

# 膨润土矿地质勘探规范

Geological exploration instruction of bentonite deposit

## 1 主题内容与适用范围

### 1.1 主题内容

本规范规定了膨润土矿地质勘探研究程度、勘探工作质量要求、储量计算原则以及矿床技术经济评价等基本技术标准。并提出了供类比的矿床勘探类型及勘探工程间距。

### 1.2 适用范围

本规范适用于膨润土矿地质勘探；也适用于审批供矿山建设使用的膨润土矿勘探地质报告。

## 2 勘探研究程度的要求

膨润土矿床地质勘探的基本任务是：按对口单位要求，探明可供开采利用的矿石储量；查明矿床开采技术条件。为矿山建设设计确定矿山建设规模、产品方案、应用领域、开拓方案、开采方式、矿石加工技术方法、矿山建设总体布置和远景规划等方面提供必需的地质资料。

凡作为国家矿山建设设计的膨润土矿床(区)，其勘探研究程度应达到下列要求。

### 2.1 地质研究

#### 2.1.1 区域地质研究

阐述区域矿化特征，着重反映与成矿有关的火山喷发(溢)活动、沉积盆、火山-沉积盆地及火山-沉积作用、沉积作用特点及其时空演变规律。为膨润土矿床的成矿物质来源、成矿作用、成矿规律和赋存条件提供背景材料。

#### 2.1.2 矿床(区)地质研究

2.1.2.1 详细划分矿床地层，确定层序、接触关系和标志层；详细研究含矿岩系的岩性、岩相、厚度及其分布规律。

2.1.2.2 研究矿床地质构造，阐明构造基本特征和复杂程度。对控制矿床或作为划分勘探区的断裂，要有地表(或浅部)、地下(或深部)工程控制，基本查明其产状、规模和延展。

2.1.2.3 根据矿床、矿层(体)综合研究资料，结合地质背景分析，阐明成矿原岩的物质来源、搬运的方向和方式、成矿条件和成矿过程。还需阐明原岩、围岩岩性以及断裂构造、地理、地貌条件和水化学特征等对矿石类型和属性分带的关系。总结成矿规律，建立矿床模型(或成矿模式)，明确找矿标志。

#### 2.1.3 矿层(体)的研究

2.1.3.1 查明勘探区内矿层(体)的数量、赋存的空间位置，层间距。控制和圈定主要矿层(体)沿走向和倾向边界，详细研究和阐明矿层(体)的形态、产状、规模、厚度、内部结构特点及其变化规律。

要注意主矿层(体)相邻的次要矿体，并作出相应的控制和评价。

2.1.3.2 详细研究和阐明矿层(体)在走向、倾向和垂向上蒙脱石含量的变化和属性分带特征。研究和阐明矿层(体)中与蒙脱石有成生联系的火山玻璃(含火山灰)高岭石类、伊利石、绿泥石、方英石、沸石类等矿物组合特点及其空间分布规律。对沉积岩型和火山-沉积岩型的矿层(体)还要研究陆源岩、矿物碎

层的成分、含量、粒度及其空间变化规律。

2.1.3.3 研究和控制破坏矿层(体)且影响开采的较大断层、褶皱(或由于“基底”起伏对矿层产状的影响)、脉岩等。其控制程度以查明其产状、规模、空间形态特征和达到相应储量级别为准。对较小的断层(垂直断距小于20 m者)、脉岩群着重研究和阐述其分布规律。

## 2.2 矿石质量研究

2.2.1 详细研究矿石物质组分和化学成分,蒙脱石和主要伴生组分的形态、比例、颗粒度和赋存状态。研究和确定矿石属性,正确划分矿物组合的矿石类型。

2.2.2 研究矿石可选性及提纯后精矿的物质组分、化学成分和物化工艺性能。计算蒙脱石的结构式,确定蒙脱石的属型及其含量换算系数。并提供矿石可能和合理应用领域。

2.2.3 研究矿化、非矿化夹石和近矿围岩的物质组分、与矿层(体)接触关系。评价采矿时当夹石和围岩混入矿石后手选的难易程度和对矿石质量的影响。

## 2.3 水文地质和工程地质研究

按《矿区水文地质工程地质普查勘探规范》(地质矿产部1982)执行。并注意地下水作用与膨润土矿的生成关系以及膨润土矿有遇水可塑、膨胀和顶、底板围岩不稳定性特点,增加下列研究内容。

2.3.1 研究和初步查明地表水和地下水的水化学特征及其分带性,为膨润土矿床成因和矿层(体)属性分带提供基础资料。

2.3.2 调研类似工程地质条件的矿山。着重调查和定期观测开采坑内的底拱、偏邦、层面滑动、顶板崩落以及地面裂缝、陷落等工程地质问题。并提出防范措施;对露采矿区要控制其四周边界和采场底界,研究边坡的稳定性,对采场的临空面,应预测可能引起的滑坡、坍塌等危害性。

2.3.3 当膨润土矿与放射性元素及其矿物有共生、伴生时,要对矿层和顶底板做好放射性检查,提出是否需要采取防范和环境保护措施的建议;当膨润土矿与煤层共生时,则应搜集煤田勘探地质报告中有关瓦斯、煤尘和煤的自然资料,并编入勘探地质报告的专门一节予以反映。

## 2.4 综合勘探和综合评价

膨润土矿床共生、伴生矿产较多。火山岩型矿床有沸石、珍珠岩、含碱玻璃原料、高岭土(瓷石)等;火山-沉积岩型矿床有建材轻骨料用粘土岩;沉积岩型有煤、石膏、白垩等。因此,在勘探时,要注意发现和综合评价。当达到工业要求或综合评价指标时,计算(或估算)其储量。

## 3 勘探类型和勘探工程间距

### 3.1 勘探类型

#### 3.1.1 勘探类型划分依据

划分根据占矿床总储量70%以上的主矿层(体)勘探难易程度划分勘探类型:

##### a. 矿层(体)延展规模

大型:沿走向大于2 000 m;沿倾向大于1 500 m。延展面积大于3 km<sup>2</sup>。

中型:沿走向1 000 m~2 000 m;沿倾向500 m~1 500 m。延展面积0.5 km<sup>2</sup>~3 km<sup>2</sup>。

小型:沿走向小于1 000 m;沿倾向小于500 m。延展面积小于0.5 km<sup>2</sup>。

##### b. 矿层(体)形态复杂程度

规则:呈层状。外形规则,边界模数大于0.85或剖面面积变化系数小于0.55。

较规则:呈层状、似层状或大透镜状。外形较规则,边界模数0.85~0.55或剖面面积变化系数0.55~0.85。

不规则:呈透镜状、脉状。外形不规则,边界模数小于0.55或剖面面积变化系数大于0.85。

##### c. 矿层(体)厚度稳定程度

厚度稳定:厚度变化系数小于30%,变化有规律;矿层(体)内无不可采工程,相邻工程矿层(体)厚度变化二倍率以上小于30%。

厚度较稳定:厚度变化系数 30%~70%,变化较有规律;矿层(体)内无不可采工程,相邻工程矿层(体)厚度变化二倍率以上小于 50%。

厚度不稳定:厚度变化系数大于 70%,厚度变化规律不明显;不可采、无矿工程时有出现,相邻工程矿层(体)厚度变化二倍率以上大于 50%。

#### d. 矿层(体)内部结构复杂程度

内部结构简单:矿层(体)内无夹层或偶见一层夹层,剖面平均含夹石率小于 10%;矿石质量稳定,蒙脱石含量变化系数小于 20%。

内部结构较简单:矿层(体)内有夹层,一般为 1~2 层,变化有规律,剖面平均含夹石率 10%~20%;矿石质量较稳定,蒙脱石含量变化系数 20%~30%。

内部结构复杂:矿层(体)分枝复合普遍或夹层多,剖面平均含夹石率大于 20%;矿石质量有变化,蒙脱石含量变化系数大于 30%。

#### e. 构造复杂程度

构造简单:矿层(体)呈单斜,产状无明显变化或呈简单的开阔向、背斜。勘探地段无切割矿层(体)对开采影响较大的破坏性断裂及脉岩。

构造较简单:矿层(体)有次一级的向、背斜,褶幅不大或局部较紧密;有少数较大断裂,把矿层(体)分割成单独的自然块段;有少数脉岩穿切矿体。

构造复杂:断裂或脉岩较多且复杂;矿层(体)产状多变,褶幅大或底板原始古地形起伏对矿层(体)产状有明显影响。

### 3.1.2 勘探类型

根据以上划分标准,将膨润土矿床划分四个勘探类型。

第 I 勘探类型:主矿层呈层状,形态规则,延展规模属大型;矿层厚度、矿石蒙脱石含量稳定;内部结构、地质构造简单。

属于本类型的实例有广西宁明矿床。

第 II 勘探类型:主矿层呈层状、似层状,形态规则至较规则,延展规模中至大型;矿层厚度、矿石蒙脱石含量稳定至较稳定;内部结构、地质构造较简单。

属于本类型的实例有吉林刘房子、浙江平山、内蒙高庙子、安徽新潭、福建武平、辽宁黑山等矿床。

第 III 勘探类型:主矿层(体)以似层状、透镜状为主,部分为层状,形态较规则至不规则,延展规模小至中型,个别大型;矿层(体)厚度、矿石蒙脱石含量较稳定至不稳定;内部结构、地质构造较简单至复杂。

