ICS 73.020；73.080
D 13

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0211—XXXX
代替 DZ/T 0211-2002

矿产地质勘查规范 重晶石、毒重石、萤石、硼矿

Specifications for barite ,witherite,fluorite and boron mineral exploration

（报批稿）

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

中国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　勘查目的任务 1
3.1　普查阶段目的任务 1
3.2　详查阶段目的任务 1
3.3　勘探阶段目的任务 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 3
4.3　详查阶段 3
4.4　勘探阶段 5
4.5　供矿山建设设计开采的小型和复杂矿床的勘探程度要求 7
5　勘查工作及质量要求 7
5.1　地形测绘和工程测量 7
5.2　地质填图 7
5.3　物探、化探工作 7
5.4　探矿工程 7
5.5　水文地质、工程地质、环境地质工作 8
5.6　化学样品的采集，加工及化验分析 8
5.7　岩矿鉴定标本的采集与鉴定 9
5.8　水样的采集与保存 9
5.9　矿石选矿试验样品的采集与试验 9
5.10　岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验 9
5.11　原始地质编录、资料综合整理和报告编写 10
5.12　绿色勘查要求 10
6　可行性评价 10
6.1　基本要求 10
6.2　概略研究 11
6.3　预可行性研究 11
6.4　可行性研究 11
7　资源储量类型 11
8　资源储量估算 11
8.1　工业指标的确定 11

8.2 资源量估算基本要求.....12
8.3 储量估算基本要求.....13
8.4 资源储量估算结果.....13
附录A（资料性附录） 重晶石、毒重石、萤石、硼矿勘查类型划分依据.....14
附录B（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.....16
附录C（资料性附录） 重晶石、毒重石、萤石、硼矿石类型.....17
附录D（规范性附录） 重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿床规模划分.....19
附录E（资料性附录） 萤石块矿手选试验要求.....20
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.....22
附录G（资料性附录） 重晶石、毒重石、萤石、硼矿床共伴生矿产.....23
附录H（资料性附录） 矿体圈定、资源量类型确定与块段划分原则.....24
附录I（资料性附录） 重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿床工业类型.....26
附录J（资料性附录） 重晶石、毒重石、萤石、硼镁石矿产品质量标准.....29
参 考 文 献.....32

前　言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准代替DZ/T 0211—2002《重晶石、毒重石、萤石、硼矿地质勘查规范》。除编辑性修改外，主要技术变化如下：

——修订了章节安排，将勘查研究程度与勘查控制程度合并为勘查工作程度；

——修订了标准适用范围（1 范围）；

——删除了预查阶段相关内容（见2002版的3.1、4.1 和5.3.1）；

——增加了综合评价内容（见4.3.6和4.4.6）；

——补充了详查、勘探阶段开采技术条件研究内容（见4.3.5和4.4.5）；

——修订了划分勘查类型的地质因素，补充完善了各地质因素内容（见4.1.1）；

——增加了勘查深度要求及各勘查阶段的资源量比例要求（见4.1.3、4.3.2.4、4.4.2.7）；

——增加了岩矿鉴定标本、水样采集方法及技术要求（见5.7和5.8）；

——增加了绿色勘查要求（见5.12）；

——补充完善了资源量估算要求（见8.2）；

——修订了萤石、硼矿勘查类型基本控制工程间距参考表，并补充了典型矿床（见附录B）；

——修订了萤石矿的一般工业指标（见附录F）；

——删除了原附录A和附录J，增加了重晶石、毒重石、萤石、硼矿共伴生矿产（附录G）和矿体的圈定、资源量类型确定与块段划分原则（见附录H）。

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、湖南省矿产资源储量评审中心、中化地质矿山总局湖南地质勘查院、中化地质矿山总局浙江地质勘查院。

本标准主要起草人：周旭林、赵建光、李剑、秦雅静、吴盛、高利民、张慧、赵亚辉、黄栋良、王宏宇、盛丹、王谦、游国均、闫友谊、刘道荣、林子华。

本标准的历次版本发布情况为：

——DZ/T 0211-2002。

矿产地质勘查规范 重晶石、毒重石、萤石、硼矿

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、勘查工作程度、勘查工作及质量要求、可行性评价、资源储量类型和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。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 12719 矿区水文地质工程地质勘查规范

GB/T 13908 固体矿产地质勘查规范总则

GB/T 17766 固体矿产资源储量分类

GB/T 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

DZ/T 0033 固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范

DZ/T 0078 固体矿产勘查原始地质编录规程

DZ/T 0079 固体矿产地质资料综合整理、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 0141 地质勘查坑探规程

DZ/T 0153 物化探工程测量规范

DZ/T 0227 地质岩心钻探规程

3 勘查目的任务

3.1 普查阶段目的任务

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，对已发现的矿化潜力较大地区及矿化线索，采用地质填图、露头检查、稀疏的取样工程等有效技术方法进行追索、验证，发现矿（化）体，初步查明普查区的地质特征、矿体特征，初步了解矿床开采技术条件，估算推断资源量。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。

3.2 详查阶段目的任务

对经普查圈出的详查区，通过大比例尺地质填图、钻探等有效勘查方法和综合地质研究，并进行系统取样，基本查明矿床地质特征、矿体特征、矿石选矿加工技术性能和矿床开采技术条件，开展概略研究，估算控制和推断资源量，也可开展预可行性研究或可行性研究，估算可信储量，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。

3.3 勘探阶段目的任务

对经详查圈定的勘探区，通过钻探或坑探等有效地质勘查方法，加密采样工程，详细查明矿床地质特征，矿石特征、矿石选矿加工技术性能和矿床开采技术条件，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。开展概略研究，估算探明、控制及推断资源量，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 合理确定勘查类型

4.1.1.1 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、构造及岩脉对矿体的影响程度、矿体厚度变化稳定程度和有用组分的均匀程度等 5 个地质因素确定（各地质因素划分依据参见附录 A），矿床勘查类型划分为三种类型，分别为第Ⅰ类型（简单型）、第Ⅱ类型（中等型）、第Ⅲ类型（复杂型），允许有过渡类型存在，各类型确定条件如下：

a） 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，构造及岩脉对矿体影响程度简单，矿体厚度变化程度稳定，有用组分均匀或较均匀。

b） 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，构造及岩脉对矿体影响程度简单或中等，矿体厚度变化程度较稳定，有用组分分布较均匀。

c） 第Ⅲ类型（复杂型）：矿体延展规模为小到大型，形态复杂程度中等到复杂，构造及岩脉对矿体影响程度复杂或中等，矿体厚度变化程度不稳定，有用组分分布较均匀或不均匀。

4.1.1.2 不同矿体或矿体不同地段的主要特征差异显著时，可分矿体或分段确定勘查类型。

4.1.1.3 普查阶段通过地表工作之后，有类比条件的，可与同类矿床类比初步确定勘查类型，详查阶段确定勘查类型，勘探阶段对详查阶段确定的类型进行验证，必要进行调整，进一步合理确定勘查类型。

4.1.1.4 小型矿床不宜确定为第Ⅰ类型。

4.1.2 合理确定勘查工程间距

4.1.2.1 矿床勘查时应根据勘查类型合理确定勘查工程间距，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（参见附录 B），供类比参考使用，勘查工程间距应尽可能为后续勘查工作衔接利用。

