

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ / T 0214—2002

铜、铅、锌、银、镍、钼矿地质勘查规范

Specifications for copper, lead, zinc, silver,
nickel and molybdenum mineral exploration

2002-12-17 发布

2003-03-01 实施

中华人民共和国国土资源部 发布

目 次

前言

1 范围

2 规范性引用文件

3 勘查的目的任务

3.1 预查

3.2 普查

3.3 详查

3.4 勘探

3.5 勘查工作顺序

4 勘查研究程度

4.1 地质研究程度

4.2 矿石质量研究

4.3 矿石选（冶）和加工技术条件研究

4.4 矿床开采技术研究

4.5 综合勘查、综合评价

5 勘查控制程度

5.1 勘查类型的确定

5.2 勘查工程间距的确定

5.3 矿床控制程度的确定

6 勘查工作质量要求

6.1 测量工作

6.2 地质调查

6.3 物探、化探工作

6.4 探矿工程

6.5 化学分析样品的采取、加工和测试

6.6 矿石选（冶）试验样品的采集与试验

6.7 岩石、矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

6.8 原始编录、综合整理和报告编写

7 可行性评价

7.1 概略研究

7.2 预可行性研究

7.3 可行性研究

8 矿产资源 / 储量分类

8.1 分类依据

8.2 分类及类型

9 矿产资源 / 储量估算

9.1 矿产资源 / 储量估算的工业指标

9.2 矿产资源 / 储量估算的一般原则

9.3 确定资源 / 储量估算参数的要求

9.4 矿产资源 / 储量分类结果表

附录 A（规范性附录） 固体矿产资源 / 储量分类

附录 B（资料性附录） 铜、铅、锌、银、镍、钼矿主要矿物

附录 C（资料性附录） 铜、铅、锌、银、镍、钼矿床主要工业类型

附录 D（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 E （资料性附录） 矿床勘查类型实例一览

附录 F （资料性附录） 矿体圈定和矿产资源 / 储量估算方法

F.1 矿体的圈定和连接

F.2 矿产资源 / 储量估算方法

附录 G （资料性附录） 矿床工业指标制订的一般原则及参考指标

G.1 矿床工业指标制订的一般原则

G.2 一般工业指标

附录 H （资料性附录） 铜、铅、锌、银、镍、钼精矿质量标准

H.1 铜精矿质量标准

H.2 铅精矿质量标准

H.3 锌精矿质量标准

H.4 银精矿质量标准

H.5 镍精矿质量标准

H.6 钼精矿质量标准

前 言

为了配合 GB / T 17766—1999《固体矿产资源 / 储量分类》的实施,对原《铜矿地质勘探规范》(试行)1981年版、《铅、锌矿地质勘探规范》(试行)1983年版、《镍矿地质勘探规范》(试行)1983年版、《钼矿地质勘探规范》(试行)1983年版、《银矿地质勘探规范》(试行)1991年版等规范中不符合 GB / T 17766—1999《固体矿产资源 / 储量分类》和 GB / T 13908—2002《固体矿产地质勘查规范总则》等国家标准的部分内容,统一进行归并修订,使之既符合我国国情,又能与国际惯例接轨。

本标准自实施之日起同时代替由中华人民共和国地质矿产部、中华人民共和国冶金工业部编制 1981~1983 年颁发的:《铜矿地质勘探规范》(试行)、《铅、锌矿地质勘探规范》(试行)、《镍矿地质勘探规范》、《钼矿地质勘探规范》(试行)和由全国矿产储量委员会 1991 年 1 月发布的《银矿地质勘探规范》(试行)。

本标准附录 A 为规范性附录。其他附录(附录 B~附录 H)均为资料性附录。

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:国家有色金属工业局地质勘查总局、北京有色冶金设计研究总院。

本标准起草人:潘龙驹、杨建功、甘先平、卫红星、杨兵、陈梦熊。

本标准由中华人民共和国国土资源部负责解释。

铜、铅、锌、银、镍、钼矿地质勘查规范

1 范围

本标准规定了铜、铅、锌、银、镍、钼矿产地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 / 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 / 储量估算，也适用于验收和审批铜、铅、锌、银、镍、钼矿产地地质勘查报告，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 / 储量的依据。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB / T 17766—1999 固体矿产资源 / 储量分类

GB / T 13908—2002 固体矿产地质勘查规范总则

3 勘查的目的任务

3.1 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。

3.2 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。

3.3 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。

3.4 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。

3.5 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。

4 勘查研究程度

4.1 地质研究程度

4.1.1 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（1：25 000）～（1：50 000）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（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。

4.1.2 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（1：50 000）～（1：10 000）甚至（1：2 000）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。

4.1.3 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（1：25 000）～（1：2 000）甚至（1：1 000）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。

4.1.4 勘探阶段

4.1.4.1 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。

4.1.4.2 矿区地质：

通过（1：5 000）～（1：1 000）甚至（1：500）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。

4.1.4.3 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。

4.2 矿石质量研究

4.2.1 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。

4.2.2 普查阶段

通过有限的样品分析,大致查明矿石矿物、脉石矿物种类、矿石品位、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。

4.2.3 详查阶段

基本查明矿石矿物、脉石矿物种类、含量、共生组合及矿石结构构造特征;基本查明矿石有用、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。

4.2.4 勘探阶段

4.2.4.1 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。

4.2.4.2 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。

4.3 矿石选(冶)和加工技术条件研究

4.3.1 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。

4.3.2 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。

4.3.3 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。

4.3.4 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。

4.4 矿床开采技术条件研究

4.4.1 预查阶段

对经预查发现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。

4.4.2 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。

4.4.3 详查阶段

4.4.3.1 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。

4.4.3.2 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。

4.4.3.3 环境地质研究：

基本查明岩石、矿石和地下水（含热水）中对人体有害的元素、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。