属于本类型的实例有吉林银矿山、江西李家、甘肃红泉、浙江仇山、山东涌泉庄、安徽水东、江苏甲山等矿床。

第 IV 勘探类型:主矿层(体)呈似层状、透镜状、脉状、藕节状,形态规则至不规则,延展规模小;厚度变化稳定至不稳定;内部结构、地质构造简单至复杂。

属于本类型的实例有浙江双勤、四川三台、江苏平桥等矿床。

### 3.2 勘探工程间距(见表 1)

表 1 勘探工程间距表

m

| 勘探类型 | 勘探工程间距     |         |         |         |
|------|------------|---------|---------|---------|
|      | B 级        |         | C 级     |         |
|      | 沿走向        | 沿倾向     | 沿走向     | 沿倾向     |
| I    | 400        | 200~400 | 800     | 400~800 |
| II   | 200~400    | 100~200 | 400     | 200~400 |
| III  | 100~200    | 100     | 200~400 | 100~200 |
| IV   | —          |         | 100~200 | 100     |
|      | (地表工程控制为主) |         |         |         |

关于矿床勘探类型和勘探工程间距的说明：

a. 控制矿层(体)地表边界的工程间距,应根据地质、地形复杂程度,合理确定。一般按相应储量级别块段的工程间距加密 1 倍;对隐伏矿层(体)的浅部边界线,尖灭点至见矿工程不小于同级储量间距的四分之一至二分之一。

b. 表 1 中所列工程间距,是对矿层(体)的储量级别块段圈定而言。若要按矿石品级或属性分采时,则应酌情加密工程间距。

c. 控制勘探矿体的剖面线不得少于三条。

d. D 级储量的勘探工程间距,应按 C 级工程间距放稀一倍布置。

#### 4 勘探工作质量要求

##### 4.1 主要地质图件

4.1.1 编绘或修编比例尺为 1:10 000~1:50 000 矿田地质图。需附有 1~2 条图切地质剖面图和矿田地层(岩石)综合柱状图。

矿田地质图应基本反映矿床地质背景、控制矿床的边界条件、构造轮廓和含矿岩系时代、岩性、岩相组合特征。当矿田面积过大,矿床地质背景简单时,比例尺也可缩小到 1:100 000。

4.1.2 矿床地形地质图实测比例尺为 1:2 000~1:5 000。当勘探区为大面积第四系掩盖,则需编制同比例尺的基岩地质图。

实测比例尺为 1:1 000~1:2 000 勘探线地质剖面图。地形图、地质图的质量,应达到有关《地形地质勘探工程测量规范》、《固体矿产普查工作基本要求》标准。

##### 4.2 物探工作

膨润土矿的物探工作,主要应用于第四系覆盖区。当含矿岩系与其顶底界和周边岩层有明显物性差异时,则可用物探推断含矿岩系的分布、埋深、覆盖层厚度以及断层、脉岩的延伸、产状和水文地质条件等。为探矿工程的布设提供依据。常采用电法、磁法和水文测井等。

物探工作质量应符合有关专业规范要求。物探成果在勘探地质报告中单列论述。

##### 4.3 探矿工程

膨润土矿的勘探以钻探为主要手段,其质量要求如下:

a. 矿层(体)及其顶底板(穿矿前后 3 m)岩、矿心采取率不低于 75%;厚(大于 8 m)矿层(体)的矿心回次采取率不低于 65%(穿矿回次进尺不大于 2 m),平均采取率不低于 75%。分层岩心采取率不低于 65%。

b. 钻孔孔径的选择必须满足地质勘探取样重量要求为原则,一般穿矿孔径不小于 75 mm。

c. 对软质和风化疏松的膨润土矿,一般不宜用泥浆钻进,应采取措施保证矿心不受污染。必须用泥浆(不能加碱)钻进时,矿心必须剥离泥皮。

d. 所有钻孔必须严格封孔,杜绝地表水倒灌和防止矿层(体)顶底板含水层与其他含水层(体)的沟通。对封孔质量应不少于10%~20%的随机抽孔透孔检查,合格率要求达到100%。

e. 钻孔在钻进过程中,严格执行《岩心钻探规程》的规定。

#### 4.4 样品的采取和测试

##### 4.4.1 采样方法

坑探工程中应沿矿层(体)厚度方向,连续刻槽取样;钻孔矿心沿长轴方向用劈开机对半取样。样品应按矿石类型分采。

样品长度一般为1 m~2 m。

刻槽样的断面规格为10 cm×5 cm~10 cm×3 cm。

##### 4.4.2 基本性能分析样的测试

反映膨润土矿石基本性能的测试项目有吸蓝量、阳离子交换性能、胶质价和膨胀容等。

4.4.2.1 吸蓝量测定:目的是确定膨润土矿石中蒙脱石的相对含量,作为圈定矿体的依据。全部单样均需测定。计量单位用100克试样吸附次甲基蓝的毫摩(尔)表示(mmol/100 g)。

4.4.2.2 阳离子交换性能测定:目的是查明矿石属性、矿层(体)属性分带和圈定不同属性储量块段的依据。

测试项目有交换容量(C. E. C)和交换性阳离子( $E\text{Na}^+$ 、 $E\text{K}^+$ 、 $E\text{Ca}^{2+}$ 、 $E\text{Mg}^{2+}$ )。一般勘探矿区若在勘探期前,对矿石属性和矿层(体)属性分带业已查明,试样可免于测定,当需按属性圈矿,则加密工程控制属性分带和了解断层对其两侧矿层(体)属性影响程度时,需全部单样测定。

注意事项:当出现交换容量明显大于交换性阳离子之和时,应查明其原因。注意蒙脱石晶层间可能存在其他可交换性阳离子;当交换容量大大高于交换性阳离子之和时,要加测 $E\text{Al}^{3+}$ 和 $E\text{H}^+$ ,注意铝(氢)基膨润土的存在。

4.4.2.3 胶质价、膨胀容测定:目的是为反映矿石质量的基本物理性能。样品为组合样。

对不能按蒙脱石含量品级分采的矿层(体),应按属性蒙脱石平均含量分别取组合样;对能按蒙脱石含量品级分采的矿层(体),应分别按属性、品级取组合样。组合样数量各不少于5件。试样的组合方法,采用单工程或相邻剖面上的相邻工程长度加权。

注意事项:当钠基膨润土的胶质价大于100 mL/15 g时,应改用500 mL的量筒测定或加测膨润值。对铝(氢)基膨润土胶质价、膨胀容可免测。

##### 4.4.3 工艺性能样的测试

工艺性能测试是评价膨润土矿石利用途径和质量的重要依据。其测试项目见表2。

表2 膨润土矿主要工业用途测试项目

| 测试项目<br>工业用途 | 属性 | 钠基膨润土                                | 钙基<br>镁基膨润土  | 铝(氢)基<br>膨润土 |
|--------------|----|--------------------------------------|--------------|--------------|
| 机械铸造         |    | 湿压强度<br>热湿拉强度<br>干压强度<br>透气性         |              | —            |
| 冶金球团         |    | 抗压强度<br>落下次数<br>爆裂温度<br>2 h、24 h 吸水率 |              |              |
| 钻井泥浆         |    | 造浆率<br>失水率                           |              |              |
| 化工油脂脱色       |    | —                                    | 脱色力或脱色率和比表面积 |              |