4.1.2.2 不同地质可靠程度的勘查工程间距，一般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。

4.1.3 合理确定勘查深度

出露地表的矿床，矿体埋深小于 300m 时，原则上一次性勘查完毕。对矿体倾斜延伸较大的大型矿床，详查、勘探阶段一般控制垂深 500m 以浅。确定的勘查深度以下需有极少量工程了解矿床远景。

4.1.4 综合评价

4.1.4.1 各勘查阶段均应对矿床进行综合勘查综合评价。

4.1.4.2　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，并按该矿共生矿产的勘查规范进行相应的勘查控制和评价。资源量规模为小型的共生矿产，利用主矿产的控制工程对其进行控制，按该共生矿产的勘查规范进行评价。

4.1.4.3　同体共生的共生矿产，当有用组分含量达到该共生矿产的边界品位指标，但未达到最低工业品位指标时，统一按伴生矿产处理。

4.1.4.4　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，但可在矿石选冶过程中单独出产品，或可在某一产品中富集达到计价标准的伴生矿产，应能研究提出综合回收利用途径，并进行相应的评价。

4.2　普查阶段

4.2.1　全面搜集矿区的区域地质、物探、化探、矿化点、矿点及周边矿山资料，进行综合分析，研究区域成矿条件与成矿规律、矿床分布特征。

4.2.2　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，一般不少于 3 条剖面线，剖面线距及工程间距可参照初步确定的勘查类型基本控制工程间距放稀 1～2 倍来布设。

4.2.3　初步查明普查区内地层、主要构造、岩浆岩的产出和分布特征，研究其与成矿的关系。

4.2.4　初步查明与成矿有关的变质作用、混合岩化作用，并研究其对矿床形成与改造的影响。

4.2.5　初步查明矿体的数量、形态、规模、产状及分布范围，初步查明矿体的厚度变化情况。

4.2.6　初步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和自然类型。

4.2.7　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。

4.2.8　初步查明水文地质、工程地质，环境地质条件，评价矿区开采技术条件。全面收集矿区内各类保护地、居民聚集区、重要基础设施的资料，了解其分布情况。对具有进一步工作价值的非沉积型矿床开展放射性检查。

4.2.9　初步了解共生、伴生矿产的种类、含量及其综合利用的可能性。

4.2.10　矿体的连续性是推断的，估算推断资源量。

4.3　详查阶段

4.3.1　矿区地质研究

4.3.1.1　在普查的基础上，可参考附录 B 提供的基本控制工程间距对主矿体进行系统控制。

4.3.1.2　基本查明矿区地层，含矿层位、时代。对沉积和层控型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。

4.3.1.3　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。

4.3.1.4　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。

4.3.1.5　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。

4.3.1.6　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。

4.3.1.7　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。

4.3.2　矿体地质研究

4.3.2.1　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。主矿体出露地表的边界应有工程控制，主矿体倾向延伸要有系统工程控制。基本确定主矿体的连续性。

4.3.2.2　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。

4.3.2.3　基本查明风化带的特征及分布范围。

4.3.2.4　估算控制+推断资源量，控制资源量一般应不少于查明资源量的 30%。供矿山设计开采提供依据的小型和复杂类型矿床，控制资源量比例占查明资源量的比例不小于 50%。

4.3.3　矿石特征研究

4.3.3.1　基本查明矿石矿物和脉石矿物的种类，基本查明矿石矿物的含量、粒度、嵌布特征和矿石结构构造，划分矿石自然类型、工业类型和品级，研究其分布规律（参见附录 C）。

4.3.3.2　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。

4.3.3.3　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。

4.3.4　矿石选矿加工性能研究

4.3.4.1　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，应在矿石工艺矿物学研究的基础上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。

4.3.4.2　当存在 CaF_2 含量≥65%的晶粒块状、条带状构造的萤石矿石的矿区，可进行萤石块矿手选试验。

4.3.4.3　对共伴生矿物做工艺矿物学研究，开展综合回收试验，基本查明共伴生组分富集规律和回收利用途径，评价综合回收的经济可行性。

4.3.5　矿区开采技术条件研究

4.3.5.1　水文地质：在研究区域水文地质条件的基础上，以矿区所在水文地质单元为研究对象，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及构造对含（隔）水层的影响程度，地表水体分布范围及其主要水文地质特征，地下水的补给、径流、排泄条件及水位埋深，地表水和地下水及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。

4.3.5.2　工程地质：划分矿区工程地质岩组，测定主要岩石、矿石物理力学性质。基本查明构造破碎带的产状、规模、性质与工程地质特征，基本岩溶带的工程地质特征及对矿床开采的影响，基本查明岩体风化、蚀变程度以及软岩和软弱夹层的分布。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。

4.3.5.3　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、崩塌、滑坡、泥石流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。

4.3.5.4　基本确定矿床开采技术条件类型。

4.3.6　综合评价

4.3.6.1　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，基本查明共、伴生矿产的种类、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。
4.3.6.2　根据选矿实验成果，初步了解选矿尾砂的矿物成分及综合利用的可能性。重晶石-萤石、石英-萤石、方解石-萤石等矿物组合型萤石矿需初步了解尾砂中重晶石、石英、方解石等非金属矿的综合回收利用。石英-重晶石、萤石-重晶石等矿物组合型重晶石矿需了解尾砂中石英、萤石等非金属矿的综合回收利用。
4.3.6.3　露天开采矿床需对剥离物的综合利用进行评价,了解剥离物综合利用的可能性。

4.4　勘探阶段

4.4.1　矿区地质研究

4.4.1.1　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。
4.4.1.2　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。
4.4.1.3　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。
4.4.1.4　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。
4.4.1.5　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。
4.4.1.6　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。

4.4.2　矿体地质研究

4.4.2.1　在详查控制的基础上适当加密控制，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。
4.4.2.2　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。
4.4.2.3　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，确定矿体的连续性。
4.4.2.4　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。
4.4.2.5　对适于地下开采的矿床，应控制矿体沿走向的边界。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。
4.4.2.6　对隐伏矿体，应注重矿体头部的控制，对首采地段的矿体头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。
4.4.2.7　估算探明、控制及推断资源量，探明资源量占查明资源量的 10～20%，且应保证矿山首期建设设计返本付息的要求。探明+控制资源量一般应达到查明资源量的 50%，超大型矿床资源量比例可适当降低（矿床规模划分参见附录 D）。探明资源量一般分布在矿区的首采区，其底界应控制在大致相同的标高上。

4.4.3　矿石特征研究

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

4.4.3.2　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。

4.4.3.3　详细研究划分矿石自然类型、工业类型、品级，比例及其分布。

4.4.3.4　详细研究夹石（层）和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。

4.4.4　矿石选矿加工性能研究

4.4.4.1　一般矿石应在矿石工艺矿物学研究的基础上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。

4.4.4.2　萤石块状可进行手选试验。

4.4.4.3　对共伴生矿物做工艺矿物学研究，开展综合回收试验，详细查明共伴生组分富集规律和回收利用途径。

4.4.5　矿床开采技术条件研究

4.4.5.1　水文地质：以矿区所在水文地质单元为基础，详细查明矿区含水层的岩性、厚度、产状与富水性，矿床顶底板隔水层的稳定性、隔水性，地下水的水位埋深及补给、径流、排泄条件与动态变化特征，以及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和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。

