

# DZ

## 中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ / T 0211—2002

---

### 重晶石、毒重石、萤石、硼矿 地质勘查规范

Specifications for barite, witherite, fluorite and  
boron mineral exploration

2002-12-17 发布

2003-03-01 实施

---

中华人民共和国国土资源部 发布

## 目 次

### 前言

- 1 范围
- 2 规范性引用文件
- 3 勘查的目的任务
  - 3.1 预查
  - 3.2 普查
  - 3.3 详查
  - 3.4 勘探
- 4 勘查研究程度
  - 4.1 预查阶段
  - 4.2 普查阶段
  - 4.3 详查阶段
  - 4.4 勘探阶段
- 5 勘查控制程度
  - 5.1 勘查类型
  - 5.2 勘查工程间距
  - 5.3 勘查控制程度要求
- 6 勘查工作及质量要求
  - 6.1 地形测量和工程测量
  - 6.2 地质填图
  - 6.3 物探、化探工作
  - 6.4 探矿工程
  - 6.5 水文地质、工程地质、环境地质工作
  - 6.6 化学样品的采集、加工及化验分析
  - 6.7 矿石选矿试验样品的采集与试验
  - 6.8 岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验
  - 6.9 原始地质编录、资料综合整理和报告编写
  - 6.10 计算机及其他新技术的应用
- 7 可行性评价
  - 7.1 概略研究
  - 7.2 预可行性研究
  - 7.3 可行性研究
- 8 矿产资源 / 储量分类及类型条件
  - 8.1 矿产资源 / 储量分类依据
  - 8.2 矿产资源 / 储量分类
  - 8.3 矿产资源 / 储量类型条件（见附录 A）
- 9 矿产资源 / 储量估算
  - 9.1 矿产资源 / 储量估算的工业指标
  - 9.2 矿产资源 / 储量估算的一般原则

### 9.3 矿产资源 / 储量估算参数的要求

附录 A (规范性附录) 固体矿产资源 / 储量分类

附录 B (规范性附录) 重晶石、毒重石、萤石、硼镁石矿石质量标准

B.1 重晶石矿石质量标准

B.2 化工用毒重石质量标准

B.3 萤石矿质量标准

B.4 硼镁石矿石质量标准

附录 C (资料性附录) 重晶石、毒重石、萤石、硼矿勘查类型划分依据

C.1 矿体的延展规模

C.2 矿体形态复杂程度

C.3 构造、岩脉发育程度

C.4 有用组分的均匀程度

附录 D (资料性附录) 重晶石、毒重石、萤石、硼矿勘查类型基本控制工程间距参考

附录 E (资料性附录) 重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿床规模划分

附录 F (资料性附录) 重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿床一般工业指标

F.1 重晶石、毒重石矿床一般工业指标

F.2 萤石矿床——一般工业指标

F.3 硼矿床一般工业指标

附录 G (资料性附录) 重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿石类型

G.1 重晶石、毒重石矿石类型

G.2 萤石矿石类型

G.3 硼矿矿石类型

附录 H (资料性附录) 重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿床类型

H.1 重晶石、毒重石矿床类型

H.2 萤石矿床类型

H.3 硼矿床类型

附录 I (资料性附录) 萤石块矿手选试验要求

I.1 样品采集

I.2 加工分选

I.3 试验成果

附录 J (资料性附录) 中子活化测井原位测定氟化钙含量方法简介

J.1 基本原理

J.2 技术指标

J.3 特点及效果

## 前 言

本标准是根据 GB / T 17766—1999《固体矿产资源 / 储量分类》和 GB / T 13908—2002《固体矿产地质勘查规范总则》的规定，对原国家技术监督局 1992 年发布的 GB / T 13692—92《重晶石、毒重石矿地质勘探规范》和原全国矿产储量委员会 1986 年、1987 年制定的《萤石矿地质勘探规范》、《硼矿地质勘探规范》进行修订、编制而成，并合并为《重晶石、毒重石、萤石、硼矿地质勘查规范》。

本标准自实施之日起，同时代替《萤石矿地质勘探规范》、《硼矿地质勘探规范》（不含盐湖硼矿，下同）。

本标准附录 A、附录 B 为规范性附录。

本标准附录 C、附录 D、附录 E、附录 F、附录 G、附录 H、附录 I、附录 J 为资料性附录。

本标准由中华人民共和国国土资源部提出。

本标准由全国地质矿产标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：明达化工地质有限责任公司、化学矿产地质研究院。

本标准起草人：王炳铨、杨清堂、王文武、周建民、王吉平。

本标准由中华人民共和国国土资源部负责解释。

# 重晶石、毒重石、萤石、硼矿地质勘查规范

## 1 范围

本标准规定了重晶石、毒重石、萤石、硼矿地质勘查工作的目的任务；勘查工作研究程度；勘查工作控制程度；勘查工作及质量要求；可行性评价，矿产资源 / 储量分类和类型条件及矿产资源 / 储量估算等要求。

本标准适用于重晶石、毒重石、萤石、硼矿的地质勘查、资源 / 储量估算，也适用于验收、评审认定重晶石、毒重石，萤石、硼矿地质勘查设计、报告和矿业权转让、矿产勘查开发筹资、融资、股票上市等活动中评价矿产资源 / 储量的依据。

## 2 规范性引用文件

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

GB / T 13908—2002 固体矿产地质勘查规范总则

GB / T 17766—1999 固体矿产资源 / 储量分类

## 3 勘查的目的任务

### 3.1 预查

在区域地质、地球物理、地球化学调查或区域矿产成矿预测的基础上，对预查区及已发现的矿点、矿化点及物探、化探异常区进行综合地质研究、初步野外观测、极少量的工程验证并和已知相同地质背景的同类矿床类比，大致了解预查区内矿产资源远景，提出可供普查的矿点或矿化潜力较大的地区，为普查工作提供依据。

### 3.2 普查

对预查区已发现的矿点和矿化潜力较大地区，采用地质填图、露头检查、数量有限的取样工程有效技术方法，大致查明普查区的地质特征，对已知矿点、矿化区的含矿性做出初步评价并进行可行性评价的概略研究，提出是否有进一步工作的价值或圈定出详查工作区范围，为详查工作提供依据。

### 3.3 详查

对经普查圈出的详查区，通过大比例尺地质填图、各种勘查方法和综合地质研究，比普查阶段密的系统取样，基本查明矿床地质特征并进行预可行性研究，做出是否具有工业价值的评价或圈出勘探区范围，为进行勘探工作和小型矿山建设设计提供依据，为矿山开发的总体规划和项目建议书提供资料。

### 3.4 勘探

对经详查圈定的勘探区，通过多种地质勘查手段和有效方法，加密各种采样工程，详细查明矿床地质特征并进行可行性研究，为矿山设计确定生产规模、产品方案、开采方式、开拓方案、矿山选矿加工工艺、矿山总体布置提供依据。

## **4 勘查研究程度**

### **4.1 预查阶段**

- 4.1.1 全面搜集预查区的区域地质、物探、化探、矿化点、矿点及采矿资料，研究预查区所处的区域地质背景及与成矿有关的区域地质构造特征。
- 4.1.2 大致了解预查区地层、构造、岩浆岩及变质作用与成矿的关系。
- 4.1.3 大致了解已发现矿体（层，下同）、矿点，矿化点的产出特征和分布范围.有足够依据时估算预测的资源量。
- 4.1.4 大致了解矿石品位、矿物成分、化学成分、结构、构造和自然类型。
- 4.1.5 对矿石选冶加工性能进行类比研究，大致做出是否可选的预测。
- 4.1.6 对经预查证实有希望的矿产地，应搜集了解矿区水文地质、工程地质、环境地质条件。
- 4.1.7 对共生、伴生矿产进行类比研究，为进一步工作提供参考。

### **4.2 普查阶段**

- 4.2.1 在预查的基础上，大致查明区域地质成矿条件、成矿规律、成矿远景和其他矿产的分布情况。
- 4.2.2 大致查明普查区内地层、主要构造、岩浆岩的产出和分布特征及其与成矿的关系。
- 4.2.3 大致查明并研究与成矿有关的变质作用、混合岩化作用对矿床形成与改造的影响。
- 4.2.4 大致查明矿体的数量、形态、规模、产状及分布规律。
- 4.2.5 大致查明矿石的矿物成分、结构、构造、有用组分及主要有害组分的含量。
- 4.2.6 对易选、可选矿石进行类比研究评价，难选矿石和新的矿石类型应作可选性试验。
- 4.2.7 对水文地质条件复杂和地下水较丰富的矿区应大致了解水文地质、工程地质，环境地质条件，大致评价矿区开采技术条件。
- 4.2.8 利用勘查主要矿产的工程，大致了解共生、伴生矿产的种类、含量及其综合利用的可能性。

### **4.3 详查阶段**

#### **4.3.1 地质研究程度**

##### **4.3.1.1 区域地质研究**

进一步研究区域地质成矿条件和其他矿产的分布情况，初步评价区域成矿远景和其他矿产的工业意义。

##### **4.3.1.2 矿区地质研究**

4.3.1.2.1 基本查明矿区地层层序，含矿层位、时代。对沉积和层控矿床要研究含矿层的岩性组合特征、岩石地球化学性质、岩相、沉积环境与成矿的关系。

4.3.1.2.2 基本查明和控制矿区主要褶皱与断裂构造的数量、性质、规模、产状、空间分布和相互关系，研究其对矿体的控制和破坏作用。对萤石、重晶石脉状矿床要着重研究断层、节理、破碎带控矿、控岩的规律性，研究矿脉富集与贫化，膨大或收缩的构造及围岩条件。

4.3.1.2.3 基本查明变质岩类型、岩性、相带。研究变质作用，混合岩化作用对矿体形成的控制和影响。

4.3.1.2.4 基本查明岩浆岩类型、岩性，火山机构，岩体的形态、产状、规模、时代，研究它们对矿体的控制和影响。

4.3.1.2.5 基本查明围岩蚀变的种类、规模、强度、分带和矿物共生组合特征，研究蚀变作用与成矿的关系。

4.3.1.2.6 对残坡积矿床要基本查明第四纪残坡积层的分布、厚度及物质组成，研究原生矿、地貌与残坡积矿体的关系。

4.3.1.2.7 对与铁、钨、锡、铍等多金属和铅、锌等硫化物矿床中有工业意义的共、伴生萤石矿，应研究矿物组合特征、萤石的粒度、含量、分布、富集规律和控矿因素。

#### 4.3.1.3 矿体地质研究

4.3.1.3.1 基本查明和控制矿体的数量、形态、产状、厚度、规模、连接对比条件、分布范围和赋存规律。

4.3.1.3.2 对主要矿体要初步研究并大致圈定主要夹石和破坏矿体的较大岩脉的厚度及分布范围。

4.3.1.3.3 基本查明风化带的特征及分布范围。

### 4.3.2 矿石质量研究

4.3.2.1 基本查明矿石矿物，脉石矿物的种类、含量、结构、构造、粒度，划分矿石自然类型、工业类型和品级，研究其分布规律。

4.3.2.2 按矿石的工业用途，基本查明矿石的物理性质、主要有用组分、有益有害组分的含量，并研究其赋存状态、分布及变化规律。

4.3.2.3 研究矿体（层）中夹石、岩脉和近矿围岩及顶底板的矿物成分、主要有用组分及其含量和变化规律。

### 4.3.3 矿石选矿加工性能研究

4.3.3.1 一般进行可选性试验。易选矿石可与附近同类矿石进行类比评价，对难选矿石和新的矿石类型，应进行实验室流程试验。对组分特别复杂的新类型矿石应进行实验室扩大试验。对萤石块矿可进行手选试验。

