

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T XXXXX—XXXX

石膏、天青石、硅藻土矿产地质勘查规范

Specifications for gypsum, celestine, and diatomite mineral exploration

(报批稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中华人民共和国国土资源部

发布

目 次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 勘查目的任务 1

 3.1 勘查目的 1

 3.2 勘查任务 1

4 勘查研究程度 2

 4.1 地质研究 2

 4.2 矿石质量研究 3

 4.3 矿石加工选冶性能研究 4

 4.4 矿床开采技术条件研究 4

 4.5 综合勘查、综合评价 5

5 勘查控制程度 6

 5.1 勘查类型划分 6

 5.2 勘查工程间距确定 6

 5.3 勘查控制程度确定 6

6 勘查工作及质量要求 6

 6.1 地形测量、工程测量 6

 6.2 区域地质调查 6

 6.3 地质测量和勘探线地质剖面测量 6

 6.4 矿床水文地质、工程地质、环境地质工作 7

 6.5 遥感地质和物探工作 7

 6.6 探矿工程 7

 6.7 样品的采集、加工与测试 7

 6.8 矿石加工选冶性能研究 10

 6.9 岩矿石物理技术性能测试 10

 6.10 原始地质编录、资料综合整理和报告编写 10

7 可行性评价工作 11

 7.1 概略研究 11

 7.2 预可行性研究 11

 7.3 可行性研究 11

8 矿产资源/储量分类及类型条件 11

 8.1 矿产资源/储量分类依据 11

8.2	矿产资源/储量分类	12
8.3	矿产资源/储量类型及条件	13
9	矿产资源/储量估算	15
9.1	工业指标	15
9.2	资源/储量估算一般原则	15
9.3	确定矿产资源/储量估算参数的要求	15
9.4	矿产资源/储量分类结果表	15
附录 A (资料性附录)	固体矿产资源/储量分类.....	17
附录 B (资料性附录)	矿产资源/储量规模划分标准表.....	18
附录 C (资料性附录)	勘查类型划分和勘查工程间距.....	19
附录 D (资料性附录)	矿产一般工业指标.....	21

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准石膏部分代替DZ/T 0207—2002《玻璃硅质原料 饰面石材 石膏 温石棉 硅灰石 滑石 石墨矿产地地质勘查规范》中有关石膏部分；天青石、硅藻土部分为新编。

本标准石膏部分与DZ/T 0207—2002中有关石膏部分相比，主要变化如下：

——增加了(石膏、硬石膏)边界品位、露天开采最终边坡角、剥采比、最终底盘最小宽度、爆破安全距离(见附录D.1.4)；

——增加了石膏矿成因类型表(见附录D.1.3)；

——补充、修改了石膏矿勘查类型实例(见附录D.1.3)；

本标准由中华人民共和国国土资源部提出。

本标准由全国国土资源标准化技术委员会(SAC/TC 93)归口。

本标准起草单位：中国建筑材料工业地质勘查中心辽宁总队、中国建筑材料工业地质勘查中心吉林总队、中国建筑材料工业地质勘查中心宁夏总队、中国建筑材料工业地质勘查中心山西总队。

本标准起草人：裴永万、宋春振、陈正国、李芑、刘小楼、刘永华、刘天夫、熊军、张金良、邹洪印、程林、刘笛笛、韩合军、张晓光、田彦凯、吴贇、付莹莹、唐娟、李忠水、高金平、冯睿宏。

引 言

石膏矿产地质勘查工作2002年前执行《石膏、硬石膏矿床地质勘探规范(试行)》(1984年全国矿产储量委员会颁布),2003年后执行DZ/T 0207-2002《玻璃硅质原料、饰面石材、石膏、温石棉、硅灰石、滑石、石墨矿产地质勘查规范》(中华人民共和国国土资源部发布)。天青石、硅藻土至今没有地质勘查规范可依,不利于地质勘查评价,影响矿业开发利用。石膏、天青石、硅藻土三类矿产的成因相近、产出特征类似,结合石膏、天青石、硅藻土地质勘查评价需要,为此制定本规范。故有必要将石膏部分从DZ/T 0207-2002标准中分离出来,与天青石、硅藻土矿编制新的规范,以期提高勘查评价及矿业开发水平。

本标准根据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》,在总结全国典型的石膏、天青石、硅藻土矿床勘查资料的基础上,参考DZ/T 0207-2002《玻璃硅质原料、饰面石材、石膏、温石棉、硅灰石、滑石、石墨矿产地质勘查规范》中的石膏部分基础上,编制而成。

石膏、天青石、硅藻土矿产地质勘查规范

1 范围

本标准规定了石膏、天青石、硅藻土矿产勘查目的任务、勘查研究程度、勘查控制程度、勘查工作质量、可行性评价工作、矿产资源/储量分类及类型条件、矿产资源/储量估算等方面的要求。

本标准适用于石膏、天青石、硅藻土矿产勘查；可作为评审、验收石膏、天青石、硅藻土矿产地质勘查成果的要求，也可作为矿业权转让、矿产勘查开发筹资、融资等活动中评价、估算矿产资源/储量的依据。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准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 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 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 0227 地质岩心钻探规程
- DZ/T 0275 岩矿鉴定技术规范

3 勘查目的任务

3.1 勘查目的

通过查明矿床地质特征，评价矿产资源的开发价值，为矿山建设规划、设计提供矿产资源/储量和开采技术条件等必需的地质资料。

地质勘查工作分为预查、普查、详查、勘探4个阶段。

3.2 勘查任务

3.2.1 预查阶段

通过对区域地质资料和物探、遥感等信息的综合研究，初步野外观测和极少量的工程验证，初步了解预查区地质特征，与相似的已知矿床类比，初步了解预查区矿产资源远景，提出可供普查的矿产潜力较大地区，为普查工作提供依据。

3.2.2 普查阶段

通过对矿产资源潜力较大地区，采用露头检查、地质测量、数量有限的取样工程，可以辅助物探方法，大致查明普查区地层、构造、岩浆岩及围岩蚀变情况，大致查明矿体的形态、产状、规模、矿石质量特征，对共生、伴生矿产做出相应评价，大致了解矿床开采技术条件和加工技术性能，进行概略研究，对有详查价值地段圈出详查区范围。

3.2.3 详查阶段

对详查区通过大比例尺的地质测量，采用有效的勘查方法和手段，进行系统的工作和取样，基本查明详查区地层、构造、岩浆岩及围岩蚀变情况，基本查明主要矿体形态、产状、规模和矿石质量特征，

基本确定矿体的连续性，对共生、伴生矿产做出相应评价，基本查明矿床开采技术条件和加工技术性能，做出是否具有工业价值的评价，圈出勘探区范围，为勘探提供依据，进行预可行性研究，为矿山总体规划和编制项目建议书提供依据。

3.2.4 勘探阶段

对具有工业价值的矿床或经详查圈出的勘探区，通过加密勘查工程，详细查明矿床地层、构造、岩浆岩及围岩蚀变情况，确定矿体的形态、产状、规模和矿石质量特征，确定矿体的连续性，对共生、伴生矿产做出相应评价，详细查明矿床开采技术条件，对矿石加工技术性能进行系统测试，为可行性研究和矿山建设设计提供依据。

4 勘查研究程度

4.1 地质研究

4.1.1 区域地质

预查阶段应收集与预查区成矿有关的区域地质矿产资料、物探、遥感信息、研究成果及各种有关信息。

普查阶段应收集与普查区成矿有关的区域地层、构造、岩浆岩、变质岩及矿产资料，进行野外地质调查，研究成矿地质背景、控矿因素、找矿标志，大致查明成矿地质条件。

详查、勘探阶段应详细收集与成矿有关的地层、构造、岩浆岩、变质岩及矿产资料，基本查明成矿地质条件。

4.1.2 矿床地质

4.1.2.1 地层

预查阶段应初步了解含矿层位、岩性及矿体空间分布。

普查阶段应大致查明含矿层位、岩性及矿体空间分布。

详查阶段应基本查明地层层序，含(控)矿岩系层位、岩性、岩相、厚度，研究其分布规律及控矿作用。应研究沉积环境和沉积物质组成、性质及其与成矿的关系。

勘探阶段应详细划分地层层序，岩性组合、标志层，详细研究含(控)矿岩系的岩性、岩相、厚度及分布规律。应研究沉积环境和沉积物质组成、性质及其与成矿的关系。

4.1.2.2 岩浆岩

预查阶段应初步了解预查区岩浆岩种类、期次、形态及其空间分布。

普查阶段应大致查明普查区岩浆岩种类、期次、形态及其空间分布。

详查阶段应基本查明岩浆岩种类、期次及其空间分布，研究与成矿的关系，对矿体的破坏程度和对矿石质量的影响。

勘探阶段应详细查明岩浆岩种类、期次及其空间分布，详细研究与成矿的关系，对矿体的破坏程度和对矿石质量的影响。

4.1.2.3 变质岩

预查阶段应初步了解预查区变质岩类型、分布情况及与矿(化)体的关系。

普查阶段应大致查明普查区变质岩类型、分布情况及与矿(化)体的关系。

详查阶段应基本查明变质岩的类型、形态、规模、产状、矿物成分和化学成分，研究变质作用与成矿的关系。

勘探阶段应详细查明变质岩的类型、形态、规模、产状、矿物成分和化学成分，详细研究变质作用与成矿的关系。

4.1.2.4 地质构造

预查阶段应初步了解预查区内主要地质构造的性质、规模、产状及分布范围。

普查阶段应大致查明普查区内主要地质构造的性质、规模、产状及分布范围，大致查明构造对矿体的影响程度。

详查阶段应基本查明矿区主要地质构造的性质、规模、产状及分布范围，基本查明构造对矿体的影响程度。

勘探阶段应详细查明矿区主要地质构造的性质、规模、产状及分布范围，详细查明构造对矿体的影响程度。

4.1.2.5 岩溶

预查阶段应初步了解石膏、天青石矿体及围岩中岩溶的发育程度。

普查阶段应大致查明石膏、天青石矿体及围岩中岩溶的形态、规模及分布范围。大致查明矿体的溶蚀带分布范围、深度及其变化规律。

详查阶段应基本查明石膏、天青石矿体及围岩中岩溶的形态、规模、分布范围和变化规律，研究岩溶发育层位、地段和程度，评价岩溶对矿产资源/储量估算和开采的影响。基本查明矿体的溶蚀带分布范围、深度及其变化规律。

勘探阶段查明石膏、天青石矿体及围岩中岩溶的形态、规模、分布范围和变化规律，研究岩溶发育层位、地段和程度，研究岩溶对资源/储量估算和开采的影响。查明矿体的溶蚀带分布范围、深度及其变化规律。

4.1.2.6 覆盖层

预查阶段应初步了解矿体覆盖层的分布与厚度。

普查阶段应大致查明矿体覆盖层的分布与厚度。

详查、勘探阶段应基本查明覆盖层的分布、厚度变化，查明覆盖层的种类、矿物成分、化学成分及胶结程度。当矿体覆盖层分布面积较大，厚度大于3m时，应编制矿体覆盖层等厚线图。

