

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0214—2020

代替 DZ/T 0214-2002

矿产地质勘查规范 铜、铅、锌、银、镍、钼

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

2020 - 04 - 30 发布

2020 - 04 - 30 实施

中华人民共和国自然资源部

发布

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 勘查目的及勘查阶段	1
3.1 勘查目的	1
3.2 勘查阶段	1
4 勘查工作程度	2
4.1 勘查控制基本要求	2
4.2 普查阶段要求	4
4.3 详查阶段要求	5
4.4 勘探阶段要求	7
4.5 供矿山建设设计复杂和小型矿床的勘查工作程度要求	10
5 绿色勘查要求	10
5.1 基本要求	10
5.2 勘查设计	10
5.3 勘查施工	10
5.4 环境恢复治理与验收	11
6 勘查工作及其质量	11
6.1 勘查测量	11
6.2 地质填图	11
6.3 水文地质工程地质环境地质	12
6.4 物探、化探	12
6.5 探矿工程	12
6.6 岩矿鉴定取样、制样与鉴定	13
6.7 化学分析样品的采取、制备与测试	13
6.8 矿石选冶试验样品的采集与试验	17
6.9 岩（矿）石物理技术性能测试样品的采集与测试	17
6.10 原始资料保存、编录、综合整理和报告编写	17
7 可行性评价	18
7.1 基本要求	18
7.2 概略研究	18
7.3 预可行性研究	18
7.4 可行性研究	18
8 资源储量估算	18
8.1 矿床工业指标	18
8.2 资源量估算的基本要求	19
8.3 储量估算的基本要求	20
8.4 资源储量类型确定	20
8.5 资源储量估算结果	20
附 录 A （资料性附录） 铜、铅、锌、银、镍、钼矿的勘查类型确定及参考基本工程间距....	21

附 录 B（资料性附录） 铜、铅、锌、银、镍、钼矿床勘查类型实例 25

附 录 C（资料性附录） 铜、铅、锌、银、镍、钼矿床主要工业类型 26

附 录 D（资料性附录） 铜、铅、锌、银、镍、钼矿主要矿物 31

附 录 E（资料性附录） 铜、铅、锌、银、镍、钼矿床各勘查阶段探求的资源量及其比例的一般要求..... 34

附 录 F（资料性附录） 铜、铅、锌、银、镍、钼矿一般工业指标及其伴生矿产综合评价参考指标 35

附 录 G（资料性附录） 资源量和储量类型及其转换关系 38

参考文献..... 39

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准代替DZ/T 0214—2002《铜、铅、锌、银、镍、钼矿地质勘查规范》。除编辑性修改外，主要技术内容变化如下：

- 对“章”安排进行了调整，将勘查研究程度与勘查控制程度合并为勘查工作程度（见4）；
- 修改了勘查目的任务，取消了预查阶段，并按《固体矿产地质勘查规范总则》修改了各勘查阶段的内涵（见3）；
- 增加了主要矿体的确定标准（见4.1.1.1）、勘查类型确定条件（见4.1.1.2）和要求（见4.1.2.1）及确定勘查类型的“三条线原则”（见4.1.1.2）；
- 增加了勘查深度（见4.1.5）；
- 增加了综合勘查综合评价程度要求（见4.1.6）；
- 补充了氧化带、混合带和原生带的研究程度要求（见4.3.3、4.4.3）；
- 修改了矿石选冶技术性能研究、试验要求（见4.2.4、4.3.4、4.4.4、6.8）；
- 增加了资源量比例的一般要求，修改了资源量比例的确定原则（4.3.6、4.4.6、附录E）；
- 增加了供矿山建设设计的复杂和小型矿床的勘查工作程度要求（见4.5）；
- 增加了绿色勘查要求（见5）；
- 增加了取心钻孔的穿矿孔径要求（见6.5.3.2）；
- 补充了有条件使用空气反循环钻要求（见6.5.3.5）；
- 增加了岩矿鉴定取样、制样与鉴定要求（见6.6）；
- 将光谱全分析修改为定性半定量全分析（见6.7.2.1），增加了化学分析具体要求（见6.7.2.2、6.7.2.3b）、6.7.4a）、6.7.2.5d）和岩石有害组分分析要求（见6.7.2.8）；
- 修改、补充了内检、外检的具体要求（见6.7.4.2、6.7.4.3~6.7.4.6）和仲裁分析要求（见6.7.4.7）；
- 修改了可行性评价要求（见7）；
- 增加了采用计算机应用技术（8.2.2）、探明和控制资源量圈定（见8.2.7）、同体共生矿体圈定（见8.2.10）要求；
- 删除了原附录F（矿体圈定和矿产资源/储量估算方法），将其中的外推原则等要求修改后纳入正文（8.2.3~8.2.6）；
- 修改了勘查类型确定的类型系数和铜矿Ⅱ、Ⅲ类型、镍矿Ⅰ类型、钼矿Ⅲ的勘查工程间距，并增加了过渡勘查类型的确定原则性要求（见表A.5）；
- 修订了镍矿原生矿最低工业品位（见表F.7）、钼矿边界品位和最低工业品位（见表F.9）、铜矿和银矿伴生锌指标（见表F.2、F.5）。增加了铅锌矿和钼矿伴生铁指标（见F.4、F.10）；
- 修改了原附录A，将“固体矿产资源/储量分类表”修改为“资源量和储量类型及其转换关系”（见附录G）。

本标准由中华人民共和国自然资源部提出。

本标准由全国国土资源标准化技术委员会（SAC/TC 93）归口。

本标准起草单位：自然资源部矿产资源储量评审中心、湖南省矿产资源储量评审中心、有色金属矿产地质调查中心、甘肃省矿产资源储量评审中心、河南省矿产资源储量评审中心、四川省矿产资源储量评审中心、云南省矿产资源储量评审中心、中国恩菲工程技术有限公司。

本标准起草人：高利民、薄志平、杨强、唐卫国、杨建功、傅群和、万会、杨兵、宋晗、汪汉雨、李剑、刘勇强、王艳丽、谢建强、白平、段信、董显宏、秦正、李军、刘东晓。

DZ/T 0214—2020

本标准的历次版本发布情况为：
—DZ/T 0214—2002。

矿产地质勘查规范 铜、铅、锌、银、镍、钼

1 范围

本标准规定了铜、铅、锌、银、镍、钼矿地质勘查（以下简称勘查）的勘查目的及勘查阶段、勘查工作程度、绿色勘查要求、勘查工作及其质量、可行性评价、资源储量估算等要求。

本标准适用于铜、铅、锌、银、镍、钼矿各勘查阶段的地质勘查及其成果评价工作。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 12719 矿区水文地质工程地质勘查规范
- GB/T 13908 固体矿产地质勘查规范总则
- GB/T 17766 固体矿产资源储量分类
- GB/T 18314 全球定位系统（GPS）测量规范
- GB/T 18341 地质矿产勘查测量规范
- GB/T 25283 矿产资源综合勘查评价规范
- GB/T 33444 固体矿产勘查工作规范
- DZ/T 0011 地球化学普查规范
- DZ/T 0033 固体矿产地质勘查报告编写规范
- DZ/T 0078 固体矿产勘查原始地质编录规程
- DZ/T 0079 固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究技术要求
- DZ/T 0130 地质矿产实验室测试质量管理规范
- DZ/T 0141 地质勘查坑探规程
- DZ/T 0153 物化探工程测量规范
- DZ/T 0227 地质岩心钻探规程
- DZ/T 0275 岩矿鉴定技术规范
- DZ/T 0336 固体矿产勘查概略研究规范
- DZ/T 0338 固体矿产资源量估算规程
- DZ/T 0339 矿床工业指标论证技术要求
- DZ/T 0340 矿产勘查矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求
- DZ/T 0342 矿坑涌水量预测计算规程

3 勘查目的及勘查阶段

3.1 勘查目的

发现和评价可供进一步勘查或开采的铜、铅、锌、银、镍、钼矿床（体），为勘查或开发决策提供相关地质信息，最终为矿山建设设计提供必需的地质资料，以降低矿床勘查开发的投资风险，获得合理的经济效益。

3.2 勘查阶段

3.2.1 勘查阶段划分

勘查工作按GB/T 17766、GB/T 13908划分为普查、详查和勘探三个阶段。一般应按阶段循序渐进地进行。合并或者跨阶段提交勘查成果时，也宜参照勘查阶段要求分步实施。

3.2.2 各阶段的目的任务

3.2.2.1 普查

在区域地质调查、研究的基础上，通过有效的勘查手段，寻找、检查、验证、追索矿化线索，发现铜、铅、锌、银、镍、钼矿（化）体，并通过稀疏取样工程控制和测试、试验研究，初步查明矿体（床）地质特征以及矿石选冶技术性能，初步了解开采技术条件。开展概略研究，估算推断资源量，作出是否有必要转入详查的评价，并提出可供详查的范围。

3.2.2.2 详查

在普查的基础上，通过有效勘查手段、系统取样工程控制和测试、试验研究，基本查明铜、铅、锌、银、镍、钼矿的矿体地质特征、矿石选冶技术性能以及开采技术条件，为矿区规划、勘探区确定等提供地质依据。开展概略研究，估算推断资源量和控制资源量，作出是否有必要转入勘探的评价，并提出可供勘探的范围；也可开展预可行性研究或可行性研究，估算可信储量。

3.2.2.3 勘探

在详查的基础上，通过有效勘查手段、加密取样工程控制和测试、深入试验研究，详细查明铜、铅、锌、银、镍、钼矿的矿体地质特征、矿石选冶技术性能以及开采技术条件，为矿山建设设计确定矿山生产规模、产品方案、开采方式、开拓方案、矿石选冶工艺，以及矿山总体布置等提供必需的地质资料。开展概略研究，估算推断、控制、探明资源量；也可开展预可行性研究或可行性研究，估算可信、证实储量。

4 勘查工作程度

4.1 勘查控制基本要求

4.1.1 勘查类型

4.1.1.1 矿床勘查类型应根据主要矿体，即作为未来矿山主要开采对象的一个或多个矿体的特征确定。勘查阶段一般根据矿体的资源量规模确定主要矿体，将资源量（一般为主矿产，必要时考虑共生矿产）从大到小累计超过勘查区总资源量 60%的一个或多个矿体确定为主要矿体。

4.1.1.2 普查阶段矿体基本特征未查清，难以确定勘查类型，但有类比条件的，可与同类矿床类比，初步确定勘查类型；详查阶段应根据影响勘查类型的主要地质因素确定勘查类型；勘探阶段应根据影响勘查类型的主要地质因素的变化情况验证勘查类型。

4.1.2 根据矿体规模的大小、形态和内部结构复杂程度、厚度稳定程度、矿石有用组分分布的均匀程度、构造复杂程度五个主要地质因素及其类型系数，勘查类型划分为 I（简单类型）、II（中等类型）、III（复杂类型）三种类型。鉴于地质因素的复杂性，允许有过渡勘查类型存在，比 I 类型复杂，比 II 类型简单的勘查类型为 I-II 类型（简单-中等类型）；比 II 类型复杂，比 III 类型简单的勘查类型为 II-III 类型（中等-复杂类型）。当某一地质因素对勘查程度影响特别大，按类型系数确定勘查类型对矿体进行控制，不能达到勘查目的时，应根据实际情况确定合理的勘查类型。各因素的类型系数值和勘查类型划分见附录 A，各矿种勘查类型实例见附录 B。

4.1.2.1 确定勘查类型时，应根据各矿体的地质特征确定各矿体的勘查类型，根据主要矿体的特征和空间相互关系确定矿床勘查类型。当主要矿体的勘查类型不同时，应综合考虑各主要矿体特征和矿床整

体控制研究程度的要求，合理确定矿床勘查类型。对于规模巨大且不同地段勘查难易程度相差较大的矿床（体），可分段确定勘查类型。

4.1.2.2 原则上某一矿体确定为某种勘查类型（III类型除外），应能以相应勘查类型的基本勘查工程间距连续布置3条以上勘查线且每条线上有连续2个以上工程见矿。

4.1.3 勘查工程间距

4.1.3.1 矿床勘查时应根据勘查类型合理确定勘查工程间距。圈定铜、铅、锌、银、镍、钼矿控制资源量的参考基本工程间距见附录A。

4.1.3.2 探明、推断资源量的勘查工程间距，一般分别在基本工程间距的基础上加密和放稀1倍，但不限于1倍，以满足相应勘查研究程度要求为准则。实际勘查过程中，详查和勘探阶段应通过类比、地质统计学分析、工程验证等方法，论证工程间距的合理性，并视情况进行调整。

4.1.3.3 当矿体沿走向或倾向的变化不一致时，工程间距应适应其变化；矿体出露地表时，地表勘查工程间距宜适当加密，以深入研究成矿控矿规律，指导深部勘查。

4.1.4 勘查工程部署

4.1.4.1 勘查工作应遵循由表及里、由稀到密、由浅入深、由已知到未知的原则。勘查工作部署应充分考虑矿床工业类型的特点。铜、铅、锌、银、镍、钼矿床的主要工业类型见附录C。

