矿产资源储量评审认定与储量计算及工业指标应用手册

目　录

第一部分　储量评审认定

第一篇　矿产资源储量评审认定

第一章　矿产资源储量评审认定概述 …… (1)
　第一节　矿产资源储量评审认定的目的、依据 …… (1)
　第二节　矿产资源储量评审认定管理 …… (2)
第二章　矿产资源储量评审认定程序 …… (4)
　第一节　申　报 …… (4)
　第二节　评　审 …… (5)
　第三节　认　定 …… (6)
第三章　矿产储量评估师考核注册 …… (8)

第二篇　矿产资源储量评审相关法律法规

关于开展首批矿产储量评估师考核注册工作的通知 …… (10)
关于印发《矿产资源储量规模划分标准》的通知 …… (10)
矿产储量评估师管理办法 …… (11)
矿产资源储量评审认定办法 …… (14)
矿产资源登记统计管理办法 …… (16)
矿产储量评估师执业资格制度暂行规定 …… (18)
矿产储量登记统计管理暂行办法 …… (19)
矿床工业指标管理暂行办法 …… (20)

第三篇　地质矿产勘查规范

固体矿产地质勘查规范总则 …… 1
固体矿产资源/储量分类 …… 2
固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范 …… 4
铀矿地质勘查规范 …… 6
铁、锰、铬矿地质勘查规范 …… 8
钨、锡、汞、锑矿产地质勘查规范 …… 10
铝土矿、冶镁菱镁矿地质勘查规范 …… 12
稀有金属矿产地质勘查规范 …… 14
稀土矿产地质勘查规范 …… 16
岩金矿地质勘查规范 …… 18
高岭土、膨润土、耐火粘土矿产地质勘查规范 …… 20
玻璃硅质原料　饰面石材　石膏/石棉　硅灰石　滑石　石墨矿产地质勘查规范 …… 22
砂矿（金属矿产）地质勘查规范 …… 24
磷矿地质勘查规范 …… 26
硫铁矿地质勘查规范 …… 28
重晶石、毒重石、萤石、硼矿地质勘查规范 …… 30
盐湖和盐类矿产地质勘查规范 …… 32
冶金、化工石灰岩及白云岩、水泥原料矿产地质勘查规范 …… 34
铜、铅、锌、银、镍、钼矿地质勘查规范 …… 36
煤、泥炭地质勘查规范 …… 38
煤层气资源/储量规范 …… 40

第二部分　矿产资源储量计算方法

第一篇　我国矿产资源储量计算方法综述

第一章　我国矿产资源储量计算方法的演进 …… 42
　第一节　我国矿产资源储量计算方法应用与发展的特点 …… 42
　第二节　矿产资源储量计算方法汇编 …… 42

目　录

第二章　我国矿产资源储量计算方法的现状……
第一节　方法与分类……
第二节　三种矿产资源储量计算方法在我国应用的基本情况评价……

第二篇　金属、非金属矿产储量计算方法

第一章　储量计算方法的选择……
第一节　算术平均法……
第二节　地质块段法……
第三节　开采块段法……
第四节　断面法……
第二章　矿体的圈定……
第一节　单工程矿体厚度的圈定……
第二节　矿体截面积的圈定……
第三节　块段划分……
第三章　储量计算参数的计算方法……
第一节　平均品位的计算方法……
第二节　特高品位样品的确定及其处理方法……
第三节　矿体厚度计算……
第四节　平均体重计算……
第五节　含矿系数计算……
第四章　面积、体积测定及储量计算……
第一节　面积测定方法……
第二节　块段体积计算……
第三节　块段矿石量及金属量计算……
第四节　储量计算中各种数据的进位要求……
第五章　伴生元素的储量计算……
第六章　储量计算图件的编制及计算表格制定……
第一节　储量计算图件的编制……
第二节　储量计算表格的制定……

第三篇　石油天然气储量计算方法

第一章　石油天然气储量计算方法概述……

目　录

第一节　油气储量分级分类……
第二节　油气储量起算的单井产量下限……
第三节　容积法油气储量计算公式……
第二章　含油面积确定方法……
第一节　油水边界的确定……
第二节　岩性边界的确定……
第三节　根据油藏类型圈定含油边界……
第三章　有效厚度确定方法……
第一节　有效厚度……
第二节　有效厚度物性标准……
第三节　有效厚度测井标准……
第四章　有效孔隙度确定方法……
第一节　岩心分析孔隙度　……
第二节　测井解释孔隙度……
第五章　含油饱和度确定方法……
第一节　岩心直接测定……
第二节　测井解释和岩电实验确定原始含油饱和度……
第三节　利用毛管压力资料确定含油气饱和度……
第六章　物质平衡法储量计算……
第一节　综合驱动油藏物质平衡方程通式……
第二节　气藏的物质平衡方程式……
第七章　弹性二相法概率统计法计算储量……
第一节　弹性二相法计算储量……
第二节　概率统计法储量计算……
第八章　从产量递减规律推算最终可采储量……
第一节　产量递减的指数分布规律……
第二节　双曲递减 原拓展指数分布的 λ 常数……
第三节　反正切微分分布模型及其特征……
第四节　产量递减指数分布和反正切微分分布的可采储量计算……
第九章　勘探阶段和开发初期采收率和可采储量的确定原则……
第一节　采收率和可采储量不同计算方法的应用原则……
第二节　类比法确定采收率的一般范围……
第三节　几个典型的采收率计算相关经验公式……

第四节　驱油效率法预测采收率……
第五节 油藏水驱曲线法计算可采储量 ……

第四篇　油气储量计算方法

第一章　概　述……
第二章　油气储层随机建模的原理和地质应用……
第三章　储层地质统计分析系统 [illegible] ……
第四章　储层含油气体积预测的随机建模……

第五篇　煤炭储量计算方法

第一章　储量计算的基本参数……
第一节　计算面积的确定……
第二节　煤层厚度及其计算方法……
第三节　容重的确定……
第二章　矿体的圈定……
第一节　勘查区边界的确定……
第二节　煤层最低可采厚度边界线及其确定……
第三章　储量计算方法……
第一节　算术平均法……
第二节　地质块段法……
第三节　等高线法……
第四节　剖面法……
第五节　水平切面法……
第六节　多角形法……
第七节　三角形法……
第八节　等值线法……
第九节　简单统计法……

第六篇　地下水资源数值法计算方法

第一章　数值法计算概述……
第一节　地下水水量的数学模型……
第二节　地下水资源计算的有限差分法……

第三节　地下水资源计算的有限单元法……
第四节　地下水水质数学模型……
第二章　数值法适应范围和资料要求……
第一节　数值法的适应范围……
第二节　资料的基本要求……
第三章　水文地质条件的概化与数值模型的建立及数值模拟……
第一节　水文地质条件的概化……
第二节　数值模型的建立及数值模拟……
第四章　地下水预报及地下水均衡计算……
第一节　地下水预报……
第二节　地下水均衡计算……
第三节　数值法计算应提交的成果……

第七篇　计算机技术与矿产储量计算

第一章　三维协同克立格法程序系统……
第一节　方法简介……
第二节　使用该程序时的几点重要说明……
第三节　程序系统对硬件环境的要求……
第四节　系统框图及系统组成……
第五节　系统使用说明……
第二章　三维普通克立格法程序系统……
第一节　方法简介……
第二节　使用该程序时的几点重要说明……
第三节　系统框图及系统组成……
第四节　系统使用说明……
第三章　中文地勘系统软件……
第一节　中文地勘系统软件结构、功能及应用……
第二节　地质代码子系统……
第三节　地质数据库子系统……
第四节　地质图形子系统……
第五节　储量计算子系统……
第四章　地质统计学储量计算……

目　录

第一节　系统基本流程与功能概述 …… 第1页
第二节　地质统计学储量计算 …… 第2页
第五章　矿化模型 快捷键管理系统 …… 第3页
第一节　概　述 …… 第3页
第二节　软件功能 …… 第3页
第六章　实体可视化固体矿产勘查微机评价系统 …… 第4页
第一节　概　述 …… 第4页
第二节　面向可视化的系统结构分析与设计 …… 第4页
第三节　实体原始数据管理子系统设计 …… 第5页
第四节　面向可视化的系统模块设计 …… 第5页
第五节　矿体连接剖面面积计算模块 …… 第6页
第六节　储量计算模块 …… 第7页
第七节　储量汇总计算模块 …… 第7页
第八节　制表模块设计 …… 第7页
第九节　绘图模块设计 …… 第8页

第三部分　矿产工业指标与矿床实例

第一篇　有色金属矿产

第一章　铜 …… 第9页
第二章　铅 …… 第9页
第三章　锌 …… 第9页
第四章　铝 …… 第10页
第五章　镁 …… 第10页
第六章　镍 …… 第10页
第七章　钴 …… 第11页
第八章　钨 …… 第11页
第九章　锡 …… 第11页
第十章　钼 …… 第11页
第十一章　铋 …… 第12页
第十二章　汞 …… 第12页

第十三章　锑 …… 第[illegible]页

第二篇　黑色金属矿产

第一章　铁 …… 第[illegible]页
第二章　锰 …… 第[illegible]页
第三章　铬 …… 第[illegible]页
第四章　钛 …… 第[illegible]页
第五章　钒 …… 第[illegible]页

第三篇　贵金属矿产

第一章　金 …… 第[illegible]页
第二章　银 …… 第[illegible]页
第三章　铂族金属 …… 第[illegible]页

第四篇　稀有金属矿产

第一章　锂 …… 第[illegible]页
第二章　铷 …… 第[illegible]页
第三章　铯 …… 第[illegible]页
第四章　铍 …… 第[illegible]页
第五章　铌、钽 …… 第[illegible]页
第六章　锆 …… 第[illegible]页
第七章　铪 …… 第[illegible]页
第八章　锶 …… 第[illegible]页

第五篇　稀土金属矿产

第一章　稀土金属 …… 第[illegible]页
第二章　钪 …… 第[illegible]页

第六篇　稀散元素矿产

第一章　锗 …… 第[illegible]页
第二章　镓 …… 第[illegible]页

第三章　铟 …… 第[illegible]
第四章　铊 …… 第[illegible]
第五章　铼 …… 第[illegible]
第六章　镉 …… 第[illegible]
第七章　硒 …… 第[illegible]
第八章　碲 …… 第[illegible]

第七篇　放射性矿产

第一章　铀 …… 第[illegible]
第二章　钍 …… 第[illegible]

第八篇　化工原料非金属矿产

第一章　磷 …… 第[illegible]
第二章　硫 …… 第[illegible]
第三章　钾　盐 …… 第[illegible]
第四章　盐 …… 第[illegible]
第五章　镁　盐 …… 第[illegible]
第六章　硼 …… 第[illegible]
第七章　天然碱 …… 第[illegible]
第八章　钠硝石 …… 第[illegible]
第九章　芒硝、钙芒硝 …… 第[illegible]
第十章　碘 …… 第[illegible]
第十一章　溴 …… 第[illegible]
第十二章　含钾岩石 …… 第[illegible]
第十三章　蛇纹岩、橄榄岩 …… 第[illegible]
第十四章　砷 …… 第[illegible]
第十五章　重晶石、毒重石 …… 第[illegible]
第十六章　明矾石 …… 第[illegible]
第十七章　地　腊 …… 第[illegible]

第九篇　冶金辅助原料矿产

第一章　菱镁矿 …… 第[illegible]

第二章　耐火粘土 …… 第[illegible]页
第三章　蓝晶石类矿物 …… 第[illegible]页
第四章　白云岩 …… 第[illegible]页
第五章　硅石 …… 第[illegible]页
第六章　石灰岩 …… 第[illegible]页
第七章　萤石 …… 第[illegible]页
第八章　铸型用砂 …… 第[illegible]页
第九章　铸型用粘土 …… 第[illegible]页
第十章　铁矾土 …… 第[illegible]页

第十篇　建筑材料及其他非金属矿产

第一章　石　棉 …… 第[illegible]页
第二章　蓝石棉 …… 第[illegible]页
第三章　石　墨 …… 第[illegible]页
第四章　石膏、硬石膏 …… 第[illegible]页
第五章　滑　石 …… 第[illegible]页
第六章　水泥原料 …… 第[illegible]页
第七章　玻璃原料 …… 第[illegible]页
第八章　陶瓷原料、填料、涂料 …… 第[illegible]页
第九章　硅灰石 …… 第[illegible]页
第十章　砖瓦粘土 …… 第[illegible]页
第十一章　大理岩 …… 第[illegible]页
第十二章　饰面石材 …… 第[illegible]页
第十三章　耐酸石材、耐碱石材 …… 第[illegible]页
第十四章　铸石原料 …… 第[illegible]页
第十五章　膨胀珍珠岩 原料 …… 第[illegible]页
第十六章　陶粒原料 …… 第[illegible]页
第十七章　叶腊石 …… 第[illegible]页
第十八章　蛭　石 …… 第[illegible]页
第十九章　白　垩 …… 第[illegible]页
第二十章　膨润土、漂白土 …… 第[illegible]页
第二十一章　硅藻土 …… 第[illegible]页

第二十二章　凹凸棒石 …… 第[illegible]页
第二十三章　海泡石 …… 第[illegible]页
第二十四章　沸　石 …… 第[illegible]页
第二十五章　浮　岩 …… 第[illegible]页
第二十六章　天然沥青 …… 第[illegible]页
第二十七章　石榴石 …… 第[illegible]页
第二十八章　刚　玉 …… 第[illegible]页
第二十九章　天然油石 …… 第[illegible]页
第三十章　宝石、玉石、雕刻石料 …… 第[illegible]页
第三十一章　金刚石 …… 第[illegible]页
第三十二章　水　晶 …… 第[illegible]页
第三十三章　冰洲石 …… 第[illegible]页
第三十四章　光学萤石 …… 第[illegible]页
第三十五章　电气石 …… 第[illegible]页
第三十六章　云母 …… 第[illegible]页

第十一篇　地下水和地下热水

第一章　地下水 …… 第[illegible]页
第二章　地下热水 …… 第[illegible]页

第十二篇　燃料矿产

第一章　煤 …… 第[illegible]页
第二章　泥炭 …… 第[illegible]页
第三章　油页岩 …… 第[illegible]页
第四章　石油 …… 第[illegible]页
第五章　天然气 …… 第[illegible]页

第一部分

储量评审认定

第一篇

矿产资源储量评审认定

第一章　矿产资源储量评审认定概述

第一节　矿产资源储量评审认定的目的、依据

一、矿产资源储量评审认定的目的

矿产资源储量评审认定制度的设立是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储量，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。主要有四个方面的目的：一是统一各个矿产地矿产资源储量的评价标准，确保矿产资源储量准确、可靠，提高各个矿产地矿产资源储量的可比性，实现国际对比；二是维护矿产资源的国家所有权益，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，为摸清国家的矿产资源家底提供基础，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的商业性欺诈行为。

二、矿产资源储量评审认定的主要法律依据

我国矿产资源储量评审认定的主要法律依据是：

《矿产资源法》第二十条规定：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。

《矿产资源法》第三十五条规定：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。

《中华人民共和国矿产资源法实施细则》（以下简称《矿产资源法实施细则》）第二十二条规定：探矿权人可以对符合国家边探边采规定要求的复杂类型矿床进行开采；但是应当向原颁发勘查许可证的机关、矿产储量审批机构和勘查项目主管部门提交论证材料，经审核同意后，按照国务院关于采矿登记管理法规的规定，办理采矿登记。

《矿产资源法实施细则》第二十八条规定：矿产资源勘查报告按照下列规定审批：

（一）供矿山建设使用的重要大型矿床勘查报告和供大型水源地建设使用的地下水勘查报告，由国务院矿产储量审批机构审批；

（三）供矿山建设使用的一般大型、中型、小型矿床勘查报告和供中型、小型水源地建设使用的地下水勘查报告，由省、自治区、直辖市矿产储量审批机构审批；

矿产储量审批机构和勘查单位的主管部门应当自收到矿产资源勘查报告之日起 远个月内作出批复。

《矿产资源法实施细则》第 猿蔼条规定：企业关闭矿山，应当按照下列程序办理审批手续：

（一）开采活动结束的前一年，向原批准开办矿山的主管部门提出关闭矿山申请，并提交闭坑地质报告；

（二）闭坑地质报告经原批准开办矿山的主管部门审核同意后，报地质矿产主管部门会同矿产储量审批机构批准；

（三）闭坑地质报告批准后，采矿权人应当编写关闭矿山报告，报请原批准开办矿山的主管部门会同同级地质矿产主管部门和有关主管部门按照有关行业规定批准。

第二节　矿产资源储量评审认定管理

一、统一管理

国家对矿产资源储量的评审、认定必须统一管理。原因如下：

首先，这是保护国家有限的矿产资源的迫切需要。由于矿产资源是一种极其特殊的、不可再生的自然资源，为了坚决贯彻党中央和国务院关于“在保护中开发，在开发中保护”的总方针，确保矿产资源永续利用，对矿产资源的勘查、开采必须采取严而又严的管理措施，才能保证我国国民经济在 圆员世纪的发展后劲。

其次，实行统一管理是为了便于贯彻、执行统一的矿产勘查、开发的有关法律、法规和技术标准。如矿产资源储量评审必须执行国家发布的矿产资源储量分类标准；必须执行国家或有关部门发布的矿产资源储量技术标准；必须执行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；必须执行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等。

再者，只有对矿产资源的评审、认定统一管理，才能有效防止矿山企业为了短期利益，随意浪费和破坏国家的矿产资源，规范矿业市场，维护矿产开发的正常秩序。

二、矿产资源储量评审认定管理机构及其职责

《矿产资源储量评审认定办法》第 源条规定 ：矿产资源储量评审认定管理机构分为国土资源部和省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门两级。

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　矿产资源储量评审

认定办法》第 远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　矿产资源储量评审认定办法》第 远条第 圆款规定的矿产资源储量的评审工作并负责认定。

随着矿产资源储量评审制度的深化改革，在评审认定办法中，将不同的地质勘查报告所提交的矿产资源储量分成四大部分进行分级管理并负责认定：

第一部分由国土资源部负责管理并认定。包括：石油、天然气、煤层气和放射性矿产资源储量；矿产勘查、开发项目公开发行股票所依据的矿产资源储量；外商投资勘查、开采的矿产资源储量；领海及中国管辖的其他海域的矿产资源储量；跨省、自治区、直辖市的矿产资源储量和上述五项以外的矿产资源储量规模在大型以上的。

第二部分即上述以外的矿产资源储量　即大、中型以下的）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。

第三部分是由市　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的，即只能用作普通建筑材料的大量的砂、石、粘土的矿产资源储量。这部分矿产资源储量的开采主体是乡镇矿业的矿山，政策的重点是放开、管好和搞活。因此，直接由市　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。

第四部分是指　矿产资源储量评审认定办法》第 怨条所规定的矿产资源储量是由探矿权人和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。这些矿产资源储量指的是：

员　尚不能提供矿山建设设计使用的矿产资源储量。也就是说大量的预查工作和普查工作等公益性地质工作所提交的，尚不能被开采利用的矿产资源，可以由探矿权人聘请评审专家评审，主管部门负责认定。但矿山企业或个体采矿者滥采乱挖、违法开采和动用的矿产资源储量除外。

圆　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矿产资源储量。超出矿区范围的新发现的矿产资源储量则不属于此列。

三、矿产资源储量评审认定管理工作分工

根据　矿产资源储量评审认定办法》第 远条规定，国土资源部管理评审工作并负责认定的矿产资源储量有：

员　石油、天然气、煤层气和放射性矿产的矿产资源储量；

圆　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；

猿　外商投资勘查、开采的矿产资源储量；

（一）领海及中国管辖的其他海域的矿产资源储量；

（二）跨省、自治区、直辖市的矿产资源储量；

（三）以上（一）、（二）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。

四、政府部门认定程序

评审机构对地质报告的评审是履行一种专家职能，即依据国家有关法律、法规和技术标准，对各类地质报告提交的矿产资源储量进行质和量的把关；而政府部门实行认定程序，是一种监督职能，是认定在评审过程中，该评审机构是否具有资格，评审专家是否具备资质，评审程序是否合法，评审的依据是否遵守国家的有关规定，这是政府部门在机构改革中转变职能、不直接参与企业的经营活动，只实行监督管理的充分体现。

随着矿产资源储量审批制度的改革，评审机构在目前条件下会同时存在着事业单位机构、中介组织或企业单位机构。政府部门对评审机构的评审结果进行认定的目的，一是履行国家对矿产资源所有权的验收入库职责；二是维护地质市场正常秩序。我国目前的地质市场还处于刚刚起步阶段，很多有关的法律、法规尚未建立和健全，政府仍然是企业值得信赖的部门。矿产资源储量有了政府主管部门的认定，一方面对探矿者所提供的矿产资源储量起到了监督、检查的作用，另一方面对维护市场秩序、完善有关法规、监督地质市场的各方执法守法也将起到积极的作用，这也是在社会主义市场经济条件下探矿者和采矿者所迫切需要和十分欢迎的。

五、地质矿产主管部门办理矿产资源储量认定时主要认定的内容

依据《矿产资源储量评审认定办法》第十四条规定，主要认定的内容有：

（一）承担评审工作的机构是否具备相应资格；

（二）评审程序是否符合《矿产资源储量评审认定办法》的要求；

（三）评审工作中聘请的评审专家是否具有相应资格，专家人数是否符合《矿产资源储量评审认定办法》第十五条规定的要求；

（四）评审工作的依据是否符合《矿产资源储量评审认定办法》第十六条规定的要求。

六、矿产资源储量评审应当参照的技术标准和规定

《矿产资源储量评审认定办法》第十六条规定，矿产储量评审应当参照下列技术标准和规定：

员 国家发布的矿产资源储量分类标准；

圆 国家或有关部门发布的矿产资源储量技术标准；

猿 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；

源 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。

第二章　矿产资源储量评审认定程序

第一节　申　报

一、申报时间

凡需要评审矿产资源储量的单位或企业，须提前 圆缘日向有关矿产资源储量评审机构申报，并按照有关要求提交申报材料。评审机构自收齐送审材料之日起 员缘日内应作出是否予以受理的决定，并书面通知申报单位。

二、申报材料

员. 矿产资源储量申报表，一式 圆份，其中 员份由评审机构留存，员份由评审机构转交有关地质矿产主管部门；

圆. 有效勘查（或采矿）许可证复印件以及承担勘查工作的勘查单位资格证书复印件，一式 圆份，其中 员份由评审机构留存，员份由评审机构转交有关地质矿产主管部门；

猿. 探矿权人或采矿权人对提交送审资料真实性的书面承诺，一式 圆份，其中 员份由评审机构留存，员份由评审机构转交有关地质矿产主管部门；

源. 正式矿产资源储量报告（包括附图、附表、附件）猿原份。经评审后，评审机构可保留一份经修改的储量报告备案，并按照有关规定予以保密，其余报告返回申报单位；

缘. 《矿产资源储量评审认定办法》第十一条要求的其他材料；

三、申报复核

评审机构收齐申报材料并经审查后，应将申报材料第 员、圆、猿项以及矿产资源储量报告 员份连同矿产资源储量评审申报审查表，报有关地质矿产主管部门复核。评审机构应根据地质矿产主管部门的复核意见在规定时间内回复申报单位。符合受理条件并决定受理的，评审机构应与申报单位签订评审合同。

第二节　评　审

一、评审分工

在评审机构尚未成为企业性质的中介机构之前，评审工作遵照如下分工原则：属于国土资源部认定的矿产资源储量，放射性矿产由国土资源部矿产资源储量评审中心放射性矿产专业办公室组织评审；其余的由国土资源部矿产资源储量评审中心组织评审。

属于省、自治区、直辖市地质矿产主管部门认定的矿产资源储量，由属地矿产资源储量评审机构评审，未设立评审机构的，可由省、自治区、直辖市地质矿产主管部门指定其他具有资格的矿产资源储量评审机构组织评审。

零星分散矿产资源以及只能用作普通建筑材料的砂、石、粘土的矿产资源储量的评审分工原则，由省级地质矿产主管部门制定。

二、评审方式

一般情形的矿产资源储量的评审工作，由评审机构按照《矿产资源储量评审认定办法》第十三条的规定组织矿产储量评估师进行。但对于储量规模大、矿床类型新、意见分歧多、用于矿业权转让或股票上市评估依据的矿产资源储量，应当召开评审会议评审。召开评审会议的，应当邀请各有关方面的代表或专家参加，以便广泛听取意见。

评审工作必须实行严格的回避制度，评审机构不得聘请与矿业权人有直接或间接的利益关系，以及具有行政隶属关系的矿产储量评估师承担评审工作。

有关地质矿产主管部门应当对评审机构组织的评审工作进行监督，必要时，可派代表参加评审会议，但不得成为评审专家组成员。

三、评审文件

评审意见书由评审机构提供。评审意见书应当自申报受理之日起 [illegible] 日内完成，并自签发之日起 [illegible] 日内书面通知矿业权人，[illegible] 日内送交相应地质矿产主管部门。

个人署名评审意见，由矿产储量评估师提供，由评审机构保存，格式可参照矿产资源储量评审意见书。

第三节　认　定

一、提供认定的材料

矿产资源储量认定，应自收齐认定材料之日起 [illegible]日内完成。

评审机构完成评审工作后，应当及时报有关地质矿产主管部门认定，并提供如下资料：

[illegible] 加盖评审机构印章的评审意见书，并附软盘；

[illegible] 经评审修改后的矿产资源储量报告 [illegible]份。完成认定后，报告退回评审机构；

[illegible] 矿产资源储量评审认定办法》第二十一条要求的其他材料。

二、异议处理

矿业权人对评审机构提供的评审结论有重大异议的，矿业权人可自收到评审意见书面通知 [illegible]日内，向负责认定的地质矿产主管部门提出书面复审申请。地质矿产主管部门自收到复审申请之日起 [illegible]日内，应当作出是否组织复审的决定。决定予以复审的，复审工作应自受理之日起 [illegible]日内完成，并形成复审意见，下达矿业权人和相应的评审机构。

第三章　矿产储量评估师考核注册

一、考核对象

取得首批及增补矿产储量评估师执业资格的人员。

二、考核注册机关

国土资源部和省（区、市）国土资源行政主管部门是矿产储量评估师考核注册机关。首批及增补评估师原则上在原注册机关注册。

三、考核注册分工

各省（区、市）评审机构负责接收本行政区内的评估师考核材料，经初步考核后，报省（区、市）考核注册机关。目前没有成立评审机构的，评估师将考核材料直接提交考核注册机关。因工作调动等原因到其他省（区、市）的评估师，经原注册机关和所在地考核注册机关同意，可以在所在地考核注册机关注册。

油气储量评审办公室和放射性储量评审中心分别负责接收油气、放射性矿产专业评估师的考核材料，经初步考核后，报国土资源部。

部评审中心和中矿联咨询中心负责接收上述人员以外评估师的考核材料，经初步考核后，报国土资源部。

四、考核注册程序

（一）需注册的评估师在国土资源部网站（[illegible]）下载或直接到考核注册机关领取《矿产储量评估师考核注册申请表》（简称《申请表》）。

（二）评估师根据考核要求，将填写后的《申请表》和有关证明材料一并提交有关评审机构，一式二份。

（三）评审机构对评估师提交的材料进行合格性检查，对受聘参与评审工作的评估师按《申请表》标准给予评分，提出初步的考核意见后，报相应的注册机关。

（四）注册机关检查、核实评审机构的初步考核意见，确定考核合格的评估师，并依据评估师从事的专业按油气、放射性、煤、黑色金属、有色金属（含贵金属、稀有、稀土、稀散）、建材非金属、化工非金属、水气矿产及其他进行矿产分类注册登记，有

效期三年。

（五）各省（区、市）注册机关将本行政区评估师考核注册情况总结及评估师的《申请表》报国土资源部备案。

六、材料提供有关要求

连续三年未参加矿产资源储量评审工作的，提供近三年内主持编制矿床经济可行性研究报告和详查以上勘查报告、主持中型以上矿床或水源地建设项目的可行性研究或设计的相关证明材料复印件。

七、评估师有下列情形之一者，注册机关不予注册：

（一）申请人提供的材料不符合要求或申请人不提供上述相关证明材料的；

（二）参与评审工作的评估师考核评分低于 [illegible] 分的；

（三）在规定时间内不提交《申请表》的；

（四）由于身体等原因无法胜任矿产资源储量评审工作的。

第二篇

矿产资源储量评审相关法律法规

关于开展首批矿产储量评估师考核注册工作的通知

国土资厅发　[illegible]号

各省、自治区、直辖市国土资源厅（国土环境厅、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），国务院有关部、委、局、总公司，武警黄金指挥部，部有关事业单位：

为维护矿产资源储量评审行为公平、公正，保证矿产资源储量评审工作的质量，切实做好矿产储量评估师（简称“评估师”）监督管理，提高评估师的素质和业务水平，充分发挥评估师在矿产资源储量评审工作中的作用，决定开展首批矿产储量评估师考核注册工作。

一、考核对象

取得首批及增补矿产储量评估师执业资格的人员。

二、考核注册机关

国土资源部和省（区、市）国土资源行政主管部门是矿产储量评估师考核注册机关。首批及增补评估师原则上在原注册机关注册。

三、考核注册分工

各省（区、市）评审机构负责接收本行政区内的评估师考核材料，经初步考核后，报省（区、市）考核注册机关。目前没有成立评审机构的，评估师将考核材料直接提交考核注册机关。因工作调动等原因到其他省（区、市）的评估师，经原注册机关和所在地考核注册机关同意，可以在所在地考核注册机关注册。

油气储量评审办公室和放射性储量评审中心分别负责接收油气、放射性矿产专业评估师的考核材料，经初步考核后，报国土资源部。

部评审中心和中矿联咨询中心负责接收上述人员以外评估师的考核材料，经初步考核后，报国土资源部。

四、考核注册程序

（一）需注册的评估师在国土资源部网站（[illegible]）下载或直接到考核注册机关领取《矿产储量评估师考核注册申请表》（简称《申请表》）。

（二）评估师根据考核要求，将填写后的《申请表》和有关证明材料一并提交有关评审机构，一式二份。

（三）评审机构对评估师提交的材料进行合格性检查，对受聘参与评审工作的评估师按《申请表》标准给予评分，提出初步的考核意见后，报相应的注册机关。

（四）注册机关检查、核实评审机构的初步考核意见，确定考核合格的评估师，并依据评估师从事的专业按油气、放射性、煤、黑色金属、有色金属（含贵金属、稀有、

稀土、稀散）、建材非金属、化工非金属、水气矿产及其他进行矿产分类注册登记，有效期三年。

（五）各省（区、市）注册机关将本行政区评估师考核注册情况总结及评估师的《申请表》报国土资源部备案。

六、材料提供有关要求

连续三年未参加矿产资源储量评审工作的，提供近三年内主持编制矿床经济可行性研究报告和详查以上勘查报告、主持中型以上矿床或水源地建设项目的可行性研究或设计的相关证明材料复印件。

七、评估师有下列情形之一者，注册机关不予注册：

（一）申请人提供的材料不符合要求或申请人不提供上述相关证明材料的；

（二）参与评审工作的评估师考核评分低于 分的；

（三）在规定时间内不提交《申请表》的；

（四）由于身体等原因无法胜任矿产资源储量评审工作的。

附件：《矿产储量评估师考核注册申请表》（略）

二〇〇三年十二月五日

关于印发《矿产资源储量规模划分标准》的通知

国土资发〔2000〕133号

各省、自治区、直辖市地质矿产厅（局）、资源（储）委：

根据中华人民共和国矿产资源法第十六条第六款规定，我部组织制定了《矿产资源储量规模划分标准》，现予印发执行。

国土资源部

二〇〇〇年四月二十四日

矿区矿产资源储量规模划分标准

序号	矿种名称	单位	规模		
			大型	中型	小型
1	煤				
	煤田）	原煤　亿吨）	≥3	1～3	<1
	矿区）	原煤　亿吨）	≥1	0.5～1	<0.5
	井田）	原煤　亿吨）	≥0.45	0.15～0.45	<0.15
2	油页岩	矿石　亿吨）	≥5	1～5	<1
3	石油	原油　万吨）	≥1000	500～1000	<500
4	天然气	气量　亿立方米）	≥300	50～300	<50
5	铀				
	地浸砂岩型）	金属　吨）	≥1000	200～1000	<200
	其他类型）	金属　吨）	≥200	50～200	<50
6	地热	电　热）能　兆）	≥3	1～3	<1
7	铁				
	贫矿）	矿石　亿吨）	≥0.5	0.2～0.5	<0.2
	富矿	矿石　亿吨）	≥0.2	0.05～0.2	<0.05
8	锰	矿石　万吨）	≥50	15～50	<15
9	铬铁矿	矿石　万吨）	≥30	6～30	<6
10	钒	含钒岩体　万吨）	≥200	50～200	<50
11	钛				
	金红石原生矿）	精矿　万吨）	≥50	15～50	<15
	金红石砂矿）	矿物　万吨）	≥10	3～10	<3
	钛铁矿原生矿）	精矿　万吨）	≥30	6～30	<6
	钛铁矿砂矿）	矿物　万吨）	≥10	3～10	<3
12	铜	金属　万吨）	≥30	10～30	<10
13	铅	金属　万吨）	≥30	10～30	<10
14	锌	金属　万吨）	≥30	10～30	<10
15	铝土矿	矿石　万吨）	≥500	100～500	<100
16	镍	金属　万吨）	≥10	3～10	<3
17	钴	金属　万吨）	≥3	1～3	<1
18	钨	宰砂精矿　万吨）	≥5	1～5	<1

续表

序号	矿种名称	单位	规　模		
			大型	中型	小型
锡	锡	金属　万吨）	≥源	园爱缘 源	约园爱缘
铋	铋	金属　万吨）	≥缘	员 缘	约员
钼	钼	金属　万吨）	≥员园	员 员园	约员
汞	汞	金属　吨）	≥园园园	缘园 园园园	约缘园
锑	锑	金属　万吨）	≥员园	员 员园	约员
镁	镁				
	冶镁白云岩）	矿石　万吨）	≥缘园园	员园园 缘园园	约员园园
	冶镁菱镁矿）				
铂	铂族	金属　吨）	≥员园	圆 员园	约圆
金	金				
	岩金）	金属　吨）	≥园园	缘 园园	约缘
	砂金）	金属　吨）	≥愿	圆 愿	约圆
银	银	金属　吨）	≥员园园	园园园 员园园	约园园园
铌	铌				
	原生矿）	氧化铌　万吨）	≥员园	员 员园	约员
	砂矿）	矿物　吨）	≥园园园	缘园 园园园	约缘园
钽	钽				
	原生矿）	耗酸钽钾　吨）	≥员园园	缘园 员园园	约缘园
	砂矿）	矿物　吨）	≥缘园	员园 缘园	约员园
铍	铍	月桂冠　吨）	≥员园园园	园园园 员园园园	约园园园
锂	锂				
	矿物锂矿）	氧化锂　万吨）	≥员园	员 员园	约员
	盐湖锂矿）	氧化锂　万吨）	≥缘园	员园 缘园	约员园
锆	锆　锆英石）	矿物　万吨）	≥园园	缘 园园	约缘
锶	锶　天青石）	碳酸锶　万吨）	≥园园	缘 园园	约缘
铯	铯	硝酸铯　吨）	≥园园园	缘园 园园园	约缘园
	盐湖中的铯另计）				
铯	铯	悦榕庄　吨）	≥园园园	缘园 园园园	约缘园
稀土	稀土				
		独居石　吨）	≥员园园园	员园园 员园园园	约员园园园
	砂矿）				
		磷钇矿　吨）	≥缘园园	缘园 缘园园	约缘园
	原生矿）	氧化钇　万吨）	≥缘园	缘 缘园	约缘
	风化壳矿床）	铈族氧化物　万吨）	≥员园	员 员园	约员
	风化壳矿床）	钇族氧化物　万吨）	≥缘	园爱缘 缘	约园爱缘
钪	钪	孙悟空　吨）	≥员园	圆 员园	约圆
锗	锗	贝壳藻　吨）	≥园园园	缘园 园园园	约缘园
镓	镓	贝壳粉　吨）	≥园园园	源园园 园园园园	约源园园

续表

序号	矿种名称	单位	规　模		
			大型	中型	小型
源园	铟	吨）	≥	～	＜
源员	铊	吨）	≥	～	＜
源圆	铪	吨）	≥	～	＜
源猿	铼	吨）	≥	～	＜
源源	镉	吨）	≥	～	＜
源缘	硒	吨）	≥	～	＜
源远	碲	吨）	≥	～	＜
源苑	金刚石				
	原生矿）	矿物　万克拉）	≥	～	＜
	砂矿）	矿物　万克拉）	≥	～	＜
源愿	石墨				
	晶质）	矿物　万吨）	≥	～	＜
	隐晶质）	矿石　万吨）	≥	～	＜
源愿	磷矿	矿石　万吨）	≥	～	＜
缘园	自然硫	矿石　万吨）	≥	～	＜
缘员	硫铁矿	矿石　万吨）	≥	～	＜
缘圆	钾盐				
	固态）	折氧化钾　万吨）	≥	～	＜
	液态）	折氧化钾　万吨）	≥	～	＜
缘猿	硼　内生硼矿）	三氧化二硼　万吨）	≥	～	＜
缘源	水晶				
	压电水晶）	矿物　吨）	≥	～	＜
	熔炼水晶）	矿物　吨）	≥	～	＜
	光学水晶）	矿物　吨）	≥	～	＜
	工艺水晶）	矿物　吨）	≥	～	＜
缘缘	刚玉	矿物　万吨）	≥	～	＜
缘远	蓝晶石	矿物　万吨）	≥	～	＜
缘苑	硅灰石	矿物　万吨）	≥	～	＜
缘愿	钠硝石	氧化钠层　万吨）	≥	～	＜
缘愿	滑石	矿石　万吨）	≥	～	＜
远园	石棉				
	超基性岩型）	矿物　万吨）	≥	～	＜
	镁质碳酸盐型）	矿物　万吨）	≥	～	＜
远员	蓝石棉	矿物　吨）	≥	～	＜
远圆	云母	工业原料云母　吨）	≥	～	＜
远猿	钾长石	矿物　万吨）	≥	～	＜
远源	石榴子石	矿物　万吨）	≥	～	＜
远缘	叶醋石	矿石　万吨）	≥	～	＜
远远	蛭石	矿石　万吨）	≥	～	＜

续表

序号	矿种名称	单位	规　模		
			大型	中型	小型
迈苑	沸石	矿石　万吨）	≥缓慢的	缓慢的~缓慢的	约缓慢的
迈愿	明矾石	矿物　万吨）	≥克拉的	圆形的~克拉的	约圆形的
迈恕	芒硝	晶体矿物原料　万吨）	≥克拉的	克拉的~克拉的	约克拉的
	钙芒硝）	晶体矿物原料　万吨）	≥克拉的	克拉的~克拉的	约克拉的
苑园	石膏	矿石　万吨）	≥猫的	克拉的~猫的	约克拉的
苑员	重晶石	矿石　万吨）	≥克拉的	圆形的~克拉的	约圆形的
苑圆	毒重石	矿石　万吨）	≥克拉的	圆形的~克拉的	约圆形的
苑猿	天然碱	晶体矿物原料　垣晶体矿物原料　万吨）	≥克拉的	圆形的~克拉的	约圆形的
苑源	冰洲石	矿物　吨）	≥员	园援员~员	约园援员
苑缘	菱镁矿	矿石　亿吨）	≥园彩缘	园援员~园彩缘	约园援员
苑远	萤石				
	普通萤石）	恍萤石　万吨）	≥克拉的	圆形的~克拉的	约圆形的
	光学萤石）	矿物　吨）	≥员	园援员~员	约园援员
苑苑	石灰岩				
	电石用灰岩）				
	制碱用灰岩）	矿石　亿吨）	≥园彩缘	园援员~园彩缘	约园援员
	化肥用灰岩）				
	熔剂用灰岩）				
	玻璃用灰岩）	矿石　亿吨）	≥园援员	园援元圆~园援员	约园援元圆
	制灰用灰岩）				
	水泥用灰岩，包括白垩）	矿石　亿吨）	≥园援愿	园援员缘~园援愿	约园援员缘
苑愿	泥灰岩	矿石　亿吨）	≥园彩缘	园援员~园彩缘	约园援员
苑恕	含钾岩石	矿石　亿吨）	≥员	园援圆~员	约园援圆
	包括含钾砂页岩）				
愿园	白云岩				
	冶金用）	矿石　亿吨）	≥园彩缘	园援员~园彩缘	约园援员
	化肥用）				
	玻璃用）				
愿员	硅质原料 包括石英岩、砂岩、 天然石英砂、 脉石英、粉石英）				
	冶金用）				
	水泥配料用）	矿石　万吨）	≥圆形的	圆形的~圆形的	约圆形的
	水泥标准砂）				
	玻璃用）	矿石　万吨）	≥克拉的	圆形的~克拉的	约圆形的
	铸型用）	矿石　万吨）	≥克拉的	克拉的~克拉的	约克拉的
	砖瓦用）	矿石　万立方米）	≥圆形的	缓慢的~圆形的	约缓慢的
	建筑用）	矿石　万立方米）	≥缓慢的	克拉的~缓慢的	约克拉的
	化肥用）	矿石　万吨）	≥克拉的	圆形的~克拉的	约圆形的
	陶瓷用）	矿石　万吨）	≥克拉的	圆形的~克拉的	约圆形的

续表

序号	矿种名称	单位	规　模		
			大型	中型	小型
愿圆	天然油石	矿石　万吨）	≥员园园	员园园～员园园	约员园园
愿猿	硅藻土	矿石　万吨）	≥员园园园	园园园～员园园园	约园园园
愿源	页岩				
	砖瓦用）	矿石　万立方米）	≥园园园园	园园园～园园园园	约园园园
	水泥配料用）	矿石　万吨）	≥缘园园园	缘园园～缘园园园	约缘园园
愿缘	高岭土	矿石　万吨）	≥缘园园	员园园～缘园园	约员园园
	包括陶瓷土）				
愿远	耐火粘土	矿石　万吨）	≥员园园园	园园园～员园园园	约园园园
愿苑	凹凸棒石	矿石　万吨）	≥缘园园	员园园～缘园园	约员园园
愿愿	海泡石粘土				
	包括伊利石粘	矿石　万吨）	≥缘园园	员园园～缘园园	约员园园
	土，累托石粘土）				
愿愿	膨润土	矿石　万吨）	≥缘园园园	缘园园～缘园园园	约缘园园
怨园	铁矾土	矿石　万吨）	≥员园园园	园园园～员园园园	约园园园
怨员	其它粘土				
	铸型用粘土）	矿石　万吨）	≥员园园园	园园园～员园园园	约园园园
	砖瓦用粘土）	矿石　万吨）	≥园园园园	缘园园～园园园园	约缘园园
	水泥配料用粘土）				
	水泥配料用红土）	矿石　万吨）	≥园园园园	缘园园～园园园园	约缘园园
	水泥配料用黄土）				
	水泥配料用泥岩）				
	保温材料用粘土）	矿石　万吨）	≥园园园	缘园园～园园园	约缘园园
怨圆	橄榄岩　化肥用）	矿石　亿吨）	≥员	园援员～员	约园援员
怨猿	蛇纹岩				
	化肥用）	矿石　亿吨）	≥员	园援员～员	约园援员
	熔剂用）	矿石　亿吨）	≥园彩缘	园援员～园援缘	约园援员
怨源	玄武岩　铸石用）	矿石　万吨）	≥员园园园	园园园～员园园园	约园园园
怨缘	辉绿岩				
	铸石用）	矿石　万吨）	≥员园园园	园园园～员园园园	约园园园
	水泥用）	矿石　万吨）	≥园园园园	园园园～园园园园	约园园园
	水泥混合材				
怨远	安山玢岩）	矿石　万吨）	≥园园园园	园园园～园园园园	约园园园
	闪长玢岩）				
怨苑	建筑用石材	矿石　万立方米）	≥缘园园园	员园园园～缘园园园	约员园园园
怨愿	饰面用石材	矿石　万立方米）	≥员园园园	园园园～员园园园	约园园园
怨怨	珍珠岩　包括黑	矿石　万吨）	≥园园园园	缘园园～园园园园	约缘园园
	曜岩、松脂岩）				
员园园	浮石	矿石　万吨）	≥猿园园	缘园～猿园园	约缘园
	粗面岩				
员员	水泥用）	矿石　万吨）	≥员园园园	园园园～员园园园	约园园园
	铸石用）				
员员	凝灰岩				
	玻璃用）	矿石　万吨）	≥员园园园	园园园～员园园园	约园园园
	水泥用）	矿石　万吨）	≥园园园园	园园园～园园园园	约园园园
员员	大理岩				

续表

序号	矿种名称	单位	规　模		
			大型	中型	小型
	水泥用）	矿石　万吨）	≥	～	约
	玻璃用）	矿石　万吨）	≥	～	约
	板岩　水泥配料用）	矿石　万吨）	≥	～	约
	泥炭	矿石　万吨）	≥	～	约
	矿盐	晶体盐　亿吨）	≥	～	约
	包括地下卤水）				
	镁盐	氯化镁含量≥ 硫酸镁含量≥ 万吨）	≥	～	约
	碘	碘　吨）	≥	～	约
	溴	溴　吨）	≥	～	约
	砷	砷　万吨）	≥	～	约
	地下水	允许开采量	≥	～	约
		立方米			
	矿泉水	允许开采量	≥	～	约
		立方米			
	二氧化碳气	气量　亿立方米）	≥	～	约

说明：

确定矿产资源储量规模依据的单元：

　石油；油田，天然气、二氧化碳气；气田；　地热；地热田；　固体矿产　煤除外）：矿床；　地下水、矿泉水：水源地。

确定矿产资源储量规模依据的矿产资源储量：

　石油、天然气、二氧化碳气：地质储量；　地热：电　热）能；　固体矿产：基础储量 垣资源量　仅限　　　，相当于　固体矿产地质勘探规模总则》　　—　中的　　垣　　垣　　级　表内）储量；　地下水、矿泉水：允许开采量。

存在共生矿产的矿区，矿产资源储量规模以矿产资源储量规模最大的矿种确定。

中型及小型规模不含其上限数字。

矿产储量评估师管理办法

国土资源部

第一条　为了加强对矿产储量评估师的管理，规范矿产储量评估师行为，提高矿产储量评估师素质和执业水平，根据人事部、国土资源部制定的《矿产储量评估师执业资格制度暂行规定》（以下简称暂行规定）以及国家专业技术人员执业资格的有关规定，制定本办法。

第二条　矿产储量评估师，是指取得中华人民共和国矿产储量评估师执业资格证书，受聘从事矿产资源储量评审及其相关业务的专业技术人员。

第三条　取得矿产储量评估师执业资格人员，应参加国土资源部统一组织的执业资格培训，通过培训者将颁发国土资源部统一印制的岗位培训证书。

第四条　培训工作由国土资源部负责组织，由国土资源部矿产资源储量管理部门或经国土资源部授权的省、自治区、直辖市地质矿产主管部门具体实施；国土资源部人事管理部门负责监督、检查。

第五条　矿产储量评估师执业资格培训内容及有关教材，由国土资源部矿产资源储量管理部门拟定，报人事部备案。

第六条　矿产储量评估师执业资格实行注册登记制度。国土资源部为注册管理机构，国土资源部矿产资源储量管理部门及各省、自治区、直辖市地质矿产主管部门为注册机关；人事部和各省、自治区、直辖市人事部门对注册及管理有监督、检查的责任。

第七条　取得矿产储量评估师执业资格证书者，应在三个月内，到指定的注册机关办理注册登记手续。

第八条　申请注册必须同时具备下列条件：

（一）取得《矿产储量评估师执业资格证书》；

（二）取得国土资源部印制的《岗位培训证书》；

（三）身体健康，并能坚持在相应岗位工作。

第九条　矿产储量评估师注册有效期为 3 年。有效期满前三个月，持证者应当到原注册机关重新办理注册手续。

再次注册者，还应提供执业期间参加矿产资源储量管理办法、标准、规程、规范等方面业务培训的证明，并经本单位考核合格，注册管理机构审核同意。

第十条　经批准注册的矿产储量评估师，由注册机关在矿产储量评估师执业资格证书中的注册登记栏内加盖印章。

第十一条　矿产储量评估师受聘执业期间的考核工作，由相应的矿产资源储量评审机构负责。受聘的评估师应提供年终个人评审工作总结，评审机构提供考核意见，报相

应注册机关备案。

第十二条　矿产储量评估师享有如下权利：

（一）接受聘请，独立地承担评审业务；

（二）按照规定获取相应数额的评审费；

（三）参加国土资源部组织或经其授权组织的有关业务培训；

（四）向有关管理部门提出改进工作的意见。

第十三条　矿产储量评估师应当履行如下义务：

（一）熟悉掌握矿产资源储量评审有关的法律、法规、规定以及标准的要求；

（二）恪守职业道德和行为规范，坚持客观、公正、实事求是原则。对承担评审工作的项目，提出署名评审意见，并对其内容的真实性、合法性负责；

（三）对承担评审项目的有关资料，应严格保守秘密；

（四）与管理部门保持密切联系，并为其提供有关咨询服务。

第十四条　取得资格的矿产储量评估师，有下列情形之一，未构成犯罪的，由国土资源部视其情节轻重，给予警告、暂停执业、注销注册、吊销证书等处分；构成犯罪的，依法追究其刑事责任。

（一）未经注册，从事矿产资源储量评审工作；

（二）未经相关评审机构同意，私自为所评审的项目提供咨询服务或参与有关工作；

（三）准许他人以本人名义承担评审业务的；

（四）玩忽职守，不认真完成个人书面评审意见的；

（五）涂改、转让执业资格证书；

（六）受聘中，利用业务之便索取、收受不正当的酬金或其他财物的；

（七）评审过程中，弄虚作假，有违反法律法规规定行为，损害国家利益，给矿业权人造成经济损失的。

第十五条　根据本办法被吊销资格证书的人员，不得再次申报矿产储量评估师资格。

第十六条　当事人对处罚决定不服的，可在收到处罚通知 [illegible] 日内，向有关管理部门申请复议。

第十七条　本办法由国土资源部负责解释。

第十八条　本办法自发布之日起施行。

[illegible] 年 [illegible] 月 [illegible] 日

矿产资源储量评审认定办法

国土资发〔2000〕133号　2000年7月29日，国土资源部　国家计委
国家经贸委　中国人民银行　中国证监会

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 5 个工作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 名专家；中型

的，不少于 猿名专家；小型的，员原圆名专家。

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 远园日内完成。

矿产资源储量评审意见书，应自签发之日起 员园日内书面通知探矿权人或者采矿权人，圆园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 [illegible]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[illegible]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 [illegible]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。[illegible]年 [illegible]月 [illegible]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 [illegible]矿产和地下水勘探报告审批办法（试行）》同时废止。

矿产资源登记统计管理办法

第一章　总　则

第一条　为加强矿产资源登记统计管理，维护国家对矿产资源的所有权，根据《中华人民共和国矿产资源法》、《中华人民共和国统计法》及有关行政法规，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从事矿产资源勘查、开采或者工程建设压覆重要矿产资源的，应当依照本办法的规定进行矿产资源登记统计。

第三条　本办法所称矿产资源登记统计，包括矿产资源储量登记和矿产资源统计。

本办法所称矿产资源储量登记，是指县级以上国土资源行政主管部门对查明、占用、残留、压覆矿产资源储量的类型、数量、质量特征、产地以及其他相关情况进行登记的活动。

本办法所称矿产资源统计，是指县级以上国土资源行政主管部门对矿产资源储量变化及开发利用情况进行统计的活动。

第四条　国土资源部负责全国矿产资源登记统计的管理工作。

县级以上地方国土资源行政主管部门负责本行政区域内矿产资源登记统计的管理工作，但石油、天然气、煤层气、放射性矿产除外。

第二章　矿产资源储量登记

第五条　有下列情形之一的，探矿权人、采矿权人或者建设单位应当依照本办法的规定办理矿产资源储量登记：

（一）探矿权人在不同勘查阶段查明矿产资源储量的；

（二）采矿权申请人申请占用矿产资源储量的；

（三）采矿权人因变更矿区范围等调整占用矿产资源储量的；

（四）停办或者关闭矿山后有残留或者剩余矿产资源储量的；

（五）工程建设压覆重要矿产资源储量的；

（六）省级以上国土资源行政主管部门规定的其他矿产资源储量。

采矿权人占用的矿产资源储量发生重大变化后新计算的矿产资源储量，由县级以上国土资源行政主管部门决定是否登记。

第六条　登记矿产资源储量时，应当向县级以上国土资源行政主管部门提交下列资料：

（一）矿产资源储量登记书；

（二）矿产资源储量评审（审查）意见书；

（三）矿产资源储量（评估）报告及主要附图、附表、附件。

除提交前款规定的资料外，探矿权人、采矿权人还应当同时提交勘查许可证或者采矿许可证复印件；压覆重要矿产资源的建设单位还应当同时提交国土资源部或者省级国土资源行政主管部门同意压覆重要矿产资源的批准文件。

第七条　矿产资源储量登记，按照下列规定办理：

（一）探矿权人查明的矿产资源储量，在矿产资源储量评审通过后 30日内，由原发证的国土资源行政主管部门登记；

（二）采矿权申请人申请占用的矿产资源储量，由发证的国土资源行政主管部门在办理采矿许可证时同时办理；

（三）采矿权人因变更矿区范围等调整占用的矿产资源储量，由原发证的国土资源行政主管部门在办理采矿许可证变更登记手续时同时办理；

（四）采矿权人停办或者关闭矿山残留或者剩余的矿产资源储量，由原发证的国土资源行政主管部门在办理采矿许可证注销手续时同时办理；

（五）工程建设项目压覆的重要矿产资源储量，由批准建设用地的国土资源行政主管部门在办理建设用地审批手续时同时办理。

第八条　经登记的矿产资源储量，是矿产资源规划、管理、保护与合理利用的依据，未经法定程序，任何单位和个人不得擅自更改。

第九条　上级国土资源行政主管部门应当自完成矿产资源储量登记手续之日起 30日内，将矿产资源储量登记情况通知矿区所在地的下级国土资源行政主管部门。

第三章　矿产资源统计

第十条　矿产资源统计调查计划，由国土资源部负责制定，报国务院统计行政主管部门批准后实施。

全国矿产资源统计信息，由国土资源部定期向社会发布。

第十一条　矿产资源统计，应当使用由国土资源部统一制定并经国务院统计行政主管部门批准的矿产资源统计基础表及其填报说明。

矿产资源统计基础表，包括采矿权人和矿山（油气田）基本情况、生产能力和实际产量、采选技术指标、矿产组分和质量指标、占用矿产资源储量变化情况、共伴生矿产综合利用情况等内容。

未列入矿产资源统计基础表的查明矿产资源储量、压覆矿产资源储量、残留矿产资源储量及其变化情况和占用矿产资源储量的相关情况，依据矿产资源储量登记书进行统计。

第十二条　开采矿产资源，以年度为统计周期，以采矿许可证划定的矿区范围为基本统计单元。但油气矿产以油田、气田为基本统计单元。

第十三条　采矿权人应当于每年 1月底前，完成矿产资源统计基础表的填报工作，并将矿产资源统计基础表一式三份，报送矿区所在地的县级国土资源行政主管部门。统

计单元跨行政区域的，报共同的上级国土资源行政主管部门指定的县级国土资源行政主管部门。

开采石油、天然气、煤层气和放射性矿产的，采矿权人应当于每年 猿月底前完成矿产资源统计基础表的填报工作，并将矿产资源统计基础表一式二份报送国土资源部。

第十四条　上级国土资源行政主管部门负责对下一级国土资源行政主管部门上报的统计资料和采矿权人直接报送的矿产资源统计基础表进行审查、现场抽查和汇总分析。

省级国土资源行政主管部门应当于每年 猿月底前将审查确定的统计资料上报国土资源部。

第十五条　县级国土资源行政主管部门履行下列统计职责：

（一）经上级国土资源行政主管部门登记后通知的和本级登记的矿产资源储量的录入、汇总；

（二）本行政区域内采矿权人的矿产资源统计基础表的组织填报、数据审查、录入、现场抽查；

（三）经登记的矿产资源储量和本行政区域内采矿权人占用的矿产资源储量变化情况的统计；

（四）本行政区域内采矿权人的开发利用情况的统计；

（五）向上一级国土资源行政主管部门报送本条第（三）项、第（四）项统计资料。

第十六条　填报矿产资源统计基础表，应当如实、准确、全面、及时，并符合统计核查、检测和计算等方面的规定，不得虚报、瞒报、迟报、拒报。

第四章　登记统计资料管理

第十七条　国土资源行政主管部门应当建立矿产资源登记统计资料档案管理制度，加强对本行政区域内矿产资源登记统计资料、统计台账及数据库的管理。

上报矿产资源登记统计资料应当附具统一要求的电子文本。

全国矿产资源登记统计数据库由国土资源部统一制定。

探矿权人、采矿权人和建设单位应当建立矿产资源登记统计资料档案管理制度，妥善保管本单位的矿产资源登记统计资料、统计台账及其他相关资料，并接受县级以上国土资源行政主管部门的监督检查。

第十八条　国土资源行政主管部门审查和现场抽查矿产资源登记统计资料时，探矿权人、采矿权人和建设单位应当予以配合，并如实提供相关数据资料。

第十九条　探矿权人、采矿权人或者建设单位要求保密的矿产资源登记统计资料，国土资源行政主管部门应当依法予以保密。

县级以上国土资源行政主管部门发布本行政区矿产资源登记统计信息，提供有关信息服务时，应当遵守国家保密法律、法规的规定。

第二十条　县级以上国土资源行政主管部门应当确定具有相应专业知识的人员具体承担登记统计工作，定期对登记统计工作人员进行考评；对成绩显著、贡献突出的，应当给予表彰和奖励。

第五章　法律责任

第二十一条　采矿权人不依照本办法规定填报矿产资源统计基础表，虚报、瞒报、拒报、迟报矿产资源统计资料，拒绝接受检查、现场抽查或者弄虚作假的，依照《矿产资源开采登记管理办法》第十八条、《矿产资源补偿费征收管理规定》第十六条以及《中华人民共和国统计法》及其实施细则的有关规定进行处罚。

第二十二条　国土资源行政主管部门工作人员在矿产资源登记统计工作中玩忽职守、滥用职权、徇私舞弊的，依法给予行政处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第六章　附　则

第二十三条　本办法自[illegible]年[illegible]月[illegible]日起施行。[illegible]年[illegible]月[illegible]日原地质矿产部发布的《矿产储量登记统计管理暂行办法》同时废止。

国土资源部

二〇〇三年十一月二十六日

矿产储量评估师执业资格制度暂行规定

员怨怨怨年 猿月 圆员日，人事部　国土资源部

第一条　为了保证矿产资源储量评审工作质量，加强和规范评审人员管理，提高评审人员素质和执业水平，充分发挥专业人员在矿产资源储量评审工作中的作用，根据《中华人民共和国矿产资源法》以及职业资格证书制度的有关内容，制定本规定。

第二条　矿产储量评估师执业资格制度属职业资格范畴，纳入专业技术人员执业资格制度的统一规划，由国家确认批准。

第三条　凡按照本规定取得矿产储量评估师执业资格证书的人员，方可受聘承担矿产资源储量评审业务。

第四条　国土资源部负责矿产储量评估师执业资格制度的组织实施工作。人事部负责进行监督、检查。

第五条　凡中华人民共和国公民，符合下列条件者，可申请矿产储量评估师执业资格：

（一）坚持四项基本原则，遵纪守法，具有良好的职业道德；

（二）具有地质勘查、采　选）矿等工程或经济类高级专业技术职务；

（三）从事相关工作　矿产勘查、储量评审、矿山或水源地建设项目可行性研究或设计）满 员远年，同时具有下列经历之一：

员. 主持过中型以上矿床或水源地勘查报告的编制工作；

圆. 主持审查中型以上矿床或水源地勘查报告不少于 缘份；

猿. 主持过中型以上矿床或水源地建设项目的可行性研究或设计工作。

（四）身体健康，年龄不超过 远愿周岁　院士及著名专家可适当放宽）。

第六条　符合上述条件的人员，可向所在单位提出申请，经单位同意后，由省、自治区、直辖市矿产储量审批机构推荐，报国土资源部；国务院有关部、委、局和总公司可直接向国土资源部申报。

第七条　经国土资源部组织考核合格者，由国土资源部统一颁发人事部和国土资源部用印的矿产储量评估师执业资格证书。证书有效期 猿年，猿年期满，重新考核核定有效期。该证书全国范围内有效。

第八条　矿产资源储量评审机构须聘用矿产储量评估师承担矿产资源储量的评审业务工作。

第九条　取得矿产储量评估师执业资格证书者，应按规定参加国土资源部组织或授权组织的业务培训，并作为考核聘用的重要依据。

第十条　矿产储量评估师应熟悉和掌握矿产资源储量管理有关法律、规定、规范及技术要求，恪守公正客观、实事求是的原则。受聘担任评审的矿产储量评估师应对所承

担的评审项目签署鉴定和评审意见，并对其内容的真实性、合法性负责。

第十一条　矿产储量评估师受聘承担矿产资源储量报告评审工作中，有徇私舞弊、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，给予警告、暂停聘用或收回证书等处分。

第十二条　本规定由国土资源部负责解释。

第十三条　本规定自发布之日起施行。

矿产储量登记统计管理暂行办法

[illegible]年[illegible]月[illegible]日，地矿部

第一条　为维护国家对矿产资源的所有权，加强矿产储量的动态管理，保护地质勘查单位和矿山企业的合法权益，建立矿产资源储备帐户，依据《中华人民共和国矿产资源法》、《中华人民共和国矿产资源法实施细则》、《中华人民共和国统计法》及国家有关法规制定本办法。

第二条　本办法所称矿产储量是指经勘查探明具有利用价值的，呈固态、液态或气态的能源矿产、金属矿产、非金属矿产和水气矿产的储藏量。

第三条　国家对矿产储量实行统一的登记统计管理制度。在中华人民共和国领域及管辖的其它海域从事矿产资源勘查、开采及工程建设压覆矿产储量，必须遵守本办法。

第四条　国务院地质矿产主管部门是全国矿产储量登记统计管理机关。国务院地质矿产主管部门在国务院有关主管部门协助下进行矿产储量登记统计管理工作。

各省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门是本行政区内矿产储量登记统计管理机关。各省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门在同级有关主管部门协助下进行矿产储量登记统计管理工作。

各地（市）、县（市）人民政府地质矿产主管部门是本行政区内矿产储量登记统计管理机关，负责本行政区内所属国有矿山企业、集体矿山企业和个体采矿者开采矿区矿产储量的登记统计管理工作。

第五条　履行矿产储量登记和提供矿产储量统计资料的勘查、开采单位的合法权益受法律保护。

第六条　勘查探明的矿产储量经过登记后，作为矿产资源规划分配的依据；探矿权人享有优先取得该矿产储量的采矿权的权利。

开办矿山企业占用的矿产储量经过登记后，作为矿山企业占用该矿产储量的依据。

建设项目压覆的在目前经济技术条件下无法采出的矿产储量经过登记后，地质矿产主管部门不受理采矿者对该矿产储量的采矿登记申请。

第七条　下列矿产储量必须登记：

一、矿区不同勘查阶段所探明的[illegible]阅级以上（含[illegible]阅级）矿产储量和矿山原储量登记范围外新探明的矿产储量；

二、开办矿山企业所占用的矿产储量；

三、变更开采范围或者矿区范围、开采矿种和企业名称后矿山企业所占用的矿产储量；

四、建设项目压覆的在目前经济技术条件下无法采出的矿产储量。

第八条　申报登记矿产储量须具备的条件：

一、地质勘查单位申报登记勘查探明的矿产储量须具备：

（一）本勘查项目的勘查许可证；

（二）矿产储量审批机构或有关主管部门对本勘查项目探明的矿产储量审批文件；

（三）地质勘查单位勘查探明矿产储量申请登记表。

二、开办矿山企业申报登记矿山占用的矿产储量须具备：

（一）经采矿登记管理机关复核的矿区范围；

（二）有关主管部门对矿山建设项目的批准文件（复印件）；

（三）矿山企业占用矿产储量申请登记表。

三、变更开采范围、开采矿种和企业名称后矿山企业申报登记矿山占用的矿产储量须具备：

（一）有关主管部门对矿山企业变更开采范围、开采矿种和企业名称的批准文件（复印件）；

（二）采矿登记管理机关变更的登记手续；

（三）矿山企业占用矿产储量申请登记表。

四、建设单位申报压覆矿产储量须具备：

（一）地质矿产主管部门对压矿的意见（复印件）；

（二）该建设项目的批准文件（复印件）；

（三）建设项目压覆矿产储量申请登记表。

第九条　申报登记矿产储量按照下列程序办理：

一、地质勘查单位和矿山企业应在地质勘查报告批准后三个月内向矿产地所在省、自治区、直辖市的矿产储量登记统计管理机关申报登记勘查探明的矿产储量。

二、开办矿山企业在主管部门对矿山建设项目批准后，领取采矿许可证前，到矿产储量登记统计管理机关申报登记占用的矿产储量。

三、外商独资、中外合资、合作勘查项目探明的矿产储量，由申请勘查登记的一方（或合同中约定的一方），在地质报告批准后三个月内，负责向矿产地所在省、自治区、直辖市的矿产储量登记统计管理机关申报登记。

四、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向所在地区的矿产储量登记统计管理机关申报登记被压覆的矿产储量。

五、因地质工作程度低，没有计算 阅级储量的矿产地，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计算占用储量后，进行登记。

六、跨省、自治区、直辖市和县（市）行政区域的矿区矿产储量，由探明该矿区矿产储量的勘查单位到领取勘查许可证的省、自治区、直辖市的矿产储量登记统计管理机关申报登记。

七、跨省、自治区、直辖市和县（市）行政区域的矿山占用矿产储量，由矿山企业到批准开办矿山企业的主管部门所在地同级的矿产储量登记统计管理机关申报登记。

八、本办法发布以前勘查探明的矿产储量，凡已列入矿产储量表的，视为已登记，不再补办理登记手续；凡未列入矿产储量表且未占用的，原勘查单位应在本办法颁发之

日起六个月内向省、自治区、直辖市矿产储量登记统计管理机关补办理登记手续。原单位已撤销的，由其上级主管部门按本规定补办登记手续。

九、本办法发布以前已获得采矿权正在开采的矿山企业，均应在本办法发布之日起六个月内到原颁发采矿许可证的地质矿产主管部门补办矿山所占用矿产储量的登记手续。

第十条　矿产储量登记统计管理机关在矿产储量统一登记基础上对每年矿产储量的增量、减量和存量进行统计。

第十一条　地质勘查单位在履行矿产储量登记后，应按《矿产储量表填报规定》填报年度基层矿产储量表，报地质勘查单位主管部门审查。主管部门审查后，于次年 圆月 员缘日前，报本省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门。

第十二条　矿山企业在履行矿产储量登记后，每年应按采矿登记划定的矿界范围统计矿产储量变动情况，填报年度基层矿产储量表，于次年一月底前报省、自治区、直辖市人民政府有关主管部门或地（市）、县（市）人民政府地质矿产主管部门审查。其中：

中央和省级直属国有矿山企业编制的基层矿产储量表，报矿产地所在省、自治区、直辖市人民政府有关主管部门审查；

地（市）、县（市）两级所属国有矿山企业编制的基层矿产储量表，报矿产地所在地（市）人民政府地质矿产主管部门审查；

集体矿山企业和个体采矿者编制的基层矿产储量表，报矿产地所在县（市）人民政府地质矿产主管部门审查。

省、自治区、直辖市人民政府有关主管部门和地（市）、县（市）人民政府地质矿产主管部门对矿山企业编制的基层矿产储量表审查后，于次年 圆月 员缘日前报送本省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门。

第十三条　外商独资的矿山企业和中外合资、合作的矿山企业编制的矿产储量表，于次年 圆月 员缘日前，报矿产地所在省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门审查。

第十四条　跨省、自治区、直辖市和县（市）行政区域的矿区（矿山）矿产储量，由原颁发该矿区（矿山）勘查或采矿许可证的地质矿产主管部门进行统计。

第十五条　地质勘查单位和矿山企业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。

第十六条　矿山企业正常和非正常损失矿产储量的注销，分年度注销和闭坑注销。矿山企业按照有关规定履行报销手续后报销的储量，反映在年度矿产储量表中，由矿产储量登记统计管理机关予以注销。

第十七条　各省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门，负责对本行政区地质勘查单位和矿山企业填报的基层矿产储量表进行汇总，并编制全省、自治区、直辖市年度矿产储量表；每年 猿月底前，将上年度的全省、自治区、直辖市矿产储量统计汇总表和矿产储量数据软盘上报国务院地质矿产主管部门；印刷出版的全省、自治区、直辖市矿产储量表（或矿产储量简表）于 远月底前报国务院地质矿产主管部门。

第十八条　国务院地质矿产主管部门负责汇总全国矿产储量，并于每年 苑月底前编

印出版全国矿产储量通报，送中央、国务院有关领导机关，提供国务院有关部门使用。

第十九条　全国矿产储量统计资料，由国务院地质矿产主管部门统一发布。

各省、自治区、直辖市矿产储量统计资料，由各省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门统一发布。

第二十条　违反本办法第七条、第八条、第九条规定的，由矿产储量登记统计管理机关给予批评、警告或通报，并限期补办理申报登记手续。

第二十一条　违反本办法第十一条、第十二条、第十三条规定的，由省级矿产储量登记统计管理机关给予批评、警告或通报，并限期补报矿产储量表。

第二十二条　违反本办法第十五条规定的，依据《中华人民共和国统计法》第二十五条、第二十六条的有关规定，予以处罚。

第二十三条　各省、自治区、直辖市人民政府地质矿产主管部门可根据本办法制定具体实施办法。

第二十四条　本办法由地质矿产部负责解释。

第二十五条　本办法自发布之日起施行。

矿床工业指标管理暂行办法

员愿圆年 员月 员日，国家矿产储量管理局

第一条　矿产储量属国有资产。矿床工业指标是界定矿产储量的标准。为加强矿产储量管理，适应社会主义市场经济需要，维护国家对矿产储量的所有权和矿山企业的使用权，提高矿产勘查和开发利用的经济效益、社会效益、资源效益，特制定本办法。

第二条　凡制订、修订矿产勘查、矿山设计、开采的矿床工业指标均须遵守本办法（石油、天然气、地下水另定）。

第三条　制订矿床工业指标，必须遵循国家的技术经济政策，符合矿床地质特征，对共、伴生矿产进行综合评价、综合利用。既保证矿山企业的经济效益，又充分利用资源，使国有资产得到保护。

第四条　用以编制供矿山建设使用的勘查报告的工业指标由勘查单位向矿山的主管部门提出矿床工业指标建议书（参考内容见附件 员），矿山的主管部门收到建议书后，应在五个月内委托设计单位进行技术经济论证，提出矿床工业指标推荐书（参考内容见附件 圆），并进行审批，以正式文件下达给勘查单位，同时将文件及推荐书抄报矿产储量管理部门备案。执行现行地质勘探规范中全国统一工业指标的矿种，经矿山的主管部门认可，制订程序可以简化。

矿山无主管部门时，工业指标制订程序为：勘查单位向矿山（或直接向矿产储量管理部门）提出建议书，矿山经论证后提出推荐书，报矿产储量管理部门审批下达。

不供矿山建设使用的矿产普查、详查阶段的矿床工业指标，可参照相应矿产地质勘探规范或由矿产储量管理部门制订的《矿产工业要求参考手册》中有关的工业指标确定，由勘查单位的主管部门批准执行。

第五条　供矿山建设使用的矿床工业指标经审批下达后，勘查单位按该指标圈定矿体计算储量编制地质勘查报告；矿产储量管理部门按该指标审批地质勘查报告；矿山设计单位和矿山企业按该指标进行设计和生产。

按此指标计算的矿产储量经矿产储量管理部门批准后，即成为国有资产帐户，进入国有资产管理体系。

第六条　矿山在基建勘探、生产勘探或开采中，由于技术经济条件及其它因素变化，需修订原矿床工业指标时，由矿山企业提出修订工业指标的建议意见和可行性论证报告，报矿山的主管部门审查同意后，报矿产储量管理部门（无主管部门的矿山直接报矿产储量管理部门）审查批准下达执行。未经矿产储量管理部门批准，任何单位不得擅自更动。

第七条　矿床工业指标修订后，应重新编制矿产储量报告，并须报原批准储量的矿产储量管理部门重新审批。矿产储量管理部门以批准的储量修正原批准储量，计入国有

资产帐户，实行动态管理。

第八条　在矿山生产过程中，矿山企业可随市场需求、价格及其它技术经济因素变化，实行动态的矿山工业指标。矿山工业指标低于矿床工业指标，国家予以鼓励。对矿山工业指标高于矿床工业指标造成原批准储量不能再采的，矿山企业负有对这部分国有资产向国家作出经济补偿的责任。具体处置办法由国家矿产储量管理部门商国家国有资产管理部门制定。

第九条　国务院和省、自治区、直辖市矿产储量管理部门应对矿床工业指标的制定、使用进行监督。

凡矿床工业指标不符合国家有关政策、法规，不利于充分开发利用和保护矿产资源的，矿产储量管理部门有权修改。

在矿山开采中，由于技术经济条件及其它因素变化，按本办法第三条规定的原则，应予修订工业指标而矿山未进行修订时，矿产储量管理部门有权责成矿山限期修订，其程序按本办法第六条规定执行。

第十条　勘查单位与矿山的主管部门对工业指标发生重大分歧意见，可向矿产储量管理部门申请仲裁。

第十一条　申请仲裁矿床工业指标的单位须向矿产储量管理部门提交仲裁申请书（内容见附件 猿）和详细技术经济论证资料，矿产储量管理部门受理后组织论证，按本办法第三条规定的原则作出仲裁。自收到仲裁申请之日起，对大、中型或条件复杂的小型矿床在五个月内，小型或简单矿床在三个月内下达仲裁决定书。

第十二条　对矿产储量管理部门仲裁决定不服的，可在十五日内向国家矿产储量管理部门申请复议。国家矿产储量管理部门自受理之日起，四个月内负责组织并聘请专家进行审理，作出复议决定。

第十三条　仲裁、复议中因技术经济论证等所发生的费用由责任方承担。如双方都有责任，由仲裁部门裁定，按双方应负的责任分别承担。

第十四条　凡违反本办法所规定的矿床工业指标制订程序和时限要求，导致影响编制地质勘查报告和延误矿山建设的单位，要承担因此而造成的经济损失。

第十五条　本办法由国家矿产储量管理局负责解释。

第十六条　本办法自发布之日起实施。以前有关规定与本办法相抵触的，以本办法为准。

附件 员: 矿床工业指标建议书内容　参考）

员、矿区名称、地理交通位置、自然经济概况，能源、劳动力、供水、运输等外部建设条件。

圆、矿区地质条件、矿床规模、矿体产状、形态、控矿因素；矿石物质组成、结构、构造；化学成分、有用有害组分及共、伴生矿产　元素）的含量、赋存状态、变化规律；矿石物理化学技术性能。

猿、矿石加工技术性能试验报告。

源匿矿床（区）开采技术条件及水文地质条件。

缘匿不同指标方案矿体试圈、储量对比资料、建议指标方案及初步矿床技术经济评价成果。

主要附图（比例尺员∶缘园园园—员∶员园园园园）

员匿矿区地形地质图

圆匿制订工业指标主要矿体的勘探线剖面图，纵剖面图和具代表性水平垂直投影图以及储量试算有关图件。

附件圆园　矿床工业指标推荐书内容（参考）

员匿矿区自然地理、外部建设条件

圆匿矿区地质概况、开采技术条件

猿匿矿石加工技术试验资料评述

源匿对地质勘探部门建议的工业指标方案的评述

缘匿参与经济论证的指标方案确定的依据

远匿矿床（体）开采技术方案设想

苑匿矿石加工技术方案设想

愿匿经济计算分析

怨匿综合效益分析

员园匿对所推荐的工业指标方案的论证和结论

主要图件

员匿不同指标方案试圈矿体的典型剖面图平面图

圆匿所推荐的指标方案圈定矿体的代表性剖面及平面图

猿匿矿区开采境界或开拓系统图

源匿矿化体试样主要有用组分含量统计分布图

缘匿回收元素的边界品位—矿石最低工业品位，边界品位—储量，边界品位—矿体平均品位，边界品位—净现值，边界品位—现金流量贴现收益率关系曲线图

主要计算表格

员匿企业财务平衡表

圆匿现金流量计算表

猿匿不同指标方案储量计算表

附件猿园　矿床工业指标仲裁申请书内容

员匿时间

圆匿单位名称、驻地、联系电话

猿匿法定代表人姓名、职务、职称；联系人姓名、职务、职称

源匿申请仲裁事由

缘批准下达矿床工业指标单位、驻地、负责人、联系电话、批准文号及日期
远矿床工业指标内容
苑主要分歧意见及建议方案
附技术经济论证资料　包括论证书及主要附图、附表）

第 三 篇

地质矿产勘查规范

固体矿产地质勘查规范总则

员月辕渍猿源—圆园园怨

代替 员月辕渍猿源—圆园园园
员月辕渍猿源—圆园园怨
员月辕渍猿源—圆园园园

员 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。

圆 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。

员月辕渍猿源—圆园园怨 固体矿产资源/储量分类

猿 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3个阶段。

猿.员 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。

猿.圆 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。

猿.猿 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。

猿.源 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。

源 矿产勘查工作

源 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。

源 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。

源 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。

源 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（氡、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。

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、工业试验等类。

非金属矿产的选矿加工技术试验是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。

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。

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。

矿产勘查的控制要求

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）三个类型。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三类九型。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Ⅱ型外，Ⅱ、Ⅲ类中又按主要影响因素分为三型，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A提示的附录）。

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三角法确定，见附录B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。

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。

矿产勘查各阶段要求

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∶5万～1∶10万的路线地质踏勘，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。

普查

通过 1∶5万～1∶10万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∶2000～1∶5000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。

[illegible] 详查

通过 [illegible] 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。

[illegible] 勘探

通过 [illegible] 必要时可用 [illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 探矿工程

对覆盖层小于 [illegible] 的浅部矿体可使用探槽、浅坑，大于 [illegible] 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 [illegible] 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 [illegible] 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。

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 缘豫。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。

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。

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、详查和勘探猿个阶段，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。

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。

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。

 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。

 矿产资源 储量分类及类型条件

 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 种类型。　见附录 粤　标准的附录）〕

 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　、探明的预可采储量　及控制的预可采储量　猿个类型。

 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 猿个类型，探明的　可研）经济基础储量　，探明的　预可研）经济基础储量　、控制的经济基础储量　。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 猿个类型，即探明的（可研）边际经济基础储量（[illegible]）、探明的（预可研）边际经济基础储量（[illegible]）、控制的边际经济基础储量（[illegible]）。

[illegible] 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 猿个类型：探明的内蕴经济资源量（[illegible]）、控制的内蕴经济资源量（[illegible]）、推断的内蕴经济资源量（[illegible]）；

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 猿个类型：探明的（可研）次边际经济资源量（[illegible]）、探明的（预可研）次边际经济资源量（[illegible]）、控制的次边际经济资源量（[illegible]）；

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（[illegible]），也是资源量的一种，属潜在矿产资源。

[illegible] 矿产资源 [illegible]储量类型条件

[illegible] 可采储量（[illegible]）

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（[illegible]），可供矿山建设设计利用。地质和可行性评价的可信度高。

[illegible] 探明的预可采储量（[illegible]）

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。

[illegible] 控制的预可采储量（[illegible]）

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。

[illegible] 探明的（可研）经济基础储量（[illegible]）

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[illegible]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。

[illegible] 探明的（预可研）经济基础储量（[illegible]）

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。

[illegible] 控制的经济基础储量（[illegible]）

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。

[illegible] 探明的（可研）边际经济基础储量（[illegible]）

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[illegible]小于行业内部基准收益率。未扣除设计、采矿损失的部分。

[illegible] 探明的（预可研）边际经济基础储量（[illegible]）

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[illegible]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。

[illegible] 控制的边际经济基础储量（[illegible]）

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[illegible]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。

[illegible] 探明的（可研）次边际经济资源量（[illegible]）

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。

[illegible] 探明的（预可研）次边际经济资源量（[illegible]）

在勘探地段内，勘查程度和可行性评价达到如[illegible]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。

[illegible] 控制的（预可研）次边际经济资源量（[illegible]）

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。

[illegible] 探明的内蕴经济资源量（[illegible]）

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。

[illegible] 控制的内蕴经济资源量（[illegible]）

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。

远圈圈圈缘 推断的内蕴经济资源量　猿猿猿

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。

远圈圈圈远 预测的资源量　猿猿猿？

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。

苑 矿产资源 蕴储量估算

苑圈员 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。

苑圈圆 矿产资源 蕴储量估算一般原则

苑圈圈员 应按矿体、块段、矿产资源 蕴储量类型、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 蕴储量。

苑圈圈圆 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 蕴储量。有经济效益的伴生组分，也应分别估算矿产资源 蕴储量。

苑圈圈猿 参与矿产资源 蕴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。

苑圈圈源 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 蕴地值，以该工程为截止点圈连矿体。

苑圈圈缘 参与矿产资源 蕴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 圆缘时，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 员颁颁颁颁 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 蕴储量，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 远～愿倍来衡量。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 法储量计算法时，用削减值代替特高品位，置于原始数据中参与计

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 猿块；松散矿石则应采集大体重样，且不得少于 猿源个；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 圆猿个大体重样，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 猿缘时，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。

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 法储量计算法（简称 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。

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 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　粤
标准的附录）
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 [illegible]			
	基础储量 [illegible]			
	预可采储量 [illegible]	预可采储量 [illegible]		
	基础储量 [illegible]	基础储量 [illegible]		
边际经济的	基础储量 [illegible]			
	基础储量 [illegible]	基础储量 [illegible]		
次边际经济的	资源量 [illegible]			
	资源量 [illegible]	资源量 [illegible]		
内蕴经济的	资源量 [illegible]	资源量 [illegible]	资源量 [illegible]	资源量 [illegible]？

注：表中所用编码　[illegible]：

第 [illegible]位数表示经济意义：[illegible]经济的，[illegible]边际经济的，[illegible]次边际经济的，[illegible]内蕴经济的，？[illegible]经济意义未定的；

第 [illegible]位数表示可行性评价阶段：[illegible]可行性研究，[illegible]预可行性研分，[illegible]概略研究；

第 [illegible]位数表示地质可靠程度：[illegible]探明的，[illegible]控制的，[illegible]推断的，[illegible]预测的，[illegible]未扣除设计、采矿损失的基础储量。

附　录　月
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原		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原	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原	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原	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。
	复合总问题为主的矿床　（Ⅱ原	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	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原	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。

续表

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-原-环）	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-原-复）	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、花岗石露天开采矿床	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-原-员）	云南四营煤矿山东省焦家金矿	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-原-圆）	吉林盘石镍矿、四川攀枝花关河石灰岩矿，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。
	环境地持头号题为主的矿床（Ⅱ-原-环）	河南平顶山煤矿陕北榆家梁井田	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-原-复）	四川金河磷矿，北京门头煤矿	针对主要问题有重点的开展工作，可参照上述Ⅱ-原-员~Ⅱ-原-环的要求进行。

续表

勘查类型		典型矿床实例	勘查工作要求
开采技术条件的矿床（Ⅲ）	水文地质问题为主的矿床（Ⅲ原员）	广东矾口铅矿，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原圆）	甘肃金川镍矿，苏州阳山高岭土矿，去南向阳煤矿，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原猿）	甘肃郴州源[illegible]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原源）	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原员~Ⅲ原猿的要求进行。

注：含水层富水性分级：

员按钻孔单位涌水量分为：弱富水 择约员[illegible]；中等富水：园[illegible] 皂约择约员[illegible]；强富水：员[illegible]约择彩[illegible]；极强富水：择彩[illegible]；

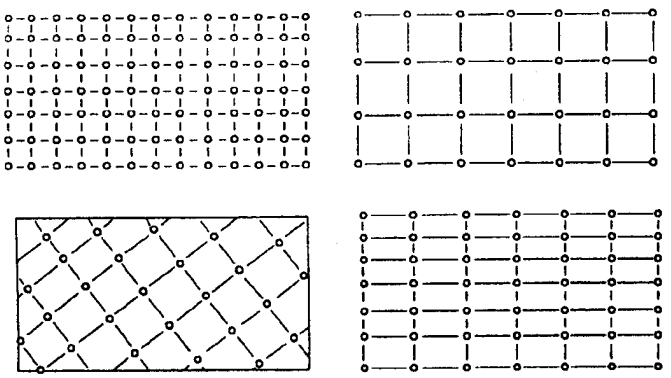
圆按天然泉水流量分为：弱富水：匝约[illegible]；中等富水：员[illegible]约匝约[illegible]；强富水：员[illegible]约匝约[illegible]；极强富水：匝彩[illegible]。

附　录　悦
提示的附录）
确定勘查工程间距的方法

悦员　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：

悦员员　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 悦员，该图最优勘查网度在 猿圆～圆缘者之间。当我们找到最佳勘查网　形）后，再利用每一结点上 $\sigma_{圆}^{2}$ 绘制 $\sigma_{圆}^{2}$ 等值线图，在估计方差较高的区域，利用 悦员员所述方法，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

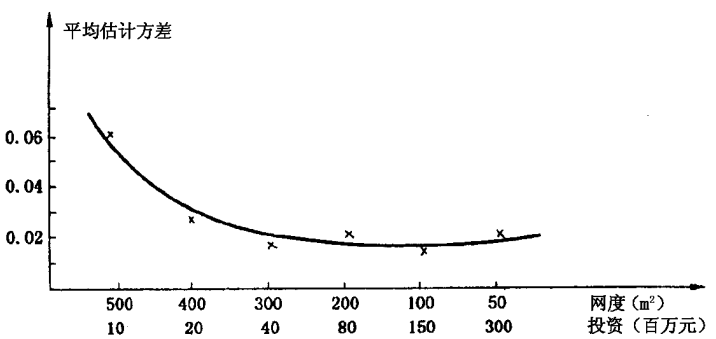


图 悦员　最优勘探网度的选择

悦员圆　勘查区内已有 灶个钻孔施工完毕，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 灶个钻孔的基础上再增加几个钻孔　图 悦圆），可用估计方

差 $\sigma_{圆}^{2}$确定最佳孔位。

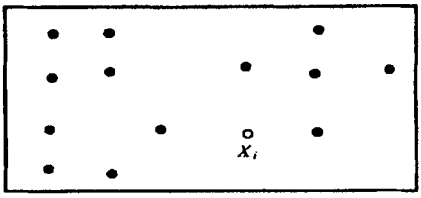


图 悦圆 利用 $\sigma_{圆}^{2}$确定的最佳孔位

员 计算当钻孔数为 灶时的估计方差 $\sigma_{圆}^{2}$ 灶；

圆 计算增加一个新孔 载$_{新}$后，每一钻孔的估计方差 $\sigma_{圆}^{2}$ 灶垣员(载)

猿 计算每一钻孔的相对收益，见式 悦员；

$$郧_{(载)}越\frac{(原\sigma_{圆}^{2}_{灶垣员(载)新})垣\sigma_{圆}^{2}_{灶}伊充_{圆}}{\sigma_{圆}^{2}_{灶}}豫 \qquad 悦员$$

源 绘制全区等相对收益线图，当 载$_{新}$位置与该等相对收益线图的最高点吻合，则载$_{新}$即为最佳孔位；否则，改变 载$_{新}$的位置，再计算，直至吻合；

缘 以同样方法确定其余钻孔 载$_{新}$的位置。

悦员圆员 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。

悦圆 杂阅法确定矿产勘查工程间距

杂阅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 杂阅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。

杂阅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 杂阅储量计算和精度计算。

杂阅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。

杂阅法确定矿产勘查的工程间距 澡的公式为式 悦圆：

$$澡越\sqrt{\frac{\sum 蕴_{条}澡_{条}}{晕原运}} \qquad 悦圆$$

式中：$澡_{条}$——勘探线平均间距；

$蕴_{条}$——第 条线两端点工程间的总距离；

运——勘探线数；

晕——根据要求的精度求取所需的工程数；

$$晕越\frac{\beta\eta忆}{员原葬}$$

$\eta忆$——要求达到的精度值；

葬 β——初始递进计算 杂阅精度过程中求取的系数值。

杂阅精度 （豫）：据地质可靠程度划分的区间。见图 悦凿

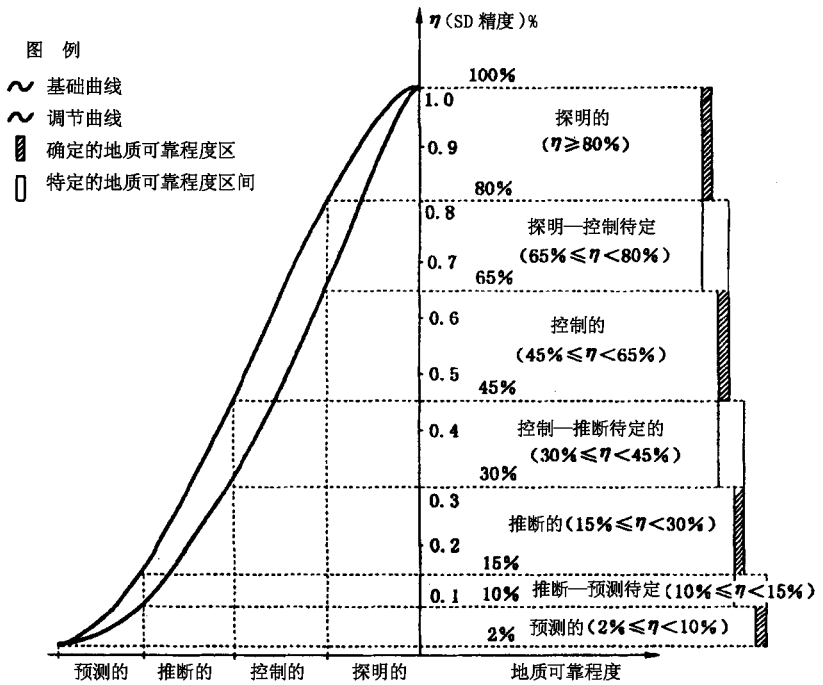


图 悦凿 杂阅精度与地质可靠程度关系应用图

探明的 η≤愿豫；

控制的 源豫≤员苑约远豫；

推断的 员豫≤，赠约愿豫；

预测的 η 约员豫。

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

员 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。

圆 定义

本标准采用下列定义：

圆员 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。

圆圆 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。

圆猿 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。

圆源 矿产勘查[①] 工作分为预查、普查、详查、勘探四个阶段。

圆源员 预查：依据区域地质和　戟）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。

圆源圆 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。

圆源猿 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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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），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。

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。

圆可行性研究：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 悦

圆经济意义：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。

圆经济的：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。

圆边际经济的：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。

圆次边际经济的：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。

圆内蕴经济的：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 粤

猿　分类及编码

猿员　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 员）和矩阵形式（表 员）表示。

猿圆　分数（见图 员、表 员及附录 月）：

猿圆员　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 月）。

表 员　固体矿产资源 辕储量分类表

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 员员员			
	基础储量 员员遭			
	预可采储量 员圆员	预可采储量 员圆圆		
	基础储量 员圆遭	基础储量 员圆遭		
边际经济的	基础储量 圆员员			
	基础储量 圆员圆	基础储量 圆员圆		
次边际经济的	资源量 圆猿员			
	资源量 圆猿圆	资源量 圆猿圆		
内蕴经济的	资源量 猿员员	资源量 猿员圆	资源量 猿员猿	资源量 猿员源？

注：表中所用编码　员员员-猿员源，第 员位数表示经济意义：员越经济的，圆越边际经济的，圆越次边际经济的，猿越内蕴经济的，？越经济意义未定的；第 圆位数表示可行性评价阶段：员越可行性研究，圆越预可行性研究，猿越概略研究；第 猿位数表示地质可靠程度：员越探明的，圆越控制的，猿越推断的，源越预测的。遭越未扣除设计、采矿损失的可采储量。

猿援员援圆援圆 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。

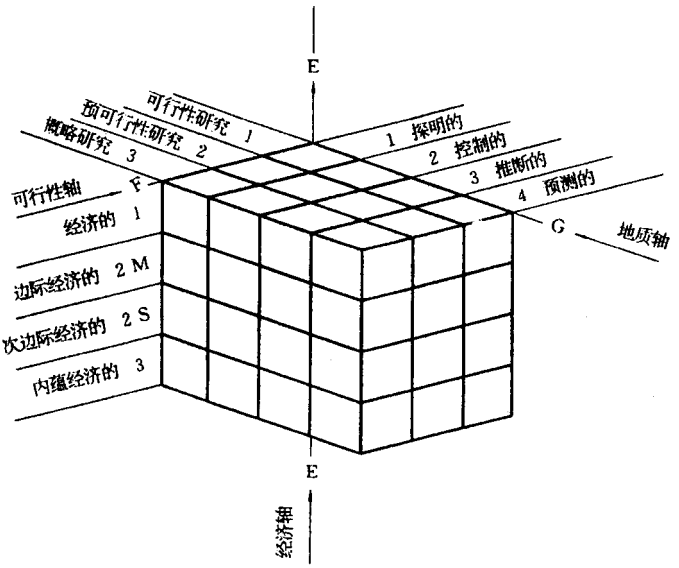


图 员　固体矿产资源 辕储量分类框架图

猿援员援员　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。

猿援员援圆　编码：采用 **耘云韵** 三维编码，耘 云 郧分别代表经济轴、可行性轴、地质轴 见图 员。

编码的第 员位数表示经济意义：员代表经济的，圆代表边际经济的，猿代表次边际经济的，源代表内蕴经济的；第 圆位数表示可行性评价阶段：员代表可行性研究，圆代表预可行性研究，猿代表概略研究；第 猿位数表示地质可靠程度：员代表探明的，圆代表控制的，猿代表推断的，源代表预测的。变成可采储量的那部分基础储量，在其编码后加英文字母 ‘遭’ 以示区别于可采储量。

猿援员援猿　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 员远种类型 见表 员。

猿援圆　储量：有 猿种类型。

猿援圆援员　可采储量 耘员遭员：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。

猿援圆援圆　预可采储量 耘圆遭圆：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。

[illegible] 预可采储量 [illegible]；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。

[illegible] 基础储量：有 [illegible]种类型。

[illegible] 探明的（可研）经济基础储量 [illegible]：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 [illegible]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。

[illegible] 探明的（预可研）经济基础储量 [illegible]：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 [illegible]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。

[illegible] 控制的经济基础储量 [illegible]：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 [illegible]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。

[illegible] 探明的（可研）边际经济基础储量 [illegible]：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。

[illegible] 探明的（预可研）边际经济基础储量 [illegible]：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 [illegible] 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。

[illegible] 控制的边际经济基础储量 [illegible]：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 [illegible] 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。

[illegible] 资源量：有 [illegible]种类型。

[illegible] 探明的（可研）次边际经济资源量 [illegible]：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。

探明的（可研）次边际经济资源量（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，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。

控制的次边际经济资源量（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，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。

探明的内蕴经济资源量（121）：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。

控制的内蕴经济资源量（122）：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。

推断的内蕴经济资源量（2M2）：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。

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　粤
提示的附录）
术语和词汇中英文对照表

固体矿产资源	[illegible]
查明矿产资源	[illegible]
潜在矿产资源	[illegible]
储量	[illegible]
可采储量	[illegible]
预可采储量	[illegible]
基础储量	[illegible]
资源量	[illegible]
预查	[illegible]
普查	[illegible]
详查	[illegible]
勘探	[illegible]
矿化潜力	[illegible]
地质可靠程度	[illegible]
预测的	[illegible]
推断的	[illegible]
控制的	[illegible]
探明的	[illegible]
可行性评价	[illegible]
概略研究	[illegible]
预可行性研究	[illegible]
可行性研究	[illegible]
采矿报告	[illegible]
经济意义	[illegible]
经济的	[illegible]
边际经济的	[illegible]
次边际经济的	[illegible]
内蕴经济的	[illegible]
经济意义未定的	[illegible]

附　录　月
提示的附录）
国内外矿产资源主要分类概略对比表

表 月员　国内外矿产资源主要分类概略对比表

<table>
<tr><td>标准名称</td><td colspan="5">分　类　对　比</td></tr>
<tr><td rowspan="3">本标准
员怨怨怨</td><td colspan="4">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
预可采储量</td><td>经济
基础储量</td><td>边际经济
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>《固体矿产地质勘探规范总体》中华人民共和国国家标准
则员怨怨园—怨园</td><td colspan="2" 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>探明亚类</td><td>预测亚类</td></tr>
<tr><td rowspan="2">《联合国国际储量资源分类框架》
员怨怨苑</td><td colspan="5">矿产资源总量</td></tr>
<tr><td>证实矿产储量
概略矿产储量</td><td colspan="3">可行性矿产资源　　推定的矿产资源
预可行性矿产资源　　推测的矿产资源
确定的矿产资源</td><td>踏勘矿产资源</td></tr>
<tr><td>《固体矿产资源/储量分类系统》　员怨怨苑</td><td>证实矿产储量
概略矿产储量</td><td colspan="2">确定矿产资源
推测矿产资源</td><td>推定矿产资源</td><td>矿产潜力</td></tr>
<tr><td rowspan="2">《矿产资源和储量分类原则》　美国地质调查局，员怨愿园</td><td colspan="4">查　明　资　源</td><td>未经发现资源</td></tr>
<tr><td>经济储量
边际经济储量</td><td colspan="2">经济—边际经济储量基础</td><td>次经济资源</td><td>假定资源
假想资源</td></tr>
</table>

附　录　悦
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。

悄员　总论

悄员员　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。

悄员圆　研究工作的依据和范围。

悄圆　需求预测和拟建规模

悄圆员　国内、外需求情况的预测。

悄圆圆　国内现有工厂生产能力的估计。

悄圆猿　销售预测、价格分析、产品竞争能力，进入国际市场的前景。

悄圆源　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。

悄猿　资源、原材料、燃料及公用设施情况

悄猿员　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。

悄猿圆　原料、辅助材料、燃料的种类、数量、来源和供应可能。

悄猿猿　所需公用设施的数量、供应方式和供应条件。

悄源　建厂条件和厂址方案

悄源员　建厂的地理位置、气象、水文、地质、地形条件和社会经济现状。

悄源圆　交通、运输及水、电、气的现状和发展趋势。

悄源猿　厂址比较与选择意见。

悄缘　设计方案

悄缘员　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。

悄缘圆　全厂布置方案的初步选择和土建工程量估算。

悄缘猿　公用辅助设施和厂内外交通运输方式的比较和初步选择。

悄远　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。

悄苑　企业组织、劳动定员和人员培训　估算数）

悄愿　实施进度的建议

悄怨　投资估算和资金筹措

悄怨员　主体工程和协作配套工程所需的投资。

悄怨圆　生产流动资金的估算。

悄怨猿　资金来源、筹措方式及贷款的偿付方式。

悄员园　社会及经济效果评价

固体矿产勘查 辕矿山闭坑地质报告编写规范

闷猿源猿愿原圆园园缘－园缘园园

目　次

前言
员　范围
圆　规范性引用文件
猿　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
源　固体矿产地质勘查报告编写基本准则
缘　固体矿产地质勘查报告编写要求
远　固体矿产矿山闭坑地质报告编写基本准则
苑　固体矿产矿山闭坑地质报告编写要求
附录 粤（规范性附录）固体矿产地质勘查报告编写提纲
粤员　绪论
粤圆　区域地质
粤猿　矿区（床）地质
粤源　矿体（层）地质
粤缘　矿石加工技术性能
粤远　矿床开采技术条件
粤苑　勘查工作及其质量评述
粤愿　资源辕储量估算
粤怨　矿床开发经济意义概略研究
粤员园　结论
粤员员　附图
粤员圆　附表
粤员猿　附件
附录 月（规范性附录）运用地质统计学方法估算资源辕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
月员　资源辕储量估算数据、信息可靠性评述
月圆　工业指标
月猿　区域化变量
月源　变异函数及结构分析

月录 克里格方法资源 储量估算
月录 资源 储量估计及误差　精度）
月录 相关附图
月录 相关附表
附录 悦　规范性附录）固体矿产矿山闭坑地质报告编写提纲
怀录 第一章　概况
怀录 第二章　矿山地质简述
怀录 第三章　矿山开采和资源利用
怀录 第四章　探采对比
怀录 第五章　环境影响评估
怀录 第六章　结语
怀录 附图
怀录 附表
怀录 附件

员 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。

圆 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。

[illegible] 矿区水文地质工程地质勘探规范

[illegible] 固体矿产地质勘查规范总则

[illegible] 固体矿产资源 储量分类

[illegible] 固体矿产勘查原始地质编录规定

[illegible] 固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究规定

猿 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

猿员 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。

猿圆 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。

猿猿 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。

源 固体矿产地质勘查报告编写基本准则

源员 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。

源圆 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。

源猿 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。

源源 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。

源缘 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。

缘 固体矿产地质勘查报告编写要求

缘员 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。

缘圆 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 粤为基础进行增减、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。

缘猿 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。

缘源 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。

缘源愿　地质勘查报告名称统一为 伊伊省　市、自治区） 伊伊县　市、旗或矿田、煤田） 伊伊矿区　矿段、井田） 伊伊矿　指矿种名称） 伊伊　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。

缘源苑　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。

缘源愿　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。

远　固体矿产矿山闭坑地质报告编写基本准则

远源员　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。

远源圆　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。

远源猿　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。

苑　固体矿产矿山闭坑地质报告编写要求

苑源员　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 悦为基础进行增减、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。

苑源圆　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 伊伊省　市、自治区） 伊伊县　市、旗或矿田、煤田） 伊伊矿区　矿段、井田） 伊伊矿　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。

苑源猿　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。

苑源原　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　粤
规范性附录）
固体矿产地质勘查报告编写提纲

粤员　绪论

粤员援员　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。

粤员援圆　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）。

粤员援猿　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。

粤员援源　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。

粤员援缘　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）。

粤圆　区域地质

以 [illegible] 比例尺的区域地质调查资料　[illegible] 比例尺未做地区，可用 [illegible] 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。

粤猿　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。

粤图源 矿体（层）地质

粤图测员 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。

粤图测图 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。

粤图测录 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。

粤图测源 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。

粤图测标 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。

粤图测远 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。

粤图测标 矿石加工技术性能

粤图测员 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。

粤图测图 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。

粤图测录 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。

矿床开采技术条件

水文地质

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。

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；主要充（含）水层的富水性、导水性、水头高度、水质、水量、水温、补给条件及其与相邻含水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。

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。

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。

工程地质

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。

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。

环境地质

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。

粤[illegible]图 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。

粤[illegible]表 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。

粤[illegible]原 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。

粤[illegible]缘 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。

粤[illegible]远 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。

粤[illegible]苑 勘查工作及其质量评述

粤[illegible]员 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。

粤[illegible]圆 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。

粤[illegible]猿 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。

粤[illegible]源 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。

粤[illegible]缘 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。

粤[illegible]远 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（运值　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。

□□□ 资源（储）量估算

□□□□ 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。

□□□□ 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。

□□□□ 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。

□□□□ 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。

□□□□ 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。

□□□□ 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。

□□□□ 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。

□□□□ 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。

□□□□ 资源（储）量估算中需要说明的问题

□□□ 矿床开发经济意义概略研究

□□□□ 论述国内、外资源状况，市场供求、市场价格及产品竞争能力。

□□□□ 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。

□□□□ 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。

□□□□ 简要说明未来矿山生产规模、服务年限及产品方案。

□□□□ 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。

粤勘地质〔　〕　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。

粤勘地质〔　〕　经济效益计算（附有关表格）及敏感性分析。

粤勘地质〔　〕　简要说明企业经济效益和社会效益、环境保护问题。

粤勘地质〔　〕　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。

粤勘地质〔　〕　结论

粤勘地质〔　〕　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。

粤勘地质〔　〕　总结矿床成矿基本规律，做出远景评价。

粤勘地质〔　〕　评价开采技术条件和地质环境问题。

粤勘地质〔　〕　指出矿床开采的经济效果。

粤勘地质〔　〕　总结地质工作中的主要经验教训及存在问题。

粤勘地质〔　〕　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。

粤勘地质〔　〕　附图

粤勘地质〔　〕　勘查工作区交通位置图（也可作报告正文绪论部分的插图）

粤勘地质〔　〕　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）

粤勘地质〔　〕　区域地质图

粤勘地质〔　〕　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）

粤勘地质〔　〕　矿区实际材料图

粤勘地质〔　〕　矿区测量控制点分布图

粤勘地质〔　〕　物探、化探数据图、成果图

粤勘地质〔　〕　采样平面图

粤勘地质〔　〕　含矿地层及矿层对比图

粤勘地质〔　〕　勘探线剖面图（有时可与资源（储）量估算剖面图合并）

粤勘地质〔　〕　矿体（层）纵剖面图

粤勘地质〔　〕　砂矿和缓倾斜矿体（层）顶底板等高线和矿层等厚线图

粤勘地质〔　〕　矿体（层）水平断面图或中段平面图

粤勘地质〔　〕　构造控制程度图（附主要矿层底板等高线图）

粤勘地质〔　〕　资源（储）量估算水平投影或垂直纵投影图

粤勘地质〔　〕　钻孔柱状图（全部钻孔）

粤勘地质〔　〕　槽探、浅井、坑道工程素描图（全部工程）

粤勘地质〔　〕　老硐（窿）分布图和新老坑道联系图

粤勘地质〔　〕　地貌和第四纪地质图

粤勘地质〔　〕　区域水文地质图

粤题号题目示例　矿区水文地质图
粤题号题目示例　矿区工程地质图
粤题号题目示例　矿区环境地质图
粤题号题目示例　井巷水文地质工程地质图
粤题号题目示例　钻孔抽水试验综合成果图
粤题号题目示例　水文地质工程地质剖面图
粤题号题目示例　地下水、地表水、矿坑水动态与降水量关系曲线图
粤题号题目示例　矿坑涌水量计算图
粤题号题目示例　矿床主要充水含水层地下水等水位（水压）图
粤题号题目示例　矿体直接顶（底）板隔水层等厚线图
粤题号题目示例　工程地质钻孔综合柱状图
粤题号题目示例　岩石强风化带厚度等值线图
粤题号题目示例　中段岩体稳定性预测图
粤题号题目示例　露天采场边坡稳定性分区图
粤题号题目示例　外剥离量计算及剥离比等值线图
粤题号题目示例　等温线图
粤题号　附表
粤题号题目示例　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）
粤题号题目示例　钻探工程质量一览表煤层综合成果表、封孔情况一览表
粤题号题目示例　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
粤题号题目示例　煤质化验成果表（可选性、煤岩、一般分析）
粤题号题目示例　矿石、岩石物理性能测定结果表；岩石力学试验成果表；
粤题号题目示例　各工程、各剖面、各块段的矿体平均品位、平均厚度计算表
粤题号题目示例　矿石体重、湿度测定结果表
粤题号题目示例　资源（储）量估算综合表
粤题号题目示例　块段资源（储）量表、矿体资源（储）量表、矿床总资源（储）量表
粤题号题目示例　主要含水层钻孔静止水位一览表
粤题号题目示例　钻孔抽水试验成果汇总表
粤题号题目示例　钻孔水文地质工程地质综合编录一览表
粤题号题目示例　地下水、地表水、矿坑水动态观测成果表
粤题号题目示例　气象资料综合表
粤题号题目示例　风化带、构造破碎带及含水层厚度统计表
粤题号题目示例　矿坑涌水量计算表
粤题号题目示例　井、泉、生产矿井和老窿调查资料综合表
粤题号题目示例　水质分析成果表
粤题号题目示例　土样分析试验结果汇总表
粤题号题目示例　瓦斯测量结果表

粤[illegible]表 地温测量结果表
粤[illegible]图 矿区环境地质调查资料汇总表
粤[illegible]录 附件
粤[illegible]表 矿石加工技术性能试验报告。
粤[illegible]图 可行性研究或预可行性研究报告。
粤[illegible]录 工业指标推荐报告。
粤[illegible]原 有关确定工业指标的文件。
粤[illegible]标 勘查许可证或采矿许可证（复印件）。
粤[illegible]证 探矿权人或采矿权人对报告中资料真实性的书面承诺。
粤[illegible]范 投资人或上级主管部门初审意见。
粤[illegible]原 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。
粤[illegible]录 勘查监理单位和监理人资格证书（复印件）、项目监理报告。
粤[illegible]园 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）。
粤[illegible]表 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　月
（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

月[illegible]表 资源（储）量估算数据、信息可靠性评述
月[illegible]表 组分样品的正确性
月[illegible]图 样品的分布
月[illegible]录 数据库的建立
　　基础数据库名称、数目及其结构内容。
月[illegible]图 工业指标
月[illegible]录 区域化变量
月[illegible]表 区域化变量的选择
月[illegible]图 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。
月[illegible]录 区域化变量结论

□□□ 变异函数及结构分析

□□□□ 试验变异函数和计算及理论曲线的拟合

□□□□□ 不同方向的变异函数研究

□□□□□ 变异函数的确定

□□□□□ 区域化变量变异函数的理论模型的确定

□□□□ 结构分析

□□□□□ 区域化变量变异函数的解释及结构特征

□□□□□ 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

□□□□□ 验证结果

□□□ 克里格方法资源 储）量估算

□□□□ 资源 储）量估算参数的选择与确定　面积、厚度、品位、密度）

□□□□ 工业指标评述　边际品位及其确定）

□□□□ 矿体边界的圈定及边界数学模型

□□□□ 估值三维空间的确定

□□□□ 资源 储）量估计资源模型　块状模型、栅格模型等）

□□□□ 待估块段和估计邻域的选择

□□□ 资源 储）量估计及误差　精度）

□□□□ 资源 储）量估计　结果）

□□□□ 方差与误差分析

□□□□ 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。

□□□ 相关附图

□□□□ 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）

□□□□ 沿钻孔孔迹、矿体走向和矿体倾向经验变异函数曲线图

□□□□ 矿体变异函数套合结构模式图

□□□□ 中段克里格估计图

□□□□ 吨位 储）品位曲线图

□□□□ 方差与误差分布图

□□□ 相关附表

□□□□ 计算变异函数的原始数据表

□□□□ 代表性中段或块段克里格估计中间结果表

□□□□ 克里格估值计算结果表

附　录　悦
规范性附录）
固体矿产矿山闭坑地质报告编写提纲

悦□□ 第一章　概况

悦□□□ 矿山交通位置、自然地理概况、所处区域构造位置简述。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 闭坑（停办）原因。

[illegible] 第二章　矿山地质简述

[illegible] 简述矿体地质特征：矿体分布、空间位置、规模、形态、产状等。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 简述矿石选冶技术条件。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 第三章　矿山开采和资源利用

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 工业指标实际运用情况及合理性评述。

[illegible] 资源（储）量注销概况。剩余资源（储）量及剩余原因的述评。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 第四章　探采对比

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 对资源（储）量估算方法的评述。

[illegible] 第五章　环境影响评估

[illegible] 地下水疏干范围、水位及其恢复程度等情况的评述。

[illegible] 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。

水体污染及其自净情况的评述。

废弃物堆放情况与处理。

第六章　结语

简要评述矿山生产的经济、社会、资源效益。

矿山闭坑资源（储）量的核销结论及能否作为闭坑的依据。

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。

附图

矿山交通位置图。

矿区地质图（含地层柱状图、剖面图及矿体分布）。

矿山总平面布置图。

中段平面图。

资源（储）量估算图（平面、剖面、投影图）。

探采矿体对比图。

矿山闭坑范围及其周边环境地质图。

其他图件。

附表

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）。

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。

探采矿体形态误差对比表。

探采矿体顶板、底板位移误差对比表。

探采矿体厚度误差对比表。

探采矿体品位误差对比表。

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。

历年矿山排水量基本情况表。

矿山主要水害、工程及环境地质危害的基本情况统计表。

附件

采矿许可证（复印件）。

矿山投资人或上级主管部门对报告的审核意见。

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

目　次

前言
员 范围
圆 规范性引用文件
猿 铀矿勘查的目的、任务
猿.员 目的
猿.圆 任务
源 铀矿勘查研究程度
源.员 地质工作
源.圆 矿石物质组成和矿石质量
源.猿 矿床开采技术条件
源.源 矿石选冶加工技术性能试验
源.缘 综合勘查、综合评价
缘 铀矿勘查控制程度
缘.员 勘查类型划分
缘.圆 勘查工程间距的确定
缘.猿 工程布置、施工原则和控制程度
缘.源 勘查手段的选择和应用
远 铀矿勘查工作及质量要求
远.员 测绘工作
远.圆 地质填图
远.猿 水文地质、工程地质、环境地质
远.源 物探、化探
远.缘 探矿工程
远.苑 采样及测试
远.愿 地质编录、综合整理和报告编写
远.怨 计算机及其他新技术、新方法应用
苑 可行性评价工作
苑.员 概略研究

苑圈圆 预可行性研究
苑圈猿 可行性研究
愿 铀矿资源 辕储量分类依据及类型条件
愿圆员 铀矿资源 辕储量分类依据
愿圆圆 铀矿资源 辕储量类型条件
怨 铀矿资源 辕储量估算
怨圆员 工业指标
怨圆圆 铀矿资源 辕储量估算的一般原则和方法
怨圆猿 确定资源 辕储量估算参数的要求
附录 粤 规范性附录）固体矿产资源 辕储量分类
附录 月 规范性附录）铀矿一般工业要求
月圆员 铀矿一般工业要求
月圆圆 矿床规模
月圆猿 矿石品级
月圆源 矿石工业类型
附录 悦 资料性附录）铀矿床伴生组分综合利用
附录 阅 资料性附录）确定勘查类型的主要地质因素
阅圆员 主矿规模
阅圆圆 矿化分布均匀程度
阅圆猿 矿体厚度稳定程度
阅圆源 矿体形态和被破坏程度分三类
附录 耘 资料性附录）铀矿床勘查类型确定实例
附录 云 资料性附录）铀矿床勘查工程间距
附录 郧 资料性附录）可行性研究的主要内容
员园员 总论
员园圆 需要预测和拟建规模
员园猿 资源、原材料、燃料及公用设施情况
员园源 建厂条件和厂址方案
员园缘 设计方案
员园远 环境保护
员园苑 企业组织、劳动定员和人员培训　估算数）
员园愿 实施进度的建议
员园怨 投资估算和资金筹措
员员园 社会及经济效果评价
附录 匀 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
匀圆员 铀矿山首期建设设计还本付息年限
匀圆圆 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

员 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 铀储量分类依据及类型条件、铀矿资源 铀储量估算等。

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 铀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 铀储量的依据。

圆 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。

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

猿 铀矿勘查的目的、任务

猿援员 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 铀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。

猿援圆 任务

猿援圆援员 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。

猿援圆援圆 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。

猿援圆援猿 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。

猿援圆援源 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。

源 铀矿勘查研究程度

源援员 地质工作

源援员援员 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　员: 元围围围　~　员: 缘围围围　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。

源预测　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　员: 缘围围围　~　员: 元围围围　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　员: 圆缘围围围　~　员: 缘围围围　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 铀储量，提出是否有进一步工作的价值或圈出详查区。

源预测　详查阶段

在详查区通过　员: 元围围围　~　员: 圆围围围　的铀矿地质填图，合理选择　员: 缘围围围　~　员: 圆围围围　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 原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 铀储量 苑豫以上）或主要矿体　合计占矿床资源 铀储量 缘豫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 铀储量，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。

[illegible] 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 [illegible] ~ [illegible] 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 [illegible] 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 [illegible] 量，为矿山建设设计和矿床的进一步扩大提供依据。

[illegible] 矿石物质组成和矿石质量

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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 [illegible]）、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。

[illegible] 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。

[illegible] 矿床开采技术条件

[illegible] 预查阶段

不做具体要求。

[illegible] 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。

[illegible] 详查阶段

[illegible] 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。

[illegible] 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、砾[illegible]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。

[illegible] 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。

[illegible] 勘探阶段

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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 [illegible] 《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。

[illegible] 矿石选冶加工技术性能试验

[illegible] 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。

[illegible] 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。

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。

综合勘查、综合评价

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。

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。

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。

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（参见附录十），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。

铀矿勘查控制程度

勘查类型划分

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（参见附录十一）。若其他地质因素也有重大影响时，亦应考虑。

勘查类型

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。

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。

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。

勘查工程间距的确定

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 员辕圆 ~ 员辕源为基本间距，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。

缘噪噪噪圆 确定工程间距的方法

对于大型矿床（见附录 月），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 月），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 云

缘噪噪 工程布置、施工原则和控制程度

缘噪噪噪员 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。

缘噪噪噪圆 施工原则

应按照由已知到未知、由浅人深、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。

缘噪噪噪源 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。

缘噪原 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。

远 铀矿勘查工作及质量要求

远噪员 测绘工作

远噪员噪员 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。

平面控制网的布设应遵循从整体到局部、分级布网的原则。可采用全球定位系统（GPS）测量、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。

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。

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。

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。

测绘工作执行《地质矿产勘查测量规范》。

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1:10000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。

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《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《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《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。

物探、化探

地面物探、化探工作

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。当测线长超过一定长度时，采用双基线控制，并作一定比例检查，长度允许误差为1/1000，方位允许误差为1°。测线和测点做一定比例检查，长度允许误差为1/100，线距允许误差为±1/100。伽马总量测量、伽马能谱测量、氡及其子体测量要求分别按《地面伽马总量测量规范》、《地面伽马能谱测量规范》、《氡及其子体测量规范》执行。

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。

探矿工程的物探工作

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 [illegible] 应重新编录。技术要求和质量标准按 [illegible]《铀矿探矿工程地质物探原始编录规范》执行。

[illegible] 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、铀钍混合矿和铀铺平衡严重偏偏铀的矿段。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 [illegible]~[illegible]，富矿段或矿化不均匀段应加密至 [illegible]，并做累计长度不小于 [illegible] 的刻槽取样对比检查，且两者线储量对比相对误差不超过 [illegible]。

[illegible] 伽马测井

钍铀比值小于 [illegible] 的铀矿床和铀钍具有显著相关的　信度 [illegible] 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 [illegible]《 测井规范》执行。

[illegible] 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 原加马测井等综合测井方法。

[illegible] 物探参、系数

[illegible] 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 [illegible] 组，小型矿床不少于 [illegible] 组，重复检查工作量不少于 [illegible]。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 [illegible] 块，矿柱法不少于 猿个。对比验证的绝对值误差不大于 [illegible]。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 [illegible] 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 [illegible]《数射性矿石密度测量规程》执行。

[illegible] 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 [illegible]、矿床平均平衡系数值为 [illegible]~[illegible] 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 [illegible]《铀镭平衡系数测量规程》执行。

[illegible] 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 [illegible] 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 [illegible]《铀矿射气系数测量规程》执行。

[illegible] 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 [illegible]个，小型矿床不少于 [illegible]个。当钍、铀平均含量比值小于 [illegible]、钾元素含量平均值小于 [illegible]时，伽马测井和辐射取样结果无需修正。

[illegible] 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 [illegible]个。当矿石有效原子序数平均值在 [illegible]时，采用 [illegible]《[illegible]测井规范》中规定的换算系数值。

[illegible] 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 [illegible] ~ [illegible]；详查阶段 [illegible]；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 [illegible]《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 [illegible]《铀矿床水文地质勘探规范》的要求。

[illegible] 探矿工程

[illegible] 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 [illegible]《[illegible]》执行。

[illegible] 钻探工程的质量标准和要求按 [illegible]《[illegible]》标准执行。矿层及其顶、底板上下 [illegible]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 [illegible]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 [illegible]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 [illegible]《铀矿岩矿心管理规定》中间规定。

[illegible] 采样及测试

[illegible] 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 [illegible]《铀矿取样规程》和 [illegible]《铀矿样品加工管理技术规程》的要求。

[illegible] 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[illegible]《[illegible]地质矿产实验室测试质量管理规范》、[illegible]《[illegible]》质量保证规范》执行。

[illegible] 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。

[illegible] 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 [illegible]《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 [illegible]《[illegible]》及 [illegible]《铀矿样品加工管理技术规程》执行。

[illegible] 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 [illegible]《铀矿取样规程》边整边改的要求执行。

[illegible] 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。

[illegible] 地质编录、综合整理和报告编写

[illegible] 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 [illegible]《铀矿探矿工程地质物探原始编录规范》执行。

[illegible] 料综合整理

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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 [illegible]《固体矿产勘查——矿山闭坑地质报告编写规范》执行。

[illegible] 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 [illegible]储量估算和其他新技术。

[illegible] 可行性评价工作

[illegible] 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。

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 J）、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 [illegible]。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。

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 [illegible]。可行性评价的内容必须满足附录 [illegible] 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。

铀矿资源储量分类依据及类型条件

铀矿资源储量分类依据

经济意义

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 [illegible]、净现值大

于零的铀资源划为经济的。

[illegible] 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 [illegible]、净现值等于或接近于零的铀资源划为边际经济的。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 地质可靠程度

[illegible] 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。

[illegible] 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 [illegible]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。

[illegible] 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 [illegible]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。

[illegible] 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。

[illegible] 铀矿资源 [illegible]量类型条件

[illegible] 探明的铀矿资源

[illegible] 可采储量　[illegible]

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。

[illegible] 探明的　可研）经济基础储量　[illegible]

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　[illegible]　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。

[illegible]　预可采储量　[illegible]

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。

[illegible]　探明的　预可研）经济基础储量　[illegible]

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　[illegible]　所述，惟一差别在于是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

[illegible]　探明的　可研）边际经济基础储量　[illegible]

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。

[illegible]　探明的　预可研）边际经济基础储量　[illegible]

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　[illegible]。估算的基础储量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

[illegible]　探明的　可研）次边际经济资源量　[illegible]

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。

[illegible]　探明的　预可研）次边际经济资源量　[illegible]

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。

[illegible]　探明的内蕴经济资源量　[illegible]

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。

[illegible]　控制的铀矿资源

[illegible]　预可采储量　[illegible]

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。

[illegible]　控制的经济基础储量　[illegible]

所达到的勘查程度、可行性评价阶段及经济意义分类同　[illegible]　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。

[illegible]　控制的边际经济基础储量　[illegible]

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　[illegible]。估算的基础储量可信度较高，可行性评价结果可信度一般。

[illegible] 控制的次边际经济资源量　[illegible]

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。

[illegible] 控制的内蕴经济资源量　[illegible]

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。

[illegible] 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　[illegible]。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。

[illegible] 预测的资源量　[illegible]

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。

[illegible] 铀矿资源 [illegible]储量估算

[illegible] 工业指标

[illegible] 工业指标是评价矿床的工业价值、圈定矿体、估算资源 [illegible]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　[illegible]见附录 [illegible]月）圈算资源 [illegible]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 [illegible]储量。

[illegible] 工业指标的主要内容

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 最小可采厚度

由开采的方式、方法来确定的矿体　[illegible]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 [illegible]时，可用水平厚度来衡量。

[illegible] 夹石剔除厚度

允许作为矿石圈人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。

[illegible] 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。

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。

铀矿资源储量估算的一般原则和方法

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。

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。

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。

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。

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%计。

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，其相对误差如超过允许范围，应研究原因，或重新划分矿体、块段，或选用别的估算方法。

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。

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1m）。

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。

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。

确定资源储量估算参数的要求

物探参、系数

见本标准附录A条。

平均品位计算

单工程（取样线）和矿体（块段）平均品位均用厚度加权法计算。

特高品位的确定和处理：

葬 根据矿床品位变化系数确定特高品位下限值　参见附录 陨，品位变化系数大时取上限值，品位变化系数小时取下限值；

遭 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；

糟 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。

怨圈圈圈圈 矿床平均品位：由矿床金属总量除以矿床矿石总量求得。

怨圈圈圈 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。

怨圈圈原 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 依圆豫，在误差范围内，取其平均值。

附　录　粤
规范性附录）
固体矿产资源 辕储量分类

表 粤员员　固体矿产资源 辕储量分类表

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			
	基础储量			
	预可采储量	预可采储量		
	基础储量	基础储量		
边际经济的	基础储量			
	基础储量	基础储量		
次边际经济的	资源量			
	资源量	资源量		
内蕴经济的	资源量	资源量	资源量	资源量

注：表中所用编码　员、圆、猿：第 员位数表示经济意义：即 员越经济的，圆越边际经济的，猿越次边际经济的，？越内蕴经济的；？越经济意义未定的；第 圆位数表示可行性评价阶段：即 员越可行性研究，圆越预可行性研究，猿越概略研究；第 猿位数表示地质可靠程度：即 员越探明的，圆越控制的，猿越推断的，？越预测的。遭越未扣除设计、采矿损失的可采储量。

附　录　月
规范性附录）
铀矿一般工业要求

月墨员　铀矿一般工业要求

边界品位　僧，下同）　猿圆园伊员园原远

最低工业品位　缘圆园伊员园原远

最小可采厚度　员园园米

夹石剔除厚度　员园园米

月墨圆　矿床规模

按铀矿查明的资源 铀储量　金属量）分为以下三类：

大型矿床　≥猿园园吨

中型矿床　员园园吨 猿园园吨

小型矿床　员园吨 员园园吨

月墨猿　矿石品级

按矿石铀品位高低分为三级：

高品位　富）矿石　≥猿园园伊员园原远

中品位　普通）矿石　员园园伊员园原苑） ～ 猿园园伊员园原苑）

低品位　贫）矿石　约员园园伊员园原远

月墨源　矿石工业类型

根据矿石的物质组成　尤其是所含特征性矿物① 的种类、含量以及铀矿物与共生矿物的关系）、化学成分、含矿围岩，并结合采、选冶工艺特征等，可将铀矿石分为以下十种矿石工业类型：

葬 特征性矿物含量低的含铀碎屑岩和高硅酸盐铀矿石；

遭 富含萤石的高硅酸盐铀矿石；

糟 富含粘土矿物的铀矿石；

凿 富含碳酸盐、硫化物的低硅酸盐铀矿石；

藻 富含有机质、粘土矿物的铀矿石或富磷粘土的铀矿石；

枣 富含碳酸盐的含铀碎屑岩或低硅酸盐铀矿石；

皁 富含碳酸盐、萤石、磷灰石的铀矿石；

澡 硅化煌斑岩、辉绿岩铀矿石；

蚤 含多种金属硫化物和多种特征性矿物的复合铀矿石；

躁 含铀煤和含铀炭质页岩的铀矿石。

① 特征性矿物是指对矿石中铀的浸出工艺流程和技术条件有重要影响的矿物，主要是碳酸盐矿物、粘土矿物、硫化物、有机质、磷灰石、萤石、绿泥石等。

附　录　悦
资料性附录）
铀矿床伴生组分综合利用

表 悦员　铀矿床伴生组分综合利用表

伴生元素	品位　值（%）	伴生元素	品位　值（%）
金	员	钼	员
银	员	钒（V）	愿
钴	员	磷（P）	愿
镍	圆	钽（Ta）	员
铋	员	铌（Nb）	员
铁	员	锗、硒、碲	员
铜	员	铟	圆
铅	猿	镓	员
锌	员	铼	圆
汞	猿	铊	猿
钨	愿	镉	圆

附　录　阅
资料性附录）
确定勘查类型的主要地质因素

阅.员　主矿规模　见表 阅.员

表 阅.员　铀矿床主矿规模表

主矿体规模	长度 皂	延深或宽度 皂
大	≥	≥
中		
小		

阅.圆　矿化分布均匀程度　见表 阅.圆

表 阅.圆　铀矿床矿化分布均匀程度表

分布均匀程度	品位变化系数 豫
均匀	
较均匀	
不均匀	

阅圆猿表　矿体厚度稳定程度　见表 阅圆猿表

表 阅圆猿表　铀矿床厚度稳定程度表

厚度稳定程度	厚度变化系数豫
稳定	约缘园
较稳定	缘园~员园园
不稳定	跃员园园

阅圆源原　矿体形态和被破坏程度分三类

简单：层状、似层状、大脉状，矿体连续性较好，基本无破坏。

中等：似层状、大脉状、大透镜状、筒状，矿体基本连续，主要矿体产状较稳定，局部有变化，矿体被断层或脉岩错动，但错距不大。

复杂：矿体呈不规则脉状、网脉状、透镜状、柱状、筒状、囊状，矿体不连续、被错动较大。

附　录　耘
资料性附录）
铀矿床勘查类型确定实例

耘圆员表　铀矿床勘查类型确定实例表

勘查类型	矿床实例	确定勘查类型的主要地质因素									实勘网度皂	勘查类型确定依据
		主矿体规模			矿体形态	品位变化系数豫	厚度变化系数豫	构造破坏程度	矿化连续性	夹石情况		
		长皂	深或宽皂	厚度皂								
Ⅲ	江西乐安相山矿邹家山矿床北矿段（群脉型，无明显主矿体）	最长员园园~一般缘园~员园园	最深员园园~一般园园~缘园	平均园援缘~员	复杂	员园园	苑缘	不大	差	多	基本伊缘园水平坑道园园~源园间距穿脉验证	矿体小，形态复杂
Ⅲ	湖南郴县金银寨矿床	员园园~苑园	缘园~员园园	园~员源	复杂	员园园	变化大		差		钻探缘园伊缘园水平坑道园园~源园间距穿脉验证	矿体小，形态复杂

附　录　云
资料性附录）
铀矿床勘查工程间距

表 云圆员　铀矿床勘查工程间距表

勘查类型	勘查工程种类	地质可靠程度是控制的	
		走向	倾向
简单　员	钻孔	员圆圆米～圆圆圆米	员圆圆米～圆圆圆米
	穿脉		
	中段		
中等　（ǁ）	钻孔	员圆圆米	员圆圆米
	穿脉	圆圆圆米～缘圆米	
	中段		缘圆米～员圆圆米
复杂　（ǁǁ）	钻孔	缘圆米～员圆圆米	缘圆米～员圆圆米
	穿脉	圆圆圆米	
	中段		缘圆米

附　录　郧
资料性附录）
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。

郧圆员　总论

郧圆员员　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。

郧圆员圆　研究工作的依据和范围。

郧圆圆　需要预测和拟建规模

郧圆圆员　国内、外需求情况的预测。

郧圆圆圆　国内现有工厂生产能力的估计。

郧圆圆猿　销售预测、价格分析、产品竞争能力，进入国际市场的前景。

郧圆圆源　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。

郧圆猿　资源、原材料、燃料及公用设施情况

郧圆猿员　经过资源储量主管部门正式批准的资源储量、品位、成分以及开采、利用条件的评述。

员圆猿圆　原料、辅助材料、燃料的种类、数量、来源和供应可能。
员圆猿猿　所需公用设施的数量、供应方式和供应条件。
员圆源　建厂条件和厂址方案
员圆缘员　建厂的地理位置、气象、水文、地质、地形条件和社会经济现状。
员圆缘圆　交通、运输及水、电、气的现状和发展趋势。
员圆缘猿　厂址比较与选择意见。
员圆远　设计方案
员圆远员　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。
员圆远圆　全厂布置方案的初步选择和土建工程量的估算。
员圆远猿　公用辅助设施和厂内外交通运输方式的比较和初步选择。
员圆苑　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。

员圆愿　企业组织、劳动定员和人员培训（估算数）
员圆怨　实施进度的建议
员猿园　投资估算和资金筹措
员猿员　主体工程和协作配套工程所需的投资。
员猿圆　生产流动资金的估算。
员猿猿　资金来源、筹措方式及贷款的偿付方式。
员猿源　社会及经济效果评价

附　录　匀
（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

匀员　铀矿山首期建设设计还本付息年限

投资不超过 员亿元的还本付息年限不得超过 苑年；

投资超过 员亿元的还本付息年限不得超过 员园年。

这项指标受贷款银行的控制。

4.1.3.3　铀矿冶企业建设规模及服务年限要求　见表 4.1.3.3。

表 4.1.3.3　铀矿山规模及服务年限表

类型	生产规模 万吨	最低服务年限 年
大型	跃5	跃5
中型	缘.5～5	5～缘.5
小型	约缘	愿.5～5

附　录　陨
（资料性附录）
铀矿床确定特高品位下限品位变化系数

表 A.1.3.3　铀矿床确定特高品位下限品位变化系数表

品位变化系数 豫	特高品位下限为平均品位的倍数
约猿.园	圆.源
猿.园～迁.园	源.远
迁.园～5.园	远.愿
5.园～5.猿园	愿.5园
跃5.猿园	5园～5缘

铁、锰、铬矿地质勘查规范

目　次

前言
员 范围
圆 规范性引用文件
猿 勘查的目的任务
猿.员 预查
猿.圆 普查
猿.猿 详查
猿.源 勘探
源 勘查研究程度
源.员 地质研究程度
源.圆 矿石质量研究
源.猿 矿石选　冶）和加工技术条件
源.源 矿床开采技术条件研究
源.缘 综合勘查综合评价
缘 勘查控制程度
缘.员 矿床勘查类型确定的原则
缘.圆 勘查工程间距确定的原则
缘.猿 勘查控制程度
远 勘查工作及质量要求
远.员 地形及工程测量
远.圆 地质填图
远.猿 物探工作
远.源 探矿工程
远.缘 化学样品的采集、加工，化验分析
远.苑 矿石选冶试样的采集与分析、试验
远.愿 岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验
远.怨 原始地质编录、资料综合整理和报告编写等
苑 可行性评价

苑圆员　概略研究
苑圆圆　预可行性研究
苑圆猿　可行性研究
愿　矿产资源 蕴储量分类及类型条件
愿员　矿产资源 蕴储量分类依据
愿圆　矿产资源 蕴储量类型　（附录 粤）
怨　矿产资源 蕴储量估算
怨员　矿床工业指标
怨圆　矿产资源 蕴储量估算的一般原则
怨猿　矿产资源 蕴储量分类估算结果表
附录 粤　（规范性附录）固体矿产资源 蕴储量分类
附录 月　（资料性附录）铁、锰、铬矿物从矿石类型
月员　铁矿物及铁矿石类型
月圆　锰矿物及锰矿石类型
月猿　铬矿物及铬矿石类型
附录 悦　（资料性附录）铁、锰、铬矿矿床主要类型
悦员　铁矿床主要类型
悦圆　锰矿床主要类型
悦猿　铬矿床主要类型
悦源　铁、锰、铬矿矿床规模划分
附录 阅　（资料性附录）勘查控制程度要求
阅员　勘查类型
阅圆　勘查工程间距
阅猿　勘查控制程度
阅源　矿山建设肘矿产资源 蕴储量的要求
附录 耘　（资料性附录）矿产资源 蕴储量估算
耘员　矿床工业指标
耘圆　矿产资源 蕴储量估算方法
耘猿　（伊伊伊铁、锰或铬）矿床矿产资源 蕴储量分类估算结果表
附录 云　（资料性附录）名词解释
云员　全铁　精矿
云圆　磁性铁　包云
云猿　硫化铁　假象
云源　碳酸铁　精矿
云缘　硅酸铁　假象
云匝　赤（褐）铁　假象
云苑　造渣组分
云愿　假象赤铁矿

云[illegible]　放电锰矿石

员　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。

圆　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。

则[illegible]固体矿产地质勘查规范总则

猿　勘查的目的任务

猿[illegible]　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 圈为普查工作提供依据，并可估算预测的矿产资源量。

猿[illegible]　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。

猿[illegible]　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。

猿[illegible]　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。

源　勘查研究程度

源[illegible]　地质研究程度

源[illegible]　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。

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。

详查阶段

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。

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。

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。

勘探阶段

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。

[illegible] 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。

[illegible] 矿石质量研究

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 矿石选　冶）和加工技术条件

[illegible] 预查阶段

对已发现的矿体进行类比研究，做出矿石是否叮选的预测。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

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。

矿床开采技术条件研究

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。

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。

详查阶段

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。

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。

环境地质研究：基本查明岩石、矿石和地下水　含热水）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。

勘探阶段

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。

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。

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。

综合勘查综合评价

预查阶段

初步了解有无其他有益矿产。

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。

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。

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。

缘 勘查控制程度

缘圆员 矿床勘查类型确定的原则

缘圆员员 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。

缘圆员圆 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。

缘圆员猿 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 缘园豫以上，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。

缘圆员源 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。

缘圆员缘 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。

缘圆圆 勘查工程间距确定的原则

缘圆圆员 根据勘查类型和勘查阶段选取相应的勘查工程间距。

缘圆圆圆 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。

缘圆圆猿 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。

缘圆圆源 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。

缘圆圆缘 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。

缘圆圆远 勘查类型一经修正，其勘查工程间距亦应作相应的调整。

缘猿 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 阅圆缘）。

远 勘查工作及质量要求

迈 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 [illegible] 《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 [illegible] 量估算的需要。

迈 地质填图

迈 矿区地质填图：根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 [illegible] ~ [illegible]。

迈 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 [illegible] ~ [illegible]。

迈 物探工作

迈 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。

迈 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。

迈 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。

迈 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。

迈 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。

迈 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。

迈 探矿工程

迈 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 [illegible] 条件下使用，为保证采样的质量，探槽必须挖至基岩新鲜面。

迈 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。

□□□□ 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 □□□□□□□□□□《地质勘查坑探工程规程》执行。

□□□□ 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。

□□□□□ 探矿孔的矿心采取率（包括顶、底板上和下 □□范围内的岩石）不得低于 □□，当矿心采取率连续 □□低于 □□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 □□。

□□□□ 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。

□□□□ 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 □□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。

□□ 化学样品的采集、加工、化验分析

□□□ 样品采集：钻孔岩、矿心一般采用 □□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 □□□~□□。刻槽断面规格一般（□□×□□）~（□□×□□）；对风化矿床为确定其含矿率，刻槽断面规格一般不小于 □□×□□。

□□□ 样品加工

□□□□ 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 □□，样品的缩分误差不得大于 □□。

□□□□ 分步缩分加上：分析样品的制备按切乔特公式进行缩分：

□□□□

式中：□——样品的最低可靠质量（□□）；

□——缩分系数；

□——样品中最大颗粒直径（□□）。

铁矿和锰矿常用 □ 值为 □□~□□ 铬矿一般采用 □□~□□

□□□□ 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。

□□□ 化验分析

□□□□ 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□□量估算的上要依据。

□ 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□□□ □□□ 赤铁矿石、褐铁矿石、菱铁矿石为□□□ □□□ 矿石中的共生矿产，也应列入基本分析；

□ 锰矿石基本分析项目，氧化矿石分析□□□ □□□ □□□，碳酸锰矿石还要分析

[illegible]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；

[illegible]铬矿石基本分析项目，[illegible]并视矿石用途的不同，必要时可分别增加[illegible]。

[illegible]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。

[illegible]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[illegible]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[illegible]分析项目一般根据光谱全分析和化学全分析的结果确定。

[illegible]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[illegible]范围以内。

[illegible]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。

[illegible]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。

[illegible]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。

[illegible]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[illegible]和组合分析样品数量的[illegible]。当样品数量少时，其基本分析样内检不得少于[illegible]，组合分析样内检不得少于[illegible]；

[illegible]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[illegible]，当基本分析样品总数少时，外部检查样品数量不得少于[illegible]；

[illegible]化学分析质量及内、外部检查分析结果误差处理参考[illegible]《地质矿产实验室测试质量管理规范》执行。

[illegible]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[illegible]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 [illegible] 采样方法多用矿心劈切法、刻槽法、剥层法和全巷法等。

[illegible] 岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

[illegible] 为进行矿产资源 [illegible] 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。

[illegible] 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 [illegible] 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 [illegible] 量估算。小体积质量　体重）样品的体积一般为 [illegible]，大体积质量　体重）样品的体积一般不小于 [illegible]。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。

[illegible] 原始地质编录、资料综合整理和报告编写等

[illegible] 原始地质编录

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 资料综合整理

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 资料综合整理成果应经过质量检查和验收。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

葬 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；

遭 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；

糟 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；

凿 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 [illegible] 《固体矿产勘查 储量 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。

苑 可行性评价

苑[illegible] 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。

苑[illegible] 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。

苑[illegible] 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。

愿 矿产资源 储量分类及类型条件

愿[illegible] 矿产资源 储量分类依据

愿[illegible] 地质可靠程度

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。

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。

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。

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。

经济意义

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。

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。

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。

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。

矿产资源（储量）类型（附录 粤）

储量

可采储量（ore reserve）：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。

预可采储量（probable ore reserve）：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。

预可采储量（probable mineral reserve）：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。

[illegible] 基础储量

[illegible]：是未扣除设计、采矿损失的可采储量[illegible]。

[illegible]：是未扣除设计、采矿损失的预可采储量[illegible]。

[illegible]：是未扣除设计、采矿损失的预可采储量[illegible]。

[illegible]：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。

[illegible]：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。

[illegible]：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。

[illegible] 资源量

[illegible]：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。

[illegible]：与探明的[illegible]次边际经济资源量[illegible]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。

[illegible]：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。

愿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。

愿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。

愿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。

愿预测的资源量（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。

怨 矿产资源（储）量估算

怨员 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）。预查阶段和普查阶段，可采用矿床一般工业指标（附录 E）；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。

怨圆 矿产资源（储）量估算的一般原则

怨圆员 根据勘查阶段确定相应的矿床工业指标。

怨圆圆 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）。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。

怨圆猿 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。

怨圆源 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。

怨圆缘 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。

怨猿 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 [illegible] 《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）。

附　录　粤
规范性附录）
固体矿产资源 储量分类

表 粤.员　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			
	基础储量			
	预可采储量	预可采储量		
	基础储量	基础储量		
边际经济的	基础储量			
	基础储量	基础储量		
次边际经济的	资源量			
	资源量	资源量		
内蕴经济的	资源量	资源量	资源量	

注：表中所用编码　员位数表示经济意义，即 员 越经济的，圆 越边际经济的，圆 越次边际经济的，猿 越内蕴经济的，？ 越经济意义未定的；第 圆位数表示可行性评价阶段，即 员 越可行性研究，圆 越预可行性研究，猿 越概略研究；第 猿位数表示地质可靠程度，即 员 越探明的，圆 越控制的，猿 越推断的，源 越预测的。遭 越未扣除设计、采矿损失的可采储量。

附　录　月
资料性附录）
铁、锰、铬矿物及矿石类型

月.员　铁矿物及铁矿石类型

月.员.员　铁矿物

目前具有工业利用价值的主要铁矿物有：磁铁矿、钛铁矿、赤铁矿、锡铁矿，其主要特征见表 月.员

表 月豫员　铁矿物类型表

矿物名称	化学分子式	主要成分　质量分数）豫	附　　注
磁铁矿 酏茫帮瑞蝶	云藻韵源	云藻瑞圆源 云藻韵麦瑞圆藻 逗圆元	
钛磁铁矿 耘瑞圆藻逗帮瑞蝶	云藻垣圆回曾 云藻垣圆回曾 耘藻韵源 圆约曾约员	云藻褐圆源 耘藻韵圆圆 员元	逗圆益以上铁钛固溶体结构均一，逗圆益以下分解成磁铁矿、钛铁矿及钛铁晶石
钒磁铁矿 恍藻瑞圆蝶	云藻韵曾韵源	云藻圆圆瑞圆圆 猿圆瑞藻 宋曾韵源 逗圆圆员 苏圆瑞圆源	含钒磁铁矿固溶体分解产物
钛磁晶石 钛遭瑞圆逗瑞圆造	云藻韵藻韵源	云藻员圆瑞圆怨 耘藻韵圆圆员	钛磁铁矿固溶体分离产物
钛铁矿 陆遭藻瑞蝶	云藻瑞藻韵源	云藻圆瑞圆源 耘藻圆瑞匝	
赤铁矿 匀藻茫瑞蝶	α原云藻韵源	云藻怨瑞圆源	玫瑰花状或片状集合体称镜铁矿
磁赤铁矿 酏茫帮藻遭瑞蝶	γ原云藻韵源	云藻怨瑞圆源	由磁铁矿氧化而成，具磁性
针铁矿 鲍猿瑞蝶	α原云藻韵 酏约）	云藻圆瑞怨	褐铁矿主要组成部分，其中含不定量吸附水者称水针铁矿
纤铁矿 纤藻猿瑞蝶	γ原云藻韵 酏约）	云藻韵藻怨瑞怨 云藻圆瑞怨	褐铁矿主要组成部分，其中含不定量吸附水者称水纤铁矿；其分布不及针铁矿普遍
菱铁矿 纤藻瑞蝶	云藻韵源	云藻约圆瑞员 恍韵猿藻瑞怨	

月豫圆圆　铁矿石的自然类型

月豫圆圆员　按组成矿石的主要铁矿物可分为磁铁矿石、赤铁矿石、镜铁矿石、假象赤铁矿石、钡钦磁铁矿石、褐铁矿石、菱铁矿石，以及由两种以上铁矿物作为主要组成的复合矿石等。

月豫圆圆圆　按矿石中主要脉石脑筋物的种类可分为石英型、闪石型、辉石型、斜长石型、石榴子石型、铁白云石型、碧玉型铁矿石等。

月圆圆圆圆圆圆 按结构构造可分为浸染状、网脉状、条纹 原条带状、致密块状、角砾状、鲕状、肾状、蜂窝状、粉状铁矿石等。

月圆圆圆圆 铁矿石工业类型

月圆圆圆圆圆 炼钢用铁矿石：含铁量 憎 铁元素 ≥缓冲液、有害杂质含量及块度均符合直接入炉炼钢质量标准的铁矿石，主要用于平炉、电炉　炼钢做氧化剂）、转炉　炼钢做冷却剂）。

月圆圆圆圆圆圆 炼铁用铁矿石：含铁量 憎 铁元素 ≥缓冲液　褐铁矿矿石、菱铁矿矿石扣除烧损后 憎 铁元素 ≥缓冲液）、有害杂质含量及块度均符合直接入炉炼铁质量标准的铁矿石。炼铁用铁矿石及铁精矿粉按主要造渣组分的比值，又可划分为碱性矿石、自熔性矿石、半自熔性矿石和酸性矿石。其标准见表 月圆圆。

表 月圆圆 炼铁用铁矿石质量标准表

矿石类型	ω（铁酸钙＋硅酸二钙）与（铁酸钙＋硅酸二钙＋脉石）的质量比
碱性矿石	跃圆圆圆
自熔性矿石	圆圆圆～圆圆圆
半自熔性	约圆圆圆～圆圆缘
酸性矿石	约圆圆缘
注：当 酸二钙和 钙镁橄榄石含量都很低时，亦可采用 ω（铁酸钙）与（铁酸钙＋脉石）值确定酸碱度。	

月圆圆圆圆圆圆 需选铁矿石：含量较低的铁矿石　贫矿），或含铁量高但有害杂质含量超过规定、含伴生有用组分不符合人炉冶炼要求的一般富矿　憎 铁元素 ≥缓冲液〕统称需选铁矿石。这些矿石需要选矿、烧结或球团处理后，才能入炉冶炼。

需选铁矿石工业类型，从选矿工艺要求出发，根据磁性铁　氧化亚铁 对全铁　铁元素 的占有率，将其划分为磁性铁矿石和弱磁性铁矿石。憎 氧化亚铁 与憎 铁元素 ≥愿冲液为磁性铁矿石，憎 氧化亚铁 与憎 铁元素 ≤愿冲液为弱磁性铁矿石。当矿石矿物成分复杂，矿石中硅酸铁　铁橄榄石、硫化铁　磁黄铁矿 和碳酸铁　菱铁矿 的质量分数大于 猿缘，或三者之和大于 猿缘时，憎 氧化亚铁 与憎 铁元素原子吸收光谱原子荧光光谱原子发射光谱原子质谱 ≥愿冲液为磁性铁矿石，憎 氧化亚铁 与憎 铁元素原子吸收光谱原子荧光光谱原子发射光谱原子质谱 ≤愿冲液为弱磁性铁矿石。

月圆圆 锰矿物及锰矿石类型

月圆圆圆圆 锰矿物

目前工业上利用的主要锰矿物为锰的氧化物、氢氧化物、硫化物、碳酸盐及锰的硅酸盐矿物，详见表 月圆圆。

表 月圆缺 锰的工业矿物

类	矿物名称	曾用名	化学分子式	酞及特征无素含量 (%月豫	附　注
氧化物—氢氧化物类	硬锰矿		月蕾酞型酞型源酞韵圆猿圆韵	酞源豫 远回	氧化锰矿石中的主要矿物
	锰钾矿	隐钾锰酸	运圆酞型酞型源酞韵远	酞韵圆苑怨 绝园 酞韵园 远 运圆韵园 源	氧化锰矿石中的主要矿物，属。α原酞韵圆
	锰钡矿	钡硬锰矿、碱硬锰矿	月圆酞型酞型源酞韵圆猿圆韵远	酞韵圆远 愿愿 酞韵园 怨 月圆韵园 愿愿	常见氧化锰矿物
	钙锰石	兰西锰矿 钙硬锰矿	（悄葬 酞型） 酞源型韵悲· 猿圆韵	酞韵圆猿豫 苑豫 酞韵园 愿源 悄葬猿 愿园	见于锰碳酸盐和锰硅酸盐岩的风化带中
	锰铅矿	铅硬锰矿、铅锰氧石	孕遭酞型酞型源酞韵远	酞韵圆 回依 酞韵愿 依 孕遭韵园 猿袁	含铅次生锰矿中的常见铅锰矿物
	锂硬锰矿		锰藻造 酞韵圆 韵韵） 圆	酞韵圆源豫 远回 酞韵园圆豫 愿 粤藻韵圆 晕苑 圆源 锰藻圆 园源 猿	次生钴锰矿床中的主要载然、镍矿物，含钴可达 园圆圆豫～愿豫
	水羟锰矿	复水锰矿、偏锰酸矿	酞型，云蕴亘，悄葬 晕菲韵 韵韵） 圆 灶圆韵	酞韵圆苑 衣依 酞韵园愿 依	由锰硅酸盐和碳酸盐特别是含锰灰岩风化形成的锰帽中主要锰矿物
	软锰矿		β原酞韵圆	酞韵圆园 愿愿	原生、次生氧化锰矿石中主要锰矿物之一，具有较大且发育完好晶形者称黝锰矿，软锰矿石常作放电锰用
	六方锰矿	恩苏塔矿	酞源型酞源型韵圆猿圆 韵韵） 圆 曾曾园圆愿远 园圆圆苑 大多数）	酞韵圆愿怨 绝猿 酞韵园愿 员愿	锰矿氧化带中常见矿物，属 ρ酞韵圆 具有良好的放电性能

续表

类	矿物名称	曾用名	化学分子式	酞出及特征无素含量（%）	附　注
氧化物—氢氧化物类	拉锰矿	兰姆斯德矿、斜方软锰矿	γ-MnO(OH)	酞钧锰忽园，忽苑	放电性能好，但较少见
	钙锰矿	钡镁锰矿、托锰矿	酞出 恍葬 酞录 酞增钠·勾钧	酞钧锰锰园，猿酞钧镁，员猿月葬铜园，猿恍葬钧铜园依酞群员依	是现代海洋锰结核中的主要矿物；锰矿床氧化带中常见
	水钠锰矿	钠水锰矿	量葬猿酞出钧锰钠，怨勾钧	酞钧锰远，猿酞恍葬钧铜远，员圆	现代海洋锰结核中主要矿物，也见于锰矿床氧化带的下部
	水锰矿		γ-MnO(OH)（单）	酞增录，远圆	原生沉积氧化锰矿石中的主要矿物之一
	褐锰矿		猿 酞出 云藻钧猿酞出 酞录，恍葬 怨藻钠猿	酞增录，远圆怨藻锰铜录，员猿	变质锰矿和原生沉积氧化锰矿石中的主要矿物之一
	黑锰矿		酞增钠源	酞增录，远猿	原生沉积氧化锰矿石中的主要矿物之一，变质或热液锰矿床中亦常见
	锰铁矿	黑镁铁锰矿	酞出 云藻 酞录·云藻酞出铜钠源	酞圆原依云藻圆依	变质锰矿床或原生氧化锰矿石中常见矿物之一
	方铁矿		酞出 云藻钧猿	酞增圆，远圆	变质锰矿床中或原生氧化锰矿石中出现
	方锰矿		酞钧	酞铵源	变质锰矿床中或原生氧化锰矿石中出现
	水锌锰矿　勾郸凿锰铜钠猿		在增酞增钠，勾钧	酞出猿依在钧猿依	含锌次生氧化锰矿床中常见锰矿物
	黑锌锰矿		粤出 云藻、酞出）酞增钠，猿勾钧	酞钧锰远，远源酞钧员铜录，远在钧员源，圆员	含锌次生氧化锰矿床中常见锰矿物

续表

类	矿物名称	曾用名	化学分子式	酞出及特征无素含量（%） 豫	附　注
碳酸盐类	菱锰矿 砸果锰螺蛳壳		酞出犊猪	酞出猿豫 源豫	碳酸锰矿石中主要矿物
	钙菱锰矿 悄蛙蛙郧 则锰螺蛳壳		酞土 悄葬 悄犊猪	酞晕圆豫 猿豫	碳酸锰矿石中主要矿物
	锰方解石 酞蛙蛙土螺蛳壳		悄葬 酞土 悄犊猪	酞出员豫 圆苑	碳酸锰矿石中主要矿物
	锰白云石 运驱螺蛳壳		悄葬 酞土 酞卓 悄犊猪圆	酞出员豫 员愿	碳酸锰矿石中常见矿物
	铁菱锰矿 悄蛙郧 则锰果锰螺蛳壳		酞土 云藻 悄犊猪	酞出圆 猿愿 云藻豫 员豫	铁锰碳酸盐矿石中常见矿物
硫化物类	硫锰矿 粤蹭蛙蛙螺蛳壳		酞杂	酞出远圆源 杂责圆员元	变质和内生锰矿床中可大量出现，沉积碳酸锰矿就中可少量出现
	褐硫锰矿 乞蛙螺蛳壳		酞杂圆	酞出源圆源 杂猪圆员元	变质和内生锰矿床中出现
硼酸盐类	锰方硼石 悄葬粤蹭螺蛳壳		酞猪月韵猪悦造	酞源圆员圆 月韵猪源圆员恩 悄造远圆	罕见，在个别沉积矿床中可作为主要锰矿物
硅酸盐类	蔷薇辉石 砸果锰螺蛳壳		酞土 悄葬 孕藻猪	酞韵源圆豫 悄葬韵远苑 孕藻韵猿圆源	变质及热液矿床中常见
	锰铝榴石 孕蒸蒋猪螺蛳壳		酞猪粤蹭 孕藻猪猿	酞韵圆员 猿愿 粤蹭猪员 员愿 圆圆 孕藻圆蒙 猿愿	变质及热液矿床中常见
	锰铁叶蛇纹石 酞蛙蛙土螺 枣则郧 则猪螺果螺蛳壳		酞土 云藻 酞卓 源孕藻猿圆 · 猿员韵	酞韵猿责圆源 云藻韵员圆员 酞韵员远圆员 孕藻韵猿圆源	变质及热液矿床中出现
	蜡硅锰石 月蛙蛙螺蛳壳		酞猪孕藻韵猿 酞韵圆	酞韵猿源 缘圆	变质及热液矿床中出现

月圆圆圆 锰矿石自然类型

月圆圆圆员 根据矿石中主要锰矿物划分：碳酸锰矿石；氧化锰矿石；硅酸锰矿石；硼酸锰矿石；铁锰多金属矿石；及由上述两种或两种以上类型的矿物构成的复合矿石。

月圆圆圆圆 根据矿石结构构造划分：块状矿石、条带状矿石、多孔状矿石、肾状矿石、

豆状矿石、粉状矿石、钟乳状矿石等。

月圆圆猿　锰矿石工业类型

月圆圆猿援员　冶金用锰矿石：

葬　根据 憎　孕　辖憎　酝灶　比值分为：

员　低磷矿石：比值≤园援园圆；

圆　中磷矿石：比值为 园援园圆～园援园苑；

猿　高磷矿石：比值 跃园援园苑；

遭　根据 憎（悦葬翱垢酝早）　辖憎　灶葬圆韵垢粤造圆韵猿）　比值分为：

员　酸性矿石：比值 约园援缘；

圆　自熔性矿石：比值为 园援缘～员援园；

猿　碱性矿石：比值 跃员援园；

糟　根据 憎　酝灶　辖憎　铁藻　比值划分为：

员　铁锰矿石：比值 约员；

圆　高铁锰矿石：比值为 员～猿；

猿　中铁锰矿石：比值 跃猿～远；

源　低铁锰矿石：比值 跃远

月圆圆猿援圆　电池用锰矿石可根据其中 酝灶圆韵内部晶形结构划分为。α、β、γ、δ、ρ 型等放电锰矿石。

月圆圆猿援猿　化工用锰矿石按用途可分为电解金属锰用、电解二氧化锰用及制锰盐用矿石。

月圆猿　铬矿物及铬矿石类型

月圆猿援员　铬矿物

铬的工业矿物见表 月圆猿援

表 月圆猿援　铬的工业矿物

矿物名称		化学分子式	憎（悦葬翱垢）豫	附注
铬铁矿（亚铁铬铁矿）	镁铬铁矿 酝早悦则圆韵源	酝早韵　云藻韵　悦则圆韵猿 酝早韵　员～员援缘 云藻韵　园～园援缘	缘园～远园	少见
	铁镁铬铁矿 （酝早，云藻）悦则圆韵源	酝早韵　云藻韵　悦则圆韵猿 酝早韵　园援缘～园援苑 孕藻韵　园援园缘～园援缘	缘园～远园	常见
	镁铁铬铁矿 （铁，酝早）悦则圆韵源	铁藻韵　酝早韵　悦则圆韵猿 酝早韵　园援缘～园援苑 云藻韵　园援苑～园援缘	缘园～远园	常见
	铁铬铁矿 铁悦则圆韵源	铁藻韵　酝早韵　悦则圆韵猿 酝早韵　园援园缘～园 云藻韵　园援缘～员	缘园～远园	少见

续表

矿物名称		化学分子式	憎 悄豫	附注
铝铬铁矿	铝 原铁镁铬铁矿 粤	酝帛 云藻 悄测 粤员	猿园 缘园	产于高铝超基性岩中
	铝 原镁铁铬铁矿 粤	云藻 酝帛 悄测 粤	猿园 缘园	产于高铝超基性岩中
高铁铬铁矿	高铁铬铁矿 云	酝帛 云藻 悄测 云藻	猿园 缘园	产于纯橄岩和斜辉辉橄岩中
	铝 原高铁铬铁矿 粤	酝帛 云藻 悄测 云藻	猿园 缘园	又称含铁富铁铝铬铁矿
硬铬尖晶石 悄		酝帛 云藻 悄测	猿园 猿愿	

月圆圆圆 铬矿石自然类型

铬矿石的自然类型见表 月圆缘

表 月圆缘 铬矿石自然类型

矿石类型		铬矿物密集程度	铬矿物质量分数 豫	悄豫 估计质量分数
致密块状矿石		极密集	跃园	跃园
浸染状矿石	稠密浸染	较密集	缘园 园	圆缘 源园
	中等浸染	中等程度密集	猿园 缘园	员缘 圆缘
	稀疏浸染	稀疏	员园 猿园	缘 员缘

月圆圆猿 铬矿石工业类型

按工业用途划分为：冶金用铬矿石、耐火材料用铬矿石、化工用铬矿石、铸石用铬矿石。

附　录　悦
资料性附录）
铁、锰、铬矿矿床主要类型

悦园员 铁矿床主要类型

悦园员园员 岩浆晚期铁矿床

悦园员园员员 岩浆晚期分异型铁矿床

产于辉长岩—橄辉岩等基性、超基性火成岩体中。单个含矿岩体断续延长数公里至数十公里，宽一至几公里。矿体呈较规整的多层似层状，产于岩体中下部、韵律层的底

部。矿体（层）累积厚度数十至二三百米，延深数百至千米以上，多为大型矿床。成矿后断裂和岩脉发育，常破坏矿体在走向、倾向上的连续性。矿石具浸染状，条带状、块状构造，陨铁嵌晶结构、固溶体分解结构。金属矿物以钛磁铁矿为主，粒状钍铁矿为次，并含少量磁黄铁矿、黄铁矿及其他钴镍硫化物。脉石矿物有辉石、基性斜长石、橄揽石、磷灰石等。矿石一般 [illegible] 。矿石均需选矿后才可冶炼。矿床实例：攀枝花铁矿。

[illegible] 岩浆晚期贯入式矿床

产于辉长岩和斜长岩岩体中。矿体沿岩体中一定裂隙分布，或产于辉长岩与斜长岩的接触带内。矿体形状不规则，一般呈扁豆状、似脉状成群出现，雁行排列并向深部侧伏。单个矿体长数米、数十至数百米不等，厚度数米至数十米，延深数十至数百米。矿床规模多为中小型。矿石呈致密块状、浸染状构造。矿石中有用矿物颗粒较粗大，常见金红石而未见钛铁晶石。矿石矿物成分和化学成分大体与岩浆晚期分异型铁矿床类似，但常含有多量的斜长石、辉石、纤闪石、阳起石、磷灰石，岩体中局部可形成单独的铁磷矿体。矿石易选。矿床实例：大庙铁矿。

[illegible] 接触交代 原热液铁矿床

本类型矿床一般含铁较高，分布普遍。接触交代型矿床主要产于中 原酸性侵入体与碳酸盐类岩石的接触带内。

矿床规模一般为中小型，少数为大型。矿体一般长数十至数百米，少数达数千米，延深几十至数百米以上，厚度儿米至几十米。矿体的形态及分布受接触带控制，有似层状、扁豆状、巢状等，常有盲矿体存在。矿石以块状构造为主，浸染状为次，亦有角砾状构造，具有交代和粒状结构。矿石矿物以磁铁矿为主，假象赤铁矿为次，有的矿区出现较多菱铁矿。硫化物以黄铁矿为主，部分矿区有黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、辉钼矿等。少数矿床中含有锡石和‘胶态锡”。脉石矿物以透辉石、石榴子石为主，角闪石、碳酸盐矿物等次之。有的矿区脉石矿物蛇纹石较多。矿石全钛质量分数 [illegible] ，硫质量分数一般在 [illegible] 以下，磷低，[illegible] 。伴生有 [illegible] 等。矿石一般可选性良好，除某些含锡较高的矿床未利用外，均已检广泛开采利用。矿石中常含有能综合回收的伴生有用元素，如 [illegible] 等。矿床实例：大冶铁矿。

[illegible] 与火山 原侵入活动有关的铁矿床

[illegible] 与陆相火山 原侵入活动有关的铁矿床

矿床在火山机构中的产山位置可分为：①严于火山碎屑岩中的火山 原沉积矿床；②产于玢岩体内部、顶部及其与周围火山岩接触带中的铁矿床；③产于玢岩体与周围沉积岩接触带中的铁矿床。其中以位于玢岩体顶部及其与周围火山岩接触带巾的矿体规模最大，矿石较富。与陆相火山—侵入活动有关的矿床，矿体规模大小不等。大刑矿体长千米以上，厚度几十至二三百米，宽数百至近千米。矿体呈似层状、饼状、透镜状、钟状、环状、囊状。产状多近水平，或以缓角度向四周倾伏。矿石矿物以磁铁矿、假象赤铁矿、赤铁矿为主，并含有黄铁矿。脉石矿物有透辉石、阳起石、磷灰石、碱性长石及

硬石膏等。围岩蚀变发育。矿体外有时形成单独的黄铁矿体及硬石膏矿体。矿石具块状、浸染状、浸染网脉状、角砾状、斑杂状、条纹条带状等构造。浸染状矿石一般 憎 粒 藻 为 员 豫～猿 遇豫，块状矿石一般 憎 粒 藻 为 猿 豫～缘 豫，憎 岔 为 园 郧豫～员 园园豫，憎 杂 为 园 阅豫～愿豫或更高，宰 允 韵 为 园 郧豫～园 阅豫。矿床实例：梅山铁矿。

忆 型 园 与海相火山 原侵入活动有关的铁矿床

矿床产于地槽褶皱带的海底火山喷发中心附近，矿体赋存于一套由火山碎屑岩—碳酸盐岩 原熔岩　细碧岩与角斑岩）组成的建造中。矿体呈层状、似层状、透镜状，少数为脉状、囊状，常成群成带出现。单个矿体走向延长几十米至千米以上，厚几米至几十米，最厚达百米，延深百米或数百米，最大达千米。矿体一般产状平缓，中小矿体有时产状复杂。矿石构造与陆相火山 原侵入活动有关的矿床相同，并具杏仁状构造、定向排列构造等。矿石中金属矿物以磁铁矿，赤铁矿为主，另有假象赤铁矿、菱铁矿和硫化物。脉石矿物有石英，钠长石、绢云母、铁绿泥石等。矿石含铁量与陆相火山 原侵入活动有关的铁矿床相似，并多含 悦怎 悦燥 多数铁矿床含铁品位一般较高，矿石易选，但有的矿区含有一定数量的菱铁矿、黄铁矿、硅酸铁矿物等，影响选矿效果。矿石中伴生的 杂 孕 灾 韵 悦怎 悦燥等，可综合回收。矿床实例：大红山铁矿。

忆 型 源 沉积铁矿床

忆 型 员 浅海相沉积铁矿床

忆 型 员 园 震旦纪沉积赤铁矿、菱铁矿矿床：产于震旦系中，矿层底板为细砂岩或砂质页岩，顶板为黑色页岩夹薄层砂岩，一般有三四层矿，单层厚 园郧～园 员 米。矿石类型以赤铁矿石为主，菱铁矿石次之。矿石以鲕状构造为主，一般 憎 粒 藻 为 猿 豫～缘 豫，硫、磷含量较低。在局部地段，小断层较发育。矿床实例：庞家堡铁矿。

忆 型 员 员 泥盆纪沉积赤铁矿、菱铁矿矿床：产于中上泥盆统中，含矿建造以砂、页岩为主，含矿一至四层，累积厚度不大，但较稳定。矿石类型以赤铁矿石，菱铁矿石为主，其次为鲕绿泥石矿石及混合型矿石。矿石以中等品化为主，憎 粒 藻 为 园 豫～缘 豫，一般含磷高含硫低。矿床实例：火烧坪铁矿。

忆 型 员 猿 海陆交替 原湖相沉积铁矿床

铁矿层往往与煤系地层关系密切，有的矿层产于碳酸盐类岩石古侵蚀面上，与铝土矿、粘土矿共生。层位稳定，矿床规模多为中、小型。矿体有似层状、层状、透镜状，或由结核状和扁豆状矿石与粘土页岩或煤层组成不连续的菱铁矿、赤铁矿或褐铁矿含矿层，矿石以菱铁矿为主，或以赤铁矿为主，或两者兼有。脉石有绿泥石、石英、粘土矿物等。憎 粒 藻 为 猿 豫～缘 豫，含磷高，含硫低，有的矿区含锰、铝、硫较高。本类型矿床矿石采、选、冶困难，鲕绿泥石型矿石目前在国内尚难利用。矿床实例：土台铁矿。

忆 型 缘 沉积变质铁矿床

忆 型 员 变质铁硅建造铁矿

矿体一般大而贫，也有少量富矿。物质组分一般较简单。可分为三个亚类：①产于以角闪质岩石为主并夹有黑云变粒岩等岩石的岩层中的铁矿，有时夹有石英岩；②产于

以绢云母质绿泥石质千枚岩和片岩为主的岩层中的铁矿；③产于夹有大理岩的片岩、片麻岩及变粒岩的岩层中的铁矿。

此类矿床的含矿带在区域构造上常呈复式褶皱，使矿体（层）重复出现；轴部矿体加厚；有的矿床受后期剥蚀或断层影响，在局部范围内呈单斜构造或向斜构造产出。

一个矿区内铁矿有的是多层，也有一至二层的。矿层厚者可达二三百米。矿体延长一般几百米至几千米，极少数可达十余公里，延深数百米至千米以上。矿体形态简单，多呈层状，似层状，产状与围岩基本一致。在贫矿层中的有利部位有时见富矿，个别富矿体沿走向仅百余米，延深却可达千余米。矿石矿物一般以磁铁矿为主，少数矿区赤铁矿，假象赤铁矿较多。矿石中普遍含少量碳酸铁、硅酸铁，个别矿区含量较高。脉石矿物有石英、绿泥石、镁铁闪石、铁铝榴石、黑云母、碳酸盐矿物等，一般含少量黄铁矿。矿石多具条纹条带状构造，花岗变晶、鳞片变晶结构。多数矿区的矿石 [illegible] 为 [illegible]，[illegible] 为 [illegible]，一般要做选矿处理；少数矿区产有富矿，[illegible] 达 [illegible]，含硫、磷低，可供直接人炉冶炼用。矿床实例：鞍山铁矿。

[illegible] 变质碳酸盐型铁矿

铁矿产于千枚岩、大理岩、白云质大理岩、板岩等各类岩层之中或其接触面上，以矿体厚度变化大和富矿占比例大为特征。矿体早层状、似层状、扁豆状或不规则状。矿石矿物有赤铁矿、菱铁矿、磁铁矿、褐铁矿。脉石矿物有石英，绢云母、绿泥石及碳酸盐类。矿石构造以块状为主，鲕状、条带状次之。矿床实例：大栗子铁矿。

[illegible] 风化淋滤型铁矿床

本类型矿床由各类原生铁矿、硫化物矿床以及其他含铁岩石经风化淋滤富集而成，也称风化壳矿床。

本类矿床以‘铁帽’分布广泛为特征，矿体形态受地形及构造影响，呈不规则或扁豆状，规模一般小型，也有大、中型矿床。矿石以疏松多孔褐铁矿为主，脉石为石英、碳酸盐类、粘土矿物等。矿石具块状、蜂窝状、葡萄状或土状构造。矿石 [illegible] 为 [illegible]。多数矿床随原生矿（岩）石的不同成分，常含 [illegible] 杂 [illegible] 等杂质。矿石难选，上业利用上存在一定局限性，多作为配矿利用。矿床实例：大宝山铁矿。

[illegible] 其他类型铁矿床

指由多时期多因素形成，而主要成矿因素、成矿时期尚有不同认识的矿床，如海南石碌、内蒙古白云鄂博等铁矿床。

石碌铁矿的地层上要为一套浅海湖相沉积岩系，并经受了程度较浅的区域变质和接触变质作用。铁矿体主要赋存于白云岩、白云质结晶灰岩中的透辉石透闪石岩内，呈层状或似层状，产于复式向斜的两翼或一翼。矿区外围见中生代花岗岩。

主矿体长 [illegible]，宽 [illegible]，最大垂厚 [illegible]。矿石矿物以赤铁矿和石英为主，并含少量磁铁矿及半假象赤铁矿、铁碧玉等。矿石平均 [illegible] 为 [illegible]，[illegible] 为 [illegible]，[illegible] 为 [illegible]，[illegible] 为 [illegible]。矿石中 [illegible] 跃 [illegible]。矿体底板以下有单独的铜钴矿体。该铁矿所产铁矿石为优质富铁矿石。

白云鄂博铁矿的地层为前寒武纪浅变质的石英岩、板岩、白云岩夹云母片岩，铁矿

产于白云岩中或白云岩与硅质板岩接触处，早似层状、透镜状顺层产出。含矿带东西长 [illegible]，南北宽 [illegible]～[illegible]，主矿体长 [illegible]，水平厚度平均为 [illegible]，真厚度 [illegible]，最大延深 [illegible]。铁矿石主要由磁铁矿、赤铁矿、假象赤铁矿组成，在矿体和围岩中普遍含有多种稀有、稀土矿物。脉石矿物有萤石、钠辉石、钠闪石、云母、重晶石、白云石、石英等。近矿围岩小含稀有、稀土元素，有时可单独构成矿体。铁矿石 [illegible] 为 [illegible]～[illegible]，平均 [illegible] 为 [illegible]～[illegible]，[illegible] 为 [illegible]～[illegible]，[illegible] 为 [illegible]～[illegible]，[illegible] 为 [illegible]～[illegible]，[illegible] 为 [illegible]～[illegible]，[illegible] 在富集地段质量分数为 [illegible]～[illegible]。由于矿石组分复杂，属难选矿石。

[illegible] 锰矿床主要类型

[illegible] 海相沉积锰矿床

是锰矿床中最重要的类型。产出层位有：中元古界长城系高于庄组和蓟县系铁岭组，新元占界震旦系下统南沱组　[illegible] 塘坡组、湘锰组）、上统陡山沱组，奥陶系中统磨刀溪组、上统五峰组，泥盆系上统榴江组、五指山组，石炭系下统大塘阶阿克沙克组、中统黄龙群，二叠系下统孤峰组、上统龙潭组，二叠系下统菠茨沟组和北泗组、中统大茅纽及上统松桂组等。按含矿岩系和锰矿层特征，分为五个亚类。

[illegible] 产于硅质岩、泥质灰岩、硅质灰岩中的碳酸锰矿床：分布于台盆或台槽区，含矿岩系以富含硅质，泥质，以及小现硅质岩段或夹层的不纯的碳酸盐岩为特征；锰矿层主要产出于含矿岩系的泥质、硅质灰岩段内，呈层状、似层状、透镜状；长数百米至数千米，厚一至数米；矿石具泥晶结构，结核状、豆状、微层状构造；矿石类型有菱锰矿型、钙菱锰矿 [illegible] 原锰方解石型、锰方解石型；有的矿床局部出现锰的硅酸盐 [illegible] 原菱锰矿型；脉石矿物主要为石英、玉髓、方解石；大多数属酸性矿石；矿层浅部发育次尘氧化带；矿床规模多属中、大型。矿床实例：下雷锰矿、龙头锰矿、大通锰矿。

[illegible] 产于黑色岩系中的碳酸锰矿床：含矿岩系或含矿岩段为黑色含炭页岩、粘上岩，具水平层理或线理：矿体呈层状、似层状、透镜状，长数百至数千米，厚一至数米；矿石具泥晶结构、球粒结构及少量鲕状结构，块状、条带状构造；矿石类型最普遍的是菱锰矿型，次有钙菱锰矿 [illegible] 原锰方解石型、锰方解石型；脉石矿物主要为石英、方解石及粘土矿物，常见伴有星散状的黄铁矿；以酸性矿石为主；近地表部分不同程度地发育次生氧化带；矿床规模以大中型居多。典型矿床有湘潭锰矿、民乐锰矿、松桃锰矿、铜锣井锰矿和高燕锰矿。

[illegible] 产于细碎屑岩中的氧化锰、碳酸锰矿床：含矿岩系为杂色粉砂质页岩、粉砂岩，常夹有泥质灰岩、灰岩；矿体常呈透镜状，可有数层矿；矿石具细粒集合体及鲕状、球粒状结构，条带状、块状构造；原生矿石有氧化锰类型和碳酸锰炎型，氧化锰类型主要为水锰矿型，碳酸锰类型有菱锰矿型，钙菱锰矿 [illegible] 原锰方解石型；脉石矿物以石英、玉髓或方解打为主，矿石有的属酸性矿石，也有属自熔性或碱性；近地表有发育程度不等的氧化矿石；矿床规模一般较大。矿床实例：瓦房子锰矿、斗南锰矿。

[illegible] 产于白云岩、白云质灰岩中的氧化锰、碳酸锰矿床：含矿岩系或含矿段为白云岩、粉砂质白云岩、白云质灰岩；矿体呈层状、似层状、透镜状；矿石有菱锰矿刑，锰方解石 [illegible] 原菱锰矿型呈晶粒或隐晶结构，鲕状、豆状、块状、条带状构造；脉石矿物有石

英、白云石、方解石，属酸性矿石；次生氧化带以软锰矿和水拜锰矿型矿石为主；矿床规模大、中、小型都有。矿床实例：白显锰矿。

藻 产于火山 原沉积岩系中的氧化锰、碳酸锰矿床：含矿岩系属火山喷发期后或火山喷发间歇期的正常海相沉积碎屑岩与碳酸盐岩；矿层产在碎屑岩中或碎屑岩山碳酸盐岩过渡处；矿体呈层状，似层状，厚数米，长可达数千米，矿床规模中型；矿石呈晶粒状、球粒状结构，块状、条带状，网脉状构造；主要为菱锰矿型矿石，含褐锰矿和锰的硅酸盐，并有微弱的方铅矿、闪锌矿化；脉石矿物多为硅质矿物；属酸性矿石。矿床实例：莫托沙拉锰矿。

忱 沉积变质锰矿床

忱 产于热变质或区域变质岩系中的氧化锰矿床：为海相沉积矿床经受变质作用而成；矿石具变晶或变鲕结构，条带状构造，上要为菱锰矿 原褐锰矿型、褐锰矿黑锰矿型，一般有锰的硅酸盐出现；脉石矿物除石英、方解石外，出现少量钠 原奥长石、闪石、辉石、石榴子心、云母等；围岩多屑千枚岩，绿片岩类；矿床规模属中小型。矿床实例：黎家营锰矿、龙田沟锰矿。

忱 产于热变质或区域变质岩系中的硫锰矿、碳酸锰矿床：为海相沉积矿床受接触变质或其他变质作用而成；矿石变成硫锰矿 原菱锰矿型或硫锰矿 原锰白云石型矿石，具变晶及球粒状结构，条带状构造，也出现少量的锰的硅酸盐；脉石矿物除石英、方解石、白云石外，出现少量变质硅酸盐矿物；围岩属板岩或绿片岩类；矿床规模属中型。矿床实例：棠甘山锰矿，天台山锰矿。

忱 层控铅锌铁锰矿床

矿床常产于某些比较固定的层位内，明显受到后期改造作用。矿石组分复杂含铁铅锌等多种元素。矿体大多呈透镜状产山，产状与围岩近似，但不完全整合。围岩蚀变有白云石化、铁锰碳酸盐化。原生矿石有方铅矿 原菱锰矿型、硫锰矿 原磁铁矿型和闪锌矿 原锰菱铁矿型，呈粒状、球粒状结构，块状、浸染状、细脉状构造。次生氧化后锰显著富集，有软锰矿 原硬锰矿型的锰矿石和软锰矿、硬锰矿 原褐铁矿型的铁锰矿石。铅锌矿物在半氧化带有白铅矿、铅矾等，在氧化带有铅硬锰矿、黑锌锰矿等一类矿物。矿床规模大中小型都有，矿床实例：后江桥锰矿、玛瑙山锰矿。

忱 风化锰矿床

忱 沉积含锰岩层的锰帽矿床：为原尘沉积含锰岩层，经次生富集而形成有工业价值的矿床；矿体保持原来含锰岩层的产状，沿走向延续较长，沿倾向延续深浅受氧化带发育深度控制，可由数米至数十米，个别上百米；当含锰岩层产状平缓且大面积赋存在氧化带内时，矿体才有很大的延伸，矿石主要由各种次生锰的氧化物、氢氧化物组成，具次生结构和构造；矿床规模多属中小型。矿床实例；河间锰矿、东平锰矿、芦寨锰矿。

忱 热液或层控锰矿形成的锰帽矿床：常产于层控矿床产出的地层的风化带内，矿体呈透镜状、脉状、囊状；矿石由各种次生的锰的氧化物、氢氧化物组成，常见铅硬锰矿、黑锌锰矿、水锌锰矿、黑银锰矿，含铅锌常较高，具次生结构、构造；矿床规模多属中、小型。矿床实例：高鹤锰矿、塔山锰矿。

[illegible] 与热液贵金属、多金属矿床有关的铁锰帽矿床：矿石呈土状、角砾状，含大量粘土或岩屑，其铁、锰含量只达一般指标的边界品位，但尚含金、银、铅、锌、铜等多种有用金屑，具一定规模，可具有工业利用价值。矿床实例：七宝山铁锰矿、连州铁锰矿。

[illegible] 淋滤锰矿床：锰矿常产于含锰沉积岩层的构造破碎带、层间剥离带、裂隙、溶洞中，是锰质在地下水运动中被溶解，携带至适合部位积聚而生成的；矿体呈脉状、透镜状、囊状；矿石主要由次生氧化锰、氢氧化锰矿物组成，具胶状、网脉状，空洞状、土状构造；矿床规模多属中、小型。矿床实例：兰桥锰矿、汾水锰矿。

[illegible] 第四系中的堆积锰矿：由含锰岩层或锰矿层经次生氧化富集、破碎、短距离搬运、堆积而成；矿石由各种锰的次生氧化物、氢氧化物组成，呈角砾状、次角砾状、豆粒状，积聚于松散的砂质土壤之中；矿体呈层状、似层状，产状与地面坡度基本一致，受含锰层的出霹和地貌形态的控制；矿床规模多属中、小型。矿床实例：思荣锰矿、凤凰锰矿、木圭锰矿、平乐锰矿、东湘桥锰矿。

[illegible] 铬矿床主要类型

[illegible] 层状铬矿床

矿床产于具有层状特征、韵律构造的基性一超基性杂岩体中，于岩浆早期阶段由分凝作用形成。矿体多赋存在斜方辉石岩、斜辉辉橄岩、纯橄岩等超基性岩相中。矿体呈层状，平行多层产出，单层厚度数十厘米至数米，走向延长和横向延伸非常稳定，矿床规模巨大，是世界上最主要的铬矿资源。矿石多为细粒致密一稠密浸染状，品位中等，[illegible] 值一般小于 [illegible] 属于该类矿床的有南非的布什维尔德、津巴布韦的大岩墙、美国的斯提尔沃特、芬兰的克米等矿床。我国目前尚无该类型工业矿床实例。

[illegible] 岩浆晚期铬矿床

[illegible] 产于以纯橄岩为主的纯撒岩—单辉辉石岩型岩体中的铬矿床。矿体多赋存在纯橄岩岩相内的粗粒—伟晶纯橄岩中，与围岩呈渐变过渡关系，其边界需用化学方法圈定。矿体规模一般较小，常由矿毛、矿条、矿巢组成矿体　带)。矿石多呈细粒稀疏—中等浸染状，以网环状、条带状、斑杂状、角砾状构造为主。局部见有瘤状、豆状、压滤条带状构造。矿石矿物成分除铬尖晶石含量较高外，其他均与围岩一致。矿石 [illegible] 一般为 [illegible]，[illegible] 值小于 [illegible] 造矿铬尖晶石与附生铬尖晶石类型一致，多为高铁铬铁矿和铝—高铁铬铁矿。该类矿床的资源 [illegible] 量在我国铬矿资源 [illegible] 量中占一定比例，但多为贫矿，需经选矿方能提供工业利用。矿床实例：高寺台铬矿、平顶山铬矿、放马峪铬矿、毛家厂铬矿、松树沟铬矿。

[illegible] 产于以斜辉辉橄岩为主的纯橄岩—斜辉辉橄岩型镁质岩体中的铬矿床。矿体多赋存在斜辉辉橄岩相或该岩相与纯橄岩相接触带附近的纯橄岩异离体中，常成带、成群分段集中分布。矿体直接围岩多为纯橄岩，部分为斜辉辉橄岩，少数为斜辉橄榄岩，个别矿体贯人到岩体围岩中。矿体与围岩界线清楚，接触线多呈直线和折线。矿体产状多变，形态复杂，多呈不规则的扁豆状、似脉状、透镜状、囊状、柱状等。矿体外缘常有数厘米至数十厘米宽的蚀变退色带或绿泥石壳。矿石以中粗粒伟晶他形致密块状为

主，矿体边部见有中细粒浸染状及豆状、瘤状构造的矿石。矿石矿物成分中除铬尖晶石和蛇纹石、绿泥石外，尚见橄揽石、斜方辉石、铬绿泥石、钙铬榴石、铬云母、单斜辉石、针镍矿、镍黄铁矿、硫砷钴矿及铂族矿物等。该类的一部分矿床矿石中 憎 (恍[illegible]) 在 [illegible]以上，憎 (恍[illegible]) 辖憎 ([illegible]) 大于 [illegible]；另一部分矿床矿石中 憎 (恍[illegible]) 为 [illegible]～[illegible]，憎 (恍[illegible]) 辖憎 ([illegible]) 比值为 [illegible]～[illegible]。造矿铬尖晶石类型主要为铬铁矿和铝铬铁矿型，大多数与附生铬尖晶石类型一致，个别显示有较大的差别。单个矿体规模较大，长数十米至千余米，厚数米至百余米，这类矿床是我国铬铁矿床的主要类型。矿床实例：罗布莎铬矿、东巧铬矿、萨尔托海铬矿、鲸鱼铬矿、赫根山铬矿。

恍[illegible] 外生铬矿床　残坡积矿床、滨海砂矿、河床砂矿等）

该类矿床是由内生铬矿床或基性—超基性岩受表生改造作用而形成的，工业意义有限。矿床实例：哈萨克斯坦肯皮尔赛矿床风化壳的残积砂矿和津巴布韦大岩墙的坡积砂矿，日本和美国的滨海砂矿及越南的河床砂矿等。我国目前尚未发现该类型工业矿床。

恍[illegible] 铁、锰、铬矿矿床规模划分

铁、锰、铬矿矿床规模划分见表 恍[illegible]

恍[illegible] 铁、锰、铬矿矿床规模划分表

矿　种		资源 辖储量 亿吨	矿床规模		
			大型	中型	小型
铁矿	贫矿	矿石	跃[illegible]	[illegible]～[illegible]	约[illegible]
	富矿	矿石	跃[illegible]	[illegible]～[illegible]	约[illegible]
锰矿		矿石	跃[illegible]	[illegible]～[illegible]	约[illegible]
铬矿		矿石	跃[illegible]	[illegible]～[illegible]	约[illegible]

附　录　阅
资料性附录）
勘查控制程度要求

阅[illegible] 勘查类型

阅[illegible] 确定勘查类型的主要地质依据

阅[illegible] 矿体规模

阅[illegible] 大型：铁矿、锰矿矿体沿走向尺度大于 [illegible]，沿倾向延深大于 [illegible]；表生风化型铁、锰矿体，连续展布面积大于 [illegible]。铬矿矿体沿山向长度大于 [illegible]，沿倾向延深大于 [illegible]。

阅[illegible] 中型：铁矿、锰矿矿休沿走向长度 [illegible]～[illegible]，沿倾向延深 [illegible]～[illegible]；表生风化型铁、锰矿体，连续展布面积 [illegible]～[illegible]。铬矿矿体沿止向长度 [illegible]～[illegible]，沿倾向延深 [illegible]～[illegible]。

阅[illegible] 小型：铁矿、锰矿矿体沿走向尺度小于 [illegible]，沿倾向延深小于 [illegible]；表生

风化型铁、锰矿体，连续展布面积小于 [illegible]。铬矿矿体沿走向尺度小于 [illegible]，沿倾向延探小于 [illegible]。

[illegible] 矿体形态复杂程度

[illegible] 简单：矿体以层状或似层状产出；分枝复合少，夹石很少见，厚度变化小　厚度变化系数 [illegible]）。

[illegible] 中等：矿体多以似层状、脉状或大型透镜状产出，间有夹石；膨胀收缩和分枝复合常见，厚度变化中等　厚度变化系数 [illegible]）。

[illegible] 复杂：矿体以透镜状、扁豆状、脉状、囊状、筒柱状或羽毛状以及其他不规则形状断续产山；膨胀收缩和分枝复合多且复杂，厚度变化大　厚度变化系数 [illegible]）。

[illegible] 构造复杂程度

[illegible] 简单：产状稳定，早单斜或宽缓褶皱产出；一般没有较大断层或岩脉切割穿插，局部可能有小断层或小型岩脉，但对矿体你的稳定程度无明显影响。

[illegible] 中等：产状较稳定，常坐波状褶皱产出；有为数小多，但具一定规模的断层或岩脉切割穿插，对矿体的稳定程度有一定影响。

[illegible] 复杂：产状不稳定，褶皱发育，断层多且断距大，或岩脉切割穿插严重，矿体遭受到严重破坏，常以断块状产出。

[illegible] 矿床有用组分分布均匀程度

[illegible] 均匀：矿化连续，品位分布均匀　品位变化系数 [illegible]），品位变化曲线为平滑型　相邻品位绝对差值 [illegible]）。

[illegible] 较均匀：矿化基本连续，品位分布较均匀　品位变化系数 [illegible]），品位变化曲线以波型　相邻品位绝对差值 [illegible]）为主，兼有尖峰型　相邻品位绝对差值 [illegible]）。

[illegible] 不均匀：矿化小连续或很不连续，品位分布小均匀或很小均匀　品位变化系数 [illegible]），品位变化曲线为尖峰型或多峰型　相邻品位绝对差值 [illegible]）。

[illegible] 勘查类型的划分与确定

[illegible] 勘查类型的划分

依据矿体规模、矿体形态复杂程度、构造复杂程度和矿石有用组分分布均匀程度，将勘查类型划分为三个类型。其中第Ⅰ勘查类型为简单型，矿体规模为大型，矿体形态和构造变化均简单，矿石有用组分分机均匀。矿床实例：南芬铁矿　铁山、黄柏峪矿段）、庞家堡铁矿　[illegible]）和遵义锰矿　南翼矿体）等；第Ⅱ勘查类型为中等型。矿体规模中等，矿体形态和构造变化中等，矿石有用组分分布较均匀。矿床实例：梅山铁矿、石碌铁矿、白云鄂博铁矿　[illegible]）和龙头锰矿、斗南锰矿以及罗布莎铬矿　[illegible]）等；第Ⅲ类勘查类型为复杂型，矿体规模小型，矿体形态和构造变化复杂，矿石有用组分分布不均匀。矿床实例：大冶铁矿、凤凰山铁矿、大庙铁矿、大栗子铁矿和八一锰矿、湘潭锰矿、瓦房子锰矿以及赫根山铬矿、东巧铬矿、鲸鱼铬矿等。

[illegible] 勘查类型的确定

勘查类型的确定应遵循追求最佳效益的原则、从实际出发的原则、以主矿体为主的原则、类型三分允许过渡的原则和在实践中验证并及时修正的原则。其中从实际出发的原则在勘查类型的确定中是至关重要的。由于每个矿床的地质变化特征往往小尽相同，甚至同一矿床的不同矿体或区段，其变化程度亦各有区别。大多数情况下，影响勘查类型确定的多种地质变量因素的变化并不一定向着同一方向发展，以致其间出现多种型式组合，因此勘查类型的确定一定要从实际出发，要以引起增大勘查难度最大的变量作为确定的主要依据。本附录中表 阅圆猿和表 阅圆源攀枝花铁矿和湘潭锰矿勘查实例，尽管其矿体规模都达到大型，但是两矿的探—采对比资料表明，由于成矿后构造的破坏引起勘查难度增大，均不能定为第Ⅰ勘查类型，分别确定为第Ⅱ勘查类型（攀枝花铁矿）和第Ⅲ勘查类型（湘潭锰矿）。又如下雷锰矿，各区段矿体变化特征和复杂程度不尽相同，其中 园- 猿线勘探线范围内矿体产出比较规整，确定为第Ⅰ勘查类型；猿- 猿线勘探线范围内矿体变化程度中等，确定为第Ⅱ勘查类型；Ⅰ～Ⅱ勘查类型之间区段（主要是员- 猿线间）矿体变化复杂，特别是断层多，矿体被严重分割，属构造复杂型，确定为第Ⅲ勘查类型。由此可见，对于勘查类型的确定，一定要从实际出发灵活运用确定原则。

阅圆圆员　铁、锰、铬矿勘查类型实例

见表 阅圆猿员　表 阅圆猿圆　表 阅圆猿猿

阅圆猿　勘查工程间距

阅圆猿员　确定工程间距的基本原则

阅圆猿员员　以勘查类型为基础，类型简单工程间距相对稀疏，类型复杂则工程间距相对密集。

阅圆猿员圆　相邻勘查类型和控制程度之间的勘查工程司距原则上为整数级差关系。

阅圆猿员猿　勘查工程间距可有一定变化范围，以适应同一勘查类型不同矿床或同一矿床不同矿体（或矿段）的实际变化差异。

阅圆猿圆　确定间距的方法

通常采用类比法，以相同类型矿床的勘查工程间距稀密验征和已有的探采验证资料类比等办法确定；也可以根据已有的勘查成果，运用地质统计学方法或动态分维几何学方法（分形法）确定。

阅圆猿猿　推荐的工程间距

阅圆猿猿员　铁矿勘查工程间距见表 阅圆源

表 阅圆源　铁矿勘查工程间距

勘查类型	勘查工程间距　皂	
	控制的	
	沿走向	沿倾向
Ⅰ	源园园	圆园园- 源园园
Ⅱ	圆园园	员园园- 圆园园
Ⅲ	员园园	缘园- 员园园

阅圆圆猿圆圆 锰矿勘查工程间距见表 阅圆猿缘

表 阅圆猿员 铁矿勘查类型实例

矿床名称	确定勘探类型的主要地质因素：矿体规模	矿体形态	矿体构造	组分分布	勘查实况：类型与网度	探采对比	套用本规范：勘查类型确定依据	类型	工程间距
员愿南芬铁矿沉积变质型 员愿园亿吨 憎(韵藻)：猿缘援圆缘	主矿层(第三层矿)：长度 圆怨园园皂 厚度 远园皂～员缘苑皂，平均 愿怨援圆皂)垂深 跃 员园园园皂	厚大、稳定、规则的层状矿体(由地表至 原 圆缘园皂 高差大于 缘园园皂，厚度变化为：怨园皂～愿园皂～怨缘皂间)	呈单斜构造，沿走向、倾向均呈舒缓波状起伏。矿体西北段顶部被断层 云员 切割，在详勘地段矿体中断层少	矿石以磁铁石英岩为主，呈条带状构造，矿化连续，品位分布均匀	员怨缘源～员怨缘远年勘探第Ⅰ勘探类型 粤员 伊圆园园皂 伊 圆园园皂 月(圆园园皂～圆园园皂) 伊(圆园园皂～圆缘园皂) 悦员(圆园园皂～猿园园皂) 伊(圆园园皂～源园园皂)	员怨远苑年已采 员园个露采平台，资料对比；面积重合串 愿园豫平均品位绝对误差[憎(韵藻)] 为 原园援员员豫储量平均相对误差 原猿援园豫	矿体规模超大型、矿体形态和构造均简单、矿石有用组分分布均匀，按本标准 缘援圆条定为：第Ⅰ勘查类型	Ⅰ	探明：圆园园皂伊圆园园皂；控制：源园园皂 伊(圆园园皂～源园园皂)
	大型	简单	简单	均匀					
圆园攀枝花铁矿岩浆晚期分异型 员园园亿吨 憎(韵藻)：猿猿援圆豫	露头长 员怨缘园皂 累计厚 员圆远皂 以主矿体计：长 员圆园园皂～圆园园园皂，厚 跃员缘园皂，有两个矿区矿体平均厚 员缘园皂～员远园皂 垂探已控制 猿园园皂～远园园皂	似层状	断层发育，主要有 北东向逆断层、北西向和北东向横断层三组：均对矿体有一定程度的破坏	主矿种元素(云藻)分布较均匀，但共伴生元素多而复杂(计 员园种可综合利用元素)	员怨缘愿～员怨远园年勘探第Ⅰ原Ⅱ勘探类型 粤员 员园园皂伊(缘园皂～远园皂) 月 员园园皂 伊(缘园皂～员园园皂) 悦员 圆园园皂 伊(员园园皂～员园园皂)	员园稀空 圆园园皂伊员园园皂与 粤员对比：品位差 圆援园豫储量差 源援园豫已采地段与 粤圆对比 段高 员缘皂)，缘个台阶储量相对误差为 员援园豫、员援园豫、猿猿豫、猿援园豫、员猿 园豫	矿体规模、形态和主元素特征，可归入第Ⅰ勘探类型；但共生组分和构造均为中等复杂程度，后期断层影响了矿体的实际规模，足勘查工作增加难度的主要原因，按本标准 缘援圆援圆条，定为：第Ⅱ勘查类型	Ⅱ	探明：员园园皂 伊(缘园皂～员园园皂)；控制：圆园园皂 伊(员园园皂～圆园园皂)
	大型	简单	中等	较均匀					
猿大庙铁矿岩浆分凝原贯入型 源远苑远万吨 憎(韵藻)：圆怨援苑豫	由缘园个矿体组成，多数长度约员园园皂，主矿体 愿 个：长 员园园皂 原 猿园园皂 厚 员皂～员园皂 斜深 圆园园皂～猿园园皂	透镜状、扁豆状、囊状、似脉状，分柱复合膨缩尖灭。矿体大小悬殊，厚度变化大，地表几个矿体向深部可变成一个矿体	常见后期岩脉(粗面岩和玢岩岩脉)切穿矿体，破坏了矿体的完整性	矿化连续，品位分布均匀全铁品位变化系数为 圆园豫～缘园豫	员怨缘源～员怨缘远年勘探第Ⅲ、Ⅳ勘探类型 月(员缘皂～缘园皂) 伊(猿园皂～远园皂) 坑探(坑道间距) 悦员 缘园皂 伊缘园皂 钻探)	以 圆号矿体开采资料与勘探对比，面积重合率 愿园园皂以上：愿园豫愿园园皂～愿园园皂：缘园豫～苑园豫愿园园皂以下：源园豫圆 储量相对误差 苑园豫～原圆园豫平均 员园豫	愿园园皂标高以上：规模小，形态杂，岩脉破坏按本标准第 缘援圆援猿和 缘援圆援源条定为：第Ⅲ勘查类型	Ⅲ	愿园园皂标高以上：探明：缘园皂 伊 缘园皂；控制：员园园皂伊缘园皂
							愿园园皂标高以下：坑探加密其重合仍低，比第Ⅲ勘查类型更复杂		愿园园皂标高以下：稀疏工程控制边采边探
	小型	复杂	中等	均匀					

表 [illegible] 锰矿勘查类型确定实例

矿床名称	确定勘探类型的主要地质因素				勘查实况		套用本规范		
	矿体规模	矿体形态	矿体构造	蛆分分布	类型与网度	控采对比	勘查类型确定依据	类型	工程间距
[illegible]遵义锰矿海相沉积型 [illegible]万吨 [illegible]氧化锰质量分数为 [illegible]碳酸锰质量分数为 [illegible]	长 [illegible]～[illegible]（整个矿层控制长度为 [illegible]） [illegible]宽 [illegible]～[illegible]，最宽处 [illegible]）厚 [illegible]～[illegible]（量厚 [illegible]）	似层状主矿体厚度变化系数（[illegible]）为 [illegible]～[illegible]	呈单斜层状产出，沿走向略有平缓起伏，源[illegible]长的矿层沿倾斜控制 [illegible]未明星变薄	矿化连续，品位均匀稳定 [illegible]长矿层沿倾斜控制 [illegible]未明显变贫；[illegible]为 [illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]年勘探第Ⅰ勘探类型 [illegible]～[illegible]伊[illegible]～[illegible]伊[illegible]	员探采对比厚度差原[illegible]品位差[illegible]储量差[illegible]（圆）稀空[illegible]厚度差原[illegible]晶位差[illegible]储量差[illegible]	规模超大型，形态稳定、成矿期后构造不发育、锰矿组分分布均匀，按本标准[illegible]条原则定为：第Ⅰ勘查类型	Ⅰ	探明：[illegible]控制：[illegible]
	大型	简单	简单	均匀					
[illegible]南锰矿海相沉积型 [illegible]万吨 [illegible]氧化锰质量分数：原生 [illegible]～[illegible]次生 [illegible]碳酸锰质量分数约 [illegible]	Ⅰ矿段（[illegible]）：长[illegible]宽[illegible]厚[illegible]；Ⅱ矿段（[illegible]）：长[illegible]宽[illegible]厚[illegible]；次要矿体：长[illegible]～[illegible]宽[illegible]～[illegible]	薄层状、透镜状、似层状，主矿层：[illegible]～[illegible]次矿层：[illegible]～[illegible]	断层发育：Ⅰ矿段，断距跃[illegible]者三条；[illegible]者忽条（平均[illegible]条[illegible]）；断距约[illegible]者占[illegible]Ⅱ矿段，[illegible]延长[illegible]一般断距[illegible]（最大[illegible]）	锰矿组分分布均匀，锰的品位变化系数[illegible]为 [illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]年勘探Ⅰ矿段[illegible]：第Ⅱ勘探类型偏复杂型日[illegible]伊[illegible]～[illegible]悦[illegible]伊[illegible]～[illegible]Ⅱ矿段[illegible]：第Ⅱ勘探类型偏简单型月[illegible]伊[illegible]～[illegible]悦[illegible]伊（[illegible]～[illegible]	目前尚未收集到探采对比资料	主矿体：按本标准[illegible]条，增大勘查难度最大的是断层对矿体的破坏，定为：第Ⅱ勘查类型因Ⅰ、Ⅱ矿段受破坏程度不等，又有简单与复杂之分	主矿体Ⅱ	偏简单型原Ⅱ矿段拥明：[illegible]控制：[illegible] 偏复杂型 原[illegible]矿段探明：[illegible]控制：[illegible]
	主矿层：大型 次矿层：小型	简单	复杂[illegible]员矿段更复杂）	均匀			次要矿体：规模小、断层破坏大 [illegible]比第Ⅲ类型更复杂	稀疏工程控制边采边探	
[illegible]湘潭锰矿海相沉积型 [illegible]万吨憎（[illegible]）：[illegible]	全长 [illegible]各段长[illegible]～[illegible]宽[illegible]～[illegible]（最宽[illegible]）厚[illegible]～[illegible]（平均[illegible]）	层状、似层状，厚度变化大，褶皱轴部加厚，翼部变薄，[illegible]： [illegible]～[illegible]	有三组断层发育，断层长度一般大于[illegible]，垂直断距[illegible]～[illegible]常使矿层出现[illegible]～[illegible]的断层）无矿带	[illegible]品位变化系数[illegible]为[illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]年勘探，[illegible]～[illegible]年补勘第Ⅱ勘探类型[illegible]伊[illegible]为稳定区[illegible]伊[illegible]，不稳定区及圈定边界[illegible]伊[illegible]悦[illegible]伊[illegible]	用源个采井（[illegible]个已闭坑）资料与勘探资料对比：面积差原[illegible]储量差原[illegible]出现较大误差原因是将约[illegible]的断层无矿带圈入矿体内）	员个地质变量因素之间稳定等级差异大，按本标准[illegible]条，造成勘查难度增大的主要地质因素是断层，致使产出特征复杂化，定为：第Ⅲ勘查类型	Ⅲ	探明：[illegible]伊[illegible]控制：[illegible]伊（[illegible]～[illegible]）

表 [illegible] 铬矿勘查类型确定实例

矿床名称	确定勘探类型的主要地质因素				勘查实况		套用本规范		
	矿体规模	矿体形态	矿体构造	组分分布	类型与网度	探采对比	勘查类型确定依据	类型	工程间距
[illegible]罗布莎铬矿晚期岩浆型 [illegible]万吨 [illegible]：[illegible]	[illegible]个矿体：长跃[illegible]的[illegible]个，约[illegible]的[illegible]个，最长[illegible]最小约[illegible]；厚[illegible]~[illegible]；斜深[illegible]~[illegible]（最深[illegible]）	跃[illegible]矿体为豆荚状、脉状、似层状和透镜状[illegible]为[illegible]约[illegible]矿体为不规则透镜状、囊状、饼状、锅底状、眼球状和漏斗状等	[illegible]个矿体中有[illegible]个盲矿体，矿体有侧伏（[illegible]），总体向南倾，产状稳定	[illegible]为[illegible]	[illegible]~[illegible]年勘探[illegible]~[illegible]年补勘第Ⅱ勘探类型（[illegible]号主矿体）[illegible]	[illegible]~[illegible]年补勘时对原悦级矿段加密为[illegible]伊[illegible]网度，两矿段对比储量差分别为[illegible]和原[illegible]，说明用[illegible]伊[illegible]网度求悦级储量是恰当的	主矿体为中型[illegible]产状和形态均较稳定，组分均匀，构造对矿体破坏不明显，按本标准[illegible]条定为：第Ⅱ勘查类型跃[illegible]小矿体为：第Ⅲ勘查类型约[illegible]矿体比Ⅲ类型	Ⅱ	探明：[illegible]伊[illegible]控制：[illegible]伊[illegible]
								Ⅲ	探明：[illegible]控制：[illegible]
	主矿体中型小矿体小型	主矿体中等小矿体复杂	简单	均匀			约[illegible]矿体比Ⅲ类型更复杂	稀疏工程控制边采边探	
[illegible]赫根山铬矿岩浆分异型 [illegible]万吨 [illegible]：[illegible]~[illegible]	主矿体远个（占储量[illegible]）：长[illegible]原[illegible]斜深[illegible]~[illegible]厚[illegible]~[illegible]；其他小矿体：长[illegible]~[illegible]厚[illegible]~[illegible]	豆荚状、透镜状、似脉状，厚度胀缩明显，厚度变化系数（[illegible]）：[illegible]~[illegible]	构造破坏不明显，但矿体倾角变化大[illegible]侧伏[illegible]明显	品位分布均匀，[illegible]的品位变化系数（[illegible]）为[illegible]~[illegible]	[illegible]~[illegible]年勘探北部（[illegible]号矿体）：第Ⅲ勘探类型[illegible]伊[illegible]南部（[illegible]号矿体）：第Ⅳ勘探类型[illegible]伊[illegible]~[illegible]）	[illegible]号矿体悦级储量与下列稀空网度比较储量差：[illegible]伊[illegible]~[illegible]）差原[illegible]；[illegible]伊[illegible]原[illegible]）差[illegible]（[illegible]伊[illegible]~[illegible]）差[illegible]	矿体形态较规则，组分分布均匀，构造破坏不明显但矿体倾角变化大，厚度不稳定，按本标准[illegible]条及与较复杂的[illegible]号矿体稀空网度比较，定为：第Ⅲ勘查类型	Ⅲ	北部（较简单型）探明：[illegible]伊[illegible]控制：[illegible]伊[illegible]
									南部（较复杂型）探明：[illegible]伊[illegible]控制：[illegible]伊[illegible]
	中一小型	中等一复杂	中等	均匀					
[illegible]鲸鱼铬矿岩浆熔离型 [illegible]万吨 [illegible]：[illegible]	主矿体[illegible]个：长[illegible]~[illegible]，[illegible]~[illegible]宽[illegible]~[illegible]厚[illegible]~[illegible]；一般矿体：长[illegible]~[illegible]厚[illegible]~[illegible]	主矿体：透镜状[illegible]~[illegible]。一般矿体多产于主矿体四周，呈不蝇则柱状或囊状	产状多变，侧伏苷遍且变化大（侧伏角[illegible]~[illegible]开采资料表明；矿体赋存状态几乎无规律可寻	组分分布均匀，[illegible]~[illegible]	[illegible]~[illegible]年勘探第Ⅳ勘探类型[illegible]伊[illegible]	Ⅰ和Ⅰ员两矿体（占地勘储量的[illegible]）的探采对比资料：Ⅰ员号矿体：面积重合率[illegible]储量差原[illegible]Ⅰ号矿体：面积重合率[illegible]储量差[illegible]	四个地质变量因素中惟组分分布均匀，影响勘查难度的是矿体规模、形态和构造变化复杂，按本标准[illegible]和[illegible]两条，该矿床实际勘查类型比第Ⅲ勘查类型更复杂	勘查期间只作稀疏工程控制，主要工作应转为边采边探方式进行	
	小型	主矿体中等小矿体复杂	复杂	均匀					

表 [illegible] 锰矿勘查工程间距

勘查类型	勘查工程间距 皂	
	控制的	
	沿走向	沿倾向
Ⅰ	[illegible]	[illegible]
Ⅱ	[illegible]	[illegible]
Ⅲ	[illegible]	[illegible]

[illegible] 铬矿勘查工程间距见表 [illegible]

[illegible] 铬矿勘查工程间距

勘查类型	勘查工程间距 皂	
	控制的	
	沿走向	沿倾向
Ⅰ	[illegible]	[illegible]
Ⅱ	[illegible]	[illegible]
Ⅲ	[illegible]	[illegible]

[illegible] 勘查控制程度

[illegible] 预查阶段

在区域地质研究的基础上，进行区域性地质、物探、化探路线踏勘；在矿化露头或物、化探异常较集中地段；布置极少量的取样工程，初步圈定矿化地段，估算预测的矿产资源量 [illegible]，作为区域远景规划的宏观决策依据。

[illegible] 普查阶段

根据矿化区范围的大小，对已发现的矿化地段要有一至三条主干地质、物探、化探剖面控制；主干剖面上应布置数量有限的取样工程，结合已掌握的成矿规律，大致圈定矿体的展布空间；估算推断的矿产资源量 [illegible]，作为矿山远景规划的依据。

[illegible] 详查阶段

根据系统取样工程获得的资料，基本查明矿区 [illegible]床)、矿体的地质特征，矿石质量和加工技术性能，以及主要开采技术条件。在此基础上圈定矿体，估算控制的矿产资源 [illegible]储量，作为矿山总体规划和矿山项目建议书使用。

[illegible] 勘探阶段

通过在系统取样工程基础上加密取样工程，详细查明矿区 [illegible]床）矿体地质特征、矿石质量和加工技术性能，以及开采技术条件。在此基础上进一步圈定矿体，估算探明的矿产资源 [illegible]储量，其中可采储量部分应满足矿山首期建设设计的要求。

阅圆原 矿山建设对矿产资源 铀储量的要求

阅圆愿员 铁、锰矿矿山建设要求　表 阅圆苑

表 阅圆苑 铁、锰矿矿山建设要求

矿山生产规模	年生产能力 万吨 铀年	服务年限年	相当储量万吨
大型	跃员园	跃猿园	跃猿园园
中型	猿园～员园	圆园～猿园	缘园～猿园园
小型	约猿园	约圆园	约缘园

阅圆愿圆 铬矿矿山建设要求　表 阅圆怨

表 阅圆怨 铬矿矿山建设要求

矿山生产规模	年生产能力 万吨 铀年	服务年限 年	相当储量 万吨
大型	跃员园	跃圆园	跃彩园
中型	员园～圆园	员彩～圆园	员缘园～缘园
小型	约员园	约员彩	约员缘园

附　录　耘
资料性附录）
矿产资源 铀储量估算

耘员 矿床工业指标

耘员员 主要内容

耘员员员 矿石质量指标

耘员员员员 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，是划分矿石与废石　包括非矿夹石）的分界品位。

耘员员员圆 最低工业品位：单工程中单矿层样品的量低平均品位要求，又称最低可采品位。

耘员员员猿 有害组分的最大允许含量：矿体在单工程样品中，对产品质量或对加工过程有不良影响组分的最大允许含量。

耘员员员源 伴生有用组分的综合利用指标：矿体中与主要有用组分相伴生的，在技术上可行、经济上合理，能被综合回收的其他有用组分的最低含量标准。

耘员员圆 矿床开采技术指标

耘员员圆员 最低可采厚度：可供工业开采的矿体　矿层或矿脉）的最小真厚度值。

耘圆猿员圆圆　夹石剔除厚度：开采时难以剔除，被允许圈入矿体中的非矿部分的最大真厚度值，又称夹石最大允许真厚度。

耘圆猿员猿　铁、锰、铬矿床一般工业指标

耘圆猿员猿员　铁矿

耘圆猿员猿员员　炼钢用铁矿石见表 耘圆猿员

表 耘圆猿员　炼钢用铁矿石一般工业指标

矿石类型	憎（耘）	主要有害物质			其他有害物质
		憎（硫）	憎（砷）	憎（铅）	
磁铁矿石 赤铁矿石	≥缘园豫	≤员豫	≤园窑豫	≤园窑豫	憎（铜）≤园窑豫 憎（锌）≤园窑豫
注：矿石块度要求为平炉用铁矿石 圆园～圆缘员皂；电炉用铁矿石 缘园～员园园皂；转炉用铁矿石 员园园～缘园皂					

耘圆猿员猿员圆　炼铁用铁矿石见表 耘圆猿圆

表 耘圆猿圆　炼铁用铁矿石一般工业指标

矿石类型	憎（耘）	主要有害物质			其他有害物质
		憎（硫）	憎（砷）	憎（铅）	
磁铁矿石 赤铁矿石 褐铁矿石 菱铁矿石	≥缘园豫	≤员豫	≤园窑员豫	≤园窑园缘豫	憎（铜）≤园窑豫 憎（锌）≤园窑豫 憎（铅）≤园窑豫 憎（砷）≤园窑园缘豫 憎（氟）≤园窑豫 憎（钾）≤员豫
注员：褐铁矿石、菱铁矿石为扣除烧损后折算的标准；自熔性矿石全铁质量分数［憎（耘）］可降至≥源园豫。磷含量为一般要求，按炼铁品种不同对矿石含磷量要求也不同：酸性围炉炼钢生铁矿石 憎（灶）≤园窑园缘豫；碱性平炉炼钢生铁矿石 憎（灶）≤（园窑园缘豫～园窑员豫）；碱性侧吹炉炼钢生铁矿石 憎（灶）≤（园窑员豫～园窑园豫）；托马斯生铁矿石 憎（灶）≤（园窑园豫～员豫）；普通铸造生铁矿石 憎（灶）≤（园窑园缘豫～园窑员豫）；高磷铸造生铁矿石 憎（灶）≤（园窑员豫～园窑园豫）。 注圆：矿石块度要求：愿皂～源园皂。					

耘圆猿员猿员猿　需选铁矿石见表 耘圆猿猿

表 耘圆园园　需进行选矿的铁矿石一般工业指标

矿石类型	憎　耘藻豫	
	边界品位	工业品位
磁铁矿石	≥圆圆 憎　皂与藻　≥员豫	≥圆豫 憎　皂与藻　≥圆圆
赤铁矿石	≥圆豫	圆愿~猿园
菱铁矿石	≥圆圆	≥圆豫
褐铁矿石	≥圆豫	≥猿园

如果矿石易采、易选，经济效果好，或含有可以综合回收的伴生组分，则全铁 耘藻 含量要求可适当降低；磁铁矿石中硅酸铁、硫化铁、碳酸铁含量较高，则采用磁性铁　皂与藻 标准。

耘圆园园园圆园园园圆　矿床开采技术指标见表 耘圆园园

表 耘圆园园　矿床开采技术指标

矿床开采技术指标	露天矿	坑内矿
最小可采厚度　皂	圆~源	员~圆
夹石剔除厚度　皂	员~圆	员

耘圆园园园圆园园园猿　铁矿石中伴生组分评价参考含量见表 耘圆园猿

表 耘圆园猿　铁矿石中伴生组分评价参考含量表

伴生组分	质量分数	伴生组分	质量分数
灾	圆园园豫~圆圆园豫	酝	圆圆园豫
耘	缘豫	杂	圆豫~源豫
悦	圆圆园豫	孕	员豫~圆豫
悦	圆园园豫~圆圆园豫	晕	圆圆园豫
孕	圆圆园豫	哉	圆圆园豫
晕	圆园园豫~圆圆园豫	耘	圆园园豫
在	圆园园豫	粤	圆园员~圆园园　伊员园
杂	圆园园豫	粤	缘园~员园

续表

伴生组分	质量分数	伴生组分	质量分数

注：表中 [illegible] 系指这些元素赋存于硫化物中的质量分数；[illegible] 指赋存于有用铁矿物中的质量分数；[illegible] 指磷灰石状态时的质量分数；[illegible] 指以晶质铀矿、方钍石等独立矿物存在时的质量分数；[illegible] 指以铌铁矿矿物为主的质量分数；[illegible] 指以独居石、氟碳铈矿矿物为主时的质量分数；[illegible] 指富集在铁精矿中的锡，当铁精矿还原焙烧时，锡被挥发，可在烟道中回收或在铁尾矿中呈锡石单独矿物的质量分数；[illegible] 指钒钛磁铁矿床中，可被选出的粒状钛铁矿中的质量分数；铁矿石中其他有用组分，如铬、镓、锗、硼等达到多少质量分数即可综合回收，目前尚无成熟经验，在工作中可据具体情况与有关部门商定；表中质量分数一般为块段平均品位。

[illegible] 锰矿

[illegible] 冶金用锰矿石一般工业指标见表 [illegible]

表 [illegible] 冶金用锰矿石一般工业指标

自然类型	工业分类	品级	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
			边界品位	单工程平均品位				
氧化锰矿石	富锰矿石	Ⅰ		[illegible]		≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
		Ⅱ		[illegible]		≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
		Ⅲ		[illegible]		≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
	贫锰矿石		[illegible]	[illegible]				
	铁锰矿石	Ⅰ		[illegible]	≥[illegible]		≤[illegible] 磷总量）	≤[illegible]
		Ⅱ		[illegible]	≥[illegible]		≤[illegible] 磷总量）	≤[illegible]
		Ⅲ	[illegible]	[illegible]	≥[illegible]		≤[illegible] 磷总量）	≤[illegible]
碳酸锰矿石	富锰矿石		[illegible]		≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	
	贫锰矿石		[illegible]	[illegible]				
	铁锰矿石		[illegible]	[illegible]	≥[illegible]		≤[illegible] 磷总量）	≤[illegible]
	含锰灰岩		[illegible]	[illegible]	碱性矿石			

注：[illegible] 灰质氧化矿石　脉石以方解石为主，碱度）[illegible] 烧失量质量分数达 [illegible] 以上）的评价，可采用碳酸锰矿石的工业指标。

注 [illegible] 自熔性、碱性的锰矿石，可酌量降低其富矿锰品位指标。

注 [illegible] 当碳酸锰矿石的灼失量较高，虽然锰的质量分数略低于 [illegible]，但焙烧后锰含量可达到氧化锰富矿矿石标准时，这类碳酸锰矿石也可作为富锰矿石考虑。

[illegible] 矿床开采技术指标：矿层最低可采厚度 [illegible]；夹石剔除厚度 [illegible]；堆积矿净矿含矿率　质量分数）≥[illegible]。

表 优质锰矿石、优质富锰矿石品位及杂质含量指标见表

表　优质锰矿石或优质富锰矿石品位及杂质含量指标

工业分类	品级	自然类型	锰（Mn）品位/%	锰（Mn）品位/%	磷（P）/%	烧失量（LOI）/%
			一般	最低	最高	
优质锰矿石		氧化锰矿石	≥	≥	≤	≥
		碳酸锰矿石	≥	≥	≤	
优质富锰矿石	Ⅰ	氧化锰矿石	≥	≥	≤	≥
		碳酸锰矿石	≥	≥	≤	
	Ⅱ	氧化锰矿石	≥	≥	≤	≥
		碳酸锰矿石	≥	≥	≤	
注：优质锰矿；优质富锰矿矿层最低可采厚度标准可为 ～						

表 锰矿石中伴生组分评价参考含量见表

表　锰矿石中伴生组分评价参考含量表

元素或组分	铜（Cu）	铅（Pb）	锌（Zn）	钴（Co）	镍（Ni）	钼（Mo）	银（Ag）	钒（V）	砷（As）
含量/%	～	～	～					～	～
注：锰矿石中伴生元素多呈细微粒分散、包裹，或与锰、铁矿物结合的状态存在。									

伴生多种贵金属及有色金属的矿床，据目前的实验研究，用化学选矿，综合加收效果好，技术经济上可行，从而使锰含量未达到表内矿石要求的锰矿石，也具有利用价值，应根据回工技术试验结果制订包括锰含量在内的合理工业指标。

表 天然放电锰（锰粉）一般技术标准见表

表　天然放电锰（锰粉）一般技术指标

品级	锰（Mn）含量/%	杂质含量/%	制成锰粉的放电时间/h
	一般	最高	最低
Ⅰ	≥	≤	≥
Ⅱ	≥	≤	≥
Ⅲ	≥	≤	≥
Ⅳ	≥	≤	≥
Ⅴ	≥	≤	≥
注：对其他有害元素，一般标准为：铜（Cu）约，铅（Pb）约，砷（As）约，磷（P）约。			

耗圆圆圆圆远 化工用二氧化锰矿粉一般技术要求：憎 酝灶韵圆）≥缘园豫；其他元素如制硫酸锰时，憎 云藻 ≤猿豫，憎 粤造圆韵猿）≤猿豫，憎 悦葬韵）≤园援缘豫，憎 酝早韵）≤园援缘豫；制高锰酸钾时，憎 云藻 ≤缘豫，憎 杂蚤韵圆）≤缘豫，憎 粤造圆韵猿）≤源豫。

耗圆圆圆圆猿 铬矿

耗圆圆圆圆猿援员 矿石品位及开采技术指标见表 耗圆圆园

表 耗圆圆园 铬矿矿石品位及开采技术指标

项目		矿床和矿石类型	
		内生矿床	
		富矿	贫矿
憎 悦则圆韵猿）豫	边界品位	≥园豫	≥缘~愿
	最低工业品位	≥猿园	≥员园
最低开采厚度 皂		园援猿~园援缘	员援园
夹石剔除厚度 皂		园援缘	员援园

注 员：冶金用铬铁矿石或精矿，火法冶炼时 憎 悦则圆韵猿）辕憎 云藻韵）跃圆（湿法提炼金属铬则不受其限制）；皂 杂蚤韵圆）≤愿豫（用矿热法冶炼高碳铬铁时不受其限制）；憎 孕）≤园援园园苑豫，憎 杂）≤园援园缘豫。
注 圆：耐火材料用铬矿石或精矿，憎 杂蚤韵圆）≤员园豫，憎 悦葬韵）≤猿豫，憎 云藻韵）≤员缘豫。
注 猿：化工用铬矿石或精矿 憎 杂蚤韵圆）≤愿豫，憎 粤造圆韵猿）≤员缘豫。
注 源：辉绿岩铸石用铬矿石，憎 悦则圆韵猿）≥（员园豫~圆园豫），憎 杂蚤韵圆）约员园豫。
注 缘：当需选铬铁矿中伴生的铂族元素总量达到（园援猿~园援缘）伊员园-远时，应做出评价。
注 远：贫矿边界品位的选取一般为尾矿品位的两倍。
注 苑：富矿最低开采厚度的选取，单矿层 园援缘皂，复矿层则每一单层 园援猿皂。

耗圆圆圆圆猿援圆 冶炼铬铁用富矿（或精矿）质量要求见表 耗圆圆员

表 耗圆圆员 冶炼铬铁用富矿（或精矿）质量要求

品级	憎 悦则圆韵猿）豫	憎 悦则圆韵猿）辕憎 云藻韵）	憎 孕）豫	憎 杂）豫	憎 杂蚤韵圆）豫	用途举例
Ⅰ	≥缘园	跃猿			约员园	氮化铬铁
Ⅱ	≥源缘	圆援缘~猿	约园援园猿	约园援园缘	约远	中低碳和微碳铬铁
Ⅲ	≥源园	≥圆援缘	约园援园苑	约园援园缘	约远	碳素铁铬铁（电炉）
Ⅳ	≥猿园	≥圆援缘	园援园苑	约园援园缘	约愿	碳素铬铁（电炉）
注：块度要求，高炉冶炼碳素铬铁为 园援园圆皂~园援苑皂，电炉冶炼铬铁为 源园皂皂~缘园皂皂（粉矿、精矿均可。）						

耗题图　矿产资源 储量估算方法

耗题图员　估算参数的确定

耗题图员员　矿体面积

根据矿体产状和形态在几何沾、求积仪法或坐标计算法等多种方法小选择最合理的一种。面积测定不得少于两次，当差值≥圆豫时，取其平均值。

耗题图员圆　矿块　段）平均厚度

矿体厚度变化不大时，采用算术平均法；矿体厚度变化较大或控制工程分布不均匀时，则应采用影响距离加权平均法。

耗题图员猿　矿石体积质量　体重）

一般采用小体积质量　体重）值：裂隙发育、结构疏松的矿石应采用大体积质量　体重）值。当体积质量　体重）值在不同矿石类型中差别较大时，应按矿石类型分别计算矿石的平均体积质量　体重）。当矿石湿度大于 猿豫时，还应进行湿度校正。

耗题图员源　平均品位

分别以单工程中的单矿层为计算单位，按勘探线剖面、块段、矿体　矿床）分类计算。其中，当样品分割长度或矿体厚度与样品品位有一定依存关系时，或在沿脉工程中，取样间距不等且样品品位变化较大时，应采用相应的样品长度或矿体厚度、取样距离等影响参数对品位进行加权平均。反之，应以算术平均法计算。

耗题图圆　估算方法分类

耗题图圆员　几何图形法

将矿体空间形态分割成较简单的几何形态，同时求矿石平均体积质量　体重），通过几何形态的体积与密度乘积求取估算结果。根据矿体产状和形态可细分为垂直剖面法、水平断面法和地质块段法等。伴生有益组分的估算方法有以主矿种矿石量为基础的普通估算法，还有单矿物分析估算法和精矿分析估算法等。

耗题图圆圆　地质统计学法

以区域化变量理论为基础，以变异函数为主要工具，估算时需充分考虑矿石品位的空间变异和矿化强度在空间的分布特征，使估算结果符合矿床产出的地质规律，以提高其置信度。此法需要拥有较多的样本个体为基础。目前地质统计法已广泛采用计算机技术，并细分有多种输入或估算方法。当前使用较多的有平面输入法、剖面输入法、多边形法、距离加权法和克里格法等。伴生有用组分估算方法有相关分析法、回归分析法和协同克里格法等。

耗题图圆猿　[illegible]法

是断面法引用计算机处理技术的新发展，它是以最佳结构地质变量为基础的，以断面构形替代空间构形为核心，以 [illegible]函数及分维几何学为工具的估算方法。它适用于多种矿床类型不同矿体规模、产状和不同勘查阶段，而且还可以对估算成果做出精度评估。

耗题表　伊伊伊铁　锰或铬）矿床矿产资源 储量分类估算结果表

表 耗题图圆适用于铁、锰、铬矿床，为分类登记矿产资源 储量估算结果之用。使用中可根据矿床的具体情况取舍表中内容，或对有关栏目再作细化展开。

表 耘圆圆　伊伊伊铁　锰或铬）矿床矿产资源 辕储量分类计算结果表

矿产资源 辕储量类型		查明矿产资源													潜在矿产资源			合　计
		探明的					控制的					推断的			预测的			
名称	代码	矿体编号	块段编号	平均品位	矿石量		矿体编号	块段编号	平均品位	矿石量		矿体编号	平均品位	矿石量	矿体编号	平均品位	矿石量	
					块段	矿体				块段	矿体							
储量	员圆圆																	储量
	员圆猿																	
	员猿圆																	
基础储量	员圆圆遭																	基础储量
	员猿猿遭																	
	员猿圆遭																	
	圆员圆																	
	圆员猿																	
	圆员圆圆																	
资源量	圆圆圆																	资源量
	圆猿猿																	
	圆猿圆圆																	
	猿圆圆																	
	猿圆猿																	
	猿猿圆																	
	猿猿猿																	
合　计	储量																	
	基础储量																	
	资源量																	
	资源 辕储量之和																	

注：计量单位：铁、锰、铬矿含量以质量分数　豫）计；矿石量以万吨计。

附　录　云
资料性附录）
名词解释

云　全铁　**粒**

指岩矿石样品经化验分析确定的铁元素的总含量。全铁是评价铁矿石质量的主要技术指标。

云　磁性铁　**包**

一般是指强磁性铁矿物中的铁。其含量可根据铁矿石的物相分析结果确定。磁铁矿、钛磁铁矿、半假象赤铁矿等都属于具有工业价值的强磁性铁矿物。在磁场强度为 [illegible] 的磁场中可进行磁选。磁黄铁矿虽具有强磁性，但因含硫高，故在铁矿床中不作为具上业价值的磁性铁矿物。在地质勘查中，铁矿石中磁性铁占全铁的百分率称为磁性铁占有率，是评价铁矿床上业价值和划分矿石工业类型的依据。

云　硫化铁　**煤**

指铁矿石经化学物相分析结果确定的含铁硫化物中的铁，包括黄铁矿、白铁矿、砷黄铁矿、磁黄铁矿等矿物中的铁。

云　碳酸铁　**糟**

指铁矿石经化学物相分析结果确定的含铁碳酸盐矿物中的铁，包括菱铁矿、铁白百石等矿物中的铁。

菱铁矿　**云**　中　憎　**云**　为 [illegible]，憎　**憎**　[illegible]，焙烧以后　**憎**　烧失，[illegible] 含量相对提高。因此在评价菱铁矿床时，其工业指标可略低于磁铁矿石和赤铁矿行。铁白云石含铁低，属于铁白云石类型的矿石，不具工业价值，但可作为熔剂利用。

云　硅酸铁　**煤**

指铁矿石经化学物相分析结果确定的含铁硅酸盐矿物中的铁。含铁硅酸盐矿物种类很多，主要有橄揽石类、石榴子石类、辉石类、闪石类、黑云母、铁绿泥石、阳起石、绿帘石等。这些含铁硅酸盐矿物一般含铁量较低，且含硅高，为工业不可用铁，需要在选矿过程中将其选除。

过去认为铁矿石中的硅酸铁不溶于稀盐酸，因而称为非可溶铁，全铁减去硅酸铁称可溶铁　**煤**。实践证明有很多含铁硅酸盐矿物可不同程度地溶于稀盐酸，以钙铁榴石为例，在分析可溶铁时，其铁含量的 [illegible] 可被溶解。故笼统地说硅酸铁为非可溶铁是不正确的，采用可溶铁作为评价铁矿石的标准也不合适。

云　赤　褐）铁　**煤**

指铁矿石经化学物相分析结果确定的赤铁矿、褐铁矿、镜铁矿等矿物中的铁。属于该类型的需选矿石，选矿工艺比磁铁矿复杂，因此在评价该类型矿床时，矿石的铁含晕要求应略高于磁铁矿矿床。

云南省地方标准　造渣组分

铁矿石中小能被还原进入生铁的氧化物称为造渣组分。主要造渣组分有酸性氧化物（[illegible]）、碱性氧化物（[illegible]）和两性氧化物（[illegible]等）。在炉渣中起主要作用的是其中的[illegible]等组分。

云南省地方标准　假象赤铁矿

交代其他矿物形成的赤铁矿，它保持被交代矿物的外形，称之为假象赤铁矿。

云南省地方标准　放电锰矿石

具有放电性能的二氧化锰矿石，是制作干电池的原料。在电池中的作用主要是消除电池工作时氢的极化作用，使电流畅通。其放电性能取决于[illegible]的含量和晶型；[illegible]含量越高越好，其晶型以 γ 型和 ρ 型最优。

钨、锡、汞、锑矿产地质勘查规范

目　次

前言
员　范围
圆　规范性引用文件
猿　勘查的目的任务
源　勘查研究程度
源援员　预查阶段
源援圆　普查阶段
源援猿　详查阶段
源援源　勘探阶段
缘　勘查控制程度
缘援员　勘查类型确定
缘援圆　勘查工程间距的确定
缘援猿　控制程度的确定
远　勘查工作及质量要求
远援员　地形及工程测量
远援圆　地质填图
远援猿　物化探工作
远援源　探矿工程
远援缘　化学分析样品的采取、加工和测试
远援苑　矿石选　冶）试验样品的采集与分析、试验
远援愿　岩石、矿石物理技术性能测试样品的采集与试验
远援怨　原始记录、综合整理和报告编写
远援员园　新技术、新方法
苑　可行性评价
苑援员　概略研究
苑援圆　预可行性研究
苑援猿　可行性研究
愿　矿产资源 储量分类及类型条件

愿源员　矿产资源 辕储量分类依据
愿源圆　矿产资源 辕储量类型
怨　矿产资源 辕储量估算
怨源员　矿产资源 辕储量估算的工业指标
怨源圆　矿产资源 辕储量估算的一般原则
怨源猿　确定矿产资源 辕储量估算参数的要求
怨源原　矿产资源 辕储量分类结果表
附录 粤　规范性附录）固体矿产资源 辕储量分类
附录 月　资料性附录）钨、锡、汞、锑矿床规模划分标准
附录 悦　规范性附录）汞的环保要求
附录 阅　资料性附录）汞矿含矿体的圈定
附录 耘　资料性附录）钨、锡、汞、锑矿床勘查类型确定因素参考
附录 云　资料性附录）钨、锡、汞、锑矿床勘查类型划分实例
附录 郧　资料性附录）钨、锡、汞、锑矿床勘查工程间距
附录 匀　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源员　钨矿床一般参考工业指标及伴生组分坪价指标
Ⅰ源圆　锡矿床一般参考工业指标及伴生组分评价指标
Ⅰ源猿　汞矿床一般参考工业指标
Ⅰ源原　锑矿床一般参考工业指标及伴生组分评价指标
附录 允　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
允源员　钨　矿物、元素）的性质、用途及地球化学性状
允源圆　锡　矿物、元素）的性质、用途及地球化学性状
允源猿　汞　矿物、元素）的性质、用途及地球化学性状
允源原　锑　矿物、元素）的性质、用途及地球化学性状
附录 运　资料性附录）钨、锅、汞、锑的及要矿物
附录 蕴　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
蕴源员　钨、锡、汞、锑矿石的选冶质量、工艺与技术性能
蕴源圆　钨、锡、汞、锑精矿质量标准

员　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 辕储量类型及划分条件，矿产资源 辕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 辕储量估算；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 辕储量的依据。

圆　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。

则 月 [illegible] 怒 矿区水文地质工程地质勘探规范

猿 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 [illegible] 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 个阶段。各阶段的任务如下：

葬 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；

遭 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；

糟 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 [illegible] 量；

凿 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 [illegible] 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。

源 勘查研究程度

源员 预查阶段

源员员 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。

源员圆 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。

源员猿 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。

源员源 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。

源员缘 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。

源员圆 普查阶段

[illegible] 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、[illegible] ～ [illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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，大致了解地表水分布，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　[illegible]类 怨型）。

[illegible] 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。

[illegible] 详查阶段

[illegible] 地质研究程度

通过 [illegible] ～ [illegible] 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 原蚀变分布图；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。

[illegible] 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（[illegible]）、混合矿石（[illegible]为[illegible]～[illegible]）和原生矿石（[illegible]约[illegible]）。

[illegible] 矿石加工技术条件研究

一般进行矿石的可选（[illegible]）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（[illegible]）矿石，可以进行类比评价，不作选（[illegible]）试验；对难选（[illegible]）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。

[illegible] 矿床开采技术条件研究

[illegible] 水文地质

基本查明地表水体分布范围及水（[illegible]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（[illegible]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。

[illegible] 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；研究矿体及顶底极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。

[illegible] 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。

[illegible] 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　[illegible]类 怨型）。

[illegible] 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。

[illegible] 勘探阶段

[illegible] 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 [illegible]量。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 矿床开采技术条件研究

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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　[illegible]类 怨型）。

[illegible] 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 [illegible]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。

[illegible] 勘查控制程度

[illegible] 勘查类型确定

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 矿体　[illegible]：含矿体）规模

矿体　汞：含矿体）规模分级详见表 耗

缘园圆园圆园 矿体　汞矿：含矿体）形态复杂程度

葬 简单，即外形规则，呈层状、似层状、薄板状矿体，产状变化小或变化规律明显，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；

遭 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；

糟 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。

缘园圆园源 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 耗 汞矿按含矿系数划分矿化连续性，详见表 耗

缘园圆园原 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 耗 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 耗

缘园圆园苑 构造破坏程度

葬 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；

遭 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；

糟 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。

缘园圆园 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 员 各勘查类型实例详见附录 云

缘园圆 勘查工程间距的确定

缘园圆园员 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。

缘园圆园 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 员　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

缂囝鍖猿 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：

葬 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；

遭 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；

糟 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。

缂囝鍖源 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：

葬 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；

遭 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；

糟 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员罐为基本控制间距，达到基本确定矿体连续性的目的；

凿 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。

缘圆圆录 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 郧

缘圆猿 控制程度的确定

缘圆猿援员 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。

缘圆猿援圆 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。

缘圆猿援猿 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。

缘圆猿援源 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。

缘圆猿援缘 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。

远 勘查工作及质量要求

远援员 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《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。

远援圆 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：

葬 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；

遭 普查阶段：一般开展 员颁缘园园园 ~ 员颁圆缘园园园 地质填图，地形底图为正规 员颁缘园园园 ~ 员颁圆缘园园园 地形底图，或放大成 员颁员园园园的地形底图，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；

糟 详查和勘探：详查一般开展 员颁缘园园园 ~ 员颁圆缘园园园 地质填图（精测），勘探一

般开展 [illegible] ~ [illegible] 地质填图　精测），必要时勘探阶段可开展 [illegible] 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，需按一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。

[illegible] 物化探工作

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 探矿工程

[illegible] 原则

根据矿体产状、形态及地形条件合理选择勘探手段。

[illegible] 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 [illegible]）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。

[illegible] 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 [illegible]《地质勘查坑探工程规程》执行。

[illegible] 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：

[illegible] 岩心平均采取率不低于 [illegible]；

[illegible] 矿体及其顶底极 [illegible]~ [illegible] 的围岩、近矿围岩蚀变带、控矿构造标志层的采取率不低于 [illegible]；若连续有两个回次　或厚大矿体中连续 [illegible] 以上）采取率低于 [illegible] 时，必须采取补救措施；

[illegible] 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；

㈣ 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 猿缘皂的矿体出矿点）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。

迈圆猿源 化学分析样品的采取、加工和测试

迈圆猿源员 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。

㈠ 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 圆园园皂～ 员园园皂，样槽断面规格为：刻槽法，（缘园皂～ 缘园皂）伊（缘园皂～ 猿缘皂）；刻线法，宽度为 员皂，线距一般为 圆园园皂～ 猿缘园皂，线断面为 猿缘皂伊圆园皂；方格法，宽度为 员皂，点距一般为（圆园园皂～ 猿缘园皂）伊（缘园皂～ 圆园园皂）。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 圆园园皂～ 员园园皂。

㈡ 基本分析项目：主要有用组分　包括共生矿产）。

迈圆猿源圆 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。

迈圆猿源猿 组合分析样品

主要了解矿石伴生的有益和有害组分。

㈠ 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。

㈡ 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。

迈圆猿源 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员件～圆件，以确定矿石的性质和特点。

迈圆猿源 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。

㈠ 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。

遭 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。

迈圆耀匝 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。

彝 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 圆早～圆匪早。

遭 分析项目：根据不同矿床、矿石矿物和查定目的确定。

迈圆耀苑 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：

匝≥越运圆凿

式中：匝——缩分后所取得的最小可靠质量　单；

运——缩分系数；

凿——样品碾碎后最大颗粒的直径　毫米）。

运值的大小一般采用经验值。钨矿一般采用 园耀圆～园耀猿；锡矿一般用 园耀圆 组分很小均匀时用 园耀猿～园耀缘；锑矿一般采用 园 圆～园耀猿；若伴有贵金属组分，运值用 园耀缘；汞矿一般采用 园耀圆 组分很不均匀时，采用 园耀猿～园耀缘；若遇新类型矿床，必要时，应进行 运值试验。

在样品加工过程中，要求损失率不大于 缘豫，每次缩分误差应小于 猿豫，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 猿耀圆早～源耀圆早。

迈圆耀原 化学分析质量

迈圆耀员员 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。

迈圆耀员圆 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 员园豫在副样中抽取，编密码送原分析室进行分析。

迈圆耀员猿 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 缘豫抽取，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 猿园个）。

迈圆耀员源 内、外捡样品分析结果误差处理办法

按 阅在耀员园园猿——怨园《地质矿产实验室测试质量管理规范》执行，内检合格率不低 怨园豫，外检合格率不低于 怨员豫。

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。

迈圆匝 矿石选　冶）试验样品的采集与分析、试验

选矿（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。

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。

岩石、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　泵矿）；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。

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　个外，还应采取一定的大体积质量　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　～　，且应在野外封蜡；大体积质量　体重）样不少于　。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　时，体积质量　体重）值应进行湿度校正。

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。

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　固体矿产勘查原始地质编录规定》和　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　——　固体矿产勘查　矿山闭坑地质报告编写规范》的要求编写。

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　技术、　技术、　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。

可行性评价

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。

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。

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）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。

矿产资源 储）储量分类及类型条件

矿产资源 储）储量分类依据

[illegible] 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。

[illegible] 地质可靠程度

分为预测的、推断的、控制的、探明的。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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　载）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）。

[illegible] 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 园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。

[illegible] 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 园，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。

[illegible] 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。

矿产资源储量类型

储量

经济的可采储量

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。

经济的预可采储量

它所达到的勘查阶段、地质可靠程度同，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。

经济的预可采储量

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。

基础储量

经济的基础储量

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。

经济的　预可研）基础储量

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。

经济的　预可研）基础储量

勘查阶段、地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义均与相同，差别在于用未扣除设计、采矿损失数量表述。

边际经济的　可研）基础储量

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，内部收益率介于园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。

边际经济的　预可研）基础储量

它所达到的勘查阶段、地质可靠程度、分布特征与完全相同，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。

[illegible] 边际经济　预可研）基础储量　[illegible]

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 [illegible] 园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　[illegible] 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。

[illegible] 资源量

[illegible] 次边际经济的　可研）资源量　[illegible]

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 [illegible] 园 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。

[illegible] 次边际经济的　预可研）资源量　[illegible]

指勘查工作阶段和地质可靠程度同　[illegible]，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 [illegible] 园 估算的资源量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

[illegible] 次边际经济的　预可研）资源量　[illegible]

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 [illegible] 园 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。

[illegible] 内蕴经济的资源量　[illegible]

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。

[illegible] 内蕴经济的资源量　[illegible]

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。

[illegible] 内蕴经济的资源量　[illegible]

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。

[illegible] 预测的矿产资源量　[illegible]？

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。

矿产资源储量估算

矿产资源储量估算的工业指标

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。

工业指标的确定

类比法

可参考本规范附录四《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。

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。

价格法

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。

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，一般以净现值为零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，绘制矿产资源吨位-品位曲线，为矿产资源储量的动态管理创造条件。

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。

工业指标的主要内容

有边界品位、最低工业品位、矿区（矿床）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六。

矿产资源储量估算的一般原则

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。

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。

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。

㈣资源 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 ?网法。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。

㈤资源 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。

㈥资源 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。

㈦资源 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。

㈧资源 确定矿产资源 储量估算参数的要求

㈧资源㈠ 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 圆缘以内，面积取其平均值。

㈧资源㈡ 平均品位计算

㈧资源㈡㈠ 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。

㈧资源㈡㈡ 特高品位处理

通常品位值高于矿体　床）平均品位 远 愿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。

㈧资源㈢ 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。

㈧资源㈣ 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。

㈧资源㈤ 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 猿豫时，矿石体积质量应予以校正。

怨噪噪 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。

怨噪源 矿产资源 辕储量分类结果表

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 辕储量进行分类，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 辕储量的地质可靠程度和经济意义，并标明矿产资源 辕储量编码。

附　录　粤
规范性附录）
固体矿产资源 辕储量分类

表 粤员　固体矿产资源 辕储量分类表

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　[illegible]			
	基础储量　[illegible]			
	预可采储量　[illegible]	预可采储量　[illegible]		
	基础储量　[illegible]	基础储量　[illegible]		
边际经济的	基础储量　[illegible]			
	基础储量　[illegible]	基础储量　[illegible]		
次边际经济的	资源量　[illegible]			
	资源量　[illegible]	资源量　[illegible]		
内蕴经济的	资源量　[illegible]	资源量　[illegible]	资源量　[illegible]	资源量　[illegible]？

注：表中所用编码　[illegible]，第 员位数表示经济意义，即 员越经济的，圆越边际经济的，猿越次边际经济的，源越内蕴经济的，？越经济意义未定的；第 圆位数表示可行性评价阶段，即 员越可行性研究，圆越预可行性研究，猿越概略研究；第 猿位数表示地质可靠程度，即 员二探明的，圆越控制的，猿越推断的，源越预测的；遭越未扣除设计、采矿损失的可采储量。

附　录　月
资料性附录）
钨、锡、汞、锑矿床规模划分标准

表 月员　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	辛韧[illegible] 万吨）	跃缘	员~缘	约员
锡	杂壮 万吨）	跃原	园[illegible]~源	约园[illegible]
汞	勺早 吨）	跃[illegible]	缘[illegible]~[illegible]	约缘[illegible]
锑	杂遭 万吨）	跃[illegible]	员~[illegible]	约员

附　录　悦
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。

葬 目前国家工业“三废”排放试行标准 则月辫源-死藏对汞的要求为：

员 废水最高容许排放浓度：　园颤颤颤蹇异辫蕴

圆 废气：　园圆　猿园　源园　远园

烟囱高度　自　园颤猿员　园颤颤园　园颤颤源　园颤远

最高允许排放浓度　(异辫)

遭 国家工业企业设计卫生标准 则月辫源-死藏要求：

居民区大气中含汞最高容许浓度日平均 园颤颤颤蹇异辫。

附　录　阅
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：

葬 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；

遭 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：

员 以矿体顶、底界以外的结晶辰砂为边界。

圆 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。

猿 有条件确定含矿体边界品位的矿床，按定量指标圈定。

附　录　耘

资料性附录）

钨、锡、汞、锑矿床勘查类型确定因素参考

表 耘源员　矿床规模分级参考表

矿种	参数	矿体规模			备　　注
		大	中	小	
钨	长轴	跃员园园米	员园园园~猿园园园米	约猿园园园米	
	延深或宽	跃缘园园米	缘园园~园园园米	约园园园米	
锡	长轴	跃苑园园米	苑园园~猿园园园米	约猿园园园米	若矿体为管条状，则：倾斜长大于缘园园米，截面积大于园园园平方米，为大型；倾斜长为缘园园米~园园园米，截面积为园园园平方~猿园平方米为中型；倾斜长小于园园园米，截面积小于猿园平方米为小型
	延深或宽	跃园园园米	园园园~员园园米	约员园园米	
锑	长轴	跃缘园园米	缘园园~猿园园园米	约猿园园园米	
	延深或宽	跃源园园米	源园园~园园园米	约园园园米	
汞	长轴	跃缘园园米	缘园园~园园园米	约园园园米	此处规模指的是汞矿的含矿体规模
	短轴	跃员园园米	员园园~源园米	约源园米	

表 耘圆圆　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	约缘园	约远园	约苑园
较均匀	缘园~员园园	远园~员园园	苑园~员园园
不均匀	跃员园园	跃员园园	跃员园园

表 耘圆猿　矿化连续性分级参考表

连续性	汞含矿系数
连续	≥园郧苑
基本连续	园郧缘~园郧苑
不连续	≤园郧缘

表 耘圆源　厚度稳定程度分级参考表

连续程度	厚度变化系数豫		
	钨	锡	锑
稳定	约远园	约缘园	约远缘
较稳定	远园~愿园	缘园~员园园	远缘~员园园
不稳定	跃愿园	跃员园园	跃员园园

表 耘圆缘　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　云
资料性附录）
钨、锡、汞、锑矿床勘查类型划分实例

表 云 资料性附录 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	品位变化系数豫	厚度变化系数豫	构造破坏程度	矿化连续性	夹石情况	备　注
			长 皂	延深或宽 皂	厚度 皂							
钨	第Ⅰ类型	湖南瑶岗仙矽卡岩型白钨矿床	圆圆圆	跃元圆圆	一般：员园-源园 平均：圆园	缓倾斜似层状	愿元	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	愿圆-员圆脉	源圆-缘圆	员园-圆园	细脉带	圆元-源圆	圆圆-源圆	小	基本连续	少	
	第Ⅱ类型	江西盘古山石英大脉型钨铋矿床	源圆-愿圆	源圆-愿圆	园脉-园脉	陡倾斜薄板状至厚板状	圆圆-圆圆	稳定	小	基本连续		
		湖南邓阜仙石英大脉型钨铜锡矿床	源圆-员圆	猿圆-缘圆	园脉-园豫	陡倾薄板状	员园-源圆	较稳		基本连续		
	第Ⅲ类型	江西棕树坑石英大脉型钨锡矿床	愿园-员圆	员圆-猿圆	园脉元-园脉豫	陡倾薄板状	圆圆	源园	小			
		湖南活活溪层状浸染型钨锑金矿床	员园-猿圆	圆圆-员圆	园圆-猿	板柱状、透镜状、囊状	圆脉豫	苑园	小	不连续		
锡	第Ⅰ类型	广西大石长坡区硫化物硫盐型矿体 缃号	苑园	员园	缘 苑平均 圆脉	似层状	员怨	员原	无	连续	很少	又如云南个旧松树脚锡石 原硫化物矽卡岩型 员原号矿体
		缃号	源圆	员园	员圆	似层状透镜状	员圆	愿圆	无	连续	偶见	
	第Ⅱ类型	广东阳春锡山锡石 原石类脉 员愿号矿体	源圆	圆圆	员园	似层状	苑缘 愿	源园 愿	中等			又如广西栗木老头蚀变花岗岩型矿床 原硫化物型 圆及源号矿体；广东长辅锡石 原石英型 员园矿体；广西大石长坡区硫化物 原硫盐型 园号矿脉等。
	第Ⅲ类型	云南个旧老厂锡矿床 圆-源号矿体	圆元	缃园	平均脉幅：缘	层脉组合形态复杂	员					又如，云南个旧卡房 员原圆原员号矿体、广东阳春锡山锡石 原石英型 缃号矿体

续表

矿种	勘查类型	矿床实例	主矿体规模			矿体形态	品位变化系数豫	厚度变化系数豫	构造破坏程度	矿化连续性	夹石情况	备　注
			长皂	延深或宽皂	厚度皂							
锡	第Ⅰ类型	湖南锡矿山飞水岩锑矿床员号矿体	遭[illegible]豹	殆[illegible]蒸	一般：员~缘 平均：猿	似层状	还豫	还圆	很小	连续	少	又如甘肃崖锑锑矿远号矿脉、云南本利锑矿员号矿层等
		贵州半坡锑矿员号矿脉	员[illegible]远	源[illegible]园	猿[illegible]源	陡倾斜交错脉状	员园源	员[illegible]源	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	员[illegible]园	源[illegible]园	一般 猿~员[illegible]源 平均：缘[illegible]园	似层状	愿怨	愿愿	很小	较连续	较多夹石	
	第Ⅱ类型	湖南板溪锑矿床的蒋家冲圆号矿脉	怨[illegible]园	还[illegible]园	园[illegible]蒸	陡倾交错型薄板状	还猿	怨苑	小	基本连续	少	如湖南渣滓锑锑矿床怨号矿脉
	第Ⅲ类型	安徽花山锑金矿Ⅲ号矿脉	圆[illegible]园	员[illegible]园	员[illegible]园	透镜状	员[illegible]园	勻猿	小	不连续		又如臼：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源[illegible]号矿体	猿[illegible]园	圆[illegible]远~源[illegible]远	猿[illegible]豫	似层状	源怨~还	源[illegible]造~缘园	小	连续		
		贵州万山杉木堇汞矿床主含矿体	员[illegible]园	园~员[illegible]园	缘[illegible]蒸	似层状	含矿系数园[illegible]源		小	连续		
		贵州钢仁沙落湾原回龙溪汞矿	源[illegible]园~员[illegible]园	源[illegible]园~园[illegible]园	数米	似层状层带状	含矿系数跃园[illegible]豫			较连续		
	第Ⅱ类型	贵州丹寨宏发厂汞矿	员[illegible]园~源[illegible]园	还[illegible]园~园[illegible]园	数米至十余米	层带状或透镜状		内部结构较复杂		不连续		又如贵州钢仁路腊汞矿
	第Ⅲ类型	贵州万山冷风洞汞矿床陨号含矿体	猿[illegible]园	愿~猿[illegible]园	园[illegible]豫~园[illegible]豫	似似层状、扁豆状、豆荚状				不连续		

附　录　郧
资料性附录）
钨、锡、汞、锑矿床勘查工程间距

表 则圆员　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 皂		备　　注
		控制的		
		沿走向	沿倾向	
钨	Ⅰ	坑：员缘圆-员远圆 钻：员缘圆-圆缘圆	坑 员缘圆缘圆-圆缘圆 钻：愿圆-圆缘圆	
	Ⅱ	坑　穿脉）： 愿圆-员缘圆 钻：愿圆-员缘圆	坑　沿脉）：员缘圆 坑　穿脉）：愿圆- 员缘圆 钻：远圆	
	Ⅲ	坑　沿脉或穿脉加短沿脉）： 缘圆-远圆 钻：缘圆	坑　沿脉或穿脉加短沿脉）：源圆- 缘圆 钻：源圆	
锡	Ⅰ	愿圆-员缘圆	愿圆-员缘圆	员 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 圆 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 猿 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	远圆-愿圆 管条状：源圆-圆圆	源圆-远圆 管条状：远圆-愿圆	
	Ⅲ	源圆-缘圆 管条状：员圆-圆圆	猿圆-源圆 管条状：猿圆-源圆	
汞	Ⅰ	圆缘圆-员缘圆	愿圆-源圆	员 汞矿多呈带状分布，含矿体长：短轴之比一般为 缘园园至 员园园园，宜用勘探线法布置工程，勘探线的方向应垂直长轴 圆 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	员缘圆-远圆	源圆	
	Ⅲ	员缘圆-远圆	源圆-圆圆	

续表

矿种	矿床勘查类型	勘查工程间距 皂控制的		备　注
		沿走向	沿倾向	
锑	Ⅰ	坑：厦囤~ 员囤 钻：厦囤	坑：两个中段高 钻：辽囤~ 员囤	员 缓倾斜矿床，中段高一般为 圆囤~猿囤，陡倾斜矿床中段高一般为 源囤~辽囤 圆 对第Ⅲ类型矿床而言，只能“边采边探”
	Ⅱ	辽囤~ 厦囤	坑：一至两个中段高 钻：源囤~ 辽囤	
	Ⅲ	猿囤~ 源囤	坑：一个中段高 钻：猿囤~ 源囤	

注 员：表中所列为详查工程间距，勘探工程间距原则上加密 员倍以上；

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　匀
资料性附录）
钨、锡、汞、锑矿床主要工业类型

表 匀员员 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
						宰韵灶质量分数豫	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	古生代至新生代，以中生代为主	似层状、透镜状、少量脉状，厚数米至百余米，走向可达员园园园米~圆园园园米，倾向达员园园园米	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、锑石及铍矿物	园韵员~园韵缘	酝燥孕遭在杜悄怎厚蚕粤怎粤早杂杜	小、中、大型，有时为特大型	重要	湖南瑶岗仙、大溶溪

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
						平均品位或质量分数	伴生组分			
斑岩钨矿	产于花岗岩类（花岗闪长斑岩、石英斑岩、花岗斑岩）岩体上部或顶部接触带内外中，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	0.1%～0.3%	钼、铋、铜、铅、锌、锡、钴、金、银	小、中、大型	次要	广东莲花山，江西阳储岭
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，花岗岩中常见钾长石化和云英岩化	中生至新生代	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	0.1%～0.2%	钼、铋、铅、锌、锡	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	中生和生为主、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 500～1000m，倾向达 500m，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%～0.3%	铋、钼、铅、锌、锡、铍、萤石	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 1000m，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%～0.3%	铋、钼、铜、铅、锌、萤石	小、中、大型	潜在资源为主	江西枫林，广西大明山

表 [illegible] 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
						杂[illegible]质量分数[illegible]	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	[illegible]	云[illegible]铋[illegible]铅[illegible]锑[illegible]钨[illegible]铟[illegible]镉[illegible]镓[illegible]锗[illegible]硫[illegible]钴[illegible]铍[illegible]钽[illegible]铌[illegible]稀土	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[illegible]原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[illegible]，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	[illegible]	铋[illegible]钨[illegible]钼[illegible]铟[illegible]镉[illegible]镓[illegible]锗[illegible]硫[illegible]钴[illegible]铍[illegible]钽[illegible]铌[illegible]稀土[illegible]硒[illegible]碲	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	铝石，伴生有铜和锌的硫化物，有时有黑钨矿	[illegible]	铋[illegible]钨[illegible]钼[illegible]铟[illegible]镉[illegible]镓[illegible]锗[illegible]硫[illegible]钴[illegible]铍[illegible]钽[illegible]铌[illegible]稀土[illegible]硒[illegible]碲	小、中、大型、特大型	重要	云南铁厂
锡石硫化物脉铅矿	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	[illegible]	铋[illegible]钨[illegible]钼[illegible]铟[illegible]镉[illegible]镓[illegible]锗[illegible]硫[illegible]钴[illegible]铍[illegible]钽[illegible]铌[illegible]稀土[illegible]硒[illegible]碲	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
						杂质成分及质量分数要求	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	以中生代为主	脉状、脉带、镶柱状网脉体或呈不规则状，从岩体内或顶部至上部围岩中逐渐变为矿化区间	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	锡石含量为～	宰量伴生有用组分	小、中、大型	次要	广西栗木
花岗石风化壳锡矿	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	以中生代、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～	宰量伴生有用组分	小、中、大型	重要	云南云龙

续表　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
						杂质成分及质量分数要求	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	以新生代、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	一般～	宰伴生有用组分	中、大型、特大型	重要	贵州万山、务川

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
						有益、有害组分含量	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	圆远	伴生组分多种，综合利用价值大	小、中型至大型	次要	贵州大园、肖家冲

表 ×××　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
						有益、有害组分含量	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	圆远	综合利用	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（伏脉状、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	圆缘	综合利用，伴生有益组分多	小、中大型	次要	广西大厂，贵州半坡，湖南沃溪

附　录　陨
资料性附录）
钨、锡、汞、锑矿床一般参考工业指标

陨圆员　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 陨圆员和表Ⅰ圆圆

表 陨圆员　钨矿床一般工业指标参考表

项　　目	要　　求	备　　注
边界品位　则，质量分数）	园员豫～园员豫	坑采厚度 约园员皂时应考虑米百分值计算
最低工业品位　年铅质量分数）	园员豫～园员豫	
可采厚度	≥遭～园皂	
夹石剔除厚度	≥园皂～缘皂	

表 陨圆圆　钨矿床伴生有用组分综合评价参考表

组分	憎 悦豫	憎 砸遭	憎 在社	憎 杂社	憎 耐操	憎 月备	憎 杂遭	憎 悦操	憎 月遭	憎 绿铅
	豫	豫	豫	豫	豫	豫	豫	豫	豫	豫
含量	园员豫	园圆	园员豫	园员豫	园员豫	园员豫	园员豫	园员豫	园员豫	园员豫
组分	憎 耕（铅	憎 量（铅	憎 耕（铅	憎 悦	憎 悦操	憎 悦	憎 陨	憎 杂	憎 粤	憎 粤
	豫	豫	豫	豫	豫	豫	豫	豫	早	早
含量	园员豫	园员圆	园员员	园员员	园员员	园员员	园员员	源	园员豫	员

陨圆圆　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 员圆员和表 员圆圆

表 陨圆猿　锡矿床一般工业指标参考表

项　　目	要　　求	备　　注
边界晶位　杂质量分数）	园员豫～园员豫	坑采厚度 约园员皂时应考虑米百分值计算
最低工业品位　杂质量分数）	园员豫～园员豫	
可采厚度	≥　园员皂～遭	
夹石剔除厚度	≥园皂	
注 员：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，员豫时，要提高指标。 注 圆：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 [illegible] 锡矿床伴生有用组分综合评价参考表

组分	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
质量分数/[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible] 汞矿床一般参考工业指标

汞矿床一般参考工业指标见表 [illegible]

表 [illegible] 汞矿床一般工业指标参考表

项　　目	要　　求
边界品位（[illegible]质量分数）	[illegible]
最低工业品位（[illegible]质量分数）	[illegible] ~ [illegible]
可采厚度	≥[illegible] ~ [illegible]
夹石剔除厚度	≥[illegible] ~ [illegible]
注：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：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≥[illegible]。 注：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：厚度下限用于陡倾斜矿床，反之则用上限。 注：厚度（[illegible]，用米百分值×厚度（[illegible]）确定指标。 注：矿床的平均品位应大于 [illegible] ~ [illegible]，才宜进一步工作。	

[illegible] 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 [illegible] 和表 [illegible]

表 [illegible] 锑矿床一般工业指标参考表

项　　目	要　　求
边界品位（[illegible]质量分数）	[illegible] ~ [illegible]
最低工业品位（[illegible]质量分数）	[illegible] ~ [illegible]
可采厚度	≥[illegible] ~ [illegible]
夹石剔除厚度	≥[illegible]
注：[illegible]时，按工业米百分值计算。	

表 员源苑　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
粤驿	园圆猿豫	杂藻	园圆圆源豫
粤怎	园员缘猿豫	怀燥	园员源源豫
粤早	园员猿猿豫	曝蚤	园员园豫
宰韵$_{2}$	园员园园豫	怀宰韵$_{2}$	缘豫
勻早	园员员园豫	月宰韵$_{3}$	愿豫
月蚤	园员园园豫		

附　录　允
资料性附录）
钨、锡、汞、锑　矿物、元素）的性质和用途及地球化学性状

允援员　钨　矿物、元素）的性质、用途及地球化学性状

钨金属呈银白色，质量密度大　单晶钨为 员怨援猿源伊员园^{猿}噪辕皂^{猿}），熔点高　猿源员园益），高硬度和高强度，耐磨耐腐蚀性强。园员皂皂的钨丝拉伸强度为 源园园园皂辕皂皂^{圆}。在高温条件下的拉张强度超过任何金属，并有良好的高温导电、导热性能，膨胀系数小。常温下钨在空气中是稳定的，在 源园园益时开始氧化，失去光泽。高于 远园园益的水蒸气使钨迅速氧化，生成 宰韵$_{3}$和 宰韵$_{2}$。不加热时，任何浓度的单一盐酸、硫酸、硝酸、氢氟酸以及王水对钨都不起作用。当温度升至 愿园益～员园园园益时，上述各种酸中除氢氟酸外，对钨发生微弱作用。在常温条件下钨可以迅速溶于氢氟酸和浓硝酸的混合液中，但在碱溶液中不起作用。在有空气存在条件下，熔融碱可以把钨氧化成钨酸盐，在有氧化剂　曝藻酿$_{3}$、曝藻酿$_{2}$、过酿$_{2}$、孕藻$_{2}$）存在的情况下，生成钨酸盐的反应更锰烈。高温下，钨与氯、溴、碘、一氧化碳、二氧化碳和硫等起反应，但不与氢反应。

金属钨是电器工业和电子工业的重要原料。

碳化钨主要用于生产硬质合金。广泛用于金属切削加工工具、矿山及地质钻头镶片、拉伸冲压磨具、耐磨耐腐蚀零件等。

钨合金钢用于制造高速钻头、切削工具和机械中抗磨、抗打击、耐腐蚀的结构材料。

高比重钨基合金　钨、铁、镍、铜、锰制成）用于飞机的平衡系统和配重系统、仪表系统中的惯性旋转元件及陀螺仪的转子，以及医疗和化学放射性同位素　钴 远园 的容器和反坦克、反潜艇的穿甲弹头。

含钨高温合金，应用于宇航业做火箭喷嘴、喷管、离子火箭发动机的热离解器；核工业用来做盛液态金属的容器、热离子交换器等。

其他还应用于颜料、油漆、橡胶、纺织、石油、化工等方面。

钨业生产主要品种有钨精矿和钨的中间制品，即钨铁、钨酸、钨酸钠、钨酸钙、三氧化钨、蓝色氧化钨、仲钨酸铵（APT）、偏钨酸铵、钨粉、钨丝、碳化钨粉、硬质合金、铸造碳化钨等。

钨在自然界是一种分布较广泛的元素，几乎见于各类岩石中。钨在元素周期表中属于第六周期第Ⅵ族，原子序数为74，原子量为183.85，钨在地壳中的平均含量为1.5×10⁻⁶。在自然界主要呈六价阳离子，其离子半径为0.62×10⁻¹⁰m，电价高，有极强的极化能力，是亲石元素，与氧、氟、氯亲和力强，而形成络阴离子，主要形式是$[WO_4]^{2-}$。它与溶液中Ca²⁺、Fe²⁺、Mn²⁺等阳离子结合形成黑钨矿或白钨矿而沉淀富集。

钨的重要矿物均为钨酸盐。在成矿过程中与$[WO_4]^{2-}$络阴离子结合的阳离子仅有Mn²⁺、Fe²⁺、Ca²⁺、Pb²⁺和Mn³⁺、Fe³⁺、Bi³⁺，Fe²⁺、Mn²⁺，Ca²⁺、Pb²⁺等，因而形成矿物有限。目前在地壳中仅发现有14余种钨矿物，但具有开采价值的只有黑钨矿和白钨矿。

钨在热液中的迁移形式是多样的。钨矿液进入不同围岩时，往往产生不同反应，进入硅铝质围岩时，易形成黑钨矿；而进入碳酸盐岩围岩时，易交代形成白钨矿。

在表生条件下，钨矿物较稳定，可形成砂矿。但在酸性介质条件下，含钨矿物可被分解，并以$[WO_4]^{2-}$形式溶于地表水中，在一定条件下形成某些钨的次生矿物。有时以矿物微粒或离子形式被粘土或铁锰氧化物吸附而聚集于页岩、泥质细砂岩及铁锰矿层中。近年来在古老变质岩系中发现有层状钨矿床和钨的矿源层，说明变质作用对钨也能起富集作用。

2. 锡（矿物、元素）的性质、用途及地球化学性状

锡是人类最早发现和使用的金属之一。

锡是一种银白色金属，强光泽，质量密度大（7.298g/cm³），熔点低（231.9℃），质软（莫氏硬度1.5），展性好，延性很差，不能拉成细丝。化学性稳定，锡盐无毒。随温度变化锡有三种同位素异性体：α原锡，或称灰锡（等轴晶系）；β原锡，或称白锡（正方晶系）；γ原锡，或称脆锡（斜方晶系）。

由于锡展性好，化学性质稳定，无毒，易溶、抗腐蚀、摩擦系数小等特点，广泛用于人类生活、现代工业、国防工业、尖端科学诸方面。

镀锡板（马口铁），占锡消费量的50%左右，用作食品和饮料的容器、各种包装材料、家庭用具和干电池外壳等。

锡铅和少量锑组成低熔点合金即焊锡，占锡消费量的25%。

锡与一些金属（铜、铅、镍、铋、锆、银、金等）制成合金，如青铜、巴比特合金、活字合金、钛基合金、铌锡合金等用于轴承工业、印刷工业、原子能工业和航空工业等领域。

锡的有机化合物主要用作木材防腐剂、农药等；锡的无机化合物主要用作催化剂、稳定剂、添加剂和陶瓷工业的乳化剂等。

地壳中锡的丰度约2×10⁻⁶，锡的原子序数为50，原子量是118.69，位于元素周期表第五周期ⅣA族，离子半径：Sn^{2+}为0.93×10⁻¹⁰m，Sn^{4+}为0.71×10⁻¹⁰m。

锡属于亲铁铜元素组，但在岩石圈上部又具有亲氧和亲硫两重特性。锡与硫化合，

形成一硫化锡和二硫化锡，在高温条件下具有较强的挥发性。锡与氧化合，生成一氧化锡和二氧化锡，其中四价化合物——二氧化锡（锡石）在自然界是最稳定的化合物之一。

由于离子半径、电负性的相近似，离子[illegible]可与[illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]等类质同象置换；而[illegible]则与[illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]等类质同象置换。

据研究，锡在岩浆演化成岩早期，锡以分散状态分布于云母、角闪石、榍石等造岩矿物中，或以锡石副矿物产出；热液作用阶段，锡一方面生成氧化物（锡石）和含[illegible]等络离子的锡酸盐，另一方面又可生成硫化物（硫化锡）和含[illegible]等络离子的硫锡盐酸。由于锡酸盐和硫锡酸盐均易于水解，生成锡的氢氧化物，经脱水作用生成[illegible]（锡石）。

锡石在表生条件下极稳定，可富集于锡石硫化物矿床的氧化带和砂矿床中，锡的硫化物、硫盐和硅酸盐矿物，在氧化带可形成木锡和水锡石。

[illegible]汞（矿物、元素）的性质、用途及地球化学性状

汞是在常温下惟一呈液态的金属，又称水银。[illegible]时凝成固体。银白色，质量密度为[illegible]，沸点[illegible]。汞还能与许多金属形成合金，称为汞齐。

朱砂（[illegible]黑色粉末，[illegible]红色粉末）是传统的贵重中药，色泽艳红、美丽，粒大的称珠宝砂，是珍品；含辰砂的叶蜡石，称为“鸡血石”，是珍稀的宝玉石原料。

氧化汞，其鲜红色粉末，广泛用于各种标准汞电池中作电池去极剂，橙黄色（红色）氧化汞还用于分析试剂、防腐、防霉和制药工业。

氯化汞（[illegible]）又称升汞，主要用于化工触媒剂，也用于锌锰电池、医药、分析试剂、防腐和制取其他汞盐等。在塑料工业，用乙炔法生产聚氯乙烯时，氯化求可作为氯乙烯合成工序的催化剂。

汞齐合金中，钬汞齐主要是作为汞释放器代替液态汞用于汞灯及荧光灯的生产之中。锌汞齐主要用于碱性高能电池、锌银扣式电池和锌空气电池的生产之中，作电池负极活性材料。

汞位于元素周期表第[illegible]周期第Ⅱ[illegible]族中，原子序数为[illegible]，原子量[illegible]，离子半径：[illegible]为[illegible]，为[illegible]。它是典型的亲铜元素，在亲铜元素中具有最大的电离势。汞的第一个电子的电离势为[illegible]；第二个电子的电离势是[illegible]，这就是说它比金的电离势[illegible]和银的[illegible]还要大，所以汞易与各种金属按不同比例生成合金（例如汞银矿[illegible]或[illegible]、汞膏[illegible]、汞金矿[illegible]）。

在自然界中的汞主要是形成红色的硫化物——辰砂。它几乎是一种纯的[illegible]，而黑色的硫化物——黑辰砂[illegible]是一种固溶体。至于汞的复杂硫化物——汞黝铜矿[illegible]和硫汞锑矿[illegible]，由于不太稳定，在低温热液条件下极易转变为简单硫化物——辰砂，因此，汞的复杂硫化物极为少见。

汞的显著特点之一是具有很强的挥发性，所以它具有和其他金属不同的迁移性能。

自然界中分布的汞有金属汞、一价汞和二价汞的化合物。[illegible]可以溶于水而迁移，

但硫化汞的溶解度很低，而且周转介质中许多物质对汞都有很高的吸附能力，因而汞矿床的分散晕能延伸的范围很小。

汞在地壳中的丰度为 [illegible]。在不同类型火成岩中含量变化范围在 [illegible] 之间；在不同类型的沉积岩中，汞含量顺序为页岩 > 砂岩 > 灰岩；在各种土壤中，汞的含量亦有较大的变化。

汞在土壤中的行为主要表现在土壤对汞的固定和释放作用上。土壤中的腐殖质对汞有很大的吸附性，尤其在 pH 值较低时，更易吸附。当 pH 值偏离时，土壤中矿物质对汞的吸附作用相应地增强。

九、锑（辉锑矿、元素）的性质、用途及地球化学性状

锑是一种银白色金属。质量密度为 [illegible]，摩氏硬度 [illegible]，熔点 [illegible]，沸点 [illegible]，性脆，不具延展性，是电和热的不良导体（导电率为银的 [illegible]），在常温下不易氧化，耐酸，抗腐蚀。锑的最大特征是热缩冷胀和具同素异形现象。

锑与其他软金属（铅、锡、铝、铜）制成合金，用于制作蓄电池、印刷铅字合金、轴承、耐酸和耐磨元件以及军事上榴霰弹、曳光弹等。锑还制作低熔点焊接材料。高纯度锑金属（[illegible]）作为硅、锗的掺杂元素或铋、硒、碲的掺杂元素以及锑的金属互化物（铟锑、铝锑、镓锑）可制成半导体晶体元件，用于通讯器材、医疗器材、国防武器、军工仪表、电视机、收录机等方面。

锑的化合物用途也很广泛。天然硫化锑用于制成火柴，将其加入炮弹有利于射击校准。三氧化锑是制造珐琅亮漆和耐火漆的重要原料。三氯化锑可供钢的制品、医药上刺激剂、试器上的烧蓝用。五氯化锑用于有机化学生产。五硫化锑是橡胶生产的红色颜料及硬化剂。锑酸铅是一种耐火涂料。硫酸二氟锑酸铵是染剂，用于织物的染色。

目前，生产各种阻燃剂是锑主要市场需求。

锑在元素周期表中是第 [illegible] 周期的 [illegible] 族元素。原子序数 [illegible]，原子量 [illegible]，原子半径 [illegible]，离子半径 [illegible] 为 [illegible] 和 [illegible] 为 [illegible]，地球化学电价有 [illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]，锑和砷、铋有密切的地球化学关系和相似的化学性质，同属亲铜元素，被称为“半金属族”。故砷、锑、铋、汞常组成各种硫盐矿物和复硫化物，如黝铜矿 [illegible]、砷铜黝矿、硫锑汞矿等。

锑的最外层电子结构 [illegible] 以 [illegible] 充填形式出现，丢失电子和获得电子可能性均存在，既可形成阳离子 [illegible]、[illegible] 或自然金属 [illegible]，也可形成阴离子 [illegible] 和络阴离子 [illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible] 等。在自然界中常形成阳离子三价态 [illegible]，在低氧富硫环境中，[illegible] 与硫结合形成自然界最普遍分布的辉锑矿；只是在低硫富氧环境中才形成阳离子五价态 [illegible]，与氧结合形成锑华等。个别情况出现自然锑或金属互化物的零价态。

锑在地壳丰度为 [illegible]，但浓集系数高，为 [illegible]。

锑的熔点和沸点较低，高温时挥发性强，在地球物质分异过程中集中于地壳上部。在岩浆作用初期阶段，因低硫低氧，[illegible] 可与铁族元素结合形成锑钯矿 [illegible]，或者呈固熔体分离状态分布于辉长岩质的深成岩中，[illegible] 与 [illegible] 进入磁铁矿、钛铁矿、磷灰石、斜长石中，使它们成了锑的载体矿物。晚期阶段 [illegible]，有限地代替与碱相近的亲

石元素钙，致使方解石、白钨矿等含钙矿物含微量锑。杂[illegible]还部分地替代 再[illegible]、悦[illegible]、哉[illegible]、栽[illegible]使一些铌钽矿物不但含微量锑，而且有时形成钽锑矿、铌钽锑矿、锑铌矿等。此时含锰矿物　黑钨矿物、蔷薇辉石等）也含微量锑。由于上述原因，使很多矿床含微量锑，从而在地球化学勘查中，锑成为远程指示元素。

高温热液阶段，锑熔点和沸点低，溶解度大，不能富集成矿；中温阶段，随硫的浓度增加，锑与亲铁、亲铜元素共同与硫结合形成复硫化物和硫盐矿物　如硫锑铅矿、脆硫锑铅矿、车轮矿等）；低温热液是锑主要浓集成矿期，杂[illegible]与硫结合形成辉锑矿，常出现砷、汞、银等低温元素组合。

辉锑矿在表生作用下，于弱酸性溶液中溶解成 杂[illegible] 酌[illegible]猿或 杂[illegible] 结[illegible]猿发生迁移。然而，锑硫酸盐很不稳定，将很快水解，在极强氧化条件下形成锑华、黄锑华、锑赫石，有时构成残积或坡积矿床。有的则迁移到水体沉积形成“矿源层”，成岩后期又活化迁移到有利构造　破碎带、裂隙）中充填成矿。

附　录　运
资料性附录）
钨、锡、汞、锑的主要矿物

表 运[illegible]员　钨的主要矿物表

汉字名称	英文名称	化学分子式	金属钨质量分数豫
黑钨矿	宰[illegible]	缘[illegible]　[illegible]	缘[illegible]
钨铁矿	云[illegible]	云[illegible]	远[illegible]
钨锰矿	匀[illegible]	[illegible]	远[illegible]
白钨矿	孕[illegible]	[illegible]	远[illegible]
钼白钨矿	[illegible]	[illegible]	源[illegible]
铜白钨矿	[illegible]	[illegible]	缘[illegible]
钨华	栽[illegible]	匀[illegible]	苑[illegible]
水钨华	匀[illegible]	匀[illegible] 匀[illegible]	远[illegible]
高铁钨矿	云[illegible]	云[illegible] 宰[illegible] 匀[illegible]	猿[illegible]
铜钨矿	悦[illegible]	悦[illegible] 酌[illegible]	源[illegible]
辉钨矿	栽[illegible]	宰[illegible]	苑[illegible]
钨铅矿	孕[illegible]	孕[illegible]	源[illegible]
钼钨铅矿	悦[illegible]	猿[illegible] · 孕[illegible]	员[illegible]
钨锌矿	孕[illegible]	[illegible]	源[illegible]

表 [illegible] 锡的主要矿物表

汉字名称	英文名称	化学分子式	金属锡质量分数豫
锡石	[illegible]	[illegible]	[illegible]
黑锡矿　亚锡石）	[illegible]	[illegible]	[illegible]
三方硫锡矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
黄锡矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
硫锡矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
硫锡铅矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
圆柱锡矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
辉锑锡铅矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
马来亚石　钙硅锡矿）	[illegible]	[illegible]	[illegible]
水锡石　锡酸矿）	[illegible]	[illegible]	[illegible]
硫银锡矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
硫钼锡铜矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
银黄锡矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
锌黄锡矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
硫锡铁铜矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
斜方硫锡矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]

表 [illegible] 贡的主要矿物表

汉字名称	英文名称	化学分子式	金属汞质量分数豫
自然汞	[illegible]	[illegible]	[illegible]
辰砂	[illegible]	[illegible]	[illegible]
黑辰砂	[illegible]	[illegible]	[illegible]
硒汞矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
碲汞矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
汞膏	[illegible]	[illegible]	
氯汞矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
黄氯汞矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
橙红石	[illegible]	[illegible]	[illegible]
硫汞锑矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
汞黝铜矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]

表 [illegible] 锑的主要矿物表

汉字名称	英文名称	化学分子式	金属汞质量分数[illegible]
自然锑	[illegible]	[illegible]	[illegible]
砷锑矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
辉锑矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
车轮矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
硫锑铜矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
硫锑铁矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
辉锑铁矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
硫锑铅矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
脆硫锑铅矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
脆银矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
火硫锑银矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
辉锑银矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
辉锑锡铅矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
硫汞锑矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
锑华	[illegible]	[illegible]	[illegible]
黄锑华	[illegible]	[illegible]	
方锑矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
水锑铅矿	[illegible]	[illegible]	
锑钙石	[illegible]	[illegible]	

附　录　蕴
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

蕴[illegible] 钨、锡、汞、锑矿石的选冶质量、工艺与技术性能

蕴[illegible] 钨矿石

钨矿的主要选矿方法有手选、重介质选、重选、浮选、磁选和电选。黑钨矿以重选为主，白钨矿以浮选为主。为提高钨精矿质量和钨的回收利用率，当前有选冶工艺联合的趋势，增加焙烧除砷和浸出水冶　回收有益组分）等冶炼手段。

钨的冶炼有火法和水法两种。黑钨精矿和白钨精矿的冶炼工艺流程不同。当矿石中既含黑钨矿又含白钨矿时，要查明其相应关系和含量比例，分别选出白钨精矿和黑钨精

矿，以便分别冶炼。作为钨冶炼矿物原料的钨精矿，WO_3 应大于 65%，经火法冶炼成钨铁合金（WO_3 达到 70%或 75%）；经水法冶炼成正钨酸钠、钨酸铵或钨酸钙等；最后进一步处理成三氧化钨（WO_3 ≥99.9%），再还原（用氢）成钨粉（WO_3 ≥99.9%）。

世界上长期以来开发的钨矿原料，主要是白钨矿，而我国长期以来开采利用的以石英脉型黑钨矿为主。我国的大型、超大型以白钨矿为主的多金属矿床，由于嵌布粒度细，矿石物质组分复杂，选冶的经济技术指标尚未彻底解决。为此要注意寻找黑钨矿和大颗粒的、易选的白钨矿石。

与钨矿床伴生有益组分通常有锡、钼、铋、铜、铅、锌、锑、金、银、钴、铍、铌、钽、锂、稀土元素、硫、砷、压电水晶、熔炼水晶、萤石等，但如不能在选矿中回收，使其进入精矿，则变成有害组分。砷、硫、铜、磷会使钨钢变脆，影响制品质量；锡会降低钨钢的切削性能；水法冶炼过程中砷会使粗钨酸不易净化，钼会影响钨丝的效能和使用寿命，水冶黑钨精矿过程中钙会影响三氧化钨的浸出率而降低回收率。水冶白钨精矿过程中，锰会影响三氧化钨回收率。黑钨精矿中锑、铋、铅，白钨精矿中锌、铋、铅对于生产优质钨铁有不良影响，白钨精矿中铁，锑对生产优质钨制品也有不良影响。在勘探工作中，查明矿石中和钨矿物中有害杂质的含量及赋存状态，选择合理的选矿方法和工艺流程，尽量降低钨精矿中有害杂质的含量，以便使生产的钨精矿达到国家标准。

锡矿石

锡质量分数大于 1%以上的低杂质富锡矿石，可直接入炉冶炼；锡质量分数低于 1%的矿石，或杂质多的矿石，需经选矿后去杂质，使锡质量分数富集到 1%以上再人炉冶炼。不同类型的锡矿石，国内采用的选矿方法（流程）有：

易选矿石，如氧化矿石、锡石石英型矿石、含锡花岗岩型矿石等，常用重选或重—浮流程处理；

难选矿石，如锡石硫化物的矽卡岩型矿石、锡石硫化物型矿石，一般采用重-浮、浮-重、磁-浮、浮-重等选矿综合流程或选冶联合流程处理；

极难选矿石，如含锡磁铁矿矽卡岩型矿石，要用磁-浮、浮-重，或中矿烟化等选冶联合流程处理；

对锡铅共生的矿石，难以选出合格的锡精矿时，则可选出锡铅混合精矿，冶炼生产锡铅焊料或其他合金；

在锡石粒度细，含铁高，铁锡连生体多，单体锡石少的情况下，我国一些选厂在维持和提高最终锡精矿品位的同时，产出部分富中矿（锡质量分数为 1%～5%）和难选中矿（锡质量分数为 0.5%～1%），使锡的选矿回收率提高约 5%。

锡的冶炼方法

锡的冶炼方法，以火法为主，湿法为辅。现代锡的生产，一般包括四个主要过程：炼前处理、还原熔炼、炼渣和粗锡精炼。

炼前处理是为了除去对冶炼有害的硫、砷、锑、铅、铋、铁、钨、钽、铌等杂质，同时达到综合回收各种有用金属的目的；炼前处理的方法包括精选、焙烧和浸出等作业，根据所含杂质不同，采用一个或几个作业组成的联合流程；

遭 还原熔炼主要是使氧化锡还原成粗锡，同时将铁的氧化物还原成 云灌的并与脉石成分一起造渣；

糟 炼渣用烟化炉挥发方法，这样产出的废渣含锡低，金属回收率高，同时大量减少铁的循环；

凿 粗锡精炼，一般分为火法精炼和电解精炼，主要是进一步除去铁、铜、砷、锑、铅、铋和银等杂质，同时综合回收有用金属。

纵墨预藏 汞矿石

我国已发现的汞矿石类型有单汞、汞铀、汞锑、汞硒、汞金以及汞多金属等。目前，供工业利用者均为单汞矿石。单汞矿石，无论品位高低其选冶性能相近，工业技术不要求划分矿石品级。汞铀矿石中汞未回收。汞锑矿石中汞的分离正在试验中。

单汞矿石易选、易冶，工艺流程简单。通常可在矿山就地进行处理，常在坑口或其附近建成采—冶或采—选—冶联合企业。手选后高品位汞矿石可直接冶炼，低品位矿石经选矿富集后冶炼。一般是重—浮联合流程。用摇床回收药用朱砂，浮选后获汞精矿。

金属汞的冶炼方法有火法和湿法。

葬 火法炼汞，将汞矿石或精矿进行焙烧，直接将汞还原呈气态分离出来，而后冷凝成液态汞。火法炼汞工序简单，技术经济指标高。

遭 湿法炼汞是用硫化钠或次氯酸盐溶液浸出汞精矿，浸出液净化后用电解或置换等方法获得金属汞。此法可减少汞污染，但流程复杂，技术经济指标不如火法，故未广泛采用。

美国还研究出从辰砂矿石中提取汞的电氧化法，汞的回收率可达 怨园豫～怨缘豫，但未见生产报道。

纵墨预原 锑矿石

锑矿选矿方法，有手选、重选和浮选，大多数采用手选—浮选流程、手选—重选—浮选联合流程，采用单一浮选流程少。

我国锑矿石分为三大类：锑矿石：锑金钨、锑钨、锑金、锑汞共生矿石；锡铅锌为主的锑硫盐矿石。

辉锑矿及其氧化物组成的矿石为易选冶矿石，是目前我国主要锑矿石。锑金钨、锑钨、锑金共生矿石是中等易选冶矿石。锑硫盐矿石和锑汞矿石分别是较难选冶和难选冶矿石。

锡矿山飞水岩硫化锑矿石，氧化率为 原豫～员缘豫，采用于选—重介质—浮选联合流程。

锡矿山童家院混合锑矿石，氧化率为 猿园豫～源园豫，氧化物以黄锑矿为主，采用手选 原跳汰 原浮选 原摇床的选矿流程。

云南木利氧化锑矿石，氧化率为 远园豫～原园豫。氧化矿物主要为锑华、锑赫石、黄锑华、红锑矿等，呈土状和粉末状。以重介质旋流预选—重选 （跳汰） 原矿泥浮选的联合流程效果最好。

含砷较高的锑矿石，在浮选过程中用丁醛铵黑药取代黄药作捕收剂，有利于降低锑精矿中砷的品位。

硫化锑矿、氧化锑矿和混合锑矿，均采用火法冶炼工艺流程。

低品位的块精矿（锑品位为 3%～5%），用直井焙烧炉氧化挥发焙烧生产氧化锑。产出的锑氧平均含量为 85%～90%（部分达 95%）。颜色洁白，可作商品出售。

高品位粉状锑精矿经制粒或压团后在鼓风炉中挥发熔炼制取锑氧。锑氧再进入反射炉加碱除砷还原熔炼并精炼成精锑。精锑进入锑白炉内经加热熔化氧化挥发制成三氧化二锑（锑白）。含氧化锑不少于 99%，平均粒度 0.5mm～1.0mm，为优质锑白。

高品位单一块状硫化锑块矿，经生铁炉加热熔炼，可产出纯净的针状三硫化锑（俗称生锑）。

除火法冶炼外，为消除环境污染，提高产品质量，推广了电解湿法冶炼，即硫化钠碱性溶液浸出—电解湿法冶炼流程。

湘西锑金钨共生矿石，采用手选（反手选）—重选（摇床、溜槽）—浮选联合流程，分别获得白钨精矿、金精矿和锑金混合精矿。锑金精矿采用“鼓风炉氧化挥发—贵锑电解”提取工艺。

广西大厂铅锌锑硫盐多金属矿石中锑的回收，采用浮选流程获锑铅精矿，再用“火法—电解”联合流程，反射炉还原熔炼成高铅合金和高品位锑氧。高品位锑氧再还原熔炼成铅锑合金（锑品位 99%～99.5%，锑品位 95%～99%）。

陕西公馆锑汞矿石与含汞锑矿石，经浮选得锑汞混合精矿，再用火法冶炼挥发汞，使汞锑分离。

第四节　钨、锡、汞、锑精矿质量标准

一、钨精矿质量标准

钨精矿质量标准见表 3-4-1 和表 3-4-2。

表 3-4-1　特级钨精矿国家标准（GB/T 10116—1988）

品种	三氧化钨（WO₃）含量不小于（%）	杂质含量不大于（%）														
		锡	铋	钼	砷	磷	硫	铜	锑	铁	锰	钙	二氧化硅	氧化钙	氧化镁	氧化铝
黑钨特一	70	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	—	—	—	—	—	—	—
黑钨特二	65	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	—	—	—	—	—	—	—
黑钨特三	60	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	—	—	—	—	—	—	—
黑钨特一Ⅱ	70	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	—	—	—	—	—	—	—
黑钨特二Ⅱ	65	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	—	—	—	—	—	—	—
黑钨特三Ⅱ	60	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	—	—	—	—	—	—	—
白钨特一	70	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
白钨特二	65	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
白钨特三	60	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

续表

品种	憎 窄韵猿 不小于豫	杂质 窄月 不大于豫														
		杂	孕	粤泽	酝燥	恍燥	酝灶	恍怎	杂灶	杂蚤	云	杂遭	月蚤	孕遭	在灶
白钨特 原Ⅱ 原猿	苑圆	园圆	原	园圆	园圆	园圆	园圆	园圆	原	园圆	园圆	园圆	园圆	园圆	园圆	园圆	原	原	原
白钨特 原Ⅱ 原圆	苑园	园圆	园圆	园圆	园圆	园圆	园圆	园圆	原	园圆	园圆	园圆	园圆	园圆	园圆	园圆	原	原	原
白钨特 原Ⅱ 原员	苑园	园圆	园圆	园圆	园圆	园圆	园圆	园圆	原	园圆	园圆	园圆	园圆	园圆	园圆	园圆	原	原	原

注员：表中“原”者为杂质不限。

注圆：本标准不包括人造白钨，该产品另订标准执行。

注猿：精矿中钽铌为有价元素，供方应报出分析数据。

注源：根据用户需要和资源特点，钨精矿中特级晶可自订企业标准执行。

注缘：黑钨精矿特级品Ⅰ类产品中 杂遭 月蚤 孕遭的杂质要求和白钨精矿特级品Ⅱ类产品中孕燥 杂遭的杂质要求暂不作交货依据，但供方应报出数据。

表 园圆圆 一、二级钨精矿国家标准 自月园圆圆源员

品种	憎 窄韵猿 不小于豫	杂质 窄月 不大于豫									用途举例
		杂	孕	粤泽	酝燥	恍燥	酝灶	恍怎	杂灶	杂蚤	
黑钨一级Ⅰ类	远缘	园圆	园圆	园圆	园圆	原	缘园	原	园圆	园圆	钨铁
黑钨一级Ⅱ类	远缘	园圆	园圆	园圆	园圆	园圆	缘园	原	园圆	园圆	硬质合金、触媒、钨材
黑钨一级Ⅲ类	远缘	园圆	园圆	园圆	园圆	园圆	缘园	原	园圆	园圆	钨材、钨丝、硬质合金触媒
黑钨二级	远缘	园圆	原	园圆	园圆	原	缘园	原	原	园圆	原
白钨一级Ⅰ类	远缘	园圆	园圆	园圆	园圆	原	原	园圆	园圆	园圆	钨铁、硬质合金
白钨一级Ⅱ类	远缘	园圆	园圆	园圆	园圆	园圆	原	园圆	园圆	园圆	钨材、钨丝硬质合金触媒
白钨一级Ⅲ类	远缘	园圆	园圆	园圆	园圆	园圆	原	园圆	园圆	园圆	钨材、钨丝、硬质合金触媒
白钨二级	远缘	园圆	原	园圆	园圆	原	原	园圆	原	园圆	原

注员：表中“—”者为杂质不限。

注圆：精矿中钽铌为有价元素，供方应报出分析数据。

注猿：供需双方在特需要求和护理原则上，标准中规定的个别杂质项目指标及其他要求（如铁、锑、药剂等）可协商解决。

注源：钨细泥、钨杂砂以及钨难选物料等产品按国家统一价格执行。

锡精矿质量标准

锡精矿质量标准见表

表　锡精矿质量标准

类别	品级	锡（Sn）不小于	杂质（Sn）不大于					
一类	一级品							
	二级品							
	三级品							
	四级品							
	五级品							
	六级品							
	七级品							
	八级品							
二类	一级品							
	二级品							
	三级品							
	四级品							
	五级品							
	六级品							
	七级品							
	八级品							

注：一类是直接入炉锡精矿产品，二类是冶炼前需加工处理的锡精矿产品。

注：锡精矿中铅、钨为有价元素，应提出分析数据。

注：自产自用锡精矿产品，可自订企业标准执行。

汞精矿质量标准

汞精矿质量标准见表　和表

表 缉疆原 朱砂质量标准　　[illegible]

等级	硫化汞（HgS）不小于豫	杂质（SiO2）不大于豫
特	怨愿	园酝园
员	怨苑	园酝缘
圆	怨远	园酝园

注 员：特级朱砂粒度规定 缘老号上，如用户对粒度有特殊要求，可与厂家协商解决。
注 圆：各级朱砂除硒外的杂质，如用户有特殊要求，可与生产厂家协商议定。

表 缉疆豫 湿法朱砂质量标准　　[illegible]

品　　级	硫化汞（HgS）不小于豫	杂质（SiO2）不大于豫	
		粉末	云母
一	怨酝缘	园酝愿	园酝园
二	怨酝园	园酝苑	原园酝园

注 员：产品不得混入机械混合物。
注 圆：产品表面应清洁，洗涤液静置澄清后应清澈透明，其 员H值与当地天然水 员H值之差应小于 园[illegible]豫

缉疆酝原 锑精矿质量标准

锑精矿质量标准见表 缉疆耘 表 缉疆晕和表 缉疆匀

表 缉疆耘 硫化锑精矿标准　　[illegible]

类　别	晶　级	锑（Sb）不小于豫	杂质（SiO2）不大于豫	
			粗粒	矿泥
粉精矿	一级	缘豫	园耘	园酝豫
	二级	源豫	园耘	园酝豫
	三级	猿豫	园原	园酝豫
	四级	猿园	园原	园酝豫
块精矿	一级	远园	园耘	园酝豫
	二级	缘园	园耘	园酝豫
	三级	源园	园原	园酝豫
	四级	猿园	园原	园酝豫
	五级	园园	园酝	园酝园
	六级	员园	园酝	园酝园

注 员：硫化锑中的含锑量与精矿中总含锑量之比大于 愿豫。

表 员源苑　混合锑精矿标准　（单位圆缘愿-愿圆）

类　别	品　级	锑　（猿） 不小于　豫	杂质　（猿） 不大于 豫	
			粤	孕
粉精矿	一级	缘缘	园.苑	园.缘
	二级	源缘	园.苑	园.缘
	三级	猿缘	园.原	园.缘
	四级	猿园	园.原	园.缘
块精矿	一级	远园	园.苑	园.缘
	二级	缘园	园.苑	园.缘
	三级	源园	园.原	园.缘
	四级	猿园	园.原	园.缘
	五级	园园	园.圆	园.远
	六级	员园	园.圆	园.远
注 员：硫化锑中的含锑量与精矿中总含锑量之比在 员缘缘～愿缘缘范围内。				

表 缘源员　氧化锑精矿标准　（单位圆缘愿-愿圆）

类别	晶级	锑　（猿） 不小于　豫	杂质　（猿） 不大于　豫	
			粤	孕
块精矿	一级	远园	园.苑	园.圆
	二级	缘园	园.苑	园.圆
	三级	源园	园.原	园.缘
注 员：锑精矿中含金量达到工业品位时，应报出分析数据。 注 圆：硫化锑中的含锑量与精矿中总含锑量之比不小于 员缘缘。				

铝土矿、冶镁菱镁矿地质勘查规范

目　次

前言
员 范围
圆 规范性引用文件
猿 勘查的目的任务
源 勘查研究程度
源.员 地质研究
源.圆 矿石质量研究
源.猿 矿石加工技术条件研究
源.源 矿床开采技术条件研究
源.缘 综合勘查、综合评价
缘 勘查控制程度
缘.员 勘查类型的确定
缘.圆 勘查工程间距
缘.猿 矿床控制程度的确定
远 勘查工作及质量要求
远.员 地形及工程测量
远.圆 地质填图
远.猿 水文地质、工程地质、环境地质工作
远.源 探矿工程
远.缘 化学样品的采集、加工、化验分析
远.苑 矿石加工技术性能试验样品的采集与分析、试验
远.愿 岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验
远.怨 原始地质编录、资料综合整理和报告编写
远.员园 计算机技术及其他新技术的应用
苑 可行性评价工作
苑.员 概略研究
苑.圆 预可行性研究
苑.猿 可行性研究

愿 资源 辕储量分类及类型条件
愿源员 资源 辕储量分类
愿源圆 资源 辕储量类型条件
怨 资源 辕储量估算
怨源员 资源 辕储量估算的工业指标
怨源圆 资源 辕储量估算的方法和一般原则
怨源猿 资源 辕储量估算参数的确定
怨源源 资源 辕储量分类结果表
附录 粤 规范性附录）固体矿产资源 辕储量分类
附录 月 规范性附录）铝土矿石品级标准
附录 悦 资料性附录）铝土矿、菱镁矿矿床类型
悦源员 铝土矿矿床类型
悦源圆 菱镁矿矿床类型
附录 阅 资料性附录）铝土矿、菱镁矿矿石类型
阅源员 铝土矿矿石类型
阅源圆 菱镁矿矿石类型
附录 耘 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 云 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 郧 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 匀 资料性附录）铝土矿床一般工业指标
附录 陨 资料性附录）堆积型与红土型铝土矿参考工业指标
附录 允 资料性附录）冶镁菱镁矿主要参考工业指标
附录 运 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
运源员 工业加工技术对铝土矿石的质量要求
运源圆 工业应用对菱镁矿矿石的质量要求
附录 蕴 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

员 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 辕储量分类及类型条件、矿产资源 辕储量估算等。

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 辕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 辕储量的依据。

圆 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。

[illegible]固体矿产地质勘查规范总则

[illegible]固体矿产资源/储量分类

1　勘查的目的任务

1.1　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。

1.2　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。

1.2.1　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。

1.2.2　普查是对矿化潜力较大地区，采用中一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。

1.2.3　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。

1.2.4　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。

2　勘查研究程度

2.1　地质研究

2.1.1　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（[illegible]）。

2.1.2　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。

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。

勘探阶段

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。

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。

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，确定矿体的连续性；查明主矿体内的无矿地段和夹石规模、形态、产状及分布规律；查明主矿体底部界线的起伏变化规律。

矿石质量研究

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。

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。

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。

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[illegible]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[illegible]等成分的含量和变化情况。对菱镁矿则要求查明[illegible]和[illegible]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。

矿石加工技术条件研究

预查阶段

对矿石加工技术条件研究不做具体要求。

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。

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[illegible]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。

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。

矿床开采技术条件研究

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。

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。

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。

勘探阶段

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。

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、底板一定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。

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。

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，红土型铝土矿中的钻土矿等，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。

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。

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。

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。

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。

勘查控制程度

勘查类型的确定

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。

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 [illegible]；构造因素的影响程度相应要小些，其权值占 [illegible]；其余三个因素的权值各为 [illegible]。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。

[illegible] 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 [illegible]

[illegible] 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：

[illegible] 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 [illegible]

[illegible] 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 [illegible]

[illegible] 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 [illegible]

[illegible] 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 [illegible]

[illegible] 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：

[illegible] 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 [illegible]，类型系数为 [illegible]

[illegible] 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 [illegible]，类型系数为 [illegible]

[illegible] 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 [illegible]，矿体连续性差，类型系数为 [illegible]

[illegible] 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：

[illegible] 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 [illegible]

[illegible] 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 [illegible]

[illegible] 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 [illegible]

[illegible] 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　[illegible]。

表 员　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	猿圆园~ 圆愿园	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　远园豫	
			内部结构简单，无夹层或无矿天窗	
			构造简单	
Ⅱ	中等	圆愿园~ 员愿园	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 远园豫~愿园豫	
			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	员愿园~ 员苑园	规模通常为中型以下或小矿体	铝土矿：河南张窑院 圆号矿体、贵州燕垅老虎石、山东北焦宋菱镁矿：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，愿园豫	
			内部结构复杂，多夹层和无矿天窗	
			构造破坏、影响一般较大	

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。

缘圆圆　勘查工程间距

缘圆圆员　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 转储量。

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。

缘圆圆员圆　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。

缘圆圆员猿　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。

缘圆圆员源　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。

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。

勘查工程间距的确定

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。

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。

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。

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 郧

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。

矿床控制程度的确定

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 [illegible]。

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 [illegible]，并能为区域远景提供宏观决策的依据。

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 [illegible] 和预测的资源量 [illegible]，为矿山远景规划提供资源依据。

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。

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。

远 勘查工作及质量要求

远援员 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 郧月/栽 员愿猿源员《地质矿产勘查测量规范》。

远援圆 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 员颐缘园园园园 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 员颐员园园园园 ~ 员颐缘园园园；详查阶段 员颐缘园园园 ~ 员颐圆园园园；勘探阶段 员颐圆园园园 ~ 员颐员园园园。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 员颐圆园园园 ~ 员颐缘园园园。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。

远援猿 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 郧月 员圆苑员怨—怨员《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。

远援源 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 阅在/栽 园员源员—怨源《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）缘皂内的矿心、岩心采取率不得低于 愿园豫。在矿层中钻进时，回次进尺一般不大于 员皂。若连续两个回次采取率低于 愿园豫时，应立即采取补救措施。岩层分层采取率不得低于 远缘豫。

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。

远援缘 化学样品的采集、加工、化验分析

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 [illegible] ~ [illegible]。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 [illegible]，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 [illegible]，样长一般不大于 [illegible]。当矿体厚度大、矿石块度小，且分布均匀时，也可采用断面为 [illegible] ~ [illegible] 的刻槽法，采样长度一般 [illegible]，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 [illegible] 或 [illegible]。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。

化学样品的加工

样品的加工缩分严格按公式 [illegible] 进行。

其中：[illegible]——样品质量（重量）（[illegible]）；

[illegible]——样品破碎后最大颗粒直径（[illegible]）；

[illegible]——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 [illegible] 值一般采用经验数据 [illegible]。加工中样品损失率应小于 [illegible]，缩分误差小于 [illegible]。

化学样品的化验分析

基本分析样

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 [illegible]，当 [illegible] 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 [illegible] 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 [illegible] 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 [illegible]。

全分析样

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 [illegible]。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。

组合分析样

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 [illegible] 烧失量。分析项目可根据需要酌情增减。

[illegible] 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 [illegible] 件～[illegible] 件样品，分析项目为 [illegible]。

[illegible] 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 [illegible]～[illegible]。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 [illegible]～[illegible]，外检样品总数不得少于 [illegible] 个。

[illegible] 化学分析质量及内、外部检查分析结果误差处理办法按 [illegible]《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：

$$再越\begin{cases} 悦伊\sqrt{2}\,曾 & 曾\geqslant [illegible] \\ 悦伊\sqrt{2}\,曾 & 曾<[illegible] \end{cases}$$

式中：再——计算相对误差（%）：

悦——修正系数，铝土矿中 [illegible] 为 [illegible]，[illegible] 为 [illegible]，烧失量为 [illegible]；

菱镁矿中 [illegible] 为 [illegible]，[illegible] 为 [illegible]，烧失量为 [illegible]；

曾——测定结果浓度值（%）。

[illegible] 矿石加工技术性能试验样品的采集与分析、试验

[illegible] 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。

[illegible] 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 [illegible] 品位高低，采用烧结法、拜尔法或联合法进行可溶性试验。

[illegible] 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 [illegible] 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 [illegible] 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 [illegible] 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。

遭 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、[illegible] 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 [illegible] 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 [illegible] 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。

糟 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。

凿 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。

[illegible] 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 [illegible] 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 [illegible] 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。

[illegible] 岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

[illegible] 为了计算矿产资源 [illegible] 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 [illegible] 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 [illegible] 个～[illegible] 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 [illegible]～[illegible]；大体积质量　体重）不小于 [illegible] 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。

[illegible] 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，选择员条～圆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 猿遭米伊远遭米伊愿遭米。

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。

远圆愿　原始地质编录、资料综合整理和报告编写

远圆愿员　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 阅在载国家标准《固体矿产勘查原始地质编录规定》和 阅在载国家标准《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。

远圆愿圆　地质报告的具体编制按 阅在载国家标准《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。

远圆怨　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 猿杂技术　则杂——全球定位系统、则杂——地理信息系统、灾杂——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。

苑　可行性评价工作

苑员　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。

苑圆　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 [illegible] 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。

[illegible] 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 [illegible] 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、利润和现金流人流出等。所采用的成本数据精度高，误差一般在 [illegible] 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。

[illegible] 资源 [illegible] 储量分类及类型条件

[illegible] 资源 [illegible] 储量分类

[illegible] 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（可采）、预可采储量（预可采）及预可采储量（预可）三个类型。

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（可经）、探明的（预可研）经济基础储量（预可经）、控制的经济基础储量（预可经）。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（可边）、探明的（预可研）边际经济基础储量（预可边）、控制的边际经济基础储量（预可边）。

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（资）、控制的内蕴经济资源量（资）、推断的内蕴经济资源量（资）；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（可次）、探明的（预可研）次边际经济资源量（预可次）、控制的次边际经济资源量（预可次）；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（资）?，属于潜在矿产资源。

资源（储）量类型条件

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：

（可采）：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。

（可经）：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 葬 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。

糟 预可采储量　[illegible]；在勘探地段内，地质可靠程度达到了上列 葬 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。

凿 探明的（预可研）经济基础储量　[illegible]：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 糟 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。

藻 探明的（可研）边际经济基础储量　[illegible]：在勘探地段内，达到如 葬 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。

枣 探明的（预可研）边际经济基础储量　[illegible]：在勘探地段内，达到如 葬 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，小于国家或行业基准收益率。用没有扣除设计和采矿损失的数量表述。

皁 探明的（可研）次边际经济资源量　[illegible]：在勘探地段内，达到如 葬 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。

澡 探明的（预可研）次边际经济资源量　[illegible]：在勘探地段内，达到如 葬 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。

蚤 探明的内蕴经济资源量　[illegible]：在勘探地段内，达到如 葬 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。

[illegible] 控制的矿产资源 辕储量

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 辕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：

葬 预可采储量　[illegible]：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 糟 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。

遭 控制的经济基础储量　[illegible]：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 彝 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。

糟 控制的边际经济基础储量　[illegible]：在详查地段内，达到如 彝 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。

凿 控制的次边际经济资源量　[illegible]：在详查地段内，达到如 彝 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。

藻 控制的内蕴经济资源量　[illegible]：在详查地段内，达到如 彝 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。

[illegible] 推断的矿产资源 [illegible]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　[illegible]：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 [illegible] 所述，尚无法确定其经济意义。

[illegible] 预测的矿产资源 [illegible]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　[illegible]?：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。

怨 资源 [illegible]储量估算

怨[illegible] 资源 [illegible]储量估算的工业指标

怨[illegible] 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 [illegible]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 匀、附录 蕴附录 允中的一般工业指标进行资源 [illegible]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。

[illegible] 工业指标的主要内容

[illegible] 边界品位：应用于单样，是矿与非矿的界线。

[illegible] 最低工业品位：应用于块段或应用于矿段。

[illegible] 最低可采厚度　以真厚度为准）。

[illegible] 夹石剔除厚度　以真厚度为准）。

[illegible] 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。

[illegible] 边界含矿率、矿块平均含矿率等。

[illegible] 有害杂质含量要求：在下达具体矿区工业指标时提出。

[illegible] 资源 [illegible]储量估算的方法和一般原则

[illegible] 估算方法

[illegible] 铝土矿、菱镁矿资源 [illegible]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。

[illegible] 在资源 [illegible]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。

[illegible] 估算的一般原则

[illegible] 在进行铝土矿和菱镁矿资源 [illegible]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 [illegible]储量类型划分块段，分别估算。

[illegible] 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 [illegible]储量估算。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 参与资源 [illegible]储量估算的各项工作成果质量必须符合有关规定的要求。

[illegible] 矿石储量单位以“万吨”表示。

[illegible] 资源 [illegible]储量估算参数的确定

[illegible] 参与资源 [illegible]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。

[illegible] 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。

[illegible] 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；矿体平均晶位以块段矿石量加权求得。

[illegible] 厚度：一般以算术平均法求得。当矿区出现大厚度工程　仗于矿体平均厚度三倍）时，应根据具体情况慎重处理。

㈣体重测量（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）。

㈤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。

附　录　粤
规范性附录）
固体矿产资源 辕储量分类

表 粤员　固体矿产资源 辕储量分类表

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　员源员			
	基础储量　员源源			
	预可采储量　员猿员	预可采储量　员猿猿		
	基础储量　员猿源	基础储量　员猿缘		
边际经济的	基础储量　圆员员			
	基础储量　圆员源	基础储量　圆员缘		
次边际经济的	资源量　圆源员			
	资源量　圆猿员	资源量　圆猿猿		
内蕴经济的	资源量　猿员员	资源量　猿员猿	资源量　猿员源	资源量　猿员缘？

注：表中所用编码　员源员-猿员缘，第 员位数表示经济意义，即 员越经济的，圆越边际经济的，猿越次边际经济的，？越内蕴经济的；第 圆位数表示可行性评价阶段，即 员越可行性研究，圆越预可行性研究，猿越概略研究；第 猿位数表示地质可靠程度，即 员越探明的，圆越控制的，猿越推断的，源越预测的。遭越未扣除设计、采矿损失的可采储量。

附　录　月
规范性附录）
铝土矿石品级标准　则月员源愿-怨缘

表 月员　铝土矿石品级标准

品级	品　位		用　途
	铝硅比值　粤猿 （不小于）	憎铝率 粤猿／悯（不小于）豫	
Ⅰ	员圆	缘员	研磨料、高铝水泥、氧化铝
		远怨	氧化铝
		远员	氧化铝
		员园	氧化铝

续表

品级	品　位		用　途
	铝硅比值（不小于）	铝（不小于）	
Ⅱ	25	50	氧化铝、高铝水泥
		45	氧化铝
		40	氧化铝
		35	氧化铝
Ⅲ	15	45	氧化铝
		40	氧化铝
		35	氧化铝
Ⅳ	10	35	氧化铝
Ⅴ	7	30	氧化铝
Ⅵ	5	30	氧化铝
Ⅶ	3	25	氧化铝（三水铝石）

注：根据铝土矿其他指标，分为不同矿石类型：①三氧化二铁：低铁型（Fe_2O_3 质量分数）15%以下；含铁型（Fe_2O_3 质量分数）15%～25%；中铁型（Fe_2O_3 质量分数）25%～30%；高铁型（Fe_2O_3 质量分数）30%以上。②硫：低硫型（S 质量分数）0.3%以下；中硫型（S 质量分数）0.3%～0.7%；高硫型（S 质量分数）0.7%以上。

附　录
（资料性附录）
铝土矿、菱镁矿矿床类型

A.1　铝土矿矿床类型

A.1.1　沉积型铝土矿矿床

该类矿床多产于碳酸盐岩侵蚀面上，少数产于砂岩、页岩、玄武岩的侵蚀面上或其组成的岩系中。含矿岩系自上而下由页岩、砂页岩、不稳定灰岩、薄煤层、粘土岩（矿）、铝土矿、含铁粘土岩、铁矿（赤铁矿、菱铁矿）或黄铁矿等组成。矿体形态、规模及矿石物质组分等均受含矿岩系基底岩性和古地形的控制，据此又可划分为两个亚类。

a）产于碳酸盐岩侵蚀面上的一水硬铝石铝土矿矿床。含矿岩系呈修整合覆盖于灰岩、白云质灰岩或白云岩侵蚀面上。矿体呈似层状、透镜状和漏斗状。单个矿体长一般数百米至两千余米，个别的仅数十米，宽二百米至千余米。产状一般平缓，部分受后期构造影响而变陡。矿层厚度变化稳定一很不稳定。一般厚 2～5 m，古地形低凹处矿体厚度增大，质量也好，岩溶漏斗极发育地区矿体厚度很不稳定，最厚可达 40 m 余米　漏

斗中部）；古地形凸起处厚度变薄，质量变差，甚至出现无矿“天窗”。矿床规模多为大、中型，该类铝土矿矿石储量占全国总储量的 [illegible]。该亚类铝土矿矿石结构呈土状（粗糙状）、鲕状、豆状、碎屑状等。矿石颜色多为白色、灰色，也有红色、浅绿色及杂色等。矿物成分以一水硬铝石为主，其次为高岭石、水云母、绿泥石、褐铁矿、针铁矿、赤铁矿、一水软铝石，微量的锆石、锐钛矿、金红石等，有时有黄铁矿、菱铁矿和三水铝石。主要化学组分 ω（[illegible]）为 [illegible]、ω（[illegible]）为 [illegible]、ω（[illegible]）为 [illegible]、ω（[illegible]）为 [illegible]、硅铝比值为 [illegible] 伴生有用元素镓质量分数 [illegible]。共生矿产有耐火粘土、铁矿、硫铁矿、熔剂灰岩、煤矿等。该类矿床以低铁低硫型矿石为主，如贵州小山坝、林歹；河南小关、张窑院；山西克俄、白家庄；山东沣水等，是我国目前工业开采利用的主要对象。该类矿床也有以高铁型铝土矿石和高硫型铝土矿石为主的矿床，前者如陕西府谷、贵州大豆厂等，后者如山东湖田南（深部）、四川大佛岩、贵州猫场、广西平果（沉积矿）等。

遭 产于砂岩、页岩、泥灰岩、玄武岩侵蚀面或由这些岩石组成的岩系中的一水硬铝石铝土矿矿床：矿体呈层状或透镜状，单个矿体一般长数百米至千余米。厚度较稳定，一般厚 [illegible]。矿床规模多为中、小型。矿石储量占全国总储量的 [illegible]。该亚类铝土矿矿石结构呈致密状、角砾状、鲕状、豆状等。矿石颜色呈灰、青灰、浅绿、紫红及杂色等。矿物成分主要为一水硬铝石，其次为高岭石、蒙脱石、多水高岭石、绿泥石、菱铁矿、褐铁矿、黄铁矿等。主要化学组分 ω（[illegible]）为 [illegible]、ω（[illegible]）为 [illegible]、ω（[illegible]）为 [illegible]、ω（[illegible]），铝硅比值 [illegible]。一般 [illegible] 属中、贫矿石。伴生有用元素镓质量分数 [illegible]。共生矿产有半软质粘土和硬质粘土矿等。该类矿床的矿石类型以中、高铁型铝土矿居多，如湖南李家田、山东王村、四川新华乡等矿床。

该类矿床目前我国只有少量开采，主要作为配矿使用。

[illegible] 堆积型铝土矿矿床

该类矿床系由原生沉积铝土矿在适宜的构造条件下经风化淋滤，就地残积或在岩溶洼地（或坡地）中重新堆积而成的。在风化淋滤过程中有害组分硫被淋失，矿石由高硫铝土矿转变为高铁铝土矿，从而提高了矿床工业利用价值。矿石呈大小不等的块砾及碎屑夹于松散红土中构成含矿层（矿体）。矿体形态复杂，呈不规则状，多随基底地形而异，长数百米至两千余米，宽数十米至千余米。含矿层厚度 [illegible]，变化较大。含矿率一般 [illegible]。矿体规模多为中、小型，矿石储量占全国总储量的 [illegible]。

矿石结构呈鲕状、豆状、碎屑状。矿石颜色为灰色、褐红色、杂色等。矿物成分以一水硬铝石为主，其次为高岭石、针铁矿、赤铁矿、三水铝石、一水软铝石等。化学成分 ω（[illegible]）为 [illegible]、ω（[illegible]）为 [illegible]、ω（[illegible]）为 [illegible]、ω（[illegible]），铝硅比值 [illegible] 矿区平均铝硅比值一般大于 [illegible] 伴生有用组分镓质量分数 [illegible]。

该类矿床全为一水硬铝石铝土矿。矿石类型以高铁型铝土矿为主。

该类矿床因矿石与红土混杂，需经选洗才能利用。矿石特征是含 [illegible] 高，铝硅比值高，宜用拜尔法生产氧化铝。矿床产状平缓，覆盖薄，宜露采。属此类矿床的有广西

平果　雄积矿）、云南广南　雄积矿）等。

红土型铝土矿矿床

我国的红土型铝土矿矿床　即风化残余型或玄武岩风化壳型）产于玄武岩风化壳中，由玄武岩风化淋滤而成。玄武岩风化壳一般自上而下分为红土带、含矿富集带、玄武岩分解带，再下为新鲜玄武岩。含矿富集带位于风化壳的中上部，与上、下两带均为过渡关系，由红土与块砾状铝土矿组成。

含矿富集带　含矿层）多分布于残丘顶部，呈斗篷状或不规则状，产状平缓。单个含矿层面积一般 [illegible]。厚度一般 [illegible]。含矿率 [illegible]。矿体规模多为小型。该类矿床储量占全国总储量的 [illegible]。

矿石呈残余结构，如气孔状、杏仁状、斑点状、砂状等。矿石颜色为灰白色、棕黄色、褐红色等。矿物成分以三水铝石为主，其次为褐铁矿、赤铁矿、针铁矿、伊丁石、高岭石、一水软铝石及微量石英、蛋白石、钛铁矿等。化学成分 ω　[illegible]）为 [illegible]、ω　[illegible]）为 [illegible]、ω　[illegible]）为 [illegible]、铝硅比值 [illegible]。伴生及共生矿产有镓及钻土矿。

该类矿床属三水型铝土矿。矿石类型属高铁低硫型铝土矿。

该类矿床覆盖薄，宜露采。国外多为大型一特大型矿床，质量也好，为国外铝工业的主要矿源之一。目前我国已知矿床均为小型，且矿石质量也差，仅小规模开采利用。属此类矿床的有海南蓬莱、福建漳浦等矿床。

菱镁矿矿床类型

镁质碳酸盐岩层中的晶质菱镁矿床

此类矿床主要产于古元古界，少数产于太古宇、中新元古界　长城系、震旦系）、中泥盆统和三叠系。

我国古元古界菱镁矿矿床产于辽东一带辽河群和胶东一带粉子山群厚大的镁质碳酸盐建造中，矿体围岩多为白云石大理岩，少数为滑石绿泥片岩、绢云母片岩、黑云母片岩或千枚岩等。区域变质程度为绿片岩相至铁铝榴石角闪岩相。近矿围岩蚀变有菱镁矿化、硅化、滑石化和白云石化等。矿体多呈似层状、透镜状。矿体产状基本与围岩一致，少数矿体与围岩层理有交角。有的矿体沿走向突变为白云石大理岩。矿体与围岩的界线清楚，也有的为不规则状或渐变过渡。矿体走向长 [illegible]、单层矿体厚 [illegible]。有的矿体中常有大小不等的白云石大理岩包体或菱镁矿化白云石大理岩包体。常见矿石构造有条带状、放射状　菊花状）、块状、斑点状、斑纹状等。矿石矿物以晶质菱镁矿为主，杂质矿物有白云石、滑石、透闪石、石英、绿泥石和炭质物等，有的含微量黄铁矿、黄铜矿、赤铁矿和磷灰石等。菱镁矿粒度从小于 [illegible]至大于 [illegible]，一般为 [illegible]。矿石可分为：纯菱镁矿型、高硅型和高钙型等。矿石主要化学组分含量为：ω　[illegible]，ω　[illegible]，ω　[illegible]，ω　[illegible]、ω　[illegible]）[illegible]。少数矿床有可煅烧高纯镁砂的特级品矿石。此类矿床是我国最重要的菱镁矿矿床，如辽宁大石桥至海城一带菱镁矿矿床　海城、样子峪、青山怀、小圣水寺等）和山东掖县粉子山菱镁矿矿床。

我国太古宇菱镁矿矿床产于太行山东麓赞皇群变质岩系的白云石大理岩中，区域变

质程度属铁铝榴石角闪岩相。围岩蚀变有方柱石化、葡萄石化、绿帘石化、硅化、碳酸盐化、绿泥石化、绢云母化、黑云母化、白云母化、钾长石化和钠长石化等。矿体呈似层状、透镜状，局部有分枝或呈不规则团块状。主矿体走向长一般为 员园～猿园园米左右，厚 猿～员园园米，平均厚 苑园米。矿石矿物以晶质菱镁矿为主，其次为白云石，含少量石英、长石，偶见黄铜矿、黄铁矿、赤铁矿和孔雀石等。矿石主要化学组分含量为：ω（酝郧）源缘豫～源愿豫，ω（悦葬韵）员园豫～猿园豫，ω（灶葬圆韵）员园豫～员缘豫，ω（云葬韵）员园豫～猿园豫。矿石含铁较高，铁主要以 酝员垣 云葬 悦葬圆垣形式存在。矿床规模一般为中小型，如河北邢台县补透、大河菱镁矿矿床。

我国震旦系菱镁矿矿床产于大巴山等地区震旦系微晶白云岩中。矿体呈似层状、透镜状，其边缘常有不规则分枝。矿体一般长 缘园～缘园园米，厚 员园～员园园米。矿石矿物以晶质菱镁矿为主，含有白云石，有的含方解石和微量蛇纹石。个别矿床矿石中含有闪锌矿、方铅矿、黄铁矿、滑石和石英等，次生矿物有褐铁矿、白铅矿、菱锌矿和异极矿等。矿石属高钙型。矿石主要化学组分含量为：ω（酝郧）猿园～源园豫，ω（悦葬韵）源园～员园豫，ω（酸不溶物）园愿豫～员园豫。个别矿床矿石中含 ω（灶葬圆韵）园愿豫～员园豫，ω（灶葬韵）员豫～圆豫。矿床规模很小，少数可达小型，如四川汉源县桂贤、团宝山菱镁矿矿床。

悦园园园 超基性岩中的风化淋滤型隐晶质菱镁矿矿床

此类矿床是超基性岩（蛇纹岩）岩体经受含 悦韵圆地表水的化学风化作用后，其硅酸盐岩矿物分解产生的镁质碳酸盐，迁移至风化壳裂隙中形成的。超基性岩风化壳深一般数十米，具有垂直分带现象，一般自上而下为：赭石带、绿高岭石带、绿高岭石蛇纹岩带、硅化淋滤蛇纹岩带、碳酸盐化蛇纹岩带。菱镁矿矿带位于碳酸盐化蛇纹岩带中，一般距地表 员～猿园米，或直接出露于地表。矿带长 员园园～猿园园米左右，宽 源园～缘园米，最宽 猿园园～源园园米，厚 员～缘园米。矿体呈不规则的透镜状、似层状，倾角很小，呈水平或近水平状。矿体规模较小，一般厚数米。矿体与围岩的界线不规则，也不明显。矿石以隐晶质菱镁矿为主，杂质矿物有蛋白石、石髓和褐铁矿，偶有次生的石英、方解石细脉或绿高岭石等。矿石质量不好。其主要化学组分含量为：ω（酝郧）猿园～源园豫，ω（悦葬韵）员～圆豫，ω（灶葬圆韵）圆～员园豫，ω（粤葬圆韵垣云葬圆韵）员～圆豫。矿床规模小型，矿石需经选矿后方能利用，如内蒙古达茂旗乌珠尔铬铁矿中共生的菱镁矿、乌拉特中旗察汗奴鲁铬铁矿中共生的菱镁矿。

另外，在西藏班戈错、杜佳里湖、扎布耶茶卡湖有第四纪湖相菱镁矿矿床，主要矿体产于湖滨阶地中，将来也可能利用。

附　录　阅
资料性附录）
铝土矿、菱镁矿矿石类型

阅员　铝土矿矿石类型

阅员员　自然类型

阅圆圈员　按结构构造分为土状　粗糙状）、致密状、豆状、鲕状、碎屑状、角砾状铝土矿等，还有砂状、杏仁状、斑点状、气孔状铝土矿等。

阅圆圈圆圈　按颜色分为白色、灰色、黑色、红色、浅绿色铝土矿等。

阅圆圈猿　按主要的铝矿物成分分为下列几种矿石类型：

葬　一水型铝土矿：主要由一水硬铝石　硬水铝石）、一水软铝石　软水铝石）组成。一水型铝土矿又可分成一水硬铝石铝土矿、一水软铝石一一水硬铝石铝土矿和一水软铝石铝土矿三种；

遭　三水型铝土矿：主要由三水铝石组成；

糟　混合型铝土矿：由一水硬铝石、一水软铝石和三水铝石混合组成。如三水铝石—一水软铝石铝土矿、一水软铝石—三水铝石铝土矿和比较少见的一水硬铝石—一水软铝石—三水铝石铝土矿等。

我国已知铝土矿以一水硬铝石铝土矿为主，也有少量的三水型铝土矿和混合型铝土矿。

阅圆圈　工业类型

在划分矿石自然类型的基础上，按矿石 [illegible]含量、铝硅比值、工业用途、提取氧化铝的方法及杂质 [illegible] 杂含量划分矿石工业类型。如高铝耐火材料、电熔刚玉、高铝水泥、拜尔法生产氧化铝或烧结法生产氧化铝和联合法生产氧化铝的矿石及高铁铝土矿、低铁铝土矿、高硫铝土矿、低硫铝土矿等等。

阅圆圈　菱镁矿矿石类型

阅圆圈员　自然类型

阅圆圈员圆员　矿石按菱镁矿结晶程度划分为晶质菱镁矿矿石和隐晶质菱镁矿矿石　晶体粒度小于 员）两大类。

阅圆圈员圆圈　矿石按矿物组合划分为：

葬　纯菱镁矿型矿石，主要由菱镁矿组成，其他杂质很少，但有时含较多炭质物；

遭　高硅型矿石，除主要矿物菱镁矿外，还有较多的滑石、透闪石、石英、蛋白石或玉髓等；

糟　高钙型矿石，除主要矿物菱镁矿外，含较多的白云石、方解石或透闪石，还有部分钙赋存于菱镁矿中；

凿　高硅高钙型矿石，除主要矿物菱镁矿外，含较多的石英、蛋白石、玉髓、白云石、滑石或透闪石等；

藻　高铝高硅型矿石，除主要矿物菱镁矿外，含较多的绿泥石或炭质、泥质物等；

枣　高铁型矿石，铁以固溶体　[illegible] 形式赋存于菱镁矿或铁菱镁矿中，或者以赤铁矿、磁铁矿、黄铁矿或褐铁矿等形式存在。

阅圆圈圆猿　按矿石的构造特征划分为：块状矿石，条带状矿石，片状矿石，斑点状矿石，斑纹状矿石，豆状　球粒状）矿石，皮壳状　葡萄状）矿石，放射状　菊花状）矿石，残余叠层石状矿石。

阅圆圈圆源　按菱镁矿粒度划分为：微细粒　约[illegible]），细粒　[illegible]~[illegible]），中粒　[illegible]~[illegible]），粗粒　[illegible]~[illegible]），巨粒　[illegible]）。

[illegible] 按矿石风化程度划分为：原生矿石、风化矿石。

[illegible] 工业类型

在划分菱镁矿自然类型的基础上，按矿石的采、选、加工的不同方案和矿石质量的差异，具体划分各矿床的矿石工业类型和品级。

附　录　耘
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

表 耘[illegible] 铝土矿、菱镁矿矿体厚度稳定程度划分标准及类型系数表

矿种	稳定程度	量化判别标志			类型系数
		厚度变化系数豫	大厚度工程率豫	厚度频率曲线形态	
铝土矿	稳定	约[illegible]	园	单峰，频率集中	园[illegible]
	较稳定	[illegible]	园～圆	单峰但厚度频率变动域较宽	园[illegible]
	不稳定	跃[illegible]	跃圆	峰值不显著或多峰	园[illegible]
菱镁矿	稳定	约[illegible]	园	单峰频率集中	园[illegible]
	较稳定	[illegible]	园～圆	单峰但厚度频率变动域较宽	园[illegible]
	不稳定	[illegible]	跃圆	峰值不显著或多峰	园[illegible]

附　录　云
资料性附录）
铝土矿、菱镁矿矿体规模划分标准及类型系数

表 云[illegible] 铝土矿、菱镁矿矿规模划分标准及类型系数表

矿　种		规　模	长　度 皂	延深或宽度 皂	类型系数
铝土矿	沉积型	大	跃[illegible]	跃[illegible]	园[illegible]
		中	[illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]	园[illegible]
		小	约[illegible]	约[illegible]	园[illegible]
	堆积型	大	跃[illegible]	跃[illegible]	园[illegible]
		中	[illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]	园[illegible]
		小	约[illegible]	约[illegible]	园[illegible]
	红土型	大			
		中	≥[illegible]	≥[illegible]	园[illegible]
		小	约[illegible]	约[illegible]	园[illegible]

续表

矿　　种	规　模	长　度 皂	延深或宽度 皂	类型系数
菱镁矿	大	跃圆圆圆	跃猿圆	圆匝
	中	圆圆圆- 缘圆	猿圆- 员圆	圆源
	小	约缘圆	约员圆	圆圆

附　录　悦
资料性附录）
铝土矿，菱镁矿矿床勘查类型工程间距参考

表 则圆员　铝土矿、菱镁矿矿床勘查类型工程间距参考表

矿　　种	类　　型	矿床勘查类型	控制的工程间距 皂	
			沿走向	沿倾向
铝土矿	沉积型	Ⅰ	圆圆	圆圆
		Ⅱ	员园	员园
		Ⅲ	员圆	员圆
	堆积型	Ⅰ		
		Ⅱ	员圆	员圆
		Ⅲ	缘园	缘园
	红土型	Ⅰ		
		Ⅱ		
		Ⅲ	缘园	缘园
菱镁矿	沉积变质型	Ⅰ	猿圆	员圆- 员园
		Ⅱ	圆圆	员圆
		Ⅲ	缘园- 员圆	缘园- 员圆

附　录　匀
资料性附录）
铝土矿床一般工业指标

表 匀圆原　铝土矿床一般工业指标

项　　目		一水硬铝石型	
		沉积矿床	
		露　　采	坑　　采
边界品位	铝硅比值	员愿原、圆愿缘	员愿原、圆愿缘
	ω（粤造圆韵猿）/豫	≥源园	≥源园
块段最低工业晶位	铝硅比值	≥猿愿原	≥猿愿原
	ω（辕 粤造圆韵猿）/豫	≥缘园	≥缘园
最低可采厚度/皂		圆原、圆愿原	圆愿原、员园园
夹石剔除厚度/皂		圆原、圆愿原	圆愿原、员园园
剥采比/（皂/辕）		员园、员缘	

际　录　陨
资料性附录）
堆积型与红土型铝土矿参考工业指标

表 员愿原　堆积型与红土型铝土矿参考工业指标

项　　目		广西某地堆积型	海南某地红土型
		一水硬铝石型	三水铝石型
边界品位	铝硅比值　粤造	圆愿缘	圆愿原、圆愿缘
	ω（粤造圆韵猿）/豫	≥源园	≥圆愿

续表

项　　目		广西某地堆积型	海南某地红土型
		一水硬铝石型	三水铝石型
块段最低工业品位	铝硅比值	≥	
	ω（ ）		
有害组分最大允许含量 ω（ ）	杂	≤	
		≤	
		≤	
		≤	
	有机物	暂不限	
最低可采厚度		≥	≥
夹石剔除厚度		≥	
剥采比			
边界含矿率		≥	≥
矿区（段）平均含矿率		≥	

附　录　允
资料性附录）
冶镁菱镁矿主要参考工业指标

表 冶镁菱镁矿主要参考工业指标

项　　目	矿石级别				
	特级品	一级品	二级品	三级品	四级品
ω（ ）	≥	≥	≥	≥	≥
ω（ ）	≤	≤	≤	≤	≤

续表

项　　目	矿石级别				
	特级品	一级品	二级品	三级品	四级品
ω（[illegible]）豫	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
最低可采厚度皂	圆[illegible]源				
夹石剔除厚度皂	员[illegible]圆				

附　录　运
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

运[illegible]员　工业加工技术对铝土矿石的质量要求

运[illegible]员　从铝土矿矿石中提取氧化铝的方法

工业上提取金属铝是先从铝土矿中提取氧化铝，然后用氧化铝电解成金属铝。氧化铝的生产方法有碱法、酸法、电热法。目前我国均使用碱法生产氧化铝。根据氧化铝生产的流程不同，碱法又分为烧结法、拜尔法和联合法。

葬　烧结法：一般把铝土矿、碱粉、石灰（或石灰石）按一定比例混合磨细之后，在高温（[illegible]～[illegible]）下烧结，各组分互相作用后生成铝酸钠（[illegible]）、铁酸钠（[illegible]）、硅酸二钙（[illegible]）和钛酸钙（[illegible]）。因铝酸钠溶于水或稀碱液，铁酸钠水解为[illegible]和[illegible]沉淀，而硅酸二钙和钛酸钙则不溶于水或稀碱液，故用稀碱液（赤泥洗液）溶出烧结熟料时，可以使其中有用成分[illegible]和[illegible]进入溶液，而有害杂质硅酸二钙、钛酸钙和[illegible]等不溶性残渣则进入赤泥，从而达到了分离的目的。得到的铝酸钠溶液（粗液）中，还含有一定量的[illegible]，经脱硅处理后成为料浆，通过碳酸分解，可得[illegible]，焙烧后成为无水的氧化铝产品。烧结法能合理地处理铝硅比值较低的矿石。

遭　拜尔法：在压煮器内，用苛性碱溶液，采用高温压煮法制得铝酸钠溶液，加上新制的氢氧化铝品种，在降温和搅拌的条件下进行分解，可获得氢氧化铝沉淀，经洗涤、过滤后进行焙烧而得无水的氧化铝成品。此法多用于处理铝硅比值较高的矿石。

糟　联合法：为了使用价格便宜的苏打补偿拜尔法苛性碱的损失，以降低成本，而在采用拜尔法处理高品级铝土矿的同时，采用烧结法处理中低品级铝土矿和拜尔法赤泥的方法。此法对不同品级矿石皆能处理。

运[illegible]圆　铝土矿物质组分在氧化铝生产中的作用和要求

运[illegible]员　铝硅比值（[illegible]）：矿石[illegible]值在碱法生产氧化铝中是一项十分重要的技术经

济指标，它决定了氧化铝的生产方法。在生产方法已定型的工厂中，矿石 [illegible] 值直接影响工厂的生产能力、总回收率、原料、燃料消耗及产品的直接费用。对拜尔法来说，[illegible] 值直接影响矿石中 [illegible] 的溶出率和碱耗。对烧结法而言，熟料烧结是关键，熟料的生产费用和热耗均各占氧化铝生产费用和热耗的 [illegible] 以上，而矿石 [illegible] 值又直接决定熟料质量和生产每吨氧化铝的熟料需要量。就烧结法而言，在一定范围内矿石 [illegible] 值高，烧结温度范围就宽，热耗低；反之，烧结温度范围窄，熟料质量不稳定，熟料窑易结厚窑皮并形成“结瘤”，操作困难，而且熟料烧结过程的中间产物硅铝酸钠 [illegible] 不能完全分解，造成 [illegible] 和 [illegible] 的标准溶出率降低，赤泥率、碱耗、熟料折合比、原料、燃料及成本增加，熟料窑生产能力及运转率下降。[illegible] 氧化铁：对烧结法而言，[illegible] 是具有双重性的杂质，其含量过低过高都有害。[illegible] 主要与 [illegible] 作用生成 [illegible] [illegible]，该化合物有降低烧结温度的作用，烧结温度在 [illegible] ~ [illegible] 时，所得的熟料粒度均匀，易于湿磨溶出，在 [illegible] 以上则熟料质硬，难于湿磨溶出。研究证明，矿石中 [illegible] 含量过低，则熟料不能成球，操作困难；但 [illegible] 含量过高，烧结时会出现大量液相，在降低烧结温度的同时降低了烧结温度范围，导致熟料窑结圈，操作困难。熟料中 [illegible] 与碱作用生成铁酸钠，水解为苛性钠与 [illegible]，[illegible] 沉淀，后者以固相进入残渣成为赤泥。[illegible] 含量越高，则赤泥量越大，使赤泥分离与洗涤作业复杂，由于赤泥吸附，洗涤不净，造成碱与 [illegible] 的损失。综合上述，烧结法一般要求矿石中 [illegible] 含量以 [illegible] ~ [illegible] 为宜。[illegible] 硫　杂：硫是烧结法生产氧化铝中十分有害的杂质。原料、燃料及生产用水等带入的硫，在烧结法过程中将和碱作用，生成 [illegible] 及 [illegible]；而 [illegible] 氧化为 [illegible]，每 [illegible] 硫将损失 [illegible] 碱，在溶出时 [illegible] 含量超过 [illegible] 时，使熟料窑结圈严重，不能正常运转，蒸发碳分母液时，[illegible] 以碳钠矾 [illegible] 析出，使蒸发器表面结垢，传热效率下降，管道容器堵塞，影响生产的正常进行。矿石含硫量高，烧结时易结圈，碱耗、煤耗增加，熟料折合比增加，[illegible] 溶出率及产能下降，成本增加。在拜尔法熔出过程中，硫含量高将使碱耗增加。