4.4.4 勘探阶段

4.4.4.1 水文地质研究：

研究区域水文地质条件，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。

4.4.4.2 工程地质研究：

测定矿体及顶底板岩石的力学性质参数，如体积质量（体重）、硬度、湿度、块度、抗压、抗剪强度、松散系数、安息角、节理密度、RQD 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、厚度种分布范围，对露天采场边坡稳定性做出评价，调查并研究老窿或溶洞的分布、充填和积水情况，划分矿床工程地质类型和确定工程地质条件复杂程度，预测矿床开采时可能出现的主要工程地质问题并提出防治建议。

4.4.4.3 环境地质研究：

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。

4.5 综合勘查、综合评价

4.5.1 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。

4.5.2 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。

4.5.3 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。

4.5.4 勘探阶段

4.5.4.1 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 / 储量。

4.5.4.2 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。

4.5.4.3 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 / 储量。

4.5.4.4 共伴生组分资源 / 储量类型视其勘探研究程度而定，参与资源 / 储量估算的共生矿产，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 G。

5 勘查控制程度

5.1 勘查类型的确定

5.1.1 划分矿床勘查类型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 D。

5.1.2 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：

a) 第 I 勘查类型：为简单型，五个地质因素类型系数之和为 2.5~3.0。主矿体规模大到巨大，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。

b) 第 II 勘查类型：为中等型，五个地质因素类型系数之和为 1.7~2.4。主矿体规模中等到大，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。

c) 第 III 勘查类型：为复杂型，五个地质因素类型系数之和为 1~1.6。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 E。

5.2 勘查工程间距的确定

5.2.1 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 / 储量；勘查工程的布置还应考虑不同勘查阶段的衔接。

5.2.2 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。

5.2.3 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 1 条~3 条剖面稀疏控制矿体。

5.2.4 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 / 储量的工程密度。

5.2.5 勘探阶段探明的矿产资源 / 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 / 储量的工程密度。

5.2.6 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。

5.2.7 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 / 储量按类比法确定的工程间距见附录 F。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。

5.2.8 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 / 储量时，可施行边采边探、探采结合的方法。

5.3 矿床控制程度的确定

5.3.1 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〔（334）？〕，并能为区域远景提供宏观决策的依据。

5.3.2 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（333）可以作为矿山远景规划的依据。

5.3.3 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）。

5.3.4 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。

6 勘查工作质量要求

6.1 测量工作

地形测量和地质勘查工程测量应采用全国统一坐标系统和最新的国家高程基准。测量精度与要求按 DZ / T 0091《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。

6.2 地质调查

6.2.1 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（1：50 000）～（1：100 000），矿区（1：5 000）～（1：25 000），矿床（1：500）～（1：2 000）。

6.2.2 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。

6.2.3 在条件适宜地区充分利用各种遥感地质资料，提取尽可能多的矿化蚀变信息，提高工作效率和成图质量。

6.3 物探、化探工作

6.3.1 根据勘查区的地质、地球物理、地球化学条件，自然地理因素和地质工作要求，开展方法试验，测定有关参数，实测地质、地球物理、地球化学的综合剖面，选择有效的物探、化探方法进行综合勘查。

6.3.2 对有找矿意义的物探、化探异常，综合运用地质、物探、化探、探矿工程进行检查评价。

6.3.3 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。

6.3.4 详查、勘探中应顺便进行放射性检查。

6.3.5 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。

6.4 探矿工程

6.4.1 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。

6.4.2 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 DZ / T 0141—94《地质勘查坑探工程规程》执行。

6.4.3 钻探：

钻探工程质量按《岩心钻探规程》执行。

a) 矿体及其顶底板 3 m~5 m 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 5 m，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 65%。

b) 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（CSR）钻探工艺。

c) 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 30 m 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。

6.5 化学分析样品的采取、加工和测试

6.5.1 基本分析样品

6.5.1.1 采样和加工质量按《金属非金属矿产地地质普查勘探采样规定及方法》执行（国家地质总局 1977 年 7 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 m~2 m，以不大于矿体可采厚度为宜。

6.5.1.2 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 5 cm×3 cm 或 10 cm×3 cm；银矿 10 cm×3 cm 或 10 cm×5 cm，银矿化均匀者经论证还可以采用 5 cm×3 cm；氧化矿石中品位变化较大者还可采用 15 cm×5 cm。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 5 m~10 m。通过试验也可以选择其他方法取样。

6.5.1.3 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。

6.5.1.4 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 Cu、Pb、Zn、Ag、Mo，镍矿床为 Ni、Cu，氧化镍—硅酸镍矿床为 Ni、Co、Fe。当其他有用组分达到工业要求时，也应列入基本分析项目。

6.5.2 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。

6.5.3 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 1 个~2 个。

6.5.4 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 100 g~200 g。根据矿石全分析资料并结合矿床地质特点，选择有实际意义的伴生组分（有益的或有害的）确定分析项目。

6.5.5 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（TNi）、硫化镍（SNi）、硅酸镍（SiNi）。

6.5.6 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 / 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 / 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 2 g~20g，人工精矿 30 g~50 g

6.5.7 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 5%，样品的缩分误差不得大于 3%：

- a) 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：

$$Q = Kd^2$$

式中：

Q——缩分时取得的最小可靠质量（kg）；

K——缩分系数；

d——样品碾碎后最大颗粒的直径（mm）。

K 值的大小一般采用经验值：铜、铅、锌矿石 0.1~0.2，若矿石中伴生有贵金属时取 0.3~0.5；银矿石 0.2~0.8；硫化镍矿石 0.2~0.5；硅酸镍矿石 0.1~0.3；钼矿石 0.1~0.5，多用 0.2。银矿或其他大型新类型矿床的矿石必要时进行 K 值试验。

b) 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。

c) 样品加工全部达到粒径 1 mm~0.83 mm（16 目~20 目）后，缩分为正、副样两部分，进一步磨细至规定粒度送化验室的正样最大粒径和最小质量：铜、铅、锌、镍、钼矿样 0.097 mm（160 目），50 g；银矿样 0.074 mm（200 目），不少于 300 g 副样保存最小质量：铜、铅、锌、镍、钼矿样 200 g，银矿样 400 g。