4.3.3.2 对可直接开发利用的矿石，其选矿加工试验应达到可为矿山建设设计提供依据的程度。

### 4.3.4 矿区开采技术条件研究

4.3.4.1 水文地质：在研究区域水文地质条件的基础上，基本查明矿区含（隔）水层、构造破碎带及岩溶带的水文地质特征、发育程度和分布规律，地表水体分布范围及其主要水文地质特征，地下水的补给，排泄条件，地表水和各含水层的水力联系。调查老窿和采空区的分布和积水情况及其对开采的影响。初步预测矿坑涌水量，评价其对矿床开发的影响程度。调查研究可供利用水源的水量、水质和利用条件，提出供水方向。

4.3.4.2 工程地质：初步划分矿区工程地质岩组，测定主要岩石、矿石力学性质。基本查明构造破碎带和岩溶的发育程度、分布规律和岩体风化、蚀变程度以及软岩和软弱夹层的分布规律。研究在开采影响范围内岩石、矿体的稳定性和露天开采时边坡的稳定性。

4.3.4.3 环境地质：基本查明岩石、矿石和地下水中对人体有害的元素、有害气体、放射性的情况。调查了解矿区及邻区的地震、泥石流、滑坡等自然地质灾害分布情况，指出矿山生产时可能发生的环境地质问题。

4.3.4.4 初步确定矿床开采技术条件类型。

### 4.3.5 综合评价

对具有工业利用价值的共、伴生矿产，利用主要矿产的勘查工程，基本查明其种类、含量、赋存状态和分布规律，研究其选矿加工性能，对其综合利用的前景做出评价。

## 4.4 勘探阶段

### 4.4.1 地质研究程度

#### 4.4.1.1 矿区地质研究

4.4.1.1.1 详细查明地层层序、含矿层位、时代、含矿层特征、标志层。对沉积和层控矿床要详细研究含矿层的岩性组合特征、岩石地球化学性质、岩相、沉积环境与成矿的关系。

4.4.1.1.2 详细查明主要褶皱与断裂构造的数量、性质、规模、产状、空间分布和相互关系,详细研究其对矿体的控制和破坏作用。对萤石、重晶石脉状矿床要详细研究断层、节理、破碎带控矿、控岩的规律性,详细研究它们的形态、产状变化特点、力学性质、发育序次,复合关系、分布范围及其对矿脉的控制和破坏影响程度。详细研究矿脉富集与贫化、膨大或收缩的构造及围岩条件。

4.4.1.1.3 详细研究与成矿有关的火山岩、岩浆岩的类型、岩性、岩相、岩石地球化学特征,火山机构,岩体的形态、产状、规模、分布、侵入时代及其与成矿的关系。

4.4.1.1.4 详细研究与成矿有关的变质作用、混合岩化作用性质和强度,变质岩的岩石组合和变质相及其对矿床形成改造的影响。研究成矿热液交代作用过程中硼镁铁矿分解成硼镁石,磁铁矿的变化及程度。

4.4.1.1.5 详细研究近矿围岩蚀变种类、特征、分布范围、变化规律及其与成矿的关系。

4.4.1.1.6 对残坡积矿床应查明第四纪残坡积层的分布、厚度及物质组成,研究其与原生矿的关系。

4.4.1.1.7 对与铁、钨、锡、铍等多金属和铅、锌等硫化物矿床中有工业意义的共、伴生萤石,应详细研究矿物组合特征、萤石的粒度、含量、分布、富集规律和控矿因素。

#### 4.4.1.2 矿体地质研究

4.4.1.2.1 详细查明和控制矿体的数量、形态、产状、厚度、规模、空间分布及矿体与围岩的接触关系。详细研究矿体中夹石、岩脉、无矿带的特征及其分布规律。

4.4.1.2.2 详细研究并圈定主矿体中主要夹石和较大岩脉的厚度及分布范围,矿体内无矿地段和不可采地段的范围,构造或岩浆岩对矿体的破坏程度。

4.4.1.2.3 详细研究矿体连接对比标志,总结矿体尖灭再现、平行侧现、分枝复合、侧伏等规律,正确地连接矿体,研究矿体的连续性。

4.4.1.2.4 研究风化带特征及分布范围,阐明风化带内主要矿体的矿石特征、分带标志、变化规律及风化对矿石质量、矿床开采的影响。

#### 4.4.2 矿石质量研究

4.4.2.1 详细查明矿石矿物和脉石矿物的种类、组分、含量、结构、构造、粒度。研究其生成顺序、嵌布形式、共生关系、次生变化和分布规律。

4.4.2.2 按矿石的工业用途,研究矿石的物理、化学性质,详细查明主要有用组分、有益有害组分的含量,赋存状态和分布规律。

4.4.2.3 详细研究划分矿石自然类型(参见附录 G)、工业类型、品级,比例及其分布。矿石质量标准见附录 B。

4.4.2.4 详细研究夹石(层)、近矿围岩的矿物组分,化学成分、有益有害组分的含量及其分布规律。

#### 4.4.3 矿石选矿加工性能研究

4.4.3.1 一般矿石进行实验室流程试验,易选矿石和已有生产实践经验可供类比的矿石,可进行类比或只进行可选性试验。难选矿石和新类型矿石应进行实验室扩大连续试验。必要时可进行半工业试验。对萤石块矿可进行手选试验。

4.4.3.2 对与铁、钨、锡、铍等多金属及铅、锌等硫化物矿床中共、伴生的萤石矿床要进行综合回收试验研究。

#### 4.4.4 矿床开采技术条件研究



**4.4.4.1 水文地质：**研究区域水文地质条件，圈定汇水区域边界，详细查明矿区地表水、地下水的补给、径流、排泄条件。详细查明矿区含（隔）水层的岩性、厚度，产状与分布，含水层的富水性、矿床顶底板隔水层的稳定性、隔水性。详细查明主要含水层的富水性、水位、水质、水温等动态变化，各含水层之间的水力联系及其与矿层的关系。详细查明主要构造带、风化破碎带、岩溶发育带的分布和富水性，及与其他含水层、地表水的关系。调查老窿的分布范围、充填情况、积水情况及对矿床开采的影响。

确定矿床主要充水因素、充水方式和途径，计算矿床一期开拓水平的正常涌水量和最大涌水量，必要时估算最低开拓水平的正常涌水量和最大涌水量，指出矿山的供、排水方向。对可供矿山利用的地下水、地表水的水质、水量进行评价，指出供水水源方向。

**4.4.4.2 工程地质：**详细研究矿体和围岩工程地质条件，测定矿石、圈岩的物理力学性质。详细查明对矿床开采不利的工程地质岩组的性质，产状与分布，各种结构面（构造结构面、软弱层等）的发育程度和组合特征。评价矿体和顶底板围岩的稳定性和露天开采时边坡的稳定性，预测可能发生的工程地质问题，研究和提出防治措施。

**4.4.4.3 环境地质：**调查测定矿体、岩体中对人体有害元素、有害气体，如铀、硫化氢等的含量，调查测定地表、地下水中放射性及有毒、有害组分的含量，对影响人民健康的环境质量进行评价。搜集和研究地震活动及新构造活动的资料，对区域和矿区的稳定性进行评价。调查评价矿区崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害的分布情况及对矿床开采的影响，预测因开采和疏干地下水及其他因素可能引起的地面塌陷、地裂、滑坡和山崩等，提出防治措施或建议。对矿山场地建设的合理布局，恢复自然景观及复耕还田的可能性及防止环境污染，保持生态平衡提出建议。

**4.4.4.4 确定矿区开采技术条件类型，对矿区开采技术条件的复杂性做出评价。**

#### **4.4.5 综合评价**

**4.4.5.1 对勘探区范围内具有工业价值的共生、伴生矿产，应在勘探主要矿产的同时进行综合勘查和综合评价。**

**4.4.5.2 对伴生有用组分在勘探主要矿产的同时，应研究其赋存状态、含量、分布规律，并根据其地质条件、需求程度、价值大小、选矿加工性能分析其开发利用的可能性。**

**4.4.5.3 对具有综合开采价值的共生矿产，尤其是位于首采地段和露采境界内的国家急需矿种，应根据该矿种（类）地质勘查规范要求进行勘探。**

### **5 勘查控制程度**

#### **5.1 勘查类型**

##### **5.1.1 勘查类型划分原则**

**5.1.1.1 勘查类型**主要根据主要矿体的延展规模、矿体形态复杂程度、构造、岩脉的发育程度和有用组分的均匀程度划分，也可与相邻地区的同类矿床进行类比初步确定，随研究程度的提高作适当调整。勘查类型划分依据参见附录 C。

**5.1.1.2 当矿体不同地段的主要特征差异显著时，可分段确定勘查类型。**

##### **5.1.2 勘查类型的划分**

第Ⅰ类型（简单型）：矿体延展规模为大型，矿体形态复杂程度简单，构造岩脉发育程度简单，有用组分均匀或较均匀。

第Ⅱ类型（中等型）：矿体延展规模为中到大型，矿体形态复杂程度中等，构造、岩脉发育程度简单或中等，有用组分分布较均匀。

第Ⅲ类型（复杂型）：矿体延展规模为小到中型，形态复杂程度中等到复杂，构造、岩脉发育程度复杂或中等，有用组分分布较均匀或不均匀。

## **5.2 勘查工程间距**

根据我国重晶石、毒重石、萤石、硼矿地质勘查和矿山生产的实践经验，提出各勘查类型基本控制工程间距，供类比使用参考（参见附录 D）。勘查工程网度应尽可能为后续勘查工作衔接利用。