4.4.5.2　工程地质：详细查明矿体和围岩工程地质条件，测定矿石、围岩的物理力学性质。详细查明对矿床开采不利的软弱岩组的性质、产状与分布，结构面的发育程度、组合特征及其对岩体完整性的影响。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。

4.4.5.3　环境地质：调查测定矿体及其顶底板围岩和夹石中对人体有害元素、有害气体，如铀、硫化氢等的含量，调查测定地表水、地下水化学组分，建立背景值，重点分析放射性及有毒、有害组分的含量，分析调查地表水、地下水污染和污染方式与途径，分析对影响人民健康的环境质量。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、地面塌陷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、地裂缝、滑坡和崩塌等地质灾害和水土污染、大气污染、水资源减少或枯竭等环境地质问题，并提出防治措施或建议。对矿山场地建设的合理布局，矿山地质环境治理及生态修复的可能性及防止环境污染，保持生态平衡提出建议。

4.4.5.4　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。

4.4.6　综合评价

4.4.6.1　对矿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。

4.4.6.2　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。

4.4.6.3 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。
4.4.6.4 评价选矿尾砂综合利用的可能性及利用方向。

4.4.6.5 露天开采矿床需在详查工作的基础上进一步评价剥离物的综合利用方向。

4.5 供矿山建设设计开采的小型和复杂矿床的勘探程度要求

4.5.1.1 一些小型矿床或者复杂的大中型矿床，在详查控制的基础上，通过加密工程仍然不能估算探明资源量时，可提交详查（最终）报告结束勘查工作，探求控制资源量，作为矿山开采设计的依据。
4.5.1.2 详查（最终）作为矿山建设设计依据时，其选矿加工技术性能、开采技术条件工作程度均应达到勘探工作程度。
4.5.1.3 详查（最终）控制资源量占查明资源量的比例一般应不小于 50%。

5 勘查工作及质量要求

5.1 地形测绘和工程测量

5.1.1 应采用全国统一的坐标系统和最新的国家高程基准点。
5.1.2 平面坐标系一般采用 2000 年国家大地坐标系、高斯-克吕格格正形投影，测图比例尺大于等于 1:10000 时统一采用 3° 分带，高程系采用 1985 年国家高程基准。
5.1.3 对于不具备条件的边远地区可建立相对独立的坐标系统和独立高程系，但应尽量与国家高坐标系统及高程系联测，如果勘查区周围没有可供联测的基准点时，可采用全球卫星定位系统，但应详细说明所用定位仪器的型号、定位时间、程序、精度。
5.1.4 测量的精度要求应按 GB/T 18341 执行。

5.2 地质填图

5.2.1 普查阶段测制 1:2000～1:10000 矿区地形地质图或简图，工作程度应达到简测要求。对控制矿体的地段要重点填图。
5.2.2 详查、勘探阶段，一般应测制 1:2000 矿床地形地质图，工作程度应达到正测要求。主要矿体规模小、形态复杂的应测制 1:1000 地形地质图，若矿体分散或矿床分布范围较大的矿区，可测制 1:5000～1:10000 地形地质图，但重点地段应增测 1:2000 地形地质图。
5.2.3 矿区内不同地段地质填图工作应有所侧重，地质界线、构造界线和地表矿（化）体分布地段可适当加密观测点，其它地段可适当放稀。
5.2.4 普查、详查、勘探阶段勘探线剖面图应实测，比例尺一般 1:500～1:2000。
5.2.5 地质填图工作方法及精度要求参照 GB/T 33444-2016 第 6 章 地质填图要求执行。

5.3 物探、化探工作

5.3.1 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，选择经济有效的物探、化探等方法，测定有关参数。
5.3.2 普查、详查阶段应选择代表性含矿地层剖面进行放射性检查。
5.3.3 物探、化探工作质量精度应按 DZ/T 0153 规定的要求执行。

5.4 探矿工程

5.4.1 浅表工程

浅表工程包括槽探、剥土、井探、浅钻等工程，用于揭露浅表部矿体、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，能够观察到基本地质现象，并满足相关样品采集要求。

5.4.2 坑探工程

5.4.2.1 当地形条件有利或矿体形态复杂、钻探工程难以控制时，可选用坑探工程，但要充分利用老窿、采坑进行采样编录。

5.4.2.2 详查、勘探阶段采集选矿大样、控制矿体的连续性及验证钻探工程质量时可采用坑探工程验证。

5.4.2.3 坑探工程布设应以探矿目的为主，并尽可能考虑为未来矿山建设生产所利用。

5.4.2.4 坑探工程质量按 DZ 0141 要求执行。

5.4.3 钻探工程

5.4.3.1 钻探工程应注意提高岩（矿）心采取率，要求岩心采取率应不低于 70%，矿心和矿体顶、底板（3 m～5 m 范围内）采取率应不低于 80%。终孔孔径一般不得小于 75mm。

5.4.3.2 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。

5.4.3.3 钻探工程质量应按 DZ/T 0227 执行。

5.5 水文地质、工程地质、环境地质工作

5.5.1 矿区水文地质、工程地质、环境地质调查比例尺应一致，普查、详查阶段比例尺为 1:10000～1:50000，勘探阶段比例尺为 1:2000～1:10000。

5.5.2 水文地质条件中等、复杂的地下开采矿山需对主要含水层进行抽水试验。

5.5.3 矿区水文地质、工程地质的工作方法及技术要求应按 GB 12719 执行。

5.6 化学样品的采集，加工及化验分析

5.6.1 化学样品的采集

5.6.1.1 凡揭露矿体的探矿工程均应对矿体分段连续取样，采样应有代表性。采样方法和质量要求参照 DZ/T 0078-2015 第 10.4 条款要求执行。

5.6.1.2 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×3 cm，有用组分分布均匀时，样槽断面可选取小规格。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，取样钻岩心直径少于 30mm 时采取全心作为分析样品。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。

5.6.1.3 视矿石类型、结构构造及品位等差异实行分段取样。在这些差异不大时，样品长度一般不大于工业指标的最低可采厚度，矿石品位均匀时可适当增大，但不得大于夹石剔除厚度，通常为 1m～2m。钻孔不同回次岩心直径有差异时应分别取样。

5.6.2 化学样品的制备

5.6.2.1 样品制备按照碾碎、过筛、拌匀和缩分四个工序。样品的缩分按 $Q=Kd^2$ 公式进行，K 值一般萤石采用 0.1，重晶石、毒重石采用 0.1～0.2，硼矿采用 0.2。分析样品的粒径一般－160 目～－200 目。

5.6.2.2 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。

5.6.2.3 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%。

5.6.3 化学样品的化验分析

5.6.3.1 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$BaSO_4$，毒重石为$BaCO_3 \cdot BaSO_4 \cdot CaCO_3$，萤石为$CaF_2$，硼矿为$B_2O_3$。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CaO、Mn、Cu、Pb、R_2O_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。

5.6.3.2 组合分析是了系统了解矿石中可综合回收利用伴生或有害组分的含量，一般按矿体从同一块段、一个或几个相邻探矿工程中提取若干个基本分析副样，分矿石类型依样品长度的比例组合成一个样品，每个组合样一般只包括2个～10个基本分析副样，样品质量200g～400g。组合分析样品的数量、编组原则、组合方法、分析项目的确定原则等参照GB/T 33444-2016第14.7.1.4条款要求执行。