6.5.8 化学分析质量

6.5.8.1 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。

6.5.8.2 内部质量检查：基本分析、组合分析、物相分析的结果应分批、分期做内部检查分析，了解偶然误差。内检样由副样中按原分析样品总数的 10%抽取，编密码送原分析实验室进行试验。

6.5.8.3 外部质量检查：外检样品由原实验室从正样中按原分析样品总数的 5%抽取，当矿床样品总数量较少时外检样也不得少于 30 个。银矿的物相分析亦应作外部检查分析。

6.5.8.4 化学分析质量及内、外部检查分析结果误差处理办法按 DZ / T 0130—94《地质矿产实验室测试质量管理规范》执行。矿石分析允许双差计算公式如下：

$$Y = \begin{cases} c \times 20 \chi^{-0.60} & \chi \geq 3.08\% \\ c \times 12.5 \chi^{-0.182} & \chi < 3.08\% \end{cases}$$

式中:

y——计算相对双差值(%) ;

C——修正系数: Cu 1.00, Pb 1.00, Zn 1.50, Ag 0.40, Ni 0.67, Mo 1.00;

χ ——测定结果浓度值(%)。

6.6 矿石选(冶)试验样品的采集与试验

6.6.1 矿石加工技术条件试验研究程度由矿产勘查投资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。

6.6.2 样品采取要考虑矿石类型、品级、组构特征和空间分布的代表性,能分采的应分类型采集,否则可采混合样。实验室流程试验、扩大连续试验及半工业试验的样品采集时还要考虑开采时的矿石贫化。当矿石中有共、伴生有用组分时应一并考虑采样的代表性,以便试验时了解其赋存状态和综合回收的工艺流程。样品采集和加工选(冶)试验的各环节质量,必须符合《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》等相关技术规程规范的要求。

6.7 岩石、矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

6.7.1 为了估算矿产资源/储量和研究矿床开采技术条件,在详查、勘探中必须测定岩石、矿石和矿体顶底板围岩的物理力学性能。采样与试验项目一般包括:矿石的体积质量(体重)、湿度、块度、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《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》执行。

6.7.2 体积质量(体重)样应按矿石类型和品级分别采样,在空间分布上应有代表性。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数量不少于30个。对疏松或多裂隙孔洞的矿石(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2个~5个大体积质量(体重)样品,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。体积质量(体重)样品体积:小体积质量(体重)一般为 $60\text{ cm}^3\sim 120\text{ cm}^3$,大体积质量(体重)不小于 0.125 m^3 。测定矿石体积质量(体重)同时要测定它的主元素品位、湿度和孔隙度(氧化矿石)。

6.7.3 岩、矿石(土)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(土)的主要特征。

6.8 原始编录、综合整理和报告编写

6.8.1 矿产勘查各阶段,原始编录必须现场认真及时进行,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DZ/T 0078—93《固体矿产勘查原始地质编录规定》和DZ/T 0079—93《固体矿产勘查地质资料综合整理、综合研究规定》执行。

6.8.2 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DZ/T 0033—2002《固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范》的要求。

7 可行性评价

7.1 概略研究

是指对矿床开发经济意义的概略评价,所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。

7.2 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、环境保护以及项目的经济效益等各方面因素，从总体上、宏观上对项目的必要性、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 25% 左右。一般采用内部收益率、净现值和动态的投资回收期等经济评价指标，进行动态的经济分析。

7.3 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 and 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、利润和现金流入流出等。所采用的成本数据精度高，误差一般在 10% 左右，具有很强的时效性。一般用内部收益率、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 / 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。

8 矿产资源 / 储量分类

8.1 分类依据

8.1.1 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。

8.1.2 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。

8.1.3 地质可靠程度：分为探明的、控制的、推断的和预测的四种。

8.2 分类及类型

8.2.1 储量：

是指基础储量中的经济可采部分。在预可行性研究、可行性研究或编制年度采掘计划的当时，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 3 个类型：

- a) 可采储量（111）；
- b) 预可采储量（121）；
- c) 预可采储量（122）。

121 与 122 的区别是地质可靠程度不同，前者是探明的，后者是控制的。

8.2.2 基础储量：

是查明矿产资源的一部分。它能满足现行采矿和生产所需的指标要求（包括品位、质量、厚度、开采技术条件等），是经详查、勘探所获控制的、探明的并通过可行性研究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 6 种类型：

- a) 探明的（可研）经济基础储量（111b）；
- b) 探明的（预可研）经济基础储量（121b）；
- c) 控制的经济基础储量（122b）；
- d) 探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）；
- e) 探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）；
- f) 控制的边际经济基础储量（2M22）。

其中 111b、121b、122b 分别与 111、121、122 的惟一区别就是前者未扣除设计和采矿损失。

8.2.3 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 7 个类型：

- a) 探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）；
- b) 探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）；
- c) 控制的次边际经济资源量（2S22）；
- d) 探明的内蕴经济资源量（331）；
- e) 控制的内蕴经济资源量（332）；
- f) 推断的内蕴经济资源量（333）；
- g) 预测的资源量〔（334）？〕。

9 矿产资源 / 储量估算

9.1 矿产资源 / 储量估算的工业指标

9.1.1 工业指标是评价矿床的工业价值、圈定矿体、估算矿产资源 / 储量的标准和依据。工业指标的数值随矿种不同、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 / 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：