[illegible] 氧化铁　[illegible]：少量氧化钛可以提高熟料中 [illegible] 的溶出率，降低烧结温度，提高赤泥水泥的强度。然而在溶出过程中，因为矿石中氧化铝水合物往往被 [illegible] 薄膜包围，阻碍碱液与氧化铝水合物接触，又阻碍 [illegible] 溶出。为了保证熟料烧结中间化合物 [illegible] [illegible] 能完全分解，在配料中 [illegible] 和 [illegible] 含量相同，使熟料中 [illegible] 全部形成 [illegible]，保证熟料中的 [illegible] 和 [illegible] 的溶出率。氧化钛含量增加，熟料中 [illegible] 含量相对减少，熟料折合比增加。因为一般矿石中氧化钛含量较低（[illegible] ~ [illegible]），所以不对氧化钛含量提出具体要求。

[illegible] 氧化镁　[illegible]：矿石中氧化镁含量高时，将使熟料中氧化铝产率相对降低，从而影响技术经济指标。由于铝土矿矿石中 [illegible] 含量较低，一般为 [illegible] 左右，所以不对 [illegible] 含量提出具体要求。

[illegible] 氧化钠　[illegible] 和氧化钾　[illegible]：实践证明，[illegible] 和 [illegible] 的存在，对降低碱耗是有益的，其含量不限。

[illegible] 嫁　[illegible]：矿石 [illegible] 的质量分数一般为 [illegible] ~ [illegible]，在生产过程中以 [illegible]

·贸[illegible]形式在溶液中积累，抽取溶液用石灰乳法除去杂质氧化铝，富集后制得[illegible]贸[illegible]溶液，电解得金属镓。

运[illegible]矿石中杂质在电熔刚玉生产中的作用和要求

运[illegible]贡　氧化硅（[illegible]）：[illegible]含量高时，炉内熔体粘度增加，流动性变差，扩散能力低，电极端部易被粘住，易形成悬料，影响溶化和电能输送。同时熔料熔化层易结壳，阻碍[illegible]逸出，当[illegible]在熔体内大量积聚，可能造成喷炉事故。[illegible]含量高，炉料配铁量增加，使炉温降低，影响硅铁沉降。如果加铁不足，还原后的硅铁比重小和感磁性弱，造成部分硅铁颗粒分散于刚玉结晶中。上述两种情况所得到的刚玉，均能产生铁斑，降低产品质量。

运[illegible]　氧化铁（[illegible]）：[illegible]能和还原出的硅与钛结成铁合金沉到炉底，使刚玉与硅铁杂质分离，同时硅与钛还原更容易进行。如果铁的含量低，在生产过程中可加铁屑。当铁的含量超过一定限度时，还原氧化铁将增加电耗。

运[illegible]　氧化铁（[illegible]）：产品中含少量[illegible]可增加磨琢性能，但[illegible]超过一定数量将增加刚玉的脆性。

运[illegible]　氧化钙（[illegible]）：产品中含少量[illegible]将增加刚玉脆性，当ω（[illegible]）[illegible]~[illegible]时，将会降低刚玉的磨琢性能。

运[illegible]　氧化镁（[illegible]）：产品中含ω（[illegible]）为[illegible]，将降低刚玉磨琢性能[illegible]，增加刚玉脆性[illegible]。

运[illegible]　矿石中杂质在生产高铝水泥中的作用和要求

运[illegible]贡　氧化硅（[illegible]）：烧结时[illegible]与石灰及氧化铝作用生成铝硅酸二钙（[illegible]），它为不活泼的稳定体，消耗[illegible]，造成水泥质量降低。

运[illegible]　氧化铁（[illegible]）：[illegible]与配料中石灰作用，生成[illegible]，凝固很慢，使水泥早期强度降低。

运[illegible]　氧化铁（[illegible]）：水泥中有适量的[illegible]可以提高水泥早期强度。但是过量的[illegible]在水泥凝固中有使水泥变得不稳定的作用。铝土矿中ω（[illegible]）一般要求小于[illegible]。

运[illegible]　氧化镁（[illegible]）、氧化钠（[illegible]）和氧化钾（[illegible]）：在烧结过程中，[illegible]与[illegible]作用生成惰性的尖晶石，造成[illegible]损失。[illegible]在烧结过程中与[illegible]作用生成[illegible]及[illegible]对水泥起腐蚀作用，降低水泥强度。一般要求ω（[illegible]）约[illegible]，ω（[illegible]）约[illegible]。

运[illegible]　矿石作为高铝耐火粘土利用时的质量要求，按[illegible]高岭土、膨润土、耐火粘土类矿产地质勘查规范》执行。

运[illegible]　工业应用对菱镁矿矿石的质量要求

用菱镁矿生产金属镁主要采用氯化镁熔盐电解法，但制取无水氯化镁的方法有多种，我国目前是采用菱镁矿颗粒料直接氯化生产氯化镁，然后在温度约[illegible]左右时将熔融的氯化镁进行电解，即得到粗镁。在制取氯化镁时，钙、硅、铝和铁的氧化物均为有害杂质。这些杂质（钙、铝、铁氧化物）大部分生成氯盐，不但多消耗氯气，而且增加了环保治理设施；而二氧化硅除部分生成氯盐外，其余均以固态物质留于炉内。由于

炉内杂质不断积累改变炉况，使生产不能正常进行，从而缩短了炉运行周期，增加清渣工作量。所以要求冶镁菱镁矿矿石中的钙、硅、铝、铁的含量要低。

附　录　蕴

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

表 蕴圆员　铝土矿用作用电熔刚玉原料时的质量要求

项　　目	第二砂轮厂	第四砂轮厂
ω（粤豫）豫	≥愿豫	≥愿园
ω（云藻）豫	约缘	约远
ω（燥）豫	约缘愿	
ω（耘）豫	猿愿豫 远愿豫	约缘愿豫
ω（悦藻）豫	约园愿源	
ω（悦藻圆韵猿）豫		约员愿园
ω（烧失量）豫	约园愿豫	约员
铝硅比值　粤缘豫	≥员豫	≥员园
进厂块度　皂皂	约园愿园	园园 猿园园
烧失率　豫		约源

注 员：一水硬铝石型铝土矿。
注 圆：熟料。
注 猿：供矿品位。

表 续圆圆　铝土矿用作高铝水泥原料时的质量要求

项　　目	郑州水泥厂	浙江萧山炼铁厂
ω　粤酝(%) 豫	跃芳圆	跃芳园
ω　续酝(%) 豫	约远	约远
ω　在酝(%) 豫	约圆	约员圆豫
ω　耘酝(%) 豫		约源
铝硅比值　粤/杂	跃苑	跃苑

注 员：一水硬铝石型铝土矿。
注 圆：生料。
注 猿：供矿品位。

稀有金属矿产地质勘查规范

[illegible]

目　次

前言
员 范围
圆 规范性引用文件
猿 勘查的目的任务
猿.员 预查阶段
猿.圆 普查阶段
猿.猿 详查阶段
猿.源 勘探阶段
源 勘查研究程度
源.员 地质研究程度
源.圆 矿石质量研究
源.猿 矿石选　冶）和加工技术条件研究
源.源 矿床开采技术条件研究
源.缘 综合勘查综合评价
缘 勘查控制程度
缘.员 勘查类型的确定
缘.圆 勘查工程间距的确定
缘.猿 勘查控制程度的确定
远 勘查工作及质量要求
远.员 测量工作
远.圆 地质填图
远.猿 物探、化探工作
远.源 重砂测量工作
远.缘 探矿工程
远.远 化学样品的采集，加工和测试
远.苑 重砂样品采集与分析检查
远.愿 矿石物质组分研究样品的采集、加工、化验
远.怨 矿石选　冶）试验样品的采集试验

迈圆园　岩石、矿石物理技术性能测试样品的采集与试验
迈圆员　原始资料编录、综合整理和报告编写等
苑　可行性评价
苑圆员　可行性评价工作
苑圆圆　概略研究
苑圆猿　预可行性研究
苑圆源　可行性研究
愿　矿产资源 蕴藏量分类及类型条件
愿员　矿产资源 蕴藏量分类
愿圆　矿产资源 蕴藏量类型条件
怨　矿产资源 蕴藏量估算
怨员　矿产资源 蕴藏量估算的工业指标
怨圆　矿产资源 蕴藏量估算的一般原则
怨猿　确定矿产资源 蕴藏量估算参数的要求
怨源　矿产资源 蕴藏量分类结果表
附录 粤　规范性附录）固体矿产资源 蕴藏量分类
附录 月　资料性附录）稀有金属矿产资源 蕴藏量规模划分
附录 悦　资料性附录）稀有金属性质、用途及主要矿物
悦员　稀有金属性质、用途
悦圆　稀有金属主要矿物
附录 阅　资料性附录）稀有金属矿床分类及主要工业类型
阅员　稀有金属矿床分类
阅圆　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 耘　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
耘员　勘查类型的确定
耘圆　勘查工程间距
附录 云　资料性附录）矿体圈定和矿产资源 蕴藏量估算方法说明
云员　矿体的圈定和连接
云圆　块段的划分原则
云猿　矿产资源 蕴藏量估算方法
附录 郧　资料性附录）稀有金属矿床参考性工业指标
附录 匀　资料性附录）各种稀有金属精矿质量指标
匀员　铍精矿
匀圆　锂精矿
匀猿　铯精矿
匀源　铌钽精矿
匀缘　锆铪精矿
匀远　各种稀有金属精矿质量标准说明

附录 员 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

员 范围

本标准规定了锂　缘铯、铷　砸遭、铯　悄铼、铍　月铼、铌　扁遭、钽　辅铼、锆　在铷、铪　钍遭 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 转储量分类及各类型条件、矿产资源 转储量估算等。

本标准适用于稀有金属矿产勘查各阶段工作部署和资源 转储量估算；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 转储量的依据。

圆 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。

员月辅贺荷远－员怨怨员 固体矿产资源 转储量分类

员月辅贺猿园－圆园园猿 固体矿产地质勘查规范总则

员月辅贺源源－圆园园源 固体矿产勘查 转矿山闭坑地质报告编写规范

员月辅贺愿员－怨苑 矿区水文地质工程地质勘探规范

员月辅贺员园园－怨怨 地质矿产实验室测试质量管理规范

员月辅贺员员员－怨怨 地质矿产勘查测量规范

员月辅贺员圆员－怨怨 固体矿产勘查原始地质编录规定

员月辅贺员猿愿－怨怨 固体矿产勘查地质资料综合整理、综合研究规定

猿 勘查的目的任务

猿援员 预查阶段

对锂、铷、铯、铍、铌、钽、锆、给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。

猿援圆 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。

猿援猿 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。

猿援源 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。

源 勘查研究程度

源 地质研究程度

源 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 员: 缘 ~ 员: 圆 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。

源 普查阶段

对选定的普查区，通过　员: 缘 ~　员: 圆 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　员: 远 ~　员: 圆 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。

源 详查阶段

对普查阶段圈出的详查区，通过　员: 远 ~　员: 圆 比例尺地质填图　矿体部位也可用 员: 远，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。

源 勘探阶段

源 矿区地质

通过　员: 远 ~　员: 园　必要时矿体部位可用 员: 缘 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。

源 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。

(2) 矿石质量研究

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。

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。

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 勘探阶段

a. 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。

b. 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。

c. 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。

(3) 矿石选（冶）和加工技术条件研究

① 预查阶段

通过类比研究，做出矿石是否可选的预测。

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。

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。

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。

矿床开采技术条件研究

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。

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。

详查阶段

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。

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。

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。

[illegible]　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[illegible]《固体矿产地质勘查规范总则》附录[illegible]资料性附录）的要求进行划分。

[illegible]　勘探阶段

[illegible]　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。

[illegible]　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、硬[illegible]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。

[illegible]　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。

[illegible]　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[illegible]《矿区水文地质工程地质勘探规范》。

[illegible]　综合勘查综合评价

[illegible]　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。

[illegible]　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。

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。

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。

勘探阶段

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。

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。

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（锂辉石）、铷（硅铷矿）、铯（铯榴石）、铍（绿柱石）、铌（铌铁矿）、钽（钽铁矿）、锆（锆石）、铪（锆石）、铀（沥青铀矿）、钍（钍石）矿床伴生组分评价参考指标见附录 F（资料性附录）。

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）。

对钠长石化花岗岩型钽（铌）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。

勘查控制程度

勘查类型的确定

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。

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。

[illegible] 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（资料性附录）。

[illegible] 勘查工程间距的确定

[illegible] 勘查工程布置

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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[illegible]法确定最佳工程间距，见[illegible]（固体矿产地质勘查规范总则》、附录（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（资料性附录），在勘查过程中结合矿床实际情况具体使用。

[illegible] 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。

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。

勘查工作及质量要求

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《地质矿产勘查测量规范》执行。

地质填图

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。

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 [illegible] ~ [illegible]，矿床 [illegible] ~ [illegible]，有特殊需要时，应填制 [illegible] 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。

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。

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。

物探、化探工作

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 放射性工作

详查、勘探阶段应进行放射性检查。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 探矿工程

[illegible] 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 [illegible] 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 [illegible]。

[illegible] 井探

表土层超过 [illegible] 或风化壳厚度大于 [illegible] 时，应采用浅井进行揭露，其间距参照附录 [illegible] 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 [illegible]。

[illegible] 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 [illegible] 储量为主，并应顾及将来矿山生产所利用。坑探工程质量按 [illegible] 《地质勘查坑探工程规范》执行。

[illegible] 钻探

[illegible] 钻探工程质量按 [illegible]《岩心钻探规程》执行。

**[illegible] 矿体及其顶底板 [illegible]~[illegible] 内的矿心、岩心平均采取率不低 [illegible]，厚大矿体内部矿心采取率低于 [illegible] 的连续累计进尺不得超过 [illegible]，岩心采取率不得低于 [illegible]。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。

[illegible] 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。

[illegible] 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 [illegible]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。

[illegible] 钉人式半合管钻探

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 [illegible]，应有 [illegible]～[illegible]的钻孔用浅井做质量检查。矿区勘查钻孔数不足 [illegible]个的，检查浅井数不应少于 [illegible]个。

[illegible] 化学样品的采集、加工和测试

[illegible] 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。

[illegible] 基本分析样品采集

[illegible] 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 [illegible]～[illegible]，以不大于矿体可采厚度为宜。

[illegible] 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 [illegible]伊[illegible]，样长 [illegible]～[illegible]；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 [illegible]～[illegible]。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　[illegible]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。

[illegible] 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 [illegible]～[illegible]。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。

[illegible] 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　[illegible]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。

[illegible] 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 [illegible] 个。

[illegible] 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伴生组分资源 [illegible] 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 [illegible]。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。

[illegible] 样品加工

[illegible] 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 ≤ [illegible]，样品缩分误差 ≤ [illegible]。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。

[illegible] 样品缩分：按照切乔特公式 [illegible] 进行加工缩分。运为缩分系数；[illegible] 为样品质量（[illegible]）；[illegible] 为破碎后最大颗粒直径（[illegible]）。样品加工流程和 [illegible] 运值选择应通过试验确定，经验值一般为 [illegible]。对伟晶岩型矿床可采用 [illegible] 甚至更大，对于花岗岩型矿床可采用 [illegible]。

[illegible] 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。

[illegible] 样品加工全部达到粒径 [illegible]（[illegible]）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 [illegible]），最小质量不少于 [illegible]。副样保存最小质量 [illegible]。

[illegible] 样品分析

[illegible] 矿床所取的基本分析样品，要求提交金属氧化物品位（[illegible]）。其中工业矿物具有手造价值的矿床，要求提交手选的矿物品位（[illegible]）。[illegible] 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 [illegible]。提交目的工业矿物重砂品位，用 [illegible] 表示。

[illegible] 样品分析项目：一般铌、钽矿床对应的分析项目为 [illegible]；铍矿床对应的分析项目为 [illegible]；锂、铷、绝矿床分析 [illegible]；锆、铪矿床分析 [illegible]。当其他有用组分达到工业要求时，也应列入基本分析项目。

[illegible] 化学分析质量检查：由地质人员抽取基本分析样品，总数 [illegible] 的样品按不同品位等级编密码，分期分批次进行内检，[illegible] 样品进行外检。矿区样品数 ≥ [illegible] 个时，内检样品数可减少到 [illegible]，外检样品可减少到 [illegible]。当样品少时，内检样品不少于 [illegible] 个，外检样品不少于 [illegible] 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 ≥ [illegible]。新方法分析初期，样品合格率要求 ≥ [illegible]。化学分析允许误差标准执行中华人民共和国行业标准 [illegible]《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：

$$\text{赠越　悦伊} = \frac{|\text{曾}_1 - \text{曾}_2|}{\text{曾}_1 + \text{曾}_2} \geqslant \text{猿圆豫糟尹} \times \frac{|\text{曾}_1 - \text{曾}_2|}{\text{曾}_1 + \text{曾}_2} \text{约猿圆豫}$$

式中：赠——计算相对双差值　豫）；

糟——修 正 系 数：缘豫　砸豫　悦豫　耘豫　晕豫　月豫　在豫　与豫

曾——测定结果值　豫）。

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。

还圆圆圆原　系统误差处理：发现系统误差，即累计 猿圆个检查样品中，有 苑豫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。

还圆苑　重砂样品采集与分析检查

还圆苑员　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 圆圆圆圆～猿圆圆圆 样品数量为矿区化学基本分析样品总数 缘豫～员豫。人工重砂分析提交目，的工业矿物重砂品位，用 早赠表示。

还圆苑圆　人工重砂分析检查

内检样品数应占基本分析的 缘豫～员豫，合格率必须达 怨豫；外检样品数占基本分析的 猿豫～缘豫，合格率 ≥ 苑豫。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 约猿豫。

还圆苑猿　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 缘豫～员豫，合格率必须 ≥ 怨豫；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 猿豫～缘豫，合格率要求 ≥ 愿豫，其允许误差见表 员

表 员　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　豫	外检允许相对偶然误差　豫
大于最低工业品位	约员圆	约员缘
最低工业晶位——边界品位	约员缘	约圆园
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 缘象～员园豫。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 缘象，样品合格率要求≥怨园豫。

迈圆愿　矿石物质组分研究样品的采集、加工、化验

迈圆愿援员　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 缘园园～员缘园园的样品。

迈圆愿援圆　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。

迈圆愿援猿　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。

迈圆怨　矿石选（冶）试验样品的采集试验

迈圆怨援员　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。

迈圆怨援圆　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。

迈圆怨援猿　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 匀（资料性附录）。

迈员园　岩石、矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

迈员园援员　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。

迈员园援圆　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 [illegible] 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 [illegible] 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 [illegible]，大体积质量（体重）样体积不小于 [illegible] 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）。

[illegible] 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。

[illegible] 原始资料编录、综合整理和报告编写等

[illegible] 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《[illegible]》和《[illegible]》执行。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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《[illegible]》附录（粤及附录 月的提纲为基础，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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

苑　可行性评价

苑圆员　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。

苑圆圆　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。

苑圆猿　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 圆园豫左右。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。

苑圆源　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、利润和现金流人流出等，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 [illegible]，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 [illegible]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。

[illegible] 矿产资源 [illegible]储量分类及类型条件

[illegible] 矿产资源 [illegible]储量分类

[illegible] 分类

根据经济意义 [illegible]、可行性研究评价阶段 [illegible] 和地质可靠程度 [illegible] 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 [illegible]种类型 [illegible]见附录 [illegible]。

[illegible] 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 [illegible]、预可采储量 [illegible] 及控制的预可采储量 [illegible] 猿个类型。

[illegible] 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 [illegible]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 猿个类型，探明的 [illegible]可研）经济基础储量 [illegible]、探明的 [illegible]预可研）经济基础储量 [illegible]、控制的经济基础储量 [illegible]。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 猿个类型，即探明的 [illegible]可研）边际经济基础储量 [illegible]、探明的 [illegible]预可研）边际经济基础储量 [illegible]、控制的边际经济基础储量 [illegible]。

[illegible] 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 猿个类型：探明的内蕴经济资源量 [illegible]、控制的内蕴经济资源量 [illegible]、推断的内蕴经济资源量 [illegible]。

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[illegible]个类型：探明的（可研）次边际经济资源量（[illegible]）、探明的（预可研）次边际经济资源量（[illegible]）、控制的次边际经济资源量（[illegible]）。

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（[illegible]），属潜在矿产资源。

[illegible] 矿产资源储量类型条件

[illegible] 储量

[illegible] 可采储量（[illegible]）：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。

[illegible] 预可采储量（[illegible]）：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（[illegible]）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。

[illegible] 预可采储量（[illegible]）：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。

[illegible] 基础储量

[illegible] 探明的（可研）经济基础储量（[illegible]）：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（[illegible]）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。

[illegible] 探明的（预可研）经济基础储量（[illegible]）：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（[illegible]）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。

[illegible] 控制的经济基础储量（[illegible]）：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（[illegible]）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。

[illegible] 探明的（可研）边际经济基础储量（[illegible]）：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。

[illegible]探明的　预可研）边际经济基础储量　[illegible]：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　[illegible]，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。

[illegible]控制的边际经济基础储量　[illegible]：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　[illegible]，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。

[illegible]资源量

[illegible]探明的　可研）次边际经济资源量　[illegible]：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。

[illegible]探明的　预可研）次边际经济资源量　[illegible]：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。

[illegible]控制的次边际经济资源量　[illegible]：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。

[illegible]探明的内蕴经济资源量　[illegible]：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。

[illegible]控制的内蕴经济资源量　[illegible]：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。

[illegible]推断的内蕴经济资源量　[illegible]：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。

[illegible]预测的资源量　[illegible]：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。

怨 矿产资源 辕储量估算

怨员 矿产资源 辕储量估算的工业指标

怨员员 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 辕储量的标准和依据。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 郧　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。

怨员圆 工业指标的项目与内容

怨员圆员 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。

怨员圆圆 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 辕储量。

怨员圆猿 最低可采厚度：根据采矿工艺确定的矿体的最小真厚度。

怨员圆源 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。

怨员圆缘 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。

怨员圆远 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。

怨员圆苑 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。

怨员圆愿 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。

怨圆 矿产资源 辕储量估算的一般原则

怨圆员 矿产资源 辕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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

运用地质统计学方法估算矿产资源储量时，应按[illegible]个体矿产勘查[illegible]矿山闭坑地质报告编写规范》附录月（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。

确定矿产资源储量估算参数的要求

面积测定

块段面积的测定要求在[illegible]～[illegible]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。

平均品位计算

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。

特高品位处理：通常品位值高于矿体（矿床）平均品位远远高于正常品位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。

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。

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。

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。

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。

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。

附　录　粤
规范性附录）
固体矿产资源 储量分类

表 粤员　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　[illegible]			
	基础储量　[illegible]			
	预可采储量　[illegible]	预可采储量　[illegible]		
	基础储量　[illegible]	基础储量　[illegible]		
边际经济的	基础储量　[illegible]			
	基础储量　[illegible]	基础储量　[illegible]		
次边际经济的	资源量　[illegible]			
	资源量　[illegible]	资源量　[illegible]		
内蕴经济的	资源量　[illegible]	资源量　[illegible]	资源量　[illegible]	资源量　[illegible]？

注：表中所用编码　[illegible]，第 员位数表示经济意义，即 员越经济的，圆越边际经济的，圆越次边际经济的，猿越内蕴经济的，？越经济意义未定的；第 圆位数表示可行性评价阶段，即 员越可行性研究，圆越预可行性研究，猿越概略研究；第 猿位数表示地质可靠程度，即 员越探明的，圆越控制的，猿越推断的，源越预测的，遭越未扣除设计、采矿损失的可采储量。

附　录　月
资料性附录）
稀有金属矿产资源 储量规模划分

表 月员　稀有金属矿产资源 储量规模划分表

序号	矿种名称	矿物	规　模		
			大型	中型	小型
员	铌				
	原生矿）	[illegible] 万 贼	≥[illegible]	[illegible]	约[illegible]
	风化壳矿床	矿物　贼	≥[illegible]	[illegible]	约[illegible]

续表

序号	矿种名称	矿物	规　模		
			大型	中型	小型
圆	钽				
	原生矿）	耕	≥	-	约
	风化壳矿床	矿物	≥	-	约
猿	铍	月	≥	-	约
源	锂 矿物锂矿）	万	≥	员 -	约员
缘	铷	砸	≥	-	约
远	铯	悦	≥	-	约
苑	锆　锆英石）	矿物 万	≥	缘 -	约缘
愿	铪	与	≥	-	约

附　录　悦
资料性附录）
稀有金属性质、用途及主要矿物

悦 稀有金属性质、用途

悦 锂的性质及用途

锂是最轻的碱土金属，原子序数 猿 原子密度为 ，熔点为 ，沸点 。锂在干燥的空气中呈银白色，比铅软，富延展性。用途主要如下。

原子能工业：锂的同位素 是制造氢弹不可缺少的原料，在核反应堆中锂可作铀、钍的熔剂。

飞机、导弹和宇航工业：锂及其化合物作成的高能燃料，具有燃烧温度高、速度快等优点，常用作飞机、火箭、潜艇的燃料，锂在高空飞机、载人飞船、潜艇密封仓中作为 的吸附剂。

在冶金工业上制造轻合金，耐磨合金，生产稀有金属的还原剂和精炼金属的除气剂。铝电解槽中加入锂盐，可以大大降低熔点，提高电流效率。

在石油工业、电器电子工业，也有广泛的用途。还可制作润滑剂、锂电池、玻璃、陶瓷、烟火和炸药等。

锂常与氧形成氧化物赋存于硅酸盐类矿物中。在自然界中有两个锂的同位素：即[illegible]。锂常与钾、铀、铷、铯发生置换，并与铍、硼密切共生。锂主要聚集于岩浆结晶分异的晚期，伟晶作用阶段和气成热液阶段，尤其是伟晶作用晚期，常形成有价值的锂矿床。在富硼镁的盐湖里，锂以离子状态赋存于卤水中，形成规模巨大的锂矿床。

[illegible] 铷的性质和用途

铷是银白色轻金属。原子序数 [illegible] 原子密度 [illegible]，熔点很低 [illegible]，沸点 [illegible]。质软，在空气中能自燃，遇水激烈燃烧甚至爆炸。具有较高的正电性和最大的光电效应。铷可用于制造电子器件（光电倍增管、光电管）、分光光度计、自动控制、光谱测定、彩色电影、彩色电视、雷达、激光器，以及玻璃、陶瓷、电子钟等；在空间技术方面，离子推进器和热离子能转换器需要大量的铷；铷的氢化物和硼化物可作高能固体燃料；放射性铷可测定矿物年龄，此外铷的化合物还可应用于制药、造纸业。

铷和铯由于化学性质相近而密切共生，铷与钾的地球化学性质相近，而参与钾矿物的晶格中，一般含在云母与长石中（在锂云母可高达 [illegible]），迄今为止尚未发现铷的独立矿物。

[illegible] 铯的性质和用途

铯是银白色的轻金属。原子序数 [illegible] 原子密度 [illegible]，熔点 [illegible]，沸点 [illegible]，其特性与铷相似。铯的用途与铷相同外。铯的氧化物亦可作高能固体燃料，铯可制造人工铯离子云、铯离子加速器，以及反作用系统材料与烟火制造材料。铯是制造原子钟和全球卫星定位系统不可缺少的材料。用铯的化合物制成的红外辐射灯可发现夜间不易发现的讯号，放射性铯用于辐射化学、医学、食品和药品的照射等，铯还可作化工催化剂、特种玻璃原料。

铯除了形成铯榴石矿物外，还参加到锂、铍、钾的矿物晶格中（在红柱石中含量达 [illegible]），有时在伟晶岩的围岩中形成铯云母（含氧化铯 [illegible]）。铯和铷都富集在岩浆作用晚期，尤其是在伟晶作用期。

[illegible] 铍的性质和用途

铍原子序数 [illegible] 原子密度 [illegible]，熔点 [illegible]，沸点 [illegible]，属于轻金属。致密的铍呈浅灰色，粉状为深灰色，有良好的耐腐蚀性和高温强度，导热率大，良好的辐射透过性和对中子慢化、反射及红外线的反射性能。

铍是国防工业上的重要材料，由于它的中子吸收截面小，散射截面大，对热中子有很大的反射性能和减速作用，因而金属铍被用作原子能反应堆的防护材料和制备中子源。在宇航和航空工业用于制造火箭、导弹、宇宙飞船的转接壳体和蒙皮，大型飞船的结构材料，制作飞机制动器和飞机、飞船、导弹的导航部件，火箭、导弹、喷气飞机的高能燃料的添加剂。在冶金工业是合金钢的添加剂，制作铍铜、铍镍、铍铝等合金，还

可用作耐火材料。铍还可用于陶瓷、特种玻璃、集成电路、天线等。

铍与硅的地球化学性质近似而置换硅氧四面体中的硅。在碱性岩中，铍的含量虽然很高，因其中的钛、锆、稀土的丰度高，碱性环境有利于铍形成络离子，故铍大量分散。在碱性岩浆期后气成热液作用时，由于铍重新聚合，才能形成独立矿物；在花岗岩结晶的早期，铍因缺乏高价的氧离子而很少富集，绿柱石产于钠长石花岗岩、花岗伟晶岩及气成热液矿床的整个形成过程中。

[illegible] 铌、钽的性质和用途

铌（[illegible]）又名珂（[illegible]），铌是银白色，原子序数 [illegible]，原子密度 [illegible]，沸点 [illegible]，熔点 [illegible]。钽（[illegible]）是深灰色的耐熔金属，原子序数 [illegible]，原子密度 [illegible]，沸点 [illegible]，熔点 [illegible]。铌、钽具有强度高，抗疲劳，抗变形，抗腐蚀，导热，超导，单极导电及吸收气体等优良特性。广泛应用在电子、宇航、机械工业及原子反应堆中。

电气工业：用于制造无线电、雷达、载射线设备的零件、微型电容器（用在火箭、宇宙飞船、人造卫星）、真空设备材料、受热元件（电子管阳极、栅极）、强力发射管、整流器、电子计算机记忆装置，超导合金制造大功率磁铁，铌酸盐、钽酸盐可作压电、光电材料。

铌钽作添加剂可生产多种合金，如热强合金、耐热合金、超硬合金、结构合金、磁性合金等；用于制造原子反应堆结构材料和防护材料，制造火箭和导弹的喷嘴及切削工具和钻头等；各种合金钢在铁路、桥梁、管道、造船、汽车、飞机、机械制造等方面广泛应用，特别是在化工耐腐机械方面锆铌、钽合金可代替铂。

利用铌钽吸附性，排除真空管的微量气体。

铌钽还可作有机合成的催化剂、人造丝拉丝模、光学玻璃等。

钽在外科医学治疗上有特殊的用途，钽片、钽条，可代零星骨骼，钽丝可作医用缝合线。

铌和钽具有完全相同的外层电子分布，相近的原子半径、离子半径因而密切共生，并形成极完全的类质同象系列（如铌铁矿—钽铁矿族）。两者常与钛、锆、钨、锡、铀、钍等共生。其中铌和钛的关系最为密切。铌和钽虽然密切共生，但因其地球化学性质尚有差异之处，所以各有其富集机制，从超基性岩至酸性岩或碱性岩，铌含量渐增，在霞石正长岩中达到最大富集，钽多富集于碱性长石花岗岩中。在花岗岩和伟晶岩中，随着岩浆的演化，钽和铌相对富集而形成矿床。在表生作用中，钽、铌矿物比重大，抗腐蚀、耐风化等特点，易形成风化壳矿床及各类砂矿矿床。

[illegible] 锆的性质及用途

锆有银灰色致密状及深灰色到黑色的粉末状两种，锆的原子序数 [illegible]，原子密度 [illegible]，熔点 [illegible]，沸点 [illegible]。锆耐高温，抗腐蚀、易加工，机械加工性能好，是原子能工业的重要材料，锆的热中子捕获截面小，广泛用于原子反应堆、核潜艇和铀棒保护外壳的结构材料，在无线电、电气工业中生产 [illegible]—光管、电子管、回转加速器及特种电子仪器等；机械工业制造耐腐的化工机械和一般机械，冶金工业生产各种合金，其中有耐热合金、耐腐合金、结构合金、轻质合金、磁性合金、超硬合金等，可用

于制造火箭喷嘴、喷气发动机叶片等；国防上生产武器、特种用途的火药和照明弹；锆在耐火材料、陶瓷、搪瓷、釉和玻璃生产中用量很大，如生产冶金耐火材料，绝缘陶瓷和铸造型砂等；在轻化工业中用以制革、有机合成催化剂，锆的玻璃纤维用于生产强化水泥；其他还用于医疗、纺织等工业。

铪的性质和用途

铪是光亮的银白色金属，原子序数 [illegible]，原子密度 [illegible]，熔点 [illegible]，沸点 [illegible]。纯铪具可塑性、易加工、耐高温抗腐蚀，是原子能工业重要材料。铪的热中子捕获截面大，是较理想的中子吸收体，可作原子反应堆的控制棒和保护装置；铪粉可作火箭的推进器。在电器工业上可制造 载射线管的阴极。电灯丝和电子管内的吸气剂。铪的合金可作火箭喷嘴和滑翔式重返大气层的飞行器的前沿保护层，[illegible]合金可制造工具钢及电阻材料。铪还应用于冶金、化工、火药及特种耐火材料。

锆和铪具有完全相同的外层电子结构，相近的原子半径、离子半径、氧化价而密切共生。在自然界中，锆主要形成独立矿物而很少分散，而铪却很少形成独立矿物，多分散在锆矿物内，在花岗岩中，锆、铪形成锆石及其变种。在花岗伟晶岩中，锆和铪也较富集，尤其是铪，在花岗伟晶岩结晶的晚期可形成富铪锆石，甚至铪锆石，无论在花岗岩或花岗伟晶岩矿床中，从早期向晚期演化时，随着铪的含量逐渐增高，锆铪比值逐渐降低。在表生作用中，锆石和斜锆石因耐风化而常形成风化壳矿床和各种砂矿矿床。

[illegible] 稀有金属主要矿物

稀有金属主要矿物见表 [illegible]。

表 [illegible] 稀有金属主要矿物表

	矿物名称	英文名称	化学式	质量分数 [illegible]	
				[illegible]	[illegible]
主要铌钽矿物	铌铁矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	钽铁矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	铌锰矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	钽锰矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	重钽铁矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	重铌铁矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	细晶石	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	钽铝石	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	黄钇钽矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

续表

	矿物名称	英文名称	化学式	质量分数豫	
				暈醬韵豫	耕醬韵豫
主要铌钽矿物	钽锡矿	耕琛酮鹤蓝蝶	澡壮 耕鼻 暈遭圆韵苑	痕	苑醞醞豫 苑源
	钽钇矿	再硼醒铜蝶	再 云藻， 耕葬 暈遭圆韵苑 猿	员醞醞	源醞醞豫
	钽钠石	砸耕鼻葬蝶	暈葬 噪， 耕葬 暈遭 粤醞圆 韵 韵钓) 园	员醞醞	迹醞源苑
	钽黑稀金矿	耕琛酸鹤蝶	再 惕葬 哉 耕葬 耕盏醞韵苑	猿醞猿	源醞醞员
	钽铋矿	月蜜氪铜醒铜蝶	月蚤 耕燥 暈遭 韵源	员醞远	源醞醞源
	钽锑矿	杂铜醒醒铜蝶	杂遭 耕葬 暈遭 韵:	员醞恕	缘醞醞恕
	钽铁金红石	杂铜燃蒜铜蝶	耕盏 耕凿 暈遭 云藻 韵圆	员醞原	猿醞醞园
	铌铁金红石	隔彦蒜铜铜蝶	耕盏 暈遭 云藻 韵	圆醞醞苑	园醞醞猿
	钠铌矿	暈葬醒醒铜蝶	暈葬醞韵豫	苑醞醞远	园醞醞猿
	褐钇铌矿	云铜醒燥铜蝶	再暈遭源	源醞醞园	圆醞醞园
	铌锑矿	杂铜醒醒蜜氪铜蝶	杂遭 暈遭 耕葬 韵源	猿醞醞源	员醞醞远
	铌镁矿	酝彦醒燥铜铜蝶	酝帚 云藻 暈遭 耕葬韵远	苑园醞恕	员醞醞缘
	黑稀金矿	耕态藻铜蝶	再 哉 暈遭 耕盏， 韵远	猿醞醞园	
	复稀金矿	孕蜜醞醞蝶	再 哉 耕燥 耕盏 暈遭圆园远	员醞醞恕	园醞醞恕
	铌钙矿	云铜醒铜蝶	惕醞醞韵远	苑醞醞源	园醞醞缘
	易解石	粤蒜醞醞铜铜蝶	惕藻 耕燥 再 再盏 暈遭圆韵远	圆醞醞恕	园醞醞远
	烧绿石	孕铜铜醒醞蝶	惕葬 暈葬圆暈醞韵远 韵钓) 云	缘醞醞源	员醞醞源
	贝塔石	月醞铜蝶	哉 惕葬圆 暈遭 耕盏， 韵远 韵钓)	猿醞醞园	痕
	钽贝塔石	耕琛醞醒醞铜蝶	惕葬 哉 再圆 耕盏 耕葬 暈遭圆韵远 韵钓)	愿醞园	猿醞醞园
	铌钇矿	杂琵葬铜铜蝶	再 哉 云藻圆 暈遭 耕盏 云藻圆韵苑	缘醞醞缘	猿醞醞苑
	矿物名称	英文名称	化学式	缮醬韵的质量分数豫	
主要铌锂矿物	矿物名称	英文名称	化学式	缮醬园的质量分数豫	
	锂辉石	杂铜醞醒蜜氪蝶	缮醞造 缮醬韵圆	缘醞原、愿醞员	
	锂冰晶石	惕铜铜醞醞醒铜蝶	暈葬醞醞粤醞圆 云圆	缘醞远	
	硼锂铍矿	砸耕醞铜蝶	运 惕葬圆 粤造 缮盏愿 月蜜月韵苑圆	苑醞员	
	粒硅铝锂石	月醞铜铜蝶	缮醞造 缮醬韵圆 白醬韵	迈醞缘	
	锂云母	缮醞醞铜铜蝶	噪圆 缮盏 粤造缘原远 缮醬圆原远 粤醞圆 韵圆 韵钓) 云源	猿醞圆、迈醞缘	

续表

	矿物名称	英文名称	化学式	理论的质量分数/%
主要锂铌矿物	多硅锂云母	lithium polylithionite	$KLi_2AlSi_4O_{10}F_2$	6.39
	铁锂云母	lithium siderophyllite	$KLiFeAlSi_4O_{10}F_2$	3.63
	透锂长石	petalite	$LiAlSi_4O_{10}$	2.10
	锂霞石	eucryptite	$LiAlSiO_4$	5.47
	锂铍石	bikitaite	$LiAlSi_2O_6 \cdot H_2O$	3.35
	磷铁锂矿	triphylite	$LiFePO_4$	4.40
	磷锰锂矿	lithiophilite	$LiMnPO_4$	4.56
	块磷锂矿	amblygonite	$LiAlPO_4F$	4.74
	锂磷铝石	montebrasite	$LiAlPO_4OH$	5.12
	矿物名称	英文名称	化学式	理论的质量分数/%
主要铍矿物	铯榴石	pollucite	$(Cs,Na)_2Al_2Si_4O_{12} \cdot 2H_2O$	3.68
	氟硼钾石	kalifluoborite	$KBF(OH)_2$	4.72
	矿物名称	英文名称	化学式	理论的质量分数/%
主要铍矿物	绿柱石	beryl	$Be_3Al_2Si_6O_{18}$	5.03
	蓝柱石	beryllonite	$NaBePO_4$	5.67
	金绿宝石	chrysoberyl	$BeAl_2O_4$	7.55
	硅铍石	phenakite	Be_2SiO_4	6.03
	铍石	bertrandite	$Be_4Si_2O_7(OH)_2$	4.25
	羟铍石	behoite	$BeO \cdot H_2O$	3.61
	羟硅铍石	herderite	$CaBePO_4(OH)$	5.62
	日光榴石	helvite	$Mn_4Be_3Si_3O_{12}S$	4.59
	铍榴石	danalite	$Fe_4Be_3Si_3O_{12}S$	4.59
	锑钠铍矿	atopite	$Na_2Sb_2O(O,OH)_6$	3.82
	水硅铍石	hydroberyl	$Be_3Al_2Si_6O_{18} \cdot nH_2O$	5.03
	锌日光榴石	genthelvite	$Zn_4Be_3Si_3O_{12}S$	4.59
	香花石	hsianghualite	$Li_3Ca_2Be_3(SiO_4)_3F_2$	3.92
	顾家石	gugiaite	$CaBe_2P_2O_7$	4.83
	硼铍石	moraesite	$Be_2(PO_4)(OH) \cdot 4H_2O$	3.64
	磷铍钠石		$NaBe_2PO_4F_2$	5.09
	磷钙铍石		$CaBePO_4OH$	5.62

续表

	矿物名称	英文名称	化学式	在理想化学式中的质量分数为
主要铌（钽）矿物	铌铁矿（铌铁矿）	Columbite	$(Fe,Mn)(Nb,Ta)_2O_6$	在理想成分中：铌 Nb_2O_5 为 78.45%；钽 Ta_2O_5 为 0
	钽铁矿	Tantalite Columbite	$(Fe,Mn)(Ta,Nb)_2O_6$	在理想成分中：钽 Ta_2O_5 为 86.05% 铌 Nb_2O_5 为 0
	水钛铌矿	Euxenite	$(Y,Ca,Ce,U,Th)(Nb,Ta,Ti)_2O_6$	在理想成分中：钛 TiO_2 为 31.05%
	等轴钙铌钛矿	Pyrochlore	$(Na,Ca)_2Nb_2O_6(OH,F)$	在理想成分中：Nb_2O_5 为 70.0%
	钙铬钛矿	Loparite	$(Ce,Na,Ca)(Ti,Nb)O_3$	在理想成分中：Nb_2O_5 为 10.0%
	斜铌石	Fergusonite	$YNbO_4$	在理想成分中：Nb_2O_5 为 48.2%
	钛铌钇矿	Samarskite	$(Y,Ce,U,Fe)_3(Nb,Ta,Ti)_5O_{16}$	在理想成分中：Nb_2O_5 为 47.0%
	胶铌石	Wodginite	$(Mn,Fe,Sn)(Ta,Nb)_2O_8$	在理想成分中：Nb_2O_5 为 26.0% Ta_2O_5 为 54.0%
	钙钛铌石	Dysanalyte	$(Ca,Na)(Nb,Ti)O_3$	在理想成分中：Nb_2O_5 为 60.0%

注：$w_{Nb_2O_5}$ 是质量分数符号。

注：铌铁矿、钽铌铁矿、铌钽铁矿、钽铁矿均是铌铁矿—钽铁矿类质同象系列，$w_{Nb_2O_5}$ 与 $w_{Ta_2O_5}$ 间存在着相互消长关系。为简便计，凡 $w_{Nb_2O_5}$ 大于 $w_{Ta_2O_5}$ 的称铌铁矿，$w_{Nb_2O_5}$ 小于 $w_{Ta_2O_5}$ 时称钽铁矿。$w_{Nb_2O_5}$ 与 $w_{Ta_2O_5}$ 称钽铌铁矿，$w_{Nb_2O_5}$ 与 $w_{Ta_2O_5}$ 时称铌钽铁矿，$w_{Nb_2O_5}$ 与 $w_{Ta_2O_5}$ 时称

铌锰矿，$w_{Nb_2O_5}$ 与 $w_{Ta_2O_5}$ 称铌锰矿，$w_{Nb_2O_5}$ 与 $w_{Ta_2O_5}$

铌铁矿。

葬：有的资料认为属于沸石矿物，也称铯沸石。

附　录　阅
资料性附录）
稀有金属矿床分类及主要工业类型

阅：稀有金属矿床分类

阅：碱性长石花岗岩型矿床

阅：钠长石、锂云母花岗岩型钽、铌、锂、铷、铯矿床。

阅：钠长石、铁锂云母花岗岩型钽、铌、矿床。

阅：钠长石、白云母花岗岩型钽、铌　钨、锡）矿床。

阅：钠长石、锂白云母花岗岩型钽、铌—稀土矿床。

阅：钠长石、黑鳞云母花岗岩型铌铁矿矿床。

阅图 碱性花岗岩型铌—稀土矿床

阅图 碱性岩—碳酸岩型铌—稀土矿床

阅图 伟晶岩型矿床

阅图 花岗伟晶岩型钽、铌、锂、铷、铯、铍矿床。

阅图 碱性伟晶岩型铌一钍、铀矿床。

阅图 气成热液型矿床

阅图 氟硼镁石—电气石—萤石组合类铍矿床　含铍条纹岩)。

阅图 矽卡岩型铍矿床。

阅图 云英岩型铍矿床。

阅图 石英脉型绿柱石、黑钨矿、锡石矿床。

阅图 火山岩型矿床

阅图 白云鄂博型铌 原稀土矿床

阅图 风化壳型铌铁矿矿床

阅图 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

详见表 阅

表 阅 稀有金属矿床主要工业类型简表

矿床工业类型	成矿地质特征	矿体形	稀有金属矿物及主要共生矿物	规模，品位　质量分数)豫	伴　共)生组分	矿床实例
钠长石、锂云母花岗岩型　钽、铌、锂、铷、　铯矿床	矿床产于燕山中晚期花岗岩侵人体内，矿体赋存于侵人体顶部，围岩有早期岩浆岩类或沉积变质岩类，含矿岩体富含钠长石、锂云母，在空间上具有明显的垂直分带现象，自上而下可分为五带： 贡似伟晶岩带，一般含矿晶位低； 圆富钠长石，锂云母花岗岩带，为富矿体； 猿中钠长石、锂云母花岗岩带，为工业矿体； 源少钠长石、锂白云母花岗岩带，常为贫矿体； 缘中粒二云母花岗岩带	似层状、　透镜状	锰铌钽铁矿、细晶石、含钽锡石、锂云母、富铪锆石、含铯石榴子石、少量绿柱石、锅石、磷铁锰矿、萤石	矿床规模属特大型或大型 耕	共生锂、铷、铯；伴生铍、钴、铪	江西宜春　钽、铌矿

续表

矿床工业类型	成矿地质特征	矿体形	稀有金属矿物及主要共生矿物	规模，品位　质量分数)豫	伴　共)生组分	矿床实例
钠长石、铁锂云母花岗岩型钽铌矿床	含矿花岗岩体呈小岩瘤、岩株状产出，属于黑磷云母花岗岩，顶部富含钠长石和铁锂云母。垂直剖面上，从上到下，可划分为似伟晶岩、云英岩带；富钠长石、铁锂云母花岗岩带；钠长石、铁惺云母花岗岩带；少钠长石、铁锂云母一黑鳞云母花岗岩带，本类型矿床锂、铷、铯含量较前类型低，并伴随有稀土矿物出现	透镜状、　扁豆状	铌钽铁矿、富铪锆石、锅石、钍石，其次钽铌铁矿、细晶、磷钇矿、白钨、黑钨矿、独居石	中型规模、小型也有	伴　生：锂、铷、铯、铬、铪	江西石城姜坑里
钠长石、白云母花岗岩型　钽、铌矿床	白云母花岗岩分布于岩体顶部，向下演化为二云母花岗岩、黑云母花岗岩，赋矿岩体具有钠长石化、黄玉化、云英岩化特征，以富钠长石、白云母花岗岩含矿最富，或者以富钠长石化、黄玉化含矿较富。本类型锂、铷、铯含量低，钨或锡矿化较强，均可综合回收	形　态简单，以　透镜状、扁　豆状为	细晶石、铌钽锰矿、钽铁矿，钛钽铌矿，黑钨矿、白钨矿，锡石，有的矿区有易解石、硅铍石、绿柱石	中型规模	钨、　(矿)铍)	广西恭城栗木，江西大吉山
钠长石、锂白云母花岗岩型钽、铌、　稀土矿床	含矿岩体为钠长石、锂白云母细粒花岗岩，自上而下，分为似伟晶岩、云英岩；富钠长石、惺白云母花岗岩；钠长石、锂白云母花岗岩；少钠长石、白云母花岗岩。以富钠长石、锂白云母花岗岩矿化最强，矿种，最复杂，铌、钽、稀土、锅等含量较高	矿　体形　态简单，以　透镜　状为主	铌钽矿物：黄钇钽矿、钇袒矿、铌钽铁矿、细晶石、褐钇铌矿、含钽锡石、含铌、钽、黑钨矿等；稀土矿物：氟碳钙钇矿、硅铍钇矿、磷钇矿、独居石、钍石以及富饴锆石	中一小型规模	伴　生：锆、铅、钨、锂、铷、铯	江西牛岭坳
钠长石、黑磷云母花岗岩型铌钽矿床	一般含矿岩体具有垂直分带特征，自上而下，呈现富钠长石、黑磷云母花岗岩带；钠长石、黑磷云母花岗岩带：微斜长石、黑云母花岗岩带，矿体主要赋存在富钠长石、黑磷云母花岗岩中，以铌矿为主，伴生稀土矿物	矿　体形　态简单，主　要为透　镜状、扁　豆状	铌铁矿，少量铌钽铁矿，伴生褐钇铌矿、瞬钇矿、烧绿石、钍石、含铪锆石，独居石	中　小　型　规　模	钴、铪、钇、钍	江西会昌早叫山、江西葛潭灵　山，广东博罗缘

续表

矿床工业类型	成矿地质特征	矿体形	稀有金属矿物及主要共生矿物	规模，品位　质量分数）豫	伴　共）生组分	矿床实例
钠长石、钠闪石、花岗岩型　铌、稀土矿床	含矿岩体富含钠的深色矿物：钠闪石、霓辉石、霓石等，矿床产于钠闪石、钠长石花岗侵人体的顶部，岩体侵入于中侏罗统火山碎屑岩及火山熔岩内，呈岩株状产出，钠长石自上向下逐渐减少，稀有金属矿化逐渐减弱	形态简单呈似层状、透镜状	稀有金属矿物：铌铁矿，烧绿石，锆石，硅铍钇矿；稀土矿物：氟碳铈矿、铈铀钛铁矿、独居石、日光榴石、黑稀金矿、钍石	大一巨大型铌、稀土矿床，品位中等	伴　生：锆、稀土	八〇一
碱性岩—碳酸岩　铌、稀土矿床	矿床由碳酸岩类杂岩体与碱性长石类杂岩体组成，岩体侵入于下震旦统耀岭河群一下志留统梅于垭组，其中碳酸岩类杂岩体，包括黑云母碳酸岩，含碳质方解石碳酸岩、铁白云石碳酸岩。碱性岩杂岩体：包括正长岩、混杂正长岩、正长魔岩、混杂钠质正长斑岩等，呈中细粒花岗变晶，变余斑状结构	形态简单，呈透镜状、脉状	稀有金属矿物：铌金虹石、烧绿石、铌铁矿、锆石；稀土矿物：独居石、氟碳铈矿、氟碳钙铈矿、褐帘石	大型铌、稀土矿床	伴　生：惦、钽、饵	庙垭
花岗伟晶岩型，钽、铌、锂、铯、铍、铋矿床	花岗伟晶岩矿床，常由数条至敷十条伟晶岩脉蛆成，大小差异悬殊，长由敷十米至敷百米，少数达千米以上，宽由几米至敷十米 圆少数达数百米以上。由斜长石、微斜长石、钠长石、石英、黑云母、白云母等矿物组成，按矿物组合特征可分为以下几种。 圆斜长石—微斜长石型花岗伟晶岩，含镀或稀土； 圆微斜长石一钠长石型花岗伟晶岩脉含：镀、铌、钽； 猧钠长石型伟晶岩脉常含钽、铌、锂、镀、铯、铯、锆、铪； 漏锂辉石 原钠长石型花岗伟晶岩脉含：锂、钽、铌、铍、铯、铯、锆、铪	矿体形态复杂，有脉状、　透镜状、巢状、舌状及不规则状、　串珠状、网状等	主要矿物：锂辉石、锂云母、惺磷铝石、磷锰惺矿、透锂长石、绝榴石、绿柱石、金绿宝石、锆石、富铪惦石、铌钽铁矿—钽铁矿、锰铌铁矿、锰蛆矿、重钽矿、细晶石等；次要矿物：锡石、钨锰铁矿、多色电气石等	中、小型规模，含矿晶位变化大，不同的岩相带常含不同的稀有金属蛆分，以薄片状钠长石—锂云母带含矿晶位最富平均晶位： 缉[illegible] 砸[illegible] 恍[illegible] 皋[illegible] 耕[illegible] 月[illegible]	锆、铪、宝　石、玉　石、彩石	新疆阿勒泰，内蒙古大青山，湖北幕阜　山，四川康定、　会理，　江西石城

续表

矿床工业类型	成矿地质特征	矿体形	稀有金属矿物及主要共生矿物	规模，品位　质量分数）豫	伴　共）生组分	矿床实例
碱性伟晶岩型铌—钍铀矿床	碱性伟晶岩多产于大理岩、白云岩内或其接触处，常成群、成组产出。一般规模小，长由几十米至百米，宽由几米至几十米。内部由不同的矿物组合形成的相带构成。组成伟晶岩脉的主要矿物：徽斜长石、条纹长石、钠长石、钠更长石、金云母、钠闪石、霓辉石、霞石等	矿体形态复杂，有脉状、透镜状、串珠状、囊状、浑圆状、网状	锆石、烧绿石、异性石、钍石、铀钍石	中、小型规模，品位变化大	钍、铀	新疆拜成，四川会理
含铍条纹岩矿床	矿体赋存于花岗岩侵人体的内外接触带的白云岩、大理岩的断裂带内及侵人体顶部凹陷处，由氟硼镁石 原电气石 原萤石组合呈含铍条纹岩，以密集的小脉、细脉、微脉、形成似条带状一条纹状产出。矿体长数百米至敷千米，宽敷十米至敷百	矿体呈复杂的脉体产出及不规则的团块状	主要铍矿物：金绿宝石、塔非石、香花石、硅铍石、日光榴石、双晶石、钽铍石	规模大，品位富，月[illegible]矿物粒度小，选矿成本高	伴生有锆石	湖南香花岭
云英岩型铍矿床	矿体主要产于花岗岩中或火山岩中，蚊矿物赋存于石英、白云母或黑磷云母组成的云英岩中，长数十米至数数百米，宽敷十厘米至数米	矿体呈脉状、板状、不规则巢状产出	绿柱石、硅铍铍石	小型为主，月[illegible]晶位较高，可手选	伴　生：钨、钼	广东惠阳杓麻山、潮安万峰山，鞠南临湘虎形山，江西垦子枭木山
石英脉塑铍矿床	矿脉产于变质砂岩、粉砂岩、花岗岩中，矿脉成蛆成带产出，长敷十米至敷百，绿柱石常与黑钨矿、锡石共生，分布不均匀，个别矿脉的局部地段较富	脉状	绿柱石	小型规模，月[illegible]品位变化大，可供手选	共　生：熏钨矿、锡石	江西荡子、画眉勘

续表

矿床工业类型	成矿地质特征	矿体形	稀有金属矿物及主要共生矿物	规模，品位　质量分数)豫	伴　共)生组分	矿床实例
白云鄂博型铌、稀土矿床	矿床产于前寒武系白云鄂博群的白云岩、板岩及石英岩带中，铌、稀土分布于铁矿体、白云岩及板岩中，主要的工业矿石类型有：磁铁矿石型铌—稀土矿石，白云岩型铌—稀土矿石，板岩型铌—稀土矿石	形态简单，矿体呈厚大的层状、似层产出，与地层产状基本一致	稀有金属矿物：铌铁矿、黄绿石、易解石、钛易解石、铌铁金虹石、铌铅矿，包头矿；释土矿物：氟碳铈矿、独居石、黄河石、氟碳钙铈矿、褐铈铌矿、硅钛铈矿、铈磷灰石、褐帘石	特大型规模，磁铁矿石型：匀[illegible]平均[illegible]～[illegible]；[illegible]平均[illegible]～[illegible]；白云岩矿石：匀[illegible]平均[illegible]～[illegible]；[illegible]平均[illegible]～[illegible]；板岩矿石：[illegible]平均[illegible]～[illegible]；[illegible]平均[illegible]	共　生：铁　矿、稀土	内蒙古白云鄂博
风化壳型铌铁矿床	矿床是钠长石化花岗岩经风化作用形成，原岩中细粒钠长石花岗岩含矿性较好，风化形成的矿石类型有全风化葬和半风化遭两类，从上到下呈似层状叠置，厚度[illegible]	矿体形态简单，有似层状、等轴状、长条状	铌铁矿、锆石、含铪锆石	中一小型规模：铌铁矿，品位为[illegible]～[illegible]	伴　生：锆石	广东博罗[illegible]

葬全风化矿石：①长石绝大部分风化为高岭土，偶尔保留长石残骸。②松散或手捏即碎散，抗压强度约[illegible]若将其置于水中，大部分矿物的单体能自然松散解离。③与其下部半风化矿石接触面处的长石残余率不大于[illegible]④用水压　[illegible]的水枪能正常开采，矿石中矿物能自然单体解离。

遭半风化矿石：①长石部分风化成高岭土，其分解率在[illegible]～[illegible]，部分未彻底风化的长石尚保留原来的晶形。②用小铁锤锤击即松散或碎成小块，十字镐可挖掘，若置于水中大部分矿物能单体自然解离。③用水压　[illegible]的水枪开采困难，采下的部分矿石不易单体解离。

附　录　耘
资料性附录）
稀有金属矿床勘查类型的确定及勘查工程间距参考

耘[illegible]　勘查类型的确定

耘[illegible]　确定的因素

依据主要矿体规模、形态、有用组分的均匀程度、厚度稳定程度和构造的影响程度等五个因素确定勘查类型。为了量化这五个因素的影响大小，每个因素都赋予一定的数值，称类型系数。应用每个矿床相对应的上述五个地质因素的类型系数之和就可以确定是何种勘查类型。在影响勘查类型的五个因素中，主矿体的规模大小，比较重要，所赋的类型系数值要大些，约占[illegible]；稀有金属矿床，品位变化大，对确定勘查类型影响较大，所赋的类型系数值，也要大一些，约占[illegible]，形态约占[illegible]，厚度约占

员园豫，构造对矿体形状有影响与矿体规模有间接联系，所赋的数值要小些，约占员园豫。

耘凿藻圆　矿体规模分为大、中、小三类，具体划分标准如下：

葬　大型：长 伊　宽或延深）　（钅员园园皂） 伊　（钅猿园皂）；

遭　中型：长 伊　宽或延深）　源园皂~愿园皂） 伊　（缘园皂~缘园皂）；

糟　小型：长 伊　宽或延深）［约园皂）　~源园皂） 伊　［约员园皂）　~园皂）。

根据矿床规模大小，赋予不同的类型系数如表 耘凿藻员

表 耘凿藻员　矿体规模及类型系数分级表

矿体规模		类型系数	备　注
长 皂	延深或宽 皂		
跃愿园	跃猿园	园愿	
（钅猿园 ~愿园	（钅员园园 ~源园	园愿~园怨	
（钅缘园 ~缘园	（钅员园 ~园园	园怨~园缘	
员园~猿园	缘园~员园	园怨~园圆	

耘凿藻圆藻　矿体形态复杂程度划分三类：

葬　简单：类型系数 园愿~园怨 形态规则，产状稳定的层状、似层状、板状与规模巨大的透镜状、脉状矿体；内部无夹石或很少夹石，基本无复合；

遭　较简单：类型系数 园怨~员园 矿体形态较规则，产状有变化似层状、透镜状或其他形态复杂而可肢解成数个形态较简单的矿体；

糟　复杂：类型系数 员园~员猿 形态不规则，沿走向与倾向产状均有变化的脉状、复脉状、串珠状、阶梯状、回曲状矿体、分支复合的脉状矿体、透镜状矿体或其他形态复杂至很复杂的矿体。内部夹石多，分支复合多且无规律。耘凿藻圆藻员有用组分分布均匀程度：根据主元素品位变化系数划分为均匀、较均匀、不均匀三种：

葬　均匀：矿化连续，有用矿物颗粒细小，分布均匀；

遭　较均匀：矿化基本连续，有用矿物较小，分布比较均匀；

糟　不均匀：矿化不连续，有用矿物一般或粗大，甚至成聚晶产出，常达到和大于手选要求的矿物粒度，分布不均匀或很不均匀。

有用组分均匀程度具体划分及相应类型系数值见表 耘凿藻圆

表 耘凿藻圆　主要有用组分分布均匀程度表

均匀程度	品位变化系数 豫	类型系数	备　注
均匀	约愿园	园愿苑	
较均匀	愿园~员愿园	园怨~员园愿	
不均匀	跃员愿园	员园员~员园员	

耘圆园园豫 厚度稳定程度：根据厚度变化系数划分为稳定、较稳定、不稳定三种，各种不稳定程度的厚度变化系数及类型系数见表 耘圆园园。

表 耘圆园园 矿体厚度稳定程度表

稳定程度	厚度变化系数 豫	类型系数
稳定	约迈园	园郧豫
较稳定	迈园～员园园	园郧缘～园郧园
不稳定	跃员园园	园郧员

耘圆园园远 构造影响程度分为三种：

葬 小：类型系数 园郧园缘 矿体基本无断层破坏，没有无矿岩脉穿插错动，构造对矿体形状影响小；

遭 中：类型系数 园郧园园 有断层破坏或岩脉穿插，并可见断层错动矿体，构造对矿体形状影响明显；

糟 大：类型系数 园郧员园 有多条断层或岩脉穿插矿体，常见矿体被错动成若干小段，错动距离大，严重影响矿体形态。

耘圆园园苑 矿床勘查类型划分

葬 第Ⅰ勘查类型：为简单型，五个地质因素的类型系数的和为 园郧豫～猿 主矿体规模大到巨大，形态简单到较简单，厚度稳定至较稳定，主要组分分布均匀到较均匀，构造对矿体影响小到明显。属于本类型的有江西宜春碱性长石花岗岩钽铌矿床、江西会昌钠长石花岗岩风化壳钽铌矿床，白云鄂博型铌—稀土矿床；

遭 第Ⅱ勘查类型：为中等型，五个地质因素的类型系数之和为 员园～园郧缘 主矿体规模中等到大，形态复杂到较复杂，厚度不稳定到较稳定，主要有用组分分布较均匀到不均匀，构造对矿体的影响有明显影响或影响很小。属于本类型的有广西老虎头碱性长石花岗岩型钽铌矿床，广东博罗 缘郧豫风化壳铌矿床，新疆柯鲁木特伟晶岩 员园号脉，锂辉石—钠长石型花岗伟晶岩脉，庙垭碱性岩—碳酸岩铌—稀土矿床；

糟 第Ⅲ勘查类型：为复杂型，五个地质因素的类型系数之和为 员园～员园园 主矿体规模小到中等，形态复杂、厚度不稳定，主要有用组分分布不均匀或极不均匀，构造对矿体影响大或影响明显。属于本类型的有群库尔二号花岗伟晶岩矿脉，柯鲁木特 员号矿带，画眉坳气成—热液石英脉型绿柱石、锡石矿床，上堡钠长石化花岗岩矿床等。

还有一些稀有金属矿床矿体规模小，形态很复杂，呈透镜状、脉状、巢状、网状，矿化不均匀至很不均匀。但具有一定的工业价值，可进行边采边探，不属于上述三种勘查类型。

耘圆园园愿 勘查工程间距

稀有金属矿床勘查工程间距见表 耘圆园园。

表 耘鄄源 稀有金属矿床勘查类型工程间距参考表

矿床 勘查工程	勘查工程	间 距皂 控制的	
		沿走向	沿倾向
Ⅰ	钻探	员园园～圆园园	员缘园～员园园
Ⅱ	钻探	愿园～员园园	远园～愿园
Ⅲ	钻探	源园～愿园	猿园～源园
	坑探	源园～愿园	源园～远园

注 员: 工程间距钻探抗探 载沿颂向为中段高度）指探矿工程实际控制矿体的距离。
注 圆: 同一勘查类型中工程间距视矿床规模及复杂程度择优选用。
注 猿: 当矿体沿倾向变化较走向稳定时，沿走向的工程间距可密于倾向。

附 录 云
资料性附录）
矿体圈定和矿产资源辕储量估算方法说明

云郾员 矿体的圈定和连接

云郾员郾员 圈定矿体时，应在单项工程中从等于或大于边界品位的样品圈定，将矿体中大于夹石剔除厚度的无矿样品作夹石剔除。当矿体厚度小于最小可采厚度时，但品位高，其品位与厚度乘积达到米百分值者，可圈定为矿体。

云郾员郾圆 在圈定矿体时，如果矿体的边部 载上下部位）为厚大的且成片分布的低品位矿，其平均品位高于边界品位，但低于最低工业晶位应单独圈定，并结合可行性或预可行研究评价，划为边际经济或次边际经济的资源辕储量，不得以工程平均晶位或块段平均品位代替的办法划入经济的资源辕储量。

云郾员郾猿 在确定边界的基础上，应根据勘查工程的控制程度，分别圈定探明的、控制的、推断的、预测的不同勘查程度的资源辕储量，再结合可行性或预可行性研究结果，依据悦月辕栽员苑苑远远—员怨怨怨《固体矿产资源辕储量分类》标准，详细划分，并圈定出各类型的资源量和储量。

云郾员郾源 矿体连接应考虑两工程、两剖面各地质体的对应与和谐情况，先连接矿体上、下的地质体，再根据地质体特征连接矿体，两工程间矿体的连接一般应近于直线，只有掌握了矿体地质特征的情况下，可用自然趋势法连接，但圈定矿体的厚度，不能大于两工程的见矿厚度。

云郾员郾缘 稀有金属矿床不同的岩相 载构造）带，常有不同的稀有金属矿化类型和矿化特征。因此，在连接矿体时应考虑其岩相 载构造）带的特征。

云郾员郾远 矿体外推，在有充分依据的情况下，可科学地确定外推长度。当无规律可循时，按网度的二分之一尖推或四分之一平推。当矿体边部相邻工程中存在大于边界品位而且

厚度大于工程间距的二分之一矿化时，可作三分之二尖推或三分之一平推。采用米·克吨值圈定矿体时，不得外推。深部矿体无限外推，应视矿体稳定程度和周围工程控制程度而定，最大外推距离不得超过勘探网度的工程间距。

块段的划分原则

储量块段是矿产资源储量估算的基本单元，块段的划分应考虑矿石的类型、品级、矿体的厚薄以及工程控制与分采等情况划分。

对品位变化均匀或较均匀的矿床，圈定矿块的每一个单项工程的平均品位必须达到最低工业品位要求。

对品位变化不均匀或极不均匀的矿体，在矿块圈定中允许有个别工程平均品位低于最低工业品位，但不得连续有两个以上工程都低于最低工业品位。

矿产资源储量估算方法

传统的矿产资源储量估算方法选择，主要依据矿体地质特征、勘查工程布置方式和勘查手段确定，常用的方法有垂直剖面法、水平断面法、地质块段法。

垂直剖面法：一般按勘查网度布置工程，并以钻孔为主圈定的厚大矿体，常采用垂直剖面法估算矿产资源储量。它是在矿产资源储量估算的勘探线剖面上进行，在两条勘探线间，按矿体、矿石类型和矿产资源储量类型及地质上的对应关系等因素来划分矿产资源储量估算块段，其特点是能较好的反映出矿床的地质特征，矿体在三维地质空间上沿走向及倾向的变化规律。

水平断面法：一般按一定的工程间距布置勘查工程，并且以水平坑道为主（或有一定的水平钻孔）圈定的厚大矿体，常用水平断面法进行矿产资源储量估算。

地质块段法：当勘探工程布置不均匀，或用垂直剖面法不能正确的反映剖面间矿体的体积变化时，或者是厚度、品位变化不大的层状或脉状矿体，一般用地质块段法。

地质统计学估算矿产资源储量的方法

随着电子计算机的广泛应用，要求尽可能推广使用地质统计学方法估算矿产资源储量，全方位实现矿产资源储量计算微机处理。

常用的地质统计学估算矿产资源储量的方法有克里格法、距离反比法、[illegible]法等，用计算储量的计算机软件，必须是国家资源储量管理部门指定的，或是工业部门长期应用的，经过实践，证明是可行的软件。目前工业部门用得较多的软件有：[illegible]等。凡运用地质统计学方法估算矿产资源储量的矿区，必须按[illegible]《固体矿产勘查储量矿山闭坑地质报告编写规范》的附录[illegible]编写地质统计学估算资源储量报告，作为矿产地质勘查报告的有关章节。

附　录　郧
资料性附录）
稀有金属矿床参考性工业指标

表 郧圆员　铍矿床参考性工业指示

矿床类型	边界品位		最低工业晶位		最低可采厚度 皂	夹石剔除厚度 皂
	机选 月豫的质量分数豫	手选绿柱石质量分数豫	机选 月豫的质量分数豫	手选绿柱石质量分数豫		
气成—热液矿床	圆圆园原～圆圆园远	圆圆园豫～圆圆园园	圆圆园愿～圆圆园圆	圆圆园圆～圆圆园苑	圆圆愿～员园豫	≥圆圆园
花岗伟晶岩类矿床	圆圆园原～圆圆园豫	圆圆园豫～圆圆园园	圆圆园愿～圆圆园圆	圆圆园圆～圆圆园苑	圆圆愿～员园豫	≥圆圆园
碱性长石花岗岩类矿床	圆圆园豫～圆圆园苑		圆圆园远～圆圆园原		员～员园豫	≥源圆园
残坡积类砂矿床		圆圆园园粟粒状		圆～圆圆园粟粒状	圆圆园	

表 郧圆圆　锂矿床参考性工业指标

矿床类型	边界品位		最低工业品位		最低可采厚度 皂	夹石剔除厚度 皂
	机选 锂辉石的质量分数豫	手选锂辉石质量分数豫	机选 锂辉石的质量分数豫	手选锂辉石质量分数豫		
花岗伟晶岩类矿床	圆圆原～圆圆远		圆圆愿～员园员	缘圆园～愿圆园	圆圆园	≥圆圆园
碱性长石花岗岩类矿床	圆圆豫～圆圆苑		圆圆琼员～圆		圆圆园～圆圆园	≥源圆园

表 郧圆猿　伴生绝铷综合回收参考性工业指标

金属种类	矿床类型	边界品位	最低工业品位	
		机选氧化物质量分数豫	机选氧化物质量分数豫	手选铯榴石质量分数豫
铯	花岗伟晶岩类矿床			圆圆猿
	含锂云母的碱性长石色岗岩类与花岗伟晶岩类矿床		圆圆豫～圆圆远	
铷	含锂云母的碱性长石岗岩类与花岗伟晶岩类矿床	圆圆原～圆圆远	圆圆员～圆圆圆	

表 [illegible] 锆矿床参考性工业指标

矿床类型	边界品位		最低工业品位		最低可采厚度 皂	夹石剔除厚度 皂
	在[illegible]豫	锆英石嗪[illegible]皂	在[illegible]豫	锆英石嗪[illegible]皂		
滨海类砂矿床	[illegible]	员～[illegible]	[illegible]	源～远	[illegible]	
风化壳矿床	[illegible]		[illegible]		[illegible]	
内生矿床	[illegible]		[illegible]		[illegible]	≥[illegible]

表 [illegible] 铌钽矿床参考性工业指标

矿床类型	耕[illegible]质量分数 晕[illegible]质量分数	边界品位		最低工业品位		最低可采厚度 皂	夹石剔除厚度 皂
		耕[illegible] 晕[illegible]	或 耕[illegible]	耕[illegible] 晕[illegible]	或 耕[illegible]		
花岗伟晶岩类矿床	≥[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	≥[illegible]
碱性长石花岗岩矿床	≥[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	≥源
风化壳（褐钇铌矿或铌铁矿）矿床	原	[illegible]	重砂品位 [illegible]	[illegible]	重砂品位 [illegible]	[illegible]	
原生铌矿床		[illegible]		[illegible]		缘[illegible]	≥缘
河流类砂矿床（铌铁矿或褐钇铌矿）	原	[illegible]	重砂品位 [illegible]	[illegible]	重砂品位 [illegible]	[illegible]	≥[illegible]

表 员圆匝　伴生铍锂钽铌综合回收参考性工业指标

矿床类型	铍	锂	铌　钽	
	月鼍的质量分数豫	绽蜜的质量分数豫	耘释 量遭韵质量分数豫 耘蜜韵质量分数 晕蜜的质量分数 跃彩藻圆源	或 耘蜜韵质量分数豫
花岗伟晶岩类矿床与气成一热液矿床	猿圆匝源	≥园圆圆	≥园匝匝园、园匝源员	≥园匝匝缘
碱性长石花岗岩类矿床	≥园匝源、园匝远	≥园匝缘	≥园匝源员、园匝源缘	≥园匝圆缘

附　录　匀
资料性附录）
各种稀有金属精矿质量指标

匀圆员　披精矿

表 匀圆员　绿柱石精矿质量标准　耘月苑藻圆源豫

精矿种类	等　级	月鼍的质量分数豫	杂质质量分数豫		
			云蜜韵缘	绽蜜的	云
浮选精矿	员	≥员园	≤圆	≤员圆	≤园圆缘
	圆	≥愿	≤猿	≤员园缘	≤员圆
	猿	≥愿	≤源	≤员愿	≤员圆
手选精矿	员	≥员园	≤源	≤员园缘	≤园圆缘
	圆	≥愿	≤缘	≤员愿	≤员园缘

匀圆圆　锂精矿

表 匀圆圆　锂辉石精矿质量标准　耘月愿藻圆源豫

等　级	绽蜜的质量分数豫	杂质质量分数豫			
		云蜜韵缘	酞韵	孕蜜韵缘	运蜜韵垣晕蜜的
员	≥远	≤猿	≤园匝缘	≤园匝缘	≤猿
圆	≥缘	≤猿	≤园匝缘	≤园匝缘	≤猿
猿	≥源	≤源	≤园匝匝	≤园匝匝	≤源
源	≥猿园缘	≤渊园缘	≤员圆圆	≤员圆圆	≤源

表 5-3-8　锂云母精矿质量标准　(GB/T 2913—2008)

品　级	主成分质量分数　(不小于)/%				
	氧化锂(Li$_2$O)+氧化铷(Rb$_2$O)+氧化铯(Cs$_2$O)				氧化锂(Li$_2$O)
特级品	2.00				3.50
一级品	1.50				3.00
玻璃、陶瓷用					
品　级	主成分质量分数　(不小于)/%			杂质质量分数　(不大于)/%	
	氧化锂(Li$_2$O)+氧化铷(Rb$_2$O)+氧化铯(Cs$_2$O)	氧化锂(Li$_2$O)	氧化铷(Rb$_2$O)+氧化铯(Cs$_2$O)	三氧化二铁(Fe$_2$O$_3$)	氧化钙(CaO)
一级品	1.50	3.00	0.40	0.40	0.50
二级品	1.00	2.00	0.30	0.60	0.80
三级品	0.60	1.20	0.20	0.80	1.00

表 5-3-9　低铁锂辉石精矿质量标准

品　组	氧化锂(Li$_2$O)质量分数/%	氧化铍(BeO)质量分数/%	氧化钠(Na$_2$O)质量分数/%	杂质质量分数/%		
				三氧化二铁(Fe$_2$O$_3$)	氧化钾(K$_2$O)	氧化钙(CaO)+氧化镁(MgO)
微晶玻璃级锂辉石精矿	≥6.00	≥0.40	≥2.00	≤0.40	≤0.40	≤0.60
陶瓷级锂辉石精矿	≥6.00	≥0.40	≥2.00	≤0.40	≤0.40	≤0.60

5.3.8.5　铯精矿

铯榴石精矿质量标准：氧化铯(Cs$_2$O)质量分数≥10.00%。

5.3.8.6　铌钽精矿

表 5-3-10　中国钽铌精矿质量标准

等级	类型	精矿名称	氧化钽(Ta$_2$O$_5$)+氧化铌(Nb$_2$O$_5$)质量分数(不小于)	氧化钽(Ta$_2$O$_5$)质量分数(不小于)	杂质质量分数　(不大于)/%			
					氧化锰(MnO)	二氧化锡(SnO$_2$)	三氧化钨(WO$_3$)	钙
一等品	一级	钽铌精矿	70.00	30.00	2.00	0.50	1.00	
	二级	钽铌精矿	60.00	20.00				
	三级	钽铌精矿	50.00	10.00				

续表

等级	类型	精矿名称	最低可采品位（质量分数）/%（不小于）	最低工业品位（质量分数）/%（不小于）	杂质质量分数/%（不大于）			
一、二等品	一级 二级 三级	钽铌精矿 钽铌精矿 钽铌精矿	0.01 0.005 0.005	0.03 0.01 0.01	0.2	0.1	0.05	
二等品		钽铌精矿	0.005	0.01	0.4	0.1	0.05	
一等品 二等品		褐钇铌钽精矿 褐钆铌钽精矿	0.05 0.01		0.2 0.4	0.1 0.2		0.05 0.05
注：该标准是 1988 年修改 1984 年原冶金部标准而成的。								

5.3.3.5　锆铪精矿

表 5.3.3.5　锆英石精矿质量标准　GB/T 4296—1996

等　级		二氧化锆和三氧化二铪质量分数/%	杂质质量分数/%		
一级品	一类	≥65.0	≤0.50	≤0.10	≤0.10
	二类	≥65.0	≤1.00	≤0.10	≤0.10
二级品		≥64.0	≤2.00	≤0.10	≤0.10
三级品		≥63.0	≤3.00	≤0.10	≤0.10

5.3.3.6　各种稀有金属精矿质量标准说明

5.3.3.6.1　若稀有金属矿质量不符合标准，属于下列情况之一者，须由供需双方商定：

a　铍精矿中的 BeO 质量分数小于标准者；

b　锂精矿中 Li_2O 品位达不到标准，但其中 Li_2O 与 Ta_2O_5 与 Nb_2O_5 品位达到标准规定的 Li_2O 品位标准者；

c　钽铌精矿中　最低可采品位（质量分数）小于标准，或其中的杂质含量超过标准者；

d　锆铪英石精矿中　二氧化锆和三氧化二铪质量分数小于标准者；

e　锆英石精矿中的 P_2O_5 质量分数小于标准者。

5.3.3.6.2　若需方采用硫酸法生产 TiO_2，则要求铍精矿中的 Fe_2O_3 质量分数小于标准。

5.3.3.6.3　若需方采用碱熔融法生产 TiO_2，则精矿中的 Fe_2O_3 含量不受限制。

5.3.3.6.4　若需方采用硅氟酸钠生产 TiO_2，则铍精矿中的 ZrO_2 含量不受限制。

5.3.3.6.5　若钽铌精矿或锆铪精矿中含 Ta_2O_5 与 Nb_2O_5，应进行化学分析。

5.3.3.6.6　用于铸造型砂的锆英石精矿中的放射性物质含量按国家标准 GB/T 4296—1996 放射

性防护有关规定执行。

勘查规范　用于红外炉的锆英石精矿应提出放射性元素含量资料。

附　录　陨
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

表 陨员　花岗伟晶岩中宝石、玉石、彩石的质量要求参考指标

类别	宝石名称 矿物名称）	最小尺寸 皂皂伊皂皂 伊皂皂	高质量标志	低品级　有小量缺点）	备　注
宝石	祖母绿　（祖母绿）	圆井圆井圆	深绿色透明度高，跃圆匪皂皂	色浅，有小裂纹及少量矿物包裹体，半透明	
	海蓝宝石　（海蓝宝石）	源井源井源	较深的天蓝色，透明，裂纹极少，跃圆匪皂皂	浅色，蓝绿色，有少量裂纹及包裹体，透明至半透明	最小尺寸以能切磨成一个戒指面为准
	红色绿宝石（绿柱石）	源伊源伊源	深玫瑰色，透明度高，裂纹极少，跃圆匪皂皂	浅红色，有少量裂纹及包裹体，半透明	
	金色绿宝石（绿柱石）	源伊源伊源	金黄色，透明度高，裂纹极少，跃圆匪皂皂	浅黄色，黄绿色，有少量裂纹及矿物包裹体，半透明	
	绿色绿宝石（绿柱石）	源伊源伊源	鲜绿色，透明度高。裂纹极少，跃圆匪皂皂	浅绿色，黄绿色，有少量裂纹及矿物包裹体，半透明	绿色由铬所引起
	纯绿宝石　（绿柱石）	源井源井源	无色透明，裂纹和矿物包裹体极少，跃圆匪皂皂	很浅的蓝色，绿色，有少量裂纹及矿物包裹体，半透明	
	猫眼海蓝宝石（绿柱石）	源伊源井源	天蓝色，半透明，裂纹极少，跃圆匪皂皂	浅蓝色，有少量裂纹及矿物包裹体	

续表

类别	宝石名称 矿物名称）	最小尺寸 皂皂伊皂皂 伊皂皂	高质量标志	低品级　有小量缺点）	备　注
宝石	金绿猫眼石 金绿宝石）	猿伊猿伊猿	黄绿色，密黄色，裂纹和矿物包裹体极少，半透明，跃	颜色带褐，杂质增多，有少量裂纹，质量在 缘克拉以下	
	翠绿宝石　筏石）	猿尹猿尹猿	翠绿色，蓝绿色，裂纹极少，变色显著，	浅绿色，有少量裂纹及矿物包裹体，质量在 缘克拉以下	
	酒黄宝石　黄玉）	远尹远尹缘	三色，玫瑰色，酒黄色，裂纹极少，跃 缘皂皂伊 缘皂皂伊	色浅或无色，有少量裂纹	
	红碧玺　红色电气石）	源尹源尹源	双桃红色，裂纹少，透明，跃	浅红色，裂纹较多，透明度稍差	
	绿碧玺　绿色电气石）	源尹源尹源	碧绿色，裂纹少，透明，跃	浅绿色，裂纹较多，半透明	

稀土矿产地质勘查规范

[illegible]

目　次

前言
员 范围
圆 规范性引用文件
猿 勘查的目的任务
猿.员 预查
猿.圆 普查
猿.猿 详查
猿.源 勘探
源 勘查研究程度
源.员 地质研究程度
源.圆 矿石质量研究
源.猿 矿石选　冶）和加工技术条件研究
源.源 矿床开采技术条件研究
源.缘 综合勘查综合评价
缘 勘查控制程度
缘.员 勘查类型的确定
缘.圆 稀土矿床勘查类型划分
缘.猿 矿床控制程度的确定
远 勘查工作及质量要求
远.员 测量工作
远.圆 地质填图
远.猿 物探、化探工作
远.源 探矿工程
远.缘 化学样品的采集、加工、化验分析
远.苑 矿石选　冶）试验样品的采集与分析、试验
远.愿 岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验，
远.怨 原始地质编录、资料综合整理和报告编写
远.员园 其他

苑 可行性评价
苑圆员 概略研究
苑圆圆 预可行性研究
苑圆猿 可行性研究
愿 矿产资源 辕储量分类及类型条件
愿员 资源 辕储量分类依据
愿圆 矿产资源 辕储量类型条件
怨 矿产资源 辕储量估算
怨员 矿产资源 辕储量估算的工业指标
怨圆 矿产资源 辕储量估算的一般原则
怨猿 确定矿产资源 辕储量估算参数的要求
怨源 矿产资源 辕储量分类结果
附录 粤 规范性附录）固体矿产资源 辕储量分类
附录 月 资料性附录）稀土矿产资源 辕储量规模划分标准
附录 悦 资料性附录）确定勘查类型的主要因素及工程间距的确定
怄员 稀土内生矿床勘查类型划分
怄圆 风化壳离子吸附型稀土矿床勘查类型划分
怄猿 勘查工程间距的确定
附录 阅 资料性附录）矿体圈定和矿产资源 辕储量估算方法
阅员 矿体的圈定和连接
阅圆 矿产资源 辕储量估算方法
附录 耘 资料性附录）稀土精矿、稀土氧化物、稀土化合物质量标准
耘员 稀土精矿产品质量标准
耘圆 高稀土铁矿石质量标准
耘猿 高钇和富铕混合稀土氧化物质量标准
耘源 分组稀土氧化物富集物
耘缘 其他稀土化合物的质量标准
附录 云 资料性附录）稀土矿石的选矿工艺、物理技术性能
云员 稀土矿石类型
云圆 稀土矿石的选矿工艺、物理技术性能
云猿 内生型稀土矿石和风化壳离子吸附型稀土矿石
附录 郧 资料性附录）稀土元素的性质和用途
怄员 稀土元素的分组
怄圆 稀土的性质和用途
怄猿 稀土元素的地球化学特征
附录 匀 资料性附录）稀土矿主要矿物及矿床类型
匀员 稀土元素在自然界的存在形式及主要矿物
匀圆 稀土矿床类型

附录 陨 资料性附录）稀土矿床工业指标制订原则及一般工业指标

陨员 矿床工业指标制订原则

陨圆 制订共　伴）生矿产指标的原则

陨猿 一般工业指标

员 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。

圆 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。

[illegible] 固体矿产勘查 储）量 山闭坑地质报告编写规范

猿 勘查的目的任务

猿员 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。

猿圆 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。

猿猿 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。

猿源 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。

源 勘查研究程度

源员 地质研究程度

[illegible] 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 [illegible] ~ [illegible] 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。

[illegible] 普查阶段

对选定的普查区，通过 [illegible] ~ [illegible] 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 [illegible] ~ [illegible] 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。

[illegible] 详查阶段

[illegible] 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。

[illegible] 矿区　床）地质

通过 [illegible] ~ [illegible] 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 原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。

[illegible] 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。

[illegible] 勘探阶段

[illegible] 矿区　床）地质

通过　[illegible]　～　[illegible]　必要时可用 [illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 矿石质量研究

[illegible] 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。

[illegible] 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。

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。

勘探阶段

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。

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。

矿石选　冶）和加工技术条件研究

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。

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。

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。

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。

矿床开采技术条件研究

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。

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。

详查阶段

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。

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[illegible]《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。

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。

勘探阶段

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。

[illegible] 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 [illegible]《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。

[illegible] 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 [illegible]《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

[illegible] 综合勘查综合评价

[illegible] 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。

[illegible] 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。

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。

勘探阶段

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。

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 内容进行。

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。

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。

勘查控制程度

勘查类型的确定

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。

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 豫；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 豫。构造对矿体形状有影响，所赋予的值要小些占 豫；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（含矿率豫）替代和有用组分均匀程度所赋予的值要小些，各占 豫；其他各个因素各占 豫（见附录 悦）。

稀土矿床勘查类型划分

内生矿床

缓倾斜层状矿床（简单　第Ⅰ类型）：五个地质因素类型系数之和为 [illegible] 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）。

缓倾斜层状矿床（中等　第Ⅱ类型）：五个地质因素类型系数之和为 [illegible] 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 [illegible] 号铁铌稀土矿体和庙垭铌稀土矿体。

缓倾斜层状矿床（复杂　第Ⅲ类型）：五个地质因素类型系数之和小于 [illegible] 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。

缓倾斜层状矿床　风化壳离子吸附型稀土矿床

缓倾斜层状矿床（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 [illegible] 如江西河岭稀土矿。

缓倾斜层状矿床（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 [illegible] 如南桥稀土矿和仁居稀土矿。

缓倾斜层状矿床（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 [illegible] 如姑婆山稀土矿、南塘稀土矿、云台稀土矿等。

缓倾斜层状矿床　矿床控制程度的确定

缓倾斜层状矿床　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。

缓倾斜层状矿床　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。

缓倾斜层状矿床　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。

缓倾斜层状矿床　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。

远　勘查工作及质量要求

远　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《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。

远　地质填图

远　精度和质量要求

远　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。

远　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。

远　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。

远　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。

远　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。

远　物探、化探工作

[illegible]　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。

[illegible]　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。

[illegible]　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。

[illegible]　探矿工程

[illegible]　槽探

对浅部矿体覆盖层小于 [illegible] 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。

[illegible]　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 [illegible] 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。

[illegible]　钻探

[illegible]　对稀土内生矿床矿心及顶底板 [illegible] 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 [illegible]）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 [illegible]，超出 [illegible] 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。

[illegible]　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。

[illegible]　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 [illegible]《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。

[illegible]　化学样品的采集、加工、化验分析

[illegible]　基本分析样品

[illegible]　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 [illegible]）分别连续取样。

[illegible]　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 [illegible]，风化壳离子吸附型矿床一般为 [illegible]。取样长度一般为 [illegible]，厚大而品位均匀的矿体可采用 [illegible]。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 [illegible] 采样具体要求参照相关规范执行。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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；

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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 [illegible]

[illegible] 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 [illegible]

比活度测定样品：样品在 [illegible] 的产品中提取，送有关部门进行比活度（[illegible]）测定［贝可［勒尔］每千克，[illegible]。

[illegible] 样品加工

样品加工按照切乔特公式 [illegible] 进行。

内生矿床和风化壳离子吸附型矿床 [illegible] 运值一般采用 [illegible]～[illegible] 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 [illegible]，样品的缩分误差不得大于 [illegible]。

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。

[illegible] 化验分析

[illegible] 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。

[illegible] 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 [illegible] 提取，编密码送原分析实验室进行试验，内检合格率应为 [illegible]。

[illegible] 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 [illegible] 提取，当矿床样品总数较少时，外检样品数量不少于 [illegible] 件。外检的合格率应为 [illegible]。

系统误差处理：发现系统误差，即累计 [illegible] 个检查样品中有 [illegible] 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 [illegible]《地质矿产实验室测试质量管理规范》执行。

[illegible] 矿石选　冶）试验样品的采集与分析、试验

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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 [illegible] 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。

[illegible] 原始地质编录、资料综合整理和报告编写

[illegible] 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 [illegible]《固体矿产勘查原始地质编录规定》和 [illegible]《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。

[illegible] 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 [illegible] 固体矿产勘查 [illegible] 矿山闭坑地质报告编写规范》的要求。

[illegible] 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。

[illegible] 可行性评价

[illegible] 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。

[illegible] 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 [illegible] 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 [illegible] 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 [illegible] 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 [illegible] 左右。

预可行性研究应在详查工作的基础上进行。

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 5%以内左右，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。

矿产资源储量分类及类型条件

资源储量分类依据

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。

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。

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。

矿产资源储量类型条件

可采储量

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。

[illegible] 预可采储量 [illegible]

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 [illegible] 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 [illegible]。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。

[illegible] 预可采储量 [illegible]

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。

[illegible] 探明的　可研）经济基础储量 [illegible]

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 [illegible] 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。

[illegible] 探明的　预可研）经济基础储量 [illegible]

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 [illegible] 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。

[illegible] 控制的经济基础储量 [illegible]

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 [illegible] 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。

[illegible] 探明的　可研）边际经挤基础储量 [illegible]

在勘探地段内，达到探明的勘探程度，如 [illegible] 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。

[illegible] 探明的　预可研）边际经济基础储量 [illegible]

在勘探地段内，达到探明的勘探程度，如 [illegible] 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 [illegible]，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。

[illegible] 控制的边际经济基础储量 [illegible]

在详查地段内，达到了详查阶段控制的程度，如 [illegible] 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 [illegible]，计算的基础储量可信度较高，可行性评价结果可信度一般。

[illegible] 探明的（可研）次边际经济资源量 [illegible]

在勘探地段内，地质可靠程度达到探明的勘探程度，如 [illegible] 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。

[illegible] 探明的（预可研）次边际经济资源量 [illegible]

在勘探地段内，地质可靠程度达到探明的勘探程度，如 [illegible] 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。

[illegible] 控制的次边际经济资源量 [illegible]

在详查地段内，地质可靠程度为控制的，如 [illegible] 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。

[illegible] 探明的内蕴经济资源量 [illegible]

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。

[illegible] 控制的内蕴经济资源量 [illegible]

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。

[illegible] 推断的内蕴经济资源量 [illegible]

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。

[illegible] 预测的资源量 [illegible]

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，确定具有矿产资源潜力的地区，并和已知矿床类比而估算的资源量，各项参数都是假设的，属于潜在矿产资源，有无经济意义尚不确定。可作为区域远景宏观决策的依据。

怨　矿产资源（储）量估算

怨援员　矿产资源（储）量估算的工业指标

怨援员援员　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。

怨援员援圆　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。

　　葬　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；

　　遭　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；

　　糟　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；

　　凿　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；

　　藻　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；

　　枣　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。

怨援员援猿　矿产资源（储）量估算的一般原则

怨援员援猿援员　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。

怨援员援猿援圆　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 *** 法等（见附录阅）。

怨援员援猿援猿　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（[illegible]）和稀土氧化物量（[illegible]）。对风化壳离子吸附型矿床还应根据稀土配分成果计算轻（[illegible]）、中（[illegible]）、重（[illegible]）稀土氧化物量及[illegible]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。

综合回收资源 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。

综合回收标 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。

综合回收无 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。

综合回收范 矿产资源 储量估算单位，矿石量为万吨，稀土氧化物量为吨。

综合回收确定矿产资源 储量估算参数的要求

综合回收面积测定

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 圆像，取其平均值。或 则像系统求取面积。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 [illegible] ~ [illegible]。

综合回收平均品位计算

综合回收单工程（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。

综合回收圈 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 圆次内检分析，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。

综合回收块 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。

综合回收块 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。

综合回收源 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 猿块；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 圆豫时可不校正。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。

怨噎原 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，应按资源辕储量估算结果，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。

附　录　粤
规范性附录）
固体矿产资源 转储量分类

表 粤员员　固体矿产资源 转储量分类表

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　员源员			
	基础储量　员源源遭			
	预可采储量　员源员	预可采储量　员源圆		
	基础储量　员源遭	基础储量　员源圆遭		
边际经济的	基础储量　圆员员员			
	基础储量　圆员员员	基础储量　圆员员圆		
次边际经济的	资源量　圆源员			
	资源量　圆源员	资源量　圆源圆		
内蕴经济的	资源量　猿员员	资源量　猿员圆	资源量　猿员员	资源量　猿员员？

注：表中所用编码　员员员～猿员员，第 员位数表示经济意义，即 员= 经济的，圆= 边际经济的，圆= 次边际经济的，猿= 内蕴经济的，？= 经济意义未定的；第 圆位数表示可行性评价阶段，即 员= 可行性研究，圆= 预可行性研究，猿= 概略研究；第 猿位数表示地质可靠程度，即 员= 探明的，圆= 控制的，猿= 推断的，源= 预测的。遭= 未扣除设计、采矿损失的可采储量。

附　录　月
资料性附录）
稀土矿产资源 转储量规模划分标准

表 月员员　稀土矿产资源 转储量规模划分标准表

矿床名称	储量单位	矿床规模		
		大型	中型	小型
衡土原生矿	碳酸稀土万吨	≥缘园	缘～缘园	约缘
风化壳矿床	铈族衡土氧化物总量万吨	≥员园	员～员园	约员
钇族衡土氧化总量万吨	≥缘	园郾缘～缘	约园郾缘	

附　录　悦
资料性附录）
确定勘查类型的主要因素及工程间距的确定

悦员　稀土内生矿床勘查类型划分

悦员员　矿体延展规模：分为大、中、小三类，其具体划分及类型系数列表 悦员员

表 悦员员　矿体规模划分及类型系数表

矿体规模	长度 皂	沿倾向延深	类型系数
大	≥远园园	≥猿园园	园郾愿
中	远园园~猿园园	猿园园~员缘园	园郾远
小	约猿园园	约员缘园	园郾苑

悦员员员　矿体形态复杂程度：

简单，类型系数 园郾远：矿体形态为层状、似层状、板状、大透镜状，产状稳定，内部结构简单，内部无夹石或很少夹石，基本无分枝复合；

较简单，复杂程度属中等，类型系数 园郾缘　矿体形态为似层状、透镜状、规则脉状，局部有分枝复合现象，产状较稳定，内部结构较简单，内部有夹石；

复杂，类型系数 园郾愿　矿体形态有脉状、带状、小透镜状、网脉状、网脉浸染状，具分枝复合现象，膨大缩小，尖灭侧现，产状不稳定或极不稳定，内部结构复杂或极复杂。

悦员员圆　构造影响程度：

小，类型系数 园郾苑　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；

中等，类型系数 园郾愿　偶有断层破坏或岩脉穿插矿体，构造对矿体形状影响明显；

大，类型系数 园郾缘　有或常有断层，岩脉破坏矿体，对矿体错动距离大，严重影响矿体形态。

悦员员猿　矿体厚度稳定程度：按厚度变化系数及矿体类型系数大致分稳定、较稳定和不稳定三种，列于表 悦员员

表 悦员员　矿体厚度稳定程度表

稳定程度	厚度变化系数 豫	类型系数
稳定	约缘园	园郾远
较稳定	缘园~员园园	园郾缘
不稳定	跃员园园	园郾愿

[illegible] 稀土组分分布均匀程度：根据稀土主元素品位变化系数划分为均匀、较均匀、不均匀三种，相应的类型系数列于表 [illegible]

表 [illegible] 有用组分分布均匀程度

均匀程度	品位变化系数豫	类型系数
均匀	约[illegible]	[illegible]
较均匀	[illegible]～[illegible]	[illegible]
不均匀	跃[illegible]	[illegible]

[illegible] 风化壳离子吸附型稀土矿床勘查类型划分

[illegible] 矿体延展规模：按面积分为大、中、小三类及类型系数列于表 [illegible]

表 [illegible] 矿体规模及类型系数表

矿体规模	矿体面积 [illegible]	类型系数
大	≥[illegible]	[illegible]
中	[illegible]～[illegible]	[illegible]
小	约[illegible]	[illegible]

[illegible] 矿体的矿化连续性：按其含矿率①分为连续、较连续、不连续三种。

[illegible] 连续，其含矿率为 跃[illegible]豫，相应的类型系数为 [illegible]

[illegible] 较连续，其含矿率在 [illegible]豫～[illegible]豫，相应的类型系数为 [illegible]

[illegible] 不连续，其含矿率为 约[illegible]豫，相应的类型系数为 [illegible]

[illegible] 矿体形态复杂程度：

[illegible] 简单　矿体边界模数 云[illegible] 跃[illegible]，似层状，成片连续分布，偶有夹石或风化球，相应的类型系数为 [illegible]

[illegible] 较简单　矿体边界模数 云[illegible]～[illegible]，似层状至透镜状，成片连续至较连续分布，常有夹石或风化球，相应的类型系数为 [illegible]

[illegible] 复杂　矿体边界模数 云[illegible]，透镜状，较零散分布，类型系数为 [illegible]

---

① $云_{则}=\frac{粤_{则}}{2\sqrt{\pi 糟}}\times\frac{糟}{粤}$

式中：$云_{则}$——边界模数；

$粤_{则}$——与矿体水平投影面等面积之矩形周长（m）；

$粤$——矿体水平投影面边界长总长度（m）；

$糟$——矿体沿走向的最大长度（m）；

$杂$——矿体水平投影面积（m^2）。

忙圈圈原 厚度稳定程度：

葬 稳定，厚度变化系数为 约遍豫，类型系数为 园翻忆

遭 较稳定，厚度变化系数 远遍豫～员翻遍豫，类型系数为 园翻原

糟 不稳定，厚度变化系数 跃员翻遍豫，类型系数为 园翻圆

忙圈圈豫 稀土组分分布均匀程度：

葬 均匀，品位变化系数 约豫遍豫，类型系数为 园翻宽

遭 较均匀，品位变化系数 豫遍豫～远遍豫，类型系数为 园翻郧

糟 不均匀，品位变化系数 跃远遍豫，类型系数为 园翻员

忙圈猿 勘查工程间距的确定

忙圈猿员 勘查工程的布置原则

忙圈猿员员 一般是以一定的几何形态的网格控制矿体，并根据工程密度估算不同类别的矿产资源 辕储量。勘查工程间距，系指用勘查工程控制矿体的实际距离，内生矿床地表槽、井探工程间距比深部勘查工程加密一倍。勘探工程的布置应视矿体在山头、山腰、山脚的分布规律、采用相对均衡的工程间距。

忙圈猿员圆 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。地表应以槽井探浅钻工程为主，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，也可用坑探工程。管条状和形态极复杂的矿体以坑探为主。若钻探所获地质成果与坑探验证成果相近，不宜投入较多的坑探工作量。坑探以沿脉配合穿脉进行。

忙圈猿员猿 对于风化壳离子吸附型稀土矿床一般采用勘探线与地形相结合的方法，地形较平坦，沟谷不发育时可采用勘探网法；勘探线应尽量垂直山脊走向，当山脊较长且走向变化明显时，应分段取不同方向的勘探线；勘查工程的布置应视矿体在山头、山腰、山脚的分布规律，采用相对均衡的工程间距。地形很复杂的部位，应适当加密控制。

忙圈猿圆 施工原则

应按照由已知到未知，由表及里、由浅人深、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。

忙圈猿猿 勘查各阶段工程间距　密度）

忙圈猿猿员 预查阶段：勘查工程极少，无间距要求。

忙圈猿猿圆 普查阶段：勘查工程是根据验证异常和初步控制矿体的需要布置的有限取样工程，工程间距无明确要求，一般以一至三条剖面稀疏控制矿体。

忙圈猿猿猿 详查阶段：是在普查时对矿体初步查明之后，布置系统取样工程对矿体加以控制。工程间距是根据勘查类型来确定。该工程间距是进行高级别勘查的基本网度，也是计算控制的矿产资源 辕储量的工程密度。

忙圈猿猿源 勘探阶段：是对详查中系统取样工程间距加密后的工程密度是计算探明的矿产资源 辕储量的工程密度。探明的、控制的矿产资源 辕储量其勘查工程间距　密度）相互间原则上成倍数关系，勘查工作程度越高，网度越密。

忙圈猿源 勘查工程的确定

勘查工程间距的确定与矿床勘查类型有关，亦与矿体五种主要地质因素有关。对于

勘查工程数量较多的矿床，可运用地质统计学法、[illegible]法或其他数理方法确定最佳工程间距；对于一般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，应进行不同勘查手段的工程验证，确定最佳工程间距。

[illegible] 工程间距表

在总结我国稀土矿床勘查经验和探采比的基础上，根据矿床的不同勘查类型、不同地质可靠程度的矿产资源[illegible]量，按类比法确定的工程间距列出表[illegible]供参考。勘查方法和手段应根据矿床类型矿体产状和地形条件而定，选择经济的、有效的勘查方法及手段。

表[illegible] 矿床勘查类型工程间距参考表

勘查类型	控制工程间距[illegible]			
	内生矿床		风化壳离子吸附型稀土矿床	
	走向[illegible]	倾向[illegible]	密度[illegible]	网度[illegible]
简单（第[illegible]类型）	[illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]
中等（第Ⅱ类型）	[illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]
复杂（第Ⅲ类型）	[illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]

附　录　阅
资料性附录）
矿体圈定和矿产资源[illegible]储量估算方法

阅[illegible] 矿体的圈定和连接

阅[illegible] 矿体的圈定和连接应在充分研究矿床地质特征、成矿控制因素的基础上，严格按照上级主管部门审批投资者认可下达的工业指标进行。

阅[illegible] 在单项工程中用等于或大于边界品位的样品圈定矿体，小于最低可采厚度而品位较高时，可按米百分值圈定，以该工程为截止点圈连矿体。等于或大于剔除厚度的非矿部分应作夹石单独圈出。

阅[illegible] 在圈定矿产资源[illegible]储量时，单工程中若有连续多个样品大于边界品位而低于最低工业品位，允许带人相当于夹石剔除厚度的样品，其余的应单独圈出作为边际经济资源量。

阅[illegible] 见矿工程间一般用直线连接矿体，在掌握矿体形态变化规律时，可用自然趋势曲线连接，但工程间矿体厚度不应大于相邻两工程实际最大见矿厚度。

阅[illegible] 相邻两工程的平均品位均低于最低工业品位而等于或大于边界品位时，应单独

圈出，计算边际经济资源量。

[illegible] 矿体外推，在有充分依据的情况下，可科学地确定外推长度。当无规律可循时，一般按网度的 [illegible] 尖推或 [illegible] 平推。当采用米百分值时，一般不得外推。

[illegible] 稀土多组分共生矿体，可以任选一个最佳边界品位或综合工业品位圈定矿体。指标由主管部门或投资者下达。

[illegible] 在确定矿体边界的基础上，根据勘查工程的控制程度（即探明的、控制的、推断的和预测的）圈定并划分矿产资源 [illegible] 储量类型。再结合预可行性研究或可行性研究结果，依据 [illegible] 圈定矿产资源 [illegible] 储量分类》标准详细划分并圈出各类型的资源 [illegible] 储量。

[illegible] 矿产资源 [illegible] 储量估算方法

[illegible] 传统矿产资源 [illegible] 储量估算方法

[illegible] 垂直剖面法是在勘探线矿产资源 [illegible] 储量估算剖面图上进行的，其在两勘探线间（或一勘探线的外推部分）按矿体、矿石类型和矿产资源 [illegible] 储量类别及地质上的对应关系来划分矿产资源 [illegible] 储量估算块段，其特点能较好地反映出矿床的地质特征、矿体在三维地质空间沿走向及倾向的变化规律。凡是用勘探网进行勘探的矿床都可以用这一方法来估算矿产资源 [illegible] 储量。

[illegible] 水平断面法和垂直剖面法类似，对于按一定的勘探工程间距，以穿脉、沿脉坑道及坑内水平钻孔为主勘探的矿床，一般采用水平断面法来估算矿产资源 [illegible] 储量。

[illegible] 地质块段法通常在矿体垂直纵投影图或水平投影图上进行，当勘探工程分布不规则，或用垂直剖面法不能正确地反映剖面间矿体的体积变化时；或厚度、品位变化不大的层状或脉状矿体，一般可用地质块段法来估算资源 [illegible] 储量。

[illegible] 地质统计学估算矿产资源 [illegible] 储量的方法

有条件时，应积极采用地质统计学方法估算矿产资源 [illegible] 储量。矿产资源 [illegible] 储量估算应在品位数据结构分析、区域化变量的变异函数计算和研究、正确确定矿产资源 [illegible] 储量估值参数及选择估值方法的条件下进行。

常用的地质统计学估算储量的方法有克里格法、距离反比法、[illegible] 法等。提倡和鼓励运用新技术、新方法。用于估算矿产资源 [illegible] 储量的新方法或新研制的计算机软件必须是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。

[illegible] 法：是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 [illegible] 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，并做了改造。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。

附　录　耘

资料性附录）

稀土精矿、稀土氧化物、稀土化合物质量标准

[illegible] 稀土精矿产品质量标准

稀土精矿共五种，高稀土铁矿石一种，其产品品级、牌号、适应性和标准　参见表 [illegible] 和表 [illegible] 如下：

葬 氟碳铈镧矿精矿 砸酋-砸酋-砸酋八个牌号中的 云 悄葬 耕藻含量由供方提供分析数据，但不做参考依据；

遭 氟碳铈矿—独居石混合精矿质量标准适用于经选矿所得的氟碳铈矿—独居石混合精矿，其中一级品产品杂质 孕 悄葬含量只提供数据，不做考核依据；

糟 独居石精矿质量标准适用于砂矿经选矿干燥后的独居石精矿；

凿 磷钇矿精矿质量标准适用于砂矿经选矿干燥后的磷钇矿精矿；

藻 氟碳铈矿精矿表 耕藻中，以 郧为牌号的是中国稀土公司高品位氟碳铈矿精矿标准，以品级划分产品标准的为包头钢铁稀土公司将含氟碳铈矿、氟碳钙铈矿等为主的原生稀土矿经选矿富集得到的稀土精矿标准，专供出口国际市场用。

表 耕藻 稀土精矿产品质量标准

精矿名称	产品品级或牌号	ω 砸酋（不小于）豫	ω 配分）（不小于）豫					ω 杂质）（不大于）豫				
	牌号							云	耕藻	孕	悄葬	耕藻
氟碳铈镧矿精矿	砸园愿	远愿						苑	园缘	员	不规定	不规定
	砸园源	远源										
	砸园圆	远圆										
	砸园缘	缘缘										
	砸酋圆	缘圆										
	砸园缘	源缘										
	砸园源	源圆										
	砸园藻缘	猿缘								员		
	砸园藻圆	猿圆										
氟碳铈矿—独居石混合精矿	品级							云	孕	悄葬	耕藻	
	一级品	远圆						苑		缘	缘	苑
	二级品	缘缘						苑				怨
	三级品	缘圆						苑				员
	四级品	源缘						愿				员
	五级品	源圆						怨				员
	六级品	猿缘						员				员
	七级品	猿圆						员				员
独居石精矿	品级	砸酋-砸酋-砸酋							耕藻	在酋	猿酋	
	一级品	远猿圆							员圆	员缘	圆缘	
	二级品	远猿圆							员缘	圆圆	猿圆	
	三级品	远圆圆							圆 缘	圆缘	猿缘	
	四级品	缘猿圆							猿圆	猿圆	源缘	

续表

精矿名称	产品品级或牌号	ω（碳酸钙）不小于）豫	ω（配分）不小于）豫					ω（杂质）不大于）豫			
磷钇矿精矿	品级	再						耗	在	在	
	一级品	猿						猿	员	源	
	二级品	猿						缘	员	缘	
	三级品	圆						苑	员	缘	
	四级品	圆						怨	圆	远	
	五级品	圆						员	圆	远	
氟碳铈矿精矿	牌号						耗			怀	
	悦原员	远					园	愿		远	远
	悦原圆	缘					园	愿		愿	员
	悦原猿	缘					园	员		愿	员
	品级										
	一级品	远	园	源	员	缘	园	愿			
	二级品	缘	园	源	员	缘	园	愿			
	三级品	缘	园	源	员	缘	园	愿			
	四级品	猿	园	源	员	缘	园	愿			

耗园园高稀土　铁矿石质量标准

表 耗园园适用于供冶炼稀土富渣的高稀土铁矿石；需方若对高稀土铁矿石中的 [illegible] 云等有特殊要求时，由双方商定；高稀土铁矿石的粒度为 园毫米~ 圆园园毫米，其中大于 圆园园毫米的不超过 员园豫。

表 耗园园　高稀土铁矿石质量标准

矿石名称	品级	化学成份	
		ω（碳酸钙）豫	ω（[illegible]）豫
高稀土铁矿石	特级品	≥员园爱圆	≥圆原
	一级品	≥怨爱圆	≥圆原
	二级品	苑爱圆≥	≥圆原

耗园猿　高钇和富铕混合稀土氧化物质量标准高钇和富铕混合稀土氧化物质量标准参见表 耗园猿

表 高钇和富铕混合稀土氧化物质量标准

级别	ω（稀土总量）（不小于）/%	高钇混合稀土氧化物				富铕混合稀土氧化物			
		产品牌号	ω（配分）不少于/%	ω（杂质）（不大于）/%		产品牌号	灼烧（配分）不小于/%		ω（杂质）不大于/%
			再生	钍	铁		轻稀土	再生	铁
特级	99	特 钇	90	0.1	0.05	特 铕	99		0.05
		特 钇	95	0.1	0.05	特 铕	99	95	0.05
		特 钇	95	0.1	0.05	特 铕	99	95	0.05
		特 钇	95	0.1	0.05	特 铕	99	95	0.05
		特 钇	95	0.1	0.05	特 铕	99	95	0.05
						特 铕	99	95	0.05
一级	99	Ⅰ 钇	90	0.1	0.05	Ⅰ 铕	99	90	0.05
		Ⅰ 钇	95	0.1	0.05	Ⅰ 铕	99	95	0.05
		Ⅰ 钇	95	0.1	0.05	Ⅰ 铕	99	95	0.05
		Ⅰ 钇	95	0.1	0.05	Ⅰ 铕	99	95	0.05
		Ⅰ 钇	95	0.1	0.05	Ⅰ 铕	99	95	0.05
						Ⅰ 铕	99	95	0.05
二级	99	Ⅱ 钇			0.05	Ⅱ 铕	99	90	0.05
		Ⅱ 钇			0.05	Ⅱ 铕	99	95	0.05
		Ⅱ 钇			0.05	Ⅱ 铕	99	95	0.05
		Ⅱ 钇			0.05	Ⅱ 铕	99	95	0.05
		Ⅱ 钇			0.05	Ⅱ 铕	99	95	0.05
						Ⅱ 铕	99	95	0.05

注：产品牌号‘悦’表示富集物。

表 再生配分档次：90%、95%、95%、95%）0.1%、0.05%、0.05%、参考化学成分，配分：轻稀土99%～99%；钍0.1%～0.1%；铁0.05%～0.05%；氧化钇90%～95%；氧化铕90%～95%；氧化钆90%～95%；氧化铽90%～95%；氧化镝90%～95%；氧化钬90%～95%；氧化铒90%～95%；氧化铥90%～95%；氧化镱90%～95%；氧化镥90%～95%

表 分组稀土氧化物富集物

共四种分组氧化物富集物，其产品牌号，标准适用性和标准参见表 表 表 和表 表 铈铕氧化物富集物

从离子吸附型稀土矿中提取制得的镧铈氧化物富集物、供深加工和冶金、农业微肥、石油催化剂等用。其产品化学成分应符合表 规定。

表 耘圆源　镧铈氧化物富集物质量标准

产品牌号	化学成分			
	不小于			不大于
	ω（砸耘圆源）豫	ω（镧铈辕砸耘圆源）豫	ω（钕镨辕砸耘圆源）豫	ω（杂质总量）豫
悦耘圆源	愿猿	愿缘	员园	员园
悦耘圆缘	愿猿	苑园	员园	员园
注：如需方对产品质量有特殊要求时，由双方议定。				

耘圆源圆　错钕氧化物富集物

从离子吸附型稀土矿中提取制得的镨钕氧化物，供深加工和玻璃、陶瓷、磁性材料等用。其产品化学成分应符合表 耘圆缘规定。

表 耘圆缘　错钕氧化物富集物质量标准

产品牌号	化学成分				
	不小于			不大于	
	ω（砸耘圆源）豫	ω（钕辕镨辕砸耘圆源）豫	ω（镨辕钕辕砸耘圆源）豫	ω（杂质总量）豫	ω（氧化钕辕镨辕钕辕砸耘圆源）豫
悦耘圆源悦	怨猿	员猿	苑园	员园	员
悦耘圆源缘	怨缘	员缘	远园	员园	员
糟耘圆源远	怨园	员园	远园	员园	
注：如需方对产品质量有特殊要求时，由双方议定。					

耘圆源猿　钐铕钆氧化物富集物

从离子吸附型稀土矿中提取制得的钐铕钆氧化物富集物，供深加工和磁性、荧光材料及电子工业等行业用。其产品化学成分应符合表 耘圆苑规定。

表 耘圆苑　钐铕钆氧化物富集物质量标准

产品牌号	化学成分				
	不小于				不大于
	ω（砸耘圆源）豫	ω（氧化钐辕砸耘圆源）豫	ω（氧化铕辕砸耘圆源）豫	ω（氧化钆辕砸耘圆源）豫	ω（杂质总量）豫
悦泽氧化钐铕钆园原圆	怨缘	猿园	员园	猿园	员

续表

产品牌号	化学成分				
	不小于				不大于
	ω（REO）/%	ω（Nd2O3/TREO）/%	ω（Eu2O3/TREO）/%	ω（Tb4O7/TREO）/%	ω（Fe2O3）/%
离子吸附型稀土矿原矿	90	20	0.5	3.0	0.5
离子吸附型稀土矿混合稀土氧化物	95	20	0.5	3.0	0.5
注：如需方对产品质量有特殊要求，由双方议定。					

7.2.2.1　重稀土氧化物富集物

从离子吸附型稀土矿中提取制得的重稀土氧化物富集物，供深加工和冶金等用。其产品化学成分应符合表 7.2.2.1 规定。

表 7.2.2.1　重稀土氧化物富集物质量标准

产品牌号	化学成分			
	不小于		不大于	
	ω（REO）/%	ω（Nd2O3/TREO）/%	ω（[Ce2O3+La2O3+Pr6O11+Nd2O3]/TREO）/%	ω（Fe2O3）/%
离子吸附型稀土矿原矿	90	5	5	0.5
离子吸附型稀土矿混合稀土氧化物	90	5	5	0.5
离子吸附型稀土矿原矿	90	10	5	0.5
离子吸附型稀土矿混合稀土氧化物	90	10	5	0.5
注：如需方对产品质量有特殊要求时，由双方议定。				

7.2.2.2　其他稀土化合物的质量标准

其他稀土化合物的质量标准参见表 7.2.2.2

表 耘题愿　其他稀土化合物质量标准

产品名称	牌号	ω　住要成分）不小于）豫	ω　非稀土杂质）不小于）豫	技术标准
氯化稀土	砸赵月原愿	砸蔚驯愿	孜韵源圆园砸愿、云藕韵猿园砸愿范月藕均垣彩雕约约园愿忧藕均西丘津约猿园砸圆孕韵猿缘约园砸愿。	则月窥愿原愿源
	砸赵灌原缘	砸蔚驯缘		
	砸赵灌原愿	砸园愿愿、忧藕韵圆配分 源缘	孜韵圆园砸愿猿晕月忧灌约员愿猿、源圆园	则月窥愿原愿源
	砸赵灌原缘	砸园愿缘、忧藕韵圆配分 源缘		
富　镧氯　化稀土	猿原造	砸蔚驯愿		甘 匝辖耘月再迂酝原愿源
	缮韩灌原造	缮藕韵猿配分 源园		沪 匝辖耘月迂酝原愿缘
	猿原圆	砸蔚驯缘		甘 匝辖耘月再迂酝原愿源
	员渐灌原圆	缮藕韵猿配分 源园		沪 匝辖耘月迂酝原愿缘
	缘原员	砸园愿缘、耘藕韵猿园愿缘、园愿赋源	甘 匝辖耘月再迂酝原愿源	
	缘原圆	砸园愿缘、耘藕韵猿园愿赋缘、园愿赋怨		
	缘原猿	砸园愿缘、耘藕韵猿园愿圆		
碳酸稀土	砸云圆　忧韵猿　灶乙藕韵原员	砸蔚劳园	孕藕韵猿约园愿缘孜藕韵圆约园愿缘忧藕约员愿圆孜韵原圆约园愿员	甘 匝辖耘月再迂酝原愿源
	砸云圆　忧韵猿　灶乙藕韵原圆	砸蔚驯园		
硝酸稀土	圆月原员	砸蔚驯愿		甘 匝辖耘月再迂酝月原愿源
镨钕富集物	员缘原员	晕藕韵猿配分 愿园		匝辖耘月再迂酝缘原愿源
	员缘原圆	晕藕韵猿配分 苑缘		
	员缘原猿	晕藕韵猿配分 远缘		
钐铕钆富集物	员源原员	耘藕韵猿园		甘 匝辖耘月再迂酝原愿源
	员源原圆	耘藕韵猿愿		
	砸云原员	耘藕韵猿愿		匝月赵原酝月原愿猿

续表

产品名称	牌号	ω（主要成分）/%，不小于	ω（非稀土杂质）/%，不小于	技术标准
氢氧化稀土	一等品	99.5	0.5	GB/T 18114.2—2010
	合格品	98.5		
氟化稀土	99.99%REF3	99.99	0.01	GB/T 18116—2010
	99.95%REF3	99.95	0.05	
	99.9%REF3	99.9	0.1	GB/T 18116—2010
	“99”REF3	99	1	GB/T 18116—2010
	“95”REF3	95	5	GB/T 18116—2010
	“90”REF3	90	10	GB/T 18116—2010
错黄	一级品	99.5	0.5	GB/T 18116—2010

附　录　A
（资料性附录）
稀土矿石的选矿工艺、物理技术性能

A.1　稀土矿石类型

据稀土矿床中其他有用组分是否符合工业指标、矿床规模是否在小型以上（含小型）及被利用的程度，可将稀土矿石分为单一稀土矿石、共生稀土矿石；按稀土的赋存状态，分为内生型稀土矿石、离子吸附型矿石；按风化程度，可分为全风化稀土矿石、半风化稀土矿石、原生稀土矿石。

A.2　稀土矿石的选矿工艺、物理技术性能

稀土的回收技术主要有浮选法、重选法、磁选法和联合工艺法等。影响稀土回收的主要因素有稀土元素的赋存状态，稀土矿物的结构、构造、嵌布特征、脉石矿物的种类和特征等。依据获得稀土精矿产品的回收率高低，矿石可选性可分为易选、较易选、较难选和难选。

A.3　内生型稀土矿石和风化壳离子吸附型稀土矿石

A.4　内生型稀土矿石

A.5　单一稀土矿石的特征和选矿性能

示例：郴山矿

葬 原生石英重晶石碳酸岩脉型稀土矿石

试样中含稀土氟碳酸盐矿物 [illegible]（氟碳铈矿为主，氟碳钙铈矿次之）；菱钙铈钠矿、碳酸锶铈矿、铈磷灰石、独居石、褐帘石等占 [illegible]；碳酸盐、重晶石、石英等占 [illegible]；少量白云母、萤石、长石、霓辉石、钠铁闪石、黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、钻石、富钠烧绿石等。氟碳铈矿粒径 [illegible]～[illegible]，其中 [illegible]～[illegible]的占 [illegible]。矿石稀土品位 [illegible]［[illegible]］[illegible]，主要为稀土单矿物，呈分散状态的稀土极少。经矿石浮选稳定性试验，获稀土精矿，产率为 [illegible]，含 [illegible] [illegible]，[illegible]回收率为 [illegible]；尾砂含 [illegible]。矿石较易选。

遭 弱风化石英重晶石碳酸岩脉型稀土矿石

试样中稀土矿物含量为 [illegible]，主要为氟碳铈矿、氟碳钙铈矿，次之为风化稀土；风化矿物含量为 [illegible]，有赤铁矿、褐铁矿、软锰矿、硬锰矿、水针铁矿、铅矾、铅铁矿等。含石英、蛋白石、玉髓 [illegible]，含重晶石 [illegible]，少量长石、云母、黄铁矿、方铅矿、金红石、电气石等。矿石稀土品位 [illegible]［[illegible]］[illegible]。采用浮选工艺对矿石进行可选性试验，磨矿细度 [illegible]占 [illegible]，经一次粗选、两次扫选、一次精选，获稀土精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible]回收率 [illegible]，重晶石精矿，含 [illegible]以上；尾矿含 [illegible]。矿石易选。

糟 原生稀土矿石

取含矿片麻岩、含矿正长岩、石英重晶石碳酸岩稀土矿石按比例和质地均匀性组合成试样。矿石含稀土矿物 [illegible]（以氟碳酸盐稀土矿物为主，独居石次之），长石 [illegible]，石英 [illegible]，方解石 [illegible]，辉石与闪石 [illegible]，云母 [illegible]，重晶石 [illegible]，其他为萤石、赤铁矿、褐铁矿、黄铁矿等。矿石稀土品位 [illegible]［[illegible]］[illegible]，氟碳铈矿 [illegible]占 [illegible]，独居石 [illegible]占 [illegible]，氟碳铈矿粒径大于 [illegible]的占 [illegible]。采用浮选工艺对矿石进行可选性试验，磨矿细度 [illegible]占 [illegible]，经一次粗选、两次精选，获稀土精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible]回收率 [illegible]。矿石较易选。

凿 弱风化稀土矿石

试样取自地表，组合条件同 [illegible]。矿石中含稀土矿物 [illegible]（氟碳铈矿占 [illegible]，独居石占 [illegible]），长石 [illegible]，石英 [illegible]，方解石与重晶石 [illegible]，云母 [illegible]，辉石与闪石 [illegible]，赤铁矿与褐铁矿 [illegible]，其他为磁铁矿、黄铁矿、萤石等。矿石稀土品位 [illegible]［[illegible]］[illegible]，氟碳铈矿粒径大于 [illegible]的占 [illegible]。采用浮选工艺对矿石进行可选性试验，磨矿细度 [illegible]占 [illegible]，经一次粗选、一次精选，以石蜡皂加煤油作捕收剂，获稀土精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible]回收率 [illegible]；采用重选—磁选工艺，获稀土精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible]回收率 [illegible]。矿石较难选。

示例 [illegible] 牦牛坪矿

葬 原生霓石碱长花岗岩型稀土矿石

试样中含稀土矿物 [illegible]，以氟碳铈矿为主，极少量独居石、硅钛铈矿、磷钇矿、褐帘石等，脉石矿物主要为长石、石英、霓辉石、重晶石，少量黑云母、磷灰石、钠铁

闪石、萤石，金属矿物有少量褐铁矿、赤铁矿、磁铁矿、锐钛矿等。氟碳铈矿粒径 [illegible] 的占 [illegible]，矿石含 [illegible]。采用重选—浮选工艺对矿石进行可选性试验，磨矿细度 [illegible] 占 [illegible]。获稀土精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible] 回收率 [illegible]；尾矿含 [illegible]。矿石较易选。

遭 原生稀土矿石

试样由牛风化的伟晶状重晶霓辉石型、方解石碳酸岩型　含 酮澡 孕遭 尸蚤、霓石碱长花岗岩型三种稀土矿石组成。混合样比例分别为 [illegible]、[illegible]、[illegible]。矿石含稀土矿物 [illegible]（以氟碳铈矿为主），方铅矿 [illegible]，重晶石 [illegible]，脉石矿物主要为长石、石英、方解石、钠铁闪石、霓辉石、黑云母等。矿石含稀土　[illegible]，以稀土单矿物为主，其稀土　[illegible] 占 [illegible]，除氟碳铈矿外，尚含极少量氟碳钙铈矿、硅钛铈矿、磷钇矿。重晶石中的稀 依　[illegible] 占 [illegible]，其他脉石矿物中的稀土　[illegible] 占 [illegible]。稀土矿物粒径大于 [illegible] 的占 [illegible]。采用重选—浮选工艺对矿石进行小型选矿工艺试验，磨矿细度 [illegible] 占 [illegible]，重选粗选，中矿再选的合并稀土粗精矿用浮选，以一次粗、中矿返回粗选，一次精选，获稀土精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible] 回收率 [illegible]；重晶石精矿产率为 [illegible]，含 [illegible]，[illegible] 回收率为 [illegible]；尾矿含 [illegible]。采用浮选工艺，用第二药制剂，获稀土精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible] 回收率 [illegible]；重晶石精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible] 回收率为 [illegible]；尾矿含 [illegible]。两种工艺表明，矿石较易选。

示例 [illegible] 白云鄂博主东矿

葬 铁矿下盘原生白云岩型稀土矿石

试样中稀土矿物以独居石为主　含 [illegible]），次为氟碳铈矿　含 [illegible]），另含赤铁矿 [illegible]，磁铁矿 [illegible]，少量钥铁矿；脉石矿物主要为白云石和铁染白云石。稀土矿物粒径一般小于 [illegible]。矿石含 [illegible]，ω　[illegible]）为 [illegible]。采用重选—浮选工艺对矿石进行可选性试验，获稀土精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible] 回收率 [illegible]；含铌铁精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，含 [illegible]，含 [illegible]，[illegible] 回收率 [illegible]，[illegible] 回收率 [illegible]，[illegible] 回收率 [illegible]。矿石较易选。

遭 铁矿上盘原生白云岩型稀土矿石

矿石特征与下盘白云岩相似，[illegible] 含量为 [illegible]。稀土矿物以氟碳铈矿为主，稀土　[illegible] 占 [illegible]，独居石稀土　[illegible] 占 [illegible]。矿物粒径小于 [illegible] 的占 [illegible]。采用浮选工艺对矿石进行可选性试验，磨矿细度 [illegible] 占 [illegible]，获稀土精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible] 回收率 [illegible]；含钢铁精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible] 回收率 [illegible]。矿石较易选。[illegible] 共生稀土矿石的特征和选矿性能

示例 员: 白云鄂博主东矿

葬 原生铁铌稀土矿石

由矿区各种类型矿石组成平均试样，稀土矿物主要为氟碳铈矿，次为独居石；铁矿物主要为赤铁矿，次为磁铁矿，少量针铁矿；含铌矿物有铌铁矿、烧绿石、易解石、钛铁金红石；脉石矿物有萤石、钠辉石、钠闪石、氟磷灰石、蒙脱石和少量石英、重晶

石、方解石、金云母。氟碳铈矿与独居石的比为 远 源 氟碳铈矿的粒径为 [illegible]~[illegible]，独居石为 [illegible]~[illegible]，多数小于 [illegible]。矿石含 [illegible]~[illegible]，[illegible]~[illegible]，[illegible]~[illegible]，[illegible]~[illegible]。采用浮选—选择性团聚分选工艺对矿石进行最佳化选矿试验，获稀土精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible]回收率 [illegible]；铁精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible]回收率 [illegible]；萤石精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible]回收率 [illegible]。采用手弱磁选—浮选—强磁选—浮选工艺，获稀土精矿产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible]回收率 [illegible]；铁精矿，含 [illegible]，[illegible]回收率 [illegible]；萤石精矿，含 [illegible]，[illegible]回收率 [illegible]。两种工艺表明，矿石稀土较难选至难选。

遭 氧化铁铌稀土矿石

试样由氧化萤石型、钠辉石型、钠闪石型、白云石型、云母型矿石按比例组成。矿石含氟碳锦矿 [illegible]~[illegible]，独居石 [illegible]~[illegible]，含磁铁矿、亦铁矿、假象一半假象赤铁矿、褐铁矿共计 [illegible]~[illegible]，含萤石 [illegible]~[illegible]和少量铌铁矿。脉石矿物有钠辉石、钠闪石、长石、石英、白云母、方解石、黑云母、金云母、重晶石等。矿石含 [illegible]~[illegible]，[illegible]~[illegible]，[illegible]~[illegible]。采用弱磁选、强磁选—浮选工艺对矿石进行选矿试验，磨矿细度 [illegible]占 [illegible]~[illegible]，获稀土精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible]回收率 [illegible]；稀土 次）精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible]回收率 [illegible]；铁精矿，产率 [illegible]~[illegible]，含 [illegible]，[illegible]回收率 [illegible]~[illegible]。矿石稀土较难选。

示例 圆 庙娅矿

葬 原生碳酸盐化正长斑岩型铌稀土矿石

试样中稀土矿物以独居石为主，含量 [illegible]，含氟碳铈矿 [illegible]；金属矿物有铌铁矿 [illegible]，铌金红石 [illegible]，磁黄铁矿、黄铁矿 [illegible]，褐铁矿 [illegible]，少量赤铁矿、闪锌矿、黄铜矿、铜蓝等；脉石矿物有钾长石 [illegible]~[illegible]，方解石、白云石 [illegible]，钠长石 [illegible]，绢云母 [illegible]~[illegible]，磷灰石 [illegible]，石英 [illegible]。主要有用组分粒径：氟碳铈矿 [illegible]~[illegible]，铌铁矿 [illegible]~[illegible]，铌金红石 [illegible]~[illegible]。矿石含 [illegible]，[illegible]，[illegible]，[illegible]，[illegible]。采用浮选—重选—磁选工艺对矿石进行选矿试验，磨矿细度 原 [illegible]目占 [illegible]，获稀土精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible]回收率 [illegible]；铌精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible]回收率 [illegible]；硫精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible]回收率 [illegible]；磷精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]~[illegible]。[illegible]回收率 [illegible]。矿石稀土较易选。

遭 原生含碳方解石碳酸岩型铌稀土矿石

试样中有一定数量的正长斑岩和白云岩碳酸盐岩等矿石。稀土矿物以氟碳铈矿为主，含量 [illegible]~[illegible]，含氟碳钙铈矿少于 [illegible]，含独居石小于 [illegible]；金属矿物褐铁矿 [illegible]，黄铁矿、白铁矿 [illegible]，少量铌铁矿、铌金红石、β—褐钇铌矿、方铅矿、闪锌矿、软锰矿；脉石矿物中方解石、铁白云石、白云石占 [illegible]，绢云母 [illegible]，钾长石 [illegible]，石英 [illegible]，钠长石、磷灰石、萤石、黑云母等 [illegible]。氟碳铈矿粒径 [illegible]~[illegible]，[illegible]以上呈集合体，粒径 [illegible]~[illegible]。矿石含 [illegible]，[illegible]，[illegible]。

采用重选—浮选一重选—磁选工艺对矿石进行可选性试验，获稀土精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible] 回收率 [illegible]；铌精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，[illegible] 回收率 [illegible]；硫精矿，产率 [illegible]，含 [illegible]，硫回收率 [illegible]。矿石稀土较难选。

[illegible] 风化壳离子吸附型稀土矿石

[illegible] 矿石特点

该类矿石，主要为全风化型，其次为半风化型。矿石主要由高岭石、埃洛石等粘土矿物 [illegible] 和石英、钾长石、云母等残留岩矿物和少量难风化稀土矿物、副矿物组成；矿石结构松散，湿度较大，渗透性能一般较好。

[illegible] 矿石的选矿性能

原地浸提稀土工艺：在详查、勘探阶段，在有条件进行‘原地浸析法开采”时做扩大性试验规模，并研究其开采技术条件。由湿法原地提取离子型稀土不论选用哪种提取剂，不论规模大小、品位高低，其主要的提取工艺程序都是：提取过滤、澄清除去杂质、分离提纯稀土、产品和废液处理等，目前生产多采用 [illegible] 提取工艺。离子型稀土矿床的‘原地浸提稀土工艺”，是近年来我国稀土矿床地质勘查和选冶工艺的新技术、新工艺，它是一种成本低、产量大、经济效益好，而且它是社会效益和环境生态效益高的新的提取稀土新工艺，它克服了过去‘他浸工艺”的‘搬山运动”及环境生态效益差的缺点。新工艺要进一步研究和推广。一般混合稀土氧化物，其质量要求是：[illegible]、[illegible]）[illegible]、[illegible]）[illegible]，供参考。该类矿石属易采选矿石。

对离子型稀土矿床的勘查必须对未来开采的水土保持、环境保护提出相应的评价意见和保护措施。

附　录　[illegible]

[illegible]资料性附录）

稀土元素的性质和用途

[illegible] 稀土元素的分组

稀土元素是元素周期表中第[illegible]族的 [illegible]个元素总称，即 [illegible]系元素 [illegible] 和钇 [illegible]。

根据文献资料，稀土元素的分组有以下两种：二分组，即铈组和钇组，铈组稀土 [illegible]，用∑[illegible]表示，称轻稀土 [illegible] 组）或铈族稀土 [illegible] 组），钇组稀土 [illegible]，用∑[illegible]表示，称重稀土 [illegible] 组）或钇族稀土 [illegible] 组）；三分组：即轻稀土组、中稀土组和重稀土组。由于研究对象与内容不同，通常有下面三种分法：

轻稀土组 [illegible] 另一分组相同），用 [illegible]表示。

中稀土组 [illegible]，用 [illegible]表示。

重稀土组 [illegible]，用 [illegible]表示。

[illegible] 稀土的性质和用途

[illegible] 稀土的性质

稀土是典型的金属，银白色或灰色，金属光泽，硬度较大，导电性不良，具延展性。稀土元素化学性质活泼，其活泼性仅次于碱土金属。常温下，稀土金属需保存在煤

油中。按稀土金属的活泼性次序排列，由镧一镥递减，即镧最活泼。

轻稀土金属燃点很低，如铈为 [illegible]，镨为 [illegible]，钕为 [illegible]，并在燃烧时放出大量的热。

稀土能与许多元素化合。当和氧作用时，一般生成稳定性很高的 [illegible] 型氧化物，与水作用可放出氢气，与酸作用反应更激烈，但与碱几乎不发生反应。

稀土及其合金具有大量吸氢的能力，如期镍合金 [illegible] 是良好的储氢材料。

[illegible] 稀土的用途

稀土最早的应用局限于汽灯纱罩、打火石、电弧碳棒、玻璃着色等。随着科学技术的发展人们逐渐认识了稀土的性质，使其应用领域日益广泛，用量逐渐扩大，以至成为现代工业的重要物质：

[illegible] 冶金工业：稀土元素可作合金剂、还原剂、去硫脱氧剂等，在冶炼钢铁时加入少量稀土氧化物，可净化钢铁中杂质，改变其物理化学性能；

[illegible] 石油化工工业：催化裂化是炼油工业中重要的加工方法，原油直接蒸馏仅得 [illegible] 汽油，而稀土裂化取得的汽油可达原油的 [illegible]，还可产出丙烯、丁烯等重要化工原料；

[illegible] 玻璃陶瓷工业：稀土在玻璃陶瓷中的应用，近年发展较快。铈、镨、钕、铒等稀土可做玻璃的脱色剂和着色剂，制成的玻璃器具，具有透明度高，色彩鲜艳的特点；稀土在陶瓷制作中可作釉料，使陶瓷产品具有呈色均匀、光泽明亮、鲜艳柔和的特点。稀土还可制作特种陶瓷如热敏电阻器、光电陶瓷等；

[illegible] 电气工业：钇、铽、铥等可制造最新式电子计算机中存储数码的记忆装置；铕、钇、钆、铽等稀土氧化物具有发光效率高、色彩鲜艳、稳定性好的特性，既是制造探照灯、弧光灯、电机等零件的重要原料，也是制造彩色电视机、高强度照明用红色荧光粉、投影电视白色荧光粉的荧光材料。在目前研究开发利用的超导领域，稀土也是重要的材料之一，如钇钡铜氧系、镧铜系超导材料离不开稀土；[illegible] 原子能工业：钇具有中子俘获截面小比重轻，可做核反应堆的结构材料；而钐、铕、钆的中子俘获截面大，可做核反应堆的控制棒或停堆棒，还可做屏蔽材料。此外，稀土在农业、医药、轻纺、环保等领域也有广泛用途。[illegible] 稀土元素的地球化学特征

稀土元素的主要地球化学参数见表 [illegible]

表 [illegible] 稀土元素的主要地球化学参数表

原子序数	元素名称	原子量	电子构式	电负性	地壳中重量克拉克值 [illegible]	常见价态	离子半径 10 原 10 皂	能量系数	离子电位	配位数	在自然界的同位数
[illegible]	镧	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

续表

原子序数	元素名称	原子量	电子构式	电负性	地壳中重克拉克值	常见价态	离子半径	能量系数	离子电位	配位数	在自然界的同位数
缪	铈	员辰圃缘	源缪圃元	员圃缘	源袁	垣袁 垣原	员圃圆源 猿圃圆	澜圃园 苑圃园	圆圃园 澜圃缘	远圃原 远	员源元 恍藻员源 恍藻员园 恍藻员园恍藻
缪	镨	员辰圃园愿	源袁缪圃元	员员	缪苑	垣袁 垣原	员圃员源 园圃园	澜圃原 苑圃袁	圆圃元 澜圃原	远圃元	员源马则
远园	钕	员猿圃原	源袁缪圃元	员员	圆元	垣原 垣袁	园圃缘	澜圃缘	猿圃园	远圃原	员园 晕凿 员源 晕凿 员源 晕凿 员源 晕凿 员元 晕凿 员源 晕凿 员园 晕凿
远员	钷	员苑	源袁缪圃元	员员		垣袁	园圃怨	澜圃元	猿圃元	远圃原	员源马皂
远园	钐	员猿圃元	源袁缪圃元	员员	远苑	垣圆 垣袁	园圃源	澜圃原	猿圃造	远圃原	员源 皂 员源 皂 员源 皂 员源 皂 员园 皂 员园 皂 员源 皂
远袁	铕	员猿圃缘	源袁缪圃元	员员	员园	垣圆 垣袁	员圃怨 园圃轧	员圃愿 澜圃怨	员圃袁 猿圃元	愿圃员 远圃原	员源 糕 员源 痣
远源	钆	员缘圃缘	源袁缪圃元	员员	远苑	垣圆 垣袁	园圃愿	澜圃怨	猿圃园	愿圃原	员园 员凿 员源 员凿 员缘 员凿 员源 员凿 员苑 员凿 员源 员凿 员园 员凿
远缘	铽	员猿圃园缘	源袁缪圃元	员园	员园	垣袁 垣原	园圃原	澜圃员 苑圃袁	猿圃缘 澜圃元	远圃原	员源 糟
远远	镝	员垣圃园轧	源袁缪圃元	员园	澜圃员	垣袁	园圃垣愿	澜圃园	猿圃轧	远圃原	员源 闷增 员源 闷增 员园 闷增 员源 闷增 员园 闷增 员袁 闷增 员源 闷
远苑	钬	员远圃缘轧	源袁缪圃元	员园	员原	垣袁	园圃愿原	澜圃袁	猿圃元	远圃原	员源 马韵
远源	铒	员苑圃园元	源袁缪圃元	员园	圆苑	垣袁	园圃愿员	澜圃原	猿圃员	远	员园 耘则 员源 耘则 员元 耘则 员苑 耘则 员源 耘则 员园 耘则
远怨	铥	员源圃缘源	源袁缪圃元	员园	园袁	垣袁	园圃愿怨	澜圃缘	猿圃缘	远	员源 耘皂

续表

原子序数	元素名称	原子量	电子构式	电负性	地壳中重量克拉克值	常见价态	离子半径	能量系数	离子电位	配位数	在自然界的同位数
57	镧	138.91	$5d^1 6s^2$	1.08	3.9×10⁻⁵	+3	1.061	0.71	2.83	12	再查
58	铈	140.12	$4f^1 5d^1 6s^2$	1.08	7.9×10⁻⁵	+3 +4	1.034 0.92	0.71	2.90 4.35	12	再查
59	镨	140.91	$4f^3 6s^2$	1.07	9.2×10⁻⁶	+3	1.013	0.71	2.96	12	再查
60	钕	144.24	$4f^4 6s^2$	1.07	3.8×10⁻⁵	+3	0.995	0.71	3.02	12	再查

葬“电负性”引自　他球化学表》，科学出版社，1982年。

遭引自高等学校教材　他球化学》黎彤值，地质出版社，1990；其他引自陈德潜、陈刚　实用稀土元素地球化学》冶金工业出版社，1990年。

镧系元素在地壳中的分布量从镧到镨呈波浪式下降的趋势，这与它们的稳定性大小有关。镧系元素还有一特殊现象——“镧系收缩”，即随原子序数的增加，三价离子半径从镧到镨随之缩小，这为镧系元素的分离工艺提供了依据。镧系元素的碱性从镧到镨也逐渐降低，这是其在自然条件下发生分馏作用的主要原因。

稀土元素在地壳中的平均丰度值约为 1×10⁻⁴。在各类岩石中的分布见表 1-1-1。花岗岩和碱性岩是稀土的主要母岩，各类稀土矿床均与其密切相关。稀土是典型的亲石元素，与其地球化学性质相近的元素有 钪、钇、锆、铌、钽、铪、铍、铀、钍、锂、铷、铯、铅、锶、钡等，它们常发生类质同象置换。

表 1-1-1　稀土在各类岩石中的丰度

岩石类型	ω（稀土）/%
碱性岩	0.03
花岗岩	0.02
中性岩	0.015
基性岩	0.007
超基性岩	0.001

在自然条件下，稀土多呈三价状态，形成 [illegible] 型化合物，钐、铕、镱可还原呈二价状态，它们可置换钙、铅、锶而存在于斜长石、萤石、磷氯铅矿和菱锶矿中。铈、铽、镨在表生条件下可氧化呈四价状态，形成方铈石等配合物是稀土元素迁移的最主要形式。

稀土元素在地壳中主要以参加矿物的晶格和类质同象置换形式赋存于岩石、矿石）物中。在岩浆作用中稀土元素趋向于晚期富集。在伟晶作用中，不同成因类型的伟晶岩、稀土元素的富集特点不同。在气成热液阶段，稀土元素主要聚集于钠长岩和碳酸岩中，形成重要的稀土矿床。在热液作用阶段，稀土主要呈复杂的碳酸盐配合物被碱性溶液搬运。在表生作用下，稀土元素一般不大容易较长距离迁移，多为就地富集。在某些沉积岩中稀土含量偏高，如在磷块岩中为 [illegible] ~ [illegible]，但未见稀土独立矿物，稀土含量与磷具同步消长关系，稀土可能呈类质同象置换胶磷矿中的钙而赋存在胶磷矿的品格中。在变质作用中，稀土也可能富集成矿。

附　录　勻
资料性附录）
稀土矿主要矿物及矿床类型

勻[illegible]　稀土元素在自然界的存在形式及主要矿物

稀土元素在自然界的存在形式有下列三种：独立矿物、类质同象、离子状态。三种存在形式都有可能富集成具有工业价值的矿床。

勻[illegible]　主要矿物

自然界的稀土矿物种类繁多。据统计，稀土独立矿物约 [illegible] 种，加上含稀土矿物合计超过 [illegible] 种。在我国务类稀土矿床中，主要的稀土矿物 [illegible] 余种，共分四类　表勻[illegible]。

表 勻[illegible]　我国稀土矿床中主要稀土矿物表

分类	矿物名称	英文名称	化学分子式	憎 [illegible] 辖	
				分析值	理论值
碳酸盐、氟碳酸盐	氟碳铈矿	[illegible]	悄藻［[illegible]］云	[illegible]	[illegible]
	氟碳钙铈矿遭	[illegible]	悄[illegible]［[illegible]］[illegible]	[illegible]	[illegible]
	氟碳钡铈矿遭	[illegible]	[illegible] 悄藻 [illegible] [illegible]	[illegible]	[illegible]
	直氟碳钙钇矿葬	[illegible]	再 阅赠 悄葬 [illegible]	[illegible]	
	黄河矿遭	[illegible]	[illegible] 悄藻 遭 晕 [illegible]	[illegible]	[illegible]
	镧石	[illegible]	悄[illegible] [illegible] ·愿[illegible]	[illegible]	[illegible]
	碳钙铈矿糟	[illegible]	悄藻 悄葬 [illegible] 测［[illegible]］·勻[illegible]	[illegible]	
	碳铈钠石遭	[illegible]	[illegible] 测 [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]	[illegible]	
磷酸盐	独居石	[illegible]	悄藻 [illegible]	[illegible]	[illegible]
	磷钇矿	[illegible]	再 [illegible]	[illegible]	[illegible]
	水磷铈石	[illegible]	悄藻 [illegible] 勻[illegible]	[illegible]	[illegible]

续表

分类	矿物名称	英文名称	化学分子式	[illegible]	
				分析值	理论值
氧化物	褐钇铌矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
	易解石	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
	黑稀金矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
	铈铌钙钛矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
硅酸盐	褐帘石	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
	硅钛铈矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
	硅铍钇矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	羟硅铈钙石	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	绿层硅铈钛矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
	羟硅铍钇矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]	

葬《赣南伊伊伊型稀土矿成矿规律研究》报告。

遭《白云鄂博矿物学》科学出版社，[illegible]年。

糟《地质地球化学》[illegible]年增刊（总[illegible]期）。

凿《稀有元素地质概论》地质出版社，[illegible]年；其余为《稀有元素矿物鉴定手册》科学出版社，[illegible]年。

[illegible] 类质同象

自然界中大量稀土元素是呈类质同象赋存于其他矿物中，尤其是分散在含[illegible]的造岩矿物中。稀土元素的类质同象多是不等价置换的。值得注意的是部分矿物中含有较高的稀土元素并非都是类质同象，而是可能含有稀土独立矿物的细微包裹体。分散在某些工业矿物中的稀土元素具有综合利用的价值。

[illegible] 离子状态

在风化壳中稀土元素可以被胶体矿物——蒙脱石、多水高岭石、铁和锰的氢氧化物所吸附，在风化壳中富集。当它们被吸附在粘土中时，可以用[illegible]或[illegible]将大部分稀土元素淋洗出来，[illegible]值对粘土吸附稀土元素有明显的影响。同时，稀土元素被粘土矿物吸附的能力随原子序数的增加和半径的减小而减弱，即∑[illegible]被吸附的能力大于∑[illegible]。

呈离子状态被粘土矿物吸附的稀土元素，可以富集成规模巨大的离子吸附型矿床。

[illegible] 稀土矿床类型

[illegible] 矿床的成因类型

[illegible] 超基性—基性岩系列包括超基性岩型、碳酸岩型、基性岩型。

[illegible] 碱性岩系列包括霓霞正长岩型、正长岩一碳酸岩型、伟晶岩型、热液脉型。

[illegible] 花岗岩系列包括花岗岩型、伟晶岩型、石英脉型。

[illegible] 变质岩系列包括混合岩型、碳酸岩型。

[illegible] 风化壳系列包括花岗岩风化壳型、混合岩风化壳型、火山岩风化壳型。

[illegible] 机械沉积系列包括碎屑岩型、残坡积型、冲积型、滨海砂矿。

[illegible] 化学一生物化学沉积系列包括磷块岩型、铁质岩型、有机岩型。

我国已有稀土矿床主要是与黑色、稀有金属等共生或伴生的内生矿床，其次为风化壳离子吸附型矿床，砂矿则甚少。

[illegible] 矿床的工业类型

[illegible] 铁铌稀土型矿床

矿床的产出主要在中元古界的一套浅海相浅变质岩系中。白云鄂博铁铌稀土矿是其典型代表。矿床分布于白云鄂博群组成的近东西向狭长向斜构造内。矿体呈层状、似层状、透镜状产于白云岩中，矿体规模巨大，常与铁、铌共生或伴生。矿床蚀变强烈，广泛发育萤石化、霓石化、钠闪石化等。主要矿石矿物有磁铁矿、赤铁矿、铌铁矿、易解石、独居石、氟碳铈矿等；主要脉石矿物为萤石、重晶石、白云石、钠闪石、金云母等。稀土元素成矿率 [illegible] 以上。稀土矿物呈细小粒状集合体嵌布于白云石粒间或呈浸染状、细脉浸染状和囊状集合体产出。属难选一较难选矿石。矿床的矿石类型复杂，主要类型有块状、条带状铁铌稀土矿石，萤石型、霓石型、白云石型、钠闪石型、黑云母型铁铌稀土矿石，白云岩型铌稀土矿石等。矿床综合利用价值巨大，是我国重要的铁铌稀土共生工业矿床类型。目前对矿床成因还存在不同意见。

[illegible] 碱性岩—热液 [illegible] 脉）型稀土矿床

矿床的产出与碱性岩、碱性花岗岩的侵入密切相关。矿体位于侵入体内外接触带或岩脉内。如郝山碱性岩—碳酸岩脉型稀土矿床，牦牛坪霓石碱长花岗岩、重晶霓辉石脉型稀土矿床。

郝山碱性岩—碳酸岩脉稀土矿床产于前震旦系泰山系群片麻岩中含霓辉石石英正长岩内外接触带。矿体主要为含稀土的石英重晶石碳酸岩脉和细脉带，以外接触带为主。主矿体长 [illegible] 宽 [illegible] 斜深）为 [illegible] 厚度变化大，为 [illegible] 脉体分枝复合、膨缩变化频繁，有时沿走向过渡为细脉带状或细脉浸染状。围岩发生显著的碱质交代，有钠长石化、霓辉石化和钠铁闪石化，同时可见面型碳酸盐化、重晶石化、萤石化等。矿石矿物主要为氟碳铈矿，其次为氟碳钙铈矿、独居石等，矿石品位 [illegible] 为 [illegible]。主要脉石矿物为碳酸盐、重晶石和硫化物等。稀土元素成矿率 [illegible] 左右。稀土矿物粒度细微，一 [illegible] 目解离度较高，属较易选稀土矿石，同时可综合回收重晶石。矿石类型主要为石英重晶石碳酸岩型，其次有霓辉花斑岩型、霓辉石型、铈磷灰石型稀土矿石等。

[illegible] 碱性岩—碳酸岩型铌稀土矿床

矿床产于碱性岩一碳酸岩杂岩体中。如庙垭铌稀土矿床。该矿床含矿杂岩体规模大，长、宽较稳定，产状与围岩一致。岩浆与围岩的同化混染作用强烈，脉状充填亦较复杂。含矿正长岩类规模较大者为混染正长岩、正长岩，其次为正长斑岩；碳酸岩中较

大矿体为方解石碳酸岩、黑云母碳酸岩，其次为铁白云石碳酸岩和含碳方解石碳酸岩。矿床蚀变类型有碳酸盐化、黄铁矿化、微斜长石绢一白云母化等。正长岩稀土矿化因碳酸岩的穿插交代而相对富集。矿体规模变化较大，主矿体长数百米至千余米，延深数十米至数百米，厚数米至 缘余米。主要矿石矿物有铌铁矿、独居石、氟碳铈矿、氟碳钙铈矿等，主要脉石矿物有正长石、方解石、白云石、黑云母、黄铁矿、磷灰石等。矿石稀土含量中一低，平均品位 〔 碰韵〕为 员圆豫 ~ 员猿豫。稀土元素成矿率 猿豫以上。独居石呈散粒、团块集合体或条带状产出，粒径 员园园园苑皂~ 员园园苑皂；氟碳铈矿呈不规则碎屑状、粒状集合体与炭质混杂充填于白云石、长石粒间或与长石交织嵌布，亦有呈细脉状充填于裂隙中，粒径为 员园园园苑皂~ 员园园苑皂。矿石可选性较差。主要矿石类型有碳酸盐正长斑岩型、铁白云石碳酸岩型和含碳方解石型铌稀土矿石。

员圆圆圆圆 风化壳离子吸附型稀土矿床

员圆圆圆员 花岗岩风化壳离子吸附型稀土矿床：从富∑悦藻—富∑再都有，规模大，品位低，分布广，易采选，是主要的工业类型。如江西龙南等地。

员圆圆圆圆 混合岩风化壳离子吸附型稀土矿床：该类矿床与 员圆圆圆员很类似，仅以原岩成因而有差异，以∑悦藻为主，品位变化常不均匀，稀土元素大多来自黑云母、斜长石或钾长石中的类质同象物，因而∑悦藻常大于∑再，且 耘怎可能出现不同程度的富集。

员圆圆圆猿 火山岩风化壳离子吸附型稀土矿床：以∑悦藻为主，规模大、品位低、易采选，是主要的工业类型，与陆相火山岩 带）有关。如江西寻邬、河岭等地。

附　录　陨
资料性附录）
稀土矿床工业指标制订原则及一般工业指标

员　矿床工业指标制订原则

员园员　矿床工业指标是正确计算和评价矿床的矿产资源 蕴储量的标准和基础。制订方法有价格法、方案法、类比法、地质统计学方法等。方案法虽然工作量大但由于其可靠实用而被常常采用；地质统计学方法易于进行多方案比较，选择最佳方案。工业指标制订应结合预可行性或可行性研究进行。制订工业指标的时间应在野外地质勘探工作基本结束，评价矿床所需的绝大部分原始数据，测试结果已经取得的条件下进行。

员园圆　制订矿床工业指标一般作法是，地质勘查部门以一般参考指标为基础，根据矿床地质特征确定三至四套试圈指标，以此分别进行矿床圈定和矿产资源 蕴储量试算，形成包括各套方案试算结果、相应的图纸资料在内的工业指标建议书，并将建议书提交负责该项目可行性 或预可行性）研究的工业部门或设计研究部门作为矿山开发可行性研究的资源基础。矿山设计研究部门在进行可行性或预可行性研究的同时，负责工业指标，各试圈方案的比较工作 可行性研究委托书应包含此内容）。通过资源利用、矿体完整程度、矿床开发经济效益等方面的综合比较，择优确定工业指标方案，并编制工业指标推荐报告，上报上级主管部门批准，投资者认可后正式下达。用地质统计学方法建立矿床模型、制订工业指标时，应给工业指标制订单位提供记录有钻孔测量信息、样品化验分析数据及有关原始资料的软盘或光盘。

员园猿　制订多组分矿床的工业指标时，应以工业价值占重要地位的组分为主要研究对

象，兼顾其他有益组分。对有价值的共生有益组分应同时制订并推荐圈定矿体、估算矿产资源 [illegible]储量的工业指标。

[illegible] 对矿石中含有的伴生有益组分，应根据矿床的地质特征、矿石选冶试验结果来确定并推荐评价指标。有时尚需对有害组分的最大允许含量做出规定。

[illegible] 制订共　伴）生矿产①指标的原则

[illegible] 稀土矿床共　伴）生矿产的主要类型

我国稀土矿床已知有铁、铌、铅、钼、钪、硫、磷、萤石、重晶石、钾长石、高岭石、云母、石英等共　伴）生矿产。同体共生矿主要组分　或共生组分）有三种基本类型：①主要组分都达到工业品位；②部分达到工业品位；③都达不到工业品位。

[illegible] 制订共　伴）生矿产指标的原则

[illegible] 同体共生矿的各主要组分的最佳边界品位一般是分别制订的，任一组分达到边界品位都可以圈定矿体。

[illegible] 第②③类共生矿一般需制订综合工业品位，作为衡量矿产综合经济价值的标准，它是矿体　块）最低综合工业品位要求，根据矿床的可行性或预可行性研究结果，矿床具有工业价值时，取工业价值所占比例分别 [illegible]～[illegible]的组分制订综合工业品位。工程或矿块达到综合工业品位要求的列为经济的储量，达不到的列为边际经济的储量或资源量。

[illegible] 伴生矿物矿产需分离提取的要做　可行性或预可行性研究）经济核算，一般要规定块段平均品位的下限；在主矿产选矿过程中自然富集的矿物，最低品位应高于尾矿品位；在选矿的尾矿和细泥中富集，能经济合理地回收时，可降低品位要求。②

[illegible] 伴生元素矿产是在主矿产加工过程中自然发生富集回收的，一般根据冶炼中

①　矿产综合勘探与评价》国家矿产储量委员会，[illegible]年。

②　矿产综合勘探与评价》国家矿产储量委员会，[illegible]年。[illegible]可以回收的含量标准，折算为矿石中的含量，作为最低含量标准。

[illegible] 一般工业指标

据我国已有稀土矿详查，勘探矿区所采用的工业指标，结合矿石选矿、开发利用情况，提出稀土矿产矿床工业指标，以及共、伴生矿产指标的制订原则和一般工业指标　表 [illegible]、实例，供地质普查、详查和勘探初期参考。

表 [illegible] 稀土矿床一般工业指标

工业指标	矿床类型		
	原生矿	离子吸附型矿	
		重稀土	轻稀土
边界品位　[illegible]	[illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]
最低工业品位　[illegible]	[illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]
最低可采厚度 [illegible]	[illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]
夹石剔除厚度 [illegible]	[illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]	[illegible]～[illegible]

品位指标的要求：矿床规模较大，开采技术条件、矿石可选性、外部建设条件较好的矿床，可采用“下限值”；反之采用“上限值”。对于离子吸附型矿，还应视矿石浸取率和其计价元素的含量而定。当计价元素比例高时，取“下限值”，低时取“上限值”；当易选、浸取率高时，可采用“下限值”，当难选、浸取率低时，可采用“上限值”。对小于最低可采厚度的富矿体用米百分值。

最低可采厚度、夹石剔除厚度的要求：一般是缓倾斜、低品位、大规模采矿方法，可采用“上限值”；陡倾斜、高品位、小规模采矿方法，则采用“下限值”。

稀土元素常共生在一起，分离困难，可按稀土元素总量估算储量和资源量。具体矿床实例见表 员圆圆

表 员圆圆　稀土矿床一般工业指标实例

项目			边界品位	工业品位	矿区平均品位 早缘	块段平均品位 早缘	富矿品位 皂	可采厚度 皂	夹石剔除厚度 皂
轻稀土	含氟碳铈矿、独居石的原生矿床 增（硫酸盐）		员缘	圆缘	≥圆	≥圆			
	独居石砂矿（矿物）		员圆~圆 圆圆 早缘	猿圆~缘 圆圆 早缘	≥员	≥员			
重稀土	含伟晶岩和碳酸岩矿床 增（硫酸盐）　磷钇矿、硅铍钇矿）			圆圆圆缘 ~ 圆圆缘				≥员~圆	≥圆
	磷钇矿砂矿　矿物）		猿圆~缘 早缘	缘圆~苑圆 早缘	≥圆圆缘	≥圆			
风化壳离子吸附型稀土矿 增（硫酸盐）		重稀土	圆圆圆缘	圆圆圆缘				≥员	≥圆
		轻稀土	圆圆圆缘	圆圆圆缘					
内蒙古某大型含铌原稀土原铁矿床	铁矿体（含铌）中的稀土矿		没有具体工业指标要求，不单独圈定稀土矿体，根据铁矿中的稀土含量计算储量						
	铁矿体内的平层 增（硫酸盐）		≥员缘	≥圆缘				猿	猿
	铁矿上下盘含稀土白云岩（即围岩）增（硫酸盐）		≥员缘	≥圆缘				愿	源

续表

项目		边界品位	工业品位	矿区平均品位	块段平均品位	富矿品位	可采厚度	夹石剔除厚度
江西某风化壳离子吸附型轻稀土矿床	花岗斑岩型						员	源
	熔岩型						员	源
江西某风化壳离子吸附型重稀土矿床					员			
广东某海滨独居石砂矿床	经济的						员	员、圆
	边际经济的							

岩金矿地质勘查规范

闷在辅翻翻缘一圆翻圆

目次

前言
员 范围
圆 规范性引用文件
猿 目的任务
猿援员 目的
猿援圆 任务
源 研究程度
源援员 地质研究
源援圆 矿石质量研究
源援猿 矿石加工选　冶）技术条件研究
源援源 矿床开采技术条件研究
源援缘 综合勘查与综合评价
缘 勘查工作及质量要求
缘援员 测量
缘援圆 地质填图
缘援猿 水文地质、工程地质、环境地质工作
缘援源 物探、化探工作
缘援缘 探矿工程
缘援远 化学分析样品的采样、加工和测试
缘援苑 矿石加工选　冶）试验样品的采集
缘援愿 岩石、矿石物理技术性能样品的采集与测试要求
缘援怨 原始编录、综合整理和报告编写
缘援员园 计算机勘查信息处理技术应用
远 控制程度
远援员 矿床勘查类型的划分
远援圆 勘查工程间距的确定
远援猿 工程布置、施工原则、控制程度

苑 可行性评价
苑圆员 概略研究
苑圆圆 预可行性研究
苑圆猿 可行性研究 愿矿产资源 辕储量分类、类型
愿圆员 矿产资源 辕储量分类依据
愿圆圆 矿产资源 辕储量的分类
愿圆猿 矿产资源 辕储量类型
怨 矿产资源 辕储量估算
怨圆员 矿产资源 辕储量估算工业指标
怨圆圆 工业指标的主要内容
怨圆猿 矿产资源 辕储量估算的一般原则
怨圆源 矿产资源 辕储量估算
怨圆缘 矿产资源 辕储量估算参数
怨圆远 矿产资源 辕储量的合理圈定
怨圆苑 矿产资源 辕储量分类结果表
附录 粤 规范性附录）固体矿产资源 辕储量分类
附录 月 资料性附录）岩金矿床规模划分标准
附录 悦 资料性附录）矿床勘查类型有关参数
附录 阅 资料性附录）勘查工程间距
附录 耘 资料性附录）岩金矿及其伴生组分工业指标参考
附录 云 资料性附录）岩金矿矿物
附录 郧 资料性附录）中国金矿床成因类型划分
附录 匀 资料性附录）金矿物的粒度及形状分类
附录 陨 资料性附录）岩金矿床工业类型

员 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 辕储量分类、类型和矿产资源 辕储量估算等。

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 辕储量的依据。

圆 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。

则月辕[illegible]圆[illegible]固体矿产地质勘查规范总则
则月辕[illegible]员[illegible]固体矿产资源 辕储量分类
则月辕[illegible]圆[illegible]固体矿产勘查 辕矿山闭坑地质报告编写规范

猿 目的任务

猿援员 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。

猿援圆 任务

猿援圆援员 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。

猿援圆援圆 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。

猿援圆援猿 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。

猿援圆援源 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。

源 研究程度

源援员 地质研究

源援员援员 预查阶段

源援员援员援员 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。

源援员援员援圆 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。

源援员援员援猿 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。

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。

普查阶段

通过 1∶5000～1∶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。

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。

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。

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。

详查阶段

通过 1∶2000～1∶5000 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，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。

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。

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。

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。

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。

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。

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。

勘探阶段

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。

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。

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。

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。

矿石质量研究

预查阶段

初步了解矿石矿物成分。

初步了解矿石化学成分、矿石品位、共生矿产和伴生组分。

普查阶段

大致查明矿石矿物、脉石矿物种类，矿石化学成分和品位。

大致查明矿石结构构造和矿石自然类型。

大致查明共生矿产和伴生有益有害组分含量。

详查阶段

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。

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。

勘探阶段

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。

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。

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。

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。

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。

矿石加工选（冶）技术条件研究

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。

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。

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。

㈣ 矿床开采技术条件研究

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。

② 详查阶段

㈠ 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。

㈡ 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。

㈢ 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。

㈣ 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。

㈤ 对露天开采的矿体应对采场边坡的稳定性提出评价意见。

㈥ 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。

㈦ 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。

③ 勘探阶段

㈠ 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。

㈡ 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。

㈢ 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。

[illegible]　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。

[illegible]　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。

[illegible]　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。

[illegible]　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。

[illegible]　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。

[illegible]　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。

[illegible]　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 [illegible]　矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。

[illegible]　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。

[illegible]　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。

[illegible]　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。

[illegible]　勘查工作及质量要求

[illegible]　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《地质矿产勘查测量规范》执行。

5.2.2　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。

5.2.3　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。

5.2.4　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。

5.2.5　探矿工程

5.2.5.1　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。

5.2.5.2　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。

5.2.5.3　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 [illegible]m 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。

5.2.5.4　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 [illegible]m~[illegible]m 内围岩的采取率应≥

原[illegible]。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。

[illegible] 化学分析样品的采样、加工和测试

[illegible] 样品采样

[illegible] 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 [illegible]～[illegible]，变化不大时可放稀至 [illegible]～[illegible]，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[illegible]。

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。

[illegible] 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。

[illegible] 化学全分析

可利用组合分析的副样或单独采集。

[illegible] 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 [illegible]。

[illegible] 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[illegible]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。

[illegible] 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 [illegible]，缩分误差不大于 [illegible]。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 [illegible]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。

缁鐓鍨 样品分析测试

缁鐓鍨鍩 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。

缁鐓鍨鍨 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 %～%抽取，编出密码后送原分析实验室进行复测。

缁鐓鍨鍩 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 %～%抽取，最低不得少于 件，送获国家或省级资质和计量认证的测试单位测试。

缁鐓鍨鍨 化学分析质量及误差处理办法按《矿产勘查与矿山地质环境监测技术规范》执行。

缁鐓 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。

缁鐓 岩石、矿石物理技术性能样品的采集与测试要求

缁鐓鍩 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。

缁鐓鍨 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。

缁鐓 原始编录、综合整理和报告编写

缁鐓鍩 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《固体矿产勘查原始地质编录规定》和《固体矿产勘查地质资料综合整理、综合研究规定》执行。

缁鐓鍨 地质勘查报告编写应符合《固体矿产勘查 矿山闭坑地质报告编写规范》。

缁鐓 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。

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。

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（[illegible]）。

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[illegible]或[illegible]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。

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。

控制程度

矿床勘查类型的划分

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[illegible]给出了这些主要因素的参考数据或描述性特征。

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。

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—似层状、板状—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[illegible]号矿体、山东新城金矿床。

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[illegible]号脉体群、河南文峪金矿床。

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[illegible]号脉、山东九曲金矿床[illegible]号脉、广西古袍金矿床志隆[illegible]号脉等。

勘查工程间距的确定

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。

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 [illegible] 法　见 [illegible] 附录 [illegible] 确定。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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 [illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 工程布置、施工原则、控制程度

[illegible] 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。

[illegible] 施工原则

施工原则：应按照由已知到未知、由表及里、由浅人深、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。

[illegible] 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。

[illegible] 可行性评价

[illegible] 概略研究

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

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。

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。

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。

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。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。

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。

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方面进行深入的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。

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。

矿产资源储量分类、类型

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 粤。

愿圆圆　矿产资源 辕储量的分类

愿圆圆援员　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　[illegible]、探明的预可采储量　[illegible] 及控制的预可采储量　[illegible] 三个类型。

愿圆圆援圆　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　[illegible]；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　[illegible]。

愿圆圆援猿　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　[illegible]；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　[illegible]；三是经预查工作发现的潜在矿产资源　[illegible]。

愿猿　矿产资源 辕储量类型

愿猿援员　探明的可采储量　[illegible]

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。

愿猿援圆　探明的预可采储量　[illegible]

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。

愿猿援猿　控制的预可采储量　[illegible]

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。

愿猿援源　探明的　可研）经济的基础储量　[illegible]

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 愿猿援员 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。

探明的（预可研）经济的基础储量（

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。

控制的（预可研）经济基础储量（

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。

探明的（可研）边际经济基础储量（

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。

探明的（预可研）边际经济基础储量（

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。

控制的预可研边际经济基础储量（

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。

探明的（可研）次边际经济资源量（

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。

探明的（预可研）次边际经济资源量（

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。

控制的次边际经济资源量（

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。

愿援援援猿 探明的内蕴经济资源量　猿猿员

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。

愿援援援源 控制的内蕴经济资源量　猿猿圆

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。

愿援援援缘 推断的内蕴经济资源量　猿猿猿

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。

愿援援援远 预测的资源量　猿猿源？

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。

怨 矿产资源 辕储量估算

怨援员 矿产资源 辕储量估算工业指标

工业指标是评价矿床的工业价值、圈定矿体、估算矿产资源 辕储量的标准和依据。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 耘中的一般标准确定。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。

怨援圆 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　（皂　真厚度）

米·克 辕吨值

夹石剔除厚度　（皂　真厚度）

无矿段剔除长度　（皂）

露天开采须确定剥采比　（吨辕吨或 皂猿辕皂猿）

怨援猿 矿产资源 辕储量估算的一般原则

怨援猿援员 参与矿产资源量 辕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。

怨援猿援圆 根据固体矿产资源 辕储量分类，按矿体、资源量 辕储量类别、矿石类型　（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。

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。

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 g/t）。

矿产资源储量估算

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 ZH 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。

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。

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。

矿产资源储量估算参数

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∶500～1∶2000。

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 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。

 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。

 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 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 时，体积质量　体重）值应进行湿度校正。

 矿产资源 储量的合理圈定

 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 储值圈定。

 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。

 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 圈 契形外推；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 圈 契形外推；以米·克 储值圈定矿体边界，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。

 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。

附　录　粤
规范性附录）
固体矿产资源 储量分类

表 粤.员　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			
	基础储量			
	预可采储量	预可采储量		
	基础储量	基础储量		
边际经济的	基础储量			
	基础储量	基础储量		
次边际经济的	资源量			
	资源量	资源量		
内蕴经济的	资源量	资源量	资源量	资源量？

注：表中所用编码　，第 位数表示经济意义，即 经济的，边际经济的，次边际经济的，内蕴经济的，？经济意义未定的；第 位数表示可行性评价阶段，即 可行性研究，预可行性研究，概略研究；第 位数表示地质可靠程度，即 探明的，控制的，推断的，预测的。未扣除设计、采矿损失的可采储量。

附　录　月
资料性附录）
岩金矿床规模划分标准

表 月.员　岩金矿床规模划分标准表

矿床规模	探求的资源 储量数　（单）	备注
大 型		
中型		
小型		

附　录　悦
资料性附录）
矿床勘查类型有关参数

表 悦.1.1　矿体规模表

规模等级	矿体走向长度 皂	矿体深度　或宽度）皂
大型	跃[illegible]	跃[illegible]
中型	[illegible]- [illegible]	[illegible]- [illegible]
小型	约[illegible]	约[illegible]

表 悦.1.2　矿体形态变化程度表

矿体形态复杂程度	矿体形态变化特征
简单	层状一似层状、板状一似板状、大脉体、大透镜体，形态规则或较规则，矿体连续，产状变化简单
中等	不规则大透镜体或大脉状体、矿柱、矿囊，矿体基本连续，有分枝复合，产状变化中等
复杂	不规则的透镜体及小透镜体、脉状体及小脉状体、小矿柱、小矿囊，矿体呈间断性状态。产状变化复杂

表 悦.1.3　厚度稳定程度表

厚度稳定程度	矿体厚度变化系数 豫
稳定	约[illegible]
较稳定	[illegible]- [illegible]
不稳定	跃[illegible]

表 悦.1.4　构造、脉岩影响程度表

影响程度	表现特点
小	矿体基本无断层错动或脉岩穿插，构造对矿体影响小或无
中等	矿体被断层错动或被脉岩穿插，构造、脉岩对矿体形态有较明显影响，但破坏不大
大	矿体被断层错断，脉岩穿插较多或甚多，错断距离较大，严重影响矿体形态，破坏大

表 悄圆豫　有用组分分布均匀程度表

分布均匀程度	矿体品位变化系数豫
均匀	约员园园
较均匀	员园园～员缘园
不均匀	跃员缘园

附录 阅
资料性附录）
勘查工程间距

表 阅圆员　勘查工程间距表

勘查类型	控制的资源 辕储量			
	坑探		钻探	
	段高个	穿脉 皂	走向 皂	倾斜 皂
Ⅰ	仁）	源园～愿园	愿园～员缘园	愿园～员缘园
Ⅱ	（一）～　仁）	圆园～源园	源园～愿园	源园～愿园
Ⅲ	圆园～源园	圆园～源园		

注 员：（一）和　仁）分别指相当于一、二个中段段高。当矿体陡倾时，一般坑道段高为猿园皂～源园皂，缓倾斜时一般沿矿体倾斜 源园皂～远园皂。

注 圆：钻探的倾斜距离一般指沿矿体倾斜的实际距离。

注 猿：探求探明的资源 辕储量的钻孔间距，可以在控制的资源 辕储量的钻孔间距的基础上，缩小至原间距的 员辕圆　员辕猿　……余类推。

注 源：对第Ⅲ类型矿床，如果用上表的工程间距，无法探求相应控制程度要求的矿产资源 辕储量时，则只能边探边采，不宜进行勘探工作。

注 缘：当矿体在走向或倾斜上的变化程度不同时，工程间距应做与矿体变化相应的调整。

附　录　耘
资料性附录）
岩金矿及其伴生组分工业指标参考

表 耘圆员　岩金矿工业指标参考表

项目	指标
边界品位 质量分数）	员尹员园园皂（皂）　～　圆尹员园园皂（皂），堆浸氧化矿石为　圆园园皂（伊员园园皂（皂））　～　员尹员园园皂（皂）
最低工业品位 质量分数）	圆园园皂（伊员园园皂（皂））　～　源园园皂（伊员园园皂（皂））

续表

项目	指标
矿床平均品位 质量分数）	缓倾斜矿床（质量分数） ～ 缓倾斜矿床（质量分数）
最低可采厚度	圆～员米，陡倾斜者为下限，缓倾斜至水平者为上限
夹石剔除厚度	圆～源米，地下开采者为下限，露天开采者为上限
无矿段剔除标准	对应工程 员～员米不对应工程 圆～猿米

表 耘圆圆　岩金矿共生（铜、铅、锌）矿产工业指标一般要求表

项目	硫化矿石			氧化矿石		
	恽（铜）	孕（铅）	在（锌）	恽（铜）	孕（铅）	在（锌）
边界品位（单）%	圆～员	圆～员	圆～员	圆	圆～员	员～圆
最低工业品位（单）%	圆～员	圆～员	员～圆	圆	员～圆	猿～远
矿床平均品位（单）%	圆～员	远	远		员～员	员～员
最小可采厚度/米	员～圆	员～圆	员～圆	员	员～圆	员～圆
夹石剔除厚度/米	圆～源	圆～源	圆～源	圆	圆～源	圆～源

表 耘圆猿　岩金矿伴生组分评价参考表

元素	铜	铅	锌	三氧化钨	锑	钼
	恽	孕	在	宰	杂	酝
圆～员						
质量分数	元素	砷	碳	硫	钴	银
	粤	悦	杂	恽	粤	
质量分数						

附录 云
资料性附录）
岩金矿矿物

表 云 资料性附录　岩金矿矿物表

矿物名称	化学分子式	金的质量分数 豫	备注
一、自然元素、天然合金和金属硫化物			
自然金	Au	≥50%	常与银、铂、钯、铑、铜、铋等成合金
银金矿	(Au,Ag)	20%～50%	
黑铋金矿	$AuBiS_2$	约 25%	
方铜金矿	$CuAuS_2$	约 25%	
山金矿	$AuSb_2$	约 25%	2006 年国际矿物学会正式承认
二、硫化物			
硫金银矿	$(Ag,Au)_2S$	约 30%	
三、碲化物			
碲金矿	AuTe	约 40%	有时含少量银
斜方碲金矿	$AuTe_2$	约 43%	
碲铋金矿	Bi_2Te_3	约 10%	
碲金银矿	$(Au,Ag)Te_2$	20%～30%	
碲银金矿	Ag_3AuTe_2	约 25%	
针碲金银矿	$(Au,Ag)_3Te_2$	约 40%	
针碲金铜矿	$CuAu_3Te_4$	约 30%	
叶碲金矿	$(Au,Ag)_2Te_3$	约 25%	成分不定
碲铜金矿	Cu_3AuTe_2	约 25%	
碲铁铜金矿	$CuFeAuTe_2$	约 25%	
碲铅铜金矿	$PbCuAuTe_2$	约 25%	
四、锑化物			
方锑金矿	$AuSb_2$	约 25%	
五、硒化物			
硒金银矿	$(Ag,Au)_2Se$	约 30%	

附录 郧
资料性附录）
中国金矿床成因类型划分

表 郧郾贡　中国金矿床成因类型划分表

成因类型				典型矿床
类型	地质特征	亚类	建造	
（一）岩浆热液金矿床	系指与重熔的中酸性侵入体或与混合岩化花岗岩在成因和时空分布上有关的热液型金矿床，可分三个亚类。	圆郾重熔岩浆热液金矿床	硫化物原金建造	河北峪耳崖
		圆郾混合岩化原重熔岩浆热液金矿床	硫化物原金建造	山东玲珑、焦家
		猿郾接触交代原热液金矿床	铅原锌原金建造	湖南水口山
			铜原金建造	辽宁华铜，山东沂南
（二）火山及次火山原热液金矿床	系指在成因和时、空分布上与火山及次火山活动有关的热液型金矿床，可分两个亚类。	圆郾火山热液金矿床	银原金建造	台湾金瓜石，吉林刺猬沟
		圆郾次火山原热液金矿床	硫化物原金建造	黑龙江团结沟
（三）沉积原变质金矿床	系指在沉积层中的成矿物质，在区域变质中进一步富集而形成的金矿床，其热液作用特征不显著。		钴原金建造	黑龙江东风山
（四）变质原热液金矿床	系指（富）含金的沉积层或火山原沉积岩石组合，在区域变质形成的热液作用下，形成与沉积变质岩系在成因和时，空分布上有关的热液型金矿床，可分两个亚类。	圆郾古老绿色岩系牛的金矿床	硫化物原金建造	吉林夹皮沟，河北金厂峪，河南小秦岭
		圆郾含炭质（火山）碎屑岩系中的金矿床	流化物原金建造	辽宁四道沟
			铝原锌原银原金建造	河南银洞坡
			钨原锑原金建造	湖南沃溪
			砷原金建造	吉林二道甸子
（五）地下（卤）水溶滤金矿床	系指主要在沉积岩地区。由地下热（卤）水溶滤作用而形成的金矿床，可分两个亚类。	圆郾碳酸盐系中的金矿床矿床	石英原铁白云石原金建造	陕西二台子
			方解石原金建造	广西叫曼
			菱铁矿原金建造	四川西昌
		圆郾碎屑岩系中的金矿床	砷原锑原汞原金建造	贵州板其、丫他

续表

成因类型				典型矿床
类型	地质特征	亚类	建造	
（六）风化壳金矿床	系指在地台和近地表含金地质体，经风化淋滤形成，并主要在风化壳带产出的金矿床，可分三个亚类。	残余（铁帽）金矿床	褐铁矿 原金建造	四川木里耳泽
		淋积金矿床	铜 原银 原金建造	甘肃白银厂
		残（破）积金矿床	碎屑 原金建造	内蒙古金盆
（七）沉积金矿床	系指含金地质体的风化产物，经表生流水等介质搬运沉积而形成的砂金矿床，并包括部分已固结的古砂（砾）金矿床，可分五个亚类。	冲积砂金矿床	河床 原河谷 原河漫滩砂金建造	黑龙江兴隆沟
			阶地砂金建造	黑龙江桦南
		洪积砂金矿床		内蒙古金盆
		岩溶砂金矿床		湖南隆回，岩口
		冰碛（水）砂金矿床		青海大场，四川漳腊
		蚀变岩金矿床		吉林老头沟
注：据中国地质学会矿床专业委员会贵金属组，[illegible]年。				

附录 勺
资料性附录）
金矿物的粒度及形状分类

表 勺[illegible] 金矿物的粒度及形状分类表

粒级	粒径 皂皂	延展率	边界圆滑	边界乎整、棱角明显	边界不平整、有尖角、枝杈
巨粒金	跃[illegible]	员[illegible]	浑圆粒状	麦粒状	尖角粒状
粗粒金	[illegible] 跃[illegible]	[illegible] 猿	角粒状	长角粒状	枝杈状
中粒金	[illegible] 跃[illegible]	猿 缘	叶片状	板片状	
细粒金	[illegible] 跃[illegible]	跃缘	针状		
微粒金	≤[illegible]				

注 员：金的粒度在很大程度上决定靡矿细度和所选用的选别方法。按对选矿工艺产生的影响，将粒度划分类五级。在矿石磨碎过程中，巨粒金和粗粒金几乎全部可以分离成单体，并有利于重选法回收，但浮选、浸出效果不佳。中粒金在磨矿过程中大都以单体解离，少部分呈现暴露连生体或被硫化物包裹。中细粒金用浮选法、氰化法都有好的效果。单体的金矿物无论大小均易被汞吸附。

注 圆：自然金的不同形状在不同的选矿方法中效果不一样，如粒状的用重选法易回收，表面面积大的溶剂中溶解较快，片状的易浮选。

附　录　陨
资料性附录）
岩金矿床工业类型

表 陨■员　岩金矿床工业类型简表

矿床工业类型		成矿地质特征	矿物共生组合	
			金属矿物	脉石矿物
破碎带蚀变岩型　焦家式）		形成于变质基底隆起区，区内以中酸性岩浆岩、混合岩、变质岩为主。焦家式金矿受再生花岗质岩体与胶东群接触带控制，矿化发育在主断裂带下盘的角砾岩、碎裂岩、碎裂状花岗岩当中	黄铁矿为主，次为黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿，少量的银金矿、自然金、自然银、白铁矿、斑铜矿、辉铜矿、黝铜矿、斜方辉钴铋矿、锆石、菱铁矿	石英、绢云母、长石，少量绿泥石、白云石、绿帘石、石榴子石
含金石英脉型	石英单脉型	单脉以五龙金矿为代表，赋存在吕梁期黑云母花岗片麻岩发育区，含金石英脉与构造控矿关系密切，处于两组构造的复合处	黄铁矿、白钨矿、毒砂、磁黄铁矿、辉铋矿、自然金、黄铜矿、闪锌矿、胶状黄铁矿	石英、钾长石、萤石、方解石
	石英网脉及复脉带型	复脉带以金广峪金矿为典型矿床，产于太古宇遵化群中，赋矿围岩为斜长角闪岩径韧性剪切作用形成的蚀变片糜岩控制	黄铁矿，少量的黄铜矿、方铜矿、闪锌矿、磁黄铁矿、磁铁矿、辉钼矿、辉铋矿、辉银矿等，以及褐铁矿、孔雀石、铜蓝	石英、方解石、白云石、钠长石、白云母，少量绢云母、绿泥石、磷灰石、金红石、榍石、锆石
	石英硅化钾化蚀变岩型　（东坪式）	产于中、高级变质岩地区，岩性为斜长角闪岩、片麻岩、麻粒岩、变粒岩区域性深断裂及派生的次级断裂控制含矿地质体的分布，具体产于偏碱性性杂岩体及其外接触带，由石英脉和硅化、钾化、蚀变岩组成	黄铁矿，次为方铅矿、磁铁矿、黄铜矿，少量的闪锌矿、碲铅矿以及褐铁矿、赤铁矿、斑铜矿、辉铜矿、铜蓝、铅矾氧化矿物	石英、长石、高岭石、绢云母，少量绿帘石、白云母、石榴子石、绿泥石
斑岩型　团结沟式）		与中酸性、酸性及碱性次火山岩有关。金矿体产于花岗闪长斑岩体顶部及接触带附近	黄铁矿、白铁矿、辉锑矿、自然金、黄铜矿、辰砂、雄黄、雌黄	玉髓状石英、方解石、冰洲石、铁白云石、蛋白石、长石、高岭土

续表

矿床工业类型	成矿地质特征	矿物共生组合	
		金属矿物	脉石矿物
矽卡岩型	中酸性小侵人体与不纯灰岩、火山凝灰岩的接触带。围岩多为含石榴子石、钙铁辉石、绿帘石矽卡岩	磁铁矿、黄铜矿、黄铁矿、赤铁矿、斑铜矿、银金矿	钙铝榴石、透辉石、绿帘石、石英、方解石
角砾岩型	角砾岩体多产于太古宙和元古宙的变质岩中，原岩为中基性火山岩。岩体成群成带分布且受构造控制，岩性为多铁的硅铝质岩石。金矿化分布在岩体内的角砾周边及裂隙发育地段，与胶结物密切相关	黄铁矿，次为黄铜矿、方铅矿、自然金，少量闪锌矿、辉铋矿、铜蓝、斑铜矿、辉钼矿	石英、绿泥石、绿帘石，次为方解石、钾长石、绢云母、钠长石及少量黑云母、斜长石、次闪石、阳起石、萤石
硅质岩层中的含金铁建造型（东风山式）	位于地台隆起的边缘拗陷区。含矿地质体产于太古宙到元古宙的条带状含铁硅质岩层中	磁铁矿、磁黄铁矿、黄铁矿、毒砂、钛铁矿，少量自然金、辉钴矿、黄铜矿、方铅矿，闪锌矿	铁闪石、石英、镁铁闪石、碳酸盐矿物
含金火山岩型	主要产于中新生代火山带及火山盆地。矿体由含金方解石石英脉组成，充填于火山口附近的环形放射状裂隙中，或火山管道、火山口相喷出岩中	黄铁矿、黄铜矿、黝铜矿、闪锌矿、辉银矿、银金矿、金银矿、金碲矿	玉髓、蛋白石、冰长石、石英、碳酸盐矿物
微细粒浸染型	分布于显生宙准地台及地槽区，地层为上古生界到中生界，主要含金层位为中三叠统，由碎屑岩构成的沉积岩系。金及硫化物呈浸染状分布其中	黄铁矿、白铁矿、毒砂、含砷黄铁矿、辉锑矿、自然金、雄黄	水云母、重晶石、萤石、石膏

矿床工业类型	围岩蚀变	矿体形状	规模及晶位	共伴生元素	矿床实例
破碎带蚀变岩型　焦家式）	钾化、硅化、黄铁绢英岩化	脉带形	小到特大型	粤早	焦　家、新　城、三山岛

续表

矿床工业类型		成矿地质特征		矿物共生组合		
				金属矿物	脉石矿物	
含金石英脉型	石英单脉型	硅化、绢云母化，次为绿泥石化、黄铁矿化	脉状、扁豆状、细脉状	小到大型 金质量分数平均为 员圆圆原伊员园原		五龙
	石英网脉及复脉带型	绢云母化、黄铁矿化，硅化、绿泥石化、碳酸盐化	脉状、不规则脉状和透镜状。	小到大型 金质量分数为 员伊员园原 圆圆圆原伊员园原	酣燥	金厂峪
	石英硅化钾化蚀变岩型（东坪式）	钾化、硅化、钠化、黄铁矿化、绢云母化、高岭土化、褐铁矿化、碳酸盐化	脉状、透镜状。	中到特大型 金质量分数平均为 苑圆圆伊员园原	杂遭	东　坪、哈达门、后沟
斑岩型（团结沟式）		硅化、黄铁矿和辐射状白铁矿化、碳酸盐化	层状、脉状、扁豆状	大到特大型 金质量分数为 圆伊员园原～员园伊员园原	粤早愤怎杂	团结沟
矽卡岩型		矽卡岩化为主，其次为钾化、硅化、绿泥石化和绢云母化	透镜状、似层状、巢状、串珠状	中到大型 金质量分数为 圆伊员园原～圆圆圆伊员园原 铜质量分数为 员豫～源豫	云藻愤怎杂遭在杜月蚤	华　铜、沂　南、鸡冠嘴、老柞山
角砾岩型		硅化、绿泥石化、绿帘石化和绢云母化	似层状、透镜状。	中一大型 金质量分数为 员伊员园原～源圆圆圆伊员园原	粤早愤怎杂	祁雨沟、双王
硅质岩层中的含金铁建造型（东风山式）		硅化、绢云母化、碳酸盐化、黄铁矿化	似启状、扁豆状	小—中型 金质量分数为 缘伊员园原～圆圆伊员园伊原最 高员圆伊员园原	愤燥 粤择	东风山
含金火山岩型		硅化、钠长石化、高岭土化、黄铁矿化、碳酸盐化、绢云母化和退色化	脉状	小型　金质量分数为 缘圆圆原伊原～苑圆圆原伊原		刺猬沟
微细粒浸染型		硅化、高岭土化、碳酸盐化、白铁矿化、毒砂化、含砷黄铁矿化	层状、似层状、透镜状	中型	杂遭 匀早	丫　他、板其

高岭土、膨润土、耐火粘土矿产地质勘查规范

目次

前言
员 范围
圆 规范性引用文件
猿 勘查的目的任务
源 勘查研究程度
源.员 地质研究程度
源.圆 矿石质量研究
源.猿 矿床选矿和加工技术条件研究
源.源 矿床开采技术条件研究
源.缘 综合勘查、综合评价
缘 勘查控制程度要求
缘.员 勘查类型
缘.圆 勘查工程间距
缘.猿 控制程度的确定
远 勘查工作质量要求
远.员 地形、地质测量
远.圆 物探工作
远.猿 探矿工程
远.源 化学、物化样品的采集、加工，化学分析、物化性能测试
远.缘 岩石物理技术性能测试样品的采集与试验
远.苑 矿石选矿和应用技术试验样品的采集、分析、试验
远.愿 原始地质编录、地质资料综合整理
苑 可行性评价工作
苑.员 概略研究
苑.圆 预可行性研究

苑圆猿　可行性研究
愿　矿产资源 蕴储量分类及类型条件
愿援员　矿产资源 蕴储量分类依据
愿援圆　矿产资源 蕴储量类型
怨　矿产资源 蕴储量估算
怨援员　矿产资源 蕴储量估算的工业指标
怨援圆　矿产资源 蕴储量估算的一般原则
员园　勘查地质报告的编写
附录 粤　规范性附录）固体矿产资源 蕴储量分类
附录 月　资料性附录）勘查类型和勘查工程间距
月援员　勘查类型
月援圆　勘查工程间距附录 悦　资料性附录）质量检查和膨润土测试项目
悦援员　检查分析修正系数
悦援圆　膨润土物化性质和工艺性能试验允许差
悦援猿　膨润土矿石主要工业用途测试项目
附录 阅　资料性附录）矿石工业类型
阅援员　高岭土矿石工业类型
阅援圆　膨润土矿石类型
阅援猿　耐火粘土矿石工业类型
附录 耘　资料性附录）一般工业要求和矿产资源 蕴储量规模
耘援员　一般工业要求
耘援圆　矿产资源 蕴储量规模

员　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 蕴储量分类及类型条件、矿产资源 蕴储量估算等要求，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 蕴储量估算；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 蕴储量的依据。

圆　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。

则月蕴载藻葬员源圆怨—员怨怨怨　矿区水文地质工程地质勘探规范

则月蕴载藻葬员源圆怨—圆园园园　固体矿产地质勘查规范总则

猿　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。

源　勘查研究程度

源　地质研究程度

源　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。

源　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。

源　详查阶段

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。

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。

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。

勘探阶段

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。

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。

矿石质量研究

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。

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。

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。

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 阅。

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。

矿床选矿和加工技术条件研究

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。

[illegible] 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。

[illegible] 勘探阶段

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 膨润土矿石选矿试验，为满足深加工产品需要，一般做实险室流程试验。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　氨）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。

[illegible] 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。

[illegible] 矿床开采技术条件研究

[illegible] 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。

[illegible] 详查阶段

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 勘探阶段

[illegible] 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　戟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。

[illegible] 工程地质研究

研究矿床的岩石类型，划分岩　仕）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。

[illegible] 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。

[illegible] 综合勘查、综合评价

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 勘查控制程度要求

[illegible] 勘查类型

[illegible] 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[illegible]储量[illegible]%以上的主矿体（一个或几个矿体）的形态、规模等特征而定。

[illegible] 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[illegible]）为划分因素。

[illegible] 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[illegible]）。

[illegible] 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[illegible]

膨润土矿床勘查工程间距见表[illegible]

耐火粘土矿床勘查工程间距见表[illegible]

[illegible] 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[illegible]储量应达到矿山首期建设设计返还本息的要求。

[illegible] 勘查工作质量要求

[illegible] 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[illegible]～[illegible]；矿床地形、地质图，比例尺[illegible]～[illegible]（高岭土、耐火粘土）、[illegible]～[illegible]（膨润土）；勘探线剖面图[illegible]～[illegible]。

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。

[illegible] 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。

探矿工程

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。

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 [illegible]~ [illegible]的顶底板岩心采取率不得低于 [illegible]，一般岩心采取率不得低于 [illegible]。对厚度较大的矿体，矿心采取率要求连续 [illegible]~ [illegible]段平均采取率不低于 [illegible]、分层岩心采取率不低于 [illegible]。

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 [illegible]~[illegible]的随机抽样透孔检查，合格率要求达到 [illegible]。

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。

化学、物化样品的采集、加工，化学分析、物化性能测试

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（[illegible]）~（[illegible]）。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 [illegible]~[illegible]。

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。

样品的加工

原矿样品加工缩分公式采用切乔特公式：

[illegible]

式中：[illegible]——缩分时取得的最小可靠质量（[illegible]）；

[illegible]——缩分系数；

[illegible]——样品碾碎后最大颗粒的直径（[illegible]）。

[illegible]值为 [illegible]~[illegible]，一般取 [illegible]，[illegible]表示碎样过程中，样品损失率：全过程累计损失率 [illegible]，每次缩分误差 [illegible]。

高岭土样品粒度应 [illegible]（[illegible]目）。淘洗精矿样品加工，最终筛目要求为 [illegible]（[illegible]目）。当需获取 [illegible]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 [illegible]的试样质量过 [illegible]（[illegible]目）筛。

耐火粘土加工破碎到试样能通过 [illegible]（[illegible]目）筛。

样品化学分析、物化性能测试

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 [illegible]、[illegible]、[illegible]，当

耐火粘土质量分数约到边缘，且分布稳定时可不做基本分析，列入组合分析项目；当杂质或运的晶型的、伴生的云母的质量分数高影响工业利用，或杂质与粘土的质量分数不呈明显消长关系时，列入基本分析项目，矿床的可不做单独分析，仅分析耐火度）；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1克试样吸附甲基蓝的毫摩尔）克表示。

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（简称CEC）和交换性阳离子（钙[Ca]、镁[Mg]、钠[Na]、钾[K]]。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。

耐火粘土一般测定粘土矿物、石英、云母的含量及灼失量和耐火度。当石英含量较低时，可不列入基本分析项目。高铝粘土需增加测定铝的含量，当云母含量超出指标要求时，需增加杂质分析。对软质和半软质粘土选代表性样品做可塑性测定。

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：杂质（酸溶的、铁的、钛的、磷的、硫的（全硫矿）、灼失量等项。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3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20毫升/2克时，应改用1克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杂质（酸溶的、铁的、钛的、磷的、硫的（全硫矿）、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5件，次要品级不少于3件。

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。

化学分析质量检查

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 %～%，外部检查数量应占样品总数的 %～%。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 %，外部检查的数量应占品级样品总数的 %。耐火度允许误差为 %。

内部检查样品的合格率要求 %，外检样品原始合格率不低于 %。

 检查分析允许相对双差

要求如下：

$$\text{再} \begin{cases} \text{糟}_1 \text{曾}_1 - \text{糟}_2 \text{曾}_2 \\ \text{糟}_2 \text{曾}_2 - \text{糟}_1 \text{曾}_1 \end{cases}$$

式中：再——计算相对双差值（%）；

糟——修正系数；

曾——测定结果浓度值（%）。

检查分析修正系数见表 。

 系统误差显著性 检验

$$\text{贼} = \frac{\left| \bar{\text{渣}}_{\text{砸}} \right| \sqrt{\text{灶}}}{\text{渣}_{\text{砸}}}$$

式中：贼——系统误差显著性检验；

$\bar{\text{渣}}_{\text{砸}}$——相对双差分数平均值，即 $\bar{\text{渣}}_{\text{砸}} = \frac{\sum \text{渣}_{\text{砸}}}{\text{灶}}$（$\text{渣}_{\text{砸}}$ 测 %允），其中，灶为样品件数，$\text{渣}_{\text{砸}}$ 测带 号，$\text{渣}_{\text{砸}}$ 允即 再；

$\text{渣}_{\text{砸}}$——相对双差分数标准偏差，即 $\text{渣}_{\text{砸}} = \sqrt{\frac{\sum (\text{渣}_{\text{砸}} - \bar{\text{渣}}_{\text{砸}})^2}{\text{灶} - 1}}$。

若 贼计算值 ≥ 临界值 贼（%，灶）判为此组样品系统误差存在显著性；否则不显著。

 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 %～%；外部检查应占样品总数的 %～%。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 。

 岩石物理技术性能测试样品的采集与试验

 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 件～ 件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 ～ 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：

 粒度组成 约 筛 约 筛 约 筛 约 筛 约 筛；

 白度：自然白度、烧成白度；

糟 可塑性；

凿 干燥收缩率；

藻 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。

辽[illegible]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 缘件。

测试项目见表 悦[illegible]

辽[illegible]耐火粘土物理性能测定样品，按矿石类型、品级分别采集 圆件～猿件，样品可在少数钻孔或其他工程中采集，样品质量一般 员[illegible]

软质粘土、半软质粘土物理性能测定项目：可塑水　豫）、可塑性、结合力、干燥收缩率　豫）、粒度组成比例　豫）、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。

辽[illegible]原 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 [illegible]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 [illegible]件样品。对有采场或采坑的矿区应采取 员件～猿件大体积质量　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 员[illegible]益）至恒温后求得湿度。

辽[illegible]矿石选矿和应用技术试验样品的采集、分析、试验

辽[illegible]离岭土矿石选矿试验

辽[illegible]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 [illegible]储量比例采取具代表性的混合试样。

辽[illegible]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。

辽[illegible]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。

辽[illegible]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。

辽[illegible]膨润土矿石选矿和应用技术试验

辽[illegible]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。

□□□□□□□□□□ 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。

□□□□□□□□□□ 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。

□□□□□□□ 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 □□□□□□□□ 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 □□□□□□□□ 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 □□□□□□□□

□□□ 原始地质编录、地质资料综合整理

□□□□□□ 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。

□□□□□□□ 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。

□□ 可行性评价工作

□□□□□ 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。

□□□□ 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 □□□□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。

[illegible] 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　戚原料）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、利润和现金流人流出等，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。

愿 矿产资源 [illegible]储量分类及类型条件

愿[illegible] 矿产资源 [illegible]储量分类依据

愿[illegible][illegible] 地质可靠程度

愿[illegible][illegible][illegible] 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。

愿[illegible][illegible][illegible] 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。

愿[illegible][illegible][illegible] 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。

愿[illegible][illegible][illegible] 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。

愿[illegible][illegible] 经济意义　是可行性评价的结果）

愿[illegible][illegible][illegible] 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　戚）其他扶持措施条件下，开发是可能的。

愿[illegible][illegible][illegible][illegible] 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。

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。

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。

矿产资源储量类型

储量（三类）

可采储量

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。

预可采储量

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。

预可采储量

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。

基础储量（六类）

探明的（可研）经济基础储量

与可采储量的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

探明的（预可研）经济基础储量

与预可采储量的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

控制的经济基础储量

与预可采储量的分布特征相同，其差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

探明的（可研）边际经济基础储量

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。

探明的（预可研）边际经济基础储量

与基础储量　[illegible] 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。

[illegible] 控制的边际经济基础储量　[illegible]

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。

[illegible] 资源量　七类）

[illegible] 探明的　可研）次边际经济资源量　[illegible]

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。

[illegible] 探明的　预可研）次边际经济资源量　[illegible]

与经济资源量　[illegible] 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。

[illegible] 控制的次边际经济资源量　[illegible]

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。

[illegible] 探明的内蕴经济资源量　[illegible]

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。

[illegible] 控制的内蕴经济资源量　[illegible]

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。

[illegible] 推断的资源量　[illegible]

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。

[illegible] 预测的资源量　[illegible]？

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。

[illegible] 矿产资源 [illegible] 储量估算

[illegible] 矿产资源 [illegible] 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 [illegible] 月）；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。

怨猿员　矿产资源储量估算的一般原则

怨猿员援员　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。

怨猿员援圆　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。

怨猿员援猿　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。

怨猿员援源　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。

怨猿员援缘　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。

怨猿员援远　矿石和淘洗精矿矿产资源储量估算以万吨为计算单位。

怨猿圆　勘查地质报告的编写

按照《固体矿产勘查坑探工程-地质报告编写规范》的要求编制勘查地质报告。

附　录　粤
规范性附录）
固体矿产资源 辕储量分类

表 粤员员　固体矿产资源 辕储量分类表

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　员			
	基础储量　员			
	预可采储量　员	预可采储量　员		
	基础储量　员	基础储量　员		
边际经济的	基础储量　圆			
	基础储量　圆	基础储量　圆		
次边际经济的	资源量　猿			
	资源量　猿	资源量　猿		
内蕴经济的	资源量　猿	资源量　猿	资源量　猿	资源量　猿？

注：表中所用编码　员、圆、猿，第 员位数表示经济意义，即 员越经济的，圆越边际经济的，猿越次边际经济的，猿越内蕴经济的，？越经济意义未定的；第 圆位数表示可行性评价阶段，即 员越可行性研究，圆越预可行性研究，猿越概略研究；第 猿位数表示地质可靠程度，即 员越探明的，圆越控制的，猿越推断的，源越预测的。遭越未扣除设计、采矿损失的可采储量。

附　录　月
资料性附录）
勘查类型和勘查工程间距

月员　勘查类型

月圆　勘查类型划分因素

月圆员　矿体　层）延展规模

葬 高岭土矿床：

大型：延展面积≥

中型：延展面积

小型：延展面积 约

遭 膨润土矿床：

大型：沿走向≥□□□□；沿倾向≥□□□□；延展面积≥□□□□；

中型：沿走向 □□□□～□□□□；沿倾向 □□□□～□□□□；延展面积 □□□□～□□□□；

小型：沿走向 约□□□□；沿倾向 约□□□□；延展面积 约□□□□

糟 耐火粘土矿床：

大型：沿走向≥□□□□，沿倾向≥□□□□；

中型：沿走向 □□□□～□□□□；沿倾向≥ □□□□～□□□□）；

小型：沿走向 约□□□□，沿倾向 约□□□□。

□□□□ 矿体（层）形态复杂程度

规则：呈层状、似层状，边界规则。

较规则：呈层状、似层状、透镜状，边界较规则。

不规则：呈透镜状、扁豆状、囊巢状、脉状，边界不规则。

□□□□ 矿体（层）厚度稳定程度

稳定：厚度变化系数≤□□□，厚度变化有规律。

较稳定：厚度变化系数 □□□～□□□，厚度变化较有规律。

不稳定：厚度变化系数 □□□，厚度变化规律不明显。

□□□□ 矿体（层）内部结构复杂程度

简单：矿石质量稳定或变化有规律，线或面夹石率≤□□□。膨润土矿床蒙脱石质量分数变化系数 约□□□。

中等：矿石质量较稳定，线或面夹石率 □□□～□□□。膨润土矿床蒙脱石质量分数变化系数 □□□～□□□。

复杂：矿石质量不稳定，线或面夹石率 □□□。膨润土矿床蒙脱石质量分数变化系数 □□□。

□□□□ 构造复杂程度

简单：矿体（层）呈单斜或简单的开阔向、背斜；无较大的断裂构造及脉岩，对矿体形态影响小。

中等：矿体（层）有次一级褶曲或局部较紧密褶曲；有少数较大断裂及脉岩切割，对矿体（层）形态有一定影响。

复杂：断层、褶曲或脉岩发育，矿体（层）受到严重影响。

□□□□ 勘查类型

Ⅰ勘查类型：矿体（层）延展规模大型，形态规则，厚度稳定，内部结构、地质构造简单。例如广东茂名高岭土矿床；广西宁明膨润土矿床；山东小口山耐火粘土矿床。

Ⅱ勘查类型：矿体（层）延展规模中一大型，形态较规则，厚度较稳定，内部结构、地质特征简单至较简单。例如湖南界牌、江苏观山高岭土矿床；辽宁黑山、浙江平山、福建武平膨润土矿床；山西太湖石、吉林水曲柳、新疆浅水河耐火粘土矿床。

Ⅲ勘查类型：矿体（层）延展规模中一小型，形态较规则至不规则，厚度较稳定至不稳定，内部结构、地质构造较简单至复杂。例如江苏阳西、沙礅头、四川叙永高岭土

矿床；甘肃红泉、安徽水东、浙江仇山膨润土矿床；河南大洼、湖南马家桥、贵州中哨坝耐火粘土矿床。

月■■■ 勘查工程间距

月■■■■■ 高岭土矿床勘查工程间距　见表 月■■■

表 月■■■ 高岭土矿床勘查工程间距　　单位：米

勘查类型	勘查工程间距	
	控制的	
	沿走向	沿倾向
Ⅰ	■■■■	■■■■■■■■
Ⅱ	■■■■	■■■■
Ⅲ	■■■■■■■■	■■■■

月■■■■■■ 膨润土矿床勘查工程间距　见表 月■■■■

表 月■■■■ 膨润地矿床勘查工程间距　　单位：米

勘查类型	勘查工程间距	
	控制的	
	沿走向	沿倾向
Ⅰ	■■■■	■■■■■■■■
Ⅱ	■■■■	■■■■■■■■
Ⅲ	■■■■■■■■	■■■■■■■■

月■■■■■■ 耐火粘土矿床勘查工程间距　见表 月■■■

表 月■■■ 耐火粘土矿床勘查工程间距　　单位：米

勘查类型	勘查工程间距	
	控制的	
	沿走向	沿倾向
Ⅰ	■■■■■■■■	■■■■■■■■
Ⅱ	■■■■■■■■	■■■■■■■■
Ⅲ	■■■■■■■■	■■■■■■■■

附录 悦
资料性附录）
质量检查和膨润土测试项目

悦.员 检查分析修正系数　见表 悦.员

表 悦.员　检查分析修正系数

矿产名称	化学分析项目	单位	修正系数
高岭土	粤蕴猿韵猿、灾藻韵、云蕴韵猿、耘韵韵、悦葬韵、酝早韵、酝灶韵、灾韵猿、杂、灾韵猿、硫酸盐	豫	员.园园
耐火粘土	粤蕴猿韵猿、灾藻韵、云蕴韵猿、耘韵韵、悦葬韵、酝早韵、晕韵猿、杂、灾韵猿、灼火量	豫	员.园园

悦.圆 膨润土物化性质和工艺性能试验允许差　见表 悦.圆

表 悦.圆　膨润土物化性质和工艺性能试验允许差

试验项目		量值范围	允许偶然误差 豫	
			相对豫	绝对豫
吸蓝量 皂基黏土		跃园.愿 园.愿～园.愿 约园.愿	员园	园.愿 不计
黄价值		—	—	园.缘
阳离子交换容量 皂基黏土		跃园.缘 园.缘～园.缘 约园.缘		园.愿 园.愿 不计
胶质价 皂基黏土		≥缘园 ≤缘园	员园	缘
膨胀容 皂基黏土		≥员园 约员园	圆园	圆
脱色力	原土	跃员园 远园～员园	员缘	员缘
	活化土	跃圆园 员园～圆园 约员园	员园	圆园不计

悦.猿 膨润土矿石主要工业用途测试项目　见表 悦.猿

表 忱圆圆表　膨润土矿石主要工业用途测试项目

工业用途	属性		
	纳基膨润土	钙基镁基膨润土	铝基　氢）膨润土
机械铸造	湿压强度 热湿拉强度 干压强度 透气性		
冶金球团	抗压强度 落下次数 爆裂温度 圆粟　圆原吸水率		
钻井泥浆	造浆率 失水率		
化工油脂脱色		脱色力或脱色率和比表面积	

附　录　阅
资料性附录）
矿石工业类型

阅圆员　高龄土矿石工业类型　见表 阅圆员

高岭土是一种以高岭石族粘土矿物为主的粘土和粘土岩。主要用于造纸、陶瓷和耐火材料，其次用于涂料、橡胶填料、搪瓷釉料和白水泥原料，少量用于塑料、油漆、颜料、砂轮、铅笔、日用化妆品、肥皂、农药、医药、纺织、石油、化工、建材、国防等工业部门。

高岭土矿石工业类型，根据其质地、可塑性和砂质的质量分数分为三种类型：

葬　硬质高岭土：质硬、无可塑性，粉碎细磨后具可塑性；

遭　软质高岭土：质软、可塑性较强，砂质质量分数 约缘豫；

糟　砂质高岭土：质松散，可塑性较弱，砂质质量分数 跃缘豫。

表 阅圆员　高岭土矿石工业类型

矿石类型		化学成分质量分数豫			主要工业用途
		粤灶圆韵猿	云母、长石、石英圆		
			总质量分数	其中 耗猿圆	
硬质高岭土	沉积型原矿	跃员园	约圆	约员园	陶瓷原料、耐火材料、造纸、涂料、橡胶填料、搪瓷釉料、白水泥原料
	热液蚀变型原矿	跃圆愿	约圆	约员园	
软质高岭土		跃圆原	约圆	约员园	
砂质高岭土		跃源	约圆	约员园	

阅圆圆　膨润土矿石类型

阅圆圆圆员　膨润土是蒙脱石矿物达到可利用含量的粘土或粘土岩。膨润土广泛应用于冶金球团、铸造、生铝、石油、化工、造纸、橡胶以及农业、医学等领域。

阅圆圆圆圆　根据膨润土应用领域，按蒙脱石可交换的阳离子种类和层电荷大小划分属性和属型。

属性划分标准：

葬　钠基膨润土：$\frac{耘_{(钠>钙+镁)}}{匝_{悦耘悦}}$ 伊员缘≥缘员缘；

遭　钙基膨润土：$\frac{耘_{(钙>钠+镁)}}{匝_{悦耘悦}}$ 伊员缘≥缘员缘；

糟　镁基膨润土：$\frac{耘_{(镁>钠+钙)}}{匝_{悦耘悦}}$ 伊员缘≥缘员缘；

凿　铝　氢）　基膨润土：$\frac{耘_{(氢+铝>钠+钙+镁)}}{匝_{悦耘悦}}$ 伊员缘≥缘员缘；

藻　若可交换性阳离子没有超过交换容量 缘员缘时，则以最多交换量的两种阳离子进行复合命名，如：

$$\frac{耘_{(钠>钙+镁)}}{匝_{悦耘悦}} 伊员缘≥源员缘，$$

$$\frac{耘_{(钙>钠+镁)}}{匝_{悦耘悦}} 伊员缘≥猿员缘，$$

则为钠钙基膨润土，以此类推　阳离子名前冠以“耘”即为可交换性的阳离子量；“$匝_{悦耘悦}$”为阳离子交换容量）。

属型划分标准：

葬　高层电荷型　切托型）：园圆圆缘～园圆猿园　单位半晶胞；

遭　低层电荷型　怀俄明型）：园员缘园～园圆缘缘　单位半晶胞；

糟　过渡型：层电荷处于上列两者之间。阅圆圆圆反映成矿环境、结构特征和应用加工处理，则需按矿物组合划分矿石类型。一般分为：

——蒙脱石型；

——高岭土　含埃洛石）原蒙脱石型；

——伊利石 原蒙脱石型；

——绿泥石 原蒙脱石型；

——沸石 原蒙脱石型。

阅圆圆　耐火粘土矿石工业类型　见表 阅圆圆

耐火粘土是指耐火度大于 员缘缘园℃的粘土。主要用于冶金、机械等部门，其次为轻工、建材、化工、国防等部门。

依其理化性能、矿石特征和工业用途，一般分为软质粘土、半软质粘土、硬质粘土和高铝粘土等四种。

表 阅圆圆　耐火粘土矿石工业类型

矿石工类类型	矿物成分		粤等学氧化铝质量分数豫	云蒂学氧化铁质量分数豫	耐火度益	矿石外观特征	工业用途	备注
	主要矿物	次要矿物						
高铝粘土	一水硬铝石	高岭石、一水软铝石	跃缘圆	约猿	≥员苑园	豆状、鲕状、角砾状、致密块状、坚硬粗糙状、土状	高铝质耐火材料	化学成分以熟料计
硬质粘土	高岭石	一水硬铝石、三水铝石、地开石、伊利石、叶蜡石	跃员园	≤猿缘豫	≥员苑园	致密块状、鲕状、贝壳状	帖土质耐火材料	
半软质粘土	高岭石	伊利石、一水硬铝石	≥圆豫	≤猿缘豫	≥员苑园	块状、片状	结合剂	化学成分以生料计
软质粘土	高岭石 原伊利石		跃圆园	≤猿缘豫	≥员缘园	土状、片状	结合剂	
	钠蒙脱石 原伊利石							

附　录　耘
资料性附录）
一般工业要求和矿产资源 储量规模

耘员员　一般工业要求

耘员员员　高岭土矿一般工业指标见表 耘员员

表 耘圆员　高岭土矿一般工业指标

矿石类型	原矿或淘洗精矿	化学成分质量分数豫			淘洗率豫	最低可采厚度 皂			夹石剔除厚度 皂		
		粤灶圆	云母+石英+长石			露天开采		地下开采	露天开采		地下开采
			总质量分数	其中长石		小型矿山	中型以上矿山		小型矿山	中型以上矿山	
硬质高岭土	沉积型原矿	跃园	约圆	约园		园	园	园	园	园	园
	热液蚀变型原矿	跃园	约圆	约园		园	园	园	园	园	园
软质高岭土	原矿	跃园	约圆	约园							
砂质高岭土	原矿	跃园	约圆	约园							
	淘洗精矿	跃园	约圆	约园	跃园						

耘圆猿圆　膨润土矿一般工业指标

耘圆猿圆员　矿石质量指标

葬　边界品位：蒙脱石质量分数≥源园豫　单样）；

遭　工业品位：蒙脱石质量分数≥缘园豫　单工程）。

对选矿性能良好，适用于作精细加工产品的低电荷型　怀俄明型）的膨润土，其蒙脱石的质量分数指标可适当降低。

耘圆猿圆圆　开采技术条件

葬　矿层最小可采厚度 员皂~圆皂；

遭　夹石最小剔除厚度不小于 员皂；

糟　露天开采标高一般不低于采区侵蚀基准面以下 缘皂；

凿　露天剥采比不大于 源院员；

藻　露天矿床最终边坡角一般 缘园毅~远园毅；

枣　露天开采最终底盘最小宽度不小于 圆园皂。

耘圆猿源　耐火粘土一般工业指标

耘圆猿源员　耐火粘土一般质量要求见表 耘圆园

表 耘圆圆　耐火粘土一般质量要求

矿石类型	矿石品级	主要化学成分质量分数豫			灼失量豫	耐火度益	可塑性指标	备　注
		粤凿燥	云凿燥	悦燥				
高铝粘土	特级	≥愿豫	≤圆园园	≤园郧匝	≤员豫	≥员苑园		化学成分以熟料计
	Ⅰ级	≥愿园	≤猿园园	≤园郧匝	≤员豫	≥员苑园		
	Ⅱ级 甲	≥苑园	≤猿园园	≤园郧愿	≤员豫	≥员苑园		
	Ⅱ级 乙	≥远园	≤猿园园	≤园郧愿	≤员豫	≥员苑园		
	Ⅲ级	≥缘园	≤圆豫豫	≤园郧愿	≤员豫	≥员苑园		
硬质粘土	特级	≥源园	≤员园园		≤员豫	≥员苑园		
	Ⅰ级	≥源园	≤圆豫豫		≤员豫	≥员缘园		
	Ⅱ级	≥猿豫	≤猿园园		≤员豫	≥员苑园		
	Ⅲ级	≥猿园	≤猿豫豫		≤员豫	≥员远园		
半软质粘土	Ⅰ级	≥猿豫	≤圆园园		≤员元	≥员愿园	员~圆豫	化学成分以生料计
	Ⅱ级	≥猿园	≤圆豫豫		≤员元	≥员愿园		
	Ⅲ级	≥圆豫	≤猿豫豫		≤员元	≥员远园		
软质粘土	Ⅰ级	≥猿园	≤圆园园		≤员愿	≥员愿园	≥圆豫	
	Ⅱ级	≥圆元	≤圆豫豫		≤员愿	≥员缘园		
	Ⅲ级	≥圆园	≤猿豫豫		≤员愿	≥员缘园		

耘圆圆圆圆　开采技术条件

矿层最小可采厚度：地下开采 园郧园~员米；露天开采 园郧缘~园郧苑米。

夹石最小剔除厚度不小于 园郧缘~园郧苑米。

剥采比≤员豫缘~员缘∶员。

耘圆园　矿产资源（储）量规模

应根据投资者的要求，确定矿山服务年限，一般按 猿园年以上计算。矿产资源（储）量规模见表 耘圆园。

表 耘圆园　矿产资源（储）量规模

类　　别	矿产资源（储）量规模（员园源吨）		
	大型	中型	小型
高岭土矿	≥缘园园	员园园~缘园园	约员园园
膨润土矿	≥缘园园园	缘园园~缘园园园	约缘园园
耐火粘土矿	≥员园园园	圆园园~员园园园	约圆园园

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

[illegible]

目　次

前言
员 范围
圆 规范性引用文件
猿 勘查的目的任务
源 勘查研究程度
源.员 地质研究程度
源.圆 矿石质量研究
源.猿 矿石选矿和加工技术条件研究
源.源 矿床开采技术条件研究
源.缘 综合勘查、综合评价
缘 勘查控制程度
缘.员 勘查类型划分原则
缘.圆 工程间距确定原则
缘.猿 勘查控制程度要求
远 勘查工作及质量要求
远.员 地形测量、工程测量
远.圆 地质调查
远.猿 遥感地质和物探工作
远.源 探矿工程
远.缘 岩矿鉴定、分析的采样与测试
远.远 专项取样
远.苑 矿石选矿、工艺试验取样
远.愿 岩　矿）石物理技术性能测试取样
远.怨 矿床水文地质、工程地质工作
远.员园 地质编录、资料整理和报告编写
远.员员 计算机及其他新技术的运用

苑 可行性评价工作
苑圆员 概略研究
苑圆圆 预可行性研究
苑圆猿 可行性研究
愿 矿产资源 辕储量分类及类型条件
愿圆员 矿产资源 辕储量分类依据
愿圆圆 矿产资源 辕储量分类
愿圆猿 矿产资源 辕储量类型 郾 编码）及条件
怨 矿产资源 辕储量估算
怨圆员 矿产工业指标
怨圆圆 矿产资源 辕储量估算一般原则
怨圆猿 确定矿产资源 辕储量估算参数的要求
怨圆源 矿产资源 辕储量分类结果表
附录 粤 规范性附录）固体矿产资源 辕储量分类
附录 月 规范性附录）矿产资源 辕储量规模划分标准
附录 悦 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
悦圆员 术语、符号
悦圆圆 分类
悦圆猿 石材矿床勘查中放射性水平的预评价
悦圆源 本标准和饰面石材矿床放射性水平评价准则节录自 《悦缘怨怨猿郾圆—圆园园怨 《天然石材产品放射防护分类控制标准》
附录 阅 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
阅圆员 检验分析的允许限
阅圆圆 系统误差的判断
阅圆猿 本附录节录自 阅在园猿猿圆圆—圆园园猿 《地质矿产实验室测试质量管理规范——猿岩矿分析质量要求和检查办法》
附录 耘 资料性附录）勘查类型划分和勘查工程间距
耘圆员 勘查类型划分的主要因素
耘圆圆 矿床勘查类型
耘圆猿 勘查工程间距
附录 云 资料性附录）纵纤维石棉钻探取心操作细则
云圆员 总则
云圆圆 钻具选用
云圆猿 水平钻安装的一般规定
云圆源 水平钻孔钻进技术参数
云圆缘 取心操作注意事项
附录 悦 资料性附录）石棉矿石试样加工方法和加工操作细则

怀疑员 石棉矿石试样加工采用风选工艺流程
怀疑圆 石棉矿石试样地质加工的野外加工和室内加工阶段
怀疑猿 石棉纤维分级与质量检查
附录 匀 资料性附录）矿产一般工业要求
匀员 玻璃硅质原料矿一般工业要求
匀圆 饰面石材矿一般工业要求
匀猿 石膏矿一般工业要求
匀源 温石棉矿一般工业要求
匀缘 硅灰石矿一般工业要求
匀苑 滑石矿一般工业要求
匀愿 石墨矿一般工业要求

员 范围

本标准规定了玻璃硅质原料饰面石材、石膏、温石棉、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 [illegible]储量分类及类型条件、矿产资源 [illegible]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 [illegible]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 [illegible]储量的依据。

圆 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。

[illegible]矿区水文地质工程地质勘探规范

[illegible]固体矿产地质勘查规范总则

[illegible]固体矿产资源 [illegible]储量分类

[illegible]地质矿产实验室测试质量管理规范

[illegible]天然石材产品放射防护分类控制标准

猿 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 [illegible]储量和开采技术条件等必需的资料。

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。

源 勘查研究程度

源 地质研究程度

源 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。

源 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。

源 详查阶段

源 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。

源 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。

[illegible] 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。

[illegible] 勘探阶段

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 矿石质量研究

[illegible] 预查阶段

与已知矿床类比，了解预查区内矿石质量情况。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 矿石选矿和加工技术条件研究

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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（[illegible]）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。

[illegible] 矿床开采技术条件研究

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 详查阶段

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 勘探阶段

[illegible] 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。

[illegible] 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　仕）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。

[illegible] 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。

缘 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。

缘 勘查控制程度

缘缘员 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 输储量 远缘以上的主矿体（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 耘。

缘缘圆 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 输储量勘查工程间距见附录 耘。

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，大致查明矿体地质特征。

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。

缘缘猿 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 月。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 [illegible] 倾向上以 [illegible] 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。

远　勘查工作及质量要求

[illegible]　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 [illegible]《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。

[illegible]　地质调查

[illegible]　区域地质调查

区域地质图的比例尺一般为 [illegible] ~ [illegible]，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。

[illegible]　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 [illegible] ~ [illegible]。详查、勘探阶段，矿床地质图的比例尺一般为 [illegible] 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 [illegible] ~ [illegible]。分段勘探的大型矿床，全区地质图比例尺可用 [illegible] ~ [illegible]。

普查阶段地质剖面测量的比例尺一般为 [illegible] ~ [illegible]。详查、勘探阶段地质剖面应为精测，比例尺一般为 [illegible] ~ [illegible]。

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。

[illegible]　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 [illegible]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。

[illegible]遥感地质和物探工作

[illegible]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。

[illegible]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。

[illegible]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[illegible]。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。

[illegible]探矿工程

[illegible]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 [illegible]时采用探槽，大于 [illegible]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、由浅人深、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。

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 [illegible]，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。

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 [illegible]。各矿种岩矿心采取的质量要求如下：

[illegible] 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 [illegible]，矿心（包括矿石、矿化夹石，近矿 [illegible] 围岩及重要标志层）采取率不低于 [illegible]，计算分层平均采取率，厚度大的矿体，按连续 [illegible] 计算平均采取率，钻进中要注意保持矿心完整；

[illegible] 玻璃硅质原料砂类矿层分层采取率一般不低于 [illegible]，不超过 [illegible]，钻进中要避免涌砂；

[illegible] 温石棉矿顶底板围岩的岩心采取率不低于 [illegible]，其他岩心采取率不低于 [illegible]，矿心采取率不低于 [illegible]，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 [illegible] 年颁布的《岩心钻探规程》的规定。

岩矿鉴定、分析的采样与测试

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。

化学分析取样

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 [illegible] 的明显夹石应单独采样。若一个样段是由矿石（单层厚大于 [illegible]）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 [illegible]。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 [illegible]～[illegible]，玻璃硅质原料矿 [illegible]～[illegible]，滑石矿 [illegible]～[illegible]，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 [illegible]～[illegible]，玻璃硅质原料、硅灰石、石墨矿为 [illegible]～[illegible]，滑石矿为 [illegible]，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人，并采取措施除去带人的工具铁。

[illegible] 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 [illegible]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 [illegible]～[illegible]，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。

[illegible] 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 [illegible]载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。

[illegible] 化学分析样品的制备

化学分析样品的制备应按 [illegible]《地质矿产实验室测试质量管理规范——[illegible]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，采用切乔特公式编制加工流程，其中缩分系数 [illegible]值，玻璃硅质原料、石墨矿一般采用 [illegible]，石膏、滑石、硅灰石矿一般采用 [illegible]～[illegible]。

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 猿缘豫～缘缘豫（不少于 猿园件），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 猿园件）样品，对原矿、水洗砂样及淘洗泥分别进行化学分析。

样品制备质量检查

样品制备质量应按《[illegible]》和《地质矿产实验室测试质量管理规范—[illegible]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 猿豫，中碎阶段低于 缘豫，细碎阶段低于 苑豫，制样损耗率的合格率不低于 怨缘豫。

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 猿豫。

制样质量内部检查：在制样过程中，应抽取 猿缘豫～缘缘豫的样品进行内部检查（大型矿不少于 猿缘件，中型矿不少于 圆园件），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（[illegible]）判定，制样质量检查的合格率应不低于 怨园豫。

化学分析项目

葬 玻璃硅质原料矿：

员 基本分析项目为 杂[illegible]、粤[illegible]、云[illegible]；

圆 组合分析项目为 耘[illegible]、悦[illegible]；

猿 多元素分析项目一般为 杂[illegible]、粤[illegible]、云[illegible]、耘[illegible]、悦[illegible]、悦[illegible]、酝[illegible]、运[illegible]、晕[illegible]、灼失量等。

遭 饰面石材矿：多元素分析项目根据研究需要确定；

糟 石膏矿：

员 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 杂[illegible]、匀[illegible]，当矿石中白云石与方解石的含量小于 员豫时，也可只分析 悦[illegible]、匀[illegible]；

圆 多元素分析项目一般为 匀[illegible]、匀[illegible]、杂[illegible]、悦[illegible]、酝[illegible]、杂[illegible]、粤[illegible]、云[illegible]、云[illegible]、运[illegible]、晕[illegible]、杂[illegible]、悦[illegible]、悦[illegible]等；

凿 温石棉矿：多元素分析项目一般为 杂[illegible]、耘[illegible]、粤[illegible]、云[illegible]、云[illegible]、酝[illegible]、酝[illegible]、悦[illegible]、晕[illegible]、晕[illegible]、运[illegible]、孕[illegible]、悦[illegible]、灾[illegible]、匀[illegible]、云、悦[illegible]、悦[illegible]、杂[illegible]、灼失量等；

藻 硅灰石矿：基本分析项目一般为 悦[illegible]、杂[illegible]、云[illegible]、灼失量，当矿石明确不同工业用途时，分别为：

员 建筑陶瓷 悦[illegible]、杂[illegible]、云[illegible]、悦[illegible]；

圆 油漆涂料 悦[illegible]、杂[illegible]、云[illegible]；

猿 冶金保护渣为 杂、孕和计算硅灰石、方解石、石英矿物含量所需要的化学组分含

量；

源 电焊条 悄酌 杂酚 酞酌 杂 孕；

缘 对 云母 酞酌 耕酚 酞酌 杂 孕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；

枣 滑石矿：

员 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、悄酌 云母 白度，组合分析项目为 杂酚 酞酌 粤母 酸不溶物、灼失量；

圆 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 杂酚 酞酌 悄酌 云母 白度，组合分析项目为 粤母 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 悄酌 云母）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］；

猿 多元素分析项目一般为 杂酚 酞酌 悄酌 粤母 运酌 晕酌 云母 云酌 悄酌 酞酌 耕酚 孕酌 杂酌 悄酌 匀酌、匀酌等；

阜 石墨矿：

员 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 杂酚 粤母 云母 悄酌 酞酌 杂等；

圆 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、杂 云母外，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；

猿 多元素分析项目一般为 杂酚 粤母 云母 云酌 酞酌 悄酌 晕酌 运酌 耕酚 灾酌 孕酌 杂 悄 悄酌 匀酌、匀酌、固定碳、灰分、挥发分等。

远圆圆园 化学分析质量检查

化学分析质量要求按《地质矿产实验室测试质量管理规范——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 员毫米）中抽取基本分析样品总数的 员园豫，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 愿园豫），还应进行 云检验判断。

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 缘豫，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 愿园豫，如外检结果与基本分析结果出现系统性误差，应以 则检验判断，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 阅

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。

差热分析、载原衍射分析取样

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、载原衍射分析。

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。

专项取样

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 [illegible] ~ [illegible]钻孔　最少不少于 [illegible]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 [illegible]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 [illegible]，[illegible]~ [illegible]，[illegible]~ [illegible]，[illegible]~ [illegible]，[illegible]~ [illegible]，[illegible]~ [illegible]，小于 [illegible]，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。

饰面石材品种鉴定样

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 [illegible]，非抛光样成材面的规格为 [illegible]，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。

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 [illegible]在完全新鲜岩石中采一件。样品的成材面规格一般为 [illegible]，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 [illegible]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。

饰面石材矿荒料率的确定

图解荒料率　勾）

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 [illegible]个，每个测定点的测定面积一般不小于 [illegible]。

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（[illegible]）测定，其方法是根据测点露头素描图（比例尺一般为 [illegible]），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（[illegible]）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。

[illegible] 试采荒料率（[illegible]）

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 [illegible]～[illegible]。

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（[illegible]）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（[illegible]）。

[illegible] 矿山生产荒料率（[illegible]）

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。

[illegible] 温石棉矿含棉率测定

[illegible] 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：镁质碳酸盐岩型矿床 [illegible]～[illegible]；镁质超基性岩型矿床 [illegible]～[illegible]。刻槽样品长度一般为 [illegible]～[illegible]。刻槽样品的野外缩分，按切乔特公式进行，缩分系数 [illegible] 值一般采用 [illegible]，如需改变 [illegible] 值，应经过试验。野外缩分相对误差要求不大于 [illegible]。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 [illegible]。样品粒度应小于 [illegible]。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 [illegible]～[illegible]，确保送实验室样品质量不少于 [illegible]。镁质碳酸盐岩型矿床，品位变化不大者，取样质量不少于 [illegible]。

[illegible] 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 [illegible]，也可采用类似加工设备，比拟附录 [illegible] 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 [illegible] 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 [illegible] 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 [illegible] 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 [illegible]《温石棉》分为手选棉 [illegible] 级、机选棉 [illegible] 级，分级标准见表 [illegible]

[illegible] 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 [illegible] 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 [illegible]《温石棉检验方法》执行。温石棉各级纤维质量主要指标见表 [illegible]　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 [illegible] 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。

[illegible]　硅灰石矿物量和矿石物理化学性能测定

[illegible] 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 [illegible] 和 [illegible]

[illegible] 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 [illegible] 值，塑料、橡胶增强填料用硅灰石要求测粒度或径长比。

[illegible]　滑石矿物相分析、单矿物分析及石棉定性分析

[illegible] 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 [illegible] 酸不溶 [illegible] 酸不溶 [illegible] 酸不溶 [illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 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 [illegible] 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。

[illegible]　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 [illegible]、[illegible]、[illegible]、大于 [illegible] 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 [illegible]　相当于测定面积 [illegible]，小型矿床光片数量一般不少于 [illegible]。

5.6.3　矿石选矿、工艺试验取样

5.6.3.1　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 2cm~3cm 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 20 网目筛，筛上样品用手选出块度长径大于 2cm~3cm 的夹石。手选精矿夹石率应小于 5%。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 20cm×20cm×20cm。

5.6.3.2　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 5.6.2 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。

5.6.4　工艺试验

5.6.4.1　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 0.1m³，边长不小于 30cm。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。

5.6.4.2　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。

5.6.4.3　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。

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的结构、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 射衍射分析、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。

岩　矿）石物理技术性能测试取样

矿石体积质量　体重）和湿度测定

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 件～ 件，一般规格为 ～ ；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 。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。

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。

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 伊 伊 ，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。

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。

有关矿床开采技术条件的测试

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。

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 伊 伊 ，抗折强度样规格为 伊 伊 ，耐磨率样规格为 Φ 伊 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。

[illegible] 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。

[illegible] 石膏矿床如发现逸气（如 [illegible] 等）现象，应采样分析其成分。

[illegible] 矿床水文地质、工程地质工作

工作质量应符合 [illegible]《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。

[illegible] 地质编录、资料整理和报告编写

[illegible] 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 [illegible] 的棉脉及大于 [illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 地质勘查报告编写质量应符合 [illegible]《固体矿产勘查 [illegible] 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。

[illegible] 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。

[illegible] 可行性评价工作

[illegible] 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。

[illegible] 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 [illegible] 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。

 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。

 矿产资源 储量分类及类型条件

 矿产资源 储量分类依据

 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。

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　载）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。

矿产资源储量分类　见附录 粤

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。

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。

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。

[illegible] 矿产资源（储量类型　编码）及条件

[illegible] 储量

[illegible] 可采储量　[illegible]

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。

[illegible] 预可采储量　[illegible]

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。

[illegible] 预可采储量　[illegible]

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。

[illegible] 基础储量

[illegible] 探明的（可研）经济基础储量　[illegible]

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[illegible]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。

[illegible] 探明的（预可研）经济基础储量　[illegible]

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[illegible]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。

[illegible] 控制的经济基础储量　[illegible]

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[illegible]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。

[illegible] 探明的（可研）边际经济基础储量　[illegible]

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。

[illegible] 探明的（预可研）边际经济基础储量　[illegible]

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 [illegible] 估算的基础储量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

[illegible] 控制的边际经济基础储量 [illegible]

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 [illegible]，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。

[illegible] 资源量

[illegible] 探明的（可研）次边际经济资源量 [illegible]

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。

[illegible] 探明的（预可研）次边际经济资源量 [illegible]

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。

[illegible] 控制的次边际经济资源量 [illegible]

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。

[illegible] 探明的内蕴经济资源量 [illegible]

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，估算妁资源量可信度高，可行性评价可信度低。

[illegible] 控制的内蕴经济资源量 [illegible]

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。

[illegible] 推断的内蕴经济资源量 [illegible]

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。

[illegible] 预测的资源量 [illegible]？

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。

怨 矿产资源 储量估算

怨员 矿产工业指标

怨员员 矿石质量要求的主要内容

葬 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；

遭 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；

糟 石膏矿包括工业品位（[illegible]）或可采单层（脉）厚度和线含矿率的要求；凿 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；

藻 温石棉矿包括含棉率边界品位和工业品位的要求；

枣 滑石矿石质量标准有两种，即以滑石含量、[illegible]白度为评价指标的边界品位、工业品位要求，或以[illegible]为评价指标的边界品位、工业品位要求；

皂 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。

怨员圆 矿床开采技术条件要求

怨员圆员 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。

怨员圆圆 地下开采矿床包括：可采厚度、夹石剔除厚度、开采深度等。

怨员猿 矿产资源 储量估算一般原则

怨员猿员 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 匀）。

怨员猿圆 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。

怨员猿猿 矿产资源 储量估算对象和单位（如下）：

葬 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[illegible]

遭 饰面石材矿应分别估算矿石量和荒料量，单位为[illegible]；

糟 石膏矿估算矿石量，单位为[illegible]

凿 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[illegible]

藻 温石棉矿估算矿物量，单位为[illegible]并按样品长度统计法估算各级棉的资源 储量；

枣 滑石矿估算矿石量，单位为[illegible]

㈣ 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 t或kt。

⑴ 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。

⑵ 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。

⑶ 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 m³或t。

⑷ 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 5m）、风化矿石矿产资源储量少时，也可不划分风化带界线。

⑸ 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。

⑹ 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（331）、控制的内蕴经济资源量（332）、探明的内蕴经济资源量（333），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。

⑺ 确定矿产资源储量估算参数的要求

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。

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（$k_{校正}$），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。

③ 矿石湿度大于 5%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 5%时，应对估算的矿产资源储量进行校正。

怨圆圆源 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 勻。

怨圆圆缘 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。

怨圆源 矿产资源 蕴储量分类结果表

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 蕴储量进行分类。矿产资源 蕴储量估算工作结束后，应按分类估算结果制定矿产资源 蕴储量分类结果表，以说明地质勘查工作所获得的矿产资源 蕴储量数量。矿产资源 蕴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 蕴储量的地质可靠程度和经济意义，并标明矿产资源 蕴储量的编码。

附　录　粤
规范性附录）
固体矿产资源 蕴储量分类

表 粤郾员　固体矿产资源 蕴储量分类表

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　员悦员			
	基础储量　员悦圆			
	预可采储量　员月员	预可采储量　员月猿		
	基础储量　员月圆	基础储量　员月猿		
边际经济的	基础储量　员栽员			
	基础储量　员栽圆	基础储量　员栽猿		
次边际经济的	资源量　员韵员			
	资源量　员韵圆	资源量　员韵猿		
内蕴经济的	资源量　猿员	资源量　猿圆	资源量　猿猿	资源量　猿？

注：表中所用编码　员悦员～猿猿，第 员位数表示经济意义，即 员越经济的，圆越边际经济的，猿越次边际经济的，猿越内蕴经济的，？越经济意义未定的；第 圆位数表示可行性评价阶段，即 员越可行性研究，圆越预可行性研究，猿越概略研究；第 猿位数表示地质可靠程度，即 员越探明的，圆越控制的，猿越推断的，源越预测的。遭越未扣除设计、采矿损失的可采储量。

附　录　月
规范性附录）
矿产资源 蕴储量规模划分标准表

表 月郾员　矿产资源 蕴储量规模划分标准表

矿产种类	单　位		规　模		
			大型	中型	小型
玻璃硅质原料矿	矿石量	员园源择	≥员园园园	员园园园～圆园园园	约圆园园园
饰面石材矿	矿石量	员园源择	≥员园园园	员园园园～圆园园园	约圆园园园
石膏矿	矿石量	员园源择	≥猿园园园	猿园园园～员园园园	约员园园园

续表

矿产种类	单　位		规　模		
			大型	中型	小型
温石棉矿	超基性岩型　矿物量	万吨	≥500	500～100	<100
	碳酸盐岩型　矿物量	万吨	≥100	100～20	<20
硅灰石矿	矿物量	万吨	≥200	200～50	<50
滑石矿	矿石量	万吨	≥500	500～100	<100
石墨矿	晶质石墨　矿物量	万吨	≥200	200～50	<50
	隐晶质石墨　矿石量	万吨	≥1000	1000～200	<200

注：确定矿产资源储量规模依据的单元为矿床。

注：确定矿产资源储量规模依据的矿产资源储量为基础储量与资源量　仅限探明的、控制的和推断的　之和。

注：存在共生矿产时，矿产资源储量规模以矿产资源储量规模最大的矿种确定。

注：中型及小型规模不含其上限数字。

附　录　悦
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

悦员　术语、符号

悦员员　C_{Ra}、C_{Th}、C_{K} 分别为天然石材产品中镭-226、钍-232、钾-40 的放射性比活度，单位为 贝克勒尔每千克（Bq/kg）。

悦员圆　C 为镭当量浓度。天然石材产品的放射性比活度主要来自镭-226、钍-232及钾-40，可按其放射性核素含量与室内 γ 照射量率的表达式归一化，用镭当量浓度表示之，单位为 贝克勒尔每千克（Bq/kg）。本标准定义镭当量浓度 C 越高，石材产品的放射性水平越高，石材产品的使用范围越受限制。

悦圆　分类

悦圆员　A 类产品

石质建筑材料中放射性比活度同时满足式（悦员）和式（悦圆）的为 A 类产品，其使用范围不受限制。

$$C_{Ra} \leqslant 200 \text{ Bq/kg} \tag{悦员}$$

$$C \leqslant 370 \text{ Bq/kg} \tag{悦圆}$$

悦圆圆　B 类产品

不符合 A 类的石质建筑材料而且其放射性比活度同时满足式（悦猿）和式（悦源）的为 B 类产品，不可用于居室内饰面，可用于其他一切建筑物的内、外饰面。

$$C_{Ra} \leqslant 400 \text{ Bq/kg} \tag{悦猿}$$

悦圆猿　悦类产品

不符合 粤 月类的石质建筑材料而且其放射性比活度满足式 悦圆猿 的为 悦类产品，可用于一切建筑物的外饰面。

悦圆源　放射性比活度大于 悦类控制值的天然石材，可用于海堤、桥墩及碑石等其他用途。

悦圆缘　不高于当地天然放射性水平的石质建筑材料，可在当地使用，不受本标准限制。

悦猿　石材矿床勘查中放射性水平的预评价

悦猿员　评价方法

石材矿床放射性水平预评价方法主要选用岩石 γ 编录、地面 γ 能谱测量、γ 能谱测井、矿石样品采集与放射性核素分析。

悦猿圆　评价工作程度

悦猿圆员　矿产普查阶段：用岩石 γ 编录方法在天然露头上测定并导出岩石 γ 照射量率，对矿床的放射性水平做出初步评价。

悦猿圆圆　矿产详查一勘探阶段：在普查的基础上，如岩石 γ 照射量率接近或超过 缘圆伊员园 μ悦 辕 下 时，应做地面 γ 能谱测量（在矿石出露地段）和 γ 能谱测井，以测定矿床内各种岩（矿）石的放射性比活度，否则应分花色品种采集有代表性的矿石样品，测定其放射性核素的比活度，计算出镭当量浓度，按本标准对整个矿床的放射性水平做出评价。

悦猿猿　技术要求

悦猿猿员　岩石 γ 编录、地面 γ 能谱测量、γ 能谱测井的技术规则和技术要求均应遵循国家有关规定

悦猿猿圆　样品采集与分析

悦猿猿圆员　样品采集：当岩石 γ 照射量率低于 缘圆伊员园 μ悦 辕 下 时，不必采样做天然放射性核素分析；高于该值时，应按有关地质勘查技术规范的要求进行采样。

悦猿猿圆圆　样品分析：可用 γ 能谱法或放射化学的方法测定镭 原园员 、钍 原园猿 、钾 原园源 （%）的放射性比活度。

悦猿猿猿　评价报告

悦猿猿猿员　岩石 γ 照射量率低于 缘圆伊员园 μ悦 辕 下 的矿床，可在地质勘查报告中说明各种矿石的放射性水平及所测数据的精度，同时在矿床地形地质图上标明岩石 γ 编录点位置及数据。

悦猿猿猿圆　岩石 γ 照射量率高于 缘圆伊员园 μ悦 辕 下 的矿床，则要单独提交矿床放射性评价报告，作为地质勘查报告的附件。评价报告包括以下内容：各种评价方法的测量结果及精度，矿床内各种岩石的放射性水平，编绘岩石 γ 照射量等值图及有关资料，计算矿床内各种矿石的镭当量浓度，并将其分级归类。对超过 悦类控制值的矿石，应确定其分布范围及位置，便于矿产资源 储量估算时剔除。

悦猿原　本标准和饰面石材矿床放射性水平评价准则节录自 《天然石材产品放射

防护分类控制标准》

附　录　阅

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

阅圆员　检查分析的允许限

检查分析的允许限　允许相对双差）计算公式：

$$再_{允}=\begin{cases}糟_{月}-园_{园}\times 曾_{均} & 曾_{均}\geqslant 猿园园园\times 豫\\ 糟_{月}-园_{园园园}\times 曾_{均} & 曾_{均}<猿园园园\times 豫\end{cases}\qquad 阅圆员$$

式中：再——计算相对双差值，豫；

糟——修正系数　见表 阅圆员；

曾——测定结果浓度值，豫。

表 阅圆员　各矿种化学分析项目允许相对双差修正系数

矿性代码	矿性	系数　糟	项　　目	单位	备　注
源猿园	玻璃硅质原料	园援园园	杂猿园	豫	
		园援园缘	悦猿园、铁		
		员援园园	云猿园、钾猿园　粤猿园、耗猿园		
源猿元	石膏	员援园园	悦猿园　酸不溶物　匀猿园　杂猿园　悦猿园　云猿园　运猿园　晕猿园　杂猿园　悦造	豫	
源猿员	硅灰石	园援园缘	杂猿园　悦猿园	豫	悦猿园　悦猿园　按悦猿园允许双差放宽缘豫
		员援园园	酸不溶物　粤猿园　云猿园　灼失量、悦猿园		
源猿园	滑石	园援园缘	杂猿园　粤泽	豫	
		员援园园	酸不溶物　悦猿园　粤猿园　云猿园　耗猿园　灼失量、匀猿园		
源猿缘	石墨	园援园缘	杂猿园		
		员援园园	悦（固定碳），云猿园　粤猿园　悦猿园　酸不溶物　杂（水分、灰分，挥发分		

阅圆圆　系统误差的判断

当实验数据不太离群或不太密集时，在分析质量参数监控均合格后，可以用 贼检验

判断系统误差的显著性。判断一组样品双份分析双差的系统性是否显著，可将一组样品双份分析的相对双差值（$\delta_{相对}$）与相对双差允许值（$\delta_{相对允}$）之比，计算得各样品相对双差分数，即：

$$\eta_{相对}=\frac{\delta_{相对}}{\delta_{相对允}}$$

然后计算这组样品相对双差平均值（$\bar{\eta}_{相对}$）及标准偏差（$S_{\eta相对}$），再计算 t 值，即：

$$t=\frac{\bar{\eta}_{相对}}{S_{\eta相对}/\sqrt{n}}$$

若 t 计算值大于或等于临界值（$t_{0.05,n-1}$），判为此组样品双差的系统性存在显著性，否则不显著。

注：本附录节录自《地质矿产实验室测试质量管理规范——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.1.1　矿体规模

一　大型矿床主矿体的延展长度，玻璃硅质原料、硅灰石、滑石矿一般大于 1 000 m，饰面石材、石墨矿一般大于 500 m，石膏、温石棉矿一般大于 2 000 m；

二　中型矿床主矿体的延展长度，玻璃硅质原料、硅灰石、滑石矿一般为 500 m～2 000 m，饰面石材、石墨矿一般为 200 m～1 000 m，石膏、温石棉矿一般为 1 000 m～500 m；

三　小型矿床主矿体的延展长度，玻璃硅质原料、硅灰石、滑石矿一般小于 2 000 m，饰面石材、石墨矿一般小于 1 000 m，石膏、温石棉矿一般小于 500 m。

E.1.2　主矿体形态及内部结构

一　规则—简单的，主矿体多呈层状、似层状或大的透镜体，边界规则，矿石类型（品种、品级）单一或主要矿石类型（品种）分布规则，不含或少含不连续夹层，夹石率一般小于 5%；

二　较规则—中等的，主矿体多呈似层状、透镜状，边界较规则，主要矿石类型（品种、品级）分布较规则，不连续夹石较多，夹石率一般为 5%～10%；

三　不规则—复杂的，主矿体多呈小透镜状或不规则体或矿体群，边界不规则，主要矿石类型（品种、品级）分布不规则，不连续夹石很多，夹石率一般大于 10%。

E.1.3　主矿体厚度稳定程度

一　稳定的，主矿体厚度变化小或变化有规律，厚度变化系数一般小于 70%；

二　较稳定的，主矿体厚度变化不大或变化较有规律，厚度变化系数一般为 70%～140%；

三　不稳定的，主矿体厚度变化大或变化规律不明显，厚度变化系数一般大于

矿体。

耗氧量测定原 矿石质量稳定程度

葬 稳定的，主矿体矿石品位或其性能的变化小或变化有规律，品位变化系数一般小于 源矿体；

遭 较稳定的，主矿体矿石品位或其性能的变化不大或变化较规律，品位变化系数一般为 源矿体～矿体；

糟 不稳定的，主矿体矿石品位或其性能的变化大或变化规律不明显，品位变化系数一般大于 矿体。

耗氧量测定标 矿床构造、岩浆岩、岩溶对矿体的影响和破坏程度

葬 轻微的，矿体呈单斜或开阔的向、背斜产出，断裂、岩浆岩、岩溶不发育，矿体未受到影响和破坏，或只受到轻微的影响和破坏；

遭 中等的，矿体有次一级褶曲或局部褶曲较紧密，断裂、岩浆岩、岩溶较发育，矿体受到影响和破坏；

糟 严重的，矿体褶曲紧密复杂，断裂、岩浆岩、岩溶发育，矿体受到强烈的影响和破坏。

耗氧量测图 矿床勘查类型　见表 耗氧量测员

表 耗氧量测员 矿床勘查类型

勘查类型	矿体规模	主矿体形态及内部结构	主矿体厚度稳定程度	矿石质量稳定程度	矿床构造、岩浆岩、岩溶对矿体的影响和破坏程度
第Ⅰ勘查类型（地质条件简单型）	多为大型	规则—简单	稳定	稳定	轻微
第Ⅱ勘查类型（地质条件中等型）	多为大、中型	较规则—中等	较稳定	较稳定	中等
第Ⅲ勘查类型（地质条件复杂型）	多为中、小型	不规则—复杂	不稳定	不稳定	严重

注：属于第Ⅰ勘查类型的有辽宁本溪小平顶山石英砂岩矿、湖南华容弹子山花岗石（花岗岩）矿、湖南邵东硬石膏矿、辽宁金州石棉矿、四川石棉县南矿体①②③矿体、山东平度刘戈庄石墨矿等；属于第Ⅱ勘查类型的有山西桓曲虎狼山石英砂岩矿、陕西潼关玉石峪大理石（蛇纹石化大理岩）矿、山东大汶口北西石膏矿、辽宁朝阳石棉矿、青海祁连小八宝石棉矿Ⅱ，矿体、浙江长兴李家巷硅灰石矿、辽宁海城范家堡于滑石矿、黑龙江鸡四柳毛石墨矿等；

属于第Ⅲ勘查类型的有江苏宿迁白马涧砂矿、辽宁丹东二道沟丹东绿大理石（蛇纹岩）矿、山西太原圪僚沟石膏矿、河北涞源石棉矿、甘肃安南坝石棉矿、吉林磐石长崴子硅灰石矿、山东海阳徐家店滑石矿、湖北宜昌三岔垭石墨矿等。

耘圆猿猿 勘查工程间距　见表 耘圆猿猿

表 耘圆猿猿　探求控制的矿产资源 Ⅱ储量勘查上柱间距　　单位：皂

矿产种类			勘查类型		
			Ⅰ 地质条件简单型）	Ⅱ 地质条件中等型）	Ⅲ 地质条件复杂型）
玻璃硅质原料矿		岩类矿床	圆园园～猿园园	员缘园～圆园园	缘园～苑园
		砂类矿床	圆园园～猿园园	员园园～员缘园	缘园～苑园
饰面石材矿			圆园园～猿园园	员园园～圆园园	缘园～员园园
石膏矿		沿矿体走向	远园园～愿园园	源园园～远园园	圆园园～源园园
		沿矿体倾向	源园园～远园园	圆园园～源园园	员园园～圆园园
温石棉矿	镁质碳酸盐岩型	沿矿体走向	圆园园～猿园园	员园园～员缘园	缘园～苑园
		沿矿体倾向	员园园～员缘园	员园园	缘园
	镁质超基性岩型	沿矿体延长	圆园园	员园园	缘园
		沿矿体延深	员园园	缘园	缘园
硅灰石矿		沿矿体走向	圆园园～源园园	员园园～圆园园	缘园～员园园
		沿矿体倾向	圆园园～猿园园	员园园～圆园园	缘园～员园园
滑石矿			员缘园～圆园园	员园园～员缘园	缘园～苑园
石墨矿		沿矿体走向	圆园园	员园园～圆园园	员园园
		沿矿体倾向	员园园～圆园园	员园园	缘园～员园园

注 员：本表所列勘查工程间距系探求控制的资源 Ⅱ储量基本勘查工程间距的参考值，对用基本勘查工程不能满足要求的局部问题，例如：对矿体覆盖层和风化层的控制，应在勘查剖面上和剖面间适当加密工程；对首期开采地段主矿体之上有开采价值的次要矿体，当基本勘查工程间距不能满足要求时，可适当增加工程；对垂直或斜交矿体走向的需要控制的断层、破碎带、节理密集带、岩溶发育带等，可用专线，专孔控制。

注 圆：不同勘查类型不同地质可靠程度的矿产资源 Ⅱ储量类型间工程间距的差别，不限于加密或放稀一倍，可视实际需要而定。

附　录　云
资料性附录）
纵纤维石棉钻探取心操作细则

云援员　总则

云援员援员　本细则仅为保证纵纤维石棉钻探取心质量，杜绝矿心发生绞扯、冲蚀、混层等

问题特做出的规定。

本细则是以 [illegible] 年在四川石棉矿“纵棉”钻探取心试验资料为基础，并结合地质矿产部 [illegible] 年颁发的《岩心钻探规程》编制而成的。

有关围岩、脉岩的钻进、护孔措施、冲洗液及润滑剂、事故处理、安全等事项按《岩心钻探规程》执行。

钻具选用

金刚石钻头、扩孔器的选择和使用

纵纤维石棉类型：

Ⅰ构造棉脉，又称“花包棉”，石棉生长在构造角砾岩带和构造挤压带，附着于角砾岩和小透镜体间，石棉常因后期构造运动被揉搓成絮状。矿心破碎，棉极易被冲失；

Ⅱ节理棉脉，石棉纤维在脉内聚集成纤维束或纤维层，棉脉两侧围岩较完整。

纵纤维石棉钻探取心钻头：

Ⅰ Φ[illegible]人造孕镶弧齿三阶梯底喷式钻头；

Ⅱ Φ[illegible]天然表镶底喷式钻头；

Ⅲ Φ[illegible]人造孕镶复合式钻头。

对于“花包棉”钻进应采用钻头Ⅰ和钻头Ⅲ；

对于中、长纤维石棉钻进应采用钻头Ⅱ和钻头Ⅲ。

不允许随意使用普通金刚石钻头钻进棉层。

未经技术部门批准，不允许使用合金钻进方法钻进棉层。

在“棉脉”钻进时，可选用普通的金刚石扩孔器（绳取）。

Φ[illegible]人造孕镶复合式钻头内钻头与外钻头组合拧紧后必须保证内外钻头水口相对应，以保证水路畅通。可用调整环调整内钻头水口位置（调整环厚[illegible]~[illegible]），外圆 Φ[illegible]，内圆 Φ[illegible]）。

钻中、长纤维棉时，应尽量采用刃角锐利的内钻头，以快速整齐割断纤维。内刃磨钝后，应及时更换。

取心工具的选用及其配套

纵纤维棉脉钻进必须采用与钻头配合、隔水、单动性能好的钻具，不得选用单管及双动双管、普通单动双管（包括大、小口径）钻具钻进。

内管应选用符合标准的 Φ[illegible]，Φ[illegible]或 Φ[illegible]无缝钢管组成。为了消除内管、接头、卡簧座的内台阶以便矿心通畅进入岩心管内，水平孔钻进时可直接用一根内管代替组合结构的内管，内管一端与钻头台阶孔的配合公差应控制在[illegible]~[illegible]的间隙配合。

钻“花包棉”时，为防止内管中的水使矿心水化，内管必须装设活塞，活塞与内管的配合应为滑动配合（用手能推动）。

钻中、长纤维仰角孔大于[illegible]时。内管也应安装活塞，必要时钻[illegible]~[illegible]的钻孔也可安装活塞。

钻直孔时，应使用定型的水压活塞式双管钻具，内管连接需加以改进，使其与金刚石钻头配合，并保证其隔水性能良好。

云圆圆圆圆远 为了保证内管与钻头的同心度，可在钻头丝扣的底部装人支撑环。

云圆圆圆圆苑 为保证内管的单动性和同心度，内管的长度不得大于 员圆皂。

云圆猿 水平钻安装的一般规定

云圆猿圆员 水平钻应安装成仰角 圆毅～猿毅 以便于排除岩粉。当钻孔需穿过复杂地层或构造破碎带时，还可以将钻孔安装仰角加至 缘毅

云圆猿圆圆 钻机立轴与孔口距离应按不同的钻机及不同的孔身结构适当确定，一般应不大于 员圆皂为宜，以减轻钻具振动。

云圆猿圆猿 坑道内钻孔时，钻机可直接安装在坑道底板的水泥基础上，地脚螺栓要事先用水泥灌注牢固。

云圆猿圆源 坑道内水平钻用的滑轮，也可用地脚螺栓安装在坑道的壁上，按钻机卷扬机的最大起重载荷装配足够强度的地脚螺栓。载钱原远园园原猿型用的滑轮需用 Φ员愿皂皂的螺栓不少于八根；前滑轮的固定螺栓，不少于四根。

云圆猿圆缘 使用绳索取心钻进时，滑轮架需配有副滑轮，并配有绳取附属工具。

云圆源 水平钻孔钻进技术参数

云圆源圆员 根据不同的棉脉类型，和不同的钻头选用不同的钻进参数，见表 云圆员推荐值。

表 云圆员　棉层水平孔钻进参数推荐表

棉脉类型		钻头类型		
		Φ缘远皂皂绳取	Φ缘远皂皂绳取	Φ怨远皂皂孕镶
		孕镶	表镶	复合式
花包棉	钻压 噪晕	源园园～远园园	原	远园园～苑园园
	转速 则 辕皂蚤灶	猿缘园～源园园	原	猿缘园～源园园
	水量 员 辕皂蚤灶	圆园	原	猿园～猿缘
中长纤维	钻压 噪晕	缘园园～远园园	缘园园～远园园	苑园园～怨园园
	转速 则 辕皂蚤灶	圆园园～缘园园	圆园园～缘园园	圆园园～缘园园
	水量 员 辕皂蚤灶	猿园～猿缘	猿园～猿缘	源园～缘园

注 员：表中所列的钻压值含水平子 缘附加压力，实际钻头钻压扣除一个数值，每 缘园皂按 缘园噪晕计算。

注 圆：Φ怨远皂皂复合钻头用在“花包棉”为建议参数。

云圆源圆圆 泵压的数值是判断钻孔水路通畅的重要依据，也是与矿心质量有关的重要因素。孔深 员园园皂以内的钻孔，泵压不大于 缘园园噪孕葬可认为是正常值，随钻孔加深每百米递增 圆园园噪孕葬 泵压超过正常值时应立即提钻。

云圆源圆猿 钻速的控制对“花包棉”钻进尤为重要，钻“花包棉”时，在给定压力后，需控制钻速，对于较破碎易冲失的含棉层，钻速不大于 员园糟皂辕灶 （园援员皂辕皂蚤灶） 对于中、长纤维“纵棉”，钻速应控制在 圆园糟皂辕灶的范围。

云图原　对“花包棉”钻进，实行限制回次进尺是保证矿心质量的重要措施，“花包棉”钻进时回次进尺应不大于 园图。

云图　取心操作注意事项

云图员　做好打棉前的工具、钻头的配套工作，根据钻孔技术指示书对钻孔可能穿过的棉脉类型做好准备工作，务求工具配套齐全，各部间隙调整妥当，设备仪表校对准确才能钻进棉层。

云图园　用绳取钻具钻进棉层时，下钻前必须反复查核内管与钻头台阶各向间隙。内管进入弹卡室后，其轴向间隙应不大于 园缘，其径向间隙不大于 园园缘~园园苑，间隙不合规定的钻具不得放入孔内。

云图猿　水平孔钻进时，不得采用岩心卡簧卡取矿心，以免卡簧刮拉棉纤维。

云图原　根据泵压、进尺、水色情况随时判断孔内情况，发现有堵水、堵心现象立即提钻。

云图缘　钻进中、长纤维‘纵棉’时，根据水色和手轮感觉等及时判断棉层钻进情况，钻穿棉层后的进尺超过 员园缘时必须立即提钻。不允许使用给压干钻的方法卡取岩心，只能用通水，钻头接触孔底，卸压、空转振断岩心的方法取出岩矿心。

云图远　提拉机上钻杆前，必须打开回水阀放去钻杆中的水。以免钻杆内高压水压出岩心。

云图苑　提钻时，操作卷扬机要稳，不得猛提、猛刹，防止岩心脱落。

云图愿　退出岩心时，需用橡胶锤、木锤轻轻敲打，不得使用铁锤猛打。尽量采用退心器退出矿心，或用半合管保护矿心原生结构。

附　录　郧
资料性附录）
石棉矿石试样加工方法和加工操作细则

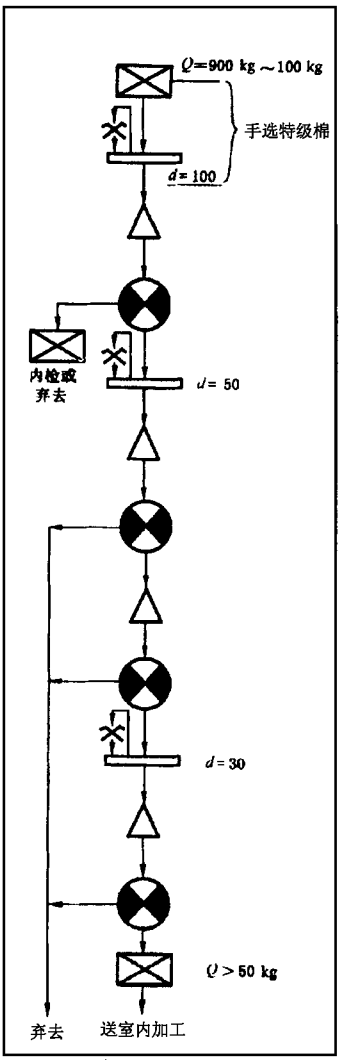
则图员　石棉矿石试样加工采用风选工艺流程

代替原地质样品和矿山样品加工流程。实行统一的加工流程、加工设备和分级标准。该工艺流程实行加工设备机械化、小型化，与矿山选矿生产的工艺和设备具有相似性，并有利于保护石棉纤维。为了保证石棉矿样测试成果在含棉率、纤维质量和纤维分级方面的准确性特制定本操作细则。

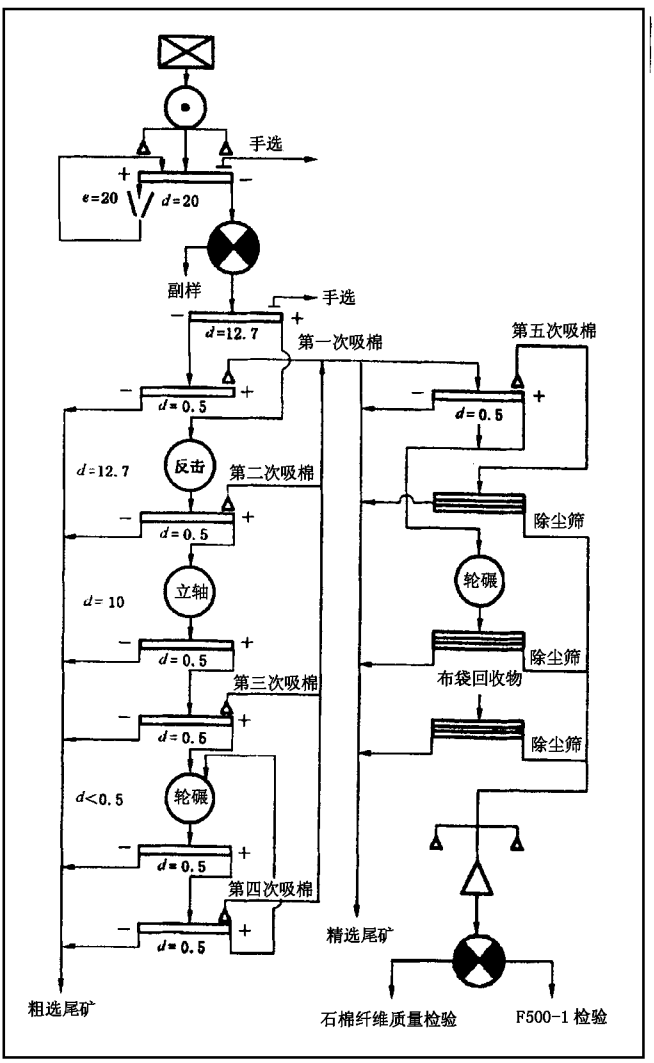
则图　石棉矿石试样地质加工的野外加工和室内加工阶段

则图员　样品野外加工

样品加工流程见图 则图员中 葬　试样称量和过筛，人工用铁锤将矿石破碎到与质量相应的粒度要求，并进行过筛，使其全部通过规定的粒度控制筛。样品质量大时需进行缩分。用移堆法将试样反复堆锥三至五次，然后将试样压平成饼状，用四分法进行缩分。每次缩分后要称量，两份质量的相对误差不超过 缘豫，否则应重新缩分。若第一次采用重份为正样，则第二次缩分后应采用轻份为正样，依次交替选用。缩分后的样品质量应大于等于 缘园园克。



a. 石棉样品野外加工流程图



b. 石棉样品室内加工风选工艺流程图

图　例

原始或试验矿样　　称量　　轮碾：轮碾机破碎　　d_1 筛孔孔径（mm）

铁锤碎矿　　日晒或烘干　　旋回筛　　$+_2$ 大于相应筛孔的物料

筛子　　颚式破碎机破碎　　风选吸棉　　$-_2$ 小于相应筛孔的物料

拌匀　　反击：反击或破碎机破碎　　除尘筛

缩分　　立轴：立轴式破碎机破碎　　e_2 颚式破碎机排矿口宽度（mm）

图 贔贔贔 石棉样品野外加工和室内加工风选工程流程图

样品质量按 [illegible] 确定，

式中：[illegible]——缩分后样品质量，[illegible]；

[illegible]——试样最大粒度，[illegible]；

[illegible]——缩分系数，采用 [illegible]

若原始样品质量不足 [illegible] 时，全部送作室内加工样品。

[illegible] 样品室内加工

样品室内加工按石棉矿石试样风选工艺流程　图 [illegible] 中 [illegible] 进行。

[illegible] 样品称量

使其质量大于等于 [illegible] 矿样被加工后纤维质量应大于等于 [illegible]。一般干燥前后、缩分前后、粗选和精选后的尾矿、粗精矿、布袋回收物、精选和分级各级纤维、被检验纤维等都要称量。

[illegible] 干燥

置样品于 [illegible] ~ [illegible] 烘箱内或烘炉上烘干至恒量，称其干后质量，试样水分小于 [illegible]，否则不能进入下道工序。

[illegible] 检查筛分

样品过 [illegible] 孔径筛，用手选出大于 [illegible] 的长棉，筛上物用排矿口为 [illegible] 的颚式破碎机破碎，使其全部通过 [illegible] 筛孔的筛。

[illegible] 缩分

若试样质量大于 [illegible] ~ [illegible] 要缩分，用移堆法将试样反复移堆三至五次，试样均匀后，用四分法或缩分器进行缩分，一份试样加工，另一份留作副样或作内检样。分成的两份样品质量相对误差不得大于 [illegible]。

[illegible] 预先筛分

缩分后的正样过 [illegible] 孔径的筛，手选出浮于筛上的游离纤维，余留筛上物同第一次吸棉筛筛上物混合，混均后用排料粒度为 [illegible] 反击式破碎机破碎。筛下物进入筛孔为 [illegible] 的旋回筛。

[illegible] 第一次吸棉

预先筛分　[illegible] 筛下物进入旋回筛，用风选流程进行选棉。风选流程由电振给料机、旋回筛、吸棉嘴、降棉筒、下料器、风机、滤尘器等设备组成。各单机设备操作方法要求如下：

[illegible] 试样加工前首先检查各单机设备运转是否正常，技术参数是否符合要求，此外，试验前，试验线应从后向前启动，试验完后应从前向后关闭电源；

[illegible] 旋回筛，给料要均匀，筛上物料应该沿整个筛面宽度均匀分布向下运动，当物料运动到吸棉嘴下面位置处，石棉纤维应浮在筛面物料表层，当排除堵塞筛孔物料时，不允许改变筛孔孔径的形状和大小；

[illegible] 吸棉嘴用以吸走浮于筛面物料表层石棉纤维，当吸棉后筛上余留物自由棉含量超过 [illegible] ~ [illegible] 时，调节吸棉下边的气流速度　即调节吸棉嘴高度和裙板角度），使其达到吸棉效果要求，通常粗选时，吸棉嘴高度为 [illegible] ~ [illegible]，精选时为 [illegible] ~ [illegible]；

㈣ 降棉筒、下料器，密闭下料器，密闭程度直接影响降棉筒效果，要保证密闭下料器密封性，并定期进行检查，密封性不好时应立即更新橡胶板，允许下料器漏风小于[illegible]，降棉筒入口风速应在 [illegible]。

㈤ 风机，定期用毕托管或测压管 [illegible]形压力计测试管道内压力和风速，管道牛的风速应在 [illegible]。为了保证管道风压风速，定期检查风机额定风压风量，发现问题立即找出原因或更换风机；

㈥ 滤尘器，检查滤袋接缝处是否牢固，有无脱线或断线，有无破损，排尘是否有堵塞现象，尘斗纤维过多是风速、风压太高，应检查风动系统。

第一次吸棉风选加工：

当风选流程设备运转正常，空载正常运转 [illegible]，即可由电振给料机给料，进行试样加工。筛上游离纤维被吸棉嘴气流吸走，经降棉筒和下料器落入尘斗（粗精矿）；筛上余留物与筛孔为 [illegible]筛上物混均入反击式破碎机，将第二层筛筛上物拿去进行第二次吸棉流程吸选，第二层筛筛下物为粗选尾矿。

[illegible] 第二次吸棉

与第一次吸棉流程加工操作方法相同，选出的石棉纤维是粗精矿，第二层筛筛下物是粗选尾矿。第二次吸棉旋回筛筛上物，入立轴式破碎机破碎，破碎后物料，应预先筛分。

经立轴式破碎机碎后的试料，过 [illegible]孔径的筛，筛上物去第三次吸棉流程，第二层筛筛下物是粗选尾矿，该尾矿排除后，能提高吸棉筛的吸棉效果。

[illegible] 第三次吸棉

与第一次吸棉流程加工操作方法相同，选出的纤维是粗精矿，第二层筛筛下物是粗选尾矿，其筛上物入轮碾机破碎。轮碾机使用前先检查设备是否完好，是否有卡阻现象。调整碾盘和碾轮间隙使其小于 [illegible]，两者接触不能过松过紧，方可启动。空载运转 [illegible]后，按设备处理量进行给料，破碎后物料随时刮到碾盘下料口处排出。不能出现过粉碎，以免损坏纤维，入料自由棉含量不能超过 [illegible]。经轮碾机破碎后的物料应预先筛分。预先筛分方法与处理立轴破碎后试料预先筛分加工方法相同。

[illegible] 第四次吸棉

与第一次吸棉流程加工操作方法相同，选出的石棉纤维是粗精矿。筛上余留物再次人轮碾机破碎，经预先筛分后，由第四次吸棉流程吸棉，使其全部通过 [illegible]孔径控制筛，筛下物是粗选尾矿。

[illegible] 第五次吸棉

与第一次吸棉流程加工操作方法相同，用以对一至四次吸棉筛选出的粗精矿进行精选。将一至四次吸棉选出的粗精矿集中混均，按净化筛技术条件（处理量 [illegible]，转速 [illegible]，偏心 [illegible]）进行精选。精选出的石棉纤维入除尘筛。筛上物去轮碾破碎，第二层筛网筛下物是精选尾矿。

[illegible] 除尘（原石棉检验筛）

将一至五次吸棉选出的纤维混均，平均分成每份质量大于或等于 [illegible]，并分别松散，均匀地放在除尘筛第一层筛箱内，不允许筛盖压缩纤维，开动除尘筛 [illegible]

（一般 [illegible]即可），运转到自动停车为止。取出有筛网的三个筛箱内的纤维分别倒在检验台上，并分别用簸箕抖选，抖出的砂粒再次经轮碾机破碎。抖选出纤维是最终产品。第四层筛箱（满底）剩余物（[illegible]），即粉尘（精选尾矿）。以同样的加工方法，加工其余各份试样。

轮碾机破碎后的物料，再过“除尘筛”。如此反复，直至全部取出矿石中石棉纤维（精矿）为止。

[illegible] 清理布袋回收物

加工完一个样，需清理回收布袋、尘斗内物料，并将该料送入除尘筛（相应缩短除尘筛运转时间）除尘，或酌情用 Φ[illegible]直径（筛孔孔径 [illegible]）套筛除尘。筛上物是最终产品，筛下物是尾矿。

[illegible] 称量

[illegible] 经除尘筛选出的最终产品混合称量，试样水分含量不应超过 [illegible]；

[illegible] 将混合后的粗选尾矿和精选尾矿分别称量；

[illegible] 由原矿、尾矿、成品棉计算出试样损失量。

[illegible] 测定样品含棉率

按室内加工原样质量，与选出的石棉纤维质量之比，求出石棉矿样含棉率，以百分数表示。

[illegible] 石棉纤维分级与质量检查

[illegible] 石棉纤维分级

纤维分级原则上按 [illegible]《温石棉》的分级原则进行。分别测定手选棉和机选棉纤维的比例。机选棉再按 [illegible]《温石棉纤维干式分级方法》要求，用 [illegible]型石棉纤维分级筛筛分。

[illegible] 石棉纤维质量检验

纤维质量检验有湿法分级、比表面积（[illegible]）、[illegible]粉尘含量、含砂量、夹杂物含量测定等项，均按 [illegible]~[illegible]和 [illegible]国家标准进行检验。

[illegible] 试样制备

按温石棉质量标准中有关规定，采取、制备混合样 [illegible]各种项目分别做二至三次检验。试样水分不得超过 [illegible]。

若纤维质量小于 [illegible]，根据试样实际质量和检验项目需要质量，用堆锥四分法进行缩制。

注：主要设备及规格

[illegible] 反击式破碎　　[illegible]

给料口口径　　[illegible]

转子直径　　[illegible]

转子转速　　[illegible]~[illegible]最佳转速参数 [illegible]

破碎粒度　　[illegible]~[illegible]

最大给料粒度　　[illegible]

电机型号、功率　　[illegible]~[illegible]，无级调速

遭 立轴式破碎机　　转速 [illegible] 给料粒度 [illegible]

机体高度　　[illegible]

机身内径　　[illegible]

转子直径　　[illegible]

主轴转速　　[illegible] 最佳转速参数 [illegible]

给料最大粒度　　[illegible]

排料粒度　　[illegible]

电机型号、功率　　[illegible]，无级调速

糟 平面旋回筛　　[illegible]

规格　　[illegible]

筛子转速　　[illegible] 可调）　最佳转速 [illegible]

筛网规格　　一层筛 [illegible] 可变换　最佳 [illegible]

二层筛 [illegible] 可变换　最佳 [illegible]

给料粒度　　[illegible]

倾角　　α [illegible]

偏心距　　γ [illegible]

电机型号　　调速电机 [illegible]

辅助设备　风选系统）　吸棉嘴：[illegible]

通风机：型号 [illegible]

风量 [illegible]

风压 [illegible]

功率 [illegible]

降棉筒：规格 Φ[illegible]

入口直径 Φ[illegible]

排风口直径 Φ[illegible]

除尘器：[illegible]

齿 轮碾机　　[illegible]

碾轮直径　　[illegible]

传动形式　　盘动下传动

入料粒度　　[illegible]

出料粒度　　[illegible]

电机型号　　[illegible]；[illegible]

藻 除尘筛

采用原检验筛　天津产）

第一层筛筛孔　　[illegible]

第二层筛筛孔　　[illegible]

第三层筛筛孔　　[illegible]

第四层　　满底）

附　录　勻
资料性附录）
矿产一般工业要求

勻员　玻璃硅质原料矿一般工业要求

勻员员　玻璃硅质原料矿石类型

玻璃硅质原料矿石分为岩类矿和砂类矿两类：岩类矿包括海相沉积的石英岩、石英砂岩及热液成因的脉石英等；砂类矿包括海相沉积石英砂，河流相沉积含长石、粘土石英砂，湖相沉积含长石、石英砂等。

勻员圆　玻璃硅质原料质量要求

勻员圆员　平板玻璃用硅质原料质量要求　见表 勻员员

表 勻员员　平板玻璃用硅质原料质量要求

级　别	化学成分 豫			粒度组成　不大于 豫				
	憎 SiO_2 不少于	憎 Fe_2O_3 不大于	憎 Al_2O_3 不大于	垣员缘缘毫米	垣员缘毫米	垣圆缘毫米	垣猿缘毫米	原员缘毫米
优等品	怨怨援缘	员援缘	圆援缘	园	园	园援缘	缘援缘	缘援缘
一级	怨怨援园	员援园	圆援园		园援缘			员援缘
二级	怨怨援园	圆援缘	圆援缘			原	原	圆援缘
三级	怨怨援园	源援缘	圆援缘					猿援缘
四级	怨怨援园	缘援缘	圆援缘					猿援缘

注 员：优等品 垣员缘缘毫米粒级含量不大于 缘豫包括 垣员缘缘毫米粒级。

注 圆：各级产品的水分要求不大于 缘豫。

注 猿：各级产品化学成分的允许波动值：优等品 SiO_2 依园援缘豫，Fe_2O_3 依园援园缘豫，Al_2O_3 依园援缘豫；一级品 SiO_2 依园援缘豫，Fe_2O_3 依园援园缘豫；二级品 SiO_2 依园援缘豫，Fe_2O_3 依园援缘豫；三、四级品 SiO_2 依园援缘豫，Fe_2O_3 依园援缘豫。

注 源：矿石中含铬铁矿、铬尖晶石、锆英石、夕线石等难熔矿物时，常使玻璃出现黑点，目前成品平板玻璃中每平方米允许黑点数有限制，在评价矿石质量时应注意对难熔矿物含量和粒度的评价。

注 缘：达不到要求需要选矿的矿石，其原矿的质量要求可根据选矿试验结果或与有类比条件矿山类。比确定。采用水洗样评价矿石质量时，应根据水洗试验或选矿试验结果，经技术经济论证后确定原矿质量要求或水洗砂质量及含砂率要求。

表 [illegible]　器皿玻璃用硅质原料要求　见表 [illegible]

表 [illegible]　器皿玻璃用硅质原料质量要求

等级	含　量豫				说　明
	憎 [illegible]	憎 [illegible]	憎 [illegible]	憎 [illegible]	
Ⅰ	跃[illegible]	约[illegible]	约[illegible]	约[illegible]	玻璃仪器器皿玻璃　不包括晶质玻璃）
Ⅱ	跃[illegible]	约[illegible]	约[illegible]		一般器皿玻璃、无色玻璃
Ⅲ	跃[illegible]	约[illegible]	约[illegible]		用于一般瓶罐玻璃

表 [illegible]　玻璃硅质原料矿床开采技术条件一般要求　见表 [illegible]

表 [illegible]　玻璃硅质原料矿床开采技术条件要求

矿床类型	可采厚度/皂	夹石剔除厚度/皂	平均剥采比/皂[illegible]	露天矿场最小底盘宽度/皂	露天矿场边坡角	爆破安全距离/皂
岩类矿床	≥[illegible]	跃[illegible]	≤[illegible]	≥[illegible]	边坡高度大于[illegible]时为[illegible]；小于[illegible]时为[illegible]	一般≥[illegible]
砂类矿床	[illegible]	跃[illegible]	≤[illegible]		[illegible]	

表 [illegible]　饰面石材矿一般工业要求

[illegible]　饰面石材矿石类型

饰面石材矿是指具有一定的装饰性能、物理化学性能、加工性能和能加工成一定尺寸规格的岩石，主要用于建筑物的内外表面装饰。目前中国商业上的天然饰面石材主要有大理石和花岗石两类。大理石类饰面石材大多属于沉积的碳酸盐岩和与之有关的变质岩（如大理岩、蛇纹石化大理岩等），较适用于室内装饰；花岗石类饰面石材大多属于各种产出的岩浆岩（花岗岩、辉长岩、闪长岩、斑岩等）和变质的含硅酸盐矿物为主的岩石（如片麻岩、混合岩等），可适用于室内外装饰。

[illegible]　饰面石材矿石装饰性能的一般要求

饰面石材矿石的装饰性能表现为经加工后具有一定的颜色、花纹和光泽度，而这些与其物质成分（主要是矿物成分）、结构、构造有关，商业上根据饰面石材的颜色、花纹差异划出不同品种和不同档次。一般较好的（中档以上的）饰面石材经加工后，拼装在一个装饰面上能显现出颜色纯正、花纹和谐、光泽度高。

饰面石材中的色斑、色线影响装饰性能，在荒料、板材的标准中均有限制；石材中

的空洞也影响装饰性能　有时可通过某些措施予以弥补），碳酸盐岩石材中的石英、燧石除可能影响装饰性能外，最主要的是对加工性能有影响。石材中存在的某些金属硫化物、泥质物、有机物等，由于易于风化而影响石材的装饰性能和耐久性，因此含这些杂质较多的石材一般不宜用于室外装饰。

由于目前还没有划分饰面石材品种和档次的明确标准，市场对饰面石材的需求常因人、因地、因时而异，因此，对于勘查的饰面石材品种，应由勘查投资者确定，并与地质勘查单位共同选定标准样，以此作为鉴定勘查矿石品种的依据。

饰面石材矿荒料率的一般要求

饰面石材荒料是指具有一定块度的直角六面体。对于年产 以上饰面石材荒料的矿山的荒料块度一般可划分为三类，即：Ⅰ类荒料块度大于等于 ，Ⅱ类荒料块度大于等于 ，Ⅲ类荒料块度大于等于 。一般要求荒料的边长不小于 ，中档和一般档次饰面石材的荒料块度大于 。

饰面石材矿的荒料率是指从开采的总体积与所获得的荒料体积的百分比，一般要求中档饰面石材的荒料率不小于 ，在其他技术经济条件相近的情况下，对于高档饰面石材矿的荒料率要求可相应降低，对一般的饰面石材的荒料率要求可相应提高。

荒料率　）越获得的荒料体积　）衣开采的总体积　）伊……

饰面石材板材率的一般要求

饰面石材矿板材率是指荒料经加工后所获得的具有一定尺寸规格的抛光的板材面积，通常以 表示。一般要求中档饰面石材的板材率不小于 　；在其他技术经济条件相近的情况下，对于高档饰面石材矿的板材率要求可相应降低，对一般档次的饰面石材矿的板材率可相应提高。

板材率　）越获得的具有一定尺寸规格的抛光的板材面积　）辖被加工荒料的体积　）

饰面石材矿床开采技术条件的一般要求　见表

表　饰面石材矿山开采技术条件一般要求

可采厚度 皂	夹石剔除厚度 皂	最低开采标高	露天矿场边坡角	露天矿场最小底盘宽度 皂	剥采比 皂
猿	圆	不低于当地侵蚀基准面，如在技术经济可行条件下，可相应低于当地侵蚀基准面	岩石状岩体 ～ 松散状岩体不大于	≥猿园	视矿山开发总的经济效益而定

勾圆表　石膏矿一般工业要求

勾圆提员　石膏矿石类型

根据矿石的矿物成分和含量，石膏矿石（指 惰[illegible]源 圆[illegible]的[illegible]源≥线豫）的主要类型划分见表 勾圆豫

表 勾圆豫　石膏矿石主要类型

类型			矿石的主要矿物成分		备注
大类		亚类	膏矿物	杂质矿物	
石膏（石膏≥硬石膏）	石膏（石膏/石膏+硬石膏≥线豫）	纤维石膏	石膏		石膏需经选矿获得
		巨-原伟晶石膏	石膏		石膏需经选矿获得或矿石不经选矿
		石膏	石膏（硬石膏）跃线豫		矿石不经选矿
		泥质石膏（粘土质石膏）	石膏	粘土矿物	
		碳酸盐质石膏	石膏	碳酸盐	
	硬石膏/原石膏（石膏/石膏+硬石膏≤线豫约跃线豫）	硬石膏/原石膏	石膏、硬石膏（石膏+硬石膏跃线豫）		
		泥质硬石膏/原石膏（粘土质硬石膏/原石膏）	石膏、硬石膏	粘土矿物	
		碳酸盐质硬石膏/原石膏	石膏、硬石膏	碳酸盐	

续表

类型			矿石的主要矿物成分		备注
大类		亚类	膏矿物	杂质矿物	
硬石膏（石膏约硬石膏）	石膏 原硬石膏 圆豫≤石膏 / 石膏 垣硬石膏 约缘圆豫	石膏 原硬石膏	硬石膏 原石膏［硬石膏 垣石膏）跃圆豫］		矿石不经选矿
		泥质石膏 原硬石膏 粘土质石膏 原硬石膏	硬石膏、石膏	粘土矿物	
		碳酸盐质石膏 原硬石膏	石膏、硬石膏	碳酸盐	
	硬石膏 {石膏 / 石膏 垣硬石膏 约圆豫}	硬石膏	石膏、硬石膏	碳酸盐	
		泥质硬石膏　粘土）质硬石膏）	硬石膏	粘土矿物	
		碳酸盐质硬石膏	硬石膏	碳酸盐	

匀圆圆圆 石膏矿一般工业指标见表 匀圆匝

表 匀圆匝 石膏矿一般工业指标

类型	工业品位　值）豫	矿石可采厚度 皂		夹石剔除厚度 皂	
		露天开采	地下开采	露天开采	地下开采
层状石膏、硬石膏矿	悄藉源圆垣圆的≥悄藉源≥缘豫	圆	员	圆	员
纤维石膏矿	悄藉源圆垣圆的≥悄线含矿率 员源 其中纤维石膏可采单层　脉）厚度 圆匙皂		员匝		员

续表

类型	工业品位（指标）	矿石可采厚度/m		夹石剔除厚度/m	
		露天开采	地下开采	露天开采	地下开采
纤维石膏及层状石膏、硬石膏矿	纤维石膏 $w_{CaSO_4 \cdot 2H_2O} \geqslant$ [illegible]%层状石膏、硬石膏 $w_{CaSO_4 \cdot 2H_2O} + w_{CaSO_4} \geqslant$ [illegible]%综合线含矿率（$\gamma_{纤}$ 与 $\gamma_{层}$ 其中可采单层≥[illegible]m）厚度：层状石膏、硬石膏 [illegible]m，纤维石膏 [illegible]m，$\gamma_{纤}$ 为纤维石膏线含矿率，$\gamma_{层}$ 为层状石膏、硬石膏矿线含矿率，[illegible] 折合系数）越 $\frac{\text{层状石膏，硬石膏生产成本或售价}}{\text{纤维石膏生产成本或售价}}$ 建议 [illegible] 值采用 [illegible]		[illegible]m		[illegible]m
松散层中的巨—伟晶石膏矿	$w_{CaSO_4 \cdot 2H_2O} + w_{CaSO_4} \geqslant$ [illegible]%含矿率要求根据选矿试验确定	[illegible]		[illegible]	

注：对质量较低的矿石，应充分考虑开采贫化的影响，相应地提高矿石品位要求。

注：对以硬石膏为主的矿床，应根据不同用途进行工业利用试验，确定其工业指标。

[illegible] 石膏矿石中石膏、硬石膏含量计算方法

[illegible] 矿石中石膏、硬石膏的含量，一般是根据矿石中 CaO、SO_3 或 $w_{CaSO_4 \cdot 2H_2O}$ 的含量，按照当量定律制订的公式近似地计算出来的。然而，矿石中 CaO、SO_3 或 $w_{CaSO_4 \cdot 2H_2O}$ 不仅来自石膏、硬石膏，也来自其他含 CaO、SO_3 或 $w_{CaSO_4 \cdot 2H_2O}$ 的矿物，因此，首先应充分研究矿石的矿物组成，并据此制定出合理的计算公式。[illegible] 根据中国已知的石膏矿资料，大多数矿石中都含有一定数量的白云石、方解石，而不含或极少含其他硫酸盐矿物。因此，在一般情况下，可根据 CaO 与 SO_3 的含量，计算矿石中石膏、硬石膏的含量，其计算公式如下：

$$w_{CaSO_4 \cdot 2H_2O} = \frac{w_{SO_3}}{[illegible]} \times [illegible] \quad \cdots\cdots \text{[illegible]}$$

$$w_{CaSO_4} = w_{CaO} - [illegible] \times w_{SO_3} \quad \cdots\cdots \text{[illegible]}$$

$$w_{CaSO_4 \cdot 2H_2O} = \frac{w_{SO_3}}{[illegible]} \times [illegible] \quad \cdots\cdots \text{[illegible]}$$

$$w_{CaSO_4} = w_{CaO} - [illegible] \times w_{SO_3} \quad \cdots\cdots \text{[illegible]}$$

此时，基本分析项目相应地确定为 CaO、SO_3。

[illegible] 当矿石中白云石与方解石含量小于 [illegible]% 时，也可根据 CaO、$w_{CaSO_4 \cdot 2H_2O}$ 计算矿石中石膏、硬石膏的含量，其计算公式如下：

憎 ……

憎 豫

越 原

越 憎 豫

此时，基本分析项目相应地确定为 、 。

若矿石中含有天青石、钙芒硝或芒硝等硫酸盐矿物以及白云石或方解石等碳酸盐矿物，其含量均大于 豫时，则应从矿石的全 憎 、全 憎 、全 憎 中扣除这些矿物带入的 憎 、憎 或 憎 ，而后计算石膏、硬石膏的含量。在确定计算公式和基本分析项目时，应本着避繁就简，既能节省分析和计算工作量，又能近似地计算矿石中石膏、硬石膏的含量。

温石棉矿一般工业要求

温石棉矿床工业类型

分为镁质碳酸盐岩型和镁质超基性岩型两类：镁质碳酸盐岩型矿床的围岩多为白云岩、白云质灰岩等，此类矿床规模小，品位较贫，例如辽宁金州、河北涞源等石棉矿属于此类型；镁质超基性岩型矿床成矿母岩为富镁质和镁铁质超基性岩，多为斜方橄榄岩、橄榄岩等，此类矿床一般规模大，品位较富，纤维质量好，例如青海茫崖、四川石棉等石棉矿属于此类型。

温石棉矿的一般工业指标　见表

表　温石棉矿一般工业指标

类型	边界品位 含棉率）　憎 豫	工业品位 含棉率）　憎 豫	可采厚度 皂	夹石剔除厚度 皂
镁质碳酸盐岩型矿床	≥	≥	当厚度小于 皂，品位大于 豫，可按米百分值计）	
镁质超基性岩型矿床	≥	≥	当厚度小于 皂，品位大于 豫，可按米百分值计）	员
注：对某些石棉纤维性能好，具备短纤维湿纺工艺利用性能的，其工业指标按矿床实际情况确定。				

温石棉纤维长度分级标准及纤维组成　见表 、各级纤维质量指标　见表

表 勻圆原　温石棉纤维长度分级标准及纤维组成

等级或级别	平均纤维长度不小于 皂皂	平均纤维含量豫	干式分级豫				含砂量不大于豫	夹杂物含量不大于豫
			不小于			不大于		
			垣贾圆猿皂皂	垣原圆猿皂皂	垣贾圆院皂皂	满底		
手选 员级	员愁	远园					缘圆园	
手选 圆级	怨	远园					员园园	
机选 猿级			员园 远缘	圆原 缘缘	愿 圆缘	猿 愿	园	园圆原
机选 源级			园	员园 远园	猿园 苑园	员园 圆园	园缘	园圆原
机选 缘级			园	园	缘园 愿园	圆园 缘园	园缘	园圆园
机选 远级			园	园	圆园 源园	远园 愿园	员园	园圆园

表 勻圆愿　温石棉各级纤维质量指标表

等级或级别	比表面积	湿式分级豫		快速湿式分级豫			含砂量不大于 豫
		垣员园园皂皂累计含量不小于	原园圆园缘皂皂粉尘含量不大于	垣员园园愿皂皂累计含量不小于	原园圆园缘皂皂粉尘含量不大于	纤维系数	
手选 员级							缘圆园
手选 圆级							员园圆园
机选 猿级	愿园 员园园	猿缘 缘缘	猿园 源园				园
机选 源级	苑园 员园园	员园 猿园	源缘 缘缘	员园 猿园	源园 缘园	园苑 员园园	园缘
机选 缘级	愿园 员园园	缘 愿	缘苑 远园	缘 愿	缘源 缘苑	园缘 园园苑	园缘
机选 远级	怨园 员园园	圆 源	远缘 远苑	圆 源	远园 远源	园圆缘 园缘	员园

勻圆缘　硅灰石矿一般工业要求

勻圆缘员　硅灰石矿石类型

按矿石的主要矿物组合划分，硅灰石矿石类型分为矽卡岩型和硅灰石 原石英 原方解石型两类：矽卡岩型矿石主要产于矽卡岩型矿床中，矿物组分复杂，硅灰石常与石英、方解石及透辉石、石榴子石等矿物伴生；硅灰石 原石英 原方解石型矿石主要产于接触变质和区域变质型矿床中，矿物组分简单，又可分为硅灰石 原石英、硅灰石 原方解石、硅灰石 原石英 原方解石三种。

勻圆缘圆　工业应用对硅灰石矿石质量要求

勻圆缘圆员　建筑陶瓷用硅灰石矿按化学成分评价矿石质量时，要求 杂猿缘豫 ~ 缘愿豫，怀猿缘豫 ~ 缘缘豫，惰钠≤ 远豫，云母≤ 员园豫；按矿物组分评价矿石质量时，要求硅灰石含量≥ 远园豫　透辉石含量可折抵硅灰石量），石英≤ 圆园豫，方解石≤ 员园豫，云母≤ 员园豫。按化学成分或矿物组分提出的工业要求，可任选其一。

㈢㈡㈡㈡㈡ 油漆涂料用硅灰石矿要求：杂质含量≥㈣㈨㈨㈨，悬浮物≥㈣㈨㈨㈨，云母含量≤㈡㈡㈡㈡，细度（㈡㈡㈡㈡目筛余）矿粉吸油量 ㈡㈡～㈢㈢㈢㈢ 水溶物≤㈡㈡㈡㈡，水萃取 ㈦ 值 ㈥～㈨ 细度（㈡㈡㈡㈡目筛余）矿粉白度≥㈨㈡㈡。

㈢㈡㈡㈡㈢ 冶金保护渣用硅灰石精矿质量要求：硅灰石≥㈤㈡㈡㈡，方解石≤㈤㈡㈡㈡，石英≤㈤㈤㈤，杂≤㈡㈡㈡㈡，孕≤㈡㈡㈡㈡。

㈢㈡㈡㈡㈣ 电焊条工业用硅灰石精矿质量要求：杂质含量≤㈣㈨㈨㈨～㈤㈤㈤㈤，悬浮物≤㈣㈨㈨㈨～㈤㈤㈤㈤，酸不溶物≤㈨㈨㈨，杂≤㈡㈡㈡㈡，孕≤㈡㈡㈡㈡。

㈢㈡㈢ 硅灰石矿石质量一般工业指标　见表 ㈢㈡㈡

表 ㈢㈡㈡ 硅灰石矿矿石质量一般工业指标

项目	矿白叫于选矿床		矿石需机选矿床	
	含矿率　㈨		硅灰石矿物含量　㈨	
	露天开采	地下开采	露天开采	地下开采
边界品位	≥㈡㈢～㈣㈡	≥㈡㈨～㈣㈨	≥㈣㈡	≥㈣㈡
工业品位	≥㈡㈨～㈣㈨	≥㈣㈡～㈣㈡	≥㈣㈨	≥㈤㈡

注 ㈠ 视矿石质量优劣和变化情况以及选矿手段，工业晶位可按块段或矿体计算。优质矿石可取下限，质量差的取上限。

注 ㈡ 由于硅灰石矿产出特征和当前手选，机选效率、效益存在差别，故机选入选品位高于手选入选品位要求。应根据机选试验成果具体确定。

注 ㈢ 手选矿石块度暂按直径大于等于 ㈣㈡㎜ 其质量的最低要求应满足建筑陶瓷用和冶金保护渣用的矿石质量要求。

㈢㈡㈣ 硅灰石矿床开采技术条件的一般要求　见表 ㈢㈡㈣

表 ㈢㈡㈠ 硅灰石矿床开采技术条件一般要求

开采方式	可采厚度	夹石剔除厚度㎝	最低开采标高	露天矿场边坡角爆破安全距离	露天矿场最小底盘宽度㎝	总剥采比㎥/㎥
露天开采	㈠～㈡ 当矿体真厚度小于可采厚度时，可用含矿率米百分值圈定矿体	㈠～㈡	不低于当地侵蚀基准面以下 ㈤㎝	在制订勘探矿床工业指标时明确	≥㈡㈢㈢	≤㈢㈢㈢ ㈠
地下开采	㈠	㈠				

匀圆愿猿 物相法测定硅灰石矿物含量简介

化学物相法可以用于直接测定矿石中硅灰石及方解石矿物的含量，方法简便，文献报道多，其基本原理相同，现综述如下供参考。

匀圆愿猿援员 原理

硅灰石化学稳定性极差，易溶于酸（包括弱有机酸和酸性盐），由此可与绝大多数难溶于酸的硅酸盐矿物分离。方解石溶于柠檬酸。如果用硅酸钠作抑制剂，选择适当的反应和时间则可使硅灰石在柠檬酸中的溶解度降低到圆豫左右，可提高方解石与硅灰石的分离效果。冷盐酸可将硅灰石与其他含钙的硅酸盐矿物（钙铁榴石等）分开。

硅灰石与方解石的分离过程中，总有一定量的硅灰石被溶解，通过实验确定，当栽越缘益，贼越员园皂蚤灶或栽越缘益，贼越圆皂蚤灶硅灰石的溶解率分别为圆援园豫及猿援苑豫，可取猿豫作为硅灰石含量计算的校正系数。

匀圆愿猿援圆 操作步骤

样品粒度为原圆园园目（园援园苑源皂皂），烘干，称样园援员～园援圆早两份，分别置于粤、月两烧杯中。粤杯中加缘园皂蕴柠檬酸与硅酸钠的混合液，月杯中加圆皂蕴盐酸缘园皂蕴在室温（缘益～猿缘益）下置电磁搅拌器上微拌圆～猿皂蚤灶取下，过滤，水洗并将滤液稀释至圆缘园皂蕴摇匀，分别吸粤、月滤液圆缘～缘园皂蕴后，置于三角瓶中，同时加猿豫的氟化钾圆皂蕴猿皂蕴置片刻，以圆园豫的氢氧化钾溶液调节责匀值为员猿时止，加指示剂少许，以耘阅栽粤滴定到荧光消失并出现紫红色为终点。

匀圆愿猿援猿 硅灰石及方解石矿物含量计算

硅灰石质量分数（憎［宰燥豫］）越 $\frac{园援园缘愿园怨（栽耘阅栽粤×则×灾_月原灾_粤）}{宰}$ 　匀圆愿猿原员

方解石质量分数（憎［悦葬悦韵猿豫］）越 $\frac{园援园缘园园愿（栽耘阅栽粤×则×灾_粤）}{宰}$ 原园援园猿愿远圆×憎（宰燥豫）　匀圆愿猿原圆

式中：栽耘阅栽粤——耘阅栽粤滴定度，皂早辕皂蕴；

宰——试样质量，皂早；

则——原溶液与被滴定液的体积比；

灾粤、灾月——溶液粤或月消耗耘阅栽粤液的体积，皂蕴。

匀圆愿源 用化学分析成果计算硅灰石矿石中矿物含量的方法

用化学分析成果计算矿石中矿物含量的方法，必须在岩矿鉴定基础上，根据矿物共生组合特点利用岩石化学原理拟定适于该矿床的计算公式进行计算，举例如下：

匀圆愿源援员 湖北省大冶县小箕铺接触交代（矽卡岩）型硅灰石矿床矿石中矿物含量计算

匀圆愿源援员援员 矿石中主要矿物为硅灰石，次要矿物有方解石、石英、钙铁榴石、钙铝榴石、透辉石，微量矿物有绿帘石、符山石、黄铁矿、褐铁矿、孔雀石等。微量矿物占矿物总量的员豫～圆豫。

矿石化学分析项目为杂蚤韵圆、悦葬韵、云藻圆韵猿、云藻韵、酝早韵、栽蚤韵圆、粤造圆韵猿、酝灶韵、悦韵圆（烧灼失量）。

匀圆愿源援员援圆 根据小箕铺硅灰石矿床的矿石矿物的共生组合特点，确定硅灰石矿物含量（宰燥）计算公式如下：

[illegible]

[illegible]

当 [illegible] 时，使用公式 [illegible]，反之则使用公式 [illegible]。

式中：[illegible]）、[illegible]）分别为硅灰石所耗用的量，即矿石中 [illegible]或 [illegible]的总量减去钙铁榴石、钙铝榴石、透辉石、方解石所消耗的 [illegible]或 [illegible]的剩余量，其计算公式分别为：

[illegible]

[illegible]

注意：当 [illegible]）或 [illegible]）小于零时，上述式 [illegible]、[illegible] 均不成立，需要重新拟定。

式中：

[illegible]

其他矿物含量计算公式：

石英质量分数 [illegible]

钙铁榴石质量分数 [illegible]

钙铝榴石质量分数 [illegible]

[illegible]

方解石质量分数 [illegible]

透辉石质量分数 [illegible]

计算实例：

矿石化学分析结果 [illegible]

[illegible]，[illegible]，[illegible]，[illegible]，[illegible]，[illegible]，[illegible]。

矿物计算结果 [illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[吉林省磐石市长崴子硅灰石（接触热）变质型] 矿床矿石中矿物含量计算

矿石中主要矿物为硅灰石，次要矿物为方解石、石英、透辉石、钙铝榴石。

矿石化学分析项目为 SiO_2、CaO、MgO（不含 $CaCO_3$、$MgCO_3$）、$CaCO_3$、$MgCO_3$ 或灼失量）。

矿石中矿物含量计算公式如下：

$$[\text{硅灰石}] = [\text{总量}] - [\text{方解石}] - [\text{透辉石}] - [\text{钙铝榴石}]$$

其他矿物含量计算公式：

方解石质量分数 $w(CaCO_3)$ $= w(CaO) - w(MgO) \times 1.39$

透辉石质量分数 $w(CaMgSi_2O_6)$ $= w(MgO) \times 2.59$

石英质量分数 $w(SiO_2)$ $= w(SiO_2) - w(MgO) \times 0.77 - w(CaO) \times 0.53$

石榴子石质量分数 $w(3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2)$ $= w(CaO) \times 1.73$

计算实例：

化学分析结果 $w(\text{总量})$ 为 99.36%

$w(CaO)$ 为 30.00%，$w(MgO)$ 为 0.56%，$w(CO_2)$ 为 0.24%，$w(MgCO_3)$ 为 0.47%，$w(CaCO_3)$ 为 0.85%，$w(\text{灼失量})$ 为 0.36%。

矿物含量计算结果 $w(\text{矿物总量})$ 为 99.36%

$$[\text{硅灰石}] = 99.36\% - 0.85\% - 0.78\% - 0.24\% = 97.49\%$$

$w(CaCO_3)$ 为 0.85%

$w(CaMgSi_2O_6)$ 为 1.45%

$w(SiO_2)$ 为 0.24%

$w(3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2)$ 为 0.78%

滑石矿一般工业要求

滑石矿石工业类型

滑石矿石类型分为块滑石型和共生矿物原滑石型两类，常见与滑石共生的矿物有菱镁矿、白云石、蛇纹石、透闪石、绿泥石、镁质碳酸盐及粘土等，由于共生矿物的差异，可分为多种矿石类型，例如：菱镁矿原滑石型、白云石原滑石型等。

滑石矿石质量指标

以滑石含量为工业指标时，其矿石质量要求见表 、工业品级划分见表 。

表 ㄣ圆圆圆　以滑石含量为工业指标矿石质量一般要求　　单位豫

品位	滑石含量　(%)	圆厚　(米)	憎　矿(%)	白度
边界品位	≥猿豫	不限	≤猿	≥缘圆
工业品位	≥缘圆	不限	≤圆	≥远圆

表 ㄣ圆圆猿　以滑石含量为工业指标矿石工业品级划分　　单位:豫

品级	滑石　(%)	憎　(米)	憎　矿(%)	白度
特级品	≥怨圆	≤员豫	≤园豫	≥怨圆
一级品	≥愿圆	≤圆豫	≤员圆	≥愿圆
二级品	≥苑圆	≤猿　缘	≤员　缘	≥苑圆
三级品	≥缘圆	不限	≤圆圆	≥远圆

注 员: 品级变化大，不能细分时，可将特、一、二级品合并称富矿，三级品称贫矿。

注 圆: 三级品滑石矿尚需确定应用方向，对口勘探。

ㄣ圆圆圆圆圆　以化学组分含量为工业指标时，其矿石质量要求　见表 ㄣ圆圆源、工业品级划分　见表 ㄣ圆圆缘。

表 ㄣ圆圆源　以化学组分含量为工业指标矿石质量一般要求　　单位:豫

品位	憎　(%)	憎　(%)	憎　(米)	憎　矿(%)	白　度
边界品位	≥圆苑	≥圆员	不限	≤猿豫	≥缘圆
工业品位	≥猿员	≥圆苑	不限	≤圆圆	≥远圆

表 ㄣ圆圆缘　以化学组分含量为工业指标矿石工业品级划分　　单位:豫

品位	憎　(%)	憎　(%)	憎　(米)	憎　矿(%)	白度
特级品	≥远员	≥猿员	≤员豫	≤园豫	≥怨圆
一级品	≥缘豫	≥猿圆	≤圆豫	≤员圆	≥愿圆
二级品	≥源员	≥圆员	≤猿豫	≤员豫	≥苑圆
三级品	≥猿员	≥圆苑	不限	≤圆圆	≥远圆

注 员: 表 ㄣ圆圆源、ㄣ圆圆缘只适用于滑石伴生矿物中：

葬　不存在含镁硅酸盐类矿物，石英含量小于 猿豫；

遭　含镁硅酸盐类矿物加石英总量小于 源豫，其中石英含量小于 圆豫；

糟　含镁硅酸盐类矿物总量小于 员远豫，不含石英的白云石 原滑石型、菱镁矿 原滑石型矿石。对于含镁硅酸盐类矿物含量超过 员远豫的蛇纹石 原滑石型、绿泥石 原滑石型、透闪石 原滑石型以及成分更复杂的混合类型矿石的工业指标，需根据矿石的具体矿物组成、含量及产品应用方向与勘查投资者具体商定。

注 圆: 品级变化大，不能细分时，可将特、一、二级晶合并称富矿，三级品称贫矿。

注 猿: 三级晶滑石矿尚需确定应用方向，对口勘探。

ㄣ圆圆圆圆猿　对于白度低于 远圆豫的滑石矿　如黑滑石）经工业实验研究证明可以利用，应

根据勘查投资者的具体要求评价矿石质量。

[illegible] 滑石矿床开采技术条件一般要求

可采厚度 [illegible]～员皂　矿体为一级晶以上时，可为 [illegible]，夹石剔除厚度 员皂。

[illegible] 滑石含量的测定方法

[illegible] 镁质碳酸盐原滑石型矿石　脉石矿物成分为菱镁矿、白云石、方解石)。

滑石含量计算多采用差减法和测酸不溶物中氧化镁的含量乘以滑石换算因数的方法。

差减法计算滑石含量公式：

滑石含量　(%) = [illegible]　　[illegible]

式中：[illegible]——样品的钙镁氧化物总量，%；

[illegible]——样品的酸溶性钙镁氧化物含量，%；

[illegible]——滑石换算因数。

酸不溶物中氧化镁计算滑石含量公式：

滑石含量　(%) = [illegible]　　[illegible]

式中：[illegible]——样品中氧化镁总量，%；

[illegible]——样品中酸溶性氧化镁含量，%；

[illegible]——滑石换算因数。

[illegible] 透闪石、蛇纹石—镁质碳酸盐—滑石型矿石　脉石矿物为白云石、蛇纹石、透闪石)。—滑石及透闪石含量计算公式：

滑石含量　(%) = [illegible]　　[illegible]

式中：[illegible]——样品中氧化镁总量，%；

[illegible]——样品中酸溶性氧化镁含量，%；

[illegible]——样品中氧化钙总量，%；

[illegible]——样品中酸溶性氧化钙含量，%；

[illegible]——透闪石中氧化镁换算因数；

[illegible]——滑石氧化镁理论值。

透闪石含量　(%) = [illegible]　　[illegible]

[illegible]——样品中氧化钙总量，%；

[illegible]——样品中酸溶性氧化钙含量，%；

[illegible]——透闪石氧化钙理论值。

[illegible] 绿泥石原镁质碳酸盐原滑石型矿石　脉石矿物为白云石、菱镁矿、绿泥石)。

滑石及绿泥石含量计算公式：

滑石含量　(%) = [illegible]　　[illegible]

式中：[illegible]——样品中氧化镁总量，%；

[illegible]样品中酸溶性氧化镁含量，%；

[illegible]绿泥石中氧化镁换算因数；

[illegible]滑石氧化镁理论值。

绿泥石含量（体积分数）越增，酸不溶物越减少，两者呈负相关关系。

式中：——绿泥石三氧化二铝理论值。

（3）滑石矿石（滑石—镁质碳酸盐原滑石型矿石）脉石矿物为绿泥石、透闪石、白云石、菱镁矿、方解石、石英）。

滑石、透闪石、绿泥石含量计算公式：

用测定酸不溶物中（体积分数）的含量计算滑石、透闪石、绿泥石含量。设滑石、透闪石、绿泥石含量分别为、、，则建立方程式

解上式得滑石、透闪石、绿泥石含量计算公式：

上述几种矿物含量计算公式中的氧化物含量、换算因数，在普查阶段可利用矿物学中的理论值计算，详查和勘探阶段则需要做单矿物分析，以便按矿床实际含量数值进行准确计算。

（4）石墨矿一般工业要求

（5）石墨矿石工业类型

石墨的工艺性能及用途主要决定于其结晶程度，据此，工业上将石墨矿石分为晶质（鳞片状）石墨矿石和隐晶质（土状）石墨矿石两种类型。

（6）晶质（鳞片状）石墨矿石

石墨晶体直径大于，呈鳞片状。矿石特点是固定碳含量较低，可选性好。与石墨伴生的矿物常有云母、长石、石英、透闪石、透辉石、石榴子石和少量硫铁矿、方解石等，有时还伴有金红石及钒等有用组分。矿石为鳞片状、花岗鳞片变晶结构，片状、片麻状或块状构造。此类矿石包括各类含石墨的片麻岩、透辉（透闪）岩、大理岩、片岩、石英岩等，以前三种为主。

这类矿石由于固定碳含量低，工业上不能直接利用，需经选矿才能获得合乎要求的石墨产品。对矿石中所含各种杂质，经选矿后一般可基本脱除；脱除程度差则会影响石墨产品质量。

（7）隐晶质（土状）石墨矿石

石墨晶体直径小于，呈微晶的集合体，在电子显微镜下才能见到晶形。矿石的特点是固定碳含量高，可选性差。与石墨伴生的矿物常有石英、方解石等。矿石为微细鳞片——隐晶质结构，块状或土状构造。

这类矿石固定碳含量一般较高，但由于石墨粒度太小，选矿效果不好，目前工业上只经手选后磨成粉末即可使用。鉴于这类矿石系石墨直接产品，故矿石中含硫、铁等量高时会降低耐火度与化学稳定性，影响产品质量。

（8）石墨矿一般工业指标（见表）

表 与圆远 石墨矿一般工业指标

类型		矿石品位（固定碳含量）(%) 豫		可采厚度/皂	夹石剔除厚度/皂	剥采比/(皂³/皂³)
		边界品位	工业品位			
晶质（鳞片状）石墨矿	风化矿石	圆~猿	圆豫~猿豫	露天开采 圆~源	露天开采 员~源	不大于猿 员至源 员
	原生矿石	缘~猿豫	猿~愿			
隐晶质（土状）石墨矿		≥缘豫	≥远豫	地下开采 圆苑~员源	地下开采 员~猿	

注：由于晶质（鳞片状）石墨的片度不同，其工业用途及经济价值都相差甚大，在制定作为提供矿山建设设计依据的地质勘查报告所用工业指标时，应根据正目石墨含量的高低，提出相应不同高低的边界品位和工业品位要求，即正目石墨含量高时，晶位要求可低；反之，则品位要求要高。对应边界品位及工业品位的正目石墨含量要求，一般可掌握在 源豫~远豫左右。所谓正目石墨含量，是指矿石经选矿所得精矿筛析后，垣[illegible]目石墨在精矿中所占的百分比。

砂矿　金属矿产）地质勘查规范

目　　次

前　言
员 范围
圆 规范性引用文件
猿 勘查的目的任务
源 勘查研究程度
源.员 矿产勘查工作
源.圆 勘查各阶段要求
缘 勘查控制程度
缘.员 勘查类型划分
缘.圆 勘查工程间距
缘.猿 勘查控制程度
远 勘查工作及质量要求
远.员 地形及工程测量
远.圆 地质填图
远.猿 物理探矿
远.源 探矿工程
远.缘 样品采集、淘洗　加工）、重砂　化学）分析
远.苑 矿砂选矿加工技术试验采样
远.怨 岩石、矿砂物理技术性能测定
远.员园 地质编录、综合整理
远.员员 应用新技术
苑 可行性评价
愿 矿产资源 储）量分类及类型条件
愿.员 矿产资源 储）量分类
愿.圆 矿产资源 储）量类型条件
怨 矿产资源 储）量估算
怨.员 工业指标

怨猿圆　矿产资源 辕储量估算的一般原则
怨猿缘　确定矿产资源 辕储量估算参数的要求
怨猿源　矿体圈定与外圈
怨猿远　矿产资源 辕储量估算方法
附录 粤　规范性附录）固体矿产资源 辕储量分类
附录 月　规范性附录）可行性评价工作
月猿员　概略研究
月猿圆　预可行性研究
月猿缘　可行性研究
月猿源　资质要求
附录 悦　规范性附录）重砂矿物分离质量要求
附录 阅　资料性附录）采掘船开采主要开采技术条件
附录 耘　资料性附录）固体矿产开采技术条件勘查类型划分及工作要求
附录 云　资料性附录）确定勘查工程间距的方法
云猿员　用地质统计学法确定矿产勘查的工程间距
云猿圆　用类比法确定矿产勘查工程间距
附录 郧　资料性附录）勘查类型划分和工程间距
附录 匀　资料性附录）松散碎屑物粒度分析的分级标准
附录 陨　资料性附录）特高品位确定标准
附录 允　资料性附录）一般工业指标
附录 运　资料性附录）矿产资源储量规模划分标准
附录 蕴　资料性附录）砂矿成因类型及形态类型
蕴猿员　砂矿成因类型
蕴猿圆　砂矿形态类型

员　范围

本标准规定了除滨海砂矿以外的金属矿产　贵金属、锡、钛铁矿、金红石、稀有金属、稀土等）砂矿勘查的目的任务、勘查研究程度、控制要求、工作质量、可行性评价、矿产资源 辕储量分类及其类型条件、矿产资源 辕储量估算等。

本标准适用于金属矿产砂矿勘查和矿产资源 辕储量估算，验收、评审、认定矿产勘查地质报告。同时适用于矿业权转让、筹资、融资、股票上市活动中的评估矿产资源 辕储量。

圆　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。

则月辕猿猿缘圆－圆园园缘　固体矿产地质勘查规范总则

阅猿辕栽员猿缘－圆园园缘　固体矿产勘查 辕矿山闭坑地质报告编写规范

猿 勘查的目的任务

猿援员 砂矿勘查的最终目的是为正确评价砂矿矿床，为矿山建设设计提供矿产资源储量和必须的地质资料，藉以减少矿山企业的投资风险。根据《固体矿产地质勘查规范总则》将金属矿产砂矿地质勘查工作分为预查、普查、详查和勘探四个阶段。

猿援圆 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。

猿援猿 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。

猿援源 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，并为制订矿业开发规划、项目建议书提供资料。

猿援缘 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，应用各种勘查手段和有效方法，加密各种采样工程，以及查明矿床开采条件，进行可行性研究，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、矿山总体布置等方面提供依据。

源 勘查研究程度

源援员 矿产勘查工作

源援员援员 总则

应搜集和研究区域地质资料，研究和查明矿区地质、矿体地质、开采技术条件、矿砂（石）加工技术性能和综合评价等，根据不同勘查阶段对其要求程度不同。

源援员援圆 区域地质

搜集并研究与成矿有关的区域地层、地质构造和新构造活动、岩浆岩、变质岩、蚀变、矿化特点、第四纪地质及其与砂矿的形成关系；区域地貌特征，地貌与砂矿的形成关系。

源援员援猿 勘查区地质

调查研究矿区内地层、构造、新构造活动、岩浆岩、变质岩、蚀变、矿化特点、第四纪地质及其与砂矿的形成关系；矿区地貌特征、划分地貌单元；矿区内松散沉（堆）积物的层序、时代、岩性、厚度、沉积环境、空间分布及其与砂矿的关系。

源援员援源 矿体地质

源援员援源援员 研究矿体特征，控制矿体总体分布范围，查明矿体数量、规模、形态、产状和空间位置及赋存于不同地貌单元中矿体之间的关系。

源援员援源援圆 研究砂矿层类型，调查研究砂矿层结构、构造，矿物和粒度组成。根据胶结程度将砂矿层划分为胶结型、半胶结型和松散型；位于高寒地区的矿床，根据冻结程度划分为冻结型和非冻结型。查明各砂矿层类型的分布范围、砂矿层的容水性、含泥率、含冰率、巨砾率、体积质量（体重）和松散系数等。

[illegible]　研究矿砂质量，查明目的矿物和共、伴生重矿物的形态、表面特征和粒度组成并测试目的矿物和伴生有用重矿物化学成分，贵金属应测定其成色。

[illegible]　开采技术条件

[illegible]　研究水文地质条件，调查充水矿床含（隔）水层的岩性、厚度、产状、分布及埋藏条件；主要含水层的透水性、富水性；地下水水位、水工、水质、水温及动态变化，地下水与地表水的水力联系；确定水文地质复杂程度及其类型；指出矿山生产用水及生活用水供水水源方向。根据矿床规模和水文地质条件复杂程度，编制比例尺[illegible]～[illegible]矿床水文地质图。

[illegible]　露天开采矿床：调查矿区内河流和其他地表水体的分布范围、水中悬浮物的含量，丰水期、平水期和枯水期的水位变化、流速、流量、水温、水质，历年最高洪水位及其淹没范围；

[illegible]　地下开采矿床：调查矿床的顶、底板主要充水含水层的分布、厚度、渗透性及动态变化，地下水的补给、径流排泄条件、主要含水层与相邻含水层或地表水体的水力联系方式及密切程度，确定矿床的主要充水因素，评估地下水对矿床开采的影响；

[illegible]　冻土区矿床：调查矿床的冻土类型、分布范围、埋藏条件、冻土温度、含冰率，测定季节冻土最大融化深度，搜集非含矿层剥离后多年冻土的融解速度，并采集样品测定其渗透系数。

[illegible]　研究工程地质条件，依据采掘方式的不同针对相关问题，结合地质勘查查明矿床工程地质条件，预测矿床开采可能出现的主要工程地质问题。船采和露天开采矿床应编制矿体顶、底板等高线基岩地质图，比例尺视矿体规模而定。

[illegible]　采掘船开采矿床查明：矿体底板基岩岩层产状、岩性、硬度、风化程度、节理裂隙发育情况及基岩块度，岩溶发育程度及分布规律，矿体顶板（地表）和底板纵向、横向坡度及其变化规律，测定砂矿层水上、水下稳定边坡角和尾砂各粒级[illegible]水上、水下安息角，并计算剥采比；调查矿床内旧采迹分布范围及开采方式，查明矿体上覆树木、果园、农田、鱼塘、民用与工业建[illegible]筑物、铁路、公路、桥梁[illegible]涵）、输电线路及其他设施和地下障碍物的分布情况。查明影响船采合理布局的高帮[illegible]或干帮）①、洪水淹没范围及胶结层、底板可挖性，当影响船采合理布局时，应向投资者提出委托有资质的开采设计单位做可行性研究，并应确定船采或其他开采方式可行或不可行的结论，当枯水期高帮[illegible]或干帮）水上高度大于所拟选用的采船水上挖掘高度[illegible]时，应圈出其分布范围[illegible]见附录[illegible]；调查超过采船允许砾径的巨砾分布情况，统计其百立方米所含巨砾个数；对超过允许个数的范围，应单独圈出[illegible]见附录[illegible]；查明胶结层层数、厚度、胶结物成分、胶结强度及空间分布范围和规律，对胶结层可挖性经试验做出评估，位于船采不可挖掘的胶结层之下的矿砂应予以圈定。搜集并查明与船采清底有关的底板基岩可挖性方面的资料。当两相邻削面的坡度大于拟选采船允许坡度时，应在相应图件上标注[illegible]见附录[illegible]。查明在枯水期，基岩位于枯水期水位线之下深度，其深度小于拟选采船吃水深度与安全间距之和时，应在相应图件上予以注记，应考察有无提高水位的可能性，并予以阐明[illegible]见附录[illegible]。当混合砂在丰水期水位线以下厚度超过拟选采船的最大挖深时，应在图件上予以注记，考察并阐明有无可降

低水位的有利条件　见附录 阅）；

遭 地下开采矿床查明：矿体顶板、底板的围岩物理力学性质并评价其稳固性；泥砂层和流砂层的厚度与分布范围；底板岩溶的发育程度、形态特征及分布规律；调查老窿及其充填情况；查明岩溶充填矿床可能出现的充填泥砂坍塌及疏干排水可能产生的地面塌陷及其对开采的影响；划分工程地质条件复杂程度和工程地质类型，预测矿床开采时可能出现的主要工程地质问题；

糟 露天开采矿床查明：矿体底板起伏、可挖掘性、边坡的稳定性等影响矿床开采的主要工程地质问题。

[illegible] 研究环境地质，查明矿床的环境地质背景，测定对人体有害成分及其含量、放射性物质含量　做放射性顺便检查），超过允许含量的应圈定其范围。查明矿床内各种自然物理地质现象，如岩崩、滑坡、地裂、岩溶、山洪、泥石流等发育程度、范围、产生的条件，并对其发展趋势做出预测。当其对矿床开采有影响时则应提出治理意见。搜集区内地震史、地震烈度和新构造活动的资料，阐明区内地震地质情况，对矿区稳定性做出评价。顶测在矿床开采过程中可能出现的矿山环境地质问题，并提出预防措施的建议。评估矿床开采后对矿山地质环境的影响，并提出治理措施，如尾砂排放、农田或植被的复垦、复植、水源污染的净化处理等。

[illegible] 矿砂加工选冶技术性能试验

砂矿矿砂一般多为易选，普查阶段可与类似砂矿矿区矿砂类比，若为新类型须做可选性试验；详查与勘探阶段应进行可选性试验或实验室流程试验，若为难选矿砂应做实验室扩大连续试验。

试验工作应根据勘查阶段。由浅人深循序渐进地进行，具体要求执行　矿产勘查各阶段选冶试验程度的暂行规定　储发　[illegible]》文。

[illegible] 综合评价

我国已勘查的金属矿产砂矿表明，有用重矿物多与勘查的目的矿物同体共、伴生，在选目的矿物过程中共、伴生的重矿物将同时被回收。在勘查过程中应综合考虑，整体勘查，运用综合指标圈定矿休，并进行综合评价。

[illegible] 勘查各阶段要求

[illegible] 预查

在搜集顶查范围内已有的地质资料、矿产地质、遥感、物探、化探等信息资料的基础上，根据区域的地质背景，分析与研究形成砂矿的物质来源与砂矿形成的可能性；调查区域内新构造活动；大致划分区域地貌单元，结合地貌特征及第四纪地质，以及野外路线调查，与已知成矿地质条件类似的矿区进行类比，综合分析成矿地质条件；沿河流、沟谷、残坡积等成矿地段进行重砂取样，或以极少量工程验证，预测远景，提出可供普查的成矿潜力较大的地区。当有相应资料时，可估算资源量，并编制 [illegible] 比例尺的地质、地貌及第四纪地质图与成矿预测图。

[illegible] 普查

[illegible] 在预查圈出的普查区，进行比例尺 [illegible] ~ [illegible] 的基岩地质、地貌及第四纪地质填图。对原生矿床、矿点、矿化点周围的沟谷进行调查。大致查明新

构造活动、地貌特征并划分地貌单元；大致查明松散沉　堆）积物的层序、时代、岩性、厚度、空间分布、沉积环境及其与砂矿的形成关系；以稀疏的取样工程大致控制砂矿层　体），大致查明其含矿性、砂矿层类型与矿砂质量，并注意综合评价。

[illegible] 矿砂的可选性可与邻区或同类型已开采矿区进行对比，从其砂矿层的物质组成、结构构造、矿物粒度、目的矿物，以及共、伴生重矿物的粒度、形态、表面特征及影响选矿的含泥率等因素进行研究，并对矿砂可选性做出概略评价。对难于类比或新类型的矿砂，应进行可选性试验，为后续勘查工作提供依据。

[illegible] 大致了解矿床开采技术条件，搜集区域范围内的水文地质、工程地质、环境地质资料，为详查提供依据。开采技术条件简单的矿床，可依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评价；对拟选详查区，当水文地质条件复杂或地下水较丰富时，应适当进行水文地质工作，了解地下水埋藏深度、水质、水量以及近矿岩石强度等。

[illegible] 根据普查所获得的地质矿产资料及国内、外对该矿产资源的需求，采用类比方法进行可行性评价的概略研究，研究有无投资机会，是否转入详查。

[illegible] 采用一般工业指标或邻近地区同类型矿区的生产指标，或用合同书上规定的指标，选择合理的参数，估算资源量。

[illegible] 详查

[illegible] 在普查圈出的详查区，通过比例尺　员: [illegible] ～　员: [illegible] 地质填图及各种勘查方法和手段、比普查阶段密的系统勘查工程取样，详细研究矿区地貌特征、划分地貌单元，基本查明地貌与砂矿形成的关系；基本查明松散沉　堆）积物的层序、时代、岩性、厚度、空间分布及沉积环境；控制砂矿层的总体分布，基本确定砂矿层的长度、宽度、厚度、品位及砂矿层的连续性；基本查明矿砂的物质组成和矿砂质量；对可供综合利用的共、伴生重矿物应做相应的评价。

[illegible] 对矿床开采可能影响的范围　矿山疏排水水位下降区、地面变形破坏区、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，基本查明矿床开采技术条件。对于地下开采矿床应选择代表性地段，对矿床充水的主要含水层及砂矿层围岩的物理力学性质进行钻探试验研究，初步确定矿床充水的主　次）要含水层及其水文地质参数、砂矿层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做出评价。

[illegible] 对矿砂的加工性能应进行相应阶段的选矿试验研究。对于难选的矿砂应作实验室扩大连续试验。若直接提供开发利用，试验程度应达到设计要求。

[illegible] 在详查区内，根据系统的勘查工程取样资料，以及实测的各项参数，用一般工业指标圈定矿体，估算资源量，或经预可行性研究，分别估算储量、基础储量和资源量。

[illegible] 勘探

[illegible] 在详查圈定的勘探区内，通过比例尺　员: [illegible] ～　员: [illegible] 地质填图和加密各种取样工程及相应工作，依据所取得的新资料，详细研究勘探区内的地层、详细划

分地貌单元（含微地貌）、详细研究地貌与形成砂矿的关系；详细查明区内松散沉（堆）积物的层序、时代、岩性、厚度、空间分布及沉积环境与砂矿的关系。

[illegible] 详细控制主要砂矿层、空间分布，砂矿层的分支、复合、膨缩等变化情况；详细研究砂矿层类型并查明其分布范围和所占比例；详细查明矿砂质量、目的矿物，共、伴生有用重矿物的种类及其富集和变化规律。根据控矿的地质、地貌条件和成矿规律正确连接矿体。

[illegible] 对影响矿床开采的主要水文地质、工程地质、环境地质进行勘查，详细查明其条件，主要通过勘探试验、水动态长期观测，与类似矿山实际开采资料对比分析，获取各项数据资料和计算参数，结合矿山工程选择合理的涌水量计算方法和公式计算矿坑涌水量；依据岩矿测试资料对矿体围岩的稳固性或露天采场边坡的稳定性做出评价，确定不良工程地质岩组，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问题做出评价。露天开采的河谷砂矿（河床砂矿、河漫滩砂矿、支谷砂矿、阶地砂矿）应重点查明矿区内河流和其他水体分布范围，水中悬浮物的含量，丰水期、平水期和枯水期的水位变化，以及流速、流量、水温、水质、历年最高洪水位及其淹没范围。溶洞型砂矿应详细查明规模、形态及溶洞中各类沉积物、地貌形态、富水特征。

[illegible] 在勘探区内，采集具有代表性的样品，进行矿砂技术加工性能实验室流程试验或实验室扩大连续试验。详细研究并查明目的矿物及共、伴生有用重矿物在选矿过程中的富集程度和回收率，精矿和尾矿中各重矿物（或组分）含量；查明影响选矿性能的各种因素。

[illegible] 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和各种实测的参数，用一般工业指标圈定矿体，选择适合的方法，详细估算资源量；已进行预可行性研究或可行性研究的，可根据其论证的指标圈定矿体。详细估算储量、基础储量和资源量。

[illegible] 勘查控制程度

[illegible] 勘查类型划分

[illegible] 划分勘查类型以主矿体为主，当矿体延长很大时，可据不同地段勘查难易程度分段确定勘查类型。

[illegible] 按地质特征划分，矿床勘查类型可划分为简单（Ⅰ类型）、中等（Ⅱ类型）、复杂（Ⅲ类型）三个类型。由于地质因素的复杂性，允许有过渡类型存在。应以主矿体规模大小、形态复杂程度为主，结合矿体宽度的稳定程度和有用组分分布的均匀程度等地质因素而定，划分依据见附录 [illegible]

[illegible] 第Ⅰ类型（简单型）：主要矿体延展规模大，宽度较稳定，形态简单一较简单，有用组分分布较均匀，如底板坡度较平坦的冲积河漫滩砂矿或规模大的支谷砂矿；

[illegible] 第Ⅱ类型（中等型）：主要矿体延展规模大一中等，宽度不稳定一很不稳定，形态较简单—复杂，有用组分分布不均匀—很不均匀，如底板不平坦的冲积河漫滩砂矿、支谷砂矿或阶地砂矿；

[illegible] 第Ⅲ类型（复杂型）：主要矿体延展规模中等一小，形态复杂，宽度很不稳定，

有用组分分布很不均匀，底板极不平坦，属于此类型的多为规模小的支谷砂矿，残积、坡积、洪积砂矿和以岩溶为基底的砂矿，以及人工堆积的砂矿。

按开采技术条件分类：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三类九型，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类外，Ⅱ、Ⅲ类中又按主要影响因素各分为四型：以水文地质问题为主的矿床（Ⅰ型），以工程地质问题为主的矿床（Ⅱ型），以环境地质为主的矿床（Ⅲ型）和复合型（Ⅳ型）（见附录五）。

勘查工程间距

工程间距的确定，可采用与同类矿床类比的方法，亦可据已完工的勘查成果采用地质统计学方法，或用公式法所要求的精度确定、预测工程间距（见附录六、附录七）。

勘查工程布置：

a. 根据所确定的勘查类型，选择合理的勘查工程间距布置勘查工程；

b. 应垂直矿体延长方向或物质来源方向布置勘查线；

c. 呈面型分布或基岩一般为岩溶作用强烈的碳酸盐岩层，矿体形态很复杂，宽度和厚度很不稳定，岩溶充填砂矿、小型人工堆积砂矿，一般应以勘查网布置工程；

d. 除进行地表调查和钻探勘查外，应选择有代表性地段施工浅井，用以验证钻孔取样的品位和采集技术样及调查深部巨砾，大型矿床不少于四个，中型矿床不少于三个，小型矿床不少于两个。

勘查控制程度

一般应考虑矿山企业还本付息与矿山服务年限，确定勘查控制程度。

探明的可采储量，应达到矿山企业还本付息（含地质勘查投入）的要求。

普查占算推断的资源量可作为矿山企业远景规划依据，或为发展地区经济提供基础资料。

预查估算预测的资源量，可作为发展地区经济的参考资料。

勘查工作及质量要求

地形及工程测量

采用全国统一坐标系统和最新的国家高程基准点。测量的精度要求应执行《地质矿产勘查测量规范》。边远地区的勘查区或个别小矿区与国家坐标系统联测确有困难时，在有条件的地方可采用全球卫星定位系统进行测图。测图范围和地形图比例尺，应满足不同勘查阶段地质填图及估算矿产资源（储）量的需要。

地质填图

矿区地质填图：根据不同勘查阶段的目的任务，进行不同比例尺地质填图，其质量和精度要求按相应比例尺地质填图规范执行，其相应比例尺的地形图底图必须实测。

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；对矿体分布和重要地质界线必须用工程揭露控制，地表工程和地质观测点均须用全仪器法

测定位置，见矿工程应测坐标；勘查线剖面必须实测，端点坐标应实测；预查阶段可测制地质简图或地质草图，普查阶段可测制地形地质简图。

[illegible] 有关矿区水文地质、工程地质和环境地质的研究程度、工作方法及质量等要求参照 [illegible]《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。

[illegible] 物理探矿

在砂矿地质勘查工作中，提倡创新，根据地质勘查工作要求，通过方法试验，选用有效的物探方法指导部署勘查工程，或作为勘查手段替代钻探工程，但必须经过有关专家评审鉴定后方可使用。

[illegible] 探矿工程

[illegible] 钻探常用冲击回转式砂钻或用反循环连续取心取样钻探技术（国外称之为 [illegible]钻探法）。对深埋砂矿，当砂钻能力达不到时，可采用机械岩心钻进行（以干钻效果最佳）勘查。砂钻施工中除执行《砂矿钻探规程》外，根据砂矿的地质特征，必须做到：

[illegible] 钻进非冻结层时，应先下套管，然后在套管内钻进或破碎岩石后钻进并取样，钻进冻结层时，可先破碎然后跟进套管，并在管内取样，严禁超套管取样；

[illegible] 岩矿心采取率不应大于松散矿砂在注水（或融化）情况下的松散系数，应控制在 [illegible] ~ [illegible] 之间；

[illegible] 开孔和终孔皆须测量钻头内径，每次提升钻具应观察钻头是否变形，变形应换钻头；

[illegible] 钻探施工应钻进到穿过砂矿层见到不可挖基岩后再钻进 [illegible] 方准终止钻进，若为可挖基岩含矿时，亦应钻进至不可挖基岩 [illegible] 终孔；

[illegible] 终孔半小时后测量终孔水位；

[illegible] 钻探工程应采集基岩标本，用以研究基岩岩性和测定硬度，对矿化蚀变基岩，应取样分析目的矿物或金属元素含量；

[illegible] 钻探施工严禁一位多孔[①]或在原已施工报废孔位再次施工接力式钻进取样。

[illegible] 井探一般应分布于勘探阶段探明的储量地段，应具有代表性。对于地下水（潜水）水位浅，涌水量较大或矿体之上地表水发育地段难以实施井探，可采用大口径 [illegible] 钻探工程代替：

[illegible] 浅井规格和掘进方法应以保证各种样品采样质量为原则；

[illegible] 各种样品严禁在水中捞取；

[illegible] 井探中应采集的技术样品：

[illegible] 松散系数测定样品（分注水与不注水两类测定）；

[illegible] 原矿粒度分析样品（分析标准见附录 [illegible]）；

[illegible] 体积质量（体重）测定样品；

[illegible] 含泥率测定样品；

[illegible] 测定砂矿层水上、水下安息角样品；

[illegible] 多年冻土层的含冰率测定样品；

[illegible] 多年冻土层的渗透系数测定样品；

[illegible] 胶结层的胶结性测定样品；

㈣ 基岩块度、硬度测定样品；

㈤ 对于埋藏浅、富水性弱或不适于钻探勘查的砂矿，如阶地砂矿、残坡积砂矿可用槽探、井探和硐探为主要手段，其规格和掘进方法以保证采样质量，有效地控制和评价矿床为原则。

