

*Liu Yunhua*

# 地质普查勘探采样 规定及方法

## 目录

### 第一章 岩矿、标本、孢粉鉴定采样和同位素地质年龄测定采样

.....	1
一、各类岩矿鉴定标本采样.....	1
1. 采样目的.....	1
2. 采样原则和要求.....	1
3. 各类标本的采集.....	1
4. 采集标本的规格.....	2
5. 样品的登记、包装和送样要求.....	3
二、孢粉鉴定采样.....	3
1. 采样目的.....	3
2. 采样方法和要求.....	4
3. 采样间距.....	5
4. 样品质量.....	5
5. 送样要求.....	6
三、同位素地质年龄测定采样.....	6
1. 采样的目的.....	6
2. 采样要求.....	6
3. 选择测定方法.....	7
4. 选择测定的矿物（岩石）.....	8
5. 样品的采集.....	10
6. 送样要求.....	11
第二章 化学分析采样.....	12
1. 化学分析采样目的.....	12
2. 化学分析样品采取的原则.....	12
3. 采样方法.....	12
4. 坑探工程中刻槽取样的布置原则.....	12

5. 采样规格.....	13
6. 采样长度.....	13
7. 钻孔矿心采样.....	16
8. 钻孔中液体矿采样.....	16
9. 盐湖水样的采取.....	17
10. 盐类矿床表土采样.....	17
11. 现代盐类矿床中盐渍土再生矿的采样.....	18
12. 化学分析样品的加工缩减.....	18
13. 化学分析种类和分析项目.....	19
14. 基本分析（普通分析）.....	27
15. 组合分析.....	27
16. 化学全分析.....	28
17. 光谱全分析.....	28
18. 物相分析（合理分析）.....	28
19. 硅酸盐岩石采样.....	29
20. 腐植酸类肥料用煤的取样分析.....	30
21. 化学分析样品的内部检查.....	31
22. 化学分析样品的外部检查.....	31
23. 单矿物样品采样的目的.....	32
24. 单矿物采样时应注意下列几点.....	32
25. 精矿采样的目的.....	33
26. 精矿采样时应注意下列几点.....	33
第三章 砂矿采样.....	34
1. 砂矿采样.....	34
2. 砂矿采样长度及要求.....	34
3. 砂矿采样的种类和要求.....	34
4. 各种校正系数的测定.....	36

5. 砂矿的物理性能测定.....	39
6. 人工重砂采样.....	40
7. 重砂淘洗质量要求.....	40
8. 重砂样品分析鉴定结果的质量检查.....	40
第四章 矿石加工技术试验采样.....	41
1. 矿石加工技术试验采样的目的.....	41
2. 矿石加工技术试验的种类.....	41
3. 矿石加工技术试验采样的原则和要求.....	43
4. 初步可选性试验.....	43
5. 详细可选性试验.....	44
6. 扩大试验.....	44
7. 半工业试验.....	44
8. 工业试验.....	45
9. 建筑材料和冶金辅助原料实验室规模制品及加工技术试验.....	45
10. 矿石加工技术试样的采取方法.....	49
11. 液体矿样的采取方法.....	49
12. 矿石加工技术试样的包装.....	50
第五章 岩矿石物理力学性能试验采样.....	50
第六章 水晶、石棉、云母采样.....	56
水晶采样工作.....	56
一、水晶采样的目的.....	57
二、水晶采样方法和要求.....	58
三、采晶.....	59
四、水晶选矿与加工.....	61
五、水晶的分级.....	62
六、水晶的实验鉴定.....	64

七、水晶样品的保管与处理.....	64
石 棉 采 样 工 作.....	65
一、含棉率样品的采取.....	65
二、含棉率样品加工.....	66
三、野外石棉质量鉴定方法.....	73
四、石棉物理技术性能试验及采样.....	73
云 母 采 样 工 作.....	76
一、云母矿的采样方法.....	76
二、云母样品的种类、加工和质量要求.....	77
三、云母样品加质量检查.....	82
四、技术性能试验样品.....	83

# 第一章 岩矿、标本、孢粉鉴定采样和同位素地质年龄测定采样

## 一、各类岩矿鉴定标本采样

### 1. 采样目的

(1) 采集岩矿鉴定样品是研究岩石和矿石结构、构造、矿物成分及其共生组合，研究岩石矿物的变质、蚀变现象，确定岩石、矿物的名称，为研究矿床提供资料。

(2) 配合物相分析，确定矿石氧化程度，划分矿石类型，进行分带。

(3) 配合加工技术试验，提供矿石加工和矿产综合利用方面的资料。

### 2. 采样原则和要求

所采集的样品应有充分的代表性。要根据工作需要及岩矿变化系统地采集，对某些具有特殊意义的标本亦应注意采集，以利研究其变化规律。

采集标本时要尽可能采新鲜的、并须做好野外描述工作。

### 3. 各类标本的采集

#### (1) 采集标准标本

在矿区开展地质工作的初期，需要采取一套标准标本。包括工作地区内所见到的具有代表性的全部地层、岩石、矿物、矿石标本。以便统一认识，统一名称。标准标本是随工作的进展而逐

步充实完善的。

## (2) 采集岩石标本

在沉积岩、火山沉积岩中应按地层的层序及不同岩性逐层采取,注意岩相的变化以及采集和沉积相有关的标本。对火成岩(侵入岩和熔岩)要从接触带至岩体中心或由内向外,根据岩相变化系统采取,并应注意岩浆分异和火山岩的特征。对包体的同化以及蚀变现象也应采取必要的标本。对变质岩,要在不同的变质带内采样,并注意标本中应含有划分变质带的标准矿物。注意采集反映构造特征的标本。小标本不能反映岩矿的特殊构造时,可根据需要,采取大型标本,如系定向标本需注明产状和方位。

## (3) 采取矿石研究标本

采取矿石研究标本,要根据矿石的自然类型、工业类型、矿物组份、结构和构造、蚀变深浅或变质程度、矿石和围岩的关系等特征进行采集。对于矿石类型复杂,矿物组份变化大的矿床,还应选择有代表性的剖面系统采取,便于研究矿物的变化规律。

在采取加工技术样品的同时,需要采集有代表性的矿石及岩石标本,用以研究不同矿石类型和品级中各种矿物之间的共生关系及其结构、构造,以及测定矿物粒度和含量,了解矿石与围岩的关系,对研究加工技术和矿石的可选性能提供资料。

有些矿床的氧化矿石与原生矿石的加工技术方法不同,需要由浅而深的采集矿石物相鉴定标本、采集物相分析样品,从而划分矿床的氧化带、混合带、原生带。对已有系统的岩矿鉴定资料,分带情况比较清楚的矿床,专门的物相鉴定标本可以少采或不采。

# 4. 采集标本的规格

采集标本的规格以能反映实际情况和满足切制光、薄片及手

标本观察的需要为原则。一般陈列标本为 3 cm×6 cm×9 cm，岩矿鉴定标本可适当减小。对于矿物晶体及化石标本，其规格视具体情况而定。（小口径岩心标本不小于岩心直径的二分之一，长度不小于 6 cm；结构不均匀岩石和有物殊要求样品应适当加大块样体积，松散和粉状样品一般不小于 100g。）

## **5. 样品的登记、包装和送样要求**

采集岩矿标本应在原始资料上注明采样位置和编号，必要时可编制专门性图件。标本采集后，应立即填写标签和进行登记，并在标本上编号（涂漆等方法）以防混乱。标本与标签一起包装，应注意不使标签损坏。对于特殊岩矿标本或易磨损的标本，应妥善包装。对易脱水、易潮解或易氧化的某些特殊标本应密封包装。装箱时，箱内应放入标本清单，箱外须写明标本编号及采样地区。并在标本登记簿上注明标本放置的箱号。

应认真填写送样单，并注明岩矿产状、鉴定要求。系统采送的岩矿鉴定样品，应附剖面或柱状图。对某些化石标本和具有特殊现象的标本，为了便于室内外结合研究，尽可能附剖面或素描图。

岩矿鉴定样，一般需留手标本，以便校对鉴定成果，帮助提高对本标的肉眼观察能力。

对某些岩石、矿石样品，需要磨制定向、定位光薄片者，应在标本上圈定明显标志，并在采样说明书（送样单）中加以说明。

## **二、孢粉鉴定采样**

### **1. 采样目的**

在有植物的地质历史时期，由于每个时期的植物不同，则相应地产生不同类型的孢子花粉，通过鉴定岩石在沉积过程中所赋



存的孢粉，从而确定地层的时代和进行地层的划分对比。

## 2. 采样方法和要求

一般要求在富含孢粉的未经变质或在轻微变质的岩层中采取，如：

- (1) 灰色、暗灰色、黑色的含植物化石或炭屑的泥岩。
- (2) 灰黑色、暗绿色的砂质和泥质岩。
- (3) 灰色、暗灰色、黑色的细砂岩、粉砂岩等。
- (4) 红色岩石沉积岩系中要着重采其中的含有机质的夹层，如采取很困难时，也可采部分红层岩石样品作试验分析。
- (5) 砾岩中只能采其胶结物。
- (6) 煤炭类：泥炭、褐煤、烟煤。
- (7) 原油和油层水。

(8) 在震旦纪地层中应注意采集碎屑岩中的粉砂岩、页岩、砂质页岩；化学沉积岩中的各种碳酸盐类岩石（白云岩、石灰岩）和硅质岩石（燧石层、燧石结核），以其中各种黑色至灰色和含沥青质的岩石分析效果较好。

(9) 在中、新生代海相地层中灰色、黑色的砂岩、粉砂岩、泥岩以及硅质岩、碳酸盐岩中均可取样。

(10) 对火山岩类中的沉积夹层应注意采样，有时对凝灰质粉砂岩类也要采一些样品进行试验。

(11) 从岩石变质程度看，不变质的最好，但板岩、千枚岩及其它浅变质岩中也可能含有少量孢粉，在缺乏化石的情况下，也可以采一些样品。

采样要按剖面顺序采集，露头样品应剥除岩石风化面，在新鲜岩石中采块状样，在坑道或探槽中采样要自上而下，防止上面岩屑落入样中。钻孔采样要注意上下层位，不能在层序混乱的岩

心中采取，并要仔细排除外来泥浆和杂质。在火成岩体附近不宜采样，应适当移动采样点。样品需保持纯洁，采后立即用坚实的纸包装，防止现代孢粉混入。

### 3. 采样间距

要根据地层划分的需要和岩层含孢粉的情况而定。一般是逐层采样，要注意含孢粉情况、岩层的厚度和岩性变化。在含孢粉多的地层中采得密些，含孢粉少的地层中就采得稀些；地层厚度小、岩性变化大时，样品就要采得密些，反之则采得稀一些。只要所采集的样品能够满足解决某一地层时代即可。在野外工作中，如果能用化石解决问题的，可不采孢粉样品。对“哑地层”及进行煤层对比等，均可考虑用孢子花粉方法进行研究。在采样时应注意下列几种情况：

(1) 为解决某一地层的时代，除在该层采样外，还应在其上下接触带附近采取适当样品。

(2) 为详细划分地层确定时代到阶，如岩层厚、变化小采样间距一般为 5~10m，如岩层薄、变化大可为 2~5m。

(3) 为了在区测，普查工作中建立标准剖面，要选择地层出露完整、地层界限清楚、构造简单的地段，逐层采取孢粉样品。

(4) 为进行煤层对比，通常较广泛应用的方法是分层采样法，即将一个煤层按其煤层性质、厚度、结构分为若干小层，然后由下而上可按小层采样，一般间距为 20~25cm。此外，对煤层中的夹矸及顶底板都要分别采集几个样品。

### 4. 样品质量

每件样品重为 200g 左右。震旦纪地层中的砂岩、硅质岩及碳酸盐类以 500~600g 为宜。泥炭和烟煤可减少到 50~100g。

## 5. 送样要求

(1) 每件样品必须详细填写标签，内容包括样品编号、样品岩石名称、野外初步确定的时代、产地及层位等。

(2) 在送样时，必须附有剖面图或柱状图、图中注明取样地点及层位。

(3) 每件样品都须用清洁坚实的包装纸包好，防止样品混杂或几个样包在一起。

## 三、同位素地质年龄测定采样

### 1. 采样的目的

是根据岩石、矿物中某种放射性同位素（母体）在漫长的地质历史年代中，随着时间的推移，不断衰变成为稳定的子体同位素。通过对母体和子体同位素含量的测定来确定地质年龄。

### 2. 采样要求

采集同位素地质年龄测定样，必须明确测定的是原岩时代，还是变质时代、成矿时代或构造时代，不同目的应采相应地质作用中形成的矿物进行测定。样品必须在经过详细研究的地质体上采取：如岩体穿插关系、岩层顺序、变质期次、成矿阶段等，根据目的要求确定采样对象。

测定原岩时代的样品，必须采自未受任何后期叠加作用（包括变质、热液蚀变、交代及同化作用）的新鲜岩石。尽可能远离热液蚀变带，接触变质带、动力变质带和含放射性元素集中的地带，不能包含有岩脉、捕虏体与析离体。用于铀、钍铅法的放射性矿物和锆英石等副矿物，其中不能含有硫化物和方铅矿的包裹体。

若要测定区域变质、交代作用、蚀变作用、构造变动的时代，

则应采集在该种作用中形成的单矿物来测定年龄。若采集的单矿物曾受多次后期地质作用改造,则所测出之年龄,既不能代表原岩的形成时代,也不能准确地代表某次后期地质作用时代。

### 3. 选择测定方法

目前,测定岩、矿地质年龄的常用方法有:钾氩法,铀、钍、铅法,铷锶法等。这些方法原则上适用于测定大于百万年的岩石、矿物(第三纪以前的地质体)。

钾氩法的优点是地壳上各类含钾岩矿分布普遍,测定较快且经济,需用的单矿物易选。其最大缺点是:该法所需矿物易受各种后期叠加作用影响,使测定的年龄偏低,以长石为例,微斜长石、正长石中的放射性氩,易受后期影响(如受热)而逸失,因此古生代及其以前老地层的长石样及全岩样不宜采用此法。中、新生代地层中长石里的氩一般没有逸失,故本法对测定中、新生代地层的效果较好。