- a) 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（10—6）（均为质量分数，下同）表示。
- b) 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 ω_B ）。铜、铅、锌、镍、钼矿石用百分值（%）表示，银矿石用（10—6）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 / 储量进行估算时，只用边界品位和矿床平均品位估算矿产资源 / 储量。
- c) 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（10—6）表示。
- d) 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。
- e) 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。

- f) 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/吨值,它和米百分值等同。

9.1.2 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。

9.1.3 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。

9.2 矿产资源 / 储量估算的一般原则

9.2.1 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。

9.2.2 参与矿产资源 / 储量估算的各项工程的质量,应符合有关规范、规程和规定的要求。

9.2.3 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。

9.2.4 矿床中氧化带、混合带、原生带发育时,应按 9.2.3 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。

9.2.5 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。

9.2.6 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。

9.2.7 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(10^{-6})计。

9.2.8 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。

9.2.9 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。

9.2.10 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。

9.3 确定资源 / 储量估算参数的要求

9.3.1 面积测定

块段面积的测定可采用几何图形法、求积仪法、方格纸法进行。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(1:500)~(1:2000)~(1:5000)。

9.3.2 平均品位计算

9.3.2.1 单工程(或样品段)平均品位计算

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。

9.3.2.2 特高品位处理

通常，品位值高于矿体（床）平均品位 6 倍~8 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。

9.3.2.3 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。

9.3.3 平均厚度计算

一般用算术平均法求得，只有当矿体厚度变化很大，且工程分布不均匀时，才用单工程中矿体的厚度与该工程上下或两侧影响的长度加权平均求得。

9.3.4 矿石体积质量（体重）

参与矿产资源 / 储量估算的体积质量（体重）、湿度等参数，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。

9.3.5 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。

9.4 矿产资源 / 储量分类结果表

根据矿体的勘查控制程度、地质可靠程度、可行性评价结果，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 A
(规范性附录)
固体矿产资源 / 储量分类

表 A.1 固体矿产资源 / 储量分类表

经济意义	地质可靠程度				
	查明矿产资源			潜在矿产资源	
	探明的	控制的	推断的	预测的	
经济的	可采储量（111）				
	基础储量（111b）				
	预可采储量（121）				预可采储量（122）
	基础储量（121b）				基础储量（122b）
边际经济的	基础储量（2M11）				
	基础储量（2M21）				基础储量（2M22）
次边际经济的	资源量（2S11）				
	资源量（2S21）				
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（111~334），第 1 位数表示经济意义，即 1=经济的，2M=边际经济的，2S=次边际经济的，3=内蕴经济的，?=经济意义未定的；第 2 位数表示可行性评价阶段，即 1=可行性研究，2=预可行性研究，3=概略研究；第 3 位数表示地质可靠程度，即 1=探明的，2=控制的，3=推断的，4=预测的，b=未扣除设计、采矿损失的可采储量。

附 录 B
(资料性附录)

铜、铅、锌、银、镍、钼矿主要矿物

表 B.1 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		Cu	(Cu) 约 100
	黄铜矿	Native Copper		
	斑铜矿	Chalcopyrite	Cu Fe S ₂	34.56
	辉铜矿	Bornite	Cu ₅ Fe S ₄	63.33
	铜蓝	Chalcocite	Cu ₂ S	79.86
	方黄铜矿	Covellite	Cu S	66.48
	锑黝铜矿	Cubanite	Cu Fe ₂ S ₃	23.4
	砷黝铜矿	Tetrahedrite	Cu ₁₂ Sb ₄ S ₁₃	45.77
	硫砷铜矿	Tennantite	Cu ₁₂ As ₄ S ₁₃	51.57
	赤铜矿	Enargite	Cu ₃ As S ₄	48.42
	黑铜矿	Cuprite	Cu ₂ O	88.8
	孔雀石	Tenorite	CuO	79.89
	蓝铜矿	Malachite	Cu ₂ [CO ₃] (OH) ₂	CuO: 71.95
	硅孔雀石	Azurite	Cu ₃ [CO ₃] ₂ (OH) ₂	CuO: 69.24
	水胆矾	Chrysocolla	(Cu, Al) ₂ H ₂ Si ₂ O ₃ (OH) ₄ · nH ₂ O	CuO: 44.43
	胆矾	Brochantite	Cu ₄ [SO ₄] (OH) ₆	CuO: 70.36
	氯铜矿	Chalcanthite	Cu (SO ₄) · 5H ₂ O	CuO: 31.8
主 要 铅 矿 物	方铅矿	Atacamite	Cu ₂ (OH) ₃ Cl	14.88
	硫锑铅矿	Galena	Pb S	(Pb) 86.6
	脆硫锑铅矿	Boulangerite	Pb ₅ Sb ₄ S ₁₁	55.42
	车轮矿	Jamesonite	Pb ₄ Fe Sb ₆ S ₁₄	40.16
	白铅矿	Bournonite	Cu Pb Sb S ₃	42.54
	铅矾	Cerussite	Pb [CO ₃]	PbO: 83.58
	铬铅矿	Anglesite	Pb [SO ₄]	PbO: 73.6
	磷氯铅矿	Crocoite	Pb [CrO ₄]	PbO: 69.06
	砷铅矿	Pyromorphite	Pb ₅ [PO ₄] ₃ Cl	PbO: 82.2
	钼铅矿	Mimetite	Pb ₅ [AsO ₄] ₃ Cl	PbO: 66.77
	钒铅矿	Wulfenite	Pb [MoO ₄]	PbO: 60.79
主 要 锌 矿 物	闪锌矿	Vanadinite	Pb ₅ [VO ₄] ₃ Cl	PbO: 78.80
	纤锌矿	Sphalerite	ZnS	(Zn) 67.1
	菱锌矿	Wurtzite	ZnS	67.1
	异极矿	Smithsonite	Zn [CO ₂]	ZnO: 64.90
	硅锌矿	Hemimorphite	Zn ₄ [Si ₂ O ₇] (OH) ₂ · H ₂ O	ZnO: 67.5
	水锌矿	Willemite	Zn ₂ [SiO ₄]	ZnO: 73.0
	红锌矿	Hydrozincite	Zn ₅ [CO ₃] ₂ · (OH) ₆	ZnO: 74.12
		Zincite	ZnO	80.34