4.1.3 矿体地质

预查阶段应初步了解矿体产状、厚度、规模，初步了解夹石的分布。

普查阶段应大致查明矿体产状、厚度、规模，大致查明断层、岩浆岩、岩溶对矿体的破坏影响程度，大致查明夹石的种类及分布。

详查阶段应基本查明矿体产状、厚度、规模，基本查明矿体形态特征、矿体连接对比条件，基本查明断层、岩浆岩、岩溶对矿体的破坏影响程度，基本查明矿体中夹石、顶底板围岩的岩性、厚度、分布、矿物成分及化学成分。

勘探阶段详细查明矿体产状、厚度、规模，详细查明矿体形态特征、矿体连接对比条件，详细查明断层、岩浆岩、岩溶对矿体的破坏影响程度，详细查明矿体中夹石、顶底板围岩的岩性、厚度、分布、矿物成分及化学成分。

4.2 矿石质量研究

4.2.1 预查阶段

与已知矿床类比，初步了解预查区内矿石质量情况。

硅藻土还应初步了解硅藻种属及含量。

4.2.2 普查阶段

大致查明矿石的矿物组成及矿物含量(含矿率)、结构、构造、共生关系及其变化和分布特征；大致查明矿石的化学成分及其变化特征；大致了解矿石中伴生有用(益)、有害组分的种类、含量。

硅藻土还应大致查明硅藻种属及含量。

4.2.3 详查阶段

基本查明矿石的矿物组成及矿物含量(含矿率)、结构、构造、共生关系及其变化和分布特征；基本查明矿石的化学成分及其变化特征；大致查明矿石中伴生有用(益)、有害组分的种类、含量、赋存状态及其分布；划分矿石自然类型、工业类型并研究其分布规律。

硅藻土还应基本查明硅藻种属、含量、形态及孔结构。

4.2.4 勘探阶段

查明矿石的矿物组成及主要矿物含量(含矿率)、结构、构造、共生关系及其变化和分布特征；详细查明矿石的化学成分及其变化特征；基本查明矿石中伴生有用(益)、有害组分的种类、含量、赋存状态及其分布，划分矿石自然类型、工业类型并研究其分布规律，做出综合评价。

对硅藻土矿还应查明硅藻种属、含量、形态及孔结构。

4.3 矿石加工选冶性能研究

4.3.1 普查阶段

与类似矿山进行矿石选矿性能类比研究，初步评价天青石、硅藻土矿石的可选性。

4.3.2 详查阶段

基本评价天青石、硅藻土选矿性能，进行实验室初步试验或实验室流程试验。纤维石膏进行手选试验。

4.3.3 勘探阶段

评价天青石、硅藻土选矿性能，进行实验室流程试验，必要时进行实验室扩大连续试验。纤维石膏进行手选试验。

4.4 矿床开采技术条件研究

4.4.1 矿床水文地质条件研究

4.4.1.1 预查阶段

收集分析区域水文地质资料，初步了解矿区水文地质条件，为进一步开展工作提供依据。

4.4.1.2 普查阶段

收集分析区域水文地质资料，大致查明矿区水文地质条件，为进一步开展工作提供依据。

4.4.1.3 详查阶段

调查研究区域水文地质条件；基本查明矿床的含(隔)水层、构造破碎带、岩溶发育带的水文地质特征、发育程度和分布规律；调查地表水体分布范围及收集长期水文观测资料；基本查明地下水的补给、径流、排泄条件，地表水与含水层间的水力联系，矿床主要充水因素及其水文地质条件的复杂程度，初步预测矿坑的涌水量，评价其对矿床开采的影响程度。

调查研究可供利用的供水水源的水质、水量和利用条件，指出供水水源方向。

4.4.1.4 勘探阶段

4.4.1.4.1 在研究区域水文地质条件的基础上，查明矿床的含(隔)水层的水文地质特征、地下水的补给、径流、排泄条件，主要构造破碎带、风化破碎带、岩溶发育带的分布、富水性及其与其他各含水层和地表水体的水力联系密切程度；查明主要充水含水层的富水性，地下水径流特征、水头高度、水文地质边界，地表水体的水文特征及其对矿床开采的影响程度、老隆分布、积水情况等；确定矿床主要充水因素、充水方式及途径，确定矿床水文地质条件的复杂程度。

4.4.1.4.2 对地下水位以上露天开采的矿床，应收集气象资料，调查矿区及其附近地表水体和当地最高洪水位，调查矿区地表汇水边界和面积，自然排水条件，计算采矿场最大汇水量。

4.4.1.4.3 对地下水位以下露天开采的矿床，除上述工作外，还应详细查明含(隔)水层产状、厚度、分布、岩溶裂隙、构造破碎带发育程度和含水性，详细研究地下水的补给、径流、排泄条件，确定矿坑充水因素，预测矿坑涌水量。

4.4.1.4.4 对矿床疏干排水及矿坑水综合利用的可能性作出评价，提出供水水源方向。

4.4.1.4.5 对水文地质条件特别复杂的矿床，如急需开采利用，应进行专门的水文地质工作。

4.4.2 矿床工程地质条件研究

4.4.2.1 预查阶段

收集分析区域工程地质资料，初步了解矿区工程地质条件，为进一步开展工作提供依据。

4.4.2.2 普查阶段

收集分析区域工程地质资料，大致查明矿区工程地质条件，为进一步开展工作提供依据。

4.4.2.3 详查阶段

初步划分矿床工程地质岩组，测定主要岩石、矿石力学强度；基本查明构造、岩溶的发育程度、分布规律和岩石风化程度，软弱夹层分布规律及其工程地质特征，基本查明矿床开采影响范围内岩石、矿石稳固性和露天采矿场边坡稳定性；对矿床工程地质条件进行初步评价。

4.4.2.4 勘探阶段

4.4.2.4.1 详细研究矿体和围岩的工程地质条件，测定矿石、围岩的物理力学性质。详细查明矿床的工程地质岩组的性质、产状和分布，查明各类结构面(断层、节理裂隙、软弱层等)发育程度、分布及组合特征。查明岩石强风化层的发育深度与分布和岩溶的发育程度；调查相邻矿床已有矿山工程的主要工程地质问题等，确定矿床工程地质条件的复杂程度。

4.4.2.4.2 结合矿山工程建设的需要，对露天采矿场边坡的稳定性做出初步评价，预测可能发生的主要工程地质问题。

4.4.2.4.3 适于露天开采的矿床要研究矿床覆盖层的岩性、厚度、分布规律及与矿体的界线并确定剥采比。

4.4.2.4.4 对工程地质条件复杂的矿床，可根据实际需要，进行专门的工程地质勘察。

4.4.3 矿床环境地质条件研究

4.4.3.1 预查阶段

应以收集环境地质资料为主，初步了解矿区环境地质条件，为进一步开展工作提供依据。

4.4.3.2 普查阶段

应在预查阶段的基础上，大致查明矿区环境地质条件，为进一步开展工作提供依据。

4.4.3.3 详查阶段

基本查明矿区环境地质条件，调查了解矿区及相邻地区地质灾害现象，提出矿山开采可能产生的环境地质问题。对有逸气的石膏、天青石矿床，应进行调查和了解其成分，指出对矿床开采的影响。

4.4.3.4 勘探阶段

4.4.3.4.1 调查矿区及其附近地震活动历史情况及新构造活动特征，按照中国地震动参数，划分抗震等级，对矿床的稳定性做出评述。

4.4.3.4.2 详细查明矿区内各种地质灾害现象(如崩塌、滑坡、泥石流、岩溶等)、地表水和地下水质量及其他有害物质含量，结合地质、水文地质、工程地质条件，对矿床开采前的地质环境质量做出评述。

4.4.3.4.3 对矿床开采中可能造成地质环境破坏和影响的地质问题，应进行预测评述，提出防治意见和建议。

4.4.3.4.4 对有逸气的石膏、天青石矿床，应进行调查和了解其成分，指出对矿床开采的影响。

4.5 综合勘查、综合评价

4.5.1 预查阶段应初步了解共生、伴生矿产的种类及其特征。

4.5.2 普查阶段应大致了解共生、伴生矿产的物质组成、赋存状况，并预测共生、伴生矿产综合利用的可能性。

4.5.3 详查阶段应利用勘查主矿产的工程研究了解共生、伴生矿产的含量和物质组分，对具有工业利用价值和经济效益的共生、伴生矿产，应大致查明其赋存状态及综合利用的可能性。

4.5.4 勘探阶段对共生、伴生矿产，应基本查明和研究其种类、含量、赋存状态、分布规律、富集条件、与主矿产相互关系等，对具有工业利用价值，有一定的经济效益和社会效益的共生、伴生矿产，应当进行综合勘查、综合评价。

具体按照GB/T 25283执行。

5 勘查控制程度

5.1 勘查类型划分

5.1.1 应根据矿床中占70%以上资源/储量的主矿体(一个或几个矿体)的矿体规模、矿体形态、矿体厚度稳定程度、矿石质量稳定程度及构造、岩浆岩、岩溶影响程度等因素划分为I、II、III三种勘查类型。

5.1.2 当不同的主矿体或同一主矿体的不同地段，其地质特征和勘查程度差别很大时，也可按区段划分为不同的勘查类型。

5.1.3 由于地质因素的复杂性，允许有过渡类型存在。

勘查类型划分的主要因素和矿床勘查类型参见附录C.2。

5.2 勘查工程间距确定

工程间距是指最相邻勘查工程控制矿体的实际距离，其间距应根据反映矿床地质条件复杂程度的勘查类型来确定，通常采用与同类矿床类比的办法确定。也可根据已完工的勘查成果，运用地质统计学的方法确定。

供参考选择探求控制的矿产资源/储量勘查工程间距参见附录C.3

5.3 勘查控制程度确定

5.3.1 应控制勘查范围内矿体的总体分布范围和相互关系，对拟露天开采的矿床应系统控制矿体四周的边界和采矿场底部矿体的边界；对拟地下开采的矿床，应系统控制矿体的顶底板及延伸情况。

5.3.2 探明的和控制的矿产资源/储量，应基本查明矿体地质特征，有系统工程控制，其数量应达到矿山最低服务年限的要求。其中探明的矿产资源/储量，其主要矿体应在详查控制基础上由加密工程加以圈定，其数量应满足矿山首期建设设计返还本息的要求。

5.3.3 推断的矿产资源量，应初步查明矿体地质特征，有少量工程控制，并符合矿山远景规划的要求。

5.3.4 预测的矿产资源量，应根据极少量验证工程所获取的资料估算，并为区域远景提供宏观决策的依据。

具体矿床的勘查控制程度可根据矿床开发需要结合矿床实际情况确定。

6 勘查工作及质量要求

6.1 地形测量、工程测量

一般采用全国统一坐标高程系统，测量精度应符合GB/T 18341的要求。普查阶段可测制地形简图，详查、勘探阶段的矿床地形图应为精测。地形图的比例尺和测量范围应满足地质测量和矿产资源/储量估算的需要，图幅边廓应尽量规整。

6.2 区域地质调查

区域地质图的比例尺一般为1:50 000~1:250 000，图幅范围和内容应能反映区域地质基本特征、成矿地质背景及区域矿产分布。在充分收集利用前人资料的基础上，如存在不足时，应结合矿产勘查的需要，选择相应的比例尺进行必要的补充调查。

6.3 地质测量和勘探线地质剖面测量

6.3.1 地质测量

预查阶段矿床地质图的比例尺一般为1:10 000~1:25 000。

普查阶段矿床地质图的比例尺一般为1:5 000~1:10 000。

详查、勘探阶段矿区地质图的比例尺一般为1:2 000，当矿床面积较小时也可采用1:1 000比例尺。分段勘探的大型矿床，也可采用1:5 000~1:10 000比例尺。

