

**DZ**

# 中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0200—\*\*\*\*  
代替 DZ/T 0200—2002

## 矿产地质勘查规范 铁、锰、铬

Specifications for mineral exploration iron, manganese and chromium

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(报批稿)

\*\*\*\* - \*\* - \*\*发布

\*\*\*\* - \*\* - \*\*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 .....	2
3.2 勘查阶段 .....	2
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 .....	5
4.3 详查阶段要求 .....	6
4.4 勘探阶段要求 .....	8
4.5 供矿山设计开采的小型 and 复杂矿床的勘查程度要求 .....	11
5 绿色勘查要求 .....	11
5.1 基本要求 .....	11
5.2 勘查设计 .....	11
5.3 勘查施工 .....	11
5.4 环境恢复治理与验收 .....	12
6 勘查工作及其质量 .....	12
6.1 勘查测量 .....	12
6.2 地质填图 .....	12
6.3 水文地质、工程地质、环境地质 .....	12
6.4 物探 .....	12
6.5 探矿工程 .....	13
6.6 岩矿鉴定取样、制样与鉴定 .....	14
6.7 化学分析样品的采取、制备与测试 .....	14
6.8 矿石加工选冶技术性能试验样品的采集与试验 .....	16
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) 铁、锰、铬矿物及矿石类型 .....	21
附录 B (资料性附录) 铁、锰、铬矿床主要类型 .....	26
附录 C (资料性附录) 铁、锰、铬矿的勘查类型确定及勘查工程间距 .....	33
附录 D (资料性附录) 铁、锰、铬矿床各勘查阶段探求的资源量及其比例 .....	42
附录 E (资料性附录) 矿床工业指标 .....	43
附录 F (规范性附录) 固体矿产资源量和储量类型及其转换关系 .....	48
附录 G (资料性附录) 名词解释 .....	49
参考文献 .....	51

## 前 言

本标准依据GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准代替DZ/T 0200—2002《铁、锰、铬矿地质勘查规范》。与DZ/T 0200—2002相比，主要技术内容变化如下：

——将勘查研究程度、勘查控制程度合并为勘查工作程度，进行结构性修编。在提出基本要求的基础上，按区域及矿区地质、矿体特征、矿石特征、矿石加工选冶技术性能、综合勘查综合评价、矿床开采技术条件、地质可靠程度的次序，给出普查、详查、勘探每个阶段的勘查工作程度要求(见4)；

——勘查阶段划分由四个阶段改为三个阶段，取消了预查阶段，并修改了各勘查阶段的内涵(见3)；

——增加绿色勘查要求一章(见5)；

——对普查、详查阶段矿石特征的研究，具体强调应研究矿物粒度、分布和嵌布关系，增加需分采分选矿石的加工选冶试验要求(见4.2.3, 4.3.3)；

——勘查类型确定依据由四因素调整为五因素，勘查类型的确定采用类型系数法(见4.1.1.4, 4.1.1.5, 附录C)；调整铬矿的基本工程间距(见附录C)；

——增加“浅层取样钻、水平钻”两种勘查工作手段(见6.5.2)；

——强调磁性矿床勘查时所有钻孔都应运用井中三分量磁测；增加了在地质、地球物理条件具备的勘查区，还应进行磁化率测井的内容及其作用(见6.4.3)；

——对基本分析和组合分析内检、外检样品的抽取方法、比例、最低抽取数量和合格率进行修编(见6.7.4)；

——增加对可能的分采分选矿石，应根据矿石的自然类型和(或)工业类型单独圈定和资源量估算的内容(见8.2.5)。

本标准由中华人民共和国自然资源部提出。

本标准由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会(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，山西省地质矿产科技评审中心，中国冶金地质总局第三地质勘查院，甘肃省地质调查院，甘肃省矿产资源储量评审中心，中国冶金地质总局矿产资源研究院。

本标准主要起草人：郝雨、孟庆春、邢福林、林建阳、史建儒、高利民、张东风、刘邦涛、李恩国、李明军、李爱生、朱洪潇、李通国、余超、谢建强、张忠平、郭健、李腊梅、刘东晓等。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——DZ/T 0200—2002

# 矿产地质勘查规范 铁、锰、铬

## 1 范围

本标准规定了铁、锰、铬矿产地质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、可行性评价和资源储量估算等方面的要求。

本标准适用于铁、锰、铬矿各勘查阶段的地质勘查工作、资源储量估算及其成果评价。

## 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。凡是注日期的引用文件，仅所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 9649	《地质矿产术语分类代码》
GB/T 12719	《矿区水文地质工程地质勘探规范》
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 0141	《地质勘查坑探规程》
DZ/T 0032	《地质勘查钻探岩心管理通则》
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 0227	《地质岩心钻探规程》
DZ/T 0273	《地质资料汇交规范》
DZ/T 0293	《井中磁测技术规程》
DZ/T XXXX	《矿产勘查矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求》
DZ/T XXXX	《固体矿产勘查概略研究规范》
DZ/T XXXX	《固体资源储量估算规程》
DZ/T XXXX	《矿床工业指标论证技术要求》
DZ/T XXXX	《固体矿产勘查地质报告编写规范》
DZ/T XXXX	《固体矿山闭坑地质报告编写规范》
DZ/T XXXX	《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 普查

在区域地质调查、研究的基础上,通过地质填图和有效的物探、化探、遥感等手段,寻找、检查、验证、追索矿化线索,发现矿(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)地质特征以及矿石加工选冶技术性能,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。

#### 3.2.3 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,基本查明矿床地质特征、矿石加工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,作出是否具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,作出是否具有经济价值的评价。

#### 3.2.4 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,详细查明矿床地质特征、矿石加工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、矿石加工选冶工艺,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,估算可信储量或证实储量。

## 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 勘查过程中应合理确定勘查类型,以正确选择勘查方法和手段,合理确定勘查工程间距和部署勘查工程,对矿床进行有效控制,对矿体的连续性进行有效查定。

4.1.1.2 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)从大到小累计占勘查区总资源量60%以上的一个或多个矿体确定为主要矿体。

4.1.1.3 普查阶段的主要任务是找矿,一般不确定勘查类型,但在部署工作时应考虑与后续工作的衔接;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，经验证不合理的，应调整勘查类型。

4.1.1.4 影响矿床勘查类型确定的主要地质因素有矿体规模、矿体形态和内部结构复杂程度、构造(或脉体穿插)对矿体的破坏程度、矿体有用组分分布均匀程度、矿体厚度稳定程度等。每个地质因素对矿床勘查类型确定的影响程度不一，为量化其影响程度，引入类型系数的概念。按五个地质因素影响程度的权重，结合每个地质因素的特征变化赋予相应的系数，即类型系数。各地质因素的分类和类型系数赋值参见附录C：表C.1、表C.2、表C.3、表C.4、表C.5。

4.1.1.5 用相对应的五个地质因素的类型系数之和确定勘查类型，铁、锰、铬矿床均划分为三个勘查类型，其中第Ⅰ勘查类型为简单类型，第Ⅱ勘查类型为中等类型，第Ⅲ类勘查类型为复杂类型，见附录C：表C.6。铁、锰、铬矿勘查类型实例见附录C：表C.7、表C.8、表C.9。

4.1.1.6 在确定铁、锰、铬矿床勘查类型时，应遵循矿床地质规律：

- a) 从需要、可能、经济等多方面综合考虑，以最少的投入，获取最大的效益。
- b) 在按五个地质因素取值时，应从实际出发，在类型系数区间内合理取值，如矿体规模中等，具体延展情况是靠近大型还是小型，要考虑接近程度，不能简单机械地取中值。
- c) 当矿床由多个矿体组成时，应以主要矿体为主。
- d) 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)段或矿体来确定。
- e) 由于地质因素变化的复杂性，允许有过渡类型存在。
- f) 对已确定的勘查类型，仍须在勘查实践中验证，如发现偏差，要及时研究并予以修正。

4.1.1.7 对于矿体规模为小型的铁、锰矿床，一般确定为第Ⅲ勘查类型。

4.1.1.8 对已知矿区深部及扩大区进行勘查时，应评价已知矿区的勘查类型是否选取合理、使用工程间距能否有效控制矿体(有条件的应进行探采对比)，以作出在深部及扩大区可否沿用的评价。

4.1.1.9 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条及以上勘查线且每条线上有连续2个以上工程见矿。

## 4.1.2 勘查工程间距

4.1.2.1 根据勘查类型和勘查阶段，论证选取相对应的勘查工程间距。

4.1.2.2 圈定控制资源量的勘查工程间距为基本工程间距，见附录C：表C.10、表C.11、表C.12。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或放稀1倍，但不限于1倍，以满足相应勘查工作程度要求为准则。

4.1.2.3 当矿体在走向上的变化比倾向上大时，工程可布置成在矿体走向上为短边的长方形网。

4.1.2.4 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。

4.1.2.5 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，论证勘查工程间距的合理性，并视情况进行合理调整。

### 4.1.3 勘查工程部署

4.1.3.1 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、物探、化探条件和生态环境保护要求，选择适当、有效、对生态环境影响小的勘查方法和手段，按矿床勘查类型和相应勘查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。

4.1.3.2 勘查过程中，一般应先进行地质填图、物探、化探、遥感、重砂测量等面积性工作，以指导、优化探矿工程的布置和施工。勘查工程布置，一般地表以水平钻、探槽、剥土、浅坑、浅井、小圆井、浅层取样钻为主，浅钻为辅，配合有效的物探、化探，深部以岩心钻探为主。当矿体形态复杂，用钻探难以达到勘查目的时，应以坑探为主配以钻探或采用坑探工程进行验证。当采集选矿大样需要时，也可动用坑探工程。

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

### 4.1.4 勘查深度

4.1.4.1 勘查工作应科学合理地确定勘查深度。一般不超过 1000m，矿床开采内外部条件好时，或老矿山边、深部，勘查深度可适当增加。

4.1.4.2 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。

### 4.1.5 综合勘查综合评价

4.1.5.1 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。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评价，其勘查工作程度，详查阶段一般应达到相应矿产勘查规范规定的详查工作程度要求，勘探阶段视具体情况确定；对资源量规模为小型的共生矿产，视控制主矿产的工程对其伴随控制情况和需要进行控制，并按该共生矿产的勘查规范进行评价。

4.1.5.2 对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，但可在矿石加工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，应研究提出综合回收利用途径，并进行相应的评价。

### 4.1.6 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。

### 4.1.7 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、重砂测量、探矿工程、取样测试、试验研究资料，以及最新研究成果等，并在充分研究的基础上加以利



用。对于勘查区内已完成相应勘查阶段要求的地质工作，若资料齐全，工作质量、研究程度符合相应阶段要求，应直接利用，不应重复部署相应工作。

## 4.2 普查阶段要求

### 4.2.1 区域及矿区地质

#### 4.2.1.1 区域地质

全面收集地质、矿产、物探、化探和遥感等资料，研究区域地质、矿产信息和成矿远景。

#### 4.2.1.2 矿区地质

通过1:10 000~1:5 000比例尺的地质填图(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：

- a) 初步查明普查区内地层的岩性、厚度、产状和分布等；
- b) 初步查明较大的褶皱、断裂和破碎带的分布、规模和产状；
- c) 初步查明岩浆岩、变质岩、围岩蚀变的种类、数量、形态和分布；
- d) 初步查明矿化地质体(含矿地质体、蚀变带、矿化带等与成矿有关的地质体)特征。

通过有效的物探、化探面积性工作或剖面测量和必要的取样工程等方法手段，评价各类物探、化探、遥感异常和矿(化)点，初步查明其产出特征和分布范围与成矿的关系。

### 4.2.2 矿体特征

对发现的矿体，特别是主要矿体，地表应有取样工程稀疏控制，深部应有工程证实。当矿(化)体出露地表时，应根据需要开展1:2 000~1:500比例尺的矿体地质填图(简测或正测图)，初步查明矿(化)体在勘查区的分布、数量、赋存部位、厚度、形态、规模和产状。初步了解矿体氧化带发育情况。

### 4.2.3 矿石特征

通过稀疏工程中取样，进行岩矿鉴定、测试、分析，和与地质特征相似的已知矿床进行的类比，初步查明矿石的矿物组成、品位、结构(粒度、分布、嵌布特征)、构造特征和矿石的自然类型，初步查明有用、有益和有害组分的含量和分布，初步评价矿石工业利用的可能性。

### 4.2.4 矿石加工选冶技术性能

在矿石工艺矿物学研究基础上，初步查明勘查区内矿石的加工选冶技术性能。易选矿石和较易选矿石通常进行类比研究，类比要从矿石的矿物组成和含量、共生组合、主要矿石矿物的粒度分布、有用矿物与其它矿物之间的嵌布特征、矿床成因类型以及矿石中伴生、有益、有害组分的含量等方面开展工作。难选矿石和新类型矿石应进行可选性试验或实验室流程试验。具体按DZ/T XXXX《矿产勘查矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求》执行。

### 4.2.5 综合勘查综合评价

对共生、伴生矿产初步了解其物质组成、赋存状态，并对综合开发利用做出初步评价。

### 4.2.6 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，初步查明勘查区的水文地质、工程地质、环境地质条件，初步划分水文地质和工程地质勘查类型。

#### 4.2.7 地质可靠程度

根据矿化区范围的大小，对已发现的矿(化)体地段，要求有一至三条主干地质、物探、化探剖面控制，剖面上应有数量有限的取样工程，深部有工程证实。结合已掌握的成矿规律，初步圈定矿体的展布空间，圈定详查区范围。可按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 区域及矿区地质

##### 4.3.1.1 区域地质

进一步研究区域与成矿有关的地层、构造、岩浆岩、变质岩及成矿地质背景和矿产开发利用情况等。

##### 4.3.1.2 矿区地质

通过1:10 000~1:2 000比例尺(或测制更大比例尺)的地质填图(正测图)、1:2 000~1:500比例尺的矿床地质填图(正测图)，结合工程控制和揭露，研究成矿作用和成矿规律，基本查明勘查区的成矿地质条件：

- a) 研究矿区地层时代、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、变质程度及其成矿元素的分布和变化规律]，基本查明矿体赋存层位及矿体在地层中的空间分布。
- b) 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，应当了解其空间位置、产状和位移，进行必要控制，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规律。对蛇绿岩型豆荚状铬矿，还应研究构造岩相带；对褶皱复杂的矿区，还应对褶皱形态和褶幅进行研究，掌握矿体形态变化规律。
- c) 研究和基本查明岩浆岩的种类、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(喷出)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，以及对矿体的控制和影响、破坏程度。
- d) 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)。
- e) 研究氧化作用对矿体的影响，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。
- f) 对物探异常进行综合研究，阐明异常特征及其与矿体和构造的关系。

