

进一步建立健全严格的探矿权、采矿权审批与管理制度。探矿权的审批登记必须严格依法控制在省级以上人民政府国土资源主管部门。要改革采矿权审批制度，通过有关法规的修改和行政审批制度的改革，将采矿权的审批权上收到省级人民政府国土资源主管部门。目前开采煤矿、石油、有色金属和大中型储量规模的34种重要矿产（目录附后）的采矿权申请，除石油、天然气、煤层气和放射性矿产必须由国务院国土资源主管

部门负责登记发证外，均由省级人民政府国土资源主管部门报请省级人民政府批准后再办理采矿登记发证手续。对省级人民政府国土资源主管部门违法颁发的采矿许可证，由国务院国土资源主管部门予以撤销。采矿许可证的发放必须符合矿产资源规划、矿区，总体规划、行业发展规划、产业政策及安全、环保等要求。要解决采矿企业布局不合理和优势矿产开采过量的问题。开采规模必须与矿区的矿产储量规模相适应。要防止大矿小开，严格按照批准的矿山设计、开发利用方案和矿区总体规划组织生产，严禁乱采滥挖。今后对地方小矿发放采矿许可证应当从严控制，并充分征求计划、经贸主管部门的意见。一个矿山原则上只能审批一个采矿主体。不能违法重叠和交叉设置探矿权、采矿权。符合法定边探边采条件的，必须依法申请采矿许可证。未完成规定的勘查工作和审批程序，不能发放采矿许可证。

在自然保护区、风景名胜区、文物古迹以及国家规定限制采矿的区域申请采矿的，未经国家有关主管部门同意，不得颁发采矿许可证。在铁路、重要公路等交通沿线两侧不得准许露天采矿。要从严控制在河道和海域勘查开采砂石活动。禁止在耕地上取土烧制砖瓦。对没有取得勘查许可证、采矿许可证而提出相应的建设用地申请的，一律不予批准。

（五）强化矿产资源开发管理。

地方各级国土资源行政主管部门要在当地人民政府的领导下，严格按照法律法规和”三定”规定，强化对矿产资源勘查开采活动的管理。依法督促探矿权人、采矿权人认真履行法定义务，依法纠正和查处探矿权人、采矿权人在矿产资源勘查开采活动中的违法行为，维护正常的矿业权市场秩序，保护探矿权人、采矿权人的合法权益。依法督促采矿权人对采矿造成破坏的土地进行复垦；对采矿遗留的坑、井、巷等工程进行封闭或填实以恢复到安全状态；对采矿造成的危岩体、滑坡、泥石流、地面塌陷、地下水系统破坏等地质灾害进行治理。新办矿山要严格执行环境影响评价制度，必须进行地质灾害危险性评估。重大项目要按规定程序审批。

（六）加强矿产资源执法监察。

要狠抓矿产资源执法监察和督察员队伍建设，保证行政执法人员的纯洁性，从源头上预防和治理腐败。对滥用职权、贪污受贿、徇私舞弊、玩忽职守的行政执法人员，要一查到底，坚决处理，绝不姑息。该追究行政责任的，应追究行政责任；构成犯罪的，要依法追究刑事责任。对未按法定程序和权限发放勘查许可证、采矿许可证造成严重后果的，要依法追究有关人员的责任。

各级国土资源行政主管部门对不当审批发证行为应及时纠正。上级机关发现下级机关有不当发证行为的，要予以纠正并依法处理。对违法行为不制止、不处罚的，要追究主要领导的责任。国土资源行政主管部门及其管理人员自行办矿、以人股等方式直接或变相参与办矿的，必须彻底脱钩，立即退出。对拒不脱钩退出的，一经查出要从严处理。

三、治理整帽的工作要求

（一）组织领导。

国土资源部负责全国矿产资源管理秩序治理整顿工作的组织部署，对地方治理整顿

工作加强指导协调和督促检查。地方各级人民政府应当采取措施，落实维护本行政区域内矿山企业和矿区正常秩序的法定职责。各地区、各有关部门要各负其责，结合实际，突出重点，制定具体可行的措施，切实做好治理整顿矿产资源管理秩序工作。对重点矿区和重要矿种，要采取专门的治理措施。对非法开采、选冶、加工、流通等矿产资源开发利用活动 进行综合整治，尤其是要从源头上加大整治和规范的力度。要充分发挥和保护舆论监督、社会各界参与的积极性，设立举报电话或举报信箱，方便群众举报。对媒体披露或群众举报的案件，要从快核实，认真查处。

要按照标本兼治的原则，认真分析存在问题的探层次原因，从加强法制建设、/H好规划手段、研究规律性问题、合理调整和处理相关的利益关系等方面，研究探索矿产资源管理秩序的治本之策。

（二）时间安排

2001 年底前，力争完成取缔非法采矿和清理勘查许町证、采矿许可证的任务，治理整顿的各项主要工作取得明显进展。2002 年 6 月底前，关闭限期整改不合格的矿，纠正乱采滥挖现象，全面落实治理整顿的各项目标和任务。

（三）检查验收。

各省、自治区、直辖市人民政府要把治顿矿产资源管理秩序工作列人重要的议事口程 . 认真做好各项有关工作，并于 2001 年底和 2002 年 6 月底将各阶段进展情况报国上资源部。国土资源部要加强督促检查，及时向国务院报告全国治理整顿矿产资源管理秩序的情况。

附件：34 种重要矿产目录

## 附件：34 种重要旷产目录

1. 煤 2. 石油 3. 油页岩 4. 烃类天然气 5. 二氧化碳气 6. 煤成（层）气 7. 地热 8. 放射性矿产 9. 金 10. 银 11. 铂 12. 锰 13. 铬 14. 钻 15. 铁 16，铜 17. 铅 18. 锌 19. 铝 20. 镍 21. 钨 22. 锡 23. 锑 24. 钼 25. 稀土 16. 磷 27. 钾 28. 硫 29. 锶 30. 金刚石 31. 铌 32. 钽 33. 石棉 34. 矿泉水

# 矿产资源勘查开采登记申请代理机构管理办法

第一条　为了规范矿产资源勘查、开采登记申请和地质勘查资格登记申请代理行为，制定本办法。

第二条　本办法适用于接受委托，代理矿产资源勘查、开采登记申请和地质勘查资格登记申请的代理行为。

本办法所称矿产资源勘查开采登记申请代理，其含义包括代理申请矿产资源勘查许可证、采矿许可证和地质勘查资格证。

第三条　矿产资源勘查开采登记申请代理机构的代理行为接受国务院地质矿产主管部门和省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门的监督。

第四条　矿产资源勘查开采登记申请代理机构办理代理业务，必须遵守法律、法规和规章，遵循公开、公平、公正、自愿和诚实信用原则，为被代理人保密，维护被代理人的合法权益。

第五条　从事矿产资源勘查开采登记申请代理的机构应具备下列条件：

（一）持有《企业法人营业执照》或《事业法人登记证书》的单位；

（二）具有3名以上熟悉矿业法律法规、矿业权申请程序和勘查资格申请程序，正确填写申请表格，胜任所承担的代理业务的专业人员。

第六条　矿产资源勘查开采登记申请代理机构符合上述条件的，应当到国务院或省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门办理注册手续，并取得矿产资源勘查开采登记申请代理机构资格证书。

第七条　开展矿产资源勘查开采登记申请代理工作，必须以代理机构名义从事代理业务，代理人员不得以个人名义从事矿产资源勘查、开采登记申请和勘查资格登记申请代理活动。

第八条　矿产资源勘查开采登记申请代理机构可以接受委托，办理下列代理业务：

（一）代为办理申请勘查许可证、采矿许可证手续；

（二）代为办理申请地质勘查资格证手续；

（三）提供申请勘查许可证、采矿许可证和地质勘查资格证的业务咨询。

第九条　矿产资源勘查开采登记申请代理机构办理代理业务不受行政区域的限制。

第十条　矿产资源勘查开采登记申请代理机构承揽代理业务时，应当向委托人出示代理机构资格证书。

代理机构向登记机关办理申请手续时，除提交法律法规规定的文件、资料外，还应出具委托人的委托书和代理机构资格证书复印件。

第十一条　矿产资源勘查开采登记申请代理机构有权按照委托合同约定收取报酬，但不得违反国家法定的收费标准。

第十二条　矿产资源勘查开采登记申请代理机构有下列行为之一的，国务院和省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门应当责令其限期改正，对拒不改正的，可视

情节轻重，予以警告或注销其矿产资源勘查开采登记申请代理机构资格证书：

（一）代理申请中隐瞒事实、弄虚作假、骗取勘查许可证、采矿许可证和地质勘查资格证书的；

（二）索取、收受委托合同规定以外的酬金或其他财物，或谋取不正当利益的；

（三）以个人名义从事代理活动的；

（四）有其他违法行为的。

第十三条 矿产资源勘查开采登记申请代理机构资格证书由国务院地质矿产主管部门统一印制。

第十四条 本办法由国土资源部地质勘查司、矿产开发管理司负责解释。

第十五条 本办法自发布之日起施行。1999 年 6 月 25 日国土资发（1999）174 号“关于印发《矿产资源勘查开采登记代理机构管理暂行办法》和《矿产资源勘查开采登记代理人员资格及代理机构资质考核授予办法》的通知”同时废止。

# 关于矿产资源开发管理问题的通知

各省、自治区、直辖市经贸委（经委、计经委）：

我委上报国务院的《关于重要矿产资源开发继续实行行业管理问题的请示》（国经贸运行［1999］10号），已经国务院原则同意。现就有关问题通知如下：

根据《矿产资源开采登记管理办法》（国务院第241号令）规定，采矿权申请人在办理采矿许可证时向采矿登记管理机关提交：申请登记书和矿区范围；采矿权申请人资质条件的证明；矿产资源开发利用方案；依法设立矿山企业的批准文件；开采矿产资源环境影响评价报告；国务院地质矿产主管部门规定应提交的其它资料。申请开采国家规划矿区或者对国民经济具有重要价值的矿区内的矿产资源和国家实行保护性开采的特定矿种的，还应当提交国家经贸委和有关行业主管部门的批准文件。

一九九九年十一月九日

# 矿产资源规划管理暂行办法

## 第一章 总 则

**第一条** 为了保护和合理开发利用矿产资源，保障经济与社会可持续发展，加强矿产资源规划管理，维护国家对矿产资源的所有权，依据《中华人民共和国矿产资源法》及其实施细则，制定本办法。

**第二条** 矿产资源规划的编制、审批和实施应当遵守本办法。

**第三条** 矿产资源规划由全国性矿产资源规划、地区性矿产资源规划和行业性矿产资源开发规划构成。

全国性矿产资源规划包括全国矿产资源总体规划和专项规划。其中专项规划主要包括地质矿产调查评价与勘查规划、矿产资源开发利用与保护规划、矿山生态环境保护规划等。

地区性矿产资源规划包括省级、市（地）级、县级和跨行政区域的矿产资源规划。

行业性矿产资源开发规划指有关矿产资源开发产业行业管理部门编制的相关矿产资源开发规划。

**第四条** 矿产资源规划应当贯彻"控制人口增长，保护自然资源，保持良好的生态环境"的基本国策，坚持"在保护中开发，在开发中保护"的总原则。

**第五条** 矿产资源规划是各级人民政府依法管理和保护矿产资源的指导性文件，其主要规划目标纳入同级国民经济与社会发展规划中实施。

矿产资源规划是国家加强矿产资源勘查、开发宏观调控的重要手段，是各级人民政府地质矿产主管部门依法对矿产资源勘查、开发利用与保护进行监督管理的依据。

国家规划矿区和国家规定实行保护性开采的特定矿种的设立、变更或者撤销及其开发利用，应当符合全国矿产资源总体规划。

各级人民政府地质矿产主管部门审批颁发勘查许可证、采矿许可证应当符合矿产资源规划。

**第六条** 国务院地质矿产主管部门是全国矿产资源规划的主管机关。地方各级人民政府地质矿产主管部门是本级矿产资源规划的主管机关。

**第七条** 上级人民政府地质矿产主管部门负责指导下级矿产资源规划的编制，对规划实施情况进行监督管理。

地方各级人民政府领导本级矿产资源规划的编制和实施。

## 第二章 规划的编制与审批

**第八条** 矿产资源规划期限应当与国民经济和社会发展规划相适应，一般为 5 年，展望到 15 年。

矿产资源规划每 5 年编制一次，必要时可组织修编。

第九条　编制矿产资源规划应当遵循下列原则：

（一）符合我国国情、地区情和矿产资源实际，密切结合国民经济和社会发展的需要，遵循客观规律，切实可行；

（二）综合考虑经济效益、社会效益、资源效益和环境效益，正确处理好矿产资源开发利用与地区经济发展、其他自然资源利用和生态环境保护的关系；

（三）开发与保护并重，开源与节流并举，注重提高资源利用水平；

（四）统一规划，合理布局，综合勘查，合理开采，综合利用；

（五）符合法律法规的规定，执行国家有关标准和规范。

第十条　下级矿产资源规划服从上级矿产资源规划，专项规划服从总体规划，行业性规划和地区性规划服从全国性规划。

矿产资源规划自上而下编制，下级矿产资源规划的编制必须以上级矿产资源规划为依据，并与上级相关规划相一致，与同级相关规划相衔接。

第十一条　国务院地质矿产主管部门组织编制全国矿产资源总体规划，报国务院批准后施行。

第十二条　国务院地质矿产主管部门根据全国矿产资源总体规划，组织编制全国地质矿产调查评价与勘查规划、矿产资源开发利用与保护规划、矿山生态环境保护规划等专项规划。

国务院地质矿产主管部门根据需要，可以组织编制跨省、自治区、直辖市的区域矿产资源规划、重要的特大型矿产资源基地和国家规划矿区的矿产资源开发利用与保护规划。

第十三条　国务院有关部门可以依据全国矿产资源总体规划，组织编制行业矿产资源开发规划，报国务院地质矿产主管部门备案。

第十四条　省级、市（地）级人民政府地质矿产主管部门应当根据上一级矿产资源总体规划，组织编制本行政区的矿产资源总体规划，经同级人民政府同意，报上一级人民政府地质矿产主管部门批准后实施。

省级、市（地）级人民政府地质矿产主管部门根据需要，可以组织编制本行政区的矿产资源专项规划，报上一级人民政府地质矿产主管部门批准后实施。

第十五条　县级人民政府地质矿产主管部门根据需要，可以编制本行政区的矿产资源总体规划和专项规划，经县级人民政府同意，逐级上报省级人民政府地质矿产主管部门批准后实施。

## 第三章　规划的主要任务和内容

第十六条　编制矿产资源规划应当深入实际，调查研究，广泛征求各方面意见。

编制矿产资源规划的基础资料必须准确、可靠。

各有关部门和地区应当对矿产资源规划编制工作给予支持和配合，并及时提供有关情况和资料。

第十七条　矿产资源总体规划的主要任务是：对矿产资源调查评价、勘查、开采、保护与合理利用及利用国（区）内外”两种资源、两个市场”等方面进行统筹规划，确

定发展方向、战略目标、基本原则和矿种与区域重点，提出矿产资源开发利用总量调控、结构优化、效率提高的政策措施。

矿产资源总体规划应当兼顾当前与长远、中央与地方利益，突出宏观性、战略性、政策性、科学性和可操作性。

第十八条 矿产资源总体规划的主要内容应当包括：

（一）编制规划的依据；

（二）矿产资源调查评价、勘查、开发利用与保护现状和问题；

（三）矿产资源及矿产品市场供需形势分析；

（四）规划目标和主要任务；

（五）矿产资源调查评价、勘查、开发利用的总体部署和发展重点，特别是法律法规规定和上级地质矿产主管部门委托审批和颁发勘查许可证、采矿许可证权限范围内的矿产资源勘查与开发利用的总体部署和发展重点；

（六）矿产资源保护和合理利用；

（七）矿山生态环境保护与治理；

（八）保证规划实施的措施。

第十九条 矿产资源总体规划成果应当包括：

（一）规划文件，包括规划文本及编制说明；

（二）规划图件，包括矿产资源分布图、矿产资源开发利用现状图、矿产资源勘查开发利用与保护规划图及其他附图；

（三）规划附件，包括规划专题研究报告及有关论证材料。

第二十条 地质矿产调查评价与勘查规划的主要任务是：对国家公益性地质矿产调查评价工作作出统筹安排，合理部署，以满足国民经济和社会发展对矿产资源和地质资料的需求；对商业性矿产资源勘查提供政策导向和规划意见，促进矿产资源勘查活动的有序发展。

第二十一条 矿产资源开发利用与保护规划的主要任务是：按照市场经济规律，对矿产资源开发规模、地区布局、结构调整、保护与合理利用等进行统筹规划，引导矿山企业开发利用符合市场需求的矿产资源，提出有效保护和合理开发利用矿产资源的调控措施。

第二十二条 矿山生态环境保护规划的主要任务是：对矿山开发建设的生态环境保护、矿山开发利用的”三废”处理、矿山土地复垦与土地保护利用、矿山环境污染和生态破坏的治理及矿区地质灾害监测与防治等进行统筹规划，并保障实施的措施。

第二十三条 专项矿产资源规划的内容应突出重点，有较强的针对性，目标明确具体，措施得力，注重实效。

## 第四章 规划的实施与监督管理

第二十四条 矿产资源规划一经批准，必须严格执行。

各级人民政府地质矿产主管部门在本级人民政府的领导下，负责规划的组织实施工作，有关部门应当予以支持和配合。

第二十五条　矿产资源规划在实施过程中因特殊情况需要修改的，由原编制机关提出修改方案，按规划编制程序报原批准机关批准。

第二十六条　探矿权申请人提交的勘查方案，或者采矿权申请人提交的矿产资源开发利用方案和矿山环境影响评价报告应当符合矿产资源规划的要求。

对不符合矿产资源规划的，矿产资源勘查、开采登记管理机关不得审批和颁发勘查许可证或者采矿许可证，地质矿产主管部门不得批准占用储量登记申请，土地管理部门不得办理用地手续。

第二十七条　利用国家投资进行的公益性地质矿产资源调查评价与勘查、开发利用项目应当根据矿产资源规划统筹安排。需要按年度实施的，编制年度计划必须以规划为依据。

利用其他资金进行矿产资源勘查、开发利用的项目应当符合矿产资源规划。

第二十八条　县级以上人民政府地质矿产主管部门应当加强对本行政区矿产资源规划执行情况的监督检查，建立定期报告制度。对违反矿产资源规划勘查、开采矿产资源的，应当限期予以改正，并依照有关规定予以处罚。

第二十九条　各级人民政府地质矿产主管部门应当加强对下级人民政府地质矿产主管部门组织实施矿产资源规划情况的监督检查。对违反矿产资源规划审批、颁发勘查许可证、采矿许可证和批准占用储量登记申请的，上级人民政府地质矿产主管部门应当及时予以纠正；对情节严重的，依法追究直接责任人和有关领导者的责任。

## 第五章　附　则

第三十条　本办法自印发之日起施行。

# 矿产资源储量评审认定办法

第一条 为维护矿产资源的国家所有权益，规划、管理、保护与合理利用矿产资源，促进矿业发展，加强矿产资源储量管理，确保矿产资源储量合理、可靠，根据《中华人民共和国矿产资源法》，制定本办法。

第二条 凡提交评审、认定中华人民共和国领域及管辖海域内的矿产资源储量，必须遵守本办法。

第三条 矿产资源储量，是指经过矿产资源勘查和可行性评价工作所获得的矿产资源蕴藏量的总称。

矿产资源储量报告，是指综合描述矿产资源储量的空间分布、质量、数量及其经济意义的说明文字和图表资料，包括矿产资源储量的各类勘查报告、闭坑地质报告以及矿产勘查和矿山生产、水源地建设阶段用于筹资、融资、探矿权或者采矿权转让过程中说明矿产资源储量的有关资料。

第四条 国家对矿产资源储量的评审、认定实行统一管理。国土资源部和省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门是矿产资源储量评审认定管理机构。

国土资源部负责管理矿产资源储量评审机构和评审专家；管理本办法第六条第一款规定的矿产资源储量的评审工作并负责认定；会同国务院有关部门组织制定矿产资源储量规模划分标准、矿产资源储量技术标准以及管理矿床工业指标。

省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门负责管理本办法第六条第二款规定的矿产资源储量的评审工作并负责认定。

第五条 下列矿产资源储量必须依照本办法的规定进行评审、认定：

（一）申请供矿山建设设计使用的采矿权或取水许可证依据的矿产资源储量；

（二）探矿权人或者采矿权人在转让探矿权或者采矿权时应核实的矿产资源储量；

（三）以矿产资源勘查、开发项目公开发行股票及其他方式筹资、融资时依据的矿产资源储量；

（四）停办或关闭矿山时提交的尚未采尽的和注销的矿产资源储量；

（五）矿区内的矿产资源储量发生重大变化，需要重新评审认定的矿产资源储量；

（六）国土资源部认为应予评审、认定的其他情形的矿产资源储量。

第六条 下列矿产资源储量由国土资源部管理评审工作并负责认定：

（一）石油、天然气、煤层气和放射性矿产的矿产资源储量；

（二）以矿产资源勘查、开发项目公开发行股票时依据的矿产资源储量；

（三）外商投资勘查、开采的矿产资源储量；

（四）领海及中国管辖的其他海域的矿产资源储量；

（五）跨省、自治区、直辖市的矿产资源储量；

（六）前五项以外的矿产资源储量规模在大型以上的。

前款规定以外的矿产资源储量由省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门管

理评审工作并负责认定。其中，零星分散矿产资源的矿产资源储量评审认定办法由省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门制定；只能用作普通建筑材料的砂、石、粘土的矿产资源储量，由市（地）、县（市）负责地质矿产管理工作的部门管理评审工作并负责认定，具体办法由省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门制定。

第七条　本办法第五条所列矿产资源储量，未按照本办法规定履行评审、认定的，综合经济管理部门不予受理矿山建设或水源地建设项目立项申请；地质矿产主管部门不予受理探矿权、采矿权以及探矿权、采矿权转让申请；证券管理机构不予受理公开发行股票申请；银行及其它金融机构不予受理贷款申请。

第八条　本办法第五条所列矿产资源储量由具有资格的独立法人地位的评审机构评审。其中，石油、天然气、煤层气和放射性矿产资源储量由具有资格的独立法人地位的专业评审机构统一评审。

第九条　本办法第五条规定以外属于下列情况之一的，由探矿权人或者采矿权人聘请具有资格的矿产资源储量评审专家评审，由探矿权人或者采矿权人主管单位认定；无主管单位的，由作业区所在地的省、自治区、直辖市地质矿产主管部门认定；作业区跨省、自治区、直辖市的，由国土资源部认定：

（一）尚不能提供矿山建设设计使用的矿产资源储量；

（二）在合法取得采矿权的矿区范围内，矿山企业维持简单再生产的新增储量。

第十条　探矿权人或者采矿权人提交评审、认定的矿产资源储量报告以及其他有关资料，任何单位和个人应负有妥善保管和保密义务，不得擅自向外借阅、复制和用于有偿咨询或转让盈利等其他目的。

第十一条　提交评审机构评审矿产资源储量，应当提交下列资料：

（一）矿产资源储量报告；

（二）勘查许可证或采矿许可证复印件；

（三）探矿权人或者采矿权人对提交送审资料真实性的书面承诺；有主管单位的，应同时提交主管单位的初审意见书；

（四）矿床开发的可行性评价工作的有关资料；

（五）矿产资源勘查合同以及矿区开发建设或水源地建设有关的其他文件；

（六）评审机构认为应当提交的与评审工作有关的其它资料。

第十二条　评审机构自收齐送审材料之日起 15 日内应作出是否予以受理的决定，并书面通知申报单位。

予以受理的，评审机构应对评审时间作出安排，并通报有关地质矿产主管部门。

不予受理的，评审机构应向探矿权人或者采矿权人说明理由。

第十三条　评审机构评审矿产资源储量，应当聘请具有资格的矿产资源储量评审专家，并指定专家组长。矿产资源储量规模在大型以上的，一般聘请 5 – 7 名专家；中型的，不少于 3 名专家；小型的，1 – 2 名专家。

第十四条　评审机构评审矿产资源储量，应当广泛听取各有关方面意见，必要时根据专家组长提议，由评审机构召开评审会议。

评审机构认为有必要时，应组织评审专家进行实地调查，对存在重大问题的，要提

出专门的调查报告。

评审专家必须提出署名评审意见；评审机构必须提出评审意见书。

根据探矿权人或者采矿权人要求，评审机构可选派评审专家对矿产勘查和矿产资源储量报告编写过程中的有关技术问题提供咨询。

第十五条 矿产资源储量评审应当坚持实事求是、客观公正的原则。聘请评审专家应当采取回避制度，各级行政管理部门不应干预评审专家和评审机构的评审事务。

第十六条 矿产资源储量评审应当参照下列技术标准和规定：

（一）国家发布的矿产资源储量分类标准；

（二）国家或有关部门发布的矿产资源储量技术标准；尚未发布矿产资源储量规范的矿种，可参照相近矿种的矿产资源储量技术标准；

（三）国家和有关部门发布的与矿产资源勘查、矿山生产或水源地建设有关的技术操作规程和要求；

（四）国家发布的合理利用与有效保护矿产资源以及环境保护方面的规定。

第十七条 矿产资源储量评审应自受理之日起 60 日内完成。

矿产资源储量评审意见书，应自签发之日起 10 日内书面通知探矿权人或者采矿权人，20 日内送交相应地质矿产主管部门认定。

第十八条 评审机构评审矿产资源储量按国家规定收取评审费。

第十九条 矿产资源储量评审机构资格由国土资源部统一认定。

第二十条 矿产资源储量评审专家由人事部、国土资源部授予资格，并负责管理。矿产资源储量评审专家管理办法由人事部、国土资源部制定。

第二十一条 办理矿产资源储量认定手续，须提供下列文件和资料：

（一）经评审后的矿产资源储量报告及其它有关材料；

（二）专家署名的评审意见；

（三）评审机构提供的评审意见书；

（四）与评审过程有关的其他材料。

第二十二条 符合下列要求的矿产资源储量，地质矿产主管部门应给予办理认定手续，下达认定书，批复探矿权人或者采矿权人及有关单位：

（一）承担评审工作的机构具有相应资格；

（二）评审程序符合本办法规定；

（三）评审工作中聘请的评审专家具有相应资格，并且评审专家人数符合第十三条规定；

（四）评审工作依据本办法第十六条的规定。

不符合前款规定的矿产资源储量，地质矿产主管部门不予办理认定手续，不下达认定书，但应书面通知评审机构和探矿权人或者采矿权人，并说明理由。

探矿权人或者采矿权人对评审机构提出的评审结论经交换意见后仍有重大异议的，探矿权人或者采矿权人可自收到评审意见书面通知 10 日内，向负责认定的地质矿产主管部门提出书面申请，地质矿产主管部门可视具体情况组织评审专家进行复审。

第二十三条 矿产资源储量认定自收齐本办法第二十一条规定的材料之日起，应在

30 日内完成。

省、自治区、直辖市地质矿产主管部门的认定书，应自签发之日起 20 日内报国土资源部备案。

第二十四条　探矿权人或者采矿权人提供评审、认定的资料不真实，存在弄虚作假的，所造成后果由探矿权人或者采矿权人自行承担。

第二十五条　矿产资源储量评审机构不按本办法规定组织评审，延误矿产资源储量认定，造成不良影响的，地质矿产主管部门对其进行整顿；情节严重的，取消其资格。矿产资源储量评审专家徇私舞弊、弄虚作假、玩忽职守，构成犯罪的，依法追究刑事责任；尚不构成犯罪的，取消其资格。

第二十六条　地质矿产主管部门工作人员在矿产资源储量认定工作中徇私舞弊、滥用职权、玩忽职守，构成犯罪的，依法追究刑事责任；尚不构成犯罪的，依法给予行政处分。

第二十七条　本办法由国土资源部负责解释。

第二十八条　本办法自发布之日起施行。1987 年 6 月 6 日原全国矿产储量委员会、原国家计划委员会、原国家经济委员会联合发布的《矿产和地下水勘探报告审批办法(试行)》同时废止。

# 矿产资源勘查开采登记代理机构管理暂行办法

第一条 为了规范矿产资源勘查、开采登记申请和地质勘查资格申请代理行为，制定本办法。

第二条 本办法适用于接受矿产资源勘查、开采登记申请人或地质勘查单位资格申请人的委托，代理矿产资源勘查、开采登记申请或地质勘查单位资格申请的人员和机构。

本办法所称矿产资源勘查、开采登记代理，其含义包括代理申请矿产资源勘查登记、开采登记和代理申请地质勘查资格证书。

第三条 矿产资源勘查、开采登记代理人员、代理机构的代理行为接受国土资源行政主管部门的指导和监督。

第四条 矿产资源勘查、开采登记代理人员及机构办理代理业务，必须遵守法律、法规和规章，遵循公开、公平、公正、自愿和诚实信用原则，为被代理人保密，维护被代理人的合法权益。

第五条 矿产资源勘查、开采登记代理人员资格经考核取得，有关事宜由国务院国土资源行政主管部门负责。经考核合格的，由国务院国土资源行政主管部门发给《矿产资源勘查登记代理人员资格证书》、《矿产资源开采登记代理人员资格证书》。

第六条 具备下列条件的人员可以申请矿产资源勘查登记、开采登记代理人员资格考核：

（一）拥护党和国家的各项方针、政策，遵守国家法律、法规；

（二）熟悉矿产资源管理法律、法规及规章；

（三）研究生以上学历，工作满 2 年；大学本科学历，工作满 3 年；大专学历，工作满 5 年；中专学历，工作满 6 年；其他人员，具有中级以上专业技术职称资格；

（四）以上人员须有至少 2 年在省级以上地矿行政管理部门从事地矿行政管理工作的经历。

第七条 具备下列条件的，可以申请矿产资源勘查登记代理机构资质认证：

（一）领有《企业法人营业执照》或是具有独立法人资格的事业单位；

（二）具有 3 名以上取得矿产资源勘查登记代理人员资格证书的专职人员；

（三）具有至少 1 名地质类中级以上专业技术职称人员或同类专业本科以上学历的专业技术人员。

第八条 具备下列条件的，可以申请矿产资源开采登记代理机构资质认证：

（一）领有《企业法人营业执照》或是具有独立法人资格的事业单位；

（二）具有 3 名以上取得矿产资源开采登记代理人员资格证书的专职人员；

（三）具有 1 名以上采矿和 1 名以上选矿中级以上专业技术职称人员或同类专业本科以上学历的专业技术人员。

第九条 矿产资源勘查登记、开采登记代理机构的资质认证申请，由国务院国土

资源行政主管部门审查。经批准后，颁发《矿产资源勘查开采登记代理机构资质证书》。

第十条　取得《矿产资源勘查登记代理人员资格证书》、《矿产资源开采登记代理人员资格证书》的人员，必须受聘于一个合法的矿产资源勘查、开采登记代理机构从事代理业务，不得以个人名义从事矿产资源勘查、开采登记代理活动。

第十一条　矿产资源勘查、开采登记代理机构可以接受委托，办理下列代理业务：

（一）代理申请探矿权、采矿权的新立、延续、变更、转让、注销及年检；

（二）代理申请地质勘查单位资格证书；

（三）提供矿产资源勘查登记、开采登记业务咨询；

（四）担任矿产资源勘查登记、开采登记事务顾问。

第十二条　矿产资源勘查、开采登记代理机构办理代理业务，不受行政区域的限制。

第十三条　矿产资源勘查、开采登记代理机构办理代理业务，应当向矿产资源勘查登记、开采登记管理机关出示或者提交下列证件：

（一）矿产资源勘查、开采登记代理机构的营业执照副本或者加盖发照机关印章的营业执照复印件；

（二）委托人出具的委托书；

（三）矿产资源勘查、开采登记代理机构指定或授权代理的证明文件和该代理人的《矿产资源勘查登记代理人员资格证书》、《矿产资源开采登记代理人员资格证书》。

第十四条　矿产资源勘查、开采登记代理机构有权按照委托合同约定收取报酬，但收取的报酬不得违反国家法律、法规和政策。

第十五条　矿产资源勘查、开采登记代理人员或代理机构有下列行为之一的，国务院和省、自治区、直辖市人民政府国土资源行政主管部门可以视其情节轻重，处以警告、没收违法所得、1000 元以上 2 万元以下罚款，并可以由发证机关吊销直接责任者《矿产资源勘查登记代理资格证书》、《矿产资源开采登记代理资格证书》或者矿产资源勘查、开采登记代理机构的《矿产资源勘查开采登记代理单位资质证书》：

（一）代理矿产资源勘查、开采登记业务中隐瞒事实、弄虚作假、骗取矿产资源勘查登记、开采登记的；

（二）采取隐瞒或夸大真实情况等不正当手段，诱使他人委托其从事矿产资源勘查登记、开采登记代理的；

（三）以不正当手段损害国家、社会公共利益和他人合法权益的；

（四）矿产资源勘查登记、开采登记代理业务质量低劣的；

（五）索取、收受委托合同规定以外的酬金或其他财物，或谋取不正当利益的；

（六）不按有关规定进行矿产资源勘查登记、开采登记代理或已不具备从事代理业务能力的；

（七）以个人名义从事矿产资源勘查登记、开采登记代理活动的；

（八）有其他非法行为的。

第十六条　本办法由国土资源部地质勘查司、矿产开发管理司负责解释。

第十七条　本办法自印发之日起施行。

# 第十一篇　矿产普查、找矿与勘探开发预测、调查最新标准规范

# 固体矿产地质勘查规范总则

GB/T 13908—2002

代替 GB/T 13687—1992
GB/T 13688—1992
GB/T 13908—1992

## 1　范　　围

本标准规定了固体矿产地质勘查的目的任务、勘查工作、可行性评价工作、矿产资源/储量类型条件、矿产资源/储量估算等。

本标准适用于固体矿产地质勘查各阶段的总体工作部署；可作为评审、验收固体矿产地质勘查成果的总要求；也是制定各类（种）固体矿产地质勘查规范、规定、指南的总原则；还可作为矿业权转让、矿产勘查开发筹资、融资、股票上市等活动中评价、估算矿产资源/储量的依据。

## 2　引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 17766—1999　固体矿产资源/储量分类

## 3　矿产勘查的目的任务

矿产勘查最终的目的是为矿山建设设计提供矿产资源/储量和开采技术条件等必需的地质资料，以减少开发风险和获得最大的经济效益。

固体矿产勘查工作分为预查、普查、详查、勘探 4 个阶段。

3.1　预查是通过对区内资料的综合研究、类比及初步野外观测、极少量的工程验证，初步了解预查区内矿产资源远景，提出可供普查的矿化潜力较大地区，并为发展地区经济提供参考资料。

3.2　普查是通过对矿化潜力较大地区开展地质、物探、化探工作和取样工程，以及可行性评价的概略研究，对已知矿化区作出初步评价，对有详查价值地段圈出详查区范围，为发展地区经济提供基础资料。

3.3　详查是对详查区采用各种勘查方法和手段，进行系统的工作和取样，并通过预可行性研究，作出是否具有工业价值的评价，圈出勘探区范围，为勘探提供依据，并为制

定矿山总体规划、项目建议书提供资料。

3.4 勘探是对已知具有工业价值的矿区或经详查圈出的勘探区，通过应用各种勘查手段和有效方法，加密各种采样工程以及可行性研究，为矿山建设在确定矿山生产规模、产品方案、开采方式、开拓方案、矿石加工选冶工艺、矿山总体布置、矿山建设设计等方面提供依据。

## 4 矿产勘查工作

### 4.1 矿产勘查内容

包括勘查区地质、矿体地质、开采技术条件、矿石加工技术性能和综合评价等。

#### 4.1.1 勘查区地质

搜集、研究与成矿有关的地层、构造、岩浆岩、变质岩、围岩蚀变等区域地质和矿区地质资料，对砂矿床还包括第四纪地质及地貌特征。

地层：应划分地层层序、岩性组合、岩相分带，确定含矿层位。对沉积矿产应研究含矿层的岩性组合、物质组成以及沉积环境与成矿关系等。

构造：应对控制或破坏矿床的主要构造进行研究，了解其空间分布、发育程度、先后次序及分布规律等。

岩浆岩：对与成矿有关的岩浆岩应了解或查明其岩类、岩相、岩性、演化特点及其与成矿的关系等。

变质岩：对变质矿床应了解或研究变质作用的性质、强度、影响因素、相带分布特点及其对矿床形成或改造的影响。

围岩蚀变：应了解或研究矿床的围岩蚀变种类、规模、强度、矿物组成、分带性及其与成矿的关系。

#### 4.1.2 矿体地质

矿体特征：应研究或控制矿体分布范围、数量、规模、产状、空间位置及形态、相互间关系及氧化带（风化带）的范围等；研究围岩、夹石的岩性、产状、形态等；研究成矿后断层对矿体的破坏情况，找出矿体的对比标志，使其合理地有依据的连接。

矿石特征：包括矿石物质组成和矿石质量特征。

矿石物质组成：包括矿物组成及主要矿物含量、结构、构造、共生关系、嵌布粒度及其变化和分布特征；应划分矿石自然类型，矿石的蚀变和泥化特征，并研究各类型的性质、分布、所占比例及对加工、选冶性能试验的影响。

矿石质量特征：包括矿石的化学成分，有用组分、有益和有害组分含量、可回收组分含量、赋存状态、变化及分布特征；依据矿石的工艺性质及当前生产技术条件，划分矿石工业类型和品级，不同类型变化规律和所占比例，非金属矿产及固体燃料矿产，可据用途要求选择测定项目，用以确定该矿产的类型、品级。

#### 4.1.3 开采技术条件

水文地质条件研究：调查矿区地下水的补给、径流、排泄条件，确定其汇水边界；查明含（隔）水层的分布、含水性质、构造破坏与含水层间的水力联系情况，主要构造

破碎带、岩溶发育带与风化带的分布及其导水性，主要充水含水层的含水性及储水性、与矿层（体）的相对位置、连通其他含水层及地表水体和老窿水的情况，地下水的水头高度、水力坡度、径流场特征与动态变化，地表水体的分布、水文特征、连通主要充水含水层的可能途径及其对矿床开采的影响；确定矿床主要充水因素、充水方式和途径，建立水文地质模型，结合矿床可能的开拓方案，估算矿坑开拓水平的正常和最大涌水量以及矿区总涌水量。

调查矿区及其相邻地区的供水水源条件，结合矿山排水对矿山供水问题及排供结合的可能性进行综合评价，指出矿山供水水源方向。缺水地区，应对矿坑涌水的利用价值进行评价。

工程地质条件研究：研究矿床开采区矿体及围岩的物理力学性质，岩体结构及其结构面发育程度、组合关系，评价岩体质量，调查影响矿床开采的不良工程地质岩组（风化层、软弱层、构造破碎带）的性质、产状与分布特征，结合矿山工程需要，对露天采矿场边坡的稳定性或井巷围岩及溶（熔）腔的稳固性作出初步评价，指出可能发生工程地质问题的地质体或不良地段。

环境地质研究：研究区域稳定性，矿区内历次地震活动强度及所在地区的地震烈度，老窿的分布范围、充填情况，在可能的情况下，圈定老窿（采空区）界限。查明矿区内崩塌、滑坡、泥石流、山洪、地热等自然地质作用的分布、活动性及其对矿床开采的影响，调查矿区存在的有毒（砷、汞……）、有害（热、瓦斯、游离二氧化硅等）及放射性物质的背景值，对矿床开采可能造成的危害进行评价。

预测矿床疏干排水影响范围，对影响区内的生产、居民生活可能造成的影响和对生态环境、风景名胜区可能构成的危害作出评价，提出防治意见。

结合采矿工程，对矿床开采可能引起的地面变形破坏（地面沉降、开裂、塌陷、崩塌、泥石流等）范围，采选矿废水排放对附近水体的污染进行预测和评价，对采矿废石的堆放与处置、利用提出建议。

适于水溶、热熔、酸浸、碱浸、气化开采的矿床以及多年冻土矿床，应针对其勘查的特殊要求开展工作，具体要求在矿产分类规范中予以明确。

4.1.4　矿石加工选冶技术性能试验

根据试验的目的、要求、程度、其成果在生产实践中的可靠性，矿石加工选冶试验可分为可选（冶）性试验、实验室流程试验、实验室扩大连续试验、半工业试验、工业试验 5 类。

非金属矿产的选矿加工技术试验饲为了获取某些物理的技术工艺性能或特殊要求。

煤的选矿加工技术试验主要是通过筛分、浮沉及工艺性能试验，了解煤的可选性及加工工艺特性。

试验工作应根据矿产勘查阶段、由浅入深循序渐进。具体要求按有关规范执行。

4.1.5　综合评价

在勘查主矿产的同时，对于达到一般工业指标要求、又具有一定规模的共生矿产或

伴生的其他矿产，应进行综合评价。对同体共生矿，应综合考虑，整体勘查，运用综合指标圈定矿体；对异体共生矿，应利用勘查主矿产的工程进行控制，其控制程度，视具体情况确定。

应据地质条件、产出特征、共伴生关系、价值大小、需求程度、开发利用的可能性等条件，对市场适销对路、经济价值较大、并能同时开采的共生矿，尤其是位于首采地段或露采境界内的共生矿，应加强综合评价。对伴生矿产，据经济价值和经济效益，确定其评价程度。

4.1.6 放射性检查

一般矿产应做放射性检查，对于放射性矿产，在各勘查阶段均应按规范要求开展放射性测量工作。

4.2 矿产勘查的控制要求

4.2.1 勘查类型确定和划分

划分勘查类型是为了正确选择勘查方法和手段，合理确定勘查工程间距，对矿体进行有效的控制和圈定。

应根据矿体规模、矿体形态复杂程度、内部结构复杂程度、矿石有用组分分布的均匀程度、构造复杂程度等主要地质因素确定勘查类型。

矿床勘查类型确定应以一个或几个主矿体为主，对于巨大矿体也可根据不同地段勘查的难易程度，分段确定勘查类型。

按矿床地质特征将勘查类型划分为简单（Ⅰ类型）、中等（Ⅱ类型）、复杂（Ⅲ类型）3个类型。由于地质因素的复杂性，允许有过渡类型存在。

按矿床开采技术条件分类：应遵循水文地质、工程地质、环境地质相统一、突出重点的原则，将矿床开采技术条件的类型分为3类9型。即开采技术条件简单的矿床（Ⅰ类）、开采技术条件中等的矿床（Ⅱ类）、开采技术条件复杂的矿床（Ⅲ类），除Ⅰ类只有Ⅰ型外，Ⅱ、Ⅲ类中又按主要影响因素分为4型，即以水文地质问题为主的矿床（Ⅱ－1、Ⅲ－1型），以工程地质问题为主的矿床（Ⅱ－2、Ⅲ－2型），以环境地质问题为主的矿床（Ⅱ－3、Ⅲ－3型）和复合型的矿床（Ⅱ－4、Ⅲ－4型），见附录B（提示的附录）。

4.2.2 工程间距确定原则

工程间距是指最相邻勘查工程控制矿体的实际距离，其间距应根据反映矿床地质条件复杂程度的勘查类型来确定。首先要看矿体的整体规模，并结合其主要因素确定工程间距，即使是分段勘查，也要从整体规模入手。不同地质可靠程度、不同勘查类型的勘查工程间距，视实际情况而定，不限于加密或放稀一倍。当矿体沿走向和倾向的变化不一致时，工程间距要适应其变化；矿体出露地表时，地表工程间距应比深部工程间距适当加密。

工程间距通常采用与同类矿床类比的办法确定。也可根据已完工的勘查成果，运用地质统计学的方法或用SD法确定，见附录C（提示的附录）。

由于矿床的形成条件各异，勘查工程间距的确定应充分考虑矿床自身特点，并应在施工过程中进行必要的调整。各矿种（类）勘查规范可制定相应的参考工程间距要求。

4.2.3　工程布置、施工原则、控制程度

工程布置：应根据矿体地质特征和矿山建设的需要，参考同类矿床勘查的经验进行。一般情况下，地表应以槽井探为主，浅钻工程为辅，配合有效的物探、化探方法，深部应以岩心钻探为主；当地形有利或矿体形态复杂～极复杂、物质组分变化大时，应以坑探为主配以钻探；当采集选矿大样时，也可动用坑探工程；对管条状和形态极复杂的矿体应以抗探为主。若钻探所获地质成果与坑探验证成果相近，则不强求一定要投入较多的坑探工程，可以钻探为主配合坑探进行。坑探应以脉内沿脉为主，当沿脉坑道未能揭露矿体全厚时，应以相应间距的穿脉配合进行。

施工原则：应按照由已知到未知、由表及里、由浅入深、由稀到密的原则进行，基准孔、参数孔、沿走向和倾向的主导剖面应优先施工。各阶段工程布置应考虑后续勘查和开发工作的衔接。

控制程度：首先应控制勘查范围内矿体的总体分布范围、相互关系。对出露地表的矿体边界应用工程控制。对基底起伏较大的矿体、无矿带、破坏矿体及影响开采的构造、岩脉、岩溶、盐溶、泥垄、泥柱、老窿、划分井田的构造等的产状和规模要有控制。对与主矿体能同时开采的周围小矿体应适当加密控制。对拟地下开采的矿床，要重点控制主要矿体的两端、上下界面和延伸情况。对拟露天开采的矿床要注重系统控制矿体四周的边界和采场底部矿体的边界。对主要盲矿体应注意控制其顶部边界。对矿石质量稳定、埋藏较浅的沉积矿产，应以地表采样工程为主，深部施工少量工程以验证矿石质量。

4.3　矿产勘查各阶段要求

4.3.1　预查

全面收集预查区内的地质、矿产、物探、化探、遥感、重砂、探矿工程等各种有关信息及研究成果，并运用新理论新方法进行深入的综合分析研究。

对有希望的地区，应选择几条路线，进行比例尺为 1∶50000 或 1∶25000 的路线地质踏勘，输以有效的物探、化探方法，并选择有代表性的异常进行Ⅱ～Ⅲ级查证，圈出可供普查的矿化潜力较大地区。

对发现的矿（化）点或经类比认定为矿引起的异常及有意义的地质体进行研究，与地质特征相似的已知矿床从基本特征、成矿地质条件等方面进行类比、预测，必要时可投入极少量工程进行追索、验证，采集测试样品。

寻找的矿产与地表（下）水关系密切时，应收集、分析区域水文地质、工程地质资料，为开展下步工作提供设计依据。

应圈出预测矿产资源范围，当有估算资源量的必要参数时，可以估算预测的资源量。

4.3.2　普查

通过 1∶25000～1∶50000 比例尺的地质填图和露头检查，对区内地质特征的查明程度应达到相应比例尺的精度要求，成矿地质条件达到大致查明程度。

通过 1∶10000～1∶2000 比例尺地质填图和有效的物探、化探、遥感、重砂等方法手段及数量有限的取样工程，大致控制主要矿体特征，地表要用取样工程稀疏控制，深部

要有工程证实，不要求系统工程网度；大致查明矿石的物质组成、矿石质量，并进行相应的综合评价。对物探、化探异常进行Ⅰ～Ⅱ级验证。

大致了解开采技术条件，包括区域和测区范围内的水文地质、工程地质、环境地质条件，为详查工作提供依据。对开采条件简单的矿床，可依据与同类型矿山开采条件的对比，对矿床开采技术条件作出评价；对水文地质条件复杂的矿床，应进行适当的水文地质工作，了解地下水埋藏深度、水质、水量以及近矿围岩强度等。

对已发现的矿产，应与邻区同类型已开采矿山，从矿石物质组成、主要矿石矿物、脉石矿物、结构构造、嵌布特征、粒度大小、有害组分及影响选冶条件等因素进行全面的对比，并就矿石加工选冶的性能作出概略评述。对无可类比的或新类型矿石应进行可选（冶）性试验或实验室流程试验，为是否值得进一步工作提供依据。对饰面石材还应作出“试采”检查。

依据普查所获得的地质矿产资料及国内、外市场情况，进行概略研究，研究有无投资机会，是否值得转入详查，并采用一般工业指标估算资源量。

4.3.3 详查

通过1∶10000～1∶2000地质填图，基本查明成矿地质条件，描述矿床的地质模型。

通过系统的取样工程、有效的物探、化探工作，控制矿体的总体分布范围，基本控制了主矿体的矿体特征、空间分布，基本确定了矿体的连续性；基本查明矿石的物质组成、矿石质量；对可供综合利用的共、伴生矿产，进行相应的综合评价。

对矿床开采可能影响的地区（矿山疏排水水位下降区、地面变形矿坏区、矿山废弃物堆放场及其可能污染区），开展详细水文地质、工程地质、环境地质调查，基本查明矿床的开采技术条件。选择代表性地段对矿床充水的主要含水层及矿体围岩的物理力学性质进行试验研究，初步确定矿床充水的主（次）要含水层及其水文地质参数、矿体围岩岩体质量及主要不良层位，估算矿坑涌水量，指出影响矿床开采的主要水文地质、工程地质、环境地质问题；对矿床开采技术条件的复杂性作出评价。

对矿石的加工选冶性能进行试验和研究，易选的矿石可与同类矿石进行类比，一般矿石进行可选性试验或实验室流程试验，难选矿石还应作实验室扩大连续试验。饰面石材还应有代表性的试采资料。直接提供开发利用时，试验程度应达到可供设计的要求。

在详查区内，依据系统工程取样资料，有效的物探、化探资料以及实测的各种参数，用一般工业指标圈定矿体，选择合适的方法估算相应类型的资源量，或经预可行性研究，分别估算相应类型的储量、基础储量、资源量。为是否进行勘探决策、矿山总体设计、矿山建设项目建议书的编制提供依据。

4.3.4 勘探

通过1∶10000～1∶2000（必要时可用1∶500）比例尺地质填图，加密各种取样工程及相应的工作，详细查明成矿地质条件及内在规律，建立矿床的地质模型。

详细控制主要矿体的特征、空间分布；详细查明矿石物质组成、赋存状态、矿石类型、质量及其分布规律；对破坏矿体或划分井田等有较大影响的断层、破碎带，应有工

程控制其产状及断距：煤炭第一水平范围内的古河流冲刷、古隆起、较大陷落柱应有工程控制；对首采地段主矿体上、下盘具工业价值的小矿体，应一并勘探，以便同时开采；对可供综合利用的共、伴生矿产，应进行综合评价，共生矿产的勘查程度应视该矿种的特征而定。异体共生的应单独圈定矿体，同体共生的需要分采分选时也应分别圈定矿体或矿石类型。

对影响矿床开采的主要水文地质、工程地质、环境地质问题要详细查明。通过试验，获取计算参数，结合矿山工程计算首采区、第一开采水平的矿坑涌水量，预测下一开采水平的涌水量；预测不良工程地段和问题；对矿山排水、开采区的地面变形破坏、矿山废水排放与矿渣堆放可能引起的环境地质问题作出评价；未开发过的新区，应对原生地质环境作出评价；老矿区则应针对已出现的环境地质问题（如放射性、有害气体、各种不良自然地质现象的展布及危害性）进行调研，找出产生和形成条件，预测其发展趋势，提出治理措施。

在矿区范围内，针对不同的矿石类型，采集具有代表性的样品，进行加工选冶性能试验。可类比的易选矿石应进行实验室流程试验，一般矿石在实验室流程试验基础上，进行实验室扩大连续试验，难选矿石和新类型矿石应进行实验室扩大连续试验，必要时进行半工业试验。

勘探时未进行可行性研究的，可依据系统工程及加密工程的取样资料、有效的物探、化探资料及各种实测的参数，用一般工业指标圈定矿体，并选择适合的方法，详细估算相应类型的资源量；进行了预可行性研究或可行性研究的，可根据当时的市场价格论证后所确定的、由地质矿产主管部门下达的正式工业指标圈定矿体，详细估算相应类型的储量、基础储量和资源量，为矿山初步设计和矿山建设提供依据。探明的可采储量应满足矿山返本付息的需要。

### 4.4　勘查工作质量

各项勘查工作都应执行相应规范、规定，保证质量要求。对勘查工作中出现的所有质量问题，都应该客观、详实地反映和评价，不允许用平均数来掩饰质量问题。

#### 4.4.1　地形及工程测量

地形测量和勘查工程测量应采用全国通用的坐标系统和最新的国家高程基准点进行。对于边远地区小矿，周围没有可供联测的全国坐标系统基准点时，可采用全球卫星定位系统（GPS）提供的当地数据，建立独立坐标系统测图。但必须详细说明所采用定位仪器的型号、定位的时间、程序、精度。测量的精度要求，应按有关规范执行。不同比例尺的勘探线剖面应当是实测剖面。

#### 4.4.2　地质填图

不论哪种比例尺的地质填图，都应以地质观察为基础，其精度要求应按同比例尺地质测量规范要求。大比例尺地质填图是为矿产勘查、矿山建设设计服务的，比例尺的选择应以矿床的矿体规模、形态复杂程度以及各勘查阶段的要求为依据。地质点要布设在界线上或有特殊意义的地方，用仪器法展绘到图上。对于薄矿体（层）、标志层及其他有特殊意义的地质现象，必要时应扩大表示。

#### 4.4.3　水文地质、工程地质、环境地质工作

各种比例尺的水文地质、工程地质测量和环境地质调查，均应符合相应比例尺规范的要求和相应勘查阶段对矿区水文地质、工程地质、环境地质工作的要求。专门水文地质工作及岩矿石物理力学性质测定样的测试都应满足有关规定、规范的要求，以保证工作成果的可靠性。

4.4.4 物探、化探工作

各种比例尺的地球物理测量、地球化学测量的质量，都应符合相应比例尺规范的要求。各项测试数据应准确、可靠。

4.4.5 探矿工程

对覆盖层小于 3m 的浅部矿体可使用探槽、浅坑，大于 3m 应采用浅井。钻探工程的质量应符合钻探规程的要求，矿芯及顶、底板 3 ~ 5m 范围内的岩石及标志层和全孔岩芯采取率不得低于规程规定或勘查设计的要求。当厚大矿体连续 5m 低于要求时，应立即采取补救措施。钻孔（井）进出矿体应测顶角、方位角，丈量孔深。钻孔实际出矿点偏离设计出矿点的垂直勘探线距离，应视矿床具体情况而定。砂钻严禁超套管采样，开孔、穿矿、终孔应测钻头内径。坑探工程应按坑探规程或设计要求进行。

4.4.6 采样及测试（含加工选冶试验样品）

必须严格执行采样规范的要求，不得混样、错号，严禁选择性采样。难以识别的矿石或可能矿化地段，应连续取样。煤质采样要根据不同煤类及其可能的工业用途、煤质主要指标的变化程度来确定。砂矿样的淘洗、称重按有关规范执行。金属、非金属矿产样品加工应严格遵循切乔特公式，样品加工重量总损失率不大于 5%。样品分析、测试，应由国家认证的有资质的化验单位承担，严格执行操作规程和质量标准。内检样品必须由送样单位编密码、送原分析单位进行验证。外检样亦编密码，附原分析方法的说明，送指定实验室进行外检。具体要求应按有关规范执行。

加工选冶试验样品的采取，要考虑矿石类型、特征及代表性，能分采的应分类型采集。实验室流程试验样和扩大连续试验样在采集前应与试验单位共同编制采样设计，在采集时还要考虑到开采时矿石的贫化。样品主要组分含量应低于所代表的矿石类型的平均品位。当矿石中有共、伴生有用组分时，采样时应一并考虑。加工选冶试验的各环节都必须符合规范、规程的要求。

4.4.7 地质编录、综合整理

必须严格执行有关规范的要求。原始地质编录要在现场进行，应及时、准确、客观、齐全，综合整理要运用新理论、新方法，全面、深入的分析研究。鼓励使用计算机辅助野外采集系统，凡能用计算机成图、成表的资料，都应按标准化表格内容的要求填写。工程、采样、测试、编录的质量问题及矿体、矿石质量的异常变化，应如实在报告中一一反映。

## 5 可行性评价工作

为适应市场经济发展的需要，使矿产勘查工作与矿山建设紧密衔接，减少矿产勘查和矿山开发投资的风险，提高矿产勘查和开发的经济、社会效益。在普查、详查和勘探 3 个阶段，都应进行相应的可行性评价工作。可行性评价包括概略研究、预可行性研究

和可行性研究三个阶段。

5.1　概略研究

是对矿床开发经济意义的概略评价。通常是在收集分析该矿产资源在国内、外市场供需状况的基础上，分析已取得的地质资料，类比已知矿床，推测矿床规模、矿产质量和开采利用的技术条件，结合矿区的自然经济条件、环境保护等，以我国类似企业的技术经济指标或按扩大指标对矿床作出技术经济评价。从而为矿床开发有无投资机会、是否进行详查阶段工作、制定长远规划或为工程建设规划的决策提供依据。

一般普查阶段应做概略研究，详查或勘探阶段的矿床，也可只进行概略研究。

5.2　预可行性研究

是对矿床开发经济意义的初步评价。预可行性研究需要比较系统地对国内外该种资源、储量、生产、消费进行调查和初步分析；还需对国内外市场的需要量、产品品种、质量要求和价格趋势作出初步预测。根据矿床规模和矿床地质特征以及矿区地形地貌，借鉴类似企业的实践经验，初步研究并提出项目建设规模、产品种类，矿区总体建设轮廓和工艺技术的原则方案；参照价目表或类似企业开采对比所获数据估算的成本，初步提出建设总投资、主要工程量和主要设备等，进行初步经济分析，并估算不同的矿产资源/储量类型。

通过国内、外市场调查和预测资料，综合矿区资源条件、工艺技术、建设条件、环境保护以及项目建设的经济效益等各方面因素，从总体上、宏观上对矿山建设的必要性，建设条件的可行性以及经济效益的合理性作出评价，为是否进行勘探阶段地质工作以及推荐项目和编制项目建议书提供依据。

预可行性研究应在详查工作的基础上进行。

5.3　可行性研究

是对矿床开发经济意义的详细评价。可行性研究首先需要认真对国内外该矿种资源、储量、生产和消费进行调查、统计和分析；对国内外市场的需要量、产品品种、质量要求、价格、竞争能力进行分析研究和预测。工作中对资源（或原料）条件要认真进行分析研究；充分考虑地质、工程、环境、法律和政府的经济政策的影响，对企业生产规模、开采方式、开拓方案、选冶工艺流程、产品方案、主要设备的选择、供水供电、总体布局和环境保护等方面，进行深入细致的调查研究、分析计算和多方案进行比较，并依据评价当时的市场价格、确定投资、生产经营成本、销售收入、利润和现金流入、流出等。项目的技术经济数据能满足投资有关各方的审查、评价需要。从而得出拟建工程是否应该建设以及如何建设的基本认识。

通过可行性研究的论证和评价，为上级机关或主管部门投资决策，确定工程项目建设计划等提供依据。

可行性研究应在勘探工作基础上进行。

## 6　矿产资源/储量分类及类型条件

6.1　矿产资源/储量分类

根据矿产资源/储量的经济意义、可行性评价和地质可靠程度，将固体矿产资源/储

量分为储量、基础储量和资源量三大类 16 种类型。〔见附录 A（标准的附录）〕

6.1.1 储量

经过详查或勘探，达到了控制的或探明的程度，在进行了预可行性或可行性研究，扣除了设计和采矿损失，能实际采出的数量，经济上表现为在生产期内，每年的平均内部收益率高于行业基准内部收益率。储量是基础储量中的经济可采部分，又可分为可采储量（111）、探明的预可采储量（121）及控制的预可采储量（122）3 个类型。

6.1.2 基础储量

经过详查或勘探，达到控制的和探明的程度，在进行了预可行性或可行性研究后，经济意义属于经济的或边际经济的那部分矿产资源。基础储量又可分为两部分：即经济基础储量和边际经济的基础储量。经济基础储量是每年的内部收益率大于行业基准内部收益率，并扣除设计和采矿损失之前的那部分。可分为 3 个类型，探明的（可研）经济基础储量（111b），探明的（预可研）经济基础储量（121b）、控制的经济基础储量（122b）。边际经济基础储量，其平均内部收益率介于行业基准内部收益率与零之间的那部分，也有 3 个类型，即探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）、探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）、控制的边际经济基础储量（2M22）。

6.1.3 资源量

可分为三部分，即内蕴经济资源量、次边际经济资源量和预测资源量。

内蕴经济资源量。即自普查至勘探，地质可靠程度达到了推断的至探明的，但可行性评价工作只进行了概略研究，尚分不清其真实的经济意义，统归为内蕴经济资源量。可细分为 3 个类型：探明的内蕴经济资源量（331）、控制的内蕴经济资源量（332）、推断的内蕴经济资源量（333）；

次边际经济的矿产资源量。即经过详查、勘探的成果，进行了预可行性、可行性研究后，其内部收益率呈负值，在当时开采是不经济的，只有在技术上有了很大进步、产品能大幅度降低成本或大幅度降价时，才能使其变为经济的那部分矿产资源。也分为 3 个类型：探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）、探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）、控制的次边际经济资源量（2S22）；

预测的矿产资源。即经过预查工作，依据已有资料分析、类比、估算的资源量（334）?，也是资源量的一种，属潜在矿产资源。

6.2 矿产资源/储量类型条件

6.2.1 可采储量（111）

在勘探地段内，达到了探明的程度，详细圈定了矿体的三维空间，肯定了矿体的连续性，排除了多解性；矿石的物质组成、矿石质量都已详细查明；开采技术条件和影响开采的各种因素也已详细查明；对共、伴生组分进行了综合评价；矿石加工选冶性能试验的成果可供矿山建设设计利用。

经可行性研究，在对矿床的开采、选冶、经济、市场、法律、环境、社会和政府因素的研究，并扣除了受这些因素影响而不能开采的部分后，被证实为在当时开采是经经的那部分即谓可采储量（111），可供矿山建设设计利用。地质和可行性评价的可信度高。

6.2.2　探明的预可采储量（121）

在勘探地段内，达到了探明的程度，但仅作了预可行性研究，在扣除了因开采、选冶、经济、市场、法律、环境、社会和政府等多种因素影响而不能开采的部分后即为探明的预可采储量。它只是用于从总体上、客观上对项目建设的必要性、建设条件的可行性以及经济效益的合理性进行研究和论证。地质可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

6.2.3　控制的预可采储量（122）

在详查地段内，达到了控制的程度，圈定了矿体的三维空间，基本确定了矿体的连续性，排除了大的多解性；基本查明了矿石物质组成、矿石质量；对矿石中的共伴生有用组分进行了综合评价；对易选矿石的可选性进行了类比，一般矿石作了实验室流程试验，新类型或难选矿石作了实验室扩大连续试验，其成果可供评价矿石是否具有工业价值。

经预可行性研究，并扣除了因各种因素的影响而不能采的部分后即为控制的预可采储量。地质可信度较高，可行性评价的可信度一般。

6.2.4　探明的（可研）经济基础储量（111b）

在达到勘探阶段要求的勘探地段，地质可靠程度和经济意义同 6.2.1 所述，其中包括了可采储量。即经可行性研究后属经济的，是未扣除设计、采矿损失的部分。

6.2.5　探明的（预可研）经济基础储量（121b）

在勘探地段内，达到勘探阶段探明的程度，预可行性研究认定为是经济的，是未扣除设计、采矿损失的部分。

6.2.6　控制的经济基础储量（122b）

在详查地段内，达到了详查阶段控制的程度，经预可行性研究认定为是经济的，是未扣除设计、采矿损失的部分。

6.2.7　探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）

在勘探地段内，达到探明的程度，经可行性研究，按评价时的市场价格估算为边际经济的。开采这部分矿产资源，其内部收益率在生产期内年平均大于 0，小于行业内部基准收益率。未扣除设计、采矿损失的部分。

6.2.8　探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）

在勘探地段内，达到探明的程度，经预可行性研究证实，用适合评价当时市场价格的指标进行估算时，年平均内部收益率大于 0，小于行业内部基准收益率，没有扣除设计和采矿损失的部分。

6.2.9　控制的边际经济基础储量（2M22）

在详查地段内，达到控制的程度，预可行性研究证实，用适合评价当时市场价格的指标进行估算时，年平均内部收益率大于 0，小于行业内部基准收益率，没有扣除设计和采矿损失的部分。

6.2.10　探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）

在勘探地段内，达到探明的程度，可行性研究证实其依据评价当时的市场价格估算、年均内部收益率呈负值的那部分资源量。

6.2.11 探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）

在勘探地段内，勘查程度和可行性评价达到如 6.2.2 所述，预可行性研究证实，评价当时年均内部收益率呈负值的那部分资源量。

6.2.12 控制的（预可研）次边际经济资源量（2S22）

在详查地段内，达到控制的程度，预可行性研究证实，评价当时年均内部收益率呈负值的那部分资源量。

6.2.13 探明的内蕴经济资源量（331）

在勘探地段内，达到探明的程度，来进行可行性研究或预可行性研究，只依据我国同类矿山企业多年生产经验所确定的各项指标，进行了概略研究，尚无法确定其经济意义的那部分资源量。

6.2.14 控制的内蕴经济资源量（332）

在详查地段内，达到控制的程度，进行了概略研究，尚无法确定其经济意义的那部分资源量。

6.2.15 推断的内蕴经济资源量（333）

在普查地段内，达到推断的程度，对矿体在地表或浅部沿走向有工程稀疏控制，沿倾向有工程证实，并结合地质背景、矿床成因特征和有效的物、化探成果推断、不受工程间距的限制，进行了概略研究，尚无法确定其经济意义的那部分资源量。

6.2.16 预测的资源量（334）？

在预查区内，综合各方面的资料分析、研究和极少量的工程验证，通过已知矿床的类比，有足够的数据所估算的资源量。各项参数都是假设的，属潜在矿产资源，经济意义未确定。

## 7 矿产资源/储量估算

### 7.1 工业指标

依据保护和合理利用矿产资源的方针以及国家经济政策、科技水平和经济效益所确定的，由矿石质量（化学的或物理的）指标和矿床开采技术条件两部分组成。预查、普查时，可用一般工业指标进行圈定和估算。详查、勘探所用指标通常应结合预可行性研究或可行性研究，依据当时的市场价格论证、确定的工业指标进行圈定和估算。供矿山建设设计利用所需的工业指标，应严格按国家规定的程序制定、下达。

### 7.2 矿产资源/储量估算一般原则

7.2.1 应按矿体、块段、矿产资源/储量类型、能分采的矿石类型、品级及不同工业用途分别估算矿产资源/储量。

7.2.2 已查明赋存状态，达到工业指标要求、具一定规模可以综合回收的共生矿产，应分别估算矿产资源/储量。有经济效益的伴生组分，也应分别估算矿产资源/储量。

7.2.3 参与矿产资源/储量估算的各取样工程、样品采集、加工、测试质量均应符合有关规范、规程及规定的要求。

7.2.4 矿体、不同矿石类型、品级的圈定，应遵循矿床自身的地质规律。矿体任意位

置圈连的厚度，不得大于相邻地段工程实际控制的矿体厚度。厚大且能连片的低品位矿石，应单独圈定。边缘见矿工程的控制范围，应根据矿床地质变量的变化特征、影响范围来确定。当边缘见矿工程出现薄而富的矿体时，可根据米百分值或米克/吨值，以该工程为截止点圈连矿体。

7.2.5　参与矿产资源/储量估算的参数一般包括面积、品位、厚度、体重等。详查、勘探阶段所用参数应是实际测定的，不论在数量上还是分布上，均应有代表性，数据要准确可靠。

面积：可用求积仪或几何图形法、座标计算法等多种方法求得。面积测定时，不得少于两次，当两次的差值不大于 2%时，取均值。几何图形法要求图形尽可能简单，采用图件的比例尺视矿体规模而定，一般为 1∶1000。参与估算的面积应扣除采空区的面积。

品位：平均品位的计算，当样长不均匀时，或影响品位的其他因素不均匀时，以加权平均法求取，反之可用算术平均法。用几何图形法估算矿产资源/储量，当遇有特高品位存在时，应先处理特高品位，再求平均品位。特高品位值一般取矿体平均品位的 6～8 倍来衡量。当矿体品位变化系数大时采用上限值，变化系数小时采用下限值。其处理方法是用特高品位所影响块段的平均品位或单工程平均品位（厚度较大时）代替。用 SD 储量计算法时，用削减值代替特高品位，置于原始数据中参与计算。

厚度：一般用算术平均法求取平均厚度，但厚度的选取要视计算方法而定。用纵投影面积时，应计算平均水平厚度；用水平投影面积时，应计算平均垂直厚度，用真面积计算时，应计算平均真厚度。对于厚度变化很大的矿床，遇到特大厚度，应先进行特大厚度的处理，然后再求平均厚度。当工程分布很不均匀时，可据影响长度或面积加权。

体重：应分矿石类型或品级采集体重样。致密块状矿石采集小体重样。每种矿石类型不得少于 30 块；松散矿石则应采集大体重样，且不得少于 3～4 个；裂隙较发育的块状矿石，除按上述数量采集小体重样外，还应采集 2～3 个大体重样，对体重值进行校正，再参与矿产资源/储量估算。对于湿度较大的矿石，应采样测定湿度，当湿度大于 3%时，体重值应进行湿度校正。

对于一些具有特殊性能的矿产，在估算矿产资源/储量时，应充分考虑其特殊的参数。如砂矿常用的松散系数，淘洗系数，砾石系数，石灰岩、白云岩矿床的岩溶率，汞矿的含矿系数等。

7.3　矿产资源/储量估算方法的选择

估算方法的选择，要根据矿床自身的特点，并结合勘查工作实际，以有效、准确、简便、能满足要求为依据。

估算矿产资源/储量的方法主要有几何图形法、地质统计学法和 SD 储量计算法（简称 SD 法）等。

几何图形法：是将矿体空间形态分割成较简单的几何形态，将矿石组分均一化，估算矿体的体积、平均品位、矿石量、金属量等。这种方法对于形态简单、矿化均一的矿体还是很有效的。

地质统计学法：是以区域化变量理论作为基础，以变异函数作为主要工具，对既具有随机性、又具有结构性的变量进行统计学研究，估算时能充分考虑品位的空间变异性和矿化强度在空间的分布特征，使估算结果更加符合地质规律，置信度高，但需有较多的样本个体为基础。勘查过程中，针对矿床的地质特征，运用这种方法，还能制定或检验合理的勘探工程间距。

SD 法：以最佳结构地质变量为基础，以断面构形替代空间构形为核心，以 spline 函数及分维几何学为工具的估算方法，立足于传统的断面法。它适用于不同矿床类型、矿体规模、产状、不同矿产勘查阶段，还可对估算的成果作精度预测。

提倡和鼓励运用新技术、新方法。对于矿产资源/储量计算的新方法或新研制的软件，必须经国务院地质矿产主管部门组织专家鉴定、验收并认可后，方可使用。

# 附　录　A
## （标准的附录）
## 固体矿产资源/储量分类表

<table>
<tr><th rowspan="2">地质可靠程度<br>分类类型<br>经济意义</th><th colspan="3">查明矿产资源</th><th>潜在矿产资源</th></tr>
<tr><th>探明的</th><th>控制的</th><th>推断的</th><th>预测的</th></tr>
<tr><td rowspan="5">经济的</td><td>可采储量<br>（111）</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="5"></td><td rowspan="10"></td></tr>
<tr><td>基础储量<br>（111b）</td></tr>
<tr><td>预可采储量<br>（121）</td><td>预可采储量<br>（122）</td></tr>
<tr><td>基础储量<br>（121b）</td><td>基础储量<br>（122b）</td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">边际经济的</td><td>基础储量<br>（2M11）</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>基础储量<br>（2M21）</td><td>基础储量<br>（2M22）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">次边际经济的</td><td>资源量<br>（2S11）</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>资源量<br>（2S21）</td><td>资源量<br>（2S22）</td></tr>
<tr><td>内蕴经济的</td><td>资源量<br>（311）</td><td>资源量<br>（332）</td><td>资源量<br>（333）</td><td>资源量<br>（334）？</td></tr>
</table>

注：表中所用编码（111 ~ 334）：

第 1 位数表示经济意义：1 = 经济的，2M = 边际经济的，2S = 次边际经济的，3 = 内蕴经济的，？ = 经济意义未定的；

第 2 位数表示可行性评价阶段：1 = 可行性研究，2 = 预可行性研分，3 = 概略研究；

第 3 位数表示地质可靠程度：1 = 探明的，2 = 控制的，3 = 推断的，4 = 预测的，b = 未扣除设计、采矿损失的基础储量。

# 附 录 B
## （提示的附录）
## 固体矿产开采技术条件勘查类型划分及工作要求表

| 勘查类型 | | 开采技术条件特征 |
|---|---|---|
| 开采技术条件简单的矿床（Ⅰ） | | 主要矿体位于当地侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水，或矿体虽位于侵蚀基准面以下，但含水层富水性弱，附近无地表水体，无水富；矿体围岩单一，力学强度高，结构面不发育，稳定性好，或矿床虽处于多年冻土区，但因长年冻结，工程地质问题不突出，无原生环境地质问题，矿石及废弃物不易分解出有富组分，采矿活动不形成对附近环境和水体的污染。 |
| 开采技术条件中等的矿床（Ⅱ） | 水文地质问题为主的矿床（Ⅱ－1） | 主要矿体虽位于当地侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水，但因矿体顶板有富水的含水层或断裂带对矿山生产造成危害；或主要矿体位于当地侵蚀基准面以下，主要充水含水层富水性中等，但地下水补给条件差，地表水体不构成矿床充水的主要因素，矿山排水可引起局部地面变形破坏，水体轻度污染，矿床工程地质环境地质问题较简单 |
| | 工程地质问题为主的矿床（Ⅱ－2） | 矿体围岩多为坚硬、半坚硬岩组，岩组结构较复杂，有局部软弱夹层或透镜体分布，各类结构面较发育，露采边坡可沿软弱夹层或不利结构面产生局部滑移，井采可在风化带、构造破碎带产生局部变形破坏，矿床水文地质环境地质问题一般较简单。 |
| | 环境地质问题为主的矿床（Ⅱ－3） | 有热害或气害或放射性危害或不良地质作用危害等原生环境地质问题，矿床开采中需采取相应措施处理和预防，矿床水文地质工程地质问题较简单。 |
| | 复合问题的矿床（Ⅱ－4） | 矿床水文地质、工程地质、环境地质条件三因素中两项以上属中等的矿床，其余为简单 |
| 开采技术条件复杂的矿床（Ⅲ） | 水文地质问题为主的矿床（Ⅲ－1） | 主要矿体位于当地侵蚀基准面以下，主要充水含水层富水性强，地下水补给条件好，与地表水或相邻强含水层有密切的水力联系，存在寻水性强的构造破碎带或岩溶发育带，矿坑涌水量大；矿床开采需采取强排水或专防、治水措施，疏干排水可引起巷道变形破坏和地面沉降、开裂、塌陷、水体污染等工程地质和环境地质问题。 |
| | 工程地质问题为主的矿床（Ⅲ－2） | 矿体围岩破碎，各级结构面发育，构造破碎带、接触破碎带比较发育，地应力大；或矿体转岩主要为松散软弱岩层；或冻融层厚度大。矿床开采露采边坡滑移、巷道变形破坏普遍，并可诱发突水、突泥（沙）、地面变形破坏等环境地质问题，矿床水文地质环境地质条件不复杂。 |

| 勘查类型 | | 开采技术条件特征 |
|---|---|---|
| 开采技术条件复杂的矿床（Ⅲ） | 环境地质问题为主的矿床（Ⅲ－3） | 矿床处于热、气、放射性异常区或区域稳定性差的地区，或矿体围岩含有毒有害气体或易分解有毒有害元素和组分，或具有严重的自燃发火势。矿床开采可产生严重的热害、气害、放射性危害、环境污染和山体失稳等问题，需采取专门防治措施，矿床水文地质工程地质问题不复杂。 |
| | 复合问题的矿床（Ⅲ－4） | 矿床水文地质、工程地质、环境地质条件三因素中两项以上属复杂的矿床，其余不复杂。 |

| 勘查类型 | | 典型矿床实例 | 勘查工作要求 |
|---|---|---|---|
| 开采技术条件简单的矿床（Ⅰ） | | 石灰石、花岗岩露天开采矿床 | 一般不投入专门工作，以搜集区域和相邻开采矿区资料为主，结合矿区实际进行重点调查，在综合分析研究的基础上，可通过类比做出评价。 |
| 开采技术条件中等的矿床（Ⅱ） | 水文地质问题为主的矿床（Ⅱ－1） | 云南四营煤矿<br>山东省焦家市金矿 | 主要针对水文地质问题开展工作，相应进行矿区工程地质环境地质工作，搜集区域水文地质资料，结合矿区进行大、中比例尺的水文地质填图，对地质钻孔及坑道进行水文工程地质编录，开展地表水、地下水动态观测，选择代表性地段进行水文地质勘探试验，求取主要充水含水层的水文地质参数，查明充水因素，预测矿坑涌水量。 |
| | 工程地质问题为主的矿床（Ⅱ－2） | 吉林盘石镍矿、四川攀枝花把关河石灰岩矿，青海柴达木煤矿 | 主要围绕矿床工程地质问题开展工作，相应进行矿区水文地质环境地质工作，开展大、中比例尺水文工程地质填图与钻孔水文工程地质编录，划分工程地质岩组，对矿体围岩选取代表性试样测定其物理力学性质并评价其岩体质量，确定主要结构面的发育程度、组合关系及其不利结构面，依据实际资料用类比评价矿床开采技术条件。 |
| | 环境地质问题为主的矿床（Ⅱ－3） | 河南平顶山煤矿<br>陕北榆家梁井田 | 主要对矿床原生环境地质问题进行工作，针对主要危害（热、气或放射性）开展相应地调查测试，结合地质、水文地质、地球物理、地球化学资料进行分析研究，确定热（气或放射性）的在矿区的背景值和异常值，对其可能产生的危害做出评价；对矿床的水文地质工程地质条件可用类比法进行评价。 |
| | 复合问题的矿床（Ⅱ－4） | 四川金河磷矿，北京门头沟煤矿 | 针对主要问题有重点的开展工作，可参照上述Ⅱ－1～Ⅱ－3的要求进行。 |

| 勘查类型 | | 典型矿床实例 | 勘查工作要求 |
|---|---|---|---|
| 开采技术条件中等的矿床（Ⅱ） | 水文地质问题为主的矿床（Ⅲ－1） | 广东矾口铅锌矿，安徽铜官山铜矿，湖南香花岭锡矿 | 运用综合勘查手段全面系统的进行各项水文地质勘查工作，对大水矿床，应进行大口径、大流量、大降深、长时间的群孔抽水试验，充分揭露水文地质、环境地质问题，和地下水流的边界条件，求取可靠的水文地质参数，建立水文地质模型，用两种以上的方法预测矿坑涌水量，对矿床工程地质、环境地质问题做出相应评价 |
| | 工程地质问题为主的矿床（Ⅲ－2） | 甘肃金川镍矿，苏州阳山高岭土矿，云南向阳煤矿，吉林舒兰煤矿 | 系统开展工程地质勘查，详细划分工程地质岩组，对矿体围岩进行系统采样，测定其物理力学性质，对不良工程地质岩组、地段及不利结构面组合关系进行重点研究，必要时可布置专门工程地质孔勘探或进行工程地质原位试验或模拟试验，以实测资料为依据对井巷围岩的稳固性和露采边坡的稳定性做出评价。 |
| | 环境地质问题为主的矿床（Ⅲ－3） | 湖南郴州411矿，浙江溪里萤石矿，湖南马田煤矿，四川叙永煤矿（自燃） | 对原生地质环境问题进行专项调查和分析测试，详细研究产生的地质条件、影响因素、背景值、危及的范围和程度、对其可能产生的危害做出评价；对矿床的水文地质工程地质条件可用类比法进行评价。 |
| | 复合问题的矿床（Ⅱ－4） | 广东石录铜矿，安徽钟山铁矿，云南小龙潭煤矿，湖南恩口煤矿，江西城门山铜矿 | 针对主要问题及其复杂程度开展相应工作，参照上述Ⅲ－1～Ⅲ－3的要求进行。 |

注：含水层富水性分级：

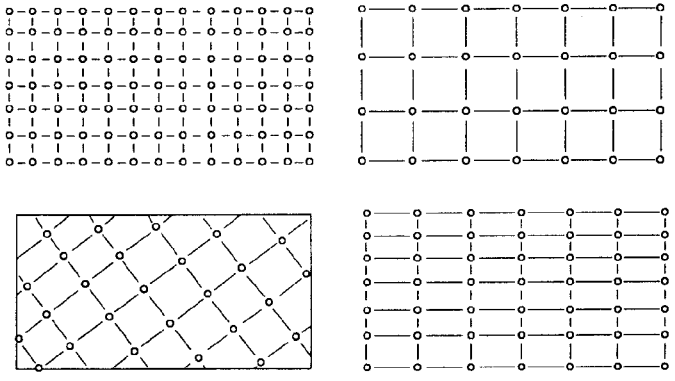
1. 按钻孔单位涌水量分为：弱富水 $q<0.1$l/s.m；中等富水：0.1l/s，m$<q<1.0$l/s.m；强富水：1.0l/s.m$<q>5.0$l/s.m；极强富水：$q>5.0$l/s.m；
2. 按天然泉水流量分为：弱富水：$Q<1.0$l/s.m；中等富水：1.0l/s.m$<Q<10.0$l/s.m；强富水：10.0l/s.m$<Q<50.0$l/s.m；极强富水：$Q>50.0$l/s.m。

# 附　录　C
# （提示的附录）
# 确定勘查工程间距的方法

## C1　地质统计学法确定矿产勘的工程间距

**应用地质统计学方法确定最佳工程间距，有以下几种情况：**

**C1.1　在新勘查区（或已勘查完毕，需进行矿产资源储量评估地区），可将区内按不同网度划分各种网形。计算每一结点（孔位）的估计方差，再计算每一网度（形）的平均估算方差，将每一网度（形）所花费的金额与平均估计方差进行对比（图 C1），该图最优勘查网度在 300～200m 之间。当我们找到最佳勘查网（形）后，再利用每一结点上 $\sigma_E^2$，绘制 $\sigma_E^2$ 等值线图，在估计方差较高的区域，利用 C1.2 所述方法，适当加密钻孔。一旦全部孔位确定后，应在相对收益较高地段优先施工。**



不同的勘探网度

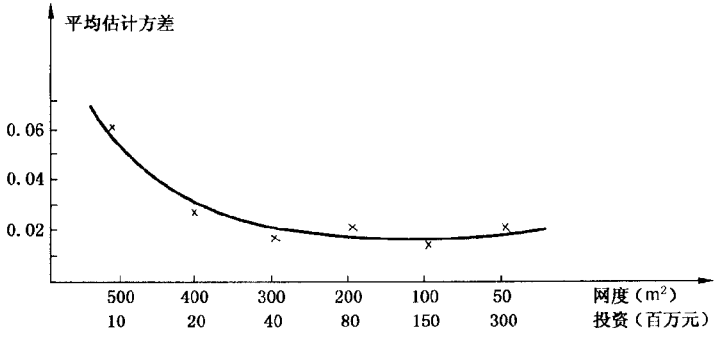



**图 C1　最优勘探网度的选择**

**C1.2　勘查区内已有 $n$ 个钻孔施工完毕，为提高矿产资源储量估算精度、减少风险，或为了增加矿产资源储量，要在 $n$ 个钻孔的基础上再增加几个钻孔（图 C2），可用估**

计方差 $\sigma_{\hat{E}}^2$ 确定最佳孔位。

(1) 计算当钻孔数为 $n$ 时的估计方差 $\sigma_{\hat{E}(n)}^2$；

(2) 计算增加一个新孔 $X_i$ 后，每一钻孔的估计方差 $\sigma_{\hat{E}(n+1,X_i)}^2$；

(3) 计算每一钻孔的相对收益，见式（C1）；

$$G_{(X_i)} = \frac{(-\sigma_{\hat{E}(n+1,X_i)}^2 + \sigma_{\hat{E}(n)}^2)}{\sigma_{\hat{E}(n)}^2} \times 100\% \quad \cdots\cdots (C1)$$