露天开采矿床，当矿体覆盖层厚度大于3m时，详查、勘探阶段要求在矿床地质测量的同时，编制矿体覆盖层等厚线图。图件的比例尺与矿床地形地质图相同，也可与矿床地形地质图合并。

6.3.2 勘探线地质剖面测量

预查阶段地质剖面测量的比例尺一般为1:5 000~1:10 000。

普查阶段地质剖面测量的比例尺一般为1:1 000~1:5 000。

详查、勘探阶段地质剖面比例尺一般为1:500~1:2 000。

6.4 矿床水文地质、工程地质、环境地质工作

各种比例尺的矿床水文地质、工程地质和环境地质工作，按GB/T 12719等相关规范执行。

6.5 遥感地质和物探工作

6.5.1 遥感地质

地质勘查工作中要充分运用遥感资料提供的信息，以提高工作效率和成图质量。

6.5.2 物探工作

预查、普查阶段应充分收集区域物探资料，依据勘查目的任务，根据矿区地层、构造、岩浆岩、变质岩的地球物理特征，选择有效的物探方法进行物探工作，配合其他勘查方法圈定矿体和地质体，研究矿体的连续性，了解矿体形态、产状，确定覆盖层、破碎带、岩溶的分布，解决地质构造和水文地质、工程地质等问题。

物探工作线以勘探线为基线布置。当矿体覆盖层厚度大于3m时，加密布置物探工作线，大致查明覆盖层厚度。

物探工作质量应符合相关技术标准的要求，要编制与勘查阶段、勘查目的相适应的综合成果图件，物探主要成果应反映在地质勘查报告中。

6.6 探矿工程

6.6.1 工程部署

应根据勘查工作目的、矿床地质特征，并考虑地形条件和技术经济因素，遵循由表及里、由浅入深、由疏到密、由已知到未知的原则布置探矿工程。

探矿工程布置应科学、合理，本着一工程多用的原则，尽可能兼顾水文地质和工程地质的需要。

6.6.2 槽探、浅井

用于揭露浅部矿体、构造和重要地质界线。探槽或浅井应达到基岩新鲜面，满足取样的要求。覆盖层厚度小于3m时使用探槽；覆盖层厚度大于3m时，采用浅井。

6.6.3 坑探

一般用于首采区，控制矿体的工程应揭穿矿体顶底板围岩界线，并考虑将来可为矿山生产利用。坑探工程要求按DZ 0141执行。

6.6.4 钻探

岩心钻探钻孔口径以满足地质编录和采样的需要，达到预期探矿目的为准。天青石、硅藻土矿钻孔孔径应不小于75mm。

钻探工程质量要求按DZ/T 0227执行。

6.7 样品的采集、加工与测试

6.7.1 样品采集

6.7.1.1 岩矿鉴定样

按照矿体、矿石类型、矿石品级分别取代表性样品，每一矿体、每一种矿石类型或矿石品级采取不少于3件。

6.7.1.2 基本分析样

揭露矿体的工程应采取基本分析样。槽探、浅井、坑探工程应采用刻槽法取样，刻槽规格为(5cm×3cm)~(10cm×5cm)；钻孔采样采用半心法，不同回次岩心直径或采取率相差很大时应分别采取。

基本分析样长(按矿体真厚度计算)一般采用1m~2m，厚度大于0.5m的夹石应单独采样。石膏、天青石基本分析样品一般采用1m，硅藻土0.6m~1m。如矿体沿厚度方向品位变化不大，且不在边界品位上下波动时，样长可适当延长。

刻槽法及钻孔劈心样的实际重量与理论重量的误差，石膏、天青石不大于10%，硅藻土不大于20%。纤维石膏一般只采取代表性样品做基本分析，其数量不少于20件~30件。

6.7.1.3 组合分析样

组合分析样品的采取一般以单工程为单位，按矿石类型和品级从连续的若干基本分析样品的副样中，按基本分析单样样长比例，计算出每件单样的质量进行组合；当矿石成分变化小，矿体薄，单工程基本样品数量少时，可用同一矿产资源/储量估算块段的相邻工程的同一矿体、矿石类型、品级的基本分析副样进行组合。组合样长(按矿体真厚度计算)一般为：天青石4m~8m，硅藻土8m~10m。组合样品质量一般为100g~200g。

6.7.1.4 化学全分析样

化学全分析样品一般采自组合分析样品的副样或单独采取具有代表性的样品，每一种矿石类型采取不少于3件。

6.7.1.5 光谱全分析样

光谱全分析样品按不同岩石类型和矿石类型采取，每一种岩石类型和矿石类型采取不少于1件。

6.7.1.6 差热分析、X—衍射分析样

按矿石类型采取代表性样品，进行差热分析、X—衍射分析，了解矿石和粘土类岩石中的粘土矿物种类及含量。每一种矿石类型采取不少于3件。

6.7.1.7 扫描电镜样

按矿石类型采取代表性样品，进行扫描电镜分析，研究硅藻的种属、含量、形态、孔结构等。每一种矿石类型采取不少于3件。

6.7.1.8 物理化学性能测定样

物理化学性能测定样品采自组合分析样品副样或单独采取具有代表性的样品，每一种矿石类型采取不少于3件。

6.7.2 样品加工与质量检查

6.7.2.1 样品加工

样品加工一般分为粗碎、中碎、细碎三个阶段，每个阶段又包括破碎、过筛、拌匀、缩分四个工序，采用切乔特公式(见公式(1))编制加工流程，其中缩分系数K值一般采用0.1~0.2。

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

式中：

Q —样品最小可靠质量，单位为千克(kg)；

K —根据岩矿样品特性确定的缩分系数；

d —样品破碎最大颗粒直径，单位为毫米(mm)。

石膏矿样品应及时加工，防止结晶水脱失或水化。

6.7.2.2 样品加工质量检查

加工损耗率要求：粗碎阶段低于 3%，中碎阶段低于 5%，细碎阶段低于 7%，制样损耗率的合格率不低于 95%。

加工中缩分误差要求：每次缩分后两部分样品的质量差(两份差)不大于 3%。

加工质量内部检查：加工过程中，应抽取 3%~5%的样品进行内部检查(大型矿不少于 30 件，中型矿不少于 20 件)，样品从原始样品第一次缩分弃去的另一半样品中抽取，抽查的样品按正样要求的加工流程加工并进行主要分析项目的测定，检查样品与相应的正样分析结果误差按不同人员或不同时间以该分析项目的允许偶然误差(RE)判定，加工质量检查的合格率应不低于 90%。

样品加工质量要求按 DZ/T 0130 执行。

6.7.3 化学分析

化学分析项目具体要求见表1。

表1 矿石化学分析项目要求表

分析种类	矿种	分析项目
基本分析	石膏	一般为SO ₃ 、H ₂ O ⁺ ； 当矿石中白云石与方解石的含量小于1%时，也可分析CaO、H ₂ O ⁺ 。
	天青石	SrO、BaO、SO ₃
	硅藻土	SiO ₂ 、Al ₂ O ₃ 、Fe ₂ O ₃ 、CaO、灼失量
组合分析	天青石	CaO、Fe ₂ O ₃ 、Cr ₂ O ₃ 、Na ₂ O、Cl
	硅藻土	MgO、MnO、TiO ₂ 、K ₂ O、Na ₂ O
化学全分析	石膏	SiO ₂ 、Al ₂ O ₃ 、Fe ₂ O ₃ 、FeO、CaO、MgO、K ₂ O、Na ₂ O、SrO、H ₂ O ⁺ 、H ₂ O ⁻ 、CO ₂ 、SO ₃ 、Cl
	天青石	SiO ₂ 、Al ₂ O ₃ 、Fe ₂ O ₃ 、CaO、MgO、K ₂ O、Na ₂ O、TiO ₂ 、MnO、SrO、SO ₃ 、BaO、Cr ₂ O ₃ 、CO ₂
	硅藻土	SiO ₂ 、Al ₂ O ₃ 、Fe ₂ O ₃ 、CaO、MgO、K ₂ O、Na ₂ O、TiO ₂ 、MnO、P ₂ O ₅ 、SO ₃ 、灼失量

6.7.4 化学分析质量检查

化学分析质量检查按DZ/T 0130执行。

依据岩石矿物试样重复分析相对偏差允许限的数学模型作为实验室内部检查和外部检查判定分析结果精度的允许限(Y_c)。当与检查分析结果的相对偏差小于等于允许限时为合格，大于允许限时为不合格。岩石矿物试样化学成分重复分析相对偏差允许限的数学模型见公式(2)：

$$Y_c = C \times (14.37X^{-0.1263} - 7.659) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

Y_c——重复分析试样中某组分相对偏差允许限(%)；

X——重复分析试样中某组分平均质量系数(%)；

C——矿种某组分重复分析相对偏差允许限系数(见表 2)。

表2 矿石化学分析项目重复分析相对偏差允许限系数表

矿性代码	矿性	C	项 目
456	石 膏	1.00	CaO、MgO、SiO ₂ 、Al ₂ O ₃ 、Fe ₂ O ₃ 、K ₂ O、Na ₂ O、SO ₃ 、Cl、酸不溶物、H ₂ O ⁺ 、H ₂ O ⁻ 。
455	天青石	0.67	Cr ₂ O ₃
		1.00	CaO、SiO ₂ 、SrO、BaO、SO ₃ 、MgO、Al ₂ O ₃ 、Fe ₂ O ₃ 、CO ₂ 、MnO、TiO ₂ 、K ₂ O、Na ₂ O。
4530	硅藻土	0.67	SiO ₂
		1.00	CaO、Al ₂ O ₃ 、Fe ₂ O ₃ 、MgO、K ₂ O、Na ₂ O、MnO、TiO ₂ 、SO ₃ 、P ₂ O ₅ 、灼失量。

6.7.5 矿物含量和物理化学性能测定

6.7.5.1 矿物含量测定

天青石矿物含量测定见附录D。

6.7.5.2 矿石物理化学性能测定

物理化学性能测定前应采用扫描电镜等手段，研究硅藻的种属、含量、形态、孔结构等，根据不同工业用途增加测试以下项目。硅藻土物理化学性能测定项目具体要求见表3。

表3 硅藻土物理性能测定项目要求表

用途	测试项目
助滤剂	堆密度、比表面积、湿密度、粒度、孔隙度、筛分结构、PH值、吸水性、过滤速度等
填充剂	粒度、比表面积、松密度、湿密度、白度、亮度、PH值、孔隙度等
隔热隔音材料	体重、湿度、近似密度（砖、块及其它）、容积密度（块或粉末）、湿密度、显微构造、筛孔或筛分析、导热度、吸水性等
载体	孔结构、堆密度、比表面积、白度
软磨料	孔结构、堆密度、比表面积、白度