## **5.3 勘查控制程度要求**

### **5.3.1 预查阶段**

对发现的矿体或矿化潜力较大的地区，通过地表地质工作和极少量工程验证，估算预测的资源量（334）？。

### **5.3.2 普查阶段**

对预查发现的矿体应在地表一定间距控制的基础上，选择成矿条件较好地段进行深部稀疏控制，工程间距不限，大致了解矿体的分布范围。矿体的连续性是推断的。

### **5.3.3 详查阶段**

5.3.3.1 控制的矿产资源 / 储量，可参考基本控制工程间距系统控制。

5.3.3.2 基本控制矿体总的分布范围，矿体出露地表的边界应有工程控制，矿体延深要有系统工程控制。矿体的连续性基本确定。

5.3.3.3 控制的矿产资源 / 储量，可根据投资者要求确定。

### **5.3.4 勘探阶段**

5.3.4.1 探明的矿产资源 / 储量，在详查控制的基础上加密控制。矿体的连续性已经确定。

5.3.4.2 探明的矿产资源 / 储量，一般分布在矿床浅部的首采区，其底边界应控制在大致相同的标高上。

5.3.4.3 对适于地下开采的矿床，应控制矿体沿走向和倾向的边界；对适用于露天开采的矿床，要控制矿体四周边界和露天采场的矿体底部边界。

5.3.4.4 隐伏矿体，应注意控制顶部边界，对首采地段的顶部边界和主矿体上盘具有开采价值的小矿体可适当增加工程控制。

5.3.4.5 探明的矿产资源 / 储量应保证矿山首期建设设计返本付息的要求。亦可结合投资者的要求确定。

## **6 勘查工作及质量要求**

### **6.1 地形测量和工程测量**

应采用全国通用的坐标系统和最新的国家高程基准点，对于边远地区和周围没有可供联测的全国坐标系统基准点时，可采用全球卫星定位系统，但必须详细说明所用定位仪器的型号、定位时间、程序、精度。测量的精度要求应执行 DZ / T 0091《地质矿产勘查测量规范》，测绘成果应经业务部门验收。

### **6.2 地质填图**

6.2.1 预查阶段对发现有矿体和找矿潜力的远景区，可进行（1：10 000）～（1：50 000）的路线地质踏勘。

6.2.2 普查阶段对控制矿体的地段编制（1：2 000）～（1：10 000）矿区地形地质图或简图。

6.2.3 详查、勘探阶段，一般应测制 1：2 000 矿床地形地质图；矿床规模小、形态复杂的（第Ⅲ勘查类型）应测制 1：1 000 地形地质图；若矿体分散或矿床分布范围较大的矿区，可增测（1：5 000）～（1：10 000）地形地质图。

6.2.4 普查、详查、勘探阶段勘探线剖面图应实测，比例尺一般（1：500）～（1：2 000）。

### 6.3 物探、化探工作

6.3.1 根据勘查区的地质、地球物理、地球化学、自然地理条件和地质工作要求，开展方法实验，测定有关参数，选择经济有效的物探、化探、重砂测量等方法。

6.3.2 有条件时，对萤石、硼矿利用钻探工程进行中子活化（参见附录 J）、核物理测井，以便于寻找盲矿体和进行矿体形态、产状和矿体连接关系的研究。

6.3.3 详查、勘探阶段应选择代表性含矿地层剖面进行放射性检查。

6.3.4 物探、化探工作质量精度应符合现行规范和规定的要求。

### 6.4 探矿工程

#### 6.4.1 槽探、井探工程

槽探、井探工程用于揭露浅部矿体、矿化带、构造、重要的地质界线和各类异常，探槽和浅井应掘至基岩。

#### 6.4.2 坑探工程

当地形条件有利或矿体形态复杂，钻探工程难以控制，采集选矿大样时，应选用坑探工程，要充分利用老窿、采坑进行采样编录。

#### 6.4.3 钻探工程

6.4.3.1 钻探工程应注意提高岩（矿）心采取率，要求岩心采取率不低于 65%，矿心和矿体顶、底板（3 m～5 m 范围内）采取率应大于 75%。萤石矿穿矿孔径不得小于 56 mm。

6.4.3.2 在钻探施工中要认真测定钻孔天顶角、方位角，做好孔深校正、原始记录、简易水文观测、封孔和岩心保管工作。钻孔偏斜超差和封孔质量不符合规程和设计要求的，应及时采取补救措施。

6.4.3.3 钻探工程应按《岩心钻探规程》执行。

### 6.5 水文地质、工程地质、环境地质工作

有关矿区水文地质、工程地质、环境地质的工作方法及技术要求应按 GB 12719《矿区水文地质工程地质勘探规范》执行。

### 6.6 化学样品的采集，加工及化验分析

#### 6.6.1 化学样品的采集

6.6.1.1 凡揭露矿体的探矿工程均应对矿体分段连续取样。采样和加工质量要求按原国家地质总局《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》执行。

6.6.1.2 槽探、井探、坑探工程中，采用刻槽法取样。样槽断面规格为 5 cm×3 cm～10 cm×5 cm；钻孔矿心一般清洗后沿长轴尽可能采用金刚石刀具锯取一半作为分析样品。对光学萤石采样应以不损坏晶体为原则。对重晶石残坡积矿床应采用大规格刻槽法或剥层法取样。

6.6.1.3 样品长度视矿石类型、品级和结构构造等具体情况合理确定，一般长 1 m～2 m。萤石可适当减至 0.7 m。钻孔不同回次岩心直径有差异时应分别采取。

#### 6.6.2 化学样的加工

6.6.2.1 样品加工按照碾碎、过筛、拌匀和缩分四个工序。样品的加工缩分按  $Q = Kd^2$  公式进行， $K$  值一般萤石采用 0.1，重晶石、毒重石、硼矿采用 0.1～0.2。分析样品的粒径一般—160 目～—200 目。

6.6.2.2 如果加工机械化程度高，可将样品一次破碎至 1 mm，再行缩分细碎。

6.6.2.3 碎样全过程中样品累计损失率不得大于 5%，缩分误差不得大于 3%。

#### 6.6.3 样品的化验分析

**6.6.3.1** 基本分析是为了查明矿石中主要有用有害组分的含量,分析项目重晶石为  $\text{BaSO}_4$ , 毒重石为  $\text{BaCO}_3 \cdot \text{BaSO}_4 \cdot \text{CaCO}_3$ , 萤石为  $\text{CaF}_2$ , 硼矿为  $\text{B}_2\text{O}_3$ 。重晶石根据工业用途不同还需增加其他测试项目,如用于钻井液需增测密度、可溶性碱土金属;用于橡胶造纸填料增测  $\text{CaO}$ 、 $\text{Mn}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{Pb}$ 、 $\text{R}_2\text{O}_3$ 。当矿石中其他有用组分达到工业要求时,也应列入基本分析项目。

**6.6.3.2** 组合分析是为了系统了解矿石中可综合回收利用伴生有用或有害组分的含量。一般按同一矿体、块段、工程、矿石类型、品级由相邻的基本分析样的副样组合而成,分析项目可根据光谱全分析、化学全分析结果确定。

**6.6.3.3** 矿石全分析,包括光谱全分析和化学全分析,用以全面了解各种矿石类型中各种化学成分的含量。每种矿石类型的化学全分析样可作 1 件~2 件,分析项目一般根据光谱分析结果确定。样品由同一矿石类型有代表性的基本分析副样组合或单独采取。

**6.6.3.4** 化学分析质量:样品测试分析应由国家或省级认证的有资质的化验单位承担。基本分析和组合分析结果,必须分期、分批及时进行内部和外部检查,其数量分别为原分析样品总数的 5% ~ 10% 和 3%~5%。在勘探阶段,小型矿床外检样不少于 30 个。

**6.6.3.5** 化学分析工作质量应严格按 DZ / T 0130《地质矿产实验室测试质量管理规范》执行。

## **6.7 矿石选矿试验样品的采集与试验**

**6.7.1** 当不同类型、品级的矿石需要且可能分采时,应按矿石类型、品级分别采样。若不利于分采,则采混合样。所采样品在矿石类型、品级、物质组分、结构构造和空间分布应有充分的代表性。按可能使用的采矿方法在样品中混入一定比例的夹石、围岩,使样品和所代表的矿石类型的平均品位近似。萤石块矿手选试验要点参见附录 I。

**6.7.2** 样品质量和其他技术要求,按国家地质总局 1977 年颁发的《金属非金属矿产地质普查勘探采样规定及方法》要求,并与实验和设计单位商定。

## **6.8 岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验**

### **6.8.1 体积质量(体重)样**

应按矿石类型和品级分别采取并注意空间分布的代表性,详查、勘探阶段小体积质量(体重)样不少于 30 件。致密块状矿石可只采集小体积质量(体重)样。松散矿石应采集大体积质量(体重)样,数量不得小于 2 个~3 个。裂隙较发育的块状矿石除采集小体积质量(体重)样外,详查、勘探阶段还应采集 1 件~2 件大体积质量(体重)样对体积质量(体重)值进行校正,一般规格不小于  $0.125 \text{ m}^3$ 。

测定小体积质量(体重)样要同时测定主元素的含量和湿度,研究体积质量(体重)和品位的相关程度。测定大体积质量(体重)样时,还应测定矿石块度、松散系数、安息角等。

### **6.8.2 岩矿石物理力学试验样**

在矿体、顶底板围岩和较厚的夹层采取岩、矿石物理力学试验样,测定其抗压、抗拉、抗剪强度。坑采矿床应对主要井巷通过的岩组(层)采样,露采矿床应在边坡地段按岩组(层)系统采样。样品要有代表性,主要布置在第一开采水平或首期开采地段。

## **6.9 原始地质编录、资料综合整理和报告编写**

**6.9.1** 原始地质编录必须在现场进行,各项原始资料必须及时取准、取全第一手地质资料。各项原始地质编录按 DZ / T 0078《固体矿产勘查原始地质编录规定》要求执行。凡能用计算机成图、成表的资料,应按标准化表格内容填写。

6.9.2 资料综合整理要运用新理论、新方法进行全面深入的分析研究，特别是规律性的研究使用指定勘查工作资料的综合整理，按 DZ / T 0079《固体矿产地质资料综合整理、综合研究规定》执行。

6.9.3 地质勘查报告的编制要求内容齐全、重点突出、数据准确。编制质量符合 DZ / T 0033《固体矿产勘查 / 矿山闭坑地质报告编写规范》要求。

## 6.10 计算机及其他新技术的应用

6.10.1 推广计算机与信息技术的应用，提倡使用国内外先进的地质勘查应用软件和技术方法，提高地质勘查工作信息化水平。

6.10.2 鼓励使用野外数据采集系统、数据库与图形库系统、勘查数据分析系统、地质图 CAD 系统、GIS 系统进行地质勘查、工作管理、综合研究、综合整理、编图及报告编制工作。