(4) 绘制全区等相对收益线图，当 $X_i$ 位置与该等相对收益线图的最高点吻合，则 $X_i$ 即为最佳孔位；否则，改变 $X_i$ 的位置，再计算，直至吻合；

(5) 以同样方法确定其余钻孔 $X_i$ 的位置。

C1.3 一定方向上区域变化量（有用组分）变异函数的变程值（或略小于该值），可作为该方向上最大工程间距。

## C2 SD 法确定矿产勘查工程间距

SD 法是动态分维几何学储量计算法的简称。以动态分维几何学和最佳结构地质变量为基础，以断面构形替代空间构形为核心，用 Spline 函数拟合的点列函数曲线，对其求解和积分，整个运算过程贯穿了动态的“搜索”和“递进”原理。

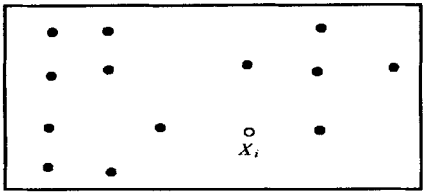



图 C2 利用 $\sigma_{\hat{E}}^2$ 确定的最佳孔位

SD 分数维和结构地质变量是动态分维几何学的两个基本内容。前者是地质变量复杂性的表述，后者是地质变量可微性的表达。由此产生 SD 储量计算和精度计算。

SD 精度具有度量地质可靠程度和确定勘查工程间距的功能，按照对精度的要求计算工程间距。

SD 法确定矿产勘查的工程间距 $h$ 的公式为式（C2）：

$$h = \sqrt{\frac{\Sigma L_j}{N - K} h_2} \quad \cdots\cdots (C2)$$

式中：$h_2$——勘探线平均间距；

$L_j$——第 $j$ 条线两端点工程间的总距离；

$K$——勘探线数；

$N$——根据要求的精度求取所需的工程数；

$$N = \frac{\beta\eta'}{1 - \alpha\eta}$$

$\eta'$——要求达到的精度值；

$\alpha$、$\beta$——初始递进计算 SD 精度过程中求取的系数值。

SD 精度（$\eta$%）：据地质可靠程度划分的区间。见图 C3：

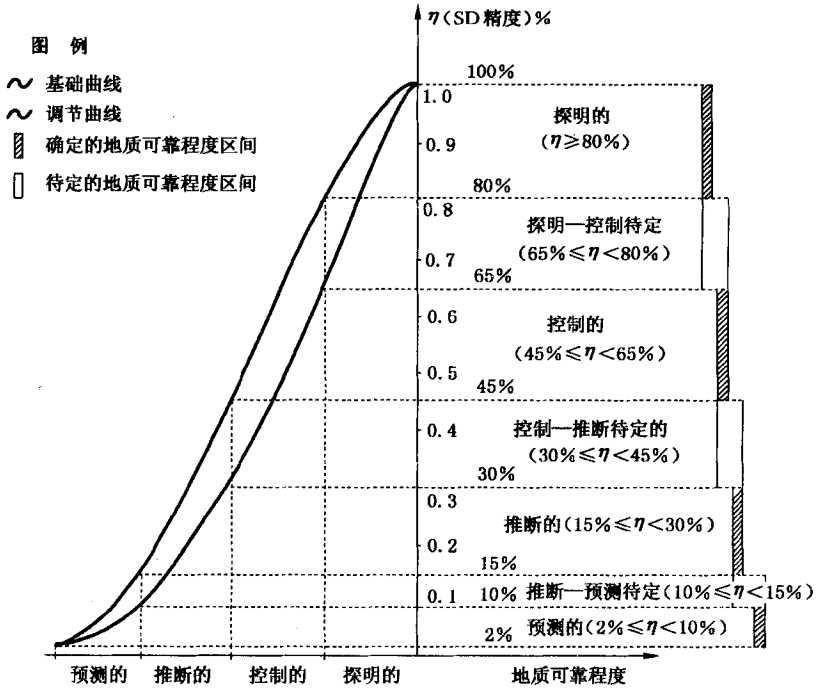



图 C3　SD 精度与地质可靠程度关系应用图

探明的 $\eta \geqslant 80\%$；

控制的 $45\% \leqslant \eta < 65\%$；

推断的 $15\% \leqslant \eta < 30\%$；

预测的 $\eta < 10\%$。

图中的几个可靠程度待定区间属何精度，需结合矿床地质复杂程度来定，简单者可归于高精度类，复杂者归于低精度类。

# 固体矿产资源/储量分类

GB/T 17766—1999

## 1 范 围

本标准规定了我国固体矿产资源/储量分类的适用范围、定义、分类、类型、编码等。

本标准适用于固体矿产资源勘查、开发各阶段编制设计、部署工作、计算储量（资源量）、编写报告；也适用于固体矿产资源/储量评估、登记、统计，制定规划、计划，制订固体矿产资源政策，编制矿产勘查规范、规定、指南；也可作为矿业权转让、矿产勘查开发筹资融资等活动中评价、计算矿产资源/储量的依据。

## 2 定 义

本标准采用下列定义：

2.1 固体矿产资源：在地壳内或地表由地质作用形成具有经济意义的固体自然富集物，根据产出形式、数量和质量可以预期最终开采是技术上可行、经济上合理的。其位置、数量、品位/质量、地质特征是根据特定的地质依据和地质知识计算和估算的。按照地质可靠程度，可分为查明矿产资源和潜在矿产资源。

2.1.1 查明矿产资源：是指经勘查工作已发现的固体矿产资源的总和。依据其地质可靠程度和可行性评价所获得的不同结果可分为：储量、基础储量和资源量三类。

2.1.2 潜在矿产资源；是指根据地质依据和物化探异常预测而未经查证的那部分固体矿产资源。

2.2 矿产勘查① 工作分为预查、普查、详查、勘探四个阶段。

2.2.1 预查：依据区域地质和（或）物化探异常研究结果、初步野外观测、极少量工程验证结果、与地质特征相似的已知矿床类比、预测，提出可供普查的矿化潜力较大地区。有足够依据时可估算出预测的资源量，属于潜在矿产资源。

2.2.2 普查：是对可供普查的矿化潜力较大地区、物化探异常区，采用露头检查、地质填图、数量有限的取样工程及物化探方法，大致查明普查区内地质、构造概况；大致掌握矿体（层）的形态、产状、质量特征；大致了解矿床开采技术条件；矿产的加工选冶性能已进行了类比研究。最终应提出是否有进一步详查的价值，或圈定出详查区范围。

2.2.3 详查：是对普查圈出的详查区通过大比例尺地质填图及各种勘查方法和手段，

① 联合国国际储量/资源分类框架中的地质研究阶段分为详细勘探、一般勘探、普查、踏勘四个阶段，据定义对比，前三个分别相当于我国的勘探、详查、普查，而“踏勘”在我国矿产勘查阶段划分中没有，经对比，该阶段应在普查之前，为普查提供依据的工作，按我国习惯改名为“预查”，相当于联合国分类框架中的“踏勘”。

比普查阶段密的系统取样，基本查明地质、构造、主要矿体形态、产状、大小和矿石质量，基本确定矿体的连续性，基本查明矿床开采技术条件，对矿石的加工选冶性能进行类比或实验室流程试验研究，做出是否具有工业价值的评价。必要时，圈出勘探范围，并可供预可行性研究、矿山总体规划和作矿山项目建议书使用。对直接提供开发利用的矿区，其加工选冶性能试验程度，应达到可供矿山建设设计的要求。

2.2.4　勘探：是对已知具有工业价值的矿床或经详查圈出的勘探区，通过加密各种采样工程，其间距足以肯定矿体（层）的连续性，详细查明矿床地质特征，确定矿体的形态、产状、大小、空间位置和矿石质量特征，详细查明矿体开采技术条件，对矿产的加工选冶性能进行实验室流程试验或实验室扩大连续试验，必要时应进行半工业试验，为可行性研究或矿山建设设计提供依据。

2.3　地质可靠程度①　反映了矿产勘查阶段工作成果的不同精度。分为探明的、控制的、推断的和预测的四种。

2.3.1　预测的：是指对具有矿化潜力较大地区经过预查得出的结果。在有足够的数据并能与地质特征相似的已知矿床类比时，才能估算出预测的资源量。

2.3.2　推断的：是指对普查区按照普查的精度大致查明矿产的地质特征以及矿体（矿点）的展布特征、品位、质量，也包括那些由地质可靠程度较高的基础储量或资源量外推的部分。由于信息有限，不确定因素多，矿体（点）的连续性是推断的，矿产资源数量的估算所依据的数据有限，可信度较低。

2.3.3　控制的：是指对矿区的一定范围依照详查的精度基本查明了矿床的主要地质特征、矿体的形态、产状、规模、矿石质量、品位及开采技术条件，矿体的连续性基本确定，矿产资源数量估算所依据的数据较多，可信度较高。

2.3.4　探明的：是指在矿区的勘探范围依照勘探的精度详细查明了矿床的地质特征、矿体的形态、产状、规模、矿石质量、品位及开采技术条件，矿体的连续性已经确定，矿产资源数量估算所依据的数据详尽，可信度高。

2.4　可行性评价分为概略研究、预可行性研究、可行性研究三个阶段。

2.4.1　概略研究：是指对矿床开发经济意义的概略评价。所采用的矿石品位、矿体厚度、埋藏深度等指标通常是我国矿山几十年来的经验数据，采矿成本是根据同类矿山生产估计的。其目的是为了由此确定投资机会。由于概略研究一般缺乏准确参数和评价所必需的详细资料，所估算的资源量只具内蕴经济意义。

2.4.2　预可行性研究：是指对矿床开发经济意义的初步评价。其结果可以为该矿床是否进行勘探或可行性研究提供决策依据。进行这类研究，通常应有详查或勘探后采用参考工业指标求得的矿产资源/储量数，实验室规模的加工选冶试验资料，以及通过价目表或类似矿山开采对比所获数据估算的成本。预可行性研究内容与可行性研究相同（见附表 C），但详细程度次之。当投资者为选择拟建项目而进行预可行性研究时，应选择适合当时市场价格的指标及各项参数，且论证项目尽可能齐全。

2.4.3　可行性研究：是指对矿床开发经济意义的详细评价，其结果可以详细评价拟建

① 地质可靠程度分为预测的、推断的、控制的、探明的，分别相当于联合国分类框架的踏勘的、推测的、推定的、确定的。

项目的技术经济可靠性，可作为投资决策的依据。所采用的成本数据精确度高，通常依据勘探所获的储量数及相应的加工选冶性能试验结果，其成本和设备报价所需各项参数是当时的市场价格，并充分考虑了地质、工程、环境、法律和政府的经济政策等各种因素的影响，具有很强的时效性。可行性研究的内容见附录 C。

2.5 经济意义：对地质可靠程度不同的查明矿产资源，经过不同阶段的可行性评价，按照评价当时经济上的合理性可以划分为经济的、边界经济的、次边界经济的、内蕴经济的。

2.5.1 经济的：其数量和质量是依据符合市场价格确定的生产指标计算的。在可行性研究或预可行性研究当时的市场条件下开采，技术上可行，经济上合理，环境等其他条件允许，即每年开采矿产品的平均价值能足以满足投资回报的要求。或在政府补贴和（或）其他扶持措施条件下，开发是可能的。

2.5.2 边际经济的：在可行性研究或预可行性研究当时，其开采是不经济的，但接近于盈亏边界，只有在将来由于技术、经济、环境等条件的改善或政府给予其他扶持的条件下可变成经济的。

2.5.3 次边际经济的：在可行性研究或预可行性研究当时，开采是不经济的或技术上不可行，需大幅度提高矿产品价格或技术进步，使成本降低后方能变为经济的。

2.5.4 内蕴经济的：仅通过概略研究做了相应的投资机会评价，未做预可行性研究或可行性研究。由于不确定因素多，无法区分其是经济的、边际经济的，还是次边际经济的。

经济意义未定的：仅指预查后预测的资源量，属于潜在矿产资源，无法确定其经济意义。

定义中名词及词汇的中英文对照见附录 A。

## 3 分类及编码

3.1 分类依据：矿产资源经过矿产勘查所获得的不同地质可靠程度和经相应的可行性评价所获不同的经济意义，是固体矿产资源/储量分类的主要依据。据此，固体矿产资源/储量可分为储量①、基础储量、资源量三大类十六种类型，分别用三维形式（图 1）和矩阵形式（表 1）表示。

3.2 分数（见图 1、表 1 及附录 B）：

3.2.1 储量：是指基础储量中的经济可采部分。在预可行性研究、可行性研究或编制年度采掘计划当时，经过了对经济、开采、选冶、环境、法律、市场、社会和政府等诸因素的研究及相应修改，结果表明在当时是经济可采或已经开采的部分。用扣除了设计、采矿损失的可实际开采数量表达，依据地质可靠程度和可行性评价阶段不同，又可分为可采储量和预可采储量。

① 联合国国际储量/资源分类框架将矿产资源分为储量和矿产资源两类，美国将其分为储量、储量基础、资源三类。我国的储量与联合国、美国的储量相当；我国的资源量与联合国的矿产资源、美国的资源相当；我国的基础储量包含在联合国的矿产资源、美国的储量基础中（见附录 B）。

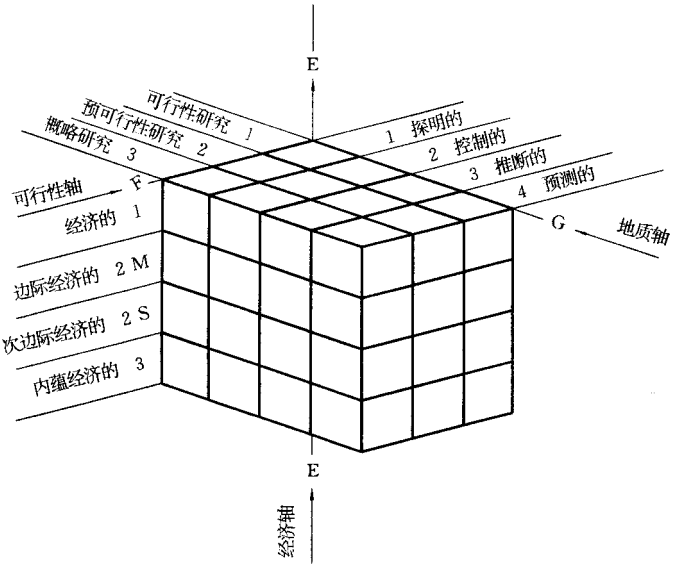



**图 1　固体矿产资源/储量分类框架图**

3.2.2　**基础储量：是查明矿产资源的一部分。它能满足现行采矿和生产所需的指标要求（包括品位、质量、厚度、开采技术条件等），是经详查、勘探所获控制的、探明的并通过可行性研究、预可行性研究认为属于经济的、边际经济的部分，用未扣除设计、采矿损失的数量表述。**

3.2.3　**资源量：是指查明矿产资源的一部分和潜在矿产资源。包括经可行性研究或预可行性研究证实为次边际经济的矿产资源以及经过勘查而未进行可行性研究或预可行性研究的内蕴经济的矿产资源；以及经过预查后预测的矿产资源。**

3.3　**编码：采用（EFG）三维编码，E、F、G 分别代表经济轴、可行性轴、地质轴（见图 1）。**

**编码的第 1 位数表示经济意义：1 代表经济的，2M 代表边际经济的，2S 代表次边际经济的，3 代表内蕴经济的；第 2 位数表示可行性评价阶段：1 代表可行性研究，2 代表预可行性研究，3 代表概略研究；第 3 位数表示地质可靠程度：1 代表探明的，2 代表控制的，3 代表推断的，4 代表预测的。变成可采储量的那部分基础储量，在其编码后加英文字母“b”以示区别于可采储量。**

3.4　**类型及编码：依据地质可靠程度和经济意义可进一步将储量、基础储量、资源量分为 16 种类型（见表 1）。**

3.4.1　**储量：有 3 种类型。**

3.4.1.1　**可采储量（111）：探明的经济基础储量的可采部分。是指在已按勘探阶段要求加密工程的地段，在三维空间上详细圈定了矿体，肯定了矿体的连续性，详细查明了矿床地质特征、矿石质量和开采技术条件，并有相应的矿石加工选冶试验成果，已进行了可行性研究，包括对开采、选冶、经济、市场、法律、环境、社会和政府因素的研究**

及相应的修改，证实其在计算的当时开采是经济的。计算的可采储量及可行性评价结果，可信度高。

表 1 固体矿产资源/储量分类表

| 地质可靠程度 / 分类类型 / 经济意义 | 查明矿产资源 | | | 潜在矿产资源 |
|---|---|---|---|---|
| | 探明的 | 控制的 | 推断的 | 预测的 |
| 经济的 | 可采储量（111） | | | |
| | 基础储量（111b） | | | |
| | 预可采储量（121） | 预可采储量（122） | | |
| | 基础储量（121b） | 基础储量（122b） | | |
| 边际经济的 | 基础储量（2M11） | | | |
| | 基础储量（2M21） | 基础储量（2M22） | | |
| 次边际经济的 | 资源量（2S11） | | | |
| | 资源量（2S21） | 资源量（2S22） | | |
| 内蕴经济的 | 资源量（311） | 资源量（332） | 资源量（333） | 资源量（334）？ |

注：表中所用编码（111 – 334），第 1 位数表示经济意义：1 = 经济的，2M = 边际经济的，2S = 次边际经济的，3 = 内蕴经济的，？ = 经济意义未定的；第 2 位数表示可行性评价阶段：1 = 可行性研究，2 = 预可行性研究，3 = 概略研究；第 3 位数表示地质可靠程度：1 = 探明的，2 = 控制的，3 = 推断的，4 = 预测的。b = 未扣除设计、采矿损失的可采储量。

3.4.1.2 预可采储量（121）：探明的经济基础储量的可采部分。是指在已达到勘探阶段加密工程的地段，在三维空间上详细圈定了矿体，肯定了矿体连续性，详细查明了矿床地质特征、矿石质量和开采技术条件，并有相应的矿石加工选冶试验成果，但只进行了预可行性研究，表明当时开采是经济的。计算的可采储量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

3.4.1.3 预可采储量（122）；控制的经济基础储量的可采部分。是指在已达到详查阶段工作程度要求的地段，基本上圈定了矿体三维形态，能够较有把握地确定矿体连续性的地段，基本查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，提供了矿石加工选冶性能条件试验的成果。对于工艺流程成熟的易选矿石，也可利用同类型矿产的试验成果。

预可行性研究结果表明开采是经济的，计算的可采储量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

3.4.2　基础储量：有 6 种类型。

3.4.2.1　探明的（可研）经济基础储量（111b）：它所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义的分类同 3.4.1.1 所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

3.4.2.2　探明的（预可研）经济基础储量（121b）：它所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义的分类同 3.4.1.2 所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

3.4.2.3　控制的经济基础储量（122b）：它所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义的分类同 3.4.1.3 所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

3.4.2.4　探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）：是指在达到勘探阶段工作程度要求的地段，详细查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，圈定了矿体的三维形态，肯定了矿体连续性，有相应的加工选冶试验成果。可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，只有当技术、经济等条件改善后才可变成经济的。这部分基础储量可以是覆盖全勘探区的，也可以是勘探区中的一部分，在可采储量周围或在其间分布。计算的基础储量和可行性评价结果的可信度高。

3.4.2.5　探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）：是指在达到勘探阶段工作程度要求的地段，详细查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，圈定了矿体的三维形态，肯定了矿体连续性，有相应的矿石加工选冶性能试验成果，预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术经济条件改善后可变成经济的。其分布特征同 2M11，计算的基础储量的可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

3.4.2.6　控制的边际经济基础储量（2M22）：是指在达到详查阶段工作程度的地段，基本查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，基本圈定了矿体的三维形态，预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术经济条件改善后可变成经济的。其分布特征类似于 2M11，计算的基础储量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

3.4.3　资源量：有 7 种类型。

3.4.3.1　探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）：是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，地质可靠程度为探明的，可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，必须大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的，计算的资源量和可行性评价结果的可信度高。

3.4.3.2　探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）：是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，地质可靠程度为探明的，预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，需要大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。计算的资源量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

3.4.3.3 控制的次边际经济资源量（2S22）：是指在勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段，地质可靠程度为控制的，预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，需大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。计算的资源量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

3.4.3.4 探明的内蕴经济资源量（331）：是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，地质可靠程度为探明的，但未做可行性研究或预可行性研究，仅作了概略研究，经济意义介于经济的一次边际经济的范围内，计算的资源量可信度高，可行性评价可信度低。

3.4.3.5 控制的内蕴经济资源量（332）：是指在勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段，地质可靠程度为控制的，可行性评价仅做了概略研究，经济意义介于经济的一次边际经济的范围内，计算的资源量可信度较高，可行性评价可信度低。

3.4.3.6 推断的内蕴经济资源量（333）：是指在勘查工作程度只达到普查阶段要求的地段，地质可靠程度为推断的，资源量只根据有限的数据计算的，其可信度低。可行性评价仅做了概略研究，经济意义介于经济的一次边际经济的范围内，可行性评价可信度低。

3.4.3.7 预测的资源量（334）?：依据区域地质研究成果、航空、遥感、地球物理、地球化学等异常或极少量工程资料，确定具有矿化潜力的地区，并和已知矿床类比而估计的资源量，属于潜在矿产资源，有无经济意义尚不确定。

## 附 录 A
## （提示的附录）
## 术语和词汇中英文对照表

| | |
|---|---|
| 固体矿产资源 | solid fuels and mineral resources |
| 查明矿产资源 | total identified mineral resources |
| 潜在矿产资源 | undiscovered resources |
| 储量 | extractable reserve |
| 可采储量 | proved extractable reserve |
| 预可采储量 | probable extractable reserve |
| 基础储量 | basic reserve |
| 资源量 | resource |
| 预查 | reconnaissance |
| 普查 | prospecting |
| 详查 | general exploration |
| 勘探 | detailed exploration |
| 矿化潜力 | mineralization potential |
| 地质可靠程度 | geological assurance |
| 预测的 | reconnaissance |
| 推断的 | inferred |

| | |
|---|---|
| 控制的 | indicated |
| 探明的 | measured |
| 可行性评价 | feasibility assessment |
| 概略研究 | geological study |
| 预可行性研究 | prefeasibility study |
| 可行性研究 | feasibility study |
| 采矿报告 | mining report |
| 经济意义 | degree of economic viability |
| 经济的 | economic |
| 边际经济的 | marginal economic |
| 次边际经济的 | submarginal economic |
| 内蕴经济的 | intrinsic economic |
| 经济意义未定的 | economic – interest undefined |

# 附　录　B
# （提示的附录）
# 国内外矿产资源主要分类概略对比表

表 B1　　国内外矿产资源主要分类概略对比表

<table>
<tr><th>标准名称</th><th colspan="4">分　类　对　比</th></tr>
<tr><td rowspan="3">本标准<br>（1999）</td><td colspan="3">查　明　矿　产　资　源</td><td>潜在矿产资源</td></tr>
<tr><td>储量</td><td colspan="2">基础储量</td><td>资源量</td><td rowspan="2">预测的资源量</td></tr>
<tr><td>可采储量<br>预可采储量</td><td>经济基础储量</td><td>边际经济<br>基础储量</td><td>次边际经济资源量、内蕴经济资源量</td></tr>
<tr><td rowspan="2">《固体矿产地质勘探规范总体》中华人民共和国国家标准<br>GB 13908—92</td><td rowspan="2"></td><td colspan="2">能利用储量</td><td rowspan="2">尚难利用储量</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>a 亚类</td><td>b 亚类</td></tr>
<tr><td rowspan="2">《联合国国际储量/资源分类框架》（1997）</td><td colspan="4">矿产资源总量</td></tr>
<tr><td>证实矿产储量<br>概略矿产储量</td><td colspan="2">可行性矿产资源　推定的矿产资源<br>预可行性矿产资源　推测的矿产资源<br>确定的矿产资源</td><td>踏勘矿产资源</td></tr>
<tr><td>CMMI 系统（1997）</td><td>证实矿产储量<br>概略矿产储量</td><td colspan="2">确定矿产资源　推定矿产资源<br>推测矿产资源</td><td>矿产潜力</td></tr>
</table>

| 标准名称 | 分类对比 | | | |
|---|---|---|---|---|
| 《矿产资源和储量分类原则》（美国地质调查局，1980） | 查明资源 | | | 未经发现资源 |
| | 经济储量<br>边际经济储量 | 经济－边际经济储量基础 | 次经济资源 | 假定资源<br>假想资源 |

# 附 录 C
# （提示的附录）
# 可行性研究的主要内容

工业项目的可行性研究，一般要求具备以下主要内容。

## C1 总 论

C1.1 项目提出的背景（改扩建项目要说明企业现有概况），投资的必要性和经济意义。

C1.2 研究工作的依据和范围。

## C2 需求预测和拟建规模

C2.1 国内、外需求情况的预测。

C2.2 国内现有工厂生产能力的估计。

C2.3 销售预测、价格分析、产品竞争能力，进入国际市场的前景。

C2.4 拟建项目的规模、产品方案和发展方向的技术经济比较和分析。

## C3 资源、原材料、燃料及公用设施情况

C3.1 经过储量委员会正式批准的资源储量、品位、成分以及开采、利用条件的评述。

C3.2 原料、辅助材料、燃料的种类、数量、来源和供应可能。

C3.3 所需公用设施的数量、供应方式和供应条件。

## C4 建厂条件和厂址方案

C4.1 建厂的地理位置、气象、水文、地质、地形条件和社会经济现状。

C4.2 交通、运输及水、电、气的现状和发展趋势。

C4.3 厂址比较与选择意见。

## C5 设计方案

C5.1 项目的构成范围（指包括的主要单项工程）、技术来源和生产方法、主要技术工艺和设备选型方案的比较，引进技术、设备的来源、国别，设备的国内外分交或与外商合作制造的设想。

改扩建项目要说明对原有固定资产的利用情况。

C5.2 全厂布置方案的初步选择和土建工程量估算。

C5.3　公用辅助设施和厂内外交通运输方式的比较和初步选择。

## C6　环境保护

调查环境现状，预测项目对环境的影响，提出环境保护和三废治理的初步方案。

C7　企业组织、劳动定员和人员培训（估算数）

C8　实施进度的建议

C9　投资估算和资金筹措

C9.1　主体工程和协作配套工程所需的投资。

C9.2　生产流动资金的估算。

C9.3　资金来源、筹措方式及贷款的偿付方式。

## C10　社会及经济效果评价

# 固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范

DZ/T 0033—2002

## 目 次

前言
1 范围
2 规范性引用文件
3 固体矿产地质勘查报告和固体矿产矿山闭坑地质报告的性质和用途
4 固体矿产地质勘查报告编写基本准则
5 固体矿产地质勘查报告编写要求
6 固体矿产矿山闭坑地质报告编写基本准则
7 固体矿产矿山闭坑地质报告编写要求
附录A（规范性附录）固体矿产地质勘查报告编写提纲
A.1 绪论
A.2 区域地质
A.3 矿区（床）地质
A.4 矿体（层）地质
A.5 矿石加工技术性能
A.6 矿床开采技术条件
A.7 勘查工作及其质量评述
A.8 资源/储量估算
A.9 矿床开发经济意义概略研究
A.10 结论
A.11 附图
A.12 附表
A.13 附件
附录B（规范性附录）运用地质统计学方法估算资源/储量的固体矿产地质勘查报告中储量估算部分的编写提纲
B.1 资源/储量估算数据、信息可靠性评述
B.2 工业指标
B.3 区域化变量
B.4 变异函数及结构分析
B.5 克里格方法资源/储量估算
B.6 资源/储量估计及误差（精度）

B.7　相关附图
B.8　相关附表
附录 C（规范性附录）固体矿产矿山闭坑地质报告编写提纲
C.1　第一章　概况
C.2　第二章　矿山地质简述
C.3　第三章　矿山开采和资源利用
C.4　第四章　探采对比
C.5　第五章　环境影响评估
C.6　第六章　结语
C.7　附图
C.8　附表
C.9　附件

## 1　范　　围

本标准规定了固体矿产的地质勘查报告和矿山闭坑地质报告的性质和用途、编写基本准则和编写要求，适用于固体矿产的地质勘查报告和矿山闭坑地质报告的编写。

## 2　规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 12719—1991　矿区水文地质工程地质勘探规范
GB/T13908—2002　固体矿产地质勘查规范总则
GB/T 17766—1999　固体矿产资源/储量分类
DZ/T 0078—1993　固体矿产勘查原始地质编录规定
DZ/T 0079—1993　固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究规定

## 3　固体矿产地质勘查报告和固体矿产矿山闭坑地质报告的性质和用途

3.1　固体矿产地质勘查报告（以下简称地质勘查报告）是综合描述矿产资源/储量的空间分布、质量、数量，论述其控制程度和可靠程度，并评价其经济意义的说明文字和图表资料，是对勘查对象调查研究的成果总结。地质勘查报告可作为矿山建设设计或对矿区进一步勘查的依据，也可作为以矿产勘查开发项目公开发行股票及其他方式筹资或融资时，以及探矿权或采矿权转让时有关资源储量评审认定的依据。

3.2　固体矿产矿山闭坑地质报告（以下简称闭坑地质报告）是综合反映矿区（矿井、采区）内的矿山地质、设计、开采及综合利用、探采对比、地质环境变化、矿产资源/储量结算的文字和图表资料，是通过开采对矿区（矿井、采区）的地质和矿产资源/储量的调查研究的总结成果。闭坑地质报告可作为矿区（矿井、采区）闭坑的地质依据。

3.3 上述报告也是政府部门矿产资源管理工作和有关单位科研、教学的重要技术资料。

## 4 固体矿产地质勘查报告编写基本准则

4.1 固体矿产勘查分为预查、普查、详查、勘探四个阶段，每一勘查阶段工作结束，应编写相应阶段的地质勘查报告。勘查投资人确定各阶段连续工作，不编写中间报告的，应在该勘查项目结束时以全部勘查资料编写报告。勘查期间所放弃的勘查区块，应以放弃区块内已取得的资料为基础编写该放弃区块的报告。因项目中途撤销而停止地质勘查工作的，应在已取得资料的基础上编写地质勘查报告。

4.2 地质勘查报告必须客观、真实、准确地反映勘查工作所取得的各项资料和成果。其编写的基础是：地质勘查工作符合固体矿产地质勘查规范总则、有关矿种地质勘查规范及其他有关规范的技术要求；已取全、取准第一性资料，并经过了综合研究。

4.3 地质勘查工作与项目可行性评价应紧密结合，地质勘查报告中应包括地质勘查和可行性评价工作。可行性评价分为概略研究、预可行性研究、可行性研究三个阶段。评价程度为概略研究的，由勘查单位直接编入报告；评价程度为预可行性研究或可行性研究的，应在勘查报告中引述该项目预可行性研究报告或可行性研究报告的主要结论。

4.4 地质勘查报告的内容要有针对性、实用性和科学性。原始数据资料准确无误，研究分析简明扼要，结论依据可靠。要力求做到图表化、数据化。资源/储量的估算应采用计算机技术，提倡针对勘查工作的实际和适用条件，采用成熟的并经审定的新估算方法。提倡采用计算机技术编写报告。

4.5 地质勘查工作应按照有关地质勘查规范对各勘查阶段的要求（或勘查合同的约定）部署工作，并取得相应阶段的各项勘查数据资料。本标准所附固体矿产地质勘查报告编写提纲适用于勘探阶段，在勘查程度达不到勘探阶段的情况下使用该编写提纲时，可根据实际需要对所列项目进行增减、取舍，但所取得的勘查数据资料及有关文件必须全部进入报告，不应遗漏。

## 5 固体矿产地质勘查报告编写要求

5.1 地质勘查野外工作结束前，应按照有关规范和勘查设计的要求，由勘查投资人或勘查单位上级主管部门组织，对勘查工作区的工作程度和第一性资料的质量进行野外检查验收。检查验收中发现的重大问题，应责成勘查单位在报告编写前解决。未经野外验收，不应进行报告编写。

5.2 在地质勘查报告编写前，报告编写技术负责人应结合矿种特点、勘查工作区实际情况以及勘查投资人的具体要求（供矿山建设设计的报告还应听取矿山设计单位意见），以本标准附录 A 为基础进行增减、取舍，拟定切合实际的报告编写提纲，送勘查投资人批准。批准后的报告提纲在使用中如须作重大变动，应将变动后的提纲送勘查投资人审核同意。

5.3 报告编写技术负责人根据批准的报告编写提纲组织编写工作，应制定出工作计划，并在执行过程中随时检查，发现问题及时解决，保证报告编写按时完成。报告编写中，应定期进行质量检查，对需研究的各类问题，应及时组织讨论，统一认识，将结果准确

客观地反映在报告中，但属于学术上的不同观点不需在报告中论述。

5.4　地质勘查报告应由报告正文、附图、附表、附件组成。矿业权人为保守商业秘密或适应政府的地质资料汇交管理的需要，可酌情将正文内容合理分册编写，每册单独装订。

5.5　地质勘查报告名称统一为××省（市、自治区）××县（市、旗或矿田、煤田）××矿区（矿段、井田）××矿（指矿种名称）××（勘查阶段名称）报告。报告附图的图式、图例、比例尺等按照有关技术标准执行。

5.6　勘查工作中形成的原始资料，由报告编写技术负责人组织，按照有关技术标准的要求立卷归档。地质勘查报告按照政府有关矿产资源储量评审认定的规定，经初审后送交评审认定，并由报告编写技术负责人按照评审中提出的修改意见组织对报告的修改。评审认定后复制的报告，按照政府有关地质资料汇交的规定进行汇交。

5.7　地质勘查报告经评审认定后，应将评审认定文件作为附件附于报告中。

## 6　固体矿产矿山闭坑地质报告编写基本准则

6.1　矿井、采区范围内探明的可采储量即将回采完毕，或者虽然尚未采完，但由于开采技术条件的原因，剩余矿石在技术上或经济上已不能回采，需要闭坑时，应编写闭坑地质报告。矿山停办时也应编写闭坑地质报告。

6.2　闭坑地质报告编写所需的资料，应在矿山基建和开采过程中及时、全面地收集、整理。矿山地质工作应符合有关规范的要求，在指导生产过程中，积累客观、真实的资料，并进行综合研究，为报告编写做好准备。

6.3　闭坑地质报告的内容要有针对性、实用性和科学性。原始数据资料准确无误，对比分析简明扼要，结论依据可靠。要力求做到图表化、数据化。提倡采用计算机技术编写报告。

## 7　固体矿产矿山闭坑地质报告编写要求

7.1　闭坑地质报告编写前，报告编写技术负责人应结合具体情况，以本标准附录C为基础进行增减、取舍，制定切合实际的编写提纲，送采矿投资人或上级主管部门批准。

7.2　闭坑地质报告由报告编写技术负责人按照批准的编写提纲组织编写。闭坑地质报告名称统一为××省（市、自治区）××县（市、旗或矿田、煤田）××矿区（矿段、井田）××矿（指闭坑的具体中段、坑口、采场等名称）闭坑地质报告。报告附图的图式、图例、比例尺等按照有关技术标准执行。

7.3　闭坑地质报告编写完成，按照政府有关矿产资源储量评审认定的规定初审后，送交评审认定，并由报告编写技术负责人负责按照评审中提出的修改意见组织对报告的修改。评审认定后复制的报告，按照政府有关地质资料汇交的规定进行汇交。

7.4　闭坑地质报告经评审认定后，应将评审认定文件作为附件附于报告中。

# 附 录 A
# （规范性附录）
# 固体矿产地质勘查报告编写提纲

## A.1 绪论

### A.1.1 勘查目的和任务

简述勘查目的和投资人、矿山设计单位对勘查工作的具体要求。

### A.1.2 勘查工作区位置、交通

说明勘查工作区的区块编号、勘查范围和拐点经纬度、矿区位于所在县级城市的方位、直距、矿区边界和面积，经过矿区或邻近的（现有的或拟建的）铁路、公路、水路等重要交通线以及矿区距最近的车站、码头、机场的里程（直距、运距）。

### A.1.3 勘查工作区自然地理、经济状况

概述矿区地形地貌的主要特征、类型、绝对高度和相对高度，主要河流的最低侵蚀基准面、丰（枯）水期流量及最高洪水位等。根据有代表性的气象资料，说明矿区的气候特征、气温变化、降雨量、暴雨强度、蒸发量、相对湿度、风力、风向、雷电情况、雨季和冰冻期、冻土层深度等。说明区内的地震烈度，概述滑坡、泥石流等地质灾害情况。

简述区内经济概况，包括燃料、电力、供水水源、建筑材料、工业、农业、牧业、人口等。应说明供水水源地、电网名称、矿区距水源地、电网距离及供水、供电满足程度。

### A.1.4 以往工作评述

简述矿床的发现，从发现至本次勘查所进行的地质、物探、化探等各项工作，按时间先后简述其工作情况、投入主要工作量、取得的主要地质成果等，并对其成果质量和勘查、研究程度进行评述。如属已开采的勘查矿区，应阐明矿山生产建设的规模、生产概况、累计采出矿量及已消耗的资源/储量。

### A.1.5 本次工作情况

说明工作的起讫年月、简要经过、完成的各项实物工作量（插表）、投入资金总额、取得的主要地质成果、矿床类型及简要地质特征、总计资源/储量、首采区范围、开发前景。按不同的类型列出资源/储量表，并列出其平均品位（按国家规定应保密的矿种不必列出本表）。

## A.2 区域地质

以1∶50 000比例尺的区域地质调查资料（1∶50 000比例尺未做地区，可用1∶200 000比例尺区调资料）为基础，简明扼要地说明矿床在区域构造中的位置，区域内对矿田（床）成因有影响的主要地层及岩浆岩种类、特征及分布、主要构造的特征及分布。

## A.3　矿区（床）地质

详细说明矿区（床）所在范围内，对成矿作用有影响和对矿体有破坏作用的地层、构造、岩浆活动、变质作用、围岩蚀变；赋矿层位及矿化等特征。

## A.4　矿体（层）地质

### A.4.1　矿体（层）特征

综合叙述矿体（层）的总数目、总厚度、含矿率、空间分布范围、分布规律及相互关系等。分别说明主要工业矿体（层）的赋矿岩石、空间位置、形态、产状、长度、宽度（延深）、厚度、沿走向和倾向的变化规律、连接对比的依据和可靠程度、成矿后断层对矿体连接的影响。矿体（层）多时，小矿体特征可列插表说明。

### A.4.2　矿石质量

按矿石性质分带（氧化带、混合带、原生带），分别说明矿石的结构、构造、矿物成分、有用矿物的含量、有用矿物的粒度、晶粒形态、嵌布方式、结晶世代、矿物生成顺序和共生关系；说明矿石的化学成分，主要有用组分和伴生有用、有益、有害组分的含量、赋存状态和变化规律等。对于以物理机械性能为主要评价指标的矿产，则应对其物理机械性能进行详细论述。

### A.4.3　矿石类型和品级

阐述矿体氧化带、混合带、原生带的分布范围。说明矿石的自然类型、工业类型、工业品级种类以及划分的原则和依据。对选冶性能有明显差异的各类矿石，应详细说明其所占比例和空间分布规律。

### A.4.4　矿体（层）围岩和夹石

说明主要矿体（层）上下盘围岩的种类，近矿围岩的矿物成分、有用、有益和有害组分的大致含量、蚀变情况及其与矿体（层）的接触关系；说明矿体（层）内夹石（层）的岩性种类、分布规律、数量、有用、有益和有害组分的大致含量、夹石（层）对矿体完整性的影响程度。

### A.4.5　矿床成因及找矿标志

简述矿床成因、成矿控制因素、矿化富集规律和找矿标志，指出矿区远景及找矿方向。

### A.4.6　矿区（床）内共（伴）生矿产综合评价

对于在勘查主矿体的同时综合勘查的共生矿产、伴生矿产，应进行综合评价，说明其综合勘查的程度、规模、分布规律、矿石质量特征等。

## A.5　矿石加工技术性能

### A.5.1　采样种类、方法及其代表性

说明各种类型矿石加工试验样品的采样目的、要求（包括投资人、矿山设计单位对试验种类和数量的要求）、采样种类、采样方法、采样的工程种类及编号、样点的数目，并从矿石类型、样品空间分布、品位等方面评述样品的代表性。

A.5.2 试验种类、方法及结果

说明各种类型矿石加工技术试验种类，采用的加工、选矿方法及试验流程，并叙述所取得的各项试验成果。

A.5.3 矿石工业利用性能评价

根据矿石加工技术试验结果，做出矿石可选（冶）性能和工业利用性能的评价，说明矿石中有用组分回收利用和有害杂质处理的可能性，提出共（伴）生组分综合利用的途径。

对于矿石类型简单、或属于已开发矿床的深部（或走向）延伸部分矿体的勘查，矿石类型和已开发部分一致或相似，不需进行选冶试验，仅与邻近同类型生产矿山进行矿石类型、结构构造、物质成分等实际资料进行对比的，应对其矿石可选（冶）性、综合回收利用情况进行说明。

## A.6 矿床开采技术条件

A.6.1 水文地质

A.6.1.1 简述矿区所处水文地质单元的位置；矿区地形地貌、水文气象特征；地下水的补给、径流、排泄条件，矿床最低侵蚀基准面和矿井最低排泄面标高。

A.6.1.2 论述矿床开采疏干排水影响范围内各含（隔）水层的岩性、厚度、分布、岩溶裂隙发育程度；主层和地表水体的水力联系程度；构造破碎带、风化裂隙带及岩溶的发育程度、分布、含（导）水性及其对矿床充水的影响；地表水、老窿水对矿床充水的影响程度。

A.6.1.3 预测矿坑涌水量。确定矿床的充水因素及其水文地质边界，建立水文地质模型，选择合理的计算方法及水文地质参数，计算矿坑第一开拓水平的正常和最大涌水量，估算矿坑最低开拓水平的涌水量，并对水量可靠性进行评述，推荐作为矿山开采设计的矿坑涌水量。

A.6.1.4 矿区供水水源评价。对矿坑水的排供结合与综合利用的可能性及矿区内可作为供水水源的地表水、地下水、地热水、矿泉水的水质、水量进行初步评价。如矿区内不存在可作为供水的水源地，则应指出供水方向，并提出进一步工作的意见。对盐类矿床上、下可能存在的卤水资源也应进行评价。

A.6.2 工程地质

A.6.2.1 论述矿体（层）围岩的岩性特征、结构类型、风化蚀变程度、物理力学性质及各种软弱夹层的岩性、厚度、分布及其物理力学和水理性质；统计各类岩石的 RQD 值（岩石质量指标），评述岩体的质量；论述矿床范围内，特别是对矿床开采、工业场地布置有影响的断裂（破碎带）的规模、性质及分布、充填物的性质和胶结程度，坑内开采的矿床应论述矿体及其近矿围岩的节理的规模、产状、充填物的性质、节理密度、各类结构面（层面、节理裂隙面、断裂面、软弱层面）的组合关系，评述岩体的稳定性；论述风化带深度和岩溶发育带的发育深度，矿区内各类不良自然现象及工程地质问题。

A.6.2.2 结合矿床（可能）的开拓方案，对矿体及其顶底板岩石的稳固性、露天采场

边坡的稳定性以及矿床的工程地质条件做出综合评价，预测可能出现的主要工程地质问题，提出防治意见。

A.6.3　环境地质

A.6.3.1　阐明矿区及其附近地震活动历史、地震烈度、地形地貌条件及新构造特征，对矿区的稳定性做出评价；评述矿区目前存在的崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害和环境污染问题。

A.6.3.2　依据各种自然地质作用和采矿活动对地质环境可能造成的破坏和影响程度，评述矿区地质环境质量。

A.6.3.3　对矿床开采中可能引起的区域地下水位下降、山体开裂、滑坡、泥石流、地表沉降和塌陷、地表水及地下水的污染、放射性及其他有害物质的污染等环境地质问题进行预测评价，提出防治意见。

A.6.3.4　煤矿应叙述井内瓦斯、煤尘和煤的自燃等方面的基本测试结果，结合井田地质条件和井田内邻近生产矿井的有关资料，分析其变化规律，评述其对未来矿井的建设、生产可能产生的影响。

A.6.3.5　深埋矿床和地温异常矿床，应叙述井田、矿床的地温状况，恒温带深度、温度、地温梯度及变化；高温区的分布范围与分级、地温背景、热源。　‘

A.6.3.6　放射性本底值较高的矿床，应对放射性背景值及其变化规律进行论述，划出对人体有危害的高背景值区。

## A.7　勘查工作及其质量评述

A.7.1　勘查方法及工程布置

说明勘查类型、勘查手段、方法的选择、勘查工程布置原则、工程间距的确定及依据。对矿体（层）的厚度、矿石品位、矿产资源/储量等进行数值和变化系数的计算，或进行地质统计学方法的分析，说明使用的勘查工程间距对矿体（层）的控制程度，以及所采用的工程间距的合理性。

A.7.2　勘查工程质量评述

说明钻孔结构、岩矿心直径及其合理性；钻孔孔斜和方位角测定所采用的仪器及测量方法和质量评述；孔深校正、岩矿心采取的质量评述；钻孔封孔方法、封孔质量检查及评述；孔口立桩标记及钻探班报表质量、岩矿心管理工作评述；简易水文观测及其质量评述；水文地质孔的止水、抽水试验质量评述；地下水动态长期观测工作质量评述。

说明槽、井、坑探工程规格、质量，评述其取得的地质效果。

对质量存在问题，但又参与资源/储量估算的工程，应逐一进行质量评述。

A.7.3　地形测量、地质勘查工程测量及其质量评述

简述控制测量的等级和实测精度；采用的平面坐标和高程系统；地形测量的成图方法及质量。简述地质勘查工程的测量方法及质量。

A.7.4　地质填图工作及其质量评述

说明矿区地质图和地质剖面的测制方法及其精度。

A.7.5　物探、化探工作及其质量评述

简述地面物探、化探的工作方法、工作量、资料处理和地质解释方法、主要成果并做出质量评述。

说明测井的工作方法、工作量、地质解释方法、主要成果并做出质量评述。

A.7.6 采样、化验和岩矿鉴定工作及其质量评述

说明光谱分析、全分析、基本分析、组合分析、物相分析等样品的采集方法、规格及其确定的依据；采样工作质量及样品的代表性；采样工作的检查结果。样品加工及 $K$ 值（缩分系数）选择的依据。

各种化验分析内检、外检情况及质量评述。

岩矿鉴定工作质量评述

自然重砂、人工重砂、单矿物、同位素年龄及稳定同位素（包括硫、铅、锶等）组成样、精矿样品等的加工、分析、鉴定工作质量的评述。

水样、岩矿物理力学性质测试样的采样、测试及其质量评述。

## A.8 资源/储量估算

A.8.1 资源/储量估算的工业指标

说明有关工业指标的文件、文号，引述工业指标的内容。

A.8.2 资源/储量估算方法的选择及其依据

从矿体的形态、产状及勘查工程的布置方式等方面论述所选择的资源/储量估算方法的合理性及其依据，并阐述该方法的主要计算公式。

A.8.3 资源/储量估算参数的确定

论述参与资源/储量估算的面积、体积质量（体重）、单工程平均品位、块段平均品位、矿床平均品位、特高品位、矿体平均厚度等参数的测定、计算和处理方法。

A.8.4 矿体（层）圈定的原则

说明根据矿床地质特征、成矿控制因素及矿化规律等所确定的矿体圈定和连接、内外推的原则。

A.8.5 资源/储量的分类

根据矿体的勘查控制程度、地质可靠程度、可行性评价结果，对勘查工作所获得的资源/储量进行分类，说明各类型资源/储量的具体划分条件及其在地质空间的分布。

A.8.6 资源/储量估算结果

说明各种类型资源/储量估算结果、总资源/储量，各类型资源/储量所占矿床总资源/储量的比例。资源/储量估算结果可用附（插）表说明。

A.8.7 资源/储量估算的可靠性

抽取一定数量的块段用其他方法进行验算，根据验算结果来评述资源/储量估算的可靠程度。

A.8.8 共（伴）生矿产的资源/储量估算方法及结果

分别说明各种共（伴）生矿产的取样方法、基本分析或组合样数目，块段平均品位、矿床平均品位的计算方法、资源/储量估算方法及结果。资源/储量估算结果可用插表说明。

A.8.9　资源/储量估算中需要说明的问题

## A.9　矿床开发经济意义概略研究

A.9.1　论述国内、外资源状况，市场供求、市场价格及产品竞争能力。

A.9.2　概述矿床的资源储量、矿石加工技术性能及矿床开采技术条件。

A.9.3　概述供水、供电、交通运输、原料及燃料供应、建筑材料来源及其他外部条件的概况。

A.9.4　简要说明未来矿山生产规模、服务年限及产品方案。

A.9.5　简要说明预计的开采方式、开拓方式、采矿方法、选矿方法、选矿流程等。

A.9.6　论述评价方法的选择及技术经济指标（类似企业的经验指标或扩大指标）的选取。

A.9.7　经济效益计算（附有关表格）及敏感性分析。

A.9.8　简要说明企业经济效益和社会效益、环境保护问题。

A.9.9　对建设项目进行综合评价，确定矿床开发有无投资机会、是否需要进一步勘查、是否制定长远规划或工程建设规划。

## A.10　结论

A.10，1　对矿床勘查控制程度、地质报告资料的完备程度及其质量等做出概括的、结论性的评述。

A.10.2　总结矿床成矿基本规律，做出远景评价。

A.10.3　评价开采技术条件和地质环境问题。

A.10.4　指出矿床开采的经济效果。

A.10.5　总结地质工作中的主要经验教训及存在问题。

A.10.6　提出对今后生产地质勘查和矿山开采的建议。

注：结论之后附照片图版，照片图版也可单独成册。

## A.11　附图

A.11.1　勘查工作区交通位置图（也可作报告正文绪论部分的插图）

A.11.2　矿区勘查工作程度图（绘出前人历次区调、勘查的范围并注明工作年限和勘查阶段）

A.11.3　区域地质图

A.11.4　矿区地形地质图（包括图切地质剖面图、地层综合柱状图、探矿工程分布位置）

A.11.5　矿区实际材料图

A.11.6　矿区测量控制点分布图

A.11.7　物探、化探数据图、成果图

A.11.8　采样平面图

A.11.9　含矿地层及矿层对比图

A.11.10 勘探线剖面图（有时可与资源/储量估算剖面图合并）
A.11.11 矿体（层）纵剖面图
A.11.12 砂矿和缓倾斜矿体（层）顶底板等高线和矿层等厚线图
A.11.13 矿体（层）水平断面图或中段平面图
A.11.14 构造控制程度图（附主要矿层底板等高线图）
A.11.15 资源/储量估算水平投影或垂直纵投影图
A.11.16 钻孔柱状图（全部钻孔）
A.11.17 槽探、浅井、坑道工程素描图（全部工程）
A.11.18 老硐（窿）分布图和新老坑道联系图
A.11.19 地貌和第四纪地质图
A.11.20 区域水文地质图
A.11.21 矿区水文地质图
A.11，22 矿区工程地质图
A.11.23 矿区环境地质图
A.11.24 井巷水文地质工程地质图
A.11.25 钻孔抽水试验综合成果图
A.11.26 水文地质工程地质剖面图
A.11.27 地下水、地表水、矿坑水动态与降水量关系曲线图
A.11.28 矿坑涌水量计算图
A.11.29 矿床主要充水含水层地下水等水位（水压）图
A.11.30 矿体直接顶（底）板隔水层等厚线图
A.11.31 工程地质钻孔综合柱状图
A.11.32 岩石强风化带厚度等值线图
A.11.33 中段岩体稳定性预测图
A.11.34 露天采场边坡稳定性分区图
A.11.35 外剥离量计算及剥离比等值线图
A.11.36 等温线图

## A.12 附表

A.12.1 测量成果表（包括三角点测量成果、各种勘查工程包括勘探线端点测量成果）
A.12.2 钻探工程质量一览表煤层综合成果表、封孔情况一览表
A.12.3 采样及样品分析结果表（全部的基本分析、组合分析、内和外部检查分析、光谱分析、全分析、物相分析、单矿物分析等）；岩矿鉴定结果表、重砂分析结果表
A.12.4 煤质化验成果表（可选性、煤岩、一般分析）
A.12.5 矿石、岩石物理性能测定结果表；岩石力学试验成果表；
A.12.6 各工程、各剖面、各块段的矿体平均品位、平均厚度计算表
A.12.7 矿石体重、湿度测定结果表
A.12.8 资源/储量估算综合表

A.12.9　块段资源/储量表、矿体资源/储量表、矿床总资源/储量表
A.12.10　主要含水层钻孔静止水位一览表
A.12.11　钻孔抽水试验成果汇总表
A.12.12　钻孔水文地质工程地质综合编录一览表
A.12.13　地下水、地表水、矿坑水动态观测成果表
A.12.14　气象资料综合表
A.12.15　风化带、构造破碎带及含水层厚度统计表
A.12.16　矿坑涌水量计算表
A.12.17　井、泉、生产矿井和老窿调查资料综合表
A.12.18　水质分析成果表
A.12.19　土样分析试验结果汇总表
A.12.20　瓦斯测量结果表
A.12.21　地温测量结果表
A.12.22　矿区环境地质调查资料汇总表

## A.13　附件

A.13.1　矿石加工技术性能试验报告。
A.13.2　可行性研究或预可行性研究报告。
A.13.3　工业指标推荐报告。
A.13.4　有关确定工业指标的文件。
A.13.5　勘查许可证或采矿许可证（复印件）。
A.13.6　探矿权人或采矿权人对报告中资料真实性的书面承诺。
A.13.7　投资人或上级主管部门初审意见。
A.13.8　投资人的委托勘查合同书（或上级主管部门的项目任务书）、委托（预）可行性研究合同书、委托监理合同书。
A.13.9　勘查监理单位和监理人资格证书（复印件）、项目监理报告。
A.13.10　矿产资源储量主管部门对资源/储量的评审认定文件（本文件在报告评审认定之后补入）。
A.13.11　记录有矿床全部钻孔孔口坐标、测斜资料、样品化验分析数据的软盘或光盘；记录有矿床全部探槽、浅井、坑道工程测量数据和全部样品化验分析数据的软盘或光盘；记录有主要图件的软件光盘。

# 附 录 B
# （规范性附录）
# 运用地质统计学方法估算资源/储量的固体矿产地质勘查报告中储量估算部分的编写提纲

## B.1 资源/储量估算数据、信息可靠性评述

B.1.1 组分样品的正确性

B.1.2 样品的分布

B.1.3 数据库的建立

基础数据库名称、数目及其结构内容。

## B.2 工业指标

## B.3 区域化变量

B.3.1 区域化变量的选择

B.3.2 区域化变量组合样的统计分布特征

对每一区域化变量从均值、估计方差、离散方差方面进行研究，并附区域化变量统计直方图。

B.3.3 区域化变量结论

## B.4 变异函数及结构分析

B.4.1 试验变异函数和计算及理论曲线的拟合

B.4.1.1 不同方向的变异函数研究

B.4.1.2 变异函数的确定

B.4.1.3 区域化变量变异函数的理论模型的确定

B.4.2 结构分析

B.4.2.1 区域化变量变异函数的解释及结构特征

B.4.2.2 结构模型验证方法的选择及估值参数（块金效应、基台值、变程）的确定

B.4.2.3 验证结果

## B.5 克里格方法资源/储量估算

B.5.1 资源/储量估算参数的选择与确定（面积、厚度、品位、密度）

B.5.2 工业指标评述（边际品位及其确定）

B.5.3 矿体边界的圈定及边界数学模型

B.5.4 估值三维空间的确定

B.5.5 资源/储量估计资源模型（块状模型、栅格模型等）

B.5.6 待估块段和估计邻域的选择

## B.6　资源/储量估计及误差（精度）

B.6.1　资源/储量估计（结果）

B.6.2　方差与误差分析

B.6.3　有关问题的说明

主要从矿体边界、工业指标、各级品位的矿体分布、特异值等方面进行说明。

## B.7　相关附图

B.7.1　区域化变量统计分布类型图（直方图、正态分布图、对数正态分布图）

B.7.2　沿钻孔孔迹、矿体走向和矿体倾向经验变异函数曲线图

B.7.3　矿体变异函数套合结构模式图

B.7.4　中段克里格估计图

B.7.5　吨位/品位曲线图

B.7.6　方差与误差分布图

## B.8　相关附表

B.8.1　计算变异函数的原始数据表

B.8.2　代表性中段或块段克里格估计中间结果表

B.8.3　克里格估值计算结果表

# 附　录　C
# （规范性附录）
# 固体矿产矿山闭坑地质报告编写提纲

## C.1　第一章　概况

C.1.1　矿山交通位置、自然地理概况、所处区域构造位置简述。

C.1.2　矿山地质勘查简述：历次地质勘查、生产勘探工作的时间、勘查单位、主要工作量、储量估算方法、获得的资源/储量类别和数量、勘查报告评审认定情况。

C.1.3　矿山开采简述：矿山设计时间、设计单位、生产规模、服务年限、生产管理、总采出矿量。

C.1.4　闭坑（停办）原因。

## C.2　第二章　矿山地质简述

C.2.1　简述矿体地质特征：矿体分布、空间位置、规模、形态、产状等。

C.2.2　简述矿石质量特征：矿石结构构造、矿物成分、化学成分、有用、有益、有害组分含量、矿石类型、品位。划分氧化带、原生带的，应分带叙述。对于以物理机械性能为主要评价指标的，应论述这方面内容。

C.2.3　简述矿床开采技术条件：评述矿床主要充水因素、矿坑排水的主要来源、历年

排水变化情况、主要灾害性水害发生原因及其对矿床开采的影响；采区岩体的物理力学性质及其稳定性、主要工程地质问题产生的部位、原因及其对矿床开采的影响；地震、地温、放射性及其他有毒有害物质的情况及其对矿床开采的影响。

C.2.4 简述矿石选冶技术条件。

C.2.5 矿山地质测量工作及其质量评述：生产勘探的方法、网度、生产探矿工程和采矿工程的地质编录、取样、测量、储量估算等工作及其质量。

C.2.6 矿山生产过程中累计探明新增（或减少）资源/储量及其品位情况。

## C.3 第三章 矿山开采和资源利用

C.3.1 设计利用的资源储量、开采方式、开拓系统、采矿方法、选矿流程、历年采掘工作量、历年采出矿量、采矿回收率、选矿回收率等的述评。

C.3.2 损失矿量（包括正常和非正常损失）、损失率、贫化率，批准非正常损失矿量的机构、批准理由等情况的述评。

C.3.3 工业指标实际运用情况及合理性评述。

C.3.4 资源/储量注销概况。剩余资源/储量及剩余原因的述评。

C.3.5 对共生、伴生矿产的综合开采、利用情况及矿石加工工艺的评述。

C.3.6 通过矿山生产地质工作对地质情况的新认识、新发现，影响矿山开采的主要地质问题。

## C.4 第四章 探采对比

C.4.1 探采对比：矿体形态变化、厚度变化、顶板及底板位移、品位变化、资源/储量对比（对比条件、绝对误差和相对误差）、构造变化的对比以及开采技术条件变化的对比。

C.4.2 对勘查方法、手段、勘查工程间距、勘探类型及其确定的合理性的评述。

C.4.3 对资源/储量估算方法的评述。

## C.5 第五章 环境影响评估

C.5.1 地下水疏干范围、水位及其恢复程度等情况的评述。

C.5.2 采区地质环境变化，包括：采空区矿层顶板冒裂带高度、地面开裂、沉降、山体滑坡、坍塌等变形破坏范围及程度、露天采场及其边坡崩落范围等情况的评述。

C.5.3 水体污染及其自净情况的评述。

C.5.4 废弃物堆放情况与处理。

## C.6 第六章 结语

C.6.1 简要评述矿山生产的经济、社会、资源效益。

C.6.2 矿山闭坑资源/储量的核销结论及能否作为闭坑的依据。

C.6.3 剩余资源/储量的处理建议、废矿坑利用建议、环境及地质灾害治理建议。

## C.7　附图

C.7.1　矿山交通位置图。
C.7.2　矿区地质图（含地层柱状图、剖面图及矿体分布）。
C.7.3　矿山总平面布置图。
C.7.4　中段平面图。
C.7.5　资源/储量估算图（平面、剖面、投影图）。
C.7.6　探采矿体对比图。
C.7.7　矿山闭坑范围及其周边环境地质图。
C.7.8　其他图件。

## C.8　附表

C.8.1　资源/储量总表（包括历次地质勘查、生产勘探的资源/储量增减）。
C.8.2　历年采出矿量、损失（包括正常和非正常损失）矿量、采矿回收率、损失率、贫化率统计表。
C.8.3　探采矿体形态误差对比表。
C.8.4　探采矿体顶板、底板位移误差对比表。
C.8.5　探采矿体厚度误差对比表。
C.8.6　探采矿体品位误差对比表。
C.8.7　矿体地质勘查资源/储量与采准（或备采）矿量对比及其误差表。
C.8.8　历年矿山排水量基本情况表。
C.8.9　矿山主要水害、工程及环境地质危害的基本情况统计表。

## C.9　附件

C.9.1　采矿许可证（复印件）。
C.9.2　矿山投资人或上级主管部门对报告的审核意见。
C.9.3　矿产资源储量主管部门对报告的评审认定文件（本文件在报告评审认定之后补入）。

# 铀矿地质勘查规范

DZ/T 0199—2002

## 目 次

前言
1 范围
2 规范性引用文件
3 铀矿勘查的目的、任务
3.1 目的
3.2 任务
4 铀矿勘查研究程度
4.1 地质工作
4.2 矿石物质组成和矿石质量
4.3 矿床开采技术条件
4.4 矿石选冶加工技术性能试验
4.5 综合勘查、综合评价
5 铀矿勘查控制程度
5.1 勘查类型划分
5.2 勘查工程间距的确定
5.3 工程布置、施工原则和控制程度
5.4 勘查手段的选择和应用
6 铀矿勘查工作及质量要求
6.1 测绘工作
6.2 地质填图
6.3 水文地质、工程地质、环境地质
6.4 物探、化探
6.5 探矿工程
6.6 采样及测试
6.7 地质编录、综合整理和报告编写
6.8 计算机及其他新技术、新方法应用
7 可行性评价工作
7.1 概略研究
7.2 预可行性研究
7.3 可行性研究

8　铀矿资源/储量分类依据及类型条件
8.1　铀矿资源/储量分类依据
8.2　铀矿资源/储量类型条件
9　铀矿资源/储量估算
9.1　工业指标
9.2　铀矿资源/储量估算的一般原则和方法
9.3　确定资源/储量估算参数的要求
附录 A（规范性附录）固体矿产资源/储量分类
附录 B（规范性附录）铀矿一般工业要求
B.1　铀矿一般工业要求
B.2　矿床规模
B.3　矿石品级
B.4　矿石工业类型
附录 C（资料性附录）铀矿床伴生组分综合利用
附录 D（资料性附录）确定勘查类型的主要地质因素
D.1　主矿规模
D.2　矿化分布均匀程度
D.3　矿体厚度稳定程度
D.4　矿体形态和被破坏程度分三类
附录 E（资料性附录）铀矿床勘查类型确定实例
附录 F（资料性附录）铀矿床勘查工程间距
附录 G（资料性附录）可行性研究的主要内容
G.1　总论
G.2　需要预测和拟建规模
G.3　资源、原材料、燃料及公用设施情况
G.4　建厂条件和厂址方案
G.5　设计方案
G.6　环境保护
G.7　企业组织、劳动定员和人员培训（估算数）
G.8　实施进度的建议
G.9　投资估算和资金筹措
G.10　社会及经济效果评价
附录 H（资料性附录）铀矿山首期建设设计还本付息年限和铀矿冶企业建设规模及服务年限
H.1　铀矿山首期建设设计还本付息年限
H.2　铀矿冶企业建设规模及服务年限要求
附录 I（资料性附录）铀矿床确定特高品位下限品位变化系数

## 1 范 围

本标准规定了我国非地浸型铀矿地质勘查的目的任务、研究程度、控制程度、工作及质量要求、可行性评价工作、铀矿资源/储量分类依据及类型条件、铀矿资源/储量估算等。

本标准适用于非地浸型铀矿地质勘查各阶段的总体工作部署；可作为验收、评审铀矿资源/储量及各类成果的总要求；也是制定铀矿地质各类专业规范、规程、规定、指南等的总要求；还可作为铀矿矿业权转让，铀矿勘查开发筹资、融资、股票上市等活动中评价、估算铀矿资源/储量的依据。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T17766—1999 固体矿产资源/储量分类

GB/T13908—2002 固体矿产地质勘查规范总则

DZ/T 0033—2002 固体矿产勘查/闭坑矿山地质报告编写规范

ZBD 10001—1989 地质矿产勘查测量规范

## 3 铀矿勘查的目的、任务

### 3.1 目的

铀矿勘查最终目的是为铀矿山建设设计或矿业权流转提供铀矿资源/储量和开采技术条件等必需的地质资料，以减少开发风险和获得最大的经济效益。

### 3.2 任务

#### 3.2.1 预查

通过对区内资料的综合研究、类比及初步野外观测、极少量的工程验证，初步了解预查区内铀矿资源远景，提出可供普查的矿化潜力较大的地区。

#### 3.2.2 普查

通过对矿化潜力较大地区或物探、化探异常区，进行地表野外工作和施工少量的取样工程，以及可行性评价的概略研究，对已知矿化区做出初步评价，提出是否有进一步详查的价值，圈出详查区范围。

#### 3.2.3 详查

采用各种勘查方法和手段，对详查区进行系统的工作和取样，并通过预可行性研究，做出是否具有工业价值的评价，圈出勘探区范围，为勘探提供依据。

#### 3.2.4 勘探

是对勘探区加密各种取样工程，并通过可行性研究，为铀矿山建设设计提供依据。

## 4　铀矿勘查研究程度

### 4.1　地质工作

#### 4.1.1　预查阶段

收集、研究区域地质、矿产、物探、化探和遥感地质资料，在预查区采用有效的技术、方法，选择一至数条路线进行（1∶100 000）～（1∶50 000）的综合铀矿地质路线踏勘。对区内各类放射性异常和铀矿化点，择优施工极少量的验证工程，大致了解地质、构造、矿化特征和各类异常的性质、强度、范围及与矿化的关系。如发现矿体或矿化蚀变，应了解矿化和蚀变类型、矿化规模、产状及铀品位，提出可供普查的矿化潜力较大的地区。与地质特征相似的已知矿床类比，有足够依据时，可估算预测资源量。

#### 4.1.2　普查阶段

收集各种地质资料，研究区域地质及矿产信息和铀矿成矿远景；在普查区采用（1∶50 000）～（1∶10 000）铀矿地质填图，因地制宜地选择有效的物探和化探方法，进行（1∶25 000）～（1∶5 000）的测量，基本查明普查区的地层、岩石、构造、岩浆岩等地质特征；寻找、评价各类异常、蚀变和矿化。通过有限的取样工程，大致查明区内是否有进一步工作价值的矿体或矿化带、异常带，大致掌握其分布规律、规模、产状以及与成矿有关的地质条件，推断矿体的连续性，进行可行性评价的概略研究，估算相应类型的矿产资源/储量，提出是否有进一步工作的价值或圈出详查区。

#### 4.1.3　详查阶段

在详查区通过（1∶10 000）～（1∶2 000）的铀矿地质填图，合理选择（1∶5 000）～（1∶2 000）的物探、化探测量，并综合运用其他有效的勘查方法，基本查明与成矿有关的地层、构造、岩浆活动、变质作用、围岩蚀变及次生变化等矿床地质特征。对沉积或层控矿床，应详细划分地层层序，详细查明地层时代、岩性组合、岩相、沉积环境与建造以及岩层对比标志和地球化学背景、含矿层位及其变化，阐明它们与成矿的时空关系；对与岩浆侵入有关的矿床，应研究矿床范围内侵入岩的岩类、岩性、岩相、岩石地球化学特征，详细查明岩体形态、产状、规模、时代、演化特征、相互关系及它们与成矿的关系；对与火山活动有关的矿床，还应研究火山机构的特点，详细查明火山岩系的时代、层序、岩性、岩相、喷发－沉积旋回及其与成矿的关系；对与变质作用有关的矿床，应研究和基本查明变质作用的性质、影响因素以及变质岩岩性特点、变质相及其分布、变质作用对矿床形成或改造的影响；对与构造关系密切的矿床，应详细查明控制和破坏矿床的主要构造的性质、产状、形态、规模。还应详细查明矿床的围岩蚀变种类、强度、范围、分带性及其与成矿的关系。对有次生富集作用的矿床，应注意研究矿床的次生变化。

通过系统取样工程基本查明矿床内矿体的分布规律、数量、规模、产状、品位变化和连接对比条件，重点是主矿体（占矿床资源/储量 70%以上）或主要矿体（合计占矿床资源/储量 50%以上的中等以上矿体）的数量、规模、形态、产状及赋存规律，并能基本确定其连续性；基本查明矿体中夹石和顶底板围岩的岩性、厚度、分布范围；基本查明成矿前、后构造活动对矿体的控制和破坏程度；基本查明矿体的氧化带、混合带、

原生带的特征、发育程度、分布范围和分带标志。测定矿石质量密度、湿度、有效原子序数及射气系数、铀镭平衡系数等参、系数，测定矿石和含矿岩系中的钍、钾含量，为评价异常和定量解释提供依据。并通过概略研究或预可行性研究，估算相应类型的资源/储量，做出是否有工业价值的评价，若具有工业价值应初步总结找矿标志和成矿规律，并初步建立矿床地质模型，圈出矿体相对集中、矿石质量和开采技术条件较好的地段作为勘探区。详查工作成果还可作为矿床总体规划和矿山项目立项建议的依据。

4.1.4 勘探阶段

在已知具工业价值的矿床或详查圈出的勘探区范围内进行（1:2 000）～（1:1 000）的铀矿地质填图，加密取样工程，详细查明主矿体或主要矿体的规模、形态、产状、内部结构及厚度、品位的变化特点，确定主矿体或主要矿体的连续性。详细查明矿体夹石及顶底板围岩的岩性；划分氧化带、混合带、原生带矿石界线，研究次生富集现象和规律；为圈定矿体和估算资源/储量补充收集和查验各类样品、参数、系数；阐述控矿因素和矿床成因，总结找矿标志和成矿规律，提出扩大找矿的方向，建立矿床地质模型；进行预可行性研究或可行性研究，估算相应类型的资源/储量，为矿山建设设计和矿床的进一步扩大提供依据。

4.2 矿石物质组成和矿石质量

4.2.1 预查阶段

收集预查区内与铀成矿有关的资料，并结合初步野外观测和工程验证后取得的成果，通过与邻区或相似地质特征的矿体类比，大致了解矿石的物质组成和质量。

4.2.2 普查阶段

大致查明已发现矿体的矿石物质组成、品位、物理性质、化学性质和矿石类型。矿体具一定规模后，还应研究和测定有益、有害组分的含量变化和分布规律。

4.2.3 详查阶段

基本查明主要矿石矿物、脉石矿物的粒度、嵌布特征、结构、构造，基本查明矿石工业类型（见附录 B）、分布特征和相互关系，开展工艺矿物学研究；基本查明矿石品位、变化规律和有用、有益、有害组分的含量、赋存状态及其变化特征。

4.2.4 勘探阶段

详细查明矿石物质成分和矿石质量，尤其是矿石的工艺性质、矿石工业类型、矿物的粒度及嵌布特征。详细查明矿石有用、有益、有害组分的种类、含量、赋存状态和分布规律及变化特征。

4.3 矿床开采技术条件

4.3.1 预查阶段

不做具体要求。

4.3.2 普查阶段

大致了解普查区水文地质、工程地质、环境地质和其他开采技术条件。

4.3.3 详查阶段

4.3.3.1 水文地质

利用专门水文地质孔和其他勘查工程收集主要含水层（带）、隔水层水文地质参数、

矿区含水层、隔水层、构造、岩溶等水文地质特征、发育程度和分布规律，基本查明矿区内地表水体分布及其与矿床主要充水层的水力联系，初步评价其对矿床充水的影响；基本查明地下水补给、径流、排泄条件及矿床主要充水因素等水文地质条件，预测矿坑涌水量，初步评价其对矿床开采的影响程度；若水文地质条件复杂，应进行矿区水文地质测绘，其范围原则上要控制一个完整的水文地质单元。基本查明矿床水文地球化学特征。赋存有地热水的矿床，要基本查明它的赋存条件、补给来源，初步评价地热水对矿床开采的影响及其利用的可能性。调查研究可供利用的供水水源的水质、水量条件，提出供水水源方向。

4.3.3.2　工程地质

初步划分矿床工程地质岩组，测定主要岩、矿石物理力学参数和硬度、湿度、块度、节理密度、RQD（岩石质量指标）值等，研究其稳定性；基本查明矿床内断裂、裂隙、岩溶、软弱夹层的分布，评价其对矿体及其顶底板围岩稳固性的影响；调查老窿及采空区的分布、充填和积水等情况。

4.3.3.3　环境地质

收集泥石流、滑坡、岩溶等自然地质灾害的有关资料，分析其对矿山建设和开采可能产生的影响；基本查明岩石、矿石和地下水（含热水）中放射性及其他有害元素、气体的成分、含量，对矿区环境地质及辐射环境做出初步评价。

4.3.4　勘探阶段

4.3.4.1　水文地质

详细查明矿床水文地质条件、充水因素，利用专门水文地质孔和其他勘查工程取全、取准必需的水文地质参数，预测矿山首采区及其正常水平的和最大的涌水量及矿坑可能的突水部位，指出地下水的侵蚀性，提供供水水源方向和水量、水质资料，研究矿床水文地球化学特征。

4.3.4.2　工程地质

详细观察和分析矿体及其顶底板围岩的稳定性，确定不良的层位和构造部位，预测掘、采时可能会发生的不良工程地质问题，并提出防治建议；对露天采场边坡稳定性做出评价。工程地质条件复杂，而勘查工程难以满足要求时，应施工少量工程查明主要工程地质问题。

4.3.4.3　环境地质

详细调查泥石流、滑坡、岩溶等自然地质灾害及地震、新构造运动等区域稳定性因素。对矿区范围内的人群和生产、建设可能引起不良后果和影响的环境地质问题做出预测，并进行评价和提出防治措施。还应在铀矿全面勘探前后对天然的与人为造成的放射性辐射环境进行调查和评价。辐射环境调查对象、方法和要求参见 EJ/T 977《铀矿地质辐射环境影响评价要求》。为矿山建设和辐射防护设计提供依据。

4.4　矿石选冶加工技术性能试验

4.4.1　普查阶段

有类比条件的矿石以类比结果做出可否工业利用的评价；对组分复杂、国内尚无成熟选冶工艺的矿石，应进行可选（冶）性试验或实验室流程试验，为是否值得进一步工

作提供依据。

4.4.2 详查阶段

一般矿石应作实验室流程试验。在同一矿田（区）范围内的生产井田附近，易选易冶且与同类型矿石类比条件好的矿石也可用类比资料；成分或结构复杂的难选冶矿石和新类型矿石应作实验室扩大连续试验，做出工业利用方面的评价。不论哪种矿石，直接提供开发利用时，试验程度都应达到可供设计的要求。

4.4.3 勘探阶段

一般矿石应作实验室流程试验。难选冶或新类型矿石应作实验室扩大连续试验，必要时还应做半工业试验，为确定最佳工艺流程提供依据。

4.5 综合勘查、综合评价

4.5.1 预查阶段

发现工业铀矿化后，应大致了解有无与铀矿共生、伴生的矿产。

4.5.2 普查阶段

大致查明共生、伴生矿产的种类、含量、赋存状态、空间分布特征，并研究综合开发利用的可能性。

4.5.3 详查阶段

基本查明共生、伴生矿产的种类、产出部位、含量、赋存状态、分布特点及与铀矿化的相互关系，探讨其综合回收利用的可能性，并做出初步的综合评价。

4.5.4 勘探阶段

矿床中有综合利用价值的共生矿产，应详细查明其产出部位、空间分布、矿体规模、形态、产状、品位及其与铀矿化的关系。对其进行综合勘查时尽可能利用勘查铀矿的工程，如其规模较大和经济价值较高，需另行布设工程时，其勘探类型和工程间距应参照该矿种勘查规范的有关规定确定。

对能够综合利用的伴生有用组分（参见附录 C），要详细查明其种类、含量、赋存状态、分布、富集规律及与铀矿的依存关系，研究综合回收的途径，并按勘探时系统采集的组合样分析结果分别估算各自的矿产资源/储量。

## 5 铀矿勘查控制程度

5.1 勘查类型划分

5.1.1 勘查类型划分依据

确定勘探类型的主要依据是矿体规模（用主矿体的长度和宽度表示）、矿体厚度稳定程度（用厚度变化系数表示）、形态复杂程度、构造复杂程度（对含矿岩系和矿体的破坏程度）以及主要有用组分分布均匀程度（用矿化均匀程度和品位变化系数表达）等地质因素来确定（参见附录 D、E）。若其他地质因素也有重大影响时，亦应考虑。

5.1.2 勘查类型

5.1.2.1 简单型（Ⅰ类型）：主矿体规模大，形态简单，产状稳定，矿体连续，厚度变化小，矿化均匀，构造简单，对矿体影响很小。

5.1.2.2 中等型（Ⅱ类型）：主矿体规模中等，形态较简单，产状较稳定，局部有变

化，主矿体基本连续，矿化较均匀，矿体有错动，但错距小。

5.1.2.3　复杂型（Ⅲ类型）：矿体规模小，形态复杂，产状变化较大，矿化不均匀，矿体连续性差或被构造破坏严重。

5.2　勘查工程间距的确定

5.2.1　确定工程间距的依据

确定工程间距的主要依据是勘查类型。详查阶段，系统工程一般以矿体长（宽）度的 1/2～1/4 为基本间距，使之能基本确定矿体的连续性；勘探阶段的加密工程应足以确定矿体的连续性。

5.2.2　确定工程间距的方法

对于大型矿床（见附录 B），应进行不同勘查手段的工程验证，或进行不同工程间距对比，以确定最佳工程间距；对于中、小型矿床（见附录 B），有类比条件的，运用传统的类比法确定最佳工程间距；对于勘查工程较多的矿床，可运用地质统计学中区域化变量的特征或其他方法确定最佳工程间距。

根据我国铀矿地质勘查的实践经验，勘查工程间距可参考附录 F。

5.3　工程布置、施工原则和控制程度

5.3.1　工程布置原则

应根据矿体地质特征、地形地貌、施工条件和矿山建设的需要，参考同类型矿床的勘查经验，安全、经济、合理地单独或配合选用各种勘查工程。一般情况下，地表应以槽探、井探、浅钻工程为主，深部应以岩心钻探为主。当地形有利或矿体形态复杂、钻探难以控制、需要验证或需要采集选矿大样时，也可动用坑探工程。形态极复杂的矿体也可以坑探为主。坑探以沿脉配合穿脉进行。坑探工程布设时应充分考虑能为矿山生产所利用。

5.3.2　施工原则

应按照由已知到未知、由浅入深、由稀到密的原则进行。勘查工程应尽可能布置在勘探线上，勘探线尽可能垂直于矿体走向或主要控矿构造线方向。主要矿化部位应布设主干工程或主干剖面，它们和基准孔、参数孔应优先施工。

5.3.3　控制程度

预查阶段对发现的矿体或异常矿化区，可用少量槽探、浅井工程，极少量钻探工程验证。普查阶段除大致查明矿体地质特征外，地表应有系统工程控制，深部用有限的取样工程控制。详查阶段应基本控制矿体的分布范围。矿体出露地表的边界及延伸应有系统工程控制。勘探阶段对主要矿体应在详查控制的基础上进一步加密控制并加以圈定。对底板起伏较大的矿体、破碎矿体及影响开采的构造、岩脉、岩溶等应控制其产状和规模。对与主矿体或主要矿体能同时开采的周围小矿体应适当加密控制。对适宜地下开采的矿床，要注重控制主要矿体的两端、上下的界线和延伸情况。对适宜露天开采的矿床要注重系统控制矿体四周的边界和采场底部矿体的边界。

各勘查阶段钻探工程的控制深度应根据矿床地质特征和当时开采技术经济条件而确定。

5.4　勘查手段的选择和应用

勘查手段的选择应以经济、有效、快捷、准确获取各类资料为原则，尽可能应用先进的方法和技术。

## 6 铀矿勘查工作及质量要求

### 6.1 测绘工作

6.1.1 测绘工作应满足地质勘查的需要，根据测区的面积、测图比例尺、矿区发展前景，因地制宜地制定经济合理的技术方案。

6.1.2 平面控制网的布设应遵循从整体到局部、分级三角测量、边角组合测量和导线测量方法。高程基本控制应为三、四等水准，四等光距测距高程导线。应与测区范围相适应，满足加密需要，并与国家水准点联测。当测区较小且发展前景不大而又距国家水准点较远时，可不联测，采用近似高程的独立高程系。

6.1.3 地形图测绘应合理综合取舍，清晰易读，内容齐全。地物、地貌表示和符号运用准确，并着重显示与地质勘查及规划设计有关的地物、地貌特征。布设图根点，应兼顾到工程测量的使用。

6.1.4 地质勘查工程应根据矿区已有基本控制点和图根点进行布设和实测，其平面和高程系统应保持一致。在尚未建立控制网的矿区，则应测设勘探基线作为布设和测定工作的依据。当控制网建立后，应进行联测和改算。

6.1.5 测量图件应尽可能采用数字化成图，其成果成图须进行三级检查、二级验收。

6.1.6 测绘工作执行 ZBD 10001—1989《地质矿产勘查测量规范》。

### 6.2 地质填图

地质填图应以地质观察为基础，其标准和质量按相应比例尺的地质填图规范执行。比例尺的选择应以矿床的自身特点（如地质构造和矿体规模、形态的复杂程度）为依据，并能满足找矿、探矿和采矿的需要。等于或大于 1∶2 000 地质填图的地质观察点应用仪器法展绘到图上。对于薄矿体（层）、标志层及其他有特殊意义的地质现象，必要时应扩大表示。

### 6.3 水文地质、工程地质、环境地质

矿床水文地质、工程地质的勘查工作技术要求及其质量标准按 EJ/T 299《铀矿床水文地质勘探规范》执行，环境地质调查工作标准和质量要求按 GB/T 12719《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。辐射环境的调查技术要求、评价核素、评价标准（含环境标准、放射性废物管理标准）应符合 EJ/T 977《铀矿地质辐射环境影响评价要求》的要求。水文地质样品及工程地质的岩、矿石物理力学参数样品的测试都应满足有关规定、规范的要求，以保证工作成果的可靠性。

### 6.4 物探、化探

6.4.1 地面物探、化探工作

6.4.1.1 地面放射性物探、化探工作。放射性物探详测应布设测网，测线应垂直于探测对象走向，基线平行于探测对象走向。基线两端应设半永久性标志。当测线长超过 500 m 时，采用双基线控制，并作 100%检查，长度允许误差为 ±1%，方位允许误差为 ±0.5°。测线和测点做 10%检查，长度允许误差为 ±5%，线距允许误差为土 20%。伽

马总量测量、伽马能谱测量、氡及其子体测量要求分别按 EJ/T 831《地面伽马总量测量规范》、EJ/T 363《地面伽马能谱测量规范》、EJ/T 605《氡及其子体测量规范》执行。

6.4.1.2　地面非放射性物探测量的工作质量标准和技术要求按有关规范、规程执行。

6.4.2　探矿工程的物探工作

6.4.2.1　伽马编录

应根据不同的矿化类型、不同的矿化规模和矿化均匀程度确定测量方法和测量网度，力求客观反映地质矿化特征。对异常及矿化段应及时进行检查，如面积相对误差超过 ± 20% 应重新编录。技术要求和质量标准按 EJ/T 865《铀矿探矿工程地质物探原始编录规范》执行。