6.8 矿石加工选冶性能研究

6.8.1 矿石手选试验

纤维石膏和部分巨-伟晶石膏、天青石、硅藻土矿需手选，从原矿中挑出直径大于2cm~3cm的围岩、夹石及其他杂质混入物，使矿石达到人工富集的目的。

6.8.2 矿石机选试验

天青石、硅藻土矿的实验室初步试验、实验室流程试验和实验室扩大试验委托具备相应能力的试验室承担，采样由地质勘查单位与勘查投资者、试验承担单位共同商定。应按4.3的要求，进行相应的选矿试验，为了解不同矿石类型混合处理的可能性及选矿方法、流程，需要采取混合样。对存在的共生、伴生有用及有害组分(矿物)，应考虑其含量和分布情况，采样时一并考虑其代表性，研究其赋存状态和综合回收途径或剔除方法。

6.9 岩矿石物理技术性能测试

6.9.1 矿石体积质量和湿度测定

6.9.1.1 体积质量样的采取

小体积质量样：按矿石类型采集代表性样品，每一矿石类型数量不少于3件；小体积质量样总数不少于30件，一般规格为60cm³~120cm³。

大体积质量样：按矿石类型采集1件有代表性的大体积质量样，对小体积质量进行校正。大体积质量样规格一般不小于0.125m³。

6.9.1.2 湿度测定

测定体积质量的同时要测定矿石湿度。

6.9.2 物理力学性能试验样

矿石、围岩及主要夹石的抗压强度、抗剪强度样品按岩石和矿石类型各采集不少于3组。

6.10 原始地质编录、资料综合整理和报告编写

6.10.1 各项原始地质编录应在现场完成，及时、准确、客观、齐全，并及时检查验收。原始地质编录质量要求按DZ/T 0078执行。

6.10.2 地质勘查资料综合整理研究应运用新理论、新方法分析地质勘查资料，特别是成矿地质条件及成矿规律的研究。具体工作应按 DZ/T 0079 的要求执行。

6.10.3 地质勘查报告编写应符合 DZ/T 0033 规定。

7 可行性评价工作

7.1 概略研究

是对矿床开发经济意义的概略评价。通常是在收集分析该矿产资源在国内、外市场供需状况的基础上，分析已取得的地质资料，类比已知矿床，推测矿床规模、矿石质量和开发利用的技术条件，结合工作区的自然经济条件、环境保护等，以国内类似企业经验的技术经济指标或按扩大指标对矿床做出技术经济评价。从而为矿床开发有无投资机会，是否进行详查阶段工作，制定长远规划或工程建设规划的决策提供依据。

一般普查阶段应做概略研究，详查或勘探阶段的矿床，也可只进行概略研究。

7.2 预可行性研究

是对矿床开发经济意义的初步评价。预可行性研究需要比较系统地对国内、外该矿种矿产资源/储量、生产、消费进行调查和初步分析；还需对国内、外市场的需要量、产品品种、质量要求和价格趋势做出初步预测。根据矿床规模和矿床地质特征以及工作区地形地貌，借鉴类似企业的实践经验，初步研究并提出项目建设规模、产品种类，矿山总体建设轮廓和工艺技术的原则方案；参照价目表或类似企业开采对比所获数据估算的成本，初步提出建设总投资、主要工程量和主要设备等，进行初步经济分析，并估算不同类型的矿产资源/储量。

通过国内、外市场调查和预测资料，综合矿床资源条件、工艺技术、建设条件、环境保护以及项目建设经济效益等各方面因素，从总体上、宏观上对项目建设的必要性，建设条件的可行性以及经济效益的合理性做出评价，为是否进行勘探阶段地质工作以及推荐项目和编制项目建议书提供依据。

预可行性研究一般应在详查工作的基础上进行。

7.3 可行性研究

是对矿床开发经济意义的详细评价。可行性研究首先需要认真对国内、外该矿种矿产资源/储量、生产和消费进行调查、统计和分析；对国内、外市场的需要量、产品品种、质量要求、价格、竞争能力进行分析研究和预测。工作中对资源（或原料）条件要认真进行分析研究；充分考虑地质、工程、环境、法律和政府的经济政策的影响。对企业生产规模、开采方式、开拓方案、产品方案、主要设备的选择，供水供电、总体布局 and 环境保护等方面，进行深入细致地调查研究、分析计算和多方案比较，并依据评价当时的市场价格，确定投资、生产经营成本、销售收入、利润和现金流入、流出等。项目的技术经济数据能满足投资有关各方的审查、评价需要。从而得出拟建工程是否应该建设以及如何建设的基本认识。

通过可行性研究的论证和评价，为矿业开发投资决策、确定工程项目建设计划等提供依据。

可行性研究一般应在勘探工作基础上进行。可行性研究工作应由具有相应资质的单位承担。

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 分类依据

矿产资源经过矿产勘查所获得的不同地质可靠程度和经相应的可行性评价所获不同的经济意义是固体矿产资源/储量分类的主要依据，见附录A。

8.1.2 地质可靠程度

地质可靠程度反映了矿产勘查阶段工作成果的不同精度，分为探明的、控制的、推断的和预测的四种。

探明的是指在工作区的勘探范围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、矿石质量及开采技术条件，矿体的连续性已经确定，矿产资源/储量估算所依据的数据详尽，可信度高。

控制的是指对工作区的一定范围依照详查的精度基本查明了矿床的主要地质特征、矿体的形态、产状、规模、矿石质量及开采技术条件，矿体的连续性基本确定，矿产资源/储量估算所依据的数据较多，可信度较高。

推断的是指对普查区按照普查的精度大致查明矿床的地质特征以及矿体(矿点)的展布特征、质量，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。由于信息有限，不确定因素多，矿体(点)的连续性是推断的，矿产资源量估算所依据的数据有限，可信度较低。

预测的是指对矿化潜力较大地区经过预查得出的结果。在有足够的数据并能与地质特征相似的已知矿床类比时，才能估算出预测的矿产资源量。

8.1.3 经济意义

对地质可靠程度不同的查明矿产资源，经过不同阶段的可行性研究，按照评价当时经济上的合理性可以划分为经济的、边际经济的、次边际经济的、内蕴经济的四种。

经济的是指其数量和质量是依据符合市场价格确定的生产指标计算的，在可行性研究或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，环境等其他条件允许，即每年开采矿产品的平均价值能满足投资回报的要求，或在政府补贴和(或)其他扶持措施条件下，开发是可能的。通常将未来矿山企业的年平均内部收益率大于或等于行业基准内部收益率，按行业基准贴现率计算的净现值大于零的矿产资源划为经济的。

边际经济的是指在可行性研究或预可行性研究当时，其开采是不经济的，但接近于盈亏边界，只有在将来由于技术、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。通常将未来矿山企业的年平均内部收益率在零至行业基准内部收益率之间，按行业基准贴现率计算的净现值等于零或接近于零的矿产资源划为边际经济的。

次边际经济的是指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的，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。通常将未来矿山企业的年平均内部收益率和按行业基准贴现率计算的净现值小于零的矿产资源划为次边际经济的。

内蕴经济的是指仅通过概略研究做了相应的投资机会评价，未做预可行性研究或可行性研究，由于不确定因素多，无法区分其是经济的、边际经济的，还是次边际经济的。

经济意义未定的仅指预查后预测的资源量，属于潜在矿产资源，无法确定其经济意义。

8.2 矿产资源/储量分类

8.2.1 储量

经过详查或勘探，地质可靠程度达到了控制的或探明的工作精度；进行了预可行性或可行性研究；经济上表现为在生产期内，每年的平均内部收益率高于国家或行业基准收益率，即每年开采矿产品的平均价值能满足投资回报的要求；用扣除了设计和采矿损失的可实际开采数量表述。储量是基础储量中的经济可采部分。根据矿产勘查阶段和可行性评价阶段的不同，储量又可分为可采储量(111)、预可采储量(121)及预可采储量(122)三个类型。

8.2.2 基础储量

经过详查或勘探，地质可靠程度达到控制的或探明的工作精度；进行了预可行性或可行性研究；其经济意义属于经济的或边际经济的，也就是在生产期内，每年的平均内部收益率在零以上的那部分资源。基础储量又可分为两部分。经济基础储量是年均内部收益率高于国家或行业基准收益率，即经预可行性或可行性研究属经济的，未扣除设计和采矿损失的那部分资源；又可分为三个类型，与储量中的三个类型呈对应关系，即探明的(可研)经济基础储量(111b)，探明的(预可研)经济基础储量(121b)、控制的经济基础储量(122b)。另一部分为边际经济基础储量，即年均内部收益率介于国家或行业基准收益率与零之间的那部分资源；也有三个类型，即探明的(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)、控制的边际经济基础储量(2M22)。

8.2.3 资源量

可分为三部分。第一部分经过普查至勘探工作程度,地质可靠程度达到了推断的至探明的工作精度,但可行性评价工作只进行了概略研究;由于技术经济参数取值为经验数据,区分不出其真实的经济意义,统归为资源量,可细分为三个类型,即探明的内蕴经济资源量(331)、控制的内蕴经济资源量(332)、推断的内蕴经济资源量(333);第二部分是对详查或勘探成果进行预可行性、可行性研究后,其年均内部收益率呈负值,在确定当时,开采是不经济的,需要大幅度提高矿产品价格或大幅度降低成本才能变成经济的那部分次边际经济的资源,也分为三个类型,即探明的(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)、控制的次边际经济资源量(2S22);第三部分是经过预查,依据已有资料分析、类比而估计的资源量,即预测的资源量(334?),属于潜在矿产资源。

8.3 矿产资源/储量类型及条件

8.3.1 储量

8.3.1.1 可采储量(111)

探明的经济基础储量的可采部分。是指在已按勘探阶段要求加密工程的地段,在三维空间上详细圈定了矿体,肯定了矿体的连续性,详细查明了矿体地质特征、矿石质量和开采技术条件,并有相应的矿石加工技术性能测试成果,已进行了可行性研究,包括对开采、经济、市场、法律、环境、社会和政府因素的研究及相应的修改,证实其在计算的当时开采是经济的。估算的可采储量及可行性评价结果的可信度高。

8.3.1.2 预可采储量(121)

探明的经济基础储量的可采部分。是指在已达到勘探阶段加密工程的地段,在三维空间上详细圈定了矿体,肯定了矿体连续性,详细查明了矿体地质特征、矿石质量和开采技术条件,并有相应的矿石加工技术性能测试成果,但只进行了预可行性研究,表明当时开采是经济的。估算的可采储量可信度高,可行性评价结果的可信度一般。

8.3.1.3 预可采储量(122)

控制的经济基础储量的可采部分。是指在已达到详查阶段工作程度要求的地段,基本上圈定了矿体的三维形态,能够较有把握地确定矿体连续性的地段,基本查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件,提供了矿石加工技术性能测试的成果。也可利用同类型矿石的试验成果。预可行性研究结果表明开采是经济的,估算的可采储量可信度较高,可行性评价结果的可信度一般。

8.3.2 基础储量

8.3.2.1 探明的(可研)经济基础储量(111b)

所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义的分类同8.3.1.1所述,与其唯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。

8.3.2.2 探明的(预可研)经济基础储量(121b)

所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义的分类同8.3.1.2所述,与其唯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。

8.3.2.3 控制的经济基础储量(122b)

所达到的勘查阶段、地质可靠程度、可行性评价阶段及经济意义的分类同8.3.1.3所述,与其唯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。

8.3.2.4 探明的(可研)边际经济基础储量(2M11)