6.10.3 地质勘查计算机系统和信息系统的应用及开发要严格执行相关的信息技术标准。

6.10.4 地质勘查工作中应积极采用先进的技术方法和工作手段，提倡应用 3S（GPS、GIS、RS）技术进行测量、地质填图及地质矿产研究工作。

# 7 可行性评价

## 7.1 概略研究

是对矿床开发利用经济意义的概略评价。一般是在收集分析研究该矿种的国内外资源状况和市场供需状况基础上，根据已取得的普查地质资料、开采技术条件和环境保护等，结合我国类似矿山企业的技术经济指标或扩大的技术经济指标，对矿床做出技术经济评价。所估算的资源量只具内蕴经济意义，为矿床开发有无投资机会、是否进一步详查和制定长远建设规划提供依据。

## 7.2 预可行性研究

是对矿床开发利用经济意义的初步评价。一般需要比较系统地对国内外该矿种资源的分布、生产、消费进行调查和初步分析，对国内外需求量、产品质量要求和价格趋势作初步预测。根据控制的资源量、矿区地形地貌、外部建设条件和环境保护等，借鉴类似矿山的实践经验，初步提出项目建设规模、产品方案、矿区总体建设轮廓和工艺技术路线的原则方案。参照价目表或同类矿山生产实践所获取的数据估算生产成本，初步提出建设总投资、主要工程量、主要设备等。采用内部收益率、净现值和动态的投资回收期等经济评价指标进行动态的经济分析，从总体上客观地对项目建设的必要性、建设条件的可行性和经济效益的合理性做出评价，并确定矿产资源的经济意义。预可行性研究和可行性研究内容基本相同，只是详细程度次之，可为进一步勘探、推荐项目和编制项目建议书提供依据，投资估算的误差一般约为 25%。

## 7.3 可行性研究

是指对矿床开发利用经济意义的详细评价。可行性研究一般需认真对该矿种国内外资源状况、生产和消费情况进行调查统计分析，对国内外市场需求、产品品种、价格、质量要求、竞争能力进行分析研究和预测，根据探明的预可采储量，充分考虑地质、工程、环境、法律和政府的经济政策的影响，对企业生产规模、产品方案、开采方式、开拓方案、选矿加工工艺流程、主要设备的选择、供水供电、总体布置和环境保护等方面进行细致的调查研究、分析计算和多方案比较，并依据评价当时的市场价格确定总投资、生产经营成本、销售收入、利润和现金流量等。主要采用内部收益率、净现值和动态的投资回收期等经济指标进行动态可行性评价，圈定并估算不同的矿产资源 / 储量类型。对拟建项目是否可以建设和如何建设

做出论证和评价，为投资决策、编制下达设计任务书和确定建设计划提供依据。可行性研究的基本建设前期工作的主要内容，所采用的数据精度高，投资估算的误差一般为10%。

## **8 矿产资源 / 储量分类及类型条件**

### **8.1 矿产资源 / 储量分类依据**

#### **8.1.1 经济意义**

##### **8.1.1.1 经济的：**

其数量和质量是依据符合市场价格的生产指标计算的，在可行性研究和预可行性研究当时的市场条件下开采技术上可行、经济上合理、环境和其他条件允许，或在政府补贴或其他条件下开发是可能的，其内部收益率在生产期内年平均大于或等于行业基准收益率，净现值大于零。

##### **8.1.1.2 边际经济的：**

在可行性研究或预可行性研究当时，其开采是不经济的，但接近盈亏边界，只有在将来技术、经济、环境等条件的改善或政府给予其他扶持的条件下可变成经济的。其内部收益率在生产期内年平均大于零、小于行业基准收益率，净现值等于或接近零。

##### **8.1.1.3 次边际经济的：**

在可行性研究或预可行性研究当时，开采是不经济的或技术上不可行，需大幅度提高矿产品价格或技术进步，使成本降低后方能变为经济的，其内部收益率和净现值小于零。

##### **8.1.1.4 内蕴经济的：**

仅通过概略研究，做了相应的投资机会评价，未作可行性研究和预可行性研究，由于不确定因素多，无法区分经济的、边际经济的还是次边际经济的，其经济意义介于经济的到次边际经济的之间。

#### **8.1.2 地质可靠程度**

##### **8.1.2.1 预测的：**

是指对矿化潜力较大地区经过预查得出的结果，有极少量的探矿工程验证，或根据各类综合异常预测的矿体。在有足够依据并与地质特征相似的矿床类比，才能估算出预测的资源量。

##### **8.1.2.2 推断的：**

是指对普查区按照普查的精度大致查明了矿区的地质特征，大致控制了矿体总体产状、形态、展布特征、矿石品位，大致确定了矿石类型和品级，大致了解影响和破坏矿体的地质构造及开采技术条件，也包括那些由地质可靠程度较高的基础储量或资源量外推的部分。其矿体的连续性是推断的，矿产资源数量估算所依据的数据有限，可信程度较低。

##### **8.1.2.3 控制的：**

是指对矿区的一定范围依照详查的精度基本查明了矿床的地质特征、矿体的形态、产状、规模、空间位置、矿石质量、品级及开采技术条件，基本控制影响和破坏主要矿体的较大断层、褶皱、破碎带的性质及产状，大致了解破坏主要矿体的岩脉和夹石的岩性、产状及空间分布。基本确定了矿石类型品级及其比例和变化规律，在需要分采和地质条件可能的情况下，应大致圈出主要矿石类型和品级，矿体的连续性基本确定，矿产资源数量估算依据的数据较多，可信度较高。

##### **8.1.2.4 探明的：**

是指在矿区的勘探范围内依照勘探的精度详细查明了矿床的地质特征、矿体的形态、产状、规模、空间位置、矿石质量、品位及开采技术条件。详细控制了影响和破坏矿体的较大断层、褶皱、破碎带的性质、产状，基本确定了破坏主要矿体的火成岩和夹石的岩性、产状和空间分布，矿石类型、品级及其比例和分布规律已经确定，在需要分采和地质条件可能时应圈定主要矿石类型和品级，矿体的连续性已经确定，矿产资源数量估算所依据的数据详尽，可信度高。

## **8.2 矿产资源 / 储量分类**

### **8.2.1 储量：**

经过详查或勘探，地质可靠程度达到控制或探明的矿产资源，进行了预可行性研究或可行性研究后，经济意义表现当时开采是经济的，并扣除了设计和采矿损失量。储量是基础储量中的经济可采部分。根据地质可靠程度和可行性评价阶段不同，储量又分为可采储量（111），探明的预可采储量（121）和控制的预可采储量（122）三种。

### **8.2.2 基础储量：**

经过了详查或勘探，地质可靠程度达到控制的或探明的矿产资源，进行了预可行性研究或可行性研究后，经济意义属于经济的或边际经济的，未扣除设计和采矿损失量。根据经济意义不同，基础储量分为经济基础储量和边际经济基础储量。根据地质可靠程度和可行性评价阶段不同，经济基础储量又分为探明的（可研）经济基础储量（111b），探明的（预可研）经济基础储量（121b）和控制的（预可研）经济基础储量（122b）。边际经济基础储量又分为探明的（可研）边际经济基础储量（2M11），探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）和控制的边际经济基础储量（2M22）。

### **8.2.3 资源量：**

是指查明矿产资源的一部分和潜在的矿产资源。根据经济意义不同，分为次边际经济资源量、内蕴经济资源量和经济意义未定的预测资源量。次边际经济资源量系指地质可靠程度达到控制的或探明的，经预可行性研究或可行性研究后，经济意义属于次边际经济的那一部分资源量，又分为探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）、探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）和控制的（预可研）次边际经济资源量（2S22）三种。内蕴经济资源量系指地质可靠程度达到推断到探明的，可行性评价只进行概略研究，经济上无法区分其经济的、边际经济的、次边际经济的资源量。根据地质可靠程度不同，又分为探明的内蕴经济资源量（331）、控制的内蕴经济资源量（332）和推断的内蕴经济资源量（333）三种。预测的资源量（334）？系指经预查后预测的资源量，无法确定其经济意义，也是资源量的一种，属潜在矿产资源。

## **8.3 矿产资源 / 储量类型条件（见附录 A）**

### **8.3.1 可采储量（111）：**

探明的经济基础储量的可采部分，是指探明的矿产资源进行了可行性研究，包括对开采、选冶、经济、市场、法律、环境、社会和政府因素的研究及相应的修改，证实当时开采是经济的。用扣除设计和采矿损失的数量表述。估算的可采储量及可行性评价结果可信度高，可供矿山设计建设利用。

### **8.3.2 预可采储量（121）：**

探明的经济基础储量的可采部分，是指探明的矿产资源，进行了预可行性研究，表明当时开采是经济的。用扣除设计和采矿损失的数量表述。估算的可采储量可信度高，可行性评价可信度一般。

### **8.3.3 预可采储量（122）：**

控制的经济基础储量的可采部分，是指控制的矿产资源，进行了预可行性研究，表明当时开采是经济的，用扣除设计和采矿损失量表述。估算的可采储量可信度较高，可行性评价可信度一般。

#### **8.3.4 探明的（可研）经济基础储量（111b）：**

其地质可靠程度、可行性研究程度及经济意义同 8.3.1 所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计、采矿损失的数量表述。

#### **8.3.5 探明的（预可研）经济基础储量（121b）：**

其地质可靠程度、可行性研究程度及经济意义同 8.3.2 所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计和采矿损失的数量表述。

#### **8.3.6 控制的经济基础储量（122b）：**

地质可靠程度、可行性研究程度及经济意义同 8.3.3 所述，与其惟一的差别在于本类型是用未扣除设计和采矿损失的数量表述。

#### **8.3.7 探明的（可研）边际经济基础储量（2M11）：**

是指探明的矿产资源，进行了可行性研究，结果表明当时开采是不经济的，但接近盈亏边界，只有当技术、经济等条件改善才可变成经济的，未扣除设计和采矿损失量。估算的基础储量和可行性评价可信度高。

#### **8.3.8 探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）：**

是指探明的矿产资源，进行了预可行性研究，结果表明在确定当时开采是不经济的，但接近盈亏边界，待将来技术经济条件改善后可变成经济的。未扣除设计和采矿损失，估算的基础储量可信度高，可行性评价可信度一般。

#### **8.3.9 控制的边际经济基础储量（2M22）：**

是指控制的矿产资源，进行了预可行性研究，表明当时开采是不经济的。但接近盈亏边界，待将来技术经济条件改善后可变成经济的，未扣除设计和采矿损失量，估算的基础储量可信度较高，可行性评价可信度一般。

#### **8.3.10 探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）：**

是指探明的矿产资源，进行了可行性研究，表明当时开采是不经济的或技术上不可行，必须大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的，未扣除设计和采矿损失量。估算的资源量和可行性评价可信度高。