6.4.2.2　伽马取样

探矿工程中的伽马取样应根据伽马编录成果并对取样段完成壁面平整、清除矿渣和氡子体后进行。伽马取样分为伽马总量取样法、伽马能谱取样法和贝它加伽马取样法，分别适用于单铀矿、铀钍混合矿和铀钍平衡严重偏铀的矿段。取样前必须准确确定仪器换算系数，初步掌握矿区铀镭平衡状况，以选择适当的取样方法和测量点距。热液矿床点距一般为 10 cm ~ 20 cm，富矿段或矿化不均匀段应加密至 5 cm。并做累计长度不小于 20 cm 的刻槽取样对比检查，且两者线储量对比相对误差不超过 ± 10%。

6.4.2.3　伽马测井

钍铀比值小于 0.1 的铀矿床和铀钍具有显著相关的（信度 0.05）的铀钍混合矿床可采用伽马总量测井；一般铀钍混合矿床应采用伽马能谱测井。伽马测井技术和质量要求按 EJ/T 611《γ 测井规范》执行。

6.4.2.4　综合测井

钻孔工程中除进行伽马测井和孔斜测量外，应根据地质任务需要选取井径测量、井温测井、视电阻率测井、自然电位测井、伽马 – 伽马测井等综合测井方法。

6.4.3　物探参、系数

6.4.3.1　岩石、矿石质量密度和湿度

按不同岩石类别、矿石类型和品级均匀布点，用伽马法测定时中型以上矿床不少于 20 组，小型矿床不少于 10 组，重复检查工作量不少于 20%。还应在测点附近用石蜡法或矿柱法做对比验证，对比样数，石蜡法不少于 20 块，矿柱法不少于 3 个。对比验证的绝对值误差不大于 0.1 $t/m^3$。在测量质量密度的同时，应进行湿度的测量，当岩矿石平均湿度超过 5% 时，应对矿石的质量密度和铀晶位进行修正。质量密度和湿度测量的质量标准和技术要求按 EJ/T1031《放射性矿石密度测量规程》执行。

6.4.3.2　铀镭平衡系数

应按矿体所处的地球化学环境，分氧化带、混合带、原生带，按铀含量品级，分不同岩性，沿矿床的走向和倾向均匀选取样品。当矿床铀镭平衡系数的变化系数小于 20%、矿床平均平衡系数值为 0.9 ~ 1.1 时，伽马测井和伽马取样结果无需修正。测量的质量标准和技术要求按 EJ/T1094《铀镭平衡系数测量规程》执行。

6.4.3.3　射气系数

天然状态下铀矿石的射气系数采用平板（面）法或炮眼法测量，测点应布置在不同

含矿岩性、铀矿化均匀和无积水地段。矿床平均射气系数值小于 10%时，伽马测井和伽马取样结果无需修正。测量的质量标准和技术要求按 EJ/T 1030《铀矿射气系数测量规程》执行。

6.4.3.4 钍、钾含量

在不同矿石类型中分品级和含矿岩（层）系有代表性地取样分析钍、钾元素含量。样品数量：中型以上矿床不少于 100 个，小型矿床不少于 50 个。当钍、铀平均含量比值小于 0.1、钾元素含量平均值小于 10%时，伽马测井和辐射取样结果无需修正。

6.4.3.5 矿石有效原子序数

按矿石类型进行有代表性的取样，数量不少于 10 个。当矿石有效原子序数平均值在 9～21 时，采用 EJ/T 611《Y 测井规范》中规定的换算系数值。

6.4.4 铀水化学找矿

各勘查阶段铀水化学找矿比例尺一般为：普查阶段（1∶25 000）～（1∶10 000）；详查阶段 1∶5 000；勘探阶段根据需要而定。野外采样应以地下水或人工露头（如泉、民井、钻孔等）为主，辅以少量地表水。其质量要求应符合 EJ/T 276《铀矿水化学找矿规范》。应充分利用探矿工程开展钻孔中抽水找矿。采集水样的同时，必须做地质、水文地质观测和描述，其观测与描述内容应符合 EJ/T 299—1998《铀矿床水文地质勘探规范》的要求。

6.5 探矿工程

6.5.1 槽、井、硐探工程都应按设计施工，不能任意改变设计，工程质量标准和要求按 EJ/T 995《放射性矿产资源坑探规程》执行。

6.5.2 钻探工程的质量标准和要求按 EJ/T1052《放射性矿产资源钻探规程》标准执行。矿层及其顶、底板上下 5 m 范围内的围岩及标志层等的采取率不得低于规程规定的矿心采取率的要求或勘查设计的要求，厚大矿体连续 5 m 低于要求时，应立即采取补救措施，否则工程报废。钻孔揭穿矿体应测顶角、方位、丈量孔深。实际揭穿点偏离设计勘探线的垂直距离，应控制在勘探线间距的 1/5 以内。

钻探岩、矿心应妥善保管和处理，其技术要求和处理程序应符合 EJ/T1070《铀矿岩矿心管理规定》中的规定。

6.6 采样及测试

6.6.1 采样工作必须随工作进展及时进行，各类样品的采集要有明确的目的和足够的代表性，其各自的采集和制作方法应符合 EJ/T 983《铀矿取样规程》和 EJ/T 1121《铀矿样品加工管理技术规程》的要求。

6.6.2 样品分析、测试应由技术监督部门认证的有资质的实验单位承担，并按 DZ 0130.3《地质矿产实验室测试质量管理规范》、EJ/T 751《放射性矿产地质分析实验室质量保证规范》执行。

6.6.3 内检样品必须由送样单位在分析正样中按规定抽取并编写密码，送原分析单位进行验证，不得用分析单位平行分析的自检样代替。外检样由原分析（送样）单位重新编号，并附原分析方法的说明，送指定实验室进行外检。

6.6.4 岩矿鉴定样、分析样、同位素地质样的采集要求和质量标准按 EJ/T 983《铀矿

取样规程》执行。各种铀矿石的组分分析方法或放射性元素的测定方法的选用和质量标准按 EJ/T 751《放射性矿产地质分析实验室质量保证规范》及 EJ/T 1121《铀矿样品加工管理技术规程》执行。

6.6.5　在详查和勘探阶段应测定岩石和矿石的孔隙度、松散系数、块度及矿体顶、底板岩石和矿石的极限抗压、抗张、抗剪强度，及硬度、爆破率和安息角等。采样和测试工作应按 EJ/T 983《铀矿取样规程》边整边改的要求执行。

6.6.6　加工选冶试验样的采取，要考虑矿石类型、特征及代表性，能分采的应按类型分采，无法分采时可采混合样。进行实验室流程试验、扩大连续试验的样品，在采集前应与试验单位共同编写采样设计，采集时应考虑到开采时矿石的贫化。当矿石中含共、伴生有用组分时，采样时应一并考虑其代表性，试验时了解其赋存状态及综合回收的工艺流程。

6.7　地质编录、综合整理和报告编写

6.7.1　地质编录

地质编录所有数据、素描、文字、符号等都要求用铅笔标记，并随工程或工作进展在现场及时进行，离开现场后不得涂抹改动。编录的各项内容应以有关规范、规程为依据，但都应重点突出；图式、图例要标准化、规范化，其标准和质量要求按 EJ/T 865—1994《铀矿探矿工程地质物探原始编录规范》执行。

6.7.2　资料综合整理

6.7.2.1　日常性资料整理是对各专业野外所获取的第一性资料（如原始记录、编录、样品鉴定分析结果、物探、化探、水文地质、工程地质、环境地质等工作得到的信息、资料）分门别类进行日常的整理。分别编制出各种图表、曲线和文字说明。发现资料残缺或有误时必须及时增补、修正。

6.7.2.2　阶段性资料综合整理是野外工作进行到一个阶段后的有目的的整理。主要是对各种资料、图表进行核对、检查，并按规定汇集成册，对各种草图、实际材料图进行圈连和清绘；运用新理论、新方法对岩体、地层、构造进行初步分类和分析研究，对各类地质、物探、化探、水文地质、工程地质、水文地球化学等信息、异常进行分析解译，初步总结矿化特征和成矿规律，提出找矿标志，编制各类阶段性图件。

6.7.3　报告编写

每一个勘查阶段工作结束，都应编写相应阶段的勘查地质报告。投资人或上级主管部门确定各阶段连续工作不编写中间报告的，在该项目结束时以全部勘查资料编写报告。对这期间放弃勘查的区块，应以其范围内的资料为基础编写报告。如项目中途被撤销而停止勘查，应以已取得资料为基础编写报告。报告编写的具体要求和报告编写提纲参照 DZ/T 0033—2002《固体矿产勘查——矿山闭坑地质报告编写规范》执行。

6.8　计算机及其他新技术、新方法应用

积极引进和应用综合测井、井内成像技术，完善和推广应用计算机数据采集、解译、制图、资源/储量估算和其他新技术。

## 7 可行性评价工作

### 7.1 概略研究

是对铀矿床开发经济意义的概略评价，所估算的资源量只具内蕴经济意义。是在收集分析国内外铀矿资源市场供求趋势和状况的基础上，研究已取得的普查或详查、勘探地质资料，类比同类型矿床，推测矿床开采或建设规模和开采利用的技术条件，结合矿区的自然经济条件、环境保护等，以我国类似铀矿山企业的技术经济指标或扩大指标为指南，所采用的矿石品位、矿体厚度、埋藏深度和生产成本等参数指标可用矿山的经验或计算数据，并采用总利润、投资利润率、投资收益率、投资回报期等指标，进行静态的技术经济评价。为矿床开发投资机会、是否进行详查、制定长远规划等提供依据。

### 7.2 预可行性研究

是指对矿床开发经济意义的初步评价，研究应满足从宏观上对项目进行鉴别的要求。研究应以详查或勘探报告为依据，并有相应类型的资源/储量数据和矿石加工选冶、开采技术条件及矿区交通运输、供电、供水等资料，还应研究国内外铀矿资源供求、价格的现状和趋势，并做出初步预测；根据矿床地质特征、规模和矿区地形地貌，借鉴类似矿山的实践经验，初步提出矿山建设规模、服务年限（参见附录 H）、产品种类、矿区总体建设轮廓和工艺技术的原则方案；参照类似矿山，选择适合当时市场价格的技术经济指标，提出主要设备品种、型号和数量，初步估算出建设总投资、主要工程量和生产成本。通过初步经济分析，圈定并估算不同类型的资源/储量。综合矿区资源条件、工艺技术、建设条件、环境保护及项目建设的经济效益等各方面因素，从总体上、宏观上对项目建设的必要性、建设条件的可行性和经济效益的合理性做出适当的评价。预可行性研究的内容与可行性研究相同，只是详细程度次之。投资计算的误差应在 ± 25%。一般采用内部收益率、净现值和动态的投资回收期等经济评价指标，进行动态经济分析，为是否进行勘探以及推荐项目和编制项目建议书提供依据。

### 7.3 可行性研究

是指对矿床开发经济意义的详细评价。可行性研究的依据是经勘探后的成果。应提供的资料包括：矿床地质特征概述、矿区开采技术条件、相应的加工选冶试验报告、勘探工程及取样工作质量评述、圈定估算的各种类型铀矿资源/储量以及地质勘探工作的综合评价、存在问题和建议等。进行成本投资估算所需确定的参数，如原材料、动力、燃料、辅料的价格及其他经济参数都应是当时的市场价格。在研究过程中，应认真详细地对国内、外铀矿资源/储量、生产和消费进行调查、统计和分析；对国内、外市场的需求趋势、产品的品种、质量要求、价格、竞争能力进行研究和预测。还要充分考虑地质、工程、环境、法律和政府的经济政策、法规等多种因素的影响。在进行经济分析时，要根据矿山建设方案（采矿、选矿和其他）认真地确定评价参数，并进行动态的企业经济评价，其经济评价指标为内部收益率、净现值、动态的投资回收期等，对大型规模的矿区还应做国民经济评价。要求投资计算和初步设计概算的误差一般在 ± 10%。可行性评价的内容必须满足附录 G 的要求。其成果可为主管部门及其他投资主体的投资决策、编制和下达设计任务书、确定矿山建设计划等提供依据。

# 8　铀矿资源/储量分类依据及类型条件

## 8.1　铀矿资源/储量分类依据

### 8.1.1　经济意义

#### 8.1.1.1　经济的

其数量和质量是依据符合市场价格的生产指标估算的。在预可行性研究或可行性研究当时的市场条件下开采，技术上可行，经济上合理，环境等其他条件允许，即每年开采的矿产品的平均价值能满足投资回报的要求，或在政府补贴或其他扶持条件下，开发是可能的。通常把矿山企业的年平均内部收益率高于核工业基准收益率5%、净现值大于零的铀资源划为经济的。

#### 8.1.1.2　边际经济的

在预可行性研究或可行性研究当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，只有在将来技术、经济、环境等条件改善或政府给予其他扶持的条件下才可能变成经济的。通常把矿山企业的年均内部收益大于零而低于核工业行业基准内部收益5%、净现值等于或接近于零的铀资源划为边际经济的。

#### 8.1.1.3　次边际经济的

在预可行性研究或可行性研究当时，开采是不经济的或技术上不可行，需大幅度提高铀产品价格或技术进步方能变成经济上合理、技术上可行的。通常把矿山企业的年均内部收益率和净现值小于零的铀资源划为次边际经济的。

#### 8.1.1.4　内蕴经济的

仅通过概略研究做了相应的投资机会评价，未做预可行性研究或可行性研究。由于不确定因素多，无法区分其经济意义。

### 8.1.2　地质可靠程度

#### 8.1.2.1　预测的

是指对矿化潜力较大的地区经过预查得出的结果。在有足够依据并能与地质特征相似矿床类比时，才能估算预测的资源量。

#### 8.1.2.2　推断的

是指在普查区内达到普查精度、大致查明了矿床地质特征和矿体的展布、产状、品位、质量等特征以及在地质可靠程度较高的资源/储量外围达到上述同等勘查精度和查明程度的资源。矿体的连续性是推断的。该资源量的估算所依据的数据有限，可信度较低。

#### 8.1.2.3　控制的

是指在详查区内达到详查精度、基本查明了矿床主要地质特征和矿体的形态、产状、规模、展布、矿石质量、品位、开采技术条件以及在勘探探明的资源/储量外围达到上述勘查精度和查明程度的资源。矿体的连续性基本确定。该资源量的估算所依据的数据较多，可信度较高。

#### 8.1.2.4　探明的

是指在勘探范围内达到勘探精度、详细查明了矿床和矿体的主要特征及开采技术条

件。矿体的连续性已经确定。该资源量的估算所依据的数据详尽，可信度高。

8.2 铀矿资源/储量类型条件

8.2.1 探明的铀矿资源

8.2.1.1 可采储量（111）

探明的经济基础储量的可采部分，是扣除了设计和采矿损失后可实际开采的数量。它是在已按勘探阶段要求加密了工程的地段进行了可行性研究，包括对开采、选冶、经济、市场、法律、环境、社会和政府等因素的研究及相应的修正，证实其在估算当时开采是经济的。估算的储量和可行性评价结果的可信度高。

8.2.1.2 探明的（可研）经济基础储量（111b）

所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性研究及经济意义的分类同（111）所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

8.2.1.3 预可采储量（121）

探明的经济基础储量的可采部分，扣除了设计和采矿损失。在勘探阶段加密了工程的地段只进行了预可行性研究，表明当时开采是经济的。估算的可采储量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.1.4 探明的（预可研）经济基础储量（121b）

所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性研究阶段及经济意义分类同（121）所述，惟一差别在于是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

8.2.1.5 探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）

是指在达到勘探阶段工作程度的地段，可行性研究结果表明，在确定当时开采是不经济的，但接近盈亏边界。只有当经济、技术等条件改善后才可变为经济的。这部分基础储量可以是覆盖全勘查区，也可以分布在勘查区可采储量周围或其间。估算的基础储量和可行性研究结果的可信度高。

8.2.1.6 探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）

是指在达到勘探阶段工作程度的地段，预可行性研究结果表明，在确定当时开采是不经济的，但接近盈亏边界。只有将来技术、经济等条件改善后才可变为经济的。其分布特征同（2M11）。估算的基础储量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.1.7 探明的（可研）次边际经济资源量（2511）

是指在达到勘探阶段工作程度的地段，得出可行性研究结果当时，开采是不经济的，只有大幅度提高矿产品的价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。估算的资源量和可行性评价结果的可信度高。

8.2.1.8 探明的（预可研）次边际经济资源量（2521）

是指在达到勘探阶段工作程度的地段，得出预可行性研究结果当时，开采是不经济的，只有大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。估算的资源量可信度高，可行性评价结果可信度一般。

8.2.1.9 探明的内蕴经济资源量（331）

是指在达到了勘探阶段工作程度的地段，仅做了概略研究，经济意义无法确定。估算的资源量可信度高，可行性评价结果可信度低。

8.2.2　控制的铀矿资源

8.2.2.1　预可采储量（122）

控制的经济基础储量的可采部分。是指在达到详查阶段工作程度的地段，预可行性研究结果表明开采是经济的，估算的可采储量可信度较高，可行性评价结果可信度一般。

8.2.2.2　控制的经济基础储量（122b）

所达到的勘查程度、可行性评价阶段及经济意义分类同（122）所述，差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

8.2.2.3　控制的边际经济基础储量（2M22）

是指在达到了详查阶段工作程度的地段，得出预可行性研究结果当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术、经济条件改善后才能变为经济的。其分布特征类似（2M11）。估算的基础储量可信度较高，可行性评价结果可信度一般。

8.2.2.4　控制的次边际经济资源量（2S22）

是指在达到了详查阶段工作程度的地段，预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，只有大幅度提高该产品价格或大幅度降低成本才可变为经济的。估算的资源量可信度较高，可行性评价结果可信度低。

8.2.2.5　控制的内蕴经济资源量（332）

是指在达到了详查阶段工作程度的地段，可行性评价仅做了概略研究，经济意义无法确定。估算的资源量可信度较高，可行性评价结果可信度低。

8.2.3　推断的铀矿资源

推断的铀矿资源按其可行性研究程度和经济意义只划分为一个类型，即推断的内蕴经济资源量（333）。该资源量是指在达到了普查阶段工作程度的地段，资源量是根据有限的数据估算的，其可信度低。可行性评价仅做了概略研究，经济意义无法确定。可行性评价结果可信度低。

8.2.4　预测的资源量（334）？

依据预查成果，与地质特征相似的已知矿床类比而估算的资源量，属潜在的资源，有无经济意义尚不确定。可作为远景宏观决策的依据。

## 9　铀矿资源/储量估算

9.1　工业指标

9.1.1　工业指标是评价矿床的工业价值、圈定矿体、估算资源/储量的标准和依据

铀矿预查、普查阶段可用我国同类型矿床类比的工业指标或一般工业指标（见附录B）圈算资源/储量。矿床详查、勘探阶段应结合预可行性研究或可行性研究，通过对矿体进行多方案反复试圈、比较后确定工业指标，圈连矿体，估算资源/储量。

9.1.2　工业指标的主要内容

9.1.2.1　边界品位

是圈定矿体时区分矿石与废石的分界品位，为单个样品中有用组分含量的最低标准。

9.1.2.2 最低工业品位

是圈定矿体时单工程或取样线应达到的最低平均品位。

9.1.2.3 最小可采厚度

由开采的方式、方法来确定的矿体（层）应达到的最小厚度，一般以真厚度来衡量，矿体倾角等于或大于 60°时，可用水平厚度来衡量。

9.1.2.4 夹石剔除厚度

允许作为矿石圈入矿体的夹石的最大厚度，厚度的衡量标准同上。大于该厚度的无矿段应作夹石剔除。

9.1.2.5 米百分值

边界品位和最小可采厚度的乘积称边界米百分值，最低工业品位和最小可采厚度的乘积称最低工业米百分值。当矿体厚度小于最小可采厚度，但品位较高时，可用米百分值衡量是否应当被圈为矿体。

9.1.3 共生矿产与伴生组分

在估算铀矿资源/储量的同时，对矿床中具有工业利用价值的共生矿产，应同时制订工业指标；对达到附录 C 所列元素品位的可综合利用伴生组分，可和铀一起制订综合工业指标。

9.2 铀矿资源/储量估算的一般原则和方法

9.2.1 应在充分综合研究矿床的地质特征、控矿因素的基础上，按相应勘查阶段所要求的工业指标估算铀矿资源/储量。

9.2.2 应按矿体（块段）、资源/储量类别、品级、矿石类型（当矿石选冶性能差异大、有可能分采时，应考虑分矿石类型估算）分别估算各矿体（块段）及全矿床（或中段、采区）的矿石量、平均品位和金属量。

9.2.3 参与资源/储量估算的工程质量、数量和参数、系数应符合相关规范、规程和规定的要求。

9.2.4 具工业利用价值的共生矿产，一般分别圈定、估算矿体资源/储量。伴生矿产一般无需单独圈定矿体，而采用矿体（块段）的矿石量和在此矿石量范围内计算出的平均品位，估算矿体和矿床中伴生矿产的金属量。

9.2.5 矿产资源/储量估算的单位：铀及共（伴）生有色金属、稀贵金属的矿石量为千吨、金属量为吨（铀金属量保留小数点后一位），品位均以 $10^{-6}$ 计。

9.2.6 应根据矿体地质特征、矿体形态、赋存状态和勘查工程分布情况等合理选择估算方法，提倡采用成熟的并经审定的新估算方法和计算机技术。对估算方法及其结果的正确性应进行检验。可选择部分有代表性的矿体或块段，采用其他方法验算，其相对误差如超过 ±10%，应研究原因，或重新划分矿体、块段，或选用别的估算方法。

9.2.7 所有用于资源/储量估算的计算机软件应经有关主管部门审查认定。

9.2.8 在单工程（探槽、探井、穿脉、钻孔等）中和在取样线（沿脉）上用一般工业指标圈定矿体时，矿体边缘样品的品位应达到边界品位；当边缘有几个连续达到边界品位的样品时，则只能圈入一个边界品位的样品（样品长度不超过 1 m）。

9.2.9 圈定工业矿体（块段）时，在矿体两端只允许各圈入一个达到边界品位和边界

米百分值的边缘工程或边缘取样线，且圈入后矿体（块段）的平均品位和米百分值应达到最低工业品位和最低工业米百分值标准。在矿体内部，出现低于边界品位和边界米百分值的工程或取样线时应单独圈出。

9.2.10　估算铀矿资源/储量时，应扣除截至野外施工结束时采空区的资源/储量。

9.3　确定资源/储量估算参数的要求

9.3.1　物探参、系数

见本标准 6.4.3 条。

9.3.2　平均品位计算

9.3.2.1　单工程（取样线）和矿体（块段）平均品位均用厚度加权法计算。

9.3.2.2　特高品位的确定和处理：

a）根据矿床品位变化系数确定特高品位下限值（参见附录 I），品位变化系数大时取上限值，品位变化系数小时取下限值；

b）特高品位处理时，一般用特高样品参与其所影响的单工程（取样线）或矿体（块段）的平均品位计算，再用该平均品位取代特高样品后，进行该单工程（取样线）或矿体（块段）平均品位的计算；

c）如特高品位样品反映地质富集条件，呈有规律分布，可圈出富矿体或富矿带。

9.3.2.3　矿床平均品位：由矿床金属总量除以矿床矿石总量求得。

9.3.3　平均厚度计算

一般用算术平均法求得，只有当矿体厚度变化很大且工程分布不均匀时，才用单工程中矿体的厚度与该工程走向或倾向影响的长度加权平均求得。

9.3.4　面积测定

可用计算机测算，也可用求积仪或几何图形法测定，每种方法至少应测定两次，其相对误差不超过 ±2%，在误差范围内，取其平均值。

# 铁、锰、铬矿地质勘查规范

DZ/T 0200—2002

## 目 次

前言
1 范围
2 规范性引用文件
3 勘查的目的任务
3.1 预查
3.2 普查
3.3 详查
3.4 勘探
4 勘查研究程度
4.1 地质研究程度
4.2 矿石质量研究
4.3 矿石选（冶）和加工技术条件
4.4 矿床开采技术条件研究
4.5 综合勘查综合评价
5 勘查控制程度
5.1 矿床勘查类型确定的原则
5.2 勘查工程间距确定的原则
5.3 勘查控制程度
6 勘查工作及质量要求
6.1 地形及工程测量
6.2 地质填图
6.3 物探工作
6.4 探矿工程
6.5 化学样品的采集、加工，化验分析
6.6 矿石选冶试样的采集与分析、试验
6.7 岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验
6.8 原始地质编录、资料综合整理和报告编写等
7 可行性评价
7.1 概略研究
7.2 预可行性研究

7.3　可行性研究
8　矿产资源/储量分类及类型条件
8.1　矿产资源/储量分类依据
8.2　矿产资源/储量类型（附录 A）
9　矿产资源/储量估算
9.1　矿床工业指标
9.2　矿产资源/储量估算的一般原则
9.3　矿产资源/储量分类估算结果表
附录 A（规范性附录）固体矿产资源/储量分类
附录 B（资料性附录）铁、锰、铬矿物从矿石类型
B.1　铁矿物及铁矿石类型
B.2　锰矿物及锰矿石类型
B.3　铬矿物及铬矿石类型
附录 C（资料性附录）铁、锰、铬矿矿床主要类型
C.1　铁矿床主要类型
C.2　锰矿床主要类型
C.3　铬矿床主要类型
C.4　铁、锰、铬矿矿床规模划分
附录 D（资料性附录）勘查控制程度要求
D.1　勘查类型
D.2　勘查工程间距
D.3　勘查控制程度
D.4　矿山建设肘矿产资源/储量的要求
附录 E（资料性附录）矿产资源/储量估算
E.1　矿床工业指标
E.2　矿产资源/储量估算方法
E.3　×××铁（锰或铬）矿床矿产资源/储量分类估算结果表
附录 F（资料性附录）名词解释
F.1　全铁（TFe）
F.2　磁性铁（mFe）
F.3　硫化铁（sfFe）
F.4　碳酸铁（cFe）
F.5　硅酸铁（siFe）
F.6　赤（褐）铁（oFe）
F.7　造渣组分
F.8　假象赤铁矿
F.9　放电锰矿石

## 1 范 围

本标准规定了铁、锰、铬矿产地质勘查规范的内容，包括范围、引用标准、勘查的目的任务、勘查研究程度、勘查控制程度要求、勘查工作及质量要求、可行性评价、矿产资源/储量分类及类型条件、矿产资源/储量估算等方面的要求。

本标准适用于铁、锰、铬矿地质勘畜及矿产资源/储量估算，也适用于验收及评审铁、锰、铬矿产勘查报告；还可以作为矿业权转让及矿产勘膏开发筹资、融资、股票上市等活动中评价和估算矿产资源/储量的依据。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T13908—2002 固体矿产地质勘查规范总则

## 3 勘查的目的任务

### 3.1 预查

通过对区内地质、物探、化探、遥感等资料的综合研究，初步的野外观测，极少量的工程验证结果，并与地质特征相似的已知矿床类比，提出可供普查的矿化潜力较大地区．为普查工作提供依据，并可估算预测的矿产资源量。

### 3.2 普查

通过对矿化潜力较大地区进行地质填图、数量有限的取样工程和物探、化探等野外工作，以及可行性评价的概略研究，提出是否有进一步详查的价值，或圈定出详查区范围，估算推断的矿产资源量，为详查工作提供依据。

### 3.3 详查

通过对普查圈出的详查区采用各种勘查方法和平段，进行系统的工作和取样，并通过预可行性研究，做出是否具有工业价值的评价，或圈出勘探范围，估算控制的矿产资源/储量，为勘探工作提供依据，也可作为矿山总体规划和编制矿山项目建议书的依据。对直接提供开发利用的矿区，其加工选冶性能试验程度，应达到可供矿山建设设计的要求。

### 3.4 勘探

通过对勘探区采用各种勘查手段和有效方法，加密各种采样工程，并进行可行性研究，估算探明的矿产资源/储量，为矿山建设确定生产规模、产品方案、开采方式、开拓方案、矿石加工选冶工艺、矿山总体布置和矿山建设设计等提供依据。

## 4 勘查研究程度

### 4.1 地质研究程度

4.1.1　预查阶段

全面收集地质、矿产、物探、化探和遥感地质资料，了解区域地质特征，选定找矿远景区进行预查工作。对预查区内有成矿条件的物探异常、化探异常、遥感异常、矿化点和矿点进行评价，初步了解其特征和分布范围，为进一步开展普查工作提供依据。

4.1.2　普查阶段

收集地质、矿产、物探、化探和遥感地质等资料，了解区域地质特征和成矿远景。大致查明普查区内的地层、岩性、厚度、产状和分布等；大致查明较大的褶皱、断裂和破碎带的分布、规模和产状；大致查明侵入岩或喷发岩的种类、数量、形态和分布。评价各类物探异常、化探异常、遥感异常和矿点或矿化点，大致查明其产出特征和分布范围。对区内有进一步工作价值的矿床（体），应大致查明其分布、数量、赋存部位、厚度、规模、产状和矿石质量；大致了解矿床（体）氧化带发育情况，为进一步开展详查工作提供依据。

4.1.3　详查阶段

4.1.3.1　区域地质：进一步研究区域与成矿有关的地层、构造、岩浆岩、变质岩及矿产等资料，并根据物探、化探和遥感地质等资料，阐明铁、锰、铬矿产在区域构造单元上的位置、区域地质特征、成矿条件、成矿远景和区内的主要矿产等。

4.1.3.2　矿区（床）地质：基本查明地层时代、层序、岩性、厚度、产状及分布等，对沉积矿床、变质矿床，还应研究含矿地层（岩系）的沉积环境、岩相、岩石组合、变质程度及成矿元素的分布和变化规律，确定矿体赋存层位及矿体在地层中的空间分布；研究矿区构造与矿体空间分布的关系，基本查明控制矿体的褶皱、断层和破碎带的性质、规模、产状、相互关系和分布规律，对位移大、分割矿体的较大断层，应当大致了解其空间位置、产状和位移，对较小的断层，应根据地表工程资料，初步阐述其范围和分布情况；研究和基本查明侵入岩和喷发岩的种类、形态、规模、产状，了解侵入（喷发）时代、期次、与围岩的接触关系等，与侵入（喷发）岩有关的矿床，还应研究其岩性、岩相、岩石的结构构造和岩石地球化学特征等与成矿的关系，以及对矿体的影响程度；研究和基本查明矿区内变质作用及近矿围岩蚀变的性质、种类、规模、强度、蚀变组合及对矿床的影响，对于变质矿床还应研究并初步划分变质相、分布规律及矿化富集作用。研究氧化作用对矿床的影响，基本查明氧化带的深度、氧化矿石类型、产出特征和分布范围，对风化矿床分布地区应当注意寻找原生矿床，对堆积矿床应了解矿体底板（特别当底板为碳酸盐岩时）的起伏情况；对物探异常进行综合研究，阐明异常特征及其与矿体和构造的关系。

4.1.3.3　矿体地质：基本查明矿体的赋存部位、形态、规模、产状、厚度及其变化规律；基本确定矿体的连续性；了解矿体内夹石规模和分布情况；了解成矿后构造或岩脉对矿体的破坏情况。

4.1.4　勘探阶段

4.1.4.1　矿区（床）地质：进一步研究矿区（床）成矿地质特征，确定矿床赋存层位及矿体在地层中的空间分布；研究矿区构造与矿体空间分布的关系，查明控制矿体的褶皱、断层和破碎带的性质、规模、产状、相互关系和分布规律，对位移大、分割矿体和

影响开采的较大断层，其空间位置、产状、位移应有工程控制；查明侵入岩和喷发岩的种类、形态、规模、产状和分布规律，侵入（喷发）时代和期次，与围岩的接触关系等，研究其与成矿的关系，以及对矿体的破坏影响程度；查明矿区内变质作用及近矿围岩蚀变的性质，种类、规模、强度、蚀变组合及对矿化的富集作用；研究氧化作用对矿床的影响，查明氧化带的深度、氧化矿石类型、产出特征和分布范围。

4.1.4.2 矿体地质：详细研究和查明矿体的赋存部位、形态、规模、产状、厚度及其变化规律，确定矿体的连续性；详细查明矿体内夹石规模、分布和变化规律；研究成矿后构造或岩脉对矿体的破坏影响程度。对首采地段主矿体应当详细控制其形态、空间位置、产状等。对首采地段主矿体上盘具有工业价值的小矿体，亦要同时进行控制，必要时可加密工程提高勘探和研究程度。对露天开采矿床，为确定露天采场境界线，应系统控制主要矿体四周和露天采场底部矿体的界线；对地下开采矿床应控制主要矿体的两端、上下界线及延深情况，以便确定开拓工程位置。

4.2 矿石质量研究

4.2.1 预查阶段

初步了解矿石的矿物成分、化学成分和主要元素的含量。

4.2.2 普查阶段

大致查明矿石矿物、脉石矿物种类、矿石品位、结构构造和矿石自然类型；大致了解有用、有益和有害组分的含量和分布，为确定是否能工业利用提供依据。

4.2.3 详查阶段

基本查明矿石矿物、脉石矿物种类、含量和矿石结构构造特征；基本查明矿石有用和有益及有害组分种类、含量、赋存状态和分布规律；初步划分矿石自然类型和工业类型，研究其分布规律，为矿区建设总体规划、矿山建设的项目建议书和预可行性研究提供依据。

4.2.4 勘探阶段

详细查明矿石矿物、脉石矿物的种类和含量，研究矿石矿物的相互关系及分布规律；详细查明有用和有益及有害组分的含量、赋存状态和分布规律；详细研究矿石的结构构造和分布特征，查明铁、锰、铬矿物和主要脉石矿物的粒度和嵌布特征；按矿石的矿物成分、含量、结构构造、氧化程度等因素详细划分自然类型，确定氧化带，混合带、原生带矿石界线；在划分矿石自然类型基础上，根据矿石选冶特点，按工业利用途径，详细划分矿石工业类型，并研究其分布范围和所占比例，为矿山可行性研究和建设设计提供依据。

4.3 矿石选（冶）和加工技术条件

4.3.1 预查阶段

对已发现的矿体进行类比研究，做出矿石是否可选的预测。

4.3.2 普查阶段

一般进行矿石选（冶）性能对比研究，做出是否可作为工业原料的评价。对组分复杂、粒度较细，国内尚无成熟生产经验的矿石，应进行可选性试验或实验室流程试验。

4.3.3 详查阶段

研究矿石的选冶和加工技术条件，做出工业利用方面的评价。对生产矿山附近的、有类比条件的易选矿石，可以类比评价，不做选（冶）试验；对需选矿石，一般情况下进行可选（冶）性试验或实验室流程试验；对难选矿石或新类型矿石，应当进行实验室扩大连续试验。

4.3.4　勘探阶段

应详细研究矿石的选冶和加上技术条件。对有类比矿山条件的易选矿石，进行可选（冶）性试验或实验室流程试验；对需选矿石一般进行实验宰流程试验，必要时进行实验室扩大连续实验；对难选矿石，进行半工业试验，必要时应做工业试验，以选择最佳工艺流程。

4.4　矿床开采技术条件研究

4.4.1　预查阶段

对经预查发现矿体的矿点或矿产地，应收集区域水文地质、工程地质及环境地质资料，为进一步开展工作提供依据。

4.4.2　普查阶段

在收集研究区域水文地质、工程地质及环境地质资料基础上，了解矿区地表水体分布，了解矿体（层）顶底板围岩和矿石的稳定性及环境地质条件，为进一步开展工作提供依据。

4.4.3　详查阶段

4.4.3.1　水文地质研究：在了解区域水文地质条件和收集当地水文、气象有关资料基础上，基本查明含水层和隔水层的岩性、厚度、分布、产状、埋藏条件，含水层的亭水性，各含水层的水力联系，隔水层的稳定性和隔水程度；基本查明矿区内地表水休分布及其与主要亢水含水层的水力联系；研究地下水的水位（水压）、水质、水温、水量、动态变化及补给、径流、排泄条件，初步确定矿坑充水因素，预计矿坑涌水量；初步划分矿床水文地质类型，确定水文地质条件复杂程度，提出矿山工业和生活用水的水源方向。

4.4.3.2　工程地质研究：测定矿区主要岩矿石的力学性质，研究其稳定性能；基本查明矿区内断层破碎带、节理、裂隙、风化带、泥化带、流沙层、软弱夹层的分布，评价其对矿体及其顶底板岩层稳固性的影响；对露天采场边坡的稳定性提出评价意见，调查老窿及采空区的分布、充填和积水情况；初步划分矿床工程地质类型和确定工程地质条件复杂程度。

4.4.3.3　环境地质研究：基本查明岩石、矿石和地下水（含热水）中对人害气体的成分、含量等情况，提出对人体有无危害的初步评价意见：收集地震、泥石流、滑坡、岩溶等自然地质灾害的有关资料，分析其对矿山生产的影响：预测矿山开采对本区环境、生态可能产生的影响。

4.4.4　勘探阶段

4.4.4.1　水文地质研究，研究区域水文地质条件，确定矿区所处水文地质单元的位置；详细查明矿区含水层和隔水层的岩性、厚度、产状、分布及埋藏条件，含水层的富水性，导水性、渗透系数，各含水层间的水力联系，隔水层的稳定程度和隔水程度：详

细查明断层破碎带的位置、规模、性质、产状、充填与胶结程度、富水性、导水性及其变化，沟通各含水层及地表水的程度；详细查明地表水体的分布范围、汇水面积、水位、流量、流速、动态变化及其与矿床主要充水含水层的水力联系，评价其对矿床充水的影响；研究地下水的水位（水压）、水温、水量、动态变化及补给，径流，排泄条件，确定矿坑充水因素；划分矿床水文地质类型和确定水文地质条件复杂程度；根据矿床水文地质条件，结合矿床开拓方案，估算第一开采水平正常和量大的矿坑涌水量，预测下一开采水平或最低开采水平的涌水量；研究地下水和地表水的水质、水量，为矿山工业和生活用水提供方向。

4.4.4.2 工程地质研究：在研究矿区地层岩性、厚度及分布规律基础上，划分岩（土）体的工程地质岩组；测定矿体及顶底板岩石的体积质量（体重）、硬度、湿度、块度、抗压强度、杭剪强度、松散系数、安息角等物理力学参数，研究其稳定性能；详细查明矿区内断层破碎带、节理、裂隙、层理、片理、风化带、泥化带、流砂层、软弱夹层的分布、产状、规模及充填、充水情况，确定其对矿床开采的影响；详细查明第四系的岩性、厚度和分布范围；对露天采场边坡稳定性做出评价；调查并研究老窿或溶洞的分布、充填和积水情况；划分矿床工程地质类型和确定工程地质条件复杂程度，预测矿床开采时可能出现的主要工程地质问题并提出防治建议。

4.4.4.3 环境地质：详细调查矿区内有关的崩塌、滑坡、泥石流、岩溶等物理地质现象，地表水和地下水的质量，放射性和其他有害物质的含量、赋存状态及分布规律；收集有关地震、新构造活动资料，阐明矿区地震地质情况和矿区的稳定性；对矿床开采前的地质环境质量做出评价；预测在矿床开采中，对矿区环境、生态可能造成的破坏和影响，并提出预防建议。

4.5 综合勘查综合评价

4.5.1 预查阶段

初步了解有无其他有益矿产。

4.5.2 普查阶段

对具有工业利用价值的共生、伴生矿产，应大致查明其含量和赋存特点，研究其综合利用的可能性。

4. 5.3 详查阶段

对具有工业利用价值的共、伴生矿产，应基本查明其物质组分、含量、赋存状态和分布状况，确定具工业利用的可能性。

4.5.4 勘探阶段

对勘探范围内具有工业利用价值的共生、伴生矿产，应进行综合勘探、综合评价。查明其物质组分、含量、赋存状态和分布规律，并对共生和伴生有用组分在不同矿物中的分配率进行查定，做出评价。对矿石中有利于提高冶炼产品质量，而在选冶时不能顺便回收的伴生有益组分，亦应进行评价，但不单独估算储量。对矿体中及邻近矿体上下盘围岩中的共生矿产，应充分利用勘探工程进行评价，必要时应适当加密工程，提高其控制和研究程度。对于共生矿产的勘探研究程度，应按相应矿种地质勘查规范要求执行。

不同类型的铁、锰、铬矿床中可能含有不同的共（伴）生组分，其中有些组分如超过一定限量时，将对冶炼产品构成危害，但这些组分当通过选、冶途径可予分离，并可综合回收利用成为有用组分时，应注意综合评价；当有些有用组分含量虽低于工业利用要求，但在选矿后的尾矿或精矿中易于富集的，亦应进行评价。

## 5　勘查控制程度

### 5.1　矿床勘查类型确定的原则

#### 5.1.1　追求最佳勘查效益的原则

勘查工程的布置应遵循矿床地质规律，从需要、可能、效益等多方面综合考虑，以最少的投入，获取最大的效益。

#### 5.1.2　从实际出发的原则

每个矿床都有其自身的地质特征，影响矿床勘查难易程度的四个地质变量因素（矿体规模、形体形态复杂程度、构造复杂程度、有用组分分布均匀程度）常因矿床而异，当出现变化不均衡时，应以其中增大矿床勘查难度的主导因素作为确定的主要依据。

#### 5.1.3　以主矿体为主的原则

当矿床由多个矿体组成时，应以主矿体（占矿床资源/储量 70%以上，由一个或几个主要矿体组成）为主；当矿床规模较大，其空间变化也较大时，可按不同地段的地质变量特征，分区（块）段或矿体确定勘查类型。

#### 5.1.4　类型三分，允许过渡的原则

铁、锰、铬矿床均按简单、中等和复杂三个等级划分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三个勘查类型。由于地质因素变化的复杂性，允许其间有过渡类型以及比第Ⅲ勘查类型更复杂的类型存在。

#### 5.1.5　在实践中验证并及时修正的原则

对已确定的勘查类型，仍须在勘查实践中验证，如发现偏差，要及时研究并予修正。

### 5.2　勘查工程间距确定的原则

5.2.1　根据勘查类型和勘查阶段选取相应的勘查工程间距。

5.2.2　详查阶段的工程间距，是矿床勘查的基本工程间距。勘探阶段的工程间距，原则上在基本工程间距的基础上加密。预查和普查阶段，因工程数量稀少，其工程间距不做具体要求，但应充分考虑与后续工程衔接。

5.2.3　第Ⅲ勘查类型勘探阶段的工程间距，是矿床勘查工程的最密间距。一些规模小、形态和组分变化都很大的矿床，按此工程间距仍难获得理想勘查效果时，应及时转为“边采边探”方式，在采掘过程中再对矿床产出的地质特征作进一步调查。

5.2.4　当矿体在走向上的变化比倾向上大时，工程可布置成短边在矿体走向上的长方形网度。

5.2.5　圈定矿体的地表工程间距，一般为深部工程间距的二分之一。

5.2.6　勘查类型一经修正，其勘查工程间距亦应作相应的调整。

### 5.3　勘查控制程度

首先应当控制勘查区内矿体总体的分布范围和相互关系。具体控制程度则应根据勘查阶段、矿床产出特征和可能建设的规模（含矿山服务年限），以及市场需求程度等多种因素，与投资者共同商定（附录 D.3）。

## 6 勘查工作及质量要求

### 6.1 地形及工程测量

应采用全国统一坐标系统和最新的国家高程基准。其质量标准要求，按 DZ/T0091《地质矿产勘查测量规范》执行。边远地区的勘查区，当周围没有可供联测的全国坐标系统基准点时，可采用全球卫星定位系统，建立独立坐标系统进行测图。测量范围和地形图比例尺，应满足不同勘查阶段地质填图及资源/储量估算的需要。

### 6.2 地质填图

6.2.1 矿区地质填图：报据不同勘查阶段的目的任务，进行不同比例尺地质填图，其质量要求按相应比例尺地质填图规范执行。（地形）地质图比例一般为（1∶5 000）～（1∶25 000）。

6.2.2 矿床地质填图：矿床地形地质图是以同比例尺的地形图为底图填制而成的。对矿体分布地段和重要地质界线必须用工程揭露控制，所有地表工程均须用全仪器法测定位置。勘探线剖面必须实测。勘探阶段测制地形地质图，详查阶段测制地形地质图或地形地质简图，普查阶段测制地形地质简图或平面地质简图，预查阶段测制平面地质简图或平面地质草图。矿床地质填图的比例尺一般为（1∶500）～（1∶2 000）。

### 6.3 物探工作

6.3.1 根据勘查区的地质，地球物理、自然地理条件和地质工作要求，开展方法试验，测定有关参数，实测地质、地球物理综合剖面，选择有效的物探方法进行综合勘查。

6.3.2 开展不同比例尺的磁力、重力和电法测量工作，为查明岩体和矿体的边界、形状、产状，研究构造带和寻找隐伏矿体等提供信息，应充分利用井中物探方法，追索圈定矿体边界，了解矿体形态和产状。

6.3.3 勘查磁性铁矿时，应运用地面磁测资料，对矿体的分布范围、形状、产状、埋深和厚度变化以及地质构造进行推断和圈定。运用井中三分量磁测，确定钻孔穿过矿体（层）的部位，解决矿体延伸和相对连接问题，探测井旁和井底的盲矿体。在控制削面上的钻孔应保证井中磁测曲线异常能穿过矿体（层）进入正常场，以利于正确解释。

6.3.4 勘查赤铁矿、褐铁矿、菱铁矿、菱锰矿、氧化锰矿和铬矿等弱磁性或无磁性矿床时，应通过实验，选用高精度磁测、重力或电法等，取得有益于对矿体认识和解释的信息。

6.3.5 勘探和详查阶段对控制剖面的地面和岩矿心进行放射性检查，发现异常时，应查明原因，并做出评价。

6.3.6 物探工作质量要求按现行专业规范和规程执行。野外工作结束后要及时整理资料，编制与地质图比例尺相适应的物探图件，提交工作总结报告。矿产勘查报告中应简要阐明物探工作成果，并评述其质量。

6.4　探矿工程

6.4.1　槽探：是系统揭露地表矿体的主要工程，一般在覆盖层厚度不超过 3 m 条件下使用，为保证采样的质量，探槽必须挖至基岩新鲜面。

6.4.2　浅井（钻）：当覆盖层较厚时，应以浅井（钻）控制矿体浅部或浅部矿体。浅井（钻）必须揭穿矿体顶底板与围岩的界线或掘进到基岩新鲜面。

6.4.3　坑探：一般用于矿床首采区或主要储量区。坑道布置应以探明矿体情况为主，并考虑将来可为矿山生产所利用。其质量要求参考 DZ/T 0141—94《地质勘查坑探工程规程》执行。

6.4.4　钻探：是勘查深部矿体的主要手段，其质量要求参考《岩心钻探规程》执行。

6.4.4.1　探矿孔的矿心采取率（包括顶、底板上和下 5 m 范围内的岩石）不得低于 80%，当矿心采取率连续 5 m 低于 80%时，要查明原因，并采取补救措施。围岩岩心的分层采取率不得低于 65%。

6.4.4.2　使用的钻探工艺应能保持矿石原有结构特点和完整性，避免矿心粉碎、贫化。在复脉型和多脉型矿床中要严格控制钻进回次长度及回次采取率，防止钻进中漏矿。采用金刚石绳索取心钻探工艺时，穿矿孔径要满足取样要求。

6.4.4.3　认真测量钻孔顶角和方位角，做好孔深校正，原始记录、简易水文观测、封孔和矿、岩心保管工作。钻孔弯曲度应符合规程和地质设计要求，钻孔偏斜超差时要及时没法补救。见矿点和厚度大于 30 m 的矿体的出矿点均应测定钻孔弯曲度。封孔质量不符合规程或设计要求时应返工重封。

6.5　化学样品的采集、加工、化验分析

6.5.1　样品采集：钻孔岩、矿心一般采用 1/2 劈切法：地表露头、探槽、浅井、坑道中对矿体（层）采用连续刻槽法，其断面规格和样品长度视矿体（层）厚度大小、矿石类型变化情况、矿化均匀程度及工业指标而定。采样长度一般 0.3 m～2 m。刻槽断面规格一般（5 cm×2 cm）～（10 cm×5 cm）；对风化矿床为确定其含矿率，刻槽断面规格一般不小于 20 cm×15 cm。

6.5.2　样品加工

6.5.2.1　加工要求：要求在样品加工全过程中样品质量总损失率不得大于 5%，样品的缩分误差不得大于 3%。

6.5.2.2　分步缩分加上：分析样品的制备按切乔特公式进行缩分：

$$Q = Kd^2$$

式中：$Q$——样品的最低可靠质量（kg）；

$K$——缩分系数；

$d$——样品中最大颗粒直径（mm）。

铁矿和锰矿常用 K（值为 0.1～0.2，铬矿一般采用 0.25～0.3。

6.5.2.3　机械联动线加工：经过一次破碎、缩分，盲接达到要求的粒度和质量。应按确定的加工方法和操作规程进行。样品的缩分均匀性要进行试验。

6.5.3　化验分析

6.5.3.1　基本分析：主要用以查明矿石中有用组分的含量，是圈定矿体、划分矿石类

型及资源/储量估算的上要依据。

a）铁矿石基本分析项目，磁性铁矿石或其他类型矿石用磁性铁含量圈定矿体时，分析项目为 TFe、mFe，赤铁矿石、褐铁矿石、菱铁矿石为 TFe，矿石中的共生矿产，也应列入基本分析；

b）锰矿石基本分析项目，氧化矿石分析 Mn、Fe、P、$SiO_2$，碳酸锰矿石还要分析 CaO、MgO、$Al_2O_3$ 和烧失量，对其他有害元素，当其含量较多影响矿石质量评价时，也应作基本分析；

c）铬矿石基本分析项目，$Cr_2O_3$、FeO、$Fe_2O_3$，并视矿石用途的不同，必要时可分别增加 $Al_2O_3$、$SiO_2$、MgO、CaO。

6.5.3.2 光谱全分析：用以确定组合分析、化学全分析项目和对矿床进行综合评价提供参考资料。样品应按矿石类型、品级和岩石类型以及蚀变带从基本分析样品的副样中抽取。

6.5.3.3 组合分析：用以查明矿石中伴生有益和有害组分的含量及分布状况，并据此计算伴生有益组分的资源/储量。样品按工程分矿体、矿石类型或品级进行组合。样品长度一般应与矿石类型自然分层一致。样品从基本分析样品的副样中按长度比例抽取，质量一般为 100 g～200 g。分析项目一般根据光谱全分析和化学全分析的结果确定。

6.5.3.4 化学全分析：是在光谱全分析和岩矿鉴定的基础上进行。用以查定各种矿石类型中主要元素及其他组分的含量，以确定矿石性质和特点。每种矿石类型一般做一至三件。根据需要围岩亦可做少量化学全分析。全分析的结果总和在 99.3%～100.7%范围以内。

6.5.3.5 物相分析：用以确定矿打中主要组分和伴生有益组分的赋存状态、物相种类、含量和分配率。样品可从基本分析或组合分析副样中抽取，亦可专门采集具有代表性的样品。样品件数应视矿床规模和物质成分复杂程度而定。物相分析一般将铁矿石中的含铁矿物分为磁性铁、硅酸铁、碳酸铁、硫化铁和赤（褐）铁；将锰矿石中的含锰矿物分为碳酸锰、硅酸锰、氧化锰；对铬铁矿石主要研究其中的伴生有益组分镍、钴和铂族元素（铂、钯、锇、铱、钌、铑）等。

6.5.3.6 单矿物分析：用以查定矿石中主要有用矿物的化学成分，主要伴生组分的赋存状态和含量。采样时应注意代表性，样品可从工程揭露的矿体或矿体露头上采取。送交实验室的单矿物样品质量，需根据分析项目和实验室要求而定。

6.5.3.7 化学分析质量检查：主要检查基本分析的偶然误差和系统误差，对物相分析亦应做检查。

a）内部检查，内部检查样品由送样单位及时地分期、分批从基本分析副样中抽取，编密码送原实验室进行检查，内部检查样品的数量分别为基本分析数量的 10%和组合分析样品数量的 3%～5%。当样品数量少时，其基本分析样内检不得少于 30 件，组合分析样内检不得少于 10 件；

b）外部检查，外部检查样品由迭样单位分期，分批从基本分析正样中抽取，由基本分析实验室负责送指定的实验室进行检查，外部检查样品数量分别为基本分析和组合分析样品数量的 5%，当基本分析样品总数少时，外部检查样品数量不得少于 30 件；

c）化学分析质量及内、外部检查分析结果误差处理参考 DZ/T 0130《地质矿产实验室测试质量管理规范》执行。

6.6　矿石选冶试样的采集与分析、试验

选矿试验指标是确定矿石选冶加工工艺流程、制定矿产资源/储量估算工业指标和评价铁、锰、铬矿床工业价值的重要依据。凡需选矿石，均应采取选矿试验样。根据《矿产勘查各阶段选冶试验程度的暂行规定》，结合我国铁、锰、铬矿石选矿性能，在详查和勘探阶段需进行实验室流程试验，当矿石组分复杂时，还需做试验室扩大连续试验，以评价矿石的选矿性能。

采取选矿样品要与负责试验单位共同协商编制采样设计，并征求矿山设计生产部门的意见。所采样品应具有充分的代表性，要求试样的矿石类型、品位、矿物成分、结构构造、化学成分及空间分布等方面与详查和勘探范围内矿石特征基本一致，还须考虑开采时的贫化率，故试样中应采取一定量的近矿围岩或夹石。当矿石中有共、伴生有用组分时，采样应考虑其含量和分布情况，以便同时研究其赋存状态和综合回收工艺。试样质量据试验目的要求而定，一般为 50 kg ~ 3000 kg。采样方法多用矿心劈切法、刻槽法、剥层法和全巷法等。

6.7　岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

6.7.1　为进行矿产资源/储量估算及研究矿床开采技术条件，在详查和勘探阶段应测定岩矿石的物理技术性能。测试项目为岩矿石的体积质量（体重）、块度、湿度、孔隙度、松散系数，安息角，硬度以及抗压、抗剪、抗拉强度等。采样方法、数量和质量要求按《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》执行。

6.7.2　体积质量（体重）样应按矿石类型和品级分别采集．在空间分布上应有代表性。小体积质量（体重）样每种矿石类型或品级的样品数量不少于 30 件。对裂隙发育或松散多孔的矿石（如氧化铁、锰矿石等）每种矿石类型或品级还应测定二至五个大体积质量（体重）样，用于校正小体积质量（体重）值或直接参与资源/储量估算。小体积质量（体重）样品的体积一般为 60 $cm^3$ ~ 120 $cm^3$，大体积质量（体重）样品的体积一般不小于 0.125 $m^3$。测定矿石体积质量（体重）的同时还应测定矿石的主元素品位、湿度、孔隙度等。

6.8　原始地质编录、资料综合整理和报告编写等

6.8.1　原始地质编录

6.8.1.1　原始地质编录是观察研究地质现象的现场记录和观察研究手段的记录，应及时、真实客观。

6.8.1.2　原始地质编录包括实测剖面、地质填图、槽探、井探、坑探与钻探工程、采样等。

6.8.1.3　记录由原始编录人员选用适当的信息记录手段，如数字、文字、图像、磁带、磁盘（光盘）等进行。还要和国家信息系统的建设相适应，及时采用新的方法和手段。

6.8.1.4　原始地质编录整理是根据各种测量成果和对标本、样品的鉴定、测试成果对现场编录进行修正、补充和归纳、整理，编制必要的图表，并按规定格式整饰。采用计

算机进行原始编录时，还应及时将原始数据按规定格式存盘、入库。

6.8.1.5 原始地质编录应检查、验收。未经验收或检查不合格的不得利用。

6.8.2 资料综合整理

6.8.2.1 地质资料综合整理是地质勘查工作中的重要环节，应贯彻地质勘查工作的始终。

6.8.2.2 资料综合整理包括地质填图资料、探矿工程资料、水文地质工程地质资料、化学样品分析测试结果、岩矿石物理技术性能测试结果、物探、测量资料等综合图件的编制，综合图表的编制及矿产资源/储量估算等。

6.8.2.3 资料综合整理成果应经过质量检查和验收。

6.8.2.4 为提高资料综合整理水平，数据、图表、图件等应积极采用计算机技术进行数据处理和制作。

6.8.3 勘查报告编制

每一勘查阶段都编制相应的勘查报告。根据报告载体性质的不同，可将报告分为纸质报告和机读报告两大类。每类报告的组成文件可分为四个部分。

a）报告正文，由前置部分、主体部分、参考文献、报告图版（必要时）和封底等部分组成；

b）报告附图，由图幅标准化的图式、图例、规范化的单张、拼幅图件和图集、图册等组成；

c）报告附表，视勘查阶段的不同，报告附表种类各有增减，一般由成果表、登记表、一览表、计算表、统计表等组成；

d）报告附件，包括勘查许可证、资源/储量计算工业指标凭证、矿石选冶试验报告、矿床可行性研究报告（非报告正文的独立评价报告）、照片（插图）、与报告有关的录音带和录像带以及与矿区勘查有关的其他技术资料文件等。

勘查报告的具体编制按 DZ/T0033——2002《固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范》进行，并应由上一级主管单位检查验收。

## 7 可行性评价

7.1 概略研究

是指对矿床开发经济意义的概略评价。所采用的矿石品位、矿体厚度、埋藏深度等指标通常是我国矿山几十年来的经验数据，采矿成本是根据同类矿山生产估计的。其目的是为了由此确定投资机会。由于概略研究一般缺乏准确参数和评价所必需的详细资料，所估算的资源量只具有内蕴意义。

7.2 预可行性研究

是指对矿床开发经济意义的初步评价。其结果可以为该矿床是否进行勘探或可行性研究提供决策依据。进行这类研究，通常应有详查或勘探后采用参考工业指标求得的矿产资源/储量数，实验室规模的加工选冶试验资料，以及通过价目表或类似矿山开采对比所获数据估算的成本。

7.3 可行性研究

是指对矿床开发经济意义的详细评价，其结果可以详细评价拟建项目的技术经济可靠性，可作为投资决策的依据。所采用的成本数据精确度高，通常依据勘探所获的储量数及相应的加工选冶性能试验结果，其成本和设备报价所需各项参数为当时的市场价格，并充分考虑了地质、工程、环境、法律和政府的经济政策等各种因素的影响，具有很强的时效性。

## 8　矿产资源/储量分类及类型条件

### 8.1　矿产资源/储量分类依据

#### 8.1.1　地质可靠程度

8.1.1.1　预测的：是指对具有矿化潜力较大地区经过预查得出的结果。在具有初步的数据并能与地质特征相似的已知矿床类比时，才能估算出预测的资源量。

8.1.1.2　推断的：是指对普查区按照普查的精度大致查明矿产的地质特征以及矿体（点）的展布特征、品位、质量等，也包括那些由地质可靠程度较高的基础储量或资源量外推的部分。矿体的连续性是推断的。矿产资源数量的估算所依据的数据有限，可信度较低。

8.1.1.3　控制的：是指对矿区的一定范围依照详查的精度基本查明了矿床的主要地质特征、矿体的形态、产状、规模、矿石质量、品位及开采技术条件，矿体的连续性基本确定，矿产资源数量的估算所依据的数据较多，可信度较高。

8.1.1.4　探明的：是指在矿区的勘探范围依照勘探的精度详细查明了矿床的地质特征、矿体的形态、产状、规模、矿石质量、品位及开采技术条件，矿体的连续性已确定，矿产资源数量估算所依据的数据详尽，可信度高。

#### 8.1.2　经济意义

8.1.2.1　经济的：其数量和质量是依据符合市场价格确定的生产指标估算的。在可行性研究或预可行性研究当时的市场条件下开采，技术上可行、经济上合理、环境等其他条件也允许，即每年开采矿产品的平均价值能足以满足投资问报的要求，或在政府补贴和（或）其他扶持措施条件下，开发是可能的。

8.1.2.2　边际经济的：在可行性研究或预可行性研究当时，其开采是不经济的，但接近盈亏边界，只有在将来由于技术、经济、环境等条件的改善或政府给予其他扶持的条件下才可变成经济的。

8.1.2.3　次边际经济的：在可行性研究或预可行性研究时，开采是不经济的或技术上不可行，需大幅度提高矿产品价格或技术进步，使成本降低后方能变为经济的。

8.1 2.4　内蕴经济的：仅通过概略研究做了相应的投资机会评价，未做预可行性或可行性研究。由于不确定因素多，无法区分其是经济的、边际经济的，还是次边际经济的。

### 8.2　矿产资源/储量类型（附录 A）

#### 8.2.1　储量

8.2.1.1　可采储量（111）：是探明的经济基础储量的可采部分，是指在已按勘探阶段要求加密工程的地段，在三维空间上详细圈定了矿体，肯定了矿体的连续性，详细查明

了矿床地质特征、矿石质量和开采技术条件，并有相应的矿石加下选冶试验成果，已进行了可行性研究，包括对开采、选冶、经济、市场、法律、环境、社会和政府因素的研究及相应的修改，证实其在计算的当时开采是经济的。估算的可采储量和可行性评价结果的可信度高。

8.2.1.2 预可采储量（1 21）：是探明的经济基础储量的可采部分，是指在已达到勘探阶段加密工程的地段，在三维空间上详细圈定了矿体，肯定了矿体的连续性，详细查明了矿床地质特征、矿石质量和开采技术条件，并有相应的矿石加工选冶试验成果，但只进行了预可行性研究，表明当时开采是经济的。估算的可采储量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.1.3 预可采储量（122）：是控制的经济基础储量的可采部分，是指在已达到详查阶段工作程度要求的地段，基本上圈定了矿体的三维形态，能够较有把握地确定矿体连续性的地段，基本查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，可提供矿石加工选冶性能条件试验的成果。对于工艺流程成熟的易选矿石，也可利用同类型矿产的试验成果。预可行性研究结果表明开采是经济的，估算的可采储量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.2 基础储量

8.2.2.1 探明的（可研）经济基础储量（1111b）：是未扣除设计、采矿损失的可采储量（111）。

8.2.2.2 探明的（预可研）经济基础储量（121b）：是未扣除设计、采矿损失的预可采储量（121）。

8.2.2.3 控制的经济基础储量（1 22b）：是未扣除设计、采矿损失的预可采储量（122）。

8.2.2.4 探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）：是指在达到勘探阶段工作程度要求的地段，详细查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，圈定了矿床二维形态，肯定了矿体连续性，有相应的加工选冶试验成果。可行性研究结果表明，在确定的当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，只有当技术、经济等条件改善后才可变成经济的。估算的基础储量和可行性评价结果的可信度高。

8.2.2.5 探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）：是指在达到勘探阶段工作程度要求的地段，详细查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，圈定了矿体三维形态，肯定了矿体连续性，有相应的矿石加工选冶性能试验成果。预可行性研究结果表明，在确定的当时开采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术经济条件改善后可变成经济的。估算的基础储量的可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.2.6 控制的边际经济基础储量（2M22）：是指在达到详查阶段工作程度的地段，基本上查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，基本圈定了矿体的三维形态。预可行性研究结果表明，在确定的当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术经济条件改善后可变成经济的。估算的基础储量的可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.3 资源量

8.2.3.1　探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）：是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，地质可靠程度为探明的，可行性研究结果表明，在确定的当时，开采是不经济的，必须大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的，估算的资源量和可行性评价结果的可信度高。

8.2.3.2　探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）：与探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）分布特征相同，估算的资源量可信度高。但本类型只进行了预可行性研究，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.3.3　控制的次边际经济资源量（2S22）：是指在勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段，地质可靠程度为控制的，预可行性研究结果表明，在确定的当时，开采是不经济，需大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。估算的资源量的可信度较高。可行性评价结果的可信度一般。

8.2.3.4　探明的内蕴经济资源量（331）：是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，地质可靠程度为探明的，但未做可行性研究或预可行性研究，仅作了概略研究，经济意义介于经济的至次边际经济的范围内，估算资源量可信度高，可行性评价可信度低。

8.2.3.5　控制的内蕴经济资源量（332）；是指在勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段，地质可靠程度为控制的，可行性评价仅做了概略研究，经济意义介于经济的至次边际经济的范围内，估算的资源量可信度较高，可行性评价可信度低。

8.2.3.6　推断的内蕴经济资源量（333）：是指在勘青工作程度只达到普查阶段要求的地段，地质可靠程度为推断的，资源量只根据有限的数据估算的，其可信度低。可行性评价仅做了概略研究，经济意义介于经济的至次边际经济的范围内，可行性评价可信度低。

8.2 3.7　预测的资源量（334）?：依据区域地质研究成果、航空、遥感、地球物理、地球化学等异常或极少量工程资料，确定具有矿化潜力的地区，并和已知矿床类比而估算的资源量，属于潜在矿产资源，有无经济意义尚不确定。

## 9　矿产资源/储量估算

### 9.1　矿床工业指标

矿床工业指标是指当前技术经济条件下，矿床应达到工业利用的综合标准，是评价矿床工业价值、圈定矿体、估算矿产资源/储量的依据。它是依据保护和合理利用矿产资源的方针，以及国家经济政策、技术水平和经济效益等多方面因素所确定的，其内容由矿石质量（化学的或物理的）指标和矿床开采技术条件两部分组成（附录 E.1.1）。预查阶段和普查阶段，可采用矿床一般工业指标（附录 E.1.2）；详查阶段和勘探阶段，则应根据矿床地质特征，结合预可行研究或可行性研究成果，并按当时的市场价格进行论证，由投资方（业主）向地勘单位提供按国家规定的程序制定和下达的矿床工业指标。

### 9.2　矿产资源/储量估算的一般原则

9.2.1　根据勘查阶段确定相应的矿床工业指标。

9.2.2 根据矿体产出的地质特征和勘查工程的布置方式，合理地选择估算方法（附录E.2）。提倡和鼓励运用新技术、新方法。对于使用的任何一种估算方法，都应选取一部分有代表性的矿体或块段，采用其他估算方法进行验算与对比。

9.2.3 估算使用的计算机软件，必须是经国务院地质矿产主管部门认定的。

9.2.4 在圈定有上业利用价值的共生矿产的矿体时，应尽量考虑与主矿体在空间上、形态上的一致性；在圈定有工业综合利用价值的伴生组分范围时，则必须按与主矿种矿体（矿块或矿段）空间相一致的原则进行。

9.2.5 对已开采的矿床，应按实际资料扣除截止到地质勘查野外工作结束时采空区的储量。

9.3 矿产资源/储量分类估算结果表

对将提交勘查成果的矿床，根据矿床地质可靠性的控制程度和可行性研究程度所确定的经济意义，按照GB/T1776—1999《固体矿产资源/储量分类》将其矿产资源/储量进行分类估算，并按矿体和块段编号制表，标明矿产资源/储量分类的编码，分类表述其平均品位，矿石量及分类合量等估算结果（附录E.3）。

# 钨、锡、汞、锑矿产地质勘查规范

DZ/T 0201—2002

## 目　　次

前言
1　范围
2　规范性引用文件
3　勘查的目的任务
4　勘查研究程度
4.1　预查阶段
4.2　普查阶段
4.3　详查阶段
4.4　勘探阶段
5　勘查控制程度
5.1　勘查类型确定
5.2　勘查工程间距的确定
5.3　控制程度的确定
6　勘查工作及质量要求
6.1　地形及工程测量
6.2　地质填图
6.3　物化探工作
6.4　探矿工程
6.5　化学分析样品的采取、加工和测试
6.6　矿石选（冶）试验样品的采集与分析、试验
6.7　岩石、矿石物理技术性能测试样品的采集与试验
6.8　原始记录、综合整理和报告编写
6.9　新技术、新方法
7　可行性评价
7.1　概略研究
7.2　预可行性研究
7.3　可行性研究
8　矿产资源/储量分类及类型条件
8.1　矿产资源/储量分类依据
8.2　矿产资源/储量类型

9 矿产资源/储量估算
9.1 矿产资源/储量估算的工业指标
9.2 矿产资源/储量估算的一般原则
9.3 确定矿产资源/储量估算参数的要求
9.4 矿产资源/储量分类结果表
附录 A（规范性附录）固体矿产资源/储量分类
附录 B（资料性附录）钨、锡、汞、锑矿床规模划分标准
附录 C（规范性附录）汞的环保要求
附录 D（资料性附录）汞矿含矿体的圈定
附录 E（资料性附录）钨、锡、汞、锑矿床勘查类型确定因素参考
附录 F（资料性附录）钨、锡、汞、锑矿床勘查类型划分实例
附录 G（资料性附录）钨、锡、汞、锑矿床勘查工程间距
附录 H（资料性附录）钨、锡、汞、锑矿床主要工业类型
附录 I（资料性附录）钨、锡、汞、锑矿床一般参与工业指标
I.1 钨矿床一般参考工业指标及伴生组分坪价指标
I.2 锡矿床一般参考工业指标及伴生组分评价指标
I.3 汞矿床一般参考工业指标
I.4 锑矿床一般参考工业指标及伴生组分评价指标
附录 J（资料性附录）钨、锡、汞、锑（矿物、元隶）的性质和用途及地球化学性状
J.1 钨（矿物、元素）的性质、用途及地球化学性状
J.2 锡（矿物、元素）的性质、用途及地球化学性状
J.3 汞（矿物、元素）的性质、用途及地球化学性状
J.4 锑（矿物、元素）的性质、用途及地球化学性状
附录 K（资料性附录）钨、锅、汞、锑的及要矿物
附录 L（资料性附录）钨、锡、汞、锑矿石的选冶质量、工艺技术性能及精矿质量标准
L.1 钨、锡、汞、锑矿石的选冶质量、工艺与技术性能
L.2 钨、锡、汞、锑精矿质量标准

## 1 范 围

本标准主要为钨、锡、汞、锑矿产地质勘查工作规定了研究程度，控制程度，工作质量，可行性评价，矿产资源/储量类型及划分条件，矿产资源/储量估算等方面的要求

本标准适用于钨、锡、汞、锑矿产的地质勘查和资源/储量估算；也适用于验收及评审钨、锡、汞、锑矿产各阶段地质勘查报告；还可作为矿业权转让，矿产勘查开发筹资、融资、股票上市等活动中评价及估算矿产资源/储量的依据。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓

励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 12719—91　矿区水文地质工程地质勘探规范

## 3　勘查的目的任务

钨、锡、汞、锑矿产地质勘查的目的是寻找和发现新的矿产资源，探求各类矿产资源/储量，提交各个阶段的勘查报告，为矿产资源开发服务。

勘查工作分为预查、普查、详查、勘探4个阶段。各阶段的任务如下：

a）预查阶段是通过对区内资料的综合研究、类比及初步野外调查、极少量工程验证提出可供普查的矿化潜力较大地区，有足够依据时可估算预测的矿产资源量；

b）普查阶段是对矿化潜力较大地区进行一定数量的各项野外工作，以及概略研究，确定是否有进一步详查的价值，并圈出详查区范围，估算推断的矿产资源量；

c）详查阶段是进行系统的勘查工作，基本查明矿床地质特征以及控制或破坏矿体的因素，基木确定矿体的连续性，并通过预可行性研究，做出是否具有工业价值的评价，圈出勘探区范围，及估算控制的矿产资源/储量；

d）勘探阶段是进行各项系统的加密工作，详细查明矿床地质特征以及控制和破坏矿体的因素，确定矿体的连续性，估算探明的矿产资源/储量，并通过预可行或可行性研究为矿山建设投资决策和设计确定生产方案等提供必要的依据。

## 4　勘查研究程度

### 4.1　预查阶段

#### 4.1.1　地质研究程度

在全面收集，深入分析，研究和对比区域地质、物探、化探、重砂、遥感、矿产勘查资料和各种研究资料的基础上，对预查区内成矿条件有利的物探、化探、重砂异常、矿（化）点，采用路线地质踏勘，结合适宜的物探、化探方法进行初步评价。查明主要物探、化探异常特征和地质概况，对发现有价值的物探、化探异常和矿（化）体（层）投入极少量的验证工程，以了解矿体（层）品位、厚度、产状等，并与地质特征类似的已知矿床类比，选定普查区；当有必要参数时，可以估算预测的矿产资源量。

#### 4.1.2　矿石质量研究

对发现的矿体（层），通过极少量的样品分析，大致了解矿石自然类型及矿石结构构造、矿物成分、化学成分和品位等。

#### 4.1.3　矿石加工技术条件研究

通过少量矿石类比研究，做出是否可选的预测。

#### 4.1.4　矿床开采技术条件研究

对发现的矿床（点）或有价值的异常，以收集、分析区域资料为主，大致了解勘查区水文、工程及环境地质条件。

#### 4.1.5　综合勘查综合评价

据区域成矿条件，对预告区内可能赋存的其他矿产资源开展综合找矿和评价。

4.2 普查阶段

4.2.1 地质研究程度

在收集和研究区域地质资料、分析区域地质特征基础上，采用露头详细检查、（1:50 000）～（1:5 000）的地质填图和适宜的物探、化探方法以及数量有限的取样工程，基本查明普查区内的地层、岩浆岩、构造、围岩蚀变等基本特征；评价矿（化）点和各类异常的含矿性以及成矿远景；对已发现的矿体（层）进行大致控制，大致查明矿体（层）的形态、产状、规模和品位等；估算推断的资源量，为是否详查及如何详查提供依据。

4.2.2 矿石质量研究

通过数量有限的样品分析，大致查明矿石的结构构造、矿物成分、化学成分、品位、矿石的自然类型、工业类型以及矿石中有用、有益、有害组分的种类，为能否被工业利用提供依据。

4.2.3 矿石加工技术条件研究

一般进行对比研究，做出是否可能作为工业原料的初步评价；对组分复杂，粒度较细，国内尚无成熟选（冶）矿经验的钨、锡、汞、锑矿石，应进行可选（冶）性试验或视条件进行实验室流程试验。

4.2.4 矿床开采技术条件研究

收集、分析区域资料并与同类型矿山开采资料对比，必要时开展专项调查，大致了解地下水类型及补给、排泄条件，矿床主要充水因素，矿体顶、底板围岩稳固性及开采对环境、人文景观的可能影响；大致划分矿床开采技术条件类型（3 类 9 型）。

4.2 5 综合勘查综合评价

初步了解与主矿种共、伴生矿产种类、含量及赋存状态，对其工业价值和利用的可能性做出初步评价。

4.3 详查阶段

4.3 .1 地质研究程度

通过（1:5 000）～（1:2 000）地质填图和各种勘查方法和手段，详细查明钨、锡赋矿层位和汞、锑含矿岩系的地层年代、岩性、岩相、层厚和层序，特别注意汞、锑含矿（体）层位和矿化屏蔽层的研究，建立详查矿床的含矿地层柱状图（地层层序表）。

详细查明主要控矿构造（断层、褶皱、裂隙、破碎带等）的分布、产状、规模和性质，以及各种构造对矿床、矿体的控制作用；研究成矿后的构造对矿体的影响程度。

侧重研究与钨、锡矿化有关的岩浆岩的种类、岩性、形态、产状、规模、侵入时代、演化特点、与围岩接触关系，及其地球化学特征、地球物理特征等；研究其与成矿的关系或对矿体的破坏关系。

详细查明矿床的围岩蚀变特征和分布范围，研究蚀变与矿化的关系，编制矿化－蚀变分布图；对与变质作用有关的矿床需基本查明变质作用类型、强度、相带分布及岩性特征等。

用系统取样工程基本查明钨、锡、锑矿体和汞含矿体的总体分布范围、数量，基本控制主矿体以及规划首期开采矿体的产状、形态、空间分布；对汞矿还需阐明含矿体内

矿体的赋存状态、展布规律和确定合理计算含矿系数的原则，并论述其可靠程度；基本确定矿体的连续性和矿体间相互关系；估算控制的矿产资源/储量，为是否勘探及选择勘探方法提供依据。

4.3.2　矿石质量研究

基本查明矿石结构构造，矿物组合及含量，有用矿物粒度、嵌布特征、空间分布规律、化学成分，有用、有益、有害组分的种类、含量及分布规律；初步划分氧化带、混合带和原生带；基本确定矿石自然类型和工业类型，为矿山项目建议书和预可行性研究提供矿石质量依据。

钨矿石要特别查明黑钨类和白钨类比例及空间分布。

锡矿石要特别查明锡石锡、硫化锡和胶态锡二者比例及空间分布。

锑矿石要特别查明锑氧化率，并据此划分氧化矿石（$w_B > 50\%$）、混合矿石（$w_B$ 为 $20\% \sim 50\%$）和原生矿石（$w_B < 20\%$）。

4.3.3　矿石加工技术条件研究

一般进行矿石的可选（冶）性试验或实验室流程试验；对生产矿山附近，有类比条件的易选（冶）矿石，可以进行类比评价，不作选（冶）试验；对难选（冶）矿石或新类型矿石，可进行实验室流程试验或实验室扩大连续试验，以便对主矿种及其共伴生组分做出综合评价。

4.3.4　矿床开采技术条件研究

4.3.4.1　水文地质

基本查明地表水体分布范围及水（流）量情况；收集、了解大气降水资料；根据区域水文地质条件圈出汇水边界。

基本查明矿区和矿床的含水层和隔水层的岩性、厚度、产状、分布及埋藏条件；含水层的裂隙或岩溶的发育程度、分布规律及其富水性；地下水的补给、径流、排泄条件及其与区域水文地质环境的关系；地下水的水量、水位（水压）、水质、水温及其动态变化；隔水层的隔水性能和稳定性。

基本查明断裂构造和破碎带的富水性及导水程度，各含水层之间及其与地表水的联系，矿体围岩的富水性和水压，老窿分布及其积水情况等对矿床开采的影响。

初步确定水文地质边界和矿坑主要充水因素，预测矿坑涌水量。

根据矿床充水的主要含水层的类别和水文地质条件，初步确定矿床水文地质条件复杂程度。

根据矿区及区域水文地质资料，评价矿区的供水水源条件，提出解决矿山供水的方向。缺水或干旱矿区要投入找水勘查工程。

4.3.4.2　工程地质

初步测定矿石、围岩的有关物理力学性质参数；基本查明矿区内断层、破碎带、风化软弱带、节理、裂隙带、岩溶等的分布范围；研究矿体及顶底板围岩的稳固性和露采边坡的稳定性；调查老窿、生产矿井的分布情况，大致圈出采空区范围；初步确定矿床工程地质条件复杂程度。

4.3.4.3　环境地质

基本查明围岩、矿石、地表水体、地下（热）水、废石中危害人体健康的放射性兀素、有害组分种类和含量，收集矿区及附近地震、岩崩、滑坡、泥石流等自然灾害资料，综合水文、工程地质条件分析它们对矿山开发的可能影响；预测矿山开发可能引起的滑坡、塌陷、泥石流、地震、突水、地表水体水量减少或枯竭、水污染、大气污染、土岩污染等环境地质问题，分析它们对周边环境、人文景观等的可能影响。

矿床地质勘查阶段一般与水文、工程和环境地质勘查阶段相匹配；但水文地质、工程地质条件特别复杂或矿区位于人口密集区、城镇、旅游区、重要文物保护区、水源地和森林区等附近，水文、工程和环境地质勘查工作要超前开展。

4 3.4.4 划分的技术条件类型

根据上述水文、工程、环境地质条件，综合划分矿床开采技术条件类型（3 类 9 型）。

4.3.5 综合勘查综合评价

基本查明共、伴生矿产种类、含量、规模、赋存状态、分布范围和共伴生关系，对其工业利用价值做出评价。

钨矿床注意综合评价锡、铋、钼、铜、铅、锌、锑、锂、铌、钽、钴、铍、银、金、锗、镓、铟、镉及稀土元素等。

锡矿床注意综合评价钨、铋、铅、锌、铜、钼、铌、钽、银、硫等。

锑矿床注意综合评价金、银、砷、钨、汞、铋等。

汞矿床注意综合评价金、硒、铊等。

4.4 勘探阶段

4.4.1 地质研究程度

在详查阶段基础上，用加密取样工程及相应的工作，进一步查明矿床的地质特征，建立矿床地质模型；在三维空间上详细查明勘探区内钨、锡、锑矿体（层）和汞（含）矿体（层）的数量、分布范围；详细查明主矿体（层）的规模、形态、产状、空间分布、厚度、品位及变化情况，确定其连续性；估算探明的矿产资源/储量。

4.4.2 矿石质量研究

在详查阶段工作基础上，对主矿体（层）进行详细的矿石质量研究。详细查明矿石结构构造，矿物种类及含量，化学成分，有用、有益、有害组分及其含量，研究它们在矿体（层）内赋存状态和分布规律；对氧化作用强烈的矿床，要详细查明氧化带、混合带、原生带各自的矿石结构构造，矿物成分及含量，化学成分，有用、有益、有害组分及其含量，研究次生富集（贫化）规律，详细划分氧化带、混合带和原生带；详细划分矿石自然类型和工业类型及矿石品级，以满足矿山开采和预可行性或可行性研究的需要。

4.4.3 矿石加工技术条件研究

一般进行实验室流程试验，必要时进行实验室扩大连续试验；有类比条件的矿山，易选矿石进行可选（冶）试验或实验室流程试验；对难选的或新类型矿石，进行半工业试验，必要时大型矿山做工业试验，为预可行性或可行性研究和矿山建设设计选择最佳工艺流程提供依据。

4.4.4　矿床开采技术条件研究

4.4.4.1　水文地质

详细查明勘探区水文地质条件，准确划分其复杂程度；根据水文地质资料结合矿山开拓方案，采用合理方法计算首采区、第一开采水平的矿坑涌水量及动态变化，预测下一开采水平的涌水量；预测开采中可能出现的水文地质问题，并提出防治措施。

4.4.4.2　工程地质

详细测定主矿体（层）矿石和顶底板围岩的有关物理力学性质参数，包括硬度、块度、湿度、体积质量（体重）、含泥率、安息角、松散系数、抗压、抗剪强度等；详细查明矿区内断层、破碎带、风化软弱带、节理裂隙带、采空区、溶洞等的分布范围；详细研究矿体（层）及顶底板围岩的稳固性和露天采场边坡角的稳定性；确定矿床工程地质条件复杂程度；预测开采过程中可能出现的工程地质问题，并提出防治措施。

4.4.4.3　环境地质

详细查明水体、矿石、围岩、废石中危害人体健康的放射性元素、有害物质组分及含量，充分收集矿区及附近有关自然灾害资料，研究它们对矿山开采可能造成的影响程度并提出防治措施；预测矿山开采对环境、人文景观可能造成的危害程度并提出防治措施。

4.4.4.4　划分矿床开采技术条件类型

综合上述水文、工程、环境地质条件，准确划分矿床开采技术条件类型（3 类 9 型）。

4.4.5　综合勘查综合评价

在勘探主矿种和主矿体（层）的同时，对矿体（层）中及勘探区内具有工业价值的共生矿产、伴生有益组分进行综合勘探和综合评价，必要时采用加密工程详细查明它们的品位、规模、分布范围、赋存状况、分布规律及与主矿种关系，计算矿产资源/储量，并研究综合回收利用的途径。

如需独立系统开采，则视市场需求布置专门的勘探工程。

## 5　勘查控制程度

5.1　勘查类型确定

5.1.1　勘查类型的划分

在地质观察和研究的基础上，从矿床实际出发，抓住主要因素，参照类似矿床的勘查经验划分勘查类型。

确定勘查类型要分清主、次矿体及其变化情况，如果主、次矿体在同一地段平行重叠分布，且间隔较小时，应以主矿体为准；若矿体间距较大，或主、次矿体分布于不同地段，勘查或开采都可以构成单独的系统，则主、次矿体应分别确定其矿床勘查类型。