⑵ 样品采集、淘洗（加工）、重砂（化学）分析

⑵①　样品采集

⑵①㈠　槽探应挖至风化基岩 0.3～0.5m，刻槽取样，样槽断面不小于 0.05m×0.05m，样长应不大于 2m。

⑵①㈡　钻探自孔口至孔底要求进行连续分段、分层取样。贵金属砂矿采样长度：泥砂层不得大于 2m，在接近砂矿层或在砂矿层内时，采样长度为 0.5～1.0m。当已证实泥砂层不含矿时，可不取样；砂锡矿、稀有金属砂矿与稀上矿砂矿，采样长度 1.0～2.0m。当靠近风化基岩或难于钻进时，可缩小采样长度。

⑵①㈢　井探应分段、分层连续采集样品。若以平硐为主进行勘查，当在砂矿层中掘进时，应连续取样，为揭露砂矿层厚度，则应以相应勘查类型的工程间距开掘天井和（或）盲井，并分段、分层采集样品。采样方法和采样规格应结合矿床特点通过试验后确定。

⑵①㈣　在稀有金属砂矿中，某些有用矿物含量甚微，用小样重砂分析或原矿化学分析均难以发现或无法定量时，需采体积较大的样品，对其进行重砂分析，样品应按不同矿砂（石）类型分别采取，将同类型不同工程样进行组合，使其具有代表性，样量 0.5～1.0m³至数吨。

⑵②　样品淘洗

⑵②㈠　淘洗必须在现场进行。由经过培训，考试合格的淘洗工担任。

⑵②㈡　要求在能够回收尾砂的容器中进行淘洗，对尾砂必须反复淘洗，直至最后两次肉眼观察无目的矿物和重矿物时为止。各次淘洗所得的重砂合并为基本样品。

⑵②㈢　井（硐）探工程的样品可用溜槽或跳汰机反复分选获取精矿，直至最后两次肉眼观察无目的矿物和重矿物时为止。

⑵②㈣　淘洗质量检查应对矿床基本样品的 5%～10%的尾砂进行淘洗检查。根据检查结果计算淘洗系数，贵金属要求不大于 5%。

$$\text{淘洗系数} = \frac{\text{基本样品目的矿物质量} - \text{检查的目的矿物质量}}{\text{基本样品目的矿物质量}}$$

基本样品目的矿物质量－检查的目的矿物质量

⑵③　重砂分析

⑵③㈠　重砂分析必须由获得国家或省级资质和计量部门认证的三级至一级测试单位承担。

⑵③㈡　重砂分析项目：

㈠ 目的矿物单项分析，准确求得目的矿物含量；

㈡ 多项分析，在矿体中选取部分样品，了解伴生有用重矿物含量；

㈢ 组合分析，从单样中按比例组合，了解伴生有用重矿物的含量；

齿 全分析，按层位组合，每层一至二件，用于研究重矿物组合。

逦醍醍醍痕 重砂矿物分离质量要求见附录 悦 其中贵金属单项分析质量要求：

葬 重砂分离选别流程合理，不得漏掉相当于 园醍宅皂的贵金属两粒以上①；

遭 重砂鉴定 （挑贵金属）不得漏掉相当于 园醍宅皂的贵金属两粒以上；

糟 贵金属称量须用精度在 员辕园万以上的天平。

逦醍醍醍源 质量检查及内、外检查结果的处理：

葬 内检：内检样品应分期、分批抽取，同时须兼顾工程分布和矿样分布的代表性。由地质人员从副样中抽取，编密码送原实验测试单位做内检。非贵金属矿产内检样品为样品总数的 员园豫。贵金属抽样比例：分离和鉴定 （挑贵金属）内检样品为每批样总数的 员缘豫，称量内检样品为其含目的矿物总数的 圆园豫。合格率均要求≥怨园豫。合格率在 远园豫～怨园豫之间的除更正不合格样品外，再补检超差样品的百分数的未检样品，合格率低于 远园豫时则全批返工。分离和鉴定 （挑贵金属）内检时发现的贵金属合并于原样中；

遭 外检：外部检查样品由原实验测试单位在正样中抽取，委托高一级测试单位承担。非贵金属矿产为样品总数的 猿豫～缘豫。贵金属外检比例：分离和鉴定 （挑贵金属）样品为含目的矿物样品总数的 猿豫～缘豫，称量样品为含目的矿物样品总数的 缘豫～员园豫，其中部分样品为内检合格样品，用以检验天平的系统误差；另一部分选自未经内检样品，用以检查天平偶然误差。合格率为 愿园豫，合格率在 远园豫～愿园豫时，其处理方法与内检相同。合格率低于 远园豫或者天平有较大系统误差时，全部样品送外检单位复验，查明原因，以正确的结果参与矿产资源 辕储量估算。贵金属称量允许偶然误差为天平感应量的两倍。

逦醍醍源 原矿化学分析

逦醍醍醍员 残积砂矿、坡积砂矿，以及目的矿物颗粒过细或含粘土过大难于洗选或淘洗时，应对样品进行化学分析。

逦醍醍醍圆 样品加工须经烘干、破碎、缩分等程序，按 匝越运凿圆进行加工缩分，亦可加工到 员宅皂后再缩分。

式中：匝——样品缩分后质量 （噪早）；

运——缩分系数；

凿——样品破碎后最大颗粒直径 （皂皂）。

丝值为经验值：贵金属的 运值随粒度的增大而增大，常用值为 园醍源～员醍园，锡为 园醍圆～园醍猿，稀有金属为 园醍员～园醍猿，稀土金属为 园醍圆～园醍缘。

逦醍醍醍猿 化学分析：

葬 基本分析：

员 锡：以锡石为主的矿床，当矿砂中锡石的锡占 怨园豫以上时可分析全锡作为圈定矿体的依据，当存在有较高的胶态锡、硫化锡时，应测定样品中锡石中锡的品位作为圈定矿体的依据；

圆 钛铁矿、金红石：栽蚤韵圆；

猿 贵金属：金属元素；

源 稀有金属、稀土金属：分析金属氧化物；

遭 化学分析质量：

员 样品测试必须由获得国家或省级资质和计量部门认证的三级至一级测试单位承担；

圆 内检：基本分析、组合分析、物相分析的结果，应分批、分期做内检，内检样品由地质人员从副样中按原分析样品总数的 员缘抽取，编密码送原分析实验室进行分析，合格率为 愿缘；

猿 外检：样品由原实验室从正样中按原分析样品总数的 缘抽取，外检样品总数不得少于 猿园个，外检合格率为 愿缘；

源 化学分析质量及内、外检查分析误差处理办法，执行 闷[illegible]-怨源《岩矿分析质量要求和检查办法》，矿石分析允许误差计算公式：

$$\text{赠域}\begin{cases}\text{糟}\dfrac{\text{再}_{1}-\text{再}_{2}}{\text{原}_{1}+\text{原}_{2}} & \text{曾}\geqslant \text{猿}\cdot\text{圆}\text{悦}\\ \text{糟}\dfrac{\text{再}_{1}-\text{再}_{2}}{\text{原}_{1}+\text{原}_{2}} & \text{曾}<\text{猿}\cdot\text{圆}\text{悦}\end{cases}$$

式中：赠——计算相对双差值（缘）；

悦——修正系数；

曾——测定结果值（缘）。

其中修正系数 杂[illegible]土 砂矿）为 员[illegible]；杂[illegible]为 员[illegible]；宰[illegible] 砂矿）为 员[illegible]；金红石 砂矿）为 员[illegible]；钛铁矿 砂矿）为 员[illegible]；贵金属 粤[illegible]、陨[illegible]、砸[illegible]、[illegible]择[illegible]、砸[illegible]为 园[illegible]；粤[illegible]、孕[illegible]、孕[illegible]为 园[illegible]；稀有金属、稀土金属 量[illegible]、[illegible]、月[illegible]、在[illegible]、[illegible]、悦[illegible]、[illegible]为 园[illegible]；[illegible]、在[illegible] 砂矿）、砸[illegible]、悦[illegible]、砸[illegible]、再[illegible]、再[illegible]、杂[illegible]、杂[illegible]为 员[illegible]

远[illegible] 矿砂选矿加工技术试验采样

根据选矿加工技术试验目的和要求，在浅井（硐）中用全巷法采取选矿试验样品，样品必须在砂矿层结构、构造、物质组成、品位、粒度组成等方面具有代表性。在勘探区采样前，勘查单位应与承担矿山开采设计单位及试验研究单位共同协商编制采样设计书，提出试验要求，经勘探投资人批准后实施。

远[illegible] 岩石、矿砂物理技术性能测定

远[illegible] 矿砂测定项目包括：体积质量（体重）、湿度、胶结性、孔隙度、含泥率、巨砾率、含冰率、松散系数；砂矿层水上及水下稳定边坡角、尾砂各粒级水上及水下安息角等；矿体顶、底板围岩与砂矿层的硬度、块度、抗压、抗剪、抗拉强度。

远[illegible] 各种样品采取方法、测定数量和质量要求应执行《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》。

远[illegible] 地质编录、综合整理

远[illegible] 地质编录

远[illegible] 矿产勘查各阶段的各种原始地质编录，应在现场进行。钻探、井（硐）、槽探等工程编录，应随工程进展跟班进行。钻探编录应认真仔细地记录每个样品的岩心采取率、物质组成、可见目的矿物粒数，以及有用重矿物粒数；井（硐）探编录应认真仔细记录每一岩层的物质组成及其变化，以及岩层之间的关系。

远[illegible] 对各项原始地质编录，应及时进行质量检查验收。钻探、井（硐）、槽探等工程编录和地质及地貌观测点记录等原始编录，应有统一要求，文字简明扼要，书写整

洁，图、表清晰，文、图、表应一致。应按《固体矿产勘查原始地质编录规定》要求执行。

综合整理

在各项原始地质编录质量检查验收的基础上，应及时进行综合整理和研究，为编写勘查地质报告做好准备。应按《固体矿产勘查地质资料综合整理、综合研究规定》执行。

应用新技术

在地质勘查工作中，提倡使用计算机技术及 GPS、RS、GIS 等新技术、新方法，从野外数据采集、资料综合整理到勘查报告编写，应尽量采用数字化技术处理，建立勘查成果数据库。

可行性评价

概念

通过可行性研究的论证和评价，为投资人投资决策提供依据。普查、详查和勘探三个阶段，皆应进行相应的可行性评价，根据其研究程度，分为概略研究、预可行性研究和可行性研究（详见附录 F）：

概略研究：对矿床开发经济意义的概略评价，为是否进行详查工作，制定长远规划或工程建设规划的决策提供依据；

预可行性研究：对矿床开发经济意义的初步评价，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；

可行性研究：对矿床开发经济意义的详细评价，应得出拟建工程是否应该建设，以及如何建设的肯定性结论。

要求

当勘查工作进入详查阶段，勘查单位应向投资人要求委托有资质的可行性研究单位介入进行预可行性研究，视勘查工作的进展程度及时进行可行性研究。

评价

经预可行性研究或可行性研究，在评价结果的当时，拟建矿山企业的年平均内部收益率等于或大于行业基准内部收益率，净现值大于零的矿产资源划为经济的可采储量和经济的预可采储量；当其年平均内部收益率大于或等于零而小于行业基准内部收益率，净现值等于或接近于零的矿产资源划为边际经济的基础储量；当其年平均内部收益率和净现值小于零的矿产资源则划为次边际经济的资源量。

矿产资源（储）量分类及类型条件

矿产资源（储）量分类

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（331）、探明的预可采储量（121）及控制的预可采储量（122）三个类型。

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，未扣除设计和采矿损失的那部分。可分为三个类型，探明的（可研）经济基础储量（111）、（111b），探明的（预可研）经济基础储量（121）、（121b），控制的经济基础储量（122）、（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）。

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，尚分不清其真实的经济意义，统归为内蕴经济的资源量？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）；

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等情况下，才能使其变为经济的那部分矿产资源，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）；

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。

矿产资源（储量）类型条件

可采储量（111）

在勘探地段内，达到了探明的程度，详细圈定了砂矿层的三维空间，肯定了砂矿层的连续性，排除了多解性；砂矿层的物质组成、矿砂质量都已详细查明；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；矿砂加工选冶）性能试验的成果可供矿山建设设计利用。

经可行性研究，在对矿床进行了开采、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济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均高。

预可采储量（121）

在勘探地段内，达到了探明的程度，但仅做了预可行性研究，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。

预可采储量（122）

在详查地段内，达到了控制的程度，圈定了砂矿层的三维空间，基本确定了砂矿层的连续性，排除了大的多解性；基本查明了砂矿层的物质组成、矿砂质量；对矿砂中的共、伴生有用组分进行了综合评价；对易选矿砂的可选性进行了类比，一般矿砂做了实验室流程试验，新类型或难选矿砂作了实验室扩大连续试验，其成果可供评价矿砂是否

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预可采储量。地质可信度较高，可行性评价的可信度一般。

[illegible]探明的（可研）经济基础储量（[illegible]）

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[illegible]所述，其中包括了可采储量。即经可行性研究后属经济的，未扣除设计、采矿损失的部分。

[illegible]探明的（预可研）经济基础储量（[illegible]）

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[illegible]预可采储量。但未扣除设计、采矿损失的部分。

[illegible]控制的经济基础储量（[illegible]）

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经济的，条件同[illegible]预可采储量，但未扣除设计、采矿损失的部分。

[illegible]探明的（可研）边际经济基础储量（[illegible]）

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[illegible]小于行业内部基准收益率。未扣除设计、采矿损失的部分。

[illegible]探明的（预可研）边际经济基础储量（[illegible]）

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[illegible]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。

[illegible]控制的边际经济基础储量（[illegible]）

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[illegible]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。

[illegible]探明的（可研）次边际经济资源量（[illegible]）

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。

[illegible]探明的（预可研）次边际经济资源量（[illegible]）

在勘探地段内，勘查程度和可行性评价达到如[illegible]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。

[illegible]控制的（预可研）次边际经济资源量（[illegible]）

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。

[illegible]探明的内蕴经济资源量（[illegible]）

在勘探地段内，达到探明的程度，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资源量。

[illegible]控制的内蕴经济资源量（[illegible]）

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。

推断的内蕴经济资源量

在普查地段内，达到推断的程度，对砂矿层在地表或浅部沿走向有工程稀疏控制，沿垂向有工程证实，并结合地质背景、矿床成因特征和有效的物、化探成果推断的、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。

预测的资源量

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。

矿产资源储量估算

工业指标

工业指标是圈定矿体估算矿产资源储量的依据。预查和普查的工业指标可经与同类型矿山类比或采用一般工业指标圈定矿体估算资源量。详查和勘探的工业指标，应是经预可行性研究和可行性研究论证确定的工业指标，圈定矿体估算矿产资源储量。未经可行性评价，也可用一般工业指标圈定矿体估算矿产资源储量。供矿山建设设计利用所需的工业指标，应严格执行国家规定的程序确定。

矿产资源储量估算的一般原则

严格按照确定的工业指标圈定矿体，进行矿产资源储量估算。

参与矿产资源储量估算的各项工作的质量，应符合有关规范、规程和规定的要求。

按砂矿层、块段、矿产资源储量类型分别计算平均品位，估算矿砂量和目的金属元素的金属量或其矿物量的矿产资源储量。

对工业指标中明确规定且已查明赋存状态及含量的共、伴生的重矿物，应分别估算矿产资源储量。

若矿床采用采掘船开采方案，对高帮（干帮）、巨砾、胶结层、底板坡度等因素有技术要求时，位于超出指标允许地段的矿砂量，以及压矿的永久性建（构）筑物、铁路、桥梁、主干公路、水库、湖泊、江河航道及其他禁采区等？均应按有关规定单独估算矿产资源储量，并应根据预可行性或可行性研究确定其矿产资源储量类型。

已采空区的矿产资源储量应予以扣除，并在相应图件上圈定采空区的范围。

矿产资源储量估算单位及精度要求：

品位：克/米³（克/吨），化学分析中品位以质量分数表示，单位豫，对贵金属保留四位小数，若非贵金属矿产，其采样、样品加工、化验采用非淘洗的常规方法，则其品位取用百分数，保留两位小数；

厚度：米（m），保留两位小数；

面积：米²（m²），保留整数；

矿砂量（矿石量）：米³（m³）、吨（t），保留整数；

金属量（矿物量）：吨（t），非贵金属矿产（或矿物量）保留整数，贵金属单位

为千克（kg），块段保留一位小数，其余保留整数。

（三）确定矿产资源储量估算参数的要求

1. 矿砂样品品位。非贵金属样品品位以其砂矿目的矿物质量（重量）、贵金属样品品位，以其砂矿矿物的金属质量（重量）除以样品的理论体积（钻孔中的钻头内断面面积乘以样品长度，浅井（硐）、槽探中为以采样断面面积乘样长）；若为化学分析品位，即为该段样长的品位，不需再除以理论体积。

2. 单工程品位。以单工程品位为圈定砂矿层的基本单位。计算方法：对混合砂①为钻孔内目的矿物质量（重量）除以钻孔内混合砂理论体积（即钻头内断面面积乘以混合砂厚度）；对砂矿层②为各样品品位与长度的加权平均值或钻孔内砂矿层内目的矿物质量（重量）除以其理论体积（即钻头内断面面积乘以砂矿层厚度）。

3. 平均品位。块段平均品位用块段内各工程的厚度加权平均或用工程厚度和工程影响距离加权平均求得；砂矿层平均品位用砂矿层的目的矿物量（金属量）除以矿砂量求得。

4. 面积测定。用几何图形法或坐标法求得。用几何图形法测定面积不得少于两次，当两次差值不大于 [illegible] 时，取其均值。矿产资源储量估算平面图的比例尺可根据矿床（砂矿层）规模大小选用 [illegible] ~ [illegible]。勘查线剖面图的比例尺视矿体宽度而定，一般水平 [illegible] ~ [illegible]，垂直 [illegible]

5. 厚度计算。对混合砂为自地表至可视为开采对象的全部松散堆积物的厚度；对砂矿层为圈定的砂矿层内的全部样品长度之和。块段平均厚度一般用算术平均法求得。

6. 特高品位的确定与处理：

　　a. 砂矿以单工程品位作为衡量特高品位的单位，当单工程品位大于矿体平均品位（算术均值）非贵金属为六至八倍、贵金属三至五倍时，即为特高品位（见附录 [illegible]）；

　　b. 确定为特高品位的工程，分布集中，具有一定规律，构成富矿段时，应加密工程单独圈定并估算矿产资源储量，在富矿段内的特高品位工程，按富矿段的平均品位六至八倍确定富矿段的特高品位工程；

　　c. 确定为特高品位的工程分布零星，无一定规律时，应进行处理，处理方法是用特高品位工程所影响到的，并包含特高品位工程在内的块段平均品位代替特高品位工程参加块段平均品位计算，若代替后的工程品位仍高于确定的特高品位下限值时，应继续处理

7. 当以化学分析品位估算矿产资源储量时，应以大体积质量（体重）值计算矿砂量，单位为吨（t），每一条勘探（查）线至少须测量一个大体积质量（体重）值。

（四）矿体圈定与外圈

1. 矿体圈定

1）不同形态类型的砂矿应分别圈定矿体，但互相连接并可用同一方式开采的不同形态类型矿体除外。适于露天开采的矿床，圈定混合砂矿体；适于地下开采的矿床，圈定砂矿层矿体。

2）不准将基岩中的目的矿物或贵金属圈入矿体。若确为风化可挖基岩含有目的矿物或贵金属，并可作为开采对象时，可按其含目的矿物或贵金属层厚度圈人矿体。

勘查线间的矿体界线　勘查线间的矿体界线应以直线连接，勘查线间的矿体宽度不得大于工程控制的矿体实际宽度。

矿床的开采方案为采掘船开采时，当两矿体间用通道连接时，在工业指标中　应有通道的规格。通道的砂量（品位或矿物量按零计）计入所连矿体的矿砂量中。

相邻两勘查线之间的连续矿体划为一个块段。

向外圈算的距离及矿产资源储量类别

矿体宽度有限外圈或无限外圈均按已确定勘查基本工程间距的二分之一平推；矿体长度有限与无限外推均按已确定的基本勘查线间距四分之一平推。皆呈矩形平推。当实际工程间距或勘查线距小于已确定的间距或线距时，应分别按其实际间距或线距的二分之一或四分之一外圈；若实际工程间距或线距大于已确定的基本工程间距或线距，则按基本工程间距或线距外圈。

外圈矿产资源储量类别的确定：河床和河漫滩冲积型砂矿，在勘查线上可有限外围两工程间距的二分之一为同类别矿产资源储量。其他类型不准外圈同类别的矿产资源储量。

矿体内无矿地段（夹石）应结合矿体具体情况圈连，应从有矿工程外推，在横向上平推两相邻工程间距的二分之一；在纵向上从有矿勘查线向有夹石勘查线平推基本线距的四分之一。当矿体存在分支复合时，其复合处的矿体厚度和宽度不得大于见矿工程的厚度和宽度。采用采掘船开采时，单个孔无矿可不按夹石剔除。

矿产资源储量估算方法

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**（**储量计算法（简称**法）**。当有条件时。应尽可能采用地质统计学方法和**法，**亦可采用几何图形法。

提倡运用新技术、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　粤
规范性附录）
固体矿产资源 辕储量分类

表 粤员　固体矿产资源 辕储量分类表

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　[illegible]			
	基础储量　[illegible]			
	预可采储量　[illegible]	预可采储量　[illegible]		
	基础储量　[illegible]	基础储量　[illegible]		
边际经济的	基础储量　[illegible]			
	基础储量　[illegible]	基础储量　[illegible]		
次边际经济的	资源量　[illegible]			
	资源量　[illegible]	资源量　[illegible]		
内蕴经济的	资源量　猿[illegible]	资源量　猿[illegible]	资源量　猿[illegible]	资源量　猿[illegible]？

注：表中所用编码　[illegible]猿[illegible]，第 员位数表示经济意义，即 员越经济的，圆越边际经济的，[illegible]
越次边际经济的，猿越内蕴经济的，？越经济意义未定的；第 圆位数表示可行性评价阶段，
即 员越可行性研究，圆越预可行性研究，猿越概略研究；第 猿位数表示地质可靠程度，即 员
越探明的，圆越控制的，猿越推断的，源越预测的。遭越未扣除设计、采矿损失的可采储量。

附　录　月
规范性附录）
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，避免矿产勘查和矿山开发投资失误，提高矿产勘查和开发的经济、社会效益。在普查、详查和勘探 猿个阶段，都需相应进行概略研究、预可行性研究和可行性研究评价。

月[illegible]员　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国内、外总的资源状况和市场供需状况的基础上，分析已取得的普查地质资料，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。详查或勘探的矿床，也可只进行概略研究。

[illegible] 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，与项目建议书同一工作阶段。预可行性研究需要比较系统地对国内、国外该种资源、储量、生产、消费进行调查和初步分析；还需对国内、国外市场的需要量、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，初步研究并提出矿山建设规模、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，圈定并估算不同的矿产资源储量类型。

通过国内、国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、环境保护以及矿山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做出评价，为是否进行勘探阶段地质工作以及推荐矿山和编制项目建议书提供依据。

[illegible] 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，主要依据经勘探后估算的、探明的内蕴经济资源量 [illegible] 进行。可行性研究首先需要认真对国内、国外该矿种资源、储量、生产和消费进行调查、统计和分析；对国内、国外市场的需要量、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 [illegible] 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。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，为投资人投资决策、编制和下达设计任务书、确定矿山建设计划等提供依据。

[illegible] 资质要求

概略研究，可由矿产勘查项目的有关主要人员承担；预可行性研究、可行性研究，则必须由有资质的单位和 [illegible] 有资质的技术经济专家会同有关专业人员完成。

附　录　悦
规范性附录）
重砂矿物分离质量要求

表 悦猿员　重砂矿物分离质量要求简表

项　目		区调普查的自然重砂	详查、勘探的自然重砂
室内淘洗	粗淘	重矿物应富集至 缘园豫～苑园豫，不淘掉目的矿物，重矿物损失率不超过 圆豫	重矿物富集应大于 苑园豫，尾砂中含重矿物不超过 园郧园豫，砂金、铂等贵金属矿、金刚石不得遗漏
	精淘	重矿物部分，质量 园郧园员以上者，纯度一般大于 怨园豫；轻矿物部分，重矿物含量小于同级重矿物总量的 圆豫	尾砂中含重矿物小于同级重矿物总量的 员豫，样品损耗率小于 员豫
筛　分		样品粒度相差悬殊时，应酌情分级	
缩　分		样量在 员遭员以下者，一般不缩分，员遭员以上者酌情缩分，每次缩分允许差小于 园郧园员样查、勘探自然重砂，样量大于 园郧园员者，每次缩分允许差小于 园郧园员；样量小于 园郧园员者，每次缩分允许差小于 园郧园员；为寻找贵金属、金刚石的样品一般不缩分	
称量	重砂总量	用 员遭感量天平称量，允许差小于天平感应量的 圆倍	
	鉴定样品及分离后样品称量	样品称量要求同上；分离后各部分称量用 员遭感量或 员遭员园感量天平；贵金属、金刚石用 员遭感量万天平称量；允许差小于天平感应量的 圆倍	
磁选		磁性与非磁性矿物应基本分开，各部分分离纯度应在 怨园豫以上　非磁性矿物具有磁铁矿包裹体或连生体者除外）	
电磁选		分选级数应视电磁部分的矿物组合、含量等因素而定，电磁性部分的纯度应在 怨园豫以上　非电磁性矿物具有电磁性矿物包裹体或连生体者除外），无电磁性部分含电磁性矿物不能超过 员豫	

注 员：样品的总损耗率小于 猿豫。

注 圆：贵金属和金刚石在各个工序均不应遗漏。

注 猿：小于 园郧园园苑员遭感量天平称量的粒级矿物精淘纯度一般不低于 愿园豫，但对于定量分析样品应采取多种手段提高其纯度。

注 源：样品的分选，以提纯目的矿物为原则，其主要部分尽可能富集到同级目的矿物总量的 愿园豫以上，磁选、电磁选的损耗率分别小于 员豫。

附　录　阅

资料性附录）

采掘船开采主要开采技术条件

适用采掘船开采的砂矿，在进行矿床开采技术条件研究工作时，可参考由冶金工业部哈尔滨砂金设计院提出的采掘船主要开采技术条件要求。

表 阅圆员　采掘船主要开采技术条件

斗容蕴	挖掘厚度 皂				采掘面最小宽度 皂	允许巨砾				底板纵向坡度 译	挖方量 皂³ 滥	混合砂储量 ≥万 皂³		服务年限 ≥年	采池新水最少补量 蕴	安全间距 ≥皂	
	总厚	水下			水上	粒度 皂皂	体积分数 豫	粒度 皂皂	个数含量 个 辕			南方	北方			吃水深度	安全距离
		最大	最小														
缘园	愿豫	远豫	圆豫	员豫	猿园	圆园～源园	圆	源园～远园	猿	猿园	≥源豫	圆园园	员园园	苑	缘园	员园	圆愿
员园	员园豫	怨豫	圆园	员豫	猿豫	猿园～缘园	圆	缘园～愿园	猿	圆豫	≥愿豫	源园园	猿园园	愿	员园园	员远	圆愿
员缘园	员园豫	员园豫	员园	愿	员豫	猿园～远园	圆	远园～员园园	圆	圆园	≥员豫	怨园园	苑园园	员园	员缘园	员愿	员园
园园园	员园豫	员园豫	猿园	圆园	缘园	源园～苑园	圆	苑园～员园园	圆	员豫	≥员园	员猿园	远园园	员园	园园园	圆园	员园
园缘园	员园豫	员园豫	员园	猿园	缘豫	源园～苑园	圆	苑园～员园园	员	员豫	≥园园豫	员远园	员园缘园	员园	园缘园	圆园	员园
猿园园	园园园	园园园	园园	源园	猿园	缘园～愿园	圆	愿园～员园园	员	员园	≥园园园	圆园园	员缘园	员园	猿园园	圆愿	员猿
源园园	猿园园	园园园	园园园	缘园	源园园	缘园～愿园	圆	愿园～员园园	员	员园	≥猿园园	猿园园	圆缘园	员豫	源园园	猿园	圆园

注 员：水下挖深按丰水期，水上挖高按枯水期。

注 圆：服务年限是按经济效益考虑的最低服务年限，实际船体使用年限远大于表中的服务年限。

注 猿：我国南、北方气候差异较大，混合砂的储量要求，南方按年工作日 园园天～猿园天，北方按年工作日 员缘园天 原园园天计算。

注 源：个别矿体矿砂量不能满足表中要求时，可用通道连接邻近矿体，要求技术上可行，经济上合理。

附　录　耘
资料性附录）
固体矿产开采技术条件勘查类型划分及工作要求

表 耘圆员　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	典型矿床实例	勘查工作要求
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，无富含水层；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害组分，采矿活动不形成对附近环境和水体的污染	石灰石、花岗岩露天开采矿床	一般不投人专门工作，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原员）	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	云南四营煤矿，山东焦家金矿	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原圆）	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	吉林磐石镍矿，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

续表

勘查类型		开采技术条件特征	典型矿床实例	勘查工作要求
开采技术条件中等的矿床（Ⅱ）	环境地质问题为主的矿床（Ⅱ原猿）	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	河南平顶山煤矿陕北榆家梁井田	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原源）	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	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原员~～Ⅱ原猿的要求进行
开采技术条件复杂的矿床（Ⅲ）	水文地质问题为主的矿床（Ⅲ原员）	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	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原圆）	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（砂）、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	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

续表

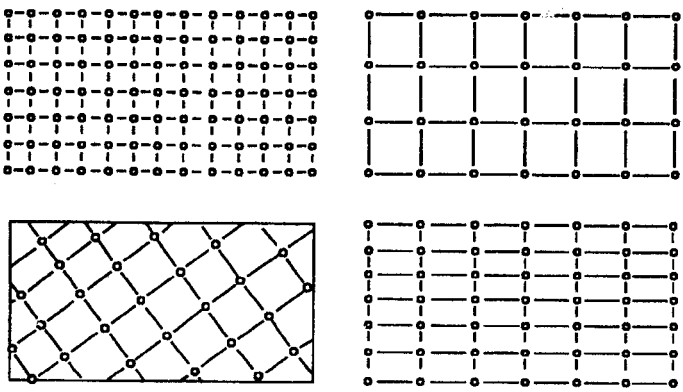
勘查类型		开采技术条件特征	典型矿床实例	勘查工作要求
（三）开采技术条件复杂的矿床（Ⅲ）	环境地质问题为主的矿床（Ⅲ－原猿）	矿床处于热、气、放射性异常区或区域稳定性差的地区，或矿体围岩含有毒有害气体或易分解有毒有害元素和组分，或具有严重的自燃趋势；矿床开采可产生严重的热害、气害、放射性危害、环境污染和山体失稳等问题，需采取专门防治措施，矿床水文地质工程地质问题不复杂	湖南郴州源云矿，浙江溪里萤石矿，湖南马田煤矿，四川叙永煤矿（自燃）	对原生地质环境问题进行专项调查和分析测试，详细研究产生的地质条件、影响因素、背景值、危及的范围和程度、对其可能产生的危害做出评价；对矿床的水文地质工程地质条件可用类比法进行评价
	复合问题的矿床（Ⅲ－原源）	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	海南石碌铜矿，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－员原Ⅲ－猿的要求进行
注：按含水层富水性分级：①按钻孔单位涌水量分为弱富水（匝　远圆园藻蚤择皂），中等富水（园圆园藻蚤择皂约择约员圆园藻蚤择皂），强富水（员圆园藻蚤择皂约择约缘圆园藻蚤择皂），极强富水（择跃缘圆园藻蚤择皂）；②按天然泉水流量分为弱富水（匝约员圆园藻蚤择皂），中等富水（员圆园藻蚤择皂约匝约员圆园藻蚤择皂），强富水（员圆园藻蚤择皂约匝约缘圆园藻蚤择皂），极强富水（匝跃缘圆园藻蚤择皂）				

附　录　云
（资料性附录）
确定勘查工程间距的方法

云援员　用地质统计学法确定矿产勘查的工程间距

云援员援员　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（图云援员），该图最优勘查网度在（猿园园皂～园园园皂）之间。当找到最佳勘查网（形）后，再利用每一结点上

σ_K^2 绘制 σ_K^2 等值线图，在估计方差较高的区域，利用 [illegible] 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

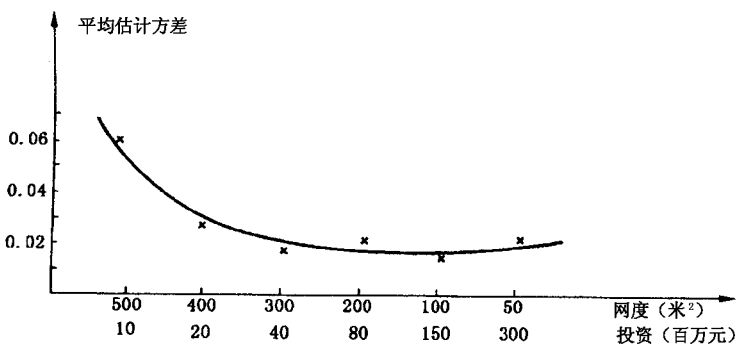


图 [illegible] 最优勘探网度的选择

[illegible] 勘查区内已有 灶个钻孔施工完毕，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 灶个钻孔的基础上再增加几个钻孔 图 [illegible]，可用占计方差 σ_K^2 确定最佳孔位。

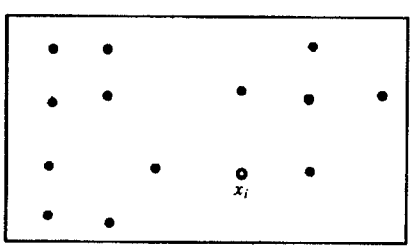


图 [illegible] 利用 σ_K^2 确定的最佳孔位

——计算当钻孔数为 灶时的估计方差 σ圆耘　灶。

——计算增加一个新孔 皂置后，每一钻孔的估计方差 σ圆耘

——计算每一钻孔的相对收益；

$$\text{则　皂置　越}\frac{(\text{原}\sigma^{2}_{\text{耘}}\text{灶}+\sigma^{2}_{\text{耘}}\text{伊})\text{灶}}{\sigma^{2}_{\text{耘}}\text{灶预}}$$

——绘制全区等相对收益线图，当 皂置位置与该等相对收益线图的最高点吻合，则皂置即为最佳孔位；否则，改变 皂置的位置。

——已完工钻孔。新设计钻孔再计算，直至吻合。

——以同样方法确定其余钻孔 皂置的位置。

云圆圆圆　一定方向上区域化变量　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。

云圆猿　杂阅法确定矿产勘查工程间距

杂阅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 泽圆圆圆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。

杂阅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述。由此产生 杂阅储量计算和精度计算。

杂阅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。

杂阅法确定矿产勘查的工程间距 澡的公式为：

$$\text{澡越}\sqrt{\frac{\Sigma\text{蕴}_{\text{藻}}\text{澡}_{\text{藻}}}{\text{晕原运}}}$$

式中：澡藻——勘探线平均间距；

蕴藻——第 跟条线两端点工程间的总距离；

运——勘探线数；

晕——根据要求的精度求取所需的工程数。

$$\text{晕越}\left(\frac{\beta\eta\text{忆}}{\text{员原}\alpha\eta}\right)^{2}$$

式中：η忆——要求达到的精度值；

α、β——初始递进计算 杂阅精度过程中求取的系数值。

杂阅精度　η），据地质可靠程度划分的区间　见图 云圆圆圆）：

葬　探明的 $\eta\geqslant$愿豫；

澡　控制的 澡豫$\leqslant\eta\leqslant$约远豫；

糟　推断的 员豫$\leqslant\eta\leqslant$约愿豫；

凿　预测的 $\eta\leqslant$约员豫。

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。

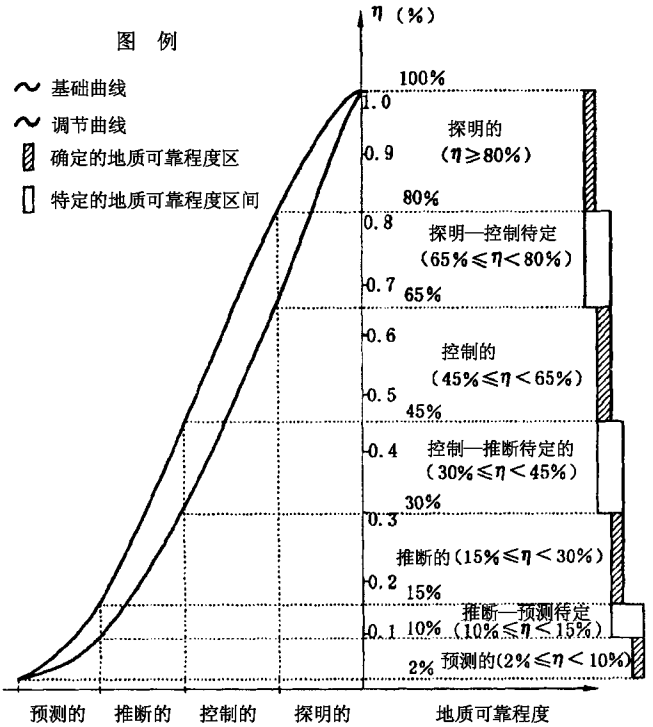


图 云藏 杂测精度与地质可靠程度关系应用图

附　录　郧

资料性附录）

勘查类型划分和工程间距

郧圆员　矿体形态复杂程度分为三类：

葬　简单：形态较规则，底板平坦且坡度小，少分支复合的层状矿体。

遭　较简单：形态较规则—不规则，分支复合较多，底板不平坦的似层状矿体。

糟　复杂：形态不规则—很不规则，分支复合多，底板极不平坦或以岩溶为基底的矿体。

郧圆圆　根据矿体规模分为大、中、小　表 郧圆员

表 郧圆员　矿体规模

规模	长度 皂	平均宽度 皂
大	跃[illegible]	≥[illegible]
中	[illegible]- 猿[illegible]	[illegible]- 源[illegible]
小	约猿[illegible]	跃[illegible]

[illegible] 按矿体宽度稳定程度划分为较稳定、不稳定、很不稳定　表 [illegible]。

表 [illegible] 矿体宽度稳定程度

稳定程度	宽度变化系数 豫
较稳定	约
不稳定	-
稳不稳定	跃

[illegible] 按有用组分分布均匀程度划分为较均匀、不均匀、很不均匀　表 [illegible]。

表 [illegible] 有用组分分布均匀程度

分布均匀程度	品位变化系数 豫
较均匀	约
不均匀	-
很不均匀	跃

[illegible] 表 [illegible] 适用于冲积河漫滩、河床、支谷砂矿。若河谷曲折较大，应在转折处加密勘查线；若为面状矿体可缩小表中线距和孔距的比率。

表 [illegible] 勘查工程间距

勘查类型	勘查工程间距 皂				
	探明的		控制的		推断的
	线距	工程间距	线距	工程间距	
Ⅰ			-	-	
Ⅱ			-	-	
Ⅲ				-	

[illegible] 表 [illegible] 适用于残积、坡积、洪积、岩溶充填砂矿矿床和人工堆积砂矿矿床。

表 则圆豫　残坡积砂矿勘查工程间距表

勘查类型	勘查工程间距 皂				
	探明的		控制的		推断的
	长轴	短轴	长轴	矩轴	
Ⅰ			圆圃圆	员圆圆	
Ⅱ			员圆圆	员圆圆	
Ⅲ			缘圆	缘圆	

附　录　匀
资料性附录）
松散碎属物粒度分析的分级标准

为了砂矿地质勘查中松散碎屑物的命名和砂矿采、选的需要，对组成砂矿的松散碎屑物的粒度分析，按表 匀圆贡标准进行。采掘船开采允许的巨砾粒度按附录 阅要求。

表 匀圆贡　松散碎屑物粒度分析的分级标准

碎屑物名称		分极
		粒径 皂皂
砾石	巨砾	跃员圆圆
	粗砾	员圆圆～缘圆
	中砾	缘圆～圆圆
	中细砾	圆圆～员圆
	细砾	员圆～圆圆圆
沙	粗砂	圆圆圆～园豫
	中砂	园豫～园圆豫
	细砂	园圆豫～园员员
	粉砂	园员员～园圆员
泥质	粘土	园圆员～园圆圆豫
		约园圆圆豫

附　录　Ⅰ
资料性附录）
特商品位确定标准

砂矿床以单工程作为衡量特高品位的单位，以矿体内所有工程品位计算的品位变化系数表示有用组分的均匀程度。特高品位的确定是看单工程品位是否超过规定的矿体平均品位的倍数　表Ⅰ圆员，具体应结合矿体品位变化系数确定其下限值。

表Ⅰ圆员　特商品位确定标准表

矿体品位变化系数　灾）	有用组分分布的均匀程度	特高品位的下限值为矿体平均品位的倍数
约员园园	较均匀	远
员园园～员缘园	不均匀	苑
跃员缘园	极不均匀	愿

注：品位变化系数　灾）的公式如下：

$$灾越\frac{\sigma}{\bar{曾}}伊员园园\%$$

$$\sigma越\sqrt{\frac{\sum(曾_{单}-\bar{曾})^{圆}}{灶-员}}\quad(灶约缘园时)$$

$$\sigma越\sqrt{\frac{\sum(曾_{单}-\bar{曾})^{圆}}{灶}}\quad(灶彩缘园时)$$

式中：灾——品位变化系数；

σ——品位均方差；

$\bar{曾}$——品位算数平均值；

$曾_{单}$——单工程品位；

灶——矿体内工程数。

附　录　允
资料性附录）
一般工业指标

表 允员　金红石及钛铁矿砂矿一般工业指标参考表

砂矿名称	边界品位 噪粒耗）	最低工业品位， 噪粒耗）	可采厚度 皂	夹石剔除厚度 皂
金红石　矿物）	员	圆	园缘～员	剥采比≤源
钛铁矿　矿物）	员～圆	员缘～员	≥园缘～员	≥园缘～员

表 员圆圆　砂锡矿一般工业指标参考表

项目	用化学分析法确定晶位锡石中锡）	用淘洗法确定锡石含量　锡石纯度：杂质的质量分数）远圆豫）
边界晶位	杂质的质量分数 园圆圆豫	锡石 员园园-员圆园千克/立方米
最低工业晶位	杂质的质量分数 园圆圆豫	锡石 圆园园-猿园园千克/立方米
可采厚度 皂	≥园豫	）园豫
夹石剔除厚度 皂	≥圆	）圆
注 员：化学分析法确定品位多用于残坡积砂矿。 注 圆：淘洗法确定锡石含量用于河流砂矿。		

表 员圆园猿　金砂矿一般工业指标参考表

项目	露天开采						地下开采
	全面开有采					分别开采	
	采金船开采				水枪开采		
	南方		北方　含高寒地区）				
	缘面值	员园园值	员缘面值	猿园园值			
混合砂边界品位 早单位猿	园圆圆豫-园圆缘豫	园圆缘豫-园圆苑豫	园圆圆豫-园圆源豫	园圆缘豫-园圆苑豫	园圆员元/立方米	园圆员元/立方米-园圆缘豫	
混合砂块段最低工业品位 早单位猿	园圆缘元/立方米-园圆苑豫	园圆苑豫-园圆愿豫	园圆源豫-园圆缘元/立方米	园圆苑豫-园圆愿豫	园圆缘元/立方米-园圆苑豫	园圆缘元/立方米-员园圆元/立方米	
最小可采宽度 皂	猿园-猿缘	源园-远园	猿园-猿缘	源园-远园	园园		
无矿地段　夹石）剔除宽度 皂	猿园-猿缘	源园-远园	猿园-猿缘	源园-远园			
矿体最低可采矿砂量万 皂猿	员缘园-源园园	怨园园-园圆园园	员园园-猿园园	远园园-员缘园园			
砂矿层边界晶位 早单位猿							员
砂矿层块段最低工业晶位 早单位猿							猿
砂矿层采幅高度 皂							员园园-员圆园豫

表 [illegible] 稀有金属与稀土金属砂矿一般工业指标参考表

项目	绿柱石 (手选)	铌铁矿、 褐钇铌矿	锆英石	独居石	磷钇矿
边界品位 (单样)	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
最低工业品位 (单样)	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
矿块最低工业品位 (单样)				[illegible]	
矿床最低品位 (单样)				[illegible]	
可采厚度 (m)	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
夹石剔除厚度 (m)		[illegible] 剥采比 [illegible]		[illegible]	[illegible]

附 录 运
(资料性附录)
矿产资源储量规模划分标准

表 [illegible] 砂矿储量规模划分标准

矿种名称	矿物及单位	规　　模		
		大型	中型	小型
金红石	矿物万 [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
钛铁矿	矿物万 [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
锡矿	金属万 [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
金矿	金属 [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
铌	矿物 [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
钽	矿物 [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
锆英石	矿物万 [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
独居石	矿物 [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
磷钇矿	矿物 [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

附　录　蕴
资料性附录）
砂矿成因类型及形态类型

蕴员　砂矿成因类型

蕴员员　分类

根据砂矿的形成条件和堆积物的成因划分为残积砂矿、坡积砂矿、洪积砂矿、冲积砂矿、冰川砂矿、冰水砂矿、风成砂矿和人工堆积砂矿等八种。

蕴员圆　残积砂矿

原生矿石或含有矿化的岩石，经物理风化或化学风化产生的残积物。松散堆积物和有用的金属矿物就地沉积，有用矿物未经磨蚀，常见有用金属矿物与脉石矿物连生体。残积砂矿若向坡下位移则过渡为坡积砂矿，矿体规模大小不等。

蕴员猿　坡积砂矿

砂矿产于山坡靠近原矿源地的坡积物内。构成砂矿的碎屑沉积物与原地已有一定位移，金属矿物颗粒略有磨蚀，堆积物无分选，可见金属矿物与脉石矿物连生体，矿体规模通常不大。坡积砂矿的前缘有时向洪积砂矿过渡。

蕴员源　洪积砂矿

砂矿产于间歇性水流作用形成的洪积物内。由于水流作用的周期性和不稳定性，砂矿矿物和碎屑物的分选性和磨圆程度较差，常形成品位较富的砂矿透镜体或夹层，矿体连续性较差。

蕴员缘　冲积砂矿

砂矿产于河谷冲积物内。沉积物在常期水流作用下，磨圆程度高，分选性好，物质成分复杂。砂矿矿物表面光滑，边缘棱角少，偶尔可在凹面上见到残存的氧化铁被膜。砂矿矿物多分布于冲积物下部靠近基岩顶面处，或风化基岩的裂隙中。此类砂矿分布广，在我国这一类型的砂金矿是目前探采的主要对象。

蕴员远　人工堆积砂矿

古代或近代开采废弃的低品位矿石，以及选矿废弃的尾砂，冶炼后的炉渣等，往往构成一定规模的人工堆积物。此类砂矿形态不一，规模多为小型。

蕴员苑　冰川砂矿、冰水砂矿和风成砂矿在我国尚无典型实例。

蕴圆　砂矿形态类型

蕴圆员　分类

由于砂矿产生的地貌部位不同，根据其产出条件可分为河床砂矿、河漫滩砂矿、阶地砂矿、支谷砂矿、岩溶充填砂矿。

蕴圆圆　河床砂矿

产于现代河流的河床、沙洲、浅滩上的砂矿，沉积物以粗碎屑为主，砂和粘土较少，常见巨砾，砂矿层之上常无泥沙层覆盖。产于河床部位的砂矿，常富集于基岩顶面附近；沙洲和浅滩部位的砂矿常富集于上部层位中，且有用矿物非常细小。此类砂矿一

般形成于水系较大的河流。

[illegible] 河漫滩砂矿

产于河漫滩部位的砂矿。河漫滩沉积物中有较厚的泥沙层和砂矿层。上部泥沙层主要为不含有用矿物的粘土、沙和少量粗碎屑物，下部砂矿层则由含有用矿物的砂、砾石、角砾、碎石及少量粘土组成。砾石磨圆度和分选性较好，成分复杂，而角砾和碎石成分一般较单一，大多与基岩相同。有用矿物粒度不等，表面较光滑，常富集于粒度较粗的砂砾层下部或基岩顶面的碎石层中。被现代河漫滩掩埋的超河漫滩（一级阶地）的含有用矿物砂矿层常比河漫滩砂矿更富。此类砂矿分布最广，在砂金矿种上多呈大、中型砂矿。目前，为我国各砂金省区主要的探、采对象。

[illegible] 阶地砂矿

产于河谷斜坡或坡下的阶地砂矿。其成因类型较复杂。常与构造变动引起的河谷升降有关，多数是早期沉积的河漫滩砂矿因河谷抬升而被侵蚀残存的部分，因而沉积物的组成和结构具有河漫滩沉积物的特点。目前，在我国已探明的此类矿床规模不大。

[illegible] 支谷砂矿

产于细谷、支沟等间歇性水流的沟谷及片流的沟坡、沟顶处，其成因类型有残积、坡积、洪积、冲积或其间的过渡类型。泥沙层与砂矿层一般无明显界线，碎屑物成分复杂，磨圆度较差，砂矿矿物粒度较大，分布很不均匀，但品位较富，与原矿关系密切。由于埋藏浅、含水少等原因，历史上曾是主要探采对象。

[illegible] 岩溶充填砂矿

产于岩溶发育地区的岩溶漏斗、溶洞或以岩溶为基底的砂矿。其成因类型可以是冲积，也可以是洪积。沉积物厚度变化较大，分选不好、磨圆度差，有用矿物常富集在堆积物底部。矿体规模不等，形态多样。由于底板标高相差悬殊，开采较困难。

注：属于第三纪及第三纪以前的古砂矿矿床未纳入上述分类。

磷矿地质勘查规范

[illegible]

目　次

前　言
员 范围
圆 规范性引用文件
猿 勘查的目的任务
猿.员 预查
猿.圆 普查
猿.猿 详查
猿.源 勘探
源 勘查研究程度
源.员 预查阶段
源.圆 普查阶段
源.猿 详查阶段
源.源 勘探阶段
缘 勘查控制程度
缘.员 勘查类型
缘.圆 勘查工程间距
缘.猿 控制程度
远 勘查工作及质量要求
远.员 地形测量和工程测量
远.圆 地质填图
远.猿 物探、化探工作
远.源 水文地质、工程地质、环境地质工作
远.缘 探矿工程
远.远 化学分析样品的采集、加工及化验分析
远.苑 岩石、矿石物理技术性能测试样品的采集与试验
远.愿 矿石选矿试验样品的采集与试验
远.怨 原始地质编录、资料综合整理和报告编制

迈圆园　计算机及其他新技术的应用
苑　可行性评价
苑员　概略研究
苑圆　预可行性研究
苑猿　可行性研究
愿　矿产资源 辕储量分类及类型条件
愿员　矿产资源 辕储量分类的依据
愿圆　矿产资源 辕储量分类
愿猿　矿产资源 辕储量类型条件
怨　矿产资源 辕储量估算
怨员　矿产资源 辕储量估算的工业指标
怨圆　矿产资源 辕储量估算一般原则
怨猿　确定矿产资源 辕储量估算参数的要求
怨源　矿产资源 辕储量分类结果
附录 粤　规范性附录）固体矿产资源 辕储量分类
附录 月　规范性附录）磷矿加工用矿石的标准
附录 悦　资料性附录）磷矿资源 辕储量规模划分标准
附录 阅　资料性附录）磷矿山建设规模及服务年限参考
附录 耘　资料性附录）勘查类型划分依据
附录 云　资料性附录）勘查类型基本控制工程间距参考
附录 郧　资料性附录）磷矿石工业类型
附录 匀　资料性附录）磷矿一般工业指标
附录 陨　资料性附录）磷矿中伴生矿产的综合利用
附录 允　资料性附录）磷矿床类型

员　范围

本标准规定了磷矿　磷块岩、磷灰岩、磷灰石）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，可行性评价，矿产资源 辕储量分类及类型条件，矿产资源 辕储量估算等要求，并提出了供类比使用的矿床勘查类型及基本控制工程间距。

本标准适用于磷矿地质勘查工作，也适用于验收、评审磷矿地质勘查设计、报告和磷矿矿业权转让及勘查开发筹资、融资、股票上市等活动中评价磷矿资源 辕储量的依据。

圆　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。

[illegible]

[illegible]

猿 勘查的目的任务

猿援员 预查

预查是在区域地质、区域物探、区域化探调查或区域矿产成矿预测的基础上，对矿点、矿化点及物探、化探、遥感异常和成矿远景区，通过综合地质研究、初步野外观测，极少量工程验证及与地质条件相似的已知矿床类比，初步了解预查区内矿产资源远景，提出有希望的矿点和矿化潜力较大的地区，为进一步普查工作提供依据。

猿援圆 普查

经预查发现的有希望的矿点和矿化潜力较大地区，通过地质填图、露头检查、数量有限的取样工程和有效的技术方法，对已知矿点、矿化区内含矿性做出初步评价，并进行可行性评价的概略研究，提出是否有进一步详查的价值，或圈出详查区范围，为详查工作提供依据。

猿援猿 详查

经普查证实具有进一步工作价值的矿区（床），采用较大比例尺地质填图和各种勘查方法及手段，对详查区进行系统的工作和比普查阶段密的系统取样，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，为勘探工作提供依据，其成果也可作为矿山总体规划、编制矿山项目建议书以及小型矿山建设设计的依据。

猿援源 勘探

经详查工作证实具有工业价值的矿区（床），通过应用各种勘查手段和有效方法，对勘探区内的主要矿体加密各种采样工程，并进行可行性研究，为矿山建设设计确定生产规模、产品方案、开采方式、开拓方案、选择采矿方法、矿石选矿加工工艺及矿山总体布置等提供依据。

源 勘查研究程度

源援员 预查阶段

源援员援员 地质研究程度

源援员援员援员 全面收集、研究预查区内与成矿有关的区域地质调查、物探、化探、遥感和地质研究成果等资料，研究区域成矿地质背景。大致了解预查区内地层、构造和岩浆岩特征。

源援员援员援圆 类比研究或大致了解矿点、矿化点和物探、化探、遥感异常及成矿远景区的成矿地质条件、矿化特征、分布范围和成矿远景。

源援员援员援猿 对发现的矿体（层，下同），大致了解产出特征、分布范围和资源远景。

源援员援圆 矿石质量研究

大致了解矿石的矿物成分、结构构造和矿石自然类型。大致了解矿石的化学成分、矿石品位。

源援员援猿 矿石选矿加工技术性能研究

对已发现的矿体进行矿石选矿加工技术性能的类比研究，做出是否可选的预测。

源援员援源 开采技术条件研究

对预查发现的矿点或矿产地要收集和了解区域水文地质、工程地质、环境地质等开采技术条件资料。

[illegible] 普查阶段

[illegible] 地质研究程度

[illegible] 区域地质研究

初步研究并阐明与成矿有关的区域地质背景和成矿地质条件。大致评价区域成矿远景。

[illegible] 普查区地质研究

研究和大致查明普查区地层层序、赋矿层位、岩性组合及其厚度和含磷程度，含矿岩体岩类、岩性、规模、岩相组合；研究变质作用、分异作用、风化　氧化，下同）作用对矿体的影响，研究和大致查明普查区主要构造特征，大致评价普查区成矿远景。

[illegible] 矿体地质研究

对发现的矿体，应大致查明矿体的数量、形状、产状、规模及总体分布规律；研究和大致了解控制和破坏矿体的主要构造的性质及分布范围；大致了解矿石风化富集状况。

[illegible] 矿石质量研究

[illegible] 大致查明矿石的物质成分、结构构造和矿石自然类型。

[illegible] 大致查明矿石的化学成分、矿石品位，了解其他有用、有益组分及主要有害元素的含量及分布特点。

[illegible] 研究地表和深部矿石主要化学成分的差异性。

[illegible] 矿石选矿加工技术性能研究

对发现的矿产，一般与邻区或同类型矿产进行全面的类比研究，并就矿石选矿加工技术的可能性做出评述。对具有一定规模的无类比条件或新类型矿石应进行可选性试验，为是否值得进一步工作提供依据。

[illegible] 开采技术条件研究

[illegible] 在区域水文地质资料研究的基础上，研究和大致了解普查区水文地质条件。对具有一定规模的矿体，当水文地质条件复杂或地下水丰富时，要大致了解主要含（隔）水层的岩性、分布、厚度、水位、水质、泉水流量等。

[illegible] 研究和大致了解近矿岩石的工程地质条件。

[illegible] 收集、研究与普查区有关的地震、山崩、滑坡、泥石流等不利的环境地质资料。

[illegible] 与同类型矿山开采资料进行类比，评价开采技术条件。

[illegible] 综合评价

要利用勘查主矿产的工程，大致了解共、伴生矿产综合利用的可能性。

[illegible] 详查阶段

[illegible] 地质研究程度

[illegible] 区域地质研究

在普查阶段地质研究的基础上，进一步研究区域成矿地质条件和其他主要矿产分布情况，初步评价区域磷矿成矿远景及其他矿产的工业意义。

[illegible] 矿区地质研究

[illegible] 对磷块岩和磷灰岩矿床，要着重研究和基本查明地层层序、含磷地层层位、岩性、岩相分带、厚度、含磷程度及其富集规律，含矿层在剖面中的位置及主要对比标志，矿体的数量、产状、规模及其与剖面沉积特征、基底性质的关系；研究和基本查明矿区变质作用、剥蚀作用和风化作用对矿体的影响；研究和基本查明矿区地质构造与矿体空间分布的关系，阐明破坏矿体的断裂性质和分布。

[illegible] 对磷灰石矿床，要着重研究和基本查明含矿岩体的类型、岩性、产状、形态、规模及岩相组合；主要含矿相带或矿体的产状、含矿性变化及其与岩体形态、分异作用、变质作用及其他地质作用的关系；岩体中其他矿产与磷灰石空间分布及富集规律；研究和基本查明成矿后岩浆岩和断裂对矿体的影响。

[illegible] 矿体地质研究

[illegible] 着重研究和控制矿区中矿体的总体分布范围，基本查明矿体的数量、产状、厚度、规模、形态、内部结构和空间分布，研究阐明主要矿体的赋存规律，研究矿体的连接对比标志。对直接位于第四系之下的矿体，要研究第四系沉积性质和基岩地貌特征，基本圈定其顶界或剥蚀边界。对于直接位于古侵蚀面上的矿体，要注意研究古侵蚀面特征和矿体厚度的变化规律。

[illegible] 基本查明控制和破坏矿体的较大地质构造性质、落差、褶幅、产状、分布范围及其影响程度。基本查明破坏矿体的岩浆岩体的发育程度和分布规律。

[illegible] 揭露和研究风化带的界线和分布范围，研究其成因、性质、类型和矿石中磷酸盐矿物的富集特征、富集规律。

[illegible] 矿石质量研究

[illegible] 基本查明矿石的矿物成分、含量、结构构造，初步划分矿石自然类型，研究其分布规律。

[illegible] 基本查明矿石主要有用组分和伴生有用、有益、有害组分的含量、赋存状态及分布规律。初步划分矿石品级和矿石工业类型，研究其分布规律。

[illegible] 研究和测定矿石中夹层、火成岩及顶底板岩石的矿物成分和有用、有益、有害组分含量。

[illegible] 研究风化带矿石类型、矿物成分、化学成分、结构构造及其风化特征，研究圈定风化带的鉴别标志，对含泥量大于 [illegible] 的风化矿石要测定含泥量及矿泥中 [illegible] 和有害杂质含量。

[illegible] 矿石选矿加工技术性能试验研究

[illegible] 易选矿石应进行可选性试验。对难选矿石或新类型矿石，应进行实验室流程试验，必要时进行实验室扩大连续试验，做出是否具有工业利用价值的评价。

[illegible] 对在生产矿山附近具备类比条件的矿床或易选矿石，可进行类比评价。

[illegible] 对直接提供开发利用的矿床，其选矿加工技术性能试验程度应达到矿山建设设计的要求。

[illegible] 矿床开采技术条件研究

[illegible] 水文地质研究

[illegible] 在研究区域水文地质条件的基础上，基本查明矿区含（隔）水层、主要构

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。

调查研究地表水的分布范围和平水期、枯水期、洪水期的水位、流速、流量、水质、水深、历年最高洪水位及其淹没范围。

调查矿区地下水补给、径流、排泄条件，地表水与含水层的关系；矿床主要充水因素，充水方式和途径，必要时初步预测矿坑涌水量，评价其对开采的影响。

调查研究可供利用的供水水源的水量、水质和利用条件，指出供水方向。

工程地质研究

初步划分矿区工程地质岩组，测定主要岩石、矿石物理力学性质，基本查明构造、岩溶的发育程度、分布规律和岩体风化、蚀变程度以及软岩、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岩石、矿石稳固性和露天开采边坡的稳定性。

调查老窿和生产井的分布情况，大致圈定采空区和开采区范围。

环境地质研究

基本查明岩石、矿石和地下水（含热水）中对人体有害的元素、放射性物质及其他有害气体的成分和含量（强度）。

调查了解矿区和邻区的地震、泥石流、滑坡、山崩等自然地质灾害，指出矿山开发可能产生的环境地质问题。

开采技术条件评价

初步确定矿区开采技术条件类型，对矿床开采技术条件做出评价。

综合评价

对具有工业利用价值和经济效益的共、伴生矿产，要利用勘查主矿产的工程，基本查明共、伴生矿产种类、物质组分、含量、赋存状态和共、伴生关系。

通过选矿加工技术试验，对共、伴生矿产综合回收利用的可能性做出评价。

勘探阶段

地质研究程度

矿区地质研究

对磷块岩和磷灰岩矿床，要详细研究和查明地层层序、含磷地层层位、时代、岩性组合、岩相分带、厚度、含磷程度及其富集规律；含矿层在剖面中的位置及主要对比标志；矿体数量、产状、规模及其与剖面沉积特征，基底性质的关系；研究矿区变质作用、剥蚀作用和风化作用对矿体的影响；研究矿区地质构造与矿体空间分布的关系，阐明破坏矿体的断裂性质、先后次序和分布特征，对规模较大的连续矿体中用以划分矿段的断层要加以工程控制。

对内生磷灰石矿床要研究控制岩体（带）分布的地质构造特征。详细研究和查明含矿岩体的类型、岩性、时代、产状、形态、规模及其岩相组合，主要含矿相带或矿体的产状、含矿性变化及其与岩体形态、分异作用、变质作用及其他地质作用的关系，岩体中其他矿产与磷灰石空间分布及富集规律；研究成矿期后岩浆岩和断裂对矿体的影响。

矿体地质研究

[illegible] 详细查明矿体的数量、矿体层序、产状、厚度、规模、形态、内部结构和空间位置，详细研究矿体的膨缩、分叉、相变、尖灭及其因构造或剥蚀原因出现的变异地段。对直接产于第四系之下的矿体，要研究第四系沉积性质和基岩地貌特征，圈定其顶界或剥蚀边界，对其顶板不全地段要适当加密工程控制矿体的厚度变化。对直接位于古侵蚀面上的矿体，要研究古侵蚀面特征和矿体厚度的变化规律，对首期开采范围内出现的无矿和不可采地段，要适当加密工程予以圈定。对内部结构复杂的矿体，要研究矿石类型、层序、夹石的性质和矿层连接对比标志。对形态复杂的矿体，要研究矿体产状及形态变化特征。对磷矿富矿（[illegible]质量分数≥[illegible]，下同），要研究产出的地质特征和分布规律，对具分采条件的要单独圈定。

[illegible] 详细查明控制矿体和破坏矿体的褶皱和断裂的性质、规模、形态、产状、断距，特别是位于首采区和影响开采总体设计的地质构造，要研究它们的空间展布、相互关系和发育程度，研究矿体产状与构造的关系。对切割矿体延伸规模较大的纵断层要有地表和深部工程控制，在首采区还要有工程直接控制断层上、下盘的矿体位置。对首采区垂直断距较大（倾角小于[illegible]的矿体为[illegible]，倾角大于[illegible]的矿体为[illegible]）的横断层、斜断层要有相应工程控制其产状和断距，对缓倾斜矿体要控制断层两盘矿体。要详细研究小断层或小褶皱群的发育程度、分布规律及其对开采的影响。

[illegible] 详细研究岩浆岩体的发育程度和分布规律，对首采区破坏矿体的较大的岩浆岩体，应有工程控制其产状和分布。

[illegible] 揭露和研究矿体风化带，基本确定风化带的界限和分布范围及不同类型矿石的风化程度，圈定出矿石中有用、有益组分相对富集或矿石磷酸盐矿物大部分氧化或淋失的强风化地段。对大面积风化矿体，要圈定不同品级矿石的分布范围，研究风化差异性的原因。

[illegible] 矿石质量研究

[illegible] 详细查明磷酸盐矿物和脉石矿物的种类、含量、粒度、嵌布特征、结构构造。划分矿石自然类型，研究其相互关系、比例和空间分布规律。对新的磷酸盐矿物要进行单矿物研究。

[illegible] 详细查明矿石的化学成分和有用、有益、有害组分的含量及其赋存状态。划分矿石品级和矿石工业类型。研究工业类型与自然类型的关系。当矿石中有害组分超过允许含量，要研究其分布范围和变化规律。

[illegible] 详细研究和测定矿体中夹层、岩浆岩及其顶底板围岩的矿物成分和有用、有益、有害组分含量。

[illegible] 详细研究矿体风化带矿石类型、矿物成分、化学成分、结构构造及其风化特征，研究确定风化带圈定的定量标志。对矿石类型简单或分布规律性较强的风化矿体，可采用潜水面或化学组分特征值方法圈定风化带界线，并说明方法的可靠性。

[illegible] 当风化矿石含泥质量分数[illegible]时，要研究测定矿石的含泥量及矿泥中[illegible]和有害组分含量，当其分布很广时，要单独采取选矿样并根据试验结果确定是否单独圈定。

[illegible] 矿石选矿加工技术性能试验研究

[illegible]　易选矿石应进行实验室流程试验，难选矿石和新类型矿石进行实验室扩大连续试验，必要时进行半工业性试验，为选择最佳选矿工艺流程提供依据。

[illegible]　对在生产矿山附近具备类比条件的矿床，可进行可选性试验并收集矿山选矿生产资料进行类比评价。

[illegible]　开采技术条件研究

[illegible]　水文地质研究

[illegible]　调查研究区域水文地质条件，详细查明含　隔）水层的岩性、厚度、产状、分布，含水层的富水性，矿床顶底板隔水层的稳定性，主要充水含水层的富水性、渗透性、水位、水质、水温、地下水的水头高度、水力坡度、径流场特征与动态变化。

[illegible]　详细查明构造破碎带、岩溶发育带、风化破碎带的导水性和富水性及其对矿床充水的影响。[illegible]对岩溶发育的矿床、要着重研究岩溶的发育程度、分布、形态、类型、充填程度及其与岩性、构造、地形地貌、水文等因素的关系，查明岩溶分布及其对矿床破坏和充水的影响。

[illegible]　阐明地表水、老窿水的分布、水文特征、地表水与含水层的水力联系，及其对矿床充水的影响。

[illegible]　调查矿区地下水补给、径流、排泄条件、确定水文地质边界、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，预测第一开拓水平的正常和最大涌水量，必要时估算最低开拓水平的可能涌水量，推荐矿山开采设计的涌水量。

[illegible]　调查可供利用的供水水源的水量、水质和利用条件，提出供水水源方向。

[illegible]　对矿床疏干排水及矿坑水综合利用的可能性做出评价。

[illegible]　对赋存有地下热水的矿区，要研究对矿床开采的影响及其利用的可能性。

[illegible]　工程地质研究

[illegible]　研究矿体、围岩的工程地质特征，详细查明对矿床开采不利的工程地质岩组的性质、产状与分布，各类结构面　构造结构面、软弱层等）的发育程度和组合特征。

[illegible]　测定矿石、围岩的机械物理力学性质。

[illegible]　评价矿体和顶底板围岩的稳定性或露天采场边坡稳定性。

[illegible]　调查及大致圈定采矿老窿，生产矿井的分布范围，并阐明其充填情况。

[illegible]　预测可能发生的工程地质问题，研究提出防治措施的建议。

[illegible]　环境地质研究

[illegible]　调查矿区崩坍、滑坡、泥石流、山洪等自然地质灾害的分布、活动性及其对开采的影响，预测因开采和疏干地下水及其他突发因素可能引起的地面塌陷、地裂、滑坡和山崩等，研究可能形成条件和分布范围，预测其发展趋势，提出防治建议。

[illegible]　收集地震活动史及新构造活动资料，对区域稳定性进行评价。

[illegible]　阐明影响矿区建设的大断层、滑坡、泥石流、危岩及岩溶等不利的环境地质条件。

[illegible]　研究和测定对人体有害的元素、气体及放射性物质的成分和含量　强度），

当超过允许含量时，应测定其分布范围。

评价矿床开采对矿区地质环境的破坏和影响。

确定矿区开采技术条件类型，对开采技术条件的复杂性做出评价

综合评价

对单独具有工业利用价值和社会经济效益的共生矿产，要进行以磷为主的综合勘查综合评价，其控制程度，视市场需要确定。

对磷矿中伴生的有用元素或矿产，要根据磷矿石不同选矿与工业利用途径做出综合评价。

对具独立矿物又易于富集的组分，如铁、钛、钾、硫、稀土、石墨、蛭石等，要详细研究在磷矿不同矿石类型中和不同地段的矿物种类和富集情况，查明其平均含量并结合磷矿选矿进行综合回收试验。

对赋存在磷酸盐矿物中的伴生有用元素，如氟、碘、锶、铀、稀土等，要通过组合分析查明其平均含量，研究赋存状态及选矿加工过程中在精矿和尾矿中的富集情况。

勘查控制程度

勘查类型

划分勘查类型的目的是为了正确选择勘查方法和手段，合理确定勘查工程间距，提高勘查控制程度。

划分勘查类型的地质依据，主要是矿体的稳定程度、矿床地质构造复杂程度、矿体延展规模等因素，其中矿体的稳定程度是由矿体的形态、内部结构和厚度、品位变化等因素综合确定的，选择勘查类型应考虑影响矿床勘查难易的主要因素。各因素的条件参见附录

在勘查多矿体的矿床中，应以质量较好、占主要资源储量的主矿体的地质特征确定勘查类型。对矿床规模较大的矿体，可根据不同地段的勘查难易程度，分段确定勘查类型。

勘查类型划分

第Ⅰ勘查类型：矿体稳定、构造简单、矿体延展规模大的沉积磷块岩矿床。

第Ⅱ勘查类型：矿体较稳定及构造中等或简单、矿体稳定及构造中等、矿体延展规模大一中的磷块岩和沉积变质磷灰岩矿床。

第Ⅲ勘查类型：矿体不稳定及构造复杂或中等、矿体较稳定及构造复杂、矿体延展规模中—小的或矿体延展规模小而又不规则的各种成因类型矿床。

勘查工程间距

勘查工程间距确定方法

类比法：根据地质勘查和矿山生产的探采对比资料总结的勘查工程间距，类比确定合理的勘查工程间距。

地质统计学法：对勘查工程数量较多的矿床，可用地质统计学中区域化变量的特征，确定最佳勘查工程间距。

勘查工程验证法：对于大型矿床，可选择代表性地段采用不同勘查手段的加

密工程验证，确定最佳工程间距。

勘查工程间距

各勘查类型基本控制工程间距参考表参见附录 云。探明的矿产资源勘查工程间距应加密控制。推断的矿产资源勘查工程间距应能为后续勘查工作利用。

地表工程间距按同类型工程间距加密一倍。

根据矿体沿走向和倾向变化及矿体多边出露情况，可以变换或调整走向与倾向工程间距。

对矿体延展规模小的矿床，在勘探阶段必须有三条勘探线控制矿体，勘探线上工程不少于两个。

控制程度

勘查深度

详查和勘探阶段矿体的勘查深度，可根据矿山可能建设的规模和服务年限确定或根据投资者要求确定。

控制程度要求

预测的矿产资源，必须有路线踏勘、极少量工程验证，并与地质特征相似的已知矿床类比。

推断的矿产资源，地表及深部均应有稀疏工程控制矿体，以求掌握矿体的总体分布规律。但矿体的连续性可以是推断的。

控制的矿产资源 储量要求：

要控制勘查区内矿体的总体分布范围，矿体出露地表的边界应有工程控制，矿体的延伸要有系统工程控制，矿体的连续性基本确定；

控制的矿产资源 储量应按基本控制工程间距进行系统控制圈定；

控制的矿产资源 储量规模可根据投资者要求确定。

探明的矿产资源 储量要求：

探明的矿产资源 储量应在详查控制的基础上，经加密工程控制圈定。矿体的连续性已经确定；

探明的矿产资源 储量一般分布在矿床浅部的首采区，其底部边界应控制在大致相同的标高上；

对地下开采的矿床要详细控制主要矿体沿走向和顶部的边界；

对适于露天开采的矿床，要控制矿体四周的边界和露天采场底部边界，以确定露天开采剥离境界；

对主矿体顶板附近具有工业价值的次要小矿体，在首采地段要根据具体情况适当加密控制；

探明的矿产资源 储量规模，应保证矿山首期建设设计还本付息的要求，或根据投资者要求确定。

小型矿床和第Ⅲ勘查类型偏复杂矿床的勘探及老矿山延深勘探，其控制程度可适当降低，只探求控制的和推断的矿产资源 储量。

勘查工作及质量要求

[illegible] 地形测量和工程测量

应采用全国通用的坐标系统和最新的国家高程基准点，对于边远地区小矿或周围没有可供联测全国坐标系统基准点时，可采用全球卫星定位系统。测量的精度要求按 [illegible]《地质矿产勘查测量规范》执行。测绘成果应经上级主管业务部门验收，或由投资者聘请有资质的专家验收。

[illegible] 地质填图

[illegible] 预查区内对矿点和有找矿潜力的成矿远景区应选择几条路线进行 [illegible] ~ [illegible] 路线地质踏勘。

[illegible] 普查区内控制矿体的地段应编制 [illegible] ~ [illegible] 地形地质图或地形地质简图。

[illegible] 详查、勘探范围内，一般测制 [illegible] 矿床地形地质图，对矿体延展规模小的第Ⅲ勘查类型矿床应测制 [illegible] 地形地质图。对由若干矿段组成的矿区还应测制 [illegible] ~ [illegible] 矿区地形地质图。对大部分被第四系覆盖的矿床，要分别编制地形地质图和基岩地质图。

[illegible] 详查、勘探阶段勘探线剖面图都应实测，比例尺一般 [illegible] ~ [illegible]，对矿体延深很大的第Ⅰ勘查类型矿床可测制 [illegible] 勘探线剖面图。

[illegible] 各种比例尺的地质填图质量，应达到相应比例尺地质填图规范的要求。

[illegible] 物探、化探工作

[illegible] 根据矿区地质、矿体和围岩的地球物理、地球化学特征以及不同勘查阶段的地质目的，选择经济有效的物探、化探方法。特别注意配合采用化探寻找含磷异常和层位。

[illegible] 各种比例尺地球物理、地球化学测量的质量都应符合相应比例尺规范的要求。

[illegible] 详查和勘探矿区都应选择代表性的含磷地层剖面和见矿工程进行放射性测量，并做出评价。

[illegible] 水文地质、工程地质、环境地质工作

矿区水文地质、工程地质、环境地质的工作方法，技术及质量要求应按 [illegible]《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。

[illegible] 探矿工程

[illegible] 槽井探工程：用于揭露浅部矿体、构造、重要地质界线和各类异常，覆盖层小于 [illegible] 的可使用槽探，揭露矿体露头的工程要深入基岩。

[illegible] 钻探工程：磷矿勘查的主要手段为岩心钻，勘探线应垂直矿体走向，并严格控制钻孔穿矿偏线距，矿心和顶底板岩心采取率不得低于有关规程、规定和勘查设计的要求。

[illegible] 坑探工程：当地形条件有利或矿体形态复杂、钻探难以控制，需网度验证和采集选矿大样时，可选择坑探工程。

[illegible] 各种探矿工程质量要求，应按有关规程、规定执行。

[illegible] 化学分析样品的采集、加工及化验分析

[illegible] 化学样的采集

[illegible] 所有见矿工程都应对矿体分段连续取样。采样质量要求按原国家地质总局《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》执行。

[illegible] 刻槽样断面规格一般为 [illegible]，对分布不均匀的团块或角砾状矿石，断面规格应根据矿石特征适当增大。钻孔岩矿心沿长轴锯取二分之一作为样品。

[illegible] 样长一般不应大于可采厚度或夹石剔除厚度。对贫、富不一的互层矿或矿体与围岩的过渡带，以及用肉眼容易识别、分层明显的夹层，均应缩小取样长度 [illegible]。对矿石质量稳定的矿体，采样长度可适当加长。

[illegible] 化学样的加工

样品加工包括碾碎、过筛、拌匀和缩分四个程序。样品加工缩分按切乔特公式 [illegible] 进行，磷矿化学样品加工的 [illegible] 运值常采用 [illegible]～[illegible] 对加工缩分的质量应定期检查，碎样全过程中的样品累计损失不得大于 [illegible]，缩分误差不得大于 [illegible]。

[illegible] 化学样的分析

[illegible] 基本分析

所有见矿工程样品均进行基本分析。分析项目一般为 [illegible] 酸不溶物。对磷矿石中具综合利用价值的同体共生矿产，还应测定共生矿产的有用组分含量。

[illegible] 组合分析

[illegible] 组合样品的采集要在矿体初步圈定基础上进行。应在单工程内按矿体的矿石类型、品级以及伴生元素的富集进行组合，组合样厚度一般不大于 [illegible]，对厚度大、组分均匀的矿体可适当增大组合样长度。

[illegible] 采取组合样的工程数原则上不少于见矿工程的一半。当有害组分超限而需要分别圈定与估算储量或为圈定风化带时，可按实际情况增加工程数量，当矿石类型简单、组分均匀时，也可减少工程数量。组合分析工程的分布要避免过于集中或分散。

[illegible] 组合样品取自基本分析样品的副样，并按单样厚度加权求得组合样的取样质量。

[illegible] 组合分析项目为：[illegible] 酸不溶物以及根据光谱全分析、化学全分析结果所确定的其他有用、有害组分的项目。

[illegible] 全分析

全分析是为了全面了解矿体中各种矿石类型的化学组成及其可能存在的伴生有益、有害组分含量，合理确定组合分析项目。为此勘探阶段要在光谱全分析和岩矿鉴定基础上，选择一至二个有代表性的工程，按基本分析样或大于可采厚度五倍的厚矿体的组合分析副样，进行化学全分析。

[illegible] 化学分析质量的检查

凡参与矿产资源 [illegible] 储量估算样品的有益、有害组分以及共生矿产和伴生有益组分，均应分期分批地及时进行内、外部检查，内检样品必须由送样单位编密码送原分析单位验证，不得用分析单位复份分析的自检样代替。外检样亦编密码，送指定实验室进行外检，附原分析方法说明，以保证矿床工业评价的可靠性。内外检查结果应附在勘查报告中，并进行质量评述。内外检数量、送样要求、各项组分的允许误差、检查结果处理等

具体要求，按《固体矿产实验室测试质量管理规范》执行。

岩石、矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

体积质量（体重）与湿度样

原生矿石的体积质量（体重）样一般都应在钻孔或坑道中采集。体积质量（体重）样要有代表性，采样体积不小于 [illegible]，对结构不均匀的矿石应适当增大体积。在勘探阶段，采样数量按矿体中主要矿石类型或品级每种不少于 [illegible] 个。每个样品要同时测定 [illegible] 和其他估算矿产资源储量并影响体积质量（体重）的组分，以研究体积质量（体重）与品位的关系。

风化矿石的体积质量（体重）样可根据其分布情况采自各种探矿工程。采样体积一般不小于 [illegible]。若矿石的风化程度普遍很高（疏松多孔）时，在勘探阶段，要增加一至三个大体积质量（体重）样。采样体积不小于 [illegible]。同时配采小体积质量（体重）样和化学样，对大体积质量（体重）样的采样方法和代表性应予论证。

在采集风化矿石体积质量（体重）样的同时测定湿度并记录采样季节及气候条件。

物理技术性能测试样

详查或勘探矿区需采集岩矿石物理力学试验样，采样种类与地点应根据实际需要选定。样品要有代表性，主要布置在第一开采水平或首期开采地段。测定项目包括湿度、块度、孔隙度、松散系数、矿体顶底板围岩的抗压、抗剪、抗拉强度、安息角等，各类样品的测试与试验质量要求应按有关规范、规定执行。

矿石选矿试验样品的采集与试验

采样前应根据试验目的和要求，尽量与承担试验单位和设计生产部门共同协商编制采样设计。实验室各阶段试验由勘查单位负责。半工业试验由投资者负责采样、试验，勘查单位予以协助。

所采的样品在矿石类型、品级、物质成分、结构构造以及空间分布等方面，应具有充分的代表性。考虑开采时的贫化可掺入一定量的围岩及夹石，使试样的品位略低于勘查区（段）的平均品位。试验样应按矿石类型、品级分别采取，还应按不同矿石类型所占比例采取混合试验样。风化矿石与原生矿石的可选性能和选矿方法都不相同，二者不能混采，当风化矿石发育时，应单独取样试验。试样可在槽、井、坑道中采取。在深部无坑探的条件下，也可在钻孔中采取。采样方法多采用全巷法、剥层法、岩心锯开法等。试验样的质量应根据试验的目的要求与实验单位商定。

磷矿石可选性分类属于易选矿石的有粒度大的硅质型或硅酸盐型磷灰石（岩）矿以及硅质型磷块岩风化富矿；属于一般矿石的包括各种硅质型、硅酸盐型和碳酸盐型的磷块岩矿，碳酸盐型或混合型的磷灰岩和粒度细小的磷灰岩矿；属于难选矿石的是混合型和显微粒度嵌布紧密的磷块岩矿以及其他组分复杂的新类型矿石。

原始地质编录、资料综合整理和报告编制

原始地质编录必须在现场进行，各项原始资料必须及时、取准、取全，工作要求按《固体矿产勘查原始地质编录规定》执行。

资料综合整理要运用新理论、新方法、进行全面深入的分析研究，特别是规律

性的研究用于指导勘查资料的综合整理。工作要求按《固体矿产勘查地质资料综合整理、综合研究规定》执行。

勘查报告的编制按《固体矿产勘查 矿山闭坑地质报告编写规范》执行。

计算机及其他新技术的应用

推广计算机与信息技术的应用，提倡使用国内外先进的地质勘查应用软件和技术方法，提高地质勘查工作信息化水平。

鼓励使用野外数据采集系统、地质图 系统、系统进行地质勘查、工作管理、综合研究、综合整理、编图及报告编制工作。

地质勘查计算机系统和信息系统的应用及开发要严格执行有关信息技术标准。

推广应用先进的钻探工艺技术，研究定向钻孔技术在磷矿勘查评价中的应用。

可行性评价

概略研究

概略研究是对矿床开发经济意义的概略评价，一般是在收集分析磷矿资源国内外市场供需状况的基础上，根据已取得的普查地质资料，类比已知矿床，结合矿区的自然经济条件、环境保护等，以我国类似矿山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，所估算的资源量只具内蕴经济意义。为矿床开发有无投资机会，是否进一步详查和制定长远建设规划提供决策依据。

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，一般需要比较系统地对国内外磷矿资源 储量、生产、消费进行调查和初步分析，对国内外市场的需要量、产品品种、质量要求和和价格趋势做出初步预测。根据控制的资源量、矿区地形地貌、外部建设条件和环境保护等，借鉴类似矿山企业的实践经验，初步研究并提出项目建设规模、产品方案、矿区总体建设轮廓和工艺技术原则方案，参考类似矿山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、主要设备以及生产成本，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。圈定并估算不同矿产资源 储量类型，从总体上、客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评价。为是否进一步勘探、推荐项目和编制项目建议书提供依据。顶可行性研究内容可参照 与《化工矿山矿区总体规划内容和深度的规定》和 《化工矿山工程项目可行性研究报告内容和深度的规定》，投资估算的误差一般≤ 左右。

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，一般首先需详细调查、统计和分析国内外磷矿资源 储量、生产和消费情况，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。根据探明的预可采储量，认真对资源条件进行分析研究，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、产品方案、开采方式、开拓方案、选矿加工工艺流程、重要设备的选择、供水、供电、总体布置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，确定总投资、生产经营成本、销售收入、利润和现金流量等，主要采用内部收益率、净现值和动态的投资回收期等经济评价指标进行动态的可行性评价，圈定并估算不同的矿产资源储量类型，对拟建项目是否应该建设和如何建设做出论证和评价，为投资决策、编制和下达设计任务书及确定建设项目计划提供依据。可行性研究是基本建设前期工作的重要内容，其编制深度可参照化学工业部 [illegible]年颁发的 《化工矿山工程项目可行性研究报告内容和深度的规定》执行，所采用的成本数据精度高，投资估算的误差一般≤[illegible]。

矿产资源储量分类及类型条件

矿产资源储量分类的依据

经济意义

根据可行性评价当时经济上的合理性，分为经济的、边际经济的、次边际经济的和内蕴经济的四种。

经济的

其数量和质量是依据符合市场价格的生产指标计算的，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，或在政府补贴或其他条件下，开发是可能的，其内部在生产期内年平均收益率大于或等于化工矿山行业基准收益率，净现值大于零的磷矿资源为经济的。

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、环境条件的改善或政府给予其他扶持条件下才可变成经济的，其内部在生产期内年平均收益率大于零，而小于化工矿山行业基准收益率，净现值等于零或接近于零的磷矿资源为边际经济的。

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，其内部收益率和净现值均小于零的磷矿资源为次边际经济的。

内蕴经济的

仅通过概略研究，做了相应的投资机会评价，未做可行性研究或预可行性研究。由于不确定因素多，无法区分经济的、边际经济的，还是次边际经济的，介于经济到次边际经济之间。

地质可靠程度

反映不同勘查阶段成果的精度，分为预测的、推断的、控制的、探明的四种。

预测的

预测的是指对区域成矿研究成果、矿点、矿化点和物探、化探、遥感等异常经过预查得出的结果。有极少量或零星的探矿工程验证，或根据各类综合异常预测的矿体，并与已知地质特征相似的矿床类比，有足够依据时才能占算出预测的资源量。

推断的

推断的是指对普查区按照普查的精度大致查明了矿区的地质特征，矿体总体产状、

形态、展布特征和矿石品位、质量；大致控制控矿和破坏矿体的较大构造、岩浆岩体的地质特征；大致了解矿石类型、品级的分布规律和开采技术条件，也包括那些由地质程度较高的基础储量或资源量外推部分。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。

控制的

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，矿体的产状、形态、规模、空间位置，矿石有益、有害组分及其赋存状态和开采技术条件，基本控制破坏主要矿体和影响确定开拓工程的较大的地质构造、岩浆岩体的性质、产状和规模；对影响矿床的小构造、小岩体的性质、产状、发育程度和规律已经研究；矿石类型、品级、比例及其分布变化规律已基本确定；在需要和地质条件可能分采时，对分采矿石类型或品级进行了基本圈定。对共、伴生有用组分进行了综合勘查、综合评价。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。

探明的

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、矿体的产状、形态、规模、空间位置、矿石有用、有害组分及其赋存状态和开采技术条件；详细控制了影响中段布置的较大构造、岩浆岩体的性质、产状、形态、规模（褶幅）和窄间位置；对影响矿体的小构造、岩脉的性质、产状、发育情况、分布规律及其对矿体的影响已详细研究；确定了矿石类型、品级、比例及其分布变化规律，在需要和地质条件可能分采时，对分采的矿石类型或品级进行了详细圈定，对共、伴生有用组分进行了综合勘查、综合评价。矿体的连续性已经确定，矿体资源数量估算所依据的数据详尽，可信度高。

矿产资源/储量分类

储量

经过详查或勘探，地质可靠程度达到控制的或探明的程度，进行了预可行性研究或可行性研究，经济意义表明当时开采是经济的，并扣除了设计和采矿损失量的矿产资源。储量是基础储量中的经济可采部分。根据地质可靠程度和可行性研究程度不同，储量又分为可采储量（证实的）、探明的预可采储量（概略的）和控制的预可采储量（可能的）三个类型。

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程度，进行了预可行性研究或可行性研究，经济意义属于经济的或边际经济的矿产资源。根据经济意义的不同，基础储量分为经济基础储量和边际经济基础储量。

根据地质可靠程度和可行性评价阶段不同，经济基础储量又分为探明的（可研）经济基础储量（证实的）、探明的（预可研）经济基础储量（概略的）和控制的（预可研）经济基础储量（可能的），与可采储量中三个类型呈对应关系。

边际经济基础储量又分为探明的（可研）边际经济基础储量（证实的）、探明的（预可研）边际经济基础储量（概略的）和控制的边际经济基础储量（可能的）三个类型。

资源量

根据经济意义不同，分为次边际经济资源量、内蕴经济资源量和经济意义未定的预测资源量。

次边际经济资源量　次边际经济资源量系指地质可靠程度达到控制的或探明的程度，进行了预可行性研究或可行性研究，经济意义属于次边际经济的那一部分资源量，根据地质可靠程度和可行性研究程度不同，又分为探明的（可研）次边际经济资源量（331）、探明的（预可研）次边际经济资源量（332）和控制的（预可研）次边际经济资源量（333）三个类型。

内蕴经济资源量　内蕴经济资源量系指地质可靠程度达到推断到探明的程度，可行性研究只进行了概略研究，经济上无法区分其经济的、边际经济的、次边际经济的资源量。根据地质可靠程度不同，又分为探明的内蕴经济资源量（2M11）、控制的内蕴经济资源量（2M21）和推断的内蕴经济资源量（2M22）三个类型。

预测的资源量（334？）系指经预查后预测的资源量，无法确定其经济意义，也是资源量的一个类型，属潜在矿产资源。

矿产资源（储）量类型条件

可采储量（111）

探明的经可行性研究的经济基础储量的可采部分。是指探明的矿产资源，进行了可行性研究，包括了对开采、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，证实当时开采是经济的。用扣除设计、采矿损失的可实际开采数量表述。估算可采储量和可行性评价结果可信度高，可供矿山建设设计利用。

预可采储量（121）

探明的经预可行性研究的经济基础储量的可采部分。是指探明的矿产资源，进行了预可行性研究，经济上表明当时开采是经济的。用扣除设计、采矿损失的可实际开采数量表述。估算的可采储量可信度高，可行性评价结果可信度一般。

预可采储量（122）

控制的经颈可行性研究的经济基础储量的可采部分。是指控制的矿产资源，进行了顶可行性研究，经济上表明当时开采是经济的。用扣除设计、采矿损失的可实际开采数量表述，估算的预可采储量可信度较高，可行性评价结果可信度一般。

探明的（可研）经济基础储量（331）

探明的经可行性研究的经济基础储量，其可行性研究程度和经济意义同（111）所述，与其差别是本类型中未扣除设计和采矿损失量。

探明的（预可研）经济基础储量（121）

探明的经预可行性研究的经济基础储量，其可行性研究程度和经济意义同（121）所述，与其的差别是本类型中未扣除设计和采矿损失量。

控制的经济基础储量（122）

控制的经预可行性研究的经济基础储量，其可行性研究程度和经济意义同（122）所述，与其的差别是本类型中未扣除设计和采矿损失量。

探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）

探明的经可行性研究的边际经济基础储量，是指探明的矿产资源，进行了可行性研究，经济上表明按当时可采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术经济条件改善后可变为经济的，未扣除设计、采矿损失量。估算的基础储量和可行性评价结果的可信度高。

探明的（预可研）边际经济基础储量

探明的经预可行性研究的边际经济基础储量，是指探明的矿产资源，进行了预可行性研究，其经济意义同（　）所述，未扣除设计和采矿损失量。估算的基础储量可信度高，可行性评价结果可信度一般。

控制的边际经济基础储量

控制的经预可行性研究的边际经济基础储量，是指控制的矿产资源，进行了预可行性研究，表明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为经济的。未扣除设计和采矿损失量。估算的基础储量可信度较高，可行性评价结果可信度一般。

探明的（可研）次边际经济资源量

探明的经可行性研究的次边际经济资源量。是指探明的矿产资源，进行了可行性研究，表明当时开采是不经济的或技术不可行，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，未扣除设计和采矿损失量。估算的资源量和可行性评价结果的可信度高。

探明的（预可研）次边际经济资源量

探明的经预可行性研究的次边际经济资源量。是指探明的矿产资源进行了预可行性研究，其经济意义同　所述，未扣除设计、采矿损失量，估算的资源量可信度高，可行性评价结果可信度一般。

控制的次边际经济资源量

控制的经预可行性研究的次边际经济资源量。是指控制的矿产资源，进行了预可行性研究，表明当时开采是不经济的或技术不可行，需大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后才能变为经济的。未扣除设计、采矿损失量。估算的资源量可信度较高，可行性评价结果可信度一般。

探明的内蕴经济资源量

指探明的矿产资源，未进行可行性研究或预可行性研究，只依据我国同类矿山多年生产经验所确定的各项指标，进行了概略研究，经济意义介于经济的至次边际经济范围内。估算的资源量可信度高，可行性评价可信度低。

控制的内蕴经济资源量

指控制的矿产资源，未进行可行性研究或预可行性研究，只依据我国同类矿山多年生产经济所确定的各项指标，进行了概略研究，经济意义介于经济至次边际经济范围内。估算的资源量可信度较高，可行性评价可信度低。

推断的内蕴经济资源量

推断的矿产资源按其可行性研究程度和经济意义，只有内蕴经济资源量　一类，它是指推断的矿产资源，可行性评价只进行概略研究，经济意义介于经济至次边际

经济范围内。估算的资源量可信度低，可行性评价可信度低。

预测的资源量（$\hat{S}$）：

对区域成矿研究成果、矿点、矿化点、物探、化探、遥感异常，经初步野外观测，极少量工程资料，与已知矿床类比而估计预测的资源量（$\hat{S}$），有无经济意义尚不确定，属潜在矿产资源。

矿产资源储量估算

矿产资源储量估算的工业指标

矿产资源储量估算工业指标是评价矿床工业价值和圈定矿体、估算矿产资源储量的依据。预查、普查阶段可采用一般工业指标圈定矿体（参见附录A）。详查、勘探阶段工业指标，一般应在勘查工作基本结束时，通过多方案试圈比较确定，或结合预可行性研究和可行性研究，推荐矿体形态完整、资源回收率高、经济效益好的指标方案，并按国家规定的程序报送有关部门审批确定。

矿床工业指标内容包括边界品位、最低工业品位、最低可采厚度、夹石剔除厚度、剥采比、勘查深度等。

在勘探阶段，对制造高效和复合肥料的高品位矿石或有害杂质低的富矿石，凡能单独分采者，应制定分级开采指标。必要时可规定有害组分最大允许含量。凡能在采、选、加工过程中富集回收利用的伴生组分和矿床内需要开采的异体共生矿产。也应制定相应的指标。

矿产资源储量估算一般原则

矿体的圈定必须根据矿体赋存规律，严格按工业指标合理进行圈定。

参与矿产资源储量估算的工程质量和其他基础资料，应符合有关规范和规程、规定的要求。

应根据矿体的产状、形态及勘查工程布置形式合理选用矿产资源储量估算方法。矿产资源储量估算方法主要有剖面法、最近地区法、等高线法、地质统计学法（克里格法）、析法等。对估算方法和结果的正确性，应采用其他方法进行检验。用于矿产资源储量估算的计算机软件必须经有关管理部门认定。

根据矿产资源储量分类和分类条件，分矿体、块段、矿产资源储量类型、能分采的矿石类型或品级分别估算矿石量和矿石品位。详查、勘探阶段要按开采方式不同分别估算露采、坑采地段的矿产资源储量和矿石品位，同时估算露天采场的剥离量。

对工业指标中规定的具有工业利用价值的共生矿产和伴生有益组分。应分别估算矿产资源储量和矿石品位。

探明的矿产资源储量块段划分，原则上应以工程间距圈定的范围为限。

估算的矿产资源储量应圈出并扣除采空区的矿产资源储量。对地面压矿的永久性建筑物、铁路、主干公路、水库、湖泊、河流等下面的禁采区，均应单独占算资源量，并列人次边际经济资源量。

矿石量以千吨为单位，并表示矿石品位。

确定矿产资源储量估算参数的要求

参与矿产资源储量估算的各项参数，预查、普查阶段可采用实测和合理的类比

参数，详查、勘探阶段必须实测，数据要准确可靠，具有代表性。

怨援猿援圆　矿体品位　厚度）沿倾向有规律变化时，应采用地表、地下分组平均求得块段平均品位　厚度）。

怨援猿援猿　因风化影响而使地表矿体品位显著增高，厚度显著增大的个别工程，不应参与储量估算，但对形成一定范围的风化地段，应与原生带分别估算。

怨援源　矿产资源辕储量分类结果

根据矿产勘查的地质可靠程度和经可行性评价得出的不同经济意义，将矿产资源辕储量估算结果按固体矿产资源辕储量分类标准　附录粤）进行分类，详细说明分类的依据，并制表分列各种矿产资源辕储量类型的矿石量和品位，标明其编码。

附　录　粤
规范性附录）
固体矿产资源 辕储量分类

表 粤员　固体矿产资源 辕储量分类表

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　员缘员			
	基础储量　员缘圆			
	预可采储量　员猿员	预可采储量　员猿圆		
	基础储量　员猿猿	基础储量　员猿源		
边际经济的	基础储量　员远员			
	基础储量　员远猿	基础储量　员远源		
次边际经济的	资源量　员苑员			
	资源量　员苑猿	资源量　员苑源		
内蕴经济的	资源量　员愿员	资源量　员愿圆	资源量　员愿猿	资源量　员愿源？

注：表中所用编码　员缘员～员愿源，第 员位数表示经济意义，即 员越经济的，圆越边际经济的，猿越次边际经济的，源越内蕴经济的，？越经济意义未定的；第 圆位数表示可行性评价阶段，即 员越可行性研究，圆越预可行性研究，猿越概略研究；第 猿位数表示地质可靠程度，即 员越探明的，圆越控制的，猿越推断的，源越预测的。遭越未扣除设计、采矿损失的可采储量。

附　录　月
规范性附录）
磷矿加工用矿石的标准

月员　酸法加工用磷矿石的标准，按中华人民共和国化工行业标准 匀* 栽* 远源员一 怨缘* 酸法加工用磷矿石的标准》，其技术指标应符合表 月员要求。合格品只适用于生产过磷酸钙用磷矿石。

表 月圆员　酸法加工用磷矿石的标准

项目	优等品		一等品		合格品
	陨	Ⅱ	陨	Ⅱ	
五氧化二磷（P_2O_5）质量分数豫 ≥	猿圆愿园	猿员愿园	猿圆愿园	圆园愿园	圆员愿园
氧化镁（MgO）质量分数与五氧化二磷（P_2O_5）质量分数豫 ≤	员愿缘	猿愿缘	缘愿园	员园愿园	
三氧化二物（R_2O_3）质量分数与五氧化二磷（P_2O_5）质量分数豫 ≤	愿愿缘	员园愿园	员园愿园	员猿愿园	
二氧化碳（CO_2）质量分数豫 ≤	猿愿园	源愿园	缘愿园	苑愿园	
注员：水分以交货地点计，质量分数应小于或等于 愿愿园豫。 注圆：除水分外各组分质量分数以干基计。 注猿：当指标中仅 MgO 或 R_2O_3 一项超标，而另一项较低时，允许 MgO 的指标增加 缘（或减少）员园豫，但此时，R_2O_3 指标应减少 缘（或增加）员园豫。 注源：什邡式磷矿石合格品的五氧化二磷（P_2O_5）质量分数应大于或等于 圆愿园豫。 注缘：合格品中杂质要求按合同执行。					

月圆圆　黄磷用磷矿石的标准，按中华人民共和国化工行业标准《黄磷用磷矿的标准》执行，其技术指标应符合表 月圆圆要求。

月圆圆　黄磷用磷矿石的标准

项目	优等品	一等品	合格品	
			陨	Ⅱ
五氧化二磷（P_2O_5）质量分数豫 ≥	猿员愿园	圆愿园	圆苑园	圆员园
二氧化硅（SiO_2）质量分数与氧化钙（CaO）质量分数豫 ≥	原		员愿园	员愿原
二氧化碳（CO_2）质量分数豫 ≥	远园园			
粒度 皂皂	缘~缘园（小于 缘皂皂不超过 缘豫）			
注：各组分质量分数均以干基计。				

月豫原　钙镁磷肥用磷矿石标准，按中华人民共和国化工行业标准 与阵载园源-怨缘　《钙镁磷肥用磷矿石标准》执行，其技术指标应符合表 月豫原要求。

表 月豫原　钙镁磷肥用磷矿石标准

项目	优等品	一 等品	合格品
五氧化二磷（P_2O_5）质量分数，豫　≥	圆源园园	圆园园园	圆员园园
氧化镁（MgO）质量分数豫　≥	原		员园园
三氧化二物（R_2O_3）质量分数豫　≤	源园园	原园园	—
粒度皂皂	员缘-员园园（小于 员缘皂皂不超过 缘豫）		
注 员：各组分质量分数均以干基计； 注 圆：五氧化二磷（P_2O_5）质量分数大于或等于 员园园豫、员圆园豫、员猿园豫，对应的氧化镁（MgO）质量分数分别大于或等于 猿园豫、缘园豫、苑园豫的磷矿石可作为合格品； 注 猿：电炉法、旋风炉法等用磷矿石技术指标，可由供需双方参照本标准议定。			

月豫源　钙镁磷肥用硅镁质半自溶性磷矿石质量要求，按中华人民共和国化工行业标准 与阵载园源-怨缘　《钙镁磷肥用硅镁质半自溶性磷矿石的标准》执行，其技术指标应符合表 月豫源的要求。

表 月豫源　钙镁肥用硅镁质半自溶性磷矿石的标准

项目	合格品		
五氧化二磷（P_2O_5）质量分数豫　≥	员园园豫	员园缘豫	员缘豫
氧化镁（MgO）质量分数豫　≥	猿园豫	源园豫	源缘豫
二氧化硅（SiO_2）质量分数豫　≤	员园园豫～猿园园豫		
氧化铝（R_2O_3）质量分数豫　≤	猿园豫		
粒度皂皂	员缘-员园园（小于 员缘皂皂不超过 缘豫）		
注 员：各组分质量分数均以干基计； 注 圆：未加工的矿石粒度指标，可由供需双方协商议定； 注 猿：电炉法、旋风炉法等用磷矿石技术指标，可由供需双方参照本标准议定。			

月圆象 为限制农田和农作物因施用磷肥而受到的放射性污染，用来生产磷肥的磷矿石（包括磷精矿）放射卫生标准，按中华人民共和国国家标准 则月悉圆员－愿愿《磷肥放射性镭原圆员员限量卫生标准》执行。

月圆猿员 磷肥中圆员员镭的含量不得高于 缘员员择喋员员

月圆猿圆 为了保证磷肥中圆员员镭符合 月圆猿员项限量标准，用于生产磷肥的磷矿石圆员员镭含量不应超过 缘员员择喋员员

月圆猿猿 产品天然铀含量的检验结果若低于 猿园员园员园园园，即可认为该产品符合

月圆猿员 的要求，不再作镭 原员员的测定。

月圆猿源 新建、扩建磷矿山必须向当地放射卫生防护部门提交有关圆员员镭含量的地质报告，经复查符合 则月悉圆员－愿愿标准后方可投产。

附　录　悦
（资料性附录）
磷矿资源 储量规模划分标准

表 怀圆员员 磷矿资源 储量规模划分标准

矿床规模	单　位	磷矿资源 储量
大　型	矿石 辕万 贼	≥缘园园
中　型	矿石 辕万 贼	缘园园～缘园园
小　型	矿石 辕万 贼	约缘园园

附　录　阅
（资料性附录）
磷矿山建设规模及服务年限参考

表 阅员员 磷矿山建设规模及服务年限参考表

矿山规模	建设规模 （万吨 辕年）	服务年限年
大　型	≥员园园	圆园～猿园
中　型	猿园～约员园园	员园～圆园
小型	约猿园	员园～员缘

附　录　耘
资料性附录）
勘查类型划分依据

耘员　勘查类型划分的依据主要是矿体稳定程度、矿床地质构造复杂程度和矿体延展规模。

耘员员　矿体的稳定程度综合考虑了矿体的形状、内部结构、厚度、品位及其沿走向和倾向的连续性等因素的变化，以定性为主，定量为辅。矿体的稳定程度可分为稳定、较稳定、不稳定三类。

耘员员员　稳定：矿体呈层状、内部结构简单、厚度稳定或呈有规律的方向性变化，厚度变化系数小于 源园豫，矿石有用组分均匀，矿体沿走向和倾向连续性好。

耘员员圆　较稳定：矿体呈似层状，有少量夹层，厚度有一定变化，厚度变化系数 源园豫～苑园豫，矿石有用组分均匀至较均匀，矿体连续性较好，局部出现无矿或不可采地段。

耘员员猿　不稳定：矿体呈透镜状或不规则小透镜状、似脉状、囊状，矿体内部结构复杂，有较多夹层，厚度变化大，有分枝复合现象，厚度变化系数大于 苑园豫，有用组分较均匀至不均匀，矿体的连续性较差，有较多的无矿或不可采地段。

耘员猿　矿床地质构造复杂程度是指对矿体的空间分布产生直接影响的构造形式，可分为简单、中等、复杂三类。

耘员猿员　简单：矿体呈简单的单斜构造、产状稳定，无较大断层或断层较少，对矿体影响小。

耘员猿圆　中等：伴有次级褶皱的单斜构造，产状有一定变化，断层较多，对矿体破坏较大。

耘员猿猿　复杂：紧密或复杂的褶皱构造，产状变化大，断层多，对矿体破坏大。

耘员源　矿体延展规模，按沿走向的长度和沿倾向的宽度分为大、中、小三类。

耘员源员　大：沿走向 跃源园园皂，沿倾向 跃缘园园皂。

耘员源圆　中：沿走向 跃 缘园园皂～源园园园皂；沿倾向 跃 源园园皂～缘园园皂。

耘员源猿　小：沿走向 约缘园园皂，沿倾向 约源园园皂。

附　录　云
资料性附录）
勘查类型基本控制工程间距参考

表 云-贝　勘查类型基本控制工程间距参考表

勘查类型	基本工程间距 控制的矿产资源 （储量）皂		矿床实例
	沿走向	沿倾向	
第 Ⅰ勘查类型	愿～远	源～猿	湖北荆襄磷矿王集矿段、贵州开阳磷矿马路坪　下盘矿）矿段
第 Ⅱ 勘查类型	源～猿	圆～员缘	湖北朱堡埠 Ⅰ号矿体、贵州开阳磷矿用沙坝矿段、云南草铺磷矿柳树矿段
第 Ⅲ 勘查类型 葬	圆～员	员～缘	四川金河磷矿马槽滩、江苏锦屏磷矿东山矿段、河北承德磷矿马营矿床
葬 对矿体规模小，矿体极不稳定的内生磷灰石矿床，其走向可适当加密控制。			

附　录　郧
资料性附录）
磷矿石工业类型

则愿员　划分磷矿石工业类型的主要目的，是为了尽快取得矿石工业评价的概念，并在此基础上合理布置选矿与加工试验工作。

则愿圆　磷矿石的可选性和加工利用，与含磷矿物及脉石矿物的种类及数量有关。前者是磷矿石工业类型主类划分依据，后者是亚类划分的依据。

则愿猿　据矿石中磷酸盐矿物的结构特点，我国磷矿床矿石类型目前可分为两大类：以隐晶质、显微晶质磷灰石为主的磷块岩矿和以显晶质磷灰石为主的磷灰岩矿和磷灰石矿。除磷块岩富矿和某些中等品位磷矿可不需选矿直接加工利用外，所有类型的中低品位磷矿一般都需经选矿后加工利用才为合理。对磷矿石新类型　如铝磷酸盐矿石）要加强选矿与加工利用研究，在此基础上划分矿石工业类型。

则愿源　磷矿石中主要脉石矿物包括硅质矿物、硅酸盐类矿物、碳酸盐类矿物。根据其种类、含量以及选矿加工技术特征，将磷矿石划分为硅质及硅酸盐型、碳酸盐型、混合型三个亚类。各亚类脉石矿物中碳酸盐类矿物含量　质量分数）分别为：硅质及硅酸盐型

约[illegible]，混合型 [illegible] ~ [illegible]，碳酸盐型 [illegible]。

[illegible] 磷块岩矿石　主要为碳酸盐型和部分混合型）在风化作用下产生碳酸盐成分的流失，磷矿物的相对富集，以及脉石矿物成分、矿石结构构造的变化，形成风化矿。其矿石工业类型趋向于硅质及硅酸盐型，并改变了原矿石的选矿技术加工性质，应划分出风化型矿石亚类。风化型矿石判别指标可采用 [illegible] 质量分数 [illegible] 为酸不溶物质量分数）、[illegible] 质量分数 [illegible]。

[illegible] 一般磷灰石矿和磷块岩矿的风化型矿石的选矿易于磷块岩矿，磷块岩中的硅质型矿石选矿易于硅酸盐型矿石和碳酸盐型矿石，后者又易于混合型矿石。

[illegible] 磷块岩矿石要在品级基础上再进行亚类的划分。硅质或硅酸盐型富矿是磷肥生产最理想的原料，而中低晶级的混合型矿石，很可能是热法磷肥的直接炉料。

[illegible] 对含泥量或影响加工的某些杂质 [illegible]）显著增高的矿石，要从同类型中划分出来。

[illegible] 对某些含伴生元素较高而需要分采和单独处理的磷块岩矿石，也可从同类型矿石中分出，冠以该伴生元素的名字　如含稀土碳酸盐型磷块岩）。

[illegible] 当矿石中含两种或两种以上而具有不同选矿特性的有用矿产，可按其所含组分进一步划分亚类，但参与命名者必须达到该矿产所规定的边界品位或综合品位，如磁铁磷灰石矿。

[illegible] 划分矿石工业类型要在矿体初步圈定基础上进行，当矿石自然类型变化不大且有规律分布时，也可按矿石自然类型进行划分。

[illegible] 磷矿石工业类型划分及参考指标如表 [illegible]

表 [illegible] 磷矿石工业类型划分参考表

工业类型		亚类									备注
		硅质及硅酸盐型			混合型			碳酸盐型			
[illegible] 品位		[illegible] 比值）	酸不溶物	[illegible]	[illegible] 比值）	酸不溶物	[illegible]	[illegible] 比值）	酸不溶物	[illegible]	
磷块岩矿石	≥ [illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		加工级
	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		选矿、加工级
	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		选矿、加工级
	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		选矿级
磷灰岩矿石		[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]	选矿级
磷灰石矿石											选矿级

附　录　勻
资料性附录）
磷矿一般工业指标

勻員员　磷矿一般工业指标是供预查、普查阶段圈定矿体估算资源储量的参考依据　表勻員员。

表 勻員员　磷矿一般工业指标参考表

项目	类别			
	磷块岩矿		磷灰岩矿 或磷灰石矿）	备注
边界品位 （P_2O_5，%）	≥员圆		缘远	
最低工业品位 （P_2O_5，%）	员缘远		员愿远	
磷块岩矿石品级 （P_2O_5，%）	Ⅰ	≥猿圆		适合擦洗脱泥的风化矿石，陨级品的P_2O_5可降到圆员豫
	Ⅱ	约猿圆远圆		
	Ⅲ	约圆源远员缘		
可采厚度 皂	员远圆			
夹石剔除厚度 皂	员远圆			

勻員圆　表 勻員员中所列是指以钙磷酸盐为主的矿石类型，对于其他磷酸盐矿物新类型矿石，要根据选矿加工试验另行确定。

勻員猿　缺磷地区工业指标，可根据矿床的开采方式、选矿难易程度、共伴生矿产或组分的综合利用情况和矿肥结合等因素考虑，在宏观经济效益允许的条件下，其边界品位和最低工业品位可适当降低。

勻員源　可采厚度和夹石剔除厚度因矿体赋存条件和矿床开采方式不同而定，缓倾斜矿床的可采厚度一般不小于 员缘皂　富矿或陡倾斜矿床可采厚度可适当降低，露天开采矿床的可采厚度、夹石剔除厚度可适当增大。

附　录 陨
资料性附录）
磷矿中伴生矿产的综合利用

陨员　磷矿中伴生矿产按其赋存状态可以分为两类。第一类是以独立矿物形式产出的伴生矿产，主要有铁　磁铁矿、钛磁铁矿）、铜、硫　黄铜矿、黄铁矿）、钾　钾长石）等；第二类是赋存在磷酸盐矿物中或脉石矿物间的伴生元素，主要有氟、碘、锶、稀土和铀等。

陨圆　第一类伴生矿产主要产于内生磷灰石矿床中，是提高某些低品位磷矿综合开发经济效益的重要资源条件。它们大多可以在磷矿选矿过程中进行回收，其综合利用价值主要取决于伴生矿产的质量和数量。

铁是其中较常见者，当矿石中伴生组分铁　转载　质量分数 跃 豫，就能综合回收，现已被一些生产矿山综合利用，如矾山磷矿、建平磷矿等。

铜、硫要在浮选磷矿之前进行回收，主要是消除浮磷捕收剂对它们的影响。因此铜、硫的回收涉及选矿工艺流程的设计。

磷矿石中的钾主要用于制造钾磷复合肥料，如利用汉源含钾磷块岩矿生产钙镁磷钾肥和磷酸二氢钾复合肥。

此外可以回收的伴生矿产还有晶质石墨　鸡西磷矿）、黑云母、金红石等。

陨猿　第二类伴生元素除氟外，含量都很低，大多在浮选磷精矿中可以进一步富集。对其综合利用不仅取决于在矿石中含量的高低、对环境污染的程度，还要考虑矿石的加工利用途径。

氟在磷矿加工过程中进入气相，一般磷肥厂用水吸收废气中的氟化物，制得浓度为愿豫～圆豫氟硅酸溶液，然后加工成各种氟产品。碘与氟类似，当矿石中伴生元素碘 跃 圆豫时，可以从废气中提碘。因此综合回收是变害为利的有效措施。

稀土多见于我国磷块岩矿床中，在部分变质磷灰岩矿中也有产出，原地质矿产部综合利用研究所和贵州化工研究所曾进行过综合回收试验，但由于成本高，工艺复杂而没有投产。

铀在萃取过程中富集于磷酸中，目前从湿法磷酸中回收铀是最有效的方法。对于含铀大于 圆豫的磷矿石应考虑综合回收。

陨源　由于磷矿中伴生矿产的综合利用多数尚处于试验研究阶段，因而在判断综合利用价值时，需进一步做技术经济论证。

附　录　允
资料性附录）
磷矿床类型

允圆员　我国磷矿床按其产出地质条件和形成方式，分为外生——沉积磷块岩矿床，内生——磷灰石矿床，变质——磷灰岩矿床三大类。

允圆圆　外生——沉积磷块岩矿床主要产出在古生代及新元古代的浅海相一滨海沉积层内，规模大一特大，含矿带沿走向延续几十至几百公里，具有富矿少、贫矿多、易选矿少、难选矿多的特点。在缓倾斜的碳酸盐型磷块岩矿床中，有时形成规模很大的风化带，是获得高质量富矿石的重要矿源。按矿床形成条件又可分为生物化学沉积和风化淋滤残积两个亚类，其地质特征见表 允圆员

允圆猿　内生——磷灰石矿床主要为岩浆分异或贯人作用形成，按成矿母岩岩石类型的不同可分为基性一超基性和偏碱性一超基性岩两个亚类。此类矿床中磷灰石颗粒粗大，大多与　钒、钛）磁铁矿共生，矿石易选，综合利用价值较高，其矿床地质特征见表 允圆圆　此类矿床中还有少数岩浆期后接触交代，热液充填和伟晶岩型矿床，但它们规模很小，品位变化大，一般不具工业意义。此外属岩浆分异作用形成的碳酸岩型磷灰石矿床，在我国有一定线索，是今后值得注意寻找的内生磷灰石矿床。

允圆源　变质——磷灰岩矿床主要产于元古宙和太古宙的变质岩层内，规模较大，与内生磷灰石矿床相比，磷灰石含量较高，颗粒偏细。磷灰岩矿石中的有害杂质是碳酸镁　钙），经选矿后易进入精矿中，不利生产高效肥料。该类矿床前景广阔，按成因可分为沉积变质与变质交代两个亚类，其矿床地质特征见表 允圆源

表 7-3 外生（沉积）磷块岩矿床分类表

亚类	含矿层位	岩石组合	矿体一般特征	矿石矿物	矿石类型		伴生（共生）矿产	矿石质量（品位、质量分数）及技术加工性能	矿床规模	矿床实例
					自然	工业				
生物化学沉积型	寒武系下统、震旦系上统	硅锰质白云岩、黑色页岩磷块岩	矿体大多产于含磷岩系下部，一般含矿1～2层，厚度较大，分布稳定	隐晶质磷灰石、玉髓、石英、燧石、方解石、白云石、海绿石、长石、炭泥质物	致密块状、条带状、粒状	硅质及硅酸盐型、混合型、碳酸盐型	碘、钾、铀、稀土、氟、氯	大多为中低品位矿石，少数为高品位矿石，P2O5一般为15%～30%。其中富含镁的硅钙镁质矿石属难选矿	巨大—中型	云南昆阳、湖北荆襄、湖南浦市、贵州开阳、四川马边、江西朝阳
	泥盆系下统	高岭石粘土岩、铝磷酸盐岩磷块岩	矿体产于含磷岩系底部，一般含矿1层，厚度变化大，受古岩溶侵蚀面控制	隐晶质胶磷灰石、硫磷铝锶矿、水云母、白云石、方解石、黄铁矿、海绿石	砾状、致密块状、角砾状	铝磷酸盐、硅酸盐型	硫磷铝锶矿、碘、稀土、氟	磷块岩品位15%左右，为高铁铝矿石。硫磷铝锶矿品位3%～5%，为难选矿	大—中型	四川什邡、绵竹
	寒武系下统	长石粉砂岩、细砂岩、砂质粘土岩、白云岩	矿体产于含磷岩系下部，一般含矿1层，局部两层，厚度较大，分布较稳定	隐晶质磷灰石、钾长石、石英、绿泥石、白云石、黄铁矿、褐铁矿	碎屑砂状、粒状、条带状、条纹状、块状	混合型	钾	含钾磷块岩为中低品位矿石，一般P2O5 15%～20%，含K2O 3%～5%，是难选矿，但可直接烧制钙镁磷钾	大—小型	四川汉源
	寒武系下统	海绿石石英砂岩、杂色页岩、砂砾状磷块岩	矿体产于含磷岩系底部，一般含矿1层，厚度薄较稳定	隐晶质磷灰石、玉髓、石英、方解石、白云石、黄铁矿、海绿石	砂砾状、饼状、砾状、结核状	硅质及硅酸盐型	铀、稀土、钒、碘	多属中低品位硬度大的石英质矿石，晶位5%～10%，因碎矿困难，属难选矿石	中—小型	安徽凤台、河南鲁山、山西芮城、宁夏苏峪口
	二叠系下统，寒武系下统、震旦系上统	硅质岩、硅质页岩、透镜状结核状磷块岩	不稳定分布的透镜状结核状矿体	隐晶质磷灰石、石英、玉髓、粘土质、有机质、黄铁矿	结核状、透镜状	硅质及硅酸盐型	硅藻土、石煤、钒、锶、镍、钼、钾、氟	大部为P2O5 5%～10%的中、低品位矿石	小型	江苏栖霞山、广西三江、浙江中余、贵州天柱、湖南怀化
风化淋滤残积型		含磷锰土、磷亚砂土、土状磷块岩	不稳定分布的似层状、透镜状矿体，矿体形态受基岩侵蚀面控制	隐晶质磷灰石、银星石	主要为土状、砂状。次为块状、角砾状	硅质及硅酸盐型，混合型		磷矿品位P2O5 5%～10%，含铁铝高，属难选矿石	中—小型	湖南黄荆坪、广西邕隆

表 [illegible] 内生（原）沉积磷块岩矿床分类表

亚类	岩石组合	矿体一般特征	矿石结构构造	矿石矿物	矿石类型	伴（共）生矿产	矿石质量	矿床规模	矿床实例
碱性基性超基性岩型	辉石岩（原角闪岩）（原透辉岩）	呈较稳定的板状、似层状、透镜状矿体	中细粒至伟晶结构，块状、条带状、星散状构造	磁铁矿、蛭石、黑云母、磷灰石、透辉石、角闪石	黑云透辉岩型、角闪透辉岩型	磁铁矿，稀土元素：铈、钇、铜、蛭石	含[illegible]质量分数一般[illegible]，[illegible]质量分数[illegible]左右	大—中型	陕西凤县、山东莱州超基性岩型
	辉长岩（原苏长岩）（原斜长石）	呈不稳定的囊状、透镜状、脉状矿体	块状、星散状、条带状构造	含钒、钛磁铁矿，磷灰石，赤铁矿	含磷铁矿型、铁磷矿型、钛磁铁矿型	钒、钛磁铁矿，钛铁扩、黄铁矿、钴硫化物	含[illegible]质量分数[illegible]，[illegible]质量分数[illegible]	中—小型	河北马营、黑山罗锅子沟
偏碱性超基性岩型	辉石正长岩（原黑云母辉石岩）	呈厚大的似层状矿体	块状、浸染状、斑杂状、条带状构造	磁铁矿、磷灰石、透辉石、黑云母、正长石	磷灰石磁铁矿型	磁铁矿	含[illegible]质量分数[illegible]，[illegible]质量分数[illegible]	大—中型	河北矾山亚类

表 [illegible] 变质—磷灰岩矿床分类表

亚类	岩石组合	矿体一般特征	矿石组分	矿石类型	伴（共）生矿产	原岩	矿石质量及技术加工性能	矿床规模	矿床实例
沉积变质型	云母片岩（原硅质大理岩）（原粒状磷灰岩）	矿体结构复杂，呈不稳定的透镜状或似层状矿体	磷灰石、白云石、石英、方解石、白云母、硬软锰矿、石榴子石	细粒磷灰岩、云母磷灰岩、锰质磷灰岩	锰、铀、氟、镓	沉积岩	含[illegible]质量分数[illegible]，磷灰石颗粒粗大，易选，但含镁高	大—中型	江苏锦屏、安徽宿松、湖北大悟
	硅质千枚岩（原板岩）（原变质砂岩）（原砂质磷灰岩）	含矿[illegible]（原至三层，呈较稳定的似层状、透镜状矿体	磷灰石、石英、铁铝榴石、铁闪石、黑云母、炭泥质、铁矿	砂岩型、砂质板岩型、石榴子石铁闪石型、炭泥质型磷灰岩	稀土、硫铁矿	沉积岩	含[illegible]质量分数[illegible]，磷灰石颗粒细，可选性属一般矿石	大—中型	内蒙古布龙土、辽宁甜水
变质交代型	角闪斜长片麻岩—混合岩—钛磁铁矿磷灰岩	矿体与圈岩产状一致，呈不稳定条带状产出	斜长石、角闪石、钛铁矿、磁铁矿、黑云母、磷灰石、辉石、钾长石、方解石、绢云母	钛磁铁矿磷灰岩	钛、铁、钒、硫、钴	岩浆岩（？）	含[illegible]质量分数[illegible]，[illegible]质量分数[illegible]	大—中型	河北丰宁
	斜长片麻岩（原混合岩）（原透辉石磷灰岩　大理岩）	多层产出，呈不稳定条带状矿体	透辉石、钾长石、角闪石、金云母、磷灰石、石墨、透灰石磷灰岩	透辉石、金云母、钾长石、稀土、夕线石	石墨、金云母、钾长石磷灰岩、角闪石、石墨、透辉石磷灰岩	沉积石岩浆石	含[illegible]质量分数[illegible]，[illegible]质量分数[illegible]左右	中—小型	黑龙江鸡西

硫铁矿地质勘查规范

目次

前言
员 范围
圆 规范性引用文件
猿 勘查的目的任务
猿.员 预查
猿.圆 普查
猿.猿 详查
猿.源 勘探
源 勘查研究程度
源.员 预查阶段
源.圆 普查阶段
源.猿 详查阶段
源.源 勘探阶段
缘 勘查控制程度
缘.员 勘查类型
缘.圆 勘查工程间距确定
缘.猿 勘查控制要求
远 勘查工作及质量要求
远.员 地形测量和工程测量
远.圆 地质填图
远.猿 水文地质、工程地质、环境地质
远.源 物探、化探工作
远.缘 探矿工程
远.远 矿石选冶试验样品的采集与试验
远.苑 岩、矿石物理技术性能测试样品的采集与试验
远.愿 原始地质编录、资料综合整理和报告编制
远.怨 计算机及其他新技术的应用

苑 可行性评价
苑圆员 概略研究
苑圆圆 预可行性研究
苑圆猿 可行性研究
愿 矿产资源 辕储量分类及类型条件
愿圆员 矿产资源 辕储量分类依据
愿圆圆 矿产资源 辕储量分类
愿圆猿 矿产资源 辕储量类型条件
怨 矿产资源 辕储量估算
怨圆员 矿产资源 辕储量估算的工业指标
怨圆圆 矿产资源 辕储量估算一般原则
怨圆猿 对矿产资源 辕储量估算参数的要求
怨圆源 矿产资源 辕储量分类结果
附录 粤 规范性附录）固体矿产资源 辕储量分类
附录 月 规范性附录）硫铁矿矿石技术指标
附录 悦 资料性附录）勘查类型划分依据
悦圆员 硫铁矿和多金属型矿床
悦圆圆 煤系沉积型矿床
附录 阅 资料性附录）勘查类型基本控制工程间距
附录 耘 资料性附录）硫铁矿一般工业指标
附录 云 资料性附录）硫铁矿矿石中伴生矿产的综合利用
附录 郧 资料性附录）硫铁矿矿石工业类型
附录 匀 资料性附录）硫铁矿矿床工业类型
附录 陨 资料性附录）硫铁矿资源 辕储量规模划分标准
员 范围

本标准规定了硫铁矿　系黄铁矿、白铁矿、磁黄铁矿三者的统称）地质勘查工作的目的任务，勘查研究程度，勘查控制程度，勘查工作质量，资源 辕储量分类及类型条件，资源 辕储量估算等要求。

本标准适用于硫铁矿地质勘查和资源 辕储量估算，也适用于验收、评审硫铁矿地质勘查设计、报告和硫铁矿矿业权转让及勘查开发筹资、融资、股票上市等活动中评价硫铁矿资源 辕储量的依据。

圆 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。

则耘藻凿藻则葬造 圆园园愿 固体矿产地质勘查规范总则

则耘藻凿藻则葬造 圆园园怨 固体矿产资源 辕储量分类

猿 勘查的目的任务

猿援员 预查

在区域地质和物化探异常研究的基础上，根据硫铁矿以及金属硫化物矿床的赋存规律及主要找矿标志，对找矿潜力较大的成矿远景区，通过初步野外地质观测及物探化探工作，并施以极少量的工程验证，经综合研究和类比，提出可供普查的矿化潜力较大的地区，为普查工作提供依据。

猿援圆 普查

对矿化潜力较大的地区，经异常查证或在煤及有色金属等探采过程中发现硫铁矿富集线索的地区采用露头检查、地质填图、数量有限的取样工程及物探、化探等方法，大致查明已知矿化区的资源远景，并进行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，为详查工作提供依据。

猿援猿 详查

对经普查圈出的详查区，通过大比例尺填图和各种勘查方法及手段，基本查明矿床的地质特征，并进行预可行性研究，做出是否具有工业价值的评价，或圈出勘探区范围。为勘探工作提供依据。其成果也可作为矿山总体规划和编制矿山项目建议书以及小型矿山建设设计的依据。

猿援源 勘探

对经详查圈定的勘探区，通过应用各种勘查手段和有效方法，加密各种采样工程，详细查明矿床地质特征，并进行可行性研究，为矿山建设设计确定生产规模、产品方案、开拓方案、开采方式、矿石选冶加工工艺及矿山总体布置等方面提供依据。

源 勘查研究程度

源援员 预查阶段

源援员援员 地质研究程度

源援员援员援员 搜集研究预查区内区域地质和成矿地质条件资料，选择有利的找矿远景区进行预查。

源援员援员援圆 大致了解预查区内地层、构造及岩浆岩情况，研究其与成矿的关系。

源援员援员援猿 大致了解矿点、矿化点和物探、化探、遥感异常，成矿远景区的分布范围以及成矿远景。

源援员援员援源 对发现的矿体　点），大致了解矿体　层，下同）产出特征、分布范围和资源远景。

源援员援圆 矿石质量研究

源援员援圆援员 大致了解硫铁矿矿石的矿物成分、结构构造和自然类型。

源援员援圆援圆 大致了解硫铁矿矿石的化学成分、品位。

源援员援猿 矿石选冶加工技术性能试验研究

在有条件的地方，类比研究已知同类矿床，做出是否可选的判断和预测。

源援员援源 矿床开采技术条件研究

对预查发现的矿点或矿产地要搜集了解区域水文地质、工程地质及环境地质条件资料。

[illegible] 普查阶段

[illegible] 地质研究程度

[illegible] 区域地质研究

全面搜集研究普查区相关的区域地质调查、区域地球物理、地球化学、遥感和地质研究成果等资料，针对普查所侧重的硫铁矿矿床类型，研究了解与成矿关系较密切的地层、构造、岩浆岩等区域地质背景和成矿地质条件。

[illegible] 普查区地质研究

[illegible] 大致查明普查区内地层、岩浆岩、坐质岩和主要构造特征；

[illegible] 大致查明矿点、矿化点及各类异常的含矿性、分布和资源远景；

[illegible] 对沉积、沉积改造和沉积变质及煤系沉积硫铁矿矿床（附录 [illegible]）要研究含矿地层层位、岩性组合、含矿性、厚度变化及含矿层的主要对比标志；

[illegible] 对火山岩、矽卡岩和热液交代及多金属硫铁矿矿床要研究含矿岩体的类型、岩性、规模和岩相组合，研究断裂、近矿围岩蚀变与矿床（体）富集及分布的关系。

[illegible] 矿体地质研究

[illegible] 大致查明矿体的数量、形状、产状、厚度、规模及总体分布规律；

[illegible] 大致了解控制和破坏矿体的主要构造、岩浆岩及其分布范围；

[illegible] 大致了解矿体氧化带类型、特征、标志及其分市范围。

[illegible] 矿石质量研究

[illegible] 大致查明硫铁矿矿石的矿物成分、结构构造和自然类型。

[illegible] 大致查明硫铁矿矿石的化学成分、品位，了解其他有用、有益组分及主要有害元素的含量及分布特点。

[illegible] 研究矿床氧化带、混合带与原生带硫铁矿矿石化学成分的差异性。

[illegible] 矿石选冶加工技术性能试验研究

一般与邻区或同类型矿床进行全面的类比研究，并就矿石选冶加工技术的可能性做出评价。对无类比资料的矿石和新类型矿石应进行可选性试验，为是否值得进一步工作提供依据。

[illegible] 矿床开采技术条件研究

[illegible] 搜集研究普查区主要含（隔）水层的岩性、分布、厚度、产状、水位、水质、泉水流量等。

[illegible] 研究和大致了解近矿岩石的工程地质条件。

[illegible] 搜集研究普查区有关地震、山崩、滑坡、泥石流等不利的环境地质资料。

[illegible] 普查区开采技术条件，可与同类型矿山开采资料进行类比评价。

[illegible] 综合勘查综合评价

要利用勘查硫铁矿的工程，大致了解共、伴生矿产的种类、含量、赋存特点。类比评价综合利用的可能性。

[illegible] 详查阶段

[illegible] 地质研究程度

[illegible] 区域地质研究

研究与成矿有关的区域地质资料和其他矿产分布情况，并根据详查的硫铁矿矿床类型，针对相关的地层或构造、岩浆岩问题进行适当的野外区域地质调查。

[illegible] 矿区地质研究

[illegible] 对沉积、沉积改造和沉积变质及煤系沉积硫铁矿矿床，基本查明地层层序，含矿地层层位、岩性、岩相分带、厚度、含矿性及其富集规律利主要对比标志；矿体与顶底板岩性、基底性质的关系；研究矿区变质作用、蚀变作用和风化作用对矿体的影响；研究矿区地质构造与矿休空间分布关系，阐明破坏矿体的断裂的性质和分布。

[illegible] 对火山岩、矽卡岩和热液交代及多金属硫铁矿矿床，基本查明含矿岩体类型、岩性、产状、形态、规模及岩相组合；主要含矿相带或矿体产状、含矿性变化及其与岩体形态、分异作用、变质作用、蚀变作用及其他地质作用的关系；研究成矿的岩浆岩和断裂对矿体的影响。基本查明近矿围岩蚀变类型、岩性、物质组分、分布特征，研究其变化规律与矿床　体）富集、分布的关系。

[illegible] 矿体地质研究

[illegible] 着重控制矿体的总体分布范围，基本查明矿体的数量、产状、厚度、规模、形态、内部结构、空间分布及变化特征，阐明主矿体的赋存规律。基本查明矿体中的夹石、顶底板围岩的岩性、厚度及分布范围。了解沉积硫铁矿矿床底板的隆起、冲刷、陷落柱、薄化带、无矿带等特征，研究其分布规律及其对矿体的影响程度。

[illegible] 基本查明和控制破坏矿床或矿休的较大地质构造的性质、落差、褶幅、产状、分布范围及其影响程度；对于较小的断层，要着重研究其分布规律。

[illegible] 基本查明硫铁矿矿体氧化带、混合带与原生带的性质、类型及分布范围。

[illegible] 矿石质量研究

[illegible] 基本查明硫铁矿矿石矿物成分、含量、结构构造，初步划分矿石自然类型，研究其分布规律。

[illegible] 基本查明硫铁矿矿石主要有用组分和共生伴生有用、有益、有害组分的含量　见附录 耘和 云　及其赋存状态，初步划分矿石品级和工业类型。

[illegible] 研究矿石中夹层及矿体顶底板岩石的矿物成分和行用、有益、有害组分含量。

[illegible] 研究矿床氧化带、混合带与原牛带矿石类型、矿物成分、结构构造、化学成分及其氧化特征。

[illegible] 矿石选冶加工技术性能试验研究

[illegible] 需要选矿富集的矿石，一般进行可选性试验，对难选矿石和新类型矿石，应进行实验室流程试验，做出工业利用的评价。

[illegible] 对具有已开采可比对象的矿床或易选矿石，可进行类比评价。

[illegible] 对直接提供开采利用的矿床，其选冶加工技术性能要有足够的试验依据。

[illegible] 矿床开采技术条件研究

[illegible] 矿区水文地质

[illegible] 在研究区域水文地质条件的基础上，基本查明矿区含　隔）水层、主要构造、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；

[illegible] 调查研究地表水的分布范围和平水期、洪水期、枯水期的水位、流速、流量、

水质、水深、历年最高洪水水位及其淹没范围；

糟 调查矿区地下水的补给、径流、排泄条件，地表水与含水层的关系，以及矿床主要亢水因素、亢水方式或途径，必要时初步预测矿坑涌水量。评价其对矿床开采的影响；

凿 调查研究可供利用的供水水源的水量、水质和利用条件，指出供水方向。

[illegible] 矿区工程地质

葬 初步划分矿区工程地质岩组，测定主要岩、矿石物理力学性质，基本查明构造、岩溶的发育程度、分布规律和岩体风化、蚀变程度以及软岩和软弱夹层的分布规律及其工程地质特征；

遭 研究开采影响范围内岩、矿石稳固性和露天开采边坡的稳定性；

糟 调查老窿和生产井的分布情况，大致圈定采空区和开采区范围。

[illegible] 矿区环境地质

葬）基本查明岩、矿石和地下水　含酸性水、热水）中对人体有害的元素、放射性及其他有害气体的成分、含量　强度）和地温状况；

遭 调查了解矿区及邻区的地震、泥石流、滑坡、山崩等自然地质灾害和矿石氧化自热自燃情况，指出矿山开发时可能产生的环境地质问题。

[illegible] 初步确定矿区开采技术条件类型，对矿床开采技术条件的复杂性做出评价。

[illegible] 综合勘查综合评价

[illegible] 要利用勘查硫铁矿的工程，大致或基本查明共、伴生矿产种类、物质组分、含量、赋存状态和共、伴生关系。

[illegible] 研究选矿加工技术试验资料，对综合回收利用的可能性做出评价。

[illegible] 勘探阶段

[illegible] 地质研究程度

[illegible] 矿区地质研究

[illegible] 对沉积、沉积改造和沉积变质及煤系沉积硫铁矿矿床，要详细查明地层层序、含矿地层层位、时代、岩性组合、岩相分带、厚度、含矿性及富集规律；含矿层在剖面中的位置及对比标志；与顶底板岩性、基底性质的关系；研究矿区变质作用、剥蚀作用和风化作用对矿体的影响；详细研究矿区地质构造与矿体的空间分布关系，阐明破坏和影响矿体的断裂性质、先后次序和分布特征，对划分矿段的断层要用了程加以控制。

[illegible] 对火山岩、矽卡岩和热液交代及多金属硫铁矿矿床，要研究控制岩体　带）分布的地质特征，详细查明含矿岩体的类型、岩性、时代、产状、形态、规模及岩相组合；主要含矿相带或矿体的产状，含矿性变化及其与岩体形态、分异作用、变质作用及其他地质作用的关系；岩体中其他矿产与硫铁矿的空间分布及富集规律；研究成矿期后岩浆岩和断裂对矿体的影响。

[illegible] 详细研究矿区　床）有关的岩浆岩的发育程度和分布规律，对首采区破坏矿体的较大岩体，应研究和控制其产状和分布。

[illegible] 矿体地质研究

[illegible] 详细查明矿体的数量、层序、产状、厚度、规模、形态、内部结构和空间位置，详细研究和控制矿体的膨缩、分叉、相变、尖灭及其构造或因剥蚀出现的变异地段。对于直接位于古侵蚀面上的矿休，要研究古侵蚀面特征、矿体厚度变化规律和工业矿体的连续程度，对内部结构复杂的矿体要研究矿石类型、夹石性质和其他连接标志。对形态复杂的矿体，要研究矿体产状和形态变化特征，对于富硫铁矿矿石　僧　忿　≥　猿象），要研究产出地质特征和分布规律。

[illegible] 详细研究和查明矿体褶皱和断裂的性质、规模、形态、产状、断距。特别是位于矿床首采区和影响矿床开采总体设计的地质构造，要研究其空间展布、相互关系和发育程度，研究构造与矿体的关系。详细研究小断层或小褶皱的发育程度、分布规律及其对矿床开采的影响。

[illegible] 揭露和研究确定矿体氧化带发育程度、发育规律和氧化带的界线及分布范围。

[illegible] 矿石质量研究

[illegible] 详细查明硫铁矿矿石的矿石矿物和脉石矿物组分、含量、粒度、结构构造、嵌布特征。划分矿石自然类型，研究其相互关系、比例和空间分布规律。

[illegible] 详细查明矿行的化学成分和有用、有益、有害组分的含量及赋存状态。划分矿石品级和矿石工业类型。研究工业类型与自然类型的关系。当矿石中有害组分超过允许含量时，要研究其分布范围和变化规律。硫铁矿矿石工业类型分类参见附录 郧

[illegible] 详细研究和查明矿体中夹层及顶底板围岩的矿物成分和有用、有益、有害组分的含量。

[illegible] 详细研究矿床氧化带、混合带与原生带矿石类型、矿物成分、结构构造、化学成分和氧化特征。

[illegible] 矿石选冶加工技术性能试验研究

[illegible] 易选矿石应进行可选性试验或实验室流程试验，难选矿石和新类型矿石应进行实验室流程试验或实验室扩大连续试验，必要时进行半工业性试验，为选择最佳选冶工艺流程提供依据。

[illegible] 对有益和有害组分较高的精矿，必要时尚需做矿石焙烧试验，为烧渣综合利用提供依据。

[illegible] 矿床开采技术条件研究

[illegible] 矿区水文地质

[illegible] 调查研究区域水文地质条件，详细查明含　隔）水层的岩性、厚度、产状、分布，矿床顶、底板隔水层的稳定性，主要充水、含水层的富水性、渗透性、水位、水质、水温、地下水的水头高度、水力坡度、径流场特征与动态变化。

[illegible] 详细查明构造破碎带、岩溶发育带、风化破碎带的导水性和富水性及其对矿床充水的影响。

[illegible] 对岩溶发育的矿床，着重研究岩溶的发育程度、分布、形态、类型、充填程度及其与岩性、构造、地形地貌、水文等因素的关系，查明岩溶、地下暗河分布及其对矿床破坏和充水的影响。

[illegible]　阐明地表水、老窿水的分布、水文特征，地表水与含水层的水力联系，及其对矿床充水的影响。

[illegible]　调查矿区地下水补给、径流、排泄条件，确定水文地质边界，矿床主要充水因素、允水方式和途径，结合矿床可能的开拓方案，预测第一开拓水平的正常和最大涌水量，必要时估算最低开拓水平的可能涌水量，为矿山开采设计的涌水量提供依据。

[illegible]　对矿床疏干排水及矿坑水综合利用的可能性做出评价，提出供水水源方向。

[illegible]　对赋存有地下热水的矿区，要研究对矿床开采的影响及其利用的可能性。

[illegible]　矿区工程地质

[illegible]　研究矿体围岩的工程地质特征，详细查明对矿床开：采不利的工程地质岩组的性质、产状与分布。各类结构面　构造结构面、软弱层等）的发育程度和组合特征。

[illegible]　测定矿石、围岩的机械物理力学性质。

[illegible]　评价矿体和顶、底板围岩的稳定性或露天采场边坡稳定性。

[illegible]　预测可能发生的工程地质问题，研究提出防治措施。

[illegible]　矿区环境地质

[illegible]　调查矿区崩坍、滑坡、泥石流、山洪等自然地质灾害的分布、活动性及其对开采的影响，以及地温异常对开采的影响，预测因开采和疏干地下水及其他突发因素可能引起的地面塌陷、地裂、滑坡和山崩等，研究可能形成条件和分布范围，预测其发展趋势，提出防治建议。

[illegible]　搜集地震活动史及新构造活动资料，对区域稳定性进行评价。

[illegible]　阐明影响矿区建设的大断层、滑坡、泥石流、危岩及岩溶等不利的环境地质条件。

[illegible]　研究和测定对人体有害的元素、气体及放射性物质，当超过允许含量时，应测定其分布范围。

[illegible]　研究和测定硫铁矿矿石氧化速度和地温状况，为矿山建设设计、预防矿石氧化白热自燃提供基础资料。

[illegible]　评价矿床开采时对矿区地质环境的破坏和影响。

[illegible]　开采技术条件类型及评价

确定矿区开采技术条件类型，对矿区开采技术条件的复杂性做出评价。

[illegible]　综合勘查综合评价

[illegible]　煤系沉积型硫铁矿矿床，对具有工业价值的煤矿、铝土矿、粘土矿资源，要进行以硫为主的综合勘查、综合评价。

[illegible]　多金属型硫铁矿矿床，首先应从硫入手全面控制，再根据共、伴生矿体的规模、产状及变化特点，按相应矿种的有关规定加以控制，达到硫与多金属综合勘查的目的。

[illegible]　硫铁矿型矿床矿石中共伴生的[illegible]等矿产，要利用勘查硫铁矿的工程，基本或详细查明伴生矿产的种类、赋存状态和分布情况，并结合选矿加工试验资料，对综合回收利用做出评价。

硫铁矿矿石伴生有益组分的综合评价指标参见附录云

缘 勘查控制程度

缘员 勘查类型

缘员员 矿床勘查类型划分的目的是为了正确选择勘查方法和手段，合理确定勘查工程间距，有效控制和圈定矿体。

缘员圆 划分矿床勘查类型应着重考虑影响矿床勘查难易的主要因素。多金属型硫铁矿矿床主要考虑矿体规模大小、矿体形状的复杂程度、矿体厚度的稳定程度及矿床构造复杂程度等因素；煤系沉积型矿床主要考虑矿体规模大小、矿体连续程度、矿体形状的复杂程度、矿体厚度的稳定程度及矿床构造的复杂程度等因素。各因素的详细划分条件参见附录悦

缘员猿 划分矿床勘查类型应以主要矿体的地质特征进行。矿床规模较大者，可根据不同地段的勘查难易程度，分段确定勘查类型。

缘员源 勘查类型划分

缘员源员 多金属型硫铁矿矿床勘查类型

缘员源员员 第Ⅰ勘查类型：矿体形状简单一较简单、厚度稳定一较稳定、构造简单一中等的大型矿床。

缘员源员圆 第Ⅱ勘查类型：矿体形状较简单、厚度较稳定一不稳定、构造简单一复杂的大一中型矿床；矿体形状较简单、厚度较稳定、构造中等的中小型矿床。

缘员源员猿 第Ⅲ勘查类型：矿体形状复杂、厚度不稳定、构造中等 原复杂的中 原小型矿床。

缘员源圆 煤系沉积型硫铁矿矿床勘查类型

缘员源圆员 第Ⅰ勘查类型：矿体形状简单、厚度稳定一较稳定、连续性好、构造简单的大型矿床。

缘员源圆圆 第Ⅱ勘查类型：矿体形状简单较简单、厚度较稳定、连续性较好、构造简单一中等的大一中型矿床。

缘员源圆猿 第Ⅲ勘查类型：矿体形状较简单一复杂、厚度不稳定、连续性差、构造中等的中一小型矿床。

缘员缘 勘查工程间距确定

缘员缘员 勘查工程间距确定的方法

缘员缘员员 类比法：根据地质勘查和矿山生产的探采对比资料总结的勘查工程间距。按照矿床勘查类型采用传统的类比法确定合理的勘查网度值。

缘员缘员圆 地质统计学法：对勘查工程数量较多的矿床，可用地质统计学中区域化变量的特征，确定最佳勘查工程间距值。

缘员缘员猿 勘查工程验证法：对于大型矿床　参见附录陨，可选择代表性地段采用不同勘查手段的加密工程验证，确定最佳工程间距。

缘员缘圆 勘查工程间距

缘员缘圆员 各勘查类型基本控制工程间距参考表参见附录阅　探明的矿产资源勘查工程间距应加密控制。勘查工程的布置应尽量考虑各相关勘查阶段探矿工程的衔接和利用。

[illegible] 根据矿床沿走向和倾向变化及矿体出露情况，可以变换或调整走向与倾向上程间距。

[illegible] 勘查控制要求

[illegible] 勘查深度

根据矿床可能建没的规模和服务年限确定或根据投资者需要确定。

[illegible] 控制程度要求

[illegible] 预测的矿产资源必须有路线踏勘和极少量的工程验证，并与地质特征相似的已知矿床类比。

[illegible] 推断的矿产资源，地表应有一定间距的工程控制，深部应有稀疏工程证实，工程间距不限，尽可能掌握实测和推测矿体的总体分布规律。

[illegible] 控制的矿产资源 [illegible]量

葬 控制的矿产资源 [illegible]量应按基本控制工程间距进行系统控制圈定；

遭 要控制勘查范围内矿体的总体分布范围，矿体出露地表的边界应用工程控制，矿体的延深要有工程控制；

糟 控制的矿产资源 [illegible]量数量可根据投资者的要求确定。

[illegible] 探明的矿产资源 [illegible]量

葬 探明的矿产资源 [illegible]量应在详查控制的基础上，经加密工程控制圈定；

遭 探明的矿产资源 [illegible]量应保证矿山首期建设设计还本付息的要求，或根据投资者的需要确定；

糟 探明的矿产资源 [illegible]量一般分布在矿床浅部的首采区，其底部边界应控制在大致相同的标高上；

凿 对地下开采的矿床要详细控制主要矿体沿走向和顶部的边界；

凿 对适于露天开采的矿床，要控制矿体四周的边界和露天采场底部边界，以确定露天开采剥离边界；

枣 对主矿体顶板附近具有工业价值的次要小矿体，在首采地段要根据具体情况适当加密控制。

远 勘查工作及质量要求

[illegible] 地形测量和工程测量

应采用全国通用的坐标系统和最新的国家高程基准点，测量的精度要求，应执行[illegible]《地质矿产勘查测量规范》。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，测绘成果应经上一级主管业务部门验收。

[illegible] 地质填图

[illegible] 搜集编制 [illegible] ~ [illegible] 区域地质矿产图。

[illegible] 在预查区内对矿点和有找矿潜力的成矿远景区应进行 [illegible] ~ [illegible] 路线地质踏勘。

[illegible] 在普查区内应编制 [illegible] ~ [illegible] 矿区地形地质简图。

[illegible] 在详查、勘探区范围内，一般测制 [illegible] 矿区地形地质图，对矿体延展规模小的第Ⅲ勘查类型应测制 [illegible] 地形地质图。对由若干矿段组成的矿区应测制 [illegible]

缘圆圆 ～ 员: 员圆圆圆 矿区地形地质图。对大部分被第四系覆盖的矿床，要分别编制地形地质图和基岩地质图。

远圆圆缘 详查、勘探阶段勘探线剖面图都应实测，比例尺一般 员: 缘圆圆 ～ 员: 员圆圆圆，对矿体延深很大的第 阴勘查类型矿床可测制 员: 圆圆圆圆勘探线剖面图。

远圆远 水文地质、工程地质、环境地质

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。其工作方法和技术要求，按 则[1]《矿区水文地质工程地质地质勘探规范》执行。

远圆原 物探、化探工作

远圆圆员 根据矿区地质、矿体和围岩的地球物理、地球化学特征以及不同勘查阶段的地质目的，选择经济有效的物探、化探方法。

远圆圆圆 物探、化探测量尽可能与地质测量比例尺相一致，并确定有效的成图方法，做好物探、化探资料的综合解释。

远圆圆远 各种比例尺地球物理、地球化学测量的质量都应符合相应比例尺规范的要求。

远圆缘 探矿工程

远圆员员 槽、井探工程；用于揭露浅部矿体、构造、重要地质界线和各类异常，覆盖层小于 猿员的可使用槽探，揭露矿体露头的工程要深入基岩。

远圆员圆 钻探工程：硫铁矿勘杏的主要手段为岩心钻，勘探线应垂直矿体走向。并严格控制钻孔穿矿偏线距，岩矿心及顶底板采取率不得低于规程规定的岩矿心采取率。

远圆员远 坑探工程：当地形条件对施工坑探有利或矿体形态复杂、钻探难以控制，需网度验证和采集选矿大样时，可选择坑探工程。

远圆员原 各种探矿工程质量要求，应按相应的规程、规定执行。

远圆匝 化学分析样品的采集、加工及化验分析

远圆圆员 样品的采集

远圆圆员员 所有见矿工程都应对矿体分段连续取样。采样质量要求按原国家地质总局员怨苑苑年颁发的《金属、非金属矿产普查勘探采样规定及方法》执行。

远圆圆员圆 刻槽样断面规格一般为 员远～员怨伊缘～员园，对分布不均匀的团块状或角砾状矿石，断面规格应根据矿石特征适当增大。钻孔岩矿心沿长轴锯取二分之一作为样品。

远圆圆员远 样长一般不应大于可采厚度或灾石剔除厚度。对贫、富不一的互层矿或矿体与围岩的过渡带，以及用肉眼容易识别、分层明显的夹层，均应缩小取样长度 园援缘～员[2]。对矿石质量稳定的矿体，采样长度可适当加长。

远圆圆圆 样品的加工

远圆圆圆员 样品加工包括碾碎、过筛、拌均和缩分四个程序。样品加工缩分按切乔特公式 （在越[3]）进行。硫铁矿化学样品加丁的 运值常采用 园援员～园援圆 对加工缩分的质量应定期检查，碎样全过程中的样品累计损失不得大于 缘豫，缩分误差不得大干 猿豫。

远圆圆圆圆 样品加工时烘烤温度一般不大于 远园益；物性测试样品烘烤温度不得超过员园园益。副样一定要密封防潮，避高温保存；长期保存的样品，必须用磨灭门玻璃瓶封蜡包装；对作业时间较长的样品，如选矿试验样等，必须安排在寒冷干燥的季节，进行

采集加丁处理。

[illegible] 化学样的分析

[illegible] 基本分析

[illegible] 所有见矿工程样品均进行基本分析。分析项目一般为全硫 [illegible]。对矿石中具综合利用价值的同体共生矿产，还应测定共牛矿产的有用组分含量。

[illegible] 基本分析样品要适当增加有关硫化物中金属元素和硫酐 [illegible]）等化验项目，其数量控制在基本分析样品总数的 [illegible]左右。

[illegible] 有效硫的分析，须在详查、勘探阶段初期选择一些有代表性的工程和剖面，在基本分析中了解其含量。当矿石中有效硫与全硫相差 [illegible]时，应查明其原因，必要时要进行组合分析，掌握其大致规律，查明其大致分布范围。

[illegible] 组合分析

[illegible] 组合样品的采集要在矿本初步固定基础上进行。应在同一工程 [illegible]或同一勘探线工程、同一块段工程）内按矿体的矿石类型、品级以及伴生元素进行组合，组合样的最大长度一般不大于 [illegible]。对厚度大、组分均匀的矿体可适当增大组合样长度。

[illegible] 采取组合样的工程数原则上不少于见矿工程的一半。当有害组分超限而需要分别圈定与计算储量，或圈定氧化带时，可按实际情况增加工程数量；当矿石类型简单、组分均匀时，也可减少工程数量。组合分析工程的分布要避免过于集中或分散。

[illegible] 组合样品取自基本分析样品的副样，并按单样厚度加权求得组合样的取样质量。

[illegible] 组合分析项目为：[illegible]以及根据光谱全分析、化学全分析结果所确定的其他有用、有害组分的项目。煤系沉积型硫铁矿应增加 [illegible]

[illegible] 全分析是为了全面了解矿体中各种矿石类型的化学组成，为此勘探阶段要在光谱全分析和岩矿鉴定基础上，选择一至两个有代表性的工程，按基本分析或大于可采厚度五倍的组合分析副样，进行化学全分析。

[illegible] 样品分析测试，应由国家和省级认证的有资质的化验单位承担。

[illegible] 化学分析质量的检查

凡参与资源 [illegible]储量估算样品的有用、有害组分以及共生矿产和伴生有益组分，均应分期分批地及时进行内、外部检查，以保证矿床工业评价的可靠性。内检样品必须由送样单位编密码送原分析单位验证，不得用分析单位复份分析的自检样代替。外检样亦编密码，送指定实验室进行外枪，附原分析方法说明。内、外检查结果应附在勘查报告中，并进行质量评述。内、外检数量、送样要求、各项组分的允许误差、检查结果处理等具体要求，按 [illegible]《地质矿产实验室测试质量管理规范》执行。

[illegible] 矿石选冶试验样品的采集与试验

[illegible] 采样前应根据试验目的和要求，尽量与承担试验单位和设计生产部门共同协商编制采样设计。实验室各阶段试验样品采集由勘查单位负责。勘查单位应对半工业试验样品的采集予以协助。

[illegible] 所采的样品在矿石类型、品级、物质成分、结构构造以及空间分布等方面，应具有充分的代表性。考虑开采时的贫化可掺入一定量的围岩及夹石，使试样的品位略低

于勘查区（段）的平均品位。试验样应按矿石类型、品级分别采取，还应按不同矿石类型所占比例采取混合试验样。粉状硫铁矿矿石与原生矿石的可选性能和选矿方法都不相同，两者不能混采。当粉状硫铁矿矿石发育时，应单独取样试验。试验样可在槽、井、坑道中采取。在深部无坑探的条件下，也可在钻孔中采取。采样方法多采用全巷法、剥层法、岩心锯开法等。试验样的质量应根据试验的目的要求与试验单位商定。

[illegible]　对原矿和最终产品的多项分析要包括全硫、有效硫、全铁和三氧化二铁、氧化亚铁以及其他与矿石特点和综合评价有关的项目；要进行选矿样品的金属和硫量的平衡分析。

[illegible]　岩、矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

[illegible]　详查或勘探矿区需采集岩、矿石物理力学试验样，采样种类与地点应根据实际需要选定。样品要有代表性，主要布置在第一开采水平或首期开采地段。测定项目包括湿度、块度、孔隙度、松散系数、自然安息角，以及矿体顶底板围岩的抗压、抗剪、抗拉强度等，按现行规范、规定进行测试。

[illegible]　体积质量（体重）样

[illegible]　原生矿石的小体积质量（体重）样一般都应在钻孔或坑道中采集。采样体积不小于 [illegible]　对结构不均匀的矿石适当增大体积。在详查勘探阶段，采样数量按矿体中主要矿石类型或品级每种不少于 [illegible]　个。每个样品要同时测定 [illegible]　和其他估算资源 [illegible]　量并影响体积质量（体重）的组分，以研究体积质量（体重）与品位的关系。

[illegible]　粉状硫铁矿矿石的小体积质量（体重）样可根据其分布情况采自各种探矿工程。采样体积一般不小于 [illegible]　若粉状硫铁矿发台时，在勘探阶段，要增加一至三个大体积质量（体重）样。采样体积不小于 [illegible]　同时配采小体积质量（体重）样和化学样，对大体积质量（体重）样的采样方法和代表性进行论证。

[illegible]　在采集粉状硫铁矿矿石体积质量（体重）样的同时要测定湿度，并记录采样的季节或气候条件。

[illegible]　在详查、勘探阶段，根据硫铁矿矿床和矿石特点，必须在地面进行硫铁矿矿石氧化速度的试验；在探探工程中进行矿区地温测定，掌握一定的矿石氧化速度和矿山地下温度数据，供矿山建设设计参考。

[illegible]　原始地质编录、资料综合整理和报告编制

[illegible]　原始地质编录必须在现场进行，各项原始资料必须及时、取准、取全，各项原始地质编录按 [illegible]　《固体矿产勘查原始地质编录规定》要求执行。

[illegible]　资料综合整理要运用新理论、新方法进行全面深入的分析研究，特别是规律性的研究，用以指导勘查工作，资料综合整理按 [illegible]　《固体矿产地质资料综合整理、综合研究规定》执行。

[illegible]　勘查报告的编制按 [illegible]　《固体矿产勘查 [illegible]　矿山闭坑地质报告编写规范》执行。

[illegible]　计算机及其他新技术的应用

[illegible]　推广计算机与信息技术的应用，提倡使用国内外先进的地质勘查应用软件和技术方法，提高地质勘查工作信息化水平。

鼓励使用野外数据采集系统、数据库与图形库系统、勘查数据分析系统、地质图件编辑系统、剖面测量系统进行地质勘查、工作管理、综合研究、综合整理、编图及报告编制工作。

地质勘查计算机系统和信息系统的应用及开发要严格执行相关的信息技术标准。

地质勘查工作中应积极采用先进的技术方法和工作手段，提倡应用遥感、航空物探测量、地球物理测井、地球化学测井技术进行测量、地质填图及地质矿产研究工作。

可行性评价

概略研究

是对矿床开发经济意义的概略评价，一般是在搜集分析硫铁矿资源国内、外市场供需状况的基础上，根据已取得的普查地质资料，类比已知矿床，结合矿区的自然经济条件、环境保护等，以我国类似矿山企业经验的技术经济指标或扩大指标，对矿床做出技术术经济评价，所估算的资源量只具内蕴经济意义。为矿床开发有无投资机会、是否进一步详查和制定长远建设规划提供决策依据。

预可行性研究

是对矿床开发经济意义的初步评价。一般需要比较系统地对国内、外硫铁矿资源储量、生产、消费进行调查和初步分析，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。根据控制的资源量、矿区地形地貌、外部建没条件和环境保护等，借鉴类似矿山企业的实践经验，初步研究并提出项目建设规模、产品方案、矿区总体建设轮廓和工艺技术原则方案，参考类似矿山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、主要设备以及生产成本，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。圈定并估算不同的硫铁矿资源储量类型，从总体上、客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评价。为是否进一步勘探、推荐项目和编制项目建议书提供依据。投资估算的误差一般为±30%。

可行性研究

是对矿床开发经济意义的详细评价，一般需要详细调查、统计和分析硫铁矿国内、外资源储量，生产和消费情况，对国内、外市场需求量、产品品种、质量要求、价格、竞争能力进行分析研究和预测。根据探明的预可采储量，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、产品方案、开采方式、开拓方案、选矿加工工艺流程、重要设备的选择、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总投资、生产经营成本、销售收入、利润和现金流量等，主要采用内部收益率、净现值和动态的投资回收期等经济评价指标进行可行性评价，圈定并估算不同的硫铁矿资源储量类型，对拟建项目是否应改建设和如何建设做出论证和评价，为投资决策、编制和下达没计任务书及确定建设项目计划提供依据。可行性研究是基本建设前期工作的重要内容，所采用的成本数据精度高，投资估算的误差一般为±10%。

愿 矿产资源 储量分类及类型条件

愿员 矿产资源 储量分类依据

可行性评价程度、经济意义和不同勘查阶段的地质可靠程度是硫铁矿资源 储量分类的依据。

愿员员 可行性评价程度

为了使硫铁矿勘查与矿山建设紧密衔接，避免硫铁矿勘查和开发的投资失误，提高硫铁矿勘查和开发的经济和社会效益，在普查、详查、勘探三个阶段，需相应进行概略研究、预可行性研究和可行性研究评价。

愿员圆 经济意义

经济的：其数量和质量是依据符合市场价格的生产指标计算的，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，其内部收益率在生产期内年平均大于或等于化工矿山行业基准收益率，净现值大于零。

边际经济的：在可行性研究或预可行性研究当时，其开采技术上可行但是不经济，且接近盈亏边界，只有在将来由于技术、经济、环境条件的改善或政府给予其他扶持条件下可变成经济的，其内部收益率在生产期内年平均大于零，小于化工矿山行业基准收益率，净现值等于零或接近于零。

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，或技术不可行，需大幅度提高矿产品价格，或技术进步和排除开采障碍、使成本降低后方能变为经济的，其内部收益率和净现值均小于零。

内蕴经济的：仅通过概略研究，做了相应的投资机会评价，未做可行性研究或预可行性研究。由于不确定因素多，无法区分是经济的、边际经济的还是次边际经济的，介于经济的与次边际经济的之间。

愿员猿 地质可靠程度

预测的：是指对预查区综合区域成矿研究成果、矿点、矿化和物探、化探、遥感等异常信息，经过预查得出的结果。有极少量或零星的探矿工程验证，或根据各类综合异常预测的矿体，并与已知地质特征相似的矿床类比，估算出预测的资源量。

推断的：是指对普查区按照普查的精度大致查明了矿区的地质特征、矿体形状、产状、厚度、展布特征和矿石晶位、质量；大致控制控矿和破坏矿体的较大构造、岩浆岩体的地质特征；大致了解矿石自然类型、工业类型、晶级和开采技术条件；也包括那些由地质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，矿产资源数量估算所依据的数据有限，可信度较低。

控制的：是指对矿区的一定范围依照详查的精度基本查明厂矿床的主要地质特征、矿体的形状、产状、厚度、规模、空间位置、矿石有用及有害组分及其赋存状态和开采技术条件；基本查明了主要矿体和影响破坏开拓工程较大的断层、褶曲和破碎带的性质、产状和规模，对夹石和破坏主矿体的主要岩浆岩的岩性、产状和分布范围已大致了解；基本确定矿石的自然类型、工业类型、品级及其比例和变化规律。在需要分采

而地质条件可能的情况下，大致圈出矿石晶级和主要自然类型或工业类型的分布范围。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。

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，详细控制了矿体的形状、产状厚度、规模、空间位置、矿石有用及有害组分及其赋存状态和开采技术条件；详细控制影响中段布置较大的断层、褶曲、破碎带的性质、产状、规模和空间位置，对夹石和破坏主要矿体的主要岩浆岩的岩性、产状和分布情况已基本了解；对矿石的自然类型、工业类型、晶级及其比例和变化规律已确定。在需要分采而地质条件可能的情况下，应基本圈出矿石的品级、工业类型和自然类型。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。

矿产资源储量分类

储量：经过详查或勘探，地质可靠程度达到控制的或探明的矿产资源，进行了预可行性研究或可行性研究后，经济意义表明当时开采是经济的，并扣除了设计和采矿损失量。储量是基础储量中的经济可采部分。根据地质可靠程度和可行性评价阶段不同，储量可分为可采储量（可研）、预可采储量（预可研）和预矿采储量（概略）。

基础储量：经过了详查或勘探，对地质可靠程度达到控制的或探明的矿产资源，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或边际经济的，未扣除设计和采矿损失量。根据经济意义的不同，基础储量分为经济基础储量和边际经济基础储量。根据地质可靠程度和可行性评价阶段不同，经济基础储量又分为探明的（可研）经济基础储量（可研）、探明的（预可研）经济基础储量（预可研）和控制的（预可研）经济基础储量（概略），与可采储量中三种类型呈对应关系。边际经济基础储量又分为探明的（可研）边际经济基础储量（可研）、探明的（预可研）边际经济基础储量（预可研）和控制的边际经济基础储量（概略）。

资源量：是指查明矿产资源的一部分和潜在矿产资源。根据经济意义不同，分为次边际经济资源量、内蕴经济资源量和经济意义未定的预测资源量。次边际经济资源量系指地质可靠程度达到控制的或探明的，经预可行性研究或可行性研究后，经济意义属于次边际经济的那一部分资源量，根据地质可靠程度和可行性评价阶段不同，又分为探明的（可研）次边际经济资源量（可研）、探明的（预可研）次边际经济资源量（预可研）和控制的（预可研）次边际经济资源量（概略）。内蕴经济资源量系指地质可靠程度达到推断到探明的，可行性评价只进行概略研究，经济上无法区分其经济的、边际经济的、次边际经济的资源量。根据地质可靠程度不同，又分为探明的内蕴经济资源量（概略）、控制的内蕴经济资源量（概略）和推断的内蕴经济资源量（概略）。预测的资源量[（概略）]系指经预查后预测的资源量，无法确定其经济意义，也是资源量的一种，属潜在矿产资源。

矿产资源储量类型条件

可采储量（可研）：探明的经可行性研究的经济基础储量的可采部分。是指对探明的矿产资源，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，并扣除了受这些因素影响而不能开采的矿产资源，证实当时开采是经济的。用扣除设计、采矿损失的可实际开采数量表述。估算的可采储量和可行性评

价结果，可信度高，可供矿山建设设计利用。

[illegible] 预可采储量　[illegible]：探明的经顶可行性研究的经济基础储量的可采部分。是指探明的矿产资源，进行了预可行性研究，表明当时开采是经济的。用扣除没计、采矿损失的可实际开采数量表述。估算的可采储量可信度高，可行性评价结果可信度一般。

[illegible] 预可采储量　[illegible]：控制的经预可行性研究的经济基础储量的可采部分。是指控制的矿产资源，进行了预可行性研究，表明当时开采是经济的。用扣除设计、采矿损失的可实际开采数量表述，估算的预可采储量可信度较高，可行性评价结果可信度一般。

[illegible] 探明的　可研）经济基础储量　[illegible]：其可行性研究程度和经济意义同 [illegible] 所述，差别是本类型中未扣除设计和采矿损失量。

[illegible] 探明的　预可研）经济基础储量　[illegible]：探明的经预可行性研究的经济基础储量。其可行性研究程度和经济意义同 [illegible] 所述，差别是本类型中未扣除设计和采矿损失量。

[illegible] 控制的经济基础储量　[illegible]：控制的经预可行性研究的经济基础储量，其可行性研究程度和经济意义同 [illegible] 所述，差别是本类型中未扣除设计和采矿损失量。

[illegible] 探明的　可研）边际经济基础储量　[illegible]：探明的经可行性研究的边际经济基础储量。是指探明的矿产资源，进行了可行性研究，表明按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为经济的。未扣除设计、采矿损火量。估算的基础储量和可行性评价结果的可信度高。

[illegible] 探明的　预可研）边际经济基础储量　[illegible]：探明的经预可行性研究的边际经济基础储量。是指探明的矿产资源，进行了预可行性研究，其经济意义同 [illegible] 所述，未扣除设计和采矿损失量。估算的基础储量可信度高，可行性评价结果叫信度一般。

[illegible] 控制的边际经济基础储量　[illegible]：控制的经预可行性研究的边际经济基础储量。是指控制的矿产资源，进行了预可行性研究，表明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为经济的。未扣除设计和采矿损失量。估算的基础储量可信度较高，可行性评价结果可信度一般。

[illegible] 探明的　可研）次边际经济资源量　[illegible]：探明的经可行性研究的次边际经济资源量。是指探明的矿产资源，进行了可行性研究，表明当时开采是不经济的或技术不可行，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。

[illegible] 探明的　预可研）次边际经济资源量　[illegible]：探明的经预可行性研究的次边际经济资源量。是指探明的矿产资源进行了预可行性研究，其经济意义同 [illegible] 所述。估算的资源量可信度高，可行性评价结果可信度一般。

[illegible] 控制的　预可研）次边际经济资源量　[illegible]：控制的经预可行性研究的次边际经济资源量，是指控制的矿产资源，进行丁预可行性研究，表明当时开采是不经济的或技术不可行，需大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后才能变为经济的。估算的资源量可信度较高，可行性评价结果可信度一般。

[illegible] 探明的内蕴经济资源量　[illegible]：是指探明的矿产资源，未进行可行性研究或预

可行性研究，只依据我国同类矿山多年生产经验所确定的各项指标，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。估算的资源量可信度高，可行性评价可信度低。

[illegible]源 控制的内蕴经济资源量　[illegible]：是指控制的矿产资源，未进行可行性研究或预可行性研究，只依据我国同类矿山多年生产经验所确定的各项指标，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。估算的资源量可估度较高，可行性评价可信度低。

[illegible]缘 推断的内蕴经济资源量　[illegible]：是指推断的矿产资源，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低，可行性评价可信度低。

[illegible]元 预测的资源量　[illegible]：是对区域地质研究成果、矿点、矿化点和物探、化探、遥感异常，经初步野外观测，极少量工程验证，与已知矿床类比而估计预测的资源量，有无经济意义尚不确定，属潜在矿产资源。

怨 矿产资源 [illegible]量估算

怨[illegible] 矿产资源 [illegible]量估算的工业指标

怨[illegible] 矿产资源 [illegible]量估算工业指标是评价矿床工业价值和圈定矿体估算矿产资源 [illegible]量的依据。预查、普查阶段可采用一般工业指标圈定矿休，参见附录 耘 详查、勘探报告工业指标，一般应在勘查工作基本结束前，通过多方案试圈及经技术经济比较确定或结合预可行性研究和可行性研究，根据矿床特征、开采技术条件和选矿加工试验资料，按当时的市场价格进行可行性评价。推荐矿体形态完整，资源回收率高，经济效益好的指标方案。多金属型硫铁矿床要制定综合工业指标。

怨[illegible] 矿床工业指标内容包括边界品位、最低工业品位、最低可采厚度、夹石剔除厚度、有害组分最大允许含量、矿石品级划分等。

怨[illegible] 在勘探阶段，对粉状硫铁矿和高品位矿石，凡能单独分采者，应制定分级开采指标。必要时可规定有害组分最大允许含量。凡能在采、选、加工过程中富集回收利用的伴生组分和矿床内需要开采的异体共生矿产，也应制定相应的指标。

怨[illegible] 矿产资源 [illegible]量估算一般原则

怨[illegible][illegible] 矿体的圈定必须根据矿体赋存规律，严格按工业指标和可行性研究结果合理进行圈定。

怨[illegible][illegible] 参与矿产资源 [illegible]量估算的工程质量和其他基础资料，应符合有关规范和规程、规定的要求。

怨[illegible][illegible] 根据矿床的产状、形态及勘查工程布置形式合理选用矿产资源 [illegible]量估算方法，一般采用几何图形法、地质统计学法、[illegible]法等储量估算方法，们使用的计算机软件须经有关管理部门认定。对估算方法和结果的正确性，应采用其他方法进行检验。

怨[illegible][illegible] 根据矿产资源 [illegible]量分类和分类条件，分矿体块段、矿产资源 [illegible]量类型、能分采的矿石类型或品级分别估算矿石量和矿石品位。当开采方式不同时应分别估算露采、坑采地段的矿产资源 [illegible]量和矿石品位，同时估算露天采场的剥离量。

怨[illegible][illegible] 对工业指标中规定的具有工业利用价值的共生矿产和伴生有益组分，应分别估

算矿产资源（储）量和矿石品位。

（四）探明的矿产资源（储）量块段划分，原则上应以工程间距圈定的范围为限，可采储量部分应以可行性研究圈定的范围为限，应尽量集中在首采地段，不同类型矿产资源（储）量块段不应频繁交叉重叠。

（五）估算的矿产资源（储）量应圈出并扣除采空区的矿产资源（储）量。对地面压矿的永久性建筑物、铁路、主干公路、水库、湖泊、河流等下面的禁采区，均应单独估算资源量。

（六）矿石量以千吨为单位，并表示矿石品位。

（七）对矿产资源（储）量估算参数的要求

（八）参与矿产资源（储）量估算的各项参数，普查、详查、勘探阶段必须实测，数据要准确可靠，具有代表性。

（九）矿体品位因粉状硫铁矿发育而沿倾向有规律变化时，应采用地表、地下分组平均求得块段平均品位。

（十）因粉状硫铁矿发育而使地表矿体品位显著增高，厚度显著增大的个别工程，不应直接参与矿产资源（储）量估算，应以最近地区法估算该块段之资源（储）量。对形成一定规模者，应与原生带分别估算。

（十一）矿产资源（储）量分类结果

根据矿产勘查的地质可靠程度和经可行性评价得出的不同经济意义，将矿产资源（储）量估算结果按固体矿产资源（储）量分类标准（附录一）进行分类，详细说明分类的依据，并制表分列各种矿产资源（储）量类型的矿石量和品位，标明其编码，并按编码列表汇总全矿区（床）和各矿体的矿产资源（储）量，必要时可按水平或块段汇总。

附录 粤
规范性附录）
固体矿产资源 辕储量分类

表 粤员　固体矿产资源 辕储量分类表

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　员猿源			
	基础储量　员猿遭			
	预可采储量　员圆源	预可采储量　员圆圆		
	基础储量　员圆遭	基础储量　员圆遭		
边际经济的	基础储量　圆猿源			
	基础储量　圆猿源	基础储量　圆猿圆		
次边际经济的	资源量　圆猿源			
	资源量　圆猿源	资源量　圆猿圆		
内蕴经济的	资源量　猿源	资源量　猿圆	资源量　猿猿	资源量　猿源？

注：表中所用编码　员猿源，第 员位数表示经济意义，即 员：经济的，圆：边际经济的，圆：次边际经济的，猿：内蕴经济的，？：经济意义未定的；第 圆位数表示可行性评价阶段，即 员：可行性研究，圆：预可行性研究，猿：概略研究；第 猿位数表示地质可靠程度，即 员：探明的，圆：控制的，猿：推断的，源：预测的。遭：未扣除设计、采矿损失的可采储量。

附　录　月
规范性附录）
重晶石、举重石、萤石、硼镁石矿石质量标准

月员　重晶石矿石质量标准

月员员　钻井液用重晶石粉质量标准按 员月猿员员－圆园员源《钻井液用重晶石粉》的规定，见表 月员

表 月援员　硫铁矿技术指标

含量　(单位:%) 豫	指标				
	优等品		等品	合格品	
	优 原Ⅰ	优 原Ⅱ		合 原Ⅰ	合 原Ⅱ
有效硫　杂	≥猿愿	≥猿缘	≥圆愿	≥圆缘	≥圆园
砷　粤泽	≤园援园缘		≤园援员园	≤园援员缘	
氟　贼	≤园援园缘		≤园援员园		
铅锌　在遭可杂社	≤员援园				
碳　悦	≤圆援园		≤猿援园	≤缘援园	

注 员: 各组分含量均以干基计。

注 圆: 合 原Ⅱ仅适用于煤系沉积硫铁矿。

注 猿: 多金属硫铁矿砷的技术指标按合同执行。

注 源: 水分是计量依据，技术指标由供需双方议定。

注 缘: 粒度应小于或等于 圆毫米。

表 月援圆　硫精矿技术指标

含量　(单位:%) 豫	指标			
	优等品		等品	合格品
	优 原Ⅰ	优 原Ⅱ		合 原Ⅰ　合 原Ⅱ
有效硫　杂	≥源愿	≥源缘	≥猿愿	≥圆愿
砷　粤泽	≤园援园缘		≤园援园苑	≤园援员园
氟　贼	≤园援园缘		≤园援园苑	≤园援员园
铅锌　在遭可杂社	≤园援缘		≤员援园	
碳　悦	≤员援园		≤圆援园	

注 员: 各组分含量均以干基计。

注 圆: 多金属硫精矿砷的技术指标按合同执行。

注 猿: 水分是计量依据，技术指标由供需双方议定。

附　录　悦
资料性附录）
勘查类型划分依据

悦援员　硫铁矿和多金属型矿床

悦援员援员　矿体规模

悦援员援员援员　大型：矿体长≥员缘园皂，宽≥猿园皂。

悦援员援员圆　中型：矿体长 缘园皂~员缘园皂，宽 圆园皂~猿园皂。

悦援员援员猿　小型：矿体长 约缘园皂，宽 约圆园皂。

悦援员援圆　矿体形状的复杂程度

悦援员援圆援员　简单：层状、似层状、规则的透镜状，分支现象少，内部夹石无或少。

悦援员援圆援圆　较简单：透镜状、脉状、扁豆状，有一定的分支现象，内部有一定量的夹石。

悦援员援圆援猿　复杂：囊状、不规则透镜状、脉状、扁豆状，凹凸不平，常有分支，内部夹石多。

悦援员援猿　矿体厚度的稳定程度

悦援员援猿援员　稳定：厚度变化小，变化规律性显著，变化系数 约源园豫。

悦援员援猿援圆　较稳定：厚度变化较大，变化规律性不显著，变化系数 源园豫~员园园豫。

悦援员援猿援猿　不稳定：厚度变化大，变化系数 跃员园园豫。

悦援员援源　矿床构造复杂程度

悦援员援源援员　简单：倾斜平缓　倾角 员缘毅（以内）的单斜，且倾斜稳定，断层稀少。

悦援员援源援圆　中等：具简单褶皱并出现少量断层；倾斜陡　倾角在 员缘毅（以上）的单斜构造，或急倾斜矿床。

悦援员援源援猿　复杂：地层褶皱频繁，断层较多；倒转褶曲的一翼或倾向不定的脉状矿床。

悦援圆　煤系沉积型矿床

悦援圆援员　矿体规模

悦援圆援员援员　大型：矿体长≥猿园园皂，面积≥猿园园公顷

悦援圆援员援圆　中型：矿体长 员园园皂~猿园园皂，面积 员园园~猿园园公顷

悦援圆援员援猿　小型：矿体长 约员园园皂，面积 约员园园公顷

悦援圆援圆　工业矿体连续程度

悦援圆援圆援员　好：无或偶有不可采地段，工业矿体占有率≥怨园豫。

悦援圆援圆援圆　较好：局部出现不可采地段，工业矿体占有率 苑园豫~怨园豫。

悦援圆援圆援猿　差：常出现不可采地段，工业矿体占有率 约苑园豫。

悦援圆援猿　矿体形状的复杂程度

悦援圆援猿援员　简单：层状、似层状，外形很规则，内部夹石少或无。

悦援圆援猿援圆　较简单：似层状、规则的透镜状，外形较规则，内部夹石少。

悦援圆援猿援猿　复杂：透镜状、扁豆状与脉状，外形不规则，有分支现象，内部夹石多。

悦援圆援源　矿体厚度的稳定程度

悦援圆援源援员　稳定：厚度变化小，有规律性变化，相邻工程厚度差 约员倍，变化系数 约源园豫。

□□□□□□□□□□ 较稳定：厚度有一定变化，变化规律性较显著，相邻工程厚度差 □～□倍，变化系数 □～□。

□□□□□□□□□□ 不稳定：厚度变化大，变化规律性不显著，相邻工程厚度差 □以□倍，变化系数 □以□。

□□□□□ 矿床构造复杂程度

□□□□□□□□□□ 简单：产状变化小，呈缓倾斜的单斜或宽缓的向、背斜，少有波状起伏，断层稀少，对矿层影响小。

□□□□□□□□□□ 中等：产状有一定变化，呈陡倾斜—缓倾斜的向斜、背斜或单斜，偶有波状起伏或有少数断层破坏矿体。

□□□□□□□□□□ 复杂：产状变化大，次级褶皱发育，形成紧密的复式褶皱或矿体受几组断层分割破坏，形成若干断块。

附　录　□□

□□□□□□）

勘查类型基本控制工程间距

□□□□□□□□ 勘查类型基本控制工程间距参考表

勘查类型	控制的工程间距 □				实例
	硫铁矿型和多金属型矿床		煤系沉积型矿床		
	沿倾向	沿走向	沿走向	沿倾向	
第Ⅰ勘查类型	□□□～□□□	□□□	□□□～□□□	□□□	广东大降坪硫铁矿Ⅳ号矿体；四川川南硫铁矿周家矿段、四川川南硫铁矿大树矿区西北段
第Ⅱ勘查类型	□□□～□□□	□□□～□□□	□□□～□□□	□□□	内蒙古炭窑口硫铁矿矿床；辽宁张家沟磁黄铁矿矿床；安徽向山硫铁矿矿床；四川川南硫铁矿渡船坡矿段；山西刘家山矿区　□□矿层）
第Ⅲ勘查类型	□□□～□□□	□□□	□□□	□□□	广东井冲角硫铁矿　□号矿体、西矿湖硫铁矿矿床；山西阳泉硫铁矿荫营矿段；河南冯封硫铁矿矿床

□□：对小型矿床和第Ⅲ类型偏复杂的矿床，在勘探阶段可探求控制的和推断的矿产资源。

□□：老矿山延深勘探可只探求控制的和推断的矿产资源。

附　录　耘
资料性附录）
硫铁矿一般工业指标

耘园员　硫铁矿一般工业指标是供预查、普查阶段圈定矿体、估算资源量的参数依据　表耘园员。

耘园圆　在硫铁矿短缺又急需地区，可根据矿床的开采方式，选矿难易程度、共伴生矿产或组分的综合利用情况等因素，在宏观经济效益允许的条件下，其最低工业品位及可采厚度可适当降低。

耘园猿　有害组分超过最大允许含量的矿石，应单独圈出其范围，供工业部门采取措施处理利用。

耘园源　当硫铁矿矿石中伴生有硫酸盐类矿物　明矾石、石膏、重晶石等）时，则矿石品位应剔除这部分的含硫量。耘园缘其他金属和非金属矿床中的伴生硫，应注意综合评价和综合利用　伴生硫的含量一般达到多少才能综合利用，根据具体矿床研究确定）。

表 耘园员　硫铁矿一般工业指标参考表

项目		指标
硫　杂 边界品位　僧 杂,豫]		愿
硫　杂 最低工业品位　僧 杂,豫]		员源
最低可采厚度 辕		园酝苑-园酝园
夹石剔除厚度 辕		员-圆
有害组分最大允许含量	砷　粤泽　僧 粤泽,豫]	园酝员（酸洗流程）或园酝园（水洗流程）
	氟　台　僧 台,豫]	园酝缘（酸洗流程）或园酝员（水洗流程）
	铅锌　矿遭可矿杜　僧 矿遭可矿杜,豫]	员
	碳　悦　僧碳 悦,豫]	缘-愿
硫铁矿矿石品级划分	Ⅰ级品　杂　僧碳 杂,豫]	≥猿缘
	Ⅱ级品　杂　僧　杂,豫]	圆缘-猿缘
	Ⅲ级品　杂　僧　杂,豫]	员源-圆缘

附　录　云
资料性附录）
硫铁矿矿石中伴生矿产的综合利用

表 云圆员　硫铁矿伴生有益组分综合评价指标参考表

名称　代号）	综合评价指标	名称　代号）	综合评价指标	名称　代号）	综合评价指标
铜　悠怎	园圆员豫～园圆源豫	铅　载遭	园圆圆豫～园圆员豫	锌　在杜	园圆员豫～园圆圆豫
金　粤怎	园圆圆员克辕吨 园圆员克辕吨	银　粤泽	缘克辕吨 园圆克辕吨	钴　悠燥	园圆员豫～园圆源豫
硒　载燥	≥园圆源员豫	碲　特燥	≥园圆源源豫	镉　悠凿	≥园圆员豫

注员：本指标是对硫铁矿矿石加工利用时可以随硫精矿富集或能选出独立精矿的，或能富集于其副产品中的矿种（元素）而言。

注圆：对悠怎、载遭、在杜等可通过选矿富集回收者，宜采用指标的下限。

注猿：矿石中其他组分达到一定含量，并能回收利用的，亦应进行综合评价。

附　录　郧
资料性附录）
硫铁矿矿石工业类型

表 郧圆员　硫铁矿矿石工业类型分类简表

工业类型		矿物成分	实例
Ⅰ圆黄铁矿矿石	员圆硅酸盐黄铁矿矿石	黄铁矿、石英、长石、粘土矿物等	安徽向山硫铁矿、浙江龙游硫铁矿
	圆圆碳酸盐黄铁矿矿石	黄铁矿、白云石、方解石、炭质等	山西阳泉、雁门坝硫铁矿
Ⅱ圆磁黄铁矿矿石		磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿等	福建大田硫铁矿、辽宁张家沟硫铁矿
Ⅲ圆多金属黄铁矿矿石		黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿等	内蒙古炭窑口硫铁矿、江苏潭山硫铁矿

附　录　匀
资料性附录）
硫铁矿矿床工业类型

匀员　硫铁矿矿床工业类型分类简表

大类	工业类型
Ⅰ圆硫铁矿型	员圆阿积变质硫铁矿矿床
	圆圆队山岩硫铁矿矿床
	猿圆阿积、沉积改造硫铁矿床
	源圆陈卡岩硫铁矿矿床
	缘圆热液充填交代硫铁矿矿床
Ⅱ圆煤系沉积型	远圆煤系沉积硫铁矿矿床
Ⅲ圆多金属型	苑圆队山沉积多金属硫铁矿矿床 愿圆阿积变质多金属硫铁矿矿床 怨圆陈卡岩多金属硫铁矿矿床

重晶石、毒重石、萤石、硼矿地质勘查规范

目　　次

前言
员　范围
圆　规范性引用文件
猿　勘查的目的任务
猿.员　预查
猿.圆　普查
猿.猿　详查
猿.源　勘探
源　勘查研究程度
源.员　预查阶段
源.圆　普查阶段
源.猿　详查阶段
源.源　勘探阶段
缘　勘查控制程度
缘.员　勘查类型
缘.圆　勘查工程间距
缘.猿　勘查控制程度要求
远　勘查工作及质量要求
远.员　地形测量和工程测量
远.圆　地质填图
远.猿　物探、化探工作
远.源　探矿工程
远.缘　水文地质、工程地质、环境地质工作
远.苑　化学样品的采集、加工及化验分析
远.愿　矿石选矿试验样品的采集与试验
远.怨　岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

迈 原始地质编录、资料综合整理和报告编写
迈 计算机及其他新技术的应用
苑 可行性评价
苑 概略研究
苑 预可行性研究
苑 可行性研究
愿 矿产资源 储量分类及类型条件
愿 矿产资源 储量分类依据
愿 矿产资源 储量分类
愿 矿产资源 储量类型条件　见附录 粤
怨 矿产资源 储量估算
怨 矿产资源 储量估算的工业指标
怨 矿产资源 储量估算的一般原则
怨 矿产资源 储量估算参数的要求
附录 粤　规范性附录）固体矿产资源 储量分类
附录 月　规范性附录）重晶石、毒重石、萤石、硼镁石矿石质量标准
月 重晶石矿石质量标准
月 化工用毒重石质量标准
月 萤石矿质量标准
月 硼镁石矿石质量标准
附录 悦　资料性附录）重晶石、毒重石、萤石、硼矿勘查类型划分依据
悦 矿体的延展规模
悦 矿体形态复杂程度
悦 构造、岩脉发育程度
悦 有用组分的均匀程度
附录 阅　资料性附录）重晶石、毒重石、萤石、硼矿勘查类型基本控制工程间距参考
附录 耘　资料性附录）重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿床规模划分
附录 云　资料性附录）重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿床一般工业指标
云 重晶石、毒重石矿床一般工业指标
云 萤石矿床一般工业指标
云 硼矿床一般工业指标
附录 郧　资料性附录）重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿石类型
郧 重晶石、毒重石矿石类型
郧 萤石矿石类型
郧 硼矿矿石类型
附录 匀　资料性附录）重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿床类型
匀 重晶石、毒重石矿床类型
匀 萤石矿床类型

勻圆 硼矿床类型
附录 陨　资料性附录）萤石块矿手选试验要求
陨圆 样品采集
陨圆 加工分选
陨圆 试验成果
附录 允　资料性附录）中子活化测井原位测定氟化钙含量方法简介
允圆 基本原理
允圆 技术指标
允圆 特点及效果

前　言

本标准是根据 则月韧韧刃辰寅-员怨怨怨（固体矿产资源/储量分类》和 则月韧韧刃辰寅-圆园园园 固体矿产地质勘查规范总则》的规定，对原国家技术监督局 员怨怨圆年发布的 则月韧韧刃辰寅-怨圆 重晶石、毒重石矿地质勘探规范》和原全国矿产储量委员会 员怨愿员年、员怨愿苑年制定的 萤石矿地质勘探规范》、 硼矿地质勘探规范》进行修订、编制而成，并合并为 重晶石、毒重石、萤石、硼矿地质勘查规范》。

本标准自实施之日起，同时代替 萤石矿地质勘探规范》、 硼矿地质勘探规范》（不含盐湖硼矿，下同）。

本标准附录 粤 附录悦为规范性附录。

本标准附录 阅 附录 耘 附录 云 附录 郧 附录 勻 附录 陨 附录 允为资料性附录。

本标准由中华人民共和国国土资源部提出。

本标准由全国地质矿产标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：明达化工地质有限责任公司、化学矿产地质研究院。

本标准起草人：王炳铨、杨清堂、王文武、周建民、王吉平。

本标准由中华人民共和国国土资源部负责解释。

员 范围

本标准规定了重晶石、毒重石、萤石、硼矿地质勘查工作的目的任务；勘查工作研究程度；勘查工作控制程度；勘查工作及质量要求；可行性评价；矿产资源/储量分类和类型条件及矿产资源/储量估算等要求。

本标准适用于重晶石、毒重石、萤石、硼矿的地质勘查、资源/储量估算，也适用于验收、评审认定重晶石、毒重石、萤石、硼矿地质勘查设计、报告和矿业权转让、矿产勘查开发筹资、融资、股票上市等活动中评价矿产资源/储量的依据。

圆 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。

则月韧韧刃辰寅-圆园园园 固体矿产地质勘查规范总则

则[illegible]固体矿产资源 储量分类

猿 勘查的目的任务

猿援员 预查

在区域地质、地球物理、地球化学调查或区域矿产成矿预测的基础上，对预查区及已发现的矿点、矿化点及物探、化探异常区进行综合地质研究、初步野外观测、极少量的工程验证并和已知相同地质背景的同类矿床类比，大致了解预查区内矿产资源远景，提出可供普查的矿点或矿化潜力较大的地区，为普查工作提供依据。

猿援圆 普　查

对预查区已发现的矿点和矿化潜力较大地区，采用地质填图、露头检查、数量有限的取样工程等有效技术方法，大致查明普查区的地质特征，对已知矿点、矿化区的含矿性做出初步评价并进行可行性评价的概略研究，提出是否有进一步工作的价值或圈定出详查工作区范围，为详查工作提供依据。

猿援猿 详查

对经普查圈出的详查区，通过大比例尺地质填图、各种勘查方法和综合地质研究，比普查阶段密的系统取样，基本查明矿床地质特征并进行预可行性研究，做出是否具有工业价值的评价或圈出勘探区范围，为进行勘探工作和小型矿山建设设计提供依据，为矿山开发的总体规划和项目建议书提供资料。

猿援源 勘探

对经详查圈定的勘探区，通过多种地质勘查手段和有效方法，加密各种采样工程，详细查明矿床地质特征并进行可行性研究，为矿山设计确定生产规模、产品方案、开采方式、开拓方案、矿山选矿加工工艺、矿山总体布置提供依据。

源 勘查研究程度

源援员 预查阶段

源援员援员 全面搜集预查区的区域地质、物探、化探、矿化点、矿点及采矿资料，研究预查区所处的区域地质背景及与成矿有关的区域地质构造特征。

源援员援圆 大致了解预查区地层、构造、岩浆岩及变质作用与成矿的关系。

源援员援猿 大致了解已发现矿体　层，下同）、矿点、矿化点的产出特征和分布范围。有足够依据时估算预测的资源量。

源援员援源 大致了解矿石品位、矿物成分、化学成分、结构、构造和自然类型。

源援员援缘 对矿石选冶加工性能进行类比研究，大致做出是否可选的预测。

源援员援远 对经预查证实有希望的矿产地，应搜集了解矿区水文地质、工程地质、环境地质条件。

源援员援苑 对共生、伴生矿产进行类比研究，为进一步工作提供参考。

源援圆 普查阶段

源援圆援员 在预查的基础上，大致查明区域地质成矿条件、成矿规律、成矿远景和其他矿产的分布情况。

源援圆援圆 大致查明普查区内地层、主要构造、岩浆岩的产出和分布特征及其与成矿的关系。

大致查明并研究与成矿有关的变质作用、混合岩化作用对矿床形成与改造的影响。

大致查明矿体的数量、形态、规模、产状及分布规律。

大致查明矿石的矿物成分、结构、构造、有用组分及主要有害组分的含量。

对易选、可选矿石进行类比研究评价，难选矿石和新的矿石类型应作可选性试验。

对水文地质条件复杂和地下水较丰富的矿区应大致了解水文地质、工程地质、环境地质条件，大致评价矿区开采技术条件。

利用勘查主要矿产的工程，大致了解共生、伴生矿产的种类、含量及其综合利用的可能性。

详查阶段

地质研究程度

区域地质研究

进一步研究区域地质成矿条件和其他矿产的分布情况，初步评价区域成矿远景和其他矿产的工业意义。

矿区地质研究

基本查明矿区地层层序、含矿层位、时代。对沉积和层控矿床要研究含矿层的岩性组合特征、岩石地球化学性质、岩相、沉积环境与成矿的关系。

基本查明和控制矿区主要褶皱与断裂构造的数量、性质、规模、产状、空间分布和相互关系，研究其对矿体的控制和破坏作用。对萤石、重晶石脉状矿床要着重研究断层、节理、破碎带控矿、控岩的规律性，研究矿脉富集与贫化，膨大或收缩的构造及围岩条件。

基本查明变质岩类型、岩性、相带。研究变质作用、混合岩化作用对矿体形成的控制和影响。

基本查明岩浆岩类型、岩性，火山机构，岩体的形态、产状、规模、时代，研究它们对矿体的控制和影响。

基本查明围岩蚀变的种类、规模、强度、分带和矿物共生组合特征，研究蚀变作用与成矿的关系。

对残坡积矿床要基本查明第四纪残坡积层的分布、厚度及物质组成，研究原生矿、地貌与残坡积矿体的关系。

对与铁、钨、锡、铍等多金属和铅、锌等硫化物矿床中有工业意义的共、伴生萤石矿，应研究矿物组合特征、萤石的粒度、含量、分布、富集规律和控矿因素。

矿体地质研究

基本查明和控制矿体的数量、形态、产状、厚度、规模、连接对比条件、分布范围和赋存规律。

对主要矿体要初步研究并大致圈定主要夹石和破坏矿体的较大岩脉的厚度及分布范围。

基本查明风化带的特征及分布范围。

矿石质量研究

基本查明矿石矿物、脉石矿物的种类、含量、结构、构造、粒度，划分矿石自然类型、工业类型和品级，研究其分布规律。

按矿石的工业用途，基本查明矿石的物理性质、主要有用组分、有益有害组分的含量，并研究其赋存状态、分布及变化规律。

研究矿体（层）中夹石、岩脉和近矿围岩及顶底板的矿物成分、主要有用组分及其含量和变化规律。

矿石选矿加工性能研究

一般进行可选性试验。易选矿石可与附近同类矿石进行类比评价，对难选矿石和新的矿石类型，应进行实验室流程试验。对组分特别复杂的新类型矿石应进行实验室扩大试验。对萤石块矿可进行手选试验。

对可直接开发利用的矿石，其选矿加工试验应达到可为矿山建设设计提供依据的程度。

矿区开采技术条件研究

水文地质：在研究区域水文地质条件的基础上，基本查明矿区含（隔）水层、构造破碎带及岩溶带的水文地质特征、发育程度和分布规律，地表水体分布范围及其主要水文地质特征，地下水的补给、排泄条件，地表水和各含水层的水力联系。调查老窿和采空区的分布和积水情况及其对开采的影响。初步预测矿坑涌水量，评价其对矿床开发的影响程度。调查研究可供利用水源的水量、水质和利用条件，提出供水方向。

工程地质：初步划分矿区工程地质岩组，测定主要岩石、矿石力学性质。基本查明构造破碎带和岩溶的发育程度、分布规律和岩体风化、蚀变程度以及软岩和软弱夹层的分布规律。研究在开采影响范围内岩石、矿体的稳定性和露天开采时边坡的稳定性。

环境地质：基本查明岩石、矿石和地下水中对人体有害的元素、有害气体、放射性的情况。调查了解矿区及邻区的地震、泥石流、滑坡等自然地质灾害分布情况，指出矿山生产时可能发生的环境地质问题。

初步确定矿床开采技术条件类型。

综合评价

对具有工业利用价值的共、伴生矿产，利用主要矿产的勘查工程，基本查明其种类、含量、赋存状态和分布规律，研究其选矿加工性能，对其综合利用的前景做出评价。

勘探阶段

地质研究程度

矿区地质研究

详细查明地层层序、含矿层位、时代、含矿层特征、标志层。对沉积和层控矿床要详细研究含矿层的岩性组合特征、岩石地球化学性质、岩相、沉积环境与成矿的关系。

详细查明主要褶皱与断裂构造的数量、性质、规模、产状、空间分布和相

互关系，详细研究其对矿体的控制和破坏作用。对萤石、重晶石脉状矿床要详细研究断层、节理、破碎带控矿、控岩的规律性，详细研究它们的形态、产状变化特点、力学性质、发育序次、复合关系、分布范围及其对矿脉的控制和破坏影响程度。详细研究矿脉富集与贫化、膨大或收缩的构造及围岩条件。

[illegible] 详细研究与成矿有关的火山岩、岩浆岩的类型、岩性、岩相、岩石地球化学特征，火山机构，岩体的形态、产状、规模、分布、侵入时代及其与成矿的关系。

[illegible] 详细研究与成矿有关的变质作用、混合岩化作用性质和强度、变质岩的岩石组合和变质相及其对矿床形成改造的影响。研究成矿热液交代作用过程中硼镁铁矿分解成硼镁石、磁铁矿的变化及程度。

[illegible] 详细研究近矿围岩蚀变种类、特征、分布范围、变化规律及其与成矿的关系。

[illegible] 对残坡积矿床应查明第四纪残坡积层的分布、厚度及物质组成，研究其与原生矿的关系。

[illegible] 对与铁、钨、锡、铍等多金属和铅、锌等硫化物矿床中有工业意义的共、伴生萤石，应详细研究矿物组合特征、萤石的粒度、含量、分布、富集规律和控矿因素。

[illegible] 矿体地质研究

[illegible] 详细查明和控制矿体的数量、形态、产状、厚度、规模、空间分布及矿体与围岩的接触关系。详细研究矿体中夹石、岩脉、无矿带的特征及其分布规律。

[illegible] 详细研究并圈定主矿体中主要夹石和较大岩脉的厚度及分布范围，矿体内无矿地段和不可采地段的范围，构造或岩浆岩对矿体的破坏程度。

[illegible] 详细研究矿体连接对比标志，总结矿体尖灭再现、平行侧现、分枝复合、侧伏等规律，正确地连接矿体，研究矿体的连续性。

[illegible] 研究风化带特征及分布范围，阐明风化带内主要矿体的矿石特征、分带标志、变化规律及风化对矿石质量、矿床开采的影响。

[illegible] 矿石质量研究

[illegible] 详细查明矿石矿物和脉石矿物的种类、组分、含量、结构、构造、粒度。研究其生成顺序、嵌布形式、共生关系、次生变化和分布规律。

[illegible] 按矿石的工业用途，研究矿石的物理、化学性质，详细查明主要有用组分、有益有害组分的含量、赋存状态和分布规律。

[illegible] 详细研究划分矿石自然类型　参见附录 [illegible]、工业类型、品级、比例及其分布。矿石质量标准见附录 [illegible]

[illegible] 详细研究夹石　层)、近矿围岩的矿物组分、化学成分、有益有害组分的含量及其分布规律。

[illegible] 矿石选矿加工性能研究

[illegible] 一般矿石进行实验室流程试验，易选矿石和已有生产实践经验可供类比的矿石，可进行类比或只进行可选性试验。难选矿石和新类型矿石应进行实验室扩大连续试验。必要时可进行半工业试验。对萤石块矿可进行手选试验。

对与铁、钨、锡、铍等多金属及铅、锌等硫化物矿床中共、伴生的萤石矿床要进行综合回收试验研究。

矿床开采技术条件研究

水文地质：研究区域水文地质条件，圈定汇水区域边界，详细查明矿区地表水、地下水的补给、径流、排泄条件。详细查明矿区含（隔）水层的岩性、厚度、产状与分布，含水层的富水性、矿床顶底板隔水层的稳定性、隔水性。详细查明主要含水层的富水性、水位、水质、水温等动态变化，各含水层之间的水力联系及其与矿层的关系。详细查明主要构造带、风化破碎带、岩溶发育带的分布和富水性，及与其他含水层、地表水的关系。调查老窿的分布范围、充填情况、积水情况及对矿床开采的影响。

确定矿床主要充水因素、充水方式和途径，计算矿床一期开拓水平的正常涌水量和最大涌水量，必要时估算最低开拓水平的正常涌水量和最大涌水量，指出矿山的供、排水方向。对可供矿山利用的地下水、地表水的水质、水量进行评价，指出供水水源方向。

工程地质：详细研究矿体和围岩工程地质条件，测定矿石、围岩的物理力学性质。详细查明对矿床开采不利的工程地质岩组的性质，产状与分布，各种结构面（构造结构面、软弱层等）的发育程度和组合特征。评价矿体和顶底板围岩的稳定性和露天开采时边坡的稳定性，预测可能发生的工程地质问题，研究和提出防治措施。

环境地质：调查测定矿体、岩体中对人体有害元素、有害气体如铀、硫化氢等的含量，调查测定地表、地下水中放射性及有毒、有害组分的含量，对影响人民健康的环境质量进行评价。搜集和研究地震活动及新构造活动的资料，对区域和矿区的稳定性进行评价。调查评价矿区崩坍、滑坡、泥石流等地质灾害的分布情况及对矿床开采的影响，预测因开采和疏干地下水及其他因素可能引起的地面塌陷、地裂、滑坡和山崩等，提出防治措施或建议。对矿山场地建设的合理布局，恢复自然景观及复耕还田的可能性及防止环境污染，保持生态平衡提出建议。

确定矿区开采技术条件类型，对矿区开采技术条件的复杂性做出评价。

综合评价

对勘探区范围内具有工业价值的共生、伴生矿产，应在勘探主要矿产的同时进行综合勘查和综合评价。对伴生有用组分在勘探主要矿产的同时，应研究其赋存状态、含量、分布规律，并根据其地质条件、需求程度、价值大小、选矿加工性能分析其开发利用的可能性。

对具有综合开采价值的共生矿产，尤其是位于首采地段和露采境界内的国家急需矿种，应根据该矿种（类）地质勘查规范要求进行勘探。

勘查控制程度

勘查类型

勘查类型划分原则

勘查类型主要根据主要矿体的延展规模、矿体形态复杂程度、构造、岩脉的发育程度和有用组分的均匀程度划分，也可与相邻地区的同类矿床进行类比初步确定，随研究程度的提高作适当调整。勘查类型划分依据参见附录 悦

绿色预览图　当矿体不同地段的主要特征差异显著时，可分段确定勘查类型。

绿色预览图　勘查类型的划分

第Ⅰ类型（简单型）：矿体延展规模为大型，矿体形态复杂程度简单，构造岩脉发育程度简单，有用组分均匀或较均匀。

第Ⅱ类型（中等型）：矿体延展规模为中到大型，矿体形态复杂程度中等，构造、岩脉发育程度简单或中等，有用组分分布较均匀。

第Ⅲ类型（复杂型）：矿体延展规模为小到中型，形态复杂程度中等到复杂，构造、岩脉发育程度复杂或中等，有用组分分布较均匀或不均匀。

绿色　勘查工程间距

根据我国重晶石、毒重石、萤石、硼矿地质勘查和矿山生产的实践经验，提出各勘查类型基本控制工程间距，供类比使用参考。（参见附录A），勘查工程网度应尽可能为后续勘查工作衔接利用。

绿色预览　勘查控制程度要求

绿色预览预览　预查阶段

对发现的矿体或矿化潜力较大的地区，通过地表地质工作和极少量工程验证，估算预测的资源量（334？）。

绿色预览预览　普查阶段

对预查发现的矿体应在地表一定间距控制的基础上，选择成矿条件较好地段进行深部稀疏控制，工程间距不限，大致了解矿体的分布范围。矿体的连续性是推断的。

绿色预览预览　详查阶段

绿色预览预览预览　控制的矿产资源（333）储量，可参考基本控制工程间距系统控制。

绿色预览预览预览　基本控制矿体总的分布范围，矿体出露地表的边界应有工程控制，矿体延深要有系统工程控制。矿体的连续性基本确定。

绿色预览预览预览　控制的矿产资源（333）储量，可根据投资者要求确定。

绿色预览　勘探阶段

绿色预览预览　探明的矿产资源（111）储量，在详查控制的基础上加密控制。矿体的连续性已经确定。

绿色预览预览　探明的矿产资源（111）储量，一般分布在矿床浅部的首采区，其底边界应控制在大致相同的标高上。

绿色预览预览　对适于地下开采的矿床，应控制矿体沿走向和倾向的边界；对适用于露天开采的矿床，要控制矿体四周边界和露天采场的矿体底部边界。

绿色预览预览　隐伏矿体，应注意控制顶部边界，对首采地段的顶部边界和主矿体上盘具有开采价值的小矿体可适当增加工程控制。

绿色预览预览　探明的矿产资源（111）储量应保证矿山首期建设设计返本付息的要求。亦可结合投资者的要求确定。

远　勘查工作及质量要求

远预览　地形测量和工程测量

应采用全国通用的坐标系统和最新的国家高程基准点，对于边远地区和周围没有可

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，但必须详细说明所用定位仪器的型号、定位时间、程序、精度。测量的精度要求应执行《地质矿产勘查测量规范》，测绘成果应经业务部门验收。

地质填图

预查　预查阶段对发现有矿体和有找矿潜力的远景区，可进行 1∶10000 ~ 1∶25000 的路线地质踏勘。

普查　普查阶段对控制矿体的地段编制 1∶10000 ~ 1∶25000 矿区地形地质图或简图。

详查　详查、勘探阶段，一般应测制 1∶2000 矿床地形地质图；矿床规模小、形态复杂的（第Ⅲ勘查类型）应测制 1∶1000 地形地质图；若矿体分散或矿床分布范围较大的矿区，可增测 1∶5000 ~ 1∶10000 地形地质图。

普查、详查、勘探　阶段勘探线剖面图应实测，比例尺一般 1∶1000 ~ 1∶2000。

物探、化探工作

预查　根据勘查区的地质、地球物理、地球化学、自然地理条件和地质工作要求，开展方法实验，测定有关参数，选择经济有效的物探、化探、重砂测量等方法。

普查　有条件时，对萤石、硼矿利用钻探工程进行中子活化（参见附录 A）、核物理测井，以便于寻找盲矿体和进行矿体形态、产状和矿体连接关系的研究。

详查、勘探　阶段应选择代表性含矿地层剖面进行放射性检查。

物探、化探　工作质量精度应符合现行规范和规定的要求。

探矿工程

预查　槽探、井探工程：槽探、井探工程用于揭露浅部矿体、矿化带、构造、重要的地质界线和各类异常，探槽和浅井应掘至基岩。

普查　坑探工程：当地形条件有利或矿体形态复杂，钻探工程难以控制，采集选矿大样时，应选用坑探工程，要充分利用老窿、采坑进行采样编录。

详查、勘探　钻探工程

预查　钻探工程应注意提高岩（矿）心采取率，要求岩心采取率不低于 70%，矿心和矿体顶、底板（特别是~缘范围内）采取率应大于 90%。萤石矿穿矿孔径不得小于 91mm。

普查　在钻探施工中要认真测定钻孔天顶角、方位角，做好孔深校正、原始记录、简易水文观测、封孔和岩心保管工作。钻孔偏斜超差和封孔质量不符合规程和设计要求的，应及时采取补救措施。

详查、勘探　钻探工程应按《岩心钻探规程》执行。

水文地质、工程地质、环境地质工作

有关矿区水文地质、工程地质、环境地质的工作方法及技术要求应按《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。

化学样品的采集、加工及化验分析

预查　化学样品的采集

详查、勘探　凡揭露矿体的探矿工程均应对矿体分段连续取样。采样和加工质量要求按原

国家地质总局　《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》执行。

槽探、井探、坑探工程中，采用刻槽法取样。样槽断面规格为 [illegible]~[illegible]；钻孔矿心一般清洗后沿长轴尽可能采用金刚石刀具锯取一半作为分析样品。对光学萤石采样应以不损坏晶体为原则。对重晶石残坡积矿床应采用大规格刻槽法或剥层法取样。

样品长度视矿石类型、品级和结构构造等具体情况合理确定，一般长 [illegible]~[illegible]，萤石可适当减至 [illegible]，钻孔不同回次岩心直径有差异时应分别采取。

化学样的加工

样品加工按照碾碎、过筛、拌匀和缩分四个工序。样品的加工缩分按 [illegible] 公式进行，运值一般萤石采用 [illegible]，重晶石、毒重石、硼矿采用 [illegible]~[illegible] 分析样品的粒径一般 [illegible]~[illegible]。

如果加工机械化程度高，可将样品一次破碎至 [illegible]，再行缩分细碎。

碎样全过程中样品累计损失率不得大于 [illegible]，缩分误差不得大于 [illegible]。

样品的化验分析

基本分析是为了查明矿石中主要有用有害组分的含量，分析项目重晶石为 [illegible]，毒重石为 [illegible]，萤石为 [illegible]，硼矿为 [illegible]，重晶石根据工业用途不同还需增加其他测试项目，如用于钻井液需增测密度、可溶性碱土金属；用于橡胶造纸填料增测 [illegible]。当矿石中其他有用组分达到工业要求时，也应列入基本分析项目。

组合分析是为了系统了解矿石中可综合回收利用伴生有用或有害组分的含量。一般按同一矿体、块段、工程、矿石类型、品级由相邻的基本分析样的副样组合而成，分析项目可根据光谱全分析、化学全分析结果确定。

矿石全分析，包括光谱全分析和化学全分析，用以全面了解各种矿石类型中各种化学成分的含量。每种矿石类型的化学全分析样可作 [illegible]~[illegible]，分析项目一般根据光谱分析结果确定。样品由同一矿石类型有代表性的基本分析副样组合或单独采取。

化学分析质量：样品测试分析应由国家或省级认证的有资质的化验单位承担。基本分析和组合分析结果，必须分期、分批及时进行内部和外部检查，其数量分别为原分析样品总数的 [illegible]~[illegible] 和 [illegible]~[illegible]。在勘探阶段，小型矿床外检样不少于 [illegible] 个。

化学分析工作质量应严格按 [illegible]《地质矿产实验室测试质量管理规范》执行。

矿石选矿试验样品的采集与试验

当不同类型、品级的矿石需要且可能分采时，应按矿石类型、品级分别采样。若不利于分采，则采混合样。所采样品在矿石类型、品级、物质组分、结构构造和空间分布应有充分的代表性。按可能使用的采矿方法在样品中混入一定比例的夹石、围岩，使样品和所代表的矿石类型的平均品位近似。萤石块矿手选试验要点参见附录Ⅰ。

样品质量和其他技术要求，按国家地质总局 [illegible] 颁发的《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》要求，并与实验和设计单位商定。

岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

迈圆援缘 体积质量　体重）样

应按矿石类型和品级分别采取并注意空间分布的代表性，详查、勘探阶段小体积质量　体重）样不少于 猿园件。致密块状矿石可只采集小体积质量　体重）样。松散矿石应采集大体积质量　体重）样，数量不得小于 圆个 ~ 猿个。裂隙较发育的块状矿石除采集小体积质量　体重）样外，详查、勘探阶段还应采集 员件 ~ 圆件大体积质量　体重）样对体积质量　体重）值进行校正，一般规格不小于 园援猿皂猿

测定小体积质量　体重）样要同时测定主元素的含量和湿度，研究体积质量　体重）和品位的相关程度。测定大体积质量　体重）样时，还应测定矿石块度、松散系数、安息角等。

迈圆援远 岩矿石物理力学试验样

在矿体、顶底板围岩和较厚的夹层采取岩、矿石物理力学试验样，测定其抗压、抗拉、抗剪强度。坑采矿床应对主要井巷通过的岩组　层）采样，露采矿床应在边坡地段按岩组　层）系统采样。样品要有代表性，主要布置在第一开采水平或首期开采地段。

迈援愿 原始地质编录、资料综合整理和报告编写

迈援愿援员 原始地质编录必须在现场进行，各项原始资料必须及时取准、取全第一手地质资料。各项原始地质编录按 阅在辕栽园园愿 《固体矿产勘查原始地质编录规定》要求执行。凡能用计算机成图、成表的资料，应按标准化表格内容填写。

迈援愿援圆 资料综合整理要运用新理论、新方法进行全面深入的分析研究，特别是规律性的研究使用指定勘查工作资料的综合整理，按 阅在辕栽园园怨 《固体矿产地质资料综合整理、综合研究规定》执行。

迈援愿援猿 地质勘查报告的编制要求内容齐全、重点突出、数据准确。编制质量符合 阅在辕栽园园猿猿 《固体矿产勘查 辕矿山闭坑地质报告编写规范》要求。

迈援怨 计算机及其他新技术的应用

迈援怨援员 推广计算机与信息技术的应用，提倡使用国内外先进的地质勘查应用软件和技术方法，提高地质勘查工作信息化水平。

迈援怨援圆 鼓励使用野外数据采集系统、数据库与图形库系统、勘查数据分析系统、地质图 悦郧阅系统、郧陨杂系统进行地质勘查，工作管理、综合研究、综合整理、编图及报告编制工作。

迈援怨援猿 地质勘查计算机系统和信息系统的应用及开发要严格执行相关的信息技术标准。

迈援怨援源 地质勘查工作中应积极采用先进的技术方法和工作手段，提倡应用 猿杂（郧孕杂、郧陨杂、砸杂） 技术进行测量、地质填图及地质矿产研究工作。

苑 可行性评价

苑援员 概略研究

是对矿床开发利用经济意义的概略评价。一般是在收集分析研究该矿种的国内外资源状况和市场供需状况基础上，根据已取得的普查地质资料、开采技术条件和环境保护等，结合我国类似矿山企业的技术经济指标或扩大的技术经济指标，对矿床做出技术经

济评价。所估算的资源量只具内蕴经济意义，为矿床开发有无投资机会、是否进一步详查和制定长远建设规划提供依据。

预可行性研究

是对矿床开发利用经济意义的初步评价。一般需要比较系统地对国内外该矿种资源的分布、生产、消费进行调查和初步分析，对国内外需求量、产品质量要求和价格趋势作初步预测。根据控制的资源量、矿区地形地貌、外部建设条件和环境保护等，借鉴类似矿山的实践经验，初步提出项目建设规模、产品方案、矿区总体建设轮廓和工艺技术路线的原则方案。参照价目表或同类矿山生产实践所获取的数据估算生产成本，初步提出建设总投资、主要工程量、主要设备等。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，从总体上客观地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评价，并确定矿产资源的经济意义。预可行性研究和可行性研究内容基本相同，只是详细程度次之，可为进一步勘探、推荐项目和编制项目建议书提供依据，投资估算的误差一般约为 [illegible]。

可行性研究

是指对矿床开发利用经济意义的详细评价。可行性研究一般需认真对该矿种国内外资源状况、生产和消费情况进行调查统计分析，对国内外市场需求、产品品种、价格、质量要求、竞争能力进行分析研究和预测，根据探明的预可采储量，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、产品方案、开采方式、开拓方案、选矿加工工艺流程、主要设备的选择、供水供电、总体布置和环境保护等方面进行细致的调查研究、分析计算和多方案比较，并依据评价当时的市场价格确定总投资、生产经营成本、销售收入、利润和现金流量等。主要采用内部收益率、净现值和动态的投资回收期等经济指标进行动态可行性评价，圈定并估算不同的矿产资源 [illegible] 储量类型。对拟建项目是否可以建设和如何建设做出论证和评价，为投资决策、编制下达设计任务书和确定建设计划提供依据。可行性研究是基本建设前期工作的主要内容，所采用的数据精度高，投资估算的误差一般为 [illegible]。

矿产资源 [illegible] 储量分类及类型条件

矿产资源 [illegible] 储量分类依据

经济意义

[illegible] 经济的：其数量和质量是依据符合市场价格的生产指标计算的，在可行性研究和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、环境和其他条件允许，或在政府补贴或其他条件下开发是可能的，其内部收益率在生产期内年平均大于或等于行业基准收益率，净现值大于零。

[illegible] 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。其内部收益率在生产期内年平均大于零、小于行业基准收益率，净现值等于或接近零。

[illegible] 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，其内

部收益率和净现值小于零。

[illegible] 内蕴经济的：仅通过概略研究，做了相应的投资机会评价，未作可行性研究和预可行性研究，由于不确定因素多，无法区分经济的、边际经济的还是次边际经济的，其经济意义介于经济的到次边际经济的之间。

[illegible] 地质可靠程度

[illegible] 预测的：是指对矿化潜力较大地区经过预查得出的结果，有极少量的探矿工程验证，或根据各类综合异常预测的矿体。在有足够依据并与地质特征相似的矿床类比，才能估算出预测的资源量。

[illegible] 推断的：是指对普查区按照普查的精度大致查明了矿区的地质特征，大致控制了矿体总体产状、形态、展布特征、矿石品位，大致确定了矿石类型和品级，大致了解影响和破坏矿体的地质构造及开采技术条件，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。其矿体的连续性是推断的，矿产资源数量估算所依据的数据有限，可信程度较低。

[illegible] 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地质特征、矿体的形态、产状、规模、空间位置、矿石质量、品质及开采技术条件，基本控制影响和破坏主要矿体的较大断层、褶皱、破碎带的性质及产状，大致了解破坏主要矿体的岩脉和夹石的岩性、产状及空间分布。基本确定了矿石类型品级及其比例和变化规律，在需要分采和地质条件可能的情况下，应大致圈出主要矿石类型和品级，矿体的连续性基本确定，矿产资源数量估算依据的数据较多，可信度较高。

[illegible] 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、空间位置、矿石质量、品位及开采技术条件。详细控制了影响和破坏矿体的较大断层、褶皱、破碎带的性质、产状，基本确定了破坏主要矿体的火成岩和夹石的岩性、产状和空间分布，矿石类型、品级及其比例和分布规律已经确定，在需要分采和地质条件可能时应圈定主要矿石类型和品级，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。

[illegible] 矿产资源 [illegible]储量分类

[illegible] 储量：经过详查或勘探，地质可靠程度达到控制或探明的矿产资源，进行了预可行性研究或可行性研究后，经济意义表现当时开采是经济的，并扣除了设计和采矿损失量。储量是基础储量中的经济可采部分。根据地质可靠程度和可行性评价阶段不同，储量又分为可采储量 [illegible]，探明的预可采储量 [illegible] 和控制的预可采储量 [illegible] 三种。

[illegible] 基础储量：经过了详查或勘探，地质可靠程度达到控制的或探明的矿产资源，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或边际经济的，未扣除设计和采矿损失量。根据经济意义不同，基础储量分为经济基础储量和边际经济基础储量。根据地质可靠程度和可行性评价阶段不同，经济基础储量又分为探明的 可研）经济基础储量 [illegible]，探明的 预可研）经济基础储量 [illegible] 和控制的 预可研）经济基础储量 [illegible]。边际经济基础储量又分为探明的 可研）边际经济基础储量 [illegible]，探明的 预可研）边际经济基础储量 [illegible] 和控制的边际经济基础储量 [illegible]。

资源量：是指查明矿产资源的一部分和潜在的矿产资源。根据经济意义不同，分为次边际经济资源量、内蕴经济资源量和经济意义未定的预测资源量。次边际经济资源量系指地质可靠程度达到控制的或探明的，经预可行性研究或可行性研究后，经济意义属于次边际经济的那一部分资源量，又分为探明的（可研）次边际经济资源量、探明的（预可研）次边际经济资源量和控制的（预可研）次边际经济资源量三种。内蕴经济资源量系指地质可靠程度达到推断到探明的，可行性评价只进行概略研究，经济上无法区分其经济的、边际经济的、次边际经济的资源量。根据地质可靠程度不同，又分为探明的内蕴经济资源量、控制的内蕴经济资源量和推断的内蕴经济资源量三种。预测的资源量？系指经预查后预测的资源量，无法确定其经济意义，也是资源量的一种，属潜在矿产资源。

矿产资源储量类型条件（见附录）

可采储量：探明的经济基础储量的可采部分，是指探明的矿产资源进行了可行性研究，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，证实当时开采是经济的。用扣除设计和采矿损失的数量表述。估算的可采储量及可行性评价结果可信度高，可供矿山设计建设利用。

预可采储量：探明的经济基础储量的可采部分，是指探明的矿产资源，进行了预可行性研究，表明当时开采是经济的。用扣除设计和采矿损失的数量表述。估算的可采储量可信度高，可行性评价可信度一般。

预可采储量：控制的经济基础储量的可采部分，是指控制的矿产资源，进行了预可行性研究，表明当时开采是经济的，用扣除设计和采矿损失量表述。估算的可采储量可信度较高，可行性评价可信度一般。

探明的（可研）经济基础储量：其地质可靠程度、可行性研究程度及经济意义同所述，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。

探明的（预可研）经济基础储量：其地质可靠程度、可行性研究程度及经济意义同所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计和采矿损失的数量表述。

控制的经济基础储量：地质可靠程度、可行性研究程度及经济意义同所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计和采矿损失的数量表述。

探明的（可研）边际经济基础储量：是指探明的矿产资源，进行了可行性研究，结果表明当时开采是不经济的，但接近盈亏边界，只有当技术、经济等条件改善才可变成经济的，未扣除设计和采矿损失量。估算的基础储量和可行性评价可信度高。

探明的（预可研）边际经济基础储量：是指探明的矿产资源，进行了预可行性研究，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。未扣除设计和采矿损失，估算的基础储量可信度高，可行性评价可信度一般。

控制的边际经济基础储量：是指控制的矿产资源，进行了预可行性研

究，表明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，未扣除设计和采矿损失量，估算的基础储量可信度较高，可行性评价可信度一般。

探明的（可研）次边际经济资源量（331）：是指探明的矿产资源，进行了可行性研究，表明当时开采是不经济的或技术上不可行，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，未扣除设计和采矿损失量。估算的资源量和可行性评价可信度高。

探明的（预可研）次边际经济资源量（332）：是指探明的矿产资源，进行了预可行性研究，其经济意义同 所述，未扣除设计和采矿损失量，估算的资源量可信度高，可行性评价可信度一般。

控制的次边际经济资源量（333）：是指控制的矿产资源，进行了预可行性研究，表明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大幅度降低成本后，才能变成经济的，未扣除设计和采矿损失量。估算的资源量可信度较高，可行性评价可信度一般。

探明的内蕴经济资源量（334?）：是指探明的矿产资源未进行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，计算的资源量可信度高，可行性评价可信度低。

控制的内蕴经济资源量（334?）：是指控制的矿产资源，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。

推断的内蕴经济资源量（334?）：地质可靠程度是推断的，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低，可行性评价可信度低。

预测的矿产资源量（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，与已知矿床类比估计的资源量，有无经济意义尚不确定，属于潜在矿产资源。

矿产资源储量估算

矿产资源储量估算的工业指标

工业指标是评价矿床的工业价值、圈定矿体和估算矿产资源储量的依据。工业指标应包括边界品位、最低工业品位、最低可采厚度、夹石剔除厚度、剥采比和勘查深度等。

工业指标应根据矿山开采技术条件、矿石的加工选冶性能、矿山开发的外部条件及当时的市场情况和国家的经济政策研究确定。在预查和普查阶段，可采用一般工业指标（参见附录），或与相邻地区同类矿床类比。在详查和勘探阶段，一般应在勘查工作基本结束前，通过多方案试圈，经技术经济比较确定，或结合预可行性研究、可行性评价研究和当时的市场及相关因素提出工业指标的推荐方案，按国家规定的程序报批。

对与铁、钨、锡、铍等多金属及铅、锌等硫化物矿床中的伴生萤石矿床，虽然萤石未达到边界品位要求，但应根据选矿工艺在技术上可行、经济上合理的前提下制定综合

回收的工业指标。

矿产资源储量估算的一般原则

必须根据矿体赋存规律，严格按工业指标正确的连接圈定矿体。

应按矿产资源储量分类及类型条件，按矿体、块段、矿石类型或品级分别估算矿产资源储量。当开采方式不同时，应分别计算露采、坑采地段的矿产资源储量。萤石、硼矿还要估算主元素的组分量。

对具有工业利用价值的共生和伴生有用组分，应分别估算矿产资源储量。

估算的矿产资源储量应是扣除采空区的实有矿产资源储量。对于埋藏在永久性工程或重要建筑物以下禁采区的矿产资源储量，均应单独估算，并列入次边际经济资源量。

参与矿产资源储量估算的各项工程的质量，应符合有关规范、规程和规定的要求。

矿产资源储量估算参数的要求

参与矿产资源储量估算的各项参数，如矿体面积、厚度、品位、体积质量（体重）等，在预查和普查阶段，采用实测和类比方法确定，在详查和勘探阶段必须实测，数据要准确、可靠、具代表性。

矿石量以千吨为计量单位。

矿产资源储量的估算方法，要根据矿床赋存特点和勘查工程布置形式合理进行选择。对估算方法及其结果的正确性应进行检验。提倡运用计算机技术，采用地质统计学法、[illegible]法等新的矿产资源储量计算方法。使用的计算机软件须经有关管理部门认定。

附　录　粤
规范性附录）
固体矿产资源 储）量分类

表 粤.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			
	基础储量			
	预可采储量	预可采储量		
	基础储量	基础储量		
边际经济的	基础储量			
	基础储量	基础储量		
次边际经济的	资源量			
	资源量	资源量		
内蕴经济的	资源量	资源量	资源量	资源量？

注：表中所用编码 1、2、3、4，第 1 位数表示经济意义，即 1 越）经济的，2 越）边际经济的，3 越）次边际经济的，4 越）内蕴经济的，？ 越）经济意义未定的；第 2 位数表示可行性评价阶段，即 1 越）可行性研究，2 越）预可行性研究，3 越）概略研究；第 3 位数表示地质可靠程度，即 1 越）探明的，2 越）控制的，3 越）推断的，4 越）预测的。 越）未扣除设计、采矿损失的可采储量。

附　录　月
规范性附录）
重晶石、举重石、萤石、硼镁石矿石质量标准

月.1　重晶石矿石质量标准

月.1.1　钻井液用重晶石粉质量标准按 则）月.1 和 月.2 规定，见表 月.1。

月.1.2　化工用重晶石质量标准按 则）月.1 和 月.3 规定，见表 月.2。

月.1.3　橡胶、造纸填充料用重晶石粉质量标准：

月.1.3.1　质量分数 越）97%，悬浮液 pH 值 约）6.5～8.5，硬度 约）3（莫氏硬度），主要是 云母、绿泥石）微量，不许有锰、铜、铅等杂质。

月.2　化工用毒重石质量标准

月.2.1　碳酸钡（BaCO3）质量分数 越）80%，不溶性滤渣 主要由 月.2.1 以外组成）质量分数 约）3%；硬度

质量分数 约员圆豫，悦葬的质量分数 约苑豫。

表 月圆员　钻井液用重晶石粉质量标准

项目			指标		
			特级	一级	二级
密度 早耘藻（g/cm³）		≥	源援员园	源援园园	源援愿豫
细度豫	怨园园目筛孔径筛筛余量	≤	猿园豫	猿园豫	猿园豫
	园援园园愿藻皂孔径筛筛余量	≥	缘 园	缘园豫	缘园豫
水溶性碱土金属（以钙计） 皂藻糟释		≤	员援园	圆援园	圆援园
粘度效应 皂葬择泽	加硫酸钙前	≤	员援园	员援愿	员援园
	加硫酸钙后	≤	员援园	员援愿	员援园

表 原园园　化工用重晶石质量标准

项目	指标			
	优等品		一等品	合格品
	优 原员	优 原圆		
硫酸钡（$BaSO_4$）含量　豫	≥怨源园园	≥怨圆园园	≥愿园园园	≥愿源园园
二氧化硅（SiO_2）含量　豫	≤猿园园		≤缘园园	原
爆裂度　豫	≥还园			原
注 员：各组分含量以干基计。 注 圆：合格晶的二氧化硅和爆裂度指标按供需合同执行。				

月援员　萤石矿质量标准

月援员援员　萤石块矿

月援员援员援员　萤石块矿产品的化学成分应符合 再月载载-怨园　《萤石块矿》的规定，见表 月援员该标准适用于冶金等行业使用的萤石块矿。

月援员援员援圆　产品粒度：还藻皂～猿园园藻皂。小于 还藻皂的产品不得超过 缘豫；大于 猿园园藻皂的产品不超过 员园豫；不允许有大于 猿园园藻皂的产品。

月援员援员援猿　萤石块矿中不得混入泥土、废石等外来杂质。

月援员援员援源　对萤石块矿产品另有要求时，由供需双方协商解决。

月援员援圆　萤石粉矿

月援员援圆援员　萤石粉矿化学成分应符合 再月载载-怨园　《萤石粉矿》的规定，见表 月援原　该标准适用于陶瓷、搪瓷、玻璃、水泥等行业使用的萤石粉矿。

表 月圆缘 萤石块矿化学成分质量标准

品级	化学成分　豫			
	憎 (储荐)，≥	杂质，≤		
	园忘 (经毫)	憎　杂	憎缘 杂
特二级	怨圆园	员豫	园圆豫	园圆缘
特一级	怨猿园	圆豫	园圆愿	园圆豫
一级品	怨缘园	源豫	园豫员	园圆员
二级品	怨园园	怨园	园豫员	园圆员
三级品	愿缘园	员园园	园豫豫	园圆员
四级品	愿园园	员愿　园	园圆园	园圆愿
五级品	苑缘园	圆园园	园圆园	园圆愿
六级品	苑园园	圆猿园	园圆豫	园圆愿
七级品	远缘园	猿园园	园猿园	园圆愿

表 月圆原 萤石粉矿化学成分质量标准

品级	化学成分豫		
	憎 (储荐)，≥	憎缘 (云母)，≤	
特三级	怨园园	园圆园	
特二级	怨猿园	园圆园	
特一级	怨缘园	园圆园	
一级品	怨园园	园圆园	
二级品	愿缘园	Ⅰ	Ⅱ
		园圆园	园圆缘
三级品	愿园园	园圆园	园圆缘
四级品	苑缘园	园圆缘	
五级品	苑园园	原	
六级品	远园园	原	
七级品	缘园园	原	
八级品	源园园	原	
注：表中“原”表示含量不规定。			

月圆圆园圆园　产品粒度：远毫米~园毫米。根据不同用途对粒度有具体要求时由供需双方协商。

月圆圆园圆缘　萤石粉矿中不得混入外来杂质。

月圆圆圆原　氟石精矿

月圆圆圆圆员　按化学成分氟石精矿分五个品级，以干矿品位计算，应符合 再月载家原愿-怨愿原　氟石精矿》的规定，见表 月圆缘。该标准适用于经选别加工所得的粉状氟石精矿，供冶金、化工、机械及玻璃等行业用。

表 月圆缘　氟石精矿化学成分质量标准

品级	化学成分　豫				
	憎（储存），≥	杂质，≤			
		憎（硫酸钙）	憎（储存硫）	憎（二氧化硅）	憎（氧化铁）
特级品	怨愿	圆圆匝	圆圆苑	圆圆圆原	圆圆圆圆
一级品		圆圆愿	员圆圆	原	原
二级品	怨苑	员圆圆	员圆圆		
三级品	怨缘	员圆原	员圆缘		
四级品	怨原	圆圆圆	原	原	原
注 员：表中“原”表示含量不规定。 注 圆：用户对杂质含量有特殊要求时，可由供需双方议定。					

月圆圆圆圆圆　干态氟石精矿中水质量分数不得大于 圆圆缘豫。

月圆圆圆圆猿　湿态氟石精矿中水质量分数不得大于 员远豫。

月圆圆圆圆源　氟石精矿的粒度，要求通过 圆圆圆毫米孔径网筛（原员远目）的质量不小于愿豫。

月圆圆圆圆缘　氟石精矿中不得混入外来杂物。

月圆原　硼镁石矿石质量标准

月圆圆员　硼镁石矿石质量标准按 在月载缘年发布-愿怨　硼镁石矿》的规定，见表 月圆匝。

表 月圆匝　硼镁石矿石质量标准

指标名称		等级							
		优等品		一等品		二等品		三等品	
		优原员	优原圆	员原员	Ⅰ原圆	Ⅱ原员	Ⅱ原圆	Ⅲ原员	Ⅲ原圆
三氧化二硼（B_2O_3）质量分数　豫　≥	圆原	圆圆	圆匝	员愿	员远	员源	员圆	员匝	
全铁质量分数（以 云载缘圆计）　豫　≤	员缘	员缘	员缘	员缘	员缘	员缘	员缘	员缘	员缘
氧化钙质量分数（以 悼计）　豫　≤	愿								

续表

指标名称	等级							
	优等品		一等品		二等品		三等品	
	优 原员	优 原圆	员原员	Ⅰ 原圆	Ⅱ 原员	Ⅱ 原圆	Ⅲ 原员	Ⅲ 原圆
氧化镁质量分数　以 酝豫计）　豫　≤	源豫							
矿石块度　皂皂）　约	源圆　猿圆皂～源圆皂的不大于 员豫，小于 圆圆皂的不大于 员豫）							
注：各项成分含量均以干基计。								

附　录　悦
资料性附录）
重晶石、毒重石、萤石、硼矿勘查类型划分依据

悦员　矿体的延展规模

重晶石、毒重石：大型矿体：长大于 员缘圆皂，延深大于 缘圆皂。

中型矿体：长 缘圆皂～员缘圆皂，延深 圆圆皂～缘圆皂。

小型矿体：长小于 缘圆皂，延深小于 圆圆皂。

萤　石：大型矿体：长大于 远圆皂，延深大于 猿圆皂。

中型矿体：长 猿圆皂～远圆皂，延深 员圆皂～猿圆皂。

小型矿体：长小于 猿圆皂，延深小于 员圆皂。

硼　矿：大型矿体：长大于 苑圆皂，延深大于 猿圆皂。

中型矿体：长 圆圆皂～苑圆皂，延深 员圆皂～猿圆皂。

小型矿体：长小于 圆圆皂，延深小于 员圆皂。

悦圆　矿体形态复杂程度

简单：矿体呈层状、似层状，矿体厚度变化小，厚度变化系数小于 缘园豫。

中等：矿体呈似层状、透镜状、扁豆状、脉状，矿体厚度变化中等，变化系数缘园豫～愿园豫。

复杂：矿体呈小透镜状、小扁豆状、复脉状、囊状、串珠状，矿体厚度变化大，厚度变化系数大于 愿园豫。

悦猿　构造、岩脉发育程度

简单：矿体产状稳定，一般无或很少有较大的断层破坏矿体，岩脉不发育。

中等：产状较稳定，有少数较大的断层或岩脉，但对矿体破坏不大。

复杂：产状不稳定，褶皱发育或断层、岩脉发育，对矿体影响和破坏较大。

悦源　有用组分的均匀程度

均　匀：品变化系数小于 源园豫　硼）、小于 猿园豫　萤石）。

较均匀：品变化系数 源园豫～苑园豫　硼）、猿园豫～远园豫　萤石）。

不均匀：品位变化系数大于 苑园豫　硼）、大于 远园豫　萤石）。

附　录　阅
资料性附录）
重晶石、毒重石、萤石、硼矿勘查类型基本控制工程间距参考

表 阅园员　重晶石、毒重石、萤石、硼矿勘查类型基本控制工程间距参考表

勘查类型	控制的工程间距　皂		实　例
	沿走向	沿倾向	
Ⅰ	圆园园～源园园	员园园～圆园园	陕西安康石梯重晶石矿，辽宁翁泉沟硼矿翁泉沟矿段，宽甸硼矿区栾家沟矿段，内蒙古苏莫查干萤石矿
Ⅱ	员园园～圆园园	缘园～员园园	广西象州潘村、扶绥思同重晶石矿床，辽宁二台子，吉林高台沟硼矿床，浙江武义杨家、湖南衡南萤石矿床
Ⅲ	缘园～员园园	缘园	福建永安李坊重晶石矿Ⅲ矿段，广西象州寺村残坡积重晶石矿床，陕西紫阳黄柏树湾毒重石矿床，辽宁砖庙沟、阳沟硼矿床，浙江溪里萤石矿床、毫石萤石矿 缘 远号矿体

注 员：表中所列勘查工程间距，是指采用钻探工程控制矿体的实际距离。

注 圆：表中数据是综合重晶石、毒重石、萤石、硼矿地质勘探工作和矿山生产的实践经验提出的，在勘查工作实践中应根据矿种矿体的实际，灵活掌握使用，以避免工程量的浪费和达不到控制程度要求。

注 猿：有些构造复杂地段应加强研究工作或安排必要的专门工程了解构造情况，避免单靠加密工程间距来提高控制程度。

注 源：矿体规模很大，产状稳定的矿床可以适当放稀工程。

注 缘：第Ⅲ类型中偏复杂矿床一般探求控制的和推断的矿产资源 辕储量。

注 远：地表勘查工程间距，一般按相应类型工程间距加密一倍。

注 苑：根据矿床沿走向和倾向的变化，可以变换和调整走向与倾向的工程间距。

注 愿：在小型矿体勘探阶段，控制矿床的勘探线应不少于三条。

注 怨：探明的矿产资源 辕储量应加密控制。

附　录　耘
资料性附录）
重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿床规模划分

表 耘圆员　重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿床规模划分表

矿种名称	计算单位	矿床规模　员圆城		
		大型	中型	小型
重晶石	矿石	≥员园园园园	园缘园园园~员园园园园	约园缘园园园
毒重石	矿石	≥员园园园园	园缘园园园~员园园园园	约园缘园园园
萤石	怎葬园	≥员园园园	园缘园园~员园园园	约园缘园园
硼矿　（内生）	月葬灶	≥缘园园	员园园~缘园园	约员园园

附　录　云
资料性附录）
重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿床一般工业指标

云园员　重晶石、毒重石矿床一般工业指标

云园员园员　重晶石矿一般工业指标

云园员园员园员　原生矿

边界品位：憎（月葬灶）　≥猿园豫

最低工业品位：憎（月葬灶）　≥缘园豫

最低可采厚度：园缘园园皂~员园园园皂

夹石剔除厚度：员园皂~园缘皂

云园员园员园　残、坡积矿

含矿率：≥园缘园园皂憎（月葬灶）　≥源园豫）

最低可采厚度：（憎（月葬灶））≥园缘园园皂

剥采比：≤员

云园员园园　毒重石矿一般工业指标

边界品位：憎（月葬灶）　≥园缘园豫

最低工业品位：憎（月葬灶）　≥猿园豫

最低可采厚度：园缘园园皂

夹石剔除厚度：员园皂

云园园　萤石矿床一般工业指标

边界品位：憎（怎葬园）　≥园缘园豫

最低工业品位：憎 [illegible] ≥猿[illegible]

矿石品级：

富矿：憎 [illegible] ≥远[illegible]，憎 [illegible] 约员[illegible]，最低可采厚度 园[illegible]，夹石剔除厚度 园[illegible]

贫矿：憎 [illegible]，圆[illegible]～远[illegible]，最低可采厚度 员[illegible]，夹石剔除厚度 员[illegible]～圆[illegible]

云[illegible] 硼矿床一般工业指标

边界品位：憎 月[illegible] 越[illegible]

最低工业品位：憎 月[illegible] 越[illegible]

最低可采厚度：员[illegible]～圆[illegible]

夹石剔除厚度：员[illegible]～圆[illegible]

矿石品级：

富矿：月[illegible] 跃[illegible]，可直接加工利用的矿石。

贫矿：月[illegible] 缘[illegible]～员[illegible]，需经选矿（或作配矿）才能利用的矿石。

露天剥采比：猿[illegible]～远[illegible]。

附　录　郧
（资料性附录）
重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿石类型

郧[illegible] 重晶石、毒重石矿石类型

郧[illegible] 重晶石和毒重石矿的矿石特征基本一致，据其选矿加工性能，可分为三大类：

郧[illegible] 易选矿石：组分简单，选矿工艺简单，一般采用手选、脱泥或简单的重选、浮选。

郧[illegible] 可选矿石：可利用组分多，选矿工艺较复杂，常用数次重选、浮选或重、浮联合选矿，有时还用磁选。

郧[illegible] 难选矿石：主要矿物选别特性差异小，矿物颗粒细，选矿工艺正在研究探索阶段。

郧[illegible] 按照矿石的矿物组合、结构、构造，分八种类型，前 猿种为易选矿石，最后 圆种为难选矿石。

郧[illegible] 重晶石型：主要由重晶石组成，含少量石英、泥质、褐铁矿等。

郧[illegible] 毒重石型：以毒重石为主，重晶石、石英少量。

郧[illegible] 石英一重晶石型：一般以重晶石为主，有较多的石英，有时石英和重晶石大致相等，并有少量绢云母。

郧[illegible] 萤石一重晶石型：以重晶石为主，萤石次之，有时二者含量近似，常含较多的石英或长石。

郧[illegible] 多金属硫化物一重晶石型：矿石中主要为重晶石，并含一种或几种有用组分，如方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、金、银、黄铁矿等。

货赜赜赜赜　镜铁矿—菱铁矿　或磁铁矿）—重晶石型：一般以重晶石为主，并有数量不等的镜铁矿、菱铁矿或磁铁矿。

货赜赜赜蔽　重晶石—斜钡钙石　钡解石）—毒重石型：以毒重石为主，并有数量不等的斜钡钙石、重晶石、石英。毒重石粒度一般小于 货赜赜。

货赜赜赜愿　方解石—石英—重晶石型：以重晶石为主，并有数量不等的方解石、石英。重晶石粒度一般小于 货赜赜。

货赜赜　萤石矿石类型

货赜赜货　按矿石的主要矿物组合划分

货赜赜货货　萤石型矿石：主要由萤石组成，含少量其他杂质。

货赜赜货赜　石英—萤石型矿石：萤石含量大于石英。

货赜赜货藻　萤石—石英型矿石：萤石含量小于石英　包括玉髓）或二者近乎相等的贫矿石。

货赜赜货原　重晶石—萤石型矿石：除萤石外，通常含有少量重晶石。

货赜赜货缘　方解石—萤石型矿石：除萤石外，含少量的方解石。

货赜赜货蔽　重晶石—方解石—萤石型矿石：除萤石外，含有一定量的重晶石和方解石。

货赜赜货苑　硫化物—萤石型矿石：除萤石外，含有一定量的硫化矿物，有的铅、锌含量可达综合利用要求。

货赜赜赜　按矿石的构造特征划分

块状　包括粗晶和细晶）矿石、条带状　包括条带状、环带状）矿石、角砾状　包括正、负角砾状等）矿石、糖粒状矿石、碎裂状矿石和浸染状矿石。前三种为常见矿石类型。

货赜藻　硼矿矿石类型

根据硼矿石脉石矿物种类和主要矿物组分不同，我国硼矿矿石类型划分如表 货赜员

表 货赜员　硼矿矿石类型划分表

类	型
硅酸盐类	员硼镁石—蛇纹石型 圆遂安石—硼镁石—硅镁石　镁橄榄石）型 猿硼镁石—磁铁矿—蛇纹石型 源含铀硼镁铁矿　磁铁矿）—硼镁石—蛇纹石型 缘硅硼钙石型 远硼镁石—遂安石—菱镁矿型 苑硼镁石—镁硼石—方解石型 愿硬锰方硼石—菱锰矿—白云石型

硅酸盐类硼矿石的脉石矿物主要由蛇纹石、硅镁石、镁橄揽石等硅酸盐矿物组成；碳酸盐类硼矿石的脉石矿物主要由方解石、白云石、菱镁矿、菱锰矿等碳酸盐矿物组

成。

硅酸盐类硼矿石是我国当前工业利用的主要矿石类型，但其中含铀硼镁铁矿　磁铁矿）—硼镁石—蛇纹石型矿石尚未为工业利用。

附　录　匀
资料性附录）
重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿床类型

匀[illegible]贡　重晶石、毒重石矿床类型

匀[illegible]贡　矿床分类

匀[illegible]贡　在研究矿床成因的基础上，根据矿床和围岩的关系，矿体的形态、产状、规模，矿石的矿物组合并结合工业利用价值等因素，划分我国重晶石、毒重石矿床类型。

匀[illegible]圆　重晶石矿床分为三种类型：沉积型层状重晶石矿床；热液型脉状重晶石矿床；残坡积型重晶石矿床。

匀[illegible]猿　毒重石仅见有沉积型层状矿床。

匀[illegible]圆　重晶石矿床

匀[illegible]圆贡　沉积型层状重晶石矿床

矿床主要为沉积成矿作用形成，多产于寒武纪、志留纪、泥盆纪、白垩纪，也见于震旦纪、奥陶纪含炭泥砂质沉积岩中，常和硅质岩共生。矿体一至数层，呈层状、似层状、透镜状；长数百米到八千余米，延深百余米到九百余米，厚数米到十余米；矿体中心部位硫酸钡含量高，边部含量低；产状和围岩一致。矿石中矿物组分简单，有四种组合形式：重晶石单矿物组成；石英一重晶石组合；方解石一石英一重晶石组合；毒重石一斜钡钙石一重晶石组合。成矿后的变质作用常使矿石重结晶，矿物粒度增大。常有类质同像的锶元素存在，有时有毒重石、磷、铀、钒、铂、金、银、石煤等矿产共伴生。矿床规模一般是大、中型，是最有工业价值的重晶石矿床，如陕西安康石梯重晶石矿床、湖南新晃贡溪重晶石矿床、贵州天柱大河边、镇宁乐纪重晶石矿床。

匀[illegible]圆圆　热液型脉状重晶石矿床

矿床主要为热液成矿作用形成，常呈陡倾斜脉状产于沉积岩、变质岩、岩浆岩的断裂构造中。矿体成群成带出现，其形态受断裂控制，呈简单的单脉、复杂的复脉和透镜体，有分支复合、尖灭再现现象，长数十米到二千余米，延深数十米到数百米，厚度一般数米；矿体中心部位和地表硫酸钡含量高，边部和深部含量降低；产状与围岩不一致。围岩蚀变主要是硅化、重晶石化、萤石化、方解石化。矿石中矿物组分较简单，有五种组合形式：重晶石单矿物组成；石英—重晶石组合；萤石—重晶石组合；多金属硫化物—重晶石组合；毒重石—斜钡钙石—重晶石组合。常有类质同像的锶元素存在，有时有铅、锌、铜、黄铁矿、萤石、毒重石等矿产共伴生。矿床规模一般是中、小型，是有较大工业价值的重晶石矿床，如广西象州潘村重晶石矿床、山东郯城房庄重晶石矿床。

匀[illegible]圆猿　残坡积型重晶石矿床

矿床产于我国南方原生重晶石矿床附近的第四纪残坡积层中。矿体形态受原生矿和地形控制，呈复杂的扁豆状、透镜状；面积数千到数十万平方米，厚度数十厘米到三米；埋深数十厘米到二米；产状与围岩不一致。矿石中以重晶石、围岩碎屑、粘土为主，石英、方解石少量。矿床规模一般是小型，偶见中型，是有一定工业价值的矿床，如广西象州寺村重晶石矿床、海南儋州冰岭重晶石矿床。

[illegible] 沉积型层状毒重石矿床

矿床主要为沉积成矿作用形成，产于震旦纪、寒武纪含炭泥砂质沉积岩中，硅质岩、白云岩共生。矿体一到数层，呈层状、似层状、透镜状；长百余米到千余米，厚度数米；矿体中心部位碳酸钡含量高，边部含量降低；产状与围岩一致。矿石中矿物以毒重石为主，分布均匀；重晶石、斜钡钙石次之；少量石英；有时有少量方解石。成矿后变质作用使矿石重结晶，热液作用常使矿石局部富集，矿物粒度增大。常有类质同像的锶元素、重晶石矿共生，有时有磷、钒矿共伴生。矿床规模大型、小型均有，是具有一定工业价值的毒重石矿床，如四川城口巴山毒重石矿床、陕西紫阳黄柏树湾毒重石矿床。

[illegible] 萤石矿床类型

[illegible] 萤石矿床

[illegible] 硅酸盐岩石中的充填型脉状萤石矿床

常呈陡倾斜脉状产于沉积碎屑岩、变质岩、侵入岩及火山岩的断裂构造中，是萤石矿床的重要类型，矿体形态取决于断裂的性质，从简单规则的单脉到各种不规则的复脉状和透镜状，常成群成带出现。矿体长一般一百到六百米，少数千米以上，延深一百到数百米，厚度一般一到六米，矿床规模以中、小型为主，少数为大型。矿体与围岩界线清楚，围岩蚀变显著。矿石矿物组合简单，以萤石、石英为主，常组成萤石型、石英—萤石型等主要矿石类型，属易选矿石。这类矿床不仅是冶金用萤石块精矿的主要来源，也是生产化工用萤石粉精矿的重要类型。如浙江武义杨家、湖南衡南、湖北红安、河南陈楼、甘肃高台等萤石矿床。

[illegible] 碳酸盐岩石中的充填交代型脉状、透镜状萤石矿床

矿床产于碳酸盐岩层的断裂构造带中。矿体形态复杂多样，常呈脉状、透镜状和囊状，甚至形成复杂的矿巢。矿体一般长数十到数百米，延深几十米到数百米，厚度一般一到五米。矿床规模以中、小型为主，也有大型矿床。矿石矿物组合较复杂，有萤石、方解石、重晶石。常组成石英—萤石型、重晶石—萤石型、方解石—重晶石—萤石型等矿石类型，一般属较难选矿石，部分矿石经手选也能获得高品位块精矿。如江西德安、云南老厂、四川二河水等萤石矿床。

[illegible] 碳酸盐岩石中的层控型层状、似层状萤石矿床

矿床产于特定层位的碳酸盐岩层中，严格受层位或层间构造所控制。是近年来被肯定很有远景的萤石矿床类型。矿体常呈层状、似层状或透镜状产出。矿体长二百到四百米，个别千米以上，延深几十米到数百米，厚度一般一到八米。矿床规模属大型。矿石矿物组合简单，以萤石型、石英—萤石型为主，原矿经手选即能获得 [illegible] 的块状富矿。如内蒙古苏莫查干敖包萤石矿床。

㈣ 共、伴生萤石矿床

是指萤石矿物以伴生组分产于铁、钨、锡、铍等多金属及铅、锌等硫化物矿床中的共、伴生萤石矿床，也是获得萤石的重要来源，其经济价值取决于综合回收的程度。根据矿物组合特征，可将伴生萤石划分下列三个矿床类型。

① 铅锌硫化物共、伴生萤石矿床

萤石与铅、锌矿伴生。三者经济价值接近。如湖南桃林铅锌伴生萤石矿床，尚有悦怎　粤等可综合利用。其 憎（储量）为 员园豫～员缘豫，储量规模达到中型。伴生萤石已综合回收利用，是我国目前回收利用程度最好，经济效益最佳的矿区之一。

② 钨锡多金属伴生萤石矿床

萤石与主矿种钨、锡、钼、铋伴生。以湖南柿竹园多金属矿床为例，萤石呈分散状常与白钨矿、辉钼矿、辉铋矿共生，伴生的铜、硫、铍可综合利用。憎（储量）为 员园豫～员缘豫，储量规模属大型。当前选矿回收率较低，萤石粉精矿仅能达到化工用低级产品标准。

③ 稀土元素、铁伴生萤石矿床

萤石与主矿种铁、铌及稀土元素伴生。以内蒙古白云鄂博稀土铁矿床为例，萤石主要伴生于富铁矿石、中—贫铁矿石和钠辉石铁矿石中，萤石质量分数（品位）为 缘豫～员园豫，储量规模属特大型，目前选矿回收尚在实验室试验阶段。

㈤ 硼矿床类型

① 沉积变质再造型硼矿床

矿床产于古元古界区域变质岩系含硼建造中。是我国当前勘查开采的主要对象。矿体赋存于电气石变（浅）粒岩所夹的蛇纹石化镁质大理岩、镁橄石化镁质大理岩或菱镁白云大理岩层中，呈似层状、透镜状、扁豆状、不规则状，产状与围岩基本一致。矿体长数十米到数百米，个别大于千米；厚度数米到数十米，常有分支复合、尖灭再现和侧伏现象。与硼矿化关系密切的围岩蚀变有蛇纹石化、镁橄榄石化、金云母化和透闪石化等，矿石矿物主要为棚镁石、遂安石和硼镁铁矿，脉石矿物为蛇纹石、橄榄石（硅镁石）、白云石、菱镁矿、方解石、金云母、透闪石。矿石 月韵 含量一般小于 园豫，氧化镁含量一般大于 猿园豫，有的含铁较高。矿床规模大、中、小均有，是我国硼矿床的主要类型。根据矿石建造特点分为以下两个亚类：

葬 以硼镁石（遂安石）为主的沉积变质再造硼矿床。如辽宁二台子、后仙峪、栾家沟，吉林高台沟硼矿床；

遭 以硼镁铁矿（磁铁矿）—硼镁石为主的沉积变质再造硼矿床。如辽宁翁泉沟、五道岭子、牛皮闸等硼矿床。

② 火山沉积型硼矿床

矿床产于石炭系中、上统的火山—沉积岩系中。围岩为粉砂岩、泥灰岩、安山岩、玄武岩。矿体赋存于玄武岩、泥灰岩岩系中，呈层状、似层状、透镜状、脉状，长几十米到几百米，厚度几米到十几米。矿石矿物为硅硼钙石，脉石矿物为方解石、绿泥石。矿石 憎 月韵 一般小于 员园豫，伴生组分常有钾、钛。如新疆西西尔塔克硼矿床。该类矿床分布在新疆吐鲁番县一带。由于矿床规模小，品位低，目前尚未开采利用。

㈤接触交代型硼矿床

矿床产于燕山期早期的中、酸性侵入岩与镁质碳酸盐岩接触变质带上，受接触带及其附近构造控制。矿体赋存于镁质矽卡岩中，呈透镜状、脉状、囊状，长几十米到几百米，厚度一般几米到几十米。围岩蚀变为镁质矽卡岩化（镁质橄榄石、硅镁石、金云母、透闪石、水镁石、蛇纹石）和钙质矽卡岩化（透辉石、符山石、绿帘石、钙镁榴石），沿接触带及其层间分布。硼矿化与镁质矽卡岩关系密切。矿石矿物为镁硼石、硼镁石、萨哈石、硼镁铁矿及氟硼镁石、遂安石、透辉石、符山石，往往含有金属矿物。矿石 B_2O_3 质量分数一般小于 10%，常伴生铁、铜、钨、锡、钼、铅、锌等。矿石中氧化钙质量分数一般大于 10%，有的铁含量较高，形成铁硼矿床。矿床规模以中、小型为主。如湖南七里坪硼矿床，江苏冶山硼矿床。

附　录　Ⅰ
（资料性附录）
萤石块矿手选试验要求

Ⅰ.1　样品采集

萤石矿石类型、结构、构造特点和 CaF_2 含量对手选性能影响很大。例如，具有晶粒结构的块状、条带状，乃至角砾状的石英—萤石型矿石，一般具有较好的手选性能，原矿品位越富，手选指标越好；浸染状、“混熔”状的石英—萤石型矿石，即使原矿品位相对较高，手选性能一般也较差。因此，手选试样的采取必须在摸清矿石分布特点的基础上，做好设计，确定样品数目及代表范围，合理布置采样地点。当矿石类型单一，分布均匀，采 5～10 个样品即可，反之，应适当增加样品数量。样品要有充分的代表性。

采样方法在地表一般用爆破法，坑道中宜用全巷法。应尽量多点采样。

样品质量（重量）根据采样点的多少，从数百千克至 1 t 或数 t 不等。各采样点质量（重量）一般不小于 50 kg。

当矿床勘查手段以钻探为主，深部无坑道控制时，应对矿石特征全面对比分析，充分论述地表样品所能代表的深度范围。

Ⅰ.2　加工分选

手选的目的在于剔除原矿中的夹石、贫矿及有害杂质，提高矿石纯度。样品加工分选试验，一般在勘查矿区现场进行。

手选试验一般需经破碎、水洗、粒度分级、手工分选和产品鉴定等程序。一般流程如上图 Ⅰ.1 所示。有关问题说明如下：

粒度分级　据冶金用萤石块度要求，对小于 10 mm 的碎屑需事先筛除。为便于手工分选，可参考如下粒度区间，适当分级。如 10～20 mm、20～40 mm、40～60 mm、60～80 mm、80～100 mm、100～120 mm、120～150 mm、150～200 mm、200～250 mm、250～300 mm、300～350 mm、350～400 mm（毛石）等等。

手工分选　是确定矿石手选性能的重要环节，手选时的精矿品级划分主要依靠目视判别能力，因此，参加试验人员事先要作一定的准备训练。分选时根据原矿品位，矿石

结构构造和各粒级矿石品级分离情况，结合冶金级萤石七个品级要求，适当加大品级差距，划 圆个～猿个试验分选级别。例如，可将 员～圆级品合并为一个试验级别，分选悦蕴圆质量分数大于 怨园豫的产品；又如，将 圆～猿级品合并分选 悦蕴圆质量分数 愿豫～怨园豫的产品等等。

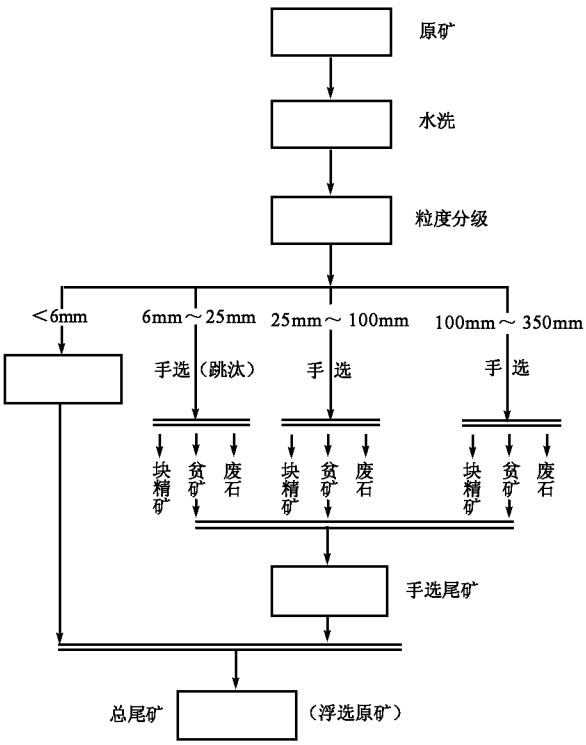


图 陨源员　萤石矿手选流程示意图

粒度分级仅供参考）

样品应充分水洗　冲洗），清除表面尘土，便于识别分选。

产品鉴定　手选精矿品级是否符合预定指标，尚需取样化验。精矿取样分粒级、品级用攫取法、四分法或其他方法取样，分析有益有害元素含量。

各级手选尾矿又是浮选的人选原矿，应同样取样分析。对手选抛弃的废石，也应适当取样，了解主要成分的含量。并确定干燥精矿、尾矿和废石的质量　重量）。

陨源员　试验成果

试验资料要系统整理，分别计算各粒级、各品级精矿以及总精矿的产率、悦蕴圆回收率、悦蕴圆品位和有害杂质含量。计算各级手选尾矿和总尾矿的 悦蕴圆品位和杂质含量。

粒级小于 远苑皂碎屑矿的进一步选矿试验研究，根据需要决定是否进行，一般可直接合并到总尾矿中。

在地质勘查报告中，以总精矿指标为主要依据　已经开采的矿区要充分搜集利用手选生产资料），对矿石手选性能做出评价。如果矿床不同部位手选性能差异较大，应分

块　段）论述。

手选试验的采样、分选和试验结果应写成专题总结，与浮选试验结果一并作为勘查报告附件提交。

附　录　允

资料性附录）

中子活化测并原位测定氟化钙含量方法简介

中子活化测井是在井中原位测定矿　岩）石物质成分及其含量的有效方法之一。对于性脆、易碎、不易采心的萤石矿床，在钻探中出现的矿心采取率低，钻孔偏斜引起的矿层定位不准，矿体产生位移，漏矿或岩矿心颠倒混乱等现象，中子活化测井便可比较完满的解决钻探工作之不足，提供真实可靠的定位、定量数据，以确保地质工作的质量。

允圆员　基本原理

用中子源照射萤石矿，使萤石　悦葬云）产生　（η、α），生成放射性同位素员愿缘悦葬，测定员愿缘悦葬的伽马射线强度，就可以算出悦葬云的含量。

自然界几种元素的中子活化反应参数如表 允圆员

表 允圆员　自然界几种元素中子活化反应参数表

核反应	初始丰度豫	活化截面员园-猿圆糟皿	半衰期泽	中子能域厘灶缘	γ射线能量 厘灶缘每次衰变量子数豫
缘园悦葬（η·α）员愿缘悦葬	员园园	员园	苑园怨缘	圆源	远园园源 怨苑
员怨（η·α）员愿缘悦葬	怨怨援苑	苑园怨缘	员园园	远园园源 怨苑	
员愿缘悦葬（η·α）员愿缘悦葬	园援缘	园援园	苑园怨缘	热中子	远园园源 怨苑

由上表可知，在测定缘园悦葬含量时，会受到自然界员怨的和员愿缘悦葬产生员愿缘的干扰，但是由于现用的镅—铍中子源发射的中子平均能量为　源援缘 厘灶缘（百万电子伏），大于 员园厘灶缘的中子数很少，而员怨通过（η·ρ）反应产生员愿缘所需的中子能域需要 员园园厘灶缘，故员怨的反应甚微。而员愿缘通过（η·α）反应虽然也可产生员愿缘，但因员愿缘的丰度只有 园援缘豫，故这种干扰也可忽略不计。

中子活化测井计算含量采用比较法计算，其公式为 悖晕越$\frac{宰_{标}}{陨_{标}}$，通过比较标准样　陨标）和待测样　陨晕）的放射性活度，根据 悦葬云标准样含量　宰标）即可算出待测样的氟化钙含量　宰晕）。

允圆　技术指标

允圆援员　测量灵敏度：悦葬云含量≥缘豫。

允圆援圆　划分矿层厚度：精确划分≥园援缘皂的矿层。

允圆援猿　重复测量相对误差：见表 允圆

表 [illegible] 重复测定相对误差表

[illegible]	重复测定相对误差
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

[illegible] 测井速度：可选范围为 [illegible]

[illegible] 特点及效果

[illegible] [illegible]反应明显、单解、干扰小。

[illegible] 高能伽马射线影响范围大，且是原位测，故所测 [illegible]含量值代表性强。

[illegible] 能通过连续测井，测量效率高。

[illegible] 使用仪器设备较简单，便于野外推广使用。

盐湖和盐类矿产地质勘查规范

阅在载还要园原国图

目　次

前言
员　范围
圆　规范性引用文件
猿　勘查的目的任务
猿援员　预查
猿援圆　普查
猿援猿　详查
猿援源　勘探
源　勘查研究程度
源援员　预查阶段
源援圆　普查阶段
源援猿　详查阶段
源援源　勘探阶段
缘　勘查控制程度
缘援员　勘查类型
缘援圆　勘查工程间距
缘援猿　勘查控制程度
远　勘查工作及质量要求
远援员　地形测量和工程测量
远援圆　地质填图
远援猿　物探和化探工作
远援源　探矿工程
远援缘　化学分析样品采集、加工及分析项目
远援苑　矿石　卤水）选冶试验样品的采集与试验
远援愿　岩、矿石物理技术性能测试样品的采集与试验
远援怨　抽水　卤）试验的技术和质量要求

迈翻职 盐类矿石水溶性能实验室试验方法及要求　参见附录 阅
迈翻园 原始编录、资料综合整理和报告编制
迈翻员 计算机及其他新技术的应用
苑 可行性评价
苑翻员 概略研究
苑翻圆 预可行性研究
苑翻猿 可行性研究
愿 矿产资源 储）量分类及类型条件
愿翻员 矿产资源 储）量分类依据
愿翻圆 矿产资源 储）量分类
愿翻猿 矿产资源 储）量类型条件
怨 矿产资源 储）量估算
怨翻员 矿产资源 储）量估算的工业指标
怨翻圆 矿产资源 储）量估算的一般原则
怨翻猿 对矿产资源 储）量估算参数的要求
附录 粤　规范性附录）固体矿产资源 储）量分类
附录 月　资料性附录）盐湖和盐类矿床勘查类型划分依据
月翻员 固体矿床
月翻圆 浅藏卤水矿床
月翻猿 深藏卤水矿床
月翻源 表面卤水矿床
附录 悦　资料性附录）盐湖和盐类矿床勘查基水工程间距参考
附录 阅　资料性附录）盐类矿石水溶性能实验室试验方法及要求
阅翻员 试验设备及材料
阅翻圆 试样采集要求
阅翻猿 试样规格及加工要求
阅翻源 试验的准备工作
阅翻缘 试验方法
阅翻苑 成果整理及试验报告编写提纲
附录 耘　资料性附录）盐湖和盐类矿产一般工业指标和综合评价指标
附录 云　资料性附录）盐类矿石　卤水）的选矿、加工方法
附录 郧　资料性附录）盐湖卤水水化学类型，
附录 匀　资料性附录）盐湖和盐类矿床主要盐类矿物
附录 陨 资料性附录）盐湖和盐类矿床矿石类型参考
附录 允 资料性附录）盐湖和盐类矿产地质勘查报告编写的补充要求
附录 运　资料性附录）盐湖和盐类矿产资源 储）量规模划分标准

员 范围

本标准规定了盐湖矿产　第四纪盐湖固体和液体矿产）——石盐、钾镁盐、硼、

锂、芒硝　钙芒硝、无水芒硝）、天然碱、钠硝石及水菱镁矿等，和盐类矿产　第四纪以前的固体和液体矿产）——石盐、钾盐、钙芒硝、无水芒硝　芒硝）、天然碱等矿产的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；可行性评价；矿产资源 储量分类及类型条件；矿产资源 储量估算等要求。

本标准适用于盐湖和盐类矿产勘查和资源 储量估算；也适用于验收、评审盐湖和盐类矿产地质勘查报告；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、估算矿产资源 储量的依据。

圆 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。

则[illegible]固体矿产地质勘查规范总则

则[illegible]固体矿产资源 储量分类

猿 勘查的目的任务

猿[illegible] 预查

在区域地质和区域物探、化探、遥感调查或区域成矿预测的基础上，对预查区已知矿点、矿化点及物探、化探、遥感异常区和成矿远景区，经初步野外观测、极少量工程验证、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的地区。为普查工作提供依据。

猿[illegible] 普查

对预查区已发现的矿点和矿化潜力较大地区，采用露头检查、地质填图、数量有限的取样工程和有效技术方法，开展区域找矿评价或大致查明矿床的基本特征，并进行概略研究。提出是否有进一步详查的价值，或圈定出详查区范围。为详查工作提供依据。

猿[illegible] 详查

对经普查圈出的详查区，通过大比例尺地质填图、各种适宜的勘查方法和手段，比普查阶段密的系统取样，基本查明矿床的基本特征，并进行概略研究或预可行性研究，做出是否具有工业价值的评价，或圈出勘探区范围，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。

猿[illegible] 勘探

对经详查圈出的勘探区，通过加密各种采样工程，其工程间距足以肯定矿体的连续性，详细查明矿床的基本特征，并进行预可行性研究或可行性研究，为矿山建设设计确定生产规模、产品方案、开采方式、开拓方案、选择采矿方法、矿石选冶加工工艺及矿山总体布置、矿山远景规划和矿山经济效益等提供必要的地质资料依据。

源 勘查研究程度

源[illegible] 预查阶段

源[illegible] 地质研究程度

源[illegible] 搜集研究预查区内与成矿有关的区域地质、区域水文地质、区域物探、化探、

遥感和地质研究成果等资料，研究区域成矿地质背景。

□□□□□ 大致研究预查区的地层、构造、蒸发岩的沉积特点和分布。

□□□□□ 大致了解矿点、矿化点、各类异常的成矿远景。

□□□□□ 对发现的矿产地，大致了解矿体（或矿层，或卤水层，下同）产出特征和资源远景。

□□□ 矿石（或卤水）质量研究

□□□□ 大致了解固体矿床矿石品位、化学成分、矿物成分和自然类型。

□□□□ 大致了解卤水矿床化学成分、矿化度、密度、酸碱度和水化学类型。

□□□□ 矿石（或卤水）选冶加工技术性能研究

对已发现的矿体进行类比研究，做出是否可选的预测。

□□□□ 矿床开采技术条件研究

对预查发现的矿点或矿产地要搜集区域水文地质、工程地质及环境地质条件的资料。

□□□ 普查阶段

□□□□ 地质研究程度

□□□□□ 固体矿床

□□□□□□ 区域地质研究

第四纪固体矿床区域地质研究内容与其卤水矿床基本相同。第四纪以前的固体矿床，在初步研究与成矿有关的区域地质和区域水文地质等资料的基础上，应大致查明以下内容：

□ 成盐盆地的区域地质（岩性、层序、时代）、构造、岩浆岩和成盐地质特征，研究成盐盆地内蒸发岩的沉积特点和岩相分带规律。阐明成盐盆地形成和发展的区域地质背景以及所处的大地构造位置；

□ 研究区域水文地质条件与矿区水文地质条件的关系，区域主要含水层的埋藏条件、分布规律、补给条件、径流特征和水化学特征；

□ 搜集研究区域固体盐类矿产和其他共、伴生矿产的成矿远景。

□□□□□□□ 矿区（床）地质研究

□ 大致了解普查区的地层、构造、岩浆岩、蒸发岩的特点和分布；

□ 大致查明含矿岩系的沉积特征、分布范围、厚度变化情况，矿点、矿化点及各类异常的含矿性、分布规律及资源远景。

□□□□□□□□ 矿体地质研究

□ 大致查明矿体的形态、产状、规模和数量及总体分布规律；

□ 大致查明控制和破坏矿体的主要构造的性质及分布范围。

□□□□□ 卤水矿床

□□□□□□ 区域地质研究

在初步研究与成矿有关的区域地质和区域水文地质等资料的基础上，第四纪以前的卤水矿床，应初步了解区域地层、构造、水文地质条件、水化学特征及与矿区含卤层的关系和影响。第四纪卤水矿床（固液共存矿床、固体矿床）在研究成盐盆地发生与发展

的基础上，应大致查明以下内容：

葬 成盐盆地汇水区域内的第四纪地质、地貌和新构造运动及与矿床地质之间的关系，成盐盆地特征；

遭 盐类沉积特点、岩相分带规律、物质的来源、补给途径和迁移、聚集等区域成矿地质背景；

糟 区域水文地质条件与矿区水文地质条件的关系，地表水系的发育程度、河流的流域面积、径流长度、径流量、水化学成分以及水化学类型；

凿 区域主要含水层的埋藏条件、分布规律、补给条件、径流特征、水化学成分和演变规律及与卤水矿床形成、埋藏、分布的关系。为研究矿床形成、破坏与再生、成矿规律和赋存特征及充水有关的因素等提供依据；

藻 区域盐湖矿产和其他共、伴生矿产的成矿远景。

[illegible] 矿区　床）地质研究

葬 大致查明普查区地层、构造、水文地质条件、水化学特征等及与含卤层的关系和影响；

遭 大致查明矿点、矿化点及各异常区卤水的含矿性、成卤的地质背景及储卤的特点、分布规律、资源远景，卤水的补给、径流、排泄条件。

[illegible] 卤水层研究

葬 大致查明含卤水层的岩性、厚度、结构、产状、层数、水位、孔隙度等以及总体分布规律；

遭 大致查明隔水层的岩性和厚度；

糟 大致查明表面卤水　湖水）的深度、面积、湖底沉积物的组成及分布。

[illegible] 矿石　卤水）质量研究

[illegible] 固体矿床

葬 大致查明矿石的矿物成分、结构构造和自然类型；

遭 大致查明矿石的化学成分、矿石品位变化，以及有用、有害元素的含量和分布；

糟 研究矿床地表和深部矿石化学成分的差异性。

[illegible] 卤水矿床

葬 大致查明卤水化学成分及含量、矿化度、密度、酸碱度和水化学类型；

遭 大致查明卤水成分的变化及相互关系，以及有用、有害元素的含量与分布；

糟 大致查明卤水水盐均衡体系、相图位置、析盐阶段。

[illegible] 矿石　卤水）选冶加工技术性能研究

一般要根据掌握的固体矿石和卤水特征，与已知矿床进行选矿和加工技术的类比研究，做出是否可作为工业原料的评价。

[illegible] 矿床开采技术条件研究

[illegible] 在区域水文地质资料研究的基础上，大致查明矿区含　隔）水层的岩性、分布、厚度、产状、水质、泉水流量和地下水的补给、径流、排泄条件。

[illegible] 研究矿区近矿岩石的工程地质条件。

[illegible] 搜集研究矿区有关地震、山崩、滑坡、崩塌、泥石流、泥垄、泥柱、岩　盐）

溶等不利的环境地质资料。

[illegible] 矿区开采技术条件可与同类矿山开采资料进行类比评价。

[illegible] 综合评价

对具有工业利用价值和经济效益的共、伴生矿产，要利用勘查主矿产的工程，大致查明共、伴生矿产种类、含量、赋存特点，类比研究综合利用的可能性。

[illegible] 详查阶段

[illegible] 地质研究程度

[illegible] 固体矿床

[illegible] 区域地质研究

第四纪固体矿床区域地质研究内容与其卤水矿床基本相同。第四纪以前的固体矿床，在详细研究与成矿有关的区域地质和区域水文地质等资料的基础上，应基本查明以下内容：

[illegible] 成盐盆地的区域地层（岩性、层序、时代）、构造、岩浆岩和成盐盆地特征。研究成盐盆地内蒸发岩的沉积特点和岩相分带规律。成盐盆地形成和发展的区域地质背景以及所处的大地构造位置；

[illegible] 研究区域水文地质条件与矿区水文地质条件的关系，区域主要含水层的埋藏条件、分布规律、补给条件、径流特征和水化学特征；

[illegible] 对区域固体盐类矿产和其他矿产的找矿前景进行评述。

[illegible] 矿区（床）地质研究

[illegible] 基本查明矿区（床）地层层序、时代及构造、岩浆岩发育特点和分布规律；

[illegible] 基本查明含矿岩系和标志层的沉积特征、分布范围、厚度变化情况，阐明其岩性、岩相特点以及含矿岩系矿层纵横变化规律和对比依据，探讨矿床成因，总结成矿规律；

[illegible] 基本查明矿区（床）褶皱、断层、盐体变形、陷落柱、破碎带等的发育特点和分布规律，阐明其复杂程度及对矿层的影响、破坏情况。

[illegible] 矿体地质研究

[illegible] 基本查明矿体（矿层）的数量、形态、厚度、产状、规模、空间位置、构造、埋藏深度；

[illegible] 基本查明矿体内部结构、夹层和无矿带；

[illegible] 基本查明现代和古代风化淋滤作用对矿体的破坏程度；

[illegible] 基本控制破坏矿体的岩（盐）溶、泥垄、泥柱的形态、规模、分布范围和规律及其对矿体的影响程度。

[illegible] 卤水矿床

[illegible] 区域地质研究

在详细研究与成矿有关的区域地质和区域水文地质等资料的基础上，第四纪以前卤水矿床，应基本查明区域地层、构造、水文地质条件、水化学特征等以及与矿区含卤层的关系和影响。第四纪卤水矿床（固液共存矿床、固体矿床），在研究成盐盆地发生和发展的基础上，应基本查明以下内容：

葬 成盐盆地汇水区域内的第四纪地质、地貌和新构造运动及与矿床地质之间的关系；

遭 盐类沉积特点、岩相分布规律、物质的来源、补给途径和迁移、聚集等区域成矿地质背景；

糟 区域水文地质条件与矿区水文地质条件的关系，地表水系的发育程度、河流的流域面积、径流长度、径流量、水化学成分以及水化学类型等；

凿 区域主要含水层的埋藏条件、分布规律、补给条件、径流特征、水化学成分和演变规律以及与卤水矿床形成、埋藏、分布的关系。为研究矿床的形成、破坏与再生、成矿规律和赋存特征及充水因素等提供依据；

藻 对区域内盐湖矿产和其他矿产的找矿前景做出评述。

[illegible] 矿区　床）地质研究

葬 基本查明成卤的地质背景，储卤的构造特征，以及封闭程度；

遭 基本查明含卤水层赋存特征、富集规律、相互联系、封存条件、边界条件以及分布范围；

糟 基本查明卤水的补给、径流和排泄条件；

凿 基本查明表面卤水　湖水）的深度、面积、湖底沉积物的组成及分布，以及历年湖水面积变化情况。应按丰水期、枯水期分别进行，每次调查应在三至五日完成；

藻 裂隙型卤水矿床应着重研究裂隙性质、发育程度，裂隙率、裂隙分布规律、充填情况及富水性的变化情况；

枣 溶洞型卤水矿床应研究岩　盐）溶发育程度、溶洞分布规律和与岩性、构造等因素的关系，以及富水性变化规律。

[illegible] 卤水层研究

葬 基本查明含卤水层　矿层）的岩性、厚度、结构、产状、层数、水位、涌水量，各含水层之间的水力联系；

遭 通过抽水试验等工作，试验测定含卤水层的渗透系数或导水系数、影响半径、储水系数、孔隙度、给水度、产卤量等参数

糟 基本查明隔水层的岩性、厚度，试验测定其渗透系数或越流系数。

[illegible] 矿石　卤水）质量研究

[illegible] 固体矿床

葬 基本查明矿石化学组分、有用组分和有益有害组分；

遭 基本查明矿物组分、含量、共生组合关系、赋存状态、分布规律及矿石结构、构造。初步划分矿石自然类型、工业类型、品级及其比例和分布规律；

糟 基本查明矿体中夹石和围岩的种类和物质成分，为综合利用和开采贫化提供资料。

[illegible] 卤水矿床

葬 基本查明卤水的化学成分、有用组分和有益有害组分；

遭 基本查明卤水的水化学类型、矿化度、密度、酸碱性、组分变化及水平分带和垂直分异情况。

初步划分工业类型或品级，大致查明水盐均衡体系、相图位置、析盐阶段。实取实验室等温蒸发实验查明卤水的析盐过程；

糟 研究卤水固液转化因素、自然条件下的动态变化。

[illegible] 矿石　卤水）选冶加工技术性能试验研究

[illegible] 对需要进行选矿、加工的矿石或卤水，一般要进行可选性和加工技术试验。

[illegible] 对生产矿山附近的、有类比条件的易选矿石或卤水可以类比评价，不作选矿、加工试验。

[illegible] 对难选或新类型的矿石或卤水矿床，应进行实验室流程试验，做出工业利用方面的评价。

[illegible] 对直接提供开发利用的矿床，其选冶加工技术性能试验程度应达到勘探阶段的要求。

[illegible] 矿床开采技术条件研究

[illegible] 固体矿床

[illegible] 矿区水文地质研究

葬 在研究区域水文地质条件的基础上，基本查明矿区含　隔）水层、风化淋滤带、构造破碎带、岩　盐）溶淋滤带水文地质特征、发育程度和分布规律；

遭 调查研究地表水的分布范围和平水期、枯水期、洪水期的水位、流速、流量、水质、水深、历年最高洪水水位及其淹没范围；

糟 调查大气降水水量、蒸发量、气温、湿度等变化；

凿 调查矿区地下水补给、径流、排泄条件，地表水与地下水的关系；矿床主要充水因素、充水方式和途径，对“旱采”矿床初步预测矿坑涌水量，评价其对开采的影响；

藻 调查研究供水水源的水量、水质和利用条件，指出供水方向。

[illegible] 矿区工程地质研究

葬 初步划分矿区工程地质岩组，测定主要岩石、矿石物理力学性质，基本查明构造、裂隙、岩　盐）溶、泥垄、泥柱的发育程度、分布规律，以及软岩、软弱夹层分布规律及其工程地质特征；

遭 研究开采影响范围内岩石、矿石，尤其是矿体的顶、底板稳固性、连续性，以及露天开采边坡的稳定性。对“水采”区可能引起的岩石稳固性变化、地面沉陷、塌陷、开裂等做出预测；

糟 调查老窿和生产井的分布情况，大致圈定采空区和开采范围。

[illegible] 环境地质研究

葬 基本查明岩石、矿石和地下水　含热水）中对人体有害的元素、放射性及有害气体的成分、含量　强度）和地温状况；

遭 调查了解矿区和邻区的地震、泥石流、滑坡、岩　盐）溶、塌陷等自然地质灾害，指出矿山开采可能产生的环境地质问题。

[illegible] 矿床开采技术条件评价

初步确定开采技术条件类型，对矿床开采技术条件的复杂性做出评价。对于适于和

需要“水采”的矿床，应按矿石类型和品级进行必要的水溶性试验，与已知矿山进行水溶性能对比。

[illegible] 卤水矿床

[illegible] 矿区水文地质研究

[illegible] 在研究区域水文地质条件和矿床水文地质工作的基础上，基本查明与矿床有关各种淡水或低矿化水以及卤水矿床周边的含水层的水文地质特征、发育程度和分布规律；

[illegible] 基本查明地表水的分布范围和平水期、枯水期、洪水期的水位、流速、流量、水质、水深、历年最高洪水位及其淹没范围；

[illegible] 基本查明大气降水水量、渗入量，卤水蒸发量、湿度和气温等变化；

[illegible] 调查研究供水水源的水量、水质和利用条件，指出供水方向。

[illegible] 矿区工程地质研究

[illegible] 基本查明开采区范围内岩石、矿石、矿体顶、底板稳固性和连续性；

[illegible] 基本查明矿区地形、地貌特征和粘土分布情况，指出盐田建设及废卤排放的适宜地段；评述风沙等不良物理地质作用对工程建设的影响；

[illegible] 调查岩　盐）溶形态、深度、充填情况和充填物的成分、面积、发育程度、分布范围及对工程的影响；

[illegible] 初步评述卤水对设备、金属和水泥材料的腐蚀破坏作用。

[illegible] 环境地质研究

[illegible] 基本查明卤水、岩石和地下水　含热水）中对人体有害的元素、放射性及其有害气体的成分、含量　强度）和地温状况；

[illegible] 调查了解矿区和邻区的地震、塌陷等地质灾害，指出矿山开发可能产生的环境地质问题；

[illegible] 初步预测采矿、老卤排放等人为活动对环境地质的影响和范围。

[illegible] 矿床开采技术条件评价

[illegible] 初步确定矿区开采技术条件，对矿床开采技术的复杂性做出评价。

[illegible] 综合评价

[illegible] 对具有工业利用价值和经济效益的共、伴生矿产，要利用勘查主矿产的工程，基本查明共、伴生矿产种类、物质组分、含量、赋存状态和共、伴生关系。

[illegible] 研究选矿加工试验资料，对共、伴生矿产综合回收利用的可能性做出评价。

[illegible] 勘探阶段

[illegible] 地质研究程度

[illegible] 固体矿床

[illegible] 矿区　床）地质研究

[illegible] 详细查明矿区　床）地层层序、时代及构造，岩浆岩发育特点和分布规律；

[illegible] 详细查明含矿岩系和标志层的沉积特征、分布范围、厚度变化情况，阐明其岩性、岩相特点以及含矿岩系矿层纵横变化规律和对比依据，探讨矿床成因，总结成矿规律；

糟 详细查明矿区（床）褶皱、断层、盐体变形、陷落柱、破碎带等发育特点和分布规律，阐明其复杂程度及对矿层的影响、破坏情况，对首采区内影响开采的主要断裂构造，应采用有效手段详细控制其性质、产状、规模和空间位置。

漏漏漏漏漏 矿体地质研究

葬 详细查明矿体（矿层）的数量、形态、厚度、产状、规模、空间位置、构造、埋藏深度；

遭 详细查明矿体内部结构、夹层和无矿带，对于厚度大、单层薄、韵律发育、结构复杂的矿体，应根据沉积韵律和工业指标详细划分盐组（群）和矿层，并阐明其结构、厚度、层间距离、含夹石率的分布情况和变化规律；

糟 详细查明现代和古代风化淋滤作用对矿体的淋滤破坏程度，圈出淋滤带的范围和深度；

凿 详细控制破坏矿体的岩（盐）溶、泥垄、泥柱的形态、规模、分布范围和规律及其对矿体的影响程度。

漏漏漏漏漏 卤水矿床

漏漏漏漏漏漏 矿区（床）地质研究

葬 详细查明成盐盆地特征、成卤的地质背景，储卤的构造特征、封闭程度及其与积水盆地的关系；

遭 详细查明卤水层赋存特征、富集规律、相互联系、封存条件、边界条件以及分布范围；

糟 详细查明表面卤水（湖水）的深度、面积、湖底沉积物的组成及分布，以及历年来湖水面积变化情况。应按丰水期、枯水期分别进行，每次调查应在三至五日完成；

凿 详细查明卤水的补给、径流、排泄条件；

藻 裂隙型卤水矿床应着重查明裂隙性质、发育程度、裂隙率、裂隙分布规律、充填情况及富水性的变化情况；

枣 溶洞型卤水矿床应研究岩（盐）溶发育程度、溶洞分布规律和与岩性、构造等因素的关系，以及富水性变化规律。

漏漏漏漏漏 卤水层研究

葬 详细查明含卤水层（矿层）的岩性、厚度、结构（粒度、分选性、胶结程度）、产状、层数、水位、涌水量，各含水层之间的水力联系；

遭 通过抽水试验等工作，试验测定含水层的渗透系数或导水系数、影响半径、储水系数、孔隙度、给水度、产卤量等参数；

糟 详细查明隔水层的岩性、厚度，试验测定其渗透系数或越流系数。

漏漏漏 矿石（卤水）质量研究

漏漏漏漏 固体矿床

葬 详细查明矿石化学成分、有用组分和有益有害组分；

遭 详细查明矿物组分、含量、粒度、共生组合关系、赋存状态、分布规律及矿石结构、构造。划分矿石自然类型、工业类型、品级及其比例和分布规律；

糟 详细查明矿体中夹石和围岩的种类和物质成分，为综合利用和开采贫化提供资

料。

[illegible] 卤水矿床

[illegible] 详细查明卤水的水化学成分、有用组分和有益有害组分；

[illegible] 详细查明卤水水化学类型、矿化度及相互关系，卤水水化学水平分带和垂直分异的规律。划分工业类型或品级。详细查明水盐均衡体系，所处水化学相图位置、析盐阶段以及固液相转化因素；

[illegible] 详细查明卤水的酸碱度、密度、温度、粘滞性等主要物理性质，以及卤水中气体成分和含量；

[illegible] 详细观察研究卤水在自然条件下的动态变化，确定水盐均衡要素，进行水盐均衡计算。

[illegible] 矿石　卤水）选冶加工技术性能试验研究

[illegible] 易选　加工）矿石或卤水，进行可选性　加工）或实验室流程试验。

[illegible] 对需进行选矿、加工的矿石或卤水，一般要进行实验室流程试验。

[illegible] 难选或新类型的矿石或卤水，进行实验室扩大连续试验，必要时大型矿山做半工业试验。

[illegible] 对于大、中型卤水矿床采用盐田法生产的应进行简易的小型盐田　面积 跃 [illegible]）的自然蒸发试验或等温蒸发试验，以了解卤水中各种矿物的结晶顺序。

[illegible] 对湖沼化学沉积　盐渍土）型矿床，必要时需建立观测试验场，以掌握矿床的再生及随季节变化的规律，从而确定最适宜的开采时期。

在各种实验过程中，对可能进行综合利用的矿产，要一并做出能否综合利用的评价，并提出合理的加工工艺流程建议。

[illegible] 矿床开采技术条件研究

[illegible] 固体矿床

[illegible] 矿区水文地质研究

[illegible] 在调查研究区域水文地质条件的基础上，详细查明矿区含　隔）水层的岩性、厚度、产状、分布、埋藏条件；含水层的富水性；含水层的渗透系数、水位、水温、水质、孔隙度、给水度和补给排泄条件；含水层之间及其与地表水的水力联系及对矿体的影响破坏程度；隔水层的稳定性、连续性和隔水的可靠程度；

[illegible] 详细查明构造破碎带、风化淋滤带、岩　盐）溶发育带的发育程度和分布规律，评价其富水性、导水性以及沟通各含水层和地表水的可能性，分析对矿体的破坏程度和对开采的影响；

[illegible] 详细查明矿区地下水补给、径流、排泄条件，确定边界条件、矿床主要充水因素、充水方式和途径，提出地下水对矿体的影响程度和利用地下水的建议。对“旱采”矿床要预测矿坑涌水量，并提出防止地下水涌人坑道的措施；

[illegible] 详细查明地表水、地下水的化学成分、化学类型、含菌情况。进行地表水、地下水长期观测，研究水位、水量、水温及动态变化规律，相互间水力联系，以及蒸发量、湿度、气温等，观测时间不少于一个水文年；

[illegible] 对矿床疏干排水及矿坑水综合利用的可能性做出评价，提出供水水源方向；

枣 对赋存地下热水矿区，要研究对矿床开采的影响及其利用的可能性。

漏漏漏漏圈 矿区工程地质研究

葬 详细查明矿区各类岩层工程地质特征，详细研究岩石成分、结构特点、裂隙及岩　盐）溶发育情况，划分工程地质岩组；

遭 详细查明矿体顶、底板、夹层的岩性、矿物成分、水理性质、物理力学性质、固结程度、稳定性、连续性，露天开采边坡的稳定性；

糟 对“水采”可能引起的岩层地质条件和地面沉陷、塌陷、开裂做出评价，提出防止工程地质问题的措施；

凿 调查老窿和生产井的分布情况，圈定采空区和开采区范围。

漏漏漏漏表 矿区环境地质研究

葬 详细查明岩石、矿石和地下水　含热水）中对人体有害的元素、放射性及其他有害气体的成分、含量　强度）和地温状况；

遭 调查研究地震、泥石流、滑坡、岩　盐）溶、泥垄、泥柱、山洪等地质灾害的分布，大断层、新构造运动以及因开采引起的地面塌陷、地裂、山崩等，研究其可能形成条件和分布范围，预测发展趋势，对开采的影响，提出防治建议；

糟 评价矿床开采、废水、废渣、排卤等对环境地质的破坏和影响。

漏漏漏漏源 矿床开采技术条件评价

确定矿区开采技术类型，对矿区开采技术条件的复杂性做出评价，对适于和需要“水采”的矿床，应按矿石类型和品级分别进行实验室水溶性能试验，与已知同类矿山进行开采技术方案的对比研究。对勘探新区或新的矿种应进行试采工作，提出合理开采方案的建议。

漏漏漏漏圆 卤水矿床

漏漏漏漏圆员 矿区水文地质研究

葬 在研究区域水文地质条件和矿床水文地质工作的基础上，详细查明与矿床有关各种淡水或低矿化水以及卤水矿床周边的含水层的水文地质特征、发育程度和发布规律；

遭 详细查明盐层顶、底板和盐层中夹层的分布和含　隔）水性能；

糟 详细查明地表水的分布范围和平水期、枯水期、洪水期的水位、流速、流量、水质、水深、历年最高洪水位及其淹没范围；

凿 卤水简易均衡试验，观测大气降水水量、渗入量，潜卤水不同深度的蒸发量。搜集或观测主要气象要素如蒸发量　特别是地表卤水）、湿度、气温等，观测时间不少于一个水文年；

藻 指出供水水源方向，提出以供代排，排供结合的建议。

漏漏漏漏圆圆 矿区工程地质研究

葬 详细查明开采范围内岩石、卤水层顶、底板的稳固性和连续性；

遭 详细查明矿区地形、地貌特征和粘土分布情况，指出盐田建设及废卤排放的适宜地段；评述盐沼、湿地、风沙等不良物理地质作用对工程建设的影响；

糟 调查研究岩　盐）溶的形态、深度、充填程度和充填物质、面积、发育程度、

分布范围及规律、溶蚀条件，以及对工程的影响；

　　凿 评述卤水对设备、金属和水泥材料的腐蚀、破坏作用；

　　藻 预测可能发生的工程地质问题，提出防治措施。

漏漏漏漏漏漏表 矿区环境地质研究

　　葬 详细查明卤水、岩石和地下水　含热水）中对人体有害的元素、放射性及其有害气体的成分、含量　强度）和地温状况；

　　遭 调查研究矿区和邻区的地震、塌陷等地质灾害，指出矿山开发可能产生的环境地质问题；

　　糟 预测采矿、老卤排放等人为活动对环境地质的影响和范围。

漏漏漏漏漏漏原 矿床开采技术条件评价

　　确定矿区开采技术条件，对矿床开采技术条件的复杂性做出评价。进行抽水试验，评价卤水层的富水性，圈定开采有利地段，提出合理开采建议，包括开采方法、井　渠）网布局、井　孔）结构和深度及合理降深等。预测在开采条件下，卤水水位、水质的变化趋势及卤水层边界条件的变化。

漏漏漏漏漏表 有关矿区水文地质、工程地质、环境地质的研究程度、技术要求与工作方法，应按 贝贝贝贝贝贝贝贝《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。

漏漏漏缘 综合评价

漏漏漏漏漏员 对单独具有工业利用价值和经济社会效益的共生矿产，要进行综合勘查和综合评价，其控制程度视市场需要确定。

漏漏漏漏漏圆 对固体“旱采”矿产中共、伴生的组分，要详细研究在主矿产不同矿石类型和不同地段的矿物种类及富集情况，结合主矿产的选矿或加工进行回收试验，并对综合利用的可行性做出评价。

漏漏漏漏漏猿 对于卤水矿产和固体“水采”矿产分析查明共、伴生组分在卤水、“水采”溶液、结晶、选矿、加工过程中的存在形式和富集情况，进行综合回收试验，并做出评价。

缘 勘查控制程度

缘员 勘查类型

缘员员 勘查类型划分的目的

　　划分勘查类型的目的在于合理地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。

缘员圆 勘查类型划分的依据

缘员圆员 固体矿床勘查类型划分主要根据矿体延展规模、矿体的稳定程度　包括矿体的形态、内部结构、厚度、品位）和构造复杂程度或岩　盐）溶发育程度　盐类矿床主要考虑盐溶淋滤带的界线规则程度）等因素，选择勘查类型应考虑影响矿床勘查难易的主要因素，各因素的具体划分参见附录 月员员。

　　在勘查几种矿产共生组合或多矿体的矿床中，应以主要矿种、矿体为主，兼顾其他来确定勘查类型。

缘员圆圆 卤水矿床中的表面卤水矿床应根据卤水面积大小来布置地质勘查工作：浅藏

卤水　埋深一般 约无固定）矿床要根据河流的补给强度、周边地下水及盐下水的发育程度和富水性、卤水动态的稳定程度、含水层结构的复杂程度和水化学组分在空间上分布的均匀程度来划分勘查类型，各因素详细划分参见附录 月图表 深藏卤水矿床　埋深 跃无固定）主要依据储水条件、含水层形态和稳定情况、卤水的富水性、矿化度等来划分勘查类型。卤水矿化度和富水性的详细划分参见附录 月图表

缓冲预留表 勘查类型的划分

缓冲预留预留 固体矿床

第Ⅰ勘查类型：矿体延展规模大型、矿体稳定、构造简单或岩　盐）溶不发育　或界线规则）。

第Ⅱ勘查类型：矿体延展规模大一中型、矿体较稳定、构造简单一中等或岩　盐）溶中等一发育　或界线较规则）。

第Ⅲ勘查类型：矿体延展规模中一小型、矿体不稳定、构造较简单一复杂或岩　盐）溶不发育一发育　或破坏矿体）。

缓冲预留预留 浅藏卤水矿床

第Ⅰ勘查类型：无河流补给，或虽有常年性、季节性河流补给，但补给强度弱：周边地下水及盐下水富水性弱，卤水动态稳定；卤水层结构简单；水化学组分分布均匀一较均匀、水平分带和垂直分异不明显。

第Ⅱ勘查类型：有常年性河流注入并形成湖泊，补给强度中等：周边地下水及盐下水富水性弱一中等，卤水动态较稳定；卤水层结构较简单；水化学组分分布较均匀，但水平分带和垂直分异较明显。

第Ⅲ勘查类型：河流补给较丰富，有常年性湖泊；周边淡水含水层一直延伸到矿层之下，具承压性、水头高，富水性强；卤水动态不稳定；卤水层结构较简单一较复杂：水化学组分变化较大、水平分带和垂直分异明显。

缓冲预留表 深藏卤水矿床

第Ⅰ勘查类型：孔隙卤水矿床，以承压水或自流水为主。含卤层呈层状或似层状，层位稳定一较稳定，富水性弱一中等，且较均一，动态稳定，矿化度高一中等。

第Ⅱ勘查类型：裂隙或溶洞型卤水矿床，以承压水或自流水为主。具有层间封存和沿构造裂隙带富集、延展等特点，埋藏深度大。富水性弱一中等，且不均一，动态较稳定，矿化度较高。含卤层　带）形态较简单一较复杂，呈层状一条带分布的脉状产出。

第Ⅲ勘查类型：溶蚀孔隙、裂隙型卤水矿床，以潜水为主。含卤层　带）呈似层状或透镜状，形态不规则，埋藏深度浅。富水性弱一中等，动态变化大，矿化度中一低等。

缓冲图 勘查工程间距

缓冲预留表 勘查工程间距确定的方法

缓冲预留预留 类比法：根据地质勘查和矿山生产的探采对比资料总结的勘查工程间距，采用传统的类比法确定合理的勘查网度值。

缓冲预留预留 地质统计学法：对勘查工程数量较多的矿床，可用地质统计学中区域化变量的特征，确定最佳勘查网度值。

[illegible] 勘查工程验证法：对于大型矿床，可选择代表性地段采用不同勘查手段的加密工程验证，确定最佳网度值。

[illegible] 勘查工程间距的确定

[illegible] 勘查工程的布置应尽可能考虑后续勘查工作的使用。在详查和勘探阶段可采用高分辨率地震资料布置钻孔或采用探采结合井，以减少工程量，提高勘查工作效益。各勘查类型基本工程间距参考表参见附录 悦

[illegible] 固体矿床地表工程间距按同类型工程间距加密一倍。

[illegible] 固体矿床根据矿体分布情况，沿矿体变化大的方向应采用较密的工程间距。

[illegible] 固体矿床根据矿床地质特征，同一矿床的不同地段或同一矿体的不同部位的工程间距可以有所不同。对大而稳定或小而复杂的矿床，工程还可以适当放稀或加密。

[illegible] 对规模小的固体矿床，在勘探阶段勘探线不得少于 猿条，每条勘探线的工程不得少于 圆个。

[illegible] 表面卤水矿床一般采用垂直于湖长轴方向布置观测线，对主要河流的入湖处适当加密。在同年内按丰水期、枯水期分别测量。

[illegible] 对固、液共存的盐湖矿床，钻探工程的布置应尽量和固体矿床协调一致。

[illegible] 单独的盐湖卤水矿床勘探线的布置可与地下水径流方向和埋藏条件变化最大的方向平行或近于平行。在盐湖边部、周边水或地表水体附近可加密布孔；矿区中部或较稳定的地段适当放稀。

[illegible] 深藏卤水矿床一般为边探边采。对第Ⅰ勘探类型可采用 员缘圆~ 圆缘猿的工程间距求探明的矿产资源，圆缘猿~ 猿缘源的工程间距求控制的矿产资源。对第Ⅱ、Ⅲ勘查类型根据具体情况确定边探边采的工程间距。

[illegible] 勘查控制程度

[illegible] 预查阶段

对发现的矿体或矿化潜力较大的地区，通过地表地质工作和极少量工程验证，并与地质特征相似的已知矿床类比，估算预测的资源量。

[illegible] 普查阶段

对预查发现的矿体（卤水层）应在地表一定间距控制的基础上，选择成矿条件较好的地段进行深部稀疏控制，工程间距不限，大致了解矿体的分布范围。矿体的连续性是推断的。

[illegible] 详查阶段

[illegible] 控制的矿产资源可参考基本控制工程间距系统控制。

[illegible] 基本控制勘查范围内矿体（卤水层）的总体分布范围，矿体出露地表的边界应有工程控制，矿体延深要有系统工程控制。矿体的连续性基本确定。

[illegible] 勘探阶段

[illegible] 探明的矿产资源 [illegible] 量在详查控制的基础上加密工程控制，矿体的连续性已经确定。

[illegible] 探明的矿产资源 [illegible] 量应保证矿山首期建设设计的还本付息要求。

[illegible] 探明的矿产资源 [illegible] 量一般分布在矿床浅部的首采区，其底部边界应控制在大

致相同的标高上。

缘源圆原　对适于地下开采的矿床要详细控制主要矿体的边界；对适于露天开采的矿床，要控制矿体四周的边界和露天采场底部边界，以确定露天开采剥离边界。

缘源圆缘　对主矿体顶板附近具有工业价值的次要小矿体，在首采地段要根据具体情况适当加密控制。

缘源圆远　对小型矿床和第Ⅲ勘查类型偏复杂的矿床，在勘探阶段可探求控制的和推断的矿产资源。

缘源圆苑　卤水矿床和老矿山延深勘探可只探求推断的和控制的矿产资源。

远　勘查工作及质量要求

远源　地形测量和工程测量

应采用全国通用的坐标系统和最新的国家高程基准点。对于边远地区小矿和周围没有可供联测全国坐标系统基准点时，可采用全球卫星定位系统，但必须详细说明所采用的定位仪器的型号、程序、精度。测量的精度要求，应执行 [illegible]《地质矿产勘查测量规范》。测绘成果经上一级主管业务部门验收。

远圆　地质填图

远圆源　搜集编制　员颁缘园园园园　～　员颁圆缘园园园园　区域地质、水文地质图。

远圆圆　在预查区内对矿点和有找矿潜力的成矿远景区，盐类矿床一般测制　员颁圆缘园园园　～　员颁缘园园园园　地形地质草图；盐湖矿产一般测制　员颁缘园园园　～　员颁员园园园园　矿区　床）地形地质、水文地质草图；对规模大、地形平坦和地质及水文地质条件简单的矿区，可采用较小比例尺；对规模小而地质条件复杂的矿床　如湖沼化学沉积之盐坑型矿床），比例尺可采用　员颁缘园园园　～　员颁员园园园园。

远圆猿　在普查区内应测制地形地质、水文地质简图，比例尺要求同 远圆圆圆

远圆源　在详查、勘探范围内应测制地形地质、水文地质图，比例尺要求为　员颁缘园园园　～　员颁圆缘园园园，对第四纪以前的盐类矿床比例尺要求为　员颁缘园园园　～　员颁缘园园园。对大部分被第四系覆盖的矿床，还要测制基岩地形地质图。

远圆缘　在普查、详查、勘探阶段勘探线剖面图都应实测，比例尺　员颁圆园园园　～　员颁缘园园园。

远圆远　在详查、勘探阶段应对岩　盐）溶、泥柱进行调查，比例尺视其发育程度而定，一般为　员颁员园园园　～　员颁缘园园园。

远猿　物探和化探工作

远猿源　根据矿区　床）地质、矿体和圈出的地球物理、地球化学特征及不同勘探阶段的地质目的，选择经济有效的物探和化探方法。

远猿圆　物探和化探测量比例尺尽可能与地质测量比例尺一致，并确定有效的成图方法，做好物探和化探资料的综合解译。

远猿猿　各种比例尺物探和化探测量工作的质量都应符合相应规范的要求。

远猿源　各个阶段的钻孔工程，应通过试验选择有效的测井方法进行测井工作。

远源　探矿工程

远源源　槽井探工程是盐湖矿产勘查的手段之一。用于揭露浅部矿体、构造、重要地质

界线和各类异常，覆盖层小于 [illegible]的可使用槽井探，揭露矿体露头的工程要深入新鲜基岩。

[illegible] 坑探工程，当地形条件有利、矿体形态复杂、需采取大体重样、物理性质试验样、加工技术试验样时，可选择坑探工程。

[illegible] 钻探工作是盐湖和盐类矿产勘查的主要手段之一。勘探线要垂直矿体走向。钻探工程质量除按有关规程、规定执行外，还应遵守如下要求：

[illegible] 对浅藏卤水的第一层潜卤水采用无泵钻进，第二层以下的承压卤水采用饱和石盐水或饱和卤水钻进，并做好洗井工作，使冲洗液从钻孔和卤水矿层中全部置换干净；对深藏卤水、盐类矿床和顶、底板要采用饱和卤水或用其配置的泥浆作钻井液钻进。凡遇含卤　水）层时，应及时严格止水，防止地下水连通或进入矿层，应严防表面卤水　或淡水）进入孔内。

[illegible] 浅孔无特殊取心工具时，回次进尺一般不得超过 [illegible]；深孔最大回次进尺不得超过 [illegible]；在盐类矿层中钻孔直径不得小于 [illegible]，深孔终孔直径不得小于 [illegible]，在预、普查阶段对卤水矿床可采用小口径钻孔。抽水钻孔的孔径要满足试验的要求。

[illegible] 所有钻孔应穿透盐类矿层，并进入围岩 [illegible]；在有盐下低矿化水发育地段，需选择一定数量的钻孔，在穿过矿层后继续加深不得小于 [illegible]，以了解盐下水的埋藏条件。当加深对矿床有影响时要采取补救措施。

[illegible] 矿心和顶、底板采取率不低于 [illegible]，岩心采取率不低于 [illegible]。

[illegible] 所有钻孔都要进行简易水文地质观测，观测内容和要求按 [illegible]《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。

[illegible] 对卤水层　组）、试验段之间必须隔离止水，分段取样。止水质量需经过检查：对深藏承压卤水层应以自然分层或含水组　一般不得超过 [illegible]）进行单独研究。

[illegible] 所有钻孔应以高标号油井水泥严格封孔，并选择 [illegible]的孔进行质量检查。全孔封闭或固井质量应达到 [illegible]《钾矿盐钻井技术规范》的要求，设立永久标志；对探采结合井，固井后要进行试压，不合格的一律返工。勘探线端点、钻探工程、主要测量控制点、水文地质长观点等，要以耐腐蚀性材料建立标志。

[illegible] 化学分析样品采集、加工及分析项目

[illegible] 化学分析样品采集

[illegible] 固体样品采集

所有见矿工程都应对矿体分段连续取样，对矿层顶、底板及夹层也要适当采样。

[illegible] 基本分析样，刻槽采样规格一般为 [illegible]，钻孔岩矿心沿长轴锯取 [illegible]作为样品；样长不应大于可采厚度或夹石剔除厚度，盐湖矿床一般 [illegible]，盐类矿床一般 [illegible]。厚度大、质量均匀的矿石可以适当加长。对于盐渍土型矿床可采用剥层法采样，采样面积 [illegible]；

[illegible] 组合分析样，应以同一勘探工程或同一勘探线工程或同一块段工程内，以同矿层、同类型、同品级的相邻矿样组合，可由五至十个基本分析样副样组合而成。组合样的最大长度一般不超过 [illegible]，质量一般要求 [illegible]，数量占基本分析样的 [illegible]；

糟 全分析样，由组合分析副样或基本分析副样组合，也可直接采取；数量为每个工业矿层一至二个；

凿 光谱分析样，采自各种矿石类型及其顶、底板，可采自组合分析样或基本分析样的副样，也可用拣块样。

迈圆圆圆 卤水样品采集

葬 基本分析样：

员 表面卤水取样一般每深 园圆圆~ 员园园取 员个样品，水深大于 员园园可分上、下或上、中、下采取二至三个样品；同一湖中的样品采集应在三至五日内完成；

圆 潜卤水和承压卤水一般应按赋水介质和富水性能分层采取。潜卤水矿层应根据卤水化学组分垂直分异的明显程度确定样品的长度，一般 圆~ 缘; 承压卤水矿层应根据卤水层和隔水层的厚度、储水性质、富水性能等因素，具体确定取样长度和数量；

遭 多项分析样。一般按资源 储量估算块段或各勘探线上同一含水层直接采取。样品数量占基本分析样的 缘~ 员园；

糟 全分析样。可按含水层直接采取，样品数量取决于卤水矿层多少，一般每层取一至二个。

迈圆圆猿 气体样品采集

当矿床内发现气体时，应立即采取气体样。

迈圆圆源 样品采集质量要求

按原国家地质局 《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》执行。样品应进行密封保存。

迈圆圆缘 化学分析样品加工

固体样品的加工包括破碎、过筛、拌均和缩分 源个程序。缩分按切乔特公式 匝越远进行。

盐类样品加工的 运值盐湖矿床采用 园郧缘~ 园郧园 盐类矿床采用 园郧员~ 园郧园 运值的选择可根据矿石组分含量的均匀程度而定。

此外，样品破碎前按规定烘干，严防破坏结晶水，并需尽快进行分析，副样密封保存。

对加工缩分的质量应定期检查，碎样过程中的样品累积损失不得超过 缘，缩分误差不得超过 猿。

迈圆圆远 化学分析样品的分析项目

迈圆圆远员 基本分析项目详见下表。可根据矿区取得一定实际资料后作适当的增减。

迈圆圆远圆 组合分析项目是在光谱分析或全分析的基础上确定的，可根据不同矿区的具体情况按下表进行选择。

迈圆圆远猿 全分析项目要在光谱全分析和岩矿鉴定基础上确定分析项目，水不溶物采用酸溶分析。

迈圆圆远源 样品分析测试，应由国家或省级认证的有资质单位承担。

迈圆圆远缘 化学分析质量的检查。凡参与资源 储量估算的样品，均应分期分批地及时进行内、外检查，内检查样品必须由送样单位编密码送原分析单位验证，不得用分析单位

复份分析的自检样代替。外检样亦编密码送指定测试单位进行外检，附原分析方法说明。保证矿床工业评价的可靠性。内、外检结果应附在勘探报告中，并进行质量评述。内、外检样品数量、送样要求、各项组分的允许误差、检查结果处理等要求，按[illegible]《地质矿产实验室测试质量管理规定》执行。

表员　盐湖和盐类矿产化学分析项目

矿种	基本分析项目	组合分析项目
钾镁盐	曇葬 酝早 悄造 殖豫 匀豫 水不溶物	运 悄葬 月则 陨 月豫 云豫 砸遭 悄释 哉 月葬 殖测 悄怎 孕遭 在壮 粤释 云
石盐	运 曇葬 酝早 悄葬 悄造 殖豫 匀豫 水不溶物	月豫 则 陨 砸遭 悄释 缮蚤
芒硝 葬	曇释 酝早 悄葬 悄造 殖豫 悄豫 匀豫 水不溶物	运 悄葬 酝早 月则 陨 匀豫 原 猿 云豫 缮蚤 月豫 则 殖测
天然碱	曇葬 悄造 殖豫 悄豫 匀豫 原 猿 匀豫 水不溶物	运 悄葬 酝早 月则 陨 云豫 月豫 缮蚤
硼	月豫	曇葬 运 悄葬 酝早 云豫 粤豫 殖豫 悄造 殖豫 匀豫 缮蚤 月遭 悄释 月则 陨 水不溶物、烧失量
钠硝石	曇葬 曇	悄葬 运 酝早 悄造 殖豫 悄豫 陨 水不溶物
卤水	利用多项分析和光谱分析来确定	运 曇葬 悄葬 酝早 悄造 殖豫 悄豫 匀豫 原 猿 缮蚤 月豫 砸遭 悄释 月则 陨 云藻 矿化度、责匀值、质量密度等
葬 根据芒硝、无水芒硝、钙芒硝做调整。		

[illegible]原 体积质量　体重）样、湿度样、孔隙度及给水度样

[illegible]体积质量　体重）样。固体矿石要按矿石类型和品级分别采取小体积质量　体重）样，在空间上应注意代表性和均匀性。采样体积不小于 [illegible]，对结构不均匀的矿石应适当增大体积。在勘探阶段，采样数量按矿体中矿石类型或品级每种不少于 猿[illegible]个。体积质量　体重）样品采取后应立即用吸水纸将样品中所含卤水吸去，并迅速进行测定。样品同时做化学基本分析和湿度测定。

卤水矿的质量密度，可直接用波美质量密度　比重）仪或采用质量密度　比重）瓶测得。

[illegible]湿度样。要按不同矿层、不同深度分别采取，应按一定的网距　与化学基本分析样网一致，但数量可减少）取样。样品取出后应立即测其原始质量，妥善密封送化验室，再测其按规定烘干后的质量，以求得湿度校正系数。

[illegible]孔隙度及给水度样。应按不同卤水层的不同岩性及工程控制网取样。取样应尽力采用专门取样工具，严防人为破坏，尽可能保持原状，严禁将样品晒干。采样段应与卤水样采样段一致。样品长一般 [illegible]～[illegible]，样品的测试应尽可能在现场进行。

[illegible]岩矿鉴定样

要求能够代表工作区所见到的全部地层、岩石、矿石、矿物及组构的一般情况，并能反映出其特点，用于研究其规律。

[illegible]（矿石　卤水）选冶试验样品的采集与试验

[illegible]采样前应根据试验的目的和要求，尽量与试验承担单位和设计、生产部门共同协商编制采样设计。实验室规模试验由勘查单位负责。半工业试验由投资者负责采样试验，勘查单位予以协助。

[illegible]试验样品应按矿石　卤水）类型和品级分别采取。在矿石　卤水）类型、品级、物质成分、结构构造以及空间分布等方面应具有充分的代表性，考虑开采时贫化可掺入一定量的围岩及夹石，使试样的品位略低于勘探区　段）的平均品位。还应按不同矿石　卤水）类型所占比例采取混合试验样。

[illegible]对矿层埋藏浅或无卤水的固体矿石最好以浅井取样，否则用大口径钻孔取样，可在一孔或其邻近的数个钻孔中采取；对表面卤水要在不同部位分别采取；对潜卤水或承压卤水可在同一卤水层中以一孔或多孔分别采取。

[illegible]试验样品的质量取决于矿石复杂程度、试验项目要求、试验设备规模和加工流程的复杂程度，并与试验单位和设计部门商定。

[illegible]岩、矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

详查和勘探矿区需采集岩、矿石水理性质和物理力学性质试验样，采样种类和地点应根据实际需要选定。样品应具有一定的代表性，主要布置在第一开采水平或首期开采地段。样品数量一般为二至三组。对样品的要求及试验项目依有关要求确定，并按相应的规范、规定进行测试。

[illegible]（抽水　卤）试验的技术和质量要求

[illegible]试验孔布置原则要求

[illegible]固体矿床按矿床勘查阶段及勘查类型布置试验孔，参照[illegible]《矿区水文地质工程地质勘探规范》要求进行。

[illegible]卤水矿床结合矿床特点及不同勘查阶段布置简易抽水、多孔　孔组）抽水试验，扩大开采矿区亦可结合开采进行试验。

[illegible]简易抽水试验：一般在普查、详查阶段布置，勘探阶段只在条件不明地段补充布置，主要用于圈定卤水层的富水地段，可开采利用的边界并初步确定水文地质参数。试验孔根据地下水流向，矿区形状、卤水层富水性差异及地质勘查网度布置，在不同富水地段应有代表性试验孔；

[illegible]多孔　孔组）试验或结合开采进行的试验，在详查或勘探阶段布置，一般进行一至二组群孔抽水试验，布置在最具开采价值的卤水富水地段或首采区。结合开采试验在扩大开采区，可利用已有生产抽卤　水）井　孔）群或生产抽卤　水）渠道系统按多孔　孔组）试验要求进行试验。

开采性卤水抽水试验，要结合矿山建设进行，由生产部门承担，勘查部门应配合编制设计。

[illegible]（抽水　卤）试验要求

[illegible]固体矿床抽水试验可参照[illegible]《矿区水文地质工程地质勘探规范》要求进

行。

[illegible] 卤水矿床简易抽水试验：一般采用短时间，通常在钻孔中进行一次最大的水位下降，要求：

[illegible] 抽水时间延续 [illegible]；

[illegible] 准确测定抽水静水位、水位降深及相应出水量、恢复水位。

[illegible] 在抽水开始及结束前各采取水分析样一次。

[illegible] 概略计算抽水试验段卤水层的渗透系数，给水度及统一降深条件下的井（孔）出水量等参数。

[illegible] 卤水矿床多孔（孔组）抽水试验：对封存条件较好的原生卤水矿体的抽水试验，应以非稳定流抽水试验为主；对有补给来源的卤水矿体采用稳定流或非稳定流抽水；对大型卤水矿床或对潜卤水层采用在抽水影响区内建立环形渗透槽排水形成人工定水头的矿床以稳定流抽水试验抽水（注），要求：

[illegible] 抽水试验前应严格洗孔，并先进行简易抽水试验，其要求同 [illegible]；

[illegible] 根据含卤（水）层的富水性差异，抽水设备条件及参数计算要求，稳定流抽水试验时水位下降的次数宜进行三次，当钻孔出水量很小时（小于 [illegible]），可进行一次大降深试验；非稳定流抽水试验水位降深应尽量最大；抽水降深、次数、最大降深的延续时间，设计单井抽水量应与其所处地段的矿床富水程度相适，具体要求可与工业利用部门商定；

[illegible] 准确测定抽水试验抽水孔和观测孔的静水位，抽水降深及其相应出水量，恢复水位。

[illegible] 采用长距离排水的抽水试验，应防止抽出的水在抽水影响区内的回渗和倒流；采用环形槽渗水方式排水的抽水试验，应注意保持槽周边水头的一致性；

[illegible] 每隔 [illegible] 采取水样一次，并注意观测和记录卤水温度变化及析盐特征；

[illegible] 准确计算试验井（孔）出水量、渗透系数，给水度等参数，并确定与该井（孔）简易抽水试验所求参数的换算系数。

[illegible] 对卤水矿床的富水性和渗透性做出评价。

注：环形渗透排水人工定水头稳定流抽水试验，是指在地势低平、地下水埋藏浅、表层渗透能力强、抽水试验排水困难的条件下，采取在抽水试验影响半径以内建立环绕试验孔深度达试验段地下水位的环形渗透槽排水（代替远距离排水），形成人工定水头的抽水试验。

[illegible] 盐类矿石水溶性能实验室试验方法及要求（参见附录 [illegible]）

[illegible] 原始编录、资料综合整理和报告编制

[illegible] 盐湖和盐类矿床勘查中原始编录是地质和水文地质综合编录，二者要紧密结合，各项原始资料必须及时、准确、全面。编录必须在现场进行，对于探矿工程的编录和取样，最迟不得超过工程完成后 [illegible] 进行。各项原始地质编录要求按 [illegible]《固体矿产勘查原始地质编录规定》的规定执行。凡能用计算成图、成表的资料，应按标准化要求表格内容填写。

[illegible] 资料综合整理要运用新理论、新方法，进行全面、深入的分析研究，特别是规

律性研究可以指导勘查工作资料的综合整理，按《固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究规定》规定执行。有条件时应采用地质勘查信息系统、[illegible]系统进行勘查数据采集、管理、综合研究、综合整理、编图及报告编制工作。并执行相关标准。

[illegible] 勘查报告的编制按《固体矿产勘查[illegible]矿山闭坑地质报告编写规范》执行。同时结合矿区的实际情况，适当增补有关内容，参见附录[illegible]

[illegible] 计算机及其他新技术的应用

[illegible] 推广计算机与信息技术的应用，提倡使用国内外先进的地质勘查应用软件和技术方法，提高地质勘查工作信息化水平。

[illegible] 地质勘查工作中应积极采用先进的技术方法和工作手段，提倡应用[illegible]技术进行测量、地质填图及地质矿产研究工作。

[illegible] 地质勘查计算机系统的应用及开发要严格执行相关的信息技术标准。

[illegible] 可行性评价

[illegible] 概略研究

是对矿床开发经济意义的概略评价，一般是在搜集分析盐湖和盐类矿产资源国内、外市场供需状况的基础上，根据已取得的普查地质资料，类比已知矿床，结合矿区的自然经济条件、环境保护等，以我国类似矿山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，所估算的资源量只具内蕴经济意义。为矿床开发有无投资机会，是否进一步详查和制定长远建设规划提供决策依据。

[illegible] 预可行性研究

是对矿床开发经济意义的初步评价。一般需要比较系统地对国内、外盐湖和盐类矿产资源储量、生产、消费进行调查和初步分析，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。根据控制的资源量、矿区地形地貌、外部建设条件和环境保护等，借鉴类似矿山企业的实践经验，初步研究并提出项目建设规模、产品方案、矿区总体建设轮廓和工艺技术原则方案，参考类似矿山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、主要设备以及生产成本，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。圈定并估算不同盐湖和盐类矿产资源储量类型，从总体上、客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评价。为是否进一步勘探、推荐项目和编制项目建议书提供依据。预可行性研究内容和可行性研究基本相同，只是详细程度次之，投资估算的误差一般≤[illegible]左右。

[illegible] 可行性研究

是对矿床开发经济意义的详细评价，一般首先需详细调查、统计和分析盐湖和盐类矿产国内、外资源储量，生产和消费情况，对国内、外市场需求量、产品品种、质量要求、价格、竞争能力进行分析研究和预测。根据探明的可采储量，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、产品方案、开采方式、开拓方案、选矿加工工艺流程、重要设备的选择、供水、供电、总体布置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总投资、生产经营成本、销售收入、利润和现金流量等，主要采用内部收益率、净现值

和动态的投资回收期等经济评价指标进行可行性评价，圈定并估算不同的资源储量类型，对拟建项目是否应该建设和如何建设做出论证和评价，为投资决策、编制和下达设计任务书及确定建设项目计划提供依据。可行性研究是基本建设前期工作的重要内容所采用的成本数据精度高，投资估算的误差一般≤[illegible]。[illegible]矿产资源[illegible]储量分类及类型条件

[illegible] 矿产资源[illegible]储量分类依据

不同勘查阶段的地质可靠程度、可行性评价程度及其经济意义是盐湖和盐类矿产资源[illegible]储量分类的主要依据。

[illegible] 可行性评价程度　参见[illegible]

[illegible] 经济意义

根据可行性评价当时经济上的合理性，分为经济的、边际经济的、次边际经济的和内蕴经济的四种：

[illegible] 经济的：其数量和质量是依据符合市场价格的生产指标计算的，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，或在政府补贴或其他条件下，开发是可能的，其内部收益率在生产期内年平均大于或等于化工矿山行业基准收益率[illegible]～[illegible]，净现值大于零；

[illegible] 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、环境条件的改善或政府给予其他扶持条件可变成经济的，其内部收益率在生产期内年平均大于零，小于化工矿山行业基准收益率，净现值等于零或接近于零；

[illegible] 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，其内部收益率和净现值均小于零；

[illegible] 内蕴经济的：仅通过概略研究，做了相应的投资机会评价，未做可行性研究或预可行性研究。

由于不确定因素多，无法区分经济的、边际经济的还是次边界经济的，介于经济到次边际经济之间。

[illegible] 地质可靠程度

反映不同勘查阶段成果的精度，分为预测的、推断的、控制的、探明的四种。

[illegible] 预测的：是指对区域成矿研究成果、矿点、矿化和物探、化探、遥感等异常经过预查得出的结果。

有极少量或零星的探矿工程验证，或根据各类综合异常预测的矿体，并与已知地质特征相似的矿床类比，估算出预测的资源量；

[illegible] 推断的：是指对普查区按照普查的精度大致查明了矿区的地质特征。大致查明了矿体总体形态、产状、厚度、展布特征和开采技术条件，大致确定了矿石的物质组成、矿石质量、矿石类型和品级，大致控制控矿和破坏矿体的较大构造、岩浆岩体和盐溶的地质特征。或大致查明了卤水的补给径流排泄条件和卤水层的数目、形态、厚度、产状、水位及总体分布规律　或大致查明了表面卤水的深度、面积），大致确定了卤水

的化学成分及质量特征，大致了解矿石　卤水）类型、品级的分布规律。也包括那些由地质程度较高的基础储量或资源量外推部分。矿体含卤水层的连续性是推断的，矿产资源数量的估算依据的数据有限，可信度较低；

糟 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。基本查明了矿体形态、产状、厚度、内部结构、空间位置和开采技术条件，基本查明了矿石结构构造、成分及有用、有害组分的含量和变化规律，基本控制了对矿体破坏和影响较大的断层、褶皱、岩浆岩体、泥垄、泥柱的性质和空间位置，盐溶淋滤带的深度和分布范围已大致圈定。或基本查明了含卤层的形态、厚度、分布范围，以及卤水的形成条件、埋藏条件、富水程度、补给、径流、排泄条件及主要水文地质参数，基本查明了卤水的化学成分及有用、有害组分；基本查明了天然条件下卤水的动态变化规律和均衡特点，卤水动态观测资料不少于一个水文年，矿石　卤水）类型、品级、比例及其分布规律已基本确定。在需要和地质条件可能分采时，对分采矿石　卤水）类型或品级进行了圈定。矿体　含卤水层）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；

齿 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。详细查明了矿体形态、产状、厚度、内部结构、空间位置和开采技术条件，详细查明了矿石的结构构造、成分及有用、有害组分的含量和变化规律，详细控制了对矿体破坏和影响较大的断层、褶皱、岩浆岩体、泥垄、泥柱的性质和空间位置，盐溶淋滤带的深度和分布范围已基本圈定。或详细查明了含卤层的形态、厚度、分布范围，以及卤水的形成条件、埋藏条件、富水程度、补给、径流、排泄条件及主要水文地质参数，详细查明了卤水的化学成分及有用、有害组分；详细查明了天然条件下卤水的动态变化规律和均衡特点，并有长期动态观测资料，确定了矿石　卤水）类型、品级、比例及其分布变化规律，在需要和地质条件可能分采时，对分采的矿石　卤水）类型或品级进行了圈定，矿体　含卤水层）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。

愿圈圈 矿产资源 辕储量分类

愿圈圈员 储量

经过详查或勘探，地质可靠程度达到控制的或探明的矿产资源，进行了预可行性研究或可行性研究后，经济意义表明当时开采是经济的，并扣除了设计和采矿损失量。储量是基础储量中的经济可采部分。根据地质可靠程度和可行性评价阶段不同，储量又可分可采储量　[illegible]、预可采储量　[illegible] 和预可采储量　[illegible] 三种。

愿圈圈圆 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矿产资源，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或边际经济的，未扣除设计和采矿损失量。根据经济意义的不同，基础储量分为经济基础储量和边际经济基础储量。根据地质可靠程度和可行性评价阶段不同，经济基础储量又分为探明的　可研）经济基础储量　[illegible]、探明的　预可研）经济基础储量　[illegible] 和控制的　预可研）经济基础储量　[illegible]，与可采储量中三个类型呈对应关系。边际经济基础储量又分为探明　可研）边际经济基

础储量　[illegible]、探明的　预可研）边际经济基础储量　[illegible]和控制的边际经济基础储量　[illegible]三种。

[illegible]资源量

是指查明矿产资源的一部分和潜在矿产资源。根据经济意义不同，分为次边际经济资源量、内蕴经济资源量和经济意义未定的预测资源量。次边际经济资源量系指地质可靠程度达到控制的或探明的，经预可行性研究或可行性研究后，经济意义属于次边际经济的那一部分资源量，根据地质可靠程度和可行性评价阶段不同，又分为探明的　可研）次边际经济资源量　[illegible]、探明的　预可研）次边际经济资源量　[illegible]和控制的　预可研）次边际经济资源量　[illegible]三种。内蕴经济资源量系指地质可靠程度达到推断到探明的，可行性评价只进行概略研究，经济上无法区分其经济的、边际经济的、次边际经济的资源量。根据地质可靠程度不同，又分为探明的内蕴经济资源量　[illegible]、控制的内蕴经济资源量　[illegible]和推断的内蕴经济资源量　[illegible]三种。预测的资源量　[illegible]？系指经预查后预测的资源量，无法确定其经济意义，也是资源量的一种，属潜在矿产资源。

[illegible]矿产资源[illegible]储量类型条件

[illegible]可采储量　[illegible]

为探明的经可行性研究的经济基础储量的可采部分，是指探明的矿产资源，进行了可行性研究，证实当时开采是经济的。用扣除设计、采矿损失的可实际开采数量表述。估算的可采储量和可行性评价结果，可信度高，可供矿山建设设计利用。

[illegible]预可采储量　[illegible]

为探明的经预可行必研究的经济基础储量的可采部分，是指探明的矿产资源，进行了预可行性研究。经济上表明当时开采是经济的。用扣除设计、采矿损失的可实际开采数量表述。估算的可采储量可信度高，可行性评价结果可信度一般。

[illegible]预可采储量　[illegible]

为控制的经预可行使研究的经济基础储量的可采部分，是指控制的矿产资源，进行了预可行研究，经济上表明当时开采是经济的。用扣除设计、采矿损失的可实际开采数量表述，估算的预可采储量可信度较高，可行性评价结果可信度一般。

[illegible]探明的　可研）基础储量　[illegible]

其可行性研究程度和经济意义同[illegible]所述，与其差别是本类型中未扣除设计和采矿损失量。

[illegible]探明的　预可研）基础储量　[illegible]

为探明的经预可研的经济基础储量，其可行性研究程度和经济意义同[illegible]所述，与其的差别是本类型中未扣除设计和采矿损失量。

[illegible]控制的经济基础储量　[illegible]

为控制的经预可行性研究的经济基础储量，其可行性研究程度和经济意义同[illegible]所述，与其的差别是本类型中未扣除设计和采矿损失量。

[illegible]探明的　可研）边际经济基础储量　[illegible]

为探明的经可行性研究的边际经济基础储量。是指探明的矿产资源，进行了可行性

研究，经济上表明按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为经济的，未扣除设计、采矿损失量。估算的基础储量和可行性评价结果的可信度高。

[illegible] 探明的（预可研）边际经济基础储量 [illegible]

为探明的经预可研的边际经济基础储量，是指探明的矿产资源，进行了预可行性研究，其经济意义同[illegible]所述，未扣除设计和采矿损失量。估算的基础储量可信度高，可行性评价结果可信度一般。

[illegible] 控制的边际基础储量 [illegible]

为控制的边际经济基础储量，是指控制的矿产资源，进行了预可行性研究，表明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为经济的。未扣除设计和采矿损失量。估算的基础储量可信度较高，可行性评价结果可信度一般。

[illegible] 探明的（可研）次边际经济资源量 [illegible]

为探明的经可行性研究的次边际经济资源量，是指探明的矿产资源，进行了可行性研究，表明当时开采是不经济的或技术不可行，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，未扣除设计和采矿损失量。估算的资源量和可行性评价结果的可信度高。

[illegible] 探明的（预可研）次边际经济资源量 [illegible]

为探明的经预可行性研究的次边际经济资源量，是指探明的矿产资源进行了预可行性研究，经济意义同[illegible]所述，未扣除设计、采矿损失量，估算的资源量可信度高，可行性评价结果可信度一般。

[illegible] 控制的次边经济资源量 [illegible]

为控制的经预可行性研究的次边际经济资源量，是指控制的矿产资源，进行了预可行性研究，表明当时开采是不经济的或技术不可行，需大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后才能变为经济的。未扣除设计、采矿损失量。估算的资源量可信度较高，可行性评价结果可信度一般。

[illegible] 探明的内蕴经济资源量 [illegible]

指探明的矿产资源，未进行可行性研究或预可行性研究，只依据我国同类矿山多年生产经验所确定的各项指标，进行了概略研究，经济意义介于经济的至次边际经济范围内。估算的资源量可信度高，可行性评价可信度低。

[illegible] 控制的内蕴经济资源量 [illegible]

指控制的矿产资源，未进行可行性研究或预可行性研究，只依据我国同类矿山多年生产经验所确定的各项指标，进行了概略研究，经济意义介于经济至次边际经济范围内。估算的资源量可信度较高，可行性评价可信度低。

[illegible] 推断的内蕴经济资源量 [illegible]

地质可靠程度是推断的，可行性评价只进行概略研究，经济意义介于经济至次边际经济范围内。估算的资源量可信度低，可行性评价可信度低。

[illegible] 预测的矿产资源量 [illegible]？

对区域成矿研究成果、矿点、矿化点和物探、化探、遥感异常，经初步野外观测，

极少量工程资料，与已知矿床类比而估计预测的资源量。有无经济意义尚不确定，属潜在矿产资源。

怨 矿产资源 储量估算

怨员 矿产资源 储量估算的工业指标

怨员员 矿床工业指标内容包括边界品位、最低工业品位、最低可采厚度、夹石剔除厚度等。它是评价矿床工业价值和圈定矿体、估算矿产资源 储量的依据。

怨员圆 预查、普查阶段可采用一般工业指标圈定矿体。参见附录 耘 详查、勘探阶段工业指标一般根据矿床地质条件、开采技术条件和选矿、加工试验资料通过多方案试圈比较确定，或结合　预）可行性研究论证确定工业指标。并执行国家规定的程序，才能作为圈定矿体的依据。

怨员猿 在勘探阶段，对能单独分采的矿体，应制定分采指标；凡能在采、选、加工过程中富集、回收利用的伴生组分和矿床内需开采的异体共生矿产，也应制定相应指标。必要时可规定有害组分最大允许含量。

怨员源 矿产资源 储量估算的一般原则

怨员源员 矿体的圈定必须根据矿体赋存规律，严格按工业指标合理进行圈定。

怨员源圆 参与矿产资源 储量估算的工程质量和其他基础资料，应符合有关规范、规定的要求。

怨员源猿 根据矿床的产状、形态及勘查工程布置形式合理选用矿产资源 储量估算方法，一般固体矿产采用垂直剖面法、地质块段法、底板等高线法、卤水矿床采用容积法、解析法　包括水均衡法、地下水动力学法）或数值法。提倡运用计算机技术，采用地质统计学、灰法等新的矿产资源 储量估算方法。使用的计算机软件需经有关部门认定，对估算方法和结果的正确性，应采用其他方法进行检验。

怨员源源 应按矿产资源 储量分类及分类条件、矿石类型、品级和固、液体分别估算资源量和储量。当开采方式不同时也应按其分别估算。

怨员源缘 对指标中规定的具有工业利用价值的共生矿产和伴生有用组分，应分别估算储量和资源量。

怨员源远 探明的矿产资源 储量块段划分，原则上应以工程间距圈定的范围为限。

怨员源苑 估算的矿产资源 储量应圈出并扣除采空区的资源量和储量，对地面压矿的永久性建筑物、铁路、主干公路、水库、湖泊、河流等下面的禁采区，均应严格按有关规定单独估算资源量，并列人次边际经济的资源量。

怨员源愿 卤水矿床还应按水体、含水层　组）、水化学类型分别估算。表面卤水矿床应按丰水期　洪水期）、枯水期分别估算，并注明调查日期；潜卤水矿床以孔隙度、给水度分别估算；承压卤水矿床以孔隙度、给水度、弹性给水度分别估算。

怨员源怨 卤水矿床当有补给时，应估算水、盐补给量。

怨员缘 对矿产资源 储量估算参数的要求

怨员缘员 参与矿产资源 储量估算的各项参数在预查和普查阶段，可采用实测和类比法确定；在详查和勘探阶段必须实测，数据要准确可靠且具有代表性。

怨员缘圆 对矿产资源 储量有影响的因素，如盐泥坑、冲沟、裂隙、盐溶、风化淋滤等，

应计算出影响系数和含矿系数，以求取实际矿体体积。

各矿种资源储量估算单位：钾盐（硫酸钾）、铯（铷）、溴（碘）以吨（金属）表示；石盐（氯化钠）以亿吨（金属）表示；其他矿产钾盐（硫酸钾、镁盐（氯化镁）、芒硝（含钙芒硝、无水芒硝均以氯化钠表示）、天然碱（氯化钠、碳酸钠）、硼（硼酸）、锂（碳酸锂）、钠硝石（氯化钠）、水菱镁矿（矿石）以万吨（金属）表示。