用铀、钍、铅法测定的每一个样品,可以根据四对同位素比值得出四个年龄值,它的优点是可以进行内部验证。主要缺点是自然界中放射性矿物不多,采样和选矿都要花费很大的工作量,所以在一定程度上限制了这种方法的应用。

铷锶法是最近十余年来才被广泛运用的一种测定方法, $\text{Rb}^{87}$ 的衰变产物是固态,不具挥发性,因此后期叠加作用对锶的影响比氩小。同时,由于它选择矿物广泛,因此适宜于氩法的含钾矿物,均可适用于铷锶法,在某种意义上说,铷锶法兼有氩法和铅法的优点。主要缺点是由于岩石或矿物中  $\text{Rb}$  的含量较少,一般在  $10^{-4} \sim 10^{-5} \text{g/g}$ ,因此随时间  $\text{Rb}^{87}$  衰变而生成的  $\text{Sr}^{87}$  的数量则更少,在实验室中须采用灵敏度和精确度高的方法和仪器来测定。因此,一般对老地层选择铷锶法测定较好。

对有争议的地层进行年龄测定时，宜采用二种方法来测定验证。

对第四纪地质体，包括人类古代物体史的年龄测定，常用的有放射性碳法（又称  $C^{14}$  法）和铀系法（包括镭—钍法、镭法、钍法、钍—钍法、镭—钍法、铀  $^{234}$  法、氦生长法）。 $C^{14}$  法测定的最大极限为 6 万年，一般了解 3 万年内的物体较合适。铀系法大体上是测定几千年到百万年间。钾氩法的年龄测定使用体积法只能测大于百万年岩石，近几年来通过超高真空、中子活化、同位素稀释质谱法等技术，在氩法领域内运用，对大于 2500 年的第四纪的地质物年龄也能测定。

#### 4. 选择测定的矿物（岩石）

适用于钾氩法的单矿物有云母类（黑云母、白云母、金云母、锂云母）、含钾长石类（微斜长石、正长石、透长石）、角闪石和海绿石以及中酸性和基性岩浆岩类，浅变质岩类，基性岩，以及较年轻的火山岩类的全岩样，采集钾氩法测定样，要求氩的保存完全，并在整个地质历史时期中，岩矿未受到任何使钾带出或带入的作用。选用单矿物测定效果较全岩样好，单矿物中以云母、角闪石、辉石中的氩保存较长石好，长石中以透长石较其他钾长石为好。海绿石是测定沉积岩年龄的最好矿物，要求呈绿色者为好，不能遭受铁染或氧化，呈棕色或褐色者不能用。

全岩样品年龄值常因该岩样长石中氩的部分逸失而偏低，因此测定结果仅能作为地质体年龄的低值。采全岩样应注意不能带有包体，火山岩样不应带有气泡。

铀、钍、铅法样：可采集晶质和非晶质铀矿、钍铀矿、钍石、方钍石，花岗岩中的副矿物，如独居石、锆石英、磷灰石、褐帘石、磷钇矿、铌钇矿、易解石和黑稀金矿等，总之放射性矿物以及铀钍作为混入物存在的，铀—钍—钍族和稀土族矿物均可作为

地质年龄测定样品。

伟晶岩脉与矿脉中的铀、钍矿样品，如大块的晶质和非晶质铀矿，钍铀矿、钍石、方钍石、铀钍矿和黑稀金矿等可直接挑选其未受蚀变的新鲜矿物。上述矿物所测的结果只代表伟晶岩脉或矿脉的年龄。

花岗岩类与变质岩中的副矿物，如独居石、锆英石等作为测定年龄样品时，必须选取人工重砂中的单矿物，在条件不允许的情况下，也可以在保留原始结构的半风化岩石中采取。岩样破碎程度与要选取副矿物结晶粒度大小相同为宜，淘洗至灰色为止，经过烘干、电磁选、重液分离，最后放在双目放大镜下挑选出锆英石和独居石。特别要注意选出的矿物，不含硫化物和方铅矿的包裹体。

选送铀、钍、铅法样品时，如有可能则在采样点及其附近选取不少于 0.1g 的方铅矿分别包装，送实验室做校正用。

适用于铷锶法测龄的单矿物样有黑云母、白云母、锂云母、金云母、钾长石及海绿石等。一般来说，如果矿物遭受变质，其放射性成因  $\text{Sr}^{87}$  的保存性以白云母最好，长石次之，黑云母较差。通常适用于钾氩法的矿物也适用于铷锶法，对铷锶法的单矿物要求也同样必须是新鲜的，不能有蚀变和风化。

铷锶法全岩样品的要求不需氩法那样严格，全岩样品允许遭受重叠的化学封闭性的地质作用。即后期变质作用导致的重熔或重结晶，包括 Rb、Sr 在各个矿物间的再分配，没有 Rb 或 Sr 的加入或带出，这些不影响全岩样测定质量，因为对全岩样品来说，Rb、Sr 仍处于封闭的化学体系。全岩样不能有化学开放性的地质作用（如二次岩浆交代、水的淋滤等），故铷锶法全岩样品的采集，若拟采样品的岩石在大面积上是均匀的，则任取其中一部分即可，若岩石不均匀时，则要求采大样进行粉碎、缩分（要求全

通过—200 目筛孔)。

对几乎所有的酸性岩、中性岩、碱性岩、基性岩和相应的火山岩及变质岩等岩石的全岩样或含钾矿物都可以用铷锶法测定年龄；对于沉积岩（如泥质、砂质沉积岩的全岩）和沉积岩中同生的含钾矿物，目前也能进行相应的测定。常用的全岩样品通常是酸性岩类。

要求送单矿物的同时，并附送选该单矿物的原岩样 30~50g（粉碎通过—200 目筛孔）。

## 5. 样品的采集

样品要求采取新鲜的基岩，最好是在采石场、地下坑道或钻孔岩心中取样。注意不能采取混合样品。

对全岩样品的采集，可以同时在同一岩体（同一地质条件）采集 3~5 个样品，单独作为该地质体的年龄测定样用以相互验证。

岩样采集后，一般均需挑选出所需的单矿物，野外加工时不宜将样品粉碎得太细，一般在 0.25~1mm 粒度间较合适，具体适宜粒度视所选单矿物颗粒大小决定。对于伟晶岩中的粗大晶体，可直接在露头上采选，不需破碎直接送出。进行钾氩法测定的，要防止钾的混入，不能使用强酸、强碱处理，使用重液时不能用含有钾或铯的重液（如杜列重液、克列特里重液）。

选取单矿物时，可分别用电磁选、重选、浮选等方法，最后在双目镜下挑选出所需矿物。选出的样品要用蒸馏水冲洗干净。如采用浮选时，应用热水把浮选的油剂洗掉。烘干时切勿直接放在 200℃ 以上火炉上灼烧，对沉积岩样品，烘烤温度不超过 80℃。野外实践证明，使用稍微粗糙和硬纸抖选云母是一种较好方法。进行铀钍铅法测定的要防止铅的混入污染。

样品质量：钾氩法测定以云母为标准所需单矿物重量。

推    测地 质时代	平行两次测定所需云母类 样品重量(g)	送交实验室的云母类样 品重量(g)
太古代	2~3	5~6
元古代	4~5	8~10
古生代	8~10	15~20
中生代	15~20	30~40
新生代	40~50	80~100

海绿石单矿物样重量与云母量相同，长石样重量可略低；角闪石、辉石样因含钾量低，需要质量约为云母重量的 3~5 倍。在野外需采多少岩样才能满足上列所需要单矿物的重量，是由岩石中含所需矿物的多少所决定，一般重量在几公斤至拾几公斤即可。全岩样送样重量一般在 250~500g。

铀、钍、铅法测定所需单矿物质量：

对于沥青铀矿（指晶质铀矿）、独居石、锆英石三种各代表性矿物送交实验室的样品质量（包括检查分析）不应少于 1.5~2g。其他如铀、钍元素作为混入物存在的含量低的样品，送样量则应增加。

铷锶法测定的单矿物样重量要求大于 6g，全岩样大于 20g( 缩分后重量)。

## 6. 送样要求

送样时应有标签、送样单、并附小比例尺地质图（附标有采样位置的平面、剖面图）、薄片或光片有其鉴定结果。送样单上应注明矿物或岩石名称、采样地点、属于那一个岩浆岩系，与围岩相互关系，地层层位，岩体产状以及推测的地质时代及根据，样品选取的流程情况，并应有负责样品质量的地质人员签字。



## 第二章 化学分析采样

### 1. 化学分析采样目的

是通过矿样的化学分析，了解矿石中有益、有害元素或组份的种类和含量，确定矿石质量，确定矿体与夹石、围岩的界线，研究各组份间的相互消长关系和空间变化规律。对于某些按物理机械性能确定矿石质量的矿种，有时也需采集少量化学分析样品，用以检查其杂质含量和判明其矿物种属。

### 2. 化学分析样品采取的原则

应沿着矿体厚度方向即沿物质成分变化最大的方向采取。采样时按照不同矿体区别不同矿石类型和品级，分段采样，如果矿体与夹石、围岩界线不明，则需连续采取，确定其界限。样品必须有代表性，能如实反映客观实际，避免人为的富化或贫化。

### 3. 采样方法

在地表和坑探工程中用刻槽法、刻线法、剥层法、全巷法和拣块法，其中刻槽法应用最广，是常用方法；刻线法是刻槽法的简化，过去多用于普查和评价阶段，但对品位比较均匀的矿体，勘探阶段也可使用。剥层法是用用于品位很不均匀或厚度小的矿体；全巷法主要用于采取加工技术和开采技术试验样品，以及用于品位变化极不均匀的矿体。拣块法多用于废矿堆，炉渣堆或松散矿石的采样；在岩心钻探工程采样中，通常劈取矿心的一半作为化学分析样品。

### 4. 坑探工程中刻槽取样的布置原则

一般应按不同矿石类型、品级分段连续采取。凡穿脉工程样

槽位置应布于一壁，当矿化很不均匀时，则在两壁同时采样，然后合并成一个。探槽中样槽布于槽底或其一壁。探井中样槽布于一壁（对壁或四壁、视矿化均匀程度而定）。沿脉采样是了解矿体沿走向的品位变化情况，采样间隔视矿化均匀程度而定，一般采样位置在掌子面或顶、侧壁采取，间隔2~10m；当矿体厚度小，品位变化大，沿脉坑道又能全部揭露矿体（脉）的厚度时，则沿脉采样间隔应当加密。

## 5. 采样规格

一般应根据矿体的厚度及矿石结构、构造、矿化均匀程度而定（可参考表一）。刻线法线沟规格1×2×1cm，线距5~10cm。要等距平行刻3~6条采样线，合成一个样，以保证样品的代表性。刻槽采样时要清除覆盖物后再采样，并注意样面的清洁。必须防止样品粉屑的散失和外来物质的混入。某些矿种（如石英岩、高岭土等）对有害元素铁质的含量要求很严，在采样时应避免混入铁质。

## 6. 采样长度

决定于矿体厚度大小，矿石类型变化情况和矿化均匀程度，以及工业指标所规定的最低可采厚度和夹石剔除厚度。当矿体厚度不大，或矿石类型变化复杂或矿化分布不均匀的矿床，需要依据化学分析结果圈定矿体与围岩界线时，采样长度不宜过大，一般不大于可采厚度或夹石剔除厚度。某些矿种工业利用中允许的有害杂质要求很严时，虽然夹石较薄，也必须分别采样。当矿体与围岩有明显区别，矿体厚度较大，矿石类型简单，矿化均匀，则采样长度可相应放长。

下页表一是以往地质普查勘探工作中，常用的采样规格，现

列出仅供参考。在使用时要结合矿床的实际情况具体研究确定。

表一 主要金属、非金属矿产常用的采样规格参考表

矿种	采样方法	采样断面规格 宽×深 (cm)	采样长度(m)	备 注
铁 矿	刻槽	5×2~10×3	1~2	矿层厚大而稳定的矿体， 采样长度可适当放长。
锰 矿	刻槽	5×2~10×5	0.5~1	锰 帽 矿 床 用 5×10 ~ 20×5cm、堆积、残积淋滤 矿床 20×15~25×25cm。
铬	刻槽	5×2~10×5	1~2	
铜铅锌	刻槽	5×2~10×3	1~2	细脉浸染大型铜矿床，采 样长度可以适当放长。
钼	刻槽	5×2~10×3	1~2	细脉浸染大型矿床采样长 度可以适当放长。
硫化镍	刻槽	5×2~10×3	1~2	硅酸镍为 5×3~10×5cm。
铝土矿	刻槽	5×2~10×5	0.5~2	
锑 汞	刻槽	5×3~10×5	0.3~1	
钨 锡	刻槽	5×3~10×5	1~2	
脉 金	刻槽	10×3~20×5	<2	
钴土矿	刻槽	10×3~20×20	0.5~1	
铍	刻槽	10×3~20×5	0.5~2	
铌 钽	刻槽	5×3~20×5	1~2	
磷	刻槽	5×3~10×5	1~2	结核状磷矿先求出结核的 含量，再对磷矿结核进行 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 分析。
	剥层 —全 巷	50~100×20~100 (用于团块状松散不 均匀的矿床)		
硫	刻槽	硫铁矿 10×5~5×3	1~2	厚度巨大矿化均匀，可适 当放长。
		自然硫 10×5~8×3	0.5~1	
	剥层 — 全巷	50~100×10~100	不大于开 采厚度或 矿层厚度	用于结核状黄铁矿和矿化 不均匀的自然硫。
明矾石	刻槽	10×5	0.5~2	
砷	刻槽	10×5	1~2	结构复杂时 0.5m
	剥层	50~100×10~20		
硼	刻槽	10×5~5×3	0.5~1	用于内生硼矿床
	剥层 — 全巷	50~100×10~100	不大于开 采厚度或 矿层厚度	呈结晶团块沉积硼矿。
石灰岩	刻槽	5×3~10×5	2~5	组合样长 5~10 米