样品测试项目应由对口单位提出。

工艺性能测试样全部采用组合样。组合的方法和样品数同4.4.2.3。同时,样品应是胶质价、膨胀容组合样的副样。

#### 4.4.4 粘土矿物研究样

目的是了解粘土矿物的种类、蒙脱石属型、有序度、间层矿物含量等。并为选矿可行性、深加工产品应用定向提供依据。

样品应以主矿层(体)按属性各取2件。对原土和提纯土作粒度分析、X-射线衍射分析、差热分析、红外光谱分析、电子显微镜鉴定和化学分析、吸蓝量、阳离子交换容量等测定。分析、鉴定后,应提供蒙脱石纯度、结构式、低价阳离子取代量、层电荷数以及蒙脱石含量的换算系数等数据、照片和谱线。

化学成分分析项目包括:SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、FeO、TiO<sub>2</sub>、MnO、CaO、MgO、K<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、H<sub>2</sub>O<sup>+</sup>、H<sub>2</sub>O<sup>-</sup>和烧失量。当矿石含石膏时加测SO<sub>3</sub>。

4.4.5 光谱全分析样的采取和测定,参照《金属非金属矿产地地质普查勘探采样规定和方法》执行。

#### 4.4.6 体重、湿度测定样

矿层(体)以小体重为储量计算的基本参数。应按蒙脱石含量、品级分别采取不少于20件有代表性的小体重样;对有采场或采坑的矿区需采1~3件大体重样,作为对小体重的验证。

凡测定小体重的样品,一般需测定天然湿度。烘干(温度为105℃)至恒重后求得湿度。

### 4.5 样品加工和测试质量检查

#### 4.5.1 原矿样品加工缩分的切乔特公式

$$Q = Kd^2$$

式中:Q——样品重量,kg;

d——样品破碎后最大颗粒直径,mm;

K——缩分系数(经验系数)。

K值一般取0.1。碎样全过程中样品的累计损失率不得大于5%,缩分误差应小于3%。

4.5.2 基本性能测试样、工艺性能测试样和粘土矿物研究样加工粒度需95%过200目,烘干恒温105℃。

4.5.3 样品的测试方法可参照《膨润土矿物化性能测试暂行统一方法》。

#### 4.5.4 测试质量检查

为保证测试质量,膨润土矿物理工艺性能测定一般均应进行双份或多份平行测定。

吸蓝量测定检查样按各属性、蒙脱石含量品级分批次和比例从副样中抽取。内部检查样应占样品总数的7%~10%;单份测试则应抽20%~40%的样品进行内检,外部检查样应占样品总数的3%~5%。外部检查应由省以上测试中心或专门从事膨润土矿研究单位承担。

其他性能测试的质量检查,当试样测试数据与吸蓝量间有明显矛盾时,才作内、外部检查。并找出原因。

膨润土矿物化工艺性能测试允许偶然误差参见表3。

表3 膨润土物化工艺性能测试项目允许偶然误差范围

| 项 目                 | 数 值 范 围 | 允许偶然误差 |     |
|---------------------|---------|--------|-----|
|                     |         | 相对(%)  | 绝对  |
| 吸蓝量(mmol/100 g)     | >80     | 10     | 8.0 |
|                     | 45~80   |        |     |
| pH值                 | —       | —      | 0.5 |
| 阳离子交换容量(mmol/100 g) | >50     | —      | 8.0 |
|                     | 30~50   |        |     |
| 阳离子交换量(mmol/100 g)  | ≥15     | —      | 5.0 |
|                     | <15     |        |     |

续表 3

| 项 目          |     | 数 值 范 围             | 允许偶然误差             |      |
|--------------|-----|---------------------|--------------------|------|
|              |     |                     | 相对(%)              | 绝对   |
| 胶质价(mL/15 g) |     | $\geq 50$<br>$< 50$ | 10                 | 5.0  |
| 膨胀容(mL/g)    |     | $\geq 10$<br>$< 10$ | 20                 | 2.0  |
| 脱色力          | 原 土 | $> 100$<br>60~100   | 15                 | 15.0 |
|              |     | 活化土                 | $> 200$<br>100~200 | 15   |
| 脱色率(%)       |     |                     | $\geq 70$          | —    |

注：据1988年10月全国矿产储量委员会制定的《地质矿产实验测试质量管理暂行规定》。

#### 4.6 矿石选矿和应用技术试验

4.6.1 矿石选矿试验，为满足深加工产品时进行。一般作实验室流程试验，样品要具代表性，样品重量由选矿单位提出。

##### 4.6.2 应用技术试验

膨润土矿的应用技术试验，包括产品的工艺试验和应用效果试验。试验的项目应由对口单位提出。其内容和要求如下。

4.6.2.1 钠、钙、镁基膨润土属低层电荷型的可作实验室有机膨润土胶体性能试验、钻井泥浆性能试验；属高层电荷型的则作实验室流程造球性能试验、活化油脂脱色应用效果试验以及半工厂性质的铸造浇注试验。

4.6.2.2 铝(氢)基膨润土应作实验室流程油脂脱色应用效果试验和实验室的除毒应用效果试验(如花生油除黄曲霉素的试验)。

4.6.2.3 试样须具代表性。样品的重量由试验单位提出。对已经开采有对口应用部门的勘探矿区，可免作应用技术试验。但需全面搜集矿石质量、应用效果的有关资料和数据，在勘探地质报告中反映。

4.6.2.4 膨润土的选矿和应用试验均需由试验单位编写专门的试验报告。凡属新产品的试验由省以上的主管部门组织评审。其试验报告及技术鉴定书均作为勘探地质报告的附件。

## 5 储量计算

### 5.1 储量计算的工业指标

5.1.1 工业指标应根据国家的需求、各项技术经济政策，结合当前工业技术水平、充分合理地利用矿产资源的原则和矿床地质特征等因素在综合研究的基础上制订。

5.1.2 工业指标应由地勘单位提出初步意见，并附有矿床地质、矿石加工技术等资料。由工业部门委托设计单位进行技术、经济论证后，确定适合矿床具体条件的工业指标。呈报省或省以上的工业主管部门批准下达。

#### 5.1.3 工业指标的内容和要求

膨润土矿工业指标，应包括蒙脱石边界品位(单样)、最低工业品位(单工程)、矿石物化工艺性能指标(组合样)、最低可采厚度、夹石剔除厚度和勘探深度。露天矿区还包括最低开采标高、剥采比、边坡角和最终底盘最小宽度。

膨润土矿勘查的一般工业指标见附录 C。

### 5.2 储量分类、分级和级别条件

#### 5.2.1 储量分类

能利用储量(表内)——符合当前工业技术经济条件,可以开采利用的膨润土矿储量。

暂不能利用储量(表外)——是由于蒙脱石含量达不到工业平均品位;矿层(体)厚度小于可采厚度;矿山开采技术条件或水文地质条件复杂等原因,不符合当前生产技术经济条件,工业上暂不能利用而将来可能利用的储量。

### 5.2.2 储量分级和级别条件

根据矿床勘探研究程度及其相应工业用途,将膨润土矿储量分为 A、B、C、D 四级。其中 A 级为矿山生产勘探探求的储量;B、C、D 三级为地质勘探探求的储量。

5.2.2.1 B 级——勘探阶段探求的高级储量,作为矿山建设首期开采地段设计依据和 C 级的验证级别,其条件是:

- a. 详细控制矿层(体)的形状、产状和空间位置。
- b. 对破坏矿层(体)的较大断层、破碎带、褶曲的性质、产状、规模、落差(褶幅)等已详细控制;对夹石和破坏矿层(体)的脉岩已基本控制。
- c. 矿石类型、品级、属性分带及其分布规律已经确定。

5.2.2.2 C 级——矿山建设设计依据的主要储量。其条件是:

- a. 基本控制矿层(体)的形状、产状和空间位置。
- b. 对破坏矿层(体)的较大断层、破碎带等的性质、产状、规模、落差(褶幅)等已基本控制;对夹石和破坏矿层(体)的脉岩已大致控制。
- c. 矿石类型、品级、属性分带及其分布规律已基本确定。

5.2.2.3 D 级——矿山建设远景规划依据的储量,也是进一步部署地质勘探工作的依据。对地质条件相对复杂、延展规模小的矿层(体)部分 D 级储量也可作为矿山建设的依据。其条件是:

- a. 以稀干 C 级勘探工程间距一倍的网度大致控制矿层(体)形状、产状和空间位置。
- b. 大致了解破坏和影响矿层(体)的地质构造和脉岩。
- c. 矿石类型、品级和属性分布已大致了解。