5.6.3.3 矿石全分析，包括光（质）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，分析项目一般根据定性半定量全分析结果确定。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。

5.6.3.4 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应分期、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%，当样品数量多（大于2000个样品）时取低值，数量少时取高值。外检测试单位资质一般应高于样品测试单位，样品测试单位资质为最高级别资质时，应由同级别资质测试单位进行外检。在详查、勘探阶段，基本分析样内、外检样均不得少于30个，内检合格率应不低于95%，外检合格率不低于90%。。

5.6.3.5 化学分析工作质量应严格按DZ/T 0130执行。

5.7 岩矿鉴定标本的采集与鉴定

5.7.1 采集岩矿标本鉴定样是为了研究岩石和矿石的结构、构造、矿物成分及共生组合，岩石矿物的变质、蚀变现象，确定岩矿石的名称，划分矿石类型，并提供矿石加工和矿产综合利用方面的资料。

5.7.2 所采集的标本应有代表性，采集标本时要尽可能采取新鲜岩石。标本应一式两块，一块送鉴定，一块作陈列标本。标本的规格以能反映实际情况和满足制作光、薄片及手标本观察的需要为原则。一般陈列标本的规格为3cm◊6cm◊9cm。小孔径岩心标本不小于岩心直径的二分之一。

5.7.3 岩矿鉴定标本的制片与鉴定应严格按DZ/T 0130.9要求执行。

5.8 水样的采集与保存

采样容器应采用磨口硬质瓶或高压无色聚乙烯塑料瓶。容器的洗涤、水样的采集和保存方法参照GB 8538-2016执行。

5.9 矿石选矿试验样品的采集与试验

5.9.1 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E。

5.9.2 样品质量和其他技术要求可参考DZ/T 0078-2015第10.5.2条款，并与实验和设计单位商定。

5.10 岩矿石物理技术性能测试样品的采集与试验

5.10.1 体积质量（体重）样

5.10.1.1　应按矿石类型分别采取并注意空间分布的代表性，详查、勘探阶段各矿石类型、品级的小体积质量（体重）样不少于30件。

5.10.1.2　致密块状矿石可只采集小体积质量（体重）样。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。残坡积重晶石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。大体积质量（体重）样一般规格不小于0.125 m^3。

5.10.1.3　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。

5.10.2　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。

5.11　原始地质编录、资料综合整理和报告编写

5.11.1　原始地质编录应在现场进行，各项原始资料应及时取准、取全第一手地质资料，对一些重要地质现象、地表探矿工程、钻孔岩芯实物资料等宜取得影像资料。各项原始地质编录按DZ/T 0078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。

5.11.2　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执行。

5.11.3　地质勘查报告应内容齐全、重点突出、数据准确。编制要求按照DZ/T 0033要求。

5.12　绿色勘查要求

5.12.1　各勘查阶段矿产勘查工作应将绿色发展和生态环境保护要求贯穿于勘查设计、施工、验收的全过程。

5.12.2　矿产勘查工作应尽可能选择有利于环境保护的技术、方法和工艺，最大限度减少对生态环境的扰动，尽可能采用便携式钻探设备、水平钻、浅钻等勘查手段代替槽探、井探等工程手段，尽可能采用一基多孔、一孔多枝等技术。

5.12.3　勘查工程布置应合理避让生态环境敏感地段，场地选址、道路选线、物料堆存等应最大限度减轻（少）对生态环境的负面影响，尽量少占地、少揭露、少毁植被，使勘查实施过程对生态环境的影响最小化。

5.12.4　勘查施工完成后，要及时修复施工对生态环境的负面影响，妥善处理物料堆存、废弃物处置等问题，槽探、浅井工程要及时回填，钻探机台、循环池要及时进行场地平整和土地复垦，岩芯要及时入库或缩减后掩埋。

6　可行性评价

6.1　基本要求

6.1.1　在普查、详查和勘探阶段，均应进行可行性评价工作，使矿产勘查工作与下一步勘查或矿山建设紧密衔接、指出矿山开发的投资风险，提高矿产勘查开发的经济社会效益。

6.1.2　可行性评价根据研究深度划分为概略研究、预可行性研究和可行性研究三个阶段。

6.2　概略研究

6.2.1　是对矿床开发利用经济意义的概略评价。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。

6.2.2　普查阶段因地质可靠程度低只能进行概略研究，详查或勘探阶段，不需要进行更深的可行性评价或进行更深的可行性评价时机不成熟时，也可只进行概略研究。

6.3　预可行性研究

6.3.1　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（井田）建设是否可行的基本评价，为矿山建设立项提供决策依据。

6.3.2　预可行性研究宜在详查及以上阶段进行。

6.4　可行性研究

6.4.1　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（井田）建设是否可行的详细评价，为矿山（井田）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。

6.4.2　可行性研究一般在勘探阶段进行，详查阶段必要时也可进行。

7　资源储量类型

7.1　矿产资源储量分为资源量、储量。资源量按照地质可靠程度由低到高分为推断资源量、控制资源量、探明资源量。考虑地质可靠程度，按照采矿、加工选冶、基础设施、经济、市场、法律、环境、社区和政策等转换因素的确定程度由低到高，将储量可分为可信储量和证实储量。各资源量、储量类型确定条件见 GB/T 17766。

7.2　控制资源量、探明资源量通过预可行性研究、可行性研究或与之相当的技术经济评价可转换为储量。

8　资源储量估算

8.1　工业指标的确定

8.1.1　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。采用几何法估算的工业指标应包括边界品位、最低工业品位、最小可采厚度、夹石剔除厚度、剥采比、米•百分值等。采用统计学方法估算的应论证确定矿块工业指标。

8.1.2　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，一般应对矿床工业指标进行论证，提出工业指标推荐方案，按照有关规定确定后执行。

8.1.3　对可供综合利用的共伴生矿产。共生矿产应论证制订指标，伴生矿产达到综合评价指标要求在选矿流程中查明了走向且能回收的也应该在工业指标中明确。当矿石中有多种组分，品位较低，选矿试验结果证实可以回收且有综合效益时，可以依据国内外市场价格换算成主矿产来衡量，达到最低工业品位要求，则可以分别估算各自矿产、组分的资源储量。

8.2　资源量估算基本要求

8.2.1　资源量估算遵循原则

8.2.1.1　参与资源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。

8.2.1.2　矿体圈定与连接应根据矿体赋存规律，严格按工业指标和圈矿原则正确的圈连矿体，矿体圈定原则与方法参见附录H。

8.2.1.3　矿体外推应合理，有规律时按规律外推，无规律时，应按矿体延伸方向外推。采用米百分值圈定的矿体边界一般不得外推。推断的矿体形态应与已知的矿体形态特征相近似，且推断的矿体及两相邻工程间的矿体厚度不应大于工程实际控制的厚度。具体外推方法参见附录H。

8.2.1.4　资源量的估算方法，要根据矿体赋存特点和勘查工程布置形式合理进行选择。提倡运用计算机技术，采用地质统计学法、SD法等资源量估算方法，使用的计算机软件须经有关管理部门认定。

8.2.1.5　参与资源量估算的矿体面积、厚度、品位等参数均实测，体积质量（体重）参数在预查和普查阶段，可采用实测或类比方法确定，在详查和勘探阶段应实测，数据要准确、可靠、具代表性。