附　录　粤
（规范性附录）
固体矿产资源储量分类

表 粤-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（111）			
	预可采储量（121）	预可采储量（122）		
	基础储量（121）	基础储量（122）		
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）？

注：表中所用编码（如 111、2M11、334）？，第 1 位数表示经济意义，即 1 表经济的，2 表边际经济的，3 表次边际经济的，4 表内蕴经济的，？表经济意义未定的；第 2 位数表示可行性评价阶段，即 1 表可行性研究，2 表预可行性研究，3 表概略研究；第 3 位数表示地质可靠程度，即 1：探明的，2：控制的，3 表推断的，4 表预测的。①未扣除设计、采矿损失的可采储量。

附　录　月
（资料性附录）
盐湖和盐类矿床勘查类型划分依据

月.1　固体矿床

月.1.1　矿体延展规模

月.1.1.1　盐湖矿产固体矿床矿体延展规模分级见表 月.1

表 月圆员　盐湖矿产固体矿床矿体延展规模分级表

等级	石盐		钾镁盐		芒硝		天然碱		硼矿	
	长度 噪皂	面积 噪圆	长度 噪皂	面积 噪圆	长度 噪皂	面积 噪圆	长度 噪皂	面积 噪圆	长度 噪皂	面积 噪圆
大型	跃员园	跃缘园	跃缘	跃远	跃缘	跃缘	跃猿	跃缘	跃圆	跃员
中型	员园~缘	缘园~员园	缘~员	远~员	缘~员	缘~员	猿~员	缘~园缘	圆~园缘	员~园员
小型 约缘	约员园	约员	约员	约员	约员	约员	约园缘	约园缘	约园员	

月圆圆圆圆圆盐类矿产固体矿床矿体延展规模分级见表 月圆圆

表 月圆圆　盐类矿产固体矿床矿体延展规模分级表

等级	石盐、钙芒硝		钾盐、天然碱、无水芒硝	
	长度 噪皂	面积 噪圆	长度 噪皂	面积 噪圆
大型	跃员园	跃员园	跃猿	跃缘
中型	员园~缘	员园~员园	猿~员	缘~员
小型	约缘	约员园	约员	约员

月圆圆圆　矿体稳定程度

稳定：矿体形态和内部结构简单、厚度稳定、品位均匀。

较稳定：矿体形态和内部结构较简单、厚度变化较稳定、品位较均匀。

不稳定：矿体形态较简单一复杂、内部结构复杂、厚度不稳定、品位不均匀。

月圆圆猿　矿体（层）形态复杂程度

简单：矿体呈层状、似层状，边缘略有分叉。

较简单：矿体呈似层状或透镜状、少数层状，矿体略有分叉复合。

复杂：矿体呈薄层状、扁豆状、筒状、窝状、脉状、条带状、藕节状或不规则状，有分叉复合。

月圆圆源　矿体（层）内部结构复杂程度

简单：无或偶见夹石层，含夹石率 约缘。

较简单：含少量夹石层，含夹石率 缘~员缘。

复杂：含较多夹石层，含夹石率 跃员缘~源园缘。

月圆圆缘　矿体（层）厚度稳定程度

稳定：厚度变化系数 约源园。

较稳定：厚度变化系数 源园~苑园。

不稳定：厚度变化系数 跃苑园。

月圆圆远　矿石品位均匀程度

均匀：品位变化系数 约圆园。

较均匀：品位变化系数 缘豫～园园豫。

不均匀：品位变化系数 跃缘园豫。

月蕴蕴苑 构造复杂程度

简单：产状变化小，呈缓倾斜的单斜或宽缓的向斜、背斜，少有波状起伏，断层稀少，对矿层影响不大。

中等：产状变化中等，呈急倾斜—缓倾斜的向斜、背斜或单斜，偶有波状起伏或有稀少矿层（矿体）被破坏。

复杂：产状变化大，次级褶皱发育，形成紧密的复式褶皱，或受几组断层分割破坏形成若干断块。

月蕴蕴愿 盐溶发育程度

发育：盐溶系数 跃员豫。

中等发育：盐溶系数 员豫～缘豫。

不发育：盐溶系数 约缘豫。

月蕴园 浅藏卤水矿床

月蕴园员 河流补给强度（按河流注入口 员园园园城 或补给模数（员园园园城辕噪圆·阅））

河流补给丰富的：注入量 跃员园园园 补给模数 跃员园

河流补给中等的：注入量 员园园园～员园园园 补给模数 员园～员

河流补给弱的：注入量 约员园园园 补给模数 约员

月蕴园园 含水层富水性能（钻孔单位涌水口 择 赠藏酝皂）

富水性强： 跃员园园园

富水性中等：介于 员园园园～员园之间。

富水性弱： 约员园

月蕴园源 卤水动态的稳定程度（按水位年变幅（皂） 和水位年变化率（年变幅除以含水层厚度，豫））

稳定：变幅 约园援员园 变化率 约员园

较稳定：变幅 园援员园～园援猿豫 变化率 员园～猿园

不稳定：变幅 跃园援猿豫 变化率 跃猿园

月蕴园源 卤水含水层结构的复杂程度（按含水层层数多少，单层厚度大小及其组合特征）

简单：均质单层或非均质双层，单层厚度 跃员园园皂，厚度稳定。

较简单：一般有三至五个卤水层，单层厚度 缘皂～员园园皂，厚度较稳定。

较复杂：非均质互层状含水组，单层厚度 约缘皂，厚度不稳定。

月蕴源 深藏卤水矿床

月蕴源员 卤水矿化度（表 月蕴源）

月蕴源园 卤水富水性（钻孔单位涌水量 择（皂赠藏酝皂））

富水性强：择员园园园

富水性中等：介于 愿～愿园园之间。

富水性弱： 约愿

月蕴原 表面卤水矿床

表 月圆圆 卤水矿化度分级表

等级	盐卤		硝卤	
	含量 早蕴	惜月 豫	含量 早蕴	惜月 豫
高矿化度	跃园圆园	跃园圆豫	跃员园园	跃员圆豫
中等矿化度	员园园- 园圆园	员圆豫- 园圆豫	愿园- 员园园	苑豫豫- 员圆豫
低矿化度	缘园- 员园园	源愿- 员圆豫	猿园- 愿园	猿- 苑豫豫

按卤水面积分为六级，详见附录 悦表 悦圆圆

附　录　悦
资料性附录）
盐湖和盐类矿床勘查基本工程间距参考

表 悦圆员 盐类矿产中固体矿床勘查基本工程间距参考表

勘查类型	石盐、钙芒硝矿床		钾盐、天然碱、无水芒硝矿床	
	控制的矿产资源工程间距 噪皂	实　例	控制的矿产资源工程间距 噪皂	实　例
第Ⅰ勘查类型	源- 远	四川威西石盐矿床罗城矿段	圆- 猿	
第Ⅱ勘查类型	圆- 猿	湖北云　梦）应　城）石盐矿床，云南安宁石盐矿床，四川新津大山岭钙芒硝矿床	员- 员圆豫	
第Ⅲ勘查类型	园圆豫- 员圆豫	江西会昌周田石盐矿床，云南武定小井钙芒硝矿床	园圆圆豫原园圆豫	河南桐柏吴城天然碱矿床，云南江城勐野井钾盐矿床

表 悦圆圆　盐湖矿产固体矿床勘查基本工程网度参考表 葬

勘查类型		石盐矿床	钾镁盐、芒硝、天然碱矿床	硼矿床
		控制的矿产资源	控制的矿产资源	控制的矿产资源
第Ⅰ勘查类型	网度 噪㎞	源圆 伊 源圆	圆员 伊 圆园愿	园愿~园源 伊 园愿~园源
	实例	青海柯柯石盐矿床	新疆达坂城芒硝矿床，内蒙古察干里门诺尔天然碱矿床	
第Ⅱ勘查类型	网度 噪㎞	圆员 伊 圆员	员~园猿 伊 员~园源	园源~园圆 伊 园源~园圆
	实例	内蒙古吉兰泰石盐矿床	青海大浪滩钾镁盐矿床，山西运城芒硝矿床	青海大柴旦硼矿床
第Ⅲ勘查类型	网度 噪㎞	员~园猿 伊 员~园猿	(园猿~园圆猿) 伊 园猿~园圆	园圆~园员 伊 园圆~园员
	实例	新疆吐孜塔克石盐矿床	内蒙古察汗淖天然碱矿床，新疆艾丁湖溶蚀区芒硝矿床	西藏班戈湖硼矿床
葬 钠硝石矿床只求到推断的矿产资源量，参考工程间距 园圆猿~园员 伊 园圆猿~园猿。				

表 悦圆猿　表面卤水矿床观测点网度参考表

表面卤水面积 噪㎡	观测点网度 噪㎞		单点控制面积 噪㎡
	线距	点距	
跃园园园	愿	愿~源	圆愿~缘园
园园园~缘园园	愿~源	源	园圆~圆愿
缘园园~园园园	源	源~圆	远~园圆
园园园~缘园园	源~圆	圆	源~远
缘园园~园园园	圆	圆~员	圆~源
约园园	圆~园猿	员~园猿	园圆园~圆

表 忱圈原 浅藏卤水矿床勘查基本工程网度参考表

勘查类型	控制的矿产资源工程间距 嗥皂	实例
第Ⅰ勘查类型	源尹　源-圆	青海台吉乃尔锂矿床
第Ⅱ勘查类型	源-圆　伊　圆-员	青海察尔汗钾镁盐矿床察尔汗区段，山东莱州石盐矿床
第Ⅲ勘查类型	圆-员　伊　员-园酝	西藏班戈湖硼矿床、青海大柴旦硼矿床，新疆达坂城芒硝矿床

附　录　阅
资料性附录）
盐类矿石水溶性能实验室试验方法及要求

阅酝员　试验设备及材料

矿石溶解性能试验，一般应在化验室或岩矿室进行。除具备岩矿设备和盐类化验设备与药品外，主要专用设备和材料为小天平或 缘藻台秤、圆藻造 员藻造量筒、大烧杯或溶解池　规格应根据试样体积和溶解水量而定）、盛液盆、小钢尺、玻璃棒、小闹钟、秒表、沥青、石蜡、铁勺、远藻~愿藻电炉、小毛刷、包装带或细铁丝、吸管、温度计、质量密度　比重）计、波美计 员套、圆藻和 员藻网眼直径的金属筛、小镊子或小竹夹、自制的 员藻直径卵石　巨砾）粒度测量圈等，以及各种水溶试验记录表。溶剂　水）为自来水或中性水。

阅酝圆　试样采集要求

编制矿区勘探设计时，应根据矿石溶解性能实验室试验的需要，在勘探区或首采区选择具有代表性的勘探钻孔，采取矿心样进行水溶试验，同时取得该钻孔的一般勘探成果和矿体圈定数据。矿心直径不得小于 怨藻。钻孔施工时要有严格的取心和保护措施，以保持矿心的完整和层序。不得采用对分劈心法率先采取基本分析样品。首采区一般为单孔试验或布置探采结合钻井进行试验。有条件时，也可利用坑道采集代表性样品进行试验。

试验样品的采集，一般不得少于八至十组，据矿石类型和品级确定。单一矿石类型和品级的矿层、厚度达 缘皂以上时，应单独列为一个取样组。每组样品的数量不得少于二件，以便互相验证，保证取全取准各项试验数据。

阅酝猿　试样规格及加工要求

以矿心作为试验样品时，根据矿石类型和品级选择具有代表性的完整矿心，切平顶、底面以后的长度为 圆藻，标出顶、底面，再切去宽度为 苑藻的侧面，即为溶解试验样品。下切的矿心侧面小片，加工破碎后进行基本分析，作为该试样的品位和储量计算的基本分析成果。

以坑道样作为试验样品时，应制成 圆藻伊圆藻伊圆藻的立方体，标出顶、底面，

即为溶解试验样品，全部试样应力求规格一致。样品加工时被切下的相同层位部分，应进行加工破碎并作为基本分析，以代表该试验样品的品位。

阅圆原　试验的准备工作

根据试样的平均品位计算出测试面高度内的样品侧溶溶解量约 员猿豫 约为整个样品体积的 猿园豫，卤水达到饱和状态时，所需要的预计溶解水量，以确保样品达到理想的溶蚀状态时，溶液浓度达到饱和，作为选择溶解池　槽）规格的依据。其计算公式如下：

$$灾≈运伊\frac{υ·阅·糟}{噪}$$

式中：　灾——预计溶解水量　皂造；

运——预计溶解水量计算系数，运越员源园~员缘园缘　通常采用 员园园员，强烈蒸发地区采用 员园园缘；

υ——预计矿石溶解体积　糟蚤猿）；

阅——矿石体积质量　体重）　皂糟蚤猿）；

糟——试样平均品位　豫）；

噪——每千毫升饱和卤水的含盐量　皂糟蕴。

矿石溶解试验一般在常温、常压条件下进行。如遇酷暑或严寒气候，应将实验室的温度控制在 员园益~圆园益为宜。试验前应先测定室温和溶解池　槽）中的水温，并测定试验样品的体积质量　体重），然后进行试验。

阅圆缘　试验方法

阅圆缘员　侧溶溶蚀速度和侧溶角的测定

阅圆缘员员　定义与原则

在溶解池　槽）中，水面与试样溶解　蚀）面成 怨园毅交角　即垂直），使溶解平行试样纵轴方向进行，称为侧溶。单位时间的侧溶进尺称为侧溶溶蚀速度。在试样溶蚀面下端自然形成的溶蚀面坡度角称侧溶角　或侧溶溶解安息角）。

侧溶溶蚀速度的测定，是确定盐槽形态和形成速度的依据。

侧溶角受卤水浓度和水不溶残渣的沉淀所控制。侧溶角的测定，在建槽阶段用于控制盐槽的底角；在生产阶段则用于控制溶腔的形态。

阅圆缘员圆　准备试样

将加工好的试样涂上约 员园园的石蜡、沥青煮沸混合液，在切平的侧面上留出 苑园糟蚤伊员缘糟蚤的裸露面，作为溶蚀测试面。即试样切平的侧面上部 猿糟蚤，下部 圆糟蚤，圆柱面和顶、底面均为石蜡、沥青液封闭。待干涸后，用细包装带系好，顶端连接挂钩　如图 阅圆缘员。

线条覆盖面为涂蜡面积，空白面为溶解面。顶端为提钩位置，在试验过程中应使样品保持铅垂状态。

阅圆缘员猿　试验方法

将准备好的、规格一致的试样悬垂于预定体积的溶解池中，也可以将试样直接置放在溶解池　槽）的底部，　如图 阅圆缘员　图 阅圆缘，图中箭头表示溶蚀方向。试验时，浸泡

测试面，在静水状态下溶蚀，定时观测。浸泡开始时，溶蚀速度较快，每 员缘分钟观测员次；随着溶液浓度升高，溶蚀速度减弱，可每隔半小时或每小时观测 员次。溶蚀速度具体表现为水对样品溶蚀面的溶解侵蚀平均进尺，单位为 皂皂。在观测侧溶溶蚀速度的同时，应测定卤水的浓度　波美度），以便确定不同卤水浓度下的矿石侧溶溶蚀速度，并测定卤水的温度、质量密度　比重）和试样的侧溶角　即试样溶解过程中，在矿样下部所形成的溶解安息角）　如图 阅圆源 以及试样的质量。一直观测到卤水浓度达到 圆缘级月蒸汽　即饱和）时为止。这时卤水的上下层浓度达到一致。

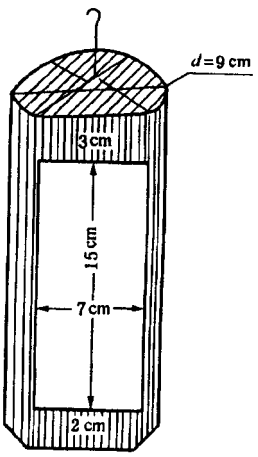


图　阅圆员

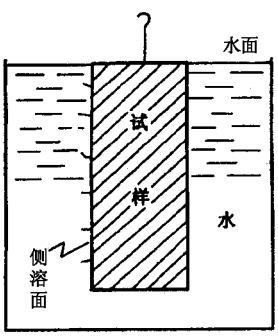


图 阅圆圆　试样悬垂于水中

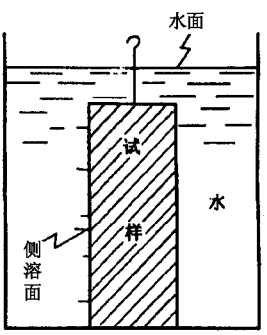


图 阅圆猿　试样入置于溶解器底部

阅圆缘圆圆　上溶溶蚀速度及上溶溶解速度的测定

阅圆缘圆圆员　定义与原则

在溶解池　槽）中，水面与试样溶解　蚀）面平行，使溶解垂直试样纵轴方向，由下向上进行溶解，称为上溶，如图 阅圆缘 单位时间的上溶进尺称上溶溶蚀速度。上溶溶

解速度也可根据上溶溶蚀速度所测定的数据，经计算求得。上溶溶蚀速度是用于测算水溶生产阶段，单位时间的上回采矿量。上溶溶解速度则用以确定单位面积的卤水回采量、估算卤井的日产卤水能力。

[illegible] 准备试样

将加工好的试样测出底面积数，然后在其周围和顶部涂上约 [illegible] 的石蜡和沥青液，留出底面作测试面。待保护层干涸后，系好包装带，顶部连接挂钩、方法与侧溶试样的准备相同。

[illegible] 试验方法

将试样按统一高度悬垂于预定体积的溶解水中浸泡静溶，每隔 [illegible] 分钟、半小时或每小时观测一次溶蚀面上的溶蚀平均深度，即上溶溶蚀速度（溶蚀进尺），单位为 [illegible]。同时称出试样质量。并计算出单位面积上每小时所溶解的矿石量，即上溶溶解速度，单位为 [illegible]。同时还应观测溶液的浓度（波美度）、温度和质量密度（比重），以便确定在不同卤水浓度和温度下的矿石上溶溶蚀速度和溶解速度。一直观测到卤水浓度达到 [illegible]（即饱和）时为止。

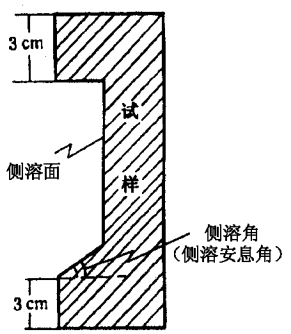


图 [illegible] 侧溶试验

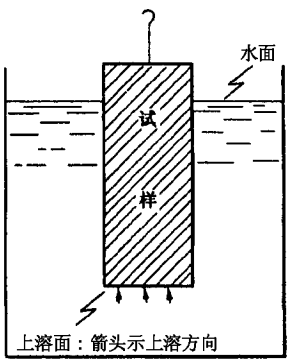


图 [illegible] 上游试验

[illegible] 卤水膨胀率的测定

淡水溶解盐后，其体积将会增加，测定卤水体积膨胀率的目的是用于确定水采过程中的淡水消耗指标之一。

测定方法：为简便起见，勿需使用矿石，可直接在量杯内的常温（[illegible]）水中依次加入相同成分的成品盐，溶化搅匀，卤水浓度每升高 [illegible] 时测定一次体积。求得不同浓度的卤水体积与原来的淡水体积相比，所增加的百分数即为卤水膨胀率。

[illegible] 水不溶残渣（湿体）膨胀率的测定

单位体积的矿石与经水完全溶解后所生成的水不溶残渣湿体积之比，称水不溶残渣（湿体）膨胀率。测定的目的是用于选择水采方案（钻井水溶或硐室水溶）的重要依据。当残渣膨胀率小于 [illegible] 时，方可采用钻井水溶法开采；如属特低品位矿石，其膨胀率往往大于 [illegible] 则不宜用钻井水溶法开采；而应采用硐室水溶法或坑道开采。此外，还用于测算开采过程中水不溶残渣的生成量（体积）及地下溶腔的净空间体积，估算残渣中损失

盐量及卤井的日产卤能力。

测定方法：利用侧溶和上溶试验的水不溶残渣进行测定，测出饱和水状态下水不溶残渣的湿体积与所溶蚀的矿石体积比，即为水不溶残渣的膨胀率。

[illegible] 水不溶残渣湿体积质量（体重）及含盐量（[illegible]）的测定

其目的是用于计算开采过程中的损失盐量。

测定方法：利用侧溶或上溶试验的水不残渣进行测定。在量杯中使[illegible]卤水中的不溶残渣充分沉淀（[illegible]天）后观测体积，再吸出清卤，用事先称得的空量杯质量算出残渣质量，然后计算出残渣湿体积质量（体重），并对残渣湿体进行含盐量分析。

[illegible] 水不溶残渣的颗粒度分析

其目的是测定钻井水采过程中水不溶残渣从中心管中排出的可能性，以降低盐槽底角，同时有利于生产阶段扩大井下的卤水贮存空间。建槽阶段的中心管排卤流速一般为[illegible]带出的泥、砂量应达到[illegible]。

试验要求：利用溶蚀试验的全部矿心，分矿层进行测定。

测定方法：先测出各矿层被溶蚀的残渣（湿体）总体积，然后用淘汰法去泥（其粒度通常小于[illegible]），将残留的砂、砾进行干燥、过筛（筛孔直径为[illegible]和[illegible]两级），分为[illegible]，[illegible]和大于[illegible]级粒度，以排水法测出各粒级的体积；小于[illegible]粒级的体积为被溶蚀的残渣总体积减去大于[illegible]各粒级的残渣体积之和。最后算出各粒级所占的体积分数。

有条件时，应在坑道中采[illegible]的代表性样品进行测定，同时还应测出大于[illegible]粒级的体积。

[illegible] 水不溶残渣颗粒沉降速度的测定

其目的是测定不同粒度的残渣颗粒在同一浓度卤水中的沉降速度和同一粒度的残渣颗粒在不同浓度卤水中的沉降速度，以便计算水采时带出的泥沙量。

测试方法及要求：在[illegible]的玻璃量筒或高度更大的透明容器中，分别盛满波美度为[illegible]的卤水，将选择好的粒度分别为[illegible]的残渣颗粒，逐一放入不同波美度的卤水中，测定残渣颗粒在卤水中的沉降时间，计算出每一颗粒的沉降速度，再计算出每一粒度等级的残渣颗粒在相同浓度卤水中的平均沉降速度。单位为[illegible]。每一粒度的残渣颗粒在每一浓度级别的卤水中的沉降速度测定次数不得少于[illegible]次。

[illegible] 卤水的主要组分分析

其目的是测定溶矿卤水中各种可溶盐的主要成分和含量，以确定地下水溶开采在建槽和扩槽过程中对不同成分和含量的卤水的排放措施。

试验要求：根据矿体的矿石类型和品级分别采集标本样（不规则样品）进行溶化测定。

测定方法：根据卤水全分析结果确定卤水类型以后，再针对该卤水类型的化学组分测定其主要离子的含量，配分为组分含量。当溶矿卤水的浓度每增加[illegible]时测定[illegible]次，即卤水浓度为[illegible]对各测定一次。单位为[illegible]。

[illegible] 饱和卤水成分分析

其目的是为工厂产品方案及加工工艺方案的确定提供依据。

试样采集要求：在一般勘探钻孔中利用矿心副样分矿体采集全层综合样，通过溶矿获得饱和卤水后，进行分学分析，测定卤水的有益组分和有害组分的含量。

阅匿　成果整理及试验报告编写提纲

阅匿匪员　成果整理

阅匿匪员员　各测试项目的原始观测记录表，应及时整理，做到数据齐全、准确可靠，并有文字说明。

阅匿匪员圆　对各项测试成果，应及时进行综合分析，根据测试数据编制各种曲线图。如卤水浓度与侧溶溶蚀速度关系曲线图、卤水浓度与上溶溶解速度关系曲线图、卤水浓度增长曲线图、卤水膨胀率增长曲线图等。

阅匿匪员猿　根据试验结果，做出矿床开采技术条件的评价，为开采设计提供技术参数。

阅匿匪员源　编写矿石水溶性能试验报告，作为矿石加工技术条件和矿床开采技术条件的原始资料，随同勘探报告一并提交。

阅匿匪圆　矿石溶解性能试验报告编写提纲

阅匿匪圆员　前言

葬　试验目的和要求；

遭　试样采集地点（钻孔位置）、采样深度及其代表性。

阅匿匪圆圆　各项试验样品的采集位置（钻孔深度）、矿石类型、品级和样品的物理、化学性质、外观特征

葬　各类型、各品级试样的体积质量（体重）；

遭　各类型、各品级试样的有益、有害组分及其含量；

糟　矿石的其他物理、化学特征，如构造破碎情况，放射性元素和有害气体的含量等。

阅匿匪圆猿　各试验项目的测试情况及测定结果（分项目叙述试验情况和试验中出现的问题及其试验结果）

阅匿匪圆源　结论：提出矿床开采的适宜工艺流程和产品方案的结论性意见及建议

阅匿匪圆缘　矿石溶解性能测试结果总表

附　录　耘
资料性附录）
盐湖和盐类矿产一般工业指标和综合评价指标

表 耘噩员　盐湖和盐类矿产一般工业指标表

计量组分	矿产		开采方式	工业指标				水溶系列有害组分最大允许含量
				边界品位豫	最低工业晶位豫	最小可采厚度皂	夹石剔除厚度皂	
晕韩造	石盐	卤水		≥缘	≥员园	员园		食用盐：ω（硒）≤员园伊员园，ω（总钙）≤员园伊员园，ω（钾）≤员伊员园，ω（粤苹）≤园援缘伊员园，ω（云藻饶）］≤缘伊员园
		固体	钻井水溶	≥猿园	≥缘园	圆~匝园	圆	
			硐室水溶	≥员豫	≥猿园	圆~匝园	圆	
			露天开采	≥猿园	≥缘园	园噪~园豫	园噪~园匝	
适造	钾盐	卤水		≥园噪~园豫	≥韵豫~员			ω（糟）≤园援缘豫ω（酝总）≤园援猿豫ω（总钙）≤园援缘豫ω（晕韩造）≤缘豫
		固体	坑采	≥缘	≥愿~员园	园豫	园豫	
			露天开采	≥猿	≥愿	园噪~园豫	园豫	
晕韩韵源	芒硝、无水芒硝	卤水		≥猿	≥缘	员园		ω（云藻）≤园援园豫ω（糟）≤员援缘豫ω（酝总）≤员援缘豫ω（悦造）≤员援缘豫
		固体	固体	钻井水溶	≥猿园	源豫		
			露天开采	≥猿园	≥源豫	园噪~园豫	园噪~园匝	
	钙芒硝	固体	坑采	≥员园~员豫	≥员豫~匝园	员~圆	员	
			露天开采	≥愿	≥匝园	园噪~园豫	园噪~园匝	
	白钠镁矾	固体	滤天开采	≥在	≥猿豫	园豫~员园	园噪~韵匝	
晕耕韵垣晕韩扰源	天然碱	卤水		≥圆	≥猿豫	员园		ω（云藻）≤园援园豫ω（（晕韩造）≤员援园缘ω（晕韩韵源）≤园援员豫
		固体	钻井水溶	≥员苑	≥匝豫	园噪	园噪豫	
			坑采	≥员苑	≥匝豫	园苑	园噪园	
			霉天开采	≥匝园	≥匝豫	园匝	园噪	
酝韩造	镁盐	卤水		≥圆	≥缘			憎（锌）≤园噪园豫憎（粤苹）≤园噪园豫憎（总遭）≤园噪园豫憎（总钙）≤园噪员豫
		固体	露天开采	≥员园	≥匝园	园豫	园豫	

续表

计量组分	矿产		开采方式	工业指标				水溶系列有害组分最大允许含量
				边界品位	最低工业品位	最小可采厚度/m	夹石剔除厚度/m	
钾盐	硼	卤水		硼≥0.1%	硼≥0.2%			钙镁离子≤0.3%
		固体	露天开采	≥0.5%	≥0.7%	0.5	1.0	
锂	锂矿	卤水	钻井水溶开采	锂≥0.01%				
锂	锂矿	固体	露天开采	≥0.1%	≥0.2%	0.5	1.0	
镁	水菱镁矿	固体	露天开采	≥30%	≥40%	0.5	1.0	
芒硝	钠硝石	固体	露天开采	≥0.7	≥1			

注 1：盐湖卤水不规定最小可采厚度。

注 2：适宜露天水溶开采的盐湖固体矿产的工业指标可适当降低。

注 3：钻井水溶开采，因矿石质量、水溶性能及开采方式不同，对可采厚度及夹石剔除厚度的要求差别很大，各矿区可根据上述因素具体确定。

注 4：钾盐和镁盐工业指标可以 K_2O 和 MgO 指标换算，其换算系数分别为 1.5 和 1.2。

注 5：各项工业指标均可根据选矿加工试验研究成果作适当调整。多种盐类矿产共（伴）生，并可综合利用的，其工业指标可适当降低。

表 4.2.2　盐湖和盐类矿产综合评价指标表

组分		钾	镁	硼	锂	钠	芒硝	溴	碘	铷	铯
含量	固体	1%	5%	0.5%		20%	0.2%～1%	0.1%～0.2%		0.05%	0.05%～0.1%
	卤水	0.5%	1%	0.1%	0.01%	5%	0.05%～0.1%	0.05%～0.1%	0.01%～0.02%	0.01%	0.01%～0.02%

附　录　云
资料性附录）
盐类矿石　卤水）的选矿、加工方法

表 云-1　盐类矿石　卤水）的选矿、加工方法参考表

矿种	选矿、加工方法
石盐	洗涤法、粉碎洗涤法、高温除钙洗涤法、化卤滩晒法、溶解结晶法、真空蒸发法、盐田法、沟槽再生法
芒　硝—无水芒硝	洗涤法、溶解结晶法、冷冻法、硝田日晒法、盐析法、蒸发盐析法、真空蒸发法
光卤石	盐田—冷分解—浮选法、反浮选—冷结晶法
镁	盐田法制取氯化镁；化学法或冷冻法生产硫酸镁；石灰法制取氧化镁；氯化镁　或氧化镁）电解法和热还原法制取金属镁
天然碱	洗涤法、溶解结晶法、天然蒸发法、石灰法、苛化法制取烧碱
硼	碳碱法分解钠硼解石制取硼砂；二氧化硫分解柱硼镁石制取硼酸；浓缩卤水用酸法、溶剂萃取法、树脂吸附法制取硼酸
锂　卤水）	溶剂萃取法提取氯化锂；碳化焙烧法提取锂盐；离子交换

附　录　郧
资料性附录）
盐湖卤水水化学类型

湖水含盐量大于 缘豫的湖泊称为盐湖，按照盐湖卤水化学成分可分成氯化物、硫酸盐、碳酸盐三种主要的化学类型。其各类型的平衡体系和特征系数见表 郧圆员

表 郧圆员　盐湖卤水水化学类型表

类型	亚类	盐类的平衡体系	特征系数					用离子物质的量浓度形式表示				可能呈固相的矿物组合
			用盐的形式表示									
			悄员	悄圆	悄猿	悄源	悄缘	悦员	悦圆	悦猿	悦源	
氯化物型		曜藻 (运) 、酝藻 (晕) 、匀藻 (悦) ； 匀藻 (韵)	原	原	园	灶	原	员	员	≤员	约员	石盐、钾石盐、光卤石、水氯镁石、石膏、溢晶石
硫酸盐型	硫酸镁	园藻 (曜) 、酝藻 (晕) 、匀藻 (悦) ； 匀藻 (韵)	原	园	灶	肆	原	员	≤员	》员	约员	石盐、芒硝、无水芒硝、泻利盐、六水泻盐、白钠镁矾、软钾镁矾、钾钾镁矾、钾石盐、光卤石、水氯镁石、石膏、钠硼解石、柱硼镁石、库水硼镁石、多水硼镁石、板硼石
硫酸盐型	硫酸钠	园藻 (曜) 、酝藻 (晕) 、匀藻 (悦) ； 匀藻 (韵)	园	灶	肆	原	园	≤员	≥员	肆员	约员	石盐、芒硝、无水芒硝、白钠镁石、钙芒硝、钾芒硝、泻利盐、石膏

续表

类型	亚类	盐类的平衡体系	特征系数					离子物质的量浓度形式表示				可能呈固相的矿物组合
			用盐的形式表示									
			憎员	憎圆	憎猿	憎源	憎缘	悦员	悦圆	悦猿	悦源	
碳酸盐型	弱度碳酸盐	氯钠型（运Ⅰ）转化型，匀增型；杂增型，悦型；匀减型	≤员	肆	原	原	园酃豫～愿豫	灶～灶员园	≫员	≫员	≫员	石盐、单斜钠钙石、氯碳钠镁石、硼砂、钠硼解石、芒硝、无水芒硝
	中度碳酸盐		≥员	肆	原	原	愿豫～圆酃豫	灶～灶员园	≫员	≫员	≫员	石盐、苏打、水碱，天然碱、氯碳钠镁石、重碳钠石、芒硝、杂芒硝、硼砂、三方硼砂（原生及次生）
	强度碳酸盐		≥员	肆	原	原	跃圆酃豫	灶～灶员园	≫员	≫员	≫员	石盐、重碳钠石、天然碱、水碱、苏打、单斜钠钙石、氯碳钠镁石、碳钠矾、芒硝、无水芒硝、钾芒硝、硼砂、三方硼砂（次生）

注员：$憎_{员}越\frac{皂_{碳酸根}+皂_{重碳酸根}}{皂_{氯离子}+皂_{碳酸根}+皂_{重碳酸根}}$；$憎_{圆}越\frac{皂_{钠离子}}{皂_{氯离子}+皂_{碳酸根}+皂_{重碳酸根}}$；

$憎_{猿}越\frac{皂_{重碳酸根}}{皂_{碳酸根}+皂_{重碳酸根}}$；$憎_{源}越\frac{皂_{碳酸根}}{皂_{碳酸根}+皂_{重碳酸根}}$；

总碱度 $憎_{缘}越\frac{皂_{碳酸根}+皂_{重碳酸根}}{皂_{氯离子}}$。

注圆：$糟_{员}越\frac{糟_{钠离子}-糟_{氯离子}}{糟_{钠离子}+糟_{钾离子}}$；

$悦_{越}\frac{糟_{钠离子}-糟_{氯离子}+糟_{钾离子}}{糟_{钠离子}+糟_{钾离子}}$；

$糟_{源}越\frac{糟_{钠离子}-糟_{氯离子}}{糟_{钠离子}+糟_{钾离子}}$。

注猿：$糟_{钠离子}$为离子的物质的量浓度；$憎_{氯化钠}$为盐的质量分数；灶为大于零和小于无穷大的数；皂为质量。

附　录　匀
资料性附录）
盐湖和盐类矿床主要盐类矿物

表 匀圆员　盐湖和盐类矿床主要盐类矿物表

类型	矿物名称	英文名称	化学分子式	主要组成质量分数 豫
氯化物	石盐葬	匀葬遭藻	晕韩造	
	钾石盐葬	杂灶遭藻	运灶造	
	光卤石葬	恍耘则遭藻	运灶造酝韩造 运韵	运灶造 圆圈源，酝韩造 猿圈源
	水氯镁石葬	月遭耀澡遭藻	酝韩造 运韵	酝韩造 源圈源
	钾铁盐	砸盐 遭藻	运晕葬藻造	运灶造 缘圈苑
硫酸盐	石膏葬	恍皱皂皂皂	恍韩酱 圆韵	恍韩酱 猿圈员
	硬石膏葬	粤操澡遭藻	恍韩酱	
	钾石膏葬	杂酱皆藻遭藻	运酱酱 恍韩酱 匀韵	恍韩酱 源圈源，运酱酱 缘圈圆
	芒硝葬	酝硝遭藻遭藻	晕酱酱 员韵	晕酱酱 源圈员
	无水芒硝葬	栽藻葬硝遭藻	晕酱酱	
	钙芒硝葬	则诲藻遭藻遭藻	晕酱酱 恍韩酱	晕酱酱 缘圈员
	钾芒硝葬	则遭硝遭藻	猿运酱酱 晕酱酱	晕酱酱 圆圈源，运酱酱 猿圈班
	软钾镁矾葬	杂糟藻藻遭藻	运酱酱 酝韩酱 运韵	运酱酱 源圈源，酝韩酱 圆圈源
	钾镁矾葬	纽藻藻遭藻	运酱酱 酝韩酱 源韵	运酱酱 源圈源，酝韩酱 猿圈源
	白钠镁矾葬	粤硝遭藻藻遭藻	晕酱酱 酝韩酱 源韵	晕酱酱 源圈源，酝韩酱 猿圈圆
	杂卤石葬	孕杂遭藻藻遭藻	运酱酱 圆韩酱 酝韩酱 圆韵	运酱酱 圆圈源，酝韩酱 圆圈圆
	钾盐镁矾葬	运藻遭藻	源运造原运韩原 员员韵	运灶造 猿圈圆，酝韩酱 源圈源
	泻利盐葬	耘泻藻遭藻	酝韩原源苑圆圆	酝韩酱 源圈源
	硫镁矾　水镁矾）	运藻藻遭藻	酝韩酱 匀韵	酝韩酱 愈圈圆
	无水钾镁矾葬	纽藻钻遭藻遭藻	运酱酱 圆运韩酱	运酱酱 源圈圆，酝韩酱 缘圈圆
碳酸盐	氯碳钠镁石葬	晕则碟藻遭藻	晕酱猪酱 酝韩猪酱 晕韩造	晕韩酱 源圈班
	苏打葬	杂灶葬	晕酱猪酱 员韵	晕酱猪酱 猿圈员
	单斜钠钙石 斜碳钠钙石）	则葬碳泽遭藻	晕酱猪酱 恍韩猪酱 缘韵	晕韩酱 猿圈源
	天然碱葬	栽灶葬	晕酱猪酱 晕苇打猪酱 原圆韵	晕酱猪酱 源圈源，晕苇打猪酱 猿圈圆

续表

类型	矿物名称	英文名称	化学分子式	主要组成质量分数
碳酸盐	重碳钠石[葬]（苏打石）	[illegible]	[illegible]	
	水菱镁石[葬]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	碳钠钙石	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	扎布耶石[葬]	[illegible]	[illegible]	
硝酸盐	钠硝石[葬]	[illegible]	[illegible]	
	钾硝石[葬]	[illegible]	[illegible]	
硼酸盐	柱硼镁石[葬]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	硼砂[葬]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	钠硼解石[葬]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	水方硼石	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	库水硼镁石[葬]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	方硼石	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	硬硼钙石	[illegible]	[illegible]	[illegible]

葬 我国形成工业矿床的矿物

附　录　Ⅰ
资料性附录）
盐湖和盐类矿床矿石类型参考

表 陨员　盐湖和盐类矿床矿石类型参考表

矿种	矿石类型		矿物或化学成分组合	
			主要矿石矿物	共　伴）生矿物
石盐矿	固体	石盐矿石	石盐	石膏及少量其他盐类
		石膏质石盐矿石	石盐	石膏、无水芒硝
		泥沙质石盐矿石	石盐	石膏、钙芒硝及少量其他盐类
	卤水	各类型卤水	化学成分因水化学类型不同而异	

续表

矿种	矿石类型		矿物或化学成分组合	
			主要矿石矿物	共　伴）生矿物
钾镁盐矿	固体	光卤石矿石	以光卤石为主，少量钾石盐	石盐、石膏、水氯镁石
		钾石盐矿石	以钾石盐为主，少量光卤石钾铁盐	石盐、硬石膏、方硼石
		钾石盐—软钾镁钒矿石	钾石盐、光卤石、软钾镁矾、杂卤石	石盐、芒硝、无水芒硝、泻利盐、石膏
	卤水	氯化物型	运原、曼彗、酝酿垣、恍彗垣、绵蜜、月静炎、恍遮、杂韵圆原	
		硫酸盐型	运恒、曼彗、酝酿垣、绵蜜、月静炎、杂酿原源、恍遮	
		碳酸盐型	运恒、曼彗、绵蜜、月静炎、恍酿垣炎、匀湍原蜜、杂酿原源、恍遮	
芒硝矿	固体	芒硝　或泥质芒销）矿石	以芒硝为主为主，少量无水芒硝、钙芒硝、白钠镁钒	石盐、石膏
		钙芒硝矿石	钙芒硝、芒硝、无水芒硝	石盐、石膏
		无水芒硝矿石	无水芒硝、芒硝	石盐、石膏
		白钠镁矾矿石	白钠镁矾、芒硝、无水芒硝石盐、石膏	
	卤水	硫酸盐型	碳酸盐型 曼彗、酝酿、运恒、恍彗垣、杂酿原源、恍遮、恍酿原圆匀湍蜜	
天然碱矿	固体	天然碱矿石	天然碱、苏打	芒硝、石盐
		复盐碱矿石	天然碱、苏打	石盐、芒硝、钙芒硝、无水芒硝、石膏
		淤泥碱矿石	天然碱单斜钠钙石、氯碳钠镁镁石	芒硝、石盐、石膏
	卤水	碳酸盐型	曼彗、运恒、绵蜜、月静炎、恍酿原炎、匀湍原蜜、杂酿原源、恍遮	
硼矿	固体	硼砂矿石	硼砂、钠硼解石	石盐、芒硝、单斜钠钙石
		钠硼解石矿石	钠硼解石、水方硼石、硼砂、板硼石	石盐、芒硝、石膏、碳酸盐、水不溶物
		库水硼镁石—柱硼镁石矿石	库水硼镁石、柱硼镁石	多水硼镁石、钠硼解石、石盐、芒硝、钾石膏
		复盐硼矿石　硼土）	硼砂、钠硼解石、硼镁石、水方硼石	石盐、芒硝、石膏、碳酸盐

续表

矿种	矿石类型		矿物或化学成分组合	
			主要矿石矿物	共（伴）生矿物
硼矿	固体	淤泥石膏硼矿石	柱硼镁石、钠硼解石、硼砂、库水硼镁石、多水硼镁石	石膏、碳酸盐
		芒硝硼矿石	柱硼镁石、钠硼解石、硼砂、水方硼石	芒硝为主，次为钙芒硝、无水芒硝、白钠镁矾、泻利盐、石盐
		石盐硼矿	柱硼镁石、钠硼解石	以石盐为主，少量芒硝
	卤水	各类型卤水	化学成分因水化学类型不同而异	
锂矿	卤水	各类型卤水	以硫酸盐型为主。主要化学组成：[illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]；碳酸盐型水次之，其[illegible]与[illegible]、高于[illegible]	
钠硝石矿	固体	钠硝石矿石	钠硝石	石盐、芒硝、石膏、镁盐、碘
水菱镁矿	固体	水菱镁矿矿石	水菱镁矿	菱镁矿、菱锶矿

附　录　允
资料性附录）
盐湖和盐类矿产地质勘查报告编写的补充要求

允允允 盐湖和盐类矿产地质勘查报告的编写，除执行 [illegible]《固体矿产勘查 矿山闭坑地质报告编写规范》外，应结合矿区实际情况，在《固体矿产勘查 矿山闭坑地质报告编写规范》的附录 中增加必要的内容。

允允 附录 应增加以下内容

矿区所处区域水文地质单元和水文地质特征。

允允 附录 应增加以下内容

允允允 地表水特征及其动态变化。

允允允 周边地下水的分布、埋藏条件。

允允允 盐下承压水的分布、埋藏条件。

允允允 地表水与地下水的水力联系；矿区充水因素；地表水、盐下承压水对矿床的影响。

允允 附录 应增加以下内容

允允允 附录 中应增加以下内容 允允允 地表卤水矿床的面积、深度、化学组分及空间变化、动态特征。

[illegible] 卤水矿床的层次、结构、岩性、厚度、孔隙度和给水度或储水系数、分布范围，卤水层（组）的划分及各卤水层之间的水力联系。

[illegible] 卤层进水或隔水边界、定流量或已知水头边界的分布及其确定依据。

[illegible] 固、液体矿床之间的分布埋藏关系、转化因素和特点。

[illegible] 附录 粤[illegible]中应增加以下内容

[illegible] 卤水水化学组分、浓度、特征系数及相互关系、水平分带及垂直分异规律，所属水盐平衡体系、相区位置及析盐阶段。

[illegible] 卤水水位或承压水水头高度、水量、水温、浓度、主要化学组分的动态变化规律和变幅，均衡要素和均衡特征。

[illegible] 附录 粤[illegible]中应增加以下内容

[illegible] 矿体（层）围岩和夹石特征以及其中可溶盐的赋存状态与分布规律。

[illegible] 隔水层的岩性、厚度、产状、分布、稳定性和隔水性，底板承压含水层和隔水层的特征。

[illegible] 附录 粤[illegible]应增加以下内容：**[illegible]** 附录 粤[illegible]中应增加以下内容：

[illegible] 卤水矿床开采的水文地质条件，包括卤水层的富水性、导水系数或渗透参数、影响半径等有关水文地质参数，结合含水层的介质、厚度、埋藏深度、水化学特征等进行可采技术条件分区，指出开采有利地段。

[illegible] 开采条件下卤水动态和边界条件变化的趋势性预测。

[illegible] 附录 粤[illegible]中应增加以下内容：

[illegible] 固体矿床重点说明盐溶和裂隙的发育程度、形态特征、充填成分、分布规律、对矿体的破坏和影响以及对开采的影响，承压盐下水的可能冲溃地段，并评述对露天开采的边坡稳定性的影响。**[illegible]** 水溶法开采的地质条件和技术条件简评。

[illegible] 附录 粤[illegible]中应增加以下内容：

[illegible] 卤水对设备、材料的侵蚀破坏作用。

[illegible] 盐田工程地质条件简述和废卤排放方向。

[illegible] 附录 粤[illegible]应增加以下内容：

[illegible] 附录 粤[illegible]中应增加以下内容：

[illegible] 地质和水文地质测量、盐溶调查、盐田工程地质调查及其质量评述。

[illegible] 地表卤水矿床调查及其质量评述。

[illegible] 附录 粤[illegible]中应增加以下内容：

抽水试验、动态观测、均衡试验及其质量评述。

[illegible] 附录 粤[illegible]应增加以下内容：

[illegible] 附录 粤[illegible]中应增加以下内容：

[illegible] 可溶盐资源总量估算方法和结果。

[illegible] 地表卤水矿床的资源量、储量应按丰水期和枯水期分别计算。

[illegible] 附录 粤[illegible]中应增加以下内容：

卤水矿床水盐补给量和均衡计算的方法及结果，评述其精度。

[illegible] 附录 粤[illegible]应增加以下内容：

附录 中应增加以下内容：

水盐补给量计算分区图（附计算剖面图）。

水盐均衡计算图。

附录 中应增加以下内容：

矿区水化学图（附水化学垂直分异剖面图、不同水盐平衡体系的卤水组成点相区分布图）。

地表卤水等深线图和主要组分含量等值线图。

附录 中应增加以下内容：

矿区盐溶分布图（附典型盐溶剖面图）。

盐下承压水冲溃因素预测图。

附录 中应增加以下内容：

卤水矿层抽水试验下降漏斗剖面图。

附录 中应增加以下内容：

地下水动态观测曲线图。

附录 中应增加以下内容：

盐类沉积底板隔水层等厚线图和底板等高线图。

附录 中应增加以下内容：

卤水矿床开采技术条件分区图。

附录 中应增加以下内容：

矿层底板隔水层厚度统计表和盐下水压冲溃因素预测计算表。

盐溶调查统计表。

附　录　运

资料性附录）

盐湖和盐类矿产资源储量规模划分标准

表 盐湖和盐类矿产资源储量规模划分标准表

矿种		计算对象	单位	矿床规模		
				大型	中型	小型
石盐（包括地下卤水）		氯化钠	万吨	≥	～	约
钾盐	固态	钾盐	万吨	≥	～	约
	液态	钾盐	万吨	≥	～	约
镁盐		氯化镁或硫酸镁	万吨	≥	～	约
芒硝		硫酸钠	万吨	≥	～	约
钙芒硝		硫酸钠	万吨	≥	～	约

续表

矿 种	计算对象	单位	矿床规模		
			大型	中型	小型
天然碱	晶间卤水 晶洞卤水	万立方米	≥500	100～500	＜100
硼	硼酸盐	万吨	≥50	5～50	＜5
盐湖锂矿	卤水	万吨	≥50	5～50	＜5
水菱镁矿	矿石	万吨	≥500	100～500	＜100
钠硝石	晶间卤水	万吨	≥50	5～50	＜5
溴	卤水	吨	≥50000	5000～50000	＜5000
铷	硫酸铷	千克	≥1000	100～1000	＜100
铯	氯化铯	千克	≥1000	100～1000	＜100
碘	碘	吨	≥500	50～500	＜50

冶金、化工石灰岩及白云岩、水泥原料矿产地质勘查规范

目　次

前言
员 范围
圆 规范性引用文件
猿 勘查的目的任务
源 勘查工作研究程度
源.员 地质研究
源.圆 矿石加工技术试验要求
源.猿 开采技术条件
源.源 综合勘查、综合评价
源.缘 采用新技术与新方法
源.远 分散小矿情况
缘 勘查控制程度要求
缘.员 勘查类型
缘.圆 勘查工程间距确定原则
缘.猿 控制程度的确定
远 勘查工作及质量要求
远.员 主要地质图件
远.圆 探矿工程
远.猿 物探
远.源 化学取样
远.缘 样品加工
远.远 化学分析质量检查
远.苑 岩矿石物理性能测试
远.愿 原始地质编录、资料综合整理
苑 可行性评价工作
苑.员 意义
苑.圆 概略研究

苑圆猿　预可行性研究
苑圆源　可行性研究
愿　资源 辕储量分类及类型条件
愿圆员　资源 辕储量分类依据
愿圆圆　资源 辕储量类型
怨　资源 辕储量估算
怨圆员　资源 辕储量的工业指标
怨圆圆　资源 辕储量估算的一般原则
怨圆猿　确定资源 辕储量估算参数的要求
怨圆源　资源 辕储量估算结果表
员园　勘查地质报告的编写
附录 粤　规范性附录）固体矿产资源 辕储量分类
附录 月　资料性附录）勘查类型与工程间距参考资料
月员　勘查类型划分的主要地质因素
月圆　冶金、化工用石灰岩及白云岩、水泥原料矿产勘查类型
月猿　勘查工程间距
附录 悦　资料性附录）化学分析项目与检查分析修正系数
悦员　化学分析项目
悦圆　检查分析修正系数
附录 阅　资料性附录）一般工业指标
阅员　质量要求
阅圆　矿山开采技术条件要求

员　范围

本标准规定了冶金、化工用石灰岩及白云岩、水泥原料矿产　石灰质原料、粘土质原料、硅质原料）勘查工作研究程度、勘查工作质量、资源 辕储量分类及类型条件、资源 辕储量估算等方面的要求，并提出了供类比使用的矿床勘查类型及参考的勘查工程间距。

本标准适用于冶金、化工用石灰岩及白云岩、水泥原料矿产勘查及资源 辕储量估算；适用于冶金、化工用石灰岩及白云岩、水泥原料矿产勘查设计及勘查成果报告的验收与评审；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、估算矿产资源 辕储量的依据。

圆　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。

[illegible]　固体矿产地质勘查规范总则

[illegible]　固体矿产资源 辕储量分类

猿　勘查的目的任务

地质勘查工作分为预查、普查、详查、勘探四个阶段。各阶段工作的目的任务如下。

猿援员　预查阶段：通过对区内地质资料的综合研究、初步野外观测、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的地区。

猿援圆　普查阶段：通过对预查阶段确定的矿产潜力较大的地区，采用露头检查、地质填图、数量有限的取样工程等野外工作，大致查明普查区内地质、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，进行矿产加工选矿性能类比研究，提出是否具有进一步详查的价值，圈出详查区范围。

猿援猿　详查阶段：对普查圈出的详查区采用多种勘查方法和手段，以一定的网度系统取样，基本查明地质、构造特征及其对矿体的控制情况，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实验室流程试验研究，做出是否具有工业价值或近期能否利用的评价。必要时，圈出勘探范围，并为预可行性研究、矿山总体规划和编制矿山项目建议书等提供依据。对直接提供开发利用的矿区，应达到可供矿山建设设计的要求。

猿援源　勘探阶段：对详查工作提出的勘探区，通过加密各种采样工程，详细查明矿床地质特征，确定矿体的形态、产状、大小、沿走向和倾向变化规律、空间位置和矿石质量特征，确定矿体的连续性，查明矿体开采技术条件，为可行性研究或矿山建设设计等提供依据。

源　勘查工作研究程度

源援员　地质研究

源援员援员　区域地质

预查阶段应全面收集与预查区成矿有关的区域地质矿产资料、研究成果及各种有关信息，进行综合分析、研究、类比。

普查阶段应详细收集与普查区成矿有关的区域地层、构造、岩浆岩、变质岩及矿产资料，进行野外地质调查，研究成矿地质背景、控矿因素、找矿标志，大致查明成矿地质条件。

详查阶段应收集详查区与成矿有关的地层、构造、岩浆岩、变质岩及矿产资料，基本查明成矿地质条件。

源援圆援圆　矿区（床）地质

源援圆援圆援员　地层

预查应大致了解含矿层位及矿体空间展布。

普查应大致查明含矿层位及矿体空间展布。

详查与勘探应详细划分地层层序，岩性组合，建立标志层，确定准确的含矿（控矿）地层年代；研究沉积环境与成矿的关系；确定矿体赋存层位及矿体在地层中的空间分布。

源援圆援圆援圆　地质构造

预查阶段应大致了解矿区内较大的褶皱、断层及节理裂隙发育地段。

普查阶段应大致查明矿区内较大的褶皱、断层及节理裂隙发育地段。

详查阶段应研究矿区构造与矿体空间分布关系。基本查明对矿体影响较大的褶皱、断层和破碎带的性质、规模、产状、分布规律以及对矿体的破坏程度和对矿石质量的影响。研究节理裂隙的性质、产状、分布规律和发育层位、地段及程度。

勘探阶段应详细查明对矿体影响较大的褶皱、断层和破碎带的性质、规模、产状、分布规律以及对矿体的破坏程度和对矿石质量的影响。

[illegible] 岩浆岩

预查阶段应大致了解矿区岩浆岩体数量、种类及分布情况。

普查阶段应大致查明矿区岩浆岩体数量、种类及分布情况。

详查阶段应基本查明对矿体影响较大或较多的岩浆岩体（包括脉岩）的种类、形态、规模、产状、矿物成分与化学成分、分布规律以及与成矿的关系、对矿体的破坏程度和对矿石质量的影响。

勘探阶段应详细查明对矿体影响较大或较多的岩浆岩体（包括脉岩）的种类、形态、规模、产状对矿体的破坏程度和对矿石质量的影响。

[illegible] 变质岩

预查阶段应大致了解矿区变质岩种类、分布情况及与矿体的关系。

普查阶段应大致查明矿区变质岩种类、分布情况及与矿体的关系。

详查阶段应基本查明变质岩的种类、形态、规模、产状、矿物成分和化学成分、分布规律，研究变质作用的性质、范围以及与成矿的关系、对矿体的破坏程度和对矿石质量的影响。

勘探阶段应详细查明变质岩的种类、形态、规模、产状对矿体的破坏程度和对矿石质量的影响。

[illegible] 风化带

预查阶段应大致了解矿床风化带的深度及分布范围。

普查阶段应大致查明矿床风化带的深度及分布范围。

详查阶段应基本查明矿床风化带的深度、分布范围、矿石的物理性能、化学成分、风化作用对矿石质量及开采的影响。

勘探阶段应详细查明矿床风化带的深度、分布范围。

[illegible] 岩溶

普查阶段应大致了解石灰岩、白云岩矿岩溶的形态、规模及分布范围。

详查阶段应大致查明石灰岩、白云岩矿岩溶的形态、规模、分布范围和变化规律。研究岩溶发育层位、地段和程度。研究岩溶充填程度、充填物种类、矿物成分和化学成分以及对矿石质量和开采的影响。

勘探阶段应基本查明石灰岩、白云岩矿岩溶的形态、规模、分布范围和变化规律、充填程度、充填物种类、矿物成分和化学成分以及对矿石质量和开采的影响。

[illegible] 覆盖层

预查阶段应大致了解矿床覆盖层的分布与厚度。

普查阶段应大致查明矿床覆盖层的分布与厚度。

详查阶段应基本查明覆盖层的分布规律、厚度变化。研究覆盖层的种类、物理性能、矿物成分、化学成分及胶结程度。当矿区覆盖层分布面积较大，厚度大于 [illegible]时，要编制覆盖层等厚线图。

勘探阶段应详细查明覆盖层的厚度变化。编制厚度大于 [illegible]的覆盖层等厚线图。

[illegible] 矿体地质

预查阶段应大致了解矿体规模、产状、厚度、矿石类型及分布；大致了解松散粘土质原料、硅质原料的成分及粘土质原料的塑性；大致了解矿体中夹石的种类。

普查阶段应大致查明矿体形态、规模、产状、厚度、矿石成分、矿石类型及分布；大致查明松散粘土质原料、硅质原料的粒度、矿物成分、化学成分及粘土质原料的塑性；大致了解矿体中夹石的种类、分布，夹石的矿物成分、化学成分、结构与构造。

详查阶段应基本查明矿体形态、规模、产状、厚度及其变化规律；基本查明矿石类型、品级、分布及变化规律；基本查明矿石矿物成分、化学成分、结构与构造，研究松散状粘土质原料、硅质原料的粒度、矿物成分、化学成分及粘土质原料的塑性；基本查明矿体中夹石的种类、规模、产状、分布规律；基本查明夹石的矿物成分、化学成分、结构与构造。

勘探阶段工作应详细查明矿体形态、规模、产状、厚度；详细查明矿石类型、品级、分布；详细查明矿石矿物成分、化学成分、结构与构造；详细查明矿体中夹石的种类、规模、产状。

[illegible] 矿石加工技术试验要求

[illegible] 预查阶段应收集矿石加工技术有关资料进行类比研究。

[illegible] 普查阶段一般应进行矿石加工技术对比研究，做出是否可作为工业原料的评价。

[illegible] 详查阶段与勘探应根据投资者的需求进行矿石加工技术的试验。

[illegible] 冶金、化工石灰岩、白云岩加工技术试验要求。

耐磨、耐压。冶金工业用作熔的石灰岩和白云岩一般做此项试验。试样规格 [illegible]伊[illegible]伊[illegible]。

煅烧试验。试验一般采用半工业规模试验。如果已有类似加工技术方面数据，可通过类比确定。

水洗试验。通过水洗试验，确定是否增加洗矿设备，日的是为提高矿石质量，确保矿石经破碎、磨矿后能满足要求。

[illegible] 水泥原料工艺性能试验要求。应通过试验以验证矿石利用的可能性。需进行试验时，应在勘探阶段进行，对新类型矿石应提前进行。试验研究一般采用实验室规模试验。一般情况下全套试验（不含辊磨试验）需各种原料试验样重约 [illegible]，辊磨易磨性试验所需样重约 [illegible]。干法生产应做易磨性、磨蚀性、可磨性、可破性、辊磨易磨性、易烧性等试验项目。

[illegible] 开采技术条件

[illegible] 水文地质研究

[illegible] 预查阶段应以收集水文地质资料为主，大致了解矿区水文地质条件，为进一

步开展工作提供依据。

普查阶段应以收集水文地质资料为主，大致查明矿区水文地质条件，为进一步开展工作提供依据。

详查阶段与勘探阶段。

对位于地下水位以上露天开采的矿床，应收集气象资料，调查矿区及其附近地表水体和当地最高洪水位，确定采场地表汇水边界及自然排水条件；

对位于地下水位以下露天开采和地下开采矿床，除上述工作外，还应基本查明或查明含水层和隔水层产状、厚度、分布、岩溶裂隙、构造破碎带发育程度和含水性，研究或详细研究地下水的补给、径流、排泄条件，确定矿坑充水因素，预计矿坑涌水量；

应收集邻近地区相似矿床的矿坑涌水量等水文地质资料，以进行类比研究；

提出矿山工业用水和生活用水的水源方向。

工程地质及环境地质研究

预查阶段应以收集工程地质、环境地质资料为主，大致了解矿区工程地质条件，为进一步开展工作提供依据。

普查阶段应以收集工程地质、环境地质资料为主，大致查明矿区工程地质条件，为进一步开展工作提供依据。

详查阶段与勘探阶段。

测试有代表性的矿石、岩石物理性能。

研究岩石的性质、产状、分布；研究地质构造、岩体结构面组合关系、水文地质条件、岩石风化程度、岩溶等特征，论述采场边坡稳定性，预测可能发生的主要工程地质问题和地段。

松软矿体要进行弹性波测试。

收集区域内地震资料，对区域稳定性进行评价；预测因开采等因素可能引起的岩崩、滑坡、井泉干涸、地表与地下水污染及海水倒灌等不利的环境地质问题，研究其可能形成的条件和分布范围，并提出防护建议。

综合勘查、综合评价

预查阶段对可能具有工业价值的共生、伴生矿产，应大致了解其赋存特点和经济综合利用的可能性。

普查阶段对可能具有工业价值的共生、伴生矿产，应大致查明其赋存特点和经济综合利用的可能性。

详查阶段与勘探阶段工作应根据投资者的要求和充分利用资源的原则，对勘查范围内确认有工业价值，并具社会效益和经济效益的夹石、脉岩、覆盖层、围岩等伴生、共生矿产或对原料的多工业用途，进行综合勘查、综合评价。

采用新技术与新方法

结合矿区实际，在经济、合理、可靠的前提下采用各种勘查新技术、新方法，不断提高地质勘查研究程度和成果质量。

分散小矿情况

对分散小矿的勘查研究程度，依据矿床规模及预期的经济效益确定。缘勘查控制程度要求

缘圆员　勘查类型

缘圆员员　勘查类型划分的主要地质因素由矿体内部结构复杂程度、矿体厚度稳定程度、构造复杂程度、岩浆岩与变质岩、岩溶发育程度等组成　见附录 月。

缘圆员圆　勘查类型划分的一般原则。

缘圆员圆员　应根据矿床中占 *%以上资源 *储量的主矿体　（一个或几个矿体）的地质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，其地质特征和勘查程度差别很大时，也可划分为不同的勘查类型。由于地质因素的复杂性，允许有过渡类型存在。

缘圆员圆圆　勘查类型划分主要依据上述矿体内部结构复杂程度、矿体厚度稳定程度、构造复杂程度、岩浆岩与变质岩、岩溶发育程度等因素，将冶金、化工用石灰岩及白云岩、水泥原料矿产划分为三个勘查类型。见附录 月表 月圆员

缘圆圆　勘查工程间距确定原则

缘圆圆员　工程间距的确定，通常采用与同类矿床类比的办法。特征相近的可用同一个工程间距。也可据已完工的勘查成果，运用地质统计学的方法，论证工程分布的合理性。

缘圆圆圆　预查阶段，投入极少量的工程，大致了解矿体情况。

缘圆圆猿　普查阶段是根据预查阶段提出的矿产潜力较大地区投入有限的工程。普查阶段工程间距无明确要求，勘查工程部署应考虑后续勘查工作的利用。

缘圆圆源　详查阶段是对普查大致查明的矿体，布置系统取样工程加以控制，工程间距根据勘查类型确定，采用的工程间距是详查的基本网度，是估算控制的矿产资源 *储量的工程密度。

缘圆圆缘　勘探阶段是对详查的系统取样工程间距进行加密。工程间距是估算探明的矿产资源 *储量的工程密度。

缘圆圆远　参考工程间距表：

石灰岩、白云岩矿勘查工程参考间距见附录 月表 月圆圆

粘土质原料、硅质原料矿勘查工程参考间距见附录 月表 月圆猿

缘圆猿　控制程度的确定

缘圆猿员　首先应控制勘查范围内矿体的总体分布和相互关系。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；对拟地下开采的矿床，要注重控制主要矿体的两端、上下的界线和延伸情况。

缘圆猿圆　探明的矿产资源 *储量，其主要矿体应在详查控制基础上由加密工程加以圈定，其数量应满足矿山首期建设设计返还本息的要求。

缘圆猿猿　控制的矿产资源 *储量，应基本查明矿体地质特征，有系统工程控制，其数量应达到矿山最低服务年限的要求。

缘圆猿源　推断的矿产资源量，应初步查明矿体地质特征，有少量工程控制，并符合矿山远景规划的要求。

缘圆猿缘　预测的矿产资源量，应根据极少量验证工程所获取的资料估算，并为区域远景

提供宏观决策的依据。

远 勘查工作及质量要求

远援员 主要地质图件

远援员援员 预查与普查工作

地质图件及比例尺可视具体情况确定。

远援员援圆 详查与勘探工作

矿床地形地质图：石灰岩、白云岩矿地质填图比例尺一般 员颐圆园园园，粘土质原料、硅质原料矿地质填图比例尺一般 员颐员园园园 ~ 员颐圆园园园。

勘探线剖面图：比例尺 员颐缘园园 ~ 员颐员园园园。

地形底图、地质图、剖面图及资源辕储量估算图件的内容和精度要求按有关规程、规范执行。

远援圆 探矿工程

远援圆援员 探槽、浅井

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。

远援圆援圆 钻探工程

钻孔一般应布置在勘探线上，钻孔竣工后应测定孔位坐标。钻孔的矿心采取率按连续 缘皂计算，平均不应低于 愿园豫，矿体内的夹石、距矿体顶底板 猿~缘皂的围岩采取率要求同矿体。其他岩心采取率一般不低于 苑园豫。对地下水位以下凹陷露天开采的矿山，应按有关规程及设计要求封孔。

钻探质量要求按有关规程、规定执行。

远援猿 物探

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，以了解覆盖层的分布和厚度、岩溶发育层位和较大溶洞的分布、岩浆岩渊或变质岩）体或脉岩的分布、断层及破碎带产状和分布等。

矿区一般应做放射性检查，发现异常应做进一步工作。

物探工作质量应符合有关规程、规范要求，其成果在勘查地质报告中论述。

远援源 化学取样

远援源援员 基本分析取样

基本分析样品在勘查工程中分层、分段采取。地表样品应在新鲜岩矿层中采取，采样方法一般用刻槽法，刻槽断面规格一般为 猿糟皂伊圆糟皂） ~ 员园糟皂伊缘糟皂），钻孔中采样用半心法。样长一般在石灰岩、白云岩矿为 圆皂~源皂，粘土质原料、硅质原料矿为 员皂~圆皂，采样方法、长度和断面规格，应根据矿石质量变化情况，考虑矿体可采厚度和夹石剔除厚度而定。采样时应保证质量，要求不重号、不漏采、不重采、不混入外来物质。

对肉眼可以区别的夹石，其厚度超过 园援缘皂者应单独采样分析。

石灰岩、白云岩、水泥粘土、硅质原料基本分析项目见附录 糟表 怡援员

远援源援圆 组合分析取样

组合分析样品应按勘查工程分层、分类型、分品级由基本分析的副样中按所代表的

厚度比例组合而成。

组合分析样品代表厚度一般为 [illegible]～[illegible]，粘土质原料、硅质原料矿组合分析样品代表厚度一般为 [illegible]左右。

石灰岩、白云岩、水泥粘土、硅质原料组合分析项目见附录 [illegible]表 [illegible]

对基本分析中已做过的分析项目，组合分析项目中一般不再做此项分析。

当矿石中有害组分含量远低于一般工业指标要求时，可选代表性剖面（工程）做组合分析。

[illegible] 光谱分析、多元素分析取样

光谱分析、多元素分析样品是按矿层、矿石类型、品级从基本分析样品的副样中抽取 [illegible]～[illegible]。

多元素分析项目可视光谱分析的结果而定，一般多元素分析项目为 [illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]和烧失量。

[illegible] 覆盖层、岩溶充填物、脉岩、近矿围岩取样

应对覆盖层、岩溶充填物、脉岩、近矿围岩按不同种类分别采取有代表性样品 [illegible]～[illegible]（视需要可适当增加其采样件数）。其分析项目一般为 [illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]和烧失量。

[illegible] 样品加工

化学分析样品的加工包括破碎、过筛、拌匀和缩分四个程序。样品缩分公式：

[illegible]

式中：[illegible]——样品质量（[illegible]）；

[illegible]——样品最大颗粒直径（[illegible]）；

[illegible]——缩分系数。

[illegible]值一般采用 [illegible]～[illegible]，对质量均匀者采用较小的 [illegible]值，反之采用较大的 [illegible]值。

样品加工质量及质量检查办法应按 [illegible]《[illegible]地质矿产实验室测试质量管理规范》及 [illegible]《岩矿分析试样制备规程》要求执行。

[illegible] 化学分析质量检查

[illegible] 内部检查

内部检查样品由送样单位及时地从基本分析副样中按矿石类型、品级抽取，编密码，送原基本分析实验室进行。内部检查样品的数量分别为基本分析和组合分析样品数的 [illegible]，合格率要求≥[illegible]。

[illegible] 外部检查

外部检查样品由原送样单位分期、分批按矿石类型、品级从基本分析副样中选取，由基本分析实验室负责送指定的实验室检查。外部检查样品的数量分别为基本分析和组合分析样品数的 [illegible]，合格率要求≥[illegible]。

[illegible] 检查分析允许相对双差要求如下：

[illegible]

式中：[illegible]——计算相对双差值（[illegible]）；

糟——修正系数；

曾——测定结果值　豫）。

检查分析修正系数见附录 悦表 悦圆原

迈圆圆圆原　系统误差显著性 贼检验

$$贼_{越}=\frac{|\bar{云}_{砸阅}|}{杂_{云砸阅}/\sqrt{灶}}$$

式中：贼——系统误差显著性检验；

$\bar{云}_{砸阅}$——相对双差分数平均值，即 $\bar{云}_{砸阅}=\frac{员}{灶}\sum 云_{越}=\frac{员}{灶}\sum$　砸阅测 辕砸阅允）。其中，灶为样品件数，砸阅测 带 依号，砸阅允 即 赠

$杂_{云砸阅}$——相对双差分数标准偏差，即 $杂_{云砸阅}=\sqrt{\sum$　云原圆砸阅）辕 灶原员。

若 贼计算值≥临界值 贼圆豫灶原员，判为此组样品系统误差存在显著性；否则不显著。

迈圆苑　岩矿石物理性能测试

迈圆苑员　岩矿鉴定

应按矿石类型采取有代表性样品鉴定，夹层、覆盖层、近矿围岩、脉岩等也应采取有代表性样品鉴定，采样数量视实际需要而定。

迈圆苑圆　小体积质量　体重）样、湿度

预查与普查阶段可采用类比方法确定小体积质量　体重）样、湿度。

详查与勘探阶段应采取有代表性的小体积质量　体重）样、湿度样品进行测试，对边坡围岩、大夹层也应采取少量样品测试小体积质量　体重）样和湿度，其总数不得少于 猿园件。

迈圆苑猿　抗压强度

预查与普查阶段可采用类比方法确定抗压强度。

详查与勘探阶段按矿石类型、大夹层、近矿围岩分别采取二至三组样品测试抗压强度。

迈圆苑源　粒度分析、塑性指数

预查与普查阶段可采用类比方法确定粒度分析、塑性指数。

详查与勘探阶段应对松散状土质原料矿床，采取有代表性的样品做粒度分析和塑性指数测定。按矿石类型分别采取，其数量为基本分析样品数量的 缘豫～员园豫，总数量不得少于 员园件。粒度分析一般采用 猿园、　园圆圆、　园员远规格筛，要研究筛余物的矿物组成及化学成分。

迈圆　原始地质编录、资料综合整理

迈圆员　原始地质编录

迈圆员员　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，应真实、客观、完整。

迈圆员圆　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。

迈圆员猿　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。

迈圆圆　资料综合整理

地质资料综合整理 地质资料综合整理是地质勘查工作中的重要环节，必须贯穿地质勘查工作的始终。

资料综合整理内容 资料综合整理内容包括对地质填图、探矿工程、水文地质和工程地质、化学样品的分析、测试、岩矿石物理技术性能测试、测量、物探等数据和资料进行统计、分析、汇总、研究，并编制综合图件、综合图表及估算资源（储）量等。

资料综合整理成果 资料综合整理成果必须经过严格质量检查和验收。

资料综合整理要求 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图。

可行性评价工作

意义

为使矿产勘查工作与矿山建设紧密衔接，避免矿产勘查和矿山开发投资失误，提高矿产勘查和开发的经济、社会效益，在普查阶段进行概略研究，详查、勘探阶段需进行预可行性研究或可行性研究评价。

概略研究

在收集分析矿产资源国内、外总的趋势和市场供需状况的基础上，分析已取得的普查、详查或勘探地质资料，类比已知矿床，推测矿床规模、矿产质量和开采技术条件，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。从而为矿床开发有无投资机会，是否进行详查阶段工作，或制定长远规划、工程建设规划决策提供依据。

预可行性研究

预可行性研究需要比较系统地对国内、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，进行初步经济分析，圈定并计算不同的矿产资源（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。

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、采矿、选矿、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、工业广场总体布置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。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面的审查、评价需要。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、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。

愿 资源 辖储量分类及类型条件

愿员 资源 辖储量分类依据

愿员员 资源 辖储量分类依据是地质可靠程度和经相应的可行性评价工作结果确定的经济意义。

愿员圆 地质可靠程度：分为预测的、推断的、控制的和探明的四种。

愿员圆员 预测的：是对矿产潜力较大的地区经过预查得出的结果。在有一定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。

愿员圆圆 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（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，矿产资源量的估算所依据的数据有限，可信度较低。

愿员圆猿 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 辖数量估算所依据的数据较多，可信度较高。

愿员圆源 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 辖数量估算所依据的数据详尽，可信度高。

愿员猿 经济意义：是可行性评价的结果。分为经济的、边际经济的、次边际经济的和内蕴经济的四种。

愿员猿员 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。企业内部收益率大于行业基准收益率。

愿员猿圆 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收益率，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能变成经济的。

愿员猿猿 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，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。

愿员猿源 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。

愿圆 资源 辖储量类型

按经济意义（经）、可行性评价（业）和地质可靠程度（质）三维要素，将资源 辖储量

分为储量、基础储量、资源量三大类十六种类型，并按 [illegible] 顺序给每一类型一个三位数的编码　见附录 [illegible]。

[illegible] 探明的矿产资源分类

探明的矿产资源按其可行性研究程度和经济意义可分为九类。探明的矿产资源是矿山建设的主要依据。

[illegible] 可采储量　[illegible]

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、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，证实其在计算的当时开采是经济的。

[illegible] 探明的　可研）经济基础储量　[illegible]

与可采储量　[illegible] 的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

[illegible] 控制的经济基础储量　[illegible]

与预可采储量　[illegible] 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。

[illegible] 控制的边际经济基础储量　[illegible]

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。

[illegible] 控制的次边际经济资源量　[illegible]

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。

[illegible] 控制的内蕴经济资源量　[illegible]

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。

[illegible] 推断的内蕴经济资源量　[illegible]

是指在勘查工作程度只达到普查阶段要求的地段，地质町靠程度为推断的，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，经济意义介于经济至次边际经济的范围内。

[illegible] 预测的资源量　[illegible]？

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。

[illegible] 资源 [illegible] 量估算

[illegible] 资源 [illegible] 量的工业指标

预查、普查阶段可采用现行的一般工业指标；详查、勘探阶段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。供矿山建设设计、估算矿产资源 [illegible]

量所需的工业指标的确定，应严格执行国家规定的程序。

怨圆圆　资源 辕储量估算的一般原则

怨圆圆员　资源 辕储量应根据工业指标进行估算。在市场经济条件下，资源 辕储量分类比例可按投资者要求确定。

怨圆圆圆　矿床中的资源 辕储量应按矿体资源 辕储量分类、块段、矿石类型、品级分别估算，对连续 愿㎞的矿体代表厚度，其品位加权后达到工业品位的可以参加估算，估算单位为万 贼

怨圆圆猿　当矿体中的矿石湿度、岩溶率和裂隙率大于 猿豫时，应对共资源 辕储量进行校正。

怨圆圆源　剥离量应按废石体分块段估算，剥离景计算单位为 皂。

怨圆圆缘　参加资源 辕储量估算的各项工作质量，应符合各有关规范、规程、规定的要求。

怨圆圆远　资源 辕储量估算应使用计算机技术。

怨圆猿　确定资源 辕储量估算参数的要求

一般包括矿体圈定的面积、厚度、体积质量（体重）等计算参数，应以实际测定为依据，要求数据真实、准确、具行代表性。估算推断的和预测的资源 辕储量，如缺乏实测矿石体积质量（体重）值，可采用类比法确定。

怨圆源　资源 辕储量估算结果表

依据地质可靠程度、可行性评价工作结果确定的经济意义，对勘查工作所求的资源 辕储量进行分类、估算，以表格的形式表示资源 辕储量估算的结果。

员园　勘查地质报告的编写

按照 阅在线阅读-国标图（固体矿产勘查 辕矿山闭坑地质报告编写规范》的要求编制勘查地质报告。

附　录　粤
规范性附录）
固体矿产资源 辕储量分类

表 粤噪员　固体矿产资源 辕储量分类表

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　运行矿山			
	基础储量　运行矿山			
	预可采储量　矿山	预可采储量　矿山		
	基础储量　矿山	基础储量　矿山		
边际经济的	基础储量　矿山			
	基础储量　矿山	基础储量　矿山		
次边际经济的	资源量　矿山			
	资源量　矿山	资源量　矿山		
内蕴经济的	资源量　猿员	资源量　猿圆	资源量　猿猿	资源量　猿源？

注：表中所用编码　运行矿山~猿源，第 员位数表示经济意义，即 员越经济的，圆越边际经济的，猿越次边际经济的，猿越内蕴经济的，？ 越经济意义未定的；第 圆位数表示可行性评价阶段，即 员越可行性研究，圆越预可行性研究，猿越概略研究；第 猿位数表示地质可靠程度，即 员越探明的，圆越控制的，猿越推断的，源越预测的。遭越未扣除设计、采矿损失的可采储量。

附　录　月
资料性附录）
勘查类型与工程间距参考资料

月噪员　勘查类型划分的主要地质因素

月噪员噪员　矿体内部结构复杂程度

葬 简单：矿石质量稳定或变化有规律，不含或含少量不连续夹层；

遭 中等：矿石质量较稳定，含不连续夹层，分布无规律；

糟 复杂：矿石质量不稳定，含较多的不连续夹层，分布无规律。

月噪员圆　矿体厚度稳定程度

葬 稳定；矿体连续，厚度变化小或呈有规律变化，厚度变化系数 约源园豫；

遭 较稳定：矿体基本连续，厚度变化不大，局部变化较大，厚度变化系数 源园豫~

[illegible]；

[illegible] 不稳定：矿体连续性差，厚度变化大，变化无规律，厚度变化系数 [illegible]。

[illegible] 构造复杂程度

[illegible] 简单：矿体呈单斜或宽缓向、背斜，产状变化小，一般没有较大断层切割矿体，所见少量断层对矿体形态影响小；

[illegible] 中等：矿体呈单斜或宽缓向、背斜，产状变化较大，有少数较大断层切割矿体，对矿体圈定、对应连接有一定影响；

[illegible] 复杂：矿体呈单斜或中常向斜、背斜，产状变化大，有一些较大断层或较多断层切割矿体，破坏了矿体的完整性，对矿体圈定、对应连接影响较大。

[illegible] 岩浆岩与变质岩

[illegible] 不发育：一般没有较大脉岩、岩株、变质岩等分布，所见岩浆岩及变质岩不发育对矿体影响小；

[illegible] 较发育：有一些较大脉岩、岩株、变质岩等分布，所见岩浆岩及变质岩较发育对矿体影响较大；

[illegible] 发育：有较多较大脉岩、岩株、变质岩等分布，所见岩浆岩及变质岩发育对矿体影响大。

[illegible] 岩溶发育程度

[illegible] 不发育：有少量较大溶洞分布，地表、地下岩溶率一般 [illegible]，对开采影响小；

[illegible] 较发育：分布有较多较大的溶洞，地表、地下岩溶率一般为 [illegible]，对开采有一定影响；

[illegible] 发育：分布大量溶洞，地表、地下岩溶率一般在 [illegible] 以上，对开采有较大影响。

[illegible] 冶金、化工用石灰岩及白云岩、水泥原料矿产勘查类型　见表 [illegible]

表 [illegible] 冶金、化工用石灰岩及白云岩、水泥原料矿产勘查类型

勘查类型	矿体内部结构	矿体厚度稳定程度	构造	岩浆岩石变质岩	岩溶	矿床实例
Ⅰ	简单	稳定	简单 中等	不发育 较发育	不发育 较发育	辽宁大连甘井子熔剂石灰岩矿 河北南张村电石石灰岩矿 内蒙古固阳白云岩矿 陕西耀县宝鉴山石灰岩矿 山东邹县九山粘土矿 云南大理砂岩矿
Ⅱ	中等	较稳定	中等 复杂	较发育 发育	较发育 发育	江苏船山熔剂石灰岩矿 吉林元宝山电石石灰岩矿 河北榆山制碱石灰岩矿 广东花都赤泥石灰岩矿 江西万年古塘千枚岩矿

续表

勘查类型	矿体内部结构	矿体厚度稳定程度	构造	岩浆岩石变质岩	岩溶	矿床实例
Ⅲ	复杂	不稳定	复杂	发育	发育	湖北乌龙泉西矿段石灰岩白云岩矿 辽宁朴家湾熔剂石灰岩矿 源号矿体 天津蓟县东营房石灰岩矿 广东东莞白头桂粘土矿

月圆缘 勘查工程间距

月圆圆员 石灰岩、白云岩矿参考勘查工程间距　见表 月圆圆

表 月圆圆 石灰岩、白云岩矿勘查工程参考间距

勘查类型	勘查工程间距 皂	
	探明的	控制的
Ⅰ	圆圆园	源园园
Ⅱ	员园园	圆圆园
Ⅲ		员园园

月圆圆圆 粘土质原料、硅质原料矿参考勘查工程间距　见表 月圆缘

表 月圆缘 粘土质原料、硅质原料矿勘查工程参考间距

勘查类型	勘查工程间距 皂	
	探明的	控制的
Ⅰ	员缘园	猿园园
Ⅱ	苑缘	员缘园
Ⅲ		苑缘

附　录　悦
资料性附录）
化学分析项目与检查分析修正系数

悦圆员 化学分析项目

悦圆圆员 石灰岩、白云岩、水泥粘土、硅质原料基本分析项目　见表 悦圆员

表 [illegible] 石灰岩、白云岩、水泥粘土、硅质原料基本分析项目

矿产	用途	分析项目	
		有害组分不超限时	有害组分超限或在允许含量临界线处波动时应增加的项目
石灰岩	黑色冶金	[illegible]	杂 孕
	有色冶金	[illegible]	
	制碱	[illegible]	[illegible]
	制电石	[illegible]	[illegible]
	水泥原料	[illegible]	[illegible]
白云岩	熔剂	[illegible]	杂 孕
	耐火材料	[illegible]	杂 孕
粘土、硅质原料	水泥配料	[illegible]	[illegible]

[illegible] 石灰岩、白云岩、水泥粘土、硅质原料组合分析项目　见表 [illegible]

表 [illegible] 石灰岩、白云岩、水泥粘土、硅质原料组合分析项目

矿产	用途	分析项目
石灰岩	冶金化工	[illegible]
	水泥原料	[illegible]
白云岩	熔剂及耐火材料	[illegible]
粘土、硅质原料	水泥配料	[illegible]

[illegible] 检查分析修正系数　见表 [illegible]

表 [illegible] 检查分析修正系数

矿产名称	化学分析项目	单位	修正系数
溶剂用灰岩	[illegible]	豫	[illegible]
	[illegible]	豫	[illegible]
化工用灰岩	[illegible]	豫	[illegible]
	[illegible]	豫	[illegible]

续表

矿产名称	化学分析项目	单位	修正系数
电石用灰岩	悦豫韵	豫	园酝葬苑
	酝灾韵　灾藻园　砸灾韵　杂　孕	豫	员酝园
冶金化工用白云岩	酝灾韵　悦豫韵	豫	园酝葬苑
	灾藻园　粤蕴韵　云灾韵　耘藻园　酝灾增韵　酸不溶物、孕	豫	员酝园
溶剂用灰岩	悦豫韵	豫	园酝葬苑
	酝灾韵　灾藻园　酸不溶物、砸灾韵　孕园　灾韵　杂、悦韵　烧失量	豫	员酝园
水泥石灰岩	灾豫韵	豫	员酝园
	灾藻园　枣藻园　粤蕴韵　云灾韵　耘藻园　运韵　晕蕴韵　酝灾增韵　酝土、孕韵、灾韵　杂、　悦造、烧失量		
	酝韵	豫	员酝豫
粘土、硅质原料	灾藻园	豫	园酝葬苑
	粤园　孕蕴韵　悦豫韵　酝韵　耘藻园　运韵　晕蕴韵　灾韵　杂、悦造	豫	员酝园

附　录　阅
资料性附录）
一般 栽 咖指标

阅员　质量要求

阅员员员　冶金熔剂、电石、制碱石灰岩化学成分般要求　见表 阅员员　阅员圆

表 阅员员　黑色冶金熔剂石灰岩化学成分一般要求

类别	晶位界限	化学成分质量分数 豫					
		悦豫韵	悦豫韵/酝灾韵	酝韵	灾藻园	孕	杂
石灰岩	边品位	≥源愿		≤猿园	≤渊园	≤园酝缘	≤园酝豫
	工业品位	≥缘园		≤猿园	≤渊园	≤园酝缘	≤园酝豫
白云质灰岩 高镁石灰岩）	边界晶位		≥源愁	≤愿园	≤渊园	≤园酝葬	≤园酝园
	工业晶位		≥缘员	≤愿园	≤渊园	≤园酝葬	≤园酝园

表 阅圆圆圆　有色冶金熔剂、电石、制碱石灰岩化学成分一般要求

品位界限	化学成分质量分数豫												
	有色冶金熔剂石灰岩			电石石灰岩						制碱石灰岩			
	恽韵园	酝韵	杂韵园	恽韵	酝韵	杂韵园	砸韵园猿	孕	杂	恽韵猿	酝韵	酸不溶物	砸孕园猿
边界品位	≥缘园	≤员豫	≤园园	缘园	≤员园	≤员园	≤员园	≤园园远	≤园园园	≥愿	≤缘园	≤猿园	≤员园
工业品位	≥缘猿	≤员豫	≤园园	≥缘源	≤员园	≤员园	≤员园	≤园园远	≤园园园	≥怨园	≤员愿	≤猿园	≤员园

阅圆圆圆园圆　耐火材料炉衬用、熔剂用白云岩化学成分一般要求　见表 阅圆猿、冶金用石灰岩粒度要求　见表 阅圆源、冶金用白云岩粒度要求　见表 阅圆豫。

表 阅圆猿　耐火材料炉衬用、熔剂用白云岩化学成分一般要求

品位界限	化学成分质量分数豫					
	耐火材料炉衬用白云岩			熔剂用白云岩		
	酝韵	粤灶韵猿、垣云灶韵猿、垣灶韵猿	其中 杂韵园	酝韵	粤灶韵猿、垣云灶韵猿、垣灶韵猿	其中 杂韵园
边界品位	≥员愿	≤猿园	≤员豫	≥员缘	≤员园	≤源
工业品位	≥园园	≤猿园	≤员豫	≥员远	≤员园	≤源

表 阅圆源　冶金用石灰岩粒度要求

用途	粒度范围 皂皂	最大粒度 皂皂	允许波动的范围豫	
			上限	下限
烧结	≤猿	≤远	≤员园	
炼铁	员缘~远园	≤愿园	≤员园	≤远

表 阅圆豫　冶金用白云岩粒度要求

粒度 皂皂	块度限制，所占比例 皂皂豫
园~缘	最大不大于 远，大于 缘的不大于 缘豫
缘~园园	最小不小于 猿，小于 猿的不大于 员园豫。最大不大于 园缘，大于 园园的不大于 缘豫
员园~源园	最小不小于 愿，小于 员园的不大于 员园豫。最大不大于 源缘，大于 源园的不大于 缘豫
源园~愿园	最小不小于 猿园，小于 源园的不大于 员园豫。最大不大于 员园园，大于 愿园的不大于 员园豫
猿园~员园园	最小不小于 园园，小于 猿园的不大于 员园豫。最大不大于 员园园，大于 员园园的不大于 员园豫

阅圆圈圈猿　水泥原料矿石化学成分一般要求

阅圆圈圈猿员　石灰质原料一般要求　见表 阅圆圈匝

表 阅圆圈匝　水泥用石灰质原料矿石化学成分一般要求

类别	化学成分质量分数豫					
	悔藻约	酝灶约	运韵圆园晕藻约	灾韵猿	枣藻圆	
					石英质	燧石质
Ⅰ级品	≥源愿	≤猿	≤圆圈匝	≤员	≤远	≤源
Ⅱ级品	≥源豫	≤猿圈豫	≤圆愿	≤员	≤远	≤源

阅圆圈圈圆　粘土质、硅质原料矿石化学成分一般要求见表 阅圆圈匝

表 阅圆圈匝　粘土质、硅质原料矿石化学成分一般要求

类别	化学成分								
	粘土质原料					硅质原料			
	硅酸率	铝氧率	酝灶约	运韵圆园晕藻约	灾韵猿	灾藻圆	酝灶约	运韵圆园晕藻约	灾韵猿
一类	≥猿灶 源	员圈豫灶 猿圈豫	≤猿豫	≤源豫	圆≤ 豫	≥愿豫	≤猿豫	≤圆豫	≤圆豫
一类	圆灶 约猿	不限							
注：灶转越增　灶藻圆　辅增　粤韵猿 垣 孕猿约，粤转越增　粤韵猿　辅增　孕韵猿									

阅圆圈圈猿　当采用预热器窑和预分解窑时，要求水泥石灰质原料、粘土质原料、硅质原料中氯质量分数不大于 员圈圈豫。

阅圆圈圆　矿山开采技术条件要求

矿山露天开采技术条件一般要求如下。

葬　最低可采标高：一般不低于矿区附近的最低地平面标高，如低于最低地平面标高，必须通过技术经济论证确定。

遭　剥采比：覆盖层、脉岩、夹层、边坡围岩的剥离总量与矿石总量之比，一般不大于 员圈藻灶（t/t）。

糟　可采厚度：石灰岩、白云岩：大、中型矿一般 愿皂，小型矿 源皂。

粘土质原料、硅质原料：岩石状矿一般 源皂，松软状矿一般 员圈皂。

凿　夹石剔除厚度：岩石状矿一般 圆皂，松软状矿一般 员皂。

藻　采场最终边坡角：岩石状矿一般 缘圈°～远圈°，松软状矿一般 源圈°。

枣　采场最终底盘最小宽度：

岩石状矿：大中型一般不小于 远圈皂，小型矿一般不小于 源圈皂。

松软状矿：大中型一般不小于 源圈皂，小型矿一般不小于 圆圈皂。

阜　爆破安全距离：矿床开采边界对公路、铁路、高压线、居民区和其他主要建筑物的爆破安全距离一般不小于 猿圈圈皂，如爆破安全距离小于 猿圈圈皂时，应与投资者商定。

铜、铅、锌、银、镍、钼矿地质勘查规范

阅读器资源-圆圆圆

目　　次

前言
员 范围
圆 规范性引用文件
猿 勘查的目的任务
猿.员 预查
猿.圆 普查
猿.猿 详查
猿.源 勘探
猿.缘 勘查工作顺序
源 勘查研究程度
源.员 地质研究程度
源.圆 矿石质量研究
源.猿 矿石选　冶）和加工技术条件研究
源.源 矿床开采技术条件研究
源.缘 综合勘查、综合评价
缘 勘查控制程度
缘.员 勘查类型的确定
缘.圆 勘查工程间距的确定
缘.猿 矿床控制程度的确定
远 勘查工作质量要求
远.员 测量工作
远.圆 地质调查
远.猿 物探、化探工作
远.源 探矿工程
远.缘 化学分析样品的采取、加工和测试
远.苑 矿石选　冶）试验样品的采集与试验
远.愿 岩石、矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

迈圆愿 原始编录、综合整理和报告编写
苑 可行性评价
苑圆员 概略研究
苑圆圆 预可行性研究
苑圆猿 可行性研究
愿 矿产资源 辕储量分类
愿员 分类依据
愿圆 分类及类型
怨 矿产资源 辕储量估算
怨员 矿产资源 辕储量估算的工业指标
怨圆 矿产资源 辕储量估算的一般原则
怨猿 确定资源 辕储量估算参数的要求
怨源 矿产资源 辕储量分类结果表
附录 粤　规范性附录）固体矿产资源 辕储量分类
附录 月　资料性附录）铜、铅、锌、银、镍、钼矿主要矿物
附录 悦　资料性附录）铜、铅、锌、银、镍、钼矿床主要工业类型
附录 阅　资料性附录）铜、铅、锌、银、镍、钼矿床勘查类型条件及工程间距参考
附录 耘　资料性附录）矿床勘查类型实例一览
附录 云　资料性附录）矿体圈定和矿产资源 辕储量估算方法
云员 矿体的圈定和连接
云圆 矿产资源 辕储量估算方法
附录 郧　资料性附录）矿床工业指标制订的一般原则及参考指标
郧员 矿床工业指标制订的一般原则
郧圆 一般工业指标
附录 匀　资料性附录）铜、铅、锌、银、镍、钼精矿质量标准
匀员 铜精矿质量标准
匀圆 铅精矿质量标准
匀猿 锌精矿质量标准
匀源 银精矿质量标准
匀缘 镍精矿质量标准
匀远 钼精矿质量标准

员 范围

本标准规定了铜、铅、锌、银、镍、钼矿产地质勘查工作勘查研究程度、勘查类型及其勘查控制程度、勘查工作质量、可行性评价及矿产资源 辕储量估算等要求。

本标准适用于铜、铅、锌、银、镍、钼矿产勘查和矿产资源 辕储量估算，也适用于验收和审批铜、铅、锌、银、镍、钼矿产地质勘查报告，还可作为矿业权转让及矿产勘查开发筹资、融资、股票上市等活动中矿业权评估、估算矿产资源 辕储量的依据。

圆 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。

则[illegible]固体矿产资源/储量分类

则[illegible]固体矿产地质勘查规范总则

猿 勘查的目的任务

猿援员 预查

对铜、铅、锌、银、镍、钼矿有成矿远景的地区，通过综合地质研究、初步野外观察、极少量工程验证，初步预测可能的资源量，提出可供普查的矿化潜力较大的地区。

猿援圆 普查

对矿化潜力较大的地区或地段通过地质、物探、化探等有效的技术工作、数量有限的工程验证和取样测试，进行可行性概略评价，相应估算矿产资源量，提出是否有进一步详查的价值，圈出详查区范围。

猿援猿 详查

采用各种勘查方法、手段及系统取样工程，对详查区内的矿体加以控制，估算矿产资源/储量，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。

猿援源 勘探

对勘探区内的矿体，通过加密各种采样工程及采用其他技术方法手段，探求矿产资源/储量，同时为可行性评价和矿业权转让、矿山建设设计提供必须的地质资料并提交有关的地质勘查报告。

猿援缘 勘查工作顺序

勘查工作应遵循立项论证、设计编审、组织实施和报告编写等顺序进行。

源 勘查研究程度

源援员 地质研究程度

源援员援员 预查阶段

收集地质、矿产、物探、化探和遥感地质资料，了解区域地质及矿产信息，选定找矿远景区进行预查。对预查区内有成矿条件的物探、化探异常、矿点、矿化点通过[illegible]～[illegible]比例尺的地质填图或踏勘及适当比例尺的物探、化探工作进行初步评价，查明主要物探、化探异常特征及分布范围，对发现有价值的物探、化探异常及矿化蚀变体[illegible]层），可用极少量工程加以揭露，如发现矿体，应大致了解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。

源援员援圆 普查阶段

在预查阶段收集地质、物探、化探、遥感地质资料的基础上，了解区域地质及矿产信息和成矿远景；对经预查后选定的普查区应初步查明地层、构造、岩浆岩等地质情况，依据矿种及矿床类型的不同应有所侧重地调研与成矿有关的主要地质因素；通过

[illegible] ~ [illegible] 甚至 [illegible] 比例尺的地质填图及适当比例尺的物探、化探方法，寻找、发现与评价各类物探异常、化探异常、矿化点和矿点，通过有限的取样工程，大致查明矿体的分布、规模、产状和矿石质量，矿体的连续性是推断的；大致了解矿床氧化带发育情况，评价区内是否有进一步工作价值的矿体，为进一步开展勘查工作提供依据。

[illegible] 详查阶段

根据该区域相关地质、矿产及物探、化探资料，大致了解区域成矿地质背景。通过 [illegible] ~ [illegible] 甚至 [illegible] 地质填图工作基本查明矿区地层层序、分布特征；基本查明岩浆岩种类、规模、形态产状及与成矿有关的岩性、岩相分布特点；基本查明主要构造性质、产状，基本查明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与蚀变特征及与矿化的关系；通过系统取样工程，基本查明矿体规模、形态、产状及厚度与品位变化情况，矿体的连续性基本确定，基本查明矿体中夹石及顶底板岩性分布情况；基本查明矿床氧化带特点，发育程度、范围、深度、矿物组合和可选性能，初步划分氧化带、混合带、原生带矿石界线，对次生富集现象和规律有初步了解。通过上述工作，为是否进一步勘探提供依据；对有工业价值的矿床，所控制的矿产资源还可作为矿山总体规划及矿山项目建议书的依据。

[illegible] 勘探阶段

[illegible] 区域地质：应根据该区地质、矿产和物探、化探资料，简要反映区域成矿地质条件和主要成矿因素，了解区域成矿远景。

[illegible] 矿区地质：通过 [illegible] ~ [illegible] 甚至 [illegible] 比例尺的地质填图工作查明地层层序，详细划分与成矿有关的地层，研究岩性和组合特征及其与成矿的时空关系。详细研究与成矿有关的火山岩与侵入岩种类、规模、产状、形态、岩相变化，研究形成时代和接触关系。对含矿岩体应划分岩性、岩相、侵入期次、侵位方式及与成矿的关系。研究主要构造性质、规模、形态、产状及分布规律，查明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。详细研究与成矿有关的变质作用和蚀变种类、强度、组合和分布范围，变化规律及其与矿化的关系。

[illegible] 矿床地质：用加密的取样工程详细查明勘探范围内矿体的数量、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，确定矿体的连续性；详细查明主矿体内之无矿地段及夹石的规模、形态、产状及分布规律；详细查明并研究矿体氧化带特点、发育程度、范围、深度、矿物组合和可选性能，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及其经济意义；对适宜露采之矿体，要对矿体四周及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。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。通过上述工作应满足矿山设计的需要。

[illegible] 矿石质量研究

[illegible] 预查阶段

对预查中已发现的矿体，应大致了解矿石品位、矿物成分、化学成分、矿石结构构

造，大致了解矿石自然类型。

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、物质成分、结构构造特征、矿石自然类型等情况，初步评价矿石的经济价值。

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；基本查明矿石有用、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。

勘探阶段

矿石组分及赋存状态：详细查明矿石矿物、脉石矿物种类及含量、共生组合、嵌布粒度特征及矿石结构构造特征；查明矿石有用及有害组分种类、含量、赋存状态和分布规律，对共伴生矿产进行综合评价。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。

矿石类型划分研究：按有用组分种类、含量、组构特征、氧化程度及脉石矿物种类等因素划分自然类型，确定氧化带、混合带、原生带矿石界线。对多元素共伴生矿床，应以主元素氧化率为主圈定上述三带界线。通过矿石质量研究满足矿山开采设计和可行性研究的需求。

矿石选　冶）和加工技术条件研究

预查阶段

对发现的矿体可以通过少量矿石进行类比研究，做出是否可选的判断和预测。

普查阶段

一般进行矿石选　冶）性能的对比研究。对组分复杂、粒度较细、国内尚无成熟选　冶）经验的矿石，应进行可选性试验，做出工业利用方面的初步评价。

详查阶段

应初步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以进行类比评价，对难选矿石或新类型矿石应进行实验室扩大连续试验，做出能否工业利用的评价。

勘探阶段

对易选矿石，进行实验室流程试验；如矿石物质组分复杂、综合利用价值又较高，或为新类型矿石，必要时还需进行实验室扩大连续试验；大中型矿床难选矿石应进行半工业试验，必要时做工业试验，为确定最佳工艺流程提供依据。

矿床开采技术条件研究

预查阶段

对经预查发现有工业价值前景的矿点可顺便搜集资料，了解该区水文地质、工程地质及环境地质条件。

普查阶段

对已基本确定具有工业价值前景的矿床，应初步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；初步了解矿体　层）顶底板围岩和矿石稳定

性；初步了解环境地质状况，为是否可以进一步开展地质工作提供依据。

详查阶段

水文地质研究：基本查明矿区含水层、隔水层、构造破碎带、风化带、岩溶等的水文地质特征、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，大致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，一般应预测矿坑涌水量，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、水质条件，指出供水水源方向。

工程地质研究：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、岩溶、风化带、软弱夹层的分布，评价其对矿体及其顶底板岩层稳固性质的影响；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。

环境地质研究：基本查明岩石、矿石和地下水（含热水）中对人体有害的元素、放射性及其他有害气体的成分、含量等情况；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。

综合上述水文、工程、环境地质条件初步划分矿床开采技术条件类型，为矿山建设编写项目建议书提供依据。

勘探阶段

水文地质研究：研究区域水文地质条件，圈定汇水边界，查明矿区地下水的补给、径流、排泄条件；详细查明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，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、风化裂隙带及溶洞的发育程度、分布规律、含水性及导水性，地表水体的分布及其与矿床主要充水含水层水力联系的途径和程度等，评价其对矿床充水的影响；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，合理选择估算方法和公式，估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。

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、抗压、抗剪强度、松散系数、安息角、节理密度、砸碎值（岩石质量指标）等，研究其稳定性能；查明构造、风化带、软弱夹层对矿床开采的影响；查明第四纪地层的岩性、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。

环境地质研究：详细调查矿区内的有关环境地质现象（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；预测评价矿床开采对矿区环境、生态可能造成的破坏和影响，如：采、选　冶）废水和废气排放、采矿废石及尾矿堆放与处置及由于矿坑排水而引起的地下水位下降，井、泉枯竭对当地用水的影响等，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。

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、中等、复杂等三类），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。

[illegible] 综合勘查、综合评价

[illegible] 预查阶段

预查工作中，如发现工业矿体，应大致了解与主元素共生、伴生矿产的种类及其地质特征。

[illegible] 普查阶段

普查工作中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、赋存状态，并研究其综合利用的可能性。

[illegible] 详查阶段

应基本查明矿床详查地段有工业利用价值的共生矿产和伴生有用组分的种类、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，探讨其工业回收利用的可能性。

[illegible] 勘探阶段

[illegible] 应对矿床中有工业价值的共生　包括同体和异体共生）矿产的赋存部位、分布、矿体规模、形态、产状、品位、厚度变化及与主元素矿产之关系等进行勘查研究，并估算矿产资源 [illegible] 量。

[illegible] 对矿床中伴生有用组分，要查明种类、含量及赋存状态和分布富集规律，研究综合利用回收途径。

[illegible] 伴生有用组分在选　冶）过程中能回收利用者，勘探时应系统采组合样，了解含量与分布，并分别估算矿产资源 [illegible] 量。

[illegible] 共伴生组分资源 [illegible] 量类型视其勘探研究程度而定，参与资源 [illegible] 量估算的共生矿产、伴生组分的样品均应做内外检查。铜、铅、锌、银、镍、钼矿床伴生有用组分评价参考指标见附录 [illegible]

[illegible] 勘查控制程度

[illegible] 勘查类型的确定

[illegible] 划分矿床勘查类型和确定勘查工程间距时，应依据主要矿体规模、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。各因素的条件和类型系数值详见附录 [illegible]

[illegible] 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：

[illegible] 第Ⅰ勘查类型：为简单型，五个地质因素类型系数之和为 [illegible] 主矿体规模大到巨大，形态简单到较简单，厚度稳定到较稳定，主要有用组分分布均匀到较均

匀，构造对矿体影响小或中等。

遭 第Ⅱ勘查类型：为中等型，五个地质因素类型系数之和为 员园～圆缘 主矿体规模中等到大，形态复杂到较复杂，厚度不稳定，主要有用组分分布较均匀到不均匀，构造对矿体形状影响明显。

糟 第Ⅲ勘查类型：为复杂型，五个地质因素类型系数之和为 员～员缘 主矿体规模小到中等，形态复杂，厚度不稳定，主要有用组分分布较均匀到不均匀，构造对矿体形状影响明显到严重。各矿种勘查类型实例见附录 耘

缘圆圆 勘查工程间距的确定

缘圆圆员 勘查工程的布置，一般是以一定几何形态的网格来控制矿体，并根据工程密度估算不同类别的矿产资源 铸储量；勘查工程的布置还应考虑不同勘查阶段的衔接。

缘圆圆圆 预查阶段验证异常和矿化体的勘查工程极少，只能大致了解矿体情况，对工程间距不作具体要求。

缘圆圆猿 普查阶段勘查工程是根据验证异常和初步控制矿体的需要布置的有限取样工程，一般以 员条～猿条剖面稀疏控制矿体。

缘圆圆源 详查阶段是在普查时对矿体初步查明之后，布置系统取样工程对矿体加以控制，能满足基本确定矿体连续性的需要。工程间距是根据勘查类型来确定的，该工程间距是进行勘查工作的基本网度，也是估算控制的矿产资源 铸储量的工程密度。

缘圆圆缘 勘探阶段探明的矿产资源 铸储量的工程间距是对详查中系统取样工程间距加密后的工程间距，能满足确定矿体连续性的需要，也是估算探明的矿产资源 铸储量的工程密度。

缘圆圆远 勘查工程间距的确定与矿床勘查类型有关，亦即与矿体五种主要地质因素有关（规模、形态、厚度稳定程度、有用组分分布均匀程度、构造影响程度等）。对于勘查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，应进行不同勘查手段的工程验证，试验确定最佳工程间距。

缘圆圆苑 不同矿种、不同矿床勘查类型、不同地质可靠程度的矿产资源 铸储量按类比法确定的工程间距见附录 云 勘查方法和手段的选择应根据矿床类型和地形条件而定：一般Ⅰ类型以钻探为主，并用坑道进行验证；Ⅱ类型和Ⅲ类型应以坑钻结合对矿体加以控制，如果地形平缓，则以钻探为主，地形陡峻则以坑道为主。

缘圆圆愿 对于第Ⅲ勘查类型中极其复杂的小型矿床，无法探求控制的资源量 铸储量时，可施行边采边探、探采结合的方法。

缘圆猿 矿床控制程度的确定

缘圆猿员 预查对发现的矿体或异常矿化区，可根据极少量验证工程所获得的取样资料，估算预测的矿产资源量 ［猿源］，并能为区域远景提供宏观决策的依据。

缘圆猿圆 普查除大致查明矿体地质特征外，地表应有系统工程控制，深部由有限的取样工程控制，根据地质成矿规律等推断的矿产资源量 猿源 可以作为矿山远景规划的依据。

缘圆猿猿 详查应基本查明矿床（体）地质特征，基本控制矿体的分布范围，矿体出露地

表的边界及延深应有系统工程控制，根据系统采样工程所圈定估算的控制的矿产资源量和储量，应达到矿山最低服务年限的要求（一般矿山最低服务年限由投资者决定）。

[illegible]　勘探时矿床地质研究程度应达到勘探阶段的要求，主要矿体应在详查控制基础上由加密工程加以圈定。对地下开采的矿床，要控制主要矿体沿走向和顶部的边界，对露天开采的矿床，要控制矿体四周的边界和采场底部边界；对在主矿体顶板附近的次要小矿体，应适当加密控制；由上述加密后的工程圈定的探明的矿产资源（储）量应达到矿山首期建设设计返还本息的要求。矿床勘查深度根据投资者需要来确定。

[illegible]　勘查工作质量要求

[illegible]　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。测量精度与要求按[illegible]《地质矿产勘查测量规范》执行。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。

[illegible]　地质调查

[illegible]　根据不同勘查阶段目的任务，进行不同比例尺地质填图，其精度要求按相应规范执行。（地形）地质图比例尺一般为：区域[illegible]～[illegible]，矿区[illegible]～[illegible]，矿床[illegible]～[illegible]）

[illegible]　矿床大比例尺精测地形地质图，应以质量达标的相应比例尺地形图作为底图，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。勘探与详查阶段必须精测地形地质图，普查阶段一般简测地形地质图（没有质量达标的地形底图）或简测地质图，预查阶段可以简测地质图或草测地质图。

[illegible]　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。

[illegible]　物探、化探工作

[illegible]　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。

[illegible]　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。

[illegible]　充分利用钻孔等工程进行井中物探、化探，寻找盲矿，研究矿体形态、产状和连接关系。

[illegible]　详查、勘探中应顺便进行放射性检查。

[illegible]　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，提交工作总结文字资料。矿产勘查报告中应简要阐明物探、化探工作成果，评述其质量。

[illegible]　探矿工程

[illegible]　槽探、井探：主要用于系统控制矿体在地表及近地表浅部的实际位置，揭露地

表重要的地质界线。控制矿体的工程要揭露其顶底板，必要时可使用沿脉探槽。对覆盖层较厚或氧化带较深的矿体，槽探、井探难以达到目的时须用浅钻代替。

(2) 坑探：一般用于矿床首采区或主要储量区。坑道布设以探明矿体情况为主，并考虑将来可为矿山生产所利用。坑探工程质量按《地质勘查坑探工程规程》执行。

(3) 钻探：钻探工程质量按《岩心钻探规程》执行。

矿体及其顶底板 1～2m 内的矿心、岩心平均采取率不低于 80%，厚大矿体内部矿心采取率低于 80%的连续长度不能超过 2m，否则应采取补救措施。围岩岩心的分层平均采取率一般不得低于 70%。

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长度及回次采取率，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。加密取样钻孔，允许采用空气反循环(潜孔锤)钻探工艺。

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(及厚度大于 1m 的矿体出矿点）应测量钻孔顶角和方位角。封孔质量不符合规程或设计要求时需返工重封。

(4) 化学分析样品的采取、加工和测试

(5) 基本分析样品

(6) 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(国家地质总局 1988 年 6 月颁发)。在各项探矿工程中按矿体(分矿石类型、品级)、并对可能含矿的岩石、矿化带及夹石连续取样，使所取样品能控制矿体、矿化带的顶底板界线。样品长度一般为 1～2m，以不大于矿体可采厚度为宜。

(7) 槽探、井探、坑探工程中通常采用刻槽法取样。一般样槽断面规格：铜、铅、锌、镍、钼矿 5cm×10cm 或 10cm×10cm；银矿 10cm×10cm 或 10cm×15cm，银矿化均匀者经论证还可以采用 5cm×10cm；氧化矿石中品位变化较大者还可采用 10cm×15cm。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 1～2m。通过试验也可以选择其他方法取样。

(8) 岩矿心取样一般沿其长轴方向劈取一半作为样品，应尽可能使用金刚石刀具分取。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。

(9) 样品分析项目：一般为与铜、铅、锌、银、钼矿床对应的矿化主元素，如(铜)、(铅)、(锌)、(银)；铜矿床为(铜)、(硫)；铅锌矿床为(铅)、(锌)、(硫)；氧化镍—硅酸镍矿床为(镍)、(硫)、(二氧化硅)。当其他有用组分达到工业要求时，也应列入基本分析项目。

(10) 光谱全分析

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抽取或单独采取。

(11) 矿石化学全分析

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）采取组合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做[illegible]个～[illegible]个。

[illegible] 组合分析

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。从同一块段、一个或几个相邻探矿工程中提取若干个基本分析副样，按矿体分矿石类型（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[illegible]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（有益的或有害的）确定分析项目。

[illegible] 物相分析

为了解矿床自然分带，应自地表至原生带上部进行物相分析。样品分析可与基本分析同时进行，也可在基本分析副样中抽取或专门采集，采样与分析必须及时进行，以免样品氧化影响质量。分析项目有各类矿床矿化主元素的全含量、硫化态与氧化态含量，镍矿床则分析全镍[illegible]、硫化镍[illegible]、硅酸镍[illegible]。

[illegible] 单矿物或人工精矿分析

查明稀散元素和贵金属元素的赋存状态、分布规律、含量及其与主金属元素的关系，按单矿物估算其矿产资源[illegible]储量。样品应采自矿体。一般在实验室内用各种机械分选方法获得，要注意可靠性与代表性。采集地点和数量应按实际需要确定，用作估算矿产资源[illegible]储量时，可按工程或按块段采集组合样，分离人工精矿进行分析。一般送样质量：单矿物[illegible]人工精矿[illegible]。

[illegible] 样品加工

目前可采用两种方法加工样品。要求在样品加工全过程中总损失率不得大于[illegible]，样品的缩分误差不得大于[illegible]：

[illegible] 分步缩分加工：分析样品的制备必须严格按照切乔特公式进行缩分：

[illegible]

式中：[illegible]——缩分时取得的最小可靠质量[illegible]；

[illegible]——缩分系数；

[illegible]——样品碾碎后最大颗粒的直径[illegible]。

[illegible]值的大小一般采用经验值：铜、铅、锌矿石[illegible]若矿石中伴生有贵金属时取[illegible]；银矿石[illegible]；硫化镍矿石[illegible]；硅酸镍矿石[illegible]；钼矿石[illegible]多用[illegible]银矿或其他大型新类型矿床的矿石必要时应进行[illegible]值试验。

[illegible] 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数。必须严格按照确定的加工方法和操作规范进行，样品的缩分均匀性要进行试验。

[illegible] 样品加工全部达到粒径[illegible]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最大粒径和最小质量：铜、铅、锌、镍、钼矿样[illegible]；银矿样[illegible]，不少于[illegible]副样保存最小质量：铜、铅、锌、镍、钼矿样[illegible]；银矿样[illegible]。

[illegible] 化学分析质量

[illegible]　样品测试必须由获得国家或省级资质和计量认证的一级至三级测试单位承担。

[illegible]　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。内检样由副样中按原分析样品总数的 [illegible] 抽取，编密码送原分析实验室进行试验。

[illegible]　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 [illegible] 抽取，当矿床样品总数量较少时外检样也不得少于 [illegible] 个。银矿的物相分析亦应作外部检查分析。

[illegible]　化学分析质量及内、外部检查分析结果误差处理办法按 [illegible]《地质矿产实验室测试质量管理规范》执行。矿石分析允许双差计算公式如下：

$$\text{再越}\begin{cases}\text{载}_{\text{[illegible]}}-\text{载}_{\text{[illegible]}} & \text{[illegible]} \\ \text{[illegible]} & \text{[illegible]}\end{cases}$$

式中：再——计算相对双差值 [illegible]；

悦——修正系数：[illegible]

载——测定结果浓度值 [illegible]。

[illegible]　矿石选 [illegible] 冶）试验样品的采集与试验

[illegible]　矿石加工技术条件试验研究程度由矿产勘查投资人根据工业利用和不同勘查阶段的要求决定。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。

[illegible]　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 [illegible] 冶）试验的各环节质量，必须符合 [illegible]《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。

[illegible]　岩石、矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

[illegible]　为了估算矿产资源 [illegible] 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 [illegible] 体重）、湿度、块度、孔隙度、松散系数；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；沙性土及粘性土的土工试验等。采样方法、数量、质量按 [illegible]《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》执行。

[illegible]　体积质量 [illegible] 体重）样应按矿石类型和品级分别采样，在空间分布上应有代表性。小体积质量 [illegible] 体重）样品应在野外蜡封，每种主要矿石类型或品级的样品数量不少于 [illegible] 个。对疏松或多裂隙孔洞的矿石 [illegible] 如氧化矿石、风化壳型镍矿石等）还应每种矿石类型或品级测定 [illegible] 个～[illegible] 个大体积质量 [illegible] 体重）样品，用于校正小体积质量 [illegible] 体重）值或直接参与矿产资源 [illegible] 储量估算。体积质量 [illegible] 体重）样品体积：小体积质量 [illegible] 体重）一般为 [illegible]～[illegible]，大体积质量 [illegible] 体重）不小于 [illegible]。测定矿石体积质量 [illegible] 体重）同时要测定它的主元素品位、湿度和孔隙度 [illegible] 氧化矿石）。

[illegible]　岩、矿石 [illegible] 止）物理力学性能测试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　生）的主要特征。

原始编录、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认真及时进行，客观、准确、齐全反映第一手地质情况。各项原始编录资料应及时进行质量检查验收和综合整理，各个工作项目结束后及时提交图件清晰、文字简练、文图相符的原始与综合资料。工作质量按《固体矿产勘查原始地质编录规定》和《固体矿产勘查地质资料综合整理、综合研究规定》执行。

矿产地质勘查报告编写要内容齐全、重点突出、数据正确，质量符合《固体矿产勘查　矿山闭坑地质报告编写规范》的要求。

可行性评价

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。从而为矿床进一步勘查或开发、为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。

预可行性研究

是对矿床开发经济意义的初步评价。应有详查或勘探后采用参考的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　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、矿山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　预）%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，进行动态的经济分析。

可行性研究

是对矿床开发经济意义的详细评价。主要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，首先对国内、外该矿种的资源储量、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、分析估算和多方案比较，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、利润和现金流人流出等。所采用的成本数据精度高，误差一般在 [illegible]左右，具有很强的时效性。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，圈定并估算不同的资源 [illegible]储量类型，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。

可行性研究工作必须由有资质的单位或有资质的技术经济专家会同有关专业人员完成。

[illegible] 矿产资源 [illegible]储量分类

[illegible] 分类依据

[illegible] 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四种。

[illegible] 可行性评价程度：分为可行性研究、预可行性研究和概略研究三种。

[illegible] 地质可靠程度：分为探明的、控制的、推断的和预测的四种。

[illegible] 分类及类型

[illegible] 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的当时，经过了对经济、开采、选　冶）、环境、法律、社会和政府等诸因素的研究及相应的修改，结果表明在当时是经济可采的或已经开采的部分，是扣除了设计、采矿损失的可实际开采数量。根据地质可靠程度和可行性评价阶段不同，把经过可行性研究且是探明的部分称可采储量，把经过预可行性研究且是探明的或是控制的部分称预可采储量。储量分 猿个类型：

葬 可采储量　[illegible]；

遭 预可采储量　[illegible]；

糟 预可采储量　[illegible]。

[illegible]与 [illegible]的区别是地质可靠程度不同，前者是探明的，后者是控制的。

[illegible] 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或预可行性研究认为属于经济的或边际经济的部分，其数量未扣除设计和采矿损失。基础储量分 远种类型：

葬 探明的　可研）经济基础储量　[illegible]；

遭 探明的　预可研）经济基础储量　[illegible]；

糟 控制的经济基础储量　[illegible]；

凿 探明的　可研）边际经济基础储量　[illegible]；

藻 探明的　预可研）边际经济基础储量　[illegible]；

枣 控制的边际经济基础储量　[illegible]。

其中 [illegible] 分别与 [illegible] 的惟一区别就是前者未扣除设计和采矿损失。

[illegible] 资源量：是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经过勘查并只作了概略研究的内蕴经济的矿产资源，也包括经过预查后预测的矿产资源。资源量分 [illegible] 个类型：

[illegible] 探明的（可研）次边际经济资源量 [illegible]；

[illegible] 探明的（预可研）次边际经济资源量 [illegible]；

[illegible] 控制的次边际经济资源量 [illegible]；

[illegible] 探明的内蕴经济资源量 [illegible]；

[illegible] 控制的内蕴经济资源量 [illegible]：

[illegible] 推断的内蕴经济资源量 [illegible]；

[illegible] 预测的资源量 [illegible]。

[illegible] 矿产资源 [illegible] 量估算

[illegible] 矿产资源 [illegible] 量估算的工业指标

[illegible] 工业指标是评价矿床的工业价值、圈定矿体、估算矿产资源 [illegible] 量的标准和依据。工业指标的数值随矿种不同、矿床地质特征不同而异，具体矿床的工业指标应具体制订。矿产预查、普查阶段、矿产资源 [illegible] 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、勘探阶段所采用的工业指标则应在勘查工作基本结束时，通过多个方案试圈比较（可结合预可行性研究和可行性研究进行）确定，推荐矿体形态完整、资源回收率高、有开采效益指标的方案，并报有关部门审批下达。制订工业指标时还应尽可能考虑投资者的要求。工业指标的主要内容如下：

[illegible] 边界品位，是圈定矿体时区分矿石和废石的单个样品元素质量分数的最低要求。铜、铅、锌、镍、钼矿石用百分值（%）表示，银矿石用 [illegible]（均为质量分数，下同）表示。

[illegible] 最低工业品位，是圈定矿体时单工程（或样品段）应达到的平均品位，银矿体有时可指小块段的平均品位（质量分数）。铜、铅、锌、镍、钼矿石用百分值（%）表示，银矿石用 [illegible] 表示。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，运用计算机对矿产资源 [illegible] 量进行估算时，只用边界品位和矿床平均品位估算矿产资源 [illegible] 量。

[illegible] 矿床平均品位，矿床应达到的、能使矿床开发有效益的品位标准。铜、铅、锌、镍、钼矿石用百分值（%）表示，银矿石用 [illegible] 表示。

[illegible] 最小可采厚度，由开采方式和方法所确定的、矿体应达到的最小厚度，以真厚度计算，用米表示。

[illegible] 夹石剔除厚度，圈定矿体时，分布于矿体中、允许作为矿石圈入矿体中的夹石的最大厚度，以真厚度计算，用米表示。大于该厚度的无矿段必须作为夹石剔除。

[illegible] 米百分值，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，但品位较高时，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。银等贵金属矿床中则称米·克 [illegible] 值，它和米百分值等同。

㈣ 估算主要组分矿产储量的同时，对矿床中达到最低工业品位要求的共生有用组分，应同时制订并下达该组分的工业指标。凡具有综合利用价值的伴生有用组分，亦应下达评价指标。

㈤ 银矿床中，当银和共（伴）生有用组分其中任一种都达不到各自的工业要求时，可按等价原则将共（伴）生有用组分折算为银的等价品位，或是按各组分矿产品的工业价值计算，制订综合工业指标。

㈥ 矿产资源（储）量估算的一般原则

㈥㈠ 储量资源（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的前提下进行。

㈥㈡ 参与矿产资源（储）量估算的各项工程的质量，应符合有关规范、规程和规定的要求。

㈥㈢ 根据矿床矿产资源（储）量的分类结果，按矿体、矿产资源（储）量类别、矿石类型（当选、冶）试验证实矿石性质差异大，有可能进行分采、分选时，应考虑分矿石类型进行估算］和块段分别估算各矿体及矿床的矿石量、平均品位和金属量。其中储量用扣除了设计、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）量在地质空间上的分布。

㈥㈣ 矿床中氧化带、混合带、原生带发育时，应按㈥㈢的要求分别估算矿产资源（储）量。混合带不发育时，可视情况将其划入氧化带或原生带进行估算。

㈥㈤ 达到工业要求（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。

㈥㈥ 估算伴生矿产的矿产资源（储）量时，无需单独圈定矿体，而采用块段或矿体的矿石量和在此矿石量范围内计算出的平均品位，计算矿体和矿床中伴生矿产的金属量和平均品位，即伴生矿产的矿石量和主组分矿石量相同。

㈥㈦ 矿产资源（储）量估算的单位，矿石量为万吨，金属量为吨，伴（共）生的稀有贵金属的金属量单位为千克。铜、铅、锌、镍、钼的矿石品位以质量分数（‰）计，银及稀有贵金属矿石品位以质量分数（g/t）计。

㈥㈧ 估算矿产资源（储）量时，应分别估算探获的矿产资源（储）量和扣除截止至勘查工作结束时采空区后的矿产资源（储）量。

㈥㈨ 矿产资源（储）量估算的方法应根据矿床的地质特征、矿体的赋存状态、勘查工程的分布情况等因素进行选择。对估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矿体或块段，采用其他方法进行检验估算，以检验所选择的矿产资源（储）量估算方法的正确性。

㈥㈩ 应用地质统计学方法估算矿产资源（储）量时，所用的软件应是国家矿产资源（储）量主管部门审查指定，或是工业部门长期应用、实际应用中证实是可行的软件。矿产资源（储）量估算应在品位数据结构分析、区域化变量的变异函数估算和研究、正确确定矿产资源（储）量估值参数及选择估值方法的条件下进行。

㈦ 确定资源（储）量估算参数的要求

面积测定

块段面积的测定可采用几何图形法、求积仪法、方格纸法进行。面积应测定两次以上，取满足规定误差要求的两次测量值的平均值为块段矿产资源储量估算的面积。矿产资源储量估算图件的比例尺为　～　～　。

平均品位计算

单工程（或样品段）平均品位计算

一般用样长加权法求得，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，再计算单工程（或样品段）平均品位。

特高品位处理

通常，品位值高于矿体（床）平均品位～倍的样品称为特高品位，确定特高品位时，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，分别估算矿产资源储量，不再进行特高品位处理。

块段平均品位计算

用地质块段法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，先采用单工程（或样品段）厚度加权，再采用面积进行加权求取块段平均品位。

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上下或两侧影响的长度加权平均求得。

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，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，矿产资源储量估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）的平均值进行矿产资源储量估算，只有当矿石极为松散和裂隙很发育时，才用大体积质量（体重）估算矿产资源储量。

预查、普查阶段估算

预查、普查阶段估算矿产资源量时，可参照上述方法确定各参数，在获取体积质量（体重）、湿度等参数有困难的情况下，可参照同类矿石的数值进行。

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，应按矿产资源储量分类估

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床矿产资源储量数量。矿产资源储量表应在说明矿石量、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，并标明矿产资源储量的编码。

附　录　粤
规范性附录）
固体矿产资源 储量分类

表 粤员　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			
	基础储量			
	预可采储量	预可采储量		
	基础储量	基础储量		
边际经济的	基础储量			
	基础储量	基础储量		
次边际经济的	资源量			
	资源量	资源量		
内蕴经济的	资源量	资源量	资源量	资源量？

注：表中所用编码 、、、，第 位数表示经济意义，即 越经济的，越边际经济的，越次边际经济的，越内蕴经济的，？ 越经济意义未定的；第 位数表示可行性评价阶段，即 越可行性研究，越预可行性研究，越概略研究；第 位数表示地质可靠程度，即 越探明的，越控制的，越推断的，越预测的。越未扣除设计、采矿损失的可采储量。

附　录　月
资料性附录）
铜、铅、锌、银、镍、钼矿主要矿物

表 月员　铜、铅、锌、银、镍、钼矿主要矿物表

	矿物名称	英文名称	化学分子式	金属质量分数
主要铜矿物	自然铜			
	黄铜矿			
	斑铜矿			
	辉铜矿			

续表

	矿物名称	英文名称	化学分子式	金属质量分数
主要铜矿物	铜蓝			
	方黄铜矿			
	锑黝铜矿			
	砷黝铜矿			
	硫砷铜矿			
	赤铜矿			
	黑铜矿			
	孔雀石			
	蓝铜矿			
	硅孔雀石			
	水胆矾			
	胆矾			
	氯铜矿			
主要铅矿物	方铅矿			
	硫锑铅矿			
	脆硫锑铅矿			
	车轮矿			
	白铅矿			
	铅矾			
	铬铅矿			
	磷氯铅矿			
	砷铅矿			
	钼铅矿			
	钒铅矿			
	闪锌矿			
	纤锌矿			
	菱锌矿			
	异极矿			
	硅锌矿			
	水锌矿			
	红锌矿			

续表

	矿物名称	英文名称	化学分子式	金属质量分数
主要镍矿物	镍黄铁矿 紫硫镍（铁）矿 针镍矿 硫镍矿 方硫镍矿 红砷镍矿 砷镍矿 辉砷镍矿 绿镍矿 镍绿泥石 绿高岭石 暗镍蛇纹石 镍磁铁矿 镍矾 碧矾 翠镍矿			
主要银矿物	自然银 银金矿 锑银矿 辉银矿 螺硫银矿 深红银矿 淡红银矿 脆银矿 辉锑银矿 辉硒银矿 硫银锗矿 硫锑铜银矿 硫铜银矿 硫银锡矿 辉锑铅银矿 黝锑银矿 碲银矿 碲银钯矿 硒银矿 氯角银矿 溴角银矿 黄碘银矿			

续表

	矿物名称	英文名称	化学分子式	金属质量分数
主要钼矿物	辉钼矿			
	硒钼矿			
	胶硫钼矿			
	铁辉钼矿			
	硫钼铜矿			
	钼华			
	钼钨钙矿			
	钼白钨矿			
	钼铅矿			
	主钒钼铅矿			
	面钨钼铅矿			
	水钼铁矿			
	钼铋矿			
	钼铜矿			
	铀钼矿			
	黄钼铀矿			
	紫钼铪矿			
	水钙钼铀矿			
	镁钼铀矿			
	磷钙铁钼矿			
	砷钼钙铁矿			
	黄氮汞矿			
	黑钼钴矿			

附　录　悦
资料性附录）
铜、铅、锌、银、镍，钼矿床主要工业类型

表 悦.1　铜矿床主要工业类型简表

矿床工业类型	成矿地质特征	常见金属矿物	矿体形状	规模及品位质量分数）	伴生组分	矿床实例
斑岩铜矿	产生在各种斑岩（花岗闪长斑岩、二长斑岩、闪长斑岩、斜长花岗斑岩等）岩体及其周围岩层中	以黄铜矿为主，少量辉铜矿、斑铜矿、黄铁矿、光钼矿等	层状、似层状、空心筒状、巨大透镜体等	中、大型至巨大型，品位一般偏低	钼、硫、金、银、铼、铅、锌、钴等	江西德兴富家坞铜厂，西藏玉龙，黑龙江多宝山，山西铜矿峪，内蒙古乌奴格叶等
矽卡岩型铜矿	沿中酸性侵入岩和碳酸盐类岩石接触带的内外或离开岩体沿围岩的岩层产出	以黄铜矿、黄铁矿、磁铁矿、磁黄铁矿为主，少量辉钼矿、辉铜矿、方铅矿、闪锌矿、白钨矿、锡石等	以似层状、透镜状、扁豆状为主，还有囊状、筒状、脉状等	大、中、小型均有，品位一般跃员豫	铁、硫、钨、钼、铅、锌、锡、铍、镓、铟、锗、镉、金、银、硒、碲、铊、铼、钒、铂族	安徽铜官山，湖北铜录山，江西永平、城门山，辽宁华铜，黑龙江弓棚子，河北寿王坟
变质岩层状铜矿	在变质岩（白云岩、大理岩、片岩、片麻岩等）中沿层产出	以黄铜矿、斑铜矿、黄铁矿为主，少量辉铜矿、辉砷钴矿、方铅矿、闪锌矿、辉钼矿、磁铁矿等	层状、似层状、透镜状、扁豆状	大、中型为主，品位一般大于员豫	硫、铅、锌、砷、钼、镍、钴、金、银、硒、铋、铂族	云南东川汤丹、易门狮山、三家厂，山西中条胡家峪，辽宁红透山
超基性岩铜矿	产于超基性岩（纯橄榄岩、辉橄岩、橄辉岩等）岩体的中、下部或分布在脉状岩体中	黄铜矿、方黄铜矿、磁黄铁矿、镍黄铁矿、紫硫镍铁矿等	似层状，不连续大透镜状、大脉状	大、中、小型均有，晶位一般小于员豫	铂族、钴、金、银、硒、碲等	甘肃金川，吉林磐石红旗岭，四川力马河，云南金平，新疆喀拉通克、黄山
砂岩铜矿	在红色砂岩中的灰至灰绿色砂岩（浅色砂岩）中沿层产出	以辉铜矿为主，少量斑铜矿、黄铜矿、自然铜、黄铁矿、方铅矿等	似层状、扁豆状、透镜状	中、小型为主，品位大部分大于员豫	硫、铅、银、钼、钨等	云南大姚六苴、郝家河，湖南车江，四川大铜厂

续表

矿床工业类型	成矿地质特征	常见金属矿物	矿体形状	规模及品位质量分数）	伴生组分	矿床实例
火山岩黄铁矿型铜矿	产于变质火山岩（石英角斑岩、细碧岩等）中	以黄铜矿、黄铁矿为主，其次辉铜矿、黝铜矿、铜蓝、方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿、磁铁矿等	透镜状、大小不等的扁豆状、层状等	大、中、小型均有，品位一般 [illegible] 左右	硫、铅、锌、钼、金、银、砷、硒、碲、铟、镉、铊、镓、铋、汞等	甘肃白银厂，青海红沟，云南大红山，河南刘山岩
各种围岩中的脉状铜矿	产于各种岩石（侵入岩、喷出岩、变质岩、沉积岩）的断裂带中，倾斜常陡	以黄铜矿、斑铜矿、黄铁矿为主，其次有辉钼矿、闪锌矿、方铅矿、黝铜矿等	板状、脉状、复脉带	中、小型，品位一般大于 [illegible]	硫、铅、锌、金、银、钨、钼、钴等	安徽穿山洞、铜牛井，江苏铜井，湖北石花街，吉林二道羊岔
碳酸盐岩型铅锌矿	产于大理岩、白云岩、石灰岩、不纯灰岩中，大致沿层产出	方铅矿、闪锌矿、黄铁矿，次为黄铜矿、辉锑矿、辰砂、淡红银矿、菱铁矿等	层状、似层状、透镜状、囊状、巢状、脉状、瓜藤状等	大、中、小型均有，品位较富，一般 [illegible]	银、金、铜、硫、锑、镓、铟、锗、镉等	广东凡口，云南会泽矿山厂、七零厂，辽宁柴河，江苏栖霞山，贵州杉树林，辽宁青城子
泥岩—细碎屑岩型铅锌矿	在泥岩、粉砂岩、含碳酸盐质岩石中大致沿层产出	以黄铁矿、方铅矿、闪锌矿为主，次为黄铜矿、黝铜矿、磁黄铁矿、毒砂、斜方硫锑铅矿及一些含银矿物	层状、似层状、透镜状等	大、中型为主，品位较富，[illegible]	银、金、铜、硫、铟、铟、锗、镉等	内蒙古东升庙，甘肃厂坝、李家沟，陕西铅洞山、银洞梁，河北高板河，浙江乌岙，广西泗顶厂
矽卡岩型铅锌矿	沿花岗岩类侵入体与碳酸盐岩接触带的内外或离开岩体沿围岩层产出	以黄铁矿、方铅矿、闪锌矿为主，次为黄铜矿、磁铁矿、黑钨矿、白钨矿、锡石、磁黄铁矿及其他一些银矿物	透镜状、扁豆状、囊状、似层状等	以中、小型为主，品位较富	金、银、铜、硫、锡、钨、镓、铟、铊、镉、锗等	湖南水口山、黄沙坪，辽宁桓仁，广西拉么
海相火山岩型铅锌矿	产于凝灰岩、熔岩、潜火山岩及与碎屑岩的互层带中，沿层产出	以方铅矿、闪锌矿为主，次为黄铁矿、黄铜矿、黝铜矿、磁黄铁矿及一些含银矿物	层状、似层状、透镜状、扁豆状	以大、中型为主，品位中等偏富	常与金、银、铜共、伴生，伴生还有：硫、镉、锗、镓、铟、锡等	甘肃白银厂小铁山，青海锡铁山，新疆可可塔勒，四川白玉呷村

续表

矿床工业类型	成矿地质特征	常见金属矿物	矿体形状	规模及品位质量分数）	伴生组分	矿床实例
砂、砾岩型铅锌矿	产于红层中之浅色砂岩、砂砾岩、灰质角砾岩中，基本沿层产出	主要有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、白铁矿、微量黄铜矿、磁黄铁矿、赤铁矿、硫镉矿等	层状、似层状、巨大透镜状、扁豆状	大中型为主，直至超大型，品位偏富，憎矿体变化大	硫、银、镉、铊、钼、锗、钴、锑、铋等	云南兰坪金顶
各种围岩中的脉状铅锌（银）矿	产于各种岩石侵入岩、火山岩、变质岩、沉积岩）的断裂带的充填交代脉状矿床	主要为方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、白铁矿、次为黄铜矿、磁黄铁矿、磁铁矿、赤铁矿、辉银矿、银金矿、自然银、硫锑银矿等	脉状、复脉状、扁豆状、透镜状	大、中、小型均有，品位较富，矿体变化大	银、金、铜、硫、锚、镉、锗、铟、锑、铋等	河北蔡家营，内蒙古甲乌拉，湖南桃林，云南白秧坪

表 [illegible] 银矿床主要工业类型简表

矿床工业类型	成矿地质特征	常见金属矿物	矿体形状	规模及品位质量分数）	伴生组分	矿床实例
碳酸盐岩型银（铅锌）矿	产于大理岩、白云岩、灰岩、不纯灰岩、白云质灰岩中，大致沿层产出	方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿、自然银、辉银矿、银黝铜矿、黑硫银锡矿、脆银矿等	层状、似层状、透镜状、脉状、囊状等	大、中、小型均有，品位贫富兼有	铅、锌、铜、硫、镓、铟、锗、镉、锑等	广东凡口，辽宁八家子
泥岩一碎屑岩型银矿	产于含炭质黑色页岩、泥岩夹薄层泥灰岩、白云岩之岩层中，大致沿层产出	黄铁矿、辉硒银矿、硒银矿、硫银锗矿、辉银矿、自然银、辉锑矿	层状、似层状、脉状、透镜状、扁豆状	大、中、小型均有，品位贫一中等	锑、钒、硒、锗、金、铂族	湖北白果园，广东梅县嵩溪
海相火山岩、火山一沉积岩型银矿	产于凝灰岩、熔岩及与碎屑岩互层带中，基本上沿层产出	黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、辉银矿、螺硫银矿、辉铜银矿、金银矿、自然银等	层状、似层状、透镜状、扁豆状	大、中、小型均有，品位较富	铜、铅、锌、金、硫、锑、锗、镓、铟、锡等	甘肃小铁山，青海锡铁山，四川白玉呷村

续表

矿床工业类型	成矿地质特征	常见金属矿物	矿体形状	规模及品位质量分数）	伴生组分	矿床实例
千枚岩、片岩型银矿	产于炭质绢云石英片岩、含炭绢云千枚岩、绢云石英片岩中，沿层或层间破碎带产出	方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、黄铁矿、辉银矿、自然银、螺硫银矿、银黝铜矿、硫锑铜银矿	层状、似层状、透镜状、扁豆状	大、中型为主，品位较富	铅、锌、铜、硫、镉、金	河南破山，陕西银洞子，辽宁高家堡子
陆相火山、次火山岩型银矿	产于火山岩或次火山岩中的断裂、裂隙带或斑岩体接触带外侧围岩中	黄铁矿、辉银矿、螺硫银矿、深红银矿、淡红银矿、硫锑银矿、硫铋银矿、金银矿、自然银、角银矿，次为方铅矿，闪锌矿等	脉状、不规则似层状、透镜状等	大、中、小型均有，品位贫一富均有	铅、锌、锑、砷、汞、铋、硒、金等	内蒙古额仁陶勒盖、查干布拉根，浙江大岭口，江西银露岭、的家
脉状银矿与铅锌矿工业类型相同）	产于各种围岩构造破碎带中的脉状银（铅锌）矿	黄铁矿、辉银矿、自然银、硫铜银矿、硫锑铜银矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、磁铁矿、赤铁矿、菱锰矿等	脉状、复脉状、不规则似层状、透镜状	大、中、小型均有，品位较富	金、铜、铅、锌、锡、锑、镉、铟、锗、硒等	内蒙古赤峰官地，江西虎家尖，安徽鸡冠石，湖南桃林

表 怙圆原　镍矿床主事工业类型简表

矿床工业类型	成矿地质特征	常见金属矿物	矿体形状	规模及品位质量分数）	伴生组分	矿床实例
超基性岩铜镍矿	产于超基性岩（纯橄榄岩、辉橄岩、橄辉岩等）岩体的中、下部或分布在脉状岩体中	镍黄铁矿、紫硫镍铁矿、黄铜矿、方黄铜矿、磁黄铁矿等	似层状，不连续大透镜状、大脉状	大、中、小型均有，品位一般小于员豫	铂族、钴、金、银、硒、碲等	甘肃金川，吉林红旗岭，四川力马河，新疆喀拉通克
热液脉状硫化镍一砷化镍矿	矿体产于中酸性岩体裂隙及与围岩——砂岩、页岩、灰岩、变质凝灰岩等的接触带	常见红砷镍矿、砷镍矿、辉砷镍矿、砷钴矿、黄铜矿、黄镍矿、针镍矿，闪锌矿、方铅矿、白铁矿、自然金、沥青铀矿等	脉状、网脉状、似层状、透镜状、管状产出	中、小型，品位不稳定，由 园圆豫～员园豫不等	铜、银、砷、铋、钴、锑等	辽宁柜子哈达、万宝钵

续表

矿床工业类型	成矿地质特征	常见金属矿物	矿体形状	规模及品位质量分数）	伴生组分	矿床实例
沉积型硫化镍矿	分布于黑色页岩中（悦员 等），沿层产出	黄铁矿、钼集合体、二硫镍矿、硫铁镍矿、辉砷镍矿、紫硫镍（铁）矿、褐铁矿、赤铁矿等	层状、透镜状、扁豆状	中、小型，品位 园圆圆像～员圆圆像	钼、钴、钒、铀、铂族、银、金等	湖南大浒镍矿
风化壳型镍矿（硅酸盐型）	产于超基性岩风化残坡积层中	锌高岭石、镍绿泥石、暗镍蛇纹石、蒙脱石及铁锰的氧化物和氢氧化物	层状、似层状、巢状	大、中、小型均有，品位较低，园圆圆像～园像	钴、铁等	云南墨江（硅酸镍型）

表 怨圆像 钼矿床主要工业类型简表

矿床工业类型	成矿地质特征	常见金属矿物	矿体形状	规模及品位质量分数）	伴生组分	矿床实例
庞岩型钼矿	产于花岗岩及花岗魔岩体内部及其周围岩石中，矿化与硅化、钾化关系密切	以黄铁矿、辉钼矿、黄铜矿为主	层状、似层状、筒状、巨大透镜状	中、大型至巨大型，品位偏低	铜、钨、金、银、铼、铅、锌、钴、硫	陕西金堆成吉林大黑山山西繁峙后峪
矽卡岩型钼矿	产于花岗岩类岩体与碳酸盐围岩接触带，以及外接触带沿层发育	以黄铁矿、辉钼矿为主，次为黄铜矿、磁黄铁矿、黑钨矿、白钨矿、方铅矿、闪锌矿	透镜状、扁豆状、似层状、囊状、筒状、脉状等	大、中、小型均有，品位较富	铜、钨、铅、锌、金、铼、硫	辽宁杨家杖黑龙江五道江苏句容铜湖南柿竹园
脉型钼矿	产于各种岩石（侵入岩、喷出岩、变质岩、沉积岩）的断裂带中，倾斜常陡	以黄铁矿、辉钼矿为主，次为黄铜矿、磁黄铁矿、黑钨矿、魔铜矿、方铅矿、闪锌矿	脉状、复脉状、扁豆状	中、小型常见，品位中等	铜、钨、铅、铼、硫、金、银	浙江青田石坪川，安徽太平萌坑、铜牛井，广东五华白石嶂，陕西大石沟
沉积型钼矿床	砂岩型分为两种：①钼铜矿床；②钼铀矿床，黑色页岩型，类似沉积型镍矿	辉铜矿、黄铁矿、辉铜矿及含铀钼矿物、镍的硫化物等	层状、似层状、透镜状、扁豆状	中、小型，品位偏低	铜、铀、镍、钒、铅、锌、钴、锗、硒	云南广通麂于湾，贵州兴义大际山

附　录　阅
资料性附录）
铜、铅、锌、银、镍、钼矿床勘查类型条件及工程间距参考

矿产勘查类型的划分，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。为了量化这些因素的影响大小，提出类型系数的概念，每个因素都赋予一定的值，每个矿床相对应的上述五个地质因素类型系数值之和就可以确定是何种勘查类型。在影响勘查类型的五个因素中，主矿体之规模大小比较重要，所赋予的类型系数值要大些，约占猿园豫；构造对矿体形状的影响与矿体规模有间接联系，所赋予的值要小些，约占 员园豫；其他三个因素各占 圆园豫。

阅园员　矿体规模分为大、中、小型三类，其具体划分及类型系数如表 阅园员

表 阅园员　矿体规模划分及类型系数表

矿体规模	类型系数	矿产种类	长度 皂	延深或宽 皂
大型	园员缘	悦凿铅锌	跃源园园	跃缘园
		孕镍钼	跃园园	跃缘园
		粤早		跃园园
		晕金		跃员园园
中型	园员园 园员缘～园员愿	悦凿铅锌	猿园园～源园园	猿园园～缘园园
		孕镍钼	猿园园～园园园	园园园～缘园园
		粤早		员缘园～猿园园
		晕金		园园园～源园园
小型	园员园 园员园～园员缘	悦凿铅锌	约猿园园	约猿园园
		孕镍钼		约园园园
		粤早		约员缘园
		晕金		约园园园

注：由于矿体规模对类型及工程间距的影响较大，其类型系数的赋值问题，补充说明如下：小型矿体　约猿园园皂）和中型矿体　猿园园～员园园皂）按长度不同应有不同的值，小型矿体 约员缘园皂赋值 园员园　员缘园～园园园皂赋值 园员园）园园园皂赋值 园员缘　中型矿体 猿园园皂赋值 园员园　源园园～缘园园皂为 园员园　跃缘园园皂为 园员缘

阅园圆　矿体形态复杂程度分为三类：

葬 简单：类型系数 园员缘　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，基本无分枝复合或分枝复合有规律；

遭 中等：复杂程度属中等，类型系数 园圆源 矿体形态为似层状、透镜状、脉状、柱状，内部有夹石，有分枝复合；

糟 复杂：类型系数 园圆圆 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、小筒柱状，内部夹石多，分枝复合多且无规律。

阅圆猿 构造影响程度分为三种：

葬 小型：类型系数 园圆猿 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；

遭 中型：类型系数 园圆圆 有断层破坏或岩脉穿插，构造对矿体形状影响明显；

糟 大型：类型系数 园圆员 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。

阅圆源 矿体厚度稳定程度大致分为稳定，较稳定和不稳定三种。各矿种不同稳定程度的厚度变化系数及类型系数见表 阅圆圆

表 阅圆圆 矿体厚度稳定程度及类型系数表

矿产种类	稳定程度	厚度变化系数豫	类型系数
铜	稳定	约迁园	园酝匝
	较稳定	迁园～员园园	园酝源
	不稳定	跃员园园	园酝圆
铅锌	稳定	约缘园	园酝匝
	较稳定	缘园～员园园	园酝源
	不稳定	跃员园园	园酝圆
银	稳定	约愿园	园酝匝
	较稳定	愿园～员园园	园酝源
	不稳定	跃员园园	园酝圆
镍	稳定	约缘园	园酝匝
	较稳定	缘园～员园园	园酝源
	不稳定	跃员园园	园酝圆
钼	稳定	约迁园	园酝匝
	较稳定	迁园～员园园	园酝源
	不稳定	跃员园园	园酝圆

阅圆猿 有用组分分布均匀程度，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。各矿种有用组分均匀程度具体划分及相应的类型系数值见表 阅圆猿

表 阅圆猿　有用组分分布均匀程度及类型系数表

矿产种类	稳定程度	厚度变化系数豫	类型系数
铜	均匀	约远园	园愿远
	较均匀	远园~员缘园	园愿原
	不均匀	跃员缘园	园愿圆
铅锌	均匀	约愿园	园愿远
	较均匀	愿园原员缘园	园愿原
	不均匀	跃员缘园	园愿圆
银	均匀	约员园园	园愿远
	较均匀	员园~员缘园	园愿原
	不均匀	跃员缘园	园愿圆
镍	均匀	约缘园	园愿远
	较均匀	缘园~员园园	园愿原
	不均匀	跃员园园	园愿圆
钼	均匀	约愿园	园愿远
	较均匀	愿园~员缘园	园愿原
	不均匀	跃员缘园	园愿圆

注：变化系数估算公式 灾越$\frac{\sigma}{载}$伊员园园豫

式中：灾—矿体厚度或品位变化系数；

σ—单工程厚度或单样品们统计的均方差；

载—单工程厚度或单样品们统计的算术平均值。

阅圆远　各勘查类型的工程间距见表 阅圆愿

表 阅圆愿　铜、铅、锌、银、镍、钼矿床勘查类型工程间距参考表　　单位：米

矿种	矿床勘查类型	控制的勘查工程间距	
		沿走向	沿倾向
铜	Ⅰ	圆园园~猿园园	员缘园~圆园园
	Ⅱ	员缘园~员愿园	员缘园~员缘园
	Ⅲ	愿园~员缘园	远园~愿园
铅锌	Ⅰ	员愿园~圆园园	员缘园~圆园园
	Ⅱ	愿园~员缘园	远园~员缘园
	Ⅲ	源园~缘园	猿园~缘园

续表

矿种	矿床勘查类型	控制的勘查工程间距	
		沿走向	沿倾向
银	Ⅰ Ⅱ Ⅲ	200～400 400～800 800～1600	200～400 400～800 800～1600
镍	Ⅰ Ⅱ Ⅲ	200～400 400～800 800～1600	200～400 400～800 800～1600
钼	Ⅰ Ⅱ Ⅲ	200～400 400～800 800～1600	200～400 400～800 800～1600

注：工程间距沿倾向钻孔指实际控制矿体的距离（斜距），坑道为中段高度。

注：同一勘查类型中工程间距视矿床规模及复杂程度择优选用。

注：当矿体沿倾向变化较走向稳定时，工程间距沿矿体走向可密于倾向。

注：探明的矿产资源储量，在各类型矿床中（银矿包括Ⅱ、Ⅲ类型），因继续加密已达到矿山生产时采掘工程密度，故不再列出。

附　录　A
（资料性附录）
矿床勘查类型实例一览

表 A.1　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
	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，云南澜沧老厂，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	四川呷村，内蒙古甲乌拉，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	浙江罗山岭头，山东十里堡
镍矿	第Ⅰ勘查类型	甘肃白家嘴，吉林红旗岭 1 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

附　录　云
资料性附录）
矿体圈定和矿产资源 储量估算方法

云 矿体的圈定和连接

云 矿体的圈定和连接应在充分研究矿床地质特征、成矿控制因素的基础上，根据不同勘查阶段，按照参考工业指标，或严格按照审批下达的工业指标进行。

云 圈定矿体时，应在单工程中从等于或大于边界品位的样品圈起，将矿体中大于夹石剔除厚度的无矿样品作为夹石圈出。连续出现大于边界品位、小于最低工业品位的地段应作为低品位矿圈出。矿体的厚度小于最小可采厚度，但品位较高，其厚度与品位的乘积达到米百分值　米·克 储值）指标时，可圈为矿体。

云 在圈定矿体时，如果矿体边部一侧或两侧为厚大且成片分布的低品位矿时，应单独圈出。在此种情况下，在单工程中圈定矿体时，边界附近允许将相当于夹石厚度的低品位矿圈入矿体。对夹在矿体中厚度不大，且分布零星难以分采的低品位矿，则无须单独圈出，而应圈入矿体中参与矿体厚度和平均品位估算。

云 在确定矿体边界的基础上，根据勘查工程的控制程度　即探明的、控制的、推断的和预测的）圈定并划分矿产资源 储量类型。再结合可行性或预可行性研究的结果，依据 则 固体矿产资源 储量分类》标准详细划分并圈定出各类型的资源量和储量。

云 矿体连接时，应先连地质现象，然后根据主要控矿地质特征连接矿体。矿体的连接一般采用直线，在充分掌握矿体的形态特征时，可用自然曲线连接，但工程间矿体的厚度不应大于相邻两工程实际最大见矿厚度。

云 矿体外推，在有充分依据的情况下，可科学地确定外推长度。当无规律可循时，按网度的二分之一尖推或四分之一平推。当矿体边部相邻工程中存在大于边界品位二分之一矿化时，可作三分之二尖推或三分之一平推。采用米·克 储值圈定矿体时不得外推　以米·克 储值圈定的薄脉型矿体除外）。深部矿体无限外推，应视矿体稳定程度和周围工程控制程度而定，最大外推距离不得超过勘查网度的工程间距。

云 矿产资源 储量估算方法

云 传统几何法传统几何法的选择，主要依据矿体地质特征、勘查工程的布置方式和勘查手段而定。常用的方法有垂直剖面法、水平断面法、地质块段法等。

垂直剖面法是在勘探线矿产资源 储量估算剖面图上进行的，即在两勘探线间　或一勘探线的外推部分）按矿体、矿石类型和矿产资源 储量类别及地质上的对应关系来划分矿产资源 储量估算块段，其特点能较好地反映出矿床的地质特征、矿体在三维地质空间沿走向及倾向的变化规律。凡是用勘探网进行勘探的矿床都可以用这一方法来估算矿产资源 储量。

水平断面法和垂直剖面法类似，对于按一定的勘探工程间距，以穿脉、沿脉坑道及坑内水平钻孔为主勘探的矿床，一般采用水平断面法估算矿产资源 储量。

地质块段法通常在矿体垂直纵投影图或水平投影图上进行，当勘探工程分布不规则，或用垂直剖面法不能正确地反映剖面间矿体的体积变化时，或厚度、品位变化不大的层状或脉状矿体，一般可用地质块段法来估算矿产资源 储量。

地质统计学法及其他方法

常用的地质统计学法有：普通克里格法、协同克里格法、泛克里格法、随机克里格法、指示克里格法、宏观克里格法等。其他方法有：距离反比法、[illegible] 标准偏差）法等。

用于估算矿产资源 储量的计算机软件必须是国家矿产资源和储量管理部门指定，或是工业部门长期应用，经过实践证实是可行的软件。目前，工业部门用得较多的国外矿产资源 储量估算软件有：[illegible] 等，国内软件有 [illegible] 版本的矿产资源 储量估算及经济评价软件。

附　录　[illegible]
资料性附录）
矿床工业指标制订的一般原则及参考指标

[illegible] 矿床工业指标制订的一般原则

[illegible] 矿床工业指标是正确估算和评价矿床的矿产资源 储量的标准和基础。其制订方法有价格法、方案法、类比法、地质统计学方法等。方案法虽然工作量大，但由于其可靠实用而常常被采用；地质统计学方法易于进行多方案比较，选择最佳方案。工业指标制订应结合预可行性或可行性研究进行。制订工业指标的时间应是在野外地质勘探工作基本结束、评价矿床所需的绝大部分原始数据、试验结果已经获得的条件下进行。

[illegible] 预查和普查阶段，评价矿床可使用一般工业指标；详查和勘探阶段，地质勘查部门以一般工业指标为基础，根据具体矿床地质特征确定三至四套试圈指标，以此分别进行矿体圈定和矿产资源 储量试算，形成包括各套方案试算结果、相应的图纸资料在内的工业指标建议书，并将建议书提交负责该项目可行性　预可行性）研究的工业部门或设计研究院。矿山设计研究部门在进行可行性或预可行性研究的同时，负责工业指标各试圈方案的比较工作　可行性研究委托书应包含此内容）。通过资源利用、矿体完整程度、矿床开发经济效益等方面的综合比较，择优确定工业指标方案，并编制工业指标推荐报告，上报有关主管部门批准后正式下达。

用地质统计学方法建立矿床模型、制订工业指标时，应给工业指标制订单位提供记录有钻孔、坑探、槽探测量信息、样品化验分析数据及有关原始资料的软盘或光盘。

[illegible] 制订多组分矿床的工业指标时，应以工业价值占重要地位的组分为主要研究对象，兼顾其他有用组分。对有价值的共生有用组分应同时制订并推荐圈定矿体、估算矿产资源 储量的工业指标。

[illegible] 对矿石中含有的伴生有用组分，应根据具体矿床的地质特征、矿石选　冶）试验结果来确定并推荐评价指标。有时尚需对有害组分的最大允许含量做出规定。

员圆圆　一般工业指标

员圆圆员　铜矿床一般工业指标及伴生组分评价指标如下：

表 员圆圆员　铜矿床工业指标一般要求

项目	硫化矿石		氧化矿石
	坑采	露采	
边界品位 质量分数）豫	园圆圆～园圆猿	园圆圆	园圆猿
最低工业品位 质量分数）豫	园圆源～园圆猿	园圆源	园圆苑
矿床平均品位 质量分数）豫	园圆苑～员圆圆	园圆源～园圆苑	
最小可采厚度 皂	员～圆	圆～源	员
夹石剔除厚度 皂	圆～源	源～愿	圆

表 员圆圆圆　铜矿床伴生有用组分评价参考表

组分	孕遭	在灶	酣燥	恍燥	宰韵猿	杂灶	晕蚤	杂	月蚤	粤怎	粤择	怄噪 孕藻 耘藻 怄葬 怄燥 砸藻 陨灶 耘造
质量分数 早截	园圆圆	园源	园圆员	园圆员	园圆猿	园圆猿	园圆员	员	园圆猿			跃园圆圆员
质量分数豫										园圆员	员	

员圆圆圆　铅锌矿床一般工业指标和伴生组分评价指标如下：

表 员圆猿　铅锌矿床工业指标一般要求

项目	硫化矿石		混合矿		氧化矿石	
	孕遭	在灶	孕遭	在灶	孕遭	在灶
边界品位　质量分数）豫	园圆猿～园圆猿	园圆猿～员	园圆猿～园圆苑	园圆源～员圆猿	园圆猿～员	员圆猿～圆
最低工业品位　质量分数）豫	园圆苑～员	员～圆	员～员圆猿	圆～猿	员圆猿～圆	猿～远
矿床平均品位　质量分数）豫	缘～愿		远～怨		员～员圆	

续表

项目	硫化矿石		混合矿		氧化矿石	
	孕遭	在壮	孕遭	在壮	孕遭	在壮
最小可采厚度 皂	员~圆		员~圆		员~圆	
夹石剔除厚度 皂	圆~源		圆~源		圆~源	

表 则圆原　铅锌矿床伴生有用组分评价参考表

组分	怃怎	宰辖猿	杂壮	酣澡	尸蚤	杂	杂遭	怃蒋圆	粤怎	粤早
贡量分数 豫	园颤园元	园颤园元	园颤原	园颤圆	园颤圆	源	园源	缘		
贡量分数 早截									园颤员	圆
组分	粤恶	怃凿	隅壮	怃葬	怃藻	杂藻	耕藻	耕造	勺早	哉
贡量分数 豫	园颤圆	园颤员	园颤园员	园颤园员	园颤园员	园颤园员	园颤园员	园颤园员	园颤园缘	园颤圆
贡量分数 早截										

猿圆圆颤猿　镍矿床一般工业指标和伴生组分评价指标如下：

表 则圆缘　镍矿床工业指标一般要求表

项　目	硫化镍矿				氧化镍原硅酸镍矿
	原生矿石		氧化矿石		
	坑采	露采	坑采	露采	
边界品位　质量分数） 豫	园圆圆~园颤猿	园圆圆~园颤猿	园颤苑	园颤苑	园颤缘
最低工业品位　质量分数） 豫	园颤猿~园颤缘	园颤猿~园颤缘	员	员	员
矿床平均品位　质量分数） 豫	园颤愿~圆	园颤匝~员	员颤缘	员圆圆	
最小可采厚度 皂	员	圆	员	圆	员
夹石剔除厚度 皂	≥圆	≥猿	≥圆	≥猿	员~圆

表 贠圆匹　镍矿床伴生有用组分评价参考表

元素	孕臧 孕凿	韵择 砸怎 砸操 陨则	粤怎	粤早	恍操	杂藻	耕藻
质量分数 早臧	园翩源	园翩圆	园翩豫 园翩员	员翩圆			
质量分数 豫					园翩员	园翩眠园元	园翩眠园圆

贠圆圆原　钼矿床一般工业指标和伴生组分评价指标如下：

表 贠圆苑　钼矿床工业指标一般要求表

项目	硫化矿石	
	露采	坑采
边界品位　质量分数） 豫	园翩源	园翩源 园翩豫
最低工业品位　质量分数） 豫	园翩元	园翩元 园翩愿
矿床平均品位　质量分数） 豫	园翩愿 园翩员	园翩员 园翩圆
最小可采厚度 皂	圆 源	员 圆
夹石剔除厚度 皂	源 愿	圆 源

表 贠圆愿　钼矿床伴生有用组分评价参考表

组分	宰韵	恍怎	孕遭	在杜	云藻	杂	月蚤	砸藻
质量分数 豫	园翩元	园翩员	园翩圆	园翩源	员园	员	园翩源	
质量分数 早臧								员园

贠圆圆豫　银矿床一般工业指标和伴生组分评价指标如下：

表 [illegible] 银矿床工业指标一般要求表

项目	指标
边界品位　质量分数） [illegible]	[illegible]
最低工业品位　质量分数） [illegible]	[illegible]
矿床平均品位　质量分数） [illegible]	[illegible]
最小可采厚度 [illegible]	[illegible]
夹石剔除厚度 [illegible]	[illegible]

表 [illegible] 银矿床伴生有用组分评价参考指标表

元　素	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
质量分数 [illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
质量分数 [illegible]	[illegible]						

注：伴生有用组分评价参考指标表说明：

[illegible] 矿石中伴生元素质量分数大于表中指标时，应研究回收利用途径；

[illegible] 表中 ‘[illegible]’ 质量分数指标系指黄铁矿中硫在矿石中的质量分数；

[illegible] 伴生元素中的 [illegible] 等主要是对能形成独立的有用矿物、通过选矿能选成单独精矿产品的，如：

——[illegible] 主要指赋存于硫化矿物中者；

——[illegible] 主要指赋存于白钨矿、黑钨矿中者；

——[illegible] 主要指赋存于锡石中者；

——[illegible] 主要指赋存于辉钼矿中者；

——[illegible] 主要指赋存于萤石中者；

——[illegible] 主要指赋存于硫锑铅矿和脆硫锑铅矿中者；

——[illegible] 主要指赋存于磁铁矿中者；

——[illegible] 主要指赋存于辉铋矿中者：

[illegible] [illegible] 等分散元素，经选矿一般富集在铜、铅、锌的精矿中，通过冶炼回收。

附　录　匀
资料性附录）
铜、铅、锌、银、镍、钼精矿质量标准
铜、铅、锌精矿依据‘有色金属工业标准计量质量研究所”员怨怨年标准）

匀员　铜精矿质量标准

表 匀员员　铜精矿质量标准

品级	悦怎质量分数不小于豫	杂质质量分数不大于豫				
		粤泽	孕遭	酝早	月蚤	
一级品	猿员	员	圆	员	员	
二级品	圆猿	员	缘	猿	员	
三级品	圆员	员	愿	源	员	
四级品	员猿	员	员	缘	员	
注：铜精矿中金、银、硫为有价元素，应报分析数据。						

匀圆　铅精矿质量标准

表 匀圆圆　铅精矿质量标准

品级	孕遭质量分数不小于豫	杂质质量分数不大于豫				
		悦怎	在杜	粤泽	酝韵	粤蚤
一级品	苑员	员	源	员	员	圆
二级品	远缘	员	缘	员	员	圆
三级品	缘猿	圆	远	员	员	猿
四级品	源猿	圆	苑	圆	圆	源
注：葬 铅精矿中金、银为有价元素，应报出分析数据； 遭 其他类型铅精矿的杂质要求，由供需双方商定。						

4.3.3.3 锌精矿质量标准

表 4.3.3.3 锌精矿质量标准

品级	锌质量分数不小于/%	杂质质量分数不大于/%				
		铅	铜	砷	镉	氟
一级品	50	1.5	1.0	0.5	0.5	0.1
二级品	48	2.0	1.0	0.5	0.5	0.1
三级品	45	2.0	1.0	1.0	0.5	0.1
四级品	40	2.0	1.0	1.0	0.5	0.1

注：1 锌精矿中银、硫为有价元素，应报分析数据；

2 锌精矿中镉、氟质量分数应分别不大于 0.5%，锑质量分数应不大于 0.1%，锡质量分数应不大于 0.1%，镍和锗质量分数要求，由供需双方商定。

3 四级品铁闪锌矿含铁允许量不大于 20%。

4.3.3.4 银精矿质量标准

银精矿质量标准尚未颁布，目前按原中国有色金属工业总公司 1990 年 12 月 10 日 中色财字第 0045 号文：“暂定银大于 1000g/t 的精矿为银精矿，含银 500～1000g/t 的铜、铅精矿为银铜，银铅混合精矿”的规定执行。

4.3.3.5 镍精矿质量标准

表 4.3.3.5 镍精矿质量标准　单位为 1.0%　以干矿品位计算

品级	镍质量分数不小于/%	杂质质量分数不大于/%
特级品	6	酸溶铁 15
一	4.0	15
二	3.0	15
三	2.0	4.0
四	1.5	8.0
五	1.0	3.0
六	0.7	3.0
七	0.5	2.0
八	0.4	2.0
九	0.3	2.0
十	0.2	1.0

注：镍精矿中钴、铂为有价元素，应报出分析数据。

匀.匝　铝精矿质量标准

表 匀.匝　钼精矿质量标准　　剑月翻国-愿悲　　以干矿品位计算

牌号	酞质量分数 不小于豫	杂质质量分数 不大于豫								
		殊	粤	杂	孕	恍	孕	慌	宰	月
运	缘	远	园	园	园	园	园	员	园	园
运	缘	缘	园	园	园	园	园	圆	园	园
运	员	愿	园	园	园	园	园	员	园	园
运	员	缘	园	园	园	园	园	圆	园	园
运	源	怨	园	园	园	园	园	圆		
运	源	远	园	园	园	园	园	圆		
运	源	员	园	园	园	园	园	圆		
运	源	苑	园	园	园	园	园	圆		
运	源	员	园	园	园	园	园	猿		
运	源	愿	园	园	园	园	园	圆		

注：葬 牌号中的 粤表示单一钼矿浮选产品；月表示多金属矿综合回收浮选产品；

遭 钾、钠的质量分数，报分析数据，不作质量分数考核指标；如需方对牌号中未规定的三氧化钨和铋的质量分数有要求，可由供需双方商定；

糟 经供需双方协议，可调整表中个别指标；

凿 钼精矿中铼为有价元素，供方应报出分析数据，是否计价，供需双方协议。

煤、泥炭地质勘查规范

目　　次

前　言
员 范围
圆 规范性引用文件
猿 煤炭地质勘查的目的任务
源 煤炭地质勘查的基本原则
缘 煤炭地质勘查的工作程度
缘.员 阶段划分
缘.圆 预查阶段
缘.猿 普查阶段
缘.源 详查阶段
缘.缘 勘探阶段
远 煤炭地质勘查的控制程度
苑 煤炭资源(储)量分类及类型条件
苑.员 资源(储)量分类依据
苑.圆 煤炭资源(储)量分类及类型条件
愿 煤炭资源(储)量估算
愿.员 煤炭资源量计算指标
愿.圆 各类型资源量计算块段划分的基本要求
愿.猿 资源(储)量估算的一般要求
愿.源 有夹矸的煤层采用厚度的确定方法
愿.缘 露天勘查煤层的夹矸和剥离物的估算
怨 煤层气和其他有益矿产勘查工作
员园 泥炭地质勘查
员园.员 泥炭预查
员园.圆 泥炭普查
员园.猿 泥炭详查
员园.源 泥炭勘探

员员豫 泥炭资源 辕储量估算
员员员 资料编录、综合研究和报告编制
附录 粤　规范性附录）固体矿产资源 辕储量分类
附录 月　资料性附录）勘查工作研究的技术要求
月豫员 煤质研究
月豫圆 勘查区　井田）水文地质条件勘查研究
月豫猿 工程地质勘查工作
月豫源 环境地质工作
附录 悦　资料性附录）煤层气及其他有益矿产的勘查研究
悦豫员 煤层气的勘查评价
悦豫圆 其他有益矿产的勘查评价
附录 阅　资料性附录）构造复杂程度、煤层稳定程度类型划分及钻探工程基本线距
阅豫员 构造复杂程度划分为四种类型
阅豫圆 煤层稳定程度划分为四种类型
阅豫猿 选择钻探工程基本线距的要求
阅豫源 泥炭勘查工程控制程度
附录 耘　资料性附录）建议的资源 辕储量比例及资源量估算指标
附录 云　资料性附录）采样及测试工作量
附录 郧　资料性附录）水文地质勘查类型的划分及勘查工作量
员陨豫员 水文地质勘查类型的划分
员陨豫圆 水文地质勘查工程量
员陨豫猿 露天煤矿的水文地质勘查类型划分
员陨豫源 露天煤矿勘查的抽水试验工程量
附录 匀　资料性附录）露天边坡、剥离物分类及勘查工程布置
匀豫员 按构成露天边坡岩层的岩性、物理力学性质和结构面的发育程度露天边坡可分为三类
匀豫圆 露天边坡勘查工作布置
匀豫猿 按剥离岩层的岩性和物理力学性质可将剥离物分为三类
匀豫源 露天剥离物勘查工程布置
附录 陨　资料性附录）小煤矿勘查工作
附录 允　资料性附录）可行性研究的主要内容
允豫员 概略研究
允豫圆 预可行性研究
允豫猿 可行性研究

员 范围

本标准规定了煤、泥炭地质勘查的目的任务、阶段划分、工作程度要求、勘查方法原则；煤、泥炭资源 辕储量分类条件和估算原则等。

本标准适用于煤、泥炭地质勘查各阶段的设计编制、勘查施工、地质研究、地质报

告编制和审批，煤、泥炭资源 储）量估算、评估，也可作为矿业权转让、勘查开发融资等的评价依据。

圆 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。

则月辑耕耘圆—圆园园圆　固体矿产地质勘查规范总则

则月辑园源—怨源　煤炭工业矿井设计规范

则月辑园苑—怨源　露天煤矿工程设计规范

则月辑园愿—怨苑　矿区水文地质工程地质勘探规范

猿 煤炭地质勘查的目的任务

煤炭地质勘查的目的任务是为煤炭建设远景规划、矿区总体发展规划、矿井（露天）初步设计提供地质资料。

源 煤炭地质勘查的基本原则

源郾员　煤炭地质勘查工作必须从勘查区的实际情况和煤矿生产建设实际需要出发，正确、合理地选择采用勘查技术手段，注重技术经济效益。以合理的投入和较短的工期，取得最佳的地质成果。

源郾圆　煤炭地质勘查工作必须以现代地质理论为指导，采用先进的技术装备和勘查方法，提高勘查成果精度，适应煤矿建设技术发展的需要。

源郾猿　煤炭地质勘查必须坚持“以煤为主、综合勘查、综合评价”的原则，做到充分利用、合理保护矿产资源，做好与煤共伴生的其他矿产的勘查评价工作，尤其要做好煤层气和地下水（热水）资源的勘查研究工作。

缘 煤炭地质勘查的工作程度

缘郾员　阶段划分

煤炭地质勘查工作划分为预查、普查、详查、勘探四个阶段。根据工作区的具体情况和探矿权人（勘查投资者，如国家、煤矿企业、业主、建设单位、地质勘查单位等，以下同）的要求，勘查阶段可以调整。即可按四个阶段顺序工作，也可合并或跨越某个阶段。详查、勘探阶段地质勘查工作各项要求由探矿权人参照本标准确定。

缘郾圆　预查阶段

缘郾圆郾员　预查应在煤田预测或区域地质调查的基础上进行，其任务是寻找煤炭资源。预查的结果，要对所发现的煤炭资源是否有进一步地质工作价值做出评价。预查发现有进一步工作价值的煤炭资源时，一般应继续进行普查；预查未发现有进一步工作价值的煤炭资源，或未发现煤炭资源，都要对工作地区的地质条件进行总结。

缘郾圆郾圆　预查工作程度要求：

葬 初步确定工作地区地层层序，确定含煤地层时代；

遭 大致了解工作地区构造形态；

糟 大致了解含煤地层分布的范围、煤层层数、煤层的一般厚度和埋藏深度；大致

了解煤类和煤质的一般特征；

龇 大致了解其他有益矿产情况；

藻 估算煤炭预测的资源量。

缘源 普查阶段

缘源员 普查是在预查的基础上，或已知有煤炭赋存的地区进行。普查的任务是对工作区煤炭资源的经济意义和开发建设可能性做出评价，为煤矿建设远景规划提供依据。

缘源圆 普查工作程度一般要求：

葬 确定勘查区的地层层序，详细划分含煤地层，研究其沉积环境特征和聚煤特征；

遭 初步查明勘查区构造形态，初步评价勘查区构造复杂程度；

糟 初步查明可采煤层层位、厚度和主要可采煤层的分布范围，大致确定可采煤层煤类和煤质特征，初步评价勘查区可采煤层的稳定程度；

龇 调查勘查区自然地理条件、第四纪地质和地貌特征；大致了解勘查区水文地质条件，调查环境地质现状；

藻 大致了解勘查区开发建设的工程地质条件和煤的开采技术条件；

枣 大致了解其他有益矿产赋存情况；

皁 估算各可采煤层推断的和预测的资源量，推断的资源量占总资源量的比例参照附录 耘确定，另有要求的按要求确定。

缘源猿 在煤炭资源条件较差、地质条件较复杂只能提交普查（最终）报告的井田，其普查（最终）工作程度的一般要求是：

葬 基本查明井田的构造形态和初期采区内的主要构造，详细了解井田构造复杂程度；

遭 初步查明可采煤层的层数、层位、厚度、结构及可采范围，适当加密控制初期采区范围内煤层的可采边界；

糟 初步查明可采煤层的煤质特征，基本确定煤类及其分布，详细了解其他有益矿产的工业价值；

龇 水文地质条件及其他开采技术条件等方面的勘查工作程度，参照 缘源圆条并按实际情况调整后确定；

藻 估算可采煤层的推断的和预测的资源量，其中推断的资源量的比例参照附录 耘确定。

缘源 详查阶段

缘源员 详查的任务是为矿区总体发展规划提供地质依据。凡需要划分井田和编制矿区总体发展规划的地区，应进行详查；凡不涉及井田划分的地区、面积不大的单个井田，以及不需编制矿区总体发展规划的地区，均可在普查的基础上直接进行勘探，不出现详查阶段。

缘源圆 详查工作程度一般要求：

葬 基本查明勘查区构造形态，控制勘查区的边界和勘查区内可能影响井田划分的构造，评价勘查区的构造复杂程度；

遭 基本查明可采煤层层位、层数、厚度和可采范围，基本确定可采煤层的连续性，

控制主要可采煤层露头位置，了解对破坏煤层连续性和影响煤层厚度的岩浆侵入、古河流冲刷、古隆起等，并大致查明其范围，评价可采煤层的稳定程度和可采性；

糟 基本查明可采煤层煤质特征和工艺性能，确定可采煤层煤类，评价煤的工业利用方向，初步查明主要可采煤层风化带界线，评价可采煤层煤质变化程度；

凿 基本查明勘查区水文地质条件，基本查明主要可采煤层顶底板工程地质特征、煤层瓦斯、地温等开采技术条件，对可能影响矿区开发建设的水文地质条件和其他开采技术条件做出评价，初步评价勘查区环境地质条件；

藻 对勘查区内可能有利用前景的地下水资源做出初步评价；

枣 初步查明其他有益矿产赋存情况，做出有无工业价值的初步评价；

皂 估算各可采煤层的控制的、推断的、预测的资源 / 储量，其中控制的资源 / 储量分布应符合矿区总体发展规划的要求，占总资源量的比例参照附录 E 确定，另有要求的按要求确定。

缘圆圆员 在煤炭资源条件较差、地质条件较复杂只能提交详查（最终）报告的井田，其详查（最终）工作程度的一般要求是：

葬 查明井田的构造形态和初期采区内的主要构造，对井田边界构造应作适当控制；

遭 基本查明主要可采煤层的层数、层位、厚度、结构和可采范围，在先期开采地段范围内，适当加密控制可采煤层的可采边界，控制主要可采煤层的露头位置；

糟 基本查明可采煤层的煤质特征，确定煤类及其分布。详细了解其他有益矿产的

凿 水文地质条件及其他开采技术条件等方面的勘查工作程度，参照 缘圆圆员条并按实际情况调整后确定；

藻 估算可采煤层的控制的、推断的和预测的资源 / 储量，其中控制的资源 / 储量比例参照附录 E 对小型井的要求确定。

缘圆圆 勘探阶段

缘圆圆员 勘探的任务

勘探的任务是为矿井建设可行性研究和初步设计提供地质资料。勘探一般以井田为单位进行。勘探的重点地段是矿井的先期开采地段（或第一水平，下同）和初期采区。勘探成果要满足确定井筒、水平运输巷、总回风巷的位置，划分初期采区，确定开采工艺的需要；要保证井田境界和矿井设计能力不因地质情况而发生重大变化，保证不致因煤质资料影响煤的洗选加工和既定的工业用途。

缘圆圆圆 勘探的工作程度

缘圆圆圆员 对于拟建中型和中型以上机械化程度较高的矿井的井田，勘探工作程度的一般要求是；

葬 控制井田边界构造，其中与矿井的先期开采地段有关的边界构造线的平面位置，应控制在 员园园皂皂以内；

遭 详细查明先期开采地段内落差等于和大于 猿园皂皂的断层，详细查明初期采区内落差等于和大于 缘园皂皂（地层倾角平缓、构造简单、地震地质条件好的地区为 员园园~员缘园皂皂）的断层；对小构造的发育程度、分布范围及对开采的影响做出评述；

糟 控制先期开采地段范围内主要可采煤层的底板等高线，煤层倾角小于 员缘毅时，应

控制初期采区内等高距为 5m～10m的煤层底板等高线；

㈣ 详细查明可采煤层层位及厚度变化，确定可采煤层的连续性，控制先期开采地段内各可采煤层的可采范围（包括煤层因受岩浆侵入、古河流冲刷、古隆起、陷落柱等的影响使煤层厚度和可采性发生的变化），对厚度变化较大的主要可采煤层，应控制煤层等厚线；

㈤ 严密控制与先期开采地段或初期采区有关的主要可采煤层露头位置，在掩盖区，隐蔽煤层露头线在勘查线（测线）上的平面位置应控制在 50m以内，控制先期开采地段范围内主要可采煤层的风氧化带界线；

㈥ 详细查明可采煤层的煤类、煤质特征及其在先期开采地段范围内的变化，着重研究与煤的开采、洗选、加工、运输、销售以及环境保护等有关的煤质特征和工艺性能，并做出相应的评价；

㈦ 详细查明井田水文地质条件，评价矿井充水因素，预算先期开采地段涌水量，预测开采过程中发生突水的可能性及地段，评述开采后水文地质、工程地质和环境地质条件的可能变化，评价矿井水的利用可能性及途径；

㈧ 详细研究先期开采地段和初期采区范围内主要可采煤层顶底板的工程地质特征、煤层瓦斯、煤的自燃趋势、煤尘爆炸危险性及地温变化等开采技术条件，并做出相应的评价；

㈨ 详细调查老窑、小煤矿和生产矿井的分布和开采情况，划出其采空范围，对老窑的采空区应尽可能地控制，并评述其积水情况，详细调查生产矿井和小煤矿的涌水量、水质及其动态变化，分析其充水因素；

㈩ 基本查明其他有益矿产赋存情况；

(11) 估算各可采煤层的探明的、控制的、推断的资源/储量，在先期开采地段范围内探明的和控制的比例的一般要求可参照附录 E确定，在初期采区范围内主要可采煤层一般应全部为探明的。

(12) 对于拟建小型矿井的井田，勘探的工作程度可根据矿井建设的实际需要，参照 (10)条并加以简化和调整。资源/储量的比例要求参照附录 E中对小型井的要求确定。

(13) 现有生产矿井为了扩大井田范围，超出原已批准的地质报告范围的部分，其工作程度应视扩大区所处的井田部位，依据矿井改扩建设计对扩大（延深）范围的要求，由探矿权人与地质单位商定。

(14) 对于拟建中型以上机械化程度较高的露天矿，其勘查工作程度一般除应参照 (10)条的要求外，根据露天开采的特点，还应符合下列要求：

㈠ 复煤层按分煤层基本对比清楚；

㈡ 严格控制先期开采地段煤层露头的顶底界面及煤层露头被剥蚀后的形态，露天开采的最下一个煤层的露头，其底板深度的误差应控制在 5m以内；

㈢ 详细查明先期开采地段内落差大于 5m的断层；控制褶曲的产状，褶曲轴部的标高应控制在 5m以内。查明作为露天边界的断层，以及露天境界以外可能影响露天边坡稳定性的断层；

[illegible] 详细查明各煤层的夹矸层数、厚度、岩性，对不能分层剥离的夹矸和在开采时可能混入煤中的顶底板岩石，均应了解其灰分、硫分、发热量和真密度及视密度等质量特征；

[illegible] 基本查明剥离岩层中赋存的其他有益矿产，对具有工业价值的其他矿产，应提出必要的地质资料；

[illegible] 详细查明露天开采的最下一个可采煤层顶板以上各含水层，以及煤层底板以下的直接充水含水层的分布、厚度及水文地质特征，计算露天开采第一水平的正常涌水量和最大涌水量，评价露天疏干的难易程度；

[illegible] 基本查明露天边坡各岩层的岩性、厚度、物理力学性质、水理性质，详细了解软弱夹层的层位、厚度、分布及其物理力学特征，评价影响边坡稳定性的主要地质因素，基本查明露天剥离物的岩性、厚度、分布及其物理力学性质；

[illegible] 先期开采地段探明的和控制的资源 [illegible] 储量比例，应比附录 [illegible] 的要求提高 [illegible]。

[illegible] 煤炭地质勘查的控制程度

[illegible] 煤炭地质勘查工作必须根据地形、地质及物性条件，合理选择和使用地质填图物探，钻探、采样测试等勘查手段。预查、普查阶段的勘查工程控制程度。原则上应按本章的规定执行。详查和勘探的勘查工程控制程度，参照本章的各条规定研究确定。

[illegible] 凡裸露和半裸露地区，均应在槽井探及必要的其他地面物探方法的配合下进行地质填图。地质填图的比例尺一般为：

[illegible] 预查阶段 [illegible] ～ [illegible]；

[illegible] 普查阶段 [illegible] ～ [illegible]，也可采用 [illegible]；

[illegible] 详查阶段 [illegible] ～ [illegible]，也可采用 [illegible]；

[illegible] 勘探阶段 [illegible] 也可采用 [illegible]

槽井探和地面物探的布置，按有关规程的规定执行。

[illegible] 凡地形、地质和物性条件适宜的地区，应以地面物探（主要是地震，也包括其他有效的地面物探方法）结合钻探为主要手段，配合地质填图、测井、采样测试及其他手段，进行各阶段的地质工作。地震主测线的间距：预查阶段一般为 [illegible]～[illegible]；普查阶段一般为 [illegible]～[illegible]；详查阶段一般为 [illegible]～[illegible]；勘探阶段一般为 [illegible]～[illegible]其中初期采区范围内为 [illegible]～[illegible]或实施三维地震勘查。预查阶段钻孔应根据地震勘查成果验证与定位的需要，有针对性地进行布置。其他阶段钻探工程控制程度可参照附录 [illegible] 确定。

[illegible] 凡不适于使用地震勘查的地区及裸露和半裸露地区，应在槽探、井探、浅钻、地面物探和地质填图的基础上开展钻探工作。预查阶段根据需要适当布置钻孔。其他阶段钻探工程控制程度可参照附录 [illegible] 确定。

[illegible] 所有钻孔都必须进行测井工作。

[illegible] 预查、普查阶段钻孔中达到附录 [illegible] 规定厚度的煤层应全部采取煤心煤样；各种煤样的采取及其测试项目，参考附录 [illegible] 研究确定。详查和勘探阶段钻孔中各种煤样的采取及煤样的测试项目，以及其他各种煤样的采取及其测试项目，参考附录 [illegible] 研究确定。

[illegible] 露天勘查的工程控制程度，根据露天开发建设的需要，一般应在露天初期采区范

围内采用平行等距剖面进行加密，其剖面间距可为同类型井田勘探阶段先期开采地段基本线距的 员辕圆

辽圆愿　各勘查阶段以及露天勘查的水文地质、工程地质、环境地质工作，均参考附录 郧研究确定。

辽圆怨　各勘查阶段勘查工作研究的技术要求参照附录 月确定。

辽猿园　各种地质勘查工程质量按相应勘查工程质量标准要求执行。

苑　煤炭资源 辕储量分类及类型条件

苑员　资源 辕储量分类依据

苑员员　可行性评价程度

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三种，见附录 允

苑员员员　经济意义

苑员员员员　经济的

其数量和质量是依据符合市场价格的生产指标计算的，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，即每年开采煤炭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。通常把未来矿山企业的年平均内部收益率大于煤炭行业基准内部收益率 员园豫、净现值大于零的煤炭资源划为经济的。

苑员员员员　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才可变成经济的。通常把未来矿山企业的年平均内部收益率大于零而低于煤炭行业基准内部收益率 员园豫、净现值等于零或接近于零的煤炭资源划为边际经济的。

苑员员员猿　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。通常把未来矿山企业的年平均内部收益率和净现值均小于零的煤炭资源划为次边际经济的。

苑员员员源　内蕴经济的

仅通过概略研究做了相应的投资机会评价，未做可行性研究或预可行性研究。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。

苑员员猿　地质可靠程度

苑员猿　煤炭资源 辕储量分类及类型条件

苑员猿员　探明的煤炭资源 辕储量的地质可靠程度

探明的煤炭资源 辕储量在地质可靠程度方面必须符合下列条件：

葬　煤层的厚度、结构已经查明，煤层对比可靠，可采煤层的连续性已经确定，煤类、煤质特征及煤的工艺性能已经查明，岩浆岩对煤层、煤质的影响已经查明；

遭　煤层底板等高线已严密控制，落差等于和大于 猿园皂的断层已经详细查明　在地震地质条件好的地区，落差等于和大于 圆园皂的断层已经详细查明）；

糟　各项勘查工程　物探、钻探、采样及其他等）已达到勘探阶段的控制要求。

□□□□ 探明的煤炭资源□储量分类

□□□□□ 可采储量　□□□：探明的经济基础储量的可采部分。勘查工作程度已达到勘探阶段的工作程度要求，并进行了可行性研究，证实其在计算当时开采是经济的、计算的可采储量及可行性评价结果可信度高。

□□□□□ 探明的　可研）经济基础储量　□□□：同　□□□ 的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

□□□□□ 预可采储量　□□□：同　□□□ 的差别在于本类型只进行了预可行性研究，估算的可采储量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

□□□□□ 探明的　预可研）经济基础储量　□□□：同　□□□ 的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

□□□□□ 探明的　可研）边际经济基础储量　□□□：勘查工作程度已达到勘探阶段的工作程度要求。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，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。

□□□□□ 探明的　预可研）边际经济基础储量　□□□：同　□□□ 的差别在于本类型只进行了预可行性研究，估算的基础储量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

□□□□□ 探明的　可研）次边际经济资源量　□□□：勘查工作程度已达到勘探阶段的工作程度要求。可行性研究表明，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。

□□□□□ 探明的　预可研）次边际经济资源量　□□□：同　□□□ 的差别在于本类型只进行了预可行性研究，资源量估算可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

□□□□□ 探明的内蕴经济资源量　□□□：勘查工作程度已达到勘探阶段的工作程度要求。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，估算的资源量可信度高，可行性评价可信度低。

□□□□ 控制的煤炭资源□储量的地质可靠程度

控制的煤炭资源□储量在地质可靠程度方面必须符合下列条件：

□□ 煤层的厚度、结构已基本查明，煤层对比可靠，可采煤层的连续性已基本确定，煤类、煤质特征及煤的工艺性能已基本查明，岩浆岩对煤层、煤质的影响已基本查明；

□□ 煤层底板等高线已基本控制，落差等于和大于□□□的断层已经基本查明；

□□ 各项勘查工程　物探、钻探、采样及其他等）已达到详查阶段的控制要求。

□□□□ 控制的煤炭资源□储量分类

□□□□□ 预可采储量　□□□：勘查工作程度已达详查阶段的工作程度要求，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。

□□□□□ 控制的经济基础储量　□□□：同　（□□□ 的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述的。

□□□□□ 控制的边际经济基础储量　□□□：勘查工作程度达到了详查阶段的工作程度

要求，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。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。

[illegible]源 控制的次边际经济资源量 [illegible]：勘查工作程度达到了详查阶段的工作程度要求，预可行性研究表明，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。

[illegible]源 控制的内蕴经济资源量 [illegible]：勘查工作程度达到了详查阶段的工作程度要求。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。

[illegible]推断的煤炭资源 储量的地质可靠程度

推断的煤炭资源量在地质可靠程度方面必须符合下列条件：

[illegible] 煤层的厚度、结构已初步查明，煤层对比基本可靠，煤类和煤质特征已大致确定；

[illegible] 煤层产状已初步查明，煤层底板等高线已大致控制；

[illegible] 各项勘查工程 [illegible]物探、钻探、采样及其他等）已达到普查阶段的控制要求。

[illegible] 推断的煤炭资源 储量分类

推断的内蕴经济资源量 [illegible]：勘查工作程度达到了普查阶段的工作程度要求。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至次边际经济的范围内，估算的资源量可信度低，可行性评价可信度低。

[illegible]预测的资源量 [illegible]

勘查工作程度达到了预查阶段的工作程度要求。在相应的勘查工程控制范围内，对煤层层位、煤层厚度、煤类、煤质、煤层产状、构造等均有所了解后，所估算的资源量。

预测的资源量属于潜在煤炭资源，有无经济意义尚不确定。

愿 煤炭资源 储量估算

愿[illegible] 煤炭资源量计算指标

煤炭资源量的估算指标见附录 [illegible] 煤炭资源贫缺地区的资源量估算指标，由有关省、直辖市、自治区煤炭工业主管部门规定，但这部分资源量在有关统计表中应单列并加以说明。储量、基础储量估算指标由可行性研究或预可行性研究后确定。

愿[illegible] 各类型资源量计算块段划分的基本要求

愿[illegible] 划分各类型块段，原则上以达到相应控制程度的勘查线、煤层底板等高线或主要构造线为边界。相应的控制程度，是指在相应密度的勘查工程见煤点连线以内和在连线之外以本种基本线距 [illegible]钻孔间距）的 [illegible]~ [illegible]的距离所划定的全部范围。

愿[illegible] 跨越断层划定探明的和控制的块段时，均应在断层的两侧各划出 [illegible]~ [illegible]的范围作为推断的块段。断层密集时，不允许跨越断层划定探明的或控制的块段。

愿[illegible] 小构造或陷落柱发育的地段，不应划定探明的或控制的块段。探明的或控制的块段不得直接以推定的老窑采空区边界、风化带边界或插入划定的煤层可采边界为边

界。

第四十一条　露天勘查各级别块段的划分，不受初期采区内平行等距剖面加密的影响。

第四节　资源/储量估算的一般要求

第四十二条　预查、普查阶段估算的垂深，一般为 500m，最大不超过 1000m；只适于建小型井的地区一般为 300m，最大不超过 500m。详查和勘探阶段资源/储量估算的范围，应与所划定的勘查区或井田的范围一致。

第四十三条　煤类或煤的工业用途不同时应分别估算。如硫分、灰分变化大时应按含硫量、灰分含量级别分别估算；煤层的风化带要圈出，但一般不予估算，但若风化煤中总腐殖酸含量大于 10%时，应估算其资源/储量；炼焦用煤还应圈出其氧化带，并单独估算其资源/储量。详查和勘探阶段是否估算风化带和氧化带的资源/储量，应与探矿权人商定。

第四十四条　资源/储量估算中所利用的各项勘查工程（工作）成果和基础资料的质量应当可靠。

第四十五条　煤层倾角小于 30°时，在平面投影图上估算资源/储量；当倾角等于或大于 30°时，则应在立面投影图或立面展开图上进行估算。

第四十六条　煤层倾角小于 25°时，可以利用煤层的伪厚度和水平投影面积估算资源/储量；倾角等于或大于 25°时，则必须以煤层的真厚度和斜面积进行估算。

第四十七条　对煤层厚度的特厚点、变薄点或不可采点，均应分析其原因，根据具体情况作适当处理。

第四十八条　资源/储量的估算方法和各项估算参数，都应根据具体情况合理确定。尽可能推广和使用国内外先进的科学技术，全方位地实现计算的微机化处理。资源/储量估算的结果以万吨为单位，不保留小数。

第五节　有夹矸的煤层采用厚度的确定方法

第四十九条　煤层中单层厚度小于 0.5m 的夹矸，可与煤分层合并计算采用厚度，但并入夹矸以后全层的灰分（或发热量）、硫分应符合估算指标的规定。

第五十条　煤层中夹矸厚度等于或大于煤层最低可采厚度时，煤分层应分别视为独立煤层，分别估算（或不估算）资源/储量；夹矸厚度小于煤层的最低可采厚度，且煤分层厚度均等于或大于夹矸厚度时，可将上下煤分层厚度相加，作为采用厚度。

第五十一条　结构复杂煤层和无法进行煤分层对比的复煤层，当夹矸的总厚度不大于煤分层总厚度的 30%时，以各煤分层的总厚度作为煤层的采用厚度；当夹矸的总厚度大于煤分层总厚度的 30%时，按第四十九条和第五十条的规定处理。

第六节　露天勘查煤层的夹矸和剥离物的估算

第五十二条　煤层夹矸的估算要求：

（一）各可采煤层应分别估算含矸率；

（二）对煤层中厚度等于或大于 0.5m 的夹矸和小于 0.5m 的夹矸，应分别估算其含矸率。

第五十三条　剥离物的估算要求：

（一）按确定的露天边界，分别估算第四系、煤层上覆岩层的剥离量；

（二）开采多煤层的露天矿，对煤层之间的剥离物，应单独估算剥离量；

糟 按估算的剥离量与开采煤层的资源 辖储量，估算出最大、最小及平均的剥采比。

怨 煤层气和其他有益矿产勘查工作

怨源员 煤层气和其他有益矿产的勘查，一般利用各种探煤工程进行，确有必要时也可布置部分专门勘查工程和测试研究工作。各阶段勘查工作中所发现的有一定前景的煤层气资源和其他各种有益矿产，均应在地质报告中加以评述。对证实具有开发前景的煤层气资源和其他有益矿产，必要时应提交专门性地质资料。

怨源圆 各阶段对煤层气和其他有益矿产的勘查工作要求，参照附录 悦的规定。评价指标应按有关矿种的规定执行。进行专门性勘查时，应执行有关矿种的规范和技术标准。

员园 泥炭地质勘查

员园源员 泥炭预查

依据区域地质资料或预测资料，进行初步野外观测和极少量工程验证，提出可供普查的地区。有足够依据时可估算预测的资源量。

员园源圆 泥炭普查

员园源圆源员 目的

初步查明泥炭资源的分布、资源量和质量，为进一步详查提供依据。

员园源圆源圆 任务

员园源圆源圆源员 初步查明区内泥炭的分布面积、矿层层数及其厚度、质量情况。

员园源圆源圆源圆 初步了解泥炭赋存的地质、地貌及水文地质条件和泥炭的成因类型。

员园源圆源圆源猿 估算推断的和预测的资源量，其中规模较大的矿床推断的资源量比例参照附录 耘确定。

员园源圆源圆源源 初步评价泥炭的开采利用技术经济条件。

员园源圆源猿 工作方法

员园源圆源猿源员 收集资料：查阅前人有关工作成果，研究区域地质、水文地质和第四纪地质及航片、卫片等有关资料，确定成矿远景区。

员园源圆源猿源圆 访问、踏勘、了解泥炭资源的分布和开发利用情况，编制普查工作设计。

员园源圆源猿源猿 野外工作底图，一般可选用 员颐缘园园园园的地形图　有条件地区可选较大比例尺）或水文地质图、第四纪地质图、较大矿区要圈定范围。

员园源圆源猿源源 勘查手段和施工要求

必须从地质目的和经济效果出发，根据地质、地形及泥炭埋藏条件，矿层厚度，因地制宜选择探矿工具和手段。

根据野外具体情况和取孢粉、测试样品等需要，可布置适当的探坑与探井：有条件的地区可采用遥感技术、配合一定的地面工程，提高普查工作的速度。工程控制程度参见附录 阅。

员园源圆源源 取样和样品分析

员园源圆源源源员 取样数量：含矿面积小于 园援缘 平方公里的矿点取一至三个；大于 园援缘 平方公里的矿点不应少于三个，以能确定泥炭质量及进行综合利用初步评价为原则。对含矿面积小于 园援缘 平方公里的矿点，如有参考数据或经肉眼鉴别大致能确定泥炭质量的，一般可以不取样，但要注意样品的代表性。

取样方法：据具体情况可采用探坑（井）刻槽或钻孔取样，并要作详细的取样记录。对较薄的矿层（小于 m），可取混合样。当矿层较厚、质量变化较明显时，应进行分层取样。取孢粉、藻类样品以探坑（井）为宜。必须保证样品的质量，切忌污染。

样品质量：现代沼泽中的裸露泥炭，湿样质量不应少于 kg；埋藏泥炭样质量不应少于 kg。

包装与送样：样品包装一般用塑料袋或其他不易污染的材料，样品标签放于两层塑料袋之间或折扎于样品袋上部，并在外面贴上编号胶布。理化分析样要及时阴干后送交分析化验。

泥炭样品的采样数量和一般分析项目：主要根据综合利用评价的需要而定。普查阶段所取的泥炭样品，一般应进行物化性质分析测试。一般分析项目包括：颜色、自然含水量、吸湿水、干容量、纤维含量、pH 值（水浸、盐浸）、全硫、发热量、粗灰分、有机质、总腐殖酸、全氮、全磷、全钾。为了合理利用泥炭，在普查区内还应选择少量有代表性的样品进行硫成分、灰成分（SiO_2、Fe_2O_3、Al_2O_3、CaO、MgO、SO_3、K_2O、Na_2O 等的氧化物）分析，有机组成（总腐殖酸、黄腐酸、棕（褐）黑腐酸、沥青、纤维素、半纤维素、木质素）分析，微量元素光谱半定量分析及元素组成（C、H、O、N、S）分析。此外，还应选择有代表性的少量剖面系统采样进行孢粉、植物残体分析，有条件尽可能进行 C 年代测定。

泥炭详查

对普查圈定的详查区通过大比例尺地质填图及多种勘查方法和手段，比普查阶段密的系统取样，对详查区泥炭资源做出是否具有工作价值的评价。必要时，圈出勘探范围，并估算控制的、推断的和预测的资源（储）量。其中控制的资源（储）量比例参照附录 F 确定。

泥炭勘探

目的：在泥炭详查圈出的范围内详细查明矿体的规模、储量和质量，做出综合评价。为开采提供必要的技术设计资料。

任务：

详细查明泥炭分布范围、面积和矿层厚度、层数及泥炭质量变化规律；

详细查明泥炭赋存的地质、地貌及水文地质特征，确定泥炭的成因类型和形成时代；

准确圈定矿体边界，控制矿层变化，估算探明的、控制的、推断的资源（储）量，其中探明的比例参照附录 F 确定；

评价泥炭开采利用技术经济条件。

工作要求：

地形地质测量选用地形底图比例尺一般以 1∶5000 ~ 1∶10000 为宜（有条件的可选用更大比例尺），通过地质填图基本查明矿区地层层序、岩性组合、层位时代，观察点密度以能基本控制地质体为原则；

进行水文地质调查工作，查明地下水和地表水的补给、排泄条件，计算涌水量；

工程网度一般要求按达到探明的资源（储）量标准的工程网度进行施工（见附录 J）

之表 ［］，为避免漏掉埋藏较深的泥炭层，应打一至两个深孔，如普查或详查阶段已有深孔控制，则可不再施工，矿体边界的确定，在地形变化不明显的地段，其外侧要在两个以上钻孔均不见矿时，方可圈定。

［］ 取样方法和样品分析，按自然分层或等距方式取样，样长一般不大于 ［］。分析项目数量见附录 云　孢粉样品应选择矿区内有代表性的剖面进行系统采样　包括顶底板），一般采样间距为 ［］～ ［］。泥炭样质量 ［］，顶底板样质量不少于 ［］，样品要密封，及时分析鉴定。［］样品测定是确定泥炭成矿时代的重要手段，应在泥炭层顶底部和泥炭层中变化明显的层位采样，样厚不超过 ［］，样量不少于 ［］，在普查阶段已有［］成果，详查、勘探阶段可不作或少作。

［］ 泥炭资源 ［］量估算

［］ 泥炭品级和资源 ［］量

［］ 泥炭品级取决于有机质的含量，分为有机质含量 ［］～ ［］的准泥炭和大于 ［］的泥炭两个品级。

［］ 根据泥炭矿产资源本身的特殊性，其资源 ［］量分类条件如下　按其可行性研究程度和经济意义分类参照 ［］和 ［］条）：

　　［］ 探明的：是矿区开采设计依据的资源 ［］量，其条件为：

　　［］ 控制矿体形状、产状及厚度变化，能准确圈定边界；

　　［］ 划分泥炭品级、掌握泥炭质量变化规律；

　　［］ 查清影响矿体储量的夹层；

　　［］ 查明覆盖层厚度，岩性和岩相变化；

　　［］ 控制的：是确定进一步部署勘探和制定泥炭资源开发利用规划的依据，其条件为：

　　［］ 基本控制矿体形状、产状及矿层厚度变化、主矿体边界必须用工程控制；

　　［］ 基本确定品级和质量变化；

　　［］ 对影响矿体较大的泥沙、腐木等夹层已查明；

　　［］ 初步了解覆盖层厚度、岩性和岩相变化；

　　［］ 推断的：为进一步布置地质详查和矿山建设所探求的远景规划量，要求对矿体范围、矿层厚度、产状和质量有初步了解；

　　［］ 预测的：对具有赋存泥炭资源的地区经过预查，有足够的资料、数据估算出的资源量。

［］ 资源 ［］量估算的一般规定

［］ 估算指标：泥炭有机质含量≥［］。切忌将有机质含量 ［］的腐泥、腐殖土、黑土等列入泥炭；泥炭层厚度为裸露泥炭　不包括现代沼泽地表的草根层）≥［］；埋藏泥炭层厚度≥［］；剥采比应小于 ［］［］复杂结构矿体资源 ［］量的估算，当夹层≥［］，应当剔除，并分层估算资源 ［］量。

［］ 泥炭资源 ［］量是按实际探得的资源估算的，估算不包括采空区。

［］ 估算单位以干重　万吨）计。

5.1　资料编录、综合研究和报告编制

5.1.1　对原始资料编录工作的基本要求为如下四点：

a）按勘查设计的要求和有关规程的规定，各种勘查工程的原始记录和数据资料必须齐全、准确、真实、可靠；

b）对自然露头和各种勘查工程所揭露的地质、水文地质现象，都必须按规定的内容和要求，进行观测、鉴定和描述，各种观测、测量记录资料，都应及时进行处理、解释和整理；

c）原始资料编录的工作程序、格式、内容、表达形式、术语等，均应符合有关标准的规定；

d）各种原始记录、原始编录资料以及岩心、样品、标本等实物资料，必须按有关规定的要求妥善保管，建立完整的原始资料档案。

5.1.2　按照“边勘查施工，边分析研究资料，边调整修改设计”的原则，对各种勘查技术手段所取得的资料均应进行及时且充分的分析研究和利用。地质报告应综合反映各种勘查技术手段和研究方法所取得的成果。

5.1.3　各阶段地质报告的编制，原则上应按有关地质报告编写规范规定的要求进行。在实际编制工作中，应根据勘查区（井田）的实际情况，对有关规定的要求进行适当的调整和补充，以使报告内容的重点突出，方便使用。

附　录　粤
规范性附录）
固体矿产资源 辕储量分类

表 粤员　固体矿产资源 辕储量分类表

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　[illegible]			
	基础储量　[illegible]			
	预可采储量　[illegible]	预可采储量　[illegible]		
	基础储量　[illegible]	基础储量　[illegible]		
边际经济的	基础储量　[illegible]			
	基础储量　[illegible]	基础储量　[illegible]		
次边际经济的	资源量　[illegible]			
	资源量　[illegible]	资源量　[illegible]		
内蕴经济的	资源量　[illegible]	资源量　[illegible]	资源量　[illegible]	资源量　[illegible]？

注：表中所用编码　[illegible]，第 员位数表示经济意义，即 员越经济的，圆越边际经济的，猿越次边际经济的，源越内蕴经济的，？越经济意义未定的；第 圆位数表示可行性评价阶段，即 员越可行性研究，圆越预可行性研究，猿越概略研究；第 猿位数表示地质可靠程度，即 员越探明的，圆越控制的，猿越推断的，源越预测的。遭越未扣除设计、采矿损失的可采储量。

附　录　月
资料性附录）
勘查工作研究的技术要求

月员　煤质研究

月员援员　预查、普查阶段的煤质工作，除按 缘圆圆员援圆和 缘圆圆员援猿条的要求外，还应研究煤的原始物质、煤岩组分和煤的成因类型，研究各主要煤层的煤质特征及其变化规律和煤中有害元素的变化规律，对煤变质因素进行初步分析。

月员援圆　详查阶段要全面研究勘查区内各可采煤层的物理、化学特征及变化规律，研究煤类分布规律，对煤的综合利用方向做出初步评价。

月员援猿　勘探阶段应根据开发建设的要求，着重研究与煤的开采、洗选、加工、销售、

环境保护等有关的煤质特征和工艺性能，并做出相应的评价。

[illegible] 采样和测试是煤质研究的基础。煤质采样点的布置及所采取的样品，都必须具有充分的代表性。采样、制样及试验工作，均应符合有关标准和规程的规定。不符合要求的采样点及其试验成果，不得用于煤质的研究评价。采样及测试工作量参见附录 [illegible]

[illegible] 各阶段都必须充分收集和研究利用勘查区内或邻近的生产矿井和小煤矿的煤质资料。

[illegible] 大孔径采样、群孔采样、探巷采样等专门性采样工作，应根据探矿权人的要求有针对性地在详查或勘探阶段进行布置。

[illegible] 勘查区　井田）水文地质条件勘查研究

[illegible] 勘查区　井田）水文地质勘查工作应与地质勘查工作结合进行。水文地质勘查工作应在研究地质和区域水文地质条件的基础上，把含水层的富水性、导水性、补给排泄条件及向矿井充水途径视为一个整体进行勘查和研究。对于水文地质条件复杂的大水矿区　每昼夜涌水量超过 [illegible] 的井田），工作范围宜扩大为一个完整的水文地质单元。

[illegible] 水文地质勘查工作必须根据煤矿床水文地质类型和勘查区的具体条件，明确本次工作应着重研究的问题，因地制宜地综合运用各种勘查技术手段　包括钻孔简易水文地质—工程地质观测、水文地质测绘、水文物探、水文地质钻探、抽水试验、长期观测与采样及其他有效手段）。

[illegible] 对各类充水矿床一般都应进行动态观测。水文地质条件复杂的大水井田　矿区）应建立地下水动态长期观测网。

[illegible] 勘探阶段的抽水试验钻孔，应结合矿井建设的需要，重点布置在初期采区或先期开采地段范围内直接充水含水层富水性强和断裂比较发育的地段或补给边界附近。

[illegible] 大流量、大降深的孔组　群孔）抽水试验，应在地下水自然流场已经控制的条件下，布置在强富水地段。观测孔的布置应控制不同的边界条件、来水方向、强径流带及各径流分区，并注意在区域上的控制。

[illegible] 断裂带抽水试验，应根据井田　勘查区）断裂构造发育情况及其水文地质特征，一般布置在主要井巷穿过主要断层带部位，井田内可能沟通各主要含水层或沟通地下水与地表水的主要断裂带附近，以及对井田水文地质条件有重要意义的补给边界断裂两侧。

[illegible] 矿井涌水量预算：

[illegible] 勘探阶段应根据井田水文地质特征，分析边界条件和矿井充水方式，合理选择参数及计算方法，预算第一水平正常涌水量和最大涌水量，预测矿井涌水量的变化趋势。对含水性弱的小型井，可以预算全井田正常涌水量和最大涌水量。水文地质条件简单至中等的井田，区内或邻近有水文地质条件相似的生产矿井时，一般可用比拟法预算矿井涌水量；

[illegible] 预算矿井涌水量时，应充分估计到开采后自然流场的变化，某些岩层的渗透性能的改变等因素。开采浅部煤层时，要考虑大气降水、地表水及老窑水沿塌陷区的渗入对矿井充水的影响；

糟 对矿井地下水的综合利用的可能性和途径进行研究和评价，估算其可供利用的水量。

月骤骤 工程地质勘查工作

月骤骤骤 工程地质勘查的任务是查明勘查区　井田）的工程地质条件，评价煤层顶底板工程地质特征、井巷围岩或露天采矿场岩体质量和稳固　定）性，预测可能发生的工程地质问题。

月骤骤骤 工程地质勘查应进行必要的工程地质观测及钻孔工程地质编录，还应充分发挥地面物探和数字测井的作用，有针对性地布置采样测试工作。工程地质测绘应与水文地质测绘同时进行。除探矿权人另有要求外，测绘的比例尺应与同阶段水文地质测绘相同。

月骤骤骤 详查阶段一般应选择二至三条倾向剖面和一条走向剖面上的钻孔取心，做工程地质观测。在主要可采煤层顶板以上 猿缘皂至底板以下 圆缘皂的范围内，系统地分层采取岩样，进行物理力学性质试验。

月骤骤骤 勘探阶段应根据探矿权人的要求，在第一水平或初期采区范围内，布置三至四条工程地质剖面，并结合矿井的设计方案，在主要运输大巷、主要石门及其他主要井巷工程附近，布置一定数量的工程地质钻孔，进行工程地质观测与编录，确定不同岩组的砸面视值　岩石质量指标。在主要可采煤层顶板以上 猿缘皂至底板以下 圆缘皂的范围内，系统地分层采取岩样，进行物理力学性质测试。区内或邻近有生产矿井资料可供利用时，可酌情减少采样及测试工作。

月骤骤骤 露天边坡勘查工作的重点是先期开采地段中的长久性边帮地段。露天边坡的分类及勘查工程布置，可根据探矿权人的意见并参照附录 勾进行。

月骤骤骤 露天剥离物强度勘查的重点是先期开采地段，同时对全区做适当控制。露天剥离物的分类及勘查工程的布置应根据探矿权人的意见并参照附录 勾进行。

月骤骤骤 露天边坡勘查和剥离物强度勘查，均应结合地质、水文地质勘查进行，以充分利用地质、水文地质勘查钻孔，一孔多用。只是在没有地质、水文地质钻孔可供利用时，才布置专门勘查钻孔。露天工程地质勘查应综合使用工程地质测绘、钻孔工程地质观测、岩石物理力学性质试验、物探测井等手段；综合研究各种物性参数和物理力学试验指标之间的相互关系。建立工程地质—水文地质综合柱状图　表）进行岩石强度、弱层、弱面的分析对比。在地形条件较复杂的地区，应调查滑坡、崩塌等物理地质现象，研究自然边坡的稳定性。

月骤原 环境地质工作

月骤骤骤 环境地质工作的任务

在综合研究勘查区　井田）的自然地理、地质环境现状的基础上，对在煤矿建设和生产过程中可能产生的生态环境问题及环境污染进行预测和评价。

月骤骤骤 环境地质工作

月骤骤骤骤骤 普查阶段要调查区域及勘查区的自然地理及地质环境现状，了解区域性历史地震及近代地震烈度、新构造活动，了解已有工业对环境的影响程度，必要时可对污染源　物）采取少量代表性样品进行分析化验。

月勵關關圓 详查阶段应结合水文地质、工程地质勘查，了解勘查区内环境地质现状，了解造成环境污染的主要因素及其危害程度，并对勘查区内已有的污染源　物）采取代表性的样品进行分析化验。对勘查区环境地质做出初步评价。

月勵關關猿 勘探阶段应进行以下工作：

　　葬 区域稳定性调查，应着重收集矿区附近历史地震资料，调查矿区　井田）地震烈度和新构造活动特征，对区域稳定性做出初步评价；

　　遭 详细调查井田内的滑坡、崩塌、泥石流　洪水泛滥）等自然地质灾害，对开采后可能产生的滑坡、塌陷、地面下沉、水位下降、海水入侵、污水倒灌及生态环境改变等环境地质问题，及其发展趋势进行定性预测，提出防治建议；

　　糟 基本查明井田内地表水、地下水以及煤层、矸石和围岩中的有害物质的含量，对已存在的污染，应查明污染源和污染途径，采取一定数量的样品进行化验，对其污染程度进行评价，提出防治建议；

　　凿 当井田内有热水　气）时，应当调查其分布、水质、水温、水量、水中气体及其化学成分，了解热水　气）的补给、径流、排泄条件及其成因。

月勵應猿 煤层瓦斯

月勵應猿員 各阶段对煤层瓦斯的勘查研究工作，既要为煤矿设计和建设提供瓦斯地质资料，对煤与瓦斯突出的可能性进行预测；又要将煤层瓦斯作为重要的气体能源矿产进行勘查和研究，并做出相应的评价。

月勵應猿圓 普查阶段应有两条勘查线上的钻孔，分别在不同深度采取各可采煤层的瓦斯煤样，测定煤层的瓦斯成分和含量，初步划出各主要可采煤层二氧化碳 原氮气带的下限。

月勵應猿猿 详查阶段应在不少于三条勘查线上选择钻孔，系统采取各可采煤层的瓦斯煤样，测定各煤层的瓦斯成分和含量。初步确定各主要可采煤层的二氧化碳 原氮气带、氮气 原沼气带与沼气带的分界，了解煤层瓦斯成分和含量在垂向上的差异。采样点的密度一般应为 园圆点 辕噪皂圆~ 园源点 辕噪皂圆。

月勵應猿源 勘探阶段的瓦斯工作应根据不同情况分别对待：

　　葬 详查阶段初步确定属二氧化碳—氮气带，各种气体成分的总量不超过 缘噪皂撰辕煤的井田，勘探阶段基本可不再补充采样工作；

　　遭 详查阶段初步确定属氮气—沼气带的井田，勘探阶段在井田倾向上的控制应不少于三条勘查线，采样点密度为 园猿点 辕噪皂圆~ 员猿点 辕噪皂圆，采样点应着重布置在第一水平；

　　糟 详查阶段已初步确定属沼气带的井田、氮气—沼气带与沼气带并存的井田及二氧化碳含量大于 缘噪皂撰辕煤的井田，应对其沼气　或二氧化碳）含量高的主要可采煤层严格加密取样控制，采样点数应占见煤钻孔数的 缘园豫以上，采样点应着重布置在第一水平；

　　凿 属上述 月勵應猿源遭 条和 月勵應猿源糟 条情况者，勘探阶段应详细研究各主要可采煤层的瓦斯成分、含量及其变化梯度，进一步划分瓦斯带，结合井田构造、含煤地层岩性、煤层厚度及煤质、水文地质、地温及其他地质条件，分析影响瓦斯赋存的地质因

素，对其中主要的含瓦斯煤层以及背斜轴部、主要构造带附近、厚煤包等适于瓦斯富集的地段，应适当加密采样，必要时应采取煤层直接顶底板样，了解围岩中瓦斯赋存情况。

瓦斯煤样分析测试项目的一般要求有三项：

葬 所有瓦斯煤样均应做煤的工业分析，测定气体成分和含量；

遭 属 瓦斯煤层属突出 条和 瓦斯煤层属非突出 条情况者，勘探阶段应增测下列项目，每个主要可采煤层不少于五个点　对面积不足 缘 的小井田，按实际需要确定），即煤的坚固性系数　牵，瓦斯放散初速度　责，煤对沼气的吸附等温线试验　葬 遭，煤孔隙率和渗透率，煤层瓦斯压力　钻孔中测定）；

糟 所有瓦斯煤样均应进行煤体结构的详细描述。

煤尘爆炸性的鉴定

在勘探阶段各可采及局部可采煤层均应有二至三个样品进行煤尘爆炸性鉴定，测定其火焰长度及最低岩粉用量，做出有无爆炸危险性的明确结论。有生产矿井资料可供利用的煤层，可酌情少做采样试验工作。

煤的自然趋势的试验

在勘探阶段各可采和局部可采煤层，均应采取三至六个样品，确定煤的自燃等级。结合井田内或毗邻生产矿井或小煤矿的有关资料，对煤的自燃趋势和引起自燃的因素做出评价。

地温

普查 普查阶段应收集和分析区内外有关地温资料，根据具体情况选择少部分钻孔进行简易测温。测温钻孔的分布应尽量考虑对不同构造部位和深度的控制。

详查 详查阶段应在地温异常区或可能出现高温的地区，选择不少于 缘 的钻孔进行简易测温，并在其中选择二至四个钻孔进行近似稳态测温。普查阶段未发现地温偏高，条件类似的相邻地区亦未发现有高温的生产矿井，且煤层埋藏深度小于 缘 时，本阶段一般可不做地温工作。

勘探 勘探阶段的地温工作，应根据不同情况分别对待：

葬 前阶段已确定为无高温异常的地区，一般不再做测温工作；

遭 前阶段初步确定属于地温梯度正常为背景的高温地区，应在井田深部的少数钻孔以及选择部分穿过断层或见岩浆岩的钻孔进行简易测温，并选择少量有代表性的钻孔做近似稳态测温，进一步了解地温变化；

糟 在以地温异常为背景的高温区，勘查钻孔一般应做简易测温，并选择二至三个钻孔做近似稳态测温，以查明区内不同深度以及各构造部位的地温变化和地温梯度，并圈定高温区的范围；

凿 由地下热水引起高温的地区，应结合水文地质勘查工作，了解热水的水量、水质、水温及其补给、径流和排泄条件等；

藻 测温钻孔一般应布置在向斜或背斜轴部、大断裂两侧、含煤地层基底的隆起部位、岩浆岩侵入体边缘和勘查区深部等不同部位，并注意在面上的控制和编制地温剖面图、等温线平面图等的需要。

附　录　悦
资料性附录）
煤层气及其他有益矿产的勘查研究

悦.1　煤层气的勘查评价

悦.1.1　在预查阶段，应开展野外和邻近矿井煤层气地质调查，了解煤层割理发育情况及方向，调查邻近矿井瓦斯情况。

悦.1.2　对煤层气勘查研究的重点在普查阶段。煤层气的勘查评价工作应与煤的普查同时部署，同时进行。要着重了解勘查区内煤层气赋存的基本特征，并对其进一步工作的前景做出评价。

悦.1.3　当发现勘查区主要可采煤层的煤层甲烷含量等于和大于 [illegible] 时，应选择钻孔对主要煤层进行试井，测试煤层的渗透率、储层压力及地应力，并采取煤心进行含气量测定、镜煤反射率测定和吸附试验，以获得煤层甲烷地面开发可能性的数据。必要时还应进行泥浆录井　气测井）工作。

悦.1.4　发现具有一定资源前景的煤层气时，应在地质报告中加以评述；必要时应提交煤层气勘查的专门性地质资料。

悦.2　其他有益矿产的勘查评价

悦.2.1　预查和普查阶段，应在详细研究区内和邻区有关资料的基础上，对已知的矿层和可能具有某种工业意义的岩层，进行描述、鉴定和采样分析化验，大致了解有益矿产的种类及其分布范围、厚度和品位。对具有含矿特征的岩层和可能用作建筑材料的岩层、松散沉积物等，进行详细的分层描述，并采取样品进行分析试验。选择部分探槽、探井、小煤矿和少量钻孔，对所有煤层　包括夹矸和顶底板）、炭质泥岩进行系统采样，先做光谱分析，然后根据微量元素的含量进行定量分析。还应选择一至两个钻孔，对所有岩层分别采样作光谱分析，发现有价值的元素做定量分析。

悦.2.2　在详查阶段，对已初步确定达到工业品位的矿产，利用自然露头、小煤矿和钻孔，布置一定数量的采样点进行采样分析，初步查明其厚度和品位变化，做出有无工业价值的初步评价。

悦.2.3　在勘探阶段，对具有工业价值的有益矿产，应根据探矿权人的要求，有针对性地进行采样试验，圈定符合工业品位和可采厚度要求的范围。根据实际达到的工作程度，估算其资源 [illegible] 量，并对开发利用的可能性和途径做出评价。若需要进行专门性的勘查工作，参照有关矿种规范研究确定。

附　录　阅

资料性附录）

构造复杂程度、煤层稳定程度类型划分及钻探工程基本线距

阅.1　构造复杂程度划分为四种类型

阅.1.1　简单构造：含煤地层沿走向、倾向的产状变化不大，断层稀少，没有或很少受岩浆岩的影响。主要包括：

葬　产状接近水平，很少有缓波状起伏；

遭　缓倾斜至倾斜的简单单斜、向斜或背斜；

糟　为数不多和方向单一的宽缓褶皱。

阅.1.2　中等构造：含煤地层沿走向、倾向的产状有一定变化，断层较发育，有时局部受岩浆岩的一定影响。主要包括：

葬　产状平缓，沿走向和倾向均发育宽缓褶皱，或伴有一定数量的断层；

遭　简单的单斜、向斜或背斜，伴有较多断层，或局部有小规模的褶曲及倒转；

糟　急倾斜或倒转的单斜、向斜和背斜；或为形态简单的褶皱，伴有稀少断层。

阅.1.3　复杂构造：含煤地层沿走向、倾向的产状变化很大，断层发育，有时受岩浆岩的严重影响。主要包括：

葬　受几组断层严重破坏的断块构造；

遭　在单斜、向斜或背斜的基础上，次一级褶曲和断层均很发育；

糟　紧密褶皱，伴有一定数量的断层。

阅.1.4　极复杂构造：含煤地层的产状变化极大，断层极发育，有时受岩浆岩的严重破坏。主要包括：

葬　紧密褶皱、断层密集；

遭　形态复杂特殊的褶皱，断层发育；

糟　断层发育，受岩浆岩的严重破坏。

表 阅.1　构造复杂程度类型钻探工程基本线距表

构造复杂程度	各种查明程度对构造控制的基本线距 皂	
	探明的	控制的
简单	缃[illegible]- 贡[illegible]	贡[illegible]- 圆[illegible]
中等	圆[illegible]- 缃[illegible]	缃[illegible]- 贡[illegible]
复杂		圆[illegible]- 缃[illegible]

注：极复杂构造只宜边探边采，线距不不做具体规定。

阅圆圆　煤层稳定程度划分为四种类型

阅圆圆员　稳定煤层：煤层厚度变化很小，变化规律明显，结构简单至较简单；煤类单一，煤质变化很小。全区可采或大部分可采。

阅圆圆圆　较稳定煤层：煤层厚度有一定变化，但规律性较明显，结构简单至复杂；有两个煤类，煤质变化中等。全区可采或大部分可采。可采范围内厚度及煤质变化不大。

阅圆圆猿　不稳定煤层：煤层厚度变化较大，无明显规律，结构复杂至极复杂；有三个或三个以上煤类，煤质变化大。包括：

葬　煤层厚度变化很大，具突然增厚、变薄现象，全区可采或大部分可采；

遭　煤层呈串珠状、藕节状，一般连续，局部可采，可采边界不规则；

糟　难以进行分层对比，但可进行层组对比的复煤层。

阅圆圆源　极不稳定煤层：煤层厚度变化极大，呈透镜状、鸡窝状，一般不连续，很难找出规律，可采块段分布零星；或为无法进行煤分层对比，且层组对比也有困难的复煤层；煤质变化很大，且无明显规律。

表 阅圆圆　煤层稳定程度类型钻控工程基本线距表

煤层稳定程度	各种查明程度对煤层探制的基本线距 皂	
	探明的	控制的
稳定	缘圆园～员圆园	员圆园～圆园园
较稳定	圆园园～缘园园	缘园园～员圆园
不稳定		猿园园～缘园园
		圆园园～缘园园
注：极不稳定煤层只宜边探边采，线距不做具体规定。		
葬　只适合 阅圆圆猿葬		

阅圆猿　选择钻探工程基本线距的要求

阅圆猿员　认真研究井田（勘查区）的构造复杂程度和煤层稳定程度，按其中勘查难度较大的一个因素，选择井田（勘查区）钻探工程的基本线距。

阅圆猿圆　构造复杂程度类型的划分，原则上以井田（勘查区）为单位。当井田（勘查区）内的不同地段有显著差异时，应当根据实际情况区别对待。

阅圆猿猿　当一个井田（勘查区）内有两种或两种以上煤层稳定程度类型时，应以资源（储）量或厚度占优势的那一部分煤层稳定程度类型，选择基本线距。

阅圆猿源　运用地面物探手段即能基本满足构造控制要求的井田（勘查区），钻探工程基本线距应根据煤层稳定程度类型进行选择。表 阅圆员主要适用于不能使用地面物探和地面

物探不能取得有效成果的地区。

阅圆提缘　在裸露和半裸露地区，钻探工程基本线距的选择，应充分考虑地质填图和其他地面地质工作的成果。

阅圆提匝　以线形构造为主的地区，基本线距可根据构造的特点，沿构造线走向方向适当放稀。

阅圆原　泥炭勘查工程控制程度

根据泥炭矿床规模、形态特征、埋藏状况以及圈定矿体的难易程度等，划分为两种勘查类型，即简单型和复杂型：

葬　简单型：矿区规模大，矿体裸露地表或埋藏浅，形态规则，结构简单，矿层为水平层状，厚度稳定：

遭　复杂型：矿区规模较小，矿体深埋，形态不规则，结构复杂，矿层厚度变化大。

上述不同勘查类型的施工网度参见表 阅圆载

在研究地质特征的基础上，综合分析各种因素，确定勘查类型和相应的工程网度。对于较大矿点，可视其所处的地形、分布面积及矿体形态，首先布置穿越矿体中心的纵、横两条勘查线，然后按工程网度进行施工。

钻探施工时，遇到矿层变化大，可采用插入法或结合地形特征补打追索孔，以基本查明矿体变化和圈定矿体边界为原则。

表 阅圆载　工程网度表

勘查类型	资源量类型	
	探明的	控制的
简单型	圆匝匝伊　圆匝～员园园 皂	源匝匝伊　源匝～圆园园 皂
复杂型	员匝匝伊　员匝～缘园园 皂	圆匝匝伊　圆匝～员园园 皂

附　录　耘
资料性附录）
建议的资源 · 储量比例及资源量估算指标

各阶段的比例要求，原则上由勘查投资者确定。投资者无明确要求时，可参照以下要求确定。

耘员员　普查阶段：推断的资源量一般应占总资源量的 猿园豫～源园豫：普查　最终）应不少于 缘园豫。

耘员圆　详查阶段：控制的资源 · 储量一般应占总资源 · 储量的 圆园豫～猿园豫，推断的和控制的应占 苑园豫以上；详查　最终）参照表 耘员苑对小型井的要求确定。

耘员载　勘探阶段先期开采地段资源 · 储量比例，参见表 耘员员

耘员原　泥炭勘查：普查阶段规模较大的矿床，推断的资源量一般不少于 苑园豫；详查阶段

控制的资源 [illegible]储量一般不少于 [illegible]；勘探阶段探明的资源 [illegible]储量一般不少于 [illegible]。

[illegible] 煤炭资源量估算指标，参见表 [illegible]

表 [illegible] 勘探阶段先期开采地段资源 [illegible]储量比例表

比例	地质及开采条件							
	简单			中等			复杂	
	大型井	中型井	小型井	大型井	中型井	小型井	中型井	小型井
先期开采地段探明的和控制的资源 [illegible]储量占本地段资源 [illegible]储量总和的比例	≥[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	不做具体规定	
先期开采地段探明的资源 [illegible]储量占本地段资源 [illegible]储量总和的比例	≥[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	不做具体规定		不要求

表 [illegible] 煤炭资源量估算指标

项目				煤类			
				炼焦用煤	长焰煤不粘煤弱粘煤贫煤	无烟煤	褐煤
煤层厚度	井采	倾角	约[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	
			[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	
			跃[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	
	露天开采			≥[illegible]	≥[illegible]		
最高灰分				[illegible]			
最高硫分				[illegible]			
最低发热量				—	[illegible]	[illegible]	[illegible]

附　录　云
资料性附录）
采样及测试工作量

云□□□□　各阶段煤样采取的种类和数量，参见表 云□□□□

云□□□□　各阶段煤样的分析试验项目及数量，参见表 云□□□□　云□□□□

云□□□□　勘探阶段泥炭采样数量和分析试验项目，参见表 云□□□□

表 云□□□□　各阶段煤样采取的种类和数量表

煤样种类		采取的数量和要求
煤心煤样		达到储量 □□□□源量估算规定厚度的见煤点全部采取
煤层煤样		有条伯的勘查区　井田）应昼采取
体积质量　体重）煤样		有条件的勘查区　井田）应采取一至两个点
筛分煤样、浮沉煤样、煤和矸石泥化试验样		根据采样条件和需要确定：凡进行筛分的煤样，必须同时做浮沉试验、煤和矸石泥化试验
煤心可选性试验样和矸石泥化试验样		见煤点不少于 □□□□～□□□□；勘探阶段的先期开采地段　第一水平）应达到 □□□□，露天矿拉沟地段应达到 □□□□～□□□□
煤岩煤样		选择一至两个标准孔的可采见煤点、全部做煤岩组分鉴定和镜质体最大反射率测定；有特殊要求时还应增测
风化及氧化带测定煤样	沿露头的带状风化	在小煤矿中采取一至两组，无小煤矿的勘查区应有条剖面控制可采煤层的风氧化带，钻孔穿过风化及氧化带的可估煤层点全部取样
	沿层面的面状风化	穿过风化及氧化带的可采煤层点全部取样，勘探阶段　包括露天勘查）在先期开采地段内，风化带界线在勘查线上的摆动范围应控制在 □□□□～□□□□以内

表 云南图 各阶段煤样基本分析试验项目及数量表

试验项目		试验数量
工业分析	原煤	全测
	浮煤	
全水分	原煤	煤层煤样、筛分浮沉样、生产煤样均应测定
最高内在水分	浮煤	区分褐煤与长焰煤时应全测，其他煤不测
全硫	原煤	全测
	浮煤	
各种硫	原煤	缺省值，凡原煤全硫大于 员缺省值的应全测
	浮煤	
发热量	原煤	动力用煤 员缺省值，其他可根据需要
	浮煤	根据需要
元素分析	原煤	根据需要
	浮煤	缺省值
煤灰成分	原煤	动力用煤 缺省值，其他 缺省值
灰熔融性		
粘结指数	浮煤	褐煤、不粘煤、贫煤、无烟煤不测，其他煤全测
胶质层	浮煤	褐煤、长焰煤、不粘煤、弱粘煤、贫煤、无烟煤不测，其他煤当 员时全测，员≤ 缺省值时不测
奥亚膨胀度		
坩埚膨胀序数	浮煤	褐煤、不粘煤、贫煤、无烟煤不测，其他煤根据需要确定
基氏塑性		
有害元素	原煤	全测
	浮煤	缺省值
微量元素	原煤	全测
碳酸盐二氧化碳	原煤	怎（储）跃缺省值者应全测，憎（储）约缺省值者不测
苯萃取物	原煤	褐煤全测，其他煤不测
腐殖酸	原煤	褐煤全测，其他煤的风化煤全测
透光率	浮煤	为区分褐煤与长焰煤时应全测，其他煤不测
真密度	原煤	根据需要确定
视密度	原煤	员缺省值

表 [illegible] 详查、勘探阶段[illegible]的分析试验项目及数量表

试验项目		试验数量
煤灰粘度	原煤	动力燃料煤和气化原料煤测 [illegible] ~ [illegible]，其他煤按需要确定
煤灰结渣性		
抗碎强度	原煤	有取样条件时需测定
热稳定性	原煤	不具粘结性的煤类测 [illegible] ~ [illegible]
煤对 [illegible]反应性	原煤	[illegible] ~ [illegible]，强粘结煤按需要确定
	浮煤	按需要确定
可磨性	原煤	[illegible] ~ [illegible]
	浮煤	按需要确定
低温干馏	原煤	灾[illegible]时，测定 [illegible]
	浮煤	按需要确定
[illegible]焦炉炼焦试验	浮煤	可作为炼焦配煤的强粘结煤有条件时应作配煤炼焦试验

表 [illegible] 勘探阶段泥炭采样数量和分析试验项目表

取样种类	取样柱状剖面数 个		分析项目和样数		备注
	含矿面积 [illegible]		项目	样数	
	约[illegible]	[illegible]			
一般分析化验	猿[illegible]缘	[illegible]	[illegible]项的一般分析项目	全测	
			泥炭组成元素分析	一个剖面样）	
			灰成分分析		
			光谱定量分析		
植物残体及孢粉样	员	员	植物残体、孢粉分析鉴定	一个剖面的连续分层样	

附　录　郧
资料性附录）
水文地质勘查类型的划分及勘查工作量

郧园员圆员　水文地质勘查类型的划分

郧园员圆员园员　按直接充水含水层含水空间特征，把煤矿床水文地质勘查划分为三类：

葬　第一类，以孔隙含水层为主的矿床，称孔隙充水矿床；

遭　第二类，以裂隙含水层为主的矿床，称裂隙充水矿床；

糟　第三类，以岩溶含水层为主的矿床，称岩溶充水矿床，并按其充水方式不同，分为两个亚类：

员　第一亚类，顶板进水为主的岩溶充水矿床；

圆　第二亚类，底板进水为主的岩溶充水矿床。

郧园员圆员园圆　按直接充水含水层的富水性及补给条件，并结合煤层与当地侵蚀基准面的关系等其他因素，把各类矿床划分为三型：

葬　第一型，水文地质条件简单的矿床，主要包括以下情况：

员　煤层位于地下水位以上或季节变化带内，以大气降水为主要充水水源；

圆　直接充水含水层单位涌水量 择≤园窑园园缘 缘辕 缘≈员 ；

遭　第二型，水文地质条件中等的矿床主要包括以下情况：

员　直接充水含水层单位涌水量 园窑园员≤ 择≤ 员窑园园园缘 缘辕 缘≈员 ；

圆　直接充水含水层单位涌水量 员窑园园≤ 择≤ 圆窑园园园缘 缘辕 缘≈员，但补给条件不好，与地表水体联系不密切；或直接充水含水层与煤层之间的隔水岩层较稳定，隔水性能较好，水头压力不高，断裂带导水弱；

糟　第三型，水文地质条件复杂的矿床，主要包括以下情况：

员　直接充水含水层单位涌水量 择≥圆窑园园园缘 缘辕 缘≈员 ；

圆　直接充水含水层单位涌水量 员窑园园≤ 择≤ 圆窑园园园缘 缘辕 缘≈员，但补给条件好，与地表水体联系密切；或直接充水含水层与煤层之间的隔水岩层不稳定，水头压力较高，断裂带导水性强。

郧园员圆圆　水文地质勘查工程量

各类型充水矿床在各阶段所需的基本工程量以满足相应的工作程度要求为原则，一般可参照表 郧园员圆员 表 郧园员圆圆 具体布置工程时，应注意以下几点：

葬　多煤层、多含水层的井田（勘查区），应逐层分析各主要可采煤层的直接充水含水层对矿井充水的影响，确定主要的直接充水含水层，并按其类型布置工程量，对其他直接充水含水层，可适当布置工程量予以控制；

遭　表中所列抽水试验工程量为一般要求，对拟建大、中型井的井田（勘查区）所控制的面积，详查阶段约为 缘园园～员园园园缘圆，员园园～缘园园缘圆，勘探阶段约为 员园园～缘园园缘圆，圆园园～员园园缘圆，结合勘查面积的大小，可酌情增减工程量；

糟　拟建小型井的井田（勘查区），水文地质条件简单的一般可不布置抽水试验和钻

孔长期观测，水文地质条件中等的可参照表中所列同类矿床的简单型，水文地质条件复杂的可参照表中所列同类矿床的工程量酌情减少；

㘝 井田　勘查区）内或邻近地区有水文地质条件相似的生产矿井资料时，抽水试验工程量可适当减少；

藻 表中所列勘探阶段揭露煤层底板直接充水含水层的钻孔数量，对大型井为初期采区范围的要求，对中、小型井则为第一水平范围内的要求，上述范围以外的其他地段，可布置少量钻孔进行控制。

表 员圆员 孔隙、裂隙类充水矿床一般所需基本工程量表

项目		阶段	类型					
			孔隙类			裂隙类		
			简单	中等	复杂	简单	中等	复杂
水文地质测绘		预、普、详	员缘圆圆圆~员缘圆圆圆			同左		
		勘探	员缘圆圆圆~员缘圆圆圆					
钻孔简易水文地质、工程地质观测		普、详、勘	全部钻孔均进行观测，根据实际需要选择观测项目			同左		
抽水试验次）	单孔	详	直员圆	直圆源间员圆	直源远间圆猿	直员圆	直圆源间员圆	直源远间圆猿
		勘探	直员圆	直圆猿间员圆	直猿源间圆猿	直员圆	直圆猿间员圆	直源远间圆猿
	孔组　群孔）	勘探	辕	辕	直员圆组	辕	辕	直员圆组
	大径孔组　群孔）	勘探	辕	辕	必要时直员圆组	辕	辕	必要时辕直员组
长期观测	钻孔	详、勘探	辕	辕	直远愿间员圆	辕	辕	直远愿间员圆
	生产矿井	普	进行一般性不解			同左		
		详、勘探	系统地详细收集资料					
	井泉	普、详、勘	选择有代表性的点					
	地表水	普	有必要时设站观测					
		详、勘	对开采有影响的地段设足够的站进行观测					
	物理地质现象	普、详、勘	对开采可能有影响的地段设站观测					

续表

项目	阶段	类型					
		孔隙类			裂隙类		
		简单	中等	复杂	简单	中等	复杂
揭露底板直接充水含水层的地质钻孔孔	普、详	少量			少量		
	勘、探	累计	累计	累计	累计	累计	累计
第四系加密孔	详、勘	煤层隐伏露头附近加密到			同左		
岩、土样	详、勘	除工程地质勘探线上的钻孔外，选择有代表性的钻孔分层取样			按要求选择有代表性的点分层取样		
水样	普、详、勘	选择有代表性的点取样			同左		
地面物探	普、详、勘	一般应进行地面物探					
水文测井	详、勘	第四系加密孔，专门水文孔均应进行水文测井					
注：表中，直——直接充水含水层；间接充水含水层。							

[illegible] 露天煤矿的水文地质勘查类型划分

[illegible] 第一型，水文地质条件简单，不需要专门疏干的矿床：

[illegible] 地形有利于自然排水，地下水补给量极少；

[illegible] 直接充水含水层 [illegible]，无难于疏干的强持水岩层。

[illegible] 第二型，水文地质条件中等，易于疏干的矿床：

[illegible] 直接充水含水层 [illegible]，含水层持水性小；

[illegible] 直接充水含水层 [illegible]，但补给来源缺乏。

表 [illegible] 岩溶类充水矿床一般所需基本工程量表

项目	阶段	类型					
		顶板进水为主			底板进水为主		
		简单	中等	复杂	简单	中等	复杂
水文地质测绘	预、普、详	[illegible]					
	勘探	[illegible]					
钻孔简易水文地质、工程地质观测	普、详、勘	全部钻孔均进行观测，根据实际需要选择观测项目			同左		

续表

项目		阶段	类型					
			孔隙类			裂隙类		
			简单	中等	复杂	简单	中等	复杂
抽水试验次）	单孔	详	直接充水含水层间接补给源	直接充水含水层间接补给远	直接充水含水层间接补给远	直接充水含水层间接补给缘	直接充水含水层间接补给缘	直接充水含水层间接补给远
		勘探	直接充水含水层	直接充水含水层间接补给	直接充水含水层间接补给源	直接充水含水层	直接充水含水层间接补给源	直接充水含水层间接补给源
	孔组　群孔）	勘探	辐	直接充水层组	辐	辐	直接充水层组	辐
	大径孔组　群孔）	勘探	辐	辐	直接充水层组	辐	辐	直接充水层组
长期观测	钻孔	详、勘探	辐	辐	直接充水含水层间接补给远	辐	辐	直接充水含水层间接补给远
	生产矿井	普	进行一般性不解			同左		
		详、勘探	系统地详细收集资料					
	井泉	普、详、勘	选择有代表性的点					
	地表水	普	有必要时设站观测					
		详、勘	对开采有影响的地段设足够的站进行观测					
	物理地质现象	普、详、勘	对开采可能有影响的地段设站观测					
揭露底板直接充水含水层的地质钻孔孔		普				少量		
		详				累计	累计	累计
		勘探				累计	累计	累计
第四系加密孔		详、勘	煤层隐伏露头附近加密到			同左		
			缘	残	缘			
岩、土样		详、勘	选择有代表性的钻孔分层联样			揭露底板含水层孔数量缘取化学分析样		
水样		普、详、勘	选择有代表性的点取样			同左		
地面物探		普、详、勘	一般应进行地面物探					
水文测井		详、勘	第四系加密孔，专门水文孔均应进行水文测井			底板含水层段要测井，其他同左		
注：表中，直——直接充水含水层；间——间接充水含水层								

贞圆圆猿 第三型，地质条件复杂，难于疏干的矿床：

葬 直接充水含水层择孔隙猿 组），附近有较大的地表水体，并与地下水有水力联系；或者补给条件虽然不好，但择孔隙猿 组）；

遭 露天直接充水含水层厚度大、分布广、持水性强，易产生流沙等工程地质问题，不易疏干。

贞圆圆源 露天煤矿勘查的抽水试验工程量露天煤矿勘查的抽水试验工程量参见表 贞圆圆猿

表 贞圆圆猿 露天抽水试验工程量表

类	型	直接充水含水层		
		单孔	群孔　组）	大口径群孔　组）
孔隙充水矿床	第一型	圆猿		
	第二型	猿缘	员圆	园员
	第三型	缘愿	圆猿	圆猿
裂隙充水矿床	第一型	圆猿		
	第二型	猿远	员圆	园员
	第三型	远怨		员圆
岩溶充水矿床	第一型	圆猿		
	第二型	缘苑	员圆	员圆
	第三型	苑员园		圆猿
葬 只适用于第三类第二种情况。				

附　录　匀
资料性附录）
露天边坡、剥离物分类及勘查工程布置

匀圆圆员 按构成露天边坡岩层的岩性、物理力学性质和结构面的发育程度露天边坡可分为三类

匀圆圆圆员 第一类松散岩石类

匀圆圆圆圆员 一型：岩性比较单一，不含水或者虽含水但易于疏干。

匀圆圆圆圆圆 二型：岩性组合比较复杂，各岩层的渗透性能差别较大，含水层不易疏干，泥岩遇水极易软化变形。

匀圆圆圆圆 第二类半坚硬岩石类

匀圆圆圆圆圆员 一型：岩性比较单一，构造简单，岩层不含水，或者含水但易于疏干，软弱夹层不甚发育。

匀圆圆圆圆圆圆 二型：岩性组合比较复杂，含多个软弱夹层，各类结构面发育，岩层含水，

水压较高。

勻圆圆圆 第三类坚硬岩石类

勻圆圆圆圆员 一型：岩层倾角平缓，各类结构面不发育，地下水位深，含水不丰富，软弱夹层　面）较少。

勻圆圆圆圆圆 二型：岩层倾角较陡，各类结构面发育，含水层含水丰富，水压高，软弱夹层　面）发育。

勻圆圆 露天边坡勘查工作布置

勻圆圆圆员 第一、第二类边坡地区，可垂直非工作帮走向布置勘查剖面，其中一型地区可布置一至两条剖面；二型地区二至三条剖面，每条剖面上一般可布置二至三个钻孔；垂直于端帮可布置一至二条勘查剖面，每条勘查剖面上二至三个钻孔。边坡勘查钻孔深度，一般应超过最下一个可采煤层底板 缘圆米，并有适量钻孔布置在地表边坡线以外以控制上覆松散沉积物及非工作帮煤层底板岩层的露头地段。

勻圆圆圆圆 第三类边坡地区，非工作帮可布置一条勘查剖面，或沿非工作帮走向布置三个钻孔，端帮布置二至三个钻孔。

勻圆猿 按剥离岩层的岩性和物理力学性质可将剥离物分为三类

勻圆猿圆员 第一类松散岩层及软岩类

岩层抗压强度一般均小于 远园园 可以采用连续开采工艺。

勻圆猿圆圆第二类中硬岩类

勻圆猿圆圆员一型，剥离物强度比较均一，岩层　岩组）对比比较容易，岩层强度在平面上变化较小，或者具有明显的规律性。

勻圆猿圆圆圆 二型，剥离物强度不均一，岩层　岩组）对比比较困难，岩石强度在平面卜变化较大，且硬岩含量较高。

勻圆猿圆猿第三类硬岩类

岩层的抗压强度值一般均在 员缘园 以上，不能采用连续开采工艺。

勻圆源 露天剥离物勘查工程布置

勘查线应沿岩石强度变化的主导方向布置，勘查线距视岩石强度均匀程度决定。在先期开采地段内，第一类地区可选择少量地质、水文地质钻孔取心，进行采样试验，必要时组成工程地质剖面；二类一型地区线距为 愿园园米～员园园园米，二类二型地区线距 源园园米～愿园园米，三类地区线距 员园园园米～猿园园园米。

附　录 陨
资料性附录）
小煤矿勘查工作

员圆员 在煤炭资源贫缺地区，对于确认只宜建年产 怨万吨以下　不含 怨万吨）小煤矿的井田，可以按本附录的要求进行工作。

员圆圆 小煤矿勘查，应在大比例尺地质填图或普查的基础上，按一次勘查完毕的原则进行，提交小煤矿勘查报告。

[illegible] 小煤矿勘查的工作程度，应根据探矿权人的实际需要，参照普查最终的工作程度研究确定。计算推断的和预测的资源量，其中推断的资源量的比例一般可为 [illegible] ~ [illegible]。推断的资源量应分布在浅部和首先开采的地段。

[illegible] 地质填图是小煤矿勘查的基础工作。在基岩裸露或覆盖层不厚的地区，应配合槽井探、浅钻，以及老窑和生产井调查等，充分地进行地面地质研究。地质填图的比例尺一般为 [illegible]。在没有对地面地质进行充分研究之前，不应开展钻探和坑探等工作。

[illegible] 凡地形和地质条件适宜的地区，应以坑探为小煤矿勘查的重要手段。坑探的布置应考虑以后能为小煤矿开发所利用。

[illegible] 钻探工程的布置，应根据小煤矿勘查的特点，有针对性地布置在煤层浅部的先期开采地段或井口位置附近，以提高对煤层和构造的控制。

[illegible] 对于拟建年产 [illegible] 万吨以下小煤矿的井田，一般只进行地面地质工作。确有必要时，可以布置少量控制性钻孔。

[illegible] 所有勘查钻孔中的可采煤层均应采取煤心煤样，并应从探井或已有小煤矿中采取煤层煤样。测试项目主要是原煤和浮煤的工业分析、全硫、发热量、浮煤的粘结指数、胶质层，以及容重等，必要时可增测其他项目。一般不作筛分浮沉试验，确有必要时，可采取简易可选性试验煤样。

[illegible] 小煤矿勘查的水文地质工作，应根据勘查区的具体情况确定。一般应进行水文地质测绘　比例尺为 [illegible]。勘查钻孔应进行简易水文地质观测。必要时可选择有代表性的井泉和小煤矿进行长期观测。一般不做抽水试验，确有必要时，可对直接充水含水层进行一至两次抽水试验。

[illegible] 对其他开采技术条件的研究，应充分利用邻近的老窑和已有小煤矿的资料。确有必要时，可在先期开采地段的钻孔中采取顶底板岩石的物理力学试验样，煤层的瓦斯样及其他样品。

附　录　允
资料性附录）
可行性研究的主要内容

为使地质勘查与矿山建设紧密衔接，避免地质勘查和矿山开发的投资失误，提高地质勘查和开发的经济效益与社会效益，在普查、详查、勘探三个阶段，都需进行相应的可行性评价。可行性评价工作分为概略研究、预可行性研究和可行性研究三种。

[illegible] 概略研究

是指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。

概略研究可由承担勘查工作的地质勘查单位完成。

㈡预可行性研究

是对矿床开发经济意义的初步评价。通常应在详查或勘探后进行。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，计算不同的资源储量类型。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。

预可行性研究工作应由具有一定资质的单位完成。

㈢可行性研究

是对矿床开发经济意义的详细评价。通常应在勘探后进行。首先对国内、外该矿种的资源储量、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。其结果可以详细评价拟建项目的技术经济可靠性，计算不同的资源储量类型，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。

可行性研究工作应由具有一定资质的单位完成。

煤层气资源 储量规范

目　　次

前言
员 范围
圆 规范性引用文件
猿 总则
源 定义
源援员 煤层气
源援圆 煤层气资源
源援猿 煤层气勘查
源援源 煤层气开发
缘 煤层气资源 储量的分类与分级
缘援员 分类分级原则
缘援圆 分类
缘援猿 分级
缘援源 煤层气资源 储量分类、分级体系
远 煤层气资源 储量计算
远援员 储量起算条件和计算单元
远援圆 储量计算方法
苑 煤层气资源 储量计算参数的选用和取值
苑援员 体积法参数确定
苑援圆 数值模拟法和产量递减法参数的确定
苑援猿 储量计算参数取值
愿 煤层气储量评价
愿援员 地质综合评价
愿援圆 经济评价
愿援猿 储量报告
附录 粤　规范性附录）煤层气储量计算参数名称、符号、单位及取值有效位数的规定
附录 月　规范性附录）煤层气探明地质储量计算关于储层的基本井　孔）控要求

附录 悦　　资料性附录）煤层气探明储量报告的编写要求

悦员　报告正文

悦圆　报告附图表

悦猿　报告附件

员　范围

本标准规定了我国煤层气资源 辕储量分类分级标准及定义、储量计算方法、储量评价标准和储量报告的编写要求。

本标准适用于地面钻井开发时的煤层气资源 辕储量计算，适用于煤层气的资源勘查、储量计算、开发设计及报告编写；可以作为煤层气矿业权转让、证券交易以及其他公益性和商业性矿业活动中储量评估的依据。

圆　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。

员月圆园－怨员　煤的工业分析方法

员月辕栽圆园－愿愿　天然气储量规范

员月辕栽猿园－怨圆　气体组分分析方法

储发　员愿愿员－员怨怨猿　煤炭资源地质勘探规范

酝辕栽员猿怨猿－怨源　煤层气测定方法　解吸法）

猿　总则

猿员　煤层气田　藏）储层具有不均质性，其含气性和产能等也是有差别的，宜实行滚动勘探开发，应进行动态储量评估，从发现直到废弃的各个勘探开发阶段，其经营者应根据地质、工程资料的变化以及技术和经济或相关政策条件的变化，分阶段进行储量计算、复算、核算和结算。

猿圆　煤层是赋存煤层气的储层，煤田勘查程度和认识程度既是煤层气勘查部署的重要基础，也是煤层气资源 辕储量评估的重要依据。

源　定义

源员　煤层气

是赋存在煤层中以甲烷为主要成分、以吸附在煤基质颗粒表面为主并部分游离于煤孔隙中或溶解于煤层水中的烃类气体。

源圆　煤层气资源

源圆员　定义

是指以地下煤层为储集层且具有经济意义的煤层气富集体。其数量表述分为资源量和储量。

源圆圆　煤层气资源量

是指根据一定的地质和工程依据估算的赋存于煤层中，当前可开采或未来可能开采的，具有现实经济意义和潜在经济意义的煤层气数量。

煤层气地质储量

定义

是指在原始状态下，赋存于已发现的具有明确计算边界的煤层气藏中的煤层气总量。

原始可采储量（简称可采储量）

是地质储量的可采部分。是指在现行的经济条件和政府法规允许的条件下，采用现有的技术，预期从某一具有明确计算边界的已知煤层气藏中可最终采出的煤层气数量。

经济可采储量

原始可采储量中经济的部分。是指在现行的经济条件和政府法规允许的条件下，采用现有的技术，预期从某一具有明确计算边界的已知煤层气藏中可以采出，并经过经济评价认为开采和销售活动具有经济效益的那部分煤层气储量。经济可采储量是累计产量和剩余经济可采储量之和。

剩余经济可采储量

是指在现行的经济条件和政府法规允许的条件下，采用现有的技术，从指定的时间算起，预期从某一具有明确计算边界的已知煤层气藏中可以采出，并经过经济评价认为开采和销售活动具有经济效益的那部分煤层气数量。

煤层气勘查

定义

是指在充分分析地质资料的基础上，利用钻井、地震、遥感以及生产试验等手段，调查地下煤层气资源赋存条件和赋存数量的评价研究和工程实施过程。可分为两个阶段，包括选区、勘探。

选区

主要根据煤田（或其他矿产资源）勘查（或预测）和类比、野外地质调查、小煤矿揭露以及煤矿生产所获得的煤资源和气资源资料进行综合研究，以确定煤层气勘查目标为目的的资源评价阶段。根据选区评价的结果可以估算煤层气推测资源量。

勘探

在评价选区范围内实施了煤层气勘查工程，通过参数井或物探工程获得了区内关于含煤性和含气性的认识，通过单井和（或）小型井网开发试验获得了开发技术条件下的层气井产能情况和井网优化参数的煤层气勘查实际实施阶段。根据勘探结果可以计算层气储量。

煤层气开发

指在勘探区按照一定的开发方案部署了一定井距的开发井网后进行的煤层气资源正式开采活动。煤层气通常适合进行滚动勘探开发。

煤层气资源（储）量的分类与分级

分类分级原则

煤层气储量的分类以在特定的政策、法律、时间以及环境条件下生产和销售能否得经济效益为原则，在不同的勘查阶段通过技术经济评价，根据经济可行性将其分为济的、次经济的和内蕴经济的（猿大类。分级以煤层气资源的地质认识程度的高低作为本原

则，根据勘查开发工程和地质认识程度的不同，将煤层气资源量分为待发现的和发现的两级。已发现的煤层气资源量，又称煤层气地质储量，根据地质可靠程度分为测的、控制的和探明的 猿级。可采储量可根据所在的地质储量确定相应的级别。

缘圆　分类

缘圆员　经济的

在当时的市场经济条件下，生产和销售煤层气在技术上可行、经济上合理、地质可靠并且整个经营活动能够满足投资回报的要求。

缘圆圆　次经济的

在当时的市场经济条件下，生产和销售煤层气活动暂时没有经济效益，是不经的，但在经济环境改变或政府给予扶持政策的条件下，可以转变为经济的。

缘圆猿　内蕴经济的

在当时的市场经济条件下，由于不确定因素多，尚无法判断生产和销售煤层气是经济的还是不经济的，也包括当前尚无法判定经济属性的部分。

缘猿　分级

缘猿员　预测的

初步认识了煤层气资源的分布规律，获得了煤层气藏中典型构造环境下的储层参数。因没有进行排采试验，仅有一些含煤性、含气性参数井工程，大部分储层参数条是推测得到的，煤层气资源的可靠程度很低，储量的可信系数为 园郧员~园郧圆

缘猿圆　控制的

基本查明了煤层气藏的地质特征和储层及其含气性的展布规律，开采技术条件基得到了控制，并通过单井试验和储层数值模拟了解了典型地质背景下煤层气地面钻井单井产能情况。但由于参数井和生产试验井数量有限，不足以完全了解整个气藏计算围内的气体赋存条件和产气潜能，因此煤层气资源可靠程度不高，储量的可信系数 园郧猿左右。

缘猿猿　探明的

查明了煤层气藏的地质特征、储层及其含气性的展布规律和开采技术条件　包括储层物性、压力系统和气体流动能力等）；通过实施小井网和 转藏单井煤层气试验或开发井网证实了勘探范围内的煤层气资源及可采性。煤层气资源的可靠程度很高，储量的可信系数为 园郧苑~园郧愿

关于剩余的探明经济可采储量的分类、分级参照天然气储量规范，本规范暂不对其进行命名。剩余的探明经济可采储量可以根据开发状态分为已开发的和待开发的两类：

葬　已开发的，是指从探明面积内的现有井中预期采出的煤层气数量；

遭　待开发的，是指从探明面积内的未钻井区或现有井加深到另一储层中预期可以采出的煤层气数量。

表 员　煤层气资源 辕储量分类与分级体系

分类		分级														
		煤层气总资源量														
		开发						勘探								选区
		← 地质可靠性 ←														
		已发现的														待发现的
		探明的								控制的			预测的			推测的
经济可行性 ↑	经济的	累计产量	已开发探明储量	剩余探明经济可采储量	探明经济可采储量	探明可采储量	探明经济可采储量	探明可采储量	探明地质储量	控制经济可采储量	控制可采储量	控制地质储量	预测经济可采储量	预测可采储量	预测地质储量	
	次经济的		待开发探明储量													
	内蕴经济的															推测资源量
工程控制		开发井网			小型井网和 辕或单井试验			单井试验		含煤性、含气性参数井工程			没有实施参数井和试验井，依靠煤田、油气或其他勘探成果综合分析			

缘源　煤层气资源 辕储量分类、分级体系

根据煤层气资源 辕储量分类、分级标准及其与勘探控制工程的对应关系，建立煤层气资源 辕储量分类和分级体系　表 员。

煤层气储量计算以单井产量下限为起算标准，即只有在煤层气井产气量达到产量下限的地区才可以计算探明储量。根据国内平均条件，所确定的单井平均产量下限值见表 圆　表 猿中所给出的各级储量勘查程度和认识程度是储量计算应达到的基本要求。

远　煤层气资源 辕储量计算

远援员　储量起算条件和计算单元

远圆预员 储量起算条件

表 圆 储量起算单井产量下限标准

煤层埋深 皂	单井平均产量 皂噪蚕
约缘圆 缘圆~员园园 跃员园园	缘圆 员园园 圆园园

表 猿　各级煤层气储量勘查程度和认识程度要求

储量分级	探明的	控制的	预测的
勘查程度	煤炭钻孔和 辕藏煤层气井关于储层的基本控制井（孔）距达到附录 月的要求；在有物探工程控制的情况下，附录 月中的井（孔）控要求可以适当放宽	煤炭钻孔和 辕藏煤层气井关于储层的基本控制井（孔）距不超过附录 月规定距离的 圆倍；在有物探工程控制的情况下，附录 月中的井（孔）控要求可以适当放宽	有一定的井（孔）和 辕藏物探控制
勘查程度	煤层气参数井井距一般不超过附录 月规定距离的 圆倍；参数井煤层全部取心，收获率为 苑愿豫~怨缘园 进行了地球物理测井，并通过实验和测试获得了气藏煤质、含气量、气水性质、储层物性、压力等资料	已钻煤层气参数井，根据需要进行了煤层取心的测井，并获得了关于煤质、储层物性、压力等资料，有一定的井（孔）控制程度	关键部位有关数井（孔）控制，煤层已有取心资料，钻井（孔）煤层进行了煤质、含气量、气水性质、储层物性，压等分析，获得了相关资料
勘查程度	气藏已进行了小型井网开发试验和 辕藏单井试采；在气藏地质条件一致的条件下，可以借用邻区试采或生产成果；通过试采已经取得了关于气井压力、产气量、产水量及随时间变化规律等可靠资料；试采井井距不超过附录 月规定距离的 圆倍	在有代表性部位进行了单井试采，取得了关于气井压力、产气量、产水量及随时间变化规律等相关资料	

续表

储量分级	探明的	控制的	预测的
认识程度	煤层构造形态清楚，煤层厚度、变质程度、含气量等分布变化情况清楚，提交储量计算图件比例尺不上于 员□□□□□，储量参数研究深入，选值可靠；经过试采取得了生产曲线，获得了气井产能认识；进行了开发要领设计和数值模拟，经济评价，开发是经济的	煤层构造形态、厚度、变质程度、含气量等情况基本清楚，提交储量计算图件比例尺不小于 员□□□□□，进行了储量参数研究，选值基本可靠；经过试采取得了生产曲线，基本了解了气井产能；进行了初步经济评价或开发评价，开发是经济的或次经济的	初步了解了煤层构造形态、厚度、变质程度、含气量等分布变化，提交储量计算图件比例尺不小于 员□□□□□，由煤田钻孔合理推测或少数参数井初步确定了储量参数未进行试采，通过类比求得气井产能；只进行了地质评价和初步经济评价，开发是有经济价值的

远□□□□ 储量计算单元

储量计算单元一般是煤层气藏，即是各种地质因素控制的含气的煤储集体，当没有明确的煤层气藏地质边界时按煤层气藏计算边界计算。计算单元在平面上一般称区块，面积很大的区块可细分井块　或井区），同一区块应基本具有相同或相似的构造条件、储气条件等；纵向上一般以单一煤层为计算单元，煤层相对集中的煤层组可合并计算单元，煤层风化带以浅的煤储层中不计算储量，关于风化带的各项指标参照　煤炭资源地质勘探规范》。

远□□□□源 储量计算边界

储量计算单元的边界，最好由查明的煤层气藏的各类地质边界，如断层、地层变化　变薄、尖灭、剥蚀、变质等）、含气量下限、煤层净厚下限　园□□□□~ 园□□□□）等边界确定　对煤层组的情况可根据实际条件做适当调整）；若未查明地质边界，主要由达到产量下限值的煤层气井圈定，由于各种原因也可由矿权区边界、自然地理边界或人为储量计算线等圈定。煤层含气量下限值如表 源　表 源也可根据具体条件进行调整，如煤层厚度不同时应适当调整。

表 源 煤层含气量下限标准

煤层类型	变质程度 □□□，□□□	空气干燥基含气量 □□□□□
褐煤—长焰煤	约□□□	员
气煤—瘦煤	□□□~ 员□□□	源
贫煤—无烟煤	跃员□□□	愿

类比法

类比法主要利用与已开发煤层气田（或相似储层）的相关关系计算储量。计算时要绘制出已开发区关于生产特性和储量相关关系的典型曲线，求得计算区可类比的储量参数再配合其他方法进行储量计算。类比法可用于预测地质储量的计算。

体积法

体积法是煤层气地质储量计算的基本方法，适用于各个级别煤层气地质储量的计算，其精度取决于对气藏地质条件和储层条件的认识，也取决于有关参数的精度和数量。

体积法的计算公式为：

$$G = A \times h \times \rho \times d \times C$$

或

$$G = A \times h \times \rho \times d \times (C_{ad} + C_{daf} \times (100 - M_{ad} - A_{ad}) / 100)$$

式中：$C = C_{ad} + C_{daf} \times (100 - M_{ad} - A_{ad}) / 100$

G——煤层气地质储量，单位为亿立方米（$10^8 m^3$）；

A——煤层含气面积，单位为平方千米（km^2）；

h——煤层净厚度，单位为米（m）；

ρ——煤的空气干燥基质量密度（煤的容重），单位为吨每立方米（t/m^3）；

d——煤的空气干燥基含气量，单位为立方米每吨（m^3/t）；

ρ_{daf}——煤的干燥无灰基质量密度，单位为吨每立方米（t/m^3）；

C_{daf}——煤的干燥无灰基含气量，单位为立方米每吨（m^3/t）；

M_{ad}——煤中原煤基水分（%），为百分数（%）；

A_{ad}——煤中灰分（%），为百分数（%）。

可采储量计算

数值模拟法

数值模拟法是煤层气可采储量计算的一个重要方法，这种方法是在计算机中利用专用软件（称为数值模拟器）对已获得的储层参数和早期的生产数据（或试采数据）进行拟合匹配，最后获取气井的预计生产曲线和可采储量。

数据模拟器选择：选用的数值模拟器必须能够模拟煤储层的独特双孔隙特征和气、水两相流体的多种流动方式（解吸、扩散和渗流）及其相互作用过程，以及煤体岩石力学性质和力学表现等。

储层描述：是对储层参数的空间分布和平面展布特征的研究，是对煤层气藏进行定量评价的基础，描述应该包括基础地质、储层物性、储层流体及生产动态等多个方面的参数，通过这些参数的描述建立储层地质模型用于产能预测。

历史拟合与产能预测：利用储层模拟工具对所获得的储层地质和工程参数进行计算，将计算所得气、水产量及压力值与气井实际产量值和实测压力值进行历史拟合。当模拟的气、水产量动态与气井实际生产动态相匹配时，即可建立气藏模型获得产气量

曲线，预测未来的气体产量并获得最终的煤气层累计总产量，即煤层气可采储量。

根据资料的掌握程度和计算精度，储层模拟法的计算结果可作为控制可采储量和探明可采储量。

产量递减法

产量递减法是通过研究煤层气井的产气规律、分析气井的生产特性和历史资料来预测储量，一般是在煤层气井经历了产气高峰并开始稳产或出现递减后，利用产量递减曲线的斜率对未来产量进行计算。产量递减法实际上是煤层气井生产特性外推法，运用产量递减法必须满足以下几个条件：

有理由相信所选用的生产曲线具有气藏产气潜能的典型代表意义；

可以明确界定气井的产气面积；

产量—时间曲线上在产气高峰后至少有半年以上稳定的气产量递减曲线斜率值；

必须有效排除由于市场减缩、修井或地表水处理等非地质原因造成的产量变化对递减曲线斜率值判定的影响。

产量递减法可以用于探明可采储量的计算，特别是在气井投入生产开发阶段，产量递减法可以配合体积法和储层模拟法一起提高储量计算精度。

采收率计算法

可采储量也可以通过计算气藏采收率来计算，计算公式为：

$$Q_{则}=Q_{地}\times R_{采}$$

式中：$Q_{则}$——煤层气可采储量，单位为亿立方米（10^8m^3）；

$Q_{地}$——煤层气地质储量，单位为亿立方米（10^8m^3）；

$R_{采}$——采收率，为百分数（%）。

煤层气采收率（$R_{采}$）可以通过以下几种方法计算：

类比法：根据与已开发气田或邻近气田的地质参数和工程参数进行类比得出，只能用于预测可采储量计算。

储层模拟法：在储层模拟产能曲线上直接计算，可用于控制可采储量和探明可采储量的计算。

$$R_{采}=(Q_{累}+Q_{储})/Q_{地}$$

式中：$Q_{累}$——气井累计气体产量，单位为亿立方米（10^8m^3）；

$Q_{储}$——井控范围内的地质储量，单位为亿立方米（10^8m^3）。

等温吸附曲线法：在等温吸附曲线上通过废弃压力计算，只能用于预测可采储量的计算，也可以作为控制可采储量计算的参考。

$$R_{采}=(V_{储}-V_{废})/V_{储}$$

式中：$V_{储}$——原始储层条件下的煤层气含量，单位为立方米每吨（m^3/t）；

$V_{废}$——废弃压力条件下的煤层气含量，单位为立方米每吨（m^3/t）。

产量递减法：在已获得稳定递减斜率的产量递减曲线上直接计算，可用于探明可采储量的计算。

$$R_{采}=(Q_{累}+Q_{储})/Q_{地}$$

式中：$Q_{累}$——气井累计气体产量，单位为亿立方米（10^8m^3）；

$Q_{储}$——井控范围内的地质储量，单位为亿立方米（10^8m^3）。

苑 煤层气资源（储）量计算参数的选用和取值

苑员 体积法参数确定

苑员员 煤层含气面积（简称含气面积）

含气面积是指单井煤层气产量达到产量下限值的煤层分布面积。应充分利用地质、钻井、测井、地震和煤样测试等资料综合分析煤层分布的地质规律和几何形态，在钻井控制和地震解释综合编制的煤层顶、底板构造图上圈定，储层的井（孔）控程度应达到附录 A和表 B所规定的井距要求。含气面积边界圈定原则如下：

a）钻井和地震综合确定的煤层气藏边界，即断层、尖灭、剥蚀等地质边界；达不到产量下限的煤层净厚度下限边界；含气量下限边界和瓦斯风化带边界。

b）煤层气藏边界未查明或煤层气井离边界太远时，主要以煤层气井外推圈定。探明面积边界外推距离不大于附录 A规定井距的 0.5～1倍，可分以下几种情况（假定附录 A规定距离为 1个井距）：

1）仅有 1口井达到产气下限值时，以此井为中心外推 0.5倍井距；

2）在有多口相邻井达到产气下限值时，若其中有两口相邻井井间距离超过 B个井距，可分别以这两口井为中心外推 0.5倍井距；

B）在有多口相邻井达到产气下限值时，若其中有两口相邻井井间距离超过两个井距，但小于 B个井距时，井间所有面积都计为探明面积，同时可以这两口井为中心外推 1个井距作为探明面积边界；

c）在有多口相邻井达到产气下限值，且井间距离都不超过两个井距时，探明面积边界可以边缘井为中心外推 1个井距。

d）由于各种原因也可由矿权区边界、自然地理边界或人为储量计算线等圈定。作为探明面积边界距离煤层气井不大于附录 A规定井距的 0.5～1倍。

苑员员 煤层有效（净）厚度（简称有效厚度或净厚度）

煤层有效厚度是指扣除夹矸层的煤层厚度，又称为净厚度。探明有效厚度应按如下原则确定：

a）应是经过煤层气井试采证实已达到储量起算标准，未进行试采的煤层应与邻井达到起算标准的煤层是连续和相似的；

b）井（孔）控程度应达到附录 A井距要求，一般采用面积权衡法取值；

c）有效厚度应主要根据钻井取心或测井划定，井斜过大时应进行井位和厚度校正；

d）单井有效厚度下限值为 0.5～1m（视含气量大小可作调整），夹矸层起扣厚度为 0.5～1m。

苑员圆 煤质量密度

煤质量密度分为纯煤质量密度和视煤质量密度，在储量计算中分别对应不同的含气量基准。测定方法见 GB/T 23561.1—2009煤的工业分析方法。

苑员猿 煤含气量

可采用干燥无灰基（daf）、干燥基（d）或空气干燥基（ad）两种基准

含气量近似计算煤层气储量，其换算关系可根据下式计算：

式中：——煤的空气干燥基含气量，单位为立方米每吨（）；

——煤的干燥无灰基含气量，单位为立方米每吨（）；

——煤中原煤基水分（），为百分数（）；

——煤中灰分（），为百分数（）。

但是，为了保证计算结果的准确性，最好采用原煤基（）含气量计算煤层气储量。原煤基含气量需要在空气干燥基含气量的基础上进行平衡水分和平均灰分校正，校正公式为：

式中：——煤的原煤基含气量，单位为立方米每吨（）；

——煤的空气干燥基含气量，单位为立方米每吨（）；

——煤的平均灰分（），为百分数（）；

——煤的平衡水分（），为百分数（）；

β——空气干燥基含气量与（灰分+水分）相关关系曲线斜率。

各种基准煤层气含量及平衡水分测定参照美国矿务局（）煤层气含量测定和平衡水分测定方法。

煤层气含量确定原则如下：

计算探明地质储量时，应采用现场煤心直接解吸法（美国矿业局（）法）的实测含气量，煤田勘查煤心分析法（煤炭行业标准）测定的含气量也可参考应用，但宜进行必要的校正。采样间隔：煤层厚度以内，每（）采一个样；煤层厚度以上，均匀分布个样以上（可每或更大间隔一个样）。井（孔）控程度达到附录规定井距的倍，一般采用面积权衡法取值，用校正井圈出的大于邻近煤层气井的等值线，所高于的含气量值不参与权衡。

计算未探明地质储量时，可采用现场煤心直接解吸法和煤田勘查煤心分析法（煤层气测定方法）测定的含气量。与邻近的、地质条件和煤层煤质相似的地区类比求得的含气量，可用于预测地质储量计算。必要时也可根据煤质和埋深估算含气量，估算的含气量可用于预测地质储量的计算。

矿井相对瓦斯涌出量在综合分析煤层、顶底板和邻近层以及采空区的有关地质环境和构造条件后可作为计算推测资源量时含气量的参考值。用于瓦斯突出防治的等温吸附曲线虽然也能提供煤层气容量值，但在参考引用时必须进行水分和温度等方面的校正，校正后可用于推测资源量计算。

煤层气成分测定参见（）气体组分分析方法。煤层气储量应根据气体成分的不同分类计算。一般情况下，参与储量计算的煤层气含量测定值中应剔除浓度超过的非烃气体成分。

数值模拟法和产量递减法参数的确定

数值模拟法和产量递减法参数，如气水性质、煤质与组分、储层物性、等温吸附特

征、温度、压力和气水产量等，参照 [illegible] 及有关标准执行，或另行制定细则。

[illegible] 储量计算参数取值

[illegible] 储量计算中的参数可由多种资料和多种方法获得，在选用时应详细比较它们的精度和代表性进行综合选值，并在储量报告中论述确定参数的依据；

[illegible] 计算地质单元的参数平均值时，煤层厚度原则上应根据实际构造发育规律，采用等值线面积平衡法或井点控制面积权衡法，但在煤田勘查的详查区和精查区可直接采用算术平均法计算，其他参数一般应采用煤层气参数试验井井点控制面积权衡法计算；

[illegible] 各项参数名称、符号、单位及有效位数见附录 [illegible] 的规定，计算中一律采用四舍五入进位法；

[illegible] 煤层气储量应以标准状态 [illegible] 温度 [illegible]，压力 [illegible] 下的干燥体积单位表示。

[illegible] 煤层气储量评价

[illegible] 地质综合评价

[illegible] 储量规模

按储量规模大小，将煤层气田的地质储量分为 [illegible] 类，如表 [illegible]

表 [illegible] 储量规模分类表

分类	气田煤层气地质储量 [illegible]
特大型	[illegible]
大型	[illegible]
中型	[illegible]
小型	[illegible]

[illegible] 储量丰度

按煤层气田的储量丰度大小，将煤层气田的地质储量丰度分为 [illegible] 类，如表 [illegible]

表 [illegible] 储量丰度分类表

分类	地质储量丰度 [illegible]
高	[illegible]
中	[illegible]
低	[illegible]
特低	[illegible]

愿.源.源　产能

按气井的稳定日产量，将气藏的产能分为 源类，如表 苑

表 苑　煤层气井产能分类表

分类	稳定日产量 员源缘园源㎥/日
高	跃员园园
中	园园跃~员园园
低	园园员~园园跃
特低	约园园员

愿.源.缘　埋深

按埋藏深度，将气藏分为 猿类，如表 愿

表 愿　煤层气藏埋深分类表

分类	产层中部埋深 皂
深	跃员园园园
中	缘园园~员园园园
浅	约缘园园

愿.园　经济评价

葬　采用净现值分析法对煤层气勘查开发各阶段所提交的各级储量在未来开发时的费用和效益进行预测，分析论证其财务可行性和经济合理性优选勘探开发项目，以获得最佳的经济效益和社会效益；

遭　储量经济评价应贯穿于煤层气勘探开发的全过程，对各级储量均应进行相应的经济评价；

糟　所有申报的探明储量必须进行经济评价；

凿　经济评价中关于投资、成本和费用的估算应依据煤层气田的实际情况，充分考虑同类已开发或邻近煤层气田当年的统计资料；

藻　对新气田煤层气井产能的预测，必须有开发部门编制的开发概念设计作为依据，平均单井稳定日产量可依据储层数值模拟做专门的论证。

愿.员　储量报告

煤层气田或区块申报储量时应编写正式报告。储量报告的编写要求参照附录 悦

附　录　粤
规范性附录）
煤层气储量计算参数名称、符号、单位及取值有效位数的规定

表 粤噪贼　煤层气储量计算参数名称、符号、单位及取值有效位数的规定

参数		单位		取值位数
名称	符号	名称	符号	
煤层含气面积	粤	平方千米	噪皂圆	小数点后 员位
煤中灰分　（增）	粤灶	无因次	豫	小数点后 圆位
煤的平均灰分　（增）	粤灶	无因次	豫	小数点后 圆位
煤的原煤基含气量	悦	立方米每吨煤	皂糟藻	小数点后 员位
煤的空气干燥基含气量	悦	立方米每吨煤	皂糟藻	小数点后 员位
煤的干燥无灰基含气量	悦	立方米每吨煤	皂糟藻	小数点后 员位
废弃压力条件下的煤层气含量	悦	立方米每吨煤	皂糟藻	小数点后 员位
原始储层条件下的煤层气含量	悦	立方米每吨煤	皂糟藻	小数点后 员位
煤的空气干燥基质量密度	阅	吨每立方米	则燥藻	小数点后 圆位
煤的干燥无灰基密度	阅	吨每立方米	则燥藻	小数点后 圆位
煤层气地质储量	晕	亿立方米	晕泽皂藻	小数点后 圆位
煤层气井控范围内的地质储量	悦	亿立方米	晕泽皂藻	小数点后 圆位
气井累计气体产量	晕	亿立方米	晕泽皂藻	小数点后 圆位
煤层气可采储量	悦	亿立方米	晕泽皂藻	小数点后 圆位
煤层净厚度	澡	米	皂	小数点后 员位
煤层埋深	匀	米	皂	小数点后 员位
渗透率	噪	平方米	皂圆	小数点后 圆位
煤中原煤基水分　（增）	酝	无因次	豫	小数点后 圆位
煤的平衡水分　（增）	酝	无因次	豫	小数点后 圆位
原始储层压力	孕	兆帕	酝泽葬	小数点后 圆位
废弃储层压力	孕	兆帕	酝泽葬	小数点后 圆位
闭合压力	孕	兆帕	酝泽葬	小数点后 圆位
兰氏压力	孕	兆帕	酝泽葬	小数点后 圆位
临界解吸压力	孕	兆帕	酝泽葬	小数点后 圆位

续表

参数		单位		取值位数
名称	符号	名称	符号	
破裂压力	孕	兆帕	酝	小数点后 圆位
压力梯度	运	兆帕每百米	酝	小数点后 圆位
井底压力	孕	兆帕	酝	小数点后 圆位
单井日产气量	旱	立方米每天	皂	小数点后 圆位
单井日产水量	旱	立方米每天	皂	小数点后 圆位
采收率	砸	无因次	豫	有效位数 员位
平均井控面积	杂	平方千米每口	噪	小数点后 员位
吸附时间	τ	小时	澡	小数点后 遥位
储层温度	栽	摄氏度	益	整数
兰氏体积	灾	立方米	皂	小数点后 圆位
地层倾角	α	度	燥	小数点后 员位
空气干燥基层气量与　灰分 垣平衡水分）相关关系曲线斜率	β	无因次	小数点后 圆位	

附　录 月
规范性附录）
煤层气探明地质储量计算关于储层的基本并　孔）控要求

表 月圆员　煤层气探明地质储量计算关于储层的基本井　孔）控要求

构造复杂程度		储层稳定程度		基本井距 噪
类	特点	型	特点	
第Ⅰ类 构造简单	员煤系产状平缓 圆简单的单斜构造 猿宽缓的褶皱构造	第一型	煤层稳定，煤厚变化很小，或沿一定方向逐渐发生变化	猿园园～源园园
		第二型	煤层厚度有一定变化，但仅局部地段出现少量的减薄，没有尖灭	圆园园～猿园园
		第三型	煤层不稳定，煤层厚度变化很大，且具有明显的变薄、尖灭或分叉现象	员园园～圆园园

续表

构造复杂程度		储层稳定程度		基本井距/m
类	特点	型	特点	
第Ⅱ类构造较复杂	含煤系地层产状平缓，但具有波状起伏 含煤系地层呈简单的褶皱构造，两翼倾角较陡，并有稀疏断层 含煤系地层呈简单褶皱构造，但具有较多断层，对煤层有相当的破坏作用	第一型	煤层稳定，煤厚变化很小，或沿一定方向逐渐发生变化	含煤系地层产状平缓，但具有波状起伏-含煤系地层呈简单褶皱构造，但具有较多断层，对煤层有相当的破坏作用
		第二型	煤层厚度有一定变化，但仅局部地段出现少量的减薄，没有尖灭	含煤系地层产状平缓，但具有波状起伏-含煤系地层呈简单的褶皱构造，两翼倾角较陡，并有稀疏断层
		第三型	煤层不稳定，煤层厚度变化很大，具有明显的变薄、尖灭或分叉现象	含煤系地层呈简单的褶皱构造，两翼倾角较陡，并有稀疏断层-含煤系地层呈简单褶皱构造，但具有较多断层，对煤层有相当的破坏作用
第Ⅲ类构造复杂	含煤系地层呈紧密复杂褶皱，并伴有较多断层，产状变化剧烈 褶皱虽不剧烈，但具有密集的断层，煤层遭受较大破坏 煤层受到火成岩体侵入，使煤层受到严重破坏	第一型	煤层稳定，煤厚变化很小，或沿一定方向逐渐发生变化	含煤系地层产状平缓，但具有波状起伏-含煤系地层呈简单的褶皱构造，两翼倾角较陡，并有稀疏断层
		第二型	煤层厚度有一定变化，仅局部地段出现少量的减薄，没有尖灭	含煤系地层呈简单的褶皱构造，两翼倾角较陡，并有稀疏断层-含煤系地层呈简单褶皱构造，但具有较多断层，对煤层有相当的破坏作用
		第三型	煤层不稳定，煤层厚度变化很大，具有明显变薄、尖灭或分叉现象	含煤系地层呈简单褶皱构造，但具有较多断层，对煤层有相当的破坏作用

附　录　悦
资料性附录）
煤层气探明储量报告的编写要求

悦灶藻员　报告正文

悦灶藻员灶藻员　前言

煤层气田名称、地理位置、登记区块名称和许可证号码、已有含气面积和储量、本次申报含气面积和储量申报单位等。

悦灶藻员灶藻圆　概况

勘查开发简史、煤田勘查背景，煤炭生产概况，煤层气勘查所实施的工作量、勘查单位、资料截止日期和取得资料情况等。

悦灶藻员灶藻猿　地质条件

区域构造位置、构造特征、地层及煤层发育特征、水文地质特征、煤层气勘查工程的地质代表性、储层特征、含气性及其分布特征等。

悦灶藻员灶藻源　排采试验与产能分析

单井排采或小井网开发试验的时间、生产工艺，单井和井网产能及开发生产动态特征等。

储量计算

储量计算方式与方法选择、储量级别和类别的确定、参数确定、计算结果、可采储量计算和采收率确定方法与依据，以及储量复算或核算前后储量参数变化的原因和依据。

储量评价

规模评价、地质综合评价、经济评价、可行性评价等。

存在问题与建议

报告附图表

附图：气田位置及登记区块位置图、含气面积图、煤层底板等高线图，煤层厚度等值线图、煤层含气量等值线图、主要气井气水产量曲线图、确定储量参数依据等的有关图件。

附表：气田地质基础数据表、排采成果表、储层模拟成果表、储量参数原始数据表、主要气井或分单元储量参数和储量计算表、开发数据表、经济评价表。

报告附件

附件可包括：地质研究报告、煤储层描述研究报告、储量程数研究报告、关键井单井评价报告、试验生产报告等。

第二部分

矿产资源储量计算方法

第一篇

我国矿产资源储量计算方法综述

第一章　我国矿产资源储量计算方法的演进

一、概述

我国矿产资源储量计算方法的发展与应用与矿产勘查规范的实施联系得十分紧密。新中国成立初期，因缺少经验，我国在矿产资源储量的质量技术管理工作中所施实的矿产勘查规范，参照的是原苏联的矿产勘查规范。所谓参照，基本上是照搬采用。‘计算方法”作为‘规范”中的一项重要内容，随之被介绍过来。这就是在地质和矿山领域人们所熟悉的断面法和地质块段法，通常称其为传统矿产储量计算方法。这些方法中的许多具体方法和公式，均是以苏联专家的名字命名的，如普罗科菲耶夫计算法和佐洛塔列夫计算法。以后的 年，从 年代至 年代末期，在全国提交的地质勘查报告成果和矿山开采设计中，采用的矿产储量计算方法，基本上都是单一的传统储量计算方法。当然，在计算储量的过程中，结合不同矿床的特征和各种不同的矿石工业指标要求，采用的储量计算方法，在许多技术细节的运用上，有许多创新与改造，如综合法、等高线法等。但是，其实质仍属于传统储量计算方法的范畴，并没有内涵本质的区别。

年代初期，我国的经济建设进入了一个新的历史时期。随着国家实施改革开放政策的不断深入，我国矿业开发发展得更为迅速，特别是从 年代后期开始，矿业的发展超过了以往任何一个时期。生产的发展带动着科学技术的发展。我国从事地质勘探和矿山开发的科学工作者，从矿产储量管理和矿山开采中，深感传统储量计算方法的局限性已不能满足现代化的矿业发展的需要，并为生产所需，相继改造和研究出许多适宜各类矿产资源储量计算需要的计算方法，应用在地质勘探报告和矿山设计及矿山生产上。这期间，在地质领域出现了与矿产储量计算方法发展密切相关的两件大事：一是 年由美国福禄尔采矿金属有限公司 [illegible] 博士随美中贸易全国委员会矿业代表团来华访问，向中国的同行全面介绍了一种不同于传统储量计算方法的国际先进的地质统计学储量计算方法　克立格法）；二是计算机在地质矿产领域的厂泛应用。这两个事件对我国矿产资源储量计算方法的发展产生了很大影响。地质统计学的引进，拓宽了人们研究‘计算方法”的思路。地质统计学建立的区域化变量的概念及与时空变化关系联系起来进行定量研究的方法，大大推进了我国矿产资源储量计算方法研究的深度。地质工作管理部门、矿山设计部门、矿山企业、大专院校，以及有关的学术专业团体都表现得十分活跃，地矿领域里的许多单位和专家开始着力研究地质统计学在矿产储量计算中的应用。 年以后，原国家矿产储量管理局和全国矿产储量委员会办公室，在有关工业部门的支持下，将其作为一项业务管理内容进

行推进。[illegible]年[illegible]月[illegible]日，全国矿产储量委员会办公室以储办发[illegible]号文颁发了“关于运用地质统计学方法提交地质勘探报告的编写提纲和审查提纲的试行意见”，确立了地质统计学的技术性法规地位，有力地促进了地质统计学的深入发展。与此同时，传统储量计算方法呈现出多样化的局面。由于有了丰富的实践经验，在技术技巧方面发展得十分丰富。许多地勘单位结合本地域的矿床特点，创造性地改进了原有的剖面法或地质块段法，而采用本单位自行改进创新的储量计算方法，出现了空前繁荣的局面。而计算机的应用，给各种储量计算方法的实现与发展，提供了可靠的技术手段保证，改变了地质的传统工作方式，并以它全新的科学技术特征对矿产资源储量计算方法的应用与发展产生了深远的影响。

二、纵观矿产资源储量计算方法的发展历程，大致经历了以下三个发展阶段。

（一）第一阶段（[illegible]～[illegible]年）

单一的传统储量计算方法应用阶段。该阶段历经的时间较长，达[illegible]年之久。在理论研究的深度上和方法本身的创新上发展缓慢。但是，传统储量计算方法日趋成熟，在矿产资源储量计算的应用方面日臻完善。矿床的勘探程度和研究程度，选择基本参数的合理性，矿体的圈定与连接及储量计算方法本身这四项内容，构成了传统储量计算方法整体的有机组成部分，大大丰富了传统储量计算方法的内容。这期间，在地质勘查和矿山开采提交的储量成果计算中，均采用了传统的储量计算方法；在计算的手段上，以手工为主，先进的辅助工具有手摇计算机，随后有[illegible]机。计算机的应用在该阶段尚未出现。该阶段明显的特点是：①传统储量计算方法是计算矿产资源储量唯一的方法。采用单一的传统储量计算方法是该阶段最显著的特征。传统储量计算方法在内容和技术细节上已经日趋丰富。据初步统计，已有近[illegible]种传统储量计算方法出现。②传统储量计算方法的应用与发展与矿产勘查规范的实施联系得十分紧密。随着矿业的发展，我国在矿产资源储量的质量技术管理中，从[illegible]年代照搬原苏联的矿产勘查规范到[illegible]年代和[illegible]年代根据我国矿床特点自行修改和制定规范，随着矿产勘查规范内容的不断修定与补充，传统储量计算方法亦得到了不断的完善。③计算方法手段落后，以人工手算为主，耗时费力。储量计算方法的发展受到落后手段的制约。

（二）第二阶段（[illegible]～[illegible]年[illegible]月）

出现新的矿产资源储量计算方法阶段。由于地质统计学储量计算方法在我国的传播与发展，传统储量计算方法受到挑战。在这一背景下，一方面，传统储量计算方法的应用与发展进一步深化，广泛运用计算机手段代替人工计算，计算方法呈现出多样性；另一方面，地质统计学储量计算方法开始从开发研究与学术交流活动转向生产实践，与地质勘探和矿山生产相结合，逐渐发展成作为地质勘查单位和矿山单位进行矿产资源储量计算的计算方法。譬如，[illegible]年[illegible]月，在陕西省西安市，在全国矿产储量委员会的支

持下，由陕西省矿产储量管理局组织审查，并通过了由国家武警黄金指挥部黄金第十四支队提交的陕西洛南县驾鹿金矿地质勘探储量报告。该报告是全国第一份采用地质统计学储量计算方法及软件系统提交的储量报告，是第一份将地质统计学储量计算方法直接用于地质勘探生产的开创性成果。1988年3月，全国矿产储量委员会办公室又组织审查并通过了全国第二份采用地质统计学储量计算方法提交的山西省灵邱县刁泉银铜矿床勘探地质报告，同时推出北京科技大学地质系提供的“三维普通克立格法程序系统”。

地质统计学储量计算方法在上述两份矿床勘探地质报告中的成功应用，大大促进了地质统计学储量计算方法的发展。该计算方法已为广大的地质勘探和矿山企业所了解和接受，并成为矿产储量管理部门和有关工业主管部门的一项工作内容。该阶段的特点是：①矿产资源储量计算方法由单一的传统储量计算方法发展为以传统储量计算方法为主流，与地质统计学储量计算方法及其他方法同时并存的局面；②计算机技术在矿产资源储量计算方法中得到了普遍的应用，成为主要计算手段，在工作方式、工作效率等诸方面对计算方法的应用与发展产生了很大的影响。

（三）第三阶段（1988年3月至今）

多种矿产资源储量计算方法并存与共同发展阶段。首先，该阶段的一个显著特点是，地质统计学储量计算方法确立了自己的技术性法规地位，进入有计划的发展应用、深入发展的阶段。1988年3月14日，全国矿产储量委员会办公室颁发了关于“运用地质统计学方法提交地质勘探报告的编写提纲和审查提纲的试行意见”。这标志着地质统计学储量计算方法进入了一个新阶段。其次，为适应生产的需要，无论是传统储量计算方法，还是地质统计学储量计算方法，均相继开发研制并推出了一批适于国内生产需要的软件系统。储量计算方法与相应的软件系统的一体化，是该阶段的第二个特点。这里需特别提到的是，全国最大的铜矿山——江西铜业公司德兴铜矿，长期坚持在矿山开发和生产中应用先进的地质统计学方法，引进并开发相应地软件系统，至今已成功地用于整个生产过程中，取得了巨大的经济效益，在全国矿山中，成为应用这一先进技术方法的典范。最后，以2D储量计算方法为代表的，由我国科技人员自行创新和改进的矿产资源储量计算方法及其软件层出不穷，在数量上大大超过以往任何一个阶段，呈现繁荣的局面。

第二节　我国矿产资源储量计算方法应用与发展的特点

1. 我国矿产资源储量计算方法的发展与负有矿产资源储量管理职能的业务主管部门的政府行为有直接密切的关系。早在20世纪80年代，即1988年以前，根据中共中央和国家计委的指示，地质部会同有关工业部门组建了全国矿产储量委员会，负责各类矿产储量入库前按照国家或部委制定的储量质量标准进行审批验收，以保证国家中长期建设规划和近期建设项目有可靠的储量基础。矿产地质勘查规范是储量质量标准的主要内容，其中确

定的储量计算方法具有技术规范性质。近 缘园年来，在进行矿产储量计算时，选用的储量计算方法一般需要获得矿产储量业务主管部门的认定；新的储量计算方法的建立与采用，亦需经过审定与认可。传统储量计算方法是这样，地质统计学储量计算方法和 克立格储量计算方法及其他计算方法的采用亦是这样。地质勘查部门和矿山生产部门在提交矿产储量时不会选取未经储量管理部门认定的计算方法。员怨怨缘年 员员月和 员怨怨远年 员园月，原全国矿产储量委员会办公室和原全国矿产资源委员会办公室颁发了关于推广应用地质统计学储量计算方法和 克立格矿产储量计算方法。此后，这两种新的储量计算方法才得到进一步的发展和利用。

圆　矿产资源储量计算方法的应用和发展与技术手段的发展密不可分。技术手段的先进与落后，推进和制约着储量计算方法的应用与发展。这一点在我国计算方法的发展上表现得尤为明显。以地质统计学储量计算方法在我国的发展为例。该方法于 员怨愿园年传入我国后，在很长一个时期内，一直处于学习研讨、发表论文和理论方法的研究阶段。经过了漫长的 员怨年后，直到 员怨怨缘年 源月才直接用于地质勘探储量报告中，为生产所利用。其原因固然是多方面的，但缺少先进的计算机技术手段，是一个不能回避的重要原因。起步于 苑园年代末的 克立格储量计算方法（简称 克立格法），在近 圆园年的研究历程中，在很长一段时间内都未能使 克立格法步入一个更高的科学水平，亦有类似的原因。

猿　我国矿产资源丰富，矿床类型繁多，矿体形态复杂。为适应我国矿产资源特点和不同地质特征的矿床需要，储量计算方法日趋丰富多样。储量计算方法的多样化，不仅表现在不同类型的矿产储量计算方法上，也表现在同一类型的计算方法，在不同矿产、不同矿床的计算上，也有不同的演变方法。这一点在本书中已经明显的展示出来。

第三节　矿产资源储量计算方法汇编

员　《矿产资源储量计算方法汇编》的出版是我国矿产储量计算方法发展的必然结果。首先，从 员怨缘怨年我国开始制订“矿床地质勘探规范”算起，矿产储量计算方法随着“规范”内容的不断变更与发展，已有近 缘园年的发展历史，已从单一的传统的储量计算方法发展为包含地质统计学储量计算方法在内的多种类储量计算方法；从人工计算发展为计算机自动化计算；从方法的非标准设定发展为方法的系统软件。其间，积累了丰富的经验，产生了一大批研究成果。无论是有关单位，还是科技人员，都迫切希望能够对这些成果进行全面系统的科学总结，使其成为社会共享的财富，少走弯路，健康发展。其次，在社会主义市场经济体制下，地勘和矿山部门为生产所需，企盼有《矿产资源储量计算方法汇编》这样一个指导性的工具书问世，以指导生产。从许多单位和个人来函来电关心《矿产资源储量计算方法汇编》的出版一事就说明了这种需求的迫切性。

圆　《矿产资源储量计算方法汇编》反映了我国在矿产资源储量计算方法领域取得的成果。编选的程序十分严谨，汇集了自 员怨愿园年以来，由原国家矿产储量管理局、全国矿产储量委员会办公室、地矿部资源局先后公告或发文确认的矿产储量计算方法及其

软件系统，同时还择优审定收编了几篇经专家推荐的由部级或省级通过的矿产储量计算方法及其软件系统。这是一部有较高的科学水准，并在生产应用中具有较强实用价值的工具书。

猿　《矿产资源储量计算方法汇编》内容丰富，选材广泛，方法齐全。矿种包括固体矿产、石油、天然气和地下水资源；计算方法既有国外先进的地质统计学（克立格法）储量计算方法，也有国人自行创立的多种储量计算方法，以及传统的储量计算方法。其科学性、全面性、系统性使该书具有一定的权威性。

从上述三个方面可以看出，《矿产资源储量计算方法汇编》称得上是我国矿产资源储量计算方法发展史上的一个里程碑，必将对我国矿产资源储量计算方法的发展产生较大的影响。

第二章　我国矿产资源储量计算方法的现状

第一节　方法与分类

一、传统储量计算方法

断面法与地质块段法为其两大基本方法。以两大基本方法为基础，演变出许多变种方法。

（1）断面法（又称剖面法）

①平行断面法

①梯形公式法：

$$V=\frac{S_1+S_2}{2}\times L$$

$$Q=V\times D$$

式中，Q为储量（下同）；V为体积（下同）；S_1、S_2为断面上矿体的面积（下同）；L为两断面之间的距离（下同）；D为矿石体重（下同）。

②截锥公式法：

$$V=\frac{L}{3}\times\left(S_1+S_2+\sqrt{S_1\times S_2}\right)$$

$$Q=V\times D$$

③楔形公式法：

$$V=\frac{S}{2}\times L$$

$$Q=V\times D$$

④锥体公式法：

$$V=\frac{S}{3}\times L$$

$$Q=V\times D$$

⑤似柱体公式法之一：

$$V=\frac{S_1+S_2}{2}\times\left(L_1+L_2\times\frac{S_1+S_2}{S_1+4S_0+S_2}\right)$$

匝越穴阅

式中，蕤、遭为一剖面上的矿体边长、宽；蕤为另一剖面上的矿体边长。

⑥似柱体公式法之二：

$$灾越\frac{员}{远}\left(杂_{员}+杂_{圆}+\sqrt{杂_{员}杂_{圆}}\right)\times 蕴$$

匝越穴阅

式中，杂为 杂和 杂两平行断面之间的断面积，用内插法求得。

⑦单断面法：

灾越蕴杂

匝越穴阅

式中，杂为断面的矿体面积；蕴为断面的影响距离。

⑧线储量计算法：

当相邻两剖面的线储量差 约源缘时，

$$匝越\frac{员}{圆}\left(匝_{员}+匝_{圆}\right)\times 蕴_{原Ⅱ}$$

当相邻两剖面线储量差 跃源缘时，

$$匝越\frac{员}{圆}\left(匝_{员}+匝_{圆}+\sqrt{匝_{员}匝_{圆}}\right)\times 蕴_{原Ⅱ}$$

当只有一个剖面见矿时，

$$匝越\frac{员}{圆}匝_{员}蕴_{员}\text{ 或 }匝越\frac{员}{猿}匝_{员}蕴_{员}$$

式中，匝为断面 匝和 匝之间的储量；匝为断面Ⅰ的线储量；匝为断面Ⅱ的线储量；蕴为断面Ⅰ 原Ⅱ的距离；蕴为断面Ⅰ的影响距离。

圆 不平行断面法

①普逻科菲耶夫计算法：

$$灾越\frac{员}{蕴_{员}}杂_{员}杂_{圆}垣\frac{员}{蕴_{圆}}杂_{员}杂_{圆}$$

匝越穴阅

式中，杂、杂分别为Ⅰ、Ⅱ剖面间块段的水平投影面积；蕴、蕴分别为矿体在剖面 陨Ⅱ上的投影长度。

②佐洛塔列夫计算法：

$$灾越\frac{员}{远}\varphi\left(杂_{员}杂_{圆}垣杂_{圆}杂_{圆}\right)垣\left(杂_{员}垣杂_{圆}\right)\left(杂_{员}垣杂_{圆}\right)$$

匝越穴阅

式中，杂、杂为 杂、杂的形心到旋转轴的距离；φ为Ⅰ、Ⅱ剖面间夹角。

圆地质块段法

①算术平均法或地质块段法：

灾越杂 原皂

匝越穴阅

式中，S为块段面积（下同）；M为块段平均厚度（下同）。

※最近地区法（多角形法）：

$$Q=\sum S\cdot M$$

$$D=\frac{Q}{\sum S}$$

式中，Q为多角柱体积；S为多角柱体的底面积；M为每个工程中的见矿厚度。

②等高线法：

$$Q=\sum S\cdot M$$

$$M=\frac{\sum S_1\cdot M_1+\sum S_2\cdot M_2}{\sum S_1+\sum S_2}$$

$$M=\frac{\sum S\cdot M}{\sum S}\sqrt{1+\left(\frac{L}{H}\right)^2}$$

$$D=\frac{Q}{\sum S}$$

式中，Q为块段体积；S为块段矿体面积；M为块段矿体平均真厚度；B为块段宽度；L为两等高线的水平平均间距；H为两等高线的高差。

③等值线法：

$$Q=\frac{\pi}{8}\left(\sum L_1^2+\sum L_2^2\right)H$$

$$D=\frac{Q}{\sum S}$$

④开采块段法：

$$Q=\sum L\cdot B\cdot M\quad\text{或}\quad Q=\sum L\cdot B\cdot H\cdot\gamma$$

$$D=\frac{Q}{\sum S}$$

式中，L为块段长度；H为块段垂直方向宽度；B为块段倾斜面的宽度；M为块段矿体真厚度；$\overline{M}$为块段平均水平厚度。

⑤三角形法：

$$Q=\sum S\cdot L$$

$$D=\frac{Q}{\sum S}$$

式中，S为三角形面积；M为块段平均厚度。

二、地质统计学储量计算方法

目前，地质统计学已形成一套较完整的理论体系，研究出若干重要的方法和技巧，并相应编制出有实用价值的程序系统。这里列出的只是在我国应用的地质统计学储量计算方法。

①二维及三维普通克立格法及计算程序系统；

②二维对数正态泛克立格法及计算程序系统；

③二维指示克立格法计算程序系统；

④二维及三维协同克立格法及计算程序系统；

⑤三维泛克立格法及计算程序。

第二节　三种矿产资源储量计算方法在我国应用的基本情况评价

一、传统储量计算方法

仍是我国矿产资源储量计算的主要计算方法。但在外资、合资矿产资源合作项目中，地质统计学储量计算方法已成为主要计算方法，传统储量计算方法居次要地位。传统储量计算方法在技术上已基本上实现了计算机自动化，软件系统比较成熟。

二、地质统计学储量计算方法

在国内矿产资源储量计算或评价中仍居次要地位，但在外资、合资矿产资源合作项目中，已成为主要计算方法。其中比较成熟的方法为普通克立格法。在专业软件系统方面尚不够成熟。

三、最佳结构曲线断面积分储量计算方法　(亦称 [illegible] 储量计算方法)

虽然其理论与方法已经成熟，但在应用领域，尚处在起步阶段，已编制出一套适用于生产的软件系统。

第二篇

金属、非金属矿产储量计算方法

第一章　储量计算方法的选择

矿体的自然形态是复杂的，且深埋地下，各种地质因素对矿体形态的影响也是多种多样的，因此，我们在储量计算中只能近似地用规则的几何体来描述或代替真实的矿体，求出矿体的体积。由于计算体积的方法不同，以及划分计算单元方法的差异，因而形成了各种不同的储量计算方法。比较常用的方法有：算术平均法，地质块段法，开采块段法，多角形法　戟最近地区法）断面法　包括垂直剖面法和水平断面法）及等值线法等。其中以算术平均法、地质块段法、开采块段法和断面法最为常见。现将常用的几种方法简要说明如下。

第一节　算术平均法

是一种最简单的储量计算方法。其实质是将整个形状不规则的矿体变为一个厚度和质量一致的板状体，即把勘探地段内全部勘探工程查明的矿体厚度、品位、矿石体重等数值，用算术平均的方法加以平均，分别求出其算术平均厚度、平均品位和平均体重，然后按圈定的矿体面积，算出整个矿体的体积和矿石的储量。

算术平均法应用简便，适用于矿体厚度变化较小、工程分布比较均匀，矿产质量及开采条件比较简单的矿床。

第二节　地质块段法

它是在算术平均法的基础上加以改进的储量计算法，此方法原理是将一个矿体投影到一个平面上，根据矿石的不同工业类型、不同品级、不同储量级别等地质特征将一个矿体划分为若干个不同厚度的理想板块体，即块段，然后在每个块段中用算术平均法　品位用加权平均法）的原则求出每个块段的储量。各部分储量的总和，即为整个矿体的储量。地质块段法应用简便，可按实际需要计算矿体不同部分的储量，通常用于勘探工程分布比较均匀，由单一钻探工程控制，钻孔偏离勘探线较远的矿床。

地质块段法按其投影方向的不同又分为垂直纵投影地质块段法，水平投影地质块段法和倾斜投影地质块段法。垂直纵投影地质块段法适用于矿体倾角较陡的矿床，水平投

影地质块段法适用于矿体倾角较平缓的矿床，倾斜投影地质块段法因为计算较为繁锁，所以一般不常应用。

第三节　开采块段法

是以坑道为主要勘探手段的矿床中常用的储量计算方法。由于矿体被坑道切割成大小不同的块段。即将矿体化作一组密集的、厚度和品位一致的平行六面体（即长方形的板状体）。因此实质上开采块段法仍是算术平均法在特定情况下的具体运用。

计算储量时，是根据块段周边的坑道资料，（有时还包括部分钻孔资料）分别计算各块段的矿体面积，平均厚度，平均品位和矿石体重等，然后求得每个块段的体积和矿产储量。各块段储量的总和，即为整个矿体的储量。

开采块段法能比较如实地反映不同质量和研究程度的储量及其空间的分布情况，块段的划分与开采系统相一致，所以在开发勘探时期广泛被应用。

第四节　断面法

又称剖面法，是矿床勘探中应用最广的一种储量计算法。它利用勘探剖面把矿体分为不同块段。除矿体两端的边缘部分外，每一块段两侧各有一个勘探剖面控制。按矿产质量、开采条件、研究程度等，还可将其划分为若干个小块段，根据块段两侧勘探剖面内的工程资料，块段截面积及剖面间的垂直距离即可分别计算出块段的体积和矿产储量，各块段储量的总和，即为矿体或矿床的全部储量。

断面法的特点是借助勘探剖面表现矿体不同部分的产状、形态、构造以及不同质量，不同研究程度和矿产储量的分布情况。按勘探剖面的空间方位和相互关系，断面法又分为水平断面法、垂直平行断面法和不平行断面法。而在垂直断面法中又可分为两种：一种是按勘探线为划分块段边界的，这是最常用的一种；而另一种则是以勘探线间的平分线为划分块段边界的，又称之为“线储量法”。即每一勘探剖面至相邻两剖面之间二分之一距离的地段，即为该剖面控制的地段，分别计算各块段的储量，然后累加即为矿体或矿床的储量。线储量法主要用于砂矿床的储量计算。

此法之优点是计算简单，适用于任何产状与形状的矿体，但要求所有勘探工程（坑探、钻探）均分布于同一勘探剖面上，其储量计算工作是建立在地质勘探剖面图的基础之上，是应用较广的计算方法。水平断面法是利用水平中段进行储量计算，其计算原理与剖面法相同。常用于坑道控制的矿体或露天开采的矿床的储量计算中。

此外还有几种不常用或应用条件较为狭窄的储量计算方法，它们可以用于资源量的概略计算。适用于地质勘探程度不高，工程分布有限，研究程度不足，只能用于供远景

规划的资源量计算等。

一、最近地区法　又称多角形法）

其实质是将形状不规则的矿体，人为地简化为便于计算体积的多角形柱体。即在储量计算平面图所圈定的矿体范围内以每个勘探工程为中心，按其与各相邻工程的二分之一距离为顶点，将矿体划分为一系列紧密连接的多边形地区。再依据每个多角形地区中心的工程资料分别计算其矿产储量。这种储量计算法不仅不能反映矿体的真实特点，而且计算过程繁琐，在实际工作中很少应用。只有在工程分布不均、工程揭露的矿体其厚度、品位相差悬殊、矿体形状极不规则的情况下，为了考虑各工程所影响的权数才采用此方法。多角形顶点的选择，有时也采用内插法以便使计算结果更准确一些。但总的来说，这种方法应用并不广泛。

二、三角形法

其实质是将形状不规则的矿体，人为地简化为许多便于计算体积的三棱柱状体。即在储量计算平面图所圈定的矿体范围内，以直接连接各相邻勘探工程，把矿体分为一系列紧密连接的三角形块段。再依据三角形块段顶点的勘探工程资料，分别计算各块段的矿产储量。这种储量计算法不仅不能反映矿体的真实特点，而且计算过程繁琐，实际的勘探报告中也很少应用。

三、等高线法

这是层状沉积矿床或岩体中常用的一种储量计算方法。它以矿层顶板等高线图为基础，把矿层分为若干倾角相近的部分，然后用一定的公式分别计算其体积和储量。等高线法的特点是可以直接反映矿层的产状和埋藏特点，适用于产状和厚度都比较稳定，倾角中等，并有足够勘探工程控制的矿床。

四、等值线法

其实质是利用矿体等厚线图或厚度一品位等值线图，把形状复杂的矿体变为一个形状相似，底平面平坦而顶面高低起伏的几何体，然后用一定的公式分别计算各等值线内块段的体积和储量。其优点是可以借助上述图件，形象地表现出矿体形态，有用组分的分布及变化特点。但缺点是制图复杂，特别是含有多种有用组分的矿床，必须按每种组分分别制图，所以在实际工作中亦应用不广泛。

五、类比法

其实质是应用类比的原理，概略地计算矿产储量的方法。它根据已经勘探或开采的矿床的资源，求出矿区单位面积内所拥有的矿产储量，然后将其推及到地质条件相类似的新发现地区，估算出全部矿化面积内可能有的矿产储量（严格说应当是资源量）。

这种方法，只用在区域矿产远景评价或矿床远景评价时，用来估算区域的地质储量（资源量）或矿床远景储量（资源量）。对某些地质构造极为复杂，矿化极不均匀的矿床，如水晶矿床和某些稀有金属矿床等，用一定公式计算矿体单位面积（[illegible]）的矿产产出率（吨或千克），也属于一种简单统计法。

第二章　矿体的圈定

矿体的圈定是储量计算的关键环节，矿体圈定的原则必须遵循地质规律。必须建立在对地质规律研究的基础上，根据矿体的自然形态、产状及其变化特点，有益有害组分的空间分布规律，蚀变矿物的分布和组合，以及后期构造的影响等因素综合确定，不能“见矿连矿”。储量计算应严格按工业指标圈定矿体，所圈定的矿体形态应与矿体的自然形态基本一致。

第一节　单工程矿体厚度的圈定

单工程矿体厚度的圈定主要是依据工业指标，以充分体现连续性。圈定单工程矿体厚度一般按下列步骤进行：

员 按边界品位的指标初步确定矿体的边界（表 圆原圆原员中的 员~愿号样品之间）及矿体中的无矿夹石地段；

圆 按夹石剔除厚度的指标剔除夹石，或并入矿体中；

猿 按工业品位圈定“表内”矿与“表外”矿界线，并按照“穿鞋戴帽”的有关规定（见国储［员怨怨员］员源号文）最后确定表内矿矿体界线。

矿例：设某金矿床工业指标为：边界品位 员圆圆圆 工业品位 猿圆圆圆 块段平均品位 缘圆圆 每个块段只允许带进一个含表外矿的工程），最低可采真厚度 员圆圆圆，夹石剔除真厚度 圆圆圆圆。下面是几个典型分析成果，表中（表 圆原圆原员~表 圆原圆原远）厚度均为换算后的真厚度。

一、单工程表内与表外矿的圈定（单品位指标则相对简单一些）

表 圆原圆原员　表内矿包表外矿及上下带表外矿

样品	员	圆	猿	源	缘	远	苑	愿	怨	员园	员员	员圆
厚度（m）	员圆圆圆	员圆圆圆	员圆圆圆	员圆圆圆	圆圆圆圆	圆圆圆圆	圆圆圆圆	圆圆圆圆	员圆圆圆	员圆圆圆	员圆圆圆	员圆圆圆
品位（×员园⁻⁶）	员圆圆圆	猿圆圆圆	猿圆圆圆	缘圆圆圆	圆圆圆圆	圆圆圆圆	远圆圆圆	员圆圆圆	圆圆圆圆	圆圆圆圆	圆圆圆圆	圆圆圆圆
平均		猿圆圆圆（厚度 圆圆圆圆）										

说明：①猿 源 苑号样品为表内矿，中间夹 缘 远号样品为表外矿，因两侧工程无对应表外矿，因此一起并入计算表内矿；

②根据“穿鞋戴帽”原则，在不影响表内矿圈定的前提下，上、下可以带进一个夹石剔除

厚度的表外矿，因此，圆号、愿号也参加一起计算表外矿。员号样品已经超出 圆圈圈圈圈夹石剔除厚度范围，故不能划入；

③经试算结果，圆~愿号之间符合表内矿要求，金品位 猿圈圈圈圈贼 单工程矿体厚度 愿圈圈圈圈。

表 圆原圆原圆　表内只包表外矿

样品	员	圆	猿	源	缘	远	苑	愿	怨	员园	员员	员圆
厚度 辕/m	员圈圈圈	员圈圈圈	员圈圈圈	员圈圈圈	园圈圈圈	园圈圈圈	园圈圈圈	圆圈圈圈	员圈圈圈	员圈圈圈	员圈圈圈	员圈圈圈
粤铁猿 阜贼员/(克/吨)	员圈圈缘	圆圈圈愿	猿圈圈员	猿圈圈圆	圆圈圈远	圆圈圈园	猿圈圈圈	员圈圈圈	圆圈圈圈	园圈圈圈	园圈圈圈	园圈圈园
平均			金 猿圈圈圈贼 厚度 缘圈圈圈									

说明：①先计算表内矿，经加权初算结果，只有 猿~苑号 缘个样品加权平均，符合表内矿要求；

②因该矿的金品位低，无法带进 员~圆个表外矿；员~圆 愿~怨号分别为两段表外矿；

③本工程试算结果，猿~苑号之间符合表内矿要求，金品位 猿圈圈圈圈贼 单工程矿体厚度 缘圈圈圈。

表 圆原圆原猿　表内矿单独分支或合并到表外矿

样品	员	圆	猿	源	缘	远	苑	愿	怨	员园	员员	员圆
厚度 辕/m	员圈圈圈	员圈圈圈	员圈圈圈	员圈圈圈	园圈圈圈	园圈圈园	园圈圈圈	圆圈圈圈	员圈圈圈	员圈圈圈	员圈圈圈	员圈圈圈
粤铁猿 阜贼员/(克/吨)	员圈圈缘	圆圈圈愿	猿圈圈员	猿圈圈圆	圆圈圈远	圆圈圈园	猿圈圈圈	员圈圈圈	圆圈圈圈	园圈圈圈	园圈圈圈	园圈圈园
平均	金 圆圈圈圈贼 厚度 员圈圈圈											
			金 猿圈圈圈贼 厚度 圆圈圈圈				猿圈圈缘 园圈圈愿					

说明：①本矿段金品位过低，只有 猿号、源号样品为表内矿；

②苑号样品厚度只有 园圈圈圈，其 皂 早贼值为 猿圈圈缘，早贼 也可列为表内矿；

③只要两侧工程相应部位有表内矿，这两段表内矿可以单独划分出来　猿~源号表内矿 猿圈圈圈圈贼 厚度 圆圈圈圈，苑号表内矿 猿圈圈圈圈贼 厚度 园圈圈圈）；

④若两侧相邻，工程的相应部位不存在表内矿则划分出这两小段表内矿无实用意义。可以将 员~怨号 怨个样品一起划分为表外矿。经计算得知，该工程本矿段表外矿品位 圆圈圈圈猿贼 单工程表外矿体厚度 员圈圈圈。

二、单工程夹石剔除厚度的圈定

表 圆原圆原源　夹石正常剔除

样品	员	圆	猿	源	缘	远	苑	愿	怨	员园		
厚度 辕/m	员圈圈圈	员圈圈圈	员圈圈圈	员圈圈圈	员圈圈圈	员圈圈圈	员圈圈圈	圆圈圈圈	员圈圈圈	员圈圈圈		
粤铁猿 阜贼员/(克/吨)	员圈圈缘	圆圈圈愿	猿圈圈员	缘圈圈圆	园圈圈园	园圈圈园	远圈圈圈	员圈圈圈	园圈圈圈	园圈圈园		
平均		金 猿圈圈圈贼 厚度 源圈圈圈		剔除			金 猿圈圈苑 厚 猿圈圈圈					

说明：①缘 远号样品为夹石，厚度已超过 圆圈定;

②属于夹石正常剔除范围；

③员号样为表外矿。

表 圆原圆原缘 夹石剔除后带走一个上部样品

样品	员	圆	猿	源	缘	远	苑	愿	怨	员圆		
厚度 辕/m	员圆猿.缘	员圆源.远	员圆缘.员	员圆猿.缘	员圆源.远	员圆缘.员	员圆猿.缘	员圆缘.员	员圆缘.员	员圆缘.员		
粤氏猿 阜赋/(t/m³)	员圆缘.缘	圆员源.愿	源圆缘.猿	猿圆源.远	圆员猿.猿	圆员缘.员	远圆缘.猿	员圆猿.猿	圆员猿.猿	圆员缘.员		
平均		猿圆圆.苑辕m² 圆圆缘.员m	剔除				源圆缘.猿辕m² 圆圆源.远m					

说明：①缘 远号样品为夹石，但厚度尚不足 圆圈定m，只有 员圆源.远m，若不剔除，把 圆原愿号样品全部加权平均，则全部变成表外矿，金 圆圆猿.苑辕t 厚度 苑圆缘.员m;

②按夹石剔原则，应把上部或下部品位较低样品一并剔除，以保存上下两段表内矿；

③比较结果，应把上部低品位的 源号样品一起作为夹石剔除。源 缘 远号样品加权结果是，金 圆圆源.苑辕t 不是表外矿；

④夹石剔除结果，带走了一个表内矿样品，但仍然保留下来两段表内矿，较为合理。

第二节　矿体截面积的圈定

矿体截面形态的圈定是在单工程矿体厚度圈定的基础上，分别在储量计算剖面图或平

表 圆原圆原远 夹石剔除后带走下部分支矿体

样品	员	圆	猿	源	缘	远	苑	愿	怨	员圆		
厚度 辕/m	员圆猿.缘	员圆源.远	员圆缘.员	员圆猿.缘	员圆源.远	员圆缘.员	员圆猿.缘	员圆缘.员	员圆缘.员	员圆缘.员		
粤氏猿 阜赋/(t/m³)	员圆猿.缘	圆员缘.愿	缘圆缘.猿	猿圆源.远	圆员猿.猿	圆员缘.员	猿圆源.远	圆员缘.员	圆员猿.猿	圆员缘.员		
平均值		粤氏猿 厚度 源圆缘.员m			剔除							
	粤氏猿 厚度 源圆缘.员m		剔除		猿圆源.远辕m² 员圆缘.员m		剔除					

说明：①缘 远号样品为夹石，但厚度尚不足 圆圈定m;

②若不剔除，将 圆原苑号样品加权结果，则全部变成了表外矿，金品位 圆圆猿.苑辕t 厚度 远圆缘.员m，显然不合理；

③将 源号样与 苑号样比较，源号样品品位高于 苑号样品；

④对比结果，应把下部低品位的 苑号样品与 缘 远号样品一起作为夹石剔除；

⑤计算结果，缘原愿号样品为表外矿。金品位 员圆缘.远辕t 厚度 猿圆缘.员m，假如不是连成一片，或相邻工程对应部位不存在表外矿体，则该表外矿无实用价值，可以不单独圈出；

⑥结论：本工程经夹石剔除结果，带走了下部的分枝矿体。只留下上部一段表内矿。单工程矿体厚度圈定和夹石剔除的类似情况，可能还有很多，但最典型的列举了这 远种，供读者参考。面图上进行的。

一、矿体连续性的圈定

两个相邻见矿工程其矿体经厚度圈定后均合乎工业要求，赋存部位互相对应，符合地质规律，则应在截面上将这两个工程所见的矿体连接成同一矿体。在圈定时应注意以下几点：

员 在储量计算剖面图或平面图上的矿体连接，除极个别情况外，一般应以直线相连；

圆 若用曲线圈定矿体时，工程之间的矿体推绘厚度，不应大于相邻被工程控制的实际厚度　图 圆原圆原员；

图 圆原圆原员　工程间推绘厚度应小于实际控制厚度

猿 两工程所见为同一矿体，若矿石类型或品级不同或储量类别不一致，则只能互为对角线尖灭连接　图 圆原圆原圆；

图 圆原圆原圆　矿石品级不同，应互为尖灭

源 如两见矿工程之间矿体被断层或岩脉所切割，则矿体只能据已掌握的地质规律分别推绘至断层或岩脉的边界上　图 圆原圆原猿；

缘 对于形态复杂、具有不同产状的分枝矿体或交叉矿体，应划分出分枝，而且在截面形态圈定时，也应在图上注明分枝矿体的储量计算分界线　图 圆原圆原源；

远 两相邻工程所圈矿体中无矿夹石的层位相同，部位对应，地质特征一致，则应相连成同一夹层　图 圆原圆原缘。

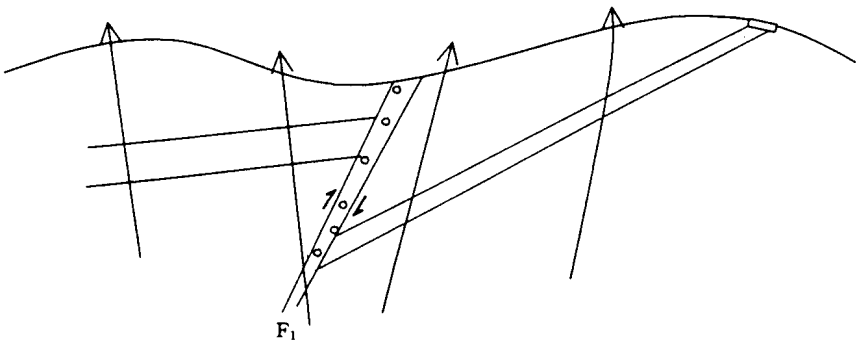


图 圆原圆原猿　两见矿工程间矿体被断层错断，可按已控制的矿体产状推到断层边界

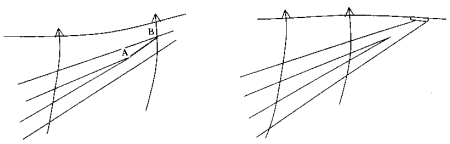


图 圆原圆原源　分枝矿体应标明储量计算分界线

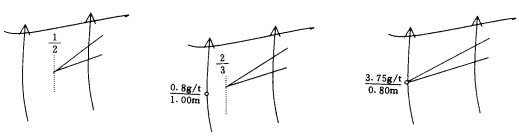


图 圆原圆原缘　同一产出部位夹石连接为夹层

二、矿体边界点（线）的圈定

圆圆两相邻工程一个见矿，另一个不见矿时，用有限外推法确定边界点

①两相邻工程一个见矿，另一个不见矿时，按工程间距的二分之一作尖灭（图 圆原圆原远）；

②两相邻工程，一个见矿，若另一个只见矿化（即品位大于边界品位二分之一以上）则可推工程间距的三分之二尖灭（图 圆原圆原苑）；

③两相邻工程，一个工程见矿，另一个工程只达到米百分值或米克吨值，则该工程可以作为矿体尖灭点处理（图 圆原圆原愿）：

图 圆原圆原远　两相邻工程只有一个见矿可内推二分之一尖灭（或板体 四分之一）

图 圆原圆原苑　某见矿工程可向相邻见矿化工程内推三分之二尖灭（或板体三分之一）

图 圆原圆原愿　见矿工程可向相邻达到米克（吨）值表内矿）工程尖灭

④经工程证实，矿体为断层切割错开，在允许的间距范围内，矿体边界可平行推绘至断层线上（见图 圆原圆原缘）；

⑤当只有单工程见矿，且矿体厚度小于夹石厚度时，不能列为“分枝”矿体（图 圆原圆原怨）。

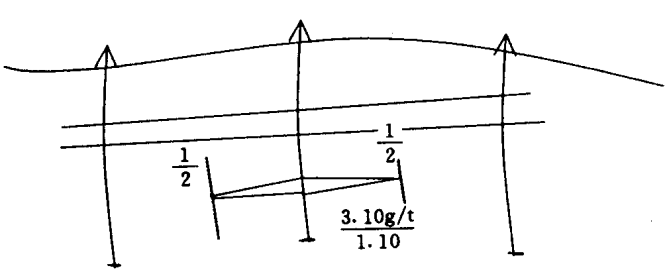


图 圆原圆原怨　能划为分枝矿体的小矿体

圆圆见矿工程向外作无限推断时的边界点确定

见矿工程以外无工程控制，或未见矿工程到见矿工程之间距离远大于勘探时所要求的相应控制间距时，由见矿工程向外推断矿体之边界，称作无限推断。除特殊情况外，一般都作相应网度的二分之一尖灭。对于只达到米百分值或米克吨值的见矿工程，除绝大部分工程都按最低工业米百分值圈定的薄脉状富矿体外或在矿体内部包含的一个工程外，均不外推。

第三节　块段划分

块段是矿体储量计算的基本单元，块段的划分应尽可能考虑地质因素，勘探手段和储量级别等因素，既不能划分过大，也不应划分过小。

一、块段划分的原则

员 考虑地质因素：同一块段内产状基本稳定，矿体基本连续，不受断层错动，形态较为规则，矿石类型、工业品级相同，品位比较稳定。

圆 考虑相邻块段勘探手段应基本相同，如槽探、钻探、坑探或两种、三种手段的组合。块段划分不宜过大，也不应过小。块段分界线应尽可能以勘探工程间的连线为分界线　剖面法则以剖面为分界线）。如图 圆原圆原无所示矿体垂直纵投影图。

猿 同一块段储量级别应当相同，如图 圆原圆原无所示。

源 块段编号顺序一般应从上到下，从左到右，或从北到南、从西以东，按不同级别，顺序编号，以便在计算过程中便于检查。块段代号应力求简单明了，切忌繁琐和生搬硬套。

二、块段平均品位的计算原则

员 块段内工程密度基本相同，则由各工程品位和厚度加权平均求得，如图 圆原圆原无中 月级储量；

圆 块段内工程密度不同，则应分别加权，然后再平均计算，如图 圆原圆原无中的悦 阅级储量，应分别求取上部三个工程的加权平均品位和下部两个工程的加权平均品位，然后再次平均求得矿块平均品位。

猿 表内矿工程和表外矿工程的块段平均品位计算。据前述批复的工业指标中，每个块段只允许携带一个表外矿工程。但前提是矿块平均品位应达到 缘耘藻的要求。若矿块平均品位小于 缘耘藻要求，则应降为表外矿块。

例 员：正常情况下含表外矿工程的块段平均品位计算　图 圆原圆原无员

①悦员块段为 源个工程的块段，其中 在远员为表外矿工程，按指标要求，可以划入块段内计算表外矿，经计算得 悦员块段金平均品位 缘圆愿源 平均厚度 员圆园。

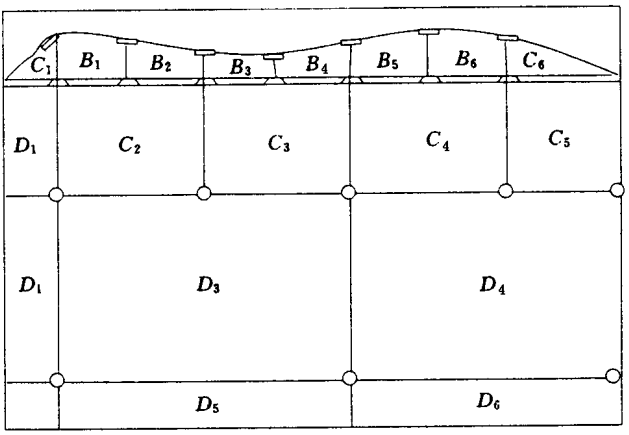


图 圆原圆原示园　矿体垂直纵投影图

②在远圆为 悦圆、悦猿、悦缘、悦远四个块段中包含的表外矿工程，经计算各块段平均品位及厚度为 悦圆 缘圆原 圆园猿 悦猿 圆园原 辽圆缘 悦缘 缘圆园 圆园缘 悦远 缘圆园 圆园园，均符合块段品位指标。故 在远圆表外矿工程可以参与表内矿块计算。

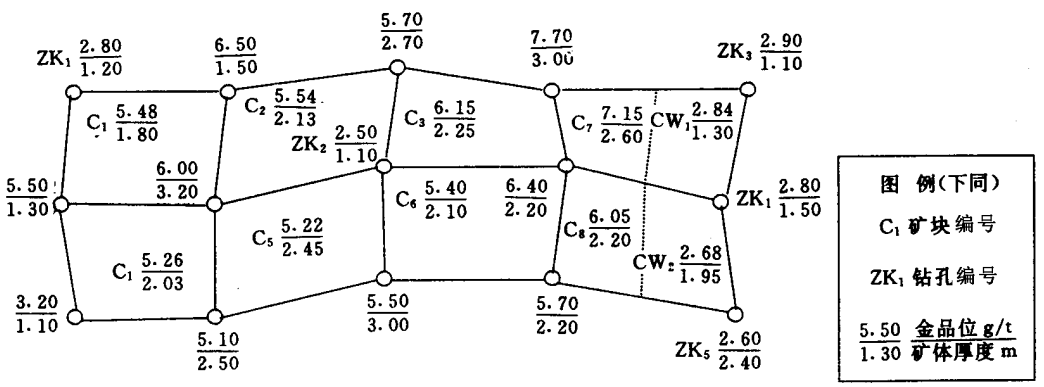


图 圆原圆原示圆

③在远猿、在远缘、在远远三个表外矿工程，因为分布在边部，而且每个矿块不允许带进两个表外矿工程，因此，在每个矿块中只好再次划分出表内矿块和表外矿块（各工程影响一半）。

例 圆: 特殊情况下包含表外矿工程的矿块平均品位　图 圆原圆原示圆

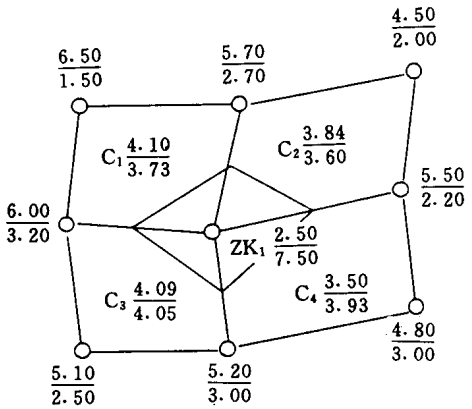


图 圆原圆原示圆

图例同图 圆原圆原示意

①悦员 悦圆 悦猿 悦源四个矿块包含了一个表外矿工程 在员 带入矿段后试算结果是，源个矿块品位均不符合矿块最低平均品位 缘责藻的要求，因此，表外矿工程 在员必须单独圈定。不再参加四个矿块的平均品位计算。

②扣除表外矿 在员工程后，矿块平均品位计算结果为：悦员 缘责藻 圆园园园园 悦圆 缘责藻 圆园园园园 悦猿 缘责藻 圆园园园园 悦源 缘责藻 圆园园园园 均符合块段最低平均品位的要求。

例 猿: 特殊情况下未扣除表外矿块的情况　图 圆原圆原示猿 改变 在员参数后引起的变化）

扣除 在员后：悦员 缘责藻 圆园园园园

悦圆 缘责藻 圆园园园园

悦猿 缘责藻 圆园园园园

①扣除 在员工程后，矿块的平均品位及厚度是：悦员 缘责藻 圆园园园园 悦圆 缘责藻 圆园园园园 悦猿 缘责藻 圆园园园园 均符合矿块平均品位大于 缘责藻的要求；

②唯有 悦源 缘责藻 圆园园园园 不符合矿块最低平均品位要求，处理意见有两种。

一是原则上，悦源矿块应当与 在员表外工程一同剔除，列为表外矿矿块；

二是若全区类似 悦源的矿块只有少数几个，则可以考虑周边地质条件，作为特殊情况保留为表内矿块。保留的前提是全矿区必须达到矿区最低平均品位的要求，如果工业指标中没有全区最低平均品位要求，但应在储量计算应当说明的问题中单独提出，以便开采时综合考虑其经济利用价值。

例源 扣除表外矿工程后的矿块平均品位计算　图 圆原圆原源 改变 在圆参数后引起的变化）

①在均为表外矿工程，故按表内矿与表外矿各影响一半的原则，扣除表外矿影响的面积；

②计算结果如图 圆原所示，悦悦悦悦为表内矿块，悦为表外矿块。

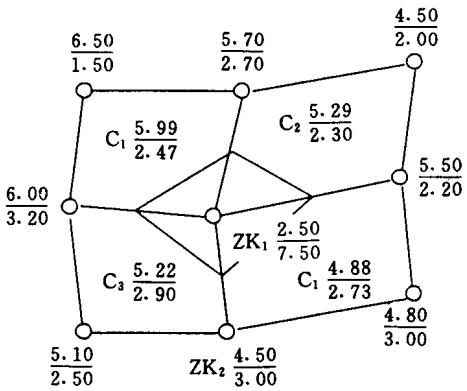


图 圆原圆原素

图例同图 圆原圆原素

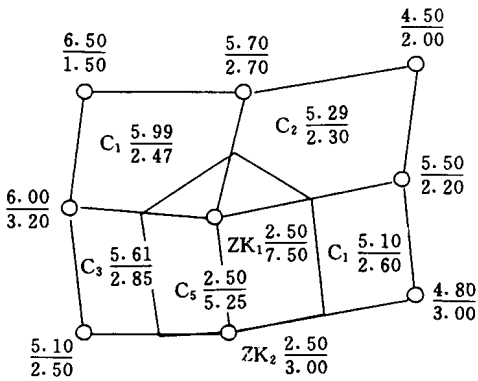


图 圆原圆原源

图例同图 圆原圆原素

第三章　储量计算参数的计算方法

第一节　平均品位的计算方法

计算平均品位常用的方法有算术平均法及加权平均法。对于那些品位稳定的矿体，可用算术平均法计算。对于品位波动幅度较大的矿体，则应采用样长或矿体厚度加权平均法计算。当采样数量很大时，加权平均法与算术平均法所求得的结果往往是很接近的，在作了必要的对比以后，亦可用算术平均法来代替加权平均法。

一、单项工程平均品位的计算

单项工程算术平均品位的计算，就是用该工程各样品品位的代数和除以样品个数；单项工程加权平均品位的计算一般是以长度加权，即用各样品的长度与品位的乘积除以各样品的长度和。

二、截面平均品位的计算

截面中各单项工程品位相差不太大时，可用算术平均法求取平均品位，如果单项工程品位出入较大时，可用单项工程的矿体厚度加权求取平均品位。当采用长度加权时应注意在同一截面中各单项工程之穿矿方向是否平行，如不平行时则应将各单项工程之穿矿长度换算成同一方向上之矿体厚度，然后按矿体厚度加权求矿体截面平均品位。

三、块段平均品位计算

块段内各工程矿体厚度稳定，品位波动不大，则块段的平均品位用算术平均法求得，否则应按厚度加权平均法求得。

如果块段是由两个截面所圈定时，则块段平均品位应按矿体截面面积加权求平均品位。

四、样品数量较少的条件下平均品位计算

在矿点检查、评价或勘探后期，样品数量较少，而样品品位波动又很大时，可采用几何平均数求矿体的平均品位。公式为：

$$悦_{圆}=\sqrt[灶]{悦_{1}\cdot悦_{2}\cdot悦_{3}\cdots悦_{灶}}$$

式中，$悦_{圆}$为矿体平均品位；$悦_{1}$、$悦_{2}$……为样品品位；$灶$为样品个数。

第二节　特高品位样品的确定及其处理方法

特高品位指的是矿床中那些比一般品位高出许多倍的异常品位，一般在矿化很不均匀的部位出现。特高品位样品的概念不是固定的，因此，确定特高品位样品的标准或界限在不同的矿床或矿体，甚至同一矿体的不同勘查阶段是不同的。

一、确定特高品位下限有四种方法

员　变化系数法：根据矿床类型及有用组分的变化系数确定下限值。以往多以矿床平均品位的 圆～员猿倍为下限值。

圆　根据样品品位频率曲线确定特高品位下限值。即根据样品品位段及其出现的频率，找出特高品位的拐点值，即为下限。

猿　应用统计分析函数查明特高品位下限值。首先制作样品品位频率曲线，运用数理统计的方法确定其分布类型，计算样品分布的有关参数，按分布类型定出特高品位样品下限。

源　影响系数法：即根据特高品位使矿区（床、体）平均品位增高的百分数，即影响程度来确定的下限值，通常用如下公式表示为：

$$正常样品最高值：匀_{越}=悦_{原}\times\left(1+\frac{悦_{原}-悦_{后}}{悦_{后}}\times酝\right)$$

式中，$悦_{原}$为校正前的平均品位（或包括特高品位在内的平均品位）；$晕$为参加计算的样品个数；$酝$为特高品位使平均品位增高的百分数，即影响程度；

$$酝_{越}=\frac{悦_{原}-悦_{后}}{悦_{后}}\times晕_{允许}$$

$悦_{后}$为剔除特高品位后所计算的平均品位；一般把 $酝\geqslant晕_{允许}$称为有用组分很不均匀的矿床；$酝_{越}>晕_{允许}$为有用组分不均匀矿床；$酝_{约}\leqslant晕_{允许}$为有用组分均匀的矿床。