4.1.4.2 在合理确定勘查类型和勘查工程间距的基础上，根据矿体地质特征和矿山建设的需要、地形、地貌、物化探条件和生态环境保护要求，选择适当、有效、对生态环境影响最小的勘查方法和手段，按矿床勘查类型和相应工程间距部署勘查工程，对矿床进行整体控制；视具体情况调整局部勘查工程间距，加强矿体局部（如矿体变化较大的地段）和次要矿体的控制。

4.1.4.3 一般地表以探槽、剥土、浅坑、浅井、小圆井及其环保、有效的替代勘查手段为主，浅钻为辅，配合有效的物探、化探，深部以岩心钻为主；当矿体形态复杂、矿体呈管条状、矿石物质组分变化大，以至于用钻探难以达到勘查目的时，应以坑探为主配以钻探或者采用坑探工程进行验证。若钻探所获地质成果与坑探验证成果相近，则不强求必须投入较多的坑探工程；当地形有利时，宜多使用坑探工程；当采集选矿大样需要时，也可动用坑探工程。一般，对于III、II-III类型矿床，探求探明、控制资源量时，应用坑道进行验证；当用钻探难以查清矿体产状时，应施工适量的坑探工程研究矿体特征。

4.1.4.4 一般情况下，普查阶段用有限的取样工程进行控制，详查阶段用系统的（按一定的勘查工程间距并有规律）取样工程控制，勘探阶段应在详查系统控制的基础上，合理地加密控制。

4.1.4.5 勘查时应注意控制勘查范围内矿体的总体分布范围和相互关系。对出露地表的矿体边界应用工程控制；对矿体较大的基底起伏、无矿带，以及破坏矿体、对开采有较大影响的构造、岩脉、岩溶、盐溶、老窿¹⁾和矿区边界构造等的产状和规模应有工程控制；对能随主矿体同时开采的小矿体应适当控制；对拟地下开采的矿床，应重点控制主要矿体的两端、上下界线和延伸情况；对拟露天开采的矿床，应系统控制矿体四周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。

4.1.5 勘查深度

4.1.5.1 矿产勘查工作应科学合理地确定勘查深度，既不应过浅，也不宜过深。深部有矿化潜力时，勘查深度一般为600m，矿床开采内外部条件好时，可达800m，老矿山边、深部可达1200m。

4.1.5.2 有类比条件的，鼓励通过类比确定勘查深度，不具备类比条件的，通过论证确定勘查深度。勘查深部矿体应适当加强开采技术条件研究。

4.1.6 综合勘查综合评价

1) 老窿：指古代采矿的小井和采空区范围，以及现代生产矿井已采空的范围。

4.1.6.1 各勘查阶段均应对矿床进行综合勘查综合评价。具体要求按 GB/T 25283 执行。

4.1.6.2 详查和勘探阶段，对于资源量规模达到中型及以上的共生矿产，应与主矿产统筹考虑，并按该共生矿产的勘查规范进行相应的控制和评价，一般详查阶段对共生矿产的勘查工作程度应达到相应矿产勘查规范规定的详查程度要求，勘探阶段视具体情况确定；对于资源量规模为小型的共生矿产，视控制主矿产的工程对其控制情况和需要进行加密控制，并按该矿共生矿产的勘查规范进行评价。

4.1.6.3 对于伴生矿产一般利用控制主要矿产的工程进行控制，对达到综合评价参考指标且在当前技术经济条件下能够回收利用的伴生矿产，应能研究提出综合回收利用方案；对虽未达到综合评价参考指标或未列入综合评价参考指标，但可在矿石选冶过程中单独出产品，或可在某一产品中富集达到计价标准的伴生矿产，应能研究提出综合回收利用途径，并进行相应的评价。

4.1.7 放射性检查

勘查过程中应进行放射性检查，存在放射性异常时应按要求采样测试。当矿体或围岩中核素含量超过允许限值又不能回收利用，可能影响人身健康及环境保护且无法采取有效措施防治时，不宜转入后续工作。

4.1.8 资料收集利用

各勘查阶段均应全面收集区域地质资料，特别是勘查区及周边的地质、矿产、物探、化探、遥感、重砂、探矿工程、取样测试、试验研究资料、最新研究成果等，并在充分研究的基础上加以利用。

4.2 普查阶段要求

4.2.1 成矿地质条件

在基础地质研究基础上，通过1:10000~1:5000比例尺的勘查区地质填图（一般为简测图）、遥感解译、露头检查，结合工程揭露，研究成矿地质条件和成矿地质规律，对比已知矿床，探讨矿床成因，总结找矿标志，初步查明勘查区的成矿地质条件和矿化地质体（含矿地质体、蚀变带、矿化带等与成矿有关的地质体）特征。

4.2.2 矿体特征

通过矿（化）点检查、1:10000或更大比例尺的物探、化探剖面测量或面积性测量、必要的取样工程等，对普查区内发现的矿化线索逐一进行验证、检查、追索和评价，发现矿体。

对发现的矿体，特别是主要矿体，地表应以取样工程稀疏控制，深部应有工程证实，不要求系统控制，但应尽可能兼顾与后续勘查工程布置的合理衔接。当矿（化）体出露地表时，应根据需要开展1:2000~1:1000比例尺的矿体地质填图（简测图或正测图）。通过控制研究，对矿体的连续性作出合理的推断，初步查明主要矿体的数量、规模、形态、产状、厚度等特征以及勘查区内矿体的总体分布范围。

4.2.3 矿石特征

通过稀疏工程的取样鉴定、测试、分析，初步查明矿石的物质组成（矿物成分和化学成分）、结构构造、矿石矿物的嵌布特征、主要有用有害组分的含量和赋存状态。大致查明矿床“三带”（氧化带、混合带、原生带）发育情况，大致查明矿石的自然类型和工业类型。铜、铅、锌、银、镍、钼矿的主要矿物见附录D。

4.2.4 矿石选冶技术性能

在矿石工艺矿物学研究基础上,对于易选矿石进行类比研究;对于较易选矿石一般进行类比研究,必要时进行可选性试验;对于新类型矿石和难选矿石一般进行可选性试验,必要时进行实验室流程试验。初步查明勘查区内矿石的选冶技术性能。具体按DZ/T0340执行。

4.2.5 矿床开采技术条件

收集、研究区域和勘查区的水文地质、工程地质和环境地质资料,与开采技术条件相似的矿山进行类比,对开采技术条件复杂的矿床,适当布置水文地质、工程地质工作,初步了解勘查区的水文地质、工程地质和环境地质条件。具体要求如下:

- a) 水文地质:结合矿区(床)所处的水文地质单元,初步了解含(隔)水层的产状、厚度、含水性和分布情况,岩溶、裂隙、构造破碎带发育情况和含水性,调查老窿分布及积水情况,初步了解地表水分布、水位、流量、淹没范围、地下水类型及补给、径流、排泄条件、矿床主要充水因素。
- b) 工程地质:初步了解勘查区工程地质岩组、断层、节理、裂隙、岩溶的发育程度、岩石风化程度及软弱层分布情况,初步了解矿体和顶、底板围岩的稳固性。
- c) 环境地质:初步了解围岩、矿石、地表水体、地下(热)水中可能影响环境质量的放射性核素、有害组分种类及含量本底值,初步了解勘查区地震、崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地表沉降、地裂缝、岩溶、水体污染等情况。

4.2.6 资源量探求要求

发现矿体时,在符合地质规律的前提下,可初步确定的勘查类型或Ⅱ勘查类型(无类比条件的)和推断资源量的勘查工程间距,估算推断资源量。

4.3 详查阶段要求

4.3.1 成矿地质条件

在普查的基础上,通过1:10000~1:5000比例尺矿区地质填图或修测(正测图)、1:2000~1:500比例尺的矿床地质填图(正测图),结合工程控制和揭露,基本查明成矿控矿因素、矿化富集条件等成矿地质条件和矿化地质体的特征,阐明矿床的成矿作用和成矿规律。不同成因类型矿床,成矿地质条件研究应有所侧重:

- a) 对沉积或层控矿床,应基本查明含矿层位、与成矿作用相关的标志层,以及含矿层和标志层的岩性特征、岩相、岩性组合、接触关系、产状、厚度、叠覆特征及空间变化等。
- b) 对与侵入岩有关的矿床,应基本查明与成矿有关岩体的规模、形态、产状、岩性特征、岩相、岩石化学特征、侵位方式、侵入期次、侵入时代、岩体与围岩的接触关系等;对于与火山活动有关的矿床,应基本查明与成矿有关火山岩的岩性特征、岩相、岩石化学特征、与火山活动有关的构造特征、火山机构类型、喷发方式、喷发旋回、喷发韵律、喷发时代。
- c) 对变质矿床应详细查明变质岩的岩性特征、变质矿物组合和变质相,基本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。
- d) 对与热液有关的矿床,应基本查明围岩蚀变的种类、规模、强度、矿物组合、分带特征、分布范围,以及蚀变与矿化的关系。

4.3.2 矿体特征

根据矿体特征合理确定勘查类型和工程间距,采用有效的勘查技术方法手段、系统取样工程,对矿体进行系统控制,基本查明矿体特征。具体要求如下:

- a) 基本查明控制、破坏、影响矿体的主要构造、岩浆岩的规模、形态、性质、产状等特征及其对矿体的破坏影响程度。
- b) 基本查明矿体的数量、规模、形态和内部结构、产状、厚度及其变化情况、品位及其变化情况、矿体的分布范围，基本确定主要矿体的连续性。
- c) 基本查明主要矿体中无矿地段及夹石的种类、规模、岩性、厚度及其分布情况，顶底板岩性及其分布情况。
- d) 对矿床“三带”的发育程度、范围、矿物组合特征、分布规律、矿床的次生富集现象和富集规律进行研究，当氧化带、混合带不发育，氧化矿、混合矿占比很小时，初步查明“三带”的界线；当氧化带、混合带较发育，氧化矿、混合矿占比较大，对矿石选冶方法和流程设计有较大影响时，应基本查明“三带”的界线。“三带”划分应综合考虑矿石氧化程度对各种有用组分选冶的影响。

4.3.3 矿石特征

在系统取样工程控制的基础上，通过取样鉴定、测试、分析，基本查明矿石特征。具体要求如下：

- a) 基本查明矿石矿物和脉石矿物种类、含量、共生组合及矿石的结构构造特征。
- b) 基本查明矿石的化学成分，有用有害组分的种类、含量、赋存状态、变化情况和分布规律。
- c) 基本查明矿石的自然类型和工业类型。对铅锌矿，应特别注意研究氧化矿及混合矿中有用组分的含量及变化情况，以及氧化矿石直接冶炼利用的可能性；对硫化镍矿石，应特别注意研究硅酸镍的含量及变化情况；对于钼矿，应特别注意研究氧化矿的发育情况。

4.3.4 矿石选冶技术性能

在矿石工艺矿物学研究基础上，对于易选矿石视情况进行类比研究、可选性试验，必要时进行实验室流程试验；对于较易选矿石视情况进行可选性试验、实验室流程试验；对于新类型矿石和难选矿石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。基本查明详查区内主要工业类型矿石的选冶技术性能。具体按DZ/T 0340执行。

4.3.5 矿床开采技术条件

4.3.5.1 水文地质

通过水文地质工作，基本查明矿床水文地质条件，基本确定矿床水文地质勘查类型，并对矿床水文地质条件的复杂程度作出基本评价。具体研究要求如下：

- a) 选择完整的水文地质单元或疏干排水可能影响的范围（当水文地质单元面积很大时），收集、了解大气降水等气象水文资料，查明当地最低侵蚀基准面标高，调查地表水体的分布范围及水（流）量情况，圈出汇水边界。
- b) 基本查明矿区（矿床）含水层和隔水层的岩性、厚度、产状、分布及埋藏条件，节理、裂隙发育程度、分布规律及其富水性，矿床顶底板隔水层的隔水性能和稳定性，矿体围岩的富水性和水压。研究岩溶的发育程度、分布规律及其富水性。
- c) 基本查明构造破碎带的富水性及导水性，构造对各含水层及地表水水力联系的影响程度；调查老窿水对矿床开采的影响；分析可能引起突水的位置。
- d) 基本查明地下水的补给、径流、排泄条件及其与区域水文地质环境的关系，矿区水文地质边界和矿床主要充水因素。选择代表性地段对矿床充水的主要含水层进行抽水试验，初步确定矿床充水的主（次）要含水层及其主要水文地质参数，预测计算矿坑涌水量。
- e) 基本查明地下水的水量、水位（水压）、水质、水温及其动态变化情况。调查研究可供利用的供水水源及其水质、水量等，指出供水水源方向。