##### 4.3.2 矿体特征

确定矿床勘查类型，采用合理的勘查工程间距、有效的勘查技术方法手段、系统的取样工程对矿体进行控制，基本查明矿体特征。查明主要矿体的数量，基本控制主要矿体的规模、形态、产状、空间位

置和勘查区内矿体的总体分布范围，基本确定主要矿体的连续性。对控制、破坏、影响矿体的较大构造、岩浆岩进行必要控制。

#### 4.3.3 矿石特征

通过系统工程中取样，进行岩矿鉴定、测试、分析，基本查明矿石的矿物组成、品位、结构(粒度、分布、嵌布特征)构造特征；基本查明矿石有用、有益和有害组分的种类、含量、赋存状态和分布规律；基本查明不同物质组成、不同结构构造、不同矿物共生组合的矿石在矿体内的分布及其变化特征，划分矿石自然类型、工业类型和品级(对需分采分选的矿石单独圈定)，研究其分布规律。

#### 4.3.4 矿石加工选冶技术性能

在矿石工艺矿物学研究基础上，通过类比或必要的矿石加工选冶技术性能试验，对矿石工业利用的可行性作出评价，应重视共生、伴生矿产的综合利用，基本查明区内主要工业类型矿石的加工选冶技术性能。有类比条件的易选矿石，可以类比评价；较易选矿石和不具备类比条件的易选矿石，一般进行可选性试验，必要时进行实验室流程试验；难选矿石和新类型矿石，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。需要分采分选的矿石，有类比借鉴资料的可类比评价，反之需单独进行可选性试验或实验室流程试验。具体按DZ/T《矿产勘查矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求》执行。

#### 4.3.5 综合勘查综合评价

基本查明同体共生矿产、中型及以上资源量规模的异体共生矿产，初步查明伴生矿产和小型资源量规模的异体共生矿产的地质特征、矿石特征和矿石类型，对共生、伴生矿产的开发利用做出评价。

#### 4.3.6 矿床开采技术条件

4.3.6.1 对矿床开采可能影响的地区(矿山疏干排水可能影响的范围、地面变形破坏区、矿山废弃物堆放场及其可能污染区)，开展水文地质、工程地质及环境地质调查，基本查明矿区水文地质、工程地质和环境地质条件，预测可能影响矿床开采的主要水文地质、工程地质、环境地质问题。

##### 4.3.6.2 水文地质

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：

- a) 基本查明含水层和隔水层的岩性、厚度、分布、产状、埋藏条件，含水层的富水性，各含水层的水力联系，隔水层的稳定性和隔水程度。
- b) 基本查明矿区内地表水体分布及其与主要充水含水层的水力联系。
- c) 基本查明当地侵蚀基准面标高；采集地表水和地下水的水样，评价其水质。
- d) 进行必要的抽(放)水试验，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。
- e) 划分矿床水文地质勘查类型，确定水文地质条件复杂程度；提出矿山工业和生活用水的水源方向。

##### 4.3.6.3 工程地质

- a) 测定矿区主要岩、矿石(矿体、夹石及顶底板)的物理力学性质，研究其稳定性能。
- b) 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。

- c) 对露天剥离物和采场边坡的稳定性提出评价意见。
- d) 调查老窿及采空区的分布、充填和积水情况。
- e) 划分矿床工程地质勘查类型和确定工程地质条件复杂程度。

#### 4.3.6.4 环境地质

- a) 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、生态、环境有无危害的初步评价意见。
- b) 收集有关地震活动资料，调查矿区内崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、岩溶等不良地质现象和地质灾害，分析其对矿山生产的影响。
- c) 预测矿山开采对本区环境、生态可能产生的影响。

#### 4.3.7 地质可靠程度

4.3.7.1 根据系统取样工程获得的资料，达到基本查明矿体特征、矿石特征、加工选冶技术性能以及主要开采技术条件的程度。总体控制矿体在平面、剖面上的分布范围、产状、排列方式以及边界位置(包括走向两端和倾斜方向两端)；一般应有3~5条以上的勘查线剖面控制矿体，主干剖面上应有2~3个以上的工程控制矿体；对规模大和延深较大的矿体应根据预建矿山规模及初步规划进行分段勘查(指平面展布)或分期勘查(指垂向延伸)，分期勘查应有控制矿床远景，了解深部矿体地质情况的先期工程。

4.3.7.2 在确定的勘查深度以上范围，一般探求控制和推断资源量，且应具有合理的比例分布。控制资源量一般应集中分布在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的参考要求见附录D。

#### 4.4 勘探阶段要求

##### 4.4.1 矿区地质

在详查工作基础上，通过天然露头、采掘露头、系统的加密工程，修(或)测矿区地质图、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)，详细查明成矿地质条件、矿化地质体特征，深入研究成矿作用和成矿规律：

- a) 详细查明矿床赋存层位及矿体的空间分布；
- b) 研究矿区构造与矿体空间分布的关系，详细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，对控制矿体的主要褶皱和位移大、分割矿体影响开采的较大断层，其空间位置、产状、位移应有必要的加密工程控制；
- c) 详细查明岩浆岩的种类、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，以及对矿体的影响、破坏程度；
- d) 详细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；
- e) 研究氧化作用对矿床的影响，详细查明氧化带的深度、氧化矿石类型、产出特征和分布范围。

##### 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，对矿体以及控制、破坏、影响矿体的较大构造、岩浆岩进行必要的加密控制，详细查明主要矿体的规模、形态、产状、空间位置、连续性，

以及矿体的总体分布范围等矿体特征；研究矿体顶底板一定范围内的岩性(或组合)特征，明确标志层；详细查明矿体内夹石规模、分布和变化规律。

#### 4.4.3 矿石特征

通过加密工程中取样，进行岩矿鉴定、测试、分析，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、有益和有害组分及其赋存状态和分布规律；详细查明不同物质组成、不同结构构造、不同矿物共生组合的矿石在矿体内的分布及其变化特征；查明铁、锰、铬矿物和主要脉石矿物的粒度、分布和嵌布特征；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、原生带的界线；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(对需分采分选的矿石单独圈定)，确定其分布范围和所占比例。满足矿山建设设计对矿石质量特征研究的基本要求。

#### 4.4.4 矿石加工选冶技术性能

在详细研究矿石工艺矿物学的基础上，通过必要的矿石加工选冶技术性能试验，详细查明矿石加工选冶技术性能，为矿山建设设计推荐合理的矿石加工选冶工艺流程。易选矿石一般应进行实验室流程试验；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；难选矿石和新类型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。需要分采分选的矿石，有类比借鉴资料的可类比评价，反之需单独进行实验室流程试验、实验室扩大连续实验或半工业试验。具体按DZ/T《矿产勘查矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求》执行。

#### 4.4.5 综合勘查综合评价

4.4.5.1 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，但不单独估算资源量。对同体或异体共生矿产，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。

4.4.5.2 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，将影响冶炼产品质量，当这些组分通过选、冶途径可予分离，并可综合回收成为有用组分时，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。

#### 4.4.6 矿床开采技术条件

##### 4.4.6.1 水文地质

- 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。
- c) 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。

- d) 详细查明地表水体(丰水期、平水期、枯水期)的分布范围、汇水面积、水位、水质、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。
- e) 研究地下水的水位(水压)、水温、水质、水量、动态变化及补给、径流、排泄条件,确定矿坑充水因素。
- f) 划分矿床水文地质类型和确定水文地质条件复杂程度。
- g) 根据矿床水文地质条件,结合矿床开拓方案,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正常和最大涌水量。
- h) 对矿床地下水资源的综合利用作出评价,提出矿山防治水建议,指出供水水源方向。

#### 4.4.6.2 工程地质

- a) 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。
- b) 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、抗剪强度、松散系数、安息角等物理力学参数,研究其稳定性能。
- c) 详细查明区内断层破碎带、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。
- d) 详细查明第四系的岩性、厚度和分布范围。
- e) 对露天采场边坡稳定性做出评价。
- f) 调查并研究老窿或溶洞的分布、充填和积水情况。
- g) 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。

#### 4.4.6.3 环境地质

- a) 详细调查区内有关的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、岩溶等不良地质现象,地表水和地下水的质,放射性和其它有害物质的含量、赋存状态及分布规律。
- b) 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。
- c) 对矿床开采前的地质环境质量做出评价。
- d) 预测在矿床开采中,对矿区环境、生态可能造成的破坏和影响,并提出预防建议。

#### 4.4.7 地质可靠程度

4.4.7.1 通过在系统取样工程基础上的加密取样工程,达到详细查明矿体特征、矿石特征和加工选冶技术性能以及开采技术条件的程度。对出露地表的矿体边界应有工程控制;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。对首采地段主要矿体应当详细控制其形态、空间位置、产状等,并进行加密控制;对矿体外部形态异常变化地段(包括与矿床地质构造、区域背景不协调的异常变化地段)应适当加密控制;对盲矿体要注意矿体头部的控制;对首采地段内能与主要矿体利用同一系统采出的小矿体,或处于主要矿体上部先于主要矿体开采的小矿体,应适当加密;对于首采地段以外的小矿体,能与主要矿体同一开拓系统采出者,可以适当加密,不能与主要矿体同一开拓系统采出者,应根据其独立开采的价值,确定是否加密;对首采地段内较大的无矿天窗,可视情况适当增加工程控制。对于需要分采分选和难以利用的矿石类型应单独圈出。

4.4.7.2 在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。勘探阶段一般应根据详查结果选择资源量和开采技术条件综合最优的地段作为首采区,并以首采

区为重点，兼顾全区，有针对性地开展勘探阶段工作。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参考要求见附录D。

#### 4.5 供矿山设计开采的小型 and 复杂矿床的勘查程度要求

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，作为矿山设计开采的依据；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D。

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、井探的浅层取样钻、水平钻等勘查技术手段；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。

5.1.4 勘查施工过程中，宜对影响生态环境的有害组分进行专门的样品采集和分析测试，并评价其影响程度和范围。必要时单独估算有害组分的量，满足分采分选的要求。

#### 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生态环境影响，应根据国家法律法规、强制性标准和恢复治理设计要求，及时开展生态环境恢复治理，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 测量工作的质量标准要求，按 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》执行。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量估算的需要。凡参与资源量估算相关的各种地质剖面、探矿工程等均应进行定位测量。

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基准。平面坐标系统采用 2000 国家大地坐标系、高斯-克吕格投影，高程系统采用 1985 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，其工作要求按有关规范、规程执行。

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。

6.2.3 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 DZ/T 0078《固体矿产勘查原始地质编录规程》执行。

6.2.4 矿床地质填图：地形图必须实测，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。

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

矿区水文地质、工程地质、环境地质工作的质量，应符合GB 12719《矿区水文地质工程地质勘探规范》、GB/T 33444《固体矿产勘查工作规范》对相应勘查阶段的质量要求，矿坑涌水量预测计算按DZ/T《矿坑涌水量预测计算规程》(待批准后引用标准号)执行。

#### 6.4 物探



6.4.1 根据勘查区的自然地理因素和地质、地球物理条件，通过方法试验，测定有关参数，实测地质、地球物理综合剖面，选择有效的物探方法进行综合勘查。

6.4.2 开展不同比例尺的磁力、重力和电法测量工作，为查明岩体和矿体的边界、形状、产状，研究构造带和寻找隐伏矿体等提供信息，应充分利用井中物探方法，推测和追索圈定矿体边界，了解矿体形态和产状。

6.4.3 勘查磁性铁矿时，应运用地面磁测资料，对矿体的分布范围、形状、产状、埋深和厚度变化以及地质构造进行推断和圈定。所有钻孔都须运用井中三分量磁测，确定钻孔穿过矿体的部位，解决矿体延伸和相对连接问题，探测井旁和井底的盲矿体。在地质、地球物理条件具备的勘查区，还应进行磁化率测井，获取磁化率参数，推断钻遇磁性体的厚度，估算磁铁矿体的磁性铁品位。在控制剖面上的钻孔应保证井中磁测曲线异常能穿过矿体进入正常场，以利于正确解释。

6.4.4 勘查赤铁矿、褐铁矿、菱铁矿、菱锰矿、氧化锰矿和铬矿等弱磁性或无磁性矿床时，应通过实验，选用高精度磁测、重力或电法等，取得有益于对矿体认识和解释的信息。

6.4.5 在详查和勘探阶段，对控制性剖面的地面和岩矿心进行放射性检查，发现异常时，应查明原因，并做出评价。

6.4.6 物探工作质量要求按现行专业规范和规程执行。野外工作结束后要及时整理资料，编制与地质图比例尺相适应的物探图件，提交工作总结报告。矿产勘查报告中应简要阐明物探工作成果，并评述其质量。

## 6.5 探矿工程

6.5.1 槽探：是系统揭露地表矿体的主要工程，一般在覆盖层厚度不超过 3m 条件下使用，为保证采样的质量，探槽必须挖至基岩新鲜面以下 0.3~0.5m。

6.5.2 浅层取样钻、水平钻：可有效减轻勘查工程对生态环境的破坏。取样时必须揭穿矿体顶底板与围岩的界线；取样钻的布设要避免样品重复、漏采，必要时可多孔组合；穿矿孔径要满足取样要求，其质量参考 DZ/T 0227《地质岩心钻探规程》执行。

6.5.3 浅井：当覆盖层较厚时，可选择浅井控制矿体浅部或浅部矿体。浅井必须揭穿矿体顶底板与围岩的界线。

6.5.4 坑探：一般用于矿床首采区或主要储量分布区以及地形切割强烈区。坑道布置应以探明矿体情况为主，并考虑将来可为矿山生产所利用。其质量要求参考 DZ 0141《地质勘查坑探规程》执行。

6.5.5 钻探：是勘查深部矿体的主要工程，其质量要求参考 GB/T 33444《固体矿产勘查工作规范》和 DZ/T 0227《地质岩心钻探规程》执行。

6.5.5.1 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%，当矿心采取率连续 5m 低于 80% 时，要查明原因，并采取补救措施。岩心的分层采取率不得低于 70%。

6.5.5.2 钻孔孔径应能满足测井要求，岩(矿)心直径应能保证取样代表性。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。

6.5.5.3 按要求测量钻孔顶角和方位角，作好孔深校正、简易水文观测、原始记录、封孔和矿、岩心保管等工作。钻孔弯曲度应符合规程和地质设计要求，磁性矿体应采用防磁测斜仪进行测量，钻孔偏

斜超差时要及时设法补救。见矿点和厚度大于 30m 的矿体的出矿点均应测定钻孔弯曲度。封孔质量不符合规程或设计要求时应返工重封。

## 6.6 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采样和鉴定。用以查明岩石、矿石类型，矿物组成及含量，主要矿物的嵌布特征、粒度、形状和相互关系，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相关标准执行。