矿 种	采样方法	采样断面规格 宽×深 (cm)	采样长度(m)	备 注
白云岩	刻槽	10×5~5×2	0.5~2	
菱镁矿	刻槽	10×5~5×2	0.5~1	
	剥层 — 全巷	50~100×10 ~50		用于次生菱镁矿。
石英砂 石英岩	刻槽	10×5	1~2	
蛇纹岩	刻槽	10×5	2~4	
重晶石	刻槽	10×5~5×3	0.5~2 0.25~1	(层状矿) (脉状矿)
	剥层 — 全巷	50~100×20 ~50		砂矿
石墨	刻槽	10×5	0.5~1	
高岭土 粘土	刻槽	10×5~10×10	0.5~1	
萤石	刻槽	10×5	0.25~1	需要统计剔除夹矸率的矿床，应进行刻槽规格试验。
	剥层 — 全巷	50~100×10 ~50		
长石	刻槽	10×3	0.5~2	当刻槽样所含 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 大于拣块样中 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 含量的 0.2%，其他成分又相近似则可用拣块法代刻槽法。
	拣块	每相隔 10~20cm 拣一块		
	全巷	同伟晶岩白云母采样规格		含工业白云母伟晶岩型，以手选分出，手选块度不小于 5cm
滑石	刻槽	10×5	0.5~1	需统计剔除夹矸率的矿床应进行刻槽规格试验。
	剥层 — 全巷	50~100×20~50		
石膏	刻槽	10×5	0.5~2	
盐类矿床	刻槽	10×5~3 7×3	芒硝 0.3~1 最大至 2; 石 盐 0.3~0.5; 天 然 碱	石盐当厚度大，成分均一，质量稳定时，长度可放大 2~5m。

矿 种	采样 方法	采样断面规格 宽×深 (cm)	采样长 度(m)	备 注
			0.5~1	

## 7. 钻孔矿心采样

是通过矿心连续辟取。采样分段长度与上述刻槽采样长度相同，但当矿心轴与矿体（层）标志面的交角较小、矿化均匀时，尚可适当加长。

钻探矿心采样（包括小口径），均应沿矿心长轴劈（锯）成两半，一半送加工化验，一半保留。劈分时应沿主要标志面（矿脉、层理、片理等）的倾斜方向，还应考虑矿化强弱分布情况，以免两半矿心的含量不均，引起品位误差。加工过程中掉下的粉末碎块，亦应分为两份，分别加入化验和保留的样品中。工作时要保持使用机械和场地的清洁，以免不同样品互相混染。对于盐矿的矿心采样，可直接在矿心上凿孔采取所需质量。

矿心采取率高低是决定样品能否正确反映矿石品位的主要因素，应当尽最大努力提高矿心采取率。当矿心采取率达不到规定要求并影响矿样的代表性时应设法补救。有些难取矿心的矿种应保留取粉管和沉淀槽的矿粉了解是否有矿，但不能代替矿心基本分析和作储量计算的依据。

采样工作必须及时进行，对某些易于潮解失水，易风化的矿产应及时送化验，严格防止因受自然条件影响引起矿石变质，而失去代表性。从钻孔取出的矿心必须清除上面的泥浆或外加杂质以保证样品的纯净。

## 8. 钻孔中液体矿采样

(1) 晶间卤水样的采取：对现代盐湖矿床，要采集盐晶间的液体矿样，以了解浅部与深部卤水的化学成分，确定含矿情况。

故每个钻孔均应采取 2 个水样。在开始见卤水层，钻到卤水面以下约 1m 处，采一个水样；在穿过卤水层时在底部采一个水样，每次采取水样均须测定水温和比重。

(2) 晶间卤水的分层采样的目的，是用以查明不同程度的晶间卤水层所含的卤水性质及有益组份含量，孔位应选择在地体矿富集的地段，在晶间卤水盐层中钻进时，应分层止水（在隔水层位用套管和粘土止水）或在钻进后的长期观测孔中，卤水静置 2 天以上（卤水自然垂直分层后），才分层分段定深采样，以免上下卤水相混，影响样品的代表性。当晶间卤水层厚度较大时（大于 5~10m），可以考虑每间隔 2m 采晶间卤水样一个。

## 9. 盐湖水样的采取

由于盐湖水的化学组份含量比较均匀，湖水采样是与测量湖水深度工作同时进行。当湖深度大于 1m 时，则应在湖水的表部、中部和底部各采一个样。湖水深度小于 1m，大于 0.5m 时，在表部和底部各采一个样。当湖水深度小于 0.5 米，只采表面一个水样。对湖底的新盐和湖泥要分别采样分析，对新盐还要测定其厚度。采样时间最好在湖水浓缩的季节。在一个地区所采的样品，要求尽可能在最短时间内全部采完，避免因气候的改变使湖水的化学组份及其含量发生变化，并要求容器清洁，密封包装等，以保证水样的代表性。

## 10. 盐类矿床表土采样

系指采取地表的硼土、硝土及碱土等样品，采样按一定的网距或线距，在规定的采样点上，用剥层法采取。采样厚度为矿层的全部厚度，采样面积根据所需样品重量而定。

## 11. 现代盐类矿床中盐渍土再生矿的采样

对地面盐渍(矿)土盐的再生试验的采样,是为确定盐渍(矿)土的利用,为开采时期提供储量计算参数。样品,按规定网距布置,同时进行盐的再生现象观察。

(1) 月季变化样,采样点按一定的网距布置,每个采样点一般取一平方米面积,划分三份。如研究季度变化时,应每月采其中之一份,(平均各点同月的含盐量)以比较各样品的含盐量的月季变化情况。

(2) 季度再生率样,采样点的布置同上,不同点是采样前将一平方米范围之盐渍土全部扫净后,分为三份。其中一份每月月底采样一次,第二份两个月后月底采样一次,第三份三个月后月底采样,分别代表不同期限的再生量,以了解各月盐渍土再生情况及季度再生累积情况。

以上两种样品,如研究盐渍土月份变化,可分别在上、中、下旬采样。

## 12. 化学分析样品的加工缩减

包括碾碎、过筛、拌匀和缩分四个程序,随着碎样机械化程度的提高,为了减少样品缩分次数,提高工效,也可将样品碾碎到 1 毫米或更细粒度后进行缩分,缩分后的样品再进行细碎。对加工缩分的质量,应定期进行一定数量样品的检查。样品缩分按  $Q=Kd^2$  公式进行。式中的  $Q$  为缩分后样品重量(公斤);  $d$  为样品最大颗粒直径(毫米);  $K$  为缩分系数。 $K$  值的大小与矿石物质成分均匀程度有关,常用表二所列经验值。

表二 样品缩分  $K$  值参考表

矿种	常用 $K$ 值	备注
石灰岩、白云岩	0.05~0.1	

自然硫、硼、石墨	0.05~0.3	自然硫 K 值变化从 0.05~0.3 均有。
铁、锰、磷、硫铁矿、砷、石英岩、菱镁矿、高岭土、粘土矿、滑石、蛇纹石、萤石、石膏、盐类矿床	0.05~0.1	结核状磷矿可采用 0.2~0.3，盐类矿化不均匀时可采用 0.5。
铜、铅、锌、锡、明矾石、长石	0.2	铜矿中含金等贵重组份，如变化大时，K 常用 0.3~0.5。
锑、汞	0.1~0.2	
钼、钨、重晶石	0.1~0.5	重晶石矿石类型不同要求 K 值不一，如萤石、重晶石、硫化物重晶石、铁重晶石、粘土质重晶石，K 值使用不一。
铌、钽、锆、钪、铍、锂、铯、钍、钷及稀土元素	0.1~0.2	一般使用 0.2。
铬	0.25~0.3	
镍（硫化镍）、钴	0.2~0.5	砷酸镍矿 K 值常用 0.1~0.3。
铝土矿（均一的）	0.1~0.3	非均一的，如黄铁矿化铝土矿，钙质铝土角砾岩等，K 值常用 0.3~0.5。
脉金	0.2	金的颗粒小于 0.1 毫米。
	0.4	金的颗粒为 0.1~0.6 毫米。
	0.8~1	金的颗粒大于 0.6 毫米。

13. 化学分析种类和分析项目

化学分析种类包括基本分析，组合分析，全分析，物相分析（合理分析），精矿分析等。分析项目是根据矿石中所含有益、有害组份情况和工业用途决定的，一般基本分析及组合分析项目参考表三。

表三 基本分析、组合分析项目参考表

矿种	基本分析项目	组合分析项目	备注
铁矿	TFe, mFe, SFe,	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , FeO, CO <sub>2</sub> , Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,	基本分析项目



矿种		基本分析项目	组合分析项目	备注
		S, P, SiO <sub>2</sub>	Cu, Pb, Zn, As, Co, MgO, CaO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , TiO <sub>2</sub> , V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Ni, Mo, Sn, Ge, Ga, Mn, F, U, 铂族元素。	根据铁矿床的具体情况确定。
锰矿	冶金用锰	Mn, Fe, SiO <sub>2</sub> , P	S, As, CaO, Mg, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Co, Ni, Cu, Pb, Zn, Ag	碳酸锰矿石基本分析加 CaO、MgO、Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 和烧失量
	干电池和锰	MnO <sub>2</sub> , Fe, 放电时间	Cu, Ni, Co, As	
铬铁矿		Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , FeO, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; SiO <sub>2</sub> , S, P	Co, Ni, Mn, Zn, MgO, CaO, TiO <sub>2</sub> , V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 及铂族元素	必要时基本分析增加 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、SiO <sub>2</sub> 、MgO、CaO
钛		TiO <sub>2</sub> , V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , TFe	Mo, Pb	钛砂矿中应分析鉴定金红石、独居石、锆英石等。
钒矿		V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TFe, S, U, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , TiO <sub>2</sub> , Mo	钒单独矿床很少, 多数生在磁铁矿、炭质页岩、铝土矿、煤矿、多金属矿、铀矿、磷矿中
铜矿		Cu	Pb, Zn, Co, Sb, Au, Ag, As, S, Mo, WO <sub>3</sub> , Ga, Bi, In, Cd, Se, Te, Re, Ge, Tl	
铅锌矿		Pb, Zn	Cu, Au, Ag, Ge, Cd, S, Bi, Sn, In, Ga, Co, Mo, As, Se, Tl	
铝矿		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub>	MgO, CaO, CO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> , P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , S, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Ga, V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Ce	基本分析若铝硅比合格时, 应分析 TiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO,

矿种		基本分析项目	组合分析项目	备注
				烧失量
镍矿 <sup>+</sup>		Ni, Cu	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Co, Mn, Au, Ag, Se, Te, S 及铂族元素	组合分析中, 硅酸镍矿床加造渣组份: SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MgO, CaO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
铋矿 <sup>+</sup>		Bi	Cu, Pb, Zn, Co, Ni, WO <sub>3</sub> , Mo, Sn, As	
钴矿 <sup>+</sup>		Co	Ni, As, Mn, Cu, Zn	
钨矿 <sup>+</sup>		WO <sub>3</sub> , Mo, Bi, Sn	Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Nb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Ta <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , As, Be	
锡矿 <sup>+</sup>		Sn	Cu, Pb, Zn, WO <sub>3</sub> , Bi, Mo, Ag, Sb, S, As 及分散元素。	
钼矿 <sup>+</sup>		Mo	WO <sub>3</sub> , Sn, Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Bi, BeO, Li <sub>2</sub> O, Re, S	
汞矿 <sup>+</sup>		Hg, Sb	As, Bi, Au, Cu, U, Mo, Ni	
锑矿 <sup>+</sup>		Sb, Hg	Au, As, Pb, Zn, Bi, Ag, Cu, Ni	
金矿 <sup>+</sup>		Au	As, Cu, Pb, Zn, Ag, Mo, Bi, Y, Pd, Te	
银矿 <sup>+</sup>		Ag	Cu, Pb, Zn, Au, Ni	单独银矿床较少, 常与铜铅锌等多金属矿床伴生
铂族元素		Pt, Pd	Cu, Ni, Co, Rh, Ir, Ru, Os	
稀有金属	铍	BeO	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Li <sub>2</sub> O, WO <sub>3</sub> , Sn, Pb, Zn	伟晶岩类型的稀有金属矿床, 往往含 Ta, Nb, Be, Li, Zr, Rb, Cs 等组份。
	铌钽矿 <sup>+</sup>	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	BeO, Sn, ZrO <sub>2</sub> , HfO <sub>2</sub> , ThO <sub>2</sub> 及稀土金属	
	锆	ZrO <sub>2</sub> , Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , HfO <sub>2</sub>		