随着勘查工作的不断深入，对原先划定的勘查类型应进行及时的检查与修正。

5.1.2　确定矿床勘查类型的主要参数

矿体规模、形态复杂程度、厚度稳定性、矿石有用组分分布的均匀程度、构造破坏程度等五个方面。

5.1.2.1 矿体（汞：含矿体）规模

矿体（汞：含矿体）规模分级详见表 E.1。

5.1.2.2 矿体（汞矿：含矿体）形态复杂程度

a）简单，即外形规则，呈层状、似层状、薄板状矿体，产状变化① 小或变化规律明显，内部无或很少有夹打和无矿大窗，基本无分枝复合或分枝复合有规律；

b）较简单，即外形较规则，呈似层状、板脉状、扁豆状、透镜状、不规则的带状，产状变化较小，内

部有夹石和分枝复合；

c）复杂，即外形不规则，多呈透镜状、扁豆状、管状、楔状等，夹石及分枝复合现象出现频繁，产状变化大，且规律性不明显。

5.1 2.3 主要有用组分分布均匀程度

钨、锡、锑矿按品位变化系数划分有用组分分布均匀程度，详见表 E.2；汞矿按含矿系数划分矿化连续性，详见表 E.3。

5.1.2.4 厚度稳定性或矿体内部结构复杂程度

钨、锡、锑矿按厚度变化系数划分矿体厚度稳定程度，详见表 E.4；汞矿体内部结构复杂程度则按含矿体与其中的矿体产状是否一致及矿化富集规律明显与否来划分，详见表 E.5。

5.1.2.5 构造破坏程度

a）小，即矿体基本无断层破坏或岩脉穿切，矿体的圈定和连接基本没有受影响或影响很小；

b）中等，即矿体有断层破坏或岩脉穿切，矿体的圈定和连接受构造明显影响；

c）大，即有较多断层或岩脉穿切，矿体的主体欠完整，错动距离大，严重影响矿体形态。

5.1.3 勘查类型划分

原则按照主矿体（汞矿：含矿体）规模、形态、厚度稳定程度（汞：含矿体内部结构）、有用组分稳定程度（汞：矿化连续性）、构造影响程度等因素，将勘查类型划为三类，详见表 1。各勘查类型实例详见附录 F。

5.2 勘查工程间距的确定

5.2.1 勘查工程间距确定的依据

确定勘查工程间距的合理性主要是用控制矿体的连续性和稳定性来检验的，当一个矿床由多个稳定程度不等的矿体或矿段组成时，应根据各自特征分别确定工程间距。

5.2.2 影响勘查工程间距的主要因素

影响勘查工程间距的主要因素是矿床地质条件复杂程度、变化规律及矿体地质变量。对于钨、锡、锑矿体而言，一般以矿体规模、矿体形态复杂程度、有用组分的稳定程度、厚度稳定程度、构造破坏程度等作为主要地质变量；对于汞矿而言，则主要以含

① 产状变化：变化小或较小，即受控于单一的波状褶皱（或断裂），含矿体产状与控矿构造一致；变化较大，即受控于产状复杂的褶皱（或断裂），含矿体产状与控矿构造基本一致；变化大，即控矿构造复杂，含矿体产状多变。

矿体规模、形态、矿化连续性、矿体内部结构及构造破坏程度作为主要地质变量。

表 1　　矿床勘查类型划分表

| 勘查类型 | 钨、锡、锑 | 汞 |
|---|---|---|
| 第Ⅰ类型（简单型） | 矿体规模达大型（钨为中等至大型），形态简单一较简单，厚度稳定一较稳定，主要组分分布均匀较均匀，构造破坏程度小一中等 | 含矿体规模达大型，形态简单一较复杂，矿化连续一基本连续，内部结构简单一较复杂，构造破坏程度小一中等 |
| 第Ⅱ类型（中等型） | 矿体规模属中型，少数为大型，形态较简单一复杂，厚度较稳定一不稳定，主要组分分布较均匀一不均匀，构造破坏程度小一中等 | 含矿体规模中等，形态复杂，矿化不连续，内部结构复杂，构造破坏程度小一中等 |
| 第Ⅲ类型（复杂型） | 矿体规模为小型，少数为中型，形态复杂，厚度不稳定，主要组分分布不均匀，构造破坏程度中等一大 | 含矿体规模小，形态复杂，矿化不连续，内部结构复杂，构造破坏程度中等一大 |

5.2.3　确定勘查工程间距的方法

勘查工程间距确定的方法主要有三种：

a）第一种地质统计学方法，即对勘查工程数量较多的矿床，运用地质统计学中区域化变量的特征，确定最佳网度值；

b）第二种类比法，即对一般的中小型矿床，有类比条件时，运用传统类比法确定最佳网度值；

c）第三种试验法，即对大型或超大型矿床，应进行不同勘查手段的工程验证，确定最佳网度值。

最佳勘查网度的确定一般需采取多种方法逐步确定，不能一概而论，应采取由稀到密，稀密结合，由浅到深，深浅结合，典型解剖，区别对待的原则进行部署。对于矿体地质变量了解少的勘查工作早期，一般采用类比法，参考同类同型或同类矿床达到控制程度的网度放稀（多倍）控制，选择典型地段进行解剖并获取足够的矿体地质变量变化的参数，运用地质统计学，确定矿体地质变量的变化区间长度，以此为基础，确定最佳网度值。

5.2.4　不同勘查工作阶段及控制程度对工程间距的要求

不同勘查工作阶段及控制程度对工程间距要求如下：

a）预查，即只用极少量上程验证地质、物化探异常，达到大致了解矿体（化）情况的目的，故对工程间距不作要求；

b）普查，即主要根据验证异常和初步控制矿休的需要布置有限取样工程，对工程间距一般采用类比法，用稀疏工程初步控制矿体；

c）详查，即要用系统取样工程控制矿体，一般以矿体地质变量的变化区间长度的

1/2 为基本控制间距，达到基本确定矿体连续性的目的；

d）勘探，即在勘探区内已有系统工程控制的基础（详查阶段）上加密取样工程控制，最终达到肯

定矿体的连续性，排除矿体连接的多解性。

5.2.5 不同矿种及不同矿床勘查类型工程间距的确定

不同矿种、不同矿床勘查类型，控制的矿产资源/储量按类比法确定的工程间距参考表见附录 G。

5.3 控制程度的确定

5.3.1 预查阶段应对发现的矿体或矿化异常，根据极少量工程取得的资料，估算预测的矿产资源量，为区域远景规划提供宏观决策的依据。

5.3.2 普查阶段除大致查明矿床、矿体地质特征外，应根据有限的取样工程数据并根据地质成矿规律等估算推断的矿产资源量，作为矿山远景规划的依据。

5.3.3 详查阶段除基本查明矿床、矿体地质特征，矿石质量和加工技术特性，主要开采技术条件等外，根据系统工程取得的资料估算的控制的矿产资源/储量，一般应达到矿山最低服务年限的要求。

5.3.4 勘探阶段除详细查明矿床、矿体地质特征，矿石质量，加工技术性能，主要开采技术条件外，还应根据在系统工程基础上的加密工程取得的资料圈定、估算探明的矿产资源/储量，其中可采储量部分一般应满足矿山首期建设设计返本还息的要求。

5.3.5 对延伸很大的矿床，勘探垂深应根据矿床规模、类型的不同与投资者商定。

## 6 勘查工作及质量要求

6.1 地形及工程测量

应采用全国统一坐标系统和最新的国家高程基准点。对于边远地区小矿，周围没有可供联测的全国坐标系统基准点时，可采用全球卫星定位系统提供的当地数据，建立独立坐标系统测图，但必须详细说明所采用定位仪器的型号、定位的时间、程序、精度；确有困难，可采用独立坐标系测图，但必须说明假定坐标及高程的依据。测量的精度要求应执行 DZ/T0091《地质矿产勘查测量规范》。不同比例尺的勘探线剖面应是实测的。

6.2 地质填图

不同勘查工作阶段应开展不同比例尺的地质填图工作，以满足所要求的地质可靠程度，其精度要求应按同比例尺地质填图规范要求执行：

a）预查阶段：对有望地区，一般选择几条路线进行地质踏勘，地形底图最好使用同比例尺正规地形图，地质点一般采用地形地物定点；

b）普查阶段：一般开展（1∶50 000）～（1∶5 000）地质填图，地形底图为正规（1∶50 000）～（1∶10 000）地形底图，或放大成 1∶5 000 的地形底图，地质点一般采用地形地物定点，对蚀变矿化体或重要地质界线而言，若遇浮土覆盖则需用适量槽探、井探或浅钻工程稀疏揭露控制，勘查工程及勘探线剖面必须实测；

c）详查和勘探：详查一般开展（1∶5 000）～（1∶2 000）地质填图（精测），勘探一般开展（1∶2 000）～（1∶1 000）地质填图（精测），必要时勘探阶段可开展 1∶500 地

质填图，所用地形底图需进行地形测量，精度需符合同比例尺的测量规范，对蚀变矿化体及重要地质界线，若遇浮土覆盖，需按·定的工程间距布设槽探、井探或浅钻工程揭露控制，所有地表工程、地质点、勘探线剖面均须用仪器法展绘到图上，对于薄矿体(层)、标志层及其他有特殊意义的地质现象，必要时应扩大表示。

6.3　物化探工作

6.3.1　依据矿床的地质、矿化特征及矿区的自然地理条件，选择有效的物探、化探方法进行综合勘查。对于钨、锡矿床，常选择开展大比例尺重力、磁法、自然电流法等地球物理测量及土壤地球化学测量或岩石地球化学测量等；对于锑、汞矿床，可选择投入联合剖面、大功率电法、构造地球化学、岩石地球化学、汞气测量、土壤地球化学等方法。各比例尺物化探工作的精度要求需遵守同比例尺的物化探规范，各项测试数据应准确可靠，各项改进、创新的计算程序必须经有资质的专家讦审、认可后方可使用。物、化探新技术、方法的应用需在有效、经济的原则下投入。

6.3.2　应开展一定数量的参数测定，布置一定的地质地球物理、地球化学综合剖面(已知剖面）作为物化探推断解释的依据。应允分利用普查、详查钻孔开展井中物化探工作，寻找盲矿体，便于研究解决矿体形态产状和连接关系。用作储量计算的测井资料，必须是定量解释的测井成果。

6.4　探矿工程

6.4.1　原则

根据矿体产状、形态及地形条件合理选择勘探手段。

6.4.2　槽探、井探、硐探

槽探深度应挖至基岩新鲜面，断面应尽可能平整；当浮土较厚（大于 3 m）时以浅井或浅钻揭露，深度以掘至基岩为止，浅井四壁应平整。若地形有利则应用平硐探索浅部矿体的产状与矿化的变化情况；对老窿应有选择性地进行清理。为了有效地指导深部探矿工程设计，地表的工程密度应比深部工程加密一倍，必要时可用沿脉槽探或沿脉平硐等。

6.4.3　坑探

一般用于矿床首采区或主要储量区，并尽量考虑为生产利用，对陡倾斜矿脉（尤其是薄板状矿脉）的沿脉坑道，应严格在脉内坑道掘进，并按勘探线间距用穿脉坑道穿透矿体。坑探工程质量按 DZ/T 0141《地质勘查坑探工程规程》执行。

6.4.4　钻探

施工中除严格执行有关规程外，根据矿床特征，必须达到如下要求：

a）岩心平均采取率不低于 70%；

b）矿体及其顶底板 3 m～5 m 的围岩、近矿围岩蚀变带、控矿构造标志层的采取率不低于 80%；若连续有两个回次（或厚大矿体中连续 5 m 以上）采取率低于 80%时，必须采取补救措施；

c）矿心应尽可能保持原状，特别注意矿心被粉碎后可能造成的贫化或富集的假象，为此，对多脉带矿体及破碎带控制的矿体，应严格控制钻探回次进尺的长度与钻进时间；采用金刚石钻探工艺时，穿矿孔径要满足取样要求；

d）必须按有关规程的质量要求，认真测量钻孔顶角和方位角，做好钻孔测斜、孔深校正、简易水文地质观测、原始记录、封孔及岩心保管等工作。钻孔弯曲度必须符合规程和地质设计要求，钻孔方位角偏斜距离的允许范围不能超过勘探线间距的五分之一，偏斜超差时要及时设法补救，见矿点（及厚度大于 30 m 的矿体出矿点）应测定钻孔弯曲度。封孔质量不符合规程或设计要求时需返工重封。

6.5 化学分析样品的采取、加工和测试

6.5.1 基本分析样品

凡是矿化露头和探矿工程中揭露控制的矿体、矿化带及夹石、矿化带顶底板界线都应贯穿矿体全厚度连续采取基本分析样品，对不问类型、不同品级的矿石应分段连续采取，保证样品的代表性。

a）取样方法：对槽探、井探、坑探工程及矿化露头，一般采用刻槽法；但视矿化均匀程度，也可采用刻线法、方格法。单样长度一般为 0.5 m～1.5 m，样槽断面规格为：刻槽法，（10cm～5 cm）×（5 cm～3 cm）；刻线法，宽度为 1 m，线距一般为 20cm～30cm，线断面为 3 cm× 2 cm；方格法，宽度为 1 m，点距一般为（20 cm～30 cm）×（10 cm～20 cm）。在勘探或洋查阶段，一般应进行采样方法试验，选择代表性强且经济的采样方法及规格。穿脉坑道的样槽应在坑壁腰线上连续采取，沿脉样槽应在掌子面或顶底板采取，并按勘探线间距，在矿脉顶底板上应各有一个无矿样品控制矿脉的真实厚度；对钻探工程的矿心取样，应沿矿心纵轴分半采样，遇不同回次的矿心直径不问和采取率相差大的情况下，应分别采样。样长一般亦为 0.5 m～1.5 m。

b）基本分析项目：主要有用组分（包括共生矿产）。

6.5.2 光谱全分析样品

为确定组合分析和化学全分析项且，需在矿体不同空间部位、不同矿石类型（或品级）及某些围岩、蚀变带取样，样品可从基本分析样的副样中挑取或单独采取。

6.5.3 组合分析样品

主要了解矿石伴生的有益和有害组分。

a）取样：样品的组合要依据伴生元素的分布规律，按工程、分矿体、矿石类型从基本分析样的副样中提取，按基本分析样品长度的比例进行组合。

b）分析项目：根据光谱全分析和化学全分析结果，结合矿床地质特点，对有实际意义的伴牛组分（有益的和有害的）均应列为组合分析项目。

6.5.4 矿石化学全分析样品

为全面查定矿石中元素的种类含量，应在光谱全分析与岩矿鉴定的基础上进行矿石化学全分析。

取样样品可利用组合样，或专门采取有代表性的样品，不同类型的矿石应分别分析 1 件～2 件，以确定矿石的性质和特点。

6.5.5 物相分析样品

用于研究矿石中有用、有害组分在不同物相（或矿物）中的分配值、分配率。

a）取样：样品可在基本分析样的副样中抽取，或用组合样品，为防止样品氧化必须及时进行，也可专门采取物相分析样品。

b）分析项目：矿化主元素的全含量、硫化态、氧化态、硅酸态（锡）、硫盐态（锑）、自然态（汞）等相态含量。

6.5.6　单矿物分析

主要查明贵金属、稀散元素或稀有金属的赋存状态、分布规律、含量及其与主元素的关系，为选冶流程提供依据。

a）取样：样品一般采自富矿体，在实验室内用各种机械分选方法获得；用作计算矿产资源/储量时，应按工程或按块段采集。一般送样质量为 2 g～20 g。

b）分析项目：根据不同矿床、矿石矿物和查定目的确定。

6.5.7　样品加工

分析样品的制备必须严格按照切乔特公式进行缩分：

$$Q = Kd^2$$

式中：$Q$——缩分后所取得的最小可靠质量（g）；

$K$——缩分系数；

$d$——样品碾碎后最大颗粒的直径（mm）。

$K$ 值的大小一般采用经验值。钨矿一般采用 0.2～0.3；锡矿一般用 0.2，组分很小均匀时用 0.3～0.5；锑矿一般采用 0，2～0.3，若伴有贵金属组分，$K$ 值用 0.4；汞矿一般采用 0.2，组分很不均匀时，采用 0.3～0.5。若遇新类型矿床，必要时，应进行 K 值试验。

在样品加工过程中，要求损失率不大于 5%，每次缩分误差应小于 3%，加工应严格遵守操作规程，严防混染。

样品缩分后，除满足基本分析、组合分析和全分析需要外，还需保留一定数量的副样。一般副样质量为 300 g～400 g。

6.5.8　化学分析质量

6.5.8.1　承担单位

样品测试必须由获得国家或省级资质和计量认证三级以上的测试单位承担。

6.5.8.2　内部质量检查

基本分析、组合分析、物相分析结果应分批、分期做内部检查分析，内检样由按原分析样品总数的 10%在副样中抽取，编密码送原分析室进行分析。

6.5.8.3　外部质量检查

外检样品由原实验室从正样中按原分析样品总数的 5%抽取，当矿床样品总数量较少时，外检样比例要视情况适当提高（一般不得少于 30 个）。

6.5.8.4　内、外捡样品分析结果误差处理办法

按 DZ/T 0130.3—94《地质矿产实验室测试质量管理规范》执行，内检合格率不低 95%，外检合格率不低于 90%。

当内检超差时，应及时检查加工、化验质量，找出原因，及时处理；当外检超过允许误差时，双方应认真查明原因，必要时进行仲裁分析。

6.6　矿石选（冶）试验样品的采集与分析、试验

6.6 .1　矿石选（冶）试验程度

由矿产勘查投资人决定。样品采集前，矿产勘查人应与试验单位共同编制采样设计书，经矿产勘查投资人批准后实施。

6.6.2 样品的采集

样品采取要考虑矿石类型、品级、组构特征和空间分布的代表性，并应考虑开采时的矿石贫化，组合后样品的平均品位（包括共生组分）一般应略低于矿区内所代表的矿石工业类型的平均品位，有多种矿石类型的样品混合时，具比例应与矿石类型储量比例一致，如果矿床规模大，物质组分复杂，还应分段采样。

6.7 岩石、矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

6.7.1 为了估算矿产资源/储量和研究矿床开采技术条件，在详查、勘探中必须测定岩石、矿石和矿体顶底板围岩的物理力学性能。采样与试验项目一般包括：矿石的体积质量（体重）、湿度、块度、含矿系数（汞矿）；矿体顶底板围岩和矿石的稳定性、硬度、安息角以及抗压、抗剪、抗拉强度；采样方法、数量、质量按《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》执行。

6.7.2 体积质量（体重）、样应按矿石类型和品级分别采样，在空间上应有代表性。详查、勘探阶段，除每种主要矿石类型或品级的小体积质量（体重）样品数量不少于30个外，还应采取一定的大休积质量（体重）样，以便对体积质量（体重）进行校正；对疏松或多裂隙孔洞的矿石则采取一定的大体积质量（体重）样。小体积质量（体重）样为60 $cm^3$ ~ 1 20 $cm^3$，且应在野外封蜡；大体积质量（体重）样不少于0.125 $m^3$。测定矿石体积质量（体重）时需同时测定它的主元素品位、湿度和孔隙度。当湿度大于3%时，体积质量（体重）值应进行湿度校正。

6.7.3 岩、矿石物理力学样采集重点放在矿体的上下盘，采样要有代表性，能反映出各种岩矿石的主要特征。

6.8 原始记录、综合整理和报告编写

矿产勘查各阶段，原始编录必须在现场及时进行，编录须客观、准确、齐全反映第一性地质情况，重要地质现象除文字记录外，应有大比例尺素描图。各项原始编录资料应及时进行质量检查验收和综合整理。工作质量按DZ/T 0078《固体矿产勘查原始地质编录规定》和DZ/T 0079《固体矿产勘查地质资料综合整理、综合研究规定》执行。

在不同阶段的勘查工作结束时，要及时编写矿产地质勘查报告，具体按DZ/T 0033——20024固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范》的要求编写。

6.9 新技术、新方法

提倡从野外工作开始，到资料整理、提交报告，全过程使用计算机技术及RS技术、GPS技术、GIS技术开展工作，尽量采用数字化技术处理，各种数据建立勘查成果数据库。

## 7 可行性评价

7.1 概略研究

指在普查阶段对矿床开发经济意义的概略评价。所采用的数据是我国同类型矿山几十年的经验数据。其目的是确定投资机会，其结果可信度低，只可作为矿床进一步勘查

和矿山制定长远规划的依据。

概略研究可山地质勘查单位完成。

7.2　预可行性研究

指在详查阶段对矿床开发经济意义的初步评价。其结果具较强的时效性，可信度一般，可作为矿床进一步勘探和（或）矿山制定总体规划的依据。

研究所提供的地质资料和矿床（区）地形地貌特征，借鉴类似矿山经验，对未来矿山建设提出原则方案，包括规模、开拓主要工程量、开采方式、方法、产品种类、产品质量、选矿工艺流程和矿山总体建设轮廓等；收集、研究矿床（区）所在地的经济地理资料，包括交通、水源、电源、燃料、动力、建筑材料、劳动力、生活资料供应情况及气候、生态环境等，结合矿山建设方案初步估算矿山建设总投资和矿山。生产成本；收集、研究国内外市场当时钨、锡、汞、锑的需求量、产量、产品品种、产品质量和价格等资料并预测其未来趋势，初步估算未来矿山产值；用动态方法估算矿山的赢利能力，包括内部收益率、净现值、投资回收期等。预可行性研究结果直接作为矿山开发投资依据时，还需进行不确定性分析，指出矿山经营风险中最关键因素，计算盈亏平衡点。

钨、锡、锑是我国优势矿种，大型以上矿床要考虑我国的资源政策、出口政策和外汇管理政策及其未来可能的调整。

预可行性研究必须由有资质的单位完成。

7.3　可行性研究

指在勘探阶段对矿床开发经济意义的详细评价。其结果具很强的时效性，可信度高，可作为矿山开发投资和设计的依据。

详细研究矿床规模、矿体空间的位置、矿石质量、矿床开采技术条件和气候、矿（床）区地形条件，提出多个可供对比的采、选方案，包括开采规模、开采方式、开拓方案、产品方案、选矿工艺流程、产品质量、开拓工程量、采矿损失量、贫化率、选矿回收率等。

详细收集、研究国内外市场钨、锡、汞、锑资源/储量、产量、产品种类及质量现状并预测其未来走势；系统调查、统计、分析国内外市场对钨、锡、汞、锑需求量、产品种类、质量要求和价格现状并预测其未来走势。

详细收集、评价矿山外部建设条件，包括交通、水源、电源、燃料动力、建筑材料、劳动力、生活资料供应情况等，结合矿山采、选方案，提出矿山总图运输。

对于钨、锡、锑矿还要研究我国的资源政策、出口政策、外汇管理政策及未来走势。

大型以上矿床要开展国民经济分析。

用动态方法开展经济效益分析，包括投资总额、投资回收期、总成本、总产值、内部收益率、净现值等。开展不确定性分析，指出矿山经营风险最关键因素，计算盈亏平衡点。

可行性研究必须由有资质的单位完成。

# 8 矿产资源/储量分类及类型条件

## 8.1 矿产资源/储量分类依据

### 8.1.1 分类依据

储量和资源量分类依据是地质可靠程度、可行性评价程度和经济意义。

### 8.1.2 地质可靠程度

分为预测的、推断的、控制的、探明的。

#### 8.1.2 .1 预测的

是指具有矿化潜力较大地区经过预查得出的结果。在有足够的数据并能与地质特征相似的已知矿床进行类比时，才能估算出预测的资源量。

#### 8.1.2.2 推断的

是指对普查区按照普查的精度大致查明矿床的地质特征以及矿体的展布特征、品位、质量等，也包括那些由地质可靠程度较高的基础储量或资源量外推的部分。矿体的连续性是推断的。矿产资源数量的估算所依据的数据有限，可信度较低。

#### 8.1. 2.3 控制的

是指对矿区的一定范围依照详查的精度基本查明了矿床的主要地质特征、矿体的形态、产状、规模、矿石质量、品位及开采技术条件，矿体的连续性基本确定，矿产资源数量的估算所依据的数据较多，可信度较高。

#### 8.1.2.4 探明的

是指在矿区的勘探范围内依照勘探的精度详细查明了矿床的地质特征、矿体的形态、产状、规模、矿石质量、品位及开采技术条件，矿体的连续性已确定，矿产资源数量估算所依据的数据多，可信度高。

### 8.1.3 可行性评价程度

分为概略研究、预可行性研究和可行性研究，具体要求见前述。

### 8.1.4 经济意义

分为经济的、边际经济的、次边际经济的和内蕴经济的。

#### 8.1.4.1 经济的

其数量和质量是依据符合市场价格确定的生产指标计算的。在可行性研究或预可行性研究当时的市场条件下开采，技术上可行，经济上合理，环境等其他条件允许，即每年开采矿产品的平均价格能足以满足投资回报的要求，或在政府补贴和（或）其他扶持措施条件下，开发是可能的（投资收益率高于国家或行业基准收益率）。

#### 8.1.4.2 边际经济的

在进行可行性研究或预可行性研究之时，其开采是不经济的，但接近盈亏边界（投资收益率介于 0 与国家或行业基准收益率之间），只有在将来由于技术、经济、环境等条件的改善或政府给予其他扶持的条件下才可变成经济的。

#### 8.1.4.3 次边际经济的

在进行可行性研究或预可行性研究之时，开采是不经济的或技术上不可行的（投资收益率小于 0），需大幅提高矿产品价格或由于技术进步，使成本降低后方能变为经济

的。

8.1.4.4　内蕴经济的

仅通过概略研究做了相应的投资机会评价，未做预可行性或可行性研究。由于不确定因素多，无法区分其是经济的、边际经济的，还是次边际经济的。

8.2　矿产资源/储量类型

8.2.1　储量

8.2.1.1　经济的可采储量（111）

探明的经济基础储量的可采部分，是指在已按勘探阶段要求加密工程的地段，在三维空间上详细圈定厂矿体，肯定了矿体的连续性，详细查明了矿床地质特征、矿石质量和开采技术条件，并有相应的矿石加工选（冶）试验成果，已进行了可行性研究，包括对开采、选冶、经济、市场、法律、环境、社会和政府等因素的研究及相应的修改，证实其在估算的当时开采是经济的，内部收益率高于国家或行业基准收益率。估算的可采储量及可行性评价结果可信度高。

8.2.1.2　经济的预可采储量（121）

它所达到的勘查阶段、地质可靠程度同（111），但只进行了预可行性研究，表明当时开采是经济的，内部收益率高于国家或行业基准收益率。估算的可采储量可信度高，但可行性评价结果的可信度一般。

8.2 .1.3　经济的预可采储量（122）

它是控制的经济基础储量的可采部分，指已达到详查工作程度要求的地段，地质勘查达到控制的程度，经预可行性研究结果表明开采是经济的，内部收益率高于国家或行业基准收益率。估算的可采储量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.2　基础储量

8.2.2.1　经济的基础储量（111b）

它所达到的勘查阶段，地质可靠程度，可行性评价阶段及经济意义的分类同（111）所述，与其惟一差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

8.2.2.2　经济的（预可研）基础储量（121b）

它所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义的分类同（121）所述，与其惟一差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

8.2.2.3　经济的（预可研）基础储量（122b）

勘查阶段、地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义均与（122）相同，差别在于用未扣除设计、采矿损失数量表述。

8.2.2.4　边际经济的（可研）基础储量（2M11）

是指在达到勘探阶段工作程度要求的地段，详细查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，圈定了矿体的三维形态，肯定了矿体连续性，有相应的加工选（冶）试验成果。可行性研究结果表明，在确定之时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，内部收益率介于 0 和国家或行业基准收益率之间，只有当技术、经济等条件改善后，才可变成经济的。这部分基础储量可以是覆盖全勘探区的，也可以是勘探区中的一部分，在可采储量周围或在其间分布，估算的基础储量和可行性评价结果的可信度高。

8.2.2.5 边际经济的（预可研）基础储量（2M21）

它所达到的勘查阶段、地质可靠程度、分布特征与（2M11）完全相同，但只进行过预可行性研究，估算的基础储量可信度高，但可行性评价结果的可信度一般。

8.2.2.6 边际经济（预可研）基础储量（2M22）

指达到详查工作阶段要求的地段，基本查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，基本圈定了矿体的三维形态，预可行性研究结果表明，在确定之时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，内部收益率介于 0 与国家或行业基准收益率之间，待将来技术、经济条件改善后可变成经济的，这部分基础储量可以覆盖全详查区，也可以是详查区的一部分，可以在可采储量（122）周围或其间分布。估算的基础储量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.3 资源量

8.2.3.1 次边际经济的（可研）资源量（2S11）

是指在已达到勘探阶段工作程度要求的地段，地质可靠程度已达到探明的，经可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，内部收益率小于 0，需要大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。所估算的资源量和可行性评价结果的可信度高。

8.2.3.2 次边际经济的（预可研）资源量（2S21）

指勘查工作阶段和地质可靠程度同（2S11），但只进行过预可行性研究，在确定之时，开采是不经济的，内部收益率小于 0。估算的资源量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.3.3 次边际经济的（预可研）资源量（2S22）

是指已达到详查工作程度要求的地段，地质可靠程度为控制的，预可行性研究结果表明，在确定之时，开采是不经济的，内部收益率小于 0，需大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。估算的资源量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.3.4 内蕴经济的资源量（331）

在已达到勘探程度要求的地段，地质可靠程度已达到探明的，但未做可行性研究或预可行性研究，仅做了概略研究，经济意义尚不确定。估算的资源量可信度高，可行性评价可信度低。

8.2.3.5 内蕴经济的资源量（332）

是指勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段，地质可靠程度为控制的，可行性评价仅做了概略研究，经济意义尚不确定。估算的资源量可信度较高，可行性评价可信度低。

8.2.3.6 内蕴经济的资源量（333）

是指在勘查工作程度只达到普查阶段要求的地段，地质可靠程度为推断的，资源量只根据有限的数据估算，其可信度低。可行性评价仅做了概略研究，由于不确定因素多，故其经济意义无法区分是经济的、边际经济的，还是次边际经济的。

8.2.3.7 预测的矿产资源量（334）？

根据区域地质、地球物理、地球化学、遥感等工作，确定具有矿化潜力的地区，勘查工作只达到预查程度，并根据地质、物化探异常预测矿体（层）的存在和有极少量工程验证，其资源量是根据与其地质特征相似的已知矿床类比估算的，可信度很低，其经济意义尚不确定，属于潜在矿产资源，只能作为勘查工作规划的依据。

## 9　矿产资源/储量估算

### 9.1　矿产资源/储量估算的工业指标

#### 9.1.1　工业指标定义

工业指标是在当前技术经济条件下评价矿床的工业价值，圈定矿体，估算矿产资源/储量的依据。

#### 9.1.2　工业指标的确定

##### 9.1.2.1　类比法

可参考本规范附录 I 或《矿产工业要求参考标准》推荐的一般工业指标，也可类比类似矿床的工业指标。

##### 9.1.2.2　统计法

利用试样的化验分析结果对矿物的主要有用组分按不同的含量区间作统计计算，求出各品位含量区间的频率分布特征，再根据主要有用组分的含量频率分布特征并结合矿区其他地质条件确定边界品位和最低工业品位。

一般根据产品价格，采、选（冶）综合回收率及综合生产成本等参数确定，并用“收支平衡品位”确定最低工业品位。

##### 9.1.2.4　方案法

从矿石储量和质量、矿山生产规模、矿体开采的难易程度、矿石的损失与贫化、金属回收率、投资费用及经济效益等各方面进行综合分析论证来确定。根据矿床地质的实际资料，以充分合理利用矿产资源和有较好的经济效益为前提，经多方案试算对比，一般以净现值为 0 和内部收益率与行业基准收益率（一般为 8% ~ 12%）相等为标准所对应的品位为边界品位，而且应根据不同的边界品位，估算矿产资源/储量，绘制矿产资源吨/品位曲线，为矿产资源/储量的动态管理创造条件。

#### 9.1.3　不同勘查阶段确定工业指标的方法

不同勘查阶段确定工业指标的方法应不完全相同。一般预查、普查阶段多用类比法确定；详查阶段常用统计法、价格法确定；勘探阶段一般采用方案法确定。

#### 9.1.4　工业指标的主要内容

有边界品位、最低工业品位、矿区（床）平均品位、最低可采厚度、夹石剔除厚度，对小于可采厚度而品位较高的矿体，采用米百分值。对工业能够利用的共生矿产及伴生组分，应提出综合指标。

钨、锡、汞、锑一般工业指标参考附录 J。

### 9.2　矿产资源/储量估算的一般原则

#### 9.2.1　除预查、普查阶段可使用本规范的工业参考指标外，详查、勘探阶段必须严格使用投资方（业主）提出并经矿产资源主管部门正式审批下达的工来指标。

9.2.2 参与矿产资源/储量估算的各项工程质量均须检查合格，不合格的工程不能参与相应控制程度的矿产资源/储量类别估算。

9.2.3 共生组分应与主金属等同估算矿产资源/储量；伴生有用组分必须是在查明组分赋存状态、分布规律、回收利用途径的基础上，采用组合分析或精矿分析的数据与主金属同时进行估算；稀散元素可根据单矿物分析或精矿分析资料估算。

9.2.4 必须根据矿体的产状、形态和勘查工程布置形式，选择最合理的估算方法，并论证其正确性。较常用的有传统的几何法、地质统计学法及 SD 法。对于使用新软件估算矿产资源/储量的，必须经矿产资源储量主管部门组织专家鉴定验收后，方可使用。

9.2.5 根据矿床控制程度，按矿体、分块段、矿石类型、矿产资源/储量类别分级估算矿石量、平均品位、金属量，并在计算图件卜标明各类储量（或基础储量）、资源量在地质空间的分布。

9.2.6 估算已开采的矿床时，应扣除截止到勘查工作结束时的采空区储量；对埋藏在永久性建筑物及文化古迹以下的矿体，应列出基础储量（资源量）数据。

9.2.7 对估算方法及其结果的正确性应进行检验，要选择一部分有代表性的矿体或块段，采用其他方法进行检验估算。

9.3 确定矿产资源/储量估算参数的要求

9.3.1 面积测定

块段面积的测定可采用几何图形法、求积仪法、方格纸法、称量法及其他方法，面积应测定两次以上；要求其误差在 2% 以内，面积取其平均值。

9.3.2 平均品位计算

9.3.2.1 单工程平均品位计算

一般用样长加权求得，遇有特高品位时，则应处理特高品位后再计算。

9.3.2.2 特高品位处理

通常品位值高于矿体（床）平均品位 6～8 倍的样品称为特高品位，当品位变化系数大时取上限值，变化系数小时取下限值。处理特高品位前，首先应对被视为特高品位的样品的副样进行第二次内检分析，当两次分析的结果在允许误差范围内确定为特高品位时，用第一次的结果作为待处理的特高品位值。处理的方法是用特高品位参加其所影响的块段或单工程平均品位计算，用计算出的块段或单工程（矿体厚度较大时）平均品位代替该样品参与块段或单工程平均品位的正常计算；如果特高品位呈有规律分布，且可圈出高品位带时，则应单独圈小估算，不再进行特高品位处理。

9.3.2.3 块段平均品位计算

用地质块段法计算矿产资源/储量时，块段平均品位通常用单工程（或样品段）厚度加权法求得，用垂直剖面法和水平断面法计算时，先采用单工程厚度加权，再采用面积进行加权求取块段平均品位。

9.3.3 平均厚度计算

用于地质块段法的矿体厚度，都应是垂直于矿体投影平面的假厚度。块段平均厚度的计算，一般用算术平均法。当厚度变化大而工程分布不均匀时，则用加权平均。

9.3.4 矿石体积质量（体重）

一般致密矿石用小体积质量（体重）平均值估算储量。不同类型的矿石应分别使用各自的体积质量（体重），对裂隙发育、氧化疏松矿石府采用大体积质量（体重）平均值估算储量，当体积质量（体重）与品位正相关时，也可用回归法汁算体积质量（体重），当矿石湿度大于3%时，矿石体积质量应予以校正。

9.3.5　含矿系数

汞矿床含矿系数必须客观地反映含矿体内具有工业价值的矿石比值，一般以具方向性的线性系数较为合理，宜按矿化富集规律或矿体分布变化特征灵活确定估算方法，不得简单地就矿连矿或用见矿工程率、见矿工程控制面积率及体积率取代。含矿系数一般先修正矿石量，再估算金属量。

9 .4　矿产资源/储量分类结果表

根据矿体的经济意义、可行性评价程度、地质可靠程度，对勘查工作所获得的矿产资源/储量进行分类，并编制分类结果表。表中在说明矿石量、金属量、平均品位的同时，反映出矿产资源/储量的地质可靠程度和经济意义，并标明矿产资源/储量编码。

# 附　录　A
# （规范性附录）
# 固体矿产资源/储量分类

表 A.1　　固体矿产资源/储量分类表

| 经济意义 | 地质可靠程度 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 查明矿产资源 | | | 潜在矿产资源 |
| | 探明的 | 控制的 | 推断的 | 预测的 |
| 经济的 | 可采储量(111) | | | |
| | 基础储量(111b) | | | |
| | 预可采储量(121) | 预可采储量(122) | | |
| | 基础储量(121b) | 基础储量(122b) | | |
| 边际经济的 | 基础储量(2M11) | | | |
| | 基础储量(2M21) | 基础储量(2M22) | | |
| 次边际经济的 | 资源量(2S11) | | | |
| | 资源量(2S21) | 资源量(2S22) | | |
| 内蕴经济的 | 资源量(331) | 资源量(332) | 资源量(333) | 资源量(334)？ |

| 经济意义 | 地质可靠程度 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 查明矿产资源 | | | 潜在矿产资源 |
| | 探明的 | 控制的 | 推断的 | 预测的 |
| 注：表中所用编码(111～334)，第1位数表示经济意义，即1＝经济的，2M＝边际经济的，2S＝次边际经济的，3＝内蕴经济的，？＝经济意义未定的；第2位数表示可行性评价阶段，即1＝可行性研究，2＝预可行性研究，3＝概略研究；第3位数表示地质可靠程度，即1＝探明的，2＝控制的，3＝推断的，4＝预测的；b＝未扣除设计、采矿损失的可采储量。 | | | | |

## 附 录 B
## (资料性附录)
## 钨、锡、汞、锑矿床规模划分标准

表 B.1 钨、锡、汞、锑矿床规模划分标准表

| 矿种名称 | 单位 | 矿床规模 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 大型 | 中型 | 小型 |
| 钨 | $WO_3$(万吨) | ＞5 | 1～5 | ＜1 |
| 锡 | Sn(万吨) | ＞4 | 0.5～4 | ＜0.5 |
| 汞 | Hg(吨) | ＞2 000 | 500～2 000 | ＜500 |
| 锑 | Sb(万吨) | ＞10 | 1～10 | ＜1 |

## 附 录 C
## (规范性附录)
## 汞的环保要求

汞是当前环境污染的最大公害之一。汞的污染分有机汞与无机汞两类，无机汞毒性较小，由呼吸道进入人体较之消化道进入者危害性大；有机汞通过生物界复杂的食物链可富集近数百至数十万倍。震惊世界的日本水俣病，即源于含汞废水。

a) 目前国家工业“三废”排放试行标准 GB/T4—73 对汞的要求为：

1) 废水最高容许排放浓度： 0.005 mg/L

2) 废气： 20 30 40 60

烟囱高度（m） 0.01 0.02 0.04 0.06

最高允许排放浓度（$mg/m^3$）

b) 国家工业企业设计卫生标准 GBJ 3—73 要求：

居民区大气中含汞最高容许浓度日平均 0.000 3 $mg/m^3$。

## 附　录　D
## （资料性附录）
## 汞矿含矿体的圈定

汞矿的矿化一般极不均匀，各采样线间，品位呈跳跃变化，且不因加密测线而异。按勘查工程控制、圈定的“矿体”，开采时常见矿石与不稳定夹石随机交错，以致采场互不连续，或越出圈定边界，实为矿体相对密集的地质体。

含矿体按含矿系数与品位乘积及控矿地质特征圈定。为此，矿床的地质研究程度将直接影响到合理圈定含矿体的问题。具体用于圈定含矿体边界的标志能否定量，也主要取决于地质研究程度。

含矿体一般分两个步骤圈定，首先在平面（或纵投影面）上圈定，然后在断面方向圈定。平面圈定含矿体均按见矿勘查工程内推或外推的原则，结合控矿地质构造条件，用直线或自然曲线连接、圈定。断面圈定一般以控矿地质标志为依据，随各矿床的地质特征及地质研究程度而异。含矿体的边界”可以是矿体边界，也可以按控矿标志超越矿体边界。以往沿用于圈定边界的具体方法如下：

a）含矿边界明显，含矿体厚度不大，矿体直接受控于标志面—包括覆盖层或断裂面，含矿体边界即按标志面圈定；

b）含矿边界不明显，含矿体厚度较大，矿体在含矿部位内跳跃变化，含矿边界分别按以下方法确定，即：

1）以矿体顶、底界以外的结晶辰砂为边界。

2）按统计规律，目光确定见矿概率最大部位，再分别按矿体及辰砂的分布情况圈定边界，即在最大见矿概率部位内，按辰砂的顶、底界为边界；矿体在该部位内，辰砂连续分布至其外，按最大见矿概率部位的顶、底为边界；矿体自该部位连续至其外，以矿体顶或底为边界。

3）有条件确定含矿体边界品位的矿床，按定量指标圈定。

## 附　录　E
## （资料性附录）
## 钨、锡、汞、锑矿床勘查类型确定因素参考

表 E.1　　矿床规模分级参考表

| 矿种 | 参数 | 矿体规模 | | | 备　注 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 大 | 中 | 小 | |
| 钨 | 长<br>m | > 1000 | 1000 ~ 300 | < 300 | |
| | 延深或宽<br>m | > 600 | 600 ~ 200 | < 200 | |

| 矿种 | 参数 | 矿体规模 | | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 大 | 中 | 小 | |
| 锡 | 长 m | > 700 | 700 ~ 300 | < 300 | 若矿体为管条状，则：倾斜长大于 500m，截面积大于 200m² 为大型；倾斜长为 500m ~ 200m，截面积为 200m² ~ 30m² 为中型；倾斜长小于 200m，截面积小于 30m² 为小型 |
| | 延深或宽 m | > 200 | 200 ~ 100 | < 100 | |
| 锑 | 长 m | > 600 | 600 ~ 300 | < 300 | |
| | 延深或宽 m | > 400 | 400 ~ 200 | < 200 | |
| 汞 | 长轴 m | > 600 | 600 ~ 200 | < 200 | 此处规模指的是汞矿的含矿体规模 |
| | 短轴 m | > 100 | 100 ~ 40 | < 40 | |

表 E.2 主要有用组分分布均匀程度分级参考表

| 均匀程度 | 品位变化系数% | | |
|---|---|---|---|
| | 钨 | 锡 | 锑 |
| 均匀 | < 50 | < 60 | < 70 |
| 较均匀 | 50 ~ 130 | 60 ~ 120 | 70 ~ 125 |
| 不均匀 | > 130 | > 120 | > 125 |

表 E.3 矿化连续性分级参考表

| 连续性 | 汞含矿系数 |
|---|---|
| 连续 | ≥0.7 |
| 基本连续 | 0.5 ~ 0.7 |
| 不连续 | ≤0.5 |

表 E.4 厚度稳定程度分级参考表

| 稳定程度 | 厚度变化系数% | | |
|---|---|---|---|
| | 钨 | 锡 | 锑 |
| 稳定 | < 60 | < 50 | < 65 |
| 较稳定 | 60 ~ 80 | 50 ~ 100 | 65 ~ 100 |
| 不稳定 | > 80 | > 100 | > 100 |

表 E.5　　汞矿体内部结构复杂程度分级表

| 级别 | 特征 |
|---|---|
| 简单 | 矿体产状与含矿体一致,矿化富集规律明显 |
| 较复杂 | 矿体产状与含矿体不一致,矿化富集规律明显 |
| 复杂 | 矿体产状与含矿体不一致或矿体产状多变,矿化富集规律不太明显或不明显 |

# 附　录　F
# （资料性附录）
# 钨、锡、汞、锑矿床勘查类型划分实例

表 F.1　　钨、锡、汞、锑矿床勘查类型划分实例

| 矿种 | 勘查类型 | 矿床实例 | 主矿体规模 | | | 矿体形态 | 品位变化系数% | 厚度变化系数% | 构造破坏程度 | 矿化连续性 | 夹石情况 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 长 m | 延深或宽 m | 厚度 m | | | | | | | |
| 钨 | 第Ⅰ类型 | 湖南瑶岗仙矽卡岩型白钨矿床 | 2000 | > 1000 | 一般 20～40 平均 20 | 缓倾斜似层状 | 86 | 较稳定 | | 基本连续 | 偶见 | |
| | | 江西漂塘石英细脉带型钨锡矿床的Ⅰ、Ⅲ矿带 | 880～1230 | 470～560 | 10～20 | 细脉带 | 26～42 | 42～40 | 小 | 基本连续 | 少 | |
| | 第Ⅱ类型 | 江西盘古山石英大脉型钨铋矿床 | 400～800 | 400～800 | 0.3～0.72 | 陡倾斜薄板状至厚板状 | 220～242 | 稳定 | 小 | 基本连续 | | |
| | | 湖南邓阜仙石英大脉型钨铜锡矿床 | 400～1000 | 300～550 | 0.3～0.5 | 陡倾薄板状 | 170～400 | 较稳 | | 基本连续 | | |
| | 第Ⅲ类型 | 江西棕树坑石英大脉型钨锡矿床 | 80～150 | 150～300 | 0.16～0.45 | 陡倾薄板状 | 200 | 40 | 小 | | | |
| | | 湖南沃活溪层状浸染型钨锑金矿床 | 100～300 | 200～1500 | 0.2～3 | 板柱状、透镜状、囊状 | 285 | 70 | 小 | 不连续 | | |
| 锡 | 第Ⅰ类型 | 广西大厂长坡区硫化物硫盐型矿体 92 号 | 700 | 1130 | 5～79 平均 26.53 | 似层状 | 169 | 14 | 无 | 连续 | 很少 | 又如云南个旧松树脚锡石－硫化物矽卡岩型 1－1 号矿体 |
| | | 91 号 | 480 | 1030 | 14.28 | 似层状透镜状 | 142 | 82 | 无 | 连续 | 偶见 | |
| | 第Ⅱ类型 | 广东阳春锡山锡石－石英脉 18 号矿体 | 400 | 200 | 12 | 似层状 | 75～85 | 60～80 | 中等 | | | 又如广西栗木老虎头蚀变花岗岩型矿床；云南个旧马拉格锡石－硫化物型 22 及 4 号矿体；广东长辅锡石－石英型 V2 矿体；广西大厂长坡区硫化物－硫盐型 0 号矿脉等。 |
| | 第Ⅲ类型 | 云南个旧老厂锡矿床 2～4 号矿体 | 266 | 92 | 平均脉幅：5.6 | 层脉组合，形态复杂 | 131 | | | | | 又如，云南个旧卡房 1－2－1 号矿体、广东阳春锡山锡石－石英型 9 号矿体 |

续表

| 矿种 | 勘查类型 | 矿床实例 | 主矿体规模 | | | 矿体形态 | 品位变化系数% | 厚度变化系数% | 构造破坏程度 | 矿化连续性 | 夹石情况 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 长 m | 延深或宽 m | 厚度 m | | | | | | | |
| 锑 | 第Ⅰ类型 | 湖南锡矿山飞水岩锑矿床1号矿体 | 1010 | 753 | 一般 1～5 平均 3 | 似层状 | 65 | 62 | 很小 | 连续 | 少 | 又如甘肃崖湾锑矿6号矿脉、云南木利锑矿1号矿层等 |
| | | 贵州半坡锑矿Ⅰ号矿脉 | 1196 | 430 | 3.74 | 陡倾斜交错脉状 | 124 | 114 | 很小 | 基本连续 | 少 | |
| | | 湖南锡矿山飞水岩锑矿床Ⅱ号矿层的主矿段 | 1600 | 410 | 一般 3～17.8 平均 5.62 | 似层状 | 89 | 88 | 很小 | 较连续 | 较多夹石 | |
| | 第Ⅱ类型 | 湖南板溪锑矿床的蒋家冲2号矿脉 | 900 | 620 | 0.33 | 陡倾交错型薄板状 | 63 | 97 | 小 | 基本连续 | 少 | 如湖南渣滓溪锑矿床9号矿脉 |
| | 第Ⅲ类型 | 安徽花山锑金矿Ⅲ号矿脉 | 240 | 120 | 1.82 | 透镜状 | 120 | 113 | 小 | 不连续 | | 又如江西宝山锑金矿、广西赵家岭锑矿床 |
| 汞 | 第Ⅰ类型 | 贵州务川木油厂汞矿床449号矿体 | 3300 | 246～436 | 3.15 | 似层状 | 49～64 | 41～58 | 小 | 连续 | | |
| | | 贵州万山杉木董汞矿床主含矿体 | 1250 | 40～120 | 5.3 | 似层状 | 含矿系数 0.74 | | 小 | 连续 | | |
| | | 贵州铜仁沙落湾－回龙溪汞矿 | 400～1100 | 40～220 | 数米 | 似层状层带状 | 含矿系数 >0.5 | | | 较连续 | | |
| | 第Ⅱ类型 | 贵州丹寨宏发厂汞矿 | 120～440 | 60～200 | 数米至十余米 | 层带状或透镜状 | | 内部结构较复杂 | | 不连续 | | 又如贵州铜仁路腊汞矿 |
| | 第Ⅲ类型 | 贵州万山冷风洞汞矿床Ⅰ号含矿体 | 360 | 8～30 | 0.5～2.75 | 似似层状、扁豆状、豆荚状 | | | | 不连续 | | |

# 附 录 G
# （资料性附录）
# 钨、锡、汞、锑矿床勘查工程间距

表 G.1 钨、锡、汞、锑矿床勘查工程间距参考表

| 矿种 | 矿床勘查类型 | 勘查工程间距 m 控制的 | | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| | | 沿走向 | 沿倾向 | |
| 钨 | Ⅰ | 坑：100～120<br>钻：100～200 | 坑：100～200<br>钻：80～200 | |

续表

| 矿种 | 矿床勘查类型 | 勘查工程间距 m<br>控制的<br>沿走向 | 沿倾向 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 钨 | Ⅱ | 坑(穿脉):80 ~ 100<br>钻:80 ~ 100 | 坑(沿脉):100<br>坑(穿脉):80 ~ 100<br>钻:60 | |
| | Ⅲ | 坑(沿脉或穿脉加短沿脉):50 ~ 60<br>钻:50 | 坑(沿脉或穿脉加短沿脉):40 ~ 50<br>钻:40 | |
| 锡 | Ⅰ | 80 ~ 120 | 80 ~ 120 | (1)似层状与脉状或管条状与脉状组合而成的矿体,应根据具体情况控制主体部分或分别布置工程<br>(2)管条状矿体的水平截面控制工程应在两个以上,其布置形式可采用平行穿脉或"十"字型穿脉或扇形水平钻控制<br>(3)对于第Ⅱ、第Ⅲ类型的板脉状矿体,一般采用沿脉坑道为主,配合钻空或穿脉中拉短沿脉进行勘查。 |
| | Ⅱ | 60 ~ 80<br>管条状:40 ~ 20 | 40 ~ 60<br>管条状:60 ~ 80 | |
| | Ⅲ | 40 ~ 50<br>管条状:10 ~ 20 | 30 ~ 40<br>管条状:30 ~ 40 | |
| 汞 | Ⅰ | 240 ~ 120 | 80 ~ 40 | (1)汞矿多呈带状分布,含矿体长:短轴之比一般为 5:1 至 10:1,宜用勘探线法布置工程,勘探线的方向应垂直长轴<br>(2)汞矿一般隐伏并具多层性,宜用钻探为主要勘查手段;但由于矿化的特殊复杂性,了解含矿体的内部结构,研究矿化富集规律等又必须用坑探,若地形条件允许,勘探阶段宜适当增加坑探工程量 |
| | Ⅱ | 120 ~ 60 | 40 | |
| | Ⅲ | 120 ~ 60 | 40 ~ 20 | |
| 锑 | Ⅰ | 坑:80 ~ 100<br>钻:80 | 坑:两个中段高<br>钻:60 ~ 120 | (1)缓倾斜矿床,中段高一般为 20 m ~ 35 m,陡倾斜矿床中段高一般为 40 m ~ 60 m<br>(2)对第Ⅲ类型矿床而言,只能"边采边探" |
| | Ⅱ | 60 ~ 80 | 坑:一至两个中段高<br>钻:40 ~ 60 | |
| | Ⅲ | 30 ~ 40 | 坑:一个中段高<br>钻:30 ~ 40 | |

续表

| 矿种 | 矿床勘查类型 | 勘查工程间距 m | | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| | | 控制的 | | |
| | | 沿走向 | 沿倾向 | |

注 1 表中所列为详查工程间距,勘探工程间距原则上加密 1 倍以上;

表中所列工程间距是指工程实际控制矿体的斜距;

当矿体的走向长与倾斜长有显著差别时,表中所列工程间距要作相应调整;

划分勘查类型、选择勘查手段和确定勘查工程间距,要充分考虑各矿床地质特征和矿体的具体地质因素,

必须从实际出发,及时地综合研究,合理地布置勘查工程,不宜机械套用或简单地以工程密度取代地质研究程度。

# 附 录 H
# (资料性附录)
# 钨、锡、汞、锑矿床主要工业类型

表 H.1 钨矿床主要工业类型简表

| 矿床类型 | 地质特征 | 成矿时代 | 矿体形态及规模 | 矿石类型及结构构造 | 主要金属矿物 | 矿石质量 | | 矿床规模 | 类型相对重要性 | 矿床实例 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $WO_3$ 质量分数% | 伴生组分 | | | |
| 矽卡岩钨矿 | 产于花岗岩类岩体与碳酸盐岩或火山-沉积岩系接触带及其附近 | 古生代至生代新代,以中生代为主 | 似层状、透镜状、少量脉状,厚数米至百余米,走向可达 1km ~ 2 km,倾向达 1 km | 白钨矿矿石;块状、角砾状、细脉状、浸染状 | 白钨矿,伴生辉钼矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、锡石及铋矿物 | 0.2 ~ 2.5 | Mo Pb Zn Cu Bi Au Ag Sn | 小、中、大型,有时为特大型 | 重要 | 湖南瑶岗仙、大溶溪 |
| 斑岩钨矿 | 产于花岗岩类(花岗闪长斑岩、石英斑岩、花岗斑岩)岩体上部或顶部内外接触带中,具钾化、绢云母化、泥化、青磐岩化 | 侏罗纪为主,次为白垩纪 | 透镜状、带状,长宽为数百米、厚数十米 | 白钨矿矿石或黑钨矿矿石;网脉状 | 白钨矿或黑钨矿,伴生辉钼矿、锡石、辉铋矿、闪锌矿、黄铁矿、方铅矿、方钴矿 | 0.2 ~ 0.6 | Cu Sn Mo Pb Zn Fe S Bi Au Ag | 小、中、大型 | 次要 | 广东莲花山,江西阳储岭 |

续表

| 矿床类型 | 地质特征 | 成矿时代 | 矿体形态及规模 | 矿石类型及结构构造 | 主要金属矿物 | 矿石质量 | | 矿床规模 | 类型相对重要性 | 矿床实例 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $WO_3$ 质量分数% | 伴生组分 | | | |
| 云英岩钨矿 | 产于花岗岩类岩体上部及顶部硬砂岩、砂岩和页岩层中，花岗岩围岩中常见钾长石化和云英岩化 | 中生代至新生代 | 脉状、镶柱状、网脉矿化体，面积为几万至几十万平方米，深可达千米以上 | 黑钨矿矿石；块状、细脉状、浸染状 | 黑钨矿，伴生白钨矿、辉钼矿、锡石、辉铋矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿 | 0.2～2.0 | Mo Bi Sn | 小、中型 | 次要 | 江西九龙脑，湖南柿竹园 |
| 石英脉钨矿 | 产于花岗岩类岩体上部与围岩的内外接触带裂隙中，花岗岩具钾长石化、云英岩化，泥质岩具角岩化 | 中生代和新生代为主、古生代次之 | 脉状和脉带状，厚几厘米至几米，脉带可达几十米，走向长可达 1 km～2km，倾向达 700m，常有几至几百条平行脉 | 黑钨矿矿石、白钨矿矿石；块状、细脉状，时见角砾状、浸染状 | 黑钨矿，有时为白钨矿，伴生锡石、辉钼矿、黄铁矿、辉铋矿、钽铌矿物、方铅矿、闪锌矿、绿柱石 | 0.2～2.4 | Sn Mo Bi Nb Ta Be | 小、中、大型 | 重要 | 江西西华山、浒坑 |
| 硅质岩钨矿 | 产于沉积及火山－沉积岩的硅质岩中，有工业意义者为变质的类似物 | 古生代 | 层状、似层状、透镜状，矿带长数百至千米，最长 2 600 m，宽百余米至数百米，厚数米至百余米 | 黑钨矿及白钨矿矿石；微细粒浸染状、条带状 | 含钨赤铁矿、钨酸铁矿（微细粒）、白钨矿，伴生菱铁矿、辉钼矿 | 0.2～0.5 | Cu Fe S Mo Au Ag Bi | 小、中、潜在资源为主 | | 江西枫林，广西大明山 |

表 H.2 锡矿床主要工业类型简表

| 矿床类型 | 地质特征 | 成矿时代 | 矿体形态及规模 | 矿石类型及结构构造 | 主要金属矿物 | 矿石质量 | | 矿床规模 | 类型相对重要性 | 矿床实例 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $Sn_3$ 质量分数% | 伴生组分 | | | |
| 矽卡岩锡矿 | 产于花岗岩类岩体与碳酸盐岩石内外接触带,远离岩体出现各种成分似层状、沿层透镜状、脉状矿床 | 中生代为主 | 似层状、透镜状、囊状、脉状,厚数米到数十米、延深数十米到数百米 | 原生锡石矿;浸染状、块状、网脉状 | 锡石,伴生磁黄铁矿、闪锌矿、黄铁矿、毒砂、方铅矿 | 0.3~1.0 | Fe Cu Pb Zn | 小、中、大型、特大型 | 重要 | 云南个旧,广西大厂 |
| 斑岩锡矿 | 产于浅成-超浅成酸性斑岩岩体内接触带,具黄玉绢英岩化、云英岩化、绿泥石化、硅化 | 中生代和新生代为主 | 筒状、复杂形态,平面面积一般小于 1 $km^2$,延深达数百米 | 原生锡石矿;网脉状 | 锡石,伴生黑钨矿、辉钼矿、辉铋矿、黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿 | 0.1~0.6 | W Mo | 中、大型 | 重要 | 广东银岩、西岭 |
| 锡石硅酸盐脉锡矿 | 产于花岗岩类岩体外接触带的硅铝质岩石中,近岩体常以电气石为主,远岩体以绿泥石为主 | 中生代为主,次为古生代 | 脉状、带状矿化体、镶柱状网脉体,矿化深达数百米 | 原生锡石矿;浸染状、带状、角砾状 | 锡石,伴生有铜和锌的硫化物,有时有黑钨矿 | 0.4~3.0 | W Cu Bi In Pb Zn | 小、中、大型、特大型 | 重要 | 云南铁厂 |
| 锡石硫化物脉锡矿 | 产于花岗岩类岩体外接触带的硅铝质岩石中 | 中生代为主,其次为第三纪 | 脉状、带状矿化体、柱状、似层状、透镜状 | 原生锡石矿;浸染状、角砾状 | 锡石为主,伴生磁黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、黄铁矿 | 0.2~2.0 | Cu Zn Pb In W Ag | 小、中、大型 | 次要 | 内蒙古大井 |

续表

| 矿床类型 | 地质特征 | 成矿时代 | 矿体形态及规模 | 矿石类型及结构构造 | 主要金属矿物 | 矿石质量 | | 矿床规模 | 类型相对重要性 | 矿床实例 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $Sn_3$ 质量分数% | 伴生组分 | | | |
| 石英脉及云英岩锡矿 | 产于中深成花岗岩类岩体与硅铝质岩石内外接触带附近，具云英岩化、浅色云母化、电气石化 | 中生代为主 | 脉状、脉带、镶柱状网脉体或呈不规则状，从岩体内 100 m 至上部围岩中 600 m 为矿化区间 | 原生锡石矿；块状、浸染状、少量为角砾状集合体 | 锡石为主，常伴黑钨矿、辉铋矿、铌钽铁矿、辉钼矿、绿柱石、锂云母 | 0.3～0.8 | W Bi Ta Nb Sc Be Li | 小、中、大型 | 次要 | 广西栗木 |
| 花岗岩风化壳锡矿 | 产于含锡石的花岗岩或具锡石蚀变（钠长石化、云英岩化、硅化、电气石化等）带的花岗岩的顶部风化壳中 | 中生代、新生代 | 层状、似层状、透镜状、带状，长宽一般数百米直至千米以上，厚数米至数十米直至百米以上 | 风化壳锡石矿；土状、半松散状 | 锡石，伴生黑钨矿、白钨矿、铌钽铁矿、磷钇矿、钛铁矿、金红石 | 锡石含量为 0.15 kg/m³ ～ 0.4 kg/m³ | W Nb Ta TR Ti | 小、中、大型 | 重要 | 云南云龙 |

表 H.3　　汞矿床主要工业类型简表

| 矿床类型 | 地质特征 | 成矿时代 | 矿体形态及规模 | 矿石类型及结构构造 | 主要金属矿物 | 矿石质量 | | 矿床规模 | 类型相对重要性 | 矿床实例 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $Hg_3$ 质量分数% | 伴生组分 | | | |
| 层状汞矿 | 常产于背斜构造内的碳酸盐岩层中，常见断层破碎带和层间破碎带 | 新生代、中生代 | 层状、透镜状，厚数米至十几米，长宽达数百米，偶可达数千米 | 汞硫化物矿或锑汞硫化矿；浸染状、细脉浸染状 | 辰砂、辉锑矿，伴生锑黑辰砂、碲汞矿，时有自然汞，其他有黄铁矿、白铁矿、毒砂及铜、铅、锌硫化物 | 1.5～2.0 | Sb Cu Te Pb Zn | 中、大型、特大型 | 重要 | 贵州万山、务川 |

| 矿床类型 | 地质特征 | 成矿时代 | 矿体形态及规模 | 矿石类型及结构构造 | 主要金属矿物 | 矿石质量 | | 矿床规模 | 类型相对重要性 | 矿床实例 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $Hg_3$ 质量分数% | 伴生组分 | | | |
| 脉状汞矿 | 产生各种岩石的断裂中,具滑石菱镁片岩化,少数碳酸盐化和泥化 | 中生代、新生代 | 脉状,长几米至三百米,偶达五百米,宽几米,偶达几十米,延深几十至二百米,偶可达七百米 | 汞硫化物矿;浸染状,细脉浸染状 | 辰砂、伴生少量辉锑矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、辉铋矿、雄黄、黄铁矿 | 0.1~1.0 | Sb Cu Pb Zn Bi As | 小、中型至大型 | 次要 | 贵州大园、肖家冲 |

表 H.4 锑矿床主要工业类型简表

| 矿床类型 | 地质特征 | 成矿时代 | 矿体形态及规模 | 矿石类型及结构构造 | 主要金属矿物 | 矿石质量 | | 矿床规模 | 类型相对重要性 | 矿床实例 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $Sb_3$ 质量分数% | 伴生组分 | | | |
| 层状锑矿 | 产于碳酸盐岩地层中,位于大断裂附近 | 中生代 | 似层状为主,次为扁豆状、透镜状;沿层产出,长数百米至千余米,厚几十厘米至数米,延深百米 | 辉锑矿及其氧化物;块状、角砾状、浸染状 | 辉锑矿,伴生少量黄铁矿,微量磁黄铁矿、闪锌矿、毒砂等 | 2~6 | Hg As | 中、大、特大型 | 重要 | 湖南锡矿山,云南木利,湖北徐家山 |
| 脉状锑矿 | 产生浅变质板岩、石英砂岩、火山、碎屑岩、碳酸盐岩中的层间破碎带、断裂破碎带中 | 中生代为主,次为古生代、新生代 | 脉状(大脉状、细脉带状、不规则脉状);交错脉和顺层脉长几十米至几百米,个别达千余米,宽几米,延深数百米 | 辉锑矿及其氧化物、锑汞、锑钨金硫化物;块状、角砾状、浸染状、条带状及细脉带状 | 辉锑矿及其氧化物,伴生白钨矿、黑钨矿、毒砂、黄铁矿、闪锌矿、黝铜矿等 | 2~5 | W Au As Hg Pb | 小、中大型 | 次要 | 广西大厂,贵州半坡,湖南沃溪 |

# 附 录 I
# (资料性附录)
# 钨、锡、汞、锑矿床一般参考工业指标

## I.1 钨矿床一般参考工业指标及伴生组分评价指标

钨矿床一般参考工业指示及伴生组分评价指标见表 I.1 和表 I.2。

表 I.1　　钨矿床一般工业指标参考表

| 项目 | 要求 | 备注 |
|---|---|---|
| 边界品位($WO_3$ 质量分数) | 0.064% ~ 0.1% | 坑采厚度 < 0.8m 时应考虑米百分值计算 |
| 最低工业品位($WO_3$ 质量分数) | 0.12% ~ 0.20% | |
| 可采厚度 | ≥1m ~ 2m | |
| 夹石剔除厚度 | ≥2m ~ 5m | |

表 I.2　　钨矿床伴生有用组分综合评价参考表

| 组分 | $w$(Cu)<br>% | $w$(Pb)<br>% | $w$(Zn)<br>% | $w$(Sn)<br>% | $w$(Mo)<br>% | $w$(Bi)<br>% | $w$(Sb)<br>% | $w$(Co)<br>% | $w$(BeO)<br>% | $w$($Li_2O$)<br>% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 含量 | 0.05 | 0.2 | 0.5 | 0.03 | 0.01 | 0.03 | 0.5 | 0.01 | 0.03 | 0.3 |
| 组分 | $w$($Ta_2O_5$)<br>% | $w$($Nb_2O_5$)<br>% | $w$($Tr_2O_3$)<br>% | $w$(Ga)<br>% | $w$(Ge)<br>% | $w$(Cd)<br>% | $w$(In)<br>% | $w$(S)<br>% | $w$(Au)<br>g/t | $w$(Ag)<br>g/t |
| 含量 | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 4 | 0.1 | 1 |

## I.2　锡矿床一般参考工业指标及伴生组分评价指标

锡矿床一般参考工业指标及伴生组分评价指标见表 I.3 和表 I.4。

表 I.3　　锡矿床一般工业指标参考表

| 项目 | 要求 | 备注 |
|---|---|---|
| 边界品位(Sn 质量分数) | 0.1% ~ 0.2% | 坑采厚度 < 0.8m 时应考虑米百分值计算 |
| 最低工业品位(Sn 质量分数) | 0.2% ~ 0.4% | |
| 可采厚度 | ≥(0.8m ~ 1m) | |
| 夹石剔除厚度 | ≥2m | |
| 注 1 本参考指标是以全锡计算,适用于以锡石为主的矿床。当矿床中胶态锡、硫化锡所占比例 > 10%时,要提高指标。<br>注 2 以胶态锡、硫化锡为主的矿石,要按采、选、冶技术经济条件另行制定指标。 | | |

表 I.4　　锡矿床伴生有用组分综合评价参考表

| 组分 | Cu | Pb | Zn | Bi | W | Mn | Fe | S |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 质量分数<br>% | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 0.01 | 0.02 | 4 | 20 | 10 |

## I.3　汞矿床一般参考工业指标

汞矿床一般参考工业指标见表 I.5。

表 I.5 汞矿床一般工业指标参考表

| 项目 | 要求 |
|---|---|
| 边界品位(Hg 质量分数) | 0.04% |
| 最低工业品位(Hg 质量分数) | 0.08% ~ 0.10% |
| 可采厚度 | ≥0.8m ~ 1.2m |
| 夹石剔除厚度 | ≥2m ~ 4m |

注 1:由于汞矿勘查时只能圈出含矿体,上述指标则用于勘查工程中圈定见矿厚度,并据以计算含矿系数及矿体平均品位。

注 2:评价含矿体时,按含矿系数与品位乘积提出指标要求,即含矿系数 × 矿体平均品位≥0.04%。

注 3:指标中品位下限用于规模较大,开采建设条件较好的汞矿床。

注 4:厚度下限用于陡倾斜矿床,反之则用上限。

注 5:厚度 < 0.8m,用米百分值(厚度 × 品位)确定指标。

注 6:矿床的平均品位应大于 0.12% ~ 0.15%,才宜进一步工作。

## I.4 锑矿床一般参考工业指标及伴生组分评价指标

锑矿床一般参考工业指标及伴生组分评价指标见表 I.6 和表 I.7。

表 I.6 锑矿床一般工业指标参考表

| 项目 | 要求 |
|---|---|
| 边界品位(Sb 质量分数) | 0.5% ~ 0.7% |
| 最低工业品位(Sb 质量分数) | 1.0% ~ 1.5% |
| 可采厚度 | ≥0.8m ~ 1m |
| 夹石剔除厚度 | ≥2m |

注:< 0.8m 时,按工业米百分值计算。

表 I.7 锑矿床伴生有用组分综合评价参考表

| 组分 | 质量分数 | 组分 | 质量分数 |
|---|---|---|---|
| As | 0.2% | Se | 0.001% |
| Au | $0.1 \times 10^{-6}$ | Co | 0.01% |
| Ag | $2 \times 10^{-6}$ | Ni | 0.1% |
| $WO_3$ | 0.05% | $CaF_2$ | 5% |
| Hg | 0.005% | $BaSO_4$ | 8% |
| Bi | 0.05% | | |

# 铝土矿、冶镁菱镁矿地质勘查规范

DZ/T 0202—2002

## 目　　次

前言
1　范围
2　规范性引用文件
3　勘查的目的任务
4　勘查研究程度
4.1　地质研究
4.2　矿石质量研究
4.3　矿石加工技术条件研究
4.4　矿床开采技术条件研究
4.5　综合勘查、综合评价
5　勘查控制程度
5.1　勘查类型的确定
5.2　勘查工程间距
5.3　矿床控制程度的确定
6　勘查工作及质量要求
6.1　地形及工程测量
6.2　地质填图
6.3　水文地质、工程地质、环境地质工作
6.4　探矿工程
6.5　化学样品的采集、加工、化验分析
6.6　矿石加工技术性能试验样品的采集与分析、试验
6.7　岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验
6.8　原始地质编录、资料综合整理和报告编写
6.9　计算机技术及其他新技术的应用
7　可行性评价工作
7.1　概略研究
7.2　预可行性研究
7.3　可行性研究
8　资源/储量分类及类型条件
8.1　资源/储量分类

8.2 资源/储量类型条件
9 资源/储量估算
9.1 资源/储量估算的工业指标
9.2 资源/储量估算的方法和一般原则
9.3 资源/储量估算参数的确定
9.4 资源/储量分类结果表
附录 A（规范性附录）固体矿产资源/储量分类
附录 B（规范性附录）铝土矿石品级标准
附录 C（资料性附录）铝土矿、菱镁矿矿床类型
C.1 铝土矿矿床类型
C.2 菱镁矿矿床类型
附录 D（资料性附录）铝土矿、菱镁矿矿石类型
D.1 铝土矿矿石类型
D.2 菱镁矿矿石类型
附录 E（资料性附录）铝土矿、菱镁矿矿体厚度稳定程度划分标准及类型系数
附录 F（资料性附录）铝土矿、菱镁矿矿体规模划分标准及类型系数
附录 G（资料性附录）铝土矿、菱镁矿矿床勘查类型工程间距参考
附录 H（资料性附录）铝土矿床一般工业指标
附录 I（资料性附录）堆积型与红土型铝土矿参考工业指标
附录 J（资料性附录）冶镁菱镁矿主要参考工业指标
附录 K（资料性附录）工业加工技术及应用对铝土矿、冶镁菱镁矿矿石的质量要求
K.1 工业加工技术对铝土矿石的质量要求
K.2 工业应用对菱镁矿矿石的质量要求
附录 L（资料性附录）铝土矿用作电熔刚玉和高铝水泥原料时的质量要求——企业标准

## 1 范 围

本标准规定了我国铝土矿、冶镁菱镁矿地质勘查工作舶内容及要求，包括勘查的目的任务、勘查研究程度、勘查控制程度、勘查工作质量要求、可行性研究工作、资源/储量分类及类型条件、矿产资源/储量估算等。

本标准适用于铝土矿、冶镁菱镁矿各勘查阶段的工作部署，可作为验收、评审铝土矿、冶镁菱镁矿资源/储量及地质勘查报告的总体要求，还可作为铝土矿、冶镁菱镁矿矿业权转让、矿产勘查开发筹资、融资、股票上市等活动中评价、计算矿产资源/储量的依据。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引

用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 13908—2002　固体矿产地质勘查规范总则

GB/T 17766—1999　固体矿产资源/储量分类

## 3　勘查的目的任务

3.1　铝土矿、冶镁菱镁矿勘查的最终目的是为矿产资源规划、矿山建设设计提供矿产资源/储量和开采技术条件等必要的地质资料，以减少矿山企业的生产经营风险，并尽可能获得最大的社会经济效益。

3.2　铝土矿、冶镁菱镁矿勘查工作分为预查、普查、详查、勘探四个阶段。

3.2.1　预查是通过对成矿远景区资料的综合研究、类比及初步野外地质观测，极少量的槽、井探工程验证，初步了解预查区内矿产资源远景，提出可供普查的矿化潜力较大地区。

3.2.2　普查是对矿化潜力较大地区，采用中—大比例尺地质填图和数量有限的槽、井探及钻探工程进行勘查，相应进行可行性评价的概略研究，对普查区的含矿性做出初步评价，估算资源量，提出是否有进一步详查的价值。若有详查价值，则应圈出详查区范围。

3.2.3　详查是使用大比例尺地质填图和系统的槽、井、钻（坑）探工程等有效方法手段，对详查区进行较详细的勘查，并通过预可行性研究，估算矿产资源/储量，做出是否具有工业价值的评价，圈出勘探区范围，为进行勘探工作和制定矿业开发规划、项目建议书提供依据。

3.2.4　勘探是对具有工业价值并拟近期开采利用的矿床通过加密各种采样工程，进行详细勘查、研究，为可行性研究或矿山建设在确定生产规模、开采方式、开拓方案、矿石加工选冶工艺、矿山总体布置、产品方案等方面提供依据。

## 4　勘查研究程度

4.1　地质研究

4.1.1　预查阶段

全面收集区域地质矿产资料，概略了解区域地质构造的基本轮廓和有关矿产信息，对预查区的成矿地质条件进行类比分析。对不同类型的矿床，应有所侧重。对沉积型铝土矿应侧重区域地层、构造、含矿系的层位、岩性、岩相古地理等；对堆积型铝土矿还应初步了解区域的第四纪地质及地貌特征；对镁质碳酸盐岩层中的菱镁矿床应侧重调查地层、构造、岩石、变质作用等；对与超基性岩有关的菱镁矿床则应重点了解超基性岩的特征、蚀变特征和风化壳的发育程度等。

对预查中发现的矿层、矿化体露头应开展剖面性地质工作，布置极少量槽、井探工程加以揭露和追索，采集代表性样品以初步了解矿层的分布范围、面积大小、矿体厚度、产状、矿石成分、品位、结构构造和自然类型，提出能否转入普查阶段的依据，对预查区的找矿远景做出初步预测。对能圈出预测矿产资源范围、有估算资源量的必要参数（长、宽、厚）的地段，采用实测或类比的体重值，估算预测的资源量（334）?。

4.1.2 普查阶段

在预查工作或研究已往资料的基础上，对可供普查的矿化潜力较大的地区，通过中—大比例尺的地质填图，大致查明其成矿地质条件和铝土矿、菱镁矿点的分布规律及成矿远景；对矿层（体）的露头及浅部运用少量槽、井探工程加以追索和控制，对其深部关键部位用稀疏钻（坑）探工程进行探查，从而大致控制矿层（体）的总体产状、形态、长度、厚度、可能的延深和空间位置；大致查明成矿控制因素；对沉积型铝土矿侧重含矿岩系的岩相古地理特征对成矿的控制作用，对堆积型铝土矿还应侧重第四纪岩溶发育程度和地貌对铝土矿的控制作用；大致查明对矿体起破坏作用的断裂破碎带的性质、产状和分布范围。查明是否有进一步工作价值的矿床或矿层，为详查工作提供依据。

4.1.3 详查阶段

对区域成矿地质条件和矿产分布规律应有较全面的了解；基本查明矿区地层层序、含矿岩系的层位、岩性、厚度、标志层、岩相古地理特征、变化规律及其对矿床的控制作用；基本查明与矿床有关的岩浆岩类型、岩性、产状、形态、规模、相带、时代、岩石地球化学特征、风化壳的类型、分带及其对矿床的控制作用；基本查明对形成红土型和堆积型铝土矿床有重要作用的第四纪地质与地貌特征；对成矿的控制因素、矿床分布和富集规律有了基本认识。

应基本查明矿体（层）的数量、连接对比条件、分布范围、产状、厚度、规模、形态特征、品位及其变化特征；基本确定矿体连续性；基本查明矿体中的夹石、无矿天窗及顶底板围岩的岩性、厚度和分布情况，为是否进一步勘探提供依据。

4.1.4 勘探阶段

4.1.4.1 区域地质：在系统收集区域地质矿产调查及勘查成果资料的基础上，结合勘查区各勘查阶段所获得的新资料，通过综合研究，阐明区域成矿地质条件、主要控矿因素，对铝土矿和菱镁矿及其主要共、伴生矿床的区域成矿远景做出评价，并指出今后的找矿方向。

4.1.4.2 矿区地质：查明矿区地层、构造、岩性，详细划分含矿岩系的层序，研究其岩性特征及相变规律；查明铝土矿含矿系底盘古风化侵蚀面的形态特征及其对成矿的控制作用。对菱镁矿还须详细研究与成矿有关的侵入岩种类、规模、产状、形态、岩相变化、风化壳的发育程度及其与成矿的关系。研究主要构造的性质、规模、形态、产状及分布规律，查明构造对成矿的控制作用及成矿后破坏影响程度。研究与成矿有关的变质作用，查明其与成矿的关系。

4.1.4.3 矿体地质：通过系统的加密探矿工程及相应地质工作，查明勘探区内矿体的数量、赋存部位、分布范围、顶底板岩性；查明主要矿体的规模、形态、产状、内部结构、厚度、品位及其变化规律，确定矿体界线的起伏变化规律。

4.2 矿石质量研究

4.2.1 预查阶段

对预查中发现的矿体应采集代表性样品，大致了解矿石品位、矿物成分、化学成分、结构构造、矿石自然类型及共伴生有益组分。

4.2.2　普查阶段

大致查明矿石的矿物成分、化学成分、矿石品位及其空间变化特征，矿石结构构造特征和矿石自然类型，矿石中有用组分、共生或伴生有益组分及其利用的可能性。初步评价矿石的工业利用价值。

4.2.3　详查阶段

通过系统的探矿工程样品，基本查明矿石的矿物种类、含量、共生组合及矿石结构构造特征，矿石的化学成分、有益有害组分的种类、含量、赋存状态和分布特征，划分矿石的自然类型和工业类型。为矿山建设项目建议书和预可行性研究提供相应的依据。

4.2.4　勘探阶段

详细查明矿石矿物组分和化学成分，并划分矿石自然类型、工业类型和品级。查明矿石矿物组分的种类、含量、粒度、嵌布特征及其共生关系；研究伴生有用、有害组分的种类、含量及其赋存状态和分布规律。

在研究矿石化学成分时，对铝土矿要求查明 $A1_2O_3$、$SiO_2$、$Fe_2O_3$、$TiO_2$、烧失量等的含量、赋存状态及其变化规律，并计算其铝硅比值；当矿石中伴生有黄铁矿、白铁矿时，应研究硫的含量及其变化情况；对用做电熔刚玉、高铝粘土及高铝水泥的铝土矿石还应查明 CaO、MgO、$K_2O$、$Na_2O$、$CO_2$ 等成分的含量和变化情况。对菱镁矿则要求查明 MgO、CaO、$SiO_2$、$A1_2O_3$ 和 $Fe_2O_3$（或 FeO）等成分的含量、赋存状态和变化规律。

对矿床的近矿围岩和夹层、脉岩应采取适当数量的样品了解其矿物成分和化学成分，以便考虑开采贫化或为综合利用提供资料。

4.3　矿石加工技术条件研究

4.3.1　预查阶段

对矿石加工技术条件研究不做具体要求。

4.3.2　普查阶段

对发现的矿体，应与邻区、同类型矿山进行类比研究，通过矿石的物质组成、结构构造，有用、有害组分的对比分析，对矿石加工选冶的可能性做出概略评述。

4.3.3　详查阶段

应通过实验室加工技术性能试验，对矿石工业利用性能做出评价。对铝土矿，应进行初步可溶性试验，以基本查明矿石中 $A1_2O_3$ 的可溶性及赤泥沉降性能，若老矿区外围已有类似矿石的生产技术工艺资料并可进行对比时，则可少做或不做。对菱镁矿，应进行可选性试验，对新类型或组分复杂的矿床还应进一步做实验室流程试验。

4.3.4　勘探阶段

对铝土矿进行详细可溶性试验，以查明各种矿石类型和品级在拜尔法、烧结法、联合法、选矿拜尔法等氧化铝生产中的技术条件。

对菱镁矿应进行实验室流程试验，对新类型或组分复杂的矿床，必要时进行实验室扩大连续性试验。

4.4　矿床开采技术条件研究

4.4.1　预查阶段

收集有关资料，初步了解区域水文地质、工程地质和环境地质条件。

4.4.2 普查阶段

顺便了解、收集区域和普查区内的水文地质、工程地质、环境地质资料，为详查工作提供设计依据。根据与同类型矿山开采资料的对比，对矿床开采技术条件做出概略评价。对拟选的详查区，应适当进行水文地质工作，了解主要含水层和隔水层的岩性、分布、厚度和地下水的埋深、水质水量等水文地质条件，初步了解矿体顶、底板围岩和矿石的稳定性，了解环境地质情况，为能否进一步开展勘查工作提供依据。

4.4.3 详查阶段

基本查明矿区含（隔）水层、构造破碎带、风化带、岩溶带的水文地质特征、发育程度和分布规律；基本查明地表水体分布范围、水位、流速、流量、水质、水深、水量、历年最高洪水位及淹没范围；基本查明地下水的补、径、排条件及地表水和含水层间的水力联系；基本查明矿床主要充水因素及其水文地质条件的复杂程度，必要时初步预测矿坑涌水量，评价其对矿床开发的影响程度；调查可供利用的供水水源的水量、水质和利用条件，指出供水方向。

依据矿层、围岩类型及矿石特征，初步划分矿区工程地质岩组，测定主要岩、矿石力学性质；基本查明构造发育程度和岩体风化、蚀变程度及深度，基本查明软岩和软弱夹层分布规律及其工程地质特征。研究开采影响范围内的岩、矿石稳固性和露采边坡的稳定性。初步划分矿床工程地质类型、确定工程地质条件的复杂程度。

基本查明矿区岩、矿石、地下水中对人体有害的元素、放射性、有害气体的成分、含量状况；搜集地震、泥石流、滑坡等自然灾害的有关资料，预测矿山开采时可能产生的环境地质问题。

综合矿区水、工、环地质条件，划分矿床开采技术条件类型，为矿山建设项目建议书提供依据。

4.4.4 勘探阶段

4.4.4.1 水文地质：搜集评价矿区水文地质条件所需的水文、气象资料；在调查研究区域水文地质条件的基础上，查明矿区地下水的补给、径流和排泄条件；查明含水层的岩性、厚度、产状、分布、埋藏条件、裂隙或岩溶发育程度、渗透系数、水头高度、水质、水温、水量、动态变化，各含水层的水力联系，隔水层的岩性、厚度、产状、分布、稳定性和隔水性；查明矿区地表水体的分布、与地下水的水力联系和对矿床开采的影响；查明矿坑的充水因素、进水方式及途径；划分矿床水文地质类型和确定水文地质条件复杂程度；建立水文地质模型，结合矿床可能的开拓方案计算首采区第一开采水平的涌水量，预测下一开采水平或最低开采水平的涌水量；对矿床疏干、排水、矿山供水问题进行评价，指出供水水源方向。