4.3.5.2 工程地质

通过工程地质工作，基本查明矿床工程地质条件，基本确定矿床工作地质勘查类型，并对矿床工程地质条件的复杂程度作出基本评价。具体研究要求如下：

- a) 根据矿体(层)围岩类型及矿石特征，划分矿区工程地质岩组。
- b) 测定矿石、夹石及顶底板围岩岩石的物理力学性质，对矿体及围岩的岩体质量作出基本评价。
- c) 基本查明矿区内构造破碎带、风化软弱带、节理、裂隙带等的发育程度和分布规律。
- d) 对矿体及顶底板围岩的稳固性和露天采场边坡的稳定性作出基本评价。
- e) 调查老窿的分布情况，大致圈出采空区范围。
- f) 预测可能发生的主要工程地质问题。

4.3.5.3 环境地质

通过环境地质工作，基本确定地质环境质量类别，指出勘查区主要环境地质问题，提出防治措施建议。具体研究要求如下：

- a) 收集区域地震活动历史资料、新构造活动资料，矿区及附近居民点、基本农田、各类保护区、重要构筑物等资料；收集资料研究、调查崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害发育情况。
- b) 调查矿石、围岩、地表水体、土壤、地下（热）水、废石中可能影响环境质量的放射性核素、有害组分的种类和含量本底值；对有热水、有害气体的矿床，还应调查其分布、压力、温度、流量及影响因素。
- c) 对区域地壳稳定性做出评价；分析矿山开发可能面临的地震、地温、自燃、崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地表沉降、地裂缝等环境地质问题；预测矿山开发可能引起的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地表沉降、地裂缝、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，分析其对人身健康、生态环境等的可能影响，初步评价矿山建设适宜性。

4.3.6 资源量分布及比例

详查区确定的勘查深度以上范围，一般探求控制和推断资源量。控制资源量一般应集中分布在资源量最优、可能首先或先期开采的地段。在确定的勘查深度以下，一般不作深入工作，可对成矿远景作出评价。详查阶段的资源量比例要求见附录E。

4.4 勘探阶段要求

4.4.1 成矿地质条件

在详查的基础上，视需要修测勘查区地质图、矿床地质图（均应为正测图），或开展更大比例尺的地质填图（正测图）。根据勘探工程加密控制和揭露情况，详细查明成矿地质条件和矿化地质体特征，深入成矿作用和成矿规律的研究。

4.4.2 矿体特征

在详查系统工程控制的基础上，采用有效的勘查技术方法手段，对矿体进行必要的加密控制，详细查明矿体特征。具体要求如下：

- a) 详细查明控制、破坏、影响矿体的主要构造规模、形态、性质、产状等特征及其对矿体的破坏影响程度；
- b) 详细查明矿体的数量、规模、形态和内部结构、产状、厚度其变化情况、品位及其变化情况，确定主要矿体的连续性；
- c) 详细查明主要矿体中无矿地段及夹石的种类、规模、岩性、厚度及其分布情况，顶底板岩性及其分布情况；

- d) 对矿床“三带”的发育程度、范围、矿物组合特征、分布规律、矿床的次生富集现象和富集规律在详查的基础上作进一步研究,当氧化带、混合带较发育,氧化矿、混合矿占比较大,对矿石选冶方法和流程设计有较大影响时,或者对露天剥离有较大影响时,应详细查明“三带”的界线。
- e) 对适宜露天开采的矿床,要对矿体四周边界及采场底部矿体边界进行系统控制,掌握矿体底板的起伏变化规律。对拟地下开采的矿床,要注意控制主要矿体的两端,上下界线和延深情况。

4.4.3 矿石特征

在加密取样工程控制基础上,通过取样鉴定、测试、分析,详细查明矿石特征。具体要求如下:

- a) 详细查明矿石矿物和脉石矿物种类、含量、共生组合及矿石的结构构造特征。
- b) 详细查明有用有害组分的种类、赋存状态和主要有用组分的含量及其变化情况、分布规律。
- c) 详细查明矿石的自然类型和工业类型,并研究其分布范围和所占比例。对于铅锌矿,应深入研究氧化矿及混合矿中有益组分含量及变化情况,以及矿石直接冶炼利用的可行性;对于硫化镍矿石,应深入研究硅酸镍的含量及变化情况。

4.4.4 矿石选冶技术性能

在矿石工艺矿物学详细研究的基础上,对于易选矿石一般应进行实验室流程试验;对于较易选矿石一般进行实验室流程试验,必要时开展实验室扩大连续试验;对于难选矿石视情况进行实验室流程试验、实验室扩大连续试验,必要时可进行半工业试验或工业试验。详细查明勘探区内矿石的选冶技术性能,为矿山建设设计推荐合理的矿石选冶工艺流程。具体按DZ/T 0340执行。

4.4.5 矿床开采技术条件

4.4.5.1 水文地质

将矿区和区域地下水、地表水和大气降水作为统一系统进行研究,通过水文地质测绘、钻孔简易水文地质观测与编录、抽水试验等,详细查明矿区水文地质条件和矿床充水因素,确定矿床工程地质勘查类型,评价矿床工程地质条件的复杂程度,预测计算矿坑涌水量,提出矿山防治水建议,指出供水水源方向。具体要求如下:

- a) 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。
- b) 详细查明与矿床充水有关的含(隔)水层的岩性、厚度、产状、裂隙等发育情况、分布范围、埋藏条件,含水层的富水性、主要充水含水层的渗透性,矿床顶底板隔水层的稳定性。进一步研究岩溶发育情况、分布规律和富水性。
- c) 详细查明对矿坑充水有影响的构造破碎带的位置、规模、性质、产状、充填与胶结程度、风化及溶蚀特征、富水性和导水性及其变化情况,沟通各含水层及地表水的程度,分析构造破碎带可能引起突水的地段。
- d) 详细查明对矿床开采有充水影响的地表水的汇水面积、分布范围、水位、流量、流速及其动态变化,历史上出现的最高洪水位标高、洪峰及淹没范围,以及地表水对矿坑充水的方式、地段。
- e) 对有老隆分布的矿床,应调查老隆的分布范围、深度、积水和塌陷情况,圈出老隆区的分布范围。
- f) 研究地表水、主要充水含水层、构造破碎带之间的水力联系和联系程度、地下水流场特征,分析老隆水对矿床开采的影响。详细查明地下水的补给、径流、排泄条件、矿床充水因素,确定矿区水文地质边界。
- g) 预测计算首采区(第一水平)的正常和最大的矿坑涌水量,预测下一水平的涌水量变化情况。提出矿山防治水建议。

- h) 详细查明地下水，特别是主要充水含水层水的水位、水质、水温、动态变化情况。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。

4.4.5.2 工程地质

通过工程地质测绘、编录，岩石物理力学样的采样测试等，详细查明矿区工程地质条件，确定矿床工程地质勘查类型，评价矿体及顶底板的工程地质特征、井巷围岩或露天采场的岩体质量和稳定（固）性，分析和评价矿山开采条件下可能发生的主要工程地质问题，提出防治措施建议。具体要求如下：

- a) 详细划分工程地质岩组，详细查明对矿床开采不利的软弱岩组的性质、产状与分布。
- b) 详细查明矿区所处构造部位，主要构造线方向，各级结构面的分布、规模、形态、产状、张开程度、充填胶结特征及充填、充水情况，以及结构面组合关系与力学效应；确定结构面的级别及主要不良优势结构面，指出其对矿床开采的影响。
- c) 详细查明矿体及围岩的岩体结构、岩体质量，并对其稳固性作出评价。
- d) 详细查明岩体的风化程度、风化带分布规律及其物理力学性质。对强蚀变矿区，应查明影响岩体工程性质的主要蚀变作用，并圈定其蚀变范围。
- e) 矿层及其围岩含粘土的矿区，应查明粘土的矿物成分、分布、厚度及其变化情况。
- f) 对有可溶岩类的矿床，应详细研究岩溶发育的主要层位、深度、发育程度和主要特征、充填和充水情况、连通性，以及表部覆盖层的厚度、岩性、结构特征及其变化。
- g) 多年冻土区，应查明冻土类型、分布范围、温度（地温）、含冰率，测定多年冻土最大融化深度，以及季融层及覆盖层剥离后多年冻土融化速度、冻胀率、冻土层的上下限，确定冻土的变形特征。
- h) 当矿区位于已知高地应力地区或矿体埋藏于当地侵蚀基准面700m以深时，应进行地应力测量。
- i) 边坡勘探，应详细查明各类边坡岩（土）层和软弱夹层的产状、岩性、结构，粘土岩的矿物成分、含量、分布范围、物理力学性质和水理性质，以及含水层的水压、透水性和岩石力学强度差异的岩层界面位置及特征；各类结构面的发育程度、充填物成分及物理力学性质；边坡与各类结构面的产状、组合关系；划分工程地质分区，并对边坡的稳定性进行评价。
- j) 剥离物强度勘探，应详细查明岩（矿）石强度的空间分布规律，为选择剥离（采矿）设备提供岩（矿）石的力学强度基础资料；详细查明剖面上岩（矿）层层序、岩性、厚度、结构，岩（矿）石强度变化，以及岩（矿）石裂隙发育程度、规模、密度、产状、充填胶结情况，建立完整的地层柱状及其对比剖面；详细查明硬岩类的层位、岩性、厚度、分布及其在剥离物中的比例。

4.4.5.3 环境地质

调查评价矿区的地质环境质量，确定勘查区的地质环境质量类别，预测矿床开发可能引起的主要环境地质问题并提出防治建议。具体要求如下：

- a) 收集勘查区及附近居民点、基本农田、各类保护区、重要构筑物等资料，明晰环境保护对象。
- b) 收集区域和勘查区地震活动历史资料、新构造活动资料，对区域稳定性作出评价。
- c) 收集、调查地表水、地下水的环境背景值（污染起始值）或对照值，查明地表水、地下水的物理性质、化学成分及其变化，对矿区水环境质量作出评价。
- d) 对矿区开发影响范围的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地表沉降、地裂缝、山洪等物理地质现象进行野外调查。
- e) 调查地质体中可能成为污染物质的组分的赋存状态、含量及其分布规律。
- f) 对存在热水（气）的矿床，应查明其分布、控制因素、温度、流量、气体成分及其浓度，以及其对矿床开采的影响。
- g) 矿体垂向埋深大于500m时，应在不同的构造部位选择代表性钻孔进行地温测量。
- h) 取样分析并判断矿床开发可能释放氰化物、挥发酚、六价铬、汞、砷、重金属等有害物质的可能性。

- i) 进行放射性测量,发现放射性核素时,应评价其对安全生产和环境的影响。
- j) 对矿床开采前的地质环境质量作出评价;预测矿床开采对环境、生态可能造成的影响,并提出预防措施建议。

4.4.6 资源量分布及比例

勘探区确定的勘查深度以上范围,一般探求探明、控制和推断资源量,且应具有合理的比例分布。勘探阶段应以首采区为重点,兼顾全区。首采区内原则上应为探明和控制资源量。在确定的勘查深度以下,一般不作深入工作,可对成矿远景作出评价。一般应按照“保证首采区还本付息、矿山建设风险可控”的原则,通过论证,合理确定各级资源量的比例。勘探阶段资源量比例的一般要求见附录E。

4.5 供矿山建设设计复杂和小型矿床的勘查工作程度要求

4.5.1 复杂矿床是指Ⅲ勘查类型矿床中,在基本工程间距基础上加密后仍难以探求探明资源量或用基本工程间距仍难以探求控制资源量的矿床。复杂的大、中型矿床,在基本工程间距基础上加密控制后仍不能探求探明资源量的,可只探求到控制资源量,提交详终报告,作为矿山建设设计的依据;复杂的小型矿床,用基本勘查工程间距系统控制后仍不能探求控制资源量的,可只探求到推断资源量,提交普终报告,作为矿山生产阶段边探边采的依据。

4.5.2 详终程度、供矿山建设设计的一般小型矿床的矿体特征和矿石质量特征的勘查控制研究程度应达到详查程度,普终程度的矿体特征和矿石质量特征的勘查控制研究程度应达到普查程度,除此之外,其他方面的勘查控制研究程度均应达到勘探程度要求。资源量比例的参考要求见附录E。

4.5.3 详终、普终报告作为矿山建设设计的地质依据,应充分考虑地质风险,一般不宜建设大、中型矿山。

5 绿色勘查要求

5.1 基本要求

5.1.1 应将绿色发展和生态环境保护要求贯穿于矿产勘查设计、施工、验收、成果提交的全过程,实施勘查全过程的环境影响最小化控制。

5.1.2 依靠科技和管理创新,最大限度地避免或减轻勘查活动对生态环境的扰动、污染和破坏。倡导采用能够有效替代槽探、井探的勘查技术手段;鼓励采用“一基多孔、一孔多支”等少占地的勘查技术。

5.1.3 应对施工人员进行环境保护知识、技能培训,增强环境保护意识,切实落实绿色勘查要求。

5.2 勘查设计

5.2.1 勘查设计应充分体现并明确提出绿色勘查要求。

5.2.2 勘查设计前,应进行实地踏勘,对勘查活动可能造成的生态环境影响及程度作出预判。

5.2.3 勘查设计中,应统筹勘查目的任务与生态环境保护之间的关系,采用适宜的勘查方法、技术手段、设备、工艺和新材料,合理部署勘查工程,并对场地选址、道路选线、物料堆存、废弃物处理、各项工程施工、环境恢复治理等勘查活动各环节的绿色勘查工作作出明确的业务技术安排,制定明确的预防控制措施和组织管理措施。