矿种		基本分析项目	组合分析项目	备注
	锂、铯铷矿	Li <sub>2</sub> O, Cs <sub>2</sub> O, Rb <sub>2</sub> O	Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , BeO, CaF <sub>2</sub> , Li <sub>2</sub> O, Pb, Zn, WO <sub>3</sub> , Sn	盐湖矿床要研究稀有金属
	锶	SrO		
稀土元素		铈族元素（轻稀土）包括 La、Ce、Pr、Nd, Pm（人造元素），Sm, Eu 七种。		
		钇族元素（重稀土）包括 Y、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tu、Yb、Lu 九种。		
分散元素		Ge、Ga、In、Tl、Hf、Re、Cd、Sc、Se、Te 等，主要赋存于别的矿物中，独立矿物比较少见，一般不形成单独矿床，在评价其他矿床时，应对分散元素进行综合评价。		
放射性铀、钍矿		U, ThO <sub>2</sub>	Cu, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , S, V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
磷矿		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , CO <sub>2</sub> , F, 酸不溶物, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MgO, CaO, SiO <sub>2</sub> , 烧失量, 枸溶性 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 根据综合评价的需要增加 V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , TiO <sub>2</sub> , S, ThO <sub>2</sub> , TFe, SFe, U, Mn, Cd, TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , I, C（石墨）等。	1. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 酸不溶物（50%分析 SiO <sub>2</sub> ）占组合样 100%。 2. R <sub>2</sub> O <sub>5</sub> （50%分析 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ）占组合分析 50%。 3. MgO、CO <sub>2</sub> 占组合样 50%。 4. CaO、F 占组合样 10%。 5. 枸溶性 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 分析少量代表性样品。如矿石用制作磷矿粉，则每个组合样均作。
硫矿	硫铁矿	S	Pb, Zn, As, F, Au, Ag, Cu, Se, Te, Co, TI, Ni, 煤系硫铁矿增加 C。	内生硫铁矿要分析一定数量的硫化物的硫和硫酸盐的硫，以了解后

矿种		基本分析项目	组合分析项目	备注
				一种含量和两者比例。
	自然硫	S	多项分析：硫、沥青、砷、硒、石膏（为了作出整个矿床平均的评价，需要对一定数量的单样或组合样进行上述有害杂质的多项分析）。	
明矾矿		K <sub>2</sub> O, SO <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O（用火焰光度法或原子吸收法）	CaO, SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , S（硫化物中的硫）	
砷		As	Au, Ag, Ni, Sb, Hg, Bi, Co, Tl 等有益组份。	
硼（内生）		B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO, CaO, SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O	如含有放射性元素时作组合分析
石灰岩矿	制碱用	CaO, MgO, CO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 烧失量, SiO <sub>2</sub>	测定 SiO <sub>2</sub> 或酸不溶物按工业指标要求
	电石用	CaO	MgO, SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , S, P, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 烧失量	
	熔剂用	CaO, MgO, SiO <sub>2</sub>	P, S, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 烧失量	
	水泥用	CaO, MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 烧失量, SiO <sub>2</sub> , K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O。	当 CaO+MgO < 50%, 基本分析应增加 SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 烧失量
	陶瓷、电瓷用	CaO, MgO, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SO <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> , 烧失量	
	玻璃用	CaO, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO, SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 烧失量	
白云石矿	耐火材料用	MgO, CaO, SiO <sub>2</sub> , 酸不溶物	P, S, 烧失量	酸不溶物包括 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub>
	溶剂用	MgO, CaO, SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , S, P,	

矿种		基本分析项目	组合分析项目	备注
			Mn, 烧失量	
	玻璃用	MgO, CaO, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , TiO <sub>2</sub> , MnO, 烧失量	
	电瓷陶瓷原料	CaO, MgO, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 烧失量	
石英砂矿	玻璃用原料	SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O, Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , TiO <sub>2</sub> , CaO, MgO, 烧失量	
	电瓷陶瓷用	SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO, MgO, TiO <sub>2</sub> , K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O, 烧失量	
	铸型用砂	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, MgO, SO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, TiO <sub>2</sub> , 烧失量	一般要做含泥量测定。
石英(砂)岩矿	光学玻璃用	SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , TiO <sub>2</sub>	S, CaO, MgO, K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O	
	矽砖	SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, 耐火度	TiO <sub>2</sub> , MgO, S, P, K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O	
	熔剂	SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO, CaO, P, S (用作有色金属硫化矿溶剂可不分析 S)	
蛇纹岩 橄榄岩	耐火材料	SiO <sub>2</sub> , MgO, CaO, 耐火度	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SO <sub>3</sub> , 烧失量	
	制钙镁磷肥及化工制镁盐	MgO	SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , TiO <sub>2</sub> , CaO, 烧失量	
重晶石、毒重石		BaO, SO <sub>3</sub> , CO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> , 可溶盐	
石墨矿		C, S, H <sub>2</sub> O, 灰份, 挥发份	SiO <sub>2</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, MgO, K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O	磷片状石墨, 基本分析可只作 C, 其他项目可作组合分析, 要注意综合评价。
高岭土	玻璃、电瓷、陶瓷原料	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub>	CaO, MgO, K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O, SO <sub>3</sub> , 烧失量	基本分析中的 TiO <sub>2</sub> , 如含量低时可作组合分析, 基本分析应视工业要

矿种		基本分析项目	组合分析项目	备注
				求增加 $\text{SO}_3$ , $\text{Na}_2\text{O}$ , $\text{K}_2\text{O}$ 等。
粘土矿	冶金用耐火粘土	$\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{TiO}_2$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 耐火度	$\text{SiO}_2$ , $\text{CaO}$ , $\text{MgO}$ , $\text{K}_2\text{O}$ , $\text{Na}_2\text{O}$ , $\text{SO}_3$ , P, 烧失量	
	陶瓷用粘土	$\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{SiO}_2$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , $\text{TiO}_2$ , 烧失量	$\text{CaO}$ , $\text{MgO}$ , $\text{K}_2\text{O}$ , $\text{Na}_2\text{O}$ , $\text{SO}_3$	
	硅酸盐水泥用粘土	$\text{SiO}_2$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$ , $\text{MgO}$ , 烧失量	当基本分析和组合分析六项不足 96% 时, 组合分析应增加 $\text{SO}_3$ , $\text{K}_2\text{O}$ , $\text{Na}_2\text{O}$ 或 $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ 波动在 4% 时则改作基本分析。
萤石矿	熔剂用	$\text{CaF}_2$	$\text{SiO}_2$ , $\text{CaO}$ , $\text{CO}_2$ , Pb, Zn, S, Sb, BaO	
	玻璃、陶瓷用	$\text{CaF}_2$	$\text{SiO}_2$ , $\text{CaO}$ , $\text{MgO}$ , $\text{CO}_2$ , Pb, Zn, $\text{Al}_2\text{O}_3$	
钾长石含钾岩石	制钾肥	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{CaO}$ , $\text{MgO}$ , $\text{Na}_2\text{O}$ , $\text{SiO}_2$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 烧失量	视工业要求组合分析增加 As, F。
长石矿	研磨材料	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{SiO}_2$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{Na}_2\text{O}$ , $\text{CaO}$	
	玻璃、电瓷、陶瓷原料	$\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{SiO}_2$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , $\text{K}_2\text{O}$ , $\text{Na}_2\text{O}$	$\text{CaO}$ , $\text{MgO}$ , $\text{TiO}_2$ , 烧失量	
菱镁矿	制金属镁	$\text{MgO}$ , $\text{CaO}$ , $\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , MnO, S, P, 烧失量	
	镁砖用	$\text{MgO}$ , $\text{CaO}$ , $\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , S, P, 烧失量	
滑石矿		$\text{MgO}$ , $\text{SiO}_2$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 烧失量, 酸不溶物	
石膏矿		$\text{CaO}$ , $\text{SO}_3$ , $\text{H}_2\text{O}^+$	$\text{MgO}$ , $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ , $\text{H}_2\text{O}^-$ , SrO, 酸不溶物, 烧失量	有其他盐类伴生时, 组合分析增加 $\text{K}_2\text{O}$ 、

矿种		基本分析项目	组合分析项目	备注
				Na <sub>2</sub> O、Cl。
盐类矿床	钾镁盐类	K、Na、Mg、Ca、 Cl、SO <sub>4</sub> 、H <sub>2</sub> O、 水不溶物	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、Br、I、Rb、Cs、 Li	
	石盐类	Na、Mg、Cl、SO <sub>4</sub> 、 H <sub>2</sub> O、水不溶物	K、Ca、Br、I、B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、Rb、Cs、Li、Ba、 Sr、Cu、Pb、Zn、As、 F	
	芒硝	Na、Mg、Ca、Cl、 SO <sub>4</sub> 、CO <sub>3</sub> 、H <sub>2</sub> O、 水不溶物	K、Ca、Mg、Br、I、 HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、Li、B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、 Sr	
	天然碱矿	Na、Cl、SO <sub>4</sub> 、 CO <sub>3</sub> 、HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、 H <sub>2</sub> O、水不溶物	K、Ca、Mg、Br、I、Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、Li	
	湖水及卤水	K、Na、Ca、Cl、 SO <sub>4</sub> 、CO <sub>3</sub> 、Mg、 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、Li、HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 、 pH 值、矿化度	Rb、Cs、I、Br、Sr、Ba、 利用多项分析及光谱分 析具体确定。	基本分析主要 指普查时的分 析项目。
硼酸盐（盐湖）		B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na、Ca、Mg、K、H <sub>2</sub> O、 CO <sub>2</sub> 、Cl、SO <sub>4</sub> 、烧失量、 Li、Rb、Cs、I、Br	
硅藻土		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、CaO、 MgO、烧失量	
铸石		SiO <sub>2</sub> 、Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、FeO、CaO、MgO、K <sub>2</sub> O、 Na <sub>2</sub> O、H <sub>2</sub> O、Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、TiO <sub>2</sub> 、烧失量		主要利用其物理 性质，对其 化学成分可以 根据需要作少 量样品分析了 解即可。
珍珠岩		SiO <sub>2</sub> 、Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、FeO、K <sub>2</sub> O、Na <sub>2</sub> O、CaO、 MgO、H <sub>2</sub> O、MnO、TiO <sub>2</sub>		
蛭石		SiO <sub>2</sub> 、Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、CaO、MgO、Na <sub>2</sub> O、 K <sub>2</sub> O、MnO、H <sub>2</sub> O、烧失量		
沸石		SiO <sub>2</sub> 、Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、Na <sub>2</sub> O、K <sub>2</sub> O、CaO、MgO、H <sub>2</sub> O、 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、Sr、Ba、Zn、Li、P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
叶腊石		SiO <sub>2</sub> 、MgO、CaO、Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、FeO、TiO <sub>2</sub> 、Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 、 H <sub>2</sub> O、烧失量、Na <sub>2</sub> O、K <sub>2</sub> O、As		

矿种	基本分析项目	组合分析项目	备注
膨润土、漂白土	SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , FeO, CaO, MgO, K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> O, TiO <sub>2</sub> , 烧失量		

注：由于自然界矿床类型、成矿条件、矿物组份不同，各矿床中有益、有害元素的含量变化也很大，具体到某一矿床基本分析和组合分析要分析那些项目，还是要从实际出发，根据要求，结合矿床中伴生有益、有害组份的含量情况，进行调查研究后确定，以免造成浪费或遗漏应该分析的项目。因此表中所列分析项目仅供参考。

经核对此表与新规范有出入，相关分析项目应参照新规范的相关要求执行。

14. 基本分析（普通分析）

目的是了解矿石中一种或几种主要有益、有害组份的含量，是圈定矿体划分矿石类型和品级，进行储量计算的主要依据。分析内容包括主要有益、有害组份，当经过一定数量的基本分析，证实有益组份含量低于工业指标规定，而只能作为伴生有益组份综合利用或有害元素含量低不影响矿体圈定时，可不列入基本分析项目而列入组合分析。

15. 组合分析

目的是了解矿体内具有综合回收利用的有益组份，或影响矿产选、冶性能的有害组份（包括造渣组份）的含量。组合分析结果可用于伴生有益组份的储量计算，并对矿体中有害组份的分布情况有一全面的了解。分析项目一般根据光谱全分析和化学全分析的结果并结合地球化学元素共生组合规律确定。一般在基本分析中做了的项目，不再列入组合分析。只有需要了解伴生组份与主要组份之间的相关关系的；或需要组合分析结果来划分矿石类型的，组合分析才包括基本分析中的某些项目。

组合分析样品是根据有益有害组份含量变化大小，由几个至



十几个或更多的基本分析的副样组合而成。参与同一个组合分析样品的各个基本分析样，不得分布在不同储量计算块段，通常是用同一工程或相邻工程构成的同一矿体同一块段、同一类型品级的基本分析副样组成。组合原则是根据基本分析样品的长度，按比例进行组合。送交化验的每个组合样重量一般为 100~200g，经过岩矿鉴定以及对主要矿段有一定数量的组合分析资料，足以证明矿床中有益组份没有综合利用价值或有害元素含量低于工业指标要求时，对组合样品的分析项目或数量可少做或不做。

## 16. 化学全分析

目的是全面了解各种矿石类型中各种元素及组份的含量，通常在作化学全分析之前，先做光谱全分析。

化学全分析样品，可利用组合分析副样或单独采集有代表性的样品，用以全面了解矿床中各类型品级矿石的详细化学成分和研究矿床物质成分，大致每种矿石类型可作 1~2 个。某些利用物理性能确定工业价值的矿种如石棉等，只用个别化学全分析了解其化学成分，借以判定矿物质种属。

## 17. 光谱全分析

是用以了解矿石和围岩内部有那些元素，特别是有哪些有益、有害元素和它的大致含量。光谱全分析样品可采自同一矿体的不同空间部位和不同矿石类型，也可利用有代表性地段的基本分析副样或组合分析副样进行，是提供确定组合分析及化学全分析项目的依据。

## 18. 物相分析（合理分析）

是对某些矿床研究自然分带和确定矿石自然类型。为了了解矿床自然分带需要自地表至原生带上部采集样品进行物相分析。

一般先以肉眼和镜下鉴定，大致了解各自然类型的分带情况，然后按一定间距采集物相分析样品，以圈出各带的界线。物相分析样品可在基本分析样品中抽选或专门采集。当利用基本分析副样作为物相分析样品时，必须及时进得，以免副样变质影响质量。根据以往经验，金属矿石自然类型划分标准如下：

表四 一般有色金属矿石自然类型的划分标准表

矿石自然类型	硫化物中金属含量 总金属含量(%)	氧化物中金属含量 总金属含量(%)
氧化矿 <sup>+</sup>	<70	<3
混合矿 <sup>+</sup>	70~90	10~30
硫化矿 <sup>+</sup>	>90	>10