4.4.4.2 工程地质：在研究矿区地层、岩性及地质构造的基础上，划分岩（土）体工程地质岩组，查明对矿床开采不利的工程地质岩组的性质、产状和分布；测定矿石和近矿围岩的体积质量（体重）、块度、湿度、松散系数、安息角、抗压和抗剪强度、硬度系数、含矿率、含泥率等，评价其稳定性，远离矿体顶、底板 10 m ~ 30 m 范围的围岩只做大致研究；查明各类结构面（断层、裂隙、节理、软弱夹层等）的发育程度、分散和组合特征；调查岩石强风化带发育深度及分布。位于老矿山或已勘查矿区

附近的地质构造条件类似的矿床，应充分利用和研究已有矿山开采技术条件方面的资料，少做或不做物理力学性质的测试。结合矿山工程建设的需要，对露天采场边坡的稳定性做出初步评价，预测矿山开采时可能发生的主要工程地质问题。

4.4.4.3　环境地质：收集矿区及邻近地区有关地震活动历史情况和新构造活动特征等资料，参考全国地震烈度分区，对矿区的稳定性做出评述。调查矿区内自然灾害地质现象和地表及地下水的质量、矿石放射性活度及其他有害物质的含量，结合水文、工程地质条件，对矿床开采前的地质环境质量做出评价。对矿床开采中和开采后可能造成的地质环境的破坏程度进行预测，提出防治意见。

根据水文地质、工程地质和环境地质条件，划分矿床开采技术条件类型，并做出总体评价，为矿山建设设计提供依据。

4.5　综合勘查、综合评价

为了最大限度的综合开发、利用矿产资源，在勘查铝土矿、菱镁矿的同时，对于达到一般工业指标要求，又具有一定规模的共、伴生矿产，如沉积铝土矿床中的耐火粘土、熔剂灰岩、硫铁矿、铁矾土、煤层、伴生镓、锂等，红土型铝土矿中的钴土矿等，菱镁矿床中的白云岩、滑石、石棉、透闪石等，超基性岩型菱镁矿床中的镍、钴、铬、蛇纹岩和铂族元素等，应进行综合勘查和综合评价。

4.5.1　预查阶段

在收集区域地质矿产资料过程中，应初步了解与铝土矿、菱镁矿有关的矿产信息。对预查阶段发现的矿层、矿化体要大致了解其共、伴生矿产的种类。

4.5.2　普查阶段

对发现的可能具有工业价值且具有一定规模的共、伴生矿产应了解其种类、质量、赋存部位、大致规模。

4.5.3　详查阶段

主要利用勘查主矿产的探矿工程，基本查明有工业利用价值的共生矿产和伴生有用组分的种类、分布、矿体规模、物质组分、赋存状态、共伴生关系并进行资源/储量估算和综合评价。

4.5.4　勘探阶段

对共、伴生矿产，除详查阶段的要求外，还应研究其分布规律、富集规律，并按有关矿种勘查规范和伴生有用组分综合利用的规定，估算其资源/储量，并做出综合评价。

## 5　勘查控制程度

5.1　勘查类型的确定

5.1.1　划分矿床勘查类型的目的

综合运用以往地质勘查经验，针对不同矿床勘查的难易程度，正确选择勘查方法和手段，合理确定勘查工程间距，有效地控制和圈定矿体，估算各类资源/储量。

5.1.2　影响矿床勘查类型的主要地质因素和类型系数

铝土矿、菱镁矿的勘查难易程度主要取决于矿体规模大小、矿体形态复杂程度、矿体厚度稳定程度、矿体内部结构复杂程度及构造影响程度等五个主要地质因素。品位的

变化对铝土矿、菱镁矿矿体的勘探控制和研究影响不大，只要上述诸因素予以查明，品位问题也即相应地得到解决，故不属于主要地质因素。为了量化这些因素对矿床勘查类型划分的影响，特提出类型系数的概念：即对上述五个主要地质因素，根据其规模大小、复杂程度或影响大小分别赋予一定的对应值，即类型系数；根据每个矿床的五个地质因素类型系数之和即可确定属何种勘查类型。

在影响勘查类型的五个地质因素中，一般来说，矿体的厚度稳定程度比较重要，故所赋予的类型系数值要大些，即权值占 30%；构造因素的影响程度相应要小些，其权值占 10%；其余三个因素的权值各为 20%。但对个别特殊地区的矿床，如黔中地区受构造影响较大的铝土矿床，则可在说明地质依据后，适当调整有关因素的权值。

5.1.2.1 矿体按规模分为大、中、小三类，其具体划分标准和类型系数见附录 F。

5.1.2.2 矿体形态按复杂程度分为三类，其判别标准和类型系数如下：

a）简单：矿体形态为层状、似层状，矿体连续，矿体平面形态较规则，矿体边界有弯曲但不大，类型系数为 0.6；

b）中等：矿体形态为透镜状、扁豆状，矿体连续或稍有间断；矿体平面形态边界弯曲，无矿区成港湾状伸入矿体内部，但深度不超过矿体长度的三分之一，类型系数为 0.4；

c）复杂：矿体形态为小透镜体或漏斗状、不规则状，矿体连续性差，矿体平面形态边界极弯曲，沿一边或两边分叉成树枝状、不规则状，类型系数为 0.2。

5.1.2.3 矿体厚度按稳定程度，分为稳定、较稳定、不稳定三类，其量化判别标志和类型系数见附录 E。

5.1.2.4 矿体内部结构复杂程度，根据矿体有无夹层及无矿天窗分成三类，其判别标准和类型系数如下：

a）简单：矿体内部无夹层或极少夹层，平面上局部偶见有无矿天窗出现，面含矿系数大于 0.9，类型系数为 0.6；

b）中等：矿体内局部有夹层，平面上有少数无矿天窗出现，面含矿系数为 0.8～0.9，类型系数为 0.4；

c）复杂：矿体内普遍有夹层或多层矿、平面上无矿天窗和表外矿频繁出现，面含矿系数小于 0.8，矿体连续性差，类型系数为 0.2。

5.1.2.5 构造影响程度，根据褶皱、断裂构造对矿体产状及形态的影响大小分成三类，其判别标准和类型系数如下：

a）影响小：矿体呈单斜产出，倾角平缓，基本无断层破坏及褶皱影响，类型系数为 0.3；

b）影响中等：矿体产状略呈波状起伏，倾角中等，内部有断层或小岩脉穿插，影响不严重，类型系数为 0.2；

c）影响大：矿体呈不规则褶曲，倾角陡；断层发育，将矿体切割成断块状，使矿体遭受严重破坏，类

型系数为 0.1。

5.1.3 矿床勘查类型划分

根据上述五个地质因素类型系数之和确定，划分为三种勘查类型（表 1）。

必须注意，在划分铝土矿和菱镁矿矿床勘查类型时，对每一个具体矿床的地质特征需要有一个认识过程，要从实际出发，合理判定影响勘查难易程度的主要地质因素；其次，要遵循以主矿体为主的原则，有的矿床由多个矿体组成，勘查类型划分应以一个或几个主矿体为主。对于大型矿床也可依据不同地段勘查的难易程度，分段确定勘查类型。

表 1　　矿床勘查类型及矿床实例一览表

| 勘查类型 | 复杂程度 | 类型系数和 | 矿床特征 | 矿床实例 |
|---|---|---|---|---|
| Ⅰ | 简单 | 3.0～2.5 | 规模一般为大型，个别中型 | 铝土矿：山西克俄、贵州猫场、河南贾沟<br>菱镁矿 辽宁海城 |
| | | | 形态简单的层状、似层状矿体 | |
| | | | 厚度较稳定，一般变化系数 < 40% | |
| | | | 内部结构简单，无夹层或无矿天窗 | |
| | | | 构造简单 | |
| Ⅱ | 中等 | 2.4～1.9 | 规模一般以中型为主，个别大型 | 铝上矿：山西白家庄、贵州九架炉、河南支建<br>菱镁矿：辽宁小圣水寺、辽宁青山怀 |
| | | | 形态较简单的大透镜状矿体 | |
| | | | 厚度变化较大，一般变化系数 40%～80% | |
| | | | 内部结构较简单，有少量无矿天窗 | |
| | | | 构造较简单或虽有破坏，但影响不大 | |
| Ⅲ | 复杂 | 1.8～1.0 | 规模通常为中型以下或小矿体 | 铝土矿：河南张窑院 2 号矿体、贵州燕垅老虎石、山东北焦宋<br>菱镁矿 四川桂贤 |
| | | | 形态多为复杂的小透镜体或漏斗，状矿体 | |
| | | | 厚度变化大，变化系数一般 > 80% | |
| | | | 内部结构复杂，多夹层和无矿天窗 | |
| | | | 构造破坏、影响一般较大 | |

## 5.2　勘查工程间距

### 5.2.1　勘查工程的布置

常以一定几何形态的网格来控制矿体。根据矿体沿走向、倾向的变化规律性，勘探网可选用正方形、矩形、菱形等，并以不同的工程密度估算相应类型的矿产资源/储量。

勘查工程的布置应该由浅而深、先稀后密，在不断研究矿床地质特征的基础上，从实际出发，灵活掌握。

5.2.1.1　预查阶段的勘查工程，一般布置在矿体（层）的露头上或浅埋区，仅以极少量的取样工程进行揭露，以便对预查区的找矿潜力进行评价，并圈定可供普查的区域。

5.2.1.2　普查阶段通常布置稀疏的取样工程，以初步查明是否有具进一步工作价值的

矿体。对已发现的矿体（点）进行大致控制，掌握其实测和推测的规模、长度、厚度及可能的延伸，首先是地表或浅部的延展情况。

5.2.1.3 详查阶段勘查工程布置是在普查工作的基础上，初步查明矿体分布之后，布置系统工程进行控制。工程间距视不同勘查类型而定。该工程间距是进行高级别勘查的基本网度，也是估算控制的矿产资源/储量的工程密度。

5.2.1.4 勘探阶段工程的布置，是在详查阶段后对所圈定控制的资源/储量基础上，根据需要进一步加密勘查工程，其工程间距为估算探明的矿产资源/储量的工程密度。根据开采设计需要，矿区的不同地段可以有不同的工程间距。

5.2.2 勘查工程间距的确定

5.2.2.1 确定因素：与不同的矿床勘查类型有关，亦即与矿体本身的主要地质因素有关（规模、形态、内部结构、厚度变化及构造影响等），类型越简单，则工程间距越大，反之亦然。

5.2.2.2 确定原则：以矿区内的主要矿体为主，注意从实际出发，灵活掌握，一般情况下，地表工程的间距应比深部工程加密一倍。

5.2.2.3 确定方法：对于勘探工程数量较多的矿床，可运用地质统计学或其他数理方法确定最佳工程间距；对于一般的中、小型矿床，有类比条件时运用传统的类比法确定最佳工程间距；对于大型矿床，应进行不同勘查工程间距验证，试验确定最佳的工程间距。

5.2.2.4 不同类型铝土矿和菱镁矿矿床的勘查工程间距要求见附录 G。

5.2.3 勘查方法和手段的选择

根据实际情况而定，一般地表用槽探或浅井工程揭露，深部以岩心钻探为主，地形陡峻处可用坑探揭露。

5.3 矿床控制程度的确定

5.3.1 矿床控制程度的确定原则

是以最小的投入，获取最大的效益。矿床勘查控制程度与所投入的工程数量、密度紧密相关，但并非工程越多、越密越好，应从需要、可能、效益等多方面综合权衡来考虑，确定不同勘查阶段的控制程度，矿床勘查的垂直深度一般不超过 200 m ~ 300 m。

5.3.2 预查阶段

对发现的矿体，可根据极少量取样工程所揭露的地质资料，估算预测的矿产资源量（334）?，并能为区域远景提供宏观决策的依据。

5.3.3 普查阶段

除初步查明矿体地质特征外，由稀疏的取样工程数据，并根据地质成矿规律等估算推断的矿产资源量（333）和预测的资源量（334）?，为矿山远景规划提供资源依据。

5.3.4 详查阶段

应基本查明矿床（体）的地质特征，做出是否具有工业价值的评价。如果具有工业价值，应圈出勘探地段的范围并根据系统采样工程估算控制的矿产资源/储量。

5.3.5 勘探阶段

除矿床地质研究要达到勘探阶段的要求外，由经加密后的工程圈定的首采区内估算

的探明储量应达到矿山首期建设返还本息的要求。

对适于露天开采的矿床，要控制、圈定主矿体四周边界和露天采场底部边界。

## 6　勘查工作及质量要求

### 6.1　地形及工程测量

地形测量和地质勘查工程测量，应采用全国统一的坐标系统和最新的国家高程基准点。在少数地区（如边远山区）无法按上述要求进行测量时，可采用全球卫星定位系统，建立独立坐标系统测图，但必须说明假定坐标及高程的依据。测量的精度要求，应执行 DZ/T 0091《地质矿产勘查测量规范》。

### 6.2　地质填图

各种比例尺的地质填图，都应以地质观察为基础，其精度要求按相应比例尺地质填图规范执行。

预查阶段进行（1:50 000）路线地质踏勘；普查——勘探阶段要进行地质填图，以正规地形图为底图填制矿区（床）地形地质图，其比例尺，普查阶段（1:10 000）～（1:50 000）；详查阶段（1:2 000）～（1:10 000）；勘探阶段（1:1 000）～（1:2 000）。对于矿体厚度薄、分布面积广的红土型铝土矿床，地形地质图可与设计部门协商，一般选用比例尺（1:2 000）～（1:5 000）。地质点要布设在界线上或有特殊意义的地方。对于薄矿体（层）及其他有特殊意义的地质现象，必要时应扩大表示。地形地质图及勘探线剖面图必须实测。

### 6.3　水文地质、工程地质、环境地质工作

矿区水文地质、工程地质和环境地质工作，应符合 GB 12719—91《矿区水文地质工程地质勘探规范》等相应勘查阶段的规定规范要求。

### 6.4　探矿工程

铝土矿、菱镁矿地质勘查中通常采用槽探、浅坑、井探、坑探和岩心钻探等探矿工程。

槽探、浅坑、井探工程主要用于揭露地表地质构造界线和系统控制矿体在地表及近地表浅部的实际位置。控制矿体的工程要揭露出其顶底板。槽井探和浅坑工程应掘至基岩新鲜面。

当矿体产状陡、地形条件又有利的情况下，也可使用少量坑探工程，用以探明矿体情况和验证钻探成果并考虑将来可为矿山生产所利用。坑探工程质量按 DZ/T 0141—94《地质勘查坑探工程规程》执行。

岩心钻探用以探索深部矿体和地质构造情况。其工程质量按《岩心钻探规程》执行。对矿体及其顶底板（包括耐火粘土、铁矿等共生矿产）5 m 内的矿心、岩心采取率不得低于 80%。在矿层中钻进时，回次进尺一般不大于 1 m。若连续两个回次采取率低于 80%时，应立即采取补救措施。岩层分层采取率不得低于 65%。

钻孔在钻进过程中，必须按《岩心钻探规程》的规定准确地测定顶角和方位。同时做好简易水文观测、孔深校正、原始记录和岩（矿）心保管等工作。钻孔完工后要按照地质设计要求进行封孔，并埋设好孔口标志。封孔质量不符合规程或设计要求时需返工重封。

全部探矿工程必须及时取样、编录和整理。

6.5 化学样品的采集、加工、化验分析

6.5.1 化学样品的采集

揭露和圈定矿体的全部探矿工程必须采样化验。

对于沉积型铝土矿床，在槽探、浅坑、井探、坑探工程中采取化学分析样品一般采用刻槽法。刻槽断面规格根据矿石物质组分均匀程度一般采用（5 cm × 3 cm）～（10cm × 5 cm）。矿心取样，沿矿心长轴劈取二分之一作为样品。采样长度一般 0.5 m～1 m，不同矿石类型应分别取样。当矿体物质组分均匀，矿石类型单一或矿体厚度大时，采样长度可适当放大。

对于红土型和堆积型铝土矿，一般以全巷法或剥层法取样并筛选，用净矿作化验样品并计算含矿率。同时，对原矿也采取适当样品进行化验。全巷法或剥层法采样，其样品体积应不小于 0.2 $m^3$～0.5 $m^3$，样长一般不大于 1 m。当矿体厚度大、矿石块度小，且分布均匀时，也可采用断面为（20 cm × 10cm）～（20 cm × 20 cm）的刻槽法，采样长度一般 0.2 m～1 m。但需要有全巷法或剥层法予以检查验证。

对于菱镁矿床，在槽井探、浅坑、坑探工程中采取化学样品一般采用刻槽法。刻槽断面规格 10 cm × 5cm 或 5cm × 3cm。矿心取样，沿矿心长轴劈取二分之一作为样品。采样长度一般应考虑可采厚度和夹石剔除厚度。

6.5.2 化学样品的加工

样品的加工缩分严格按公式 $Q = Kd^2$ 进行。

其中：$Q$——样品质量（重量）（kg）；

$d$——样品破碎后最大颗粒直径（mm）；

$K$——缩分系数（经验系数）。

根据矿石质量变化均匀程度，铝土矿、菱镁矿样品缩分系数 $K$ 值一般采用经验数据 0.1～0.2。加工中样品损失率应小于 5%，缩分误差小于 3%。

6.5.3 化学样品的化验分析

6.5.3.1 基本分析样：目的是确定主要有用、有害组分的含量，用于圈定矿体。铝土矿一般分析项目为 $Al_2O_3$、$SiO_2$、$Fe_2O_3$、$TiO_2$、烧失量，当 S、MgO、CaO 等含量超过允许含量时应列为基本分析项目；若作电熔刚玉和高铝耐火材料时，当 CaO、MgO、$Na_2O$、$K_2O$ 含量大于允许含量时应列入基本分析项目；若作高铝水泥原料时，当 MgO、$K_2O$、$Na_2O$ 超过允许含量时，应列入基本分析项目。冶镁菱镁矿基本分析项目为 MgO、CaO、$SiO_2$。

6.5.3.2 全分析样：目的是了解各种矿石类型或品级的铝土矿中的各种元素或组分的含量，全分析包括光谱全分析和化学全分析，而化学全分析项目可根据光谱全分析结果确定。各种矿石类型全分析样一般为 1 件～2 件。化学全分析样品采自组合分析的副样或单独采集有代表性的样品。

6.5.3.3 组合分析样：目的是确定在已圈出的矿体中，某一地段内的伴生有用组分或有害组分的含量及其分布。铝土矿的组合分析样，分析项目根据全分析结果确定，一般基本分析样中已做的项目可以不做。但当需研究有用有害组分与主要组分的相互

关系时也可同时进行分析。组合样品的采集应考虑矿石类型及伴生有用组分、有害组分的变化大小，以单工程、一个勘探线剖面或一个地质块段中的矿石类型相同的几个工程组合成一个样品，样品组合方法应根据基本分析样的采样长度按比例用其副样进行组合。根据组合样分析结果，计算具有工业价值的伴生有用组分的储量。菱镁矿的组合分析样，应按矿体、分矿石类型和品级、单工程或块段，从破碎程度相同的基本分析副样中采取。从每件副样中采取的质量（重量）应与其采样长度成正比。组合分析项目为 $Al_2O_3$、$Fe_2O_3$、烧失量。分析项目可根据需要酌情增减。

6.5.3.4　多元素分析样：菱镁矿应分别在不同矿体、矿石类型、品级的组合分析副样中采取 3 件～5 件样品，分析项目为 $P_2O_5$、$SO_3$、$H_2O$、$CO_2$、MnO、$K_2O$、$Na_2O$、$B_2O_3$、$TiO_2$、Sr、Ba、V 等。

6.5.3.5　用做储量计算的基本分析结果应做内、外部检查。内部检查目的是确定基本分析中可能产生的偶然误差，并及时消除不允许的偶然误差。检查样品应由送样单位的地质人员从基本分析样的副样中（在各种矿石类型、品级及含量在边界品位附近的矿石样品中）编密码抽取，送原分析单位进行验证，不得用分析单位复份分析的自检样代替。内检样数量一般应占基本分析样品数的 7%～10%。外部检查目的是了解基本分析单位工作中有无系统误差。外检样亦编密码，附原分析方法的说明，送指定的水平较高的实验室进行检验。外检样品数量一般为基本分析样品的 3%～5%，外检样品总数不得少于 30 个。

6.5.3.6　化学分析质量及内、外部检查分析结果误差处理办法按 DZ/T 0130—94《地质矿产实验室测试质量管理规范》执行。规范确定的矿石允许误差计算公式如下：

$$Y=\begin{cases} C\times 20x^{0.60} & x\geqslant 3.08 \\ C\times 12.5x^{0.182} & X<3.08 \end{cases}$$

式中：$Y$——计算相对误差（%）；

$C$——修正系数，铝土矿中 $SiO_2$ 为 0.67，$Al_2O_3$、$TiO_2$、$Fe_2O_3$、CaO、MgO、$K_2O$、$Na_2O$、S、$CO_2$、$P_2O_5$、烧失量为 1.00；

菱镁矿中 MgO 为 0.67，CaO、$SiO_2$、$AL_2O_3$、$Fe_2O_3$、$CO_2$、烧失量为 1.00；

$x$——测定结果浓度值（%）。

6.6　矿石加工技术性能试验样品的采集与分析、试验

6.6.1　矿石加工技术性能试验样品的采集必须具有代表性，并考虑开采的贫化率。一般应按矿石类型、品级分别采取。如为了解不同矿石类型、品级混合处理的可能性，要采混合样。采样时应按各种矿石类型、品级的储量比例采取。当矿石中有共、伴生有用组分时，采样时应一并考虑其代表性。采取样品要与有关单位协商并编制采样设计。加工技术性能试验的各环节必须符合有关规范、规程的要求。

6.6.2　在铝土矿的地质勘查中，在预查阶段对矿石加工技术性能试验不做具体要求，可通过少量矿石进行类比研究，初步做出矿石加工技术性能的判断和预测；普查阶段，一般进行矿石加工技术性能的对比研究，做出是否可作工业原料的评价；在详查、勘探阶段，应进行实验室加工技术性能试验，根据矿石铝硅比值和 $Al_2O_3$ 品位高低，采用烧结法、拜尔法或联合法进行可溶性试验。

a）初步可溶性试验：一般在详查阶段或勘探初期进行。目的是研究矿石中的 $Al_2O_3$ 的可溶性及赤泥沉降性能。实验样品可按矿石类型、品级用基本分析副样进行组合，也可单独采取，样品质量为 1 kg ~ 5 kg。要求对矿石的矿物成分、化学成分进行研究，按常规技术加工方法进行浸出试验和赤泥沉降试验。根据实验结果对 $Al_2O_3$，的可溶性和赤泥沉降性能进行评价，为进一步试验提供资料。为预可行性研究提供依据。

b）详细可溶性试验：一般是在勘探阶段进行。目的是对各种矿石类型和品级在氧化铝生产中的各项技术条件（如氧化铝的拜尔法生产中的磨矿粒度、加入石灰量、溶液的苛性比、苛性碱浓度、$Al_2O_3$ 浸出时间、压力和温度，或者在氧化铝的烧结法生产中的磨矿粒度、石灰和碳酸钠的

加入量、烧结温度、浸出时间和温度、浸出液苛性比等）进行系统的试验，对 $Al_2O_3$ 的浸出率和赤泥沉降性能进行研究，同时也要研究有用伴生组分的回收利用等。样品总质量为 300 kg ~ 500 kg。通过试验研究，提出对矿石合理的加工技术方法的评价资料，为矿山设计提供依据。

c）对矿石物质成分复杂、综合利用价值高或没有利用过的新矿石类型，详细可溶性试验工作应在勘探之前进行，以便对矿床能否经济合理开发利用做出评价。

d）对于红土型和堆积型铝土矿，应先进行原矿可洗性能试验，如果含铁高还要作手选除铁试验。

6.6.3 在菱镁矿地质勘查中的可选性试验，一般应在详查阶段进行，以确定矿石能否供工业利用，样品质量为 50 kg ~ 500 kg。实验室流程试验，一般应在勘探阶段进行，对新类型或组分复杂的矿床应在详查阶段进行，对易选矿石可作为矿山设计依据，对一般矿石，可为预可行性研究提供依据，样品质量为 500 kg ~ 1 000 kg。对新类型或组分复杂的矿石，必要时还应在勘探阶段进行实验室扩大连续性试验，为可行性研究提供依据。样品质量一般为数吨。

6.7 岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

6.7.1 为了计算矿产资源/储量和研究矿床开采技术条件，在详查阶段和勘探阶段必须测定岩石、矿石和矿体（层）顶底围岩的物理力学性能，采样和试验项目一般包括：矿石的体积质量（体重）、湿度、块度、孔隙度、松散系数；矿体（层）顶底板围岩和矿石的稳定性、硬度、安息角以及抗压、抗剪、抗拉强度，采样方法、数量和质量要求按《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》执行。

体积质量（体重）样应按矿石类型或品级分别采取，分布上要有代表性。小体积质量（体重）样应在野外封蜡测试，每种矿石类型或品级的样品不少于 30 个。对疏松或多裂隙孔洞的矿石（如砂状、蜂窝状铝土矿石）还应每种矿石类型或品级测定 2 个 ~ 5 个大体积质量（体重）样品（对结构致密的矿石大体积质量（体重）样可以少做），用以校正小体积质量（体重）值。体积质量（体重）样体积：小体积质量（体重）一般为 60 $cm^3$ ~ 120 $cm^3$；大体积质量（体重）不小于 0.125 $m^3$。测定矿石体积质量（体重）同时要测定品位，必要时还要测定湿度和孔隙度。

6.7.2 采集岩矿鉴定样品的目的是研究岩石和矿石的结构、构造、矿物成分及其共生组合，确定岩石、矿石名称，为研究矿床提供资料。在预查阶段和普查阶段不作具体要

求，可视其需要采集一定数量的岩矿样进行鉴定、研究；详查阶段，应系统采集各类岩石、矿石样品和古生物标本等，通过鉴定、分析、测试，建立典型实物资料，作为统一分类（层）和命名的依据；勘探阶段，每个勘探区在实测和研究地层剖面工作中，选择1条～2条具有代表性的剖面，根据地层、岩性和矿石类型系统地采集岩矿鉴定样进行鉴定与研究。对于矿石除了在代表性剖面中采集外，还应在各类勘探工程中根据不同自然类型、工业类型和品级进行采集。样品应尽量新鲜和具代表性。一般要求一式两块，一块送实验室鉴定，一块作为标本保存和陈列，标本规格为3 cm×6 cm×9 cm。

对于铝土矿，由于矿石矿物种类繁多，光性特征近似，矿物颗粒细小，且常被铁质污染等特点，要求在镜下鉴定的同时应配合化学分析、差热分析、粉晶分析、单矿物分析，有条件时还可用电子探针、电子显微镜和红外光谱等手段进行鉴定研究。

6.8　原始地质编录、资料综合整理和报告编写

6.8.1　地质勘查各阶段的原始地质编录、资料综合整理工作质量按DZ/T 0078—93《固体矿产勘查原始地质编录规定》和DZ/T 0079—93《固体矿产勘查地质资料综合整理、综合研究规定》执行。

原始地质编录必须在现场及时认真地进行，客观、准确、齐全地反映地质现象和工作实际情况。各项原始编录资料应及时进行质量检查验收和综合整理。

资料综合整理，必须坚持室内与室外、地表与地下地质特征、宏观与微观相结合的原则。通过综合整理，把野外和实验室所获得的丰富感性认识上升到理性认识。

6.8.2　地质报告的具体编制按DZ/T 0033—2002《固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范》执行。地质报告的编写必须在取全取准第一性资料并符合相应阶段工作程度的基础上进行。地质报告必须客观、真实、准确地反映该工作阶段所取得的各项资料，做到内容齐全，简明扼要、层次清楚、数据正确，图表清晰美观，结论依据充分。

6.9　计算机技术及其他新技术的应用

在地质勘查过程中提倡使用计算机技术和3S技术（GPS——全球定位系统、GIS——地理信息系统、VS——地质三维可视化系统）进行野外原始数据采集、室内资料综合整理及勘查报告编制的数字化处理，并提交相应的电子版资料。

## 7　可行性评价工作

7.1　概略研究

是指对矿床开发经济意义的概略评价，所估算的资源量只具内蕴经济意义。通常是在收集分析该矿产资源国内、外市场供需状况的基础上，分析已取得的普查或详查、勘探地质资料，类比已知矿床，结合矿区的自然经济条件、环境保护等，以我国类似企业经验的技术经济指标或按扩大指标对矿床做出技术经济评价。从而为矿床开发有无投资机会，是否进行详查阶段工作，制定长远规划或工程建设规划的决策提供依据。概略研究可采用总利润、投资利润率、投资收益率、投资回收期等经济评价指标，对矿床进行静态的经济评价。

7.2　预可行性研究

是对矿床开发经济意义的初步评价，在我国目前的基本建设程序中，预可行性研究属

于前期工作。通常应有详查或勘探后采用工业指标探获的控制的或探明的矿产资源数量，实验室规模的加工选冶试验资料；需要比较系统地对国内外该矿种的资源形势，如储量、生产、消费进行调查和初步分析，结合国内外市场的需求量、产品品种、质量要求和价格趋势做出初步预测，初步确定矿床的开发条件；根据矿床规模和矿床地质特征以及矿区地形地貌，借鉴类似企业的实践经验，初步研究并提出未来矿山采选方案及参数的确定，如项目建设规模、产品种类、矿体总体建设轮廓、采矿方式和工艺技术的原则方案等；参照类似企业选择适合评价当时市场价格的技术经济指标、矿山服务年限及生产规模，初步提出建设总投资、主要工程量和主要设备以及生产成本等。通过初步经济分析，圈定并估算不同的资源量和储量类型。

通过国内、外市场调查和预测资料，综合矿区资源条件、工艺技术、建设条件、环境保护以及项目建设的经济效益等各方面因素，从总体上、宏观上对项目建设的必要性、建设条件的可行性以及经济效益的合理性做出评价，为是否进行勘探阶段地质工作以及推荐项目和编制项目建议书提供依据。

预可行性研究的投资估算误差一般在25%左右。一般采用内部收益率、净现值、净现值指数和动态的投资回收期等经济评价指标，进行动态的企业经济分析，并进行矿床开发的国民经济评价。

### 7.3 可行性研究

是对矿床开发经济意义的详细评价，属基本建设程序的组成部分。通常依据勘探所获得的探明的矿产资源数量及相应的加工选冶性能试验结果，首先需要对国内、外铝土矿、菱镁矿的资源/储量、生产、消费进行认真调查、统计和分析；并对国内、外市场的需求量、产品品种、质量要求、价格、竞争能力进行分析研究和预测，进一步确定矿床开发条件。工作中对资源条件要认真进行分析研究，充分考虑地质、工程、环境、法律和政府的经济政策等各种因素的影响。对企业生产规模、开采方式、开拓方案、矿石加工工艺及主要技术经济计算、产品方案、主要设备的选择、供水供电、总体布局和环境保护等方面进行深入细致的调查研究、分析计算和多方案比较，并依据评价当时的市场价格确定矿山建设投资、矿山服务年限、生产规模、产品产量及产值、生产经营成本、销售收入、利润和现金流入流出等。所采用的成本数据精度高，误差一般在10%左右，具有很强的时效性。一般采用内部收益率、净现值、净现值指数和动态的投资回收期等经济评价指标，进行动态的企业经济分析。其结果可以详细评价拟建项目的技术经济可靠性，其工作深度都需达到进行经济评价要求。项目的技术经济数据量能满足投资有关各方的审查、评价需要，得出拟建项目是否应该建设、如何建设的基本认识以及矿床开发的国民经济意义。

通过可行性研究的论证和评价，为有关部门投资决策、编制和下达设计任务书、确定工程项目建设计划等提供依据。

## 8 资源/储量分类及类型条件

### 8.1 资源/储量分类

#### 8.1.1 储量

经过详查或勘探，地质可靠程度达到了控制的或探明的工作精度；进行了预可行性或可行性研究；经济上表现为在生产期内，每年的平均内部收益率高于国家或行业基准收益率，即每年开采矿产品的平均价值足以满足投资回报的要求；用扣除了设计和采矿损失的可实际开采数量表述。储量是基础储量中的经济可采部分。根据矿产勘查阶段和可行性评价阶段的不同，储量又可分为可采储量（111）、预可采储量（121）及预可采储量（122）三个类型。

8.1.2　基础储量

经过详查或勘探，地质可靠程度达到控制的或探明的工作精度；进行了预可行性或可行性研究；其经济意义属于经济的或边际经济的，也就是在生产期内，每年的平均内部收益率在零以上的那部分资源。基础储量又可分为两部分。经济基础储量是年均内部收益率高于国家或行业基准收益率，即经预可行性或可行性研究属经济的，未扣除设计和采矿损失的那部分资源；又可分为三个类型，与储量中的三个类型呈对应关系，即探明的（可研）经济基础储量（111b），探明的（预可研）经济基础储量（121b）、控制的经济基础储量（122b）。另一部分为边际经济基础储量，即年均内部收益率介于国家或行业基准收益率与零之间的那部分资源；也有三个类型，即探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）、探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）、控制的边际经济基础储量（2M22）。

8.1.3　资源量

可分为三部分。第一部分经过普查至勘探工作程度，地质可靠程度达到了推断的至探明的工作精度，但可行性评价工作只进行了概略研究；由于技术经济参数取值为经验数据，区分不出其真实的经济意义，统归为资源量，可细分为三个类型，即探明的内蕴经济资源量（331）、控制的内蕴经济资源量（332）、推断的内蕴经济资源量（333）；第二部分是对详查或勘探成果进行预町行性、可行性研究后，其年均内部收益率呈负值，在确定当时，开采是不经济的，需要大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的那部分次边际经济的资源，也分为三个类型，即探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）、探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）、控制的次边际经济资源量（2S22）；第三部分是经过预查，依据已有资料分析、类比而估计的资源量，即预测的资源量（334）?，属于潜在矿产资源。

8.2　资源/储量类型条件

8.2.1　探明的矿产资源/储量

是指在矿区勘探范围内，依照勘探的精度详细查明了矿床的地质特征、矿体的形态、产状、规模、矿石质量、品位及开采技术条件，矿体的连续性已确定，资源/储量估算所依据的数据详尽、可信度高的矿产资源。按其经济意义和可行性研究程度又可分为九种类型：

a）可采储量（111）：在勘探地段内，已详细确定了矿体的三维空间；矿石的物质组成、工艺矿物学特征、矿石质量都已详细查明；开采技术条件和影响开采的各种因素也已详细查明；对共、伴生矿产进行了圈定；矿石加工技术性能试验的成果可供矿山建设设计利用。已进行了可行性研究，包括对矿床的开采、选冶、经济、市场、法律、环境、社会和政府因素的研究，并扣除了受这些因素影响而不能开采的矿产资源后，剩余

被证实为在当时开采是经济的矿产资源/储量。可供矿山建设设计利用。估算的储量和可行性评价的可信度高。

b）探明的（可研）经济基础储量（111b）：它所达到的地质可靠程度、可行性评价阶段和经济意义的分类同 a）所述，与其惟一的差别在于本类型用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

c）预可采储量（121）；在勘探地段内，地质可靠程度达到了上列 a）的程度，但仅作了预可行性研究，是采用适合当时市场价格的指标及各项参数直接估算而不是依据评价当时的市场价格进行估算。因此，投资估算的精度误差较大。在扣除了开采、选冶、经济、市场、法律、环境、社会和政府等多种因素影响而不能开采的那部分矿产资源后即为预可采储量。它只是用于从总体上、客观上对项目建设的必要性、建设条件的可行性以及经济效益的合理性进行研究和论证，通常不能供矿山建设设计利用。预可采储量的地质可信度高，但可行性评价结果的可信度一般。

d）探明的（预可研）经济基础储量（121b）：它所达到的地质可靠程度、可行性评价阶段和经济意义的分类同 c）所述，与其惟一的差别在于它是未扣除设计、采矿损失的矿产资源。

e）探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）：在勘探地段内，达到如 a）所述的地质可靠程度；经可行性研究，按评价时的市场价格估算为边际经济的，即开采这部分矿产资源，其年均内部收益率在生产期内大于零，但小于国家或行业基准收益率。用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

f）探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）：在勘探地段内，达到如 a）所述的地质可靠程度；经预可行性研究，用适合当时市场价格的指标估算为边际经济的，即年均内部收益率大于零，小

g）探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）：在勘探地段内，达到如 a）所述的地质可靠程度；经可行性研究，证实其依据评价当时的市场价格估算为次边际经济的，即年均内部收益率小于零呈负值的那部分矿产资源。

h）探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）：在勘探地段内，达到如 a）所述的地质可靠程度；经预可行性研究，其为次边际经济的，即开采时年均内部收益率小于零呈负值的那部分矿产资源。

i）探明的内蕴经济资源量（331）：在勘探地段内，达到如 a）所述的地质可靠程度；未进行可行性研究或预可行性研究，只依据我国同类矿山企业多年生产经验所确定的各项指标，进行了概略研究，尚无法确定其经济意义的那部分矿产资源。

8.2.2 控制的矿产资源/储量

是指在矿区详查范围内，依照详查的精度基本查明了矿床的主要地质特征、矿体的形态、产状、规模、矿石质量、品位及开采技术条件，矿体的连续性基本确定，资源/储量估算所依据的数据较多、可信度较高的矿产资源。按其经济意义和可行性研究程度又可分为五种类型：

a）预可采储量（122）：在详查地段内，依据达到基本控制间距的系统工程取样资料，已基本上圈定了矿体的三维形态；基本查明了矿石物质组成、矿石质量，进行了矿

石工艺矿物学的研究；对矿石中的共伴生有用组分进行了综合勘查、综合评价；对易选矿石的可选性进行了类比，对一般矿石作了实验室流程试验，对新类型或难选矿石作了实验室扩大连续试验，其成果可供评价矿石是否具有工业价值。对上述资料作了如 c）所述的预可行性研究，结果表明开采是经济的。在扣除了因各种因素影响而不能开采的那部分储量后即为预可采储量。可用于论证项目建设的必要性、建设条件的可行性及经济效益的合理性。这类预可采储量的地质可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

b）控制的经济基础储量（122b）：它所达到的地质可靠程度、可行性评价阶段和经济意义的分类同 a）所述，与其惟一的差别在于它是未扣除设计、采矿损失的矿产资源。

c）控制的边际经济基础储量（2M22）：在详查地段内，达到如 a）所述的地质可靠程度；经预可行性研究证实，用适合当时市场价格的指标进行估算时，年均内部收益率大于零，小于国家或行业基准收益率；是没有扣除设计和采矿损失的矿产资源。

d）控制的次边际经济资源量（2S22）：在详查地段内，达到如 a）所述的地质可靠程度和可行性评价程度，惟预可行性研究的结果表明其开采时，年均内部收益率小于零呈负值。

e）控制的内蕴经济资源量（332）：在详查地段内，达到如 a）所述的地质可靠程度；可行性评价程度很低，仅进行了概略研究，尚无法确定其经济意义。

8.2.3　推断的矿产资源/储量

是指对普查区按照普查的精度大致查明了矿产的地质特征以及矿体（层）的展布特征、矿石质量、品位等，也包括那些由地质可靠程度较高的基础储量或资源量外推的部分。矿体（层）的连续性是推断的，矿产资源量估算所依据的数据有限、可信度较低。按其经济意义和可行性研究程度只有一种类型。

推断的内蕴经济资源量（333）：在普查地段内，对矿体在地表或浅部沿走向有工程稀疏控制，沿倾向有工程进行了解，并结合成矿地质背景、矿床成因类型和有限的取样数据推断的矿产资源。可行性评价程度同 8.2.2e）所述，尚无法确定其经济意义。

8.2.4　预测的矿产资源/储量

是指对具有较大矿化潜力地区通过预查得出的结果。在有足够的数据并能与地质特征相似的已知矿床类比时，才能估算出来的矿产资源。按其经济意义和可行性研究程度只有一种类型。

预测的资源量（334）?：依据区域地质研究成果和极少量工程资料，确定具有较大矿化潜力的地区，通过与已知矿床的类比所估算的资源量。各项计算参数都是假设的，属潜在矿产资源，有无经济意义尚不确定。

## 9　资源/储量估算

### 9.1　资源/储量估算的工业指标

#### 9.1.1　工业指标的确定

工业指标是在当前技术经济条件下，圈定矿体、进行矿产资源/储量估算的主要技术经济参数和标准，是评价矿床工业价值的依据。

铝土矿、菱镁矿预查、普查阶段可采用附录 H、附录 I、附录 J 中的一般工业指标进行资源/储量估算。详查、勘探阶段所采用的工业指标，由投资方（业主）会同地勘单位根据国家发布的资源地地质矿产信息，结合对矿床开发经济意义的概略研究或预可行性研究成果，在有关规范给出的品位区间内，确定指标方案。

9.1.2 工业指标的主要内容

9.1.2.1 边界品位：应用于单样，是矿与非矿的界线。

9.1.2.2 最低工业品位：应用于块段或应用于矿段。

9.1.2.3 最低可采厚度（以真厚度为准）。

9.1.2.4 夹石剔除厚度（以真厚度为准）。

9.1.2.5 剥采比（剥离比、剥离率、剥离系数）：系指矿床露天开采时，剥离的废石量与采出的矿石量之比。在计算和评价剥采比时，应考虑共生矿产的综合开采。当矿区确定了露采边坡角后，其境界剥采比另定。

9.1.2.6 边界含矿率、矿块平均含矿率等。

9.1.2.7 有害杂质含量要求：在下达具体矿区工业指标时提出。

9.2 资源/储量估算的方法和一般原则

9.2.1 估算方法

9.2.1.1 铝土矿、菱镁矿资源/储量估算，当前应用的一般方法为地质块段法，亦有垂直剖面法和最近地区法等方法。伴生有益组分的估算方法主要是以主矿种矿石量为基础的普通估算法。

9.2.1.2 在资源/储量估算中，提倡推广使用国内外先进的储量计算方法和计算机软件，但提交报告时，其新方法和新软件应事先获得有关主管部门的认定。

9.2.2 估算的一般原则

9.2.2.1 在进行铝土矿和菱镁矿资源/储量估算时，应根据矿床地质构造特征和矿山开采设计需要，按矿体、资源/储量类型划分块段，分别估算。

9.2.2.2 对具有工业利用价值的共生矿产和伴生有用组分应分别进行资源/储量估算。

9.2.2.3 资源量和储量是按地下实有矿石量估算的，不考虑将来开采时的贫化、损失量，但应扣除采空区的矿石量并圈定其范围。

9.2.2.4 矿体的圈连应遵循矿床自身的地质规律，并结合矿产资源储量估算的一般原则。矿体任意位置圈连的厚度，不得大于相邻地段工程实际控制的矿体厚度。

9.2.2.5 参与资源/储量估算的各项工作成果质量必须符合有关规定的要求。

9.2.2.6 矿石储量单位以“万吨”表示。

9.3 资源/储量估算参数的确定

9.3.1 参与资源/储量估算的参数包括面积、品位、厚度、体积质量（体重）等。详查、勘探阶段所用参数应是实际测定的，其分布、数量均应有代表性，数据要准确可靠。

9.3.2 矿体面积一般用求积仪或几何图形法计算求得。使用计算机辅助制图的，其面积也可以在计算机上求得。对面积值应进行检验，检验结果需符合有关规定。

9.3.3 品位：单工程平均品位以样长加权求得；块段平均品位以所涉及工程矿体厚度

加权求得；矿体平均品位以块段矿石量加权求得。

9.3.4　厚度：一般以算术平均法求得。当矿区出现大厚度工程（大于矿体平均厚度三倍）时，应根据具体情况慎重处理。

9.3.5　体积质量（体重）：一般以算术平均法求得。对红土型和堆积型铝土矿应采集大体积质量（体重）样以校对小体积质量（体重）平均值（红土型和堆积型铝土矿应分块段计算平均含矿率并参与资源/储量估算）。

9.4　资源/储量分类结果表

根据矿体的经济意义、可行性评价程度和地质可靠程度，对勘查工作所获得的铝土矿、菱镁矿资源/储量进行分类，并按分类计算结果制定资源量和储量分类结果表，以说明地质勘查工作所获得的矿床资源/储量数量。资源量和储量分类结果表应在说明勘查工作所获得的铝土矿、菱镁矿矿石量、平均品位的同时，反映出资源/储量的经济意义、可行性评价程度和地质可靠程度，并标明资源/储量的编码。

# 稀有金属矿产地质勘查规范

DZ/T 0203—2002

## 目 次

前言
1 范围
2 规范性引用文件
3 勘查的目的任务
3.1 预查阶段
3.2 普查阶段
3.3 详查阶段
3.4 勘探阶段
4 勘查研究程度
4.1 地质研究程度
4.2 矿石质量研究
4.3 矿石选（冶）和加工技术条件研究
4.4 矿床开采技术条件研究
4.5 综合勘查综合评价
5 勘查控制程度
5.1 勘查类型的确定
5.2 勘查工程间距的确定
5.3 勘查控制程度的确定
6 勘查工作及质量要求
6.1 测量工作
6.2 地质填图
6.3 物探、化探工作
6.4 重砂测量工作
6.5 探矿工程
6.6 化学样品的采集，加工和测试
6.7 重砂样品采集与分析检查
6.8 矿石物质组分研究样品的采集、加工、化验
6.9 矿石选（冶）试验样品的采集试验
6.10 岩石、矿石物理技术性能测试样品的采集与试验
6.11 原始资料编录、综合整理和报告编写等

7　可行性评价
7.1　可行性评价工作
7.2　概略研究
7.3　预可行性研究
7.4　可行性研究
8　矿产资源/储量分类及类型条件
8.1　矿产资源/储量分类
8.2　矿产资源/储量类型条件
9　矿产资源/储量估算
9.1　矿产资源/储量估算的工业指标
9.2　矿产资源/储量估算的一般原则
9.3　确定矿产资源/储量估算参数的要求
9.4　矿产资源/储量分类结果表
附录 A（规范性附录）固体矿产资源/储量分类
附录 B（资料性附录）稀有金属矿产资源/储量规模划分
附录 C（资料性附录）稀有金属性质、用途及主要矿物
C.1　稀有金属性质、用途
C.2　稀有金属主要矿物
附录 D（资料性附录）稀有金属矿床分类及主要工业类型
D.1　稀有金属矿床分类
D.2　稀有金属矿床主要工业类型的地质特征、矿物组合、矿床规模
附录 E（资料性附录）稀有金属矿床勘查类则的确定及勘查工程间距参考
E.1　勘查类型的确定
E.2　勘查工程间距
附录 F（资料性附录）矿体圈定和矿产资源/储量估算方法说明
F.1　矿体的圈定和连接
F.2　块段的划分原则
F.3　矿产资源/储量估算方法
附录 G（资料性附录）稀有金属矿床参考性工业指标
附录 H（资料性附录）各种稀有金属精矿质量指标
H.1　铍精矿
H.2　锂精矿
H.3　铯精矿
H.4　铌钽精矿
H.5　锆铪精矿
H.6　各种稀有金属精矿质量标准说明
附录 I（资料性附录）花岗伟晶岩中宝石、玉石、彩石的质量要求参考指标

## 1 范 围

本标准规定了锂（Li）、铷（Rb）、铯（Cs）、铍（Be）、铌（Nb）、钽（Ta）、锆（Zr）、铪（Hf）等稀有金属矿产地质勘查工作的目的任务、勘查研究程度、勘查控制程度、勘查工作及质量要求、矿产资源/储量分类及各类型条件、矿产资源/储量估算等。

本标准适用于稀有金属矿产勘查各阶段工作部署和资源/储量估算；也适用于验收、评审稀有金属矿产地质勘查报告；还可以作为矿业权转让、矿产勘查开发筹资、融资、股票上市等活动中评价、估算矿产资源/储量的依据。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准。然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 17766—1999 固体矿产资源/储量分类

GB/T 13908—2002 固体矿产地质勘查规范总则

DZ/T 0033—2002 固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范

GB 12719—91 矿区水文地质工程地质勘探规范

DZ 0130—94 地质矿产实验室测试质量管理规范

DZ/T 0091 地质矿产勘查测量规范

DZ/T 0078—93 固体矿产勘查原始地质编录规定

DZ/T 0079—93 固体矿产勘查地质资料综合整理、综合研究规定

## 3 勘查的目的任务

### 3.1 预查阶段

对锂、铷、铯、铍、铌、钽、锆、铪矿成矿远景区的资料进行综合研究、类比及初步野外观测、极少量的工程验证，初步查明区内稀有金属矿产资源远景，提出可供普查的矿化潜力较大地区。

### 3.2 普查阶段

通过对矿化潜力较大地区开展地质、物探、化探、重砂测量工作和取样工程，寻找有工业价值的矿点、矿床，并通过可行性评价的概略研究，对已知矿化区做出初步评价，对有详查价值地段圈出详查区范围。

### 3.3 详查阶段

对详查区内采用各种有效的勘查方法和手段，进行系统的工作和取样，并通过预可行性研究，做出是否具有工业价值的评价，圈出勘探区范围，为勘探提供依据，并为制订矿山总体规划、项目建议书提供资料。

### 3.4 勘探阶段

对已知具有工业价值的矿区或经详查圈出的勘探区，通过应用各种有效的勘查手段

和方法，加密各种采样，开展可行性研究，为确定未来矿山生产规模、产品方案、开采方式、开拓方案、矿石加工选（冶）工艺、矿山总体布置、矿山建设设计等方面提供依据。

## 4　勘查研究程度

### 4.1　地质研究程度

#### 4.1.1　预查阶段

收集预查区内的地质、物探、化探、重砂、遥感地质以及有关的地质研究成果，通过（1∶50 000）～（1∶25 000）的路线地质踏勘和有效的物探、化探、重砂测量等辅助工作，初步查明预查区地层、构造、岩浆岩等地质特征以及与成矿有关的矿化蚀变情况，对有找矿远景的物探、化探、重砂异常和矿（化）体，用极少量的工程揭露。对已发现的矿体，应初步查明其规模、产状、品位及变化，初步查明稀有金属矿石物质组分。

#### 4.1.2　普查阶段

对选定的普查区，通过（1∶50 000）～（1∶25 000）比例尺地质填图等地质工作，大致查明区内的地层、构造、岩浆岩、矿化蚀变等地质特征。对发现的矿体、矿化点，通过（1∶10 000）～（1∶2 000）比例尺地质填图和有效的物探、化探、人工重砂等方法手段及有限的取样工程，大致查明地表或浅部矿体的规模、产状、形态、矿体数量、分布特征及相互关系，大致查明稀有金属矿石的物质组成、矿石质量，并进行相应的评价。

#### 4.1.3　详查阶段

对普查阶段圈出的详查区，通过（1∶10 000）～（1∶2 000）比例尺地质填图（矿体部位也可用 1∶1 000），应用各种有效的综合勘查方法和手段，投入比普查更密的系统取样工程，基本查明地层、构造、岩浆岩、蚀变的地质特征与成矿关系。

通过系统取样工程，基本查明矿体的产状、形态、厚度、品位变化、矿体规模、数量、空间分布特征；基本查明矿体的连续性以及矿体中的夹石分布情况，控制矿体界线，描述矿床的地质模型。

根据矿床的风化特点，基本查明风化带的发育程度、分布范围、风化深度、矿物组合和可选性能，基本确定全风化带、半风化带、原生矿带的界线。

综合各种勘查资料，为矿区转入勘探或为矿山（区）总体规划以及矿山项目建议书提供依据。

#### 4.1.4　勘探阶段

##### 4.1.4.1　矿区地质

通过（1∶2 000）～（1∶1 000）（必要时矿体部位可用 1∶500）比例尺填图，加密取样工程，详细查明矿区地层特征；详细查明与成矿有关的岩浆岩的岩性、岩相、产状、形态、规模及其含矿性；详细查明控矿构造特征以及成矿后构造的破坏影响程度；详细查明与成矿有关的蚀变类型、蚀变强度和蚀变分带及分布范围、变化规律及其与矿化关系。

4.1.4.2 矿床（体）地质

通过加密的取样工程，详细查明勘探区内的矿体数量、赋存部位、顶底板岩性、分布范围；详细查明工业矿体规模、形态、产状、内部结构、厚度、品位及其变化特点，肯定矿体的连续性；详细查明矿体内部的无矿地段及夹石的规模、形态、产状及分布规律。对风化壳矿床，详细查明风化壳的发育程度、矿物组合，稀有金属矿物在各粒级中的分布与单体的自然解离度以及可选性能。确定全风化带、半风化带、原生带的界线；对露采的矿床（体），要对矿体四周采场底部矿体边界进行系统控制，掌握矿体底部界线的起伏变化规律。

通过勘探工作，估算各种类型的矿产资源/储量，对矿床工业价值做出评价，为矿山建设设计提供依据。

4.2 矿石质量研究

4.2.1 预查阶段

初步查明矿石品位、矿物成分、化学成分、结构构造以及矿石自然类型。

4.2.2 普查阶段

大致查明矿石品位、矿石矿物、脉石矿物、嵌布特征、化学成分、结构构造特征、矿石自然类型，以及可供综合利用的有用组分。通过数量有限的人工重砂分析等手段初步评价矿石的经济价值。

4.2.3 详查阶段

基本查明矿石矿物种类和脉石矿物种类、共生组合、嵌布特征、结构构造；基本查明矿石的有用、有害组分含量、赋存状态、分布规律；基本确定含矿品位和品级，基本查明主要稀有金属组分的集中率和分散率，划分矿石自然类型和工业类型，对矿石的工业利用价值做出评价，为矿山建设的项目建议书和预可行性研究提供依据。

4.2.4 勘探阶段

4.2.4.1 矿石组分及赋存状态研究：详细查明矿石的稀有金属矿物、脉石矿物的种类及含量、共生组合、嵌布粒度特征及矿石的结构构造特征；详细查明矿石的化学成分，共、伴生的有用组分及有害组分的含量变化特征、赋存状态、分布规律；详细查明主要稀有金属组分的分散率和集中率，对风化壳矿石应详细查明稀有金属矿物在矿石的各粒级段的分布及单体自然解离度，对具有工业价值的共、伴生组分进行综合评价。

4.2.4.2 矿石类型划分研究：按矿石中所含稀有金属种类，结合脉（岩）体的内部构造（或岩相带）划分矿石品种；按矿石中稀有金属矿物晶体大小划分手选矿石和机选矿石；按矿石中所含的主要稀有金属组分的富集程度划分贫矿和富矿。对风化壳矿床，按稀有金属矿物种类、含量、组构特征、风化程度，划分全风化矿石、半风化矿石和原生矿石等自然类型。

4.2.4.3 根据矿物共生组合及选冶特点划分主要和次要工业类型，并研究其分布范围和所占比例。矿石质量研究应满足矿山开采设计和可行性研究的需要。

4.3 矿石选（冶）和加工技术条件研究

4.3.1 预查阶段

通过类比研究，做出矿石是否可选的预测。

4.3.2　普查阶段

一般进行矿石选（冶）性能对比研究，做出是否可选的评价。对组分复杂、粒度较细，国内尚无成熟的经验的新类型矿石，应进行可选性试验或实验室流程试验，大致查明其可选性能。

4.3.3　详查阶段

基本查明主要矿石类型的选（冶）性能。一般情况下，应进行矿石可选（冶）性试验或实验室流程试验；对生产矿山附近的，有类比条件的易选矿石可进行类比评价，不做可选（冶）试验；对成分或结构较复杂的矿石，进行实验室流程试验，对难选矿石或新类型矿石还应做实验室扩大连续试验。不论哪一种矿石，详查阶段的试验程度应达到可供设计要求。

4.3.4　勘探阶段

对易选矿石，一般进行实验室流程试验。在此基础上，选择最佳流程进行实验室扩大连续试验，提高流程的可信度。对难选矿石和新类型的矿石，应进行半工业试验，拟建大型矿山应进行工业试验，为确定矿山设计最佳工艺流程提供依据。

4.4　矿床开采技术条件研究

4.4.1　预查阶段

收集水文地质、工程地质、环境地质资料，初步了解开采技术条件，为进一步开展工作提供依据。

4.4.2　普查阶段

大致了解区域和普查区的水文地质、工程地质、环境地质条件，为详查工作提供依据。对开采技术条件简单的矿区可依据与同类型矿山开采条件对比，对开采技术条件做出评价；对水文地质条件复杂的矿区，应进行适当的水文地质工作，大致了解地表水体分布，地下水的类型、水质、水量及近矿围岩的强度等。

4.4.3　详查阶段

4.4.3.1　水文地质：基本查明矿区含水层、隔水层、构造破碎带、风化带、岩溶发育带的水文地质特征；基本查明矿区内地表水体分布及其与矿床主要充水、含水层的水力联系并评价其对矿床充水的影响；基本查明地下水补给、排泄条件，矿体主要充水因素。对水文地质条件复杂的矿床，充分利用地质工程选择有代表性的地段对矿床充水的主要含水层及矿体围岩性质进行水文地质研究，获取水文地质参数，为估算矿坑涌水量提供依据。

4.4.3.2　工程地质：基本查明矿体（层）围岩及矿石类型的主要力学性质及其稳定性能；基本查明矿区内断层破碎带、节理、裂隙、岩溶、风化带、软弱岩层的分布以及老窿采空区的分布和充填、积水情况。评价对矿体及其顶底板近矿围岩稳固性的影响，露天采场应对边坡稳定性提出评价意见。

4.4.3.3　环境地质：针对矿床开采的影响范围，开展环境地质调查，基本查明环境地质条件。未开发新区，对矿床开采可能引发的环境地质问题进行调查，基本查明矿山废水排放、废石堆放可能造成对环境的影响；基本查明岩石、矿石和地下水（含热水）中对人体有害元素、放射性及其他有害气体成分、含量；搜集地震、泥石流、滑坡、岩溶

等自然地质灾害的有关资料，分析其对矿山生产的影响，预测矿山开采对本区环境、生态可能产生的影响。对已开发的老矿区，基本查明矿山开采区的地面变形破坏、矿山废水排放与废渣堆放引发的环境地质问题，提出治理意见。

4.4.3.4 综合水文、工程、环境地质条件，划分矿床开采技术条件勘查类型。各类型的条件按 GB/T13908—2002《固体矿产地质勘查规范总则》附录 E（资料性附录）的要求进行划分。

4.4.4 勘探阶段

4.4.4.1 水文地质：研究区域水文地质条件，圈定汇水边界，详细查明矿区地下水的补给、径流、排泄条件；详细查明矿区各含水层和隔水层的岩性、厚度、产状、分布及埋藏条件，含水层的富水性、导水性、渗透系数，各含水层间的水力联系，地下水的水位、水温、水量及其动态变化，隔水层的稳定程度和隔水程度；查明断层破碎带、节理、风化裂隙带、溶洞的发育程度、分布规律、含水性及导水性，地表水体的分布及其与矿区主要充水含水层水力联系的途径和程度等，评价其对矿区充水的影响；划分矿区水文地质类型和确定水文地质条件复杂程度；根据矿区水文地质条件，结合矿床开拓方案，合理选择计算方法和公式，计算第一开采水平正常和最大的矿坑涌水量，预测下一开采水平或最低开采水平的涌水量；对矿床排水、矿坑水利用、矿山供水进行综合评价，指出供水水源方向并提供水量、水质资料。

4.4.4.2 工程地质研究：测定矿体及顶底板岩石的力学性质参数，如体积质量（体重）、硬度、湿度、块度、坑压、抗剪程度、松散系数、安息角、节理密度、RQD 值等，研究其稳定性能；查明构造、破碎带、风化带、软弱夹层对矿床开采的影响；查明第四系的岩性、厚度和分布范围；对露天采场边坡稳定性做出评价；调查并研究老窿或溶洞的分布、充填和积水情况；划分矿区工程地质类型和确定工程地质条件复杂程度，预测矿床开采时可能出现的主要工程地质问题并提出防治建议。

4.4.4.3 环境地质：详细调查矿区内的环境地质现象（岩崩、滑坡、泥石流、岩溶、地温等），地表水和地下水的质量、放射性和其他有害物质的含量，对矿床开采前的地质环境质量做出评价；预测在矿床开采中，对矿区环境、生态可能造成破坏和影响做出评价，如采选（冶）废水及废气排放、采矿废石及尾矿堆放与处置、采空区塌陷等，并提出预防建议；搜集有关地震、新构造活动资料、阐明矿区地震地质情况和矿区的稳定性。老矿区则应针对已出现的环境地质问题（如放射性、有害气体及各种不良地质现象的展布及危害性）进行详细调查，找出产生和形成条件，预测其发展趋势，提出治理措施。

4.4.4.4 根据上述水文地质、工程地质、环境地质条件，确定矿床开采技术条件类型，做出水文、工程、环境方面的总体评价，为矿山建设设计提供依据。

有关各项水文地质、工程地质和环境地质工作要求执行 GB 12719—9《矿区水文地质工程地质勘探规范》。

4.5 综合勘查综合评价

4.5.1 综合评价

稀有金属矿产以多组分共、伴生为特点，综合勘查综合评价成为稀有金属矿产勘查

的基本方针，各阶段地质勘查工作应进行不同程度研究。

4.5.2　预查阶段

初步查明与主元素共生、伴生矿产的种类及其地质特征。

4.5.3　普查阶段

大致查明共生、伴生矿产的种类、含量、赋存特点，研究综合利用的可能性，为详查工作提供依据。

4.5.4　详查阶段

基本查明的共、伴生矿产的品位、矿物组分、赋存状态、嵌布特点、产出特征，及其与主矿产的关系。对易选矿石（包括手选）与同类型矿床类比，做出矿石加工技术性能的评价；对组分复杂、嵌布粒度细小的新类型矿床，应进行选（冶）加工试验研究，基本查明其工业利用的可能性。对花岗岩型钽、铌、钨矿床，其精矿品位钨含量超过钽铌精矿的允许 $WO_3$ 含量的指标时，进行钽、铌和钨分离的选矿研究。

在控制主矿产的同时，对同体共生矿种进行综合勘查，应用综合指标圈定综合矿体，合理划分矿石工业类型和品级。对异体共生的矿种，应进行单独圈定，应用一般参考指标圈定异体共生矿体，估算控制的各种矿产资源/储量，对矿床的工业利用价值做出整体评价。

4.5.5　勘探阶段

4.5.5.1　对具有工业价值的共生矿产（包括同体和异体共生），详细查明其赋存部位、分布、矿体规模、形态产状、品位、厚度变化及其与主元素矿产的关系，并详细查明矿石选（冶）加工技术性能和综合回收的途径，估算共生矿产资源/储量。在花岗伟晶岩型稀有金属矿床中，不同的相带稀有金属组分含量不同，分别研究各相带的共、伴生矿种分别进行综合评价和勘探。

4.5.5.2　对矿床中伴生有用组分，详细查明种类、含量及赋存状态和分布规律，研究其综合利用及综合回收的途径，对在选（冶）过程中能回收利用者，在勘探主元素矿产的同时应系统采取组合样品，了解含量与分布，并分别估算矿产资源/储量。

4.5.5.3　共、伴生组分资源/储量类型视主元素勘探研究程度而定，参与储量估算的共、伴生组分的样品均应做内外检查。锂（Li）、铷（Rb）、铯（Cs）、铍（Be）、铌（Nb）、钽（Ta）、锆（Zr）、铪（Hf）矿床伴生组分评价参考指标见附录 G（资料性附录）。

4.5.5.4　对伟晶岩型稀有金属矿床中共、伴生宝石、玉石、彩石或具有特殊物理性能的晶体矿物，查明其种类、数量、产出地质条件，以及其所达到的技术品级或工艺品级，其评价标准参见附录 I（资料性附录）。

4.5.5.5　对钠长石化花岗岩型钽（Ta）、铌（Nb）矿床的选矿尾砂，进行物性分析、岩石化学分析，分别按不同的工业用途的要求（如陶瓷原料、玻璃原料、工业高岭土原料等），参考有关指标，确定尾砂的用途，做出工业利用价值的综合评价。

## 5　勘查控制程度

5.1　勘查类型的确定

5.1.1 目的

矿床勘查类型的确定旨在合理地选择勘查方法和手段、确定勘查工程间距及有效地控制和圈定矿体。

5.1.2 确定因素

矿床勘查类型由主要矿体的规模、形态及内部结构、厚度稳定程度、有用组分分布均匀程度、矿床的构造影响程度等五个主要地质因素来确定。对巨大矿体可依据其在不同地段变化程度，分段确定勘查类型；对于成带良好的伟晶岩矿床按一个或几个含矿带构成的矿体确定勘查类型。

5.1.3 类型

勘查类型划分为简单（Ⅰ类型）、中等（Ⅱ类型）、复杂（Ⅲ类型）。由于地质因素的复杂性，允许有过渡类型存在。各类型的确定依据见附录 E（资料性附录）。

5.2 勘查工程间距的确定

5.2.1 勘查工程布置

5.2.1.1 根据矿床地质特征和矿山建设的需要，参考同类型矿床的勘查经验，按预查、普查、详查和勘探不同阶段的要求布置勘查工程。

施工顺序应本着先地表后地下、先浅部后深部、先稀后密、典型解剖、具体对待的原则进行施工，主导剖面和基准孔应优先施工。

采用多种勘查手段进行勘查时，各种勘查工程要求尽可能布置在勘查剖面线上，勘查剖面线应垂直矿体走向。

5.2.1.2 预查阶段：投入极少量勘查工程对异常和矿体进行验证，应按验证的目的布置工程。

5.2.1.3 普查阶段：按大致控制矿体的需要布置有限的取样工程，地表工程应比深部工程加密一倍或更多，工程间距应控制矿体或矿化带的规模，工程布置应考虑后续勘查工作的利用。

5.2.1.4 详查阶段：在普查大致控制矿体之后，布置系统取样工程，对矿体加以控制，其间距根据勘查类型来确定，应达到系统控制矿体的基本网度，满足估算控制的矿产资源/储量的工程网度要求。

5.2.1.5 勘探阶段：在详查系统控制矿体之后，加密工程圈定矿体，对主要地段一般在详查工程间距的基础上加密一倍。

5.2.2 勘查工程间距的确定

根据勘查类型确定工程间距。对于勘查工程数量较多的矿床，可应用地质统计学法或 SD 法确定最佳工程间距，见 GB/T 13908—2002《固体矿产地质勘查规范总则》、附录 E（资料性附录）。对于有类比条件的中、小型矿床，用传统的类比法确定最佳工程间距；对于大型矿床，应进行不同工程间距网度试验，以确定最佳工程间距。不同勘查类型的矿床，其控制的矿产资源/储量的勘查工程间距，可参考我国稀有金属矿床的勘查经验总结出来的工程间距，见附录 E（资料性附录），在勘查过程中结合矿床实际情况具体使用。

5.2.3 勘查手段的选择和应用

根据矿床勘查类型和地形条件选定。一般第Ⅰ勘查类型用钻探手段可以提供探明的矿产资源/储量；第Ⅱ勘探类型，根据具体情况，以钻探为主，坑探为辅，如地形条件有利，经济合算，也可多采用坑探；第Ⅲ勘查类型，应以坑探为主，坑钻结合进行勘探，对较复杂的矿床，根据需要施工适当数量的坑探，探明矿体的连续性。对风化壳矿床勘查应结合地形地貌特征合理布置，可用钻探或浅井，若使用钻探手段勘查，要保证岩心完整、层次不乱，并需用一定数量浅井验证。

5.3　勘查控制程度的确定

首先应控制勘查范围内矿体的分布范围、相互关系，对出露地表的矿体边界应用工程控制，对基底起伏较大的风化壳型矿体要控制矿体的底部边界；对无矿段、破坏矿体和影响开采的构造、岩脉、岩溶、泥垄、泥柱、老窿及划分井田的构造等地质体的产状和规模要有工程控制。对于与主矿体能同时开采的邻近小矿体应适当加密控制。对于地下开采的矿床，重点控制主矿体两端、上下界面和延伸情况。对于露天开采的矿床要注重系统控制矿体四周的边界和采场底部矿体边界。对主要盲矿体应该注意控制其顶部边界。对矿石质量稳定、埋藏浅或裸露地表的花岗岩型稀有金属矿产，在普查阶段应以地表采样工程为主，，深部施以少量工程用以验证矿体延展及矿石质量。

## 6　勘查工作及质量要求

6.1　测量工作

地形测量和地质勘查工程测量应采用全国统一坐标系统和最新的国家高程基准。边远地区的勘查区周围没有可供联测的全国坐标系统基准点时，可采用全球卫星定位系统，建立独立坐标系统测图。测量精度与要求按 DZ/T 0091《地质矿产勘查测量规范》执行。

6.2　地质填图

6.2.1　目的

以地质观察为基础，调查研究成矿地质条件、控矿地质因素、矿床和矿体分布规律，指导布置勘查工程。

6.2.2　比例尺选择

根据不同勘查阶段的目的任务和矿体复杂程度，进行不同比例尺地质填图，其精度要求按相应比例尺地质填图规范执行。（地形）地质图比例尺一般为：矿区（1∶25 000）～（1∶5 000），矿床（1∶2 000）～（1∶1 000），有特殊需要时，应填制（1∶500）矿体地形地质图。对于薄矿体或伟晶岩脉的标志带及其他有意义的地质现象，必要时扩大表示。

6.2.3　精度要求

详查、勘探阶段，矿床大比例尺地质填图，应以质量达到相同比例尺精度的地形图作底图。地质填图前应测制地质剖面图或地质、物化探综合剖面图，充分观察研究与矿化有关的各种地质现象，确定填图单位、内容、要求和方法。对矿体分布地段和覆盖区的重要地质界线必须采用槽探、井探或浅钻工程揭露控制，所有地表工程和地质观测点均须用全仪器法测定位置，见矿工程要测量坐标，勘探线剖面图必须实测。地质图的精

度应达到相同比例尺地质填图的质量要求。

6.2.4 利用遥感资料

在条件适宜地区充分利用各种遥感地质资料，提取尽可能多的矿化蚀变信息，提高工作效率和成图质量。

6.3 物探、化探工作

6.3.1 工作内容

根据勘查区的地质、地球物理、地球化学条件、自然地理因素和地质工作要求，开展方法试验，测定有关参数，实测地质、地球物理、地球化学的综合剖面，选择有效的物探、化探方法进行综合勘查。

6.3.2 评价

对有找矿意义的物探、化探异常，综合运用地质、物探、化探、探矿工程进行检查评价。

6.3.3 放射性工作

详查、勘探阶段应进行放射性检查。

6.3.4 要求

物探、化探工作质量精度应符合现行专业规范和规程要求。野外工作结束后要及时整理资料，编制与地质图比例尺相适应的物探、化探图件，提交工作总结报告。矿产勘查报告中应简要阐明物化探工作成果，评述其质量。

6.4 重砂测量工作

根据勘查区地形地貌、水系发育等条件，开展与中、小比例尺地质测量相适应的自然重砂测量，选择水系支流及支谷中取样，尤其在源头的残坡积层或风化壳更要重视采样，藉以圈定重砂异常。自然重砂测量和风化壳矿床勘查工程中重砂采样、淘洗、分析等质量，应符合现行重砂测量规范要求。

6.5 探矿工程

6.5.1 槽探

主要用于系统揭露地表地质界线，控制矿体在地表及浅部的实际位置，其间距可参照附录 E，一般加密一倍。在矿体变化较大部位还应适当加密。勘探阶段，在条件可能的情况下，应选择有代表性的矿体，取其一段或全脉沿走向挖探槽或剥土，研究矿体内部变化特征。在岩石露头少、构造复杂的矿区，应施工主干探槽。

槽探工程应掘进基岩 0.3 m。

6.5.2 井探

表土层超过 5m 或风化壳厚度大于 5m 时，应采用浅井进行揭露，其间距参照附录 E（资料性附录），或根据实际情况适当加密。当采用浅井勘探风化壳矿床时，要求揭穿中风化层，进入原生矿体 0.3 m。

6.5.3 坑探

一般用于矿床首采区或主要储量区。坑探布设，以探明矿产资源/储量为主，并应顾及将来矿山生产所利用。坑探工程质量按 DZ/T 0141—94《地质勘查坑探工程规范》执行。

6.5.4　钻探

6.5.4.1　钻探工程质量按《岩心钻探规程》执行。

6.5.4.2　矿体及其顶底板 3 m ~ 5 m 内的矿心、岩心平均采取率不低 80%，厚大矿体内部矿心采取率低于 80%的连续累计进尺不得超过 5 m。岩心采取率不得低于 65%。若岩矿心达不到上述要求或矿心选择性磨损严重，需采取补救措施。岩矿心要求入库保存，编码、有序排列，妥善保管。

6.5.4.3　使用的钻探工艺应能保持矿石原有结构特点和完整性，避免矿心粉碎贫化。在复脉型和多脉带型矿床中，要严格控制钻进回次进尺及回次采取率，防止钻进中漏矿。采用金刚石钻探工艺时，穿矿孔径要满足取样要求。

6.5.4.4　认真测量钻孔顶角和方位角，做好孔深校正、原始记录、简易水文观测、封孔和岩心保管等工作。钻孔弯曲度应符合规程和地质设计要求，钻孔偏斜超差时要及时设法补救。见矿点（及矿体厚度大于 30 m 的矿体出矿点）应测定钻孔弯曲度。封孔质量不符合规程或设计要求时需返工重封。

6.5.5　钉入式半合管钻探

采用钉入式半合管钻探勘查风化壳矿床时，矿心平均采取率不得低于 85%，应有 3% ~ 5%的钻孔用浅井做质量检查。矿区勘查钻孔数不足 50 个的，检查浅井数不应少于 5 个。

6.6　化学样品的采集、加工和测试

6.6.1　要求

采样和加工质量按《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》执行。

6.6.2　基本分析样品采集

6.6.2.1　在各项探矿工程中按矿体（分矿石类型、品级）、矿化带及夹石连续取样，样品要控制矿体、矿化带的顶底板界线。样品长度一般为 1 m ~ 2 m，以不大于矿体可采厚度为宜。

6.6.2.2　坑探、槽探、井探等工程取样：穿脉、槽探、井探样品一般沿矿体物质成分变化的最大方向采取，按不同矿石类型分层、分段连续取样。取样方法、样品规格应根据矿体规模、厚度、矿石结构构造，矿化均匀程度而定。一般刻槽样断面规格 10cm × 5cm，样长 1m ~ 2m；矿体厚度大、矿石结构构造简单、组成矿石的矿物粒度细小、矿化均匀的矿床，样槽规格可以缩小，样长可适当延长，但需要有验证对比资料证明其具代表性。穿脉坑道一般在一壁腰线连续取样，矿化不均匀时可在两壁取样。沿脉坑道在掌子面或顶板取样，样品间距视矿化均匀程度而定，一般为 5m ~ 10m。除刻槽取样外，通过试验也可以选择其他方法取样。在矿石矿物结晶粗大（> 5cm）的矿体中取样时，应根据矿床的特点，选用大规格刻槽法、密集刻线法、剥层法、全巷法。其规格需视矿物晶体颗粒大小而定，但必须有全巷法验证对比资料，并说明所采用取样方法的代表性及合理性。当矿床工业矿物有手选价值时，须获得手选矿物品位。由于采样不可避免地产生过粉碎现象。因此，必须经过试验，求得过粉碎系数，对手选矿物品位进行校正。

6.6.2.3　岩矿心取样：按矿石类型分层沿矿心长轴方向连续劈取或切取采样，一半送验，一半保留，样长一般 1 m ~ 2m。矿化均匀时，样长可适当加长。对不同回次的岩矿

心直径或采取率相差较大者要分别取样。

6.6.3 光谱全分析样品采取

为确定组合分析和化学全分析项目，在矿体不同空间部位、不同矿石类型（或品级）及某些围岩、蚀变带取样。样品可从基本分析副样中挑取或单独采取。

6.6.4 矿石化学全分析样品采样

为全面了解矿石中各组分含量，在光谱全分析基础上，按主要矿体、分矿石类型（或品级）采取基本分析副样或单独采取有代表性的样品。每种矿石类型或品级一般作1～2个。

6.6.5 组合分析样品采取

目的是系统了解矿石中伴生有用、有害组分的含量及其分布状况，作为综合评价和估算源/储量的品位参数。在矿体的不同部位，从同一探矿工程的基本分析副样中连续提取，分矿石类型（或品级）依样品长度的比例组合成一个样品，单个组合分析样品质量一般为100 g～200 g。根据矿石全分析资料并结合矿床地质特点，选择有实际意义的伴生组分（有意的或有害的）确定组合分析项目。

6.6.6 样品加工

6.6.6.1 目前可采用两种方法加工样品。总的要求在样品加工全过程中总损失率≤5%，样品缩分误差≤3%。钻孔矿心样品，各次缩分所剩部分，按矿体和不同矿石类型全部保留，以备它用。

6.6.6.2 样品缩分：按照切乔特公式 $Q = Kd^2$ 进行加工缩分。$K$ 为缩分系数；$Q$ 为样品质量（kg）；$d$ 为破碎后最大颗粒直径（mm）。样品加工流程和K值选择应通过试验确定，经验值一般为0.1～0.3。对伟晶岩型矿床可采用0.3，甚至更大，对于花岗岩型矿床可采用0.2。

6.6.6.3 机械联动线加工：经过一次破碎、缩分，直接达到要求粒度和质量（重量）。采用此法加工要求对样品缩分均匀性要进行试验，要求严格按照确定的加工方法和操作规程。

6.6.6.4 样品加工全部达到粒径1 mm～0.83mm（16目～20目）后，缩分为正、副样两部分，进一步磨细至规定粒度，送化验室的正样要求最大粒径0.074 mm（200目），最小质量不少于300 g，副样保存最小质量200 g～400 g。

6.6.7 样品分析

6.6.7.1 矿床所取的基本分析样品，要求提交金属氧化物品位（%）。其中工业矿物具有手选价值的矿床，要求提交手选的矿物品位（g/t或kg/t）后，还要求提交手选后尾矿的氧化物品位。采用重选方法回收矿物的原生矿床、风化壳矿床，为了解不同工业重矿物的含量及空间分布规律，做适量人工重砂分析检查化学分析结果，一般人工重砂样品的数目是基本分析的5%～15%。提交目的工业矿物重砂品位，用g/t表示。

6.6.7.2 样品分析项目：一般铌、钽矿床对应的分析项目为 $Nb_2O_5$、$Ta_2O_5$；铍矿床对应的分析项目为BeO；锂、铷、铯矿床分析 $Li_2O$、$Rb_2O$、$Cs_2O$；锆、铪矿床分析 $ZrO_2$、$HfO_2$。当其他有用组分达到工业要求时，也应列入基本分析项目。

6.6.7.3 化学分析质量检查：由地质人员抽取基本分析样品，总数10%的样品按不同

品位等级编密码，分期分批次进行内检，5%样品进行外检。矿区样品数≥2 000 个时，内检样品数可减少到 5%～10%，外检样品可减少到 3%。当样品少时，内检样品不少于 50 个，外检样品不少于 30 个。当分析质量不稳定时，可酌情增加检查样品比例。内外检分析合格率一般要求≥90%。新方法分析初期，样品合格率要求≥70%。化学分析允许误差标准执行中华人民共和国行业标准（DZ 0130.130·13—94）《地质矿产实验室测试质量管理规范》。规范给出的矿石分析允许相对双差计算公式：

$$y = \{ C \times 20x^{-0.60} \quad x \geqslant 3.08\% \quad c \times 12.5x^{-0.182} \quad x < 3.08\%$$

式中：$y$——计算相对双差值（%）；

$c$——修正系数：$Li_2O_{1.00}$、$Rb_2O_{1.00}$、$Cs_2O_{1.00}$、$Ta_2O_{s0.67}$、$Nb_2Os_{0.67}$、$BeO_{0.67}$、$ZrO_2$ 0.67、$HfO_2$0.67；

$x$——测定结果值（%）。

在实际应用上述公式中，可编程序自动判断，也可以用计算表进行人工查询。

6.6.7.4　系统误差处理：发现系统误差，即累计 30 个检查样品中，有 75%的分析结果偏高或偏低，必须选择有经验的分析单位，做仲裁分析，查明原因，妥善处理。

### 6.7　重砂样品采集与分析检查

#### 6.7.1　人工重砂样品采集与分析

在预查、普查阶段，人工重砂可对部分稀有金属矿石的工业价值快速评估。采用重选方法回收矿物的原生矿床、风化壳矿床，以了解不同工业矿物的含量及空间分布规律，要求采集适量的人工重砂样品，以检查化学分析结果；人工重砂样品在矿体的不同空间部位，分块段、矿石自然类型，在槽、井、坑探工程中采取。采样方法一般为刻槽法或剥层法，也可用拣块法，样品质量一般 20 kg～30 kg。样品数量为矿区化学基本分析样品总数 5%～15%。人工重砂分析提交目，的工业矿物重砂品位，用 g/t 表示。

#### 6.7.2　人工重砂分析检查

内检样品数应占基本分析的 5%～10%，合格率必须达 90%；外检样品数占基本分析的 3%～5%，合格率≥75%。如果质量不稳定，可适当增加检查比例。小于边界品位的样品一般不送外检，大于最低工业品位的样品，要求分析误差＜30%。

#### 6.7.3　自然重砂分析质量检查

对风化壳矿床勘查，当采用重砂样品做基本分析计算储量时，应对重砂分析品位进行质量检查，其内检样品数应占基本分析样品数的 5%～10%，合格率必须≥90%；外检样品应在内检合格样品挑选，其数量应占基本分析样品数 3%～5%，合格率要求≥80%，其允许误差见表 1。

表 1　　自然重砂分析允许偶然误差

| 含量(品位) | 内检允许相对偶然误差<br>% | 外检允许相对偶然误差<br>% |
|---|---|---|
| 大于最低工业品位 | ＜10 | ＜15 |

| 含量(品位) | 内检允许相对偶然误差<br>% | 外检允许相对偶然误差<br>% |
|---|---|---|
| 最低工业品位——边界品位 | < 15 | < 20 |
| 小于边界品位 | 不计误差 | 不计误差 |

野外砂矿样品淘洗流程须经试验研究确定，对尾砂还必须做检查淘洗，其数目占样品的 5% ~ 10%。尾砂淘洗获得的目的重矿物量不得大于原样相应重矿物量的 5%，样品合格率要求≥90%。

6.8 矿石物质组分研究样品的采集、加工、化验

6.8.1 样品采取

物质组分研究主要目的，是查明稀有矿物种类、矿物含量、赋存状态、嵌布粒度等，为选矿试验提供依据。其样品的采取，应按不同矿石类型（或品级）分别采取，并考虑在不同矿体、不同部位（深部或浅部）的代表性，分别采取一定质量组合成 50 kg ~ 150 kg 的样品。

6.8.2 样品加工

应在研究矿物嵌布粒度大小的基础上，按不同粒级，由粗到细，逐级加工破碎、淘洗（或重选），分别计算各级稀有金属矿物含量，最后统计重量，并对各级尾矿进行化学分析，了解尾矿品位，计算回收率。

6.8.3 单矿物分析

要求对各种稀有金属单矿物及主要造岩矿物，分别精选提纯进行化学分析，了解稀有金属组分在各种矿物中的占有率和分散率。

6.9 矿石选（冶）试验样品的采集试验

6.9.1 样品采集

样品采集前矿产勘查人员应与试验单位共同编制采样设计书，经矿产勘查投资人批准后实施。矿石加工技术条件试验研究程度由矿产勘查投资人决定。

6.9.2 样品要求

样品采取要考虑矿石类型、品级、组构特征和空间分布的代表性，能分采的应分类型采集，否则可采混合样。实验室流程试验，扩大连续试验及半工业试验的样品采集时，还要考虑开采时的矿石贫化。当矿石中有共、伴生有用组分时，应一并考虑采样的代表性，以便试验时了解其赋存状态和综合回收的工艺流程。样品采集和加工选（冶）试验的各环节质量，必须符合《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》等相关技术规程规范的要求。