#### **8.3.11 探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）：**

是指探明的矿产资源，进行了预可行性研究，其经济意义同 8.3.10 所述，未扣除设计和采矿损失量，估算的资源量可信度高，可行性评价可信度一般。

#### **8.3.12 控制的次边际经济资源量（2S22）：**

是指控制的矿产资源，进行了预可行性研究，表明当时开采是不经济的或技术上不可行，需大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本后，才能变成经济的，未扣除设计和采矿损失量。估算的资源量可信度较高，可行性评价可信度一般。

#### **8.3.13 探明的内蕴经济资源量（331）：**

是指探明的矿产资源未进行可行性研究或预可行性研究，仅作了概略研究，经济意义介于经济的至次边际经济的范围内，计算的资源量可信度高，可行性评价可信度低。

#### **8.3.14 控制的内蕴经济资源量（332）：**

是指控制的矿产资源，可行性评价仅做了概略研究，经济意义介于经济的至次边际经济的范围内，估算的资源量可信度较高，可行性评价可信度低。



### **8.3.15 推断的内蕴经济资源量（333）：**

地质可靠程度是推断的，可行性评价仅做了概略研究，经济意义介于经济的至次边际经济的范围内，估算的资源量可信度低，可行性评价可信度低。

### **8.3.16 预测的矿产资源量（334）？：**

依据区域地质研究成果、航空、遥感、地球物理、地球化学等异常或极少量工程资料，与已知矿床类比估计的资源量，有无经济意义尚不确定，属于潜在矿产资源。

## **9 矿产资源 / 储量估算**

### **9.1 矿产资源 / 储量估算的工业指标**

工业指标是评价矿床的工业价值、圈定矿体和估算矿产资源 / 储量的依据。工业指标应包括边界品位、最低工业品位、最低可采厚度、夹石剔除厚度、剥采比和勘查深度等。

工业指标应根据矿山开采技术条件、矿石的加工选冶性能、矿山开发的外部条件及当时的市场情况和国家的经济政策研究确定。在预查和普查阶段，可采用一般工业指标（参见附录 F）或与相邻地区同类矿床类比。在详查和勘探阶段，一般应在勘查工作基本结束前，通过多方案试圈，经技术经济比较确定，或结合预可行性研究、可行性评价研究和当时的市场及相关因素提出工业指标的推荐方案，按国家规定的程序报批。

对与铁、钨、锡、铍等多金属及铅、锌等硫化物矿床中的伴生萤石矿床，虽然萤石未达到边界品位要求，但应根据选矿工艺在技术上可行、经济上合理的前提下制定综合回收的工业指标。

### **9.2 矿产资源 / 储量估算的一般原则**

**9.2.1** 必须根据矿体赋存规律，严格按工业指标正确的连接圈定矿体。

**9.2.2** 应按矿产资源 / 储量分类及类型条件，按矿体、块段、矿石类型或品级分别估算矿产资源 / 储量。当开采方式不同时，应分别计算露采、坑采地段的矿产资源 / 储量。萤石、硼矿还要估算主元素的组分量。

**9.2.3** 对具有工业利用价值的共生和伴生有用组分，应分别估算矿产资源 / 储量。

**9.2.4** 估算的矿产资源 / 储量应是扣除采空区的实有矿产资源 / 储量。对于埋藏在永久性工程或重要建筑物以下禁采区的矿产资源 / 储量，均应单独估算，并列入次边际经济资源量。

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

### **9.3 矿产资源 / 储量估算参数的要求**

**9.3.1** 参与矿产资源 / 储量估算的各项参数，如矿体面积、厚度、品位、体积质量（体重）等，在预查和普查阶段，采用实测和类比方法确定，在详查和勘探阶段必须实测，数据要准确、可靠、具代表性。

**9.3.2** 矿石量以千吨为计量单位。

**9.3.3** 矿产资源 / 储量的估算方法，要根据矿床赋存特点和勘查工程布置形式合理进行选择。对估算方法及其结果的正确性应进行检验。提倡运用计算机技术，采用地质统计学法、SD 法等新的矿产资源 / 储量计算方法。使用的计算机软件须经有关管理部门认定。

附 录 A  
(规范性附录)  
固体矿产资源 / 储量分类

表 A.1 固体矿产资源 / 储量分类表

经济意义	地质可靠程度				
	查明矿产资源			潜在矿产资源	
	探明的	控制的	推断的	预测的	
经济的	可采储量（111）				
	基础储量（111b）				
	预可采储量（121）				预可采储量（122）
	基础储量（121b）				基础储量（122b）
边际经济的	基础储量（2M11）				
	基础储量（2M21）				基础储量（2M22）
次边际经济的	资源量（2S11）				
	资源量（2S21）				
内蕴经济的	资源量（331）	资源量（332）	资源量（333）	资源量（334）？	
注：表中所用编码（111～334），第 1 位数表示经济意义，即 1＝经济的，2M＝边际经济的，2S＝次边际经济的，3＝内蕴经济的，？＝经济意义未定的；第 2 位数表示可行性评价阶段，即 1＝可行性研究，2＝预可行性研究，3＝概略研究；第 3 位数表示地质可靠程度，即 1＝探明的，2＝控制的，3＝推断的，4＝预测的，b＝未扣除设计、采矿损失的可采储量。					

附 录 B  
(规范性附录)  
重晶石、毒重石、萤石、硼镁石矿石质量标准

### B.1 重晶石矿石质量标准

B.1.1 钻井液用重晶石粉质量标准按 GB / T 5005—94 (钻井液用重晶石粉) 的规定, 见表 B.1。

表 B.1 钻井液用重晶石粉质量标

项 目		指 标		
		特级	一级	二级
密度	$\text{g/cm}^3 \geq$	4.30	4.20	4.05
细度 %	0.074mm 孔径筛筛余量 $\leq$	3.0	3.0	3.0
	0.043mm 孔径筛筛余量 $\geq$	5.0	5.0	5.0
水溶性碱土金属 (以钙计) $\text{mg/kg} \leq$		150	200	250
粘度效应 $\text{mPa} \cdot \text{s}$	加硫酸钙前 $\leq$	110	125	140
	加硫酸钙后 $\leq$	110	125	140

B.1.2 化工用重晶石质量标准按 HG / T 3588—1999 (化工用重晶石) 的规定, 见表 B.2。

B.1.3 橡胶、造纸填充料用重晶石粉质量标准:

表 B.2 化工用重晶石质量标准

项    目	指        标			
	优等品		一等品	合格品
	优—1	优—2		
硫酸钡（BaSO <sub>4</sub> ）含量        %	≥ 95.0	≥92.0	≥88.0	≥83.0
二氧化硅（SiO <sub>2</sub> ）含量        %	≤3.0		≤5.0	—
爆裂度                        %	≥60			—
注：1 各组分含量以干基计。				
2 合格品的二氧化硅和爆裂度指标按供需合同执行。				

$\text{BaSO}_4$  质量分数  $>98\%$ ,  $\text{CaO}$  质量分数  $<0.36\%$ ,  $\text{R}_2\text{O}_3$  (主要是  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 微量, 不许有锰、铜、铅等杂质。

### B.2 化工用毒重石质量标准

$\text{BaCO}_3$  质量分数  $>36\%$ , 不溶性滤渣 (主要由  $\text{BaSO}_4$  组成) 质量分数  $<56\%$ ;  $\text{R}_2\text{O}_3$  质量分数  $<1.5\%$ ,  $\text{CaO}$  质量分数  $<7\%$ 。

### B.3 萤石矿质量标准

#### B.3.1 萤石块矿

B.3.1.1 萤石块矿产品的化学成分应符合 YB / T 5167—93《萤石块矿》的规定，见表 B.3。该标准适用于冶金等行业使用的萤石块矿。

表 B.3 萤石块矿化学成分质量标准

品 级	化 学 成 分      %			
	$\omega$ (CaF <sub>2</sub> ) , $\geq$	杂质, $\leq$		
		$\omega$ (SiO <sub>2</sub> )	$\omega$ (S)	$\omega$ (P)
特二级	98.0	1.5	0.05	0.03
特一级	97.0	2.5	0.08	0.05
一级品	95.0	4.5	0.10	0.06
二级品	90.0	9.0	0.10	0.06
三级品	85.0	14.0	0.15	0.06
四级品	80.0	18.0	0.20	0.08
五级品	75.0	23.0	0.20	0.08
六级品	70.0	28.0	0.25	0.08
七级品	65.0	32.0	0.30	0.08

B.3.1.2 产品粒度：6 mm～300 mm。小于 6 mm 的产品不得超过5%；大于 300 mm 的产品不超过 10%；不允许有大于 350 mm 的产品。

B.3.1.3 萤石块矿中不得混入泥土、废石等外来杂质。

B.3.1.4 对萤石块矿产品另有要求时，由供需双方协商解决。

B.3.2 萤石粉矿

B.3.2.1 萤石粉矿化学成分应符合 YB / T 5217—93《萤石粉矿》的规定，见表 B.4。该标准适用于陶瓷、搪瓷、玻璃、水泥等行业使用的萤石粉矿。

表 B.4 萤石粉矿化学成分质量标准

品    级	化学成分    %		
	$\omega$ (CaF <sub>2</sub> ), $\geq$	$\omega$ (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), $\leq$	
特三级	98.0	0.2	
特二级	97.0	0.2	
特一级	95.0	0.2	
一级品	90.0	0.2	
二级品	85.0	I	II
		0.2	0.3
三级品	80.0	0.2	0.3
四级品	75.0	0.3	
五级品	70.0	—	
六级品	60.0	—	
七级品	50.0	—	
八级品	40.0	—	
注： 表中 “—” 表示含量不规定。			

B.3.2.2 产品粒度：6 mm～0 mm。根据不同用途对粒度有具体要求时由供需双方协商。

B.3.2.3 萤石粉矿中不得混入外来杂质。

**B.3.3.1** 按化学成分氟石精矿分五个品级,以干矿品位计算,应符合 YB / T 5143—93《氟石精矿》的规定,见表 B.5。该标准适用于经选别加工所得的粉状氟石精矿,供冶金、化工、机械及玻璃等行业用。

品 级	化 学 成 分 %				
	$\omega(\text{CaF}_2)$ , $\geq$	杂质, $\leq$			
		$\omega(\text{SiO}_2)$	$\omega(\text{CaCO}_3)$	$\omega(\text{S})$	$\omega(\text{P})$
特级品	98	0.6	0.7	0.03	0.02
一级品		0.8	1.0	—	—
二级品	97	1.0	1.2	—	—
三级品	95	1.4	1.5	—	—
四级品	93	2.0		—	—