## 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)，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。

### 6.7.2 样品的采取和分析项目

6.7.2.1 光谱全分析：目的是了解矿石中共、伴生矿产和有害组分的种类和含量，是确定组合分析、化学全分析项目和补充基本分析项目的依据，是对矿床进行综合评价的参考资料。普查阶段应在可能含矿岩石或矿石中采取，详查和勘探阶段当矿石性质发生较大变化时应补采。样品应按矿石类型、品级(必要时考虑围岩、蚀变带)从基本分析样品的分析副样中或单独采取。分析项目依据矿床成因类型、与区域同类型矿床类比结果、结合 GB/T 25283《矿产资源综合勘查评价规范》确定。光谱全分析应有足够的数量以确保确定的共、伴生矿种和有害组分的可靠性，应采取定量分析的方法。

6.7.2.2 化学全分析：目的是查明矿石中常量元素及其它组分的含量特征，进行相应的地质学研究，在光谱全分析的基础上进行。矿石化学全分析的分析项目主要包括  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{P}_2\text{O}_5$  和烧失量，对于岩浆岩型铁、铬矿，另加  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  和  $\text{V}_2\text{O}_5$ ，也可将经光谱全分析确定的共、伴生矿产和有害组分纳入作进一步的验证。样品按矿体、分矿石类型在基本分析的分析副样中采取或单独采取有代表性的样品，一般每种矿石类型不应少于 3 件；根据需要围岩亦应做少量化学全分析。全分析的质量要求按各项分析结果之和来衡量，要求在 99.3%~100.7% 范围以内。

6.7.2.3 基本分析：是指为查明矿石中有益组分和某些有害组分含量及其变化情况而进行的分析，其分析结果是圈定矿体、划分矿石类型及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的顶底板围岩一般亦应连续采样(控制样)，以控制矿体与夹石和围岩的界线，查定夹石和围岩混入对采出矿石加工选冶技术性能的影响。
- 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合理确定，并尽可能等长，保证有效剔除夹石，合理圈定矿体。采样长度一般 0.3m~2m。

- c) 钻孔岩、矿心一般采用 1/2 锯(切)心法(浅层取样钻、水平钻采用全心取样), 岩矿心锯(切)取样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。地表露头、探槽、浅井、坑道中对矿体采用连续刻槽法, 其刻槽断面规格一般(50mm×20mm)~(100mm×50mm); 对风化矿床为确定其含矿率, 刻槽断面规格一般不小于 200mm×150mm。
- d) 铁矿石基本分析项目, 磁性铁矿石或其它类型矿石用磁性铁含量圈定矿体时, 分析项目为 TFe、mFe, 赤铁矿石、褐铁矿石、菱铁矿石为 TFe, 矿石中的共生矿产, 也应列入基本分析;
- e) 锰矿石基本分析项目为 Mn、Fe、P、SiO<sub>2</sub>, 碳酸锰矿石还要分析 CaO、MgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和烧失量, 对其它有害元素, 当其含量较多影响矿石质量评价时, 也应作基本分析。
- f) 铬矿石基本分析项目为 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、FeO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 并视矿石用途的不同, 必要时可分别增加 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、MgO、CaO。

6.7.2.4 组合分析: 目的是查明矿石中伴生有益和有害组分的含量及分布状况, 并据此估算伴生有益组分的资源量。分析项目一般根据光谱全分析和化学全分析的结果确定。样品按工程分矿体、矿石类型或品级进行组合, 一般应与矿石类型自然分层一致。样品从基本分析样品的分析副样中采取, 按基本分析样品的样长比例分配, 质量一般为 100g~200g。

6.7.2.5 物相分析: 用以确定矿石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。采样与分析要及时进行, 以免样品氧化影响分析结果。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、铂族元素(铂、钯、钨、铀、钼、铟、铊、铋)、金刚石等。

6.7.2.6 单矿物分析: 用以查定矿石中主要有用矿物的化学成分, 主要伴生组分的赋存状态和含量。采样时应注意代表性, 样品可从工程揭露的矿体或矿体露头上采取。送交实验室的单矿物样品质量, 需根据分析项目和实验室要求而定。

6.7.2.7 岩石有害组分分析: 是指为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而进行的分析。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 加工要求: 在样品加工全过程中, 样品质量总损失率不得大于 5%, 样品的缩分误差不得大于 3%。

6.7.3.2 分步缩分加工: 分析样品的制备按切乔特公式进行缩分:

$$Q=Kd^2$$

式中:

$Q$ ——样品的最低可靠质量(kg);

$K$ ——缩分系数;

$d$ ——样品破碎后/碾碎后最大颗粒直径(mm)。

铁矿和锰矿常用K值为0.1~0.2, 铬矿一般采用0.3。

6.7.3.3 机械联动线加工: 经过一次破碎、缩分, 直接达到要求的粒度和质量。应按确定的加工方法和操作规程进行。样品的缩分均匀性要进行试验。

6.7.3.4 破碎铬铁矿时, 应避免铁质混入, 可用高强度锰钢磨盘或镶合金磨盘加工, 然后分取少量试样用三头研磨玛瑙钵研细至 0.074mm。

#### 6.7.4 分析质量检查

6.7.4.1 化学分析的内检主要是为了检查样品制备和分析的偶然误差; 外检主要是为了检查样品分析的系统误差。凡参加矿体圈定、资源量估算的基本分析、组合分析结果, 均需按要求进行内、外检; 物相分析结果应酌量进行内、外检。

#### 6.7.4.2 基本分析、组合分析结果的内、外检

- a) 基本分析内检: 检查样品由送样单位及时地分期、分批从粗副样( $< 0.84\text{mm}$ , 即 20 目)中抽取, 编密码送原分析单位细碎至分析所需粒度后进行分析。抽样比例一般不少于基本分析数量的 10%; 当基本分析数量较大(大于 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%; 当样品数量少时, 基本分析样内检不应少于 30 件。内检合格率不应低于 90%。
- b) 基本分析外检: 检查样品由送样单位分期、分批通知基本分析实验室从内检合格的基本分析的正余样中抽取。抽样比例一般不少于基本分析样品数量的 5%; 当基本分析数量较大(大于 2000 个样品以上)时, 外检比例适当降低, 但不应少于 3%; 当基本分析样品总数少时, 外部检查样品数量不应少于 30 件。外检合格率不应低于 90%。
- c) 组合分析的内检、外检: 检查样品由送样单位分期、分批抽取, 抽样比例一般不少于应抽检样品数量的 5%, 原则上不应少于 10 件。内、外合格率均不应低于 90%。

6.7.4.3 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, 根据仲裁分析结果进行处理。

#### 6.8 矿石加工选冶技术性能试验样品的采集与试验

6.8.1 矿石加工选冶技术性能试验的研究程度, 根据不同勘查阶段的试验研究程度要求和工业利用要求确定, 具体按 DZ/T 《矿产勘查矿石加工选冶技术性能试验研究程度要求》(待批准后引用标准号)执行。

6.8.2 送试验单位进行矿石加工选冶技术性能试验研究的样品采集前, 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 采取矿石加工选冶技术性能试验样品时, 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, 以便试验时了解其综合回收的工艺流程。采集实验室流程试验、实验室扩大连续试验及半工业试验样品时, 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), 进行混合矿样的加工选冶技术性能试验。

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

6.8.5 视矿石性质不同，对矿石进行不同加工选冶方法或两种以上方法联合加工选冶工艺流程的研究和对比，推荐矿石的加工选冶工艺流程。试验要求如下：

- a) 可选性试验着重探索和研究各类型、品级矿石的可选性及主要有用组分的可利用性。
- b) 实验室流程试验应通过工艺条件、流程结构及开路、闭路试验，对主要有用组分的可利用性、伴生有用组分综合回收及有害组分去除的可能性作出评价，择优推荐工艺流程和工艺条件。
- c) 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，并在动态中实现工艺流程试验条件的稳定，获得稳定的试验指标。
- d) 半工业试验应利用专门试验厂(车间)，按生产操作状态进行工业模拟试验，获得接近生产状态下的试验成果。
- e) 工业试验应利用现有生产车间或生产型设备，进行局部或全流程的生产试验，获得生产状态下的试验成果。

## 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)石或土体的物理技术性能。测试样品的采集应具有代表性，重点放在矿体及其上下盘，能反映出各种岩(矿)石或土体的主要特征。采样与测试项目一般包括：岩(矿)石或土体的体重、湿度、孔隙度、松散系数，矿体顶底板围岩和矿石的抗压、抗剪、抗拉强度等。采样方法、数量和质量要求按相关规范要求执行。

6.9.2 体重样应按矿石类型和品级分别采取，并应在空间分布上和数量上具有代表性。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 件。对疏松或多裂隙孔洞的矿石(如氧化铁、锰矿石等)还应按矿石类型或品级各采取 2~5 件大体重样品，测定大体重值，用于校正小体重值或直接参与矿产资源量估算。小体重样品的体积一般为  $60\sim 120\text{cm}^3$ ，大体重样品的体积一般不小于  $0.125\text{m}^3$ 。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，应在现场及时、客观、准确、齐全地进行原始地质编录(包括实测剖面、地质填图、槽探、井探、坑探与钻探工程、采样等)，内容应符合 DZ/T 0078《固体矿产勘查原始地质编录规程》，各项原始编录资料应进行质量检查、验收，未经验收或检查不合格的不得利用。

6.10.3 综合整理是地质勘查工作中的重要环节，应贯穿地质勘查工作的始终。它包括地质填图、探矿工程、水文工程环境地质、样品采样加工化验、岩矿石物理技术性能测试、矿石加工选冶技术性能试验、物探、化探和测量等综合图件的编制、综合图表的编制及矿产资源储量估算等。资料综合整理成果应符合 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》。

6.10.4 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。采用计算机技术进行野外编录，应对修改过程进行严格控制，并按有关规程、要求执行。

6.10.5 勘查报告按照 DZ/T XXXX《固体矿产勘查地质报告编写规范》编制，闭坑报告按照 DZ/T XXXX

《固体矿山闭坑地质报告编写规范》编制，要求内容齐全、重点突出、数据准确。报告分为纸质报告和电子文档两大类，地质资料按照 DZ/T 0273 《地质资料汇交规范》进行汇交。

## 7 可行性评价

### 7.1 基本要求

7.1.1 在普查、详查和勘探阶段各阶段，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、社会及生态环境综合效益。

7.1.2 可行性评价根据研究深度由浅到深划分概略研究、预可行性研究和可行性研究三个阶段。

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、加工选冶、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、加工选冶、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的简略研究，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 《固体矿产勘查概略研究规范》执行。

### 7.3 预可行性研究

7.3.1 通过分析项目的地质、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，对项目的技术可行性和经济合理性的初步研究。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、加工选冶、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的详细研究。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，其内容由矿石质量(化学的或物理的)指标和矿床开采技术指标两部分组成(附录 E)。通常包括一般工业指标和论证制订的矿床工业指标。

8.1.2 一般工业指标是按有关规定发布的一般性参考指标，是一定时期、一般技术经济条件下用于圈定矿体、估算资源量的依据。

8.1.3 论证制订的矿床工业指标是遵循相关法规和技术标准，通过技术经济分析，论证提出的用于特定矿床的矿床工业指标。用该指标圈定矿体，在当前或可预见的将来一定时期、政策和环境允许的条件下，能使圈出的矿床在矿山开发时，技术可行、经济合理。矿床工业指标的论证制订按相关技术要求执行。

8.1.4 矿床工业指标的采用应符合国家有关政策规定。原则上详查及以上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 《矿床工业指标论证技术要求》执行。

## 8.2 资源量估算的基本要求

8.2.1 参与矿体圈定和矿产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 资源量估算应按矿体，分资源量类别，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。

8.2.3 矿产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规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，应当在控矿地质条件研究比较清楚、地质依据比较充分的基础上进行。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，从等于或大于边界品位的样品圈起。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勘查工程间距大于推断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勘查工程间距不大于推断的勘查工程间距时，若相邻工程未见矿化，则按实际勘查工程间距 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，则按实际勘查工程间距 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。
- d) 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。

8.2.7 探明和控制资源量原则上不应以推断资源量界线为界，但沿脉坑道上、下介于推断和控制的查工程间距之间的取样工程见矿时，或者见矿工程连线内、外，当介于推断和控制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(厚度稳定、品位均匀或较均匀)时，可平推基本勘查工程间距 1/4 的控制资源量。

8.2.8 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)、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，合理确定资

源量估算参数。资源量估算方法的选择与运用按 DZ/T《固体矿产资源储量估算规程》(待批准后引用标准号)执行。

8.2.9 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，应分别按主矿产和共生矿产的工业指标圈定矿体，估算资源量，但应视情况将共生矿产中介于边界品位和最低工业品位之间资源量归为伴生矿产或工业品位共生矿。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。

8.2.10 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。

### 8.3 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型。具体按GB/T 17766执行。

### 8.5 资源储量估算结果

资源储量估算结果应以文、图、表的方式，按保有、动用(有动用量时)和累计查明，主矿产、共生矿产和伴生矿产，不同矿石工业类型(或品级)，将不同资源储量类型反映清楚。反映的内容视矿种特点而定，按相应矿种规范和有关要求执行。



附 录 A  
(资料性附录)  
铁、锰、铬矿物及矿石类型

### A.1 铁矿物及铁矿石类型

#### A.1.1 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、镜铁矿、褐铁矿和菱铁矿，其主要特征见表A.1。

表A.1 铁矿物类型表

矿物名称	化学分子式	主要成分(质量分数) %	附 注
磁铁矿 (Magnetite)	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	Fe 72.4 FeO 31.03 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 68.96	
钛磁铁矿 (Titanomagnetite)	$\text{Fe}_{(2+x)}^{2+}\text{Fe}_{(2-x)}^{3+}\text{Ti}_2\text{O}_4$ ( $0 < x < 1$ )	Fe 57.4 $\text{TiO}_2$ 12~16	600℃以上铁钛固溶体结构均一，600℃以下分解成磁铁矿，钛铁矿及钛铁晶石
钒磁铁矿 (Coulsonite)	$\text{FeV}_2\text{O}_4$	FeO 27.92~30.75 $\text{V}_2\text{O}_5$ 68.41~72.04	含钒磁铁矿固溶体分解产物
钛铁晶石 (Ulvöspinel)	$\text{Fe}_2\text{TiO}_4$	FeO 81.59 $\text{TiO}_2$ 18.41	钛磁铁矿固溶体分离产物
钛铁矿 (Ilmenite)	$\text{FeTiO}_3$	Fe 36.8 Ti 31.6	
赤铁矿 (Hematite)	$\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$	Fe 69.94	玫瑰花状或片状集合体称镜铁矿
磁赤铁矿 (Maghemite)	$\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$	Fe 69.94	由磁铁矿氧化而成，具磁性
针铁矿 (Goethite)	$\alpha\text{-FeO(OH)}$	Fe 62.9	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 (Lepidocrocite)	$\gamma\text{-FeO(OH)}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ 89.9 Fe 62.9	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 (Siderite)	$\text{FeCO}_3$	FeO 62.07 $\text{CO}_2$ 37.93	