是指在达到勘探阶段工作程度要求的地段,详细查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件,圈定了矿体的三维形态,肯定了矿体的连续性,有相应的加工技术性能测试成果。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,只有当技术、经济等条件改善后才可变成经济的。这部分基础储量可以是覆盖全勘探区的,也可以是勘探区中的一部分,在可采储量周围或在其间分布。估算的基础储量和可行性评价结果的可信度高。

8.3.2.5 探明的（预可研）边际经济基础储量（2M21）

是指在达到勘探阶段工作程度要求的地段，详细查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，圈定了矿体的三维形态，肯定了矿体的连续性，有相应的矿石加工技术性能测试结果，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。其分布特征同(2M11)，估算的基础储量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.3.2.6 控制的边际经济基础储量（2M22）

是指在达到详查阶段工作程度的地段，基本查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件，基本圈定了矿体的三维形态，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。其分布特征类似于(2M11)，估算的基础储量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

8.3.3 资源量

8.3.3.1 探明的（可研）次边际经济资源量（2S11）

是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，地质可靠程度为探明的，可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，应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，估算的资源量和可行性评价结果的可信度高。

8.3.3.2 探明的（预可研）次边际经济资源量（2S21）

是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，地质可靠程度为探明的，预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，需要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。估算的资源量可信度高，可行性评价结果的可信度一般。

8.3.3.3 控制的次边际经济资源量（2S22）

是指在勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段，地质可靠程度为控制的，预可行性研究结果表明，在确定当时，开采是不经济的，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。估算的资源量可信度较高，可行性评价结果的可信度一般。

8.3.3.4 探明的内蕴经济资源量（331）

是指在勘查工作程度已达到勘探阶段要求的地段，地质可靠程度为探明的，但未做可行性研究或预可行性研究，仅做了概略研究，经济意义介于经济的一次边际经济的范围内，估算的资源量可信度高，可行性评价可信度低。

8.3.3.5 控制的内蕴经济资源量（332）

是指在勘查工作程度已达到详查阶段要求的地段，地质可靠程度为控制的，可行性评价仅做了概略研究，经济意义介于经济的一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。

8.3.3.6 推断的内蕴经济资源量（333）

是指在勘查工作程度只达到普查阶段要求的地段，地质可靠程度为推断的，资源量只根据有限的数
据估算的，其可信度低。可行性评价仅做了概略研究，经济意义介于经济的一次边际经济的范围内，可行性评价可信度低。

8.3.3.7 预测的资源量（334）？

是指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，确定具有矿化潜力的地区，并和已知矿床类比而估计的资源量，属于潜在矿产资源，有无经济意义尚不确定。

9 矿产资源/储量估算

9.1 工业指标

9.1.1 矿石质量要求

矿石质量要求如下：

- a) 石膏矿质量要求：边界品位、工业品位、线含矿率的要求。
- b) 天青石矿质量要求：边界品位和工业品位的要求。
- c) 硅藻土矿质量要求： SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 CaO 、灼失量和工业品级的要求。

9.1.2 矿床开采技术条件指标

矿床开采技术条件要求如下：

- a) 露天开采矿床：可采厚度、夹石剔除厚度、剥采比、最低开采标高、最小底盘宽度、边坡角、爆破安全距离等。
- b) 地下开采矿床：可采厚度、夹石剔除厚度、开采深度等。

9.2 资源/储量估算一般原则

9.2.1 矿产资源/储量估算所依据的工业指标，应按国家规定程序制定。估算供矿山建设设计利用的矿产资源/储量，应采用具体矿床的工业指标；不直接提供矿山建设设计利用的矿产资源/储量，其估算依据可采用一般工业指标（见附录 D）。

9.2.2 矿产资源/储量估算依据的所有勘查工作成果的质量，应符合有关规范规程的要求。

9.2.3 矿产资源/储量估算对象和单位：石膏、天青石、硅藻土矿应估算矿石量，天青石还应估算矿物量，单位为 10^4t 。

9.2.4 矿产资源/储量应按矿体、块段、矿石类型、品级分别估算，统计全矿床矿产资源/储量。

9.2.5 对具有综合利用价值的共生、伴生矿产，应按实际勘查研究程度和相应勘查规范的要求，估算其矿产资源/储量。

9.2.6 废石（夹石、覆盖层）剥离量应按废石体积分块段估算，单位为 10^4m^3 。

9.2.7 应根据矿床特点选择适当的矿产资源/储量估算方法，提倡运用新技术、新方法，运用的储量计算软件应经国务院地质矿产主管部门认定。

9.2.8 通常矿产勘查工作应与可行性评价工作紧密衔接，在普查、详查、勘探三个阶段，应相应进行概略研究、预可行性研究、可行性研究评价。根据可行性评价阶段、经济意义和地质可靠程度，分别估算各类矿产资源/储量。如果矿产勘查工作已结束，地质可靠程度达到了推断的、控制的、探明的程度，而可行性评价只进行了概略研究，区分不出其真实的经济意义时，可分别相应估算推断的内蕴经济资源量(333)、控制的内蕴经济资源量(332)、探明的内蕴经济资源量(331)，待进行预可行性研究、可行性研究后，根据其经济意义，再相应调整矿产资源/储量的类别。

9.3 确定矿产资源/储量估算参数的要求

9.3.1 矿产资源/储量估算所依据的各项参数应准确、具代表性。估算探明的和控制的矿产资源/储量所依据的参数应根据实测数据确定，估算推断的和预测的矿产资源量所依据的某些参数，在未能取得实测数据的情况下，可采用相似矿床的类比资料确定。

9.3.2 矿石湿度大于 3% 时，其体积质量（体重）值应进行校正。矿产资源/储量估算块段的岩溶率、裂隙率大于 3% 时，应对估算的矿产资源/储量进行校正。

9.3.3 体积质量（体重）一般采用小体积质量（小体重）样测定结果的平均值求得。当矿体节理裂隙发育，小体积质量样测定结果与矿区实际差别较大时，应采集大体积（大体重）样对小体积质量（小体重）平均值进行校正。

9.4 矿产资源/储量分类结果表

根据矿体的勘查控制程度、地质可靠程度、可行性评价成果，对勘查工作所获得的矿产资源/储量进行分类。矿产资源/储量估算工作结束后，应按分类估算结果制定矿产资源/储量分类结果表，以说明地质勘查工作所获得的矿产资源/储量数量。矿产资源/储量表应说明矿石量（矿物量）、平均品位（含矿率）或矿石主要有用、有害组分平均值的同时，反映出矿产资源/储量的地质可靠程度和经济意义，并标明矿产资源储量的编码。

附 录 A
(资料性附录)
固体矿产资源/储量分类

固体矿产资源/储量分类见表A. 1。

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）				资源量（2S22）
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。					
引自GB/T 17766。					

附 录 B
(资料性附录)
矿产资源/储量规模划分标准表

石膏、天青石、硅藻土矿产资源/储量规模划分标准见表B. 1。

表 B. 1 矿产资源/储量规模划分标准表

矿产种类	单位		规模		
			大型	中型	小型
石 膏	矿石	10 ⁴ t	≥3000	3000~1000	<1000
天青石	矿物	10 ⁴ t	≥20	20~5	<5
硅藻土	矿石	10 ⁴ t	≥1000	1000~200	<200
引自《矿产资源/储量规模划分标准》（国土资发[2000]133号）。					

附 录 C
(资料性附录)
勘查类型划分和勘查工程间距

C.1 石膏、天青石、硅藻土矿床勘查类型划分的主要地质因素

C.1.1 矿体规模

矿体规模划分见表C.1。

表 C.1 矿体规模划分表

矿种	规模 (m)		
	大型	中型	小型
石 膏	>2000	2000~1000	<1000
天青石	>500	500~200	<200
硅藻土	>1000	1000~400	<400

C.1.2 矿体形态

规则:矿体形态为层状、大的透镜体、大脉状,边界规则,不含或少含不连续夹石。
较规则:矿体形态为似层状、透镜状、较规则的脉状,边界较规则,含少量不连续夹石。
不规则:矿体形态不规则或呈矿体群,边界不规则,含较多不连续夹石。

C.1.3 矿体厚度稳定程度

稳定:矿体厚度变化小或变化有规律,厚度变化系数一般小于 40%。
较稳定:矿体厚度变化不大或变化较有规律,厚度变化系数一般为 40%~70%。
不稳定:矿体厚度变化大或变化规律不明显,厚度变化系数一般大于 70%。

C.1.4 矿石质量稳定程度

稳定:矿石品位分布均匀,品位变化系数一般小于40%。
较稳定:矿石品位变化不大,品位变化系数一般为40%~70%。
不稳定:矿石品位变化大,品位变化系数一般大于70%。

C.1.5 构造、岩浆岩、岩溶对矿体的影响和破坏程度

轻微:矿体呈单斜或开阔的向、背斜产出,断裂、岩浆岩、岩溶不发育,矿体未受到影响或轻微影响。
中等:矿体有次一级褶曲或局部褶曲较紧密,断裂、岩浆岩、岩溶较发育,矿体受到中等影响和破坏。
严重:矿体褶曲紧密复杂,断裂、岩浆岩、岩溶发育,矿体受到强烈的影响和破坏。

C.2 矿床勘查类型

石 膏、天青石、硅藻土矿床勘查类型划分见表C.2。

表 C.2 石膏、天青石、硅藻土矿床勘查类型表

勘查类型	矿体规模	矿体形态	矿体厚度 稳定程度	矿石质量 稳定程度	构造、岩浆岩、岩溶 影响程度
I	多为大型	规则	稳定	稳定	轻微
II	多为大、中型	较规则	较稳定	较稳定	中等
III	多为中、小型	不规则	不稳定	不稳定	严重
注：第 I 勘查类型：江苏省南京石膏矿床，青海省花土沟镇大风山锗矿床，吉林省长白县新北岗南坡硅藻土矿床；第 II 勘查类型：湖北省应城县应城石膏矿郭家湾矿床，四川省铜梁县玉峡锗矿床，吉林省临江市五道沟硅藻土矿床；第 III 勘查类型：山西太原圪僚沟石膏矿床，四川省合川县干沟锗矿床，山东省临朐青山硅藻土矿床。					

C.3 勘查工程间距

石膏、天青石、硅藻土矿产勘查工程间距见表 C.3。

表 C.3 探求控制的石膏、天青石、硅藻土矿产资源 / 储量勘查工程间距表

矿产种类		勘查类型及工程间距（m）		
		I	II	III
石膏矿	沿走向	600~800	400~600	200~400
	沿倾向	400~600	200~400	100~200
天青石	沿走向	100~150	50~100	25~50
	沿倾向	100~150	50~100	25~50
硅藻土	沿走向	200~400	100~200	50~100
	沿倾向	200~400	100~200	50~100
注1：本表所列勘查工程间距系探求控制的资源/储量基本勘查工程间距的参考值，对用基本勘查工程间距不能满足要求的局部问题，可适当增加工程；对垂直或斜交矿体走向的需要控制的断层、破碎带等，可用专线、专孔控制。				
注2：不同勘查类型、不同地质可靠程度的矿产资源/储量类型间工程间距的差别，不限于加密或放稀一倍，可视实际需要而定。				

附 录 D
(资料性附录)
矿产一般工业指标

D.1 石膏矿

D.1.1 石膏矿石类型

根据矿石的矿物成分和含量，石膏矿石类型(指 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaSO}_4 \geq 55\%$)见表D.1。