铁矿石原生矿氧化矿的划分一般是按的不同比值来衡量，当铁矿床中含铁矿物主要是磁铁矿，后经氧化成赤铁矿、褐铁矿时：

原生矿石  $TFe/FeO < 2.7$

混合矿石  $TFe/FeO < 2.7 \sim 3.5$

氧化矿石  $TFe/FeO < 3.5$

当矿石中含铁矿物主要是菱铁矿，或硅酸盐比较高的磁铁矿矿石，原生矿氧化矿的划分标准另行考虑。

## 19. 硅酸盐岩石采样

是通过化学分析确定岩浆岩种类，所取样品应有代表性。样品要求新鲜，不能有叠加作用（脉状物质、围岩捕虏体、矿化和带有混染岩化等现象）。当岩石发生相变应考虑岩石分带，则需分别采样。

采样方法：对结构均匀的岩体，可在露头上或山地、钻探工程中采 1~2 块岩样；对结构不均匀的岩体，可用拣块法按一定间距布置采样点，分别采取大小相等的岩块合并为一个样。一般样品重量为 1~3 公斤，如有特殊要求可酌情增加。

岩石全分析一般测定的项目有： $\text{SiO}_2$ ， $\text{Al}_2\text{O}_3$ ， $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ， $\text{FeO}$ ， $\text{MgO}$ ， $\text{CaO}$ ， $\text{Na}_2\text{O}$ ， $\text{K}_2\text{O}$ ， $\text{H}_2\text{O}^+$ ， $\text{H}_2\text{O}^-$ ， $\text{CO}_2$ ， $\text{TiO}_2$ ， $\text{P}_2\text{O}_5$  和  $\text{MnO}$ 。此外，有时还测定  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ，有些特殊试样还测定全 S、Cl、F 和 C。分析结果的百分数总和应不低于 99.3，不高于 101.2（分析质量要求高的样品，不低于 99.5，不高于 100.75）。如其中有不能合理相加之组份存在或缺少组份时，可不受此限制。

## 20. 腐植酸类肥料用煤的取样分析

腐植酸是一种有机酸，赋存于有机质残体中，可用以制造单一的或复合的腐植酸类肥料。

用于制取腐植酸类肥料的煤，主要是泥炭、褐煤和风化烟煤。上述各种煤中的腐植酸含量约为：泥炭 10~50%，土状褐煤 20~85%，亮褐煤 1~10%，风化烟煤 5~60%。按煤中腐植酸的赋存状态可分为：游离腐植酸，与钾、钠、钙、镁等离子结合的结合腐植酸，对后者需进行加工处理活化后，才能为农作物吸收。原料煤中还含有一定量的氮、磷、钾、镁、铁、硼等也是农作物所需要的营养元素。

根据不同类别的腐植酸（黄腐植酸、棕腐植酸、黑腐植酸）分别溶于酸、碱及有机溶剂中的特点，所以可用酸、碱及有机溶剂鉴别煤中是否含有腐植酸。

用于制造腐植酸类肥料的原料煤，其采样方法与煤的采样相同，样品重量视实验室需要而定，一般一公斤即可。

分析项目：水分、总腐植酸、游离腐植酸（结合腐植酸按差减法计算）。少数样品除分析上述项目外，另加 N、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ （其余矿物质如 B、Cu、Zn、Mn 等视情况而定）。

## 21. 化学分析样品的内部检查

内部检查是检查基本分析的偶然误差，一般由原实验室进行。如地质科（组）对某些分析质量有疑问有必要时，可指定一定数量的样品重新检查。

## 22. 化学分析样品的外部检查

外部检查的目的是了解基本分析单位工作有无系统误差。外部检查其数量一般为基本分析样品总数的 3~5%，对于小型矿床外部检查样品不少于 30 个，由地质队分期分批指定外部检查样品号码，当外部检查结果证实与基本分析结果有系统误差时，双方协商各自认真检查原因，若无法解决，则报主管部门批准进行仲裁分析，经仲裁分析证实其基本分析部分是错误的，则应详细研究其原因，如无补救办法，应予全部返工。

表五 平均误差简单计算方法举例

样品号	原分析样品中锰的含量%	检查分析样品中锰的含量%	误差绝对值	误差相对值%
1	25	24	-1	
2	24	25	+1	
3	23	20	-3	
4	20	21	+1	
总计	92	90	(绝对值)6	6.5

原分析样品平均含量= $92 \div 4=23$

两次分析所得含量平均误差数= $6 \div 4=1.5$

相对误差= $1.5 \div 23=0.065=6.5\%$

上述所计算之相对误差 6.5%已超过最大平均允许误差(锰矿查对误差按规定当品位大于 20%应为 2%)，说明化验不好。

## 23. 单矿物样品采样的目的

是为了查明分散元素及贵金属等的赋存状态和分布规律及其与主金属的关系，测定它们在矿物中的含量，以确定工业利用的可能性。并可利用单矿物分析结果计算储量。

通过对单矿物的分析，查明矿物中分散元素的含量及分布规律，对地球化学、矿床成因及其共生组合关系的研究提供资料。

## 24. 单矿物采样时应注意下列几点

(1) 单矿物是指在矿体范围内与分散元素及贵金属等有关的主要矿物。研究分散元素的单矿物样品，首先从主要金属矿物着手，而且在工业矿体内采取。

(2) 单矿物样品的采取，可从钻孔矿心中、坑探工程揭露的矿体或露头上采取。采样时应注意代表性，如结晶粗细、颜色深浅，成矿世代等。

(3) 样品破碎的程度是根据在薄片或光片中测量的矿物粒度大小而定，一般破碎的粒度同所需采取的单矿物结晶颗粒大小相同为合适。有时也考虑加工样品时所用选矿方法的要求。碎样过程为了避免所选目的矿物破碎过细，每破碎一次应分级过筛。

(4) 单矿物样品应力求纯净，有进还须借助重力选矿、浮选、磁选、电磁选、静电分离，和化学处理等方法，最后在双目镜下检查挑选，分离出所需要的单矿物样品。

(5) 检查单矿物样品纯度的方法是用化学分析测定金属矿物的主要组份，并将分析结果换算成矿物。

(6) 送交实验室的单矿物样品重量，根据送分析项目和实验室要求而定。一般易分选的单矿物送样重量约 2~20 克。分选困难或量比较少时，可与实验单位协商，尽可能减少送样重量，以减少挑选单矿物的工作量。

## 25. 精矿采样的目的

是为了查明分散元素、贵金属和主要金属矿物的关系，了解通过选矿后在精矿中的富集程度，研究其回收利用的可能性。并可利用精矿分析结果进行储量计算。

对多种细粒金属矿物紧密共生的矿石，挑选单矿物比较困难时，可少做单矿物样，多做精矿样。

## 26. 精矿采样时应注意下列几点

(1) 精矿样应在工业矿体地段采取，并尽可能按不同深度和不同含矿层工业矿体的矿物分别采取。正在开采的矿山，可利用选矿厂有代表性的精矿作为样品，在未开采的矿山，则采取有代表性的矿石，通过手选、磁选、电磁选、浮选、重选等方法获得精矿样品。

(2) 在采取精矿样品时，注意不要混入同所采精矿矿物含有相同分散元素的其他矿物。

(3) 送样重量，根据分析项目和化验要求而定，一般为 30~50 克。

**27.** 为了解矿石在加工技术过程中，分散元素及贵金属在精矿、中矿、尾矿和矿渣中的富集程度及其利用的可能性，除了分别采取各种类型样品外，还尽可能对其废物（灰尘和废气等）分别采样了解。这项工作一般是在样品的加工技术（选矿冶炼）试验过程中进行或委托试验单位或生产厂矿协助进行。

## 第三章 砂矿采样

### 1. 砂矿采样

是为了确定砂矿中有用矿物的含量，研究有用矿物的分布规律及其性质，圈定矿体计算储量，以及确定砂矿床的加工性能和开采技术条件，从而对矿床作出工业评价。

### 2. 砂矿采样长度及要求

砂矿采样应正确反映砂矿层中有用组份含量。采样长度视矿层厚薄和矿化均匀程度而定，通常根据不同的矿层进行分段连续采样，一般含矿较均匀、厚度较大的为 1~2 米，不均匀或厚度较薄的为 0.5 米或更短，遇到换层或到基岩如样长大于 0.3 米，应另作一个样。

根据以往经验，有用重砂矿物往往在基岩面上较富集，有时甚至沿着破碎裂隙灌入基岩 0.3~0.5 米，因此要求采样时，按实际情况应采入基岩一定深度。

### 3. 砂矿采样的种类和要求

(1) 在普查时一般多利用自然地貌条件进行重砂采样，了解河谷中及其支流残积、坡积、冲积砂矿富集位置，通常是在最易聚集的地方。为了查明砂矿床形成条件，样品的采集应根据不同地质条件和矿床类型，适当考虑样品分析所需距离。勘探时重砂取样，主要是在钻探、浅井等工程中采取，以对砂矿床进行工业评价。

砂矿采样深度系根据砂矿富集层位的深度而定。

重砂样品的重量，一般为 15~30 公斤（或 0.01~0.02 立方米的体积）为标准，对某些含量低的贵重矿物（如铂、金刚石等）在某些有利地段，重砂矿样品和重量（或体积）可适当增大。

(2) 浅坑、筒口锹采样，多用于河床的沙堆和沙滩冲积层或海滨的海成松散层中的采样。筒口锹的采样深度比浅坑的要深

一些，可采 2 米以上的砂矿样品。

(3) 浅井中砂矿采样

刻槽法：一般在一壁刻取，如重砂分布不均匀时，可在对壁刻取。刻槽的规格主要取决于含矿均匀程度和所需鉴定的重量而定。

剥层法：用于粗砂层及含少量砾石的砂砾层，在二壁或一壁刻取。

全巷法：应用于砂矿层、含土砂砾层、松散砂层等。在掘进中，按一定的采样间距将全部挖出物质作为样品。它主要用来检查钻孔和刻槽法样品的正确性。

表六 常用采样断面规格参考表

采样方法	采样规格 宽×深（米）	备注
刻槽法	0.2×0.1	
	0.1×0.05	
剥层法	0.5×0.05	在两壁或一壁剥采
	0.5~1×0.1	
全巷法	2.8×2.4	大规格样
	2.3×1.9	
	2×1.5	
	2.1×1.3	中等规格样
	2×1.2	
	1.7×1.3	
	1.6×1.2	
	1.6×1	小规格样
	1.5×1	
	1.4×1	

(4) 钻探中的砂矿采样

班加钻（旋转冲击钻）采样：在砂矿开孔时离地表 1~2 米内采样常用筒口锹，往下是用泵筒在套管中采取，每次提取样品时，



需加水 and 撞碰泵筒，使样品完全倒出，并用量斗测量体积。为了保证样品的正确性，工作过程中必须注意，保护孔壁，保证套管的超前度，准确测量样品体积，有一定数量浅井检查钻孔样品质量。

黄铺钻采样：黄铺钻是我国在勘探砂矿实践中试验成功的砂钻。能全部取出孔内物质，当管具提起后，取下钻头，打开瓣合管，样品保持原来砂层结构、构造，分层清楚，素描编录后，即分段采样。

(5) 坑道中砂矿采样：采样点可布置在掌子面上（采样间距 1~3 米），也可布置两壁，但应沿着矿层的厚度进行刻槽采样，样槽规格视岩层性质及重砂矿物含量和所需鉴定的重量而定，在极不均匀的砂矿中，应直接用全巷法进行采样。

## 4. 各种校正系数的测定

### (1) 淘洗系数的测定

无论从浅井和砂钻采出的物质，都要经过淘洗，在淘洗过程中，往往因跑掉一些有用的矿物，使原样品品位降低，为了校正这部分误差，必须计算淘洗系数。检查淘洗的样品应比较均匀的分布在矿层上，即各种含矿地貌单元和沉积物类型都要有适当的数量。淘洗系数样品可以在勘探工程中采取，也可在坑道或利用适合于采样的自然露头采取，其测定方法常有：

①回收尾砂法：在普查勘探阶段样品的正常淘洗过程中，将粗洗的废砂和精洗的全部尾砂保留起来，在室内进行精淘，然后将相应的基本分析样和尾砂样分别进行分析对比。此种方法一般在重砂矿物含量高，颗粒较粗的情况下取得较好效果，而低品位样品不适用。

$$N = \frac{G + q_1 + q_2}{G}$$

式中：G—淘洗出的矿物重量

$q_1$ —废砂中淘得矿物重量

$q_2$ —尾砂中淘得矿物重量

$N$ —淘洗系数

**②基本淘洗（野外粗淘）与检查淘洗（室内精淘）对比法：**

在矿区适当采集相应数量的样品（样品体积 0.02~0.04 立方米）晒干（有胶结现象进行人工松散），严格缩分为四份，一份进行基本淘洗（应特别注意与矿区一般基本分析样品的淘洗精度相同），一份进行检查淘洗，剩下两份作副样。此方法比较简单，适用范围较广，各类矿种均可采用。

$$N = \frac{G_2}{G_1}$$

式中： $N$ —淘洗系数

$G_1$ —基本淘洗（野外粗淘）矿物量

$G_2$ —检查淘洗（室内精淘）矿物量

**③化学分析检查淘洗法：**采样位置，采样方法与上同。将采下的样品分成两份，一份按  $Q=Kd^2$  加工缩分后进行化验分析，一份送正常的精淘后进行重砂鉴定，各留副样以备检查。样品分析后将化学分析结果换算成重砂品位，然后进行对比。此方法不适用于同一元素形成多种矿物或有用组份呈分散状态赋存于几种矿物的矿床。

$$C = \frac{\frac{C_1}{C_2} T}{V}$$

式中： $C$ —用化验分析换算的重砂品位

$C_1$ —砂矿原样化学分析品位

$C_2$ —精矿化学分析品位

$T$ —原样重量

$V$ —原样体积

然后将此结果与一般淘洗结果所求得的重砂品位  $C_n$  对比，得到淘洗系数。

$$N = \frac{C}{C_n}$$

## (2) 松散系数的测定

对用松散体积计算品位的砂矿，在勘探中如利用砂钻为勘探主要手段时，由于砂钻是无法测定实际体积，必须用浅井测定松散系数进行校正。因此在矿区要按不同的地貌单元，不同的岩性进行测定。当用浅井勘探并用实方计算品位时，松散系数不起校正品位和储量的作用，而作为矿山开采设计参考。测定方法有不注水测定和注水测定。由于测定松散体积容易产生人为的误差，因此测量体积时，要求测量的方法和条件必须一致，以便对比校正。