5.3 勘查施工

5.3.1 勘查施工过程中，应严格按照勘查设计落实绿色勘查要求。优化工程设计时，应充分考虑绿色勘查要求。

5.3.2 应对车辆、人员通行、工程占地等对土壤植被的损毁，机械运行排放的废气污染，设备运行产生的光噪干扰，挖坑埋置检波器和激发放炮造成的破坏，开挖土石造成的滑塌或坡面泥石流，以及泥浆（废水、废渣、废油料等）、生活垃圾、废弃物引起的污染等进行有效管控。

5.4 环境恢复治理与验收

5.4.1 勘查工作或阶段工作结束，应针对勘查活动造成的环境影响，根据国家法律法规、强制性标准和恢复治理设计要求，及时开展环境恢复治理，最大限度消除勘查活动对生态环境造成的负面影响。

5.4.2 项目竣工验收应将绿色勘查要求落实情况作为重要考核内容。

6 勘查工作及其质量

6.1 勘查测量

6.1.1 凡参与资源量估算相关的各种地质剖面、探矿工程、矿体等均应进行定位测量，测量精度与要求按 GB/T 18341 执行，全球定位系统（GPS）测量按 GB/T 18314 执行。

6.1.2 矿产勘查测量应采用全国统一的坐标系统和国家高程系统。一般，平面坐标系统应采用 2000 国家大地坐标系、高斯-克吕格投影，高程系统应采用 1985 年国家高程基准。

6.2 地质填图

6.2.1 根据不同勘查阶段的勘查控制研究程度要求、矿体规模、矿体厚度以及构造复杂程度等因素进行不同比例尺地质填图，其工作要求和精度按 GB/T 33444、DZ/T 0078 执行。

6.2.2 地质草图可以使用草测地形底图或已有较小比例尺地形图放大并经实地修测后的地形底图；地质简测图可以使用简测或精测地形底图；地质正测图应使用精测地形底图。对于边远地区小矿，若无相比例尺地形底图，且周围没有可供联测的全国坐标系统基准点时，可采用卫星定位系统提供的当地数据，建立独立的坐标系统测图，但必须详细说明所采用仪器的型号、定位的时间、程序和精度。

6.2.3 地质填图应以地质观察为基础，地质点应布设在界线上或有特殊意义处，准确地展绘到图上。对于薄矿体（层）、标志层及其它有特殊意义的地质现象，必要时应扩大表示。

6.2.4 正测地质观测点密度见表 1；地质草测的观测点密度及数量不低于正测的 65%；地质简测的观测点密度及数量不低于正测的 75%。界线点（含界线上的加密点）数一般应达到地质点总数的 70%以上。经试验物探、化探等方法能有效地圈定某些地质界线或矿体时，地质观测点的数量可酌情缩减 10%~30%，但不允许用物探、化探等工作成果完全代替地质观测点和工程揭露。

表1 正测地质观测点密度

填图比例尺	点距（m）	地质观测点个数（个/km ² ）			备 注
		构造简单	构造中等	构造复杂	
1:10000	100~200	40~60	60~80	>80	探槽长每 20m 可折合 1 个点
1:5000	50~100	80~120	120~150	>150	
1:2000	20~50	160~240	240~300	>300	探槽长每 10m 可折合 1 个点
1:1000	10~25	320~480	480~600	>600	
1:500	5~10	500~600	600~1000	>2000	

6.2.5 在条件适宜地区应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 水文地质工程地质环境地质

各种比例尺的水文地质、工程地质勘查和环境地质调查，均应符合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。矿区水文地质工程地质勘查、环境地质调查、专门水文地质工作及其质量按GB 12719执行，矿坑涌水量预测计算按DZ/T 0342执行。

6.4 物探、化探

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、地球化学综合剖面，选择有效的物探、化探方法进行勘查。对找矿意义的物探、化探异常，应综合运用地质、物探、化探、探矿工程进行检查评价。方法手段有效时，应充分利用钻孔等工程进行井中物探，寻找盲矿，研究矿体形态、产状和连接关系。详查、勘探中应进行放射性顺便检查。物探、化探工作及其质量应分别符合DZ/T 0153、DZ/T 0011要求。

6.5 探矿工程

6.5.1 浅表工程

应采用探槽、剥土、浅坑、浅井、小圆井及其环保、有效的替代勘查手段等浅表工程，揭露浅表部矿（化）体及其产状、重要地质界线，系统控制矿体在地表及近地表浅部的实际位置。各种浅表工程均应揭露至基岩，控制矿体的工程应揭露其顶底板。

鼓励采用便携式钻探设备钻探等替代槽探、井探，但应能达到替代目的，必要时应使用群钻。对覆盖层较厚或氧化带较深的矿体，当槽探、井探、便携式钻探等难以达到目的时，应采用浅钻代替。

6.5.2 坑探

应采用坑探工程，更加有效地揭露各种复杂地质现象，研究矿体和矿石质量特征。坑探工程的布设应以探矿目的为主，并尽可能考虑为未来矿山建设生产所利用，同时应尽量与已完工、已布设和将要布设的其他探矿工程相衔接。坑探施工及其质量按DZ/T 0141执行。

6.5.3 钻探

6.5.3.1 钻探（含坑内钻，下同）应坚持一孔多用的原则。施工中应严格执行 DZ/T 0227，保证工程质量。

6.5.3.2 取心钻孔的穿矿孔径应能满足取样要求，一般矿（岩）心直径不小于 48mm（坑内钻视具体情况确定），保证取样点的取样代表性；采用的钻探工艺应能保持矿石的原有结构特点和完整性，避免矿心粉碎贫化。对于复脉型和多脉带型矿床，应严格控制钻进的回次长度及回次采取率，防止钻进中漏矿。

6.5.3.3 取心钻孔的矿心采取率、矿体顶底板 3~5m 内的围岩采取率以及标志层的岩（矿）心采取率应大于 80%，岩心分层采取率一般应大于 70%。厚大矿体内部矿心采取率连续 5m 低于 80%时，应及时采取补救措施。一般岩石的岩心采取率不应低于 80%，软岩和破碎岩石的岩心采取率不应低于 65%。

6.5.3.4 按要求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。钻孔弯曲度应符合规程和勘查设计要求，钻孔偏斜超差时要及时设法补救。见矿点和厚度大于 30m 的矿体出矿点应测定钻孔弯曲度、进行孔深误差验证。封孔质量不符合规程和勘查设计要求时需返工重封。

6.5.3.5 当矿体和矿石特征已基本查明，采用空气反循环钻探工艺，采取岩粉（屑）样进行取样分析能够达到勘查目的或更有效（如钼矿采用普通钻工艺易造成钼组分流失，在适宜的条件下，采用空气反循环钻探工艺更有效）时，对于加密取样钻孔，可以采用空气反循环钻探工艺对矿体进行控制，但应深入研究矿与非矿的变化，严格控制取样间隔。采用空气反循环钻探工艺施工的钻孔，在保证取样代表性的情况下，可采用缩分法采样。

6.6 岩矿鉴定取样、制样与鉴定

应按矿体、矿石类型和品级、近矿围岩的岩石类型，采取代表性岩矿鉴定样品，对岩石、矿石的矿物组成、结构构造，以及岩石或矿石类型进行鉴定。样品的数量应满足研究需要。岩石薄片、矿石光片的制样与鉴定按DZ/T 0275执行。

6.7 化学分析样品的采取、制备与测试

6.7.1 基本要求

6.7.1.1 样品的采取（采样）应具有代表性。采样的方法应根据采样目的，结合勘查手段、矿体规模和厚度、矿石结构构造、矿物粒度大小等因素确定；采样规格应通过试验或类比确定，样品重量应满足测试需要；不得避贫就富或避富就贫选择性采样。

6.7.1.2 化学分析、内部检查分析（简称内检）、外部检查（简称外检），除尚未取得计量认证资质的矿山内部实验室进行的化学分析、内检分析外，均应由取得计量认证资质的实验室进行。外检应由取得国家级计量认证资质的实验室承担。实验室测试质量符合DZ/T 0130要求。

6.7.1.3 尚未取得计量认证资质的矿山内部实验室的样品分析结果，除应按要求进行内检外，还应扩大一倍数量进行外检。未进行内检、扩大一倍数量外检的，应进行补检。

6.7.2 样品的采取和分析项目

6.7.2.1 定性半定量全分析

应进行矿（岩）石的定性半定量分析，了解矿（岩）石的元素（组分）组成及其大致含量。普查阶段，详查和勘探阶段矿石性质有较大变化时，应在矿体的不同空间部位、不同矿石类型（或品级）的矿石中及某些围岩、蚀变带等可能的含矿岩石中，单独采取或从基本分析副样中采取定性半定量全分析样，采用适宜的分析方法进行定性半定量全分析，为确定化学全分析、组合分析、基本分析项目提供依据。

6.7.2.2 化学全分析

应进行化学全分析，准确查定矿石中的各种组分（痕迹除外）及其含量。其分析结果各组分的含量之和应接近100%。从普查阶段开始，通常在定性全分析的基础上，对主要矿体，分矿石类型（或品级）单独采取或从组合分析副样中采取有代表性的化学全分析样品进行化学全分析，为全面了解矿石中各组分含量、研究矿石的化学性质，确定基本分析和组合分析项目提供依据。每种矿石类型（或品级）一般分析1~2件。

6.7.2.3 基本分析

应进行基本分析，查明矿石中有益组分和某些有害组分含量及其变化情况，作为圈定矿体、估算资源量的主要依据。样品的采取和分析项目要求如下：

- a) 各项探矿工程中应对矿体按矿石类型和品级连续采样。对于夹石和紧邻矿体顶底板围岩一般亦应连续采样，以控制矿体与夹石和围岩的界线，查定夹石和围岩混入对矿石选冶技术性能的影响。一般应在紧邻矿体顶底板围岩中分别采取2~3个控制样。当矿体与围岩界线清楚时，可不采取顶底板围岩控制样，对于厚大夹石可只在矿体与围岩界线处采1~2个夹石控制样。

- b) 基本分析取样的样品长度应根据矿体与围岩和夹石的关系（渐变或突变）、矿体的厚度、基本分析组分含量的变化情况、相应矿床工业指标中矿体最小可采厚度和夹石剔除厚度等合理确定，并尽可能等长，保证有效剔除夹石，合理圈定矿体。一般不应大于相应矿床工业指标中矿体最小可采厚度和夹石剔除厚度。
- c) 槽探、井探、坑探工程中通常采用刻槽法采样，钻探岩矿心一般采用1/2锯心法取样（空气反循环钻探工艺采取岩屑、岩粉样），通过试验也可以选择其他具有采样代表性的方法采样。刻槽样的参考槽断面规格为（宽×深）：铜、铅、锌、镍、钼矿 $5\times 3\sim 10\times 3\text{cm}$ ；银矿 10×3 或 $10\times 5\text{cm}$ ；氧化矿石中品位变化较大者 $15\times 5\text{cm}$ ，具体规格应根据矿化均匀程度、矿石的矿物成分变化程度、矿石结构、矿石物理性质差异等，通过试验确定。
- d) 穿脉坑道一般在一壁腰线连续取样，矿化不均匀、厚度变化较大时应在两壁取样，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 $5\sim 10\text{m}$ ；当钻探不同回次岩矿心直径或采取率相差较大时，应分别取样。
- e) 岩矿心锯心取样应尽可能使用金刚石刀具分取，一般沿其长轴方向锯一半作为样品，钻探岩矿粉粒不能参加采样。刻槽法采样理论质量与实际质量之误差不应大于10%，锯心法误差应小于5%。
- f) 对于钼矿，应深入研究因取样引起的钼组分流失现象或采用更有效的取样工艺，有充分依据时，应采取有效的方法对失真的品位进行校正。
- g) 铜、铅、锌、银、钼矿的基本分析项目一般为对应的矿化主元素Cu、Pb、Zn、Ag、Mo；硫化镍矿的基本分析项目一般为TNi（全镍）、Cu；氧化镍—硅酸镍矿的基本分析项目一般为Ni、Co、Fe。综合工业指标中涉及的各组分均应列入基本分析项目。共生组分一般应列入基本分析项目。

6.7.2.4 组合分析

应进行组合分析，系统查定矿石中伴生有用、有益、有害组分和某些共生组分的含量及其在矿体中的分布规律而进行的分析，作为评价伴生有用组分和某些共生组分的综合利用价值、有益有害组分对矿石选冶性能和矿产品质量的影响程度，估算伴生矿产和某些共生矿产的资源量等的依据。样品的采取和分析项目要求如下：