表 B. 1 (续)

	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	Pentlandite	(Fe,Ni) S ₈	(Ni) 34.22 (当 Fe:Ni=1:1 时)
	紫硫镍(铁)矿	Violarite	FeNi ₂ S ₄	38.94
	针镍矿	Millerite	NiS	64.67
	硫镍矿	Polydymite	Ni ₃ S ₄	57.86
	方硫镍矿	Vaesite	NiS ₂	47.79
	红砷镍矿	Niccolite	NiAs	43.92
	砷镍矿	Maucherite	Ni ₃ As ₂ 至 Ni ₁₁ As ₈	(54.02~51.85)
	辉砷镍矿	Gersdorffite	Ni As S	35.41
	绿镍矿	Bunsenite	NiO	78.58
	镍绿泥石	Nepouite	Ni ₆ [Si ₄ O ₁₀] (OH) ₈	
	绿高岭石	Nontronite	Nax (H ₂ O) ₄ {Fe ₂ [Al _x Si _{4-x} O ₁₀] (OH) ₂ }	
	暗镍蛇纹石	Garnierite	(Mg, Ni) ₆ [Si ₄ O ₁₀] (OH) ₈	
	镍磁铁矿	Trevorite	Ni Fe ₂ O ₄	
	镍矿	Retgersite	Ni [SO ₄] • 6H ₂ O	28.42
	碧矾	Morenosite	Ni [SO ₄] • 7H ₂ O	
	翠镍矿	Zaratite	NiCO ₃ • 2Ni (OH) ₂ • 4H ₂ O	
主要银矿物	自然银	Native Silver	Ag	(Ag) 100
	银金矿	Electrum	(Ag, Au)	>50
	锑银矿	Dyscrasite	Ag ₃ Sb	72.66
	辉银矿	Argentite	Ag ₂ S	87.06
	螺硫银矿	Acanthite	Ag ₂ S	87.06
	深红银矿	Pyrargyrite	Ag ₃ Sb S ₃	59.76
	淡红银矿	Proustite	Ag ₃ As S ₃	65.42
	脆银矿	Stephanite	Ag ₅ Sb S ₄	68.33
	辉锑银矿	Miargyrite	Ag Sb S ₂	36.72
	辉硒银矿	Aguilarite	Ag ₄ Se S	79.95
	硫银锗矿	Argyrodite	Ag ₄ Ge S ₆	76.51
	硫锑铜银矿	Polybasite	(Ag, Cu) ₁₆ Sb ₂ S ₁₁	74.32
	硫铜银矿	Stromeyerite	Ag Cu S	53.01
	硫银锡矿	Canfieldite	Ag ₈ Sn S ₆	73.49
	辉锑铅银矿	Diaphorite	Pb ₂ Ag ₃ Sb ₃ S ₈ / Ag ₃ Pb ₂ Sb ₃ S ₈	23.78
	黝锑银矿	Freibergite	(Ag, Cu) ₁₂ Sb ₄ S ₁₃	36.0
	碲银矿	Hesibergite	Ag ₂ Te	62.86
	碲银钯矿	Telargpalite	(Pd, Ag) _{4+x} Te	28.2~31.2
	硒银矿	Naumannite	Ag ₂ Se	73.15
	氯角银矿	Chlorargyrite	Ag Cl	75.3
	溴角银矿	Bromargyrite	Ag Br	57.44
	黄碘银矿	Miersite	Ag I	45.94

表 B.1 (续)

	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	Molybdenite	MoS ₂	(Mo) 59.94
	硒钼矿	Drysdallite	Mo Se ₂	
	胶硫钼矿	Jordisite	MoS ₂	59.9
	铁辉钼矿	Femolite	FeMo ₅ S ₁₁	49.94
	硫钼铜矿	Castaingite	Cu Mo ₂ S ₅	47.2
	钼华	Molybdite	MoO ₃	66.66
	钼钨钙矿	Powellite	Ca [MoO ₄]	MoO ₃ : 71.52
	钼白钨矿	Seyrigite	Ca (W, Mo) O ₄	
	钼铅矿	Wulfenite	Pb [MoO ₄]	MoO ₃ : 39.21
	钒钼铅矿	Eosite	Pb (Mo, V) O ₄	
	钨钼铅矿	Chillagite	Pb (Mo, W) O ₄	
	水钼铁矿	Ferrimolybdite	Fe ₂ (H ₂ O) ₈ [MoO ₄] ₃ (?)	
	钼秘矿	Koechlinite	Bi ₂ MoO ₆	MoO ₃ : 23.49
	钼铜矿	Lindgrenite	Cu ₃ [MoO ₄] ₂ (OH) ₂	MoO ₃ : 53.71
	铀钼矿	Sedovite	U [MoO ₄] ₂	
	黄钼铀矿	Irginite	U (H ₂ O ₃) [MoO ₄] ₂ (OH) ₂	MoO ₃ : 38.62
	紫钼铀矿	Mourite	UO ₂ • 5MoO ₃ • 5H ₂ O (?)	MoO ₃ : 63.67
	斜水钼铀矿	Umohoite	UMoO ₆ (H ₂ O) ₂ • 2H ₂ O	
	水钙钼铀矿	Calcurmolite	Ca (UO ₂) ₃ (MoO ₄) ₃ (OH) ₂ • 8H ₂ O	
	镁钼铀钼矿	Cousinite	Mg (UO ₂) ₂ [MoO ₄] ₂ (OH) ₂ • 5H ₂ O	
	磷钙铁钼矿	Melkovite	H ₆ CaFe [PO ₄] [MoO ₄] ₄ • 6H ₂ O	
	砷钼钙铁矿	Betpakdalite	CaFe ₂ (H ₂ O) ₁₀ [As ₂ Mo ₅ O ₁₄]	MoO ₃ : 50.22
	砷钼铁钠石	Sodiumbetpakdalite	(Na, Ca) ₃ Fe ₂ (AsO ₄) (MoO ₄) ₆ • 15H ₂ O	
	黄氮汞矿	Mosesite	Hg ₂ N (SO ₄ , MoO ₄ , Cl) • H ₂ O	
	黑钼钴矿	Pateraite	CoMoO ₄ (?)	