注：1 表中“—”表示含量不规定。

2 用户对杂质含量有特殊要求时，可由供需双方议定。

**B.3.3.3 湿态氟石精矿中水质量分数不得大于 10%。**

**B.3.3.5 氟石精矿中不得混入外来杂物。**

**B.4.1** 硼镁石矿石质量标准按 ZBD 51006—89《硼镁石矿》的规定,见表 B.6。

[illegible]

附 录 C  
(资料性附录)  
重晶石、毒重石、萤石、硼矿勘查类型划分依据

**C.1 矿体的延展规模**

重晶石、毒重石：大型矿体：长大于 1 000 m，延深大于 500 m。  
                  中型矿体：长 500 m~1 000 m，延深 200 m~500 m。  
                  小型矿体：长小于 500 m，延深小于 200 m。  
萤 石：大型矿体：长大于 600 m，延深大于 300 m。  
          中型矿体：长 300 m~600 m，延深 100 m~300 m。  
          小型矿体：长小于 300 m，延深小于 100 m。  
硼 矿：大型矿体：长大于 700 m，延深大于 300 m。  
          中型矿体：长 200 m~700 m，延深 100 m~300 m。  
          小型矿体：长小于 200 m，延深小于 100 m。

**C.2 矿体形态复杂程度**

简单：矿体呈层状、似层状，矿体厚度变化小，厚度变化系数小于 50%。  
中等：矿体呈似层状、透镜状、扁豆状、脉状，矿体厚度变化中等，变化系数 50%~ 80%。  
复杂：矿体呈小透镜状、小扁豆状、复脉状、囊状、串珠状，矿体厚度变化大，厚度变化系数大于 80%。

**C.3 构造、岩脉发育程度**

简单：矿体产状稳定，一般无或很少有较大的断层破坏矿体，岩脉不发育。  
中等：产状较稳定，有少数较大的断层或岩脉，但对矿体破坏不大。  
复杂：产状不稳定，褶皱发育或断层、岩脉发育，对矿体影响和破坏较大。

**C.4 有用组分的均匀程度<sup>1)</sup>**

均 匀：品位变化系数小于 40%（硼）、小于 30%（萤石）。  
较均匀：品位变化系数 40%~70%（硼）、30%~60%（萤石）。  
不均匀：品位变化系数大于 70%（硼）、大于 60%（萤石）。

---

1) 重晶石、毒重石矿床的品位一般都比较均匀，在类型划分时可不予考虑有用组分的均匀程度。

附 录 D  
(资料性附录)

重晶石、毒重石、萤石、硼矿勘查类型基本控制工程间距参考

表 D.1 重晶石、毒重石、萤石、硼矿勘查类型基本控制工程间距参考表

勘查类型	控制的工程间距 m		实 例
	沿走向	沿倾向	
I	200~400	100~200	陕西安康石梯重晶石矿，辽宁翁泉沟硼矿翁泉沟矿段，宽甸硼矿区栾家沟矿段，内蒙古苏莫查干萤石矿
II	100~200	50~100	广西象州潘村、扶绥思同重晶石矿床，辽宁二台子，吉林高台沟硼矿床，浙江武义杨家、湖南衡南萤石矿床
III	50~100	50	福建永安李坊重晶石矿III矿段，广西象州寺村残坡积重晶石矿床，陕西紫阳黄柏树湾毒重石矿床，辽宁砖庙沟、阳沟硼矿床，浙江溪里萤石矿床、毫石萤石矿5、6号矿体

注：1 表中所列勘查工程间距，是指采用钻探工程控制矿体的实际距离。

2 表中数据是综合重晶石、毒重石、萤石、硼矿地质勘探工作和矿山生产的实践经验提出的，在勘查工作实践中应根据矿种矿体的实际，灵活掌握使用，以避免工程量的浪费和达不到控制程度要求。

3 有些构造复杂地段应加强研究工作或安排必要的专门工程了解构造情况，避免单靠加密工程间距来提高控制程度。

4 矿体规模很大，产状稳定的矿床可以适当放稀工程。

5 第III类型中偏复杂矿床一般探求控制的和推断的矿产资源 / 储量。

6 地表勘查工程间距，一般按相应类型工程间距加密一倍。

7 根据矿床沿走向和倾向的变化，可以变换和调整走向与倾向的工程间距。

8 在小型矿体勘探阶段，控制矿床的勘探线应不少于三条。

9 探明的矿产资源 / 储量应加密控制。

附 录 E  
(资料性附录)

重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿床规模划分

表 E.1 重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿床规模划分表

矿种名称	计算单位	矿床规模 10 <sup>4</sup> t		
		大 型	中 型	小 型
重晶石	矿石	≥1 000	200~1 000	<200
毒重石	矿石	≥1 000	200~1 000	<200
萤石	CaF <sub>2</sub>	≥100	20~100	<20
硼矿（内生）	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	≥50	10~50	<10



附录 F  
(资料性附录)  
重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿床一般工业指标

**F.1 重晶石、毒重石矿床一般工业指标**

**F.1.1 重晶石矿一般工业指标**

**F.1.1.1 原生矿**

边界品位： $\omega(\text{BaSO}_4) \geq 30\%$   
最低工业品位： $\omega(\text{BaSO}_4) \geq 50\%$   
最低可采厚度：0.80 m~1.50 m  
夹石剔除厚度：1 m~2 m

**F.1.1.2 残、坡积矿**

含矿率： $\geq 0.5 \text{ t/m}^3$  ( $\omega(\text{BaSO}_4) \geq 45\%$ )  
最低可采厚度： $\geq 0.30 \text{ m}$   
剥采比： $\leq 1$

**F.1.2 毒重石矿一般工业指标**

边界品位： $\omega(\text{BaCO}_3) \geq 20\%$   
最低工业品位： $\omega(\text{BaCO}_3) \geq 36\%$   
最低可采厚度：0.80 m  
夹石剔除厚度：1 m

**F.2 萤石矿床一般工业指标**

边界品位： $\omega(\text{CaF}_2) \geq 20\%$   
最低工业品位： $\omega(\text{CaF}_2) \geq 30\%$   
矿石品级：  
富矿： $\omega(\text{CaF}_2) \geq 65\%$ ， $\omega(\text{S}) < 1\%$ ，最低可采厚度 0.7 m，夹石剔除厚度 0.7 m。  
贫矿： $\omega(\text{CaF}_2) 20\% \sim 65\%$ ，最低可采厚度 1.0 m，夹石剔除厚度 1 m~2 m。

**F.3 硼矿床一般工业指标**

边界品位： $\omega(\text{B}_2\text{O}_3) : 3\%$   
最低工业品位： $\omega(\text{B}_2\text{O}_3) = 5\%$   
最低可采厚度：1 m~2 m  
夹石剔除厚度：1 m~2 m  
矿石品级：  
富矿： $\text{B}_2\text{O}_3$ ， $> 11\%$ ，可直接加工利用的矿石。  
贫矿： $\text{B}_2\text{O}_3$ ， $5\% \sim 11\%$ ，需经选矿（或作配矿）才能利用的矿石。  
露天剥采比： $3 \text{ m}^3 / \text{m}^3 \sim 6 \text{ m}^3 / \text{m}^3$ 。

附 录 G  
(资料性附录)  
重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿石类型

## G.1 重晶石、毒重石矿石类型

G.1.1 重晶石和毒重石矿的矿石特征基本一致，据其选矿加工性能，可分为三大类：

G.1.1.1 易选矿石：组分简单，选矿工艺简单，一般采用手选、脱泥或简单的重选、浮选。

G.1.1.2 可选矿石：可利用组分多，选矿工艺较复杂，常用数次重选、浮选或重、浮联合选矿，有时还用磁选。

G.1.1.3 难选矿石：主要矿物选别特性差异小，矿物颗粒细，选矿工艺正在研究探索阶段。

G.1.2 按照矿石的矿物组合、结构、构造，分八种类型，前3种为易选矿石，最后2种为难选矿石。

G.1.2.1 重晶石型：主要由重晶石组成，含少量石英、泥质、褐铁矿等。

G.1.2.2 毒重石型：以毒重石为主，重晶石、石英少量。

G.1.2.3 石英—重晶石型：一般以重晶石为主，有较多的石英，有时石英和重晶石大致相等，并有少量绢云母。

G.1.2.4 萤石—重晶石型：以重晶石为主，萤石次之，有时二者含量近似，常含较多的石英或长石。

G.1.2.5 多金属硫化物—重晶石型：矿石中主要为重晶石，并含一种或几种有用组分，如方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、金、银、黄铁矿等。

G.1.2.6 镜铁矿—菱铁矿（或磁铁矿）—重晶石型：一般以重晶石为主，并有数量不等的镜铁矿、菱铁矿或磁铁矿。

G.1.2.7 重晶石—斜钡钙石（钡解石）—毒重石型：以毒重石为主，并有数量不等的斜钡钙石、重晶石、石英。毒重石粒度一般小于0.01 mm。

G.1.2.8 方解石—石英—重晶石型：以重晶石为主，并有数量不等的方解石、石英。重晶石粒度一般小于0.016 mm。

## G.2 萤石矿石类型

### G.2.1 按矿石的主要矿物组合划分

G.2.1.1 萤石型矿石：主要由萤石组成，含少量其他杂质。

G.2.1.2 石英—萤石型矿石：萤石含量大于石英。

G.2.1.3 萤石—石英型矿石：萤石含量小于石英（包括玉髓）或二者近乎相等的贫矿石。

G.2.1.4 重晶石—萤石型矿石：除萤石外，通常含有少量重晶石。

G.2.1.5 方解石—萤石型矿石：除萤石外，含少量的方解石。

G.2.1.6 重晶石—方解石—萤石型矿石：除萤石外，含有一定量的重晶石和方解石。

G.2.1.7 硫化物—萤石型矿石：除萤石外，含有一定量的硫化矿物，有的铅、锌含量可达综合利用要求。

### G.2.2 按矿石的构造特征划分

块状（包括粗晶和细晶）矿石、条带状（包括条带状、环带状）矿石、角砾状（包括正、负角砾状等）矿石、糖粒状矿石、碎裂状矿石和浸染状矿石。前三种为常见矿石类型。

## G.3 硼矿矿石类型

根据硼矿石脉石矿物种类和主要矿物组分不同，我国硼矿矿石类型划分如表 G.1。

硅酸盐类硼矿石的脉石矿物主要由蛇纹石、硅镁石、镁橄榄石等硅酸盐矿物组成；碳酸盐类硼矿石的脉石矿物主要由方解石、白云石、菱镁矿、菱锰矿等碳酸盐矿物组成。

硅酸盐类硼矿石是我国当前工业利用的主要矿石类型，但其中含铀硼镁铁矿（磁铁矿）—硼镁石—蛇纹石型矿石尚未为工业利用。

表 G. 1 硼矿矿石类型划分表

类	型
硅 酸 盐 类	1. 硼镁石—蛇纹石型 2. 遂安石—硼镁石—硅镁石（镁橄榄石）型 3. 硼镁石—磁铁矿—蛇纹石型 4. 含铀硼镁铁矿（磁铁矿）—硼镁石—蛇纹石型 5. 硅硼钙石型
碳 酸 盐 类	6. 硼镁石—遂安石—菱镁矿型 7. 硼镁石—镁硼石—方解石型 8. 锰方硼石—菱锰矿—白云石型