- a) 组合分析样应按矿体、分矿石类型（或品级）从基本分析副样中提取，一般按工程或块段，也可视情况按剖面、中段，甚至矿体，依样长代表的真厚度比例进行组合（钻探工程取样，按工程组合时，也可依样长比例组合）。
- b) 单个组合分析样品重量一般为 $200\sim 400\text{g}$ ，其中1/2作为副样保存，1/2作为正样送测试。
- c) 组合分析项目可参考附录F各矿种伴生矿产参考评价指标表中的项目，根据定性半定量全分析、矿石化学全分析、基本分析结果，结合矿床地质特征及矿石选冶技术性能确定。为了解伴生组分与主要组分之间的关系，某些基本分析项目也需列入组合分析项目。

6.7.2.5 物相分析

应进行物相分析，查定矿石中有用有益有害组分的赋存状态、含量、分配率，作为划分矿石的自然类型和工业类型，评价矿石的质量，研究矿床自然分带的依据。样品的采取和分析项目要求如下：

- a) 物相分析一般自地表向下或沿导致氧化带发育的断层、构造破碎带取样，直至确定原生带，但当有用组分的赋存状态不同对原生矿石的选冶技术性能影响较大时，也需在原生带内取样。对于硫化镍矿石，若硅酸镍含量较高，应在每条勘查线剖面的不同勘查工程中至少采取 $5\sim 7$ 个硫化镍矿石的物相分析样，进行物相分析。
- b) 物相分析样品一般应专门采取，也可在基本分析副样中提取。采样与分析必须及时进行，以免样品氧化影响质量。
- c) 物相分析的分析项目：铜、铅、锌、银、钼矿的矿化主元素的全含量、硫化态和氧化态含量；镍矿为全镍（TNi）、硫化镍（SNi）、硅酸镍（SiNi）含量。

d) 铜、铅、锌、银、钼矿的氧化矿、混合矿和原生矿，即矿石的氧化程度类型划分标准参考表2。

表2 铜、铅、锌、银、镍、钼矿的氧化程度类型划分标准

氧化程度类型	硫化物中金属含量(%)	氧化物中金属含量(%)
氧化矿 ⁺	<70	>30
混合矿 ⁺	70~90	10~30
硫化矿 ⁺	>90	<10

6.7.2.6 单矿物或人工精矿分析

应进行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。

单矿物或人工精矿分析的样品一般在实验室内用各种物理分选方法获得。采集地点和数量应按实际需要确定。用作估算资源量时，可按工程或按块段采集组合样。一般送样质量为：单矿物2~20g，人工精矿30~50g。

6.7.2.7 硅酸盐分析（岩石化学分析）

应进行硅酸盐分析，研究区内元素迁移规律、岩石成因及岩相，以研究岩石与成矿的关系。岩石或矿体围岩的硅酸盐样品经薄片鉴定认为具有代表性时方可进行硅酸盐分析。研究物质的带进或带出情况时，应以相同体积的氧化物质量进行对比，在进行分析前需测定样品的体积质量。样品的采取和分析项目要求如下：

- a) 应根据岩矿鉴定成果，采取同样性质岩石作为分析样品，样品的原始质量应在1kg以上，样品的最终质量一般为500g。
- b) 硅酸盐分析的主要项目有：SiO₂、Al₂O₃、CaO、MgO、Fe₂O₃、TiO₂、MnO、K₂O、Na₂O等，次要项目有SO₄²⁻、NO₃⁻、H₂O⁺、H₂O⁻、P₂O₅、Li₂O、S、CoO、BaO、Cr₂O₅、ZrO等。分析项目的取舍根据岩相研究的目的和要求而定。

6.7.2.8 岩石有害组分分析

应进行岩石有害组分分析，查定围岩和夹石中的有害组分及其含量，评价矿山开采过程中其对生态环境可能造成的影响、制定相应的防治措施。

详查阶段应按围岩和夹石的岩性，采取一定数量的岩石有害组分分析样，对岩石中有害组分进行分析，为确定围岩和夹石中可能对环境造成影响的有害组分提供依据。勘探阶段应针对含有害组分的围岩和夹石，选择围岩和夹石种类多，代表性强的加密钻孔，对各种含有害组分的围岩和夹石进行岩石有害组分分析，为评价围岩和夹石中有害组分对环境的影响提供依据。

6.7.3 样品的制备

6.7.3.1 样品制备一般采用逐级缩分或联动线流程。逐级缩分样品制备流程按切乔特经验公式逐级缩分加工至需要的粒度；联动线样品制备流程则先将原始样品一次破碎到1.6~0.8mm（-10~-20目）某一粒径以下后，再按切乔特经验公式缩分加工至需要的粒度。无论采用哪一流程，制备全过程中，样品的总损失率不应大于5%，每次缩分误差不应大于原始质量的3%。

6.7.3.2 样品缩分应遵循切乔特经验公式，即：

$$Q=Kd^2\cdots\cdots\cdots (1)$$

式中：
Q—缩分后样品的最小可靠质量（kg）
K—缩分系数

d—样品的最大颗粒直径 (mm)

K值的经验值为: 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。具体应在样品制备前采用一次破碎法(又称固定K值法)、不同质量法(又称固定d值法)和不同块度法(又称固定Q值法)等方法测定。

6.7.3.3 样品加工全部达到1.6~0.8mm(-16~-20目)某一粒径以下后, 缩分为正、副样两部分。进一步磨细送化验室的正样最大粒径和最小重量为: 铜、铅、锌、镍、钼矿样0.097mm(-160目), 50g; 银矿样0.074mm(-200目), 不少于300g。副样保存最小重量: 铜、铅、锌、镍、钼矿样200g, 银矿样400g。

6.7.4 分析质量检查

6.7.4.1 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执行。

6.7.4.2 化学分析的内检主要是为检查样品制备测试的偶然误差, 外检主要是为检查化验分析的系统误差。凡参加矿体圈定、资源量估算的基本分析、组合分析结果, 均需进行内、外检。物相分析结果应酌量进行内、外检; 矿石化学全分析、硅酸盐分析以及明显低于边界品位的样品, 一般不进行内、外检, 必要时可作少量检查。对于分析结果反常或异常的样品, 除检查采样、样品制备质量外, 还应专门进行内检, 外检视具体情况确定。

6.7.4.3 基本分析、组合分析结果的内检应分批、分期进行, 其内检样品由送检单位在各种类型(品级)矿石中含量在边界品位(或伴生组分评价指标)附近及以上的相应分析样品(以下简称应抽检样品)的粗副样(<0.8mm, 即-20目)中抽取, 并应包括可能为特高品位的样品, 编密码送原分析实验室进行复测。基本分析内检样品的数量应不少于基本分析应抽检样品总数的10%, 当应抽检样品数量较多(2000个样品以上)或大量测试结果证明质量符合要求时, 内检样品数量可适当减少, 但不应少于5%; 组合分析内检样品的数量应不少于组合分析应抽检样品总数的5%。

6.7.4.4 送检单位收到内检结果后, 应通知原测试单位从内检合格批(期)次样品的正余样中抽取外检样品, 编码送外检单位进行外检。基本分析、组合分析外检样品数量一般为参加资源量估算的原分析样品总数的5%。当参加资源量估算的原分析样品数量较多(2000个样品以上)时, 外检比例可适当降低, 但不应少于3%。

6.7.4.5 各批(期)次内检合格率不应低于90%, 否则应判定相应批(期)次内检合格率不符合要求, 须抽取同批(期)次同样数量未验证过的样品再次内检。再次内检后, 若合格率仍不符合要求, 则相应批(期)次原分析结果全部无效, 对此应及时查找原因, 并根据具体情况进行处理。对于任何内检超差的样品均应分析超差原因, 并视情况进行复检, 复检结果证明原分析结果错误的应予改正。

6.7.4.6 各批(期)次外检合格率不应低于90%, 否则应判定相应批(期)次外检合格率不符合要求; 原分析结果较外检分析结果75%以上偏高或偏低, 即认为存在系统误差。外检样品合格率不符合要求或存在系统误差时, 应扩大一倍外检样品数量重新外检。重新外检后, 若外检样品合格率仍不符合要求或仍存在系统误差时, 原测试单位和外检单位应共同查找外检超差或产生系统误差的原因, 视情况对相应批(期)次原分析结果进行处理, 确系原分析原因, 必要时应采取补救措施或返工。一般, 仅个别批(期)次存在系统误差, 且相应批(期)次外检合格率符合要求, 在不致于对矿体圈定和资源量估算产生较大影响的情况下, 其原分析结果可以采用。

6.7.4.7 当外检合格率不符合要求或原分析结果存在系统误差, 而原测试单位和外检单位不能确定误差原因, 或者对误差原因有分歧意见时, 应由原分析(基本分析、组合分析)单位和外检单位协商确定仲裁单位, 进行仲裁分析。仲裁分析样品由原分析单位从原分析样品的正余样中抽取, 数量一般不少于外检样品数量的20%, 且不应少于10件。当仲裁分析结果证明原分析结果错误时, 应予纠正; 若存在

系统误差且必须校正时，应将存在系统误差的批次样品全部返工，或者加倍数量进行仲裁分析，取得充分可靠的依据，求出校正系数，对有系统误差的分析结果进行校正。

6.8 矿石选冶试验样品的采集与试验

6.8.1 矿石选冶技术性能试验研究程度，根据不同勘查阶段的试验程度要求和工业利用要求确定，具体按 DZ/T 0340 执行。

6.8.2 送试验单位进行选冶试验研究的样品，采集前，矿产勘查人员应与试验单位密切配合，必要时征求项目开发咨询设计单位意见，共同编制采样设计书，经矿产勘查投资人批准后实施。

6.8.3 矿石选冶试验样品采取应考虑矿石类型、品级、结构构造和空间分布的代表性。当矿石中有共、伴生有用组分时应一并考虑采样的代表性，以便试验时研究其综合回收的工艺流程。实验室流程试验、实验室扩大连续试验及半工业试验样品采集时，还应考虑开采时废石混入，矿石贫化的影响。当不同类型和品级的矿石不可能或不需要分别开采或分别选矿时，可只采取混合矿样（矿样中各品级和类型矿石所占比例应有代表性），进行混合矿样的选冶技术性能试验。

6.8.4 为矿山建设设计提供依据的矿石选冶试验，一般应在对整个勘查区矿石已开展过相应试验研究工作，且已基本查明矿石选冶技术性能的基础上进行。试验矿样通常在先期开采地段（首采区）采取。

6.8.5 可选性试验着重探索和研究各类型、品级矿石的性质与可选性差别，基本选矿方法与主组分、共生组分可能达到的选别指标，伴生组分综合回收的可能性，有害杂质剔除的难易程度等；实验室流程试验应进行流程结构及其条件的方案比较试验，一般情况下应有闭路试验结果；实验室扩大连续试验应对实验室流程试验推荐的一个或数个流程，在串组为连续的、类似生产状态的操作条件下进行试验，试验因素和指标应在动态平衡中反映；半工业试验应按工业模式在专门的试验车间或试验工厂进行，以验证实验室扩大连续试验结果。具备类比条件的，应开展矿石选冶技术性能的类比研究，并从矿石类型、主要矿石矿物和脉石矿物种类、矿石的结构构造，特别是有用、有害组分的赋存状态、主要矿石矿物的嵌布特征和粒度等方面与邻区（或同一成矿带上）同类型生产矿山的矿石进行详细类比，评价矿石的选冶性能。

6.9 岩（矿）石物理技术性能测试样品的采集与测试

6.9.1 详查、勘探阶段应测试岩（矿）石的物理技术性能。测试样品的采集应具有代表性，重点放在矿体的上下盘，能反映出各种岩（矿）石的主要特征。采样与测试的项目一般包括：矿石的体重、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。

6.9.2 体重样应按矿石类型和品级分别采取，在空间分布上应有代表性。小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）应按矿石类型和品级各采取 2~5 个大体重样品，测定大体重值，用于校正小体重值或直接参与资源量估算。体重样品体积。小体重一般为 $60\sim 120\text{cm}^3$ ，大体重不少于 0.125m^3 。测定矿石体重应同时测定样品的主元素品位、湿度和孔隙度（氧化矿石），当体重值与某元素的含量有相关性时，为通过相关性研究体重值的代表性或间接确定体重值，还应测定该元素的品位；当湿度 $>3\%$ 时，应对体重值进行湿度校正。普查阶段确实不具备采样条件时，体重样的数量可根据实际情况确定。

6.10 原始资料保存、编录、综合整理和报告编写

6.10.1 所有探矿工程均应拍照保留施工开始前和施工现场恢复前后的现场影像资料，以及施工采取的样品、岩矿心等影像资料，并编号说明，制成光盘，作为原始资料加以保存。

6.10.2 勘查各阶段，必须现场认真及时地进行原始编录，客观、准确、齐全地反映能够观察到的地质现象；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，应及时提交原始资

料和综合资料，并做到图件清晰、文字简练、文图表相符。具体按 DZ/T 0078 和 DZ/T 0079 执行。采用计算机技术进行野外编录，应对修改过程进行版本控制。