附 录 C

(资料性附录)

铜、铅、锌、银、镍、钼矿床主要工业类型

表 C.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、辉钼矿等	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,内蒙古乌奴格吐等
矽卡岩型铜矿	沿中酸性侵入岩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>1%	铁、硫、钨、钼、铅、锌、锡、铍、镓、铟、锗、镉、金、银、硒、碲、铈、铌、钽、钨、钼族	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1%	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
超基性岩铜镍矿	产于超基性岩(纯橄岩、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,品位一般小于1%	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1%	硫、铅、银、钼、钨等	云南大姚六苴、郝家河,湖南车江,四川大铜厂
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1%左右	硫、铅、锌、钼、金、银、砷、硒、碲、铟、镉、铈、铌、钽、铍、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1%	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

表 C.2 铅、锌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 $\omega(\text{Pb}+\text{Zn}) > 8\%$	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, $\omega(\text{Pb}+\text{Zn}) > 7\%$	银、金、铜、硫、镓、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
砂卡岩型铅锌矿	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、锗、镉等	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
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, $\omega(\text{Pb}+\text{Zn}) > 7\%$	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(银)矿	产于各种岩(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, $\omega(\text{Pb}+\text{Zn}) > 9\%$	银、金、铜、硫、锡、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 C.3 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、铋等	广东凡口,辽宁八家子
泥岩—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、辉银矿、硫银矿、硫银矿、辉银矿、自然银、辉银矿	层状、似层状、脉状、透镜状、扁豆状	大、中、小型均有,品位贫—中等	铋、钼、硒、锗、金、铂族	湖北白果园,广东梅县嵩溪
海相火山岩、火山—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、铋、锗、镓、铟、锡等	甘肃小铁山,青海锡铁山,四川白玉呷村
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—富均有	铅、锌、铋、砷、汞、铋、碲、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、鲍家
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、铋、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 C.4 镍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
超基性岩铜镍矿	产于超基性岩(纯橄岩、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 1%	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-砷化镍矿	矿体产于中酸性岩体裂隙及与围岩—砂岩、页、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 0.2% ~ 10%不等	铜、银、砷、铋、钴、锑等	辽宁柞子哈达、万宝钵
沉积型硫化镍矿	分布于黑色页岩中(C1 等), 沿层产出	黄铁矿、钼集合体、二硫化镍矿、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 0.2% ~ 1.6%	钼、钴、钒、铀、铂族、银、金等	湖南大冲镍矿
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, 0.8% ~ 2%	钴、铁等	云南墨江(硅酸镍型)

表 C.5 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
斑岩型钼矿	产于花岗岩及花岗斑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、大型至巨型, 品位偏低	铜、钨、金、银、铼、铅、锌、钴、硫	陕西金堆城, 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	辽宁杨家杖子, 黑龙江五道岭, 江苏句容铜山, 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、斑铜矿、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、辉铜矿及含钼钼矿物、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、锆、硒	云南广通鹿子湾, 贵州兴义大际山

附 录 D
(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 30%;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 10%;其他三个因素各占 20%。

D.1 矿体规模

分为大、中、小型三类,其具体划分及类型系数如表 D.1。

表 D.1 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 m	延深或宽 m
大 型	0.9	Cu Mo	>1 000	> 500
		Pb Zn	> 800	> 500
		Ag		> 300
		Ni		> 400
中 型	0.6 (0.3~0.6)	Cu Mo	300~1 000	300~500
		Pb Zn	300~800	200~500
		Ag		150~300
		Ni		200~400
小 型	0.3 (0.1~0.30)	Cu Mo	<300	<300
		Pb Zn		<200
		Ag		<150
		Ni		<200
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（<300 m）和中型矿体（300 m~1 000 m）按长度不同应有不同的值，小型矿体<150 m 赋值 0.1、150 m~200 m 赋值 0.2、> 200 m 赋值 0.3；中型矿体 300 m 赋值 0.3、400 m~500 m 为 0.4、>500 m 为 0.6。				