#### A.1.2 铁矿石的自然类型

A.1.2.1 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、钒钛磁铁矿石、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。

A.1.2.2 按矿石中主要脉石矿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。

A.1.2.3 按结构构造可分为浸染状、网脉状、条纹一条带状、致密块状、角砾状、鲕状、肾状、蜂窝状、粉状铁矿石等。

#### A.1.3 铁矿石工业类型

A. 1. 3. 1 炼钢用铁矿石：含铁量  $\omega(\text{TFe}) \geq 56\%$ 、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)。

A. 1. 3. 2 炼铁用铁矿石：含铁量  $\omega(\text{TFe}) \geq 50\%$  [褐铁矿石、菱铁矿石扣除烧损后含铁量  $\omega(\text{TFe}) \geq 50\%$ ]、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。见表A. 2。

表A. 2 铁矿石及铁精矿粉按主要造渣组分比值的分类表

矿石类型	$\omega(\text{CaO}+\text{MgO})/\omega(\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)$
碱性矿石	$>1.2$
自熔性矿石	$1.2\sim 0.8$
半自熔性矿石	$<0.8\sim 0.5$
酸性矿石	$<0.5$

注：当MgO和Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量都很低，亦可采用  $\omega(\text{CaO})/\omega(\text{SiO}_2)$  值确定酸碱度。

A. 1. 3. 3 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入炉冶炼要求的统称需选铁矿石。这些矿石需要选矿、烧结或球团处理后，才能入炉冶炼。

需选铁矿石从选矿工艺要求出发，根据磁性铁(mFe)对全铁(TFe)的占有率，将其划分为磁性铁矿石和弱磁性铁矿石。 $\omega(\text{mFe})/\omega(\text{TFe}) \geq 85\%$ 为磁性铁矿石， $\omega(\text{mFe})/\omega(\text{TFe}) < 85\%$ 为弱磁性铁矿石。当矿石矿物成分复杂，矿石中硅酸铁(siFe)、硫化铁(sfFe)和碳酸铁(cFe)的质量分数大于3%，或三者之和大于3%时， $\omega(\text{mFe})/\omega(\text{TFe}-\text{siFe}-\text{sfFe}-\text{cFe}) \geq 85\%$ 为磁性铁矿石， $\omega(\text{mFe})/\omega(\text{TFe}-\text{siFe}-\text{sfFe}-\text{cFe}) < 85\%$ 为弱磁性铁矿石。

## A. 2 锰矿物及锰矿石类型

### A. 2. 1 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A. 3。

表A. 3 锰的工业矿物表

类	矿物名称	曾用名	化学分子式	Mn 及特征元素含量( $\omega_s$ ) %	附注
氧化物—氢氧化物类	硬锰矿 (Psilomelane)		$\text{BaMn}^{2+}\text{Mn}_9^{4+}\text{O}_{20} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Mn 45~60	氧化锰矿石中的主要矿物
	锰钾矿 (Cryptomelane)	隐钾锰矿 <sup>*</sup>	$\text{K}_2\text{Mn}^{2+}\text{Mn}_7^{4+}\text{O}_{16}$	MnO <sub>2</sub> 79~90 MnO 0~6 K <sub>2</sub> O 2~4	氧化锰矿石中的主要矿物，属 $\alpha$ -MnO <sub>2</sub>
	锰钡矿 (Hollandite)	钡硬锰矿 <sup>*</sup> 、碱硬锰矿 <sup>*</sup>	$\text{Ba}_2\text{Mn}^{2+}\text{Mn}_7^{4+}\text{O}_{16}$	MnO <sub>2</sub> 66~88 MnO 0~9 BaO 2~18	常见氧化锰矿物
	钙锰石 (Rancieite)	兰西锰矿 <sup>*</sup> 、钙硬锰矿 <sup>*</sup>	$(\text{Ca}, \text{Mn}^{2+})\text{Mn}_4^{4+}\text{O}_9 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	MnO <sub>2</sub> 65~75 MnO 0~14 CaO 3~12	见于锰碳酸盐和锰硅酸盐岩的风化带中
	锰铅矿 (Coronadite)	铅硬锰矿 <sup>*</sup> 、铅锰氧石	$\text{PbMn}^{2+}\text{Mn}_7^{4+}\text{O}_{16}$	MnO <sub>2</sub> 60± MnO 8± PbO 20~33	含铅次生锰矿中的常见铅锰矿物

表 A.3 锰的工业矿物表(续)

类	矿物名称	曾用名	化学分子式	Mn 及特征元素含量(ω <sub>B</sub> ) %	附注
氧化物—氢氧化物类	锂硬锰矿 (Lithiophorite)		(Li, Al)MnO <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>	MnO <sub>2</sub> 45~60 MnO 0.5~8 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 17~24 LiO <sub>2</sub> 0.4~3	次生钴锰矿床中的主要载钴、镍矿物, 含钴可达0.6%~10%
	水羟锰矿 (Vernadite)	复水锰矿 偏锰酸矿 <sup>+</sup>	(Mn <sup>4+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , Ca, Na)(O, OH) <sub>2</sub> ·nH <sub>2</sub> O	MnO <sub>2</sub> 71± MnO 1.8±	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 (Pyrolusite)		β-MnO <sub>2</sub>	MnO <sub>2</sub> 90~98	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 (Nsutite)	恩苏塔矿 <sup>+</sup>	Mn <sub>x</sub> <sup>2+</sup> Mn <sub>1-x</sub> <sup>4+</sup> O <sub>2-2x</sub> (OH) <sub>2x</sub> x=0.06~0.07(大多数)	MnO <sub>2</sub> 89~93 MnO 0.8~1.8	锰矿氧化带中常见矿物, 属ρ-MnO <sub>2</sub> , 具有良好的放电性能
	拉锰矿 (Ramsdellite)	兰姆斯德矿、斜方软锰矿 <sup>+</sup>	γ-MnO <sub>2</sub>	MnO <sub>2</sub> 90~97	放电性能好, 但较少见
	钙锰矿 (Todorokite)	钡镁锰矿 托锰矿 <sup>+</sup>	(Mn, Ca, Mg)Mn <sub>3</sub> O <sub>7</sub> ·H <sub>2</sub> O	MnO <sub>2</sub> 50~79 MnO 3~13 BaO 0.2~3 CaO 3.0± MgO 1±	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 (Birnessite)	钠水锰矿 <sup>+</sup>	Na <sub>4</sub> Mn <sub>14</sub> O <sub>27</sub> ·9H <sub>2</sub> O	MnO <sub>2</sub> 66~79 Na <sub>2</sub> O 0.16~12	现代海洋锰结核中的主要矿物, 也见于锰矿床氧化带的下部
	水锰矿 (Manganite)		γ-MnO(OH)	Mn 55~62	原生沉积氧化锰矿石中的主要矿物之一
	褐锰矿 (Braunite)		3(Mn, Fe) <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Mn, Mg, Ca)SiO <sub>3</sub>	Mn 55~60 SiO <sub>2</sub> 8.5~11	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 (Hausmannite)		Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Mn 45~65	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 (Jacobsite)	黑镁铁锰矿 <sup>+</sup>	(Mn, Fe, Mg)·(Fe, Mn) <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Mn 24± Fe 42±	变质锰矿床或原生氧化锰矿石中常见矿物之一
	方铁锰矿 (Bixbyite)		(Mn, Fe) <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn 52~62	变质锰矿床中或原生氧化锰矿石中出现
	方锰矿 <sup>+</sup> (Manganosite)		MnO	Mn 77.4	变质锰矿床中或原生氧化锰矿石中出现
	水锌锰矿 (Hydrohetaerolite)		Zn <sub>2</sub> Mn <sub>4</sub> O <sub>8</sub> ·H <sub>2</sub> O	Mn 38± ZnO 37±	含锌次生氧化锰矿床中常见锰矿物
	黑锌锰矿 (Chalcophanite)		(Zn, Fe <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup> )Mn <sub>3</sub> <sup>4+</sup> O <sub>7</sub> ·3H <sub>2</sub> O	MnO <sub>2</sub> 60~64 MnO 0.8~6 ZnO 14~21	含锌次生氧化锰矿床中常见锰矿物
碳酸盐类	菱锰矿 (Rhodochrosite)		MnCO <sub>3</sub>	Mn 35~45	碳酸锰矿石中主要矿物
	钙菱锰矿 (Calciorhodo-chrosite)		(Mn, Ca)CO <sub>3</sub>	Mn 25~35	碳酸锰矿石中主要矿物
	锰方解石 (Manganocalcite)		(Ca, Mn)CO <sub>3</sub>	Mn 15~27	碳酸锰矿石中主要矿物
	锰白云石 (Kutnahorite)		Ca(Mn, Mg)(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Mn 15~18	碳酸锰矿石中常见矿物
	铁菱锰矿 (Ferrorhodo-chrosite)		(Mn, Fe)CO <sub>3</sub>	Mn 32~38 Fe 5~15	铁锰碳酸盐矿石中常见矿物

表 A.3 锰的工业矿物表(续)

类	矿物名称	曾用名	化学分子式	Mn 及特征元素含量( $\omega_B$ ) %	附注
硫化物类	硫锰矿 (Alabandite)		MnS	Mn 63.14 S 36.86	变质和内生锰床中可大量出现, 沉积碳酸锰矿床中可少量出现
	褐硫锰矿 (Hauerite)		MnS <sub>2</sub>	Mn 46.14 S 53.86	变质和内生锰矿床中出现
硼酸盐类	锰方硼石 (Chambersite)		Mn <sub>3</sub> B <sub>7</sub> O <sub>13</sub> Cl	Mn 42.00 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 49.29 Cl 6.60	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 (Rhodonite)		(Mn, Ca)SiO <sub>3</sub>	MnO 47.05 CaO 6.97 SiO <sub>2</sub> 45.98	变质及热液矿床中常见
	锰铝榴石 (Spessartite)		Mn <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MnO 21~38 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 18~20 SiO <sub>2</sub> 35~38	变质及热液矿床中常见
	锰铁叶蛇纹石 (Mangano ferrosan tigorite)		(Mn, Fe, Mg) <sub>4</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>10</sub> · 3H <sub>2</sub> O	MnO 31.74 FeO 14.41 MgO 6.31 SiO <sub>2</sub> 45.98	变质及热液矿床中出现
	蜡硅锰矿 (Bementite)		Mn <sub>8</sub> Si <sub>16</sub> O <sub>15</sub> (OH) <sub>10</sub>	MnO 34~50	除变质及热液矿床中出现外, 与火山喷发形成的锰矿床中, 多有蜡硅锰矿

### A.2.2 锰矿石自然类型

A.2.2.1 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; 以及由上述两种或两种以上类型的矿物构成的复合矿石。

A.2.2.2 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。

### A.2.3 锰矿石工业类型

A.2.3.1 冶金用锰矿石:

a) 根据  $\omega(P)/\omega(Mn)$  比值分为:

低磷矿石: 比值:  $\leq 0.003$ ;

中磷矿石: 比值为  $0.003 \sim 0.006$ ;

高磷矿石: 比值  $> 0.006$ ;

b) 根据  $\omega(CaO+MgO)/\omega(SiO_2+Al_2O_3)$  比值分为:

1) 酸性矿石: 比值  $< 0.8$ ;

2) 自熔性矿石: 比值为  $0.8 \sim 1.2$ ;

3) 碱性矿石: 比值  $> 1.2$ ;

c) 根据  $\omega(Mn)/\omega(Fe)$  比值划分为:

4) 铁锰矿石: 比值  $< 1$ ;

5) 高铁锰矿石:  $1 < \text{比值} \leq 3$ ;

6) 中铁锰矿石:  $3 < \text{比值} \leq 6$ ;

7) 低铁锰矿石: 比值  $> 6$ 。

A.2.3.2 电池用锰矿石可根据其中MnO<sub>2</sub>内部晶形结构划分为 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 、 $\delta$ 、 $\rho$ 型等放电锰矿石。

A. 2. 3. 3 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。

### A. 3 铬矿物及铬矿石类型

#### A. 3. 1 铬矿物

铬的工业矿物见表 A. 4。

表A. 4 铬的工业矿物表

矿物名称		化学分子式	$\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3)$ %	附注
铬铁矿 (亚铁铬铁矿)	镁铬铁矿 (Magnesiochromite)	$(\text{Mg}, \text{Fe})\text{Cr}_2\text{O}_4$ Mg 1~0.75 Fe 0~0.25	50~60	少见
	铁镁铬铁矿 (Magnesioferrochromite)	$(\text{Mg}, \text{Fe})\text{Cr}_2\text{O}_4$ Mg 0.5~0.75 Fe 0.25~0.5	50~60	常见
	镁铁铬铁矿 (Ferromagnesiochromite)	$(\text{Fe}, \text{Mg})\text{Cr}_2\text{O}_4$ Mg 0.5~0.25 Fe 0.5~0.75	50~60	常见
	铁铬铁矿 (Ferrochromite)	$(\text{Fe}, \text{Mg})\text{Cr}_2\text{O}_4$ Mg 0.25~0 Fe 0.75~1	50~60	少见
铝铬铁矿	铝-铁镁铬铁矿 (Alumo-Magnesioferrochromite)	$(\text{Mg}, \text{Fe})(\text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_4$	32~50	产于高铝超基性岩中
	铝-镁铁铬铁矿 (Alumo-Ferromagnesiochromite)	$(\text{Fe}, \text{Mg})(\text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_4$	32~50	产于高铝超基性岩中
高铁铬铁矿	高铁铬铁矿 (Ferri-chromite)	$(\text{Mg}, \text{Fe})(\text{Cr}, \text{Fe})_2\text{O}_4$	32~50	产于纯橄岩和斜辉辉橄岩中
	铝-高铁铬铁矿 (Alumo-Ferri-chromite)	$(\text{Mg}, \text{Fe})(\text{Cr}, \text{Fe}, \text{Al})_2\text{O}_4$	32~50	又称含铁富铁铝铬铁矿
硬铬尖晶石 (Chrompicotite)		$(\text{Mg}, \text{Fe})(\text{Cr}, \text{Al})_2\text{O}_4$	32~38	