### 5.3 各级储量比例

各级储量比例,应按对口勘探范围、矿山建设规模、服务年限合理确定。对各级储量比例作如下原则规定。

5.3.1 对中型以上的矿床,首采块段的 B 级储量应以满足矿山 3 年~5 年开采需要量(应扣除开采损耗的矿石量)。B+C 级储量不少于 B+C+D 级储量的 50%(勘探范围以外的 D 级储量不参与计算);B 级一般占 B+C 级储量的 10%~15%。

对地质条件复杂的矿床,经较密工程也难以探求 B 级储量,则探求 C+D 级储量,其中 C 级不少于 40%。

5.3.2 对适用于乡镇、村办矿山开采的小型矿床,只探求 C+D 级储量,其中 C 级不少于 30%。地质条件复杂的小型矿床,一般只探求 D 级储量,如开采需要可探求少量 C 级储量,或者边采边探。

### 5.4 储量计算的一般原则

5.4.1 储量计算必须根据工业主管部门正式批准下达的工业指标圈定矿层(体)。

5.4.2 储量计算应分矿层(体)、储量类别、储量级别、矿石属性和品级(指能分采时)、合理划分储量计算块段,分别计算。

矿石储量以万吨为计算单位。

5.4.3 计算的储量是探明的实有矿石量,应扣除采空区储量。对永久性建筑物、铁路、主干公路、水库、湖泊、河流以及坑采时安全开采深度线以上的禁采区应严格按有关规定单独计算储量,归入暂不能利用储量。

5.4.4 对具有工业利用价值的伴生有用组分和共生矿产应分别进行储量计算。

### 5.5 确定储量计算参数的要求



5.5.1 膨润土矿层(体)储量计算的基本参数,指矿层(体)的真厚度(或水平厚度或铅垂厚度)、面积(水平投影面积或纵投影面积)、体重三项;若用断面法计算储量则为断面面积、断面间距(长度)和体重三项。

5.5.2 参加储量计算的各项参数均应为实测数据,且具代表性。工程质量和其他基础资料的质量,应符合有关规程、规范和规定的要求。

5.5.3 矿石体重,对硬质膨润土应为自然状态下的小体重;对地表和浅部的软质、松散状矿石应用干小体重;当小体重测定样难采或缺乏代表性时,可采用干大体重代替。

## 6 矿床技术经济评价

应按照《矿产勘查各阶段矿床技术经济评价的暂行规定》执行。具体内容、方法可参照《矿床技术经济评价参考手册》。

**附录 A**  
**边界模数和剖面面积变化系数计算方法**  
(补充件)

**A1 边界模数****A1.1 矿层(体)投影面近似等轴状**

$$\mu_k = \frac{L_0}{L_k} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{S}{\pi}}}{L_k} \dots\dots\dots (A1)$$

式中:  $\mu_k$  —— 边界模数;

$L_k$  —— 矿体的投影面边界线总长度, m;

$L_0$  —— 矿体的投影面等面积标准圆的周长, m;

$S$  —— 矿体的投影面积  $m^2$ ;

$\pi$  —— 圆周率(3.1416)。

**A1.2 矿层(体)投影面积近似矩形**

$$\mu_k = \frac{L_0}{L_k} = \frac{2\left(L + \frac{S}{L}\right)}{L_k} \dots\dots\dots (A2)$$

式中:  $\mu_k$  —— 边界模数;

$L_k$  —— 矿体的投影面积边界线总长度, m;

$L_0$  —— 矿体投影面积等面积矩形的周边长, m;

$S$  —— 矿体投影面积,  $m^2$ ;

$L$  —— 矿体沿走向投影最大长度, m。

**A2 剖面面积变化系数**

$$V_s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m})^2}{(n-1)\bar{m}^2}} \dots\dots\dots (A3)$$

式中:  $V_s$  —— 剖面面积变化系数;

$n$  —— 勘探线剖面数;

$m_i$  —— 某一勘探线剖面上矿体的面积,  $m^2$ ;

$\bar{m}$  —— 各勘探线剖面矿体面积之算术平均值,  $m^2$ 。

**附录 B**  
**膨润土矿的性质用途和矿石类型**  
(参考件)

**B1 性质和用途**

膨润土(bentonite)又名膨土岩、斑脱岩。

膨润土是蒙脱石矿物达到可利用含量的粘土或粘土岩。由于蒙脱石具有良好的吸水膨胀性、粘结性、吸附性、催化活性、触变性、悬浮性、可塑性、润滑性和阳离子交换性等性能,因而膨润土被作为粘结剂、吸附剂、填充剂、触变剂、絮凝剂、洗涤剂、稳定剂、增稠剂等,广泛应用于冶金球团、铸造、钻井、石油、化工、造纸、橡胶以及农业、医学等应用领域。

**B2 矿物成分和蒙脱石晶体结构**

膨润土矿物成分决定于成矿原岩和成矿作用特点,一般除蒙脱石外常含有其他粘土矿物、非粘土物质及可溶性盐类。其他粘土矿物有伊利石、高岭石、埃洛石、绿泥石、水铝英石等,其中伊利石、绿泥石和高岭石等可与蒙脱石机械混合,也可以构成规则的或不规则的间层矿物;非粘土物质主要有沸石(斜发沸石、方沸石等)、方英石、石英、蛋白石、长石、黄铁矿、碳酸盐、硫酸盐、铁的氧化物以及火山岩屑、晶屑、陆源碎屑等。

蒙脱石属蒙脱石-皂石族(简称蒙皂石)中的二八面体粘土矿物。蒙皂石族矿物是由两层硅氧四面体片和一层夹于其间的铝(镁)氧(羟基)八面体片构成的2:1型的层状硅酸盐矿物。蒙皂石单位晶胞中四面体片内的硅可被铝置换;八面体内的铝(镁)可被同价或低价阳离子如  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Li}^{+}$  等类质同象置换,不同的取代离子、取代位置、取代量构成了该族中一系列亚族矿物。其典型的端员矿物见表 B1。

表 B1 蒙皂石族矿物

| 族    | 亚族   | 种                        |   |
|------|------|--------------------------|---|
| 蒙皂石族 | 二八面体 | 蒙脱石<br>(montmorillonite) | $E_{0.33}^{+}(\text{Al}_{1.67}\text{Mg}_{0.33})\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$                   |
|      |      | 其得石<br>(beidellite)      | $E_{0.33}^{+}\text{Al}_2(\text{Si}_{3.67}\text{Al}_{0.33})\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$                   |
|      |      | 绿脱石<br>(nontronite)      | $E_{0.33}^{-}\text{Fe}_2^{3+}(\text{Si}_{3.67}\text{Al}_{0.33})\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$              |
|      | 三八面体 | 皂石<br>(saponite)         | $E_{0.33}^{+}\text{Mg}_3(\text{Si}_{3.67}\text{Al}_{0.33})\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$                   |
|      |      | 铁皂石<br>(lempbergite)     | $E_{0.33}^{+}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3(\text{Si}_{3.67}\text{Al}_{0.33})\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ |
|      |      | 锂皂石<br>(hectorite)       | $E_{0.33}^{+}(\text{Mg}_{2.67}\text{Li}_{0.33})\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$                   |
|      |      | 锌皂石<br>(sauconite)       | $E_{0.33}^{+}(\text{MgZn})_3(\text{Si}_{3.67}\text{Al}_{0.33})\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$               |
|      |      | 斯皂石<br>(stevensite)      | $2E_2^{+}X\text{Mg}_3 - X\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$   |

注: 矿物名称按新矿物及矿物命名委员会审定《英汉矿物种名称》, 科学出版社, 1984。

在自然界,膨润土由于产地不同,成矿环境、条件的差异,因而其蒙脱石在四面体和八面体中的类质同象置换情况是不一样的。由此表现出不同的矿物形态和物化性能。例如由于低价  $Mg^{2+}$  在八面体中取代  $Al^{3+}$  量及排列方式的不同,分别形成了高层电荷型(切托型)蒙脱石和低层电荷型(怀俄明型)蒙脱石。两者在胶体性能、表面性能、热性能、离子交换性能等方面都有颇大的差异。前者  $Mg^{2+}$  在八面体中取代量高,排列有序,层结合力强,结晶颗粒粗,在水中不易分散,胶体性能差,表面积相对较小,耐火度相对较低。阳离子交换容量高;后者  $Mg^{2+}$  在八面体中取代量较低,排列无序,层结合力较弱,容易在水中分散,胶体性能好,表面积相对较大,耐火度较高,阳离子交换容量相对较低,同时不同的取代离子,由于离子半径不同,与其构成的氧键键长也不同,使层结构造成不同的畸变,由此反映出的结晶形态,有序度、分散性能、表面积、催化性能、吸附性能、热稳定性能等也有明显的差别。