6.9.3 精矿产品质量要求

各种稀有金属矿产经选矿获得的精矿产品，应符合我国现行的稀有金属精矿产品质量标准，参考附录 H（资料性附录）。

### 6.10　岩石、矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

#### 6.10.1　试验项目一般包括

矿石体积质量（体重）、湿度、块度、孔隙度、节理裂隙度、松散系数、含泥率、凿岩性、可爆性、硬度、安息角以及抗压、抗剪、抗拉强度，沙性土及粘性土的土工试验等。样品采集和测试在详查和勘探阶段进行，采样方法、数量、质量按《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》执行。

#### 6.10.2　大小体积质量（体重）样

按矿石类型和品级分别采样，在空间分布上应有代表性。大体积质量（体重）在采样现场测定，小体积质量（体重）样品应在野外蜡封。详查、勘探阶段，每种主要矿石类型或品级的小体积质量（体重）样品测定数量不少于 30 个。对疏松或多裂隙孔洞的矿石（风化壳型矿石），每种矿石类型或品级应测定 2～5 个大体积质量（体重）样，用于校正小体积质量（体重）值或直接参与矿产资源/储量估算。小体积质量（体重）样品体积一般 60 $cm^3$～120 $cm^3$，大体积质量（体重）样体积不小于 0.125 $m^3$。测定矿石体积质量（体重）时要测定它的主元素品位，湿度和孔隙度（风化壳矿石）。

#### 6.10.3　岩矿石物理力学样

岩、矿石（土）物理力学样重点放在矿体的上下盘。采样要有代表性，能反映出各种岩矿石（土）的主要特征。

### 6.11　原始资料编录、综合整理和报告编写等

#### 6.11.1　资料编录、整理要求

矿产勘查各阶段，原始编录必须在现场认真及时进行，客观、准确、真实、齐全反映第一性地质情况。各项原始编录资料应及时进行质量检查验收和综合整理，各工作项目结束后及时提交图件，要求原始资料与综合资料清晰、文字简练、文图相符。工作质量按 DZ/T 0078—93《固体矿产勘查原始地质编录规定》和 DZ/T 0079—93《固体矿产勘查地质资料综合整理、综合研究规定》执行。

#### 6.11.2　报告编写要求

每一勘查阶段工作结束，一般应编写相应阶段的地质勘查报告。投资人或上级主管部门确定各阶段连续工作，中间不单独编写报告的，应在该勘查项目结束时以全部勘查资料编写报告。因项目中途撤销而停止地质勘查工作的，应在已取得资料的基础上编写地质勘查报告。

#### 6.11.3　验收

地质勘查野外工作结束前，应按照本规范标准和勘查设计的要求，由勘查投资人或上级主管部门组织，对勘查区的工作程度和第一性资料的质量进行野外检查验收。检查验收中发现的重大问题，应责成勘查单位在报告编写前解决。地质勘查工作未经野外验收不应进行报告编写。

#### 6.11.4　编写提纲

在地质勘查报告编写前，编写责任人应结合稀有金属矿种的特点和勘查工作实际情况以及勘查投资人或上级主管部门、矿山设计单位的具体要求，按照 DZ/T 0033—2002《固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范》附录 A 及附录 B 的提纲为基础，拟定切

合实际的编写提纲，报送勘查投资人或上级主管部门批准后，编写责任人应根据批准的报告编写提纲制定工作计划，组织编写。

6.11.5 报告的提交

地质勘查报告经勘查投资人或上级主管部门初审后，按照政府有关矿产资源储量评审认定的规定送审。编写责任人按照评审中提出的修改意见组织对报告的修改。复制后的报告，按政府有关地质资料汇交的规定进行汇交。

6.11.6 原始资料的处理

勘查工作中形成的原始资料，由编写责任人组织，按照有关技术标准的要求立卷归档。

## 7 可行性评价

7.1 可行性评价工作

在矿产勘查工作的普查、详查和勘探三个阶段都需相应进行可行性评价，按研究程度分为概略研究、预可行性研究和可行性研究。

7.2 概略研究

对矿床开发经济意义的概略评价。通常是在收集分析该矿产资源国内、外市场供需状况的基础上，分析已取得的地质资料，类比已知矿床，结合矿区的自然经济条件、环境保护等，以我国类似企业经验的技术经济指标或扩大指标对矿床做出技术经济评价。从而为矿床进一步勘查或开发、为制定长远规划决策提供依据。概略研究可采用总利润、投资利润率、投资回收期等经济评价指标，对矿床进行静态的经济评价。

7.3 预可行性研究

对矿床开发经济意义的初步评价。通常需要有详查或勘探后采用工业指标估算探明的或控制的矿产资源/储量、实验室的加工选（冶）试验资料，以及通过价目表或类似矿山开采对比所获数据估算的成本；需要比较系统地对国内、外该矿种的资源/储量、生产、消费进行调查和初步分析；并对国内、外市场的需求量、产品品种、质量要求和价格趋势做出初步预测。根据矿床规模和矿床地质特征以及矿区地形地貌，借鉴类似企业的实践经验，初步研究并提出项目建设规模、产品种类、矿区总体建设轮廓和工艺技术的原则方案；参照类似企业，选择适合评价当时市场价格的技术经济指标，初步提出建设总投资，主要工程量和主要设备以及生产成本等。通过初步经济分析，圈定并估算不同的矿产资源/储量类型。

通过国内、外市场调查和预测，综合矿区资源条件、工艺技术、建设条件、环境保护以及项目建设的经济效益等各方面因素，从总体上、宏观上对项目建设的必要性、建设条件的可行性以及经济效益的合理性做出评价，为是否进行勘探以及推荐项目和编制项目建议书提供依据。

预可行性研究的内容与可行性研究的内容相同，只是详细程度次之。投资估算的误差一般在25%左右。一般采用内部收益率、净现值和动态的投资回收期等经济评价指标，进行动态经济分析。

7.4 可行性研究

对矿床开发经济意义的详细评价。通常依据勘探所获得的探明的资源/储量数及相应的加工选（冶）性能试验成果，其成本和设备报价所需各项参数是当时的市场价格，具有很强的时效性。首先对国内、国外该矿种的资源/储量、生产消费要认真调研、统计和分析；并对国内、国外市场的需求量、产品品种、价格、竞争能力进行分析研究和预测。对资源条件要认真进行分析研究，充分考虑地质、工程、环境、法律和政府经济政策各种因素的影响。对企业生产规模、开采方式、开拓方案、选（冶）工艺流程、产品方案、主要设备的选择、供水、供电、总体布局和环境保护等方面进行深入细致的调查研究，分析计算和多方案比较，并依据评价当时的市场价格确定投资、生产经营成本、销售收入、利润和现金流入流出等，其工作深度都需要达到进行经济评价的要求，所采用的成本数据精度高，能满足投资有关各方面的审查、评价的需要。投资估算和初步设计概算的误差不得大于10%，一般用内部收益率、净现值、动态的投资回收期等经济评价指标，进行动态的企业经济分析。其结果可以详细评价拟建项目的技术经济可靠性，圈定并估算不同的矿产资源/储量类型，从而得出拟建项目是否应该建设以及如何建设的基本认识。

通过可行性研究的论证和评价，为有关部门投资决策编制和下达设计任务书、确定工程项目建设计划等提供依据。

## 8　矿产资源/储量分类及类型条件

### 8.1　矿产资源/储量分类

#### 8.1.1　分类

根据经济意义（E）、可行性研究评价阶段（F）和地质可靠程度（G）等三维要素，把矿产资源量分为储量、基础储量、资源量三大类16种类型（见附录A）。

#### 8.1.2　储量

是指基础储量中的经济可采部分。在预可行性研究、可行性研究或编制年度采掘计划当时，经过了对经济、开采、选冶、环境、法律、市场、社会和政府等因素的研究及相应修改，结果表明在当时是经济可采或已经开采的部分。用扣除了设计、采矿损失的可实际开采数量表述，依据地质可靠程度和可行性评价阶段不同，又可分为探明的可采储量（111）、预可采储量（121）及控制的预可采储量（122）3个类型。

#### 8.1.3　基础储量

是查明矿产资源的一部分，它能满足现行采矿和生产所需的指标要求（包括品位、质量、厚度、开采技术条件等），是经详查、勘探所获控制的、探明的并通过可行性研究、预可行性研究认为属于经济的、边际经济的部分，用未扣除设计、采矿损失的数量表述。可分为3个类型，探明的（可研）经济基础储量（111b）、探明的（预可研）经济基础储量（121b）、控制的经济基础储量（122b）。边际经济基础储量，其平均内部收益率介于本行业内部收益率与零之间那部分。也有3个类型，即探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）、探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）、控制的边际经济基础储量（2M22）。

#### 8.1.4　资源量

是指查明矿产资源的一部分和潜在矿产资源。包括经可行性研究或预可行性研究证实为次边际经济的矿产资源以及经过勘查而未进行可行性研究或预可行性研究的内蕴经济的矿产资源，以及经过预查后预测的矿产资源三部分：即内蕴经济资源量，次边际经济资源量和预测资源量。

内蕴经济的资源量。即自普查至勘探，地质可靠程度达到了推断的至探明的，但可行性评价工作只进行了概略研究，尚不清楚其真实的经济意义，统归为内蕴经济资源量，可细分为 3 个类型：探明的内蕴经济资源量（331）、控制的内蕴经济资源量（332）、推断的内蕴经济资源量（333）。

次边际经济的矿产资源量。即经过详查、勘探的成果，进行了预可行性、可行性研究后，其内部收益率呈负值，在当时开采是不经济的，只有在技术上有了很大的进步，产品能大幅度降低成本或大幅度降价时，才能使其变为经济的那部分矿产资源。也分为 3 个类型：探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）、探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）、控制的次边际经济资源量（2S22）。

预测的矿产资源。即经过预查工作，根据已有资料分析、类比、估算的资源量（334）?，属潜在矿产资源。

8.2 矿产资源/储量类型条件

8.2.1 储量

8.2.1.1 可采储量（111）：探明的经济基础储量的可采部分。它是指在已按勘探阶段要求加密工程的地段，在三维空间上详细圈定了矿体，肯定了矿体的连续性，详细查明了矿床地质特征、矿石质量和开采技术条件，并有相应的矿石加工选（冶）试验成果，已进行了可行性研究，包括对开采、选冶、经济、市场、法律、环境、社会和政府因素的研究及相应修改，证实其在计算的当时开采是经济的。计算的可采储量及可行性评价结果，可信度高。

8.2.1.2 预可采储量（121）：探明的经济基础储量的可采部分，它是指在已达到勘探阶段加密工程的地段，地质可靠程度、矿石质量和开采技术条件同（111）所述，并有相应的矿石加工选（冶）试验成果，但只进行预可行性研究，表明当时开采是经济的。计算的可采储量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.1.3 预可采储量（122）：控制的经济基础储量的可采部分。是指已达到详查阶段工作程度要求的地段，基本上圈定了矿体三维形态，能够较有把握地确定矿体连续性的地段，基本查明矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，提供了矿石加工选（冶）性能条件试验的成果。对于工艺流程成熟的易选矿石，也可利用同类型矿产的试验成果。预可行性研究结果表明开采是经济的，计算的可采储量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.2 基础储量

8.2.2.1 探明的（可研）经济基础储量（111b）：它所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义的分类同（8.2.1.1）所述，与其惟一的差别在于本类型是采用未扣除设计，采矿损失的数量表述。

8.2.2.2 探明的（预可研）经济基础储量（121b）：它所达到的勘查阶段、地质可靠程

度、可行性评价阶段及经济意义的分类同（8.2.1.2）所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计，采矿损失的数量表述。

8.2.2.3　控制的经济基础储量（122b）：它所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义的分类同（8.2.1.3）所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计、开采损失的数量表述。

8.2.2.4　探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）：是指达到勘探阶段工作程度要求的地段，详细查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，圈定了矿体三维形态，肯定了矿体的连续性，有相应的加工选（冶）试验成果。可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，只有当技术、经济等条件改善后才可变成经济的。这部分基础储量可以覆盖全勘探区的，也可是勘探区中的一部分，在可采储量周围或其间分布，计算的基础储量和可行性评价结果的可信度高。

8.2.2.5　探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）：是指达到勘探阶段工作程度要求的地段，详细查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，圈定了矿体的三维形态，肯定了矿体的连续性，有相应的矿石加工选（冶）性能试验成果。预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术经济条件改善后可变成经济的。其分布特征同（2M11），计算的基础储量的可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.2.6　控制的边际经济基础储量（2M22）：是指在达到详查阶段工作程度的地段，基本查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，基本圈定了矿体的三维形态，预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术经济条件改善后可变成经济的。其分布特征类似于（2M11），计算的基础储量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.3　资源量

8.2.3.1　探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）：是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，地质可靠程度为探明的，可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，必须大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的，计算的资源量和可行性评价结果的可信度高。

8.2.3.2　探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）：是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，地质可靠程度为探明的，预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，需要大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。计算的资源量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.3.3　控制的次边际经济资源量（2S22）：是指在勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段，地质可靠程度方控制的，预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，需大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。计算资源量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.3.4　探明的内蕴经济资源量（331）：是指勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，地质可靠程度为探明的，但未做可行性研究或预可行性研究，仅作了概略研究，经济意义介于经济的一次边际经济的范围内，计算资源量可信度高，可行性评价结果可信

度低。

8.2.3.5 控制的内蕴经济资源量（332）：是指在勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段，地质可靠程度为控制的，可行性评价仅做了概略研究，经济意义介于经济的一次边际经济的范围内，计算资源量可信度较高，可行性评价可信度低。

8.2.3.6 推断的内蕴经济资源量（333）：是指在勘查工作程度只达到普查阶段要求的地段，地质可靠程度为推断的，资源量只根据有限的数据计算的，其可信度低。可行性评价仅做了概略研究，经济意义介于经济的一次边际经济的范围内，可行性评价可信度低。

8.2.3.7 预测的资源量［（334）?］：依据区域地质研究成果，航空、遥感、地球物理、地球化学等异常极少量工程资料，确定具有矿化潜力的地区，并和已知矿床类比而估计的资源量，属于潜在矿产资源，有无经济意义尚不确定。

## 9 矿产资源/储量估算

### 9.1 矿产资源/储量估算的工业指标

#### 9.1.1 工业指标

工业指标是评价矿床的工业价值、圈定矿体、估算矿产资源/储量的标准和依据。按矿产勘查的不同阶段，工作程度的差别，执行不同的工业指标。在矿产预查、普查、详查阶段，未进行可行性研究的矿区，应采用一般参考性工业指标，见附录 G（资料性附录）。矿区勘探阶段，应通过预可行性和可行性研究，按当时市场对该矿种的销售价格及有关因素，通过多方案试算比较，推荐出圈定矿体形态完整，资源回收率高，有开采效益的工业指标方案，征求投资人的意见，严格执行国家规定程序，上报上级矿产主管部门审批下达。

#### 9.1.2 工业指标的项目与内容

9.1.2.1 边界品位：边界品位是圈定矿体的单个样品中有用组分含量的最低标准，作为划分矿体与岩体（脉）或围岩的依据。

9.1.2.2 最低工业品位：最低工业品位即经济平衡品位，亦称最低可采品位。规定单工程的最低工业品位，目的在于保证矿床品位能达到工业开发所要求的平均品位。采用地质统计学方法，用计算机计算矿床储量时，只用边界品位和矿床平均品位估算矿产资源/储量。

9.1.2.3 最低可采厚度：根据采矿工艺确定的矿体的最小真厚度。

9.1.2.4 最低米百分值：最低米百分值等于最低工业品位与最低可采厚度的乘积。它适用于小于最低可采厚度的富矿体。

9.1.2.5 夹石剔除厚度：若矿体中存在夹石，大于或等于这一指标者（以真厚度计算）必须剔除，小于这一指标者可作为矿石圈入矿体。

9.1.2.6 综合最低工业品位：在矿床或矿体中，大部分地段已有一种稀有金属符合工业指标的条件下，某些局部地段虽含多种稀有金属，但无一种达到最低工业品位者，应根据其主、伴组分的采矿贫化率、选矿回收率与精矿等级及其单位价格，按等价原则，折算为主组分的等价品位，制定综合最低工业品位。并据此确定其相应的综合边界品位。

9.1.2.7　伴生有用组分综合回收最低品位：稀有金属矿床，在已有一种稀有金属符合工业指标的条件下，对其他伴生组分应根据选矿工艺，在技术上可行、经济上合理的前提下，制定伴生组分综合回收最低品位。对含稀有金属重矿物的矿床，已有一种稀有重矿物品位或化学品位分别符合工业指标的条件下，若其中还含有其他伴生的有用重矿物，只要重选能顺便回收，得出合格产品，均应估算储量，提供矿山选矿设计考虑综合回收。

9.1.2.8　非金属矿物原料综合利用指标：若矿床中的非金属矿物原料具有综合利用价值，应制定非金属矿物原料综合利用指标。

9.2　矿产资源/储量估算的一般原则

9.2.1　矿产资源/储量估算必须在充分综合研究矿床地质条件、控矿因素的基础上，严格按有关主管部门正式审批下达的工业指标正确圈定矿体进行估算。

9.2.2　参与矿产资源/储量估算的各项工程的质量，应符合有关规程、规范和规定的要求。

9.2.3　根据本标准确定的矿产资源/储量分类及各类型条件，按矿体的不同块段、不同矿石工业类型及不同的资源量和储量类型，分别估算块段、矿体及全矿床的矿石量、平均品位和金属氧化物量（或矿物量），并在相应的矿产资源/储量估算图上标明各类资源量和储量的估算结果。

9.2.4　凡按化学分析品位计算金属氧化物储量时，必须查清有用组分在矿石中的赋存状态，各矿物的分配值及分配率；按重砂品位计算矿物储量时，必须求得淘洗系数，并在储量中校正。

9.2.5　达到工业指标要求（以审批下达的工业指标为准）的共生组分，应分别圈定矿体估算矿产资源/储量。

9.2.6　估算伴生矿产的矿产资源/储量时，不需要单独圈定矿体，而采用块段或矿体的矿石量并在此矿石量的范围内计算出的平均品位，估算矿体或矿床中伴生矿产的金属氧化物总量。

9.2.7　地质勘查报告中所估算的矿产资源量/储量是探获的实有储量或资源量，其中探明的储量是扣除了设计、开采损失的数量，探明的基础储量和资源量是未扣除设计、开采损失的数量。但在估算探获的储量和资源量时应扣除截止到勘查工作结束时所有采空区的储量和资源量。

9.2.8　对于达到手选工业指标的稀有金属矿物，要计算手选矿物品位和手选矿物储量，并应求得该矿种的金属氧化物总品位和总储量或总资源量。

9.2.9　矿产资源/储量估算的方法应根据矿床地质特征，矿体的赋存状态，勘查工程的分布情况等因素进行选择。对计算方法及其结果的正确性应进行检验。可选择一部分有代表性的块段或矿体，采用其他方法进行检验计算，以检验所采用的矿产资源/储量估算方法的正确性。

9.2.10　运用地质统计学方法估算矿产资源/储量时，应按 DZ/T 0033—2002《固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范》附录 B（规范性附录）关于“运用地质统计学方法估算储量的编写提纲”要求进行。

9.3 确定矿产资源/储量估算参数的要求

9.3.1 面积测定

块段面积的测定要求在（1∶500）～（1∶1 000）比例尺的矿产资源/储量计算图件上，采用几何图形法、方格法或求积仪法进行测定，每块段面积均应测定两次以上，并且测定的结果满足误差要求，然后取两次测定的平均值作为矿产资源/储量估算的块段面积。

9.3.2 平均品位计算

9.3.2.1 单工程平均品位计算：一般采用样长加权法求得，当取样长度基本相等，或样品品位变化均匀至较均匀，样品数量多时，可用算术平均法进行计算。当样品中有特高品位时，则应先处理特高品位，再计算单项工程平均品位。

9.3.2.2 特高品位处理：通常品位值高于矿体（矿床）平均品位 6～8 倍的样品品位称特高品位。当矿体品位变化大时取上限值，变化小时取下限值。处理特高品位前，首先对被视为特高品位的样品的副样进行第二次内检分析，当两次分析的结果在允许误差范围内确定为特高品位时。用第一次的结果作为处理特高品位值。处理的方法是，用特高品位参加其所影响到的块段或单工程平均品位计算，用计算出的块段或单工程（矿体厚度大时）平均品位，代替该样品品位，参与块段或单工程平均品位的正常计算。如果特高品位有规律分布，且可以圈出高品位带时，则将高品位带单独圈出，分别计算储量，不再进行特高品位处理。

9.3.2.3 块段平均品位计算：用地质块段法计估算矿产资源/储量时，块段平均品位，通常用单工程（或样品段）厚度加权法求得。用垂直剖面法和水平断面法计算时，先用单工程（或样品段）厚度加权，再用面积进行加权求得块段平均品位。

9.3.3 平均厚度计算

一般用算术平均法求得，只有当矿体厚度变化大时，且工程分布不均匀时，才用单工程中矿体厚度与该工程上下或两侧影响的长度加权平均求得。

9.3.4 矿石体积质量（体重）

参与矿产资源/储量估算的体积质量（体重）、湿度等参数，必须以实际测定值为依据。各类型矿石体积质量（体重）差异大时，储量计算应分别取该类型的平均体积质量（体重）进行。一般取小体积质量（体重）样的平均值进行矿产资源/储量估算，对风化壳矿石应采取大体积质量（体重）计算，对伟晶岩型矿床凡结晶颗粒粗大时，须采大体积质量（体重）样，一般用小体积质量（体重）样。

9.3.5 参数获取困难时办法

预查、普查阶段估算矿产资源/储量时，可参照上述方法确定估算参数。在获取体积质量（体重）、湿度等参数有困难的情况下，可参照同类型矿石的数值进行。

9.4 矿产资源/储量分类结果表

根据矿体的勘查控制程度、地质可靠程度、可行性研究和预可行性研究结果，对勘查工作所获得矿产资源/储量进行分类、估算，并编制矿产资源/储量估算结果表。用以说明地质勘查工作所获得的矿产资源/储量数量，表的内容应包括矿石量，平均品位，金属氧化物量以及地质可靠程度和经济意义，并标明储量的编码。

# 稀土矿产地质勘查规范

DZ/T 0204—2002

## 目　　次

前言
1　范围
2　规范性引用文件
3　勘查的目的任务
3.1　预查
3.2　普查
3.3　详查
3.4　勘探
4　勘查研究程度
4.1　地质研究程度
4.2　矿石质量研究
4.3　矿石选（冶）和加工技术条件研究
4.4　矿床开采技术条件研究
4.5　综合勘查综合评价
5　勘查控制程度
5.1　勘查类型的确定
5.2　稀土矿床勘查类型划分
5.3　矿床控制程度的确定
6　勘查工作及质量要求
6.1　测量工作
6.2　地质填图
6.3　物探、化探工作
6.4　探矿工程
6.5　化学样品的采集、加工、化验分析
6.6　矿石选（冶）试验样品的采集与分析、试验
6.7　岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验，
6.8　原始地质编录、资料综合整理和报告编写
6.9　其他
7　可行性评价

7.1 概略研究
7.2 预可行性研究
7.3 可行性研究
8 矿产资源/储量分类及类型条件
8.1 资源/储量分类依据
8.2 矿产资源/储量类型条件
9 矿产资源/储量估算
9.1 矿产资源/储量估算的工业指标
9.2 矿产资源/储量估算的一般原则
9.3 确定矿产资源/储量估算参数的要求
9.4 矿产资源/储量分类结果
附录 A（规范性附录）固体矿产资源/储量分类
附录 B（资料性附录）稀土矿产资源/储量规模划分标准
附录 C（资料性附录）确定勘查类型的主要因素及工程间距的确定
C.1 稀土内生矿床勘查类型划分
C.2 风化壳离子吸附型稀土矿床勘查类型划分
C.3 勘查工程间距的确定
附录 D（资料性附录）矿体圈定和矿产资源/储量估算方法
D.1 矿体的圈定和连接
D.2 矿产资源/储量估算方法
附录 E（资料性附录）稀土精矿、稀土氧化物、稀土化合物质量标准
E.1 稀土精矿产品质量标准
E.2 高稀土铁矿石质量标准
E.3 高钇和富铕混合稀土氧化物质量标准
E.4 分组稀土氧化物富集物
E.5 其他稀土化合物的质量标准
附录 F（资料性附录）稀土矿石的选矿工艺、物理技术性能
F.1 稀土矿石类型
F.2 稀土矿石的选矿工艺、物理技术性能
F.3 内生型稀土矿石和风化壳离子吸附型稀土矿石
附录 G（资料性附录）稀土元素的性质和用途
G.1 稀土元素的分组
G.2 稀土的性质和用途
G.3 稀土元素的地球化学特征
附录 H（资料性附录）稀土矿主要矿物及矿床类型
H.1 稀土元素在自然界的存在形式及主要矿物
H.2，稀土矿床类型
附录 I（资料性附录）稀土矿床工业指标制订原则及一般工业指标

I.1　矿床工业指标制订原则
I.2　制订共（伴）生矿产指标的原则
I.3　一般工业指标

## 1　范　　围

本标准为稀土矿产地质勘查工作规定了勘查的目的任务、勘查研究程度；勘查类型及工程密度、深度；勘查工作质量；可行性评价及矿产资源/储量估算等要求。

本标准适用于稀土矿产地质勘查各阶段和矿产资源/储量估算；也适用于验收、评审稀土矿产地质勘查成果；还可作为矿业权转让、稀土矿产勘查开发筹资、融资、股票上市等活动中评价、估算矿产资源/储量的依据。

## 2　规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

DZ/T 0033—2002　固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范

## 3　勘查的目的任务

3.1　预查

预查是通过对区内资料的综合研究、类比及初步野外观测、极少量的工程验证，初步了解预查区内矿产资源远景，提出可供普查的矿化潜力较大地区，并为发展地区经济提供参考资料。

3.2　普查

普查是通过对矿化潜力较大地区开展地质、物探、化探工作和取样工程，以及进行可行性评价的概略研究，对已知矿化区做出初步评价，对有详查价值地段圈出详查区范围，为发展地区经济提供基础资料。

3.3　详查

详查是对详查区采用各种勘查方法和手段，进行系统的工作和取样，并通过预可行性研究，做出是否具有工业价值的评价，圈出勘探区范围，为勘探提供依据，并为制订矿山总体规划、项目建议书提供资料。

3.4　勘探

勘探是对已知具有工业价值的矿区或经详查圈出的勘探区，通过应用各种勘查手段和有效方法，加密各种采样工程以及可行性研究，为矿山建设在确定矿山生产规模、产品方案、开采方式、开拓方案、矿石加工选（冶）工艺、矿山总体布置、矿山建设设计等方面提供依据。

矿产勘查最终目的是为矿山建设设计提供矿产资源/储量和开采技术条件等必需的地质资料，以减少开发风险和获得最大的经济效益。

## 4 勘查研究程度

### 4.1 地质研究程度

#### 4.1.1 预查阶段

全面收集地质、矿产、物探、化探、遥感、重砂、探矿工程等各种有关信息及研究成果，通过（1∶50 000）～（1∶25 000）比例尺的路线地质踏勘，初步查明与稀土成矿有关的地层、构造、岩浆岩、区域变质作用等成矿地质条件。对风化壳离子吸附型稀土矿床，还应初步查明区域地貌类型、特征及与风化壳发育程度的关系。对预查区内有找矿远景的物探、化探异常、矿（化）点，用极少量工程进行揭露，如发现矿体，应初步查明有用矿物成分、品位等；初步查明矿石结构构造和自然类型，并与地质特征相似的已知矿床从基本特征、成矿地质条件等方面进行类比、预测，提出供普查的矿化潜力较大地区，为进一步开展普查工作提供依据。

#### 4.1.2 普查阶段

对选定的普查区，通过（1∶25 000）～（1∶50 000）比例尺的地质填图和露头检查，应大致查明区内与稀土矿成矿有关的地层、构造、岩浆岩、区域变质作用等成矿地质条件及主要矿产。对风化壳离子吸附型矿床，还应大致查明区域地貌类型、第四纪地质等，以及风化壳在山脚、山腰、山头的分布与发育情况和保存程度等与成矿的关系。

对发现的矿化地质体及矿体，通过（1∶10000）～（1∶2 000）比例尺地质填图和有效的物探、化探、遥感、重砂等方法手段及数量有限的取样工程，大致控制主要矿体特征、分布范围、数量、规模、产状；地表要用取样工程稀疏控制，深部要有工程证实，不要求系统工程网度；大致查明矿石的物质组成，矿石质量，大致划分出轻、中、重稀土和稀土总量所占比例，并进行相应的综合评价；对风化壳离子吸附型稀土矿床，要大致查明风化带（壳）的发育情况或风化、半风化、弱风化、原岩的分带（层）。对物探、化探异常进行Ⅰ—Ⅱ级验证。

#### 4.1.3.1 区域地质

基本查明与稀土成矿有关的地层、构造、岩浆岩、区域变质作用等成矿地质条件及主要矿产。对风化壳离子吸附型稀土矿床还应基本了解区域第四纪地质、地貌类型，以及微地貌特征及风化壳发育程度的关系。

#### 4.1.3.2 矿区（床）地质

通过（1∶10000）～（1∶2 000）地质填图，基本查明成矿地质条件，描述矿床的地质模型。基本查明地层时代、层序、岩相；含矿层位或容矿层位的岩性、岩相、岩石地球化学背景及含矿性和分布特征；基本查明与稀土成矿有关的岩浆岩种类、规模、形态、产状、形成时代或沉积－喷发旋回及与成矿关系，风化壳离子吸附型矿床应研究成矿母岩稀土的物质组分和赋存状态；基本查明主要构造性质、产状、控矿构造因素及矿化富集的构造条件，以及成矿后构造的破坏影响程度；基本查明与成矿有关的变质（混合岩化）作用，围岩蚀变特征和与矿化的关系；基本查明风化带（壳）：对内生矿床，应研究风化带的发育程度、范围、深度、分带性、矿物组合和变化规律及稀土元素的表生富集、贫化作用；对风化壳离子吸附型矿床，基本查明其分布范围内的地貌类型、微

地貌特征、第四纪地质等，基本查明风化壳在山脚、山腰、山头（顶）的分布情况；风化、半风化、弱风化、原岩等的发育与保存程度等与成矿的关系。

4.1.3.3　矿体地质

通过系统取样工程和有效的物探、化探工作，控制矿体的总体分布范围，基本控制主矿体的矿体特征、空间分布，基本圈定并连接矿体；基本查明主矿体数量、赋存部位、分布范围、规模、形态、产状、厚度、品位，以及轻、中、重稀土及变化规律，矿体中夹石及顶底板岩性的分布情况，断层、岩浆岩、岩脉、硅化裂隙带及风化球对矿体的影响程度。

4.1.4　勘探阶段

4.1.4.1　矿区（床）地质

通过（1∶10 000）～（1∶2 000）（必要时可用 1∶500）比例尺地质填图，加密各种取样工程和相应的工作，详细查明成矿地质条件及内在规律，建立矿床的地质模型。详细查明地层、层序、岩相；着重研究① 含矿层位或容矿层位的岩性、岩相、岩石的矿物组分、沉积环境、沉积建造、岩层对比标志及岩石地球化学背景，了解其含矿性、分析其变化规律；阐明它们与矿床形成和矿体空间分布的关系；详细查明控矿及破坏矿体的主要构造性质、规模、产状、形态、分布规律和生成顺序。对矿体破坏较大的断层、破碎带要有加密工程控制；详细研究与成矿有关的岩浆岩岩性、岩相（系）、岩石地球化学特征；详细查明岩体（系）形态、产状、规模、形成时代或沉积—喷发旋回，阐明演化特点，及其与成矿的关系。风化壳离子吸附型稀土矿床还应详细研究成矿母岩稀土的物质组分和赋存状态；详细研究与成矿有关的变质（混合岩化）作用的性质、强度、规模、变质（混合）岩性特点及岩（相）带分布，阐明其与成矿的关系。详细研究围岩蚀变的种类、强度、规模、矿物组合、分带性及其对矿化富集、贫化的作用。对内生矿床详细研究风化带（壳）的发育程度、范围、深度、分带性、矿物组合和变化规律及稀土元素的表生富集、贫化作用；对风化壳离子吸附型稀土矿床、研究其分布范围内的地貌类型、微地貌特征、第四纪地质等，着重研究风化壳在山脚、山腰、山顶的发育与保存程度和风化、半风化、弱风化、原岩等分层、厚度变化等与成矿的关系。提出找矿方向及找矿标志。

4.1.4.2　矿体地质

内生矿床用加密系统取样工程详细查明和研究矿体的空间特征和赋存规律，详细查明矿体的赋存部位、分布范围、数量、规模、形态、产状、矿石品位、质量、矿石物质组成、夹石分布等特点，以及断层或岩浆岩对矿体的穿插破坏情况，正确圈定并连接矿体。风化壳离子吸附型稀土矿床，用加密取样、详细查明矿体的赋存部位、范围、数量、规模、形态、产状、矿石品位、质量、夹石等；详细研究硅化断裂带、脉体（带）及风化球对矿体的影响程度并圈定其集中分布范围；详细查明沟谷冲（坡）积层下的矿体及其特征。

4.2　矿石质量研究

① 淋积型矿床与离子吸附型稀土矿床，应大体相当，均属风化壳型矿床，建议改为风化壳离子吸附型稀土矿床（简称离子型矿床，以下同）更为确切。

4.2.1 预查阶段

对预查中已发现的矿体，应初步查明矿石品位、矿物成分、化学成分、矿石结构构造及矿石自然类型。

4.2.2 普查阶段

通过有限的样品分析，大致查明矿石矿物、脉石矿物种类、矿石品位、矿石主要有用组分、物质成分、结构构造特征、矿石自然类型及有益有害组分等情况，大致评价矿石的经济价值，为能否工业利用提供依据。

4.2.3 详查阶段

基本查明矿石矿物、脉石矿物种类、含量、共生组合及矿石结构构造特征；基本查明矿石品位、化学成分、主要有用组分、轻、中、重稀土及含量、有益、有害组分种类、含量、赋存状态和分布规律；基本划分矿石自然类型和工业类型，为矿山建设的项目建议书和预可行性研究提供依据。

4.2.4 勘探阶段

4.2.4.1 矿石的物质组分及赋存状态

详细查明矿石的矿物成分、化学成分、主要有用组分或品位、轻、中、重稀土含量、矿石矿物、脉石矿物、结构、构造及其有益有害组分的赋存状态和分布规律。内生矿床应详细研究矿石矿物和脉石矿物的种类、含量、粒级、嵌布关系、生成顺序、共生组合及其稀土元素占有率和配分值。风化壳离子吸附型矿床，还应详细研究全风化、半风化、弱风化矿石稀土元素的主要赋存相态及其变化规律。

4.2.4.2 矿石类型划分

依据矿石的有用组分、结构、构造、风化程度等划分矿石自然类型，结合矿石加工技术性能和用途等划分矿石主要的和次要的工业类型，并研究其分布范围和所占比例。

4.3 矿石选（冶）和加工技术条件研究

4.3.1 预查阶段

不做具体要求，可以通过少量矿石进行类比研究，做出是否可选的预测。

4.3.2 普查阶段

对已发现的矿产，应与邻区同类型已开采矿山，从矿石物质组成、主要矿石矿物、脉石矿物、结构构造、嵌布特征、粒度大小、有害组分及影响选（冶）条件等因素进行全面的对比，并就矿石加工选冶的性能做出概略评述。无可类比的或新类型矿石应进行可选（冶）性试验或实验室流程试验，为是否值得进一步工作提供依据。

4.3.3 详查阶段

对矿石的加工选冶性能进行试验和研究，应基本查明主要矿石类型的可选（冶）性能。一般矿石进行可选性能试验或实验室流程试验；对生产矿山附近的，有类比条件的易选矿石可以进行类比评价，不做可选（冶）试验；对难选矿石或新类型矿石，应进行实验室扩大连续试验。

4.3.4 勘探阶段

在矿区范围内，针对不同矿石类型。采集具有代表性的样品，进行加工选（冶）性能试验。为详细评价各类稀土矿石的选（冶）和加工技术性能。可类比的易选矿石应进

行实验室流程试验，一般矿石在实验室流程试验基础上进行实验室扩大连续试验，如矿石物质组分复杂，综合利用价值又较高，或新类型矿石、难选矿石进行实验室扩大连续试验，必要时进行半工业试验。

4.4　矿床开采技术条件研究

4.4.1　预查阶段

收集、分析区域水文地质、工程地质资料，初步了解该区水文地质、工程地质及环境地质条件。

4.4.2　普查阶段

寻找的矿产与地表（下）水关系密切时，应收集区域水文地质，工程地质及环境地质资料，大致了解矿区地表水体分布，地下水类型及补给、排泄条件，矿床主要充水因素；大致了解矿体（层）顶、底板及围岩的稳定性；大致了解环境地质状况，对下一步工作确定水文地质、工程地质工作提供依据，为是否可以进一步开展地质工作提供依据。

4.4.3　详查阶段

4.4.3.1　水文地质条件

在研究区域水文地质条件的基础上，收集评价矿区水文地质条件所需的水文、气象资料。基本查明矿区含水层、隔水层、构造破碎带、风化带、岩溶等水文地质特征，发育程度和分布规律；基本查明矿区内地表水体分布及其与矿床主要充水含水层的水力联系，并评价其对矿床充水的影响；基本查明地下水补给、排泄条件，矿床主要充水因素，选择代表性的泉、井、钻孔、生产矿井进行流量、水位、水温、排水量的动态观测，预测矿坑涌水量，评价对矿床开采的影响程度；初步划分矿床水文地质类型及确定水文地质条件复杂程度；调查研究可供利用的供水水源的水量、水质，指出供水水源方向。

4.4.3.2　工程地质条件

基本查明矿区岩、土体结构类型。根据矿体（层）围岩类型及矿石特征，初步划分矿区工程地质岩组，测定主要岩石、矿石的力学性质，研究其稳定性能；基本查明矿区内断层、破碎带、节理、裂隙、风化带、软弱夹层的分布，评价对矿体及其顶、底板和近矿围岩稳固性的影响；对露天开采采场，要控制矿体四周边界及露天采场底部矿体的边界，对边坡的稳定性提出评价意见；调查老窿及采空区的分布，充填和积水情况；初步划分矿床工程地质类型和确定工程地质条件复杂程度。

有关各项水文地质、工程地质工作要求，按 GB/T12719《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。

4.4.3.3　环境地质条件

基本查明岩石、矿石和地下水（含热水）中对人体有害元素，放射性及其他有害气体成分，含量等情况，指出可能污染环境的因素；收集地震、泥石流、滑坡、山洪、岩崩等自然地质灾害的有关资料分析其对矿山生产的影响；预测矿床开采对地质环境、生态环境的破坏和影响，并提出防治建议。

根据上述水文、工程、环境地质条件初步划分矿床开采技术条件类型，为矿山建设

项目建议书提供依据。

4.4.4 勘探阶段

4.4.4.1 水文地质条件

详细查明矿床开采范围内含水层、隔水层的岩性、厚度、分布、产状、埋藏条件、含水层的水力联系、主要隔水层的稳定性和隔水程度；主要充水含水层富水性；裂隙、溶洞的发育程度、分布规律；主要构造破碎带、断裂带、裂隙带、岩溶发育带的发育程度、分布规律、含水性、导水性和相互联系；地下水的补给、径流、排泄条件；查明含水层的水温、水质、水量及动态变化；地表水体的分布、水文特征及其与地下水的水力联系；老窿采空区的分布与积水程度。收集评价矿区水文地质条件所需的水文、气象资料，包括多年降雨量和最高洪水位，合理确定水文地质边界条件，分析矿床充水因素、充水方式和途径。确定矿床水文地质条件的复杂程度，划分矿床水文地质类型；进行钻孔简易水文地质观测及抽水试验；计算首采地段第一开拓水平的正常和最大矿坑涌水量，估算最低开采水平的涌水量；对矿床开采的防水措施、矿坑排水、排供结合及综合利用提出建议；指出生活和工业用水水源方向。水文地质条件简单的矿床，上述研究内容可适当从简，以满足地质勘探和矿山建设设计需要为原则。

4.4.4.2 工程地质条件

详细查明矿区岩、土体结构类型。详细查明断层、破碎带、节理、裂隙、风化带的性质、特征、发育程度、分布规律及其对矿床开采的影响，测定岩石、矿石的物理力学性质；预测可能产生的工程地质问题，指出不良工程地质岩（层）组的分布地段，对矿体顶底板及近矿围岩的稳定性做出评价。适于露天开采的矿床，查明非矿盖层的岩性、发育程度、产状、厚度和分布范围，对露天采场边帮稳定性做出初步评价。调查研究老窿、采空区、岩溶的分布、充填和积水情况，并圈出其界线。在详细研究矿区（床）工程地质特征的基础上，划分矿区（床）工程地质类型，对矿山建设和生产可能造成严重影响的岩溶以及可能形成滑坡、塌陷的工程地质条件需进行专门调查并做出相应的说明。

有关各项水文地质、工程地质工作要求，按 GB/T12719《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。

4.4.4.3 环境地质条件

详细查明并研究放射性等有害物质及有害气体的强度、含量、分布与变化规律。指出可能污染环境的因素，并对原生环境质量进行评价，对次生环境质量进行预测；如：采选冶废水、废气排放、采矿废石及尾砂堆放与处置，并提出预防建议；对地震活动区应分析有关地震资料、研究新构造活动的特征、阐明矿区地震地质情况和对区域稳定性的影响。调查矿区（床）内各种灾害地质现象（岩崩、滑坡、山洪、泥石流等），预测矿床开采对地质环境、生态环境的破坏和影响。并提出防治建议。

有关环境地质调查与评价按 GB/T 12719《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。

根据上述水文地质、工程地质、环境地质条件、划分矿床开采技术条件类型：简单型、中等型、复杂型等三类，做出水文、工程、环境方面的总体评价，为矿山建设设计提供依据。

4.5　综合勘查综合评价

4.5.1　预查阶段

如发现工业矿体，应初步了解与稀土矿体共生、伴生矿产的种类及其地质特征。

4.5.2　普查阶段

如发现具有工业价值和经济效益的共生、伴生矿产，应大致查明其种类、含量、赋存特点，并研究其综合利用的可能性。

4.5.3　详查阶段

应基本查明矿床详查地段具有工业利用价值的共生矿产和伴生矿产有用组分的种类、含量、赋存状态、分布特点及其与主元素的相互关系并进行综合评价，确定其工业利用的可能性。

4.5.4　勘探阶段

4.5.4.1　详细查明矿床中的同体共生矿产和主矿体上、下盘（紧密叠置）围岩中的异体共生矿产，应进行综合勘查，其勘探研究程度，应达到该矿种的规范要求。勘查单位应取得工业部门或投资者关于共生组分的工业指标，并估算矿产资源/储量。

4.5.4.2　详细查明离主矿体较远不能综合勘探的异体共生矿产，应对其赋存部位、分布范围、矿体规模、形态、产状、品位和厚度变化等进行详细研究，必要时参照（4.5.4.1）内容进行。

4.5.4.3　对矿床的伴生有用组分应详细查明其种类、含量、分布、赋存状态、加工技术试验中的转移、富集方向及在产品中的分布和回收情况，详细进行综合评价研究，勘探时应系统采组合样品，了解其含量与分布并分别估算矿产资源/储量。

4.5.4.4　共、伴生组分矿产资源/储量类型视主元素勘探研究程度而定，参与储量估算的共生矿产、伴生组分的样品均应做内外部检查。稀土矿床伴生有用组分评价应按相关矿种指标进行。

## 5　勘查控制程度

5.1　勘查类型的确定

5.1.1　勘查类型划分的原则

划分勘查类型是为了正确选择勘查方法和手段，合理确定勘查工程间距，有效地圈定和控制矿体，肯定矿体的连续性，应遵循如下原则：以最少的投入，获取最大效益的原则；应从需要、可能、效益等多方面权衡来考虑，并非工程越密越好；从实际出发的原则；每个矿床都有自身的地质特征，必须从影响各自矿床勘查难易的主要因素出发，选择勘查类型；以主矿体为主的原则。勘查类型划分应以一个或几个主矿体为主，大矿体可据不同地段勘查的难易程度，分段确定勘查类型。

5.1.2　勘查类型划分的依据

划分矿床勘查类型和确定勘查间距时，应依据主矿体规模、形态及内部结构、矿床的构造影响程度、主矿体厚度稳定程度和有用组分分布均匀程度等五个主要地质因素来确定。用每个矿床相对应的上述五个地质因素类型系数值之和，来确定勘查类型。在影响勘查类型的五个因素中，主矿体之规模，所赋予的类型系数值要大些，占 30%；风

化壳离子型矿床由矿体的形态复杂程度所赋予的值也占30%。构造对矿体形状有影响，所赋予的值要小些占10%；构造对矿体的影响程度在风化壳离子吸附型稀土矿床中由矿体的矿化连续性（含矿率%）替代和有用组分均匀程度所赋予的值要小些，各占10%；其他各个因素各占20%（见附录C）。

5.2 稀土矿床勘查类型划分

5.2.1 内生矿床

5.2.1.1 简单（第Ⅰ类型）：五个地质因素类型系数之和为2.6～3.0。矿体规模大，形态简单，厚度稳定至较稳定，稀土组分分布均匀至较均匀，断层、脉岩对矿体影响小或无影响。如白云鄂博主、东矿铁铌稀土矿床和东矿顶板白云岩型铌稀土矿床（体）。

5.2.1.2 中等（第Ⅱ类型）：五个地质因素类型系数之和为1.8～2.5。矿体规模大至中等，形态较简单，厚度较稳定，稀土组分分布均匀至不均匀，断层、脉岩对矿体影响明显或偶有断层破坏矿体。如白云鄂博西矿$V_2$号铁铌稀土矿体和庙垭铌稀土矿体。

5.2.1.3 复杂（第Ⅲ类型）：五个地质因素类型系数之和小于1.8。矿体规模小、中等，形态较简单至复杂，厚度不稳定，稀土组分分布较均匀至不均匀，断层、岩脉对矿体影响大或常有断层、脉岩破坏矿体。如牦牛坪稀土矿和郗山稀土矿。

5.2.2 风化壳离子吸附型稀土矿床

5.2.2.1 简单（第Ⅰ类型）：矿体规模大，矿化连续，形态简单至较简单，厚度稳定，稀土组分分布均匀至较均匀。五个地质因素类型系数之和为2.6～3.0。如江西河岭稀土矿。

5.2.2.2 中等（第Ⅱ类型）：矿体规模中等至大，矿化较连续，形态简单至较简单，厚度较稳定，稀土组分分布较均匀至不均匀。五个地质因素类型系数之和为1.8～2.5。如南桥稀土矿和仁居稀土矿。

5.2.2.3 复杂（第Ⅲ类型）：矿体规模小至中等，矿化不连续，形态较简单至复杂，厚度不稳定，稀土组分分布较均匀至不均匀。五个地质因素类型系数之和小于1.8。如姑婆山稀土矿、南塘稀土矿、云台稀土矿等。

5.3 矿床控制程度的确定

5.3.1 预查阶段

应圈出预测矿产资源范围或圈出可供普查的矿化潜力较大地区，当有估算资源量的必要参数时，估算预测的矿产资源量。

5.3.2 普查阶段

依据普查所获得的地质矿产资料及国内外市场情况，进行概略研究，研究有无投资机会，是否值得转入详查，并采用一般工业指标估算资源量。

5.3.3 详查阶段

在详查区内，根据系统工程取样资料，有效的物探、化探资料以及实测的各种参数，用一般工业指标圈定矿体，选择合适的方法估算相应类型的资源量，或经预可行性研究，分别估算相应类型的储量，基础储量、资源量。为是否进行勘探决策、矿山总体设计、矿山建设项目建议书的编制提供依据。控制的预可采储量应满足矿山最低服务年限的要求。

5.3.4　勘探阶段

对勘探区除矿床地质研究要达到勘探阶段的要求外，勘探时未进行可行性研究的，可依据系统工程及加密工程的取样资料，有效的物探、化探资料及各种实测的参数，用一般工业指标圈定矿体，并选择适合的方法，详细估算相应类型的资源量；进行了预可行性研究或可行性研究的，可根据当时的市场价格论证后所确定的，由地质矿产主管部门下达的正式工业指标圈定矿体，详细估算相应类型的储量、基础储量和资源量，为矿山初步设计和矿山建设提供依据。探明的可采储量，应达到矿山首期建设设计返还本息的要求。内生矿床的勘探深度应根据主要矿体的埋深特点，当前开采技术经济条件和生产规模等确定，对地下开采的矿床要加密系统取样工程控制主矿体的两端、上、下界线并研究延深情况，对主要的盲矿体应注意控制顶部边界；对适于露天开采的矿床，要对主矿体四周和露采底板进行加密系统工程控制和基岩面起伏情况研究。对首采地段主矿体上、下盘具工业价值的小矿体应一并勘探，对延深不大的矿体，应一次勘探完毕；对于延深或延长大的矿体，可分段、分期勘探。风化壳离子吸附型稀土矿床分布面积较广时，可分段，分期勘探。

矿床控制程度或勘探研究程度不仅取决于工程控制程度，还取决于地质研究程度。因此，在矿区勘探过程中，应加强地质综合研究。

## 6　勘查工作及质量要求

6.1　测量工作

地形测量和地质勘查工程测量应采用全国统一坐标系统和最新的国家高程基准点进行。测量的精度要求按 DZ/T0091《地质矿产勘查测量规范》执行。对于边远地区小矿，周围没有可供联测的全国坐标系统基准点时，可采用全球卫星定位系统（GPS）提供的当地数据，建立独立坐标系统测图。

6.2　地质填图

6.2.1　精度和质量要求

6.2.1.1　内生矿床地质填图精度要求，参照同比例尺地质填图规范要求执行。大比例尺地质填图目的是为矿产勘查、矿山建设设计服务，比例尺的选择应以矿床的自身特点，以稀土矿体规模、形态的复杂程度为依据。对矿体分布地段和覆盖区的重要地质界线必须采用相应的工程揭露控制，所有地表工程和地质观测点均须用全仪器法测定位置，见矿工程要测量坐标。对于薄矿体（层）、标志层及其他有特殊意义的地质现象，必要时应扩大表示。风化壳离子吸附型矿床的地质填图，可适当放稀点、线距，风化壳边界应有一定数量的地质点控制。

6.2.1.2　勘探线地质剖面图必须实测，其比例尺可等于或大于矿区、矿床（体）地形地质图比例尺。

6.2.1.3　勘探阶段必须精测地形地质图，详查阶段精测地形地质图或简测地形地质图。普查阶段通过适当比例尺的地质填图和露头检查，对区内地质特征的查明程度应达到相应比例尺的精度要求，成矿地质条件达到大致查明程度，预查阶段可选择几条路线，进行适当比例尺的路线地质踏勘。

6.2.1.4 在条件适宜地区充分利用各种遥感地质资料，提取尽可能多的矿化、蚀变信息，提高工作效率和成图质量。

6.2.2 水文地质、工程地质、环境地质工作

各种比例尺的水文地质、工程地质测量和环境地质调查，应符合相应比例尺规范的要求和相适应的勘查阶段对矿区水文地质、工程地质、环境地质工作的要求。专门水文地质工作及岩、矿石物理力学性质测定样的测试都应满足有关规定、规范的要求。

6.3 物探、化探工作

6.3.1 根据勘查区矿床的地质、矿化特征及矿区的自然地理条件，深入研究，并掌握矿体（或隐伏矿体）和围岩、基岩面及风化壳下的构造和裂隙带的地球物理、地球化学特征，以便选择有效的物探、化探方法进行综合勘查。对矿化引起的异常，视不同勘查阶段进行适当的工程验证，勘查报告中应阐述工作质量与成果，并附必要的综合性图件，其比例尺一般应与地质图相适应。物探、化探工作质量、精度按有关规范、规程执行。

6.3.2 详查、勘探阶段应对代表性工程和地质剖面进行放射性伽马顺便检查。

6.3.3 各项地球物理、地球化学的测试数据应准确、可靠、各项改进、创新的计算程序必须经有资质的专家评审，认可后方可使用。物探、化探异常的地质解译，必须有对该类稀土矿床有勘查经验的地质专家参与。

6.4 探矿工程

6.4.1 槽探

对浅部矿体覆盖层小于 3 m 的可使用探槽、浅坑、必须挖至基岩新鲜面。槽探主要用于揭露地表地质界线，矿体和矿化带的空间位置及与围岩界线。

6.4.2 井探

对内生矿床主要作为槽探的辅助工程，一般覆盖层大于 3 m 可采用浅井。对风化壳离子吸附型稀土矿床则是揭露矿体的主要手段，采样编录后要及时进行质量检查、回填。

6.4.3 钻探

6.4.3.1 对稀土内生矿床矿心及顶底板 5 m 范围内的岩石及标志层等不得低于规程规定的矿心采取率要求（一般平均采取率不低于 80%）或勘查设计的要求。厚大矿体内部的矿心采取率，低于上述要求的不得连续超过 5 m。超出 5 m 时，应立即采取补救措施，否则工程不予验收，应当报废。钻孔进出矿体应测顶角、方位、丈量孔深。钻孔实际出矿点偏离设计出矿点的垂直勘探线距离，应视矿床具体情况而定。钻孔一般均应测井。对岩矿心应入库保护、编码、有序排列，妥善保存。

6.4.3.2 对风化壳离子吸附型矿床，可用少量钻孔了解基岩物质成分与矿床的关系，不得使用冲洗液，应保持矿石原有结构和矿心的完整性。

6.4.4 坑探

一般使用脉内沿脉坑道，用于矿床首采区或主要储量区。坑道布置以探明矿体情况为主。当矿体厚度大于坑道规格时，应按设计规定的间距用穿脉坑道揭穿矿体厚度，坑道设计应考虑未来矿山生产利用。坑探工程质量按 DZ/T 0141—94《地质勘查坑探规程》

执行。

对老窿、旧矿坑应尽可能进行清理、编录取样。

6.5　化学样品的采集、加工、化验分析

6.5.1　基本分析样品

6.5.1.1　取样原则：对工程揭露的矿体、矿体带和勘探线上的矿化露头均按矿石类型和围岩（顶底板 3 m～5 m）分别连续取样。

6.5.1.2　取样方法：对槽、井、坑（窿）和矿化露头用刻槽法连续取样，取样规格视稀土矿化均匀程度经试验后确定。内生矿床的样槽断面一般为 10 cm×5 cm，风化壳离子吸附型矿床一般为 5 cm×3 cm。取样长度一般为 1 m，厚大而品位均匀的矿体可采用 2m。穿脉坑道的样品在坑壁的腰线上连续采取，沿脉坑道的样品在掌子面或顶板垂直矿体走向采取，样品走向间距视矿化均匀程度而定。岩矿心取样，用锯开法沿岩心长轴锯取 1/2。采样具体要求参照相关规范执行。

6.5.2　光谱全分析样品

为确定组合分析和化学全分析项目，在矿体不同空间部位、不同矿石类型或品级及某些围岩，蚀变带取样。样品可从基本分析副样中提取或单独采取。

6.5.3　组合分析样品

目的是系统了解矿石中伴生有用、有害组分的含量及其分布状况。风化壳离子吸附型矿床稀土浸取量（或浸取率）和稀土元素分量列入组合分析，其他元素根据光谱分析和化学全分析结果，结合矿床元素共生组合规律而定。

a）稀土浸取量样品

在单工程中粘土化层组合，全风化和半风化含矿层分别按上、中、下分段组合；

b）稀土元素分量样品

按不同岩性、岩相和不同矿体（段）、矿石类型及品级分别组合，组合样从基本分析副样中

提取。

6.5.4　矿石化学全分析样品

为了全面查定矿床的物质组分和各类矿石的详细化学成分，应在矿石光谱全分析成果基础上，按矿石类型组合样品或单独采取具代表性的样品进行矿石化学成分的全分析。每种矿石类型一般作二至三个。

6.5.5　物相分析样品

对内生矿床是了解风化矿石与原生矿石中有关组分在不同矿物相中的分配值、分配率，为选矿试验提供依据。样品分别在不同的自然分带的有关基本分析副样中抽取或对不同分带的矿石专门采集，分析应及时进行。物相分析结果应与化学分析、岩矿鉴定（甚至选矿）的成果互相验证才可使用。

6.5.6　单矿物分析样品

查明稀土元素的赋存状态、分布规律、含量及其与主元素的关系，为单矿物计算其矿产资源/储量提供依据。样品应采自矿体。采样时应注意样品的矿物组合类型及同一矿物的不同世代、不同结晶粒度、色调等代表性。样品质量，可根据分析项目多少、单

矿物挑选难易程度而定，一般送样质量 1 g ~ 10g。

6.5.7 赋存状态研究样品

风化壳离子吸附型矿床按不同矿石类型，分别采取代表性样品，样品质量 30 kg ~ 50 kg。

比活度测定样品：样品在 REO 的产品中提取，送有关部门进行比活度（α）测定（贝可［勒尔］每千克，Bq/kg）。

6.5.8 样品加工

样品加工按照切乔特公式 $Q = Kd^2$ 进行。

内生矿床和风化壳离子吸附型矿床 $K$ 值一般采用 0.2 ~ 0.5。在无成功经验数据借鉴对比时，需经试验确定。样品加工全过程总损失率不得大于 5%，样品的缩分误差不得大于 3%。

采样、加工必须严格执行规范、规程要求，不得混样、错号、严禁选择性采样。

6.5.9 化验分析

6.5.9.1 样品测试必须由获得国家或省级资质和计量认证的三级至一级测试单位承担。

6.5.9.2 内部质量检查：基本分析、组合分析、物相分析的结果应分批、分期做内部检查分析，了解偶然误差。送基分样时，同时在副样中抽取一定比例的样品同时送验，以检查各批次样品化分质量，具有可比性。内检样由副样中按原分析样品总数的 10% 提取，编密码送原分析实验室进行试验，内检合格率应为 80%。

6.5.9.3 外部质量检查：外检样品由原实验室从正样中按原分析样品总数的 5%提取，当矿床样品总数较少时，外检样品数量不少于 30 件。外检的合格率应为 90%。

系统误差处理：发现系统误差，即累计 30 个检查样品中有 75%的分析结果偏高或偏低，必须选择有经验、有权威的分析单位，做仲裁分析，查明原因，妥善处理。稀土元素误差允许范围按 DZ/T 0130—94《地质矿产实验室测试质量管理规范》执行。

6.6 矿石选（冶）试验样品的采集与分析、试验

6.6.1 矿石加工技术条件试验研究程度由矿产勘查投资（单位）人决定。样品采集前矿产勘查（单位）人应与试验单位共同编制采样设计书，经矿产勘查投资（单位）人批准后实施。实验室选矿流程试验样品和扩大连续试验的采取与试验工作，一般由勘查部门负责完成；半工业试验由地勘单位与工业部门配合进行。

6.6.2 加工选（冶）试验样品的采取，要考虑矿石类型、品级、组构特征和空间分布的代表性，能分采的应分类型采集，否则可采混合样。实验室流程试验、扩大连续试验及半工业试验的样品采集时还要考虑到开采时矿石的贫化。当矿石中有共、伴生有用组分时，采样时应一并考虑其代表性，以便试验时了解其赋存状态及综合回收的工艺流程。样品采集和加工选（冶）试验的各环节质量，必须符合《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》等相关技术规程、规范的要求。

6.7 岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

为了估算矿产资源/储量和研究矿床开采技术条件，在详查、勘探中必须测定岩石、矿石和矿体顶底板围岩的物理技术性能。测定项目应有：矿石、岩石的体积质量（体

重)、湿度、松散系数，内生矿床还应测定矿岩块度、孔隙率和含泥率等，对矿体顶底板围岩与矿石的稳定性测定硬度、抗压、抗剪、抗拉强度及安息角等。各项采样方法、质量要求按《金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》执行。

6.8　原始地质编录、资料综合整理和报告编写

6.8.1　原始地质编录、综合整理：矿产勘查各阶段，各项工作中原始地质编录及资料综合整理，工作质量应严格按 DZ/T 0078—93《固体矿产勘查原始地质编录规定》和 DZ/T 0079—93《固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究规定》执行。原始地质编录(槽、井、钻、坑、老窿等)要在现场进行，应及时、准确、客观、齐全；综合整理要运用新理论、新方法、全面、深入地分析研究，特别是对规律性的研究，用以指导矿产勘查工作。

6.8.2　报告的编写：矿产勘查各阶段报告由文字说明书、附图、附件、附表组成，必须清楚、清洁、齐全，文字报告中还必须包括相应的概略研究、预可行性研究和可行性研究评价。复制上交的附图除必要的综合图件外，还必须包括参与储量估算有关的和有特殊地质意义的坑道素描图、钻孔柱状图。在市场经济条件下如投资者要求某项专题研究、方法研究报告，按经济效益原则予以提供。矿产勘查报告内容、质量应符合 DZ/T 0033—2002《固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范》的要求。

6.9　其他

鼓励运用新理论、新方法、新技术和鼓励使用计算机辅助野外采集系统，凡能用计算机成图、成表的资料，应按标准化表格内容的要求填写，并存盘、入库。各项工程、采样、测试、编录的质量问题及矿体，矿石质量的异常变化，应如实在各种勘查报告中一一反映。

## 7　可行性评价

7.1　概略研究

概略研究是对矿床开发经济意义的概略评价，通常是在收集分析稀土矿产资源国内外总的趋势和市场供需状况的基础上，对比已知同类矿床，推测矿床规模、矿产质量和开采利用的技术条件，结合矿区的自然经济条件、环境保护等，以我国类似企业经验的技术经济指标或按扩大指标对矿床做出技术经济评价，从而为矿床进一步勘查或开发有无投资机会，为制定长远规划或工程建设规划的决策提供依据。一般普查阶段应做概略研究，详查或勘探阶段的矿床，也可只进行概略研究。由于概略研究一般缺乏准确参数和评价所必需的详细资料，所估算的资源量只具内蕴经济意义。

7.2　预可行性研究

预可行性研究是对矿床开发经济意义的初步评价，预可行性研究通常应有详查或勘探后采用工业指标探获的、控制的或探明的矿产资源/储量，实验室规模的加工选(冶)试验资料；需要比较系统地对国内外稀土矿产资源/储量、生产和消费进行调查和初步分析；并对国内外市场的需求量、产品品种、质量要求和价格趋势做出初步预测。根据矿床规模和矿产地质特征以及矿区地形地貌，借鉴类似企业的实践经验，初步研究并提出项目建设规模、产品种类、矿区总体建设轮廓和工艺技术的原则方案；参照类似企业

选择适合评价当时市场价格的技术经济指标，初步提出建设总投资、主要工程量和主要设备以及生产成本等。通过初步经济分析，圈定并估算不同的矿产资源/储量类型。

通过国内外市场调查和预测资料，综合矿区资源条件，工艺技术、建设条件、环境保护以及项目建设的经济效益等各方面因素，从总体上、宏观上对项目建设的必要性、建设条件的可行性以及经济效益的合理性做出评价，为是否进行勘探阶段地质工作以及推荐项目和编制项目建议书提供依据。

预可行性研究的内容与可行性研究相同，只是详细程度次之。投资估算的误差一般在25%左右。

预可行性研究应在详查工作的基础上进行。

### 7.3 可行性研究

可行性研究是对矿床开发经济意义的详细评价，通常依据勘探所获得的探明的矿产资源/储量及相应的加工选（冶）性能试验结果；可行性研究首先对国内外稀土矿产资源/储量、生产、消费要认真调查、统计和分析；并对国内外市场的需求量、产品品种、质量要求、价格、竞争能力进行分析研究和预测；工作中对资源条件要认真进行分析研究；充分考虑地质、工程、环境、法律和政府的经济政策等各种因素的影响。对企业生产规模、开采方式、开拓方案、选冶工艺流程、产品方案、主要设备的选择、供水、供电、总体布局和环境保护等方面进行深入细致的调查研究、分析计算和多方案进行比较，并依据评价当时的市场价格，确定投资、生产经营成本、销售收入、利润和现金流入流出等。所采用的成本数据精度高，误差一般在10%左右，具有很强的时效性。其结果可以详细评价拟建项目的技术经济数据可靠性，能满足投资有关各方审查、评价的需要。圈定并估算不同的矿产资源/储量类型，从而得出拟建工程项目是否应该建设以及如何建设的基本认识。

通过可行性研究的论证和评价，为上级主管部门或有关部门投资决策、编制和下达设计任务书，确定工程项目建设计划提供依据。

可行性研究应在勘探工作的基础上进行。

## 8 矿产资源/储量分类及类型条件

### 8.1 资源/储量分类依据

#### 8.1.1 储量

储量是指基础储量中的经济可采部分。经过详查和勘探，地质可靠程度达到了控制的或探明的矿产资源，在进行了预可行性研究或可行性研究，或编制年度采掘计划当时，经过了对经济、开采、选冶、环境、法律、市场、社会和政府等诸因素的研究及相应修改，结果表明在当时是经济可采或已经开采的部分。扣除了设计和采矿损失，能实际采出的数量。根据地质可靠程度和可行性评价阶段的不同，储量又可分为可采储量、探明的预可采储量及控制的预可采储量三个类型。

#### 8.1.2 基础储量

基础储量是查明矿产资源的一部分。它能满足现行采矿和生产所需的指标要求（包括品位、质量、厚度、开采技术条件等）。经过详查或勘探，地质可靠程度达到控制的

和探明的矿产资源，在进行了预可行性研究或可行性研究后，经济意义属于经济的和边际经济的，用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

8.1.3　资源量

资源量是指查明矿产资源的一部分和潜在矿产资源。包括经可行性研究或预可行性研究证实为次边际经济的矿产资源和开展矿产勘查工作自普查至勘探，地质可靠程度达到了推断的至探明的，但可行性评价工作只进行了概略研究，由于技术经济参数取值为经验数据，未与市场挂钩，区分不出其真实的经济意义以及经过预查后预测的矿产资源，统归为资源量。

8.2　矿产资源/储量类型条件

8.2.1　可采储量（111）

探明的经济基础储量的可采部分。是指在达到勘探阶段要求的勘探地段内，依据系统工程和加密工程取样资料及经过验证是有效的物探、化探资料，详细圈定了矿体的三维空间，肯定了矿体的连续性，排除了多解性；详细查明了矿床地质特征、矿石的物质组成、矿石质量和开采技术条件，并有相应的矿石加工选冶试验成果；对共、伴生组分进行了综合勘查、综合评价，并对可供综合回收的共、伴生矿产进行了圈定。已进行了可行性研究，包括对开采、选冶、经济、市场、法律、环境、社会和政府因素的研究及相应的修改，证实其在计算的当时开采是经济的。计算的可采储量及可行性评价结果可信度高，可供矿山建设设计利用。

8.2.2　预可采储量（121）

探明的经济基础储量的可采部分。在达到勘探阶段要求的勘探地段内，地质可靠程度达到了上列（111）探明的程度，与其区别是仅作厂预可行性研究，表明当时开采是经济的。在扣除了开采、选冶、经济、市场、法律、环境、社会和政府等多种因素影响而不能开采的那部分矿产资源储量后，即为预可采储量（121）。预可采储量的地质可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.3　预可采储量（122）

控制的经济基础储量的可采部分。在达到详查程度的详查地段内，依据达到基本控制工程间距的系统工程取样资料和经验证是有效的物探、化探资料，圈定了矿体的三维空间，基本确定了矿体的连续性，排除了大的多解性；基本查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件、提供了矿石加工选（冶）性能条件的试验成果。对于工艺流程成熟的易选矿石，也可利用同类型矿产的试验成果。预可行性研究结果表明，当时开采是经济的。计算的预可采储量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.4　探明的（可研）经济基础储量（111b）

在达到勘探阶段要求的勘探地段，其地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义的分类同（111）所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除没计、采矿损失的数量表述。

8.2.5　探明的（预可研）经济基础储量（121b）

在勘探地段内，达到勘探阶段探明的程度，预可行性研究认定为经济的，条件同（121）预可采储量。与其差别在于它是未扣除设计、采矿损失的预可采储量。

8.2.6 控制的经济基础储量（122b）

在详查地段内，达到了详查阶段控制的程度，预可行性研究认定为经济的，条件同（122）预可采储量所述。与其差别在于它是未扣除设计，采矿损失的预可采储量。

8.2.7 探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）

在勘探地段内，达到探明的勘探程度，如（111）所述那样，经过可行性研究，在确定当时开采是不经济的，但接近盈亏边界，只有技术、经济等条件改善后才可变为经济的。这部分基础储量可以是覆盖全勘探区的，也可以是勘探区中的一部分，在可采储量周围或在其间分布。未扣除设计、采矿损失的原地矿产资源。计算的基础储量和可行性评价结果的可信度高。

8.2.8 探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）

在勘探地段内，达到探明的勘探程度，如（111）所述。预可行性研究证实，开采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术经济改善后可变成经济的。其分布特征同（2M11），没有扣除设计和采矿损失的原地矿产资源。计算的基础储量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.9 控制的边际经济基础储量（2M22）

在详查地段内，达到了详查阶段控制的程度，如（122）所述。预可行性研究证实，在确定当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术、经济条件改善后可变成经济的。其分布特征类似于（2M11），计算的基础储量可信度较高，可行性评价结果可信度一般。

8.2.10 探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）

在勘探地段内，地质可靠程度达到探明的勘探程度，如（111）所述。可行性研究证实，在确定当时开采是不经济的，必须大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。计算的资源量和可行性评价结果可信度高。

8.2.11 探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）

在勘探地段内，地质可靠程度达到探明的勘探程度，如（121）所述。预可行性研究的结果表明，在确定当时开采是不经济的，需大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。计算的资源量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.2.12 控制的次边际经济资源量（2S22）

在详查地段内，地质可靠程度为控制的，如（122）所述，预可行性研究结果表明，在确定当时开采是不经济的，需大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。计算的资源量可信度较高，可行性评价结果可信度一般。

8.2.13 探明的内蕴经济资源量（331）

在勘探地段内，达到探明的勘探程度，未进行可行性研究或预可行性研究，仅进行了概略研究，经济意义介于经济的至次边际经济的范围内，计算的资源量可信度高，可行性评价的可信度低。

8.2.14 控制的内蕴经济资源量（332）

在详查地段内，达到了详查阶段控制的程度，可行性评价仅做了概略研究，经济意义介于经济的至次边际经济的范围内。计算的资源量可信度较高，可行性评价结果可信

度低。

8.2.15　推断的内蕴经济资源量（333）

在勘查工作程度只达到普查阶段要求的地段即在普查地段内，地质可靠程度为推断的，资源量只根据有限的数据计算的，其可信度低。可行性评价仅做了概略研究，经济意义介于经济的至次边际经济的范围内。可行性评价结果可信度低。

8.2.16　预测的资源量［（334）?］

依据区域地质研究成果、航空、遥感、地球物理、地球化学等异常或极少量见矿工程资料，确定具有矿产资源，有无经济意义尚不确定。可作为区域远景宏观决策的依据。

## 9　矿产资源/储量估算

### 9.1　矿产资源/储量估算的工业指标

9.1.1　稀土矿产资源/储量估算的工业指标是圈定矿体、估算矿产资源/储量、评价矿床工业价值的标准和依据。矿产预查、普查阶段矿产资源/储量估算可参照《矿产工业要求参考标准》中的一般标准确定。详查、勘探阶段工业指标则应严格执行国家规定程序。在勘查工作基本结束时，通过多个方案试圈比较（应结合预可行性研究和可行性研究进行）确定，推荐矿体形态完整、资源回收率高、有开采效益的指标方案，制订工业指标时还应尽可能考虑投资者的要求。

9.1.2　矿床工业指标的主要内容包括边界品位、最低工业品位、最低可采厚度、夹石剔除厚度、米百分值。

a）边界品位是圈定矿体时区分矿石和废石的最小单元，单样最低品位；

b）最低工业品位是圈定矿体时单工程（或样品段）中同一矿体应达到的平均品位。规定探矿工程（或样品段）的最低工业品位，目的在于保证矿床品位能达到工业开发所要求的平均品位，采用地质统计学方法，用计算机估算矿床储量时，只用边界品位和矿床平均品位估算储量和资源量；

c）矿床平均品位是矿床应达到的、能使矿床开发利用既有经济效益又能充分利用合理保护资源的品位标准；

d）最低可采厚度是由开采方式和方法所确定的、矿体应达到的最小真厚度；

e）夹石剔除厚度是允许圈入矿体中的夹石的最大真厚度。大于该厚度的无矿段必须作为夹石剔除；

f）米百分值是指最低工业品位和最低可采厚度的乘积。当矿体厚度小于最小可采厚度，但品位高时，可用该值衡量是否应当被圈为矿体。当矿体厚度和品位的乘积大于该值时，可圈入矿体。

### 9.2　矿产资源/储量估算的一般原则

9.2.1　矿产资源/储量估算必须在充分综合研究矿床地质条件，控矿因素的基础上，严格按投资者认可同意的工业指标圈定矿体，估算矿产资源/储量。预查，普查时可用我国稀土矿山数十年开采经验总结出的一般工业指标进行圈算（见附录Ⅰ）：详查、勘探所用指标应结合预可行性研究或可行性研究，依据当时的市场价格论证确定、投资者

认可下达的工业指标进行圈算。

9.2.2 根据矿体形态、产状和勘查工程控制程度，选择合理的矿产资源/储量估算方法。常用的方法有断面法（水平断面法和平行垂直剖面法）、地质块段法和地质统计法和最近出现的 SD 法等（见附录 D）。

9.2.3 对稀土内生矿床应按矿体、矿产资源/储量类别、矿石类型、品级划分矿块（段）、分别估算矿石量、平均品位［$\omega$（REO），%］和稀土氧化物量（REO，吨）。对风化壳离子吸附型矿床还应根据稀土配分成果计算轻（LREO = $La_2O_3$ + …… + $Nd_2O_3$。）、中（MREO = $Sm_2O_3$： + $Eu_2O_3$ + $Gd_2O_3$）、重（HREO = $Tb_2O_3$ + …… + $Lu_2O_3$ + $Y_2O_3$）稀土氧化物量及 $Y_2O_3$、$Eu_2O_3$ 等计价元素的氧化物分量储量。其中储量用扣除设计、采矿损失的可实际开采的数量表示。基础储量、资源量用未扣除设计、采矿损失的数量表示。相应的矿产资源/储量估算图件上应标明各类矿产资源/储量在地质空间的分布。

9.2.4 达到工业要求（以投资者下达的工业指标为准）的共生组分，应分别圈定矿体估算矿产资源/储量，已查明赋存状态，可以综合回收，有经济效益的伴生组分，应分别估算矿产资源/储量。

9.2.5 参与矿产资源/储量估算的各项取样工程、样品测试质量均应符合有关规范、规程及规定的要求。

9.2.6 估算矿产资源/储量时，应扣除截至野外勘查工作结束时采空区的矿产资源/储量。

9.2.7 矿产资源/储量估算单位，矿石量为万吨，稀土氧化物量为吨。

9.3 确定矿产资源/储量估算参数的要求

9.3.1 面积测定

可用几何图形法、坐标法等多种方法求得。选择任何一种方法皆应测定两次以上，且两次的差值不得大于 2%，取其平均值。或 GIS 系统求取面积。几何图形法要求图形尽可能简单。矿产资源/储量估算图件的比例尺视矿体规模而定，一般为（1∶1000）～（1∶500）。

9.3.2 平均品位计算

9.3.2.1 单工程（或样品段）平均品位计算：当样品长度相近时，用算术平均法求得；当样品长度不相近且品位不均匀时，需用样长加权平均法求得。

9.3.2.2 特高品位处理：一般品位值高于矿体（床）平均品位六至八倍的样品称为特高品位，确定特高品位时，当矿体品位变化大时，取上限值，变化小时取下限值。处理特高品位前，首选应对被视为特高品位的样品副样进行第 2 次内检分析，当两次分析的结果在允许误差范围内确定为特高品位时，用第一次的结果作为待处理的特高品位值。处理方法是，用特高品位参加其所影响到的块段或单工程平均品位计算，用计算出的块段或单工程（矿体厚度较大时）平均品位，代替该样品品位参与块段或单工程平均品位的正常计算。如果特高品位呈有规律分布，且可以圈出高品位带时，则可将高品位带单独圈出，分别计算储量，不再进行特高品位处理。

9.3.2.3 矿块平均品位计算：一般用算术平均法求得。当矿体厚度与品位有明显相关性或工程分布不均匀时，用厚度加权或工程控制的面积加权计算。

9.3.3　矿块平均厚度计算

一般用算术平均法求取平均厚度，但厚度的选取要视计算方法而定。用纵投影面积时，应计算平均水平厚度；用水平投影面积时，应计算平均铅垂厚度；用真面积计算时，应计算平均真厚度。对于厚度变化很大的矿床，遇到特大厚度，应先进行特大厚度的处理，然后再求平均厚度。当工程分布很不均匀时，可据影响长度或面积加权计算。

9.3.4　矿石体积质量（体重）

应分矿石类型或晶级采集体积质量（体重）样。致密块状矿石采集小体积质量（体重）样即可。不同矿石类型不得少于 30 块；当不同矿石类型矿石体积质量（体重）相近时，全矿区可用总的平均体积质量（体重）计算矿产资源/储量，否则应使用不同类型矿石各自的平均体积质量（体重）。当矿石极为松散或裂隙发育时，采用大体积质量（体重）计算矿产资源/储量。一般不同矿石类型或品级测定二至四个大体积质量（体重）样品，用于校正小体积质量（体重）或直接参与储量计算。大、小体积质量（体重）样均需测定矿石湿度，当湿度小于 2%时可不校正。以湿体积质量（体重）计算矿石量，干体积质量（体重）计算稀土氧化物资源/储量。

9.4　矿产资源/储量分类结果

根据矿体的勘查控制程度、地质可靠程度、预可行性研究和可行性研究结果，对勘查工作所获得的矿产资源/储量进行分类。矿产资源/储量估算工作结束后，应按资源/储量估算结果，制定矿产资源/储量分类结果表，以说明地质勘查工作所获得的矿产资源/储量。矿产资源/储量表应在说明矿石量、稀土氧化物量、平均品位的同时，反映出矿产资源/储量的地质可靠程度和经济意义，并标明矿产资源/储量的编码。

提倡和鼓励运用新技术、新方法。对于矿产资源/储量估算的新方法或新研制的软件，必要经国务院地质矿产主管部门组织专家鉴定、验收并认可后，方可使用。

# 岩金矿地质勘查规范

DZ/T 0205—2002

## 目 次

前言
1 范围
2 规范性引用文件
3 目的任务
3.1 目的
3.2 任务
4 研究程度
4.1 地质研究
4.2 矿石质量研究
4.3 矿石加工选（冶）技术条件研究
4.4 矿床开采技术条件研究
4.5 综合勘查与综合评价
5 勘查工作及质量要求
5.1 测量
5.2 地质填图
5.3 水文地质、工程地质、环境地质工作
5.4 物探、化探工作
5.5 探矿工程
5.6 化学分析样品的采样、加工和测试
5.7 矿石加工选（冶）试验样品的采集
5.8 岩石、矿石物理技术性能样品的采集与测试要求
5.9 原始编录、综合整理和报告编写
5.10 计算机勘查信息处理技术应用
6 控制程度
6.1 矿床勘查类型的划分
6.2 勘查工程间距的确定
6.3 工程布置、施工原则、控制程度
7 可行性评价
7.1 概略研究
7.2 预可行性研究

7.3　可行性研究
8　矿产资源/储量分类、类型
8.1　矿产资源/储量分类依据
8.2　矿产资源/储量的分类
8.3　矿产资源/储量类型
9　矿产资源/储量估算
9.1　矿产资源/储量估算工业指标
9.2　工业指标的主要内容
9.3　矿产资源/储量估算的一般原则
9.4　矿产资源/储量估算
9.5　矿产资源/储量估算参数
9.6　矿产资源/储量的合理圈定
9.7　矿产资源/储量分类结果表
附录 A（规范性附录）固体矿产资源/储量分类
附录 B（资料性附录）岩金矿床规模划分标准
附录 C（资料性附录）矿床勘查类型有关参数
附录 D（资料性附录）勘查工程间距
附录 E（资料性附录）岩金矿及其伴生组分工业指标参考
附录 F（资料性附录）岩金矿矿物
附录 G（资料性附录）中国金矿床成因类型划分
附录 H（资料性附录）金矿物的粒度及形状分类
附录 I（资料性附录）岩金矿床工业类型

## 1　范　　围

本标准规定了岩金矿地质勘查的目的任务、研究程度、质量要求、控制程度、可行性评价、矿产资源/储量分类、类型和矿产资源/储量估算等。

本标准适用于岩金矿地质勘查，矿山开采中的基建生产探矿，岩金矿勘查（闭坑）地质报告的审批；也可作为矿业权转让、股票上市、筹资、融资等项活动中评价、估算岩金矿资源/储量的依据。

## 2　规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 13908—2002　固体矿产地质勘查规范总则

GB/T 17766—1999　固体矿产资源/储量分类

GB/T 0033—2002　固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范

## 3 目的任务

3.1 目的

岩金矿地质勘查最终目的是为矿山建设设计提供金矿资源/储量和开采技术条件等必需的地质资料，以减少开发风险和获得最大的经济效益。

岩金矿地质勘查工作分为预查、普查、详查、勘探四个阶段。

3.2 任务

3.2.1 预查阶段

依据区域地质和（或）遥感、物探、化探异常研究结果，进行初步野外观测和（或）物探、化探工作，以极少量工程揭露和验证，通过对比地质特征相似的已知矿床，提出可供普查的矿化潜力较大地区。有足够依据时可估算出预测的资源量。提交预查地质报告。

3.2.2 普查阶段

对可供普查的矿化潜力较大地区、物探或化探异常区，采用地质填图、数量有限的取样工程及物探、化探工作，大致查明普查区内地质、构造概况；大致掌握矿体（层）的形态、产状、质量特征；大致了解矿床开采技术条件；进行金矿加工选（冶）性能类比研究，提交普查地质报告，对有详查价值地段圈定出详查区范围。

3.2.3 详查阶段

对普查圈出的详查区通过大比例尺地质填图及各种勘查方法和手段进行比普查阶段密的系统揭露和取样工作，基本查明地质、构造，主要矿体形态、产状、大小和矿石质量，基本确定矿体的连续性，基本查明矿床开采技术条件，对矿石的加工选（冶）性能进行类比或实验室流程试验研究，进行预可行性研究，做出是否具有工业价值的评价。提交详查地质报告，圈出勘探区范围，作为勘探工作、矿山总体规划、矿山项目建议书和直接开采利用的中、小型矿山设计的依据。

3.2.4 勘探阶段

对已知具有工业价值的矿床或经详查圈出的勘探区，通过加密各种采样工程（其间距足以肯定矿体（层）的连续性），详细查明矿体的形态、产状、大小、空间位置和矿石质量特征。详细查明矿床开采技术条件，对矿石的加工选（冶）性能进行实验室流程试验或实验室扩大连续试验，进行可行性研究，提交勘探地质报告，为矿山设计提供依据。