附 录 H  
(资料性附录)  
重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿床类型

## H.1 重晶石、毒重石矿床类型

### H.1.1 矿床分类

H.1.1.1 在研究矿床成因的基础上,根据矿床和围岩的关系,矿体的形态、产状、规模,矿石的矿物组合并结合工业利用价值等因素,划分我国重晶石、毒重石矿床类型。

H.1.1.2 重晶石矿床分为三种类型:沉积型层状重晶石矿床;热液型脉状重晶石矿床;残坡积型重晶石矿床。

H.1.1.3 毒重石仅见有沉积型层状矿床。

### H.1.2 重晶石矿床

#### H.1.2.1 沉积型层状重晶石矿床

矿床主要为沉积成矿作用形成,多产于寒武纪、志留纪、泥盆纪、白垩纪,也见于震旦纪、奥陶纪含炭泥砂质沉积岩中,常和硅质岩共生。矿体一至数层,呈层状、似层状、透镜状;长数百米到八百余米,延深百余米到九百余米,厚数米到十余米;矿体中心部位硫酸钡含量高,边部含量低;产状和围岩一致。矿石中矿物组分简单,有四种组合形式:重晶石单矿物组成;石英—重晶石组合;方解石—石英—重晶石组合;毒重石—斜钡钙石—重晶石组合。成矿后的变质作用常使矿石重结晶,矿物粒度增大。常有类质同像的锶元素存在,有时有毒重石、磷、铀、钒、铂、金、银、石煤等矿产共生。矿床规模一般是大、中型,是最有工业价值的重晶石矿床,如陕西安康石梯重晶石矿床、湖南新晃贡溪重晶石矿床、贵州天柱大河边、镇宁乐纪重晶石矿床。

#### H.1.2.2 热液型脉状重晶石矿床

矿床主要为热液成矿作用形成,常呈陡倾斜脉状产于沉积岩、变质岩、岩浆岩的断裂构造中。矿体成群成带出现,其形态受断裂控制,呈简单的单脉、复杂的复脉和透镜体,有分支复合、尖灭再现现象;长数十米到二千余米,延深数十米到数百米,厚度一般数米;矿体中心部位和地表硫酸钡含量高,边部和深部含量降低;产状与围岩不一致。围岩蚀变主要是硅化、重晶石化、萤石化、方解石化。矿石中矿物组分较简单,有五种组合形式:重晶石单矿物组成;石英—重晶石组合;萤石—重晶石组合;多金属硫化物—重晶石组合;毒重石—斜钡钙石—重晶石组合。常有类质同像的锶元素存在,有时有铅、锌、铜、黄铁矿、萤石、毒重石等矿产共生。矿床规模一般是中、小型,是有较大工业价值的重晶石矿床,如广西象州潘村重晶石矿床、山东郯城房庄重晶石矿床。

#### H.1.2.3 残坡积型重晶石矿床

矿床产于我国南方原生重晶石矿床附近的第四纪残坡积层中。矿体形态受原生矿和地形控制,呈复杂的扁豆状、透镜状;面积数千到数十万平方米,厚度数十厘米到三米;埋深数十厘米到二米;产状与围岩不一致。矿石中以重晶石、围岩碎屑、粘土为主,石英、方解石少量。矿床规模一般是小型,偶见中型,是有一定工业价值的矿床,如广西象州寺村重晶石矿床、海南儋州冰岭重晶石矿床。

### H.1.3 沉积型层状毒重石矿床

矿床主要为沉积成矿作用形成,产于震旦纪、寒武纪含炭泥砂质沉积岩中,硅质岩、白云岩共生。矿体一到数层,呈层状、似层状、透镜状;长百余米到千余米,厚度数米;矿体中心部位碳酸钡含量高,边部含量降低;产状与围岩一致。矿石中矿物以毒重石为主,分

布均匀；重晶石、斜钡钙石次之；少量石英；有时有少量方解石。成矿后变质作用使矿石重结晶，热液作用常使矿石局部富集，矿物粒度增大。常有类质同像的锶元素、重晶石矿共生，有时有磷、钒矿共生。矿床规模大型、小型均有，是具有一定工业价值的毒重石矿床，如四川城口巴山毒重石矿床、陕西紫阳黄柏树湾毒重石矿床。

## H.2 萤石矿床类型

### H.2.1 萤石矿床

#### H.2.1.1 硅酸盐岩石中的充填型脉状萤石矿床

常呈陡倾斜脉状产于沉积碎屑岩、变质岩、侵入岩及火山岩的断裂构造中，是萤石矿床的重要类型，矿体形态取决于断裂的性质，从简单规则的单脉到各种不规则的复脉状和透镜状，常成群成带出现。矿体长一般一百到六百米，少数千米以上，延深一百到数百米，厚度一般一到六米，矿床规模以中、小型为主，少数为大型。矿体与围岩界线清楚，围岩蚀变显著。矿石矿物组合简单，以萤石、石英为主，常组成萤石型、石英—萤石型等主要矿石类型，属易选矿石。这类矿床不仅是冶金用萤石块精矿的主要来源，也是生产化工用萤石粉精矿的重要类型。如浙江武义杨家、湖南衡南、湖北红安、河南陈楼、甘肃高台等萤石矿床。

#### H.2.1.2 碳酸盐岩石中的充填交代型脉状、透镜状萤石矿床

矿床产于碳酸盐岩层的断裂构造带中。矿体形态复杂多样，常呈脉状、透镜状和囊状，甚至形成复杂的矿巢。矿体一般长数十到数百米，延深几十米到数百米，厚度一般一到五米。矿床规模以中、小型为主，也有大型矿床。矿石矿物组合较复杂，有萤石、方解石、重晶石。常组成石英—萤石型、重晶石—萤石型、方解石—重晶石—萤石型等矿石类型，一般属较难选矿石，部分矿石经手选也能获得高品位块精矿。如江西德安、云南老厂、四川二河水等萤石矿床。

#### H.2.1.3 碳酸盐岩石中的层控型层状、似层状萤石矿床<sup>2)</sup>

矿床产于特定层位的碳酸盐岩层中，严格受层位或层间构造所控制。是近年来被肯定很有远景的萤石矿床类型。矿体常呈层状、似层状或透镜状产出。矿体长二百到四百米，个别千米以上，延深几十米到数百米，厚度一般一到八米。矿床规模属大型。矿石矿物组合简单，以萤石型、石英—萤石型为主，原矿经手选即能获得 $\omega(\text{CaF}_2) > 85\%$ 的块状富矿。如内蒙古苏莫查干敖包萤石矿床。

### H.2.2 共、伴生萤石矿床<sup>3)</sup>

是指萤石矿物以伴生组分产于铁、钨、锡、铍等多金属及铅、锌等硫化物矿床中的共、伴生萤石矿床，也是获得萤石的重要来源，其经济价值取决于综合回收的程度。根据矿物组合特征，可将伴生萤石划分下列三个矿床类型。

#### H.2.2.1 铅锌硫化物共、伴生萤石矿床

萤石与铅、锌矿伴生。三者经济价值接近。如湖南桃江铅锌伴生萤石矿床，尚有Cu、Ag等可综合利用。其 $\omega(\text{CaF}_2)$ 为12%~15%，储量规模达到中型。伴生萤石已综合回收利用，是我国目前回收利用程度最好，经济效益最佳的矿区之一。

---

2) 该类矿床受一定层位控制，其成因有沉积改造和热液交代两种观点。

3) 各类伴生萤石矿，其 $\text{CaF}_2$ 含量多少具有工业价值，当以选矿综合回收利用程度及其经济效益而定。

#### H.2.2.2 钨锡多金属伴生萤石矿床

萤石与主矿种钨、锡、钼、铋伴生。以湖南柿竹园多金属矿床为例，萤石呈分散状常与白钨矿、辉钼矿、辉铋矿共生，伴生的铜、硫、铍可综合利用。 $\omega(\text{CaF}_2)$  为 10%~17%，储量规模属大型。当前选矿回收率较低，萤石粉精矿仅能达到化工用低级产品标准。

#### H.2.2.3 稀土元素、铁伴生萤石矿床

萤石与主矿种铁、铌及稀土元素伴生。以内蒙古白云鄂博稀土铁矿床为例，萤石主要伴生于富铁矿石、中—贫铁矿石和钠辉石铁矿石中，萤石质量分数（品位）7%~14%，储量规模属特大型，目前选矿回收尚在实验室试验阶段。

### H.3 硼矿床类型

#### H.3.1 沉积变质再造型硼矿床

矿床产于古元古界区域变质岩系含硼建造中。是我国当前勘查开采的主要对象。矿体赋存于电气石变（浅）粒岩所夹的蛇纹石化镁质大理岩、镁橄榄石化镁质大理岩或菱镁白云大理岩层中，呈似层状、透镜状、扁豆状、不规则状，产状与围岩基本一致。矿体长数十米到数百米，个别大于千米；厚度数米到数十米，常有分枝复合、尖灭再现和侧伏现象。与硼矿化关系密切的围岩蚀变有蛇纹石化、镁橄榄石化、金云母化和透闪石化等，矿石矿物主要为硼镁石、遂安石和硼镁铁矿，脉石矿物为蛇纹石、橄榄石数十米，常有分支复合、尖灭再现和侧伏现象。与硼矿化关系密切的围岩蚀变有蛇纹石化、镁橄榄石化、（硅镁石）、白云石、菱镁矿、方解石、金云母、透闪石。矿石  $\text{B}_2\text{O}_3$  含量一般小于 20%，氧化镁含量一般大于 30%，有的含铁较高。矿床规模大、中、小均有，是我国硼矿床的主要类型。根据矿石建造特点分为以下两个亚类：

a) 以硼镁石（遂安石）为主的沉积变质再造硼矿床。如辽宁二台子、后仙峪、栾家沟，吉林台沟硼矿

b) 以硼镁铁矿（磁铁矿）—硼镁石为主的沉积变质再造硼矿床。如辽宁翁泉沟、五道岭子、牛皮闸等硼矿床。

#### H.3.2 火山沉积型硼矿床

矿床产于石炭系中、上统的火山—沉积岩系中。围岩为粉砂岩、泥灰岩、安山岩、玄武岩。矿体赋存于玄武岩、泥灰岩岩系中，呈层状、似层状、透镜状、脉状，长几十米到几百米，厚度几米到十几米。矿石矿物为硅硼钙石，脉石矿物为方解石、绿泥石。矿石  $\omega(\text{B}_2\text{O}_3)$  一般小于 10%，伴生组分常有钾、钛。如新疆西西尔塔克硼矿床。该类矿床分布在新疆吐鲁番县一带。由于矿床规模小，品位低，目前尚未开采利用。