D.2 矿体形态复杂程度

分为三类:

a) 简单:类型系数 0.6。矿体形态为层状、似层状、大透镜状、大脉状、长柱状及筒状,内部无夹石或很少夹石,基本无分枝复合或分枝复合有规律;

b) 中等:复杂程度属中等,类型系数 0.4。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;

c) 杂:类型系数 0.2。矿体形态主要为不规整的脉状、复脉状、小透镜状、扁豆状、豆荚状、囊状、鞍状、钩状、小筒柱状,内部夹石多,分枝复合多且无规律。

D.3 构造影响程度

分为三种:

a) 小型:类型系数 0.3。矿体基本无断层破坏或岩脉穿插,构造对矿体形状影响很小;

b) 中型:类型系数 0.2。有断层破坏或岩脉穿插,构造对矿体形状影响明显;

c) 大型:类型系数 0.1。有多条断层破坏或岩脉穿插,对矿体错动距离大,严重影响矿体形态。

D.4 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 D.2。

表 D.2 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 %	类 型 系 数
铜	稳定	<60	0.6
	较稳定	60~130	0.4
	不稳定	>130	0.2
铅锌	稳定	<50	0.6
	较稳定	50~100	0.4
	不稳定	>100	0.2
银	稳定	<80	0.6
	较稳定	80~130	0.4
	不稳定	>130	0.2
镍	稳定	<50	0.6
	较稳定	50~100	0.4
	不稳定	>100	0.2
钼	稳定	>60	0.6
	较稳定	60~100	0.4
	不稳定	>100	0.2

D.5 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 D.3。

表 D.3 有用组分分布均匀程度及类型系数表

矿 产 种 类	稳 定 程 度	品位变化系数 %	类 型 系 数
铜	均匀	<60	0.6
	较均匀	60~150	0.4
	不均匀	>150	0.2
铅锌	均匀	<80	0.6
	较均匀	80~180	0.4
	不均匀	>180	0.2
银	均匀	<100	0.6
	较均匀	100~160	0.4
	不均匀	>160	0.2
镍	均匀	<50	0.6
	较均匀	50~100	0.4
	不均匀	>100	0.2
钼	均匀	<80	0.6
	较均匀	80~150	0.4
	不均匀	>150	0.2
注：变化系数估算公式 $V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\%$		式中： V—矿体厚度或品位变化系数； σ—单工程厚度或单样品品位统计的均方差； \bar{x} —单工程厚度或单样品品位统计的算术平均值。	

D.6 各勘查类型的工程间距

见表 D.4。

表 D.4 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	200~240	100~200
	II	120~160	100~120
	III	80~100	60~80
铅锌	I	160~200	100~200
	II	80~100	60~100
	III	40~50	30~50
银	I	100~120	80~100
	II	60~80	40~50
	III	40~50	40~50
镍	I	160~200	100~160
	II	50~80	50~80
	III	40~50	40~50
钼	I	120~200	100~200
	II	80~100	60~80
	III	40~50	40~60
<p>注 1：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。</p> <p>注 2：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。</p> <p>注 3：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。</p> <p>注 4：探明的矿产资源 / 储量，在 III 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。</p>			

附 录 E
(资料性附录)
矿床勘查类型实例一览

表 E.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 7 号岩体
	第 II 勘查类型	四川力马河
	第 III 勘查类型	云南白马寨
钼矿	第 I 勘查类型	陕西金堆城，河南上房沟
	第 II 勘查类型	辽宁杨家杖子，黑龙江五道岭
	第 III 勘查类型	吉林石人沟，北京东三岔

附录 F
(资料性附录)

矿体圈定和矿产资源 / 储量估算方法

F.1 矿体的圈定和连接

F.1.1 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。

F.1.2 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 / 吨值) 指标时, 可圈为矿体。

F.1.3 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。

F.1.4 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 GB / T 17766—1999《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。

F.1.5 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。

F.1.6 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 / 吨值圈定矿体时不得外推 (以米·克 / 吨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。

F.2 矿产资源 / 储量估算方法

F.2.1 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。

F.2.2 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、SD (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: DATAMINE、VOLCAN、MINTIC 等, 国内软件有 DOS 版本的矿产资源 / 储量估算及经济评价软件。

[illegible]

G.2.2 铅锌矿床一般工业指标和伴生组分评价指标如下

表 G.3 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	
	Pb	Zn	Pb	Zn	Pb	Zn
边界品位（质量分数） %	0.3~0.5	0.5~1	0.5~0.7	0.8~1.5	0.5~1	1.5~2
最低工业品位（质量数） %	0.7~1	1~2	1~1.5	2~3	1.5~2	3~6
矿床平均品位（质量分数） %	5~8		6~9		10~12	
最小可采厚度 m	1~2		1~2		1~2	
夹石剔除厚度 m	2~4		2~4		2~4	

表 G.4 铅锌矿床伴生有用组分评价参考表

组 分	Cu	WO ₃	Sn	Mo	Bi	S	Sb	CaF ₂	Au	Ag
质量分数 %	0.06	0.06	0.08	0.02	0.02	4	0.4	5		
质量分数 g / t									0.1	2
组 分	As	Cd	In	Ga	Ge	Se	Te	Tl	Hg	U
质量分数 %	0.2	0.01	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.005	0.02
质量分数 g / t										

G.2.3 镍矿床一般工业指标和伴生组分评价指标如下：

表 G.5 镍矿床工业指标一般要求表

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	坑 采	露 采	
边界品位（质量分数） %	0.2~0.3	0.2~0.3	0.7	0.7	0.5
最低工业品位（质量分数） %	0.3~0.5	0.3~0.5	1	1	1
矿床平均品位（质量分数） %	0.8~2	0.6~1	1.5	1.2	
最小可采厚度 m	1	2	1	2	1
夹石易除厚度 m	≥2	≥3	≥2	≥3	1~2

表 G.6 镍矿床伴生有用组分评价参考表

元 素	Pt、Pd	Os、Ru、Rh、h	Au	Ag	Co	Se	Te
质量分数 g / t	0.03	0.02	0.05~0.1	1.0			
质量分数 %					0.01	0.000 6	0.000 2

G.2.4 钼矿床一般工业指标和伴生组分评价指标如下：

表 G.7 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） %	0.03	0.03~0.05
最低工业品位（质量分数） %	0.06	0.06~0.08
矿床平均品位（质量分数） %	0.08~0.1	0.1~0.12
最小可采厚度 m	2~4	1~2
夹石剔除厚度 m	4~8	2~4