表D.1 石膏矿石类型

类型		矿石的主要矿物成分		备注
大类	亚类	石膏矿物	杂质矿物	
石膏 (石膏 \geq 硬石膏)	石膏 $[\frac{\text{石膏}}{\text{石膏} + \text{硬石膏}} \geq 75\%]$	纤维石膏	石膏	需经手 选获得
		巨—伟晶石膏	石膏	
		石膏	石膏(+硬石膏) $> 85\%$	
		泥质石膏 (粘土质石膏)	石膏	粘土矿物
		碳酸盐质石膏	石膏	碳酸盐
	硬石膏—石膏 $[50\% \leq \frac{\text{石膏}}{\text{石膏} + \text{硬石膏}} < 75\%]$	硬石膏—石膏	石膏、硬石膏 (石膏+硬石膏 $> 85\%$)	
		泥质硬石膏—石膏 (粘土质硬石膏—石膏)	石膏、硬石膏	粘土矿物
		碳酸盐质硬石膏—石膏	石膏、硬石膏	碳酸盐
硬石膏 (石膏 $<$ 硬石膏)	石膏—硬石膏 $[25\% \leq \frac{\text{石膏}}{\text{石膏} + \text{硬石膏}} < 50\%]$	石膏—硬石膏	硬石膏、石膏(硬石膏+石膏 $> 85\%$)	
		泥质石膏—硬石膏 (粘土质石膏—硬石膏)	硬石膏、石膏	粘土矿物
		碳酸盐质石膏—硬石膏	石膏、硬石膏	碳酸盐
	硬石膏 $[\frac{\text{石膏}}{\text{石膏} + \text{硬石膏}} < 25\%]$	硬石膏	硬石膏(+石膏 $> 85\%$)	
		泥质硬石膏(粘土质硬石膏)	硬石膏	粘土矿物
		碳酸盐质硬石膏	硬石膏	碳酸盐

D.1.2 石膏矿床分类

石膏矿床按成因分为：沉积石膏、硬石膏矿床；后生石膏、硬石膏矿床；热液交代石膏、硬石膏矿床(见表D.2)。

石膏矿床工业类型分为：层状石膏、硬石膏矿床；纤维石膏矿床；纤维石膏及层状石膏、硬石膏矿床；松散层中的巨伟晶石膏矿床。

表D.2 我国石膏矿矿床成因类型

类型	亚类型	含矿岩系	赋存层位	矿体形态大小	矿石自然类型	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ + CaSO_4 (%)	矿物组合	矿床 规模	矿床实例
沉积石膏、硬石膏矿床	海相沉积	碳酸盐岩~石膏, 硬石膏岩(泥灰岩、石灰岩、白云质灰岩、白云岩、石膏岩、硬石膏岩可含少量粘土岩)	三叠系下、中统, 石炭系下统, 奥陶系中统	层状、似层状、延长几千米以上, 厚度几米至百米以上, 单层或多层产出	石膏、硬石膏、白云质(或粘土质)硬石膏、粘土质(或白云质)石膏	65~95	石膏、硬石膏、碳酸盐(主要为白云石)、粘土矿物, 有的含天青石、黄铁矿, 个别含杂卤石等	大、中型为主	江苏南京周村(T_2); 四川渠县(T_{1-2}); 山西太原西山
		碎屑岩~碳酸盐岩~石膏、硬石膏岩(砂岩、粘土岩、泥灰岩、石灰岩、白云质灰岩、石膏岩、硬石膏岩)	三叠系下统, 石炭系下统, 寒武系下统	层状、似层状、延长几千米以上, 单层或多层产出, 单层厚度几米至几十米	石膏、硬石膏、粘土质石膏、白云质硬石膏	65~95	石膏、硬石膏、粘土矿物, 有的含天青石等	大、中型为主	宁夏中卫甘塘(C_1); 辽宁辽阳灯塔(\in_1); 吉林通化东热(\in_1)
		碎屑岩~石膏岩(石英砂砾、砂质泥岩、粘土岩、石膏岩)	二叠系	层状厚度几米, 长几百米, 单层产出	石膏、粘土质石膏	75~90	石膏、粘土矿物等	小型	新疆和田布雅(P)
	湖相沉积	碎屑岩~石膏、硬石膏岩(砂岩、粉砂岩、粘土岩、石膏岩、硬石膏岩)	三叠系下统, 白垩系下统	层状、似层状、长几千米以上, 常多层产出, 单层厚度几十厘米至几米	石膏、硬石膏、粘土质石膏、白云质硬石膏	55~90	石膏、硬石膏、粘土矿物、方解石、白云石、石英、长石, 有的含芒硝、钙芒硝等	大、中型为主	宁夏同心贺家口子(E_3)
		碎屑岩~碳酸盐岩~石膏、硬石膏岩(砂岩、粉砂岩、粘土岩、泥灰岩、石灰岩、石膏岩、硬石膏岩)	第四系, 第三系	层状、似层状, 长几千米以上, 常多层产出, 单层厚度几十厘米至几十米	石膏、硬石膏、白云质石膏、粘土质硬石膏	57~89	石膏、硬石膏、碳酸盐、粘土矿物、有的含石英、长石、黄铁矿、自然硫、磁铁矿、菱铁矿、芒硝、钙芒硝、沥青等	大、中型为主	山东泰安大汶口(E_2); 湖北荆门麻城铺(K_2)
		碳酸盐~石膏、硬石膏岩(白云质灰岩、白云岩、灰岩、石膏岩、硬石膏岩)	第三系	似层状, 走向长几千米, 厚几十米至几百米	石膏、硬石膏、白云质石膏、白云质硬石膏	55~90	石膏、硬石膏、白云石, 有的含石英等	大型	云南红河迤萨(E)
后生石膏硬石膏矿床	层间裂隙充填	砂岩、粉砂岩、粘土岩、石膏岩、硬石膏岩、含纤维石膏脉(一般叠加在陆相沉积石膏硬石膏矿床中)	第三系	含矿层走向长几千米以上, 层状, 厚几十米至几百米, 含矿岩体中顺层纤维石膏脉成群出现, 单脉长几百米至几千米, 脉厚几厘米至几十厘米	纤维石膏	90~99	纤维石膏、粘土矿物, 石英等	大、中型为主	湖北应城云梦(E_{2-3})
	斜交层理的裂隙充填	粉砂岩、砂岩、石膏、硬石膏脉	第三系	含矿岩体层状, 长几千米以上, 厚几米至几百米, 与层理斜交, 含矿岩体中的石膏、硬石膏脉成群出现, 单脉长几米至几十米, 厚几厘米至一米多	石膏、硬石膏、含砂质石膏、含砂质硬石膏	60~90	石膏、硬石膏、石英、粘土矿物等	极小型	贵州黄平旧州红梅(E)
	洞穴充填	白云质灰岩、硅质灰岩, 洞穴充填物为灰岩碎屑、砂、泥、石膏岩	寒武系上统	团块状、巢状、钟乳状、石笋状、皮壳状、走向长几米至几十米, 厚几厘米至几米	石膏、粘土质石膏	50~70	石膏、粘土矿物、白云石、方解石、有时含石英、芒硝、绿泥石等	极小型	贵州绥阳双河(\in_3)
膏、硬石膏矿床	与中性侵入岩有关	角闪岩、白云质大理岩、大理岩、闪长岩、石英闪长岩、长石斑岩、蚀变、闪长岩、蚀变花岗岩、石英二长岩、砂卡岩	燕山期中性岩浆侵入在三叠系下统灰岩中矿体产在接触带上	透镜状, 常呈多矿体产出, 单矿体走向长几十米至几百米, 厚几米至几十米	硬石膏、白云质硬石膏、石膏	50~95	硬石膏、石膏、白云石、方解石、微量磁铁矿、黄铁矿、绿泥石、含镁方解石等	中、小型	湖北鄂城程潮; 湖北大冶金山店张敬简
	与中性喷出岩有关	安山岩、安山岩质凝灰岩、凝灰质页岩、凝灰质角砾岩或粗面岩、粗安岩、石英岩	燕山期早期的中性喷出岩(相当于侏罗系层位)	透镜状单矿体或多矿体产出, 走向长几百米, 厚几十米	硬石膏、含黄铁矿硬石膏、含明矾石高岭石硬石膏、石膏	53~90	硬石膏、黄铁矿、明矾石、高岭石、石膏、微量石英、重晶石、磁铁矿、自然硫赤铁矿等	小型	安徽马鞍山市向山; 安徽卢江罗河

D. 1. 3 石膏、硬石膏含量计算方法

D. 1. 3. 1 矿石中石膏、硬石膏的含量，一般是根据矿石中 H_2O^+ 、 SO_3 或 CaO 的含量，按照当量定律制订的公式近似地计算出来的。然而，矿石中 H_2O^+ 、 SO_3 或 CaO 不仅来自石膏，也来自其他含 H_2O^+ 、 SO_3 或 CaO 的矿物，因此，首先应充分研究矿石的矿物组成，并据此制定出合理的计算公式。

D. 1. 3. 2 根据中国已知的石膏矿资料，大多数矿石中都含有一定数量的白云石、方解石，而不含或极少含其他硫酸盐矿物。因此，在一般情况下，可根据 H_2O^+ 与 SO_3 的含量，计算矿石中石膏的含量，其计算公式如下：

$\omega(CaSO_4 \cdot 2H_2O)\% = 4.78 \times \omega(H_2O^+)\%$ (D. 1)

$\omega(CaSO_4)\% = 1.7 \times \omega(SO_3)\% - 3.78 \times \omega(H_2O^+)\%$ (D. 2)

$\omega(CaSO_4 \cdot 2H_2O)\% + \omega(CaSO_4)\% = 1.7 \times \omega(SO_3)\% + \omega(H_2O^+)\%$ (D. 3)

此时，基本分析项目相应地确定为 H_2O^+ 、 SO_3 。

D. 1. 3. 3 当矿石中白云石与方解石含量小于 1% 时，也可根据 H_2O^+ 、 CaO 计算矿石中石膏、硬石膏的含量，其计算公式如下：

$\omega(CaSO_4 \cdot 2H_2O)\% = 4.78 \times \omega(H_2O^+)\%$ (D. 4)

$\omega(CaSO_4)\% = 2.42 \times \omega(CaO)\% - 3.78 \times \omega(H_2O^+)\%$ (D. 5)

$\omega(CaSO_4 \cdot 2H_2O + CaSO_4)\% = 2.42 \times \omega(CaO)\% + \omega(H_2O^+)\%$ (D. 6)

此时，基本分析项目相应地确定为 H_2O^+ 、 CaO 。

D. 1. 3. 4 若矿石中含有天青石、钙芒硝或芒硝等硫酸盐矿物以及白云石或方解石等碳酸盐矿物，其含量均大于 1% 时，则应从矿石的全 $\omega(H_2O^+)$ 、全 $\omega(SO_3)$ 、全 $\omega(CaO)$ 中扣除这些矿物带入的 $\omega(H_2O^+)$ 、 $\omega(SO_3)$ 或 $\omega(CaO)$ ，而后计算石膏、硬石膏的含量。在确定计算公式和基本分析项目时，应避繁就简，既能节省分析和计算工作量，又能近似地计算矿石中石膏、硬石膏的含量。