#### A. 3. 2 铬矿石自然类型

铬矿石的自然类型见表 A. 5。

表A. 5 铬矿石自然类型表

矿石类型		铬矿物密集程度	铬矿物质量分数 %	$\text{Cr}_2\text{O}_3$ 估计质量分数 %
致密块状矿石		极密集	>80	>40
浸染状矿石	稠密浸染	较密集	50~80	25~40
	中等浸染	中等程度密集	30~50	15~25
	稀疏浸染	稀疏	10~30	5~15

#### A. 3. 3 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 B

### （资料性附录）

### 铁、锰、铬矿矿床主要类型

#### B.1 铁矿床主要类型

##### B.1.1 岩浆晚期铁矿床

###### B.1.1.1 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千米至数十千米，宽一至几千米。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，粒状钛铁矿为次，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、橄榄石、磷灰石等。矿石一般  $\omega(\text{TFe})$  20%~45%， $\omega(\text{TiO}_2)$  3%~16%， $\omega(\text{V}_2\text{O}_5)$  0.15%~0.5%， $\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3)$  0.1%~0.38%，伴生有Cu、Co、Ni、Ga、Mn、P、Se、Te、Sc及铂族元素等。矿石均需选矿后才可冶炼。矿床实例：攀枝花铁矿。

###### B.1.1.2 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 useful 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。

##### B.1.2 接触交代-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-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，厚度几米至几十米。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。矿石全铁质量分数30%~70%，硫质量分数一般在4%以下，磷低， $\omega(\text{SiO}_2)$  4%~15%，伴生有Cu、Co、Ni、Pb、Zn、Au、Ag、W、Sn、Mo等。矿石一般

可选性良好，除某些含锡较高的矿床未利用外，均已被广泛开采利用。矿石中常含有能综合回收的伴生有用元素，如Co、Ni、Cu、Au、Ag、S等。矿床实例：大冶铁矿。

### B.1.3 与火山-侵入活动有关的铁矿床

#### B.1.3.1 与陆相火山-侵入活动有关的铁矿床

矿床在火山机构中的产出位置可分为：①产于火山碎屑岩中的火山-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中的矿体规模最大，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。大型矿体长千米以上，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 $\omega(\text{TFe})$ 为17%~30%，块状矿石一般 $\omega(\text{TFe})$ 为35%~57%， $\omega(\text{P})$ 为0.1%~1.34%， $\omega(\text{S})$ 为0.03%~8%或更高， $\omega(\text{V}_2\text{O}_5)$ 为0.1%~0.3%。矿床实例：梅山铁矿。

#### B.1.3.2 与海相火山-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-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-侵入活动有关的矿床相同，并具有杏仁状构造、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-侵入活动有关的铁矿床相似，并多含Cu、Co。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S、P、 $\text{V}_2\text{O}_5$ 、Cu、Co等，可综合回收。矿床实例：大红山铁矿。

### B.1.4 沉积铁矿床

#### B.1.4.1 浅海相沉积铁矿床

B.1.4.1.1 早震旦世沉积赤铁矿、菱铁矿矿床：产于长城系串岭沟组底部，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0.7m~2m。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 $\omega(\text{TFe})$ 为30%~50%，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。

B.1.4.1.2 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。矿石以中等品位为主， $\omega(\text{TFe})$ 为25%~50%，一般含磷高含硫低。矿床实例：火烧坪铁矿。

#### B.1.4.2 海陆交替-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。 $\omega(\text{TFe})$ 为30%~55%，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。

## B.1.5 沉积变质铁矿床

### B.1.5.1 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，极少数可达十余千米，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 $\omega(\text{TFe})$ 为20%~40%， $\omega(\text{SiO}_2)$ 为40%~50%，一般要做选矿处理；少数矿区产有富矿， $\omega(\text{TFe})$ 达50%~60%，含硫、磷低，可供直接入炉冶炼用。矿床实例：鞍山铁矿、袁家村铁矿。

### B.1.5.2 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。矿体呈层状、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。

## B.1.6 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 $\omega(\text{TFe})$ 为35%~60%。多数矿床随原生矿(岩)石的不同成分，常含Pb、Zn、Cu、As、Co、Ni、S、Mn、W、Bi等杂质。矿石难选，工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。

## B.1.7 其它类型铁矿床

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。

石碌铁矿的地层主要为一套新元古代青白口纪浅海泻湖相沉积岩系，并经过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2570m，宽460m，最大垂厚430m。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 $\omega(\text{TFe})$ 为51%， $\omega(\text{SiO}_2)$ 为6%~33%， $\omega(\text{S})$ 为0.22%~0.6%， $\omega(\text{P})$ 为



0.01%~0.04%。矿石中  $\omega(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2) > 90\%$ 。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中新元古界浅变质的石英岩、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，呈似层状、透镜状顺层产出。含矿带东西长16km，南北宽1km~2km，主矿体长1250m，水平厚度平均为245m，真厚度99m，最大延深970m。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。近矿围岩中含稀有、稀土元素，有时可单独构成矿体。铁矿石  $\omega(\text{TFe})$  为27%~55%，平均  $\omega(\text{TFe})$  为31%~36%， $\omega(\text{S})$  为0.2%~2%， $\omega(\text{P})$  为0.3%~1%， $\omega(\text{F})$  为2%~10%， $\omega(\text{TR}_2\text{O}_3)$  为2%~8%， $(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_5$  在富集地段质量分数为0.05%~0.1%。由于矿石组分复杂，属难选矿石。

## B.2 锰矿床主要类型

### B.2.1 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，新元古界南华系大塘坡组(湘锰组)、震旦系下统陡山沱组，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(巴平组)、阿克沙克组(非主要)，二叠系中统茅口组、孤峰组、上统龙潭组，三叠系下统菠茨沟组和北四组、中统法郎组、上统松桂组等。按含矿岩系和锰矿层特征，分为六个亚类。

- a) 产于硅质岩、泥质灰岩、硅质灰岩中的碳酸锰矿床：含矿岩系以富含硅质、泥质，以及出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-锰方解石型、锰方解石型；有的矿床局部出现锰的硅酸盐-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；矿层浅部发育次生氧化带；分布于台盆或台槽区，矿床规模多属中、大型。矿床实例：下雷锰矿、龙头锰矿。
- b) 产于黑色页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、粘土岩，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-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。
- c) 产于杂色岩系中的灰质氧化锰、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；矿层多产于碎屑岩到碳酸盐过渡带，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；原生矿石有灰质氧化锰类型和碳酸锰类型，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-锰方解石型；脉石矿物以石英、玉髓或方解石为主；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。
- d) 产于白云岩、白云质灰岩中的碳酸锰矿床：含矿岩系或含矿岩段为白云岩、粉砂质白云岩、白云质灰岩；矿体呈层状、似层状、透镜状；矿石有菱锰矿型，锰方解石-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羟锰矿型矿石为主；矿床规模大、中、小型都有。矿床实例：白显锰矿。

- e) 产于火山-沉积岩系中的碳酸锰矿床：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向碳酸盐岩过渡部位。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。
- f) 产于含磷页岩或含磷硅泥质岩系的碳酸锰矿床：含矿岩系由黑色条带状页岩(板岩)夹层状、透镜状、条带状碳酸锰矿层，或由黑色页岩、含磷白云质灰岩夹中-薄层碳酸锰矿和磷块岩互层组成。碳酸锰矿石矿物主要是菱锰矿类和钙菱锰矿类，或是锰白云石类，多属酸性矿石。矿床实例：高燕锰矿、天台山锰矿。

## B.2.2 沉积变质/改造锰矿床

B.2.2.1 沉积变质锰矿床：产于热变质或区域变质岩系中的锰矿床，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，主要为菱锰矿-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-奥长石、闪石、辉石、石榴子石、云母等；围岩多属千枚岩、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。

B.2.2.2 接触变质锰矿床：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-菱锰矿型或硫锰矿-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。

B.2.2.3 热液叠加改造锰矿床：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出，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-菱锰矿型、硫锰矿-磁铁矿型和闪锌矿-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-硬锰矿型的锰矿石和软锰矿、硬锰矿-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。

## B.2.3 风化锰矿床

B.2.3.1 沉积含锰岩层的锰帽矿床：为原生沉积含锰岩层，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。

B.2.3.2 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。

**B. 2. 3. 3 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、铜等多种有用金属，具有一定规模，可具有工业利用价值。矿床实例：七宝山铁锰矿、连州铁锰矿。

**B. 2. 3. 4 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。

**B. 2. 3. 5 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，受含锰层的出露和地貌形态的控制；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。

### B. 3 铬矿床主要类型

#### B. 3. 1 层状铬矿床

矿床产于具有层状特征、韵律构造的基性-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-稠密浸染状，品位中等， $\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3)/\omega(\text{FeO})$ 值一般小于2。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。

#### B. 3. 2 基性-超基性岩型似层状铬矿床

产于地台区受深断裂控制的高温橄榄岩中，含矿岩石为超基性-基性岩，岩体多为纯橄岩为主的纯橄岩-单斜辉石岩杂岩体。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。含矿岩体按产状可分为同心环状岩体(高寺台、放马峪、平顶山)、岩墙(太平溪)、单斜岩体三种。矿体形态复杂，多呈扁豆状、透镜状、脉状和不规则团块状。已知矿床规模均属小型，矿体长一般几十米，最大200m左右，厚0.5~7m。金属矿物主要为铬铁矿，其次为少量磁铁矿、黄铁矿、黄铜矿。矿石结构主要为自形、半自形、他形细粒-中粒结构。矿石构造主要为不同类型的浸染状、块状、条带状构造，还常见有显微环状、斑点状构造。矿石含 $\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3)$ 为5%~20%， $\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3)/\omega(\text{FeO})$ 小于2。该类矿床的资源储量在我国铬矿资源储量中占有比例很小，基本上为贫矿，需经选矿方能提供工业利用。这类矿床有河北的高寺台铬矿、毛家厂铬矿；北京的放马峪铬矿、平顶山铬矿等。

#### B. 3. 3 蛇绿岩型豆荚状铬矿床

为我国铬矿矿床的主要类型，与造山带蛇绿岩带(套)密切相关。矿体多赋存于以斜辉辉橄岩为主的纯橄岩、斜辉辉橄岩型镁质超基性岩体中，这些岩体的M/F的比值一般都大于8。在靠近纯橄岩岩相接触带的一定距离内，由厚度不大的斜辉辉橄岩、纯橄岩频繁交替出现，且蛇纹石化较强，还伴随有较多的构造破碎带、片理化带和辉长-辉绿岩脉，构成“含矿构造岩相带”。“含矿构造岩相带”是岩体内豆荚状铬矿体产出的主要部位。其带内矿体常成群、成带、分段集中，在平面上多雁行式展布，剖面上叠瓦状排列，具分支复合、尖灭再现和沿侧伏方向延伸等特征。近矿围岩以斜辉辉橄岩为主，纯橄岩次之，矿与围岩界线清楚。矿体产状多变，形态复杂，常呈豆荚状、雪茄状、扁豆状、囊状、透镜状或其它不

规则状产出。在岩石组合上有两种：一是在堆晶岩中出现有辉石岩类，岩体由地幔橄榄岩和辉石岩、辉长岩等组成，纯橄岩、辉橄岩中明显含有单斜辉石。如罗布莎岩体，含矿性好，矿石质量高，主要为冶金级矿石，探获的资源储量较多；二是在堆晶岩中出现有橄长岩类，岩体由地幔橄榄岩和含有斜长石的橄榄辉长岩等组成，如新疆洪古勒楞岩体、内蒙贺根山均属此列，含斜长石是其特征。两种不同类型的岩石组合，其含矿性前者明显好于后者。矿石结构有：它形-半自形晶粒状结构、碎裂结构、残碎结构、包橄结构、交代网脉状结构、塑性变形结构等。矿石构造有致密块状、浸染状、豆状构造、瘤状构造等。矿石矿物中除铬尖晶石和蛇纹石、绿泥石外，尚见橄榄石、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、金刚石、柯石英及铂族矿物等。该类的一部分矿床矿石中 $\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3)$ 在45%以上， $\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3)/\omega(\text{FeO})$ 大于3.5；另一部分矿床矿石中 $\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3)$ 为20%~35%， $\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3)/\omega(\text{FeO})$ 比值为2~2.7。蛇绿岩型豆荚状铬矿矿床是我国铬矿床的主要类型。矿床实例：罗布莎铬矿、东巧铬矿、萨尔托海铬矿、鲸鱼铬矿、贺根山铬矿。

#### B.3.4 外生铬矿床(残坡积矿床、滨海砂矿、河床砂矿等)

该类矿床是内生铬矿床或基性-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。

### B.4 铁、锰、铬矿床规模划分

铁、锰、铬矿床规模划分见表B.1。

表B.1 铁、锰、铬矿床规模划分表

矿种		统计对象(单位)	矿床规模		
			大型	中型	小型
铁矿	贫矿	矿石( $\times 10^8\text{t}$ )	>1	0.1~1	<0.1
	富矿	矿石( $\times 10^8\text{t}$ )	>0.5	0.05~0.5	<0.05
锰矿		矿石( $\times 10^4\text{t}$ )	>2000	200~2000	<200
铬矿		矿石( $\times 10^4\text{t}$ )	>500	100~500	<100

## 附录 C

(资料性附录)

## 铁、锰、铬矿的勘查类型确定及勘查工程间距

## C.1 勘查类型确定

## C.1.1 主要地质因素的分类和类型系数赋值

C.1.1.1 矿体规模：分为大、中、小型三类，其类型系数见表C.1：

表C.1 矿体规模分类及类型系数赋值表

矿种	规模	长度 m	延深 m	类型系数
铁矿	大型	>1000	>500	[0.60, 0.50)
		表生风化型连续展布面积大于 1.0(km) <sup>2</sup>		
	中型	500~1000	200~500	[0.50, 0.30)
		表生风化型连续展布面积 0.1~1.0(km) <sup>2</sup>		
	小型	<500	<200	[0.30, 0.20]
		表生风化型连续展布面积小于 0.1(km) <sup>2</sup>		
锰矿	大型	>1000	>500	[0.60, 0.40)
		表生风化型连续展布面积大于 1.0(km) <sup>2</sup>		
	中型	500~1000	200~500	[0.40, 0.30)
		表生风化型连续展布面积 0.1~1.0(km) <sup>2</sup>		
	小型	<500	<200	[0.30, 0.20]
		表生风化型连续展布面积小于 0.1(km) <sup>2</sup>		
铬矿	大型	>500	>200	[0.90, 0.70)
	中型	200~500	100~200	[0.70, 0.50)
	小型	<200	<100	[0.50, 0.30]