由于八面体和部分四面体中的异价类质同象置换,造成蒙脱石晶层间产生永久性负电荷,它依靠在晶层间吸附可交换的水合阳离子以求得电荷平衡。根据晶层间吸附的可交换的水合阳离子种类及其交换量的比例不同,蒙脱石(膨润土)又可分为不同的属性。膨润土属性不同其物化工艺性能有着较大的差异。因此,其应用领域也不同。

综上所述,膨润土的质量和应用领域既取决于蒙脱石含量,又取决于蒙脱石的属性、属型及其他晶体结构特点。

### B3 矿石类型

矿石类型的划分通常采用以下几种方法。

#### B3.1 反映矿石应用领域,需按蒙脱石可交换的阳离子种类和层电荷大小划分属性和属型。

属性划分标准:

$$\text{钠基膨润土} \frac{ENa^+}{C \cdot E \cdot C} \times 100\% \text{ 大于或等于 } 50\%$$

$$\text{钙基膨润土} \frac{ECa^{2+}}{C \cdot E \cdot C} \times 100\% \text{ 大于或等于 } 50\%$$

$$\text{镁基膨润土} \frac{EMg^{2+}}{C \cdot E \cdot C} \times 100\% \text{ 大于或等于 } 50\%$$

$$\text{铝(氢)基膨润土} \frac{EAl^{3+} + EH^+}{C \cdot E \cdot C} \times 100\% \text{ 大于或等于 } 50\%$$

若可交换性阳离子没有超过交换容量50%时,则以最多交换量的两种阳离子进行复合命名。

如:

$$\frac{ENa^+}{C \cdot E \cdot C} \times 100\% \text{ 大于或等于 } 40\%$$

$$\frac{ECa^{2+}}{C \cdot E \cdot C} \times 100\% \text{ 大于或等于 } 30\%$$

则为钠钙基膨润土,以此类推(阳离子名前冠以“E”即为可交换性的阳离子量;“C·E·C”为阳离子交换容量)。

属型划分标准

高层电荷型(切托型):0.45~0.60/单位半晶胞

低层电荷型(怀俄明型):0.20~0.35/单位半晶胞

过渡型:层电荷处于上列两者之间。

#### B3.2 影响矿石加工工艺复杂程度,需按矿石相对软硬程度划分为软质和硬质两类。

软质膨润土,指用手指能捻成粉末状,反之为硬质。

#### B3.3 反映矿石用途和质量,需按颜色分为白色、灰色、红色、绿色和灰黑色等矿石。

#### B3.4 反映矿石蒙脱石含量、品级,需按矿石构造划分为致密块状、角砾状、砾状及碎屑状矿石等。

角砾状、砾状与碎屑状矿石的区别,前者指矿石除基质由蒙脱石组成外,角砾、砾均为膨润土;后者

指杂质(岩、矿)呈碎屑状产出,它可以是角砾、砾、砂等碎屑。根据形态、大小冠以名称。

B3.5 反映成矿环境、结构特征和应用加工处理,则需按矿物组合划分矿石类型。一般分为:

蒙脱石型

高岭石(含埃洛石)-蒙脱石型

伊利石-蒙脱石型

绿泥石-蒙脱石型

沸石-蒙脱石型

.....

间层矿物型:见表 B2。

表 B2 间层矿物主要类型

| 组分<br>有序度 | 二八面体型                        |                                | 高岭石类<br>(kaolin)             |
|-----------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
|           | 云母类<br>(mica)                | 绿泥石类<br>(chlorite)             |                              |
| 有序        | 累托石<br>(rectorite)           | 迪间蒙石<br>(tosudite)             | —                            |
| 部分有序      | 伊利石-蒙皂石<br>(illite-smectite) | —                              | —                            |
| 无序        | 伊利石-蒙皂石<br>(illite-smectite) | 绿泥石-蒙皂石<br>(chlorite-smectite) | 高岭石-蒙皂石<br>(kaolin-smectite) |

以上的矿石类型根据需要可采用联合命名。如灰色硬质钠基膨润土。

## 附录 C

### 膨润土一般工业指标

(参考件)

膨润土是一种多用途矿产,其质量和应用领域主要取决于不同属性、属型矿石的蒙脱石含量。

#### C1 矿石质量指标

##### C1.1 蒙脱石含量(原矿)

边界品位大于或等于40%(单样)

工业平均品位大于或等于50%(单工程)

C1.2 对选矿性能良好,适用于作精细加工产品的低层电荷型(怀俄明型)的膨润土其蒙脱石含量指标可适当降低。

#### C2 开采技术条件

C2.1 可采厚度1 m~2 m。

C2.2 夹石剔除厚度大于等于1 m。

C2.3 露采剥采比不大于4:1。

C2.4 露采边坡角50°~60°。

C2.5 露采最终底盘最小宽度大于等于20 m。

C2.6 露采最低开采标高不低于采区侵蚀基准面以下50 m。

**附录 D**  
**蒙脱石含量和结构式计算方法**  
(参考件)

**D1 蒙脱石含量计算公式**

$$M = \frac{B}{K} \times 100\% \dots\dots\dots (D1)$$

式中:  $M$  —— 膨润土中蒙脱石相对含量;

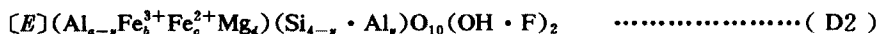
$B$  —— 吸蓝量(mmol/100 g);

$K$  —— 换算系数( $K$  等于150,即膨润土中蒙脱石为百分之百时,每100克试样吸附150毫摩(尔)次甲基蓝)。

上式的  $K$  值适用于普查阶段。勘探矿区则应选择具代表性若干样品,经提纯、测试并配合 X-射线衍射分析校正后,求出相应的换算系数平均值,作为换算蒙脱石含量的依据。

**D2 蒙脱石结构式计算方法**

**D2.1 蒙脱石单位半晶胞结构通式:**



式中:  $[E]$  —— 层电荷(永久性负电荷);

$y$  —— 四面体中  $Al^{3+}$  的原子数(单位半晶胞);

$a$  —— 四面体、八面体中总的  $Al^{3+}$  原子数;

$b, c, d, \dots\dots$  —— 分别为八面体中  $Fe^{3+}, Fe^{2+}, Mg^{2+}, \dots\dots$  的原子数。

**D2.2 根据化学分析的结果(提纯后的硅酸盐全分析和阳离子交换容量)计算结构式(不适用间层矿物结构式计算)。计算时作以下假定:**

每个晶胞有20个氧原子和4个羟基(OH·F),单位半晶胞的总负电荷为22。

硅全部分配到四面体中,四面体中硅未被充满(单位半晶胞中不足4)时,由铝补充,占有四面体中的空位。

其余的  $Al^{3+}, Fe^{3+}, Fe^{2+}, Mg^{2+}, \dots\dots$  全部分配在八面体中。

可交换性  $E^{Na+}, EK^+, ECa^{2+}, EMg^{2+}, EH^+, EAl^{3+}$  等分配在晶层间。

按上述假定,单位半晶胞八面体、四面体中各阳离子原子数可作如下计算求得。

**D2.2.1 常规诱导法,其步骤:**

a. 根据硅酸盐分析所得各氧化物的百分含量,除以各元素单原子氧化物分子量,求得矿物中各元素的原子比率(其中  $TiO_2, P_2O_5$  为矿物杂质可不参与计算)(见表 D1)。

表 D1

| 氧 化 物     | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO   | MgO   | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | CaO   | MgO   |
|-----------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------------------|------------------|-------|-------|
| 单原子氧化物分子量 | 60.06            | 50.98                          | 79.90                          | 71.85 | 40.32 | 31.10             | 47.09            | 28.00 | 20.15 |
| 原子比率(符号)  | $Z$              | $A$                            | $B$                            | $C$   | $D$   | $(E')$            |                  |       |       |