## 4 研究程度

4.1 地质研究

4.1.1 预查阶段

4.1.1.1 收集并运用新理论、新方法研究预查区内的地质、矿产、物探、化探、遥感、重砂、探矿工程等各种有关信息。

4.1.1.2 运用路线地质调查或有效的物探、化探方法，对有望地区或异常进行调查或查证，圈出可供普查的矿化潜力较大的地区。

4.1.1.3　对发现的矿（化）点或经类比认定为矿化引起的异常及有意义的地质体进行研究，将其与地质特征相似的已知矿床的基本特征、成矿地质条件等方面进行类比、预测，必要时可投入极少量工程进行追索、验证，采集测试样品。

4.1.1.4　圈出预测矿产资源范围，当有估算资源量的必要参数时，估算预测的资源量。

4.1.2　普查阶段

4.1.2.1　通过（1∶50000）～（1∶10000）比例尺地质填图和有效的物探、化探等方法及数量有限的取样工程，大致查明区内地质特征、成矿地质条件，大致控制主要矿体特征。

4.1.2.2　大致查明矿石的物质组成、矿石质量，对矿石的加工选（冶）性能进行对比研究或可选性试验研究。

4.1.2.3　了解矿床水文地质、工程地质、环境地质和其他开采技术条件。

4.1.2.4　依据普查所获得的地质矿产资料及国内外市场情况，进行概略研究，为是否转入详查提供依据，并采用一般工业指标估算资源量。

4.1.3　详查阶段

4.1.3.1　通过（1∶10000）～（1∶2000）地质填图，基本查明成矿地质条件，描述矿床的地质模型。

4.1.3.2　通过系统的取样工程，有效的物探、化探工作，基本查明矿区（床）主要构造的类型、性质、数量、规模、产状、复杂程度以及对矿床（体）的控制和破坏作用。对破坏矿体较大的断层，要有一定数量的专门工程加以控制。

4.1.3.3　基本查明矿区（床）岩浆岩的岩石类型、岩相分布及其与围岩的接触关系，岩体的形态、产状、规模，侵入（喷出）时代以及和矿床形成的关系。

4.1.3.4　基本查明与成矿有关的变质作用特点，变质岩的岩性、时代、相带及与成矿的关系。

4.1.3.5　基本查明矿区（床）围岩蚀变的种类、强度、规模、共生组合及其与金矿化的富集关系。

4.1.3.6　基本查明矿区（床）的氧化带的发育程度、分布范围、分带标志、氧化特点，研究其形成条件，对选（冶）有影响时应分别圈定氧化带、混合带和原生带的界线。

4.1.3.7　基本查明矿区（床）矿体的数量、规模、形态、产状、连接对比条件和空间分布情况，掌握主要矿体的赋存特点和连续性。

4.1.3.8　基本查明矿体（层）中夹石的种类、规模、形态、产状、分布，矿体（层）顶底板围岩的岩性、含矿性及其稳定性。

4.1.4　勘探阶段

4.1.4.1　在详查阶段基本查明矿区（床）的地层、构造、岩浆岩、变质岩、围岩蚀变、氧化特点等的基础上，加强地质研究工作，使其达到详细查明程度。

4.1.4.2　详细查明主要矿体（层）的数量、规模、形态、产状、空间位置、内部结构以及厚度、品位变化和控矿地质条件、矿化规律及对比标志。

4.1.4.3 详细查明矿体（层）中夹石的岩性、种类、规模、形态、产状、分布情况，以及顶、底板围岩的岩性、含矿性和稳固性。

4.1.4.4 对适宜露天开采的矿体（层），要对其四周及底部边界进行详细控制；对地下开采的矿体（层）侧重控制两端边界和延深；对能与主矿体同时开采的小矿体，尤其是上盘小矿体，可根据具体情况适当提高其控制程度和研究程度。

4.2 矿石质量研究

4.2.1 预查阶段

4.2.1.1 初步了解矿石矿物成分。

4.2.1.2 初步了解矿石化学成分、矿石品位、共生矿产和伴生组分。

4.2.2 普查阶段

4.2.2.1 大致查明矿石矿物、脉石矿物种类，矿石化学成分和品位。

4.2.2.2 大致查明矿石结构构造和矿石自然类型。

4.2.2.3 大致查明共生矿产和伴生有益有害组分含量。

4.2.3 详查阶段

4.2.3.1 基本查明矿石矿物和脉石矿物的种类，矿石化学成分、品位及其变化特征。

4.2.3.2 基本查明矿石中有用矿物含量、共生组合和结构构造，划分矿石自然类型，确定矿石工业类型。

4.2.4 勘探阶段

4.2.4.1 详细研究矿石的物质组成和矿石矿物、脉石矿物，包括主要矿物、次要矿物和少量矿物种类及其含量。

4.2.4.2 详细查明矿床（体）中主要载金矿物，侧重查明含金矿物的种类、含量及比例。

4.2.4.3 详细查明金矿物的赋存状态，包括裂隙金、晶隙金、包裹体金各自的比例，粗粒、中粒、细粒金及其他形状金粒所占比例，同时应测定单矿物含金量以及金的成色，还应研究载金矿物的物理特征、化学成分及其与金的生成联系。

4.2.4.4 详细查明有用矿物种类、含量、结构、构造特征，划分矿石自然类型，并按载金矿物的氧化率和特征元素的迁移特点，结合选（冶）回收效果，确定氧化带、混合带、原生带界线。

4.2.4.5 详细查明脉石矿物在氧化带中的性状，热液和叠加构造蚀变产生的绿泥石和高岭土化、泥化，必要时可单独圈定矿石自然类型，估算储量。

4.3 矿石加工选（冶）技术条件研究

4.3.1 普查阶段

对工业利用十分成熟的易选矿石可以通过类比进行评价，不做选（冶）试验。对无可类比的和新类型的矿石，应进行可选（冶）性试验或实验室流程试验。为是否值得进一步工作提供依据。

4.3.2 详查阶段

在研究矿石工艺特征的基础上，基本查明其选（冶）性能。对易选的矿石要与同类矿石进行类比，对一般矿石要进行可选性试验或实验室流程试验，对难选矿石或矿石性

质复杂、伴生有用组分多、有害组分对环境保护影响较大的应加深研究程度，进行实验室扩大连续试验。

4.3.3　勘探阶段

在矿区范围内，针对不同矿石类型，采集具有代表性的样品，进行加工选（冶）性能试验。对可类比的易选矿石应进行实验室流程试验，对一般矿石在实验室流程试验的基础上，进行实验室扩大连续试验，对难选（冶）矿石和新类型矿石应进行实验室扩大连续试验，必要时进行半工业试验。

4.4　矿床开采技术条件研究

4.4.1　普查阶段

在进行地质调查或地质填图的同时，应收集区域和测区的水文地质、工程地质、环境地质资料，大致了解开采技术条件，包括区域和测区范围内的水文地质、工程地质、环境地质条件，必要时编制相应比例尺的水文地质、工程地质、环境地质简测图，作为详查工作依据。

对开采条件简单的矿床，可依据与同类型矿山开采条件的对比，对矿床开采技术条件做出评价。对水文地质条件复杂的矿床，应进行适当的水文地质工作，了解地下水埋藏深度、水质、水量及近矿围岩强度等。

4.4.2　详查阶段

4.4.2.1　基本查明矿区内地表水体分布范围和平、枯、洪水期的水位、流速、流量、水质、水量、历年最高洪水位及其淹没范围，矿区含（隔）水层、构造破碎带、风化带、岩溶带的水文地质特征、发育程度和分布情况。调查老窿及采空区的分布及积水情况，计算积水量，提出开采中对老窿水的防治建议。

4.4.2.2　基本查明地下水补给、排泄条件，地表水与地下水的水力联系，矿床主要充水因素。预测矿坑涌水量，并评价其对矿床开采的影响程度，划分矿床水文地质类型。调查研究可供利用的供水水源的水量、水质和利用条件，指出供水水源方向。

4.4.2.3　根据矿体（层）围岩类型和矿石特征，划分矿区（床）工程地质岩组，测定主要岩、矿石的力学参数。

4.4.2.4　基本查明矿区内的断层、破碎带、节理、裂隙、岩溶的发育程度及分布情况，评价矿体（层）及顶、底板岩层的稳固性。

4.4.2.5　对露天开采的矿体应对采场边坡的稳定性提出评价意见。

4.4.2.6　基本查明围岩风化、蚀变程度及软岩、软弱夹层的分布情况及其对开采的影响。

4.4.2.7　基本查明岩石、矿石和地下水中对人体有害的元素、放射性及其他有害气体的成分含量及其危害程度。调查并搜集矿区及邻区的地震、泥石流、滑坡等自然地质灾害资料，分析评价开采矿石对本区环境、生态可能产生的影响。

4.4.3　勘探阶段

4.4.3.1　详细查明矿区地下水的补给、径流、排泄条件，矿床各含水层和隔水层的岩性、厚度、产状、分布及埋藏条件，含水层的富水性、导水性、渗透系数，各含水层间的水力联系，地下水的水位、水温、水量、水化学特征及其动态变化。

4.4.3.2 详细查明断层、破碎带、节理、风化裂隙带、溶洞等的位置、规模、产状、充填与胶结程度、富水性、导水性及其变化，分析构造破碎带可能引起突水的地段，提出开采中防、排水的建议。

4.4.3.3 详细查明水文地质条件、工程地质条件、环境地质条件，并划分开采技术条件综合类型；查明对矿床开采有影响的地表水的汇水面积、分布范围、水位、流量、流速、历史上出现的最高洪水位、淹没范围，分析论证地表水对井巷充水方式及矿床开采的影响，提出对地表水防治的建议。

4.4.3.4 对地下开采的矿山，一般要求计算最低开采中段及其以上各中段的正常涌水量。需要疏于的矿山，还应计算疏干至各中段标高时，其相应的疏干降落漏斗范围内的地下水静水量。对露天开采的矿山，除计算露天采场封闭圈内的地下水的正常涌水量和最大涌水量外，还应按规定的暴雨频率标准计算由露天采场四周汇入采场的正常降雨汇流量和最大暴雨汇流量。

4.4.3.5 对矿坑排水利用和矿山供水进行综合评价，指出供水水源方向，并提出供水量、水质等有关资料。

4.4.3.6 测定矿体及顶、底板围岩的抗压强度、抗剪强度、安息角、节理裂隙密度等，分析矿体顶、底板岩层的稳定性。

4.4.3.7 详细查明构造风化带、软弱夹层对矿床开采的影响，第四系的岩性、厚度、分布范围。对露天采场边坡稳定性做出评价。调查老窿或溶洞的分布及塌陷情况。划分矿床工程地质类型，预测矿床开采时可能出现的主要工程地质问题并提出防治建议。

4.4.3.8 详细调查矿区内地震、岩崩、滑坡、泥石流、岩溶等不良地质现象。对放射性元素进行详细查定，确认有无工业价值，同时应对其影响安全生产和环境的程度做出评价。

4.4.3.9 详细调查由于矿坑排水引起的区域水位下降，井、泉干枯对当地用水的影响，提出对策及建议。

4.4.3.10 评价矿床开采中采选（冶）废水废气的排放，废石堆、尾矿的堆放等对环境造成的影响，并提出防治建议。

其他有关水文地质、工程地质、环境地质的勘查、调查、评价工作以及有关质量的要求，参照 GB 12719《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。

4.5 综合勘查与综合评价

在金矿地质勘查各个阶段，根据岩金矿床地质特点，应该有针对性地对具有工业利用价值的共生矿产和伴生组分进行综合勘查、综合评价。

4.5.1 预查、普查阶段

据现有的工作程度对共生矿产、伴生有益组分综合利用的可能性做出初步评价。

4.5.2 详查、勘探阶段

全面查明共生矿产和伴生组分的种类和含量，通过光谱分析、岩矿石化学全分析等手段，对含量达到单独开采的共生矿产，系统进行相关元素的基本分析。对综合回收的伴生组分系统地分矿体或矿石类型进行组合分析。对有害元素，尤其如砷、汞、碳等对选矿工艺和环境保护有重要意义的应给予足够的重视并要详细查定。根据地质条件、共

生矿产、伴生组分特征、价值大小、需求程度、开采利用的可能性进行综合评价、综合勘探。

## 5　勘查工作及质量要求

### 5.1　测量

地形测量和勘查工程测量应采用全国通用的坐标系统和最新的国家高程基准点进行。对于边远地区小矿，因为没有可供联测的全国坐标系统、基准点时，可采用全球卫星定位系统（GPS）提供的当地数据，建立独立坐标系统测图。但必须详细说明所采用定位仪器的型号及定位的时间、程序、精度。不同比例尺的勘探线剖面应当是实测剖面。

测量精度与要求按 DZ/T 0091《地质矿产勘查测量规范》执行。

### 5.2　地质填图

填图前应测制地质剖面图或地质、物探、化探综合剖面图，充分观察、研究与矿化有关的各种地质现象，统一岩石命名，确定填图单位、内容、要求与方法。

对矿区进行大比例尺地质填图时，覆盖区内矿体的地质界线必须采用槽、井探或浅钻工程进行揭露控制。所有地表工程、地质观察点均须采用全仪器法测定准确位置。见矿工程要测量坐标，勘探线剖面图必须实测，矿床或矿体地质底图必须是基岩地质图。应充分利用物探、化探、遥感资料，提取尽可能多的地质信息，提高成图质量。

地质填图的精度、质量要求，按同比例尺地质测量规范执行。

### 5.3　水文地质、工程地质、环境地质工作

各种比例尺的水文地质、工程地质测量和环境地质调查，均应符合相应比例尺规范的要求和相应勘查阶段对矿区水文地质、工程地质、环境地质工作的要求。专门水文地质工作和岩石物理力学性质测定样的测试都应满足有关规定、规范的要求，以保证成果的可靠性。

### 5.4　物探、化探工作

根据各阶段勘查工作和研究工作的实际需要，结合已有的资料和地球物理、地球化学特征，应选用有效的地面及井中物探、化探方法布置物探或化探工作，以期获得与矿体、各种地质体及地质构造等有关的信息，指导进一步勘查工作。根据勘查工作需要，可在一定数量的剖面上进行金及其指示元素原生晕的分带研究，确定该地区地球化学指标，进行盲矿体预测。此外对探矿工程应进行放射性顺便检查。

各种比例尺的地质物理测量、地球化学测量，都应符合比例尺规范的要求，各项测试数据应准确、可靠。

### 5.5　探矿工程

5.5.1　槽、井探及浅钻工程主要用于系统揭露地表矿体、构造、重要地质界线和物探、化探异常。对控制矿体的槽、井探工程，应尽量做到垂直其矿体的走向布置并揭穿至矿体顶、底板，工程间距视矿体规模与构造复杂程度而定。

5.5.2　对老硐、旧矿坑进行调查，了解其分布范围，并根据实际情况，尽可能对其进行清理、编录、采样、空间位置的测定。

5.5.3 坑探工程是岩金矿勘查的最有效手段，一般应布设在主矿体及首采区段，在地形条件允许情况下，可以代替部分钻孔进行深部探矿。沿脉坑道应尽量在脉内掘进，当矿体厚度大于 2m 以上时要用穿脉加以控制。其工程质量按《坑探工程规程》执行。

5.5.4 钻探工程是用于圈定矿体，验证物探、化探异常，了解矿体延深、产状，控制矿床远景，探获矿产资源/储量的最主要手段。矿心及 3 m ~ 5 m 内围岩的采取率应 ≥ 80%。进出矿体应测顶角、方位角和丈量孔深。其他工程质量按《岩心钻探规程》执行。

5.6 化学分析样品的采样、加工和测试

5.6.1 样品采样

5.6.1.1 基本分析样品

在各项探矿工程中要分别按矿体（分矿石类型）、矿化带及夹石连续取样，样品要延入围岩，采样长度原则上不大于矿体的可采厚度。

槽、井、坑探工程中通常采用刻槽法取样。穿脉坑道一般在一壁腰线连续取样，矿化不均匀的可在两壁取样，合并计算平均厚度、品位。沿脉坑道中样品的走向间距，应视矿化变化的情况而定，一般为 2 m ~ 4 m，变化不大时可放稀至 6 m ~ 8 m。要严格保证采样质量，采样前要平整和冲洗采样点的岩矿石表面，挂好围布，选择光滑易清扫的垫布，避免样品溅飞或槽外物质混入，样品实际质量（重量）与理论质量相差不得超过 10%。

岩矿心取样应用金刚石刀具沿其岩矿心长轴方向切取一半作为基本分析样。对不同回次矿心、孔径发生变化，采取率相差太大的要分别采样。进行矿山坑内钻探时，若矿心直径小应全心采样。

5.6.1.2 光谱全分析

可采自同一矿体的不同空间部位和不同矿石类型，也可利用有代表性地段的基本分析副样组合而成。

5.6.1.3 化学全分析

可利用组合分析的副样或单独采集。

5.6.1.4 组合分析

目的是用来确定矿床（体）有益或有害组分含量，分析结果可用于伴生有益组分的储量估算。分析项目根据光谱全分析和化学全分析确定。样品应来自基本分析副样，一般按矿体的探矿工程，由二至十件样品合并组成一个组合样，质量约 500g。

5.6.1.5 物相分析

为研究岩金矿床的自然分带及确定矿石的自然类型，从地表至原生矿的上部沿着各个勘探线，按一定的间距分别采样，或从相近位置上的基本分析副样中抽取，采样与分析必须迅速及时，以免样品氧化影响质量。分析项目除各类矿床矿化主元素 Au 的含量之外，着重分析各类载金矿物如硫化物矿物和氧化物矿物的含量。

5.6.2 样品加工

样品破碎前必须扫净加工器械，处理筛上残留物质，避免因操作不当造成误差。样品加工损失率不大于 5%，缩分误差不大于 3%。金矿制样不能用逐级缩分法缩分，必

须将金矿全样中碎至一定粒度方可缩分。中碎粒度应试验确定，尤其是对于含巨粒级和粗粒级金的矿区，此试验是必不可少的。棒磨粒度一般应达到 -200 目。

机械联动线的加工方法是，经过一次破碎、缩分，直接达到要求的粒度和质量（重量）。此种加工必须严格按照确定的方法和操作规程进行，对样品的缩分均匀性要进行试验。

5.6.3　样品分析测试

5.6.3.1　样品分析测试应由获得国家或省级资质和计量认证的测试科研单位或生产单位承担。

5.6.3.2　基本分析、组合分析、物相分析的结果应分批、分期做内部检查分析，查其偶然误差。内检样由基本分析副样中按原分析样品总数的 7% ~ 10% 抽取，编出密码后送原分析实验室进行复测。

5.6.3.3　外检样品由原实验室从基本分析正样中按分析样品总数的 3% ~ 5% 抽取，最低不得少于 30 件，送获国家或省级资质和计量认证的测试单位测试。

5.6.3.4　化学分析质量及误差处理办法按 DZ/T 0130.3—94《地质矿产实验室测试质量管理规范》执行。

5.7　矿石加工选（冶）试验样品的采集

样品采集要考虑矿石类型、品级、结构构造和空间分布的代表性。能分采分选的应分类型采集。实验室流程试验、扩大连续试验及半工业试验的样品采集应与试验单位共同编写采样设计，在采样时还要考虑开采时的矿石贫化，样品主要组分含量应低于所代表的矿石类型的平均品位。当矿石中有共生矿产和伴生组分时，应一并考虑采样的代表性，以便通过实验确定合理的实验工艺流程。加工选（冶）试验的各环节都必须符合规范、规程的要求。

5.8　岩石、矿石物理技术性能样品的采集与测试要求

5.8.1　为了估算矿产资源/储量和研究矿床开采技术条件，在详查、勘探中必须测定矿石和矿体顶底板围岩的物理力学参数。采样与测试项目一般包括：矿石的体积质量（体重）、湿度、块度、孔隙度、松散系数、硬度、安息角，以及抗压、抗剪、抗拉强度，弹性模量、内聚力、泊松比等。采样方法、数量、质量应符合有关规范、规程的要求。

5.8.2　体积质量（体重）样应按矿石类型和品级分别采取，在空间分布上应具有代表性。小体积质量（体重）样品应在野外蜡封。每种主要矿石类型或品级的样品分布及数量必须具有代表性，对疏松质或多孔洞、多裂隙的矿石（如氧化矿石）还应测定大体积质量（体重），用来校正小体积质量（体重）值或以此参与矿产资源/储量的估算。测定矿石体积质量（体重）同时须测定湿度、孔隙度（氧化矿石）和主元素的品位。

5.9　原始编录、综合整理和报告编写

5.9.1　原始编录必须在现场及时完成，客观、准确、全面记录第一性地质资料。各项原始编录资料应及时进行质量检查验收和综合整理。各个工作项目结束后及时提交原始和综合资料，要做到图件清晰、文字简练、文图相符。工作质量按 DZ/T 0078《固体矿

产勘查原始地质编录规定》和 DZ/T 0079《固体矿产勘查地质资料综合整理、综合研究规定》执行。

5.9.2 地质勘查报告编写应符合 DZ/T 0033—2002《固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范》。

5.10 计算机勘查信息处理技术应用

在勘查工作的预查、普查、详查和勘探阶段，都应不同程度地尽量使用计算机信息处理技术。使用计算机进行勘查数据信息的录入、建库、统计、计算、制图等，必须保证采用的方法（算法）和处理结果符合相应的勘查规范或规定。如采用系统性专业勘查软件，应选用经国土资源部储量司（国家储委）认可的软件。

5.10.1 录入的数据要保证精度、单位明确。录入的描述性文字内容中，涉及的符号、代码要符合“地质矿产名词、术语及代码”规定和其他相关规定。

5.10.2 建立的勘查数据库，应具有符合国家测绘标准的三维坐标属性和三维空间库结构，并采用开放性数据库接口（ODBC）。

5.10.3 在勘查数据库支持下，计算机自动生成的勘查图件；或者使用 CAD 或 GIS 软件交互制作的勘查图件，都必须符合相应的规范图式，并保证比例及坐标的投影变换精度。

5.10.4 进入详查、勘探阶段，在常规储量计算的同时，中型矿床应尽可能做数理统计方法的储量计算；大型矿床必须做地质统计方法的计算，并制作矿床地质和探矿工程的计算机三维模型图。

## 6 控制程度

6.1 矿床勘查类型的划分

6.1.1 确定矿床勘查类型的主要因素

矿床勘查类型根据矿体的规模、形态变化程度、厚度稳定程度、矿体受构造和脉岩影响程度和主要有用组分分布均匀程度等因素来划分，实践中以不同矿段中主矿体为主确定勘查类型。矿床勘查类型应随勘查进程和地质认识的不断深化而适时调整。附录 C 给出了这些主要因素的参考数据或描述性特征。

6.1.2 依据上述五种因素和我国岩金矿地质勘查实践，将我国岩金矿床划分为三个勘查类型，作为参照标准，供类比时使用。

1）第Ⅰ勘查类型（简单型）。矿体规模大，形态简单，厚度稳定，构造、脉岩影响程度小，主要有用组分分布均匀的层状一似层状、板状一似板状的大脉体、大透镜体、大矿柱。属于该类型的矿床有山东焦家金矿床 1 号矿体、山东新城金矿床。

2）第Ⅱ勘查类型（中等型）。矿体规模中等，产状变化中等，厚度较稳定，构造、脉岩影响程度中等，破坏不大，主要有用组分分布较均匀的脉体、透镜体、矿柱、矿

囊。属于该类型的矿床有河北金厂峪金矿床Ⅱ－5号脉体群、河南文峪金矿床。

3）第Ⅲ勘查类型（复杂型）。矿体规模小，形态复杂，厚度不稳定，构造、脉岩影响大，主要有用组分分布不均匀的脉状体、小脉状体、小矿柱、小矿囊。属于该类型的矿床有河北金厂峪金矿床Ⅱ－2号脉、山东九曲金矿床4号脉、广西古袍金矿床志隆1号脉等。

6.2　勘查工程间距的确定

6.2.1　工程间距是指最相邻勘查工程控制矿体的实际距离，其间距应根据反映矿床地质条件复杂程度的勘查类型来确定。首先要看矿体整体规模，并结合其主要因素确定工程间距，视实际情况，该间距可以缩小一半或扩大一倍。当矿体沿走向和倾向的变化不一致时，工程间距要适应其变化；矿体出露地表时，地表工程间距应比深部工程间距适当加密。

6.2.2　工程间距通常采用同类矿床类比的方法确定。也可依据已完工的勘查成果，运用地质统计学的方法或SD法（见GB/T 13908—2002附录D）确定。

6.2.3　预查阶段。由于无或仅有极少量的地表工程，无需确定其工程间距。

6.2.4　普查阶段。在预查工作的基础上，地表要用取样工程稀疏控制，深部要有工程证实。大致查明矿体规模、形态，大致确定勘查类型。

6.2.5　详查阶段。以大致确定的勘查类型为基础，在普查基础上用系统的取样工程。建议参照附录D推荐的工程间距，对矿体沿走向和倾向进行控制，基本确定其连续性，排除大的多解性，并依据新的探矿结果和地质认识调整勘查类型。

6.2.6　勘探阶段。为满足矿山设计和开采的需要，根据详查阶段确定的勘查类型，适当加密工程间距，详细圈定矿体，肯定矿体的连续性，排除多解性。

6.3　工程布置、施工原则、控制程度

6.3.1　工程布置

应根据矿体地质特征和矿山建设的需要，参考同类矿床勘查的经验进行。一般情况下，地表应以槽、井探为主，浅钻工程为辅，配合有效的物探、化探方法，深部应以岩心钻探为主；当地形有利或矿体形态复杂一极复杂、物质组分变化大时，应以坑探为主配以钻探；当采集选矿大样时，也可动用坑探工程；对管条状和形态极复杂的矿体应以坑探为主。若钻探所获成果与坑探验证成果相近，则不强求一定要投入较多的坑探工程，可以钻探为主配合坑探进行。坑探应以脉内沿脉为主，当沿脉坑道未能揭穿矿体全厚时，应以相应间距的穿脉配合进行。

6.3.2　施工原则

施工原则：应按照由已知到未知、由表及里、由浅入深、由稀到密的原则进行，基准孔、参数孔、沿走向和倾向的主导剖面应先施工。各阶段工程布置应考虑后续勘查和开发工作的衔接。

6.3.3 控制程度

首先应控制勘查范围内矿体的总体分布范围、相互关系。对出露地表的矿体边界应用工程控制。对破坏矿体及影响井田划分、井巷开拓和开采的断层、破碎带、脉岩等必须用工程对其产状和规模加以控制。对与主矿体能同时开采的周围小矿体应适当加密控制。对拟地下开采的矿床，要重点控制主要矿体的两端、上下界面和延伸情况。对拟露天开采的矿床，要注重系统控制矿体四周的边界和采场底部矿体的边界。对主要盲矿体应注意控制其顶部边界。

## 7 可行性评价

7.1 概略研究

7.1.1 是对矿床开发经济意义的概略评价。一般普查阶段应做概略研究，详查或勘探阶段的矿床，也可只进行概略研究。

7.1.2 概略研究是在收集国内外黄金市场的供求现状，在已取得的勘查成果及掌握了可形成一定生产规模的资源量的基础上，对矿区自然经济状况、交通运输、供水、供电等进行了解，结合环境污染及其治理的可能性，通过技术经济论证，判定矿床是否转入详查和确定未来的投资机会。

7.1.3 概略研究主要是靠分析已取得的地质资料，类比已知矿床，推测矿床规模、矿石质量和开采利用的技术条件，结合矿区的自然经济条件、环境保护等，以我国类似企业的技术经济指标或按扩大指标对矿床做出技术经济评价。

7.2 预可行性研究

7.2.1 是对矿床开发经济意义的初步评价。预可行性研究应具备的基本条件是：在矿床详查工作的基础上，对矿石的加工选（冶）性能已完成了实验室流程试验或实验室扩大连续试验，基本查明了矿区水文地质、工程地质及环境地质情况，在矿区交通运输、供电、供水等方面可提供较为详尽的调查资料。

7.2.2 进行预可行性研究，要比较系统地对国内外市场进行调查，对国内外黄金的供求情况、产品类别、质量要求、价格升降变化趋势做出初步预测。根据岩金矿勘查阶段探求的矿产资源/储量及矿床地质特征，以及矿区自然经济条件，借鉴类似矿山企业的实践经验，初步提出拟建矿山的建设规模、产品方案、矿山总体建设轮廓和工艺加工技术的原则方案，主要工程量和设备以及生产成本，估算总投资。

7.2.3 预可行性研究的内容与可行性研究相同，只是研究深度存在一定差别，一般采用内部收益率、净现值和动态的投资回收期等经济评价指标，进行动态的经济分析。

7.3 可行性研究

7.3.1 是对矿床开发经济意义的详细评价。可行性研究应具备的条件是：在矿床勘探工作中，对矿区的开采技术条件已达到详细查明，对矿石的加工选（冶）性能已提交了

扩大性试验或半工业性试验报告，已详细了解了矿区的交通运输、供水、供电等方面情况以及开采对环境影响的评价资料，对国内外该矿产资源的形势、供求现状以及价格情况已进行了较充分的研究，对开发该矿产投资的筹措渠道有了可靠的方向。

7.3.2　可行性研究工作是综合论证一个工程项目在技术上是否先进、实用可靠，经济上是否合理，财务上是否赢利，从而决策项目是否可行的一项全面调查研究工作。

7.3.3　可行性研究对矿产资源/储量要给予特别的重视。首先要认真对国内、外金矿矿产资源/储量的生产和消费进行调查、统计、分析；对国内、外市场的需求量、产品价格、竞争能力进行分析研究和预测。要充分考虑地质、工程、环境、法律和政府的政策导向带来的影响。对企业的生产规模、开采方式、开拓方案、选（冶）工艺流程、产品方案、主要设备的选择、供水、供电、总体布局和环境保护等分析计算和多方案比较，并根据当时的市场价格，确定投资、生产经营成本、销售收入、利润和现金流入流出等。成本要反映近年来的实际水平。评价指标一般采用内部收益率、净现值、动态的投资回收期等指标进行动态分析，从而得出拟建矿山是否应该建设以及如何建设的基本认识。

7.3.4　通过可行性研究，为主管部门及法人投资决策、编制和下达设计任务书、确定工程项目建设计划，以及为探获的矿产资源/储量的认定等提供依据。

## 8　矿产资源/储量分类、类型

### 8.1　矿产资源/储量分类依据

矿产资源/储量分类是依据经勘查所获的不同地质可靠程度（预测的、推断的、控制的、探明的）、相应的可行性评价（概略研究、预可行性研究、可行性研究）和所获不同的经济意义（经济的、边际经济的、次边际经济的、内蕴经济的）将矿产资源/储量分为：储量、基础储量、资源量三大类、十六种类型（详见附录 A）。

### 8.2　矿产资源/储量的分类

#### 8.2.1　储量

是指经过详查或勘探，地质可靠程度达到了控制的或探明的，进行了预可行性或可行性研究，扣除了设计和采矿损失后，能实际采出的储量并在计算当时开采是经济的。储量是基础储量中的经济可采部分，根据矿产勘查阶段和可行性研究阶段的不同，储量又可分为：探明的可采储量（111）、探明的预可采储量（121）及控制的预可采储量（122）三个类型。

#### 8.2.2　基础储量

经过详查或勘探，地质可靠程度达到了控制的或探明的，并进行过预可行性或可行性研究。基础储量分为两种情况，一是经预可行性研究属经济的，但未扣除设计、采矿损失（111b、121b、122b）；二是既未扣除设计、采矿损失，又经预可行性或可行性研

究属边际经济的（2M11、2M21、2M22）。

8.2.3 资源量

可分为三种情况，一是凡仅作了概略研究的，无论其工作程度多高，统归为资源量（331、332、333）；二是工作程度达到详查或勘探，但预可行性或可行性研究证实为次边际经济的（2S11、2S21、2S22）；三是经预查工作发现的潜在矿产资源（334）？

8.3 矿产资源/储量类型

8.3.1 探明的可采储量（111）

探明的经济基础储量的可采部分。是指在已按勘探阶段要求加密工程的地段，在三维空间上详细圈定了矿体，肯定了矿体的连续性，详细查明了矿床地质特征、矿石质量和开采技术条件，并有相应的矿石加工选（冶）试验成果，已进行了可行性研究，包括对开采、选（冶）、经济、市场、法律、环境、社会和政府因素的研究及相应的修改，证实其在计算的当时开采是经济的。计算的可采储量及可行性评价结果的可信度高。

8.3.2 探明的预可采储量（121）

探明的经济基础储量的可采部分。是指在已达到勘探阶段加密工程的地段，在三维空间上详细圈定了矿体，肯定了矿体连续性，详细查明了矿床地质特征、矿石质量和开采技术条件，并有相应的矿石加工选（冶）试验成果，但只进行了预可行性研究，表明当时开采是经济的。计算的可采储量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.3.3 控制的预可采储量（122）

控制的经济基础储量的可采部分。是指在已达到详查阶段工作程度要求的地段，基本上圈定了矿体三维形态，能够较有把握地确定矿体连续性的地段，基本查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，提供了矿石加工选（冶）性能条件试验的成果。对于工艺流程成熟的易选矿石，也可利用同类型矿产的试验成果。预可行性研究结果表明开采是经济的，计算的可采储量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

8.3.4 探明的（可研）经济的基础储量（111b）

它所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义的分类同 8.3.1 所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

8.3.5 探明的（预可研）经济的基础储量（121b）

它所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义的分类同 8.3.2 所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

8.3.6 控制的（预可研）经济基础储量（122b）

它所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义的分类同 8.3.3 所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

8.3.7 探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）

是指在达到勘探阶段工作程度要求的地段，详细查明了矿床地质特征、矿石质量、

开采技术条件，圈定了矿体的三维形态，肯定了矿体连续性，有相应的加工选（冶）试验成果。可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，只有当技术、经济等条件改善后才可变成经济的。这部分基础储量可以是覆盖全勘探区的，也可以是勘探区中的一部分，在可采储量周围或在其间分布。计算的基础储量和可行性评价结果的可信度高。

8.3.8　探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）

是指在达到勘探阶段工作程度要求的地段，详细查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，圈定了矿体的三维形态，肯定了矿体连续性，有相应的矿石加工选（冶）性能试验成果；预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术经济条件改善后可变成经济的。其分布特征同 2M11，计算的基础储量的可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.3.9　控制的预可研边际经济基础储量（2M22）

是指在达到详查阶段工作程度的地段，基本查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，基本圈定了矿体的三维形态；预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术经济条件改善后可变成经济的。其分布特征类似于 2M11，计算的基础储量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

8.3.10　探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）

是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，地质可靠程度为探明的；可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，必须大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的，计算的资源量和可行性评价结果的可信度高。

8.3.11　探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）

是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，地质可靠程度为探明的；预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，需要大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。计算的资源量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.3.12　控制的次边际经济资源量（2S22）

是指在勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段，地质可靠程度为控制的；预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，需大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。计算的资源量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

8.3.13　探明的内蕴经济资源量（331）

是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求地段，地质可靠程度为探明的，但未做可行性研究或预可行性研究，仅做了概略研究，经济意义介于经济的一次边际经济的范围内，计算的资源量可信度高，可行性评价可信度低。

8.3.14 控制的内蕴经济资源量（332）

是指在勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段，地质可靠程度为控制的，可行性评价仅做了概略研究，经济意义介于经济的一次边际经济的范围内，计算的资源量可信度较高，可行性评价可信度低。

8.3.15 推断的内蕴经济资源量（333）

是指在勘查工作程度只达到普查阶段要求的地段，地质可靠程度为推断的，资源量只根据有限的数据计算的，其可信度低。可行性评价仅做了概略研究，经济意义介于经济的一次边际经济的范围内，可行性评价可信度低。

8.3.16 预测的资源量（334）？

依据区域地质研究成果、航空遥感、地球物理、地球化学等异常或极少量工程资料，确定具有矿化潜力的地区，并和已知矿床类比而估计的资源量，属于潜在矿产资源，有无经济意义尚不确定。

## 9 矿产资源/储量估算

### 9.1 矿产资源/储量估算工业指标

工业指标是评价矿床的工业价值、圈定矿体、估算矿产资源/储量的标准和依据。工业指标因矿床地质特征不同而有较大的区别。具体矿床的工业指标应单独编制。金矿预查、普查资源量估算可参照本规范的附录 E 中的一般标准确定。详查、勘探地质报告所采用的工业指标则应在其勘查工作中，通过多个方案（三至五个）进行技术经济比较（也可结合预可行性研究和可行性研究进行）确定。推荐矿体形态较完整、资源利用状况较好、技术经济效益最佳、建设投资偿还快的指标方案，由投资方组织会审确定后执行。

### 9.2 工业指标的主要内容

边界品位

块段（或单工程）最低工业品位

矿区（床）最低工业品位

最小可采厚度（m）（真厚度）

米·克/吨值

夹石剔除厚度（m）（真厚度）

无矿段剔除长度（m）

露天开采须确定剥采比（t/t 或 $m^3/m^3$）

### 9.3 矿产资源/储量估算的一般原则

9.3.1 参与矿产资源量/储量估算的各种类型勘探工程质量，必须符合有关规范、规程和规定的要求。

9.3.2　根据固体矿产资源/储量分类，按矿体、资源量/储量类别、矿石类型（可分采分选）按块段分别估算各矿体及全矿区的矿石量、平均品位和金属量，其中储量用扣除设计和采矿损失能实际采出的数量表示。基础储量、资源量，用未扣除设计、开采损失的数量表示。可采储量利用扣除设计、开采损失的数量表示。

9.3.3　对共生矿产的估算与主矿产要求相同。对具有工业利用价值的伴生有益组分，在主要有用元素圈定的范围内，按基础矿块单元内的组合分析结果，估算该伴生组分的金属量。

9.3.4　岩金矿资源/储量估算的单位，矿石量为吨（t），金属量为千克（kg），品位（质量分数，单位为 $10^{-6}$）。

9.4　矿产资源/储量估算

9.4.1　方法的选择

岩金矿的资源/储量估算，应根据矿床地质特征、矿体规模和形态、勘查工程布设情况、勘查阶段等因素选择。根据岩金矿勘查实践，比较适宜的估算方法有传统资源/储量计算方法（如断面法、算术平均法、地质块段法等）、地质统计学资源/储量计算方法、最佳结构曲线断面积分资源/储量计算方法（简称 SD 法）等。对资源/储量估算必须选择有代表性的矿体或块段，采用其他方法估算对比，以检验所选择的矿产资源/储量估算方法的可靠性。

9.4.2　块段划分

利用传统资源/储量计算方法（如断面法、算术平均法、地质块段法等）时，单个块段原则上以两剖面线间上、下两个工程控制的范围划分，避免因块段过大而造成估算结果的随机性大。

9.4.3　提倡和鼓励运用新技术和新方法进行资源/储量估算，对于资源/储量估算所用的新技术、新方法及新研制的软件，应是经过有关部门认定或是工业部门经过应用，实践证实是可行的。

9.5　矿产资源/储量估算参数

9.5.1　面积测定

面积测定可采用几何图形法、求积仪法、坐标计算等多种方法求得。面积测定时，不得少于两次，取满足规定误差中要求的两次测量值的平均值为所估算块段的面积。几何图形法要求图形尽可能简单，采用图件的比例尺视矿体规模而定，一般比例尺为 1∶1 000。

9.5.2　平均品位计算

平均品位的计算，当样长或影响品位的其他因素不均匀时，以加权平均法求取，当采样长度基本相等或样品品位均匀时，可用算术平均法进行计算。样品中有特高品位时，则应先处理特高品位，再计算平均品位。

特高品位处理，通常单样品位值高于矿床（体）平均品位六至八倍的样品确定为特高品位样。确定特高品位样时，应参照矿体品位变化系数大小来确定，当矿体品位变化系数大时取上限值，变化系数小时取下限值。处理特高品位样前，首先应对被视为特高品位样品的副样进行第二次内检分析，当两次分析结果在允许误差范围内确定为特高品位时，用第一次的结果作为待处理的特高品位值。处理的方法是，用特高品位样在内的块段或单工程（矿体厚大时）平均品位计算结果来代替该样品品位。如果特高品位样品呈有规律分布，且可以圈出高品位样带时，则可将高品位样带单独圈出，计算品位、估算资源/储量，不作为特高品位样品处理。用 SD 法估算资源/储量时，用削减值代替特高品位，置于原始数据中参与计算。

9.5.3 厚度计算

一般用算术平均法求得，但厚度的选取要视计算方法而定。用纵投影面积时，应计算平均水平厚度；用水平影面积时，应计算平均垂直厚度；用真面积计算时，应计算平均真厚度。对于厚度变化很大的矿床，遇到特大厚度，应先进行特大厚度处理，然后再求平均厚度。当工程分布很不均匀时，可根据影响长度或面积加权。

9.5.4 体积质量（体重）计算

参与资源/储量估算的矿石体积质量（体重）须以实际测定值为依据。应分矿石类型或品级采集体积质量（体重）样。致密块状矿石采集小体积质量（体重）样。小体积质量（体重）样每种矿石类型不得少于 30 块；松散矿石则应采集大体积质量（体重）样，且不得少于三至四个；裂隙较发育的块状矿石，除按上述数量采集小体积质量（体重）样外，还应采集二至三个大体积质量（体重）样，对体积质量（体重）值进行校正，再参与矿石资源/储量估算。对于湿度较大的矿石，应测定湿度，当湿度天于 3% 时，体积质量（体重）值应进行湿度校正。

9.6 矿产资源/储量的合理圈定

9.6.1 矿体的外部边界圈定必须按工程从等于或大于边界品位的样品圈起，大于夹石剔除厚度的应从中予以圈出，当矿体的厚度小于最低可采厚度要求时，可按厚度与品位乘积的米·克/吨值圈定。

9.6.2 矿体的连接坚持先连接地质界线，再根据主要控矿地质特征连接矿体，连接矿体一般采用直线，在充分掌握矿体地质规律的情况下，也可以用自然趋势曲线连接，但无论哪种方法，其工程间矿体的厚度不应大于两工程的平均见矿厚度。

9.6.3 当用地断面法、算术平均法、地质块段法等传统的资源/储量计算方法时，在平面、剖面图和投影图上具体圈矿的要求是：单工程一个见矿，相邻工程无矿，以工程间距的 1/2 楔形外推；当矿体沿走向或倾斜方向在见矿工程外无工程控制时，按工程间距 1/4 楔形外推；以米·克/吨值圈定矿体边界，不外推。使用沿脉坑道追索和控制矿体时，应该准确使用“无矿段剔除标准”圈矿。当样线平均品位连续低于边界品位，走向

长度达到剔除要求时，亦应按工业指标规定上下对应或不对应要求的不同情况，单独圈出，视为非矿地段。

### 9.7　矿产资源/储量分类结果表

根据矿体或矿床的勘查控制程度、地质可靠程度、可行性评价的结论，对勘查工作所获得的矿产资源/储量进行分类，并按此分类编制资源/储量分类结果表，用来说明最终所获得的矿产资源/储量数量。资源/储量分类表应在说明矿石量、金属量、平均品位的同时，反映出矿产资源/储量的地质可靠程度和经济意义，并准确标明出编码。

# 高岭土、膨润土、耐火粘土矿产地质勘查规范

DZ/T 0206—2002

## 目 次

前言
1 范围
2 规范性引用文件
3 勘查的目的任务
4 勘查研究程度
4.1 地质研究程度
4.2 矿石质量研究
4.3 矿床选矿和加工技术条件研究
4.4 矿床开采技术条件研究
4.5 综合勘查、综合评价
5 勘查控制程度要求
5.1 勘查类型
5.2 勘查工程间距
5.3 控制程度的确定
6 勘查工作质量要求
6.1 地形、地质测量
6.2 物探工作
6.3 探矿工程
6.4 化学、物化样品的采集、加工，化学分析、物化性能测试
6.5 岩石物理技术性能测试样品的采集与试验
6.6 矿石选矿和应用技术试验样品的采集、分析、试验
6.7 原始地质编录、地质资料综合整理
7 可行性评价工作
7.1 概略研究
7.2 预可行性研究
7.3 可行性研究
8 矿产资源/储量分类及类型条件
8.1 矿产资源/储量分类依据
8.2 矿产资源/储量类型

9　矿产资源/储量估算
9.1　矿产资源/储量估算的工业指标
9.2　矿产资源/储量估算的一般原则
10　勘查地质报告的编写
附录 A（规范性附录）固体矿产资源/储量分类
附录 B（资料性附录）勘查类型和勘查工程间距
B.1　勘查类型
B.2　勘查工程间距
附录 C（资料性附录）质量检查和膨润土测试项目
C.1　检查分析修正系数
C.2　膨润土物化性质和工艺性能试验允许差
C.3　膨润土矿石主要工业用途测试项目
附录 D（资料性附录）矿石工业类型
D.1　高岭土矿石工业类型
D.2　膨润土矿石类型
D.3　耐火粘土矿石工业类型
附录 E（资料性附录）一般工业要求和矿产资源/储量规模
E.1　一般工业要求
E.2　矿产资源/储量规模

## 1　范　　围

本标准主要为高岭土、膨润土、耐火粘土矿产地质勘查工作规定了勘查研究程度和控制程度、勘查工作质量、矿产资源/储量分类及类型条件、矿产资源/储量估算等要求，并提出了可供类比使用的矿床勘查类型及参考的勘查工程间距。

本标准适用于高岭土、膨润土、耐火粘土矿产勘查、矿产资源/储量估算；适用于验收、评审高岭土、膨润土、耐火粘土矿产勘查地质报告；也可作为矿业权转让、矿产勘查开发筹资融资上市等活动中评价、估算矿产资源/储量的依据。

## 2　规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 12719—1991　矿区水文地质工程地质勘探规范

GB/T13908—2002　固体矿产地质勘查规范总则

## 3　勘查的目的任务

高岭土、膨润土、耐火粘土矿产勘查工作分为预查、普查、详查、勘探四个阶段。

各阶段工作的目的任务如下：

——预查：依据区域地质研究成果，通过初步野外观测和极少量的工程验证，与地质特征相似的已知矿床类比、预测，提出可供普查的矿产潜力较大地区，为普查工作提供依据；

——普查：是对可供普查的矿产潜力较大地区，采用露头检查、地质填图、数量有限的取样工程，大致查明普查区地质、构造概况；大致掌握矿体的形态、产状、矿石质量特征；大致了解矿产开采技术条件；矿产的加工选矿性能已进行了类比研究；提出是否有进一步详查的价值，或圈定出详查区范围；

——详查：对普查圈出的详查区通过大比例尺地质填图及使用各种勘查方法和手段，采用比普查阶段密集的系统取样，基本查明地质、构造、主要矿体形态、产状、大小和矿石质量，基本确定矿体的连续性，基本查明矿床开采技术条件，对矿石的加工选矿性能进行类比或可选性试验、实验室流程试验研究，做出是否具有工业价值的评价。必要时，圈出勘探范围，供预可行性研究、编制矿山总体规划和编制矿山项目建议书使用。对直接开发利用的矿区，其加工选矿性能试验程度应达到可供矿山建设设计的要求；

——勘探：是对已知具有工业价值的矿床或经详查圈出的勘探区，通过加密各种采样工程，其间距足以肯定矿体（层）的连续性，详细查明矿床地质特征，确定矿体的形态、产状、大小、空间位置和矿石质量特征，详细查明矿体开采技术条件，对矿产的加工选矿性能进行实验室流程试验或实验室扩大连续试验，必要时应进行半工业试验，为可行性研究或矿山建设设计提供依据。

## 4 勘查研究程度

### 4.1 地质研究程度

#### 4.1.1 预查阶段

收集、研究区域地质与矿产资料，对预查区发现的矿点、矿化点的分布范围和成矿远景进行研究，经初步野外工作，并将其与地质特征相似的矿床进行类比、预测，提出可供普查的矿产潜力区。

#### 4.1.2 普查阶段

收集、研究区域的地质和矿产资料，根据区域内高岭土、膨润土、耐火粘土矿化点的成矿、控矿条件和分布规律，在研究的基础上，投入数量有限的工作量，寻找、发现有进一步工作价值的矿床（层）和矿点，提出可供详查的工作区。

大致查明地层层序、含矿层位、岩性和厚度。

大致查明普查区内的构造、岩浆岩、矿化地质特征。

大致查明矿体（层）的分布范围、数量、规模、形态、产状及矿体中的夹石分布等。

大致查明直接位于不整合面上矿体的下伏岩层及不整合面的变化特点。

大致查明矿体（层）在走向、倾向上矿石质量变化特征。

大致查明风化淋滤作用对矿体的影响。

4.1.3　详查阶段

4.1.3.1　区域地质研究

收集与成矿有关的区域地质条件和区域内的其他矿产资料，研究控矿条件和分布规律。

4.1.3.2　矿区（床）地质研究

基本查明地层层序、含（控）矿岩系层位、岩性、厚度及分布规律。

基本查明控制和破坏矿体（层）的较大地质构造的规模、产状及分布范围。

基本查明与成矿有关的岩浆岩类型、岩性、产状、形态、规模、时代、分布规律及相互关系，确定对矿体的影响程度。

对风化矿床，应调查风化壳剖面，确定不同深度的矿物组合及其变化规律；对风化淋积型矿床，应调查矿体底板岩溶的分布规律；对热液蚀变型矿床，应划分蚀变相带，确定各相带的矿物组合，矿体在相带的位置及其变化规律；对沉积型矿床，应调查沉积环境。

4.1.3.3　矿体（层）地质研究

基本查明矿体（层）的赋存部位、空间分布范围、数量、规模、形态、产状、厚度、夹石分布及其变化规律。

对直接位于不整合面上的矿体，要基本查明不整合面的变化特点及其对矿体厚度的影响。

基本查明矿体（层）在走向、倾向上矿石质量变化特征，矿物组合及分布规律。

基本查明风化作用、淋滤作用对已形成矿体的影响，阐述围岩岩性、厚度及分布范围。

4.1.4　勘探阶段

4.1.4.1　矿区（床）地质研究

详细划分地层层序、岩性组合、标志层；详细研究含矿岩系的岩性、岩相、厚度及分布规律。对控制、破坏和影响矿床的较大构造，应查明其形态、规模、产状性质及分布范围，研究其与成矿的关系、对矿床的影响程度；对小构造也要研究其发育程度和分布规律。

研究与成矿有关的岩浆岩类型、岩性、形态、产状、规模、时代、分布规律及相互关系，阐述对矿体的影响程度。

对风化型矿床，应研究风化壳剖面，确定不同深度的矿物组合及其变化规律；对风化淋积型矿床应研究矿体底板岩溶的分布规律；对热液蚀变型矿床，应划分相带，确定各相带的矿物组合、矿体在相带的位置及其变化规律；对沉积型矿床，应研究矿床的沉积环境。

4.1.4.2　矿体（层）地质研究

应详细查明矿体（层）的赋存部位、空间分布及其范围，详细查明矿体的数量、规模、形态、产状、厚度、夹石分布及其变化规律。对直接位于不整合面上的矿体，要研究不整合面的变化特点及对矿体厚度的影响，详细研究矿体（层）在走向、倾向上矿石质量的变化特征。研究与矿体（层）有关的矿物组合及其分布规律。

研究风化作用、淋滤作用对已形成矿体的影响，阐述围岩、构造、地理条件等与矿

体贫化或富集的关系。

4.2 矿石质量研究

4.2.1 预查阶段

通过野外观测，与已知矿床矿石进行类比，大致了解矿石矿物成分、化学组分、有益或有害成分的含量及其赋存状态和分布规律。

4.2.2 普查阶段

大致查明矿石矿物成分、化学成分、矿石结构特点、矿石自然类型等。

大致查明硬质高岭土、软质高岭土、砂质高岭土品级、夹石的分布。

大致查明蒙脱石和组分的形态、比例、颗粒及赋存状态，初步确定矿石属性，划分矿石类型。

大致查明矿化、非矿化夹石、围岩、岩性与矿体的接触关系。

4.2.3 详查阶段

基本查明矿石的结构、构造、矿物成分、化学成分、有益或有害组分的含量及其赋存状态和分布规律，初步划分矿石自然类型、矿石工业类型。

高岭土矿按原矿评价时，应基本查明软质高岭土和砂质高岭土各品级的淘洗率。如按淘洗精矿评价时，应基本查明各工业类型、各品级淘洗精矿和夹石的分布范围，研究其变化规律，基本查明各品级的淘洗率。

膨润土矿应基本查明蒙脱石和主要伴生组分的形态、比例、颗粒度和赋存状态，基本查明矿石属性，划分矿石类型。

耐火粘土矿应基本查明其耐火度。对软质、半软质粘土应基本查明其可塑性。

基本查明矿化、非矿化夹石和近矿围岩的物质组分与矿体的接触关系。评价采矿时夹石和围岩的混入对采选的难易程度及对矿石质量的影响。

4.2.4 勘探阶段

详细查明矿石的结构、构造、矿物成分、化学组分、有益或有害组分的含量及其赋存状态和分布规律，划分矿石自然类型、矿石工业类型（见附录 D）。

高岭土矿按原矿评价时，应详细查明软质高岭土和砂质高岭土各品级矿石的淘洗率；按淘洗精矿评价时，应查明各工业类型、各品级淘洗精矿和夹石的分布范围，研究其变化规律并统计各自的比例，确定各品级的淘洗率。详细研究高岭土矿物组成和高岭石类型。

膨润土矿要详细研究蒙脱石和主要伴生组分的形态、比例、颗粒度和赋存状态，研究和确定矿石属性，正确划分矿物组合的矿石类型。

耐火粘土矿应详细研究其耐火粘土的耐火性。对软质、半软质耐火粘土应详细研究其可塑性。

研究矿化、非矿化夹石和近矿围岩的物质组分，与矿体（层）的接触关系。评价采矿时当夹石和围岩混入后采选的难易程度及对矿石质量的影响。

4.3 矿床选矿和加工技术条件研究

4.3.1 普查阶段

与已生产的、有类比条件的矿石进行对比和研究，做出是否可能作为工业原料的评

价。

4.3.2　详查阶段

对有类比条件的易选矿石，进行类比评价，可不做选矿加工试验；一般情况下进行可选试验或实验室流程试验，对难选矿石或新类型矿石，应进行实验室扩大连续试验，做出工业利用评价。

4.3.3　勘探阶段

4.3.3.1　对需要选矿的矿石，一般应进行实验室流程试验，必要时进行实验室扩大连续试验；对有类比条件的、易选的矿石进行可选试验或进行实验室流程试验；对难选的或新类型的矿石必要时进行半工业试验。

4.3.3.2　高岭土矿一般要求做实验室流程试验。当矿床与已开采的同类型同用途矿床可类比或已被利用时，选矿试验可少做或不做；对有害杂质含量高又不易选别的矿床和用作造纸的矿床，一般应做实验室扩大连续试验，必要时进行半工业试验。

4.3.3.3　膨润土矿石选矿试验，为满足深加工产品需要，一般做实验室流程试验。膨润土应用技术试验：钠、钙、镁基膨润土属低层电荷性，做实验室有机膨润土胶体性能试验、钻井泥浆性能试验；属高层电荷型的膨润土做实验室流程球性能试验、活化油脂脱色应用效果试验及半工业性质的铸造浇注试验；铝（氢）基膨润土应做实验室流程油脂脱色应用效果试验和实验室的除毒应用效果试验（如花生油除黄曲霉素的试验）。已开采有对口应用的，可不做技术试验。

4.3.3.4　耐火粘土矿在勘探阶段一般进行实验室流程试验及试验室扩大连续试验。如投资者有要求时，可做半工业、工业试验。

4.4　矿床开采技术条件研究

4.4.1　普查阶段

依据收集的气象资料，大致了解露天开采矿床的地表水体、最高洪水位、地表汇水情况及自然排泄条件。对凹陷和地下开采的矿床，应大致了解含水层、隔水层产状、厚度、分布、岩溶、裂隙、构造破碎带、含水性，调查老窿分布及积水情况，预测对矿床的影响程度。

大致了解矿区工程地质岩组，大致了解断层、节理、裂隙、岩溶的发育程度，了解岩石风化程度及软弱层分布情况，调查露天采场边坡稳定性和井巷围岩的稳固性，大致确定工程地质的复杂程度。

大致了解矿区及相邻地区的地震、泥石流、滑坡、岩溶、塌陷、水体污染等，预测矿山开发可能产生的环境地质问题。

4.4.2　详查阶段

4.4.2.1　水文地质研究

对位于地下水位以上的露天开采矿床，应收集气象资料，调查矿区及其附近的地表水体和当地的最高洪水位，初步确定地表汇水边界及自然排水条件。

对于凹陷和地下开采的矿床，除进行上述工作外，还应基本查明含水层、隔水层产状、厚度、分布、岩溶、裂隙、构造破碎带发育程度和含水性。研究地下水的补给，径流、排泄条件与地表水体的水力联系程度，对矿床开采的影响程度，调查老窿分布和积

水情况，初步确定水文地质复杂程度，初步预测矿坑涌水量。对矿床疏干、排水、矿山供水做出初步评价。

4.4.2.2 工程地质研究

初步划分矿区工程地质岩组，基本查明断层、节理、裂隙、岩溶的发育程度、风化程度及软弱层分布，研究露天采场边坡的稳定性和井巷围岩的稳固性，初步确定工程地质的复杂程度。

4.4.2.3 环境地质研究

调查了解矿区及相邻地区的地震、泥石流、滑坡、岩溶、塌陷、水体污染等，研究评述矿山开发可能产生的环境地质问题。

4.4.3 勘探阶段

4.4.3.1 水文地质研究

对位于地下水位以上的露天开采的矿床，应收集气象资料，调查矿区及其附近的地表水体和当地的最高洪水位，确定采场地表汇水边界及自然排水条件。

对于凹陷和地下开采的矿床，除进行上述工作外，还应详细查明含水层、隔水层的产状、厚度、分布、岩溶、裂隙、构造破碎带发育程度及富水性。详细研究地下水的补给、径流、排泄条件及大气降水、地表水体的水力联系程度和对矿床开采的影响程度，调查老窿分布和积水情况，确定水文地质类型。计算第一开采水平（或基建开拓水平面以上中段）的涌水量和估算下一开采水平的涌水量。对矿床疏干、排水、矿山供水进行评价。

4.4.3.2 工程地质研究

研究矿床的岩石类型，划分岩（土）体的工程地质岩组，查明对矿床开采不利的工程地质岩组的性质、产状和分布及岩体结构和岩体质量。研究土层、矿层、岩层的物理力学性质，测定矿体及顶底板围岩的有关物理力学性质参数，如体积质量（体重）、块度、湿度、松散系数、自然安息角、抗压强度、抗剪强度。研究断层、节理、裂隙、岩溶、风化、软弱层对岩体稳定性的影响程度，确定工程地质类型。对露天采场边坡的稳定性和井巷围岩的稳固性应做出评价。

4.4.3.3 环境地质研究

收集区域内地震资料，对矿区的稳定性做出评价。具有放射性的矿区，应对辐射环境质量做出评述。对矿床开采过程中，可能产生的对矿区地质环境破坏和影响的现象，如岩崩、坍塌、滑坡、泥石流、岩溶、塌陷、地面沉降、水体污染等环境地质效应，进行预测评述，提出防治建议。如矿体与煤层共生时，应收集瓦斯、煤尘和煤的自燃资料。

4.5 综合勘查、综合评价

4.5.1 普查阶段

大致了解共生、伴生矿产的种类、规模、物质组分、赋存状态、分布情况、工业价值及利用的可能性。

4.5.2 详查阶段

利用已有的勘查工程，基本查明和研究共生、伴生矿产的种类、规模、物质组分、

赋存状态、分布规律，对共生、伴生矿产进行综合勘查和综合评价，说明其利用的可能性。

4.5.3　勘探阶段

在勘探主要矿产时，对矿区内具有工业价值的共生、伴生矿产进行综合勘查、综合评价，查明和研究它们的种类、赋存状态、分布规律，并通过选矿试验对其回收途径做出评价。

## 5　勘查控制程度要求

5.1　勘查类型

5.1.1　勘查类型划分依据

勘查类型划分主要是根据占矿床矿产资源/储量70%以上的主矿体（一个或几个矿体）的形态、规模等特征而定。

5.1.2　勘查类型划分因素

矿体（层）延展规模、矿体（层）形态复杂程度、矿体（层）厚度稳定程度、矿体（层）内部结构复杂程度、构造复杂程度（见附录B）为划分因素。

5.1.3　勘查类型

按勘查类型划分依据，将矿床划分为三个勘查类型（见附录B）。

5.2　勘查工程间距

勘查工程按不同勘查阶段，根据矿床地质特征和矿山建设需要部署。普查阶段勘查工程部署应考虑能为后续勘查工作利用。

高岭土矿床勘查工程间距见表B.1。

膨润土矿床勘查工程间距见表B.2。

耐火粘土矿床勘查工程间距见表B.3。

5.3　控制程度的确定

首先应控制勘查范围内矿体的总体分布和相互关系，控制破坏矿体的主要构造。对拟露天开采的矿床，要注意系统控制矿体四周的边界和采场底部矿体的边界；对拟地下开采的矿床，要注意控制主要矿体的两端、上下界线和延伸情况。

探明的矿产资源/储量应达到矿山首期建设设计返还本息的要求。

## 6　勘查工作质量要求

6.1　地形、地质测量

预查、普查阶段：收集编制或填制区域地质简图，矿区图件、比例尺不做规定。

详查、勘探阶段：收集或编制区域地质图，比例尺（1:20 000）～（1:50 000）；矿床地形、地质图，比例尺（1:1 000）～（1:2 000）（高岭土、耐火粘土）、（1:2 000）～（1:5 000）（膨润土）；勘探线剖面图（1:500）～（1:2 000）。

矿床地形、地质图、工程测量及各类综合图件的质量应符合有关规范、规定要求。

6.2　物探工作

具备有物探工作条件的，应结合探矿工程，采取适用的物探方法，了解矿体分布范

围、覆盖层的厚度、与成矿有关的较大断层、岩体、岩脉、岩溶的产状与分布以及矿床水文地质、工程地质条件等。

物探工作质量应符合有关行业标准，其成果在勘查报告中单列论述。

6.3 探矿工程

6.3.1 探槽、浅井、取样钻

控制矿体的工程应揭穿矿体顶底板围岩界线，探槽、浅井应挖至新鲜基岩内。

6.3.2 钻探工程

钻孔一般布置在勘探线上，钻孔竣工后应测定孔位坐标。

矿心采取率以及矿层上下 3m～5m 的顶底板岩心采取率不得低于 80%，一般岩心采取率不得低于 70%。对厚度较大的矿体，矿心采取率要求连续 5 m～10m 段平均采取率不低于 80%、分层岩心采取率不低于 70%。

钻孔穿矿孔径以满足各种样品测试的要求为准。

地下开采施工钻孔必须严格封孔，对封孔质量应采取 10%～20%的随机抽样透孔检查，合格率要求达到 100%。

对采用泥浆（膨润土矿不能加碱）钻进时，矿心采取样品必须剥离泥皮。

钻探工程质量要求应执行《岩心钻探规程》规定。

6.4 化学、物化样品的采集、加工，化学分析、物化性能测试

6.4.1 样品的采集

样品应按矿石类型、品级分别采取。刻槽法采集样品规格（10 cm× 5 cm）～（10 cm×3 cm）。钻孔矿心等采集样品常用矿心二分劈开法取其一半作为样品。样品长度一般 1m～2m。

采集样品时，应避免外来物质（包括铁质）混入，其中夹石、岩块含量予以剔除，称量并计算含量比例，估算矿产资源/储量时扣除。

6.4.2 样品的加工

原矿样品加工缩分公式采用切乔特公式：

$$Q = Kd^2$$

式中：$Q$——缩分时取得的最小可靠质量（kg）；

$K$——缩分系数；

$d$——样品碾碎后最大颗粒的直径（mm）。

$K$ 值为 .1～0.2，一般取 0.1。$K$ 表示碎样过程中，样品损失率：全过程累计损失率＜5%，每次缩分误差＜3%。

高岭土样品粒度应＜0.15mm（100 目）。淘洗精矿样品加工，最终筛目要求为 0.043mm（325 目）。当需获取＜2μm 粒级精矿时，可采用沉降法或其他方法分离。当淘洗精矿或精矿样品尾砂可综合利用时，可以进一步加工。严禁使用铁质器件加工。对用作涂料的矿石，加工过程中不得使用絮凝剂。

膨润土加工粒度需 95%的试样质量过 0.074mm（200 目）筛。

耐火粘土加工破碎到试样能通过 0.15 mm（100 目）筛。

6.4.3 样品化学分析、物化性能测试

6.4.3.1　基本分析

高岭土分析项目应根据矿床实际和主要用途确定。一般为 $Al_2O_3$、$Fe_2O_3$、$TiO_2$，当 $TiO_2$ 质量分数 < 0.3%，且分布稳定时可不做基本分析，列入组合分析项目；当 $SO_3$ 或 $K_2O$、$Na_2O$、CaO、MgO、FeO 质量分数高影响工业利用，或 $SiO_2$ 与 $Al_2O_3$ 质量分数不呈明显消长关系时，列入基本分析项目（FeO 可不做单独分析，仅分析 $TFe_2O_3$）；当矿床按淘洗精矿勘查时，应增做淘洗率分析。

膨润土吸蓝量测定：先确定膨润土中蒙脱石的相对含量，作为圈矿依据，全部单样均需测定。计量单位用 100g 试样吸附甲基蓝的毫摩（尔）（mmol/100g）表示。

阳离子交换性能测定：即查明矿石属性、矿体（层）属性分带作为圈定不同属性的矿产资源/储量的依据。测试项目有阳离子交换容量（$Q_{C\cdot E\cdot C}$）和交换性阳离子［E（$Na^+$）、E（$K^+$）、E（$Ca^{2+}$）、E（$Mg^{2+}$）］。当需按属性圈矿和了解断层对其两侧矿体（层）属性所产生的影响时，应加密工程以控制属性分带，并进行全部单样测定。

耐火粘土一般测定 $Al_2O_3$、$TiO_2$、$Fe_2O_3$ 含量及灼失量和耐火度。当 $TiO_2$ 含量较低时，可不列入基本分析项目。高铝粘土需增加测定 CaO 含量，当 $Fe_2O_3$ 含量超出指标要求时，需增加 $SiO_2$ 分析。对软质和半软质粘土选代表性样品做可塑性测定。

6.4.3.2　组合分析

高岭土：以原矿工业指标评价，样品取自基本分析样副样，按采样长度加权组合，如以淘洗精矿工业指标圈矿时，采用淘洗精矿副样，还要组合适量的尾砂样品，按粒级（或不按粒级）组合。组合分析项目通常包括：$SiO_2$、MgO、CaO、$Na_2O$、$K_2O$、$TSO_3$（全硫矸）、灼失量 7 项。应根据矿床实际适当增减分析项目，基本分析已做的项目一般可不做组合分析。

膨润土胶质价、膨胀容测定：反映矿石基本物理性能，样品为组合样。对不能按蒙脱石含量品级分采的矿体（层），应按属性蒙脱石平均含量分别采取组合样；对能按蒙脱石含量品级分采的矿体（层），则应分别按属性、品级采取组合样。组合样数量各不少于 5 件。试样的组合方法、采用单工程或相邻剖面上的相邻工程长度加权。如钠基膨润土的胶质价大于 100 mL/15 g 时，应改用 500 mL 的量筒测定或加测膨润值。对铝（氢）基膨润土胶质价、膨胀容可免测。

耐火粘土的组合分析一般为 $SiO_2$、CaO、MgO、$SO_3$、$Na_2O$、$K_2O$、灼失量。当组合分析有某种有害杂质含量高时，应在基本分析中增加有关杂质的分析。组合样在基本分析副样中选取，矿床主要品级不少于 10 件，次要品级不少于 5 件。

6.4.3.3　化学多元素分析、光谱半定量分析

高岭土应对原矿、淘洗精矿做化学多元素分析，必要时做尾矿化学多元素分析。样品一般从基本分析或组合分析副样中按采样长度加权组合。一般每一工业类型和品级做一至二件。分析项目包括基本分析、组合分析。

膨润土光谱半定量分析样的采取和测定，参照《金属非金属矿地质普查勘探采样规定和方法》执行。

耐火粘土在勘查初期进行光谱分析，以了解可能存在的稀有分散元素含量的大致情况。样品从基本分析或组合分析样的副样中采取，一般一至二件。

6.4.4 化学分析质量检查

6.4.4.1 化学分析质量检查

高岭土基本分析、组合分析质量检查试样应按矿石类型、品级从基本分析副样中抽取。内部检查的数量应占样品总数的 7% ~ 10%，外部检查数量应占样品总数的 3% ~ 5%。基本分析中含有淘洗率、白度、粘度等项目时，其测定质量亦应定期进行检查，检查方式采用平行双份测定、外检、内检等，并须注意对测试仪器定期进行校验。

耐火粘土的基本分析与组合分析内部检查的数量应占各品级样品总数的 10%，外部检查的数量应占品级样品总数的 5%。耐火度允许误差为 10℃。

内部检查样品的合格率要求 90%，外检样品原始合格率不低于 80%。

6.4.4.2 检查分析允许相对双差

要求如下：

$$Y=\begin{cases} c\times 20x^{-0.60} & x\geqslant 3.08\% \\ c\times 12.5x^{-0.182} & x<3.08\% \end{cases}$$

式中：$Y$——计算相对双差值（%）；

$c$——修正系数；

$x$——测定结果浓度值（%）。

检查分析修正系数见表 C.1。

6.4.4.3 系统误差显著性 $t$ 检验

$$t=\frac{|\overline{F}_{\mathrm{RD}}|}{S_{\mathrm{FRD}}/\sqrt{n}}$$

式中：$t$——系统误差显著性检验；$\overline{F}_{RD}=1/n\sum\overline{F}_{RDi}=1/n\sum(RD_{测}/RD_{允})$，其中，n 为样品件数，$RD_{测}$ 带 ± 号，$RD_{允}$ 即 Y；

若 t 计算值 ≥ 临界值 $t_{0.05,n-1}$，判为此组样品系统误差存在显著性；否则不显著。

6.4.5 物化性质和工艺性能试验质量检查

膨润土吸蓝量测定检查按各属性、蒙脱石含量品级按比例从副样中抽取。内部检查样应占样品总数的 7% ~ 10%；外部检查应占样品总数的 3% ~ 5%。其他性能测试的质量检查，当试样测试数据与吸蓝量有明显矛盾时才做内、外部检查。膨润土物化性质和工艺性能试验允许差见表 C.2。

6.5 岩石物理技术性能测试样品的采集与试验

6.5.1 高岭土岩石物理技术性能测试样品按每一工业类型、品级分别采集 2 件 ~ 3 件样品。

样品一般选择少数代表性钻孔或其他工程，按类型、品级组合。送测样品不得加工。

样品质量一般 10 kg。当需做制瓷、纸张涂布等试验时，一般为数十至数百千克，或与试验单位商定。

测试项目，一般基本测定下列五项：

a）粒度组成 $<76/\mu m$、$<43\mu m$、$<10\mu m$、$<5\ \mu m$、$<2\mu m$；

b）白度：自然白度、烧成白度；

c）可塑性；

d）干燥收缩率；

e）耐火度。

高岭土矿石矿物鉴定样按类型、品级采集两件样品。

应根据相应用途增减某些测试项目。

6.5.2　膨润土工艺性能测试样全部采用组合样，样品应是胶质价、膨胀容组合样的副样。样品数量不少于 5 件。

测试项目见表 C.3。

6.5.3　耐火粘土物理性能测定样品，按矿石类型、品级分别采集 2 件～3 件，样品可在少数钻孔或其他工程中采集，样品质量一般 10 kg。

软质粘土、半软质粘土物理性能测定项目：可塑水（%）、可塑性、结合力、干燥收缩率（%）、粒度组成比例（%）、水中崩溃情况、真密度、耐火度等。

硬质粘土、高铝粘土物理性能测定项目：耐火度、真密度、体积密度、显气孔率、吸水率。

6.5.4　体积质量（体重）、湿度测定样：

以小体积质量（体重）作为矿产资源/储量估算参数的矿床，应按工业类型、矿石类型、蒙脱石含量、品级，按矿种分别采取不少于 20 件样品。对有采场或采坑的矿区应采取 1 件～3 件大体积质量（体重）样，作为对小体积质量（体重）的验证。

测定小体积质量（体重）的样品，一般需测定天然湿度。烘干（温度为 105℃）至恒温后求得湿度。

6.6　矿石选矿和应用技术试验样品的采集、分析、试验

6.6.1　高岭土矿石选矿试验

6.6.1.1　根据不同试验目的，采取所需类型、品级的代表性样品，或按有关类型、品级的矿产资源/储量比例采取具代表性的混合试样。

6.6.1.2　高岭土选矿试验，主要是研究矿石中有关杂质如砂质、铁钛杂质、黄铁矿、明矾石等的可选性和有益伴生组分综合回收的可能性；对主要用做造纸原料的矿床，为研究矿石的分级方案等，亦要进行选矿试验。

6.6.1.3　在普查、详查阶段要求完成初步可选性试验，以便为设计部门进行初步技术经济分析、拟订产品方案和工业指标提供必需的资料。

6.6.1.4　在勘探阶段，一般要求做实验室规模的详细可选性（或加工）实验室流程试验。一般为数百千克至一吨；提出合理的选矿（或加工）工艺流程和主要技术经济指标（包括选矿比、精矿产率、回收率、主要有益、有害化学成分的含量、动力及主要材料消耗等）；当矿床与已开采的同类型同用途矿床可类比或已交付利用时，选矿试验可少做或不做。对有害杂质含量高、又不易选矿的矿床和用做造纸原料的矿床，一般应做实验室规模的扩大连续试验，试样质量一般为数吨，或半工业试验（包括选矿及（或）加工）。其采样和试验工作由地质勘查单位与投资者签订合同。

6.6.2 膨润土矿石选矿和应用技术试验

6.6.2.1 矿石选矿试验，为满足深加工产品时进行。一般做实验室流程试验，样品要具代表性，样品质量由选矿单位提出。

6.6.2.2 应用技术试验，包括产品的工艺试验和应用效果试验，试验的项目由对口单位提出。

试样须具代表性，样品质量数由试验单位提出。已经开采有对口应用部门的勘查矿区，可免做应用技术试验。但需全面收集矿石质量、应用效果的有关数据，在勘探报告中反映。

6.6.2.3 膨润土的选矿和应用试验均需由试验单位编写专门试验报告，试验报告及技术鉴定书作为勘探地质报告的附件。

6.6.3 耐火粘土应用技术试验

耐火粘土的实验室试验要求确定耐火制品型号，矿样质量 0.2 t ~ 0.3 t；半工业试验要求对原料进行制砖和使用观察试验，确定原料的使用途径，矿样质量 10t ~ 30t；工业试验要求对原料进行大批制砖和工业使用观察试验，全面评价原料的各种情况，矿样质量 100 t。

6.7 原始地质编录、地质资料综合整理

6.7.1 原始地质编录

原始地质编录是对地质现象记录和观察研究手段的记录，必须真实、客观、完整。

原始地质编录包括实测剖面、地质填图、探矿工程、采样的编录等。

原始地质编录必须经检查、验收，未经验收或检查不合格的不得利用。

6.7.2 地质资料综合整理

地质资料综合整理是指文字、表格、综合图件的编制应符合有关规定、规范要求，做到表格化、规范化、标准化。地质资料整理和综合研究应积极采用计算机技术，进行数据处理和图件制作。

地质资料整理和综合研究成果，必须经过检查验收合格，方能提交编写报告。不合格的地质资料整理和综合研究成果不得使用。

## 7 可行性评价工作

7.1 概略研究

在普查阶段，需进行概略研究。在收集分析矿产资源国内、外总的需求趋势和市场供需状况的基础上，分析已取得的普查或详查、勘探地质资料，类比已知矿床，结合矿区的自然经济条件、环境保护等，以我国类似企业的技术经济指标或按扩大指标对矿床做出技术经济评价。从而为矿床开发有无投资机会、是否进行详查阶段工作、制定长远规划或工程建设规划的决策提供依据。

7.2 预可行性研究

详查和勘探阶段需进行预可行性研究或可行性研究评价。预可行性研究需要比较系统地对国内、外市场的需要量、产品品种、质量要求和价格趋势做出初步预测。根据矿床规模和矿床地质特征以及矿区地形地貌，借鉴类似企业的实践经验，初步研究并提出

项目建设规模、产品种类、矿区总体建设轮廓和工艺技术的原则方案；参照类似企业选择适合评价当时市场价格的技术经济指标，初步提出建设总投资、主要工程量和主要设备以及生产成本等，进行初步经济分析，圈定并估算不同的矿产资源/储量类型。

通过国内、外市场调查和预测资料，综合矿区资源条件、工艺技术、建设条件、环境保护以及项目建设的经济效益等各方面因素，从总体上、宏观上对项目建设的必要性、建设条件的可行性以及经济效益的合理性做出评价，为是否进行勘探阶段地质工作以及推荐项目和编制项目建议书提供依据。

7.3　可行性研究

可行性研究首先需要认真对国内、外该矿种资源、储量、生产和消费进行调查、统计和分析，对国内外市场的需要量、产品品种、质量要求、价格、竞争能力进行分析研究和预测。工作中对资源（或原料）条件要认真进行分析研究，充分考虑地质、工程、环境、法律和政府的经济政策的影响。对企业生产规模、开采方式、开拓方案、选矿工艺流程、产品方案、主要设备的选择、供水供电、总体布局和环境保护等方面进行深入细致的调查研究、分析计算和多方案比较，并依据评价当时的市场价格，确定投资、生产经营成本、销售收入、利润和现金流入流出等，工作程度都需达到进行经济评价的要求。项目的技术经济数据量能满足投资有关各方面的审查、评价需要，从而得出拟建工程是否应该建设以及如何建设的基本认识，为上级机关或主管部门投资决策、编制和下达设计任务书，确定工程项目建设计划等提供依据。

## 8　矿产资源/储量分类及类型条件

8.1　矿产资源/储量分类依据

8.1.1　地质可靠程度

8.1.1.1　预测的：是对矿产潜力较大的地区经过预查得出的结果。在有足够的数据并能与地质特征相似的已知矿床类比时，才能估算出预测的资源量。

8.1.1.2　推断的：是对普查区按照普查的精度大致查明矿产的地质特征以及矿体（矿点）的展布特征、品位、质量，也包括那些由地质可靠程度较高的基础储量或资源量外推的部分。由于信息有限，不确定因素多，矿体（点）的连续性是推断的，矿产资源数量的估算所依据的数据有限，可信度较低。

8.1.1.3　控制的：是对矿区的一定范围依照详查的精度基本查明了矿床的主要地质特征、矿体的形态、产状、规模、矿石质量、品位及开采技术条件，矿体的连续性基本确定，矿产资源数量估算所依据的数据较多，可信度较高。

8.1.1.4　探明的：是指在矿区的勘探范围依照勘探的精度详细查明了矿床的地质特征、矿体的形态、产状、规模、矿石质量、品位及开采技术条件，矿体的连续性已经确定，矿产资源数量估算所依据的数据详尽，可信度高。

8.1.2　经济意义（是可行性评价的结果）

8.1.2.1　经济的：其数量和质量是依据符合市场价格确定的生产指标计算的。在可行性研究或预可行性研究当时的市场条件下开采，技术上可行，经济上合理，环境等其他条件允许，即每年开采矿产品的平均价格能足以满足投资回报的要求，企业内部收益率

大于或等于行业基准内部收益率，或在政府补贴和（或）其他扶持措施条件下，开发是可能的。

8.1.2.2 边际经济的：在可行性研究或预可行研究当时，其开采是不经济的，但接近于盈亏边界，企业内部收益率大于零，而低于行业基准内部收益率。只有在将来技术、经济、环境等条件改善或政府给予其他扶持的条件下可变成经济的。

8.1.2.3 次边际经济的：在可行性研究或预可行研究当时，开采是不经济的或技术上不可行，企业内部收益率小于零，需大幅度提高矿产品价格或技术进步，使成本降低后方能变成经济的。

8.1.2.4 内蕴经济的：仅通过概略研究做了相应的投资机会评价，未做预可行性研究或可行性研究。由于不确定因素多，无法区分其是经济的、边际经济的，还是次边际经济的。

8.2 矿产资源/储量类型

8.2.1 储量（三类）

8.2.1.1 可采储量（111）

探明的经济基础储量的可采部分。是指在已按勘探阶段要求加密工程的地段，在三维空间上详细圈定了矿体，肯定了矿体的连续性，详细查明了矿床地质特征、矿石质量和开采技术条件，并有相应的矿石加工技术试验结果，已进行了可行性研究，包括对开采、选矿、经济、市场、法律、环境、社会和政府等因素的研究及相应修改，证实其在计算的当时开采是经济的。

8.2.1.2 预可采储量（121）

探明的经济基础储量的可采部分。是指在已达到勘探阶段加密工程地段，在三维空间上详细圈定了矿体，肯定了矿体的连续性，详细查明了矿床地质特征、矿石质量和开采技术条件，并有相应的矿石加工技术试验结果，但只进行了预可行性研究，表明当时开采是经济的。

8.2.1.3 预可采储量（122）

控制的经济基础储量的可采部分。是指在已达到详查工作程度要求的地段，基本圈定了矿体三维形态，能够较有把握地确定矿体连续性，基本查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，提供了矿石加工技术试验结果，预可行性研究结果表明开采是经济的。

8.2.2 基础储量（六类）

8.2.2.1 探明的（可研）经济基础储量（111b）

与可采储量（111）的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

8.2.2.2 探明的（预可研）经济基础储量（121b）

与预可采储量（121）的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

8.2.2.3 控制的经济基础储量（122b）

与预可采储量（122）的分布特征相同，其差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

8.2.2.4 探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）

是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，详细查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件。可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，只有在技术、经济条件改善后才可变成经济的。

8.2.2.5　探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）

与基础储量（2M11）分布特征基本相同，本类型只进行预可行性研究，表明在确定当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界。

8.2.2.6　控制的边际经济基础储量（2M22）

是指在达到详查阶段工作程度的地段，基本查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，基本圈定了矿体的三维形态，预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术经济条件改善后可变成经济的。

8.2.3　资源量（七类）

8.2.3.1　探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）

是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，地质可靠程度为探明的，可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，必须大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。

8.2.3.2　探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）

与经济资源量（2S11）分布特征基本相同，本类型只进行预可行性研究，表明在确定当时，开采是不经济的，需要大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。

8.2.3.3　控制的次边际经济资源量（2S22）

是指在勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段，地质可靠程度为控制的，预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，需大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。

8.2.3.4　探明的内蕴经济资源量（331）

是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，地质可靠程度为探明的，但未做可行性研究或预可行性研究，仅作了概略研究，经济意义介于经济的一次边际经济的范围内。

8.2.3.5　控制的内蕴经济资源量（332）

是指在勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段，地质可靠程度为控制的，可行性评价仅做了概略研究，经济意义介于经济的一次边际经济的范围内。

8.2.3.6　推断的资源量（333）

是指在勘查工作程度只达到普查阶段要求的地段，地质可靠程度为推断的，资源量只根据有限的数据估算，其可信度低。可行性评价仅做了概略研究，经济意义介于经济一次边际经济的范围内。

8.2.3.7　预测的资源量（334）？

依据区域地质研究成果，极少量工程资料，确定具有矿产潜力的地区，并和已知矿床类比而估计的资源量，属于潜在矿产资源，有无经济意义尚不确定。

## 9 矿产资源/储量估算

### 9.1 矿产资源/储量估算的工业指标

预查、普查可采用现行的一般工业要求（参照附录 B）；详查、勘探应结合预可行性研究或可行性研究，依据当时的市场价格或投资者提供的工业指标经过论证确定。工业指标的确定应严格执行国家规定程序。

### 9.2 矿产资源/储量估算的一般原则

9.2.1 矿产资源/储量估算应按矿体（层）、矿产资源/储量类别、地质可靠程度、工业类型（高岭土）、矿石属性（膨润土）、品级分块段分别计算。对砂质高岭土，尚需分别计算其淘洗精矿量。