8.2.1.6　应按不同矿体、块段、矿石类型或品级及资源量类型分别估算资源量。

8.2.1.7　为全面反映矿区资源赋存状况，对达到工业指标要求的矿体均应估算资源量。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量、矿山当前加工技术条件制约暂不能利用的资源量，均应单独估算。

8.2.1.8　对具有工业利用价值的共生和伴生有用组分，应分别估算资源量。共生矿产资源量估算要求同主矿种，伴生矿产资源量估算按照GB/T 25283的规定执行。

8.2.2　资源量估算参数确定要求

8.2.2.1　平均品位

单工程平均品位：一般采用样长加权法求得，当样长基本相等或者品位均匀时，可用算术平均法进行计算。

块段平均品位：用地质块段法估算资源量时，块段平均品位一般用单工程（或样品段）厚度加权法求得。用垂直剖面法和水平断面法估算时，先采用单工程（或样品段）厚度加权，再采用面积进行加权求取块段平均品位。

8.2.2.2　矿体厚度

单工程矿体厚度一般采用样品的厚度相加求得。块段平均厚度一般采用块段内单工程厚度算术平均求得。

单工程矿体厚度大于矿体平均厚度3倍时，将该工程矿体厚度确定为特大厚度。有多个特大厚度工程且分布集中时，应单独圈定并估算资源量。特大厚度工程分布零星时，应进行处理，处理方法是用特大厚度工程所影响到的并包含特大厚度工程在内的块段平均厚度代替特大厚度工程参加块段平均厚度计算，若代替后的工程仍高于确定的特大厚度的下限值时，应继续处理。

8.2.2.3　块段面积

一般应使用计算机软件进行面积测定。

8.2.2.4　矿石体积质量（体重）

一般取小体积质量（体重）的平均值进行资源量估算，残坡积型矿床需采用大体积质量（体重）估算资源量，各类型矿石体积质量（体重）差异大时，资源量估算时应分别取该类型的平均体积质量（体重）进行。当矿石品位与体积质量（体重）的关系密切时，应采用线性回归方法求取矿石体积质量（体重）进行资源量估算。

8.3 储量估算基本要求

8.3.1 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，控制资源量扣除设计损失和采矿损失后转为可信储量。

8.3.2 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，探明资源量扣除设计损失和采矿损失后转换为证实储量，当预可行性研究或可行性研究的某些评价因素尚不确定时探明资源量转换为可信储量。

8.4 资源储量估算结果

8.4.1 资源储量估算结果应以文、图、表的方式，按保有、动用和累计查明，主矿产、共生矿产和伴生矿产，不同矿石工业类型（或品级），将不同资源量、储量类型反映清楚。

8.4.2 估算结果矿石量以万吨为计量单位，保留一位小数。萤石、硼矿应估算 CaF_2、B_2O_3 矿物量，以万吨为计量单位，保留一位小数。

附 录 A
（资料性附录）
重晶石、毒重石、萤石、硼矿勘查类型划分依据

A.1 矿体的延展规模

重晶石、毒重石：大型矿体：长大于1000 m，延深大于500 m。
中型矿体：长500 m～1000 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。

A.2 矿体形态复杂程度

简单：矿体呈层状、似层状，板状，矿体产状稳定，形态较规则，连续性好。矿体内部基本上无夹层，基本没有无矿天窗。

中等：矿体呈似层状、透镜状、扁豆状、脉状，矿体连续性较好，产状变化较小。矿体内部有少量夹层或无矿天窗，有膨大缩小现象，有少量的分枝复合现象。

复杂：矿体呈小透镜状、小扁豆状、复脉状、囊状、串珠状，形态不规则，产状变化大，矿体边界呈港湾状，内部有较多无矿天窗，矿体分枝复合现象较普遍，连续性差。

A.3 构造及岩脉对矿体的影响程度

简单：断层、岩脉不发育，对矿体无破坏或破坏极小。沉积型或层控型矿床，控矿层位褶皱不发育，呈单斜或宽缓的背、向斜构造。

中等：有少数较大的断层或岩脉，但对矿体破坏不大。沉积型或层控型矿床，控矿层位具简单背、向斜构造，并有少量的次级褶皱。

复杂：褶皱发育或断层、岩脉发育，对矿体影响和破坏较大。沉积型或层控型矿床，控矿层位褶皱构造发育，呈复式褶皱，甚至有倒转扭曲等现象。

A.4 主要有用组分的均匀程度[1)]

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。

A.5 矿体厚度变化程度

稳　定：矿体厚度变化程度小或者变化有规律，厚度变化系数小于50％。
较稳定：矿体厚度变化程度中等，变化系数50％～ 80％。
不稳定：矿体厚度变化程度大，厚度变化系数大于80％。

附 录 B
（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

B.1 重晶石、毒重石各勘查类型的参考工程间距见表B.1。

表B.1 重晶石、毒重石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	沿倾斜方向	
Ⅰ	200～400	100～200	陕西安康石梯重晶石矿 贵州天柱大河边重晶石矿
Ⅱ	100～200	50～100	广西象州潘村、扶绥思同重晶石矿床，
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，
注：矿体规模很大，产状稳定的矿床可以适当放稀工程。 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。			

B.2 萤石各勘查类型的参考工程间距见表B.2。

表B.2 萤石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	沿倾斜方向	
Ⅰ	200	160～200	内蒙古苏莫查干萤石矿、湖南衡南萤石矿
Ⅱ	100～200	80～100	浙江武义杨家、浙江常山八面山萤石矿、湖南宜章界牌岭萤石矿、江西永丰南坑萤石矿
Ⅲ	50～100	40～50	浙江溪里萤石矿床、毫石萤石矿 5、6 号矿体
注： 矿体规模很大，产状稳定的矿床可以适当放稀工程。 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。			

B.3 硼矿各勘查类型的参考工程间距见表B.3。

表B.3 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	沿倾斜方向	
Ⅰ	200～300	100～200	辽宁翁泉沟硼矿翁泉沟矿段
Ⅱ	100～150	50～100	辽宁二台子、宽甸硼矿区栾家沟矿段,吉林高台沟硼矿、湖南七里坪硼矿
Ⅲ	50～75	50	辽宁砖庙沟、阳沟硼矿床
注： 矿体规模很大，产状稳定的矿床可以适当放稀工程。 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。			

附 录 C
（资料性附录）
重晶石、毒重石、萤石、硼矿石类型

C.1 重晶石、毒重石矿石类型

C.1.1 按选矿加工性能划分

C.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。
C.1.1.2 一般矿石：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。
C.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。

C.1.2 按照矿石的矿物组合、结构、构造划分

C.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。
C.1.2.2 毒重石型：以毒重石为主，重晶石、石英少量。
C.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。
C.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。
C.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。
C.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。
C.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。
C.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。

C.2 萤石矿石类型

C.2.1 按矿石的主要矿物组合划分

C.2.1.1 萤石型矿石：主要由萤石组成，含少量其他杂质。
C.2.1.2 石英—萤石型矿石：萤石含量大于石英。
C.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。
C.2.1.4 重晶石—萤石型矿石：除萤石外，通常含有少量重晶石。
C.2.1.5 方解石—萤石型矿石：除萤石外，含少量的方解石。
C.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。
C.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。
C.2.1.8 云母—萤石型：除萤石外，含有一定量的锂云母、绢云母。
C.2.1.9 黄玉—云母—萤石型：除萤石外，含有一定量的锂云母、绢云母、黄玉。