**不注水测定：**以浅井挖空一定的实际体积为  $V_1$ ，然后以量斗测量其松散体积  $V_2$ ，为了便于测量挖空体积，一般为 0.5~1 立方米，量斗容积可以用 0.1 立方米的，其公式

$$K = \frac{V_2}{V_1}$$

**注水测定：**主要校正砂钻的松散体积，以求得正确的品位和储量，因砂钻常用注水钻进，砂钻采出的样品也是含水的（含水达到饱和状况），为了测定接近实际情况必须注水达到饱和程度为止，测定和计算方法同上。

## (3) 砾石度校正系数测定

冲积层中含砾石大小和多少是影响评价矿床基本因素之一。砾石大而且多，不但影响矿床的开采，而且对钻探勘探不利，因为大于泵筒活门直径的砾石不能取出，人为地使品位偏高。测定砾石系数应在含砾石不同的矿层中进行，注意代表性。如勘探手段能取出砾石东含砾很少的砂矿（如某些海滨砂矿）可以少测或不测。测定是在淘洗浅井样品时，将直径大于 1 厘米以上的砾石保留，以不同孔径的铁丝筛进行筛分（筛孔的等级分为 1、5、10 厘米）。砾石体积用排水法求得，根据体积求各级砾石度（1~5 厘米、5~10 厘米、10 厘米以上）。

$$\text{砾石度(又称含石率)} = \frac{\text{砾石体积}}{\text{样品体积}} \times 100\%$$

砾石度校正系数是直径大于砂钻泵筒内径的砾石，在总体积中的百分比。

$$\text{砾石度校正系数} = \frac{\text{大于泵筒内径砾石的体积}}{\text{样品总体积}} \times 100\%$$

#### (4) 工程检查系数的测定与计算

根据钻孔及浅井样品按工业指标分别圈定矿层，求出矿层的平均品位及厚度。然后将浅井的品位和厚度分别除以钻孔品位及厚度，得出误差系数，再以同样方式将矿层品位与厚度乘积相比，即得出工程检查系数。

$$\text{品位误差系数} = \frac{\text{浅井矿层平均品位}}{\text{钻孔矿层平均品位}}$$

$$\text{厚度误差系数} = \frac{\text{浅井矿层厚度}}{\text{钻孔矿层厚度}}$$

$$\text{工程检查系数} = \frac{\text{浅井矿层品位与厚度之乘积}}{\text{钻孔矿层品位与厚度之乘积}}$$

但注意当浅井品位用实体积求得时，钻孔品位应用砾石度和松散系数校正后之品位。因此测工程系数的浅井必须同时测松散系数和砾石度。

钻孔品位如已用砾石度校正系数和松散校正系数校正后，则工程检查系数，不再去校正品位。工程检查系数仅供和砂钻作为对比研究之用。

需要作为校正品位的淘洗系数、松散系数、砾石度等校正系数的测定数量，要根据砂矿床的大小和地质条件复杂程度而定，采样要有足够的代表性，以保证质量。

## 5. 砂矿的物理性能测定

### (1) 体重测定与湿度测定

见第五章。

## **(2) 含泥量测定**

一般在含泥较多的矿层中须进行含泥量测定。方法是利用浅井所采的样品进行, 根据砂矿类型及矿层的含泥多少来选择有代表性地点, 在淘洗时保留泥浆, 用明矾沉淀, 晒干后称泥质重量  $T_1$ , 然后与原样的重量  $T_2$  相比, 即得含泥量  $W$ 。

$$W = \frac{T_1}{T_2} \times 100\%$$

## **(3) 粒度测定**

主要研究含矿层内组成物质及有用矿物的颗粒大小, 以及各个不同等级的百分含量。样品的采取应包括不同地貌单元及不同的含矿层, 同时也必须满足为研究沿矿层走向、倾向及上下变化情况需要。多数在浅井中刻取, 也可以利用钻孔采样。样品重量一般为 10~15 公斤。

# **6. 人工重砂采样**

目的是研究岩矿石中的含矿性, 了解有用矿物的来源、含量, 以及有用组份的赋存状态和分布规律。人工重砂除采取原生岩石外, 有时也在风化壳残积层中采取。人工重砂可用刻槽或剥层法、拣块法, 按不同岩相、不同成因类型分别采样, 其数量根据目的和矿床复杂程度有所不同, 样品重量一般为 20~30 公斤, 如特殊矿种可酌情增加。

# **7. 重砂淘洗质量要求**

为保证淘洗质量, 粒度悬殊的样品, 应过筛分别淘洗。在野外一般将样品淘至灰色, 防止砂样中重矿物损耗丢掉。其要求如表七。

# **8. 重砂样品分析鉴定结果的质量检查**

自然重砂内检样品, 主要选择有用矿物含量在工业品位及其上下和品位特高或变化较大的样品, 应多做抽查, 无矿样品少检查或不检查。内检数为 5~10%, 合格率要求达到 90%, 低于 90%

时，除更正不合格样品外，尚应补查超差百分数的未检样品，合格率低于 60%时应全部返工。外检一部分选自内检超差样品，一部分选自未做内检的样品，基本分析无矿者不送外检，外检数为 3~5%，其合格率要求达到 80%，低于 80%时可与基本分析单位共同研究，找出原因酌情处理。

人工重砂一般不作外检，需要时可送疑难矿物做单项检查，内检数为 10~20%，样品数量多时如岩性变化不大者，可适当减少。

表七 自然重砂淘洗的质量要求

项 目			普查找矿的自然重砂	详查、勘探的自然重砂
淘 洗	粗 淘	野 外	重砂含量应>40%（淘至灰色），不得淘掉有用的矿物。	原则上，尾砂中不得含有用矿物，重矿物部分有用矿物不得损耗、丢掉。
		室 内	重砂矿物含量应>70%（淘至灰色），不得淘掉有用的矿物。	
	精淘		轻矿物部分基本不含重矿物，重矿物部分纯度>90%。	轻矿物部分含有用矿物应少于同级有用矿物总量的 0.5%。

第四章 矿石加工技术试验采样

1. 矿石加工技术试验采样的目的

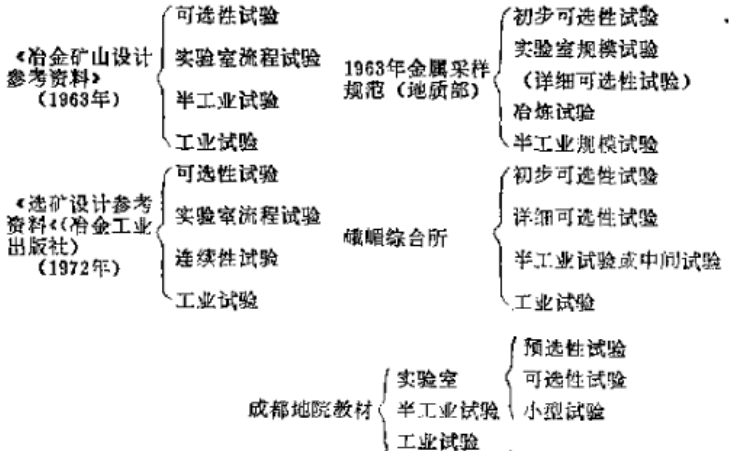
是研究矿石的选矿（冶炼）性能、选矿方法、矿石矿物的物理机械性能，加工方法和步骤，以便提出矿床的经经济评价。

2. 矿石加工技术试验的种类

过去对矿石加工技术试验的种类、名称、内容要求等没有统一的解释<sup>（注一）</sup>，因此认识也不一致，在这次编制过程中，根据矿

石加工试验的目的要求，以及考虑地质系统以往的习惯叫法，经研究分为以下几种：实验室试验（包括初步可选性试验，详细可选性试验，扩大试验）、半工业试验、工业试验以及建筑材料和冶金辅助原料的加工技术试验等。

注一：各单位所采用的试验种类、名称如下：



一般在矿床勘探初期进行初步可选性试验，但对新矿种、新类型和矿石组份比较复杂的矿床，在普查阶段就要进行初步可选性试验。详细可选性试验多在详查勘探阶段进行。对物质成分复杂、综合利用价值高，或没有利用过的新工业类型矿石，要进行详细可选性试验，必要时要进行扩大试验。

某些金属矿床，当用选矿方法不能得到好的指标时，尚需进行实验室的冶炼试验，如硅酸镍矿床等。

在勘探工作中，为了研究某些新类型矿石的选冶性能，需进行科研性质的扩大试验时，其试验要求和采样工作，由勘探单位和科研部门共同协商解决。

如工业部门需要采取半工业试验样品时，采样和试验工作由工业部门负责。地质勘探部门根据地质条件，协同有关部门编好

采样设计，并做好与采样有关的协作配合工作。

### **3. 矿石加工技术试验采样的原则和要求**

所采样品应有充分的代表性，如矿石矿物组份（包括伴生的有益有害组份）、品位、结构、构造、含泥情况等，均应与样品所代表的品级、类型基本一致。普查或初勘阶段，由于勘探工程数量少，初步可选性试验样品的代表性难以掌握，但亦应尽可能注意，以期对矿石的可选性能作出评价。

对不同矿石类型应单独采样。但有时为了了解不同矿石类型混合处理的可能性及选矿方法流程，要对矿区内的各种类型或某几种类型的矿石采取混合试样，则样品应按照各种类型或某几种类型矿石所占储量的比例来组成。

当矿体中存在有可供利用的伴生组份时，采样应考虑其含量和分布情况，以便试验时研究其赋存状态及综合回收试验工作，为矿床进行综合评价和综合利用提供资料。

地质队在勘探过程中，为了保证采样具有代表性，满足试验要求，达到试验目的，采样前应尽可能与生产设计部门、负责试验单位，采取“三结合”的办法，共同商量采样的重量、原则及要求，由地质勘探单位编制采样设计，经上一级主管部门同意后再进行采样。

### **4. 初步可选性试验**

是对矿石的可选性能进行初步评价，其要求是：

- (1) 进行矿石物质组成和化学成分的研究。
- (2) 提出初步的选矿结果资料，如精矿、尾矿品位，回收率及伴生组份综合利用的可能性。
- (3) 试样重量一般为几十~几百公斤。



## 5. 详细可选性试验

主要是取得矿石可选性能及较合理的选矿方法、流程的详细资料。其要求是：

(1) 详细研究矿石中的物质组成：查明矿石中的矿物组成、粒度大小、嵌布特征、结构关系、共生关系，有用元素和有害元素的赋存状态。确定各组成矿物的百分含量和矿石的氧化程度及含泥量。研究合理的综合利用和分离有害杂质的方法，并提交化学全分析、光谱分析、物相分析资料。

(2) 提出较合理的选矿方法及流程意见。

(3) 确定混合处理不同类型矿石的混合比例和可选性能。

(4) 提出可供工业利用参考的选矿指标。伴生组份综合利用的评价资料。

(5) 试样的重量取决于矿石的复杂程度及试验项目的要求，一般要求为几百公斤至一吨左右。

## 6. 扩大试验

对物质成分比较复杂，缺乏选矿实践的新矿石类型，为确定较合理的技术经济指标和选矿工艺流程提供基本依据而进行的试验；有时为了校核和验证详细可选性试验单机所确定的工艺流程和选矿指标是否可靠，也需要进行模拟生产式的实验室扩大试验。

试样重量根据试验设备的规模和加工流程的复杂程度而定，一般为数吨。

## 7. 半工业试验

为建设大型选矿厂，或对比较复杂难选的矿石，为确定合理的选矿工艺流程和技术经济指标而进行的试验。

试样重量是根据试验单位的设备规格、处理能力及必须试验的时间而定。

## **8. 工业试验**

对矿石极为复杂难选，需要建设大型选矿厂的，为了确定合理的选矿工艺流程和技术指标在工业试验厂中或已投产工厂的某个系列中所进行的试验。有时为了采用新设备、新工艺也进行工业试验。

试样重量根据工厂生产规模及需要试验的时间而定。当采用新设备需作工业试验时，所需试样重量按设备能力而定。

## **9. 建筑材料和冶金辅助原料实验室规模制品及加工技术试验**

在勘探高岭土、耐火粘土、难熔粘土、易熔粘土、亚粘土和石英砂（作砑砖用）等矿产时，应根据其不同的工业用途，作岩矿鉴定、差热分析、X 射线分析、粒度分析和化学全分析的研究，同时必须作物性及加工工艺性能的试验，以进行全面评价。

主要建筑材料与冶金辅助原料矿石加工技术试验样品的要求和试验项目，应根据矿种及其用途与有关承担实验单位联系决定后再行采样。其要求和试验项目如表八。

表八 主要建筑材料和冶金辅助原料的试样要求和试验项目参考表

矿种及用途		试 验 种 类	规格 (重量)	备 注
石 灰 岩	水泥用	(1) 实验室规模易磨试验 (2) 实验室规模煅烧试验 (3) 用立波窑制造水泥时作实验室规模成球试验	100—150公斤 800—1000公斤	制造普通水泥如果石灰石、粘土质纯, 配料简单, 可不作工业规模的煅烧试验。如制造新品种水泥需作工业规模试验时与工业部门商定。
	熔剂用	简项物理机械试验 (耐磨强度、耐压强度)	5×5×5厘米	按矿石自然类型分层分品级采取, 应尽量保持岩石自然状态。
白 云 岩	耐火材料用	实验室规模制耐火材料样品或试块的试验 (耐火度普通收缩和残余收缩、瞬时耐压强度、高温荷重软化点)	50—100公斤	按矿石自然类型分层分品级采取
	熔剂用	简项物理机械试验 (瞬时耐压、耐磨强度)	5×5×5厘米	
	玻璃用	实验室规模熔融试验	50公斤	同石英砂、长石等配料
石 英 砂	玻璃用	(1) 筛分析 (2) 不纯的石英砂作选矿试验 (3) 实验室规模的熔融试验	每个工程内分层取样 1—2吨 200公斤	