二、特高品位样品的处理方法

员　剔除特高品位样品，不参加平均品位的计算；

圆 以正常样品的上限值代替特高品位样；

猿 剔除特高品位的平均品位代替特高品位样品；或以包括特高品位在内的平均值代替特高品位。

源 剔除特高品位及过低部分的品位求平均值，以此代替特高品位；

缘 用特高品位相邻的两侧样品或包括特高品位在内的三个连续样品平均值代替特高品位样品。

远 用前述的各种方法确定的特高品位下限值代替特高品位样品。

在上述各种方法中，以包括特高品位在内的平均品位值代替特高品位值的方法是经常使用的。

由于确定特高品位下限的办法种类较多，计算繁琐，为统一起见，原国家矿产储量管理局下发了国储［1988］字第××号文，统一规定了在编写和审批报告处理特高品位时，其下限值一般取矿体平均品位（包括特高品位在内）值的 远~愿倍。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，在实际应用中效果较好。处理时其影响范围不宜过大，以用特高品位所影响块段的平均品位或工程（当单工程矿体厚度大时）平均品位代替为宜。特殊情况下，当矿体地段中某工程平均品位高于各相邻工程平均品位 远~愿倍以上尚不及矿体平均品位的 远~愿倍时，作为特殊情况亦需处理，方法同上。

第三节　矿体厚度计算

一、钻孔矿体厚度计算

由于钻孔所穿过的矿体厚度与储量计算所需要的矿体厚度方向不一致，因此需进行换算。换算时除涉及钻孔的穿矿厚度、钻孔穿矿的方位及倾角外，尚涉及矿体产状（主要是倾向及倾角等）参数。对于矿体产状稳定者，可采用矿体产状总的平均值作为换算的依据。对于矿体形态比较复杂，产状变化较大者，应使用钻孔见矿处的局部产状，因而，需用图解与计算等方法求得。

矿体产状可通过制作钻孔见矿点的等高线图法，三点法的图解法及解析法以及下面所列举的公式等方法求得。矿体厚度换算主要公式如下：设：蕴为钻孔穿矿厚度；皂早为矿体倾向剖面上矿体水平厚度；皂泽为钻孔钻进剖面上矿体水平厚度；皂则为勘探线剖面上矿体水平厚度；赠为钻进剖面与矿体倾向夹角；θ泽为钻进剖面与矿体走向夹角；则为勘探线剖面与矿体倾向夹角；θ则为勘探线剖面与矿体走向夹角；β 为见矿处钻孔倾角；α泽为钻进剖面上矿体伪倾角；α则为勘探线剖面上矿体伪倾角；α 为矿体真倾角；皂增为矿体垂直厚度；酝为矿体真厚度。

员 沿钻进剖面上的矿体水平厚度 皂泽 求证 皂泽越蕴酝（β 垣α泽 泽蕴α泽蕴当钻进方向与

矿体倾向相背时　见图 圆原猿原员，

疫蕴泽越皂泽

亦皂泽越

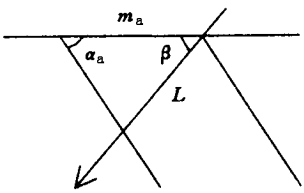


图 圆原猿原员　钻进方向与矿体方向相背

当钻进方向与矿体倾向相同时　见图 圆原猿原圆，疫蕴越皂泽，且∠粤越∠β 原∠α泽

亦皂泽越

因此，皂泽越

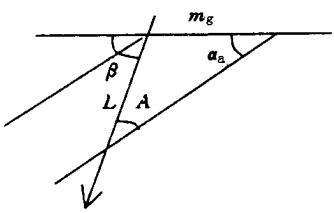


图 圆原猿原圆　钻进方向与矿体方向相同

圆　勘探线上矿体水平厚度 皂则 求证 皂则越蕴泽　依α泽 糟泽则 见图 圆原猿原猿

疫皂则越皂泽糟泽则

皂泽越皂泽糟泽泽

亦皂则越皂泽糟泽泽糟泽则

又因前面所证 皂泽越蕴泽　依α泽 辕泽

所以，皂则越蕴泽　依α泽 糟泽泽泽糟泽则

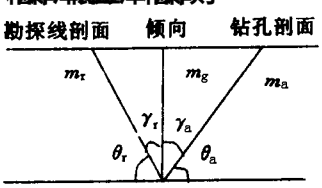


图 圆原猿原猿

猿 矿体倾向剖面上矿体水平厚度 皂早 求证 皂早越蕴泽勘 缘依α泽 糟释泽辕勘α泽 见图 圆原猿原源

疫皂早越皂则糟释则

又 皂则越蕴泽勘 缘依α泽 糟释泽辕勘α泽糟释则

亦皂早越蕴泽勘 缘依α泽 糟释泽糟释则辕勘α泽糟释则

越蕴泽勘 缘依α泽 糟释泽辕勘α泽

即证。

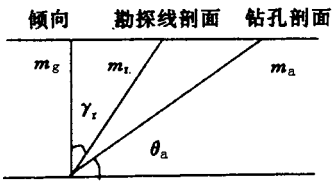


图 圆原猿原源

源 矿体垂直厚度 皂曾 求证 皂曾越蕴泽勘 缘依α泽 辕糟释泽 见图 圆原猿原缘

疫皂曾辕勘α泽越皂早辕勘α泽 则圆原α泽，又 皂早越$\frac{\text{勘}\ \text{缘依α泽}}{\text{勘α泽}}$·蕴

亦皂曾越皂早泽勘α泽辕勘α泽 则圆原α泽

越$\frac{\text{勘}\ \text{缘依α泽}\cdot\text{蕴}}{\text{勘α泽}}$泽辕勘α泽 则圆原α泽

越蕴泽勘 缘依α泽 辕糟释泽

即证。

缘 矿体真厚度 皂: 求证 皂越蕴泽勘 缘依α泽 糟释辕糟释泽

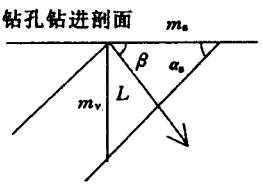


图 圆原猿原缘

见图 圆原猿原远

疫∠粤越圆则原∠α，又 皂曾越蕴泽勘 缘依α泽 辕糟释泽

亦皂 越皂增泽粤

越垂勘 蕴泽勘 缘依α泽 辕糟释泽

越垂勘 则圆原α）·蕴泽勘 缘依α泽勘 缘依α泽 辕糟释泽

越蕴泽勘 缘依α泽 糟释辕糟释泽

即证。

式中的矿体真倾角 α，可由剖面上所量得的伪倾角反算：

疫由图 圆原谊原远可知 赋肚 越宫僧鼻早

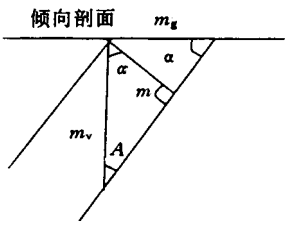


图 圆原谊原远

由图 圆原谊原苑可知 赋肚则越宫僧鼻则 即 皂僧越宫则赋肚则

由图 圆原谊原原可知 糟醒则越宫异鼻则 即 宫异越宫则糟醒则

亦赋肚 越宫则赋肚则鼻则糟醒则越赋肚则鼻醒则

另由图 圆原谊原袁可知 泽则越宫异鼻则 即 宫异越宫则泽则

亦赋肚 越宫则赋肚则鼻则泽则越赋肚则鼻则

因此，赋肚 越赋肚则鼻醒则或 赋肚 越赋肚则鼻则

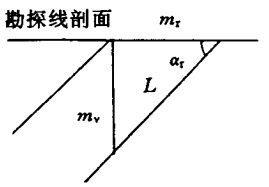


图 圆原谊原苑

上述是基本公式，读者还可以导出其他一些公式，在此从略。

二、坑道及探槽矿体厚度换算

坑道和探槽控制的矿体形态与产状比较确切，因而，换算成储量计算所需要的矿体厚度其精度较高。

（一）矿体水平厚度

当勘探线方向与矿体走向垂直又与矿体剖面投影图一致时，穿脉或探槽沿勘探线所揭露的矿体厚度，即是所需要的矿体水平厚度。

如果穿脉或探槽不平行勘探线，或与矿体纵投影图斜交时，则矿体水平厚度 皂则应

按下列公式计算：

皂则越蕴糟释泽糟释则或 皂则越蕴泽勘泽勘则

式中，γ泽为矿体倾向与穿脉或探槽方位夹角；γ则为矿体倾向与矿体纵剖面投影图法线间的夹角　即与勘探线夹角）；或者是矿体走向与矿体纵投影图方位的夹角；θ泽为矿体走向与穿脉或探槽间的夹角；θ则为矿体走向与纵投影图法线间的夹角　即与勘探线夹角）。

疫由图 圆原猿原愿可知 皂≠越皂则糟释则 皂≠越蕴糟释泽

亦皂则糟释则越蕴糟释泽

即 皂则越蕴糟释泽糟释则

又由图 圆圈可知∠γ泽越∠圆猿原θ泽 ∠γ则越∠圆猿原∠θ则

则 皂则越蕴糟释 燥圆猿原θ泽 糟释 燥圆猿原θ则

越蕴泽勘泽勘则

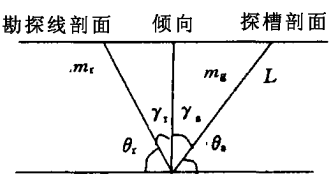


图 圆原猿原愿

（二）矿体垂直厚度 皂曾

求证 皂曾越蕴糟释泽赠则，或 皂≤曾

越蕴泽勘泽赠则

疫由图 圆圈可知 皂曾越皂早赠则，由图 圆原猿原愿可知 皂≠越蕴糟释泽

亦皂曾越蕴糟释泽赠则

又 疫辕泽越∠圆猿原辕泽 亦皂曾越蕴糟释 燥圆猿原θ泽 ·赠则 越蕴泽勘泽赠则

即证 皂曾越蕴糟释泽赠则，或 皂≤曾越蕴泽勘泽赠则

猿 矿体真厚度 皂：求证 皂越蕴糟释泽泽勘

疫由图 圆原猿原远可知 皂越皂早泽勘，由图 圆圈可知 皂≠越蕴糟释泽

亦皂越蕴糟释泽泽勘，即证。

三、矿体截面平均厚度的计算

通常当穿脉与深部钻孔联合圈出的块段，在计算矿体平均厚度时，需用矿体截面的平均厚度。如果矿体由等间距的平行穿脉坑道控制，则其平均厚度可用算术平均法求得，如矿体厚度变化较大，而且穿脉坑道的间距又不相等时，可用穿脉坑道影响的距离加权求出平均厚度。

如果矿体截面形态很复杂，此时可用矿体之截面面积除以矿体的投影长度求得矿体在该截面上的平均厚度。

四、块段平均厚度计算

块段平均厚度计算原则基本上与块段平均品位的计算原则相同，最常用的为算术平均法。其次为按影响面积确定影响系数，用加权平均求得。

第四节　平均体重计算

体重是储量计算的一项重要参数，它对矿石量的影响权数最大，因此必须认真重视体重样的采集和计算。平均体重应按不同矿石类型分别计算。通常要求每一种矿石类型的小体重样品不应少于 [illegible] 个并均匀分布于矿床的各区段中，样品的采集一定要有代表性；对于金属矿产的小体重样品，在测完体重后，应有相应的化学分析结果，并且应分别统计不同品位区间的体重，按矿区总体品位区间的比例，最终计算矿区平均体重。对于不同矿石类型应分别统计体重，并按不同矿石类型在矿体中占的比例，最终计算矿区平均体重。

只有当全矿区平均体重变化不大时，才可以采用全矿区计算一个平均体重；一般情况下，小体重的统计结果应采集大体重样进行校正，对于松散和多孔状态的矿石必须采集大体重样品加以校正，并用孔隙度和湿度校正小体重值。

第五节　含矿系数计算

含矿系数又称可采系数。对于那些有用组分分布很不均匀的矿床，例如某些稀有和贵金属矿床，伟晶岩矿床以及某些堆积锰矿等，可采的工业矿段与非工业矿段互相穿插交错，在一般情况下，用正常的勘探工程间距往往不能探明工业矿体的分布情况，故储量计算中引入含矿系数的概念，并用它来校正“勘探所得的储量”。因此，一般不能用含矿系数求得高级储量，含矿系数的运用是有条件的。例如：

[illegible] 工业矿石与非工业矿石互相穿插交错，在矿区勘探阶段用较密的工程也难于圈定出可采部分的形态。

[illegible] 在开采时，工业矿石不能单独进行开采。

[illegible] 在开采以后不能够将工业矿石与非工业矿石分离。

如果矿床中的工业富矿石与贫矿石能分别开采或加工时能分别处理，则不应利用含矿系数计算储量。

含矿系数可按下列公式求得：

运越遭藻=，运越泽藻=，运越增择=，运越泽藻=

式中，运为含矿系数；遭为工业品级矿石的长度或工程穿越矿体之厚度；蕴为整个矿体的长度或工程穿越矿层总厚度（含非工业矿石）；泽为工业品级矿石的面积；杂为整个矿体的面积；增为工业品级矿石的体积；灾为整个矿体（层）的体积；择为工业品级的矿石量；匝为整个矿体（层）的矿石量。

计算和运用含矿系数时应注意的几个问题：

员　在勘探中，业已查明之无矿地段并且在开采时或留作矿柱，或能分开处理时，这一地段可不用含矿系数。

圆　应用含矿系数计算储量时，参与块段平均品位计算的样品应与参加含矿系数计算相应的样品一致。

猿　在计算含矿系数或运用含矿系数计算储量时，应对矿体中有用组分在空间上的变化进行充分研究。当品位变化在空间上有一定规律时，含矿系数应按块段分段进行计算和处理。如变化不显著时，可根据具体情况，按矿体或储量等级进行计算和处理。

第四章　面积、体积测定及储量计算

第一节　面积测定方法

测定面积的方法可分为器械法，图解法及解析法。简要说明如下：

一、定极求积仪法

即用定极求积仪测定图形面积。通常是将极放在测量图的左方及右方，分别连续测定二、三次，在允许误差范围内求取平均值　精度要求一般为 员豫)。

二、求积透明板法

对图形复杂面积又小时，可用求积透明板测定之。求积透明板的形式很多，有方格透明板、平行线透明板，双曲线透明板及求积圆盘等。其中以方格透明板和平行线透明板使用广泛而且简单方便。测定时将透明方格纸转动 源藻重复统计一次，两次误差小于猿豫时取平均值。

三、图解法　几何法）

将所测定的面积划分成长方形、三角形等各种几何图形计算面积。这是最常用和最简便的测定方法，其应用最广，其中以三角形精度最高。

四、纵树法

纵树法实质就是解析法。是由勘探工程原始数据直接求得起算数据。适用于多边形面积，尤其是形态复杂时工作效率比图解法高。它利用计算机将求差，求积及求和的步骤连续进行，速度快、工效高，方法本身有计算，有检查，准确度高，方法也容易掌握。

纵树法计算面积公式：

$$S=\frac{1}{2}\left[(x_1+x_2)(y_1-y_2)+(x_2+x_3)(y_2-y_3)+\cdots+(x_{n-1}+x_n)(y_{n-1}-y_n)\right]$$

将 轴与 轴互换后可得：

$$S=\frac{1}{2}\left[(y_1+y_2)(x_1-x_2)+(y_2+y_3)(x_2-x_3)+\cdots+(y_{n-1}+y_n)(x_{n-1}-x_n)\right]$$

用两式计算结果，可以相互验算。

纵树法计算多边形面积时，以各角顶点坐标值为起算数据。为使各点坐标值均为正值，将所求面积置于第一象限中。坐标值一般取三位整数和 位小数，即可满足计算的要求。

 用矿体水平投影图计算储量时，可由平面图坐标系统量取。

 对陡倾斜矿体或用平行剖面法计算储量时，则需要在矿体垂直纵投影图或储量计算剖面图上建立直角坐标系统，以高程为一坐标轴，另外再选某一勘探线　对于矿体垂直纵投影图而言）或某一勘探基线为另一坐标轴量出坐标值。

 再一种作法是利用勘探线及其基线建立直角坐标系统，结合高程三度空间的坐标系统。假设一坐标原点，通过坐标换算公式将勘探工程的地理坐标改算为勘探网坐标系统值，并以此编制各种图件，计算见矿顶板、底板，以及见矿中点坐标值，以此数据制图并计算面积。此法可以消除其他各种方法不可避免的误差。

第二节　块段体积计算

对于开采块段法，地质块段法等求块段体积时，一般均为块段投影面积乘其法线方向上的矿体厚度或平均厚度，结合对矿体变化掌握程度选以合适的体积计算公式。现将断面体积计算中常用的几个公式说明如下：

一、棱柱体公式

两截面形状相似，面积差不超过 [illegible]；两截面形状不同，但两者的长轴相或接近相等；两个截面形状不同但其分解后的各种简单个体均是楔形体时均可采用此式。

此公式广泛用于平行断面法与等值线法

矿体体积：$V=\frac{1}{2}(S_1+S_2)\cdot L$

式中，S_1、S_2为两个截面面积；L为两个平行截面间的距离。

二、截锥体公式

两个截面形状大致相似，其侧棱延长线交点接近于角锥体，两者的面积差大于[illegible]，或截面积虽相差不大，而形状不规则时，皆用下列公式计算：

$$V=\frac{L}{6}\left[S_1+S_2+\sqrt{S_1\cdot S_2}\right]$$

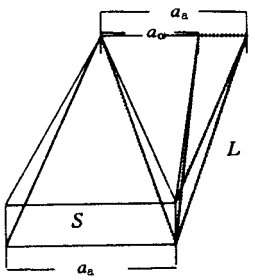


图 圆原原员

三、楔形体公式

当块段只有一个截面有效，向另一截面作线形尖灭，且有效截面的任一轴长与尖灭线相等时使用下式：

$$V=\frac{S}{2}L$$

如为斜楔形时　图 圆原原员 可用下式：

$$V=\frac{S}{2}L+\frac{S}{2}\cdot\frac{a_a}{a_o}$$

四、角锥体公式

当块段只有一个截面有效，另一端作点尖灭皆可用此公式：

$$V=\frac{1}{3}SL$$

五、通用公式

当两个截面对应形状不同或复杂，或是不同心的截锥体，面积值不论相等或不相等，都可以采用下列公式计算：

$$V=\frac{L}{6}\left[S_1+4\left(\frac{S_1+S_2}{2}\right)+S_2\right]$$ 或 $$V=\frac{L}{6}\left[S_1+4\left(\frac{S_1+S_2}{2}\right)+S_2\right]$$

式中，S_1、S_2为两个截面积的长轴；a_1、a_2为两个截面积的平均宽度。前述之四种体积公式在运用上难以确定时，都可以用此式计算。

六、不平行截面的块段体积计算

参加计算的两个截面不平行时可用图解分析法计算块段体积　图 圆原源原圆：

$$宂_{员}越\frac{杂_{员}}{造_{员}}伊\frac{杂_{圆}}{造_{圆}}越\frac{杂_{圆}}{遭_{圆}}伊\frac{杂_{员}}{遭_{圆}}越宂_{员}垣宂_{圆}$$

式中，$杂_{员}$、$杂_{圆}$分别为Ⅰ、Ⅱ两个剖面的矿体截面面积；$杂_{员}$、$杂_{圆}$分别为两个辅助块段的水平投影面积；$造_{员}$、$造_{圆}$分别为Ⅰ、Ⅱ两个剖面的矿体投影宽度，即 $蒸_{员}遭_{员}$、$蒸_{圆}遭_{圆}$；$宂_{员}$、$宂_{圆}$分别为两个辅助块段的体积。

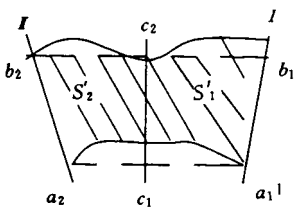


图 圆原源原圆

第三节　块段矿石量及金属量计算

块段矿石量计算：匝越宂阅

式中，匝为块段矿石量；宂为块段体积；阅为块段之矿石体重。

块段之金属量：孕越匝悦

式中，孕为块段之金属量；匝为块段之矿石量；悦为块段之平均品位。

矿体或矿区之储量应按不同矿石品级，不同储量级别之块段累计求得。

第四节　储量计算中各种数据的进位要求

在储量计算中各种参数及储量的小数进位规则是“四舍六入，逢五奇进偶舍”。

储量计算各参数的有效值：有色金属矿石品位一般要求小数点后两位，黑色金属品位取整数；矿体厚度及体重皆取小数点后两位，截面距离及面积取整数，矿石及金属量取整数。

第五章　伴生元素的储量计算

伴生元素的储量计算是在技术上可行，经济上合理的前提下，对可以综合回收利用的有益元素才进行储量计算。若暂时尚难利用则只需在报告中指出并建议加强综合研究，综合回收利用即可。

可以利用的伴生元素储量与主要有用组分的储量计算应同时进行。按矿石的工业类型和品级分别计算，计算时除伴生元素品位外，其他储量计算参数与主要组分基本相同。若伴生元素品位有大量的基本分析成果或组合分析成果，则可按正常方法计算储量，但其储量级别应相应降低一级。若无系统分析，则不能计算储量，或只可用单矿物法或精矿法近似地计算出伴生元素的资源量。其计算结果只供综合利用和综合研究工作参考。

在选冶过程中可以回收利用，经济效益较好的分散元素，其工业指标也是根据不同的矿石类型，不同的选冶条件以及不同时期的工业要求而确定的。对伴生元素最低工业品位的一般要求请参考 [illegible]年全国矿产储量委员会办公室编印的《矿产工业要求参考手册》。

第六章　储量计算图件的编制及计算表格制定

第一节　储量计算图件的编制

储量计算图件是进行储量计算必备的资料，有关矿体的圈定，块段的划分，面积测定等项工作均需在储量计算图上进行，其比例尺一般为 [illegible] 主要图件包括取样平面图，储量计算剖面图，平面图、纵投影图以及矿体等值线图等。对于某些露天开采矿床尚需制作剥离比等值线图等。矿区或矿床的 [illegible] 地形地质图是储量计算不可缺少的图件。

一、取样平面图

包括地表取样平面图及中段取样平面图（或称矿体水平断面图）。这种平面图的主要用途是用以圈定矿体的厚度及截面形态，因而图纸的主要内容应包括：坐标网、勘探线及基线、勘探工程的位置及其编号、取样位置及样品编号（包括加工技术样品及物理试验样品）。控制矿体及其形态的各项主要地质因素，例如含矿层、矿体顶底板及主要地层（或岩石）界线、岩性符号、岩层产状、褶皱及断裂等构造以及各种脉状地质体对矿体的切割关系，围岩蚀变的范围、种类及其强度。矿体、矿石类型及矿石品级的分界线、块段界线及编号、样品分析结果表等。

二、储量计算剖面图或勘探线剖面图

其用途和取样平面图相同外，还用于确定储量计算的有关参数。前者属于矿体水平截面图件，后者为矿体的垂直截面图件。它与地质剖面图略有区别，因为它的重点在于表达与矿体形态直接有关的资料，附有详细的取样分析资料表和储量计算的边界线、边界点，储量计算块段的编号、面积及储量级别等。因此，除与圈定矿体有关的地质因素外，其他地质因素均可舍去。

在某些矿区储量计算剖面图与勘探线剖面图可以合并编制。若勘探线剖面图比例尺较小，不能详细表达取样成果及有关储量计算方面的资料时，应单独编制。

三、矿体纵投影图

矿体纵投影图分为水平投影图、垂直投影图以及倾斜投影图。此三种图的用途是圈定矿体的边界线，进行块段划分，测定矿体投影面积，同时，也是总体反映矿体的勘探程度的综合性图件，下面作重点介绍。

1. 矿体垂直纵投影图

适用于矿体产状陡倾，勘探线基本垂直矿体走向。

(1) 比例尺：根据矿体规模与精度要求而定，一般为 1∶500～1∶1000。

(2) 图纸内容：投影方位、标高线、经线或纬线、剖面线、地形线、探槽、天井、竖井、水平坑道、穿脉、钻孔、采场、断层、岩脉、矿体边界、块段编号，如果是储量计算垂直纵投影图还应突出储量级别及块段储量计算结果等内容。如块段面积、平均厚度、平均品位、块段矿石量和金属量等在图内标注不清，可在图件下侧或右侧列表说明之。

(3) 制图所依据的资料：矿区地形地质图，中段取样平面图，坑道测点坐标网、勘探工程分布图，天井、穿脉平面图和剖面图，钻孔平均品位计算表，钻孔厚度核算表，储量计算剖面图或地质勘探剖面图（附钻孔方位平面图）。

(4) 制图工序及方法简述

①确定投影面：投影面方位一般选垂直于勘探线的方向上而且通常是与矿体的总体走向一致。投影面与矿体走向面的夹角一般不能大于 15°～20°，如大于 15°～20°，各勘探线数值则需要换算，必要时采用分段投影线，但应注意两者的衔接，适当地划开分界区间，并绘出经线或纬线（应选与投影线夹角大于 70°～80°的一组）。

②绘制标高线：选择适当高度，使矿体恰好位于图幅中间，标高线在图上距离为 50～100mm，并在左端注上标高值。

③绘制勘探线：由于投影面垂直于勘探线，选择适当的位置和图幅大小，将所需要的勘探线全部投上，先在矿区地形地质图上选取垂直投影图的切线位置，将切线上的地形展绘到投影图上，再将勘探线通过切线的点转绘到投影图上并以该点向下划垂线，将切线上探槽的切割图形及其他必要内容展绘图上。

④地表部分绘图：矿体两端如不在切线上或相差较大时，应将矿体中心线的地形投影到该切线（面）上。其次是对探槽的绘制。应切绘探槽所揭露的矿体的中心点的位置和标高。

⑤坑道中段穿脉及表内外块段的绘制：根据投影线与勘探线将每个穿脉垂直投影到图上，如有沿脉坑道，应绘出并注明中段号。

⑥绘制天井、天井穿脉、竖井及采矿场。

⑦ 断层及岩脉空白区的绘制：断层的断距在平面图上很清楚的将矿体切开，而在投影图上则表现为空白区，空白区的大小与断距的大小及投影线方位有关。如投影线固定，空白区的大小与断距成正比，有时表现为一断层线。切割空白区与岩脉时，先将矿体中心线与断层线交点垂直投影到图上，再将断层切开的矿体两端投影到图上，联结地

表及坑内各对应点即成空白区。空白区及岩脉所占面积，计算储量时应去掉。同理，由断层形成的重叠区，在图上亦应表现。

⑧钻孔的绘制：根据钻孔资料将钻孔见矿中心点的实际位置投影图上，并注明孔号，厚度及平均品位。

圆圆矿体水平投影图

员 比例尺：根据矿体规模精度要求而定，可选 员缘员园园 员缘缘园园

圆 图纸内容：坐标网、地表矿体中心线，坑道穿脉、沿脉，矿体某水平平面为中心线投影，钻孔矿体中心投影，落空钻孔位置，矿体与矿化带分界点，竖井、断层、岩脉、剖面线、块段等。如果是储量计算水平投影图，则还应该重点突出储量计算的块段编号、块段级别以及块段储量计算结果的有关数据，如块段面积、块段平均厚度、平均品位、块段矿石量及金属量等。若图内标注有困难，可在图幅下方或适当位置列表表示。

猿 制图依据资料

块段地形地质图、中段取样平面图、中段地质平面图、勘探工程分布图、地质剖面图或储量计算剖面图以及储量计算结果有关表格等。

源 制图工序及方法简述

①绘制坐标网

②地表矿体中心走向线的绘制：在矿区地形地质图上选取矿体变化转折处中心点，依据坐标编制到投影图上，然后将各点联线即成。

③坑道穿脉中心线的投制：先在中段地质图上选取矿体变化转折处的中心点，然后按坐标编制到投影图上，各点联接即成。选取中心点除应考虑中段地质平面图矿体变化转折点外，还应考虑到：有工业矿体时则取工业矿体中心线与穿脉交点；只有非工业矿体时，就取非工业矿体中心线与穿脉交点；两者皆有则取工业矿体中心线交点；仅有矿化带则取矿化带交点；矿体中心线遇有断层时，中心线按断距大小断开。总的原则是，不让矿体中心线有急骤变化而歪曲了矿体的真实走向。

④钻孔矿体中心点的投影：根据钻孔见矿的平面位置的坐标投制到投影图上。落空的钻孔同法绘制。

⑤竖井位置、断层岩脉等，利用坐标绘制。

⑥矿体的推绘与划分：根据矿体地质特点和工程间距按前述的处理办法绘制零点边界线及计算边界线。

猿圆矿脉倾斜纵投影图

矿脉倾角大于 猿园毅 或小于 远园毅者，采用倾斜面投影法计算储量精度较高。但制图难度比较大，如没有特殊要求，一般不采用此图。其制图方法如下：

员 统计矿脉走向及倾斜，计算出矿脉的平均走向、平均倾角，以此制图。

圆 按照矿脉的平均走向在地形地质图或坑道平面图上定出矿脉的平均走向线。计算出坐标线在纵投影图上与矿脉平均走向线的夹角，即可确定坐标线的空间位置。

猿 图的坐标间距采用截切矿脉平均走向的坐标线距离。图的高程距按矿脉平均倾

角计算确定。

源 倾斜面投影图的地形线是矿脉地表出露高程投影在矿脉平均走向线上，以矿脉中心点线的实际高程点制图。

缘 根据计算所得坐标线上的斜度及间距，和高程线的倾斜间距，分别把坐标线及高程线画在倾斜面投影图上。

选 按坐标线及高程线将控制矿脉的坑道、钻孔、槽探、井探、民窿、采空区、岩脉及断层等位置绘于图上，划分块段圈出工业矿体边界。

苑 用此法制图时，以矿脉真厚度计算储量。

愿 在图上钻孔处注明：（上述两图件亦同）

$$\text{孔号}\frac{\text{矿层厚度}\quad\text{皂}}{\text{矿石品位}}\text{矿心采取率豫探槽及穿脉处注明：}$$

$$\text{工程号}\frac{\text{矿层厚度}\quad\text{皂}}{\text{矿石品位}}$$

每个块段应写上储量级别及块段号，表示内容如下：地段储量级别，块段号 杂 块段面积）皂，酝 平均厚度）皂，悦 平均品位）豫 辕 矿石量）贼 孕 金属量）贼倾斜面坐标线的倾斜角 “α”可按下列公式计算：

α 越（坐标线与勘探线在平面图上的夹角 精确到秒）

式中，θ为矿脉平均倾角；γ为坐标线与勘探线在平面图上的夹角。

证明：略）

其他图件，因文章篇幅有限，在此不能一一细述。

表 圆原远原员　槽、坑、钻探工程中矿体平均品位、体重计算表

矿块号	矿石类型	勘探线号	工程号	样品号	取样位置 辕皂		样品和原皂	矿心长原皂	采取率原豫	品位 辕豫					积数					体重	平均品位 辕豫						平均体重	备注
					自	至																					

表 圆原远原圆　槽、坑探工程中矿体水平、垂直厚度计算表

矿块号	矿石类型	勘探线号	工程号	蕴皂	矿体走向方位	探矿方位	勘探线方位	γ圆	泽数圆	运	硕坡据圆/垣运	泽垂	皂越泽垂蕴泽圆	α则	贼则	皂越则贼则	备

表 圆原远原猿　钻探工程中矿体水平、垂直厚度计算表

矿块号	矿石类型	勘探线号	工程号	蕴皂	矿体反倾向方位	见矿处孔方位	勘探方位	γ泽	精释γ泽	γ则	精释γ则	α则	贼则	贼则泽	泽	泽数α泽	β	α泽垣	泽数α（泽垣）	皂贼则蕴泽（泽）·精释泽则泽	精释α泽	皂越蕴泽数（泽）精释泽	备注

表 圆原远原猿猿　矿块平均品位、厚度、体重计算表

矿块号	矿类	工程号	单工程矿块水平或垂直厚度/m	单工程矿块平均品位/%					积数						矿块平均品位/%						影响系数	积数	矿块平均水平或垂直厚度/m	单工程矿石平均体重	矿块矿石平均体重	备注

表 圆原远原源　矿块面积计算表

矿块号	矿石类型	面积号	图解法计算							相减后的矿块面积/m²	计算矿块所用面积/m²	备注
			块段总面积			块段中无矿面积						
			长或高/m	宽或三角形底(圆)/m	总面积/m²	长或高/m	宽或三角形底(圆)/m	无矿面积/m²				

表 圆原远原缘　矿块储量计算表

级别	矿块号	矿石类型	计算矿块所用面积/m²	矿块平均水平或垂直厚度/m	矿块体积/m³	矿块矿石平均体重	矿块矿石量/t	矿块平均品位/%						矿块金属量/t						注

第二节　储量计算表格的制定

随着计算方法的不同，储量计算表格的形式也各异。表格的制定是储量计算工作中的一个重要环节。一般要求如下：

员　表格的制定应与储量计算的工作程序相一致。

圆　计算表格应包括计算过程中的全部起算的基础资料和必要的中间数据，以便于检查。

猿　表格的眉目应清楚。表格的格式应与所采用的计算工具相适应，以减少抄表过程，删去不必要的中间数据，并删去与储量计算无关的其他内容。

本文建议的五种基本表格如下：

表 圆原远原员：槽、坑钻探工程中矿体平均品位、体重计算表

表 圆原远原圆：槽、坑钻探工程中矿体水平、垂直厚度计算表

表 圆原远原猿：钻探工程中矿体水平、垂直厚度计算表

若需要计算真厚度，可在后面加一栏〉

表 圆原远原猿 块段平均品位、厚度、体重计算表

表 圆原远原源 块段面积计算表　　断面法可适当修改〉

表 圆原远原缘 块段储量计算表　　也可以用作矿体　床）储量计算总表〉

各表格式如下：

储量计算参数说明：

蕴——钻孔穿矿厚度；

皂早——矿体倾向剖面图上矿体水平厚度；

皂则——勘探线剖面上矿体水平厚度；

γ泽——钻进剖面与矿体倾向　反倾向）夹角；

θ则——钻进剖面与矿体走向夹角；

γ则——勘探线剖面与矿体倾向　反倾向）夹角；

θ则——勘探线剖面与矿体走向夹角；

β——见矿处钻孔倾角；

α泽——钻进剖面上矿体伪夹角；

α则——勘探线剖面上矿体伪夹角；

α——矿体真倾角；

皂——矿体真厚度；

皂——矿体垂直厚度。

第 三 篇

石油天然气储量计算方法

第一章　石油天然气储量计算方法概述

第一节　油气储量分级分类

一、基本概念

油气资源量：在一特定时间估算的，地层中已发现（含已采出的）和待发现的油气聚集的总量。

地质储量：在原始地层条件下，已发现的油气储层有效孔隙中储藏的具工业价值的石油（或天然气）总体积，换算到地面标准条件下的总量。

可采储量：指在现有经济技术条件下从油气藏中可采出的石油（或天然气）总量（含已采出的）。

二、油气资源量和储量分级

油气资源量和储量是一个与地质认识、技术和经济条件有关的变量。油气勘探开发的全过程，实际上是对地下油气藏逐步认识的过程，也是从油气资源量向储量转化，储量精度逐步提高和接近于实际的过程。这个过程既有连续性，又有阶段性。油气田从发现到全面投入开发，大体经过预探、评价勘探和开发三个阶段。根据各阶段对油气藏认识程度的不同，将储量划分为预测、控制和探明三级。

1. 探明储量

探明储量是在油气田评价勘探阶段完成后，或在开发过程中计算的储量。探明储量是编制油气田开发方案，进行油气田开发建设的投资决策、油气田开发分析与管理的依据。

探明储量按开发状态划分为已开发探明储量和未开发探明储量两类：

①已开发探明储量（简称Ⅰ类）：指通过开发方案的实施，已完成生产井钻井和设施建设，并已投入开发的探明储量。

②未开发探明储量（简称Ⅱ类）：指已完成评价勘探，尚未投入开发的探明储量。

圆圆控制储量

控制储量是在圈闭预探获得工业油气流后，以建立探明储量为目的，在评价勘探过程中计算的储量。控制储量可作为进一步评价勘探、编制中期和长期开发规划的依据。

猿噪预测储量

预测储量是在地震普查和其他方法提供的圈闭内，经过预探井钻探获得油气流，或综合分析有油气层存在，根据区域地质条件分析和类比，对可能存在的油气藏估算的储量。预测储量是制定评价勘探方案的依据。

另外，在同一油气藏已计算探明储量的储层的延伸部分，或已探明油气田已钻遇但未测试的油气层，可根据认识程度的不同，分别计算控制储量或预测储量。

第二节　油气储量起算的单井产量下限

油气储量起算的单井产量下限，指在容积法储量计算过程中，圈入含油气范围内的油气井必须达到的最低产量。该产量是油气井在合理的工作制度下（包括增产措施）测试的稳定产量。稳定产量达到该下限的油气井称为工业油气井。

储量起算的单井产量下限是一个与开发投资、油气生产操作成本、油气产品销售价格等因素有关的变量。为操作方便，可以统计确定投资和成本的变化规律，建立储量起算的单井产量下限经验公式。

常规油田一般可按　员　式的统计关系计算：

$$\text{择}_{\text{皂越}}\begin{cases}\alpha_{\text{炉}}\text{阅} & \text{阅}\leqslant\text{猿藻}\\ \text{缘}_{\text{煤}}\text{阅}^{\text{原}_{\text{源}}} & \text{阅}>\text{猿藻}\end{cases}\qquad\text{员}$$

常规气田储量一般可按　圆　式的统计关系计算：

$$\text{择}_{\text{皂越}}\begin{cases}\text{员}_{\text{缘}}\text{择}\,\text{阅}^{\text{原}_{\text{源}}} & \text{阅}>\text{猿藻}\\ \text{园}_{\text{圆}}\text{择}\,\text{阅} & \text{阅}\leqslant\text{猿藻}\end{cases}\qquad\text{圆}$$

$$\alpha_{\text{择}}\text{越}_{\text{园}}\text{圆}_{\text{圆}}\text{员}_{\text{员}}\text{员}_{\text{员}}\text{猿}_{\text{猿}}\text{皂}$$

式中，$\text{择}_{\text{煤}}$皂为油井储量起算单井产量下限（油当量），贼$_{\text{燥}}$；$\text{择}_{\text{皂}}$为气井储量起算单井产量下限（气当量），$\text{员}_{\text{员}}\text{猿}_{\text{猿}}$；阅为平均油气藏埋深，皂。

第三节　容积法油气储量计算公式

油、气储量是指导油气田勘探开发、确定投资与建设规模、评估油气田资源性资产的重要依据。然而，在油气田勘探初期，准确的储量数字是很难确定的，只能在一定的误差范围内估算地质储量，并借助于类比法或经验公式法选定一个采收率，进而估算可采储量。容积法正是在油气田投产前利用有限的静态资料估算地质储量的主要方法。

容积法储量估算的实质是估算地层原始条件下岩石孔隙中的可动油、气量，换算到地面标准条件（即脱气，脱水后）下的体积（对于石油，还可换算成重量）。

油藏容积法石油地质储量（体积单位）的计算公式为：

$$N = 0.01 A h \phi (1 - S_{wi}) / B_{oi} \qquad (1)$$

式中，为单位换算系数；为含油面积，；为平均有效厚度，；为平均有效孔隙度，为平均含油饱和度，为平均原始原油体积系数，或无量纲；为石油地质储量，当用公式计算并直接取单位时，公式中相应的为。

若在（1）式中，乘以油藏的平均地面脱气原油密度（），则相应的石油地质储量重量单位为。

地层石油中原始溶解气的地质储量由下式计算：

$$G = N R_{si} \qquad (2)$$

式中，为溶解气的地质储量，；为原始溶解气油比，（石油储量为体积单位）或（石油储量为重量单位）。原始溶解气油比数值应从高压物性资料取得。

气藏容积法天然气地质储量的计算公式与油藏的形式是完全一样的：

$$G = 0.01 A h \phi (1 - S_{wi}) / B_{gi} \qquad (3)$$

$$B_{gi} = \frac{p_{sc} T_i Z_i}{T_{sc} p_i} \qquad (4)$$

式中，为平均含气饱和度，为平均原始天然气体积系数，或无量纲；分别为地面标准压力和气藏平均原始压力，分别为地面标准温度和气藏平均原始温度，；为天然气原始气体偏差系数，无量纲；为天然气地质储量，当用公式计算并直接取单位时，公式中相应的为。

对于凝析气藏，即在原始地层条件下，气藏中的流体通常以气态存在于储层孔隙中，当采至地面时，由于压力和温度的变化，有凝析油从天然气中析出。凝析气藏的总地质储量仍由（3）式计算。其中干气和凝析油的地质储量，分别由下面的公式计算：

$$G_d = G(1 - \alpha\delta) \qquad (5)$$

$$G_o = G\alpha\delta \qquad (6)$$

$$\alpha = \frac{M}{V_{mo} R_{po} \gamma_o} \qquad (7)$$

$$V_{mo} = 23.69 + 0.0516 R_{po} \qquad (8)$$

式中，为凝析气藏干气地质储量，；为凝析气藏干气摩尔分量，为单位换算系数；为凝析油含量，（每凝析气中含多少凝析油）；为凝析油地质储量，当用公式计算，直接取单位时，相应的为；为凝析油的气体当量体积，；为凝析气藏原始气油比，；为凝析油相对密度，无量纲。

容积法储量计算的公式很简单，但要求准公式中的各项参数却并不容易。在　猿式中，只有 月项确定方法相对比较简单，一般直接取样分析求取，这里不再赘述。

下面着重介绍　猿 式中前四个参数的相关概念、常见确定方法及其一般应用条件。对于气藏，这些参数的确定方法具有相似性。

第二章　含油面积确定方法

含油面积指具有工业油流范围的面积，一般指平面投影面积，当采用展开面积时，相应的有效厚度应取垂直于层面的有效厚度。

当一个圈闭发现工业油流后，首先要探边或在暂定的边界外滚动扩边。在确定了油藏含油范围或按规范根据有油流井的分布暂定面积计算线后，才能计算容积法储量。含油面积的大小，取决于油藏的圈闭类型、储层物性平面变化趋势和油气水分布规律，是油田勘探成果的综合体现。对构造简单、储层均质、物性稳定的油藏来说，含油面积可根据油水边界确定。实际勘探开发过程中，尤其我国近期勘探发现的油气藏，地质条件复杂，含油边界由油水边界、油气边界、岩性边界、断层边界或地层边界等多种边界构成，只有在查明圈闭形态、储层分布规律、断层和岩性尖灭线的位置、油水界面及油藏类型后，才能较正确的确定含油边界，圈定含油面积。在边界不确定的情况下，也可按一定的规则暂定计算线圈定含油面积，如：按边部井点的油层底界外推、按油层底界和水层顶界的中深线外推、按生产井距或井距之半外推，以及根据沉积相研究得出的储层展布趋势，在不同方向 载按合理的距离外推计算线等。计算线可以是构造图上的某一构造线，可以是规则的圆弧线或直线，也可以是边部各油井和相邻水井的井间中点不规则平滑连线等。

第一节　油水边界的确定

油水边界是指油层顶　底）面与油水接触面的交线。油水接触面指油藏在垂直方向上油与水的分界面。界面以上产纯油，界面以下油水同出或产纯水。然而，实际的油藏中并不存在油水截然分开的界面，而是一个从油到水的过渡段。按井的产液特性，油藏自上而下可分为三段。第Ⅰ段，含水饱和度一般低于 豫，水的相对渗透率为零，这一段只有原油是可流动的，为产纯油段。第Ⅱ段，含水饱和度在 豫～ 豫之间，油和水的相对渗透率均大于零，这一段内油和水两相流动，为油水同出段，或称油水过渡段。第Ⅲ段，含水饱和度大于 豫，原油为残余油，油的相对渗透率为零，只有水是可流动的，为纯水段。各段的含水饱和度界限，取决于不同储层岩性特征，各油田不一。油水界面一般指第Ⅰ段与第Ⅱ段的界面。

一般来说，储集层岩性都有一定程度的变化，如果岩性在某一方向明显变差，就会出现倾斜的油水界面，岩性变化大的方向油水界面抬升，油水过渡段加厚。如果储层各方向岩性变化不一，油水界面也随之波动，凹凸不平，过渡段厚度也在变化。

由定义，含油面积一般指储集层有效含油范围在平面上的投影，见图 ．油水接触面与储层底面的交线为内含油边界，也是含油面积图上的纯含油区边界；油水接触面与储层顶面的交线为外含油边界，是含油面积的最大边界。内、外含油边界之间的部分为油水过渡带，在这部分面积内，储层一部分厚度在油水界面以上，可划有效厚度，另一部分在油水界面以下，没有可计算储量的有效厚度。从内含油边界到外含油边界，有效油层厚度逐渐过渡为零。所以，过渡带内的平均有效厚度大约只有该油层厚度的二分之一。在相同储层条件下，油水过渡带的宽窄，主要取决于构造的倾角，翼部倾角大的油藏，过渡带窄；翼部倾角小的油藏，过渡带宽。

．利用钻井试油资料确定油水界面，圈定油水边界

确定油水界面的首要工作是正确判断所钻井内的油层、油水同层和水层。对某一具体油藏而言，在有本油田相同或类似储层的试油资料的前提下，以试油资料为依据，结合测井、取心资料和测压资料（如果有的话）等的综合地质解释和统计分析，制定判断油水层的测井解释标准（即有效厚度下限标准），然后划分各井的油层有效厚度，并划出水层和油水同层，进而确定油水界面，这是一般必经的过程。在没有试油资料的情况下，测井资料数字处理和综合地质解释，也能大致确定油、水层。

利用钻井试油资料确定油水界面的基本步骤是：

①在同一油水系统中，将钻遇该油水系统的各井的最低油层底界和最高水层顶界或油水同层的中深换算成海拔深度。

②分析不同资料的可靠程度。确定油水界面的最重要也是最直接的资料是可靠的试油资料，尤其是单层试油资料。按有效厚度标准解释的未试油证实的油层和水层，也是确定油水界面重要的参考资料，一般作为试油油水界面的辅证，但在某些非主力油藏没有油底和水顶试油资料的情况下，也可以起决定作用。

③整体分析油藏油水分布规律，在油底和水顶之间合理划分油水界面。一般情况下，油水界面是水平的，但也有小角度倾斜的可能性，这取决于油藏水动力状态和储层物性的分布趋势。当资料较少，油底和水顶相距较远时，油水界面应偏向油底，稳妥起见，取油底为宜，以防面积偏大。单层试油的可靠的油水同层具有特殊意义，它意味着油水界面就通过该层。

油水界面和构造线的不同配置关系，反映不同的油藏特征。块状底水油藏没有内含油边界，只有外含油边界。层状油藏具有内外含油边界。

．应用压力测试资料确定单井油水界面

重复式地层测试器（[illegible]）和钻杆测试器（[illegible]）在对目的层实取流体样品的同时，很重要的用途之一就是相对连续地测取静水压力和地层压力。由于取样和测量是通过电缆（[illegible]）或钻杆（[illegible]）定位，因此可以取得较准确的深度—压力资料。地层中所含流体（连续段）的密度差异，在深度—压力交会图上，表现为不同的压力梯度，由测压资料回归得到的不同压力梯度线的交点所对应的深度，就是上下两种不同流体的接触面位置。这种方法适用于相同流体连续段有一定厚度的油气藏。

第二节　岩性边界的确定

岩性边界一般指储集层岩性发生变化的平面分界线。而储量计算所指的岩性边界是特指有效储层与非有效储层的分界线，即在岩性边界的某一边储层有有效厚度，位于这一边的井均具工业含油性，而在另一边即使同层位的地层没有尖灭，也只能是非有效储层，不具工业含油性，没有有效厚度。有效储层一般为渗透性砂岩、砾岩等，非有效储层一般为泥岩、钙质致密砂岩或相对低渗透的砂岩等。

确定岩性边界，首先要研究储集层的分布形态。陆相砂岩体的形态主要受沉积环境制约，大体可分为三类。第一类为大面积分布的、厚度稳定的层状砂岩体，一般为湖相三角洲席状砂岩沉积。这类油层在油田范围内往往找不到岩性边界，含油边界可按油水边界圈定。第二类为沿走向延伸远，侧向狭窄的条带状砂岩体，主要为河流相沉积，具有岩性变化大的特点，砂岩体短轴方向的岩性边界最为常见。第三类为面积小，岩性变化大的透镜状砂岩体，俗称透镜体砂岩或土豆状砂岩，一般为河流沼泽相、深湖相或季节性河流相沉积，透镜体四周均为岩性边界。

储量计算中岩性含油边界的圈定，不一定是以油砂体为单元，这主要取决于纵向计算单元的选择。对单一油水系统的油藏和油田来说，一般以油层组或砂层组为计算单元，这种情况下，即使各条带状砂岩或透镜体砂岩分布局限，但多个砂体叠合连片后，以油层组或砂层组为单元的储层分布可能不再是局部的，圈定含油边界时，出现岩性边界的机会可能不多，甚至在井控范围内整个计算单元见不到岩性边界。对多油水系统的油藏和油田来说，其中各单个油藏含油高度相对较小，少数几个砂体甚至一个砂体为一个油藏，这种情况下如果以油藏为计算单元，则叠合连片的机会少，甚至每个计算单元都需要确定岩性边界。所以，岩性边界主要发育在多油水系统的河流沼泽相、深湖相或季节性河流相构造岩性油藏、透镜体砂岩岩性油藏和砂岩岩性上倾尖灭的构造背斜油藏等。

一、井间岩性边界的近似确定

储量计算中的岩性边界线也是有效厚度零线。油田开发中，还常用到一个与此类似的界限，即岩性尖灭线，如砂岩相变为泥岩的界线。对某一计算单元而言，如果一口井有砂岩，可划有效厚度，相邻另一口井为泥岩，砂岩在何处尖灭？有效厚度何处为零值线？是很难准确确定的。一般认为油层按楔形递减规律尖灭。显然，油层厚度越大，储层延伸越远；反之，厚度越小延伸越近。一种近似的作法是取油井为全厚度，以油井与泥岩井井距之半为岩性尖灭线位置，从油井出发到尖灭线距离的 圆滑处划有效厚度零线，零线与油井之间取油井的有效厚度近似代替，以有效厚度零线为边界圈定含油面积。

当然，这种方法，必须建立在井网密度已控制或基本控制油砂体分布的基础上。如果井距过大，有效厚度零线会整体偏离有效厚度井，必然导致储量偏大。所以，圈定岩性边界还应有个宏观控制的合理井距。

二、统计砂体大小，确定井点外推距离

油气田勘探初期，探井井距较大，一般不能用井距之半的办法圈定岩性边界。在地震地质条件有利的情况下，可采用砂体横向预测技术预测砂体的大小和分布。另外，利用试井探边测试也有可能获得较可靠的边界位置。在勘探成熟地区，还可通过统计已发现砂体的大小，从误差最小的角度考虑，确定平均外推井距。对于勘探新区，则采用与成熟地区类比法，确定一个可接受的外推距离。

我国长庆地区，储油层多以河流相和湖河沼泽相沉积为主。储量计算人员曾对四个主要油田进行统计，[illegible]个油藏中以岩性圈闭为主的占 [illegible]，其中绝大部分砂体为条带状或透镜状。这些油田已开发多年，油井井距一般在 [illegible] 之间。透镜状和条带状砂体平均宽度接近，在 [illegible] 之间。油井钻遇的砂体，其两侧延伸宽度在 [illegible] 的机遇率最高。所以，长庆地区透镜状和条带状油藏的岩性含油边界，以钻遇井外推 [illegible] 较合适。在新区没有类比基础的情况下，一般外推不宜超过 [illegible]。

三、利用测井电性特征确定岩性边界

在有效厚度下限标准研究中，当确定了反映岩性和物性变化的测井参数（或参数的组合）下限特征值后，可根据这一参数在有有效厚度井和无有效厚度井两井间的线性内插，取内插的下限特征值处确定为岩性边界。

第三节　根据油藏类型圈定含油边界

油藏类型在圈定含油边界中起着重要的控制作用。油田勘探初期，储量出现大幅度波动常常是含油面积的偏差造成的。但是，通过少数钻井资料，结合地震资料和区域地质综合研究，初步掌握控制油水分布规律的油藏类型后，就能大致控制含油面积，由面积误差引起的储量误差就可能控制在 [illegible] 以下。所谓初步掌握油藏类型，简单地说，就是要确定所发现的油藏是一个比较简单的背斜油藏还是复杂断块油藏；是具有统一油水界面的块状油藏，还是多油水系统的层状油藏；是储层连片分布的油藏，还是储层呈零星分布的岩性油藏。勘探初期判断油藏类型，要求尽可能多地在现有钻遇油藏的井中，取全取准各项资料，尤其是地层测试和测压资料，如 [illegible] 资料。只有对油藏类型有了基本正确的估计，并用以指导含油边界的圈定，那么估算的储量就不会因面积变化出现大的波动。

一、简单背斜油藏

这类油藏包括简单背斜块状油藏和简单背斜层状油藏，决定含油边界的主要因素有两个，一是构造形态；二是油水界面。构造形态的落实取决于地震资料的质量和必要的钻井校正；油水界面的确定，如前所述，并不因油藏类型简单而易于确定，只有当油井钻遇油水界面，才是最简单和最直接的情形。其他的推测方法，在勘探初期少数井情况下，用 砸实资料确定油水界面比较可靠；对块状油藏取钻遇井油底和水顶之中深不会有大的出入，但倾斜界面就另当别论了。多油水系统的层状油藏，砸实资料的录取更为重要，而其他方法，在初期都可能有偏颇，因多油水系统油藏，实质上是多油藏的组合，如果各油藏都按钻遇井油底确定油水界面，显然过于保守。但在估算高级别储量（如探明储量）时，无论油藏属于何种类型，只要没有井钻遇油水界面，稳妥的办法只能是采用油底作为圈定含油边界的暂定依据。

二、断块油藏

断块油藏是被断层复杂化的油藏，断层起着主要的圈闭作用。断块油藏含油边界有断层边界和油水（气）边界，有些断块油藏还有岩性边界。断块油田不同断块区及不同断块之间往往没有统一的油水界面，而且同一断块的不同油层组之间，甚至同一砂层组内的不同砂体之间也无共同的油水界面。也就是说，一个断块内常常出现多个油藏。在各个含油边界中，控油断层是最关键的边界，因而必须首先确定断层的正确位置。地震资料不明显且又无井钻遇的推测断层，往往是断块油藏影响含油面积和储量的主要因素。

断块油藏圈定含油边界通常不分纯油区和过渡带，一般以外含油边界圈定。断块油藏处于高部位的油井，往往含油井段长，甚至剖面上连续含油，见不到或中间很少出现水层，但这并不意味着油水系统如此简单。低部位或边部井的纵向油层分布可能与此相差很大。因此，在勘探初期或断块内钻遇油层的井多处在相对较高部位时，不能只根据剖面上储层连续含油的现象轻易断定油水系统或油藏个数以及油藏类型，应根据本地区油水系统的组合特征合理推断。如胜利油田某些断块型油藏，采用按砂层组内最大油层集中段的厚度外推含油边界，即从油底深度往下加上油层集中段的厚度，再水平外推含油边界。实践表明在本地区是可行的。在没有本地区经验的情况下，稳妥的办法是在砂层组内按油层集中段的油底深度（或按该油底与紧挨着的水顶的平均深度）外推含油边界。

三、构造岩性油藏和岩性油藏

这类油藏是以岩性圈闭为主的油藏。对于这类油藏，关键在于早期识别油藏类型，尽可能正确判断和合理预测岩性和物性的变化规律。典型的岩性油藏有两个易于识别的

特点，一是剖面上油层少而分散，二是压力和产量显示封闭性好。即使处于高部位的探井，岩性因素明显的油藏在剖面上非油层（水层、泥质层或致密层）多，而油层相对少，且分散，各井出现的油层往往所处层位不同或砂体不同。如长庆地区马岭油田延安组储集层为一套砂岩发育的河流相沉积，构造为平缓单斜背景上的局部微小高点和鼻状圈闭，构造隆起与河道重叠的地方为含油区，油藏含油高度很小，为构造-岩性低饱和度油藏。全油田的含油层位很多（共有五层），但在每口井中一般只有一个油层，而且层位不同。对于这类油藏在稀井网下，一般经验只能外推一个生产井距（或半个井距）圈定储量计算边界，待滚动开发井网钻完后，才能落实相对准确的含油面积，有些甚至直到开采枯竭也难以确定准确的含油边界。另外，岩性油藏，尤其是厚层泥岩包围的透镜体砂岩小油藏，由于封闭性好，往往具有压力系数高、试油或生产初期产量大、压力降落快、单位压降产量小的特点。

第三章　有效厚度确定方法

第一节　有效厚度

油层有效厚度指储集层中具有工业产油能力的那部分厚度。显然，划分有效厚度必须具备两个条件：首先，这一厚度内所包含的地层必须是油气储集层；其次，能为油气井在现有技术经济条件下的工业性生产提供油气流。油气储集层的判断即油气层解释是测井地质学最主要的内容，但单纯根据测井资料解释的油气层，不足以作为储量计算的可靠依据。只有通过试油验证，证实有工业油气流存在的油气层，或与本油田已试油或投产）层有较好可比性的储层才能算是有效储层，即才能划分有效厚度。这其中就包含了对储层产油能力的初步评价。这里，可划分有效厚度的油层的产油能力，并不意味着该层单独具备经济开采价值，而是要求该层的产量在全井达到工业油气流井中有贡献，这种贡献不论大小，只要有可动油气流流出即可。反之，在工业油气流井中，对产量无贡献或综合地质解释判断无可动油的储层不能划分有效厚度；全井未达到工业油气流标准的井中，即使有油流存在，通过测井综合地质解释不能确定是否达到有效厚度下限标准的储层也不能划分有效厚度。

油层的产油能力，取决于两个因素：一是岩层具有一定的储油能力，即有一定的孔隙度和含油饱和度；二是储层中的烃类流体在现有技术条件下，能从岩层流向井筒，即渗流能力，渗流能力与储层渗透率、原油地下粘度和油层压力有关。储油能力是油藏的天然特性，是物质基础，一般不易被人工改造。渗流能力也是油藏的特征之一，但却是可以人工改造的，这与现代采油技术密切相关，例如，压裂酸化措施可以加大和延伸原油渗滤的通道；热力降粘和化学剂降粘措施可以改善原油流动能力；采用下水力活塞泵等机械抽油措施可以加大油井生产压差等。因此，油层是否具有产油能力，最根本的因素是储集层储有油。而油层是否具有经济开采价值的产油能力，除必须具备一定的孔隙度和含油饱和度外，渗透率（天然的或改造后的）也必须达到一定数值，这些数值就是油层的有效厚度下限值。

有效厚度的概念，国内外大体一致。在美国，有效厚度还可称作净厚度，有效厚度下限称截止值，这一概念一直没什么变化。根据美国储量分类标准，只有目前开采有经济价值的厚度才能估算储量，在目前无经济价值的接近边际或低于边际的厚度内，只能估算资源量，待油价上涨或开采技术提高或成本下降后才可能升为储量。

原苏联将储集层下限分为三级。一级称标准界限，界限以上的储集层中不仅存在可

动油，而且开采后经济上可盈利，它不仅是一个地质—物理界限，而且也是一个技术—经济界限；二级界限称下限，下限以上的储层中存在可动油，但在开采经济上不合算；三级界限称绝对界限，界限以上的储层中所含原油不一定能流动，界限以下不含油。实质上，只有标准界限以上的储层才可划分有效厚度。

研究有效厚度的基础资料有三种，一是测井资料；二是试油（包括地层测试）、试采和生产资料；三是取心（包括井壁取心）和岩屑录井资料。三者均有局限性。测井资料是主要的和最基本的资料，没有测井资料，就无法划分和准确定位有效厚度。但测井资料毕竟不是第一性的实物资料，它只是地层物理量的矿场测量记录，它能间接反映储层的储油能力和渗流能力，但需要第一性资料的验证或刻度，才能有效地转换成地质参数。试油和岩心资料虽都是直接资料，但数量有限，一般不可能每口井都取得。而且，仅有试油资料，即使单层试油，在储层非均质情况下，也分不清出油的确切部位；仅有岩心资料，虽能准确划出含油部位（要求取心收获率 [illegible]），但却不能肯定所含原油的流动性大小。因此，只有三者综合使用，互为补充和说明，相互验证，才能有效确定有效厚度下限参数。

我国针对油气藏有效厚度的系统研究是从大庆油田发现后开始的，至今已形成了一套较完善的资料录取程序和研究方法，即以岩心资料为基础，以测井解释为手段，以试油验证为依据，统计建立下限标准。岩心资料主要指岩心的岩性特征、含油产状描述和孔隙度、渗透率、泥质含量等实验分析数据。测井解释主要是指有岩心刻度或油田经验参数为基础的二次测井解释，包括建立岩心物理参数间的统计关系、建立测井物理量与岩心分析值间的统计关系，实验求解或刻度测井解释方程中的特征参数（如阿尔奇公式中的 a、b、m、n），选择符合油藏特征的测井解释模型或模式，用测井物理量再现和表述岩心分析物理量和演绎相关物理量，从而解释地质参数。试油验证在这里主要是指对测井解释的检验（包括一次解释），同时取得储层的产油能力资料。岩心、测井和试油资料，在研究有效厚度阶段并无绝对先后之分，研究过程是一个综合归纳、统计分析和解释检验的认识—实践过程，目的在于对油藏有效厚度的正确的再认识。

有效厚度下限标准分为岩性、物性、含油性和电性“四性”标准。其中，电性标准是实际划分有效厚度的操作标准，即测井资料主要与试油资料相结合建立的油、气、水、干层判别标准；测井资料主要与岩心资料相结合建立的夹层扣除标准。上述岩性、物性和含油性标准只有通过实际资料统计或理论计算，与电性标准建立一定形式的对应关系或转换关系，才能真正对划分有效厚度起到界定作用，才能在储量计算中得到体现，否则，就只是一种概念化的形式而已。这一点常常被忽略，或被曲解，以为有了“四性”关系，就断定在储量计算中得到了应用，这是错误或是不全面的认识，值得我们重视。

第二节　有效厚度物性标准

尽管有效厚度“四性”标准中，电性标准才是对储量计算起实质作用的标准，但有效厚度下限标准主要指的却是物性标准，因为物性标准是地质家最易理解的量化标准，主要包括孔隙度、渗透率和含油饱和度三个参数的下限，其中，含油饱和度是基础。然而，含油饱和度却是最难与试油产量建立量化统计相关关系的参数，这一方面由于一般岩心资料和测井资料难以求准油层原始含油饱和度，另一方面，试油作业不可能只以含油饱和度为准确量化的依据来选择试油层，同时，油气层试油产能的高低并不唯一或主要取决于含油饱和度。鉴于此，通常用孔隙度和渗透率反映物性下限。

确定有效厚度物性下限的方法有测试法、经验统计法、含油产状法和泥浆侵入法等多种方法。不同油藏可根据地质条件和资料录取情况选择使用。

一、测试法

单层试油成果是储层物性、流体性质以及测试技术的综合反映，是研究储层产液性质的直接资料。将单层试油成果单因素地归结到物性参数上就可近似确定储油层物性下限。

对于原油性质变化不大，单层试油资料较多的油田，可直接建立每米采油指数与空气渗透率的统计关系。空气渗透率应是岩心分析的单层平均空气渗透率或是以岩心—测井统计关系为基础经由测井解释的空气渗透率。平均关系曲线与每米采油指数等于零的渗透率坐标轴的交点所对应的空气渗透率值，即为油层有效厚度的渗透率下限。

对于单层试油资料不多，原油性质又有差别的相邻油田或地区，可以合起来建立每米采油指数与流度（空气渗透率除以原油地下粘度）统计关系。同理，在平均曲线与流度坐标轴的交点处，对应的流度即为原油流动与不流动的界限。然后再由不同出处原油的地下粘度与流度算出空气渗透率下限值。

确定渗透率下限后，通过孔隙度与空气渗透率的统计关系换算出孔隙度下限。

本方法在理论上虽然能较全面地反映储层产油能力的主要控制因素，然而，从图 猿中可看出，平均曲线在每米采油指数等于零附近摆动太大，难免人为因素在确定下限中的倾向性。这是本方法存在的不足。即使采用计算机统计回归，在相关性不太明显或相关系数很小时，也难取得满意的结果。但作为有效厚度下限确定方法之一，与其他方法结合应用，仍不失为可取的方法。

二、经验统计法

经验统计法是以岩心分析孔隙度和渗透率资料为基础，以低孔渗段累积储渗能力丢

失占总累积的 缘象左右为界限的一种累积频率统计法。

对于中低渗透性储层，将全油藏平均渗透率的 缘象作为该油藏的渗透率下限，对于高渗透性油藏或远离油水界面的含油层段，取比平均渗透率的 缘象更低的数字作为渗透率下限，一般来讲，被丢失的、下限以下的产油能力很小，可以忽略。

这种方法首先作出全部取心井储集层内分析样品的渗透率和孔隙度直方图，见图 猿原猿原员 猿原猿原圆 图中实线表示渗透率和孔隙度的累积频率曲线，点划线表示累积渗透能力或孔隙能力丢失百分数。渗透能力指渗透率乘以样品长度　或厚度），它反映储集层所含流体的流动能力，即产油能力。孔隙能力指孔隙度乘以样品长度　或厚度），它反映储集层的储油能力。累积渗透　或孔隙）能力丢失百分数是指界限值以下被统计丢失样品的渗透率　或孔隙度）伊样品长度的累积占总累积渗透　或孔隙）能力的百分比。以图 猿原猿原员 猿原猿原圆为例，假定储层流体流动　即生产）渗透率临界值为 员宰阅，可算出　或查得）累积渗透能力丢失 员缘，渗透率样品丢失 圆缘。若全部样品取样密度相同，即相当于厚度丢失 圆缘。从渗透率与孔隙度关系图可查得对应于渗透率为 员宰阅的孔隙度为 员缘。从图 猿原猿原圆可知，对应于孔隙度 员缘，累积孔隙能力丢失 圆缘，即储油能力丢失 圆缘，孔隙度样品丢失 猿缘。在取样密度相同时相当于厚度丢失 猿缘。以上可以看出，下限值取渗透率 员宰阅时，丢失的产油能力不大，但丢失的储油能力不可忽视。这就需要查阅毛管压力曲线。如果孔隙度小于或等于 员缘的样品含水饱和度很高，估计不能出油，界限可定在此处。若含水饱和度不高，有资料表明或经验估计尚有可动油存在，如果限定在此处所丢失的储量不可忽视，则该临界值不可取。此时可再向下试取一个孔隙度下限值。这里取孔隙度下限值为 远缘，查图 猿原猿原圆累积孔隙度能力丢失 缘象，样品块数　或厚度）丢失 员缘，根据孔隙度和渗透率关系图，相应于孔隙度 远缘的渗透率为 圆园园宰阅，累积渗透率能力丢失小于 员缘，样品块数　或厚度）丢失 员缘。这样看来取孔隙度 远缘、渗透率 圆园园宰阅为下限值，其储油和产油能力丢失都很小，可以认为下限值是合适的。

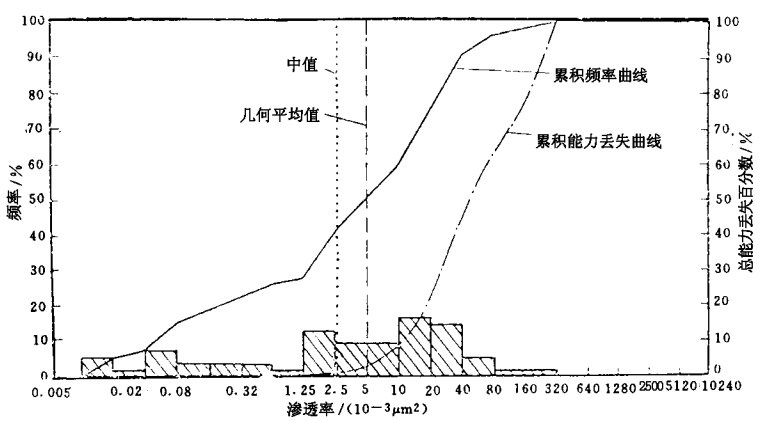


图 猿原猿原员 渗透率直方图

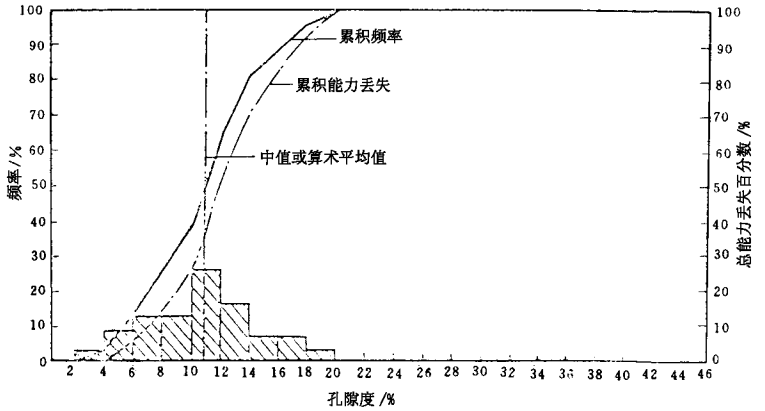


图 猿源缘源圆　孔隙度直方图

三、含油产状法

岩心是认识地下油层最直接的静态资料。在我国普遍存在的河流相沉积的砂泥岩互层中，通过大量的取心分析和观察，储层“四性”关系的一致性较好，即岩性粗、物性好、含油性好的储油层，储油能力强，产油能力高。反之，储油能力差，产油能力低。当储油层的岩性、物性和含油性都差到一定程度，试油就没有油流出，这就为用岩心的含油产状资料，通过试油或仅用数理统计法确定出油层的物性下限提供了依据。

显然，这一方法的应用前提是地下储层的含油性与钻井取至地面的岩心的含油产状具有一致性。而岩心在钻井过程中被泥浆冲刷，且取至地面还要受压力降落的影响，其原始含油产状难免有一定程度的改变。这是应用该方法的不利因素。由于我国陆相沉积形成的油藏原油性质较普遍具有粘度高、凝固点高和含蜡量高、颜色深等特点，饱含这种原油的岩心在受钻井泥浆冲刷和取至地面压降过程中，所含原油不可能大量溢出。经验表明，岩心在地面存放一段时间后，仍能保持刚取至地面时的含油产状，即地面岩心的含油产状能很好地反映地下油层的含油产状。因此，我国许多油田可用含油产状法确定油层物性下限。但是，对于那些原油粘度小、挥发性强、颜色浅的轻质原油油层，岩心的含油产状已不能代表地下油层的含油产状，因而不能用含油产状法确定有效厚度下限。

（一）划分岩心含油级别

一般按岩心表面的含油面积大小和含油饱满程度划分含油产状级别。

油砂：岩心表面含油面积大于四分之三，含油饱满，呈棕黄色或黑褐色。

含油：岩心表面含油面积一半到四分之三，含油较饱满，呈浅棕色或褐色，含油部分连片，不含油部分呈条带状。

油浸：岩心表面含油面积四分之一到一半，含油不饱满，不均匀的条带含油，不含油部分呈连片状。

油斑：岩心表面含油面积小于四分之一，斑状或条带状含油，不含油部分呈连片状。

含油产状为油砂和含油的储油层，岩性一般在粗粉砂级以上。含油产状为油浸级储油层，岩性一般为粉砂级和泥质粉砂级。含油产状为油斑的储油层，岩性一般为泥质粉砂级或粉砂质泥岩级。

（二）通过试油确定岩性和含油产状的出油下限

在取心井中，选择一定数量的岩心收获率高、岩性、含油性较均匀、孔隙度、渗透率具有代表性的层，进行单层试油。通过试油搞清岩性、含油性、物性和产油能力的关系。例如大庆油田大量试油资料表明，岩心描述为粉砂级、含油产状为油浸级及其以上的储油层，试油是可以出油的，是有效层。试油成果中，有的油浸和油斑泥质粉砂岩，也可以出少量原油，即具有可动油。但解剖岩心出油部位发现，这类含油产状中夹有小于 [illegible] 的极薄含油粉砂岩条带。它们的含油性和物性较好，在出油中仍是粉砂岩在起作用。所以，大庆油田目前出油下限定在油浸粉砂岩。油浸和油斑泥质粉砂岩为非有效层。

第三节　有效厚度测井标准

如前文所述，有效厚度的岩性、含油性和物性标准，只有转换到电性标准即测井标准，并且得到有效的检验，才能使有效厚度下限研究成果充分体现在储量计算中。

有效厚度的测井解释，是测井地质学的重要分支，也是测井技术解决地质问题的最早的应用，即储层在哪里？厚度有多大？虽然问题的提出很简单，但单纯的测井解释技术，如果不借助于试油资料和岩心资料，至今仍不能可靠地满足储量计算的要求，在我国尤其如此。我国油气田勘探开发至今，标准化工作一直处于滞后状态。而测井要定量化、规模化解决地质问题，除了建立有效的测井地质模型外，关键在于井眼环境的标准化或具有一致可比性，在于测井系列的标准化和测井仪器的标准化，这是基础。诸多方面的原因，使得几十年来在我国油气储量评价中，更多的是直接利用测井信息（原始记录），而较少用测井理论模型解释的、定量化的地质参数，来描述油层的“储油能力”和“产油能力”，即在分析对比试油结果或岩心物理参数与测井物理量间的关系的基础上，再来确定有效厚度测井标准。这种方法虽然原始，也不直观，但简化了许多中间建模和计算过程，易于手工操作和检查，在一定程度上避免了由于标准化程度差和影响因素多变而引起的定量解释不准的问题。进入 [illegible] 年代，随着油气藏描述研究的深入开展和普及，储量评价中大量运用了计算机技术，测井计算机数字处理与储量评价相结合，已可以使有效厚度研究程序化，这是储量评价发展的必然趋势。

一、测井信息环境影响校正和测井曲线标准化

任何测量值都有误差，测井曲线同样存在测量误差或不确定性。一方面由于测井仪器、数据采集和传输系统存在测量误差，如仪器探头的灵敏度和线性误差、电子线路的噪声产生的误差、仪器零点漂移和刻度误差、深度匹配误差等，同时某些测量值本身固有的不确定性，如放射性测井中，原子核衰变的统计涨落现象，就具有“测不准”的性质。另一方面，测井仪器在测量过程中不可避免要受到井筒测量条件的影响，使测井值包含各种环境因素造成的误差，如泥浆影响、泥饼影响、井壁不规则、温度影响等造成的误差。测井信息环境影响校正和测井曲线标准化正是为了消除测井信息的各种误差而进行的，是测井数字处理的必要过程。对制定测井有效厚度标准而言，消除井间系统偏差尤为重要，主要体现在对稳定的地质层　标志层），不同井的某些测量值不稳定，亦即同一均匀物体在不同部位采用同类或不同仪器测量存在测量误差。如果这个误差不可忽视，就难于采用同一标准划分油气层。

下面仅就泥浆侵入校正和测井曲线标准化的方法作一简单介绍，全面系统的校正方法可参阅有关测井数字处理的书籍。

员噪泥浆侵入校正

这里的泥浆侵入主要是指因浸泡时间过长，井筒泥浆对渗透性地层的侵入，造成电阻率测井探测范围内的流体性质过多地受侵入液的混入而改变了电性，即电阻率测井值失真。校正的方法常见的有两种。一种方法是时间推移测井法，即在同一井段先后两次同类测井　主要是深探测电阻率测井，包括感应测井）中，以第一次测井为准　浸泡时间越短越好，一般 猿天以内），建立两次测井值的统计关系，对第二次测井的整条曲线进行校正。另一种方法是‘标准层”刻度法，即在不同井中，选择地质上分布稳定、均质性强的水层为对象，以浸泡时间最短的井为基准，相应建立各井与基准井间的统计关系，再作校正。校正方法可以是线性回归或对数线性回归。如海洋测井公司用此法得出的经验关系，深感应视电阻率校正公式分别为：

[illegible]　　员缘

式中，砸[illegible]、砸[illegible]分别为校正前、后的深感应电阻率，Ω·皂；

塔里木一些油气田的储量计算中采用以下形式进行时间推移测井法侵入校正：

[illegible]　　员缘

式中，砸越、砸[illegible]、砸[illegible]分别为地层真电阻率、第一次、第二次测井电阻率；

粤、月为统计回归常数。

圆噪测井曲线标准化

测井曲线标准化实质上是对测井曲线重新刻度。首先选择标准层，电阻率曲线可选择稳定的、井眼相对规则的标准泥岩或稳定的水层为基准；孔隙度测井　声波、中子、密度）曲线一般选择稳定的标准水层为基准最好。然后以数字测井采样点为样本，统计各井在标准层内测井值的频率分布，记录各井的统计峰值和总样本的统计峰值，以总样

本峰值与各井峰值的差值，分别校正各井的整条曲线。

二、选择确定有效厚度的测井信息

测井技术是一门发展迅速的应用技术，物理学的各个领域几乎在测井技术上都有应用。实质上，地下岩层作为一种物理介质，必然具备一般物质固有的物理特性，科学的发展只不过在认识这些特性上有一个时间过程，这些特性并不因这些过程何时发生才显现出来。矿场测井实际上是一个物理实验过程，是以钻井井场为实验室，通过井筒，以不同的方式和精度，测量地下地层的物理学特性，其中最常见的是对地层电学特性、声学特性、核物理特性、热物理特性以及电磁学特性的测量。常用的测井系列也应运而生，即电阻率测井、电位测井、声波测井、自然伽马测井、能谱测井、中子测井、密度测井、电磁传播测井、温度测井，还有井径测井和地层倾角测井等。这里每一类测井都有多项用途和内容的测井，而且不同的历史阶段、不同的技术层次，代表性的测井系列也不一样，如我国最常见的电阻率测井有 [illegible] 系列（俗称“老横向”）系列（可测：微电极、[illegible] 梯度或 [illegible] 电位、[illegible] 梯度等），有 [illegible] 系列（可测浅、中、深不同探测深度的电阻率或电导率），还有从国外引进的全套测井系列，如 [illegible] 系列、[illegible] 和 [illegible] 系列等。这些测井系列所记录的信息响应于不同的纵横向探测范围，响应于探测范围内的地层矿物和所含流体的性质与含量。但每一响应的反演都具有多解性。只有在相适的井眼环境下，获得足够的信息量和有效的信息刻度（包括岩心分析等），以测井资料为基础的储层评价才能得出可靠的解释结论。可见测井信息量多，对于测井解释和储量评价是有利的。问题就怕因种种原因造成测井系列不全，使得测井信息不能真实或不能接近真实地反映油气藏物理—地质特征，这就难免会造成测井解释和储量计算失误。因此，如果不讲条件地要求测井评价者提供准确的各项储层参数，则是对测井评价的误解，或说对测井技术寄予了不切实际的期望。我国直到 [illegible] 年代后期才开始在石油天然气总公司（原石油部）系统的各油田，要求探井和评价井至少测量 [illegible] 条基本测井曲线，即深、中、浅三电阻率（或电导率），声波、中子、密度三孔隙度和自然电位、自然伽马、井径三辅助测井系列。这就为测井解释和有效厚度的划分奠定了资料基础。

然而，不同油田所拥有的实际测井信息量（测井曲线）相差较大，而且，测井信息量的多少并不意味着有效厚度测井标准就有多少。有效厚度测井标准的建立，是在测井、地质和工程资料综合研究的基础上，选择尽可能少的测井信息，在合理的精度要求下，以尽可能直观的方式，用测井信息的某些物理量值为界限，间接判断和区分油、气、水、干层。可见，用这样的标准来解释和确定油气层，不同于单纯的测井解释，它是在对油气层产液性质及相关地质特征有了一定了解的基础上，精炼和简化的方法，实用性和操作性强是建立有效厚度测井标准应该遵循的原则，准确性和有效性是其追求的目标。而单纯的测井解释（一般指探井和评价井的第一次测井解释），是在对油气层特征知之甚少甚至基本不知的情况下，利用尽可能多的、未经检验的间接信息（井筒的和非井筒的），以不漏掉油层和不放弃可疑层为原则，目的主要在于能为发现油层，即为

试油获得油流，提供可选的测试层。相对而言，测井解释承担着风险，而有效厚度划分则重在落实。

选择确定有效厚度的测井信息，必须从油田客观地质特征和实际拥有的测井资料出发，以储量计算为目的，兼顾储量评价以后的开发井的有效厚度划分。从技术层次上讲，新技术、高科技含量，但也可能是高成本的测井信息，可使测井解释获益匪浅，但在开发井中不一定都能得到应用。储量计算时，一些油田可能同时存在两套测井系列，即一套探井系列（系列比较先进），一套开发井系列（系列的技术层次相对较落后，但成本低），这就使得在储量评价中，可能出现两套下限标准，一套适用于探井评价井，另一套适用于开发井。从测井的用途上讲，测井能为地质家了解岩石结构、成分、成岩和沉积环境、储集层和所储流体，以及地层时代和构造等提供有用信息，而有效厚度划分只是认识储层和测井判断流体性质专项研究的一个延伸，不是所有测井信息只为有效厚度而来，因此，有效厚度测井下限标准也不是越多越好。从测井仪器的性能上讲，反映原状地层真实信息是选择测井系列的唯一标准。

(2)针对井眼不同电性环境选择电阻率测井信息

反映地层电学特性的测井信息的选择，是以测井系列中的深探测电阻率能更好地反映地层真电阻率为前提的。[illegible]公司的[illegible]等人早在[illegible]年就研究出，泥浆滤液电阻率（矿化度）、地层水电阻率（矿化度）和地层孔隙度（φ）是选择电阻率测井系列的主要参考指标。图[illegible]是一般情况下感应测井和侧向测井适用范围的图版。从图中可以看出，深侧向电阻率适用于[illegible]约[illegible]图中虚线）与相应的[illegible]线（图中实线）左边所构成的范围；深感应测井则适用于相应的[illegible]线以上的范围。在[illegible]线右边与相应[illegible]线下边，两种测井都适用。形象地说，侧向测井能“看清”高阻性地层，而感应测井能“看清”高导性地层。因此，当[illegible]（冲洗带电阻率）[illegible]地层真电阻率），选用感应测井更为合适。相反，则选择侧向测井更为合适。而且，在适用于侧向测井的电阻率很高的地层中，感应电阻率（或电导率）测井值可能失真。另外，侧向测井对薄层的分辨能力较好，这在砂泥岩薄互层的地层中应用更具优势。

(3)针对不同岩性和孔隙特征及流体性质选择有效的孔隙度测井信息

我国国内目前应用最多的孔隙度测井是声波测井，其次是中子测井和密度测井。

声波测井一般指声波纵波时差测井，探测的是声波纵波从发射器出发，主要沿井壁滑行一个固定距离所经过的时间差。显然，岩石矿物骨架是主要的传播媒体。因而，声波测井主要反映地层原生孔隙（粒间孔、晶间孔等），而不能“探测”孔洞型次生孔隙。对于具有垂直裂缝的储层，声波测井也无能为力。在含气和轻质油储层，孔隙度较大或有微裂缝存在的情况下，声波测井还会出现“周波跳跃”现象。

中子测井是向地层发射高能中子后，探测中子减速直至被俘获而散射的伽马射线数量或未被俘获的热中子或超热中子的浓度。由于氢原子核的质量与中子最接近，是中子运动的最强减速剂。因此，地层含氢量是中子测井间接探测的主要指标。另一方面，氯原子是热中子运动较强的俘获剂。当地层含高矿化度地层水时，如不考虑井眼及其他因素的影响，实质上热中子测井仍受地层孔隙空间的氢和氯原子分布的双重因素控制。只

有适当降低氯的影响，才有可能在地层含氢量与孔隙度之间建立较好的线性关系。目前应用较好的补偿中子测井　仪器　采用双源距探测超热中子；井壁中子测井　仪器　采用推靠器贴靠井壁探测超热中子。两者均在一定程度上消除了井筒泥浆和地层中氯的影响。但实践证明只有在具低矿化度地层水的油藏中，中子测井才能求得与实际地层较一致的孔隙度　油和水的含氢量接近，对中子的减速能力也接近）。若储层为天然气藏，地层含氢量远小于油层和水层，同时受“挖掘效应”影响　一种按天然气和轻烃密度低致使含氢指数读值偏低的一般规律仍无法解释的使含氢指数更低的效应），中子测井计算的孔隙度小于实际孔隙度。这一特性用于划分气层有独到之处。

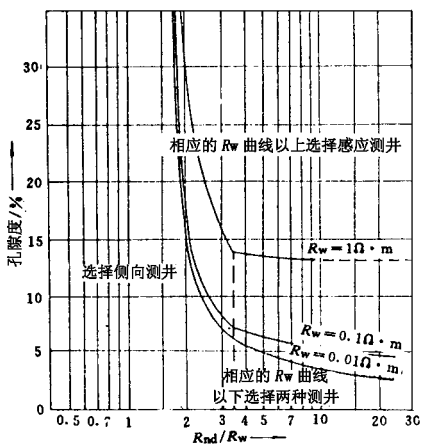


图　感应测井与侧向测井适用范围图版

密度测井是向地层辐射一种能量适中　如采用铯　源）的伽马射线　或称光子），使其作用于地层物质元素中原子的外层电子，探测由此产生的“康普顿散射”生成的新的伽马射线。由于这一物理过程与地层的密度有关，因而称作密度测井。显然，密度越高，孔隙度越低。由于密度测井的探测范围未超出泥浆侵入带的范围，因此，在井眼规则的情况下，泥浆滤液和侵入带残余流体是除地层矿物　密度影响力）外的主要影响因素。当地层含天然气或轻质油时，这一影响较为明显，结合其他孔隙度测井资料，可用来判断气层。

针对不同岩性特征选择有效的泥质指示和渗透性指示测井信息

除孔隙度测井系列能反映泥质和渗透性外，自然伽马测井和自然电位测井是泥质和渗透性指示的最好的常规测井。

自然伽马测井探测地层的总的伽马射线数量，主要反映含钾、钍、钾等放射性元素的矿物的含量。粘土和泥质是地层中自然放射性的来源之一，在储集层不含特殊放射性矿物和储层上下没有钾盐层存在的情况下，自然伽马曲线一般能较清楚地分辨出泥岩，并能有效地反映非泥岩层的胶结物中的粘土或泥质含量。长石和云母是地层中常见的具有放射性的矿物。一般长石砂岩储层不宜用自然伽马曲线作为泥质的指示曲线。

自然电位测井测量地层的两种电位，一是泥浆滤液渗入渗透性地层产生的动电电位；二是两种不同矿化度的流体直接接触，或由半渗透膜（与泥岩相当）将两种流体隔开的条件下产生的电化学电位。显然，地层的孔隙性和渗透性、泥岩和泥质含量、地层水的矿化度和钻井液的矿化度是影响自然电位幅度的主要因素。一般在地层水矿化度相对稳定的情况下，自然电位能很好的反映渗透层和泥质含量。

三、测井有效厚度下限标准分类

测井划分有效厚度，一般首先划出渗透性地层（由第一次测井解释完成），在渗透层中用油（气）水层标准区分油（气）层和水层，再在油（气）层内用夹层划分标准（如果有的话）扣除夹层。由于第一次测井解释对渗透层的判断大多是定性的和未经测试验证的，所以，还必须有渗透层划分标准，反过来使用就称干层标准。

确定下限标准，最直观也是最常见的方法，是结合现有的测试和分析资料，制作测井下限标准图版。

可作为有效厚度下限的地质一物理参数分为两类，一类是测井测量物理量，如：电阻率、自然电位、声波时差、密度等；另一类是测量计算地质（原）物理量，如：孔隙度、泥质含量、渗透率、含水饱和度等。这两类地质（原）物理量可以根据需要组合使用。

（一）以阿尔奇公式为基础的电阻率（原）孔隙度下限

（1）对数（原）对数交会图法（[illegible]交会图）

由阿尔奇公式

[illegible]　（1）

式中，[illegible]为含水饱和度，[illegible]为地层真电阻率，Ω·[illegible]；[illegible]为地层孔隙度，[illegible]为地层水电阻率，Ω·[illegible]；[illegible]为饱和度指数，如果没有岩电实验测定，一般取[illegible]；[illegible]为孔隙结构指数；[illegible]为与孔隙结构有关的常数，如果没有岩电实验测定，一般取[illegible]。

将（1）式两边取对数并整理后可得

[illegible]　（2）

对于[illegible]，（2）式可简化为

[illegible]　（3）

对于一个特定的油气藏，只要[illegible]是一个常数，地层水性质相对稳定（[illegible]为常数），那么（3）式在以[illegible]和[illegible]为纵横坐标的双对数坐标图上将是一条斜率为[illegible]的直线。这一方法的原来目的正是为了在未知[illegible]的情况下求取[illegible]值，即用纯水层的测井资料点在图上，回归一条水线，斜率即为[illegible]值。显然，求出[illegible]值后，对应于不同的[illegible]值，可得到一组平行于水线的直线。将同一油田（藏）试油层的[illegible]和[illegible]资料点在图上，每一个层点都将对应一个[illegible]值。根据油水两相渗流原理，当含水饱和度小于某一数值时，储集层只产油而不产水。这一含水饱和度直线就是解释油水层的界线。根据资料点的分布规律，可以大致确定这一界线，相应地在[illegible]和[illegible]的纵横坐标上还能划出油水层和油干层的分界线。这里的横坐标[illegible]还可用反映[illegible]的[illegible]（声波时差）、[illegible]（密度）或[illegible]（中子

孔隙度）代替。

圆圆 孕阿悦交会图法　（Pickett 交会图）

将阿尔奇公式写成：

$$\left(\frac{员}{砸_{贼}}\right)^{员/皂}=越\left(\frac{杂_{灶}}{葬_{灶}}\right)^{员/皂}\phi \qquad 员员.员.员$$

若以 ϕ（或 $\Delta_{贼}$、$\rho_{遭}$或 $\phi_{晕}$）为横坐标，以 $\left(\frac{员}{砸_{贼}}\right)^{员/皂}$为纵坐标，则对应于不同的 $杂_{灶}$值，可得到一族斜率不同的，交会于孔隙度‘园’点或骨架值点的直线。孕阿悦图版的纵坐标采用特殊刻度，即以 $\left(\frac{员}{砸}\right)^{员/皂}$刻度，以 $砸_{贼}$或 $\left(\frac{员}{悦}\right)^{员/皂}$标识。与对数—对数交会图法类似，也可以用水层资料回归一条水线，进而刻度其他 $杂_{灶}$线。

如果仅用 孕阿悦法制定划分有效厚度的下限图版，也可以不刻度含水饱和度线，但油水层的分界线理论上应该通过骨架点。

圆圆以成藏和两相渗流理论为基础的孔隙度—饱和度下限

烃类物质主要依靠浮力运移到具有圈闭条件的储集层后，首先以相对大的孔喉（或缝洞）为继续向上运移的通道，直至顶部被封盖层遮挡，同时占据相对大的孔隙，并驱替原存于孔隙中的易于流动的部分水。储层孔隙度愈小，束缚水含量愈高。在一定油藏高度下，孔隙度小到一定程度，孔隙空间就不再有易于被驱替的可动水。同理，当储层被钻井揭开并投入生产，首先从储层流向井筒的是相对路径短的大孔隙中的可动油。由于成藏过程包含了润湿饱和等多种物理化学过程，而生产过程中储层内的流体运动基本上只是一个渗流物理过程。成藏历史远比生产过程长的多得多。另外，生产过程要求有一定的产出量，因此，油藏中的油不可能全部被采出，也就是说，生产过程中油能流动的孔隙度下限高于成藏时的下限。

在油水同层，或进入含水期生产的具有边底水的油层，生产过程中，储层和井筒内的流体基本上是不混溶的油水两相流动。早在 缘园世纪 远园年代，Muskat 通过实验，用下式近似描述多孔介质中两相流动的结果：

$$噪_{晕}=越_{员}(原_{员}-原_{员园})(原_{员}-原_{员园}-原_{杂})^{晕} \qquad 员员.员.圆$$

$$噪_{灶}=越_{圆}(原_{圆}-原_{圆园})^{灶} \qquad 员员.员.猿$$

式中，$噪_{晕}$、$噪_{灶}$分别为非湿相（油）和湿相（水）的相对渗透率。

显然，当含水饱和度高到一定程度，油的相对渗透率为 园，即不再有油流出。

可见，基于成藏和两相渗流理论，用孔隙度和含油饱和度作为下限指标，最能反映油气藏的有效厚度下限的实质。在仅以划分有效厚度为目的的前提下，用测井资料解释的孔隙度和含油饱和度建立下限标准，并用测井解释的孔隙度和含油饱和度划分有效厚度是较理想的作法。

猿圆以反映气层特殊测井响应为基础的中子—密度、中子—声波交会解释

测井的目的之一是为了探测和记录油气藏的地质—物理特性。这些特性在一定条件下，往往对个别测井响应或测井响应的某种组合表现出明显的异常。这正为测井判断油

气层提供了有效的途径。

如前所述，轻烃和天然气一般使中子测井孔隙度小于实际孔隙度，使密度测井孔隙度大于实际孔隙度，有时使声波产生“周波跳跃”。利用这一特性可以判断和划分气层。

③组合地质原物理参数划分复杂油气藏的有效厚度

组合地质原物理参数是指将两个或两个以上的地质原物理量按某种形式组合成一个复合参数，即形成一个新的判别参数。这个判别参数不一定具有明确的地质或物理概念，只是统计学上的一个统计量而已，或是为了消除某种误差，或是为了增加测井响应信息，减少统计回归常数等。当然，如果能使判别参数具有某种地质或物理意义就更难能可贵了。如含水饱和度 S_w 实质上就是一个复合判别参数—由 R_t 和 ϕ 组合而成，其回归系数分别为 a 和 b，但 S_w 的下限（此处为上限）却不一定是 R_t 和 ϕ 分别的下限按阿尔奇公式计算的结果（即一个单值），有可能是一条下限曲线或折线，如上述 S_{wf} 法得出的下限。这说明复合参数（尤其是具有地质意义的复合参数）的下限比单一物理量或测井响应的下限更具内涵。

对于储层条件复杂（如微裂缝—孔隙型、非均质性严重等）的油气藏，刻意寻求复合参数来反映下限特征是很有意义的，如将 ϕ、噪组合形成的参数 $\sqrt{\text{噪}}\cdot\phi$，能较好地反映孔喉特征。用组合参数制定测井下限标准图版的形式可以有很多，由于篇幅有限，这里不可能一一列出。

④夹层扣除标准

陆相碎屑岩储层内部非均质性严重，油层内部常常夹有泥岩、粉砂质泥岩，有的还有较薄的钙质层条带，它们不含油或对工业油流没有贡献，应在有效厚度中扣除掉。所以还要制定夹层扣除标准。

微电极测井电极距小，对微小的岩性变化反映灵敏，可用于统计确定夹层扣除标准。方法是：在取心井中，根据含油产状或物性标准划分出有效厚度和不含油的夹层，统计低阻夹层对应的微电阻率返回程度（与有效层对比），以此作为标准用于无取心井中。对于高阻（如含钙质）夹层，目前还只能依靠测井综合解释的办法予以扣除。

第四章　有效孔隙度确定方法

砂岩孔隙大致可分为两类，一类是半径大于 [illegible] 流体可以从中通过的连通孔隙；另一类是半径小于 [illegible] 的微毛管孔隙和不连通的“死”孔隙。在微毛管孔隙中，孔壁表面固体分子的作用半径可以影响到孔隙中部。所以存储于其中的流体被滞留而无法流动，像粘土、致密页岩的孔隙即属此类。在研究孔隙体积大小时，通常将前一类连通的、相对较大的孔隙称为有效孔隙。

孔隙度是描述储集岩孔隙空间大小的一种度量。其定义来源于实验室岩样测定，即孔隙度是指岩石样品的孔隙体积与总体积（外表视体积）的比值，若孔隙体积指有效孔隙体积，其孔隙度为有效孔隙度。储量计算中所用的孔隙度是有效孔隙度。孔隙度数据的取得有两种途径，一是岩心分析，二是测井解释。

第一节　岩心分析孔隙度

储量计算中使用的有效孔隙度参数，以岩心分析数据为基础。由于岩石总体积是岩石颗粒体积和孔隙体积之和，所以只有测得这三个变量中的任意两个量，就可以计算出该岩样的孔隙度。

测量岩样总体积的方法有水银泵法、煤油法、游标卡尺测量法等，目前我国常用的是煤油法或称浮力法。煤油法先用煤油饱和岩样，然后分别称得岩样在空气中和在煤油中的重量，其重量差除以煤油的密度，即得到岩样的总体积。这种方法不适合有溶洞或表面有大孔的岩样，因称样过程中液体流失会使总体积偏小。

测量岩石颗粒体积的方法有氦孔隙度仪法、浸泡法、比重瓶法等。精度高且常用的方法是氦孔隙度仪法，简称氦气法。氦气法运用了波义耳定律。已知体积为 [illegible] 的岩心室内装入岩样颗粒体积为 [illegible] 的岩样，则岩心室内气体的体积为 [illegible]，若常温下压入一定 △[illegible] 体积的氦气，压力从 [illegible] 到 [illegible]，则

$$[illegible] \qquad (4\text{-}1)$$

这里之所以使用惰性气体氦气，是为了避免和尽量减少气体被岩样中的粘土等矿物吸附。

测量孔隙体积的方法有饱和法、流体加和法等。我国常用的是饱和法，即分别称得岩样饱和流体前和饱和流体后的重量，用重量差除以流体密度即得进入岩样孔隙内流体的体积，亦即有效孔隙体积。

各种孔隙度分析方法的容许误差为 ±1%～±2%，国内氦气法测量结果比煤油法大 1%～2%。

第二节　测井解释孔隙度

孔隙度是最早可用测井信息采用数学方程式表述的地质参数，也是测井数字处理最基本的参数。在我国储量计算中应用的孔隙度解释方程，归纳起来大致有 4 种类型，即威利公式理论型、假定形式应用型、岩心刻度测井型、雷默尔-哈特解释型和数理统计相关型。

一、威利公式理论型

威利公式是孔隙度测井解释的最简单形式。这一理论是 1956 年由威利等人首先从声波时差平均方程式提出的：

$$\phi = \frac{\Delta t - \Delta t_{ma}}{\Delta t_f - \Delta t_{ma}} \tag{1}$$

式中，Δt、Δt_{ma}、Δt_f 分别为目的层声波时差、岩石骨架声波时差和地层流体声波时差。

（1）式的这种形式后来推广到了其他孔隙度测井（如密度、中子测井等）。

威利公式对于纯的、压实的原生孔隙性储层最为适用。在没有岩心分析资料和任何其他可借鉴资料的情况下，选用理论骨架值和流体值，威利公式计算的孔隙度基本能反映孔隙度变化规律。所产生的误差是系统性的误差，或在某一孔隙度以下，威利公式计算值偏小（或偏大），在该孔隙度值以上则偏大（或偏小），这一误差特征仍然是系统性的。

我国陆相油气储层都或多或少含有泥质成分。威利公式不能反映泥质的影响，而且，尤为重要的是，实际地层的岩性很少由单一矿物成分构成。因而，骨架参数便不再是简单的一个值。另外，当储层含有天然气时，天然气的影响不可忽视，必须引入相应的校正；当储层处于欠压实状态，还必须引入欠压实校正项（详后）。这些都是威利公式不能解决的。

二、假定形式应用型

从储层所含不同矿物的比例对孔隙度的贡献，以及不同孔隙度测井系列响应于孔隙流体而固有的响应特征的差异，测井分析家以理想的方式或实用的方式假定了一系列孔隙度响应方程。

1. 矿物和孔隙流体加权型

矿物和孔隙流体加权型方程实质上是威利公式的演绎和外延，当只考虑一种矿物

时，响应方程就是威利公式本身，若考虑两种矿物，这是常见的情形。我国陆相砂岩储层，其岩性往往是由石英和长石为主的砂岩，假定孔隙度测井值都能线性地响应于两种矿物的体积，则有：

$$\begin{cases} \rho = \rho_{ma1} V_1 + \rho_{ma2} V_2 + \rho_f \phi \\ \Delta t = \Delta t_{ma1} V_1 + \Delta t_{ma2} V_2 + \Delta t_f \phi \\ \Phi_N = \Phi_{N ma1} V_1 + \Phi_{N ma2} V_2 + \Phi_{N f} \phi \end{cases} \qquad (2\text{-}3)$$

式中，ρ、Δt、Φ_N分别表示密度、声波、中子测井值；

V_1、V_2分别表示两种矿物的体积含量。

显然还可以推广至多种矿物，而且，还可以把泥质视为一种矿物，此时泥质所对应的体积百分比就是泥质含量 V_{sh}。选择多少矿物参与加权，主要看岩心分析矿物组分情况而定，其次要考虑孔隙度测井系列的多少，此时，已不再是解释地质问题，而是一个数学问题了。

在孔隙度测井比较单一，而岩心分析矿物成分较多的情况下，还可以采用一种“混合骨架”的办法，即根据各矿物的体积百分比，加权平均一个“混合骨架”值。把混合骨架值视为单矿物骨架值，再与孔隙度建立相关关系，这是一种实用性较强的巧取办法。

2. 天然气“补偿”解释型

针对天然气对中子和密度测井的影响，即：使中子孔隙度减小，使密度孔隙度增大，为求得两者综合的孔隙度值，测井分析家又作了一种“补偿平均”型假定，据此建立了一系列：

$$\phi = \sqrt{(\Phi_{Nma} - \Phi_N)^2 + (\rho_{ma} - \rho)^2} \qquad (2\text{-}4)$$

或

$$\phi = (\Phi_{Nma} - \Phi_N) + \sqrt{(\Phi_{Nma} - \Phi_N)^2 + (\rho_{ma} - \rho)^2} \qquad (2\text{-}5)$$

当然还有很多假定型公式，检验这些公式的可靠性或实用性的唯一途径就是与岩心分析比较，一致性好就采用，否则就剔除，似乎不存在为什么不符或孰是孰非的问题。实质上这取决于测井与地质的结合程度，毕竟用假定形式是有其简化因素的。

3. 岩心刻度测井型

用岩心测试数据刻度测井资料有两种形式，一是直接刻度测井曲线，此时，测试和测井的物理量纲是一致的，如岩心测定颗粒密度与密度测井；二是岩心刻度测井孔隙度，这是最常见的。这种形式又有两种情况，一是用岩心孔隙度与孔隙度测井曲线（ρ、Δt、Φ_N等）建立相关关系后，通过测井曲线值转换解释孔隙度；二是用岩心孔隙度与测井孔隙度（威利公式或假定型解释）比较，校正测井孔隙度的系统误差，进而解释孔隙度。由于刻度是孔隙度解释的基础，因此，两种形式都必须在归位性好的前提下完成，否则会产生较大误差。

岩心刻度测井的目的在于定量解释孔隙度。相应于用岩心孔隙度分别刻度测井曲线和测井孔隙度的两种形式，便形成了两种解释方程。解释方程都是以回归方程的形式给出的。我国油气藏储量评价中，绝大多数油藏和部分气藏的孔隙度计算是采用前一种形

式。

渊雷默原亨特解释型

早在 员怨愿员年第 圆届职业测井分析家协会年会上，斯仑贝谢原道尔研究中心的雷默和亨特利阿莫科休斯顿与斯仑贝谢测井公司的伽德纳在收集大量实测资料的基础上，共同研究了从低孔到高孔介质声波传播速度与孔隙度的非线性变化规律。他们把孔隙度分三段（ϕ约猿豫；猿豫约ϕ约源豫；ϕ跃源豫）提出了相应的声波速度或时差与孔隙度的拟合关系，并提供了三种岩性（砂岩、灰岩和白云岩）孔隙度解释图版。其中第一段，即ϕ约猿豫，比较适合我国陆相油气藏的特点：

$$\phi = \frac{\Delta t - \Delta t_{ma}}{\Delta t_f - \Delta t_{ma}}$$

显然，这是一个抛物线方程，式中 Δt为声波传播速度。我国油气藏的孔隙度评价虽未完全按照这一模式进行，但孔隙度与声波时差非线性变化的思路却是得到了具体实践的。

缘数理统计相关型

数理统计相关在这里主要是指在岩心分析实测数据的基础上，统计那些影响孔隙度或能反映孔隙度变化的可测量地质一物理参数，建立孔隙度描述方程。当其中的参数都能通过其他非实验室途径直接或间接获得时，这种描述方程便可用作解释方程或解释方程的一个已知条件。一般情况下，与孔隙度有关的岩心实验参数主要有：泥质含量、碳酸盐含量、粒度中值、孔喉半径（或中值喉道半径）、孔喉均值、分选系数等等。描述方程的建立即可以是二元线性的，也可以是多元非线性的。

第五章　含油饱和度确定方法

除了生烃岩类已具备生油能力并在受构造运动或其他作用可形成的原生原储性油气藏外，其他各种油藏在形成以前，储集空间充满了地层水。油藏形成以后，储层中石油体积（一般指液态烃）占孔隙体积的比例，定义为原始含油饱和度（S_{oi}），类似可定义原始含水饱和度（S_{wi}）。在油藏条件下，含油饱和度和含水饱和度满足 $S_{oi}+S_{wi}=1$。

确定含油饱和度的方法较多，有岩心直接测定、测井解释、毛管压力计算和其他间接方法。

第一节　岩心直接测定

岩心测定含油饱和度的前提是获得保持油藏原始含油状态的岩心。为此，通常采用油基泥浆钻井取心或密闭取心，并按严格的操作程序，取得密闭率高的合格岩样，及时测定含水饱和度。实验室直接测定岩心含水饱和度的常见方法有蒸馏法、干馏法和色谱法等。蒸馏法精度较高，是目前国内外使用的重要方法，可作为其他方法精度对比的依据。蒸馏法是采用蒸馏的方法蒸出岩样中所含的地层水，并用高精度捕集装置捕集和计量蒸出的水量。然后用同一块岩样测量准确的孔隙体积，进而计算含水饱和度和含油饱和度。

第二节　测井解释和岩电实验确定原始含油饱和度

由于油基泥浆取心和密闭取心井钻井成本高，工艺复杂，不可能大量钻取。一般一个油区（如大庆油区）只有代表性的几口井。绝大部分小油田没有原始含油饱和度的直接资料。因此，利用测井资料解释或在岩电实验基础上的测井解释显得必要和重要。

一、测井解释含油饱和度的理论基础

用电法测井资料解释含油饱和度，在半个多世纪的测井地质学研究中，基本上仍徘徊在阿尔奇（Archie）由实验资料建立的解释理论框架内，即以电阻率（或电导率）和孔隙度信息为主，以岩电实验参数为辅，间接评价含油饱和度。阿尔奇公式写成电导率

的形式为：

$$\text{悦}_{\text{越}}=\text{悦}_{\text{w}}\phi^{\text{皂}}\text{S}_{\text{w}}^{\text{n}} \tag{园园园}$$

式中，$\text{悦}_{\text{越}}$、悦_{w}分别为地层和地层水的电导率，S/m；

园园园式是适用于纯砂岩的测井电导率与含水饱和度的标准关系式，其中“S_{w}”已作为一个基本量沿用至今。员怨愿怨年，英国测井专家 Poupon 和 Gaymard 总结出了以“S_{xo}”为基本量描述测井电导率与其相关的四大类型饱和度解释方程。

类型 员：没有交互项，S_{xo}只在砂岩描述项出现，泥质校正项不含 S_{xo}：

$$\text{悦}_{\text{越}}=\text{悦}_{\text{w}}\alpha\cdot\text{S}_{\text{xo}}^{\text{n}}+\gamma \tag{园园源}$$

类型 圆：没有交互项，S_{xo}在两现都出现：

$$\text{悦}_{\text{越}}=\text{悦}_{\text{w}}\alpha\cdot\text{S}_{\text{xo}}^{\text{n}}+\gamma\cdot\text{S}_{\text{xo}} \tag{园园缘}$$

类型 猿：有交互项，S_{xo}不出现在泥质校正项：

$$\text{悦}_{\text{越}}=\text{悦}_{\text{w}}\alpha\cdot\text{S}_{\text{xo}}^{\text{n}}+\beta\cdot\text{S}_{\text{xo}}+\gamma \tag{园园远}$$

类型 源：有交互项，S_{xo}在所有项都出现：

$$\text{悦}_{\text{越}}=\text{悦}_{\text{w}}\alpha\cdot\text{S}_{\text{xo}}^{\text{n}}+\beta\cdot\text{S}_{\text{xo}}+\gamma\cdot\text{S}_{\text{xo}} \tag{园园苑}$$

式中，α为砂岩项优势系数，量纲为电导率，S/m；β为砂岩与泥质交互项优势系数，S/m；γ为泥质项优势系数，S/m；S_{xo}为泥质项饱和度指数；n为交互项饱和度指数。

四大类型饱和度解释方程是一种高度的概括，基本上能包括目前国内外已发表或投入使用的以电导率（或电阻率）和孔隙度为基础的饱和度解释方程。方程中的系数可通过实验和统计求取。

用非电阻率信息解释含油饱和度的方法，国内外也有所研究，如用碳氧比测井信息：

$$\text{S}_{\text{w(C/O)}}=\frac{\text{员}}{\phi}\left(\frac{\text{C}}{\text{O}}\right)_{\text{w}}\frac{\text{V}_{\text{w}}}{\text{V}_{\text{ma}}}\left(\frac{\text{C}}{\text{O}}\right)_{\text{ma}}\frac{\text{V}_{\text{ma}}}{\text{V}_{\text{ma}}+\text{V}_{\text{sh}}}\left(\frac{\text{C}}{\text{O}}\right)_{\text{sh}}\frac{\text{V}_{\text{sh}}}{\text{V}_{\text{ma}}+\text{V}_{\text{sh}}} \tag{园园愿}$$

式中，$\text{S}_{\text{w(C/O)}}$为碳氧比测井含水饱和度，V_{w}、V_{ma}、V_{sh}为碳氧比（C/O）测井值。但这类方法在我国储量计算中尚未得到实质性应用。

我国的测井解释含油饱和度研究，由于矿场测井技术和岩电实验技术一般只是跟踪国外现有的研究方法和成果，独创性的东西不多。但是，在应用国内外现有成果方面，一定程度上考虑了一些具体影响因素，如进行侵入带电性校正，即将阿尔奇公式中的地层水电阻率用深探测电阻率测井探测范围内的泥浆滤液和地层水的混合液电阻率（R_{t}）来代替，且认为混合液电阻率是两者电阻率的并联，即：

$$\frac{\text{员}}{\text{R}_{\text{t}}}=\frac{\text{在}}{\text{R}_{\text{mf}}}+\frac{\text{员}-\text{在}}{\text{R}_{\text{w}}} \tag{园园怨}$$

用 R_{t}取代阿尔奇公式中的 R_{w}便得到

$$\text{S}_{\text{w}}=\sqrt[\text{n}]{\frac{\text{a}\,\text{R}_{\text{mf}}}{\phi^{\text{m}}\left(\text{在}\,\text{R}_{\text{mf}}+(\text{员}-\text{在})\,\text{R}_{\text{w}}\right)}} \tag{园员园}$$

式中，R_{mf}为泥浆滤液电阻率，$\Omega\cdot\text{m}$；

在为探测范围内泥浆滤液与地层水混合程度经验系数，一般取 $0.5\sim0.8$，即探测范围内外圆缘为地层水，内圆缘为泥浆滤液，当然还可取其他值，视具体情况而定。

[illegible] 式的方法在四川和陕甘宁气体都有应用，而且是储量计算中含气饱和度的主要选值依据之一。

除上述方法外，就我国储量评价中的测井解释含油气饱和度而言，根据我国的实际应用水平，一般应考虑：

①对于泥质含量较低的碎屑岩油气藏，最起码应尽可能保证阿尔奇公式中两个关键系数 a、b 的可靠性。最有效的方法是取样进行岩电实验，这是测井实验最基本的内容。

②对于泥质含量较高或泥质对储层的导电机理不可忽视的砂泥岩油气藏，实验测定阳离子交换量 [illegible]，进而建立前述的第二类饱和度方程，取 α [illegible]，γ [illegible] 云 [illegible] 此处 [illegible]，一般 [illegible] 月为统计系数。

二、岩电实险测定阿尔奇公式中的 a、b、m、n 系数

对孔隙型油气藏实验测定含水饱和度，一般选取本地区同类岩性的若干岩样，分别测量在 [illegible] 饱和盐水（地层水）时的电阻率 R_o 与在不同含水饱和度时的电阻率 R_t，并测定岩样孔隙度。根据实验数据可回归统计确定 a、b、m、n 系数：

[illegible]　　(3.1.1)

[illegible]　　(3.1.2)

三、用纯水层资料估算系数 a

已知纯水层的电阻率 R_o 和地层水电阻率 R_w 和孔隙度，则

$$a \approx \frac{R_o}{R_w \phi^{-m}} \quad (3.1.3)$$

当然还有其他近似方法。

四、地层水电阻率 R_w 的确定

①用实际油气藏产出的水或油气藏边、底水分析资料确定，是最有效和可靠的方法。

②用同一地区或油气田已知的地层水电阻率随地层埋深的统计变化规律估算。

还有一些其他方法，但用在储量计算时，这两种方法较常用。

五、根据油基泥浆或密闭取心资料统计建立含油饱和度解释图版或相关经验公式

在储层岩性、物性变化不大的油气藏，测井电阻率能有效地反映含油饱和度的变化。在油基泥浆和密闭取心井段，可以建立实验测定的含油饱和度与电阻率测井值的相关统计关系，此时，电阻率测井值的选择可以是单项的，也可以是多项组合的，只要统

计相关性好，且便于操作即可。较理想的方式是基于阿尔奇公式，根据取心井段的含水饱和度、孔隙度和测井电阻率，统计回归确定其他参数，进而建立测井解释饱和度公式。

另外，根据油藏含油饱和度的决定因素，如渗透率、孔隙度、含油高度和油水界面张力等，从油基泥浆取心或密闭取心资料出发，可以统计确定含水饱和度与这些参数的相关关系，利用普通取心井的参数，间接确定与之相同或相似可类比油藏的含油饱和度。

第三节　利用毛管压力资料确定含油气饱和度

毛管压力可理解为在多孔介质中的孔喉内，由一弯曲界面分开的两种不相溶流体之间的压力差，这个压力差等于界面上的界面张力。界面的凸面指向相对低压一侧，这一侧的流体称为润湿相，凹面一侧的流体称为非润湿相。实验室测定岩样的毛管压力常见的方法有三种：半渗隔板法、压汞法和离心机法。这些方法都是用非润湿相流体　如汞、空气等）驱替由润湿相饱和的岩样中的流体，即润湿相　如水）。这一过程，是烃类二次运移形成油藏过程的一种模拟。驱替压力越高，非润湿相能进入的孔喉越小，同时，不同的驱替压力对应一个不同的润湿相饱和度。在以润湿相饱和度和毛管压力刻度的坐标中可得到一条曲线，称为毛管压力曲线。与实际油藏相比，油藏形成以后，在油水界面以上的不同高度，压力不同，含油饱和度也不同，说明实验室毛管压力可以换算成油水界面以上的油藏高度。

另外，根据平均毛管压力资料，还可统计确定油藏平均的最小含油喉道半径，相应的实验非润湿相饱和度也可作为油藏的原始含油饱和度。

第六章　物质平衡法储量计算

物质平衡法是物理学物质守恒定律在油气藏工程中的一种应用形式。该方法在理想化的前提下，将地下油气藏看成体积不变的容器。油气藏开发的任一时刻，采出的流体体积加上剩余的储量（体积量）等于原始储量（体积量）。这种方法的原理很简单，但应用条件比较苛刻，其假定条件是：①储层和流体的物性均质，各向同性，温度均衡，不同流体之间及流体与岩石间没有界面作用（力）；②油气藏动态变化只与地层压力有关，且不同部位的压力保持平衡状态，即开发过程中全油气藏的压力变化始终保持同步。

另外要求原始压力资料、开发过程中的各种流体产量与压力变化等资料必须准确。

显然，我国绝大多数陆相油气藏的地质条件以及历来以油为中心的开采与测试状况，很难满足假定条件，因而在储量计算中只是一种辅助方法，尤其对于大中型油气田（藏）。但在四川小型裂缝气藏中应用广泛。

第一节　综合驱动油藏物质平衡方程通式

（不考虑人工注气）

对于一个有气顶和边底水的油藏，在开发过程中，若不考虑在气顶区注气，只考虑在边底部注水，同时考虑开采过程中岩石和束缚水的弹性膨胀，则物质平衡方程为：

$$\text{晕越}=\frac{\text{晕责}\ \text{月}_{\text{采}}\text{恒}-\text{砸责原砸}_{\text{泽}}\ \text{月}_{\text{井}}\ \text{恒}+\text{宰责原宰}_{\text{蚤}}\text{原宰}_{\text{藻}}\ \text{月}_{\text{增}}}{\text{月}_{\text{采}}\text{原月}_{\text{蚤}}\text{恒}-\text{砸}_{\text{蚤}}\text{原砸}_{\text{泽}}\ \text{月}_{\text{井}}\text{恒皂月}_{\text{蚤}}\text{原月}_{\text{备}}\text{恒}+\text{员恒皂}\left[\frac{\text{杂}_{\text{蚤}}}{\text{员原杂}_{\text{蚤}}}\text{忧}_{\text{增}}\text{恒}+\frac{\text{员}}{\text{员原杂}_{\text{蚤}}}\text{忧}_{\text{枣}}\right]\text{月}_{\text{蚤}}\text{责}}$$

式中，晕为地质储量，10^{8} 米^{3}；晕责为累积产油量，10^{8} 米^{3}；宰责为累积产水量，10^{8} 米^{3}；宰蚤为累积注水量，10^{8} 米^{3}；宰藻为地层水侵量，10^{8} 米^{3}；月采为压力 责下地层原油体积系数；月蚤为原始地层条件下地层原油体积系数；月井为压力 责下地层天然气体积系数；月备为原始地层条件下地层天然气体积系数；月增为地层水的体积系数；砸责为累积生产气油比，10^{4} 米^{3}/吨；砸泽为压力 责下溶解气油比，10^{4} 米^{3}/吨；砸泽为原始地层条件下溶解气油比，10^{4} 米^{3}/吨；皂为地层条件下气顶区与油区体积之比，10^{4} 米^{3}/吨；杂增为地层束缚水饱和度，枣忧增为地层水（包括束缚水）压缩系数，10^{-4} 兆帕$^{-1}$，忧枣为地层水岩石压缩系数，10^{-4} 兆帕$^{-1}$，△责为地层压力下降量，兆帕。

猿缘缘 式为物质平衡方程通式（不考虑注气）。根据油藏的不同地质和开采条件，

猿缘 式可以简化成相应的形式，例如不带气顶的未饱和油藏，皂越园　砸杂砸砸蚤砸责

猿缘 式简化为：

$$\text{晕越}\frac{\text{晕责月燥恒　宰责原宰蚤原宰藻　月增}}{\text{月燥原月蚤恒　杂糟遭增到枣　月蚤责}}\qquad\text{猿缘愿}$$

$$\text{员原杂糟蚤}$$

猿缘愿 式中，由 宰责　宰责蚤和 宰藻三项为零或后两项之一为零，分别可得到相应于封闭型弹性驱动油藏、边底水加弹性驱动油藏以及注入水加弹性驱动油藏的物质平衡方程。

用物质平衡法计算水驱油藏地质储量，必须用其他方法先确定地层水侵量 宰藻 否则，物质平衡法对于储量计算没有实用价值。水侵量的计算是一个渗流物理学问题，多采用水动力学方法或动态数据模拟方法求解。其求解过程比较繁杂，而且还得继续假定理想条件，如在非稳定流法中的平面径向流假定、直线流假定、半球型流假定，即使这样，必须涉及到的水域大小、油水接触面大小、水侵系数等参数仍难确定，还得借助新的假设。因此，用物质平衡法计算水驱油藏地质储量，变数很多，难免人为的倾向性选值。

除水侵量以外的其他参数，大多可以通过实测资料、实验室测定和理论计算确定。

第二节　气藏的物质平衡方程式

气藏的物质平衡方程一般不考虑地层岩石和束缚水的弹性膨胀，而只考虑压力下降和边底水侵入。我国应用最多的是定容封闭型气藏的物质平衡法。即气藏没有直接接触的边水和底水，方程式为：

$$\text{郧}\frac{\text{月}_{\text{蚤}}}{\text{在}_{\text{蚤}}}\text{越}\text{郧}\left(1-\frac{\text{贲}_{\text{责}}}{\text{贲}_{\text{蚤}}}\right)\qquad\text{猿缘怨}$$

即

$$\text{郧}\frac{\text{贲}_{\text{蚤}}\text{糟}_{\text{蚤}}\text{在}_{\text{蚤}}\text{藻}_{\text{蚤}}\text{糟}}{\text{贲}_{\text{蚤}}\text{在}_{\text{蚤}}\text{糟}}\text{越}\text{郧}\left(1-\frac{\text{贲}_{\text{责}}\text{糟}_{\text{责}}\text{在}_{\text{责}}\text{藻}_{\text{责}}\text{糟}}{\text{贲}_{\text{责}}\text{在}_{\text{责}}\text{糟}}\right)$$

$$\text{郧}\frac{\text{指}_{\text{蚤}}}{\text{贲}_{\text{蚤}}}\text{越}\text{郧}\left(1-\frac{\text{在}_{\text{责}}}{\text{贲}_{\text{责}}}\right)$$

$$\frac{\text{责}_{\text{蚤}}}{\text{在}_{\text{蚤}}}\text{越}\frac{\text{责}_{\text{蚤}}}{\text{在}_{\text{蚤}}}\text{原}\frac{\text{责}_{\text{责}}}{\text{在}_{\text{责}}}\text{郧}\quad\text{则责}\qquad\text{猿远园}$$

式中，郧为封闭气藏地质储量，10^8 立方米；则责为累积产气量，10^8 立方米；在为压力 责下的气体偏差系数；其他符合同前。

可见，封闭气藏的视地层压力 责蚤在与累积产气量 则责呈直线关系。在封闭气藏降压生产期间，可以通过回归 责蚤在~ 则责的直线关系式，由直线截距和斜率的比值就可以得到气藏的地质储量 郧 这种方法也适用于弱弹性水驱的气藏和凝析气藏，要求地层压降已达 10% 以上，否则，统计区间太短，直线向外延推太远，就可能造成误差太大。

对于水驱作用不可忽视的气藏，物质平衡方程为：

$$\text{郧}\frac{\text{月}_{\text{蚤}}}{\text{在}_{\text{蚤}}}\text{越}\text{郧}\left(1-\frac{\text{贲}_{\text{责}}}{\text{贲}_{\text{蚤}}}\right)+\frac{\text{宰}_{\text{藻}}\text{原}\text{宰}_{\text{责}}}{\text{月}_{\text{增}}}\qquad\text{猿远员}$$

第七章　弹性二相法概率统计法计算储量

第一节　弹性二相法计算储量

弹性二相法计算油、气藏地质储量，是压力不稳定测试技术在有界封闭均质油、气藏中的应用形式之一。其理论基础是多孔介质渗流物理中的质量守恒定律、达西定律和状态方程，对于气藏还有运动方程。

对于油藏，从无限大、均质、具有均匀原始地层压力 的油藏出发，考虑井底半径为 的油井，以稳定产率 生产，由油藏的内边界条件，推导出在径向流情况下，井底流压 随时间的变化关系：

（ ）

式中， 为井底流压， 为原始地层压力， 为以小时计的原油产量， ；渗为储层渗透率， ；澡为储层有效厚度， ； 为原油粘度， 为原油体积系数；贼为时间， 为油、水和岩石的综合压缩系数；糟为井底半径， 。

对于有界地层，在拟稳态阶段，由于压力扩散到边界后，油藏边界没有流体通过，油井的生产将完全依靠地层流体的弹性能。油藏中各点的压力将以相同的速度下降，整个油藏的压力降落与时间呈线性关系：

（ ）

式中， 为油藏孔隙体积， ； 为统计回归直线的截距， 其他符号同前。

若记斜率为 即

则封闭系统的原油储量（换算到地面的体积量）为：

（ ）

式中，晕为原油地质储量， ；杂为油藏含油饱和度，枣。

对于气藏，由各方程联立推导，并引入压力函数，可以得出一个在形式上与油藏径向流类似的、不稳定渗流微分方程，但由于压力函数与油藏不同，气井井底压力特征函数也与油藏不同：

$$\text{[illegible]}$$

式中，[illegible]为以小时计的天然气产量，[illegible]；[illegible]为天然气体积系数；μ_g为气体粘度为压力p的函数，[illegible]为气、水和岩石的综合压缩系数为压力p的函数，[illegible]。

其他符号同前。

参照油藏的推导，对于有限边界气藏，显然有

$$\text{[illegible]}$$

若记斜率为[illegible]，即

$$\text{[illegible]}$$

则封闭系统的天然气储量为：

$$\text{[illegible]}$$

式中，G为天然气地质储量，[illegible]；S_{gi}为气藏含气饱和度，[illegible]

第二节　概率统计法储量计算

在我国，油气地质储量的计算，传统的作法是采用容积法，即使对于复杂岩性油气藏，也是如此，而且总是习惯于用容积法给出一个固定的含油气面积、有效厚度等参数，进而得到一个确定的储量数值。这与计划经济体制下简单量化储量管理是相辅相成的。当然，对于一个具体的油气藏，其油气地质储量在理论上是客观存在的，但由于不可能简单直接测量，储量评估值的准确程度完全取决于录取资料的数量、质量以及采样点（如井点）分布等因素。如同瞎子摸象一样，假若能摸遍全身，至少能感知其形状，估计其大小和重量，而对于油气藏却是不可能的。结果可想而知，储量误差大，可靠性差。然而即使这样，我们似乎仍不改初衷，仍锲而不舍地努力总结经验，甚至不惜继续投入大量资金和人力物力，大有不求得准确值誓不罢休的劲头。这种精神难能可贵，但我国地质条件复杂，油气藏类型众多，其中复杂断块油气藏、透镜体小油气藏和裂缝性油气藏的油气地质储量约占全国总地质储量的一半，按油气田（藏）个数计算肯定将超出四分之三。显然对于这样的油气藏“国情”，在勘探阶段资料较少的条件下，不可能准确计算储量值。

观念的改变需要一个过程，随着市场经济氛围日渐浓厚，目前的储量管理状况应该逐渐得到改善。至少应接受储量不是一个定值的概念，不仅不可能算准，而且随着经济技术条件的改变本身也是变化的。因此，用一个范围值来表述储量才是科学的。概率统计法是能给出相应范围值的最适用的方法。

概率统计法又称蒙特卡洛[illegible]法或统计模拟法。这种方法与传统容积法的最大区别，在于不以一个固定的数值衡量一个具有不确定性的储量估算值。概率法

以随机变量为对象，以概率论为基础。对于油气储量估算，视储量参数为随机变量，储量参数的在不同精度下的每一个可能值都属该参数的取值范围。概率法储量估算的结果是提供一条储量概率曲线，曲线上的每一个数值都可能是储量的一个评估值，只不过相应的可靠程度各不相同罢了。

概率法储量估算，一般可以容积法公式为其基本形式，首先建立符合参数统计规律的数学模型；然后通过计算机产生的伪随机数进行随机抽样，得到每一个随机变量的概率曲线，按随机变量连乘规则，得出一个计算单元的储量概率分布曲线；最后对多个单元的储量进行概率累加，得到油田总的储量概率曲线。

概率法储量计算的关键是建立参数的随机分布函数。最简单的分布函数有均匀分布、三角形分布和正态分布。确定储量参数的分布函数有两种途径，一是人为选择某种分布然后确定其特征值，如三角形分布，特征值有三个：最小值、最大值和最可能值；二是统计确定概率密度函数，进而确定其分布函数。储量参数和储量估算结果的分布函数一般采用大于累积函数形式表述，即如果分布函数为 云 曾，则大于累积分布函数为 粤云 曾 越员原云 曾。

对于新区新盆地，第一种方法是可行的。对于勘探开发成熟地区或已有一定实际资料的地区，则应该采用第二种方法，这种方法能真正体现概率统计的实质。不过，统计得出的概率分布形式，不一定具备用数学公式表述其概率密度函数的形式，如正态分布、γ 分布、对数正态分布等，而可能得到任意不规则形式。

储量概率曲线是储量全部可能值的完整描述，它应该包括具体油气田（藏）一切可能出现的储量值。如果不具备这一性质，则概率曲线是片面的。具备了这一性质，才有可能通过概率曲线的特征参数，如数学期望值及其置信区间，来描述不同勘探开发阶段油气储量的可靠程度。油气田评价初期，一般取概率 怨园豫 ~ 员园豫作为置信区间，概率 怨园豫处的储量为探明储量，概率 缘园豫处的储量为探明 垣控制储量，员园豫处的储量为探明 垣控制 垣预测储量。必须强调的是，这里的储量是地质储量。

储量概率曲线的陡缓程度，反映了储量的可靠程度，曲线越陡，储量变化越小，可靠程度越高。

第八章　从产量递减规律推算最终可采储量

油气田开发一般有三个阶段，即建设上产阶段、调控稳产阶段和自然递减阶段。以油田为例，在油田开发初期，产量在达到设计生产能力之前，是随时间（月或年）上升的；此后，按照开发方案要求的配产指标进入有控制的生产期，包括增产稳产措施，如注水保持压力等，油田总的产量呈相对稳定阶段；随着剩余可采储量的不断减少和单位采油量能耗的增加，以及采油技术和增产措施达到技术极限，油田就进入后期的递减生产阶段，递减阶段是最长的生产阶段。这一阶段的油气产量将按一定规律随时间连续递减。

产量递减的快慢，通常用递减率表示，定义递减率最常见的方法是随时间的递减率，即在单位时间（月或年）内产量递减（下降）的速度：

$$\lambda = -\frac{1}{Q}\frac{dQ}{dt} \tag{8-1}$$

式中，t为时间，单位为月或年；λ为瞬时递减率，单位为1/月或1/年；Q为以月或年计的油、气田产量。

在油气田产量递减规律研究方面，Arps的产量递减理论，被认为是描述油气田（藏、井）产量递减规律的最经典和最完善的理论，即产量递减不外乎指数递减、双曲递减和调和递减。但事实上，这三种形式不能完全代表产量递减的所有形式，它只能代表可用双曲函数（包括两种特例）描述的递减形式。事实上，可以证明，用指数分布描述产量递减比Arps的产量递减更加完善。指数递减属于标准的指数分布，双曲递减是拓展指数分布的λ常数的一种形式，且是不遵从物质守恒定律的局部拟合递减形式。从指数分布可以演绎出Arps的产量递减通式。这里产量递减只考虑了递减率单调递减的形式，而数学上，可以把递减率的单调递减拓展为有条件的先单调递增而后单调递减，并可用曲线形式表述这一“先凸后凹”的特征，即反正切微分分布特征。递减率的这一特征同样能保证产量的一致递减性，而且用这一分布模型描述符合这一类型的产量递减，能很好地与产量高峰期或稳产期平滑衔接，这是Arps的产量递减形式难以胜任的，因而，具有较强的理论性和实用性。指数分布和反正切微分分布都可用于递减阶段最终可采储量的推算。

第一节　产量递减的指数分布规律

由于产量在时间轴上的总累积等于可采储量（即总可采储量），在一定条件下是定

值），也就是说，产量与总可采储量的比值在时间轴上的累积为 员。若记产量为 匝，可采储量为 晕匝，则有

$$\int_{0}^{t}\frac{q}{N_p}\mathrm{d}t=1 \tag{缘-员}$$

在产量递减阶段，产量变化特征与指数分布的特征相近，但曲线却不一定始终是上凹的。若记递减阶段的可采储量为 晕匝园，在 缘-员 式用可采储量将产量规一化的前提下，存在下述关系：

$$\frac{q}{N_{p0}}=\lambda e^{-\lambda t}$$

等式右边是指数分布积分函数的原函数，式中 λ 为指数分布的特征参数，整理可得

$$q=N_{p0}\lambda e^{-\lambda t}$$

（缘-园）

这与前面推导的指数递减形式是完全一致的，只不过这里的 园约λ 约员。可见，产量指数递减可用 园约λ 约员前提下的指数分布密度函数与可采储量的乘积来描述其特征，即产量指数递减是指数分布的一个典型应用形式。

第二节　双曲递减 原拓展指数分布的 λ 常数

由 缘-园 式中，当 λ 为常数时，就是上述的指数递减，但实际生产不总是能满足这一要求的，即随着油气田生产，递减率将发生变化。若只考虑 阅 园约λ 约员 随时间的单调递减形式，且曲线始终是上凹的，典型的单调递减可取为

$$\lambda=\lambda_{园}e^{-\beta t}\qquad(\beta>0,\ t\geqslant 0)$$

缘-猿 在 贼越园处用泰勒 级数展开 藻原贼 可得

$$\lambda=\frac{\lambda_{园}}{1+\beta t+\frac{(\beta t)^2}{2!}+\cdots+\frac{(\beta t)^n}{n!}+\cdots}$$

式中 贼的 贼 是泰勒级数展开的余项。若只取 噪越员，忽略 噪越圆及以后的各项和余项，则

$$\lambda=\frac{\lambda_{园}}{1+\beta t}$$

缘-源

令 灶越λ园辕β，缘-源 式可写成

$$\frac{\lambda}{\lambda_{园}}=\frac{1}{1+\frac{\beta}{\lambda_{园}}t}=\frac{1}{1+灶t}$$

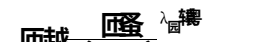
缘-缘

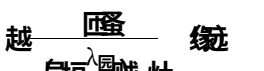
与前面建立的产量递减理论对比，缘-缘 式就是双曲递减的递减率通式，因为由 缘-园 式和 缘-源 式，可进行如下推导：

$$\frac{q}{N_{p0}}=\frac{\lambda_{园}}{1+灶t}$$



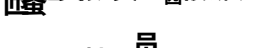


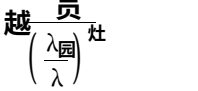






式与双曲递减的产量方程完全一致。结合　式，有



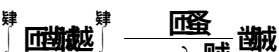


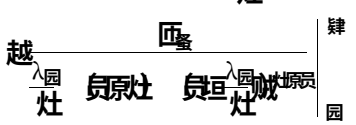
即

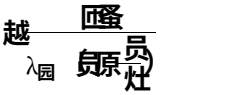


这就是 的产量递减通式。

然而，调和递减和双曲递减是不遵从物质守恒定律的局部拟合递减形式。物质守恒在这里指的是满足　式，即累积产出量的总和等于可采储量，而不能大于可采储量。而由 的产量递减通式两边对 积分







对于调和递减，　式为无穷大，即调和递减最不守恒，因而不能用作长期的产量预测，只能作为局部短期的历史拟合。对于双曲递减，　式仍大于　只有当　时，　式才趋近于　显然，指数递减是守恒的递减形式。

综上所述，的产量递减理论实质上是指数分布在特定条件下的一种拓展形式经简化后的应用。这一特定条件指的是：①　；②将指数分布的　常数拓展为一般　指数函数；③展开　指数项时忽略高次项。由于拓展的不严密性，致使调和递减和双曲递减不再遵从物质守恒定律。

第三节　反正切微分分布模型及其特征

在上述考虑λ变化时，只考虑了λ单调递减，即只选择了λ一致上凹的情形，亦即λ对时间的二阶导数必须大于 园（义 贼 跃园。但在理论上，出现λ义 贼 越远和在 园≤λ约员前提下λ先单调递增后单调递减的情形，也能保证产量 匝的一致递减性，也就是说，λ的曲线形态可以由上凸变为下凸，曲线峰值可以不在 贼越园点，峰值过后由上凸变为下凸的拐点处即为λ义 贼 越园 图 猿原愿原员所示为产量一致递减情况下，四种不同产量递减的递减率λ的曲线形态（园越园原员 双曲递减的 灶增减，其中反正切微分递减就是将要论证的情形。相应的产量递减曲线形态示于图 猿原愿原圆

从曲线形态上看，反正切微分递减可能更接近实际情况，因为油气田开发到一定阶段后的产量递减并不是突然陡峭着下滑的，无论是指数递减、调和递减还是双曲递减，都无法在递减最初期与前面的稳产或增产曲线平滑衔接，反正切微分递减却能做到这一点。从产量递减这一特性和 缘员 式出发，不妨先考虑这样一个积分

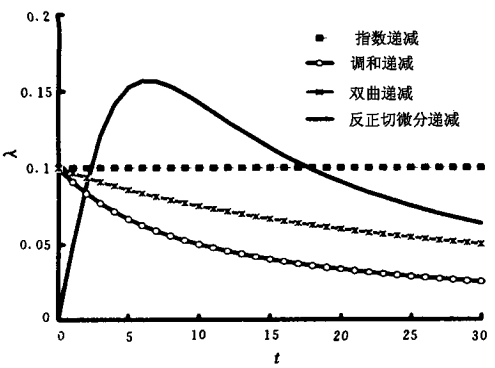


图 猿原愿原员　四种产量递减的递减率曲线形态

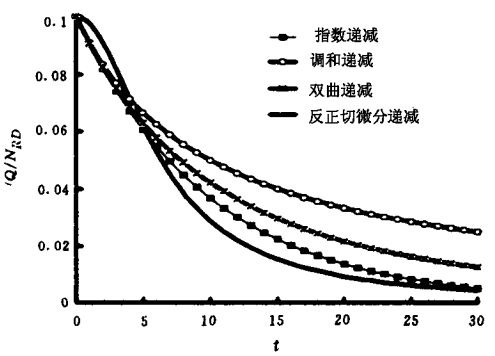


图 猿原愿原圆　四种产量递减的产量曲线形态

$$\int_{园}^{肆} 枣\ 贼\ 凿贼 = \int_{园}^{肆} \frac{圆}{\pi} \cdot \frac{憎}{憎^{圆} + 贼^{圆}} 凿贼 \qquad 缘愿员$$

显然，缘愿员式中的 枣 贼 也是一种分布的概率密度函数，由于

$$\int_{园}^{贼} 枣\ 贼\ 凿贼 = \int_{园}^{贼} \frac{圆}{\pi} \cdot \frac{憎}{憎^{圆} + 贼^{圆}} 凿贼 = \frac{圆}{\pi} \arctan \frac{贼}{憎}$$

因此，可称以这样的 枣 贼 为其概率密度函数的分布为反正切微分分布。显然下式是成立的：

即

当

式就是反正切微分分布产量递减通式。可前面的推得可得递减率为

如同指数分布的参数 λ 决定了指数分布函数一样，反正切微分分布的 β 也决定了反正切微分分布函数，且 β 唯一取决于 λ。

第四节　产量递减指数分布和反正切微分分布的可采储量计算

①指数分布

在 式中，若记

则有

即在以 为底的半对数坐标中，产量的对数与时间呈线性关系，亦即产量与时间呈指数关系。采用实际递减生产阶段的资料回归取得 和 后，可以由 式估算递减率和递减阶段的可采储量：

而从开始递减到 阶段的累积产量可表述为

即累积产量与产量呈直线关系，累积产量轴上的截距就是递减阶段的可采储量。

②反正切微分分布

由　式可得

$$\frac{员}{匝}越\frac{憎圆}{匝鱼}\frac{勰垣}{员匝鱼} \tag{式}$$

考虑到$\frac{员}{匝}$与 赚可能在数量级上有较大差别，为使数量级一致，在　式两边同乘以常数 悦，一般 悦在 员园～员园园园之间，这取决于 匝的大小和采用的单位，若记 粤圆越$\frac{悦憎圆}{匝鱼}$ 月圆越$\frac{悦}{匝鱼}$　式变为

$$\frac{悦}{匝}越\frac{粤圆勰垣月圆}{员} \tag{式}$$

即$\frac{悦}{匝}$与 赚呈直线关系。回归取得 粤圆和 月圆后，可计算 憎和 晕匝悦，即

$$\begin{cases} 憎越\sqrt{粤_{圆}月_{圆}} \\ 晕匝悦越\dfrac{悦}{\sqrt{粤_{圆}月_{圆}}}\dfrac{\pi}{圆} \end{cases} \tag{式}$$

第九章　勘探阶段和开发初期采收率和可采储量的确定原则

理论上，油气藏的采收率是指在现有工程技术和经济条件下，从油气藏中可以采出的石油和天然气占原始地质储量的百分数。它是衡量油气田开发水平的重要指标之一。采收率的高低不仅与储层岩性、物性、非均质性、流体性质以及驱动类型等地质因素有关，还与井网密度、开采层系划分、开采工艺水平等人为因素有关，同时，经济条件（如油气售价等）也直接影响经济可采储量的大小。另外，原始地质储量的计算标准也是不可忽视的因素如物性下限等。可见，采收率不是一成不变的，也说明每一个采收率数值都对应着相应的技术经济条件。

原则上，勘探阶段和油气藏投入开发初期，主要依靠静态地质资料、岩心实验分析资料和已开发的同类型油气藏的开采经验，用类比法选取采收率值。油气藏投入开发以后，随着采出程度的增加，可以用开发动态资料确定现有技术条件下的最终采收率。

第一节　采收率和可采储量不同计算方法的应用原则

根据油气藏所处的勘探开发不同阶段和拥有的资料情况，可选用不同的方法确定采收率和计算可采储量。这些方法的使用阶段和应用条件列于表 猿愿怨原员

表 猿愿怨原员　可采储量不同计算方法的使用阶段和应用条件

方法	使用阶段	应用条件
类比法	勘探阶段和开发早期	拥有进行类比的各项静动态资料
驱油效率法		拥有利用相关经验公式计算的各项有代表性的参数
驱油效率法	开发早期	拥有有代表性的岩心、流体样品，并进行了模拟地层条件下的水驱油试验
数值模拟法	开发早中期	拥有编制开发方案的各项静态资料及试采数据
压降法	开发中期	定容封闭气藏，地层压降与储量关系线性，拥有气体组分、地层压力、产量和废弃条件等资料

续表

方法	使用阶段	应用条件
物质平衡法	开发中期	天然水驱气藏，地层压降明显，拥有 孕灾栽分析资料、地层压力和废弃条件时的参数
产量递减法	开发中后期	油气藏开发进入递减期，拥有产量递减资料和经济极限产量
水驱曲线法	开发中后期	水驱油藏，已进入中、高含水期，有明显的直线段出现，并确定了经济极限含水率

第二节　类比法确定采收率的一般范围

根据国内外的经验，油气藏的采收率与驱动类型密切相关，但即使同一驱动类型，采收率的变化范围也较大，不同驱动类型油气藏的采收率一般取值范围见表 猿原怨原源圆。

表 猿原怨原源圆　不同驱动类型油气藏的采收率

油藏	采收率 辕豫	气藏	采收率 辕豫
水驱	圆缘～远园	定容	远园～怨园
气顶驱	圆园～缘园	水驱	猿缘～远园
溶解气驱	员园～圆缘	致密砂岩　运约员皂阅	猿园～缘园

第三节　几个典型的采收率计算相关经验公式

①水驱砂岩油藏原油采收率计算公式

$$耘_{砸}越园援猿怨愿缘垣园援园远员缘员造早\frac{运}{\mu 燥}垣园援园怨远远 造早 孕 垣园援园圆愿远 造早 杂　　　　（猿原怨原缘）$$

样本数为 员猿园，相关系数为 园援苑远远源

式中，耘_砸为采收率，枣；运为储层渗透率，皂阅；μ燥为原油粘度，皂孕葬·泽；ϕ 为储层孔隙度，枣；杂为井网密度，口 辕噪皂^圆。

②溶解气驱砂岩或碳酸盐岩油藏原油采收率计算公式

[illegible]

样本数为 [illegible]　相关系数为 [illegible]

式中，[illegible]为束缚水饱和度，[illegible]为油藏饱和压力下的原油体积系数；[illegible]为原油粘度，[illegible]为油藏饱和压力，[illegible]为废弃时的地层压力，[illegible]

③水驱碳酸盐岩裂缝性油藏原油采收率计算公式

[illegible]

样本数为 [illegible]　相关系数为 [illegible]

式中，[illegible]为地层水粘度，[illegible]

④砂岩稠油油藏蒸汽吞吐原油采收率计算公式

[illegible]

样本数为 [illegible]　相关系数为 [illegible]

式中，[illegible]为油气藏平均埋深，[illegible]；ε为有效厚度与砂岩厚度之比（净毛比），[illegible]为有效厚度，[illegible]

这些相关经验公式只不过是经验公式中的一部分，而且，使用单位若有更符合具体油气田实际条件的其他经验公式，经论证后也是可以采用的。

第四节　驱油效率法预测采收率

利用有代表性的岩心进行模拟油藏条件下的水驱油实验，确定驱油效率，并估计水驱平面波及系数和垂向波及系数后，由下式预测水驱油采收率：

[illegible]

式中，[illegible]为驱油效率，[illegible]为最终水驱平面波及系数，[illegible]为最终水驱垂向波及系数，[illegible]为原始含油饱和度，[illegible]为残余油饱和度，[illegible]为水驱波及面积，[illegible]；[illegible]为含油面积，[illegible]；[illegible]为水驱波及厚度，[illegible]

第五节 油藏水驱曲线法计算可采储量

水驱曲线法是预测水驱开发油藏可采储量的特有方法，一般在油藏含水率达到

缘豫以上，并已出现明显的直线段之后方可应用。四种常用的水驱曲线法如下：

员援甲型水驱曲线法

$$遭_{宰责}越_{粤员}垣月_{晕责} \tag{郧.员}$$

$$晕_{酝越}=\frac{遭_{粤员}\left(\frac{载_{载蕴}}{员原载_{载蕴}}\right)原　粤_{员}垣遭_{圆圆载载员}}{月_{员}} \tag{郧.圆}$$

圆援乙型水驱曲线法

$$遭_{宰责}越_{粤圆}垣月_{晕责} \tag{郧.猿}$$

$$晕_{酝越}=\frac{遭_{粤圆}\left(\frac{员}{员原载_{载蕴}}\right)原　粤_{圆}垣遭_{圆圆载载圆}}{月_{圆}} \tag{郧.源}$$

猿援丙型水驱曲线法

$$缘_{宰责}越_{粤猿}垣月_{宰责} \tag{郧.缘}$$

$$晕_{酝越}=\frac{员原\sqrt{粤_{猿}}　员原载_{载蕴}}{月_{猿}} \tag{郧.远}$$

源援丁型水驱曲线法

$$\frac{缘_{宰责}}{晕_{宰责}}越_{粤_{猿}}垣月_{宰责} \tag{郧.苑}$$

$$晕_{酝越}=\frac{员原\sqrt{粤_{猿}原原员}　员原载_{载蕴}　\tau_{载蕴}}{月_{原}} \tag{郧.愿}$$

式中，$粤_{员}$、$粤_{猿}$、$月_{员}$、$月_{原}$分别为统计回归系数；$宰_{责}$为油藏累积产水量，$员园^{源}m^{猿}$；$晕_{宰责}$为预测阶段的累积产油量，$员园^{源}m^{猿}$；$缘_{宰责}$为油藏累积产液量，$员园^{源}m^{猿}$；$载_{载蕴}$为经济极限含水率，$载$

第 四 篇

油气储量计算方法

第一章　概　述

油气储量的计算方法有多种，分为统计性的和确定性的两大类。本文讨论了一种统计性的油气储量的计算方法。为此，本文首先概述了属于地质统计学的油气储层随机建模的原理，并在此基础上讨论了一种统计性的油气储量的计算方法和相应的一种计算机软件系统，最后，给出了应用实例。这种油气储量计算方法的优越性在于，用统计性的方法来处理问题，针对油气储层的非均质性，解决数据不足引起的储量的不确定性，能综合利用地震、测井，地质等各种数据。

油气储量是一个重要的问题。油气储量是国际石油工业量发展最基本的因素和最重要的指标。对于石油生产公司而言，这是一大笔财富。将来的收益和投资的资本都靠它而来。对于投资者而言，这是一个公司金融实力的反映和将来发展潜力的指标。就政府而言，油气储量是能源的一个主要来源，是国家经济持续发展的一个关键因素。

油气储层是一个复杂的问题。由于技术、经济和政治因素的影响，各国对油气储量估算的方法和标准有所不同。随着时间的推延，油气储量有关的各种概念和算法也在不断地发展。

在过去的 [illegible] 年间，众多的技术组织，管理机构和金融机构的专家们就油气储量的分类和分级问题进行了广泛的讨论，做了大量的工作。

在 [illegible] 年，[illegible] 和 [illegible]（世界石油大会）分别工作，推出了一组油气储量的定义。它们在主要的关键方面是惊人的相似。两者均获得了广泛的承认，已经成为优秀的储量分类标准。不久以后，人们发现这两个组织的方案综成一个统一的方案是可行，这样可提高石油工业界对于油气储量评价的一致性的认识。在这两个定义发表后不久，这两个组织的代表便开始接触。这种接触在 [illegible] 年开始增多了，并建立了联合工作小组。其结果是在 [illegible] 年产生了一个草拟的方案，并分发给工业界审查并征求意见。在 [illegible] 年 [illegible] 月，修改后的草稿递交给 [illegible] 和 [illegible] 的主任委员会考虑 [illegible]。

近来讨论 [illegible] 的储量定义草案的公开出版物非常强调，在统一基于确定性的储量估计量和基于概率方法的储量估计量方面的困难 [illegible]。对这两种估计方法的讨论，将毫无疑问地重新挑起一项涉及基本概念的争论。其焦点是如下两者的差别：基于对储量估计的原理“增量”（或风险）和“最优估计”（或不确定性）。

当前的 [illegible] 定义是基于增量原理。由此，经证实的储量是“合理的、可靠的”，而可相信的储量是相对于经证实的储量“较少的可靠的”，而未证实的储量（可相信的储量和可能的储量）和经证实的储量之和是排除了“因为不同程度的不确定性”。这里，不确定性是真正地反映了风险。这个原理已被广泛地接收并作为储量估计的一个基础已有许多年的历史，特别是在美国。然而，它与概率方法的原理是不能直接相比的。

最佳估计的思想是反映了一种假设。储量估计的基本目标是：①储量为最优估计，是指对于直至油田被废弃为止确实可开采出的油气总量的可能估计；②估计什么是这种估计中的不确定性。使用确定性方法时也可用这种逻辑。当人们应用最佳估计原理时，确定性的方法和概率的方法就可以进行比较，至少在理论上如此。

油气储量的预测是一个困难的问题。由于各地区的地质环境和特点各异，油气田开发程度和开发模式的差异，以及所处的技术条件的不同，油气储量的预测方法也会有所不同。

油气储量是油藏各部分的性质的综合反映和油藏的总体积，和各点的孔隙度和含油饱和度都有密切关系。油藏内部的非均质性对油气储量的估算影响很大。

国内外实践证明，油气储层的随机建模是储层特征描述技术　　中一项行之有效的方法，特别是在定量描述储层的非均质性方面有着实特的作用。

本文以　　等人　　的方法为主，讨论了以储层随机建模方法来预测储层内部的含油气体积总量。这种方法可以把地震资料和测井资料相结合来进行预测。所预测油气体积总量的统计方差会随着井的数目的增加而减少。用这种方法，即使只有一口井也可对油气储量进行预测。只是，这时油气储量的方差就很大，也就是说不确定性很大。

同时，本文还介绍了油气储层随机建模的基本原理，和相应的计算机软件系统——‘储层地质统计分析系统　　’。这个用于储层随机建模的系统的研制工作，是本文作者组织的，始于　　年。从　　年起，该系统开始处理胜利油田的数据。经　　和　　两版本，该软件目前已是第三个版本　　了。

第二章　油气储层随机建模的原理和地质应用

一、油气储层的随机建模原理

研究油气储层随机建模的宗旨是在建立油藏的三维定量地质模型，研究和描述油藏的非均质性。

自从本世纪 [illegible] 年代初期，法国的马特隆教授提出区域化变量理论并创立地质统计学以来 [illegible]，地质统计学应用于油藏描述领域已取得了很大的进展。地质统计学的早期应用，主要应用于绘制一个或多个地层参数的空间分布图，强调使用变异函数模型和克立格方法绘图，并把克立格误差作为衡量精度的指标。克立格方法是一种线性平滑内插方法，它优于传统方法（如三角剖分法、距离反比加权法等）之处在于它不仅考虑到被估点位置与已知数据位置的相互关系，而且还考虑到已知点位置的相互关系。这相当于从整体上强调数据构形的作用，并使用变异函数对相互关系进行定量的刻化。但是，由于克立格方法仍是一种数据内插方法，把它用于储层评价常常会平滑掉储层特征在空间展布的变异性，从而对研究储层的非均质性和不确定性是不合适的 [illegible]。不难验证，克立格方差独立于数据值，因而用克立格方差作为估计精度的一种衡量指标是不妥当的。

近年来，地质统计学已不在强调克立格方法在绘图方面的应用，而把地质统计学作为一个基本工具，用来对储层的不确定性进行随机建模 [illegible]。不难发现，储层的不确定性除了与数据构形有关外，还依赖于具体的观测数值。如果建立了储层的随机地质模型，那么可以采用相应的随机模拟 [illegible] 方法产生储层属性空间分布各种变化等的实现。随机模拟是一个抽样过程，该过程抽取各种可能的、等概率的随机模型各个部分的联合实现。这一系列实现（通常用网格化数据来表达）在 $z(x_1)$；$z(x_2)$，…，$z(x_N)$ 表示区域中的属性值在空间分布的 N 个可能的图像。每个实现也称为随机图像 [illegible]，反映了强加在随机模型在 x_i 的某些性质。如果来自样本在 x_i 的与匹配的随机模型在 x_i 相适应的性质越多，那么随机模型就越好。

这里，随机模拟在以下两个方面不同于克立格法或任何内插方法。

[illegible] 在大多数内插方法中，主要目的在于每一次只取一个未抽取位置，然后对该抽样位置提供一种“最优”的估计在 x_i；$z(x_i)$ 的最终空间统计量。然后在随机模拟中，主要目的就在于考察模拟值在 $z(x_1)$；$z(x_2)$ 的最终总体特征或结构以及统计量。此时，局部的精确性是次要的。

对指定的数据集和条件统计量，克立格法作为一种内插算法是一种单一的数值模型　在噪　怎，怎粤。该模型在局部精确定义下是“最好的”。然而，模拟提供许多变化的数值模型　在造　怎；怎粤，造蚤员　圆…，蕴　它们的每一个在整体上可以说是对现实情况的“优良”描述。这　蕴个变化图像之间的差异提供了对空间联合不确定性的一种度量　[illegible]。

随机模拟通常分为条件模拟和非条件模拟。非条件模拟所产生的随机图像仅要求再现随机模型所要求的关于储层属性空间分布的相关结构，而要求条件化到已知的井位数据，或者说这些随机图像在已知井位观察位置必须与已知数据相一致。通常讲的随机模拟，是指一般的条件模拟。值得指出的是条件模拟技术所产生的随机图像能够从整体上对未抽样位置提供一种不确定性的度量，而不是局部的，一个位置接一个位置的反映这种不确定性　[illegible]。

使用统计概念和随机性概念来建立地质模型把油藏工程的研究提高到了一个新的水平。建立储层随机地质模型的过程简称为储层的随机建模　[illegible]。早期研究储层行为主要是使用定性的或半定量的确定性地质模型，称之为储层描述　[illegible]。这样建立的地质模型只能是对储层大范围特征的定性的认识，而且常把储层的属性分布看成是连续性和持续性都比较好的理想模型，把储层物性参数在大块段上常赋予一个平均值来刻化。但是，真正的储层行为要比想象的复杂的多，储层分布及结构的非有序性、各向异性、非连续性、非均质性是普遍存在的。为了探索这种复杂性，就有必要利用充分的地质资料结合现代新技术来对现代储层的复杂性进行定量化的评价。这样建立的模型不同于早期的储层描述，称之为储层表征　[illegible]　技术。由于获取的地质资料、信息、数据的分散性、稀疏性、跳跃性、间接性和随机性，因而利用这些资料来建立模型，其结果肯定包含这种不确定性和多解性。所以储层的随机建模和随机模拟技术提供了解决上述问题的一种有力工具。

以下，对储层随机建模过程和随机模拟过程不加区分，一律统称为储层随机建模。

已经发表的工作表明，储层随机建模技术可使用于对储层从静态行为到动态行为整个全过程的研究。研究的储层静态行为包括下列几个方面：

员　岩相的划分和空间分布；

圆　沉积相带的划分和空间分布；

猿　孔隙度、渗透率和含油饱和度等参数的空间分布；

源　砂体中悬挂着泥岩的空间分布和尺寸；

缘　储层中遮挡带的空间分布；

远　不同砂体之间的连通性；

苑　储层的空间位置和形状；

怨　断层和裂缝的位置、方向、长度及其空间分布；

研究的储层动态行为有如下几个方面：

员　储层可采油气的动态分布；

圆 储层的产量预报；

猿 油田开发中的风险评价；

源 油田开发方案。

常用的储层随机建模方法有：

员 序贯高斯模拟 [illegible]；

圆 序贯指示模拟 [illegible]；

猿 布尔模拟 [illegible]；

源 截断高斯模拟 [illegible]；

缘 退火模拟 [illegible]；

远 示性点过程模拟 [illegible]；

苑 镶嵌过程模拟 [illegible]。

二、储层非均质性的评价和定量化

近年来，储层非均质性研究已愈来愈受到地质人员的关注，而且已经认识到储层的非均质性是影响提高油气采收率的主要原因 [illegible]。没有详细的储层评价就实施开发方案常会归于失败，这是由于未能识别出储层中一些遮挡带对流体流动的影响。例如在储层开发阶段，由于井跨度越来越小，大量的取芯数据、测井数据、试井数据、产量数据提供了比储层早期评价阶段更为详尽的资料，这些都有助于对储层的非均质性进行更为详尽的描述。同时，大容量，高速度的电子计算机的出现以及各种模拟方法的形成，使得评价储层的非均质性成为可能。

提供收集露头数据和各种地质数据的结合，也使得可以对各种类型的非均质性进行定量的处理。不同类型的非均质性只能借助于一定的模型才能更好的揭示出来。非均质性伴随着不确定性，对储层非均质性评价的好坏依赖于是否利用已知数据正确的揭示了储层中所包含的不确定性。储层随机建模技术能够给出在已知数据条件控制下，相应于一定地质概念模型储层的各种等可能的展布，各种结果的综合就反映了储层评价中所包含的非均质性和不确定性。基于特定的模型，可以研究在储层的各种非均质性影响下，所采用的开发方案的风险性 [illegible] 等人 [illegible]。

储层的非均质性体现在储层的各种观察尺度上，即从宏观的非均质性到微观的非均质性。如来自于沉积地质特征的大范围储层构造特征；无断层的储层内部渗透体之间的边界，这相应于储层冲积相的边界，或称为生成元的边界；在每个特定生成元内的渗透带，于沉积环境和成岩作用有关的遮挡带；裂缝的出现也常常是难以定量化的非均质性。孔隙类型和多孔介质内部的非均质性属于微观的非均质性。这些非均质性的观察尺度从几十公里到几个微米。

非均质性可以看成一种弱连续性或不连续性，或者说成是地质特征在一定尺度上的剧烈变异性。因此，传统的内插现性平滑方法显然是不适合描述储层的非均质性，必须寻找能反映储层非均质性的模型和相应的处理方法 [illegible]。众所周知，建立的储层模型都必须考虑到尺度效应。模型的可靠

性和精度是相应于一定的井间跨度或观察尺度的，也是与井的密度有关的。例如，利用大跨度井位数据推断出的结论只能反映储层宏观的非均质性，若要用该模型对小尺度范围内储层特征进行预测就必须收集更多的小跨度数据，例如，与研究区块具有类似地质特征的露头资料的收集。否则，模型对储层小尺度的非均质性预测的可靠性就差一些。正由于模型的可靠性依赖于数据密度和观察尺度，因而使用特定模型来预测储层的详细特征就具有不确定性，从而模型的结果具有多解性，这样才能反映由于掌握信息有限所引起的不确定性。储层的随机建模技术的应用，可以有效的刻划和定量评价储层的非均质性。

三、储层静态行为的随机建模

（一）河流沉积相分布的随机建模

沉积相分布也是储层随机建模技术应用的一大方面。地质沉积相的描述和刻划对于研究储层行为其决定作用。对河流相沉积，如何有效的寻找河道砂体位置和延伸范围对搞清储层的动态行为时至关重要的。对曲流河道砂体的分布的描述可用两种基本的方法来处理。

①示性点过程方法，又称为面向对象的方法；

②指示方法。

面向对象的方法主要是把描述的沉积对象看成是在三维空间中其位置、长度、宽度、厚度等是具有一定分布且有相互作用，如何建立相应的随机模型并进行相应的模拟。这种方法的缺点是难以条件化到已知的实验数据，优点是服从几何体形状的空间分布。指示方法的缺点是不能完全描述几何形体，其优点是易于操作并易于条件化到已知的实验数据。

对于辫状分流河道沉积相的模拟，可以建立相应的随机模型——随机游走模型，并给出了相应的模拟结果。效果表明，这种方法是解决这一难度较大问题的有用工具。

（二）岩性空间分布和随机建模

对河流三角洲砂体露头研究和随机建模，可以给出三角洲的岩性空间分布[illegible]。

根据露头资料建立相应的随机模型，并利用露头岩相资料和已知数据确定不同岩相再不同参照水平面上效应的频率，用不同的频率值对高斯随机函数进行截断，然后确定不同岩相的变异函数与交互变异函数，最后可给出河流三角洲砂体岩相的模拟结果。这样处理的优点在于如下几个方面：

①可以反映三角洲砂体岩相在空间剖面上的沉积次序关系。

②可以反映不同岩相在空间累积频率分布情况。

③利用露头资料可以使而维岩相的研究容易的过渡到岩相在三维空间的展布。

④砂泥岩夹层在三角洲砂体中分布较广，直接影响着三角洲砂体物性在空间的非均质性分布，而露头研究对搞清砂泥岩夹层的分布和相互至关重要的。

可用截断高斯模拟方法来解决上述问题。

猿 断层带的随机建模　[illegible]

许多油藏的特征受到断层和裂缝的影响，一般来讲，落差大于 [illegible] 的较大断层带可以从地震地录中观察到的。断层可以是一个单元的地层沿着某个连续平面的下滑，也可以是由许多的小裂缝组成。虽然，断层带中实际的断裂类型支配着流体的流动是一个众所周知的事实，但是对于流体穿过断层流动的准确机理，目前还未有满意的解释。然而，地质学家对断层类型进行了大量的研究，对其中的一些作用力也给出了一定的解释。因此，利用随机建模和随机模拟对断层带及其断裂类型的识别和研究，其必要性和可能性是十分明显的。

小的断层和裂缝在地震记录是无法观察到的。它们的外观方向和大小依赖与有它们所构成的主断带。建立随机模型要根据一般的构造地质方面的知识。利用随机模拟，不仅会产生和断裂类型有关的各种实现，而且还可以用断层中心线，垂直落差和水平范围等可以观测到的信息对实现进行条件化控制。每一个实现有可作为油田产量模拟的输入，以便评坐断裂类型对油气产量的影响。

源 碳酸盐岩储层裂缝分布的随机建模

碳酸岩盐是沉积岩三大类型之一。我国近十多年来油气勘探在碳酸岩盐领域中有重大突破，已愈来愈清楚的认识到碳酸岩盐是一个重要的找油气领域。因此，碳酸岩盐储层已成为石油地质很重要的研究内容之一。认识和识别碳酸岩盐储层对于油气勘探具有重要的理论意义和实践价值。由于构造作用而形成的裂缝型碳酸岩盐储层在碳酸岩盐储层中占有相当大的比重，如何有效的描述和预测碳酸岩盐储层中裂缝的位置和分布是一个非常重要的问题。裂缝储层比较复杂而且定量描述有相当大的困难。在很多情形下，对这种储层的描述方法并不令人满意。但是，如果把裂缝模型定量地用一种迭代函数系统　简记为 [illegible] 来描述，并用分形模拟方法，可以给出具有类似特征的裂缝分布模拟结果。

具体应用时需使用的信息有：

①形成储层的沉积演化过程、地质特征、地质构造运动过程、应力定律等一系列的地质知识。这些对于建立储层裂缝分布的地质概念模型是至关重要的。

②已知的裂缝位置、长度、密度等裂缝有关的数据。这些可利用地震与对地层倾角测井资料给出。

缘 物性参数非均质性分布的随机建模　[illegible]

以前指出储层物性分布的非均质性已愈来愈受到重视。正是这种非均质性使得预测储层的动态行为增加了很大的难度。对储层物性非均质性认识不足常常导致乐观的估计了油气采收率，过于简单的布置了注水井和开发井，从而其效果并不令人满意。为此，必须使用随机建模方法对储层物性空间分布的非均质性进行充分的描述。只有这种，才能了解利用已知资料和已知模型究竟在多大程度上控制着储层有行为，到底还有多少不确定性还有待去探索。

经常使用的模拟储层物性空间分布的地质统计学方法有：序贯高斯方法、序贯指示方法、[illegible] 分解法等。

[illegible]　河流相储层砂体连通性的随机模拟　[illegible]等人，[illegible]

河流相储层常具有难以描述的几何结构。这往往可归结为砂体伴随这较复杂的沉积环境。好的砂岩　高渗性）和不好的粉砂岩　低渗性）、泥质砂岩和泥岩经常混合在一起。油气在采收过程中，主要流动路径是通过砂岩进行的。油气穿过不好的岩石的流动速度太慢，油气的开采大大丧失了经济价值。很清楚，在特定的井位构形下，砂岩的连通性对于确定油气的采收率来讲是至关重要的。若进一步能确定整个连通砂岩体的形状，那么对获得储层流动性态的信息是很有意义的。通过相应的随机建模技术来揭示河流相重叠砂岩的连通性和传导性的一般特征是可行的。可以考虑这样一个简单的砂体模型，那就是把砂体看成是随机放置的几何形体，其嵌入在一种非渗透的岩石之中。虽然在地质上这种假设不具有一般性，但它确定能给出洞察这种复杂系统行为的一种强有力的工具。可通过随机点过程中的渗透理论　[illegible]　来解决这个问题。储层随机建模的结果表明：当有效厚度低于某个特定的阈值后，砂体不具有连通性。当有效厚度大于这个特定的阈值时，连通性将有很大程度的提高，然而有效渗透率的增长却比较缓慢。而且，将渗透理论用于不同观察尺度时，不难发现连通性和传导性伴随这跨度的增加而减少。

第三章　储层地质统计分析系统 [illegible]

‘储层地质统计分析系统”[illegible]是用于油气储层随机建模的一个[illegible]工作站版本的软件系统。该系统以地质统计学中的随机建模理论为基本方法，可用于建立地层构造模型、层模型、沉积相模型、物性参数模型、砂体厚度变化模型，以形成相应的三维定量地质模型。它的图形用户界面为用户提供了一个简单方便的使用环境，并使[illegible]成为一个成功的计算机软件系统。

自[illegible]年起，‘储层地质统计分析系统”[illegible]已经[illegible]两个版本，成功地应用于大庆、胜利、辽河、塔里木等油田的多个地区，并作为一个重要组成部分，被集成为‘石油滚动勘探开发一体化应用软件技术”，由中国石油天然气集团公司开发生产局推广使用。

该系统有[illegible]个功能模块：①数据加载；②直方图分析；③数据预处理；④二维变异函数；⑤三维变异函数；⑥层处理；⑦随机建模；⑧三维图形显示。

数据预处理模块包括：正态变换，主成分分析和相组提取等。沉积相和物性参数的随机建模模块包括：主成分分析，截断高斯模拟，随机游走模拟，无沉积相控制物性模拟有沉积相控制物性模拟，和伪井显示等内容。

主要实现以下软件功能：

①建立沉积相三维空间分布模型；

②建立储层参数的二维空间分布模型；

③建立储层参数的三维空间分布模型；

④二维和三维图形生成与输出　包括旋转，光照，缩放，剖切，上色等功能）。

系统可对给出的分层数据、测井数据、断层数据、小层数据进行处理，生成构造数据，对不同的地质情况分别使用不同的模型、调用不同的功能模块形成三维数据体，再对数据体进行剖、切等计算后生成图形数据文件。

[illegible]工作站版）适用于[illegible]系列工作站，[illegible]系列工作站，及其他兼容系列工作站，其档次在[illegible]及其以上工作站。其他性能指标为：内存容量要求在[illegible]及其以上，磁盘空间要求在[illegible]及其以上。[illegible]的正常运行环境一般要求如下外设：

彩色图形监视器　[illegible]以上；

绘图仪　如[illegible]系列的笔式平板绘图仪，[illegible]笔式滚筒绘图仪，或其他常用的绘图仪）；

打印机　如[illegible]打印机，[illegible]系列打印机等）。

系统的软件环境要求：

操作系统　[illegible]以上，[illegible]以上）；

支撑平台　配有数据图形用户界面）；

支撑库　存储数据。

用于油田各层的各油层组含有不同种沉积亚　微）相：主河道、水道区、叶状区、道间、扇缘、外扇、滑塌和深湖。

第四章　储层含油气体积预测的随机建模

一、储层含油气体积预测中的不确定性和随机建模方法

由于储层结构的复杂性和所占的资料的局限性，在利用传统的方法预测含油气体积的过程中，存在着程度不同的不确定性。这种不确定性反映了预测储量和实际储量之间的差异。为了在油气储量预测的过程中考虑到这种不确定性，并将它进行定量化，需要采用随机建模的方法。通过对储层的几何特征及其中物性参数的随机建模，可以求取储量的各种可能的预测值，从而得到储量预测值的概率分布曲线。该概率曲线既包含了人们对实际问题的认识，也反映了预测带来的不确定性。

评价油藏的各个阶段都需要对含油气体积进行预测，为此需要使用以下的信息：

员　地震资料；它们具有较好的空间覆盖性，但精确度较差；

圆　井中的观测数据；包括储层的埋探和物性参数；由于井的数量所限，这种数据的数量较少，但比较精确；

猿　来自邻近地区的储层评价的经验，对它们难以公式化；

源　一般的地质知识。

以下讨论的方法的基础是区域化变量理论，贝叶斯统计理论和再抽样技术。区域化变量是专门用于描述诸如地质面和储层物性参数这样的空间变化的现象。贝叶斯方法提供了有关问题的可定量的先验知识，然而这些知识在井的数目比较少的时候显得尤为重要。再抽样技术在变量的分布特征难以认识的时候使有，显得十分方便。

以下，用记号 曾越　赠　扎 表示地理位置，其中 曾＝砸，越　赠＝砸，表示一个曲面上的坐标，扎＝砸，则表示垂向，且使用标准的统计术语和记号，大写字母表示随机函数，相应的小写字母表示该随机函数的实现。

二、储层含油气体积预测的随机模拟

如果对一个储层的各项参数完全了解，那么其含油气体积 匀据实可以利用下式进行计算而求取：

$$宅匀越\int_{阅则}\Phi　烦　员原杂赠　烦）凿怎$$

这里 阅则表示该储层含油气的范围，Φ　烦　表示其孔隙度，而 杂赠　烦　则表示其含水饱和度。如果对储层的认识不够充分，那么含油气体积的预测将包含不确定性。为了评价这种不确定性，就必须采取随机模型。这不是意味储层本身的性质是随机的，而是因为要利用随机模型和区域化变量理论来处理这种不确定性。

含油气体积的随机表达式可写为如下：

$$V_{oil}=\int_{D}\Phi(x,y,z)\cdot S_{o}(x,y,z)\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z$$

$$V_{gas}=\int_{D}I(x,y,z)\cdot\Phi(x,y,z)\cdot S_{g}(x,y,z)\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z$$

这里随机函数 $I(x,y,z)$；$(x,y,z)\in D$ 表示储层的位置和范围：

$$I(x,y,z)=\begin{cases}1 & (x,y,z)\text{在储层内；}\\ 0 & \text{其他}\end{cases}$$

称为几何变量。随机函数 $\Phi(x,y,z)$，$S_g(x,y,z)$；$(x,y,z)\in D$ 称为物性参数变量，分别代表孔隙度和含水饱和度。区域 D 是一个包含子储层的固定空间区域。根据普通的地质认识，$\Phi(x,y,z)$ 和 $S_g(x,y,z)$ 是相互依赖的。

对于以上的每一个随机函数，都必须建立相应的随机模型，且具有相应的模型参数。利用观测数据可以对这些参数进行估计。为此，可以使用传统的蒙特卡洛模拟方法生成 V_{oil} 的值，并进而得到 V_{oil} 的概率分布：

$$F(v)=\mathrm{Prob}\{V_{oil}\le v\}\quad -\infty<v<+\infty$$

这就是在模型假设下的累积分布函数。

井中的观测数据不仅用于对模型参数进行估计，而且还用于对随机函数的条件模拟。模拟产生的各个实现之间的差异反映了由于井间信息的所缺乏而引起的不确定性。此时，油气储量有一系列可能的值。它们反映了在模型假设和给定的观测数据之下油气储量的条件累积分布函数：

$$F(v)=\mathrm{Prob}\{V_{oil}\le v\mid\text{观测数据}\}\quad -\infty<v<+\infty\ (\text{观测数据})$$

随着观测井数目的不断增加，V_{oil} 的条件累积分布函数将趋于一个仅在真正的 V_{oil} 值处出现跳跃的阶梯函数。

为了真实地再现 V_{oil} 的变化。随机函数的模拟必须以井中的观测数据为条件。在以下的讨论中，对于随机函数 $I(x,y,z)$，$\Phi(x,y,z)$，$S_g(x,y,z)$；$(x,y,z)\in D$ 的性质必须预先假定。为了简化问题，假定几何变量 $I(x,y,z)$ 与物性参数 $\Phi(x,y,z)$，$S_g(x,y,z)$ 是相互独立的。根据经验，几何变量与物性参数相比，具有更多的不确定性，以下将对它进行详细的讨论。

1. 几何变量的随机建模

几何变量 $I(x,y,z)$；$(x,y,z)\in D$ 是一个指示随机函数，其值在储层内部取 1 而在外部取零。假若一个储层的顶面和底面的深度分别由随机函数 $Z_t(x,y)$ 和 $Z_b(x,y)$；$(x,y)\in D$ 来描述，因此有：

$$I(x,y,z)=\begin{cases}1 & Z_t(x,y)\le z\le Z_b(x,y)\\ 0 & \text{其他}\end{cases}$$

这里还有 $z\in D$

以下先详细考察储层的顶面 $Z_t(x,y)$；$(x,y)\in D$，并用以下的两种矩来确定。

①期望函数

可以把该储层顶界深度的期望值作为地震数据的函数表示成如下：

$$E[Z_t(x,y)\mid t_1,t_2,\cdots,t_n]=E[Z_t(x,y)]+\sum_{i=1}^{n}\lambda_i(x,y)[t_i-E(t_i)]$$

这里等式右端方括号内代表的是在 (x,y) 处的地震波速度均值，而 t_i 则代表反射波到达时间。随机变量序列 $\lambda_i(x,y)$；$i=1,2,\cdots,n$ 可以通过多元高斯分布确定其先验概率。

粤皂中所含的先验信息包括在井中观测到的地震波速度均值，在类似的地质环境中所获取的数据以及一般的地质知识。

②协方差函数

假设随机函数 砸凿的协方差函数是平稳的，即有

悄缴灾　砸藏　赠之，砸藏　赠又　澡皂；皂越员　…，酝　越渊砸　赠原赠又

这样，当井比较多的时候，统计推断可以进行。而当井较少时，则需要进行交叉验证。

储层界面深度模型包含着两种成分。首先是平均深度函数，它通过深度转化模型与地震反射时间相联系，而且也包含了关于参数的先验猜测；其次是残差函数，它通过协方差函数来描述变量的空间变异结构。

利用井中的观测数据　则藏　赠皂；蚤越员　…，晕，可以改进在平均速度模型中关于　粤皂　皂越员　…，酝　的先验猜测。为了计算随机变量 粤皂以井中的观测数据　则藏　赠皂；蚤越员　…，晕　为条件的后验分布，令 粤为 酝元向量 粤皂的先验猜测，那么 粤是一个多元高斯分布：

粤越　（μ，∑）；这里，μ是 酝元向量，∑是一个 酝伊酝的矩阵。粤皂的后验分布为条件高斯分布：

粤澡观测数据 越　（μ澡藏　∑澡藏。

这里，

$$\mu_{澡藏}越 \mu_{垣}+\sum_{云责}\left(\sum_{云云}+\sum_{责责}\right)^{原员}\left(则藏-\mu_{云}\right),$$

$$\sum_{澡藏}越\sum_{原}\sum_{云责}\left(\sum_{云云}+\sum_{责责}\right)^{原}\sum_{责云},$$

其中，云　悦和 则藏分别为 晕伊员矩　晕伊晕，　晕伊员矩阵：

云越　（皂员　赠皂　贼　贼赠）；蚤越员　…，晕；皂越员　…，酝

悦越　（悦皂员　赠皂员）；蚤越员　…，晕；躁越员　…，晕

则藏越　则藏　赠皂；蚤越员　…，晕

以上的模型有如下的优点：

①对深度转换模型的参数的先验猜测，使得在井的数目少于参数数目的情况下仍可以得到问题的解。即使没有井中观测数据，有关的先验猜测仍有效。

②联系深度转换模型和地震波反射时间而得到的界面的平均深度，能与井中的观测数据相一致，且不受井的数目多少的影响。在井充分多的情况下，对界面深度的认识比较充分，那么对地震数据就不需要指定有关的加权系数。如果将 则藏 赠 视为随机函数，那么根据所指定的模型，对平均速度的先验猜测以及井中的观测数据，那么就可以进行条件模拟，以得到 则藏 赠 的一系列实现：

则藏　赠；赠　阅　噪越员　…，晕

这些实现具有如下性质，首先是再生了深度转化模型中参数后验分布的变异性以及残差随机函数的空间变异性；其次是再生了井中的观测深度数据。

对储层底面深度　砸藏　赠；赠　阅，可以利用同样的方法进行模拟，得到一系列实现

利用储层顶面和底面的深度的实现可以计算出储层的指示函数：

$$I_{\text{储层}}(x,y,z)=\begin{cases}1, & \text{如果 } z_{\text{顶}}(x,y)\le z\le z_{\text{底}}(x,y);\\ 0, & \text{其他}\end{cases}$$

这里 $(x,y,z)\in D$，D 为研究区域。

2. 物性参数变量的随机建模

物性参数 $\phi(x,y,z)$，$S_w(x,y,z)$ 分别表示孔隙度和含水饱和度。孔隙度一般要依赖于储层中的所处的位置和深度，含水饱和度则依赖于相对油水界面的高度。此外，还可认为含水饱和度对孔隙度有一定的依赖性。

由于孔隙度在每个储层内的变化往往是平衡的，油水界面也常在同一个水平面上，因此随机函数 $\phi(x,y,z)$，$S_w(x,y,z)$ 的模型可以简化，可以假设它们在水平方向上没有空间相依性，而垂直方向的变异性将依赖于储层的性质和相对油水界面的高度。

有了以上的假设，就可能利用再抽样技术来模拟物性变量。首先油水界面把储层分成上下两部分，对油水界面上的观测数据进行再抽样，以完成对孔隙度和含水饱和度的模拟，且以井中的观测数为条件。得到的一系列实现为：

$$\{\phi_{\text{噪}}(x,y,z),S_w(x,y,z),(x,y,z)\in D\},\text{噪}=1,2,\cdots,N$$

它们之中的每一个不仅再现了从观测数据推得的变量空间变异性，而且也再现了井中的观测数据。

3. 含油气体积的分布

根据以上确定的模型以及已有的观测数据，对储层的几何变量和物性变量进行模拟，可以获取一系列实现：

$$\{I_{\text{储层}}(x,y,z),\phi_{\text{噪}}(x,y,z),S_w(x,y,z),(x,y,z)\in D\},\text{噪}=1,2,\cdots,N$$

利用它们，再根据上述计算含油体积的积分公式，便可得到 $V_{\text{油}}$ 的实现值。

$$v_{\text{油}}=\int_D I_{\text{储层}}(x,y,z)\,\phi_{\text{噪}}(x,y,z)\,(1-S_w(x,y,z))\,\mathrm{d}x\,\mathrm{d}y\,\mathrm{d}z,\text{噪}=1,2,\cdots,N$$

由于以上的三个变量皆已有用井中观测数据进行了条件化，那么在给定的模型下，$V_{\text{油}}$ 的条件分布为：

$$F(v)=P\{V_{\text{油}}\le v\mid\text{观测数据}\}=\lim_{N\to\infty}\frac{1}{N}\sum_{\text{噪}=1}^{N}I_{(-\infty,v]}(v_{\text{油}}),\quad I_{(-\infty,v]}(x)=\begin{cases}1, & x\le v\\ 0, & x>v\end{cases}$$

这里 $N(\cdot)$ 表示使不等式成立的元素数目。

虽然，$V_{\text{油}}$ 的条件累积分布函数的估计是研究的最终目的。然而，更常用的是 $v_{\text{油}}$ 实现的直方图，它比较直观简明。

第 五 篇

煤炭储量计算方法

第一章　储量计算的基本参数

第一节　计算面积的确定

根据储量计算一般要求及通用公式，计算储量时所使用的面积有如下几种：

员　当煤层倾角小于 员缘毅时，可以直接采用在煤层底板等高线图上测定的水平面积；

圆　当煤层倾角在 员缘毅 还愿毅时，就需要将煤层底板等高线图上所测定的水平面积换算成真面积，换算公式为

杂=杂′/cosα

式中，杂为真面积；杂′为在煤层底板等高线图上测定的水平面积；α为煤层倾角。

猿　当煤层倾角大于 还愿毅时就需要将煤层立面图　即立面投影图）上量得的立面面积换算成真面积，换算公式为：

杂=杂″/sinα

式中，杂为真面积；杂″为在煤层立面投影图上测定的立面面积；α为煤层倾角。

源　急倾斜煤层，其产状沿走向、倾向变化很大，直立倒转频繁，这就需要编制煤层立面展开图，在其上测定的面积，可直接用于储量计算。

以上种种方法均需要从图纸上测定面积，如何测定，以下介绍几种常用的方法。

一、求积仪法

利用求积仪测定面积是煤炭储量计算中最常用的一种方法。过去经常使用的求积仪一种是带有可变臂杆的定极求积仪，一种是固定臂杆的定极求积仪。而现在又有了精度更高，使用更为方便的求积仪。每一种求积仪都带有详细的说明书，对其原理和使用说明不再赘述。

二、透明纸格法

先将绘有间隔 员皂皂 平行线的透明纸蒙在待测的平面图形上，如图 缘原员原员 整个欲测图形的面积即等于若干小梯形面积之和，每一条被欲测图形所截的横线长度，为梯形的横中线，其高为 员 整个欲测图形面积实际等于被截的每一横线长度之和。被截的每

一横线的长度，可用尺子直接量得，也可用曲线仪测得。这样求得的面积，再根据平面图的比例尺换算成实际面积。

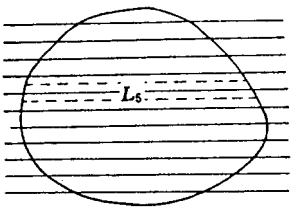


图 缘原员原员　用曲线仪和透明方格纸测量面积

使用本方法要注意两个问题：

其一，在用透明格纸蒙欲测图形时，必须注意使图形两端的条带宽度接近或等于园豫糟皂；

其二，为了检查测定结果，可变换透明格纸的位置，再测定一次，两次测定值的误差不超过 圆豫时，取两次测定结果的平均值。

猿　透明方格网法

用透明纸或聚脂薄膜制成一种方格网，正方形小格的边长为 员皂皂。测量时将方格网蒙在欲测图形上，然后数欲测图形内的点数，将点数乘以小格的面积，再根据图纸的比例尺换算成实际面积即可，如图 缘原员原员

为了准确，也应把两次测定结果相加平均。在数点数的时候要注意：凡在线外的点不数；凡在线内的点全数；凡落在线上的点只计半个。

计算储量时，最常用的方法就是用求积仪求面积，准确、方便、快捷。如没有求积仪，则可使用第二或第三种方法，这是比较简单易行的方法，但速度慢，精度也不是太高。

采用后两种方法，还应注意检查透明纸或聚脂薄膜的胀缩误差。

计算的方法还有不少，各有优缺点。以上介绍的三种方法，可以满足求面积的要求。

第二节　煤层厚度及其计算方法

一、计算煤炭储量的煤层厚度

计算煤炭储量所使用的煤层厚度称为“煤层采用厚度”，或“煤层计算厚度”。煤层的含义较广，不是所有煤层均可进行储量计算，按现行规范要求，达到表 缘原员原员和表

缘原员原圆标准者才能进行储量计算。

煤层不论厚度大小，一般都含有厚度大小不等和层数不等的夹石（夹矸），对有夹矸的煤层，其采用厚度如何计算，规范有严格规定，主要内容有：

员. 计算煤层采用厚度时，煤层中单层厚度不大于 园.缘皂的夹矸，可以和煤分层合并计算采用厚度，但合并后全层的灰分和发热量指标应符合要求。

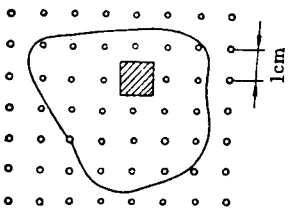


图 缘原员原圆用透明方格网测定面积

表 缘原员原员　一般地区储量计算标准

项目 \ 标准 \ 储量类别				能利用储量			暂不能利用储量		
			煤类	炼焦用煤	非炼焦用煤	褐煤	炼焦用煤	非炼焦用煤	褐煤
最低可采厚度/m	矿井开采	倾角	约园缓°	园.缘	园.缘	员.园	园.缘	园.缘	园.缘
			园缓° 源缓°	园.缘	园.缘	园.缘	园.缘	园.缘	园.缘
			跃源缓°	园.源	园.缘	园.缘	园.源	园.源	园.缘
	露天开采			员.园			园.源		
最高可采灰分/%				源园			缘园	不作具体规定	

表 缘原员原圆　煤炭资源贫缺地区储量计算标准

项目 \ 标准 \ 储量类别				能利用储量			暂不能利用储量		
			煤类	炼焦用煤	非炼焦用煤	褐煤	炼焦用煤	非炼焦用煤	褐煤
最低可采厚度/m	矿井开采	倾角	约园缓°	园.缘	园.缘	园.缘	园.源	园.缘	园.缘
			园缓° 源缓°	园.源	园.缘	园.缘	园.源	园.源	园.缘
			跃源缓°	园.源	园.源	园.缘	园.猿	园.源	园.源
最低发热量/(MJ/kg)（适用褐煤和长焰煤）					员园.源	员园.源		员园.源	
最高可采灰分/%				源园	不作具体规定		缘园	不作具体规定	

圆 煤层中夹矸的单层厚度等于或大于煤层最低可采厚度时，被夹矸所分开的煤分层应视为独立煤层，一般应分别计算储量。但其夹矸仅见于个别煤层点时，可不必分层计算。

猿 煤层中夹矸的单层厚度小于煤层最低可采厚度时，煤分层不作独立煤层。煤分层厚度等于或大于夹矸厚度时，上下煤分层加在一起作为采用厚度。

源 对于复杂结构煤层，如夹矸比较稳定，煤分层可以对比时，应按上述规定分别计算各煤分层的采用厚度。否则，虽其夹矸的单层厚度有时等于或大于煤层最低可采厚度，但当夹矸的总厚度不超过煤分层总厚度的 员辕猿时，可以各煤分层的总厚度作为煤层的采用厚度①。

以上是规范要求，也可以讲是计划经济的产物，但在市场经济条件下不一定如此。市场经济是效益起主导作用，同样煤的计算标准也随着效益好坏而上下波动，因此，对规范的标准也不能看作固定不变的。

二、煤层厚度的确定和真厚度的换算

（一）煤层厚度的测定方法

煤层厚度的测定分直接测定和间接测定两种方法。

直接测定是从探槽、坑道揭露的煤层和钻孔的岩煤芯中直接量取煤层厚度。而间接测定是从物理测井资料上确定煤层厚度。

煤层厚度测定要求：

第一，直接测定时煤层顶底必须十分清楚，且顶底必须保持基岩原始特征，而不是人为松动过的或坍塌滑动过的；必须垂直于顶底板丈量。

第二，利用钻孔的煤芯确定煤厚分两种情况，一是取心率 员园园豫，这时可在取心管内直接量取煤厚；二是取心率不到 员园园豫，但等于或大于规范的规定，这时要根据岩性、见煤及止煤深度以及岩煤心磨损情况、周围煤厚情况、下见煤预告情况等判断煤层厚度，力求真实。

第三，利用测井资料确定煤层厚度，必须按有关部门正式颁布的测井规程的要求进行。

（二）煤层真厚度的换算

勘探规范规定，当煤层倾角大于 员缘°时，必须用煤层的真厚度计算储量。在进行煤层真

①复杂结构煤层，是指夹矸层数很多，但单层厚度很小，一般均小于煤层最低可采厚度，在勘查和开采中不需作分层对比，可以按全层厚度的变化来评价煤层的稳定性的煤层。厚度计算时，可以采用下述简化计算公式：

酝越陨灾糟

式中，酝为煤层真厚度；陨为煤层伪厚度（钻探厚度）；α为煤层倾角。

这是个近似值，但误差在允许范围内，适用于任意斜孔。

三、平均厚度的确定

在煤炭储量计算的通用公式中有一个参数是 酝　煤层厚度），它一般不是由一个见煤点确定的，而往往是由几个甚至更多个见煤点共同确定的平均数，确定计算储量用的煤层平均厚度，一般分两步走：

（一）确定哪些见煤点参加煤层平均厚度的计算

参与煤层平均厚度计算的一般是预先确定的块段范围内的够资格的见煤点，但有时也有特殊情况。

员　有时可借用块段范围之外的够资格的见煤点

这种情况一般是块段范围内见煤点相对较少，或者分布很不均匀，而且块段范围以外有距离较近的见煤点。

圆　在块段范围之内可以人为地增加或减少煤层厚度点

①增加煤层厚度点

一般是见煤点不太多，又分布不均匀时，可以在见煤点相对较少的部位增加几个煤层厚度点，其方法是使用内插法，也可在煤层最低可采边界线上适当取几个点。

②减少煤层厚度点

一般是见煤点较多，而且分布不均匀，煤层厚度变化较大时采用这种方法，即在较密的地方适当减少些见煤点。

无论是借用块段之外的，还是人为地增加或减少见煤点，其目的是使计算出来的煤层平均厚度在这个块段内有代表性，够用即可，切忌不可多用。

每一储量块段的煤层平均厚度是由那些煤层点采用什么方法计算出来的，都要在附表中统一列出，以便备查。

（二）煤层平均厚度的计算方法

在确定了哪些煤层点参与平均厚度计算之后，可采用算术平均法或加权平均法确定该块段煤层的平均厚度。但在实际应用中绝大多数都是采用算术平均法，而很少用加权平均法。

算术平均法的计算公式为：

$$酝越\frac{酝_{员}垣酝_{圆}垣\cdots垣酝_{灶}}{灶}$$

式中，酝为块段的算术平均厚度；$酝_{员}$、$酝_{圆}$ …，$酝_{灶}$为各煤层点厚度；灶为参与厚度平均的勘探工程数目。

对特厚煤层点，按规范的要求，要查明原因，作适当处理。什么是特厚煤层点，一般理解是厚度超过周围见煤点平均厚度的三倍以上。如果其厚度没有怀疑，在没有更合适的处理方法的时候，可采用以下方法处理：先采用算术平均法计算出平均厚度，把这

个平均厚度视为特厚见煤点的厚度，再参与块段的平均煤厚的计算。

第三节　容重的确定

所谓容重，即单位体积内煤的重量。按其本意讲就是单位体积的煤在其原有空隙度、裂隙度和含水分的状态下的重量。

从计算储量的通式中可以看出，容重的细小变化，就会引起储量数据的很大变化，因为它要和一个庞大的体积数字相乘。这不是说其他不重要，而是说煤的容重更重要，而实际情况往往是对此不太重视。

煤的容重主要决定于灰分的成分和含量，煤的变质程度，其次决定于煤的结构、构造、煤岩成分和水分等因素。

煤的容重从采样、制样、采样密度到整个测试工作的完成都应严格按有关规程规定进行，确保容重质量的准确性。

在储量计算中，煤的容量一般计算到小数点后两位。

第二章　矿体的圈定

第一节　勘查区边界的确定

勘查区的边界，包括四周和深度底界。有的以自然因素分界，如河流、交通干线等；有的以地质因素为界，如断层、褶曲、煤层露头及尖灭线等；有的以人为因素为界，如勘探线、坐标线等。而深度界线一般要考虑煤层的埋深和开发能力来确定具体标高或范围。

除去四周边界和深度边界之外，还要考虑两者如何合拢的问题，也就是有了四周边界，还要确定如何往下延深至一定深度问题。特别是遇到以逆断层为边界的情况，一定要说明是以上盘为界还是以下盘为界。

另外在深部，也不一定以一个深度为准，也可能以某一岩层为界。

勘查区的边界一般是在以往资料的基础上，预先已确定，如有变动也要在野外工作结束之前定下来，以便进行必要的勘查工作和最后的储量计算。否则储量计算的边界就无法确定，储量也就无法计算。

第二节　煤层最低可采厚度边界线及其确定

煤层有厚薄，开采的煤层点要有个厚度指标，将煤层厚度的可采边界点连起来，即成为某煤层的可采边界线。线内的煤层可采，线外的煤层不可采。

可采见煤点之外工程见煤情况有两种，一是无煤，一是有煤但不可采。确定最低可采见煤点的方法综合起来有如下几种。

一、直接观察法

在有条件的情况下如在巷道内可直接观察。

二、内插法

在一个见煤点可采，一个见煤点不可采时可采用此方法。

员圆解析法

假设钻孔 员见煤厚度为 皂员大于最低可采厚度，钻孔 猿见煤厚度 皂猿小于最低可采厚度。要求在钻孔 员、猿之间求出煤层最低可采厚度 皂圆的位置，即求出钻孔 员与最低可采厚度点之间的距离 造的长)。如图 缘原圆原员所示。

根据相似三角形原理：$\frac{造}{皂_{员}原皂_{圆}}$ 越 $\frac{蕴}{皂_{员}原皂_{猿}}$　　则 造越$\frac{蕴皂_{圆}}{皂_{员}原皂_{猿}}$

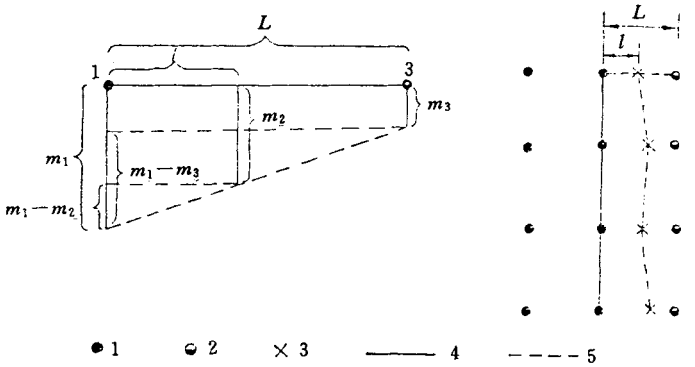


图 缘原圆原员　解析法确定煤层最低可采厚度边界线示意图

员原见可采煤层钻孔；圆原见不可采煤层钻孔；猿原欲求的最低可采厚度值的点；

源原见可采煤层钻孔的连线；缘原最低可采厚度边界线煤层钻孔之间的距离；

皂员为可采煤层钻孔煤厚；皂猿为不可采见煤钻孔煤厚；皂圆为最低可采厚度。

式中，造为见可采煤层钻孔到最低可采厚度点之间的距离；蕴为见可采煤层钻孔到见不可采

用此法可以求出许多最低可采见煤点的位置，用平滑曲线将其联接起来，就可得到煤层的最低可采厚度边界线。

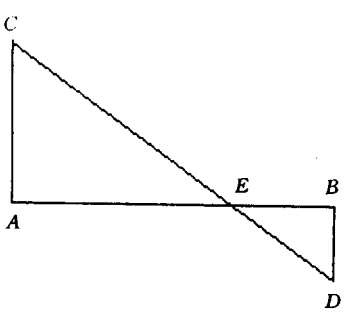


图 缘原圆原圆　图解法

圆图解法　图 缘原圆原圆

有两个钻孔见煤，粤钻孔可采，月钻孔不可采，求两钻孔间最低可采见煤点的位置。先选用一定的比例尺将 粤月两点联起来，从 粤点垂直向上作直线 粤悦，并以相同比例尺使 粤悦的长度等于 粤点见煤厚度与最低可采厚度之差。同样从 月点垂直向下作直线 月阅，也用相同的比例尺使 月阅的长度等于最低可采厚度与 月点见煤厚度之差。用直线将 悦阅联接起来，与 粤月线相交于 耘点，耘点位置即所求的最低可采厚度点。

猿圆图格法

如图 缘原圆原猿 其作法是首先在透明纸（或聚脂薄膜）上作一组等距离的垂线，由 燥点做其垂线交于 葬 从 葬点向两边作等距离划分，使 葬 造 皂 燥 凿 藻 则 葬 等等。联接 燥葬 燥造 燥皂 燥燥 燥凿 燥藻 燥则 燥早……在垂线和放射线的一端标上阿拉伯数字即可。

其使用方法举个例子说明。有 酝、晕两钻孔，酝见煤 员缘源远，晕见煤厚 员园缘远，最低可采厚度为 员园园，求 酝、晕两孔连线上煤层厚度为 员园园点的位置。

具体作法有两种：先将 酝、晕两点连起来。

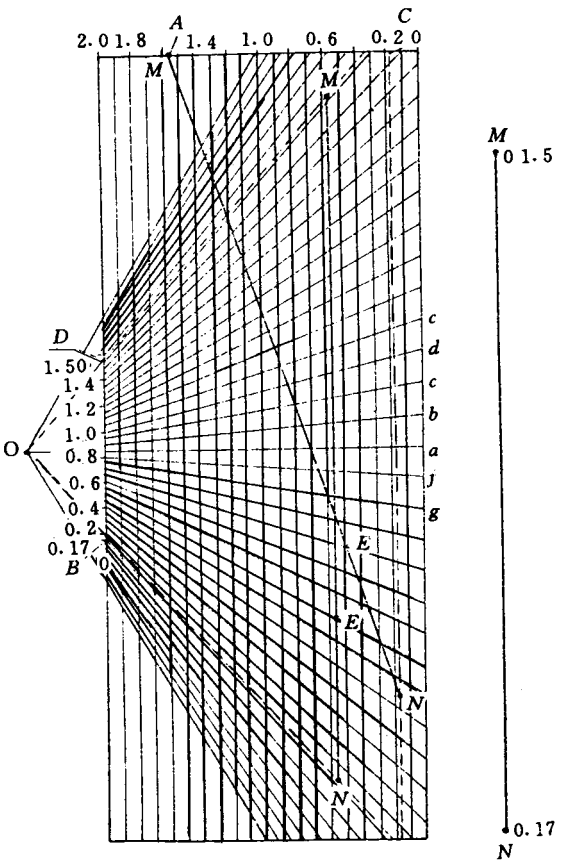


图 缘原圆原猿 图格法

其一，单独使用垂线法。将格子纸上代表 [illegible] 的 粤点与 酝点重合，以重合点为圆心，转动格子纸，使 晕点与透明格子纸上代表 [illegible] 的垂线重合，在 酝晕线上找出与透明格子纸上 [illegible] 垂线的交点 耘，该点即为所求最低可采厚度点的位置。

其二，兼用垂线和放射线法。首先在放射线束上找出相当于 [illegible] 和 [illegible] 的两条放射线，移动透明格纸，在 酝晕连线与垂线平行的状态下，使 酝和 晕点分别与代表 [illegible] 和 [illegible] 的放射线重合，再在 酝晕线段上找出与 [illegible] 放射线的交点 云，该点就是所求的最低可采厚度点的位置。

三、有限推断法

有两个工程点，其中一个见煤，并可采；另一个未见煤，而且确定是由于煤层渐变所造成的。这时煤层的零点和最低可采边界点一定在这两个工程点之间，推断范围有限，所以叫有限推断法。

遇到这种情况，一般是以两工程点之间距离的 [illegible] 为零点，再依此内插出煤层最低可采点。

这种作法的先决条件之一是煤层是渐变的，但如果确定煤层不是渐变而是由于河流冲刷等原因突变的，该如何处理？在这种情况下一般是以两工程点之间距离的三分之一为冲刷边界，但煤厚等于见煤工程点的煤厚。

四、无限推断法

在可采见煤工程点之外，再无其他工程点了，在这种情况下外推是根据地质资料来确定。这种推断法要充分考虑煤产地的成因类型、含煤建造特征和煤层的稳定性等因素。

[illegible] 外推法

在计算详、精查储量时可能遇到这种情况，即高级储量（粤或 月）之外，没有其他工程，但尚未到勘查边界，这时一般还要外推一定距离计算储量。其方法是在稳定或较稳定煤层地区，可以在 粤级块段的外围，以不超过 粤级基本线距 [illegible] 的距离外推 月级储量；或在有工程控制的 月级块段外围，以不超过 月级基本线距 [illegible] 的距离外推 悦级储量。根据规范规定，不能连续外推。不稳定煤层一般不能外推。

[illegible] 形态法

它是以煤层形态变化为基础，适用于厚煤层且厚度变化巨大的煤层。

①剖面法

在勘探线剖面图上，将已知工程点的见煤点和止煤点（即煤层顶底）分别联起来，延长后交会于一点，将几个剖面上的尖灭点联起来就可得到该煤层的尖灭线，如图 [illegible]

②等值线法

假设煤层厚度作有规律的变化，根据已知工程点可以作出煤层等厚线图，在等厚线图的法线方向上有其规律可寻，按其规律向外延伸，即可找到最低可采厚度点和煤层尖灭点，连接各法线上的相应点即可。如图 缘原圆原缘

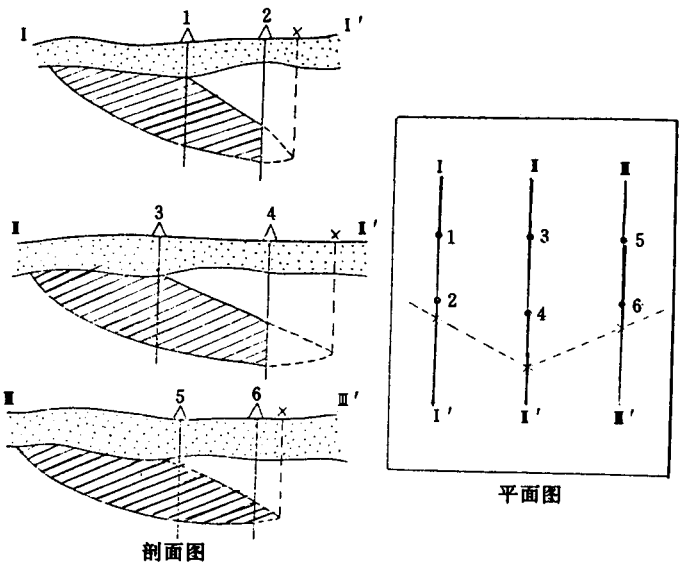


图 缘原圆原源 用剖面法确定煤层尖灭点示意图

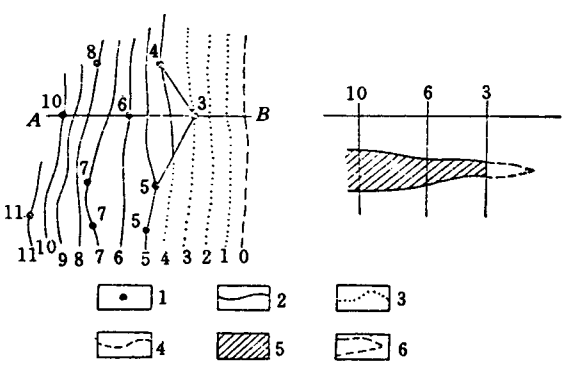


图 缘原圆原缘 用等厚线法来确定零点边界线

员原钻孔及见煤厚度；圆原已勘探过的煤层等厚线；猿原外推的煤层等厚线；源原零点边界线；缘原已勘探过的煤层；远原外推的煤层延续部分

第三章　储量计算方法

储量计算方法很多，大约有二三十种，但在煤田地质勘查中常用的只有十来种，最常用的不过两三种。

第一节　算术平均法

算术平均法是煤炭储量计算中最简单的一种方法，其实质是把煤层当作一个理想的等厚度的板状体。每一煤层的储量（万吨）等于该煤层符合现行工业指标部分的分布面积（万平方米）、该面积内煤厚的算术平均值（米）和该面积内容重的算术平均值（吨/立方米）的乘积。

该法的优点是作图简单，计算方法简单、方便。它适用于工程分布比较均匀，构造简单，煤层厚度变化不大，且勘查程度较低的阶段。但缺点是不能更真实地反映煤层的厚度、形态变化，不能计算不同水平、不同地段、不同煤种的储量，在构造复杂、煤层稳定性差或勘探工程分布不均匀时，计算结果误差较大。

第二节　地质块段法

这是目前在煤炭储量计算中使用的最广的一种方法，如图 [illegible]。它是把一层煤利用各种要素分割成若干形状不同、大小不一的小块，分别计算每一块段的储量。划分块段的主要因素有煤层的地质研究程度（如不同级别的划分）、煤层的厚度、构造因素（如断层、背向斜轴、煤层倾角大小，不同构造复杂程度等）、煤质特征（如按煤的不同牌号、灰分、硫份等）、开采技术条件（如地温、水文条件、含量、不同剥采比等）、开拓方式（如不同开采水平、分上下山等）。

划分块段的原则就是各小块段内的指标一致或近似。块段的多少是大不相同的，多则上百块，少则几块，它与勘查区范围的大小等许多因素有关。每一块段的面积大小也不一样。根据规范要求，煤炭储量计算块段的划分一般应是：

第一，不同储量级别，确定级别界线；

第二，不同开采水平，要分出第一水平（在倾角平缓地区要划分出相当第一水平的先期开采地段），有时不分水平，但要划分出初期开采范围。采用平峒开拓的井田，要

根据需要分别计算上山和下山储量。

第三，是煤种。不同煤类要单独计算储量，另外有煤层露头或隐伏露头要划分出风、氧化带。

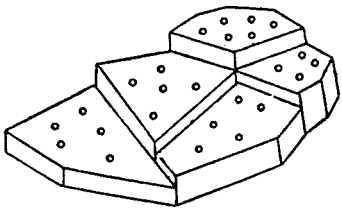


图 缘原猿原员　地质块段法计算储量时，把矿体当作一组密集的、大小不等的块体

以上三条是必须做的，在这个前提下，再按其他要素进一步划分计算储量用的块段。

储量块段的边界线，除级别线，井田边界线　包括风氧化带线）和煤种界线之外，较多的是断层线、煤层底板等高线、勘探剖面线、水平划分线和见煤点连线。

储量计算方法也很简单，首先计算每一块段的储量，也是用平均法求得的煤层平均厚度和平均容重与块段面积三者的乘积。储量、面积、厚度、容重的单位分别为万 贼皂、皂和 贼燥澡。将每一个块段储量加起来就是一个煤层的储量，同样每一个煤层的储量加起来就是整个勘查区的储量。

面积是每一块段都不一样的，所以要一个块段一个块段的分别计算，但煤厚和容重不一样，往往是几个甚至更多个块段使用一个厚度，而容重更是如此，一个煤层各块段用同一容重者并不罕见。

该方法具有算术平均法的一切优点，同时又可以按各种不同因素划分成若干块段分别计算储量，可以满足多方面的要求，因此，在煤炭储量计算中得到最广泛的应用，特别是在煤田地质勘查的详查、勘探　精查）阶段，绝大部分采用这一方法。但在工程密度不大，分布不均和煤层稳定性差的情况下，精度较差。

第三节　等高线法

这种方法是在煤层底板等高线图上求出两相邻等高线间的面积，再计算储量的方法，根据求面积方法不同，又分两种情况：

一、直接计算法　如图 缘原猿原圆

则　匝越月乙井糟藻伊酝伊凿

即根据已知数据，直接计算储量，其公式如下：

匝越遭尹√遭垣暴伊酝伊凿

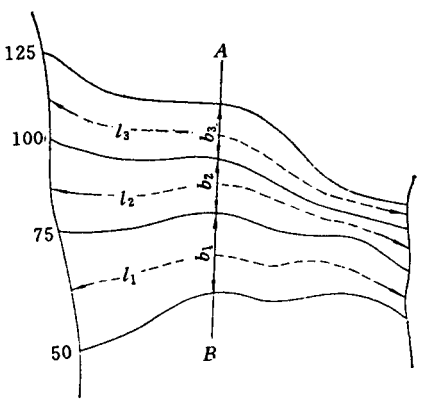
式中，匝为两等高线间煤炭储量；遭为两等高线间中线长度，可用曲线仪或曲线尺测得；遭为两等高线间的水平投影长度（平距）；澡为等高距；皂为煤层平均厚度；凿为煤层平均容重。

这一方法因其按等高线分水平计算和统计储量，也就可以最大限度地满足矿井设计和开采部门的需要，计算方法也较简单，精度较高。适宜于稳定或较稳定煤层而且构造有明显变化的地区。

二、平均倾角法

该方法主要是想弥补直接计算法中对煤层面积的测定和计算工作比较繁杂的缺陷。相邻两等高线间煤层的真面积等于该面积的水平投影与两等高线间煤层平均倾角的正割的乘积是这一方法的实质。推导后的计算公式为：

匝越月伊藏糟伊酝伊凿



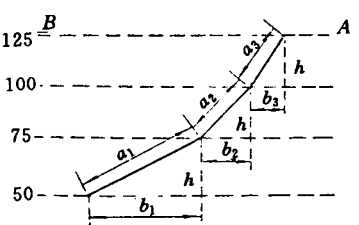


图 缘原藏原圆　等高线法计算储量示意图

藏原　藏圆　藏藏-煤层在两条等高线之间的倾斜长度；遭原　遭圆　遭藏-上述倾斜长度的水平投影；澡-等高距　图中 澡燥燥燥）

式中，匝为欲求两等高线间煤炭储量；月为两等高线间煤层的水平投影面积；α为计算

块段内煤层的平均倾角；酝为计算块段内煤层的平均厚度；凿为计算块段内煤的平均容重。

对于倾角大于 还酿的急倾斜煤层，储量计算必须在煤层立面投影图上进行，其计算公式为：

杂越月乙拜醒，

月为计算块段煤层立面投影面积。

这一方法的一项重要工作就是求证两等高线间煤层的平均倾角。有两种方法：

员圆放线比例尺曲线图法

根据煤层底板等高线图的比例尺和等高距，每隔一定的角度（一般为 员缘°或 缘°）作出等高线间的水平距离，放线比例尺曲线图就作成了，如图 缘原猿圆原猿 利用这张图，在煤层底板等高线图上，根据两相邻等高线间的水平投影距离，就可求出相应的煤层倾角。

圆圆余切尺法

每一煤层底板等高线图都有已确定的比例尺和等高距。煤层的倾角越小，等高线间的水平投影距离就越大，三者之间存在着一个三角函数关系（如图 缘原猿圆原源）：

即　遭越渊酝拜醒

式中 渊在一个煤层的底板等高线图上是固定不变的，相当于某一函数的常数，而 遭随着 α 的变化而变化，是呈余切关系变化，利用这种关系，使 α 从最大（员缘°）开始变小，而 遭就从小逐渐变大，从而得出一系列数据，将其标在一把尺子上就成了余切图尺（如图 缘原猿圆原缘）利用这把尺子直接去量煤层底板等高线图上相邻两条等高线之间的距离，就可以从尺子上直接读出煤层的倾角。不但可以读出真倾角（最大值），而且可以读出各个方向的视倾角。

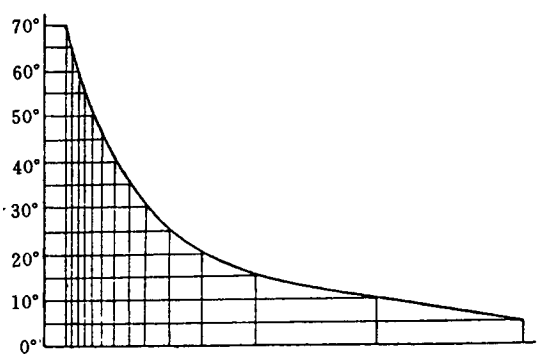


图 缘原猿圆原猿　放线比例尺曲线示意图

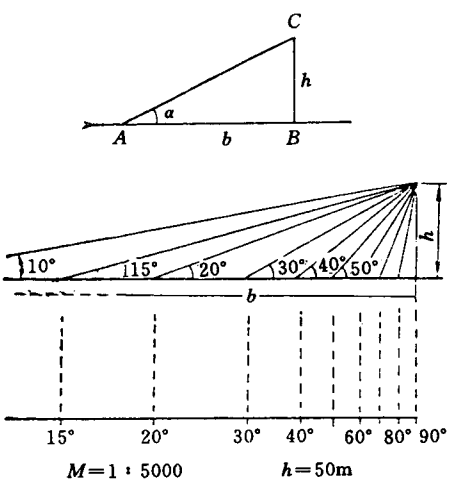


图 缘原猿圆原源　余切图尺绘制方法示意图

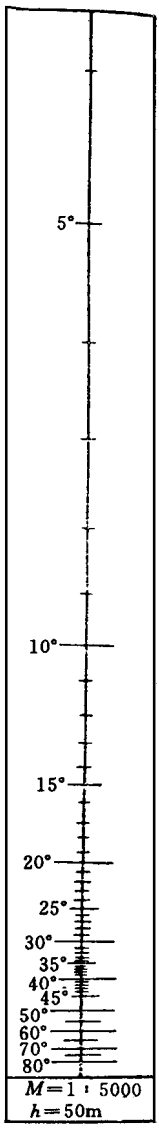


图 缓倾斜煤层 余切图尺

第四节　剖面法

该方法是用勘探线剖面图进行储量计算的一种方法，根据勘探线是否平行，又可分为两种方法：

一、平行剖面法

即相邻两剖面相互平行的条件下计算储量的方法。

以相邻两剖面之间所控制的煤层体积作为块段。

两相邻剖面之间所控制的某一煤层的体积等于该煤层在两剖面上面积的平均值乘以两剖面间的距离，体积乘容重即为储量。各相邻剖面之间煤层储量之和即为某一煤层的总储量。但到煤层边部或勘查区边部，有些特殊情况应给以考虑。

首先，在煤层边部，有时只有一个剖面控制，延伸不到第二个剖面即尖灭了。在这种情况下，要根据煤层尖灭的特点作适当处理，如可作楔形体求得，即煤层在剖面上的面积乘以该剖面至煤层尖灭点的距离，再除以 圆乘以容重。

其次，勘查区边界不一定正好是勘探线，在这种情况下，煤层只有一个剖面控制向外延伸，但不尖灭。在这种情况下就要根据煤层向外延伸的形态特征给以适当处理。

圆 以一个勘探线剖面及其两侧影响范围的煤层作为一个块段。块段的储量等于该剖面上煤层断面面积与该剖面左右两剖面之间距离的二分之一再乘以煤的容重。各块段储量之和即为总储量。

二、不平行剖面法

当勘探线互不平行时，利用剖面法进行储量计算就比较复杂，这里介绍两种比较简单的方法。

剖面影响距离法

两条互不平行的勘探线上的煤层截面积所影响的距离在绝大多数情况下是不一样的，根据这一原理计算储量是该法的特点。图 有 和 两条勘探线，互不平行，和 为勘探线与煤层边界线的交点连线，其中点分别是 和 将其连接并延伸后，两条勘探线之间的煤层块段被分为两部分，即 和 其体积分别为：

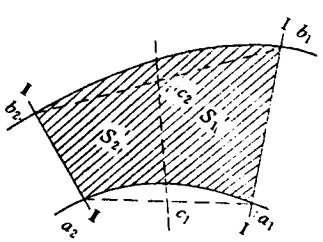


图 剖面影响距离法计算储量示意图

$$V_{1}=\frac{S_{1}+S_{2}}{2}L_{1},\quad V_{2}=\frac{S_{2}+S_{3}}{2}L_{2}$$

式中，V_1和 V_2分别为被 1和 2所分开的煤层的两部分体积；S_1和 S_2分别为剖面 1上和 2上煤层的截面积；S_2和 S_3分别为被 1、2所分开的两勘探线间煤层底板等高线的水平投影面积；L_1和 L_2分别为两勘探线上 1和 2长度。

显然，S_1、L_1和 S_2、L_2分别为 1和 2勘探线剖面上煤层截面积 S_1和 S_2的影响距离。有了体积即可求储量和总储量。

2）剖面影响面积法

如图 1-2，延长 1和 2两勘探线相交于 O 作 α角的二等分线，连接两勘探线端点 1、2和 1、2这样就把两勘探线间的煤层面积分为 S_1和 S_2两部分。把 S_1看作是 1剖面的影响面积，S_2看作是 2剖面的影响面积，两部分煤层的储量分别为：

$$Q_{1}=S_{1}\cdot M_{1}\cdot\gamma_{1}$$

$$Q_{2}=S_{2}\cdot M_{2}\cdot\gamma_{2}$$

式中，Q_1和 Q_2分别为 S_1和 S_2块段煤层的储量；S_1和 S_2分别为 1和 2剖面的影响面积；M_1和 M_2分别为 1和 2剖面上各钻孔见煤厚度的平均值；γ_1和 γ_2分别是 1和 2剖面上各钻孔见煤点容重的平均值。

剖面法主要优点有两个，其一是方法简单，并具有足够的精度，其二是节省了作煤层底板等高线图的时间和精力。因此，在煤炭储量计算中得到了较广泛的应用，特别是应用于煤层厚度变化巨大的各类厚煤层的储量计算中。

图 1-2　剖面影响面积法

第五节　水平切面法

水平切面法实质上是平行断面法的一种，只是它的断面不是一个垂面，而是一个水平面。

设想用一组等间距的水平面与煤层相切，就得到一系列不同标高的煤层水平切面，然后，分别计算相邻上、下两水平切面之间煤层的体积和储量。

$$宏越宅贵垣\frac{杂_{1}圈+杂_{2}圈}{圆}伊澡 \qquad 匝越宅贵垣\frac{杂_{1}圈+杂_{2}圈}{圆}伊澡耘凿$$

式中，宏为上下两相邻水平切面间煤层体积；$杂_{贵}$和 $杂_{圈}$分别为上下两相邻水平切面上煤层的面积；澡为上下两相邻水平切面间垂直间距；凿为煤层容重。

该方法适用于露天开采的倾斜厚煤层的储量计算。其优点是可按露天开采的阶段高度分别计算和统计储量，便于矿井设计、开采部门利用。

第六节　多角形法

该法的实质是计算每一工程见煤点所控制的块内的储量，如图 缘原源原愿

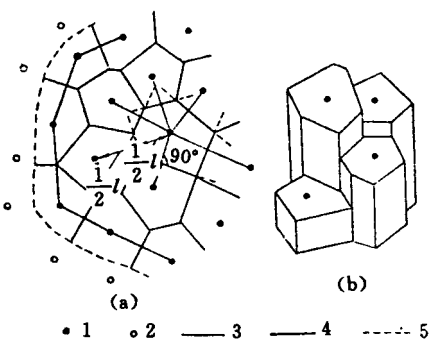


图 缘原源原愿　多角形法计算储量示意图

葬 计算平面的一部分，附有以一个工程为实例作多角形的方法；

遭 在轴线投影上煤层分为相互紧连的角柱体

员原见可采煤层钻孔；圆原不见煤钻孔；猿原计算的多角形边界；

源原内边界线；缘原外边界线

每一勘查区内均有多个见煤工程点，利用虚线把相邻的最近工程点连接起来，并做其垂直平分线，将平分线的交点用实线连接起来就形成了以每一工程见煤点为中心的多角形，多角形面积乘以多角形内见煤点的厚度和容重，即可得到每一见煤工程点所控制的面积内煤层的储量，将所有多角形的储量加起来就是其煤层的总储量。

该方法的优点是方法简单，运算快，可以根据需要对不同的煤厚、灰分、煤质等指标分别进行计算和统计。但严重地歪曲了煤层的形态，所以对见煤工程点少的勘查区是不适用的，只适用于煤层厚度和煤质指标变化很大，同时构造简单、产状平缓以及见煤工程点不少但排列不规则的地区。

第七节　三角形法

在煤层底板等高线图上将工程见煤点联成三角形，如图 缘原则原怨 每一个三角形的面积乘以三个端点煤厚的算术平均值，再乘以煤的容重，即可得到每一个三角形的储量，将所有三角形的储量都加起来，就是某煤层的总储量。

此法的优点是作图和计算都较简单，但是存在较多缺点。首先是三角形不同连线，储量计算结果出入大，如图 缘原则原园 葬、遭 两种不同连法，其煤层平均厚度分别为 灾越园援缘和 灾越援愿，其次，当见煤工程点较少时，能绘制的三角形就少，误差就大。第三是计算比较复杂，不利于生产设计部门使用等。

该方法只适用于构造简单、煤层厚度及煤质变化不大，工程密度大而均匀的地区。在一般情况下，该方法仅作为一种辅助手段。

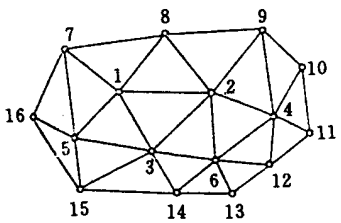


图 缘原则原怨 三角形法

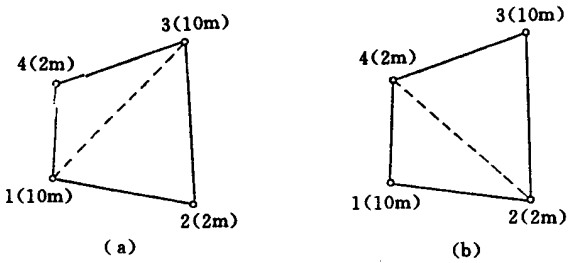


图 缘原则原园 按四个点作三角形的两种作法

第八节　等值线法

是利用某一指标的等值线计算储量的一种方法。主要有两种：

一、煤厚等值线法

该法的实质是把一个厚度大、顶底面不规则的煤体，当作一个底面平整、顶面复杂的几何形体，犹如一个山体的地形图，把煤体分成一系列等厚的块段，从每一块段的储量即可求出整个煤层的储量。整个煤体的体积计算公式为：

$$灾越\left(\frac{杂_{园}}{圆}垣杂_{员}垣杂_{圆}垣\cdots杂_{猿原员}垣\frac{杂_{猿}}{圆}\right)藻农员猿杂遭$$

式中，$杂_{园}$为零点边界线（或最低可采边界线）所包围的面积；$杂_{员}$，$杂_{圆}$，…，$杂_{n}$分别为等

厚线 员 圆 …，灶所控制的面积，其中 杂灶为煤体所能形成的最后一个锥体的底面积；澡为等厚线的间距；澡灶为煤体所形成的最后一个锥体的高度，凸出为正，凹下为负。

用整个几何形体体积，乘以煤的平均容重，即为总储量。

二、索波列夫斯基法

用透明方格网蒙在煤层的等厚线图上，如图 缘原则原示所示，每一小正方形中心小圆点处的煤层厚度　通过等厚线内插法求得），即代表小方格内煤层的平均厚度，则：

煤层的平均厚度：澡越$\frac{\sum 澡}{灶}$

煤层的面积：杂越灶△杂$_{园}$

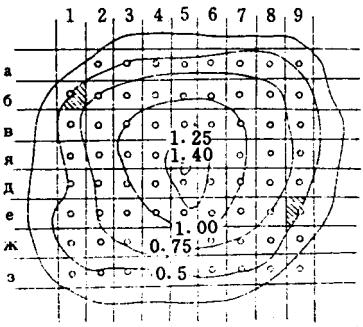


图 缘原则原示　索波列夫斯基法的体积方格网法

煤层的体积：灾越杂越灶△杂$_{园}$$\frac{\sum 澡}{灶}$越△杂$_{园}$$\sum$澡式中，△杂灶为第一个小方格的面积；灶为小方格的个数。

煤层的体积乘以容重即得煤层的储量。在这里 △杂$_{园}$是个常数，所以这一方法的主要工作是求每一小方格内的 澡值。

应用这一方法，必须注意一些不完整的小方格，利用前述用方格网计算面积的方法去处理。

等值线法的优点是能够明显地、直观地反映出煤层的构造、形态和其他因素的分布特征，但要求制图和计算繁杂，不容易验算，应用面较窄。主要用于构造简单、产状平缓，没有断裂破坏且规模较大、煤层厚度变化相当大的矿区，同时要求工程密度较大，以确保煤层各因素的正确性。

第九节　简单统计法

简单统计法是一种比较概略的储量计算方法，所采用的公式一般为：

匝越杂伊孚伊运

或　　匝越穴伊择再运

式中，杂为储量计算面积；灾为储量计算范围内的煤系体积；孕为平均含煤密度，即单位面积内的平均含煤数量；为平均含煤率，即煤系地层中单位体积的平均含煤数量；运为改正系数。

在煤田预测中，常常采用以下公式进行储量计算：

匝越杂伊皂伊凿伊再运或 匝越穴伊灶伊凿伊再运式中，皂为煤层总厚度；灶为含煤系数；凿为煤的平均容重。

改正系数 运值的大小，与含煤建造的特征、后期改造的破坏和地质研究程度有关。一般采用 园圆圈～园猿为宜。含煤建造广泛发育，岩性岩相稳定，后期改造破坏不大或地质研究程度较高的地区，一般取其上限 园猿～ 反之则取下限 园圆圈

该方法简单，但精度低，所以适用于研究程度较低的地区，或老矿区外围和深部，或我国南方一些不稳定、极不稳定的煤层，或用于煤田预测工作中的储量计算。

第六篇

地下水资源数值法计算方法

第一章　数值法计算概述

第一节　地下水水量的数学模型

地下水的运动服从两条基本原理：质量守恒原理和能量守恒及转换定律。质量守恒原理具体应用到水资源领域中称为水均衡原理。在研究地下水运动中，反映能量守恒及转换定律的是达西定律，其一般微分表达式为：

择越运 早赠匀式中，择为地下水渗流速度；运为渗透系数；匀为地下水水头。

根据以上原理，可以用地下水数学模型来表述地下水的运动。数学模型由一个　或一组）偏微分方程　或积分方程）及其定解条件组成，定解条件包括初始条件和边界条件。例如，有补给和抽水等源汇项的三维流的数学模型为：

$$\frac{\partial}{\partial 曾}\left[运\frac{\partial 匀}{\partial 曾}\right]+\frac{\partial}{\partial 赠}\left[运\frac{\partial 匀}{\partial 赠}\right]+\frac{\partial}{\partial 扎}\left[运\frac{\partial 匀}{\partial 扎}\right]+垣=宰\frac{\partial 匀}{\partial 贼}$$

对于一个地下水渗流计算区，含水层中地下水的水头分布不仅受上述偏微分方程控制，而且依赖于渗流区边界上的情况，即边界条件和区内各点初始时刻的水头分布情况，即初始条件。

边界条件是指渗流区边界上的水力特征条件，即边界上的水头分布和变化情况或流入、流出含水层的水量分布和变化情况。主要有两类：

第一类边界条件，这是已知边界上的水头分布规律的边界条件。如果在边界上的水头值为 匀 曾 赠 扎 贼，则第一类边界条件可以表示为：

$$匀\ 曾\ 赠\ 扎\ 贼\ 渣_{员}越匀_{员}\ 曾\ 赠\ 扎\ 贼$$

其中，$匀_{员}$ 曾 赠 扎 贼 为 $\Gamma_{员}$上的已知函数。这类边界最常见的是与地表水体存在水力联系的渗流区边界线　面），以地表水体作为渗流计算区的边界，其水头值的变化规律就可作为这类边界条件。如果 $匀_{员}$ 曾 赠 扎 贼 不随时间 贼变化，则称为定水头边界条件。

第二类边界条件，这是已知边界上单位流量宽度流量 择随时间变化规律的边界条件。可以表示为：

$$运\frac{\partial 匀}{\partial 灶}渣_{圆}越原择\ 曾\ 赠\ 贼$$

其中 灶表示边界 $\Gamma_{圆}$上某点处的外法线方向。式中，如果 择越园 则表示零流量边界，

一般有两种情况：隔水边界和地下水分水岭的界面。

此外，还有反映边界上水位与流量函数关系的边界表达方式，可以称为混合边界或第三类边界。

描述以某个时刻作为计算起始时刻　取 贼越园 渗流区内各点的水头分布情况，称为初始条件，可以写成：

匀 曾 赠 扎 滥越园越匀园 曾 赠 扎

其中，匀园 曾 赠 扎 为已知的水头分布。

对于非稳定流动，其定解条件应包括边界条件和初始条件，这类问题称为混合问题。对于稳定流，其定解条件只有边界条件，没有初始条件，称这类问题为边值问题。

第二节　地下水资源计算的有限差分法

有限差分法解地下水问题，是把要研究的区域按一定的方式剖分　离散）为许多，但有限的小均衡域。在一定的精度要求下，每个小均衡域内各种参数视为常数，小均衡域的水头以其中心水头为代表，相邻小均衡域间的水头变化近似看作是线性的。在这些离散点上用差商近似地代替微商，将微分方程及其定解条件化为以未知函数在离散点上的近似值为未知量的代数方程，称之为差分方程，然后求解差分方程，从而得到微分方程的解在离散点上的近似值。

以二维渗流区为例，说明其原理。一般的剖分是用两组相互正交的平行线把渗流区域剖分成许多矩形小均衡域。小均衡域的中心称为节点　也可以采用将节点置于网格交点的作法）。可以用适当的方法标定小均衡域及相应节点的编号。曾方向上的格距 △曾和赠方向的格距 △赠称为空间步长。当网格剖分得足够小时，曲折的格线也能足够地接近计算边界和区内非均质区界线的形状。

在解非稳定流问题时，还要对时间进行离散化，即将连续的时间分割成相等或不相等的时段 △贼 称为时间步长。有限差分求解地下水非稳定问题，就是要通过求解代数　差分）方程组，计算出在不同时间层各空间离散点处的水头值。

有限差分方程实际上是基本偏微分方程的近似表达式。由于地下水头曲面一般是连续光滑的，在剖分网格中根据泰勒公式可以写出：

$$\left(\frac{\partial 匀}{\partial 曾}\right)_{蚤躁} 越 \frac{匀_{曾圆员,躁} 原 匀_{蚤躁}}{\triangle 曾} 垣 韵(\triangle 曾)$$

其中余项 韵(△曾) 是与 △曾同阶的无穷小量：

$$韵(\triangle) 越 \frac{\triangle 曾}{圆}\left(\frac{\partial^{圆} 匀}{\partial 曾^{圆}}\right)_{蚤躁} 垣 \frac{(\triangle 曾)^{圆}}{猿}\left(\frac{\partial^{猿} 匀}{\partial 曾^{猿}}\right)_{蚤躁} \cdots\cdots$$

如果略去余项，则具有一阶截断误差的差分公式为：

$$\left(\frac{\partial 匀}{\partial 曾}\right)_{蚤躁} \approx \frac{匀_{曾圆员,躁} 原 匀_{蚤躁}}{\triangle 曾}$$

以及$\left(\frac{\partial 匀}{\partial 赠}\right)_{蚤躁}\approx\frac{匀_{蚤躁皂员}原匀_{蚤躁}}{△赠}$

同样，二阶偏导数也可以用略去二阶截断误差余项 韵［△曾 圆 和 韵［△赠 圆 的差分公式近似代替：

$$\left(\frac{\partial^{圆}}{\partial 曾^{圆}}\right)_{蚤躁}\approx\frac{匀_{蚤躁员}垣匀_{蚤躁皂员}躁匀_{蚤躁圆}匀_{蚤躁}}{△曾\ 圆}$$

$$\left(\frac{\partial^{圆}匀}{\partial 赠^{圆}}\right)_{蚤躁}\approx\frac{匀_{蚤躁员}垣匀_{蚤躁皂员}原匀_{蚤躁圆}匀_{蚤}\ 躁}{△赠^{圆}}$$

水头对时间导数的差分表达式为：

$$\left(\frac{\partial 匀}{\partial 贼}\right)_{蚤躁皂}越\frac{匀_{蚤躁皂垣员}原匀_{蚤躁皂}}{△贼}垣韵\ \ △贼$$

用有限差分方程代替偏微分方程，即可求得近似解。在计算区域内，每一个节点都可以建立一个如下的方程。

$$栽_{皂垣员}^{员圆}匀_{蚤躁}^{皂垣员}躁\frac{匀_{蚤躁员}原匀_{蚤躁}}{△曾^{圆}}垣栽_{蚤躁员}^{员圆}匀_{蚤躁}^{皂垣员}躁\frac{匀_{蚤躁员}躁匀_{蚤躁}}{△曾^{圆}}垣栽_{蚤躁皂}^{员圆}\frac{匀_{蚤躁员}原匀_{蚤躁}}{△赠\ 圆}$$

$$垣栽_{蚤躁}^{皂垣员}匀_{蚤躁}^{皂垣员}躁\frac{员匀_{蚤躁}^{皂垣员}躁匀_{蚤躁员}^{皂垣员}原匀_{蚤躁}^{皂}躁匀_{蚤躁}^{皂}}{△赠^{圆}}\approx允_{蚤躁}^{皂垣员}\frac{匀_{蚤躁皂垣员}^{皂垣员}原匀_{蚤躁}^{皂}}{△贼}$$

依式中“≈”右端的 匀值所取的时间 皂不同，分为显式差分格式、隐式差分格式和中心差分格式。

当右端的水头值 匀取为 皂时段，如果知道 皂时段的水头值，各方程可以独立求解，直接求出 皂垣员时段的水头值 澡蚤蚤 躁 皂垣员，这称为显式差分格式。可以证明，只有当下式成立时，二维显式差分格式才是稳定的、收敛的。

$$栽_{皂垣员}^{员圆}(躁栽_{蚤躁员}^{员圆}躁)\frac{△贼}{△曾^{圆}}垣\ 栽_{皂垣员}^{员圆}垣栽_{蚤躁员}^{员圆})\frac{△贼}{△赠^{圆}}\leqslant 员$$

当右端的水头值 匀取为 皂垣员时段，称为隐式差分格式。在一个方程中包含有一个节点 皂时段的水头值和五个 皂垣员时段的水头值，必须建立联立方程组才可以求解，直接求出 皂垣员时段的水头值 匀 曾 赠。隐式差分格式是无条件的稳定差分格式。

当右端的水头值 匀取为 皂时段和 皂垣员时段的平均值时，称为对称差分格式，它比隐式差分格式的精度好，但其处于无条件稳定的边缘，当受到强刺激时，往往显得稳定性不足。

在计算区域内，采用隐式差分格式或对称差分格式，每一个节点都建立一个方程，从而组成有限差分方程组。如果 △曾 △赠和 △贼取得足够小，解此方程组可得到足够精确的近似值。

有限差分法形成的线性方程组的解法主要有：超松弛迭代法 （简称超松弛）、交替方向隐式法 （简称交替方向）、逐次超松弛迭代法 （简称超松弛）和强隐式迭代法 （简称强隐）等。

第三节　地下水资源计算的有限单元法

有限元法是求解偏微分方程定解问题的一种有效的数值方法，是由我国数学家冯康等人于 [illegible] 年首先提出的，当时主要应用于结构力学。[illegible] 年代末，有限元法开始被引用到地下水渗流问题的求解。[illegible] 多年来，有限单元法在地下水渗流计算中不断得到发展，其应用逐步广泛。

有限单元法是利用剖分插值把区域连续求解的微分方程离散成线性代数方程组的求解，以近似解代替精确解。其所依据的原理有：变分有限元法、伽辽金 [illegible] 有限元法和均衡有限元法等。尽管三种方法所依据的原理不同，但在解决相同条件下的地下水渗流问题时，最终所得到的线性方程组是一致的。这里以平面二维模型为例，简述伽辽金 [illegible] 有限元法的原理。

承压水二维不稳定渗流问题可以用下述定解问题描述：

$$\frac{\partial}{\partial x}\left[T_x\frac{\partial H}{\partial x}\right]+\frac{\partial}{\partial y}\left[T_y\frac{\partial H}{\partial y}\right]+W=\mu_s\frac{\partial H}{\partial t}\qquad (x,y)\in D$$

式中，H 为水头函数；T_x、T_y 分别为各向异性含水层 x、y 方向的主导水系数；W 为垂向渗流强度；D 为渗流区。

初始条件：

$$H(x,y,t)\big|_{t=t_0}=H_0(x,y)\qquad (x,y)\in D$$

式中，H_0 为初始时刻的水头分布。

边界条件：

$$H(x,y,t)\big|_{\Gamma_1}=H_1(x,y,t)\qquad (x,y)\in\Gamma_1$$

$$T_x\frac{\partial H}{\partial x}\cos(n,x)+T_y\frac{\partial H}{\partial y}\cos(n,y)\big|_{\Gamma_2}=q(x,y,t)\qquad (x,y)\in\Gamma_2$$

式中，H_1 为第一类边界 Γ_1 上已知的水头分布函数；q 为第二类 Γ_2 上侧向单宽流量。

有限元法中模拟区被离散成许多不规则的单元，可以是三角形、矩形、四边形或曲边形等。这里研究最常用的三角形剖分，即渗流区被划分为一个个三角形单元，并且使边界处处与实际的物理边界一致。设单元总数为 e，节点总数为 n。

现研究一个顶点为 $i(x_i,y_i)$，$j(x_j,y_j)$，$m(x_m,y_m)$ 的任意三角形单元，其未知水头值为 h_i、h_j、h_m。单元内水头采用线性插值函数为：

$$H=\alpha+\beta x+\gamma y$$

可写出：

$$\begin{bmatrix}H_i\\H_j\\H_m\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}1&x_i&y_i\\1&x_j&y_j\\1&x_m&y_m\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\alpha\\\beta\\\gamma\end{bmatrix}$$

可以求得：

$$H(x,y)=\frac{1}{2A}\left[(a_i+b_ix+c_iy)H_i+(a_j+b_jx+c_jy)H_j+(a_k+b_kx+c_ky)H_k\right]$$

这里：

$$a_i=x_jy_k-x_ky_j \qquad b_i=y_j-y_k \qquad c_i=x_k-x_j$$
$$a_j=x_ky_i-x_iy_k \qquad b_j=y_k-y_i \qquad c_j=x_i-x_k$$
$$a_k=x_iy_j-x_jy_i \qquad b_k=y_i-y_j \qquad c_k=x_j-x_i$$

$$A=\frac{1}{2}\begin{vmatrix}1 & x_i & y_i\\ 1 & x_j & y_j\\ 1 & x_k & y_k\end{vmatrix}$$ 为三角形单元的面积

则 $\alpha_i=\frac{1}{2A}(x_jy_k-x_ky_j)=\frac{a_i}{2A}$

$\beta_i=\frac{1}{2A}(y_j-y_k)=\frac{b_i}{2A}$

$\gamma_i=\frac{1}{2A}(x_k-x_j)=\frac{c_i}{2A}$

可得到三角形单元基函数的表达式：

$$N_l=\frac{1}{2A}(a_l+b_lx+c_ly)\quad (l=i,j,k)$$

单元基函数仅仅和三角形单元的形状或各节点的坐标值有关，故也称形状函数。基函数 N_l 是按单元分片定义的。将构造的基函数代入加辽金方程式可以得到：

$$\iint_D\left(T\frac{\partial H}{\partial x}\cdot\frac{\partial N_l}{\partial x}+T\frac{\partial H}{\partial y}\cdot\frac{\partial N_l}{\partial y}\right)dxdy+\iint_{D_t}S\frac{\partial H}{\partial t}N_l\,dxdy$$
$$=\iint_{D_t}WN_l\,dxdy+\int_{\Gamma_2}qN_l\,ds$$

把渗流区域剖分为 m 个单元，n 个节点。对上式进行分部积分，则有：

$$\iint_{D_l}\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(T\frac{\partial H}{\partial x}N_l\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(T\frac{\partial H}{\partial y}N_l\right)\right]dxdy-\iint_{D_l}\left(T\frac{\partial H}{\partial x}\frac{\partial N_l}{\partial x}+T\frac{\partial H}{\partial y}\frac{\partial N_l}{\partial y}\right)dxdy$$
$$+\iint_{D_t}W N_l\,dxdy=\iint_{D_t}S N_l\frac{\partial H}{\partial t}dxdy \qquad l=1,2,3,\cdots,n$$

对其第一项应用格林公式。因为基函数是分片定义的，对于每一单元 e 得到：

$$\begin{bmatrix}Q_i^e\\ Q_j^e\\ Q_k^e\end{bmatrix}=\frac{T^e}{4A}\begin{bmatrix}b_ib_i+c_ic_i & b_ib_j+c_ic_j & b_ib_k+c_ic_k\\ b_jb_i+c_jc_i & b_jb_j+c_jc_j & b_jb_k+c_jc_k\\ b_kb_i+c_kc_i & b_kb_j+c_kc_j & b_kb_k+c_kc_k\end{bmatrix}\begin{bmatrix}H_i(t)\\ H_j(t)\\ H_k(t)\end{bmatrix}$$
$$+\frac{A}{12}S^e\begin{bmatrix}2 & 1 & 1\\ 1 & 2 & 1\\ 1 & 1 & 2\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\frac{dH_i(t)}{dt}\\ \frac{dH_j(t)}{dt}\\ \frac{dH_k(t)}{dt}\end{bmatrix}-\frac{A}{3}W^e\begin{bmatrix}1\\ 1\\ 1\end{bmatrix}-\begin{bmatrix}F_i^e\\ F_j^e\\ F_k^e\end{bmatrix}$$

式中，$\{F\}$ 为处理第二类边界条件的列向量。

把各单元的方程集合起来，得到

$$\sum_{e=1}^{m}\left[\frac{A_e}{3}\begin{bmatrix}0&0&0\\0&1&-1\\0&-1&1\end{bmatrix}+\frac{\Delta t}{4A_e}\begin{bmatrix}b_1^2+c_1^2&b_1b_2+c_1c_2&b_1b_3+c_1c_3\\b_2b_1+c_2c_1&b_2^2+c_2^2&b_2b_3+c_2c_3\\b_3b_1+c_3c_1&b_3b_2+c_3c_2&b_3^2+c_3^2\end{bmatrix}\right]\begin{Bmatrix}H_1\\H_2\\H_3\end{Bmatrix}^{t+\Delta t}=\sum_{e=1}^{m}\left[\frac{A_e}{3}\begin{bmatrix}0&0&0\\0&1&-1\\0&-1&1\end{bmatrix}-\frac{\Delta t}{4A_e}\begin{bmatrix}b_1^2+c_1^2&b_1b_2+c_1c_2&b_1b_3+c_1c_3\\b_2b_1+c_2c_1&b_2^2+c_2^2&b_2b_3+c_2c_3\\b_3b_1+c_3c_1&b_3b_2+c_3c_2&b_3^2+c_3^2\end{bmatrix}\right]\begin{Bmatrix}H_1\\H_2\\H_3\end{Bmatrix}^{t}$$

写成总体矩阵的形式为：

$$\left[\frac{A}{3}\begin{bmatrix}0&0&0\\0&1&-1\\0&-1&1\end{bmatrix}+\frac{\Delta t}{4A}\begin{bmatrix}b_1^2+c_1^2&b_1b_2+c_1c_2&b_1b_3+c_1c_3\\b_2b_1+c_2c_1&b_2^2+c_2^2&b_2b_3+c_2c_3\\b_3b_1+c_3c_1&b_3b_2+c_3c_2&b_3^2+c_3^2\end{bmatrix}\right]\begin{Bmatrix}H_1\\H_2\\H_3\end{Bmatrix}^{t+\Delta t}=\left[\frac{A}{3}\begin{bmatrix}0&0&0\\0&1&-1\\0&-1&1\end{bmatrix}-\frac{\Delta t}{4A}\begin{bmatrix}b_1^2+c_1^2&b_1b_2+c_1c_2&b_1b_3+c_1c_3\\b_2b_1+c_2c_1&b_2^2+c_2^2&b_2b_3+c_2c_3\\b_3b_1+c_3c_1&b_3b_2+c_3c_2&b_3^2+c_3^2\end{bmatrix}\right]\begin{Bmatrix}H_1\\H_2\\H_3\end{Bmatrix}^{t}$$

形成一个 N 阶线性方程组，N 为计算区的结点总数。

数学模型中包含有水头对时间的函数，对时间的近似可以采取差分方法。假设在时间水平 t 和 $t+\Delta t$ 之间为线性变化，则有：

$$\left(\frac{\partial H}{\partial t}\right)_{t+\alpha\Delta t}=\alpha\frac{H_{t+\Delta t}-H_t}{\Delta t}+(1-\alpha)\frac{H_t-H_{t-\Delta t}}{\Delta t}$$

当 $\alpha=0$ 时，为显式格式，它是有条件稳定的。当步长 Δt 大于某数值后，解变得不稳定。

当 $\alpha=1$ 时，为全隐式格式，它是无条件稳定的。得到 N 阶的线性方程组：

$$\left(S_s-\frac{1}{\Delta t}W\right)H_{t+\Delta t}=-\frac{1}{\Delta t}WH_t+Q$$

当 $\alpha=\frac{1}{2}$ 时，为克兰克-尼格尔松格式，它也是无条件稳定的。得到 N 阶的线性方程组：

$$\left(\frac{1}{2}S_s-\frac{1}{\Delta t}W\right)H_{t+\Delta t}=-\left(\frac{1}{2}S_s+\frac{1}{\Delta t}W\right)H_t+Q$$

求解此方程组，即可从 t 时间水平 H_t 求出 $t+\Delta t$ 时间水平上各节点水头 $H_{t+\Delta t}$ 的解。

第四节　地下水水质数学模型

地下水水质的数学模型用于研究评价地下水中包括污染物质的各种溶质的运移和变化规律。地下水水质的模拟涉及溶质在运移中的物理化学作用、溶质的沉淀作用、含水介质的吸附及所含盐类的溶解作用、放射性溶质的衰变作用、微生物作用以及弥散作用等。以弥散理论为基础的地下水水质数学模型可以表示为：

水动力弥散方程：

$$\frac{\partial}{\partial x_i}\left[D_{ij}\frac{\partial C}{\partial x_j}\right]-\frac{\partial}{\partial x_i}(v_iC)\pm\frac{W}{\rho}C=\frac{\partial C}{\partial t}$$

连续性方程：

$$\frac{\partial\rho}{\partial t}+\nabla\cdot(\rho v)=0$$

运动方程：

$$v=-\frac{K}{\mu}(\nabla p+\rho g\nabla z)$$

状态方程：

$$\rho = \rho_0 \quad (x, y, z)$$

$$\mu = \mu_0 \quad (x, y, z)$$

式中，C为溶质浓度；ρ为流体密度；μ为流体粘滞度；v为地下水实际流速；n为有效孔隙度。

其定解条件包括初始的浓度分布和给定边界浓度或浓度通量。数学表达式分别为：

初始条件：

$$C(x, y, z, t)\big|_{t=0} = C_0(x, y, z) \quad (x, y, z) \in \Omega$$

第一类边界条件：

$$C(x, y, z, t)\big|_{\Gamma_1} = C_1(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in \Gamma_1$$

第二类边界条件：

$$n D \frac{\partial C}{\partial n}\bigg|_{\Gamma_2} = q(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in \Gamma_2$$

式中，q为Γ_2边界上的溶质通量。

对于隔水边界：

$$n D \frac{\partial C}{\partial n}\bigg|_{\Gamma_2} = 0$$

混合边界条件：

$$\alpha C + \beta \frac{\partial C}{\partial n}\bigg|_{\Gamma_3} = \gamma(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in \Gamma_3$$

式中，α、β为Γ_3边界的外法线向量；γ为已知函数。

地下水水质数学模型的求解，可以采用解析法和数值法。解析法只能处理简单的初始条件和边界条件。数值法主要是有限差分法和有限单元法。

求解地下水水质问题，需要联立求解两个偏微分方程，即水流方程和溶质运移方程。

当溶质的浓度变化对流体的密度和粘滞度影响很小时，可以视为均质流体，溶混物的速度不取决于污染质的浓度，可称为示踪剂情形。整个方程组可以分为两个独立的子问题。其解法是：先由地下水渗流方程解出地下水的速度分布，这是纯渗流问题，可以用解析法或数值法完成求解。然后把求得的速度分布代入到弥散方程中，单独求解弥散方程，从而获得计算区内溶质浓度的分布。

当溶质浓度较大时，溶质浓度的变化对流体的密度和粘滞度都有影响，而流体浓度和粘滞度的变化又通过渗流方程影响流体的速度分布，这可称为一般情形。这时，地下水水质模型必须联立求解渗流方程和弥散方程，在数学上常用迭代方法。在这种情况下，计算量很大。在研究地下水污染的问题中，除了如海水入侵等高浓度溶质运移问题必须采用上述方法以外，多数情况可以简化为示踪剂情形来处理。

地下水水质模型只有在几种简单的条件下存在解析解，一般要采用数值法求解。采用一般的有限差分法和有限单元法求解弥散方程时，存在数值弥散问题，其原因是由于用差分代替一阶偏导数产生截断误差所造成的，数值弥散的大小与空间步长、时间步长以及平均流速有关。

为了避免数值弥散，一些学者研究出了特殊的处理方法。例如，在有限单元法和有限差分法中加入上风因子的方法等。对于以对流为主的水动力弥散方程的定解问题，采用特征法是适宜的。当弥散方程中的对流项占主导地位时，弥散方程的性质接近于双曲

方程，采用特征法来求解一个与弥散方程等价的方程组，可以有效地消除数值弥散，求得计算区内的溶质浓度分布。美国地调局编制的“[illegible]”就是采用特征法求解地下水水质模型的典型计算程序。

第二章　数值法适应范围和资料要求

第一节　数值法的适应范围

数值法能够描述形状不规则的区域及含水层的非均质、各向异性和复杂的边界条件，能够处理河流入渗、大气降水入渗等垂向补给及各种抽水、排水、溶质交换和蒸发在时空分布上的变化，能够解决其他计算方法不易处理的复杂情况。随着电子计算机的普及，数值法已成为地下水资源评价中的主要方法之一。该方法适宜于工程控制程度较高的大、中型集中供水水源地和区域地下水勘查，在详查、勘探和开采阶段的地下水资源评价中应用。对于固体矿产勘探中的矿坑涌水量计算，在工程控制程度较高的条件下，也可以应用。这里所称的地下水数值计算包括地下水水量和地下水水质的模拟模型和预测模型。

第二节　资料的基本要求

员　应在查明或基本查明评价区水文地质条件的基础上，掌握主要含水层的空间分布、岩性结构特征、含水层（隔水层）的顶底板标高（厚度）、地下水类型、导水性、储水性、边界条件、与相邻含水层的水力联系、地下水现状开采量和地下水的补给、径流、排泄条件。

圆　进行地下水水量模拟，应通过室内试验、抽水试验和其他野外试验求得渗透系数、导水系数、给水度、弹性释水系数、蒸发系数、弱渗透层的越流系数、地表水体和含水层的水量交换参数、降水入渗系数等水文地质参数，作为水量模型识别计算的初始估计值。抽水试验成果尤为重要，其资料应符合相应勘查阶段的要求。

猿　进行地下水水质模拟，应掌握评价区地下水水质在空间、时间的分布和变化资料。应通过室内弥散试验和利用放射性同位素或其他示踪剂进行的野外试验，求得纵向弥散度、横向弥散度、含水层的有效孔隙度等水文地质参数，作为水质模型识别计算的初始估计值。

源　计算区的地下水动态监测孔的数量、监测频率和监测资料系列长度应能控制区域地下水水位和水质的变化规律。地下水水位（水头）、水质的动态观测资料应满足相

应的勘查阶段的要求。

缘 计算评价区内地下水水位（水头）或水质的空间分布和动态变化，应有足够的控制资料，关键部位应有地下水动态观测孔。地下水动态观测孔的分布配置，应保证对各参数分区和主要补给、排泄边界的控制。观测孔的布设应满足相应勘查阶段的要求。

远 应掌握计算区内地下水开采量、降水量、泉水流量和其他源汇项的时、空分布和变化规律。地下水开采量应以实测资料为主，推测资料的依据必须予以论证。对计算区内的河流，应掌握历年地表水水文资料，并对其进行必要的分析。

第三章　水文地质条件的概化与数值模型的建立及数值模拟

第一节　水文地质条件的概化

计算区的水文地质条件，必须经过系统概括和合理简化。概化应贴近实际，可靠程度应符合计算要求。

计算区应尽可能以自然边界为计算边界，最好是以完整的水文地质单元作为计算区。在计算区仅为水文地质单元一部分的情况下，应注意处理好水文地质单元内水资源的分配以及计算区边界上的水量和溶质交换问题。

根据计算区含水层的类型、结构、岩性、厚度、导水特征等，将其概化为潜水或承压水、均质或非均质、各向同性或各向异性、单层或双层或多层含水层。对含水层的水文地质特征可分区概化，最大渗透方向可根据其地质条件予以概化。

对于岩溶含水系统，应论证其水流状态是否在达西定律的适用范围之内。对不同的流态，应采用相应的模型。

根据地下水流状态和资料条件，可以将地下水流概化为稳定流或非稳定流，一维流、二维平面流或剖面流，准三维流或三维流。

根据含水层、隔水层的分布，地质构造和边界上地下水流特征，地下水与地表水的水力联系，可以将计算区边界概化为给定地下水水位（水头）的一类边界、给定侧向径流量的二类边界和给定地下水侧向流量与水位关系的三类边界。

对与含水层有水力联系的河流和其他地表水体，一般应建立河流含水层耦合模型，根据实际情况概化处理地表水体与含水层间的水量交换。当存在较大的地表水体和厚大含水层，采用平面二维模型对其进行概化时，只有切割了含水层的常年性河流或地表水体才可概化为第一类边界。未完全切穿含水层的河流，只有经论证不会形成悬挂河时，才可概化为第一类边界。

三维模型和准三维模型可以较好地模拟地表水体与含水层的水量交换，描述地下水流在空间的状况。在具备相应资料的条件下，应尽可能采用三维地下水模型。

对垂向交换水量，包括降水入渗、蒸发、灌溉入渗、地表水体入渗（排泄）和越流补给（排泄）等，应根据实际情况采用适当方法概化处理。对于潜水蒸发强度随潜水位埋深而产生的变化，可建立受潜水极限蒸发埋深约束的潜水蒸发子模型，与含水层渗流模型耦合。对地表水入渗的概化，应根据地表的汇水条件，在水均衡的制约下，对地表

入渗系数和补给强度加以概化，必要时可建立地表水入渗的子模型。

水质模型选择的模拟因子应与污染物质密切相关，能够反映污染的程度，并应较为稳定。

对水质模型的溶质交换项，包括污染物质的渗入和排出、沉淀、溶解，地层的吸附等，应在查清其机理的基础上，建立相应的子模型，对其进行模拟。

第二节　数值模型的建立及数值模拟

对计算区进行剖分，网格的大小应与勘查阶段及观测资料相适应，关键部分可加密网格。特别是对于地下水水质模型，网格剖分不能过于稀疏。

水文地质参数，可根据含水层特征分区给出初始估计值，在模型的识别过程中，可对分区进行调整，但应与其水文地质特征相符。

利用多孔或群孔抽水试验资料或地下水长期动态观测资料反求水文地质参数，即解逆问题，有直接解法和间接解法两类。

鉴于目前逆问题的直接解法在数值计算中稳定性差，一般可采用间接解法，通过拟合 原校正方法反求水文地质参数，识别和检验数值模型。

识别和检验是建立数值模型的两个阶段，必须利用相互独立的不同时间段的资料分别进行。

在模型识别中，原则上，不同水文地质参数分区中和第一类边界上均应有控制观测井的实测地下水水位　水头）、水质资料，作为拟合的依据。

利用非稳定流资料识别模型，实际观测值与模拟计算值的地下水位变化 潮原则曲线或地下水溶质浓度变化 悦原则曲线的趋势应一致。可采用使得水位或浓度拟合均方差等目标函数达到最小，作为判断标准。

对于水量模型，一般情况下，控制观测井地下水水位的实际观测值与模拟计算值的拟合误差应小于拟合计算期间内水位变化值的 员缘。在水位变化值较小　约缘）的情况下，水位拟合误差一般应小于 园圆缘。

对于水质模型，根据不同的模拟因子的分析误差精度，一般情况下，水质浓度的拟合的绝对误差值应控制在分析误差精度以内。

利用稳定流资料识别模型，模拟流场与实测流场、模拟浓度场与实测浓度场的形态应一致，地下水的流向或溶质运移方向应相同。

必须检验已经识别的数学模型的正确性。应正演数值模型，利用与识别模型不同的地下水观测资料，检验模型的正确性。检验标准与模型识别相同。

第四章　地下水预报及地下水均衡计算

第一节　地下水预报

经过识别与检验的地下水数值模型，方可用于地下水水位和水质的预报。

地下水预报是为评价目标服务的。因此，对水源地的开采，可给定一个或几个供选择的开采方案；对地下水环境的治理，可给定治理方案；对发展趋势的预测，应设定地下水开采量、污染源的未来分布。

进行地下水预报的外部条件，包括预报期间边界的流量、水位（水头）、溶质浓度、垂向交换的水量和溶质浓度等，应根据预测分时段给出。必要时，可建立相应的统计模型或计算区外围的区域大模型计算得出。

进行地下水预报，应对研究区的大气降水和河川径流进行水文分析。评价平、枯、丰不同年份的降水量和径流量，作为地下水预报的基础。

对于仅具有当年调节能力的含水系统，可根据计算目的，针对不同保证率的特枯、枯水和平水年份，利用水文分析成果，作为地下水预报的外部条件。

对于具有多年调节能力的含水系统，应根据计算评价任务要求确定地下水预报期。预报期不宜过长或过短，一般可与降水、地表水径流变化周期相应。可以采用历史实测降水-原水文资料中包括枯水年和特枯年份的系列，或不同保证率年份组合的降水-原水文系列进行预报。

预报时采用的地下水规划开采方案或工程方案，应以恰当的形式在模型中得以实现。根据计算目的，可以对给定的方案进行预报；或者对各种可行的开采方案分别进行地下水预报，并对成果进行对比和分析，论证其是否满足给定的技术、经济和环境约束。

根据需要，可根据区域水位（水头）预报的成果，在分析同一地区现有开采井井损等资料的基础上，采用合理的计算方法，推算设计开采井的井中水位。

地下水水流和溶质运移数值模型可以与地下水优化模型或管理模型相耦合，用于地下水的优化开发方案的制订和地下水的动态管理。

第二节　地下水均衡计算

地下水数值法计算是以地下水均衡为基础的。因而可以，而且应该利用数值法成果进行地下水均衡计算。

地下水均衡计算一般应以水文年为均衡期，以完整的水文地质单元为均衡域。计算区仅为水文地质单元一部分的情况下，应采用适当的方法计算边界上的地下水交换量。

根据经过识别和检验的模型进行地下水均衡计算，应得到计算区内的各项地下水补给量、排泄量及储存量的变化量，作为评价计算区地下水资源的重要依据。

根据地下水预报模型进行地下水均衡计算，得到预报期间各项地下水的补给量、排泄量和储存量的变化量，可以作为分析预报成果的依据。

第三节　数值法计算应提交的成果

地下水数值计算的成果包括文字部分、图件部分和软件部分。

文字部分应包括：对概念模型的说明、模型源汇项确定和处理方法的说明、初始条件和边界条件确定的说明、模型识别与检验结果的说明、地下水均衡计算成果、预报方案制订的依据和预报结果的论述，以及对地下水资源的评价。

图件部分主要有：水文地质概念模型图、计算区单元剖分图、非均质水文地质参数分区图、初始流场或浓度场图、拟合流场或浓度场图、观测井地下水位（水头）或溶质浓度拟合曲线图、地下水预报的开采或工程方案图、预报流场或浓度场图、地下水预报的水位（水头）曲线或浓度曲线图等。

软件部分包括：计算程序及其使用说明、原始数据、数值计算模拟过程和最终成果。报告的提交形式可根据任务要求，以各种介质为载体或者进行演示。

第七篇

计算机技术与矿产储量计算

第一章　三维协同克立格法程序系统

第一节　方法简介

在地质勘查、采矿及储量计算工作中，某种区域化现象可以用若干相关的变量进行研究。例如，在一个矿体的实测数据中，粤怎 粤异 粤杂的含量呈正相关，当把 粤怎 粤异 粤杂同时进行研究时，一旦一些样品中由于某种原因缺少 粤怎数据时，我们就可以用 粤异 粤杂所提供的信息进行 粤怎的空间变异性及统计特征的分析。上述 粤怎 粤异 粤杂在样品中的含量是在同一空间域中定义的区域化变量。它们之间既有空间相关性，又具有统计相关性。所谓协同区域化变量就是一组 运个在空间及统计上均具某种相关性的区域化变量 在员 曾，在圆 曾，…，在运 曾｝。

设协同区域化变量 在噪 曾，噪越员，圆 …，运 服从二阶平稳假设，其数学期望 耘在噪 曾｝、互协方差函数 悦噪噪 孕、互变异函数 γ噪噪 孕 存在且平稳。设 噪圆是诸区域化变量 噪 中某一需要研究的主变量。

应用估计邻域内定义于支撑 域噪｝上的有效数据 在噪，α噪越员，圆 …，灶噪｝来估计中心点在 曾圆处的待估域 穴 曾圆）上主变量 噪圆的平均值 在噪圆的估计量 在噪圆。

在噪圆是估计邻域内 运个协同区域化变量 灶噪个有效数据 在噪，α噪越员，圆 …，灶噪｝的线性组合：

$$在_{噪圆}越\sum_{噪越员}^{运}\sum_{越员}^{灶}\lambda_{\alpha噪}在_{噪}\qquad 员$$

我们的目的是求出式 员 中的 λ葬噪，以便保证 在噪圆是最优无偏线性估计量。λ葬噪是通过下列克立格方程组的求解而得到：

$$\begin{cases}\sum_{噪越员}^{运}\sum_{越员}^{灶之}\lambda_{\beta噪}悦_{噪噪}(曾_{噪之}-曾_{噪})=原_{噪越员}悦_{噪圆}(穴,曾_{噪圆}) & (噪越员,圆\cdots,灶噪)\\ \sum_{\alpha噪越员}^{灶圆}\lambda_{\alpha噪圆}=员 & (噪越员,圆\cdots,运)\\ \sum_{\alpha噪越员}^{灶噪}\lambda_{\alpha噪越园}=园\end{cases}\qquad 圆$$

相应的协同克立格方差为：

$$\sigma^{圆}_{圆越悦圆圆}(穴,穴)=垣_{噪圆}原\sum_{噪越员}^{运}\sum_{越员}^{灶噪}\lambda_{\alpha噪}悦_{噪圆}(曾_{\alpha噪},曾_{噪})\qquad 猿$$

互变异函数 $\gamma_{噪噪}(澡)$ 的计算式是：

$$\gamma_{噪噪}(澡) = 越园.缘\{[在_{噪乙}(曾+澡) - 原在_{乙}(曾)] \cdot [在_{噪}(曾+澡) - 原在_{噪}(曾)]\} \quad (源)$$

互变异函数 $悦_{噪乙}(澡)$ 与互变异函数 $\gamma_{噪乙}(澡)$ 的关系式是

$$\gamma_{噪噪}(澡) = 越悦_{噪噪}(园) - 原[悦_{噪噪}(澡) + 悦_{乙乙}(澡)] \quad (缘)$$

式（园）、（猿）中：$\bar{悦}_{噪噪}(v_{噪}, v_{噪})$ 为待估域 $v_{噪}$ 中主变量值 $在_{噪}(曾)$ 的直接协方差函数平均值，$\bar{悦}_{噪噪}(v_{噪}, 增_{噪})$ 是待估域 $v_{噪}$ 主变量 $噪_{噪}$ 与信息域 $增_{噪}$ 之间区域化变量 $在_{噪}(曾)$ 与 $在_{噪}(曾)$ 的互协方差函数的平均值，$\bar{悦}_{乙乙}(增_{噪}, 增_{乙})$ 是信息域 $增_{噪}$ 与 $增_{乙}$ 之间区域化变量 $在_{噪}(曾)$ 与 $在_{乙}(曾)$ 的互协方差函数的平均值。

第二节　使用该程序时的几点重要说明

在普通克立格法中的变异函数 $\gamma_{噪}(澡)$ 总是大于等于园 $\gamma_{噪}(澡) \geqslant 园$ 但互变异函数 $\gamma_{噪噪}(澡)$ 可以有负值，当 $\gamma_{噪噪}(澡)$ 为负时，表示 $在_{噪乙}(曾)$ 与 $在_{噪}(曾)$ 在空间及统计分析上呈负相关。

可以证明 $\gamma_{噪噪}(澡) \leqslant \gamma_{噪乙}(澡)$，但 $悦_{噪噪}(原澡) = 越悦_{噪乙}(澡)$，且 $悦_{噪噪}(原澡) \neq 悦_{噪噪}(澡)$。

当 $澡 \neq 园$ 时，互协方差函数 $悦_{噪乙}(澡)$

$$悦_{噪乙}(澡) = 越\{在_{噪}(曾) \cdot 在_{乙}(曾+澡)\} - 原息_{噪}息_{乙}$$

中的 $噪_{噪}$ $噪_{乙}$ 的顺序不能随意颠倒。

为了便于读者更好的理解式（园）～（猿）及应用该程序系统，下边给出一个实例说明协同克立格法的计算过程。

为了计算某金矿床的金矿储量，对所采样品化验了金和银的品位值，其中 $粤_{怎}$ 是所要估计的主变量，现在待估域 $灾_{园}$ 的估计邻域内共有 $远_{园}$ 个信息样品 $增_{园}$（$\alpha_{员} = 员, 圆, \cdots, 远$），其中有 $猿_{园}$ 个样品有主变量 $粤_{怎}$ 的品位值 $在_{粤怎}(增_{员})$（$\alpha_{员} = 员, 圆, 猿$），而邻域内 $远_{园}$ 个信息样品均有次要变量 $粤_{异}$ 的品位值 $在_{粤异}(增_{员})$（$\alpha_{员} = 员, 圆, \cdots, 远$），这样，待估域 $灾_{园}$ 的 $粤_{怎}$ 的平均品位值 $在_{灾园粤怎}$ 的估计量 $在^{*}_{灾园粤怎}$ 为：

$$在^{*}_{灾园粤怎} = 越\sum_{\alpha_{员}=越员}^{灶_{员}} \lambda_{\alpha_{员}} 在_{粤怎}(增_{员}) - 垣\sum_{\alpha_{圆}=越员}^{灶_{圆}} 憎_{\alpha_{圆}} 在_{粤异}(增_{圆})$$

$$越\sum_{\alpha_{员}=越员}^{猿} \lambda_{\alpha_{员}} 在_{粤怎}(增_{员}) - 垣\sum_{\alpha_{圆}=越员}^{远} 憎_{\alpha_{圆}} 在_{粤异}(增_{圆})$$

为了求出上式中的 $\lambda_{\alpha_{员}}$ 及 $憎_{\alpha_{圆}}$ 必须解下列协同克立格方程组：

$$\begin{cases} \sum_{\text{员越}}^{\text{猿}} \lambda_{\alpha_{\text{员}}} \text{悦}_{\text{葬员}}(\text{增}_{\text{员}},\text{增}_{Z_{\text{员}}}) \text{垣} \sum_{\text{圆越}}^{\text{远}} \text{憎}_{\alpha_{\text{圆}}} \text{悦}_{\text{葬员}}(\text{增}_{\text{员}},\text{增}_{\text{圆}}) \text{原}_{\mu_{\text{员}}} \text{越} \text{悦}_{\text{葬遭}}(\text{灾},\text{增}_{\text{员}}) \text{（}_{\text{员越}} \text{员园猿} \\ \sum_{\text{员越}}^{\text{猿}} \lambda_{\alpha_{\text{员}}} \text{悦}_{\text{葬员}}(\text{增}_{\text{圆}},\text{增}_{\text{员}}) \text{垣} \sum_{\text{圆越}}^{\text{远}} \text{憎}_{\alpha_{\text{圆}}} \text{悦}_{\text{葬员}}(\text{增}_{\text{圆}},\text{增}_{Z_{\text{圆}}}) \text{原}_{\mu_{\text{圆}}} \text{越} \text{悦}_{\text{葬遭}}(\text{灾},\text{增}_{\text{圆}}) \text{（}_{\text{圆越}} \text{员园…,远} \\ \sum_{\text{员越}}^{\text{猿}} \lambda_{\alpha_{\text{员}}} \text{越员} \\ \sum_{\text{圆越}}^{\text{远}} \text{憎}_{\alpha_{\text{圆}}} \text{越园} \end{cases}$$

式中的怨个权系数　猿个 $\lambda_{\text{葬员}}$ 及远个 $\text{憎}_{\alpha_{\text{圆}}}$）及两个拉格朗日乘子 $(\mu_{\text{员}}$ 及 $\mu_{\text{圆}})$ 可由员个线性方程组求解，而且用式　远　式求出的 $\lambda_{\text{葬员}}$ $\text{（}_{\text{员越}}$ 员园猿 及 $\omega_{\text{葬圆}}$ $\text{（}_{\text{圆越}}$ 员园…，远才能保证 在 $\text{悦}_{\text{粤怎}}$ 是 在 $\text{悦}_{\text{粤怎}}$ 的最优无偏线性估计量。

上式的矩阵形式是

$$\begin{bmatrix} \text{悦}_{\text{葬葬}}(\text{增}_{\text{员}},\text{增}_{\text{员}}) & \text{悦}_{\text{葬葬}}(\text{增}_{\text{员}},\text{增}_{\text{圆}}) & \cdots & \text{悦}_{\text{葬葬}}(\text{增}_{\text{员}},\text{增}_{\text{怨}}) & \text{悦}_{\text{葬遭}}(\text{增}_{\text{员}},\text{灾}) \\ \text{悦}_{\text{葬葬}}(\text{增}_{\text{圆}},\text{增}_{\text{员}}) & \text{悦}_{\text{葬葬}}(\text{增}_{\text{圆}},\text{增}_{\text{圆}}) & \cdots & \text{悦}_{\text{葬葬}}(\text{增}_{\text{圆}},\text{增}_{\text{怨}}) & \text{悦}_{\text{葬遭}}(\text{增}_{\text{圆}},\text{灾}) \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots \\ \text{悦}_{\text{葬葬}}(\text{增}_{\text{怨}},\text{增}_{\text{员}}) & \text{悦}_{\text{葬葬}}(\text{增}_{\text{怨}},\text{增}_{\text{圆}}) & \cdots & \text{悦}_{\text{葬葬}}(\text{增}_{\text{怨}},\text{增}_{\text{怨}}) & \text{悦}_{\text{葬遭}}(\text{增}_{\text{怨}},\text{灾}) \\ \text{悦}_{\text{葬遭}}(\text{灾},\text{增}_{\text{员}}) & \text{悦}_{\text{葬遭}}(\text{灾},\text{增}_{\text{圆}}) & \cdots & \text{悦}_{\text{葬遭}}(\text{灾},\text{增}_{\text{怨}}) & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \lambda_{\text{员}} \\ \lambda_{\text{圆}} \\ \vdots \\ \lambda_{\text{怨}} \\ \mu_{\text{员}} \\ \mu_{\text{圆}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{悦}_{\text{葬葬}}(\text{灾},\text{增}_{\text{员}}) \\ \text{悦}_{\text{葬葬}}(\text{灾},\text{增}_{\text{圆}}) \\ \vdots \\ \text{悦}_{\text{葬葬}}(\text{灾},\text{增}_{\text{怨}}) \\ 1 \end{bmatrix}$$

注：式中的 葬表示 粤怎　遭表示 粤早　其他符号同前。

其协同克立格方差是：

$$\sigma^2_{E}=\sum_{\alpha=1}^{n}\lambda_{\alpha}\gamma(x_{\alpha},x_{0})+\mu-\gamma(x_{0},x_{0})\qquad \sigma^2_{E}=\sum_{\alpha=1}^{n}\lambda_{\alpha}\gamma(x_{\alpha},x_{0})+\mu-\gamma(x_{0},x_{0})$$

注：其他注意事项请参看“三维普通克立格法程序系统”中的有关说明。

第三节　程序系统对硬件环境的要求

该系统可在目前广泛使用的确 配系列及其兼容机上使用。基本内存 以上，显示器可以是 或更高级的显示设备，硬盘应大于 兆，再配一打印机。

系统安装要求：在运行该程序前，先用中文 启动，然后建立子目录 和 将执行程序放入 中，字库放入 中。

键入：

（运行用户界面程序）

第四节　系统框图及系统组成

三维协同克立格法 系统总体结构框图　图

系统流程图　图

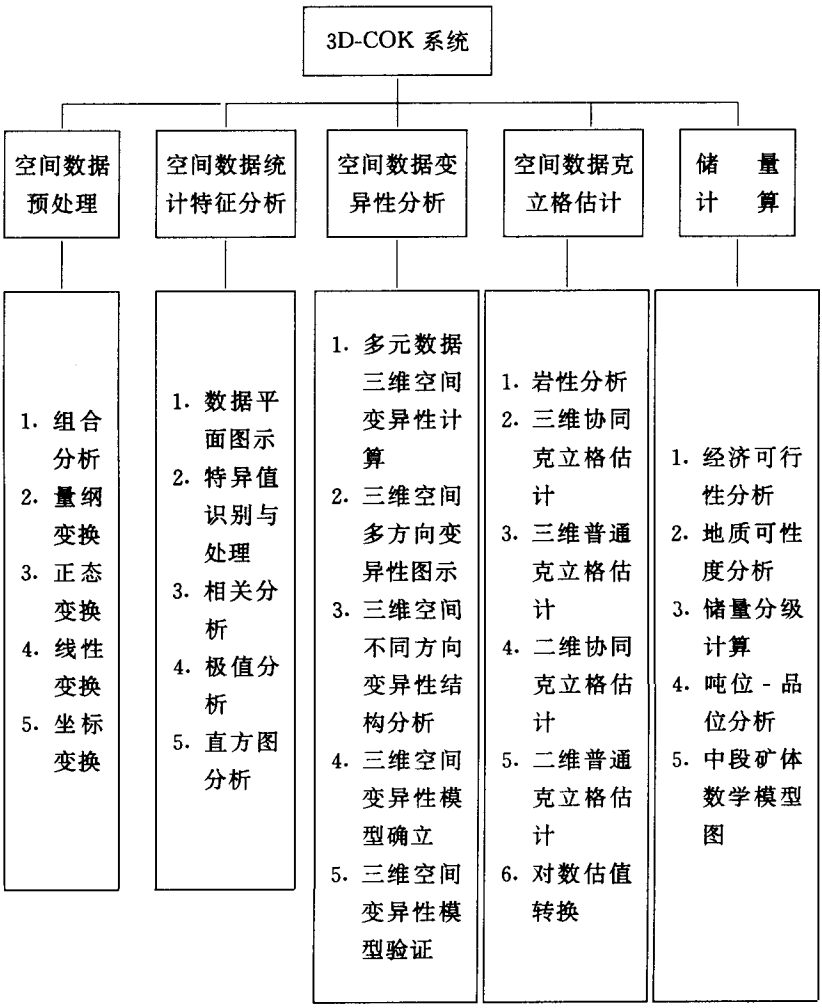

3D-COK 系统
空间数据预处理
空间数据统计特征分析
空间数据变异性分析
空间数据克立格估计
储　量计　算
1. 组合分析
2. 量纲变换
3. 正态变换
4. 线性变换
5. 坐标变换
1. 数据平面图示
2. 特异值识别与处理
3. 相关分析
4. 极值分析
5. 直方图分析
1. 多元数据三维空间变异性计算
2. 三维空间多方向变异性图示
3. 三维空间不同方向变异性结构分析
4. 三维空间变异性模型确立
5. 三维空间变异性模型验证
1. 岩性分析
2. 三维协同克立格估计
3. 三维普通克立格估计
4. 二维协同克立格估计
5. 二维普通克立格估计
6. 对数估值转换
1. 经济可行性分析
2. 地质可性度分析
3. 储量分级计算
4. 吨位－品位分析
5. 中段矿体数学模型图

图 苑原员原员

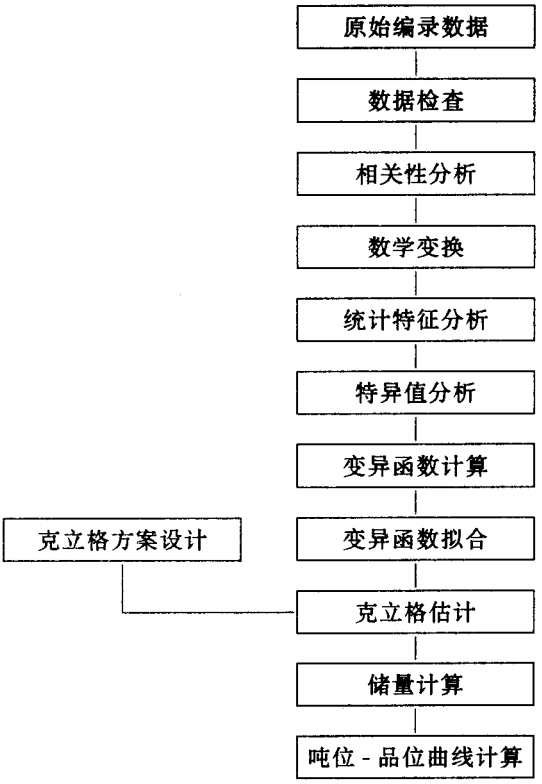


图 苑原员原圆

第五节　系统使用说明

一、数据预处理

(一) 原始数据检查程序　悦运缘录阅陨藻鞋

员　程序功能

输入原始数据，形成数据文件。

圆　使用说明

运行时选主菜单数据处理，再选一级下拉菜单数据检查。则在计算机的提示下键入：

原始数据文件名　　如 悦: 攒表利潜运攒各圈等我

检查后输出的文件名　　如 悦: 攒耕渐运攒桃运圈算

原始数据的格式如下：

暴题元暴题圆

勺符蓬程圆

再再　载载　在在　阅孩期弯载

耕的　孕枕浅载　员　　孕枕悦　圆　　…　孕枕浅载　暴题圆

郾　　郾　　郾　　…　郾

郾　　郾　　郾　　…　郾

原员题园　园题园　　园题园　　…　园题园

阅孩载约　粤垣值载约　阅晕

郾　　郾　　郾

郾　　郾　　郾

一员题园　园题园　　园题园

云础缠运　耕的员　　员础载

郾　　郾　　郾

郾　　郾　　郾

一员题园　园题园　　园题园

以上为第一个钻孔的格式，其他 暴题元员一员个孔的格式与之相同。

暴题元员　——钻孔个数；

暴题圆　——元素个数：

勺符蓬程圆　——孔名：

载载再再在在　——分别是孔位在 载　再　在坐标上；

阅孩期弯载　——钻孔的最大深度；

孕枕浅载　员　　——元素的品位；

阅杂载约　——测斜深度；

粤值载约　——钻孔的方位角：

阅晕　——钻孔轴线与水平面的夹角；

云础缠运　——岩性段上部与孔口之距离；

耕的员　——岩性段下部与孔口之距离；

陨载　——岩性段的岩性。

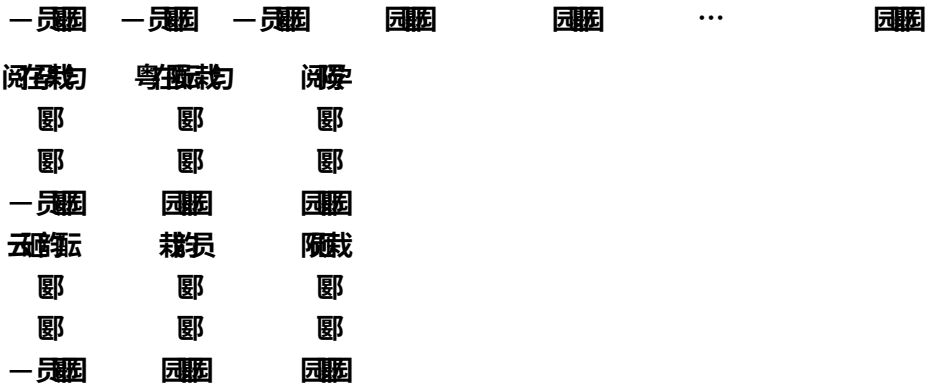
计算后输出的数据格式如下：

暴题元员暴题圆

勺符蓬程圆

再再　载载　在在　阅孩期弯载

云础缠运	耕的	载陨期运	孕枕浅载　员	孕枕悦　圆	…孕枕浅载	暴题圆
郾	郾	郾	郾	郾	…	郾
郾	郾	郾	郾	郾	…	郾



其中：云端转——表示样品段上部距孔口的距离；

耕的——表示样品段下部距孔口的距离；

耕附运——表示样品段的长度。

（二）原始数据统计特征分析　与下降耕耘耕耘耕

员　程序功能

分析原始数据的分布特征。

圆　使用说明

运行时选主菜单数据处理，再选一级下拉菜单统计特征分析，则在计算机的提示下键入：

检查后的数据文件名

结果文件名

变量号和名称

输出数据文件名

键入上式参数后，其他与组合数据的统计特征分析程序的提问相同。

（三）数据量纲变换程序　结员量圆耕耘

员　程序功能

将量纲不一致的数据转为量纲一致的数据。

圆　使用说明

运行时选主菜单数据处理，再选一级下拉菜量纲变换。则在计算机的提示下键入：

检查后的数据文件名

输出结果文件名

键入上述参数后，则计算机开始读数据，屏幕提示如下：

量纲变换方法

员　标准化变换

圆　极差变换

猿 均匀化变换
源 退出
根据需要选择其中之一进行变换或退出计算。

（四）数据正态变换程序

员 程序功能
将非正态分布的数据转为正态分布数据。
圆 使用说明
运行时选主菜单数据处理，再选一级下拉菜正态变换。则在计算机的提示下键入：
检查后的数据文件名
输出结果文件名
变量号和名称　如 员 悦怎
变量最大值和最小值
键入上述参数后，则计算机开始读数据，屏幕提示如下：
正态变换方法
员 平方根变换
圆 对数变换
猿 反正弦变换
源 反余弦变换
选择其中之一进行变换或退出计算。

（五）数据线性变换

员 程序功能
将非线性关系的数据转为线性关系。
圆 使用说明
运行时选主菜单数据处理，再选一级下拉菜线性变换。则在计算机的提示下键入：
检查后的数据文件名
输出结果文件名
变量序号　如 员 圆
键入上述参数后，则计算机开始读数据，屏幕提示如下：
线性变换方法
员 双曲线变换
圆 幂函数变换
猿 指函数变换
源 对数函数变换
缘 退出
选择其中之一进行计算或退出计算。

二、数据统计特征分析

（一）区域化变量相关分析程序　[illegible]

员　程序功能

分析区域化变量空间数据的相关关系。

圆　使用说明

运行时选主菜单统计分析，再选一级下拉菜相关分析。则在计算机的提示下键入：

检查后的数据文件名　　如　悦: [illegible]

输出结果文件名　　如　悦: [illegible]

第一元素名称　　如　悦怎

第二元素名称　　如　晕蚤

键入上述参数后，屏幕提示正在计算哪两个变量的相关系数，当屏幕提示计算完成后按任一箭结束计算。

计算结果如下：

平均值和方差计算结果

	悦怎	晕蚤
平均值：	[illegible]	[illegible]
方差：	[illegible]	[illegible]

协方差计算结果

	悦怎	晕蚤
悦怎	[illegible]	
晕蚤	[illegible]	[illegible]

相关系数计算结果

	悦怎	晕蚤
悦怎	[illegible]	
晕蚤	[illegible]	[illegible]

（二）相关散点图程序　[illegible]

员　程序功能

绘制两个区域化变量的相关散点图。

圆　使用说明

运行时选主菜单统计分析，再选一级下拉菜相关散点图。则在计算机的提示下键入：

检查后的数据文件名　　如　悦: [illegible]

第一个变量的符号和序号　如　悦怎 园

第二个变量的符号和序号　如　晕蚤 员

键入上述参数后，则计算机提示正在读取数据，当绘制完后按任一键结束绘图。

仨）组合样程序　憎酝豪猿援阅陨

员 程序功能

将样品分钻孔、坑道和探槽按组合台阶分段组合，并求出第一个元素的含矿率。

圆 使用说明

运行时选主菜单数据处理，再选一级下拉菜单样品组合。则在计算机的提示下键入：

检查后的数据文件名　如　悦：摆杂藏贼怎运摆杂藏贼怎运阅阅援阅粤栽

参数文件名　如　悦：摆杂藏贼怎运摆憎酝豪猿援孕粤砸

中间输出结果文件名　如　悦：摆杂藏贼怎运摆憎酝豪猿援韵哉栽

组合样文件名　如　悦：摆杂藏贼怎运摆憎酝豪猿援阅粤栽

参数文件的格式如下：

晕韵悦韵杂　陨阅粤栽　员　陨阅粤栽　圆　嘲嘲嘲陨阅粤栽　晕韵悦韵杂

月耘晕悦澡员　月耘晕悦澡匀　灾阅耘晕悦澡　载酝陨晕　载酝粤载　再酝陨晕　再酝粤载　阅耘蕴粤在　悦韵酝蕴耘晕

酝陨晕郧砸粤阅耘　员　阅耘云粤哉蕴栽　员　酝陨晕郧砸粤阅耘　圆　阅耘云粤哉蕴栽　圆　嘲嘲嘲　酝陨晕郧砸粤阅耘　晕耘蕴耘酝耘晕栽　阅耘云粤哉蕴栽　晕耘蕴耘酝耘晕栽

晕韵悦韵杂——岩性种类数；

陨阅粤栽　员　——代表不同岩性的编码　数字）；

月耘晕悦澡员——起始组合台阶的海拔高度；

月耘晕悦澡匀——台阶高度；

灾阅耘晕悦澡——组合台阶数：

载酝陨晕　载酝粤载　再酝陨晕　再酝粤载——组合样本 载和 再方向的范围：

阅耘蕴粤在——孔口海拔高度的修正值　（一般为 园）；

悦韵酝蕴耘晕——最小组合长度：

酝陨晕郧砸粤阅耘　陨　——陨越员到 晕耘蕴耘酝耘晕栽各元素被组合所要求的最小品位；

阅耘云粤哉蕴栽　员　——陨越员到 晕耘蕴耘酝耘晕栽各元素的组合样小于一定长度时给组合样的定值。

如

猿　员　圆　猿

愿缘园园　园园　缘园园　猿园园　缘园园　猿缘园园　苑园园园　园园　园园

园园　园园　园园　园园

组合样文件输出格式如下：

匀韵蕴耘陨阅	月耘晕载	月耘晕再	月耘晕悦澡灾	陨阅粤栽	砸耘孕耘	悦韵酝孕蕴耘栽耘	陨	悦韵酝蕴耘晕	陨
郾	郾	郾	郾	郾	郾	郾		郾	
郾	郾	郾	郾	郾	郾	郾		郾	

陨越晕耘蕴耘酝耘晕栽

其中：匀韵蕴耘陨阅——钻孔号。

月耘晕载月耘晕再——组合样中点的 载 再方向的坐标。

屏幕提示组合样台阶中点的高度。

岩性符号——组合样的岩性。

组合样长度——组合样中岩性段所占的长度。

组合样品位×长度——组合样中所含元素加权品位。

组合样品位×长度——组合样中所含元素大于给定最小品位的长度。

组合样品位——第一个元素的含矿率。

组合样长度——组合样中所含元素小于最小品位的样品长度。

（四）数据极值分析程序

1. 程序功能

分析空间数据和坐标的变化范围。

2. 使用说明

运行时选主菜单统计分析，再选一级下拉菜数据极值分析。则在计算机的提示下键入：

组合后的数据文件名　　如　1: 组合后数据文件名

输出结果文件名　　如　1: 极值分析结果文件名

变量总个数　　如　3

要检查的变量号和名称　　如　1 品位

变量组合样的最小品位值　如 0.03

键入上述参数后，计算机开始读数据，屏幕提示计算结束后，按任一键结束计算。计算结果如下：

变量品位极值分析

变量品位极大值　　变量品位极大值所在点

变量品位极小值　　变量品位极小值所在点

变量品位平均值　　变量品位总和

总的有用数据是 3

（五）坐标旋转程序

1. 程序功能

对估计域坐标进行平移、缩放和旋转。

2. 使用说明

运行时选主菜单统计分析，再选一级下拉菜单坐标旋转。则在计算机的提示下键入：

组合后的数据文件名　　如　1: 组合后数据文件名

输出结果文件名　　如　1: 旋转后数据文件名

参数文件名　　如　1: 旋转参数

键入上述参数后，此时屏幕提示计算机正在进行计算，当提示计算完后，按任一键结束计算。

参数文件的格式如下：

最大剖面

剖面1　剖面2　剖面3

剖面4　剖面5　剖面6

剖面7　剖面8　剖面9

最大剖面——变量的总个数。

剖面1　剖面2　剖面3——平移距离 X 、Y 、Z；

剖面4　剖面5　剖面6——缩放系数 X 、Y 、Z；

剖面7　剖面8　剖面9——旋转角度 X 、Y 、Z。

如

圆

园园园

员员员

源源源园

（六）中段钻孔位置图程序

1. 程序功能

打印不同组合台阶空间数据的平面分布图。

2. 使用说明

运行时选主菜单统计分析，再选一级下拉菜数据构形分析。则在计算机的提示下键入：

组合后的数据文件名　如　悦：

参数文件名　　如　悦：

键入上述参数后，则计算机开始屏幕绘图。按任一键后，屏幕提示是否还绘其他平面图，若按 再，则重复上述操作，若按 最，则结束计算。

参数文件的格式如下：

X1　X2

Y1　Y2

Z1　Z2

最小品位　最大品位

最小厚度　最大厚度

在员

最小　最大

X1　X2　　起始待估块段的 X 、Y 坐标

Y1　Y2　　每一待估块段在 X 和 Y 方向的长度

Z1　Z2　　要绘哪个变量的平面图

载莲孳訾　载莲銎灶　　　曾坐标的变化区间

再莲孳訾　再莲銎灶　　　赠坐标的变化区间

在员　　　　　　　　　　要绘哪个台阶

晕载　晕再　　　　　　　曾　赠方向绘的块数

如

员怨远　缘愿缘

源园　园园

员　园圆园园

园怨源　员怨远

远源员　缘愿缘

猿员

园猿　猿猿

（七）组合样数据统计特征分析程序　（悦韵酝月陨晕耘）

员　程序功能

分析组合数据的空间分布特征。

圆　使用说明

运行时选主菜单统计分析，再选一级下拉菜数据统计特征分析。则在计算机的提示下键入：

组合后的数据文件名　　　如　悦：　揖栽耘酝孕运阅援阅粤栽】

结果文件名　　　　　　　如　悦：　揖栽耘酝孕运阅援韵哉栽】

溢出数据文件名　　　　　如　悦：　揖栽耘酝孕运阅援耘砸砸】

变量号和名称　　　　　　如　员　悦怎

变量最大值和最小值　　　如　员怨远　园园园园

变量个数特异值下限　　　如　圆

键入以上参数后，系统开始读盘，待数据读入完成后，屏幕提示如下：

＊＊＊数据分布类型＊＊＊

员　正态分布

圆　对数分布

猿　退出

下面分述这三项功能：

若键入 员 则计算机认为数据服从一般正态分布，并进行相应的各项检查，提示如下：

请输入分组数　如 缘

当键入分组数后，此时屏幕提示分组统计的工作状态统计完成后，计算机首先询问用户是否打印分组结果，如果打印则按 耘灶贼藻则即可，否则可按任一键，屏幕即会显示分组统计结果。此时按任一键，系统即会进入直方图绘制功能。图形右侧各主要参数意义如下：

粤均值:　　均值　　宕方差:　　方差
耘试验偏度　　试验偏度　　孜偏度临界值　　偏度临界值
耘试验峰度　　试验峰度　　孜峰度临界值　　峰度临界值
宕变量最大值　　变量最大值　　宕变量最小值　　变量最小值

观察直方图并分析参数，此时按任一键，屏幕提示如下：

是否继续　如　晕

如果回答 晕，则返回上一级菜单；如果回答 再，则以此分布模型的均值和方差对原始分布进行拟合，然后按任一键，屏幕提示：

是否重复

如果回答 再，则返回上一级菜单，选择其他分布来拟合；如果回答 晕，则计算结束。

若键入 圆 则屏幕提示如菜单：

员 一般对数分布

圆 左偏对数分布

猿 右偏对数分布

若键入 员 则屏幕提示：

输入底数

键入底数后，系统对数据进行转换，并进行分组统计，以下各部分与正态分布相同。

若键入 圆 则屏幕提示：

输入底数　　如　圆

输入第三参数　　如　园

以下提问与一般正态分布相同。

若键入 猿 其提问与 圆相同。

若键入 猿 则计算结束。

三、数据变异性分析

（一）变异函数计算程序

员 程序功能

计算三维空间数据各方向的变异函数。

圆 使用说明

运行时选主菜单变异性分析，再选一级下拉菜异函数计算。则在计算机的提示下键入：

组合数据文件名　　如　悦:

参数文件名　　如　悦:

结果文件名　　如　悦:

键入上述参数后，计算机开始读取数据。之后，屏幕提示如下：

员 计算单变量变异函数

圆 计算互变异函数

猿 退出

若选 员 屏幕提示：

输入变量序号和符号 如 园 悦

键入上述参数，屏幕提示计算机正在计算，计算完后自动返回。

变异函数计算结果如下：

＊渣 渣 渣 渣 耘 ＊渣 渣 渣 渣

穴 悦

粤 园 园

穴 园 园

砸 园 园

粤	缘	阅	晕	穴
园	源	愿	怨	园
园	缘	员	源	园
园	远	员	源	园
园	愿	员	猿	园
园	员	圆	员	园
源	圆	源	圆	园
源	猿	远	员	园
源	缘	员	猿	园
源	远	员	圆	园
源	苑	员	员	园
源	愿	员	源	园
源	怨	员	员	园
源	员	圆	圆	园
源	员	圆	源	园
怨	猿	远	猿	园
怨	缘	员	猿	园
员	员	圆	圆	园
员	圆	源	远	园

若选 圆 屏幕提示：

输入第一变量的序号和符号　如　园 悦

输入第二变量的序号和符号　如　员 晕

键入上述参数后，屏幕提示计算机正在计算，计算完后自动返回。

互变异函数计算结果如下：

渣 渣 渣 渣 渣 渣 渣 渣 渣 渣 渣 渣 渣 渣 渣 渣 渣 渣 渣 渣

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	源	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	缘	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	远	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	愿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	圆	[illegible]	圆	[illegible]
[illegible]	猿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	缘	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	远	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	苑	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	愿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	怨	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	猿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	缘	[illegible]	猿	[illegible]
[illegible]	员	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	圆	[illegible]	远	[illegible]

参数文件的格式如下：

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

与我 员　圆圆圆圆我　最次粤圆

粤怎 员　圆圆圆圆粤怎　最次粤圆

最次粤圆——变量的总个数。

灾粤圆圆猿猿园　员——模型代号，园代表一般正态分布，员代表一般对数正态分布，圆代表左偏对数正态分布，猿代表右偏对数正态分布。

月粤猿猿最猿猿转　员——代表对数正态分布中的对数的底数。如果不为对数分布，则用园代表。

惰猿猿我猿猿　员——三参数对数分布中的常数，如果为一般正态分布或一般对数正态分布，则用 园代表。

与藻藻郧——最大滞后距数。

载藻藻郧——基本滞后距长。

载藻藻在藻——滞后距误差限。

最灶圆圆——要计算的方向数。

粤猿猿转　员——要计算的第 员个方向的水平方向的角度规定，通常规定计算垂直方向时 粤猿猿转　员　越园

　粤猿猿在藻藻员——要计算的第 员个方向的误差角。

　在藻藻员——与垂直方向的角度，圆园园垂直，怨园园水平。

砸我　员——第 员个变量组合样时的最小品位值。

粤怎　员——第 员个变量组合样的特异值下限。

如

圆

园园园

园园园

员圆　圆园　员园

员

园　圆圆圆圆　怨园

源藻　圆圆圆圆　怨园

运园　圆圆圆圆　怨园

员藻藻　圆圆圆圆　怨园

园圆圆　园圆员

员圆藻　员圆圆

（二）变异函数曲线图程序　灾孕藻藻造藻藻

员　程序功能

图示空间数据的变异性。

圆　使用说明

运行时选主菜单变异性分析，再选一级下拉菜变异函数曲线图。则在计算机的提示下键入：

（互）变异函数文件名　　如　悦：撰表时清运撰原跨文局图

要绘制的　（互）变异函数的方向数　　如　圆

第一个变异函数的角度　　如　园

第二个变异函数的角度　　如　源缘

……

键入上述参数后，屏幕提示是否绘互变异函数曲线图，若是，则回答 再，反之则回答 晕。当屏幕绘图完成后，按任一键则结束绘图。

（三）变异函数拟合程序　位等面正确确差计

员．程序功能

单方向变异函数拟合。

圆．使用说明

运行时选主菜单变异性分析，再选一级下拉菜变异函数拟合。则在计算机的提示下键入：

（互）变异函数文件名　　如　悦：撰表时清运撰原跨文局图

结果文件名　　如　悦：撰表时清运撰位等面正确图

拟合互变异函数　再计算　　如　晕

拟合角度　　如　源缘

键入上述参数后，屏幕显示 源缘方向的变异函数曲线图。

按任一键，屏幕提示输入：

拟合次数　　如 员

键入上述参数后，屏幕继续提示如下：

选择拟合模型

员 块金模型

圆 球状模型

猿 高斯模型

源 指数模型

缘 线性模型

远 对数模型

苑 幂函数模型

通常选球状模型进行拟合，因此键入 圆 屏幕继续提示：

输入块金值　　如　园圆圆示

输入总基台值　　如　园圆圆缘

输入变程　　如　远园

此时屏幕上即显示该方向指定套合结构的试验变异函数的拟合图。按任一键后，屏幕提示：

是否继续拟合　　如　晕

若输入 再，则重新输入拟合次数，重复上述提问；若输入 晕，则结束拟合，并给出

拟合图。

（四）交叉验证程序

1. 程序功能

采用协同克立格法或普通克立格法估计信息样品克立估值和方差。

2. 使用说明

运行时选主菜变异性分析，再选一级下拉菜交叉验证。则在计算机的提示下键入：

参数文件名　　如：
组合数据文件名　　如：
中间结果文件名　　如：
估值文件名　　如：
方差文件名　　如：
信息样品文件名　　如：

键入上述参数后，则计算机开始读数据。屏幕提示正在估计的块段号，估计完后，按任一键结束估计。

参数文件与协同克立格值中相同，但删掉 [illegible] 七个参数。[illegible] 是指待估信息样品所支撑的一个立方体的大小，可与待估块段大小一致；而 [illegible] 则为该立方体所离散的点数。

参数文件如下：

圆
圆
园 园 园
园 园 园
源园
圆园
圆缘
圆　圆　圆
苑园　园　员远
员　远
猿　园园
猿园　园　员
员　员　员
远园　园　员
员　员　员
远园　园　员
员　员　员
猿　园园
圆缘　园　猿　员

员　员　员
逦园　园豳豳猿　员
员　员　员
逦园　园豳豳猿　员
员　员　员
猿　园豳园
猿园　园豳豳远　员
员　员　员
逦园　园豳豳远　员
员　员　员
逦园　园豳豳远　员
员　员　员
园豳圆　园豳员
员豳缘　员豳圆

（五）交叉验证结果直方图分析程序　（悦砸阅孕葬陨栽造）

（员）程序功能

利用直方图分析变异函数模型的正确性。

（圆）使用说明

运行时选主菜变异性分析，再选一级下拉菜模型检验。则在计算机的提示下键入：

组合数据文件名　　　如　悦：摇栽耘哉阅杂运摇悦哉郧圆园阅葬贼
估值文件名　　　　　如　悦：摇栽耘哉阅杂运摇悦哉郧造远
变量号和名称　　　　如　员　悦怎
变量最小值　（组合时的最小品位值）　　如　员豳缘猿豳豳豳源
变量个数　　　　　　如　圆

（六）特异值识别与处理程序　　（匀阅孕葬陨栽造）

（员）程序功能

对特异值进行识别和处理。

（圆）使用说明

运行时选主菜单克立格估计，再选一级下拉菜特异值分析。则在计算机的提示下键入：

数据文件名　　如　悦：摇栽耘哉阅杂运摇匀阅孕
结果文件名　　如　悦：摇栽耘哉阅杂运摇匀阅孕豳韵

键入上述参数后，则屏幕提示计算机进行识别，当识别完成后，按任一键结束。

四、协同克立格法　(内函普通克立格法）估计

（一）建立岩性文件程序　

员 程序功能

对每一待估块段给出其岩性，建立岩性文件，作为克立格估计时的指示标志。

圆 使用说明

运行时选主菜单克立格估计，再选一级下拉菜岩性分层分析。则在计算机的提示下键入：

数据文件名　　如　悦:

结果文件名　　如　悦:

载方向的待估块数　　如　员园

键入上述参数后，计算机建立完岩性文件后自动返回。

数据文件的格式如下：

晕晕运

隔运　员　　隔运　圆　圆圆圆隔运　晕晕运

隔运　员　　隔运　员　　隔载　员

……

晕晕运　　岩性种类数

隔运　隔员　　每类岩性的岩性值

隔运　隔员　　属　隔载岩性的起始块段号和终止块段号

如

圆

员

员　缘　园

远　员园　员

员员　员缘　园

员远　圆园　员

圆员　员源园　园

员源员　员源圆　员

员源源　员源园　园

员源员　员源圆　员

员源源　员源园　园

员缘员　员缘源　员

员远员　员源源　员

员缘缘　员园　园

员员　员员　员
员员　员员　园
员员　员员　员
员员　员员　园
员员　员员　员
员员　园园　园
园园　园园　员
猿园　猿园　园
猿园　猿园　员

（二）协同克立格估计程序

员. 程序功能

计算克立估值和方差。

园. 使用说明

运行时选主菜克立格估计，再选一级下拉菜协同克立格计。则在计算机的提示下键入：

参数文件名　　如　悦:
组合数据文件名　　如　悦:
岩性文件名　　如　悦:
中间结果文件名　　如　悦:
估值文件名　　如　悦:
方差文件名　　如　悦:
信息样品文件名　　如　悦:

键入上述参数后，则计算机开始读数据。屏幕提示正在估计的块段号，估计完后，按任一键结束估计。

下述分别介绍普通克立格估计值和方差程序。

参数文件的格式如下：

员
员
员
员　员　员　员
……
员　员　员　员　员　员
员员　员员　员员
员员　员员　员员
员员　员员　员员
员员　员员　员员

栽在载运

最硫磷载

隔硫磷载

隔锌款

最载 员　员　　悄的　员　员

粤粤　员　员　员　　悦　员　员　员　　隔戴　员　员　员

粤载　员　员　员　　粤再　员　员　员　　粤在　员　员　员

……

粤粤　员　员　最载　员　员]　悦　员　员　最载　员　员]　隔戴　员　员　最载　员　员]

粤载　员　员　最载　员　员]　粤再　员　员　最载　员　员]　粤在　员　员　最载　员　员]

……

最载　最次粤硒　最次粤硒　悄的耗最次粤硒　最次粤硒

粤粤　最次粤硒　最次粤硒　员　悦　最次粤硒　最次粤硒　员

隔戴　最次粤硒　最次粤硒　员

粤载　最次粤硒　最次粤硒　员　粤再　最次粤硒　最次粤硒　员

粤在　最次粤硒　最次粤硒　员

……

粤粤　最次粤硒　最次粤硒　最载　最次粤硒　最次粤硒]　悦　最次粤硒　最次粤硒　最载　最次粤硒　最次粤硒]

隔戴　最次粤硒　最次粤硒　最载　最次粤硒　最次粤硒]

粤载　最次粤硒　最次粤硒　最载　最次粤硒　最次粤硒]　粤再　最次粤硒　最次粤硒　最载　最次粤硒　最次粤硒]

粤在　最次粤硒　最次粤硒　最载　最次粤硒　最次粤硒]

勺栽　员　勺栽　员　勺栽　圆　[illegible]栽　最次粤硒

粤怎　员　粤怎　圆　……粤怎　最次粤硒

灾粤硒　　变量总个数

最次粤硒　　若为 员 则用普通克立格法估计；若 最次硒越最次粤硒则用协同克立格估计

隔硒　　矿体指示值

灾粤硒酝钥　隔员 ——与变异函数计算程序中意义相同；

月粤钵最载　隔员 ——与变异函数计算程序中意义相同；

悄的最载　隔员 ——与变异函数计算程序中意义相同；

最载　最再　最在——矿体在 载　再　在方向分的块段数；

载钥月　再钥月　在钥月——员号块段在新坐标系中起始坐标；

阅于载　阅于再　阅于在——每一待估块段在 载　再　在方向的长度；

最于载　最于再　最于在——每一待估块段离散的点数：

砸粤泽藏杂——搜索半径：

栽在估运——待估块段为围岩或无信息样品时，给其估值和方差的指定值；

最西南栽——估计每一待估块段的信息样品数；

隔断距栽——若为 园 则不记录中间结果；若为 员 则记录中间结果；

隔离算法——解克立格方程组的方法：

员 简单高斯消元法

圆 列主消元法

猿 全主消元法

源 约当消元法

缘 雅可比迭代法

远 塞德尔迭代法

最大栽 阅 允　　阅 允越员-最小粤距（下同）

第 阅个变量与第 允个变量的变异函数套合结构数；

悄的 阅 允 ——第 阅个变量与第 允个变量的变异函数的块金常数；

粤粤 阅 允 运 ——运越员原最大栽 阅 允（下同）；

第 阅个变量与第 允个变量的第 运个套合结构的变程；

悦 阅 允 运 ——第 阅个变量与第 允个变量的第 运个套合结构的基台值；

阈栽 阅 允 运 ——第 阅个变量与第 允个变量的第 运个套合结构的模型号码：

员 球状模型

圆 高斯模型

猿 指数模型

源 代维依斯模型

缘 对数模型

远 幂函数模型

苑 线性模型

粤栽 阅 允 运　粤再 阅 允 运　粤在 阅 允 运 ——各向异性，当为各向同性时为 员；

匀栽 阅 ——第 阅个变量组合样品规定的最小品位值；

粤栽 阅 ——第 阅个变量组合样品的特异值下限，若无特异值则为变量最大值。

协同克立格参数文件如下：

圆

圆

园

圆 圆[illegible] 园[illegible]

圆 圆[illegible] 一园[illegible]

员[illegible] 圆[illegible] 园

猿园 猿[illegible] 猿园

猿 员[illegible] 园

圆 圆 圆

员缘园　园　员远
园　远
圆　园圆圆园
员缘园　园圆愿　员
员　员　园圆源苑
怨　园圆圆园　员
员　员　园圆源苑
圆　圆圆员
苑园　员园圆园　员
员　员　园圆员
远　员园　员
员　员　园圆员
圆　园圆园
员园　园圆员　员
员　员　园圆员
员缘　园圆远　员
员　员　园圆员
园　园
员圆缘　员愿
普通克立格参数文件如下
圆
员
园
园　　园　　园
员园　员猿远　源园
猿园　缘愿缘　圆园
员　苑园园　圆缘
圆　圆　圆
苑园　园　员远
员　远
猿　园圆园
猿园　园圆圆愿　员
员　　员　　员
运园　园圆圆愿　员
员　　员　　员
运园　园圆圆愿　员
员　　员　　员
园圆圆

员

匚）对数克立估计法程序

员 程序功能

计算普通与协同对数克立估值和方差。

圆 使用说明

运行时选主菜克立格估计，再选一级下拉菜对数协同克立格计。则在计算机的提示下键入：

参数文件名　　如　悦：
组合数据文件名　　如　悦：
岩性文件名　　如　悦：
中间结果文件名　　如　悦：
估值文件名　　如　悦：
方差文件名　　如　悦：
信息样品文件名　　如　悦：

键入上述参数后，则计算机开始读数据。屏幕提示正在估计的块段号，估计完后，按任

一键结束估计。

参数文件的各项意义与协同克立格估计程序相同。

对数协同克立格参数文件如下：

圆
圆
园
猿　圆
员园　员猿　源园
猿园　缘
员　园　圆
圆　圆　圆
园　园　员
员　远
猿　园

四）转换真值程序

员 程序功能

查西舍表将对数值转换为真值。

圆 使用说明

运行时选主菜单克立格估计，再选一级下拉菜对数转换。则在计算机的提示下键入：

对数估值文件名　　如　悦: 攒聚闭潘运攒蠢潘运攒对数.
对数估值方差文件名　如　悦: 攒聚闭潘运攒蠢潘运攒方差.
估值样品数文件名　　如　悦: 攒聚闭潘运攒蠢潘运攒样品.
真值上置信限文件名　如　悦: 攒聚闭潘运攒置信上限.
真值下置信限文件名　如　悦: 攒聚闭潘运攒置信下限.
真值文件名　　如　悦: 攒聚闭潘运攒真值.
第三参数　　如　原园圆园

键入上述参数后，计算机完后自动返回。

下述为 苑园米中段协同对数克立格估值返真结果

五、储量计算

（一）经济可行性分析程序　耘孕悦粤

员. 程序功能

将矿石按经济可行性分类。

圆. 使用说明

运行时选主菜单储量计算，再选一级下拉菜经济可行性分析。则在计算机的提示下键入：

参数文件名　　如　悦: 攒聚闭潘运攒耘孕悦粤.
估值文件名　　如　悦: 攒聚闭潘运攒置信上限.
经济区分类文件名　如　悦: 攒聚闭潘运攒耘孕悦粤.