C.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。

C.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H.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。

表 C.1 硼矿矿石类型划分表

类	型
硅 酸 盐 类	1.硼镁石一蛇纹石型 2.遂安石一硼镁石一硅镁石（镁橄榄石）型 3.硼镁石一磁铁矿一蛇纹石型 4.含铀硼镁铁矿（磁铁矿）一硼镁石一蛇纹石型 5.硅硼钙石型
碳 酸 盐 类	6.硼镁石一遂安石一菱镁矿型 7.硼镁石一镁硼石一方解石型 8.锰方硼石一菱锰矿一白云石型

附 录 D
（规范性附录）
重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿床规模划分

根据国土资源部2000年制定的《矿产资源储量规模划分标准》,重晶石、毒重石、萤石、硼矿床资源储量规模划分标准见表D.1。

表D.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　　10^4 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_2	≥100	20～100	＜20
硼矿（内生）	B_2O_3	≥50	10～50	＜10

附 录 E
（资料性附录）
萤石块矿手选试验要求

E.1 样品采集

萤石矿石类型、结构、构造特点和CaF_2含量对手选性能影响很大。例如，具有晶粒结构的块状、条带状，乃至角砾状的石英—萤石型矿石，一般具有较好的手选性能，原矿品位越富，手选指标越好。浸染状、“混熔”状的石英—萤石型矿石，即使原矿品位相对较高，手选性能一般也较差。因此，手选试样的采取宜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。

E.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E.1所示。

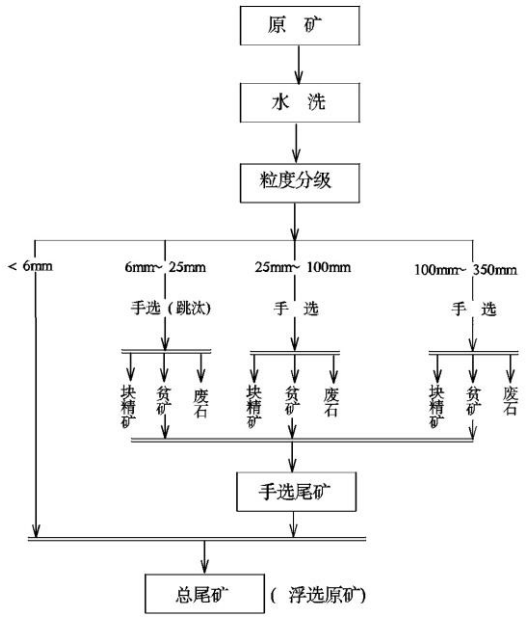


图 E.1 萤石矿手选流程示意图（粒度分级仅供参考）

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CaF_2质量分数大于90％的产品，又如将2～3级品合并分选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）。

E.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、CaF_2回收率、CaF_2品位和有害杂质含量。计算各级手选尾矿和总尾矿的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 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 重晶石矿床一般工业指标

F.1.1.1 原生矿

边界品位 ω（$BaSO_4$）：30%
最低工业品位 ω（$BaSO_4$）：50%
最小可采厚度：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：≥0.5 t/m^3 （ ω（$BaSO_4$）≥45%）
最小可采厚度：0.30 m
剥采比：≤1

F.1.2 毒重石矿床一般工业指标

边界品位 ω（$BaCO_3$）：20%
最低工业品位 ω（$BaCO_3$）：36%
最小可采厚度：0.80 m
夹石剔除厚度：1.0 m。

F.2 萤石矿床一般工业指标

边界品位 ω（CaF_2）：15～20%
最低工业品位 ω（CaF_2）：25～30%
最小可采厚度：0.7～1.0m
夹石剔除厚度：1.0～2.0m
矿石品位较高但厚度小于最小可采厚度时可采用米·百分值。
当矿床规模大，开采技术条件、矿石可选性、外部建设条件好时采用品位指标低值，反之采用高值。

F.3 硼矿床一般工业指标

边界品位 ω（B_2O_3）：3%
最低工业品位 ω（B_2O_3）：5%
最小可采厚度：1 m～2 m
夹石剔除厚度：1 m～2 m。

附 录 G
（资料性附录）
重晶石、毒重石、萤石、硼矿床共伴生矿产

G.1 重晶石、毒重石

重晶石在不同成因矿床中，其伴生矿物有一定差异，在热液型矿床中，重晶石常与黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿以及萤石、天青石、石英、毒重石、赤铁矿共伴生，形成不同的矿石类型，如黄铁矿-重晶石型矿石、萤石-重晶石矿石、铅锌-重晶石型矿石等，如：湖南浏阳秀山重晶石矿床、广西象州市潘村重晶石矿床、重庆市彭水县苦草坪萤石重晶石矿床。在火山沉积型矿床中，共伴生的矿物有菱铁矿、镜铁矿、菱镁矿、菱锰矿，如甘肃省肃南县桦树沟铁重晶石矿床。在沉积型矿床中，常见磷、铀、钼、铜、镍、钒、石煤伴生，如贵州天柱县大河边重晶石矿床。

毒重石矿床主要沉积型矿床，主要矿伴生矿产有重晶石、锶矿，如陕西紫阳县黄柏树湾重晶石矿床。

G.2 萤石

萤石矿床中常见的共伴生矿产与萤石矿床成因有重要关系，在碳酸盐岩型似层状矿床中常见的铍、钨、锡、铜、铅、锌、银、铋、磁铁矿等，如湖南省宜章县界牌岭矿区铍萤石矿床。热液充填脉状萤石矿床主要共伴生矿产有铅、锌、铜、钨、锑、铀、方解石、重晶石、石英等，如贵州晴隆大厂萤石矿、湖南炎陵县石寮矿区萤石矿，该类矿床中萤石也常常呈共伴生矿产出，湖南桃林铅锌伴生萤石矿床、湖南柿竹园钨锡多金属伴生萤石矿床。

G.3 硼矿

以硼镁石为主的硼矿，按成因不同而伴生的矿产有所差异，在沉积变质再造硼矿床中，常伴生有磁铁矿、赤铁矿、菱镁矿、黄铁矿、磷灰石、铀矿以及大理岩、蛇纹化大理岩、蛇纹岩等，如辽宁省凤城翁泉沟硼铁矿。内生矽卡岩型硼床常伴生有磁铁矿、褐铁矿、黄铜矿以及钨、锡、铋等，如湖南省常宁市七里坪硼矿床。

附 录 H
（资料性附录）
矿体圈定、资源量类型确定与块段划分原则

H.1 单工程矿体的圈定

H.1.1 单工程矿体的圈定主要依据边界品位、最低工业品位、最小可采厚度、夹石剔除厚度或最低工业米·百分值等综合考虑。

H.1.2 按边界品位初步确定矿体及夹石，按夹石剔除厚度指标剔除夹石，当夹石厚度小于该指标时，可圈入矿体，但圈入矿体后，单工程品位需达到工业要求。

H.1.3 按最低工业品位、最小可采厚度或最低工业米·百分值圈连工业矿体。若工业矿体两侧连续存在多个大于边界品位而低于最低工业品位的样品时，一般允许将大于边界品位样品圈入矿体，但一侧带入的样品总厚度不大于夹石剔除厚度，且带入后单工程品位需达到工业要求。其余的可单独圈出低品位矿（即介于边界品位与工业品位之间的矿）体。