表 G.8 钼矿床半生有用组分评价参考表

组 分	WQ	Cu	Pb	Zn	Fe	S	Bi	Rc
质量分数 %	0.06	0.1	0.2	0.4	10	1	0.03	
质量分数 g / t								10

G.2.5 银矿床一般工业指标和伴生组分评价指标如下：

表 G.9 银矿床工业指标一般要求表

项 目	指 标
边界品位（质量分数） g / t	40~50
最低工业品位（质量分数） g / t	80~100
矿床平均品位（质量分数） g / t	>150
最小可采厚度 m	0.8~1
夹石剔除厚度 m	2~4

表 G.10 钼矿床半生有用组分评价参考表

元 素	Au	Pb	Zn	Cu	S	Cd	Mn
质量分数 %		0.2	0.4	0.1	2	0.005	4
质量分数 g / t	0.1						

注：伴生有用组分评价参考指标表说明：

- a) 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；
- b) 表中“S”质量分数指标系指黄铁矿中硫在矿石中的质量分数；
- c) 伴生元素中的 Cu、WO₃、Pb、Zn、Sn、Mo、Fe、Bi、CaF₂、Sb 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：
 - Pb、Zn、Cu 主要指赋存于硫化矿物中者；
 - WO₃ 主要指赋存于白钨矿、黑钨矿中者；
 - Sn 主要指赋存于锡石中者；
 - Mo 主要指赋存于辉钼矿中者；
 - CaF₂ 主要指赋存于萤石中者；
 - Sb 主要指赋存于硫锑铅矿和脆硫锑铅矿中者；
 - Fe 主要指赋存于磁铁矿中者；

——Bi 主要指赋存于辉铋矿中者；

- c) Ge、Ga、In、Se、Te、Cd 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。

H.1 铜精矿质量标准

品 级	Cu 质量分数不小于 %	杂质质量分数不大于 %			
		As	Pb+Zn	Mg	Bi
一级品	30	0.05	2	1	0.05
二级品	25	0.20	5	3	0.20
三级品	20	0.30	8	4	0.30
四级品	13	0.40	12	5	0.50
注：铜精矿中金、银、硫为有价元素，应报分析数据。					

品 级	Pb 质量分数不小于%	杂质质量分数不大于 %				
		Cu	Zn	As	MgO	Al ₂ O ₃
一级品	70	1.2	4	0.2	1.0	2.0
二级品	65	1.5	5	0.3	1.5	2.5
三级品	55	2.0	6	0.4	1.5	3.0
四级品	45	2.5	7	0.6	2.0	4.0
注：a) 铅精矿中金、银为有价元素，应报出分析数据； b) 其他类型铅精矿的杂质要求，由供需双方商定。						

品 级	Zn 质量分数不 小于 %	杂质质量分数不大于 %				
		Cu	Pb	Fe	As	SiO ₂
一级品	55	0.8	1.0	6	0.2	4.0
二级品	50	1.0	1.5	8	0.4	5.0
三级品	45	1.0	2.0	12	0.5	5.5
四级品	40	1.5	2.5	14	0.5	6.0

注：a) 锌精矿中银、硫为有价元素，应报分析数据；
b) 锌精矿中镉、氟质量分数应分别不大于 0.3%，铈质量分数应不大于 0.03%，锡质量分数应不大于 0.1%，镍和锆质量分数要求，由供需双方商定。
c) 四级品铁闪锌矿含铁允许量不大于 18%。

H.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（1988）中色财字第 0596 号文：“暂定银大于 3 000 g / t 的精矿为银精矿，含银 1 000 g / t ~ 300 g / t 的铜、铅精矿为银铜、银铅混合精矿”的规定执行。

H.5 镍精矿质量标准

表 H.5 镍精矿质量标准（YB 724—82）

以干矿品位计算

品 级	Ni 质量分数不小于 %	杂质质量分数不大于 %
特级品	8	MgO 6
一	7.5	6
二	7	6
三	6.5	7.5
四	6	9
五	5.5	10.5
六	5	12
七	4.5	13.5
八	4	15
九	3.5	17.5
十	3	20

注：镍精矿中钴、铂为有价元素，应报出分析数据。

H.6 钼精矿质量标准

表 H.6 钼精矿质量标准（GB 3200—89）

以干矿品位计算

牌 号	Mo 质量分数 不小于 %	杂质质量分数不大于 %								
		SiO ₂	As	Sn	P	Cu	Pb	CaO	WO ₃	Bi
Km053—A	53	6.5	0.01	0.01	0.01	0.15	0.15	1.50	0.05	0.05
Km053—B	53	5.0	0.05	0.05	0.02	0.20	0.30	2.00	0.25	0.10
Km051—A	51	8.0	0.02	0.02	0.02	0.20	0.18	1.80	0.06	0.06
Km051—B	51	5.5	0.1	0.06	0.03	0.40	0.40	2.00	0.30	0.15
Km049—A	49	9.0	0.03	0.03	0.03	0.22	0.20	2.20		
Km049—B	49	6.5	0.15	0.06	0.04	0.60	0.60	2.00		
Km047—A	47	11.0	0.04	0.04	0.04	0.25	0.25	2.70		
Km047—B	47	7.5	0.2	0.07	0.05	0.80	0.65	2.40		
Km045—A	45	13.0	0.05	0.05	0.05	0.28	0.30	3.00		
Km045—B	45	8.5	0.22	0.07	0.07	1.20	0.70	2.60		

注： a) 牌号中的 A 表示单一钼矿浮选产品；B 表示多金属矿综合回收浮选产品；
b) 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；
c) 经供需双方协议，可调整表中个别指标；
d) 钼精矿中铈为有价元素，供方应报出分析数据，是否计价，供需双方协议。