续表

矿种及用途	试 验 种 类	规格 (重量)	备 注
石英砂	型砂用 (1)筛分析 (2)粘土质量 (3)颗粒形态 (4)碳酸盐定性测定 (5)实验室规模的工艺性能试验(湿度、粘土含量、筛分、透气性、不同湿度的耐压强度、耐火度、矿物成分、颗粒形态)	所采集的全部样品均作测定  2—10公斤	
石英岩	玻璃用 (1)筛分析 (2)不纯的石英砂岩作选矿试验 (3)实验室规模的熔融试验	每个工程内分层采取 1—2吨  200公斤	样品煅烧至600℃经水淬后,轻轻碾碎,松散其胶结物,保持石英原颗粒作筛分析
	硅砖用 (1)耐火度 (2)实验室规模的制砖试验	所采集的全部样品均作测定 5吨	
蛇纹岩	耐火材料用 实验室试块试验或实验室规模制耐火材料样品试验	50—100公斤	按矿石自然类型分块段采取
高岭土	陶瓷 (1)实验室物性试验(耐火度,粒度组成,可塑性、结合力、干燥收缩、烧成收缩、烧成温度和范围、白度等)	10—15公斤	按矿石自然类型采取
	电瓷用 (2)实验室规模制陶样品试验 (3)不纯高岭土选矿试验	100—500公斤  50—100公斤	

续表

矿种及用途		试 验 种 类	规格 (重量)	备 注
高岭土	吸 附 过滤触 媒等用	(1)实验室规模试验 (2)不纯高岭土选矿试验		
粘土	耐 火 粘 土	(1)耐火度测定 (2)实验室物性试验 (矿物成分、粒度、含水量、干燥收缩度、可塑性、粘结力、烧成后总收缩率、吸水性)	10—15公斤	所采的全部样品均作测定 按矿石自然类型分块段采取
	矿 水 泥 用	(1)筛分析 (2)实验室规模煅烧试验 (3)湿法制造水泥时作淘泥试验 (4)用立波窑制造水泥时作实验室规模成球试验	200—300公斤  同工业部门商定 同工业部门商定	按每一工程分层采取
菱镁矿	耐 火 材料用	同白云岩		
长石矿 (伟晶花岗岩)	电 瓷 陶瓷用	(1)矿物分析 (2)拣选试验 (3)耐火度测定 (4)实验室规模烧结试验 (斑点试验)	2—5公斤	每个工程测定

续表

矿种及用途	试 验 种 类	规格 (重量)	备 注
滑     石	(1)不纯的滑石作可选性试验 (2)白度测定 (3)磁性铁含量测定 (4)可溶于盐酸的氧化铁含量 (5)不溶于盐酸的灼烧残渣含量		按矿石自然类型品级用组合样测定

## 10. 矿石加工技术试样的采取方法

取决于矿石成分的复杂程度、矿化均匀程度和试验单位所需要的重量，通常采用的方法有刻槽法、剥层法、全巷法及矿心劈取法。

## 11. 液体矿样的采取方法

是专门用于现代的盐湖矿床。一般可分两种：

(1) 晶间卤水的加工样采取：其目的是研究卤水的化学成分和确定卤水的加工工艺流程。采样方法一般在抽水试验孔中分层抽出卤水矿样。样品重量不少于 250 公斤。在分层采样时必须及时下套管封闭上部所有含水层，自上而下逐层采取，同时要求钻孔内所抽出的卤水，必须排在距离钻孔较远的地方，以免港入上部含水层。

(2) 湖水的加工样采取：应视湖水的具体情况，选择有代表性的地段或数条剖面布置采样点。在采样点按湖水的深度不同，分别在不同部位采取，一般湖水深度在一米时，分上、中、下部采三个样，而小于一米时，则分上、下采两个样，然后将全

部采样点合并为一个样品，样品重量一般为 250 公斤。

## 12. 矿石加工技术试样的包装

试样应装入设有防潮设备（如油纸）的箱中，箱内应附有标签，在标签上注明队名、矿区、矿种、样号、采样点、箱号（并注明矿样共几箱，此箱为第几箱），箱外必须用油漆写明和标签相同的内容。以便管理和清点。

矿石加工技术样品必须附有送样单及采样说明书，一并送交试验单位。说明书中应说明试验的目的和要求，简单叙述矿床地质特征、矿石组份、结构、品级等方面的研究资料，说明采样样品重量和包装情况，并附必要的地质图件、标明采样位置。

## 第五章 岩矿石物理力学性能试验采样

1.岩、矿石物理力学性能试验采样的目的：是测定岩石、矿石和矿体顶底板围岩的物理力学性能，为储量计算和研究矿床开采技术条件提供资料。

2.岩、矿石物理力学性能试验项目的确定，应从实际出发，并和生产设计、实验单位共同商定，一般包括矿石的体重、湿度、块度、孔隙度、松散系数；岩、矿石顶底板围岩的稳定性、硬度以及抗压、抗剪、抗拉强度；砂性土及粘性土的土工试验等。根据不同的开采方法提出下面的试验项目（如表九）。

3.岩、矿石、夹层及矿体顶底板围岩的坚固性及稳定程度的研究：岩、矿石及围岩的坚固性和稳定程度对矿山开采影响很大，它是确定矿山开采方法、巷道支护、露天开采边坡角等的重要依据。因此，在勘探工作中应注意收集有关资料，特别是在矿体顶底板围岩 30~50 米和开采坑道通过的范围要注意详细研究，如通过

坑探工程及钻孔岩心观察是否有变形垮塌现象，围岩和矿体的产状、孔隙、节理、断层、片理等发育程度及裂隙中充填物的性质等对矿山开采的可能影响程度。根据野外收集的上述资料，结合岩石物理力学试验结果进行分析评述。

表九 矿床勘探时进行岩石物理力学及土工试验项目

实验室 试验的 目的	岩石的 类别	天	体	比	粒 度 分 析	压	流	收	膨	内 摩 擦 角 及 凝 聚力	天	软	极 限 抗 压 强度	极 限 抗 剪 断 强度	抗 剪 切 强度	极 限 抗 拉 强度	弹 性 模 量 及 波 桑 比
		然 度	重 重			缩 性	塑 限	缩 性	胀 性		然 坡 度	化 性					
预 测 露 天 采 矿 场 边 坡 角 岩 层 的 性 状 及 边 坡 的 稳 定 性	砂性土	△	△	△	△					△	V						
	粘性土	V	V	△	△	△			△	△	V						
	半坚硬 岩 石	V	V							V		V	V	V	V		
	坚 硬 岩 石		V										V	V			
评 价 作 用 于 拟 建 巷 道 支 架 上 的 地 层 压 力 和 地 下 坑 壁 的 稳 定 性	砂性土		V														
	粘性土	V	V	△	V	V	△	V	V	△	V						
	半坚硬 岩 石	V	V							△		△	V	V	△		△
	坚 硬 岩 石		V									△	V		△	△	△

注：V—表示必须进行试验项目。

△—表示根据具体情况确定做的项目或者选择部分样品做试验。

4.矿石体重测定：矿石体重系矿石单位体积的重量。其样品应按矿石类型和品级分别采样，并照顾到品位和分布的代表性。体重样可分两种：小体重测定，其数量每一类型不少于 20~30 个；大体重测定，一般每类型为 1~3 个。当矿石的裂隙发育、松散多孔，需要用大体重校正小体重以后才能参与储量计算时，



大体重样要多做几个；当矿石物质成分均匀、结构致密时，大体重样可以少做。大体重样是在坑道、探槽、浅井或开采场采取，采样时应先将矿体表面铲平，尽可能凿取一个正方形或矩形的体积，应准确地测量其体积。一般规格不小于 0.125 立方米。用取下来的矿石重量（P）除以体积（V）即为大体重（D）

$$D = \frac{P}{V}$$

小体重样是在探槽、浅井、坑道及矿心中采取，体积一般为 60~120 立方厘米。测定的方法在野外常用封蜡排水法。分别测定干燥矿石重量（P<sub>1</sub>），封蜡矿石体积（V），封蜡后矿石的重量（P<sub>2</sub>），蜡的比重（d）求得矿石的体重为（D）。

$$D = \frac{P_1}{V - \frac{P_2 - P_1}{d}}$$

如果要根据品位与体重的相关的关系进行储量计算，则每个体重样还需做化学分析。

5.湿度测定：一般对盐类及疏松和多孔隙的矿石必须进行湿度测定，按不同矿石类型和季节分别采样，样品重量一般为 300~1000 克。测定时将采出的样品立即称重（P<sub>1</sub>），然后烘干至恒重（P<sub>2</sub>），按下列公式求得湿度（W）

$$W = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$$

若用矿石湿度（W）校正矿石体重时，计算公式如下：

$$D_1 = \frac{D (100 - W)}{100}$$

式中 D<sub>1</sub> 校正后的矿石体重，D 湿矿石体重，对湿度不大的矿石可不进行校正。

6.孔隙度测定：矿石孔隙度是矿石中的总孔隙容积与矿石总体积的比率，对疏标的盐类矿床及氧化的多金属矿床（如铁帽）必须测定孔隙度。采样要注意保持矿石的原始状态，吸干其水份后测定，一般测定方法有：

（1）根据矿石的体重（ $D_2$ ）和比重（ $D_1$ ）按下列公式求得矿石的孔隙度（ $K_n$ ）

$$K_n = \left(1 - \frac{D_2}{D_1}\right) \times 100$$

（2）将保持原始状态的干燥样，切成规则的形状，量其体积（ $V_1$ ）样品，经破碎成细块，全部放入装有煤油的量桶中浸泡，量桶内增长的体积为矿石的实体体积（ $V_2$ ）用下列公式求得孔隙度  $K_n$ 。

$$K_n = \frac{V_2}{V_1} \times 100$$

（3）将已测得体积（ $V_1$ ）样品，经破碎成细块，全部放入装有煤油的量桶中浸泡，量桶内增长的体积为矿石的实体体积（ $V_2$ ）用下列公式求得孔隙度  $K_n$ 。

$$K_n = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \times 100$$

7.矿石松散系数测定：一般是在采取加工技术试验样品，或在掘进坑探工程量进行测定，同时记录爆破技术条件。其公式如下：

$$K = \frac{V_2}{V_1}$$

K 为矿石松散系数： $V_2$  矿石松散后体积； $V_1$  样品采空体积。

8. 矿石块度测定：一般与测定松散系数同时进行。块度测定及分级划分，应根据不同矿种及矿石的不同工业用途与工业部门联系确定。

测定方法是將爆破后的矿石碎块中，大于 50 毫米的用手选出，进行分级；块度小于 50 毫米的用各级筛子分选，然后分别称其重量，求得各级块度的重量占总重量的百分比即得。

一般情况块度直径分为七级，I 级  $<5$  毫米，II 级 5~10 毫米，III 级 10~25 毫米，IV 级 25~50 毫米，V 级 50~100 毫米，VI 级 100~200 毫米，VII 级  $>200$  毫米。

9. 岩矿石（土）物理力学样的采取，按不同岩矿石（土）特征考虑其影响物理力学性质的因素，如矿物成分、粒度、结构、裂隙的发育程度及风化程度分别采取，重点放在矿体的上下盘。

采样的代表性，首先要反映各种岩矿石（土）的主要特征。岩石样要尽量保持原状结构。对原状土样必须保持不受扰动而破坏其结构（尽量避免用动力钻采样），并保持天然湿度。

岩矿石物理力学性质试验样品的规格、数量和要求，见表十。





凡是委托实验单位制件的试样，送样时必须满足试验项目制件的规格（一般要比制好的试件大 1~2 厘米）和数量要求。

取原状土样（包括软泥岩层如泥质岩、半风化及裂隙发育的岩石）进行土工全项试验时，可在探槽、浅井、坑道中进行采样。规格 15×15×15 厘米或 20×20×20 厘米。若进行单项或几项试验，可根据具体情况适当减少。试样采后应在样上刻划上下方向的记号，用棉纱包好，并用蜡封，再标明上下方向。





如果只要求做颗粒分析、可塑性、比重等试验，可以取扰动土样，其重量要求是：颗粒小于 2 毫米的，一般重量为 500~1000 克；颗粒大于 2 毫米，其含量为 10~30% 时，应送 2000~3000 克。

送样要求：试样采后，必须编号，注明受力的方向或层面上下方向，在装箱时应用木屑、谷糠、稻草……等软物垫好，以免碰坏，软硬试样要分别装箱，土样采集后要防止太阳暴晒，要及时送试验单位。送样时必须附有送样单，其内容包括工程号、样号、采样深度、采样方法、岩矿石（土）野外描述及定名，同时提出试验项目和要求。





表十 室内岩石力学试验试件的规格和数量

试验项目	试验方法	试验条件		试验技术条件		
		受力方向	试验状态	形状示意图	试件尺寸要求	数量
极限抗压强度	单向	压力⊥于层（片）理面或天然水平面（即平行于岩心轴向）	风干		立方体： 边长为5—7厘米	3
			干燥			3
			饱和			3
		压力平行于层（片）理面或天然水平面（即⊥岩心轴向）	风干		圆柱体： 直径等于高且大于5厘米	3
			干燥			3
			饱和			3
抗拉强度	劈裂法	拉力平行于层（片）理面或天然水平面（即垂直于岩心轴向）	风干		立方体： 边长为5—7厘米	3
			干燥			3
			饱和			3
		拉力⊥于层（片）理面或天然水平（即平行于岩心轴向）	风干		圆柱体： 直径等于高，且大于5cm	3
			干燥			3
			饱和			3