9.2.2 估算的矿产资源/储量是勘查的实有矿产资源/储量，应扣除采空区的矿产资源/储量。对禁采区应严格按有关规定单独计算。

9.2.3 对具有工业价值的共生矿产，伴生组分（包括具工业指标的尾矿）应分别进行矿产资源/储量估算。

9.2.4 参加矿产资源/储量估算的各项参数应根据实测数据，且具代表性。工程质量和其他基础资料的质量，应符合有关规范、规程和规定的要求。

9.2.5 矿石体积质量（体重），对硬质矿石一般应为自然状态下的小体积质量（体重）；对于软质、松散状的矿石应用于小体积质量（体重）；当小体积质量（体重）样难采或缺乏代表性时，可采用大体积质量（体重）代替。

9.2.6 矿石和淘洗精矿矿产资源/储量估算以万吨为计算单位。

## 10 勘查地质报告的编写

按照 DZ/T 0033—2002《固体矿产勘查/闭坑地质报告编写规范》的要求编制勘查地质报告。

# 玻璃硅质原料　饰面石材　石膏
# 温石棉　硅灰石　滑石　石墨
# 矿产地质勘查规范

DZ/T 0207—2002

## 目　　次

前言
1　范围
2　规范性引用文件
3　勘查的目的任务
4　勘查研究程度
4.1　地质研究程度
4.2　矿石质量研究
4.3　矿石选矿和加工技术条件研究
4.4　矿床开采技术条件研究
4.5　综合勘查、综合评价
5　勘查控制程度
5.1　勘查类型划分原则
5.2　工程间距确定原则
5.3　勘查控制程度要求
6　勘查工作及质量要求
6.1　地形测量、工程测量
6.2　地质调查
6.3　遥感地质和物探工作
6.4　探矿工程
6.5　岩矿鉴定、分析的采样与测试
6.6　专项取样
6.7　矿石选矿、工艺试验取样
6.8　岩（矿）石物理技术性能测试取样
6.9　矿床水文地质、工程地质工作
6.10　地质编录、资料整理和报告编写
6.11　计算机及其他新技术的运用
7　可行性评价工作

7.1 概略研究
7.2 预可行性研究
7.3 可行性研究
8 矿产资源/储量分类及类型条件
8.1 矿产资源/储量分类依据
8.2 矿产资源/储量分类
8.3 矿产资源/储量类型（编码）及条件
9 矿产资源/储量估算
9.1 矿产工业指标
9.2 矿产资源/储量估算一般原则
9.3 确定矿产资源/储量估算参数的要求
9.4 矿产资源/储量分类结果表
附录 A（规范性附录）固体矿产资源/储量分类
附录 B（规范性附录）矿产资源/储量规模划分标准
附录 C（规范性附录）天然石材产品放射防护分类控制标准及饰面石材矿床勘查中放射性水平的预评价
C.1 术语、符号
C.2 分类
C.3 石材矿床勘查中放射性水平的预评价
C.4 本标准和饰面石材矿床放射性水平评价准则节录自 JC 518—93《天然石材产品放射防护分类控制标准》
附录 D（规范性附录）岩矿化学分析检查的允许限和系统误差的判断
D.1 检验分析的允许限
D.2 系统误差的判断
D.3 本附录节录自 DZ 0130.3—94《地质矿产实验室测试质量管理规范——3 岩矿分析质量要求和检查办法》
附录 E（资料性附录）勘查类型划分和勘查工程间距
E.1 勘查类型划分的主要因素
E.2 矿床勘查类型
E.3 勘查工程间距
附录 F（资料性附录）纵纤维石棉钻探取心操作细则
F.1 总则
F.2 钻具选用
F.3 水平钻安装的一般规定
F.4 水平钻孔钻进技术参数
F.5 取心操作注意事项
附录 G（资料性附录）石棉矿石试样加工方法和加工操作细则
G.1 石棉矿石试样加工采用风选工艺流程

G.2　石棉矿石试样地质加工的野外加工和室内加工阶段
G.3　石棉纤维分级与质量检查
附录 H（资料性附录）矿产一般工业要求
H.1　玻璃硅质原料矿一般工业要求
H.2　饰面石材矿一般工业要求
H.3　石膏矿一般工业要求
H.4　温石棉矿一般工业要求
H.5　硅灰石矿一般工业要求
H.6　滑石矿一般工业要求
H.7　石墨矿一般工业要求

## 1　范　　围

本标准规定了玻璃硅质原料① 饰面石材②、石膏③、温石棉④、硅灰石、滑石、石墨矿产的勘查研究和控制程度、勘查工作质量、矿产资源/储量分类及类型条件、矿产资源/储量估算等方面的要求，提出了可行性评价工作的基本要求，并提出了供类比使用的矿床勘查类型及供参考的勘查工程一般间距。

本标准适用于玻璃硅质原料、饰面石材、石膏、温石棉、硅灰石、滑石、石墨矿产勘查，矿产资源/储量估算，验收、评审勘查地质报告；也可作为上述矿产的矿业权转让、上市，矿产勘查开发筹资、融资等活动中评价、估算矿产资源/储量的依据。

## 2　规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 12719—91　矿区水文地质工程地质勘探规范
GB/T 13908—2002　固体矿产地质勘查规范总则
GB/T 17766—1999　固体矿产资源/储量分类
DZ 0130·1～0130·13—94　地质矿产实验室测试质量管理规范
JC 518—93　天然石材产品放射防护分类控制标准

## 3　勘查的目的任务

矿产地质勘查的目的任务是：查明矿床地质特征，评价矿产资源的开发价值，为矿山建设规划、设计提供矿产资源/储量和开采技术条件等必需的资料。

---

① 本规范所指玻璃硅质原料主要为适用于平板玻璃所常用的硅质原料，包括石英岩、石英砂岩、脉石英和石英砂。
② 饰面石材是指主要用于建筑物内外表面装饰的天然石材，主要有两类，即大理石类和花岗石类。
③ 石膏矿包括石膏（$CaSO_4 \cdot 2H_2O$）和硬石膏（$CaSO_4$）两大类。
④ 温石棉又称蛇纹石石棉。

矿产勘查工作分为预查、普查、详查、勘探四个阶段。

预查是依据区域地质研究和物探异常研究成果，通过初步野外观测和极少量的工程验证，与地质特征相似的已知矿床类比、预测，提出可供普查的矿化潜力较大地区，为普查工作提供依据，有足够依据时可估算出预测的资源量。

普查是对可供普查的矿化潜力较大地区、物探异常区，采用露头检查、地质填图、数量有限的取样工程及物探方法，大致查明普查区地质、构造概况，大致掌握矿体的形态、产状、质量特征，大致了解矿床开采技术条件，对矿产的加工、选矿性能进行类比研究，最终应提出是否有进一步详查价值的评价，或圈出详查区范围。

详查是对普查圈出的详查区通过大比例尺的地质填图及各种勘查方法和手段，比普查阶段密的系统取样，基本查明地质、构造、主要矿体形态、产状、规模和矿石质量，基本确定矿体的连续性，基本查明矿床开采技术条件，对矿石的加工、选矿性能进行类比或实验室流程试验研究，做出是否具有工业价值的评价，必要时，圈出勘探范围，并可供预可行性研究、矿山总体规划和矿山项目建议书使用，对直接提供开发利用的矿床，其加工选矿性能试验程度，应达到可供矿山建设设计的要求。

勘探是对已知具有工业价值的矿床或经详查圈出的勘探区，通过加密各种取样工程，其间距足以肯定矿体的连续性，详细查明矿床地质特征，确定矿体的形态、产状、规模、空间位置和矿石质量特征，详细查明矿体开采技术条件，对矿产的加工选矿性能进行实验室流程试验或实验室扩大连续试验，必要时应进行半工业试验，为可行性研究、矿山建设设计提供依据。

## 4 勘查研究程度

### 4.1 地质研究程度

#### 4.1.1 预查阶段

全面收集区域地质资料和矿产分布情况等有关信息，研究预测区内地质、大地构造情况、勘查矿产的矿点分布范围和成矿远景，必要时，选择有利地段开展路线地质踏勘，与地质特征相似的已知矿床进行类比，提出可供进一步工作的矿化潜力区。

#### 4.1.2 普查阶段

充分收集、研究区域地质资料和矿产分布情况，根据勘查矿产的分布规律，圈出详查区或寻找、发现可供进一步工作的矿床（点）；大致查明普查区内的地质、构造情况，矿点的含矿性，矿床分布规律和成矿远景；对有进一步工作价值的矿床（点），应大致查明矿体的分布范围、矿体数量、规模、形态、产状、夹石分布及影响、破坏矿体的因素。

#### 4.1.3 详查阶段

##### 4.1.3.1 区域地质研究

研究区域地质条件，勘查矿产的成矿特征、控矿条件、分布规律及其成矿远景，并对详查区和其外围的主要矿点做出比较；了解区域内其他矿产分布情况。

##### 4.1.3.2 矿床地质研究

基本查明地层层序，含（控）矿岩系层位、岩性、厚度，研究其分布规律及控矿作

用；

基本查明控制和破坏矿体的较大地质构造的性质、规模、产状及分布范围；

基本查明与成矿有关的变质岩岩类、岩性、时代、相带，研究变质岩的分布规律和对矿体的控制、破坏作用；

基本查明与成矿有关的岩浆岩及近矿围岩蚀变的类型、岩性、物质组合、分布特征，研究其分布变化规律和对矿体的控制破坏作用；

基本查明砂矿床第四纪地质和地貌条件，含矿层位、岩性、岩相、结构和构造、基底岩性及起伏变化特征，研究其对矿体富集、分布的控制作用。

4.1.3.3　矿体地质研究

基本查明矿体数量、连接对比条件和分布范围；

基本查明矿体的产状、厚度、规模、形态特征及其分布规律；

基本查明矿体的岩性、矿物组成及赋存规律；

基本查明矿体中的夹石、顶底板围岩的岩性、厚度、分布范围及有用、有害组分；

基本查明矿体的氧化带、风化带、淋失带、水化带的分布范围、深度，研究其变化规律；

基本查明矿体覆盖层的岩性、厚度，研究其分布规律和范围；

基本查明碳酸盐岩类矿体中岩溶的发育程度，研究其分布规律。

4.1.4　勘探阶段

4.1.4.1　矿床地质研究

详细划分地层层序、岩性组合、标志层，详细研究含（控）矿岩系的岩性、岩相、厚度及分布规律，详细研究围岩蚀变及与成矿的关系。对沉积形成的玻璃用石英砂岩(石英岩)、石膏、大理石等矿床，以及与沉积作用有关的矿床，应研究沉积环境和沉积物质组成、性质及其与成矿的关系；对近代沉积的玻璃用石英砂矿床，还应研究有关的第四纪地质和地貌特征。

对控制、破坏和影响矿床的主要构造，应基本查明其形态、规模、产状、性质、空间分布范围及发育先后次序，研究构造与成矿的关系及对矿床的破坏或影响程度。对小构造也要大致查明其发育程度和分布范围，研究其分布规律。

对与成矿有关的岩浆岩体，应研究其类型、岩相、岩性、成分、形态、产状、规模、时代、演化特点、分布规律及相互关系，阐述对矿体的影响程度。对矿体影响或破坏较大的岩体，应基本查明其形态、产状及分布范围；对小岩体也应大致了解其一般特征及分布规律。对与岩浆侵入活动关系密切的温石棉、花岗石等矿床，应详细研究侵入岩体对成矿的作用。

对与变质作用有关的石墨、硅灰石等矿床，应研究变质作用的性质、强度、影响因素、变质岩岩性特点、变质相及其分布，研究变质作用对矿床的形成或改造的影响。

应根据矿床综合研究资料，阐明成矿原岩的物质来源、成矿条件、成矿作用，总结成矿规律，明确找矿标志。

4.1.4.2　矿体地质研究

详细查明矿体的空间分布及其范围，查明主矿体的规模、形态、产状、夹石分布以

及成矿后断层、岩浆岩对矿体的穿插、破坏情况；找出矿体对比标志，使其能有根据地合理连接。

基本查明矿体的氧化带、风化带深度和覆盖层厚度及其分布范围，并了解其物质成分，研究风化（氧化）作用对矿石开采、选矿加工等方面的影响。研究碳酸盐岩类矿体的岩溶发育程度、分布规律及其对矿体的破坏程度。

对饰面石材矿应研究矿体中节理裂隙和层理面的性质、产状、分布情况和规律，节理裂隙、层理面间的间距，节理裂隙率、层面率（条/m）；研究矿体中析离体、残留体、捕虏体、细脉体等色斑、色线的种类、形态、大小、数量、产状、分布密集情况和规律及对荒料块度和荒料率的影响。

对石膏矿应研究淋滤作用、水化作用对矿体的影响或破坏程度。

对温石棉矿应研究矿体内的棉脉、棉脉组、夹石等组成特征；基本查明棉脉的纤维类型、产出特征，棉脉中隔板性质、组分及结构特征；基本查明棉组内棉脉的组合类型、棉脉间距、夹石产出特征及棉组规模；详细研究矿体内棉组数量、相互排列形式及间距、棉组间的夹石产出特征等；详细研究夹石或非蛇纹石岩体的性质、分布情况及其对矿体和矿石的影响。

4.2 矿石质量研究

4.2.1 预查阶段

与已知矿床类比，了解预查区内矿石质量情况。

4.2.2 普查阶段

大致查明普查区内矿石质量情况；对可供进一步工作的矿点，应大致查明矿石的品位、物质成分、伴生组分、结构、构造并类比矿石类型，大致查明矿体在走向、倾向上矿石质量变化特征。对饰面石材矿初步评价其放射性水平。

4.2.3 详查阶段

对玻璃硅质原料、石膏、硅灰石、滑石、石墨矿应基本查明矿石物质成分、赋存状态和结构构造，基本查明矿石质量在走向、倾向上的变化特征，初步划分矿石自然类型、工业类型并研究其分布规律；初步研究玻璃硅质原料矿石的颗粒组成，石膏、硅灰石的矿物组成和主要矿物含量计算方法，硅灰石的成纤性，滑石矿石的工艺物理性能，石墨的结晶程度和片度。

对饰面石材、温石棉矿应基本查明矿石质量的主要特征，并对其他性能进行初步研究。

4.2.4 勘探阶段

对玻璃硅质原料、石膏、硅灰石、滑石、石墨矿，应详细查明矿石的结构、构造、矿物成分、化学成分，研究有用、有害组分的含量及其赋存状态和分布规律；按照矿石的地质特征划分矿石自然类型，结合矿石采、选、加工特点和用途划分矿石工业类型，根据勘查投资者对矿石分级开采的需要，在地质条件可能的情况下，按照工业指标要求划分矿石品级，研究各矿石类型、品级的分布规律和所占比例；研究覆盖层、近矿围岩、夹石的成分及其综合利用的可能性或开采时对矿石贫化的影响；研究风化（氧化）作用对矿石质量的影响。

对玻璃硅质原料矿还应研究矿石中矿物颗粒胶结物和胶结形式、颗粒组成及各粒级的矿物成分和化学成分，研究难熔矿物（如铬铁矿、铬尖晶石、锆英石、夕线石等）的种类、含量及其分布状态；对石膏矿床还应根据对矿石矿物组成的研究，确定矿石中石膏、硬石膏含量的计算方法；对硅灰石矿还应通过对矿石中主要有用矿物和伴生矿物的种类、含量、结构、构造、嵌布关系等的研究，确定矿石中主要矿物含量计算方法，研究硅灰石的成纤性、可劈分性及纤维的径长比，还应根据一矿多用的特点，对矿石中硅灰石矿物的物理化学性质进行研究，做出综合评价，对需要手选矿石的矿床应系统地统计各矿体的含矿率；对滑石矿还应研究各类型、品级矿石的工艺物理性能，测定含矿率；对石墨矿还应研究不同结晶程度石墨的片度、解离难易程度，测定晶质（鳞片状）石墨的片度及含量百分比，研究矿石中石墨晶体或集合体与脉石矿物的嵌布状况。

对饰面石材矿应研究矿石品种及其赋存、变化情况和规律，研究不同品种的矿石成分（主要是矿物成分）及其含量、结构、构造、颜色的变化情况和规律，研究矿石中杂质的种类、形态、大小、数量、分布规律和密集区，以及杂质对板材加工和板材质量的影响，研究矿石的体积质量（体重）、吸水率、抗压强度、耐磨性和光泽度，评价矿床天然放射性强度，并视需要研究矿石的抗冻性。

对温石棉矿应详细研究石棉的矿物特征、纤维长度及空间变化规律，脉石矿物种类、含量、粒度、相互间以及与石棉的嵌布情况；详细研究矿石中石棉纤维的含量、各级棉的比例及分布规律，详细研究与石棉纤维伴生的磁铁矿、水镁石、碳酸盐类等有害杂质矿物，以及纤维中氟、氯等有害元素，基本查明有害矿物种类、含量、粒度、产出状态等，并研究其加工处理的可能性；详细研究石棉纤维的各种物理化学性能，查明其光学性质、劈分性、坚固性、耐热及导热性、耐酸碱腐蚀性、电绝缘性、磁性、吸附性、吸水性及化学成分；注意研究石棉（尤其是以短纤维为主的）是否具有分散成浆的湿纺性能。

### 4.3　矿石选矿和加工技术条件研究

#### 4.3.1　预查阶段

通过矿石类比研究，类比主要矿石类型的选矿、加工技术性能，做出是否可作为工业原料的预测。

#### 4.3.2　普查阶段

大致查明主要矿石类型的选矿、加工技术性能。对一般矿石进行选矿性能对比研究，做出是否可能作为工业原料的初步评价；对在国内工业利用尚无成熟经验需要选矿的矿石，应进行可选性试验或实验室流程试验。

#### 4.3.3　详查阶段

基本查明主要矿石类型的选矿、加工技术条件性能。对需要进行选矿试验的矿石，一般进行可选性或实验室流程试验；对难选矿石或新类型矿石，应进行实验室扩大连续试验，做出工业利用方面的评价；对生产矿山附近、有类比条件的易选矿石可以类比评价，不做选矿试验。

#### 4.3.4　勘探阶段

详细查明主要矿石类型的选矿、加工技术条件性能。对需要进行选矿试验的矿石，

一般应进行实验室流程试验，必要时进行实验室扩大连续试验；有类比条件的矿床、易选矿石，进行可选性或进行实验室流程试验；对难选的或新类型的矿石进行半工业试验，大型矿床必要时做工业试验，选择最佳工艺流程。

对石膏矿已有生产经验的可供类比的矿石类型，一般可不进行可选性试验，但需在类比的基础上做出评价；对硅灰石矿除矿物分散或矿物较杂的矽卡岩型矿石均可进行手选；在晶质石墨矿石选矿试验中，应重视保护大鳞片正目（+100目、0.147mm）石墨及提高其产出率的研究。

对玻璃硅质原料、硅灰石、石膏等矿的新类型矿石，可根据勘查投资者的要求，进行矿石工业利用性能的有关试验。

对饰面石材矿尚未开发利用的矿床，应根据勘查投资者的要求测试研究矿石的加工技术性能，一般包括矿石在锯、磨、抛光、切等方面的技术性能及光泽度、板材率；对已开采的矿床，应收集已采矿石的加工技术性能资料，如确认具有代表性时，可不再进行有关测试。

4.4 矿床开采技术条件研究

4.4.1 预查阶段

收集、分析区域水文地质、工程地质和环境地质资料。

4.4.2 普查阶段

收集、分析区域水文地质、工程地质、环境地质及交通、供电等建设条件资料，大致了解普查区内矿床开采技术条件，为是否可以进一步开展地质工作提供依据。

对已经确定远景的矿床，应对所处的水文地质单元进行研究，进行地表水点调查和简易水文观测，大致查明矿床主要含（隔）水层特征、泉水流量和地下水的补给、径流、排泄等水文地质条件，并大致查明其工程地质、环境地质条件。

4.4.3 详查阶段

4.4.3.1 矿床水文地质条件研究

调查研究区域水文地质条件；基本查明矿床的含（隔）水层、构造破碎带、风化带、岩溶发育带的水文地质特征、发育程度和分布规律；调查地表水体分布范围和长期水文观测资料；基本查明地下水的补给、径流、排泄条件，地表水与含水层间的水力联系，矿床主要充水因素及其水文地质条件的复杂程度，必要时初步预测矿坑的涌水量，评价其对矿床开发的影响程度。

调查研究可供利用的供水水源的水质、水量和利用条件，指出供水水源方向。

4.4.3.2 矿床工程地质条件研究

初步划分矿床工程地质岩组，测定主要岩、矿石力学强度；基本查明构造、岩溶的发育程度、分布规律和岩体风化蚀变程度及软弱夹层分布规律及其工程地质特征，矿床开采影响范围内岩、矿石稳固性和露天矿场边坡稳定性；对矿床工程地质条件进行初步评价。

调查老窿和生产井的分布情况，大致圈定采空区或开采区范围。

4.4.3.3 矿床环境地质条件研究

基本查明岩、矿石和地下水中对人体有害的元素、放射性及其他有害气体的成分、

含量。

调查了解工作区及相邻地区的地震、泥石流、滑坡等地质灾害现象，指出矿山开采可能产生的环境地质问题。

4.4.4　勘探阶段

4.4.4.1　矿床水文地质条件研究

在研究区域水文地质条件的基础上，查明矿床的含（隔）水层的水文地质特征、地下水的补给、径流、排泄条件，主要构造破碎带、风化破碎带、岩溶发育带的分布和富水性及其与其他各含水层和地表水体的水力联系密切程度；查明主要充水含水层的富水性，地下水径流特征、水头高度、水文地质边界条件、地表水体的水文特征及其对矿床开采的影响程度、老窿分布、积水情况等；确定矿床主要充水因素、充水方式及途径；确定矿床水文地质条件的复杂程度。

对位于地下水位以上的露天开采的矿床，应搜集气象资料，调查矿床及其附近的地表水体和当地的最高洪水位，确定采矿场地表汇水边界及自然排水条件。对于凹陷露天开采和地下开采的矿床，除进行上述工作外，还应详细查明含（隔）水层的产状、厚度、分布和岩溶裂隙、构造破碎带发育程度及含水性；详细研究地下水的补给、径流、排泄条件及与地表水体的水力联系程度和对矿床开采影响程度；结合矿床可能的开拓方案，计算矿坑第一开拓水平的正常和最大涌水量，预测下一开拓水平的涌水量。

对玻璃硅质原料砂矿应了解含水层的富水性，地下水的补给排泄条件，地表水体（含海水）与地下水的水力联系及地下水动态变化规律；研究海水回灌时对砂矿质量的影响；收集历年潮水位或最高洪水位资料和工作区内最大淹没高度、时间和范围；进行简易水文地质观测，预测采矿场的涌水性。

对矿床疏干、排水和矿山供水进行详细评价，指出供水水源方向。

对水文地质条件特别复杂的大水矿床，如急需开采利用，应进行专门的水文地质工作。

4.4.4.2　矿床工程地质条件研究

研究矿床的地层、岩性及地质构造，划分岩（土）体的工程地质岩组，查明对矿床开采不利的工程地质岩组的性质、产状和分布；查明矿体及围岩的物理力学性质、岩体结构与岩体质量；查明各类结构面（断层、节理裂隙、软弱层等）的发育程度、分布及组合特征；查明岩石强风化带的发育深度与分布；调查相邻矿床已有矿山工程的主要工程地质问题等，确定矿床工程地质条件的复杂程度。

结合矿山工程建设的需要，对露天矿场边坡的稳定性或地下开采井巷围岩的稳固性做出初步评价，预测可能发生的主要工程地质问题。

适于露天开采的矿床要研究矿体覆盖层的岩性、厚度、分布规律及与矿体的界线并确定剥采比。

对大水矿床疏干排水、地面塌陷区预测、复杂边坡稳定性评价、大型露天矿场剥离物强度评价及矿山场地工程地质等专门性的工程地质问题，可根据勘查投资者的实际需要，进行专门性工程地质勘察。

4.4.4.3　矿床环境地质条件研究

调查矿床及其附近地震活动历史情况及新构造活动特征，参考全国地震烈度分区，对矿床的稳定性做出评价。

调查矿床内各种地质灾害现象（如崩塌、滑坡、泥石流、岩溶等）、地表水和地下水质量及其他有害物质含量，结合地质、水文地质、工程地质条件，对矿床开采前的地质环境质量做出评述。

对在矿床开采中，可能对矿床地质环境破坏和影响的现象，如山体开裂、塌陷、滑坡、泥石流、岩溶塌陷、地面沉降、水体污染及其他环境地质效应等，应进行预测评述，提出防治意见。并对防止环境污染、保护生态平衡和复田措施提出建议。

对矿床开采中可能造成环境污染或对人体健康有害的粉尘、尾矿、废渣、废水、石棉纤维及放射性物质等，应进行调查研究，并提出防治建议。

对具有放射性的矿床，应调查矿床的水源、大气、土壤及食用生物的放射性元素含量，提供辐射环境监测资料，对辐射环境质量做出评述。

对发现有逸气的石膏矿床等，应进行调查和了解其成分，指出对矿床开采的影响。

4.5 综合勘查、综合评价

预查阶段应了解共生、伴生矿产的种类及其特征。

普查阶段应大致了解共生、伴生矿产的赋存特点及综合利用的可能性。

详查阶段应利用勘查主矿产的工程，研究了解共生、伴生矿产的含量和物质组分，对具有工业利用价值和经济效益的共生、伴生矿产，应基本查明其赋存状态及综合利用的可能性。

勘探阶段对共生、伴生矿产，应查明和研究其种类、含量、赋存状态、分布规律、富集条件、与主矿产相互关系等，对具有工业利用价值，有一定的经济效益和社会效益的、“达标成型”的共生、伴生矿产，应当进行综合勘查、综合评价。

## 5 勘查控制程度

5.1 勘查类型划分原则

矿床勘查类型根据矿体规模、主矿体形态和内部结构、主矿体厚度稳定程度、矿石质量稳定程度及矿床构造、岩浆岩、岩溶对矿体的影响和破坏程度五个方面划分为三个类型，即：①地质条件简单型，②地质条件中等型，③地质条件复杂型。

应根据占矿床矿产资源/储量70%以上的主矿体（一个或几个矿体）的特征来确定勘查类型，当不同的主矿体或同一主矿体的不同地段，其特征差别很大时，也可划分为不同的勘查类型。

应根据影响各自矿床勘查难易的主要因素，兼顾其他因素综合考虑合理确定矿床勘查类型。由于地质因素变化的复杂性，也可允许有过渡类型的存在。

勘查类型划分的主要因素和供类比使用的矿床勘查类型见附录E。

5.2 工程间距确定原则

通常采用类比法，与同类矿床类比，选择适当勘查工程间距部署工程。实施中如有情况变化，应及时调整以达到最佳工程间距。供参考选择探求控制的矿产资源/储量勘查工程间距见附录E。

对推断的矿产资源，可布置数量有限的取样工程，验证地质调查和物探成果，大致查明特征。

对于勘查工程数量多的矿床，可运用地质统计学或其他方法确定最佳工程间距；也可进行不同勘查手段的工程验证，确定最佳工程间距。

5.3　勘查控制程度要求

一般应首先控制勘查范围内矿体的总体分布范围、相互关系。对出露地表的矿体边界应有工程控制。对破坏矿体和影响开采较大的构造、岩脉、岩溶等的产状和规模要有适当的工程控制。对主矿体走向两侧或上、下盘分布的能与主矿体同时开采的小矿体，应注意控制其分布范围。对拟地下开采的矿床，要重点控制主矿体的两端，上下界面和延伸情况。对拟露天开采的矿床注意控制矿体四周的边界和采矿场底部矿体的边界。对主要盲矿体要注意控制其顶部边界。

一般情况预查区预测的矿产资源量要能为区域远景规划提供宏观决策的依据；普查区推断的矿产资源量要达到矿山远景规划和规划部署进一步勘查工作的要求；提供矿山建设设计的勘查区，其探明的和控制的矿产资源/储量要能满足勘查投资者要求的矿山最低服务年书艮内生产的需要，其中探明的矿产资源/储量要能满足矿山首期建设设计返还本息的要求。

小型和复杂的大、中型矿床可只探求控制的矿产资源/储量提供开发利用，经用较密工程仍达不到控制的要求时，可探求推断的矿产资源量，提供矿山边采边探（矿产资源/储量规模划分标准见附录 B）。对于某些覆盖层和风化层较厚而又需开发的饰面石材矿床，限于当前可能采用的勘查方法、手段难以达到本规范的要求，这类矿床宜在做适当地质工作、了解花色品种后，实行边采边探。对于属于湖南郴州鲁塘一类特别复杂的隐晶质石墨矿床，考虑其矿体沿走向反映有一定的连续性，而在倾向上形态变化则极其复杂，因此，可在走向上大致以 250 m、倾向上以 60 m 间距的工程进行了解后供边采边探。

具体矿床的勘查控制程度可由勘查投资者和地质勘查单位根据矿床开发需要结合矿床实际情况确定。

## 6　勘查工作及质量要求

6.1　地形测量、工程测量

一般采用全国统一坐标高程系统，测量精度应符合 DZ/T 0091《地质矿产勘查测量规范》的要求。普查阶段可测制、地形简图，详查、勘探阶段的矿床地形图应为精测。地形图的比例尺和测量范围应满足地质填图和矿产资源/储量估算的需要，图幅边廓应尽量规整。

6.2　地质调查

6.2.1　区域地质调查

区域地质图的比例尺一般为（1∶50 000）～（1∶200 000），图幅范围和内容应能反映区域地质基本特征、成矿地质背景及区域矿产分布。在充分收集利用前人资料的基础上，如存在不足时，应结合矿产勘查的需要，进行必要的补充调查。

6.2.2 矿床地质填图和勘探线地质剖面测量

普查阶段普查区地质图的比例尺一般为（1:5 000）～（1:25 000）。详查、勘探阶段，矿床地质图的比例尺一般为 1:2 000，根据矿床地质复杂程度、工作区面积的大小、矿山未来开采方式等实际情况，也可用（1:1 000）～（1:5 000）。分段勘探的大型矿床，全区地质图比例尺可用（1:5 000）～（1:10 000）。

普查阶段地质剖面测量的比例尺一般为（1:1 000）～（1:5 000）。详查、勘探阶段地质剖面应为精测，比例尺一般为（1:500）～（1:2 000）。

矿床地质填图和地质剖面测量精度应符合有关规范的要求。

6.2.3 饰面石材矿的矿床节理裂隙发育程度图和矿体覆盖层及风化层等厚线图

饰面石材矿详查、勘探阶段要求在矿床地质填图的同时，进行节理裂隙调查，编制矿床节理裂隙发育程度图，当矿体覆盖层及风化层厚度大于 2 m 时，需编制矿体覆盖层及风化层等厚线图。此两种图件的比例尺与矿床地形地质图相同。矿床节理裂隙图可不绘地形线，但应绘出各个地质体及其产状和构造（褶皱、断层和破碎带），着重反映出矿体中节理裂隙发育情况（节理裂隙组、不同节理裂隙的一般产状）、发育程度（节理裂隙密度），视情况划分出不同发育程度区，划出节理裂隙密集区、层理面密集区，还应反映出色斑、色线密集区（区别不同种类的色斑、色线密集区）。矿床节理裂隙发育程度图和矿体覆盖层及风化层等厚线图可单独绘制，如情况简单也可与矿床地形地质图合并。

6.3 遥感地质和物探工作

6.3.1 遥感地质

地质勘查工作中要充分运用遥感资料提供的信息，以提高工作效率和成图质量。

6.3.2 物探工作

应充分收集区域物探资料，根据矿床的具体条件和物探技术方法的运用前提，本着高效、经济的原则，合理确定物探方法。对具备物探前提的矿床，应结合探矿工程，尽可能采用有效的地面和井中物探方法，配合其他勘查方法圈定矿体和地质体，研究矿体的连续性，了解矿体形态、产状，确定覆盖层、风化层、破碎带、节理裂隙密集区、岩溶发育带的分布，解决地质构造和某些水文地质、工程地质问题。

普查阶段应对具有找矿意义的物探异常，使用探矿工程进行检查验证，综合分析资料，做出评价。

详查、勘探阶段的物探工作，应布置一定数量的参数基准工程及地质、地球物理剖面，研究矿床地球物理特征，作为解释的依据。经一定数量工程验证的物探解释成果，方可作为详查、勘探的评价依据。用于矿产资源/储量估算的测井资料，应是定量解释的测井成果。

物探工作质量应符合相关技术标准的要求，要编制与勘查阶段、勘查目的相适应的综合成果图件，物探主要成果应反映于地质勘查报告中。

6.3.3 其他工作

对饰面石材花岗石类矿床的勘查，应进行放射性测量和评价，评价准则和评价标准见附录 C。其余岩浆岩发育的矿床，一般应做放射性检查，如发现异常应做进一步工

作。

6.4　探矿工程

6.4.1　工程部署

应根据勘查工作目的、矿床地质特征，并考虑地形条件和技术经济因素，合理布置探矿工程。探矿手段地表一般当覆盖层小于 3m 时采用探槽，大于 3m 时可采用取样钻或浅井；深部一般采用钻孔，当地形有利、经济合理时，也可采用坑道与钻孔相结合的方法。

普查阶段应根据找矿的需要布置探矿工程，尽量考虑能为下阶段所利用；详查阶段可根据地表和主干剖面揭露的主要矿体的总体特征，与已知矿床类比，按初步划分的勘查类型系统布置工程，在工作中应不断研究和调整，最终基本确定矿床勘查类型和工程间距，控矿工程应布置在勘探线剖面上；勘探阶段通常是在已基本确定矿床勘查类型、工程间距的基础上，系统加密布置探矿工程。

探矿工程布置应遵循由表及里、由浅入深、由疏到密、由已知到未知的原则，本着一工程多用的原则，尽可能兼顾矿床地质、水文地质和工程地质多方面的需要。

6.4.2　坑探工程

探槽、坑道等坑探工程质量应符合《坑探规程》的要求，控制矿体的工程应揭穿矿体顶底板围岩界线。探槽的深度一般应挖至新鲜基岩内 0.3 m～0.5m，勘查饰面石材矿探槽应穿过风化、半风化带，达到新鲜基岩内以能鉴别花色品种、统计节理裂隙和采取品种鉴定基本样为准。如遇探槽施工困难或难以保证施工安全时，可采用取样钻或浅井替代探槽。

6.4.3　钻探工程

岩心钻探钻孔口径以能满足地质编录和采样的需要，达到预期探矿目的为准。

钻探工程施工中，要根据矿种特点，采取有效措施，保证岩矿心采取的质量，纵纤维石棉钻探取心操作可参考附录 F。各矿种岩矿心采取的质量要求如下：

a）玻璃硅质原料岩类矿、饰面石材矿、石膏矿、硅灰石矿、滑石矿、石墨矿钻孔岩心采取率不低于 70%，矿心（包括矿石、矿化夹石，近矿 3 m 围岩及重要标志层）采取率不低于 80%，计算分层平均采取率，厚度大的矿体，按连续 5 m～8m 计算平均采取率，钻进中要注意保持矿心完整；

b）玻璃硅质原料砂类矿层分层采取率一般不低于 80%，不超过 130%，钻进中要避免涌砂；

c）温石棉矿顶底板围岩的岩心采取率不低于 75%，其他岩心采取率不低于 70%，矿心采取率不低于 90%，钻进中应防止选择性磨损和扰扯石棉纤维，力求矿心完整、清洁。

钻探工程其他质量要求遵循地质矿产部 1982 年颁布的《岩心钻探规程》的规定。

6.5　岩矿鉴定、分析的采样与测试

6.5.1　岩矿鉴定取样

对不同类型的矿石和岩石分别取代表性岩矿鉴定样品。

6.5.2　化学分析取样

6.5.2.1 基本分析样品的采集

玻璃硅质原料、石膏、硅灰石、滑石、石墨矿的所有见矿工程和可以利用的矿体露头均应采取基本分析样品。样品应沿矿体厚度方向布置，按工程、矿体、矿石类型、矿石贫富而分层、分段连续采取。近矿围岩也应采取适当数量的样品。厚度大于 0.5 m 的明显夹石应单独采样。若一个样段是由矿石（单层厚大于 10 cm）与夹石交互组成，也可将此样段中的矿石与夹石分别合并成两个分样，此样段的成分为两个样成分的加权平均值。纤维石膏一般只采取代表性样品做基本分析，其数量不少于 20 件 ~ 30 件。硅灰石矿对具备手选条件的应将矿石和脉石分别采取（脉石部分只做统计含矿率用），并统计每个样品的含矿率。

基本分析样段长度（按矿体真厚度计算）一般采用以下数值：石膏、硅灰石、石墨矿 1 m ~ 2 m，玻璃硅质原料矿 0.5 m ~ 2 m，滑石矿 0.6 m ~ 1 m。如果矿石沿厚度方向品位变化不大，且不在边界品位上下波动时，样长可适当放宽。

基本分析采样方法，在矿体露头或坑探工程中通常采用刻槽法，样槽规格一般可采用以下数值：石膏矿为（3 cm × 2 cm） ~ （10 cm × 5 cm），玻璃硅质原料、硅灰石、石墨矿为（5 cm × 3 cm） ~ （10 cm × 5cm），滑石矿为 10cm × 5 cm，采样中应保证刻槽断面规格。钻孔采样采用半心法，不同回次岩心直径或采取率相差很大时要分别采取，采集样品的半心和保留的另一半岩心其成分应基本相似。采样操作应符合有关规程规定的要求，注意防止外来杂质混入样品，晶质石墨采样时要防止石墨鳞片溅失，玻璃硅质原料和硅灰石采样时应严格控制工具铁的带入，并采取措施除去带入的工具铁。

6.5.2.2 组合分析样品的采集

玻璃硅质原料、硅灰石、滑石、石墨矿组合分析样品的采取，一般以单工程为单位，应按矿石类型、品级从连续的若干基本分析样品的副样中，按基本分析单样样长的比例，计算出每件单样应称取的质量，经充分混匀组合而成；当矿石成分变化小、矿体薄、单工程基本分析样品数量少时，也可用同一矿产资源/储量估算块段的相邻工程的同一矿体、矿石类型、品级的基本分析副样进行组合。组合分析样品应在各勘探线剖面上有代表性的工程中采取。

组合分析样长一般为：玻璃硅质原料矿 8m ~ 10 m，硅灰石、滑石矿可用几个至十几个基本分析样组合，石墨矿用五至十件基本分析样组合。

6.5.2.3 多元素分析样品的采集

玻璃硅质原料、石膏、硅灰石、滑石、石墨矿的多元素分析样品应按矿体、矿石类型、品级各采一至二件。样品可从组合分析或基本分析副样中选取，也可单独采集有代表性样品。

饰面石材矿应根据研究矿石化学成分的需要，按品种分别采集少量多元素分析样品。

温石棉矿应根据石棉纤维、颜色、长度、蚀变及变质程度、劈分性及坚固性等外观特征，分别采集未风化的有代表性的原生结构纤维，经显微镜挑选，并经 X 光衍射检验的纯净石棉及未挑选的原生纤维各自进行多元素分析。样品数量一般为二至三件。

6.5.2.4 化学分析样品的制备

化学分析样品的制备应按 DZ 0130.13—94《地质矿产实验室测试质量管理规范——13 岩矿分析试样制备规程》的要求进行。样品加工一般分为粗碎、中碎、细碎三个阶段，每个阶段又包括破碎、过筛、拌匀、缩分四个工序，采用切乔特公式① 编制加工流程，其中缩分系数 $K$ 值，玻璃硅质原料、石墨矿一般采用 0.1，石膏、滑石、硅灰石矿一般采用 0.1～0.2。

在样品加工过程中，玻璃硅质原料矿不能使用铁制工具，硅灰石、滑石中的含石英（硅质）矿石类型，也应注意防止铁质污染，如采用铁器加工时，需采取除去工具铁的措施，并对除铁效果进行检查，同时也要避免吸去原有的铁质矿物。

石膏样品加工中应防止结晶水脱失和避免水化，样品最好能就地及时制备和分析，若送样时间长时，样品应瓶装密封，尽快送出，及时分析。

玻璃硅质原料矿如采用原矿评价矿石质量时，样品加工时不能用水洗，对砂类矿不能过筛除去其中的某些物质，加工后的样品应代表原矿。如采用水洗样评价矿石质量时，应制定统一的淘洗工序和操作细则，计算样品的含砂率，并抽取样品总数的 3%～5%（不少于 30 件），进行淘洗操作质量检查，同时，应按矿体、矿石类型、品级各抽取五至十件（总数不少于 30 件）样品，对原矿、水洗砂样及淘洗泥分别进行化学分析。

6.5.2.5　样品制备质量检查

样品制备质量应按 DZ0130.13—94《地质矿产实验室测试质量管理规范——13 岩矿分析试样制备规程》的要求进行检查。

制样损耗率要求：粗碎阶段低于 3%，中碎阶段低于 5%，细碎阶段低于 7%，制样损耗率的合格率不低于 95%。

制样中缩分误差要求：每次缩分后两部分样品的质量差（两份差）不得大于 3%。

制样质量内部检查：在制样过程中，应抽取 3%～5% 的样品进行内部检查（大型矿不少于 30 件，中型矿不少于 20 件），样品从原始样品第一次缩分原要弃去的一半样品中抽取，抽查的样品按正样要求的制样流程加工并进行主要分析项目的测定，检查样品与相应的正样分析结果误差按不同人员或不同时间以该分析项目的允许偶然误差（RE）判定，制样质量检查的合格率应不低于 90%。

6.5.2.6　化学分析项目

a）玻璃硅质原料矿：

1）基本分析项目为 $SiO_2$、$Al_2O_3$、$Fe_2O_3$；

2）组合分析项目为 $TiO_2$、$Cr_2O_3$；

3）多元素分析项目一般为 $SiO_2$、$Al_2O_3$、$Fe_2O_3$、$TiO_2$、$Cr_2O_3$、CaO、MgO、$K_2O$、$Na_2O$、灼失量等。

b）饰面石材矿：多元素分析项目根据研究需要确定；

c）石膏矿：

---

① 切乔特公式：$Q = Kd^2$
式中：$Q$——样品最小可靠质量，kg；
$d$——样品破碎最大颗粒直径，mm；
$K$——根据岩矿样品特性确定的缩分系数。

1）本分析项目根据矿物组分确定，以能计算样品中石膏、硬石膏含量为原则，一般为 $SO_3$、$H_2O^+$，当矿石中白云石与方解石的含量小于 1% 时，也可只分析 CaO、$H_2O^+$；

2）多元素分析项目一般为 $H^2O^+$、$H_2O^-$、$SO_3$、CaO、MgO、$SiO_2$、$Al_2O_3$、$Fe_2O_3$、FeO、$K_2O$、$Na_2O$、SrO、$CO_2$、Cl 等；

d）温石棉矿：多元素分析项目一般为 $SiO_2$、$TiO_2$、$Al_2O_3$、$Fe_2O_3$、FeO、MnO、MgO、CaO、NiO、$Na_2O$、$K_2O$、$P_2O_5$、$Cr_2O_3$、$V_2O_5$、$H_2O^+$、F、Cl、$CO_2$、$SO_3$、灼失量等；

e）硅灰石矿：基本分析项目一般为 CaO、$SiO_2$、$Fe_2O_3$、灼失量，当矿石明确不同工业用途时，分别为：

1）建筑陶瓷 CaO、$SiO_2$、$Fe_2O_3$、$CO_2$；

2）油漆涂料 CaO、$SiO_2$、$Fe_2O_3$；

3）冶金保护渣为 S、P 和计算硅灰石、方解石、石英矿物含量所需要的化学组分含量；

4）电焊条 CaO、$SiO_2$、MgO、S、P；

5）对 $Fe_2O_3$、MnO、$TiO_2$、MgO、S、P 等有害组分分析项目，可根据工业要求和多元素分析资料确定，有些组分含量稳定并在规定含量以下，则可不作为基本分析项目，必要时列为组合分析项目。多元素分析项目可根据光谱分析资料确定；

f）滑石矿：

1）当以滑石、有害组分含量和白度为工业指标时，基本分析项目为滑石、CaO、$Fe_2O_3$、白度，组合分析项目为 $SiO_2$、MgO、$Al_2O_3$、酸不溶物、灼失量；

2）当以有用、有害组分含量和白度为工业指标时，基本分析项目为 $SiO_2$、MgO、CaO、$Fe_2O_3$、白度，组合分析项目为 $Al_2O_3$、酸不溶物、灼失量［上述基本分析和组合分析项目的要求，如与矿床勘查工业指标不一致时，可按后者执行；经过一定数量的基本分析证实某种有害组分（CaO、$Fe_2O_3$）低于最大允许含量，白度高于最低工业指标要求时，该种有害组分或白度可列入组合分析项目］；

3）多元素分析项目一般为 $SiO_2$、MgO、CaO、$Al_2O_3$、$K_2O$、$Na_2O$、$Fe_2O_3$、FeO、$Cr_2O_3$、MnO、$TiO_2$、$P_2O_5$、$SO_2$、$CO_2$、$H_2O^+$、$H_2O^+$等；

g）石墨矿：

1）基本分析项目为固定碳，石墨精矿分析项目为影响石墨精矿提纯、深加工的有害组分 $SiO_2$、$Al_2O_3$、$Fe_2O_3$、CaO、MgO、S 等；

2）组合分析项目为晶质（鳞片状）石墨矿除固定碳外，增加有可能综合利用的组分，隐晶质石墨矿除固定碳、灰分、挥发分、水分、S、$Fe_2O_3$ 外，还可根据矿石多元素分析和光谱分析资料增加其他有用、有害组分；

3）多元素分析项目一般为 $SiO_2$、$Al_2O_3$、$Fe_2O_3$、FeO、MgO、CaO、$Na_2O$、$K_2O$、$TiO_2$、$V_2O_5$、$P_2O_5$、S、Cu、$CO_2$、$H_2O^+$、$H_2O^-$、固定碳、灰分、挥发分等。

6.5.2.7 化学分析质量检查

化学分析质量要求按 DZ 0130.3—94《地质矿产实验室测试质量管理规范——3 岩矿分析质量要求和检查办法》执行，承担分析工作的实验室应按规范要求的方式实行质量监控，并对分析质量做出综合评估，同时实行用户评估，包括内部检查和外部检查。

内检：送样单位根据矿石类型和品级代表性，从粗副样（粒径小于 1 mm）中抽取基本分析样品总数的 10%，编密码送原分析承担单位进行检查分析。检查项目可与原分析报告的分析项目相同，也可由送样单位与分析实验室共同协商决定只进行主要项目检查。除统计合格率外（合格率要求 80%），还应进行 $F$ 检验判断。

外检：凡参与估算矿产资源/储量的样品，在列入工业指标中作为评价矿石质量的项目以及其他指定的重要项目的分析报告发出后，由送样单位会同实验室从基本分析样品中抽取样品总数的 5%，送交指定的实验室进行外部检查，如基本分析样品数量少时，应适当增加外检样品数量。外检合格率（指原始合格率）要求不低于 80%，如外检结果与基本分析结果出现系统性误差，应以 $t$ 检验判断，如判断存在显著性误差，则应用准确可靠的方法或标准分析方法重新测定，进行判断。

化学分析检查的允许限（允许相对误差）和系统误差判断方法见附录 D。

6.5.3　光谱分析取样

玻璃硅质原料、石膏、硅灰石、滑石、石墨矿的光谱分析样品数与多元素分析相同，光谱分析样品可从多元素分析样品中采取。

6.5.4　差热分析、X－衍射分析取样

对石膏矿等为了解矿石和粘土类岩石中的粘土矿物，可适当采集代表性的差热分析样，对硅灰石等矿石为了矿物研究的需要，也可采集代表性样品，进行差热分析、X－衍射分析。

6.5.5　重砂分析取样

对玻璃硅质原料砂类矿床应按不同矿石类型采集重砂分析样，其数量视情况而定。

6.6　专项取样

6.6.1　玻璃硅质原料矿颗粒度测定

普查阶段可采少量样品测定矿石颗粒度。详查或勘探阶段砂类矿应选取 20% ~ 30%钻孔（最少不少于 5 个钻孔）的样品测定矿砂的颗粒度；岩类矿可按矿体、矿石类型采集总数不少于 30 件的代表性样品，将样品放在高温炉内烘烤后淬火，再烘干、压裂，然后测定颗粒度。样品可来源于基本分析原始样品第一次缩分下来的未经加工的副样，也可在基本分析样的对应部位采集。颗粒度测定一般分为七级，即：大于 1 mm、1 mm ~ 0.8 mm、0.8mm ~ 0.71 mm、0.71 mm ~ 0.5 mm、0.5 mm ~ 0.3 mm、0.3 mm ~ 0.1 mm、小于 0.1 mm，也可根据工业指标或勘查投资者的要求分级。应选择部分有代表性的样品测定各粒度级矿砂的化学成分和矿物成分。

6.6.2　饰面石材品种鉴定样

6.6.2.1　标准样

每个品种不少于一件，应由勘查投资者确认，作为确定品种的依据。样品应具代表性，并应确保为未风化的完全新鲜岩石，能反映该品种颜色、花纹（包括存在的缺陷）特征。同一品种样品分两份：一份成材面（用于装饰的那个面）经加工抛光并测定光泽

度，另一份成材面不加工抛光。抛光样成材面的规格一般为 30 cm × 30 cm，非抛光样成材面的规格为 10 cm × 5 cm。如矿石的颜色、花纹有各向异性，应视需要沿不同方向各采取同样数量和规格的样品。

6.6.2.2 基本样

用以与标准样相对比划分品种的样品。一般按工程每间距 5m 在完全新鲜岩石中采一件。样品的成材面规格一般为 10 cm × 5 cm。如果颜色花纹有各向异性，应视需要沿不同方向各采取一块。基本样经水湿后，可与水湿后的非抛光标准样对比。同时，应选取不少于 10% 的基本样加工抛光，与抛光标准样对比，以检查非抛光基本样与非抛光标准样对比划分品种的质量。

6.6.3 饰面石材矿荒料率的确定

6.6.3.1 图解荒料率（$H_{tu}$）

矿床内节理、裂隙、层理面、色斑、色线不同发育程度区，一般均应各有二至三个测定点，如节理、裂隙、层理面、色斑、色线发育情况变化不大，每个矿床测定点总数一般也不应少于 10 个，每个测定点的测定面积一般不小于 40 $m^2$。

测定图解荒料率，目前尚无一种完善的方法。一般采用体图解荒料率（$H_t$）测定，其方法是根据测点露头素描图（比例尺一般为 1:50），选择两个平行的断面叠合，然后在叠合图中的一个开采段内截取荒料，统计不同类别块度荒料的体积，计算出不同类别块度荒料的荒料率和总荒料率；也可采用面图解荒料率（$H_m$）测定，其与体图解荒料率测定不同的只是不做叠合图，直接在测定点露头素描图上截取荒料。图解荒料率测定中，截取荒料的类别和块度，假定开采台段高度、采掘带宽度、开采段长度等项的确定，应与勘查投资者商定，符合工业指标和开采的要求。

6.6.3.2 试采荒料率（$H_s$）

由勘查投资者与地质勘查单位共同研究确定试采点和试采方案，可委托具有试采能力的单位承担施工，地质勘查单位承担编录。试采荒料率是在图解荒料率测定点中，选择最能代表矿床或不同节理、裂隙、层面、色斑、色线发育情况区的一般发育情况的一个点中通过试采而求得的。试采点数量视具体情况而定，每一处试采点采出矿石的体积一般不小于 50 $m^3$ ~ 100 $m^3$。

试采点荒料类别、块度的统计和荒料率计算方法应与试采前图解荒料率测定方法一致。每一处试采点应计算试采荒料率（$H_s$）与试采前的图解荒料率的比值，作为图解荒料率的校正系数（$K_h$）①。

6.6.3.3 矿山生产荒料率（$H_k$）

是已开采矿山经生产实践统计的荒料率，如经勘查投资者与地质勘查单位共同分析研究，确认其对整个矿床或对局部地段具有代表性时，可不做或少做图解荒料率和试采工作。

6.6.4 温石棉矿含棉率测定

6.6.4.1 温石棉矿含棉率样品地表和坑道采样采用刻槽法，刻槽断面规格一般为：镁

① $K_h = H_s / H_{tu}$

质碳酸盐岩型矿床（10～15）cm×（10～15）cm，镁质超基性岩型矿床（20～30）cm×20 cm。刻槽样品长度一般为 1 m～4 m。刻槽样品的野外缩分，按切乔特公式进行，缩分系数 $K$ 值一般采用 0.2，如需改变 $K$ 值，应经过试验。野外缩分相对误差要求不大于 3%。采集刻槽样时，应保证刻槽断面规格，防止外来杂质掺入。刻槽样送实验室质量不少于 50 kg，样品粒度应小于 15 mm。岩心样品以全心法采取。同一样品，应在岩心同一实际直径、采取率基本一致及相同矿石类型的条件下采取。岩心样长度，依矿化特征及采样质量要求而定，一般为 2 m～10m，确保送实验室样品质量不少于 40kg。镁质碳酸盐岩型矿床，品位变化不大者，取样质量不少于 25 kg。

6.6.4.2　矿石含棉率样品的加工试验方法、流程、标准化设备选型、流程工艺条件、加工质量要求等，可参考附录 G，也可采用类似加工设备，比拟附录 G 进行样品加工。地质勘查含棉率测定样品加工，原则上要求加工设备标准化、加工流程规范化且与矿山选矿流程和加工设备有相似性，最终以 0.5 mm 筛孔以上的石棉纤维含量确定单样的含棉率，以干式分级方法确定纤维级别。原则上每个样品均进行干式分级，若单样石棉纤维不足 500g 时，可用单工程内同一矿体的相邻样品组合石棉纤维，以进行干式分级；当矿体薄，单工程样品组合后的石棉纤维仍达不到 500 g 时，可用相邻工程甚至最小块段的各工程以单样组合石棉纤维，予以干式分级。地质勘查中石棉纤维分级，只分到级，各级纤维分级遵照 GB 8071—87《温石棉》分为手选棉 1、2 级、机选棉 3、4、5、6 级，分级标准见表 H.8。

6.6.4.3　温石棉纤维质量检验，是从含棉率样品加工选出的成品棉中，取出有代表性的一部分，送质量检验室进行检测。样品质量根据检验要求确定。检验内容有：手选棉纤维长度及含砂量测定、石棉比表面积测定、石棉纤维湿式和快速湿式测定和 -0.075 mm 粉尘含量测定、石棉中砂粒及未解离石棉测定、石棉水分测定等。检验项目及方法，应按照 GB 6646.1～6646.6—86《温石棉检验方法》执行。温石棉各级纤维质量主要指标见表 H.9。检验样品件数：凡高于边界品位者，除比表面积测定外，均应分批或分阶段抽取样品数的 5%～10%进行检验；机选棉的比表面积测定，应按不同纤维级别各自检验五至十件。经过检验，加工的成品棉不符合成品棉指标时，应及时对加工设备进行检验，或对加工流程进行调整。

6.6.5　硅灰石矿物量和矿石物理化学性能测定

6.6.5.1　硅灰石矿物量的测定：采用物相法测定矿物含量和利用化学分析结果计算矿物含量的方法见附录 H.5.5 和 H.5.6。

6.6.5.2　矿石物理化学性能测定可利用组合分析样品，根据不同工业用途通常测定以下几项：建筑陶瓷（釉面砖）工业用硅灰石要求测白度（自然白度或烧成白度），油漆涂料工业用硅灰石要求测白度、吸油量、水溶物、水萃取 pH 值，塑料、橡胶增强填料用硅灰石要求测粒度或径长比。

6.6.6　滑石矿物相分析、单矿物分析及石棉定性分析

6.6.6.1　物相分析：为了确定矿石类型，一般先以肉眼和镜下鉴定，大致了解各类型矿体分布情况，然后按一定间距取样，样品可利用组合分析副样或专门采取。用化学分析结果计算矿石中含镁硅酸盐类矿物的成分、含量，划分矿石类型，圈定各类型矿体界

线。物相分析项目一般为 $SiO_2$、$Al_2O_3$、酸不溶 $Al_2O_3$、酸不溶 MgO、酸不溶 CaO，这些项目可根据组成矿石的含镁硅酸盐类矿物种类多少及矿物计算方法不同酌情增减。经过一定数量的物相分析证明矿物中除滑石外，不含其他含镁硅酸盐矿物，或仅含少量蛇纹石、绿泥石等有害矿物时，则物相分析可以不做或少做。

6.6.6.2 单矿物分析：对复杂类型中的滑石、透闪石、阳起石、绿泥石采取少数单矿物分析样进行单矿物分析。

6.6.6.3 滑石矿石中石棉定性分析：矿体部分可利用矿石多元素分析副样，对顶、底板围岩按不同岩石类型各采一至二件样品，一般用 X－射线粉晶衍射法检查，辅以扫描电镜观测纤维形态、径长比，做出发现或未发现石棉的结论。

6.6.7 晶质（鳞片状）石墨矿片度测定

详查或勘探阶段应根据石墨的分布特点，采集有代表性的矿石标本，平行片理切制光片，按小于 100 目（0.147 mm）、100 目～80 目（0.175 mm）、80 目～50 目（0.287 mm）、大于 50 目四个目级在镜下进行测定，计算各目级所占百分比。大、中型矿床光片数量不少于 150 片～200 片（相当于测定面积 600$cm^2$～800 $cm^2$），小型矿床光片数量一般不少于 100 片。

6.7 矿石选矿、工艺试验取样

6.7.1 矿石手选试验

纤维石膏和部分伟晶石膏、硅灰石、隐晶质石墨矿石需经手选，即从原矿中用手挑出直径大于 2 cm～3 cm 的围岩、夹石及其他杂质混入物，使矿石达到人工富集的目的。

滑石采出的原矿，除少数较纯者外，一般均需经过选矿加工后，才能成为商品滑石供应市场。人工手选是国内普遍采用的滑石选矿方法，可与大体积质量（体重）取样结合进行。将称量后的大体积质量（体重）样品过 1 网目筛，筛上样品用手选出块度长径大于 2 cm～3cm 的夹石。手选精矿夹石率应小于 2%。然后把手选精矿及夹石分别称量和取样做化学分析、白度测定，计算矿体各类型和品级矿石平均手选含矿率、手选精矿品位、白度和原矿品位、白度。主矿体每一矿石类型、品级采取一至二个试验样，取样规格不小于 0.125 $m^3$。

6.7.2 矿石机选试验

玻璃硅质原料、硅灰石、滑石、晶质石墨等低品位或有害杂质含量高需要选矿的矿石，应按本标准 4.3 矿石选矿和加工技术条件研究的要求，进行相应的选矿试验。矿石可选性试验和实验室流程试验样品一般按矿石类型、品级分别采取一至二件，有时为了解不同矿石类型混合处理的可能性及选矿方法、流程，需要采取混合样。

选矿样品的采样方法，通常可采用刻槽法和矿心劈取法，刻槽规格和矿心直径要与采样所需质量适应，如果不要求矿石块度，也可利用基本分析样品缩分后剩余部分。选矿样品采集时，要考虑矿山开采贫化的影响；当矿石中存在利用价值较高的共、伴生有用、有害组分（矿物）时，应考虑其含量和分布情况，采样时一并考虑其代表性，以便试验时研究其赋存状态和综合回收途径或剔除方法。

矿石可选性试验和实验室流程试验采样由地质勘查单位与勘查投资者、试验单位共同商定采样件数、地点、质量、方法及技术要求。需要进行半工业试验、工业试验的采

样和试验工作，由勘查投资者委托或地质勘查单位代为委托具备相应能力的单位承担，地质勘查单位应配合做好采样设计的编制。

6.7.3　工艺试验

6.7.3.1　饰面石材加工技术性能测试

需要进行加工技术性能测试的矿床由勘查投资者与地质勘查单位共同商定，在具有代表性的试采点中采样，委托具有测试能力的单位进行测试。测试规格一般要求体积大于或等于 0.2 $m^3$，边长不小于 0.5 m。测试项目一般为锯、磨、抛光、切的加工技术性能及光泽度、板材率。

6.7.3.2　玻璃硅质原料、石膏、硅灰石等矿石工业利用性能试验

根据工业利用的要求，如需要进行矿石利用性能或工艺性能试验时，由勘查投资者委托或地质勘查单位代为委托具有试验能力的单位进行试验，地质勘查单位应配合勘查投资者与试验单位共同商定采样件数、规格、质量及技术要求并配合做好采样工作。

6.7.3.3　温石棉纤维物理性能测试

主要测试未风化纤维，适当测试受蚀变影响和风化棉，用于抗拉强度试验的样品，不允许对石棉纤维有折损。测试样品件数按每种类型测试二至三件；做化学多元素分析的样品，应同时测试物理性能。必要时酌情增加某些项目和样品件数。样品质量视测试需要而定。

6.7.3.4　滑石矿石工艺、物理技术性能试验

在进行物性测试前应首先在镜下研究矿石钓结构、构造、矿物组成、矿物的形状、粒度和嵌布特征。对隐晶质矿石（滑石粘土）还应通过 X－衍射分析、差热分析、热重分析、电子显微镜鉴定等测试手段对矿石显微结构、主要成分及伴生有用、有害成分的分布特点进行研究。在此基础上按不同矿石类型，根据预定的工业用途分别采样，进行矿石工艺、物理性能测定及生产试制等实验研究。

每一矿石类型采取一至二件代表性样品，采样质量、测试项目及技术要求，由勘查投资者与地质勘查单位共同商定，委托具有试验能力的单位进行试验。对已有生产实践、可供类比的矿石类型，是否还需要进行此项实验，由地质勘查单位与勘查投资者商定。

6.8　岩（矿）石物理技术性能测试取样

6.8.1　矿石体积质量（体重）和湿度测定

6.8.1.1　玻璃硅质原料岩类矿、石膏、硅灰石、滑石、石墨矿一般测定小体积质量（体重），每一矿石类型或品级不少于 20 件～30 件，一般规格为 60 $cm^3$～120 $cm^3$；玻璃硅质原料砂类矿应测定大体积质量（体重），并尽可能保持原状；松散层团块状石膏矿应视情况采取适当数量的大体积质量（体重）测试样；对滑石矿和松散或裂隙空洞发育的石墨矿石应按每一类型采一至二件有代表性的大体积质量（体重）样。大体积质量（体重）样规格一般不小于 0.125 $m^3$。测定矿石体积质量（体重）的样品，应同时测定矿石的湿度和品位。滑石矿湿度测定应采集分布于不同季节、深度的样品。

6.8.1.2　饰面石材矿小体积质量（体重）样、吸水率样每一品种各不少于五件代表性样品。

6.8.1.3 温石棉矿体积质量（体重）测定根据棉脉分布均匀性及纤维类型而定。横纤维型矿石以小体积质量（体重）方法采样测定，纵纤维型矿石利用测定含棉率刻槽样品测定，一般应采取大体积质量（体重）样品作对比，其规格为 100 cm × 100 cm × 50 cm，样品应具代表性，数量三至五件，测试体积质量（体重）的样品，应同时测定湿度。

6.8.1.4 如因矿床地质和工程地质研究的需要，可对夹层和围岩采取代表性的小体积质量（体重）样。

6.8.2 有关矿床开采技术条件的测试

6.8.2.1 玻璃硅质原料岩类矿石、夹层、近矿围岩的抗压强度，按类型各测定二至三组样品；砂类矿松散系数一般按矿石类型分别测定五至十件样品，还应对砂矿测定自然安息角。

6.8.2.2 饰面石材矿的抗压强度、抗折强度及耐磨率，每一品种各测定不少于三至五件样品，抗压强度样规格为 50 mm × 50 mm × 50 mm，抗折强度样规格为 160 mm × 40 mm × 20 mm，耐磨率样规格为 Φ25 mm × 60 mm 圆柱体。应视对工程地质研究等的需要，对夹层和近矿围岩采取代表性样测试抗压强度、抗剪强度等，并视勘查投资者的需要，测试矿石的抗冻性能。

6.8.2.3 石膏、温石棉、硅灰石、滑石、石墨矿应测定矿石、围岩及主要夹层的抗压强度、抗剪强度等物理力学性能，一般按类型各测定二至三组样品。

6.8.2.4 石膏矿床如发现逸气（如 $CH_4$、$H_2S$ 等）现象，应采样分析其成分。

6.9 矿床水文地质、工程地质工作

工作质量应符合 GB/T 12719《矿区水文地质工程地质勘探规范》的有关要求。水文地质采样应对矿床地表水体、含水层及有可能作为供水水源的水体采取水分析样，采样种类、数量及测试项目根据规范要求和矿床的情况确定。

6.10 地质编录、资料整理和报告编写

6.10.1 各项原始地质编录要在现场完成，应及时、准确、客观、齐全，符合有关规范的要求，并应按有关规定及时检查验收。地质编录的内容除按有关规范要求外，还要结合矿产的特点有所侧重，例如：饰面石材矿地质编录中要注意对节理、裂隙、层理面、色斑、色线等影响成材和装饰性能现象的描述，统计节理、裂隙密度，编绘节理玫瑰图；温石棉矿地质编录对具重要意义的地质现象，应局部放大比例编录，除对岩矿特征、变质及蚀变现象、接触关系及产状进行详细观察和描述外，对长度大于 20 cm 的棉脉及大于 1 m 的构造裂隙，也应详细观察和描述，包括形迹特征、擦痕方向、性质、产状、相互穿插关系等，对全部构造裂隙及棉脉的产状资料，应分别进行数理统计研究，使用适宜的综合图件表示；晶质石墨矿地质编录要注意观察记录石墨鳞片的目测片度及其嵌布状况等。

6.10.2 地质勘查资料综合整理工作应符合有关规范的要求，要运用新理论、新方法全面、深入地分析地质资料，特别是规律性的研究，用以指导矿产勘查工作，客观反映矿床地质特征。

6.10.3 地质勘查报告编写质量应符合 DZ/T 0033—2002《固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范》的要求。工程、采样、测试、编录工作中如出现质量问题，或矿体形

态、矿石质量发生异常变化等情况，都应在报告中如实反映。

6.11　计算机及其他新技术的运用

在地质勘查工作的全过程中，要充分运用计算机技术，积极推广运用其他新技术，提高工作效率和质量。

## 7　可行性评价工作

7.1　概略研究

是对矿床开发经济意义的概略评价。通常是在收集分析该矿产资源在国内、外市场供需状况的基础上，分析已取得的地质资料，类比已知矿床，推测矿床规模、矿产质量和开发利用的技术条件，结合工作区的自然经济条件、环境保护等，以国内类似企业经验的技术经济指标或按扩大指标对矿床做出技术经济评价。从而为矿床开发有无投资机会，是否进行详查阶段工作，制定长远规划或工程建设规划的决策提供依据。

一般普查阶段应做概略研究，详查或勘探阶段的矿床，也可只进行概略研究。

7.2　预可行性研究

是对矿床开发经济意义的初步评价。预可行性研究需要比较系统地对国内、外该矿种矿产资源/储量、生产、消费进行调查和初步分析；还需对国内、外市场的需要量、产品品种、质量要求和价格趋势做出初步预测。根据矿床规模和矿床地质特征以及工作区地形地貌，借鉴类似企业的实践经验，初步研究并提出项目建设规模、产品种类，矿山总体建设轮廓和工艺技术的原则方案；参照价目表或类似企业开采对比所获数据估算的成本，初步提出建设总投资、主要工程量和主要设备等，进行初步经济分析，并估算不同类型的矿产资源/储量。

通过国内、外市场调查和预测资料，综合矿床资源条件、工艺技术、建设条件、环境保护以及项目建设的经济效益等各方面因素，从总体上、宏观上对项目建设的必要性，建设条件的可行性以及经济效益的合理性做出评价，为是否进行勘探阶段地质工作以及推荐项目和编制项目建议书提供依据。

预可行性研究一般应在详查工作的基础上进行。

7.3　可行性研究

是对矿床开发经济意义的详细评价。可行性研究首先需要认真对国内、外该矿种矿产资源/储量、生产和消费进行调查、统计和分析；对国内、外市场的需要量、产品品种、质量要求、价格、竞争能力进行分析研究和预测。工作中对资源（或原料）条件要认真进行分析研究；充分考虑地质、工程、环境、法律和政府的经济政策的影响。对企业生产规模、开采方式、开拓方案、选矿工艺流程、产品方案、主要设备的选择，供水供电、总体布局和环境保护等方面，进行深入细致的调查研究、分析计算和多方案比较，并依据评价当时的市场价格，确定投资、生产经营成本、销售收入、利润和现金流入、流出等。项目的技术经济数据能满足投资有关各方的审查、评价需要。从而得出拟建工程是否应该建设以及如何建设的基本认识。

通过可行性研究的论证和评价，为矿业开发投资决策、确定工程项目建设计划等提供依据。

可行性研究一般应在勘探工作基础上进行。

## 8 矿产资源/储量分类及类型条件

### 8.1 矿产资源/储量分类依据

#### 8.1.1 地质可靠程度

地质可靠程度反映了矿产勘查阶段工作成果的不同精度，分为探明的、控制的、推断的和预测的四种。

探明的是指在工作区的勘探范围依照勘探的精度详细查明了矿床的地质特征、矿体的形态、产状、规模、矿石质量、品位及开采技术条件，矿体的连续性已经确定，矿产资源/储量估算所依据的数据详尽，可信度高。

控制的是指对工作区的一定范围依照详查的精度基本查明了矿床的主要地质特征、矿体的形态、产状、规模、矿石质量、品位及开采技术条件，矿体的连续性基本确定，矿产资源/储量估算所依据的数据较多，可信度较高。

推断的是指对普查区按照普查的精度大致查明矿床的地质特征以及矿体（矿点）的展布特征、品位、质量，也包括那些由地质可靠程度较高的基础储量或资源量外推的部分。由于信息有限，不确定因素多，矿体（点）的连续性是推断的，矿产资源量估算所依据的数据有限，可信度较低。

预测的是指对矿化潜力较大地区经过预查得出的结果。在有足够的数据并能与地质特征相似的已知矿床类比时，才能估算出预测的矿产资源量。

#### 8.1.2 经济意义

对地质可靠程度不同的查明矿产资源，经过不同阶段的可行性研究，按照评价当时经济上的合理性可以划分为经济的、边际经济的、次边际经济的、内蕴经济的四种。

经济的是其数量和质量是依据符合市场价格确定的生产指标计算的，在可行性研究或预可行性研究当时的市场条件下开采，技术上可行，经济上合理，环境等其他条件允许，即每年开采矿产品的平均价值能足以满足投资回报的要求，或在政府补贴和（或）其他扶持措施条件下，开发是可能的。通常将未来矿山企业的年平均内部收益率大于或等于行业基准内部收益率，按行业基准贴现率计算的净现值大于零的矿产资源划为经济的。

边际经济的是在可行性研究或预可行性研究当时，其开采是不经济的，但接近于盈亏边界，只有在将来由于技术、经济、环境等条件的改善或政府给予其他扶持的条件下可变成经济的。通常将未来矿山企业的年平均内部收益率在零至行业基准内部收益率之间，按行业基准贴现率计算的净现值等于零或接近于零的矿产资源划为边际经济的。

次边际经济的是在可行性研究或预可行性研究当时，开采是不经济的或技术上不可行的，需大幅度提高矿产品价格或技术进步，使成本降低后方能变为经济的。通常将未来矿山企业的年平均内部收益率和按行业基准贴现率计算的净现值小于零的矿产资源划为次边际经济的。

内蕴经济的是仅通过概略研究做了相应的投资机会评价，未做预可行性研究或可行性研究，由于不确定因素多，无法区分其是经济的、边际经济的，还是次边际经济的。

经济意义未定的仅指预查后预测的资源量，属于潜在矿产资源，无法确定其经济意义。

8.2　矿产资源/储量分类（见附录 A）

8.2.1　储量

是指基础储量中的经济可采部分。在预可行性研究、可行性研究或编制年度采掘计划当时，经过了对经济、开采、选矿、环境、法律、市场、社会和政府等诸因素的研究及相应修改，结果表明在当时是经济可采或已经开采的部分。用扣除了设计、采矿损失的可实际开采数量表述，依据地质可靠程度和可行性评价阶段不同，又分为可采储量和预可采储量。

8.2.2　基础储量

是查明矿产资源的一部分。能满足现行采矿和生产所需的指标要求（包括品位、质量、厚度、开采技术条件等），是经详查、勘探所获控制的、探明的并通过可行性研究、预可行性研究认为属于经济的、边际经济的部分，用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

8.2.3　资源量

是指查明矿产资源的一部分和潜在矿产资源。包括经可行性研究或预可行性研究证实为次边际经济的矿产资源以及经过勘查而未进行可行性研究或预可行性研究的内蕴经济的矿产资源，以及经过预查后预测的矿产资源。

8.3.1　储量

8.3.1.1　可采储量（111）

探明的经济基础储量的可采部分。是指在已按勘探阶段要求加密工程的地段，在三维空间上详细圈定了矿体，肯定了矿体的连续性，详细查明了矿体地质特征、矿石质量和开采技术条件，并有相应的矿石加工选矿试验成果，已进行了可行性研究，包括对开采、选矿、经济、市场、法律、环境、社会和政府因素的研究及相应的修改，证实其在计算的当时开采是经济的。估算的可采储量及可行性评价结果的可信度高。

8.3.1.2　预可采储量（121）

探明的经济基础储量的可采部分。是指在已达到勘探阶段加密工程的地段，在三维空间上详细圈定了矿体，肯定了矿体连续性，详细查明了矿体地质特征、矿石质量和开采技术条件，并有相应的矿石加工选矿试验成果，但只进行了预可行性研究，表明当时开采是经济的。估算的可采储量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.3.1.3　预可采储量（122）

控制的经济基础储量的可采部分。是指在已达到详查阶段工作程度要求的地段，基本上圈定了矿体的三维形态，能够较有把握地确定矿体连续性的地段，基本查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，提供了矿石加工选矿性能条件试验的成果。对于工艺流程成熟的易选矿石，也可利用同类型矿产的试验成果。预可行性研究结果表明开采是经济的，估算的可采储量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

8.3.2　基础储量

8.3.2.1　探明的（可研）经济基础储量（111b）

所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义的分类同 8.3.1.1 所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

8.3.2.2 探明的（预可研）经济基础储量（121b）

所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义的分类同 8.3.1.2 所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

8.3.2.3 控制的经济基础储量（122b）

所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义的分类同 8.3.1.3 所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

8.3.2.4 探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）

是指在达到勘探阶段工作程度要求的地段，详细查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，圈定了矿体的三维形态，肯定了矿体的连续性，有相应的加工选矿试验成果。可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，只有当技术、经济等条件改善后才可变成经济的。这部分基础储量可以是覆盖全勘探区的，也可以是勘探区中的一部分，在可采储量周围或在其间分布。估算的基础储量和可行性评价结果的可信度高。

8.3.2.5 探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）

是指在达到勘探阶段工作程度要求的地段，详细查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，圈定了矿体的三维形态，肯定了矿体的连续性，有相应的矿石加工选矿性能试验成果，预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术经济条件改善后可变成经济的。其分布特征同 2M11，估算的基础储量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.3.2.6 控制的边际经济基础储量（2M22）

是指在达到详查阶段工作程度的地段，基本查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，基本圈定了矿体的三维形态，预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术经济条件改善后可变成经济的。其分布特征类似于（2M11），估算的基础储量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

8.3.3 资源量

8.3.3.1 探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）

是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，地质可靠程度为探明的，可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，必须大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的，估算的资源量和可行性评价结果的可信度高。

8.3.3.2 探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）

是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，地质可靠程度为探明的，预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，需要大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。估算的资源量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.3.3.3 控制的次边际经济资源量（2S22）

是指在勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段，地质可靠程度为控制的，预可行

性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，需大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的。估算的资源量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

8.3.3.4　探明的内蕴经济资源量（331）

是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，地质可靠程度为探明的，但未做可行性研究或预可行性研究，仅做了概略研究，经济意义介于经济的一次边际经济的范围内，估算的资源量可信度高，可行性评价可信度低。

8.3.3.5　控制的内蕴经济资源量（332）

是指在勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段，地质可靠程度为控制的，可行性评价仅做了概略研究，经济意义介于经济的一次边际经济的范围内，估算的资源量可信度较高，可行性评价可信度低。

8.3.3.6　推断的内蕴经济资源量（333）

是指在勘查工作程度只达到普查阶段要求的地段，地质可靠程度为推断的，资源量只根据有限的数据估算的，其可信度低。可行性评价仅做了概略研究，经济意义介于经济的一次边际经济的范围内，可行性评价可信度低。

8.3.3.7　预测的资源量（334）？

是指依据区域地质研究成果、航空、遥感、地球物理、地球化学等异常或极少量工程资料，确定具有矿化潜力的地区，并和已知矿床类比而估计的资源量，属于潜在矿产资源，有无经济意义尚不确定。

## 9　矿产资源/储量估算

### 9.1　矿产工业指标

#### 9.1.1　矿石质量要求的主要内容

a）玻璃硅质原料矿包括对矿石主要有用、有害成分和颗粒组成的要求，采用水洗砂评价矿石质量时，还应有含砂率的要求；

b）饰面石材矿包括对矿石的一般要求、矿石装饰性能和荒料率的要求；

c）石膏矿包括工业品位（$CaSO_4 \cdot 2H_2O + CaSO_4$）或可采单层（脉）厚度和线含矿率的要求；

d）硅灰石矿包括矿石质量和含矿率（或硅灰石矿物含量）边界品位和工业品位的要求；

e）温石棉矿包括含棉率边界品位和工业品位的要求；

f）滑石矿石质量标准有两种，即以滑石含量、CaO、$Fe_2O_3$、白度为评价指标的边界品位、工业品位要求，或以 $SiO_2$、MgO、CaO、$Fe_2O_3$、白度为评价指标的边界品位、工业品位要求；

g）石墨矿包括以固定碳含量为评价指标的边界品位、工业品位要求。

#### 9.1.2　矿床开采技术条件要求

9.1.2.1　露天开采矿床包括：可采厚度（或米百分值）、夹石剔除厚度、剥采比、最低开采标高、露天矿场最小底盘宽度、露天矿场边坡角、爆破安全距离等。

9.1.2.2 地下开采矿床包括：可采厚度、夹石剔除厚度、开采深度等。

9.2 矿产资源/储量估算一般原则

9.2.1 矿产资源/储量估算所依据的工业指标，由勘查投资者提供，应是严格执行国家规定程序制定的。估算供矿山建设设计利用的矿产资源/储量，应采用针对具体矿床的工业指标；不直接提供矿山建设设计利用的矿产资源/储量，其估算依据可采用一般工业指标（见附录 H）。

9.2.2 矿产资源/储量估算依据的各项勘查工作成果的质量，应符合有关规范规程的要求。

9.2.3 矿产资源/储量估算对象和单位（如下）：

a）玻璃硅质原料矿采用原矿评价矿石质量的估算原矿矿石量，采用水洗砂评价矿石质量的，应分别估算原矿矿石量、水洗砂矿石量，单位为 $10^4t$；

b）饰面石材矿应分别估算矿石量和荒料量，单位为 $10^4m^3$；

c）石膏矿估算矿石量，单位为 $10^4t$；

d）硅灰石矿应分别估算矿石量和矿物量，矿石可手选的矿床，除估算矿石量外，还应估算手选精矿量，单位为 $10^4t$；

e）温石棉矿估算矿物量，单位为 $10^4t$，并按样品长度统计法估算各级棉的资源/储量；

f）滑石矿估算矿石量，单位为 $10^4t$；

g）晶质石墨矿应分别估算矿石量、固定碳量（矿物量），隐晶质石墨矿估算矿石量，单位为 $10^4t$。

9.2.4 矿产资源/储量应按矿体、块段、矿石类型、品级分别估算，统计全矿床矿产资源/储量，同时统计全矿床矿石平均品位（含矿率、含砂率、荒料率）或矿石主要有用、有害成分平均值。

9.2.5 对具有综合利用价值的共、伴生矿产或尾矿，应按实际勘查研究程度和相应勘查规范的要求，估算其矿产资源/储量。

9.2.6 废石（夹石、覆盖层）剥离量应按废石体积分块段估算，剥离量估算单位为 $10^4m^3$。

9.2.7 矿产资源/储量估算范围不包括采空区。对压矿区、禁采区的矿产资源/储量应单独估算。对于浅部可以露天开采、深部需要地下开采的矿床，如能确定露天开采境界，勘查投资者要求分别估算时，可分别估算矿产资源/储量。晶质石墨矿等由于风化作用导致风化矿石与原生矿石在矿山开采、选矿加工中有较大差别时，应按圈出的大致分界线，分别估算风化矿石和原生矿石的矿产资源/储量，如风化深度浅（小于 10m）、风化矿石矿产资源/储量少时，也可不划分风化带界线。

9.2.8 应根据矿床特点选择适当的矿产资源/储量估算方法，提倡运用新技术、新方法，推广计算机在矿产资源/储量估算中的运用，但所使用的计算机软件须经有关管理部门认定。

9.2.9 通常矿产勘查工作应与可行性评价工作紧密衔接，在普查、详查、勘探三个阶段，应相应进行概略研究、预可行性研究、可行性研究评价。根据可行性评价阶段、经

济意义和地质可靠程度，分别估算各类矿产资源/储量。如果矿产勘查工作已结束，地质可靠程度达到了推断的、控制的、探明的程度，而可行性评价只进行了概略研究，区分不出其真实的经济意义时，可分别相应估算推断的内蕴经济资源量（333）、控制的内蕴经济资源量（332）、探明的内蕴经济资源量（331），待进行预可行性研究、可行性研究后，根据其经济意义，再相应调整矿产资源/储量的类别。

9.3　确定矿产资源/储量估算参数的要求

9.3.1　矿产资源/储量估算所依据的各项参数应准确、具代表性。估算探明的和控制的矿产资源/储量所依据的参数应根据实测数据确定，估算推断的和预测的矿产资源量所依据的某些参数，在未能取得实测数据的情况下，可采用相似矿床的类比资料确定。

9.3.2　估算饰面石材矿产资源/储量采用的荒料率应具代表性，经综合分析研究后确定。估算推断的和预测的矿产资源量，荒料率可采用图解荒料率；估算控制的矿产资源/储量，荒料率应采用试采荒料率，或以试采荒料率校正后的图解荒料率（$H_{stu}$）①，或具代表性的矿山生产荒料率。矿床节理、裂隙、层理面、色斑、色线发育情况变化不大时，可采用矿床算术平均荒料率估算矿产资源/储量；否则应按不同节理、裂隙、层理面、色斑、色线发育区，分别采用相应的荒料率估算矿产资源/储量，并统计矿床加权平均荒料率。

9.3.3　矿石湿度大于3%时，其体积质量（体重）值应进行校正。矿产资源/储量估算块段的岩溶率、裂隙率大于3%时，应对估算的矿产资源/储量进行校正。

9.3.4　石膏、硬石膏含量计算方法、物相法测定硅灰石矿物含量简介、用矿石化学分析成果计算硅灰石矿石中矿物含量的方法、滑石含量测定方法均见附录H。

9.3.5　晶质石墨、温石棉等矿床中，如确认有特高品位矿石存在时，应先处理特高品位，再求平均品位。

9.4　矿产资源/储量分类结果表

根据矿体的勘查控制程度、地质可靠程度、可行性评价阶段成果，对勘查工作所获得的矿产资源/储量进行分类。矿产资源/储量估算工作结束后，应按分类估算结果制定矿产资源/储量分类结果表，以说明地质勘查工作所获得的矿产资源/储量数量。矿产资源/储量表应在说明矿石量（矿物量）、平均品位（含矿率、含砂率、荒料率）或矿石主要有用、有害成分平均值的同时，反映出矿产资源/储量的地质可靠程度和经济意义，并标明矿产资源/储量的编码。

① 校正后图解荒料率（$H_{stu}$）= 图解荒料串校正系数（$K_h$）× 图解荒料率（$H_{tu}$）。