#### H.3.3 接触交代型硼矿床

矿床产于燕山期早期的中、酸性侵入岩与镁质碳酸盐岩接触变质带上，受接触带及其附近构造控制。矿体赋存于镁质矽卡岩中，呈透镜状、脉状、囊状，长几十米到几百米，厚度一般几米到几十米。围岩蚀变为镁质矽卡岩化（镁质橄榄石、硅镁石、金云母、透闪石、水镁石、蛇纹石）和钙质矽卡岩化（透辉石、符山石、绿帘石、钙镁榴石），沿接触带及其层间分布。硼矿化与镁质矽卡岩关系密切。矿石矿物为镁硼石、硼镁石、萨哈石、硼镁铁矿及氟硼镁石、遂安石、透辉石、符山石，往往含有金属矿物。矿石  $\omega(\text{B}_2\text{O}_3)$  质量分数一般小于 10%，常伴生铁、铜、钨、锡、钼、铅、锌等。矿石中氧化钙质量分数一般大于 20%，有的铁含量较高，形成铁硼矿床。矿床规模以中、小型为主。如湖南七里坪硼矿床，江苏冶山硼矿床。

附 录 I  
(资料性附录)  
萤石块矿手选试验要求

### I.1 样品采集

萤石矿石类型、结构、构造特点和  $\text{CaF}_2$  含量对手选性能影响很大。例如，具有晶粒结构的块状、条带状，乃至角砾状的石英—萤石型矿石，一般具有较好的手选性能，原矿品位越富，手选指标越好；浸染状、“混熔”状的石英—萤石型矿石，即使原矿品位相对较高，手选性能一般也较差。因此，手选试样的采取必须在摸清矿石分布特点的基础上，做好设计，确定样品数目及代表范围，合理布置采样地点。当矿石类型单一，分布均匀，采 1 个~2 个样品即可，反之，应适当增加样品数量。样品要有充分的代表性。

采样方法在地表一般用爆破法，坑道中宜用全巷法。应尽量多点采样。

样品质量（重量）根据采样点的多少，从数百千克至 2 t~3 t 不等。各采样点质量（重量）一般不小于 300 kg。

当矿床勘查手段以钻探为主，深部无坑道控制时，应对矿石特征全面对比分析，充分论述地表样品所能代表的深度范围。

### I.2 加工分选

手选的目的在于剔除原矿中的夹石、贫矿及有害杂质，提高矿石纯度。样品加工分选试验，一般在勘查矿区现场进行。

手选试验一般需经破碎、水洗、粒度分级、手工分选和产品鉴定等程序。一般流程如图 I.1 所示。

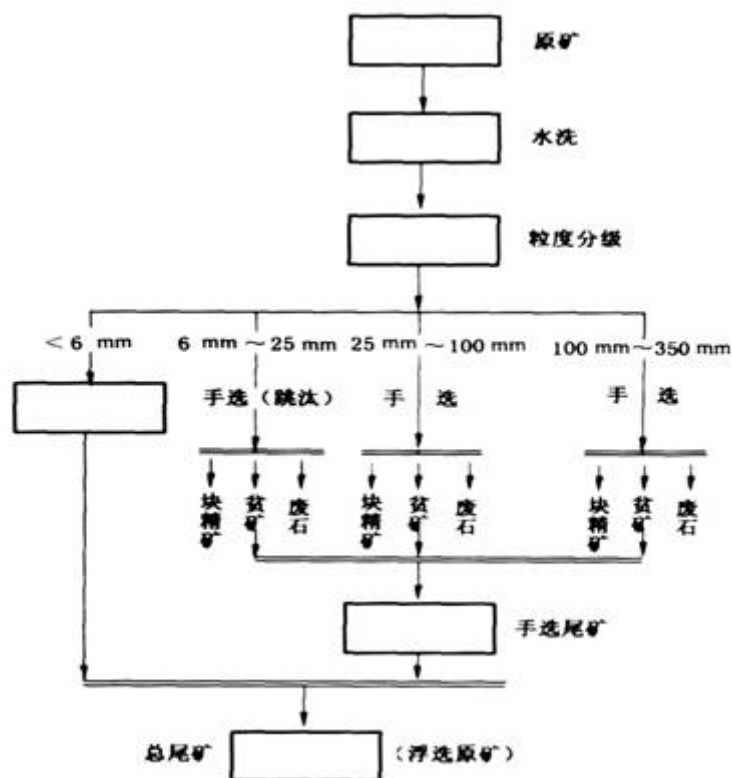


图 I.1 萤石矿手选流程示意图  
(粒度分级仅供参考)

有关问题说明如下：

**粒度分级** 据冶金用萤石块度要求,对小于 6 mm 的碎屑需事先筛除。为便于手工分选,可参考如下粒度区间,适当分级。如 6~25、25~50、50~100、100~200、200~350 (mm) 等等。

**手工分选** 是确定矿石手选性能的重要环节,手选时的精矿品级划分主要依靠目视判别能力,因此,参加试验人员事先要作一定的准备训练。分选时根据原矿品位,矿石结构构造和各粒级矿石品级分离情况,结合冶金级萤石七个品级要求,适当加大品级差距,划 2 个~3 个试验分选级别。例如,可将 1~2 级品合并为一个试验级别,分选  $\text{CaF}_2$  质量分数大于 90% 的产品;又如,将 2~3 级品合并分选  $\text{CaF}_2$  质量分数 85%~95% 的产品等等。

样品应充分水洗(冲洗),清除表面尘土,便于识别分选。

**产品鉴定** 手选精矿品级是否符合预定指标,尚需取样化验。精矿取样分粒级、品级用攫取法、四分法或其他方法取样,分析有益有害元素含量。

各级手选尾矿又是浮选的入选原矿,应同样取样分析。对手选抛弃的废石,也应适当取样,了解主要成分的含量。并确定干燥精矿、尾矿和废石的质量(重量)。

### 1.3 试验成果

试验资料要系统整理,分别计算各粒级、各品级精矿以及总精矿的产率、 $\text{CaF}_2$  回收率、 $\text{CaF}_2$  品位和有害杂质含量。计算各级手选尾矿和总尾矿的  $\text{CaF}_2$  品位和杂质含量。

粒级小于 6 mm 碎屑矿的进一步选矿试验研究,根据需要决定是否进行,一般可直接合并到总尾矿中。

在地质勘查报告中,以总精矿指标为主要依据(已经开采的矿区要充分搜集利用手选生产资料),对矿石手选性能做出评价。如果矿床不同部位手选性能差异较大,应分块(段)论述。

手选试验的采样、分选和试验结果应写成专题总结,与浮选试验结果一并作为勘查报告附件提交。



## 附录 J (资料性附录)

### 中子活化测井原位测定氟化钙含量方法简介

中子活化测井是在井中原位测定矿(岩)石物质成分及其含量的有效方法之一。对于性脆、易碎、不易采心的萤石矿床,在钻探中出现的矿心采取率低,钻孔偏斜引起的矿层定位不准,矿体产生位移,漏矿或岩矿心颠倒混乱等现象,中子活化测井便可比较完满的解决钻探工作之不足,提供真实可靠的定位、定量数据,以确保地质工作的质量。

#### J.1 基本原理

用中子源照射萤石矿,使萤石( $\text{CaF}_2$ )产生( $\eta$ 、 $\alpha$ ),生成放射性同位素 $^{16}\text{N}$ ,测定 $^{16}\text{N}$ 的伽马射线强度,就可以算出 $\text{CaF}_2$ 的含量。

自然界几种元素的中子活化反应参数如表 J.1。

表 J.1 自然界几种元素中子活化反应参数表

核 反 应	初始丰度 %	活化截面 $10^{-31}\text{m}^2$	半衰期 S	中子能域 MeV	$\gamma$ 射线能量 MeV 每次衰变量子数 %
$^{19}\text{F}(\eta \cdot \alpha)^{16}\text{N}$	100	10	7.3	2~4	6.14 (69)
$^{16}\text{O}(\eta \cdot \rho)^{16}\text{N}$	99.7		7.3	10.2	6.14 (69)
$^{15}\text{N}(\eta \cdot \alpha)^{16}\text{N}$	0.35	20	7.3	热中子	6.14 (69)

由上表可知,在测定 $^{19}\text{F}$ 含量时,会受到自然界 $^{16}\text{O}$ 和 $^{15}\text{N}$ 产生 $^{16}\text{N}$ 的干扰,但是由于现用的镅—铍中子源发射的中子平均能量为(4~5) MeV(百万电子伏),大于10 MeV的中子数很少,而 $^{16}\text{O}$ 通过( $\eta \cdot \rho$ )反应产生 $^{16}\text{N}$ 所需的中子能域需要10.2 MeV,故 $^{16}\text{O}$ 反应甚微。而 $^{15}\text{N}$ 通过( $\eta \cdot \alpha$ )反应虽然也可产生 $^{16}\text{N}$ ,但因 $^{15}\text{N}$ 的丰度只有0.35%,故这种干扰也可忽略不计。

中子活化测井计算含量采用比较法计算,其公式为 $\omega_x = \frac{WI_x}{I}$ ,通过比较标准样( $I$ )和待测样( $I_x$ )的放射性活度,根据 $\text{CaF}_2$ 标准样含量( $W$ )即可算出待测样的氟化钙含量( $W_x$ )。

#### J.2 技术指标

J.2.1 测量灵敏度: $\text{CaF}_2$ 含量 $\geq 5\%$ 。

J.2.2 划分矿层厚度:精确划分 $\geq 0.5\text{ m}$ 的矿层。

J.2.3 重复测量相对误差:见表 J.2。

表 J.2 重复测定相对误差表

$\omega(\text{CaF}_2)$	重复测定相对误差
$>10\%$	$<\pm 10\%$
$<10\%$	$<\pm 15\%$

J.2.4 测井速度:可选范围为(300~750) m/h。

#### J.3 特点及效果

J.3.1  $\text{CaF}_2$ 反应明显、单解、干扰小。

J.3.2 高能伽马射线影响范围大,且是原位测,故所测 $\text{CaF}_2$ 含量值代表性强。

J.3.3 能通过连续测井,测量效率高。

J.3.4 使用仪器设备较简单,便于野外推广使用。