D. 1. 4 石膏矿一般工业指标

石膏矿一般工业指标见表 D. 3。

表D. 3 石膏矿一般工业指标

矿石类型	质 量 要 求	可采厚度 (m)		夹石剔除厚度 (m)	
		露天 开采	地下 开采	露天 开采	地下 开采
层状石膏、 硬石膏矿	边界品位： $CaSO_4 \cdot 2H_2O + CaSO_4 \geq 45\%$ ， 工业品位： $CaSO_4 \cdot 2H_2O + CaSO_4 \geq 55\%$ 。	≥ 2	≥ 1	≥ 2	≥ 1
纤维石膏矿	$CaSO_4 \cdot 2H_2O \geq 95\%$ ， 线含矿率 $\geq 14\%$ ，其中纤维石膏可采单层（脉），厚度 $\geq 2\text{cm}$ 。		≥ 1.7		≥ 1
纤维石膏 及层状石膏 硬石膏矿	纤维石膏 $CaSO_4 \cdot 2H_2O \geq 95\%$ ； 层状石膏、硬石膏 $CaSO_4 \cdot 2H_2O + CaSO_4 \geq 55\%$ ； 综合线含矿率 $(r_s + k r_c) \geq 14\%$ ，其中可采单层（脉）厚度： 层状石膏、硬石膏 $\geq 10\text{ cm}$ ，纤维石膏 $\geq 2\text{ cm}$ ， r_s 为纤维石膏线含矿率， r_c 为层状石膏、硬石膏矿线含矿率， $k(\text{折合系数}) = \frac{\text{层状石膏硬石膏生产成本或售价}}{\text{纤维石膏生产成本或售价}}$ ， 建议 k 值采用 0.2。		≥ 1.7		≥ 1
松散层中的巨-伟晶石膏矿	$CaSO_4 \cdot 2H_2O \geq 85\%$ 含矿率要求根据选矿试验确定	≥ 2		≥ 2	

表 D.3 石膏矿一般工业指标（续）

矿 石 类 型	质 量 要 求	可采厚度 (m)		夹石剔除厚度 (m)	
		露天 开采	地下 开采	露天 开采	地下 开采
露天开采：剥采比不大于 3:1 (m³/m³)；. 采场最终边坡角一般≤55°；采场最终底盘最小宽度：大、中型≥40m、小型≥20m；爆破安全距离：一般不小于 300m。矿山爆破安全距离应符合《爆破安全规程》GB 6722 的有关规定。					
注1：对品位较低的矿石，应充分考虑开采贫化的影响，相应地提高矿石品位要求。 注2：以硬石膏为主的矿床，应根据不同用途进行工业利用试验，确定其工业指标。					

D.1.5 不同行业对石膏产品质量要求

不同行业对石膏产品质量要求见表D.4。

表D.4 不同行业对石膏产品质量要求

等级	矿物成分（%）		结晶水含量（%）	主要用途
	CaSO ₄ • 2H ₂ O	CaSO ₄ • 2H ₂ O+CaSO ₄	H ₂ O ⁺	
1	≥95		≥19.88	医用、食用、艺术品、模型
2	≥85		≥17.79	建筑制品、模型
3	≥75		≥15.70	
		≥75	≥13.35	水泥缓凝组分、农用、含硫肥料
4	≥65		≥13.60	
		≥65	≥11.96	
5	≥55		≥11.51	
		≥55	≥10.56	
引自 JC16-82。				

石膏产品标准见表D.5。

表D.5 石膏产品标准

级别	品位(质量分数)		
	%		
	石膏(CaSO ₄ •2H ₂ O)	硬石膏(CaSO ₄)	混合石膏(CaSO ₄ •2H ₂ O+CaSO ₄)
特级	≥95	—	≥95
一级	≥85		
二级	≥75		
三级	≥65		
四级	≥55		
引自 GB/T 5483。			

D.2 天青石

D.2.1 天青石矿石类型

天青石矿石类型(锶矿物量≥25%)按天青石、菱锶矿的含量分为：天青石(SrSO₄>90%，SrCO₃<10%)、菱锶矿--天青石(SrSO₄ 10~90%，SrCO₃ 10~50%)、天青石--菱锶矿(SrCO₃ 10~90%，SrSO₄ 10~50%)、菱锶矿(SrCO₃>90%，SrSO₄<10%)。

D.2.2 天青石矿床分类

天青石矿床按成因分为：沉积型、岩浆-热液型、沉积-热卤水改造型、表生淋积型(见表D.6)。

天青石矿床工业类型分为：沉积型天青石矿床、热液蚀变型天青石矿床、陆相湖泊化学沉积型天青石矿床、铅锌矿共生天青石矿床。

表D.6 天青石矿床成因类型

类 型	亚类型	含矿岩系	矿体形态	矿石类型	SrSO ₄ + SrCO ₃ (%)	矿石矿物组合	矿床规模	矿床实例
沉积型	陆相湖泊 化学沉积型	碳酸盐岩、石膏岩、 盐岩、泥岩	层状、似 层状、透 镜状	天青石、 菱锶矿	20~90	天青石、方解石、白云石、 石膏、菱锶矿	大 型	青海花土沟大风山天青石矿床
岩浆- 热液型	火山热液型	富锶火山碎屑岩、 安山玢岩	脉状	天青石	85~90	天青石、高岭石、绢云母、 褐铁矿、黄铁矿、石英	大 型	湖北黄石狮子立山-风犁山铅锌矿床
	岩浆热液型	含膏(盐)碳酸盐岩、 中型浅成侵入岩	透镜状	天青石	78	天青石、银矿物、方铅矿、 闪锌矿	大 型	江苏溧水县爱景山锶矿床
	碳酸岩脉型	含稀土碳酸盐岩脉	脉状网脉 状	天青石		方解石、石英、钡天青石、 辉钼矿、方铅矿、稀土矿物	矿 点	陕西黄龙铺地区(无单独矿床)
沉积- 热卤水 改造型	海相沉积热 卤水改造型	含膏(盐)碳酸盐岩	似层状透 镜状	天青石	36~98	天青石、白云石、方解石、石 英、 硬石膏、黄铁矿	大 型	四川省铜梁县玉峡锶矿床
					69			四川省合川县干沟锶矿床
	陆相沉积热 卤水改造型	含膏盐、碳酸盐的陆 屑沉积	透镜状	天青石	57.8	闪锌矿、方铅矿、黄铁矿、 天青石、重晶石、石膏、硬石 膏	中 型	云南兰坪县东至岩锶矿床、
					67.3			云南兰坪县金顶山铅锌矿床(伴生)
表生 淋积型	表生淋积型	原生矿体表生带风 化岩石	透镜状	天青石、 菱锶矿		次生天青石、菱锶矿	矿 点	四川省铜梁县(无单独矿床)

D. 2. 3 物相法测定天青石矿物含量

D. 2. 3. 1 原理

化学物相法可以直接测定矿石中天青石的含量，一般是测定硫酸锶、碳酸锶和氧化锶的含量。先用硝酸—硝酸钾混合溶液作选择性溶剂浸提碳酸锶，浸提液测定碳酸锶含量。浸提不溶物经灼烧、称量后，加入定量五氧化二钒灼烧、称量，按失去的三氧化硫量计算硫酸锶含量。氧化锶含量由测定总锶量减去碳酸锶含量和硫酸锶求得。

天青石矿物含量测定流程见图 D. 1。

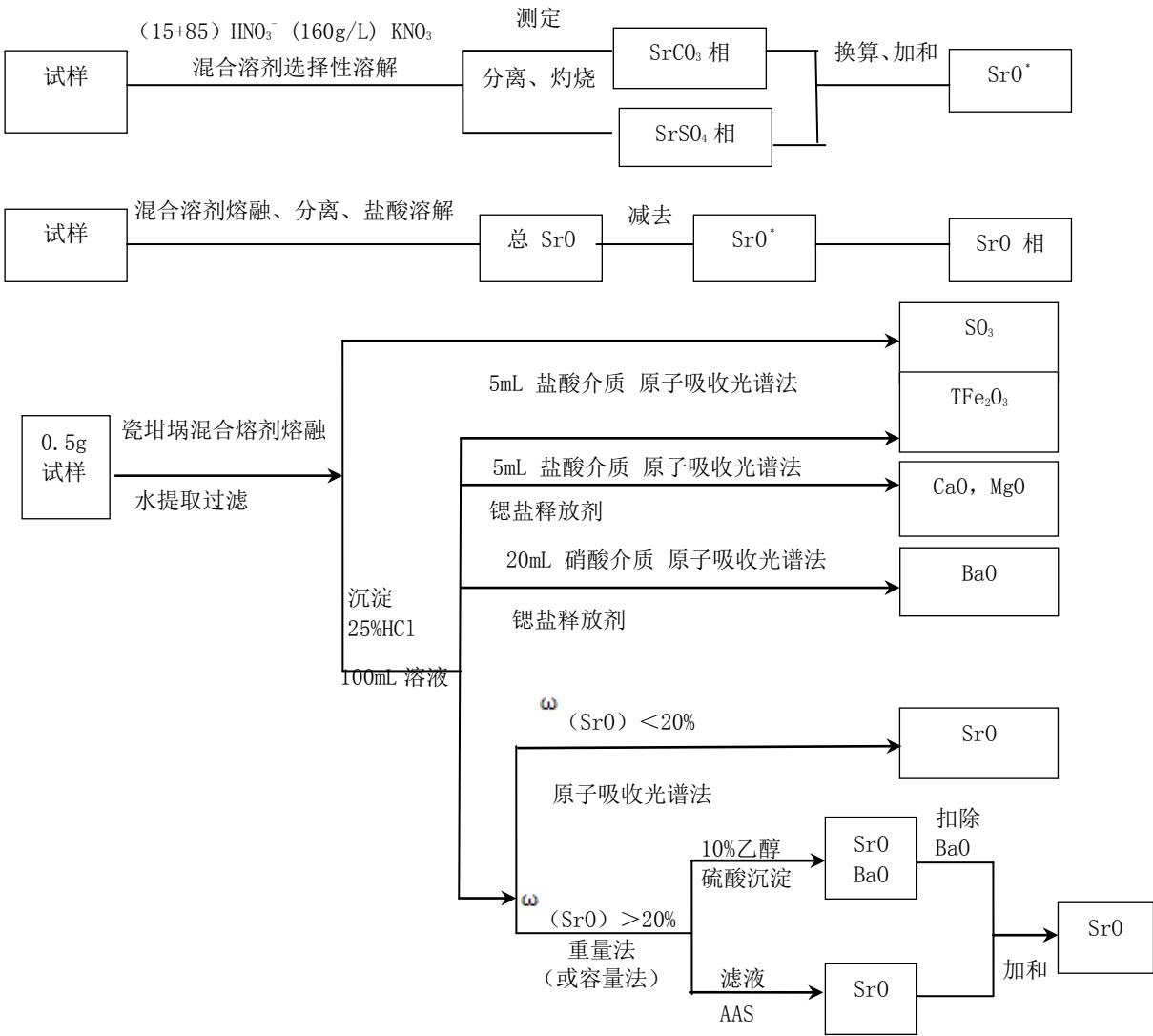


图 D. 1 天青石矿物含量测定流程图

D. 2. 3. 2 测定步骤

总氧化锶的测定(原子吸收光谱法方法提要): 试样经混合溶剂熔融, 使锶、钡、钙等转化为碳酸盐, 水提取, 过滤, 分离硫酸根离子, 沉淀用盐酸溶解, 加入聚乙醇, 加热煮沸, 加水至一定体积。分取部分溶液, 于硝酸介质中, 补加铜盐或钙盐为释放剂, 原子吸收光谱法测定氧化锶。

$$\omega_{(SrO)} = \frac{(m_1 - m_0) \times V \times 10^{-3}}{m \times V_1} \times 100\% \dots\dots\dots (D. 1)$$