键入上述参数后，计机算分析后按任一键自动返回。

参数文件的格式如下：

在载酝载　月最小载

曾载　曾再

曾员　曾圆

粤蕴　栽孕载

载员　载圆再员再圆

在载　栽酝载——起始台阶的海拔高；

月最小载——组合台阶高：

曾载　曾再——矿体分别在 曾 赠方向分成的块段数；

曾员曾圆——起始与终止计算的层数；

粤蕴——一类经济区的最低的标高；

栽孕载——一类经济区的最低品位值；

载员再员再圆——一类经济区在 曾和 赠方向的起始与终止块段号。

如

苑园米　圆园　员园　猿园

员 员 远 园 园 员 缘 员 园 缘 圆 缘

（二）地质可信度分析程序

员 程序功能

将矿石分为 粤 月 悦 阅级。

圆 使用说明

运行时选主菜单储量计算，再选一级下拉菜地质可信度分析。则在计算机的提示下键入：

参数文件名　　如　悦:
岩性文件名　　如　悦:
估值文件名　　如　悦:
方差文件名 员　　如　悦:
方差文件名 圆　　如　悦:
经济区分类文件名　　如　悦:
矿石分级文件名　　如　悦:

键入上述参数后，计算机计算完后自动返回。

参数文件的格式如下：

晕载 晕再 晕在

晕员 晕圆

——若为 园 用不取对数计算的克立估值和方差进行分级，若为其他数，用取对数计算的克立格估值和方差进行分级。

——决定对哪类经济区分级，若为 员 则对 员类经济区分级；若为 圆 则对 圆类经济区分级；若为 猿 则对整个矿体进行分级。

——围岩指示值。

晕载 晕再——矿体分别在 曾和 赠方向分成的块段数。

晕在——层数。

粤 月 悦——将矿体分为 粤 月 悦三级的指标。

晕员 晕圆——起始与终止的计算层数。

如

园 猿 员 员园 猿园 员 园园园 园园缘 园园苑 员 员

（三）矿体平面模型图程序

员 程序功能

将克立格估值、方差和矿石级别按平面制图。

圆 使用说明

运行时选主菜单储量计算，再选一级下拉菜矿体模型图。则在计算机的提示下键入：

参数文件名　　如　悦：
岩性文件名　　如　悦：
估值文件名　　如　悦：
方差文件名 员　　如　悦：
方差文件名 圆　　如　悦：
矿石分级文件名　　如　悦：
结果文件名　　如　悦：

键入上述参数的，计算机计算完后按任一键结束计算。

参数文件的格式如下：

第一行

第二行

第三行

第四行

第五行——若为 园 对矿体分级后将克立格估值、方差和矿石级别一起制图；若为其他，不分级将克立格估值和方差制图。

第六行——若为 园 图中输入不取对数的克立格方差；若为其他，图中分别输入取对数后的克立格方差上下限。

第七行——矿体在 载 再 在三个方向的块段数

第八行——元素名称

第九行——起始和终止的层数

如

员 园 苑 远 员

悦怎 员 员

（四）储量计算程序

员 程序功能

将矿石分 粤 月 悦 阅级或计算整个矿体的储量。

圆 使用说明

运行时选主菜单储量计算，再选一级下拉菜储量计算。则在计算机的提示下键入：

参数文件名　　如　悦：
岩性文件名　　如　悦：
估值文件名　　如　悦：
矿石分级文件名　　如　悦：
结果文件名　　如　悦：

键入上述参数后，屏幕提示如下：

选择储量计算类型

员 不分级计算储量

圆 计算 粤级储量

猿 计算 月级储量

源 计算 悦级储量

缘 计算 阅级储量

远 退出

根据需要选择进行计算，但要注意，若参数文件中 蚤蚤越园 则不能选 员; 若参数文件中 蚤蚤不等于 园 则不能选 圆 猿 源 缘进行计算。如选 员

参数文件的格式如下：

晕晕晕云

粤宰载

陨陨陨

陨晕阅

晕在员 晕在圆

晕载 晕再 晕在

阅宰载 阅宰再 阅宰在

杂悦

陨云

杂糟员 … 杂糟陨云

耘藻孕

晕晕晕云——矿体名称。

粤宰载——元素名称。

陨陨陨——矿体指示标志。

陨晕阅——若为 园 将矿体分级后进行储量计算；若为其他，对整个矿体进行储量计算。

晕在员晕在圆——起始和终止计算的层数。

晕载 晕再 晕在——矿体在 载 再 在方向的块段数。

阅宰载 阅宰再 阅宰在——每个块段的大小。

杂悦——矿体的体重。

陨云——临界品位值数。

杂糟员 … 杂糟陨云 ——各临界品位值。

耘藻孕——最上层的海拔高。

如

酝蚤蚤蚤怎

园 园 员 圆

员园 猿园 员

源园 园园 园园

猿缘缘

缘 园圆猿 园圆源 园圆缘 园圆远 园圆苑

苑远员

粤级储量计算结果如下：

淤逸宅蒯嘁蹦蹦撒燎撒燎湍

耍耘园蒙宅蒙燥

早撇蒙粤

㦟嫩 员园园园藏

悦怎贼鄄燥云 豫）	栽燥灶 栽	酝藻葬灶 郧则葬凿藻 豫）	栽燥灶 燥枣 郧则葬凿藻 （* 员园园园藏豫）
园圆远园	猿远圆园园园园园	园圆远园远愿	员远园猿远园
园圆愿园	员远源园园园园园	园圆怨远远员	苑圆园远园园
园圆怨园	源园园园园园园	园圆怨源猿猿	猿猿园怨园园
园圆怨圆园	猿园园园园园园	园圆怨远远园	园园愿怨远园
园圆怨缘园	园园园园园园	园园园园园园	园园园园园园

五）吨位 原品位曲线图程序　栽韵晕郧砸粤阅耘

员 程序功能

绘制储量吨位 原品位曲线图。

圆 使用说明

运行时选主菜单储量计算，再选一级下拉菜吨位分析。则在计算机的提示下键入：

数据文件名　如　悦: 摇栽燥灶郧则葬凿藻摇阅粤栽

键入上述参数后，屏幕显示吨位 原品位曲线图，按任一键将返回。

数据文件名的格式如下：

孕葬 员　　砸藻泽 员

………………

孕葬：临界品位值

砸藻泽：该临界品值下的储量

如

园圆园园 源园远园园苑

第二章　三维普通克立格法程序系统

第一节　方法简介

普通克立格法是地质统计学领域基本的、应用最广泛的方法。该程序系统是以矿石品位及储量的精确估计为主要目的，以矿化的空间结构为基础，以区域化变量为核心，以变异函数为基本工具的储量计算方法。它要求在估计方差极小的条件下，通过对待估块段影响范围之内所有样品品位值进行加权来估计待估块段的平均品位。

设在待估域 灾的估计邻域内有一组有效的信息值 在，α 越员 圆 …，灶，待估域 灾的品位真实值 在增的估计值 在灾 是通过该待估块段影响范围内 灶个有效样品值 在 （越员 圆 …，灶 的线性组合得到：

$$在_{灾}^{*}=\sum_{\alpha=1}^{灶}\lambda_{\alpha}在_{\alpha}\qquad(员)$$

我们的目的是求出 员 式中 灶个权系数 λα （越员 圆 …，灶，以便保证估计值 在 * 灾无偏，且估计方差为最小。由这样的权系数计算出的品位估计值 在* 运称为 在灾的克立格估计值，其方差称为克立格估计方差。

式 员 中的 灶个权系数 λα （越员 圆 …，灶 是通过解下列克立格方程组得到：

$$\begin{cases}\sum_{\beta=1}^{灶}\lambda_{\beta}\bar{\gamma}(悦_{\alpha},悦_{\beta})-原_{\mu}=\bar{\gamma}(悦_{\alpha},悦_{灾})\\ \sum_{\alpha=1}^{灶}\lambda_{\alpha}=1\end{cases}\qquad(\alpha=1,2,\cdots,灶)\qquad(圆)$$

克立格方差表示如下：

$$\sigma_{运}^{2}=\bar{\gamma}(悦_{灾},悦_{灾})-\sum_{\alpha=1}^{灶}\lambda_{\alpha}\bar{\gamma}(悦_{灾},悦_{\alpha})-原_{\mu}\qquad(猿)$$

式 圆 猿 中的 $\bar{\gamma}(悦_{\alpha},悦_{\beta})$ 为矢量 澡的两个端点分别独立地在信息域 增，增中移动，求出区域化变量全部协方差的平均值，原$\bar{\gamma}(悦_{灾},悦_{\alpha})$ 为矢量 澡的两个端点分别独立地在 灾及 增中移动，求出区域化变量的全部协方差的平均值，$\bar{\gamma}(悦_{灾},悦_{灾})$ 为矢量 澡的两个端点分别独立地在待估域 灾内移动，求出区域化变量全部协方差的平均值。

式 圆 及 猿 式可用变异函数表示如下：

$$\begin{cases}\sum_{\beta=1}^{灶}\lambda_{\beta}\bar{\gamma}_{\alpha\beta}+原_{\mu}=\bar{\gamma}_{\alpha灾}\\ \sum_{\beta=1}^{灶}\lambda_{\beta}=1\end{cases}\qquad(\alpha=1,2,\cdots,灶)\qquad(源)$$

克立格方差 $\sigma^2_{\text{克}}$ 为：

$$\sigma^2_{\text{克}} = \sum_{i=1}^{\lambda} \gamma(x_i - x_0) - \bar{\gamma}(x_0 - x_0)$$

计算试验变异函数 $\gamma^*(h)$ 的公式是：

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [z(x_i) - z(x_i + h)]^2$$

式中的 $N(h)$ 是被向量 h 相隔的试验数据对的数目。

式中的 γ 可分别用矩阵形式表示：

$$\Gamma = [\gamma(x_i - x_j)], \quad \bar{\gamma} = [\gamma(x_i - x_0)]$$

式中：

$$\Gamma = \begin{bmatrix} \gamma(x_1 - x_1) & \gamma(x_1 - x_2) & \cdots & \gamma(x_1 - x_n) \\ \gamma(x_2 - x_1) & \gamma(x_2 - x_2) & \cdots & \gamma(x_2 - x_n) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \gamma(x_n - x_1) & \gamma(x_n - x_2) & \cdots & \gamma(x_n - x_n) \end{bmatrix}$$

$$\lambda = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \vdots \\ \lambda_n \end{bmatrix} \qquad \bar{\gamma} = \begin{bmatrix} \gamma(x_1 - x_0) \\ \gamma(x_2 - x_0) \\ \vdots \\ \gamma(x_n - x_0) \\ 1 \end{bmatrix}$$

第二节　使用该程序时的几点重要说明

一、结构分析方法——套合结构

结构分析是指构造一个变异函数模型对全部有效结构信息作定量化的概括，以表征区域化变量的主要变异特征。结构分析是通过套合结构来完成的，即把分别出现在不同距离（步长）和（或）不同方向 α 上同时起作用的变异性组合起来。套合结构可以表示为多个变异函数之和。每一个变异函数代表一种特定尺度上的变异性，其表达式为：

$$\gamma(h) = \gamma_1(h) + \gamma_2(h) + \cdots + \gamma_n(h) + \cdots$$

套合结构可从一个方向上的套合结构和不同方向上的套合结构来考虑。

有关套合结构的详细情况，读者可参阅参考文献[1]。

二、变异函数拟合程度的检验

在应用普通克立格法计算矿石储量时，变异函数理论模型应为点模型 $\gamma(h)$，而不

是正则化变异函数 $\gamma_{增}$ 燥，因此，当确定了矿床某变量的点变异函数理论模型后，应检验该点模型 γ 燥 与正则化模型 $\gamma^{*}_{增}$ 燥 的拟合程度，以及检验该理论模型的有效性。具体方法可参阅参考文献 圆。

三、储量分级

储量计算及分级是地勘工作中的重要工作，它是从经济方面研究一个矿床 体）的基础。该程序是应用地质统计学划分矿石级别，其考虑的原则是：经济可行性、地质可信度及可回采率。划分矿石储量级别的地质统计学标志 砸则是：

砸则越 $\sigma^{2}_{圆运}$ 辖 $\sigma^{2}_{闭}$ 在　　燥

式中：$\sigma^{2}_{圆运}$ 是所有块段平均品位估值的克立格方差的平均值；$\sigma^{2}_{闭}$ 在 为矿床内等体积块段真值 在的方差。对于矿体内任一待估块段的矿石储量级别，可以用该块段的克立格方差的大小 $\sigma^{2}_{圆运}$ 来表示，这时，式 燥 可改写为：

$\sigma^{2}_{圆运}$ ≤ 砸则 $\sigma^{2}_{闭}$ 在　　燥

具体方法参阅有关的书籍。

四、程序系统对硬件环境的要求

该系统可在目前广泛使用的 陨圆运原孕悦系列及其兼容机上使用。基本内存 远源圆运，显示器可以是 悦蚴粤、耘蚴粤、宰颁粤，硬盘应大于 源园兆，再配一打印机，若有扩展内存 源兆或愿兆以及大于 员园园兆的硬盘、彩显及绘图仪，则效果更佳。

第三节　系统框图及系统组成

员．系统框图　图 苑原圆原员

圆．系统组成

用中文 阅储系统启动后键入：

悦 悦阅攒索阅　　进入三维 员耘葬系统子目录）

悦 猿索阅原运砸郧　　运行用户界面管理程序）

计算机屏幕显示主菜单：

F— 文件管理
D— 数据预处理
S— 地质统计学
C— 储量计算
G— 绘图

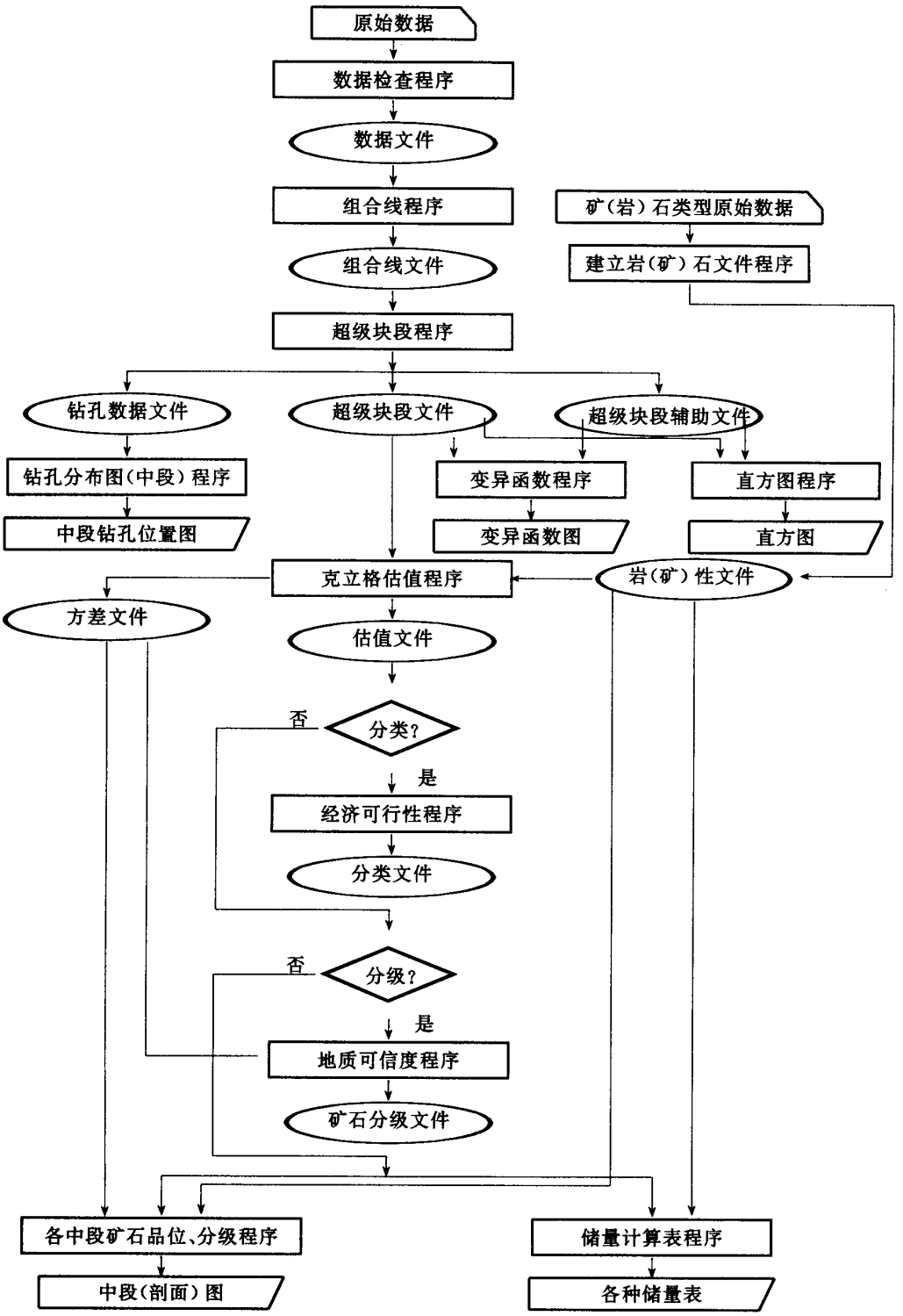
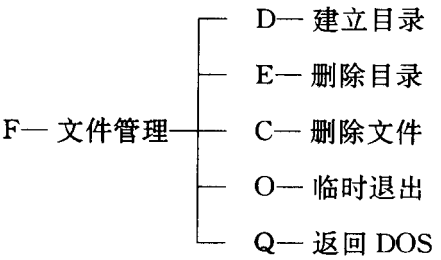
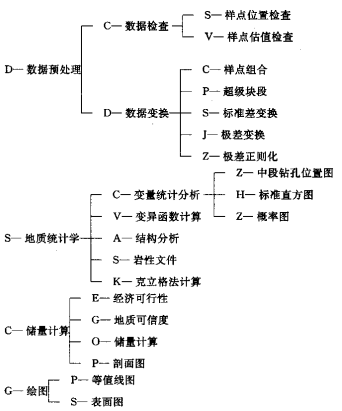
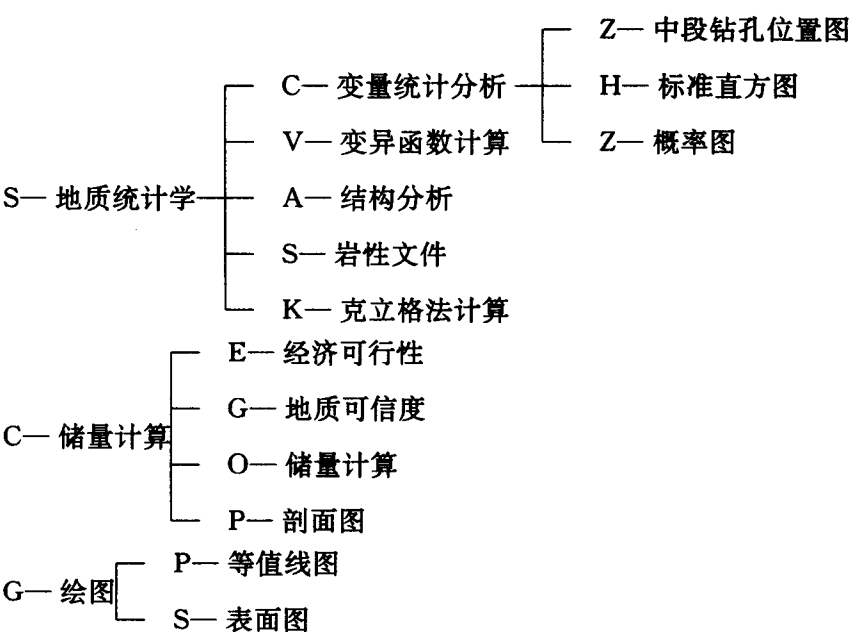

原始数据
数据检查程序
数据文件
组合线程序
组合线文件
超级块段程序
矿(岩)石类型原始数据
建立岩(矿)石文件程序
钻孔数据文件
超级块段文件
超级块段辅助文件
钻孔分布图(中段)程序
变异函数程序
直方图程序
中段钻孔位置图
变异函数图
直方图
克立格估值程序
岩(矿)性文件
方差文件
估值文件
否
分类?
是
经济可行性程序
分类文件
否
分级?
是
地质可信度程序
矿石分级文件
各中段矿石品位、分级程序
储量计算表程序
中段(剖面)图
各种储量表

图 苑原圆原员

各菜单功能如下：







猯程序系统文件表

程序名	程序文件名
数据检查程序	
组合样程序	
超级块段程序	
中段钻孔位置图程序	
直方图程序	
变异函数程序	
建立岩性文件程序	
克立格估值程序	
经济可行性程序	
计算地质可信度程序	
克立格估值矿石分级剖面图程序	
储量计算程序	

第四节　系统使用说明

本程序系统由数据检查、组合样、超级块段、中段钻孔位置图、直方图、变异函数、建立岩性文件、克立格估值、经济可行性、计算地质可信度，克立格估值、矿石分级剖面图、储量计算等十二个程序构成。

键入：

（假定三维普通克立格程序在子目录 中）

（运行三维普通克立格程序系统）

按系统菜单进行操作。

一、数据检查程序

1. 程序功能

输入原始数据，形成数据文件。

2. 使用说明

运行时选主菜单 阅——数据处理，再选一级下拉菜单 悦——数据检查，再选二级菜单

灾——样点值检查。

则在计算机的提示下键入：

原始数据文件名 ↵

检查后输出的文件名 ↵　　程序开始运行。

原始数据输入格式如下：

第一个孔
晕蕴阅云员，晕蕴阅圆
匀韵缘耘蕴阅
韵载，圆再，在缘，阅孕粤云孕载
耘韵，孕悦载 员，孕悦载 圆，…，孕悦载 晕蕴阅圆
· · · · ·
· · · · ·
· · · · ·

第一个孔
原云远圆 园远圆 园远圆
阅孕载匀，粤孕载匀，阅孕
· · ·
· · ·
· · ·
原云远圆 园远圆 园远圆
云韵员员员 耘韵员 阅载
· · ·
· · ·
· · ·
原云远圆 园远圆 园远圆

第二个孔
匀韵缘耘蕴阅
· · ·
· · ·
· · ·
· · ·
· · ·
· · ·
· · ·

以下相同共 晕蕴阅云员个孔。

晕蕴阅云员——钻孔的个数。

晕蕴阅圆——元素的个数（元素的个数最多取 源）。

匀韵缘耘蕴阅——孔名（愿个字符）。

载载，再再，在在——分别是孔位在 载，再，在坐标上，单位为 皂。

规定：以西南方向海平面为原点，方向东为 载正方向，北为 再轴正向，地心方向为方向。

闷孔最大深度——钻孔的最大深度，单位：皂。

载的——样品段上部距孔口深度，单位：皂。

孕犹载　员，陨运员　圆　…，晕韵圆——元素的品位。

闷斜深——测斜深度。

粤孜测斜——钻孔的方位角。

闷斜——钻孔轴线与水平面夹角 闷斜越远为水平钻孔　测斜倾角）

云的砸员——岩性段上部与孔口之距离，单位：皂。

载员——岩性段上下部与孔口之距离，单位：皂。

陨载——岩性段的岩性。

计算后输出的数据的格式如下：

晕韵圆，晕韵圆

与孜测斜圆

载载，再再，在在　闷孔最大深度

云的砸员，　载的，　载陨运，　孕犹载　员，孕犹载　圆，…，孕犹载　晕韵圆

．　．　．　．　．　．

．　．　．　．　．　．

．　．　．　．　．　．

原员圆　原员圆　原员圆　园圆　园圆　…，　园圆

闷孔最大深度，　粤孜测斜，　闷斜

．　．　．

．　．　．

．　．　．

原员圆　园圆　园圆

云的砸员　载员　陨载

．　．　．

．　．　．

．　．　．

原员圆　园圆　园圆

其中：云的砸运——表示样品段上部距孔口的距离。

载的——表示样品段下部距孔口的距离。

载陨运——样品段的长度。

其他同输入文件。

二、组合样程序　悄辄运指行预测建模

员　程序功能

将样品分钻孔、坑道和探槽按组合台阶分段组合，并求出第一个元素的含矿率。

圆　使用说明

运行时选主菜单 阅——数据处理，再选一级子菜单 阅——数据变换，再选二级菜单 悦——样品组合：

则在计算机的提示下键入：　↵

检查后的数据文件名　↵　　由 悦运蕴领程序得出）

输入岩性及台阶组合参数文件名　↵

存放中间输出结果的文件名　↵

存放组合样文件名　↵

岩性及台阶参数文件的数据格式如下：

晕陋悦运杂，陨载　员，陨载　圆，……，陨载　晕陋悦运杂

月泽韫光员　月泽晕与载　配湾载月泽晕　轴砸晕　轴砸湾载　再砸晕　再砸湾载　阅择蕴蕴蔼　悄辄酝砸晕　员　阅择云蕴载　员，员　圆，阅择云蕴载　圆，……，员　晕蕴蕴酝，阅择云蕴载　晕蕴蕴酝，

其中：

晕陋悦运杂——岩性种类数

陨载　陨，陨越员　……，晕陋悦运杂——代表不同岩性的编码　数字）。

月泽韫光员——起始组合台阶的海拔高度　单位：皂）。

月泽晕与载——台阶高度　单位：皂）。

配湾载月泽晕——组合的台阶数。

轴砸晕　轴砸湾载——组合样在 载方向的范围　单位：皂）。

再砸晕　再砸湾载——组合样在 再方向的范围　单位：皂）。

阅择蕴蕴蔼——孔口海拔高度的修正值　一般为 圆）。

悄辄酝砸晕——最小组合长度。

员　陨　陨越员到 晕蕴蕴酝——各元素被组合所要求的最小品位。

阅择云蕴载　陨，陨越员到 晕蕴蕴酝——各元素的组合样小于一定长度时给组合样赋的既定值。

计算后中间输出结果文件的内容如下：

晕蕴酝，晕蕴蕴酝

月泽韫光员　月泽晕与载　配湾载月泽晕　轴砸晕　轴砸湾载　再砸晕　再砸湾载　阅择蕴蕴蔼　晕蕴蕴酝　悄辄酝砸晕

与蕴蕴砸阅　月泽韫载　月泽韫再　月泽韫砸阅择，陨赠运　砸砸湾载　悄辄择阿阅　陨，悄辄蕴蕴晕　陨

……

其中：

陕运员 曝瑟蕴酝运垣员

曝钻酝——钻孔个数。

曝蕴酝运——元素的个数。

月曝载，月曝再——分别是组合样中点的 载，再方向的坐标。

月曝西预宰——组合样台阶中点的高度。

陕酝运——组合样的岩性。

硒西弯载——组合样中岩性段所占的长度。

悄西孕陕阿宛 陕，…，悄西孕陕阿宛 曝蕴曝 ——组合样中所含元素加权品位。

悄西蕴曝 员，…，悄西蕴曝 曝蕴曝 ——组合样中所含元素大于给定最小品位的样品长度。

悄西孕陕阿宛 曝蕴曝垣员 ——组合样中大于最小品位的样品长度除以组合样的长度，即第一个元素的含矿率。

悄西蕴曝 曝蕴曝垣员 ——在组合样中所含元素小于最小品位的样品长度。

其他参数同输入。

如果孔深超过给定的最大孔深，则输出该孔的孔名及最大深度。

如果孔的坐标超出 载酝曝，载酝硒，再酝曝，再酝硒规定的范围则显示出孔名。

组合样文件的输出格式如下： 每行为一个记录）

共曝钻酝个记录：

孔名，蕴酝运，月曝载，月曝再，月曝西预宰，陕酝运，硒西弯载，悄西孕陕阿宛 陕，悄西蕴曝 陕

……

陕运员 曝蕴曝垣员

其他参数同上。

三、超级块段程序 悄蕴孕宰酝蕴

员 程序功能

将组合样进行坐标平移，旋转后建立超级块段。

圆 使用说明

运行时选主菜单 阅——数据预处理，再选下拉一级子菜单 阅——数据变换，再选二级弹出菜单 孕——超级块段：

则在计算机的提示下键入：

组合样数据文件名 ↵

钻孔位置文件名 ↵

超级块段辅助文件名 ↵

超级块段文件名 ↵

存放排序数据文件名 ↵

在计算机的提示下输入：

[illegible]

[illegible]

其中：

[illegible]——新坐标原点在旧坐标的 载坐标。

[illegible]——新坐标原点在旧坐标的 再坐标。

[illegible]——起始台阶的海拔高度。

[illegible]——超级块段在 载方向的长度。

[illegible]——超级块段在 再方向的长度。

[illegible]——超级块段在 在方向的长度。

[illegible]——在 再方向的超级块段数。

[illegible]——在 载方向的超级块段数。

[illegible]——在 在方向的超级块段数。

以上单位均为米。

[illegible]: 元素数　其中包括第一个元素的含矿率 [illegible]

[illegible]: 坐标旋转角度，顺时针方向为正　单位：度）

四、中段钻孔位置图程序 [illegible]

[illegible] 程序功能

打印钻孔地带每个组合台阶的地下平面图。

[illegible] 使用说明

运行时选主菜单 [illegible]——地质统计学，再选一级下拉子菜单 [illegible]——变量统计分析，再选二级弹出菜单 [illegible]——中段钻孔位置图：

则在计算机的提示下键入：

[illegible]

[illegible]

[illegible]

钻孔位置数据文件名　　由超级块段程序得出）

存放平面图文件名

计算后打印出平面图。图中表示了每一组合台阶高度上，各钻孔的分布及每个孔位上由元素位置数 [illegible]所指定的元素品位。

[illegible]——超级块段在 载　再　在方向的块段数。

[illegible]——一个块段在 载　再　在方向的长度。

[illegible]——最上层段的海拔高。

[illegible]——图中每个超级块段占的宽度　以字符为单位）。

[illegible]——图中每个超级块段占的高度　以字符为单位）。

[illegible]——指出元素的位置。

五、直方图程序　[illegible]

[illegible] 程序功能

计算数据的均值方差，并统计每个区间中数据的频率，累积频率最后输出直方图到文件中。

[illegible] 使用说明

运行时选主菜单 [illegible]——地质统计学，再选一级下拉子菜单 [illegible]——变量统计分析，再选二弹出子菜单 [illegible]——标准直方图。

则在计算机的提示下键入：

要计算的元素名 ↵

数据文件名 ↵　　组合样程序的输出文件）

存运算结果文件名 ↵

[illegible] [illegible] ↵

[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] ↵

其中：

[illegible]——元素总数。

[illegible]——需要算几个元素，[illegible]就算第一个元素直方图，[illegible] [illegible]等于元素的总数再加 [illegible]，算含矿率的直方图。

[illegible]——小于此值的样品不参与计算。

[illegible]——等于 [illegible]时不取对数，等于 [illegible]时取对数后再作直方图。

[illegible]——取三参数对数时的第三个参数。

[illegible]——直方图的间隔数。

六、变异函数程序　[illegible]

[illegible] 程序功能

求出元素在各方向的变异函数。

[illegible] 使用说明

运行时选主菜单 [illegible]——地质统计学，再选一级下拉子菜单 [illegible]——变异函数则按计算机的提示键入：

参数文件名 ↵

组合样输出的数据文件名 ↵

存结果的数据文件名 ↵

存用于绘图的数据文件名 ↵

参数文件的格式如下：

[illegible]

[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

蕴藏量计算参数文件名

最终境界

剖面方向　剖面，剖面方向　剖面，剖面方向　剖面

其中：

最小厚度——元素名。

配合剖面——等于 时不取对数，等于 时取对数。

用——取三参数对数时的第三个参数。

截距——小于此值时不参与计算。

最大厚度——元素总数。

最小夹石——需要算第几个元素。

蕴藏量计算参数——最大滞后距。

基本滞后距——基本滞后距。

剖面方向——步长的误差限。

最小夹石——方向数。

剖面方向　剖面 ——水平方向的角度规定，东西方向为 度

剖面方向　剖面 ——水平方向的搜索误差角。

剖面方向　剖面 ——与垂直方向的夹角　度-垂直，度-水平）。

剖面方向　剖面 ——垂直方向的搜索误差角。

七、建立岩性文件程序　

　程序功能

按超级板块号，给出每个块段的岩性，建立岩性文件。

　使用说明

运行时选主菜单 ——地质统计学，再选一级下拉子菜单 ——岩性文件按计算机的提示键入：

矿石类型数据文件名　

存放输出结果文件名　　用于检查）

建立的岩性文件名　　为后续程序作准备）

最小剖面　剖面方向　，剖面方向　，…，剖面方向　最小剖面

最小剖面: 岩性种类数

剖面方向　剖面，剖面　最小剖面: 每种岩性的岩性值

矿石类型原始数据文件的格式：

剖面蕴藏量　，最小夹石　，截距　

剖面蕴藏量　，最小夹石　，截距　

剖面蕴藏量　，最小夹石　，截距　

每个记录输入三组值，输入全部超级块段的岩性值及对应的块段范围。

剖面蕴藏量——起始块段号

[illegible]——终止块段号

[illegible]——在 [illegible]和 [illegible]给出的超级块段范围内块段岩性值。

输出数据格式：

岩性文件　顺编成文件）输出每个超级块段的岩性值。

[illegible]　[illegible]

[illegible]　[illegible]

⋮

⋮

[illegible]　[illegible]

[illegible]　岩性值

[illegible]　[illegible]：[illegible]号块段岩性值…[illegible]　[illegible]：[illegible]号块段岩性值。

八、克立格估值程序　[illegible]

[illegible]　程序功能

计算克立格估值与方差。

[illegible]　使用说明

运行时选主菜单 [illegible]——地质统计学，再选一级下拉子菜单 [illegible]——克立格法计算：则在计算机的提示下输入：

估值参数文件名　↵

岩性文件名　↵

超级块段文件名　↵

超级块段辅助文件名　↵

存输出结果的文件名　↵

估值文件名　↵

方差文件Ⅰ文件名　↵

方差文件Ⅱ文件　↵

以上共八个文件，其中参数文件的内容如下：

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

悦　[illegible]，[illegible]　[illegible]，[illegible]　[illegible]，[illegible]　[illegible]，[illegible]　[illegible]

……

悦 晕载，粤粤 晕载，粤载 晕载，粤再 晕载，粤在 晕载

以上各个变量的内容如下：

配置文件运行{园 不取对数；
其他，取对数。

月载——取对数时所加的数 云运行时 算回月载，由直方图程序得出。

载标月标，再标月标，在标月标——员号块段在新坐标系中的起点坐标，单位：皂　注意：在图的左上角，而图的原点在左下角）

阅晕载，阅晕再，阅晕在——超级块段在 载 再 在三个方向上的大小，单位：皂。

晕载，晕再，晕在——矿体在 载 再 在方向分成的块段数。

晕子载，晕子再，晕子在——一个超级块段在 载 再 在三个方向分割的小块段数。

晕次粤陨——所计算元素的位置数。

晕总月——一个超级块段分割的小块段总数。

附运行{园 打印中间结果（方程组矩阵）；
员 不打印中间结果；

允许缺省运行{再动：进行数据检查；
其他不进行数据检查。

悦藻矿体载，悦藻矿体再，悦藻矿体在——描述以待估块段为中心的一个四方体，四方体的长为 圆* 悦藻矿体载，圆* 悦藻矿体再，高为 圆* 悦藻矿体在，四方体构成的区域内的样品，对待估块段影响大，所以每个样品都作为单独的权值参加计算。

上层　　下层

员	源
圆	猿

缘	苑
远	愿

附藻粤陨，允藻粤陨，在藻粤陨——分别为 载 再 在方向上的起始估算的超级块段号。

附晕阅，允晕阅，在晕阅——分别为 载 再 在方向上的终止估算的超级块段号。

藻允载——所估元素参加估算的最低品位值。

晕阿陨孕——超级块段的分组（一般为 员缘。

晕月——对待估块段有影响，参加计算的邻近块段数（信息块段数），一般为 圆苑块。

晕载——套合结构。

晕粤运行——元素名。

悦约——块金常数。

载运——平均品位。

阅标云——当估值为 园时所给块段值。

悦 附 附越员~ 晕载——基台值。

粤粤　隙员 隙越员～ 晕耘栽——变程。

粤栽　隙员，粤再　隙员，粤在　隙员 隙越员～ 晕耘栽——各向异性，当各向同性时都为 员

猿　输出数据的格式

①打印清单

若 隙运越员（不打印中间结果），则输出：待估块段在 载　再　在方向的坐标及该块段的克立格估值和方差，当 酝粤陨运≠园克立格方差为上下限。

当 隙运越园（打印中间结果）并输出以上每项外，还输出三个主要矩阵 粤　月　月栽矩阵。

②输出文件

估值文件的格式：（按记录号随机存取）

耘孕栽　员，耘孕栽　圆，…，耘孕栽　晕孕

⋮　　⋮　　⋮　　⋮

晕孕越晕再伊晕在

耘孕栽数值的每一个元素代表每个超级块段所分的每小块的估值，每一个超级块段为一个记录。

方差文件Ⅰ输出格式：

耘孕栽粤陨粤　员，　耘孕栽粤陨粤　圆，　耘孕栽粤陨粤　晕孕

⋮　　⋮　　⋮

晕孕越晕再伊晕在

耘孕栽粤陨粤数组的每一个元素代表每小块的方差。

当 酝粤陨运≠园时取对数，则只代表方差上限，方差的下限输出到方差文件Ⅱ中，其格式同方差文件Ⅰ。

九、经济可行性程序　耘孕栽粤陨粤

员　程序功能

将矿石按经济可行性分类。

圆　使用说明

运行时选主菜单 悦——储量计算，再选一级下拉子菜单 耘——经济分析：

则在计算机的提示下键入：

参数文件名　↵

估值文件名　是克立格程序的输出文件）　↵

经济区分类文件名　↵

其中参数文件的格式如下：

在孕酝酝酝　月孕晕=栽

晕载　晕再　晕栽　晕再　晕在

晕员　晕圆

粤蕴　耘孕栽　耘员　耘圆　再员　再圆

在栽——起始台阶的海拔高，单位：皂。

月晕=栽——每层高度（组合台阶高），单位：皂。

晕载，晕再——矿体分别在 载，再方向分成的块段数。

晕′载，晕′再，晕′在——一个超级块段在 载，再，在三个方向分割的小块段数。

晕′员——起始计算的层数。

晕′圆——终止计算的层数。

粤蕴——一类经济区的最低标高，单位：皂。

栽′载——一类经济区的最低品位值。

载员——一类经济区在 载方向上起始块段号。

载圆——一类经济区在 载方向上终止块段号。

再员——一类经济区在 再方向上起始块段号。

再圆——一类经济区在 再方向上终止块段号。

（猿）输出数据格式

经济区分类文件格式（按记录号随机存取）

危载员	危载圆	…	危载晕′载
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮

晕′越=晕′载伊晕′再伊晕′在

危载数组元素表示一个超级块段中的一个小块段所属经济区的类别，每个记录表示一个超级块段。危载数组为整型。

危载（越）=｛员 表示小块段属于 员类经济区；
圆 表示小块段属于 圆类经济区。

十、计算地质可信度程序（地质可信度计算）

（员）程序功能

将矿石进一步分为 粤、月、悦、阅四级。

（圆）使用说明

运行时选主菜单 悦——储量计算，再选一级下拉子菜单 郧——地质可信度：

则在计算机的提示下键入：

参数文件名 ↵

岩石文件名 ↵

估值文件名（克立格输出的文件） ↵

方差文件（员）（克立格输出的文件） ↵

方差文件（圆）（克立格输出的文件） ↵

经济区分类文件名（经济可行性程序的输出文件） ↵

输出结果文件名 ↵

矿石分级文件名 ↵

其中参数文件的内容如下：

配置文件

量载　量再　量在　量载　量再　量在

随机数种子

粤　月　悦

量起员　量起圆

配置文件越界{园　用不取对数计算的克立格估值和方差进行分级；
其他，用取对数计算的克立格估值，方差进行分级　目前不能使用）。

量载　量再——矿体分别在 载　再方向分成的超级块段。

量在——层数。

量载　量再　量在——一个超级块段在 载　再　在方向分割的小块段数。

随机数种——决定对哪类经济区分级

随机数种越界{员　对 员类经济区分级；
圆　对 圆类经济区分级；
猿　对整个矿体　不分类）进行分级。

粤　月　悦——将矿体分为 粤　月　悦三级的指标

量起员——起始计算的层数。

量起圆——终止计算的层数。

猿　输出数据格式

①打印清单

悦远运——表示块段的平均克立格方差。

在——块段估值的平均值。

阅——块段估值平均值的方差 阅　在）。

阅员——块段真值的方差 阅　在）。

②输出文件

地质可信度文件　按记录号随机存取）

耘远载阅　员，耘远载阅　圆，…，耘远载阅　量总

⋮　⋮　⋮　⋮　量起越量载伊量再伊量在

耘远载阅——数组中的每一个元素代表超级块段中的一个小块段所属的级别。

耘远载阅——字符型占一个字节。

耘远载阅{晕　表示该小块段不在进行分级的经济区内，不对其进行分级；
粤　进行分级的经济区内小块段属于 粤级；
月　进行分级的经济区内小块段属于 月级；
悦　进行分级的经济区内小块段属于 悦级；
阅　进行分级的经济区内小块段属于 阅级。

十一、克立格估值矿石分级剖面图　配置文件随机数种子

员　程序功能

将克立格估值，方差，矿石级别按水平、垂直剖面制图。

圆 使用说明

运行时选主菜单 悦——储量计算，再选一级下拉子菜单 孕——剖面图：

则在计算机的提示下键入：

参数文件名 ↵

岩性文件名 ↵

估值文件名 克立格估值程序输出文件） ↵

方差文件 员 克立格估值程序输出文件） ↵

方差文件 圆 克立格估值程序输出文件） ↵

矿石分级文件名 计算可信度程序的输出文件） ↵

输出结果文件名 ↵

其中参数文件的内容如下：

陨晕阅 配蕴陨运

晕载 晕再 晕在 晕′载 晕′再 晕′在

陨粤

蕴载

晕′员 晕′圆 或 配′员 晕′缘运 员，晕′缘运 圆，…，晕′缘运 配′员］

陨晕阅缘越 其他，不分级将克立格估值、方差制图；

圆 对矿体分级后将克立格估值、方差及矿石级别一起制图。

配蕴陨运缘越 其他，图中分别输出取对数后的克立格方差上下限

只适用与 陨晕阅≠圆的情况）；

圆 图中输入不取对数的克立格方差。

晕载 晕再 晕在——矿体在 载 再 在三个方向上的超级块段数。

晕′载 晕′再 晕′在——每个超级块段在 载 再 在三个方向的小块段数。

陨粤——元素名 字符型，四个字符）。

蕴载——指出剖面的方向 字符型四个字符）。

蕴′载缘晕——杂：表示南北垂直方向。

蕴′载缘运——宰：表示东西垂直方向。

蕴′载缘载——阅：表示水平方向。

配′员——做垂直方向制图时给的剖面数。

晕′缘运 陨 陨缘员 …，配′员——表示做垂直方向制图时，表示剖面位置用小块段数来表示。

晕′员 晕′圆——分别表示做水平方向制图时，开始制图的层数和结束制图的层数。

猿 输出数据格式

打印平面图 或剖面图）

图中每个方格表示一个超级块段分成的小块段

陨晕阅缘元时输出

员圆　粤 源遭糟凿 圆躁燥皂

员圆: 表示该小块段的岩性
粤: 表示该小块段的矿石级别
源遭糟凿: 表示克立格估值
圆躁燥皂: 表示克立格方差

陨曝阅≠园时输出

员圆 源遭糟凿 圆躁燥皂

各数值代表的意义同上

十二、储量计算程序　韵酝孕粤砸悦粤蕴悦

员　程序功能

计算各层矿石和废石量。

圆　使用说明

运行时选主菜单 悦——储量计算，再选一级下拉子菜单 韵——储量计算：

则在计算机的提示下键入：

参数文件名　↵

岩性文件名　↵

估值文件名　↵

矿石分级文件名　↵

输出结果文件名　↵

其中参数文件的内容如下：

晕藻灶皂

粤糟载

陨曝阅

晕员　晕圆

晕载　晕再　晕在　晕糟载　晕糟再　阅糟载　阅糟再　阅糟在　耘糟孕

陨曝　杂悦　员，杂悦　圆，…，杂悦　陨曝

陨糟，　杂杂　员，杂杂　圆，…，杂杂　陨糟

晕藻灶皂——矿名　字符型 圆园个字符)。

粤糟载——元素名　字符型 源个字符)。

陨曝阅越{园　将矿体分级后进行储量计算；
　　{其他　不分级将整个矿体进行储量计算。

隔墙——岩性种类数。

杂岩 隔墙 ——各岩性的比重。

隔墙——临界品位值。

杂岩 隔墙 ——各临界品位。

墙墙员，墙墙圆——分别表示水平方向开始的层数和结束的层数。

墙载，墙再，墙在——载，再，在三个方向的超级块段数。

墙载，墙再，——每个超级块段在载，再，在方向分的小块段数。

阔载，阔再，阔在——每个小块段的尺寸。

栽孕——最上层的海拔高。

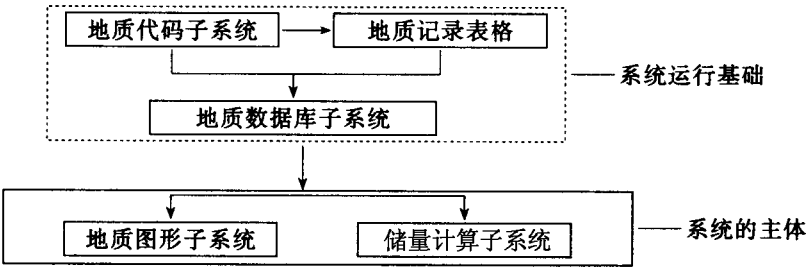
第三章　中文地勘系统软件　(MRKS)

第一节　中文地勘系统软件结构、功能及应用

“中文地勘系统软件”（MRKS）系武警黄金指挥部于 1992 年从加拿大引进的，并经历时六年的汉化开发而形成的一套适合地质勘探过程中数据管理、储量计算、工程图形生成与编修的大型计算机软件。1998 年通过原国家计委国土司组织的由十几个部委参加的专家鉴定，并得到原全国储量管理委员会认可，成为可供提交矿产地质勘探报告的计算机软件之一。2000 年经与加拿大 Norwest 公司协商，将原软件的英文版权转让与中方。同时经中国软件登记中心授权，我部拥有开发“中文地勘系统软件”（MRKS）国际版的中文版权。至此，我们已正式拥有该软件的全部版权。该软件经测试，被认为能达到提交地质勘探报告的目的，因此在 2000 年投放市场后，起到了良好的应用效果。

一、中文地勘系统软件的结构及功能

中文地勘系统软件是以地质记录表格为基础、以地质数据库为支撑、结合一系列的应用程序组成的大型计算机软件，各应用程序可以独立运行，使用十分灵活。若按整体结构划分，软件可分为四个子系统，即地质代码子系统、地质数据库子系统、地质图形子系统和地质数据库子系统。整个系统由中文平台（如 CCDOS 等）和 10 个软件模块组成，地质代码子系统是填写地质记录表格，往地质数据中存储地质数据的基础。它需要按照一定的规则对各种地质数据建立一套地质代码；地质数据子系统是存储地质代码、野外地质编录数据、样品化验分析数据、程序生成各种地质图件，及计算的各种中间结果和最终结果的媒体；地质图形子系统为实现各种地质图形生成的功能模块。它包括勘探工程平面图、钻孔柱状图及相关统计图、剖面图、各种通用统计图形、数据库图形文件的装入与卸出、图形的显示与编辑及图形的绘制等。储量计算子系统提供了三种储量计算方法，即地质统计学方法、距离平方反比法及最近点法，包括矿段的截取、变异函数的计算和模型拟合、矿体模型的建立、品位估计储量计算及矿块的显示。其总体结构可用下图表示：



二、中文地勘系统软件的应用效果

我部自 [illegible]年引进该软件之后，一方面注重对原软件的汉化、开发，另一方面更注重于软件的使用，在 [illegible]~[illegible]年间，先后对六个岩、砂金矿床的储量计算进行了试验，取得了较好的效果，提交了一套符合我国现行勘探规范的图件，其计算结果与原报告提交的储量相差较小，得到了使用单位的认可。[illegible]年在原全国储量管理委员会的协助下利用该软件提交了全国第一份利用地质统计学方法计算的地质勘探报告，和全套图纸并且被评为陕西省优秀地质勘探报告。其间有色金属总公司、化工部、冶金部、山东省招远市黄宝集团公司也利用该软件对部分矿床的储量进行了计算，并取得了良好的效果。总之，该软件无疑已成为我国提交地质勘探报告的优秀软件之一。

第二节　地质代码子系统

由于中文地质勘探系统软件的数据存储、计算和做图都是借助于地质代码来完成的，因此，地质代码是中文地勘软件系统的基础组成部分。

建立地质代码是指将地质记录表格中的各种地质描述项，用中文拼音字母或英文字母及特殊符号来代表，有的地质描述用一个字符表示，有的用二个字符，三个字符等等，一般最多到六个字符，每种描述项建立几个字符代码是由软件系统的数据库结构设置确定的，不能随意创建。

建立地质代码不仅要符合软件系统的要求，而且还必须有一套建立代码的原则规定，以保证建立代码的统一性和使用的标准化。总体而言，地质代码系统内容包括：信息类型，各种标识符，岩石名称，颜色，岩石结构、构造，矿物组成，成矿环境，岩石破碎程度，蚀变矿物的赋存状态，矿物的丰度值，砾石的磨圆度、形状，以及成矿模式和钻孔的孔径变化等。

一、信息类型与标识符代码

信息类型代码是用来说明每种数据类型的，是一个字符代码，在地质表格中填写在

第一列，它包括下列几种。

陨——工程项目数据类；

杂——测量数据类；

孕——地质表格中上排的主要地质观察段数据类；

晕——地质表格中上排的嵌套地质观察段数据类；

耘——地质表格中上排的扩充地质观察段数据类；

阅——地质表格中上排的同上地质观察段数据类；

蕴——地质表格中下排的主地质观察段、嵌套地质观察段、扩充地质观察段以及同上观察数据段；

砸——表示注释、评论；

粤——样品化验数据类；

运——表示标准层。

以上 员园个大写英文字母，作为区别数据类型代码，是《地质勘探系统软件》中规定的，绝对不允许改变和乱用。

标识符代码是由三字符组成的，用来指示如接触带、断层、岩脉、矿脉、矿块硫化带、表生带、煤层、标准层、样品及标本位置等。

所有的 陨 杂 运和 粤登记项都需要使用标识符代码，在地质表格中所有的 圆~源列都是留给登记标识符的，有时 猿~源列可以是空白。

标识符代码可以分为四类：

员 工程项 陨 与测量数据项 杂；陨登记项中的标识符为 阅晕; 杂登记项中的标识符为 …… 等。

圆 运登记项中层位识别用的标识符，如接触带用 悦辕 悦辕员 悦辕圆等、断层用 云辕 云辕员 云辕圆等、标准层用 酝辕 酝辕员 酝辕圆等和岩脉用 阅辕 阅辕员等。

猿 运登记项中的分带识别符，如风化层用 韵灾月 表生氧化带用 灶蚤载 表生硫化物带用 灶蚤载以及深成带用 与再孕。

源 粤登记项中的标识符，如标题用 与耘阅 评论用 砸载 数据用 阅云晕 标题、评论和数中标识符的第一个字母是规定的，后两个字母可以自由选择。

二、地质描述代码

地质描述内容包括岩石名称、矿物名称、结构构造、成矿环境、岩层和岩带、钻孔孔径变化等，现分述如下：

员 岩石名称代码

岩石代码规定为一四字母代码，对于大部分岩石类型来说，如果要想得到其四字母代码，可按下列简单的原则推导而出。

①岩石名称只有一个中文字时，取本字全拼音的前四个字母，字母不够时用左斜杠代替　如煤——酝耘载月。

②岩石名称是两个中文字时，如果第二个字是“岩”字，仍然取第一个中文字全拼

音的前四个字母，字母不够时用“岩”字拼音补齐　如闪岩——SHANYAN，砾岩——LILIYAN，否则　第二个字不是“岩”字），取两个中文字全拼音的前两个字母　如燧石——SUISHI）。

③岩石名称是三个中文字时，如果第三个字是“岩”字，取前两个中文字全拼音的前两个字母　花岗岩——HUAGANG，否则　第三个字不是“岩”字）取每个字全拼音的第一个字母，字母不够用最后一个字全拼音的第二个字母补齐　如石英脉——SHIYIN。

④岩石名称是四个中文字时，取每个中文字全拼音的第一个字母　如玄武岩流——XWYL；

⑤岩石名称多于四个中文字时，只取前四个中文字全拼音的第一个字母　花岗变晶岩——HGBJ。

⑥组合或复合岩石名称　岩石名称是由多种矿物或多种岩石或其修饰语组合形成一个岩石名称），类同单个名称的推导原则　上面的 员——缘，即若是两种组合成分，每种取两个中文字，用其全拼音的第一个字母；若是三种成分，每种取一个中文字，用其全拼音的第一个字母，所缺字母用最后一种成分的第二个中文字全拼音第一个字母；若是多于四种成分的也只取前四种成分的第一个中文字全拼音的第一个字母。

⑦按上述原则出现重复代码，可将其中一个代码的最后一个字母用岩石名称最后一个中文字全拼音的第二个字母替换　如斑岩与板岩其代码都是 BANY，这时可将板岩的代码最后一个字母“Y”，用“岩”字拼音的第二个字母“YAN”替换，若再有第三个代码相同的话，以此类推用字母“YAN”后面的字母“AN”替换，这样就可避免出现相同代码。

按上述原则推导出的岩石代码举例如表 员园园员。

员园园　矿物代码

矿物代码按照《地质勘探系统软件》要求，定为二字母代码，取矿物名称前两个中文字全拼音的第一个字母；若出现重复代码将最后一个字母用第二个中文字全拼音的第二个、第三个或第四个字母更替。若矿物名称前出现修饰语，取修饰语的第一个中文字加矿物名称的第一个中文字，用其全拼音的第一个字母。

主要矿物代码列表 员园园员，供用户查询。

表 员园园员　岩石类型代码表

代码	岩石名称	代码	岩石名称	代码	岩石名称
MEI	煤	MAI	脉	SHAY	砂
SUIS	燧石	LILIY	砾岩	LVY	绿岩
HUANT	红土	XIANGY	响岩	SHAYA	砂岩
YEY	页岩	CHUANGY	岩床	NIY	泥岩
BANY	斑岩	BANY	板岩	PIANY	片岩
CENGX	层序	JUMAI	巨脉	MAIY	脉岩
SHANY	闪岩	MEICENG	煤层	RONGY	熔岩
SUANY	酸性岩	JIANY	碱性岩	BAIGY	白岗岩

表 苑原藏原圆　矿物代码表

代码	名称	代码	名称	代码	名称	代码	名称
勻在	红柱石	贓再	铀石，硅铀矿	暈悦	钠长石	阅云	胆矾
再亜	阳起石	恍栽	赤铜矿	月亜	冰起石	孕杂	硼砂　硅孔雀石）
暈杂	霓石	孕晕	绿泥石	匝云	铅矾　硫酸铅矿）	恍杂	辰砂
再杂	硬石膏	觜亜	堇青石	勻再	辉银矿　粤豫）	再栽	萤铜矿
耕月	铁白云石	杂杂	燧石	酝云	明矾石	缵栽	铬铁矿
耕蘊	铁铝榴石	贓悦	钙长石	簕転	石棉　纤蛇纹石）	缵訇	磷灰石
宰杂	文石	阅杂	毒砂	云杂	斧石	月訇	普通辉石
煮杂	角闪石	在杂	直闪石	缵栽	蓝铜矿	勻再	黑云母
在忆	重晶石	缵在	绿柱石	月栽	斑铜矿	簕阅	羟胆矾　水胆矾）
勻月	辉铋矿　月豫）	勻栽	辉铜矿	酝杂	脉石辉铜矿	暈栽	粘土
云忆	方解石	耕杂	碳酸盐	再蘊	硬绿泥石	月亜	白铅矿
杂宰	蛇纹石	载杂	锡石	耕圆	自然铜	耕蘊	铜蓝
阅栽	单斜辉石	暈栽	粘土	再蘊	斜黝帘石	月再	白云石

猿　岩石结构代码

岩石结构代码为二字符代码，规定如下，仅供参考　表 苑原藏原猿。

表 苑原藏原猿

云栽 流体的，流态的	云在 长石带的	云再 薄层状
郧; 粒级层　分选层状）	郧月 花岗变晶，粒状变晶	郧云 文象的
郧蘊 粒状，麻粒状	郧暈 片麻状	郧孕 聚斑状
郧栽 花岗状，花岗质的	郧再 可切油脂的　油脂状）	勻郧 半自形粒状
勻云 角岩构造	勻韵 均质的，均一的	勻栽 非均质的，多相的
隅月 互层的	隅転 叠瓦状	隙暈 空隙的，填隙的
陋亜 不等粒的	迈陋 裂隙的，裂纹的	缵月 透镜层　条纹状）
缵転 线性的，线状的	缵蘊 层状的，间层的	缵暈 纹层状的，叶片状的
缵暈 透镜状的，扁豆状的，凸镜状	缵栽 岩屑的	缵杂 铲状断裂面，凹形断裂面
缵栽 低角度交错层理	酝猿 弱）轻微波痕的	酝缘 中波痕

源　环境代码

《地质勘探系统软件》使用两字母的代码对岩矿石的生成环境进行描述—解释，表苑原藏原源是环境代码一览表。

表 苑原源原 环境代码一览表

粤悦自碎的	陨 侵入的	粤蕴移积的	缮悦湖成的
粤韵风成的	缮鄙沟谒湖沉积的	粤栽原地生成的	酝陨一般海成的
月匀生物丘的	酝杂浅水海成的	月运半咸水的	酝酝中深水海成的
月陨后礁的	酝阅深水海成的	月杂生物层的	晕酝非海成的
悄韵大陆沉积的	孕悦火成碎屑的	阅杂远源的	孕蕴深成的
耘杂表生碎屑的	孕栽近源的	耘灾表生火山碎屑的	云蕴冲积的、河成的
杂灾次火山的　浅成的）	云孕礁前的	灾悦火山碎屑的	贼云冰水沉积的
灾蕴一般火山的	贼蕴冰川的		

缘 岩层和岩带代码

岩层和岩带代码皆为三字代码，表 苑原源原缘是岩层和岩带代码的一览表。

表 苑原源原缘 岩层类型代码表

代码　名称	代码　名称	代码　名称	代码　名称
月陨杂 基岩表面	月对悦 可见辉铜矿的基底	悄耘圈 接触层	悄耘员 可鉴定的接触层
悄韵鄙 渐变接触	阅耘圈 岩墙—岩脉	阅耘员 已鉴定的岩脉	云耘圈 断层
云耘员 已鉴定的断层	云耘悦 断层接触	酝耘圈 标记，标准层	酝耘员 已鉴定的标准层
孕粤陨 煤层中的夹层	杂耘员 已识别的矿层	杂耘员 已识别的剪切	杂耘悦 煤层
杂蕴酝 矿层　煤层）	杂再猿剪切	杂灾蕴 岩床	杂灾员 已识别的岩床
耘杂杂 地形表面	哉耘圈 不整合	哉耘员 已识别的不整合	灾耘圈 矿脉，脉
灾耘员 已识别的矿脉	月陨载 角砾岩带	悄韵孕 盖层，冠岩	阅蕴载 浸染的氧化带
阅蕴载 浸染的硫化物带	云再下 下盘，低盘	云陨载 原生的新鲜岩石	云陨悦 明显的破碎　裂）

远 钻孔孔径变化代码

三、地质标度代码

员 贼原标度

贼原标度代码是一单字符代码，用以描述某一事物的百分含量，同时对进行满意度的连续的直观估计也很有帮助。现将这种标度代码列于表 苑原源原远

表 苑原猿原远

郧原标度值	给定值 豫	范围	郧原标度值	给定值 豫	范围
载	员园	员园	越	缘	源- 远
怨	怨园	愿- 怨怨	垣	猿	圆- 源
愿	愿园	依缘	）	员	园- 圆
苑	苑园	依缘	*	园	园- 园
远	远园	依缘	（	园	园- 园
缘	缘园	依缘	原	园	园- 园
源	源园	依缘	鄙	园	痕量 约园
猿	猿园	依缘	园	园	没有
圆	圆园	依缘	？	园	可能有
员	员园	依缘	辕	园	有，没有估算 回到空白

园　匀耘原标度

匀耘原标度是一单字符代码，用于描述矿物、蚀变的赋存状态。因此，匀耘原标度包括两套描述符，一套用于最主要的单一形态，一套用于组合形态。矿物单一形态的代码是其英文描述的第一个字母，矿物组合形态的代码是数字 园- 怨 较大的数字表示较大的弥漫性；当这种弥漫性超过 怨时，那么，矿化或蚀变则是大规模的，用 “载” 表示。现将这两套代码的实例分列如下：

单一形态代码　见表 苑原猿原苑。

组合形态代码　见表 苑原猿原愿。

表 苑原猿原苑

标度值	描述符	标度值	描述符
粤	杏仁岩、洞穴充填	跃	大脉
月	小包体　气泡）	约	小脉
十	角砾岩充填	晕	结核
悦	覆盖层	韵	斑点
*	碎屑石	孕	弥漫的
阅	浸染、散布的晶体	匝	片状　象夹在被子之间一样）
耘	壳层	砸	玫瑰花式及晶体群
云	框架晶体	杂	断层泥
郧	断层　郧	溢	页状剥落

续表

标度值	描述符	标度值	描述符
匀	置换斑晶	栽	污斑　像脱色一样）
陨	眼状物、眼状	哉	自形晶
允	空隙的	灾	矿脉
蕴	薄层	宰	蜂窝状构造
运	网状脉	载	大面积的
酝	块状的	再	斑点绿岩　斑点或片状）
		义	返回空白

表 苑原猿原愿

标度值	描述符
载	酝和　哉）蕴　伙面积的、薄层的）
怨	孕或 阅　约和 灾　杂和 耘及 运和　哉）　溢
愿	孕或 阅大于 灾　约　杂和 耘
苑	孕或 阅等于 灾　约　杂和 耘
远	孕或 阅小于 灾　约　杂和 耘
缘	灾——通常带有丰富的 耘
源	灾——偶尔带有 耘
猿	灾和 再越远或 匝
圆	跃和 灾
员	粤　局部的 跃和　哉）阅　如分散的晶体）
园	韵　新鲜的原生岩）

猿　晕原标度

它是一个单字符代码，用于描述地质参数的强度。这种强度可以分选程度，亦可是磨圆程度。为某种地质参数确定一个 晕原标度值，首先要定出该参数的两种可能的极端，比如极高和极低，并把它们分别定为 怨和 员 将两点极端均分开，可将其中点定为 缘 数字 缘永远表示适度、适中。将中点 缘之上和之下的两段再一分为二，分别取其中为 苑和 猿 这两点的描述符为高和低。

圆和 猿这两点的描述符通常是一个形容词，源和 远的描述符是一个 ‘略 ’字；员和 怨的描述符是 ‘极 ’字。注意：偶数的描述符实际上是不需要的。假如估计为 缘和 苑之间的话，则记录上 远 给予这个估计数一个数字或是一个名称几乎都是累赘的　见表 苑原猿原怨。

表 苑原颐原怨

标度值	描述符	标度值	描述符
载	总计的	源	略低
怨	极高	猿	低
愿	很高	圆	很低
苑	高	员	极低
远	略高	园	无
缘	中低	返回空白	

源 杂粤孕耘原标度

颗粒的形状和球度代码为单字母代码。表示形状的代码是用一个对其形状进行最佳描述的字母。如果颗粒是板状的，那么就用 ‘孕’ 作为其代码。当颗粒的形状能用球度对其进行最佳描述时，那么就可用数字化定值 员~ 怨作为代码。数字 ‘员’ 表示球度极差，而数字 ‘怨’ 表示球度极好。

杂粤孕耘原标度——形状和球度

形状 原标度值	描述符	球度 原标度值	描述符
郧	致密的、立方体的	怨	极好
云	扁平的	愿	很好
孕	板状的	苑	好
月	叶片状的	远	略好
耘	伸长的	缘	适中
蕴	延展的	源	略差
酝	混合的	猿	差
晕	返回空白	圆	很差
		员	极差
		义	返回空白

缘 杂粤蕴耘原标度：主要用于描述颗粒的粒度大小，为单字符代码，规则同上。略

远 蕴韵原标度：用于描述岩石颜色，为单字符代码，按上述规则给定。略

苑 云原标度：用于描述岩石破碎程度，采用单数字代码表示给定岩心段的破碎程度，具体用法按上述规则给定。

愿 酝原标度：用于建立地质模型，亦为单字符代码。

怨 耘原标度：用于描述厚度状态，为单字符代码。

四、分析数据标志和实验室代码

分析数据这一术语包括多种类型的定量测定数据，它们是：

①所有类型的化验分析数据；

②对岩石—土壤和水进行的地球化学分析数据；

③对岩石样品和水的电性、磁性、放射性及化学特性等进行的测定数据。

1. 分析数据标志

地质记录表格中可按一列为一栏，登记多种分析元素数据，第一列的信息键都用"1"，对于标题、注释和数据的代码则分别用"3"、"4"和"2"来表示。在用"2"登记数据时若用《地质勘探系统软件》的编录格式，在表格的"1"列～"2"列中的双字符代码，必须是整数数字"01"～"99"；若用用户确定的记录格式"1"列～"2"列中的双字符代码可以是任意的。

在记录分析数据时使用的三种代码，它们是：

①分析标题的标志，它以"3"开头，存入"1"列中，随后是整数数字"01"～"99"存入"1"列～"2"列中；

②分析注释（评注）的标志，它以"4"开头，存入"1"列中，随后是整数数字"01"～"99"存入"1"列和"2"列中；

③分析数据的标志，它以"2"开头，存入"1"列中，随后是整数数字"01"～"99"存入"1"列和"2"列中。

以上三种标志，按用户需要灵活使用。

分析数据信息标志示例

用于标准的《地质勘探系统软件》编录格式的分析数据信息标志

3　　分析标志"1"列的标题

4　　分析标志"1"列的评注（注释）

2　　分析标志"1"列的数据

用于用户确定的编录格式的分析数据信息标志

3　　分析标志"1"列的标题

4　　分析标志"1"列的评注

2　　分析标志"1"列的数据

3　　分析标志"2"列的标题

4　　分析标志"2"列的评注

2　　分析标志"2"列的数据

2. 实验室代码

将不同实验室所作的原始分析数据记录在不同的分析区段，就是让人们能对来自不同实验室的分析数据进行统计比较。实验室代码可用其名称的每个中文拼音的第一个字母（见表"原始数据录入"）。下面给出了分析实验室、样品类型及分析方法的代码表，这些代码均装入各自分析区段的"1"～"2"列中。

表 [illegible]

实验室名称	标题代码
武警黄金指挥部中心实验室	[illegible]
冶金部化验中心	[illegible]
核工业部三院分析中心	[illegible]

第三节　地质数据库子系统

地质数据库子系统 [illegible] 是中文地质勘探系统软件的基础组成部分，它主要完成地勘原始数据编录、建库、修改、查询、统计报表输出等功能，是地质图形子系统和储量计算子系统的前期数据准备。其主要内容包括：地质记录表格、[illegible]模块、[illegible]控制环境、[illegible]数据应用程序 [illegible]等四部分。其中地质记录表格可填写所有的地质现象、工程分布、样品化验等内容，保证了大范围内编录数据的统一性和连续性。[illegible]主要完成各种地质勘探数据的输入、编辑、查询等功能，并可进入 [illegible]控制环境，通过控制环境能够很方便地对数据库进行修改、分析，并作出报告。数据库应用程序主要用于建立图形符号，生成图形图例，计算工程或测线轨迹线坐标，并提供数据库内部图形文件与 [illegible]的 [illegible]文件转换接口。

一、地质记录表格

地质记录表格是一个高压缩、高容量、数据定位的标准化表格，具体内容见表 [illegible] 所谓高压缩是指把几个表压缩在一个表上；所谓高容量是指一张表上可填写所有的地质观察内容。它能充分地反映出地质工作者对客观地质现象的观察、描述。保证了在大范围内编录数据的统一性和连续性，是地质数据采集的主要工具和 《地质勘探系统软件》运行的基础。表格具有下列优点：

①能记录多种形式的地质编录数据；

②能克服在大量的地质观察和解释中的主观、孤立和片面的认识；

③使定量数据不被掩盖，并能得以充分利用；

④易被阅读；

⑤便于向计算机输入，形成文件；

⑥适应 《地质勘探系统软件》的数据库结构，方便计算机处理；

⑦不会因为缺失某项内容和描述不统一，失去地质统计分析价值，可以避免再编录；

⑧便于图解和图形显示。

表 7-3-11　地质勘探系统原始地质资料记录表格

工程数据	信息标志	表格版本	矿区名称	工程编号	记录类别 DH/TR	岩心直径（孔径）	施工日期（年、月、日）	编录者	竣工日期（年、月、日）	检查者	坐标网方位（正北为零）	单位（m/f）	页号
	I D E N H J 1 1												第 页

测量数据	S	起点	自…米	至…米	前视点编号	O/P	起始点方位	倾角（上正下负）	基准点	分支点	横向坐标（X）	纵向坐标（Y）	高程（Z）

上排地质数据	P、E、N、D、K、R	自…米	至…米	岩、矿石名称	走向	倾角或中轴夹角	颜色	造岩矿物	矿石矿物/%	时代或成矿环境	接触关系	产状	换层位置 记录	换层位置 校正	采取率 %

下排地质数据	L		自…米	至…米	岩、矿石结构构造	粒度	断裂构造及产状（度） 名称	厚度	产状	破碎类型及程序 裂隙名称	裂隙数	矿化、蚀变特征及含量 主要矿物	蚀变种类	含量/%	矿化模型

图示	A	D			自…米	至…米	采取率 %	样品编号	样品分析结果 Au	Ag				样品规格	标本号	简易水文观测

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80

单位：_____　　武警黄金指挥部制

员圆圆表格结构

地质记录表格，从整体上看被划分为上下两部分。上部　员~愿行）为表头区，用于登记被编录工程项目的内容，下部　愿行以后）为编录的数据区，每三行作为一个行带，由黄、绿、白三个不同颜色的行组成，所有的行都自左至右划分为 愿园个列。各行带的黄色行，通常都留作记录与表头中的上排栏目内容要求相对应的地质数据，绿色行留作与表头中下排栏目相应的地质数据，而白色行则可用于记录注释或分析数据。这种上下两排的地质数据记录空间给编录人员提供了记录一系列广泛特征与属性的能力，故此可以描述和定量化任何一个特定的岩性段。在表格的左边缘有一个柱状图示编录栏目，地质人员可利用这个编录柱，以适当的符号和在 愿园列中所包含的某些地质内容，直接手绘编录，这时数据区中的编录内容应按规则的等间隔行格式记录。表格的背后是厘米方格纸，可用作绘制各类地质素描图。

该表的上部　员~愿行）表头区，又分为三个层次，员~圆行是识别工程类型的有关登记项目，猿~源行是编录工程测量数据的有关登记项目，数据可按登记项说明，记录在第 源行上和 愿行以后的连续行中；缘~远行是记录地质现象描述数据的有关各登记项目，第 缘行为上排登记项，第 远行为下排地质数据登记项；第 苑行为记录分析数据的有关登记项目。

圆圆表格中使用的识别键字

为了指示和标定每一行记录和输入数据的类型，使你和你的同事们，以及计算机都明白记录和输入的一行行数据都是什么类型，在地质表格中使用一种单字符的索引键码，该键码被规定填写于每一个数据记录行的第一列中。这样，每一行第一列中填写的识别键字将指明该行属于何种类型的表格记录。本表格中引用了 员园个大写英文字母，作为区别地质数据类型的，即：陨 杂 孕 耘 阅 晕 运 蕴 粤和 砸

陨——识别键字。它用于区别地质表格的最上边表头行。用于登记矿区名称、勘查工程代码、编录者、编录日期以及施工日期等。

杂——测量键字。它用于表示和激活测量数据记录行。

孕——主地质分段键字。它用于记录搜集地质数据时主地质分段情况，在这个主地质分段中，允许下列几种键字进一步细分定义记录行。

蕴——下排地质数据记录行键字。它是 孕键字地质记录项目的直接延续行，在地质表格上，对于 孕键字而言，蕴属于下排记录行。

耘——扩展主地质分段记录行键字。使用扩展记录行键字，可以从最近的主地质分段记录行摘取信息到一个新的分段记录行，从而无需在这一新的行里重新填写所有的重复内容。即除了与前不同的栏目内容要照样填写外，其他的栏目均填写重复号　(”用单双引号表示)，需注意的是在使用扩展记录　耘　行中，任何一个数值性的栏目　如方位、倾角等）都必须如实记录。

晕——嵌套地质分段记录行键字。嵌套记录用于进一步细分和详述主地质分段 孕陨陨 中的一些情况。与 孕 耘间隔内的地质现象是完全不同的，嵌套记录行中的起止区间必须包含于先前的主地质分段之中。

阅——重复同上嵌套地质分段记录键字。使用同上记录行，可由最近的一个主地质分段携带信息到一个嵌套分段，而无需重复记录所有的信息。除与前不同的信息内容需记录外，阅行中和任何其他栏目均填写重复号（"）。

运——标志层（标准层）记录行键字。运行用于设定一个标志面（层），这种面要能在三个或三个以上的工程中被清楚地见到。如：接触面、断层、不整合面或者一个岩墙、岩床或岩脉的顶面。对于 运记录行来讲，其起止距离在剖面上只是以一个点表示。运行的标记栏不能空着不写，该栏必须填写一个由三个字符组成的具有唯一性的标记或标号。在一个特定的工程项目中，不能有相同的标志层标号。

砸——注释行键字。它用于表示和激活所有记录行的补充说明和解释，包括标题和汇总性的注释。

粤——化验分析数据行键字。它表示记录所有的化验分析数据。与 粤键字相连的下属子键字，说明记录行的类型，如数据用（阅）、注释用（砸）和表示标题表头的用（台）。其后面的二字符标志码用于确定该行记录所属的化验分析数据组，同时也用于标明该行的数据格式。以数字开头的二字符标志码指示该行为一标准化的化验分析数据行。以字母开头的二字标志码为一惯例性的化验记录行。

猿、表格的填写与解释

（员）粤圆原识别键各类项目的填写表格第二行填写

第（员）列　信息类型识别，填写字母。

第（圆）列　标志符，填写 阅砸运。

第（猿）列　表格版本，填写 与原。

第（怨）列　矿区名称（需要建立最多 远个字符的代码）。

第（员园）列　工程编号。

第（员员）列　记录类型，填写 阅台或 耘西（阅台表示钻孔数据类，绘制曲线；耘西表示探槽或测线数据类，绘制直线型图。

第（员圆）列　孔径大小，登记孔径变化情况，用二字符或四字符代码表示。由大到小可用 与西、晕西、月西或更小的 郧。

第（员猿）列　施工日期、编录者、竣工日期、检查者，按顺序填写。日期填写年、月、日，如：员怨怨缘年 苑月 员愿日也可写成 怨缘苑员愿。编录者和检查者都可填写二位人名，但建立代码时编录者和检查者，每处只许建立一个三字符的代码。

第（员源）列　坐标网方位，登记局部坐标系统的坐标网方位，若使用直角坐标北与真北一致，则填 园。

第（员苑）列　单位，登记 酝（米制）或 云（英制）。

第（员愿）列　第（员）页，填写每一单工程记录表的页号。

（圆）杂识别键各类记录项的填写

杂识别键是记录测量数据的，在测量数据行中，主要记录钻孔或测线的起点、终点、前视点、方位角、倾角及坐标数据等。

表格的第四行填写：

第　员 列　信息类型识别，填写 杂

第 圆 源列　标志符，填三位整数，起点一般填写 圆圆圆 以后的测点或转折点，可在第 愿行后的第 圆 源列填写。测量数据可连续填写在第 怨行、第 员园行……行中。

第 缘 员列　测量起始点　从……），可有 远位数，右对齐，含两位小数。

第 员 员列　观测终止点　到……），可有 远位数，右对齐，含两位小数。

第 员园 员园列　前视点的编号。如 园 缘圆号，园号处点的编号为 员 缘圆号处点的编号为 圆 圆为 员的前视点。

第 圆圆 圆圆列　观测点位置表示类型，如果观测点的位置是以基线观测点和辅助线点来控制，填入 韵; 如果观测点的位置是以纵向和横向坐标来控制，则填入 孕

第 圆员 圆园列　起点方位，登记钻孔或其他工程连测分段起点处的切线的方向角　即与正北之夹角），取两位小数。

第 圆园 猿员列　倾角，向上为正，向下为负，测线在连测分段起点处切线的垂向角　即与水平之夹角），取两位小数。

第 猿缘 源员列　基准点。用于确定基线观测的观测点，隐含 员位正号。

第 源缘 缘员列　分支点。离观测基线的偏离值，右侧为正，左侧为负。

第 缘员 远员列　纵向坐标，用 再表示，指向北，若向南冠以负号。

第 远员 苑员列　横向坐标，用 载表示，指向东，若向西前冠以负号。

第 苑员 愿员列　高程，用 在表示。

怀圆孕 蕴 耘 阅 晕 运 砸和 粤识别键各类记录项的填写

孕 蕴 耘 阅 晕 运 砸和 粤都属地质方面数据，在地质数据记录中共有这八个信息类型识别键，现将各类登记项内容分述如下：

①孕识别键

每填一个 孕识别键就是观察该地质剖面或钻孔的一个主地质间隔分段，孕登记项必须是连续的，不允许有间断或重叠部分，按第 缘行　（上排地质数据）中的各栏标题要求，将数据登记在第 愿行以后，每个行带的第一行中　即黄色行带中），若黄色行登记不下可折回登记在绿色行中，但起始行必须由黄色行开始。

第　员 列　信息类型，填写 孕 表示主要地质观察段之数据。

第 圆 源列　标志符，填写三字符代码　（一般可不填写）。

第 缘 员列　起始点　从……），最多填 源位整数，圆位小数位，右对齐。

第 员 员列　终止点　到……）。

第 员园 圆员列　填写岩、矿石名称　建立四字符代码），若 员园 圆员列写不下，可折回写在下一行。

第 圆愿 猿源列　填写岩层走向，按右手边为倾向时的面视方向测定。

第 猿圆 猿源列　填写岩层倾角　或在钻探时的中轴夹角）。

第 猿缘 源员列　填写岩石颜色，只写一种主要颜色　建立二字符代码）。

第 源员 源园列　填写造岩矿物名称，有多种矿物时，一行写不下，可写多行　建立

二字符代码）百分含量一般可不写。

第 源施 缘圆列　填写矿石矿物加百分含量，一行写一种，多种矿物可写多行　矿物建立二字符代码，百分含量建一字符代码）。

第 缘装 缘愿列　填岩层时代　建立三字符代码）与成矿环境　建立二字符代码）。

第 缘愿 远源列　填接触关系　不建立代码）。

第 远缘 苑园列　填写产状　走向加倾角）。

第 苑员 苑苑列　记录钻孔换层深度与校对深度情况。

第 苑苑 愿园列　记录岩芯采取率　一般为三位数含一位小数）。

②蕴识别键

蕴识别键是上排孕耘阅晕运各识别键地质描述项目的继续，按第 远行中各栏标题要求，将数据登记在第 愿行以后，每个行带中的第 圆行中　即表格的绿色行）。

第　员列　信息类型，填写字母蕴表明是按第 远行中各栏标题要求，填写地质数据。

第 圆 源列　空白。

第 缘 员列　空白或与上排间隔相同。

第 员施 圆愿列　填岩、矿石结构、构造　建立二字符代码），一行写不下可折回写第二行、第三行……。

第 圆愿 猿愿列　填岩石粒度，可写细、中、粗三种，加粗粒百分含量，此栏目内还填写粒级　颗粒的分选与分级）、圆度、形状和砾石的胶结方式，这其中的每一项都需要建立一字符的代码，而胶结方式的代码规定为韵或 悦　悦表示胶结紧密，韵表示开放式的胶结。

第 猿愿 源源列　断裂构造描述栏，填写断裂构造名称和厚度，在 猿施 源源列中填写一行，可填写多种构造　构造为二字符代码，厚度为一字符代码）。

第 源缘 缘愿列　断裂构造描述栏，填写断裂构造产状　走向和倾角），规定构造的走向为观察者右手边为倾向时的面视方向。

第 缘员 缘苑列　构造破碎描述栏，填写裂隙名称和裂隙强度，主要是两种裂隙，一种是干裂型，一种是充填型，对于裂隙可细分为陡角裂隙数　跃远愿级、中等角裂隙数　猿愿级 远愿级、低角裂隙数　约猿愿级 和裂隙总数量，裂隙名称不需要建立代码，规定干裂隙代码为 员 充填裂隙代码为 圆 裂隙强度都需要建立一字符代码。

第 缘施 远愿列　反映破碎程度，填写单位米中的裂隙数　二位整数），是各种角度的裂隙强度的综合描述，不需建立代码。

第 远员 远源列　此间隔登记蚀变矿物名称，有多少种蚀变矿物可填多少行。

第 远缘 苑圆列　蚀变矿物特征描述栏，主要说明蚀变矿物的赋存状态，需要建立一字符的代码；

第 苑愿 苑苑列　填写蚀变矿物的百分含量　建立一字符代码）；

第 苑施 愿园列　填写矿化模型和强度，对于每一观察段来说就是主要矿化类型　类型和强度都要建立一字符代码）。

③耘 阅 暴 运和 砸识别键

耘 阅 暴 运和 砸识别键，其意义和使用方法在前面已有明确叙述，这里不再重复。这几个识别键填写的位置与主地质间隔 孕填写的位置相同，起始数据都填写在 愿行以后的黄色行中。

④粤识别键

该识别键是用来记录全部样品化验数据的，按表格中第七行中的各栏目标题要求，登记在第八行以后的每个行带中的第 猿行中　白色行)。

第　员 列　信息类型填入 粤

第 圆 源列　标识符，在第 圆列填写 阅　表示样品)，匀　表示标题)，砸　表示注释)，在第 猿列和第 源列填写 员个二字符的文件号，文件号取值在 团～愁之间。

第 缘 员列　采样起始米距　从……)。

第 员员～员圆列　采样终点米距　到……)。

第 员猿～员源列　采取率，三位数含一位小数。

第 圆员～圆缘列　样品编号，只能是 远位。

第 圆远～远员列　填写各元素分析值，每种元素可写 愿位数，含小数 圆位。

第 远猿～苑圆列　样品规格。

第 苑猿～苑缘列　登记标本号。

第 苑远～愿员列　简易水文观测。

二、赃藏载阅数据输入编辑

赃藏载阅模块的特点之一就是在做数据输入的同时，可对数据进行表格式校验。利用该系统建立数据库可以节省大量的时间。此外，赃藏载阅可以随时向 赃藏载郧数据库增补地质表格数据，并以动态的方式可以随时查看、转换、删除和补充数据，它是用户了解数据库中地质、地质工程以及化验分析数据的窗口。用此模块建立的地质数据库及其中间辅助性数据具有极简练的结构。

员.钻孔表

阅砸藏载阅行的所有数据都被输入到一个名为 阅砸藏载阅的表中，它是一个简单的工作主表，且有若干个列，每一列对应于 阅砸藏载阅记录行的一个栏目，其每一行对应于地质表格中一个钻孔或测线剖面记录行。当存取一个与钻孔有关的信息时，程序即查阅 阅砸藏载阅表，寻找与 阅砸藏载行的初始记录相一致的钻孔或剖面名。

与 阅砸藏载阅表的每一行相联系的是一个键字存取表　还有一粤类记录。该表是正在查阅的那个钻孔的地质表格记录行键字列表　某些钻孔并不全用所有类型的记录行)。与该键字列表中的每一个键字都又有一个与其相联系的包含有具体地质表格记录行的表。这样，对每一种类型的记录行，都又有了一个分离的表。

对于地质表格的化验数据、粤记录和 云记录行，还有更细的划分。由于对每一类 粤记录、云记录依据其三字符标志值的不同，可又区分为不同的格式。因此，在

存取一个具体的地质表格记录行时，还需要查阅标志存取表 [illegible]。也就是说，对于每一个钻孔的键字存取表 [illegible] 中的每一个 [illegible] 键字记录，都对应有一个标志存取表。而对于标志存取表中的每一个标志记录，则都联系有一个具体的地质表格记录表。

[illegible] 功能

进入 [illegible] 模块之后，屏幕将显示一个功能选择菜单（如下图所示），通过不同的选项，可实现相应的功能。

[illegible] ——允许用户指定一个新的或已存在的测线剖面输入与其有关的地质表格数据。

[illegible] ——允许用户对给定的测线剖面、钻孔或数据集的地质表格数据作修改或删除。

[illegible] ——为一小型的报告编写列印程序，允许用户对一个给定测线剖面的特定记录行类型作选择列印。

[illegible] ——该功能选择、允许用户删除一个完整的数据集、测线剖面、钻孔记录或删除与一个工程项目有关的所有数据集。

[illegible]: 功能选择

[illegible]-输入新的数据到 [illegible] 数据库
[illegible]——修改现存数据
[illegible]——列出 [illegible] 中的数据
[illegible]——删除工程或数据设置
[illegible]——列表或修改数据
[illegible]——[illegible] 命令环境——执行宏指令
[illegible]——复制 [illegible] 数据——装入或卸出
[illegible] [illegible]——结束 [illegible]　　键入选择： [illegible]

[illegible] ——用于维护数据校验表。这些表被用于 [illegible] 输入数据时检验数据的正确性，它们也可以被用于报告编印和 [illegible] 的图形处理过程。

[illegible] ——[illegible] 的控制环境允许用户用全屏幕编辑器对数据和宏执行文件进行编辑和维护，并可对数据进行计算和汇总。

[illegible] ——允许用户把数据顺序文件装入数据库，或者把数据库中的数据卸出到顺序文件中。

[illegible] 数据输入的准备

一旦熟悉了 [illegible] 的基本情况，即可着手数据输入的准备。在形成 [illegible] 数据的过程中 [illegible] 将数据输入与数据校验联系在一起。该数据校验保证了所有通过 [illegible] 输入的数据的有效性，数据校验是通过比较每一栏目输入值与其对应的表格值而实现

的。如果输入记录与词表（[illegible]）中那些列的值相匹配，则该数据被接受，而如果不匹配，则该输入数据将被拒绝接受，同时在屏幕上显示一个出错提示。

该词表的内容反映了一个给定工程项目的要求条件与特征。例如，在全部[illegible]个岩石代码中，对一个特定的项目一般使用的岩石代码将少于[illegible]个。那么在用户项目的岩石代码表中将仅含有这些可供使用的岩石代码。

当任一项目具有独自的特征时，[illegible]就通过允许用户构造项目的特定代码与标度，这种独自定义表集便构成了[illegible]那用户自己项目的基础。因此，在一个新的项目能够开始输入数据以前，这个表必须进行初始化。详细见地质数据库实用程序。

[illegible]输入地质表格数据

在完成校验表的维护以后，用户即可开始装入地质表格数据。通过在屏幕菜单上键入[illegible]，用户即可进入数据输入模式。[illegible]将进一步显示如下的菜单：

日期：[illegible]　　[illegible]：记录类型选择

标准的[illegible]记录

[illegible]——测量
[illegible]——评注
[illegible]——标志层
[illegible]——分析数据处理

自定的[illegible]记录

[illegible]——自由参数
[illegible]——规化设计数据
[illegible]——网格样品数据

上排地质数据：

[illegible]——[illegible]
[illegible]——扩充的
[illegible]——嵌套的
[illegible]——相同

地质专用的：

[illegible]——键入顶扳地质数据
[illegible]——键入底扳地质数据
[illegible]——支巷的数据

控制键：[illegible]——退出
[illegible]——退出输入屏幕

功能键：[illegible]——进入表格
[illegible]——列印地质数据
[illegible]——编辑地质数据

如果你输入的是一个新钻孔的数据，将有如下的屏幕显示提示你设定工程项目。

[illegible]工程项目识别记录为地质表格表头的最上部两行：第一行称为[illegible]或[illegible]用于记录钻孔[illegible]面名称编号，由谁编录和由谁作数据输入，以及施工日期等。第二行称为[illegible]用于记录施工的公司和工程项目名称。

当识别数据被输入之后，下一个要输入的记录类型选择即可在屏幕底部键入。

[illegible]：数据设置—确定鉴别标志。

记录选择：在钻孔[illegible]面的识别记录的输入完成之后，通过屏幕底部的类型选择项键入数据类型选择键字，即可进入数据输入屏幕。如果在该处键入一个空格字符，则显示记录类型选择菜单。该菜单用于选择你希望键入的记录类型。列在菜单中的各记录类型，与你在地质表格中遇到的记录类型一一对应。当你键入与屏幕所列[illegible]个记录类型

选择中的任一个类型字母后，你便进入该类型记录的输入屏幕。下面即为输入类型选择屏幕：

日期：韵涛晨园　　赋群科技: 记录类型选择

标准的 赋[illegible]记录　　自定的 赋[illegible]记录

杂——测量　　云——自由参数

砸——评注　　悦——规化设计数据

运——标志层　　郧——网格样品数据

粤——分析数据处理

上排地质数据：　　地质专用的：

孕——孕[illegible]　　栽—键入顶扳地质数据

耘——扩充的　　月—键入底扳地质数据

晕——嵌套的　　韵——支巷的数据

阅——相同

控制键：载——退出　　功能键：云远——进入表格

匝——退出输入屏幕　　云花——列印地质数据

云愿—编辑地质数据

工程：龙[illegible]运	云远——表格修正	云员—帮助信息	下个
数据设置：粤[illegible]蕴	云花——数据列印	云缘—快速退出	选择：载

①数据输入屏幕

数据输入是在预先选定的输入屏幕上进行，该屏幕的栏目设置与地质表格的栏目完全一致。用户只要选择地质表格的记录类型和 赋[illegible]的显示屏幕，便可以开始该类数据的输入。在大多数输入屏幕的各记录栏目下面，都可以看到列号标记。该列标记是以员云为间隔的　即 员越云园　圆越猿园　等等），而忆悄号用于表示两个数字列号间的第五列的位置　如列标号 员后面的忆悄号，表示第 员缘列）。

在一个特定屏幕的数据输入完成之后，这些数据将被检查，而后被写入磁盘中的相应的地质表格中。如果一个输入的数据有错，那么这个数据将被显示于屏幕上，同时显示对该错误的说明信息。只有在改正了这个数据后，它才被允许写入表格。

在一个数据记录行的输入完成之后，通过在屏幕底部最末栏目键入下一个记录类型键字，可选择一个相同的或新的记录类型数据输入屏幕。

②测量数据输入

测量数据入口提供两个功能。其一为测量数据的设定，这些数据用于指定钻孔或测线中的 云[illegible]耘—耕的间隔。通过在测量记录行填写数字标志选择这个标准功能。其二为一种用于建立现行测线起点绝对位置。这种记录的输入功能是您借助在测量记录行标志栏目键入 月[illegible]　月[illegible]标志而实现的。

阅[illegible]耘: 韵涛晨园　　赋群科技: 杂[illegible]再　　数据键入屏幕

键　标志　从　　到　　前视点　　类　型　　方　位　　倾角

杂 团圈〔　　园圈圈〔　　园圈圈

员苑－圈圈　　圆　　圈圈圈圈　　圈圈圈

初始点　　分支点　　北距　　东距　　标高

圈圈　圈圈圈圈圈　圈圈　圈圈缘　圈圈　圈圈圈圈　圈圈　圈圈苑　圈圈　圈圈圆

③孕员员－主地质分段

孕员员数据输入屏幕实际上是一种复合数据输入屏幕。对于这个输入屏幕，你可以输入一个记录或两个记录。其第一个记录称为上排记录或称为主地质记录。上排记录可以跟随一个下排记录。

上排记录的输入类型的选择，取决于在地质表格的第一列和第 源6列填写什么样的键字。以下各记录类型即依相应键入 ‘孕’，‘耘’，‘晕’ 或 ‘阅’ 而分别论述。

葬圈员员型记录——第一列填 ‘孕’。该类记录以填写键字 ‘孕’ 为标志，用于主地质分段 孕员员 记录。主地质分段描述沿钻孔或测线的连线地质现象，主地质分段决不能相互重叠。

遭延续上排记录行类型——第一列填写 ‘耘’。在第一列填写 ‘耘’ 即可选择延续记录类型。延续记录行由最近主分段记录行 孕员员 复制数据，同时也可作任意的修改。修改已存在的数据可采用如下两种方法：

Ⅰ圈填写延续记录各栏目以取代原记录中有记录的或空着的栏目。

Ⅱ圈填 “　双引号）使原记录行中的非空白栏目空出。

糟嵌入或重复记录类型——在第一列填写 ‘晕’。以在第一列填写 ‘晕’，来选择嵌入分段记录。嵌入分段必须位于一个主地质分段 孕员员 内。它被用于更详细地描述已存在的主地质分段。

凿同前记录行类型——在第一列填写 ‘阅’。同前 阅圈缘 分段记录在第一列填入 ‘阅’。该分段记录由最近的一个主地质分段记录 孕员员 复制内容。并可以作任意的修改。修改已存在数据的方法有如下两种：

Ⅰ圈在该记录行逐栏目地填写，以取代前面记录行有记录的栏目或空着的栏目。

Ⅱ圈在该记录行以 “　双引号）取代原记录中的非空白栏目使该栏空出。

日期：韵渊藻圆圆藻圆　　员蚤韵蚤渊阿：员蚤韵蚤渊阿－地质间隔－键入数据　　藻灶

键　标志　从　　到　　砸噪　栽凿　酝噪　砸糟操　栽造　栽圆　韵皂造　栽员　栽圆　云枣　糟枣　悦　酝责

孕　[　园圈圈[　园圈圈

员苑－圈圈圆圈圈　圈　圈　圈　圈　圈　猿圈　圈圈　：圈　圈圈　圈　源　圈　圈

云蚤糟　员　圆　员贼　栽员　藻凿　粤皂　栽　阅责　回在　月员　悦再　悦用　酝郧　载栽　孕再　悦孕　员蕴　再再　云员员　云圆圆

孕

圈圈：　圈　圈　圈　：缘　圈圈圈　圈　圈　圈　圈匝　圈　圈圈：　圈　圈　圈苑　圈　圈圈　圈　圈

键入下一排记录　再再藻：　晕

键　砸韵阅　从　栽增　砸择　缘说　栽凿猿　韵贼圆　栽糟责　栽糟源　杂则　砸灶　杂噪　韵糟

蕴

圈圈圆圈圈圈　圈　圈圈　圈　猿圈　圈圈圈　：圈　圈　圈　源　圈　圈

杂 酝　蕴　陨 栽圆杂黔粤皂 栽阅酝表运云酝戟 恍蕴耘孕与标勾粤 孕砸 酝韵 杂蕴勾粤 酝元赚酝圆源

工程：杂蕴运	云远——表格修正	云员—帮助信息	晕赚戚
数据设置：粤蕴	云苑——数据列印	云缘—快速退出	选择：　孕

④标志层　迁再手韵砸蕴韵砸

标志层屏幕上输入数据是很简单的，一个标志，一个“从……”和“到……”以及所有必要的注释。标志层可用于设定任一个可在三个或更多钻孔或剖面中被识别的层位。诸如接触面、断层、不整合面或岩墙、岩床、岩脉的顶面。对于一个标志记录，其起始米距等于终点米距，在剖面上它只是一个点位。该记录行的标志栏目不能是空白，且必须含有一个三个字母组成的，具有唯一性的标志。在一个特定的工程项目中，不能有相同标志的不同标志层。

日期：韵渊蕴圆源缘圆　　则藏韵砸: 键 勾平面数据键入

键　标志　　从　　到

运　　[　　园圆猿源　[　　园圆猿源

注　释：

⑤注释行

在注释屏幕上输入数据，极类似于标志层记录行，一个标志、一个“从……”和“到……”，以及所有你要填写的注释性内容。在同一个注释屏幕上最多可输入十个注释记录行。总结注释、标题注释、测量注释以及化验分析注释，都以相同的方式被输入。

一旦注释数据被输入以后，则蕴藏将自动地将其调整并充满每一行。

阅赚耘: 韵渊蕴圆源缘圆　　则藏韵砸: 砸韵孕砸运　数据键入屏幕

键　标　志　　从　　到

砸　　[　园圆猿源　[　园圆猿源

评论：

⑥分析数据 耘粤—数据项

用户在输入分析数据前必须先定义分析数据标志，分析数据结构与该标志相关，用户可自定义结构，根据用户需要可在分析数据记录中输入数字或非数字类数据。

则藏韵砸程序或 蕴粤阅程序在遇到数据库中未定义的标志时，将出现如下屏幕：

```
赚精确: 选择分析类型
        分析标志：闷无录
      功能：      粤
载—退出，悦—复制，粤—相加
档当前标志：
为了更多的信息，按 约与标题相关键。
```

如果标志不存在，用户必须作如下三种操作之一：

蕉键按 载退出该屏

遭键按 悦拷贝一个已经存在的标志

糟键按 粤增加一新标志。

当光标在分析标志栏时，按 约云冠关键可观察当前数据库中已存在的分析标志。

Ⅰ圆定义分析数据记录。如果选择了 粤，则出现如下屏幕：

标题栏用于说明该记录结构，在按 约云冠关键显示数据库中已存在的分析数据时，该栏与标志同时显示。

项目栏用于输入屏上对该栏数据的描述，也将作为标题出现在报告中。

名称栏是栏目名称

长度栏指定分析项输入栏的长度，最多 缘个字符类型栏指定输入数据的类型，类型如下：

整数：整数，不能有小数点；

实数：实数，必须带小数；

数字：数字，可以是整数或实数；

字符：任何字符。

小数位置栏指定在实数数据时的小数点位置。

索引栏指定该栏是否要索引，如果选择了索引，则数据将被排序，用 云冠或 缘指定升序或降序。

Ⅱ圆分析数据输入屏。一旦记录结构定义完了，将出现如下类似屏幕：

```
阅录标志: 剖析数据记录        赚精确: 分析数据记录—标识 闷无录
键   标志   从        到        采取率        样品号
粤   闷无录      [ 闷无录 ]  [ 闷无录 ]  [    ]        [      ]
        分析元素      ——数据场段——
                  粤载
```

评注

这便是用户定义的屏幕，用于输入该类数据，标准栏 “键”，“标志”，“自……”，“至……”，“采取率”和 “样品号”位于屏幕上部，用户定义的栏目位于屏幕中部，底

部是评述栏，允许用户对该样品进行评述。

退出分析数据输入屏。

有 远种退出该屏的方法，分述如下：

退出并保存数据

载——在 “下一个选择 ” 栏键入 载 这将保存数据并退到 ‘记录类型选择菜单 ”。

粤——在 “下一个选择 ” 栏键入 粤将保存数据并退到 ‘分析数据类型选择 ” 栏，用户可选择新的分析标志。

在 “下一个选择 ” 栏按空格键将继续输入数据并将 ‘自…… ” 和 ‘至…… ” 栏数据用上一个间隔更新。

垣——在 “下一个选择 ” 栏按 “十 ” 号将保存数据，与按空格键功能类似，但上一次输入的数据仍保存在屏幕上，用户可对其进行修改。

退出不保存数据

匝——在 “下一个选择 ” 栏将不保存数据并退到 ‘记录类型选择菜单 ”

云缘——按 约云缘 键快速退出该屏，可在任意位置上按此键退到 ‘记录类型选择菜单 ”

⑦地质技术数据的输入

地质技术数据行的第一列填写 ‘栽’ 或 ‘月’。无论顶 [illegible] 和底 [illegible] 记录行都是一样的。底或 ‘月’ 记录行是以 ‘栽’ 指定的地质技术分段的扩展延续。

无论垂直的、水平或倾斜的栏目都是隐含小数位的栏目。数据可以按已给定的形式输入，或者也可以按带小数点的形式输入，在后一情况该数字将被调整到与隐含小数位一致的位置。

日期：韵 [illegible] 则 [illegible] 地质专用的顶和底

键　标志　　从　　到　　垂直　　水平　　倾斜　　[illegible]

栽　　[　　[　　

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

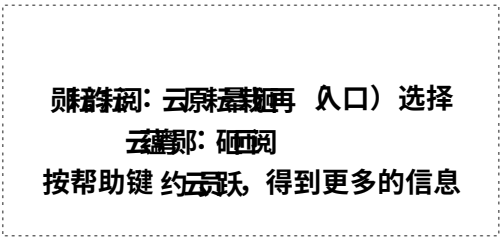
⑧偏差　韵云 栽　记录行

地质技术偏差记录行　[illegible] 的第一列填写 ‘韵’。该记录行屏幕通过在记录行类型选择屏幕上键入 ‘韵’ 而被存取。

⑨自由参数记录行

自由参数记录行输入屏幕首先通过在记录类型选择屏幕上键入 ‘云’ 而被选择，而后通过在其后的第 圆 源列键入识别标志而被设定。格式是由该识别标志确定的。一套用户定义的 云记录行格式可以被附加到你的 [illegible] 系统上，且每一个都有一个具唯一性的识别标

一旦当识别标志被选定以后，用于该特定 云的屏幕将显现，在这种情况下再输入数据就相当简单了。



下面为用于 [illegible]测量数据输入的一个“[illegible]”屏幕实例。在该屏幕上数据以与其他 [illegible]屏幕相同的方法被输入。

[illegible]

键　标志　从　到　采取率　[illegible]下 [illegible]上 [illegible]

[illegible]

估计 [illegible]　[illegible]　场地水的压力　[illegible]

[illegible]

破碎密度

当该屏幕的输入被完成以后，将有数种用于进一步处理的选择：

[illegible]键入字符‘[illegible]’将返回自由参数输入屏幕。在这个识别标志屏幕上，可键入一个新的识别标志，从而进入另一个自由参数屏幕，或者键入一个空格符[illegible]，即可退回至记录行类型选择屏幕。

[illegible]键入一个空格符，继续该屏幕。

[illegible]键入“十”号，则以刚输入的值继续这个屏幕。

[illegible]键入‘[illegible]’字符，将退回到记录行选择屏幕。

另外的一些标准的 [illegible]自由参数）输入屏幕如下：

[illegible]——数据输入屏幕。

[illegible]——数据输入屏幕。

[illegible]——数据输入屏幕。

[illegible]——数据输入屏幕。

[illegible]——数据输入屏幕。

[illegible]——数据输入屏幕。

[illegible]——数据输入屏幕。

[illegible]——数据输入屏幕。

⑩规划设计[illegible]数据输入[illegible]

[illegible]

键　标志　从　到

[illegible]

[illegible]

描绘师　描绘号 裕　制作日期

说明

[illegible]

所有规划设计或项目估价和调研评论内容被记录在第一列填写‘[illegible]’字符地质表格

中。在记录选择屏幕上键入‘悦’将导至如上的屏幕。悦——记录行的格式由其标志确定。一套惯用的 悦记录行格式或许已经被附加到你的 [illegible]系统中，其每一格式都有唯一的标志。

一旦标志选定，相对该标志的屏幕将显现，数据的输入也就很简单了。当选择的 悦屏幕数据输入被完成之后，有数种下一步处理可供选择：

[illegible]键入‘悦’将回到 悦输入屏幕。在这个返回的标志屏幕上，用户可选择新的标志，以便进入另外 悦–输入屏幕；或者可键入一个空格符，从而进一步退回到记录类型选择屏幕。

[illegible]键入空格符，继续本屏幕。

[illegible]键入“垣”，继续一个与刚输入的记录行同值屏幕。

[illegible]键入‘载’，退回到记录类型选择屏幕。

[illegible]使用 [illegible]编辑已输入的数据

编辑已输入的地质表格记录行是一个很简单的过程。在编辑功能选择菜单中，挑选‘酝’选择项，[illegible]将要求键入一个钻孔或测线的名称。如果该名称有效，则编辑类型选择菜单将出现。

选择你想要编辑的地质表格记录行类型。那么 [illegible]将提供你一个供挑选记录行类型的全屏幕编辑模式。欲了解全屏幕编辑的情况，请参考 [illegible]控制环境一章中有关编辑器功能的描述。

[illegible]地质表格数据的列印

当要列印地质表格记录行时，可在功能选择中指定‘窒’选择项，或按 [illegible]键。[illegible]会要求你提供钻孔或测线名称。如果名称有效，将显示如下的列印地质编录数据屏幕。

```
[illegible]: 工程 [illegible]数据设置选择
键入工程 [illegible]:  [illegible]                ]
键入数据设置 [illegible]:  [illegible]            ]
对于更多的信息按帮助 [illegible] 键 [illegible]按 [illegible]键
退出屏幕
```

挑选出你欲列印的地质表格记录行类型。那么 [illegible]将依选定的记录类型，直接移至 [illegible]栏目，或 [illegible]栏目，对于化验、规划设计数据记录或自由参数记录则都要求指定标志。

[illegible]–[illegible]则是数据用于确定哪些分段的数据将被列印。列印栏目名的输入将决定在你的报告中列印的地质表格列及它们的版面编排布局。在输入的列印栏目之间要以逗号分隔。

尔后，[illegible]要求你指定输出文件　设备）名，将显示如下的提示屏幕。

阅粤栽粤酝陨晕耘：列出形成表 对于报告键入文件名或空格郾 晕葬皂藻　[　　　　　　　　　　]

若给文件名，则输出到阅陨杂运文件中，若为孕砸晕则输出到打印机，若空白则输出到屏幕。

三、阅粤栽粤酝陨晕耘控制环境

阅粤栽粤酝陨晕耘控制环境可使用户充分有效地运用内部相互联系的阅粤栽粤酝陨晕耘数据库。通过这种控制环境，用户能够很容易地对数据库数据修改、分析并作出报告。用户可以将多种图表结合起来，进而编制报告、计算并将数据送回数据库中。阅粤栽粤酝陨晕耘控制环境的指令既可以一次输入一条，也可以使用全屏编辑程序将指令编入宏文件中。

下面将描述控制环境的各个组成部分和各种指令，为了有助于叙述指令的语法，采用了下述几种约定：

①大写的字符应照本输入；

②小写的字符应按语法描述按实际情况输入；

③大括号内的项目是可选的；

④逗号用来区分选择；

⑤省略号用来表示对前一成分的重复。

（一）数据文件操作

用户在阅粤栽粤酝陨晕耘控制环境内保存有“内部文件”。这些文件也就是储存在数据库中的文件。用户可以建立这些文件去存储阅粤栽粤酝陨晕耘控制环境的指令，也可以由应用程序生成像出错登记和绘图文件这样的输出文件。它具有将不同类型的文本文件分组装入目录的能力。那些用来存储指令的文件通常称之为宏文件。宏文件的特殊之点在于这些文件的内容可被输入到阅粤栽粤酝陨晕耘控制环境中。

操作文本文件的指令有：

悦阅　改变目录

酝阅　建目录

悦韵孕再　复制文本文件

阅耘蕴耘栽耘　删除文本文件

阅陨砸　列出当前目录

耘阅陨栽　编辑文本文件

蕴韵粤阅　装入外部文件

哉晕蕴韵粤阅　卸出文本文件

砸耘晕粤酝耘　重新命名文本文件

文本编辑程序将屏幕分成上下两个区，上区为文本输入区，下区为指令输入区，它们各自有一套指令。文本输入区内的指令有：

悄删键回陨	在光标处插入一空行。如果光标位于某行的起始位置，则插入行位于现行行之前。如果光标位于某行的结尾位置，则插入行位于现行行之后。如果光标位置在该行的中部，则该行被一分为二，空白行插入其间。
悄删键回运	删除当前行。删除光标所在行。被删除的行存储在缓冲器中，以便 悄删键回悦指令使用。
悄删键回悦	复制所删除的最后一行。这使得用户能在文本中移动或复制某一行。
↑	使光标上移一行。
↓	使光标下移一行。
←	使光标向左移动一字符。
→	使光标向右移动一字符。
孕翻责	将窗口上卷一页。
孕翻灶	将窗口下卷一页。
匀移至藻	移至现行页的顶部。
耗翻阅	移至指令区。
蛮择	插入 辕修改方式开关。
阅除芭	删除光标处的字符。

指令区可使用户装入各种各样的指令，这些指令控制着文件的显示与保存，并控制着编辑程序的终止。在指令区可出现下列指令：

回刮藏	终止编辑对话且不保留文本文件，并使用户返回 贼藏遭编则控制环境。如果你不想保留对文件所进行的修改的话，这便是退出该编辑程序的捷径了。
杂粤转	将该文本文件的当前内容写入数据库，但并不终止该编辑程序。
云藏转	将该文本文件的现行内容写入数据库，并且终止该编辑程序，使用户返回 贼藏遭编则控制环境。
贼藏删灶灶	利用屏幕上部的行数 “灶灶” 对文本文件的显示进行定位。这向用户提供了一种在文本文件的某一特定位置编辑的快速方法。
孕翻藏灶灶	控制页的长度。“灶灶” 数字控制着 孕翻责和 孕翻灶键字所指示的上卷或下卷的行数，默认值为 匝匝

（二）存取数据

贼藏遭编则控制环境包括一套控制数据存取的指令。分别是：

粤光藏 存取一种元素　　悄藏删除　　清除现行的程序块　　月藏置

[illegible]	定义宏、路径等	[illegible]	进行运算
[illegible]	逻辑数据分区	[illegible]	列的名称列表
[illegible]	规定选择的条件	[illegible]	进行统计
[illegible]	数据存取的路径	[illegible]	将两个表联系在一起
[illegible]	数据子集		

通过这些指令的组合，可实现存取数据的目的。

[illegible]用于激活数据存取的路径，如 [illegible]

[illegible]与其他指令组合形成宏指令块的定义，主要有：

[illegible]用于定义数据存取路径，如 [illegible]

[illegible]用于定义数据变量，如 [illegible]

[illegible]定义多个变量的联系，[illegible]

所有这些指令组合块必须由 [illegible]结束。

（二）报告书写

系统中报告书写程序使地质表格数据的报告编写十分简便，所有数据均写在分列的表格上，表格的列及它们排列顺序均由用户定义。这一程序具有一系列特点，并且使用户对报告的格式可进行全面控制，这些特点通过程序的键字以及键字组合来构成。其功能为：①具有书写各种标题的能力，使用户能编制符合自己需要的报告；②可在特定标题行的某一位置以你所规定的格式显示日期、时间和页码；③可以规定页面的长度和宽度。

有关报告的各种要求可输入到宏执行文件中，宏文件的格式几乎是自由格式。在大多数情况下指令可以任意顺序进行编辑。以下是宏文件的指令：

[illegible]

[illegible]是一种多行的指令，其后可以跟一行或多行附属控制指令。跟随 [illegible]键字之后的指令必须包括下列各项内容中的一项：

[illegible]

这是主标题，仅出现在报告的首页。该键字必须位于 [illegible]键字之后并且必须位于任何 [illegible]或 [illegible]等键字之前。

[illegible]

这是次一级标题，将出现在报告每一页的上部。该键字必须跟随任何 [illegible]键字之后并且必须位于任何 [illegible]键字之前。

[illegible]

这是一种包括表名的次一级标题。该标题将出现在报告每一页的上部。该键字必须跟随任何 [illegible]键字之后且必须位于任何 [illegible]键字之前。

[illegible]

这是一种脚注，将出现在报告每一页的底部。该键字必须跟随任何 [illegible] [illegible] [illegible]键字之后。

[illegible]

在 [illegible] 或 [illegible] 超出该控制文件一行的规格时，用本键字扩充。[illegible] 和 [illegible] 的组合行最多可达 [illegible] 行。

如果第一个引号之后有一句号，那么标题字符串以紧随该句号后的列为起点，左侧对齐。

[illegible]

日期行。

[illegible] 员将在每一页的每一行标题中写上日期。注意，如果标题 员是一主要标题，则日期就只印制在报告的首页上。

[illegible]

标题行上标注日期的位移 [illegible] 或列，[illegible] 员规定日期自第十列起标记。

[illegible]

日期类型有：

员—[illegible]　　缘—[illegible]

圆—[illegible]　　远—[illegible]

猿—[illegible]　　苑—[illegible]

源—[illegible]

[illegible]

时间标注行。

[illegible] 员将在每一页的第一行标题中写上[illegible] 注意，如果标题行 员是一主要标题，则该时间将只打印在报告的首页上。

[illegible]

标题行上标注时间的位移或列。

[illegible] 愿员规定时间自第 愿员列起标注。

[illegible]

时间类型是：员—[illegible]

[illegible]

页数标记行。

[illegible] 员将在每一页的第一行标题写上[illegible] 注意，如果标题行 员是一主要标题，那么页数就只打印在报告的首页上。

[illegible]

标题行上标注页数的位移和列。

[illegible] 员猿员规定页数自第 员猿员列起算。

[illegible]

指报告每一页的最多行数。

[illegible] 远愿规定每页的行数为 远圆 这将与长度为 员缘英寸的纸张相匹配。

[illegible]

指打印机的列数。

宰阿韩为，愿意将能编制有 愿意列的报告，这将与宽度为 愿意英寸的纸张相匹配。

蕴藏量标题杂项：量测数据

恒星云规定行数将被打印到报告的左下角。

杂项—月亮前标题：增量菜

指每页第一行标题之上所留的空白行数。

杂项—云前线延迟：增量菜

指每页脚注之上所留的空白行数。

杂项数据栏：增量菜

指每一报告中每一数据栏之间所留的空白列数目。

字阿量栈零量菜—灯笼菜

指将要打印的输出文件即报告的名称。如果将名称省略，报告则在屏幕上显示。

颜量

指示该报告按书写程序编制报告。

在 颜量键字之后不是有另一 硒云前线键字就是 云量菜键字，表示该控制文件结束。

四、韩数据库实用程序

颜前线蕴藏系统实用程序包括：将数据向数据库输入和自数据库卸出数据的程序、用于校验表格和柱状图符号的批装入功能、柱状图符号表及图例的显示程序、计算钻孔和测线的基线坐标的程序、数据库屏幕属性修改的程序。

（一）执行 颜前线蕴藏数据库应用程序

所有的 颜前线蕴藏数据库应用程序均通过 韩程序存取。在键盘上键入 韩程序，注意：为了成功地执行 韩程序，颜前线蕴藏数据库和 宾硒程序校验表必须存在）。随后，韩程序将在屏幕上显示下列应用程序以供选择，数据库的应用程序可从这里进入激活状态。

颜前线蕴藏：　　应里程序选择

颜前线蕴藏：实用选择

悦—惰前测蕴—计算钻孔 轴剖面线坐标

杂—颜硒云前标—颜硒等云蕴藏符号库的装入

宾—宾硒蕴前网—装入 轴卸出 颜前线蕴藏校验表

蕴—蕴云颜量网—形成 颜硒等云蕴藏符号图例

粤—粤韩颜硒网—修正数据库屏幕属性

阅—颜前线韩蕴网—形成 粤韩前测蕴藏韩为屏幕标 硒韩云 文件

郧—颜前线蕴藏数控制环境—用户设计的报告

载—退出应用程序的选择

键入选择： 载

汉化版权　武警黄金指挥部黄金地质研究所
电话：　传真：
日期：
版　本：
数据库：
对　外　准　可　证：
准　许　地　点：

从上面的应用程序选择屏幕可以清楚地看出，只要键入所需的选择就可以调用任何一种应用程序。如屏幕所示，有效的选择为

（二）执行

打

可对应用程序选择菜单屏幕及

数据库进行存取。一旦屏幕上出现菜单，则打

键使

程序处于执行状态。尔后，在用户计算机上将出现下面这样的窗口，以提示用户希望处理的工程名称和数据集名称。多个工程和数据集（钻孔、测线）的处理可按以下方法进行，输入多个工程或数据集的名称，或者装入键字

对所有的工程或数据集进行处理。

注意：因为并非所有的工程都含有相同名称的数据集，所以在多个工程中指定所选择的数据是不适宜的，因此，在处理数据集时建议装入键字

或者每次处理一个数据集。）在该屏幕上用户可随时打

键求援或打

键以得到

数据库中现存的工程或数据集的名称列表。在选择了工程和数据集之后，在用户计算机上将出现下面这一窗口：

```
: 工程 数据设置选择
键入工程：  [          ]
键入数据设置：  [          ]
对于更多的信息按帮助键
按 键退出屏幕
```

当用户给定工程项和数据集设置之后，屏幕将显示

控制选项，如下图，每

个字段的解释为：

字段 员: 标题

字段 圆和字段 猿: 转换——这些字段必须是整数（不出现小数点）或是空白（空白当作 园看待），规定自北向和东向上的地球原点（与[illegible]转换局部原点（[illegible]的距离。这些数值将自记录在观测记录项中的钻孔或测线的全部坐标值中扣除。在所选用的坐标系统形成较大的坐标值（大于 远位有效数字时），上面这一程序至关重要，因为较大的坐标值或许会导致 赚[illegible]系统的精确度严重降低。

[illegible] 控制 选择

表　头： 字段 员　　]
转　换：北： 字段 圆　东： 字段 猿
公用点：北： 字段 源　东： 字段 缘
旋　转： 字段 远
形成摘要？ 再[illegible]： 字段 苑

注：该转换值将不会储存在数据库中，因此，在其他程序使用 [illegible]程序计算出的迹线坐标[illegible]时，将不会使用该转换值。这样，一旦在 [illegible]程序执行时间内选择并应用了转换值，则用户必须明确，迹线坐标的进一步应用必须确保所计算的迹线的起点和（或）终点位于当前的坐标系统范围之内。所有的地图坐标将按新的坐标系统标绘，坐标的计算将不会应用该转换系统。

字段 源和字段 缘: 公用点[illegible]—这些字段必须为实数或空白（空白作为园处置），按照转换[illegible]选择的新系统，在新的系统内的坐标值。

字段 远: 旋转—该字段必须包含一实数（空白表示 园），确定自该坐标系统之起点的旋转角度。正向旋转角度规定坐标网向顺时针方向旋转，负向旋转角度规定坐标网向逆时针方向旋转。

注释：旋转角度值不存储在数据库里，因此，当其他程序使用 [illegible]程序计算得出的迹线坐标时，将不应用旋转角度值。这样，一旦在 [illegible]程序执行时间内选择并应用了旋转值，则用户必须明确，迹线坐标的进一步应用必须确保所计算的迹线的起点和（或）终点位于当前的坐标系统范围之内。所有的地图坐标将按新的坐标系统标绘，坐标的计算将不会应用该旋转系统。

字段 苑: 汇总—表示是否需要内容汇总。键入 再将能制一份包括当前所选择工程之钻孔或测线汇总数据列表的数据库表格。如装入 晕，则不会形成汇总材料。程序将向用户提示所需的输出路径（即屏幕或文件）。输出包括钻孔和测线位置的内容汇总。下面

是汇总示例，计算迹线的次数没有限制，不过，每一次重新计算均完全取代了以前的计算，并据此对所计算日期记录进行修改。

在退出 悦酝悦选择屏幕之后，便开始了对 载 再和 在坐标的计算。如果需要汇总的话，下列屏幕将提示用户有关报告的输出目标：

　　　　　　　　　跳酝悦郑：列出形成表

　　　　　对于报告键入文件名或空格

　　晕葬皂藻　[　　　　　　　　　]

　　如果该文件名字段是空白的话，该报告将出现在屏幕上，如下所示：

跳酝悦郑：列出形成表

对于报告键入文件名或空格

晕葬皂藻　[　　　　　　　　　]

如果用户给出一外部文件的名称，将编制下面这样的报告：

愿缘辕员园　　阅酝悦郑　泽怎皂皂葬则赠　责藻责燥则贼　枣燥则　枣燥则皂葬贼蚤燥灶　云粤员　员

阅藻则蚤增葬贼蚤燥灶　晕葬皂藻　阅葬贼葬　酝葬贼藻　栽燥贼葬造　晕怎皂遭藻则　栽燥贼葬造　云燥燥贼葬早藻　粤增藻则葬早藻　栽澡蚤糟噪灶藻泽泽

贼燥贼葬造　　　　　　　　　　　　　　阅葬贼葬

跳原愿员原员　　　辕缘　　缘　　缘　　源　　缘　　辕缘

跳原愿员原圆　　　辕缘　　猿　　缘　　源　　缘　　辕缘

跳原愿员原猿　　　辕缘　　远　　缘　　源　　愿　　辕缘

（三）执行 跳酝悦云

跳酝悦云应用程序可建立符号数据库。该程序将接受你的符号定义文件，并将每一特定符号的坐标对读入数据库。形成用于各图形生成程序中每一种符号的坐标库。

下面是岩石类型符号的定义文件。

＊悦燥皂皂藻灶贼

员

原愿 原愿　　源　员源　员圆远员远员圆远园远园员圆远员圆远园原员员员员圆远员圆远

员圆员源员圆员圆远员圆远员圆员远员圆园员源员圆园员

辕

＊　悦燥皂皂藻灶贼

猿

原员 原员圆员园员圆远员远员园员源员员园员圆远员圆远园员远员园员圆园员员园

＊　悦燥皂皂藻灶贼

员源员源员圆员源员圆远员圆园园员园园园园园园员园员圆园员圆

[illegible]

注意：第一列中的字符[illegible]用来表示一符号定义的结束。键字[illegible]用来表示符号定义文件的结束。第[illegible]列中的字符[illegible]用来表示一评注行，[illegible]应用程序对此行将不予理会。评注行可在符号定义文件的任何位置出现。

进入[illegible]应用程序选择菜单，则按[illegible]键使[illegible]程序处于执行状态。该程序将向你提示你的符号定义文件的名称。在符号加入数据库时，该程序将列出符号的序数。

[illegible]程序输入屏幕如下：

```
[illegible]: 文件　选择

输入符号文件名：[                    ]
```

该系统将显示所加入之符号的序数：

正在加入符号：[illegible]

（四）执行[illegible]

[illegible]程序可向数据库文件[illegible]装入和自[illegible]卸出校验表。顺序文件[illegible]校验表可以被装入[illegible]，[illegible]的内容也可以卸出到一顺序文件中。

第一步：建立你的[illegible]输入文件。

将所提供[illegible]文件复制到另一文件中去，并对该新文件进行编辑。将你所有不需要的表的项目消除，新文件将作为你的主要校验装入文件，该文件可运用到任何不同类型的工程中。

第二步：执行[illegible]

使用[illegible]程序将表的数值装入词典表中[illegible]。进入[illegible]访问应用选择屏幕并键入[illegible]选择[illegible]表示[illegible]便使[illegible]程序开始运行。并将显示下列屏幕：

```
[illegible]: 选择

[illegible]–卸出校验表
[illegible]–装入校验表
    [illegible]–结束
    键入选择：[  ]
文件名：[          ]
```

选择[illegible]是自外部文件装入。外部文件在文件名称字段内予以规定。

第三步：卸出词典表。

在使用 [illegible]程序完成你的表之后，你可以使用 [illegible]程序将其卸出到一顺序文件中。自 [illegible]选择屏幕上进行 [illegible]选择，并给出外部文件之名称，便可以将表卸出到外部文件中了。

下面给出一个 [illegible]输入文件的简单例子，其格式：

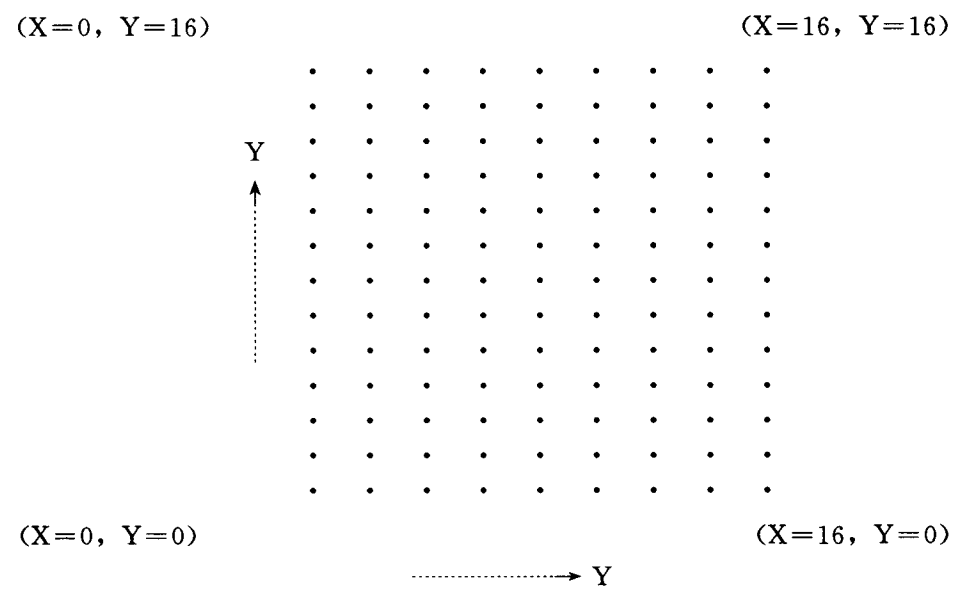
[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible] 石英脉
[illegible]	[illegible]	[illegible] 破碎带
[illegible]	[illegible]	[illegible] 破碎蚀变岩
[illegible]	[illegible]	[illegible] 绢英岩
[illegible]	[illegible]	[illegible] 角闪斜长片麻岩
[illegible]	[illegible]	[illegible] 混合岩

五）执行 [illegible]

[illegible]程序是一种绘制用户设计的图例的应用程序，这些符号用于柱状图剖面图。在执行 [illegible]程序之前要做一些符号的准备工作。其第一步是要确定在各种图内显示哪些项目以及用何种图形符号显示它们。地质表格中所有经标度或图表校验的记录均可用图形符号表示，表中各项均标有符号的序数。该序数用以确定为特定的项目选用何种符号。所有符号均在 [illegible]点阵上连接诸点形成的，其设计过程如下：

若表示粉砂岩的符号 [illegible]需用 [illegible]号笔绘制。在点阵图上用直线划出该符号，如下图所示：



确定每一笔划终点的 [illegible]再坐标，同时尽量减少绘制该符号所需的笔划数量。提笔的指令用坐标 [illegible]表示，符号绘制完毕的指令用坐标 [illegible]表示。坐标最多限定在 [illegible]个之内 [illegible]因此笔划限定在 [illegible]划)。

杂:栽的坐标如下：

员缘

原员 原员 圆 园 圆 员远 员源远 员源远 愿 员远 愿 园 员源远 员源远 员源 园 员源 员远 员源远 员源远 员园 员园 员园 员园 员源远 员源远 员园 远 员园 源 员源远 员源远 源 员园 源 员园 员源远 员园源 远 源 源 员园苑 员园苑

注意：头两个数字是负数，它们用来规定绘图时所用的笔的号码。原员表示将使用员号笔。

用户可利用 员阿在泽转程序建立符号数据库，它接受符号的定义并将每一特定的符号的坐标对读入符号数据库，这样便建立了 员藏灶泽郧系统中每种符号的坐标数据库。只有建立了符号数据库之后 藻灶藏灶阅程序才可：①检查全部或部分符号；②生成工程图例。其显示屏为：

藻灶藏灶阅: 选择

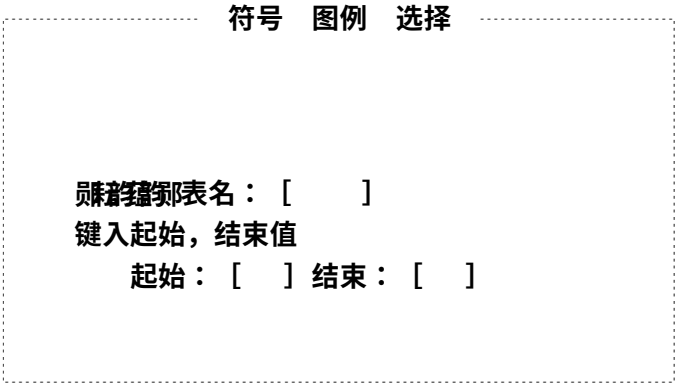
粤—员阿粤泽灶郧符号表
月—员阿粤泽灶郧符号图例
键入选择： [ ]
比例系数： [　　]
载位置： [　]
再位置： [　]

如选用 粤选择，屏幕上显示如下：

符号表选择

键入符号范围：
最小： [　]　　最大： [　]

其中符号范围系指图形符号序数的范围如选用 月选择，屏幕上显示如下：



这样即可生成图例绘图文件

（六）数据库屏幕属性修改

应用程序用来编辑数据库中存储的屏幕属性，用户可为每一个提示、输入、日期和信息栏目组，在单色屏幕上的灰级值上分配其中的一个值，或在彩色屏幕上的彩色值上分配其中的一个值。程序可在和兼容计算机上运行。

程序的运行

从工作目录中打以调用应用程序选择屏幕。再从这里选用选择以执行程序。该程序将自动在默认调用文件目录中寻找数据库文件。如果找不到文件，该程序将显示一个信息并停止寻找。在该程序找到了数据库文件之后，它将显示标有数码的灰级或彩色屏幕特征选择以及提示、输入、日期和信息这四个栏目组的位置。这时用户在屏幕上看到下列要求修改的提示：

输入栏目号，新值　（退出）

回答这种提示应该输入和两个值，是要改变的提示栏目，是要分配给这一栏目的特征值。例如，分配信息栏目为红色，或者在单色屏幕上为中灰色，那么用户就应输入　如果回答为　那么就将保留目前的特征值并将选择返回到主要的应用选择菜单。

第四节　地质图形子系统

地质图形子系统（）是中文地质勘探系统软件的一大组成部分，主要完成地质勘探图形生成、显示、编辑和输出四大功能。其主要功能模块及功能如下：

①：生成勘探工程平面图；

②：生成柱状图及相关的统计图；

③[illegible]：生成剖面图及相关的统计图；

④[illegible]：通用统计图形生成；

⑤[illegible]：绘图文件装入或卸出[illegible]数据库；

⑥[illegible]：图形显示与编辑；

⑦[illegible]：图形输出至绘图仪。

[illegible]的运行是以[illegible]地质编录子系统的运行为前提条件，[illegible]为[illegible]的运行作好了数据准备。

一、[illegible]平面图的编制

[illegible]程序编制用户所选择地段的工程平面图，并且显示数据库中所有位于选择地区内的钻孔和[illegible]或）测线的位置及其迹线。所选择地段内的任何钻孔或测线之任何部分均被绘出，并用相应的标识符对其进行解释。不同的钻孔类型可用[illegible]种符号中的一种表示，这些符号将绘制在钻孔的井口[illegible]除非用户要求这些符号绘制在钻孔迹线的终点）。用户对符号位置有完全的控制权。

定义钻孔或测线之迹线位置的坐标取自[illegible]数据库，这些迹线的坐标是运用[illegible]应用程序预先计算并储存到数据库中的。因此，在[illegible]程序绘图之前，必须先用[illegible]程序计算出坐标。

[illegible]执行[illegible]程序

在[illegible]环境和当前目录中有[illegible]数据库存在的情况下，键入[illegible]并回车，即开始执行[illegible]程序。[illegible]编录屏幕将出现在用户的终端设备上，其后是工程或数据集选择窗口，用户可从这里选择[illegible]程序所要处理的工程和数据集。[illegible]程序可处理多个工程和[illegible]或）数据集。如果处理所有的工程，则在工程字段内键入[illegible]如要处理一工程的所有数据集，则在数据集字段键入[illegible]用户也可通过键入工程和数据集的名称，以选择特定的工程和数据集进行处理[illegible]注意：当指定要处理的工程为[illegible]时，用户必须明确，并非所有的工程都包含有相同名称的数据集，故对多个工程指定数据集名称是不适宜的。因此，建议对要处理的数据集规定为[illegible]或者一次处理一个数据集）。在任何时候，用户均可在该屏幕上打[illegible]跃键求助，或者打[illegible]跃键获取现存于[illegible]数据库中的工程或数据集的列表。一旦选择了工程和数据集，在用户的屏幕上将出现下述窗口。

[illegible][illegible]控制选择屏

可在控制选择屏上选择作平面图的地区及各种程序选择项。[illegible]程序控制选择屏的字段描述如下[illegible]字段序号与下图相对应）。

[illegible]控制屏字段之描述。

字段[illegible]标题框——这些字段内的字符串将出现在标题框内，该标题框绘制在图件的右下角。这里的[illegible]个字段表示[illegible]项标题。如下所示，每一标题均与一标题位置相对应[illegible]即字段[illegible]在标题位置[illegible]上显示）。标题框将用[illegible]号笔绘制。如果所有这些字均为空白，则在图件上不绘制标题框。

字段 [illegible]：控制　选择

标题

：字段 员　　]

：字段 圆　　]

：字段 猿　　]

：字段 源　　]

：字段 缘　　]

：字段 远　　]

最小东距：字段 苑　]　　最大东距：字段 愿　　]

最小北距：字段 怨　]　　最大北距：[……　　]

单位：[　] 悦 酝 运 云　绘图机单位：[ ] 陨 悦

绘图原点　载：[　　]　再：[　　]

绘图比例　[　] 或纸长：[　] 纸宽：[　]

井下标记间隔：[　　]

是否绘图框？ 再[illegible]：[　]

图框标记增值：[　] 图框标记跳跃：[　]

是否在图框标记处绘制网格线？ 再[illegible]：[　]

是否顺时针旋转 怨园度？ 再[illegible]：[　　]

是否在孔底标记　(不是井口)？ 再[illegible]：[　　]

是否绘钻孔迹线？ 再[illegible]：[　　]

用 户 公 司 名 称		
用 户 当 前 工 程 名 标题　　员 标题　　圆 比例　　员: [illegible]		
标题 猿	标题 源	标题 缘
中国人民武装警察部队黄金指挥部		

字段 苑、愿：东距——这些字段指定平面图的最小和最大东距，以原始单位 [illegible] 表示。

字段 怨、[illegible]：北距——这两个字段如同东距的字段一样，指定平面图最大和最小的北距。

字段 员:单位——该字段规定数据输入到地质表格时所使用的长度单位。该字段长度只有一位字符，只能接受下列四种类型的长度单位；

悦—米制;　　酝—英尺;　　运—英寸;　　云—不确定

字段 员:绘图机单位——该字段规定所实际绘制的图件的基本长度单位。所允许的数值只能为 员—毫米; 悦—米制。

字段 员:东原、员:北原 绘图原点——这两字段用绘图机的长度单位（毫米或英寸）指定图件左下角的位置。

字段 员:比例 绘图比例尺——该字段用原始单位（绘图机单位　即 英寸或毫米; 英寸或毫米等）表示所需的平面图比例尺。注意：如果绘图比例尺没有指定，则下面的两个字段必须指定以便按比例在指定的图纸上绘图。

字段 员:东—员:北 图纸大小——这两个字段规定图纸的长和宽。假定图纸的长边与绘图机的 载轴平行，请参阅绘图机的操作手册以确定绘图机 载轴的方向。注意，图纸的长度单位必须要与绘图机长度单位字段中所确定的长度单位一致，即不是英寸便是厘米。图纸的宽边假定与绘图机的 再轴一致。

字段 员:距 沿孔（迹线）标记的间隔——该字段指定沿孔标记的间隔（用原始长度单位），自井口往下每一个间隔均要作一标记。

字段 员:否 是否绘制图框——如回答 再，则沿东距和北距字段指定的范围，在图件的四周绘制一图框。图框用 员号绘图笔绘制。

字段 圆:距 图框标记——该字段用原始长度单位指定沿图框绘制标记的间隔。

字段 圆:注 图框注释选择——该字段规定哪一个图框标记要给予注释（即：每二个标记或每三个标记注释）。假定图件的第一个标记位于图件的原点。

字段 圆:否 是否在图框标记处绘制网格线？——如回答 再，则在经上述图框标记间隔和图框标记选择字段指定的带有注释的图框标记处绘制垂直和水平的网格线。网格线用 圆号绘图笔绘制（如果 圆号笔没有也可用 员号笔）。

字段 圆:旋 是否顺时针旋转 怨园度？——如回答 再，则图件沿顺时针方向旋转 怨园度，其结果是在 再（北距）方向上获得了更大的绘图范围。

字段 圆:原 是否在钻孔孔底束标记？——如回答 再，则使孔口标记改在孔底绘出。

字段 圆:井 是否绘制钻孔迹线？——如回答 再，则在图上绘制钻孔的井口及其迹线。如回答 晕，则只在绘制井口。在所要标绘的内容非常多的情况下，这一选择是很有用处的。注意：假如指定了作孔底标记但没有标绘钻孔迹线，那么孔底标记也不标绘。

在该屏幕退出之后，将在屏幕上出现如下窗口：

这里的字段表示钻孔类型与绘图符号的关联关系（即：载型钻孔在其井口位置用符号 载标绘）。钻孔类型必须是 载型数据表中的两字符代码，符号序号与符号（载型数据）表中一致。如在屏幕上所示，最多允许有 员远种钻孔类型和符号对。从孔口和符号对屏幕退出之后，即开始了平面图的绘制过程。

猿　内部数据库文件

孕藻灶藻灶 可生成两个内部数据库文件：

①孕藻灶藻灶 程序生成的由绘图指令组成的绘图文件（孕藻灶藻灶.员）。该绘图文件保存在

则[illegible]数据库的 [illegible]目录中。将 [illegible]转为外部图形文件后　用 [illegible]程序），可用 [illegible]程序绘出最终图形。

②出错登记文件　[illegible]。任何错误信息以及在执行本程序过程中针对某一问题所提出的警告均写入本文件中。本出错登记文件存留在 则[illegible]数据库的 [illegible]目录中。本文件之第一部分包括与程序参数和控制选择屏上选择项有关的一般错误信息。本文件其他部分则包括具体与某一钻孔或测线有关的错误信息。

井口及符号

钻孔类型：[ ]　　符号序号：[ ]

：[ ]　　[ ]
：[ ]　　[ ]
：[ ]　　[ ]
：[ ]　　[ ]
：[ ]　　[ ]
：[ ]　　[ ]
：[ ]　　[ ]
：[ ]　　[ ]
：[ ]　　[ ]
：[ ]　　[ ]
：[ ]　　[ ]
：[ ]　　[ ]
：[ ]　　[ ]
：[ ]　　[ ]
：[ ]　　[ ]
：[ ]　　[ ]
：[ ]　　[ ]

二、则[illegible]柱状图显示

则[illegible]程序可以绘制地质数据库中所有地质或工程数据，并且可以按照用户的要求绘制详尽的地质图件，同时，还可以以图表的方式在图幅内显示地质数据，并在图件上加绘网格线。

由用户确定符号的柱状图，一次可以绘制一个条带，以显示野外收集的资料。包括：岩性、构造、蚀变、矿化或分析数据，数据库中的文字资料也很容易变成图件上的文字注释，这在沿钻孔的轨迹上标注或解释感兴趣的内容极为有用。

赑砸竺鏴邬绘制柱状图具有以下特点：

①使用一种极易操作的自由格式执行文件进行交互式输入，用户在该执行文件中可输入图件的比例尺、准备标绘的钻孔以及工程的名称等等。

②具有详细显示有关某一测线或钻孔的某一选定层位的全部输入数据的能力。这种能力是通过对用户确定的测线或钻孔的地段进行‘图形放大”而获取的。

③具有随意选择使用用各种颜色绘制直方图、点值图、柱状图及图中的文字注释等等的能力。

赑砸竺鏴邬宏执行文件

赑砸竺鏴邬程序的运行靠宏文件控制，它主要由几个键字驱动的执行块组成，每个执行块均由键字开头，它们分别是：

杂栽棳孬　砸棳蕴砸　赑嗬孪　缅栽砸嗬蕴　赑砸嗬竺鏴邬　杂栽栽栽砸原孬鏴蛛　孬栽栽栽原孬鏴蛛　匀陨杂栽嗬砸蕴以及　栽栽栽原月鏴阅沆　每个块均用键字　耘晕阅表示终止。块排列的顺序即为与其相关的图形绘制的顺序。其余的执行块在顺序上是随意的，可用它们确定所需图件的类型。

栽栽栽原月鏴阅沆——设置一个规定标题和图框的执行块。

赑嗬孪——在所绘制的条带与下一个条带之间确定一个间隙或空间。

砸棳蕴砸——绘制比例尺。

缅栽砸嗬蕴——把自数据库所选择的数据绘制成带有字母或文字数据的柱状图。

赑砸嗬竺鏴邬——绘制选自数据库有关项目资料的单一柱状图。

杂栽栽栽砸原孬鏴蛛——自数据库中选择　员种或　圆种数据绘制散点图　即不带连线的点值图)。

孬栽栽栽原孬鏴蛛——自数据库中选择　员种或　圆种数据绘制带有连线的折线图。

匀陨杂栽嗬砸蕴——自数据库中选择　员种或　圆种数据绘制直方图。

①杂栽棳孬键字块

杂栽棳孬执行块中的键字在顺序上是随意的，在多数情况下，如果将其省略便规定为默认值。本执行块中的键字用来支持　赑砸竺鏴邬运行所需的任何初始化信息，并使得　赑砸原竺鏴邬的绘图设施进入主环境　（杂栽棳孬蕴栽栽栽栽栽）。

杂栽棳孬　用来定义　杂栽棳孬执行块。

孬砸嗬栽栽栽　当前的工程名称。默认值：没有。该键字必须是在　杂栽棳孬指令之后的第一个指令。

阅砸蕴蕴匀嗬蕴耘　钻孔或测线的名称。

在键字　阅砸蕴蕴匀嗬蕴耘或　栽砸粤灾耘砸杂耘或　阅粤栽粤杂耘栽　可进行选择）之后是　愿位字符的钻孔或测线的标识，这些数据均选自数据库。如果要绘制不只一条测线或钻孔的数据，这种标识一定要是第一条测线或第一个钻孔的名称。默认值：没有。

不能没有钻孔　载测线或数据集）的名称，虽然它的顺序的执行块中并不重要，但其标识一定要在执行块予以明确。

栽陨栽蕴耘　忆标题信息忆

该键字用来规定可多达　远园位字符的工程标题。标题前后必须要用单引号括起来。

默认值：如果省略该键字，将使标题变为空白。

起始值

该键字用来规定起始点的米距值，从该数据值起的数据将自数据库中抽取出来。键字之后的数字必须是正实数。默认值：如果该键字被省略，起始值默认为 0。

终止值

该键字用来限定终点的米距值，到该数值为止的数据将自数据库中抽取出来。键字之后的数值必须是正实数。默认值：如果该键字被省略，则终点的值默认为与数据库中确定的该测线的终端值相等。

增值

该键字用来规定标尺上注记的间距。键字之后的数值必须是正实数。在均等的增值上每隔 5 个注记标以数字。在上面的例子中，如果增值为 5，那么注记的间隔就为 5 或 10。注记的数字将会在 0 处出现。默认值：如果该键字被省略，则假定为 0。

该键字用来规定测线绘制的方向，键字之后的值只能是 0 或 1。0 表示所绘制的测线方向为从右到左。1 则表示所绘制的测线方向为从左到右。默认值：如果该键字被省略，则为从左到右。

该键字用来规定相应的柱状图是否自动地按绘图纸的图幅（将在下面讨论）按比例绘制。所允许的修饰语是 true 或 false。如果为 true，则键字（将在下面讨论）如出现的 执行块里也会被忽略。如果为 false，则将使用键字 的值。默认值：如果该键字被忽略，则默认为 false。

比例尺值。

该键字用来确定图件比例尺，根据所选择的单位，不是 1 便是 2。键字后面的数值必须是正实数。默认值：如果该键字被省略，则为 0。

绘制图件的起点由绘图纸左下角的 0 值表示。默认值：如果该键字被省略，则起点为 0,0。

绘图纸长度。

该键字用来限定绘图纸的长度，键字之后的数值必须是正实数，根据所选择的单位可以是英寸或厘米。默认值：如果该键字被省略，则为 9。

起点，起点

该键字用来确定柱状图第一条的起点位置。起点是沿绘图机 轴方向钻孔或测线的起点位置，起点规定了沿绘图机 轴方向绘制的第一条柱状图左上角的起始位置，该位置应略小于图例的边框（如果规定了的话）。这可以使用户给柱状图条带定位，使得柱状图条带标记不会重叠在边框或图例上（如果有图例的话）。该键之后的数值必须是正实数，根据所选择的单位，可以是英寸或厘米。默认值：如果该键字被省略，则默认值为 0.5,0.5。

[illegible]，宽度。

该键字用来规定图件的边宽。键字之后的数值必须是正实数，根据选择的单位可以是英寸也可以是厘米。默认值：如果该键字被省略，其边宽则默认为 [illegible]

[illegible]

该键字用来指定柱状图和标记注释中所用符号大小的乘积因子，如果确定为 [illegible]的话，则将使用标准的符号规格 [illegible]英寸。键字之后必须是实数。默认值：如果该键字被省略，[illegible]的值则默认为 [illegible]

[illegible]，上部或下部

该键字用来确定柱状图的图名标记绘制在图的哪一侧。唯一有效的限定语是 [illegible]，[illegible]，不论 [illegible]或是 [illegible]修饰语都可用来指定是否将图名标记绘制在图的右侧、左侧或是两侧（在顺着看柱状图时）。或者，不论是 [illegible]或 [illegible]均可用来指定是否将标记绘制在柱状图的上部或下部（在横着看柱状图时）。注意：[illegible]。默认值：如果该键字被省略，则默认值 [illegible]或 [illegible]。

[illegible]，再次或 [illegible]

该键字用来确定是否需要图例（如果 [illegible]和 [illegible]选择有效的话）。

在柱状图的上部将绘制标准图例。如果规定为 [illegible]的话，那么除非 [illegible]键字块予以规定，否则将不会绘制图例（参见 [illegible]部分）。默认值：如果该键字被省略的话，则 [illegible]为 [illegible]，图上不绘制图例。

[illegible]

该键字用来确定所绘制的图件是否要在绘制机上旋转方向，唯一有效的限定语是 [illegible]或者 [illegible]。如果要旋转方向的话，所绘制的图件就将旋转 [illegible]。默认值：如果该键字被省略，[illegible]则为 [illegible]

[illegible]，[illegible]

该键字用来限定是用英制还是公制绘制取自数据库中的数据。唯一有效的限定语就是 [illegible]或是 [illegible]。如果选择 [illegible]，则图件的比例尺限定为米（[illegible]厘米，像纸的长度，宽度等所有的图件参数均限定为厘米。

如果选择 [illegible]，则图件的比例尺假定为 [illegible]，所有的图件参数均假定为 [illegible]。默认值：如果键字 [illegible]省略的话，[illegible]值将与数据库中确定的单位相同。

[illegible]，绘图文件名称，[illegible]数据库绘图文件标题描述[illegible]

该键字用来规定该绘图文件在数据库中的名称及标题描述。默认值：如果省略键字的话，绘图文件的名称将是 [illegible]

[illegible]该键字可用以终止 [illegible]执行块，并且绝不可以被省略。默认值：没有。

②[illegible]键字块

键字 [illegible]能让用户设计自己的图例，也就是说，可以在柱状图的任何特定部位绘制图框和标注。用户自己设计图件的最简易办法就是首先不用任何标注将全部所需的柱状图绘制出来，而后再在这些图上设计自己的图框和标注。

在 [illegible]键字块中键字 [illegible]必须确定为[illegible]，以表明标准的图例就不会被绘制

在柱状图的上部。

栽载栽原月载剖运

设置一个用于标注和图框绘制的执行块。

月载栽　载　再　曾载增　再载增　贵载让

载——图框的 曾起点　以 糟皂或 蚤表示)。

再——图框的 赠起点　以 糟皂或 蚤表示)。

载载增——图框在 曾方向上的长度　以 糟皂或 蚤表示)。

再载增——图框在 赠方向上的长度　以 糟皂或 蚤表示)。

贵载让——绘制图框的笔序号。

缮月载蕴 恼赠赠忆　曾　赠　葬垦藻　漕藻藻　贵载让　噪赠赠　枣赠载默葬藻

赠赠栽——任何文本或是空白　仅。

载——标注的 曾起点。

再——标注的 赠起点。

葬垦藻——标注的方位　园匾压或 怨圆圈。

漕藻藻——字符的尺寸　以 糟皂或 蚤计。

贵载让——绘图笔。

噪赠赠——所选择栏目的记录类型　目前只允许 陨 孕或 杂 可以为空白　仅。如果使用 ‘孕’，则将自工程表中选取栏目。

枣赠载默葬藻——所选择栏目的名称，可以是空白　仅。

杂再月载蕴 漕藻藻赠默怎载则 曾　赠　葬垦藻　漕藻藻　贵载让

用以在图件中的特定位置绘制标注符号。

漕藻藻赠默怎载则——系 园~ 员录以内的整数，用以指定所需的图内注记符号。

载——符号的 曾起点。

再——符号的 赠起点。

葬垦藻——符号的方位　园匾压或 怨圆圈。

漕藻藻——符号的尺寸　以 糟皂或 蚤计。

贵载让——绘图笔的序号。

韵载藻砸蕴载栽　赠释

该键字可在所有键字块中使用，表示前面绘制的图件上将被覆盖。在单一的直方图、点值或折线图中，可以显示许多种栏目的数据。默认值：允许覆盖。

则砸预原孕藻，　贵载原怎载则

如果 孕藻载栽原则砸预指定为 再杂，该键字表示用来绘制网格的笔号。默认值：员号绘制笔。

③砸凿藻砸键字块

砸凿藻砸键字块用来在柱状图的任何位置绘制比例尺。

砸凿藻砸

该键字用来对 砸凿藻砸执行块进行初始化。

栽赠运原孕载蚤赠藻，　赠藻栽赠则赠藻

该键字用来规定比例尺上标注的方位。唯一有效的限定语是：横向、纵向、顺向和逆向。不论横向还有顺向限定语均用来规定注记是标注在比例尺的上部或下部的（顺着看柱状图时）。另外，纵向和逆向限定语用来规定比例尺的注记是绘制在比例尺的左侧还是右侧（在横着看柱状图时）。

注意：横向越向上，顺向越向左。默认值：没有。

是否给予数字标记

该键字用来指定比例尺上是否给予数字标记。默认值：如果省略键字，是否给予数字标记则为"给予"。

比例尺说明

该键字用来规定比例尺的说明。键字之后的文本必须用单引号括起来。默认值：如果装入空白文本，则柱状图的标记将不会显示。如果该键字被省略的话，则根据所选择的单位，比例尺标记将采用"千米"或者"百米"。

结束

需要使用该键字终止"绘制柱状图"执行块的运行。该键字决不能被省略。

④间隔字键字块

间隔字键字块用来规定现在绘制的柱状图与前一个柱状图之间的空隙或间距。

间隔字

该键字用来对"间隔字"执行块进行初始化。

字符串长度

该键字用来指定现在绘制的柱状图与前一个柱状图之间的距离（精确到毫米）。默认值：如果键字被省略，则"字符串长度"为"固定"，两个柱状图之间没有间距。

结束

需要用此键字终止"间隔字"执行块的运行。该键字绝对不能省略。

⑤绘制柱状图文字键字块

绘制柱状图文字键字块可以用来绘制平行或垂直于柱状图方向的柱状图文字注记。

下面说明是用于第一类柱状图的"绘制柱状图文字"键字块，文字注记"钻孔"将取自数据库中某些适当的地质段的"柱状图"登记项。它们可通过使用"元素"利用"字符串比较"键字进行选择。这些文字注记在每一地质段可多达"五"行，须限制在该地质段内并旋转方向（即不要与柱状图平行）。用户可以限定每组文字注记的最多行数，同样，也可以限定每行字符的最多数目。

绘制柱状图

该键字用来对绘制带有文字注记的条带的执行块进行初始化。

阅读钻孔或测线名

该键字或"读柱状图"或"阅读钻孔或测线"键字之后是自数据库中选择的"原位"字符的钻孔或测线的标识。该键字只有在想绘制一个与现在的钻孔或测线不同的钻孔或测线时才能运用。在"字符串比较"执行块中必须要规定最初的钻孔或测线名称。该键字是确定的，如果要使用则必须紧跟有"绘制柱状图"执行块键字。默认值：如果键字被省略，则将绘制现在的钻孔或测线数据。

迁移再， 单字符键字。

需要为数据库中准备绘制图件的数据登记项中规定一个一位字符的键字。该键字位置是确定的，必须紧接在 **阅**[illegible]或 **耕**[illegible]键字　如果出现的话），或者在 **杂**[illegible]键字块中，如果不使用 **阅**[illegible]或 **耕**[illegible]键字的话，如果数据库的数据需要标志　**键**[illegible]，则在本键字后必须紧跟 **云**[illegible]键字，**云**[illegible]键字后是可达三个字符的标志，如果本键字指定为 **忙**[illegible]类分析数据，则 **云**[illegible]键字后还必须紧跟一个 **杂**[illegible]键字，该键字指定一个单字符的子键　**综**[illegible]。默认值：该键字不能默认，必须要予以规定。

惰[illegible]栏名。

需要确定数据库中准备进行图形编绘的地质表格栏目名称　参阅地质表格一章）。默认值：该键字不能省略，必须要予以规定。

注意：上述四个键字的位置是确定的，必须按所给定的顺序予以指定。这一点也适用于将在下面讨论的 **则**[illegible]和 **孕**[illegible]键字块。通常的顺序安排是：

综[illegible]

阅[illegible]可任意选择的）

迁移再， 必需的）

云[illegible]仅 **粤**[illegible]云登记项需要）

惰[illegible]必须的）

综[illegible]执行块中其余的键字在顺序上是不定的，直到最后须用 **耕**[illegible]键字。根据需要，这些键字可用来控制图形的显示及进行数据库数据选择。这些键字及其有关的参数如下：

杂[illegible]

该键字作为标准符号尺寸 **园**[illegible]英寸的因子，用来规定所绘制的文字注记串的尺寸。键字之后的数值必须是正实数。默认值：如果键字省略的话，**杂**[illegible]则为 **员**[illegible]

晕[illegible]字符数。

该键字控制准备绘制的文字注记中每一行字符的数目。键字之后的数必须是 **员**[illegible]之间的整数。默认值：如果文字注记串没有旋转方向，则 **晕**[illegible]为 **员园**　如果旋转了方向，则 **晕**[illegible]为 **远豫**　参阅 **砸**[illegible]键字。）

综[illegible]行数。

该键字控制着每一登记项绘制的文字注记的行数。键字之后的数值是 **员**[illegible]之间的整数。默认值：如果文字注记没有旋转方向则 **综**[illegible]定为 **源**　如果旋转了方向则 **综**[illegible]定为 **愿**

砸[illegible]

该键字用来确定图件中的文字注记串是否旋转方向。如果是 **再**[illegible]文字注记串将垂直于柱状图，如果是 **晕**[illegible]则文字注记串沿柱状图的方向绘制。默认值：如果键字被省略，则假定 **砸**[illegible]为 **晕**[illegible]

宰[illegible]

该键字用来控制字串的自动换行选择。唯一有效的限定语是 赠鑫或 灶燥 如为 赠鑫释文字注记串就会在该间隔内自动地以整词的方式换行。直到所限定的行数。如使用 赠鑫释选择，鑫驹旭剪字键字就不会起作用。如为 鑫驹的话，文字注记串就不会在该间隔内换行。如果使用 宰砸剪字的 鑫驹选择，所绘制的文字为了包括 鑫驹旭剪砸所规定的字符就会在该间隔内变得很小。默认值：如果键字被省略的话，则 宰砸剪字假定为 鑫驹

恍鑫栽砸　赠鑫燥灶燥

该键字用来规定现时的 云驹匙原赠标识之内的文字注记的位置。唯一有效的限定语是 再态或 鑫驹 如果规定为 再态，文字注记串长度也合适的话，文字注记将集中在 云驹匙原栽燥范围标识之间，否则它的绘制将受到抑制。如果规定为 鑫驹，文字注记串就会从现时的 云驹匙标识处开始并将字串的结尾处作为第二个标识处而无须用 赠点作为标识。默认值：如果键字被省略，则假定 恍鑫栽砸为 鑫驹

缝剪手蕴恍带标注忆

该键字用来控制柱状图的标题文本。键字之后的文本必须用单引号引起来。默认值：如果该键字被省略或是装入了空白文本，柱状图标题将不绘制。

孕蕴栽原颁砸阅　再态或 鑫驹

该键字用于在柱状图上加绘网格，唯一有效的值为 再态或 鑫驹 如果确定为 再态，就会沿 载轴在每一对应的增值点上绘制线条。默认值：如果键字被省略，则假定 孕蕴栽原颁砸阅为 鑫驹

耘鑫阅

该键字用来终止 缝鹏砸剪孕蕴执行块，且绝不能被省略。

栽耘栽原孕鑫，　笔号。

该键字用来规定绘制文本时所用的笔。默认值：如果键字被省略，则用 员号绘图笔。

配剪砸耘砸原孕鑫，　笔号。

该键字用来规定绘制柱状图内部标记时所用的笔。默认值：如果键字被省略，则默认值使用 员号笔。如果 责蓄旭欢旭剪颤越园 则将不会绘制图内的标记。

月韵砸耘砸原孕鑫，　笔号。

该键字用于指定绘制边框的笔号，如果键字省略则用 员号笔绘边框，如果键号为园 则不绘边框。

⑥贼砸在蕴栽键字块

该键字用来规定绘制带有 贼砸剪在蕴栽符号的柱状图，这些符号的坐标值必须预先装入数据库，并建立恰当的校验表。下面的 贼砸剪在蕴栽键字描述语都是标有行码的，这些行码表示上面提到的示例。

本键字块的许多键字与在 缝鹏砸剪孕蕴键字块中所讨论的完全一样。

贼砸剪在蕴栽中的其余键字直到必需的 耘鑫阅键字为止，都可以任意顺序排列。这些键字用来控制图件的显示以及数据库的数据选择等。下面是这些键字及其有关的参数：

杂再云韵蕴原赠在，　符号大小。

用来控制所绘制的 贼砸剪在蕴栽符号的尺寸　用 蚤表示)。键字之后的有关数据　用

型表示）可任何正实数。默认值：如果省略键字，则 [illegible] 为 [illegible]

[illegible]

该键字用来控制柱状图中的符号是否要旋转方向。如果 [illegible] 符号将垂直柱状图绘制。如果 [illegible] 符号将平行于柱状图绘制。默认值：如果省略键字，则假定 [illegible] 为 [illegible]

[illegible]

该键字用来确定是否要采用多种绘图笔或彩色绘图笔绘制符号。唯一有效限定语就是 [illegible] 或 [illegible] 如果确定为 [illegible] 则将采用彩色绘图笔。如果确定为 [illegible] 则将使用一种绘图笔绘制符号　员号绘图笔）。默认值：如果省略键字，则假定 [illegible] 为 [illegible]

[illegible]

该键字用来控制柱状图的标题文本。键字之后的文本必须要用单引号引起来。默认值：如果该键字被省略或是装入了空白文本，柱状图的标识将不会显示。

注意：如果该键字被省略或是装入了空白文本并且已规定了新的测线或钻孔，那么这个新的测线或钻孔的名称将成为柱状图的标识。

[illegible]

该键字用于在柱状图上加绘网格。唯一有效限定语是 [illegible] 或 [illegible] 如果确定为 [illegible] 就会沿 [illegible] 轴在每一对应的增点上绘制线条。默认值：如果键字被省略，则假定 [illegible] 为 [illegible]

[illegible]

该键字用来在 [illegible] 间隔内填满的数字化符号。默认值：不充填。

[illegible] 笔号

该键字用来规定绘制柱状图内部标记用绘图笔。默认值：如果省略该键字则笔号为员　如果笔号为 [illegible] 则绘图机便不绘出内部符号。

[illegible] 笔号

该键字用来规定绘制图框的绘图笔。如果该键字被省略，则将使用 [illegible] 员号绘图笔绘制图框。如果笔号为 [illegible] 则不会绘制图框。

注意：[illegible] 键字　这里没有说明）可以使用户通过任何栏名选择当前数据库中数据　参照 [illegible] 控制环境一章）。

⑦ [illegible] 键字块

紧接在这些键字块之后的一些执行指令，就像早期时讨论 [illegible] 键字块一样，同样也是强制性的。这些包括 [illegible] 或 [illegible] [illegible] [illegible] 粤登记项需要）以及 [illegible]

通常下面这种顺序便是所需要的顺序：

[illegible] 等）

[illegible] 可选的）

[illegible] 必须）

[illegible] 仅 [illegible] 或 [illegible] 登记项必须）

[illegible] 必须）

通过键字 [illegible] 之后规定第二个 [illegible] 字符的数据库栏名，可绘出两份图表。

注意：键字 [illegible] 必须已用于 [illegible] 和 [illegible] 绘图中，而它们只能在每条带给定一个栏名。同样在 [illegible] 或 [illegible] 中的 [illegible] 用复数）均可给多至两个栏名以在每条带上绘出两个图。

键字块中的其他键字，在顺序上是随意的，直到最后需要一个键字 [illegible] 将其终止。

[illegible] 标题

该键字通常是在规定一个新的测线或钻孔时才使用，也就是说，在图件上有不止一个钻孔。这个新的测线或钻孔的名称将作为柱状图的标识出现。键字之后的文本必须用单引号引起来。默认值：如果该键字被省略或是装入了空白文本，柱状图的标识将忽略。

[illegible] 标题

该键字用来规定所要绘制的第一个数据栏的标识。默认值：如果该键字没有出现或是有关的文字串是空白的，那么就将绘制出栏目的名称。

[illegible]

[illegible] 标题

该键字用来规定所要绘制的第二个数据栏的标识。默认值：如果该键字没有出现或是有关的文字串是空白的，那就将绘出栏名。

[illegible] 对数或线性。

该键字用来确定柱状图的 [illegible] 轴是线性轴还是对数轴。唯一有效的限定语是 [illegible] 或 [illegible]。默认值：如果该键字被省略，则 [illegible] 被定为 [illegible]。键字 [illegible] 可用作 [illegible] 的别名使用。

[illegible] 最小值。

该键字用来规定用户选择的将要标绘的 [illegible] 轴最小范围。如果 [illegible] 的默认值为 [illegible]，则键字之后的数值必须是实数且大于零，数值必须予以确定。

[illegible]

该键字用来规定用户选择的将要标绘的 [illegible] 轴最大范围。如果 [illegible] 的默认值为 [illegible]，则键字之后的数值必须是实数且大于零，数值必须予以确定。

[illegible] 宽度。

这是由用户选择的柱状图的宽度。根据所选择的单位（参照 [illegible] 键字块），可用英寸或厘米进行表示。键字被省略，[illegible] 则定为 [illegible]。

[illegible]

该键字用来确定标绘数据时所要用的绘图笔。如果键字被省略的话，将使用 [illegible] 号绘图笔绘制图形。

[illegible] 笔号。

该键字用来确定标制图框时所要用的绘图笔。如果键字被省略的话，将使用 [illegible] 号绘图笔绘制图框。如果笔号为 [illegible]，则不绘制图框。

[illegible]

该键字用来确定横坐标的标记是否要注上数字。默认值：[illegible]

该键字用来确定横坐标的标记数字是否绘出。

默认值：[illegible]

[illegible]

[illegible]均为整数，用来确定在标注数据点时所要用的符号标记。

如果键字被省略的话，[illegible]将用于第一份图，[illegible]将用在第二份图上。

[illegible]

该键字用于在柱状图上加绘网格。按比例划定的线将标绘在 [illegible]载轴和 [illegible]再轴的每一个标记位置上。

[illegible]

该键字允许用户使用地质表格的任何栏目或列从数据库中选取数据。

⑧[illegible]键字

该键字用来终止该程序的运行，一定要包括在执行文件的最后一行中。

⑨[illegible]和 [illegible]

翻译和转换功能用于绘制外部表格的数据。下面是翻译的例子：

[illegible]

这能自数据库中获取岩石的描述，以便进行随后的文字注释绘制。字符串 [illegible]必须用单引号引起来。

三、[illegible]剖面图

在 [illegible]数据库的支持下，[illegible]程序用于生成勘探区内任意部位、任意方向、任意倾斜和任意投影厚度的工程投影剖面图。准备在剖面图上显示的钻孔或测线信息，必须事先按照标准地质编录表格的形式录入 [illegible]数据库。此外，为确定钻孔或测线空间位置的三维坐标，必须在使用 [illegible]程序之前用 [illegible]应用程序包中的 [illegible]部 [illegible]进行计算。

在 [illegible]程序生成的剖面图的上方，均附有一个与剖面相对应的带状水平投影图。

用户可以通过一系列的指令确定剖面的各种参数，根据要求，副图也可以被省略。[illegible]系统数据库中的全部数据，可以作为图形符号、文字注释、直方图或点值图，或者以所有四种形式，在所投影的钻孔或测线迹线的旁测显示出来。通过一系列简单的指令，就可以完全控制用来显示的数据（除了投影迹线之外），这种简单的指令可通过交互方式提供，或自预先设置的“宏指令文件”中读出。通过 [illegible]选择，可使用户进一步规定自数据库的 [illegible]登记项中提取哪些数据。任何程序都不会限制在剖面图里显示的 [illegible]数据的类型。不过，确实存在一些有关图纸空间的限制，不同的项目显示分配各自的图纸空间。本章后面将详细讲述这些限制。

本程序通过高效的钻孔迹线坐标的三维快速投影换算，可处理部分或全部在剖面上

选择显示的钻孔或测线。为了缩短程序的执行时间，用户可以指定一个区域，在这个区域内应包括任何准备在剖面上显示的钻孔。这样，时间就不会浪费在计算那些用户已事先知道不应出现在剖面中的钻孔迹线的计算上了。此外，如果需要的话，用户还可以指定投影区域内的某些钻孔不在即将生成的剖面图上显示。

在垂直剖面的特殊情况下，可能需要指定不同的水平和垂直比例尺，在所有其他情况下，只给出一个比例尺。

通过使用特殊的符号，人们对指定地区的钻孔和井口位置一目了然，井下部分则在每一投影迹线终点显示。钻孔如在剖面内终止，那么显示的便是该钻孔的总长度。在其他情况下，这便是钻孔迹线离开剖面的位置。这时，钻孔迹线的空间位置便总是显而易见的。

员　悄酷客蔡宏指令执行条件

在执行 悄蝶蜜程序之前，必须具有两个文件，它们是：

①必须建立 贼蔼蜜鄂数据库文件，并将原始地质记录表格中的钻孔、测线数据录入其中。

②建立 贼蔼蜜润校验表 宋延蝶男，它与数据文件中所记录的地质数据相匹配。

圆　悄酷客蔡宏指令集

孕酷客蔡宏　责蝶蜜蔼

规定 贼蔼蜜鄂工程，这些工程中包括将要作剖面图的钻孔和测线。在该键字出现之后，有多少工程就可以在一行中输入多少；或者可以规定为 粤蓝蜜 在这种情况下，将处理数据库中目前所有工程的所有数据集。

杂蝶男酷蔡　漫蝶蜜，漫蝶蜜蓝　漫蝶蜜蔼蓝款

剖面起点位置的北距、东距及高程坐标。这应在前面建立剖面一节里已经选择好了。

杂宏蔡蝶蜜晕_粤蔼蜜蓝蔡，葬蝶客蝶

自坐标北向顺时针方向测取的剖面线的方位。所确定的数值应是 园般 猿园园般之间的实数。

阅蝶客，阅蝶客_葬垦蜜蝶

剖面的倾角。该角度必须根据建立剖面一节中详细阐述的惯例来选取。垂直剖面倾角为 原怨园般 水平切面倾角为 园园般

蔼蜜蝶蔡蔡_阅蝶客晕_阅蝶客，遭垦蝶

在垂直横剖面的情况下，这便是所要形成的剖面的高程范围（以实际单位表示）。在非垂直剖面的情况下，这是自键字 杂蝶男酷蔡确定的起点沿倾角测量的剖面长度。

蔼蜜蝶蔡蔡，遭垦蝶

自起点沿剖面的长度。

云酷客晕蔡_月粤运云　粤蝶蜜蝶，遭糟蜜蝶

剖面之前和之后的距离，与剖面的长度和剖面的深度一起限定剖面的体积。规定剖面的前视面　粤蔼蜜糟蜜蝶　和后视面　遭糟蜜葬蜜蝶　的规则已在前面作了详述。

粤酷蝶蜜，皂蜜晕，皂蜜蓝，皂蜜葬晕，皂蜜葬蓝

位于该平面区域内被最大北距、东距和最小北距、东距限定的钻孔或测线将受到核查，看其是否在该剖面体积内出现。那些位于限定地区之外的钻孔或测线将被放弃。如果该键字没有出现，则包括在所选择工程数据集内的全部钻孔都将受到核查。在包括有许多钻孔的大型工程中，用户已事先知道大部分钻孔将不在所限定之剖面内出现，在这种情况下，运用这种选择将能极大地缩短程序的执行时间。

[illegible]

执行文件内的 [illegible] 键字将能使在主图之上绘制一副图（[illegible]）。如果该剖面是垂直的（倾角为 [illegible]），则副图就将是所限定之剖面地区的平面图，在该平面图上还将绘制网格线。在所有其他情况下，平面图上将不会出现网格线。

[illegible]

表示位于所选择之剖面影响地区的 [illegible] 名称为 [illegible] 的钻孔或测线，将不会在剖面内出现，在 [illegible] 键字之后最多可出现 [illegible] 个 [illegible] 名称，如使用一系列的 [illegible] 键字，则可使许多钻孔和测线不在图上出现。

[illegible]

定义向地质表格填数据时采用的长度单位。键字之后必须为 [illegible] 或 [illegible]

[illegible]

用每绘图单位代表的实际长度单位表示的比例尺（即：米/厘米或英尺/英寸）。在绘制主图和副图时都将用到这个比例尺。如单位为 [illegible]，比例尺为 [illegible] 时，将能绘制比例尺为 [illegible] 的剖面图。同样，当单位为 [illegible] 比例尺为 [illegible] 时，将能绘制比例尺为 [illegible] 等于 [illegible] 的剖面图。

[illegible]

该键字只有在绘制垂直剖面图（即剖面倾角为 [illegible] 时才有效，可用来绘制垂直放大的剖面图。键字 [illegible] 之后必须跟有两位实数，这两位实数分别规定了所需的横向和垂直（[illegible]）比例尺。

如果在一执行文件中，键字 [illegible] 与键字 [illegible] 和 [illegible] 一起出现的话，则 [illegible] 程序将只使用 [illegible] 和 [illegible] 键字。

[illegible]

可使用该键字以及 [illegible] 键字将图形按比例地绘制到所特定的图纸上。图形的长边假定与绘图机的 [illegible] 轴平行，请参阅绘图机的操作手册以确认绘图机的 [illegible] 轴方向。注意：页面的长度单位必须与键字 [illegible] 和 [illegible] 所规定的长度单位一致，这种长度单位不是 [illegible] 就是 [illegible]。

[illegible]

如果键字 [illegible] 出现的话，键字 [illegible] 必须出现。该键字规定图纸的宽边，图形将按比例被绘制在该图纸上。图纸的宽边假定与绘图机的 [illegible] 轴平行。

[illegible]

以绘图机长度单位表示的图纸的左下角起点位置。

穴与耕掀运　坤

以实际长度单位　　表示的间隔，在图框的垂直轴和横轴上的间隔点上将绘制标记。所有的标记都将注上标志。如果剖面的方位为　　或　　，则在剖面的长轴上显示网格北距坐标或东距坐标。

员

该键字的出现将导致在键字　　选择的每一个图框标记上标绘垂直的和横向的网格线。这种网格线通常用　　笔绘制。

**阅与耕掀运　**

以实际长度单位表示的间隔。将沿出现在剖面内的每一个钻孔或每一条测线的间隔点上标绘一基准符号。这种间隔是自钻孔的井口或测线的起点测定的，这样，当相邻的图相连接时，便确保了钻孔或测线之迹线的连续性。如果该键字没有出现的话，将不会绘制钻孔迹线的标记。

如果该钻孔或测线位于所指定之剖面体积之内，则在该钻孔井口位置绘制一圆圈符号。如果该钻孔在剖面体积内终孔，则将绘制一垂直于钻孔迹线的粗条。

云

该键字表示　　程序执行指令的结束，它必须是每一组　　指令中的最后一个指令。除非已有说明进行了选择，否则上述每一个键字均必须出现在每一个　　执行文件中。下列内容是可随意选择的：

**耕运　**

系两个单引号　(') 之间的一串字符。该字符串将出现在图件右下角的标题框中。键字　　可最多出现　　次。如下所示，　　出现的顺序决定着所输入的字符串在标题中的位置。如果本键字没有出现，则不会绘制标题框。

标题框的大小由图件长度来确定。如果剖面图的长度小于　　则不绘制标题框。如果剖面图的长度介于　　之间，则标题的尺寸是其最大尺寸　　（长　　宽）的　　。如果图面的长度等于或大于　　则标题框的尺寸将是最大尺寸　　。

单 位 名 称
当前工程名称 标题 员 标题 圆 比例尺
标题　　渣　　标题　　渣　　标题
武警黄金地质研究所

①执行文件数据显示键字

可使用已描述过的键字进行特定的或单一的绘图选择。下面的键字可用来选择那些

将要在特定剖面内的钻孔和（或）测线的迹线旁显示的数据。这些键字须用另外的子键字［illegible］规定所谓的‘显示程序块’［illegible］。主要的显示键字有：

［illegible］

［illegible］

［illegible］

［illegible］

［illegible］

［illegible］——表示在所在选择之钻孔或测线的迹线上绘制柱状图符号。

［illegible］——表示将在所选择之钻孔或测线的迹线上绘制文字注释［illegible］。

［illegible］——表示将沿钻孔或测线的迹线绘制直方图。

［illegible］——将沿钻孔或测线的迹线绘制散点图（各个点的值）。

［illegible］——规定在柱状图、直方图、文字注释或值点图一起显示时，各图之间应留有一空隙。

上述每一键字必须后接有表示选择的显示类型（柱状图、文字注释、直方图或点值图）沿哪个钻孔或测线的迹线绘制。这样，当不同的数据出现在同一剖面内时，这些数据便可以在测线和钻孔上显示了。

每一种显示类型均绘制在与钻孔或测线之投影迹线相邻的一条柱状栏目中。可绘制在任何钻孔或测线附近的柱状栏目的最大限额，将取决于你的［illegible］程序的配置。每一栏目需要其自己的显示块，并读出每投影的钻孔或测线的执行指令，直到达到显示键字的最大限额或读到了表示指令完结的键字［illegible］，所显示的柱状栏目按相应的显示块规定的顺序绘制，所有的显示类型都可以随意混合。如果没有确定显示块，那么只有所投影的钻孔或测线的迹线将被显示。

②显示块键字、子键字及语句

每一主要的显示键字都必须跟有下列子键字。所选子键字可以任何顺序出现。

［illegible］

选择［illegible］数据类别（即［illegible］等）的单一字符。它包含着所要显示的数据。该子键字必须出现在每一绘制程序块中。

［illegible］

键字［illegible］所规定之数据类型中的列［illegible］，该列中包括所要显示的数据。该子键字必须出现在每一显示程序块中。亦可用［illegible］取代［illegible］

［illegible］

显示的［illegible］或［illegible］数据类型时指定的三字符标志［illegible］。该子键必须出现在数据类型［illegible］中。

［illegible］

如果该子键字出现在文字描述［illegible］显示程序块内，那么所显示的就不是实际列中标度值，而是由此从校验表中检索出来的描述。

［illegible］

系一个实数表示所要绘制的柱状图中栏目的宽度。如果要显示柱状图符号，则该栏

目的宽度必须介于 [illegible] 至 [illegible] 或 [illegible] 至 [illegible] 之间。如果要显示 [illegible] 则所允许的宽度为 [illegible] 至 [illegible]。空白栏目、直方图或散点图的宽度则没有限制。注意：宽度的单位必须与实际单位分别是 [illegible] 则宽度单位为 [illegible]

[illegible]

系 [illegible] 间的整数。每一整数代表一符号，在显示程序块定义一散点图时，将使用这种符号标注每一个点。在第十章 [illegible] 程序中给出了一份详述符号类型及其匹配数字的图表。

[illegible]

如果调用了键字 [illegible] 那么键字 [illegible] 所选择之符号规格则受这一系数 [illegible] 的控制。如系数为 [illegible] 则将使用 [illegible] 的符号。

[illegible]

表示绘制符号时所用的绘图笔序号。该序号已被编码作为柱状图符号的一部分。

[illegible]

系 [illegible] 之间的整数，这里的 [illegible] 表示绘图机所能提供的最大数量的绘图笔。所选择的绘图笔序号将用来绘制现行的柱状图栏目。如果本子键字没有出现，则使用 [illegible] 号绘图笔。

[illegible] ‘[illegible]…’

用单引号 (') 引起来的多达 [illegible] 位字符的文本字符串。该字符串只有在现行迹线为钻孔迹线时才出现在显示底部。

[illegible]

该子键字可用来在一单一栏目中绘制不止一个显示类型的内容。例如，可在一个栏目中绘制直方图和值点图。本子键字在一显示程序块中出现，可使所规定之显示内容绘制到前一栏目中。在新栏目上将不绘制任何内容，直到规定了一个不带键字 [illegible] 的显示程序块。注意：即便该栏目要重叠绘制 [illegible]，每一显示程序块也要对其全部定义和规定，如该栏目的最大和最小宽度值等。对此唯一例外的是 [illegible] 定义。子键字 [illegible] 将只绘制第一个显示程序块中规定的标号 [illegible] 最多为 [illegible] 字符)。一栏目重叠绘制的次数是没有限制的。

[illegible]

在定义一个 [illegible] 子键字 [illegible] 显示程序块时应该出现本子键字。该子键字之后应跟有一个实数，该实数规定了所要显示的最小数值。注意，如果规定为对数显示，则数值必须大于 [illegible]

[illegible]

在定义一个 [illegible] 子键字 [illegible] 显示程序块时应该出现本子键字。该子键字之后应跟有一个实数，该实数规定了所要显示的最大数值。

[illegible]

如果显示程序块定义了一直方图或点值图，则直方图的标尺 [illegible] 必须予以确定。子键字 [illegible] 表示该标尺是线性的 [illegible] 在所确定之最小值与最大值之间的算术值)。注意：当该标度在直方图上显示时，最大值与最小值之间的值域被分为 [illegible] 段 [illegible]

[illegible]。

[illegible]

如果显示程序块定义了一直方图或值点图，则直方图的标尺 [illegible] 必须予以确定。子键字 [illegible] 表示该标尺是对数的 [illegible] 以 [illegible] 为底）。如果选择了对数，则值域将确定小于所指定之最小值的一个十进位数和大于最大值的一个十进位数之间。在所绘制的直方图标度上，只在十位数处注上标记。

[illegible]

表示一显示程序块指令序列的结束。每一显示程序块必须用 [illegible] 表示终止。

[illegible]

使用显示程序块中的 [illegible] 键字，可允许用户根据逻辑条件自指定的表和列中选择数据。

[illegible]

这里，“[illegible]”是下列语法的逻辑表达式：

[illegible]

这里，“[illegible]”是一有效的列名，“[illegible]”是下列条件算符中的一个：

[illegible]

[illegible]

“[illegible]”是一可选的比较常数。

“[illegible]”是 [illegible] 或 [illegible] 或 [illegible] 中的一个，用于连接更多的表达式。括号 [illegible] 可用来控制选择表达式的语法。括号内的表达式将首先求值。

例如：[illegible]

[illegible]

[illegible]

四、[illegible] 通用统计

[illegible] 是一种通用的统计程序，它可以按数据库中数据或通过计算所得到的数据的列进行统计或形成各种统计图。因此，前面所讲的 [illegible] 等宏控制在这里显得非常重要。本程序是以交互方式调用宏指令块以实现对不同数据的处理或完成不同的统计功能。宏指令同样以键字的形式进行设置，主要有 [illegible] 每个键字块之后必须用 [illegible] 结束，键字块存取的顺序控制着图形在绘图幅内从左到右的绘制顺序，所有的键字块之后必须由 [illegible] 结束，以示整个宏文件执行结束。各键字块的功能分别为：

[illegible] 在进入一个分区 [illegible] 之后，[illegible] 必须是第一个控制块。该控制程序块可设置有关图形的长度单位以及处置数据遗漏和微量数据值等。其他的控制

程序块在顺序上是随意的。

[illegible]　为 [illegible]所列出的全部元素编制统计报告。该报告可被写入屏幕或外部文件中。

[illegible]　绘制某一指定元素的频率直方图。可使用对数标尺或线性标尺。

[illegible]　绘制某一指定元素的概率图。可使用对数标尺或线性标尺。

[illegible]　绘制一指定元素的散点图，可使用对数或线性标尺。还有三个重要的单行键字 [illegible]。

[illegible]　清除现行的分区。

[illegible]　重置内部的统计表　报告表）。在重新进入每一个分区之后必须要装入该键字。在进入第一个分区之后，也就对 [illegible]程序块进行了存取。

[illegible]　关闭绘图文件并检查数据库。

下列将逐个叙述各键字块的设置。

[illegible]控制块

[illegible]键字块是整个程序运行的关键，如果没有它，则整个程序将无法运行，它必须是宏指令文件的第一个控制块。一般来说可以按下列顺序设置：

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

各设置的基本解释为：

[illegible]　定义 [illegible]控制程序块。

[illegible]　键字 [illegible]用来确定图件绘制的尺寸单位是用 [illegible]还是用 [illegible]。有效值是 [illegible]或 [illegible]。

[illegible]　[illegible]用珲控制图件中标记注释的标准字符的尺寸。图表的标题比标准字符大 [illegible]倍，图表两侧及底部的注释则比标准字符大 [illegible]倍。如果 [illegible]定为 [illegible]的话，则标准符号的尺寸为 [illegible]。

[illegible]　键字 [illegible]能使用户确定如何在统计计算中处置那些遗漏的数据。其处置方法有两种：一种是定该值为零，另一种是定该值为无效值。在前一处情况下，该数据要包括在记录中，但为了统计计算之目的将其值定为零。在后一种情况下，该数据不包括在记录或统计计算中。唯一有效的限定语是 [illegible]或 [illegible]。

[illegible]　键字 [illegible]可赋予痕量值由负的数据值表示，而负数值将排除在数据统计之外。[illegible]后的数值通常为最低检测值的一半。

[illegible]　需要用 [illegible]终止 [illegible]程序块，该键字绝对不能省略。

圆圈珠笔笔控制块

笔珠笔笔控制块激活 笔珠笔笔环境，用户可以以此对给定的变量进行统计，下面给出控制块的设置：

潘颜　笔珠笔笔

潘圆　与非磨阿员晕，怕例匹蕴蓄背蕴诞与圆圈珠味召制匹忆

潘猿　耗晕阅

其解释为：

蕴藻藻颜　需要用 笔珠笔笔规定统计控制程序块。

蕴藻藻圆　与非磨阿晕员是一可供选择的键字，它可给所输出之列表赋名。

蕴藻藻猿　键字 耗晕阅用来终止 笔珠笔笔控制程序块，该键字绝对不能省略。

猿圈匹酷约月剪月猿键再_孕蕴笔我控制块

孕匹酷约月剪月猿键再_孕蕴笔我控制块可为所给定之元素绘制概率图。使用交互式屏幕图形显示或数字绘图仪绘制该图。由用户自己设定在图框上部图名，平均值和标准差写在图框的下部，再轴上的标注写在右侧。数据点用十号表示。同一数值多次出现则不被显示，因为它们在概率图中意义不大。该数值仅在最后一次出现时才被显示，它将表示该数值全部出现次数的概率。注意：目前所能标绘的最多数据点为 怨圆圆个。一般来说，其设置可如下所示：

责员　孕匹酷约月剪月猿键再_孕蕴笔我

责圆　耗蕴酒味晕笔我　猿

责猿　蕴郭

责源　蕴剪月蕴　‘孕匹酷约月剪月猿键再孕蕴笔我的平剪怎’

责缘　孕井晕_晕蕴匹月孟愿

责远　载原粤笔珠笔_蕴晕颜味为，缆圆匹远

责苑　再原粤笔珠笔_蕴晕颜味为，缆圆圆

责愿　杂阿转_蕴剪月蕴　‘粤怎蛋煤笔载笔’

责怨　耗晕阅

各项设置的解释分别为：

在 蕴藻藻责员　之后的键字行的顺序并不重要。除了 耗蕴酒味晕笔我之外，所有其他的键字都有默认值。仅指定数据元素，也有可能获得一份概率图。

蕴蛋藻责员　孕匹酷约月剪月猿键再_孕蕴笔我

可用来规定统计控制程序块。

蕴藻藻圆　键字 耗蕴酒味晕笔我指定 灾剪匹酷月蕴中绘制概率图的数据元素号。默认值：没有。

蕴藻藻猿　键字 蕴郭限定 再轴将用对数坐标。

蕴藻藻源　键字 蕴剪月蕴用于规定图框上部的图名。图名将比标准符号尺寸大 圆倍。图名的最大长度为 愿园字符。默认值：不绘制图名。

蕴藻藻缘　键字 孕井晕_晕蕴匹月孟愿用来限定在每一数据点绘制符号用的绘图笔之序号。

图框和标题等通常使用 员号笔绘制。默认值：员号绘图笔。

缮藻远　键字 载原噪鞋杂_ 缮藻噪哦为用来限定图框 载轴的长度。长度单位与在 孕辫载原郝孕控制程序块中设置的一样为英寸或厘米。其范围总是累积频率 园圈园豫～怨怨圈豫。默认值：怨圈圈豫

缮藻苑　键字 再原噪鞋杂_ 缮藻噪哦为用来设定图框 再轴的长度。长度单位同在 孕辫载原孕控制程序块中设置的一样为英寸或厘米。其范围便是元素的分布范围。如为默认值，则将绘制与 运十 耘概率绘图纸一样大小的图件。默认值：远圈圈豫

缮藻愿　键字 孕辫载原缮择蕴可对 再轴作标记，标记可长达 源园位字符。默认值：不绘制图旁的标记。

缮藻怨　键字 耘噪阅用来终止 孕辫载原缮择蕴程序块，绝不能被省略。

源藻则孕辫载原阿噪转控制块

孕辫载原阿噪转程序控制块可为给定的元素绘制直方图，该直方图可通过交互式屏幕图形或数字绘图仪上绘图进行显示。可用对数法或算术法标定 载轴，可通过频率和百分频率对 再轴进行校正。除了 耘缮酝泽噪耘和 悦藻择杂_ 陨噪载砸灾噪蕴这两个键字之外，直方图程序控制块中的其他键字均是任意选择的。在绘制对数直方图时，键字 悦藻择杂_ 陨噪载砸郧灾噪蕴决定着每一十进位标度分组间隔　耘藻择释_ 蚤藻凿蚤遭 的数目。平均值、标准差及一些样品的统计数字绘制在直方图中。

如果轴的子控制程序块　缮藻释耘噪载阿藻泽藻—遭藻噪哦 没有给出的话，将规定 载轴和 再轴的默认值。载轴的默认值范围自变量的最小值到最大值，再轴的默认值自零到在元素分组间隔内元素的最大数量。其一般形式为：

源员　孕辫载原阿噪转

源圆　耘缮酝泽噪耘　员

源猿　缮藻郧

源源　悦藻择杂_ 陨噪载砸灾噪蕴

源缘　悦藻择杂_ 陨噪载砸灾噪蕴　源

源远　缮藻择蕴　‘孕辫载原阿噪转云悦藻择杂_ 陨噪载砸灾噪蕴运耘缮酝泽噪耘源

源苑　孕辫载　晕藻择耘噪猿

源愿　载原噪鞋杂

源怨　缮藻噪哦为，愿圈圈

源员园　酝噪灾噪蕴　园圈圈

源员员　酝噪载_ 灾噪蕴　源圈圈

源员圆　缮藻择蕴　‘孕辫载悦藻择杂_ 陨噪载砸灾噪’

源员猿　耘藻噪阅

源员源　再原噪鞋杂

源员缘　缮藻噪哦为，源圈圈

源员远　酝噪云砸耘砸陨藻藻噪再，园

源员苑　酝噪载云砸耘砸陨藻藻噪再，员缘

源员愿　缮藻择蕴　‘云砸耘砸陨藻藻噪再’

[illegible]

[illegible]

其解释为：

[illegible] 用 [illegible] 限定直方图程序控制块。

[illegible] 键字 [illegible] 规定 [illegible] 中元素号，直方图将显示这些元素的分布情况。默认值：没有。

[illegible] 键字 [illegible] 规定 [illegible] 用对数法标定。当该键字给定时，图框下部印出的统计数字也是对数统计数字。注意：本键字改变了 [illegible] 键字的功能。当给定键字 [illegible] 时，则键字 [illegible] 控制了每一十位标度分组间隔的数目。默认值：[illegible] 用线性法标定，统计数字为算术值。

[illegible] 键字 [illegible] 用以绘制累积直方图。如果该键字被省略，则将绘制普通的直方图。默认值：绘制普通的直方图。

[illegible] 键字 [illegible] 规定了用于分配元素的分组间隔。在设定分组间隔之前，用户需了解一些有关该元素分布之情况。如果其分布范围不清楚，则较为谨慎可靠的方法是运用 [illegible] 控制程序块首先求出其分布范围。参照上面的说明，设置对数直方图的标度分组间隔。默认值：没有。

[illegible] 键字 [illegible] 用来规定图框上部的图名。图名的尺寸将为标准符号尺寸的[illegible]倍。图名最长为 [illegible] 位字符。默认值：不绘制图名。

[illegible] 键字 [illegible] 控制着绘制直方图的绘图笔的序号。默认值：[illegible] 号绘图笔。

[illegible] 键字 [illegible] 用来限定 [illegible] 轴的选择。只有下列键字可以跟在 [illegible] 之后：[illegible]、[illegible] [illegible] 及 [illegible] 键字 [illegible] 终止了该 [illegible] 控制程序块。默认值：将使用 [illegible]、[illegible] [illegible] 及 [illegible] 等键字的默认值。

[illegible] 键字 [illegible] 跟在键字 [illegible] 之后，决定 [illegible] 轴的长度。其长度单位与在 [illegible] 程序控制块中设置的一样。默认值：[illegible]

[illegible] 键字 [illegible] 跟在键字 [illegible] 之后，决定 [illegible] 轴的最小值。默认值：该元素的最小值。

[illegible] 键字 [illegible] 跟在键字 [illegible] 之后，决定 [illegible] 轴的最大值。默认值：该元素的最大值。

[illegible] 键字 [illegible] 跟在键字 [illegible] 之后，规定 [illegible] 轴的标注。该标注最长可达[illegible]位字符，将被绘制在图框的下部。

[illegible] 键字 [illegible] 跟在键字 [illegible] 之后，用以结束 [illegible] 控制程序块。默认值：没有。

[illegible] 键字 [illegible] 用来确定 [illegible] 轴的选择。只有下列键字可以跟在键字 [illegible] 之后：[illegible]、[illegible] [illegible]、[illegible] [illegible] 键字 [illegible] 结束了该[illegible]轴控制程序块。默认值：将使用键字 [illegible]、[illegible] 和 [illegible] [illegible] 以及 [illegible] 的默认值。

[illegible] 键字 [illegible] 跟在键字 [illegible] 之后，具有与 [illegible] 相同的功能。默认值：

缁涠蔚鳎

缉嚆豳彦 到 缉嚆豳彦 键字 酣暴 云解五战晶再和 酣弯载 云解五战晶再跟在键字 再原粤载杂之后，用以确定 赠轴的范围。默认值：最小频率为零，最大频率为最大百分数。

缉嚆豳虑 键字 缉嚆手蕴接在键字 再原粤载杂之后，具有与 缉嚆豳彦行相同的功能以及默认值。该标注将绘制在图框的右侧，与 赠轴呈 怨圆般

缉嚆藻恶 键字 耘晶阅接在键字 再原粤载杂之后，结束 再原粤载杂控制程序块。

缉嚆藻圆 需要用键字 耘晶阅终止 勾辅辅领阿粤云控制程序块，该键字绝不能被省略。

缁涠杂糕贱砸_孕嚆领控制块

杂糕贱砸_孕嚆领控制块可绘制两个给定元素的散点图，该散点图可用线性标定坐标轴，也可用对数标定，数字点用十号表示，在 曾 赠轴控制块内，耘蕴酝味晶贱键字必须给定。该控制块的设置如下：

泽藉员 杂糕贱砸_孕嚆载

泽藉圆 缉嚆领

泽藉猿 缉嚆手蕴 ‘杂糕贱砸孕嚆领手孕砸晕阅悦’

泽藉源 孕井晶 晕颓云手砸猿

泽藉缘 载原粤载杂

泽藉远 耘蕴酝味晶贱员

泽藉苑 缉晶颠贱为，运圆园

泽藉愿 酣暴_灾粤蕴 园圆园

泽藉怨 酣弯载_灾粤蕴 圆圆园

泽藉园 缉嚆手蕴 ‘情孕孕砸’

泽藉员园 耘晶阅

泽藉员圆 再原粤载杂

泽藉员猿 耘蕴酝味晶圆

泽藉员源 缉晶颠贱为，运圆园

泽藉员缘 酣暴_灾粤蕴 园圆园

泽藉员远 酣弯载_灾粤蕴 圆圆园

泽藉员苑 缉嚆手蕴 ‘在悦’

泽藉员愿 耘晶阅

泽藉员怨 耘晶阅

其解释为：

缉嚆藻藉员 杂糕贱砸_孕嚆领规定点值图程序控制块。

缉嚆藻藉圆 键字 缉嚆领规定 曾 赠轴用对数法标定。当给定该键字后，沿轴绘制的统计数字是对数值。默认值：用线性法标定 曾 赠轴且统计数字为算术值。

缉嚆藻藉猿 键字 缉嚆手蕴用以确定在图框上部的图名。图名尺寸将是标准字符的 圆缘倍。图名的最大长度将为 愿园个字符。默认值：将不绘制图名。

缉嚆藻藉源 键字 孕井晶_晕颓云手砸控制着绘制符号所用的绘图笔序号。默认值：员号绘图笔。

缁鐓蘖鞯缘 键字 载原弩鞯缘用来确定 曾轴的选择。只有下列键字可跟在 载原弩鞯缘之后：耘蘸酣味鼍载　缁鼍颛陟刁　酣曩_　灾弩蕴　酣弯载_　灾弩蕴以及 缁鹨手蕴　键字 耘鼍阅结束了该控制块。默认值：将使用 缁鼍颛陟刁　酣曩和 酣弯载_　灾弩蕴以及 缁鹨手蕴的默认值。

缁鐓蘖鞯元 接在键字 载原弩鞯缘之后的键字 耘蘸酣味鼍载可规定 曾轴的元素。默认值：没有。

缁鐓蘖鞯范 接在键字 载原弩鞯缘之后的键字 缁鼍颛陟刁确定了 曾轴的长度。其长度单位与 弥栽战没程序控制块中规定的相同。默认值：缁丽盈

缁鐓蘖鞯愿 跟在键字 载原弩鞯缘之后的键字 酣曩_灾弩蕴确定了 曾轴的最小值。默认值：元素 载的最小值。

缁鐓蘖鞯怨 接在键字 载原弩鞯缘之后的键字 酣弯载_　灾弩蕴规定了 曾轴的最大值。默认值：元素 载的最大值。

缁鐓蘖鞯园 跟在键字 载原弩鞯缘之后的键字 缁鹨手蕴规定了 曾轴的标注。该标注最长可达 愿园个字符，将绘制在图框的下部。默认值：不绘制标注。

缁鐓蘖鞯员 接在键字 载原弩鞯缘之后的键字 耘鼍阅　用于结束 载原弩鞯缘程序控制块。默认值：没有。

缁鐓蘖鞯圆 键字 再原弩鞯缘用来确定 赠轴的选择。赠轴程序控制块和 曾轴程序控制块在结构和功能上相同。只有下列键字可以跟在键字 再原弩鞯缘之后：耘蘸酣味鼍载　酣曩_　灾弩蕴　酣弯载灾弩蕴以及 缁鹨手蕴蕴键字 耘鼍阅用以结束该程序控制块。默认值：将使用键字 缁鼍颛陟刁　酣曩和 酣弯载灾弩蕴以及 缁鹨手蕴蕴的默认值。

缁鐓蘖鞯猿 接在键字 再原弩鞯缘之后的键字 耘蘸酣味鼍载规定了 赠轴的元素。默认值：没有。

缁鐓蘖鞯源 接在键字 再原弩鞯缘之后的键字 缁鼍颛陟刁具有同 缁鐓蘖鞯圆相同的功能。默认值：缁丽盈

缁鐓蘖鞯缘 至 缁鐓蘖鞯元接在键字 再原弩鞯缘之后的键字 酣曩_　灾弩蕴和 酣弯载_　灾弩蕴用来规定 赠轴的范围。默认值：分别为 赠元素的最小值和最大值。

缁鐓蘖鞯苑 接在键字 再原弩鞯缘之后的键字 缁鹨手蕴具有同 缁鐓蘖鞯元相同的功能。该标注绘制在图框的右侧，与 赠轴呈 怨园毅

缁鐓蘖鞯愿 接在键字 再原弩鞯缘之后的键字 耘鼍阅用来结束 再原弩鞯缘程序控制块。

缁鐓蘖鞯怨 需要用键字 耘鼍阅用来结束 杂糟鼍栽砸_　孕蕴蕴栽程序控制块，该键字绝不能省略。

五、缁鸦孕蕴栽绘图文件的装入与卸出

贼糟缁鄂系统的图形文件分两种：内部文件与外部文件　(圆阿云)，内部图形文件存在于 贼糟缁鄂数据库中，前面各章中各图形模块　(孕蕴蕴栽、贼陌缁鄂　悦酪鸦载　贼糟鼍栽　以及储量计算子系统中所形成的图形文件均为 贼糟缁鄂内部图形文件。外部图形文件扩展名为 圆阿云，是独立的 阅蕴杂文件。内部文件必须通过 缁鸦孕蕴栽程序卸出为外部图形文件方可被 悦糟鸦鸭阅和 悦孕蕴栽调用。

运行 [illegible] 即出现如下屏幕：

[illegible]绘图应用程序：＊＊＊ [illegible] ＊＊＊ 版本：[illegible]

绘图文件：　　[illegible]

[illegible]——比例：　　[illegible]

[illegible]——比例：　　[illegible]

旋转 [illegible] 吗？　　[illegible]

[illegible]方向上的最大纸的尺寸：　　[illegible]

按 [illegible] 键退出

汉化版权：武警黄金指挥部黄金地质研究所　　[illegible]

河　北　省　廊　坊　市 [illegible]

首先选择装入 [illegible] 或卸出 [illegible]，然后按顺序给出外部绘图文件名和内部绘图文件名。在这两栏中，按 [illegible] 键可显示数据库中已存在的绘图文件名。如果在执行情况 [illegible] 处选择 [illegible]，则在随后执行中显示正在被处理的记录。

[illegible]

处理完毕又回到如上屏幕，键入 [illegible] 退出 [illegible] 程序。

六、[illegible] 和 [illegible] 图形编辑与输出

运行图形编辑与制做模块 [illegible]

[illegible] 通过交互式选单命令，实现各种屏幕图形处理。其选单分为三级，一级为主选单，设置四个分类单项和一个退出处理项；二级分为文件、剪辑、显示和制图四类分选单；三级选单仅在二级制图选单中的字符选项下设一字符处理选单。下面按选单的级次和各选单项的顺序分述各选单项的功能和操作方法。

①文件处理

当 [illegible] 进入运行后，首先显示主选单，此时必须先选择 “文件” 选项，则运行进入文件处理。该二级选单提供 “读入”、“存盘”、“数据库”、“图嵌入”、“[illegible]环境” 和 “返回主选单” 远个选单命令项。在每一次启动 [illegible] 之后，都要先进入文件选单，选择读入功能项、读入并显示一个予先做好的图形文件或空文件（含有空图块的 [illegible] 文件），否则将不能进入其他处理。

[illegible] “读入” 功能　当选择 “读入” 功能项后，下部提示区将显示 “键入 [illegible] 图形文件名” 的提示，当用户在提示后键入一存在的文件名，程序读该文件并在屏幕上显示。如文件较大，用户无意显示全图形时，可随时击任一键，中止显示。

[illegible] “存盘” 功能　当选择该功能后，下部提示区显示 “键入存盘文件名” 的提示，

其后显示当前图形文件暂存区中的图形。若直接回车，内存图形文件将重写入原文件，若用户键入新文件名后回车，则建立一新的图形文件，并存储当时的内存图形文件。

[illegible]数据库功能 该功能对 [illegible]数据库中的图形直接处理。

[illegible]“进入 [illegible]”功能　选择该功能后，操作返回 [illegible]操作系统，出现 [illegible]光标，即可进行 [illegible]命令操作。

[illegible]“图嵌入”功能　用于合并两个图形文件，或说在已“读入”显示的图形中嵌入一个新的图形。选择该功能后，下部提示“请键入嵌入图形文件名”，用户将意欲合并入当前处理图形的另一图形的 [illegible]文件名键入于提示之后并回车，则进一步提示“标定嵌入　合并）图块范围的左下角”，同时在图形显示区出现十字光标。用户可通过方向键移动十字光标到欲嵌入图形的左下角位置，击回车键后，[illegible]便读新图形文件，并以图块的方式将该新图形并入正在处理　或先前已读入）的图形的指定部位。该功能可用于合并几个图组装编图的目的。

[illegible]“返回主选单”功能：选该功能后操作退回主选单。

②剪辑处理

当在主选单选择“剪辑”功能项后，则进入剪辑选单操作。该两级选单含 [illegible]个操作功能，即图块显示、选图块、取消选择、移动、比例、消隐、删除、图割出、刷新、回主选单。利用这些功能和“文件”选单中的“图嵌入”功能相结合，可以完成十分复杂的图形编辑处理，现将各功能介绍于后。

[illegible]图块显示功能　选该功能后屏幕图形区则显示当前处理图形的图块组成和分布，每个图块的边界均以虚线矩形框的形式标出。用于使用户了解当前正在处理的图件的整体图块构成。

[illegible]选图块功能　选择该功能后，首先像“图块显示”一样在图形区显现所有图块边框线，随即显十字光标并在下部提示“选择图块边界圈定框的一角”，此时用户即可以方向键移动十字光标到欲选图块边框虚线附近，击回车键，再按方向键，即以击回车键时十字光标所在点位为一角出现一可调方向和大小的目标圈定框，只要该圈定框能覆盖或圈定某一或某些图块的边框虚线，再回车后这一个或这一些图块的边框线即被保留，用户便可以对选中的这一或这些图块进行编辑处理，诸如移动这些图块，改变这些图块的大小和长宽比例，暂时由屏幕上消除这些图块，或把这些图块作为一个新的图形文件割出存储等。

[illegible]取消选择功能　该功能为上一功能的反功能，选择该功能后被“选图块”功能选定的图块边界线消失，用户将可再选择其它图块。

[illegible]移位功能　用于移动选中图块在整个图件中的相对位置。选择这一功能后，在选中图块边框的左上角出现十字光标，并在下部提示“请以方向键标定图块边框左上角”，此时以方向键移动十字光标于一新位并回车，则选中图块便移到以新光标为左上角的区域。

[illegible]比例功能　用于改变被选中图块的大小和长宽比例　可同时对几个被选中图块进行比例处理）。选择该功能后下部提示“请以方向键重新标定图块边框右上角”，用户则可以通过用方向键改变图块边框右上角位置的方式改变图块大小和长宽比例，调好后

回车，下部进一步提示“保持图块比例系数？”，用户若键入“再”则图块仅放大或缩小，若键入“晕”则图块大小和长宽比均依新调整的图块边框为准而变换。

壑隐功能　用于屏蔽被选中图块中图形在屏幕上的显示（而非从图件中删除）。

壑删除功能　用于将被选中图块中的图形整体删除，或者从图形文件中将被选中图块删除。

壑图割出功能　用于将选中图块（单独图块或一组图块），由当前被编辑图件中分割出去，另外形成一个新的图形文件。选择该功能后下部提示“键入割出图块文件名”和紧随该提示后的原被编辑图形文件名，此时若用户不改变文件名直接回车，则原图形文件被仅含新选中图块（一个或几个）的图形文件覆盖；若用户将提示后的原文件名改另一新名，则形成一含新选中图块的新图形文件、原图形文件保留。

壑刷新功能　用于重绘当前编辑图形文件的屏幕图形。

壑回主选单功能　选该功能则由剪辑选单操作退回主选单操作。

③显示处理

当在主选单中选择“显示”功能项后，则屏幕右侧选单变为二级“显示选单”，该选单由放大、缩小、摇移、旋转、刷新、点位坐标、复原、查视域、回主选单等九项功能命令组成。主要用于变化当前被编辑图形在屏幕上的显示部位、方向和查询图形指定点位或被显示部分的图面坐标，为图形的细部编辑作准备。

壑放大功能　用于将图形作局部放大显示。当用户选该功能后，图形区显现十字光标，同时下部提示“标定放大范围一角”，当用户以方向键把十字光标移到欲放大显示的局部范围的任一角点并回车。下部又提示“请标定放大范围另一角”。此时再击方向键，则图形区显现一大小和比例不断变化的矩形光标框，该矩形框圈定范围内的图形局部即为将放大到全屏幕显示的图形部分。一旦用户调定了矩形光标框的位置大小并回车，则被圈定的局部图形将被放大呈全屏显示。

壑缩小功能　用以缩小被显示图形。当用户选择该功能后，下部提示“键入系数：”的提示，并于其后显示“圆圆”的缩小系数，若用户直接击回车键，则显示图形被缩小一倍；若用户改键入新的缩小比值，则按用户指定缩小系数将当前显示图形缩小（当取小数系数时，显示图形被放大）。

壑摇移功能　用于移动图形显示窗口。与“剪辑”选单中的“移位”功能不同，“移位”功能是移动被选图专用在整个图件中的位置，而“摇移”功能则仅改变被显图形在屏幕上显现部分的位置。选该功能后，图形区中部出现十字光标，同时下部提示“键入新的观察中心”，此时用户可以方向键改变图形区十字光标的位置，用户标定新光标位置后，该光标位置即重显图形的屏幕中心。

壑旋转功能　选该功能后，被显示图形转 怨园显示。

壑刷新功能　重绘被显示图形。

壑点位坐标功能　用于提取被显图形指定点位的图面坐标。当用户选该功能后，下部提示“请键入数据文件名：”并给出默认名“[illegible]”，若直接回车，用户下步提取的图面点位坐标被记入“[illegible]”文件；若改变这一名称，则提取的坐标数据记入用户定义的文件。坐标的文件记录格式为：[illegible]，其中 载，再，均为以 [illegible] 码表

示的十进制浮点数。当定义坐标数据文件名后，又提示“请用十字光标指定欲提取坐标的点位或 <回车>退出”，此时用户每次以方向键移动图形区十字光标到一指定位置并回车，则这一点的图面坐标（非屏幕光栅坐标），就在下部提示区以十进制浮点的形式被显示，同时又被录入指定的坐标数据文件，连续上述操作可提到一系列图形点位坐标，以备作有关计算处理或制图定位用。当提取坐标的操作完成后，只要击 <回车>键，便退出该功能。

恢复原功能　用于恢复被编辑图件的初始图形，该功能与刷新功能的差别是，后者是将已编辑改变的当前图形重新显示，而复原是重显未被编辑改变的原图形。

设置视域功能　当选该功能后，在下部提示区显示“可见的视域坐标范围：左下角 X,Y 右上角 X,Y”，其中 X,Y 均是以十进制浮点数表示的图面坐标，左下角 X,Y 为被显视域区左下角坐标，右上角 X,Y 为被显视区右上角坐标。

返回主选单功能　选该功能则由显示选单操作返回主选单操作。

④制图处理

当在主选单选择制图功能项后，选单区便显示制图选单。该二级选单由删除、颜色、折线、曲线、圆、字符、刷新、回前选单等八项子功能组成。需说明的是在进入制图选单之前必须先进入剪辑选单，用选择图块功能选择一个图块，这是因为制图类操作是以图块为目标，必须先指定（选择）了制图目标图块，所进行的制图操作方有效。

删除功能　制图选单下的删除功能与剪辑选单下的删除功能不同，这里的删除功能用于删除被选图块内的各图元（包括文字）。而剪辑选单下的删除则用于删除被选中图内的所有图元（即删除图块）。

当在制图选单中选择了删除功能后，被选中图块内的各图元定位点（线段末端点、圆中心点字符串书写起点）以小光圈的形式显现（其他未被选中的图块内的图元定位点不显现），同时下部提示“圈定删除范围的一个角”、图形区十字光标出现，此时用户即可用方向键移光标到欲删除图元定位点光圈附近并回车，进而下部又提示“圈定删除范围的对角、以方向键控制的移动光标点为对角的矩形光标框，凡是定位光圈点被圈入该矩形光标框内的图元将被删除。为避免误删，在用户圈定删除范围，并击回车键后，下部会出现进一步要用户确认的提示“删除对吗？”，此时若键入“再”则删除执行，若键入“灶”则被圈定的图元又恢复。

颜色功能　用于设置当前屏幕绘制图元的颜色（显示器为彩色显示时）或对于笔绘时控制换笔。当用户选择该功能后，下部提示区出现“请用方向键选择新的颜色”的提示，并在该提示行下出现一排（八个）小矩形光标块，各光块左侧标有 0～7 的数字，且有一光块呈闪烁状，该块即代表原色笔，此时用户以方向键可移动变换闪烁光块的位置到欲选色号处，击回车键，则当前显示色或笔绘仪下一步笔色即按该编号更换。

折线绘制功能　用于在被选中图块内绘制折线。当选择该功能后，下部提示行出现“请标定起点”的提示，此时用户即可以方向键控制十字光标到欲绘折线的起点并回车，接着下部提示区出现进一步提示“请标定下一点或 <结束>终止”，此后每当用户移光标到下一点位并回车，则完成由前一光标点到当前光标点间线段的绘制，直到用户击“结束”键后，绘制折线操作结束。

曲线绘制功能　用于在被选中图块内绘制曲线。操作与绘制折线类似，只不过在 [illegible] 绘图驱动模块中，遇到曲线命令后将命令后各坐标对按 [illegible] 命令集中的曲线命令格式改置并送串行口输出。以至在笔绘出的图件中。各选定光标点间不是以折线段相连，而是以曲线相连贯，达到沿指定点位绘制曲线的制图目的。

圆绘制功能　用于在选中图块中绘制圆，欲绘制圆的大小与当前字符大小相同，该大小可通过“字符”选单中的“高度”功能予以改变。当选择绘圆功能后，下部提示区出现“定圆心”的提示，此时用户只要将十字光标移到欲绘制圆的圆心位置并回车，图面即显现一个和当前字符大小一致的圆环。

字符功能　当选择该功能后，屏幕右侧选单区出现“字符选单”，该三级选单包括高度、角度、继承、属性、字符标注、字体、刷新和返前选单等八个功能命令。

Ⅰ 高度功能　用于指定当前字符和圆的大小。当选该功能后，下部提示区显现“键入文字高度：”的提示，后随前一次指定的文郓高度数值，若直接回车原字符和圆大小参数不变，若重新键入新的数值（十进制浮点数），则当前绘制圆和字符的大小参数改变为新键入值。

Ⅱ 角度功能　用于指定字符串书写行的角度。当选该功能后提示“键入文本角度”的提示，此时即可按自左向右书写行为“[illegible]”，反时针方向增值的角度计算方法，指定文字书写行的角度（如：指定 [illegible] 则以后标注的字串由下向上排列）。

Ⅲ 继承功能　用于将当前字符标注的高度和角度值调整成与被选中图块内以前已标注好的某一字串的高度和角度一致，即方便用户在图面字符串标注处理时通过沿袭保持前后文字处理的一致性。当选该功能后，下部提示区出现“选择继承字串”的提示，同时被选中图块内各字符串的定位光圈和十字光标显现，此时用户只要以方向键移动十字光标，使光标十字中心点与欲选字符串定位光圈中心一致，并回车，当前字符处理的字高和字串行角度参数即变得与指定字符串相一致，以后再标注字串其字大小和书写方向将均与指定的以往已标注定串相一致。

Ⅳ 属性功能　此功能用于查询当前字符标注的高度和角度参数值。选该功能后，下部提示区即显示一个高度值（十进制浮点数值）和一个书写行角度值（以度数表示的角度值，以右向书写为 [illegible]。

Ⅴ 字符标注功能　用于在被选中图块内标注任意方向、任意大小的中西文字符及自编地质岩性花纹。当选择该功能后，下部提示区出现“标注字符串始点”的提示，左上图形区出现十字光标，用户可用方向键移动光标到欲标注字符串的始点位置，回车后，下部又出现“键入字符串”的提示，此时用户只要通过键盘将欲标注的西文、中文或各类符号按 [illegible] 字符输入法键入到下部提示行并回车，该字符串便按照前面已置好的字高、字串书定方向和字体参数，以单线（西文字符）或空心向量汉字的形式标注于图中。

由于 [illegible] 向量字模允许的向量值最大为 [illegible]（十六进制 [illegible]），可用于制做相当清细的岩性花纹图元，只要按 [illegible] 码序在 [illegible] 码到 [illegible] 码间自编各岩性花纹模，形成用户自己的岩性花纹模库，则可以像标注字符一样在图面任意位置按指定角度绘制剖面或平面岩性花纹。

Ⅵ 圆字体转换功能　用于设定当前向量中文的字体。选择该功能后，下部提示区出现“使用方向键挑选和变更字体”的提示，同时提示行下面出“字体选单：黑宋……”。此时用户即可用方向键调整闪烁小矩形光标的位置，每一小矩形光标右侧均标有其代表字体的汉字，如调“宋”字右侧小矩形光标成闪烁态，则回车后当前图形文件中亦嵌入一中文字体设置命令、保证笔绘仪绘制中文字体与屏幕编辑标注中文字体的一致性。

Ⅶ 圆刷新功能　同前。

Ⅷ 圆返回前选单功能　同前。

⑤退出

主选单中的第五项为“退出”。当结束 悄酵酚悄酵阅处理要退回 闷酵纺环境时选该功能项。当用户选择“退出”后，悄酵酚悄酵阅并不直接交出控制，而是在下部提示区显示“真要退出吗？”的提示，此时若用户键入“再”确认要退出时，悄酵酚悄酵阅才在将暂存文件处理好之后交出控制权，于是操作返回 闷酵纺环境；若用户还想继续 悄酵酚悄酵阅操作，可键“灶”，则 悄酵酚悄酵阅继续运行。

需提醒用户的是，如若一个图形在 悄酵酚悄酵阅处理时作了变动，在退出 悄酵酚悄酵阅之前最好先进入“文件”处理选单，选择“存盘”功能，以与原图形文件不同的另一圆酵云文件文件名保存改动后的图形。

七、成果图件绘制

用户通过 悄酵酚悄酵阅编制出满意的成果图形文件后，即可通过调用笔绘仪绘图驱动模块 悄酵云悄酵将该图形文件绘制成图。悄酵云与原 孕酵云悄酵模块差别是：悄酵云从 悄酵酚悄酵阅生成的。陨酵云读取图形并支持中文绘制；而原 孕酵云是从 贼酵酚悄酵阅库中读取图形但不支持中文绘制。

悄酵云的运行环境和中西文向量字支持条件与 悄酵酚悄酵阅完成一样。悄酵云进入运行后首先显示绘图文件及绘图比例，方向参数设置屏幕。此时用户只要接通绘图仪，在“图形文件名”提示后键＊圆酵云图形文件名，在“绘图比例”提示后键入 载和 再方向绘图比例参数（十进制浮点数），以及在是否转向的提示后键入“赠”或“灶”后，笔绘仪便启动绘出指定的图形。

此外，利用图形文件转换模块，亦可将＊圆酵云文件转换为 粤酵酚悄酵阅＊圆酵云文件在粤酵酚悄酵阅环境下绘出，或转换为 贼酵酚悄酵阅图形文件，利用其众多的打印成图驱动，在打印机或激光印字机上打印成图。

第五节　储量计算子系统

储量计算子系统　砸酵酚悄酵是在已经建立 贼酵酚悄酵数据库，并且利用 贼酵酚悄酵实用程序酝酵酚计算各工程轨迹线坐标的基础之上；根据工业指标对矿体分布的空间位置进行矿

段截取；然后，通过将矿体模拟为三维块段模型，从而达到计算矿体储量的目的。该系统共包括六个执行模块，它们分别是：

[illegible]，其执行过程见图 [illegible]

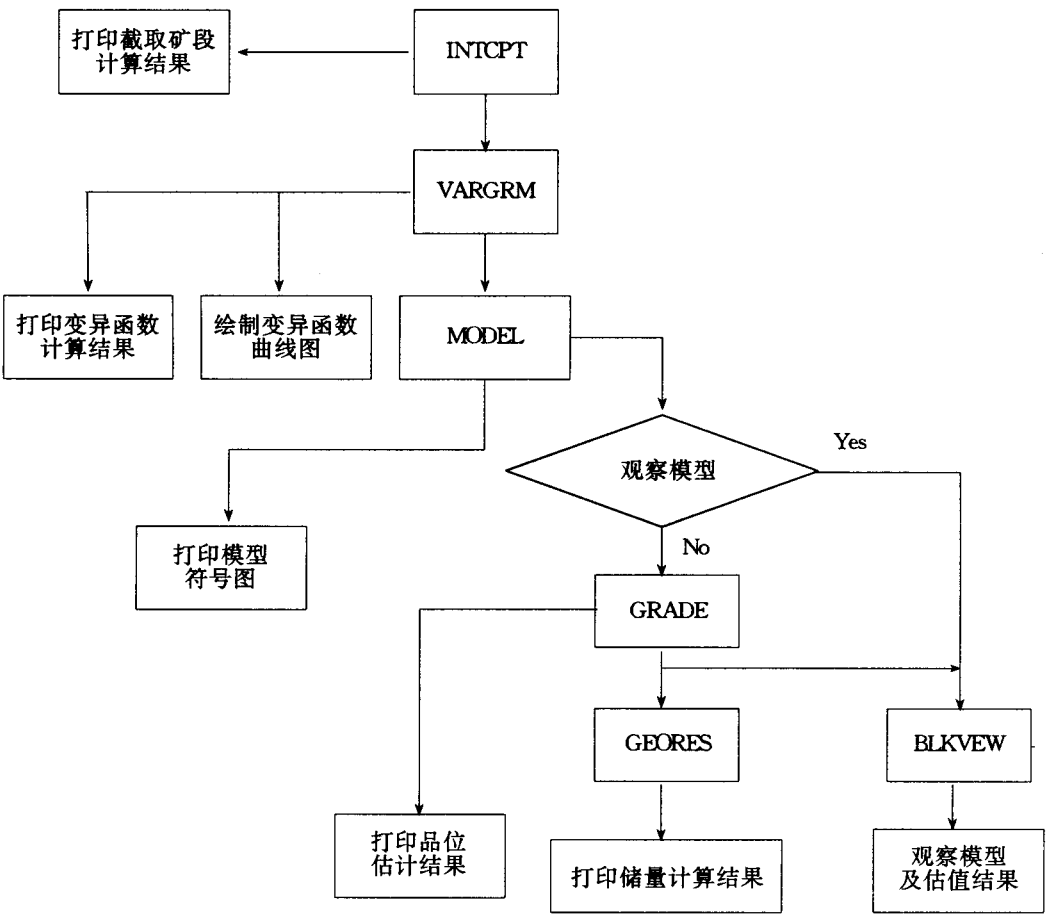


图 [illegible]

各模块的主要功能为：

[illegible]

[illegible] 用于在选定的地质样品分析数据文件中，定位地截取矿段。用户可以指定下列条件：

①边界品位；

②最小矿段截取厚度　最小矿体厚度）；

③最大允许内部废石厚度　最大夹石厚度）。

圆[illegible]

[illegible] 用于计算数据库中分析数据的一维、二维半变异函数，并能对计算的实验半变异函数进行自动拟合、给出理论模型，绘制变异函数曲线。

[illegible]

用于建立矿体块段模型的 [illegible] 程序为该储量计算系统的主要程序。矿体的块段模型包容了含矿空间的体积；而在该矿体块段模型中矿体的进一步空间定位，则可像地质人员圈定矿体一样，以数字化矿带边界的方式具体定位圈定。矿带边界以与块段界面相应的剖面上的闭合多边形表示，这些以数字化圈定矿带的剖面既可以是水平的，也可以是垂直的。

对于几何形态复杂的矿体，用常规的块段模型来拟合矿体，会遇到一定的困难，除非块段的尺寸取得非常小，否则要想达到精确模拟是不可能的，但这又受到了计算机内存和计算时间的限制，并且从地质统计学观点看，缩小块段尺寸可能会导致无效小块段的出现。

[illegible] 程序通过建立“超级块段”来避免上述困难，它允许用户在主块段中定义次一级的子块段，这样就缓解了地质计算和地质统计学之间的矛盾，同时也不过多地占用计算机资源来运行程序和存储模型数据。

[illegible]

地质储量计算模型一旦建立，用户即可对各矿带中块段的矿石品位进行估算，该系统为用户提供了如下几种估算品位的方法：

①三维泛克立格法　[illegible]；

②距离反比法　[illegible]（对反比关系式取任何次幂）；

③最近点法。

[illegible]

[illegible] 程序是用于计算地质模型　由 [illegible] 和 [illegible] 程序建立）中的矿石储量，用户可以一次计算 [illegible] 种边界品位条件下的地质储量，这些计算结果可按整个矿体模型方式或按某一个矿带接一个矿带的方式，以至按某一特定区间显示和打印输出，[illegible] 还可产生一个吨——品位曲线图。

[illegible]

[illegible] 程序用来生成由 [illegible] 和 [illegible] 程序所建立块段模型的二维投影平面图。它可以是通过模型的任一切片的投影图，图中可显示所选矿块的各种属性，包括：

①该块中矿体部分所占百分比；

②该块的估计矿石品位；

③该块的估计精度。

以上各模块的功能均由宏指令控制实现，宏指令可以在系统外用文本编辑软件编，然后用 [illegible] 命令装入 [illegible] 数据的 [illegible] 的子目录下；也可以直接在 [illegible] 数据中 [illegible] 的子目录下，用系统专用的编辑命令 [illegible] 编写，然后用 [illegible] 命令将其存入数据

库中。以下将按模块顺序逐个介绍模块的工作原理和宏指令的编制方法。

一、[illegible]截取矿段

该程序用于对 [illegible]数据库中选定的工程样品文件进行矿段 [illegible]定位截取 [illegible]，用户可指定下列条件：

①边界品位；

②最小矿段截取厚度 [illegible]最小矿体厚度）；

③最大允许内部废石厚度 [illegible]最大夹石厚度）。

由该程序处理产生的矿段数据是建立矿体地质模型和品位插值计算的基础，矿段截取数据存储在 [illegible]数据库中，用户可用 [illegible]系统中的一些程序显示该数据或形成列印报告，例如 [illegible]和 [illegible]程序。

应用 [illegible]程序可得到如下结果：

①定位被截取的矿段；

②计算一矿段的整体长度加权平均品位；

③对于一个将被计算加权平均品位的矿段，用户可指定用于计算的下延间隔，对于一单工程钻孔，可以定义任意个这样的编辑间隔。

用户还可以通过下面两种途径指定控制数据：

①用任一数值字段作为截取矿段的控制数据；

②生成一个可作为控制数据的等价样品 [illegible]：用户可以通过自己提供的因子系数，将一个 [illegible]样品文件中的至多 [illegible]个不同的分析项联合在一起。

[illegible]截取矿段的方法原理

[illegible]对指定的数据表中的被选数据段进行检验，直到查出单样品位大于或等于给定的边界品位，该样品的 [illegible]值作为截取矿段的 [illegible]值。[illegible]然后计算该样品间隔的品位厚度值 [illegible]由品位值乘以有效品位的样长或品位厚度值而产生），对于每一个连续的样品间隔都作上述处理，同时求出品位厚度值及间隔长度总和，直到遇到下列情形之

①加权平均品位低于边界品位

加权平均品位等于品位厚度之和除以间隔长度之和。因为矿段截取不会终止于废石段，因此截取矿段的 [illegible]值是前一个样品间隔的 [illegible]值，若样品间隔的总长度大于给定的最小截取矿段厚度，则该截段的计算结果将被保留。

②废石 [illegible]低于边界品位的取样段）间隔总长度大于最大允许内部废石厚度。

注意：在这种情况下，加权平均品位应大于边界品位，截取矿段的 [illegible]值是最末一个非废石样品间隔的 [illegible]值。

程序停止一个矿段截取。若工程中仍有化验分析数据，程序将继续下一个矿段的截取。否则，将进行下一工程。

[illegible]程序运行条件

用户在运行 [illegible]之前，必须完成如下工作：

①建立 [illegible]数据库并将钻孔测线及有关的测量、化验分析数据输入到数据库中；

②运行 [illegible]程序中的 [illegible]选项，对数据库中各工程、样品的起、止控制数据作统一的三维坐标变换，以便运行 [illegible]时计算工程中各截取矿段中心点的空间三维坐标值。

[illegible]命令集

用于控制 [illegible]程序运行的宏指令文件主要由以下单个宏命令组成：

[illegible]

[illegible]用来指定 [illegible]数据库中待处理的数据集的工程项名称。[illegible]为指定的工程项名称。

注：为与传统的工程号相区别，把 [illegible]译为工程项　可用矿区或某一矿体的代码表示)。

[illegible]

其中：[illegible]规定 [illegible]仅对坐标在上述规定范围内的工程数据进行处理。

[illegible]为工程数据分布范围的最小北距坐标。

[illegible]为工程数据分布范围的最小东距坐标。

[illegible]为工程数据分布范围的最大北距坐标。

[illegible]为工程数据分布范围的最大东距坐标。

[illegible]

其中：[illegible]为键字，通常为 [illegible]或 [illegible]

[illegible]为标志，由用户给定。

[illegible]对 [illegible]数据库中指定键字 [illegible]和指定标志 [illegible]的地质样品分析数据选作参加截取矿段的计算对象。

长度：[illegible]为 [illegible]个字符，[illegible]为 [illegible]个字符

[illegible]

其中：[illegible]为品位数据的列名；

[illegible]用于指定由 [illegible]命令定义的数据表所包含的能定位截取矿段的实际品位数据的列名。

[illegible]

其中：[illegible]为边界品位值；

[illegible]为地质样品分析数据设置边界品位，以进行截取矿段计算。

[illegible]

其中：[illegible]为品位值；

[illegible]为原始样品分析数据设置品位上限值，如果分析品位高于此值，则用它来代替。

[illegible]

其中：[illegible]为品位痕量值；

[illegible]为 [illegible]和 [illegible]命令定义的样品分析数据设定痕量值。

[illegible]

其中：增量参数为品位值；

增量参数为某一个取样间隔内化学分析品位值等于由 参数命令设置的痕量值设置实际品位，以进行品位加权平均。

参数名　缺省值　说明

其中：缺省值为长度值；

参数名　缺省值为原始样品分析数据单位设定的最小截取矿段厚度，单个工程中截取矿段厚度只有大于或等于此值，才认为截取的矿段是矿体。

参数名　缺省值　说明

其中：缺省值为长度值；

参数名　缺省值用来指定在截取矿段内部最大允许的废石长度。在截取矿段内部出现的低于边界品位的样品长度之和的最大允许长度值。

参数名　缺省值　说明

其中：缺省值为参数选择项。

参数名命令用来指定如何处理空缺的品位数据；所谓空缺的品位数据就是在定义的品位列中出现空白或在所选择的分析表中有不连续的品位间隔。

缺省值　对空缺的品位值以 韵代替。

忽略值　对于空缺的间隔将忽略不计。

参数名　说明　选择项

其中：说明　选择项为参数选择项。

参数名用于选择计算截取矿段的扩展方式。

说明　使截取矿段的品位值达到最大。

选择项　在不违犯控制参数的条件下，自上至下及自下至上扩展矿段，目的是使截取矿段的长度达到最大。

用户可以对上述两种选择进行实验以确定，哪一种方法最适合你的数据，注意，一旦你选择了 选择项，废石段不一定是连续在一起，只要废石的累计长度超过了给定值矿段截取就中止。

文件名　文件类型　标志

其中：标志为标志；

文件名　文件类型用于指定截取矿段计算结果将存入标志 标志的文件中。

截取矿段数据将加到数据库中 阅键字下，因此，用户可以通过指定下列两个存取条件观察看截取矿段结果。

①可以从键字为 阅的表中提取。

②标志和该命令所定的标志相匹配。

标志长度：猿个字符

注：矿体截段数据列名　储量　隐含为 则参数

打印截取　灯带文件

其中：灯带文件为文件名；

打印截取为截取矿段计算结果建立一个打印文件，打印文件的有效文件名可参阅用户

操作系统手册。如果将此项空白，则 [illegible] 程序将自动生成一个名为 ‘[illegible]’ 的缺省文件。

[illegible]：[illegible] 个字符的标题。

用 [illegible] 命令可为 [illegible] 命令设置的打印文件的每一页加上标题。

最大长度：[illegible] 个字符

[illegible]

其中：[illegible] 为长度；

当截取矿段计算完后，用户可用此命令将已截取的矿段分成等长的若干段。当执行该命令时，用户必须保证 [illegible] 指定的长度要大于由 [illegible] 的指定的最小截取矿段厚度。

注意：原来的截取矿段数据将被分割后的截取矿段计算结果所代替。

[illegible]

其中：[illegible] 为 [illegible] 次级命令。

[illegible] 用来指定要同时进行计算的等价样品分析数据，并用于对矿段的空间定位。在 [illegible] 命令之后，严格地按下列顺序给出次级命令。

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] 的每一个次级命令的含义与前面描述的含义相同。

[illegible] 命令所指定的数是已选择的分析样品与将要与之 ‘联合 ’ 的分析样品之间的 ‘关联值 ’。用户可根据需要重复 [illegible] 命令，以定义等价样品的每个组成品位。

品位最多为 [illegible] 个。

[illegible]

其中：[illegible] 为参数选择项。

[illegible] 指定某个工程项下参加截取矿段计算的数据集

[illegible] 全部有效数据集都参加计算

[illegible] 在该命令之后，用户必须列出要处理的数据集名称，每一行一个数据集名。

最多处理 [illegible] 个数据集。

注意：最后一个 ‘数据集名 ’ 必须是 [illegible] 命令。因此，[illegible] 命令必须是宏指令中倒数第二个命令，[illegible] 命令必须紧跟在一系列数据集名之后。

[illegible]

表明用户可以列出某些数据名以及间隔名而进行加权平均品位计算，这项计算不受其他任何条件约束，换句话说；边界品位，最小截取矿段厚度等参数对计算均不发生影响。

在 ‘[illegible]’ 之后用户必须紧跟定义待处理的数据集名和间隔的子命令，格式如

下：

[illegible]

[illegible]

[illegible]

…　　…

其中：[illegible]为钻孔名称；

[illegible]为[illegible]或[illegible]点到钻孔起始点的距离。对于每一个待处理的数据集，可重复上述命令块进行处理，最后以“[illegible]”命令终止。

注意：用户不能在一个宏指令中同时使用“[illegible]”和“[illegible]”命令。

[illegible]

此命令必须是宏指令中的最后一条命令，它表示整个宏指令的终止。

二、[illegible]变异函数

该程序用于计算[illegible]数据库中分析数据的一维、二维半变异函数，其结果用于克立格估值和最终储量计算。所谓半变异函数是将两个样品数据之间的变异性表示成样品间隔的函数。

一维半变异函数[illegible]是将单个钻孔或剖面上数据的变化性表示成样品间隔的函数。

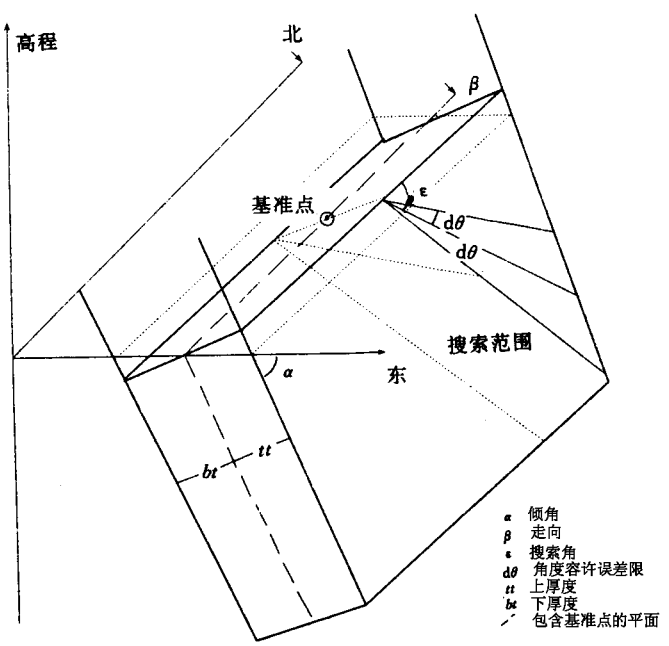


图 [illegible]二维变异函数方位参数

二维半变异函数[illegible]与一维变异函数相同，只是其数据取自矿体平面上某一角

度范围内，因此，它是将样品数据之间的变化性表示成某一指定方向上取样间距的函数（见图 [illegible]）。

[illegible] 工作程序

[illegible] 可用于计算下面两类数据：①样品分析表（[illegible] 表）数据；②样品分析推导表（[illegible] 表）数据，常规的作法是用某一钻孔的 [illegible] 表数据计算一维半变异函数；用若干个或全部钻孔的 [illegible] 表数据计算二维半变异函数。但这种作法并不是绝对的，二维半变异函数可用 [illegible] 表数据进行计算，一维半变异函数也可用 [illegible] 表数据进行计算。

除平均半变异函数外，当一个一维或二维半变异函数计算完毕后，其结果即可保存于数据库的变异函数表中，用户可以形成一个半变异函数结果报告也可以绘制变异函数曲线图。如果用户只需要半变异函数曲线，那么可以只运行含绘图命令的宏指令，形成一个图形文件。因此用户可以多次运行绘图宏指令，以确定最优的理论模型而不影响变异函数表中的计算结果，从而大大地方便了半变异函数理论模型的确立。

用户还可同时形成报告，来检查变异函数表中所有半变异函数的计算结果或列出所有变异函数的滞后距、样品对数、和伽马值（[illegible]）。参阅本章中的“报告宏指令”。

[illegible] 运行条件

用户在运行 [illegible] 之前，必须做如下准备工作：

①建立 [illegible] 数据库

为了计算半变异函数用户必须将数据装入 [illegible] 数据库中。

②运行 [illegible]

在运行 [illegible] 之前，用户必须先执行实用程序 [illegible] 的 [illegible] 选项计算各工程轨迹线坐标。

③运行 [illegible] 截取矿段

如果用户想得到截取矿段数据的半变异函数，那么还必须先执行 [illegible] 程序计算各组合样品的重心点坐标。

④要得到二维半变异函数，还需运行 [illegible] 和 [illegible] 程序

为了确定“[illegible]”宏指令中计算二维变异函数的次命令最合适的几何参数，你必须用 [illegible] 绘出工程平面图和用 [illegible] 来产生沿矿带走向的横剖面图。

[illegible] 宏指令集

[illegible]

其中：[illegible] 为数据分布范围的最小北距；

[illegible] 为数据分布范围的最小东距；

[illegible] 为数据分布范围的最大北距；

[illegible] 为数据分布范围的最大东距；

[illegible] 指定参加计算的数据分布范围，若你在应用 [illegible] 程序计算坐标时对坐标系统进行了旋转，这里的区域界限应是旋转以后的坐标值。

缺省值：数据存取没有区域界限。

[illegible]

其中，[illegible] 是键字；

变量是存取数据的标志；

阅读数据原始记录标志指定计算变异函数所用数据的键字和标志。缺省值：无

粤语一维半变函数指令

员次

表示依据次命令来计算一维半变函数。

缺省：不产生一维半变异函数。

配置变量名称　则值

其中：**则值**是一个实数，其单位与计算半变函数使用的数据坐标相同；

配置原始记录用来指定计算 **则值**时两样品点之间的最小滞后距。

计算 **则值**的公式为：

$$\gamma(滞后距) = \frac{1}{2N(滞后距)}\sum_{i=1}^{N(滞后距)}[变量(原始记录i)-变量(原始记录i+滞后距)]^2$$

缺省值：缺省

配置变量　名称　则值

其中：**则值**是实数，其单位与计算半变函数使用的坐标数据相同；

配置变量　名称　用来指定计算伽马值　(i) 的最大滞后距。

缺省：最大滞后距的缺省值是每个钻孔中可能出现的最大样品间距。

阅读数据文件　容差　则值

其中：**则值**是实数；

阅读数据文件　名称指定计算半变异函数时两样品之间的间距偏离滞后距的最大允许范围。

缺省值：为最小滞后距的一半，这样除了那些间距小于最小滞后距一半的数据外，其他所有数据都将参加变异函数的计算。

确定名称

规定程序将计算相对变异函数，即将 γ 值除以均值的平方后作为相对变异函数的 γ 值。

缺省：计算绝对半变异函数。

忽略空间数据

忽略空间数据　命令指定程序省去半变异函数值的计算，而仅计算原始数据的坐标。样品的北距、东距和高程坐标定为分析数据间隔的中心点，其计算结果加到分析记录中　粤原表)。

一般情况下，利用 粤表数据计算变异函数时，首先要进行坐标计算，因此，该命令将坐标计算简化为只计算信息样高程。

缺省：常规方法计算半变异函数。

结束

用户必须用 **结束**命令来关闭每一个次级命令块　包括 **无**命令之前的命令块)。

缺省：无

月　二维半变异函数命令

圆形次

此命令表示依据用户提供的次级命令来计算二维半变异函数。

缺省：不计算二维半变异函数

孕的粉碎是_孕的量我　灶测量是,　藻藻藻是,藻藻藻是

其中：灶测量是为矿体中某点的北距坐标；

藻藻藻是为矿体中某点的东距坐标；

藻藻藻是为矿体中某点的高程坐标；

孕的粉碎是_孕的量我　命令给出的坐标点是矿体内部计算半变异函数的起始点，以此点为基点沿着矿体走向、倾向、上厚度及下厚度来定义计算二维半变异函数的板状空间，该点是该板状空间的旋转点　参见图 员。其值为局部坐标系统中的坐标点。

缺省：无缺省值。

葬赋测量_　酱藻是

其中：酱藻是为相对于局部坐标系的角度。

葬赋测量表示沿矿体顶平面、底平面的走向。

缺省：圆圆般

阅报;　酱藻是

其中：酱藻是表示相对于水平面的倾角，向下为负　(-)。

阅报定义了矿带顶平面和底平面的倾角。

规定当沿矿体走向观察时，其右边为倾向，根据地质习惯，向上倾角为正，向下倾角为负。

葬蹲测方_　粤量测除;　葬量是　葬量圆　葬量藏　…

其中：葬量员、葬量圆　葬量藏　…为角度值；

葬蹲测方_　粤量测除命令规定计算半变异函数时相对于走向方位的计算角度，变异函数 圆表示沿走向方向，变异函数 怨表示沿倾向方向，该角度可正可负，负角度可通过加 猿远园园自动转变为正角，所有的二维半变异函数均以正角度方向的半变异函数存入数据库中。

限定：每次计算半变异函数时一次可计算 圆个搜寻角的半变异函数。

缺省：无

粤量测距离容_　耕容值　酱藻是

其中：酱藻是为角度值；

粤量测距离容_　耕容值命令设定搜寻角的容许误差限 酱藻是 以计算半变异函数的方向为基线，角度大于或小于角度容许误差限　角度在搜寻角容许误差限和搜索角 原角度容许误差限之间）的数据都作为计算该方向二维半变异函数的数据子集。

标准做法是设定为搜寻角间隔的一半。

缺省：无

耕容孕_　耕方做远量在为;　灶量是

其中：灶量是为一正实数；

耕容孕_　耕方做远量在为用来设定偏离通过基点的矿带平面的上距离误差限。

用户必须用 结束命令关闭每一个次级命令块。

缺省：无

说明：

说明：命令将获得各种滞后距的 γ 值，并把各个滞后距的 γ 值累积，用样品对数进行加权平均，计算平均半变异函数。在一次宏指令执行过程中，所生成的全部半变异函数都参加平均半变异函数的计算。说明：原命令必须设置在 命令之前，否则，将不起作用。

缺省：不计算 γ 值，不生成平均半变异函数图。

格式：

其中：……为工程项名称；

指定钻孔中哪一个工程项将执行 命令，用户可以选择 也可以在 命令之后列出部分工程项参加计算。

缺省：无

格式：

其中：为选择项；

用来指定参加半变异函数计算的钻孔或测线，其数据存取由 和命令指定，与 命令一样，可以指定全部工程：也可以指定部分工程：

```
钻孔名称紧跟在
的下一行，每行一个，
以 结束，这种方式
⋮
最多可列 个数据集
```

格式：

用来表明以下为绘图次级命令。形成的绘图文件为数据库内部文件，可用 [illegible] 程序观看或用 [illegible] 程序绘出。

缺省：不产生绘图文件。

绘图次命令：

[illegible]

其中：[illegible] 表示 [illegible] 轴方向上半变异函数图形列数，

[illegible] 表示 [illegible] 轴方向上半变异函数图形的行数。

[illegible] 命令可使用户将几个半变异函数曲线图一排一排地展现在一幅图面上，其排列方式自上至下按指定的顺序排列。

在 [illegible] 宽的幅面上最多可排列 [illegible] 行。

缺省：半变异函数将沿 [illegible] 轴方向一个一个地画出。

[illegible]

此命令可使用户在每个变异函数图的上部加上标题或图名，标题的字符大小将是标准字符的 [illegible] 倍。并且，将出现在角度或数据标题之上。

[illegible] 为标题，应打单引号括起来，其长度应少于 [illegible] 个字符。

缺省：不出现标题。

[illegible]

[illegible]	工程项名称
[illegible]	说明其后紧跟的数值为块金常数
[illegible]	模型的块金常数
[illegible]	说明以下参数为变程和基台值
[illegible]	变程
[illegible]	基台值

用 [illegible] 来指定存贮在变异函数表中的指定工程项和数据集的一维半变异函数将被绘制出来。跟随在工程名称之后，为半变异函数球状模型参数。

[illegible] 可以放在第一组变程和基台值之后，用户最多可以给出三组变程和基台值。

用户还可以考虑无变程和基台值的纯块金效应。

缺省：不画图

[illegible]

[illegible] 为模型参数，并且是可选择的，其用法与 [illegible] 相同。

用 [illegible] 指定绘制存放在半变异函数表中指定方向 [illegible] 的二维变异函数曲线，紧跟角度之后为拟合半变异函数曲线的球状模型参数。

[illegible] 为要绘制的半变异函数方向角度，但该方向上的半变异函数必须已经计算出来了，模型参数与 [illegible] 命令相同。

缺省：不画图

[illegible]

其中：[illegible] 为模型参数，并且是可选择的，其用法与 [illegible] 命令相同。

[illegible]命令用于绘制宏指令运行过程中生成的平均半变异函数曲线图，但[illegible]必须放在[illegible]的命令之前。注意：用户只能绘制宏指令执行过程中生成的半变函数的平均半变异函数曲线，而不能绘制已经存放在变异函数表中的半变异函数的平均变异函数曲线。

缺省：不绘制平均变异函数曲线

[illegible]

用户必须用[illegible]命令结束次级命令块。

缺省：无

[illegible]

[illegible]必须放在整个宏命令的最后一行，以此来结束整个宏命令。

缺省：无

三、[illegible]建立矿体模型

该程序主要用于建立一个在包含矿体的空间体积范围内对矿体进行空间定位的模型，并且将模型的空间体积划分成具有相同大小的一系列块段，块的形态可以是立方体，也可以是长方体，用户可以根据矿床的特点定义最合适的块段大小。

[illegible]是以数字化信息的形式来确定块段模型中矿体的位置，这些信息是来源于对矿床的成矿作用的解释研究，由于[illegible]程序充分利用了这种对成矿作用的解释，其结果将在横剖面（水平的或垂直的）上产生一个闭合多边形，该多边形表示了矿体在该剖面上的位置和范围。一个剖面上可以有几个这样的区域或带。

反映矿体信息的剖面可以是垂直的；也可以是水平的，故模型可以沿垂直方向或沿水平方向建立[illegible]或[illegible]，当以[illegible]方式建立模型时，它必须是从南至北或从东至西方向建立。

传统模型建立方法最大缺点是处理每一个代表矿床地质特征的块需要大量的机时和内存空间，考虑到图[illegible]说明的情况，在模型中包含多个块的矿带边界内，如果块的中心点位于矿带边界以内，那么该块就划为矿体，否则该块就划为废石。而且这种处理方法误差很大，如果把块的大小降低到使误差很小，那么计算储量所需的内存空间是非常昂贵的，另外，如果用地质统计学方法来估计模型中各待估块的品位，这样小的块也是不合适的。

[illegible]程序用“超级块”的方法解决了上述问题，[illegible]把矿带边界内所指定的基本块划分成若干次级块或部分块，只保留矿体边界以内的部分块，这样不但提高了精度，也缓解了地质计算和地质统计学计算对大量内存的需求，因此应用“超级块”的方法可以使[illegible]程序用于计算几何形状复杂的矿床，而且克服了传统建立地质模型方法所具的缺点。

因为矿床的空间体积由一系列规则的块逼近，所以要针对地表地形数据和基岩面地形数据编辑这些块，以消除基岩上的覆盖物和空气在模型块所占的体积，[illegible]程序在生成地形网格化文件时，就自动完成了这种编辑工作。地形网格化文件是由[illegible]

中 [illegible] 程序生成的　用户提供给 [illegible] 程序的顶板地形网格数据的区域应和模型的范围相匹配)。

[illegible] 还具有编辑功能，用户可用此功能改进和修改基本的模型块，可以将某个整块或块中的一部分预先定为空气或基岩或废石，这样使所有矿体边界内的夹石或矿化带能很容易地和精确地模型化。

[illegible] 工作原理

矿体模型的建立主要基于利用矿区平面图和剖面图对矿床的地质解释的基础上。每个模型都是以分级的方式进行建立和存储　图 [illegible] 存储的最高级是模型名称。隶属于该名称的是一系列切片，子切片和点，它们构成了图 [illegible] 所展示的树状结构。用户在指定了模型名称之后，还须定义一些与模型相关的参数，如建模方向，块的数量和大小等。矿体模型既可以按水平方向建立，也可以按垂直方向建立。无论以何种方式建立都必须给出定义矿体边界的数字化矿带信息。数字化矿带信息并不是在每个切片上都必须定义，[illegible] 的协同化技术允许数字化信息在不同的切片上重复使用。定义切片时必须遵循以下规则：

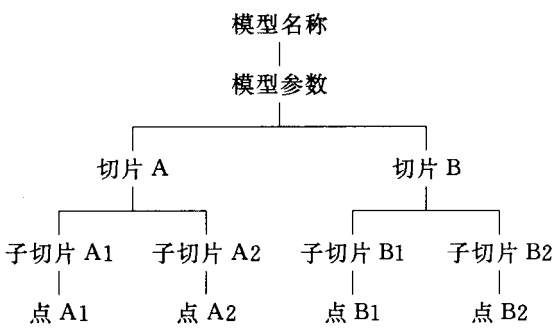


图 [illegible] 模型分级图

①如果模型建立在平面上，则模型由顶向底建立。

②如果模型建立在由南至北的剖面上，则模型由最南端开始向北定义切片。

③如果模型建立在自东至西的剖面上，则模型由最东端开始向西定义切片。

在每一个切片上，程序对数字化矿带的数量没有任何限制，在每个数字化矿带内定义了一系列的点，它包含了每个块的属性，包括各块内矿石所占的百分比；该块是矿石还是废石等。

[illegible] 运行条件

由于没有任何两个矿床是相同的，因此，在建立矿体模型时没有固定的步骤可以遵循，下面给出一般情况下 [illegible] 程序建立矿体模型的步骤和条件。

用户运行 [illegible] 的最基本条件是能运行 [illegible] 系统的 [illegible] 程序。其一般过程可定义如下：

①用 [illegible] 系统中的 [illegible] 程序绘制模型区的工程平面图，由此观察该区内工程的分布位置。

②模型必须是北—南或东—西方向，使用 [illegible] 转换或旋转工程坐标，使模型平面上块段数最少，当用局部的坐标系统绘制工程位置就要进行坐标转换或旋转，下面的实例是一个经过坐标旋转而使模型达到最优。

③确定模型在北—南（北距）、东—西（东距）和高程三个方向大小。

④确定北—南、东—西、高程三个方向上模型块的尺寸。

⑤选择建立模型的方向。

⑥确定模型原点，模型原点的位置依赖于模型建立的，方向，见图 [illegible]

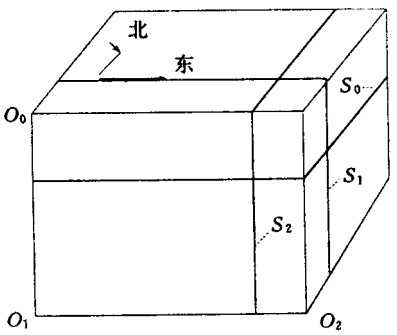


图 [illegible] 模型的建立和原点的选择

[illegible]—建立在平面上模型的原点；[illegible]—建立在 [illegible]—晕剖面上模型的原点；

[illegible]—建立在 [illegible]—宰剖面上模型原点；[illegible]—水平切片；[illegible]—南—北向断面；

[illegible]—东西向断面

如果模型建立在平面上，原点应是最上方模型块的南西角。

如果模型建立在南—北向的剖面上，则原点是模型最下部的南西角。

如果模型建立在东—西向的剖面上，则原点是模型最下部的南东角。

⑦绘制通过模型的每一个切片的剖面图，每个剖面必须和模型块的“面”相一致，其左下角坐标应与模型原点相吻合。

如果模型建立在平面上，则剖面左下角的北距、东距坐标必须与模型原点的北距、东距坐标一致，剖面的标高与块面相一致，也就是说，如果模型原点标高是 [illegible]，标高方向块的大小是 [illegible]，每个剖面的高程可表示成：

剖面高程 [illegible]

晕是指标高方向上自 [illegible] 至该方向块段总数之间的某个数。

若模型建在南—北向剖面上，那么每一个剖面左下角的东距和高程坐标应与模型原点东距和高程坐标一致，同上所述，[illegible] 是模型原点北距坐标值，[illegible] 为块在南北方向上块段的大小，则每个剖面的北距坐标用下式表示：

剖面北距 [illegible]

晕为南北方向上自 [illegible] 至该方向上块段总数之间的某个数。

如果模型建立在东—西方向剖面上，则每个剖面左下角的北距和高程坐标应与模型

原点的北距、高程坐标一致，同样 伊伊伊伊[illegible]为模型原点的东距坐标，[illegible]表示东西方向上块段的大小，那么剖面的东距可以表示成：

剖面东距 越伊伊伊伊[illegible]－〔 晕－员　　＊[illegible]

晕为东西方向上自 员至该方向块段总数之间的某个数。

由上可明显看出：每个切片上的地质信息将呈现于模型建立方向的所有块段空间，酝酿[illegible]不能处理块内部的地质变化，当两个相邻的矿面之间数字化信息逐渐变化时，情况就不同了，这样模型建立方向上块段内部矿床的几何形态会有变化，所以在模型建立方向上的块尺寸应尽量保持小一些。

⑧对剖面进行地质解译，解释的结果必是一系列封闭的多边形，每个多边形表示一个矿化区域，剖面上矿带的个数没有限制。

⑨如果必要的话，编辑矿化带，有效且富有意义解释是剔除矿化带内部废石区，这些废石区可以通过定义闭合多边形从矿化带中剔除，前面所述的部分块同样可在此边界范围内应用。

⑩在切片上对矿体边界进行数字化，数字化值要么以 [illegible]要么以 糟[illegible]为单位，载 再正方向描述如图所示：数字化原点必须在每一个切片的左下角，其数字化比例应与切片的比例尺一致。

代表每一个矿带的数字化坐标值必须贮存在一个单独的文件，文件名可用切片和矿带名确定，例如：[illegible]表明文件中的数字化坐标将用在 圆[illegible]切片 远号矿带上，文件名的最大长度由操作系统控制，请参阅你的 阅[illegible]手册以确定合适的长度。

每对数字表示数字化边界的一个点，其中第一个数字是 载方向上数字化点到原点的距离，第二个数字是 再方向上数字化点到原点的距离，每一对数据中 载 再坐标用“,”分割，每对数据之间用空格分开。

在每一行内允许出现的字符个数最多为 愿[illegible]个，确定边界的点数不受限制，每个文件的最后一个字符必须是非数字的 [illegible]字符，上例中用右斜杠 [illegible]，它表示文件的结束。同时还应注意：最后一个点的坐标值应与第一个点相同，它表明多边形是封闭的。

⑪利用 砸[illegible]程序 [illegible]准备地表和基岩表面地形网格化数据，没有地形网格化数据模型不能建立，对于基岩网格文件可以不存在。[illegible]数据准备和运行参见 砸[illegible]手册中的 [illegible]章节。

⑫运行 砸[illegible]程序 [illegible]对 [illegible]形成的地表和基岩表面网格化文件重新格式化，使其格式满足建立模型的要求。

⑬准备 酝[illegible]宏文件，它控制了 酝[illegible]程序的运行，在下一节中作详细说明。

⑭运行 酝[illegible]

注意：酝[illegible]的计算非常复杂，建立模型所需的时间随模型大小、模型切片中数字化矿带数目、部分块以及定义不同矿带的数字化点数的不同而不同，当参数较大时，模型执行的时间可能长达几小时。

[illegible]酝[illegible]宏指令集

酝[illegible]宏指令将由下列控制模型建立的命令组成，它包括两部分：一是整体命令；二是有关数字化矿带的信息及模型中矿带是如何建立的，下面分别介绍宏指令中每一个

部分命令的用法。

整体命令

[illegible]

其中：[illegible]为待建立或存储的模型给出名称，[illegible]系统中所有其他程序都将用这个名字来存取模型，模型名称必须是唯一的。

[illegible]为模型名称。

模型名称最大字符数 [illegible]

[illegible]

其中：[illegible]为参数选择项。

[illegible]为方向数。

[illegible]命令后必须跟 [illegible]或 [illegible]，[illegible]表示模型建立时数字化信息取自水平切片上；[illegible]表示取自垂直切片上。

如果你选择 [illegible]，此命令之后应是模型建立的方向，方向必须是 [illegible]或 [illegible]。如果方向是 [illegible]，则数字化矿带必须在高程 [illegible]距平面上；如果方向是 [illegible]，则数字化矿带必须在高程 [illegible]距平面上。

[illegible]

其中：[illegible]为块段尺寸。

[illegible]指定在东—西向块的尺寸，其长度单位应与进行地质解释的切片的长度单位一致。

[illegible]

其中：[illegible]为块段尺寸。

[illegible]指定北—南方向上块的大小。

[illegible]

其中：[illegible]为块段尺寸。

[illegible]指定高程方向（垂直）上块的大小。

[illegible]

其中：[illegible]为块段数。

[illegible]指定东—西方向上覆盖整个模型区的最大块数。注意：目前的版本不允许模型超限，因此模型的大小必须合适，在建立模型时超出的块是不会被采用的。这些超出的块既不会占用多大内存，也不会延长执行时间。然而，用户必须提供整个模型区的地形数据。

[illegible]

其中：[illegible]为块段数。

[illegible]指定南—北方向上覆盖整个模型区的最大块数。

[illegible]

其中：[illegible]为块段数。

[illegible]指定垂直方向上能覆盖整个模型范围的最大块数。

[illegible]

其中：[illegible]为点的三维坐标。

[illegible]指定模型原点的北距、东距和高程坐标，用户必须弄懂使用手册中有关选择模型原点的内容，这是能否正确建立模型的关键。

[illegible]

其中：[illegible]为参数选择项。

[illegible]指定原点数据的单位——[illegible]

[illegible]

其中：[illegible]为比例尺，

[illegible]指定原始数据单位和数字化单位之间的比例关系，它是绘制切片图的比例尺，可能的值是 [illegible]或 [illegible]。注意：米制比例尺不能用 [illegible]的形式表示。

[illegible]

其中：[illegible]为一非数字字符，

[illegible]定义某个单个字符作为数字化矿带文件的结束标志，如“[illegible]”。

[illegible]

其中：[illegible]为文件名，

[illegible]可生成一个符号图，用来表示切片上的每一块中矿石所占百分比。注意：这是一个整体命令，它将使在第二部分命令所定义的所有矿带形成一个打印图。如果用户在 [illegible]后不指定文件名，[illegible]将自动形成一个缺省名为 [illegible]的文件。

由 [illegible]生成的符号图如下所示：

每个符号位于矿带内每个块体的中心，各种符号代表的内容如下：

[illegible]

MODEL：DEMO ZONE：ZONE5

LEVEL：8700.0

```
+++++++++++++++++++++
+－－－－－－－－－－###       +
+－－×××77－－2－2            +
+－－×2×××27×××－5           +
+－－7－××××××××××5          +
+                             +
+                             +
+                             +
+++++++++++++++++++++
```

[illegible]——块内为 [illegible]以上的覆盖层

[illegible]块内为 [illegible]以上的空气

——该块为废石

·——块内矿石小于 [illegible]

[illegible]——块内矿石占 [illegible]～[illegible]

[illegible]——块内矿石占 [illegible]～[illegible]

：

怨——块内矿石为 怨园豫 ~ 员园园豫

载——块内矿石含量 员园园豫

耘凿躁的　枣藻澡藻蚤藻藻藻

其中：枣藻澡藻蚤藻为文件名。

用来指定建立模型所必须的地表地形数据网格化文件，此文件是由 员阿宰躁的程序从员阿宰输出的网格化地形文件生成的地形文件。

月枣凿阿躁的运　枣藻澡藻蚤藻藻藻

其中：枣藻澡藻蚤藻为文件命。

如果考虑基岩表面，则必须用些命令，此命令后紧接基岩地形文件名，这一文件的生成与地表地形网格文件相同。

阅员凿藻灶

阅员凿藻灶必需放在所有上述命令之后，表明下面将是宏指令的第二部分：数字化矿带信息。

第一次运行宏指令建立模型时，必须提供地形网格文件，第二次执行宏指令时，由于模型已经建立，地形数据不能再次加入。因此，第一次执行 酝造则择蕴之后，宏指令耘凿躁的命令和 月枣凿阿躁的运命令必须删除，而应加入 阅员凿藻灶命令。

云凿凿躁

表明 酝造则择蕴宏指令的结束，它总是宏指令的最后一个命令，如果 阅员凿藻灶命令出现，那么 云凿凿躁将出现在数字化矿带信息命令之后。

源匪数字化矿带信息

如果你在 酝造则择蕴宏指令的第一部分使用了 阅员凿藻灶命令，那么你必须对每个数字化矿带使用下列命令：

蕴藻灾择蕴藻越灶越躁藻　越远

其中：越躁藻为一实数。

蕴藻灾择蕴藻越灶越躁藻用来对数字化矿带所属的切片进行定位。

在皂藻责越燥藻-灿藻藻藻

其中：扎燥藻-灿藻藻为矿带命。

在皂藻责指定矿带名称，储量计算系统中所有后续程序将以此名进行存取矿带。

最大字符数 越远

孕则阿躁藻蕴越凿越躁藻

其中：凿越躁藻为一正整数。

用 孕则阿躁藻设置一个整数，以此命令指定对基本块再分割的次数　基本块的尺寸由第一部分 月枣凿阿运杂凿藻灶命令指定），如果该整数给 源 那么程序将把基本块再分成 源开源 越远个部分块。

选择此参数应慎重，矿带边界越仔细，部分块参数应越大，若部分块参数为 员时，则对基本块不再分割。

杂灶越宰则运藻阿运藻灶越宰灶藻于越阿藻

其中：宰粤载云蕴阿查对砸手抓阿殊是为参数选择项。

如果要对某一切片上矿带内某个区域的数字化边界进行再编辑，那反可用 杂耕载命令完成，显然，在 杂耕载命令之前，切片上要再编辑的矿带必须已经存在。杂耕载的设置可为 宰粤载云　废石）、粤阿　空气）、韵对抓手抓阿殊是　覆盖层）。

注意：在 杂耕载命令之后，你必须使用与原矿带同样的部分块参数，因此在编辑矿带边界时，同样要划分部分块，每个块中矿石所占的百分含量也作适当地调整。

例如：矿带中某一块在加入模型中时，其矿石含量为 员园豫。有一编辑矿带边界通过该块，发现该块有 源园豫位于边界以内，因此，该块内矿石百分比即被调整为 远园豫。

载藻载_月蕴韵运杂

若使用此命令，必须在宏指令的第一部分选择 孕阿曝载命令，载藻载原月蕴韵运杂对加入模型中的切片及矿带内的每个块的信息进行全面地列表，放到由 孕阿曝载命令指定的文件中，表中各项均有明确的标题，在此不进行解释。

注意：列表宽度为 员源园列，其结果必须在宽行打印纸或压缩点阵打印机上打印。

模型块的编号按从下到上、由左到右进行计数，如下所示：

第 源行	裕源	裕愿
第 猿行	裕猿	裕苑
第 圆行	裕圆	裕远
第 员行	裕员	裕缘
	第 员列	第 圆列

月杂阿曝

此命令表示加入到模型中的矿带的所有参数均已定义，数字化矿带坐标的文件必须以宏指令形式存入 则酱载藻则数据库中宏命令目录下，月杂阿曝后面是 则藻载杂命令 粤光云蕴阿配粤光阿的伊伊伊伊，伊伊伊伊是包含数字化矿带坐标的宏指令名称。

此时 配酱载藻蕴将这个边界加入到模型中，用户可以重复上述命令，加入其他矿带或切片，直到所有矿带和切片都加到模型中为止，最后用 云阿载杂命令结束。

用户可以按自己的要求在不同切片中重复使用同一数字化坐标，这对其他切片和边界没有影响。

四、则阿粤光云品位计算

则阿粤光云程序是用来估计地质模型中矿石块段的矿石品位，用户可以利用 则藻载杂数据库中品位数据通过不同的插值方法估计块段品位。用户估值的品位数据可以是 粤表中　化学分析表）也可以是由 阿藻载杂程序生成的 阅表中的数据。

本软件提供了三种插值方法以估计块段的矿石品位。

距离反比法——矿块品位与信息样到块段中心点之间的距离倒数成正比关系。

最近点法——块段的品位值取距块段中心点最近的信息样品位值，其幂指数由用户根据具体情况自由确定。

泛克立格法——该方法以地质统计学为基础。

[illegible]程序要求用户为每个待估块段定义一个估计邻域，邻域内含有估值的信息样。用户通过指定主轴方向和三个半轴的长度来定义椭球状搜索邻域，椭球体的幂指数由用户给定，因此，用户可以通过定义长轴与短轴等长以及幂指数为 [illegible]来确定一个球状搜索邻域。

因为品位插值是在由 [illegible]建立的地质模型内进行的，所以，在品位插值过程中用户可以使用地质模型所具有的全部特性。

例如：针对不同的插值参数和搜索邻域，插值可以一个带一个带地进行，相对模型来说，每个带就是一个子切片。

插值中所利用的原始数据也可以一个子集一个子集地被使用，这些特性能使用户最大限度地控制品位插值过程。

因为在模型建立过程中，地形数据和已知的废石区已经编辑，所以，插值过程结束后即可得到地质储量。

[illegible]运行的条件和品位估计的一般步骤

在运行 [illegible]之前，必须做好如下工作：

①建立 [illegible]数据库，其中必须包括原始分析数据或由此导出的品位数据 [illegible]表或 [illegible]表数据）。

②利用库中数据，用 [illegible]程序 [illegible]建立地质模型。

③如果 [illegible]数据库的 [illegible]表中已经装有原始品位数据，运行 [illegible]程序 [illegible]程序，计算每个信息样中心点坐标。

下面给出了 [illegible]计算矿石品位的一般过程，然而，每个地质模型及其原始品位数据都有自己的特性，而且必须反映到插值过程中，所以，下列步骤仅供参考。

①准备品位插值数据，这些数据必须在 [illegible]数据库的 [illegible]表或 [illegible]表内 [illegible]表由 [illegible]程序 [illegible]产生）；

②如果品位插值数据是在 [illegible]表内，则用 [illegible]程序计算每个信息样品中心点坐标。

注意：当 [illegible]计算半变异函数时，每个信息样中心点的坐标就随之计算出来；

③选择品位插值方法：距离反比法，最近点法或泛克立格法；

④选定插值搜索邻域方位及尺寸；

⑤准备 [illegible]执行宏指令。

[illegible]宏指令集

每个 [illegible]宏指令都必须包括五个控制块，它们分别是：模型、插值数据、搜索邻域、估值方法和矿带。而且五块当中缺一不可，下一命令块的开始表明上一命令块的结束。一个完整的宏指令由下列各指令组成：

[illegible]

用 [illegible]命令开始定义品位插值模型的命令系列，紧跟 [illegible]命令之后的是一些

从属的子命令。

配置参数文件名

其中：文件名为模型命称。

配置参数文件名为 BLOCKMODEL命令，用此命令指定品位插值的地质模型名称（由 配置参数文件程序建立）。

文件名的最大长度为 16个字符。

BLOCKMODEL 数据项名 数值型

其中：数值型为品位序号。

BLOCKMODEL 为 BLOCKMODEL命令，用此命令规定一个 1～5之间的整数，它指定要进行插值的“金属品位”的序号。模型中每个块最多可以有三个品位值，例如 BLOCKMODEL 数据项名 1 为金品位；BLOCKMODEL 数据项名 2 为银品位；BLOCKMODEL 数据项名 3 为铜品位。

用户可以在任一序号下加入品位值，每运行宏指令一次，BLOCKMODEL程序将会以新的估计结果替换指定的品位序号下已经存在的品位值。

如果每一个块需要估计三个以上的品位值，则需要建立第二个模型，此模型除模型名称外，其余均与第一个相同，然后对这个新模型指定另外的品位值。

写入文件 文件名

其中：文件名为文件名。

写入文件为 BLOCKMODEL命令，用它产生一个包括块段品位插值数据和有关信息的打印文件。如果用户不指定文件名，程序将建立一个名为 BLOCKMODEL的缺省文件。

注意：当你使用此命令时，整个模型中所有切片的插值品位都将被打印出来。对于大的模型，这个打印文件非常大，并且会占据大量的磁盘空间。

指定数据库中品位插值数据的位置 阅读器

用 指定数据库中品位插值数据的位置 阅读器命令来指定 BLOCKMODEL数据库中品位插值数据的位置宏命令系列的开始，这些数据随后将用于块段品位估计。

写入工程项 工程项名

其中：工程项名为工程项命。

写入工程项确定地质工程项名称，其品位数据已存入数据库中。

元素表 元素表名 键字 标志

其中：键字为键字；标志为标志。

元素表 元素表名 表明在指定的工程项下，品位插值数据的键字和标志已被加到每个数据集中，例如 样品表（化学分析数据表）和 阅读器（由 指定数据库程序所产生的截取矿段表）。

注：样品表中的 样品和 阅读器中的 阅是数据的键字，阅读器和 指定是数据的标志。

指定数据项名 数值型

其中：数值型为列名。

指定数据项名确定列的名称，该列中必须含有对 BLOCKMODEL数据项名命令所定义元素进行插值的实际品位数据，它必须在 元素表 元素表名命令规定的数据表中。

例如：你可以用 元素表名做为列名，它是 样品表中的某一列的名称。或者你可以用

则[illegible]做为列名，它是由 [illegible]程序计算而得的截取矿段品位值的列的名称。

[illegible]

其中：[illegible]为参数选择项。

[illegible]命令选取品位插值所利用的数据集，你可以指定 [illegible]全部），即在 [illegible]原[illegible]命令指定的工程项下，在给定的键字标志列中的所有品位数据都将被取用以进行品位插值。

如果你在 [illegible]之后选择 [illegible]，该命令之后应紧跟一列被审定的数据集名，用 [illegible]终止这个表列，数据集的最大个数为 [illegible]因此在宏指令中应含有如下所示的命令块：

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

……

……

[illegible]

[illegible]

其中：[illegible]为边界品位。

在品位插值过程中，如果用户希望排除低于某一数值的品位数据，则在 [illegible]命令后给出这个数值。缺省值 [illegible]

[illegible]

其中：[illegible]为最小长度。

在品位插值过程中，如果用户希望排除样品间隔长度低于某一数值的品位数据，则在 [illegible]命令后给出这个数值。缺省值 [illegible]

[illegible]

当你在 [illegible]块中使用 [illegible]时，被选择的品位插值数据的值将以如下方程式作对数转换：[illegible]

这里 [illegible]是插值过程中所利用的品位对数值，[illegible]则是品位数值，该值是从指定的数据库表及列中取出来的，如上选择所示。

[illegible]

用 [illegible]命令指定命令块的开始，该命令块定义了进行块段品位估计的所有插值数据分布的体积范围，从每一个矿块的中心点开始设定搜寻范围，仅在这个搜寻范围内的品位值才被用于矿块的品位估计。

用户可以最大限度地控制该搜索范围内的品位数据个数，以确保得到最优估计效果。另外，用户还可以指定搜寻邻域的方位以保证精确控制品位插值数据。

[illegible]

其中：[illegible]为长度值。

该命令选择搜寻椭球体主轴的半轴长度。

[illegible]

其中：[illegible]为长度值。

[illegible]指定搜索椭球体第一次轴的半轴长度，该次轴通常与搜寻椭球体的主轴位于同一水平面上且相互垂直。

[illegible]

其中：[illegible]为长度值。

[illegible]指定搜寻椭球体第二次轴的半轴长度，这个半轴位于与长轴相垂直的平面内。

注意：如果你希望选择一个球形搜索邻域，则上述三个轴的长度应相等。

[illegible]

其中：[illegible]为方位角。

[illegible]选择搜索椭球体主轴的方位角（从模型正北按顺时针方向测量的角度）。

[illegible]

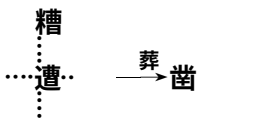
其中：[illegible]为倾角。

[illegible]选择搜索椭球体主轴的倾角（水平线以下的角度应为负角度）。

下面的例子说明了上述参数：

例：一个搜索椭球体，主轴方位角是 [illegible]，其倾角为 [illegible]，设 [illegible]主轴的半轴长度，[illegible]第一次轴的半轴长度，[illegible]第二次轴的半轴长度，[illegible]主轴倾角，[illegible]主轴方位角。

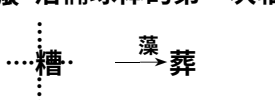
[illegible] 沿椭球体的第一次轴观察



[illegible] 沿椭球体的主轴观察



[illegible] 沿椭球体的第一次轴观察



[illegible] 整数

一个椭圆由以下方程式定义：

$$\left(\frac{[illegible]}{[illegible]}\right)^{[illegible]}+\left(\frac{[illegible]}{[illegible]}\right)^{[illegible]}=[illegible]$$

式中：[illegible]为主轴的半轴长度，[illegible]最短轴的半轴长度。

用户可以指定非 [illegible]的偶幂指数以改变搜寻椭球体的“形状”，随着幂指数的增高，搜索邻域将趋近椭球状几何体。

注：给出的指数必须是个偶整数。

缺省值 越圆

酉泽载_酒钢闷

用 酉泽载_酒钢闷命令指定其后续宏命令是用来定义被采用的插值方法及其相关参数。

隔晕载_酉泽载_酒钢闷_迈砸觅赚_蜜_艾砸泽钢闷_谜谨_泽钢闷

其中：迈砸觅赚_蜜_艾砸泽钢闷为估值方法选择项，

隔晕载_酉泽载_酒钢闷命令选择品位插值方法，以估算模型中每个矿块的品位。用户必须在隔晕载_酉泽载_酒钢闷命令后面跟随以下三种命令之一：

迈砸觅赚选择三维泛克立格法：

隔_艾砸泽钢闷选择以距离倒数为权的距离反比法：

悄谨泽钢闷选择最近点法　最近距离法)。

酉闷晕_孕酒闷晕酒泽_蜜_蜜酒谜载_

其中：蜜酒谜载为正整数。

酉闷晕_孕酒闷晕酒泽选择在搜索邻域范围内进行品位插值时原始品位数据的最少个数。

缺省值 越圆

如果一个块段的搜索椭球体中的原始品位数据的个数小于此命令定义的个数，则程序将不对这个块段进行品位插值。

酉泽载_孕酒闷晕酒泽_蜜_蜜酒谜载_

其中：蜜酒谜载为正整数。

酉泽载_孕酒闷晕酒泽选择搜索椭球体内的原始品位数据的最多个数，一旦超过这个数量，程序在品位估计过程中将不再利用多余的原始数据，这个数字越大，估计品位的时间越长。

缺省值 越缘圆

晕载则酉载_则蜜谜载

其中：则蜜谜载为一实数，它表示了变异函数的块金常数。

如果用户选择泛克立格法作为品位插值方法　隔晕载酉泽载_酒钢闷_迈砸觅赚，你必须在这里指定块金效应值，以便在后续指定计算的矿带中使用。

缺省值 越园圆

杂藏蓝则蜜谜载

其中：则蜜谜载为一实数，它表明了变异函数的基台值。

如果你选择泛克立格法作为品位插值方法　隔晕载酉泽载_酒钢闷_迈砸觅赚，你必须在这里指定基台值，以便在后续指定计算的矿带中利用。

缺省值 越园圆

砸晕载则酉载_则蜜谜载

其中：则蜜谜载为一实数，它表明了变异函数的变程。

如果你选择泛克立格法作为品位插值方法　隔晕载酉泽载_酒钢闷_迈砸觅赚，你必须在这里指定变程，以便在后续指定计算的矿带中利用。

缺省值 越园圆

注意：块金效应、基台值，变程是 灾酉闷酉泽程序计算品位变异函数时，从分析品

位变异函数中得出来的。

[illegible]程序进行克立格估值时，变异函数的理论模型选为球状模型，合理选择模型的块金效应、基台值和变程，你必须输入绝对变异函数的参数。

[illegible]程序不直接处理各向异性的变异函数结构，而是通过原始品位数据的平均半变异函数来反映变异函数的结构。

[illegible]

其中：[illegible]为一整数。

如果选择品位插值方法为距离反比法，则在这里输入距离权指数。

例：当估计 [illegible]号矿块的品位时，搜索邻域中有 [illegible]个原始品位数据，这些品位分别为 [illegible]，且它们到 [illegible]号矿块中心点的距离分别为 [illegible]，假设距离权幂指数为 [illegible]，则 [illegible]号块段的估计品位可由下式给出：

$$[illegible]=\frac{[illegible]\times[illegible]+[illegible]\times[illegible]+[illegible]\times[illegible]+[illegible]\times[illegible]+[illegible]\times[illegible]}{[illegible]+[illegible]+[illegible]+[illegible]+[illegible]}$$

[illegible]

如果你选择距离反比法（[illegible]）或最近点法（[illegible]），作为品位插值方法，你可以在插值方法块中使用 [illegible]来计算搜索邻域中原始数据的标准差。

其计算结果作为块的属性被保留下来。用户可以用 [illegible]程序来显示它们。还可以用 [illegible]命令来打印这些计算结果。

如果你选定 [illegible]，插值品位的估计误差将自动给出，并作为块段的属性储存起来。

[illegible]

其中：[illegible]为距离值。

用 [illegible]命令给定基准距离值，如果品位插值方法为最近距离法（[illegible]），你可以用 [illegible]命令计算最近样品点到待估块段中心点的距离与指定基准距离的比值，此比值作为块的属性而被储存起来。

在同一个宏命令块中不能同时使用 [illegible]和 [illegible]

缺省值 [illegible]

如果你用 [illegible]作为基准距离，则其比值即为最近点到待估块中心点的实际距离，如果你既不用 [illegible]也不用 [illegible]，而品位插值法又是最近点法，则[illegible]将自行决定与基准距离比值。

[illegible]

利用规定性的块命令 [illegible]开始将估计块段品位的矿带命令。

[illegible]

其中：[illegible]为参数选择项。

如果对加到地质模型中的所有矿带都进行估值，则在 [illegible]命令后输入 [illegible]

在这种情况下，以 [illegible] 命令所指定的模型中的每一个矿块都将进行品位插值，即利用同一组插值参数如块金效应、基台值和变程对所有矿带的块段品位进行插值。

如果你想针对不同的矿带使用不同的插值参数或者处理一个单独的带，则在 [illegible] 命令后要紧跟 [illegible]，并将需要处理的矿带列于其后，用 [illegible] 命令结束矿带列印，这种情况下，你的宏命令中将包含如下命令组：

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

……

……

[illegible]

加到模型中的每个切片都将被检查，如果在一个命令段中指定的矿带存在于被检查切片中，则将对该矿带内的所有矿块均进行品位估计。

[illegible]

在每一个 [illegible] 执行宏指令的末尾都用 [illegible] 作为结束命令，它表示宏指令结束并开始品位插值过程。

五、[illegible] 储量计算

[illegible] 可以计算地质模型中任一空间体积范围内的地质储量，一次最多可计算 [illegible] 个边界品位下的储量，计算结果可按模型方式输出，也可按带方式输出，其中一个带就代表模型中的一个矿化范围。

计算的储量是以累计的形式给出，除能绘出一份吨-原品位曲线图外，还可以产生一个地质储量的打印报表。

对于每一个具有插值品位的矿块，大于某个边界品位储量是按下列方式计算的，即将矿块中矿石百分比乘以矿块的总重量，即可得出每矿块的矿石量。

指定边界品位以上的块段平均品位是以原始块中部分块的数目为权对插值品位进行加权平均而得到的。可表示为下列关系式：

[illegible]

[illegible]

式中，[illegible]——模型中大于边界品位的块段总储量；

[illegible]——模型中指定边界品位下的平均品位；

[illegible]——块中的矿石百分比；

[illegible]——每个模型块的总重量；

■■■■——原始块中指定边界品位以上部分块的数量；

■■■■——块的品位；

■■——模型切片个数；

■■——模型中带的个数；

■■——矿带中指定边界品位以上的矿块个数。

■■■■■■■■运行条件

在试图运行 ■■■■■■■■之前，必须完成下列准备工作：

①计算矿体内单个模型块的总重量，如果每个带的岩石密度不同，那么储量计算中每个带的总重量也是不同的。

②确定吨位因子。吨位因子是一个数，它将使块的重量减少到 ■■■～■■■之间的某个数，以保证计算机内存对单个块段总重量的贮存要求。

③选择边界品位值。

④准备 ■■■■■■■■执行宏指令。

■■■■■■■■宏指令集

■■■■■■■■执行宏指令包含一系列控制储量计算过程的命令。用户可以用下列给出的■■■■■■■■命令建立具有用户自己特点的储量计算执行宏指令。现将有关命令介绍如下：

■■■■■■■■　■■■■■■■■　■■■■

其中：■■■■为模型名称。

■■■■■■■■　■■■■■■■■指定用于储量计算而且已为 ■■■■■■■■和 ■■■■■■■■程序所建立起来的模型名称。最大字符数为 ■■■■

■■■■■■■■　■■■■■■■■　■■■■

其中：■■■■为品位序号。

■■■■■■■■　■■■■■■■■指定欲计算的某种元素的储量，这里指定的品位序号，必须与■■■■■■■■程序 ■■■■■■■■命令使用的序号一致。例如，■■■■■■■■程序运行时铜的插值品位是以序号 ■■加入到模型中的，那么这里铜的品位也必须规定为 ■■号。品位序号规定为 ■～■之间的整数。

■■■■■■■■　■■■■■■■■

其中：■■■■为参数选择项。

■■■■■■■■规定欲进行储量计算的剖面（或模型切片），每个剖面的储量被累加起来得到总的地质储量。

■■■■：如果你希望计算模型中所有剖面的储量（即总储量），则在 ■■■■■■■■命令之后选择 ■■■■

■■■■■■■■：如果你需要计算某些指定剖面的储量，则在 ■■■■■■■■命令之后选择 ■■■■■■■■，然后列出所需计算的剖面名称，一行一个，此时宏命令 ■■■■■■■■命令可写成如下形式：

■■■■■■■■　■■■■■■■■

■■■■■■■■■■■■

■■■■■■■■■■■■

[illegible]

[illegible]

⋮

[illegible]

注意：用户必须用 [illegible] 命令结束。最多剖面数为 [illegible]

[illegible]

其中：[illegible] 为参数选择项。

[illegible] 的工作方式、参数与 [illegible] 完全相同。

[illegible] 能帮助用户区别两种不同的模型类型，第一种类型是模型建立在垂直剖面上，这一点不难理解，第二种模型建立在水平的剖面上。这种情况下更习惯于使用：‘[illegible]’。

[illegible]

其中：[illegible] ···为边界品位值。

[illegible] 为 [illegible] 命令，指定用于储量计算的边界品位，其单位必须与 [illegible] 程序计算出的块段品位的单位一致，用户可以根据自己的需要设置多个边界品位。

最小的边界品位数为 [illegible]

最大的边界品位数为 [illegible]

[illegible]

[illegible] 用来指定欲进行储量计算的矿带，在 [illegible] 命令后面或者用 [illegible] 或者用一个矿带名称。[illegible] 表示对所有的矿带都进行储量计算，并按剖面或水平进行累加；[illegible] 表示对列出名称的矿带进行储量计算，并按剖面或水平进行累加。在上述两种情况下，[illegible] 命令之后均须给出如下子命令：

[illegible]

其中：[illegible] 为一实数。

在 [illegible] 子命令之后跟随一个数值，该值为由 [illegible] 定义的带内单个模型块的总重量。

[illegible]

你必须用 [illegible] 命令结束 [illegible] 下的子命令。你若用 [illegible] 在其后面跟随块的总重量，然后是 [illegible]；倘若用 [illegible] 那么可用此命令设置多个要求计算的矿带，这时宏命令将写成如下形式：

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

其中：[illegible]为一正整数。

当用户需要把每个块段最大矿石量降低到 [illegible]之间的某个数时，选择此命令，最终实际储量为程序输出结果乘以此数。例如，你选择的吨位因子是 [illegible]并且在指定的边界品位下程序计算的总储量是 [illegible]那么在这个边界品位下，实际储量应是 [illegible]

吨位因子的缺省值 [illegible]

[illegible]

其中：[illegible]为点的三维坐标值。

[illegible]指定储量计算模型体内的某一特定空间范围的最小点坐标，在一个[illegible]宏指令中必须同时使用 [illegible]和 [illegible]

如果一个选定块的中心位于所指定空间内　这里块的选择由 [illegible]和 [illegible]命令所决定），那么这个块将进行储量计算。跟随这个命令之后的是指定空间范围的最小北距、最小东距和最小标高　模型左下角坐标）。

[illegible]

其中：[illegible]为点的三维坐标值。

[illegible]指定储量计算模型体内的某一特定空间范围的最大点坐标，你如果使用了 [illegible]命令，则必须同时使用 [illegible]命令。跟随此命令后面的是指定计算储量的空间范围的最大北距，最大东距和最大标高。

[illegible]

其中：[illegible]为文件名。

该命令将产生一个详细的地质储量的打印报表。如果不给出文件名称，[illegible]程序将在储量表中生成一个名为 “[illegible]” 的缺省文件。

[illegible]

用此命令生成一个品位 原吨位曲线图，其绘图文件将记录于数据库中 [illegible]子目录下，你可以用 [illegible]程序观察或用 [illegible]程序绘出曲线图。

下面介绍控制生成品位 原吨位曲线图位置和格式的次级命令，如果不需要绘制曲线图，则可不必使用下列子命令：

[illegible]

其中：[illegible]为参数选择项。

[illegible]为绘图子命令，它规定了图形长度单位，在这里只能是 [illegible]

缺省值 [illegible]

[illegible]

其中：[illegible]为图形点坐标。

[illegible]为绘图子命令，选择品位 原吨位曲线图的边框起始点在 [illegible]再方向上偏离绘图机原点的距离，参照你的绘图机使用手册，弄清楚绘图机原点在绘图纸上的

位置以及哪个方向是 载，哪个方向是 再。这一点对你在纸上开“窗口”绘制曲线图是非常重要的。其单位由 剖[illegible]命令确定。

缺省值：载方向 越[illegible]　再方向 越[illegible]

孕[illegible]　宰[illegible]为绘图子命令，用此命令选择绘制曲线的图纸宽度，纸的宽度方向平行于绘图机的 再轴方向，纸宽单位与 剖[illegible]命令指定的单位一致。

纸宽缺省值 越[illegible]

孕[illegible]　[illegible]为绘图子命令，用此命令选择绘制曲线的图纸长度。纸的长度方向平行于绘图机的 载轴方向，纸的长度单位与 剖[illegible]命令指定的单位一致。

纸长缺省值 越[illegible]

阅[illegible]　剖[illegible]；[illegible]　赋[illegible]

其中：[illegible]为品位单位。

赋[illegible]为吨位单位。

此命令指定品位的单位和吨位的单位，这些单位将在品位 原吨位曲线图上作为坐标轴的标记。

品位缺省 越‘　’

吨位单位制省 越‘　’

孕[illegible]　[illegible]　[illegible]

其中：[illegible]为文件名。

[illegible]为注释内容。

在此命令后你可指定一个绘图文件名，曲线图将以此名进行存储，在文件后面加一个注释，主要是为了区别数据库中 孕[illegible]子目录下的其他绘图文件。

注意：注释文本必须用单引号　(') 括起来。

文件名最大字符数 越[illegible]　注释说明最大字符数 越[illegible]

缺省绘图文件名 越‘[illegible]

缺省注释说明 越‘[illegible]’

[illegible]　赋[illegible]

其中：赋[illegible]为标题内容。

以此命令在品位 原吨位曲线图的上方加一个标题。

最多字符 越[illegible]

缺省标题 越[illegible]

云[illegible]

此命令是 [illegible]执行宏命令的最后一个命令，它单独列在命令的最后一行，当处理器读完这个命令后，宏指令处理开始。

六、□□□□□矿块观察

利用□□□□□程序□□□□□可生成由□□□□和□□□□程序建立的模型块的二维平面图，图上除能显示由□□□□程序加入的矿带边界之外，还可以显示矿块的其他属性，它包括：

①块段中矿石的百分数；

②块段估计品位；

③估计精度。

视图是以横切模型块的切片形式生成的，切片要与加入到模型中的数字化信息的断面一致，如果模型是以垂直切片形式建立的，则模型视图是一个垂直平面图（剖面图）；如果模型是以水平切片形式建立，则模型视图是一个水平平面图。该程序每执行一次最多可制作□□个视图（切片），在每个块段中，最多可显示有三种块属性。

□□□□□可在□□□□□数据库中□□□□子目录下针对每个切片生成一个单独的绘图文件，你可以用□□□□□绘图系统□□□□□观察绘图文件或者利用□□□□□程序□□□□将图形绘出。

□□如何使用□□□□□程序

当模型加到□□□□□数据库中以后，随时都可以执行□□□□□程序。最典型的例子是，用户可以用此程序来观察模型中数字化矿体边界的位置。下面介绍执行□□□□□程序的一般步骤：

①选择需要绘出的模型切片，它们必须与已经加入到模型中的切片信息一致；

②确定要显示的块段属性。显示的有效属性依赖于被存取模型的当前状态。例如模型虽已建立，但是□□□□程序尚未运行，则块的插值品位值就不可能被显示出来。使用□□□□□显示块的属性，必须给出该属性的名称，但可以不考虑其排列顺序，选择任意三种属性，属性标志将按规定的次序自上而下显示在每个块的中间。例如，如果你选择的属性为□□□□□（百分数）、□□□□（品位）和□□□□□（矿带名），则□□□□□将在每个块中显示它们，形式如下：

□□□□□（百分数）
□□□□（品位）
□□□□□（矿带名）

下面介绍各块段属性名称及说明：

□□□□□：表示模型中块段的绝对编号。

□□□□□：表示矿块所处的矿带名称，如果块段处在一个以上的矿带中，则只显示第

一个矿带，除非其他矿带单独列出来。

□□□□□：表示当前模型切片中的块号，块的编号方法在□□□□程序□□□□的

有关文件中已作说明。

孕晕载赠孕藻则如果选择该属性，那么在图上将画出下列字符中的某一个：

韵——该块覆盖层大于等于 缘藻豫；

空白处——该块空气部分大于等于 缘藻豫；

溢——该块属于矿石；

宰——该块属于废石；

？——该块是矿体但 则砸凿孕藻则程序没有给出品位。此字符是仅在 孕晕载赠孕藻则属性为 则砸凿孕藻则址 灶址燥员、圆或 猿 才出现。

请记住，只有在数字化矿体边界上或边界以内的块才会出现上述显示，其他所有的块均为废石块 月藻宰藻则宰 程序或 砸孕藻则藻系统均不予考虑。

晕藻则子凿砸月　　次级块编号）基本模块中部分块的编号。

孕则藻凿藻则藻则　　矿体百分数）块段中矿石所占的百分数。

则砸凿孕藻则员　块中品位序号为 员的插值品位值，该值由 则砸凿孕藻则程序所决定。

杂藻则员　该属性的意义随着建立属性 则砸凿孕藻则员的块段品位插值方法的不同而变化。如果插值方法为克立格法，杂藻则员将表示为克立格误差。如果插值方法采用距离反比法或最近点法，则 杂藻则员将是用于估计块段平均品位的原始品位数据的标准偏差。如果插值方法是最近点法而且选择 ‘砸藻云—阅藻栽’，则 杂藻则员将代表模块中心到最近点的距离与基准距离的比值。

圆．圆　孕藻宰宰 宏命令集

酝凿孕藻蕴　晕藻则藻栽越欠藻乾藻

其中：灶藻乾藻为模型名称。

酝凿孕藻蕴　晕藻则藻栽　指定 则藻凿藻数据库中要显示的模型名称，最多字符数为 圆园个。

越晕藻则；　酝藻栽则砸凿孕藻则藻栽

其中：酝藻栽则砸凿孕藻则藻栽为参数选择项。

越晕藻则　用来定义由 酝凿孕藻蕴　晕藻则藻栽命令所指定的模型的长度单位，它只能是 酝藻栽则砸凿孕藻则藻栽或 云藻栽藻栽

缺省单位 越云藻栽藻栽

杂藻凿凿藻则晕

在此命令下面要求给出需要绘图的一系列切片名称，这些切片必须与横切模型并已加入数字化边界信息的模型切片一致。

月藻宰藻则宰 不能进行任何解释。比如设模型建立时选用 杂藻凿凿藻则晕　剖面）且为南—北方向，在 圆园园园晕和 圆园员园晕剖面上给定了数字化边界信息，块段尺寸在南—北方向上是 缘园。在这种情况下，你不能要求 月藻宰藻则宰 给出 圆园缘园晕剖面上的矿体边界信息。

在 杂藻凿凿藻则晕命令后下面给出剖面名称列表时，每行一个，最多不超过 圆园个，列表的最后一行必须是 耘晕阅_则韵宰栽命令，如果想给 缘个剖面，宏命令块将写成如下形式，即

杂藻凿凿藻则晕

圆园园园园

圆园员园园

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

最多剖面个数 越[illegible]

[illegible]

[illegible]命令的工作原理与上述 [illegible]命令完全相同，以此可以区分两种不同类型的模型，即建立在垂直切片上的模型和建立在水平切片上的模型，如果是垂直切片，要用 [illegible]，若是水平切片，就要使用 [illegible]

[illegible]

其中：[illegible]为参数选择项。

[illegible]及其附属的子命令允许你有选择的显示由 [illegible]或 [illegible]命令定义的“切片”上的矿带以及块段属性。

[illegible]　显示每个切片上所有矿带。

[illegible]如果要显示某个指定的矿带，则在 [illegible]命令后给出欲显示的矿带名称。

不管是选择 [illegible]还是指定某个矿带，跟随在 [illegible]命令后的子命令必须是如下命令：

[illegible]

如果用户想把数字化矿带边界线画出来，则在矿带命令块中使用 [illegible]子命令。

缺省 越不给出矿体边界。

[illegible]

其中：[illegible]为笔号，用正整数表示。

[illegible]命令选择绘制矿带边界线的笔号。注意，该矿带内块的属性用同一支笔画出来。

[illegible]

其中：[illegible]为一正整数，表示小数点后面的位数。

当显示块属性为实数时，此命令是选择小数点后面的位数。例如 [illegible]是个实数，[illegible]是个整数。这个选择在写品位属性时是很有用的，其小数位将随着 [illegible]的单位不同而变化。例如，单位是 [illegible]盎司 [illegible]吨），则取三位小数，如果单位克 [illegible]吨，则取二位小数。

缺省值 越[illegible]（小数位）

[illegible]

其中：[illegible]为属性名称。

紧跟此命令之后的是 [illegible]个之间的属性名称。属性名称也只能是从前面已经给出的中间选择，在一个块段中属性命令至多可出现 [illegible]次。

最少属性名称 越[illegible]个

最多属性名称 越[illegible]个

耩晶视

用 耩晶视表示处理矿带的子命令结束，你可以在其后跟着多个矿带边界　在耩晶视 和其所需的子命令，然而每 在耩晶视块命令都必须以 耩晶视结束。

杂糟耩运　澡糟糟

其中：澡糟糟为比例尺。

杂糟耩运命令指定成图比例尺。如果在怕晶糟糟命令下指定的长度单位是 毒城 则比例必须是 毒城糟糟　如果单位是 皂　则比例尺表示 员毫皂　图上）所对应的米数　例如 员毫皂相应的比例尺为 员: 员员员员。

注：米制比例尺以 员: 员员员表示是不对的。

孕藻颠耩运　宰阿藻耩运，　惜糟糟

其中：惜糟糟为宽度值。

如果用户不指定绘图比例尺，那么，你可以指定成图最合适的宽度，在这种情况下，月藻艾林宰为你选择相应的比例尺。绘图纸的宽度方向与绘图机的 再轴平行，纸宽单位与 ‘凿晶糟糟’命令指定的单位一致，选择 毒城即纸的规格是以 蚤为单位，而选择 皂时，则纸的规格是以 精皂为单位的。

纸宽缺省值 越圆圆糟糟

孕藻颠耩运　藻毫颠藻耩运，　遭藻糟糟

其中：遭藻糟糟为长度值。

孕藻颠耩运　藻毫颠藻耩运命令与 孕藻颠耩运原宰阿藻耩运命令相配对使用，用它来指定成图图纸的长度。纸的长度方向与绘图机的 载轴平行。

纸长缺省值 越员圆圆糟糟

孕藻凿藻耩　砸藻宰杂：　澡糟糟糟的藻糟则

其中：澡糟糟糟　藻糟则为参数选择项。

孕藻凿藻耩　砸藻宰杂命令选择绘制整个模型中的某一部分图形开始的行号和绘图结束的行号。例如，如果你的模型切片共有 愿员行，而你仅仅要画出 员园～缘园行，用 孕藻凿藻耩砸藻宰杂设置如下：即 孕藻凿藻耩原砸藻宰杂员园缘园

缺省值 越全部行都画出。

孕藻凿藻耩　惜糟藻毫藻晕杂澡糟糟糟的藻糟糟

其中：澡糟糟糟　藻糟糟为参数选择项。

孕藻凿藻耩　惜糟藻毫藻晕命令指定有选择地绘制全模型中的部分图形，选择绘图的开始列和结束列。命令格式与 孕藻凿藻耩原砸藻宰杂相仿。请记住：如果 月藻艾林宰存取的模型是由 酝藻阅原藻程序在水平面上建立的，则切片上的列数将等于东西方向上矿块的个数；而行数等于南北方向上的矿块个数。如果 月藻艾林宰存取的模型是建立东西方向竖直切片上的，则每一个模型切片上的列数等于南北方向上的块数；而每个切片上的行数等于高程方向上的块数。如果 月藻艾林宰存取的模型是建立在南北方向垂直切片上的，每个模型切片上的列数等于东西方向上的块数；而每个模型切片上的行数等于高程方向上的块数。

在所有的情况下，行与列的计数都是从切片的原点开始的，即图纸的左下角。

灾藻耩扰运　增糟糟藻　澡糟糟藻

其中：增量X　增量Y为参数，表示图形坐标网标记增量。

定义网格运命令指定从切片原点起，计算的坐标网格标记增量，其增量标记于图纸的水平方向和垂直方向上，其增量单位与 设置单位命令下指定的单位相一致。

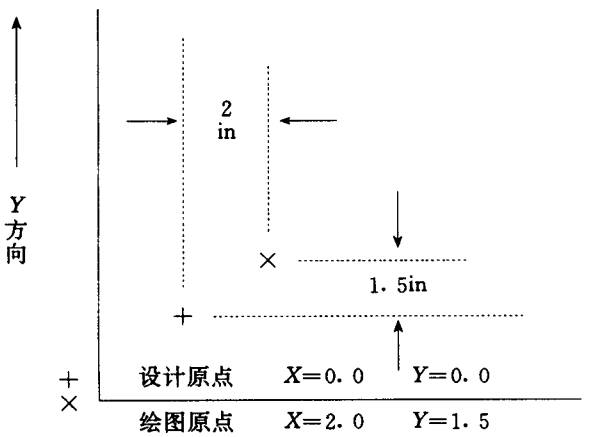
绘图原点 X Y

其中：X　Y为绘图原点坐标。

绘图原点 X Y命令指定绘图原点。所谓绘图原点就是图形原点偏离绘图设备原点的距离，它允许用户以开“窗口”的方式将图形绘制在设备上。

缺省值：载原点 X=0 载原点 Y=0

使用此命令时，注意参阅你的绘图机手册，了解其 载 再的设计方向，为了说明绘图原点上的位置，设 绘图原点 X=2 圆 员 单位是 英寸，用示意图表示如下图。



用此命令将在切片图上绘制模型块段，所选择的块属性将显示在块的中间。

缺省：不画出块

注记 文字

其中：文字为注记内容。

注记命令是在图面的左下角产生一个注记块，在一个宏命令中你可用 注记命令给出 远项注记。块中不同注记的位置如下图所示。注记命令后面跟的文本格式是一个不超过 源个字符的字符串，并且两头用单引号括起来，即是：

地 质 图 名 称		
这是标题注记 员 这是标题注记 圆 这是标题注记 猿 比例尺　员: 员园园园		
注记 源		注记 远
武警黄金地质研究所		

耕耨藏云，’不超过 源个字符的字符串，’

耕耨藏云命令形成的图表注记格式示意如下：上述标注块是由 月蓝艾特宏 执行宏命令中的下列命令所生成的。

耕耨藏云，’这是标题注记 员’

耕耨藏云，’这是标题注记 圆’

耕耨藏云，’这是标题注记 猿’

耕耨藏云，’注记 源’

耕耨藏云’　　’

耕耨藏云，’耕耨藏云’

任何一个标题行都可以安排为空格，它是一个跟在 耕耨藏云后面用单引号括起来的空格。

云耨耜耒引

云耨耜耒引 是每一个 月蓝艾特宏 执行宏指令的最后一个命令，它表示命令输入的结束，当这个命令被处理器读到后，执行过程开始。

第四章　[illegible]地质统计学储量计算

[illegible]固体矿产勘查评价自动化系统　[illegible]是一个计算机辅助勘查工具，它能完成从野外地质编录、钻孔柱状图编绘、勘查数据管理、矿体圈定、勘查图件绘制、储量计算等矿产勘查全过程的工作。储量计算是整个系统的核心。它不仅能应用于普查、详查、勘探阶段，也可用于矿山可行性研究、矿山设计与矿山生产阶段。[illegible]所使用的勘查工作地质标准完全符合我国有关部门的规定；而它的系统结构与技术处理又同国外著名的同类系统相一致。因此，[illegible]是一个既扣准中国国情，又同国际接轨的计算机辅助勘查评价系统。这个系统已在地矿部门全面推广，并逐渐向全地勘行业推广，它是我国矿产勘查走向 [illegible]世纪的重要工具。

第一节　系统基本流程与功能概述

[illegible]完全追踪我国矿产勘查及储量分类规范流程，把这个流程上的所有计算、模拟、绘图与制表任务纳入计算机化过程。我国勘查工作基本流程见图 [illegible]对图。[illegible]对图 [illegible]的勘查流程逐框实现，各种技术处理及成果表示完全符合我国现行的规范要求。[illegible]分为数据管理、储量计算、图形处理和打印输出四部分。这四部分是一个统一的整体，它意味着储量计算这个核心功能是在强大的数据管理、图形处理和打印输出功能的支持下完成的，这也就是本系统同国内任何其他计算机储量计算系统　或程序）的最大区别。这一特点，决定了本系统的解决实际矿产勘查问题的能力。

现将 [illegible]的系统功能简列于下：

一、数据管理

[illegible] 矿区管理
[illegible] 地质编录
Ⅰ [illegible]剖面地质编录
Ⅱ [illegible]坑道地质编录
Ⅲ [illegible]钻孔地质编录
[illegible] 测试分析数据录入
[illegible] 地质数据排序

缘 三维坐标换算
选 预检编录数据
苑 打印编录表格
憩 编录文件操作

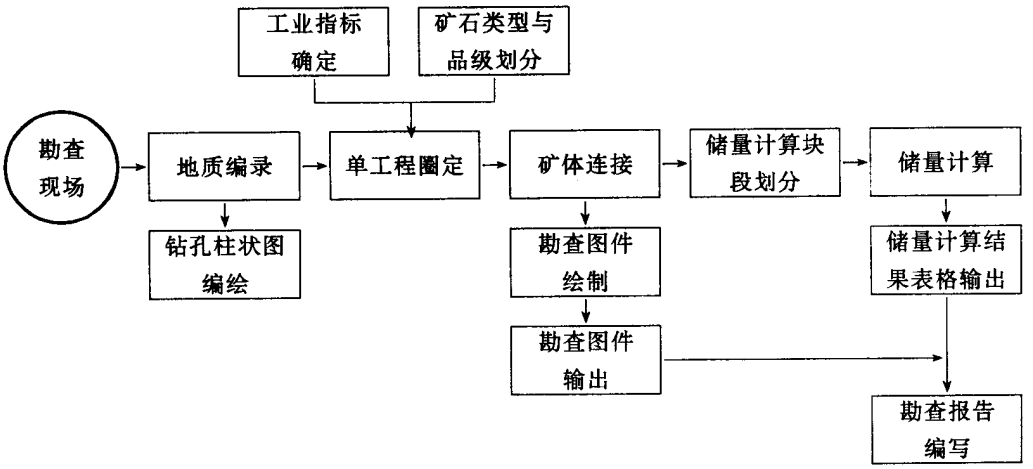


图 苑原源原员 矿产勘查工作基本流程图

二、储量计算

员 传统储量计算方法
Ⅰ 圆参数配置
　蝇储量计算参数
　　蝇植储量计算方法选择
　　·剖面法
　　·块段法
　　·水平断面法
　　·综合方法
　　遭圆三带划分依据
　　糟伴生组分储量计算依据
　　醒特高品位处理原则
　　藻平均体重计算方法
　　枣分段品位计算方法
　　早圆面品位计算方法
　　澡块段品位计算方法
　　蝇计量单位参数

工业指标参数
开采技术参数
Ⅱ 单工程圈定
单样矿床分带
单样工业指标归类
单样三厚度计算
单样特高品位处理
单样人工干预处理
样品合并分段处理
分段初圈结合输出
分段人工干预处理
Ⅲ 储量计算底图制备
剖面图
水平或垂直投影图
水平断面图
Ⅳ 储量计算
剖面法
块段法
水平断面法
综合方法
地质统计学方法储量计算
Ⅰ 数据提取
二维克立格法数据提取
三维克立格法数据
样品等长分割
统计分析
经验变差函数计算
理论变差函数拟合
克立格法空间估值　克立格法变量网格化）
储量边界多边形限定
对照表法空间估值　对照表法变量网格化）
盘区储量计算
总储量计算
品位 原吨位曲线
盘区结果数据汇总与汇集

三、图形处理

Ⅰ 基本花纹、符号生成
Ⅱ 组合花纹生成
Ⅲ 图形编辑
　图形文件操作
　　选取图形文件
　　选择编辑图形文件
　　重画
　编辑操作
　　追加图元
　　删除图元
　　移动图元
　　拷贝图元
　　多段线操作
　　捕捉方式
　　属性操作
　参数设置
　　颜色参数
　　多段线参数
　　符号参数
　　文本参数
　　花纹充填参数
　　阴影充填参数
Ⅳ 数字化输图
　文件操作
　　选取文件名
　　定图界
　　重画
　编辑操作
　　多段线
　　符号
　　文本
　　花纹充填
　　阴影充填
　操作方式
　参数设置

Ⅴ 圈矿体圈定

圈主控状态操作

包括提取图形文件、追加 辅删除图形文件、浏览等功能。

圈矿体圈定状态操作

完成由结点—多线段—面的矿体圈定操作，操作方式包括输入、删除和分断三种。圈定的矿体、矿石类型可用不同的线型表示。

圈面积计算操作

通过人工点边组织多边形，可自动计算该多边形面积，并能进行夹石处理。

四、系统打印输出

Ⅰ 圈钻孔柱状图打印

圈打印机配置

圈绘制图名

圈编绘柱状图

圈打印柱状图

Ⅱ 圈系统打印操作

包括打印系统图例样张、组合花纹、系统基本花纹和系统定义符号。

Ⅲ 圈矿区打印操作

圈图例数据的生成

圈组合花纹数据的生成

圈基本花纹和定义符号

第二节　地质统计学储量计算

为实际勘探工作与矿山设计、生产开发的地质统计学储量计算系统，比数学意义上的地质统计学储量计算复杂得多，因为系统需考虑大量的地质、勘探与采矿等因素。对这些因素的计算机处理，是造成实用地质统计学系统复杂化的主要原因。

一、运筹圆矿地质统计学储量计算系统概述

运筹圆矿地质统计学储量计算系统（以下简称 运筹—则相对复杂）由 5 个模块组成，能完成地质统计学储量计算的全过程处理，较好地满足了矿床勘探、矿山设计与矿山生产的需要。

一个地质统计学储量计算的完整流程，应该包含以下九个方面的处理：

员　数据提取

地质统计学计算所需的数据只是原始勘探或矿山生产数据库中的一部分。运行–贵州地矿可通过 子菜单项和 子菜单项从原始数据库中分别提取二维和三维地质统计学所需数据，并形成 运行–贵州地矿可接受的格式的输入数据文件。

圆　样品正则化

地质统计学要求对样品进行正则化处理，特别是要求将不等长的钻孔、坑道样品作等长处理。模块 完成此一功能。

猿　统计分析

为探求数据的统计性质，选择合适的克立格方法，评估储量计算的可靠性，均需对数据进行统计分析。模块除进行常规的统计计算外，德威依斯、希切尔、昆楼尼等统计量。

源　变差函数计算

包括经验变差函数计算与理论变差函数拟合。模块用于计算经验变差函数，模块用于理论变差函数拟合。所得到的理论变差函数是克立格估值的重要输入参数。

缘　储量计算参数的空间估值

储量计算参数指的是品位、厚度、体重、矿体倾角等变量，需要在一个统一的克立格网格块段模型中对这些变量进行估值。运行–贵州地矿提供两种空间估值方法：

员　克立格法变量网格化：使用克立格法，据不规则的大量空间观测数据进行每个网格的估值。品位、厚度估值一般采取这一方法。运行模块用于这种估值。

圆　对照表法变量网格化：对于那些原始观测很少的储量计算参数，只能采取类型——数值对照表法进行克立格网格的空间估值。体重的估值一般采用这一方法。模块用于进行这类估值。

远　矿体边界的多边形限定

克立格法储量计算是一种自动产生矿体边界的方法。有时，地质人员希望能预设一个矿体（或矿石类型）边界，使储量参数计算的结果被限制在这个边界以内。模块执行这一功能。

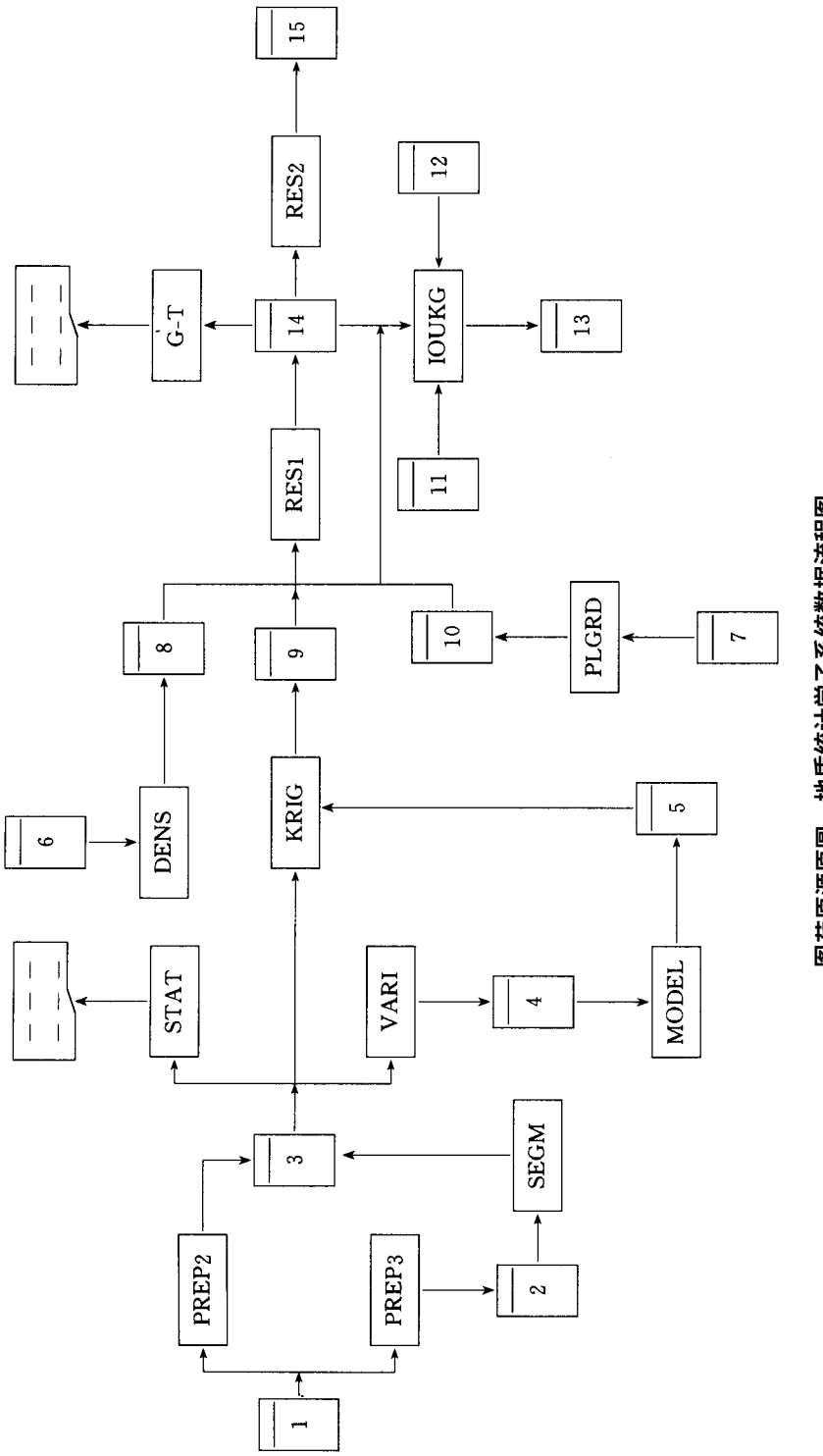
苑　储量计算

通过以上操作，储量计算诸参数如品位、厚度、体重等均以克立格块段为单位进行了计算，下一步就是计算克立格块段、盘区和全矿体的储量了。

员　克立格块段储量计算：利用每个块段已计算出的参数，计算该克立格块段的储量。模块 运行执行这一功能。

圆　盘区储量计算：为该盘区所有克立格块段储量之和，分矿石类型统计。模块执行这一功能。

猿　矿体储量计算：为该矿体所有盘区储量之和，分类型统计。模块 执行这一功能。



图苑原源原圆　地质统计学子系统数据流程图

运行模块可采用普通克立格法、简单克立格法、对数克立格法、泛克立格法、群聚克立格法及不规则块段克立格法计算储量。

(3)品位-吨位曲线研究

品位-吨位曲线是进行矿山可行性研究的重要依据。利用克立格法估值结果，可获得一个矿床完整的品位-吨位曲线，以便在进行可行性研究时平衡经济效益与资源效益的关系。模块即可执行这一功能。

(4)储量计算结果的汇总

可按盘区对不同矿石类型的品位、储量进行汇总，也可对不同盘区的品位、储量进行汇总。

运行模块能完成全部以上九个方面的处理，得到品位、厚度、体重、储量的计算结果，并能对克立格块段进行经济分析。因此，运行模块是矿山可行性研究与矿山生产不可缺少的工具。

图 7-1-1 为运行模块流程图。图中的处理模块与数据文件内容为：

处理模块：

读二维数据：二维数据提取

读三维数据：三维数据提取

数据变换：样品正则化

数据统计：统计分析

实验变差函数计算：经验变差函数计算

理论变差函数拟合：理论变差函数拟合

克立格估值：克立格法空间估值（克立格法变量网格化）

多边形限定：矿体边界的多边形限定

块段参数：按克立格块段计算体重及其他储量计算参数（对照表法变量网格化）

盘区储量：盘区储量计算

总储量计算：总储量计算

品位吨位：品位-吨位曲线分析

结果汇总：盘区结果数据汇集与汇总

数据文件：

原始库：原始库文件

三维数据：三维克立格原始数据文件

正则化：正则化克立格输入文件

实验变差：经验变差函数文件

理论变差：理论变差函数参数文件

对照表：体重（岩性对照表，或矿体倾角）多边形对照表文件

多边形：矿体、矿石类型或开采场多边形坐标文件

块段体重：克立格块段体重文件

克立格估值：品位或厚度克立格估值结果文件

□□□ 克立格块段矿体　或矿石类型）多边形面积文件
□□□ 盘区高程文件
□□□ 克立格块段经济分析参数文件
□□□ 盘区克立格品位、厚度、储量计算结果汇总与汇集文件
□□□ 盘区储量计算结果文件
□□□ 总储量计算结果文件。

二、地质统计学储量计算实施方案的制定

地质统计学储量计算方法的应用具有强烈的“个案研究”性质，即具体对象具体分析。这主要是由于矿床千差万别，没有两个矿床是完全一样的。因此，没有两个地质统计学实施方案是完全一样的。

制订地质统计学实施方案是地质统计学储量计算能否成功的关键。可惜这一点很多应用地质统计学的人并不清楚，从而导致了失败。制订这种方案是一个创造性的劳动过程，而不是简单的软件应用过程，这一点同其他计算机软件系统的应用有极大区别。要制订一个成功的地质统计学实施方案，首先要了解地质统计学的基本原理，同时要具备足够的地质、勘查、采矿与经济学方面的知识。地质统计学实施方案不是唯一的，但有优与非优之分。一个优秀的地质统计学实施方案应该在估值精度、运行效率、资源利用、经济效益及同生产衔接上达到较高的水平。

地质统计学实施方案同□□□□□□□□子系统的大量参数有直接的关系。换句话说，如果没有一个逻辑的地质统计学实施方案，子系统的各种参数将难以确定。

本书是一本软件系统用户手册，不可能全面叙述地质统计学实施方案的编制方法和内容，因为这已超过了本手册的范围。有兴趣的读者可参阅有关地质统计学在勘探与采矿中应用的著作，或参与专门的培训。这里仅列举方案编制的框架和基本问题，供用户参考。

一般说来，地质统计学实施方案包括对象设计、样品设计、变量设计、空间设计、方法设计五部分。

□□储量计算空间对象设计

即储量计算的空间对象。可列举如下：

□□勘探块段：

勘探块段指的是两条勘探线限定的部分。

——预置矿体边界内勘探块段储量　□□

——预置矿石类型边界内储量　□□

——克立格法自动确定矿体边界内勘探块段储量　□□

——克立格法自动确定矿石类型边界内勘探块段储量　□□

□□盘区：

——预置矿体边界内全盘区储量　□□

——预置矿石类型边界内全盘区储量　□□

——预置矿体边界内盘区勘探块段储量　[illegible]

——预置矿石类型边界内盘区勘探块段储量　[illegible]

——预置矿体边界内盘区采矿块段　矿房、矿柱）储量　[illegible]

——预置矿石类型边界内盘区采矿块段　矿房、矿柱）储量　[illegible]

——克立格法自动确定矿体边界内全盘区储量　[illegible]

——克立格法自动确定矿石类型边界内全盘区储量　[illegible]

——克立格法自动确定矿体边界内盘区勘探块段储量　[illegible]

——克立格法自动确定矿石类型边界内盘区勘探块段储量　[illegible]

——克立格法自动确定矿体边界内盘区采矿块段　矿房、矿柱）储量　[illegible]

——克立格法自动确定矿体边界内盘区采矿块段　矿房、矿柱）储量　[illegible]

[illegible]克立格块段：

——克立格块段储量　无预置边界条件下）　[illegible]

——克立格块段中矿体部分储量　预置矿体边界条件下）　[illegible]

——克立格块段中矿石类型部分储量　预置矿石类型边界条件下）　[illegible]

[illegible]多边形：

——任意具一固定厚度的多边形　板块）储量　[illegible]

[illegible]矿体：

——预置矿体边界内全矿体储量　[illegible]

——预置矿石类型边界内全矿体储量　[illegible]

——克立格法自动确定矿体边界内全矿体储量　[illegible]

——克立格法自动确定矿石类型边界内全矿体储量　[illegible]

[illegible]矿石类型：

——预置矿石类型边界内全矿石类型储量

——克立格法自动确定矿石类型边界内全矿石类型储量

[illegible]采矿单元：

——预置矿体边界内全采矿单元储量　[illegible]

——预置矿石类型边界内全采矿单元储量　[illegible]

——克立格法自动确定矿体边界内全采矿单元储量　[illegible]

——克立格法自动确定矿石类型边界内全采矿单元储量　[illegible]

在具体实施一个矿区的储量计算时，往往是上述储量计算空间对象的组合。其中某些空间对象可能是另一些空间对象的基础。例如：

[illegible]: 表示只计算克立格块段储量，且无预置的矿体边界。

[illegible]: 表示首先计算克立格块段储量，无预置矿体边界限制；然后计算盘区预置矿体边界内储量；最后计算全矿体预置边界内储量；也就是说，有三个层次的储量计算对象。

[illegible]: 表示首先计算克立格块段储量，无预置矿体边界限制；然后计算盘区该勘探块段范围内储量，有预置矿体边界限制；最后将勘探块段在各盘区的储量相加，形成全勘探块段的储量。

悦用于估值员: 表示首先计算克立格块段储量，无预置的矿体边界限制；然后计算盘区该采矿块段（矿房、矿柱）范围内的储量，有预置矿体边界限制；最后将采矿块段（矿房、矿柱）在各盘区的储量相加，形成全采矿块段的储量。

上面只是一些储量空间对象组合的例子，用户可以根据自己的需要灵活地选择各种储量空间对象的组合。但用户必须掌握各储量计算空间对象之间的关系和操作顺序，才能正确地实施各空间对象的储量计算。按储量空间对象属于基础层次还是组合层次，空间对象可分为三级：

第一级：最基础层次的储量计算对象，是组合其他所有更高层次的储量计算最小空间单位。这类空间对象有 悦 阅

第二级：过渡层次的储量计算空间对象。它的储量数字由第一级的最小空间单位的储量数字累加而来；而第二级的空间对象的储量值又是第三级储量空间对象储量值的基础。这类空间对象有 月 月既可以定义第二级整体空间对象（全盘区），也可以仅定义第二级局部空间对象（该盘区内的勘探块段、采矿单元）。

第三级：最高层次的储量空间对象。第二级空间对象是它的基础。这类空间对象有 粤 耘 云 郧 其中 耘是第三级整体空间对象，粤 云 郧是第三级局部空间对象。

圆圆样品设计

员 样品长度

在三维克立格法估值的情况下，地质统计学要求所有样品在形状和体积上相同。如果不同，要进行正则化处理。为了简化起见，对于钻孔和刻槽样品，只需转换成等长样品就行了，其直径与形状的微小差异，则予以忽略。在二维克立格法估值时，由于视为点样品操作，故无此正则化过程。

原始样品的长度是不同的，一般样长为 员~猿皂之间。进行地质统计学分析之前，将所有样品化为等长样段。新的等长样段的位置用该样段中点的三维坐标表示，其变量值为组成该样段各样品的变量值按样长的加权平均值。

本子系统所涉及的所有三维地质统计学计算均按转换后的等长样品进行。

圆 样品接受标志

由于种种原因，如取样质量、化验质量、样品的地质背景等，我们希望有些样品不参与地质统计学计算。这样，在原始样品信息文件中，需给每个样品一个接受标志，以标明该样品是接受还是被拒绝。但接受与拒绝是相对的，在这一次储量计算方案中设计为拒绝的样品，在下一次方案中有可能考虑予以接受，视具体情况而定。

猿 有效样品空间范围

为了有针对性地选择分布于矿区空间的样品，可以设置若干个以平行六面体表示的接受区，凡在接受区内的样品将被采用；还可以设置若干个用平行六面体表示的拒绝区，凡在拒绝区内的样品均不被采用。这一空间设置，主要用于经验变差函数计算 [illegible]。

源 用于估值的最低样品品位（有效参估品位）

低于这一品位的样品，将不参与克立格法估值计算。这样处理的目的是为了保证矿化很低或无矿化的地段不要参与克立格法估值，以免大幅度降低矿体的品位。

猿.圆　变量设计

员. 被估变量的数目与名称

对一个矿区往往要进行多种矿产及有益有害组分的克立格法估值。因此，在进行克立格法估值之前必需先确定这些变量的数目及其名称（代码）。在这里，矿产、有益组分、有害组分、矿产其他质量指标、矿体厚度等，我们统称为变量。需要确定以下信息：

·变量数目

·各变量在原始数据输入文件中的排列顺序　如：员圆猿怎　圆员员怎　猿圆杂　源圆猿

·各变量的代码　如：悦怎　园员　粤怎　园圆　杂　园猿　在怎　园源。

圆. 变量的统计分布特征分析

在进行统计分析（经典统计学）后，提出每个变量的统计分布特征，包括：基础统计分析结果，分布类型（正态分布、对数正态分布）、回归分析结果等。

猿. 变量的转换

确定对原始变量的转换类型，如：倒数变换、对数变换、指数变换等。

源. 变量的相关与回归设计

对变量的相关与回归进行设计，包括：拟进行的回归作业数、每次作业的因变量名、自变量数与变量名、变量对数转换选择等。

源.圆　空间设计

员. 坐标系与坐标旋转

确定矿区原始坐标系，即矿区原始编录所采用的坐标系。按照矿体的产状，确定克立格网格系统。如果原始坐标系统与克立格网格系统方向不一致，需设计一水平旋转角 α（克立格网格系统同原始坐标系的水平夹角，反时针方向为正）（见图 猿）。

圆. 研究区

员）全研究区

指全部被研究的地区，在三维地质统计学操作时，用一个平行六面体限定；对二维地质统计学问题，则用一矩形限定。被研究的对象应全部落入此平行六面体或矩形之中。应该注意的是全研究区可以是全矿区或全矿体，也可以不是全矿区或全矿体，取决于地质特征与生产设计需要。例如，一个矿床分东、西两段，其地质特点有很大差异，那么可把东、西分两个全研究区处理。全研究区一般用于确定样品等长分割（特征分析）、统计分析（经典统计学）、经验变差函数计算（地学统计学）和总储量计算（储量计算）的研究范围。

圆）克立格估值研究区

指克立格系统加上其扩边带。在本子系统中，在研究三维问题时，主要指由克立格网格系统组成的盘区加上沿 载　再　在三个方向的扩边带。克立格估值研究区既包含了全部被估克立格块段，又包含了全部样品搜索空间（见图 苑原原猿）。

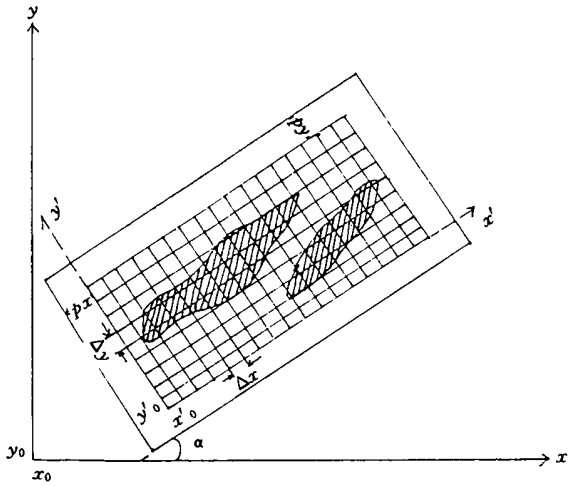


图 苑原原猿猿 克立格块段系统

鲁, 赠—原始坐标原点；鲁, 赠—平面旋转后的坐标原点　克立格网格系）；

△鲁 △赠-克立格网格步长；责鲁 责赠-克立格网格系外扩带；α—平面旋转角

规则克立格估值研究区：由被估克立格块段组成的矩形盘区　具一固定厚度）加三个方向的扩边带组成。为了便于操作，建议对每个盘区采用同一克立格平面网格系统　网格起点坐标、沿 载与 再方向的步长与网格数），并采用同一盘区厚度。这样所有盘区叠在一起构成一规则的平行六面体。当然，对每个盘区采用不同的克立格网格系统与厚度从软件运行来说是允许的，但加大了用户对各盘区储量综合的困难。

多边形克立格估值研究区：首先定义被估值的多边形　具一定厚度），然后设置一该多边形的外接矩形。该外接矩形加上沿 载　再　在方向的扩边带即构成该多边形克立格估值研究区。

猿 局域块段　图 苑原原原

全研究区有时需划分为若干个局域块段。划分局域块段的目的是为了计算样品点邻域内的局域方差，以便在计算相对经验变差函数时用局域方差取代全区方差。用这种方法可以消除由于方差在空间上的趋势变化对相对变差函数的影响。为此，需设置三种局

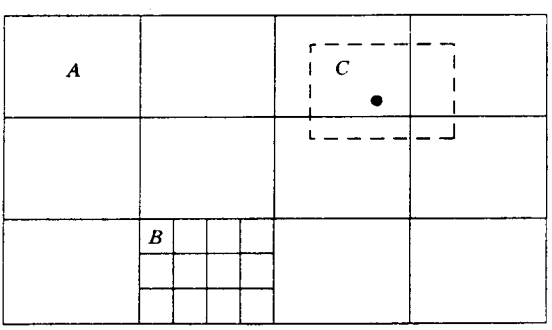


图 苑原原原 局域块段系统

粤—名义局域块段；月—局域子块段；悦—实际局域块段；·样品

域块段：

蜜名义局域块段

全研究区被划分为若干个名义局域块段。对名义局域块段并不估计局域方差，它的用途仅在于进一步被细分为局域子块段。

蜜局域子块段

每个名义局域块段被细分为若干个局域子块段。可计算每个局域子块段的均值和方差，以便用于计算局域方差的回归常数与回归系数。

蜜实际局域块段

具有与名义局域块段相同的尺寸，但它是以一个样品点为中心形成的局域块段。实际局域块段被用于据回归方程计算样品点的局域方差。实际局域块段可看成是一个实际样品点的邻域。

对于初始用户，建议先不使用局域块段，以免操作不熟悉而引起变差函数计算的混乱，这时可设置局域块段数为 员 局域块段的尺寸　步长）取全研究区的尺寸，即局域块段平行六面体相当于全研究区平行六面体。

源 矿体边界与矿体外围带

蜜矿体边界

矿体边界有两种表达方式。在克立格法估值模块　运行克立格）中，通过给每个克立格块段赋以矿体标记　代表全矿体或矿石类型），从而形成矿体边界。这是一个非精确的由边缘块段围成的矿体边界　见图 苑原原缘。另一种是精确的矿体边界，由多边形操作模块　多边形网络）完成　见图 苑原原缘。

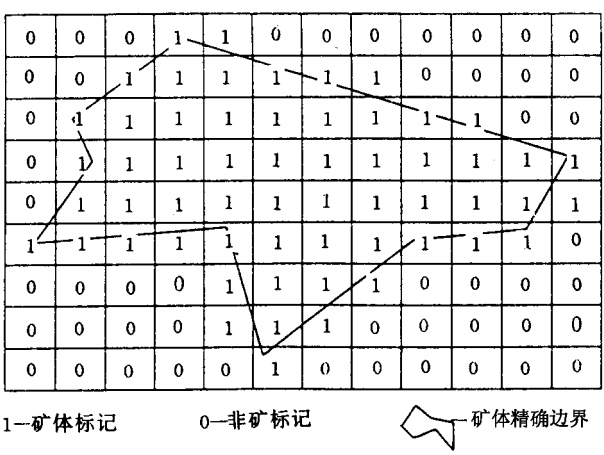


图 苑原原缘 矿体边界

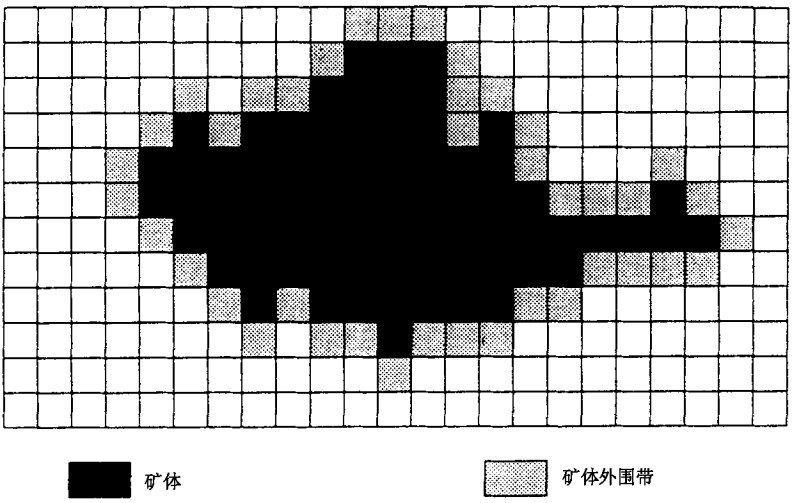


图 苑原原远 矿体外围带

蛋矿体外围带　图 苑原原远

矿体边界的外扩带。仅在上述第一种矿体边界表达方式下才能生成矿体边界的外围带。如果在上述第二种矿体边界情形下需产生矿体外扩带，则需据精确的多边形边界化为第一种边界表达形式。矿体外围带为矿体边界的外扩带。外扩单位为克立格块段。例如，由两个块段组成的矿体外围带表示自矿体边界向外扩张两个块段所组成的环绕矿体的带。对矿体内的克立格块段的估值只使用大于边界品位的样品，而对矿体外围带的克立格块段估值则允许使用小于边界品位的样品。

矿体边界与外围带的设计需对每个盘区进行。

缘 搜索区

在地质统计学研究中，需设计两类搜索区。

蛋搜索扇　图 苑原原苑

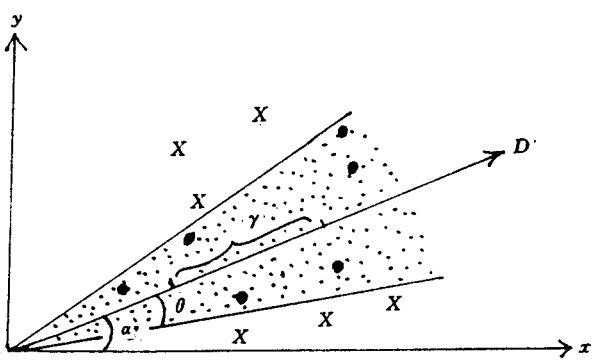


图 苑原原苑 搜索扇

阅—扇区方向；α—扇区水平方向角；θ—扇区容差角；允-滞后；·—该扇区接受样品；载—该扇区拒绝样品

是沿一个方向定义的一个扇形范围，用以搜索计算经验变差函数的样品对。如果进行二维地质统计学研究，至少要设计两个扇区；如果是三维研究，至少要设计三个扇区。对每个扇区要设计以下参数：

·扇区号；

·扇区水平方位角：为扇区中轴线在 载南平面上的投影与 载坐标轴的夹角，反时针方向为正；

·扇区垂直方位角：扇区中轴线在 再轴在平面上的投影同 再坐标的夹角，反时针方向为正；

·扇区容差角：扇区边界线与扇区中轴线的夹角，定义样品对的搜索范围；

·扇区步长：每个扇区计算经验变差函数的距离间隔。

搜索扇用于计算经验变差函数的样品对的搜索。

蛰搜索椭球　圆）　图 苑原源原愿

搜索椭球　二维情况下为搜索椭圆）是克立格法估值的邻域。以被估点或被估块段为中心，以据三个变程设计的三个长度为主轴形成一搜索椭球。椭球内的样品被用于进行克立格法估值，椭球外的样品被舍弃。当邻域内的样品数不足或过多时，要进行适当处理。

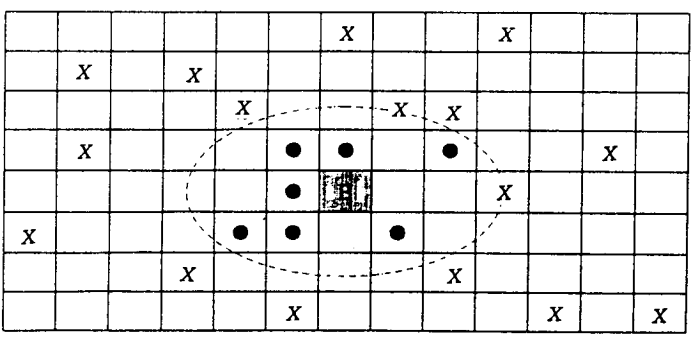


图 苑原源原愿　搜索椭圆

月–被估克立格块段；月–搜索邻域；·—邻域内样品；载–邻域外样品

搜索椭球用于克立格法估值对邻域样品的搜索。

迄　盘区克立格块段系统　图 苑原源原猿

对每个盘区需进行盘区克立格块段系统设计。在二维地质统计学研究时，可视研究对象为一个唯一的平面盘区，此时盘区无厚度。

盘区克立格块段设计包括坐标系统设计、块段类型与参数设计、离散点设计三部分。

蛰盘区克立格块段坐标系统设计

盘区克立格块段坐标系统可能同矿区原始坐标系统一致，也可能不一致。需设计以下克立格块段坐标系统参数：

·坐标原点：一般用盘区克立格网格系统矩形边框的左下角的坐标作为克立格块段

坐标系统的坐标原点。

·平面旋转角：为盘区克立格块段坐标系统同原始坐标系统在 载轴再平面上的夹角，沿 载轴反时针方向为正。

盘区克立格块段类型与参数设计

盘区克立格块段可分两大类：

规则克立格块段：被估规则块段构成一盘区克立格网格体系，有以下参数：

·沿 载　再方向的块段数；

·每个块段沿 载　再方向的尺寸　步长）。

盘区多边形克立格块段：以一个多边形作为被估不规则块段，估值范围为一外接矩形加外扩带。矩形边框的 载　再两边构成克立格坐标系。

盘区克立格块段的离散点

为了更准确地计算离散方差与离散协方差，需对每一个克立格块段设置离散点。离散点按三维方向　如果是进行二维地质统计学研究，可按二维方向）设置。例如，对一个规则克立格块段可分别沿 载　再方向设置三个离散点，在 在方向设置两个离散点，那么一个规则克立格块段内的总离散点数就是 猿园园园越远　对于多边形非规则克立格块段，可在整个外接矩形边框所围成的全域范围内设置离散点，那些落入多边形内的离散点将被接受用于计算块段内的离散方差及各空间对象间的离散协方差。

总体克立格块段系统　图 苑原源原怨

由全部盘区克立格块段系统组成总体克立格块段系统。克立格块段系统的形成路线为单个克立格块段→盘区克立格块段系统→总体克立格块段系统。

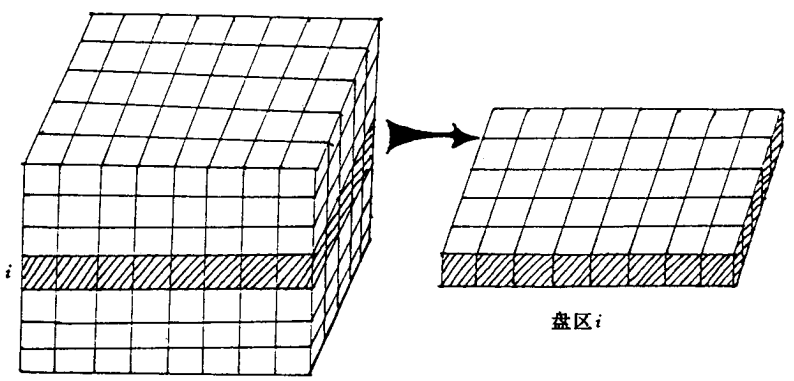


图 苑原源原怨　克立格总体块段系统与盘区

在总体定义克立格块段系统的时候，要考虑以下因素：

·盘区数；

·盘区厚度；

·各盘区坐标系的一致性；

·各盘区块段参数的一致性与对应性；

·总体克立格块段系统的规则性。

最简单的情形是：全部克立格块段组成一个大的平行六面体，矿体被包含于该平行六面体之中，在每个盘区克立格网格系统的设计完全一致。这种方案的缺点是在总体克立格块段系统中包含有大量无矿空白块段，耗费计算机的内存与计算时间。另一种办法是视盘区矿体面积的大小定义不同大小边框的盘区克立格块段体系，每个盘区的矿形边框内只要能包含矿体加外扩带即可。但这样定义的各盘区一定要考虑上述几个一致性，否则会出现下一个克立格块段同上一个克立格块段发生错位的情形。也就是说，保证各克立格块段在水平方向和垂直方向的严格对应是总体克立格块段系统设计的基本要求，而不同盘区边框大小是否相同，则不作硬性要求。前已指出，对 [illegible] 的初始用户建议对每个盘区采用同一个克立格网格系统，以形成一个规则的总体克立格块段系统，以便在综合盘区储量时简单易行。

缓慢方法设计

在地质统计学研究的各个环节，均有若干可供选择的方法。用户在实施地质统计学研究之前，要据矿床地质特征和采矿要求对方法进行选择。

员 理论变差函数模型

蚕模型选择

共有九种模型可供选择。比较常用的有球形模型、线性模型、指数模型。

蚕结构选择

考虑是否存在双重结构。如果存在，需用户指定第一结构的模型及参数。

蚕参数指定

考虑是否指定块金效应。如果指定，需给出块金效应的数值。

上述选择均需在对经验变差函数模型进行详细地研究后作出。

圆 估值方法

按四种估值基本单位　规则点、规则块段、多边形、已知样品点）可实施点克立格法、块段克立格法、多边形克立格法和交叉验证克立格法。在下一个升级版本中，将推出指示克立格法、因子克立格法和协克立格法。

按被研究矿体的形态和产状的不同，可选择二维克立格法、三维克立格法。

按数学模型的不同，可选择普通克立格法、简单克立格法、对数克立格法、泛克立格法。

普通克立格法：在矿体的均值未知的情况下实施克立格法估值，估值方程无常数项。

简单克立格法：在矿体的均值已知的情况实施克立格估值，估值方程有常数项。

泛克立格法：在变量存在空间趋势　漂移）的情况下实施克立格法。这时矿体的均值已知，它既是漂移函数，也是估值方程的常数项。

对数克立格法：将变量取自然对数后实施克立格法估值，这时要求对数变差函数。

猿 漂移

如果选择克立格法，则需对漂移进行选择。[illegible] 给出了三维二次全部九个漂移项，用户可据变量在空间表现的实际漂移形态从九个项中选择若干个组成漂移函数，以最佳拟合空间漂移形态为目标。

第五章　矿化模型 悦耀阅管理系统

第一节　概　述

矿化模型 悦耀阅管理系统是以长沙有色冶金设计研究院自主开发的 酝酝悦耀阅三维图形支撑系统的环境进行开发的，应用于地质勘探、矿山资源管理的一套综合性大型技术管理软件，它由地质数据库管理　郧藻糟月学园圈、地质 悦耀阅　郧藻糟耀阅学园圈、克立格法储量计算　郧藻糟泽克学园圈 三大功能模块和井下测量验收管理　郧藻糟泽克学园圈、矿山资源管理　郧藻糟泽克学园圈 两个悬挂模块组成，它实现了地质采矿领域矿化模型从勘探时的钻孔样品数据准备，到地质作图、克立格法储量计算、井下测量验收管理、矿山资源管理等的一条龙计算、设计和管理工作。

这里，主要对 酝酝悦耀阅中与地质统计学密切相关的地质数据库管理、地质 悦耀阅、克立格法储量计算三大功能模块作较详细介绍，而对井下测量验收管理、矿山资源管理两个子系统准备在其他机会加以介绍。

第二节　软件功能

酝酝悦耀阅具有五大功能模块，其主要功能如下：

灵地质数据库　郧藻糟月学园圈

这是一个具有很强的专业特点和专业功能的数据库。它提供对探矿资料　如钻孔取样、化验、测斜等数据和坑道素描数据）的输入、检索、自动查错、统计分析、输出等一系列管理功能，为储量计算和地质 悦耀阅服务。

圆地质 悦耀阅　郧藻糟耀阅学园圈

以地质数据库为基础，进行地质 悦耀阅设计，它具有快速的地质数据库图形检索；灵活的矿体圈定原则；样品组合的多方位分析；自动完成钻孔柱状图、工程投影图、勘探线剖面材料图、交互式设计勘探线地质剖面图、自动切取任意地质平面图、剖面图；平行块段储量计算和管理；地探与生探图形比较。

郧藻糟耀阅与克立格法储量计算的结合，为地质统计学的应用提供了必要的数据参数，

同时也丰富了储量计算系统。

克立格法地质储量计算

运用地质统计学的方法，以地质数据库为基础，根据勘探网度确定矿化模型的基本单元块大小，用剖面法形成的地质平面图作为矿化边界，进行克立格法地质储量计算。它具有很灵活的图文信息观察检索和输出功能，针对国内一些矿山矿岩界线明显这一特点，利用多边形交集轮廓线算法，即矿体形态网格化模拟技术，实现了克立格法储量计算与地质剖面的有机结合，更加适应中国的国情。

该子系统还用于可采矿块经济边界圈定，并为采矿设计矿房区域矿量、品位的统计计算提供了必要的技术和数据资源。

井下测量验收管理

提供井下采场、坑道验收的多种测量方法，自动或交互式形成采场平面图、剖面图和坑道实测平面图，并计算面积、体积及掘进副产矿石量等；

矿山资源管理（矿量的拓展）

运用财务借贷往来管理模式，将矿量变化分为新增、升级、转移、采矿、副产、损失、平衡七种往来关系，从而满足了矿量管理中错综复杂的矿量平衡计算，并能输出各类储量统计的数据和报表。在此基础上，还可方便地实现探采储量对比。

该系统结构框图如下页图。

本系统于 1995 年完成并在广东凡口铅锌矿通过部级鉴定。该软件对系统要求较低，便于普及推广。

具体如下：

主机：286 以上或兼容机，其配置为：4 兆以上内存，彩色 VGA 显示器，120 兆以上硬盘，1.44 兆软驱，640K 及以上微机；

操作系统：DOS 3.3 以上；

外围设备：必须配鼠标（Microsoft 鼠标，操作使用），绘图仪、打印机、可选配数字化仪（仅用于输入已有图纸用）；

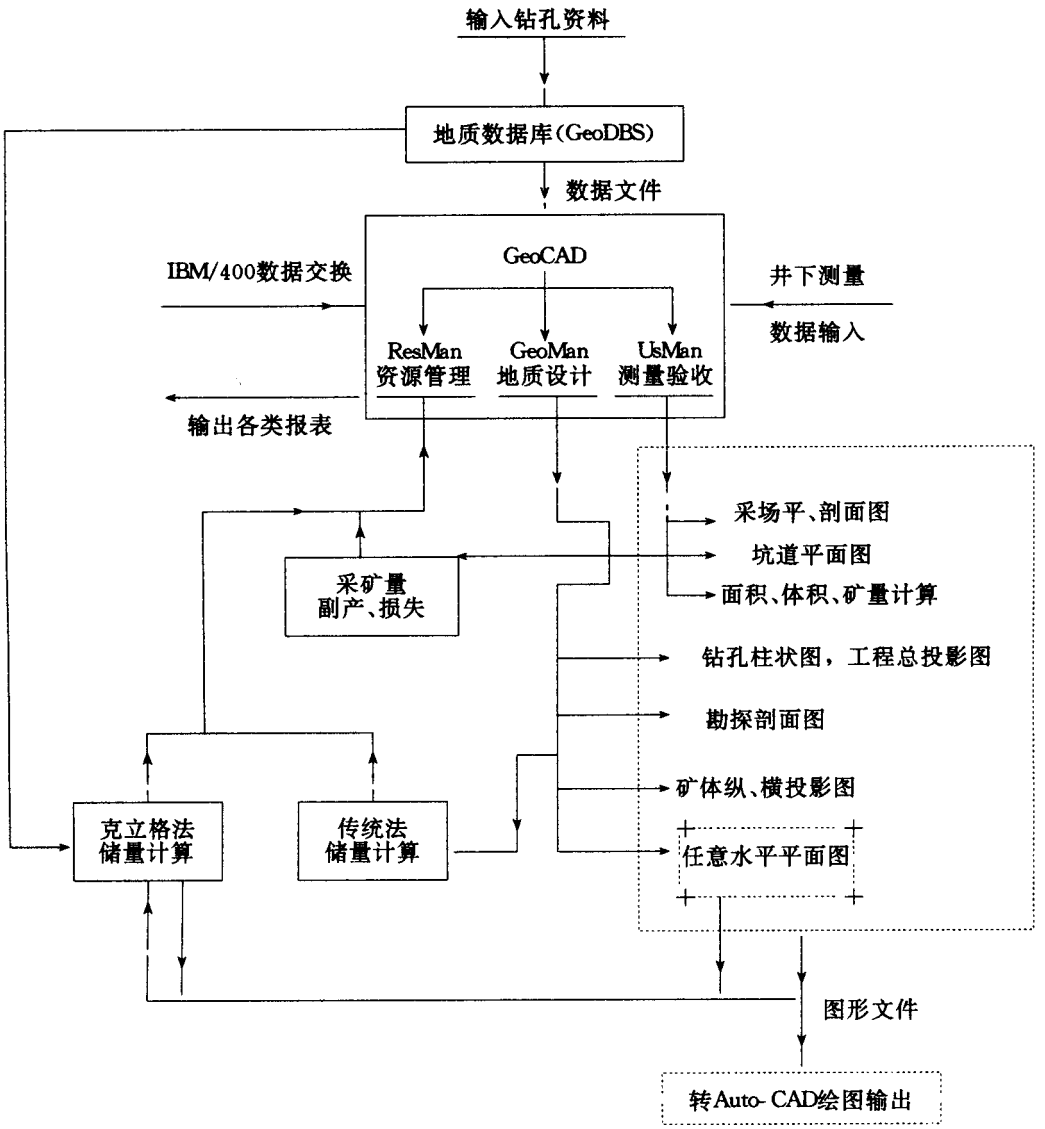
操作人员：从事地质、采矿的专业技术人员，只要具有基本的计算机知识，并按本系统的操作手册稍加培训，均可胜任。

下面分别介绍本系统中地质数据库管理、地质剖面、克立格法地质储量计算三大功能模块。

一、地质数据库管理

（一）概述

地质数据库管理系统 1.0 版是与剖面法地质储量计算系统相匹配的地质数据库管理系统。该系统具有鼠标支持、全屏幕编辑、索引选择等等，操作简单、直观、灵活方便。



（二）地质数据库管理系统功能结构（即菜单）

1. 初始设置

地质数据库（即[illegible]）是一个专业数据库，它具有很强的专业特点和专业功能。本数据库的结构是由系统定义的（也是固定的），采用动态链状结构，用户不必像[illegible]那样首先要设计、建立库结构，而只须按相同的库结构根据不同矿山定义的矿区矿性、岩性、矿体号等填入内容，即相当于[illegible]的记录。初始设置提供数据库的结构定义、矿性代码定义、岩性代码定义、矿体号代码定义、勘探线参数定义，亦即是完成地质数据的初始定义和系统管理，给数据库管理和[illegible]提供操作环境和管理的方便。

初始设置	数据编辑	错误检查	统计分析	打印输出	实用工具	文件管理
文件定义 矿性定义 岩性定义 矿体定义 置勘探线 功能模块	工程设置 总信息 测斜信息 矿性信息 岩性信息 矿体号 样品信息 顺序输入 编辑保存	＊＊错误＊＊ 当前钻孔 指定钻孔 全部钻孔 ＊＊警告＊＊ 当前钻孔 指定钻孔 全部钻孔	当前钻孔 指定钻孔 线分析 全库分析	打印索引 单孔打印 单项打印 线打印 全库打印	工程改名 工程状态 工程排序 ＊＊＊＊＊ 代码输入 代码输出 钻孔输入 钻孔输出	数据存盘 储量接口 文件读入 版本升级 制作子库 插入子库 存盘退出 退出系统

(二)数据编辑及自动检校

[illegible]的数据编辑、修改、查询与一般数据库相似，同样也是逐条记录，对每个字段编辑输入。

数据编辑完成对指定数据库的指定工程进行编辑、修改，包括工程设置、总信息、测斜信息、矿性信息、矿岩信息、矿体号和样品信息操作，界面直观、明了，稍加分析便可操作。

[illegible]专有的数据检校，主要是根据地质专业的特点要求，自动检查用户所输入的工程信息的一致性，即要求工程总长度与样品总长、矿性总长、岩性总长、矿体号总长完全相符，并可设置测斜值范围、样品品位范围等，作为检错参考。统计分析同样是根据地质专业特点，给技术人员提供更多的工程信息指标，如勘探工程的区域范围、数量，各有用元素的最大品位出现位置等。

(三)如何开始建立数据库

数据准备：地质数据库是据地质专业使用的特点而设计的，故完全符合地质人员使用，操作人员只要稍加了解，就可适应操作。但在上机前，应整理如下资料：

①元素个数

据矿床赋存条件，确定要处理的几个有工业利用价值的元素或者有害固体元素名称，不要将所有元素都包罗起来，最大允许为 [illegible]个。

②矿性种类

把矿区内可能出现的矿性全部搜集起来，矿性一般为无矿、氧化矿、混合矿、原生矿四种，如果不考虑矿性可以不处理。

③岩性种类

据矿区可能出现的岩性全部搜集起来，为数据库建立、钻孔柱状图和 [illegible]岩层连线提供方便，其中，断层作为一种岩性处理，其名称的第一个字符约定为 [illegible]，例

如，凡口矿有 [illegible]种岩性：[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] …。系统最大允许岩性种类为 [illegible]种。

④矿体号

将矿区可能出现的矿体全部搜集起来，进行编号和命名，为数据库建立、[illegible]矿体连线和储量计算提供方便。

例如，凡口矿狮岭南深部共有 [illegible]个矿体：[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] …系统最大允许矿体编号为 [illegible]种。

⑤勘探线

把矿区可能划分的勘探线全部搜集起来，进行编号和命名，勘探线是根据工程名称自动搜索的，在定义工程名的同时也就定义了勘探线。由于 [illegible]是一个通用的地质数据库管理系统，它不仅可以用于地质探矿，同时也可以用于矿山生产，故管理是分中段、然后勘探线、再工程（钻孔、探井、坑道）的顺序进行的，在地探过程中中段不必考虑。

⑥工程（钻孔、探井、坑道）数据准备

各工程以钻孔为单元，在钻孔单元中分总信息、测斜、矿性、岩性、矿体号、样品六组数据分别编辑输入。下面分别介绍它们的内容：

- [illegible]总信息
  - 记录编号
  - 开孔日期
  - 终孔日期
  - 开孔坐标 [illegible]
    - [illegible]
    - [illegible]
  - 总长度

下面几组分成如下的子记录构成一个分段：

- [illegible]测斜
  - 方位角
  - 倾角
  - 长度

  ＊＊测斜段数 ≤[illegible]
- [illegible]矿性
  - 代码
  - 长度

  ＊＊矿性段数 ≤[illegible]
- [illegible]岩性
  - 代码
  - 长度

  ＊＊岩性段数 ≤[illegible]
- [illegible]矿体号
  - 代码
  - 长度
- [illegible]样品
  - 样品长度
  - 岩心采取率
  - 品位元素 [illegible]
  - 品位元素 [illegible]
  - …

  ＊＊钻孔中无化验段的品位全部以 [illegible]输入

  ＊＊样品段数≤[illegible]

3.数据库与 [illegible] 的关系

[illegible] 使用 [illegible] 提供的数据文件，[illegible] 必须在 [illegible] 初步完成以后才能进行，最好是检错完成，勘探线设置好后再进行 [illegible]，而 [illegible] 也可检查 [illegible] 不能检查的数据错误，[illegible] 可查询数据库，但不能修改数据库。[illegible] 处理后的数据库修改应重构，否则查询将出现不良后果。

4.如何与其他地质数据库接口

[illegible] 提供 [illegible] 文件接口，文件格式请查询用户手册介绍的 [illegible] 文件格式，[illegible] 即可将别人提供的 [illegible] 文件读入，也可将自己的数据以 [illegible] 文件输出，提供给别人。

二、地质 [illegible]

为了满足地质勘探、矿山设计等领域特定的专业要求，我们自行开发了一套图形支撑系统 [illegible] 以及本系统 [illegible] 来实现地质、采矿领域的计算机绘图及其他辅助设计功能。

[illegible] 可采用多种矿体圈定原则，进行样品组合的多方位分析，样品与矿岩体的对应及错开分析，且能对原地质数据库的数据在图形模式下加以解释和编辑，能自动完成钻孔柱状图、工程投影图，在工程图上进行勘探工程的布局设计，自动处理勘探线剖面数据并提供全方位的交互式设计分析与设计（包括储量计算）。在勘探剖面的基础上自动任切平面，在自动切面过程后提供交互处理功能，这样既对剖面进行了矿岩连接的矿岩连续性错误检查，又保证了平面设计资料的正确性，在平面处理好的基础上可进行任意切剖面和设计工作。

在整个设计过程中系统采用自动处理和交互式设计的穿插模式，自动解决了繁琐的计算和建模过程，又融汇了专业工程师的分析结果，整个处理过程条理清晰，设计要素、参数直观明了，这使得在 [illegible] 运用过程中不仅能充分利用专家们的智慧又能节约专家们许多繁重的计算时间，加快了设计进度，同时十分有效地提高了设计质量。

为了充分运用好 [illegible] 软件，使用者首先应对 [illegible] 软件有一些初步的了解，这对本软件的应用很有好处。

1.文件说明

2.数据文件说明

地质 [illegible] 数据文件

①总文件

库名 [illegible] 地质数据库数据文件

库名 [illegible] 地质数据库索引文件

库名 [illegible] 地质数据库图形处理文件

库名 [illegible] 地质数据库岩性库定义文件

文件保存在当前目录下。

②勘探线剖面文件

□□□库名 □□线名 □□□□ 剖面图形检索文件

□□□库名 □□线名 □□□云 剖面图形文件

文件保存在当前目录下以库名为子目录的路径中

③平面文件

□□□库名 □平面名 □□□云平面图形文件

文件保存在当前目录下以库名为子目录的路径中

□柱状图文件

□□□库名 □线名 □钻孔名 □□□云

平面图形文件保存在当前目录下以库名为子目录下的以勘探线为子目录的路径中

④剖面文件

□□□库名 □剖面名 □□□云平面图形文件

文件保存在当前目录下以库名为子目录的路径中

⑤平面矿体轮廓文件

□□□库名 □平面名 □□□□

文件保存在当前目录下以库名为子目录的路径中，供储量计算用

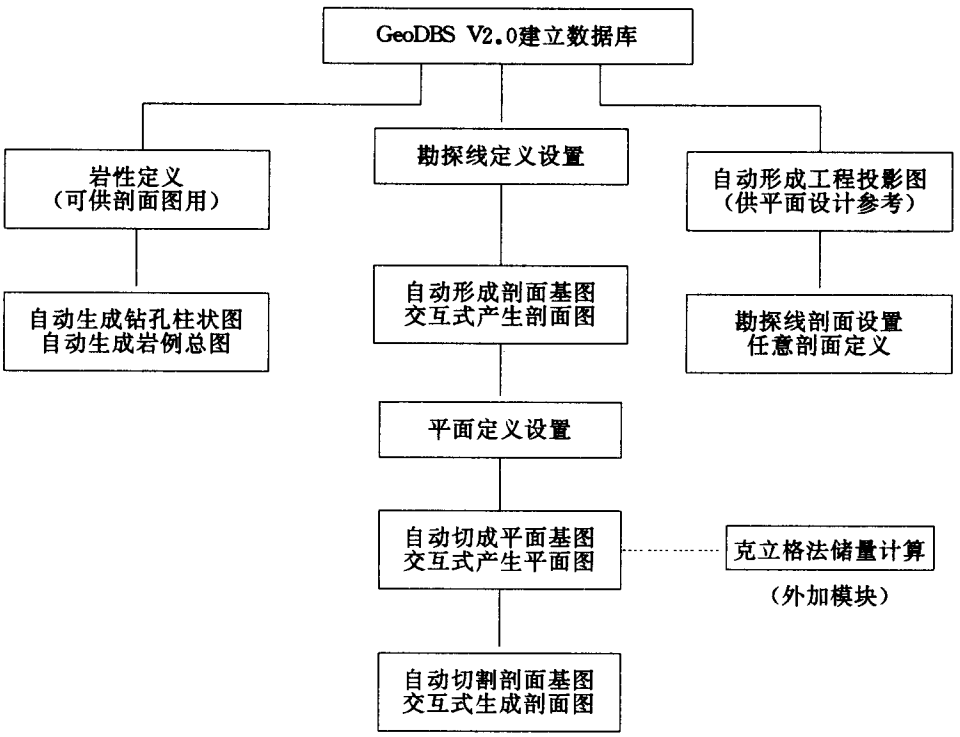
□□□□□□□□□□□□命令菜单表

□□□□	综合设计	勘探线	平面设计	剖面设计	设计工具
图形支撑	库文件设置	选择勘探线	平面预定义	剖面预定义	设计预置
地质 □□□	矿体圈定	* * * * * *	选择编辑平面	选择编辑剖面	矿岩体设计
验收管理	边界处理	钻孔工程标注	* * * * * *	* * * * * *	矿岩线设计
资源管理	样品分析	数据库检索	保存矿体轮廓	块段面积计算	矿岩线性质
	* * * * * *	样品组合检索	分层矿量计算		矿岩体标注
	工程投影图	* * * * * *	复合平面图		* * * * * *
	工程有效性	储量块段管理			切面线管理
	剖面线设计				* * * * * *
	剖面线设置				矿块阴影线
	* * * * * *				矿块着色
	岩性定义				地质界线拟合
	岩性图例图				
	钻孔柱状图				

□□□工作框图

漏图层说明

颠簸的图层是自动设计的，用户不能自我定义，且各图层都有各自的意义，系统将自动管理，下面仅就代表的含义介绍，这十分有助于用户对 颠簸的理解。



层名	描述	颜色	状态
员 钻孔矿层：	代表钻孔投影线段中矿体部分	红	韵壮
圆 钻孔岩层：	代表钻孔投影线段中岩石部分	黄	韵壮
猿 矿石线层：	代表该界线是矿体轮廓线	红	韵壮
源 岩石线层：	代表该界线是岩石轮廓线	黄	韵壮
缘 断层线层：	代表界线是断层线	白	韵壮
远 勘探线层：	勘探线	紫红	韵壮
苑 样品层：	代表矿体取样线条	红	韵壮
愿 隐样品层：	取样钻孔为矿石的线供数据编辑用	红	韵寒
怨 隐样品层：	取样钻孔为岩石的线供数据编辑用	黄	韵寒

0	粗线层：	无意义实体用	深绿
0	细线层：	无意义实体用	绿
0	字符层：	无意义实体用	白
0	切割矿层：	从面到更深一步形成的矿石线	红
0	切割岩层：	从面到更深一步形成的岩石线	黄
0	隐藏层：	系统用	黄
0	隐藏层：	系统用	红
0	厚粗层：	系统用	黄
0	厚粗层：	系统用	红

模块选择

因为 采用悬挂式软件模块结构管理方法，选择不同的子模块则进入相应的菜单任务集，在各子模块中仍可调用 的所有命令，但各子模块之间的命令不能相互调用，只能通过模块选择来转换。

就凡口矿而言，在 图形环境下有三个子模块：

①地质

②井下测量验收管理系统

③矿山资源管理系统

图形支撑

该命令将当前工作模块设为 主要是完成对图形的编辑、修改和管理。该模块始终在主控程序控制之下，其他子模块使用时可直接从键盘输入命令。

命令：

地质

该命令将挂起的 地质设计系统置为当前工作模块，供地质专业设计之用，所有地质的命令均应在该环境下进行。

命令：

井下测量验收管理系统

命令：

矿山资源管理系统

命令：

综合设计

库文件设置

该命令设置作图时使用的数据库，应是由本系统建立的，如果是其他格式文件，使用前必须进行转换，并补齐所有需要的信息，如果地质数据库信息不全，将给本系统的使用带来许多不便。

命令：杂[illegible]

数据库文件

咬　文件名　　文件名

该命令如果在系统为用户自定义模式时，将交用户模块定义库文件位置，例如在凡口矿如下：

命令：杂[illegible]

勘探类型　[illegible]地探 [illegible]生探]：

地段选择

咬	金星岭	金岭南	狮岭
狮岭南	狮岭深	圆墩岭	庙背岭

如果为生探类型则继续提示：

中段选择

咬	[illegible]缘	[illegible]团	[illegible]源
[illegible]原	[illegible]员	[illegible]员	[illegible]圆
[illegible]圆	[illegible]圆	[illegible]猿	[illegible]猿
[illegible]源	[illegible]源	[illegible]缘	