6.10.3 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 的要求。

7 可行性评价

7.1 基本要求

7.1.1 在普查、详查和勘探各阶段，均应进行可行性评价工作，并与勘查工作同步进行，动态深化，以使矿产勘查工作与下一步勘查或矿山建设紧密衔接，减少矿产勘查、矿山开发的投资风险，提高矿产勘查开发的经济、社会效益。

7.1.2 可行性评价根据研究深度由浅到深划分为概略研究、预可行性研究和可行性研究三个阶段。概略研究可由勘查单位完成；预可行性研究和可行性研究应由具有相应能力的单位完成。

7.1.3 可行性评价应视研究深度的需要，综合考虑地质、采矿、选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素，分析研究矿山建设的可能性（投资机会）、可行性，并作出是否适宜由较低勘查阶段转入较高勘查阶段、矿山开发是否可行的结论。

7.2 概略研究

7.2.1 通过了解分析项目的地质、采矿、选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素，对项目的技术可行性和经济合理性进行简略研究，作出矿床开发是否可能、是否转入下一勘查阶段工作的结论。

7.2.2 概略研究可以在各勘查工作程度的基础上进行。具体按 DZ/T 0336 执行。

7.3 预可行性研究

7.3.1 通过分析项目的地质、采矿、选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素，对项目的技术可行性和经济合理性进行初步研究，作出矿山建设是否可行的基本评价，为矿山建设立项提供决策依据。

7.3.2 预可行性研究应在详查及以上工作程度基础上进行。

7.4 可行性研究

7.4.1 通过分析项目的地质、采矿、选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素，对项目的技术可行性和经济合理性进行详细研究，作出矿山建设是否可行的详细评价，为矿山建设投资决策、确定工程项目建设计划和编制矿山建设初步设计等提供依据。

7.4.2 可行性研究一般应在勘探工作程度基础上进行。

8 资源储量估算

8.1 矿床工业指标

8.1.1 矿床工业指标是在一定时期的技术经济条件下，对矿床矿石质量和开采技术条件方面所提出的一套指标，是圈定矿体、估算资源储量的依据。通常包括一般工业指标和论证制订的矿床工业指标。原则上详查及以上阶段应采用论证制订的矿床工业指标。矿床工业指标的论证制订按 DZ/T 0339 执行。

8.1.2 铜、铅、锌、银、镍、钼矿床工业指标的主要内容一般如下：

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含量的最低要求。铜、铅、锌、镍、钼矿品位用百分值(%)表示,银矿用克/吨(g/t)表示(下同)。

b) 最低工业品位

是圈定矿体时单工程应达到的最低品位要求,银矿有时可指小块段的平均品位。

c) 最小可采厚度

由开采方式和采矿方法所确定的、矿体应达到的最小真厚度。厚度用米(m)表示(下同)。

d) 夹石剔除厚度

是圈定矿体时,分布于矿体中,允许作为矿石圈入矿体中的夹石的最大真厚度。大于或等于该厚度的夹石必须作为非矿剔除。

e) 最低工业米·百分值或米·克/吨值

指最低工业品位和最小可采厚度的乘积,铜、铅、锌、镍、钼矿用米·百分值(m·%)表示,银矿用米·克/吨值(m·g/t)表示。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被圈入矿体。当矿体厚度和品位的乘积大于该值时可圈入矿体。

8.1.3 确定工业指标时,应同时确定主矿产、共生矿产和伴生矿产的工业指标。铜、铅、锌、银、镍、钼矿一般工业指标及其伴生矿产综合评价参考指标见附录F。

8.2 资源量估算的基本要求

8.2.1 参与资源量估算的各项工程质量、采样测试分析质量应符合有关规范、规程和规定的要求。凡符合有关规范、规程要求的工程、采样测试分析结果均应参与矿体圈定和资源量估算。

8.2.2 鼓励采用计算机应用技术,建立数据库和三维地质模型,估算资源量。

8.2.3 资源量估算应在充分研究矿床地质特征和成矿控矿因素的基础上,遵循地质规律,按照工业指标和圈矿原则正确圈定矿体或者按照矿化边界品位正确圈定矿化域的前提下进行。

8.2.4 矿体圈连应符合地质规律,矿体与地质体的关系应符合地质认识。矿体圈连时,应先连地质界线,再根据主要控矿地质特征、标志层特征连接矿体。通常应采用直线连接,在充分掌握矿体的形态特征时,也可采用自然曲线连接。无论采用何种方式连接,工程间圈连的矿体厚度不应大于工程控制矿体的实际厚度。

8.2.5 矿体圈定应从单工程开始,按照单工程一剖面一平面或三维矿体顺序,依次圈连。对于厚大且连片的低品位矿应单独圈出。矿体内不同矿石类型(品级)的矿石,可能分采分选时,应分别圈出。

8.2.6 矿体外推应合理,变化趋势明显时按变化趋势外推矿体边界,变化趋势不明显或不清时沿矿体延伸方向外推矿体边界。外推算量一般沿矿体走向或倾斜的实际距离尖推(三角形外推、锥推和楔推)或平推(矩形外推和板推),具体要求如下:

- a) 当见矿工程与相邻工程控制矿体的实际工程间距大于推断资源量的勘查工程间距或见矿工程外无控制工程时,按推断资源量的勘查工程间距1/2尖推或1/4平推推断资源量;
- b) 当见矿工程与相邻工程控制矿体的实际工程间距不大于推断资源量的勘查工程间距时,若相邻工程未见矿化,则按实际工程间距1/2尖推或1/4平推推断资源量,若相邻工程矿化达到或超过边界品位的1/2时,则按实际工程间距2/3尖推或1/3平推推断资源量;
- c) 当矿体品位和厚度呈渐变趋势时,也可内插算量边界。边缘见矿工程外的外推范围应根据地质变量的变化特征、影响范围确定,一般按推断资源量勘查工程间距1/2尖推或1/4平推推断资源量,但采用米·百分值或米·克/吨值圈定矿体边界时不得外推(采用米·百分值或米·克/吨值圈定的薄矿体除外)。

8.2.7 探明和控制资源量原则上不应以外推的界线为界,但沿脉坑道上、下介于推断和控制资源量的勘查工程间距之间的取样工程见矿时,或者见矿工程连线两侧,当介于推断和控制资源量的勘查工程间距之间的取样工程见矿且矿体厚度和品位变化不大时,可平推基本工程间距1/4的控制资源量。

8.2.8 矿体（或矿化域）中存在特高品位时，除非资源量估算方法本身能够消除特高品位的影响，否则均应进行处理。通常，当矿体中某有用组分的单样品位高于矿体平均品位（处理前矿体内全部单样品位的算术平均值）6~8 倍时，应认定为特高品位，有用组分变化均匀时取 6 倍，较均匀时取 7 倍，不均匀时取 8 倍。对于特高品位，一般用特高品位所在工程影响块段的平均品位代替，当单工程矿体厚度大于矿体平均厚度的 3 倍时，也可用该工程的矿体平均品位代替。特高品位处理后，还应对处理后的矿体进行再次检查，若仍存在特高品位，还须再次进行特高品位处理，直到消除特高品位为止。

8.2.9 资源量估算应根据矿体特征（矿体的形态和内部结构、产状及其变化情况、厚度和品位变化情况等）、取样工程分布情况和取样数量等选择适宜估算方法，并以实际测定值为基础依据，合理选取资源量估算参数。资源量估算方法的选择与运用按 DZ/T 0338 执行。

8.2.10 对于共生矿产，采用综合工业指标的，按综合工业指标圈定矿体，估算资源量。未采用综合工业指标的，一般按该共生矿产工业指标的边界品位圈定工业品位矿，估算资源量，但当资源量规模很小（不超过该共生矿产小型资源量规模的 1/10）或分布零散时，应按伴生矿产处理。当主矿产和共生矿产的变化性相近且不需分采分选时，也可以采用混圈（只要其中的一种组分达到工业指标要求，即圈入同一矿体），但应分别估算各自的资源量。

8.2.11 应按矿体，分资源量类型，必要时分矿石工业类型或品级估算资源量。对于伴生矿产，一般亦应分块段估算资源量。

8.3 储量估算的基本要求

分析研究采矿、加工、选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等因素（简称转换因素），通过预可行性研究、可行性研究或与之相当的技术经济评价，认为矿产资源开发项目技术可行、经济合理、环境允许时，探明资源量、控制资源量扣除设计损失和采矿损失后方能转为储量。

8.4 资源储量类型确定

应根据矿床不同矿体、不同地段（块段）的勘查控制研究程度，客观评价分类对象的地质可靠程度，并结合可行性评价的深度和结论，确定矿产资源储量类别，具体按 GB/T 17766、GB/T 13908 执行。资源量和储量类型及其转换关系见附录 G。

8.5 资源储量估算结果

资源储量估算结果应用文表按保有、动用（有动用量时）和累计查明，主矿产（对于铅锌矿，一般将铅锌一起作为主矿产）、共生矿产和伴生矿产，不同矿石工业类型（或品级），不同资源储量类型反映清楚，包括矿石量、金属量、平均品位。

铜、铅、锌、银、镍、钼矿矿石量单位均为万吨（ 10^4t ），小数点后保留一位小数，金属量单位为吨（t），取整数。铜、铅、锌、镍、钼矿的矿石品位为百分值（%），银矿的矿石品位为克/吨（g/t），小数点后均保留两位小数。

共（伴）生矿产资源储量的单位，按其矿种规范和有关要求执行。

附 录 A

(资料性附录)

铜、铅、锌、银、镍、钼矿的勘查类型确定及参考基本工程间距

A.1 勘查类型确定

A.1.1 铜、铅、锌、银、镍、钼矿的勘查类型依据矿体的规模的大小、形态和内部结构复杂程度、厚度稳定程度、有用组分分布均匀程度和构造影响程度五个主要地质因素确定。对于具体的矿床，应根据实际情况为每个因素赋予一个合理的类型系数值，再根据五个地质因素类型系数值之和确定具体的勘查类型。勘查类型划分见表A.1。

表A.1 勘查类型划分表

地质因素		类型系数	勘查类型（类型系数和）		
			I 类型	II 类型	III类型
规模大小	大型	0.9	2.5~3.0	1.7~2.4	0~1.6
	中型	0.4~0.8			
	小型	0.1~0.3			
形态和内部结构 复杂程度	简单	0.6			
	中等	0.3~0.5			
	复杂	0.1~0.2			
厚度稳定程度	稳定	0.6			
	较稳定	0.3~0.5			
	不稳定	0.1~0.2			
有用组分分布 均匀程度	均匀	0.6			
	较均匀	0.3~0.5			
	不均匀	0.1~0.2			
构造影响程度	小	0.3			
	中	0.2			
	大	0.1			

注1：鉴于地质因素的复杂性，允许有过渡勘查类型存在。当五个地质因素类型系数之和为2.3~2.6 时，应考虑将勘查类型划分为 I - II 类型，即简单-中等类型；当五个地质因素类型系数之和为1.5~1.8 时，应考虑将勘查类型划分为 II - III 类型，即中等-复杂类型。

注2：当某一地质因素对勘查程度影响特别大，按类型系数确定勘查类型对矿体进行控制，不能达到勘查目的时，应根据实际情况确定勘查类型。一般，小型、形态和内部结构很复杂、受成矿后构造或岩脉破坏很大的矿体宜确定为III勘查类型。

A.1.2 矿体规模划分为大、中、小三类。矿体规模的划分见表A.2。

表A.2 矿体规模划分表

矿体规模	矿 种	长度 (m)	延深或宽 (m)
大	铜钼	>1000	>500
	铅锌	>800	>500
	银		>300
	镍		>400
中	铜钼	300~1000	300~500
	铅锌	300~800	200~500
	银		150~300
	镍		200~400
小	铜钼	<300	<300
	铅锌		<200
	银		<150
	镍		<200

A.1.3 矿体形态和内部结构复杂程度划分为简单、中等、复杂三类：

- a) 简单：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：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) 复杂：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。

A.1.4 矿体厚度稳定程度根据矿体厚度变化系数大致划分为稳定，较稳定和不稳定三类。各矿种不同稳定程度划分见表A.3。

表A.3 矿体厚度稳定程度划分表

矿 种	稳定程度	厚度变化系数 (%)
铜	稳定	<60
	较稳定	60~130
	不稳定	>130
铅锌	稳定	<50
	较稳定	50~100
	不稳定	>100
银	稳定	<80
	较稳定	80~130
	不稳定	>130
镍	稳定	<50
	较稳定	50~100
	不稳定	>100
钼	稳定	<60
	较稳定	60~100
	不稳定	>100

A.1.5 有用组分分布均匀程度，根据有用组分的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划分见表A.4。

表A.4 有用组分分布均匀程度划分表

矿 种	稳定程度	品位变化系数 (%)
铜	均匀	<60
	较均匀	60~150
	不均匀	>150
铅锌	均匀	<80
	较均匀	80~180
	不均匀	>180
银	均匀	<100
	较均匀	100~160
	不均匀	>160
镍	均匀	<50
	较均匀	50~100
	不均匀	>100
钼	均匀	<80
	较均匀	80~150
	不均匀	>150