H.1.4 穿过矿体上下盘边界的沿脉坑道、天井及地表沿脉探槽的连续采样部位，沿脉工程的控制矿体长度少于控制的勘查工程间距长度时，应视为单一采样工程。沿脉工程长度较大时，可根据工程控制情况划分为多个单一采样工程。

H.1.5 沿脉坑道中圈定矿体时，无矿地段的剔除标准一般为上下工程对应时为10m～15m，上下工程不对应时为20m～30m。

H.1.6 混采、混选的多组份矿体可采用“混圈法”圈定矿体，即单工程中只要有一种组份达到边界品位和最小可采厚度要求，就可圈入工业矿体，但应保证块段平均品位至少有一种组份达到工业矿体指标要求。

H.2 剖面图上矿体边界线的圈定

H.2.1 应先连地质界线，再根据主要控矿地质特征连接矿体。将相邻见矿工程内达到工业指标要求、地质部位互相对应、各项地质特征相同的采样段，在剖面上连接为同一矿体。

H.2.2 相邻见矿工程中矿体的夹石层位和部位对应时，则应连成同一夹层。

H.2.3 相邻见矿工程之间矿体的边界线可直线连接，若按直线连接时所圈定的矿体形态与自然形态出入较大则按自然形态连接矿体。两工程之间圈连的矿体及见矿工程外推的矿体，其矿体厚度不得大于工程实际控制的最大见矿厚度。

H.3 矿体的外推原则

H.3.1 有限外推原则

H.3.1.1 两相邻工程一个见矿，另一个不见矿，采取如下方式进行有限外推。

a) 若两个工程间距小于或等于相应勘查类型的控制工程间距，则平推（矩形外推或板推）距离不得大于两工程间距的 1/4，尖推（三角形外推、锥形外推和楔形外推）距离不得大于两工程间距的 1/2。

b) 若两个工程间距大于相应勘查类型的控制工程间距，则平推距离不得大于相应控制工程间距的1/4，尖推距离不得大于相应控制工程间距的1/2。

H.3.1.2 两相邻工程中一个见矿，另一个工程见矿化时，剖面图上矿体的尖灭点不得大于两工程间距的2/3，平推资源量估算边界不大于两工程间距的1/3。

H.3.1.3 两相邻工程，一个见工业矿，另一个见低品位矿，可视具体条件将工业矿和低品位矿互为楔型尖灭。

H.3.1.4 对于较稳定的沉积型、沉积变质型矿床，两邻工程一个见工业矿体，另一个工程品位达到工业要求，但厚度及米·百分值均达不到工业要求，可采用厚度内插法确定可采边界。

H.3.2 无限外推原则

H.3.2.1 无限外推应结合矿体特征综合考虑，当矿体的外延经统计分析具有一定规律可循时，可按统计的规律外推，当矿体的外延无明显规律可循时，一般按相应工程间距的1/2尖推或1/4平推。

H.3.2.2 采用米·百分值圈定萤石矿体边界时一般不外推，对多数采用米·百分值圈定的薄脉型矿体可以外推，外推距离不得超过同类型资源量工程间距的1/4。

H.3.2.3 单工程外推时，沿走向及倾向方向外推距离不得超过同类型资源量工程间距的1/4，用各外推边界点的连线作为矿体边界。

H.3.2.4 矿体被断层或脉岩错断时，矿体边界可平推至断层或脉岩边界上，外推距离不得超过同类型资源量工程间距的1/4。

H.3.2.5 盲矿体的顶部工程向上外推，可采用H.3.2.1的方法外推，当顶部存在剥蚀边界时，最多外推至剥蚀边界。

H.4 资源量类型确定原则

H.4.1 一般根据勘查类型确定的勘查工程间距来确定资源量类型。

H.4.2 探明和控制资源量块段边界线一般以工程连接线内圈划分，推断资源量可由工程圈定，亦可外推圈定。

H.4.3 详查与勘探阶段单孔、单线工程控制的工业矿体不能外推控制资源量。

H.4.4 沿脉坑道控制矿体较稳定时，向下有见矿钻孔，当见矿钻孔达到控制的工程间距时，圈算控制资源量，达到推断的工程间距时，沿脉坑道往下可平推控制的工程间距的1/4圈算控制资源量。当推断的工程间距钻孔未见矿时，沿脉坑道向下可平推推断工程间距的1/4圈算推断资源量。

H.5 块段划分原则

H.5.1 采用几何法估算资源量时，块段边界的划分一般应以勘查线、工程连线、矿业权边界线、断层等构造界线划分，沉积型重晶石、毒重石矿床还应考虑矿层底板等高线。同时应考虑控制程度、矿石类型、单工程矿体厚度及品位分布特征。

H.5.2 采用地质块段法以4个相邻工程划分块段时，在保证块段平均品位高于最低工业品位指标的前提下，一般允许由3个工业矿的工程带入1个低品位工程，共同组成一个工业块段。

H.5.3 若矿体内有由不同矿石类型构成的矿块，需分采分选时，应分别圈出。

H.5.4 对于厚大且又能连成一片的低品位矿应单独圈出。对夹在工业矿体中厚度不大、分布零星又不影响工业矿体圈定的低品位矿，或对夹在低品位矿中厚度不大、分布零星难以分采的工业矿，可不必单独圈出。

附 录 I
（资料性附录）
重晶石、毒重石、萤石、硼矿矿床工业类型

I.1 重晶石、毒重石矿床类型

I.1.1 重晶石矿床

I.1.1.1 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，长数百米到八千余米，延深百余米到九百余米，厚数米到十余米。矿体中心部位硫酸钡含量高，边部含量低，产状和围岩一致。矿石中矿物组分简单，有四种组合形式：重晶石单矿物组成、石英一重晶石组合、方解石一石英一重晶石组合、毒重石一斜钡钙石一重晶石组合。成矿后的变质作用常使矿石重结晶，矿物粒度增大。常有类质同像的锶元素存在，有时有毒重石、磷、铀、钒、铂、金、银、石煤等矿产共伴生。矿床规模一般是大、中型，是最有工业价值的重晶石矿床，如陕西安康石梯重晶石矿床、湖南新晃贡溪重晶石矿床、贵州天柱大河边、镇宁乐纪重晶石矿床。

I.1.1.2 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、石英一重晶石组合、萤石一重晶石组合、多金属硫化物一重晶石组合、毒重石一斜钡钙石一重晶石组合。常有类质同像的锶元素存在，有时有铅、锌、铜、黄铁矿、萤石、毒重石等矿产共伴生。矿床规模一般是中、小型，是有较大工业价值的重晶石矿床，如广西象州潘村重晶石矿床、山东郯城房庄重晶石矿床、湖南衡南县谭子山重晶石矿床。

I.1.1.3 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。

I.1.2 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、重晶石矿共伴生，有时有磷、钒矿共伴生。矿床规模大、中、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。

I.2 萤石矿床类型

I.2.1 萤石矿床

I.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、石英一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。

I.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。常组成石英一萤石型、重晶石一萤石型、方解石一重晶石一萤石型等矿石类型，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。