这样，用户不必去理会可能费解的数据库文件名，可以直接选择自己十分熟悉的地段名、中段名。

[illegible]矿体圈定

该命令设置矿体圈定时矿岩划分原则，这里我们使用了三种方法：综合法、单一法、复合法，分别说明如下：

[illegible] 综合法

样品中所有有用元素品位都大于圈定时设置的对应品位值则圈定为矿，否则为岩。

[illegible] 单一法

样品中有用元素只要有一个大于圈定时设置的对应品位值则圈定为矿，否则为岩。

[illegible] 复合法

样品中各元素品位与圈定时设置的对应权系数值之积的和大于圈定时设置的复合参数值则圈定为矿，否则为岩，如果参数为负，则为有害元素，取小于其绝对值则圈定为矿，否则为岩。

矿石可采厚度是指矿体的最小厚度，夹石剔除厚度是指矿体内夹石的最小剔除厚度。

样品组合步骤如下　带 * 为可选步骤）：

[illegible]边界品位处理

[illegible]样品回收

糧矿石可采厚度处理

凿夹石剔除

藻 圈边界回收

在矿石可采厚度处理时考虑了长度米百分值对高品位、小厚度进行了处理。窗口中的最大品位是为绘钻孔柱状图中的直方图使用，如果用户没有输入 零或小于零）则系统将自动取该钻孔的各元素品位最大值以代之。命令格式：

命令：韵

矿体圈定设置

圈定方法	综合	单一	复合
元素 员品位		园	
圆		园	
……			
复合值		员	
矿石可采厚度		园	
夹石剔除厚度		员	
最大品位 员		园	
圆		园	
……			

猿边界回收

该命令设置矿样的两种回收原则：

员 边界回收是在矿体圈定以后，对已圈定为矿段的相邻样品的回收处理原则，其圈定方法跟矿体圈定相同。

圆 薄样回收就是对小于可采厚度的样段，检查其上下样段较高的一个进行加权，如果满足圈定原则则圈入，否则继续搜索直至满足可采厚度。

该处理是否使用由用户定义，韵表示使用，韵表示不使用。

命令：

边界样处理设置

圈定方法	综合	单一	复合
元素 员品位		园	
圆		园	
……			
复合值		员	
边界回收	韵		韵
薄样回收	韵		韵

源样品分析

该命令是对数据库进行多方位的分析，它包括样品组合分析，样品与矿性、岩性、矿体号的错开对应分析。

命令格式为：

命令：粤

分析类型　员

分析范围　员

输出选择　员

缘

该命令将所有工程钻孔的空间位置向一个平面上投影，产生一张工程平面轮廓图，另外，工程图上还有勘探剖面线和任意定义的剖面线，在该图上可进行勘探线剖面和任意剖面的设计。命令格式为：

命令：

数据库名称　缺省值）：

如果工程来自数据库，则自动设置其区域，否则进入后面的设置窗口；

如果工程文件存在，则提示如下：

调入老文件　月

晕回答进入设置窗口，否则调老文件，

还

钻孔工程在管理、设计时有两种状态：有效、无效：

有效指参加

地质设计的钻孔，无效则是指不参加

地质设计的钻孔。

工程有效性就是设置钻孔的有效与无效。

命令：

钻孔名称　缺省名）：

回车——代表缺省，＊——代表按勘探线和钻孔分别检索；

其他——代表钻孔全名

勘探线索引选择如下：

勘探线选择

勘探线名称：

上一页

下一页

线名可鼠标输入，光标选择也可键盘输入，但键盘输入时不能带钻孔名。

钻孔索引选择如下：

钻孔选择

钻孔名称：

上一页

下一页

线名可用光标选择也可键盘输入，但键盘输入时不能带勘探线名。

孔名前的＊代表无效钻孔，例如＊圆圈指示员

孔名前的贰表被删除钻孔，例如贰圆圈指示员

工程状态设置　圆圈有效 转圆圈无效］　当前值）：

第圆剖面线设计

该命令设置工程图上的设计剖面线与实际勘探线的对应关系。

命令：绿圆箭头箭头

如果当前图形不为工程图则提示：‘环境不允许运行该命令”，否则继续：

捕捉设置剖面线：

如果目标没捕到则提示‘目标没捕到”，目标捕到则弹出窗口：

勘探线选择

勘探线名称：

上一页　圆圈圆　圆圈原　一圆圈圆

下一页

愿圆岩性定义

该命令设置各种岩性的岩性图例和符号描述方法，岩性符号由岩性名称字符和上下标字符组成。岩性图例由循环实体以及其个数、角度、比例所决定。

命令：砸圆圈圆

岩性选择

岩性名称：

上页　岩性名　岩性名　……

下页

岩性定义

实体个数		猿	
角度		圆圈圆圈	
第 员字符	正常	上标	下标
第 员字符	正常	上标	下标
第 灶字符	正常	上标	下标

＊＊灶为岩性名长度

盾环实体定义

实体性质	直线	圆
实体线性质	细线	粗线
基点　载	圆圈圆圈	
再	圆圈圆圈	
循环距　载	圆圈圆圈	
再	圆圈圆圈	
直线增量 载	圆圈圆圈	
再	圆圈圆圈	

实体个数定义直线及圆的个数；角度控制所有实体。

实体定义参数意义如下：

图层、基点　(岳會　岳贈、循环距　(裕會　裕贈、实体参数　鼓蓋　鼓圓

員　实体性质：用以设置线与圆。

圓　实体线性质：用以描述线的粗细。

猿　基点：　(岳會　岳贈 是该实体的基点偏移，实型数。

源　循环距：　(裕會　裕贈 是该实体的 會 贈方向的重复的循环距离，实型数。

缘　如果为直线，，为增量。

如果为圆，贈为半径。比例、纵横长度由图例绘制时决定。

怨圆岩性图例图

该命令绘制数据库定义的所有岩性符号的图例于一张图上，在数据库初始时均设置成一个统一的符号，在使用时请据实际进行设计。

命令：矿鼓鼓鼓云

员圆钻孔柱状图

该命令将绘制指定钻孔的柱状图，在使用该命令之前必须完成数据库和岩性符号的设计工作。

命令：阅鼓鼓鼓

命令：钻孔全名　缺省名）：

回车代表缺省；＊代表按勘探线和钻孔分级检素；其他代表钻孔名；怄鼓鼓回悦放弃退出。如果钻孔不存在，则提示：‘钻孔不存在 ”。

阅圆勘探线剖面设计

用于设计勘探线剖面，其前提条件是数据库必须准备完毕且无错误，如果修改了数据库，剖面图必须重作。

设计步骤如下：

員　设置勘探线；

圓　矿体连线、标注；

猿　岩体连线、标注、块段定义。

剖面生成后可对钻孔线、矿体线、岩性线进行编辑以获得设计时的参考信息。

员圆选择勘探剖面

该命令将自动完成勘探线剖面的基础成图工作，并为勘探线剖面的矿体、岩体的连接创造条件。

命令：杂鼓鼓鼓

勘探线名称　缺省名）：

用＊代表在屏幕菜单选择。

勘探线索引选择如下：

勘探线选择

勘探线名称：

上一页　□□□□　□□□□　—□□□□

下一页

线名可用光标选择也可键盘输入。

如果存在老剖面，则提示如下：

调入老文件　□□

□回答则作新剖面设计，否则调老文件，编辑窗口如下：

剖面参数设置

□□□:

□□□:

□□□:

剖面方位角：

长度：

高度：

中段高度：

网格间距：

工程投影区：

采样参数：

自动地形：

纵向偏移：

横向偏移：

□□ 勘探线由□□□ □□□ □□□ 剖面方位角、长度、高度组成，方位角以正北方向为零，顺时针为正。

□□ 工程投影区为勘探线钻孔的水平投影图　□□□□□□；

□□ 采样参数指把化验时有品位，且定义了矿体号的样品垂直投影在图上，这有助于设计时理解各圈定原则和图形的对应关系。

□□ 采样参数只有设置为 □□ 样品编辑命令才能使用；

□□ 自动地形设为 □□时，将钻孔开孔坐标连接成地形线。

□□ 纵向、横向偏移可调整勘探线剖面到最佳位置。

如果存在已编辑的老剖面，则提示：

老剖面矿岩线删除吗　□□？

再: 不考虑老文件绘制的所有实体，否则调入矿岩线实体进行编辑。

圆圈钻孔工程标注

显示指定钻孔信息，并可将孔名、载　再　在坐标标注在指定位置。

命令：阅测斜段

捕捉钻孔线：

钻孔名称

钻孔编号：
开孔日期：
终孔日期：
测斜段数：
岩性段数：
矿性段数：
样品段数：
工程长度：
开孔坐标 载:
再:
在:

猿圆数据库检索

剖面设计的采样参数设置为 煤　该命令才能使用。

命令：杂菲员菲圆载

编辑项　编圆样品 辑圆测斜 辑圆岩性 辑圆矿性 辑圆矿体号 辑圆

捕捉钻孔线段：

员　杂样品

钻孔名 辑样品段号

样品长度：
岩心采取率：
品位 员:
圆:
灶:

圆　阅测斜

钻孔名 辖测斜段号

方位角：
倾角：
测斜长度：

猿 砸岩性

岩性 辖钻孔名 辖段号

岩性名称：
　　孕育责 岩性名　岩性名　……
　　孕育灶

源 韵矿性

矿性 辖钻孔名 辖段号

矿性名称：
　无定义　氧化矿　混合矿　原生矿

缘 晕矿体号

矿性 辖钻孔名 辖段号

矿体号：
　　孕育责 矿号　矿号　……
　　孕育灶

远 粤全部　该命令仅用于显示数据库内容，修改请运行 员[illegible]

源圆样品组合检索

命令：[illegible]

分析范围　员圆岩矿段 辖圆钻孔 辖圆剖面）

相应的显示窗口：

员 岩矿段分析

岩矿段分析结果　孔名）

组合段序：
起始样号：
终止样号：
样品数：
样品组合长：
组合段性质：岩石　次矿　矿石
加权品位 孕
在
杂

圆 钻孔分析

钻孔分析结果　孔名）

工程总长：
样品数：
样品长：
有效样数：
有效样长：
有效品位 孕
在
杂

猿 剖面分析

剖面分析　线名）

钻孔名：
工程总长：
样品数：
样品长：
有效样数：
有效样长：
有效品位 孕
在
杂

缉熙储量块段管理

该命令将自动或交互式确定参加剖面指定块段计算的样品，并进行品位长度加权计算，面积计算和相应的管理。在储量分级管理中，该命令还完成块段子块的定义，子块区域的划分的管理工作，子块是矿体块段划分成 粤 月 悦 阅储量级别定义的子区间，在同一主块上可以分成 愿个子块进行计算它们编号为 园- 苑 园号为其缺省的主块编号，在平行剖面法储量计算时如果不考虑储量级别则可不使用子块，也就是将子编号设为园

命令：员

＊＊ 裕裕号块储量计算参数

块段编号：
矿体名称：
储量级别：粤 月 悦 阅
见矿孔数：
计算样数：
样品总长：
计算面积：
夹石面积：
加权品位

在

杂

还

储量块段打印

该命令以表格或文件的形式输出剖面所有块段的品位计算结果。

命令：员

如果不存在该剖面储量计算文件则提示：‘不存在储量计算参数文件 ”。

输出剖面平均品位计算表吗？ 是

正在制表，请稍候。

耘

平面设计

平面设计是基于剖面设计基础之上的，只有当所有勘探线剖面设计完成后，并在各剖面上完成了指定的平面的剖面线设计，才可实施。

员

平面预定义

该命令预定义切平面的一些参数。可以一次定义一系列平面，即按定义的 在的和中段高度从上至下依次自动生成。

命令：杂

平面定义

基点　　载豹:
　　再豹:
　　在豹:
方位角：
载　长度：
再　宽度：
网络宽度：
中段个数：
中段高度：

圆选择编辑平面

该命令选择要编辑的平面，格式如下：

命令：孕

当前平面

平面名：
孕　平面名　平面名　……
　　孕

选择平面名，如果该平面已存在，则提示：编辑老平面吗　？

晕则编辑下面的平面参数，否则调入老图编辑。

平面设计

　　载豹:
　　再豹:
　　在豹:
方位角：
载　长度：
再　宽度：
网络间距：
孔位标注：　　煤灶　煤寨
岩性标注：　　煤灶　煤寨

这里孔位、岩性标注指钻孔、地质界线与平面切得的坐标和岩性名称是否标注。

猿保存矿体轮廓线

该命令保存平面图上的矿体轮廓线，主要是提供给克立格法储量计算所需要的矿体轮廓平面模型文件。

命令：孕

[illegible]分层矿量计算

该命令将选择的分层平面与上一个分层组合计算矿体体积，按平均体重计算分层矿量。

命令：[illegible]

[illegible]合平面图

该命令将用户指定矿体的所有平面图投影到一个平面图上，并统计矿量。

命令：[illegible]

[illegible]剖面设计

[illegible]剖面预定义

该命令预定义剖面的一些参数。

命令：[illegible]

剖面定义

基点　[illegible]:
　　[illegible]:
　　[illegible]:
方位角：
[illegible]　长度：
[illegible]　宽度：
网络宽度：
中段高度：

[illegible]选择编辑剖面

该命令选择要编辑的剖面，格式如下：

命令：[illegible]

当前剖面

剖面名：
　[illegible]　剖面名　剖面名　……
　　[illegible]

选择剖面名，如果该剖面已存在，则提示：

编辑老剖面吗　[illegible]？

[illegible]则编辑下面的剖面参数，否则调入老图编辑。

岩性标注指地质界线与平面切得的岩性名称是否标注。

如果存在老剖面文件，则提示：

老文件矿岩线删除吗　是？

再回答则不考虑原来的矿岩线，否则调入原图的矿岩线进行编辑。

剖面设计

载入:

再入:

存入:

方位角：

载　长度：

再　宽度：

网络间距：

中段高度：

岩性标注：　煤灶　煤套

块段面积计算

该命令计算所选择剖面的块段面积。

命令：

三、克立格法地质储量计算

本系统是根据地质统计学原理和方法研制的一个工程设计应用软件，针对目前国内地质统计学一些应用软件的使用状况，为满足实际工作的要求，采用了矿体形态网格化模拟新技术，增强了与传统地质工作方法的可比性。

本系统借鉴传统地质工作中在矿量估算中采样的原则，针对实际工作中可能出现的矿体各种不同成矿作用方向及赋存状况，设置了变异函数拟合的各种方位，倾角及各向异性的参数输入模式，这种输入方式，灵活方便，简洁明了，计算迅速准确，为国外地质统计学方法与我国实际工作的结合，提供了一个良好的基础和条件。

为了增强地质统计学储量计算有关资料信息的透明度和直观性，开发了图文信息资料检索系统，以便于随时观察地质统计学储量计算中间阶段和最终阶段的图文信息结果。当计算结果需要进行绘制图形时，可预先观察其绘图效果，从而实现了图形绘制的“所见即所得”的要求。

本系统密切跟踪国内外软件发展动态，努力实现计算结果的智能化输出，使得计算结果的输出更加方便灵活，拓宽了该软件的应用范围和开发前景。

该系统已延伸到可采矿块经济开采边界圈定，为优化采矿工程设计提供了服务。

本系统采用悬挂式软件结构管理方法，利用集成环境的菜单项结构，进行统一管理，对于其中矿体形态图形模拟设计和图文信息的资料检索，因软件规模较大，专门设立了隶属于本系统的子系统。

软件运行环境及使用前的准备工作：

本系统为了使用方便，配备了汉字显示，在使用前，应装配汉字库。首先将字库文件 与[illegible]和 粤[illegible]拷贝到硬盘的某个目录，并在 与[illegible]文件中说明字库文件的盘号和路径。如果说明的盘号或路径不对，或缺少其中任何一个文件，系统提示 “与[illegible]”，拒绝执行下一步工作，并中止运行。

本系统主体在 闽[illegible]子目录中，另外还管理下属子目录 闽[illegible]系统操作使用说明书等资料，另外还必须在 与[illegible]文件说明的硬盘子目录中装入汉字字库文件。

以下介绍菜单命令。

键入 闽[illegible]即出现该系统的软件的屏幕菜单项：

文件管理	矿段配置	数据处理	矿体模拟	地质统计学	退出系统
控制参数 数据采集 [illegible] [illegible]	矿段建立 矿段选择 参数传输	数据检错 样品纵使 资料检索	图形模拟 矿块代码 块段样品	样品统计 变异函数 模型拟合 交叉验证 矿块估值	
[illegible]三维矿床实用 模拟系统　闽[illegible]　[illegible]长沙有色院矿山软件公司					

系统各菜单项及子项使用说明：

员[illegible]文件管理

包括原始数据库文件准备、系统控制文件编辑、系统运行信息观察、操作系统外壳命令 [illegible]及退出系统命令 [illegible]

员 控制参数

该命令对本系统需要的各类控制参数进行编辑 输入、修改）及观察。

弹出选择菜单：

综合参数	员[illegible]
岩性编码	矿性编码
矿体编码	图形参数
估算参数	γ 像 模型
组合样参数	统计参数
参数输出	采矿图形参数
返回	

可选择任一选择项进行输入，也可选择 ‘返回 ” 退出该项操作。各类参数的具体内容见参数说明。

各类控制参数说明： 实际操作中，当数据内容太多，则分页显示）

①综合参数：

矿区坐标原点：
　　轚豹：
　　再豹：
　　在豹：
旋转角：
矿区网格数：
　　暈载：
　　暈再：
　　暈在：

网格尺寸：
　　阅月载：
　　阅月再：
　　阅月在：
网格内次级块数：
　　暈旅载：
　　暈旅再：
　　暈旅在：
最大岩性号：
最大矿体号：
样品组合长：
各元素品位允许最低下限：
　　藻澡藻澡澡
　　藻澡藻澡澡
……
各元素品位允许最高上限：
　　藻藻藻澡澡
藻　藻澡藻澡澡
……

②贩陷证粤：

参加计算的品位最低下限
　　藻澡藻澡澡：
　　藻澡藻澡澡：
变异函数方向数：
变程段数：
变程长度：

方位角	倾角	角容差
…	…	…
…	…	…

③岩性编码：

观察本矿段中所有岩性编码：

岩石性质选择

岩性码 员　岩性码 圆　……

④矿性编码：

观察本矿段中所有矿性编码：

矿石性质选择

矿性码 员　矿性码 圆　……

⑤矿体编码：

观察本矿段中所有矿体编码

矿体号选择

矿体号　矿体号　…　…　…
…　…　…　…　…

⑥图形参数：

坐标网格：
外下边框：
外左边框：
外上边框：
外右边框：
比例尺　员缘缘
矿块图形输出范围　次级块）
载缘缘缘缘
载缘缘缘
再缘缘缘缘
再缘缘缘

⑦估算参数：

矿量估算范围：
　　
　　
　　
　　
　　
　　
输出品位的下限值：
　　
　　
基本估算邻域
　　
　　
　　
扩充估算邻域
　　
　　
　　
进行估算时最少采样数：
　　

⑧γ　　模型：

γ　　模型

元素变量名：
套合结构数　　：　
块金常数 　：

基值		变程		方位偏角	倾角	λ	λ	λ
…		…		…	…	…	…	…

λ为 方向　　）变程比例因子，也可直接输入 　表达式。λ为 方向 　侧方向）变程比例因子，也可直接输入 　表达式。λ为 方向 （垂直方向 ”）变程比例因子，也可直接输入 　表达式。

以上 λ　 λ　 λ参数可输入比例因子或数学表达式，对于带状各向异性，也可设置其中某一个或两个参数为零。

⑨组合样参数：

边界品位　样品统计 轴立格估算）
　　
　　
　　……

⑩统计参数：

矿区矿量统计的位置及范围　次级块）
　　
　　
　　
　　
　　
　　
品位的单位换算因子
　　
　　
统计指标方案数：
指标方案号：
逻辑模式：
边界品位：
　　
　　
……

⑪采矿工程图形参数，用于采矿工程图形输出。

采矿工程图形参数
　　坐标网格：
　　外下边框：
　　外左边框：
　　外上边框：
　　外右边框：

其中坐标网格的单位是米，边框宽度的单位是毫米。

　　数据采集
　　
为操作系统外壳命令。当用户临时需要执行 操作命令，用此命令暂时退出本

系统，执行完 [illegible] 命令之后，键入 [illegible] 则返回本系统。

[illegible]

退出本系统。

[illegible] 矿段配置

根据矿山的实际情况，矿产储量的各类计算处理可以针对某个矿段而言。该命令包括建立一个新矿段，对已有的矿段进行选择，以及不同矿段控制参数的相互传输。每项操作均可用 [illegible] 中断。

[illegible] 矿段建立

对于本系统新接收一个新矿段，需注册登记，以便进行统一而有效的服务和管理，提示 ‘矿区名：’，输入一个新矿段名，此项操作即完成。键入 [illegible] 或空字串则中断这项操作。矿体建立以后，这个矿体就是本系统现在服务和管理的 ‘当前矿段’。

[illegible] 矿段选择

对于本系统注册登记的若干矿段，选择其中某个矿段作为现在即将服务和管理的 ‘当前矿区’。对注册登记的所有矿段列表，从中选择一个矿段，键入 [illegible] 则退出这项操作。

[illegible] 参数传输

新建立的一个矿段，需要储量处理的控制参数文件。可以用其他矿段的传输过来的参数文件作为基础，再进行修改编辑。提示：‘[illegible]：’，用矿段名列表的方式，输入作为数据来源的其他矿段名，再提示：‘[illegible]’，用同样方式，输入作为数据传送目的地的矿段名。[illegible] 中断这项操作。

[illegible] 矿体模拟

包括利用勘探工程原始数据对矿体形态进行自动模拟、利用图形编辑输入的方式对矿体形态进行模拟、计算矿体形态在每个克立格矿块的面积、作出每个矿块是否进行克立格估算的标记、并将每个组合的样品装入每个克立格矿块，标记矿块的矿岩性等。

[illegible] 图形模拟

采用数字化仪、键盘、[illegible] 等多种手段，将矿体轮廓线输入图形文件，图形可进行多种修改、编辑等。同一分层标高同一矿体号的矿体形态以 ‘层’ 的形式作为一个独立的图形子集，可计算矿体形态在克立格矿块中所占的面积，并存入二进制文件。（详见 [illegible] 子系统使用说明书）

输入控制参数：‘综合参数’

输出 ‘层’ 图形文件：*.[illegible]

输出 ‘层’ 面积文件：*.[illegible]

[illegible] 矿块代码

根据图形模拟得出的矿体形态在每个台阶图形网格中所占面积的二进制文件，分矿体计算每个矿块的矿体体积，同时，将矿块品位结果数据文件初始化。体积计算是根据每个矿块的矿体上下面积，采用台形公式。

输入控制参数：‘综合参数’，‘文件集合’

输出数据：‘[illegible]’，[illegible]）；‘[illegible]’

[illegible] 块段样品

将定长组合的样品数据装入块段样品文件。

输出数据：‘[illegible]’

[illegible] 地质统计学

包括对样品进行统计分析、计算待估变量的变异函数、对实验变异函数进行模型拟合、对拟合的模型结果进行交叉验证、进行克立格矿块估值、对估算的结果进行统计等。

[illegible] 样品统计

对装入块段模型的定长组合的样品数据，进行统计分析。

输入控制参数：‘样品统计’

输出文件：[illegible]

[illegible] 变异函数

利用块段模型中的定长组合的样品数据，计算实验变异函数。

输入控制参数：‘[illegible]’

输出文件：[illegible]

[illegible] 模型拟合

对计算的实验变异函数，进行数学模型拟合。

[illegible] 交叉验证

对实验变异函数的数学模型拟合效果，进行交叉验证。

输入控制参数：“[illegible] 模型”，‘估算参数’，‘矿体码’

输出文件：[illegible]

[illegible] 矿块估值

进行矿区的克立格矿块估算。

输入控制参数：“[illegible] 模型”，‘估算参数’，‘矿体码’

输出数据：‘[illegible]’

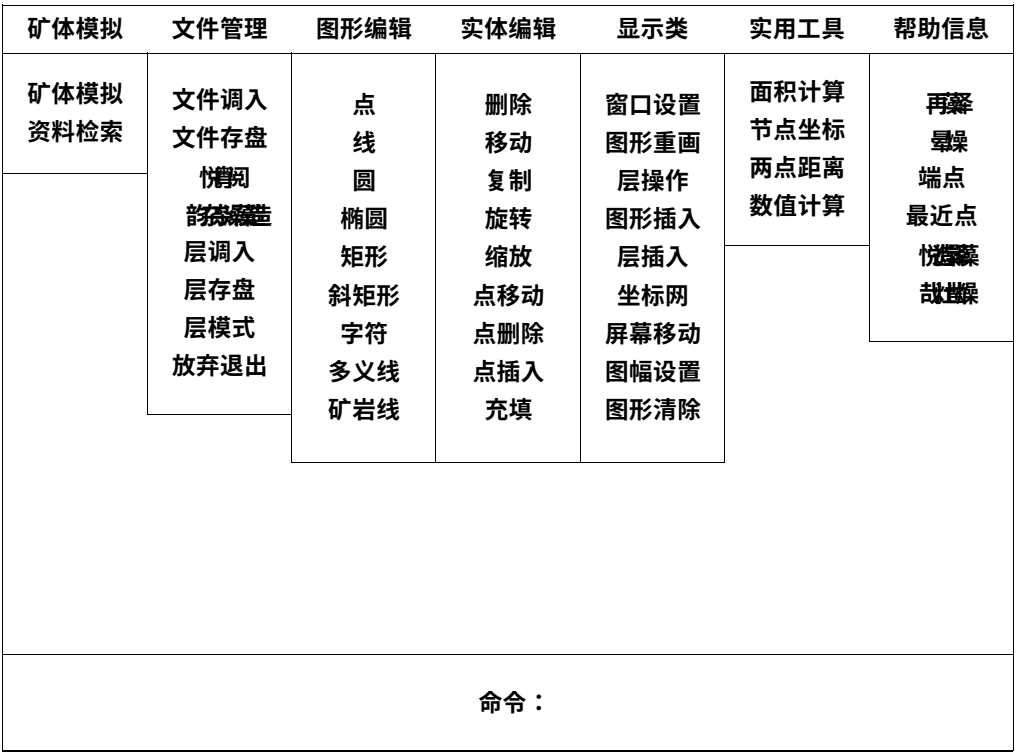
[illegible] 退出系统

退出本系统。

[illegible] 矿体形态网格化模拟子系统

本子系统可由 [illegible] 调用，也可单独运行。使用的图幅参数由 [illegible] 系统的控制数据‘综合参数’决定。本系统采用悬挂式软件结构管理方法，根据工程设计的需要，还可加载不同的二级任务菜单模块。本系统的各项操作命令，既可使用弹出式菜单 [illegible]，又可直接从键盘输入命令字串。当系统没有启动鼠标时，按 [illegible] 还可用键盘选择弹出式菜单命令。以满足各类操作人员的不同操作习惯。

键入 [illegible] 或在 [illegible] 中选用‘矿体模拟’[illegible]‘图形模拟’菜单命令，即出现该系统的屏幕菜单项：



系统部分菜单项及子项命令使用说明：

员 （矿体模拟 辅图形模拟）

取当前菜单任务集。

圆 （矿体模拟 辅资料检索）

进入资料检索菜单任务集。

猿 （文件管理 辅文件调入）

调入以 为扩展名的图形文件。

源 （文件管理 辅文件存盘）

以 为扩展名，将系统现有的图形存入磁盘文件。

缘 （文件管理 辅）

将系统现有的图形存入 接口文件 * 。

远 （文件管理 辅）

为操作系统外壳命令。当用户临时需要执行 操作命令，用此命令暂进退出本系统，执行完 命令之后，键入 则返回本系统。

苑 （文件管理 辅图层调入）

调入图层文件，文件扩展名由 选择的层文件读入模式决定。缺省模式为圆 。这样的图形实际上调入某个分层所有不同矿体的轮廓线。图层文件调入后，相当于又多设置了该分层所有矿体的新层，最后调入的新层就是当前层。

愿 （文件管理 辅图层存盘）

系统提示选择：‘面积计算 圆当前层 辅全部层 圆’，缺省选择为当前层。将当

前层或全部层的图形存入相应的磁盘文件，文件的扩展名统一为 [illegible]（不论层文件读入模式）。

[illegible]

建立层文件读入模式，提示输入“[illegible]：”[illegible]输入相应的模式号，以后执行的 [illegible]命令读入以模式号对应的字串作为层文件扩展名，缺省模式为 [illegible]

[illegible]（[illegible]放弃退出）

系统提示：“[illegible]”回答“再”则退出，否则仍在当前系统环境内。

[illegible]（图形编辑 [illegible]矿岩线）

只有在设置了层或调入了层文件时才有效。对当前层绘制矿岩体轮廓线。首先提示询问“矿体 [illegible]岩体 [illegible]”，输入“[illegible]”或空为矿体，否则为岩体。连线过程中可以用“[illegible]”返回，“[illegible]”封闭结束，回车结束。还可使用“[illegible]”，“[illegible]”（点、线捕捉）选择项。

[illegible]（实体编辑 [illegible]移动）

对多义线或矿岩界线的节点移动。

[illegible]（实体编辑 [illegible]删除）

删除多义线或矿岩界线中的某个节点。

[illegible]（实体编辑 [illegible]插入）

在多义线或矿岩界线中插入某个节点。

[illegible]（实体编辑 [illegible]填）

对圆，椭圆，矩形，斜矩形，多义线或矿岩界线等封闭体由用户定义，用某种颜色进行充填。

[illegible]（显示类 [illegible]插入）

将外部层文件插入到当前图形层上，如果没有当前图形层，该命令无效。

[illegible]（实用工具 [illegible]面积计算）

系统提示选择：“面积计算 [illegible]当前层 [illegible]全部层 [illegible]”，缺省选择为当前层。对当前层或全部层计算每个层矿岩封闭线在每个克立格单元矿块的面积。如果在操作环境中没有图形层，该命令无效。该命令执行以后，矿块面积自动存入文件。该文件名是：层名十“[illegible]”。

[illegible]（实用工具 [illegible]数值计算）

计算表达式的值。这个表达式考虑了四则运算中乘除运算的优先级，以及括号的优先级。

[illegible]　帮助信息

用于系统各项编辑操作（如画线操作，[illegible]命令等）中，所需键入的数据项。

①[illegible]　帮助信息 [illegible]

②[illegible]　帮助信息 [illegible]

③[illegible]　帮助信息 [illegible]

④暴露　帮助信息（最近点）

⑤悦　帮助信息（指定菜单）

⑥哉　帮助信息（退出）

3.图文信息资料检索子系统

本子系统是由 Surfer 调用加载的二级任务菜单模块。操作命令的输入方式与 Surfer 相同。该任务模块可用于观察地质统计学储量计算中一些阶段的图文信息结果，同时可用于进行某些参数的输入编辑，增强了有关资料信息的透明度和直观性。对于需要进行绘图而转换到 Surfer 绘图模块的接口文件的图形内容，由于品位格式功能及图形编辑功能的实现，可预先观察其绘图效果，从而实现了图形绘制的“所见即所得”的要求。对于其中矿块品位和矿块品级的显示和输出，由于新变量功能的实现，使用户可在已经估算的若干克立格变量的基础上，自行设置新的变量及相应的表达式，使得计算结果的输出更加方便灵活，实现了计算结果的智能化输出，拓宽了该软件的应用范围和开发前景。

该系统的屏幕菜单项如下：

资料检索	矿块图	统计图	γ 像 模型	参数设置	剖面设计
矿体模拟 资料检索	坐标网格 新变量 品位格式 矿块品位 矿块品级 组合样 样品检索 矿体圈定 图形输出	组合样 交叉验证 矿量统计	模型选择 模型拟合	矿块参数 参数解除	剖面切制 剖面轮廓 剖面连线
命令：					

系统部分菜单项及子项命令使用说明：

员　Surfer 资料检索（矿体模拟）

返回 Surfer 任务主菜单集。

圆　Surfer 资料检索（资料检索）

当前任务菜单模块：

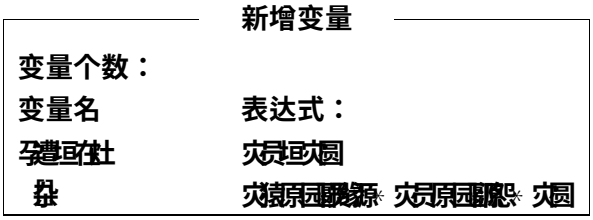
猿　Surfer 矿块图（坐标网格）

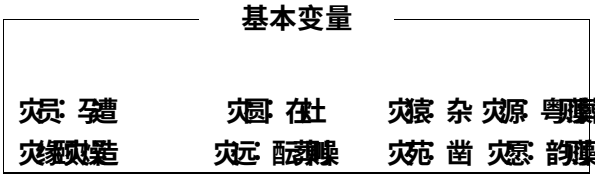
形成矿区内克立格计算坐标网格，包括矿块单元网格，及叠加的地理坐标网格及坐标值。参数由 Surfer 的“控制参数”图形参数”命令项决定。

源 暴辜宏穹蕴 矿块图 辖新变量）

在已估算的克立格变量的基础上，由用户自行定义新的变量，以便品位及其他数值的输出显示和矿块品级的显示。

输入格式：

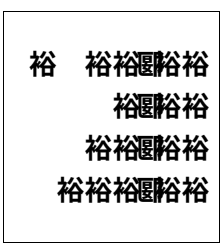


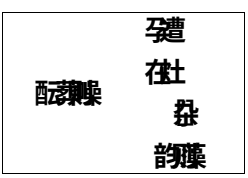


分别表示元素名、克立格单元块矿体面积、体积、圈定标志、体重、矿量。根据提示，表达式可由常数，运算符，变量名 宏≤组成　≤约越基本变量数）。如果是非法表达式则重新输入。粤藻辙退出。

缘 贼酝粤宏韵藻 矿块图 辖品位格式）

给出一个克立格矿块　次级块）的编辑窗，输入格式字串，制定平面，横剖面或纵剖面矿块图中每个网格中所写元素的项目、位置、字符高度、整数小数位数等内容。格式字串只能由 “裕”和 “圆”字符组成，否则为非法字串。此外还可选择 ‘酝藻躁’变量及其位置，字高，位数等，在 ‘矿体圈定 ”中形成 “ ”字串作为矿块选择标志。





选 月运酝藻躁辖 矿块图 辖矿块品位）

根据品位格式提供的变量名，格式串及位置高度等参数，在平面、横剖面或纵剖面上对矿块品位、矿量　或面积比）进行显示和绘图，显示和绘制的范围受 ‘图形参数 ”坐标范围的约束。

苑 月运杂蕴贼辖 矿块图 辖矿块品级）

在平面、横剖面或纵剖面上对选择的变量品位结果进行不同颜色的分级显示。

愈 惰骋运孕遭辖 矿块图 辖组合样）

在平面上取得某个台阶的组合样。

怨 杂蕴运酝藻宋 矿块图 辖样品检索）

捕捉组合样，并显示其坐标、品位等信息。按 [illegible] 退出。

[illegible] 矿块图 [illegible] 矿体圈定）

针对 ‘矿块品位’ 或 ‘矿块品级’ 命令形成的台阶平面或剖面图进行矿体圈定，圈定设计的范围受 ‘图形参数’ 坐标范围的约束。先提示输入圈定方案。可以输入当前平剖面的缺省文件，或在已有的文件中选择某个方案文件，还可以从三维矿块矩阵中读入圈定方案。输入的方案文件必须保证与当前的平面及平面号、纵横剖面及剖面号，纵横网格个数及尺寸完全一致，否则提示 ‘方案选择无效！’。对于没有输入圈定方案或方案无效，输入边界品位值产生矿体初始圈定方案。对于 ‘矿块品位’ 形成的图形，用 “*” 标注选择的矿块，而对于 ‘矿块品级’ 则用 “伊” 标注。该方案可用轮廓线或光标键再编辑，编辑过程中，可根据需要，选择窗口缩放 [illegible] 命令或屏幕移动 [illegible] 命令，以适应编辑的要求。该编辑过程可反复进行，直到满意为止。最后提示绘制圈定矿量报表、原始矿量报表，以及存入矿体圈定的结果（包括方案文件以及存入三维矿块代码矩阵）。

组合样品

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible] 矿块图 [illegible] 图形输出）

以 [illegible] 方式输出系统当前环境的图形实体，文件以二进制的形式，后缀名是 “*[illegible]”，用于采矿设计的地质储量图输出。

[illegible] 统计图 [illegible] 组合样）

显示矿区所有组合样在 [illegible] ‘样品统计’ 的统计结果直方图。

[illegible] 统计图 [illegible] 交叉验证）

显示在 [illegible] ‘交叉验证’ 所得的统计结果直方图。

[illegible] 统计图 [illegible] 矿量统计）

按照不同矿体及矿体类型按指定的台阶或纵横剖面范围统计矿量参数，并打印报表。根据用户的需要，可选择不同的输出方式 [illegible] 总计，[illegible] 分段截面，[illegible] 条带，[illegible] 单元矿块）在这里，总计表示只输出选择范围内不同矿体及类型的总统计结果；分段截面表示输出分台阶或纵横剖面的统计结果和总结果，依此类推。矿块统计的范围同时受 ‘统计参数’ 坐标范围的约束。

[illegible] 模型 [illegible] 模型选择）

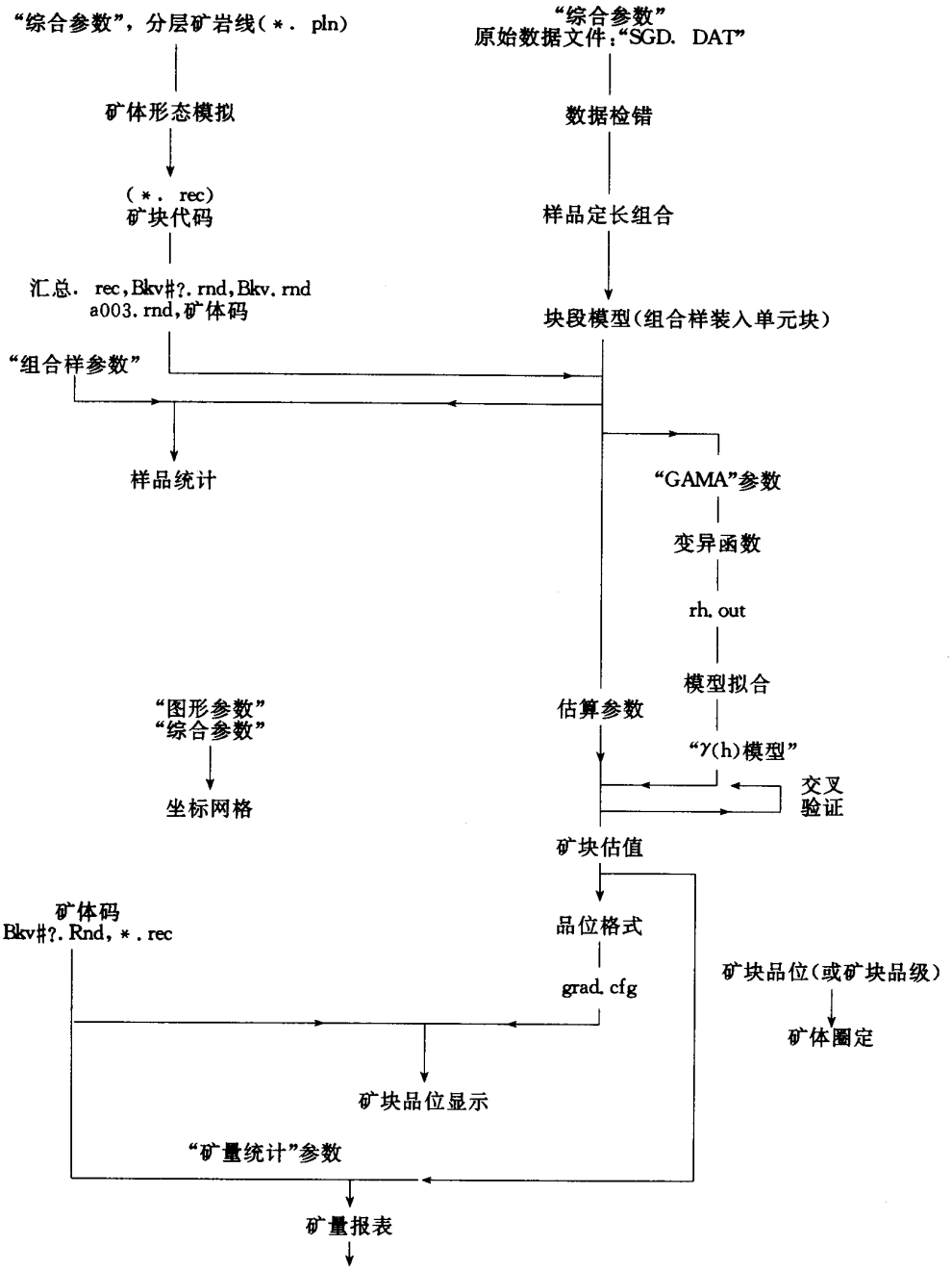


图 [illegible] 矿床模拟流程图

注：该数据流程图上，各项工作均应依照箭头方向运行，即保证已完成上道工序 ?? 的工作。同时，在下列工作开始之前，应保证已准备好以下相应的控制数据：

数据检错：综合参数，[illegible]

矿体图形模拟：综合参数，*[illegible]或*[illegible]矿体轮廓文件，双向交互）

矿块代码：*[illegible]

样品统计：“组合样参数”

变异函数：[illegible]

矿块估值：γ[illegible]模型，估算参数

矿块品位：“品位格式”命令所产生的“[illegible]”，汇总*[illegible]?[illegible]坐标网格：图形参数

显示变异函数计算的实验曲线图，可对此进行拟合。

（菜单：矿床模型→模型拟合）

对已调入的变异函数实验曲线图，进行拟合。

（菜单：参数设置→矿块参数）

修改矿块品位字符的色彩代码，并重新在矿块图上用新的色彩写品位数据。

（菜单：参数设置→参数解除）

清除所有的背景参数，如：坐标网格，矿块品级，矿块品位，以便从事新的操作。

（菜单：剖面设计→剖面切制）

对当前矿区内所有分层的矿体轮廓线，以其在矿块纵横网格的中线，切制纵横剖面线。

（菜单：剖面设计→剖面轮廓）

从当前矿区内所有分层内切制的纵横剖面线，调出某个纵剖面或横剖面。

（菜单：剖面设计→剖面连线）

以调出的某个纵横剖面矿体轮廓线为基础，按不同的矿体分类进行连线。在连线过程中，屏幕的各种调整命令如屏幕缩放（在键盘），屏幕移动（在键盘）可透明执行。

矿床模拟系统数据流程图（图 略）。

第六章　[illegible]可视化固体矿产勘查微机评价系统

第一节　概　述

科学计算可视化　[illegible] 主要指利用计算机图形学的技术和方法将科学计算产生的数据和过程进行形象具体的图形表示。为了使科技工作者能够及时准确地了解、分析和控制计算过程及结果所表示的物理或逻辑的含意，迫切地需要将它们形象地表示出来，因此，科学计算的可视化问题很自然地提了出来，而且已成为计算机图形学的一个十分重要的应用领域。

在地学领域中的固体矿产勘查评价工作就是要查明矿床的规模和质量，指出矿在哪里？有多少？既要查明矿石的体积、品位、矿石量、金属量，也要查明矿床中矿体赋存形态及可采边界的形态。固体矿产勘查评价中的数据可视化，这就要凭借计算机的能力把储量计算中涉及与产生的数字信息转变为直观的、易于理解的、且可进行交互分析的、以图形的形式表示的画面呈现于矿床地质人员的面前。系统处理的各种数据包括人机交互形成的数据均可从图上得到反映，用户可以方便地在任何时刻迅速地在屏幕上显示。这种可视化大大加强了系统与用户界面的透明度，随时为矿区提供各阶段计算成果和图件，提高了储量计算的可靠性和操作可行性。

作者配合我国特大型铜矿区详查、勘探工作开发出一套来源于生产、应用于生产的固体矿产勘查评价全过程的计算机系统。采用 悦语言和数据库的实时数据处理及文件流技术，实现储量计算有关图件的自动成图，较好地解决了固体矿产勘查评价中勘探数据可视化的关键技术问题。该系统在 [illegible]年 [illegible]月通过了由国家储量管理局，地矿部高咨中心、北京科技大学等有关部门专家的评审鉴定，专家评委一致认为：与国内同类软件相比，达到了国内先进水平。

第二节　面向可视化的系统结构分析与设计

固体矿产勘查评价工作就是要查明矿床的规模和质量，指出矿在哪里？有多少？即要查明矿床中矿体赋存形态、可采边界形态、矿体各部分矿石质量、伴生有益组分的分

布情况、有害组分的分布特点、矿石量、金属量。这项工作在不同的勘查阶段（普查、详查、勘探）要求不同，但工作流程大体相似。其资料整理及储量计算的实际流程是：①在现场测量工程坐标，按工程采取各类样品及地质编录、编制钻孔柱状图、坑道素描图等各类工程编录图；②根据化学分析结果，按照工业指标要求，确定矿体内外边界，剔除夹石，按最低可采厚度要求确定可采边界，也是要确定每一工程符合矿体要求的地段；③做相应的坐标变换，以满足绘图和计算的需要，编制纵横剖面图；④矿区工程技术人员利用理论知识和丰富的实践经验、综合矿区构造、矿化特征等资料进行矿体连接；⑤按矿体不同块段、储量级别、品位计算储量；⑥绘制储量计算图、矿体顶底板等高线图、中断面、纵剖面图等其他综合图件；⑦编制各种表格。其中一部分可在原始资料基础上编制（如化学分析表），有的需在综合资料基础上编制（如储量计算结果表等）。

从以上可以看出，储量计算的过程实质上就是依据矿床勘查所获得的数据对矿床进行综合研究，并根据所给工业指标对矿床进行定量评价的过程，具有以下特点：

员 信息种类多、综合性强。

圆 数字型信息有观测值、规定值、中间值、成果值、关联性强。

猿 一个矿区有数个至上百个工程，一个工程有数个至上百个样品，一个样品有单项或多项化学分析结果，并有坐标、长度、重量等多项说明其特征的数据。点、线、面构成的数据关系结构复杂。

源 图形是勘探成果的重要表现形式和不可缺少的内容，如果离开了勘探图件则储量计算无法进行。

缘 在储量计算过程中有相当多的环节如单工程矿体圈定、矿体连接、块段划分、储量计算参数等都需要地质人员根据所获得的信息，运用知识和经验通过大量综合归纳、推理判断来完成，具有较强的人工智能性。

根据以上特点，本系统在逻辑结构设计中，坚持了数据流程与地质工作的实际流程保持一致的原则，把矿区地质人员的综合、归纳、推理判断的逻辑思维和成果与计算机处理的特点很好地结合起来，做到相互渗透。通过软接口的设计和构造使地质人员参与计算机化的储量计算过程不仅感到轻车熟路，而又能体会到现代科学技术所带来的效率和效益；由于采用自动文件流的技术，是实现数据可视化的有利条件。

一、逻辑结构

图 苑原远原员是储量计算基本 耘云-砸图。

图 苑原远原圆是系统的数据流图，基本上反映了本系统的逻辑模型。

从数据流图可以看出，数据库是系统重要组成部分，它包括了基本原始数据库、系统原型库及通过控制参数库而形成的矿区原型库和在运行中产生的目标库。系统原型库、矿区原型库和目标库是紧密相联的，它是在储量计算 耘云-砸图分析基础上，进行抽象和综合的成果，是逻辑设计的一个重要组成部分。根据储量计算 耘云-砸分析，可以得到以下特点：①从单工程矿体圈定到矿体连接这阶段的信息处理是以线为单位的，即一

条勘探线上有几个勘探工程，是一对 灿的关系，这一特点决定了基础数据存放路径和与矿体连接有关关系数据结构的特点。②矿体连接后的储量计算是以矿体为单位的。一个矿体可以涉及一条或若干条勘探线及相关的勘探工程，这一特点决定了涉及矿体储量计算数据路径和其关系数据结构的特点。

图 苑原冠原员 储量计算基本 耘-砸图

从以上两个特点，导出了以下储量计算的系统原型库的关系数据模式：

员 矿区工业指标及有关控制参数的系统原型库名称：

责采糟遭凿凿零 责采糟圆凿凿零 责采糟猿凿凿零 责采糟源凿凿零

责采糟缘凿凿零 责采糟苑凿凿零 责采糟愿凿凿零 责采糟圆凿凿零

圆 与剖面矿体连接有关的系统原型库名称

责采糟员凿凿零 责采糟猿凿凿零 责采糟凿凿零

猿 与矿体有关的系统原型库名称

责采糟源凿凿零 责采糟缘凿凿零 责采糟远凿凿零 责采糟缘凿凿零

源 与矿区垂直纵剖面图有关的系统原型库名称

责采糟员凿凿零 责采糟源凿凿零 责采糟员凿凿零

缘 与矿区中断图有关的系统原型库名称

责采糟凿凿凿零 责采糟员凿凿零

图 苑原远原圆　宰辞系统数据流图

二、物理结构

投资及费用、系统的性能要求、系统的工作负荷及约束条件是影响物理系统设计的基本因素。在一定的投资范围内设计出能够承担逻辑系统确定的工作负荷和满足环境及其他约束条件的性能最好等的物理系统是物理设计的原则。

在逻辑设计阶段，信息处理具有‘勘探数据可视性”的这一独特特点是系统应用功能的一个重点。因此，在物理系统设计中它是一个考虑的重要因素。在有限的投资费用中如何在最大的限度上实现系统的目标，在实际工作中是一对比较突出的矛盾。投资及费用、系统的性能要求、系统的工作负荷及约束条件是影响物理系统设计的基本因素。在一定的投资范围内设计出能够承担逻辑系统确定的工作负荷、满足环境及其他约束条件的性能最好等的物理系统是物理设计的原则。在有限的投资费用中如何在最大的限度上实现系统的目标，在实际工作中是一对比较突出的矛盾。选取一个最适合应用的物理结构，必须通过得当的技术处理才能达到。在本系统的研制中，我们的重点是矿区数据库的物理设计上，这是因为所有的操作都是在矿区数据库之上进行的，综合储量计算数据流图的特点及信息要求的分析，所采取的技术途径有以下两个：

员 存取路径结构的确定

根据储量计算的特点，设计了以下的文件存取路径结构：

矿区一级目录：存放矿区原型库、控制参数库及矿体目标库

矿区二级目录：以线为矿区二级目录名，按线存放各勘探工程基本原始数据库及单工程目标库和各线矿体连接库。

圆 文件流结构的确定

勘探工程种类多、信息量大、在数据关系模式分析阶段由关系模式转换为一致的内部数据模型时，要特点注意在数据分析阶段有以下特点：化学分析样品是以勘探工程为基本单位，矿体连接是以剖面线为基本单位，矿区储量计算是以矿体为基本单位，为使系统有效地使用计算机资源，特别是时间和空间的效率，因此采用了文件流管理技术的特点，在系统原型库到矿区原型库直至目标库的转换过程中，把部分关系模式中主码提取作为该关系模式的文件名，其后的操作都是以这些基本单位进行操作的。

通过存取路径和文件流结构的物理设计，配合高级语言直接对数据库　问号云　读写操作和路径管理，实现了高效先进文件流管理方式。

矿体编号 员 矿区代号

矿体编号 圆

⋮

矿体编号 皂

线号 员 矿区代号　矿体连接库）

线号 员 矿区代号

在线号 员上的所有工程基本数据 圆 号云

工程编号。矿区代号　单工程矿体圈定）

线号 圆

⋮

线号 灶

三、各子系统或子模块划分

员 原始数据录入子系统

本系统为开放式用户录入界面，采用 宛 编程，实现数据信息的建库、录入、更新和维护等，其完整层次图见图 宛原远原猿

圆 储量计算子系统

该子系统是本课题的核心模块，由 宛个子模块构成。其完整层次图见图 宛原远原源

①矿区参数配置模块。按矿区要求确定控制参数如工业指标，矿区名称等。根据基本化学分析结果，组装矿区原型库。是整个系统运行的基础。

②单工程矿体圈定模块。按照工业指标要求进行矿体圈定，提供人机交互方式进行编辑修改，输出矿体连接基本表格。

③矿体联接及面积计算模块。通过各种勘探工程坐标在剖面上的投影计算，由绘图模块绘制勘探线剖面图，地质人员根据单工程矿体圈定结果结合各种地质资料进行矿体连接，通过面积编码输入计算机，实现计算机的矿体连接和面积计算。

④储量计算模块。由绘图模块绘制矿体工程水平投影图。地质人员根据块段划分原

则进行块段划分，通过块段编码输入计算机，实现各矿体不同块段、不同级别的储量计算。

⑤汇总模块。把各矿体不同块段按储量级别分别统计汇总体积、矿石量、金属量、加权品位等。

⑤绘图模块。绘制可供生产应用的主要勘查图件：矿区工程平面图、勘探线剖面图、矿体平面、中断图、垂直纵投影图、垂直纵剖面图、矿体等值线图。这些图件即是矿区工作图件，又是矿区成果图件。

⑦制表模块。可分二大类表格，一类是原始数据表格，一类是储量计算综合表格。

以上模块是一个逐步加工处理的过程。一般来说，一个子模块需要在前一个子模块的基础上进行。系统反映多方面成果的各种图表，在生成过程中需要相互提供作为数据源并交叉运行才能完成，这与地质工作的实际流程是相一致的。

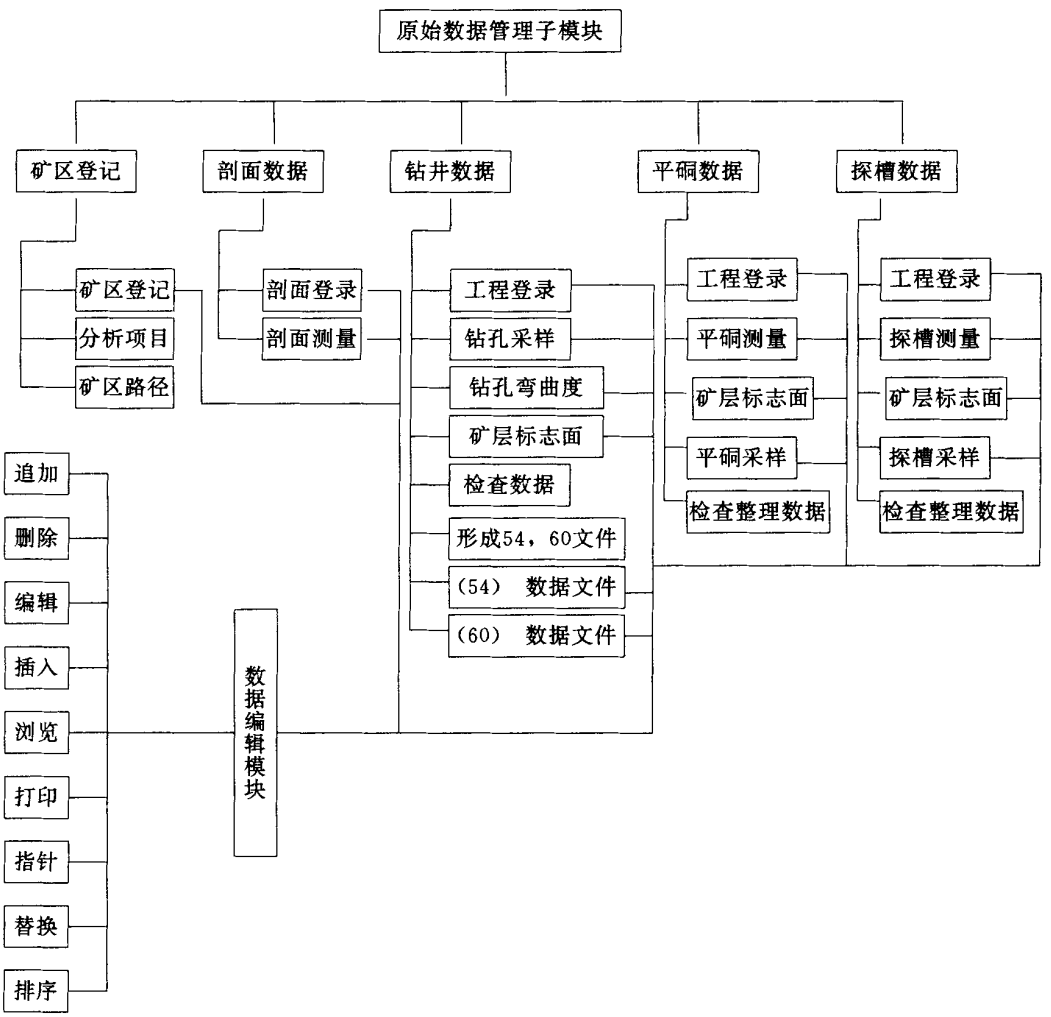


图 原始数据管理子模块完整层次图

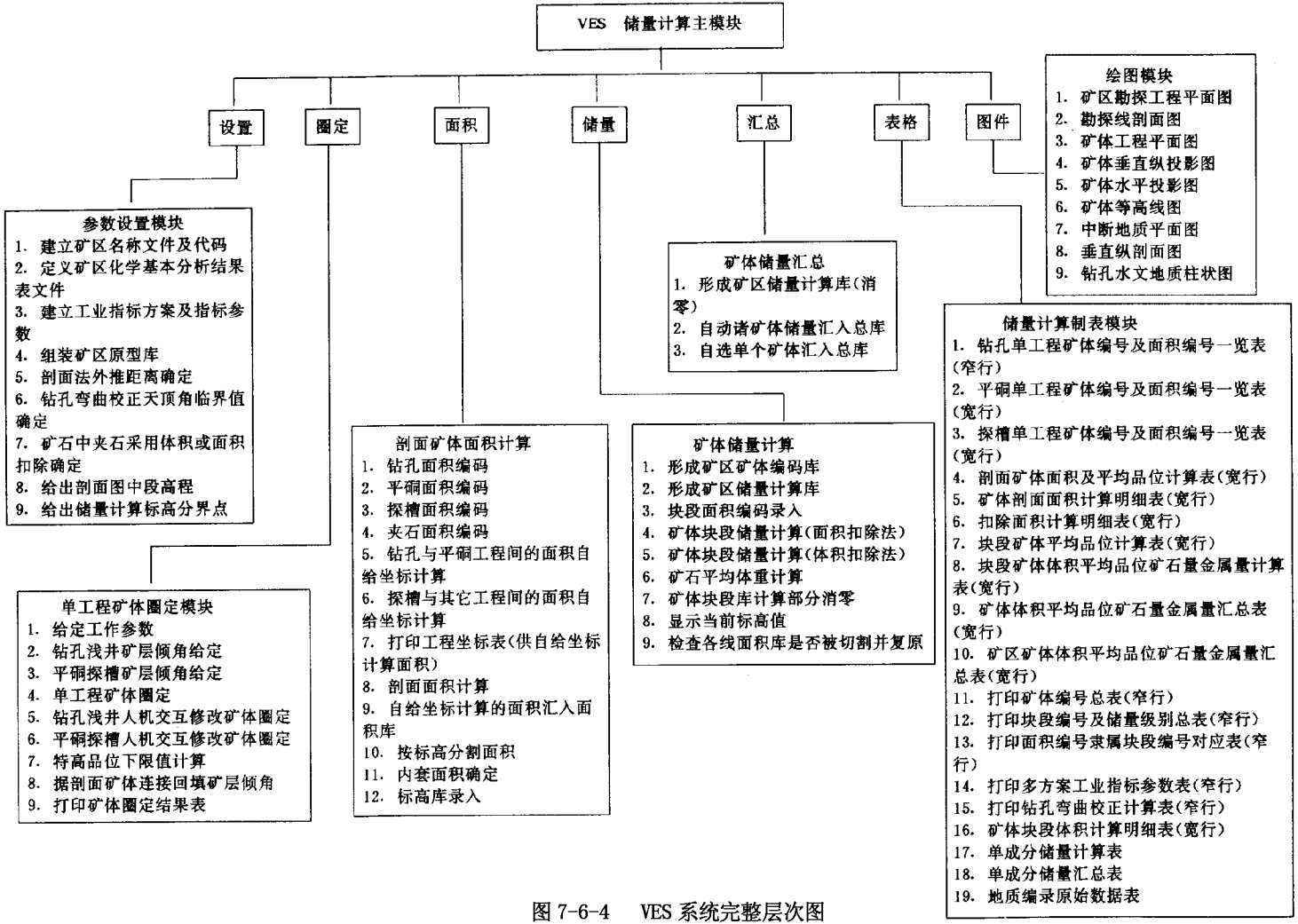


图 7-6-4　VES 系统完整层次图

第三节　实体矿原始数据管理子系统设计

一、数据源及地质编录标准化

固体矿产储量计算的原始数据来自于各矿区承担勘探或详查项目的野外地质队。他们将提供所有储量计算有关的原始地质资料。

为了使原始地质资料更适合于计算机应用，必须将一些重要的地质数据进行规范化、标准化整理。本系统采用地质矿产部　[illegible]　‘固体矿产勘探评价自动化系统”中提供的地质编录标准化基本表格作为原始数据库设计的基础，并根据本系统的具体要求，作了部分修改。修改部分如下：

[illegible] 剖面线测量：采用各记录点的高程取代垂直距离；

[illegible] 平硐工程登记表：采用以穿脉工程两端点的坐标；

[illegible] 浅井及其他钻井工程原始数据编录与钻孔数据相同；

[illegible] 将平硐与探槽工程的化学基本分析表与采样数据表合并。

二、系统原始数据库由以下 [illegible] 个库构成

[illegible] 矿区记录数据库　[illegible]

[illegible] 剖面工程登录数据库　[illegible]

[illegible] 剖面线测量数据库　[illegible]

[illegible] 钻孔工程登录数据库　[illegible]

[illegible] 钻孔弯曲度测量数据库　[illegible]

[illegible] 钻孔矿层标志面数据库　[illegible]

[illegible] 钻孔采样数据库　[illegible]

[illegible] 钻孔采样基本分析数据库　[illegible]

[illegible] 平硐工程登录数据库　[illegible]

[illegible] 坑探　平硐　探槽）测量数据库　[illegible]

[illegible] 坑探　平硐　探槽）矿层标志面数据库　[illegible]

[illegible] 坑探　平硐　探槽）采样数据库　[illegible]

[illegible] 探槽工程登录数据库　[illegible]

三、系统原始数据组织方式

本系统采用文件流的方式，对原始数据进行管理，即以工程为单位建立各类数据库

文件，这样减少系统对原始数据的检索、转换工作，同时也有利于用户对原始数据进行管理，特别是对大型矿区，当勘探工程数及采样数较大时，其效率将明显提高。

通过对储量计算各实体间的关系分析，剖面线与各勘探工程是一对多的关系，即一条剖面线上有若干个勘探工程。在储量计算过程中，矿体圈定都是以剖面为单位对勘探工程进行处理的，因此，本系统设计了以勘探剖面线为单位，在工作目录下建立相应的子目录，剖面线上有关的勘探工程数据库文件存放在以剖面线为子目录名的路径下，系统自动进行读写操作，提高了系统的工作效率。

员 矿区登录数据库

一个矿区只有一条记录。在工作目录下。文件名 月目圆月云

圆 剖面线登录数据库

记录各条剖面线的线号、方位、起点坐标、终点坐标。一条剖面线一条记录。一个矿区一个数据文件。在工作目录下。文件名 月圆圆月云

猿 剖面线测量数据库

记录剖面上各测量点的点号（桩号）、水平距离、高程。一个测量点一条记录，一条剖面一个数据文件，存放在以线号为名的子目录下。文件名“线号”月圆圆月云

源 钻井工程登录数据库

记录每个钻井工程的线号、工程编号、孔口坐标（曾赠孔），终孔日期、方位角、倾角、孔深等信息。一个钻井工程一条记录，一个矿区一个数据文件，存放在工作目录下。文件名 月圆圆月云

缘 钻孔弯曲度测量数据库

记录每次测量次序的孔深、方位角、倾角或天顶角。每次测量占一条记录，每个钻井工程一个数据文件。存放在以线号为名的子目录下。文件名：“工程编号”缘圆月云，其中倾角或天顶角由矿区统一确定，若矿区测量的数据为天顶角，则所有工程都统一用天顶角输入。

远 钻孔矿层标志面数据库

输入钻孔中各矿层标志面与钻孔中心线的夹角及孔深。一个标志面一条记录，一个钻孔一个数据文件。存放在以线号为名的子目录下。文件名：“工程编号”缘圆月云

苑 钻孔采样数据库

输入每个样品的样号、起止孔深、岩矿芯长等信息。一个样品一条记录，一个工程一个数据文件。存放在以线号为名的子目录下。文件名“工程编号”缘圆月云

愿 平硐工程登录数据库

记录各平硐工程的线号、平硐编号、穿脉编号、起点坐标、终点坐标。一个穿脉工程一条记录，一个矿区一个数据文件，存放在工作目录下。文件名 硐圆圆月云

怨 坑探测量数据库

可记录穿脉工程或探槽工程的工程编号、基点编号、基线编号、基线长度、方位角、坡度角、基线读数连续标志等。基线读数连续参数给“园”，指该基线上采样读数是以基线起点为原点的，否则当基线上采样读数是接着上一条基线的读数而连续，则该参数给“员”。穿脉工程不必输入基点编号，一个穿脉工程现为一条基线，一个探槽工程有

若干条基线。一条基线占一条记录。一条剖面上所有穿脉工程存在一个数据文件“线号”.dat中，一条剖面上所有探槽工程的基线测量数据存在一个数据文件“线号”.tcx中。它们都存放在以线号为名的子目录下。

(2) 坑探矿层标志面数据库

记录各穿脉或探槽工程中矿层标志面的倾向和倾角以及基线编号、基线读数。一个标志面占一条记录，一个工程有若干个标志面。剖面上所有穿脉工程和探槽工程的矿层标志面数据分别存入“线号”.dat和“线号”.tcx文件中。它们都在以线号为名的子目录中。

(3) 坑探采样数据库

记录各采样点的野外样号、起止基线编号、起止基线读数、真样长、基本分析结果。一个样品一条记录。以平硐工程为单位，将剖面上同一平硐工程的所有穿脉工程的采样数据存入“线号”“平硐编号”.dat文件中。剖面上所有探槽采样数据存入“线号”.tcx文件中。它们都存在以线号为名的子目录下。

(4) 探槽工程登录数据库

记录各探槽工程的剖面线号、工程编号、基点编号、基点坐标。一个工程有若干个基点，一个基点一条记录。一个矿区一个数据文件，存放在工作目录下。文件名.dat

四、系统原始数据管理模块设计

系统原始数据管理模块，采用目前通用的关系数据库管理系统 xxxxxxxx为运行环境。通过对 xxxxxx提供的命令编程，采用下拉式菜单进行操作，具友好的用户界面，实现了对原始数据进行录入、修改、整理、查错等功能。

(1) 该模块分为矿区、剖面、钻孔、平硐、探槽 xx个子模块，分别对各类数据进行管理。

(2) 钻孔采样及基本分析数据同时输入，可减少数据录入的工作量，同时便于修改。待校对无误后，由子系统自动形成采样数据文件 xxx及基本分析数据文件 xxx

(3) 检查整理数据

检查各类采样数据的起止位置是否出错，将起位置 xx止位置的样品显示出来，供用户修改。

(4) 给各样品赋起始位置：若起始采样位置是上一样品的终止采样位置，用户可以不输入该起始位置，由程序自动赋值。

(5) 矿层标志面输入完毕，系统自动将其转换到各个样品的有关数据项中，为计算矿体真厚度的参数。

(6) 对各类数据文件，按系统设计的存取路径进行存贮。

(7) 在每个矿区原始采样数据输入之间，必须先确定矿区化学基本分析的项目数，指参加储量计算的那些分析项目。系统自动形成矿区原型数据库。

第四节　面向可视化的系统模块设计

一、初始化子模块

系统初始化是系统正常运行的基础。对不同工业指标、不同矿区、不同基本化学分析组份及分析元素个数，通过初始化系统会自动由系统原型形成相应的矿区原型库。各参数含义如下：

员 建立矿区名称文件及矿区代号控制参数

①矿区名称：指矿区中文全称。该矿区名称以后将自动作为表格的表名、图件的图名的前缀。字数可不限。

②矿区代码：限定 员~ 猿个 粤加颜字符。该代码是识别矿区原型库的一种标志。一旦矿区代码给定，在其后的操作和运行过程中生成矿区原型库及目标库的文件名后缀均由该矿区代码作为后缀。因此对同一套原始数据而需要采用不同工业指标进行储量计算，可以通过矿区代码的设定及工业指标库的改变即可实现在同一路径对相同矿区不同工业指标方案的计算，而形成的矿区原型库和目标库是相互独立的。系统对矿区代码设定的个数不限。但在系统运行中，只能实时在一种矿区代码下运行。

圆 定义矿区化学基本分析结果表

化学基本分析结果表的定义是形成矿区原型库的重要基础。系统允许单成分也可以是多成分。定义的内容如下：

①分析名称：给元素符号。粤加颜字符。

②分析单位：目前系统提供二种单位 豫或 早藏

③数据长度：给出该分析元素数据的最大数据长度。如 苑圆园则给 缘位即可，小数点也算 员位。

④小数长度：即数据有几位小数位。

⑤是否算储量：给 园不算，给 员算。有些矿区分析项目较多，但需要计算储量只是其中一部分。可由此控制。

⑥是否制表输出：给 员输出此项分项项目。否则不输出。制表模块自动根据此参数形成相应的表格栏数。

猿 建立工业指标方案及指标参数

①矿石类型

②分析序号

③元素名称

④工业品级

⑤工业品位

⑥边界品位

⑦最低可采厚度

③夹石剔除厚度

⑨组份性质

源 钻孔弯曲校正天顶角临界值确定

在钻孔弯曲测量中，由于天顶角比较小的情况下，其方位角不好测量，因而数据不可靠。因此在钻孔弯曲校正计算中，可以给出天顶角临界值，程序自动根据此临界值进行判断，当小于此临界值自动作为直孔处理，大于临界值按测量值进行计算。如果不作近似处理，则可给 园 如果有的矿区不用天顶角，则临界值给法不相同。二者为余角关系。

缘 绘制剖面图中段高程

绘制剖面图，一般需要绘制中段高程线。用户可以给定一个或多个中段高程值。

远 组装矿区原型库

矿区原型库是指在逻辑设计阶段，根据储量计算特点，在实际数据过程中，根据化学基本分析表的定义通过系统原型库转换而来的。而在储量计算过程中最终是通过各种目标库反映的，而目标库中的关系模式的数据结构取决于矿区原型库。原型库的设计是本系统物理设计的一个特点，是系统高效、集成的一个重要基础。同时原型库的提供，还为用户提供了一个易于管理的综合成果库，由于其结构同 阅月弯标的　阅手云 结构相同，利于资料成果的共享和二次开发。

组装过程实质上是在系统原型库的基础上，按照化学基本定义的元素　可能是单成分也可能是多成分），按照储量计算的要求，动态地在数据结构中加上所需的分析项目的数据项，而成为一个具有完整数据结构的矿区原型库。

本系统设计了 圆原个原型库，及其对应的矿区原型库、目标库。

苑 确定外推距离

确定矿体在线上和线间的外推距离。

息 确定夹石采用面积扣除或体积扣除

用于制表要求。

二、单工程矿体圈定模块设计

矿产工业要求　即工业指标）是各矿产工业部门根据国家当前资源供需状况，通过技术经济核算，对比，提出的用于矿区勘探、圈定矿体、划分矿石类型、品级、计算储量的技术标准或要求，而单工程矿体圈定是矿产工业要求在储量计算中的最基本的体现。因此，在储量计算过程中，单工程矿体圈定是最重要的环节，其他工作都是在此基础上进行的。其结果正确与否将直接影响全矿区的储量计算质量。

单工程矿体圈定是依据中华人民共和国地质部、中华人民共和国冶金部颁发的　铜矿地质勘探规范》，及工业部门正式下达的工业指标进行的。单工程矿体圈定的方法参照规范中矿体圈定的方法：‘矿体应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　指真厚度）的应将其圈出。厚大矿体连续出现高于边界品位、低于最低工业品位，其长度达到多少，要求作表外矿圈出，要结合矿床特征、采矿方法等，在制定工业指标时具体研究确定。矿体的厚度小于最低可采厚度时，厚度与品位的乘积达到米百分值工业指标的条件下，可圈为表内矿体。”

通过与矿区主要技术人员的充分讨论，在程序中设置了‘矿体中需单独圈出表外矿的最小厚度”这一控制参数，于适应规范中提出的厚大矿体中表外矿体的圈定方法。

员 单工程矿体圈定程序功能

根据给定的工业指标及矿体圈定控制参数，圈定单工程中不同矿石类型、不同工业品级的矿体边界。参加圈定的主要组分及有害组分允许多个，可根据控制参数调整矿体边界‘穿鞋带帽”的厚度，并对特高品位进行处理。同时增加了人—机交互方式进行单工程矿体圈定的修改，使矿体圈定的结果满足矿区的特殊要求。单工程矿体圈定结果可选择输出：组合样　各矿体分段）表、见矿单样表及单工程　全部样品）结果表。

圆 单工程矿体圈定、控制参数

工业指标：在系统主菜单中参数配置部分给定

矿石类型：矿区的矿石类型序号；

分析序号：该主要组分或有害组分在基本分析中所排的序号，若序号给 园 则采用综合指标圈矿　综合指标圈矿暂未开发）；

分析代号：组分的化学元素符号或代号；

工业品级：同一矿石类型中，工业品级数越大，代表矿石质量越好，工业品级 越园为表外矿。

工业品位：该组分的工业品位；

边界品位：该组分的边界品位；

可采厚度：工业指标最低可采厚度；

夹石厚度：工业指标中夹石剔除厚度；

单工程圈定方式控制参数；

组分性质：

园有害组分

员第 员个主要组分，或与第 员个主要组分的关系是‘或”的其他主要组分，例铅锌矿的工业指标要求 [illegible] 则 [illegible] 的组分性质都为 员；

圆与‘员’中的主要组分的关系是‘与”的主要组分，或与‘圆’中的主要组分的关系是‘或”的其他主要组分，例铅锌银矿的工业指标要求 [illegible] 且 [illegible] 则 [illegible] 的组分性质分别为 员 员 圆 猿 源 缘·由此类推。

工业样品圈定方式：对小于可采厚度及米百分值的工业品位样品参加圈矿的方式。

园 视为表内样，可带夹石剔除厚度参加圈矿，若圈不进表内矿，则在单工程结果表格中输出该工业品位样品，以便矿体连接时作为矿体的尖灭点。

员 不视为表内样。

鞋帽厚度：在表内矿的上、下边界，各允许带入边界品位样品的厚度。一般等于可采厚度。

穿鞋戴帽方式：

园采用平衡表外，指在表内矿的边界允许带入≤鞋帽厚度的边界品位样品或夹石，使它们的平均品位≥边界品位，但最边界的样品必须≥边界品位；

员采用单样表外，指在表内矿的边界，允许带入≤鞋帽厚度的边界品位样品。

矿体中需单独圈出表外矿的最小厚度：

指在矿体中，允许有连续的边界品位样与夹石的最小厚度。一般给圆于鞋帽厚度十夹石剔除厚度，或由矿区制定。

制表行数：输出单工程圈定表格每页制表的行数。

特高品位下限值：主要组分的特高品位替代值，若输入 怨怨怨则不作特高值处理。特高品位替代可由系统根据全矿区各单工程圈定的结果，计算各组分的平均品位后才确定。

综合指标权系数：指工业指标为综合指标时，各主要组分的权系数；

单工程平均品位计算方式：员真厚度加权

圆假厚度　样长）加权

矿体倾向：矿区内矿体的大致倾向

矿层倾角：矿区内矿体的大致倾角

控制参数是写入以矿区工作代号为后缀的文件中，文件名前缀分别为 孕远预悦　孕远预原月在　孕远预悦存贮在矿区工作目录下。

猿　单工程矿体圈定计算公式

①矿体真厚度计算公式：

钻孔：酝越蕴遭圆

当工程布置垂直矿体走向

酝越蕴糟葬（原β）当工程倾向与矿体倾向相反

酝越蕴糟葬（垣β）当工程倾向与矿体倾向相同

平硐、探槽：酝越蕴　糟葬糟葬员依葬糟葬）

其中：酝真厚度

蕴样长

α矿体倾角

β样槽坡度角　钻孔天顶角）

γ员样槽方向与矿体走向的夹角

γ圆钻孔中心线与矿体标志面的夹角

②平均品位计算公式：

采用矿体真　或假）厚度加权平均：

孕越遭员遭员垣遭圆遭圆垣遭猿遭猿垣…，垣遭晕遭晕）

其中：孕平均品位

遭样品的真　或假）厚度

晕员矿体分段第一个样品序号

晕圆矿体分段最后一个样品序号

源 程序入口数据文件

剖面工程登录数据文件：月载圈阅月云

钻孔工程登录数据文件：月载圈阅月云

探槽工程登录数据文件：月原圈阅月云

平硐工程登录数据文件：硐原圈阅月云

钻孔采样数据库 在运???? 缘圈阅月云

钻孔化学分析数据库 在运???? 运圈阅月云

钻孔弯曲度数据库 在运???? 缘圈阅月云

探槽采样数据库 载粉圈阅月云

平硐采样数据库 载沼洞? 圈阅月云

其中 在运???? 缘圈阅月云必须在本系统的数据录入模块中给各样品赋轴夹角或在本模块中进行了矿层倾角回填：载粉圈阅月云与 载沼洞? 圈阅月云必须在数据录入模块中选择了 ‘检查整理数据 ”，使该数据文件形成了供单工程圈定的各项数据。

缘 程序输出数据文件

单工程矿体圈定结果数据文件名为 “工程编号、矿区代号 ”，

钻孔：在运??? 圈矿区代号

平硐：载沼洞? 圈矿区代号

探槽：载粉圈矿区代号

其中 载为线号，文件存放在以线号为名的子目录下，即与工程的原始数据存放路径相同。

远 矿层倾角修改

①若在原始数据录入时，未输入矿层标志面数据库，或在采样数据库中未输入矿层倾角或钻孔轴夹角数据，或因矿区需要修改部分工程的矿层倾角数据，则可通过矿层倾角修改模块来完成。是对单工程中某一样品范围进行修改的，也可选择单工程中采样位置范围进行修改。

②对钻孔将按如下方法填写轴夹角数据：

当矿体倾向与工程倾向相反时，轴夹角 越必圈源 （α原β）

当矿体倾向与工程倾向相同时，轴夹角 越必圈源 （α垣β）

其中 α为输入的矿层倾角，β为钻孔天顶角。

③程序同时设计了：自动根据剖面上矿体连接的结果计算矿体的倾角，并回填到相应工程的采样数据文件中。

④若改变了矿层倾角，再进行单工程矿体圈定时，将采用改变后的原始数据参加计算，即矿层倾角的修改，是对原始数据的修改，它将改变采样数据库文件，而不改变矿层标志面数据文件。

苑 单工程矿体圈定

可选择单个工程或按剖面线对剖面上所有工程进行矿体圈定。若给定了特高品位下限值，则程序自动进行特高品位处理。由于单工程矿体圈定的输出结果文件是剖面上矿体连接的入口数据文件，因此当剖面上矿体连接的有关数据已输入该数据文件时，则进

行单工程圈定时，将保留这些信息，并在屏幕上显示各矿段在剖面矿体连接中有关的数据、供检查、修改使用。

慰 人原机交互修改矿体圈定结果

由程序自动进行单工程矿体圈定，难于满足矿区的特殊要求，特别是在剖面图上进行矿体连接后，从矿体整体来考虑，需要修改部分矿体的边界，因此采用人原机对话方式，对单工程圈定结果进行修改，并实时在屏幕上显示修改结果，直至满足矿区要求为止。程序自动将修改结果写入单工程圈定结果文件中。主要修改功能：

①合并：将已圈定的两个矿段进行合并，它们之间的夹石也参加该合并矿段；

②穿鞋带帽：修改已圈定矿段的上、下边界；

③删除：删除已圈定的矿段；

④增加：增加一个新的含矿段。

经过人原机交互修改后的工程，若再进行单工程矿体圈定，则其人原机交互修改的内容将丢失。

怨 特高品位处理

特高品位的下限值可由矿区经验给定，也可根据矿区内全部单工程圈定结果，程序自动计算出矿区的平均品位，再人工给定远~愿倍的平均品位值作为特高品位下限值。单工程矿体圈定在计算平均品位时，将用特高品位下限值替代特高品位样品。

员园 单工程矿体圈定结果表

①组合样表：单工程矿体组合样平均品位计算表

输出各矿体分段的起止样号、起止采样位置、矿体编号　当剖面矿体连接的数据已录库），矿石类型、工业品级、平均品位、矿体真　假）厚度、轴夹角　或倾角）等。

②见矿单样表：单工程矿体平均品位计算表

输出各矿体分段内所有样品的样品编号、采样、位置、样长、分析结果及各分段的矿体编号、矿石类型、工业品级、平均品位、矿体真　假）厚度，轴夹角　或倾角）等内容。对有进行特高品位处理的样品，在备注栏输出“*”标记，同时在表尾输出特高品位下限值。

③单工程结果表：化学分析成果及单工程矿体平均品位计算表

输出单工程所有样品及矿体分段结果，表格栏目同圆

④单工程结果表　都分）：对钻孔采样样品较多的工程，若只需输出其中一部分样品，可选择输出若干页表格，需给定起止样号及表格页号。

第五节　矿体连接剖面面积计算模块

一、矿体连接中面积编码定义

矿体连接是固体矿产勘查评价中极为重要的一项工作。矿体连接的可靠性和正确性

是对矿床研究程度的具体表现。它决定了储量精度和勘探资料是否可用。因此这项工作是整个综合研究最基本的环节。而这个基本环节又是在编制高精度剖面图的基础上进行的。编制精度高的剖面图又是整个工作中工作量最大，耗费时间最多的一道工序。如果一个计算机系统不能改变这环节的手工操作的现状，即使在往后的工序虽有很高的自动化程度，则该系统对提高整个固体矿产勘查工作的效率则是相当有限的。因此，在计算机上怎样实现矿体连接及采取怎样的技术路线实质上是把储量计算从手工操作解放出来的基础和关键。

矿体的数目、形态、大小、空间位置等基本性质是地质人员的经验知识通过对矿床地质特点、工业部门要求等综合研究成果的表现形式。这种大量从定性资料综合分析的成果采取计算机完全自动矿体连接目前从现阶段来看是不现实的。即使能实现其局限性和应用性也是相当有限的。同样采取直接在屏幕上连接的方法，其精度不但不能保证，其实用性和方法也是矿区技术人员所不能接受的。

该系统在研制的过程中，从一开始就把这部分工作作为重点进行讨论和研究，并多次同矿区地质人员讨论、分析手工操作的方法和流程，找出解决问题的根本途径。最后确定了图—表—图人机交互可视化设计的方法，成功地把手工矿体联接与计算机的特点结合起来，为储量计算的计算机化迈出了极为关键的一步。

从数据库中直接绘制符合生产需要的剖面图是矿体连接的首要条件。在这里对图件的绘制方法不做描述，放在绘图模块一节专门介绍。下面要讨论的问题不是矿体连接的本身，而是怎样把地质人员矿体连接的结果转化为计算机可接受的代码上。

一个矿体整体形态可以看成是由多个工程之间在不同部位的直线连接。这种连接是根据单工程矿体圈定的结果在相邻两两工程之间矿段的连接。它们是构成整个矿体的最小单位。对这个最小单位形态的分析、定义形成一套专门格式，给不同形态面积赋于不同面积代码，在单工程圈定输出的表格上，结合剖面图，在某个工程上的矿段上确定左邻、右邻或上、下邻面积编号（编码十编号），显然相同的面积编写就是矿体连接的最小单位和连接条件。这种方式可以很方便地把地质人员矿体连接的结果转化为计算机输入格式，由于这个过程实际上是计算机模拟手工矿体连接的过程，因而地质人员可以很快地接受和掌握这个方法。要实现最小单位不同形态面积的定义，本系统根据工程之间的关系，矿体连接可分成以下五大类：

①探槽与钻孔工程之间的连接。

②探槽与平硐工程之间的连接。

②钻孔与钻孔工程之间的连接。

④钻孔与平硐之间的连接。

⑤钻孔、平硐、钻孔之间的连接。

把工程和面积形态结合在一起，本系统现划分 [illegible] 种类型的面积形态，其面积形态代码及其定义内容见下述。而面积中夹石，系统会根据矿段之间的关系，找出相应坐标并按等比及外推相邻工程一半距离进行处理，不需人工干预或再定义。

面积编号是通过面积形态代码和编号组合而成的，编号本系统不做硬性规定，但通常采用左边工程编号尾数和矿体编号组成，如果遇分叉矿体，而矿体编号又相同则更加

一个字符，以示区别，这样对每一个面积编号在剖面上都具唯一性，而且具有坐标含义，具体到那一个面积编号可以很快地在图上查到该面积编号所处的位置。

为了更好地描述面积形态代码含义及其使用方法，现结合图 苑原远原缘给出应用说明：

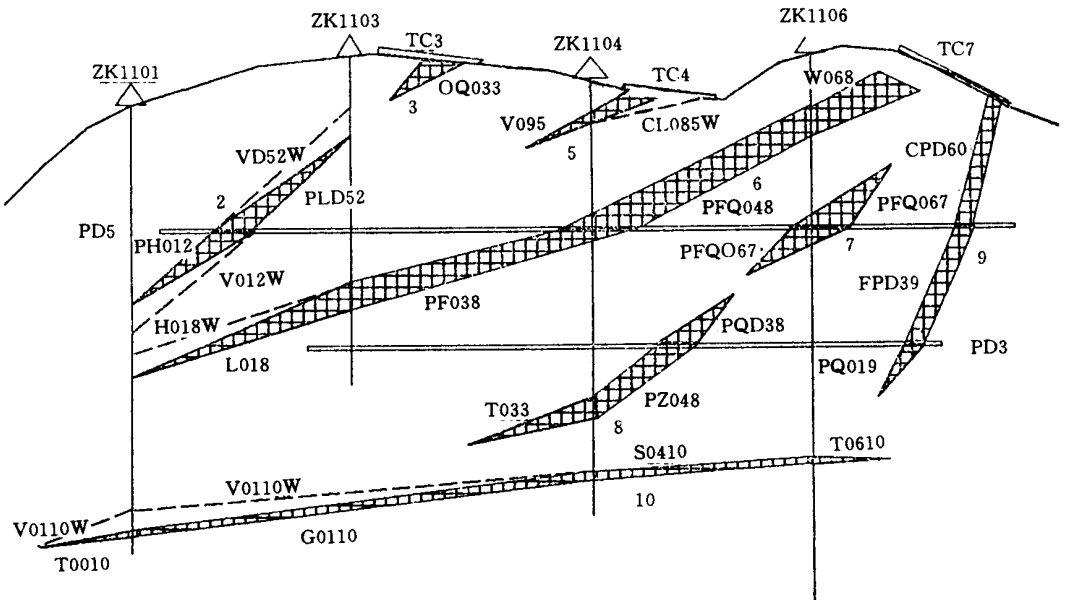


图 苑原远原缘 面积形态代码及面积编号综合示例图

①杂型。见 杂园源远面积编号，对 在运远园源钻孔来说，在单工程矿体圈定的所处该位置的矿段上，其左邻面积号为 员园源远 右邻面积编号为 杂园源远 同样对 在运远园源来说，左邻面积为 杂园源远 右邻面积为 耘园源远 杂园源远表示该面积形态是相邻钻孔相连，位置在 在运远园源工程之右边，其矿体编号为 员园

②郧型。见 员园源远面积编号。对钻孔 在运远园源来说在所处的该矿段上，左邻面积编号为 耘园源远 右邻面积编号由于是非相邻钻孔相连（隔钻孔），所以面积形态代码为 郧 对 在运远园源来说，左邻面积编号也是非相邻钻孔相连，因此同样为 员园源远 员园源远表示该面积形态为非相邻钻孔相连四边形。其位置在 在运远园源工程右边，其矿体编号为 员园

③栽型。见 耘园源远 对 在运远园源来说，在所处的该矿段上，其左邻面积编号为 耘园源远 右邻面积编号为 员园源远 由于左邻面积是属外推三角形，故面积形态代码为 栽 在面积形态为 栽型时，还需给定该三角形 顶点与工程上矿段中点连线与水平线之间的夹角，系统规定以水平为界，往上倾，角度为正，往下倾，角度为负。夹角单位为度取值范围 园毅 怨园毅 园毅 原园毅 耘园源远表示该面积形态为外推三角形，其位置在最左边，矿体编号为 愿号。同样 耘园源远 耘园源远都为外推三角形。

④灾型。见 灾园缘 对 在运远园源来说，在所处的该矿段上，其左邻面积编号为 灾园缘 右邻面积编号为 悦园缘 由于左邻面积在网距之内，又为三角型，故定义为 灾型。同时还需给定顶点与工程矿段中点连线与水平夹角及其连线的距离。这样用户可以控制矿体

的形态和角度，使在图面上反映的更为自然。其角度定义方法同 栽型，距离单位为米。宀圆缘表示矿体面积形态为三角形，其位置在 在运元源工程右边，矿体编号为 缘号矿体。图上 宀运元源宰、宀运元源宰等为 宀型。

⑤蕴型。见 缘运元源 蕴型和 匀型一般用于在 在运元源宰所处的该矿段上，面积 匀运元源宰、缘运元源为对角尖灭的情况。由于 在运元源宰左邻面积为三角形，其顶点是以 匀运元源宰 在在运元源宰所处矿段的底部（或终点）尖灭的，因此为 蕴型。同时还需给出 匀运元源宰 在在运元源宰矿段的序号，其序号可在 在运元源宰单工程矿体圈定给定的矿体连接表格中查出。缘运元源表示矿体面积形态为对角（底部）尖灭，其位置在 在运元源宰工程之右边，矿体编号为 远

⑥匀型。见 匀运元源宰。匀型与 蕴型的定义基本相同，唯一不同之处是对角尖灭是在相邻工程有关矿段的上部或起点。其他可参照 蕴型说明。

⑦孕在型。见 孕在运元源愿 对 孕员猿（平硐）来说，在所处的该矿段上，其上邻面积为 孕西员猿愿 其下邻面积为 孕在运元源愿 这里与钻孔工程有关连接有差异。对平硐来说，按其连接方法来说一般是上下的连接。对钻孔 在运元源原在所处的该段上，左邻面积为 栽员猿愿 而右邻面积为 孕在运元源愿 由于该面积形态是钻孔和平硐的四边形连接，故定义为 孕在型。孕在运元源愿表示该面积形态为平硐与钻孔相连的四边形，其位置在 在运元源原工程上并与平硐相连的区间，矿体编号为 愿号。

⑧孕西型。见 孕西员猿愿 对 孕员猿来说，在所处的该矿段上，其上邻面积为 孕西员猿愿 其下邻面积为 孕在运元源愿 其面积形态为三角形，为平硐工程有关，因而面积形态为 孕西型。孕西型同时还要给出三角顶点与矿段中点连线的角度和距离角度以水平线为界。往上倾角度取值范围为 圆园°～员愿园°，往下倾取值范围为 园°～原园°，距离单位为米。孕西员猿愿表示为 愿号矿体其位置在 孕员猿工程上的三角型面积。

⑨孕云型。见 孕云运元源愿 和 孕云运元源苑 这种类型通常是配对的。常常是钻孔和平硐矿段的交汇处。对 在运元源原所处的该矿段上，其右邻面积编号为 孕云运元源苑，左邻面积编号为 孕云运元源愿，对 孕员猿所处的该矿段上，其上邻面积为 孕云运元源苑，工程为 在运元源远，其下邻面积为 孕云运元源愿，工程为 在运元源宰 同时还要给出平硐与钻孔交汇的钻孔工程编号 在运元源原 孕云运元源苑表示该面积形态为五边形，其位置是 在运元源原与平硐十字交汇处，矿体编号为 远号。

⑩孕匀、孕蕴型。见 孕匀圆园 孕蕴员猿愿 这种面积形态是在平硐上所处的矿段上在其上或其下邻面积的形态为三角形，但对角尖灭在相邻的钻孔工程之上。如果尖灭在钻孔所处矿段的底为则为 孕蕴型，尖灭在钻孔所处矿段的顶部则为 孕匀型。孕蕴员猿愿则表示在 孕员猿工程上的 圆号矿体其形态为对角尖灭三角形的面积。

⑪孕孕型。见 孕员猿愿怨 这是平硐与平硐之间矿段的相连，其形态为四边形。对 孕员猿来说在所处的矿段上，上邻面积为 孕员猿愿怨 下邻面积为 孕西员怨 孕员猿愿怨表示其形态是平硐之间相连的四边形，其位置是在平硐 猿的 怨号矿体位置上。

⑫孕西型。基本同 孕云型，只是菱形没有和相邻工程之间矿段连接，并在相邻工程之间以三角形形状尖灭。除了需接 孕云型给定参数外，还需给定三角形相对平硐的角度和距离，其角度和距离的给法同 孕西型。其形态可见 孕西运元源苑 孕西运元源苑

⑬悦在型。见 悦在运元源缘 它是由探槽和钻孔相连而构成的四边形形态。对探槽所处的

该矿段上，其下邻面积号为 悄在园缘 对 在运云园源所处的该矿段上，其右邻面积编号为 悄在园缘 悄在园缘表示该面积形态为探槽与钻孔相连的四边形，其位置在 在运云园源工程上与 栽悦相连的 缘号矿体上。

⑭悄型。见 悄在园缘表 它是探槽中所处矿段向下尖灭的三角形。对探槽所处的该矿段上，其下邻面积编号为 悄在园缘 同时还应给定三角顶点与探槽矿段中点的连线与水平的夹角及距离，其参数给法参见 孕型。悄在园缘表示是探槽中的三角形面积形态，其位置在 在运云园源右侧的 猿号矿体上。

⑮悄匀、悄蕴型。见 悄在园缘宰。它是探槽所处的该矿段向下三角向下尖灭，其尖灭点为钻孔工程某矿段的顶部 （悄匀型）或底部 （悄蕴型）。此时需给出尖灭点在钻孔上的矿段序号。悄在园缘宰 表示该面积形态为探槽向下对角尖灭，其位置在 在运云园源右边的 宰缘号矿体上。

⑯悄孕型。见 悄孕园缘愿 它是探槽与平硐相连的四边形。对 孕园缘来说则在该矿段的上邻矿体面积编号为 悄孕园缘愿 对 栽悦来说在该矿段上其下邻编号为 悄孕园缘愿

⑰宰型。为任意多边形。

面积形态代码仍可扩充，随着工作矿区的增多，设计一套适合任意类型面积编码是完全可以办到的。

二、面积计算

面积计算也是该模块的主要功能之一。面积计算的单位是按矿体连接给出的面积编号为最小单位的。这给矿体块段划分及计算提供了良好入口。

员　面积计算

系统可自动完成各面积编号定义的面积的计算。首先找出 灶边形的坐标点，然后计算面积。其坐标点 猿除了计算面积外，还是绘制矿体连接的坐标点。因而图形与面积的计算是统一的，反映了数据可视性这一特点。

圆　面积加权品位计算方法

①相邻两工程之间构成的面积，其面积加权品位计算公式如下：

$$孕_{平均}=\frac{孕_{员}+孕_{圆}}{2}\times 辕$$

式中，$孕_{平均}$为面积加权品位；$孕_{员}$为工程 员在样长 缘员上的品位；$孕_{圆}$为工程在样长 缘圆上的品位。

②如果矿体是外推尖灭，形态为三角形，则品位仍取在工程上该矿段的品位。

③如果是 灶个工程之间构成的面积，则用其面积加权计算品位。

猿　夹石面积计算方法

如果在某面积编写定义的面积中有夹石，则按下列方法计算夹石面积。

由相邻两工程之间构成的面积，其夹石的边长是工程上一个矿段与另一个矿段间的距离，并作为三角形的一个边。其顶点坐标则是按整个矿段的长度与夹石边长的中点到该矿段的距离之比，由此求出另一个工程矿段的比例位置作为第二点把夹石边长的中点与第二点相连求出中点坐标即为夹石三角形的顶点坐标。具体算法如图 苑原远原所示。

由图 远可以看出，根据单工程矿体圈定结果可立即求出 云点，则 员也相应得出。蕴和 耘是已知长度，现需求 郧点。根据等比公式可求出 藻燥葬葬即可求出 郧点坐标。云郧求出后即可求出 　　赋，　　赋 是已知点，则仍按 灶边形计算公式求出面积。夹石面积的面积编号程序自动按所在的面积编号赋给。并存入相应的工作库，供绘制剖面图及净面积或净体积计算之用。

源　按标高分割面积的计算

在储量计算过程中，常常需要不同标高区间的储量计算成果。本系统提供了此功能。由于按标高分割面积均是按线进行的，又和面积有关，故此功能放在此模块中实现。

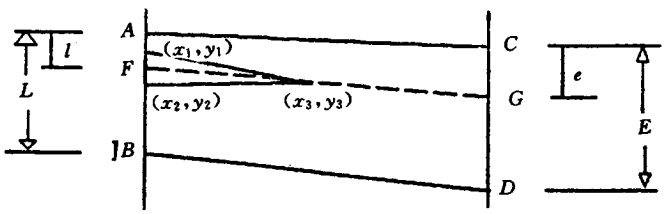


图 苑原远原远　夹石面积计算方法示意图

标高分割面积就是按矿区给定的标高面对所有通过此标高的面积一分为二，分别求出新的标高之上和标高之下的面积，二者之和又是原面积值。分开后的面积编码不变，由系统自动识别上盘和下盘，然后在原面积代码之后自动增 匀和 蕴 以示区别。其品位仍用原面积中的品位。由于标高线与所切割的面积的形态多种多样。通过归纳该模块研制了 远遍种不同形态，包括夹石面积切割的计算。限于篇幅，在此不一一列举。本模块切割后新生成的面积仍放在相应的面积库和夹石库中。

缘　内套面积的确定

有些矿体连接时，会出现某一矿体包含另一矿体的情况，为了使在计算面积时，包含某一矿体的面积应扣掉被包含矿体的面积，必需事先对这样的矿体进行说明，这种情况一般较少，并可以通过其他技术方法处理。系统提供此接口，目的是可以大大提高了系统运行的效率。

远　该模块主要技术特点和功能

①根据本系统提供勘探线剖面图的工作图件进行人工矿体连接，依照矿体连接最小单位的面积形态在矿体截穿的工程的单工程矿体圈定结果表上，相应的起始采样号填制面积编号，用图—表—图的技术实现了矿体连接的计算机代码化。这种方法不仅能够不失真地反映矿区综合的研究成果，而且为面积、品位计算精度提供了保证。这种图形的数字化是不经过数字仪的数字化，因而排除了各种误差的因素，保证了储量计算的准确性和可靠性。

②该模块提供配套的单工程矿体圈定表格和人机交互录入界面，保证了面积编码的录入。通过剖面面积的计算还可以查出用户编录所造成的错误；还可直观地在屏幕上显

示矿体联接情况，确保了矿体连接代码化的正确性和储量计算的可靠性。这种图—表—图的工作界面是勘探数据处理可视性的重要方法，也是本系统的最大特点之一。

③自动实现按不同标高或不同区间切割面积的计算，为下一个模块按不同标高区间计算储量提供了数据入口。

④模块采用矿区原型库和动态目标库的技术，保证了不同阶段成果的数据是独立的，整个过程不需用户键入文件名，确保了操作可行性。

⑤该模块可单独运行，也可通过系统主控程序调用。

第六节　储量计算模块

一、块段划分中块段编码定义

块段划分是矿区根据矿体在空间分布的形态按照一定的储量级别和块段划分原则进行块段连接。本系统为矿区提供矿体在空间分布的水平投影图，图中包括了矿体在每个工程上的见矿厚度、层数等。供用户进行手工块段划分。而块段编码定义是指把人工块段划分的结果，按照一定的要求进行计算机代码化的过程。

当勘探网确定之后，矿体的分布与几何形状决定了钻孔内见矿段的空间位置及其相互连通的关系。反之，在一定勘探网下，各工程见矿段的空间位置及其相互连通关系又体现了矿体的分布与几何形状。而且这些工程是组成矿体最小块段的结点。构成最小单位块段的阶点个数不多于四个。块段端面所处的位置有以下几种情况：

①块段的二个断面均在相邻的勘探线上。

②块段的一个断面在勘探线上，而另一个端面以线或点尖灭，而构成块段一个断面的二个结点有以下几种情况：

①块段的边界就在阶点上。

②块段的边界一边在阶点上，而另一边在结点沿勘探线在线上的外推。

③块段的边界均是在结点上沿勘探线在线上的外推，但外推方向不同。块段另一个断面的结点除有上述特点外，还具有以下特点：

[illegible]一个结点是由另一个块段断面的一个结点通过线间的外推而得出的　点尖灭)。

[illegible]二个结点均是另一个块段断面相应的两个端点在线间上的外推而得出的　线尖灭)。

根据上述特点，块段编码格式按如下要求进行定义

①结点在工程上其结点编码就是该工程编号如 [illegible]

②如果结点是某一工程沿线上方向的外推则往左方向上的外推在其工程编号上之前加“—”，如—[illegible]；如往右方向上的外推则在其工程编号之前加“垣”，如垣[illegible]

③如果一端的块段断面是以点或以线在线间方向上的外推，则沿线间的上方外推为“外推 垣”，沿线间的下方外推为 “外推 原”。

④外推距离均可由人工给定。

⑤块段号一般是储量级别加序号构成。如 悄缘

二、矿体体积计算公式

①梯台　　灾越匀　[杂员垣杂圆　辕]圆

②截锥台　　灾越匀　[杂员垣杂圆垣杂员 杂圆　辕]猿

③正楔形　　灾越匀 杂员圆

④斜楔形　　灾越匀 杂　圆[在员垣在圆　辕]　辕缘

⑤锥形　　灾越杂员辕猿

式中，灾为矿体块段体积；杂员，杂圆是块段端面的面积；匀是相邻勘探线或外推的距离；在员，在圆是在单工程上的矿体厚度。

三、块段断面的合并面积计算及加权品位计算

块段断面的合并面积计算

块段合并面积的加权品位计算

四、该模块主要功能与技术特点

①矿区人员可根据系统提供的各矿体工程水平投影图按储量级别和块段划分原则进行块段划分。通过块段编码的定义，用图—表—图技术实现了块断划分计算的代码化。由于工程都有绝对精确坐标，因而各块段的端面合并面积计算不仅自动化程度高而且准确，保证了储量计算的准确性。

②该模块提供块段代码化人机交互界面，可方便自如的进行块段编码录入。并能迅速地通过屏幕输出各矿体块段划分情况。这种用户交互的数据的可视性大大提高了储量计算的可靠性和准确性。

③可自动形成全矿区的矿体的数目和编号，并可根据矿区原型库形成相应的目标库，不需要人工任何介入。

④该模块可根据块段划分给定的参数，自动进行各块段的断面合并面积、块段体积、块段品位的计算，并提供夹石按面积或体积扣除法的两种方法计算，程序可自动根据块段断面合并面积的相对面积差选择梯形或截锥体的计算公式的转换。

⑤模块自动形成与储量计算有关的中间性成果数据库，如构成块段相邻断面的面积编号、毛面积、净面积、品位及两断面间的距离，及块段毛体积、净体积等。通过表格的输出，可以清楚地反映各数据之间的关联性，整个结构层次分明，计算过程严谨、数据可靠。

⑥通过系统提供的外部模块如回归分析，逐步回归分析与确定矿石体重，通过模块提供功能，可对不同矿体进行体重参数的录入。

⑦模块操作界面简便。根据矿区原型库到目标库的转换自动实现文件的存取。重点计算过程在屏幕上显示计算有关信息，错误响铃警告。用户可以修改数据如块段编码的录入而造成的错误。模块可实现对任一矿体、任一块段的计算操作，大大提高了系统的效率。

⑧该模块可单独运行也可通过主控程序调用。

第七节　储量汇总计算模块

一、汇总计算

矿体块段不同储量级别汇总计算
各矿体不同储量级别合计计算

二、该模块主要功能与技术特点

①自动形成全矿区的矿体编码库。自动逐个将各矿体按块段的不同储量级别的体积、品位、矿石量、金属量分别统计汇总入库。

②该模块可根据矿区原型库自动转化为相应的目标库，汇总库独立性好，可保证信息更新唯一性。

③模块具独立性，可单独运行，也可系统调用。

第八节　制表模块设计

一、模块主要功能与技术特点

①该模块可输出 5 类 8 种有关储量计算表格及 5 类 5 种原始数据表格。制表模块独立于其他模块。

②有些表格是人机交互的介质如矿体连接、块段划分等。该模块可对同一数据库按阶段输出，保证了更新一致性和计算同步性。

③制表具通用性。程序可根据基本化学分析指标的个数自动生成单成分或多成分相

应的表格。

④表格内容丰富。除了提供储量计算成果表格外，还提供了储量计算过程包括各种坐标的有关表格。这些表格反映了数据之间的因果关系且相互配套，可为用户、主管部门或储委作为检查储量计算过程的依据。

⑤程序可自动生成相应矿区名称的表头和制表日期。

⑥该模块可单独运行也可系统调用。操作简便。

二、各种表格的基本内容说明

固体矿产普查勘探地质报告编写规定》要求勘探报告附表六大类，共计 [illegible] 余种，勘探报告正文插表虽无具体规定，但数量和种类也很多。由于矿种和工作程度的区别，各种表格的形式也不尽相同。本系统制表模块根据储量计算与计算机计算的特点，提供了下列 [illegible] 种表格。

①工业指标参数表

可输出矿石类型、分析元素名称、分析单位、工业品级、最低工业品位、边界品位、最低可采厚度、夹石剔除厚度等信息。

②钻孔弯曲校正计算表

计算方法参见第七节有关内容。按钻孔编号分别输出钻孔弯曲校正计算参数，可定义小于某一天顶角值作为直孔处理的功能。

③钻孔单工程矿体编号及面积编号一览表

该表的基本内容是单工程矿体圈定的结果，在矿体连接中，可先输出此表，由人工按剖面图中矿体连接的面积编码填制在本表上，然后输入到计算机中，系统实现的矿体连接和面积计算是按此表进行的。

④平硐单工程矿体编号及面积编号一览表

系统在单工程矿体圈定中自动将平硐具有相同起点的平硐连成一体并以工程编号加以区别，这样做的好处可以使单工程矿体圈定的连续性和矿体连接的完整性。因此表格也是按此情况处理的。

⑤探槽单工程矿体编号及面积编号一览表

系统在探槽单工程矿体圈定中，自动将在同一条勘探线上所有的探槽自动连成一个库，以工程编号加以区别。探槽的制表是以线为单位。

⑥矿体剖面面积及平均品位计算表

该表是剖面线与矿体编号为单位输出该矿体在该剖面线上所有的面积编号，及其构成面积的相邻工程编号、矿段的厚度、品位、毛面积、净面积及加权品位等。

⑦矿体剖面面积计算明细表

该表是 [illegible] 的补充。可输出该矿体在该剖面线上所有面积编号及相应面积的计算坐标、工程编号、夹石面积等。其坐标是经过转换后相对在剖面图上的坐标。表 [illegible] 是表 [illegible] 作为数据来源和计算的依据。

⑧扣除面积计算明细表

该表是　　的补充。该表提供了某矿体在剖面线面积计算中夹石面积计算情况，给出夹石面积计算的坐标、所属面积的编号等。

⑨矿体块段编号及储量级别表

该表输出人工块段划分代码化的情况，矿体水平投影图及块段的储量计算是以此表中的参数自动进行完成的。

⑩矿体块段平均品位计算表

以矿体为单位输出各块段的储量级别，相邻勘探线、毛面积、净面积及线品位和块段加权品位等。

⑪矿体块段体积、平均品位、矿石量、金属量计算表

以矿体为单位输出各块段的储量级别、矿体体积、体重、矿石量及块段金属量等。

⑫面积隶属块段编号对应表

此表是　　的补充。它给出块段二个端面上的面积合并个数，合并的面积编号及毛面积、净面积。该表是为检查块段合并面积计算是否正确提供依据。

⑬矿体块段体积计算明细表

是对　　的补充。以矿体为单位输出各块段在两端面上的线号、及毛面积、净面积、及两截面间的距离、体积形态、毛体积、净体积、夹石体积等参数。

⑭矿体编号总表

该表是系统自动对矿体连接库检索，输出矿体编号总表，按照矿体编号规则，自动将表内、表外矿体排序输出。

⑮矿体体积平均品位、矿石量、金属量计算表

以矿体为单位输出该矿体不同储量级别的体积、矿石量、加权品位、金属量及整个矿体的合计和加权品位等。

⑯矿区矿体体积、矿石量、金属量、平均品位汇总表

输出整个矿区不同储量级别的体积、矿石量、加权品位、金属量及合计和合计后的加权品位。

⑰单成分储量计算表

以矿体为单位输出各块段有关储量计算数据，该表信息全、紧凑，仅适合单成分。

⑱单成分储量计算汇总表

输出全矿区各矿体表内、表外不同储量级别的矿石重量、金属量、品位等信息。

⑲原始数据库表格输出

该模块采用 悦语言编程，实现了各原始数据库文件的表格输出自动化。

矿区记录表

剖面线登记表

剖面线测量数据

钻孔登记表

钻孔弯曲度

钻孔矿层标志面

平硐登记表

平硐测量数据
平硐矿层标志面
探槽登记表
探槽测量数据库
探槽矿层标志面

第九节　绘图模块设计

一、绘图模块功能及技术特点

①实现丰富的，可应用于生产和满足矿区要求及在实际工作中工作量最大、耗时最多的与储量计算有关的重要勘探图件的绘制是本系统的最大特点。实际上，它是评价系统的自动化程度与水平的一种尺度。本系统抛弃了一般软件需用 [illegible] 及类似的辅助软件才能成图的方法，采用 [illegible] 和数据库的实时处理进行自动成图，确保了成图精度和自动化。本系统实现了矿区勘探工程平面图、勘探线剖面图、矿体工程水平投影图、矿体工程垂直纵投影图、矿体水平投影图、矿体垂直纵投影图、矿体等值线图、中断图、垂直纵剖面图及钻孔水文地质柱状图等图件的绘制。

②图形输出通道丰富，所有图件可在屏幕上绘图仪或打印机上输出。

③图件比例尺可由用户任意给定，图面修饰规范化和自动化，用户不需介入。

④操作界面简单，易于使用。上述图件的绘制涉及的工程、数据类型、信息多而复杂。系统根据原型库的设计技术自动实现各文件的直接读写操作，自动绘制上述各个图件。

⑤图形绘制精度高。由于用于绘图的点都是通过不同数字模型计算而得出的坐标，即使人机交互界面所确定的内容也是严格按不同投影坐标进行计算得出的。储量计算的精度和可靠性可以在制图过程中得到充分反映。

⑥勘探数据可视性从本模块可以得到充分体现。即使人机交互界面而录入的数据可以迅即在屏幕上显示或通过不同外设输出。由于图形的输出是依赖于相应的数据库基础之上进行的，用户发现错误和需要修改的地方可以很快地通过数据库在相应的位置进行修改，数据的这种可视性大大加强了系统与用户界面的透明度。它是储量计算一个很重要的手段和方法。

⑦上述各种图形的绘制的模块具独立性，可单独运行也可系统调用。

二、计算机绘图内容

[illegible] 矿区勘探工程平面图

勘探工程分布图用以表示矿区各种探矿工程的分布情况，反映了勘探工作的程度。该图件的绘制内容有矿区的全部勘探线、全部勘探工程主要是钻孔和平硐及工程编号、图名、图廓、方里网坐标、比例尺、图名、责任表等。图面修饰的内容在所有的图件中都有这些内容，以下不再重复列举。

勘探线剖面图

勘探线剖面图是反映矿床（体）地质特征的基本图件，又是垂直断面法储量计算的主要图件。本图反映的主要内容如下：

①剖面地形线及测点号

②坐标线及标高线

③在勘探线上投影在该勘探线工程的位置、工程编号及钻孔终孔深度

④在工程上的采样样品位置、样号

⑤矿体连接及品位和矿体编号

⑥剖面图下方给出剖面线平面位置图（包括坐标线、工程位置及编号、钻孔弯曲平面投影线）

⑦可以按任标高裁剪输出

⑧纵剖面线的位置与编号

本图是矿体连接的基本工作图件。在本系统中，只要单工程矿体圈定后即可输出以上除第一缘点以外内容的图件，供矿区人员做为矿体连接的工作底图。然后转换为面积编号录入至计算机，即可输出完整内容的图件作为矿区正式图件的底图。

矿体工程水平投影图

当矿体倾角小于一定角度时，一般采用此图反映矿体由各级储量与矿石品级的分布和工程控制的程度。而矿体工程水平投影图是矿体水平投影图的前期图件，作为一种人机交互界面由矿区人员按储量级别和块段划分原则进行划分，并由此进行块段编码代码化输入计算机。此后的储量计算均是在块段划分的基础上进行矿体储量计算的。该图反映的内容主要有：

①坐标网

②勘探线、探矿工程及其编号

③在钻孔上的见矿层数、品位和见矿厚度。

矿体水平投影图

该图是在矿体工程水平投影图的基础上形成的最终图件。主要内容有：

①坐标网。

②勘探线、探矿工程及编号。

③矿体在钻孔上的见矿厚度、品位及层数。

④块段划分连线及各块段的平均品位、矿石量、金属量及储量级别和块段编号。

矿体垂直纵投影图

为矿体总倾角大于一定角度时，一般采用矿体垂直纵投影图。用以表示矿体内各级储量与矿石品位的分布和工程控制程度。该模块根据储量计算方法采用二种形式输出。一是先输出矿体的工程垂直纵投影图，作为一种人机交互界面作为工作图件由人工按照储量

级别和块段划分原则进行块段划分，然后按块段编码原则输入计算机。往后的块段储量计算将按此划分的方法进行计算，该图件反映的主要内容有：

①坐标线与标高线及纵剖面地形线

②勘探线、探矿工程及编号

③块段连接界线及各块段的储量级别、矿石量和金属量等。

(6) 绘制矿体等高线图

在矿体工程水平投影图的基础上根据见矿深度可分顶、中、底部分别绘制矿体等高线图，绘制内容如下：

①坐标网。

②勘探线探矿工程及其编号。

③各探矿工程的见矿深度（可按要求标顶、中、底部高度值）。

④见矿工程之间的三角网络。

⑤等高线。

(7) 钻孔水文地质柱状图

钻孔水文地质柱状图是对钻孔柱状图的补充。图件反映内容如下：

①在一张图上可同时反映一组个钻孔的水文地质柱状图。

②孔深、岩石富水性（花纹）、分层孔深、回次水位变化曲线等。

(8) 矿床中段平面图

本图可以按任意标高以勘探剖面数据为基础结合坑道、钻孔数据绘制而成。用以反映产状变化大，形态复杂的矿床在不同标高水平面上矿体形态的变化。绘制内容有：

①坐标线。

②勘探线以及与该水平面相切的工程位置与编号。

③坑道在该水平面的采样、单工程矿体圈定等信息。

④各矿体在各勘探线上与该水平面相切的矿体界线与矿体编号包括夹石部分内容。

⑤矿体在该水平面上的形态（矿体界线自动连接）。

⑥纵剖面线位置与编号。

(9) 矿床垂直纵剖面图

可按任意垂直剖面线的位置以勘探剖面数据为基础，结合坑道、钻孔数据绘制而成。用以反映产状变化大、形态复杂的矿床在垂直勘探线不同位置上矿体形态的变化。绘制内容有：

①纵剖面地形线及标高线，如果无测量数据则自动以水平线代之。

②勘探线及编号。

③各矿体在各勘探线上与纵剖面相切的矿体边界及编号。

④矿体在纵剖面上的形态。

上述图件的绘制涉及的工程、数据类型、信息多而复杂，系统根据原型库的设计技术自动实现各文件的直接读写操作，自动绘制。其特点如下：图形输出通道丰富，所有图件可在屏幕、绘图仪或打印机上输出。图件比例尺可由用户任意给定，图面修饰规范化和自动化，用户不需介入。操作界面简单，易于使用。由于用于绘图的点都是通过不

同数字模型计算而得出的坐标，即使人机交互界面所确定的内容也是严格按不同投影坐标进行计算得出的，因此储量计算的精度和可靠性可以在制图过程中得到充分反映。

勘探数据可视化在本模块中可以得到充分体现，即使人机交互界面录入的数据可以迅即在屏幕上显示或通过不同外设输出。由于图形的输出是依赖于相应的数据库基础之上进行的，用户发现错误和需要修改的地方可以很快地通过数据库在相应的位置进行修改，数据的这种可视化大大加强了系统与用户界面的透明度。

第三部分

矿产工业指标与矿床实例

第一篇

有色金属矿产

第一章　铜

一、性质和用途

铜在元素周期表中属 [illegible] 族，是一种紫红色金属，延性和导热性强，导电性高，硬度 [illegible]，比重 [illegible]，熔点 [illegible]，沸点 [illegible]。由于这些性质以及容易与锌、铅、镍、铝和钛组合成合金的性能，铜及其合金被广泛地应用于电器、机械、车辆、船舶工业和民用器具等方面，是现代工业、农业、国防和科学技术不可缺少的有色金属。例如，铜用以制作电线、电缆、电机设备、无氧铜制造超高频电子管，黄铜制造枪弹和炮弹，白铜（铜镍锌镍合金）用以制造航空仪的弹性元件，锡青铜用以制造轴承、轴套等，铜的化合物在农业上用来作杀虫剂和除草剂，铜还是制造防腐油漆的主要成分。

二、主要矿物

铜在自然界中，主要呈硫化物及其类似化合物和铜的氧化物、自然铜以及铜的硫酸盐、碳酸盐、硅酸盐等矿物，约有 [illegible] 多种，主要矿物 [illegible] 种，兹列举如下：

（一）自然铜

自然铜　　含 [illegible]

（二）铜的硫化物为黄铜矿

含 [illegible]

斑铜矿　　含 [illegible]
辉铜矿　　含 [illegible]
铜　蓝　　含 [illegible]
方黄铜矿　　含 [illegible]
黝铜矿　　含 [illegible]
砷黝铜矿　　含 [illegible]
硫砷铜矿　　含 [illegible]

（三）铜的氧化物

赤铜矿　　含 [illegible]
黑铜矿　　含 [illegible]

（四）铜的硫酸盐、碳酸盐和硅酸盐

孔雀石　悦悸惭圆悦韵猿·悦怎（韵匀）圆　　含 悦怎猿缘圆缘豫
蓝铜矿　悦怎圆悦韵猿·悦怎（韵匀）圆　　含 悦怎缘缘圆豫
硅孔雀石　悦怎杂陨韵猿·圆匀圆韵　　含 悦怎猿源圆圆豫
水胆矾　悦怎杂韵源·缘匀圆韵　　含 悦怎缘圆圆豫
氯铜矿　悦怎圆悦造·缘悦怎（韵匀）圆　　含 悦怎缘源圆豫

目前我国生产的铜，主要取自黄铜矿，其次是辉铜矿、斑铜矿、孔雀石等。

三、一般工业要求

项目	硫化矿石		氧化矿石
	坑采	露采	
边界品位（豫）	园.圆～园.源	园.源	园.缘
工业品位（豫）	园.缘～园.苑	园.苑	园.员
可采厚度（米）	≥员.圆	≥圆.源	≥员
夹石剔除厚度（米）	≥圆.源	≥源.愿	≥圆

铜矿石的自然类型一般按物相分析中含氧化铜和硫化铜的比例不同，分为硫化矿石（含氧化铜在 员园豫以下）、混合矿石（含氧化铜 员园～猿园豫）和氧化矿石（含氧化铜在猿园豫以上）三种。

四、矿床实例

矿床类型	边界品位（豫）	工业品位（豫）	可采厚度（米）	夹石剔除厚度（米）	矿床规模
工西德兴斑岩型铜矿床	园.源	园.苑	圆	源	大
安徽铜官山矽卡岩型铜矿床	园.源	园.苑	圆	源	中
云南易门沉积变质型铜矿床	园.缘	园.员	员	圆	大
甘肃白银厂火山岩黄铁矿型铜矿床	园.缘	园.缘	员	圆	大
甘肃金川铜镍型铜矿床	园.缘	园.缘	圆	圆	大

五、综合评价

当伴生组分达到下表所列含量时，要认真进行取样分析研究，作出综合评价。

铜矿床伴生有益组分评价参考表

元素或组分	孕遭	在壮	酣燥	恍燥	宰燥	杂壮	晕蚤	月蚤
含量豫	园嚼圆	园嚼源	园嚼员员	园嚼员员	园嚼躁豫	园嚼躁豫	园嚼员	韵嚼躁豫
元素或组分	粤怎	粤早	恍凿　杂藻　耘藻　员葬　员藻　砸藻　陨壮　栽					
含量	园嚼员克辕吨	员克辕吨	跃园嚼嚼员豫					

六、附录

对于铜品位较低的矿石，需经过选矿，使品位富集成为铜精矿。

按冶金部 员灶灶远年颁发的标准，铜精矿要求含铜品位为 愿–园嚼豫，在实际生产中含铜品位一般 员园–园嚼豫，个别有达 猿缘豫者，富铜品位大于 缘豫以上者可不经过选矿，与铜精矿混合直接入炉冶炼。

铜精矿中的有害杂质砷、氟、锌、镁等，影响冶炼工艺和污染环境卫生，在矿料入炉时要进行控制。或在冶炼中加以回收处理。

铜精矿中有害组分的含量：

砷：　　约园嚼员豫

氟：　　约园嚼员豫

锌：　　约员豫

氧化镁：　　约缘豫

第二章　铅

一、性质和用途

铅是蓝灰色金属，性柔软是所有金属中最软的重金属，铅的展性良好，延性甚小，比重 [illegible] 熔点 [illegible]，沸点为 [illegible]，为热和电的不良导体，铅在干燥的空气中不会发生化学变化，能熔于稀硝酸。而盐酸和硫酸仅作用于铅的表面形成保护层。

铅广泛应用于各种工业，大量用来制造蓄电池在制酸工业和冶金工业上用铅板、铅管作衬里保护设备；电气工业中作电缆包皮和熔断保险丝。含锡、锑的铅合金用作印刷活字，铅锡合金用于制造易熔铅焊条、铅板和镀铅锡薄钢板用于建筑工业。

铅的化合物可用作各种颜料，具有良好的保护着色，表面不受浸蚀的能力，还用在橡胶、玻璃、陶瓷工业，醋酸铅用于医药部门，四乙铅加在汽油内可起防爆作用。铅能吸收放射线可用于原子工业和 [illegible]–射线防护设施。

二、主要矿物

我国已发现的铅矿物和含铅矿物有 [illegible] 种，具有工业意义的有 [illegible] 种，常见的为以下几种：

方铅矿	含 [illegible]	含 [illegible]
硫锑铅矿 [illegible]	含 [illegible]	缘 [illegible]
脆硫锑铅矿 [illegible]	含 [illegible]	源 [illegible]
车轮矿 [illegible]	含 [illegible]	源 [illegible]
白铅矿 [illegible]	含 [illegible]	苑 [illegible]
铅 矾 [illegible]	含 [illegible]	远 [illegible]
铬铅矿 [illegible]	含 [illegible]	远 [illegible]
钼铅矿 [illegible]	含 [illegible]	缘 [illegible]

三、一般工业要求

项目	硫化矿	混合矿	氧化矿
边界品位 [illegible]）	[illegible]	[illegible]	[illegible]
工业品位 [illegible]）	[illegible]	[illegible]	[illegible]

续表

项目	硫化矿	混合矿	氧化矿
可采厚度　米）	≥员-圆	≥员-圆	≥员-圆
夹石剔除厚度　米）	≥圆-源	≥圆-源	≥圆-源

注：①小于可采厚度时用米百分值计算。

②硫化矿：铅氧化率 约员园豫；混合矿：铅氧化率 员园-猿园豫；氧化矿：铅氧化率 跃园豫。

③根据我国当前铅锌矿生产一般技术经济指标的计算，矿区工业品位一般要求：硫化矿 孕遭在源-缘豫，混合矿 孕遭在远-愿豫，氧化矿 孕遭在愿-员园豫。这个数据也可供矿床经济评价和考虑矿区是否转入详细勘探的参考。

四、矿床实例

在自然界中铅矿物常与锌矿物共生，形成多金属矿床。其矿床实例见锌矿部分。

五、综合评价

在铅锌矿床中常伴生多种具有综合利用价值的伴生组分，如铜、钨、锡、铝、铋、砷、汞、钴、镍、金、银、铂、稀有金属、稀散元素、铀以及硫铁矿、萤石、天青石、重晶石等，应注意综合评价。

其详细要求见锌矿部分的内容。

六、附录

铅精矿质量标准　每手员蒸-愿员

品级	铅不小于　豫）	杂质不大于　豫）				
		悦怎	在葬	粤城	酝蚕	粤蚕
一	苑园	员愿豫	缘	园愿员	圆	源
二	远豫	员愿豫	缘	园愿豫	圆	源
三	远园	员愿豫	缘	园源	圆	源
四	缘豫	圆园	远	园愿豫	圆	源
五	缘园	圆愿	苑	协议	圆	源
六	源豫	圆愿豫	愿	协议	圆	源
七	源园	猿园	怨	协议	圆	源

第三章　锌

一、性质和用途

锌是蓝白色的金属，锌在室温下是脆弱的，但当加热到 [illegible] 即变得很柔软，可压成 [illegible] 毫米的箔片或抽成细丝，[illegible] 时锌的比重为 [illegible]，继续加热至 [illegible] 时锌又变为很脆甚至成粉末。熔点 [illegible]，沸点为 [illegible]。

锌在室温干燥空气中不起变化，在潮湿含有 [illegible] 的空气中，其表面生成致密的碱性碳酸锌薄膜，可以保护锌内部不再被氧化，锌易熔于稀硫酸和盐酸中，同时也溶于碱性溶液中。

锌广泛用于制造各种合金，如黄铜、白铜、青铜等。锌含量 [illegible] 以下的黄铜使用价值最大，在黄铜中加入锡、镍、锰、铁、钨、铅等成分后能改变其物理性能，因此，这类合金叫做特种黄铜。锌的另一种用途是镀锌，也用于制造干电池，由于锌在铸造工业上的浇铸时能充满膜内很精细的地方，故在汽车业上常作为精度铸件的原料，锌的化合物可用于纺织工业以及制造油漆、颜料、染料等，农业上制作杀虫剂，锌还用以制微晶锌板、用于传真制板和压铸合金等技术。

二、主要矿物

常见的锌矿物如下，

闪锌矿 [illegible]	含 [illegible]
纤维锌矿 [illegible]	含 [illegible]
菱锌矿 [illegible]	含 [illegible]
异极矿 [illegible]	含 [illegible]
硅锌矿 [illegible]	含 [illegible]
水锌矿 [illegible]	含 [illegible]

三、一般工业要求

项目	硫化矿	混合矿	氧化矿
边界品位　豫）	园酆豫-员酆园	园酆愿-员酆豫	员酆豫-圆酆园
工业品位　豫）	员酆园-圆酆园	圆酆园-猿酆园	猿酆园-辽酆园
可采厚度　米）	≥员-圆	≥员-圆	≥员-圆
夹石剔除厚度　米）	园≥圆-源	≥圆-源	≥圆-源
备注	①小于可采厚度时用米百分值计算 ②硫化矿：锌氧化率 约员酆豫；混合矿：锌氧化率 员园-猿酆豫；氧化矿：锌氧化率 跃酆豫 ③根据我国当前铅锌矿生产一般技术经济指标的计算，矿区工业品位一般要求，硫化矿 孕遭亘在源-缘豫，混合矿 孕遭亘在远-原豫，氧化矿 孕遭亘在愿～员酆豫，这个数据也可供矿床经济评价和考虑矿区是否转入详细勘探的参考		

四、矿床实例

矿床类型		边界品位豫）	工业品位豫）	可采厚度米）	夹石剔除厚度　米）
云南金顶层控型沉积一改造矿床	铅 锌	园酆猿 园酆愿	员酆豫 猿	员-员酆豫	猿-源
湖南桃林中温热液沿断层破碎带充填脉状矿床	铅 锌	园酆豫 员酆园	园酆苑 员酆园	员酆园 员	圆
甘肃小铁山受变质火山一沉积型矿床	铅锌	园酆豫 园酆苑	园酆苑 员酆园	员	圆
湖南水口山中偏高温热液接触交代型矿床	铅 锌	园酆豫 员酆园	园酆苑 员酆园	员酆园	圆
辽宁关门山受古岩溶作用改造的层控型矿床	铅 锌	园酆豫 园酆苑	员酆园 圆酆园	员	跃圆

五、综合评价

在铅锌矿床中常伴生多种具有综合利用价值的伴生组分，如铜、钨、锡、铝、铋、砷、汞、钴、镍、金、银、铂、稀有金属、稀散元素、铀以及硫铁矿、萤石、天青石、重晶石等，应注意综合评价。

对伴生组分综合评价的一般要求

伴生组分	矿石品位　豫）	伴生组分	矿石品位　豫）
悄怎	园翻阮	粤早	跃圆 克 辅地）
宰韵圈	园翻阮	悄凿	园翻员
杂壮	园翻愿	隙壮	园翻甜员
酝燥	园翻围	员葬	园翻甜造
月蚤	园翻围	员藻	燥翻甜造
杂	源	杂藻	园翻甜员
杂遭	园原	耕藻	园翻甜员
悄葬云	缘	耕员	园翻甜造
粤怎	跃燥员 克 辅地）	勺早	燥翻甜缘
粤择	燥围	哉	园翻围

六、附录

锌精矿质量标准　每月云源-愿员

品级	锌不小于　豫）	杂质不大于　豫）					
		悄怎	孕遭	云藻	粤择	杂蚤圈	云
一	缘恕	园愿	员围	远	园围	猿围	园围
二	缘苑	园愿	员围	远	园围	猿缘	园围
三	缘缘	园愿	员围	远	园围	源围	园围
四	缘猿	园愿	员围	苑	园猿	源缘	园围
五	缘园	员围	员缘	愿	园原	缘围	园围
六	源愿	员围	员缘	员猿	园缘	缘缘	园围
七	源缘	员缘	圆围	员源	协议	远围	园围
八	源猿	员缘	圆缘	员缘	协议	远缘	园围
九	源园	圆围	猿围	员远	协议	苑围	园围

第四章　铝

一、性质和用途

铝是银白色的金属，在 [illegible] 条件下比重 [illegible]，熔点 [illegible]，沸点 [illegible]，并具有良好的传热性、延展性、导电性和反光性。

铝及其合金重量轻，易氧化而形成坚实的薄膜，坚韧性强，主要应用于电器工业、飞机、导弹、建筑、机械制造及民用器具等。铝及其合金的粉末能迅速燃烧，放出强光和热能而被用作燃烧弹，信号火箭等。

由于铝对氧的亲和力大，所以铝可以用作炼钢的脱氧剂和一些高熔点金属氧化物的还原剂。

铝土矿在制取高级磨料、高铝水泥、耐火材料、水泥、陶瓷材料、化工和医药等方面也具有广泛的用途。

二、主要矿物

铝在地壳中的平均含量为 [illegible]，仅次于氧和硅，居第三位。在自然界中铝矿物和含铝矿物约有 [illegible] 多种，主要矿物如下：

刚　玉　[illegible]

一水硬铝石　[illegible]

一水软铝石　[illegible]

三水铝石　[illegible]

高岭石　[illegible]

红柱石　[illegible]

蓝晶石　[illegible]

矽线石　[illegible]

明矾石　[illegible]

霞　石　[illegible]

水铝英石　[illegible]

含 [illegible]

含 [illegible]

含、[illegible]

含 [illegible]

含 [illegible]

含 [illegible]

含 [illegible]

含 [illegible]

含 [illegible]

含 [illegible]

含 [illegible]

目前我国提炼铝的矿石主要是铝土矿，且铝土矿以一水硬铝石型为主，其次有少量三水铝石型铝土矿。

三、一般工业要求

工业上提取金属铝是先从铝土矿中提取氧化铝，然后氧化铝经电解成为金属铝。

氧化铝的含量和铝硅比值［粤蕴糟遭蚤燥］，是评价铝土矿质量的主要依据，铝硅比值不同，其炼铝的方法也不同。

根据我国已知铝土矿床工业指标及数理统计资料和生产实践经验，仅提出一水硬铝石沉积型矿床的一般要求，对于堆积型，红土型铝土矿床，因缺乏生产实践经验，其工业要求列于矿床实例供参考。

项目 \ 矿石类型		一水硬铝石型		
	矿床类型	沉积型矿床		
		露　采	坑　采	
边界品位	粤蕴糟遭蚤燥	员愿豫－员怨豫	员愿豫－员愿豫	
	粤蕴糟遭蚤燥（％）	≥源园	≥源园	
块段工业品位	粤蕴糟遭蚤燥	≥猿愿豫	≥猿愿豫	
	粤蕴糟遭蚤燥（％）	≥缘园	≥缘园	
可采厚度（米）		园郾缘－员园	园郾愿－员	
夹石剔除厚度（米）		园郾缘－员园	园郾愿－员	
剥采比（米³/米³）		员园－员缘		

四、矿床实例

矿区名称	品位要求					有害组分允许含量（％）				开采技术条件			
	边界品位 粤蕴糟遭蚤燥（％）		矿块最低平均品位 粤蕴糟遭蚤燥（％）	矿区最低平均品位 粤蕴糟遭蚤燥（％）	粤蕴糟遭蚤燥（％）	杂	惰性物	酸耗	孕蕴糟遭蚤燥（％）	可采厚度（米）		夹石剔除厚度（米）	剥采比（米³/米³）
	表内	表外								露天	地下		
山西克俄	园郾缘	员郾园	园郾愿	猿郾缘		园郾员				园郾缘	园郾员	园郾缘	员郾园
河南贾沟	园郾愿			猿郾园	源郾缘	园郾员				园郾缘	园郾园	园郾缘	员郾愿
河南张窑院	园郾愿	园郾缘		猿郾园	源郾缘					园郾缘	园郾园	园郾园	

续表

矿区名称	品位要求					有害组分允许含量（%）				开采技术条件			
	边界品位（%）		矿块最低平均品位（%）	矿区最低平均品位（%）	可采厚度（m）					可采厚度（m）		夹石剔除厚度（m）	剥采比（m³/m³）
	表内	表外								露天	地下		
贵州小山坝	一水铝石	一水铝石	铝硅比		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	露天地下	2
广西太平（堆积型）	一水铝石	≥边界	铝硅比	0.5	≤0.5	≤0.5	0.5	≤0.5	≥0.5		0.5	见注①	
广东海南岛（红土型三水铝石）	一水铝石	一水铝石			0.5			≤0.5		0.5			2

* 铝硅比为 Al₂O₃/SiO₂ 重量比，后同。①含矿率：边界≥0.5千克/米²矿层（段）平均≥3.5千克/米²

五，综合评价

铝土矿矿石中含有镓、钒、铌、钽、钛、铈、及放射性元素等有用组分，目前已综合利用的有镓。沉积型铝土矿层常常相变为耐火粘土，其上部、下部常共生多种有用矿产，如“山西式铁矿”、硫铁矿、熔剂灰岩、煤层、油页岩等，红土型铝土矿常共生有钴土矿等。对具有价值的共生矿产，应注意综合评价。

六、附录

根据铝土矿其它质量标准，划分不同矿石类型

铁：三氧化二铁；低铁型　Fe₂O₃<2.5%

含铁型　Fe₂O₃ 2.5%～5%

中铁型　Fe₂O₃ 5%～10%

高铁型　Fe₂O₃>10%

硫：低硫型　S<0.5%

中硫型　S 0.5%～1%

高硫型　S>1%

（一）铝土矿品级标准　近期新规定-原标准

品级	品位		用途
	粤精矿不小于）	粤原矿含铝 不小于）	
员	圆	苑	研磨料，高铝水泥、铝氧
		逊	铝　氧
		远	铝　氧
		遍	铝　氧
圆	怨	苑	锅氧、高铝水泥
		逊	铝　氧
		远	铝　氧
		缘	铝　氧
猿	苑	逊	铝　氧
		远	铝　氧
		遍	铝　氧
源	缘	遍	铝　氧
缘	源	缘	铝　氧
远	猿	缘	钼　氧
苑	远	源	铝氧　（三水铝石）

（二）铝土矿用作电熔刚玉原料的质量要求　企业标准）

企业 / 项目	第二砂轮厂	第四砂轮厂	备　注
粤	≥	≥	①一水硬铝石型铝土矿
云	约	约	
苑	约		②熟料
耘	猿 一 远	约	③供矿品位
怀	约		
怀	约		
烧失量	约	约	
粤	≥	≥	
进厂块度　毫米）	约	圆	
烧生率		约	

仨）铝土矿用作高铝水泥原料的质量要求　企业标准）

项目	郑州水泥厂	浙江萧山炼铁厂	备　注
粤[illegible]豫）	跃[illegible]圆	跃[illegible]园	①一水硬铝石
苏[illegible]豫）	约远	约远	型铝土矿
云[illegible]豫）	约圆	约[illegible]豫	②生料
桂[illegible]豫）	约源	③供矿品位	
粤[illegible]	跃苑	跃苑	

第五章　镁

一、性质和用途

镁是银白色的金属。它的熔点 [illegible]，沸点 [illegible]，其化学稳定性高，抗腐蚀强度大，韧性好，无磁性和易加工等，镁与铝、锌、锰、镉的合金具有特殊的机械性能。用于制造飞机、火箭、宇航以及航海等部门。

镁在空气中易与氧化合并燃烧发强光，镁粉在国防用于制造照明弹、燃烧弹，此外镁还用作冶炼钛、锆、铀和铍的还原剂。

镁的主要矿物，在耐火材料工业上，可以制作镁砖、铬镁砖；在胶凝材料工业上，用以制造含镁水泥、绝热和隔音材料；在化学工业上，可用以制造硫酸镁和含镁药剂；在橡胶生产上，可作为硫化促进剂等。

二、主要矿物

菱镁矿 [illegible]	含 [illegible]
白云石 [illegible]	含 [illegible]
水镁石 [illegible]	含 [illegible]
光卤石 [illegible]	含 [illegible]

三、一般工业要求

目前镁矿石尚无正式工业要求，以下资料供参考。

（一）提取金属镁用的白云岩

青海民和白云岩矿床

氧化镁 [illegible]：	≥ [illegible]
二氧化硅 [illegible]：	≤ [illegible]
氧化钠 [illegible] 氧化钾 [illegible]：	≤ [illegible]
可采厚度：	≥ [illegible]
夹石剔除厚度：	≥ [illegible]
剥离比：	[illegible]

（二）提取金属镁用的菱镁矿　（国外资料）

氧化镁　（耐火料）：　　源圆–源豫
轻烧镁：　　愿远–愿愚豫
二氧化硅　（杂质）：　　≤员愿豫
氧化钙　（杂质）：　　≤员愿豫
可采厚度：　　圆–源米
夹石剔除厚度：　　圆米
剥离比：　　约员

注：二氧化硅、氧化钙、氧化钠、氧化钾都是有害杂质。

四、矿石的工业品级及质量要求

（一）菱镁矿

作金属镁、耐火材料的菱镁矿石

项目	氧化镁豫）	氧化钙豫）	二氧化硅豫）	三氧化二铝 垣 三氧化二铁豫）	用途
制金属镁	≥源愚	≤员愿豫	≤员愿豫	≤员愿豫	
耐火材料	≥源苑	≤圆愿匝	≤圆愿匝	≤圆愿匝	高纯镁砂
	≥源愚	≤员愿豫	≤员愿豫	制砖镁砂	
	≥源怨	≤员愿豫	≤缘	镁硅砂	
	≥源员	≤远	≤圆	冶金镁砂	

（二）白云岩

作熔剂、耐火材料用的白云岩分级　（见下表）。

五、矿床实例　（见菱镁矿）

项　目	一般要求				南京白云岩矿		
	特级	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	特级	Ⅰ	Ⅱ
氧化镁　豫）	≥员愚	≥员愚	≥员苑	≥员远	≥圆园	≥员愚	≥员苑
酸不溶物　包括 杂质豫）	≤源	≤苑	≤员园	≤员园	≤源	≤苑	≤员园

续表

项　目	一般要求				南京白云岩矿		
	特级	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	特级	Ⅰ	Ⅱ
二氧化硅　豫）	≤圆	≤源	≤远	≤苑	≤圆	≤猿	≤远
磷　豫）	辕	辕	辕	辕	约园圆员	辕	辕
可采厚度　米）	≥圆				≥圆		
夹石剔除厚度　米）	≥员-圆				≥圆		
剥离比	员源源-圆				辕		
备注	①提炼金属镁用的白云岩相当于上述分级中的特级 ②各品级的品位要求，均为卑样边界品位圈定矿体之要求						

第六章　镍

一、性质和用途

镍是银白色金属，在各类岩石中，超基性岩含量最高，基性岩次之，属亲铁元素。比重 [illegible]，摩氏硬度为 [illegible]，熔点 [illegible]，沸点 [illegible]，具有良好的机械强度和延展性、难熔、在空气中不氧化等特性。盐酸、硫酸、有机酸和碱性溶液对镍的侵蚀极慢，只有稀硝酸是镍的强侵蚀剂，强硝酸能使镍表面钝化而具有抗蚀性。镍是一种十分重要的有色金属原料。其主要用途是制造不锈钢、高镍合金钢和合金结构钢，被广泛用于飞机、雷达、导弹、坦克、舰艇、宇宙飞船、原子反应堆等各种军工制造业，在民用工业中，镍常制成结构钢、耐酸钢、耐热钢等大量用于各种机械制造业，镍还可作陶瓷颜料和防腐镀层，镍钴合金是一种永磁材料，广泛用于电子遥控、原子能工业和超声工艺等领域，在化学工业中，镍常用作氢化催化剂，近年来，在彩色电视机、磁带录音机和其他通讯器材等方面镍的用量也正在迅速增长。

二、主要矿物

镍黄铁矿　[illegible]

含 [illegible]

紫硫镍（铁）矿　[illegible]或 [illegible]

含 [illegible]

针镍矿　[illegible]

含 [illegible]

辉（铁）镍矿　[illegible] [illegible]

含 [illegible]

含镍磁黄铁矿　[illegible]

含 [illegible]

方硫镍矿　[illegible]

含 [illegible]

红砷镍矿　[illegible]

含 [illegible]

砷镍矿　[illegible] 接近于 [illegible]

含 [illegible]

辉砷镍矿　[illegible]

含 [illegible]

暗镍蛇纹石　[illegible]

含 [illegible]

镍绿泥石　　[illegible]

含 [illegible]

绿高岭石　　[illegible]

含 [illegible]

或 [illegible]

绿镍矿　　[illegible]　　含 [illegible]

镍磁铁矿　　[illegible]　　含 [illegible]

或 [illegible]

镍钒　　[illegible]　　含 [illegible]

碧矾　　[illegible]　　含 [illegible]

翠镍矿　　[illegible]

含 [illegible]

·为一般含量

三、一般工业要求

项　目	硫化镍矿			氧化镍 硅酸镍矿
	原生矿石		氧化矿石	
	坑采	露采		
边界品位 [illegible] 工业品位 [illegible] 单工程单矿层计） 可采厚度　米）　真厚度） 夹石剔除厚度　米）　真厚度）	[illegible] [illegible]		[illegible] 员	[illegible] 员 员 员-圆
	≥员	≥圆	同原生矿石	
	≥圆	≥猿	同原生矿石	

注：①混合矿石与原生矿石的工业指标相同

②矿体厚度小于最低可采厚度，而品位又高于最低工业品位，可采用米百分值。

硫化镍矿石按镍含量可分下列三个品级，富矿石及贫矿石需经选矿，特富矿石可直接入炉冶炼。

矿石品级名称	镍品位　豫）	
	下限	上限
特富矿石	猿	辕
富矿石	员	约猿
贫矿石	[illegible]	约员

硫化镍矿床的矿石按硫化率，即呈硫化物状态的镍　[illegible] 与全镍　[illegible] 之比将矿石分为：

原生矿石：　[illegible]

混合矿石：　[illegible]

氧化矿石：　[illegible]

硅酸镍矿石按氧化镁含量分为：

铁质矿石：　[illegible]

铁镁质矿石：　[illegible]

镁质矿石：　[illegible]

镍矿石主要有害杂质有铜　在硅酸镍矿）、铅、锌、砷、氟、锰、锑、铋、铬等。

四、矿床实例

矿床类型	矿厂类型	边界品位豫）		最低工业品位豫）		最低可采厚度　米）	夹石剔除厚度　米）
		富矿	贫矿	富矿	贫矿		
甘肃白家咀子硫化镍矿床	原生矿石	员	园[illegible]	跃员	园[illegible]	员	圆
	氧化矿石	园[illegible]		员			
吉林红旗岭硫化镍矿床	原生矿石	园[illegible]		园[illegible]		员	圆
	氧化矿石	员		跃员			
云南墨江元江风化壳硅酸镍矿床	园[illegible]	员豫		园[illegible]		圆-猿	

五、综合评价

硫化镍矿床普遍含铜，常称含铜硫化镍矿床。在镍矿体中铜无需单独制定指标和圈定矿体，当镍品位达不到指标而铜可形成单独矿体时，其指标可按铜执行。除铜外，一般常伴生有铁、铬、钴、锰、铂族元素、金、银及硒、碲等。

部分伴生有用组分含量要求见下表。

元素	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
单位	克[illegible]				豫		
含量	园[illegible]	园[illegible]	园[illegible]	员[illegible]	园[illegible]	园[illegible]	园[illegible]

在蛇纹岩、滑石等矿床中含有较高的镍，常有回收价值，在评价该类矿床时对镍要

注意综合评价。

（一）吉林红旗岭硫化镍矿床

伴生有用组分含量如下：

悦怎　平均 园酝园员–园酝园缘　　悦燥　园酝园园园员–园酝园缘
杂藻　园酝园园园园–园酝园园园缘　　耘蚤　园–园酝园园缘
孕凿　约园酝园克 辕吨　　粤驭　约园酝园员–园酝园克 辕吨
孕臧　园酝园缘–园酝园克 辕吨　　粤驭　园酝园缘–园酝园克 辕吨
杂　园酝园园园–园酝园缘　　云藻　园酝园员–园酝园缘

某冶炼厂利用该矿之精矿已回收 悦燥　孕臧　孕凿　怎　粤驭金属。

（二）江西戈阳樟树墩蛇纹岩矿床

含 晕园酝园缘，在制钙镁磷肥时可得含镍 源–辽缘的磷镍铁，回收率在 苑园缘左右，并可回收钴和铬。

（三）西北青海元石山铁镍矿床

项目	镍			土状褐铁矿　伴生）	
	Ⅰ级品	Ⅱ级品	Ⅲ级品	富矿	贫矿
工业品位　缘）	跃园酝员	园酝缘–园酝员	园酝圆–园酝缘	跃员酝园	圆酝–源酝园
最低可采厚度　米）	圆	圆	圆	员	圆
夹石剔除厚度　米）	员	员	员	员	员

注：①铁矿石中有害组分允许含量：

杂约园酝园缘孕约园酝园缘，

孕凿约园酝员缘，在约园酝员缘，杂约园酝园缘，粤孚约园酝园缘，

悦怎约园酝园缘

②在镍铁矿石中，悦燥≥园酝园缘，悦遭≥猿缘可综合利用。应该注意铂族元素。

③硅酸镍Ⅲ级品的利用问题，尚待试验确定。

六、附录

（一）镍精矿技术条件

本标准适用于硫化铜镍矿石经选矿所得的镍精矿。供炼镍工业用。

镍精矿按化学成分，分为三级，均以绝对干品位计算，应符合以下规定：

等级	镍不小于　豫）
员	缘源圆
圆	源源圆
猿	猿 圆圆

注：①鼓风炉用镍精矿中含氧化镁不大于 员园豫。

②精矿水分不大于 员园豫，在冬季，精矿水分不大于 愿豫。

③精矿中不得混入外来夹杂物。

以下略）

仁）高冰镍技术标准　试行草案）冶标　每月 苑源一 迈猿

员圆高冰镍是炼镍工艺过程中的中间产品，系铜镍硫化物并含有少量其他金属的复杂混合物。本标准适用于由转炉　或反射炉）吹炼所得的高冰镍，用作生产电解镍的原料。

圆园按化学成分高冰镍分为下列晶号

品号	镍不小于　豫）	铁不大于　豫）
一号高冰镍	缘圆	源
二号高冰镍	源豫	源
三号高冰镍	源圆	缘

猿园高冰镍应浇铸成锭，其形状为扁平状，每块重量应不超过 缘园千克。

源源高冰镍铸锭不得有夹层，表面应尽可能平整，不得有明显的夹渣层及外来夹杂物质。

缘园同一炉产出之高冰镍组成一批，生产厂　矿）的技术检查科须逐批进行验收。生产厂　矿）必须保证高冰镍质量符合本标准的要求。

仁）镍锍精矿技术条件

本标准适用于高冰镍经选矿所得的镍锍精矿，供镍电解和制造镍粉用。

员园镍锍精矿按化学成分，分为二个等级，均以绝对于品位计算，应符合以下规定：

等级	镍不小于　豫）	杂质不大于　豫）
		铜
员	远源源圆	猿源源圆
圆	远圆源圆	缘源圆

圆园镍锍精矿中不得混入外来夹杂物。

以下略）

第七章　钴

一、性质和用途

钴是一种具有光泽的白色金属，钴与铁、镍的性质很相似，称为铁系元素。钴、镍、铁合金是很好的磁性材料，钴的熔点 [illegible]，沸点 [illegible]，比重 [illegible]。

钴和铬、镍一样用来制作各种合金如精密合金、热强合金、硬质合金、焊接合金等，以及各种合金钢。钴钢比钨钢、铝钢、铬钢都硬，抗磨、抗腐蚀，高温下仍保持很高的机械强度，所以用来制造车床、矿山凿岩机械、燃气轮机的叶轮、喷气发动机及导弹火箭的发动机部件和喷嘴等。含钴的永久磁铁在电子、电气工业中有着重要作用。钴制成的耐酸、膨胀合金是重要的高压电阻材料和电镀材料。

有机和无机的钴盐用在油漆、搪瓷、陶瓷、染料、催化剂等。

放射性同位素钴 [illegible]用来治疗癌并在冶金部门用 [illegible]以检查金属铸件的裂缝。

二、主要矿物

已知的钴矿物和含钴矿物约 [illegible]种，多伴生于镍、铜、铁、铅、锌等矿床中，含量较低，主要矿物为：

辉砷钴矿 [illegible]含 [illegible]，

[illegible]一般

砷铁矿 [illegible]含 [illegible]，

[illegible]一般 [illegible]硫钴矿 [illegible]含 [illegible]

[illegible]一般

硫镍铁矿 [illegible]含 [illegible]以下

含 钴黄铁矿 [illegible]含 [illegible]以下

土状钴矿 [illegible]含 [illegible]

[illegible]一般

纤维柱石 [illegible]

钴华 [illegible]

三、一般工业要求

单独钴矿床一般分为砷化铁矿床、硫化钴矿床和钴土矿矿床三类，前两种工业利用

性能和工业要求大体相同。

项目	硫化钴（及砷化钴）	钴土矿
达界品位（钴，豫）	≥园■■■园	≥园■■■
工业品位（钴，豫）	≥园■■■-园■■■元	≥园■■■
边界含矿率（钴土矿：千克·辕米猿）		≥员
工业含矿率（钴土矿：千克·辕米猿）		猿-缘
可采厚度（米）	≥员	≥园■■■-员
夹石剔除厚度（米）	员	
剥离比		约员

注：①一般对钴土矿粒度要求大于 园■■■厘米，

②边界和工业含矿率系指钴土矿在矿层中的含量，

③边界和工业品位系指钴金属在钴土矿中的含量。

四、矿床实例

（一）广东昌江石碌矽卡岩型硫化铁矿床

矿石类型		边界品位（豫）		工业品位（豫）		小可采厚度（米）	夹石剔除厚度（米）
		钴	铜	钴	铜		
钴矿石		园■■■园		园■■■元	—	员（陡倾角）	
铜矿石	氧化矿	—	园■■原	—	园■■愿	员■■缘（缓倾斜）	圆
	原生矿	—	园■■■	—	园■■匝		

注：钴矿石中的铜、镍，以及铜矿石中的钴，均作为伴生组分回收，在主组分储量计算块段范围内有多少算多少。

（二）新疆托克逊库米什铜花山钴（原多金属矿床

元素名称	边界品位（豫）	最低工业品位（豫）		最小可采厚度（米）	电大夹石剔除厚度（米）	备注
		表内	表外			
钴	园■■■	园■■■元	园■■■-园■■■元	员	圆	
铜	园■■■园	园■■■园	员	圆		
锌	园■■■园	园■■■园	员	圆		

㘝）福建宁化淋滤型钻土矿床

大型致密片状及块状岩矿石可直接冶炼，网脉状角砾状的贫矿要选矿。

边界品位：　　悦澡园豫

工业品位：　　悦澡园豫

边界含矿率：钻土矿 员千克 辕米猿

工业含矿率：钻土矿 猿千克 辕米猿

可采厚度：　　园豫猿–员米

钻土矿粒度：大于 园豫猿厘米

剥离系数：　　小于 员

五、综合评价

钴除单独矿床外，大量分散在矽卡岩型铁矿钒钛磁铁矿。热液多金属矿、各种类型铜矿、沉积钴锰矿、硫化铜镍矿、硅酸镍矿等矿床中。其品位虽低，但规模往往较大，是提取钴的主要来源。

综合矿床伴生钴的评价指标尚无统一规定，一般选冶性能好的矿石，含钴品位大于园豫源豫，钴精矿　黄铁矿）的品位 园豫豫便有价值，如果金属矿床规模大，而矿石综合回收钴效果好，钴有多少算多少。

六、附录

钴硫精矿按化学成分，精矿分为六个等级，均按干矿品位计算。应符合以下规定：

等级	化学成分　豫）							
	悦澡 不小于	杂 不大于	杂质，不大于					
			悦怎	在灶	酝灶	杂	孕遭	粤泽
员	园豫	猿	园豫	园	园源	苑	园	园元
圆	园	园	园	园	园元	员	园	园愿
猿	园豫	园	园苑	园	园愿	员	园	园远
源	园远	园	员	园	园远	员	园	园远
缘	园豫	园	员	园	园远	员	园	园远
远	园	园	员	园	园远	圆	园	园远

注：粒度要求，全部通过水筛 愿园目

第八章　钨

一、性质和用途

钨是银白色熔点最高的金属，在 [illegible] 高温下，蒸汽压仍很低。钨的硬度大，高温强度好，其熔点 [illegible]，沸点 [illegible]，密度 （单晶钨） [illegible] 千克 [illegible] 米 [illegible]。在高温下直径 [illegible] 毫米钨丝的拉伸强度为每平方毫米 [illegible] 千克，在高温下的抗张强度超过任何金属，其导电性和导热性良好，散热系数低，导电率为 [illegible]。

钨具有很强的化学稳定性，耐腐蚀。常温下钨在空气中是稳定的，[illegible] 开始失去光泽，表面形成蓝黑色致密的三氧化钨（WO_3），呈保护膜，在 [illegible] 时，三氧化钨由三斜晶系转变为四方晶系，保护膜被破坏，在高于 [illegible] 的水蒸气中，钨氧化为二氧化钨。常温下钨不易被酸碱溶液和王水侵蚀，但可溶于硝酸和氢氟酸的混合酸中。氧化性熔盐，如硝酸钠等能迅速腐蚀钨。高温下钨与氯、溴、碘、一氧化碳、二氧化碳和硫等起反应，但不与氢起反应。

钨精矿用于生产金属钨、碳化钨、钨合金及化合物。

金属钨是电器工业及电子工业的重要材料。碳化钨基硬质合金，一般用于制造高速钻头，高速切削工具等。钨与铬、铁、钴组成耐热、耐磨合金用于制造切削刀具，金属表面硬化材料、燃气汽轮机叶片和燃烧管等。

钨与铌、钽、铝等组成难熔合金。高密度的钨、镍、铜合金用作防辐射的防护屏。钨铜和钨银合金用作电接触点材料，钨粉可烧结成各种孔隙度的过滤器。钨的一些化合物应用于颜料、油漆、橡胶、纺织、石油、化工等工业。

钨的用途还在不断扩大，特别是在尖端工业中，例如：宇航工业用作火箭喷嘴、喷管、离子火箭发动机的热离解器，核子工程用钨作盛液态金属的容器等。

二、主要矿物

目前已发现的钨矿物和含钨矿物有二十余种，其中具有工业价值的矿物有：

黑钨矿　[illegible]

白钨矿　[illegible]

三、一般工业要求

矿床类型 / 工业指标	石英大脉型	石英细脉带型	石英细脉浸染型	层控型	矽卡岩型
边界品位（单位待确定） 边界米百分值	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
工业品位（单位待确定） 米百分值	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
运用米百分值厚度（米）	[illegible]				
可采厚度（米）		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
夹石剔除厚度（米）		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

四、矿床实例

矿床类型	边界品位（单位待确定）	工业品位（单位待确定）	可采厚度（米）	夹石剔除厚度（米）
江西大吉山石英大脉型钨矿床	[illegible] 边界米百分值 [illegible]	[illegible] 最低米百分值 [illegible]	[illegible]	
江西盘古山石英大脉型钨矿床	[illegible]边界米百分值 [illegible]	[illegible]最低米百分值 [illegible]	[illegible]	
江西上坪石英细脉带型钨矿床	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
福建行洛坑石英细脉浸染型钨矿床	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
广东莲花山石英细脉浸染型钨矿床	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
湖南柿竹园石英细网）脉—云英岩—矽卡岩型钨多金属矿床	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible] 组分 [illegible]	[illegible]		

五、综合评价

钨矿床中伴生有用组分有锡、钼、铋、铜、铅、锌、锑、铍、钴、金、银、铌、钽、稀土、锂、砷、硫、磷、压电水晶和熔炼水晶、萤石等。但它们大多数组分对钨的冶炼工艺和钨制品为有害杂质。但经选冶富集综合回收，则可成为有用组分。

据我国目前生产技术经济水平，当钨矿床中伴生组分达到了下表中所列的含量时应注意综合评价。

元素或组分	含量　豫）	元素或组分	含量　豫）
悄怎	园眼豫	耕蝉钨	园眼员
在怎	园豫	晕蝉钨	园眼愿
孕遭	园眼圆-园眼簇	月蚕	园眼簇
悄燥	园眼员	杂遭	园豫
杂灶	园眼簇	缝蝉	园眼簇
酝燥	园员	耕蝉钨	园眼簇
月蚕	园眼簇	杂	圆

注：①钨矿石中的 粤怎、粤早、员钍、员燥、悄幽、陨灶、杂遭…等元素含量达到多少可回收，目前尚无成熟经验，在勘探中可与有关部门商定。

②耕蝉 钨和 晕蝉钨系指呈单矿物时的含量。

六、附录

（一）特级钨精矿国家标准 则月园眼豫-愿员

品种	宰钨不小于豫）	杂质，小大于　豫）														用途举例
		杂	孕	粤	酝	悄	酝	悄	杂	杂	云	杂	月	孕	晕	
黑钨特 原Ⅰ 原	苑园	园	园	园	—	猿	—	园	园	源	—	园	园	园	—	优质钨铁
黑钨特 原Ⅰ 原	苑园	园	园	园	—	源	—	园	园	缘	—	园	园	园	—	
黑钨特 原Ⅰ 原	远源	园	园	园	—	缘	—	园	园	苑	—	园	园	园	—	
黑钨特 原Ⅱ 原	苑园	园	园	园	园	园	—	园	园	猿	—	—	—	—	—	优质钨制品。特纯、化纯三氧化钨，仲钨酸铵。钨材，钨丝等
黑钨特 原Ⅱ 原	苑园	园	园	园	园	园	—	园	园	猿	—	—	—	—	—	
黑钨特 原Ⅱ 原	远源	园	园	园	园	园	—	园	园	猿	—	—	—	—	—	

续表

品种	宰韵[illegible]不小于豫）	杂质，小大于　豫）														用途举例
		杂	孕	粤泽	酝燥	怃葬	酝壮	怃怎	杂壮	杂[illegible]	云藻	杂遭	月蚤	孕遭	晕乩	
白钨特 原Ⅰ 原[illegible]	豫	苑	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	合金钢　直接炼钢）优质钨铁
白钨特 原Ⅰ 原[illegible]	豫	苑	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]
白钨特 原Ⅰ 原[illegible]	豫	苑	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]
白钨特 原Ⅱ 原[illegible]	豫	苑	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—	—	化质钨制品。特纯、化纯三氧化钨、仲钨酸铵、钨材，钨丝等
白钨特 原Ⅱ 原[illegible]	豫	苑	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—	—	
白钨特 原Ⅱ 原[illegible]	豫	苑	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—	—	

注：①表中“—”者为杂质不限。

②本标准不包括人造白钨，该产品另订标准执行。

③精矿中钽铌为有价元素，供方应报出分析数据。

④根据用户需要和资源特点，钨精矿特级品可自订企业标准执行。

⑤黑钨精矿特级品Ⅰ类产品中 杂遭　月蚤　孕遭的杂质要求和白钨精矿特级品Ⅱ类产品中 云藻　杂遭的杂质要求暂不作交货依据。但供方应报出分析数据。

仁）一、二级钨精矿国家标准 员[illegible]

品种	宰韵[illegible]不小于豫）	架质，小大于　豫）									用途举例
		杂	孕	粤泽	酝燥	怃葬	酝壮	怃怎	杂壮	杂[illegible]	
黑钨一级Ⅰ类	遥豫	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	[illegible]	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	钨铁
黑钨一级Ⅱ类	遥豫	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	硬质合金，触媒、钨材
黑钨一级Ⅲ类	遥豫	[illegible]	孕[illegible]粤泽 [illegible]		[illegible]	[illegible]	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	钨材，钨丝、硬质合金触媒
黑钨二级	遥豫	[illegible]	—	[illegible]	—	[illegible]	—	—	[illegible]	—	
白钨一级Ⅰ类	遥豫	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	钨铁、硬质合金
白钨一级Ⅱ类	遥豫	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	钨材、钨丝，硬质合金触媒
白钨一级Ⅲ类	遥豫	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	钨材、钨丝、硬质合金触媒
白钨二级	遥豫	[illegible]	—	[illegible]	—	—	[illegible]	—	[illegible]	—	

注：①表中 “—”者为杂质不限。

②精矿中钽铌为有价元素，供方应报出分析数据。

③供需双方在特需要求和互利原则上，标准中规定的个别杂质项目指标及其它要求　如铁、锑、药剂等）可协商解决。

④钨细泥、钨杂砂以及钨难选物料等产品按国家统一价格规定执行。

第九章　锡

一、性质和用途

锡是人类最早发现和使用的金属之一。其在常温下呈银白色。随温度变化锡有三种同素异形体，在 [illegible] 以下为 α 锡（灰锡），[illegible] 为 β 锡（白锡），[illegible] 以上为 γ 锡（脆锡）。比重 β 锡为 [illegible]，α 锡为 [illegible]）。熔点 [illegible]，沸点 [illegible]，摩氏硬度 [illegible] 锡具有展性强、防锈、耐腐蚀等特性。

锡的化学性质稳定，各种锡盐无毒。纯锡与弱有机酸作用缓慢，用于制造镀锡薄板，可作食品包装材料，也可用作某些机械零件的镀层。锡易于加工成管、箔、丝、条等，也可制成细粉，用于粉末冶金。锡能同许多金属形成合金，如巴比特合金、焊锡、锡青铜、铅锡轴承合金，活字合金等。还有许多含锡特种合金如锆基合金，在原子能工业中作核燃料包装材料，钛基合金用于航空、造船、原子能、化学、医疗器械等工业；铌锡可作超导材料；锡银汞合金用作牙科材料；锡的化合物分别用于陶瓷的瓷釉材料；印染丝织品的媒染剂，塑料热稳定剂；也可用作杀菌剂和杀虫剂。随着现代科学技术的发展，锡的用途越来越广泛。

二、主要矿物

在自然界中锡主要呈自然元素、金属互化物、氧化物、氢氧化物、硫化物、硫盐、硅酸盐、硼酸盐等形式存在。目前已发现锡矿物和含锡矿物五十余种，其中具有工业意义的主要矿物为：

锡石　[illegible]　含 [illegible]

黄锡矿　[illegible]　含 [illegible]

圆柱锡矿　[illegible]　含 [illegible]

硫锡铅矿　[illegible]　含 [illegible]

辉锑锡铅矿　[illegible]　含 [illegible]

三、一般工业要求

（一）原生锡矿

项目	要求	备注
边界品位　％）	圆.员－圆.圆圆	坑采矿体厚度小于可采厚度时应考虑以米百分值计算
工业品位　％）	圆.圆圆－圆.圆圆	
可采厚度	圆.员－员米	
夹石剔除厚度	圆米	

注：①本参考指标以全锡计算，适用于以锡石为主的矿床。

②当矿石中胶态锡、硫化锡等占一定比例时　（如云南个旧），要提高指标。

③以胶态锡、硫化锡为主的矿石，要按照采、选、冶技术经济条件另行制定指标。

（二）砂锡矿

项目	用化学分析法确定品位（锡石中锡）	用重砂、淘洗法确定锡石含量（锡石纯度 ％如云南个旧）
边界品位	％圆.圆圆圆	锡石　员圆圆－员％圆克／米猿
工业品位	％圆.圆圆圆	锡石　圆圆圆－猿圆圆克／米猿
可采厚度　米）	≥圆.％	≥圆.％
夹石剔除厚度　米）	≥圆	≥圆

四、矿床实例

（一）原生矿

矿区名称	边界品位（％）	最低工业品位（％）	最低可采厚度（米）	夹石剔除厚度（米）
广西大厂锡石—硫化物矿床	圆.圆％	圆.％	员	源
云南个旧松树脚锡石—硫化 物矿卡岩矿床	圆.员	圆.圆	圆.员	圆
广西栗木老虎头含锡花岗岩矿床	圆.圆％	圆.圆％	员	圆
广东阳春锡石—石英 脉型矿体	圆.员	圆.圆	圆.苑	圆

仁）砂锡矿

矿区名称	边界品位		最低工业品位		最低可采厚度	夹石剔除厚度
	化验（豫）	淘洗锡石克（豫）	化验（豫）	淘洗锡石克（豫）	米）	米）
云南个旧牛屎坡残坡积砂矿	园		园		园	圆
广东新会牛牯岭冲积砂矿		圆		猿		
广西望高冯屋排冲积砂矿		员		愿	员	圆
广西贺县新桂残坡积砂矿	园		园		员	圆

五、综合评价

原生锡矿中常伴生钨、铅、锌、铜、锑、铌、钽、铍、铋等，有时还有硫、砷和铁。砂锡矿中通常共生、伴生有自然金、黑钨矿、白钨矿、独居石、金红石、褐钇铌矿、白铅矿、闪锌矿、黄铜矿、方铅矿等有用矿物，以及铌、钽等稀有元素，应注意有综合评价。

六、附录

锡精矿质量标准　每月修订一次

类别	品级	锡（豫）不小于	杂质　不大于（豫）					
			杂	粤	尸	在	杂	云
一类	一级品	远	园	园	园	园	园	缘
	二级品	远	园	园	园	园	园	苑
	三级品	缘	园	园	园	园	园	怨
	四级品	缘	园	远	园	园	园	员
	五级品	源	员	园	园	园	园	员
	六级品	源	员	园	园	园	园	员
	七级品	猿	员	员	园	员	园	员
	八级品	猿	员	员	园	员	园	员

续表

类别	品级	锡　豫）不小于	杂质　　不大于　豫）					
			杂	粤孚	月蚤	在壮	杂遭	云藻
二类	一级品	迈豫	员圃	园圃原	园圃原	园圃愿	园圃原	缘
	二级品	迈园	员豫	园豫	园豫	园豫	园郧	苑
	三级品	缘豫	圆圃	员圃	园圃匝	员圃	园圃匝	怨
	四级品	缘园	圆豫	员豫	园圃愿	员圃	园圃苑	员园
	五级品	源豫	猿圃	圆圃	员圃	员圃原	园圃愿	员豫
	六级品	源园	猿豫	圆豫	员圃	员圃匝	园豫	员远
	七级品	猿豫	源圃	猿豫	员圃原	员圃愿	员圃	员苑
	八级品	猿园	缘圃	源圃	员豫	圆圃	员圃	员愿

注：①一类是直接入炉锡精矿产品；二类是冶炼前需加工处理的锡精矿产品。

②锡精矿中铅、钨为有价元素，应报出分析数据。

③自产自用锡精矿产品，可自订企业标准执行。

第十章　钼

一、性质和用途

铝是一种银白色金属，熔点 [illegible]，沸点 [illegible]，比重 [illegible]）。其物理化学性质与钨相似，在高温下的蒸气压很低，蒸发速度小。钼的特殊性能是导电性和导热性强，膨张系数小，约为铜膨胀系数的 [illegible]，硬度和强度极限比钨低，加工性能稳定，受压较易加工，在没有氧化剂的条件下，钼对无机酸具有突出的耐腐蚀性能，但在稀硝酸、沸腾的盐酸和热的王水，[illegible]的浓硫酸以及氢氧酸和硝酸的混合物中，能迅速地被溶解，在空气中温度大于 [illegible]时，钼极易氧化。

钼主要应用于治金工业，用作生产各种合金钢的添加剂，并能与钨、镍、钴、锆、钛、钒、铼等组成高级合金，可提高其高温强度、耐磨性和抗腐性。钼和镍铬的合金用于制造飞机的金属构件，机车汽车上的耐蚀零件。钼和钨、铬、钒的合金钢适用于制造高速切削的刃具、军舰的甲板，坦克、枪炮、火箭、卫星等的合金构件和零部件。

金属钼大量用作高温电炉的发热材料和结构材料，真空管的大型电极和栅极，半导体及电光源材料，因钼的热中子浮获截面小及具高持久强度，还可用作核反应堆的结构材料。

钼的化合物，主要用作催化剂和催化剂的活化剂，润滑剂。颜料、染料、涂料、陶瓷玻璃、农业肥料等方面也有广泛的用途。

二、主要矿物

自然界中已知的钼矿物及含钼矿物约有 [illegible]种，其中具有工业价值的是辉铝矿 [illegible] 含 [illegible]

其它较常见的含钼矿物还有：

铁钼华 [illegible] 含 [illegible]

钼 华 [illegible] 含 [illegible]

钼钙矿 [illegible] 含 [illegible]

钼铅矿 [illegible] 含 [illegible]

胶硫钼矿 [illegible] 含 [illegible]

蓝钼矿 [illegible]

三、一般工业要求

指标 / 矿石类型及开采方式 / 项目	硫化矿石	
	露采	坑采
边界品位（[illegible]）	[illegible]	[illegible]–[illegible]
工业品位（[illegible]）	[illegible]	[illegible]–[illegible]
可采厚度（米）	≥圆–源	≥员–圆
夹石剔除厚度（米）	≥源–愿	≥圆–猿

四、矿床实例

矿床类型	边界品位（[illegible]）	工业品位（[illegible]）	可采厚度（米）	夹石剔除厚度（米）	备注
陕西金堆城斑岩型钼矿床	[illegible]	[illegible]	圆	源	
辽宁杨家杖子矽卡岩型钼矿床	[illegible]	[illegible]	员	猿	
广东白石障脉型钼钨矿床	[illegible]；[illegible]	[illegible]；[illegible]	[illegible]	源	细脉型 薄脉型

五、综合评价

钼矿石中常伴有钨、铋、铜、铅、锌、钴、铁、金、铌、钪、铼、铟、硒、碲、铀、硫等，尤其是铼主要伴生在辉钼矿中，为炼取钼时的重要副产品，当铝矿床伴生组分达到下表含量要求时应注意综合评价。

元素	含量（[illegible]）
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

续表

元素	含量　(豫)
在壮	园圆原
云藻	员园
杂	员
尸蚤	园圆圆猿
砸藻	员园园园

六、附录

本标准适用于经过选矿所得钼精矿产品，供生产氧化钼块、钼铁、钼盐及金属钼等用，钼精矿的技术要求按化学成分，分为三个品级九个品种，以干矿品位计算应符合下表的规定。

精矿的质量标准　则月猿圆园-愿园

品级	种类	酣燥　(豫) 不小于	杂质含量　不大于　(%)						
			杂蚤园	粤泽	杂壮	孕	怀怎	孕遭	怀糟钓
特级	一类	缘员	劣圆园	园圆圆豫	园圆圆原	园圆圆猿	园圆圆园	园圆圆园	园圆圆园
	二类三	远员	愿圆豫	园圆圆猿	园圆圆园	园圆圆园	园圆圆园	园圆圆豫	员圆圆园
	类	缘员	缘圆园	园圆圆园	园圆圆园	园圆圆豫	园圆圆园	园圆圆园	员圆圆园
一级	一类	源苑	怨圆园	园圆圆苑	园圆圆苑	园圆圆豫	园圆圆园	园圆圆园	猿圆圆园
	二类	源苑	员圆圆园	园圆圆豫	园圆圆豫	园圆圆猿	园圆圆园	园圆圆园	圆圆圆园
	三类	源苑	远圆园	园圆圆园	园圆圆豫	园圆圆园	员圆圆园	员圆圆园	员圆圆园
二级	一类	源豫	员圆圆园	园圆圆苑	园圆圆苑	园圆圆苑	园圆圆园	园圆圆园	猿圆圆园
	二类	源豫	员圆圆园	园圆圆远	园圆圆远	园圆圆原	园圆圆园	园圆圆园	圆圆圆园
	三类	源豫	远圆园	园圆圆豫	园圆圆豫	园圆圆豫	员圆圆园	员圆圆园	圆圆圆园

注：①表中一类、二类系利用浮选方法生产的钼精矿产品，三类系锡、钨、钼等多金属矿综合回收的钼精矿产品。

②铝精矿中铼为有价元素，供方应报出分析数据。

第十一章　铋

一、性质和用途

铋是灰白带粉红色的金属，熔点较低并且易挥发，熔点为 [illegible]，沸点 [illegible]。铋在凝固时体积增大，膨胀率为 [illegible]。此外铋性脆，室温下铋在湿空气中轻微氧化，加热到熔点则燃烧生成三氧化二铋 [illegible]。铋同盐酸作用缓慢同硫酸反应放出 [illegible] 同硝酸反应生成硝酸盐。

铋在航空工业上用作制造飞机上的薄质软管及雷达设备的零件，铋和锡、锑、铜的合金是一种低熔合金，制造轴的衬里，在消防和电气安全装置上有特殊的重要性。由于铋具有凝固时体积膨胀的特性，所以制作的合金铅字冷凝后可以充满铸模，铋还用来制造热电偶。

铋在医药上可制收敛剂及消炎药等，铋的化合物还用来制作有色玻璃。

二、主要矿物

辉铋矿　[illegible]
泡铋矿　[illegible]
铋华　[illegible]
自然铋　[illegible]
方铅铋矿　[illegible]
菱铋矿　[illegible]
铜铋矿　[illegible]

含 [illegible]
含 [illegible]
含 [illegible]
含 [illegible]
含 [illegible]

三、一般工业要求

铋的单独矿床很少，铋铅、锌、钨、钼、铜、锡等矿伴生。铋在单独开采时的最低工业品位为：铋 [illegible]。

四、矿床实例

广东英德长岗岭石英脉型铋矿床
辉统—黄铁矿石英大脉型矿床

边界品位：
块段最低平均品位：
最低可采厚度：
夹石剔除厚度：

五、综合评价

铋的主要来源是在处理铜、铅、锌、钼、镍等多金属矿石时作为伴生组分而回收的。因此应注意综合评价。

（一）广东棉土窝钨矿床

边界品位：
矿块最低平均品位：
矿区最低平均品位：
最低可采厚度：
伴生组分最低平均品位的要求：

（二）湖南郴县天鹅塘铅锌铋多金属矿

表外边界品位：
表内边界品位：
最低工业平均品位：
最低可采厚度：
最大夹石厚度：
伴生有益元素：

六、附录

铋精矿质量标准　[illegible]

品级	铋，不小于 豫）	杂质，不大于　豫）		
		粤泽	猿圆	宰韵猿
一	远园	园酝豫 员酝园*	圆	猿
二	缘园	员酝园	猿	猿
三	源园	员酝园	源	猿
四	猿豫	员酝豫	源	猿
五	猿园	员酝豫	缘	猿
六	圆豫	圆酝园	愿	猿
七	圆园	猿酝园	怨	源
八	员豫	不限 员园	源	

注：①＊系指氧化铋中砷的含量；

②供方应报出硫、铁分析数据，但不作考核依据；

③铋精矿中的银、铅、碲为有价元素，供方应报出数据。

第十二章　汞

一、性质和用途

汞又称水银，是常温下唯一呈液态的银白色金属，[illegible]时凝成固体，比重[illegible]以其特异的物化性能广泛用于化学、电气、仪表及军事工业，也用于医药。

汞的蒸气压变化幅度显著，蒸气导电并产生绿色及紫外线光谱。汞在电气和仪器工业上主要用来制造紫外光灯、水银灯、水银真空泵、反光镜、交通信号灯的自动控制器，汞盐、干电池、蓄电池、水银整流计、汞槽、温度计、气压计及其它的测量控制仪器。

汞的化合物在化学工业上可制皮革和植物的防霉剂、木材防腐剂、防腐油漆，在基本化学工业中，当由乙炔制造乙醛时使用硫酸汞作催化剂。电解食盐制造苛性钠时，用汞作阳极。还广泛用作船舶水下部分用的颜料等。汞的硝酸盐曾长期用于生产雷管及引火帽等爆炸物。农业上用汞的化合物作种子的媒染剂。医学上用汞作升汞、甘汞、各种药膏的组成部分，医牙汞膏等，并可用于各种医学仪器。此外还用于精密铸件的铸模，钚原子反应堆的冷却剂、镉基轴承合金等。

辰砂为色泽鲜艳的重矿物，是高档颜料、其中粒度大者称珠宝砂，用于激光技术等方面：与叶腊石共生者称鸡血石，可作珍贵印章等工艺品料石。

二、主要矿物

自然界已知的汞矿物和含汞矿物约二十多种，主要的有以下几种：

自然汞　[illegible]
辰砂（黑辰砂）　[illegible]
灰硒汞矿　[illegible]
辉汞矿　[illegible]
碲汞矿　[illegible]
甘汞　[illegible]
氯汞矿　[illegible]
黄氯汞矿　[illegible]
橙红石　[illegible]

含[illegible]
含[illegible]
含[illegible]
含[illegible]
含[illegible]
含[illegible]
含[illegible]
含[illegible]
含[illegible]

三、一般工业要求

边界品位：　　园圆圆源豫

工业品位：　　园圆源员–园圆园豫

可采厚度：　　≥园圆源员员米

夹石剔除厚度：　　≥圆员源米

以上指标用于圈定矿体。

由于汞矿勘探一般只能圈定含矿体，上列指标则用于勘探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。

评价含矿体时按含矿系数与品位乘积提出要求，即：含矿系数 伊矿体平均品位≥园圆圆源

若矿体平均品位低于最低工业要求，则列为表外储量。

注：①边界品位的要求用于单样及单工程，最低工业品位用于块段，其下限用于规模较大、矿山开采条件和建设条件较好的矿床；最低可采厚度及夹石剔除厚度下限用于陡倾斜矿床；反之均用上限。矿体厚度小于最低可采厚度时用米百分率　厚度 伊品位）确定指标。

②普查评价阶段，必须认真研究矿床经济评价问题。鉴于当前的生产实况，矿床的平均品位应达 园圆圆员–园圆圆豫，才宜进一步部署详细地质工作。

四、矿床实例

矿床类型		边界品位豫）	工业品位豫）	最低可采厚度　米）	夹石剔除厚度米）	含矿系数
褶皱类型	贵州务川木油厂矿床	园圆圆源	园圆圆源	员	≥圆	
断裂类型	贵州丹寨宏发厂矿床	园圆圆源	园圆圆源	园圆豫	≥圆	跃园圆员
	陕西旬阳公馆矿床	园圆圆源	园圆圆源	园圆豫	≥员	跃园圆猿
	广西南丹益兰矿床	园圆圆源	园圆圆源	园圆豫	≥圆	

五、综合评价

汞矿常伴生有分散元素硒、放射性元素铀等在普查勘探中应注意综合评价，同时对具有综合利用价值的共生矿产或上覆、下伏的有用矿产，阐明其矿物种类，含量变化，分布规律及其回收情况等。

一定数量的砷在冶炼时会随辰砂升华而降低水银的纯度，一定数量的辉锑矿也易于结焦而影响汞回收率；因此，评价中要确定其含量，搞清伴生组分对矿石加工的有益或不利影响。

六、附录

朱砂质量标准　[illegible]

等级	硫化汞不小于　豫）	杂质　硒）不大于　豫）
特	[illegible]	[illegible]
员	[illegible]	[illegible]
圆	[illegible]	[illegible]

注：①特级朱砂粒度规定 缘毫米以上，如用户对粒度有特殊要求，可与生产厂协商解决。

②各级朱砂除硒以外的杂质，如用户有特殊要求，可与生产厂协商议定。

湿法朱砂质量标准　[illegible]

品级	硫化汞　豫）不大于	杂质不大于　豫）	
		[illegible]	[illegible]
一	[illegible]	[illegible]	[illegible]
二	[illegible]	[illegible]	[illegible]

注：①产品不得混入机械混合物

②产品表面应清洁，洗涤液静置后清应澈透明，其 责H 值与当地天然水 责H 值之差应小于 [illegible]

第十三章　锑

一、性质和用途

锑是一种银白色脆性金属，在常温下是一种耐酸物质，其比重 远圆园、溶点 远猿园益、沸点 员缘园园益。

锑产品主要为精锑及锑的化合物，即三氧化二锑（锑白）、三硫化锑（生锑）。

精锑含锑量为 怨怨豫以上，主要用于生产锑铅合金。其中大量用于蓄电池极板（一般含铅 圆豫）、轴承（主要为铅锑锡合金）印刷活字（含铅 远园豫、锑 员园豫、锡 圆豫）、硬铅（一般含铅 苑园豫、锑 远豫）、不列颠合金（以锡为主，加入铜、锑、铅、铋等）、家庭用具合金、海底电缆包皮、军事工业上制造枪弹、炮弹的弹头；高纯度的锑用于电子工业制造半导体及热电装置。

二、主要矿物

已知锑矿物和含锑矿物 员园多种，但具有工业利用价值的矿物仅有十种。辉锑矿是主要锑矿物。

辉锑矿　Sb_2S_3　含 Sb 苑园豫

方锑矿　Sb_2O_3　含 Sb 愿猿豫

锑　华　Sb_2O_3　含 Sb 愿猿豫

锑赭石　$Sb_2O_3 \cdot Sb_2O_4$　含 Sb 苑园豫

黄锑华　Sb_2O_4（近似）　含 Sb 苑园豫

硫氧锑矿　Sb_2O_2S　含 Sb 苑园豫

天然锑　Sb　含 Sb 员园园豫

硫汞锑矿　$HgS \cdot Sb_2S_3$　含 Sb 员园豫

脆硫锑铅矿　$2PbS \cdot Sb_2S_3$　含 Sb 员缘豫

黝铜矿　$3Cu_2S \cdot Sb_2S_3$　含 Sb 圆园豫

三、一般工业要求

边界品位：　含 Sb 园郾员豫

工业品位：　含 Sb 员豫

可采厚度：　≥员米

夹石剔除厚度：　　≥圆米

我国锑矿石往往与金、钨、铅、锌、汞，以及锡、铜、铋、砷、硫、铁、镍、钴、锰、镉、铂、钯、钌、硒等相伴生。当杂质砷超过 园颗粒豫，铁超过 园颗粒豫、硫超过 园颗粒豫、铜超过 园颗粒豫，或则杂质总量超过 园颗粒豫时，不符合我国金属锑标准化学成分的工业要求，则要系统地加以查定。

四、矿床实例

矿床类型	边界品位豫）	工业品位豫）	可采厚度米）	夹石剔除厚度　米）	含矿系数	米百分值
贵州晴隆大厂锑矿田似层状矿床	跃园颗粒	员颗粒	员	圆	园颗粒	辕
安徽东至花山锑矿小型脉状矿床	园颗粒	块段 员颗粒 矿区 猿颗粒	员	圆	辕	辕

五、综合评价

我国锑矿床多系单金属矿床，近年锑多金属共生矿床有所增加，锑多与钨、金、汞或铅、锌共生，凡在选矿、冶炼中具有综合回收价值者，要做好综合评价。

湖南沃溪锑、金、钨矿床

属热液充填型，为中低温热液石英脉型锑、金、钨矿床，具有易选、易炼等特点，各项经济技术指标较好。

工业要求	锑　纵遭	金　粤恣	钨　辕骗辕
边界品位 工业品位	园颗粒豫 员豫	圆克 辕吨 源克 辕吨	园颗粒豫 园颗粒豫
可采厚度　米）	≥园颗粒		

六、附录

锑精矿质量标准　　

本标准适用于经选矿所得的商品锑精矿，主要作锑品生产用。

技术条件

按矿石类型和化学成分，锑精矿分为硫化矿、混合矿和氧化矿三大类，前两大类又

分为粉精矿和块精矿两种。以干矿品位计算，应符合以下品级规定。

员圆硫化锑精矿　硫化锑中的含锑量与精矿中总含锑量之比大于 愿缘豫）

类别	品级	锑不小于 豫）	杂质不大于　豫）	
			砷	铅
粉精矿	一级	缘缘	园韵匝	园韵缘
	二级	源缘	园韵匝	园韵缘
	三级	猿缘	园韵原	园韵缘
	四级	猿园	园韵原	园韵缘
块精矿	一级	远园	园韵匝	园韵缘
	二级	缘园	园韵匝	园韵缘
	三级	源园	园韵原	园韵缘
	四级	猿园	园韵原	园韵缘
	五级	圆园	园韵圆	园韵远
	六级	员园	园韵圆	园韵远

圆圆混合锑精矿　硫化锑中的含锑量与精矿中总含锑量之比在 员缘-愿缘范围内）

类别	品级	锑不小于 豫）	杂质不大于　豫）	
			砷	铅
粉精矿	一级	缘缘	园韵匝	园韵缘
	二级	源缘	园韵匝	园韵缘
	三级	猿缘	园韵原	园韵缘
	四级	猿园	园韵原	园韵缘
块精矿	一级	远园	园韵匝	园韵缘
	二级	缘园	园韵匝	园韵缘
	三级	源园	园韵原	园韵缘
	四级	猿园	园韵原	园韵缘
	五级	圆园	园韵圆	园韵远
	六级	员园	园韵圆	园韵远

猿圆氧化锑精矿　硫化锑中的含锑星与精矿中总含锑量之比小于 员缘豫）

类别	品级	锑不小于 豫）	杂质不大于　豫）	
			砷	铅
块精矿	一级	远园	园韵匝	园韵圆
	二级	缘园	园韵匝	园韵圆
	三级	源园	园韵原	园韵缘

注：锑精矿中含金量达到工业晶位时，应报出分析数据。

第二篇

黑色金属矿产

第一章　铁

一、性质和用途

铁为银灰色的金属。常见铁的化合物主要为正二价、正三价，个别为正六价，其中以正三价的化合物最稳定。铁的熔点为 [illegible]，沸点 [illegible]，单质铁是具有光泽的白色金属，有铁磁性，是最重要的基本结构材料，其化学性质为中等活泼性的金属，在高温下易和氧、硫、氯等非金属发生强烈反应，易溶于稀的无机酸溶液和浓盐酸溶液中，金属铁能被浓碱溶液侵蚀。

铁是钢铁工业的基本原料，广泛应用于国民经济的各个部门和人民日常生活的各个方面。铁矿石可冶炼成生铁、熟铁、铁合金、炭素钢、合金钢、特种钢等。纯磁铁矿还可作合成氮的催化剂。

二、主要矿物

铁在自然界中，大多呈铁的氧化物、硫化物和含铁碳酸盐及含铁硅酸盐等矿物，但在当前的技术经济条件下，具有工业利用价值的矿物主要有以下几种：

磁铁矿　[illegible]　含 [illegible]

赤铁矿　[illegible]　含 [illegible]

镜铁矿　[illegible]　含 [illegible]

菱铁矿　[illegible]　含 [illegible]

褐铁矿　[illegible]　含 [illegible]

针铁矿　[illegible]　含 [illegible]

三、一般工业要求

（一）炼钢用铁矿石　原称平炉富矿）

矿石类型	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
磁铁矿石 或赤铁矿石	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

矿石入炉块度：

平炉一般为 圆豫-圆载毫米；

转炉一般为 员园-缘园毫米。

（二）炼铁用铁矿石　原称高炉富矿）

矿石类型	栽藻豫）	杂豫）	杂豫）	孕豫）	其它有害杂质豫）
磁铁矿石、赤铁矿石	≥缘园	≤园酝豫	≤园酝豫		怀怎≤园酝员-园酝圆 孕遭≤园酝员 在杂≤园酝豫-园酝员 杂杂≤园酝愿 云≤员酝圆 粤≤园酝源-园酝苑
褐铁矿石、菱铁矿石①	≥缘园	≤园酝豫	≤园酝豫		
自熔性矿石	≥源园	≤员园	≤园酝豫	≤园酝豫	

注：炼铁用铁矿石人炉块度：一般为 猿-源园毫米。

①表中所列组分的含量，是指扣除烧损折算后的含量。

按所炼生铁品种的不同，对铁矿石含磷另有不同要求：

酸性转炉炼钢生铁：　≤园酝豫

碱性平炉炼钢生铁：　园酝豫-园酝怎豫

碱性侧吹转炉炼纲生铁：　园酝圆-园酝员豫

托马斯生铁：　园酝员-员酝圆豫

普通铸造生铁：　园酝豫-园酝豫豫

高磷铸造生铁：　园酝豫-园酝员豫

炼铁用铁矿石及铁精矿粉按造渣组分的酸碱度可划分为：

碱性矿石　怀蚤/在蚤）　辕　在蚤/栽藻圆　垣粤造　跃员圆

自熔性矿石　怀蚤/在蚤）　辕　在蚤/栽藻圆　垣粤造

越园酝愿原员酝圆

半自熔性矿石　怀蚤/在蚤）　辕　在蚤/栽藻圆　垣粤造

越园酝愿原园酝员

酸性矿石　怀蚤/在蚤）　辕　在蚤/栽藻圆　垣粤造　约园酝豫

属于造渣组分的还有：运）　曾）　栽藻圆　月）　由于其含量一般很低，因而计算比例时没有加入。在地质勘探阶段。对提供直接入炉使用的矿石，都要查明造渣组分含量。当矿石中 在）　粤造　都很低时，可以采用 怀蚤/栽藻圆 来确定酸碱度。

㘝）需选矿石

矿石工业类型	鞋藻 豫）	
	边界品位	工业品位
磁铁矿石	圆囿	圆豫
赤铁矿石	圆豫	圆原则囿
菱铁矿石	圆囿	圆豫
褐铁矿石	圆豫	猿囿

员、如果矿石易采、易选，经济效果好，或含有可以综合回收的伴生组分时，则全铁　鞋藻 品位要求还可以低些，如果矿石中硅酸铁、硫化铁、铁白云石含量较高时，其全铁　鞋藻 品位要求则应适当提高；

圆、矿石工业类型均以铁矿石中含铁量占全铁　鞋藻 愿豫以上的某种含铁矿物来命名；

猿、磁铁矿石、赤铁矿石是采用磁性铁　酝藻 对全铁　鞋藻 的占有率进行划分，其标准为：

酝藻鞋藻≥愿豫　　磁铁矿石

酝藻鞋藻愿豫—员豫　　混合矿石

酝藻鞋藻≤员豫　　赤铁矿石

源、如矿床中矿石物质成分比较简单，铁矿石中硅酸铁、硫化铁及铁白云石等含铁量约猿豫，主要铁矿物为磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿，也可采用传统的磁性率法，即用鞋藻∶藻的比值来划分矿石工业类型。鞋藻∶藻≤圆时为磁铁矿石。

由于某些矿石中的半假象赤铁矿在弱磁选时也可被选出，其 鞋藻∶藻的比值虽 跃圆时，磁选效果仍较好，故亦可将其划归属磁铁矿石类型之中。因此，要求在采用 鞋藻∶藻的比值划分矿石类型时，还要用磁性铁占有率方法进行检验。

对于可采厚度及夹石剔除厚度的要求，目前大、中型露天铁矿生产要求，可采厚度为 圆—源米，夹石剔除厚度为 员—圆米，甚至还要大一些；地下开采要求可采厚度为 员—圆米，夹石剔除厚度 员米。

有害杂质会影响生铁、钢的质量或防碍生产效率。因此，对直接入炉冶炼的富矿，需限制其含量。当有害杂质超过要求时，需选矿使用或做配矿用。

二氧化硅　（藻燥圆）：含量高时增加渣量和粘度。藻燥圆每增高 员豫，焦比将增加 员—员圆豫，产量降低 员圆—员猿豫。

硫　杂：是钢中最有害的元素，使钢产生 “热脆性”，减少钢的韧性和塑性。

磷　杂：能使钢的强度和硬度增加，在冷加工中易于断裂，称 “冷脆性”。

砷　粤泽：能使钢产生 “热脆”和 “冷脆”，给轧钢生产带来困难。高炉逸出的砷蒸

气污染环境。

锡　杂质：高炉条件下易被还原。熔于钢中后，因锡熔点低，热轧时，钢材表面易产生裂纹。

铅锌　杂质：铅的渗透能力强，对炉底有破坏作用，铅蒸气遇冷于炉衬结瘤，影响高炉冶炼的顺行，还污染环境；锌在低于 [illegible] 时冷凝堆积而成氧化锌炉瘤，还能使炉衬产生裂纹，缩短炉体寿命。

铜　危害：铜的有害作用是在加热中产生“热脆性”。当矿石中含铜大于 [illegible] 时需选矿处理，综合回收。

四、矿床实例

上述一般工业指标是近几年根据矿山、冶炼方面的实际资料总结出来的，已用于新近勘探的一些铁矿区。而现在生产的老矿山仍沿用原指标，现选择一些分列如下。

（一）河北中关、西郝庄、崔石门接触交代型磁铁矿床

矿石类型	基本[illegible]）		有害杂质允许含量≤[illegible]）			块度（毫米）
	边界品位	工业品位	杂	孕	[illegible]	
平炉富矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	≥[illegible]
高炉低硫富矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
高炉高硫富矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
低硫自熔矿石	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
高硫自熔矿石	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
贫矿	[illegible]	[illegible]	—	—	[illegible]	—

可采厚度：富矿、贫矿均≥[illegible]米

夹石剔除厚度：[illegible]米　有的区段为 [illegible]米）

依据　[illegible] 的比值确定矿石类型，当比值大于 [illegible] 的为碱性矿石；比值为 [illegible] 的为自熔性矿石；比值为 [illegible] 的为半自熔性矿石。

硅酸铁大于 [illegible] 时，要相应提高全铁要求。

仁）辽宁弓长岭受变质沉积铁矿床

矿石类型	栽藻≥　豫）		有害杂质允许含量≤　豫）			备注
	边界品位	块段平均品位	杂	孕	杂圆	
平炉富矿	缘圆	缘愿	圆酝豫	圆酝豫	员圆	炼钢用铁矿石
高炉富矿①	源圆	源豫	圆酝	圆酝圆		
磁铁贫矿	圆圆	圆愿-猿圆				
赤铁贫矿	圆豫	圆员-猿圆				

①现称炼铁用矿石，表中所列 栽藻品位要求是未扣除烧损的。

可采厚度：富矿 员米，贫矿 圆米

夹石剔除厚度：富矿 员米，贫矿 圆米

巨）河北水厂受变质沉积铁矿床

矿石品级	边界品位　栽藻豫）	块段品位　栽藻豫）
原生矿　磁铁矿）	圆圆	圆豫
氧化矿　赤铁矿）	圆圆	圆愿

原生矿与氧化矿的划分标准暂采用磁性率 猿酝豫 待取得选矿试验结果后，再最后确定。

由于矿石 杂 孕含量普遍很低，且需经选矿方能利用，所以指标中对 杂 孕 杂圆均未提限量要求。

最小可采厚度：圆米

夹石剔除厚度：员米

肆）湖北长阳马鞍山沉积铁矿床

可采厚度：富矿 ≥圆酝豫米

贫矿 ≥圆酝豫米

夹石剔除厚度：圆酝豫米

互层矿：富矿主矿层 跃圆酝豫米

各层合并厚度 跃圆酝豫米

夹石剔除厚度：约员米
贫矿主矿层：　跃园圈米
各层合并厚度：跃员米
夹石累积厚度：约员米

矿石类型		耘藻≥　豫）		有害杂质允许含量≤　豫）		
		边界口位	块段平均品位	杂	孕	杂蚤圈
赤铁矿	护富矿	源园	源豫	园藻	一	
	贫矿	圆豫	猿园	园藻	一	
菱铁矿	高护富矿	猿园	猿豫	园圈	园藻豫	
	贫矿	圆园	猿园	园圈	园藻豫	

五）江西永平铁帽型铁矿床

边界品位：　　耘藻≥圆豫
工业品位　指单工程）：　　耘藻≥猿园豫
可采厚度：　　员米
夹石剔除厚度：　圆米
按上列指标圈矿体，凡块段平均品位≥源园豫者列为富矿；≤源园豫列为贫矿。

六）贵州炉山铁矿苦李井矿段沉积结核状菱铁矿床

矿石品级	耘≥　豫）		孕 豫）	杂　豫） 指精矿）
	边界品位	块段平均品位		
富矿	猿园	猿豫	约园藻豫	约园圈
贫矿	圆园	圆豫		

七）陕西大西沟铁矿床

矿石种类	矿石类型		栏目名称（像）	
	划分标准 栏目名称	类型名称	边界品位	工业品位
菱铁矿	约占矿体	菱铁型 贫　矿	≥	≥
	占矿体-占矿	磁铁—菱铁型 贫　矿	≥	≥
	跃占矿	磁铁型 贫　矿	≥	≥

可采厚度：　　米
夹石剔除厚度：　　米
菱铁矿层中分采厚度：　　米

八）广东大宝山矿区一号矿体

矿石类型	品级	栏目名称（像）	
		边界品位	块段平均品位
残积褐铁矿	富矿	≥	≥
	贫矿	≥	≥
	土状矿	≥	≥

坡积褐铁矿：　　栏目名称无
含矿率：　　
菱铁矿（富矿）：栏目名称≥
（贫矿）：栏目名称≥
可采厚度：　　≥　　米
夹石剔除厚度：　　≥　　米

九）四川攀枝花钒钛磁铁矿床

高品位：　　栏目名称≥

中品位：　　栽蔼藻≥猿缘豫

低品位：　　栽蔼藻≥圆缘豫

表外矿石：　　栽蔼藻≥员缘豫-圆缘豫

矿石可采厚度：≥圆米

夹石剔除厚度：≥圆米

五、综合评价

铁矿床中常伴生有钒、钛、钴、铜、镍、铅、锌、锡、铬、钼、硫、磷、镓、锗、硼、铂族元素、稀有稀土元素及铀等。不同的矿床伴生有不同的组分。一些组分当其超过一定限量时，成为有害组分，但若这些有害组分通过选、冶途径可以分离出来综合回收时，它又变成了有用组分。因此，在铁矿勘探过程中需查明伴生组分的含量，赋存状态分布规律，综合利用途径、回收的难易程度等，以便作出确切的评价。

铁矿床中的伴生元素达到下表的含量要求时，即应注意综合评价。

当某些矿床中的伴生组分，其含量虽低于下表的要求，但在选矿后的尾矿中能高度富集时，也应进行评价。

元素或组分	悄燥	悄怎	暴蚤	孕遭	在杜	酝燥
含量　豫）	园酝园	园酝员-园酝园	园酝员-园酝园	园酝园	园酝豫	园酝园
元素或组分	杂	灾韵	孕韵	哉	杂杜	耘韵
含量　豫）	圆-源	园酝豫-园酝园	员-圆	园酝园豫	园酝员	缘

第二章　锰

一、性质及用途

锰是银白色脆性金属，比重 [illegible] 熔点 [illegible]，沸点 [illegible]；纯锰在常温下不被氧、氮、氢侵蚀，锰不能单独构成结构材料使用，主要用于冶金工业，特别是钢铁生产中，锰具有脱氧、脱硫及调节　如阻止钢的粒缘碳化物的形成）作用；增加钢材的强度、硬度、耐磨性、韧性、可淬性、锰可制造高锰钢　含 [illegible]）如高碳高锰耐磨钢、低碳高锰不锈钢、中碳高锰无磁钢、高锰耐热钢。锰还可与铜、镍、铝、镁制造合金，是耐热耐蚀材料。在其它工业上锰的用途亦很广泛。二氧化锰在干电池中作消极剂；在有色金属湿法冶金，氢醌　对苯二酸）生产、铀的提炼上作氧化剂；在陶瓷和搪瓷工业中作氧化剂和釉色；在玻璃工业用于消除杂色和制作装饰玻璃。化学工业上生产的硫酸锰、高锰酸钾、碳酸锰、氯化锰、硝酸锰、一氧化锰等，是化学试剂、医药、焊接、油漆、合成工业等的重要原料。锰的硅酸盐 原蔷薇辉石　粉翠）是工艺品的原料。

二、主要矿物

锰以氧化物、氢氢化物、硫化物、碳酸盐、硅酸盐和硼酸盐状态产出，目前已知锰矿物和含锰矿物 [illegible]种，其主要矿物如下：

硬锰矿	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]
隐钾锰矿	[illegible]	[illegible]
		[illegible]
钡硬锰矿	[illegible]	[illegible]
		[illegible]
铅硬锰矿	[illegible]	[illegible]
		[illegible]
复水锰矿 （偏锰酸矿）	[illegible]	[illegible]
软锰矿	β—[illegible]	[illegible]
恩苏塔矿	[illegible]	
	[illegible]	[illegible]
斜方软锰矿 （兰姆斯德矿）	γ—[illegible]	[illegible]

水锰矿　　γ—[illegible]

或 [illegible])

褐锰矿　　[illegible]

黑锰矿　　[illegible]

菱锰矿　　[illegible]

钙菱锰矿　　[illegible]

锰方解石　　[illegible]

硫锰矿　　[illegible]

蔷薇辉石　　[illegible]

三、一般工业要求

冶金用锰矿的一般工业指标

自然类型	工业分类	品级	[illegible]		[illegible]	[illegible]	有害杂质允许平均含量 [illegible]	
			边界品位	单工程平均品位			每 [illegible] 允许含磷量	[illegible]
氧化锰矿石	富锰矿石	Ⅰ	[illegible]	[illegible]		≥远	≤[illegible]	≤[illegible]
		Ⅱ	[illegible]	[illegible]		≥源	≤[illegible]	≤[illegible]
		Ⅲ[illegible]	[illegible]		≥猿	[illegible]	≤[illegible]	
	贫锰矿石		[illegible]	[illegible]				
	铁锰矿石	Ⅰ	[illegible]	[illegible]	≥[illegible]		≤[illegible]	≤[illegible]
		Ⅱ	[illegible]	[illegible]	≥[illegible]		≤[illegible]	≤[illegible]
		Ⅲ	[illegible]	[illegible]	≥[illegible]		≤[illegible]	≤[illegible]
碳酸锰矿石	富锰矿石		[illegible]	[illegible]		≥猿	≤[illegible]	≤[illegible]
	贫锰矿石		[illegible]	[illegible]				
	铁锰矿石		[illegible]	[illegible]	≥[illegible]		≤[illegible]	≤[illegible]
	含锰灰岩		愿	[illegible]	碱性矿石			

注：①灰质氧化矿石　脉石以方解石为主，碱度≥[illegible]　烧失量达 [illegible] 以上）的评价，可采用碳酸锰矿石的工业指标。

②自熔性、碱性的锰矿石，可酌量降低其富矿锰品位指标。

③当碳酸锰矿石的烧失量较高，虽其锰含量略低于 [illegible]，焙烧后锰含量可达氧化锰富锰矿石标准时，这类碳酸锰矿石也可作为富锰矿石考虑。

可采厚度：　　≥[illegible]

夹石剔除厚度：　　≥[illegible]

堆积矿净矿石含矿率　重量百分比）≥[illegible]

四、矿床实例

（一）辽宁瓦房子锰矿床

矿石品级	氧化锰矿		碳酸锰矿		最低可采厚度（米）	含矿系数	酸性围岩	边界品位
	酸性（%）	碱性（%）	酸性（%）	碱性（%）				
优质矿石	≥25	≥20	≥15	≥12				
普通矿石	≥15	≥12	≥8	≥6	≥0.8	≥3.0	≥5	一般（%）
贫矿石	一般（%）		一般（%）					

（二）广西龙头锰矿床

矿石类型		边界品位（酸性 %）	平均品位（酸性 %）	碱性（%）	可溶锰性	酸性围岩	酸性岩石（%）
含锰灰岩		0.2	≥0.5	≥8	≥0.2	≥0.2	
碳酸锰	贫矿	一般	≥0.5	≥8	0.2	0.2	
	富矿	≥15	≥15	15	0.2	0.2	
氧化锰	富矿	≥20	15	≥15	15	0.2	0.2
	贫矿	一般（%）	≥15	≥8			
铁锰矿			≥5	≤8		0.5	≥8

可采厚度：0.8米；夹石剔除厚度：1.0米。

（三）广西凤凰堆积锰矿

矿石品级	酸性（%）	酸性岩石（%）	碱性（%）	可溶锰性	净矿率（%）	矿层厚度
优质锰矿石	≥8		≤5	≤0.2	≥5	≥0.8
普通锰矿石	≥5		≤5		≥5	≥0.8
铁锰矿石		≥15	≤5		5	0.8

（四）云南白显锰矿床

矿石类型	边界品位（%）		块段平均品位（%）	碱度（CaO/SiO₂）
氧化矿石（酸性）	5～8		8～10	0.5～0.8
含方解石氧化矿石（碱性）	富矿	8～10	10～12	0.8～1.0
	贫矿	5～8	8～10	0.5～0.8

五、综合评价

锰矿石的用途不同，对矿石的含锰量等的要求亦不同，特别是矿石中 MnO_2 含量高的可用于制作干电池，在勘探中应特别注意，单独圈出，以便优质优用。

锰在锰矿中常有铁、钴、镍及有色、贵金属等伴生，在勘探中应注意评价，据目前的实验研究，用化学选矿综合回收效果好，技术经济可行，从而也使表外锰矿石具有利用价值。应根据加工技术试验结果制订合理的工业指标。例如四川轿顶山锰矿，其伴生元素或组分参考指标如下表。

元素或组分	铜	铅	锌	镍	钴	银	钼	钒	砷
含量（%）	0.01～0.1	0.01～0.1	0.01～0.1	0.1	0.1	0.1～1	0.1～1	0.1～1	0.1

四川轿顶山锰矿

锰矿指标

边界品位：MnO_2 5%

平均品位：MnO_2 10%

SiO_2 ≤ 10%

可采厚度：1米

夹石剔除厚度：1米

锰矿石品级

富矿：MnO_2 ≥ 15%，SiO_2 ≤ 10%

中矿：MnO_2 10～15%，SiO_2 ≤ 15%

贫矿：MnO_2 5～10%，SiO_2 ≤ 15%

钴：边界品位 0.01%，平均品位 0.02%，可采厚度 1米。

锰含锰灰岩

一种很好的熔剂，含锰 5%就有意义。

六、附录

（一）冶金锰矿石产品技术标准（见表2-1-1）

品级	锰含量（%）	铁含量不大于	磷含量不大于	粒度（毫米）
一	≥30	≥8	≤0.08	①高炉，平炉用矿石粒度烧结矿 10～100毫米，小于5毫米的不超过10%，堆积矿小于25毫米不超过10%。②电炉用矿石粒度为6～150毫米，大于150毫米的不超过10%，小于6毫米的不超过5%③矿石含水不超过10%
二	≥20	≥5	≤0.08	
三	≥15	≥10	≤0.15	
四	≥10	≥15	≤0.15	
五	≥5	不限	不限	

（二）天然放电锰矿石（锰粉）的技术标准

目前，国家尚未作出正式的统一规定，现根据冶金部、轻工部两个系统有关企业沿用的标准综合如下：

品级	二氧化锰（%）	全铁（%）	制成锰粉的放电时间（分钟）
一级	≥75	≤5	≥25
二级	≥60	≤8	≥25
三级	≥40	≤10	≥20
四级	≥40	≤25	≥15
五级	≥25	≤40	≥15

对其它有害元素，一般厂定标准为：砷≤0.07%；氟≤0.07%；铅≤0.07%；磷≤0.07%。但各厂矿、企业使用上述标准时，尚存在以下问题：

1. 有的锰粉二氧化锰含量高，但放电时间短；而有的二氧化锰含量低，放电时间却长。

圆 影响电池贮存性能的关键不是全铁含量多少，而是可溶铁的含量，因此，用全铁指标不合理，应改用可溶铁作标准。

猿 测定放电时间所采用的条件，如电阻、终止电压、温度以及放电时间是用连续放电或用间断放电计算等，生产放电锰粉的单位和电池厂等有关企业使用的方法和要求也不够统一。

匀）化工用二氧化锰矿粉

国家尚无统一技术标准，现各厂矿企业，一般要求二氧化锰含量大于 缘远豫才能使用。对其它元素含量要求：制硫酸锰时，云藻≤猿豫；粤凿≤园窑缘豫；员藻≤园窑园缘豫；配≤园窑园缘豫。制高锰酸钾时，云藻≤缘豫，灶≤缘豫；粤凿≤源豫。

第三章　铬

一、性质和用途

铬是银白色的金属。在地壳内。绝大部分的铬以尖晶石类的氧化物形式存在，是亲石元素。以氧化数为 垣猿的化合物最稳定，其原子半径为 员噪愿猿 熔点 员愿愿园℃、沸点圆缘园园℃。纯金属铬有延展性。

铬主要以铬铁形式用于冶金工业生产不锈钢及各种合金钢，可增强钢的硬度、耐磨性、防蚀性及在高、低温度下的抗氧化能力。金属铬用作铝合金、结合金、钛合金及高温合金、电热合金等的添加剂，还用于钢制品镀铬。氧化铬用作耐热的涂料，也可用作磨料和玻璃、陶瓷的着色剂、化学合成的催化剂。铬矾、重铬酸盐用作皮革的鞣料及各种颜料。铬矿石还可用于耐火材料及铸石，铬的放射性同位素已在医学上得到利用。

二、主要矿物

自然界已发现的铬矿物和含铬矿物近三十种，主要为铬尖晶石类矿物。其通式为：

$$(Fe^{2+},Mg)(Cr,Al,Fe^{3+})_2O_4$$

但有工业价值的矿物只有几种。

铬铁矿　　酝云藻 悦则 含 悦则猿韵源缘员缘

铝铬铁矿　　酝云藻 悦则 粤造 悦则猿韵源

含 悦则猿韵猿员缘

富铬尖晶石　　云藻 悦则 粤造：韵源

含 悦则圆园猿圆缘猿园缘

铬尖晶石类矿物，是由五种基本组分组成。各组分间广泛存在着类质同象的置换，因而各组分的含量变化很大，其 悦则圆韵猿含量变化范围 员愿-员园园缘。

三、一般工业要求

（一）冶金用铬铁矿

类型		悦则圆韵猿（豫）				
		边界品位	工业品位	孜缘员园	孕	杂
原生矿	富矿	≥员园缘	≥猿园	≤员园	≤员园园园	≤员园园缘
	贫矿	≥缘-愿	≥愿-员园	—	—	—
砂矿		≥员园缘	≥猿	—	—	—

可采厚度：≥圆米，露采可适当加大

夹石剔除厚度：≥圆米

注：①铬铁比、对铬铁合金产品中的铬含量有很大影响，比值低的矿石，即使其 品位较高，也难以炼出高标号的铬铁合金，因此，在勘探中必须查清。在我国火法冶炼时比值应在 圆以上，具体要求与有关部门商定。

②酸溶的含量在一般工业指标中未做规定。但矿石中 酸溶含量过高将使炉渣熔点升高，粘度增大，冶炼操作困难。

（二）冶炼铬铁合金用富矿　或精矿）工业指标

品级	品位（%）	铬铁比（不小于）	硅（%）	磷（%）	硫（%）	用途
Ⅰ	≥圆	跃	—	—	约	用于氮化铬铁
Ⅱ	≥	≥	约	约	约	中低碳和微碳铬铁
Ⅲ	≥	≥	约	约	约	电炉碳素铬铁
Ⅳ	≥	≥	约	约	约	高炉碳素铬铁

块度要求：

高炉冶炼碳素铬铁不小于 毫米和不大于 毫米；

电炉冶炼铬铁合金不大于 毫米　粉矿或精矿粉均可）。

（三）耐火材料用铬铁矿

品级	品位（%）	杂质（%）	铁（%）	用　途
优	≥	≤	≤	用作天然耐火材料
Ⅱ	≥	≤	≤	制造铬砖及铬镁砖

可采厚度：　　≥米

夹石剔除厚度：　　≥米

（四）化工制铬盐用铬铁矿

品位（%）≥　铬铁比≥

杂质（%）少量

五）辉绿岩铸石对铬铁矿的要求

[illegible]

四、矿床实例

（一）新疆鲸鱼铬铁矿床

用途	[illegible]		[illegible]	杂	[illegible]	[illegible]	
	边界品位	工业品位					
冶金用矿石	≥[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	—
耐火材料	≥[illegible]	≥[illegible]	—	—	—	≤[illegible]	≤[illegible]
用矿石贫矿	≥[illegible]	≥[illegible]	—	—	—	—	—

可采厚度：富矿≥[illegible]米；贫矿≥[illegible]米
夹石剔除厚度：肉眼能分出的夹石≥[illegible]米
肉眼难分出的夹石≥[illegible]米

（二）西藏东巧铬铁矿床

品级	[illegible]		[illegible]	孕	杂	[illegible]
	边界品位	工业品位				
[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
Ⅱ	≥[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]

可采厚度：品级划分厚度为[illegible]米
单个矿体为[illegible]米
夹石剔除厚度：地下[illegible]米，露采[illegible]米

（三）北京放马峪铬铁矿床

边界品位：[illegible]

工业品位：

可采厚度：

夹石剔除厚度：

（四）甘肃省大道尔吉铬铁矿床

矿种			可采厚度	夹石剔除厚度
	边界品位	块段品位		
中富矿 贫矿				

五、综合评价

在铬铁矿中常伴生有铂族（以锇、铱、钌为主）及钴、镍等元素，当铂族总量（

时，应作出评价。铬铁矿体的围岩纯橄岩、斜方辉橄岩、蛇纹岩，可做耐火材料和制作钙镁磷肥的配料，围岩里有时还见有石棉、滑石、水镁石、菱镁矿等，勘探工作中应注意评价。

第四章　钛

一、性质和用途

钛是银白色金属，其含量与岩石的基性程度有较密切的关系，系亲石元素。以氧化数为正 源价的化合物最稳定。其原子半径为 员[illegible]，熔点为 员[illegible]，沸点为 猿[illegible]。钛族的特性是密度小，机械强度高，高度度金属具有良好的可塑性。属还原性强的金属。

我国钛矿资源丰富。由于钛和钛合金具有重量轻、强度高、抗蚀性好、耐高温、耐超低温等特性，因而在宇航、航空、舰船、化工、电力、海水淡化、轻工、食品等部门有着广泛的用途。钛在医学上主要利用来做矫正外形手术的材料。目前钛矿原料 怨园豫用来制造钛白。主要含钛矿物金红石还是优质电焊条涂层不可缺少的原料。

二、主要矿物

含钛矿物种类繁多，主要的有以下三种

金红石 耘[illegible]含 耘[illegible]－怨怨豫变种有锐钛矿等。

钦铁矿　　云[illegible]耘[illegible]

　　含 耘[illegible]－源[illegible]。

钦磁铁矿　　[illegible]耘[illegible]

　　含 耘[illegible]－员豫

工业利用的只有前两种。

三、一般工业要求

矿石类型		边界品位	工业品位	可采厚度（米）	夹石剔除厚度（米）
原生矿（耘[illegible]豫）	金红石	员	员[illegible]豫	≥[illegible]－员	≥[illegible]－员
砂矿　矿物千克 [illegible]米[illegible]	金红石 钛铁矿	≥员 ≥员[illegible]	≥[illegible] ≥员豫		

四、矿床实例

（一）湖北大阜山金红石矿床

边界品位　金红石 耗□□）：员□□□豫
工业品位　金红石 耗□□）：员□□□豫
可采厚度：　　≥员米
夹石剔除厚度：≥圆米

（二）安徽古并金红石砂矿床

边界品位　矿物）：员千克 辕米猿
块段平均品位　矿物）：圆千克 辕米猿
可采厚度：≥园□豫米
剥离比：　≤源

（三）广东保定钛铁矿砂矿床

边界品位　矿物）：富矿 □□千克 辕米猿
贫矿 员□千克 辕米猿
工业品位　矿物）：富矿 猿□–源□千克 辕米猿
贫矿 员豫千克 辕米猿
可采厚度：　　≥员米
夹石剔除厚度：≥员米

五、综合评价

钛铁矿一般伴生于与基性岩有关的钒钛磁铁矿矿床中，在利用钒钛磁铁矿时，应重视钦的综合利用，河北大庙钒钛磁铁矿对伴生 耗□□的要求为 跃豫。原生金红石矿也多与其他有用矿产伴生，在砂矿中常与独居石、锆英石　尚须注意铪）、石榴石等伴生，应注意综合回收。

第五章　钒

一、性质和用途

钒是银白色金属。为亲石元素以氧化数为正 缘价的化合物最稳定。其原子半径为 员圆圆缘猿，熔点为 员愿园园益，沸点为 猿缘园园益。钒是一种可锻金属，当含有氧、氮或氢时则变得脆、硬。是电的不良导体。它还具有增强合金的强度，降低热膨胀系数的特点，可耐盐酸、稀硫酸、碱溶液及海水的腐蚀，能被硝酸、氢氟酸、浓硫酸腐蚀。

钒作为钢铁的合金组分，广泛用于钢铁工业，可细化基体晶粒。在非铁合金中钒用来制造钛合金，用于航空工业。五氧化二钒广泛用作有机及无机氧化反应的催化剂用于生产硫酸、精炼石油、制造染料的催化剂。还用作吸收紫外线和热射线的玻璃以及玻璃、陶瓷的着色剂。

二、主要矿物

自然界的钒多呈分散状态，常与其他元素伴生产出，富集成工业矿床的很少。较重要的含钒矿物有以下几种：

绿硫钒矿　　宀圆缘员猿、含 宀换算成 宀员缘以下

钒云母　　圆员韵 圆猿韵 圆源韵　　酝早云藻 韵

猿员韵 员圆韵 源员韵

含 宀员缘员圆缘

硫钒铜矿　　悦怎宀猿缘

钒铅锌矿　　在遭 在辽圆 韵（约） 宀员缘

含 宀员缘员圆缘

三、一般工业要求

（一）钒的单独矿床

边界品位：宀员缘员圆缘

工业品位：宀员缘员圆缘

（二）钒为伴生组分的矿床

宀缘 员圆员 员圆缘

四、矿床实例

湖南大福坪钒矿

边界品位：V_2O_5 0.2%　　富矿：V_2O_5 0.5%；

一般矿：V_2O_5 0.3%

块段平均品位：V_2O_5 0.3%　　富矿：V_2O_5 0.5%；

一般矿：V_2O_5 0.4%

可采厚度：≥0.8米

夹石剔除厚度：≥0.8米

钒为伴生组分的矿床对五氧化二钒的要求不一，安徽凹山铁矿对五氧化二钒的要求为 V_2O_5 0.5%；安徽某铀钒矿对五氧化二钒的要求边界品位 0.1%，工业品位 0.2%，贵州某磷矿对五氧化二钒的要求 V_2O_5 0.3%。河北大庙钒钛磁铁矿对五氧化二钒的要求为 V_2O_5 0.2%

五、综合评价

钒的单独矿床很少。多伴生在磁铁矿、煤矿、铀矿、磷矿、铝土矿等矿床中。因此，在普查勘探时应注意综合评价。

第三篇

贵金属矿产

第一章　金

一、性质和用途

金是黄色有强金属光泽的金属。比重为 员猿援圆 园援猿，熔点 员园远远益，沸点 圆缘园园益，摩氏硬度 圆援缘维斯显微硬度值为 缘园–缘猿公斤 辕平方毫米。金的延展性很好，可压成厚度只有 园援园园猿微米的金箔，可拉成只有 园援缘毫克 辕米重的金丝。金的导电率仅次于银和铜，导热率为银的 苑园豫。

金的化学性质十分稳定，从室温到高温，一般均不氧化。金不溶于一般的酸和碱，但可溶于王水，也可溶于碱金属氰化物中。酸性的硫脲溶液、溴的溶液、沸腾着的氯化铁溶液，有氧存在的钾、钠、钙、镁的硫代硫酸盐溶液等，能很好地溶解金。碱金属的硫化物能腐蚀金，生成可溶性硫化金。

金主要用作货币和装饰品。还用于陶瓷、镶牙、金笔等工业。随着科学技术的发展，特别是尖端技术的发展，黄金及其合金在电子、电气、宇航和国防尖端工业中具有特殊用途。

二、主要矿物

目前已发现金矿物近 园园种。分为①自然元素、天然合金和金属互化物；②硫化物；③硒化物；④碲化物；⑤锑化物等。最常见的是金的自然元素和碲化物。主要的则是自然金，含金 员园园豫和银金矿含金 缘园豫。在自然界中，金常与银共生，并与黄铁矿、方铅矿、毒砂、闪锌矿、黄铜矿、黝铜矿、辉钼矿等矿物关系很密切，常和它们连生在一起。

三、一般工业要求

（一）岩金

边界品位：	员–圆克 辕吨
最低工业品位：	猿–缘克 辕吨
矿床平均品位：	缘–愿克 辕吨
可采厚度：	≥园援员–员援缘米
夹石剔除厚度：	≥圆–猿米

无矿段剔除长度：上、下坑道对应时 员园－员豫米

上、下坑道不对应时 圆园－猿园米

注：①品位指标，当矿石易采易选建设条件好的，取其下限值；反之，取其上限值。②最低可采厚度与夹石剔除厚度，当矿床产状陡时取其下限值；反之取其上限值。

仁）砂金

项目	露天开采						地下开采
	全面开有采				水枪开采	分别开采	
	采金船开采						
	南方		北方				
	缘园－员园升	员缘园－猿园升	缘园－员园升	员缘园－猿园升			
混合砂边界品位　克/辕米猿	园圆豫－园圆缘	园圆缘－园圆猿	园圆缘－园圆猿	园圆豫－园圆缘	园员员	园圆猿－园圆缘	
混合砂块段最低工业品位　克/辕米猿	园圆猿－园圆缘	园圆缘－园圆猿	园圆缘－园圆猿	园圆猿－园圆缘	园圆缘	园圆猿－员园	
最小可采宽度　米）	猿园－猿缘	源园－远园	猿园－猿缘	源园－远园	圆园		
无矿地段　夹石）	猿园－猿缘	源园－远园	猿园－猿缘	源园－远园			
矿体最低可采矿砂量　万米猿）	员缘园－源园	怨园－圆园园	员园园－猿园园	远园园－员园园			
矿砂层边界品位　克/辕米猿）							员
矿砂层块段最低工业品位　克/辕米猿）							猿
矿砂层采幅高度　米）							员圆缘－员缘

四、矿床实例

（一）岩金矿床

矿床名称	原工业指标							新工业指标							备注
	边界品位（克/吨）	最低工业品位（克/吨）	矿床平均品位（克/吨）	最低可采厚度（米）	夹石剔除厚度（米）	无矿段剔除长度（米）		边界品位（克/吨）	最低工业品位（克/吨）	矿床平均品位（克/吨）	最低可采厚度（米）	夹石剔除厚度（米）	无矿段剔除长度（米）		
						对应	不对应						对应	不对应	
山东焦家金矿	1.0	2.0	4.0	2.0	2.0	4.0	8.0								新指标指冶金工业部黄金局[1990]年以冶黄生字第[1990]号文下达的对我国黄金生产矿山修订的工业指标
河南金硐岔金矿	1.0	2.0	4.0	2.0	2.0	4.0	8.0	2.0	3.0	5.0	2.0	2.0	4.0	8.0	
河北金厂峪金矿	1.0	2.0	4.0	2.0	2.0	4.0	8.0	2.0	3.0	5.0	2.0	2.0	4.0	8.0	
吉林夹皮沟金矿	1.0	2.0	4.0	2.0	2.0	4.0	8.0	2.0	3.0	5.0	2.0	2.0	4.0	8.0	
浙江遂昌金矿	1.0	2.0	4.0	2.0	2.0	4.0	8.0	2.0	3.0	5.0	2.0	2.0	4.0	8.0	

（二）砂金矿床

矿床名称	边界品位（克/立方米）	最低工业品位（克/立方米）	最小可采宽度（米）	夹石剔除宽度（米）	最小可采厚度（米）	矿量（万立方米）	底板坡度（°）	备注
黑龙江桦南砂金矿	0.1	0.2	30	5.0	0.5	船采		
	0.1	0.2						水枪采
	0.2	0.3	10	10	1.0			地下开采
黑龙江小奇拉河砂金矿	0.1	0.2	50	5.0				船采
吉林珲春砂金矿	0.1	0.2	50	5.0		≥30	船采	
吉林金仓砂金矿	0.1	0.2	30	10	0.5			船采

五、综合评价

金矿床中伴生有用组分多，在岩金矿床中常伴生有银、铜、锌、铅、钨、锑、钼、硫、铋、钇等，在砂金矿床中，常伴生有金红石、石榴石、钛铁矿、白钨矿、独居石、刚玉等。为了综合利用矿产资源，当伴生组分达到一定含量时，应做出综合评价。

岩金矿床中伴生组分评价参考数值

元素或组分	怵怎	孕遭	在壮	宰箭猿	杂遭	配操	杂
含量　豫）	园颤员	园颤图	园颤原	园颤颤豫	园颤原	园颤颤员	圆颤图

注：①铜、锌、铅、锑、钼含量均指硫化物中的含量

②硫指硫铁矿中之硫。

③在金矿床中普遍含银，伴生银的含量评价数值视其回收情况而定。

第二章　银

一、性质和用途

银是白色金属。常见氧化物为 垣员 原子半径 员酝酝袁 硬度 圆院袁 熔点 怨远员℃，沸点 圆缘园园℃，银具有很强的导电性、延展性和传热性，多用在制造电子工业和发电设备的零件。银易溶于硝酸或热的浓硫酸，硝酸银是无色晶体，由于它的稳定性和在水中的易溶性，及对有机组织有破坏作用等，因此它在医药上用作消毒剂和腐蚀剂，并用于制造感光材料的卤化银，银的络合物主要用于镀银工业上。大量纯度较高的银用于制造银币和装饰品。

二、主要矿物

自然银　粤早

辉银矿　粤早阅杂

角银矿　粤早悦造

硫锑铜银矿 愿　粤早悦怨　杂糟悦怨

淡红银矿　猿粤早阅杂粤猿杂猿

脆银矿　粤早阅杂糟猿

硫锑银矿　粤早杂糟猿

硒银矿　粤早杂藻

碲银矿　粤早罚藻

含 粤早 员酝酝

含 粤早 愿酝酝

含 粤早 苑酝酝

含 粤早 苑酝酝

含 粤早 远酝酝

含 粤早 远酝酝

含 粤早 缘酝酝

含 粤早 苑酝酝

含 粤早 远酝酝

上述银矿物除独立呈粗粒单晶存在，嵌布于脉石矿物中外，还有与方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿等呈微细的连晶出现，也有呈分散状态赋存于上述矿物中。

三、一般工业要求

我国以银为主的矿床已相继发现数处，但大部分银是在铜矿、多金属矿、铜镍矿及金矿床中，呈伴生组分出现。现将部分银矿床的工业指标综合归纳如下：

边界品位：　　粤早缘克/吨
工业品位：　　粤早员克/吨
可采厚度：　　≥员米
夹石剔除厚度：　　≥圆源米

作为伴生组分的银，在提炼铅、锌、金、铜的时候，可顺便把银提炼出来。因此，一般均未规定伴生银的工业指标。不要求单独圈定矿体而是根据分析结果进行储量计算。当银在主组分精矿中富集性好时，可采用有多少算多少的办法。

四、矿床实例

（一）河南破山银矿

单一银矿体
边界品位：　　粤早　缘克/吨
最低工业品位：　　粤早　员克/吨
最小可采厚度：　　员米
夹石剔除厚度：　　源米
含银铅锌矿石：伴生　粤早　圆克/吨

（二）浙江遂昌金银矿

金：边界品位：　　≥圆克/吨
　　块段最低工业品位：　　≥缘克/吨
　　可采厚度：　　圆园园米
　　夹石剔除厚度：　　圆米
银：员圆在金矿体内的有多少算多少。
　　圆园紧接金矿体的单一银矿体
　　边界品位≥缘克/吨
　　块段最低工业品位≥员园克/吨

五、综合评价

鉴于我国已探明的银矿储量大部分是属于铜矿、多金属矿床的伴生组分，只有少部分是从银矿床中探明的。因此，在勘探多金属矿床时，应重视综合评价银及其他伴生组分；当银的平均含量达到 源园园克/吨，也可按主元素进行评价。而在勘探银矿床时，亦应注意对铅、锌、金、镉、锗、镓、硫等伴生组分的综合评价工作。

第三章　铂族金属

铂、钯、铑、铱、钌、锇）

一、性质和用途

铂（Platinum）、钯（Palladium）、铑（Rhodium）、铱（Iridium）、钌（Ruthenium）、锇（Osmium）这六种金属，不论在地球化学性质还是在物理化学性质上，有很多相似之点。在自然界常常赋存在一起，故统称为铂族金属。它们的特点是：除锇为蓝灰色金属外，其他均为银白色金属，熔点高、耐腐蚀性、稳定的热电性、抗电火花的蚀耗性好、优良的高温抗氧化性能和良好的催化作用等。由于它们具有这些优良特性，所以在工业上有广泛的用途。特别是国防、化工、石油化工、仪器仪表、电子、机械制造和医疗等工业的重要材料。铂族金属虽有很多共同特性，但它们各自也有其独特的性质，因而在用途上也就不尽相同。

铂具有良好的催化作用和耐腐蚀性，电阻及电阻温度系数很稳定。在石油化工及化学工业上作催化剂；在化学及电化学工业作设备的防腐材料、燃料电池的电极、阴极保护防腐装置、电解、电镀探照灯及医疗器械；电子和电工的测温材料（热电偶、电阻温度计）、触点材料、电阻材料、发动机火花塞电极、永磁材料；在环保方面用于控制大气污染（催化剂）（控制汽车排气污染）；制造工业设备，在玻璃工业上用铂坩埚，熔化和处理熔融的光学仪器和特殊用途的玻璃，其它还用于航行器、原子能、装饰等方面。

钯主要用于电工、仪表工业作低电流摩擦接触器和化工人造纤维的催化剂；钯合金可制造提高制氢气纯度的扩散设备，钎焊的钯焊料，亦是牙科、制药、首饰工业的原料。

铑对可见光有高的反射率，可制造工业镜子及反射镜的镀层；在电工仪表工业用于制造仪表另件、电阻丝和导线等；化学工业作催化剂和生产玻璃纤维的加热器；铑可作为铂、钯的添加剂来提高它们的强度；也用于制作首饰及装饰镀层。

铱作铂、钯的添加剂，可提高其硬度、耐腐蚀性和熔点；化工上作催化剂和颜料；仪器仪表工业用以制造电位计、热电偶等；并可制造钢笔尖和医疗器具；也用于航空和机器制造工业。

钌主要作为铂、钯的添加剂，可提高其性能；在有机化学工业用作催化剂；也用于无线电、仪表和制药工业。

锇主要作为铂、钯的添加剂和化工产品的催化剂；亦用于照相、电影技术、仪表和制药工业。

	单位	孕造	孕凿	韵择	陨则	砸怎	砸噪
地壳中平均含量	克/辆	园圃员	园圃员	园圃员	园圃员	园圃员	园圃员
原子量	员缘圃圃员	员远圃圆	员园圃圆	员园圃圆	员员圃苑	员圆圃圆缘	
密度	千克/米猿	圆员圃园	员圃圃园	圆圃远园	圆圃缘园	员圃园	员圃园
熔点	益	员苑愿	员缘圆	猿圃圆	圆圆猿	圆藻园	员园圆

二、主要铂族矿物

目前发现的铂族矿物和含铂族元素的矿物已超过 愿远种，加上变种和未定名矿物已达 圆愿园个。在自然界中，铂族金属主要呈自然元素、自然合金、锑化物、硫化物、硫砷化物和铋碲化物的单矿物存在，部分呈类质同像存在于硫化物中　黄铜矿、镍黄铁矿、紫硫镍　铁）矿等)。常见矿物如下：

矿物名称	化学式	元素种类	一般含量　%）	备注
自然铂	孕贼	孕贼	愿圃圆-员苑圃园	
铁自然铂	孕贼云藻	孕贼	苑圃愿-缘园圃圆	
砷铂矿	孕贼酱	孕造	源圃愿-缘圃猿	
碲铂矿	孕贼藻	孕贼	猿圃圆-源圃猿	
铋碲铂矿	孕贼 糸藻 月金	孕贼	猿圃圃源-源圃园	
锑钯矿	孕凿 铋 锑 原载	孕凿	远圃愿-苑圃愿	
碲钯矿	孕凿藻	孕凿	圆圃苑-猿圃圆	含普远园圃远
铋碲钯矿	孕凿 糸藻 月金	孕凿	圆圃苑	
单斜铋钯矿	孕凿酱	孕凿	员圃苑-圆圃猿	
硫锇矿	韵杂	韵择	远圃猿-苑圃原	
硫砷铱矿	陨酱杂	陨则	缘圃猿-远圃缘	
砷钌矿	砸粤择	砸怎	源圃原-源圃苑	
峨嵋矿	韵粤择	韵择	源圃缘-缘圃圆	
硫砷铑矿	砸粤杂	砸噪	源圃猿	
铱砷铂矿	孕贼/陨则 粤酱	孕贼 隆造	源圃愿-源圃苑 员圃苑-员圃圆	

三、一般工业要求

矿床类型		金属种类	边界品位	工业品位	块段品位	最小可采厚度（米）	夹石剔除厚度（米）
原生矿床	超基性岩含铜镍型矿床	铂钯[①]	0.2～0.3克/吨）	≥0.3～0.5克/吨）	0.5～1克/吨）	0.5～1	≥2
		铂	0.1～0.2克/吨）	≥0.2～0.3克/吨）	0.3～0.5克/吨）		
		钯	0.1～0.2克/吨）	≥0.2～0.3克/吨）	0.2～0.3克/吨）		
	伴生矿床[②]	铂 钯	0.1～0.2克/吨）				
		金 银 铜 镍	0.1～0.2克/吨）				
砂矿床	松散沉积型矿床	铂钯	0.1～0.2克/立方米）	≥0.2～0.3克/立方米）		0.5～1	≥1
		铂	0.1～0.2克/立方米）	0.2～0.3克/立方米）			
		钯	0.1～0.2克/立方米）	0.2～0.3克/立方米）			
	砂砾岩型矿床	铂钯	0.1～0.2克/立方米）	0.2～0.3克/立方米）			
		铂	0.1～0.2克/立方米）	0.2～0.3克/立方米）			
		钯	0.1～0.2克/立方米）	0.2～0.3克/立方米）			

现在铂和金的国际价格很相近，故一般工业要求应参照本书的岩金及砂金要求进行评价。以前铂和金的差价较大，所以一般工业要求也较低，已不适用，但为了对照，现将原指标列后，以供参考，①铂与钯的比例为：铂钯比值应大于1；②达到此指标时，要对其进行评价和综合回收利用的研究工作，如能回收利用，有多少算多少。

四、矿床实例

矿床类型	边界品位	工业品位	块段品位	可采厚度（米）	夹石剔除厚度（米）
西南某超性岩含铜镍铂矿床	铂钯0.2克/吨）	铂钯0.3克/吨，铂0.2克/吨）	0.5克/吨）	1	2

续表

矿床类型	边界品位	工业品位	块段品位	可采厚度 米）	夹石剔除厚度　米）
河北某热液蚀变透辉岩型铂矿①	孕藏矩孕凿≥园醸克 辕）	孕藏矩孕凿≥园醸克 辕）	孕藏矩孕凿≥员克 辕）	圆	猿
西北某松散沉积物中砂铂矿床	园醸克 辕米猿	跃员克 辕米猿	辕	辕	辕

①上述指标 孕藏矩孕凿越原员

五、综合评价

在原生铂族金属矿床中，铂族金属常与铜、镍、钴、铬、金、硒、碲等矿产共生；其围岩　超基性岩）有的可制钙镁磷肥和建筑材料；在铂族金属砂矿床中，铂族金属常与金共生在一起，要注意综合评价。和基性岩、超基性岩有关的矿产，常伴生有铂族金属，在评价主矿产时，要注意铂族金属的综合评价。如：

西北金川超基性岩型含铂族金属的铜镍矿床，铂族金属有多少算多少；和西藏某铬铁矿中的 孕藏亦可综合回收利用。

第 四 篇

稀有金属矿产

第一章　锂

一、性质及用途

锂是最轻的银白色金属比重 [illegible] 熔点 [illegible]。锂的用途广泛，主要用于：

原子能工业：锂的同位素 [illegible] 是制造氢弹不可缺少的原料，在核反应堆中锂作控制棒冷却剂和传热介质，在液体燃料反应堆中锂可作铀、钍的熔剂。

飞机、导弹和宇航工业：锂及其化合物作成的高能燃料，具有燃烧温度高、速度快等优点，常用作飞机、火箭、潜艇的燃料，锂在高空飞机、载人飞船、潜艇密封仓中作为 [illegible] 的吸附剂。

在冶金工业上制造轻合金，耐磨合金，生产稀有金属的还原剂和精炼金属的除气剂。

在石油工业、电器电子工业，也有广泛的用途。还可制作润滑剂、锂电池、玻璃、陶瓷、烟火和炸药等。

二、主要矿物

已知锂矿物和含锂矿物有 [illegible] 多种，常见的有 [illegible] 多种，主要矿物如下：

矿物名称	化学式	含量（%）		
		[illegible]	[illegible]	[illegible]
锂辉石	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
锂云母	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
锂磷铝石	[illegible]	[illegible]		
透锂长石	[illegible]	[illegible]		
铁锂云母	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

三、一般工业要求

矿床类型	边界品位（）		工业品位（）		可采厚度（米）	夹石剔除厚度（米）
	机选锂辉石	手选锂辉石	机选锂辉石	手选锂辉石		
花岗伟晶岩类矿床	0.2%～0.4%	—	0.4%～0.6%	1%～2%	≥0.8～1.0	≥2～4
碱性长石花岗岩类矿床	0.2%～0.3%	—	0.3%～0.4%	—	≥1.0～2.0	≥2～4
盐湖矿床（卤水中的氯化锂）	—	200～300毫克/升	—	—	—	

注：锂辉石粒径＞0.1～0.2毫米，矿物品位＞1%就适于手选，应划分出手选矿石，进行手选矿物储量计算；手选矿石的尾矿具机选价值者和不适于手选的矿石都属机选矿石。

四、矿床实例

（一）江西某钽铌锂铍钠长石花岗岩矿床

边界品位：　　锂0.2%～0.3%

最低工业品位：　　锂0.3%～0.4%

夹石剔除厚度：　　2米

（二）新疆某铍锂钽铌花岗伟晶岩矿床

边界品位：（脉体）

最低工业品位：锂0.4%～0.6%

铍0.05%～0.1%

钽0.01%～0.02%

（三）青海某含锂盐湖卤水矿

边界品位：　　锂200～300毫克/升

最低工业品：　　锂300～400毫克/升

五、综合评价

锂常与铌、钽、铍、铷、铯、云母、长石、萤石伴生；盐湖锂矿常伴生有钠盐、钾、芒硝、镁盐、天然碱、硼、溴、碘等。在矿床评价时要注意综合利用。

新疆某锂、铷、铯、铍、钽、铌花岗伟晶岩矿床

边界品位　构造带）：

最低工业品位：月豫韵园颐预豫；

绎蜀韵园颐预豫；

栽酱韵园颐预豫；

晕蜀韵缘园颐预豫。

最低可采厚度：员米

手选矿物最低工业品位：绿柱石 园颐预豫；

锂辉石 园颐预豫；铯榴石 园颐预豫

工业米百分值：月豫韵园颐预员；绎蜀韵园颐预；

栽酱韵园颐预员；晕蜀韵缘园颐预猿

六、附录

（一）锂辉石精矿质量标准　每月豫员－苑豫

等级	绎蜀韵豫	杂质　豫）			
		云酱韵猿	酝韵	孕酱韵缘	运韵垣晕酱韵
员	≥远	≤猿	≤园颐豫	≤园颐豫	≤猿
圆	≥缘	≤猿	≤园颐豫	≤园颐豫	≤猿
猿	≥源	≤源	≤园颐预	≤园颐预	≤源
源	≥猿颐豫	≤源颐豫	≤员颐园	≤员颐园	≤源

（二）锂云母精矿质量标准　则月豫员－愿园

锂盐用：

品级	主成分，　豫）不小于	
特级品	远	源颐苑
一级品	缘	源颐园

玻璃、陶瓷用：

品级	主成分，　豫）不小于			杂质，豫不大于	
	绎蜀韵垣酝酱韵垣烟酱韵	绎蜀韵	运韵垣晕酱韵	云酱韵猿	粤酱韵猿
一级品	缘	源	愿	园颐源	圆员
二级品	源	猿	苑	园颐缘	圆愿
三级品	猿	圆	远	园颐预	圆愿

仨）低铁锂辉石精矿质量标准

品级	缝隙	缝隙	粤语	杂质 豫		
			云南话	马	运动
微晶玻璃级锤辉石精矿	跃远	跃豫	跃圆	约园圆	约园圆	约员圆
陶瓷级锂辉石精矿	跃远	跃豫	跃圆	约园圆	约园圆	约员豫

第二章　铷

一、性质和用途

铷是银白色轻金属。质软，熔点很低（[illegible]），比重[illegible]铷在空气中能自燃，遇水激烈燃烧甚至爆炸。具有较高的正电性和最大的光电效应。

铷用以制造电子器件（光电倍增管光电管）、分光光度计、自动控制、光谱测定、彩色电影、彩色电视、雷达、激光器、以及玻璃、陶瓷、电子钟等的重要原料，在空间技术方面，离子推进器和热离子能转换器需要大量的铷；铷的氢化物和硼化物可作高能固体燃料；放射性铷可测定矿物年龄，此外铷的化合物应用于制药、造纸业。

二、赋存条件

铷无单独的工业矿物，常分散在锂云母、铁锂云母、铯榴石和盐矿层、矿泉中。

三、一般工业要求

综合回收伴生铷的工业要求

矿床类型	边界品位机选氧化物[illegible]）	工业品位机选氧化物[illegible]）
含锂云母矿石的碱性长石花岗岩类与花岗伟晶岩类矿床	[illegible]	[illegible]
盐湖矿床	[illegible]	

四、矿床实例

新疆某锂、铷、铯、铍、铌、钽花岗伟晶岩矿床

文象变文象石英微斜长石带：

平均含[illegible]；

糖粒状钠长石巢体带：

平均含 [illegible]；

块体微斜长石带：

平均含 [illegible]。

该矿床的锂、铍、铌、钽都是主要矿种，铷伴生在该矿床中达到一定含量即可综合回收利用。

第三章　铯

一、性质和用途

铯是银白色的轻金属。其特性与铷相似。熔点 [illegible]，比重　固态，[illegible]）[illegible] 液态 [illegible]）[illegible] 铯的用途除与铷相同外。铯的氯化物亦可作高能固体燃料，铯可制造人工铯离子云、铯离子加速器，以及反作用系统材料与烟火制造材料。用铯的化合物制成的红外辐射灯可发现夜间不易发现的讯号，铯还用于跟踪、阻截和摧毁飞行敌机的“瞄准”弹，放射性铯用于辐射化学、医学、食品和药品的照射等，铯还是化工催化剂、特种玻璃原料。

二、主要矿物

目前已知铯的独立矿物有四种。常见的有铯榴石 [illegible] 铯绝大多数分散在锂辉石、锂云母、铁锂云母中。在钾长石、天河石、钾盐和光卤石等矿物中与钾、钠、锂呈类质同像。

三、一般工业要求

综合利用伴生铯矿参考性工业指标

矿床类型	边界品位机选氧化物　[illegible]）	工业品位	
		机选氧化物　[illegible]）	手选铯榴石　[illegible]）
花岗伟晶岩类矿床	—	—	[illegible]
含锂云母矿石的碱性长石花岗岩类与花岗伟晶岩类矿床	[illegible]	—	
盐类矿床	[illegible]		

四、矿床实例

新疆某锂、铷、铯、铍、铌、钽花岗伟晶岩矿床

手选铯榴石最低工业品位 [illegible]。

五、附录

铯精矿企业标准

铯榴石精矿：[illegible]。

第四章　铍

一、性质和用途

铍是浅灰色轻金属。比重 [illegible]，熔点 [illegible]，有良好的耐腐蚀性和高温强度，导热率大，γ 射线透射性好。

铍是国防工业上的重要材料，由于它的中子吸收截面小，散射截面大，对热中子有很大的反射性能和减速作用，因而金属铍被用作原子能反应堆的防护材料和制备中子原。在宇航和航空工业制造火箭、导弹、宇宙飞船的转接壳体和蒙皮，大型飞船、空间渡船的结构材料，制作飞机制动器和飞机、飞船、导弹的导航部件，火箭、导弹、喷气飞机的高能燃料的添加剂，在冶金工业是合金钢的添加剂，制作铍铜、铍镍、铍铝等合金，还可用作耐火材料。并用于陶瓷、特种玻璃、集成电路、天线等。

二、主要矿物

已发现铁矿物和含铍矿物有 [illegible] 多种，常见的约 [illegible] 种。香花石和顾家石是我国首先发现的。

矿物名称	分子式	月[illegible]含量　[illegible]）	备注
绿柱石	月[illegible]（[illegible]）	[illegible]	好的可作宝石
硅铍石　似晶石）	月[illegible]	[illegible]	
羟硅铍石	月[illegible]（[illegible]）[illegible]	[illegible]	
金绿宝石　铍尖晶石）	月[illegible]	[illegible]	好的可作宝石
日光榴石	[illegible]（月[illegible]）[illegible]	[illegible]	

三、一般工业要求

矿床类型	边界品位		工业品位		最小可采厚度（米）	夹石剔除厚度（米）
	机选（克/吨）	手选绿柱石（%）	机选（克/吨）	手选绿柱石（%）		
气成—热液矿床	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	≥□□□
花岗伟晶岩矿床	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	≥□□□
碱性长石花岗岩类矿床	□□□□	□□□□	□□□□	≥□□□		
残坡积类砂矿床	□□□□千克/立方米）	□□□□千克/立方米）	□□□□	—		

注：绿柱石粒径 □□□□厘米，矿物品位在 □□□□以上就适于手选，手选矿石的尾矿具机选价值者和不适于手选的矿石属机选矿石。

四、矿床实例

（一）新疆某铍、锂、钽、铌花岗伟晶岩矿床

手选绿柱石最低工业品位绿柱石 □□□%，机选最低工业品位 □□□□□克/吨，最低工业品位米百分值 □□□□米%，最低可采厚度 □米。

该矿床还有锂、钽、铌、铯可综合利用。

（二）新疆某气成—热液铍矿床

□□原生矿床

边界品位：手选绿柱石 □□□%，机选 □□□□□□□克/吨。

最低工业品位：手选绿柱石 □□□%，机选 □□□□□□□克/吨。

最低可采厚度：急倾斜 □米，缓倾斜 □□□米，夹石剔除厚度无。

□□□□积砂矿床

边界品位：绿柱石 □□□千克/立方米，最低工业品位：绿柱石 □千克/立方米。

五、综合评价

铍矿床中常有锂、钮、铌、铯、钨、锡、铅、锌及云母等伴生。应注意综合评价。□□□在花岗伟晶岩类矿床及气成—热液矿中≥□□□□克/吨；在碱性钠长石花岗岩类矿中≥

园脂源原园脂证缘即有意义。

六、附录

绿柱石精矿质量标准　（再予苑源远原猿缘）

精矿种类	等级	月韵（豫）	杂质（豫）		
			云蓝韵圆 猿	缢圆韵	云
浮选精矿	员	≥园	≤圆	≤员园圆	≤园园缘
	圆	≥愿	≤猿	≤员园缘	≤员园圆
	猿	≥愿	≤源	≤员园愿	≤员园
手选精矿	员	≥园	≤源	≤员园缘	≤园园缘
	圆	≥愿	≤缘	≤员园愿	≤员园缘

第五章　铌、钽

一、性质和用途

铌又名珂　（悦遭，铌是银白色，钽是深灰色的耐熔金属，铌、钮具有熔点高，　晕蠹原凝益，栽蠹熟凝益）比重大　晕蠹蒜元　栽蠹蒜园　强度高，抗疲劳，抗变形，抗腐蚀，导热，超导，单极导电及吸收气体等优良特性。广泛应用在电子、宇航、机械工业及原子反应堆中。

电气工业：用于制造无线电、雷达、载射线设备的零件；微型电容器　用在火箭、宇宙飞船、人造卫星）、真空设备材料、受热元件　电子管阳极、栅极）、强力发射管、整流器、电子计算机记忆装置；超导合金制造大功率磁铁；铌酸盐、钽酸盐可作压电、光电材料。

铌钽作添加剂可生产多种合金，如热强合金、耐热合金、超硬合金、结构合金、磁性合金等；是制造原子反应堆结构材料和防护材料；制造火箭和导弹的喷嘴及切削工具和钻头等；各种合金钢在铁路、桥梁、管道、造船、汽车、飞机、机械制造等方面广泛应用，特别是在化工耐腐机械方面锆铌、钽合金可代替铂。

利用铌钽吸附性，可排除真空管的微量气体。

铌钽还可作有机合成的催化剂、人造丝拉丝模、光学玻璃等。

钽在外科医学治疗上有特殊的用途，钽片、钽条，可代替骨骼、钽丝可作医用缝合线。

二、主要矿物

目前已知铌、钽矿物和含铌、钽矿物有　员藻多种，常见的有　猿园多种，主要矿物见下表。

铌铁矿、钽铌铁矿、铌钽铁矿、钽铁矿是铌铁矿　原钽铁矿类质同像系列的矿物，栽蠹约员藻称铌铁矿，　晕蠹约　员藻称钽铁矿。　晕蠹猿缘跃栽蠹约　员藻称钽铌铁矿，栽蠹约　员藻跃　晕蠹约　员藻称铌钽铁矿，云蠹猿约员时则为铌锰矿—钽锰矿系列。

矿物名称	化学式	含量　%）	
		[illegible]	[illegible]
铌铁矿—钽铁矿	[illegible]：[illegible]	[illegible]	[illegible]
褐钇铌矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
易解石	[illegible]	[illegible]	[illegible]
铌易解石	[illegible]	[illegible]	[illegible]
铌铁金红石　钛铁金红石）	[illegible]	[illegible]	[illegible]
烧绿石　黄绿石）	[illegible]	[illegible]	[illegible]
锰钽矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
重钽铁矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
黄钇钽矿	[illegible]	[illegible]	[illegible]
细晶石	[illegible]	[illegible]	[illegible]

三、一般工业要求

矿床类型	[illegible]	边界品位　%）		工业品位　%）		最小可用厚度　米）	夹石剔除厚度　米）
		[illegible]	或 [illegible]	[illegible]	或 [illegible]		
花岗伟晶岩类矿床	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	≥[illegible]
碱性长石花岗岩矿床	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	≥[illegible]
风化壳　褐钇铌矿或铌铁矿）矿床	[illegible]	[illegible]	重砂品位 [illegible] 克 [illegible]³	[illegible]	重砂品位 [illegible] 克 [illegible]³	[illegible]	
原生铌矿床	[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	≥[illegible]
河流类砂矿床　铌铁矿或褐钇铌矿）	[illegible]	[illegible]	重砂品位 [illegible] 克 [illegible]³	[illegible]	重砂晶位 ≥[illegible] 克 [illegible]³	[illegible]	≥[illegible]

四、矿床实例

（一）湖北某花岗伟晶岩钽铌矿床

边界品位：　　[illegible]

最低工业品位：　　[illegible]

最低可采厚度：　　[illegible]米

夹石剔除厚度：　　[illegible]米

（二）广西某花岗岩钽铌矿床

边界品位：　　[illegible]

最低工业品位：　　[illegible]

最低可采厚度：　　[illegible]米，

夹石剔除厚度：　　[illegible]米。

（三）广东某风化壳铌铁矿床

边界品位：　　[illegible]克/米[illegible]

最低工业品位：　　[illegible]克/米[illegible]

最低可采厚度：　　[illegible]米

夹石剔除厚度：　　[illegible]米

（四）华北某含铌、稀土铁矿床

铌：边界品位：[illegible]

　　工业品位：[illegible]

　　矿石品级：一级品 [illegible]

　　二级品 [illegible]

稀土元素：边界品位：[illegible]

　　工业品位：[illegible]

可采厚度 [illegible]米，夹石剔除厚度 [illegible]米　（二者均指主金属铁矿）

五、综合评价

铌钽常与锂、铍、铯、锆、锡、钍等元素伴生，在砂矿中常与独居石、锡石、金红石、锆英石、钛铁矿等伴生在一起，除上述金属矿物生外，还有一些非金属矿物如长石、石英等，在花岗伟晶岩型的矿床中常产有各种宝石，玉石、彩石矿物和石材等、因此应注意综合评价。

江西某钽、铌、锂、敏钠长石花岗岩矿床

边界品位：[illegible]

最低工业品位：[illegible]

夹右剔除厚度：[illegible]

锂矿体边界品位：[illegible]

最低工业品位：[illegible]。　用于单工程）。

该矿床除[illegible]外尚有[illegible]等稀有金属伴生，脉石矿物长石可作玻璃原料，都能综合回收利用，提高了矿床价值。

六、附录

（一）铌铁矿——钽铁矿和其它铌钽矿物精矿质量标准[illegible]

等级	类型	[illegible]	[illegible]	杂质（[illegible]）		
				[illegible]	[illegible]	[illegible]
一级品	[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
	[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]			
	[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]			
	[illegible]	≥[illegible]	[illegible]			
二级品	[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
	[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]			
	[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]			
	[illegible]	≥[illegible]	[illegible]			
	[illegible]	≥[illegible]	[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
三级品	[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
	[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]			
	[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]			
	[illegible]	≥[illegible]	[illegible]			
四级品	[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
	[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]			

（二）褐钇铌矿精矿质量标准[illegible]

等级	氧化铍（BeO）含量	杂质		
		氧化铁（Fe_2O_3）	氧化钙（CaO）	氧化镁（MgO）
一级品	≥10.00	≤0.50	≤0.50	≤0.50
二级品	≥7.00	≤1.00	≤1.00	≤0.50

第六章　锆

一、性质及用途

锆金属有银灰色致密状及深灰色到黑色的粉末状两种。熔点 [illegible] 比重 [illegible] 锆耐高温，抗腐蚀、易加工，机械加工性能好，是原子能工业的重要材料、锆的热中子捕获截面小，广泛用于原子反应堆、核潜艇和铀棒保护外壳的结构材料，在无线电、电气工业中生产 [illegible] 光管、电子管、回转加速器及特种电子仪器等；机械工业制造耐腐的化工机械和一般机械，冶金工业生产各种合金，其中有耐热合金、耐腐合金、结构合金、轻质合金、磁性合金、超硬台金等，可用于制造火箭喷嘴，喷气发动机叶片等；国防上生产武器、特种用途的火药、电光弹和照明弹；锆在耐火材料、陶瓷、搪瓷、釉和玻璃生产中用量很大，如生产冶金耐火材料，绝缘陶瓷和铸造型砂等；在轻化工业中用以制革、有机合成催化剂，锆的玻璃纤维用于生产强化水泥；其它还用于医疗、纺织等工业。

二、主要矿物

已知锆矿物约 [illegible] 种，主要矿物如下：

矿物名称	化学式	含量 [illegible]		备　注
		[illegible]	[illegible]	
锆石 锆英石）	[illegible]	[illegible]	约	
含　富） 铪锆石	[illegible]	[illegible]	[illegible]	含 [illegible] 跃 [illegible] 为富铪锆石
异性石	[illegible]	[illegible]		

三、一般工业要求

矿床类型	边界品位		工业品位		最小可采厚度（米）	夹石剔除厚度（米）
	石墨（%）	锆英石（千克/米³）	石墨（%）	锆英石（千克/米³）		
滨海砂矿床	一般为0.5～1	一般为0.5～1	一般为1～2	一般为1～2	一般为5	—
风化壳矿床	一般为1		一般为1		一般为2～5	—
内生矿床	视具体而定		视具体而定		一般为2～5	≥视具体而定

四、矿床实例

中南某海湾锆石砂矿床

边界品位：矿物　　一般千克/米³

工业品位：矿物　　一般千克/米³

可采厚度：　　一般为米

夹石剔除厚度：　　一般视具体而定米

五、综合评价

锆石常与烧绿石、钛铌钙矿伴生，砂矿则常与钛铁矿、金红石、锐钛矿、独居石、磷钇矿、锡石、铌铁矿伴生，锆石中常含铪（1～3%），应注意综合评价。

广东某钛、锆、独居石海滨砂矿床

边界品位（克/米³）		工业品位（克/米³）	可采厚度（米）	夹石剔除厚度（米）
钛铁矿	富矿 一般为	1～2万		
	贫矿 一般为	0.5～1万	一般为	一般为
锆英石 一般为		0.5～1%		
独居石 一般为		0.1～0.2%		
剥离系数 约一般为				

六、附录

锆英石精矿质量标准　[illegible]

等级		[illegible]	杂质 [illegible]		
			[illegible]	[illegible]	[illegible]
一级品	一类	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
	二类	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
二级品		≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
三级品		≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]

第七章　铪

一、性质和用途

铪是光亮的银白色金属，熔点 [illegible]，沸点 [illegible]，密度 [illegible]）具有 [illegible] 克 [illegible] 米[illegible]。纯铪具可塑性、易加工、耐高温抗腐蚀，是原子能工业重要材料。铪的热中子捕获截面大，是较理想的中子吸收体，可作原子反应堆的控制棒和保护装置：铪粉可作火箭的推进器。在电器工业上可制造 [illegible] 射线管的阴极。电灯丝和电子管内的吸气剂。铪的合金可作火箭喷嘴和滑翔式重返大气层的飞行器的前沿保护层，[illegible] 合金可制造工具钢及电阻材料。铪还应用于冶金、化工、火药及特种耐火材料。

二、赋存条件

含锆的矿物中都含铪，与锆成类质同像，铪主要赋存在锆英石中。当铪的含量达到一定时可形成独立矿物铪石 [illegible] 含 [illegible]。

三、一般工业要求

铪常伴生在锆矿床中，锆英石精矿含铪达 [illegible] 以上者就可作为铪矿单独开采。若低于上述要求，也可从含铪锆石中综合回收。

第八章　锶

一、性质和用途

锶是一种银白色金属，性质活泼，在自然界中不能以单质形态存在，以化合物形式出现，锶的化合物中有四种。锶的稳定同位素，核裂变的产物 [illegible] 是放射性同位素，对动物和人体健康有损害。锶的密度 [illegible]，熔点 [illegible]，沸点 [illegible]。

金属锶在工业上用途较少，一直没有大量生产。锶可做耐久的原子电池，在炼钢工业中作脱硫、脱磷剂，在硅铁生产中，提高钢材质量，还可作难熔金属的还原剂及冶炼特种合金。氢氧化锶广泛用于精制甜菜糖；硝酸锶用来制造焰火、信号弹。碳酸锶用于生产电视显像管的荧光屏玻璃。此外，少量锶化物还用于润滑脂、陶瓷工业合金及制药等。

二、主要矿物

已知含锶矿物 [illegible] 多种，锶的主要矿物有：

天青石 [illegible]　　含 [illegible]

菱锶矿 [illegible]　　含 [illegible]

三、一般工业要求

边界品位：[illegible]　　≥ [illegible]

工业品位：[illegible]　　≥ [illegible]

可采厚度：　　≥ [illegible] 米

夹石剔除厚度：　　≥ [illegible] 米

四、矿床实例

（一）四川合川干沟锶矿床

边界品位：

贫矿　　[illegible]　　[illegible]

富矿　　[illegible]　　≥ [illegible]

单工程平均品位：　杂测警[源]　≥圆豫

块段平均品位：

贫矿　杂测警[源]　≥圆豫

富矿　杂测警[源]　≥远豫

可采厚度：　员米

夹石剔除厚度：　员米

（二）江苏溧水爱景山锶矿　脉状天青石矿）

边界品位：　杂测警[源]　≥员豫

工业品位：　杂测警[源]　≥圆豫

有害杂质：　月警[源]　≤源豫

悼[约]　≤园　缘豫

可采厚度：　员米

夹石剔除厚度：　员米

（三）云南金顶铅锌矿中共生的天青石矿

边界品位：　杂测警　员豫

Ⅰ级品：　杂测警　圆豫

Ⅱ级品：　圆豫　跃杂测警　员豫

Ⅲ级品：　员豫　跃杂测无　园豫

可采厚度：　员米

夹石剔除厚度：　源米

五、综合评价

由于锶与钙、镁等元素在化学性质上相近，在含钙镁的矿物及岩石中，如白云岩、石灰岩、含石膏的粘土层、岩盐、卤水中如有锶存在，应注意综合评价。

六、附录

国外制取碳酸锶和硝酸锶对天青石的质量要求

项目	制碳酸锶	制硝酸锶
杂测警[源]　豫）	不小于 怨园	不小于 怨缘
悼警[源]　豫）	—	不大于 员豫
月警[源]　豫）	不大于 圆	不大于 圆
云　豫）	不大于 园豫	—
块度　英寸）	不大于 远	原还回员源

注：员英寸 越圆豫厘米

第 五 篇

稀土金属矿产

第一章　稀土金属

镧、铈、镨、钕、钷、钐、铕、钆、铽、镝、钬、铒、铥、镱、镥）

一、性质和用途

稀土元素是元素周期表Ⅲ月族中的钪、钇和镧系等 元素的总称。它们包括钪（Sc）、钇（Y）、镧（La）、铈（Ce）、镨（Pr）、钕（Nd）、钷（Pm）、钐（Sm）、铕（Eu）、钆（Gd）、铽（Tb）、镝（Dy）、钬（Ho）、铒（Er）、铥（Tm）、镱（Yb）、镥（Lu）等元素。稀土元素在自然界的含量超过铜、铅、锌、锡、银、汞等常见金属（见表），但它们相当分散，形成独立的矿床少。

通常把镧、铈、镨、钕、钷、钐、铕称为轻稀土或铈组稀土；钇、铽、镝、钬、铒、铥、镱、镥、钪称为重稀土或钇组稀土。它们的化学性质很相似，在自然界中经常共生产出。

稀土元素在各类岩石中的分布

岩石类型	稀土元素（ppm）
碱性岩	1000～10000
花岗岩	100～1000
中性岩	100～300
基性岩	100～200
超基性岩	10～100

注：钪（Sc）与其他稀土元素性质相似，因此划入稀土类，但 Sc 不与其他稀土元素共生，又为了参考方便，故将 Sc 另章叙述。

目前，稀土元素在冶金工业、石油工业、玻璃工业、电子工业、原子能工业和化学工业等方面均有广泛的用途，但是，主要用在石油、冶金和玻璃工业方面。

冶金工业：在冶炼钢铁中加入少量稀土氧化物，可以去掉钢铁中的杂质（如砷、锑、铋等），使之提高钢铁的耐蚀性和耐高温等，用稀土氧化物炼成的高强度低合金钢，可制造汽车结构部件，并可压成钢板、钢管，可制成能适应恶劣气候下的输油管和输气管道。铈组元素与铝、镁制成的轻质耐热合金用于航空工业，如飞机零件、宇宙飞船、导弹、火箭等有关部件。

稀土元素主要物理性质

元素名称	熔点（℃）	沸点（℃）	密度（克/厘米³）	电阻率（微欧姆·厘米）	布氏硬度	金属的	
						颜色与光泽	刚柔性
镧	920	3464	6.15	57	37.5	灰色	有延展性
铈	804	3257	6.78	75	24.5	灰色	有延展性
镨	935	3212	6.78	70	37.5	灰色	有延展性
钕	1024	3127	7.00	64	34.3	灰色	有延展性
钷	1168	2460	7.22	—	48.0	灰色	有延展性
钐	1072	1778	7.54	94	44.1	灰色	性脆，质坚硬
铕	826	1439	5.26	90	19.6	灰色	有延展性
钆	1312	3266	7.89	138	68.6	灰色	有延展性
镧	920	3464	6.15	57	37.5	灰色	有延展性
铈	804	3257	6.78	75	24.5	灰色	有延展性
镨	935	3212	6.78	70	37.5	灰色	有延展性
钕	1024	3127	7.00	64	34.3	灰色	有延展性
钷	1168	2460	7.22	—	48.0	灰色	有延展性
钐	1072	1778	7.54	94	44.1	灰色	性脆，质坚硬
铕	826	1439	5.26	90	19.6	灰色	有延展性
钆	1312	3266	7.89	138	68.6	灰色	有延展性
铽	1356	3123	8.27	115	68.6	灰色	有延展性
镝	1407	2335	8.56	57	68.6	灰色	有延展性
钬	1461	2720	8.80	87	74.5	灰色	有延展性
铒	1529	2510	9.16	86	89.2	灰色	有延展性
铥	1545	1947	9.33	67	68.6	灰色	有延展性
镱	824	1194	6.98	28	20.6	灰色	有延展性
镥	1652	3395	9.84	79	240.2	灰色	有延展性
钇	1509	3338	4.47	596	73.5	灰色、银白色光泽	有延展性
钪	1539	2832	2.99	61	80.4	银白色	质柔软

①估算值

石油化工工业：在裂化石油过程中，用稀土氧化物作催化剂，制造合成橡胶、人造羊毛、尼龙等化工产品。

电气工业：混合稀土氧化物和铝、钍等制成的合金做的电子管质量好，铕和钆的氧化物是制造探照灯、弧光灯及电机等零件的重要原料，因为它们具有发光率高，色彩鲜

艳和稳定性好等特性。

玻璃工业：稀土氧化物可作玻璃调色剂，更重要的用于工业用玻璃，如玻璃原料中加入钐、钆所制成的玻璃，可做防护中子辐射的眼镜玻璃，加入镧可以制造高精度的光学玻璃。

原子能工业：广泛采用稀土元素的氧化物特别是氧化钇制造核反应堆的控制棒，这种棒能很快的吸收中子，效率比硼、镉和铪制造的控制棒高得多，钇、钐和铕用来制造防止核辐射作用的设备和核能装置专门的陶瓷盖。

另外，稀土元素还应用于农业，医学、轻工业和环境保护等方面。

二、主要矿物

目前世界上已知的稀土矿物及含有稀土元素的矿物有 [illegible] 多种，稀土元素含量较高的矿物有 [illegible] 多种，有工业价值的矿物不到 [illegible] 种，主要有：

独居石*　[illegible]

氟碳铈矿*　[illegible]

氟菱钙铈矿*　[illegible]

氟碳铈镧矿　[illegible]

褐廉石　[illegible]

烧绿石　[illegible]

磷钇矿*　[illegible]

硅铍钇矿*　[illegible]

褐钇铌矿*　[illegible]

钛钇矿　[illegible]

* 为重要的稀土矿物在我国具有重要的或比较重要的工业意义。

三、一般工业要求

稀土元素常共生在一起，分离困难，可按稀土元素总量计算储量。

（一）轻稀土

[illegible] 含氟碳铈矿、独居石的原生矿床

边界品位：[illegible]

工业品位：[illegible]

可采厚度：≥[illegible]米

夹石剔除厚度：≥[illegible]米

[illegible] 独居石砂矿

边界品位：矿物 [illegible] 克/米³

工业品位：矿物 猿圆园－缘园园克／米猿

可采厚度：　　≥员米

夹石剔除厚度　　≥员米

（二）重稀土

员圆含钇　磷钇矿、硅铍钇矿）伟晶岩和碳酸岩矿床

工业品位：再韵园圆园－园员园豫

可采厚度：　　≥员－圆米

夹石剔除厚度：　　≥圆米

圆圆磷钇矿砂矿

边界品位：矿物 猿园克／米猿

工业品位：矿物 缘园－苑园克／米猿

可采厚度：　　≥园员园米

夹石剔除厚度：　　≥圆米

（三）风化壳离子吸附型稀土矿

边界品位：稀土酯学重稀土 园员园豫

轻稀土 园员园豫

工业品位：稀土园学重稀土 园员园豫

轻稀土 园员豫

可采厚度：　　≥员米

夹石剔除厚度：　　≥圆米

四、矿床实例

（一）内蒙某大型含铌 原稀土 原铁矿床

稀土工业指标分三种情况。

员 铁矿体　含铌）中的稀土，没有具体工业指标要求，不单独圈定稀土矿体，根据铁矿中的稀土含量计算储量；

圆 铁矿体内的夹层

边界品位：稀土韵　≥员豫

工业品位：稀土韵　≥圆豫

可采厚度：　　猿米

夹石剔除厚度：　　猿米

猿 铁矿上下盘含稀土白云岩　即围岩）

边界品位：稀土韵　≥员豫

工业品位：稀土韵　≥圆豫

可采厚度：　　愿米
夹石剔除厚度：　　源米

仁）江西某风化壳离子吸附型重稀土矿床

边界品位：栽砸韵　园圆猿
工业品位：栽砸韵　园圆豫
富矿品位：栽砸韵　园园员豫
可采厚度：　　员米

臣）江西某风化壳离子吸附型轻稀土矿床

矿石类型	边界品位（豫）	工业品位（豫）	可采厚度（米）	夹石剔除厚度
花岗斑岩型	园圆园	园园员	员	源
熔　岩　型	园圆园豫	园圆园源	员	源

因）广东某海滨独居石砂矿床

边界品位（能利用）：　　圆缘千克/米猿
边界晶位（暂不能利用）：　　员缘千克/米猿
块段平均品位　　愿千克/米猿
矿区平均晶位　　缘千克/米猿
可采厚度：　　员米
夹石剔除厚度　　员-圆米

五、综合评价

稀土矿石或矿砂一般均含多种工业矿物。独居石、磷钇矿等稀土矿物往往与钛铁矿、锆英石、金红石、锡石和黑钨矿等有用矿物富集在一起，铌（钽）-稀土（钽）-铁矿床是一个富含许多种有用矿物的矿床，不仅含有大量的稀土矿物，还含有多种铁矿物和铌矿物，另外，还有可以综合利用的锰、钍、钛、锆等。

六、附录

（一）独居石精矿质量标准　[illegible]

级别	[illegible]不小于[illegible]	杂质含量（不大于）[illegible]			备注
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	
一级	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
二级	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
三级	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
四级	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	

（二）氟碳铈矿-独居石混合精矿技术条件　[illegible]

品级	稀土氧化物[illegible]不小于	杂质，[illegible]不大于			
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
一级品	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
二级品	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
三级品	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
四级品	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
五级品	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
六级品	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
七级品	[illegible]	[illegible]	[illegible]		

注：一级品中的[illegible]只提供数据，不做考核依据

（三）磷钇矿精矿标准（内部试行）　[illegible]

级别	[illegible]（不小于）[illegible]	杂质含量（不大于），[illegible]		
		[illegible]	[illegible]	[illegible]
一级	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
二级	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
三级	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

第二章　钪

一、性质和用途

钪的性质与稀土相似。其化学性质活泼能与多种元素化合，在空气中容易被氧化而变色，钪具有比重小（几乎和铝相等）熔点较高的性质。氮化钪（ScN）的熔点为2900℃，并具有高导电率，在电子工业中有广泛的应用。稀土发射光谱的应用有稀土电光源，稀土光谱分析等。钪钠灯与高压汞灯相比，具有光效高，光色正等优点，适用于拍摄电影和广场照明之用。在冶金工业中，钪可做镍铬合金的附加剂，用以生产抗高温耐热合金，此外可用以制造药品。

二、赋存条件

钪主要赋存在铌铁矿、水锆石、锂云母、白云母、锡石、黑钨矿，绿柱石、电气石中。钪的独立矿物有钪钇石（$(Sc,Y)_2Si_2O_7$）和钪硅钙石（$Ca_2Sc_2Si_3O_{10}$）。但不具有工业意义，目前工业上主要是从黑钨矿、锡石精矿中提取。

三、一般工业要求

云英岩含黑钨矿石英脉及白云母云英岩矿床：黑钨矿含钪0.001%～0.005%。
伟晶岩含锡石硫化物矿床：锡石中含钪0.001%～0.005%。
碱性角闪石、磁铁矿—萤石型矿床：铁锂云母含钪0.001%～0.005%。
钪主要在精矿中提取，因而对矿石中含量采取有多少计算多少。

第六篇

稀散元素矿产

第一章　锗

一、性质和用途

锗是银灰色性脆的金属。熔点 [illegible]，沸点 [illegible]，比重 [illegible]

锗主要用于电子工业中，用来生产低功率半导体二极管三极管，锗在红外器件，γ辐射探测器方面有着新的用途，金属锗能让 [illegible] 微米的红外线通过，又和玻璃一样易被抛光，能有效地抵制大气的腐蚀，可用以制造红外窗口、三棱镜和红外光学透镜材料。锗还与铌形成化合物，用作超导材料。二氧化锗是聚合反应的催化剂。用氧化锗制造的玻璃有较高的折射率和色散性能，可用于广角照像镜头和显微镜。在空间技术上可用于保护超灵敏的红外探测器。锗还可用来制造药品。

二、赋存条件及来源

锗通常以分散状态存在于其他矿物中，独立的矿物很少，主要有：

锗石　[illegible]　含 [illegible]

硫锗铁铜矿　[illegible]　含 [illegible]

硫银锗矿　[illegible]　含 [illegible]

黑硫银锡矿　[illegible]　含 [illegible]

工业上主要是在处理硫化矿时作为副产品回收或从炼焦烟尘中回收。

三、一般工业要求

[illegible] 各类铅锌矿床中

[illegible] 铅锌矿石中：含 [illegible]　[illegible] 锌精矿中：含 [illegible]

[illegible] 氧化铅锌矿：含 [illegible] 平均 [illegible]，矿石中含锗在 [illegible] 以上都有回收价值。

[illegible] 不同类型的煤含锗为 [illegible]，低灰份煤（亮煤）中较多。

[illegible] 在赤铁矿矿石中，含锗达 [illegible] 时可以作锗矿单独开采。

[illegible] 铜和富银矿石中：含 [illegible]

[illegible] 铁镁矿石中：含 [illegible]

[illegible] 温泉水中：含 [illegible]

第二章　镓

一、性质和用途

镓是银白色的软金属，是在人体温度下（猿缘益）能熔化成液体的金属之一。

镓在常温空气中稳定，因为表面覆有一层薄的氧化膜，即使在红热时也不再被空气所氧化、镓的熔点低，沸点高，是液态范围最大的金属，熔点 园[illegible]益，沸点 园[illegible]益，密度 园[illegible]益）缘 [illegible]克 辕[illegible]米猿。

镓的主要用途是制备新型半导体的材料，在微波器件领域内，砷化镓是最有希望的半导体材料，用它制造光电器件如：镓砷磷、镓铝砷，可作固体激光器材料，用于光导纤维通讯系统；还有可能用作太阳能电池的材料以及制作大规模高速集成电路，钇镓石榴石用作磁泡存储器，钒镓化合物 [illegible] 可用作超导材料。镓具有很高的光反射能力，可把它挤压在两块加热的玻璃板之间制成镜子。镓制造低熔点合金可用作防火信号和熔断器，镓能提高某些合金的硬度、强度，并能提高镁合金的耐腐蚀能力。镓化合物还可用于分析化学，医药和有机合成中的催化剂。

二、赋存条件及来源

镓在自然界仅发现一种单独矿物硫镓铜矿 [illegible]，镓主要赋存在闪锌矿、霞石、白云母、锂辉石、铝土矿及煤矿中。一般镓都是作为副产品在含铝矿物（铝土矿、铝硅酸盐）及锌矿冶炼过程中和从煤焦化烟尘中进行回收。当前制取镓的主要来源是铝生产中顺便回收。

三、一般工业要求

员[illegible]铝土矿矿石中：含 [illegible]缘。

圆[illegible]黄铁矿矿石中：含 [illegible]缘。

猿[illegible]闪锌矿矿石中：含 [illegible]缘。

源[illegible]锗石中：　　含 [illegible]缘。

缘[illegible]煤矿中：　　含 [illegible]缘。

煤的灰分中常含有 [illegible]缘至 [illegible]缘的镓在煤气厂的灰尘中，镓的含量达 [illegible]缘）。

远[illegible]明矾石中：　　含 [illegible]缘。

苑[illegible]与碱性岩有关的岩浆矿床，在磷灰石—霞石矿石及精矿中：含 [illegible]缘。

第三章　铟

一、性质和用途

铟是银白色金属，铟的化学性质与铁相似。常温下纯铟不为空气或硫氧化，加热到超过熔点时，可迅速与氧和硫化合。铟的可塑性强，有延展性，可压成极薄的钢片，很软，能用指甲刻痕，熔点 [illegible]，沸点 [illegible]，密度 [illegible]。

铟是制造半导体、焊料、无线电工业、整流器、热电偶的重要材料。纯度为 [illegible] 的铟是制作高速航空发动机银铅铟轴承的材料，低熔点合金如伍德合金中每加 [illegible] 的铟可降低熔点 [illegible]，当加到 [illegible] 时熔点可降到 [illegible]。铟与锡的合金（各 [illegible]）可作真空密封之用，能使玻璃与玻璃或玻璃与金属粘接。金、钯、银、铜同铟的合金常用来制作假牙和装饰品。

锑化铟可用作红外线检波器的材料，磷化铟可以制作微波振荡器。

二、赋存条件及来源

目前已知铟矿物有：

硫铟铜矿　　[illegible]

硫铟铁矿　　[illegible]

水铟矿　　[illegible]

铟主要呈类质同象存在于铁闪锌矿、赤铁矿、方铅矿以及其它多金属硫化物矿石中，此外锡石、黑钨矿、普通角闪石中也含铟，铟的主要来源是闪锌矿，含量为 [illegible]（有时达 [illegible]）在铅锌冶炼的过程中作为副产品回收，锡冶炼厂也回收铟。

三、一般工业要求

[illegible] 铁矿石中，铟的平均品位为 [illegible]，可作铟矿单独开采。

[illegible] 含铜、铅、锌的锡石和黑钨矿石中含铟 [illegible]。

[illegible] 铜钼矿床中，含铟 [illegible]。

[illegible] 多金属硫化物矿石中，含铟 [illegible]。

[illegible] 含锌黄铁矿硫化物矿石中，含铟 [illegible]。

第四章　铊

一、性质和用途

铊是银白色金属，铊的氧化物　特别是一氧化铊　和氯化铊挥发性强，铊盐具有毒性，铊的密度　）克／厘米，熔点　沸点　依。铊主要用于制造化学药剂，在电子工业中用铊激活碘化钠晶体可用作光电倍增管，铊可制造低熔点合金、光学玻璃和密封电子原件的玻璃。硫化铊和硫氧化铊可以制造对红外线很灵敏的光电管。溴化铊和碘化铊的固熔体单晶能透过红外线辐射，可用于红外线通讯，由　铅，　锑，　锡和　铊组成的合金可以制造轴承。含铊　的汞铊合金，其冰点为　比汞的冰点低　，可用于低温仪表。

二、赋存条件及来源

铊大部分赋存在伟晶岩和气成矿床的钾长石及云母中，以类质同象置换钾。铊具有显著的亲硫性，所以在白铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿及雄黄等硫化矿物中也有分布。目前已发现铊的工业矿物有：

红铊矿	含
硒铊银铜矿	含
硫砷铊铅矿	含
辉铊锑矿	含

铊的主要来源是从有色金属硫化矿的冶炼的烟尘中作为副产品回收。

三、一般工业要求

　含有铊独立矿物的热液矿床：

苏联北高加索矿区含铊矿石中	含　，
白铁矿和黄铁矿中	含　。
黄铁矿和铜矿石中	含　。
锑汞矿矿石中	含　。

渡口攀枝花类铅锌矿床；铅锌矿矿石中含有镓、锗、铟、铊等。

缓冲区含铊的变质锰矿床氧化锰矿石中含有铊等。

远离盐类矿床中含有碘、溴等。

第五章　铼

一、性质和用途

铼是银白色难熔金属，常温下在空气中稳定，猿圆园益时开始氧化，；铼不熔于盐酸，但熔于硝酸和热浓硫酸中生成铼酸，铼可生成 员–苑价的化合物。熔点 猿源园园益，沸点缘源园园益，密度（园℃）圆员援源克/厘米猿

铼主要用作石油工业的催化剂，铼具有很高的电子发射性能，广泛应用于无线电、电视和真空技术中。铼具有很高的熔点，是一种主要的高温仪表材料。铼和铼的合金还可作电子管元件和超高温加热器以蒸发金属。钨铼热电偶在 猿园园园益也不软化，钨或钼合金中加 圆豫的铼可增加延展性能，铼在火箭，导弹上用作高温涂层用，宇宙飞船用的仪器和高温部件如热屏蔽、电弧放电、电接触器等都需要铼。

二、赋有条件及来源

铼的矿物很少，多以微量伴生于钼，铜，铅、锌、铂、钯等矿物中，迄今只有苏联发现了一种铜铼硫化矿物（含铼 源园豫）。目前工业上生产铼的主要原料是铝冶炼过程的副产品。某些铜矿的冶炼烟尘和处理低品位钼矿的废液中回收铼。

三、一般工业要求

钼矿和铜铝矿矿石中：含 砸藻园援园园员豫。
铜钼精矿中：含 砸藻园援园园缘–园援园员豫。
辉铜矿精矿中：含 砸藻园援园园员–园援园园缘豫。
辉钼矿精矿中：含 砸藻园援园园缘–园援园员豫。

第六章　镉

一、性质和用途

镉是银白色带蓝色光泽的金属，是显著的亲硫元素。镉在湿空气中缓慢氧化并失去光泽。加热时生成棕色的氧化层。镉蒸气燃烧产生棕色的镉烟雾、不溶于碱液，与硫酸、盐酸和硝酸作用生成相应的镉盐。

镉的熔点 [illegible]，沸点 [illegible]，密度 [illegible]）[illegible]克/厘米³。镉可以制造轴承合金、特殊易熔合金、耐磨合金、焊锡，镉对盐水和碱液有良好的抗蚀性能，可以用作钢构件的电镀防腐层，但近年来因镉的毒性，此项用途有减缩的趋势。镍-镉和银-镉电池具有体积小，容量大的优点，因而镉在电池制造中用量日增，镉是制造钎焊合金和低熔点合金的主要成分之一。镉具有较大的热中子俘获截面，因此含银-镉、钢-镉和镉-[illegible]的合金可用作原子反应堆的控制棒，在铜中加入[illegible]的镉可改进机械性能，尤其是冷加工性能，而导电率则下降很少。镉的化合物曾经广泛用于制造颜料、塑料稳定剂、萤光粉，硫化镉、硒化镉、碲化镉具有较强的光电效应，用于制造光电池。

二、主要矿物及赋存条件和来源

镉的主要矿物有硫镉矿（[illegible]），含[illegible]，菱镉矿（[illegible]），含[illegible]及方镉矿（[illegible]）等，但均不形成单独矿床。镉赋存于锌矿、铅锌矿和铜铅锌矿石中，尤其是在浅色的闪锌矿中含量较高，一般[illegible]，高达[illegible]，镉在浮选时主要进入锌精矿，在焙烧过程中富集于烟尘中，在湿法炼锌厂的硫酸锌溶液净化过程中产出的铜镉渣（含[illegible]），火法炼锌厂的粗锌精馏过程中产出的镉灰（含[illegible]）和某些铜、铅冶炼厂的富镉尘均可提镉。

三、一般工业要求

锌矿和铅、锌矿石中：含[illegible]。

铅、锌精矿中：　　含[illegible]。

第七章　硒

一、性质和用途

硒是半金属，性质与硫相似，但金属性比硫强，硒的最显著的特性是在光照下的导电性比在黑暗中成千倍地增加。熔点 [illegible]，沸点 [illegible]，是典型的半导体，性脆，常温下硒不与氧作用，在空气中加热会着火燃烧生成二氧化硒，在一定温度下 [illegible]（[illegible]）可被水氧化，硒溶解于强碱溶液中形成硒化物，但也形成硒酸盐和亚硒酸盐。

工业纯硒约 [illegible] 用于玻璃的着色和脱色颜料及冶金工业，高质量信号用的透镜玻璃含硒 [illegible]，加入硒的平板玻璃用作太阳能的热传输板和激光器窗口红外过滤器，硒可以改善碳素钢，不锈钢和铜的切削加工性能，大约有 [illegible] 的硒以高纯形式 [illegible]）与其他元素作成合金，用以制造低压整流器，光电池，热电材料以及各种复印复写的光接受器。其余 [illegible] 的硒，以化合物形式用作有机合成的氧化剂、催化剂、动物饲料微量添加剂 [illegible]），硒加入橡胶中可增加耐磨性质，硒及硒化物加入润滑脂中，可用于超高压润滑。

二、赋存条件及来源

硒主要赋存在黄铜矿，黄铁矿、方铅矿中，有时也存在于辉钼矿、铀矿中。主要的硒矿物有：硒铜矿 [illegible]；硒铜银矿 [illegible]；硒银铅矿 [illegible] 辉汞矿 [illegible]。一般不形成单独矿床，工业价值不大。工业上主要是在冶炼硫化矿物时综合回收。

三、一般工业要求

[illegible] 铜镍矿石中含 [illegible]，该类矿床的硫化物中含 [illegible] 铅锌矿石中含 [illegible]）。

[illegible] 含硒独立矿物的硒化物矿床含 [illegible]，可作硒矿单独开采。

[illegible] 铜、锌黄铁矿矿石中含 [illegible]。

[illegible] 含铜黄铁矿矿床中含 [illegible]，硫化物中含 [illegible]。

[illegible] 辉钴矿或辉锑矿硫化物—硒化物型的矿石中含 [illegible]。

[illegible] 汞矿中含 [illegible]。

[illegible] 含硒凝灰岩或灰质页岩中黄铁矿含 [illegible]。

[illegible]自然硫矿床中含 [illegible]。

[illegible]火山灰及斑脱岩中含 [illegible]。

[illegible]硫化物矿床铁帽及氧化带矿石中含 [illegible]

[illegible]含铜砂页岩中含 [illegible]。

[illegible]磷块岩中含 [illegible]。

[illegible]含钾、钒的铀矿床及沥青质和碳质页岩的沉积铀矿床中含 [illegible]。

第八章　碲

一、性质和用途

碲有两种同素异形体，一种为六方晶系，原子排列呈螺旋形，具有银白色金属光泽，另一种为无定形，呈黑色粉末。熔点 [illegible]，沸点 [illegible]，密度 [illegible]）结晶形 [illegible]克/厘米³，无定形 [illegible]克/厘米³。碲在空气或氧中燃烧生成二氧化碲，并发出蓝色火焰，同卤族元素发生强烈作用，生成碲的卤化物。和硒相反，在高温下碲几乎不同氢发生作用。

碲与硒的用途相似，加入少量碲，可以改善低碳钢、不锈钢和铜的切削加工性能。在白口铸铁中用作碳化物稳定剂，使表面坚固耐磨。在铅中添加碲可提高材料的抗蚀性能，用作海底电缆的护套；也能增加铅的硬度，用来制作电极板和印刷铅字。工业上碲可用作石油裂解催化剂的添加剂以及制取乙二醇的催化剂。氧化碲用作玻璃的着色剂。高纯碲可用作温差电材料的合金组分，其中碲化为最好的致冷材料。化合物半导体 [illegible]是制作电子计算机存储器的材料。超纯碲单晶是一种新型的红外材料。

二、赋存条件及来源

碲主要与黄铁矿，黄铜矿，闪锌矿等共生，含量仅 [illegible]；主要碲矿物有碲铅矿 [illegible]，含 [illegible]；碲铋矿 [illegible]，含 [illegible]；辉碲铋矿 [illegible] 含 [illegible]以及碲金矿 [illegible]，碲铜矿等。以上矿物很少见，均无工业价值，工业上主要是从电解精炼铜和铅的阳极泥及处理金、银矿时回收碲。

三、一般工业要求

[illegible]铜、镍矿石中：含 [illegible]。
[illegible]自然硫矿床中：含 [illegible]。
[illegible]含铜黄铁矿矿石中：含 [illegible]。
[illegible]含铜黄铁矿中：含 [illegible]。
[illegible]铜钼硫化物矿床中：含 [illegible]。
[illegible]铜、铝矿石中：含 [illegible]。
[illegible]铜、铅、锌矿石中：含 [illegible]。
[illegible]辉钴矿、硫化物—硒化物型的矿石：含 [illegible]。
[illegible]各类型低温碲金矿床：含 [illegible]。

第七篇

放射性矿产

第一章　铀

一、性质和用途

铀是一种银白色金属，具放射性和核裂变现象，比重 员猿援怨缘，熔点 员园缸园益，铀为亲石元素，主要赋存在酸性火成岩中，它比砷、钨、钼、锑、汞、银、铋和金等元素，在地壳中的平均含量都高，但其分布极为分散。

天然铀是由三种同位素组成：铀 ，铀 和铀 。铀能够为热中子所裂变，是现今原子能的能源。铀和铀只能为快中子所裂变，因此它们可应用于快中子反应堆。

铀主要用于核工业和制造原子弹。通过反应堆能将铀的核能转变为热能，可用来发电，开动轮船和火车等。由于原子核的分裂所产生的原子核辐射和人工制取的放射性同位素在钢铁工业，机械制造，地质勘查，仪器制造、农业、医学和食品工业等方面都得到广泛的应用，已成为现代科学、技术部门最新和最有效的研究工具。

铀的氧化物在搪瓷工业、玻璃工业中可作颜料。

二、主要矿物

目前已发现的铀矿物和含铀矿物约 员缘园种以上，其中 圆缘–猿园种具有实用意义列举如下：

沥青铀矿
晶质铀矿
钙铀云母
铜铀云母
钒钾铀矿
钒钙铀矿
钛铀矿
铀石
硅钙铀矿
含
含
含
含
含
含

三、一般工业要求

边界品位：

工业品位：　　园圆圆圆豫

可采厚度：　　园圆米

夹石剔除厚度：　　园圆米

小于可采厚度的薄矿体，可采用米百分值。

四、矿床实例

矿床	边界品位豫）	最低工业品位豫）	最低可采厚度米）	夹石剔降厚度米）
广东某花岗岩型铀矿 湖南某砂岩型铀矿 江西某火山岩型铀矿 甘肃某碳硅泥岩型铀矿	园圆圆袁	园圆圆豫	园缘苑	园缘苑

五、综合评价

花岗岩型铀矿床多为单一元素矿床。火山岩型、砂岩型、碳硅泥岩型等铀矿床一般含有酝藻 砸藻 粤早 孕遭 在社 恍怎 晕蚤 员藻 杂藻 云 孕 灾等有用）元素，在勘探铀矿同时要注意综合研究和评价。

广西某石灰岩铀矿床

铼品位大于 园圆圆圆豫可以回收。

云南某砂岩　煤）铀矿床

锗品位大于 园圆圆圆豫可以回收。

第二章　钍

一、性质和用途

钍是银白色金属、性柔，有延性，具放射性，在自然界中钍很少呈元素状态，一般与其它元素化合成氧化物、硅酸盐、磷酸盐和氟化物，通常集中于岩石圈上部，属于亲石元素。

钍的用途包括能源用途和非能源用途，目前主要是用于非能源方面，制造白炽灯罩。在冶金工业上用以炼制各种优质合金，镁钍合金在温度超过 [illegible] 时仍有很高的机械强度，用于飞机和火箭。钍铝合金除可增大延展性外，还能耐海水的侵蚀，在铁、钴、铜、银、铂、金、钨等金属中加入钍，可使合金获得良好的结构和耐热性，氧化铁用来作耐火材料及研磨物质的组成部分，新钍能发现钢铁中的裂隙，同时它具有高度极化性，可用来清除积聚在机械上的静电。钍具有的强烈的 [illegible] 射线可用于医学，能源用途，[illegible] 在反应堆中制取 [illegible]，作为核燃料，现在尚处于研究试验阶段，它是潜在的核能。

二、主要矿物

已经知道的钍矿物和含钍矿物约有 [illegible] 多种，其中大部分含铀和稀土元素：主要钍矿物有：

方钍石　[illegible]　含 [illegible]

钍 石 [illegible]　含 [illegible]

独居石　[illegible]　含 [illegible]

三、一般工业要求

（一）独居石型铁矿床（砂矿）

独居石矿物：　[illegible]

独居石中含 [illegible]：　[illegible]

（二）方钍石、钻石矿床

含 [illegible]：[illegible]。

第 八 篇

化工原料非金属矿产

第一章　磷

一、用途

磷矿是一种重要的化工矿物原料。主要用于制造磷肥，部分用作化工原料，用以提取黄磷（白磷）、亦磷、磷酸、及其他磷酸盐的矿物原料。赤磷用于制造火柴，白磷有剧毒，用以制农药，磷酸盐用于制糖、陶瓷、玻璃、纺织、国防、半导体、冶金等工业部门，如；国防工业上用于制造照明弹、曳光弹、信号弹、烟幕弹、纵火剂等。半导体工业上制作硼、铟、镓的磷化物等。冶金工业中炼制磷青铜、含磷生铁、铸铁等。此外，磷酸钠（[illegible]）、磷酸氢二钠（[illegible]），用于净化锅炉用水。后者还用以制人造丝，六聚偏磷酸钠（[illegible]）作水的软化剂和金属防腐剂，磷的有机衍生物用于医药。氟磷灰石晶体作激光发射材料。

二、主要矿物

自然界含磷矿物很多，有工业利用价值的主要为磷酸钙，即磷灰石，常含有氟、碳、氢等杂质，而形成不同种类的磷灰石，如：

氟磷灰石（[illegible]）含[illegible]

氯磷灰石（[illegible]）含[illegible]

碳磷灰石（[illegible]）·[illegible]

含[illegible]

羟磷灰石（[illegible]）含[illegible]

碳氟磷灰石（[illegible]）

含[illegible]

其次，尚有硫磷铝锶矿（[illegible]）含[illegible]。

三、一般工业要求

（一）磷矿石各种组份在工业加工中的作用或影响

[illegible]含量高，对生产各种磷肥都是有利的。

[illegible]是有害组分，以酸法加工制造磷肥时，除增加酸耗外，主要影响[illegible]

的分解率，生成枸溶性的铁铝磷酸盐，使产品质量变坏。热法生产时 [illegible] 过多，使熔料粘稠，流动性差；[illegible] 过多，造成磷的损失和增加电或焦炭的消耗。

[illegible] 在绝大多数情况下属有害组分，它使酸法加工的物料粘度急剧增加，产品质量变坏。如工业上对 [illegible] 的含量有特殊要求时，应在正式工业指标中加以明确。但在生产钙镁磷肥时，则可以减少配入镁质物料。

[illegible] 在酸法加工时增加酸耗和产出泡沫；在热法加工时则增加电耗，有时易引起喷料。

[illegible] 在过磷酸钙生产中，作为充填物稀释降低了产品中的有效 [illegible]；在磷酸生产中使磷石膏滤渣数量增多，制造硝酸磷肥时，对硝酸的结晶和分离带来困难，盐酸法生产沉淀磷肥时，直接影响肥料的质量，电热法制元素磷时，[illegible] 在融熔过程中是有益组分，但过多会增加电耗。

对上述组分，在勘探时要查清，以供选择生产工艺流程的参考。

（二）一般工业指标

[illegible] 一般地区

矿床类型 / 项目及要求	磷块岩及磷块石岩矿床	磷块岩矿床
边界品位 [illegible]）	[illegible]	[illegible]
工业品位 [illegible]）	[illegible]	[illegible]
可采厚度（米）	[illegible]	[illegible]
夹石剔除厚度（米）	[illegible]	[illegible]

矿石品级划分：

Ⅰ级品　[illegible]，不需选矿

Ⅱ级品　[illegible]，不需选矿或简单洗选富集

Ⅲ级品　[illegible]，需选矿

[illegible] 缺磷地区

可根据矿床的经济地理位置、交通条件、矿石的采，选加工及综合利用性能等结合当地实际需要和充分利用资源的原则，制定工业要求。

四、矿床实例

（一）江苏锦屏磷灰岩矿

边界品位：[illegible] 按目前矿山实际生产资料，选矿效果好，已降至 [illegible]）

工业品位：P_2O_5≥5%～7%（已降至 3%～5%）
不需选矿的矿石：P_2O_5≥15%
可采厚度：　　0.8～1.0米
夹石剔除厚度：1米

（二）贵州开阳磷块岩矿

边界品位：P_2O_5≥5%
工业品位：P_2O_5≥8%
矿石品级划分：

Ⅰ级　P_2O_5≥25%
Ⅱ级　P_2O_5=15%～25%
Ⅲ级　P_2O_5=8%～15%

可采厚度：　　1米
夹石剔除厚度：1米

（三）湖北荆襄大峪口磷块岩矿

边界品位：P_2O_5≥5%
最低工业品位（表内边界）：P_2O_5=8%
矿石品级划分：

Ⅰ级　　P_2O_5≥25%
Ⅱ级　　P_2O_5=15%～25%
Ⅲ级　　P_2O_5=8%～15%
表外矿　　P_2O_5=5%～8%

最低可采厚度：0.8～1.0米
夹石剔除厚度：0.8～1.0米

（四）河北涿鹿矾山磷灰石矿（碱性岩型）

边界品位：P_2O_5=3%
工业品位：P_2O_5=5%
当精矿达到 15%以上时，P_2O_5不够 3%，则圈为铁矿体。
可采厚度：　　1米
夹石剔除厚度：1～2米。

（五）湖北大悟黄麦岭磷灰岩矿（浅部风化带矿石）

边界品位：　　P_2O_5=3%
最低工业品位：　　P_2O_5=5%
可采厚度：　　≥1.5米
夹石剔除厚度：　　≥0.8～1.0米

五、综合评价

在磷矿中常伴生有氟、碘、稀土元素，放射性元素，以及锰、含钒钛磁铁矿、钛铁矿、石墨、蛭石等有用组分，在评价磷矿床时，必须注意作出综合评价。当磷矿石中的伴生元素含量达到：铀 跃园期期—园期期豫、碘 跃园期期原—园期期豫，能综合回收，铁的综合利用指标有的矿区采用 耘蕴杂园期豫。

第二章　硫

硫铁矿、自然硫）

一、用途

硫铁矿　系黄铁矿、白铁矿、磁黄铁矿三者的统称）、自然硫等主要用以制硫酸和硫磺。硫酸主要用以制化学肥料　如硫酸铵、过磷酸钙等）。也是化工、农药、医药、炸药、冶金、造纸、石油等工业部门的重要原料。化学工业上，硫酸用于制造化肥、合成洗涤剂、合成树脂、水处理等；冶金工业上，硫酸用来溶解矿石，酸洗铁、铜表面锈斑和污泥。硫磺用于橡胶、人造丝、医药、染料、玻璃等工业部门，也用作面粉、淀粉、制糖的漂白剂。

高品位硫铁矿　硫精矿）烧渣可用于炼铁。低品位的烧渣可用做普通硅酸盐水泥的铁质校正原料。

二、主要矿物

黄铁矿、白铁矿 [illegible] 含硫 [illegible]

磁黄铁矿 [illegible] 可从 [illegible] 到 [illegible] 含硫 [illegible]。

自然硫　杂　质纯者少见，常含有其他杂质。

有色金属矿石中伴生的硫也是硫的一个主要来源。另外，在一些缺硫的国家或地区也用石膏、硬石膏、明矾石等制取硫酸和硫磺。有些国家还从天然气中回收大量硫。

三、一般工业要求

（一）硫铁矿矿石中有害组分及其影响

砷：在制硫酸时，会使触媒中毒，使转化率下降；生成的氧化砷结晶，会堵塞管道，清理困难，并易使人中毒；排出的污水中含过量的砷，妨碍农作物生长及污染环境。

氟：焙烧时大部分以氟化氢状态存在，小部分为四氟化硅。氟化氢能使触媒粉碎，四氟化硅能使触媒结块，导致触媒阻力升高，转化率降低。在酸洗流程中，生成的氟氢酸，会腐蚀砖衬里和磁环；在水洗流程中，因氟的溶解度大，大部分随污水排出，会污染饮用水和影响农作物生长。

铅锌：焙烧过程中因熔点较低，易使焙烧炉产生结疤现象。

碳：含量较多时，在焙烧过程中发热最高，炉温不易控制，并要消耗较多的氧，生成一氧化碳或二氧化碳，影响转化操作。

钙、镁碳酸盐：矿石中钙、镁碳酸盐脉石（白云石、方解石）的主要危害，是在焙烧过程中碳酸盐分解析出的 CO_2 气体稀释了炉气中 SO_2 的浓度。同时 CaO 和 MgO 还吸收部分 SO_2 形成 $CaSO_3$ 和 $MgSO_3$，使硫的利用率降低，使设备生产能力下降；新形成的钙、镁硫酸盐残留在硫铁矿石烧渣中，影响综合利用。

（二）一般工业指标

边界品位：　硫　≥

工业品位：　硫　≥

矿石品级划分：

Ⅰ级品　硫

Ⅱ级品　硫

Ⅲ级品　硫

有害组分最大允许含量：

砷（毒害）：（酸洗流程）或（水洗流程）

氟（盐）：（酸洗流程）或（水洗流程）

铅（锌）：

碳：

可采厚度：　

夹石剔除厚度：

注：①在硫铁矿短缺又急需地区，含硫量及可采厚度可适当降低。

②有害组分超过允许含量的矿石，应单独圈出其范围，供工业部门采取措施处理利用。

③当硫矿石中伴生有硫酸盐类矿物（明矾石、石膏、重晶石等）时，则矿石品位应剔除这部分的含硫量。对产于碳酸盐岩石中的矿床，应着重研究矿石中的碳酸盐矿物含量，并要用燃烧法在不同湿度下进样，测定硫的含量和了解有效硫的降低程度，提出是否需要进行选矿处理的意见。

④金属和非金属矿床中的伴生硫，应注意综合评价，综合利用（伴生硫的含硫量一般达到多少，才能综合利用，根据具体矿床研究确定）。

四、矿床实例

（一）广东云浮硫铁矿

边界品位：　（平衡表外矿边界）

最低工业品位：　（平衡表内矿边界）

矿石品级划分：

Ⅰ级品

Ⅱ级品　杂圆园-猿园豫

Ⅲ级品　杂员园-圆园豫

有害元素允许最大含量：孕遭亘在≤员豫

粤圣≤园援源豫

云≤园援缘豫

可采厚度：　员米

夹石剔除厚度：　圆米

（二）安徽向山硫铁矿

边界品位：　杂园豫

最低工业品位：　杂猿豫

矿石品级划分：　富矿　杂猿员园豫

贫矿　杂猿园-圆园豫

可采厚度：　员米

夹石剔除厚度：　员米

（三）四川大树硫铁矿

边界品位：　杂猿员豫

最低工业品位：　杂猿园豫

有害组分允许含量：

孕遭亘在≤员豫，粤圣≤园援源豫，

云≤园援缘园-园援缘豫，悦≤园豫，匀≤园援园员豫

可采厚度：员米　高品位的可为 园援缘-园援苑米）夹石剔除厚度：员米

（四）山东五莲县钓鱼台黄铁矿　地方工业露天开采）

边界品位：　杂≥猿豫

工业品位：　杂≥缘豫

可采厚度：　≥源米

夹石剔除厚度：　≥源米

（五）青海天峻县硫磺山自然硫矿

最低边界品位：杂≥愿豫

最低工业品位：杂≥员园豫　息-员园豫为表外矿石）

矿石品级划分：Ⅰ级品 杂猿员豫　从 杂≥源园豫圈起）

Ⅱ级品 杂猿园-源豫

最低可采厚度：员米

夹石剔除厚度：员米

五、综合评价

黄铁矿常与铜、铅、锌等硫化矿床共生，在黄铁矿矿床中常含有金、钴、镍、铂及稀有、分散元素，应注意综合评价，在沉积矿床中，黄铁矿常和煤、铝土矿、耐火粘土等共生，应注意综合勘探，综合评价，供综合开发利用。

第三章　钾　盐

一、用途

主要用以制钾肥，部分用于化工原料。在加工中还可综合回收氯及其衍生物、镁化合物、工业用盐以及碘、溴、硼、锂、钠、铷等。钾肥是农业三大肥料之一，对粮食及其他作物的增产有重要的作用。钾肥主要为氯化钾和硫酸钾，属酸性肥料。氯化钾用量最大，适于粮食作物及棉花等。硫酸钾适于麻类、菸草、甘蔗、甜菜、柑类水果等。其次还有钾镁硫酸盐肥料，适于土豆等。化工用钾盐主要为氯化钾　[illegible]，为制作其他钾化合物的原料。各种钾的化合物用于火柴、焰火、黑色炸药、医药、农药、纺织、染料、制革、电子管、制皂、印刷、玻璃、陶瓷、电池、照相等工业部门；此外也用于航空汽油及钢铁、铝合金的热处理。

二、主要矿物

钾石盐，亦称钾盐、氯钾盐，化学成分为氯化钾　[illegible]，常含有氮、碳酸气等包裹物，[illegible] 等机械混入物以及 [illegible] 等类质同象混入物。

光卤石　[illegible]

　　含 [illegible]

钾盐镁矾　[illegible]

　　含 [illegible]

杂卤石　[illegible]

　　含 [illegible]

钾镁矾　[illegible]

　　含 [illegible]

无水钾镁矾　[illegible]

　　含 [illegible]

软钾镁矾　[illegible]

　　含 [illegible]

三、一般工业要求

（一）古钾盐矿床

参照矿床实例（二）

（二）盐湖型钾盐矿（露天开采）

项　　目		氯化钾（可溶性）		伴生钾盐
		固体矿	卤水	
边界品位（%） 工业品位（%）		0.2 0.4	0.2 0.4	岩盐中伴生可溶性钾≥0.2%，可计算伴生钾盐储量
品级划分	富矿（%）	≥1.0	0.4	
	贫矿（%）	0.4～1.0	0.2～0.4	
可采厚度（米）		富矿 0.5 贫矿 1.0	0.2～0.4	
夹石剔除厚度（米）		1.0	0.2～0.4	

四、矿床实例

（一）青海柴达木察尔汗盐湖钾镁盐矿

1. 液体卤水钾矿

边界品位：　　可溶性钾　0.2%

最低工业品位：可溶性钾0.4%

比重指标不予考虑，但应进行测定。

品级划分：富级　可溶性钾≥1.0%

　　中级　可溶性钾0.4～1.0%

　　贫级　可溶性钾0.2～0.4%

伴生元素工业指标按实有含量计算储量

圆圆固体钾矿

边界品位：　　迈迈造 圆豫

最低工业品位：　　迈迈造 远豫

夹石剔除厚度：　　园圆豫

最低可采厚度：　　露采：厚度不作要求

坑采：富矿　园圆米

贫矿　园圆米

矿石工业品级：　　富矿　迈迈造 ≥员豫

贫矿　迈迈造 远~员豫

（二）云南江城勐野井钾盐矿　坑道开采）

边界品位：　　迈迈造 猿豫

最低工业品位：　　迈迈造 远豫

可采厚度：　　园圆米

夹石剔除厚度：　　园圆米

岩盐中含 迈迈造 园圆豫时，做伴生钾计算储量。

五、综合评价

钾盐矿床常与岩盐、镁盐、芒硝、石膏等伴　共）生，并常伴生有硼、锂、碘、溴、铯、铷等元素，应注意综合评价。

第四章　盐

湖盐、岩盐、天然卤水）

一、用途

盐是人们生活的必需品，食用盐约占盐总用量的一半，部分用于牧业饲料；盐又是重要的化工原料，用以制碱、盐酸、氯气、金属钠等。碱　纯碱、烧碱、硫化碱）、盐酸广泛用于化工、纺织、造纸、肥皂、染料、冶金、陶瓷、玻璃、医药、日常生活等各部门；氯用以制漂白粉、洁净剂、杀虫剂、氯苯、各种聚氯乙烯塑料以及结晶硅的提纯等；金属钠用作制取复杂有机化合物的催化剂，提取稀有金属的还原剂，制抗磨合金　钠钙铜锑锡合金），制度强光的充钠蒸气灯泡。

二、成分

盐矿以其产出状态分为湖盐　也叫池盐）、岩盐　也叫石盐）及天然卤水。湖盐是指现代盐湖中沉淀的固体盐；岩盐是指古代海湾或盐湖形成的固体盐；天然卤水包括盐湖卤水及地下卤水　如四川自流井），提取地下卤水制的盐，习惯上称井盐。

纯盐的化学成分为氯化钠　[illegible]，原矿中常含有钾盐、镁盐、芒硝、石膏以及硼、锂、锗、镓、铯、铷、溴、碘和重金属等。

三、一般工业要求

类别	氯化钠　[illegible]　含量　%）					可采厚度　米）	备　注
	边界品位	工业品位	品级划分				
			Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级		
盐湖固体盐　池盐）	≥[illegible]	≥[illegible]	≥[illegible]	[illegible]–[illegible]	[illegible]–[illegible]	[illegible]	
岩盐	≥[illegible]–[illegible]	≥[illegible]–[illegible]	[illegible]–[illegible]	[illegible]–[illegible]	[illegible]–[illegible]	坑采法 [illegible]	水溶法指际见实例
天然卤水		≥[illegible]–[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	

四、矿床实例

（一）内蒙古吉兰泰现代盐湖矿

固体盐

边界品位：

工业品位：

可采厚度：自剥离卤盖算起不小于 米。

晶间卤水、承压卤水

以勘探工程控制界线为圈矿范围，浓度在 以上的卤水，均折算为表外储量。

注：°Bé 称波美度。化学工业用以表示溶液浓度的单位。用“波美比重计”测定。比重大于水的溶液用“重表”测，小于水的用“轻表”测。

地质勘探工作中用“重表”测定卤水的浓度。波美度与比重的换算公式为

式中　ρ 溶液的比重；

　　°Bé 波美度。

（在固体盐层之下）

的为表外储量

（二）新疆七角井现代盐湖矿

固体盐

边界品位：　　含

项　　目	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级	备　　注
） ≥				
）				干基
）				水可溶物含量
）				
）				
水不溶物　）				

可采厚度：　　圆圆米

夹石剔除厚度：　　圆圆缘米

圆圆晶间卤水

工业品位：曼芒硝圆圆克/升

曼镁离子圆圆克/升

综合利用工业品位：硼酸锂圆克/升

过渡型　缘克/升

月牙湖　圆圆克/升

察尔汗　圆圆缘克/升

别勒　员圆毫克/升

猿圆芒硝及无水芒硝　盐层下），见芒硝矿种。

（三）青海茶卡现代盐湖矿

边界品位：曼芒硝圆缘

工业品位：曼芒硝缘圆

有害杂质允许含量：芒　硝　员圆圆缘

石　膏　圆圆圆缘

氯化钙　员圆圆缘

氯化镁　圆圆圆缘

硫酸镁　员圆圆缘

硫酸钾　员圆圆缘

氯化钾　员圆圆圆缘

可采厚度：员米

盐层厚度在 员米以下及 曼芒硝含量 猿圆-缘圆缘和卤水中所含 曼芒硝等，均算为表外储量。

（四）青海柯柯现代盐湖矿

员圆固体盐

边界品位：曼芒硝 ≥缘缘

工业品位：曼芒硝 ≥远缘

有害杂质最大允许含量，根据包裹体中水不溶物含量，小于 员圆缘为Ⅰ级品，大于员圆缘为Ⅱ级品。

最低可采厚度：　　员米

最大夹石剔除厚度：圆　缘米

圆圆芒硝

曼镁离子≥猿缘缘，因开采条件列为表外储量。

猿、卤水

以勘探工程控制界线为圈矿范围，波美密度，不低于 圆缘°Bé 均算为表外储量。

（五）湖北云应盐矿（水溶法开采）

员、岩盐质量要求：

盐层单层厚度≥圆缘米，最低边界品位≥猿缘‰。

盐群（矿体）累计纯盐厚度≥员缘缘米。

盐群含矿率≥源缘‰。

有害杂质含量（水溶）：

孕遭	约圆缘缘毫克/升
粤泽	约圆缘缘毫克/升
在社	约圆缘缘毫克/升
月锌	约圆缘缘毫克/升
云	约圆缘缘毫克/升
酝泽	约圆缘‰

圆、开采技术条件

开采高度：　　不大于 圆缘米

最大夹石厚度：硬岩≤员缘缘米

泥岩或钙芒硝≤圆米

最小开采深度：圆缘园–猿缘园米

注：①盐群纯盐厚度 越盐层总厚度 伊盐层平均品位 越盐群厚度 伊盐群含矿率 伊盐层平均品位

②盐群含矿率 越盐层总厚 辕盐群厚度

（六）湖南衡阳盐矿区茶山坳岩盐矿

员、岩盐

边界品位：最低氯化钠　　员缘‰

工业品位：最低氯化钠　　猿缘‰

最小可采厚度：缘米

含矿率：远园‰

可溶性有害组分允许含量：

重金属	伪怎、孕遭、在社	园缘缘毫克/升
砷	粤泽	园缘缘毫克/升
氯化钡	月锌遭	园缘缘毫克/升

岩盐中伴生芒硝（最低含钠）计算储量

圆、钙芒硝

工业矿体以上的硫酸盐带中，钙芒硝 跃员缘‰，厚度 缘米，计算为表外储量。

五、综合评价

盐常伴生有钾盐、芒硝、钙芒硝、石膏以及硼、锂、铯、铷、锗、镓、溴、碘等元素，在勘探中应注意查清其含量及赋存状态，以便综合回收。

第五章　镁　盐

一、用途

镁盐主要用以制取各种镁的化合物及金属镁，镁的化合物，如氧化镁、氯化镁、硫酸镁、磷酸镁、醋酸镁、氢氧化镁等，都是重要的化工原料，用于医药、含镁水泥、玻璃、纺织、造纸等工业以及木材消毒及防腐等。有的（如钾盐镁矾、光卤石等）又是制钾肥、钾镁肥的原料。

二、主要矿物

水氯镁石　[illegible]

含 [illegible]

白钠镁矾　[illegible]

含 [illegible]

泻利盐　[illegible]

含 [illegible]

钾盐镁矾　[illegible]

含 [illegible]

含 [illegible]

光卤石　[illegible]

含 [illegible]

含 [illegible]

镁盐一般与钾盐伴生，或成互层，或伴生于卤水中。

三、一般工业要求

（暂缺）。

四、矿床实例

山西运城盐湖镁盐（白钠镁矾）矿

[illegible]

芒硝或钙芒硝；

圆形将厚度跃圆膨米，酝青韵跃圆豫，晕蓄韵及水分能相应组成白钠镁矾复盐者，应划入白钠镁矾型。

第六章　硼

一、性质和用途

硼矿是一种用途广泛的化工矿物，硼与氢、锂、铍等的化合物能燃烧，是高能喷气燃料。

硼和硼的化合物，广泛用于化工、冶金、光学玻璃、国防、原子能、医药、橡胶及轻工业等部门。

化学工业上，用以制硼砂、硼酸、硼的各种化合物和元素硼。还用作制造硼素肥料。硼砂、硼酸主要用作洗涤剂、漂白剂、医药及化妆品。

冶金工业上，用来冶炼硼钢。硼砂有熔融金属氧化物的能力，用作冶金熔剂。硬硼钙石可代替萤石用在碱性氧化转炉炼钢。铜铝合金加入微量硼可提高其导电性能。

在国防航天工业中，硼的化合物可作高能喷气燃料和火箭燃料。碳化硼用于制造喷气机叶片和金属陶瓷。氮化硼是超高温、超硬质材料，用以制造火箭喷嘴、燃烧室内衬等。硼的同位素吸收中子能力强，所以硼化物在原子反应堆中用作控制棒调节器和防护屏材料。塑料加入硼有防辐射性能。

硼还大量用于玻璃、陶瓷工业，制造高质量耐热硼硅酸玻璃、玻璃纤维、光学透镜、绝缘材和玻璃钢。硼和钴、钛、镍等可制成金属陶瓷。硼还用于制造搪瓷和珐琅、彩釉等。

此外，硼还用作防腐剂、焊接剂、制造超硬度研磨材料等。

二、主要矿物及成分

硼在自然界分布很广，已知含硼矿物百余种。作为硼酸工业原料的主要是含水和某些无水硼酸盐矿物。硼硅酸盐中的硅钙硼石亦具一定工业意义。主要矿物有：

硼镁石　　[illegible]

含 [illegible]

水方硼石　　[illegible]

含 [illegible]

钠硼解石　　[illegible]

含 [illegible]

硼镁铁矿　　[illegible]

含 [illegible]

硼钾镁石　　适用于 月韵 的 怒江韵含 月韵
缘圆圆豫

硅钙硼石　　惯用名（俗名） 含 月韵
圆圆豫

硼砂　　晕蒂月韵 员远年韵 含 月韵
猿圆豫

硬硼钙石　　惯用月韵 缘圆 含 月韵
缘圆豫

方硼石　　缘圆韵 酝酿状态月韵含 月韵
缘圆豫

板硼石　　惯用月韵 （俗名） 源圆
含 月韵
猿圆豫

天然硼酸　　月 （俗名） 含 月韵
缘圆豫

白硼钙石　　源蒂韵 缘月韵 苑圆 含 月韵
源圆豫

遂安石　　酝月韵 含 月韵
猿圆豫

三、一般工业要求

（一）硼镁石矿

边界品位：　　月韵猿豫
工业品位：　　月韵缘豫
可采厚度：　　≥员米
夹石剔除厚度：　　≥员米
矿石品级划分：　　Ⅰ级 月韵 跃员豫
（不需选矿直接加工）
Ⅱ级 月韵 跃缘～员豫
（需经选矿才能加工）

注：目前所有低品位矿石选矿试验结果，尾矿中含 月韵均大于 员豫；原沿用的边界品位与实际开采利用差距较大，故在硼矿规范中予以修改。

（二）盐湖硼矿

员圆固体硼矿层
边界品位：　　（月韵） 员园豫

工业品位：　　（B_2O_3）　　%

可采厚度：　　≥0.8米

夹石剔除厚度：　　≥2.0米

3.含硼卤水及晶间卤水

边界品位：　　（B_2O_3）　　0.1克/升

工业品位：　　（B_2O_3）　　0.5克/升

四、矿床实例

（一）辽宁宽甸硼镁石为主的硼矿

边界品位：　　B_2O_3　　%

工业品位：　　B_2O_3　　%

可采厚度：　　米

夹石剔除厚度：　　米

矿石品级划分：富矿　B_2O_3　　%

贫矿　B_2O_3　　%

（二）西藏杜加里盐湖硼矿

1.固体硼矿

边界品位：B_2O_3　　%

工业品位：B_2O_3　　%

可采厚度：　　0.8米

夹石剔除厚度：2.0米

2.卤水、晶间卤水中的 B_2O_3 和 锂盐

三氧化二硼　（B_2O_3）

边界品位：　　0.1克/升

工业品位：　　0.5克/升

氯化锂　锂盐

边界品位：　　0.2克/升

工业品位：　　0.5克/升

（三）青海柴达木大柴旦盐湖硼矿

1.固体硼矿

边界品位：　　B_2O_3　　%

工业品位：　　B_2O_3　　%

可采厚度：　　0.8米

夹石剔除厚度：　　园圆厘米

矿石品级化分：

Ⅰ级品　月韵晕≥辽豫

Ⅱ级品　月韵晕员圆豫－辽豫

Ⅲ级品　月韵晕园圆豫－员圆豫

圆圆卤水、晶间卤水　月韵晕和 锰藻造

三氧化二硼　月韵晕）

边界品位：　　源圆毫克/升

工业品位：　　员圆圆毫克/升

氯化锂　锰藻造

边界品位：　　员缘毫克/升

工业品位：　　圆圆毫克/升

猿圆伴生石盐和芒硝

石盐

Ⅰ级品　晕藻造≥缘园豫

Ⅱ级品　晕藻造 猿园－缘园豫

芒硝

最低边界品位：晕藻酝月源　员豫

最低工业品位：晕藻酝月源　猿园豫

最低可采厚度：　　园圆米

夹石剔除厚度：　　园圆米

另外，对伴生钾、镁、溴等元素按实有品位计算储量。

（四）辽宁翁泉沟硼镁铁矿

边界品位：　月韵晕　员豫，藻藏≥园圆豫

工业品位：　月韵晕　缘豫，藻藏≥园缘豫

矿石品级划分：

Ⅰ级　月韵晕跃怨豫

Ⅱ级　月韵晕缘－怨豫

可采厚度：　　员米

夹石剔除厚度：　员米

注：对含铀硼镁铁矿石地质矿产部系统实验室已完成实验室试验，能初步解决分离问题，其工业利用尚待进一步工作。

五、综合评价

员圆硼镁石、硼镁铁矿常与磁铁矿、赤铁矿紧密共生，形成磁铁矿—硼镁铁矿综合

矿床。且有放射性、稀有分散元素赋存。共生的蛇纹岩，可作含硼的钙镁磷肥的原料。均应作综合勘探、评价。

□盐湖硼矿必须综合考虑其他盐湖矿产。如石盐、芒硝、天然碱、石膏、镁盐、钾盐、氯化锂等。

六、附录

□□□年□月□日国家科学技术委员会发布实施硼酸的质量标准

指标名称	一级品（优）	二级品（优）
硼酸（H$_3$BO$_3$）含量	≥□□	≥□□
水不溶物（烘干后）	≤□□□%	≤□□□%
硫酸盐（以SO$_4$计）	≤□□□	≤□□□
氯化物（以Cl计）	≤□□□□	≤□□□%
铁（Fe）	≤□□□□	≤□□□□

注：由井盐卤水生产的硼酸，其氯化物含量允许一级品≤□□□%，二级品≤□□□%。

□□□年国家标准　硼砂

指标名称	质量要求（%）	
	一级	二级
十水四硼酸钠（Na$_2$B$_4$O$_7$·10H$_2$O）含量	≥□□	≥□□□
水不溶物	≤□□□	≤□□□
碳酸钠（以Na$_2$CO$_3$计）	≤□□□	≤□□□
硫酸钠（以Na$_2$SO$_4$计）	≤□□□	≤□□□
氯化钠（以NaCl计）	≤□□□%	≤□□□%
铁（Fe）	≤□□□□	≤□□□□

注：由井盐卤水生产的十水四硼酸钠，其氯化物含量允许≤□□□%。本标准适用于工业用硼砂产品。即含有□个分子结晶水的四硼酸钠，其主要用途为搪瓷、玻璃等工业原材。

第七章　天然碱

一、性质和用途

天然碱是含水的碳酸盐矿物，是一种易吸湿的白色结晶粉末。它的水溶液显示强烈的碱性。天然碱是制碱工业重要原料，用以制取纯碱、烧碱、小苏打等。也是玻璃工业原料和冶金工业制取铝氧（[illegible]）的辅助原料。在人造纤维、造纸、染料、塑料、肥皂、洗涤剂、无机化学制品、纺织、石油精炼、医药、农药以及橡胶翻新等方面亦有广泛应用。

二、主要矿物及成分

天然碱主要包括天然碱和天然苏打。

天然碱：[illegible]

天然苏打：[illegible]

三、一般工业要求

天然碱分固体矿石和卤水两种。固体矿石除古代盐湖及现代盐湖沉积外。在现代干旱草原及沙漠地区还有再生碱的生成。

固体矿的工业要求：

边界品位：[illegible]

工业品位：[illegible]

可采厚度：≥[illegible]米

注：天然碱中的硫酸钠（[illegible]）、氯化钠（[illegible]）及水不溶物，在生产过程中可进行分离并利用。因此，对其含量不作规定，但要查明，以供生产中选择分离方法时参考。

四、矿床实例

（一）内蒙察干里门诺尔现代盐湖矿

边界品位：[illegible]

工业品位：[illegible]

可采厚度：　　[illegible]

夹石剔除厚度：[illegible]

有害组分：[illegible]，[illegible]，

[illegible]，[illegible]，

水不溶物块段平均 [illegible]。

（二）河南桐柏县吴城古盐湖天然碱矿

边界品位：　　[illegible]

最低工业品位：[illegible]

可采厚度：　　[illegible]

夹石剔除厚度：[illegible]

五、综合评价

天然碱矿床，常伴生有盐、芒硝、无水芒硝等矿产；并含有少量钾、硼、碘、溴等元素应注意综合评价。

第八章　钠硝石

一、用途

钠硝石又称智利硝石，主要用作制肥料，也可用以制硝酸、炸药和其它氮素化合物。冶金工业上用钠硝石作炼镍用的强氧化剂；玻璃工业用钠硝石作洁净剂。

钠硝石中一般伴生碘。在加工中可作为副产品回收。

二、主要成分

钠硝石化学成分为硝酸钠（[illegible]）。含[illegible]。

三、一般工业要求

（见矿床实例）

四、矿床实例

新疆鄯善县小草湖次生裂隙充填钠硝石矿。

边界品位：[illegible]

工业品位：[illegible]

可采厚度：≥[illegible]米

开采方式：露天开采

五、综合评价

钠硝石常与石盐、钙硝石、泻利盐、芒硝、石膏等共生，应注意综合评价。

第九章　芒硝、钙芒硝

一、性质和用途

芒硝是硫酸盐类矿物，主要包括芒硝、无水芒硝和钙芒硝三种工业矿物。芒硝是轻、化工工业的重要原料。化工上用来制取硫酸钠（商品称元明粉）硫酸铵、硫酸及硫化钠等重要化工原料。主要用于纸浆、玻璃和洗涤剂工业，也是印染、油漆、橡胶、人造纤维、医药等方面的重要原料。

二、主要矿物及成分

芒硝 [illegible] 纯矿物 含 [illegible]。
无水芒硝 [illegible] 纯矿物 含 [illegible]。
钙芒硝 [illegible] 纯矿物 含 [illegible]。

三、一般工业要求

（一）现代盐湖芒硝及无水芒硝

边界品位：[illegible]
矿石品级：Ⅰ级 [illegible]
Ⅱ级 [illegible]
Ⅲ级 [illegible]

对矿石中 [illegible] 及水不溶物不作要求，但要查清含量，以便分离和利用。

注：露天水溶开采泥质芒硝矿，[illegible]可降至 [illegible]。

（二）晶间卤水

见盐矿实例，新疆七角井现代盐湖矿，厚度及有害组分不作要求。

（三）古代盐湖钙芒硝

见实例（三）

四）玻璃原料用芒硝

见玻璃原料）

四、矿床实例

一）新疆七角井现代盐湖及芒硝、无水芒硝矿

边界品位：[illegible]　　[illegible]
可采厚度：芒硝　　[illegible]
　　无水芒硝　　[illegible]
夹石剔除厚度：　　[illegible]
矿石品级划分：

项　　目	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级	备　注
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	所有组分含量以干基计算；总水分应加以分析
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
水不溶物　　）	[illegible]	[illegible]	[illegible]	

二）新疆艾丁现代盐湖芒硝、盐矿

品级	[illegible]	杂质　　）				
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	水不溶物
Ⅰ级	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Ⅱ级	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Ⅲ级	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Ⅳ级	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

边界品位：　　[illegible]
最小可采厚度：不作要求
夹石剔除厚度：[illegible]

三）四川新津古代盐湖钙芒硝矿

边界品位：[illegible]

工业品位：[illegible]

矿石品级：Ⅰ级　[illegible]

Ⅱ级　[illegible]

Ⅲ级　[illegible]

可采厚度：[illegible]

夹石在取样时已全部剔除，故不作规定。

（四）青海互助县硝沟钙芒硝矿

[illegible]钙芒硝工业指标

边界品位：[illegible]

工业品位：[illegible]

分采厚度：[illegible]

最小可采厚度：[illegible]

夹石剔除厚度：[illegible]

表内矿石品级划分：

Ⅰ级　[illegible]

Ⅱ级　[illegible]

表外矿石：[illegible]

[illegible]地表芒硝矿工业指标

边界品位：[illegible]

工业品位：[illegible]

可采厚度：[illegible]

夹石剔除厚度：[illegible]

五、综合评价

芒硝是蒸发作用使水介质中的可溶盐发生化学沉淀形成的蒸发岩型矿床，和其它盐类矿物有密切关系。在碳酸盐类型的盐湖中，常与天然碱、苏打等形成矿物组合；在硫酸盐类型的盐湖中，常与石膏、石盐、白钠镁矾等形成矿物组合；在一些盐湖卤水和晶间卤水中，可含硼、锂、溴、碘、锶等稀有元素，应注意综合评价。

第十章　碘

一、性质和用途

碘是一种浅灰黑色的非金属元素，是卤族中最不活泼的元素。碘在常温下呈固体，易升华时熔化，在 [illegible] 下挥发成一种有刺激性气味的蓝紫色气体。自然界中碘只以碘酸盐、碘化物或其它结合形式出现。

碘及其化合物在照像、印刷、医药、冶金、化学、农业及环境卫生部门有广泛用途，是尖端技术和军事工业上的重要战略物资。

在学工业中，用于合成橡胶、尾油生产以及墨水和染料中作为催化剂；合成纤维的稳定剂、感光剂以及制造人造革和石油烯烃的脱氧剂；灭火剂。还可作为干电池的添加剂。

在冶金工业中碘用作制取高纯度的钛、锆、硼和铪以及稀有金属的还原剂，并可作为加工切削钛钢和不锈钢的润滑剂。

在尖端工业中碘用于火箭燃料的添加剂。在原子能工业中用于原子炉材料，以及用在半导体的硒处理中。

医药及卫生方面。碘用于制取各种碘制药剂、杀菌剂、消毒剂、脱臭剂以及 [illegible] 载光诊断上的造影剂。

在农业方面碘主要用作除莠剂、饲料添加剂。此外，还用于空中造云降雨及防止台风。

碘还是一种新的催化剂。用于煤的气化和从水中生产氢的热核产品。

碘还可作饮水、游泳池和废水的净化剂。

二、含碘矿物

碘钙石 [illegible]

铬酸碘酸钙 [illegible]

在钠硝石中含碘 [illegible]，磷酸盐中含碘 [illegible]，地下卤水（盐卤和油气田卤水）中含碘 [illegible]。此外，海水、海带、地下热水中也含有碘。

三、一般工业要求

碘元素一般呈分散状态赋存在钠硝石矿床及各种盐类矿床、地下卤水、泥火山沉积

物和石油井的废水中，可综合回收。工业上没有单独要求。江西南康潭口卤水中含碘浓度一般为[illegible]毫克/升时，便有工业价值。四川自贡卤水中含碘达[illegible]毫克/升时，能综合回收，磷块岩矿石中的碘含量在[illegible]时可计算储量，在制造磷肥时能顺便回收。

第十一章　溴

一、性质和用途

溴在常温下是红色的液体。熔点 原[illegible]益，沸点 缘[illegible]益。有剧毒，能强烈灼伤皮肤。在自然界中溴只以溴化物存在。

溴是制取各种溴盐的基本原料。溴盐的主要用途是以二溴乙烯和四乙基铅混合在汽油中作防爆剂，其次用作消毒剂和医药。溴和溴化物还用于灭火及缓燃剂，也用于感光剂、染料、农药以及有机合成及食品工业。

二、一般工业要求

溴化合物常以液体状态存在于天然卤水、海水、盐湖、油气井卤水中，还以固溶体形式出现在光卤石和钾盐、石盐以及天然碱矿床中，具有回收利用价值的含量如下：

海水：　缘[illegible]克 辕[illegible]猿

地下水：　[illegible]克 辕[illegible]猿

卤水：　[illegible]克 辕[illegible]猿

石油废水：　缘[illegible]克 辕[illegible]猿

有些工业价值大的矿，对伴生溴化物含量不作要求，有多少算多少，如我国四川自贡卤水含溴 [illegible]–缘[illegible]毫克 辕[illegible]即回收利用。

第十二章　含钾岩石

一、性质和用途

含钾岩石主要包括长石碎屑岩，如含钾砂岩、页岩、海绿石砂岩，以及伊利石粘土岩、水云母粘土岩　绿豆岩），此外尚有钾长石矿等。它们均含有不同程度的钾元素。但这些均属含硅酸盐钾矿物的非水溶性含钾岩石。含钾岩石用来制钾肥　氯化钾、硫酸钾、碳酸钾、钾钙肥）及钙镁磷钾肥、钙镁钾肥等混合肥料。国内试制钾肥已取得较好的进展，工艺技术上可行，但由于岩石中钾含量低，并需要将硅酸钾转变为水溶性的钾肥或钾氮磷复合肥，生产成本高，目前仅限于综合利用回收钾肥。

二、一般工业要求

含钾岩石制钾肥目前尚无正式的工业指标，现列举几个实例供参考

贡献北京琉璃河水泥厂用蓟县长城系含钾页岩代替粘土作水泥配料，回收窑灰钾肥，钾肥主要成分为硫酸钾、碳酸钾，其次为硅铝酸钾，如折成氧化钾　运韵），含量可达圆豫。对矿石要求为：

氧化钾　运韵）　跃怨豫

氧化钠　晕韵）　约员豫

氧化镁　酝韵）　约圆豫

三氧化二铝　粤造）　员源豫左右

二氧化硅　杂韵）　约苑豫

圆郧化工部化工矿山设计研究院利用江苏丰县华山石炭二叠系含钾砂岩，页岩　平均化学成分：运韵员源豫、粤造员源豫、员圆豫、杂韵缘苑－缘愿豫），试用新流程，每生产一吨氯化钾可同时得到铝氧粉 员愿吨、碳酸钠 员愿吨，残渣　赤泥）可烧制高标号水泥。产品的纯度：氯化钾 怨缘－怨愿豫，铝氧粉中的 杂韵 约员员豫，提钾率 愿源豫左右。对矿石的要求为：

边界品位：　氧化钾　运韵）　苑豫

贫矿：　氧化钾　运韵）　苑－员源豫

富矿：　氧化钾　运韵）　跃员源豫

可采厚度：　圆米

猿郧钾长石制钾肥参考工业要求

氧化钾　运韵）　跃怨豫

氧化镁加氧化钙　　酝寄韵垣煽韵　　约圆豫
氧化钠　　皇蕴韵　　约猿豫

三、矿床实例

（一）浙江温州市伊利石矿

边界品位：　　运蕴韵迈豫
工业品位：　　运蕴韵苑豫
可采厚度：　　员米
夹石剔除厚度：员米

（二）山西闻喜县钾长石矿

边界品位：　　运蕴韵　迈豫
工业品位：　　运蕴韵　怨豫
可采厚度：　　圆米
夹石剔除厚度：员米

（三）安徽寿县孔家山钾长石矿

边界品位：　　运蕴韵　迈豫
工业品位：　　运蕴韵　怨豫
可采厚度：　　圆米
夹石剔除厚度：　员米

第十三章　蛇纹岩、橄榄岩

一、性质和用途

蛇纹岩、橄榄岩是富镁的硅酸盐岩石。蛇纹岩是超基性岩受高温气体 原液体的影响变质而成，主要组成矿物为叶蛇纹石、纤维蛇纹石等，含 酝酿最高可达 源园豫以上，蛇纹岩具有较强的耐热性。橄榄岩是超基岩侵入岩类之一，主要由橄榄石组成，质纯的橄榄岩含 酝酿可达 源缘豫。