(其中氧化物中的氧化镁应减去可交换性镁阳离子所构成的氧化镁)。

b. 将上述由百分含量计算得到的各阳离子原子比例乘以一个系数( $K$ )换算成单位半晶胞中各原

子比率(或原子数)。根据假定单位半晶胞的总负电荷为22,且正电荷数必须等于负电荷数;故:

$$K(4Z + 3A + 3B + 2C + 2D\cdots + E') = 22$$

$$K = \frac{22}{4Z + 3A + 3B + 2C + 2D\cdots + E'} \cdots\cdots(D3)$$

c. 将原子比率  $Z, A, C, D\cdots$  和  $E'$  分别乘以  $K$ , 则得单位半晶胞中各阳离子的原子数。

四面体中:

$$Si = K \times Z; \quad Al = 4 - K \times Z = Y。$$

八面体中:

$$Al = K \times A - Y; \quad Fe^{3+} = K \times B;$$

$$Fe^{2+} = K \times C; \quad Mg^{2+} = K \times D。$$

层间阳离子(以一价计)

$$E = K \times E'$$

d. 假定阳离子交换容量(C·E·C)的80%为永久性负电荷代替层电荷则:

$$K_{0.8C \cdot E \cdot C} = \frac{22}{4Z + 3A + 3B + 2C + 2D\cdots + 0.8C \cdot E \cdot C \text{ 的原子比率}} \cdots\cdots(D4)$$

举例:以某地镁基膨润土为例。其化学分析结果见表D2。

表 D2

| 氧化物      | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MgO              | FeO             | MnO  |
|----------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|-----------------|------|
| 百分含量(%): | 59.06            | 21.39                          | 4.67                           | 2.56             | 0.03            | 0.01 |
| 原子比      | 0.983 0          | 0.419 6                        | 0.058 5                        | 0.063 5          | 0.000 4         |      |
| 氧化物      | C·E·C            | ECa <sup>2+</sup>              | EMg <sup>2+</sup>              | ENa <sup>+</sup> | EK <sup>+</sup> |      |
|          | (mmol/100 g)     |                                |                                |                  |                 |      |
| 百分含量(%): | 90.8             | 21.9                           | 45.0                           | 25.8             | 0.8             |      |
| 原子比      | 0.090 8          | —                              | 0.022 5                        | —                | —               |      |

$$K_{0.8C \cdot E \cdot C} = 22[4 \times 0.983 0 + 3(0.419 6 + 0.058 5) + 2(0.063 5 - 0.022 5) + 2 \times 0.000 4 + 0.8 \times 0.090 8]^{-1}$$

$$= 3.984$$

四面体中原子数

$$Si(Z) = 0.983 0 \times 3.984 = 3.916$$

$$Al(Y) = 4 - 3.916 = 0.084$$

八面体中原子数

$$Al = a - y = 0.419 6 \times 3.984 - 0.084 = 1.588$$

$$Fe^{3+}(b) = 0.058 5 \times 3.984 = 0.233$$

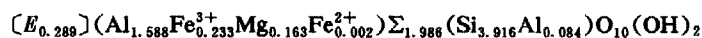
$$Fe^{2+}(c) = 0.000 4 \times 3.984 = 0.002$$

$$\text{Mg}^{2+}(d) = (0.0635 - 0.0225) \times 3.984 = 0.163$$

层间阳离子电荷

$$E = (C \cdot E \cdot C \times 80\%) \times K = 0.0908 \times 80\% \times 3.984 \\ = 0.289$$

则蒙脱石结构式为:



## D2.2.2 八面体诱导法

当蒙脱石的成矿作用处于富硅介质偏中性或较低碱度的环境中时,硅不能以硅酸形式迁移。一般四面体中的硅是饱和的,不被铝等类质同象置换,因此这类蒙脱石中的类质同象置换基本上发生在八面体中,单位结构式只需根据八面体的离子组分来处理。

八面体诱导法即按照蒙脱石单位半晶胞中八面体阳离子电荷数加上因类质同象置换缺失的层电荷数。假定总电荷为6,同常规诱导法计算,由  $Al_2O_3$ 、 $Fe_2O_3$ 、 $FeO$ 、 $MgO$  等氧化物的百分含量及层间阳离子交换容量( $80\% \cdot E \cdot C$ )计算出单位半晶胞八面体原子的换算系数,其公式为:

$$K_{\wedge 0.8C \cdot E \cdot C} = \frac{6}{3A + 3B + 2C + 2D + \dots + 0.8C \cdot E \cdot C \text{ 的原子比率}} \dots\dots (D5)$$

根据换算系数求出八面体中原子数。



附录 E  
中国膨润土矿床类型  
(参考件)

| 编号 | 矿床类型                             | 含矿岩系时代      | 含矿岩系相                                       | 成原岩                                      | 成矿作用与控矿因素             |  | 主要粘土矿物   | 主要伴生矿物  | 矿床其他特征   | 工业意义         |                         |               | 勘探加详查矿床储量矿床储量比(%) | 床例                   |  |
|----|----------------------------------|-------------|---|--|-----------------------|--|--|---|--|--------------|-------------------------|---------------|-------------------|----------------------|--|
|    |                                  |             |   |  | 成矿作用                  | 成矿过程                                       |  |   |  | 控矿因素         | 矿床规模                    | 矿体形态和形状       |                   |                      | 矿体厚度   |
| 1  | I 产于火山岩系中玻璃质火山岩型矿床(火山岩型矿床)       | 白垩纪-侏罗纪(主要) | 火山喷溢-浅水湖相(或滨海相)堆积相;火山喷溢-洼地堆积相;火山喷溢-侵入相;火山颈相 | 玻璃质熔岩(珍珠岩、黑曜岩、松脂岩)熔岩状熔结凝灰岩、角砾状玻璃质熔岩玻璃凝灰岩 | 原地风化表生成岩<br>低温热液蚀变(?) | 火山玻璃 + 水解斜发沸石 + 沸石 + SiO <sub>2</sub> (带出) | 矿床规模受堆积盆地控制,成岩作用受水的补给、排泄和构造、顶底界面岩性控制,矿石质量受原岩岩性、水化学条件控制 | 沸石类矿物(斜发沸石为主), α-石英、长石、火山玻璃、火山岩屑  | 含矿岩系发育于火山岩带,受控于断陷盆地;矿床分布靠近火口,断裂构造较发育。矿层(体)的形态、产状和厚度受古地形、围岩界面和原岩控制,其底板通常为沉积岩,层数 1~3 层多见,厚度变化较大。自地表向深部普遍厚度变薄,质量变差以致过覆到原岩,最大埋深 500 米。矿层(体)内部结构较复杂,有非矿脉岩穿插 | 小-中型大型少见     | 形态不规则-不规则透镜状,似层状为主,层状为次 | 数米~数十米        | 蒙脱石含量一般为 50%~80%  | 41.51%               | 辽宁黑山热汤、吉林九台、山东涌泉庄、福建武平、新疆阿勒泰、浙江仇山、江西李家、河南信阳等 |
| 2  | II 产于火山-沉积岩系中沉凝灰岩型矿床(火山岩-沉积岩型矿床) | 白垩纪-侏罗纪(主要) | 火山喷溢-湖沼沉积相                                  | 富含玻璃(灰屑)凝灰岩                              | 沉积成岩<br>原地风化表生成作用     | 斜发沸石 + 水解蒙脱石 + SiO <sub>2</sub> (带出)       | 沸石类矿物(斜发沸石为主),方解石、石英、火山碎屑、陆源碎屑                         | 含矿岩系一般发育于火山岩带,受控于火山-沉积盆地,矿床远离火口,断裂构造不发育,以向斜产出居多,成矿火山物质以空降形式沉积,矿层多,3~10 层多见。属性分带受气候、围岩岩性控制,矿层厚度稳定,变化有规律,矿层组分较复杂。矿层沉积构造明显最大埋深 500 米 | 大-中型小型少见   | 形态不规则,层状、似层状 | 数拾厘米~数米                 | 蒙脱石含量 40%~70% | 16.26%            | 浙江平山、安徽新潭、内蒙高陆子、广东凤村 |  |