I.2.1.3 碳酸盐岩石中的层控型层状、似层状萤石矿床

矿床产于特定层位的碳酸盐岩层中，严格受层位或层间构造所控制，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，厚度大，矿床规模属大型。矿石矿物组合简单，以萤石型、石英一萤石型、云母—萤石型为主。如内蒙古苏莫查干敖包萤石矿床、湖南宜章界牌岭萤石矿床、浙江常山县八面山萤石矿床。

I.2.2 共、伴生萤石矿床

I.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。如湖南桃林铅锌伴生萤石矿床，尚有Cu、Ag等可综合利用。其ω（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。

I.2.2.2 钨锡多金属共、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伴生萤石矿床为例，萤石呈分散状常与白钨矿、辉钼矿、辉铋矿共、伴生。ω（CaF_2）为10%～17%，储量规模属大型。当前选矿回收率较低。

I.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。

I.3 硼矿床类型

I.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（硅镁石）、白云石、菱镁矿、方解石、金云母、透闪石。矿石B_2O_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：

c) 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

d) 以硼镁铁矿（磁铁矿）一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。

I.3.2 火山沉积型硼矿床

矿床产于石炭系中、上统的火山一沉积岩系中。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ω（B_2O_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。

I.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 ω（B_2O_3）质量分数一般小于10%，常伴生铁、铜、钨、锡、钼、铅、锌等。矿石中氧化钙质量分数一般大于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 J
（资料性附录）
重晶石、毒重石、萤石、硼镁石矿产品质量标准

J.1 重晶石矿产品质量标准

J.1.1 钻井液用重晶石粉质量标准按GB/T 5005《钻井液材料规范》的规定，见表J.1。

表 J.1 钻井液用重晶石粉质量标准

项目		指标	
		一级	二级
密度 g/cm³		≥4.20	≥4.05，＜4.2
细度 %	0.074mm 孔径筛筛余量	—	≤3.0
水溶性碱土金属（以钙计） mg/kg		—	≤250
粘度效应 mPa·s	加硫酸钙前	—	≤140
	加硫酸钙后	—	≤140

J.1.2 化工用重晶石质量标准按HG/T 3588《化工用重晶石》的规定，见表J.2。

表 J.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（$BaSO_4$）含量 %	≥95.0	≥92.0	≥88.0	≥83.0
二氧化硅（SiO_2）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。				

J.1.3 橡胶、造纸填充料用重晶石粉质量标准：

$BaSO_4$质量分数＞98%，CaO质量分数＜0.36%，R_2O_3（主要是Fe_2O_3，$A1_2O_3$）微量，不许有锰、铜、铅等杂质。

J.2 化工用毒重石质量标准

$BaCO_3$质量分数＞36%，不溶性滤渣（主要由$BaSO_4$组成）质量分数＜56%，R_2O_3质量分数＜1.5%，CaO质量分数＜7%。

J.3 萤石矿产品质量标准

J.3.1 萤石块矿

J.3.1.1 萤石块矿产品的化学成分应符合YB/T 5217《萤石》的规定，见表J.3。该标准适用于冶金等行业使用的萤石块矿。

表 J.3 萤石块矿化学成分

牌号	化 学 成 分 %					
	CaF_2 不小于	SiO_2 不大于	S 不大于	P 不大于	As 不大于	有机物 不大于
FL-98	98	1.5	0.05	0.03	0.0005	0.1
FL-97	97	2.5	0.08	0.05	0.0005	0.1
FL-95	95	4.5	0.1	0.06	-	-
FL-90	90	9.3	0.1	0.06	-	-
FL-85	85	14.3	0.15	0.06	-	-
FL-80	80	18.5	0.2	0.08	-	-
FL-75	75	23	0.2	0.08	-	-
FL-70	70	28	0.25	0.08	-	-
FL-65	65	32	0.3	0.08	-	-

J.3.1.2 产品粒度：6 mm～200 mm。小于6 mm的产 品不 得 超 过5%，大于200 mm的产品不超过10%，不允许有大于250 mm的产品。

J.3.1.3 萤石块矿中不得混入泥土、废石等外来杂质。

J.3.1.4 需方对粒度有特殊要求时，由双方协商确定，并在合同中注明。

J.3.2 萤石粉矿

J.3.2.1 萤石粉矿化学成分应符合YB/T 5217《萤石》的规定，见表J.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 J.4 萤石粉矿化学成分

牌号	CaF_2 不小于	Fe_2O_3 不大于
FF-98	98.0	0.2
FF-97	97.0	0.2
FF-95	95.0	0.2
FF-90	90.0	0.2
FF-85	85.0	0.3
FF-80	80.0	0.3
FF-75	75.0	0.3
FF-70	70.0	—
FF-65	65.0	—

J.3.2.2　产品粒度：0mm～6mm。需方对粒度有特殊要求时，由双方协商确定，并在合同中注明。

J.3.2.3　萤石产品中不允许混入外来杂质。

J.3.3　萤石精矿

J.3.3.1　按化学成分萤石精矿分五个品级，以干矿品位计算，应符合YB/T 5217《萤石》的规定，见表J.5。该标准适用于经选别加工所得的粉状萤石精矿，供冶金、化工、机械及玻璃等行业用。

表 J.5 萤石精矿化学成分

牌号	化　学　成　分　　%						
	CaF_2不小于	SiO_2不大于	$CaCO_3$不大于	S 不大于	P 不大于	As 不大于	有机物不大于
FC-98	98.0	0.6	0.7	0.05	0.05	0.0005	0.1
FC-97A	97.0	0.8	1.0	0.05	0.05	0.0005	0.1
FC-97B	97.0	1.0	1.2	0.05	0.05	0.0005	0.1
FC-97C	97.0	1.2	1.2	0.05	0.05	0.0005	0.1
FC-95	95.0	1.4	1.5	—	—	—	—
FC-93	93.0	2.0		—	—	—	—

J.3.3.2　干态萤石精矿中水质量分数不得大于0.5%。

J.3.3.3　湿态萤石精矿中水质量分数不得大于10%。

J.3.3.4　萤石精矿的粒度，要求通过0.154 mm孔径网筛（-100目）的质量不小于80%。

J.3.3.5　萤石精矿中不允许混入外来杂物。

J.4　硼镁石矿产品质量标准

硼镁石矿产品质量标准按HG/T 3576《硼镁石矿》的规定，见表J.6。

表 J.6 硼镁石矿石技术要求

指 标 名 称	等　　级							
	优等品		一等品		二等品		三等品	
	优—1	优—2	Ⅰ—1	Ⅰ—2	Ⅱ—1	Ⅱ—2	Ⅲ—1	Ⅲ—2
三氧化二硼（B_2O_3）含量　%　≥	24	22	20	18	16	14	12	10
全铁含量（以 Fe_2O_3 计）　%　≤	15							
氧化钙含量（以 CaO 计）　%　≤	8							
氧化镁含量（以 MgO 计）　%　≤	45							
矿石块度　mm　　＜	400（300 mm ～ 400 mm 的不大于 15 %，小于 20 mm 的不大于 15 %）							
注：　各项成分含量均以干基计。								

参 考 文 献

[1] GB 8538 饮用天然矿泉水检验方法
[2] GB/T 5005 钻井液材料规范
[3] GB/T 33444 固体矿产勘查工作规范
[4] DZ/T 0287-2015 矿山地质环境监测技术规程
[5] HG/T 3588 化工用重晶石
[6] HG/T 3576 硼镁石矿
[7] YB/T 5217 萤石