蛇纹岩、橄榄岩在化肥工业上，主要与磷块岩或磷灰石一起熔化烧制钙镁磷肥；还可作为提取镁化合物和泻利盐的原料。在冶金工业用来冶炼金属镁和作冶金助熔剂，亦可用作耐火材料。

鲜艳半透明的蛇纹岩可作工艺品和建筑材料。

二、一般工业要求

（一）制钙镁磷肥用

员蛇纹岩

边界品位：氧化镁　　酝酿　　≥圆缘豫

工业品位：氧化镁　　酝酿　　≥猿园豫

二氧化硅　　酿韵圆　不作规定，但要查明其含量，供生产时配料参考。

氧化钙　　悦韵　要求 约猿园原缘豫，否则会影响配料和增加磷矿粉的消耗。

电炉法生产时，矿石块度不作规定。高炉法生产时，矿石块度要求 猿园原缘园毫米。

关于伴生镍的要求 园郾园圆豫即可回收。

圆橄榄岩

在烧制钙镁磷肥过程中，橄榄岩的熔点比蛇纹岩高，因此对其氧化镁含量的要求稍高。

边界品位：氧化镁　酝酿　　猿园豫

工业品位：氧化镁　酝酿　　源园豫

二氧化硅及氧化钙要求同蛇纹岩

（二）作耐火材料用

见矿床实例）

三）作冶金熔剂用

见矿床实例）

四）建筑材料及工艺品用

色彩鲜艳又致密的蛇纹岩可用作覆面细工石料，制作各种器具。对其外观及物理性质要求：色彩美观，结构致密、均匀，未经风化，有一定的块度和抗压强度，具可琢磨和加工性。

三、矿床实例

一）河南信阳卧虎蛇纹岩矿　制钙镁磷肥用）

边界品位：酝耘韵跃元圆豫
工业品位：酝耘韵跃元园豫
有害组分：悦藻约缘豫　猿-缘豫之间单独圈矿）
可采厚度：圆米
夹石剔除厚度：圆米

二）江西弋阳樟树墩蛇纹岩矿　制钙镁磷肥用）

边界品位：　　酝耘韵　圆豫
最低工业品位：　酝耘韵　猿园豫
有害杂质：　　悦藻约猿豫，
　　杂藻圈约源豫
最低可采厚度：　圆米
夹石剔除厚度：　圆米

注：①有用组分 晕藻 悦燥 孕臧 孕酱 粤怎 粤于可在烧制钙镁磷肥时从炉碴中回收，并可从矿石中提取上述各元素，炉碴可制蛇纹石高镁熔融水泥。

②可从矿石中提取 酝耘韵和作混合硅酸盐水泥的填充料。

③矿石含 酝耘韵≥猿园豫、粤圈韵猿≤员园豫可作冶金熔剂。矿石块度 愿-猿园毫米、镁硅比≥员可作均热炉垫碴。

④矿石 酝耘韵≥猿园豫，可作耐火材料。

三）内蒙索伦山耐火材料用橄榄岩矿

工业要求：酝耘韵跃员园豫
　　悦藻约员园豫
　　酝耘韵∶藻藻圈约员园跃员园
　　砸圈韵猿约员园豫　其中 粤圈韵猿约员园豫）

耐火度 跃员猿园益

最低可采厚度：园豫缘–员米

夹石剔除厚度：园豫缘米

（四）江苏东海县许沟熔剂用蛇纹岩

员．有用组分

边界品位：　　酝早≥猿园豫

最低工业品位：　　酝早≥猿缘豫

对 悦葬2猿 灶葬2韵 含量应予基本查明，但不作具体要求。

圆．有害组分

粤泽	≤	员园园豫
晕蚤	≤	园豫缘豫
杂	≤	园豫园员豫
孕	≤	园豫园缘豫

猿．最低可采厚度；　　圆米

源．夹石剔除厚度：　　圆米

注：①风化带中含 酝早≥猿园豫的矿石，可作化肥用矿石；

②矿石中含镍　晕蚤 园豫园–园豫缘豫，烧制钙镁磷肥时，与被还原的磷和铁形成含磷镍铁沉人炉底。晕蚤的品位可提高到 猿豫以上，另外，尚有锇、钌，铑，铱含量都很值得回收利用。

四、综合评价

橄榄岩、蛇纹岩常伴生有铬、镍、钴及铂族元素等，同时，某些矿区与蛇纹岩伴生的还有滑石、石棉，菱镁矿，宝石等，因此，在昔查评价过程中应注意综合找矿评价。目前我国部分镍、铂　钯）等的生产是从制钙镁磷肥的炉渣中回收。矿石中镍含量在园豫园–园豫缘豫以上者，制钙镁磷肥时即可综合回收。

第十四章　砷

一、性质和用途

砷主要以硫化物矿物形式存在。砷有黄、灰、黑褐三种同素异形体，其灰色晶体具有金属性，脆而硬。砷矿主要用于提炼元素砷、制造砷酸和砷的化合物。砷酸和砷酸盐都具有毒性。

在冶金工业上，用以熔炼砷合金，如砷铅合金用以制弹头，砷铜合金用于制造汽车、雷达零件等。在农业上用作杀虫剂、除草剂和其他农药。在医药、木材防腐、制革、制乳白色玻璃、军用毒药烟火方面亦有广泛用途。此外，含砷矿物如雄黄、雌黄还可作中药。

二、主要矿物及化学成分

雄黄　　粤孜杂　含　粤泽　　苑圆圈豫
雌黄　　粤酱灶　含　粤泽　　运圆圈豫
毒砂（砷黄铁矿）　云粤孜杂　含　粤泽　　源圆圈豫
砷华（砒霜）　粤酱灶　含　粤泽　　苑圆圈豫
斜方砷铁矿　云粤孜酱　含　粤泽　　苑圆圈豫

三、一般工业要求

（一）雄黄、雌黄矿石

边界品位：　粤泽 缘豫　（粤圈圆苑豫）
工业品位：　粤泽 员远豫　（粤圈圆员源豫）
可采厚度：　园圈缘-员米
夹石剔除厚度：　员米

（二）毒砂矿石

边界品位：粤泽 猿-缘豫　（粤酱灶-源-苑豫）
工业品位：粤泽 缘-远豫　（粤酱灶-苑-怨豫）
可采厚度：　园圈缘-员米

夹石剔除厚度：员米

四、矿床实例

（一）湖南石门界牌峪雄黄矿

边界品位：　粤级　远豫　表外储量）
工业品位：　粤级　跃员远豫　表内储量）
最低可采厚度：　　员米

（二）广西宾阳大马山毒砂矿

边界品位：粤级　猿豫
工业品位：粤级　缘豫
可采厚度：　　圆圆缘米

（三）云南南华砷矿

边界品位：粤级　猿豫
工业品位：粤级　缘豫
可采厚度：圆圆缘米　（小于　圆圆缘米按百分值计算）
夹石剔除厚度：圆圆缘米
伴生铊　耘员　的单工程品位为　圆圆圆圆豫，块段平均品位为　圆圆圆圆豫时，圈矿计算储量。

五、综合评价

砷矿床主要见于低温热液型矿床中，常与辰砂、辉锑矿、白铁矿共生；砷矿床还常伴生金、银、铜、铅、硒、及稀有、分散元素，应注意综合评价。

第十五章　重晶石、毒重石

一、性质和用途

重晶石、毒重石是制取钡和钡化物的重要工业矿物原料。它们具有比重大（[illegible]），硬度低、性脆的特点。重晶石化学性质稳定，不溶于水和盐酸，无磁性和毒性。毒重石可溶于盐酸和水。

重晶石在工业生产上的用途主要有三方面：制取钡的化学品、重晶石粉和锌钡白。

含钡的化学品有硫酸钡、碳酸钡、硝酸钡、氯化钡、氧化钡等。它们主要用于白色颜料、橡胶填料、医药、制糖、陶瓷、光学玻璃、制革、军工等方面。

重晶石粉主要用作石油天然气钻井泥浆加重剂，可加固井壁，防止井喷。并可做纸张，油漆、橡胶等的填料。重晶石具有吸附γ辐射性能，用作混凝土骨料，以屏蔽核反应堆，和作科研、医院防 载射线的建筑物。

重晶石，毒重石可制作锌钡白及各种钡化合物，用于制油漆和其他颜料和作高级橡胶制品、油布等填料。

此外，还用作提取金属钡，用作电视和其它真空管的吸气剂、粘结剂。钡与其它金属（铝、镁、铅、钙）制成合金，用于轴承制造。

二、主要矿物及化学成分

重晶石的化学成分为硫酸钡（[illegible]），含[illegible]，杂[illegible]。

毒重石的化学成分为碳酸钡（[illegible]），含[illegible]，[illegible]。毒重石一般不能富集成矿，只在重晶石矿床中以副矿物产出。

一般均含有锶、钙等杂质。

此外，硅钡石（[illegible]）含钡[illegible]，亦可作为生产化学制品的钡来源。

三、一般工业要求

边界品位：　　[illegible]

工业品位：　　[illegible]

可采厚度：　　≥[illegible]米

夹石剔除厚度：　≥[illegible]米

（毒重石的要求可参照上列指标）

四、矿床实例

（一）福建永安李坊重晶石矿

边界品位：　　[illegible]

最低工业品位：　[illegible]

矿石品级划分：　Ⅰ级品　[illegible]

Ⅱ级品　[illegible]

可采厚度：　　[illegible]

夹石剔除厚度：　[illegible]

（二）湖北随县重晶石矿

边界品位：　　[illegible]

工业品位：　　[illegible]

矿石品级划分：　Ⅰ级品　[illegible]

Ⅱ级品　[illegible]

可采厚度：　　[illegible]

夹石剔除厚度：　[illegible]

（三）广西象州潘村、寺村重晶石矿

边界品位：　　[illegible]

工业品位：　　[illegible]

可采厚度：　　[illegible]

夹石剔除厚度：　[illegible]

上述指标适用于脉状矿。

堆积矿（指可随原生矿附带开采）：含矿率[illegible]千克/米[illegible]（[illegible]），可采厚度[illegible]米。

（四）浙江伴生重晶石矿床

边界品位：　　无要求

工业品位：　　[illegible]

可采厚度：　　[illegible]

夹石剔除厚度：　[illegible]

五、综合评价

重晶石常与各种硫化物（黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿）及其氧化产物以及石

英、碧玉、菱镁矿、菱锰矿、天青石、萤石等矿物共生；在有色金属矿、金银稀土矿床中重晶石是主要脉石矿物，应注意综合评价综合勘探。

六、附录

（一）工业部门对矿石质量的要求

国际化工用毒重石

[illegible]

硫酸钡含量不低于 [illegible]，碳酸钙含量不高于 [illegible]。

国际化工用重晶石（富矿或精矿）

品级	[illegible]含量	[illegible]含量	[illegible]含量	[illegible]含量	水溶盐含量
Ⅰ级	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Ⅱ级	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Ⅲ级	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

油漆用洁白度要高）

橡胶填充料用重晶石粉

品级 / 项目	水分含量	[illegible]含量	[illegible]含量	水溶物含量	比重
Ⅰ级	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Ⅱ级	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

（二）钻井泥浆加重剂用重晶石粉

国际[illegible]标准：

密度：[illegible]千克/米³

湿筛分析：用[illegible]目筛余量[illegible]

用[illegible]目筛余量[illegible]

水溶盐（物）：[illegible]

视粘度：当密度为[illegible]千克/米³重晶石粉蒸馏水悬浮液加[illegible]的石膏后，视粘度不得超过[illegible]厘泊。

第十六章　明矾石

一、性质和用途

明矾石为含水的钾铝硫酸盐矿物，性脆，不溶于水，难溶于酸，在碱性溶液中完全分解。

明矾石主要用以提取明矾，也可用来制钾肥、硫酸和炼铝。明矾用途广泛，可用于印刷、造纸、制革、油漆等工业。也用作染布用的媒染剂、鞣料及胶片的硬化剂、合成氨的催化剂、制糖及水的澄清剂、选矿用的沉淀剂。此外在医药、防火、防水等方面也有应用。

二、主要成分及含量

明矾石为钾铝含水硫酸盐类矿物，其化学分子式为：[illegible]或[illegible]其中含氧化钾（K_2O）[illegible]，三氧化二铝（Al_2O_3）[illegible]、硫酐（SO_3）[illegible]、水（H_2O）[illegible]，常有部分钾被钠置换。

三、一般工业要求

边界品位：含纯明矾石≥[illegible]，相当于含硫酐（SO_3）[illegible]。

工业品位：含明矾石≥[illegible]，相当于含硫酐（SO_3）[illegible]。

富矿：含明矾石：≥[illegible]，相当于含硫酐（SO_3）[illegible]

贫矿：含明矾石 [illegible]，相当于含硫酐 [illegible]

可采厚度：　　≥[illegible]米

夹石剔除厚度：　　≥[illegible]米

注：①矿石中纯明矾石的含量系根据其化学分子式，用硫酐（SO_3）的化学分析结果换算而得来的。

②在一般情况下，明矾石矿石中含一定数量的高岭土，不会影响矿石的加工利用，因此不作要求，但在勘探中要予以了解。

③当矿石用于制钾肥或炼铝时，应分析氧化钾（K_2O）或三氧化二铝（Al_2O_3）的含量。

四、矿床实例

（一）浙江平阳矾山明矾石矿

表外矿边界品位：　含纯明矾石 圆缘
表内矿石边界品位：　含纯明矾石 猿缘
矿区平均品位：　含纯明矾石　≥源缘
最低可采厚度：　≥圆米
夹石剔除厚度：　≥员米
有害组分：多余铝氧　粤$_{2}$匀$_{3}$（即非明矾石中的铝氧不大于 缘

（二）安徽庐江大矾山明矾石矿

边界品位：　含纯明矾石　≥圆缘
块段平均品位：　含纯明矾石　≥猿缘
富　　矿：　含纯明矾石　≥源缘
贫　　矿：　含纯明矾石　≥猿缘
有害杂质：　高岭土　≤员缘
最低可采厚度：　圆米
夹石剔除厚度：　员米

（三）浙江瑞安仙岩明矾石矿

边界品位：　含纯明矾石 圆缘
工业品位：　含纯明矾石 猿缘
可采厚度：　圆米
夹石剔除厚度：　员米
矿石品级划分：富矿：硫酐　（粤$_{2}$匀$_{3}$）　跃员缘，即明矾石含量 跃猿缘
中矿：硫酐　（粤$_{2}$匀$_{3}$）　员猿缘～员源缘，即明矾石含量 源圆～源愿缘
贫矿：硫酐　猿缘～员猿缘，即明矾石含量 猿圆～猿愿缘

五、综合评价

在火山热液型明矾石矿床中，常伴生有多种热液蚀变型矿物，有时能形成有工业价值的矿床；明矾石往往还和黄铁矿、金红石、红柱石、叶腊石等形成不同的综合性矿床，在勘探时应注意综合评价。

第十七章　地　腊

地腊是一种天然的矿物腊。它是石腊基原油由于挥发作用，轻质油跑掉而形成的。因此，它的形成和含油构造有极密切的关系。此外还有褐煤腊，是一种从褐煤中提炼出来的地腊。

地腊是制造各种凡士林的主要原料，也用以制绝缘材料、防酸涂料、腊纸、擦光剂、润滑剂、地板腊、化妆品等。地腊经过蒸馏，能获取石腊、石油、润滑油，最后残渣叫做地腊沥青。

地腊按其结构、质量分类，可分为煤状地腊、腊状地腊。

煤状地腊：黑色，很象无烟煤，用手指刻划感觉腊质，用矿物油溶化后很粗，在阳光下很容易融化。

腊状地腊：棕黑色，腊状光泽，在阳光下可融化。

在我国柴达木盆地油泉子发现具有工业价值的地腊，断层带中含地腊 [illegible]，一般 [illegible]，节理中含地腊 [illegible]，目前我国石腊类主要是从石油副产品中提取。

第 九 篇

冶金辅助原料矿产

第一章　菱镁矿

一、性质和用途

菱镁矿的化学成分为碳酸镁（$MgCO_3$），其中氧化镁（MgO）含量为47.81%，二氧化碳（CO_2）含量为52.19%，常含有少量的铁、锰、铝和硅、钙等杂质。菱镁矿加热到600℃左右开始分解释放出CO_2，并伴有体积收缩；煅烧到650～750℃时，形成苛性菱镁矿（轻烧菱镁矿），并具有高度的胶粘性；当煅烧到1500～1700℃时分解完全，不含CO_2，形成方镁石（硬烧菱镁矿），并且有很高的耐火度。

菱镁矿主要（约80%）用作耐火材料。即利用经过高温煅烧的硬烧菱镁矿，生产出耐火度在2000℃以上的冶金镁砂、冶金粉、镁砖、镁铬砖、镁铝砖及硅镁砖等耐火制品，用来砌筑黑色和有色冶金工业炉窑。硬烧菱镁矿经电炉煅烧到2800～3000℃时熔融、冷却形成完好的方镁石晶体称作电熔镁，具有高电阻率、硬度大、抗化学蚀腐性，可作绝缘和高级耐火材料，制成镁钳锅和耐火炉。

菱镁矿可用作提炼金属镁。镁与其他金属化合，制成高强度镁合金，用于军工。航天工业，及飞机、汽车和精密仪器制造业。镁还用作冶炼钛、锆、铀、铍的还原剂。

轻烧菱镁矿和氧化镁或硫酸镁可制造含镁水泥，具有高度胶凝性、可塑性并能与有机物胶合。用于装饰、绝热、保温、隔音、耐磨等建筑材料和灼作砂轮的粘合剂。

此外，在化工、橡胶、造纸、陶瓷、制糖、照相、颜料、纺织业中均有应用。

二、一般工业要求

（一）工业对矿石的质量要求

在工业上晶质、隐晶质菱镁矿均可利用。根据用途对矿石质量的不同要求如下：

（1）作耐火材料用硬烧菱镁矿，要求用$MgCO_3$含量高、杂质少的晶质菱镁矿。矿石中杂质对耐火材料的质量影响如下：

CO_2：煅烧菱镁矿时，CO_2呈游离状态，易吸水形成$Mg(OH)_2$或其他化合物，对产品有害。一般在成品中要求CO_2≤1%。

SiO_2：氧化硅含量高时会降低产品的耐火度，一般在成品中SiO_2限制在2%左右。

CaO：矿石中含1%～2%的CaO时对焙烧有利；但过量的CaO易与其他杂质形成易熔性物质，影响制品的耐火度。

（2）作含镁水泥用的轻烧菱镁矿，晶质、非晶质菱镁矿均可，对其质量要求不太严；

但 悄耀呈游离状态存在时，使水泥膨胀故一般要求 悄耀约源翻豫；铁可使水泥颜色变坏不得过高；杂蜜圆含量 员豫–圆园豫时亦可应用。

猿．提炼金属镁和其他工业用菱镁矿，一般要求 酝耀含量要高，杂质低；橡胶业用菱镁矿要有高分散性，不含锰。

（二）一般工业指标

项目	主要化学成分含量（豫）				用途
	酝耀	悄耀	杂蜜圆	云蜜圆–垣粤蜜圆	
耐火材料	≥源苑	≤园酝	≤园酝	高纯镁砂	
	≥源豫	≤员豫	≤员豫	—	制砖镁砂
	≥源袁	≤员豫	≤缘	—	镁硅砂
	≥源员	≤远	≤圆	—	治金镁砂

注：表中“—”表示对 云蜜圆–垣粤蜜圆不作要求。

可采厚度：　≥圆米

夹石剔除厚度：员–圆米

三、矿床实例

（一）辽宁青山杯菱镁矿

品级	化学成分（豫）			用途
	酝耀	悄耀	杂蜜圆	
Ⅰ级	跃豫	≤员豫	≤员豫	镁砖、金属镁
Ⅱ级	跃圆	≤圆	≤远	砖砂
级外	约圆	≤猿	跃远	砖砂、冶金粉
高硅菱镁矿	跃源	约猿豫		供外贸：粒级 猿园–员园毫米

注：该指标为 员怨愿圆年矿山生产实际使用的工业指标，其中镁化白云岩，一项从略。

仁）辽宁样子峪菱镁矿

品级	化学成分　豫）			用途
	酝耙豫	恍耙豫	孜蜜圆	
Ⅰ级	≥源豫	≤员圆圆	≤员豫	炉顶砖
Ⅱ级	≥源袁	≤员豫	≤圆一圆豫	砖砂
Ⅲ级	≥源	≤迈圆圆	≤圆一圆豫	砖砂

可采厚度：　≥圆米

夹石剔除厚度：员米

匕）山东粉子山菱镁矿

项目		工业要求			用途
		氧化镁　酝耙豫）	氧化钙　恍耙豫）	二氧化硅　孜蜜圆豫）	
品级	Ⅰ级	跃	约员圆圆	员豫	镁砖
	Ⅱ级	跃源圆豫	约员豫	约圆豫	镁砖
	Ⅲ级	跃杂圆圆	约怨	约迈圆圆	治金砂
可采厚度　米）	圆				
夹石剔除厚度　米）	员				

四、综合评价

菱镁矿常与白云岩、大理岩、蛇纹岩、石棉、滑石、石膏、盐矿等矿产共生，尤其是产在超基性岩蛇纹石化岩石中的菱镁矿，可能伴生有铂、钴、镍等矿产，应予注意，并进行综合勘探、综合评价。

五、附录

冶金工业部 员怨圆圆年 缘月 员日颁布的 再月菱员－愿员号耐火材料、烧结熔制及提炼金属镁用菱镁石质量指标如下：

级别	化学成分（%）		
	[illegible]	[illegible]	[illegible]
特级品	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
一级品	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
二级品	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
三级品	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
四级品	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
菱镁石粉	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]

注：①供制镁硅砂用的三级品，其中二氧化硅可不大于[illegible]。

②供热选生产用的三级品，其中二氧化硅可不大于[illegible]

第二章　耐火粘土

一、性质和用途

耐火粘土是指耐火度大于 [illegible] 的粘土。依其理化性能、矿石特征和工业用途分为软质粘土、半软质粘土、硬质粘土和高铝粘土四种。

软质粘土一般呈土状，硬度低，在水中易浸散，与液体拌合后能形成可塑性泥团，具有较大粘结性，常用作耐火制品结合剂。半软质粘土的浸散性较差，或部分浸散，其浸散部分与液体拌合后亦可形成可塑性泥团，亦常用作结合剂或骨料。硬质粘土常呈块状或板片状，一般在水中不浸散，不具可塑性，耐火度较高，为耐火制品的主要原料。高铝粘土 [illegible] 的含量较高，硬度和比重较大，耐火度高，常用作高级耐火制品。硬质和高铝粘土常烧成熟料使用。

耐火粘土主要用于冶金工业，用量约占全部耐火材料的 [illegible]；其次用于机械、轻工、化工、建材、国防等部门。耐火粘土常作为制定型耐火材料（各种规格的砖材）和不定形耐火材料的原料。高铝粘土用于制电炉、高炉用的高铝砖，高铝衬砖及高铝耐火泥。硬质粘土用于制高炉耐火砖，炼铁炉、热风炉、盛钢桶的衬砖、塞头砖，流钢砖以及工业锅炉机车锅炉等的耐火砖。硬质粘土还用作制新型耐火绝热材料—耐火纤维，它具有耐高温、导热系数小、耐酸碱、吸音及质轻等优点，在冶金、机械、电子、玻璃、陶器等工业应用广泛。

二、矿物组分和化学成分

耐火粘土中的主要矿物及其化学成分如下：

一水硬铝石　[illegible]　氧化铝含量 [illegible]

勃姆石（一水软铝石）　[illegible]　氧化铝含量 [illegible]

三水铝石　[illegible]　氧化铝含量 [illegible]

高岭石　[illegible]　氧化铝含量 [illegible]

埃洛石　[illegible]　氧化铝含量 [illegible]

水白云母　[illegible]　氧化铝含量 [illegible]

伊利石　[illegible]　氧化铝含量 [illegible]

蒙脱石　[illegible]

氧化铝含量 [illegible]

高铝粘土的主要矿物为一水硬铝石、勃姆石、三水铝石和高岭石等，硬质粘土的主要矿物为高岭石、水铝石等，软质及半软质粘土的主要矿物为高岭石、水云母、伊利石和蒙脱石等。

三、一般工业要求

（一）工业对矿石质量的要求

[illegible]主要组分对制品性能的作用与影响

三氧化二铝 [illegible]：为耐火粘土的主要有益组分。是衡量耐火粘土质量的主要因素之一，其含量越高，耐火度也愈高。

二氧化硅 [illegible]：在粘土中呈铝硅酸盐类矿物形式或呈粒状石英及胶状氧化硅出现，石英能减弱粘土的可塑性和粘结力，而胶状的 [illegible]能增强粘土的可塑性。

铁质矿物：多为褐铁矿、赤钛矿，水赤铁矿、菱铁矿、钛铁矿、黄铁矿等，它是耐火粘土的有害杂质，主要是降低耐火度、抗碴性，并引起制品出现熔蚀结疤、空洞影响制品外观。

钙镁碳酸盐和硫酸盐类矿物：含量多时降低粘土的耐火度、增大烧成收缩率、降低荷重软化温度并产生裂纹。

二氧化钛 [illegible]：随含量多寡产生不同影响，适量 [illegible]在烧结中起助熔作用，促进烧结。而过量 [illegible]则破坏制品的热稳定性和高温使用效能。

氧化钾、氧化钠 [illegible]：含量高时减弱粘土可塑性，在煅烧时降低烧成温度，在使用制品时易形成龟裂膨胀。

有机质：主要是含碳物质，含量高时增大粘土的烧失量，并使制品产生空洞增加气孔率和烧成收缩率，降低制品的抗碴性。

[illegible]物理技术性能

耐火度：粘土制坯在高温煅烧下不变形时的最高温度。是衡量耐火粘土质量优劣的主要标准之一。其高低取决于粘土的矿物组分和化学成分。

矿石类型	矿石品级		主要化学成分 [illegible]			烧失量 [illegible]	耐火度 [illegible]	可塑性指标）	备注
			[illegible]	[illegible]	[illegible]				
高铝粘土	特级		≥	≤	[illegible]	≤	≥		化学成分以熟料计
	Ⅰ级		≥	≤	[illegible]	≤	[illegible]		
	Ⅱ级	甲	≥	≤	[illegible]	≤	≥		
		乙	≥	≤	[illegible]	≤	≥		
	Ⅲ级		[illegible]	≤	[illegible]	≤	≥		

续表

矿石类型	矿石品级	主要化学成分（%）			烧失量（%）	耐火度（℃）	可塑性指标）	备注
		Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2				
硬质粘土	特级	≥38	≤1.5		≤15	≥1770		化学成分以熟料计
	Ⅰ级	≥38	≤2.0		≤15	≥1750		
	Ⅱ级	≥30	≤3.0		≤15	≥1730		
	Ⅲ级	≥30	≤3.0		≤15	1730		
半软质粘土	Ⅰ级	≥30	≤2.0		≤12	≥1730	1–2	化学成生以生料计
	Ⅱ级	30	≤2.0		≤12	≥1710		
	Ⅲ级	2	≤3.0		≤12	≥1690		
软质粘土	Ⅰ级	30	≤2.0		≤10	≥1730		化学成分以生料计
	Ⅱ级	2	≤2.0		≤10	1710	≥2	
	Ⅲ级	2	≤3.0		≤10	1690		

可塑性：粘土在机械外力作用下，改变其形状而不改变其致密性，在外力取消后，依然保持其变形的性质，称之为可塑性。一般软质粘土为可塑性粘土，半软质粘土为半可塑性粘土，硬质粘土和高铝粘土为非可塑性粘土。是确定耐火粘土类型和使用途径的依据。

耐风化性：是在自然状态下抵抗风化的性能。是选择合理煅烧工艺的设计依据之一。

（二）一般工业指标

耐火粘土的一般质量要求见 2–1 页表。

可采厚度（真厚度）：地下开采：1–1.5 米露天开采：1.5–2 米

夹石剔除厚度：1.5–2 米

剥采比：≤5

杂质含量高的耐火粘土的参考指标：

1 高碱质高铝粘土：除按一般要求外，并要求 K_2O+Na_2O 不大于 1.5–2%，耐火度约 1730℃。其原料只能制低级高铝制品或无荷重软化温度要求的浇铸用砖）

2 高碱质硬质粘土：某些地区的高碱质硬质粘土，当其它有害组份含量较低时，也可作为耐火粘土使用。其参考指标为：

品级	化学成分（%）			耐火度（℃）	用途
	Al_2O_3	Fe_2O_3	K_2O+Na_2O		
Ⅰ级	≥	≤1.5	1.5	1730	可制通用砖

续表

品级	化学成分（%）			耐火度（℃）	用途
	三氧化二铝	三氧化二铁	烧失量		
Ⅱ级	≥30	≤2.0	≤12.0	1730	可制下注砖
Ⅲ级	≥25	2.0～3.0	15.0	1730	亦可制下注砖
注	以上各品级矿石杂质总量均应≤5%				

（3）高钛耐火粘土：除按一般工业要求外，对高钛高铝粘土要求 TiO_2/Al_2O_3≤0.05，对高钛硬质粘土要求 TiO_2/Al_2O_3≤0.06。

（4）高铁硬质粘土：在缺少硬质粘土的地区或硬质粘土的铁质以结核状黄铁矿、白铁矿等形式存在时，如采用特殊工艺制砖，对 FeS_2 含量可要求小于 3%，如铁质以分散状态存在时，如采用化学方法处理时，FeS_2 可要求≤2.0%。

四、矿床实例

（1）一般矿床实例

产地	矿石类型	品级	工业要求				其他	备注
			三氧化二铝（氧化钛%）	三氧化二铁（%）	耐火度（℃）	烧失量（%）		
河北古治	高铝粘土	粘土	25	≤3.0	1730	15	煤矸石：≤3.0%	可采厚度及品级分采最低厚度均为 1m 夹石剔除厚度为 0.5m
	硬质粘土	特级 Ⅰ级 Ⅱ级	≥30 ≥30 25～30	≤2.0 ≤2.0 ≤3.0	1730 1730 1730	≤12 ≤12 ≤15		
山西阳泉	高铝粘土	Ⅰ级 Ⅱ级 Ⅲ级	30 25～30 20～25	≤3.0 ≤3.0 ≤3.0	1730 1730 1730	≤15 ≤15 ≤15	煤矸石含量（%）： Ⅰ级≤5.0， Ⅱ、Ⅱ级≤10	可采厚度：0.5米，最低原煤厚0.5米为原煤厚0.5米为表外矿 夹石剔除厚度：0.5米
	硬粘质土	Ⅰ级 Ⅱ级	≥30 25～30	≤2.0 ≤3.0	1730 1730	≤15 ≤15		
	软质半粘软土	Ⅰ级 Ⅱ级	≥25 20～25	≤3.0 ≤3.0	≤1580 ≤1580			

续表

产地	矿石类型	品级	工业要求				其他	备注
			三氧化二铝（氧化钛）	三氧化二铁	耐火度	烧失量		
河南焦作	硬质粘土	特级	跃原	约员圆	员猿园	约员		员圆依熟料计算
		Ⅰ级	跃圆	约圆	员猿园	约员		圆阿采厚度园苑米
		Ⅱ级	跃猿	约猿园	员园园	约员		猿夹石剔除厚度园圆米
		Ⅲ级	跃园	约猿园	员园园	约员		
	软质及半软质粘土	Ⅰ级	跃猿	约圆园	员园园	约员		
		Ⅱ级	跃园	约猿园	员源园	约员		
		Ⅲ级	跃原	约猿园	员缘园	约员		
四川沙湾	硬质粘土	Ⅰ级	跃猿	约圆	员猿园	—		员圆依生料计算
		Ⅱ级	跃猿	约猿园	员园园	—		圆阿采厚度园苑米
		Ⅲ级	跃原	约猿园	员园园	—		猿夹石剔除厚度 园猿原园猿米
吉林水曲柳	软质粘土	特级	≥猿	≤圆	≥员园园	≤员	均为熟料 Ⅲ级品暂作表外	可采厚度 员米，园苑原员米列入表外夹石剔除厚度大于 园猿米，及限剥离比 员∶员 吨/ 辕
		Ⅰ级	≥猿	≤圆	≥员园园	≤员		
		Ⅱ级	≥圆	≤猿	≥员源园	≤员		
		Ⅲ级	≥园	≤源	≥员缘园	≤员		

成分 / 品级	粤	云	悄	耐火度	其它	备注
隋级	跃园	≤猿	≤员	≥员猿园		可采厚度 园苑米 露天可采厚度 园猿米 夹石剔除厚度 园猿米
Ⅱ级	缘园-远园	≤猿	≤员	≥员园园		
Ⅲ级	源园-缘园	≤猿	≤员	≥员源园		

注：本区属高铝钛耐火粘土。耘 含量最高 员园苑，最低 缘，一般 苑-员园，自 员怨缘年投产使用以来，作钢水罐衬砖。

仁）四川广元耐火粘土

矿石类型	品级	工业要求				备注
		三氧化二铝十二氧化钛　豫）	三氧化二铁豫）	耐火度益）	烧失量豫）	
高铝粘土	Ⅰ级	跃愿园	跃灵葩园	≤这豫原员元		依熟料计算 忙蓉渺画吾的 ≤园酝原员酝豫 可采厚度≥园酝苑 米夹石剔除厚度≥园酝米
	Ⅱ级	远园原愿园	≤猿	跃灵葩园	义	
	Ⅲ级	缘园原远园	≤猿	跃灵葩园	义	
	Ⅳ级	≥缘园	≤猿	跃灵葩园	义	
硬质及半软质粘土	Ⅰ级	≥猿怨	猿原源	≥员葩园	≤员豫原员元	
	Ⅱ级	≥猿袁	猿原源	≥员葩园	义	
	Ⅲ级	≥猿袁	源原缘	≥员葩园	义	

五、综合评价

耐火粘土的共生、伴生矿产有煤、硫铁矿、铁矿、铝土矿、铁矾土、其它用途粘土和石灰岩等，在勘探耐火粘土矿时，应注意综合勘探和综合评价。

六、附录

冶金工业部部颁标准、硬质粘土熟料技术条件　有手册示一愿园 的技术要求　本标准适用于供耐火材料用的硬质粘土熟料产品）

员酝产品按其理化指标分为下列品级

指标 / 品级	化学成分　豫）		耐火度益）	体积密度克/厘米猿
	粤凿猿	云凿猿		
特级品	源原缘园	≤员园园	≥员葩园	≥园酝缘
一级品	甲　源原缘园 乙　源园原缘园	≤员园远 ≤园酝缘	≥员葩园 ≥员苑园	≥园酝园 ≥园酝缘
二级品	猿园原园园	≤猿酝缘	≥员苑园	≥园酝园
三级品	猿园原远	≤猿酝缘	≥员苑园	≥园酝缘

园酝与煤接触煅烧的产品通过 缘毫米标准筛的筛下料不超过 缘豫；用回转窑和外燃式窑煅烧的产品，通过 缘毫米标准筛的筛下料不超过 愿豫。

猿圆产品中的杂质含量：特级品不超过 猿豫，其它品级不超过 源豫。

源圆产品中不得混入石灰石、黄土及其它高钙、高铁等外来夹杂物。

高铝矾土熟料技术标准　（本标准适用于供耐火材料用的高铝矾土熟料产品）

员圆产品格其理化指标分为下列品级

指标 品级	化学成　（豫）			耐火度 （℃）	体积密度 （克/厘米猿）
	粤蕴猿韵猿	悦葬韵	云蕴猿韵猿		
特级品	≥愿豫	≥园郧	≤园郧	员怨园园	≥猿郧园
一级品	≥愿园	≤园郧	≤猿园园	员怨园园	≥园郧园
二级品	甲　苑园 乙　远园	≤园郧 ≤园郧	≤猿园园 ≤猿园园	≥员怨园园 ≥员苑园	≥园郧豫 ≥园郧豫
三级品	缘园	≤园郧	≤园豫	≥员苑园	≥园郧豫

圆圆与煤接触煅烧的产品，通过 员园毫米标准筛下料不超过 员园豫；用回转窑和外燃式窑煅烧的产品，通过 缘毫米标准筛的筛下料不超过 员园豫。

猿圆产品中的杂质含量不超过 源豫。

源圆同一品级中允许相邻混级品不大于 员园豫。

缘圆产品中不得混入石灰石、黄土及其他高钙、高铁等外来夹杂物。

第三章　蓝晶石类矿物

一、性质和用途

蓝晶石类矿物包括蓝晶石、红柱石、矽线石等，为同质异形的无水铝硅酸盐矿物，统称高铝矿物原料。其化学成分为 [illegible]，它们具有在高温下膨胀冷却后不收缩以及高温下（[illegible]）转变成富铝红柱石（莫来石）的特点。蓝晶石类矿物化学成分虽同，但由于各自生成温度、压力、矿物结构和 [illegible] 含量的差异，其热膨胀率和转变为富铝红柱石的温度范围亦不同。

蓝晶石：[illegible] 含 [illegible]，转换温度 [illegible]，体积膨胀 [illegible]。

矽线石：[illegible] 含 [illegible]，转换温度 [illegible]，体积膨胀 [illegible]。

红柱石：[illegible] 含 [illegible]，转换温度 [illegible]，体积膨胀 [illegible]。

蓝晶石类矿物煅烧后形成的富铝红柱石具有耐火度高（[illegible]）、机械强度大和耐酸、碱等性能，并具有重负荷下抗高温的能力。

蓝晶石类矿物主要用作高级耐火材料，制做高炉、热风炉、混铁炉和浇注设备关键部位的耐火砖和不定形耐火材料。利用其高温永久性膨胀抵消不定形耐火材料的收缩，提高受冷、热冲击能力延长冶炼炉使用寿命。在其它工业部门用作制造窑炉设施，吹制高温铝硅酸盐绝缘体，翻砂模面料，可纺富铝红柱石纤维，磨料、热压模和涂料等。

此外，还用作制造高铝轻质硅铝合金，用于飞机、汽车、火车、船只等关键部件的工业制造；并可烧制耐烧蚀技术陶瓷。

二、一般工业要求

蓝晶石类矿床类型很多，目前国内尚无成熟勘探经验。一般情况下，此类矿床的矿石均需经过选矿获得精矿后方能利用。决定矿床工业价值因素有二。一为含矿率（即矿床含蓝晶石类矿物多少）；二为蓝晶石类矿物的化学成分和物理性能。

（一）原矿含量

	蓝晶石	矽线石
边界品位：	≥[illegible]	≥[illegible]
工业品位：	≥[illegible]	≥[illegible]
可采厚度：	≥[illegible]米	≥[illegible]米
夹石剔除厚度：	≥[illegible]米	≥[illegible]米

按蓝晶石含量：[illegible]，[illegible]，[illegible] 分别试圈矿体，计算储

量。

（二）蓝晶石类矿物精矿化学成分要求

成分	粤园	杂质	耗氧量	云母含量	运晶 晶晕
含量（豫）	≥缘豫	约源圆	约员愿豫	约员愿豫	约员

三、矿床实例

（一）江苏沭阳蓝晶石矿

最低工业品位：蓝晶石含量≥员缘豫
边界品位：　　蓝晶石含量≥苑豫
最低可采厚度：　　员愿米
最小夹石剔除厚度：　　员愿米

（二）河北卫鲁工业指标

普查勘探使用的指标）
蓝晶石含量：员园-圆园豫
　　富矿：跃缘园豫

（三）黑龙江鸡西头道沟矽线石矿　见一般工业要求）

蓝晶石手选单矿物化学成分表

组分（豫） / 项目	粤晕	杂质	悄	酝	
原矿	圆愿员	缘源愿	员愿怨	员苑	
精矿	缘愿怨	猿园园	员愿苑	员愿豫	
组分（豫） / 项目	云母含量	云母	耗氧量	运晶	晕晶
原矿	员愿园	缘愿员	员愿怨	源愿豫	员愿愿
精矿	员愿员	员愿苑	员愿员	员愿源	员愿缘

四、综合评价

蓝晶石类矿物伴生矿产有云母、石墨、刚玉等应注意综合评价。

五、附录

（一）上海宝钢用高铝矿物精矿的质量要求

矿种	化学成分（%）				温度益	体积膨胀系数	用　途
	粤层译	杂质	云母	耗量			
红柱石	缘园猿	猿园猿	≤猿	≤园豫	员猿园	圆	制高级砖、不定形原料
蓝晶石	≥远园		≤员园豫	≤园豫	员猿园豫	员豫	高铝浇注料，火泥
矽线石	缘园猿	猿园猿	≤圆		员猿园豫	圆	不定形原料、滑板

（二）国外蓝昌石矿精矿化学成分要求

员圆苏联对蓝晶石精矿的化学成分要求

成分（豫） 用　途	粤层译	云母	运输水分
生产高铝耐火材	≥缘源	≤圆	≤员原员园豫	
生产陶瓷	≥源豫	≤园豫	园豫
生产铝硅合金	≥缘愿	杂质	≤园豫

生产铝硅合金还要求铁和钛的氧化物含量为 园豫～园豫。

原矿中蓝晶石含量要求：富矿 员园豫，中品位矿 园～源园豫，贫矿 约园豫。

圆圆美国蓝晶石粗精矿化学成分

成分	粤层译	杂质	酸溶性云母	耗量	怀疑	酚酞	碱合计
含量（豫）	≥缘远	源园	员	≤员园	≤园豫	≤园豫	≤园豫

适用粒度：猿豫 源愿 员园 园目。

原矿蓝晶石含量：

威利斯山蓝晶石片岩：含蓝晶石 员园～猿园豫即开采。

佐治亚州北部蓝晶石片岩：含蓝晶石 源～愿豫即开采，但伴生有云母、石墨可同时回收利用。

猿蝗南非德兰士瓦红柱石精矿主要成分

成　分	粤员	杂藻	云蚤	耘藻
含量　豫）	缘园-缘苑	猿缘-源原	员-源豫	园豫-源

第四章　白云岩

一、性质和用途

白云岩是以白云石为主要组份的碳酸盐岩，白云石含量约占 %，方解石含量小于 %，余为其它杂质。白云石煅烧至 ℃～ ℃时，成为氧化钙和氧化镁的混合物，称苛性白云石；煅烧至 ℃以上时，氧化镁成为方镁石，氧化钙转为结晶的 ，结构致密耐火度可达 ℃以上，抗渣性较强。

白云岩广泛用于冶金、化学、建筑及其它工业。冶金工业主要用作耐火材料，部分用作熔剂。用白云岩制成的耐火砖有稳定性白云石砖和抗水性白云石砖两种，均为碱性砖。广泛用于砌筑转炉、电炉、化铁炉炉衬。

炼铁和炼钢时，白云岩作为熔剂，起中和酸性炉渣，降低渣中 的活度，减轻炉渣对炉衬的侵蚀作用。

白云岩还可制含镁水泥和作建筑石材；化学工业用以制硫酸镁和含水碳酸镁，橡胶、制药业用以作填料，还可作钙镁磷肥和粒状化肥，改造酸性土壤；玻璃、陶瓷业利用白云岩作配料，能提高玻璃的化学稳定性和坚固性，增加陶瓷光泽等。白云岩亦可作炼金属镁的原料。

二、矿物及化学成分

白云岩的组成矿物除白云石、方解石外，还含有粘土、铁、铝、硅等杂质。

白云石 ，晶体呈菱面体，集合体呈粒状、块状。含 ，有时含 ，含 。

方解石 ，晶体呈菱面体，集合体呈粒状、块状。含 ，有时含 。

三、一般工业要求

（一）化学成分

1. 陶瓷用白云岩：

，，，，，

表面无锈化现象。

2. 辉绿岩铸石用白云岩：

，，

猿 提炼金属镁用白云岩；

酝再生耳环豫，杂质约猿豫，运营垣最高约园豫

源 耐火材料及熔剂用白云岩

品位豫 / 用途	酝再韵	酸不溶物含量 杂质垣云母垣石英垣其他	其中 蛇纹石
耐火材料	≥圆园	≤猿园	≤员豫
熔　剂	≥员远	≤员园	≤源

注：当生产上需要，而地质条件可能时，可按 酝再韵含量 圆园豫、员怨豫、员愿豫、员远豫、划分矿石品级。

缘 制含镁水泥用白云岩

成　分	酝再园	云母垣石英垣其他韵园	砷猿园
含量　豫）	跃员愿	≤园豫	≤源园

远 制钙镁磷肥用白云岩

成分 酝再韵	悔韵	杂质园　云母垣石英　粘土韵园	
含量　豫）	跃圆园	跃猿园	少　量

苑 玻璃原料用白云岩

成分 / 品级	酝再韵　豫）	悔韵　豫）	藻纹猿　豫）	粘土猿　豫）
Ⅰ级	跃圆园	跃猿园	≤园愿员	≤员
Ⅱ级	跃员怨	跃员远	≤园圆园	≤员

仁）开采技术条件

最低可采厚度：　　圆米

最小夹石剔除厚度：　圆米

剥采比：　　员∶员—猿

四、矿床实例

（一）南京幕府山白云岩矿

品级	化学成分（%）				可采厚度	夹石剔除厚度
	$CaCO_3$	酸不溶物	Fe_2O_3	P		
特级	≥98.50	≤0.50	≤0.10	≤0.005	5米	5米
Ⅰ级	≥97.50	≤1.00	≤0.20	—		
Ⅱ级	≥97.00	≤1.50	≤0.30	—		

（二）贵州水城堰塘白云岩矿

品级	化学成分（%）					
	$CaCO_3$	$CaCO_3+MgCO_3$	酸不溶物	Fe_2O_3	SiO_2	P
特级	≥98.50	≥97.50	≤1.00	≤0.10	≤0.50	≤0.005
Ⅰ级	≥97.50	≥97.00	≤1.50	≤0.20	≤0.50	≤0.005
Ⅱ级	≥97.00	≥96.50	≤2.00	≤0.30	≤1.00	≤0.005
Ⅲ级	≥96.50	≥96.00	≤2.50			

最小可采厚度：5米
夹石剔除厚度：5米
品级分采厚度：3米
剥采比：　　1∶1

（三）内蒙固阳白云岩矿（作耐火材料）

品级	化学成分（%）			备注
	$CaCO_3$	酸不溶物	Fe_2O_3	
特级	≥97.50	≤1.00	≤0.20	
Ⅰ级	≥97.50	≤1.50	≤1.00	
Ⅱ级	≥97.00	≤2.50	≤2.00	
Ⅲ级	≥96.50	≤3.00	≤1.50	

五、综合评价

白云岩矿床中，常共生有菱镁矿、滑石、石灰岩、石棉等矿产，应注意综合评价。

六、附录

（一）冶金工业部 员怨愿园年 缘月 员日颁布的 再生圆形缘-愿员号白云岩质量标准

员．炉衬用

品级		化学成分（豫）		
		酝韵	粤员 垣云韵 垣杂圆 垣酝韵	猿其中 杂圆
特级品	甲	≥圆园	≤圆	≤员园
	乙	≥圆园	≤猿	≤员缘

圆．耐火材料及冶炼用

品级	化学成分（豫）		
	酝韵	悼韵	杂圆
一级品	≥员愿	一	≤圆园
二级品	≥员愿	一	≤猿缘
三级品	≥员苑	一	≤员园
四级品	≥员远	一	≤缘园
镁化白云岩	≥圆园	≥远	≤圆园

注：根据资源条件，四级品中 杂圆 允许不大于 远豫。

（二）宝山钢厂炼钢用白云岩的质量要求

员．化学成分：酝韵 员愿豫-圆园豫，杂圆 圆-猿豫，

粤员 猿园豫，悼韵 猿-猿员豫

云韵 员愿豫-员圆豫，杂约 圆园豫，孕约 圆园豫。

圆．块度：员园-猿园毫米者 员愿豫，

约缘毫米者 约员豫。

第五章　硅石

石英砂岩、石英岩、脉石英）

一、用途

硅石主要用途是在冶金工业中用作制酸性耐火砖一硅砖和冶炼各种金属的熔剂。硅砖有良好的抗酸性渣侵蚀的能力，对氧化钙渣、氧化铁渣的侵蚀也有一定的抵抗能力。硅砖的最大优点是荷重软化起始温度高（一般在 [illegible] 以上），因此广泛用于砌筑焦炉、电炉、加热炉、玻璃熔窑和耐火材料烧成窑等炉衬。

质纯的硅石，可用作制石英玻璃，提炼结晶硅。结晶硅是提炼单晶硅的原料，并可制硅铝和有机硅。在化学工业上用硅石制造各种硅化合物和硅酸盐，也作硫酸塔的填充物。。在建材工业中可作玻璃原料、陶瓷原料和硅酸盐水泥的校正原料。还可用制磨石、油石、砂纸等。

二、矿物组分及化学成分

工业上把二氧化硅及杂质含量等符合要求的石英岩、石英砂岩、脉石英叫作硅石，主要矿物组分为石英，化学成分主要为二氧化硅，含有少量三氧化二铁、三氧化二铝、氧化钙、五氧化二磷等杂质。

三、一般工业要求

（一）对化学成分及主要物理性能的要求

[illegible] 耐火制品用

品级	化学成分（%）				耐火度（℃）	吸水率（%）
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
特级	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	[illegible]	≤[illegible]
Ⅰ级	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	[illegible]	≤[illegible]
Ⅱ级	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	[illegible]	≤[illegible]

[illegible] 铁合金及工业硅用

品级	化学成分（%）				
	SiO₂	Fe₂O₃	CaO	P	
特级	≥98	≤0.15	≤0.05	≤0.01	≤0.01
Ⅰ级	≥98	≤0.3	—	≤0.015	≤0.02
Ⅱ级	≥97	≤0.5	—	≤0.03	≤0.05

注：矿石块度一般 50～150 毫米，约 10 毫米者一般要求不大于 5%。

猿铁熔剂等用

品级	化学成分（%）				
	SiO₂	Fe₂O₃	CaO	P	
熔剂用	97～98	0.5～1	0.2～0.5	0.03	—
硅铝用	98	0.3	—	—	—
结晶硅用	98～99	0.3	0.03	0.3	0.01
石英玻璃用	99.5	极微	极微	极微	极微

（二）开采技术条件的要求：

可采厚度：　　10 米

夹石剔除厚度：5～10 米

采剥比：　　5∶1～2 米

注：①玻璃用硅质原料的一般工业要求见 1000 页；水泥用硅质原料见 1000 页。②硅石中的 Fe₂O₃、CaO、P、S 在生产硅铁时，消耗 SiO₂；在制作耐火材料时降低硅砖耐火度；P 在炼钢时，影响钢的质量。

四、矿床实例

（一）河南坡头石英岩（硅砖用）

品级	化学成分（%）				耐火度（℃）	可采厚度（米）	剥离比
	SiO₂	Fe₂O₃	CaO				
特级	跃 98	约 0.15	约 0.05	约 0.01	跃 1710	10	约 5
Ⅰ级	跃 97	约 0.3	约 0.3	约 0.3	跃 1690		
Ⅱ级	跃 96	约 0.5	约 0.5	约 0.5	跃 1670		

（二）辽宁石门石英岩

用途	品级	化学成分　%）				耐火度　℃）	可用厚度　mm）	夹石剔除厚度　mm）
		SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃	CaO			
硅砖用	Ⅰ级	≥98	≤1.0	≤0.5		≥1710	≥150	≥150
	Ⅱ级	≥97	≤1.5	≤1.0		≥1710		
	Ⅲ级	≥96	≤2.0	≤1.5		≥1710		
硅铁用	Ⅰ级	≥97.5	≤1.0	≤0.5	≤1.0			
	Ⅱ级	≥96	≤1.5	≤1.0	≤1.5			

五、附录

（一）冶金工业部 1984 年 4 月 1 日颁布的 YB/T 5106—1996 号硅石质量标准

1. 耐火制品用

品级	化学成分　%）			耐火度　℃）	吸水率　%）
	SiO₂	Al₂O₃	Fe₂O₃		
特级品	≥98	≤0.5	≤0.3	≥1730	≤3
一级品	≥97	≤1.0	≤0.5	≥1730	≤4
二级品	≥96	≤1.5	≤1.0	≥1730	≤4

2. 硅铁合金及工业硅用

品级	化学成分　%）				
	SiO₂	Al₂O₃	CaO	Fe₂O₃	P
特级品	≥99	≤0.3	≤0.05	≤0.2	≤0.02
一级品	≥98	≤0.5	—	≤0.3	≤0.03
二级品	≥97	≤1.0	—	≤0.5	≤0.04

注：产品块度划分为下列五种规格　节录）

50～150 毫米，50～100 毫米，80～150 毫米，

100～200 毫米，150～300 毫米，200～400 毫米。

（二）宝钢硅石原料质量要求

1. 炼钢用：SiO₂ 不小于 98%，Fe₂O₃ 不大于 0.5%，

水分 不大于 4%；粒度 50～150 毫米。

2. 炼铁用：化学成分同炼钢用；

粒度 不大于 300 毫米。

第六章　石灰岩

冶金灰岩、化工灰岩）

一、性质和用途

工农业用石灰岩，指 [illegible] 含量较高杂质含量较低的沉积碳酸盐岩。它与盐酸反应强烈。石灰岩加热至 [illegible] 时分解成 [illegible] 和 [illegible]，[illegible] 即普通用生石灰，[illegible] 是制碱的主要原料之一。石灰岩作熔剂时能使矿石中各种杂质和燃料中的灰分变成炉渣，并有脱磷脱硫的能力。

石灰岩用途广泛。冶金工业大量用作冶炼生铁、钢和有色金属的熔剂。化学工业中，石灰岩是制碱、电石、碳酸钙、碳酸钾和氮肥等的原料。在农业上用石灰岩制造肥料，改良土壤，促进硝化细菌的活动性及土壤中磷肥和钾肥的同化作用。建筑业中，石灰岩是制造水泥、石灰、石料的重要原料。在制糖业、石油工业用作净化剂。在玻璃制造中作配料，使玻璃具有相应稳定性和机械强度。在造纸、制革、染料、陶瓷、印刷业亦广泛应用。

近十几年来，用石灰岩烧制活性石灰用于炼钢，特别是氧气转炉炼钢，可起到缩短吹氧时间、提高脱硫率、降低氟石耗量、增加钢水产量和延长炉龄的作用。

二、矿物组分和化学成分

石灰岩主要由方解石组成，常含少量白云石、菱镁矿、及其它碳酸盐矿物以及粘土质、铁质等

方解石　[illegible]　含 [illegible]，[illegible]。

白云石　[illegible]　含 [illegible]，[illegible]。

石灰岩的主要有益组分是 [illegible] 和 [illegible]，其它杂质为 [illegible] 等。

三、一般工业要求

（一）工业利用对矿石的质量要求

石灰岩的化学成分、物理性质和矿石加工技术性能在不同工业生产中起着不同作用，依其用途对石灰岩矿石质量提出如下要求。

员．冶金（熔剂）灰岩

石灰岩中 [illegible]是起熔剂作用的主要化学成分。它的含量越高越好。[illegible]如含量适当，可降低炉渣的熔点和粘度，增大流动性，对脱硫、脱磷有利，如含量过高，则影响[illegible]的熔剂有效性。[illegible]和 [illegible]虽不影响钢和铁的质量，却消耗 [illegible] 增大燃料消耗、增加炉渣、降低冶炼生产能力。[illegible]和 [illegible]在冶炼时，都转入铁中，影响钢、铁质量。因此对有害杂质要求比较严格。

对矿石物理性质要求具有一定的机械强度，一般要求抗压强度大于 [illegible]公斤/厘米，如强度不够，易在冶炼过程中压成碎块和粉末，影响炼炉的透气性和炉料均衡。

圆．化工灰岩

化工灰岩主要包括制碱灰岩、电石灰岩。制碱灰岩要求其 [illegible]含量越高越好，一般不应小于 [illegible]，否则 [illegible]产出量低，增加生产成本。[illegible]及铁、铝等杂质含量不宜过高，它会影响石灰岩的充分分解，并能引起结瘤、结疤，不好处理。

电石灰岩的 [illegible]含量要高，对 [illegible] [illegible]、[illegible]及铁、铝等杂质的含量有较严的限制。[illegible] [illegible]能结合成难熔的碳化物；[illegible]与石灰岩、灰分中的 [illegible]结合成硅酸铁增加电耗和焦耗，而且破坏炉壁铁壳影响生产操作和降低炉龄。电石在制乙炔时 [illegible]和乙炔混合生成有毒和有爆炸危险的气体。[illegible]还能生成 [illegible]以致转变成 [illegible]腐蚀设备。此外，石灰岩应有足够的抗压强度（约 [illegible]公斤/厘米）和适当的块度（一般 [illegible]毫米）。

（二）一般工业指标

员．熔剂灰岩

可采厚度：　　≥[illegible]米

夹石剔除厚度：　　[illegible]米

采剥比：　　[illegible]

注：冶金用制铝氧、活性石灰等熔剂灰岩，目前勘探和开采实例较少，仅列出基本要求，仅供参考。

类别	品位	化学成分（）					
		[illegible]	[illegible]	[illegible]+[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
石灰岩	边界	≥[illegible]	≤[illegible]		≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
	工业	≥[illegible]	≤[illegible]		≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
白云石化灰岩	边界		≤[illegible]	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
	工业		≤[illegible]	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]

注：地质条件许可，需分品级开采，可按 [illegible]、[illegible]、[illegible]划分矿石品级

①制铝氧用灰岩

化学成分：[illegible]≥[illegible]；[illegible]≤[illegible]；[illegible]≤[illegible]

②活性石灰用灰岩

化学成分：[illegible]；[illegible]；

杂≤圆圃圃豫；孕微量　越低越好），残留 悄藉约≤圆-猿豫。

活性石灰中，要求含 悄藉约大于 怨豫，

矿石中硅、铝、铁是降低活性度的有害杂质，其总含量越低越好。

圆圃化工灰岩

员 电石灰岩

悄藉约豫）	有害杂质允许含量　豫）				
	酝藉约	粤藉约-垣云藉约	杂藉约	杂	孕
≥缘猿-缘源	≤员	≤员	≤员	≤圆圃员	≤圆圃圃远

可采厚度：　≥圆-源米

夹石剔除厚度：　≥圆-源米

剥采比：　约员

圆 制碱灰岩

边界品位：悄藉藉约≥愿豫

工业品位：悄藉藉约≥怨圆豫

有害杂质允许含量：

酝藉约≤员圃豫；酸不溶牧≤猿圆

云藉约-垣粤藉≤员豫

可采厚度：　≥圆-源米

夹石剔除厚度：≤圆-源米

剥采比；　≤员

猿 化肥用灰岩

制磷肥用：悄藉跃缘猿豫，砸藉约员豫。

制氮肥用：悄藉藉约跃怨豫，砸猿约员豫，

孕约圆圃圃员豫，杂约圆圃圃豫

开采技术条件

视当地资源和经济技术条件而定。

源圃陶瓷用灰岩

化学成分的要求为：

悄藉藉约跃怨豫，酝藉约员豫，

云藉约约圆圃圃豫，

杂藉约圆豫，杂约圆圃员豫。

源圃制糖用灰岩

化学成分的要求为：

悄藉藉约跃怨豫，杂藉约圆豫，

酝藉约员圃豫，砸藉约≤圆圃圃豫

砸猿约员圃豫，悄藉藉约≤圆郧

悔[illegible]约[illegible]，

砸[illegible]约[illegible]。

缓[illegible]玻璃用石灰岩见玻璃原料部分。

远[illegible]硅酸盐水泥、白水泥、高铝水泥见水泥原料部分。

四、矿床实例

（一）湖北武钢乌龙泉石灰岩矿　熔剂用）

品级＼成分豫		悔[illegible]的	酝[illegible]的	杂[illegible]	杂	孕	烧失量豫）	酸不溶物豫）
石灰岩	优质	≥缘[illegible]豫	≤园[illegible]苑	≤园[illegible]愿	≤园[illegible]豫	约园[illegible]愿	跃[illegible]-	
	陨级	跃[illegible]园	约[illegible]豫	约圆	—	—	—	—
	Ⅱ级	跃[illegible]园	约[illegible]豫	约猿	—	—	—	—
	Ⅲ级	跃[illegible]愿	约[illegible]豫	约[illegible]源	—	—	—	—
白云石化石灰岩		猿缘-源愿	远-员园	—	—	—	—	约缘

注：优质矿石 云[illegible]≤园[illegible]缘。

（二）内蒙卡布其石灰岩矿　熔剂用）

品级＼成分豫	悔[illegible]的	酝[illegible]的	杂[illegible]	不溶性残渣	孕[illegible]	杂[illegible]
Ⅰ级	≥缘[illegible]	≤猿[illegible]豫	≤圆[illegible]	约圆[illegible]豫	约园[illegible]园	约园[illegible]豫
Ⅱ级	≥缘[illegible]	≤猿[illegible]豫	≤圆[illegible]豫	约[illegible]园	约园[illegible]愿	约园[illegible]豫
Ⅲ级	≥源[illegible]	≤猿[illegible]豫	≤猿[illegible]	约[illegible]豫	约园[illegible]远	约园[illegible]豫

可采厚度：圆米；夹石剔除厚度：圆米

（三）大连甘井子石灰岩矿床

品级＼成分豫	悔[illegible]的	酝[illegible]的	不溶性残渣	杂[illegible]	孕
Ⅰ级	跃[illegible]园	不规定	约圆	约园[illegible]	不规定
Ⅱ级	跃[illegible]园	义	约[illegible]豫	约园[illegible]	义
Ⅲ级	≥源苑	约[illegible]豫		约园[illegible]	约园[illegible]
白云石化Ⅰ级	猿缘-源园	约员园	约缘	约园[illegible]	约园[illegible]
白云石化Ⅱ级	源园-源原	约远	约缘	约园[illegible]	约园[illegible]

（四）河南某石灰岩矿：　制铝氧用）

氧化钙　悔[illegible]的　　跃[illegible]豫

二氧化硅　约圆豫
氧化镁　约员园豫
可采厚度：　圆米
夹石剔除厚度：　员米
剥离比：在铝土矿上部时，必须在铝土矿极限剥离比 约员豫范围内；在铝土矿层以外 约猿豫

（五）河北滦县石灰岩矿　制碱用）

项目 / 品位		有益组分　豫）	有害杂质允许含量　豫）		
		悦	酝	酸不溶物	云 垣
边界品位		≥愿豫			
工业品位	Ⅰ级	≥怨园	≤源	≤远	≤员
	Ⅱ级	≥愿愿	≤源	≤远	≤员
	Ⅲ级	≥愿豫	≤缘	≤迈豫	≤圆

可采厚度：　圆米
夹石剔除厚度：　员圆豫米
剥采比：　≤员

（六）河北、贵州、山西电石灰岩矿

产地及品级 / 项目		化学成分　豫）						可采厚度　米）	夹石剔除厚度　米）	剥采比
		悦	酝	粤 垣	杂	杂	孕			
河北石灰岩		≥缘源	≤园愿	≤员	≤员	≤园愿	员豫	员圆		
贵州石灰岩	Ⅰ级	跃缘源	≤园愿	≤园豫	≤员	≤园员	≤园圆	员	员	
	Ⅱ级	跃缘源	≤员	≤员	≤员	—				
山西石灰岩	Ⅰ级	≥缘源	≤员	≤员	≤员	≤园员	≤园愿	圆	员	≤员
	Ⅱ级	≥缘缘	≤员	≤员	≤员	≤园员	≤园愿			

（七）河北巍山石灰岩矿　制碱用）
边界品位：悦≥愿豫。
工业品位：悦≥怨园豫。
酝≤迈豫，
杂 垣≤缘豫
高硅矿石允许 杂 垣平均≤愿豫。
最低可采厚度及夹石剔除厚度均为 源米。

五、综合评价

石灰岩用途广泛，依其化学成分的差异，可有不同用途。勘探评价时，应根据其质

量变化，确定其用途，做到优质优用，充分发挥其经济效益。石灰岩共生矿产有白云岩、白云石化灰岩、铝土矿、耐火粘土等，应根据埋藏情况，开采条件和一工程多用原则作好综合评价。

六、附录

冶金部 [illegible] 标准冶金用石灰石质量要求。

类别	品级	化学成分（%）					
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
普通石灰石	特级品	≥[illegible]		[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
	一级品	≥[illegible]		[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
	二级品	≥[illegible]		[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
	三级品	≥[illegible]		[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
	四级品	≥[illegible]		[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
高镁石灰岩	特级品		≥[illegible]	[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
	一级品		≥[illegible]	[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
	二级品		≥[illegible]	[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
	三级品		≥[illegible]	[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
	四级品		≥[illegible]	[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]

第七章　萤石

一、性质和用途

萤石（冶金称氟石）是一种熔点较低的矿物，熔点[illegible]。在阴极射线下发萤光，某些变种有热光性，阳光照射后可发磷光。无色萤石较少，常呈黄、灰、绿、蓝、紫、红、棕、黑等各种美丽色彩。

由于其熔融温度较低，冶金上主要用作冶炼钢铁的熔剂。它与炉渣形成共熔性混合物，并且有较高的活动性、流动性，可很好地与炉料中的有害杂质硫、磷等起反应使炉渣与金属容易分离，起脱硫、脱磷作用。用于碱性平炉、碱性氧气炉和电炉炼钢。

在化学工业中主要用来制氢氟酸及其衍生物。世界上萤石产量一半用作制氢氟酸，供制人造冰晶石[illegible]用于炼铝工业。一部分用作制氟化碳。氟化碳具无味、无毒、惰性、不受腐蚀，可作涂料、滑润剂、防腐剂、清洁剂等，其产量一半用于航空清洁剂。在核动力工业中，氟化氢还是分离[illegible]的试剂[illegible]的原料。制塑料时，加氟化物制成号称“塑料王”的聚四氟乙稀在液态空气中不变脆，沸水中不变软、可在[illegible]至[illegible]温度范围使用。耐腐蚀、化学稳定性均超过玻璃、陶瓷、不锈钢以及金、铂等，用途十分广泛。萤石还是玻璃、陶瓷、辉绿岩铸件工业的重要配料。无色透明者还可作光学仪器、色泽鲜艳者可作美术工艺品。

纯度高的萤石含[illegible]等稀土元素到一定含量时，还可作激光材料。

二、化学成分

萤石的化学成分为氟化钙[illegible]，其中含[illegible]，含钙[illegible]。萤石常含有氯、稀土元素、放射性铀、赤铁矿、铅、锌、沥青等杂质；有时还含有气相、液相以及黄铁矿、白铁矿和黄铜矿等固态包裹体。

三、一般工业要求

萤石矿床中的萤石，很少全部能达到工业利用，往往需要经过手选或机械选矿后方能满足工业要求。

由于萤石的工业用途比较广泛，需根据开采后手选或机械加工选矿后的产品质量，再分别考虑用作炼钢熔剂或化工、或玻璃、陶瓷等工业。各工业用途对萤石质量均有不同要求。

萤石矿一般工业指标如下：

品级		工业指标			
		忙萤石圆 豫）	杂 豫）	可采厚度　米）	夹石剔除厚度　米）
富矿	边界品位 工业品位	≥缘豫 ≥远豫	约员圆园	园豫苑	园豫缘-园豫苑
贫矿	边界品位 工业品位	≥圆园 ≥猿园		员	员-圆

化工用萤石　精矿）见附录 圆
玻璃用萤石见“玻璃原料”。
陶瓷用萤石见“陶瓷原料”。

四、矿床实例

（一）浙江武义杨家萤石矿

矿石品级	忙萤石含量　豫）		杂圆园 豫）	杂 豫）	可采厚度 米）	夹石剔除厚度 米）	备注
	边界	工业					
特级 Ⅰ级 Ⅱ级 Ⅲ级	苑豫 缘豫 源园 圆园	≥愿豫 ≥苑园 ≥缘园 ≥猿园			园豫缘 园豫苑 园豫愿 员圆园	员圆园	
富矿 贫矿	源园 圆园	≥缘园 ≥猿园	园豫愿 员圆园				

（二）浙江武义塔山下萤石矿

矿石品级		忙萤石　豫）		杂圆园 豫）	杂 豫）	可采厚度 米）	夹石剔除厚度 米）	备注
		边界	工业					
富矿	Ⅰ Ⅱ	远园≥苑豫 缘豫	≥远园	≤圆园	≤员园豫 ≤员园豫	园豫缘 园豫缘	园豫缘	富矿体两侧的贫矿厚度小于 员米时按实际厚度计
贫矿	圆园	≥园			员圆园			

（三）安徽广德白茅岭萤石矿

矿石品级	化学成分（%）				可采厚度（m）	夹石剔除厚度（m）
	伴生有用组分		有害杂质	杂		
	边界	工业				
富矿	≥30	≥25	≤5	≥85	0.8	2.0
贫矿	≥15	≥10				

（四）湖南衡南双江口萤石矿（建材用）

级品	伴生有用组分（%）		开采技术条件		附注
	边界品位	工业品位	可采厚度（m）	夹石剔除厚度（m）	
富矿	30	25	1	2	对有害杂质含量较高的矿石，伴生有用组分的品位可作一般了解
贫矿	15	10	1	2	

五、综合评价

萤石是一种多成因的矿物，其伴生有用矿产与萤石矿成因有重要关系。如内生作用形成的矿床，常伴生有重晶石、铅锌硫化物等；沉积矿床常伴生的有石膏、方解石、白云石等等。勘探时应根据矿床成因注意可能伴生的有用矿产的经济价值，做好综合勘探综合评价。

六、附录

（一）冶金工业部1982年3月1日颁布的萤石技术标准如下：

1.冶金用

品级	化学成分（%）				一般用途
	伴生有用组分	有害杂质	杂	孕	
	不小于	不大于			
1	97	1.0	0.5	0.03	冶炼特种钢、特种合金
2	92	2.0	0.5	0.03	冶炼特种钢、特种合金
3	85	3.0	0.5	0.03	冶炼优质钢
4	75	3.0	0.5	0.03	冶炼普通钢
5	60	4.0	0.5	0.03	冶炼普通钢、化铁、炼铁
6	45	4.0	0.5	0.03	化铁和炼铁
7	30	4.0	0.5	0.03	化铁和炼铁

注：根据用户需要可供三级品中有害杂质不大于1.5%的产品。

圆建筑材料用

品级	化学成分　豫）				一般用途
	愫	怨	杂	孕	
	不小于	不大于			
员	怨园	怨圆园	园郾园缘	园郾园园缘	建筑材料　制水泥和玻璃等）
圆	愿缘	员园郾园	园郾园缘	园郾园园缘	
猿	苑缘	圆园郾园	园郾缘缘	园郾园园缘	
源	远缘	猿园郾园	园郾缘缘	园郾园园缘	

仁）萤石精矿质量标准　则月缘怨园—愿缘

等级	愫　豫）	杂质不大于　豫）			
		怨	愫	杂	孕
特	≥怨愿	园郾园缘	园郾苑	园郾园圆	园郾园园圆
员	≥怨愿	园郾愿	员郾园	—	—
圆	≥怨苑	员郾园	员郾园	—	—
猿	≥怨缘	员郾原	员郾缘	—	—
源	≥怨猿	圆郾园	—	—	—

注：①表中“—”示含量不规定。

②萤石精矿粒度要求通过 园郾缘猿苑孔径网筛（一员目）的量不小于 愿豫。

第八章　铸型用砂

一、性质和用途

铸型用砂指铸造业中制造砂型及砂芯等的原砂。它主要由粒度比较均匀的石英颗粒组成。根据石英及泥类（小于[illegible]毫米的颗粒）的含量分为石英砂、石英长石砂、粘土砂三类。石英砂主要用于配制铸钢件用的型砂及砂芯；石英长石砂，主要用于配制铸铁件及有色金属铸件的型砂及砂芯；粘土砂大部分用作铸铁、有色金属铸件用的型砂及砂芯的附加物，以增强造型用砂的强度。

型砂除用于机械制造业、铸铁工业外，还可用作玻璃原料及硅酸盐水泥原料的校正原料。

二、矿物组成及化学成分

铸型用砂的来源，一般有两类，一类为天然石英砂（海砂、河流相沉积砂、风成砂等）。一类为石英岩、石英砂岩类，经机械加工、粉碎、分选后而成的铸型用砂。型砂的矿物组成主要为石英及少量长石、铁质、粘土质等矿物。其化学成分主要是[illegible]，石英砂含[illegible]在[illegible]以上，石英长石砂含[illegible]一般为[illegible]；其次为[illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]、[illegible]等有害杂质。粘土砂的[illegible]含量较低，铁、铝质含量较高。

三、一般工业要求

机械工业对造型用砂的质量要求一般分两；项，一是化学成分，二是颗粒度。一般要求如下：

（一）化学成分要求

原砂名称	等级	杂质含量（%）不小于	含泥量（%）不大于	有害杂质含量不大于（%）		
				远期指标	近期指标	云母
石英砂	特级	98	0.5	0.5	0.2	0.1
	一级	97	1.0	1.0		0.2
	二级	95	2.0	2.0		0.5
	三级	90	3.0	—		—
石英长石砂	特级	95	1.0	—		—
	一级	90	2.0	—		—
粘土砂	特级	—	0.5～1.0	—		—
	一级	—	1.0～2.0	—		—
	二级	—	2.0～3.0	—		—
	三级	—	3.0～4.0	—		—

注：有害杂质含量高时，会降低砂的耐火度。

（二）粒度要求

原砂名称	组别	主要筛号	原砂名称	组别	主要筛号
特粗砂	过渡	远 0.5	中粒砂	0.5	0.5 1.0 2.0
	0.5	0.5 1.0		过渡	1.0 2.0 0.5
粗粒砂	0.5	0.5 1.0 2.0	细粒砂	2.0	2.0 0.5 1.0
	1.0	1.0 2.0 3.0		0.5	0.5 1.0 2.0
	2.0	2.0 3.0 5.0	特细砂	1.0	1.0 2.0 3.0
	过渡	3.0 5.0 1.0		2.0	2.0 3.0 底盘

注：附各种筛号的筛孔边长

筛号	筛孔边长（毫米）	筛号	筛孔边长（毫米）
远	5.0	2.0	0.5
0.5	0.42	1.0	0.21
1.0	0.25	0.5	0.105
2.0	0.15	1.0	0.075
过渡	0.10	2.0	0.053
3.0	0.07		

四、矿床实例

（一）河南渑池型砂矿

项 目	Ⅰ级原砂	Ⅱ级原砂	Ⅲ级原砂
杂	≥	≥	≥
悄	约	约	约
杂	约	约	约
云	约	约	约
园	跃	跃	跃
可采厚度（米）	≥员	≥员	》员
夹石剔除厚度（米）	≥	≥	≥

（二）内蒙通辽型砂矿

化学成分：杂 跃 ；粤 ≤ ；

云 ≤ ；悄 ≤ ；

含泥量：≤

粒度：标准筛 和 中粒砂

颗粒形状：圆。

外观：呈淡黄，灰白色的硅砂。洁净，无黑斑等杂质。

（三）广东新会型砂矿

原砂名称	等级符号	杂 不小于	含泥量 不大于	悄 不大于	云 不大于
石英砂	员杂	始	圆	员	园
	圆杂	远	圆	员	员
	猿杂	源	圆	圆	员
	源杂	园	圆	—	—
石英长石砂	员悦	愿	圆	—	—
	圆悦	愿	圆	—	—

五、附录

内蒙哲盟硅砂公司生产的铸型用砂，共有五种规格，行销十多个省（区），多用户。其规格如下：

寿砂规格	化学成分（）								
	杂	粤	云	悄	酝	运	灼减	含泥量	耐火度
猿	跃	约猿	约	约	约	约	约	约	员
源	约	约	约	约	约	约	约	约	员
缘	约	约	约	约	约	约	约	约	员

续表

寿砂规格	化学成分　%）								
	石英砂	粘土	云母	长石	酸碱	灼减	含泥量	耐火度
特级	不小于	不小于	不小于	不小于	不小于	不小于	不小于	不低于
一级	不小于	不小于	不小于	不小于	不小于	不小于	不小于	不低于

铸砂规格	不同筛目颗粒筛余量　%）			
特级	筛号 筛余不小于	筛号与筛号 筛余不小于	筛号与筛号 筛余不小于	筛号以下 筛余不小于
一级	筛号 筛余不小于	筛号与筛号 筛余不小于	筛号与筛号 筛余不小于	筛号以下 筛余不小于
二级	筛号 筛余不小于	筛号与筛号 筛余不小于	筛号与筛号 筛余不小于	筛号以下 筛余不小于
三级	筛号 筛余不小于	筛号与筛号 筛余不小于	筛号与筛号 筛余不小于	筛号以下 筛余不小于
四级	筛号 筛余不小于	筛号与筛号 筛余不小于	筛号与筛号 筛余不小于	筛号以下 筛余不小于

以上五种规格铸型砂，形状椭圆，颗粒表面光滑，透气性好。适于铸铁件及有色金属铸件造砂型和砂芯。

第九章　铸型用粘土

一、性质及用途

铸型粘土是指具有粘结性能和热化学稳定性的粘土，主要用作铸型用砂的粘结剂。它与铸型用砂混合再加入适量的水以后，能赋予混合料以一定的湿强度，且在混合料烘干以后，也具有一定的干强度；其次，在高温熔融金属作用下，不致与金属产生作用。具有这两种性能的粘土，即符合铸型粘土工业要求。）

二、矿物组成及化学成分

铸型粘土主要由颗粒细小的，含水的硅酸铝　[illegible]）所组成。根据不同的矿物成分，铸型粘土可分为膨润土和普通粘土。膨润土主要由三层型结晶格子膨胀的蒙脱石粘土矿物组成。普通粘土主要由双层型结晶格子不膨胀的高岭石族粘土矿物组成。

膨润土的化学成分和物化性能见‘膨润土、漂白土”。普通粘土主要由高岭石族矿物组成。

三、一般工业要求

根据铸型粘土的热化学稳定性，可分为三等

等级	热化学稳定性	耐火度（℃）	有害杂质含量（%）			
			硫化物中的硫	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Ⅰ级	稳定的	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]
Ⅱ级	中等的	≥[illegible]	≤[illegible]	≤[illegible]	—	—
Ⅲ级	低的	—	≤[illegible]	—	—	—

根据铸型粘土的工艺试样强度值，可分为以下几级

名称	级别符号	工艺试样抗压强度（千克/厘米²）	
		湿态	干态
强度低的	[illegible]	[illegible]	[illegible]

续表

名 称	级别符号	工艺试样抗压强度　千克 辕厘米圆	
		湿态	干态
强度中等的	在	园圆豫员-园圆豫	员-圆
强度高的	郧	园圆豫员-园圆豫	≥圆
湿强度高的	匀郧	跃园圆豫	员-圆
干强度高的	员郧	园圆豫员-园圆豫	跃圆
特级的	栽	跃园圆豫	≥圆

膨润土主要由蒙脱石组成，以其吸水后具有晶格膨胀的特点，故其湿压强度比普通土高。不同牌号的铸型用的膨润土工业要求如下表：

牌号或类别	员	圆	猿
工艺试样湿压强度　千克 辕厘米圆	跃员圆园	园圆豫远-员园园	园圆豫-园圆豫
胶 质 价	≥还园	≥园	

四、矿床实例

（一）辽宁黑山脚润土

员．化学组成　豫），耐火度及胶质价如下表

匀	粤	云	悦	酝	耘
还园	员园豫	员园怨	员园园	圆园豫	园园员

运	晕	灼失	耐火度	胶质价
园圆	园园员	缘园愿	员园园	苑园豫

圆．混合性能

混合样组成：石英砂 怨缘豫，膨润土 缘豫，水 源豫

物理技术性能　千克 辕厘米圆：湿压强度 园圆原干压强度 源园豫

（二）吉林水曲柳粘土

员．化学成分　豫）及耐火度，胶质价

样号	粤	云	悄	酝	耕
缘	猿	员	园	园	员

运	晕	灼失	耐火度	胶质价
园	园	员	跃员	源员

圆圆混合性能

样号	混合料组成　豫）			性能　千克 辕厘米圆）	
	石英砂	粘土	水	湿压强度	干压强度
员	怨	员	源	园	一
圆	怨	缘	缘	一	猿

匀）浙江余杭仇山膨润土

员圆化学成分　豫）及耐火度、胶质价

样号	粤	云	悄	酝
员	远	员	园	员
圆	远	员	猿	员

耕	运	晕	灼失	耐火度	胶质价
园	园	园	远	员	缘
园	园	园	苑	约员	怨

圆圆混合性能

样号	混合料组成　豫）			性 能　千克 辕厘米圆）	
	石英砂	膨润土	水	湿压强度	干压强度
员	怨	缘	源	园	缘
圆	怨	缘	源	园	猿

第十章　铁矾土

一、用途

铁矾土即含铁高的耐火粘土和铝土矿。

铁矾土主要用作炼钢熔剂，利于造渣和清除炉壁上的结瘤。也可用作水泥的配料。

二、矿物成分

铁矾土的组成矿物及其化学成分，与耐火粘土、铝土矿的基本相同，唯 云[illegible]较高，凡因 云[illegible]含量超过允许要求的上述矿产可作铁矾土用。矿物组成及化学成分详见耐火粘土、铝土矿。

三、一般工业要求

品级	化学成分　豫）	
	粤[illegible]	云[illegible]
Ⅰ级	≥缘园	≤员园
Ⅱ级	≥源豫	≤员豫
Ⅲ级	≥猿豫	≤员愿

可采厚度：　≥园郧[illegible]米

夹石剔除厚度：　≥园郧[illegible]米

四、矿床实例

河北唐山铁矾土矿　与耐火粘土伴生）

品级	化 学 成 分　豫）		开采厚度　米）
	粤[illegible]与耐[illegible]	云[illegible]	
Ⅰ级	≥源愿～缘远	≤员园	园郧[illegible]表内）
Ⅱ级	≥源豫	≤员豫	园郧[illegible]～园郧[illegible]
Ⅲ级	≥猿豫	≤员愿	表外）

五、附录

冶金工业部 员缘圆年 缘月 员日 再手圆原苑-愿号颁布的质量标准如下，供炼钢用铁矾土产品。

产品按化学成分分为下列品级

品级	化 学 成 分　(缘)	
	粤造2O3	杂质
一级品	≥缘园	≤园园
二级品	≥源愿	≤园缘
三级品	≥源缘	≤猿园

产品块度：缘-猿园毫米。约缘毫米者和 跃猿园毫米者均不得超过 缘缘。

第十篇

建筑材料及其他非金属矿产

第一章　石　棉

一、性质和用途

石棉是天然纤维状硅酸盐类矿物的总称。可用机械方法将它们分离成不同长度和细度的纤维物质。石棉分两大类：一为纤维蛇纹石石棉　或称温石棉）；一为闪石类石棉，包括蓝石棉、铁石棉、直闪石石棉、透闪石石棉和阳起石石棉。本章主要论述温石棉。

温石棉具管状构造为高度纤维化纤维，具极好的可劈分性，石棉细丝质柔软、富弹性。有较好的可纺性和较大的抗拉强度，并具有绝热、绝缘能力。温石棉耐酸能力低于闪石类石棉，而耐碱性略高于后者。

温石棉主要用来生产石棉纺织制品　如石棉线、绳、布等），石棉制动制品　如刹车片、离合器等），石棉橡胶制品　如压力板、衬垫板、耐油板等），石棉水泥制品　如石棉板、瓦、管等），石棉保温制品　如石棉砖，管、灰等），石棉沥青制品及石棉增强塑料制品等。在机械、交通、化工、冶金、建筑、电力等工业中广泛用作传动、制动、密封、衬垫、耐热、防火、保温、防热、绝缘，消音、防腐以及建筑材料、路面和填料等。在国防和航天工业中亦有许多用途。

蓝　青）石棉还可作过滤材料。铁石棉多用作轻质绝缘和建筑材料。水镁石由于其强度低，耐热、耐碱能力较差，纤维较硬而脆，其用途低于纤维蛇纹石石棉，但可作提取氧化镁和金属镁等。

二、矿物组分和化学成分

（一）温石棉

纤维蛇纹石石棉　[illegible]

含 [illegible]，

含 [illegible]，

含 [illegible]。

（二）闪石类石棉

蓝石棉　青石棉）[illegible]

含 [illegible]，

含 [illegible]。

铁石棉　酸浸后二氧化硅）猿缘豫～苑园豫，氧化铁）猿豫～缘豫，氧化镁）员缘豫～猿园豫，

含　蛇纹石为主，

含　角闪石为主。

直闪石石棉　酸浸后二氧化硅，〔　酸浸）苑园豫～怨缘豫，

含　蛇纹石为主，

含　角闪石为主。

透闪石石棉　悦愿酸浸后二氧化硅，苑园豫～怨缘豫，酸浸）缘园豫～苑园豫，

含　蛇纹石为主，

含　角闪石为主。

阳起石石棉　员缘豫～圆园豫　酸浸后二氧化硅，缘豫～苑园豫，酸浸）缘园豫～苑园豫，

含　蛇纹石为主，

含　角闪石为主。

（二）纤维构造类型：横纤维石棉

纵纤维石棉

斜纤维石棉

三、一般工业要求

（一）蛇纹石石棉（温石棉）

蛇纹石石棉工业价值的决定条件最主要是依据纤维长度和物理技术性能，如机械性能、热性能、纤维的加工性能以及化学稳定性。

员．纤维分级

当前在地质工作中，一般是按纤维的长度将石棉划分为八个等级，其中粤粤级（即特级）是手选出的块状或未经破坏的纤维束，其余七级是机械加工方法选出来的。列表如下：

品级	筛号	筛孔直径（毫米）	纤维平均长度（毫米）	备注
粤粤（特级）	手选		跃愿	
Ⅰ级	源	愿	员远	纺织用
Ⅱ级	远	远～苑	员圆	
Ⅲ级	猿	源	怨	
Ⅳ级	员圆	圆～苑	缘～猿	橡胶制品，
Ⅴ级	圆园	员～园	圆～猿	水泥制品，
Ⅵ级	远园	园～猿	员	制动制品，
Ⅶ	猿园	园～猿	园～苑	保湿制品等。

圆圆矿石品位要求

品　　级	边界含棉率　豫）	工业含棉率　豫）
粤粤　特）—Ⅶ级	跃园圆原	跃员
其中 粤粤—灾级 跃总含棉率的 圆豫时	跃园圆原	跃员
其中 粤粤—Ⅲ级 跃总含棉率的 圆豫时	园圆圆	园圆原

猿圆开采技术条件

员 与超基性岩有关的蛇纹石石棉矿床

可采厚度：　　≥圆米

夹石剔除厚度：　　≥圆米

圆 与白云岩有关的蛇纹石石棉矿床

可采厚度：　　≥园圆米

夹石剔除厚度：　　≥园圆米

注：①矿石品位按含棉率计算。含棉率系指样品中纯石棉与矿石重量的百分比，应分级计算含棉率。总含棉率　粤粤—Ⅳ级）为各级含棉率的总和。

②工业指标要按照矿床的具体经济地理位置、交通运输条件、工业利用可能性以及矿山生产的经济效益等因素制定。

③样品加工要做到小型和机械化、系列化，特别在地质勘探阶段，应以机械加工的样品分析结果计算储量。

④水镁石工业指标可暂按陕南石棉公司采用的指标。详见实例　(一）之 源

⑤纤维分级暂按上述指标中分级标准，石棉规范颁发后，按石棉规范的纤维分级标准。

(二）闪石类石棉　见下章）

四、矿床实例

(一）四川省石棉县四川石棉矿超基性岩型

纤维分级：　　按一般工业要求

边界含棉率：　　跃园圆豫　粤粤—Ⅳ级）

跃园圆豫其中 粤粤—灾级 跃总含棉率的 圆豫

跃园圆豫其中 粤粤—Ⅲ级 跃总含棉率的 圆豫

工业含棉率：　　跃员豫　粤粤—Ⅳ级）

园圆员—员豫，其中 粤粤—灾级 跃总含棉率的 圆豫

园圆原—园彩豫，其中 粤粤—Ⅲ级 跃总含棉率的 圆豫

可采厚度：员米　含棉率高，厚度小于 员米者，按米百分值计算）

夹石剔除厚度：员米

仁）青海茫崖石棉矿　超基性岩型）

纤维分级：按一般工业要求

最低平均可采品位　含棉率）：员豫

边界品位　含棉率）：园郾豫

最低可采厚度：圆米　厚度小于 圆米的单矿体，若按米百分率计算，其品位符合上述要求者，仍作为能利用储量）。

夹石剔除厚度：　员米

露采最大剥采比：缘∶员

注：员愿缘年矿山补充勘探时，可采厚度和夹石剔除厚度均改为 源米。

芒）陕西大安陕南石棉矿　超基性岩型）

最低边界品位：　　园郾豫

最低平均品位：　　员豫

最低可采厚度：　　员米

夹石剔除厚度：　　圆米

注：① 矿区内不存在品位低于 员豫，厚度小于 员米的矿体；

②矿化连续性好，一般样品含棉率均在 员豫以上。含棉率在 园郾缘-员豫者只占少数，园郾缘豫以下者也很少见；

③地表及平巷内，采样长度一般长为 源米。换算为真厚度后只有 圆-猿米，故既便单个样品含棉率 园郾豫，也不能作为夹石剔除；

④粤粤-灾级占总含棉率 园郾豫。

四）陕西陕南水镁石　超基性岩型）

纤维长度：

陨级 跃缘毫米，　　Ⅱ级 员愿-缘毫米

Ⅲ级 园郾缘-员愿毫米，Ⅳ级 园郾苑-园郾缘毫米

边界品位：　　员豫

工业品位：　　员郾豫

可采厚度：　　源米

夹石剔除厚度：源米

剥采比：圆∶员

五）辽宁金州石棉矿　白云岩型）

最低可采品位：　　员豫

边界品位：　　园郾豫

最低可采厚度 园圆豫米　当厚度小于 园圆豫米时，可按米百率计算）

夹石剔除厚度：员米

纤维分级：按 员怨愿员年规定　八级）进行分级

勘探深度：标高 原源缘缘米

月级储量占 缘-员豫。悦员级占 源园-远园豫，

悦圆级占 园豫-缘豫豫

表外矿：第一层矿，下限品位为 园圆豫

第二层矿，按米百分率计，大于 园员豫

列为表内，园员园-园圆豫列为表外。

五、综合评价

蛇纹石石棉矿床中的蛇纹岩是制钙镁磷肥的重要原料，又可作耐火材料，某些矿区蛇纹岩中常伴生有镍、铬、钴、铂以及菱镁矿，滑石、硬玉、软玉等。应注意综合评价。某些闪石类石棉矿床中还伴生有虎睛石　硅化石棉），色彩鲜艳者可作工艺石料，亦应注意评价。

第二章　蓝石棉

一、性质和用途

蓝石棉是碱性角闪石石棉的商品名称，它包括钠闪石石棉（青石棉）、镁钠闪石石棉（纤铁蓝闪石石棉）、镁钠铁闪石石棉（刁日石石棉）、锰闪石石棉等品种，以及一些过渡系列的品种，通常只有前面三种具有工业意义。质量好的蓝石棉具有优良的过滤性能，用于军事和民用的防化和超净化方面，对其矿物、物化性能，及其新用途正进一步探索和试验中。

蓝石棉的主要质量技术指标，最主要的是过滤性能的优劣，这一独特的性能使其在防化和超净化方面占有重要的地位。作为填料和涂料方面，蓝石棉也是很有发展前途的原料之一；在耐酸性方面它远远超过温石棉，是耐酸制品的主要原料，耐热性能和保温隔热性能优于温石棉，但电绝缘性不及温石棉。

我国某些蓝石棉的物化性能指标：比重：猿[illegible]猿[illegible]；细度：园[illegible]园[illegible]微米；比表面积：圆[illegible]米圆辕克；抗拉强度：缘[illegible]千克辕毫米圆；拉伸弹性模量：员[illegible]千克辕厘米圆；断裂伸长度：员[illegible]；耐热温度：远[illegible]益；比热：园[illegible]焦耳辕克·益—园[illegible]焦耳辕克·益；导热系数：园[illegible]千焦耳辕米·时·益—园[illegible]千焦耳辕米·时·益；熔点：员[illegible]益；酸蚀率（与沸员：圆[illegible]；碱蚀率（与沸员：园[illegible]；磁化率：员[illegible]厘米猿辕克；介电系数：员[illegible]远；质量比电阻：员[illegible]欧姆·克辕厘米圆；气溶胶过滤效率：最高可达[illegible]。

二、一般工业要求

（一）品级划分

Ⅰ级品：纤维长度　≥[illegible]毫米，手选

Ⅱ级品：纤维长度　[illegible]毫米，手选为主，筛选为辅

Ⅲ级品：纤维长度　[illegible]毫米，筛选

Ⅳ级品；纤维长度　[illegible]毫米，筛选

（二）品位要求

Ⅰ-Ⅲ级品：边界品位　猿[illegible]克辕米猿

工业品位　员[illegible]克辕米猿

陨-Ⅳ级品：边界品位 猿缘克/千克
　　工业品位 员愿克/千克猿

满足以上品位要求之一者，圈定为可利用储量，并分别计算 陨-Ⅲ级和Ⅳ级品储量。

（二）开采技术条件

可采厚度：≥园援源-园豫米　如小于可采厚度时，可用米百分率计算）

夹石剔除厚度：≥员米

注：①野外评价蓝石棉的过滤性能好坏有一个简便的方法，即取 园援员克纤维。剪碎，用瓷研钵加几滴水，一起研磨五分钟，再加 缘园毫升水移入试管内，加塞摇动数次，垂直放于试管架上过滤性能良好的蓝石棉，悬浮液成匀质的、半透明的悬浮体，沉淀缓慢或一直呈悬浮状态，沉淀部分为致密、厚度不大的物质，若将试管水平放置 源园小时限，再竖起，在管壁上保持条带状态。

②地质部门的物性测试与评价究竟需要测定哪些指标，这既要考虑到当前各工业部门现阶段的应用情况，也要考虑到随着科学技术的发展，将逐步扩大其用途的可能；要抓住主要技术指标，也要对少数有代表性的样品比较全面地进行质量评价，使各个工业部门板矿物的特性而合理使用之。

③在过滤材料方面，目前已生产出蓝石棉的代用品，因此在制订具体工业指标时应与工业使用部门商定。

三、矿床实例

（一）陕西某蓝石棉矿

员援品级划分

Ⅰ级品：纤维长度　≥园援缘毫米，手选

Ⅰ级品：纤维长度 缘-员园毫米，手选为主，筛选为辅

Ⅲ级品：纤维长度 园援源-缘毫米，筛选

Ⅳ级品：纤维长度 园援员-园援源毫米，筛选

圆援品位指标

Ⅰ—Ⅲ级品：边界品位 猿克/千克
　　工业品位 员愿克/千克猿

Ⅰ—Ⅳ级品：边界品位 猿克/千克
　　工业品位 员愿克/千克猿

猿援开采技术条件

最小可采厚度：园援源米。

夹石剔除厚度：员米。

（二）云南某矿区

圆圆品级划分

Ⅰ级品：纤维长度≥圆圆毫米，手选

Ⅱ级品：纤维长度 缘豫-圆圆毫米，手选为主，筛选为辅

Ⅲ级品：纤维长度 圆豫-缘豫毫米，筛选

Ⅳ级品：纤维长度 园豫-圆缘毫米，筛选

圆圆品位要求

Ⅰ－Ⅲ级品：边界品位 圆圆克/千克

工业品位 员圆圆克/千克

Ⅰ－Ⅳ级品：边界品位 猿圆圆克/千克

工业品位 员缘圆克/千克

满足以上品位要求之一者，圈定为可利用储，并分别计算 陨-Ⅲ级和Ⅳ级品的储量。

猿圆开采技术条件

最小可采厚度：园豫米　如小于最低可采厚度时。可用米百分率计算）

最小夹石剔除厚度：员米

第三章　石　墨

一、性质

石墨是元素碳　　结晶的矿物之一，六方晶系的片状晶体，结晶格架呈六方层状，平行于　　解理极完全。铅灰色，不透明，金属光泽，硬度具异向性：垂直解理面方向为　　平行解理面方向为　　比重为　　容重　　

石墨是一种特殊的非金属材料，兼有金属的优良性能，石墨可供利用的性能有：涂敷性、润滑性、耐高温、耐腐蚀、可塑性、导热、导电性、化学稳定性及在高温情况下所具有的特殊的抗热性质。

石墨的熔点为　　，沸点达　　。经超高温电弧的灼烧，在若干种耐高温的材料中，按灼烧后的重量损失计，以石墨为最小。它的热膨胀系数很小，不但耐高温，而且耐低温，在高温时，它不是趋于软化，反而是强度增高。

二、用途

铸造业：用石墨做铸件模子的涂料。。它利用石墨的涂敷性、耐火性、润滑性和化学稳定性。铸造用石墨约占石墨总用量的三分之一。

冶金工业：用石墨制作坩埚和高温电炉中的石墨砖，用以熔炼有色金属、合金等贵重金属材料。坩埚用石墨也大约相当于总用量的三分之一。

目前我国在钢铁工业中用作　冶炼）保护渣。

机械工业：石墨常用作船轴、火车头和车箱轮轴的润滑剂。用石墨制成的固体润滑剂可用于各种机械的润滑，用石墨作成乳剂可用于模锻、锤锻脱模润滑剂。

纺织和食品工业：利用石墨制作固体润滑剂，将石墨与金属一起制作无油润滑轴承。

电气工业：利用电极石墨可生产小电极、碳管、电弧、碳棒、焊接碳、水银整流器的正极、电话零件、拉钨钼丝润滑剂及高电阻物等。

化学工业：由于石墨具有异常的化学稳定性，用其制作石墨管道可以保证化学反应的正常进行，并能满足制造高纯度化学物品的需要。用石墨制成的石墨粉剂可作化学催化剂用于化学肥料制造。用石墨纤维和塑料制成的器皿和设备，可以耐各种腐蚀性的气体和液体。石墨还可以作橡胶、塑料的填充剂。

轻工业：用石墨作玻璃及造纸业的磨光剂和防锈剂、作黑色油漆的原料和油墨的填料。

原子能和国防工业：用高纯度高密度的石墨作原子能反应堆的中子减速剂、防原子辐射的外壳、火箭发动机尾喷管喉衬、人造卫星上用的无线电连接信号和导电结构材料等。石墨在火药、潜艇、飞机制造等方面也有应用。

此外，制造铅笔需用石墨；涂在烟囱内可作防腐剂；人工合成金刚石需以石墨作原料。

过去，在工业上很少利用的低碳石墨，现正在不断扩大其利用范围，如用低碳石墨作燃料可用于小型烘炉、工业锅炉、烧砖、民用蜂窝煤等方面。

三、矿石成分及矿石类型

石墨的成分是碳　悦，但矿石中常含有石英、黄铁矿、磁黄铁矿、碳酸盐等杂质，有时也含有水、沥青、二氧化碳等。

根据石墨的结晶形态，一般将石墨矿石分为两类：

员．晶质　或鳞片）石墨：晶体直径大于 员微米的鳞片状和块状　或称致密结晶状）石墨。矿石品位一般较贫，工业上经选矿才能使用。但它的质量好，用途广。

圆．隐晶质　或无定形、土状）石墨；晶体直径小于 员微米，在显微镜下也难看到其晶形的致密石墨集合体。因矿石可选性差，故工业上对原矿品位要求较高，以便直接磨成粉使用。它的工业性能比晶质石墨差。

根据石墨含碳量、粒度和杂质含量的不同，在商业上又分成高纯、高碳、中碳、低碳等石墨。

四、一般工业要求

（一）晶质　鳞片状）石墨矿

员．风化矿石

边界品位：	固定碳 圆～猿％
最低工业品位：	固定碳 圆～猿％
可采厚度：	≥圆～源米
夹石剔除厚度：	≥员～源米
剥采比：	不大于 猿～源∶员

圆．原生矿石

边界品位：	固定碳 圆～猿％
最低工业品位：	固定碳 猿～愿％
可采厚度：	≥圆～源米
夹石剔除厚度：	≥员～源米
剥采比：	不大于 猿～源∶员

注：由于晶质　鳞片状）石墨的片度不同，其工业用途及经济价值相差很大。提供矿山建设设计

依据的具体矿区的工业指标，应根据正目（指石墨）石墨含量的高低来制定边界品位和工业品位。当正目石墨含量高时，品位要求可降低；反之，则要提高。一般正目石墨的含量要求掌握在 源园-远园豫左右。 正目是指矿石、经选矿所得的精矿经筛析后 指石墨，在精矿中所占的百分比）。具体矿区还应通过技术经济评价来确定工业要求。

（二）隐晶质（土状）石墨矿

边界品位：　　固定碳≥缘园豫

最低工业品位：　固定碳≥远园豫

可采厚度：　　≥园援苑-员援园米

夹石剔除厚度：　≥员-猿米

注：①以上工业指标是根据现在生产矿山（晶质石墨为露天开采，隐晶质石墨为坑道开采）总结提出的，若采用的开采方法不同，其指标应根据矿区情况来制订。

②隐晶质石墨品级：一级品含固定碳≥愿园豫；二级品含固定碳≥远园豫。

③石墨中含硫、铁量高时会降低耐火度与化学稳定性，应查定；

④对新的晶质石墨矿进行普查评价时，要求进行实验室选矿试验，以确定精矿含固定碳是否达到愿园豫以上，还要求进行片度测定以确定该矿床进一步工作的价值；

⑤矿石的硬度不同将直接影响到选矿生产流程、生产成本、产品的经济价值。勘探时应划分风化矿石和原生矿石并分别评价；

⑥隐晶质石墨，在有些国家，如捷克某矿床，原矿品位仅达 猿园-猿缘豫也开采（但需选矿，浮选后精矿品位可达 苑园豫，回收率 愿园豫）。苏联某矿床原矿品位仅 圆园豫就开采使用，因为该矿床中伴有多量的耐火粘土可用于铸造工业。

五、矿床实例

（一）胶东地区石墨矿

项目 \ 矿床	莱西北墅石墨矿（风化矿）	莱西南墅石墨矿（原生矿）	海阳郭城石墨矿（原生矿）
固定碳含量边界品位（豫）	≥圆愿园	≥圆缘	≥猿园
固定碳含量工业品位（豫）	≥圆缘	≥猿愿园	≥源愿园
最低可采厚度（米）	员	源	圆
夹石剔除度（米）	员	源	圆

注：①大鳞片：矿石中石墨片径 员愿园-圆愿园毫米，精矿中 跃远园目的石墨片占 猿园豫以上；

②中鳞片：矿石中石墨片径 园援缘-员愿园毫米，精矿中 跃远园目的石墨片占 员园-猿园豫；

③小鳞片：矿石中石墨片径 约园援缘毫米，精矿中 跃远园目的石墨片占 员园豫以下；

④大型矿山，机械化程度较高，在对口勘探的前题下可采厚度及夹石剔除厚度可为 圆-源米，如南墅矿。若属小型矿山，只能供乡镇企业开采时，则可采厚度与夹石剔除厚度应为 员-圆米。无论大小型矿床在普查评价阶段可按 员-圆米考虑。

（二）黑龙江鸡西柳毛石墨矿

边界品位：　　固定碳 [illegible]；
最低工业品位：固定碳 [illegible]（Ⅰ级品≥[illegible]，Ⅱ级品≥[illegible]）
可采厚度：　　≥[illegible]米
夹石剔除厚度：≥[illegible]米

（三）湖南鲁塘隐晶质石墨矿

边界品位：　　固定碳≥[illegible]
工业品位：　　固定碳≥[illegible]，
最低可采厚度：[illegible]米
夹石剔除厚度：矿层厚度的 [illegible]

六、综合评价

产于煤系中的隐晶质石墨矿床可能伴生有瓷土矿和稀散元素锗；区域变质型晶质石墨矿床中常伴生有铀、钒、钛、金、银、黄铁矿、稀土元素、磷灰石、高铝矿物原料等，应注意综合评价、综合回收利用。

第四章　石膏、硬石膏

一、矿物种类和用途

石膏为含水硫酸钙（$CaSO_4 \cdot 2H_2O$），硬石膏为无水硫酸钙（$CaSO_4$）。天然石膏按其产出形状和构造的不同，往往分为纤维石膏、透明石膏、雪花石膏及普通石膏等几类商品矿石。

石膏、硬石膏在我国目前主要用于水泥工业，作硅酸盐水泥（波特兰水泥）的缓凝剂，但今后将大量用于石膏建筑制品。将天然石膏燃烧到 [illegible] 时所得的灰泥石膏，用于涂抹天棚、木板和檐板等；煅烧到 [illegible] 并碾成粉末所得的水硬石膏，用于制造印花墙板、窗框、窗台、台阶、墙檐等建筑材料。此外，石膏、硬石膏还可用于土壤调节剂、肥料、农药、造纸、油漆、橡胶、塑料、纺织、食品、工艺美术品以及文教、医药等。透明石膏可作偏光检板。在颜料及化妆品工业作填料。在缺乏其它硫资源的情况下，石膏、硬石膏亦可用制硫酸和硫酸铵。

二、一般工业要求

（一）工业利用对矿石的质量要求

用　途	质量要求		
	石膏（$CaSO_4 \cdot 2H_2O$含量）	硬石膏（$CaSO_4$含量）	白　度
水泥级凝剂、农用	≥[illegible]		
石膏建筑制品	≥[illegible]		
模型	≥[illegible]		
医用、食品	≥[illegible]		
硫酸	≥[illegible]		
纸张填料			[illegible]
油漆填料		≥[illegible]	

不同用途对石膏、硬石膏矿石中的杂质有不同要求。如纸面石膏板，对石膏的运[illegible]、[illegible]、[illegible]有限不同用途对石膏、硬石膏矿石中的杂质有不同要求。如纸面石膏板，对石膏的 运[illegible]、[illegible]、[illegible]有限制；制特种水泥、硫酸，对石膏、硬石膏的 配[illegible]有限制；纸张填料用要求含砂量 约[illegible]；油漆填料用要求吸附水分不超过 圆[illegible]，细度应通过 员[illegible]孔 辕厘米圆的筛、远[illegible]孔 辕厘米圆的筛余物不超过 圆[illegible]等等。

（二）一般工业指标

员[illegible]层状石膏、硬石膏矿床

最低工业品位　[illegible]圆[illegible]垣[illegible]圆[illegible]）：缘[illegible]

可采厚度：露采≥圆米，坑采≥员米

夹石剔除厚度：露采≥圆米，坑采≥员米

注：石膏、硬石膏矿石品位 [illegible]圆[illegible]垣[illegible]越[illegible]，是对矿石产品质量的最低要求。实际上在矿床开采过程中有一定的贫化影响，由于矿石赋存条件不同，开采贫化率多少亦有差别，对质量较低的矿石，应充分考虑矿床开采贫化的影响，相应地提高矿石品位要求，以保证上述矿石生产的最低质量要求。

圆[illegible]纤维石膏矿床

最低工业品位　[illegible]圆[illegible]）：怨[illegible]

最低线含矿率：员[illegible]，其中纤维石膏最小可采单层　[illegible]）厚度：圆厘米

可采矿体厚度：坑采≥员[illegible]米

夹石剔除厚度：坑采≥员米

猿[illegible]纤维石膏及层状石膏·硬石膏矿床

最低工业品位；纤维石膏同纤维石膏矿床；

层状石膏、硬石膏同层状石膏、硬石膏矿床；

最低可采矿石线含矿率　（γ_{χ} 垣[illegible]）；员[illegible]，其中层状石膏、硬石膏可采单层厚度：员[illegible]厘米；纤维石膏最小可采单层　[illegible]）厚度：圆厘米。

注：γ_{χ} 为纤维石膏线含矿率；

[illegible]为层状石膏、硬石膏线含矿率；

噪 折合系数）

$$\text{越}\frac{\text{层状石膏、硬石膏矿生产成本或售价}}{\text{纤维石膏矿生产成本或售价}}$$

噪[illegible]直一般为 [illegible]

可采矿体厚度：坑采≥员[illegible]米

夹石剔除厚度：坑采≥员米

源[illegible]松散层中的巨 原[illegible]晶石膏矿床

巨 原[illegible]晶石膏工业品位　[illegible]圆[illegible]）：愿[illegible]

最低可采矿石含巨 原[illegible]晶石膏率：根据选矿试验确定

可采厚度：　　≥露采 圆米

夹石剔除厚度：　　≥露采 圆米

三、矿床实例

（一）湖北应城石膏矿

矿石品位：泥膏 悄≥豫；圆∶韵 垣悄≥豫；≥缘豫

含矿率：纤膏多层 员豫

可采单层最小厚度：

纤膏 猿厘米

泥膏 缘厘米

采高：　　员愿苑-圆愿豫米

膏组间距：远米

（二）南京石膏矿

为硬石膏，用于水泥缓凝剂，分三个等级：

品级	悄≥豫）	孕≥豫）
Ⅰ级	≥愿豫	≥缘园
Ⅱ级	≥苑豫	≥源园
Ⅲ级	≥远园	≥猿豫

注：品位计算公式：悄≥豫 越≥豫 伊员愿苑园　南京市企业标准苏 园苑愿员缘-愿园

（三）甘肃天祝石膏矿

矿石品位：悄≥豫；圆∶韵 跃远豫

矿石品级：

陨级 跃愿豫

陨级 跃远豫

最低可采厚度：　员米

最小夹石剔除厚度员米

（四）四川峨嵋大为石膏矿

矿石品位：

悄≥豫；圆∶韵≥ 远豫

悄≥豫≥ 苑园豫

最低可采厚度：员米

夹石剔除厚度：员米

四、综合评价

员圆石膏矿床的生成条件与盐类矿床（如钾盐、岩盐等）极为相似，有时以石膏、硬石膏为主，成为石膏矿床，有时则以岩盐为主，成为重要的岩盐矿床，或者膏盐均有工业价值，故应综合找矿、综合评价。

圆圆某些石膏的膏层及粘土质膏层中，常含较多天青石矿物（含锶），应注意做化学分析与评价。

猿圆由于硬石膏可代替含水石膏，用于生产硅酸盐水泥的缓凝剂，因此，应重视对硬石膏的评价和利用，以扩大原料来源，满足地方水泥工业发展的需要。

五、附录

（一）石膏、硬石膏品位计算公式

[illegible]

（二）员怨圆年建筑材料工业部标准《[illegible]石膏的分级和用途

等级	化学成分（%）		结晶水含量（%）	主要用途	
	粤型	月型			
	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
员	≥怨缘		≥员圆愿	医用，食用、艺术品	模　型
圆	≥愿缘		≥员猿愿	建筑制品	
猿	≥苑缘		≥员源圆		
		≥苑缘	≥员圆缘	水泥缓凝组分	农用、含硫肥料
源	≥远缘		≥员源圆		
		≥远缘	≥员缘远		
缘	≥缘缘		≥员猿员		
		≥缘缘	≥员圆远		

第五章　滑　石

一、性质和用途

滑石是一种含水的硅酸镁，属层状构造硅酸盐矿物。以氧化物表示的分子式为：猿缘豫的 源藏圆 匀即 酝员 缘藏员缘 匀圆 缘的匀圆 的匀圆 理论含量的百分比是 酝藏的 缘藏豫缘，杂藏圆 缘豫缘，匀圆源援苑缘，常含少许铁、铝、镍等。

滑石质软，具滑感，对油类有强烈的吸附性，化学性质稳定，有高的电绝缘和耐热等性能。工业上所利用的滑石原料有二种状态，一部分是块滑石，绝大部分是滑石粉。

块滑石主要用于制造块滑石瓷，它是一种高频电瓷绝缘材料，广泛应用于无线电接收机、电视、雷达、遥控等工程。含有杂质的块滑石锯成块或板块，可作炉衬或窑衬、绝缘电盘等，还可以雕刻成工艺装饰品。

滑石粉用于陶瓷、油漆、油毡、纺织、橡胶、电缆等工业部门，用途较广。陶瓷工业上用滑石粉加入陶瓷配方中，生产出特种陶瓷，大大改变了陶瓷性能，扩大了陶瓷使用范围。造纸工业用滑石粉作为填充料，能使纸面光滑、坚固，并增强对油墨的吸附能力，用量占国内滑石生产量的 苑园豫。纺织工业用滑石粉作充填剂和漂白剂，以增强织物的密度和抗热、抗酸碱性能并起漂白作用。在橡胶工业上，滑石粉作充填料及绝缘材料，加入滑石粉的橡胶制品，提高了橡胶的坚固性，而且增大了电绝缘性能。此外在制造农药、日用化妆品、医药方面均需用滑石粉。

近些年来，国际市场对滑石粉的要求越来越严，如用作高级纸张的填料及涂料时，要求滑石粉的粒度在 缘微米以下呈滑石微粉，因为滑石微粉改进了滑石粉的物理性能，如比表面积、不透明度、可弥散性和吸附性能等。

二、矿石类型

滑石的矿石类型在国外一般分为四类：块滑石、片状软滑石、透闪石滑石及混合滑石，其中用途最广的为片状软滑石。在国内滑石按其含量不同分为两种，即块滑石和滑石岩（滑石石料）。块滑石即滑石，滑石含量在 苑园豫以上，杂质少，经简单手选磨粉后即可使用；滑石岩的滑石含量在 猿园－苑园豫之间，含杂质较多，一般须选矿（浮选）加工后才能使用。

按滑石成因及伴生的脉石矿物，又可以分为以下两种矿石类型：

员援滑石绿泥石岩：矿石中除滑石外，主要为绿泥石。此外还有蛇纹石、辉石等镁硅酸盐类矿物，颜色多为深绿。

圆滑石碳酸盐岩：与滑石共生的矿物主要为菱镁矿或白云石，颜色多为浅灰。

皂石是一种滑石与各种其它硅酸镁矿物的混合物，叶腊石是一种水化硅酸铝矿物，它们与滑石物理机械性质和应用范围有许多相似之处，因此，国外还把滑石、皂石和叶腊石统称为滑石类矿物。

三、一般工业要求

（一）工业利用对矿石的质量要求

员圆除料油漆：[illegible]缘豫，酝[illegible]园 猿圆豫，灼减量 源园豫，挥发份 约员豫，吸油指标 猿园-远园 能溶于水的物质 约园圆豫，筛余物 约圆豫，能溶酸性及碱性的物质 约园园豫，颜色洁白，形状：片状、纤维状为最好，颗粒度：怨园豫-怨园园豫通过 猿园园目筛孔，有害杂质：石膏、硬石膏。

圆圆陶瓷原料：滑石含量 猿园-苑园豫。悦[illegible]园豫，悦[illegible]为 员: 源 耐火度要高，色泽好，纤维质好，均性高，具固定收缩性。

作高频率绝缘器：悦[illegible]约园圆豫，云[illegible]约园圆豫，粤[illegible]约源豫。物性测试项目应包括细度、白度、比重、导电性、耐热性、表面电阻等。

猿圆填料：滑石含量 猿园-苑园豫，质量、颜色要求不高，细粉筛上物：通过 员园园目筛筛上物 约园园豫。

源圆造纸：悦[illegible]员-圆豫 依，云[illegible]员-圆豫 依，烧失量 员园-员源豫，水分不大于 员豫，不同品级的分别通过 猿园园目、圆园园目筛，筛上物 约圆豫颜色要洁白、细腻、没有云母小片。物理性能试验和测定项目应包括细度、白度、比重等。

缘圆绝缘材料，云[illegible]约园圆豫，致致密块状，细粒均质，不含粗粒，无解理、节理和片理，焙烧后不收缩、不变形、紧密坚硬。

远圆纺织工业：挥发分 约园圆豫，通过 猿园园目筛，筛上物 约圆豫，白色，有滑腻感。

苑圆农业杀虫剂：云[illegible]垣云[illegible]园豫-圆豫，洁白，颗粒细小，质纯。

愿圆日用化工及食品医药等，要求质纯、细软、洁白、不含硬质颗粒。

（二）一般工业指标

成分（豫） 品　　级	[illegible]	酝[illegible]	云[illegible]
隐级	≥远园	≥猿园	≤园[illegible]
Ⅱ级	≥源园	≥圆豫	≤员[illegible]

可采厚度：　　≥员米

夹石剔除厚度：　　≥员米

注：①有些矿区是根据矿物和化学成分的特点，采用滑石含量或白到来圈定矿体，计算储量，其一般要求如下：

品　　级 项　　目	特级	隅级	Ⅱ级	Ⅲ级	Ⅳ级
白度	≥缃园	≥愿豫	≥愿园	≥苑园	≥运园
滑石含量　豫）	≥缃园	≥愿豫	≥愿园	≥苑园	≥缘园

最低可采厚度：单矿层 园酗豫米；复矿层 员米。含矿率≥缘运豫。

②含铁多，影响白度，降低电绝缘性和产品质量，其控制含量是，云酗豫约员豫，悔蓉约园酗豫。应选择代表性样品分析氧化钙。三氧化二铝，烧失量，酸不溶物、白度及细度以供工业部门参考。

③若原矿石达不到上述晶级要求，但经选矿处理后能达到要求者，也可以利用。实际上在生产滑石粉过程中，除高品位外，一般滑石矿石都要经过选矿，精矿品位可大大提高。

④普查评价阶段对Ⅰ，Ⅱ级品　戟贫、富矿石）可不分别圈定，但需提供资料。

四、矿床实例

（一）广西龙胜滑石矿　鸡爪矿区）

成分　（豫） 品　　级	缃酗园	酝酗约	云酗豫	悔蓉约
Ⅰ级	≥运园	≥猿园	≤员	约园酗豫
Ⅱ级	≥源园	≥圆豫	≤员酗豫	不限

白度，Ⅰ级晶≥愿豫　Ⅱ级品不限

可采厚度：员米

夹石剔除厚度：员米

（二）辽宁海城滑石矿

该矿床特点是矿石中有害杂质含量极少，为了简化化验分析方法，故采用滑石含量作为圈定矿体的指标。

边界品位：滑石含量 猿园豫

平均工业品位：滑石含量≥缘豫

品级	滑石含量	备　　注
富矿	跃苑豫	手选后即可利用
贫矿	缘园-苑园豫	经浮选加工后利用

可采厚度：员米
夹石剔除厚度：员米

仁）海城县杨家甸菱镁矿中滑石矿

该指标属评价菱镁矿床中的综合指标。
边界品位：滑石含量 猿园豫
最低工业平均品位：滑石含量 缘园豫
最低可采厚度：员米
夹石剔除厚度：员米

品　级	滑石含量豫）	杂质含量　豫）		白度	烧碱豫）
		怵蒂钧	云蕾钧		
陨级　耘）	≥苑园	≤员豫	≤员园	≥愿豫	≤愿园
Ⅱ级　耘）	≥缘园	≤圆豫	≤员园	≥愿园	≤员园
Ⅲ级　耘）	≥猿园	≤猿豫	≤员园	≥苑豫	≤圆豫

五、综合评价

滑石常与蛇纹岩或菱镁矿共生，应注意综合评价。对蛇纹岩中伴生的镍、钴等也应注意。

在滑石 原菱镁矿类型矿床中，滑石含量在 猿园-缘园豫的矿石，经浮选后，滑石精矿达到 陨 Ⅱ级品，菱镁矿精矿也达到 陨 Ⅱ级品的要求，并且尾矿经煅烧后变成菱苦土粉　苦土粉）可作为建筑材料，应注意类似矿床的综合评价。

六、附录

员愿愿圆年建材部工业原料滑石　经手选后的块状滑石）部颁标准　怨员员员圆-愿圆 及造纸工业用滑石粉部颁标准　怨员员员-愿圆

光泽通原原圆工业原料滑石技术标准

等　　级 技 术 性 能	贼藕原特	贼藕原员	贼藕原圆	贼藕原猿	贼藕原源
灼烧减量（%）	≥远愿耘园	≥缘愿耘园	≥缘愿耘园	≥源愿耘园	≥猿愿耘园
酸溶物（%）	≥猿愿耘园	≥猿愿耘园	≥猿愿耘园	≥圆愿耘园	≥圆愿耘园
云母含量（%）	≤员愿耘园	≤员耘园	≤员愿耘园	≤圆愿耘园	辕
粉碎粒度（%）	≤员愿耘园	≤员耘园	辕	辕	辕
悬浮率（%）	≤员愿耘园	≤员耘园	≤圆愿耘园	≤猿愿耘园	辕
晕染面积与运输包装袋面积之比（%）	≤员愿耘园	≤员愿耘园	辕	辕	辕
耗酸量（%）	≤员愿耘园	≤员愿耘园	辕	辕	辕
烧失量（%）	≤远耘园	≤愿耘园	≤员耘园	≤圆耘园	≤圆愿耘园
酸不溶物（%）	≤怨员耘园	≤愿猿耘园	≤愿耘园	≤苑耘园	≤缘愿耘园
白度（%）	≥怨员耘园	≥愿猿耘园	≥愿员耘园	≥苑耘园	≥远耘园
块度（毫米）	≥猿园	≥圆园	由供需双方商定		

光泽通原原圆造纸工业用滑石粉技术标准

等　　级 技 术 性 能	在泊原特	在泊原员	在泊原圆	在泊原猿
白度（%）	≥怨园	≥愿缘	≥愿园	≥苑缘
尘埃（毫米 颗/克）	≤员愿耘园	≤员愿耘园	≤员愿耘园	≤员愿耘园
水分（%）	≤员愿耘园			
孕育（员愿耘园浓度）	≤苑耘园-怨耘园			
沉降速度（清液毫克 辕缘分钟）				
细度目（微米）	猿愿缘 加缘		圆愿耘苑 苑缘	
筛上量（%）	跃圆			
酸溶性铁（云母含量%计）	≤园愿耘园	≤员耘园	≤员愿耘园	≤圆愿耘园
碳酸钙（%）	≤圆愿耘园	≤猿愿耘园	≤猿愿耘园	≤源愿耘园
烧失量（愿愿耘园）	≤远愿耘园	≤愿愿耘园	≤员愿愿耘园	≤圆愿愿耘园

第六章　水泥原料

石灰岩、粘土等）

一、矿物原料和用途

水泥原料系指制造水泥熟料的原料矿产，主要有石灰质原料（如石灰岩、大理岩、白垩等），粘土质原料（如粘土、黄土、泥岩、页岩等），硅质原料（如砂、砂岩等）及铁质原料（铁矿粉、制硫酸烧渣）等。组成水泥熟料的有益化学成分主要是氧化钙（[illegible]）、二氧化硅（[illegible]）、三氧化二铝（[illegible]）和三氧化二铁（[illegible]）。这些成分主要形成熟料中的硅酸三钙（[illegible]）、硅酸二钙（[illegible]）、铝酸三钙（[illegible]）及铁铝酸四钙（[illegible]）四种化合物。

水泥原料按适当比例配合磨制成生料，经煅烧成熟料，熟料与适量的石膏及混合材料共同粉磨制成水泥。它是一种水硬性胶凝材料，即水泥加水后制成净浆或砂浆，具有良好的粘结性和可塑性，能把其它材料（砖、砂石、钢筋等）粘结在一起，凝结硬化后成为岩石状坚硬的整体，是用来浇注成各种形状的构件和构筑物，使用最广泛的建筑材料。

二、一般工业要求

（一）石灰质原料

[illegible]≥[illegible]，[illegible]≤[illegible]，[illegible]≤[illegible]，[illegible]≤[illegible]，[illegible]≤[illegible]，[illegible]≤[illegible]。

（二）粘土质原料

类　别	硅酸率	铝氧率
一类	[illegible]	[illegible]
二类	[illegible]	不限

[illegible]

（三）硅质原料

[illegible]，硅酸率 [illegible]；[illegible]，[illegible]（全硫）[illegible]，抗压强度最好小于 [illegible]。

注：上述有益化学成分主要形成水泥熟料中的硅酸三钙（[illegible]），硅酸二钙（[illegible]），铝酸三钙（[illegible]）及铁铝酸四钙（[illegible]）四种矿物。

为了制成符合要求的熟料，一般控制熟料的化学成分在下列三个系数的范围内：

饱和系数（[illegible]）

[illegible]

[illegible]

硅酸率（[illegible]）[illegible]

铝氧率（[illegible]）[illegible]

（四）水泥熟料中有害成分的影响

[illegible]：主要以方镁石形态存在，在水泥水化过程后期形成氢氧化镁，超量时引起体积膨胀，降低水泥体强度，甚至破坏水泥体，国家标准规定熟料中 [illegible]。

[illegible]：能与硅酸二钙、铝酸三钙起化学反应。破坏有用矿物硅酸二钙和铝酸三钙，生成有害的游离氧化钙等矿物，降低水泥质量。故要求在熟料中 [illegible]。

[illegible]：能与 [illegible] 形成硫酸盐，过多时易引起结窑，影响正常生产，也影响水泥的安定性，在熟料中规定 [illegible]。

[illegible]：游离二氧化硅是指燧石，玉髓及粗大的石英，其化学活性，易磨性和煅烧性差量过高会增加粉磨及煅烧的困难，影响产量量。

[illegible] 和 [illegible]：均能在悬浮预和分解炉窑中循环、结皮堵塞管路，在采用容解工艺时，应注意控制其在生料和熟料中的含

注，①应该留意某些不须与其它原料配合，其他分即可符合制成水泥熟料要求的泥灰岩是一种很宝贵的水泥原料。

②[illegible] 的石灰质原料可与 [illegible] 灰质原料搭配使用，有的矿区还以 [illegible] 作Ⅱ级品矿石使用，具体搭配和品级划分情况可在制定具体矿床工业指标时与有关部门确定。

③因制成水泥熟料最终都需加铁质原料校正，因此对原料中的铁就不必苛求，这样也可用硅铝比 [illegible] 代替硅酸率（[illegible]）及铝氧率（[illegible]）对粘土质原料及硅质原料进行评价。

（五）矿山开采技术条件的一般要求

我国的水泥原料矿山，目前多属于露天开其开采条件一般要求如下：

1. 最低开采标高；一般不低于当地最低基准面。有条件的矿山可以采取凹陷式开采。

2. 剥采比：覆盖层（表土、围岩）和夹层的总量与矿石总量的比不大于 1:1

3. 矿石可采厚度

石灰质原料：大、中型矿≥5米，

小型矿≥3米。

粘土质原料、硅质原料：

岩石状矿床 3米，松软状矿床 5米。

4. 夹石剔除厚度：

岩石状矿床≥2米，松软状矿床≥1米。

5. 矿床开采最终边坡角

岩石状矿床：开采最终边坡高度小于 10米时为 65°～75°；10～20米时为 60°～70°；大于 20米时小于 60°

松软状矿床：一般为 30°

6. 矿床开采最终底盘最小宽度

岩石状矿床：大、中型不小于 8米，

小型不小于 3米。

松软状矿床：大、中型不小于 3米。

小型不小于 2米。

7. 爆破安全距离

矿床开采边界对公路、铁路、高压线、居民区、工厂和其它重要建筑物的爆破安全距离，一般，为 300～500米。（视爆破方法及建筑物、构筑物与开采方向的相对关系而定）。

上述要求是根据矿床的一般情况提出的，由于各具体矿床情况不尽相同，水泥原料的有益、有害成分又是相互关联的，同时还与燃料成分、生产方法、生产品种有关，在进行矿床评价时主要以能满足熟料要求为准。

三、矿床实例

（一）湖北枝城水泥原料，

1. 质量要求

石灰质原料

工业用途	惴耪韵豫）	酝耪韵豫）	运圆垣寻耪韵豫）	石英和燧石　豫）
大坝水泥	跺彩圆	约圆圆豫	约园圆豫	约源
矿渣大坝水泥	跺彩圆	约圆圆豫	约园圆园	约源
普通水泥	跃愿	约圆圆豫	约园圆园	约源

粘土质原料

工业用途	硅酸率	铝氧率	酝耪韵　豫）	运圆韵垣寻耪韵　豫）	砻韵豫　豫）
大坝水泥	圆圆苑-源	员圆豫-猿圆豫	约猿	约圆	约员
矿渣大坝和普通水泥	圆圆豫-猿圆豫	员圆豫-猿圆豫	约猿	约猿	约员

硅质原料

工业用途	硅酸率	运圆韵垣寻耪韵　豫）	酝耪韵　豫）
大坝水泥	跃原	约圆	约猿
矿渣大坝水泥	跃原	约圆圆豫	约猿

并要求 砻圆韵约园豫，抗压强度 约员苑圆公斤 辕厘米圆。

圆园开采技术条件

最低开采标高：不低于矿区附近地面标高

剥采比： 约园圆圆顽 米圆辕米圆

最低可采厚度：石灰质原料矿山 员缘米；辅助原料岩石状矿床 源米，松软状矿床 员圆豫米。

夹石剔除厚度：岩石状矿床 圆米；

松软状矿床 员米。

储量计算边坡角：灰岩矿床边坡高度 约员苑圆米时为 缘缴级原运圆级　跃员苑圆米时为 缘圆级-缘缴级

砂页岩矿床为 缘圆级 松软状矿床为 源豫级

爆破安全距离：不小于 源苑圆米。

（二）河北获鹿东湖南水泥灰岩矿

员园质量指标

惴耪韵≥源愿豫，酝耪韵≤猿豫，砸耪韵≤员豫，砻韵≤员豫

圆圆开采技术条件

可采厚度：源米

夹石剔除厚度：圆米

㘝）安徽安庆市杨桥白鹿山白水泥用石灰岩矿

员圆质量指标

忱蓉≥缘豫，云≤园圆豫　（Ⅰ级品）：园圆豫—园员豫　（Ⅱ级品）

酝≤园豫，晕≤园豫，杂≤园豫

无石英、石髓、燧石

对酝灶、忱测、耘等元素含量进行了解

圆圆开采技术条件

最低可采厚度 猿米

夹石剔除厚度 员圆米

开采标高不低于当地地面

开采边坡角：缘缴

剥采比：园圆∶员

㘞）陕西耀县高铝水泥用石灰岩矿

质量指标：忱蓉≥缘豫，砸≤园约员圆豫，酝≤园约员圆　杂≤园约员豫。

四、矿床综合评价

水泥原料中的石灰岩、石英砂岩、石英岩等往往还可作冶金熔剂、化工灰岩、耐火材料、玻璃原料等多种用途，或有其它矿产共生、伴生，应本着优质优用或一矿多用的原则，作出综合评价。

第七章　玻璃原料

石英砂岩、石英砂等）

一、矿物原料和用途

玻璃原料系指用制平板玻璃及器皿玻璃的然矿物原料，包括硅质原料　如石英砂岩、石砂、石英岩、脉石英等）及其配料　如白云岩、灰岩等）。

平板玻璃，包括特种工业技术玻璃、工业技术璃　如磨光玻璃、夹层玻璃、钢化玻璃、高级压玻璃等）及一般平板玻璃等；器皿玻璃，包括玻璃器器皿玻璃、一般器皿玻璃及一般瓶罐玻璃等。

二、化学成分和作用

玻璃的主要化学成分是 [illegible]及 [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]，其作用如下：

[illegible]：为形成玻璃的主要组分，并使玻璃有一系列优良性能，如透明度、机械强度、化学定性和热稳定性等。缺点是由于熔点高、粘度大，造成熔化困难、热耗大。

[illegible]：玻璃中加入少量 [illegible]能够降低玻璃的析晶倾向，提高化学稳定性和机械强度，改善热稳定性，但当其含量过多时，就会增高玻璃液的粘度，使熔化和澄清发生困难，增加析晶倾向　[illegible]跃缘时），并易使玻璃原板上出现波筋等缺陷。

[illegible]：加入适量 [illegible]能降低玻璃液的高温粘度，促进玻璃液的熔化和澄清。温度降低时，能增加玻璃的粘度，有利于提高引上速度。缺点是含量增高时，会增加玻璃的析晶倾向，减少玻璃的热稳定性，提高退火温度。

[illegible]：其作用与 [illegible]类似，但没有 [illegible]增加玻璃析晶倾向的缺点，因此可用适量 [illegible]代替 [illegible]，但过量则会出现透辉石结晶，提高退火温度，降低玻璃对水的稳定性。

[illegible] [illegible]：为良好的助熔剂，降低玻璃液的粘度，促进玻璃液的熔化和澄清，还能大大降低玻璃的析晶倾向，缺点则是降低玻璃的化学稳定性和机械强度。

由于 [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]具有以上的一些特点，故在我国玻璃工业中一般大致采用下列含量范围：

[illegible]，[illegible]，[illegible]，[illegible]，[illegible] [illegible]。

此外，玻璃中常含有少量 [illegible] [illegible] [illegible]等有害成分，其作用如下：

[illegible]：使玻璃着色，降低玻璃的透明度、透紫外线性能、透热性和机械强度，造

成熔化澄清困难，并给玻璃的熔制品带来不良影响。

铬矿物：较强烈地使玻璃着色，减少透明度，铬矿物颗粒能在玻璃原板上形成黑点。

钛铁矿：能提高玻璃的光折射和吸收紫外线性能，在 二氧化钛与 钛铁矿超出一定含量比时。使玻璃组分中氧化铁的染色作用增强。

因此，玻璃生产中要求 二氧化钛 铬矿物 钛铁矿含量尽可能的少。

三、一般工业要求

（一）玻璃硅质原料　石英砂岩，石英砂、脉石英、石英岩）

质量要求

类别	矿石品级	氧化铁（%）	氧化钙（%）	二氧化钛（%）	钛铁矿（%）	铬矿物（%）	备　注
一类	Ⅰ级	0.03	0.1	0.01	0.02	无	用于特种技术玻璃
	Ⅱ级	0.05	0.2	0.02			用于工业技术和高级器甲玻璃
	Ⅲ级	0.08	0.3	0.03			用于一般平板玻璃
	Ⅳ级	0.1	0.5	0.05			用于有色玻璃
二类		0.08	0.3	0.03			与高品级矿石掺合达到Ⅲ级品以上质量要求时方可利用

注：①上述是对人窑矿石的质量要求，对于需经选矿后才能利用的矿石，其原矿质量要求根据选矿试验结果而定。因此，在找矿阶段对于原矿质量低于上述质量标准的应进行实验室选矿试验，从而确定找矿的评价指标。

②石英砂矿中含铬尖晶石，熔点高，常使玻璃出现细小黑点，目前对成品平板玻璃，每平方米允许黑点数有限制，但常无原料的允许含量数据，故在评价矿床时，应注意铬尖晶石的评价。

③粒度要求：0.5毫米及 0.25毫米者各应小于 5%，0.5～0.25毫米者应占 80%。

开采技术条件

①岩类矿床

可采厚度：　　≥1米

夹石剔除厚度：　　≥园圆源原员米

平均剥采比：　　≤园圆缘员

储量计算最低标高的底盘宽度：≥源园米

边坡角：

边坡高度	边坡角
跃员园米	缘园-缘缘毅
约员园米	缘缘-远园毅

爆破安全距离：一般不小于 源园园米

②砂类矿床

可采厚度：　　≥园郾缘-员米

夹石剔除厚度：　　≥园郾缘米

平均剥采比：　　≤员缘员

储量计算最低标高的底盘宽度：以采矿方式为考虑依据

边坡角：猿园毅

（二）玻璃原料配料

员郾白云岩：Ⅰ级品　　酸耐酸玻璃豫，

云母约园郾缘豫

Ⅱ级品　　酸耐酸玻璃豫，

云母约园郾园豫

圆郾石灰岩：Ⅰ级品　　惰耐酸玻璃豫，

云母约园郾缘豫

Ⅱ级品　　惰耐酸玻璃豫，

云母约园郾园豫

注：宜用白云质石灰岩及硬度不大的石灰岩。

猿郾长石：粤员园耐酸玻璃豫，运输垣晕耐酸玻璃豫，云母约园郾园豫。

源郾萤石：惰耐酸玻璃豫，云母约园　园豫

缘郾芒硝　晕耐酸粉跃怨园豫，不溶残渣 约猿豫，晕耐员约员园豫，惰耐约源约员园豫，云母约园郾园豫

四、矿床实例

（一）山东荣城县旭日石英砂矿

本矿床上部是滨海沉积砂矿层，下部是河口三角洲沉积砂矿层

员圆原矿化学成分要求

品级	杂蜜圆 (豫)	粤蜜猿 (豫)	云蜜猿 (豫)	耗蜜圆 (豫)
Ⅰ级	跃怨圆	约源	约园圆	约园员
Ⅱ级	跃怨园	约缘	约园圆豫	约园员

圆圆开采技术条件：可采厚度 员米；
夹石剔除厚度达不到指标要求的砂矿夹层为 员米，非矿夹层为 园圆员米。

颗粒度要求：　园圆员～园员怨圆毫米，占 愿豫

平均剥采比：　园圆豫

矿床最低可采深度：缘米

（二）新疆哈密尾亚白山脉石英矿

化学成分：杂蜜圆 跃怨员豫，粤蜜猿 约圆豫
云蜜猿 约园圆豫

可采厚度：圆米；夹石剔除厚度 员米

最低开采标高 员员怨园米，边坡角 缘园～远园°

剥离系数 约园圆豫

（三）福建东山梧龙石英砂矿　属滨海或海湾相沉积型砂矿）

原砂质量要求　玻璃用）

边界品位：杂蜜圆≥怨员豫，粤蜜猿≤圆豫，云蜜猿≤园圆豫

单工程加权平均品位：

Ⅰ级品　杂蜜圆 跃怨圆豫，粤蜜猿≤员豫，云蜜猿≤园圆豫

Ⅱ级品　杂蜜圆≤怨圆豫，粤蜜猿 跃员豫，云蜜猿 跃园圆豫

最低可采厚度：　员米

非矿夹石剔除厚度：　跃园圆米

平均剥采比：　园圆员

储量计算边坡角 猿园°

矿砂粒度要求：小于 园圆毫米，其中 园员～园圆毫米者应在 怨园豫以上。

（四）山东西南蛮山石英砂岩矿

员圆矿石质量

品级	二氧化硅（%）	三氧化二铁（%）	二氧化钛（%）
优	≥98	≤0.5	≤0.1
Ⅱ	≥97	≤1	≤0.2

1.开采技术条件

最小开采厚度：　　1米

最小夹石剔除厚度：　　2米

平均剥采比：　　1:1

储量计算最低标高：　　+200米

开采边坡角：　　60度

爆破安全距离：　　300米

五、综合评价

玻璃硅质原料（石英砂岩矿等）除作玻璃原料用外，还应考虑作玻璃器皿、冶金熔剂、硅质耐火材料等的可能性，在普查勘探工作中应注意综合评价。

六、附录

制造玻璃器皿对硅质原料的工业要求

含量（%） 等级	二氧化硅	三氧化二铁	二氧化钛	耐火度	烧失量	说　明
Ⅰ	98～99	0.1～0.2	0.02～0.05		0.5～1	玻璃仪器器皿玻璃（不包括晶质玻璃）
Ⅱ	98～99	0.2～0.3	0.05～0.1			一般器皿玻璃无色玻璃
Ⅲ	98～99	0.3～0.5	0.1～0.2			用于一般瓶罐玻璃

第八章　陶瓷原料、填料、涂料

高岭土、长石、石英等）

一、矿物原料和用途

陶瓷用主要矿物原料有粘土类、长石类、石英类原料及其它辅助原料。

（一）粘土类原料

它是制造陶瓷的主要原料，除用于坯、釉外，还用作匣体及窑的耐火砖。它们具有可塑性，具备成型性能，在坯体烧成过程中形成莫来石　猜尼的圆晕），构成陶瓷制品的骨架；在釉浆中主要起悬浮作用，防止釉浆发生沉淀，改善釉浆性能。属于粘土类原料的有：

员圆高岭土：高岭土是多种矿物组成的含水铝硅酸盐混合体，基本组分有高岭石组、多水高岭石及少量蒙脱石组及水云母组等粘土矿物，一般含 粤造藻园-猿缘、苍藻园-源缘-远缘、匀韵云园-员缘。陶瓷工业配料中的高岭土所占比例一般为 圆-缘缘，有些制品多至 愿缘，部分电瓷则达 员园缘。

在造纸工业中，高岭土用作填料和涂料，它可以提高纸张的密度、白度和纸面的平滑度，降低透明度，保证更好地吸收印色，在橡胶工业中，高岭土用作填料，它是一种补强剂，能够提高橡胶的机械强度和耐酸性能，降低制品的成本；在耐火材料工业中，高岭土则是制作耐火器材的重要原料。除此以外，高岭土还在染料、塑料、油漆、汽车、白水泥、搪瓷、农业、医药、肥皂、化妆品、纺织等部门以及国防、原子能等工业中有一定的应用。

圆圆瓷土及瓷石：以伊利石和石英　部分高岭石、长石）及绢云母和石英、长石和石英为主要成分的制瓷原料。

瓷土为软质原料，矿物成分以伊利石和石英为主，部分离岭石、长石；瓷石属硬质原料，有的仍保持原岩结构、构造，矿物成分以绢云母和石英、长石和石英为主。瓷土或瓷石，有的可单元配方成套。。

瓷土、瓷石含一定量的钾、钠、在配方中可代替长石起熔剂作用。

此外，尚有耐火粘土：主要用于制造陶瓷耐火材料，如匣钵、窑砖，部分用于制造有色日用陶瓷，如炻器；高铝粘土，主要用于制造陶瓷耐火材料，部分用于日用陶瓷，如炻器，起补充配方中铝含量不足的作用；木节土：富含有机质的高可塑性沉积型高岭土，主要作为日用陶瓷、建筑卫生陶瓷中的结合粘土；煤干石等。

（二）长石类原料

在陶瓷坯、釉中作为熔剂物质，可降低陶瓷产品的烧成温度，促进莫来石晶体的形成，长石熔融是釉层中玻璃相物质的主要来源之一。属于长石类原料有：

伟晶岩中的长石，伟晶花岗岩、钾长花岗岩，以钾长石、石英为主的细晶岩或斑岩、霞石正长岩、酸性玻璃熔岩、长石砂等。对它们的质量要求与陶瓷用钾长石的要求相同，即：运[illegible]；运[illegible]。

此外钾长石可作玻璃原料及磨料，也是制钾肥的原料。

（三）石英类原料

石英属瘠性原料，在陶瓷坯体的干燥及烧成过程中可减少其收缩，缩短干燥时间，石英熔融形成玻璃相物质，未熔石英构成坯体骨架，可减少产品变形，[illegible]在产品烧成过程中也是形成莫来石晶体的来源之一，但过量易引起产品开裂，并降低产品的热稳定性和机械强度。

在陶瓷工业中应用的石英，要求铁质含量极少[illegible]，纯度较高，常用的有脉石英[illegible]质量较好）、石英岩、石英砂岩及石英砂等。

（四）其它辅助原料

[illegible]滑石，粘土质匣钵中加入少量滑石，可提高使用寿命，釉料中加入少量滑石，可改善釉层的弹性、热稳定性，加宽熔融范围等。

[illegible]叶腊石；坯体中加入少量叶腊石，有助于提高产品的热稳定性，并有助于克服精陶、釉面砖的后期釉裂问题。用于陶瓷工业的叶腊石要求铁、钛等杂质含量少，一般应小于[illegible]。

[illegible]硅灰石；可广泛用于制造釉面砖等建筑卫生陶瓷、日用陶瓷和釉料。它的优点是干燥快、容易成型，可降低烧结温度，大大减少烧成时间，且产品机械强度较高，但烧结温度范围较窄。

除此以外，在陶瓷工艺生产中，根据不同产品质量的要求，有时还须配以少量的白云岩，萤石、白垩，硅藻土、石膏、石灰岩等矿物作为熔剂或瓷釉配料。

二、工业利用对矿石的质量要求

（一）配料用的各类矿石

[illegible]建筑卫生陶瓷、日用陶瓷

矿物原料				化学成分（%）			塑性指数	用　途
				粘土	Fe_2O_3	TiO_2		
高岭土	第一类	高岭土	Ⅰ级	约	约	约	约	高级陶瓷（包括卫生陶瓷）配料
			Ⅱ级	约	约	约		中低级陶瓷配料
			Ⅲ级	约	约	约		普通陶瓷或匣钵配料
	第二类	砂质高岭土	Ⅰ级	约	约	约	约	供一般高级陶瓷配用
			Ⅱ级	约	约	约		一般普通陶瓷配料
	第三类	瓷土、瓷石		大于或接近于	约	约		高级瓷或普通陶瓷（包括卫生瓷配料）
塑性粘土	高可塑性粘土		Ⅰ级	约	约		约	高级卫生陶瓷配料。
			Ⅱ级	约	约			一般卫生陶瓷及日用陶瓷）配料
	一般塑性粘土		Ⅰ级	大于或接	约		约	高级卫生陶（及日用陶瓷）配料
			Ⅱ级	近于	约	约		一般卫生陶瓷（及日用陶瓷）配料
硬质半硬质粘土			Ⅰ级	约	约			建筑卫生陶瓷及日用陶瓷配料
			Ⅱ级	约	约			
长石（或伟晶花岗岩）					约			日用陶瓷建筑卫生陶瓷配料和釉料
石　英				约	约			配料和釉料

注：①表中的“接近”二字是考虑到对于某项化学成分达不到要求，而其它性能较好，或通过配料能满足陶瓷工艺要求者。

②Fe_2O_3含量一般指全铁（Fe_2O_3和FeO）含量。

③当高岭土中，发现含有明矾石时须测定SO_3。

日用无线电陶瓷

项　目	高岭土			长　石	石　英	
	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级		Ⅰ级	Ⅱ级
SiO_2（%）	约	约	约	约	约	约
Fe_2O_3（%）	约	约	约	约	约	约
TiO_2（%）	约	约	约	约	约	约
耐火度（%）	微量	微量	微量	微量		
碱金属氧化物（%）	约	约		约	约	约
烧失量（%）	约	约	约	约	约	约
吸水率（%）	约	约	约	约	约	约
塑性指数	约	约	约	约	约	约
块度（毫米）	约	约	约	约	约	约
经1300℃烧结后	均匀白色	均匀白色	白带微黄褐色斑点	熔融物应无斑点及其它杂质		

外观要求：

高岭土：Ⅰ级一白色，块状柔软具滑感，不应有可见石英、石灰质、铁化合物及带斑点或花纹；

Ⅱ级一白色或允许轻微的均匀蓝灰色，不应有可见石英、石灰质及铁化合物；

Ⅲ级一允许白色块状内有淡黄灰黑色夹层或均匀的浅灰色，不应有可见的石英、石灰质、铁化合物及较大的有机质。

长石：白、淡黄、肉红色，未经风化。

石英：白色，不允许含多量显著的红色铁质，铁杂质分布应集中，易于剔除。

猿圆电瓷　见下页 源园缘

仁）供制一般陶瓷坯料的高岭土

员圆化学成分

粤缘蕴员圆员园豫；蕴缘蕴猿园豫；云缘蕴圆悦蕴猿豫；悦藻园豫垣耘园豫垣运园豫垣晕缘蕴猿豫；烧失量 远豫

圆圆物理性能

可塑性指标为 愿左右。

对这类单元成瓷的高岭土，评价时需作制陶试验。

仁）辅助原料

员圆白云岩　熔剂、釉料）

项　　目	高岭土	塑性粘土	长石	石英
蕴缘蕴猿　豫）	约缘	源豫-远圆	约苑园	跃怨圆豫
粤缘蕴员圆员猿　豫）	跃猿	圆圆-猿	跃员苑	
云缘蕴圆悦蕴猿　豫）	约员	约员圆圆	约园圆圆-园猿	约园圆豫
耘园豫　豫）	约员	约员		
运园垣晕缘蕴猿　豫）	跃员圆			
悦藻园垣耘园　豫）	约员	约猿		
塑性指数	约员缘	跃猿圆		
耐火度　益）	跃员猿园圆	跃员缓园圆		
烧结温度　益）	员缓园圆			
员猿园圆益烧结后	白色	白，灰白，青白色		

悦藻园垣耘园垣运园跃怨豫；云缘蕴圆约园圆豫，表面无铁锈。

圆圆萤石　熔剂）

悦藻圆跃怨豫－怨员豫；蕴缘蕴约园圆豫－猿圆豫；

云[illegible]约[illegible]；[illegible]约[illegible]；

[illegible]　在[illegible]杂及重晶石为有害杂质。通过[illegible]号筛孔的粒度占[illegible]以上。

[illegible]石灰岩、白垩粉　熔剂）

[illegible]　镁铁含量少的类型：[illegible]跃[illegible]；[illegible]约[illegible]；云[illegible]约[illegible]；杂[illegible]约[illegible]；[illegible]约[illegible]

[illegible]　镁铁含量相当多的类型：[illegible]≤[illegible]

[illegible]硅藻土　用以增加成品强度）

杂[illegible]跃[illegible]；云[illegible]约[illegible]

[illegible]滑石　提高电绝缘性及热稳定性）

滑石含量[illegible]；[illegible]；[illegible]；[illegible]越[illegible]；[illegible]云[illegible]约[illegible]　[illegible]滑石瓷配料）

要求耐火性能高，色白，具固定收缩性。

[illegible]石膏　陶瓷模型）：

[illegible]；洁白，杂色极少。

注：在陶瓷原料中，有害杂质对陶瓷质量的影响

①氧化铁：它会降低粘土的耐火度，并使烧成后的陶瓷显色　降低白度）或产生黑斑点，降低电瓷的电绝缘性。

②二氧化钛：降低耐火度，烧成后制品显灰色　在还原作用下）或浅黄色　在氧化作用下）。

③氧化钙和氧化镁：降低耐火度，降低烧结温度范围，过量则使制品发泡。

④碱金属氧化物：含量过多时会降低耐火度，使制品表面生成光滑的斑点而不能附着釉料，但含适量也有好处，可降低烧结温度，促进坯体烧结、节省燃料。

⑤硫：烧结时产生气体，破坏陶瓷品的结构，使制品起泡并发灰色。

⑥二氧化硅：游离二氧化硅过多会降低坯料的可塑性，影响产品的热稳定性及机械强度，并使制品产生裂纹或开裂；适量可减少制品变形、收缩。

三、高岭土矿的一般工业要求

（一）矿石质量要求

[illegible]不同的工业部门对高岭土矿石的质量要求不尽相同，陶瓷工业通常要求高岭土矿石熟料的白度高，云[illegible]　[illegible]　[illegible]等着色、电导性元素含量低，焙烧时使制品易熔、起泡的杂质和其它机械混入物少，有一定的耐火度，烧成后不变形；造纸工业要求矿石生料白度高，造浆性能好，颗粒微细、均匀，如用于刮刀涂布原料的应属以粒径小于[illegible]微米的占[illegible]以上鳞片状高岭石组成的高岭土；橡胶工业也要求粒度小，以产生高度的分散性和吸附性，并极少含[illegible]　[illegible]等易使橡胶过早硬化的杂质，云[illegible]　杂[illegible]的含量也必须很低，但对白度却无具体要求；耐火材料工业的基本要求是耐火度[illegible]；白水泥工业要求矿石中云[illegible]约[illegible]，而对杂[illegible]　粤[illegible]等则无严格要求等等。

为此，在评价高岭土矿石时，应综合考虑各工业部门的相同与不同要求，以最低工

业要求作为划分矿与非矿的标准，在此基础上划分出优质矿石，同时要考虑各种陶瓷对矿石质量要求。至于原矿的工业指标须通过矿床技术经济评价和矿床具体情况合理确定，在找矿评价时可参考如下指标要求：

员 按日用及建筑卫生瓷要求评价高岭土矿床的一般工业指标：

项目 / 矿石		化学成分 豫）		
		粤等勾	云等勾 坦味圆	
			总量	其中：耗圆
高岭土	原矿	跃员愿-猿圆	约圆	约员圆匝
砂质高岭土	原矿	跃员源	约圆	约员圆匝
	淘洗精矿（原矿要求）	跃圆原	约圆圆豫	约员圆苑

圆 按造纸涂料要求评价高岭土矿床一般工业指标

矿石类型 / 项目（原矿或精矿）		白度 豫	粘度 厘泊）	精矿淘洗率 豫）	露天开采技术条件		
					可采厚度 米）	夹石剔除厚度 米）	平均剥采比 吨/吨）
高岭土	精矿	跃愿圆	约缘圆		≥员	≥员	约远-愿
砂质高岭土	精矿	跃愿圆	约缘圆	约员缘			

注：①目前缺少实例，本指标是综合国内外资料拟订的，有待实践检验和修订；

②砂质高岭土原矿经制瓷试验证明能直接利用时，可采用原矿指标；若需水洗选矿后方能被利用时，应采用精矿指标。砂质高岭矿还应做白度测定。

③凡采用原矿指标的矿床，均要求选取适量有代，表性的样品作淘洗试验　过 猿园园目水筛）了解淘洗率和精矿化学分析　项目与原矿相同）。

④若能保证矿床开发后的经济效益，陶洗率　即水洗通过 猿园园目筛的高岭土精矿产率）可酌情降低。

圆圆在实际工作中，常常有些中、小型高岭土矿床，其矿石质量要求与使用单位联系确定，如江西景德镇瓷用高岭土矿的原矿不经洗选不能利用，故其矿石质量要求系指淘洗后的质量要求。

品　级	淘洗后的化学成分要求　%）					物性要求
	粤	云	耒	怅	杂	
Ⅰ级	跃	约	跃	约	约	烧结后色白无斑
Ⅱ级	约	跃	约	约	约	
Ⅲ级	约	跃	约	约		

又如浙江省有些中小型矿床，主要用于陶瓷工业，其普通分析不作化学分析，而代之以简易制陶试验，试验项目为干燥收缩、熟料白度、烧成收缩、烧成孔隙率等四项，可供工作中参考。

仁）开采技术条件

单层矿体可采厚度：≥员米　露采≥圆米）

某些粘土中的块状高岭土可放宽至 圆米；

夹石剔除厚度：≥员米　露采≥员米）

露天开采的矿石，覆土剥离率　覆土厚度 矿体平均厚度） 约圆猿 须淘洗的高岭土，淘洗率　淘洗后的“精矿”重 原矿重） 跃员猿员。

四、矿床实例

㈠）浙江温州瓷土矿

该矿特点是：矿石含 杂高，含 粤低，与一般沉积—风化型矿床有很大差别，矿石须经漂洗除砂后才能作为陶瓷配料，以下指标是对除砂后矿石的质量要求，并非原矿石质量要求。

员．化学成分与制陶试验烧成结果

	项　　目	Ⅰ级品　合格）	Ⅱ级品　备用）
化学成分	云 垣	约	约
	运 垣	约	跃
烧成结果	吸水率	跃	跃
	白度	跃	跃

注：①化学成分与制陶试验结果矛盾时，以制陶为准，

②粤 只作一般了解，因其在陶瓷配料中可解决。

圆．开采技术条件

覆土剥离率：矿体厚度 员米，覆土厚度 圆猿米

漂洗　精矿）回收率 跃

可采厚度：员米，夹石剔除厚度，员米

仁）江苏苏州高岭土矿

矿　区	矿石品级	杂质含量（%）	粒度（%）	云母含量（%）	耗水量（%）	可采厚度（米）	夹石剔除厚度（米）	备　注
苏州阳山西矿	Ⅰ级	约0.5	约90	约1		≥1.5	≥0.5	
	Ⅱ级	约1.0	约80	约2		≥1.5	≥0.5	
阳山东矿	砂性土	约1.0	约70	约1		≥1.5	≥0.5	白度是主要指标
阳山北矿	Ⅰ级	约0.3	约90	约0.5	约0.8	≥1.5	≥0.5	*为云母含量要求；耗水量代表全硫；杂质含量：代表硫酸盐硫
	Ⅱ级	约0.5	约80	约1.0	约1.0	≥1.5	≥0.5	
	Ⅲ级	约0.5	约90	约0.5	约0.8	≥1.5	≥0.5	
	Ⅳ级	约1.0	约80	约0.5～1.0	约1.0	≥1.5	≥0.5	
	表外	约1.0	约70	约1.0		≥1.5	≥0.5	

注：①化学分析样品，基本分析项目为粒度、杂质含量、云母含量，组合分析项目为耗水量、运动黏度、吸蓝量、可塑指数、酸溶指数、杂质含量和灼；

②用选矿后的产品作物理技术性能试验，试验项目为粒度、可塑性、粘结力、耐火度、烧结范围、白度、干燥收缩和烧成收缩等；

③不必按品级圈定矿体，但须以统计法计算出各品级矿石量。

巨）湖南溆浦黄茅园青界高龄土矿

该矿为斜长花岗岩风化残积型矿床，工业要求如下：

品　级	粒度（%）	杂质含量（%）	云母含量（%）	可采厚度（米）	夹石剔除厚度（米）
Ⅰ级	约90	约0.5	约1	1	0.5
Ⅱ级	约80	约1.0	约2	1	0.5

四）湖南衡阳一衡山界牌坪田折高龄土矿

该矿产于二云母花岗岩内接触带，产品供制细瓷、电瓷用，工业要求如下：

品级	粒度（%）	杂质含量（%）	云母含量（%）	吸蓝量（%）	酸溶量（%）	运动黏度（%）
Ⅰ级	≥80	≤0.5	≤0.5	≤1	≤1	≤0.5
Ⅱ级	≥70	≤0.5	≤0.5	≤1	≤1	≤1
Ⅲ级	≥60	≤0.5	≤0.5	≤1	≤1	
级外	≥70	≤0.5	≤0.5	≤1	≤1	

最低可采厚度：员米
夹石剔除标准：园豫米

伍）安徽寿县孔家山钾长石矿

工业要求如下：
边界品位：运韵豫
工业品位：运韵豫
可采厚度：　　圆米
夹石剔除厚度：　员米

五、综合评价

高岭土矿常共　伴）生有黄铁矿、明矾石、菱铁矿、叶腊石、钾长石、稀散元素、瓷石、石英岩、硬质粘土、铝土矿、膨润土、煤等，应注意综合评价。

第九章　硅灰石

一、用途

硅灰石是一种新的工业矿物原料，国内外已得到广泛应用，其中主要用作建筑陶瓷原料、电焊条助熔剂、冶金保护渣、涂料油漆，其次用于橡胶、塑料的填充料和其它方面，如磨料、粘合剂、粉末灭火剂等。在建筑陶瓷工业上主要用作生产釉面砖原料，用硅灰石原料生产面砖具有成品收缩变形小、强度大、缩短烧成时间、降低烧成炉温可节省燃料等优点，经济效果显著。

二、矿石成分

硅灰石为 [illegible] 含 [illegible]：[illegible]，[illegible]，理论成分应不含铁，但由于硅灰石在结晶过程中，容易将与 [illegible] 的离子大小相近似的 [illegible] 带入结晶格架并代替 [illegible] 形成类质同象体，因此，自然界纯的硅灰石很少见。

硅灰石矿石的矿物成分以硅灰石为主，共生矿物有方解石、石英、透辉石和拓榴石等。

三、一般工业要求

（一）工业利用对矿石的质量要求

[illegible]建筑陶瓷　釉面砖）用硅灰石矿石

硅灰石在相对较低温条件下很容易与氧化硅、氧化铝共熔，减少热膨胀，降低产品的收缩率，使其形态稳定；硅灰石针状颗粒提供了水分通过坯体快速逸出的通道，使干燥速度加快。建筑陶瓷用硅灰石，矿石要求硅灰石　矿物含量，下同）≥[illegible]，或 [illegible]。

石英：石英是建筑陶瓷生产的有益矿物，但要限量，超过限量对烧成温度难以控制。建筑陶瓷用硅灰石矿石要求石英≤[illegible]。

方解石：方解石在焙烧时产生 [illegible]，降低产品强度和增大吸水率。建筑陶瓷用硅灰石矿石要求方解石≤[illegible]。

云母：云母含量过高会降低坯体的白度甚至发红。建筑陶瓷用硅灰石矿石要求 云母含量 ≤ 员园豫，如采用白度高的釉料覆盖或烧制某些彩色面砖时则 云母含量可放宽或不作要求。

圆圆）油漆涂料用硅灰石矿石

硅灰石粉可部分代替钛白粉生产油漆和浅色涂料。油漆涂料用硅灰石矿石要求 ≥ 源豫，悬浮物 ≤ 园豫，云母含量 ≤ 园豫，吸油量 圆园 ~ 圆缘豫，水溶物 ≤ 园豫，水萃取 pH 值 苑 ~ 怨 猿缘目矿粉白度 ≥ 怨园豫

猿）冶金保护渣用硅灰石矿石

硅灰石矿石可用作生产颗粒板坯连铸、模铸保护渣和无炭保护渣，在钢锭浇铸中保护钢锭的表面，使铸坯无缺陷，表面光洁。冶金保护渣用硅灰石矿石要求硅灰石 ≥ 缘园豫，方解石 ≤ 缘园豫，石英 ≤ 缘豫，杂 ≤ 园豫，孕 ≤ 园豫。

源）电焊条工业用硅灰石矿石

在电焊条工业中，硅灰石矿石可用作生产电焊条药皮配料，它起到助熔剂和造渣添加剂的作用，抑制焊接时的放电，减少飞溅，提高熔渣流动性，使焊缝成型整洁美观，增强机械强度。电焊条工业用硅灰石矿石要求 ≥ 源豫 ~ 缘豫，悬浮物 ≤ 源豫，酸可溶 ≤ 愿豫，杂 ≤ 园豫，孕 ≤ 园豫。

（二）一般工业指标

项　　目	可手选矿床		机选矿石矿床	
	含矿系数　豫）		硅灰石含量　豫）	
	露采	坑采	露采	坑采
边界品位	≥ 圆园 ~ 猿园	≥ 圆园 ~ 猿缘	≥ 源园	≥ 源园
工业品位	≥ 圆缘 ~ 猿缘	≥ 猿园 ~ 源园	≥ 源豫	≥ 缘园

注：①视矿石质量优差和变化情况以及选矿手段工业品位可按块段或矿体计算。优质矿石可取下限，质量差的取上限。

②由于硅灰石矿石产出特征和手选、机选效率效益存在差别，故机选人选品位高于手选人选品位要求。

可采厚度：　　露采 ≥ 员 ~ 圆米，坑采 ≥ 员米

夹石剔除厚度：　露采 ≥ 员 ~ 圆米，坑采 ≥ 员米

四、矿床实例

（一）吉林省梨树县大顶山硅灰石矿床　接触变质型）

员）工业指标

矿体含矿率：边界含矿率 ≥ 猿园豫

矿块工业含矿率≥猿缘豫

可采厚度：　　≥员米　真厚）

夹石剔除厚度：　　≥圆米　真厚）

单个矿体规模：长、延深分别≥圆缘米

精矿　手选）化学成分：

成分	杂[illegible]	悼[illegible]	云[illegible]	烧失量
含量　豫）	圆愿-缘愿	猿远-缘缘	≤园愿原	≤苑

圆圆精矿品级

品级	杂[illegible]　豫）	悼[illegible]　豫）	云[illegible]　豫）	烧失量
特级	源远-缘猿	源猿-缘园	约园[illegible]	约猿[illegible]
Ⅰ级	源愿-缘猿	源猿-缘园	约园[illegible]	约缘[illegible]
Ⅱ级	源猿-缘猿	源园-缘愿	约园[illegible]	约苑[illegible]

（二）湖北省大冶小箕铺下马林硅灰石　矽卡岩型）

边界品位：硅灰石≥圆[illegible]豫

工业品位：硅灰石≥缘[illegible]豫

陨级品：硅灰石≥苑[illegible]豫，云[illegible]≤员豫

Ⅱ级品：硅灰石 缘[illegible]-苑[illegible]豫，云[illegible]≤圆豫

Ⅲ级品　表外品）：硅灰石 圆[illegible]-缘[illegible]豫，

云[illegible]≤圆豫

最小可采厚度：圆米

剥采比：员∶猿

（三）吉林省盘石县长崴子硅灰石矿床

工业含矿率：≥猿[illegible]豫　单层厚度 跃缘厘米）

手选后矿石质量：硅灰石≥还[illegible]豫，

方解石≤员[illegible]豫，

石英≤圆[illegible]豫，

云[illegible]≤员[illegible]豫，

云[illegible]垣云[illegible]≤猿豫

最小可采厚度和最小夹石剔除厚度：圆米

剥采比：约猿

标高 [illegible]米　当地侵蚀基准面）以上为表内矿以下为表外矿。

五、综合评价

经手选剔除与浮选分离出方解石块和方解石粉，一般均作为副产品加以利用。如系富含石榴石硅灰石矿，经电磁选后，拓榴石亦可加以回收。所以在地质勘探工作中应注意综合评价。

第十章　砖瓦粘土

一、性质分类和用途

用于制砖瓦的粘土，其颗粒较细，是各种矿物岩石碎屑组成的混合物，含有较多的杂质，耐火度在 [illegible] 以下，属易溶粘土。依粘土所含杂质的不同性状，可分为普通粘土、砂质粘土，铁质粘土、泥灰粘土和黄土等。有些地方为节约或少占良田，采用粘土质页岩或矿山矸石（如煤矸右）制造砖瓦。

二、矿石成分

矿物成分：属塑性粘土质的有高岭石、绢云母及白云母，属无塑性杂质的有石英，褐铁矿，黄铁矿，方解石及白云石等。

化学成分：有 [illegible] 水分，有机质等。成分较复杂，但只要其物化性能符合要求，可允许化学成分有较大范围的变化。

三、一般工业要求

对制砖瓦粘土，在其化学成分、颗粒组成、可塑性、所含杂质、含水率及颜色等提出要求。

（一）粘土中常见的矿物或杂质及其影响

石英：在粘土中呈松散的颗粒状，或形成夹层、透镜体，石英能降低粘土的可塑性，减少干燥收缩。

氧化铝：常以铝硅酸盐矿物形式存在。[illegible] 含量多，粘土焙烧温度高，耐火度也高。

氧化铁：常见矿物为褐铁矿、含水赤铁矿、含水菱铁矿。氧化铁在粘土中是一种助熔剂，也是粘土的着色剂。当氧化铁在氧化或还原条件下焙烧时，则制品分别呈红色或灰黑至黑色。

氧化钙、氧化镁，以碳酸盐（方解石、白云石）矿物赋存于粘土中，呈粉末或碎屑至结核团块状。分散的碳酸盐能降低粘土的耐火度，增大烧成收缩，减弱铁的着色力，若呈碎块或结核状存在，焙烧后生成生石灰，吸湿后变成消石灰，从而使体积膨胀，使产品炸裂。

氧化钾、氧化钠，常以长石微粒状态存在于粘土中。长石可视为熔剂，能降低粘土的耐火度。

有机质：主要由植物腐烂形成，它使粘土染色，烧成的制品气孔率增高。

对制砖瓦粘土其它要求尚有收缩性　又分干燥收缩、焙烧收缩）颜色等。

仁）一般工业指标

员圆制砖瓦粘土化学成分及允许波动范围

化学成分	猿圆园	粤园猿	云园猿	悼灶
波动范围　豫）	缘豫-愿园	苑-圆园	猿-员豫	园-缘
化学成份	酝灶	运垣晕园灶	杂猿	有机质及化合水
波动范围　豫）	园-猿	员-缘	园-猿	猿-员豫

圆圆粘土的颗粒组成

粘土的颗粒组成对粘土的成型、干燥、有较大影响。

国内对粘土的颗粒组成一般分为三级，

粘土级，颗粒粒径 约园员员员豫毫米

尘土或粉尘级；颗粒粒径介于 园员员员豫-园员员员豫毫米

粉砂或砂土级：颗粒粒径 跃园员员员豫毫米

粘土各粒级含量如下

名　　称	颗粒含量　豫）	
	约园员员员豫毫米　粘土）	跃园员员员豫毫米　尘土及粉砂）
肥粘土	跃源园	约源园
粘土	猿园-源园	苑园-源园
砂质粘土	员园-猿园	怨园-苑园
砂土	缘-员园	怨缘-怨园
砂	园-缘	员园-怨缘

按制砖瓦要求选择适当颗粒级组成的粘土加工制造，一般细颗粒多的肥粘土和粘土适宜于制瓦和薄壁空心制品，砂质粘土和粘土适宜制普通砖。

一般砖瓦粘土的颗粒组成范围及含量如下：

颗粒分级	粘土级 约园员员员豫毫米	尘土　粒）级 园员员员豫-园员员员豫毫米	砂土级 跃园员员员豫毫米
被动范围　豫）	怨-猿愿	员园-缘豫	圆-圆远　其中 跃园员员员豫毫米 的不多于 圆豫）

猿愿粘土的可塑性：可塑性是粘土的基本性能，主要取决于其固相和液相的性质，如固相的化学性质、分散度、微粒的含量和形状等，对同一种粘土，可塑性的高低尚取决于掺合液体的种类和数量。根据塑性指数大小，可将粘土分为：

粘土种类	塑性指数
高可塑性粘土	跃员缘
中等可塑性粘土	苑-员缘
低可塑性粘土	约苑

一般制砖用粘土和砂质粘土，塑性指数应大于 苑，　对瓦的坚固性、密实性、抗渗能力，因瓦体薄、外形较砖复杂，制瓦粘土比制砖粘土要求要高，不仅颗粒要细，杂质少，塑性指数相应要高些。

四、矿床实例

（一）我国几个城市砖瓦粘土化学成分　豫）

产　　地	灼减量	粤箝	云箝	悼豹	运韵垣量	烧失量	
北京土桥砖瓦石粘土	远圆圆猿	员猿圆愿员	缘圆圆缘	源圆圆苑	圆圆圆原	源圆圆员	愿圆圆圆
上海大中砖瓦厂粘土	远圆圆缘	员猿圆原员	远圆圆圆	圆圆圆愿	圆圆圆苑	其它 猿圆圆苑	缘圆圆圆
天津水上公园粘土	缘圆圆原	员猿圆苑	猿圆圆缘	缘圆圆远	圆圆圆员		员猿圆苑
湖北武流市山土	远圆圆猿	员猿圆圆	圆圆圆苑	猿圆圆愿	圆圆圆猿		远圆圆缘
陕西西安市黄土	缘圆圆圆	员猿圆原圆	猿圆圆圆	苑圆圆圆	圆圆圆圆		员猿圆圆
四川成都市三砖厂粘土	远圆圆远	员猿圆缘	愿圆圆缘	圆圆圆原	圆圆圆愿	圆圆圆员	远圆圆圆
辽宁丹东市砖瓦厂粒土	远圆圆圆	员猿圆圆	苑圆圆圆	员圆圆圆	圆圆圆圆		源圆圆圆

（二）我国几个城市砖瓦粘土颗粒分级含量及塑性指数

产　　地	颗粒分级含量　豫）			塑性指数
	砂土 跃员圆圆猿毫米	尘土 圆圆缘 原圆圆猿毫米	粘土 约员圆圆猿毫米	
上海市大中砖瓦石粘土	圆猿圆圆	缘圆圆圆	圆猿圆圆	员苑
北京市豆店砖瓦石粘土	圆猿圆圆	缘圆圆原	员猿圆远	—
湖北武汉市一砖厂粘土	员愿圆圆	缘圆圆圆	猿圆圆圆	员缘
陕西西安市黄土	缘圆圆圆	苑圆圆圆	圆圆圆圆	员愿圆原
四川成都市一砖厂粘土	员猿圆圆	缘圆圆圆	圆圆圆圆	员猿圆圆
辽宁丹东市砖瓦厂粘土	员猿圆猿	远圆圆猿	员圆圆原	员猿圆远

（三）我国利用页岩、煤矸石及粉煤灰制砖瓦的几个实例

类别	产　　地	化学成分　豫）							
		乏[illegible]	粤[illegible]	云[illegible]	恍[illegible]	酝[illegible]	远[illegible]	劳[illegible]	烧失量
页岩	四川重庆市二砖厂	远[illegible]	员[illegible]	远[illegible]	渊[illegible]	圆[illegible]	渊[illegible]	—	远[illegible]
	四川资阳页岩砖厂	缘[illegible]	员[illegible]	远[illegible]	苑[illegible]	圆[illegible]	—	—	员[illegible]
	辽宁抚顺市绿页岩	源[illegible]	员[illegible]	苑[illegible]	缘[illegible]	渊[illegible]	—	园[illegible]	员[illegible]
煤矸石	四川滴水岩煤矿	缘[illegible]	员[illegible]	缘[illegible]	圆[illegible]	圆[illegible]	—	微量	员[illegible]
	江西萍乡煤矿	缘[illegible]	员[illegible]	缘[illegible]	圆[illegible]	员[illegible]			员[illegible]
	山东新汶县煤矿	缘[illegible]	员[illegible]	苑[illegible]	渊[illegible]	圆[illegible]			员[illegible]
	河南焦作王封煤矿	缘[illegible]	圆[illegible]	渊[illegible]	圆[illegible]	圆[illegible]			员[illegible]
粉煤灰	北京电厂	源[illegible]	圆[illegible]	苑[illegible]	猿[illegible]	圆[illegible]	—	—	苑[illegible]
	上海吴泾电厂	缘[illegible]	圆[illegible]	愿[illegible]	圆[illegible]	员[illegible]	—	—	员[illegible]
	辽宁抚顺电厂	源[illegible]	员[illegible]	苑[illegible]	缘[illegible]	员[illegible]			员[illegible]
	湖南株州电厂	缘[illegible]	圆[illegible]	猿[illegible]	员[illegible]	员[illegible]	—	—	员[illegible]

四）页岩颗粒组成和塑性指数

产　地	颗粒组成　豫）			
	跃[illegible]毫米	圆[illegible]京[illegible]毫米	约[illegible]毫米	塑性指数
四川重庆市二砖厂页岩	远[illegible]	圆[illegible]	员[illegible]	员
四川资阳页岩砖厂	猿[illegible]	源[illegible]	圆[illegible]	员

五）磨细煤矸石颗粒组成、塑性指数

产　地	颗粒组成　豫）					
	跃[illegible]毫米	圆-员毫米	员-[illegible]毫米	约[illegible]毫米	塑性指数	
四川滴水岩煤矿煤矸石	员[illegible]	苑[illegible]	猿[illegible]	圆[illegible]	圆[illegible]	愿
江西萍乡煤矿煤矸石	愿[illegible]	猿[illegible]	圆[illegible]	圆[illegible]	猿[illegible]	远
山东新汶县煤矿煤矸石	员[illegible]	苑[illegible]	猿[illegible]	猿[illegible]	圆[illegible]	苑
河南焦作王封煤矿煤矸石	员[illegible]	苑[illegible]	圆[illegible]	圆[illegible]	圆[illegible]	怨

第十一章　大理岩

一、用途

大理石是由我国云南大理出产的著名石材而得名，它包括大理岩、白云质大理岩、蛇纹石化大理岩、结晶灰岩及白云岩等。大理石结构致密，颜色不一，往往含有某些杂质或具有特殊的构造形成花纹，且具有硬度不大、易于开采、加工等特点，广泛用作高级建筑物室内外的饰面材料，如用于墙面、地面、柱面、窗台、楼梯、栏杆等，少数高度致密均质者可加工成塑像或纪念碑。此外尚可用作电气绝缘、工艺美术品原材料；白色大理石加工细磨成粉可作造纸填充料等；开采加工中的废料还可作为水磨石、水刷石、汰石子、干粘石等优良骨料。

二、矿物成分

大理石的主要矿物成分是方解石和白云石。此外，常含有石英、玉髓、石墨、赤铁矿、黄铁矿、绿泥石等矿物，化学成分主要是碳酸钙（[illegible]）及不定量的氧化镁、氧化硅、氧化铝及氧化铁等。

三、一般工业要求

（一）建筑装饰材料

[illegible]质地细腻、致密、颜色和花纹美观、稳定。

[illegible]加工性能良好，开采、锯切时不易破碎，容易磨成光面，节理不发育。

[illegible]院料规格一般最小块度 [illegible]米[illegible]不允许有裂缝。

[illegible]用于室外装饰材料时还要求有良好的耐久性。

大理石中若含多量石英、玉髓，会使开采和技术加工发生困难；若绿泥石在大理石中呈薄夹层状分布，则会引起大理石板的分裂，并降低其机械性能；若黄铁矿含量多，会影响大理石绝缘性能，氧化后呈铁质斑点，严重影响大理石美观。

[illegible]其它物理性能：根据不同用途，要求测定并提供矿石光泽度、抗压强度、抗折强度、抗蚀强度、磨耗率　耐磨率）以及吸水准等。

（二）电工材料

一般不考虑其美观程度，主要视其机械性能和绝缘能力

一般要求如下：

干燥时大理石的体积电阻系数为 [illegible]欧姆·厘米（直流绝缘电阻仪时）。

吸湿后大理石的体积电阻系数为 [illegible]欧姆·厘米（直流绝缘电阻仪时），做电工材料的隔电板，则要求新鲜未经风化的，可钻性好，能钻眼、磨光，具有一定机械强度和绝缘能力，不允许有肉眼见到的导电杂质，如黄铁矿、磁铁矿等。

机械性能和导电性能的基本要求

项　　目	粤类大理岩			月类大理岩
	隋级	Ⅱ级	Ⅲ级	
瞬时抗挠曲强度（千克·厘米 圆）不小于	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
吸水率，（豫）不员大于	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
暴露于相对湿度为 [illegible]豫的空气中，经 [illegible]时后，在直流电压为 [illegible]伏时的体积电阻系数不小于（欧姆·厘米）	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
在 [illegible]（在空气中干燥 [illegible]小时）即干燥状态下度（千伏·厘米）	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

（三）美术工艺品

颜色、花纹鲜艳，无裂隙，块度 [illegible]立方米，雕刻性能良好。另外，单就块度本身来讲，也还存在因材适用的问题，即大块度成大材，小块度成小材，以充分利用资源。

四、矿床实例

（一）湖北黄石象鼻山大理石矿

[illegible]品种：晶白 [illegible] 白色大理岩，晶白 [illegible] 白色大理岩，雪浪 [illegible] 灰白色玉絮状大理岩，秋景 [illegible] 深棕色浅棕色含砾条带状大理岩，虎皮 [illegible] 灰黑色流纹状大理岩、黑白相间条带状大理岩。

[illegible]荒料规格：[illegible]。

[illegible]勘探深度：（最低开采标高）不低于矿区附近的地面标高 [illegible]米。

[illegible]阿采厚度和夹石剔除厚度均为 [illegible]米。

（二）湖南双峰县黄田铺大理石矿

质量要求：大理石颜色为黑色、深黑灰色，均匀、稳定，允许方解石白色条带存在。但其宽度不得超过 厘米。

加工性能：最小荒料规格：长 厘米×宽 厘米×高 厘米。

其它物理性质：测定并提供大理石光泽度、抗压强度、抗折强度、容重、吸水率和耐磨等物理数据。

测试：取少量样品作化学分析。

矿体最小可采厚度 米，夹石剔除厚度 米。

最低开采标高为海拔 米，储量计算边坡角 °。

（三）江苏宜兴白云洞、南天门大理石矿

质量要求：装璜大理石，磨光面要求花纹均匀、稳定，色泽调和，没有突然变化。

加工性能对大理石荒料要求

白云洞荒料最小规格，不能小于 厘米×厘米×厘米。

南天门荒料最小规格，不能小于 厘米×厘米×厘米。

最低可采厚度 米，夹石剔除厚度 米。

地表风化带扣除 米。

（四）浙江杭州石龙山石灰石矿（大理石板材）

质量要求：装璜大理石外貌为深灰和浅灰色，磨光面要求花纹均匀、稳定、色泽调和，没有突然变化。

加工性能对岩石物理性能和节理裂隙情况加以了解（物理性能包括抗压、抗折、抗剪、抗冻、吸水率、电击穿、导电性、电阻率等）。

开采技术条件：最低可采厚度 米，夹石剔除厚度 米，边坡角 °。

（五）北京房山高庄汉白玉

质量要求：质地细腻、致密，颜色为纯白，色调均一。

加工性能：加工性能好，能切成一定规格的板材，能磨成光面，节理不发育，无裂痕，硬度中等，开采出的荒料块度不小于 厘米×厘米×厘米。

其它物理性质：要求测定抗蚀强度、抗压强度、韧性、磨光率、吸水率、抗折强度等。

五、附录

（一）天然大理石荒料部标准（[illegible]）

国家建筑材料工业总局，[illegible]年部标准中有关品种、规格及技术要求的规定

员愿　天然大理石必须是能够磨得光亮的、富有装饰性的岩石。天然大理石荒料　简称荒料）是从矿床开采出来的具有规则形状的石材，主要用于加工制作建筑装饰材料和其它制品。

圆愿　荒料品种按其矿藏所具有的相对稳定的颜色和花纹特点而定。开采中如果颜色和花纹特点与原定品种相比有明显变异时，不能作为同一个品种。

猿愿　荒料分为规格料、协议料两种。

　员　规格料定为以下九种：

长度　厘米）	怨园	远愿	怨愿	员缘	员苑园	员缘	员园	员缘	员园
高度　厘米）	源愿	远愿	远愿	愿缘	怨愿	怨愿	员苑园	员缘	员苑园
宽度　厘米）　厚）	圆缘	圆缘	圆缘	源园	源园	源园	源园	源园	源园

注：规格料的厚度不得小于表中规定，也不得超过需货单位提出的最大厚度要求。

　圆　协议料的规格，由供需双方协商规定。

源愿　单块荒料的重量应适应当地开采和装卸运输条件。

缘愿　每块荒料的颜色深浅，花纹特征，应符合该品种的要求，不得有风化现象和带有该品种不应有的明显色斑，色线及其它坚硬杂质。

远愿　凡有花纹走向要求的品种，荒料大面应符合花纹走向的规定。　荒料大面即指加工板材平行于大锯锯条的二个面。）

苑愿　荒料的两个大面　成材面）不得有裂纹；宽度超过 源园厘米的荒料，每宽 源园厘米，在四个侧面上允许有大致平行于大面的裂纹一条，但裂纹两端所影响的宽度不得超过 缘厘米。

愿愿　规格料应为方形或矩形六面体，其外形规格应符合下列要求：

　员　规格　长、高尺寸）不允许有负公差，正公差不超过 远厘米。

　圆　角度偏差不超过 缘厘米。

　猿　平度偏差不超过 猿厘米。

怨愿　荒料的外观缺陷：

　员　破损深度不超过 猿厘米不作缺陷论。

　圆　每块荒料允许有棱角缺陷一处，大小不得超过长 猿园厘米、宽 愿厘米、深 缘厘米。

员园愿　对有特殊需要的荒料，可由供需双方另行议定其技术要求。

（二）国家建筑材料工业总局 员怨怨愿年部标准

优等品、一等品、合格品　关于天然大理石建筑板材的规格要求

天然，大理石建筑板材是用大理石荒料经过锯、切等工序加工而成的产品，主要供建筑工程室内外装饰用。镜面产品适宜于室内使用。板材规格分为定型与非定型两类。

常用定型产品规格　单位：毫米）

长	宽	厚	长	宽	厚
獵	灵	圆	灵	怨	圆
獵	獵	圆	獵	灵	圆
源	圆	圆	獵	獵	圆
源	源	圆	远	獵	圆
远	獵	圆	远	远	圆
远	远	圆	怨	远	圆
怨	远	圆	灵	苑	圆
灵	远	圆			

非定型产品的规格由设计、使用与生产厂商定。

第十二章　饰面石材

一、用途

饰面石材主要用于建筑物的内外贴面，只要具有必要的装饰性和耐用性，并具有一定块度，适于加工的岩石均可作为饰面石材。天然饰面石材按商品分类可分为三大类：即大理石类、花岗石类和板石类。其中大理石类包括各种大理岩、蛇纹石化大理岩、蛇纹岩、石灰岩、生物灰岩等；花岗石类包括花岗岩、闪长岩、正长岩、辉长岩、混合岩、结晶变质岩等；板石类包括板岩等。后者多属直接制板贴用，一般不需抛光。

二、一般工业要求

[illegible]颜色、花纹美观稳定。目前一般以黑色的、红色的及白色的较为适销。

[illegible]有碍装饰性能的色斑、色线或金属硫化物、氧化物以及空洞等要小和少。

[illegible]荒料块度一般要求 [illegible]，对于名贵品种及地方小规模开采，块度也可以小一些。板材面积 [illegible]以上。荒料率一般要求大于 [illegible]。

[illegible]具有较好的锯、磨、抛光、切等加工技术性能。

三、附录

国家建筑材料工业局花岗石加工饰面板材的荒料规格料部标准　[illegible]

规格范围	规格尺寸 [illegible]						
长度	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
高度	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
宽度	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

第十三章　耐酸石材、耐碱石材

一、性质和用途

在化学工业中对天然石材根据其化学成分、结构、构造等，分为耐酸和耐碱两大类。天然耐酸石材对各种强的无机酸和有机酸有很高的耐腐蚀能力，其结构致密者对苛性碱、碳酸碱及氢氧化物溶液也有一定的耐腐蚀能力；天然耐碱石材对苛性碱、碳酸碱、碳酸盐等有优良的耐腐蚀性能。它们主要用于建筑物或设备（容器）的防腐材料；铺砌耐酸碱池、地平面层及耐酸碱池槽；加工成各种精度的粗细管材及粉料，作为耐腐蚀性的填充料。

二、种类

（一）耐酸石材

包括花岗岩、石英岩、辉绿岩、辉长岩、玄武岩、安山岩等。

（二）耐碱石材

包括石灰岩、白云岩、大理岩等。

三、一般工业要求

（一）耐酸石材

[illegible]化学成分：[illegible]不少[illegible]且含量越高越耐酸，[illegible]
[illegible]物理性能

[illegible] 要求矿物分布均匀、组织结构致密、坚硬的新鲜岩石。

[illegible] 不得有明显气孔，吸水率[illegible]。

[illegible] 耐酸率[illegible]，浸酸后的抗压强度不低于原有强度[illegible]。

[illegible] 膨胀系数小于[illegible]即[illegible]。

（二）耐碱石材

对于耐碱石材要求[illegible]含量越高越耐碱，有些耐酸石材[illegible]含量很高、结构

容量大、孔隙率小，亦可作为耐碱材料使用。

四、矿床实例

青岛料石总厂生产的花岗岩　用作耐酸碱石槽及地面石）
化学成分及耐酸率

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	耐酸率
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

五、矿床综合评价

某些花岗岩类岩石还用作建筑装饰石材，应注意综合评价。

第十四章　铸石原料

辉绿岩、玄武岩等）

一、性质和用途

铸石原料主要为辉绿岩、玄武岩，附加料有角闪岩、白云石、萤石。它们的作用是调整铸石的化学成分，降低原料的熔化温度，并增加其流动性。铬铁矿或钦铁矿是结晶剂，它是铸石的结晶核心，并可加速结晶作用。

原料经破碎、配料、熔化、浇铸、结晶、退火后即成铸石制品，包括板材、管材和铸石粉三类。它具有较高的耐化学腐蚀和耐磨性能，并具有较大的硬度和机械强度，其耐酸碱度可达 [illegible]以上，耐磨度在一定条件下，比碳素钢高五倍以上。已广泛用于矿山、冶金、电力、煤炭、建材、轻纺等工业部门，承受各种剧烈酸碱（除氢氟酸和过热磷酸）的腐蚀。

二、一般工业要求

据大连辉绿岩厂的生产经验，对原料的要求大致为：

辉绿岩：[illegible]（左右），[illegible]。

角闪岩：[illegible]。

白云石：[illegible]。

萤石：[illegible]。

铬铁矿：[illegible]。

以上原料经配料，配成理想的辉绿岩铸石化学成分为：

组　份	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
含量（%）	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

三、矿床实例

（一）陕西略阳田坝辉绿岩

[illegible]化学成分：田坝α号辉绿岩脉平均含量（%）：[illegible]

[illegible]配料比：辉绿岩 [illegible]%，铬铁矿 [illegible]%，角闪岩 [illegible]%，白云石 [illegible]%，萤石 [illegible]%。

[illegible]物理性能：比重 [illegible]-[illegible]克/厘米³，抗压强度 [illegible]千克/厘米²，抗弯强度 [illegible]千克/厘米²冲击韧性 [illegible]千克·厘米/厘米²，耐磨系数：[illegible]-[illegible]克/厘米²，磨损度 [illegible]克/厘米²，硬度 [illegible]级。

[illegible]化学性能：耐浓硫酸（[illegible]-[illegible]%）[illegible]%耐硫酸（[illegible]%）[illegible]%，耐氢氧化钠（[illegible]%）[illegible]%。

（二）江苏六合塔山玄武岩

[illegible]-[illegible]%，[illegible]-[illegible]%，其铸石产品完全达到了部颁标准。

（三）黑龙江牡丹江市黄花铸石玄武岩（[illegible]正式工业指标）

化学成分：[illegible]-[illegible]%，[illegible]-[illegible]%，[illegible]-[illegible]%，[illegible]-[illegible]%，[illegible]-[illegible]%，运[illegible]-[illegible]%。经生产实践证明，该玄武岩用于铸石其质量甚佳。

（四）湖南耒阳春江铺玄武岩

化学成分：

[illegible]-[illegible]%，

[illegible]-[illegible]%，

[illegible]%。

夹石剔除厚度　≥[illegible]米

剥采比：　[illegible]%

开采边坡角：

岩石矿床为 [illegible]°-[illegible]°

松散状矿床为 [illegible]°

（五）北京门头沟大峪铸石玄武岩

玄武岩矿床矿石质量较佳，经半工业试验证明用作铸石时具有配方简单、熔化温度低、结晶时间短、制品韧性强等特点。

矿石具斑状结构，斑晶以斜长石及辉石为主。斜长石含量 [illegible]%-[illegible]%，粒径 [illegible]-[illegible]毫米，磁铁矿含量 [illegible]%，粒径 [illegible]-[illegible]毫米，蚀变矿物少。

化学成分标准值为：

杂[illegible]源[illegible]豫，粤[illegible]粤[illegible]员豫，

云[illegible]粤[illegible]员豫，悦[illegible]粤[illegible]豫，

酝[illegible]粤[illegible]豫，晕[illegible]粤[illegible]垣[illegible]源豫

工业波动值为：

杂[illegible]源[illegible]源豫，粤[illegible]员[illegible]豫，

云[illegible]猿[illegible]员[illegible]豫，悦[illegible]粤[illegible]豫，

酝[illegible]粤[illegible]豫，晕[illegible]垣[illegible]粤[illegible]豫

稳定系数：

杂[illegible]约[illegible]猿

浅色矿物 辕暗色矿物：≤员

单矿体石英：约员

稳定金属矿物　钛铁矿）：跃猿

可采厚度：跃缘米

夹石剔除厚度：圆米

四、附录

建材部部标准 允[illegible]圆[illegible]愿通用普型铸石制品中关于制品的理化性能指标要求如下表：

	项　　目		指　　标
耐酸、碱度豫）	浓硫酸　化学纯 则[illegible]豫[illegible]苑	不低于	怨愿
	[illegible]豫硫酸　化学线 则[illegible]豫[illegible]苑	不低于	怨远
	[illegible]豫氢氯化钠　化学纯 则[illegible][illegible]苑	不低于	怨愿
磨损度，克 辕厘米[illegible]		大于	[illegible]
耐急冷急热性能	水浴法：[illegible]次反复一次 气浴法：[illegible]次反复一次		[illegible]
冲击韧性，千克厘米 辕厘米[illegible]		不低于	[illegible]
抗压强度，千克 辕厘米[illegible]		不低于	[illegible]
弯曲强度，千克 辕厘米[illegible]		不低于	[illegible]

* [illegible]系表示抽取 缘[illegible]块样品经检验后若不合格品超过 员[illegible]块则指标合格。

第十五章　膨胀珍珠岩 原料

珍珠岩、松脂岩、黑曜岩）

一、性质和用途

珍珠岩、松脂岩、黑曜岩在高温［illegible］左右）条件下，体积迅速膨胀数倍至三十倍不等，是制作优质超轻绝热材料——膨胀珍珠岩的主要矿石资源。膨胀珍珠岩是一种新型轻质、白色、多孔的粒状无机材料，具有容重轻［illegible］千克/米[illegible]）导热系数小［illegible］千焦耳/米·时·益—［illegible］千焦耳/米·时·益），使用温度范围广（［illegible］），吸音性能好，化学稳定性强，能防火、隔热、保温、吸湿性小等特性，广泛用于冶金、石石油、化工、电力、建筑和国防等工业的热工设备及厂房、窑炉、冷热管道、仓库、气体液化和贮运的保温保冷工程设备上。膨胀珍珠岩还可制无机过滤材料，作助滤剂用，制疏水珍珠岩用于处理海水污染，在建筑上用膨胀珍珠岩制作的构件，具有体轻价廉，并可节约钢材等优点，在运输、农业、食品以及制药等方面也有广泛应用。

二、矿石成分和物理性质

（一）矿石成分

膨胀珍珠岩是酸性火山玻璃质熔岩一珍珠岩、松脂岩、黑曜岩高温焙烧膨胀物的总称，它们的基质都是酸性玻璃质，含一定量的结合水，少量透长石、石英等斑晶和星点状磁铁矿。其一般化学成分为：[illegible]

（二）物理性质

颜色：灰、绿、褐、棕黄，墨绿及黑色等。

光泽：玻璃光泽、松脂光泽、珍珠光泽和油脂光泽。

结构及构造：全玻璃质结构、玻基斑状结构，玻璃质雏晶结构，珍珠构造，斑状构造和角砾状构造等。

断口：贝壳状，硬度［illegible］比重：［illegible］折光率［illegible］耐火度；［illegible］膨胀倍数：［illegible］倍。

三、一般工业要求

膨胀珍珠岩原料——珍珠岩、松脂岩、黑曜岩工业价值大小的确定，主要是依据它们在高温下焙烧后的膨胀倍数和产品容重。

（一）物理性能

员圆膨胀倍数 运园跃苑－员园　黑曜岩 跃猿可用）

注：由于实验室测定膨胀倍数所用的高温马弗炉，与工业上焙烧用的立式炉或卧式炉的加热方式、焙烧条件不同，所以膨胀倍数相差较大，应将实验室简易焙烧膨胀倍数运换算成工业生产的膨胀倍数 运　运越缘圆　运原园猿〔

圆容重≤愿园－圆猿园公斤 辕米猿

猿质量要求

员 矿石呈无色透明或略带浅色的全玻璃质体，珍珠结构发育。

圆 没有或有轻微去玻璃化作用。

猿 无斑晶或偶见微晶。

源 化学成分：杂园：死园缘 依；勾韵：源－远缘。

云韵勾垣云韵约员缘为优质，云韵勾垣云韵≥员缘为劣质。

注：当酸性熔岩喷发出地表，由于岩浆骤冷而有很大粘度，使大量水蒸汽未能从岩浆逸散而存于玻璃质中。当焙烧时，因突然受热达到软化温度，玻璃质中结合水汽化产生很大压力，体积迅速膨胀。在玻璃质冷却至软化温度以下，便凝成空腔结构，形成多孔的膨胀珍珠岩。因此玻璃质是引起矿石膨胀的基础条件，水是引起矿石膨胀的内在原因。

铁质是影响矿石膨胀的不利因素之一。

类	容重　千克/米猿	运倍）	运倍）	云韵勾垣云韵　缘）	用　途
Ⅰ	≤愿园	≥猿缘	≥员缘	约员圆园	保温材料
Ⅱ	≤员猿园	≥圆缘	≥愿	约圆圆园	轻质填料
Ⅲ	≤圆圆园	≥圆园园	≥猿		混凝土细骨料

（二）开采技术条件

可采厚度：　≥员－圆米

夹石剔除厚度：　≥员－圆米

四、矿床实例

（一）吉林省九台县珍珠岩矿床

圆膨胀倍数：凡膨胀倍数≥苑　倍）者，均按有用矿物计算，它是圈定矿体的主要依据。

圆化学分析：以 灼烧失量为主，运　晕的　勾的分析及折光率测定仅作部分了解。

猿开采技术条件

最低可采厚度：　圆米

开采边坡角：　≤远°

夹层剔除厚度：　员米

剥采比：　≤圆∶缘

（二）河南信阳上天梯珍珠岩矿

员质量要求

Ⅰ级品：膨胀倍数≥员缘

Ⅱ级品：膨胀倍数≥员圆

Ⅲ级品：膨胀倍数≥苑

圆开采技术条件

最小可采厚度：　圆米

最小夹石剔除厚度：　圆米

边坡角：　源°

剥采比：　员∶缘～员

五、附录

国家建筑材料工业局 员怨怨猿年部颁标准　对膨胀珍珠岩的技术要求

膨胀珍珠岩是一种由酸性火山玻璃质熔岩　即珍珠岩矿石等），经过破碎、预热、焙烧而制成的具有多孔结构的粒状松散材料，适用于 原围～原围℃范围内作为保温、隔热等材料。按其容重分为三类产品，其技术指标应符合下表规定：

指标名称	单　位	产品分类		
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
容重	千克/米猿	小于 原圆	原圆～员缘圆	员缘圆～圆园园
粒度	重量百分比缘）	粒径大于 圆园园毫米的不超不 缘 粒径小于 园园缘毫米的不大于 愿	粒径小于 园园缘毫为的不大于 愿	粒径小于 园园缘毫米的不大于 愿

续表

指标名称	单　位	产品分类		
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
常压导热系数	千卡 辖米时益（触迎圆益）	小于 园圆圆豫	园圆圆豫-园圆圆豫	园圆圆豫-园圆圆豫
含水率	重量百分比（豫）	约圆	约圆	约圆

注：卡已改用焦耳 员卡 越圆圆圆焦尔

第十六章　陶粒原料

一、性质和用途

陶粒原料或称陶粒页岩，系指用于制造陶粒的岩石，包括沉积形成的粉砂岩至泥质岩石，火山岩至火山沉积岩类岩石（如珍珠岩、凝灰岩、凝灰质砂页岩等）以及它们经变质而成的千枚岩、板岩等。

陶粒是用回转窑生产的一种人造轻质骨料，分普通型陶粒及圆球型陶粒。圆球型陶粒系陶粒原料经破碎、筛分、成形、焙烧而成。其外部具有坚硬的外壳，内部具有封闭式的微孔结构，具有体轻、高强、隔热、耐火、耐水、耐化学及细菌腐蚀以及抗冻、抗震等优良性能，广泛用于建筑业作轻质骨料，此外在化学、冶金、农业、园艺等方面也有应用。

二、化学成分及作用

陶粒原料的化学成分按其作用可分为三部分：

[illegible]和[illegible]在原料中约占[illegible]是成陶主要成分，含量过高，膨胀性能变低；含量过低，影响陶粒强度。

[illegible]运[illegible]等，是熔剂氧化物，起助熔作用。含量过多料球易发生粘结，甚至熔融；含量过低，膨胀性能变低。

[illegible]黄铁矿）、[illegible]赤铁矿）、[illegible]褐铁矿）、[illegible]白云石）、[illegible]方解石）、[illegible]石膏）、[illegible]碳）等，是发气物质，能使主体物质发泡。

三、一般工业要求

（一）质量要求

[illegible]化学成分：[illegible]，[illegible]，[illegible]，[illegible]，运[illegible]，有机质[illegible]，烧失量[illegible]。

[illegible]矿物组成：粘土矿物总量[illegible]，以伊利石、水云母、蒙脱石为主，次为高岭石。

[illegible]颗粒度：小于[illegible]毫米[illegible]，大于[illegible]毫米[illegible]。

源膨胀性能，由对口厂或设计院提出具体要求）

（二）开采技术条件

可采厚度：

陡倾斜矿层　　≥圆米

缓倾斜矿层　　≥远米

夹石剔除厚度：≥圆米

剥采比：　　约员

四、矿床实例

（一）北京木城涧陶粒页岩矿

北京市陶粒厂对木城涧矿区指标要求：

膨胀温度范围：员源园～员愿园℃

平均颗粒容重≤员愿园克/厘米猿

最佳膨胀温度间隔：一般要求跃员缘℃（膨胀温度在员源园～员愿缘℃），对不符合此项指标的样品应以综合评定结果为准。

通过对样品烧胀结果的综合评定，按优、良、差、劣四个等级划分烧胀样品。以组合样或单个样品，按优、良两类样品圈定矿体。

夹石剔除最大厚度：圆米

边坡角：缘°～远园°

剥采比：不大于员

员园木城涧矿区陶粒矿石烧胀结果分类

样品分类	最佳烧胀温度时颗粒容重　克/厘米猿	最佳膨胀温度间隔　℃	最佳膨胀温度　℃	外观评定
胀优	圆愿左右	远园以上	员缘园左右	膨胀均匀，断面孔分布均匀
胀良	员园左右	远园左右	员源园～员缘园左右	
胀差	约员愿圆	源园以下	员源园～员缘园左右	
胀劣	跃员愿圆	猿园以下	辕	

员圆木城涧矿区陶粒矿石化学成分　（豫）

化学成分（%）＼岩石	粉砂岩	泥岩
SiO_2	[illegible]	[illegible]
Al_2O_3	[illegible]	[illegible]
Fe_2O_3	[illegible]	[illegible]
FeO	[illegible]	[illegible]
MgO	[illegible]	[illegible]
CaO	[illegible]	[illegible]
CO_2	[illegible]	[illegible]
K_2O	[illegible]	[illegible]
Na_2O	[illegible]	[illegible]
P_2O_5	[illegible]	[illegible]
TiO_2	[illegible]	[illegible]
H_2O^+	[illegible]	[illegible]
H_2O^-	[illegible]	[illegible]
烧失量	—	[illegible]

（二）新疆大洪沟陶粒泥岩矿

1. 化学成分（%）：SiO_2 [illegible]，Al_2O_3 [illegible]，Fe_2O_3 [illegible]，MgO [illegible]，CaO [illegible]，K_2O [illegible]，Na_2O [illegible]，有机质 [illegible]。

2. 颗粒度

颗粒度（毫米）	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
含量（%）	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

3. 矿石工艺特性：烧胀温度 [illegible]。当加入外加剂时在 [illegible] 焙烧可获取 [illegible] 克/厘米³的陶粒。

（三）克拉玛依陶粒粘土矿

1. 化学成分：SiO_2 [illegible]%，Al_2O_3 [illegible]%，Fe_2O_3 [illegible]%，MgO [illegible]%，CaO [illegible]%，K_2O [illegible]%，Na_2O [illegible]%，有机质 [illegible]%，烧失量 [illegible]%。

圆形矿石工艺特性：烧胀温度 [illegible]，最佳膨胀温度范围在 [illegible] 左右。掺入外加剂后，焙烧颗粒容重可大幅度下降，并降低焙烧温度。且陶粒表面光滑、无开裂。

第十七章　叶腊石

一、性质和用途

叶腊石的分子式为 粤[孕源$_{4}$韵$_{10}$]　[约]，熔点平均为 员[]，当加热到 员[]时，叶腊石便失去其化合水，加热到 员[]时，它过渡为富铝红柱石和方英石。如有 []的存在，这种变化能在更低的温度下—约 员[]发生，而在 怨[]时，常能形成镁尖晶石作为初期产物。这一性质和变化使叶腊石用作耐火材料。

叶腊石除用作耐火材料外尚可用作陶瓷原料、建筑材料、杀虫剂的掺合料；在橡胶、造纸、糖果、油漆等工业部门用作填充料；此外在人造金刚石、石油、玻璃纤维、电气等工业以及医药方面也有应用。光泽好、颜色美观的叶腊石可作为美术工艺品的原料，如寿山石、青田石、鸡血石、冻石等。这类叶腊石又常以产地或光泽、颜色及伴生矿物定名，如鸡血石为叶腊石中伴生辰砂颜色得名。

注：据研究在我国闽浙一带部分原称为叶腊石的，实际是迪开石组成的岩石。

二、矿石成分

叶腊石为含水的铝硅酸盐矿物。叶腊石矿石除叶腊石矿物外，常含有少量的石英，长石、含铁矿物，水云母，迪开石、高岭石及水铝石等。

主要化学组成：粤[]：[]，[]：[]，[]：[]

此外，还含微量的 云[]　[]　杂　孕　运　[]等杂质。

三、一般工业要求

（一）工业利用对矿石的质量要求

耐火材料用：（见实例）

作陶瓷原料用：（见实例）

作填充料用：白度 跃[]，

水分 约[]，

化学性能稳定的叶腊石含量：跃[]。

糖果填料用：砷　[]　约[]。

橡胶工业用：云[]约[]，

烧失量：约愿豫，
水分：约园圆豫，
叶腊石含量 跃愿园-愿豫。

仁）一般工业指标

化学成分	粤灶	孕藻	云灶
含量　豫）	≥员远	≤苑豫	≤员圆园

可采厚度：　　员原圆米
夹石剔除厚度：　　员原圆米

四、矿床实例

㈠）福建福州峨眉叶腊石矿　作耐火材料用）

矿石品级	化学万分　豫）					耐火度	
	粤灶	云灶	悼灶	酝灶	灼减	边界	工业
Ⅰ	≥圆原	≤圆	约员	约员	约员	约愿	≥员苑园益
Ⅱ	≥圆园-圆原	≤圆	约员	约员			员苑园益
Ⅲ	≥员远-圆园	≤员	约员	约员		≥员苑园益	≥员苑园益

最低可采厚度：圆米
夹石剔除厚度：圆米

仁）浙江上虞叶腊石矿　作陶瓷原料用）

品级	粤灶　豫）	孕藻　豫）	云灶　豫）	运灶+Ⅱ族　豫）
高铝	≥圆豫	≤苑园	约园豫	约园远
中铝	≥圆员	≤苑豫	≤园豫	约员圆园
低铝	≥员园		≤园豫	约员圆园

㈢）浙江叶腊石矿　作陶瓷原料用）

品级	粤[illegible]	湘[illegible]	云[illegible]	运[illegible]
Ⅰ级 跃[illegible]	约[illegible]	约[illegible]	约[illegible]	
Ⅱ级	[illegible]-[illegible]	约[illegible]	约[illegible]	约[illegible]
表外矿	[illegible]-[illegible]			

最低可采厚度：[illegible]米
夹石剔除厚度：[illegible]米

（四）福建龙溪、晋江叶腊石矿　(作陶瓷原料用)

化学成分：湘[illegible]约[illegible]，粤[illegible]跃[illegible]，
云[illegible]约[illegible]，[illegible]约[illegible]
物理性能：经 [illegible]锻烧后颜色是白色
开采技术条件：　适于露采
可采厚度：　　[illegible]米
夹石剔除厚度：　[illegible]米

五、综合评价

叶腊石矿常伴生有明矾石、高岭石、红柱石、硅线石等，应注意综合评价。

第十八章　蛭　石

一、性质和用途

蛭石外观形状近似云母，与黑云母、金云母密切相关，其差别在于蛭石的单位晶胞含水的层，而黑云母的晶胞包含钾的层。蛭石的分子式为 [illegible] 蛭石生成，有由黑云母经表生风化作用形成的，亦有热液蚀变加风化作用形成的。一般认为具有工业意义的矿床往往与伟晶岩、碱性辉石岩或碳酸岩杂岩的接触交代蚀变或风化作用有关。

蛭石在 [illegible] 焙烧 [illegible] 分钟，体积迅速膨胀，增大 [illegible] 倍，高者可达 [illegible] 倍。膨胀后的蛭石平均容重为 [illegible] 千克/米³。因经焙烧膨胀作用的蛭石具有细小的空气间隔层，故具有优良的保温性能，其热传导系数与温度关系：

温度（℃）	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
热传导系数（[illegible]千焦耳/米·时·℃）	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

因焙烧后的蛭石具有容重轻、耐冻、保温、隔热、吸音等性能，而用于建筑、化工、电力、石油及交通运输等部门。

隔热：用蛭石粉或制成品（蛭石水泥、砖、板、壳）可砌制冶炼炉的炉盖，做水暖器、孵化器、冷藏器、过滤器的周围嵌镶物；

隔音：与木质纤维混合制做录音室、公共电话室、剧场、影院等的嵌镶物；

消音：内燃机消音器；

填充料：在橡胶、塑料、油布等生产方面用；

涂饰材料：印刷、家具制品方面用。

此外，还可以作润滑剂。

二、一般工业要求

（一）质量要求

技术质量指标主要是根据蛭石的片度大小和焙烧后的膨胀倍数及传热性能等评定。

员愿物理性能要求

比重：水化作用完全者平均为 圆酝酝吨 辕米 猿 焙烧后为 园酝酝员-园酝酝圆吨 辕米 猿 导热系数：园酝酝源员源酝酝源愿愿千焦耳 辕米·时·益；—园酝酝员伊酝酝源愿愿千焦耳 辕米·时·益；膨胀倍数：圆-圆缘倍；耐热温度：员酝酝园-员酝酝缘益；熔点：员猿园-员源酝酝益；在声音的频率为 员酝酝园-源酝酝园赫兹时，吸声系数为 园酝酝员-园酝酝圆；烧失量：干燥过的蛭石烧失量小于 员园豫。

圆愿技术条件

员 蛭石原料按外形和热处理反应分为三级：

Ⅰ级：体积膨胀增大 员园-圆缘倍。大叶片状蛭石，颜色为黄铜色或淡绿色，不易剥成片状，有珍珠光泽或油脂光泽。经焙烧后变为金色。

Ⅱ级：体积膨胀增大 缘-员园倍。暗绿铜黄色，薄片有点弹性，并有玻璃光泽。凹凸不平，也有时变为银色和暗绿棕色。

Ⅲ级：体积膨胀增大 圆-缘倍。微经蛭石化的黑云母，颜色为暗色或近似黑色，易剥开成片状，焙烧后颜色变为银白色。

圆 蛭石按晶体鳞片大小分级为：Ⅰ级 跃员缘毫米；Ⅱ级 源-员缘毫米；Ⅲ级 圆-源毫米；Ⅳ级 约圆毫米。

猿 蛭石粉末的体重：焙烧过的蛭石粉末的体重允许达到 园酝酝圆吨 辕米猿。

（二）野外定性评价技术指标

除肉眼观察其颜色、光泽、鳞片大小外，介绍两种简易评价方法。

员愿火焰焙烧法：用刀片从蛭石块上劈下一小块 员-圆毫米厚的薄片，置于酒精灯火焰上焙烧，质量好的会很快开始膨胀，颜色由暗色变为银色或金色，薄片厚度膨胀到员园-员缘倍；质量差的蛭石片则膨胀很小。未经水化的云母片几乎不膨胀。

圆愿刻划法：用大姆指甲在纯净的晶体表面上刻划一痕迹，水化程度高的蛭石便能遗留下一条向里凹陷的线条。云母片或轻微水化的蛭石则只有轻微的擦痕出现。

一般可采有代表性的块状样 圆千克送实验室进行物性测试，即做单片厚度膨胀倍数、多片堆积体膨胀倍数、容重和导热系数测定。

三、矿床实例

（一）四川南江县盘家坡蛭石矿

品　　级	鳞片大小（毫米）	膨胀倍数
Ⅰ	跃员缘	圆园-圆缘
Ⅱ	源-员缘	缘-愿
Ⅲ	圆-源	圆-猿
Ⅳ	约圆	

（二）河南灵宝等蛭石矿

表1　化学成分（%）

产　地	二氧化硅	氧化镁	三氧化二铝	氧化铁	氧化钙	烧失量
河南灵宝	38.00～40.00	20.00～22.00	10.00～12.00	6.00～8.00	1.00～2.00	8.00～10.00
内蒙包头	38.00～40.00	20.00～22.00	9.00～11.00	6.00～8.00	1.00～2.00	8.00～10.00
山东莱阳	38.00～40.00	20.00～22.00	10.00～12.00	6.00～8.00	1.00～2.00	8.00～10.00
湖北枣阳	38.00～40.00	20.00～22.00	10.00～12.00	6.00～8.00	1.00～2.00	8.00～10.00

表2　焙烧后膨胀倍数

产地	灵宝	包头	莱阳	枣阳	河北曲阳	湖北英山
膨胀倍数	6～8	5～7	6～8	5～6	6～8	5～7

注：焙烧温度为 900～1000℃，时间 30～60秒。

表3　蛭石脱水情况

温度（℃）	灵宝	包头	枣阳	莱阳
100～200	5～10	0～5	0～5	30～40
200～300	10～15	5～10	5～10	0～5
300～400	15～20	10～15	10～15	5～10
400～500	20～30	15～20	15～20	10～15
500～600	30～40	20～30	20～30	15～20
600～700	40～50	30～40	30～40	20～30
700～800	50～60	40～50	40～50	30～40
800～900	60～70	50～60	50～60	40～50
900～1000	70～80	60～70	60～70	50～60

表4　蛭石生料和熟料的容重（千克/米³）

粒径（厘米）	生或熟料	灵宝	包头	莱阳	枣阳	江苏海州
0.5～1.0	生料	100～120	80～100	60～80	100～120	80～100
	熟料	120～140	100～120	80～100	120～140	100～120
1.0～2.0	生料	80～100	60～80	50～70	80～100	60～80
	熟料	100～120	80～100	70～90	100～120	80～100
2.0～3.0	生料	60～80	50～70	40～60	60～80	50～70
	熟料	80～100	70～90	60～80	80～100	70～90
3.0～4.0	生料	50～70	40～60	30～50	50～70	40～60
	熟料	70～90	60～80	50～70	70～90	60～80

续表

粒径　厘米）	生或熟料	灵宝	包头	莱阳	枣阳	江苏海州
园圈圈–园圈豫	生料 熟料	缓圈 员圈	缓圈 员豫	苑圈 员豫	苑豫 员园	远园 员圈
约园圈豫	生料 熟料	愿豫 员豫	缓圈 员圈	远豫 员豫	怨园 员园	愿豫 员豫
原矿	生料	愿园	缓圈	苑豫	员园圈	员圈圈

第十九章　白　垩

一、用途

纯净的白垩具有颜色洁白、易粘附、吸水性小、吸油性强和粉碎后颗粒很均匀等特点。可用于橡胶、油布、造纸的填充材料，可作白色涂料和各种有色颜料的冲淡剂。此外，还可作陶瓷原料及铸型用的辅助材料等。

二、矿石成分

白垩是由很细小的方解石颗粒和显微粒状钙质藻所组成。化学成分是 [illegible]。

三、一般工业要求

（一）陶瓷配料用

[illegible]；[illegible]；[illegible]；[illegible]。

（二）颜料用

在涂料中白垩的白色程度、吸油力及颗粒形状都很重要，它在油涂料中作补充料和填料：

粒度：通过 [illegible] 筛孔的筛余物不超过 [illegible]。

比重：[illegible]

化学成分：[illegible]；[illegible]；[illegible]；[illegible]；[illegible]；[illegible]。

（三）橡胶工业用

颗粒：通过 [illegible] 筛孔最少为 [illegible]，并全部通过 [illegible] 筛孔。

灼失量：[illegible]

化学成分：[illegible]；[illegible]；[illegible]；[illegible]；

碱度 [illegible]。

（四）制亚麻仁油油灰用（油布、雨衣涂料）：

[illegible]：在盐酸中不溶物 [illegible]；[illegible]。

第二十章　膨润土、漂白土

一、性质和用途

膨润土又名膨土岩、斑脱岩。

膨润土是以蒙脱石为主要矿物的粘土岩，由于蒙脱石具有特殊的结晶结构，使其具有吸水性、膨胀性、胶结性、阳离子交换性和分散性及润滑性等性能，因此广泛的用于冶金球团、铸造型砂粘合剂、钻井泥浆、润滑脂稠化剂以及造纸、橡胶等工业的填料。

漂白土有较好的吸附能力，能吸收大量色素、粘液、胶状物及其它杂质，工业上利用的漂白土有两种：一种是活性白土，即用酸处理（活化作用）后才具有强的漂白性能；另一种是天然漂白土（又叫酸性白土），本身就具漂白性，过去在精炼石油产品和精制各种矿物油和动植物油时，作为脱色或漂白剂，当出现了膨润土酸化工艺后，它又是作为制备活性白土的较佳原料。

二、矿物成分和晶体化学特征

膨润土矿物成分除蒙脱石外还常含有其它粘土矿物，非粘土矿物及可溶性盐类。其它粘土矿物有伊利石、高岭石、埃洛石、绿泥石、水铝英石，其中伊利石、绿泥石和高岭石可与蒙脱石机械混合，也可以构成规则的或不规则的间层矿物；非粘土矿物有沸石、方英石、石英、蛋白石、长石、方解石、黄铁矿以及火山岩屑、晶屑和铁的氧化物。可溶性盐类有钾、钠、钙、镁的碳酸盐、硫酸盐、硝酸盐或氯化物等。

蒙脱石是层状含水的铝硅酸盐矿物，它的理论结构式为：（[illegible]为可交换的阳离子）。它是由两个硅氧四面体中夹一个铝（镁）氧（氢氧）八面体组成属[illegible]层型。四面体中有不大于[illegible]的[illegible]被[illegible]置换，八面体中有[illegible]的[illegible]被[illegible]置换，由于这些多面体中高价离子被低价离子置换，造成晶层间产生永久性负电荷（电荷约为[illegible]），它依靠在晶层间吸附阳离子以求得电荷平衡，晶层间被吸附的阳离子是可交换的，类质同像置换是蒙脱石产生一系列重要性质的根源。（膨润土改型的性质即导源于此）

根据层间阳离子的不同，自然界可分为：钙蒙脱石、钠蒙脱石、镁蒙脱石、铝（氢）蒙脱石及稀见的锂蒙脱石等。又根据上述蒙脱石的相对含量将膨润土划分为钙基、钠基、镁基、钠钙基、镁钠基等膨润土。也有人主张膨润土先按层电荷的高低划分离层电荷型和低层电荷型，然后再按层间可交换阳离子含量比例进一步划分属型。一般钠基

膨润土比钙基膨润土的膨胀性能好，而低层电荷型的钠基膨润土的膨胀性最佳。

以铝　氫）基为主的膨润土通称天然漂白土。天然漂白土和部分钙基膨润土其 责）值小于 苑 呈酸性反应。因此，也有的称为酸性土。

三、一般工业要求

膨润土是一种多用的矿种，主要取决于蒙脱石的含量、分散性和属型。评价时，首先对蒙脱石的含量和胶质价进行确定，天然漂白土应确定脱色率，对矿石属型及其分布状态、物质组份进行研究。

评价指标为：

员噎钙基、钠基膨润土

蒙脱石：边界含量 缘豫。

最低工业平均含量 远豫。

膨胀倍≥远毫升 辕克。

圆噎漂白土

脱色率≥苑豫

注：①蒙脱石量通常是采用吸蓝量间接换算成。即：

$$酝越=\frac{月}{运}伊员园园$$

酝：膨润土矿中蒙脱石相对含量　豫）；

月：吸蓝量　毫克当量 辕员园园克样）；

运：换算系数　运越员园园，即膨润土矿中蒙脱石的相对含量为 员园园豫时，每 员园园克试样吸附 员园园毫克当量亚甲基蓝）。

②对于确定属型的测试项目应根据实际情况而定，如阳离子交换容量和 责）值的测定、及 载衍射分析、热分析、红外光谱、电子显微镜等方法。均可用作评定土的属型。

③普查阶段就应了解今后矿石的服务对象，以便为该矿石的用途初步定向。

④普查阶段还应了解矿石的自然改型，为此，须进行适当的深部控制，决不能仅凭地表浅部试样贸然地对矿床作出评价。

四、矿床实例

（一）浙江临安昌平山钠基膨润土

员噎质量指标

员　可交换的钠离子含量占交换性阳离子容量 缘豫以上　矿石中不含或少含沸石）

圆　湿压强度：Ⅰ级品≥园豫千克 辕厘米圆。Ⅱ级品 园噎园原千克 辕厘米圆，Ⅲ级品 园噎园原园噎园载千克 辕厘米圆。

猿　各矿层各品级矿石要有一定数量的热湿拉强度和蒙脱石含量　吸蓝量）测定数

据，并说明其变化规律。同时提供一定数量样品的胶质价、膨胀倍数、黄[1]值等测试数据。作为球团粘结剂用的膨润土尚须有抗压强度、落下次数、爆裂温度的测试数据和化学分析数据。以进行全面评价。

圆圆开采技术条件

可采厚度　　≥员米

夹石剔除厚度　　≥员米

仁）辽宁黑山膨润土矿

员圆物理性能

品级	湿压强度　千克 辕厘米圆）	矿体连续厚度　米）
Ⅰ级	跃园豫	跃圆
Ⅱ级	≥园豫–园豫	员–圆

湿压强度大于 园豫千克 辕厘米圆者划为矿体，分为二个品级。

圆圆化学成分

杂圆园–苑豫，粤[2]员园–圆园豫，云[3]约猿豫，惭[4]约园豫，运[5]约园豫。

猿圆开采技术条件

可采厚度：　　员米

夹石剔除厚度：　员米

注：因矿石的胶质价、蒙脱石含量以及化学成分一般都在要求以上，故除湿压强度外，均不作为圈定矿的依据。但需作分析和试验，供生产部门参考。

匕）浙江省余杭仇山膨润土矿

员圆质量要求

员 脱色用钙基和钙钠基（或钠钙基混合型）膨润土。

脱色率≥员园园豫（按余杭县瓷土矿现行测试方法为准）

Ⅰ级品　　跃员园豫

Ⅱ级品　　员园园–员猿园豫

Ⅲ级品　　员园园–员园园豫

吸蓝量　　≥圆园克 辕员园园克

胶质价　　≥缘园毫升 辕缘园克

膨胀倍　　≥远毫升 辕员克

圈定矿体计算储量时以脱色力为主要指标。

圆 铸造用钠基膨润土

湿压强度　≥园圆园千克 辕厘米圆

热湿拉强度　≥员园克 辕厘米圆

吸蓝量　≥ 克/100克
膨胀倍　≥ 升/克
胶质价　≥ 毫升/15克
圈定矿体计算储量以湿压强度和热湿拉强度为主要指标，其品级划分如下：

品级	湿压强度　千克/厘米²	热湿拉强度　克/厘米²
Ⅰ级	≥	≥
Ⅱ级	-	-
Ⅲ级	-	-

开采技术指标
最小可采厚度：　　米
最小夹石剔除厚度：　　米

（四）山东潍县涌泉庄膨润土矿

化学成分　%）

类型 / 成分	钠基膨润土	钙基膨润土
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]

圆圈物理性能

类型	膨胀倍数	胶质价	碱性系数	湿压强度
钠基	员圆圈怨 毫升 辕克	怨圆圈缘 毫升 辕缘克	圆圈员员	园圈圆-园圈缘 千克 辕厘米圆
钙基	员圆圈圆 毫升 辕克	源缘-怨缘 毫升 辕缘克		园圈缘-园圈原 千克 辕厘米圆

类型	湿透气性	耐火度	阳离子交换 总量 （℃耗悦	耗圆园交换量与阳 离子交换总量 （℃耗悦 之比值
钠基	员缘圆-员圆园	员圆圈圆-员猿圆益	圆圈圆圆-怨圆圈缘毫克当量 辕 员圆园克，多数在 源缘以上	运圆圈缘
钙基	愿圆-怨远			

（五）嘉峪关大草滩造型用钙基膨润土

主要用作造型用砂的粘结剂和玉门石油局用作石油钻井泥浆。现行指标为：

物理性能：湿压强度 跃园圈缘千克 辕厘米圆，

干压强度 跃缘千克 辕厘米圆，

胶质价 跃园缘。烧结温度 跃员圆圈益；

化学成分：怨圆运缘，粤圆韵员缘依，

云员猿约缘，悦猿员圆缘，

酝员园员圆缘。

五、综合评价

共生矿常有珍珠岩、沸石等应注意综合评价。

第二十一章　硅藻土

一、用途

硅藻土是一种生物成因的硅质沉积岩，主要由古代硅藻及一部分放射虫类的硅质遗体组成。因其具有特殊的孔隙结构而用作隔热、隔音、石油化学工业催化剂载体及过滤和漂白材料。在国外，约 缘[illegible]的硅藻土用作过滤剂，以净化药物、酒类、抗生素、工业和城市用水及各种油料、化学试剂等。此外，在油漆、造纸、杀虫剂中可用作充填剂；在建筑工业中可用作三合土、水泥、灰泥等的混合材料，也可用来配制高硅质和波特兰水泥，在作为混凝土混合剂时，可改进工作效能，减少过多的水分，增进均匀性，防止分裂和漏水；在陶瓷业中，可用作陶瓷原料，供给坯体和釉所需的 [illegible]；硅藻土能吸收 员[illegible]圆倍于自身重量的水而不改变其形态，故可作为液体消毒剂的一种吸附剂慢慢放出液体，使消毒长时间有效，硅藻土还可用制水玻璃等。

二、矿物成分及物理化学性质

（一）成分

硅藻土的化学成分可用 [illegible]（[illegible]含水氧化硅）表示。矿石组分中以硅藻为主，其次是粘土矿物——水云母、高岭石；矿物碎屑有石英、长石、黑云母及有机质等。根据矿石中上述含量的不同，把矿石分为硅藻土、含粘土硅藻土、粘土质硅藻土、硅藻粘土，前三种多可为工业矿石。

（二）物理化学性质

影响硅藻土理化性质的因素是硅藻的结构特征及杂质的多少。其主要理化状况如下：

颜色：纯净的硅藻土一般呈白色、土状，含杂质时，常被铁的氧化物或有机质污染而呈灰白、黄、灰、绿以至黑色，一般来说有机质含量越高湿度越大则颜色越深。

硬度：大多数质轻、多孔、固结差，易碎裂，用手捏之成粉末，乍一看来，摩氏硬度仅为 员[illegible]圆 但硅藻骨骼微粒硬度较大，达 源[illegible]缘 当硅藻土固结硬化后，则可形成坚硬的“黑燧石”。

比重和密度：比重视粘土等杂质的含量而变化，纯净干燥的土块比重小，仅 圆[illegible]圆[illegible] 能浮于水面；固结硬化后比重近于 圆 锻烧后可达 圆[illegible] 硅藻土的近似密度是：干

燥块状者每立方米为 猿圆园–辽园园千克。干燥粉状每立方米为 愿园–圆园园千克。

折射率：硅藻的蛋白石质骨骼，其折射率变化范围是 员源园–员源缘，熔融锻烧后可达员源愿。一般说来，沉积物的时代越老，折射率越高。

熔点：员园园园–员缘园园℃

条痕：白色

光泽：从暗淡无光到土状光泽

解理：无

断口：粉末状至次贝壳状

透明度：不透明

韧度：弱固结的性脆易碎，硬化后敲击之发响声

溶解度：除氢氟酸外不溶于其它酸，但易溶于碱

液体的吸附力：由于硅藻土的孔隙率很大，所以对液体的吸附能力很强，一般能吸收等于其本身重量 员园园–源园园倍的水

传导性：对声、热、电的传导性极差

孔结构：系指硅藻土中硅藻藻孔体积、主要孔半径等。孔体积多为 园援愿–园援缘厘米猿／克。主要孔半径多为 缘–愿园微米）。

三、一般工业要求

员援用作隔热、隔音材料的要求

湿度为 缘的粉剂，体重小于 园援愿吨／米猿，最好是 园援园缘–园援源吨／米猿。

湿度不大于 员园，杂质含量大于 苑园。

物理性质方面，须检验近似密度（砖、块及其它），容积密度（块或粉末），显微构造，筛孔或筛分析，导热度，吸水率等。

圆援用作石油化学工业催化剂载体的要求

杂质含量：跃苑，云母含量约缘，烧失量 约员园，白色。

有些硅藻土化学成分虽基本一样，但其试验结果工艺性能差别很大，主要取决于它的物理性质，即硅藻的孔结构状态。各种硅藻中以直链藻的孔结构最好，它具有孔体积、主要孔半径、比表面积大等特征。山东临朐精制硅藻土，用作催化剂载体质量最佳，它具有活性高、热稳定性好、使用寿命长等特点。

猿援用作过滤和漂白材料

作过滤剂用，除要求质地纯净外，还要求硅藻不能太少，并力求形态完整。

源援用作填充剂

在油漆、造纸、杀虫剂中用作填充剂时，必须掌握颗粒的大小、产品有无硬渣，造纸、涂料工业还要求颜色为纯白色。

缓圆用作建筑材料要求化学成分　豫）

品级	杂圆	粤	悄	有机物
Ⅰ级	跃	约	约	约
Ⅱ级	跃	约	约	约
Ⅲ级	跃			

远圆陶瓷工业用

要求 杂圆跃 豫，云约 豫

开采技术条件参见矿床实例。

四、矿床实例

（一）浙江嵊县硅藻土

堆密度　容重）园 克 毫升，最轻者为 园 克 毫升

化学成分：杂圆 远 缘 远 豫

粤 员 远 豫

云 缘 源 远 豫

按颜色可分为白色和蓝色硅藻土。

按堆密度大小又分为轻质和重质硅藻土。

（二）山东临朐县解家河硅藻土

品　级	杂圆　豫）	云　豫）	粤　豫）	烧失量　豫）
Ⅰ级	≥远			
Ⅱ级	缘 缘	约	约	
Ⅲ级	源 源	约		

可采厚度：　≥员米

夹石剔除厚度 约 米

平均剥采比：缓员

㘝）吉林马鞍山硅藻土

品级	氧化硅（%）	三氧化二铁（%）	氧化钙（%）	烧失量（%）	水溶物（%）
Ⅰ级	≥	≤	≤	≤	≤
Ⅱ级	≥	≤	≤	≤	≤
Ⅲ级	≥	≤	≤	≤	≤

可采厚度：　　露采 米，

坑采 米

夹石剔除厚度： 米

平均剥采比：

开采边坡角：

第二十二章　凹凸棒石

一、性质和用途

凹凸棒石粘土（即坡缕缟石粘土或坡缕石）粘土是以凹凸棒石为特征组份的粘土岩。据研究凹凸棒石与坡缕石为同一晶体结构、同一组份，却属不同成因的矿物，凹凸棒石属沉积成因，坡缕石是热液成因的。

因凹凸棒石具有良好的吸附、脱色、热稳定、抗盐及造浆等性能，凹凸棒石粘土用途十分广泛。

凹凸棒石粘土主要用作抗盐泥浆和化工脱色吸附材料，在石油、油脂、橡胶、医药、陶瓷、轻工、军工等业也有应用。

在深海石油钻井、地热钻井方面，用其制作泥浆，可在高温下不会引起严重的井底胶凝，在高浓度盐的作用下不会降低粘度和触变性能；在石油和油脂工业中用其作为脱色剂和吸附剂，使石油净化、脱色，使动物油和植物油脱色、除臭、消毒；在化工陶瓷工业用其制作具有很高白度，坚固性及耐酸性玻璃珐琅；在农药及化肥业中，用其制作化肥、除虫剂、杀虫剂、除草剂的载体；在制糖、酿酒、医药业中用作澄清净化剂；在塑料业用作发泡灵脱色；在环保业用于放射性废物的吸附处理；在军工业用作防护装备吸附毒气；此外还可用于贮存太阳能等。

二、矿物成分、结晶特性

凹凸棒石粘土除含凹凸棒石外，常含有蒙脱石、高岭石、水云母、海泡石、石英、蛋白石及碳酸盐等矿物。

凹凸捧石为含水镁铝硅酸盐矿物，晶体形态为棒状、纤维状，属层链型链层状，结晶特点是由两个辉石链组成个体，个体之间靠氧原子连接，并形成沿 c 轴横截面宽约 0.37～0.73 纳米的通道，其间为沸石水充填。分子式为 $(Mg,Al)_5Si_8O_{20}(OH)_2(OH_2)_4\cdot 4H_2O$ 或 $(Mg,Al)_2Si_4O_{10}(OH)\cdot 4H_2O$。

凹凸棒石的物化特征及测试：

矿物分析

载射线衍射分析：d 为 1.04 纳米，十分显著

差热分析：多为三谷一峰，峰尖温度约在 800℃左右

红外分析：3600 厘米$^{-1}$、3550 厘米$^{-1}$、3400 厘米$^{-1}$、1650 厘米$^{-1}$、1200 厘米$^{-1}$、1100 厘米$^{-1}$、1030 厘米$^{-1}$、980 厘米$^{-1}$、915 厘米$^{-1}$、880 厘米$^{-1}$、790 厘米$^{-1}$、690 厘米$^{-1}$、650 厘米$^{-1}$、530 厘米$^{-1}$、470 厘米$^{-1}$ 原为凹凸棒石特征吸收谱带。

电镜分析：单体为纤维状、针状晶体，集合体为束状、交织状

圆理物化性测试

吸蓝量： 约圆原克 辖需理克

脱色力：源豫匀拟员活化处理后 跃员豫园； 源豫匀拟员活化减去 圆理豫匀拟员活化后 跃垣员园

三、一般工业要求

脱色力 跃员豫园

造浆率≥源立方米 辖赖　源豫匀拟员活化，视粘度为 员豫厘泊）

可采厚度≥员米

夹石剔除厚度≥园豫米

四、矿床实例

江苏六合，盱眙凹凸棒石粘土矿

普查阶段圈矿指标）

员理凹凸棒石粘土工艺性能

脱色力；源豫匀拟员处理一般 跃员豫园

源豫匀拟员处理后减去 圆理豫匀拟员处理后 跃垣员园

吸蓝量 约圆原克 辖需理灶克

矿物成分　红外吸收光谱鉴定）凹凸棒石为主要矿物

圆理白云石凹凸棒石粘土工艺性能

脱色力：源豫匀拟员活化一般 跃员豫园

源豫匀拟员　活化后）减去 圆理豫匀拟员　活化后） 跃垣员园

吸蓝量 约圆原克 辖灶需理克

矿物成分，主要为白云石、凹凸棒石，

猿理开采技术条件

最小可采厚度：　　员米

最小夹石剔除厚度：　　园豫米

剥采比：　　员缘豫

露天边坡：　　缘缘级

五、综合评价

凹凸棒石粘土常与蒙脱石、海泡石等粘土伴生 ，应注意综合评价、综合利用。

第二十三章　海 泡 石

一、性质和用途

海泡石—[illegible]是一种富镁的纤维状粘土矿物，色白质轻浮于水面，原德文[illegible]的意思为“海的泡沫[illegible]”。海泡石的比表面积很大，达[illegible]，质轻，吸附性能强。因其具有吸附、脱色、热稳定、抗腐蚀，抗辐射及隔热、绝缘等性能，用途十分广泛。现有人将[illegible]限定为制作烟斗等工艺的致密的海泡石，译称块海泡石）。

海泡石是地热钻井、超深钻井和海上钻井最理想的泥浆原料，用它配制的泥浆在高温下不发生絮凝，在盐水中不受带电荷离子的影响。

在石油和油脂工业上用作脱色剂和净化剂。海泡石能除去矿物油、植物油、动物油中的有色成分、有毒成分和臭气，使产品变得明澈、纯净。

在医药及酿酒业，海泡石作为发亮剂用来净化葡萄糖、除去酒中的蛋白残渣。

在环保业中，可用海泡石作去污剂清除各类矿物油的污染，还可用作放射性裂变废物和有毒气体的吸附剂。

此外，海泡石还可用作建筑材料、电绝缘体、温和磨料、珐琅、铸造用粘结剂及农药、化肥、牲畜生长刺激剂的载体。在纺织、化工、树脂、陶瓷、国防及空间科学等方面也有应用。

二、矿物成分和结晶特性

海泡石矿石的矿物成分除海泡石外尚有高岭石、蒙脱石、坡缕石、滑石、石英及碳酸盐等。

海泡石[illegible]属[illegible]型链层状硅酸盐，结晶个体由三个辉石型链组成，个体之间靠氧原子连接并形成沿[illegible]轴横截面约为[illegible]纳米通道。海泡石的各种性能主要导源于此。

海泡石的物化特征及测试：

[illegible]定性分析

[illegible]地[illegible]岩）层中[illegible]的含量较高，可达[illegible]。

[illegible]土状岩石在饱和盐水中浸泡[illegible]周后，所成之海泡石饱和盐水液搅拌后呈悬浊状，不迅速聚沉，胶体率大于[illegible]。

[illegible]室内进一步分析

载射线衍射分析：[illegible]值为 [illegible]纳米，十分显著；

差热分析：四谷一峰　即谷尖温度为 [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]，峰尖温度为 [illegible] [illegible]），热失重为阶梯状，总失水量 [illegible]左右；

红外分析：高波数水区特征谱带为 [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]厘米 [illegible] 尤其 [illegible]厘米 [illegible]十分显著；

电镜分析：海泡石的微形貌为纤维状、棒状、集合体为束状，毛发状。

[illegible]物理测试

[illegible] 脱色性能　[illegible]经过活化，脱色对象为菜油）

[illegible]脱石海泡石型

海泡石含量　[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
脱色力　[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

滑石海泡石类型

海泡石含量　[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
脱色力　[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[illegible] 造浆性能　滑石海泡石类型）

海泡石含量　[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
造浆率　[illegible]厘泊，米[illegible]）	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

由上述可知海泡石具有优良脱色及造浆性能，这种性能与海泡石的含量有正相关关系，因此对海泡石矿的质量评价主要取决于矿石中海泡石含量的多少。

三、一般工业要求

边界品位：　海泡石含量 [illegible]

最低工业品位：　海泡石含量 [illegible]

造浆率：　[illegible]米[illegible]

脱色率：　[illegible]　[illegible]经过处理）

可采厚度：　≥[illegible]米

夹石剔除厚度：　≥[illegible]米

四、矿床实例

（一）江西乐平牯牛岭滑石——石英型海泡石粘土矿

Ⅰ级品：海泡石含量 [illegible]

Ⅱ级品：海泡石含量 [illegible]

Ⅲ级品：海泡石含量 员园-圆园豫

最小可采厚度：员米

最小夹石剔除厚度：员米

（二）湖南湘潭石潭海泡石粘土矿

边界品位：海泡石含量 愿豫

矿区总平均品位：海泡石含量 员缘豫

最低可采厚度：员米

夹石剔除厚度：员圆豫米

富矿地段海泡石含量≥圆园豫，饱和盐水造浆率要求达到 园圆圆园标准。

（三）湖南浏阳永和海泡石粘土矿

边界饱和盐水造浆率：≥源米猿辕吨

工业饱和盐水造浆率：≥缘圆豫米猿辕吨

可采厚度：　　员米

夹石剔除厚度：　　员圆豫米

注：①工业饱和盐水造浆率亦用于衡量单工程的平均造浆率。

②由于海泡石粘土矿中不同程度的含石灰岩透镜体，故根据采样中灰岩透镜体的剔除厚度计算含矿系数，再用含矿系数修正储量。

五、附录

浙江省地矿局实验室 员愿愿园年 苑月提出海泡石品位指标　原土）如下：

品级	海泡石含量	造浆量　米猿辕吨）	脱色力
一级品	跃远豫	跃员缘园米	跃园圆园
二级品	源园-苑园豫	员园园米-员缘园米	园圆园-猿园园
三级品	圆园-源园豫	远-员园园米	员园园-园圆园
边界品位	园圆园-园缘豫	远	员园园-员缘园

注：由于海泡石粘土是近几年新发现和使用的矿产，地质勘探和工业应用的经验尚不多，以上矿床实例和附录中所列属暂行或试行工业指标有待于今后生产实践丰富完善。

第二十四章　沸　石

一、用途

天然沸石具有独特的矿物结构和结晶化学性质，如阳离子交换性和交换的选择性、吸附性和筛分性、反应性、稳定性等，为此用途十分广泛。在建材方面目前多用于水泥混合材料，如制硅酸盐水泥、‘两掺”水泥、沸石钢渣水泥、沸石无熟料水泥等。沸石水泥具有较一般水泥特别是小立窑生产的水泥提高强度和安定性，从而提高水泥质量。此外还可用制轻质骨料、轻质高强板材、轻质砖瓦、建筑石料等。

在环境保护方面，沸石和沸石制品可以处理废气废水对环境的污染。用沸石作载体，以贵金属铂为

主要活性组份制作处理有机废气的高活性催化剂，不仅催化活性高、起燃和彻底转化温度低，由于用铂量少而价格便宜，且制备工艺简单，还可以改善工人劳动条件，减少污染。沸石可以其钠、钙、钾离子选择性地交换溶液中的有害阳离子，从而可用于处理工业废水及核污染。此外，沸石还可代替三聚磷酸钠等缩合磷酸盐，作洗涤剂助剂降低洗涤剂的废液中磷造成的污染，并可节省磷酸、硫酸、纯碱等用量，降低洗涤剂的成本。

在农牧业方面，沸石可用于改良土壤，提高保水、保肥能力。用沸石作畜、禽饲料添加剂，可以促进生长，减少疾病、节约粮食、降低饲料成本，还可以改善畜、禽舍的卫生环境。沸石还可以使硬水软化、净化水质、降低饮用水中氟的含量，使之达到国家卫生标准。

此外，沸石可用于氧氮分离、干燥与净化天然气、强冷凝剂、利用太阳能、气田水和地下卤水及甘庶制糖尾液中提钾、食品保鲜以及用制干燥剂、漂白剂、新型气相防锈剂，吸附分离剂、造纸填料、人造革填料、远红外辐射元件及红外辐射材料等等。

二、矿物成分

沸石是碱或碱土金属的含水铝硅酸盐矿物。常用 酝[illegible]，酝[illegible] 粤[illegible] 贵[illegible]]·灶[illegible]韵来表示。式中 酝表示碱金属离子，通常为 运[illegible]、晕[illegible]、孕[illegible]等；酝表示碱土金属离子，通常为 悯[illegible]、月[illegible]、酝[illegible]等，氧的数目是铝和硅的两倍。

沸石矿物已发现的有 [illegible]多种，常见的有斜发沸石、丝光沸石、方沸石、浊沸石等。

三、一般工业要求

沸石的工业用途，在我国尚处于摸索阶段，矿物定量、选矿提纯方面也还存在问题，使用的 晕+2源、运2+交换量测定方法存在干扰因素较多，为此初步拟定的评价指标为：

（一）质量要求

员圆边界指标　相当边界品位）：运2+交换量≥员园毫克 辕克 依或 晕+2源 交换量≥员园园毫升 辕园园克 依　相当沸石总量 源园缘 依）。

圆圆工业指标　相当最低工业品位）：运2+交换量≥员缘毫克 辕克 依或 晕+2源 交换量≥员缘园毫升 辕园园克　相当沸石总量 缘缘 依）。

猿圆运2+交换量 约员缘毫克 辕克，但 晕+2源 交换量 跃员缘园毫升 辕园园克的矿石另外圈出，单独计算储量，并尽可能确定沸石矿物的种类。

源圆当 运2+交换量 员园～员缘毫克 辕克，晕+2源 交换量 员园园～员缘园毫升 辕园园克 依为表外矿。

（二）开采技术条件

最低可采厚度：圆米

夹石剔除厚度：≥员米

（三）其它

员圆要有一定数量的样品配合进行 载衍射、红外吸收光谱、差热分析、电子显微镜和岩矿鉴定，确定矿石中沸石种类及大致含量；

圆圆结合沸石特点，选择部分代表样品，做比表面积、孔径、吸附性等物化性能的测定；

猿圆对用于水泥混合材，进行氧化钙吸收值和其它有关数据测定；

源圆选择一定样品进行化学全分析。

四、矿床实例

浙江缙云县东方老虎头沸石岩矿

矿区矿石化学成分与国内外沸石岩的化学成分基本相似，属高硅沸石。具有许多特殊的物理化学性能。如离子交换、吸附分离、催化裂化等。

运2+离子交换量，一般为 员源～员远毫克 辕克；

总交换容量　晕+2源 离子交换量），一般为 员猿园～员远园毫升 辕园园克；

部分样品的 苯酚吸附量为 圆园～近园毫克 辕克，最高 员园园毫克 辕克；

比表面积，丝光沸石 源园园米圆辕克，斜发沸石 猿园园米圆辕克；

孔径：猿～源园纳米；

氧化钙吸收值：[illegible]毫克/克—[illegible]毫克/克；
矿床评价指标如前。

五、综合评价

沸石矿常与膨润土、珍珠岩等构成复合矿层密切伴生，应注意综合评价。

第二十五章　浮　岩

浮石）

一、性质和用途

（一）一般特点

浮岩系熔融的岩浆随火山喷发冷凝而成的一种浅色多孔状玻璃质熔岩，它可以是多孔状的玻璃熔岩组成的凝聚块体，也可以由猛烈喷出的火山碎屑物所组成。在国外的一些资料中阐述，颗粒直径大于 源毫米的一般多产于靠近火山口周围，而粒径小于 源毫米的通常在喷出的细粒火山堆积或凝灰质沉积物沉降之前被风力携带到离火山口较远的地方。堆积后的浮岩可被再次搬运和沉积最后固结成层。目前浮岩在国内一般均称为浮石。浮石因具孔隙多、质轻、容重小于 员克 辕厘米猿，能浮于水面，故而得名。它的硬度较大　约为 远，具隔热、隔音的性能。

（二）用途

作天然轻质建筑骨料，或加工成粉末状用于各工业上，称为 “工业浮石 ”。

员．轻质骨料：用浮石配制的混凝土——轻骨料混凝土，属轻质高强的建筑材料之一。根据不同用途和不同结构性能的要求，用浮石轻骨料可配制成不同容重和合乎强度要求的各种浮石混凝土构件。广泛适用于建造各种民用建筑和其它构筑物。目前世界浮石产量中的绝大部分是用在这方面。

圆．“工业浮石 ”：浮石原矿经粉磨、筛分、选矿、处理、分级后用于工业上。

员 工业浮石可作为优质磨料。日本用作抛光电视电子管和软金属；

圆 化学工业中作过滤剂、干燥器、催化剂。美国用它作肥皂的净化或作为油脂的吸收剂；

猿 由于浮石具有较高的硅率、铝率，且大都为玻璃质结构，有一定的水硬性活性。故可作为水泥活性混合材料应用于水泥生产中；

源 用浮石粉代替轻质硫酸钙作为塑料的填充料，可降低塑料制品的成本，改变塑料制品的性能；

缘 建筑工程上可作屋面瓦、门窗框、天棚、墙、地板及饰面材料等；

远 以浮石为主要原料经高温熔化后，可制矿棉及矿棉制品，具有容重轻、保温吸音性能好、不燃等特点，可作隔音保温材料。

二、成分

化学成分有酸性和碱性两类，变化较太。含 [illegible]，粤[illegible]，云[illegible]，恒[illegible]，配[illegible]，运[illegible]，晕[illegible]，烧失量 源[illegible]。矿物成分随化学成分而异，一般多为火山玻璃，含少量辉石、长石、石英、橄榄石等。浮石的颜色亦随化学成分而异，通常呈浅灰或灰白色，也有深灰、红、铁黑、黄褐等颜色，但条痕为白色。

三、一般工业要求

（一）物理性质

员[illegible]轻质骨料：具多孔、质轻、导热系数小。

圆[illegible]工业浮石磨料：要求块度大，容重小，孔隙间壁锋利、坚硬，并不含石英及复硅酸盐。

猿[illegible]过滤剂、干燥器、催化剂：要求块度中等，白色，孔隙度大。

（二）矿石质量要求

员[illegible]松散容重 约[illegible]克/厘米猿

圆[illegible]对其化学成分、抗压强度、颗粒级配、吸水率、含泥量等作一般了解。

（三）开采技术条件

参见矿床实例

四、矿床实例

（一）吉林安图县园池浮石矿

员[illegible]物性要求：容重 [illegible]克/厘米猿

圆[illegible]开采技术条件：矿层最低可采厚度 [illegible]米

夹石剔除厚度大于 [illegible]米

剥采比为 [illegible]

（二）吉林和龙县赤崎浮石矿床

员[illegible]矿石质量要求

松散干容重≤[illegible]克/厘米猿

含泥量作一般了解，不作圈定矿体指标，若含泥量大于 □象　连续）时，应单独圈出，以便开采利用时处理。

□□开采技术条件：

最低可采厚度 □□米

夹石剔除厚度 □□米

剥采比 □□□

第二十六章　天然沥青

一、用途

天然沥青主要用作建筑材料，铺设公路、地面和作水箱、储水池的衬里，建筑工程的隔水材料和制造油毛毡等；在电气工业上用以制造电池箱以及绝缘材料等；化学工业上用作橡胶、涂料、油漆、印刷油墨和提炼化工产品的原料；此外还用作民用燃料或浸润木材等。

二、开采利用情况

天然沥青系指天然产出的固体或半固体的地沥青和含沥青质的岩石。天然沥青在我国虽有发现，但未利用，有些矿区仅为当地群众就地开采作为民用燃料。目前我国工业用沥青的来源，主要是利用提炼石油的副产品。

在国外除开采天然沥青外，对沥青含量达 [illegible]以上的沥青质岩石也开采利用；含量达 [illegible]以上者，可直接铺设路面；而含量为 [illegible]左右的，在铺设公路、地面时，还要加入较纯沥青，才能保证所需的胶结力。

第二十七章　石榴石

一、性质和用途

石榴石是一种铝　钙）硅酸盐，按成分不同，有镁铝榴石　猿石韵 粤凿猿杂蚤猿韵员圆猿杂猿员圆）、铁铝榴石　猿员圆悦藻猿韵 粤凿猿杂蚤猿韵员圆猿杂猿员圆）锰铝榴石　猿员圆酝灶猿韵 粤凿猿杂蚤猿韵员圆猿杂猿员圆）、钙铝榴石　猿员圆悦葬猿韵 粤凿猿杂蚤猿韵员圆猿杂猿员圆）及钙铁榴石　猿悦葬猿韵 云凿猿杂蚤猿韵员圆猿杂猿员圆）等。

石榴石一般呈大小不等的结晶颗粒，具有硬度大　远园—苑园、熔点高　员缘园园—员缘缘园℃）等特性。主要制成各种砂轮、砂布、砂纸及研磨砂等研磨材料。用以磨光玻璃、金属及木制用具等。优质石榴石可以作钟表、精密仪器的宝石轴承。透明色艳的还可作工艺品。

二、一般工业要求

见矿床实例。

三、矿床实例

（一）四川茂汶石榴石砂矿

边界品位：矿物 源千克 辕米猿

工业品位：矿物 远千克 辕米猿

可采厚度：园圆缘米

（二）通化市光华石榴石原生矿床

工业品位：矿物 跃缘豫。

第二十八章　刚　玉

一、性质及用途

刚玉是一种纯的结晶氧化铝（[illegible]），由于常含一定的混入物而呈各种不同的颜色，如含铬的为红色；含钛的为蓝色；含铁的为棕色；含锰的为玫瑰色。刚玉的硬度很大（[illegible]），在天然矿物中仅次于金刚石，主要作高级研磨材料，可以制成刚玉砂轮、研磨盘、研磨纸及研磨粉等，主要用于金属制品的磨光及加工制造，也可作仪器快速转动部分的轴承。刚玉粉还能磨修精密仪器的光学玻璃。而透明色鲜的刚玉可作为宝石。

用高品级铝土矿制成的人造刚玉，已大量代替天然刚玉作各种研磨材料。

二、一般工业要求

见矿床实例。

三、矿床实例

（一）湖北英山甲河刚玉砂矿

工业品位：含矿率（矿物）[illegible]千克/米
刚玉矿物：含[illegible]
有害组分：[illegible]
灼失量：[illegible]
可采厚度：[illegible]米

（二）西藏曲水宗娘规原生刚玉矿

工业品位：矿物[illegible]

四、附录

国外参考资料
[illegible]品位要求
据苏联资料，当刚玉的[illegible]时，矿石含刚玉达[illegible]者，不需选矿；含[illegible]

员缘时，需选矿后才能利用；在选矿条件好的情况下，甚至可降低到 缘。

刚玉粉一般含刚玉 员园–员缘；含刚玉 园园以上为好矿，含 愿缘的有时也可用，工业利用的刚玉矿石中 云藻垣云藻的含量不应大于 园–猿缘。刚玉粉常是一些细粒的暗色岩石，其成分除刚玉外，还含有铁矿物，因此为次要产品，主要是作研磨用的砂纸和砂布。

国际市场上刚玉的格规是按 粤蚤含量及颗粒大小划分的。

南非联邦分级标准如下：

级　别	粤蚤缘）	颗粒直径　厘米）
Ⅰ级	怨缘	跃园
Ⅱ级	怨园–怨缘	园 –员
Ⅲ级	怨园	园 –园
Ⅳ级	愿园	约园

第二十九章　天 然 油 石

一、用途

油石有人造的和天然的两种，天然油石是石英颗粒细密的石英岩经加工制成的。油石是机械工业中加工精密零件不可缺少的研磨工具之一，广泛适用于倒砂压光和直接研磨各种高精度、高光洁度的块规、刀具、刃具、抛光钟表摆轴及零件、仪表轴尖、硬合金笔尖、高级绘图仪器以及精密机械零件。

二、一般工业要求

对制天然油石用石英岩的要求，据河南、北京等地的生产实践，杂[illegible]跃怨豫以上；石英颗粒[illegible]毫米，一般须呈多角形等轴状；组织结构致密均匀；硬度高，莫氏硬度[illegible]级以上；磨损小——研磨时本身脱落微量；研磨部件的光洁度[illegible]级；对部件的磨削率[illegible]分钟。

三、矿床实例

（一）北京昌平泰陵天然油石用石英岩（包括石娘坟）

石英颗粒均匀，粒度小，组织结构均匀致密，硬度高，对部件的光洁度在[illegible]级以上；磨削率为[illegible]分钟；油石本身脱落情况微量或少量脱落。

通过上述质量实验，并与国外进口天然油石进行对比和送有关使用单位试用后，确定其使用价值。

（二）河南密县助泉寺天然油石矿（包括登封井湾）

化学成分：杂[illegible]怨豫，粤[illegible]；云[illegible]、运[illegible]、晕[illegible]、怀[illegible]、耘[illegible]等含量极微。

矿物成分：主要为石英、次为绢云母；锆石、金红石、电气石、磷灰石等微量；个别矿石中含有长石、钾长石、磁铁矿和角闪石。

结构特征：石英颗粒较细；呈等轴状、多边形粒状分布，颗粒之间多呈直线接触，紧密镶嵌。

用该矿矿石生产的油石产品，具有颗粒细、硬度高、组织紧密、均匀、磨损小及研磨抛光性能良好等优点，用其磨光部件，光洁度可达到[illegible]

第三十章　宝石、玉石、雕刻石料

一、分类

根据我国和国际上的一般习惯，通常把可以作为装饰品、工艺品和纪念品的各种矿物、岩石统称为宝宝石，再以它们的工艺特点和经济价值的高低为主要依据划分为宝石、玉石和雕刻石　宝石、玉石和雕刻石为天然宝石材料，此外尚有两大类不属于矿产的宝石材料：生物宝石材料及人造宝石材料）。它们是颜色鲜艳绚丽、光泽灿烂、质地细腻、坚韧，透明度高者具有某些特殊结构、构造和色彩　变彩、色变、星彩等）而且在化学成分上比较稳定以及其它物理性质上能达到工艺要求的矿物和岩石，在自然界成千上万种矿物和岩石中作为宝石材料的可达 [illegible] 多种，但特别贵重的并不多见，大约有 [illegible] 余种。

其分类如下：

（一）第一大类：宝石

适用于琢磨首饰的宝石，一般为透明的结晶体。半透明或不透明的宝石，则必须有猫眼、星光或特殊的色彩。硬度一般在摩氏 [illegible] 度以上，价值比较昂贵，原料重量常以克拉　[illegible] 克拉 [illegible] 毫克）或盎斯　[illegible] 克 [illegible] 盎斯）计，成品重量以克拉计，属自然界十分稀少的矿物原料。主要有：

[illegible] 金刚石：其工艺名称为钻石；

[illegible] 刚玉：工艺名称为贵刚石、红宝石、蓝宝石、照殿红、碧珠、青宝石等；

[illegible] 绿柱石：工艺名称为祖母绿、纯绿宝石，此外有水蓝宝石、海蓝宝石、红绿宝石等；

[illegible] 蛋白石：包括白宝石　欧泊石）、贵蛋白石等；

[illegible] 金绿宝石　[illegible] 钹尖晶石）：工艺名称为变石　亚历山大石）、金绿猫睛石、猫儿眼、祖母绿；

[illegible] 石榴子石：工艺名称为子牙乌，按化学成分有 [illegible] 种　镁铝、铁铝、锰铝、钙铁、钙铝、钙铬榴石）；

[illegible] 尖晶石：工艺名称为晶宝石、琅玕；

[illegible] 电气石：工艺名称为碧玺　红电气石）绿碧碧玺、黑碧玺等；上述宝石中的红宝石、祖母绿、钻石、蓝宝石、变石　亚历山大石）、猫眼石和欧泊石为国际公认的七大宝石。

（二）第二大类：玉石

适用于雕琢玉器的岩石，常为单矿物或多矿物集集合体，致密块状，半透明至不透明，硬度为摩氏 源-苑度左右。原料重量以公斤或吨计，成品以件或尺寸大小计，按其经济价值大小和工艺性质又可分为翠、玉、晶、石四小类。

员．翡翠类：主要为硬玉。

圆．玉类：主要有：

员 软玉：包括白玉、粉玉、阳起石、羊脂玉、和阗玉、新疆碧玉等；

圆 蛇纹石：工艺名称为岫岩玉、南方玉、安绿玉。

猿．晶石类：此类属硬度为摩氏 源-苑度的单矿物结晶体，透明度高。有些品种价值较高，但大部分属中低档宝石，主要有：

员 水晶：工艺名称为水晶、水精、水玉、发晶、墨晶、黄晶等：

圆 萤石：

猿 石英猫眼石：工艺名称为木变石、猫睛、石英猫眼石等。

源．彩石类：不透明者居多以其鲜艳色彩而得名主要有：

员 绿松石：工艺名称为松石、土耳其玉；

圆 青金石：蓝色脂肪光泽，工艺名称为青玺；

猿 孔雀石　硅孔雀石）：工艺名称为孔雀石、绿青；

源 玉髓：包括玛瑙、血滴石、红石髓等；

缘 石英岩：即铬云母石英岩　东陵石）蔷薇石英、贵翠、波西米亚红宝石　茨蓉石）等；

远 菊花石；

苑 蔷薇辉石：工艺名称为桃花石、粉翠等；

愿 皂石：工艺名称为白色翡翠；

怨 大理石：汉白玉、点苍石等。

（三）第三大类：雕刻石

适用于石刻工艺品的岩石，常为单矿物或多矿物集合体，最大特点是硬度小于摩氏源度。按其经济价值和工艺利用特点分为印章石、砚石及装饰石三亚类，除极少数品种外一般经济价值都较低，其原材料重量以吨计，成品以件或尺寸大小计， 极少数贵重品级例外）：

员．印章石类：为叶腊石、高岭石、迪开石、滑石、皂石等矿物集合体，主要品种有寿山石、青田石、昌化石　鸡血石）、巴林石、莱州石　绿冻石）等。其中，属于寿山石类的田黄及昌化石和巴林石中的鸡血石为名贵品种，经济价值较高。

圆．砚石类：为粉砂岩、板岩、泥灰岩等石料，主要品种有端砚石、歙砚石、青州砚石、绛州砚石、贺兰石等。

猿．装饰石类：为各种颜色结构美丽的低硬度岩石，有的带有图案花纹特殊的生物化石，主要品种有：燕石、宝塔石、松林石、缟状大理石、汉白玉等。

二、一般工业要求

（一）宝石的一般工艺要求

主要决定于个体大小、透明度和颜色。颜色和色彩是划分宝石种属的重要条件，具体工业要求如下：

质量：晶体大小、俗称“个头”。要求“个头”越大越好，按重量计，一般要求 克拉以上（或以能切得一个“戒指面”为原则），个别特殊贵重的宝、石（如金刚石）则只要 克拉以上即可。

透明度：透明度越高越贵重，要“水头足”或“地子灵”的为佳。

颜色：鲜艳色正浓亮者为上。评价颜色好坏应以是否“柔和悦目”和“引人喜爱”为原则。如有变彩者多为上等宝石。

数量：多少不拘，世界上最珍贵的宝石，有的至今也只找到过 一颗。

（二）玉石的一般工艺要求

检验玉石是否能利用，主要是质地、颜色、透明度、硬度和光泽等五项。质地（包括结晶、解理、裂纹、杂同等几项概念），颜色和透明度最为重要。块度大小根据用途选定。基本内容是：

质地：要致密、柔和、滋润。具这些性质的称羊脂玉（上等玉石），相反，质地粗糙时称“千层板玉”（低等玉石）。

颜色和色彩：颜色或色调要正，色素纯，上光后柔和明亮，特别要注意有无“巧色”；色彩要新颖华美，上光后鲜艳而不暗淡。

硬度、光泽和透明度：硬度大、光泽强、透明度好为上等玉石，硬度小但有特殊变彩（如雪花石膏）也是高级玉石；光泽、透明度稍差。但颜色好（如绿松石）也可作上等材料。

构造：具可被利用的特殊构造，如玛瑙的纹带等。

块度：因主要用做玉器原料，故块度越大越好，常以千克计。

截至目前，各国对宝石矿床没有统一的一般工业指标，仅苏联依照该国情况有一质量标准。一个矿床有无开采价值，主要是注意与已知有工艺价值的矿床进行类比，一是依外贸行情而定，应尽一切可能与工艺玉雕部门取得联系，及时把原石样品送玉雕部门进行试琢。

第三十一章　金刚石

一、性质和用途

金刚石是自然界最硬的矿物　摩氏硬度 员园，晶体的折光率很强，其新鲜解理面或人工琢磨面具有闪耀夺目的金刚光泽。由纯碳结晶的金刚石无色透明，但一般都含有某些杂质，因此，呈玫瑰、蓝、黄、绿、黑、紫等颜色。

金刚石按用途可分为两大类：

员．装饰用金刚石：一般要求晶体外形完美，无色或色彩鲜艳，透明度高，无裂隙和杂质，晶体愈大价值愈高。金刚石是宝石中最贵重的一种。

圆．工业用金刚石：工业上主要利用金刚石具有特殊硬度的性能，用于机械、电气、航空、精密仪表和国防工业等部门。金刚石制成的车刀和钻孔器是一种高速切削工具，广泛用于加工汽车、飞机用的发动机重要器件和其它机械、精密仪表的高硬质合金零件等，金刚石作拉丝模，可抽制坚硬极细的金属丝　如钨丝等），广泛用于电气工业，抽制光滑的织物线；细粒金刚石可制玻璃刀，还可制金刚石镶嵌钻头，用于钻探最坚硬的岩层和提高钻探效率。此外，金刚石粉用作高级研磨材料，可以切割、琢磨最坚硬的宝石和石英振荡片，加工精密工业宝石　如宝石轴承），以及用在磨轮修整机上修整各种砂轮。

从二十世纪六十年代以来，通过对金刚石热学、电学和光学性质的研究，又可将金刚石分为Ⅰ型和Ⅱ型。Ⅱ型金刚石又可分为Ⅱ葬型和Ⅱ遭型。Ⅱ葬型为超导热金刚石，Ⅱ遭型为半导体金刚石。它们主要用于空间技术、电子工业和国防尖端工业上。Ⅱ型金刚石在自然界非常少见，在金刚石矿床中，它的含量一般低于 圆-猿缘。

二、一般工业要求和矿床实例

（一）砂矿

项目	一般要求	矿床实例	
		湖南 辽[illegible]矿	山东 [illegible]矿
边界品位　毫克 辏米[illegible] 工业品位　毫克 辏米[illegible] 可采厚度　米）	员缘 圆 园．圆员-园．猿	员缘 圆 园．猿	员缘 圆 园．圆员

仁）原生矿

项目	一般要求				矿床实例	
	岩脉型		岩管型		山东 苑 矿岩脉型）	辽宁复县岩管型）
	低指标	高指标	低指标	高指标		
边界品位 毫克 辖米³）	圆	源	员	圆	圆	员
工业晶位　毫克 辖米³）	猿	远	员缘	猿	猿	员缘
最小回收颗粒直径　毫米）	园员圆	园员圆	园员圆	园员圆	园员圆	园员圆
坑道进尺米毫克值 毫克 辖米）	猿	远	—	—	员缘	—

注：①称量金刚石用的单位有克拉及毫克、克等，员克拉 越圆园园毫克 越园园克。

②某些原生矿区　或矿段），品位较贫而规模较大，故采用“低指标”其缺点是生产成本较高）。对于品位较富的矿区　或矿段），则考虑采用“高指标”，但必须指出：在考虑品位高低的同时还应考虑质量的好坏，否则，有的矿床平均品位可以超过工业指标的几倍，储量也大，但由于质量差，生产成本高而无法建设矿山。

③当含金刚石岩脉的厚度小于 园员米且品位较富质量较好时，可采用“坑道进尺米毫克值”计算储量　坑道进尺米毫克值系指断面为高 员米，宽 园员米的坑道，在 员米长度内所含金额石重量）。

④表中原生矿指标，只适用于急倾斜含矿岩体或岩脉型矿床。

三、综合评价

金刚石砂矿中常伴有黄金和锆英石等。在原生金刚石矿床中，也常伴生有钙钛矿、白钛矿　含稀有金属铌、铈、镧）及烧绿石、磷灰石　含铌、磷等），因此，应注意综合评价。

四、附录

天然金刚石的技术指标　根据建材部部颁标准 [illegible]

（一）工艺品用金刚石

级别	晶体特征	规格，克拉/粒
一级	晶体完整，形状为八面体、十二面体。颜色为无色，天蓝色，浅粉红色，无色略带淡黄色透明 不允许有裂纹和包裹体	跃/遇爱无限 遇爱无限－猿爱元宵 猿爱无限－员爱无限
二级	晶体完整度不限，形状不限，最小的两个垂直径长之比不小于 员∶圆颜色为无色、天蓝色，蓝色、浅粉红色、粉红色，淡黄色透明或半透明 晶体表面允许有裂纹和包裹体，但这些缺陷伸入晶体不得大于晶体最小径长的 员/猿源 晶体内部允许有 圆－猿点直径不大于 园 缘毫米的包裹体，允许有裂纹，但沿裂纹延伸方向分离晶体后所得最大部分不小于原晶体的 猿/源 且此部分无裂纹和包裹体。	跃/猿源无限 猿源无限－员源员 员源无限－园 缘员 园缘无限－园源员

（二）拉丝模用金刚石

级别	晶体特征	规格，克拉/粒
二级	晶体完整，形状为八面体，十二面体，过渡型晶体和外形为圆形，椭圆形晶体 颜色为无色、浅黄色，浅绿色 晶体的最小径长不小于 员源毫米但浅棕色、棕色的晶体最小径长不小于 圆园毫米（即不小于 员园克拉/粒） 晶体表面允许有裂纹和包裹体 园园克拉/粒以上的晶体表面允许有色斑和深度不大于 园缘毫米的蚀坑	园源元－园缘 园源元－园园 园源员－园园 园源员－园源 园源员－园缘 园源元－园源 园源员－园缘 园源元－员园 员源员－员缘
二级	过渡型晶体和外形为圆形，椭圆形之晶体 颜色为无色，浅黄色，黄色、浅绿色，浅棕色。棕色 晶体的最小径长不小于 员源毫米，但浅棕色、棕色的晶体最小径长不小于 圆园毫米（即不小于 园园克拉/粒） 晶体表面允许有包裹体，但深入晶体不得大于晶体最小径长的 员/猿源 允许有裂纹，但沿裂纹延伸方向分离晶体后所得最大部分不得小于原晶体的 猿/源 且此部分无裂纹和包体	园源元－园缘 园源元－园园 园源员－园园 园源员－园源 园源员－园缘 园源元－园源 园源员－园缘 园源元－员园 员源员－员缘

㘝）刀具用金刚石

员．车刀用金刚石

晶体特征	规格：克拉/粒
晶体完整，晶体形状为十二面体、弧形八面体，过渡型晶体和外形为圆形，椭圆形 晶体最小径长不得小于 源毫米 颜色为无色，浅绿色，浅黄色、黄色、浅棕色 透明 不允许有裂纹。晶体表面允许有不大于 园毫米的包裹体和蚀坑	园．园园-园．园缘 园．园远-员．园园 员．园员-员．园缘 员．园远-员．园园 员．园员-圆．园园 圆．园员-猿．园园

圆．刻线刀用金刚石

晶体特征	规格：克拉/粒
晶体完整，形状为长形 颜色为无色，浅绿色，浅黄色、黄色、浅棕色 透明或半透明 晶体一端不允许有裂纹、包裹体；另一端允许有不影响使用的微小裂纹和不大于 园毫米的包裹体	园．园园-园．园园 园．园员-园．园园 园．园员-一 园．园园 园．园员-园．园缘

㘞）硬度计压头用金刚石

晶体特征	规格：克拉/粒
晶体完整，形状为十二面体，弧形八面体和过渡形晶体 颜色为无色、浅绿色、浅黄色，黄色、浅棕色，棕色 透明或半透明 不允许有裂纹。允许有不大于 园毫米的包裹体	园．园园-园．园园 园．园员-园．园园

五）地质钻头和石油钻头用金刚石

级别	晶体特征	规格：粒 辕拉
一 级	晶体完整，形状为十二面体，弧形八面体或过渡型晶体 颜色为无色，浅黄色，浅绿色，浅棕色 透明或半透明 不允许有裂纹，允许晶体内部有微小包裹体	员-猿 源-员园 员缘-圆园 圆员-猿园 怨员-源园 源员-远园 远员-愿园 愿员-员缘园
二 级	晶体较完整，形状为八面体，十二面体或过渡型晶体 颜色不限　绿豆色除外） 透明度不限 无裂纹，晶体内部允许有微小的包裹体	员-猿 源-员园 员缘-圆园 圆员-猿园 猿员-源园 源员-远园 远员-愿园 愿员-员缘园

六）砂轮刀用金刚石

级别	晶体特征	规格：克拉 辕粒
一 级	晶体完整的八面体、十二面体或过渡型晶体 透明或半透明 颜色不限 顶角处不得有裂纹或包裹体。晶体内部可有不大于园酝酝毫米的包裹体，但不得有裂纹	园酝酝园-园酝酝缘 园酝酝远-园酝酝园 园酝酝员-园酝酝园 园酝酝员-员酝酝园 员酝酝员-员酝酝缘 员酝酝远-员酝酝园 员酝酝员-圆酝酝园 圆酝酝员-猿酝酝园

续表

级别	晶体特征	规格：克拉·粒
二 级	具有五个以上天然有用顶角的八面体，十二面体、过渡型晶体 透明或半透明 颜色不限 有用顶角处不允许有裂纹，其它部位允许有少量的包裹体和微小的裂纹	圆圆圆-圆圆圆 圆圆圆-圆圆圆 圆圆圆-圆圆圆 圆圆圆-圆圆圆 圆圆圆-圆圆圆 圆圆圆-圆圆圆 圆圆圆-圆圆圆 圆圆圆-圆圆圆
三 级	晶体形状不限 具有三个以上天然有用顶角 颜色不限 透明或半透明　黑色和浅棕色例外） 有用顶角处不允许有裂纹，其它部位允许有包裹体，微小裂纹	圆圆圆-圆圆圆 圆圆圆-圆圆圆 圆圆圆-圆圆圆 圆圆圆-圆圆圆 圆圆圆-圆圆圆 圆圆圆-圆圆圆 圆圆圆-圆圆圆 圆圆圆-圆圆圆

七）玻璃刀用金刚石

晶体特征	规格：粒·克拉
晶体完整，形状为十二面体，八面体和过渡型晶体颜色不限 透朗或半透明 不允许有裂纹，晶体内部允许有微小包裹体	圆-圆 圆-圆 圆-圆 圆-圆 圆-圆 圆-圆

八）金刚石笔及修整器用金刚石

圆圆金刚石笔

晶体特征	规格：粒·克拉
非片状晶体，具有一个以上的顶尖 颜色不限　绿豆色除外） 透明或半透明 有用顶尖处不得有裂纹，允许有微小的包裹体	圆-圆 圆-圆 圆-圆

圆圆修整器用金刚石

晶体特征	规格：粒 辕寇拉
非片状晶体 透明或半透明	圆圆-源圆 源员-员圆

九）磨料用金刚石

凡不能满足以上各种用途的金刚石，均可作为磨料用。

第三十二章　水　晶

压电水晶、光学水晶、熔炼水晶、工艺水晶）

一、用途

水晶是透明的石英（SiO_2）晶体，一般无色。按其特性和工业用途分为压电水晶、光学水晶、熔炼水晶及工艺水晶四种。

压电水晶：无缺陷的水晶单晶，具有压电效应的特性。把它切割成单晶片后制成的谐振器、滤波器具有最高的频率稳定性，频率误差可小至 员园原怨以内。这种石英谐振器、滤波器是现代国防、电子工业中不可缺少的重要部件之一，广泛用于自动武器、超音速飞机、导弹、核武器及放大几千万倍的电子显微镜、测定几亿分之一秒的计时仪、电子计算机、人造地球卫星等科学技术的导航、遥控、遥测、电子、电讯设备之中。

光学水晶：主要利用其适于紫外线的透射和硬度比玻璃大的特点，用于制造石英折射计、红外线分析窗口、光谱仪、摄谱仪等。

熔炼水晶：是电子工业和新技术的矿物原料，主要制造各种石英玻璃、石英玻璃制品及生产人造水晶，如提炼纯硅用的石英坩埚、光学玻璃、石英栅、化学医疗器皿、碘钨灯、氙灯灯丝的支架、水银灯罩等、

工艺水晶：有色、无色的透明水晶，为制造水晶眼镜片、工艺品的工艺水晶原料。

二、一般工业要求

（一）压电水晶

鉴于目前供需关系和人造压电水晶已基本过关等因素，近年未提出新的工业指标，现将 员怨苑园年以前试行的技术要求所定的工业指标列出供参考。

矿床类型	开采方式	岩石等级	最低工业品位　克/千克	
			可利用的	暂不能利用的
原生矿	露天开采	四级以下	园缘	园缘
		四级以上	员	园远
		地下开采	猿	员愿
砂矿	水采		园猿	园员
	旱采		园缘	园猿

注：①压电水晶系指 跃园园克园园园毫米的单晶　伙单晶）。

②表中的品位系指整个矿区、块段和中段的平均品位。

③愿拜愿拜愿-员圆拜员圆拜员圆毫米猿小单晶的工业品位大于大单晶 猿-缘倍时，目前也可利用，找矿时应注意评价。

仁）光学水晶

员圆光学水晶工业原料分三个等级：

等级		无缺陷部分最小尺寸（毫米）			无缺陷部分允许缺陷程度
		机械轴	电轴	光轴	
Ⅰ级	员	远缘	缘缘	源圆	不允许有巴西双晶，绵，节瘤，气态、液态、固态包裹体，裂隙，蓝针
	圆	苑圆	苑圆	员缘	不允许有巴双西晶，绵，节瘤，气态，液态，固态包裹体，允许有一定数量的小气泡，小蓝针及次生小裂隙
Ⅱ级	员	源缘	猿缘	猿圆	与Ⅰ级员同
	圆	远缘	远缘	员缘	与Ⅰ级圆同
Ⅲ级	员	猿圆	圆缘	圆圆	与Ⅰ级员同
	圆	源缘	源缘	员缘	与Ⅰ级圆同

注：①晶体中无缺陷部分应集中，有两个或两个以上的无缺陷部分时，按尺寸最大的无缺陷部分定级。

②无缺陷部分允许存在之缺陷备有实物样板。

圆圆光学水晶工业原料为纯净、透明的石英晶体，能透过波长为 圆园园纳米以上的紫外线，透过率≥愿缘　以 员毫米厚度的无缺陷晶体薄片进行测定）。

猿圆光学水晶工业原料的缺陷是：巴西双晶、节瘤、固态、液态、气态包裹体、绵、裂隙、蓝针。

源圆光学水晶工业原料允许有道芬双晶，不影响透过紫外线的线颜色，无缺陷部分的边缘，允许有少量小气泡、点状小蓝针及次生小裂隙。

匡）熔炼水晶

员圆熔炼水晶质量好坏的主要标志是含二氧化硅的纯度，评价熔炼水晶矿产和生产熔炼水晶的每一个矿山或产地，都必须有化学分析资料。分析项目除必须有二氧化硅外，还应按需要选作铝、铁、硼钾、钠、钙、镁、铅、铜、锡、锰、镍、钦等元素的氧化物。

圆圆熔炼水晶不允许含有矿物包裹体及被矿物和杂质粘附的表面；不允许带有紫色、黄色，一级品不允许有墨晶。

猿圆熔炼水晶允许含有双晶、节瘤、蓝针和干净的自然晶面，不拘外形，但每块熔炼水晶的最小厚度必须大于或等于 猿毫米。

熔炼水晶的透明度是影响其质量的又一标志。熔炼水晶的技术品级按每块晶体中透明部分占百分比划分为四级，即：

品级	透明部分占每块晶体体积百分比
Ⅰ级	≥80%
Ⅱ级	≥60%
Ⅲ级	≥40%
Ⅳ级	≥20%

熔炼水晶的工业指标可按压电水晶最低工业品位的 50%计。

（四）工艺水晶

分选和加工光学、压电水晶工业原料时所剔出来的水晶，只要符合以下要求即可作为工艺水晶的工业原料：

原料必须完全透明，可带色或无色，亦可带道芬双晶、巴西双晶、节瘤、少量气态、固态包裹体、蓝针和小绵，不许带裂隙、大绵。

工艺水晶工业原料共分四个等级

级别		可用部分透明程度	颜色	可用部分最小尺寸（毫米）	可用部分占整块晶体比例（%）	可用部分允许缺陷程度
Ⅰ级	优	完全透明	深茶色	40×40×40	≥10	可带少量气态，固态包裹体和小蓝针。不许带裂隙、大绵、密集蓝针
	良	完全透明	茶色	40×40×40	≥5	
Ⅱ级	优	完全透明	茶色	30×30×30	≥40	可带少量气态，固态包裹体，小绵、小蓝针。不许带裂隙、大绵、密集蓝针
	良	完全透明	浅茶色	40×40×40	≥5	
Ⅲ级	优	完全透明	浅茶色	30×30×30	≥40	
	良	完全透明	无色	40×40×40	≥10	允许带少量原生小裂隙，边缘部位允许带中绵
Ⅳ级		完全透明	深色及无色	30×30×30	无要求	

注：①因气泡较多不能列入规定等级者，可降级处理。

②晶体颜色深浅程度以 40×40 薄片为准。

三、综合评价

热液石英脉型水晶矿床的脉石英是综合利用的对象，其围岩如是石英砂岩也要注意综合评价。伟晶岩型水晶矿床中，共生矿物可有萤石、黄玉、绿柱石、云母及稀有金属等。某些含晶石英脉和砂矿中伴生有金、银、铅、锌等有色及贵重金属矿产。另外，铜、铅、锌、钨矿区亦发现具有工业价值的石英脉型水晶矿。应注意综合找矿和综合评价。

第三十三章　冰洲石

一、性质和用途

冰洲石是结晶完整和完全透明的方解石，化学成分为碳酸钙（[illegible]），具有透明矿物中最高的双折射率和偏光性能，主要用于国防工业和制特种光学仪器，如制大屏幕显示设备，电子计算机的折光、偏光器，及偏光仪、光度计、旋光测糖计、化学分析用的比色计等。此外，还可制大炮的射程仪及测远仪的配件。

二、一般工业要求

[illegible]无色全透明，无裂隙，无包裹体（固、液、气体），无节瘤、蒙罩及杂质，无双晶，无环带构造，用紫外线光照射时无萤光现象。

[illegible]冰洲石的技术等级按晶体解理菱面体尺寸及允许缺点的程度划分为三级：

等级	要求尺寸（毫米）	允许缺点
Ⅰ级	≥[illegible]	允许带有轻微、均匀浅色，菱角相当于菱边长的[illegible]范围内允许有一些缺点
Ⅱ	≥[illegible]	允许带有色，棱角相当于棱边长的[illegible]范围内允许有一些缺点
Ⅲ	≥[illegible]	允许带有色，棱角[illegible]毫米范围内允许有各种缺点

注：三个棱边长都≥[illegible]毫米，存在缺点相当于二级品的冰洲石应予保留。

三、附录

（一）偏光仪器中冰湖石棱镜等的规格：

一般尼科尔棱镜 [illegible]毫米

大断面偏光镜 [illegible]毫米

上等偏光镜 跃员圆园援园伊员圆园援园伊猿援园园毫米

或 员远园援园伊员远园援园伊员园援园毫米

（二）冰洲石暂行销售规格

等级		规格
一级	员	≥远缘伊愿缘伊源缘
	圆	≥缘缘伊缘缘伊源缘
二级	员	≥源园伊源园伊圆缘
	圆	≥猿园伊猿园伊圆园
三级		≥圆园伊圆园伊员源

第三十四章　光学萤石

一、性质及用途

光学萤石是指透明的萤石晶体，具有光的均质性、低的折光率、弱的分散性和无论对红外线或紫外线都有很高的透光性，所以大的萤石晶体可作摄谱仪，较小的晶体用作显微镜上的接物镜，还可制造消除色象差和球状象差的透镜和棱镜。

二、一般工业要求

质量要求：全透明、无色或带均匀的浅色；无裂隙、包裹体（固、液、气体）或个别细小的包裹体（用六倍放大镜检查时）；厚度为 毫米的萤石薄片必须透过波长为 微米的红外线 以上。

缺陷大小要求：萤石晶体（或晶体碎块）无缺陷部分的尺寸均应大于或等于 毫米。

光学萤石工业原料分级：根据晶体大小及采取率分为五级：

级别	可用部分采取率（无缺陷部分占整个晶体或碎块的体积）	可用部分尺寸（毫米）
特级	≥	≥
Ⅰ级	≥	≥
Ⅱ级	≥	≥
Ⅲ级	≥	≥
Ⅳ级	≥（凡带有均匀的浅色者，不具有乳白色）均列入此级	≥

三、附录

建材部 员愿员年部颁标准：光学萤石昌体质量分级标准

级别	可用部分采取率	可用部分尺寸　毫米）	备注
特	无缺点部分占整个晶体或碎块的体积≥怨园豫	≥缘园园×缘园园×缘园园	选矿时，除将不透明部分或其它缺点溶集部分打掉外，一般应保留些缺陷部分，以便使用单位加工时损坏晶体有用部分
员	无缺点部分占整个晶体或碎块的 圆体积≥愿园豫	≥圆园园×圆园园×圆园园	
圆	无缺点部分占整个晶体或碎块的体积≥远园豫	≥员园园×员园园×员园园	
猿	无缺点部分占整个晶体或碎块的体积≥源园豫	≥员园园×员园园×员园园	
源	员圆园无缺点部分占整个晶体或碎块的体积≥缘豫 圆园园以带有均匀的浅色　不具乳色）均列入该级	≥远园园×远园园×远园园	

第三十五章　电气石

一、性质及用途

电气石是一种复杂的硼、铝硅酸盐〔[illegible]〕圆[illegible]源。硬度较大[illegible]，有显著的热电、压电性能，透明的晶体纵向切面有偏光和多色性的特点，因此，电气石晶片可用作无线电工业上的波长调整器、偏光仪器中的偏光片；结晶完好、无弯曲和裂纹的电气石，可作测定空气和水中的冲压用的压电计；透明色鲜的可作宝石；细粒电气石还可作研磨材料。由于电气石含硼[illegible]），在缺硼时，可作炼硼和制硼肥的原料。

二、综合评价

在伟晶岩矿床中，电气石常与稀有矿物、云母等共生。在矽卡岩型、云英岩型矿床中常与钨、锡矿物共生，有时与硼镁铁矿共生，应注意综合评价。

第三十六章　云母

一、性质和用途

云母的种类很多，在工业上用得最多的是白云母 运粤员源 糟蚤泽糟澡蚤贼藻〕 的为，云源 其次是金云母 运酝员 枣造燥造凿蚤贼藻〕 的为，云源 锂云母 运蕴蚤 糟澡造燥则蚤贼藻〕 的为，云源是锂的工业原料，有时还富集一定量的铷和铯。

白云母和金云母均有高的电绝缘性和耐热性，强的抗酸、抗碱、抗压能力，并能分剥成有弹性的透明薄片，所以主要用作电气设备和电工器材的绝缘材料　如制造电子管、电容器、整流器、电动机等等）；云母也可用在冶金工业和机械工业方面，制作蒸汽锅炉、冶炼炉的炉窗和机械上的零件；此外，碎云母和云母粉可以加工制成云母纸，具有与片状云母相同的电绝缘性、耐热性、抗酸性、抗碱性和抗压性，也可代替云母电机薄片，制造各种成本低廉、厚度均匀的绝缘材料，用于各种电机的绝缘。碎云母具有高度的分散性、在粘性介质中的悬浮性而广泛地被用作油漆、橡胶、塑料的填料及建筑材料。

二、一般工业要求

工业上可用的是工业原料云母。它是指从矿山直接采出的云母原矿　或称生料云母），经过初步选矿取得的两面平整、有效面积≥源厘米圆的云母块。

（一）质量要求

员．工业原料云母的外观质量条件

员 在有效面积内不允许有裂缝、穿孔、砂眼、粘结、严重皱纹、嵌填物、连生物和羽毛状梗子层。

圆 在有效面积内不允许有已失去弹性和挠曲性能的严重风化和水锈的云母，即不能剥分成合格薄片者。

猿 在云母晶体内，不允许有易于脱落的云母碎块；边沿上的非云母矿物沿径向不得超过 猿毫米；凹入角内的非云母矿物其深度不得超过 苑毫米；同时也不允许有凸出于云母晶体表面的非云母矿物。

源 楔形云母最厚边的最大厚度不得超过 员远毫米，板状云母晶体厚度不限。

圆．工业原料云母的分类

按云母晶体任一面之有效面积，最大一块的内接矩形分成五类：

面　积 类　别	任一面之最大一块有效面积　厘米²	最大轮廓面积　厘米²	备注
特类	≥	≥	左列云母晶体有效面积和轮廓面积相差较大，且两者难得对应，地质评价时当以有效面积衡量评定。
Ⅰ类	≥	约	
Ⅱ类	≥	约	
Ⅲ类	≥	约	
Ⅳ类	≥	约	

注：有效面积是指按云母片内所能划出的最大内接矩形计算。此矩形的边长比为 -

工业原料云母的分级

工业原料云母按斑点所占有效面积的比例又分为甲、乙两级，即：

甲级：斑点占有效面积≤，

乙级：斑点占有效面积 跃。

厚片云母：用工业原料云母加工成厚度为 – 毫米。有效面积≥厘米²的任意外形的云母片为剥制电容器用薄片、电机绝缘用薄片及电器绝缘耐热用云母片的原料。

根据外观质量和用途，将厚片云母分为特级、甲级、乙级和丙级。

①特级：剥制优质电容器薄片云母的最优质云母，对其外观质量要求：

表面呈珍珠光泽、透明，颜色一致，两面光滑；

质地坚硬平整，允许略带波纹，不允许有重波、皱纹、交叉纹络和纽结，不允许有任何斑点 《

无贯穿杂质、粘结、连生物、嵌填物；

允许小于对径 的裂缝和凹入角，但各不得超过 处，在裂缝长度范围内允许穿孔存在，凹入角不得伸入型号面积。

②甲级：剥制电容器薄片的优质白云母。外观质量要求如下：

质地坚硬、光滑、透明、无皱纹和凹凸不平，允许有轻微波纹；

斑点不得超过云母片面积的 ；

无贯穿杂质、粘结、连生物、嵌填物；

允许小于对径 的裂缝和凹入角，但各不得超过 处，在裂缝长度范围内允许穿孔存在，凹入角不得伸入型号面积内。

③乙级：剥制电机绝缘薄片云母的良好白云母和金云母，外观质量要求如下：

两面光滑，允许有波纹和轻微皱纹；

斑点不得超过云母片面积的 ；

无贯穿杂质、粘结、连生物、嵌填物；

允许小于对径 的裂缝和凹入角。但各不得超过 处，在裂缝长度范围内允

许穿孔存在，凹入角不得伸入型号面积内。

④丙级：剥制电器绝缘用云母片的白云母和金云母，外观质量要求如下：

葬 斑点不限；

遭 两面光滑，允许有波纹、轻微皱纹；

糟 应无贯穿杂质、粘结、连生物、嵌填物；

凿 允许小于对径 员猿的裂缝和凹入角，但各不得超过 圆处，在裂缝长度范围内允许穿孔存在，凹入角不允许伸入型号面积内。

圆 厚片云母按片内最大内接矩形面积（又称型号面积）分为九个型号：

型号	特号	员号	圆号	猿号	源号	缘号	远号	苑号	愿号
面积 厘米鸳	≥圆圆园	≥员缘缘	≥怨园	≥远缘	≥源园	≥圆园	≥员园	≥远	≥源

缘郧一般电气性能要求：

选有代表性样品的厚片云母，加工成薄片云母进行电气性能试验，其击穿电压不得低于下表数值：

薄片云母厚度（微米）	击穿电压（单位：千伏）			
	白云母		金云母	
	平均	最低	平均	最低
员缘枝缘	圆圆园	员源园	员愿园	员圆园
圆缘枝缘	源圆园	员愿园	猿圆园	员苑园

（二）品位要求

按工业原料云母含矿率计算

边界品位：含矿率 员千克/米猿

工业品位：平均含矿率 源千克/米猿

（三）开采技术条件

可采厚度：≥员米，当工业原料云母含矿率高而矿体厚度不足 员米时，按米含矿率计算。

夹石剔除厚度≥圆圆缘米（因白云母矿床矿化一般不稳定，矿体变化大，为使储量计算与开采实际情况较为接近，可放宽为 员米。）

注：附名词解释：

楔形：云母晶体中任一断面上一端比另一端厚。

板状：叠层彼此平行的云母晶体。

裂缝：肉眼可见的破裂。

穿孔　沙眼或刺穿）：贯穿云母晶面的洞孔。
粘结　旋子、绞丝）：指云母的不完全解理。
皱纹：成折线状起伏的断面。
嵌填物：贯穿云母晶面的非云母矿物。
连生物：与云母晶体连生的黑云母或非云母矿物。
凹人角：云母片边沿的缺口。
羽毛状梗子层　又称鱼骨状）：无数线条以 [illegible] 交错汇集，形似鸟羽者。
波纹：成曲线状起伏的断面。
风化云母：云母受空气、水及其它因素长时间作用使其性能发生变化。
斑点：渗入云母晶面间的矿物杂质，致使该处不透明或半透明。

三、矿床实例

（一）新疆阿勒太白云母矿

边界品位：工业原料云母含矿率 [illegible] 千克 [illegible]
工业品位：工业原料云母平均含矿率 远千克 [illegible]
可采厚度：[illegible] 不足 [illegible] 者以米含矿率计算）
夹石剔除厚度：[illegible]

（二）四川丹巴白云母矿

边界品位：工业原料云母含矿率 [illegible] 千克 [illegible]
工业品位：工业原料云母平均含矿率 源千克 [illegible]
可采厚度：[illegible] 不足 [illegible] 者，以米含矿率计算）
夹石剔除：厚度 [illegible]

四、综合评价

在白云母伟晶岩矿床中，常有绿柱石、铌钽铁矿、锂辉石、独居石、含铀铌钽酸盐等稀有分散元素矿物，应注意进行评价，并对矿床中的石英和长石能否供工业利用，作出综合评价。

第十一篇

地下水和地下热水

第一章　地下水

一、用途

地下水是水资源的重要组成部分，一般具有水质好，水量稳定，不易受到污染等优点，广泛用于人民生活、农业灌溉、工业等各个方面。特别是干旱、半干旱地区，地表水源不足，地下水的开发利用对当地人民的生活和国民经济的发展，更有着重要的意义。

质量优良的地下水，首先应该满足当地人民饮用和生活用水的需要。

二、分类

（一）按矿化度的大小，把水分为五类

类型	淡水	微咸水	咸水	盐水	卤水
矿化度（克/升）	小于1	1～3	3～10	10～40	大于40

注：海水的矿化度在35克/升左右

（二）按硬度的大小，把水分为五类

类型	总硬度（以钙、镁离子毫克当量/升计）	德国度（度）
极软水	小于1.5	小于4.2
软　水	1.5～3	4.2～8.4
微硬水	3～6	8.4～16.8
硬水	6～9	16.8～25.2
极硬水	大于9	大于25.2

注：一德国度相当于一升水中含10毫克氧化钙或7.19毫克氧化镁

㈡）按 责H值，把水分为五类

类型	强酸性水	弱酸性水	中性水	弱碱性水	强碱性水
责H值	约缘圆	缘圆—约远猿	远猿—约愿圆	愿圆—约苑园	≥苑园圆

硫化矿物　黄铁矿、黄铜矿及闪锌矿等）的氧化是酸性水形成的重要方面。酸性水对钢铁等金属有腐蚀作用，当 责H约源时腐蚀性剧增。责H约苑的水，一般对建筑物的基础呈酸性侵蚀。

三、水质标准

㈠）生活饮用水水质标准

编号	项目	标准
	感官性状和一般化学指标	
员	色	色度不超过 员缘度，并不得呈现其他异色
圆	浑浊度	不超过 猿度，特殊情况不超过 缘度，
猿	嗅和味	不得有异嗅，异味
源	肉眼可见物	不得含有
缘	责H值	远猿原愿缘
远	总硬度　以 悖葡计）	源苑毫克 辕升
苑	铁	员园毫克 辕升
愿	锰	员园毫克 辕升
怨	铜	员毫克 辕升
员园	锌	员毫克 辕升
员员	挥发酸类　以苯酚酚计）	员园毫克 辕升
员圆	阳离子合成洗涤剂	员园毫克 辕升
员猿	硫酸盐	圆缘毫克 辕升
员源	氯化物	圆缘毫克 辕升
员缘	溶解性部固体毒理学指标：	员园园毫克 辕升

续表

编号	项目	标准
员远	氟化物	员圆厘克 辕升，
员苑	氰化物	园豫毫克 辕升
员愿	砷	园豫毫克 辕升
员怨	硒	园源毫克 辕升
圆园	汞	园园园缘毫克 辕升
圆员	镉	园园源毫克 辕升
圆圆	铬　六价）	园园缘毫克 辕升
圆猿	铅	园园缘毫克 辕升
圆源	银	园园缘毫克 辕升
圆缘	硝酸盐　以氮计）	员园厘克 辕升
圆远	氯仿	远园微克 辕升
圆苑	四氯化碳	猿园微克 辕升
圆愿	苯并　葬 芘	园园园员微克 辕升
圆怨	滴滴涕	员微克 辕升
猿园	六六六	缘微克 辕升
	细菌学指标：	
猿员	细菌总数	一毫升水中不超过 员园园个
猿圆	大肠菌群	一升水中不超过 猿个
猿猿	游离性余氯	在接触 猿园分钟后应不低于 园豫毫克 辕升。集中式给水除出厂水应符合上述要求外，管网末梢水不低于 园园豫毫克 辕升放射性指标：
猿源	总 葬放射性	园豫贝可 辕升
猿缘	总 β 放射性	员贝可 辕升

引自，员怨愿远年　生活饮用水水质标准》员月猿园日－愿猿试行标准

仁）农田灌溉用水水质标准

编号	项目	标准
员	水温	不超过 猿缘益
圆	责旬值	缘豫－愿豫
猿	全盐量	非盐碱土农田不超过 员园园园毫克 辕升
源	氯化物　按 怃员计）	

续表

编号	项目	标准
缘	流化物　按 杂计）	不超过 员毫克 辑计
远	汞及其化合物　按 与杂计）	不超过 园颐园园员毫克升
怨	镉及其化合物　按 怄计）	不超过 园颐园园员毫克 辑计
愿	砷及其化合物　按 粤计）	不超过 园颐园缘毫克 辑计
怨	六价铬化物　按 怄酝匝计）	不超过 园颐园员毫克 辑计
员园	铅及其化合物　按 孕计）	不超过 园颐园员毫克 辑计
员员	铜及其化合物　按 怄计）	不超过 员颐园毫克 辑计
员园	锌及其化合物　按 在计）	不超过 猿毫克 辑计
员猿	硒及其化合物　按 杂计）	不超过 园颐园园员毫克 辑计
员源	氟化物　按 云计）	不超过 猿毫克 辑计
员缘	氰化物　按游离氰根计）	不超过 园颐缘毫克 辑计
员远	石油类	不超过 员颐园毫克 辑计
员苑	挥发性酚	不超过 园颐园员毫克 辑计
员愿	苯	不超过 园颐缘毫克 辑计
员怨	三氯乙醛	不超过 园颐缘毫克 辑计
圆园	丙稀醛	不超过 园颐缘毫克 辑计

注：放射性物质的标准，应按现行的　《放射防护规定》中关于露天水源中放射性物质极限浓度的规定执行。

引自　《农田灌溉水质标准》耘圆园园-怨愿　（试行）

（三）肥水

肥水就是含有硝态氮和其它可溶盐的地下水，是广大群众在长期生产过程中发现和利用的一种肥源。有些地方，群众把肥水称之为“苦水”、“壮水”或“茅缸水”。

肥水主要是地面含氮的有机物分解成硝酸盐，经过淋滤下渗作用，聚集在地下水中形成的，因此，肥水的分布和人类的活动以及水交地质条件有着密切的关系。

肥水无色、透明、无嗅，味苦或咸、涩。根据试验观察，硝态氮含量在 员缘毫克 辑计以上的地下水，用于灌溉就有增产的效果，因此，可以把含有硝态氮 员缘毫克 辑计作为肥水的界线。

四）蒸气锅炉用水水质要求

项目	限度
非碳酸盐硬度	园 毫克当量
总硬度	毫克当量
蒸发残渣	毫克
悬浮物	毫克
含氯量	毫克

五）冷却用水

除考虑水温外，一般要求水质不结垢或少结垢，不腐蚀。主要考虑下列项目：

冷却用水水质要求

项目	浑浊度①	总矿化	碳酸盐硬度②	值					
允许含量（毫克）			德国度）						

六）食品工业用水

水需无色、透明、无嗅、无味、无毒、无悬浮有机质，对水中细菌数量进行严格控制，符合饮用水水质标准。水质要求如下表：

项目	制糖	制淀粉	酿酒	备注
浑浊度	园	园		
色度　度）	园	园		
总硬 度　德国度）	园	园	园	
耗氧量　毫克）	园	园	园	
氯　毫克）	园	园	园	使糖不易结晶
硫酐	园	园		对制糖起不良影响
亚硝酐　毫克）	园	园	园（麦芽）	存大，可使糖大量减产

续表

项目	制糖	制淀粉	酿酒	备注
硝酐　毫克 辏计）	痕迹	园	园酿	
氨　毫克 辏计）	园	园	园酿员	
铁　毫克 辏计）	痕迹	园酿豫	园酿员	使淀粉、糖着色
锰　毫克 辏计）	痕迹	园酿酿豫	痕迹	使淀粉，糖关色
碳酸　毫克 辏计）		员园园		
氧化钙　毫克 辏计）		员酿园		
氧化镁　毫克 辏计）		园园		
固形物　毫克 辏计）	园酿园原辏酿园	源园园原远园		
责)值			远酿酿原劣酿豫	

四、开采技术条件

（一）开采深度

浅井：井深≤源园米，可以人力施工锅锥井
中深井：≤猿园园米，可以使用一般凿井机具
深井：跃猿园园米，需要使用大型凿井机具

（二）宜井地区

饮用：单井出水量一般需要满足 员时
以上水泵抽水
农田灌溉：单井出水量一般需要满足 猿时
以上水泵抽水
工业供水：单井出水量一般需要满足 远时
以上水泵抽水

（三）地下水位埋藏深度

浅：水位埋深 园～约员园米，可以使用离心泵提水
中：水位埋深 员园～缘园米，可以使用机井泵提水
深：水位埋深 缘园～员缘园米，可以使用深井泵提水
超深：水位埋深 跃员缘园米，需要串连深井泵或使用超深深井泵提水

（四）供水水源地规模

小型：　可采水量，≤员万米猿辕日

中型：　可采水量，跃员-缘万米猿辕日

大型：　可采水量，跃缘-员远万米猿辕日

超大型：可采水量，跃员远万米猿辕日。

第二章　地下热水

一、用途

地球是一个大热库，全球地热能源潜在资源约 [illegible]兆千瓦小时，相当于现在全球耗能总量的 [illegible]万倍。地下水作为导热介质，在长期运移过程中吸收了地壳内部的热能，并携带了一些特有的物质组分，形成了地下热水。当其所含物质组分可作为矿产资源或具有特殊医疗价值时称“热矿水”或“矿泉”。地下热水分布较广，由于储存有大量的热能，除用于医疗、洗浴外，目前作为能源开发利用，已日益引起重视。

（一）地下热水发电：利用地下热水的热能，采用降压扩容法或中间介质法发电，较火力发电有许多优越性：不用燃料，不要锅炉车间及其相应的设备，无废渣，既节省煤炭又可节省大量的运输设备，同时很少造成空气污染。如西藏羊八井地热试验电站，现有供发电用的生产井六口，孔深 [illegible]米，每小时生产汽水混合物 [illegible]吨，多数井地热流体温度达 [illegible]，[illegible]年开始筹建地热试验电站，现已完成装机容量 [illegible]千瓦。为目前我国国内最大的地热电站，并已运转发电，向距离 [illegible]千米以远的拉萨市供电，缓和了拉萨市供电紧张的局面。

（二）地下热水供暖：北京、天津、华北油田、福洲等地利用地下热水为居民住宅区供暖，已取得了良好效果，节省了大量煤炭、资金，减少了环境污染。如北京东南城区。自 [illegible]年代初期开展地热勘探工作以来，在约 [illegible]余平方千米范围内打成水温在[illegible]的热水井 [illegible]余眼，现有 [illegible]个单位利用 [illegible]的地热水采暖，采暖面积达 [illegible]万平方米。采暖效果较好的空军招待所，利用井深 [illegible]米，水温 [illegible]，出水量约 [illegible]小时的热水井采暖，采暖面积达 [illegible]万平方米，与用锅炉采暖比较，全年可节煤 [illegible]吨，节电 [illegible]万度，节省人力 [illegible]人，共可节支约 [illegible]万余元，并减少了环境污染。

（三）用于工业生产：主要用于工业锅炉及纺织、印染、造纸、酿造、皮革加工处理等工艺流程中的热供水。

（四）用于农副业生产：主要用于保温育苗、温室栽培、人工孵化、水产养殖和调剂灌溉水温等。

（五）用于医疗洗浴：热矿水用于医疗和洗浴在我国有悠久的历史。由于热矿水所含化学成分、气体和放射性物质以及温度对人体产生某些显著的生理作用，取得治疗疾病的效果。如广东从化温泉，为放射性氡泉，含氡 [illegible]马赫。对皮肤病、关节炎有显著疗效。

（六）提取有用组分和制做饮料：如湖北某地钻孔中，于 [illegible]米深处，以 [illegible]多个大气压的压力喷出 [illegible]的热水，含盐浓度 [illegible]克/升，同时含有碘、锂、铯、铷、钾等

元素；云南腾冲温泉年产硫磺 缴圆圆吨；广东龙川县黎嘴温泉，含游离二氧化碳 员圆圆毫克 辕升，已建成矿泉水厂，生产瓶装汽水，对消化系统疾病有较好的疗效。

二、分类

（一）从利用地热能出发，按温度分类

相	热水类型	温度界线　（℃）	主要用途
液相	低温热水	圆圆-源圆	农业灌溉、饮用、浴疗、洗涤、人工孵化
	中温热水	圆圆-源圆	锅炉用水、生活、采暖、温室、调节灌溉溉水源
	高温热水	圆圆-源圆	锅炉用水、工业热供水，采暖
液气相	低温过热水	跃员圆圆	发电、动力气
	高温过热水	跃猿源（水临界温度）	发电与综合利用

（二）从医疗出发，按温度分类

类型	冷的	微温的	温的	热水	高热的
泉水温度　（℃）	约圆缘	圆缘-猿缘	猿源-猿苑	猿愿-源圆	跃圆圆

（三）按放射性分级

分级	氡水中射气含量　（埃曼）	镭水中镭的含量　（克 辕升）	备　　注
强放射性水 中等放射性水 弱放射性水	跃猿圆圆 员圆圆-猿圆圆 猿缘-员圆圆	跃员园[-8] 员园原员缘-员园[-8] 员园原员缘-员园[-9]	埃曼为射气含量单位 员马赫 越猿圆圆埃曼 员升 居里 越猿圆圆亿埃曼 近年查明镭水对人体有害，已停止用于医疗

三、热矿水水质标准

（一）医疗矿泉水标准

（1985年青岛会议通过）

名称	矿化度克/升	主要成分		特殊成分
		阴离子	阳离子	
氡泉				氡≥3.7贝克/升
碳酸泉				游离CO_2≥250毫克/升
硫化氢泉				总硫量≥2毫克/升
铁泉				Fe^{2+}或Fe^{2+}+Fe^{3+}≥10毫克/升
磺泉				SO_2≥25毫克/升
溴泉				Br^-≥5毫克/升
砷泉				As^{3+}≥0.7毫克/升
硅酸泉				H_2SiO_3≥50毫克/升
重碳酸盐泉	≥1	HCO_3^-≥0.2	Ca^{2+}，Mg^{2+}	
硫酸盐泉	≥1	SO_4^{2-}≥0.25	Na^++K^+≥0.5	
氯化物泉	≥1	Cl^-≥0.25	Na^++K^+≥0.5	
淡泉	≤1			

（二）饮料矿泉水特殊化学成分标准

（1996年地矿部《试行》标准）

化学成分	饮料矿泉水档准毫克/升	备注
游离二氧化碳	≥250	命名标准≥500
氡	≥3.7	命名标准≥3.7
偏硅酸	≥25	命名标准≥25
二价铁和三价铁	0.2～10	命名标准≥10
锂	≥0.2	
锶	≥0.2	
氟	≥1	

续表

化学成分	饮料矿泉水档准毫克 辖计	备注
溴	园圈图-员	
偏硼酸	员-缘	以 勻接月勻振计
碘	园圈图-员	
钼	园圈缘-园圈缘	
锌	园圈图-缘	
硒	园圈员-园圈员	

仨）可以提取有用元素的最低含量

它需要根据热田规模综合评价，以下数字供参考。

碘　（[）：　园圈-猿毫克 辖计

溴　月则：　园圈-园圈毫克 辖计

铯　伽铎：　跃愿毫克 辖计

锂　缝鑫：　跃园缘毫克 辖计

级　砸瞳：　跃园圈毫克 辖计

锗　鲍藻：　跃缘毫克 辖计

四、开采技术条件

（一）开采深度

温度　益）	开采深度　米）
≤源园	约员圈园
源园-远园	员圈园-员缘圈园
愿园-员圈园	员缘圈园-圆圈圈园
跃员圈园	跃圆圈圈园

仨）地热田规模，按发电量大小划分

大型：发电量　跃缘万千瓦

中型：发电量 员-缘万千瓦

小型：发电量　约员万千瓦

第十二篇

燃 料 矿 产

第一章　煤

一、用途

煤被称为“工业的粮食”。煤在冶金工业中是一种重要原料，有煤才能炼铁；煤也是主要的动力燃料，火力发电、蒸汽机、火车、轮船、蒸汽锅炉等都需用，它是我国主要能源之一；在化学工业上通过煤的焦化加工等过程；可获得许多重要的化工原料和化工产品，如煤气、煤焦油、氮肥、医药品、农药、染料、塑料、合成纤维、合成橡胶、糖精、香料等上百种产品；含油率较高的煤，还可用来提取人造石油。此外，矸石、灰渣可制一般建筑用砖或耐火砖，也可用作水泥掺合原料。

二、煤的分类

按成煤物质可分为腐植煤和腐泥煤。按照煤的煤化程度，可分为泥炭、褐煤、烟煤和无烟煤四大类（详见附录），现将其特征、用途分述如下：

泥炭：煤化程度最低，质地软，呈海绵状或块状，颜色呈暗褐色或黑色，无光泽，腐植酸和水分含量高，发热量很低，可作民用燃料、肥料、化工原料等（详见泥炭）。

褐煤：煤化程度略高于泥炭，质脆、易碎、无光泽，颜色呈暗褐色，内在水分大，发热量低，含原生腐植酸，一般作动力用或民用，亦可作炼油和化工原料。褐煤可生产有机肥料，如腐植酸；提取褐煤腊可用于电子机械及日用化工工业；褐煤两段炼焦，与加压气化制合成氨已是成熟技术，褐煤液化已取得初步试验结果，新的煤炭分类中褐煤又分为褐煤一号和褐煤二号。

烟煤：煤化程度高于褐煤，具有相当的硬度，挥发分在 [illegible] 以上，内在水分一般在 [illegible] 以下。我国烟煤一般分为长焰煤、不粘煤、弱粘煤、气煤、肥煤、焦煤、瘦煤和贫煤。按其工艺性质及用途又可分为炼焦用煤、动力用煤、炼油用煤、气化用煤及腐植酸用煤。

① 炼焦用煤：包括粘结性强或较强的瘦煤、焦煤、肥煤及气煤等，要求灰分、硫、磷的含量愈低愈好，一般要求精煤灰分小于 [illegible]，硫小于 [illegible]，磷小于 [illegible]，每百万吨炼焦精煤约可生产 [illegible] 万吨焦炭，它主要用于冶金、铸造工业，也可用来生产合成氨及其它化工原料，焦煤与石灰经电炉加热可生产电石，进而制造一系列化工原料。焦化产品：煤炭进行高温干馏，除可生产焦炭外，还有煤气、焦油等副产品，煤气供城市民用，焦油可提取多种化工产品，如生产苯、粗苯、粗吡啶用于医药和染料工业，亦可生产涤纶、树脂的确良等产品；

② 动力用煤：粘结性弱的或不粘结

的，如贫煤、弱粘煤、不粘煤和长焰煤等可作民用和动力燃料；猿 炼油用煤：主要是褐煤、长焰煤以及部分气煤等　此外尚有腐泥煤），当含油率大于 苑豫时，可作炼油用煤；源 气化用煤：弱粘结或不粘结的烟煤，如长焰煤、贫煤等，有一定块度和耐火强度时，可作为气化用煤；缘 腐植酸用煤：各种风化烟煤。挥发分较高的长焰煤还可做化工原料。

源噪无烟煤：煤化程度最高，挥发分最低，质硬，呈灰黑色，有金属光泽，发热量高，无烟块煤可做化工原料，粉煤成型可供机车或民用。优质无烟煤用于高炉喷吹，一吨无烟煤喷粉可代替 园愿愿吨焦炭，相当于 员愿愿吨精煤，新的煤炭分类中无烟煤分为无烟煤一号至三号。

三、成分

煤是由有机化合物和各种矿物杂质的混合物所组成，煤中碳、氢、硫等成分是可燃体，煤中的有害杂质是灰分、水分、硫分和磷、砷。煤的灰分包括内在灰分和外在灰分。煤的硫分包括有机硫、硫酸盐硫和黄铁矿硫，总称全硫。煤的水分包括内在水分、外在水分。焦炭中含磷过限时会使钢铁性能变脆质量降低，我国煤中含磷多数较低，不超过工业要求的指标。各种煤的有机成分的元素大致含量如下表：

种类	碳　豫）	氢　豫）	氧　豫）	氮　豫）	高位发热量 回删除 卡 辕克）
泥 炭	缘愿	远	猿园	圆原猿	缘园园
褐 煤	远愿	缘源	园园	员源	远园园
烟 煤	愿园	缘园	员园	员苑	愿园园
无烟煤	怨豫	圆园	圆	园愿	愿园园

员卡 越愿愿愿远焦耳，下同。

四、一般工业要求

（一）一般地区

项目 \ 煤的种类 / 储量类别			炼焦用煤		非炼焦用煤		褐煤	
			Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ
最低可采厚度（米）	矿井开采	缓倾斜	0.7	0.5	0.7	0.5	0.7	0.5
		倾斜-急倾斜	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4
		急倾斜	0.4	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3
	露天开采		1.0	0.8	1.0	0.8	1.0	0.8
最高可采灰分（%）			25	40	25	—	25	—

注：“—”示不作具体规定

（二）缺煤地区

项目 \ 煤的种类 / 储量类别			炼焦用煤		非炼焦用煤		褐煤	
			Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅱ
最低可采厚度（米）	矿井开采	缓倾斜	0.5	0.4	0.7	0.5	0.7	0.5
		倾斜-急倾斜	0.4	0.3	0.5	0.4	0.5	0.4
		急倾斜	0.3	0.2	0.4	0.3	0.4	0.3
最高可采灰分（%）			25	40	不作具体规定			
最低发热量（千卡/千克）					3500大卡/千克	3500大卡/千克	3500大卡/千克	

注：灰卡越高越需要选煤；Ⅰ—能利用储量；Ⅱ—暂不能利用储量。

注：①非炼焦用煤和褐煤在灰分和发热量两项指标中有一项合乎要求即可；

②可选性差的高灰、高硫炼焦煤，不能作为炼焦用煤时，应按非炼焦用煤的指标计算储量。

③工业指标的变更与合理制订，应在经济技术方案比较的基础上进行，并特别强调应根据各省（自治区）的资源条件和各矿区的特点予以制定各省（自治区）或各矿区的具体工业指标，它们须经省（自治区）工业主管部门批准和向上级机关备案后执行，全国性的工业指标规定，供参考使用。

五、附录

（一）煤质主要指标的分级标准

1. 煤的灰分含量级别

级 别	原煤灰分 粤旱 隙）
特低灰煤	≤员园
低灰煤	跃员园-员缘
中灰煤	跃员缘-圆缘
富灰煤	跃圆缘-源园
高灰煤	跃源园

圆圆煤的全硫含量分级

级别	原煤全硫 灶量 隙）
特低硫煤	≤员圆园
低硫煤	跃员圆园-员缘
中硫煤	跃员缘-圆缘
富硫煤	跃圆缘-源园
高硫煤	跃源园

猿圆煤的磷含量分级

级别	原煤磷 孕量 隙）
特低磷煤	≤园员缘
低磷煤	跃园员缘-园圆缘
中磷煤	跃园圆缘-园猿缘
高磷煤	跃园猿缘

源圆煤的焦油产率分级

级别	焦油产率 耘量 隙）
高油煤	跃员园
富油煤	跃苑-员园
含油煤	≤苑

缘圆煤灰熔融性分级

级别	软化温度 耘 益）
难熔灰分	跃员缘园园
高熔灰分	跃员猿园园-员缘园园
低熔灰分	跃员源园园-员猿园园
易熔灰分	员源园园

还原煤的抗碎强分级

级别	落下试验法 跌落高度（毫米　豫）
高强度煤	跌豫
中强度煤	缉园-还豫
低强度煤	跌缉园-缉园
特低强度煤	≤猿园

褐煤及风化煤腐酸含量分级

级别	总腐植酸含量分级 与（质量　豫）
高腐值酸煤	跌还园
富腐植酸煤	跌原园-还园
中腐植酸煤	跌圆园-源园
低腐值酸煤	≤圆园

猿．理论精煤回收率分段

级别	回收率　豫）
优等	跌劳园
良等	跌缉园原劳园
中等	跌原园原缉园
低等	约源园

（二）中国煤炭分类国家标准

员．煤的分类总表

类别	数码	分类指标	
		灾[测]　豫）	孕[老]　豫）
无烟煤	园员 园圆 园猿	≤员缘[①]圆	—
烟煤	缘员 缘圆 缘猿 缘源 缘缘 缘远 缘苑 圆园 圆员 圆猿 圆源 圆缘 圆远 猿员 猿圆 猿猿 猿源 猿缘 猿远 猿苑 源员 源圆 源猿 源源 源缘 源远	跌员缘[①]圆	—
褐煤	缘园 缘员	跌猿缘[①]圆	≤缉园[②]

①凡 灾[测]跌猿缘[①]圆豫，焦渣特征 猿-愿号的煤，属于烟煤。凡 灾≤缘者，再用透光率 孕[老]豫来区分烟煤和褐煤。

②凡 灾[测]跌猿缘[①]圆豫，孕[老]跌缉园-缉园豫的煤，如恒湿无灰基高位发热量 匝[Qgr,maf]≤员源怨苑千卡/千克，则划为长焰煤。

圆眼无烟煤的分类

类别	符号数码	分类指标	
		灾测　豫）	勻测　栽
无烟煤一号	宰再员宗	园-猿豫	园-圆圈
无烟煤二与	宰再员圆	跃豫-远豫	跃圆圈-猿圈
无烟煤三号	宰再员猿	跃远豫-员圆圈	跃豫圈

注：在已确定无烟煤小类的生产矿、厂的日常工作中，可以只按 灾测　豫）分类；在地质勘探工作中，为新区确定小类或生产矿、厂和其他单位需要重新核定小类时，应同时测定 灾测　豫）和 勻测　豫），按上表分小类。如两种结果有矛盾，以按 勻测划小类的结果为准。

猿圈烟煤的分类

类别	数码	分类标准			
		灾测　豫）	郧	再　毫米）	遭　豫）
贫煤	员宗	跃员圈-圆圈	≤缘		
贫瘦煤	员圆	跃员圈-圆圈	跃缘-圆园		
瘦煤	员猿	跃员圈-圆圈	跃圆园-缘园		
	员源	跃员圈-圆圈	跃猿园-远缘		
焦煤	员缘	跃员圈-圆圈	跃远缘	≤圆猿的	≤员猿园
	圆源	跃圆圈-圆圈	跃猿园-远缘		
	圆缘	跃圆圈-圆圈	跃远元	≤圆猿圈	≤员猿园
员猿焦煤	猿缘	跃圆圈-猿圈	跃远缘	≤圆猿圈	≤圆圈园
肥煤	员元	跃员圈-圆圈	钰观缘	跃圆猿圈	钰员猿园
	圆元	跃圆圈-圆圈	钰观缘	跃圆猿圈	钰员猿园
	猿元	跃圆圈-猿圈	钰观缘	跃圆猿圈	钰圆圈园
气肥煤	源元	跃猿圈	钰观缘	跃远的	钰圆圈园
气煤	猿源	跃圆圈-猿圈	跃猿园-远缘		
	源猿	跃员圈	跃藻-缘园		
	源源	跃圆的	跃猿园-远缘		
	源缘	跃猿圈	跃远缘	≤圆猿圈	≤圆圈园
员猿中粘煤	圆猿	跃圆圈-圆圈	跃猿园-缘园		
	猿猿	跃圆圈-猿圈	跃猿园-缘园		

续表

类别	数码	分类标准			
		灾测　豫）	郧	再　毫米）	遭　豫）
弱粘煤	圆圆 猿圆	跃圆圆圆-圆圆圆圆 跃圆圆圆-猿圆圆圆	跃缘-猿圆 跃缘-猿圆		
不粘煤	圆员 猿员	跃圆圆圆-圆圆圆圆 跃圆圆圆-猿圆圆圆	≤缘 ≤缘		
长焰煤	源员 源圆	跃猿圆圆 跃猿圆圆，跃缘-猿源	≤缘		

注：①当烟煤的粘结指数测值小于或等于 愿源时，用干燥无灰基挥发分 灾测　豫）和粘结指数来划分类别。当粘结指数测值大于 愿源时，则用干燥无灰基挥发分 灾测　豫）和胶质层最大厚度 再　毫米），或用干燥无灰基挥发分 灾测　豫）和奥亚膨胀度 遭　豫）来划分煤类。

②当 郧≥愿源时，用 再和 遭并列作为分类指标。当 灾测≤圆源圆圆豫时，遭暂定为 员猿圆豫；灾测≥跃圆源圆圆豫时，遭暂定为 圆圆圆豫。当 遭值和 再值有矛盾时，以 再值为准来划分煤类。

③分类用煤样的缩制按 郧月源-愿源进行。灰分小于 员园豫的商品煤样不经浮选。灰分大于 员园豫的商品煤样需用 员源园氯化锌重液浮选后用于分类。

中国煤炭分类图

源匿褐煤的分类

类别	数码	分类指标	
		元皂　豫）	匝糟[①]　卡·辖克）
褐煤一号	缘员	园-猿园	
褐煤二号	缘圆	跃猿园-缘园	≤缘园园

①凡灾跃猿园原缘园豫的煤，如恒湿无灰基高位发热量匝糟大于缘园园卡·辖克，则划为长焰煤。

注：①分类用煤样的缩制按员月源原-愿袁进行。灰分小于员园豫的商品煤样不经浮选。灰分大于员园豫的商品煤样需用员窑猿氯化锌重液浮选后用于分类。

②则哇恍葱为指标转换线。当则哇恍葱时，用再（毫米）与遭（豫）值并列作为分类指标，以划分肥煤或气肥煤与其他煤类的指标。以再哇恍葱员园毫米者划为肥煤或气肥煤，当灾则≤圆园园豫时，遭值暂定为员缘豫；灾则哇恍圆园园豫时，遭值暂定为园园豫。当遭值和再值划分煤类有矛盾时，以再值为准。

③无烟煤、褐煤的分类及有关说明详见表圆及表源

④中国煤炭分类国标以技术标准出版社正式出版的为准。

第二章　泥　　炭

一、用途

在农业上利用含有腐植酸的泥炭可生产腐植酸类肥料、营养土和用作土壤改良剂或从泥炭中提取腐植酸制作植物生长刺激素，以及制作牲畜饲料添加剂等。

在工业上，可从泥炭中提取化工原料，如泥炭蜡、酚、甲醇、丙酮等，并可制作污水净化剂、石油吸附剂、钻井泥浆调整剂、水泥减水剂等，还可压制成隔热隔音的泥炭纤维板，代替木材作为建筑材料。

泥炭尚可作为低热值燃料，现正在研究泥炭气化成工业燃料或有机化工原料，此外，从泥炭中提取腐植酸在医药上的应用已开展试验研究并取得一定效果。

二、主要成分和分类

泥炭又称草炭或泥煤，是在成煤作用初级阶段的产物，由植物残骸在水下缺氧环境中经厌氧细菌的不完全分解形成的。泥炭是由有机质和矿物物质组成的复合体，常呈黑色、褐色、棕色，具纤维状或颗粒状结构，含纤维量 猿园－怨园豫，比重 员左右，发热量 员园园园－源园园园大卡/千克。干燥泥炭的最高热值可达 缘园园园大卡/千克。

泥炭（干基）的主要成分：有机质 猿园－怨园豫（腐植酸 员园－远园豫），灰分 员园－苑园豫，氮、磷、钾含量较多，一般含氮 员－猿豫、氧化钾 园郾员－园豫，有时含油率达 园－员园豫，沥青质高者可达 员园豫。

目前对泥炭尚没有统一的分类方案。仅根据有关单位意见，暂提出如下应用分类，供参考：

组（分解级度豫） 级（灰分含量豫）	高分解（纤维含量 约员园豫）	中分解（纤维含量 员园－缘园豫）	低分解（纤维含量 员园豫）
低灰分（约员园豫）	低灰分高分解泥炭	低灰分中分解泥炭	低灰分低分解泥炭
中灰分（员园－圆缘豫）	中灰分高分解泥炭	中灰分中分解泥炭	中灰分低分解泥炭
高灰分（圆缘豫以上）	高分灰分高分解泥炭	高灰分中分解泥炭	高灰分低分解泥炭

三、一般工业要求

目前尚没有统一的工业要求，根据有关部门意见，泥炭有机质 跃豫。
根据不同的应用要求：

优质腐植酸类肥料	灰分	约源豫	腐植酸 源园-苑园豫
普通泥炭肥料	灰分	源园-苑园豫	腐植酸 员豫-源园豫
优质建材	灰分	员园-圆豫	纤维含量 跃远园豫
普通建材	灰分	圆豫-源园豫	纤维含量 源园-远园豫
优质燃料	灰分	圆豫-猿豫 发热量 跃圆园园大卡/千克	
普通燃料	灰分 跃猿豫 发热量 跃圆园园-圆缘园园大卡/千克		

可采厚度：≥圆园厘米
露采剥离系数：≤圆园豫

四、矿床实例

（一）广东遂溪下蒜黄略泥炭
最低可采厚度：单层≥圆园厘米
露采剥离系数：约员
作燃料用：　发热量　跃圆园园大卡/千克
作农肥用：　腐植酸　跃员园豫
（二）广东高要白诸大基头泥炭
可采厚度　≥圆园厘米
腐植酸　≥缘豫

五、附录

泥炭各种用途实例

	矿区名称	灰分　豫）	腐植酸　豫）	纤维含量　豫）
建材	吉林柳向姜家店	员园-圆园豫	圆园-猿园	愿源
	黑龙江红旗林场	员园-猿园豫	圆园-猿园	苑园

续表

	矿区名称	灰分　%）	腐植酸　%）	纤维含量　%）
燃料	辽宁新宾北四平 四川若尔盖务其里	猿源圆园 猿缘愿愿	源猿圆园 圆缘圆园	发热量大卡/千克 猿愿园园 猿愿缘元
腐植酸	广东遂溪 云南晋城	员愿园园愿 猿园圆元	远园圆元 源圆圆缘	苯沥青　%） 员园圆园 苑园愿愿
普通肥料	山东历城东郊 河南辉南北云门	远园圆园 缘愿圆缘	员园园猿 员园园猿	责勺　匀韵 远园园 远园苑

第三章　油页岩

一、用途

油页岩主要是用来提炼页岩油，作为石油的代用品，加氢裂解精制后，可获得汽油、煤油、柴油、石腊、石油焦等产品。油页岩可以直接燃烧，属低热值燃料（发热量相当于煤的 员辕猿～员辕，可用于产气发电（直接沸腾炉燃烧和悬浮燃烧已取得经验）。油页岩综合利用可回收化工产品（如酚、吡啶、合成氨等）、氧化铝，灰渣可制造水泥、烧成陶粒、陶纤等轻质骨料或保温材料等 猿～缘多种副产品。

只有在油页岩得到合理的开发利用后，技术经济效益才可能提高。

二、主要成分及物理、化学特性

油页岩是一种高灰分（源园～愿园豫）的可以燃烧的有机岩石（或称腐泥煤）。含有机物质有沥青、腐植质等，无机质有硅酸铝、氢氧化铁、方解石、石膏、黄铁矿等。化学成分主要为碳、氢、氧、氮硫等元素。油页岩含有类似天然石油的页岩油。一般含油率为 猿～缘豫～员园豫，个别高达 圆园豫以上，油页岩的发热量为 员园园～源园园大卡／千克。

三、一般工业要求

目前没有统一的工业要求，现按几个矿区的实际情况提出下列一般工业指标供参考。

炼油用：最低含油率（相当边界品位）：露天 源豫，坑采 缘豫

平均含油率（相当最低工业品位）：露天 员缘豫，坑采 员愿豫

燃烧用：最低发热量；露天 员园园大卡／千克

最低可采厚度：露天 员米 坑采 员米

夹石剔除厚度：露天 圆园厘米坑采 圆园厘米

剥离比：　　约缘米

注：①国际上是把含油率≥圆园厘米桶页岩油／吨（相当于含油率 猿～缘豫以上）称为油页岩；

②我国目前开采技术及干馏工艺技术设备都较陈旧。国内页岩油价格又偏低，加上未考虑页岩油加氢精制以及综合回收化工产品和建筑材料等副产品的收益，因此一般含油率的工业要求多超过 缘豫的规定。

四、矿床实例

（一）广东茂名油页岩

最小可采厚度：　　1米

最低发热量：　　1千卡/千克

最低含油率（铁甑法）：1%

要求含油率（铝甑法）：0.5%和1%两级分别计算平衡表内储量

夹石处理：当矿层含油率大于0.5%，各分层总厚度等于或超过最小可采厚度，各矸石总厚度不超过矿层总厚度30%时，可当矿层计算。矿层含油率在0.5%以下者，在计算富矿时皆以夹石视之，不计算储量；合乎贫矿标准者以贫矿计算。

富矿（计算平衡表内储量）含油率1%

贫矿（计算平衡表外储量）含油率0.5%

（二）辽宁抚顺油页岩

含油率：单位试样1%

加权平均1%

（三）辽宁建昌碱厂油页岩

最低可采厚度：井下0.8米以上；露天1米以上

最低含油率工业品位：3%以上

矿区矿石平均焦油率：3.5%以上

露天剥离比：　　4

夹石剔除厚度：　　0.5米

五、综合评价

油页岩有时与煤、泥炭、软质粘土、砖瓦粘土共生，普查勘探中应注意综合评价与综合利用。

第四章　石　油

一、用途

石油是国民经济建设和人类生活中不可缺少的一种重要矿物能源。石油提炼的汽油、柴油等是飞机、汽车、轮船、拖拉机、内燃机火车和发电机等的动力机械离不开的燃料，所以人们常把石油比做“工业的血液”。国防方面的坦克、军用飞机、军舰和运输车辆等也要消耗大量的石油，所以也是一种重要的战略资源。日常生活中所用的煤油、液化石油气、蜡烛等也都是从石油中提炼出来的。近代发展很快的石油化工工业，从石油加工取得 [illegible] 多种重要的有机合成原料和产品，例如塑料、合成纤维、合成橡胶、化肥、洗衣粉、酒精等，大大的提高了石油的经济效益。炼油剩余物也有用处，石油焦可做电极，沥青是重要的建筑材料。总之，石油是建设现代化国家的重要原料。

二、主要成分和物理、化学特性

石油的成分很复杂，化学成分以碳、氢为主，一般含碳 [illegible] 占 [illegible]，氢 [illegible] 占 [illegible]，其它成分（氮、氧、硫等）一般 [illegible]，个别高达 [illegible]。这些元素组成非常复杂的碳氢化合物，其中以链状烷烃 [illegible]、环状烷烃 [illegible] 及芳香烃 [illegible] 含量最多。依据这些碳氢化合物的含量，可将石油划分为不同类型。除上述三种主要烃类外，还有少量含氧、含氮、含硫的化合物。含硫化合物是石油中一种有害成分，它可以腐蚀炼油设备，降低石油产品的质量。

石油是粘稠的油状物质，是可燃的有机矿物之一。一般比水轻，比重 [illegible] 很少有大于 [illegible] 的。通常将比重小于 [illegible] 的称为轻质石油、比重大于 [illegible] 的称为重质石油。石油有多种颜色，如白色、浅黄色、绿褐色、黑色等，并有蓝色、淡绿色的闪光。一般颜色深的石油比重和粘度都比较大。

天然气凝析液或称天然气液态物 [illegible] 是存在于“湿”天然气中，使用地面装置分离出的液体烃，主要由重烃类的乙烷、丙烷和丁烷等混合物组成。天然气凝析油可以分离出乙烷、丙烷、丁烷和天然汽油，其价格比当量热值天然气价格高，随着天然气的深度加工，提高了天然气凝析油的回收率 [illegible]），目的是为了提供优质的有机化工原料。

三、一般工业要求

最低工业油流的标准如下表：

井深（米） 产量（吨/日·井）		小于 [illegible]	[illegible]-[illegible]	[illegible]-[illegible]	[illegible]-[illegible]	[illegible]
原油	陆地	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	海上		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

注：①一般含油圈闭构造有三口以上的探井发现工业油流后，在初步搞清产油层位、储层岩性、物性和原油性质的条件下，可以计算探明储量，才能叫油田。

②面积小于一平方公里的岩性、断块、潜山及裂缝圈闭等油田，有一口探井获工业油流，在取得必要的储量计算参数后也可计算探明储量。

四、综合评价

石油常与天然气、沥青共生，有时还有油页岩等，应注意综合评价。

含油层的上部地层往往有钾盐、石盐、石膏、芒硝等矿产，应注意综合普查勘探。

五、附录

对石油地质勘探的一般要求

为了搞清地下油（气）层的情况和准确计算油（气）储量，一般要求研究清楚下面九个方面的问题：

[illegible]油（气）层构造形态，含油（气）面积和油（气）藏类型。包括构造要素、断裂分布、断裂性质及其对油气藏的影响含油（气）面积、油（气）藏高度。

[illegible]油（气）层结构、矿物成分和岩性特点（粒度，分选情况，胶结物，胶结类型，裂隙密度，裂隙类型等）。

[illegible]油（气）层有效厚度。

[illegible]储油（气）层的物理性质及其变化规律。主要是渗透率、孔隙度和含油饱和度及其在纵向、横向上的变化情况。

[illegible]油（气）层压力系统及油（气）层深度。

[illegible]油（气）水的分布状况及相互关系。

[illegible]油（气）水的物理化学性质（包括地面物理性质及油层条件下的物理性质）。

[illegible]探井在试油、试采期间的油（气）产量、油层压力等一系列动态资料。

[illegible]油（气）藏的驱动类型及特征（包括边水活跃情况，有无气顶，弹性能量等）。

上述几项要求中，以油层结构、有效厚度、孔隙度、渗透率、原油性质、油层压力和含油（气）面积最重要。

第五章　天　然　气

一、用途

天然气是一种气态的矿物能源资源，可以作为民用和工业用的动力燃料，也可压制分离出液化天然气（液态下储运，做为液体动力燃料，即天然汽油）。天然气与其它矿物能源比较，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。

天然气还是重要的有机化工原料，天然气中甲烷是生产合成氨、甲醇的主要原料，天然气凝析油是裂解乙烯的优质原料（收率高、成本低、投资少）。天然气还可制造橡胶工业所需的炭黑。

由于天然气资源丰富，使用经济效益好。其产量在一次能源中的比例正不断增长。

二、主要成分、物理化学特性和分类

天然气是一种含碳氢物质的可燃气体。它的基本成分是烃类。以甲烷为主，一般组成比（体积）为 90%～98%，其次是重烃类（即乙烷、丙烷和丁烷的总称），组成比 1%～10%；非烃类成分主要是二氧化碳、氮、硫化氢、氢和惰性气体，通常组分比较少，最大的不超过 5%。

天然气比重比空气轻，天然气比重为 0.6～0.65。天然气的热值比较高，每立方米约 8000～9000 卡，即每千米³天然气的热值相当于一吨石油或两吨煤。

天然气中成分以甲烷为主的称为“干气”，含重烃多的称为“湿气”。湿气在一定的压力和温度下，含有少量的呈液态的凝析油。含有一定程度硫化氢的天然气，称为“酸性气”，硫化氢是具有毒性的有害成分。酸性天然气经处理可以分析出硫磺，综合回收的硫磺是制硫酸的一种重要原料。当天然气存在相当量的不可燃氮气时，就会减少气体的热量，需要进行减氮处理。

天然气按成因可以分为油田气、煤成气、生物气和水合物气四种。油田气是有机质在成油过程中或原油及干酪根在热裂过程中产生的石油烃类天然气，包括伴生气或游离气及它们相对应的气田气。煤成气是有机质（主要是陆源的高等植物）在成煤过程中产生的以甲烷为主要成分的天然气。生物气是有机质尚未成熟时，在低温下（50℃以内）由厌氧微生物分解有机质产生的甲烷气。水合物气是在低温、高压条件下，气体分子（如甲烷）渗入水分子晶隙中而被水缔合成的气体水合物。

三、一般工业要求

最低工业气流标准

井深（米） 产量（米³/日）		约[illegible]	[illegible]-[illegible]	[illegible]-[illegible]	[illegible]-[illegible]	跃[illegible]
天然气	陆地	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	海上		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

注：①表中气井的工业气流界限仅为一般要求数字，各地应根据经济地理条件、天然气性质、开采方式、钻井地面及地质条件等因素定出合适的工业气流界限。

②气田有一口井获工业气流后，在取得必要的计算储量参数的条件下，应计算探明储量。

四、气井实例

（一）四川某气田

阳三井：[illegible]米深。地层压力 [illegible]千克/厘米²，产气量 [illegible]米³/日

阳一井

飞一：[illegible]米深。地层压力 [illegible]千克/厘米²，产气量 [illegible]米³/日

乐二：[illegible]米深，地层压力 [illegible]千克/厘米²，产气量 [illegible]米³/日

（二）四川某九井

[illegible]米深　　产气量 [illegible]米³/日

[illegible]米深　　产气量 [illegible]米³/日

（三）青海某气田

老深一井：　　产气量 [illegible]米³/日

地中二井：　　产气量 [illegible]米³/日

地中四井：　　产气量 [illegible]米³/日

地中五井：　　产气量 [illegible]米³/日

地中六井：　　产气量 [illegible]米³/日

五、综合评价

天然气与石油关系密切，有石油的地方，上部往往有天然气。煤和油页岩的矿区有

时也有天然气，国外煤田已发现规模很大的气田。天然气中有时含有一定量的硫化氢、氮和少量的氦等，处理后可以综合回收，普查勘探过程中要注意综合找矿、综合评价。

六、附录

天然气地质勘探工作，必须搞清气层埋藏深度，原始气层压力及试采期产气量，气层压力的变化。其它详见对石油地质勘探的一般要求。