注：表中类型系数表达为区间，其中“[”或“]”为“含本数值”，“(”或“)”为“不含本数值”。下同。

C.1.1.2 矿体形态和内部结构复杂程度：分为简单、中等、复杂三类，其类型系数见表C.2。

表C.2 矿体形态和内部结构复杂程度分类及类型系数赋值表

矿体形态和 内部结构复杂程度	特征描述	类型系数		
		铁矿	锰矿	铬矿
简单	矿体以层状或似层状产出；分枝复合少，夹石很少见。	[0.90, 0.70)	[0.90, 0.70)	[0.90, 0.80)
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。	[0.70, 0.40)	[0.70, 0.50)	[0.80, 0.70)
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出；膨胀收缩和分枝复合多且复杂。	[0.40, 0.30]	[0.50, 0.30]	[0.70, 0.30]

C.1.1.3 构造(或脉体穿插)对矿体的破坏程度：分为简单、中等、复杂三类。其类型系数见表C.3：

表C.3 构造(或脉体穿插)对矿体的破坏程度划分及类型系数赋值表

构造(或脉体穿插)对矿体的破坏程度	特征描述	类型系数		
		铁矿	锰矿	铬矿
简单	产状稳定,呈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,但对矿体的稳定程度无明显影响。	[0.90, 0.60)	[0.90, 0.70)	[0.60, 0.40)
中等	产状较稳定,常呈波状褶皱产出;有为数不多,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。	[0.60, 0.50)	[0.70, 0.60)	[0.40, 0.30)
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。	[0.50, 0.30]	[0.60, 0.30]	[0.30, 0.20]

C.1.1.4 矿体有用组分分布均匀程度:分为均匀、较均匀、不均匀三类,其类型系数见表C.4:

表C.4 矿体有用组分分布均匀程度划分及类型系数赋值表

有用组分分布均匀程度	特征描述	类型系数		
		铁矿	锰矿	铬矿
均匀	矿化连续,品位分布均匀(品位变化系数 $V_a < 50\%$ ),品位变化曲线为平滑型(相邻品位绝对差值 $< 5\%$ )。	[0.30, 0.18)	[0.30, 0.24)	[0.30, 0.23)
较均匀	矿化基本连续,品位分布较均匀(品位变化系数 $V_a = 50\% \sim 100\%$ ),品位变化曲线以波型(相邻品位绝对差值 $5\% \sim 7\%$ )为主,兼有尖峰型(相邻品位绝对差值 $7\% \sim 11\%$ )。	[0.18, 0.15)	[0.24, 0.11)	[0.23, 0.19)
不均匀	矿化不连续或很不连续,品位分布不均匀或很不均匀(品位变化系数 $V_a > 100\%$ ),品位变化曲线为尖峰型或多峰型(相邻品位绝对差值 $> 11\%$ )。	[0.15, 0.10]	[0.11, 0.10]	[0.19, 0.10]

C.1.1.5 矿体厚度稳定程度:分为稳定、较稳定、不稳定三类,其类型系数见表C.5:

表C.5 矿体厚度稳定程度划分及类型系数赋值表

矿体厚度稳定程度	特征描述	类型系数		
		铁矿	锰矿	铬矿
稳定	厚度变化小,厚度变化系数 $V_a < 50\%$ 。	[0.30, 0.20)	[0.30, 0.21)	[0.30, 0.26)
较稳定	厚度变化中等,厚度变化系数 $V_a = 50\% \sim 100\%$ 。	[0.20, 0.12)	[0.21, 0.11)	[0.26, 0.16)
不稳定	厚度变化大,厚度变化系数 $V_a > 100\%$ 。	[0.12, 0.10]	[0.11, 0.10]	[0.16, 0.10]

C.1.2 勘查类型的确定及其类型系数

C.1.2.1 勘查类型分类及类型系数见表C.6:

表C.6 铁、锰、铬矿床勘查类型分类及类型系数取值表

勘查类型	类型系数和		
	铁矿	锰矿	铬矿
I(简单)	[3.00, 2.40)	[3.00, 2.50)	[3.00, 2.70)
II(中等)	[2.40, 1.70)	[2.50, 2.10)	[2.70, 2.30)
III(复杂)	[1.70, 1.00]	[2.10, 1.00]	[2.30, 1.00]

C.1.2.2 类型系数法的原理是在统计已知矿床勘查类型主要影响因素的基础上，将影响勘查类型确定的主要因素量化后，对拟勘查矿床进行勘查类型划分的方法，是发展中的科学，需要在实践中不断完善。因而在使用类型系数法确定勘查类型时，不应机械地套用类型系数，应本着从实际出发，在实践中修订的原则合理取值，避免人为提高或降低勘查类型。

C.1.2.3 在采用类型系数法的同时，也可结合传统类比方法、地质统计学法、SD法综合确定勘查类型。

C.1.2.4 对延深大于延长的矿体，在确定勘查类型、划分矿体规模时，应参照表C.1灵活掌握。

### C.1.3 铁、锰、铬矿勘查类型确定实例

见表 C.7、表 C.8、表 C.9。

表C.7 铁矿勘查类型确定实例表

矿床名称	确定勘查类型的主要地质因素					勘查实况		套用本规范		
	矿体规模	矿体形态和内部结构复杂程度	构造(或脉体穿插)对矿体的破坏程度	矿体有用组分分布均匀程度	矿体厚度稳定程度	勘查类型与工程间距	探采对比	勘查类型确定依据	勘查类型	工程间距
1. 南芬铁矿： 沉积变质型(鞍山式) 12.89 亿吨 $\omega$ (TFe) 31.82%	主矿层(第三层矿)：占矿床总储量的82%。长度 3400m，矿层厚度 6.09~156.92m，平均 87.88m，从地表向下垂深大于 1145m。	厚大、稳定、规则的层状矿体。	呈单斜产出，沿走向、倾向均呈舒缓波状起伏。矿体西北段顶部被断层 F <sub>1</sub> 切割，在详勘地段矿体中断层少。	矿石以磁铁矿石岩为主，呈条带状构造，矿化连续，品位分布均匀。	由地表至-200m，高差大于 500m，平均厚度变化如下：92m~88m~94m。	1952~1976 年勘探，第 I 勘探类型。 A <sub>2</sub> 级：200m×200m； B 级：(200m~230m)×(200m~260m)； C <sub>1</sub> 级：(200m~350m)×(200m~400m)。	1976 年已采 12 个露采平台，探采资料对比：面积重合率 89%，平均品位绝对误差 [ $\omega$ (TFe)] 为 -1.43%，储量平均相对误差 -3.16%。	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，厚度稳定。按本规范勘查类型确定的方法，计算各因素类型系数之和等于 2.84，应定为第 I 勘查类型。	I	探明的： 200m×200m 控制的： 400m×(200m~400m)
	大型 (类型系数 0.60)	简单 (类型系数 0.90)	简单 (类型系数 0.80)	均匀 (类型系数 0.27)	稳定 (类型系数 0.27)					
2. 袁家村铁矿： 沉积变质型(难选冶) 12.19 亿吨 $\omega$ (TFe) 32.37%	I 号矿体累计探明储量 22064.1 万吨，占矿床全部探明储量的 18.05%。其长 1375m，延深大于 1200m，平均厚度 84.7m。	矿体一般呈层状、似层状。I 号矿体厚度大，稳定，亦呈层状产出。	矿体呈层状，走向近 SN，南部有所扭曲，呈极弱的“S”型构造，构造简单。	品位变化系数 $V_c=11.75\%$ 。	厚度变化系数 $V_h=25.7\sim 52.4\%$ 。	上世纪 80 年代勘探，受选矿影响呆滞 27 年。以主矿体确定为第 I 勘探类型。 B 级：200m×200m； C 级：400m×200m； 2012 年生产勘探：100m×100m。	采用 1980 年和 2016 年不同时期地质剖面进行探采对比：矿体面积重合率大部分在 90%以上，储量最大相对误差 1.0107%	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，厚度稳定。按本规范勘查类型确定的方法，计算各因素类型系数之和等于 2.84，应定为第 I 勘查类型。	I	探明的： 200m×200m 控制的： 400m×(200m~400m)
	大型 (类型系数 0.60)	简单 (类型系数 0.90)	简单 (类型系数 0.85)	均匀 (类型系数 0.28)	稳定 (类型系数 0.21)					
3. 攀枝花铁矿： 岩浆晚期分异型(攀枝花式) 10.8 亿吨 $\omega$ (TFe) 33.23%	由 I~II 矿带组成上部含矿层，IV~IX 矿带组成下部含矿层(为主要勘探及开采对象)。其中 VIII 号矿带为主矿体(带)。矿体长 800~1730m，垂深已分别控制 340~650m。	单矿体形态与层状辉长岩韵律层多保持一致，呈似层状产出。	矿体的总体走向 20~40°，倾向北西，倾角 30~60°。断层发育，主要有 NE 向逆断层、SN 向和 NW 向横断层三组；均对矿体有一定程度的破坏。	主矿种元素(Fe)分布较均匀、但共伴生元素多而复杂(计 12 种可综合利用元素)。主要矿体 TFe 品位变化系数 $V_c=1.41\sim 28.45\%$ 。	平均厚度 24.63m~55.67m，厚度变化系数 $V_h=32.45\sim 52.81\%$ 。	1955~1958 年详查，1965 年补勘，第 I~II 勘探类型。 A <sub>2</sub> 级：100m×(50m~60m)； B 级：100m×(100m~120m)； C <sub>1</sub> 级：200m×(100m~120m)。	稀空 200m×100m 与 A <sub>2</sub> 对比：品位差 0.35%，储量差 4.85%。已采地段与 A <sub>2</sub> 级对比(段高 15m)，5 个台阶储量相对误差为 1.07%、1.92%、3.31%、3.75%、13.08%	矿体规模大型、形态简单、构造中等、主元素分布均匀、厚度稳定，按本规范勘查类型确定的方法，计算各因素类型系数之和等于 2.21，应定为第 II 勘查类型。	II	探明的： 100m×(50m~100m) 控制的： 200m×(100m~200m)
	大型 (类型系数 0.60)	简单到中等 (类型系数 0.70)	中等 (类型系数 0.50)	均匀 (类型系数 0.20)	稳定 (类型系数 0.21)					



表 C.7 铁矿勘查类型确定实例表(续)

矿床名称	确定勘查类型的主要地质因素					勘查实况		套用本规范		
	矿体规模	矿体形态和内部结构复杂程度	构造(或脉体穿插)对矿体的破坏程度	矿体有用组分分布均匀程度	矿体厚度稳定程度	勘查类型与工程间距	探采对比	勘查类型确定依据	勘查类型	工程间距
4. 新余良山铁矿：典型的“红绸舞”式沉积变质铁矿床。 4870.68万吨 $\omega$ (TFe) 26.94%	长 3000m, 垂深大于 700m	单层呈层状、似层状, 次级褶皱发育, 由浅到深次级褶皱由繁到简, 经 5 次褶皱变形影响, 整体呈复杂的“红绸舞”式形态。	主矿体为倾向北西的单斜构造, 次级褶皱发育, 断裂不很发育, 且断距多小于 50 米。	主要矿物为磁铁矿、镜铁矿、石英、绿泥石等, TFe 品位 18~52.55%, 平均 26.94%。TFe 品位变化系数 $V_c=20.35\%$ 。	矿体厚度 1.01m~19.12m; 平均 4.91m, 厚度变化系数 $V_m=58.85\%$ ;	上世纪 60 年代补勘, 按 IV 类型, 采用 50m $\times$ 20~50m 网度探求 C <sub>1</sub> 级储量。 2005 年摸清规律后按 II 类型(偏复杂)。 111b 级: 100m $\times$ 50m; 332 级: 200m $\times$ 100m; 333 级: 400m $\times$ 300m。	矿体产状一致, 形态歪曲率较小, 为 36.04%~41.61%; 储量平均相对误差率 -2.29%; 品位相对误差率 -0.2%~0.12%。	矿体规模为大型, 形态复杂, 构造中等, 有用组份均匀, 厚度稳定程度较稳定, 按本规范勘查类型确定的方法, 计算各因素类型系数之和等于 1.90, 应定为第 II 勘查类型。	II	探明的: 100m $\times$ 50m 控制的; 200m $\times$ 100m
	大型 (类型系数 0.60)	复杂 (类型系数 0.30)	中等 (类型系数 0.55)	均匀 (类型系数 0.25)	较稳定 (类型系数 0.20)					
5. 大庙铁矿：岩浆分凝-贯入型 4657 万吨 $\omega$ (TFe) 25.69%	由 52 个矿体组成, 主矿体有 8 个: 主矿体长 200m~368m, 延深 100m~300m。	透镜状、扁豆状、囊状、似脉状, 分枝复合膨缩尖灭。矿体大小悬殊, 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, TFe 品位变化系数 $V_c=20\%~50\%$ 。	厚 12m~100m, 厚度变化大。	1954~1956 年勘探第 III、IV 勘探类型。 B 级: (15m~50m) $\times$ (30m~60m) (坑探工程间距); C <sub>1</sub> 级: 50m $\times$ 50m (钻探工程间距)。	以 24 号矿体开采资料与勘探资料对比: 面积重合率: 882m 以上等于 84%, 872m~800m 间等于 53%~74%, 800m 以下等于 46%。 储量相对误差 77%~-26%, 平均 16.8%。	800m 标高以上: 矿体规模小, 形态复杂, 岩脉破坏, 组分均匀, 厚度不稳定, 按本规范勘查类型确定的方法, 计算各因素类型系数之和等于 1.31, 应定为第 III 勘查类型。	800m 标高以上	探明: 50m $\times$ 50m 控制; 100m $\times$ 50m
	小型 (类型系数 0.25)	复杂 (类型系数 0.30)	复杂 (类型系数 0.40)	均匀 (类型系数 0.25)	不稳定 (类型系数 0.11)			800m 标高以下: 坑探加密重合度仍低, 属比第 III 勘查类型更复杂的矿床。	800m 标高以下: 勘查期间稀疏工程控制, 边采边探。	