式中:
 $\omega_{(SrO)}$ ——为总氧化锶的质量分数 (%) ;

- m_1 ——为从校准曲线上查得试样溶液中氧化锶的质量(mg);
- m_0 ——为从校准曲线上查得空白溶液中氧化锶的质量(mg);
- V ——为试样溶液的总体积(mL);
- m ——为称取试样的质量(g);
- V_1 ——为分取试样溶液的体积(mL)。

碳酸锶测定:称取 0.5g(精确至 0.0001g)试样置于 100mL 烧杯中,加入 20mL(15+85)HNO₃-(160g/L)KNO₃混合溶液进行选择溶解,将烧杯置于电热板上,加热煮沸溶解,并浓缩体积至约 8mL。取下冷却至室温,过滤,滤液用 50mL 容量瓶承接,用 100g/L 的 KNO₃洗液将不溶物全部转移至漏斗中,再用(1+1)乙醇洗液洗涤 4~5 次,加水稀释至刻度,摇匀。分取 5.0~25.0mL 滤液置于 100mL 容量瓶中,加入 5mL(1+1)HNO₃和 10mLCa(NO₃)₂溶液,加水稀释至刻度,摇匀。用原子吸收光谱法测定碳酸锶的含量。

硫酸锶测定:试样经硝酸-硝酸钾混合溶液选择性溶解碳酸锶后,将分离的硫酸锶沉淀及滤纸放入已恒量的 15mL 瓷坩埚中,逐渐升温灰化,在 800℃灼烧、称量(精确至 0.0001g),再灼烧、称量直至恒重。定量加入 0.5000g 优级纯 V₂O₅(预先在 950℃灼烧 2h),搅匀,逐渐升温至 950℃灼烧 2h,取出冷却,称量(精确至 0.0001g),再灼烧、称量直至恒量。按失去的三氧化硫质量计算得到硫酸锶的含量。

D.2.3.3 天青石矿物含量计算

D.1.3.3.1 碳酸锶含量计算:

$$\omega(\text{SrCO}_3) = \frac{C \times 100 \times 50}{m \times V_2} \times 1.4247 \times 100\% \dots\dots\dots (D.2)$$

- 式中:
- C ——原子吸收法测定碳酸锶的质量浓度(mg/mL);
 - V_2 ——分取滤液体积(mL);
 - m ——为称取试样的质量(g);
 - 1.4247——氧化锶换算为碳酸锶的因数。

D.1.3.3.2 硫酸锶含量计算:

$$\omega(\text{SrCO}_3) = \frac{(m_2 + 0.5000 - m_3)}{m} \times 2.2943 \times 100\% \dots\dots\dots (D.3)$$

- 式中:
- m_2 ——在 800℃灼烧称量直至恒重的质量(mg);
 - m_3 ——在 950℃灼烧称量直至恒重的质量(mg);
 - m ——为称取试样的质量(g);
 - 0.5000——优级纯五氧化二钒(V₂O₅)的质量(mg);
 - 2.2943——三氧化硫换算为硫酸锶的因数。

D.2.4 天青石矿一般工业指标

天青石矿一般工业指标见表D.7。

表D.7 天青石矿一般工业指标

边界品位 (SrSO ₄ %)	工业品位 (SrSO ₄ %)	可采厚度 (m)		夹石剔除厚度 (m)	
		露天开采	地下开采	露天开采	地下开采
≥10~15	≥20~25	≥1		≥1	
露天开采: 剥采比不大于5:1 (m ³ /m ³); 采场最终边坡角一般≤55° ; 采场最终底盘最小宽度: 大、中型≥40m、小型≥20m; 爆破安全距离: 一般不小于300m。矿山爆破安全距离应符合《爆破安全规程》GB 6722的有关规定。 当SrCO ₃ 有一定数量, 并可以综合利用时, 其化学组分可用SrSO ₄ +SrCO ₃ 含量来确定品位。					

D.2.5 不同行业对天青石产品质量要求

不同行业对天青石产品质量要求见表D.8。

表D.8 化工行业对天青石产品质量要求

项目	优等品	I 等品	II 等品	III等品	IV等品
锶（以 SrSO ₄ 计，%）	≥90	≥85	≥80	≥73	≥65
钡（以 BaO 计，%）	≤1.5	≤5			不规定
钙（以 CaO 计，%）	≤1.5	≤4	≤7	≤10	不规定
水分（H ₂ O，%）	重、浮选精矿水分≤10				
引自 HG/T 2251。					

工业碳酸锶质量要求见表D.9。

表D.9 工业碳酸锶质量要求

化学成分（%）	I 型	II 型
锶钡含量（SrCO ₃ +BaCO ₃ ）	≥98	—
碳酸锶（SrCO ₃ ）	—	≥95
碳酸钙（CaCO ₃ ）	≤0.51	≤1.0
碳酸钡(BaCO ₃)	≤2.0	≤3.0
钠(以 Na ₂ O 计)	≤0.3	—
铁(以 Fe ₂ O ₃ 计)	≤0.01	≤0.01
氯(以 Cl ⁻ 计)	≤0.12	—
总硫(以 SO ₃ 计)	≤0.35	≤0.45
水分	≤0.3	≤0.5
氧化铬(以 Cr ₂ O ₃ 计)	≤0.0005	—
粒度	双方协商	
引自 HG/T 2969。		

D.3 硅藻土

D.3.1 硅藻土矿石类型

硅藻土矿石（硅藻壳体含量50%以上）类型按硅藻土与粘土矿物含量分为3种。

硅藻土：硅藻壳体含量大于80%、 SiO_2 含量大于75%、粘土矿物含量5%~10%。

含粘土硅藻土：硅藻壳体含量60%~80%、 SiO_2 含量65%~75%、粘土矿物含量15%~35%。

粘土质硅藻土：硅藻壳体含量50%~60%， SiO_2 含量60%左右，粘土矿物含量35%~45%。

D.3.2 硅藻土矿床分类

硅藻土矿床按成因分为：海相沉积型和陆相沉积型。我国现有硅藻土矿床都属陆相沉积型硅藻土矿床，尚未发现海相沉积型硅藻土矿床。我国陆相沉积型硅藻土矿床分为与玄武岩有关的沉积型、湖相碎屑沉积型（见表D.10）。

硅藻土矿床工业类型分为：与玄武岩有关的沉积型；湖相碎屑沉积型。

表D. 10 我国硅藻土矿矿床成因类型

类型	亚类型	含矿岩系	赋存层位	矿体形态、规模	矿石自然类型	SiO ₂	矿石组分	矿石特征	矿床规模	矿床实例
陆相沉积型	与玄武岩有关的沉积型	橄榄玄武岩、斑状橄榄玄武岩、英安岩+玄武质玻屑凝灰岩+喷发间隙期河湖相碎屑岩夹层。 河湖相、沼泽相碎屑岩夹层+煤层(泥炭层)。	第三系更新统	层状，似层状。长达万米以上，宽达两千米以上，厚度几米~几十米。	硅藻土、含粘土 硅藻土、粘土质硅藻土。	55%~92%	蛋白石及其变种，含量65%~98%	微层状或块状	大、中型为主	吉林长白马鞍山硅藻土矿床、山东临朐解家河硅藻土矿床。
	湖相碎屑沉积型	除陆源碎屑岩外，常伴有煤系及河湖相、沼泽相泥岩、陆源碎屑岩+煤层(泥炭层)。	第三系中新统	层状，似层状。长近千米，宽数百米，厚度几米~十几米。	含粘土 硅藻土、粘土质硅藻土、硅藻土。	55%~80%	蛋白石及其变种，含量65%~80%	微层状或块状	小型为主	云南腾寻甸先锋硅藻土矿床、四川米易中梁子硅藻土矿床。

D.3.3 硅藻土矿一般工业指标

硅藻土矿一般工业指标见表D.11。

表D.11 硅藻土矿一般工业指标

品级	矿石质量					开采技术条件			
						可采厚度（m）		夹石剔除厚度（m）	
	SiO ₂ （%）	Fe ₂ O ₃ （%）	Al ₂ O ₃ （%）	CaO（%）	灼失量（%）	地下开采	露天开采	地下开采	露天开采
I 级	≥85	≤2.5	≤6	≤1.0	≤5.5	≥0.6	≥1	≥0.5m~1 m	≥0.5m~1 m
II 级	≥80	≤3.5	≤8	≤1.2	≤7				
III级	≥60	≤7	≤12	≤1.5	≤9				
露天开采：剥采比不大于5:1（m ³ /m ³ ）；采场最终边坡角一般≤50°；采场最终底盘最小宽度：大中型≥40m、小型≥20m；爆破安全距离：一般不小于300m。矿山爆破安全距离应符合《爆破安全规程》GB 6722的有关规定。									

D.3.4 不同行业对硅藻土产品质量要求

不同行业对硅藻土产品质量要求见表D.12。

表D.12 不同行业对硅藻土产品质量要求

用途	品级	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	灼失量 (%)	物理性能及其它要求
助滤材料		≥80	≤5	≤1.5			要求质地纯正，力求形态完整。堆密度、比表面积、粒度、孔隙度等有要求。其中食品、饮料和酒类：Pb≤4.0mg/kg，As≤4.0mg/kg，Fe ₂ O ₃ ≤2.5%。
填料		65~90					必须掌握颗粒的大小、产品有无硬渣，体积密度和密实度小、吸附性好，造纸、涂料工业且要求颜色为纯白色。
陶瓷原料		>85		<1			
载体材料		>70		<5			对硅藻孔结构有要求。
保温材料							须检验近似密度（砖、块及其它），容积密度（块或粉末），显微构造，筛孔或筛分析，导热度，吸水率等。
建筑材料	I	>75	<10	<4	<4		
	II	>65	<15	<5	<5		
	III	>60					
引自《矿产资源工业要求手册》（2010年修订版）。							

硅藻土产品质量要求见表D. 13。

表D. 13 硅藻土产品质量要求

	DF-1	DF-2	DF-3	DF-4	DF-5	DF-6	DK-1	DK-2	DK-3	DK-4	DK-5	DK-6
SiO ₂ (%) ≥	85	80	75	70	60	50	85	80	75	70	60	50
Al ₂ O ₃ (%) ≤	5	8	12	14	16	18	6	8	12	14	16	18
Fe ₂ O ₃ (%) ≤	1.5	3	5	6	7	8	2	3	5	6	8	10
CaO(%) ≤	1	1.2	1.5	2.0	3.0	4.0	1	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0
MgO(%) ≤	0.8	1.0	1.2	1.5	2.5	3.5	0.8	1.0	1.5	2.0	3.0	5.0
灼失量(%) ≤	5	7	8	10		—	5	7	8	10	—	
水分(%) ≤	10						15					
堆密度 (g/cm ³) ≤	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.70	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.70
筛余量(%) ≤	10			15			—					
pH 值	6.0~8.0						—					
比表面积 (m ² /g)	19.0~65.0						—					
引自JC/T 414。												