续表

| 编号 | 矿床类型                        | 含矿岩系时代                   | 含矿岩系岩相                | 成原岩                          | 成矿作用与成矿因素  |  | 主要粘土矿物           | 主要伴生组分                    | 伴生矿产               | 矿床其他特征  | 工业意义              |                    |               |                      | 勘探加详查矿床实例                      |
|----|-----------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------------|--|--|------------------|---------------------------|--------------------|---|-------------------|--------------------|---------------|----------------------|--------------------------------|
|    |                             |                          |                       |                              | 成矿作用   | 成矿过程   |                  |                           |                    |   | 控制因素              | 矿床规模               | 矿体形态和形状       | 矿体厚度                 |                                |
| 3  | Ⅲ 产于沉积岩系中的粘土岩型矿床(沉积岩型矿床)    | 第四纪<br>第三纪<br>侏罗纪<br>二叠纪 | 淡水湖相, 膏盐湖相, 潮泊, 泥炭沼泽相 | 粘土岩, 粉砂质粘土岩, 含炭质粘土岩, 石膏白垩粘土岩 | 1. 成矿作用: 沉积、成岩作用<br>成矿过程: 1. Al(OH) <sub>3</sub> 和 SiO <sub>2</sub> 溶胶沉淀, 蒙脱石性介质的蒙脱石<br>2. 铝硅酸盐(长石等)<br>酸性介质水合作用<br>高岭石族<br>碱性介质蒙脱石<br>3. 机械沉积粘土<br>碱性介质的蒙脱石 | 矿床规模: 受沉积、埋藏、古气候和侵蚀区岩性控制。成矿作用: 成矿作用受水和地质化学条件控制 | 蒙脱石、高岭石、伊利石、间层矿物 | 石英、长石等陆源碎屑, 方解石(白垩)、石膏、煤等 | 石膏、白垩、煤、粘土岩、石油、天然气 | 含矿岩系受构造断陷盆地控制, 矿体在时空上缺乏与火山活动的生成联系, 断裂构造不发育, 以向斜产出居多, 矿层多, 3~10层多见。矿层自然尖灭趋势明显, 盆中厚、四周薄, 厚度稳定居多, 矿层沉积构造十分发育, 属受岩性控制为主, 气候为次, 最大埋深 500 米 | 矿床规模: 特大、大型和中小型个别 | 形态: 层状为主, 少数条状和扁平状 | 蒙脱石含量 40%~80% | 42.23%               | 广西刘明、吉林刘家子、甘肃红泉、湖南伍家峪、陕西乡、四川三台 |
| 4  | Ⅳ 产于不同围岩中的超浅成侵入岩型矿床(侵入岩型矿床) | 燕山晚期侵入                   | 超浅成侵入相                | 二长斑岩, 霏细岩, 脉状松脂岩             | 成矿作用: 原地风化, 低温热液蚀变(?)<br>成矿过程: 长石类(或火山玻璃)<br>酸性介质的 Al(OH) <sub>3</sub> 溶胶<br>碱性介质的蒙脱石  | 岩浆侵入构造裂隙控制                                     | 蒙脱石、高岭石、伊利石、间层矿物 | 石英、长石等原岩组分                |                    | 矿体产状受脉状侵入体控制, 中间夹原岩残留体, 属受气候控制, 一般由浅入深由粗(基)基土一钙基土一原岩过渡, 埋深 100 米左右  | 不规则脉状、藕节状         | 数拾厘米~数米            | 未探明储量         | 江苏平桥、湖南金沙洲、浙江甲巴、台湾长洲 |                                |

**附录 F**  
**膨润土工业应用及其质量要求**  
(参考件)

**F1 铸造型砂粘结用膨润土质量要求(见表 F1)**

表 F1

| 属性类别 | 等级代号 | 工艺试样湿压强度值<br>(Pa×10 <sup>5</sup> ) | 属性类别 | 等级代号 | 工艺试样热湿拉强度值<br>(Pa×10 <sup>2</sup> ) |
|------|------|------------------------------------|------|------|-------------------------------------|
| 钠土   | 05   | >0.5                               | 钠土   | 20   | >20                                 |
|      | 03   | 0.3~0.5                            |      | 15   | 15~20                               |
| 钙土   | 05   | >0.5                               | 钙土   | 10   | >10                                 |
|      | 03   | >0.3~0.5                           |      | 6    | 6~10                                |
|      | 02   | 0.2~0.3                            |      |      |                                     |

**F2 钻井泥浆用膨润土质量要求(见表 F2)**

表 F2

| 项 目   | 分 级         |             |             |
|---|-------------|-------------|-------------|
|   | 甲 级         | 乙 级         | 丙 级         |
| 造浆率(m <sup>3</sup> /t)                            | >16         | 10~16       | 6~10        |
| 失水量<br>(7个大气压下)(mL/30 min)                        | <13.50      | 13.50~20.00 | 20.00~25.00 |
| 动切力<br>(屈服值)(10 <sup>-5</sup> N/cm <sup>2</sup> ) | 均<15 X 塑性粘度 |             |             |

**F3 冶金球团粘结膨润土质量要求(见表 F3)**

表 F3

| 项 目       | 级 别         |         |
|-----------|-------------|---------|
|           | 一 级         | 二 级     |
| 蒙脱石含量(%)  | >60         | 60~45   |
| 2小时吸水率(%) | >120        | 120~100 |
| 膨胀容(mL/g) | >12         | 12~8    |
| 粒度(目)     | -200目占99%以上 |         |
| 水分(%)     | <10%        |         |

## F4 活性白土质量要求(见表 F4)

表 F4

| 指标名称                                       | 规格      |         |
|--|---------|---------|
|  | CS-1020 | CS-1040 |
| 脱色力  | 110     | 150     |
| 活性度(meH/1 000 g 左右)                        | ≥190    | ≥180    |
| 游离酸(以 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 计)(%) | ≤0.20   | ≤0.20   |
| 粒度(通过200目)(%)                              | ≥93     | ≥95     |
| 水分(%)                                      | ≤12     | ≤11     |

## F5 有机膨润土质量要求

## F5.1 原土质量要求

鉴于用途不同,对制备有机膨润土的原土质量指标也不尽相同。

- 蒙脱石含量大于95%,改性后晶层间吸附的钠离子交换容量为总容量的90%以上。
- 不含或少含(小于5%)粘土粒级的方英石、石英等晶质磨料。
- 粒度小于2 μm 的颗粒应占95%以上。
- 蒙脱石属型为偏低层电荷型。层电荷单位半晶胞应不大于0.45,通常选用层电荷为0.25~0.40

晶格有序度低的蒙脱石。

## F5.2 有机膨润土产品质量要求见表 F5。

表 F5 有机膨润土产品(部分)质量要求

| 牌 号                      |     | 801-A<br>801<br>(油漆、油墨用) | 811<br>(润滑脂用) | 812<br>(石油钻井泥浆用) | 821<br>(石油钻井泥浆用)   |
|--------------------------|-----|--------------------------|---------------|------------------|--|
| 项 目                      |     | 白色粉末                     | 灰白色<br>粉 末    | 灰白色<br>粉 末       | 白色粉末   |
| 外 观                      |     | 白色粉末                     | 灰白色<br>粉 末    | 灰白色<br>粉 末       | 白色粉末   |
| 细 度(目)                   |     | -200目筛≥95%               |               |                  |  |
| 水 分(%)                   |     | ≤3.5                     |               |                  | ≤3   |
| 凝胶稠度( $\frac{1}{10}$ mm) |     | 微针入度≤80                  | 油脂微针入度70      | —                | —  |
| 胶体率(%)                   |     | —                        | —             | ≥90              | ≥85  |
| 加重浆                      |     | —                        | —             | —                | 比重为1.9~2.0 g/cm <sup>3</sup><br>破乳电值≥400 V                                     |
| 稳定性                      | 常 温 | —                        | —             | —                | 加重浆静置24 h 无沉淀  |
|                          | 高 温 | —                        | —             | —                | 加重浆 180 ~ 200℃,<br>1.4 MPa 压力,滚子加热<br>老化16 h 无沉淀                               |
| 流变性                      |     | —                        | —             | —                | 加重浆的塑性粘度为<br>0.025~0.050 Pa·s,动切<br>力为25~60×10 <sup>-5</sup> N/cm <sup>2</sup> |