表C.8 锰矿勘查类型确定实例表

矿床名称	确定勘查类型的主要地质因素					勘查实况		套用本规范		
	矿体规模	矿体形态和内部结构复杂程度	构造(或脉体穿插)对矿体的破坏程度	矿体有用组分分布均匀程度	矿体厚度稳定程度	勘查类型与工程间距	探采对比	勘查类型确定依据	勘查类型	工程间距
1. 遵义锰矿： 海相沉积型 3635万吨 Mn：氧化锰质量分数为28%碳酸锰质量分数为20.29%	长 1600m ~ 4000m(整个矿层控制长度为16500m)，宽 320m~800m(最宽 1100m)，厚 1.79m~2.0m(最厚 6.69m)。	似层状。	呈单斜层状产出，沿走向略有平缓起伏。	矿化连续，品位均匀稳定。4000m长矿层沿倾斜控制1100m未明显变贫； $V_c=13.9\sim 19.2\%$ 。	4000m长的矿层沿倾斜控制1100m未明显变薄，主矿体厚度变化系数 $V_m=31\%\sim 54.81\%$ 。	1954~1958年勘探第I勘探类型 A <sub>2</sub> 级：100m×50m， B级：200m×100m， C <sub>1</sub> 级：400m×200m。	(1)探采对比厚度差-0.49%品位差2.12%储量差4.51% (2)稀空(200m×100m)厚度差-0.48%品位差3.32%储量差6.22%	规模超大型，形态简单、成矿期后构造不发育、锰矿组分分布均匀、厚度稳定，按本规范勘查类型确定的方法，计算各因素类型系数之和等于2.85，应定为第I勘查类型。	I	探明： 200m×100m 控制： 400m×200m
	大型 (类型系数0.60)	简单 (类型系数0.90)	简单 (类型系数0.85)	均匀 (类型系数0.28)	稳定 (类型系数0.22)					
2. 斗南锰矿： 海相沉积型 1569万吨 Mn：原生氧化锰质量分数20%~25%；次生氧化锰质量分数37.17%；碳酸锰质量分数<20%	I矿段(V <sub>1</sub> )： 长2151m，宽650m，厚1.41m； II矿段(V <sub>2</sub> )： 长2320m，宽541m，厚1.41m； 次要矿体： 长100m~480m，宽100m~340m。	薄层状、透镜状、似层状。	断层发育：I矿段，断距>25m者三条；10m~25m者9条(平均11条/100m)；断距<3m者占84%。II矿段，F <sub>3</sub> 延长1800m，一般断距42m(最大65m)。	锰矿组分分布均匀，锰的品位变化系数： $V_c=25\%\sim 35\%$ 。	主矿层厚度变化系数： $V_m=19\%\sim 46\%$ ，次矿层厚度变化系数： $V_m=25\%\sim 64\%$ 。	1965~1970年勘探I矿段(V <sub>1</sub> ) 第II勘探类型偏复杂型 B级：100m×(50m~100m)， C级：200m×(100m~200m)。 II矿段(V <sub>2</sub> ) 第II勘探类型偏简单型 B级： 150m×(100m~150m)， C级： 300m×(200m~300m)。	目前尚未收集到探采对比资料。	主要矿体：规模大型，形态简单、成矿期后构造复杂、组分分布均匀、厚度稳定，按本规范勘查类型确定的方法，计算各因素类型系数之和等于2.22，应定为第II勘查类型。	II	II矿段偏简单型 探明： 150m×100m 控制： 300m×200m
	主矿层：大型 (类型系数0.50)	简单 (类型系数0.80)	复杂(I矿段更复杂) (类型系数0.40)	均匀 (类型系数0.27)	稳定 (类型系数0.25)					次要矿体：规模小断层破坏大比III类型更复杂
3. 湘潭锰矿： 海相沉积型 1472万吨 $\omega$ (Mn) 22.99%	全长8800m(各段长1900m~2700m)；宽105m~580m(最宽2000m)；厚0.3m~5.33m(平均1.85m)。	层状、似层状，褶皱轴部加厚，翼部变薄。	有三组断层发育，断层长度一般大于200m，垂直断距10m~30m，常使矿层出现20%~29%的(断层)无矿带。	Mn品位变化系数 $V_c=12.73\%\sim 27.73\%$ 。	厚度变化大，褶皱轴部加厚，翼部变薄， $V_m=42.7\%\sim 71.62\%$ 。	1954~1958年勘探，1960~1965年补勘。 第II勘探类型 A <sub>2</sub> 级：75m×75m， B级稳定区150m×75m，不稳定区75m×75m C <sub>1</sub> 级：150m×75m。	用4个采井(3个已闭坑)资料与勘探资料对比：面积差-33.59%，储量差-33.23%。(出现较大误差原因是将约30%的断层无矿带圈入矿体内)。	规模中到大型，形态中等、成矿期后构造复杂、组分分布均匀、厚度较稳定，按本规范勘查类型确定的方法，计算各因素类型系数之和等于1.73，应定为第III勘查类型。	III	探明： 75m×50m 控制： 150m×(50m~100m)
	中到大型 (类型系数0.40)	中等 (类型系数0.60)	复杂 (类型系数0.30)	均匀 (类型系数0.28)	较稳定 (类型系数0.15)					

表C.9 铬矿勘查类型确定实例表

矿床名称	确定勘查类型的主要地质因素					勘查实况		套用本规范		
	矿体规模	矿体形态和内部结构复杂程度	构造(或脉体穿插)对矿体的破坏程度	矿体有用组分分布均匀程度	矿体厚度稳定程度	勘查类型与工程间距	探采对比	勘查类型确定依据	勘查类型	工程间距
1 罗布莎铬矿： 蛇绿岩型豆荚状铬矿 396万吨 $\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3)$ 52.63%	矿体数量超过200个，由7个矿群组成。资源储量较多的为II、VII矿群。其中II矿群共有30多个矿体，长度>100米的有10个，规模最大的Cr-31矿体断续长230余米，钻探工程控制长度325米，控制斜深190米。	豆荚状-似豆荚状是铬矿体的主要形态，目前提交资源储量较大的中部矿体，多以此种形态为主，还有似脉状、囊状、饼状、长条状、团块状等。Cr-31总体为不规则的豆荚状。	断裂构造、各类岩脉发育，矿体具“成群(带)分布，分段集中”的特点。在平面上呈雁行式展布，剖面上呈叠瓦状排列；矿带中各矿群的矿体产状多变。Cr-31产状基本稳定，总体向南南东倾斜，倾角 $35^\circ \sim 45^\circ$ 。	矿床有用组分分布均匀程度为均匀-较均匀(相邻品位绝对差值小于7%)， $V_c=11.68\%$ 。	>100m矿体 $V_v=92\%$ ，较稳定。	1966~1981年勘探；1984~1985年补勘。以Cr-31主矿体，确定为第II勘探类型。 B级： 40m×40m， C级： 80m×40m。	经矿山生产揭露，单个矿体在形状、规模、数量等方面发生了较大变化，如：Cr-31矿体4120米以上露天开采，勘探C+D级储量约为26万吨，而实际采出矿石量为18万吨，相对误差30.77%。但对于矿体群而言，其探采的资源储量变化不大。如III矿群实际采出的矿量减少了0.63万吨，相对误差为2.4%；VII矿群实际采出的矿量增加1.15万吨，相对误差2.3%。	主矿体为中型，形态中等，组分均匀，构造对矿体破坏不明显，厚度较稳定，按本规范勘查类型确定的方法，计算各因素类型系数之和是2.30，应定为第II勘查类型；同理小矿体求得类型系数之和是1.70，应定为第III勘查类型。	II	探明： 40m×40m 控制： 80m×40m
	主矿体：中型 (类型系数0.60) 小矿体小型 (类型系数0.35)	主矿体：中等 (类型系数0.75) 小矿体复杂 (类型系数0.40)	简单 (类型系数0.50)	均匀 (类型系数0.25)	较稳定 (类型系数0.20)		<100m矿体比III类型更复杂。	III	控制： 40m×40m	勘查期间稀疏工程控制，边采边探。
2. 贺根山铬矿： 岩浆分异型 129.9万吨 $\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3)$ 23.6%~27.8%	主矿体6个(占储量90%)：长60m~720m，斜深40m~280m，厚2.8m~3.5m。其它小矿体：长10m~40m，厚0.01m~1m。	豆荚状、透镜状、似脉状、厚度胀缩明显。	构造破坏不明显，但矿体倾角变化大，侧伏( $20^\circ \sim 30^\circ$ )明显。	品位分布均匀， $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 的品位变化系数 $V_c=14.2\% \sim 25.2\%$ 。	厚度胀缩明显，厚度变化系数 $V_v=63.6\% \sim 150.7\%$ 。	1957~1961年勘探。北部65、73号矿体：第III勘探类型 C级：60m×40m； 南部4、10号矿体：第IV勘探类型 C级：20m×(20m~30m)。	10矿体C级储量与下列稀空工程间距比较储量差： (1)40m×(20m~30m)差-2.67%， (2)60m×(20m~30m)，差4.80%， (3)80m×(20m~30m)差4.30%。	矿体中-小型，形态中-复杂，构造中等，但矿体倾角变化大，组分分布均匀，厚度较稳定-不稳定，按本规范勘查类型确定的方法，计算各因素类型系数之和是2.03，应定为第III勘查类型。	III	控制： 20~40m× 20~40m
	中-小型 (类型系数0.50)	中等-复杂 (类型系数0.70)	中等 (类型系数0.40)	均匀 (类型系数0.27)	较稳定到不稳定 (类型系数0.16)					
3. 鲸鱼铬矿： 岩浆熔离型 27.8万吨 $\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3)$ 34.6%	矿体36个，其中长度大于10米的24个，可分3个矿群。I矿群含矿地段210米，宽90米，共有矿体27个，是主要矿体积集区。I矿群内的1号矿体占全区总储量80%以上。	主矿体：透镜状。次要矿体多产于主矿体四周，呈不规则柱状或囊状。	产状多变，侧伏普遍且变化大(侧伏角 $20^\circ \sim 65^\circ$ )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， $V_c=2.8\% \sim 5.6\%$ 。	$V_v=19.7\% \sim 29.7\%$ 。	1965~1966年勘探 第IV勘探类型 C级： 20m×20m。	I矿群内的1号矿体占全区总储量80%以上。开采证明该矿体实际上为五个互不相连矿体，其中有一个较大。	五个地质变量因素中唯组分分布均匀、厚度稳定，影响勘查难度的是矿体规模、形态和构造变化复杂，按本标准该矿床实际勘查类型比第III勘查类型更复杂。		勘查期间稀疏工程控制，边采边探。。
	小型	主矿体中等 小矿体复杂	复杂	均匀	稳定					

## C.2 勘查工程间距

### C.2.1 确定工程间距的基本原则

C.2.1.1 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较密。

C.2.1.2 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。

### C.2.2 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证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距离幂次反比法确定。

### C.2.3 参考工程间距

C.2.3.1 铁矿基本工程间距见表C.10。

表C.10 铁矿基本工程间距表

勘查类型	基本工程间距 m	
	沿走向	沿倾向
I	400	200~400
II	200	100~200
III	100	50~100

C.2.3.2 锰矿基本工程间距见表C.11。

表C.11 锰矿基本工程间距表

勘查类型	基本工程间距 m	
	沿走向	沿倾向
I	400~600	200~400
II	200~300	100~200
III	100~150	50~100

C.2.3.3 铬矿基本工程间距见表C.12。

表C.12 铬矿基本工程间距表

勘查类型	基本工程间距 m	
	沿走向	沿倾向
I	160~320	80~160
II	80~160	40~80
III	20~40	20~40

C.2.3.4 在确定具体的矿床勘查工程间距时，应从实际出发，在区间内合理取值，如矿体规模中等，具体延展情况是靠近大型还是小型，要考虑接近程度，不能简单机械地取中值。

## C.3 铁、锰、铬矿山生产建设规模分类

表C.13 铁、锰、铬矿山生产建设规模分类表

矿 种		矿山生产建设规模级别 ×10 <sup>4</sup> t/a			最低生产建设规模 ×10 <sup>4</sup> t/a
		大型	中型	小型	
铁 矿	露天开采	≥200	200~60	< 60	5
	地下开采	≥100	100~30	< 30	3
锰 矿		≥10	10~5	< 5	2
铬 矿		≥10	10~5	< 5	

## 附录 D

(资料性附录)

## 铁、锰、铬矿床各勘查阶段探求的资源量及其比例

铁、锰、铬矿床各勘查阶段探求的资源量及其比例的参考要求见表D.1。

表D.1 铁、锰、铬矿床各勘查阶段探求的资源量及其比例的参考要求

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 $\geq 30$					
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			
		铁、锰 $\geq 10$ 铬 $\geq 5$	$\geq 50$				
供矿山建设设计的小型 和复杂矿床	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	
		$\geq 50$		$\geq 50$			
<p>注1：勘探阶段、供矿山建设设计的小型 and 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，用探明的勘查工程间距难以探求探明资源量或用控制的勘查工程间距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 E  
(资料性附录)  
矿床工业指标

## E.1 主要内容

### E.1.1 矿石质量指标

E.1.1.1 边界品位：是圈定矿体的单个样品中有效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。

E.1.1.2 最低工业品位：单工程中单矿层样品(矿截)的最低平均品位要求，又称最低可采品位。

E.1.1.3 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。

E.1.1.4 伴生有用组分的综合评价指标：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。

### E.1.2 矿床开采技术指标

E.1.2.1 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。

E.1.2.2 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。

## E.2 铁、锰、铬矿床一般工业指标

### E.2.1 铁矿

E.2.1.1 炼钢用铁矿石见表E.1。

表E.1 炼钢用铁矿石一般工业指标表

矿石类型	$\omega$ (TFe) %	主要有害物质 %			其它有害物质 %
		$\omega$ (SiO <sub>2</sub> )	$\omega$ (S)	$\omega$ (P)	
磁铁矿石 赤铁矿石	$\geq 56$	$\leq 13$	$\leq 0.15$	$\leq 0.15$	$\omega$ (Cu) $\leq 0.2$ $\omega$ (As) $\leq 0.1$
注：矿石块度要求为平炉用铁矿石25mm~250mm；电炉用铁矿石50mm~100mm，转炉用铁矿石10mm~50mm。					

E.2.1.2 炼铁用铁矿石见表E.2。

表E.2 炼铁用铁矿石一般工业指标表

矿石类型	$\omega$ (TFe) %	主要有害物质 %			其它有害物质 %
		$\omega$ (SiO <sub>2</sub> )	$\omega$ (S)	$\omega$ (P)	
磁铁矿石 赤铁矿石 褐铁矿石 菱铁矿石	$\geq 50$	$\leq 18$	$\leq 0.30$	$\leq 0.25$	$\omega$ (Cu) $\leq 0.2$ $\omega$ (Pb) $\leq 0.1$ $\omega$ (Zn) $\leq 0.1$ $\omega$ (Sn) $\leq 0.08$ $\omega$ (As) $\leq 0.07$ $\omega$ (F) $\leq 1.0$
注1: 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 [ $\omega$ (TFe)] 可降至 $\geq 40\%$ 。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: 酸性转炉炼钢生铁矿石 $\omega$ (P) $\leq 0.03\%$ ; 碱性平炉炼钢生铁矿石 $\omega$ (P) $\leq (0.03\% \sim 0.18\%)$ ; 碱性侧吹炉炼钢生铁矿石 $\omega$ (P) $\leq (0.2\% \sim 0.8\%)$ ; 托马斯生铁矿石 $\omega$ (P) $\leq (0.8\% \sim 1.2\%)$ ; 普通铸造生铁矿石 $\omega$ (P) $\leq (0.05\% \sim 0.15\%)$ ; 高磷铸造生铁矿石 $\omega$ (P) $\leq (0.15\% \sim 0.6\%)$ 。 注2: 矿石块度要求: 8mm~40mm。					