A.1.6 构造影响程度分为小、中、大三类：

- a) 小：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：有断层破坏或岩脉穿插，构造对矿体形状影响明显。
- c) 大：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。

A.1.7 厚度、品位变化系数的计算公式如下：

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (E.1)$$

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

A.2 参考基本勘查工程间距

各矿种不同勘查类型的参考基本勘查工程间距见表A.5。

表A.5 铜、铅、锌、银、镍、钼矿参考基本勘查工程间距表

矿 种	勘查类型	基本勘查工程间距（m）	
		沿走向	沿倾斜
铜	I	200~240	100~200
	II	120~160	80~100
	III	40~80	40~60
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	100~160	80~160
	II	50~80	50~80
	III	40~50	40~50
钼	I	120~200	100~200
	II	80~100	60~80
	III	40~50	40~50
<p>注 1：勘查工程间距指工程控制矿体的实际距离。</p> <p>注 2：矿体确定为某一勘查类型时，应视具体情况合理采用勘查工程间距。当类型系数和接近下限值时，勘查工程间距亦应接近下限取值，反之接近上限取值；当矿体确定为 I-II 类型时，应在 I 类型勘查工程间距下限和 II 类型勘查工程间距的上限值间取值，当矿体确定为 II-III 类型时，应在 II 类型勘查工程间距下限和 III 类型勘查工程间距的上限值间取值；当矿体沿走向变化较沿倾斜变化大时，勘查工程间距应适应其变化；当按参考工程间距控制矿体，不能达勘查目的时，应采用更密的勘查工程间距。</p>			

附 录 B

(资料性附录)

铜、铅、锌、银、镍、钼矿床勘查类型实例

铜、铅、锌、银、镍、钼矿床勘查类型实例见表B.1。

表B.1 矿床勘查类型实例一览表

矿 种	勘查类型	矿床实例
铜	I 类型	江西德兴、永平、西藏玉龙
	II 类型	江西银山九区、安徽安庆、花树坡
	III 类型	安徽狮子山、辽宁华铜
铅锌	I 类型	云南金顶、湖南桃林
	II 类型	甘肃小铁山、云南澜沧老厂、江西银山
	III 类型	湖南水口山、辽宁关门山
银	I 类型	四川呷村、内蒙甲乌拉、陕西银洞子
	II 类型	浙江大岭口、江西银露岭、湖北银洞沟
	III 类型	浙江罗山岭头、山东十里堡
镍	I 类型	甘肃金川、吉林红旗岭 7 号岩体
	II 类型	四川力马河
	III 类型	云南白马寨
钼	I 类型	陕西金堆城、河南上房沟
	II 类型	辽宁杨家杖子、黑龙江五道岭
	III 类型	吉林石人沟、北京东三岔

附 录 C
(资料性附录)
铜、铅、锌、银、镍、钼矿床主要工业类型

铜、铅、锌、银、镍、钼矿床的主要工业类型分别见表C. 1、C. 1、C. 2、C. 3、C. 4、C. 5。

表C. 1 铜矿床主要工业类型表

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	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、铋、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、内蒙乌奴格吐等。
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>1%。	铁、硫、钨、钼、铅、锌、锡、钼、镓、铟、锗、镉、金、银、硒、碲、铊、铋、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、扁豆体状。	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。
基性-超基性岩铜镍矿	产于基性-超基性岩岩体中。	黄铜矿、方黄铜矿、磁黄铁矿、镍黄铁矿、紫硫镍铁矿等。	似层状，不连续大透镜体状、大脉状。	大、中、小均有，品位一般小于 1%。	铂族、钴、金、银、硒、碲等。	甘肃金川、吉林盘石红旗岭、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、大小不等的扁豆体状、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、铊、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 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	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、黄铁矿次要为黄铜矿、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、锆、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， $\omega(\text{Pb}+\text{Zn}) > 7\%$ 。	银、金、铟、硫、镓、铟、锆、镉等。	内蒙东升庙、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、磁黄铁矿及其它一些银矿物。	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、锆等。	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、锆、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、微量黄铁矿、磁黄铁矿、赤铁矿、硫镉矿等。	层状、似层状、巨大透镜体状、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、锆、钴、锑、铋等。	云南兰坪金顶。
火烧云型铅锌矿	产于碳酸盐岩系中。	主要为菱锌矿、白铅矿，次为菱铁矿、菱锰矿。	层状。	规模大，品位高， $\omega(\text{Pb}+\text{Zn}) > 20\%$ 。		新疆火烧云。
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、透镜体状。	大、中、小型均有，品位较富， $\omega(\text{Pb}+\text{Zn}) > 9\%$ 。	银、金、铜、硫、锡、镉、锆、铟、锑、铋等。	河北蔡家营、内蒙甲乌拉、湖南桃林、云南白秧坪。

表C.3 银矿床主要工业类型表

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	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、硫银锗矿、辉银矿、自然银、辉铋矿。	层状、似层状、脉状、透镜状、扁豆体状。	大、中、小型均有，品位贫—中等。	铋、钒、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、扁豆体状。	大、中、小均有，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、四川白玉坪村。
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、银黝铜矿、硫铋铜银矿。	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、硫铋银矿、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、硫铋铜银矿、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	伴生组分	矿床实例
基性-超基性岩铜镍矿	产于基性-超基性岩岩体中。	镍黄铁矿、紫硫镍铁矿、黄铜矿、方黄铜矿、磁黄铁矿等。	似层状，不连续大透镜体状、大脉状。	大、中、小均有，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 0.2-10% 不等。	铜、银、砷、铋、钴、铈等。	辽宁柜子里哈达、万宝钵。
沉积型硫化镍矿	分布于黑色页岩中（ ϵ_1 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、砷、铀、铂族、银、金等。	湖南大沅镍矿
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	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、巨大透镜体状。	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、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、钼矿主要矿物

铜、铅、锌、银、镍、钼矿的主要矿物见表D.1。

表D.1 铜、铅、锌、银、镍、钼矿主要矿物表

矿 物	英 文 名 称	化 学 分 子 式	金 属 含 量 (%)
主 要 铜 矿 物	自然铜	Native Copper	Cu (Cu) 约 100
	黄铜矿	Chalcopyrite	CuFeS ₂ 34.6
	斑铜矿	Bornite	Cu ₅ FeS ₄ 63.3
	辉铜矿	Chalcocite	Cu ₂ S 79.9
	铜 蓝	Covellite	CuS 66.5
	方黄铜矿	Cubanite	CuFe ₂ S ₃ 23.4
	黝铜矿	Tetrahedrite	3Cu ₂ S·Sb ₂ S ₃ 46.7
	砷黝铜矿	Tennantite	Cu ₁₂ As ₄ S ₁₃ 52.7
	硫砷铜矿	Luzonite	Cu ₃ AsS ₄ 47.4
	赤铜矿	Cuprite	Cu ₂ O 87.8
	黑铜矿	Tenorite	CuO 79.9
	孔雀石	Malachite	CuCO ₃ ·Cu(OH) ₂ 57.5
	蓝铜矿	Azurite	2CuCO ₃ ·Cu(OH) ₂ 55.3
	硅孔雀石	Chrysocolla	CuSiO ₃ ·2H ₂ O 36.2
	水胆矾	Hydrochalcantite	CuSiO ₄ ·3Cu(OH) ₂ 56.2
主 要 铅 矿 物	胆 矾	Chalcantite	CuSiO ₄ ·5H ₂ O 31.8
	氯铜矿	Atacamite	CuCl ₂ ·3Cu(OH) ₂ 59.5
	方铅矿	Galena	PbS (Pb) 86.6
	硫锑铅矿	Boulangerite	Pb ₅ Sb ₄ S ₁₁ 55.2
	脆硫锑铅矿	Jamesonite	Pb ₄ FeSb ₆ S ₁₄ 40.1
	车轮矿	Bournonite	PbCuSbS ₃ 42.4
	白铅矿	Cerussite	PbCO ₃ 77.6
	铅 矾	Anglesite	PbSO ₄ 67.3
	铬铅矿	Crocoite	PbCrO ₄ 64.1
	磷氯铅矿	Pyromorphite	Pb ₅ [PO ₄] ₃ Cl 76.38
主 要 锌 矿 物	砷铅矿	Mimetesite	Pb ₅ [AsO ₄] ₃ Cl 69.6
	钼铅矿	Wulfenite	Pb[MoO ₄] 56.4
	矾铅矿	Vanadinite	Pb[VO ₄] ₃ Cl 73.1
	闪锌矿	Sphalerite	ZnS (Zn) 67.1
	纤维锌矿	Wurtzite	ZnS 67.1
	菱锌矿	Smithsonite	ZnCO ₃ 52.1
	异极矿	Calamine	Zn ₄ Si ₂ O ₇ (OH) ₂ ·H ₂ O 54.3
	硅锌矿	Willemite	Zn ₂ SiO ₄ 57.6
	水锌矿	HydroZincite	Zn ₅ [CO ₃] ₂ (OH) ₆ 59.6
主 要 钼 矿 物	红锌矿	Zincite	ZnO 80.3

表D.2 铜、铅、锌、银、镍、钼矿主要矿物表 (续)

矿 物		英 文 名 称	化 学 分 子 式	金 属 含 量 (%)	
主 要 镍 矿 物	镍黄铁矿	Pentlandite	$(\text{Fe}, \text{Ni})_9\text{S}_8$	(Ni)	22-42
	紫硫镍(铁)矿	Violarite	FeSNi_2S_3 或 $(\text{Fe}, \text{Ni})\text{S}_4$		37.9
	针镍矿	Millerite	NiS		64.7
	辉(铁)镍矿	Polydymite	Ni_3S_4 $(\text{Ni}, \text{Fe})_3\text{S}_4$		57.9 (42-54)
	方硫镍矿	Vaesite	NiS_2		47.8
	红砷镍矿	Niccolite	NiAs		43.9
	砷镍矿	Maucherite	Ni_3As_2 接近 $\text{Ni}_{11}\text{As}_8$		54.0
	辉砷镍矿	Gersdorffite	NiAsS		35.4
	绿镍矿	Nickeloxydul	NiO		77.6
	镍绿泥石	Nickelchlorite	$(\text{Ni}, \text{Mg})_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	(含 NiO, 下同)	20-40.2
	绿高岭石	Notronite	$\text{R}_0 \cdot \text{R}_2\text{O}_3 \cdot (4+n)\text{SiO}_2$ 或 $\text{R}_0 \cdot \text{R}_2\text{O}_3 \cdot (3 \sim 3.5)\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$		1.1-1.8
	暗镍蛇纹石	Garnierite	$(\text{Ni}, \text{Mg})\text{O} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$		2-47
	镍磁铁矿	Nickelmagnetite	NiFe_2O_4		31.9
	镍 矾	Retgersite	$\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$		27.4
	碧 矾	Morenesite	$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$		26.6
	翠镍矿	Zaratite	$\text{NiCO}_3 \cdot 2\text{Ni}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$		59.6
主 要 银 矿 物	自然银	Native Silver	Ag	(Ag)	100
	金银矿	Kustelite	(Ag, Au)		>50
	锑银矿	Dyscrasite	Ag_3Sb		72.66
	辉银矿	Argentite	Ag_2S		87.10
	螺硫银矿	Acanthite	Ag_2S		87.06
	深红银矿	Dyragyrite	Ag_3SbS_3		59.76
	淡红银矿	Proustite	Ag_3AsS_3		65.42
	脆银矿	Stephanite	Ag_5SbS_4		67.33
	辉锑银矿	Miargyrite	Ag Sb S_2		36.72
	辉硒银矿	Aguilarite	Ag_4SeS		79.95
	硫银锗矿	Argyrodite	Ag_8GeSb		76.51
	硫锑铜银矿	Polybasite	$(\text{Ag}, \text{Cu})_{16}\text{Sb}_2\text{S}_{11}$		74.32
	硫铜银矿	Stromeyerite	AgCuS		53.01
	硫银锡矿	Canfieldite	Ag_8SnSb		73.49
	辉锑铅银矿	Diaphorite	$\text{Pb}_2\text{Ag}_3\text{Sb}_3\text{S}_8$		23.78
	银黝铜矿	Freibergite	$(\text{Ag}, \text{Cu}, \text{Fe})_{12}(\text{Sb}, \text{As})_4\text{S}_{13}$		31.86
	碲银矿	Hessite	Ag_2Te		62.86
	碲银钯矿	Teiargpaute	$(\text{Pd}, \text{Ag})_{4+x}\text{Te}$		27.2-31.2
	硒银矿	Naumannite	Ag_2Se		73.15
	角银矿	Cerargyrite	Ag Cl		75.3
	溴银矿	Bromargyrite	AgBr		57.44
	黄碘银矿	Miersite	$(\text{Ag}, \text{Cu})\text{I}$		45.94

表D.3 铜、铅、锌、银、镍、钼矿主要矿物表 (续)