## F6 果汁澄清助凝剂质量要求

## F6.1 原土质量要求

蒙脱石含量大于50%，低层电荷型，高胶质价、膨胀容，较大的比表面积。

## F6.2 产品质量(由浙江省地质矿产研究所生产)

a. 沉降速率:能适应每小时处理一批果汁的生产工艺;

b. 澄清度:见表 F6;

c. 澄清果质质量检验:感官指标、细菌指标、重金属含量指标按国家标准 GB 2759 冷饮食品卫生标准中的规定。

表 F6 果汁澄清助凝剂澄清度

| 样 品   | 测试项目 | 加入一小时后上层清汁透光度<br>T% | 离心后取清汁透光度<br>T% | 备 注   |
|-------|------|---------------------|-----------------|---|
| ZGB-1 |      | 93.5                | 96.0            | 测试条件:<br>仪器:721型分光光度计;<br>波长:700 nm;<br>比色池:2 cm;<br>参比溶液:水 |
| ZGB-2 |      | 88.0                | 97.4            |   |

## F7 聚乙烯醇钠基膨润土内墙涂料质量要求

产品质量应符合表 F7 要求。测试的环境为 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ ;相对湿度60%~70%;涂料应在规定条件下放置24 h 后进行各项试验。

表 F7 内墙涂料质量要求

| 序 号  | 项 目   | 单 位                   | 质 量 要 求                    |
|------|-------|-----------------------|----------------------------|
| (1)  | 容器中状态 | —                     | 均匀无结块、沉淀                   |
| (2)  | 涂膜外观  | —                     | 涂膜光洁、平整、色泽均匀               |
| (3)  | 细度    | $\mu\text{m}$         | 不大于70                      |
| (4)  | 表干时间  | min                   | 不大于60                      |
| (5)  | 遮盖力   | $\text{g}/\text{m}^2$ | 白色涂料不小于275                 |
| (6)  | 白度    | %                     | 不小于75                      |
| (7)  | 附着力   | %                     | 100                        |
| (8)  | 耐水性   | h                     | 浸水24 h 无起泡、皱皮、脱落现象         |
| (9)  | 耐洗刷性  | 次                     | A 型:80次不露底;<br>B 型:200次不露底 |
| (10) | 固体含量  | %                     | 20~30                      |

注:① 白色涂料须测白度。

② A 型:聚乙烯醇水玻璃为基料;B 型:聚乙烯半缩醛为基料。

**附 录 G**  
**矿床、矿体若干衡量标准**  
(参考件)

表 G1 矿床规模

10<sup>4</sup>t

| 分 级 | 储 量 规 模   |
|-----|-----------|
| 大 型 | >5 000    |
| 中 型 | 500~5 000 |
| 小 型 | <500      |

表 G2 矿山开采规模

10<sup>4</sup>t/a

| 分 级  | 开 采 矿 石 量 |
|------|-----------|
| 大型矿山 | >10       |
| 中型矿山 | 5~10      |
| 小型矿山 | <5        |

表 G3 矿层(体)形状划分标准

| 分 级 | 特 征 描 述                                       |
|-----|---|
| 层 状 | 矿层在矿床范围内连续,厚度稳定或较稳定,矿层全部或80%以上可采              |
| 似层状 | 矿层在矿床范围内不完全连续,或虽然连续,但厚度变化较大,矿层可采面积大于或等于不可采面积  |
| 透镜状 | 矿层在矿床范围内断续出现,沿长轴方向,厚度膨缩明显,形态不规则,其中可采面积小于不可采面积 |
| 脉 状 | 指陡倾角穿层的板状、脉状、藕节状矿体                            |

表 G4 矿层(体)厚度划分标准

m

| 分 级     | 厚 度  |
|---------|------|
| 薄矿层(体)  | 1~4  |
| 中厚矿层(体) | 4~8  |
| 厚矿层(体)  | 8~30 |
| 板厚矿层(体) | >30  |

## 附录 H 术 语 (参考件)

### H1 粒度

表示颗粒大小的数值。膨润土原矿中蒙脱石的粒度称为工艺粒度。矿石经粉碎、细磨等技术加工后，符合生产工艺要求的粒度或细度。

### H2 间层矿物(interstratified minerals, mixed-layer minerals)

又称混层矿物。系不同种类的粘土矿物的单元层平行地交互迭置在一起构成的。如果矿物由 A 和 B 两种矿物的成分层组成，其层的排列顺序是 ABABAB……或 AABAABAAB……等有规则排列者为规则间层矿物，成分层的堆迭顺序是随机的，如 ABAAABBABBAB……无规则可循者是不规则间层矿物。这种矿物自然界十分普遍。如伊利石、绿泥石与蒙脱石的不规则间层。

### H3 属性分带

膨润土矿床的各矿层(体)，经常出现自地表至地下由一种属性向另一种属性较有规律的变化，而形成了不同属性的分带现象。可以由自然改性或成矿作用过程引起。受气候、地貌、构造、围岩、水文以及水化学条件所控制。

### H4 比表面积

单位重量的物质所具有的表面积。以米<sup>2</sup>/克表示。膨润土的表面积分为内、外和总表面积，矿石中蒙脱石晶层内部的表面积称内表面积；晶层外部的表面积称为外表面积。内、外表面积之和称总表面积。膨润土的表面积与其蒙脱石含量、颗粒大小、晶层间距、电荷密度等有关。它是评价膨润土矿质量的技术指标之一。

### H5 脱色力和脱色率

脱色力指铝(氢)基膨润土和经酸处理活化的膨润土(漂白土或活性白土)对各种油类具有良好脱色性能。在相同的测试条件下，待测试样与标准土对同一标准油介质进行脱色，在脱色效果相同的情况下，标准土用样量与试样用量之比，乘以标准土的脱色力值即为试样的脱色力。其公式：

$$T = T_0 \times \frac{W_1}{W_2} \dots\dots\dots (H1)$$

式中：T —— 试样的脱色力；

$T_0$  —— 标准土脱色力(地矿部科技司审定管理样  $T_0$  等于110作为标准土)；

$W_1$  —— 与试样消光值相等时的标准土重量，g；

$W_2$  —— 试样重量，g。

脱色率指采用一定量的膨润土对煤油沥青溶液脱色，脱色前后溶液的消光值之差与脱色前溶液的消光值之比。其公式：

$$A = \frac{E_0 - E_2}{E_0} \times 100\% \dots\dots\dots (H2)$$

式中： $A$ ——脱色率，%；

$E_0$ ——煤油沥青标准溶液的消光值；

$E_2$ ——脱色后煤油沥青溶液的消光值（因滤纸对煤油沥青溶液有一定的吸附脱色作用，由过滤后试液的消光值  $E_1$ ，在校正曲线上查出消除滤纸影响的消光值  $E_2$ ）。

脱色力和脱色率是评价膨润土对各种油类脱色能力的重要技术指标。

#### H6 胶质价

15 g 膨润土样与水按比例混合后，加适量氧化镁，使其凝聚形成的凝胶体的体积毫升数，称为胶质价。胶质价显示试样颗粒分散与水化的程度，是分散性、亲水性和膨胀性的综合表现。它的大小与膨润土的属性和蒙脱石含量密切相关。

#### H7 膨胀容

膨润土与盐酸溶液混匀后，膨胀后所占有的体积，称为膨胀容，以毫升/克表示。它与膨润土的属性和蒙脱石含量密切相关。

#### H8 膨润值

膨润土与水充分混合后，加入一定量电解质盐类，所形成的凝胶体体积的毫升数称为膨润值，反映膨润土遇水膨胀和分散悬浮的性能。

#### H9 离子交换性能和吸蓝量

蒙脱石颗粒带电荷，能吸附其他异性电荷离子。在水溶液中这些离子又可被同性电荷的离子所置换，这种性能就是离子交换性。交换机理可分两种情况。一是晶层间存在的可交换性离子；二是露在晶体破碎端面上的一部分氧原子电荷未平衡，当进入溶液时吸附异性电荷离子。

次甲基蓝在水溶液中形成一价有机阳离子团，与蒙脱石晶层间发生离子交换和被晶体破碎端面吸附。其交换和吸附的量称吸蓝量。以100 g 试样吸附的次甲基蓝的毫摩[尔](mmol/100 g)表示。矿石中蒙脱石含量愈高，吸蓝量愈多。吸蓝量是计算膨润土中蒙脱石相对含量的主要技术指标。

#### 附加说明：

本标准由国家矿产储量管理局提出。

本标准由浙江省地质矿产厅、浙江省矿产储量委员会办公室主持编制。由浙江省第一地质大队姚道坤、史素端、高朝馄、李政组成《规范》编写组负责编写。由姚道坤执笔。