E. 2. 1. 3 需选铁矿石见表E. 3。

表E.3 需进行选矿的铁矿石一般工业指标表

矿石类型	$\omega$ (TFe) %	
	边界品位	最低工业品位
磁铁矿石	20 $\omega$ (mFe) 15%	25 $\omega$ (mFe) 20%
赤铁矿石	25	28~30
菱铁矿石	20	25
褐铁矿石	25	30

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 (TFe) 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 (mFe) 标准。

E. 2. 1. 4 矿床开采技术指标见表E. 4。

表E.4 矿床开采技术指标表

矿床开采技术指标	露天矿	坑内矿
最小可采厚度 m	2~4	1~2
夹石剔除厚度 m	1~2	1

E. 2. 1. 5 铁矿石中伴生组分评价参考含量见表E. 5。

表E.5 铁矿石中伴生组分评价参考含量表

伴生组分	单位	质量分数	伴生组分	单位	质量分数
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0.15~0.20	Mo	%	0.02
TiO <sub>2</sub>	%	3~5	S	%	2~4
Co	%	0.02	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	1~2
Cu	%	0.1~0.2	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0.05
Ni	%	0.1~0.2	TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.5
Pb	%	0.2	U	%	0.005
Zn	%	0.2	Au	$\times 10^{-6}$	0.1~0.2
Sn	%	0.1	Ag	$\times 10^{-6}$	5



表 E.5 铁矿石中伴生组分评价参考含量表(续)

伴生组分	单位	质量分数	伴生组分	单位	质量分数
B	%	1~2			
注：表中Co、Cu、Ni、Pb、Zn、Mo、S、Au、Ag系指这些元素赋存于硫化物中的含量；V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 指赋存于有用铁矿物中的含量；P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 指磷灰石状态时的含量；U指以晶质铀矿、方钍石等独立矿物存在时的含量；Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 指以铌铁矿物为主的含量；TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 指以独居石、氟碳铈矿物为主时的含量；Sn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含量；TiO <sub>2</sub> 指钒钛铁磁铁矿床中，可被选出的粒状钛铁矿中的含量；铁矿石中其他有用组分，如铬、镓、锗、硼等达到多少含量即可综合回收，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；表中含量一般为块段平均品位。					

## E.2.2 锰矿

E.2.2.1 冶金用锰矿石一般工业指标见表E.6。

E.2.2.2 优质锰矿石、优质富锰矿石品位及杂质含量指标见表E.7。

E.2.2.3 矿床开采技术指标：矿层最低可采厚度0.5m~0.7m；夹石剔除厚度0.2m~0.3m；堆积矿净矿含矿率(质量分数)≥15%。

表E.6 冶金用锰矿石一般工业指标表

自然类型	工业分类	品级	$\omega(\text{Mn})$ %		$\omega(\text{Mn+Fe})$ %	$\omega(\text{Mn})/\omega(\text{Fe})$	每1%锰允许含磷量 %	$\omega(\text{SiO}_2)$ %
			边界品位	单工程平均品位				
氧化锰矿石	富锰矿石	I		40		≥6	≤0.004	≤15
		II		35		≥4	≤0.005	≤25
		III		30		≥3	≤0.006	≤35
	贫锰矿石		10~15	18				
	铁锰矿石	I		25	≥50		≤0.2%(磷总量)	≤25
		II		20	≥40		≤0.2%(磷总量)	≤25
III		10	15	≥30		≤0.2%(磷总量)	≤25	
碳酸锰矿石	富锰矿石			25		≥3	≤0.005	≤25
	贫锰矿石		10	15				
	铁锰矿石		10	15	≥25		≤0.2%(磷总量)	≤35
	含锰灰岩		8	12	碱性矿石			
注1：灰质氧化矿石(脉石以方解石为主，碱度≥0.8，烧失量质量分数达18%以上)的评价，可采用碳酸锰矿石的工业指标。 注2：自溶性、碱性的锰矿石，可酌量降低其富矿品位指标。 注3：当碳酸锰矿石的烧失量较高，虽然锰的质量分数略低于25%，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。								

表E.7 优质锰矿石和优质富锰矿石品位及杂质含量指标表

工业分类	品级	自然类型	$\omega(\text{Mn})$ %	$\omega(\text{Mn})/\omega(\text{Fe})$	$\omega(\text{P})/\omega(\text{Mn})$	烧失量( $\omega_B$ ) %
优质锰矿石		氧化锰矿石	≥18	≥6	0.003	
		碳酸锰矿石	≥15	≥6	0.003	≥20
优质富锰矿石	I	氧化锰矿石	≥35	≥6	≤0.003	
		碳酸锰矿石	≥28	≥6	≤0.003	≥20
	II	氧化锰矿石	≥30	≥4	≤0.005	
		碳酸锰矿石	≥25	≥4	≤0.005	≥20
注：优质锰矿、优质富锰矿矿层最低可采厚度标准可为0.3m~0.4m。						

E.2.2.4 锰矿石中伴生组分评价参考含量见表E.8。

表E.8 锰矿石中伴生组分评价参考含量表

元素或组分	Co %	Ni %	Cu %	Pb %	Zn %	Au $\times 10^{-6}$	Ag $\times 10^{-6}$	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	S %
含量( $\omega_B$ )	0.02~0.03	0.1~0.2	0.1~0.2	0.4	0.4	0.2	5	1~3	2~4

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，综合回收效果好，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，应根据加工技术试验结果制订包括锰含量在内的合理工业指标。

E.2.2.4.1 天然放电锰(锰粉)一般技术标准见表E.9。

E.2.2.4.2 化工用二氧化锰矿粉一般技术要求： $\omega(\text{MnO}_2) \geq 50\%$ ；其他元素如制硫酸锰时， $\omega(\text{Fe}) \leq 3\%$ ， $\omega(\text{Al}_2\text{O}_3) \leq 3\%$ ， $\omega(\text{CaO}) \leq 0.5\%$ ， $\omega(\text{MgO}) \leq 0.1\%$ ；制高锰酸钾时， $\omega(\text{Fe}) \leq 5\%$ ， $\omega(\text{SiO}_2) \leq 5\%$ ， $\omega(\text{Al}_2\text{O}_3) \leq 4\%$ 。

表E.9 天然放电锰(锰粉)一般技术指标表

品级	$\omega(\text{MnO}_2)$ %	$\omega(\text{TFe})$ %	制成锰粉的放电时间 min
I	$\geq 75$	$\leq 2.8$	$\geq 570$
II	$\geq 70$	$\leq 3.5$	$\geq 510$
III	$\geq 65$	$\leq 4.5$	$\geq 450$
IV	$\geq 60$	$\leq 5.5$	$\geq 390$
V	$\geq 55$	$\leq 6.5$	$\geq 330$

注：对其他有害元素，一般标准为： $\omega(\text{Cu}) < 0.01\%$ ， $\omega(\text{Ni}) < 0.03\%$ ， $\omega(\text{Co}) < 0.02\%$ ， $\omega(\text{Pb}) < 0.02\%$ 。

### E.2.3 铬矿

E.2.3.1 矿石品位及开采技术指标见表E.10。

表E.10 铬矿矿石品位及开采技术指标表

项 目		矿床和矿石类型	
		内生矿床	
		富 矿	贫 矿
$\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3)$ %	边界品位	25	5~8
	最低工业品位	32	12
最低开采厚度 m		0.3~0.5	1.0
夹石剔除厚度 m		0.5	1.0

注1：冶金用铬铁矿石或精矿，火法冶炼时 $\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3)/\omega(\text{FeO}) > 2$ (湿法提炼金属铬则不受其限制)； $\omega(\text{SiO}_2) \leq 8\%$ (用矿热法冶炼高碳铬铁时不受其限制)； $\omega(\text{P}) \leq 0.07\%$ ， $\omega(\text{S}) \leq 0.05\%$ 。  
注2：耐火材料用铬矿石或精矿， $\omega(\text{SiO}_2) \leq 10\%$ ， $\omega(\text{CaO}) \leq 3\%$ ， $\omega(\text{FeO}) \leq 14\%$ 。  
注3：化工用铬矿石或精矿 $\omega(\text{SiO}_2) \leq 8\%$ ， $\omega(\text{Al}_2\text{O}_3) \leq 15\%$ 。  
注4：辉绿岩铸石用铬矿石， $\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3) \geq (10\% \sim 20\%)$ ， $\omega(\text{SiO}_2) < 10\%$ 。  
注5：当需选铬铁矿中伴生的铂族元素总量达到 $(0.3 \sim 0.4) \times 10^{-6}$ 时，应做出评价。  
注6：贫矿边界品位的选取一般为尾矿品位的两倍。  
注7：富矿最低开采厚度的选取，单矿层0.5m，复矿层则每一单层0.3m。

E.2.3.2 冶炼铬铁用富矿(或精矿)质量要求见表E.11。

表E.11 冶炼铬铁用富矿(或精矿)质量要求表

品级	$\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3)$ %	$\omega(\text{Cr}_2\text{O}_3) / \omega(\text{FeO})$	$\omega(\text{P})$ %	$\omega(\text{S})$ %	$\omega(\text{SiO}_2)$ %	用途举例
I	$\geq 50$	$> 3$	-	-	$< 1.2$	氮化铬铁
II	$\geq 45$	2.5~3	$< 0.03$	$< 0.05$	$< 6$	中低碳和微碳铬铁
III	$\geq 40$	$\geq 2.5$	$< 0.07$	$< 0.05$	$< 6$	碳素铁铬铁(电炉)
IV	$\geq 32$	$\geq 2.5$	$< 0.07$	$< 0.05$	$< 8$	碳素铬铁(电炉)

注：块度要求，高炉冶炼碳素铬铁为20mm~75mm，电炉冶炼铬铁为40mm~50mm(粉矿、精矿均可)。

E.2.3.3 铬矿石中伴生组分评价参考含量见表E.12。

表E.12 铬矿石中伴生组分评价参考含量表

元素或组分	铂族(Pt) $\times 10^{-6}$	Co %	Ni %
含量( $\omega_B$ )	0.2	0.02	0.2

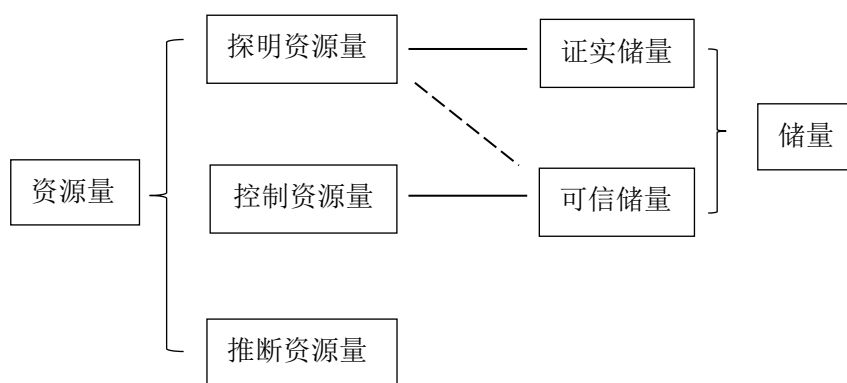
注1：铬矿的围岩纯橄榄岩、斜方辉岩、蛇纹岩可做耐火材料和制作钙镁磷肥的配料；围岩中还见有石棉、滑石、水镁石、菱镁矿、金刚石等，也应在勘查工作中注意评价。

注2：Ni $>0.2\%$ 时，要分析硫化镍的占比，按硫化镍的含量，对伴生组分进行评价。

附 录 F  
(规范性附录)  
固体矿产资源量和储量类型及其转换关系

### F.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F.1。



图F.1 资源量和储量类型及转换关系示意图

### F.2 资源量和储量的相互关系

F.2.1 资源量和储量之间可相互转换。

F.2.2 探明资源量、控制资源量可转换为储量。

F.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。

F.2.4 当转换因素发生改变，已无法满足技术可行和经济合理的要求时，储量应当适时转换为资源量。

## 附 录 G

### (资料性附录)

### 名词解释

#### G.1 全铁 (TFe)

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。

#### G.2 磁性铁 (mFe)

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 $(6.4 \times 10^4) \sim (8.0 \times 10^4)$  A/m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工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，是评价铁矿床工业价值和划分矿石工业类型的依据。

#### G.3 硫化铁 (sfFe)

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。

#### G.4 碳酸铁 (cFe)

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、铁白云石等矿物中的铁。

菱铁矿 ( $\text{FeCO}_3$ ) 中  $\omega(\text{FeO})$  为 62.1%， $\omega(\text{CO}_2)$  为 37.9%，焙烧以后  $\text{CO}_2$  烧失，FeO 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石。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。

#### G.5 硅酸铁 (siFe)

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，主要有橄榄石类、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 (SFe)。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 50% 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。

#### G.6 赤(褐)铁 (oFe)

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，矿石的铁含量要求应略高于磁铁矿矿床。

#### G.7 造渣组分

铁矿石中不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( $\text{SiO}_2$ )、碱性氧化物( $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{BaO}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ )和两性氧化物( $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{TiO}_2$ 等)。在炉渣中起主要作用的是其中的 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$ 等组分。

#### G.8 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。

#### G.9 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 $\text{MnO}_2$ 的含量和晶型： $\text{MnO}_2$ 含量越高越好，其晶型以 $\gamma$ 型和 $\rho$ 型最优。

## 参 考 文 献

- [1]侯德义主编.找矿勘探地质学.北京:地质出版社,1984.11。
- [2]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。
- [3]姚培慧主编.中国铁矿志.北京:冶金工业出版社,1993.12。
- [4]姚培慧主编.中国锰矿志.北京:冶金工业出版社,1995.11。
- [5]姚培慧主编.中国铬矿志.北京:冶金工业出版社,1996.7。
- [6]谢建强、李通国、张忠平、余超、高永伟等著.黑色金属矿床合理勘查程度研究.北京:地质出版社,2017.12。
- [7]GB 50612-2010 冶金矿山选矿厂工艺设计规范。
- [8]GB 50830-2013 冶金矿山采矿设计规范。
- [9]T/CMAS 0001 绿色勘查指南。
- [10]HJ 651-2013 矿山生态环境保护与恢复治理技术规范(试行)。
- [11]罗绍裘主编.采矿设计手册.北京:中国建筑工业出版社,1987.12。
- [12]陆冠伟主编.选矿设计手册.北京:冶金工业出版社,1988.7。
-