矿 物		英 文 名 称	化 学 分 子 式	金 属 含 量 (%)	
主 要 钼 矿 物	黄碘银矿	Miersite	(Ag, Cu) I		45.94
	辉钼矿	Molybdenite	MoS ₂	(Mo)	59.9
	硒钼矿	Drysdallite	Mo (Se, S) ₂		30.2
	胶硫钼矿	Jordisite	MoS ₂		59.9
	铁辉钼矿	Femolite	Mo ₅ FeS ₁₁		54.0
	硫铜钼矿	Castaingite	CuMo ₂ S ₅ (?)		46.2
	钼 华	Molybodite	MoO ₃		66.7
	钼钙矿	Powellite	CaMoO ₄		47.0
	钼白钨矿	Seyrigite	Ca (W, Mo) O ₄		25.0
	钼铅矿	Wulfenite	PbMoO ₄		26.1
	矾钼铅矿	Eosite	Pb (Mo, V) O ₄		22.9
	钨钼铅矿	Chillagite	Pb (Mo, W) O ₄		17.4
	铁钼华	Ferrimolybdite	Fe ₂ (MoO ₄) ₃ • 8H ₂ O (?)		39.1
	钼铋矿	Koechlinite	Bi ₂ MoO ₆		15.7
	钼铜矿	Lindgrenite	Cu ₃ (MoO ₄) ₂ (OH) ₂		35.2
	褐钼铀矿	Sedovite	U (MoO ₄) ₂		34.4
	多水钼铀矿	Moluranite	H ₄ U (UO ₂) ₃ (MoO ₄) ₇ • 18H ₂ O		26.9
	黄钼铀矿	Iriginite	(UO ₂) Mo ₂ O ₇ • 3H ₂ O		30.6
	紫钼铀矿	Mourite	U Mo ₅ O ₁₂ (OH) ₁₀		44.4
	钼铀矿	Umohoite	(UO ₂) MoO ₄ • 4H ₂ O		19.1
	钼钙铀矿	Calcurmolite	Ca (UO ₂) ₃ (MoO ₄) ₃ (OH) ₂ • 11H ₂ O		17.4
	钼镁铀矿	Cousinite	MgU ₂ Mo ₂ O ₁₃ 6H ₂ O (?)		19.0
	磷钼钙铁矿	Melkvite	Ca Fe H ₆ (MoO ₄) ₄ (PO ₄) ₁ • 6H ₂ O		40.6
	砷钼铁钙矿	Betpakdalite	Ca Fe ₂ H ₈ (AsO ₄) ₂ (MoO ₄) ₅ • 10H ₂ O		33.8
	砷钼铁钠矿	Sodinmbetpakdalite	(Na, Ca) ₃ Fe ₂ (As ₂ O ₄) (MoO ₄) ₆ • 15H ₂ O		33.0
	黄氯钼汞矿	Mosesite	Hg ₂ N (SO ₄ , MoO ₄ , Cl) ₁ • H ₂ O		13.2
	黑钼钴矿	Pateraite	CoMoO ₄ (?)		43.8
	针钼镁矿	Belonesite	MgMoO ₄ (?)		52.1
	蓝钼矿	Ilseemannite	Mo ₃ O ₄ • nH ₂ O		?

附 录 E
(资料性附录)

铜、铅、锌、银、镍、钼矿床各勘查阶段探求的资源量及其比例的一般要求

铜、铅、锌、银、镍、钼矿床各勘查阶段探求的资源量及其比例的一般要求见表E.1。

表E.1 铜、铅、锌、银、镍、钼矿床各勘查阶段探求的资源量及其比例的一般要求表

复杂程度		一般			复杂				
资源量规模		大、中型		小型	大、中型		小型		
普查	探求资源量类型	推断资源量							
详查	探求资源量类型	控制+推断资源量					推断资源量		
	占比最低要求（%）	控制资源量30							
勘探	探求资源量类型	探明+控制+推断资源量			不要求达到勘探程度才能作为矿山建设设计的依据				
	占比最低要求（%）	探明资源量	探明+控制资源量	推断资源量					
		10	50						
供矿山建设设计的复杂和小型矿床	探求资源量类型				控制+推断资源量			推断资源量	
	占比最低要求（%）				控制资源量	推断资源量	控制资源量		推断资源量
					50		50		
<p>注1：勘探阶段、供矿山建设设计的小型和复杂矿床，鼓励按照“保证首采区还本付息、矿山建设风险可控”的原则，通过论证合理确定各级资源量的比例。</p> <p>注2：复杂矿床是指Ⅲ勘查类型矿床中，在基本工程间距基础上加密后仍难以探求探明资源量或用基本工程间距仍难以探求控制资源量的矿床。</p> <p>注3：复杂的小型矿床，只能探求推断资源量，供矿山生产阶段边探边采。</p>									

附 录 F
(资料性附录)

铜、铅、锌、银、镍、钼矿一般工业指标及其伴生矿产综合评价参考指标

F.1 铜矿一般工业指标及其伴生矿产综合评价参考指标见表F.1、F.2。

表F.1 铜矿一般工业指标

项 目	硫化矿石		氧化矿石
	坑采	露采	
边界品位 (%)	0.2~0.3	0.2	0.5
最低工业品位 (%)	0.4~0.5	0.4	0.7
最小可采厚度 (m)	1~2	2~4	1
夹石剔除厚度 (m)	2~4	4~8	2
注 1: 氧化矿石中, 对呈微粒分散包裹物、离子吸附等状态存在的难分离的结合式氧化铜, 当其占有率大于 20% 时, 目前尚难利用, 应单独圈出。			
注 2: 对于混合矿石, 若占比较高, 可按硫化矿石指标 (坑采) 上限取值。			

表F.2 铜矿伴生矿产综合评价参考指标

组 分		Pb	Zn	Mo	Co	WO ₃	Sn	Ni	S	Bi	Au	Ag	Cd、Se、Te、Ga、 Ge、Re、In、Tl
含 量	%	0.2	0.2	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1	1	0.05			0.001
	g/t										0.1	1	

F.2 铅锌矿一般工业指标及其伴生矿产综合评价参考指标见表F.3、F.4。

表F.3 铅锌矿一般工业指标

项 目	硫化矿石		混合矿		氧化矿石	
	Pb	Zn	Pb	Zn	Pb	Zn
边界品位 (%)	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 (%)	0.7~1	1~2	1~1.5	2~3	1.5~2	3~6
矿床平均品位 (%)	5~8		6~9		10~12	
最小可采厚 (m)	1~2		1~2		1~2	
夹石剔除厚度 (m)	2~4		2~4		2~4	
注：同种矿石类型的铅锌矿石，不需分选时，可以采用混圈。						

表F.4 铅锌矿伴生矿产综合评价参考指标

组 分		Cu	WO ₃	Sn	Mo	Bi	S	Sb	CaF ₂	Au	Ag	As
含 量	%	0.06	0.06	0.08	0.02	0.02	4	0.4	5			0.2
	g/t									0.1	2	
组 分		U	Cd	In	Ga	Ge	Se	Te	Tl	Hg	mFe	
含 量	%	0.02	0.01	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.005	3~6	

F.3 银矿一般工业指标及其伴生矿产综合评价参考指标见表F.5、F.6。

表F.5 银矿一般工业指标

项 目	指 标
边界品位 (g/t)	40~50
最低工业品位 (g/t)	80~100
最小可采厚度 (m)	0.8~1
夹石剔除厚度 (m)	2~4

表F.6 银矿伴生矿产综合评价参考指标

组 分		Au	Pb	Zn	Cu	S	Cd	Mn
含 量	%		0.2	0.2	0.1	2	0.005	4
	g/t	0.1						

F.4 镍矿一般工业指标及其伴生矿产综合评价参考指标见表F.7、F.8。

表F.7 镍矿一般工业指标

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（%）	0.2~0.3	0.2~0.3	0.7	0.7	0.5
最低工业品位（%）	0.3~0.6	0.3~0.5	1	1	1
最小可采厚（m）	1	2	1	2	1
夹石剔除厚度（m）	2	3	2	3	1~2
注 1：氧化镍矿~硅酸镍矿主要是红土镍矿和硅酸镍矿。					
注 2：对于硫化镍矿石，应特别注意镍的赋存状态研究，当硅酸镍占比较高，其所含的镍难以回收时，应予扣除。					

表F.8 镍矿伴生矿产综合评价参考指标

组 分	Pt、Pd	Os、Ru、Rh、Ir	Au	Ag	Co	Se	Te
含 量 (g/t)	0.03	0.02	0.05~0.1	1.0	100	6	2

F.5 钼矿一般工业指标及其伴生矿产综合评价参考指标见表F.9、~F.10。

表F.9 钼矿一般工业指标

项 目	硫化矿石	
	露采	坑采
边界品位 (%)	0.03~0.04	0.03~0.06
最低工业品位 (%)	0.06~0.08	0.08~0.12
最小可采厚 (m)	2~4	1~2
夹石剔除厚度 (m)	4~8	2~4

表F.10 钼矿伴生矿产综合评价参考指标

组 分		WO ₃	Cu	Pb	Zn	mFe	S	Bi	Re
含 量	%	0.06	0.1	0.2	0.2	3~6	1	0.03	
	g/t								10

F.6 有关说明

F.6.1 当一般工业指标中的某指标为区间值时，一般按下列原则适用：

- 边界品位和最低工业品位：若矿体赋存条件和外部建设条件较好、存在共伴生有用组分并可显著提高矿山经济效益时，向下限取值，否则向上限取值。
- 最小可采厚度和夹石剔除厚度：矿体陡倾斜时向下限取值，缓倾斜至水平时向上限取值。

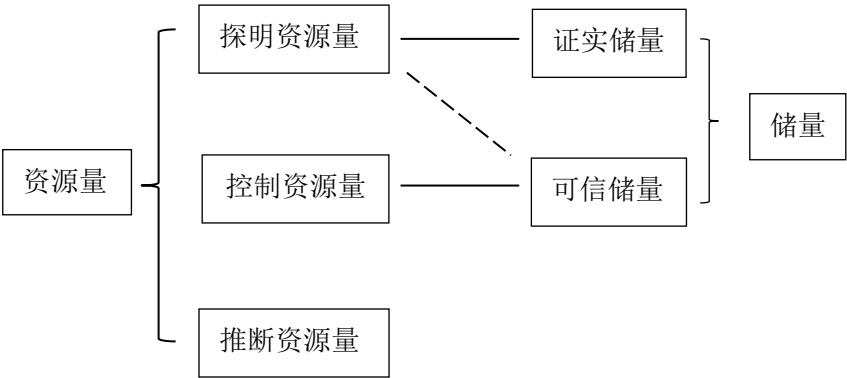
F.6.2 伴生矿产综合评价参考指标的组分指：

- S含量指标系指黄铁矿中的硫在矿石中的含量。
- Cu、Pb、Zn、WO₃、Sn、Mo、Bi、Sb、Fe、CaF₂等，主要是指以独立的有用矿物形式存在，通过选冶能够回收部分，如Cu、Pb、Zn主要指赋存于硫化物中者；WO₃主要指赋于黑钨矿、白钨矿中者；Sn主要指赋存于锡石中者；Mo主要指赋于辉钼矿中者；Bi主要指赋存于辉铋矿中者；Sb主要指赋存于辉锑矿、硫锑铅矿和脆硫锑铅矿中者；CaF₂主要指赋存于萤石中者；Fe主要指赋存于磁铁矿中者。
- Ge、Ga、In、Se、Te、Cd等分散元素，一般指经过选矿在铜、铅、锌的精矿中富集，通过冶炼回收者。

附 录 G
(资料性附录)
资源量和储量类型及其转换关系

G.1 资源量和储量类型及其转换关系图

资源量和储量类型及其转换关系见图G.1。



图G.1 资源量和储量类型及转换关系示意图

G.2 资源量和储量的相互关系

- G.2.1 资源量和储量之间可相互转换。
- G.2.2 探明资源量、控制资源量可转换为储量。
- G.2.3 资源量转换为储量至少要经过预可行性研究，或与之相当的技术经济评价。
- G.2.4 当转换因素发生改变，已无法满足技术可行性和经济合理性的要求时，储量应适时转换为资源量。

参考文献

- [1]GB 50771-2012 有色金属采矿设计规范
 - [2]GB 51060-2014 有色金属矿山水文地质勘探规范
 - [3]DZ/T 0287-2015 矿山地质环境监测技术规程
 - [4]T/CMAS 0001 绿色勘查指南
 - [5]HJ 651-2013 矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（试行）
 - [6]中国地质调查局1:50000区域地质调查工作指南（试行）
 - [7]中国地质调查局1:50000覆盖区区域地质调查工作指南（试行）
 - [8]侯德义主编.找矿勘探地质学.北京：地质出版社，1984.11
 - [9]侯德义、刘鹏鄂、李守义、叶松青编.矿产勘查学.北京：地质出版社，1997.11
 - [10]国土资源部矿产资源储量司.固体矿产地质勘查规范的新变革.北京：地质出版社，2003.12
 - [11]于润沧主编.采矿工程师手册.北京：冶金工业出版社，2009.3
-