续表

试验项目	试验方法	试验条件		试验技术条件		
		受力方向	试验状态	形状示意图	试件尺寸要求	数量
抗剪切强度	单向	剪切力垂直层（片）理面或天然水平面	风干		长方体： 3×1.5×6厘米	3
			干燥			3
			饱和			3
		剪切力平行层（片）理面或天然水平面	风干			3
			干燥			3
			饱和			3
抗剪断强度	变角板法	剪应力垂直层（片）理面	风干		立方体： 5×5×5厘米	12
			干燥			12
			饱和			12
		剪应力平行层（片）理面	风干		立方体： 5×5×5厘米	12
			干燥			12
			饱和			12

续表

试验项目	试验方法	试 验 条 件		试 验 技 术 条 件			
		受 力 方 向	试验状态	形 状 示 意 图	试件尺寸要求	数量	
弹性模量及波桑比		压、应力垂直于层(片)理面或天然水平面	风 干			长方体: 5×5×10厘米	3
			干 燥				
		压、应力平行于层(片)理面或天然水平面	风 干				3
			干 燥				

注：关于岩石物理力学性质样品的规格、数量及要求，应根据有关实验单位的要求和具体设备情况而定。

## 第六章 水晶、石棉、云母采样

### 水晶采样工作

水晶矿石是天然的石英晶体，常以晶洞或晶巢形式赋存于石英脉、石英——方解石脉、伟晶岩脉等地质体内，或呈砾石状态分散在次生堆积层中。晶洞的大小、含水晶的数量和质量，以及晶洞和晶体砾石的分布和富集情况，没有明显的规律。因此，水晶矿床属于品位变化不均匀的矿产之一。

按水晶的工业用途可分为：压电水晶、光学水晶、熔炼水晶和工艺水晶。普查勘探工作中，一般不作光学水晶和工艺水晶的采样、选矿、分级等工作。

压电水晶是直接应用水晶晶体中的单晶块。熔炼水晶主要利用其纯度很高的二氧化硅。所以对水晶样品主要是通过技术鉴定确定其晶体类别、技术品级和可用程度等。

水晶矿床的品位，是以单位体积内含压电水晶或熔炼水晶的

数量计算的。以克/立方米表示。

## 一、水晶采样的目的

采样是在矿体内采取一定体积而有代表性的水晶样品，并将取出的水晶进行选矿加工、鉴定分级，确定水晶晶体或砾石的质量、技术品级和含晶率、计算含晶品位，作评价矿床和储量计算的依据。

水晶采样，应解决下列问题：

1. 确定水晶矿石类型和晶体的质量，以及鉴定水晶体的一般缺陷及结晶学上的特点。压电水晶的单晶大小，以及技术等级；熔炼水晶技术等级；压电和熔炼水晶占水晶毛矿的比例等。

2. 确定各种类型水晶矿石的含晶品位和变化规律，为圈定矿体和计算储量提供资料。

3. 研究水晶矿床的含晶特点，水晶的成矿地质条件和水晶晶洞（或砾石）的富集规律。

## 二、水晶采样方法和要求

1. 水晶采样是用全巷法。就是将采样工程中所挖到的水晶晶体或其水晶砾石全部取出作为样品，即在采样工程中进行无间隔连续采样或分段连续采样。

水晶采样工程有两类：

坑探工程：即探槽、探井、坑道，是水晶采样常用的手段。

试验工程：即挖掘较大体积的采样坎、样槽和露天采场等。它是对含晶品位变化较大的矿床，使用的补充采样手段。

2. 水晶采样工程的布置，必须根据矿体含晶品位变化，矿体的大小和产状形态等因素进行，以取得有代表性的品位资料为

原则。

(1) 采样工程布置的方向：采样工程方向，一般必须与矿体品位变化最大的方向一致。有时在矿体中为了更准确的获得含晶资料，需要布置沿脉采样。采样工程按勘探线布置。

(2) 采样工程规格的大小：当原生矿含晶晶洞或资生矿晶体砾石分布较稀，变化较大、或品位较贫时，若用小断面坑探工程（如探井、坑道）采样，因样品的体积小，故经常出现落空现象（即取不到水晶），造成漏矿或圈定评价矿体的错误，因此采样工程规格的大小，应能对晶洞或晶体砾石作出正确评价为原则。

(3) 采样工程的间距：主要由矿床含晶品位变化、矿体形态和规模大小而定。一般为 20~40 米。普查阶段主要是确定含晶性，因此应在认为含晶较好的地段布置工程。

(4) 采样体积比例：是指计算某一级别的储量，取得相应的代表性品位，应采出的矿体体积占整个矿体（或块段）体积的比例。样品总体积多少，是标志平均品位可靠程度的重要条件。一般可按下列要求：

含晶品位稳定的矿床——含晶晶洞分布较密而均匀的原生矿和一般水晶砂矿，样品总体积大致占矿体（或块段）体积的 1~3%。

含晶品位变化中等的矿床——品位变化中中等的原生脉带或大型含晶脉，和品位变化较大的水晶砂矿。样品总体积大致占整个矿体（或块段）体积的 3~5%。

含晶品位不稳定的矿床——多晶洞含晶脉或矿脉带，晶洞分布变化很大，样品总体积大致占整个矿体（或块段）体积的 5~10%，或者 10%以上。

单晶洞和少晶洞的含晶体——对只含一个或少数几个晶洞

的伟晶岩脉、石英脉等，在普查勘探阶段很难得到可靠的品位，只有对它开采一部分或在部分，甚至全部采出，才能查明矿体的含晶情况。对这类矿体的采样工作，就是边探边采。

关于矿床的采样体积比例，以及采样工程密度，必须根据矿床的实际情况灵活掌握。

### 三、采晶

采晶是水晶采样工作中的一个重要环节。是将晶洞或砾石层中的水晶晶体或水晶砾石或碎片，完整无损的全部取出来，作为原始样品。

#### 1. 采晶工作的要求

(1) 在采样工程掘进中，对原生矿所遇到的晶洞和矿脉中零散晶体，砂矿中水晶砾石和晶体碎块，必须全部取出，不允许遗漏。

(2) 采晶时要严格区分工程内水晶与工程断面以外垮进来的水晶，不能混乱。对工程外的水晶应予以回收，不作样品计算品位。

(3) 完整晶洞的采晶，必须先周围掘进，使晶洞突出后，方可由外向里破分、由上而下取出晶体或晶簇。不准在晶洞内部用铁器打断晶体。

(4) 水晶晶体或晶体砾石采出后，按划分的样品单位，分别进行称重、编号、登记、妥善保存。

#### 2. 护晶工作要求

(1) 采样工程掘进时，对爆破工作必须加强管理和控制。一般在含矿地段禁止深眼爆破，晶洞附近一般禁止爆破。保护晶洞不受破损。



(2) 发现晶洞，应尽量当日采完。未采完的晶洞要加以看管。

(3) 必须指定专人负责样品的采取和管理的工作，防止混乱和丢失。

(4) 在水晶样品采集、称重、运送过程中，防止温差过大，并避免晶体互相撞伤，防止混乱。

凡是发生炸乱晶洞，或晶体严重打坏撞伤，混乱丢失等，如果无法补救，严重影响工程品位计算者，采样工程作报废处理。

### 3. 采晶中的漏晶检查

采晶之后的废土或废矿渣，应进行检查复采。检查比例根据采晶情况决定。一般探井、坑道全部复查，样槽、样坎应复查10~20%，如果漏晶严重者，必须将采样工程的废土和废碴全部重采。

## 四、水晶选矿与加工

水晶的选矿与加工主要是通过手选进行的，是对采出的水晶毛矿石，经过初选和精选两个工序，去其废料，将其中可做压电水晶和熔炼水晶的晶体，全部选取出来，即将水晶毛矿通过选矿加工成为工业原料。

### 1. 初选工作

对水晶毛矿石进行初选的挑选，清除不能利用的乳白色完全不透明的晶体或砾石。将比较透明的晶体或砾石碎块（透明度大于10%）全部选出来。这一工作可在阳光下进行。如果晶体表面有泥土污染，需要洗矿，要注意水和晶体所在环境的温差以不超过5℃~10℃为宜。

### 2. 精选工作

水晶的精选工作，是对初选出来的水晶晶体或砾石，逐块进行打选和技术鉴定，在不影响单晶的情况下，打去不可用部分，选出合乎压电和熔炼技术标准要求的水晶。

压电水晶的精选，必须在 200~300 瓦灯光下进行。以鉴定晶体中的各种缺陷，确定单晶的质量。

熔炼水晶的精选，可在 200 瓦灯光下，有时也可在阳光下进行，以便确定它的透明程度和去掉含有的杂质。

### 3.打水晶断口的注意事项

在选矿过程中，特别是在水晶的精选和鉴定分级阶段，为了观察晶体内部质量及其缺陷的分布，以及尽可能打去晶体上无用部分，又不要把无用部分保留过多。

下列情况允许打断口

(1) 晶体中有较多的无用部分时应将其打掉，并打到不损坏可用单晶的程度为止。

(2) 晶体表面有双晶，节瘤等缺陷时，为了解缺陷的影响程度，可在晶体的头部或柱棱打小试验断口。

(3) 在单晶尺寸等于或大于  $12 \times 12 \times 12$  毫米晶体中，分别出现有小于  $12 \times 12 \times 12$  毫米的单晶部位时，可以在不损害前者的前提下把后者除掉。

下列情况不允许打断口

(1) 继续打断口将会影响  $12 \times 12 \times 12$  毫米的单晶部分。

(2) 晶体中缺陷部位与缺陷部位交错出现，若打去缺陷部位会损坏到  $12 \times 12 \times 12$  毫米的单晶部位。

(3) 晶体中有裂隙，特别镜面裂隙，如再打断口会使裂隙扩伸而影响到单晶部分时，一般不应再打断口。

### 4.选矿加工的质量检查

为保证水晶选矿的质量，防止在选矿工作中损、漏可用水晶，

必须进行。其检查内容：

- (1) 是否将压水晶打成熔炼水晶，或为废料。
- (2) 是否将可作为等内的熔炼水晶降为废料。
- (3) 是否有打坏、打伤压电水晶或损坏单晶部分的现象。
- (4) 是否有打碎熔炼水晶。或剥皮过厚，使选矿加工损耗过多，降低出成率的现象。

上述问题严重者，应列为选矿事故进行处理，无法挽救时，样品报废。

## 五、水晶的分级

水晶分级的目的，是确定水晶矿石的工业用途，以及各类矿石的可用程度和技术品级。压电水晶和熔炼水晶的分级要求如下：

### 1. 压电水晶

(1) 压电水晶的技术要求：压电水晶是具有压电效应性能的水晶。晶体中含有  $12 \times 12 \times 12$  毫米的单晶部分，为压电水晶工业原料；晶体中出现的道芬双晶、巴西双晶、节瘤、裂隙、绵、包裹体（固体、液体、气体）等，影响压电性能，是压电水晶晶体的缺陷，有缺陷部分，不能作为压电水晶工业原料；另外，考虑到工业技术的发展，单晶部分等于或大于  $8 \times 8 \times 8$  小于  $12 \times 12 \times 12$  毫米的单晶，亦作为压电水晶工业原料保留。

(2) 压电水晶工业原料的技术品级，按有关单位颁发的现行技术标准执行。

### 2. 熔炼水晶

(1) 熔炼水晶的技术要求：凡是透明的水晶晶体或其碎块均为熔炼水晶。但是其中不允许含有矿物包裹体，不允许表面粘

附有矿物和杂质，不允许带有紫色、黄色，一级品不允许带墨色。

(2) 熔炼水晶工业原料的分级：按有关单位颁发的技术标准执行。

### 3. 水晶分级的内部检查和外部检查

为了确定压电水晶样品分级的可靠程度，和分级误差大小，在各品级中应抽取有代表性的样品，进行内部和外部检查。内部检查是在队内分级过程中互检，和有计划的抽查。外部检查，应按规定数量，送指定单位进行。如超出规定误差范围时，必须查明原因，将样品部分或全部返工、重新分级。

熔炼水晶样品分级的检查，一般在队内作抽查，需要时可进行外部检查。

## 六、水晶的实验鉴定

为了研究水晶的形成条件，和水晶晶体的质量，以及对于某些在选矿分级中有怀疑的晶体，应根据需要进行某种实验鉴定。

### 1. 压电水晶的实验鉴定

(1) 氢氟酸腐蚀：对于辨认不清的晶体、节瘤或双晶等，应做氢氟酸腐蚀，并以腐蚀象为准。如鉴定节瘤，一般室温 15~20℃，用浓度 40% 的氢氟酸腐蚀 6~8 小时左右，出现乳白色疏松状、针状者为节瘤。反之，不算节瘤。

(2) 显微镜下鉴定：对于晶体中包裹物的分布状态，特别是固体包裹物的种类，以及晶体的双晶等，或磨制水晶片，或打取自然晶片，进行镜下鉴定。

(3) 水晶测温：研究水晶生成温度，选择有代表性的晶体，按需要的部位切取晶片，测其气、液泡的形成温度。目前常用的方法为气液泡的均匀法。

## 2. 熔炼水晶的化学分析

有时为了检查熔炼水晶二氧化硅的纯度，查明二氧化硅及其右杂质种类和含量，需要进行化学分析。杂质分析项目主要为：铁、锰、钙、铝等。有时根据用途需要做某些特殊项目的分析。如用于控制单晶硅的钳锅，除分析上述一般项目外，还要做硼的分析。

## 七、水晶样品的保管与处理

1. 在矿区（或矿段）地质勘探报告批准之前，压电水晶样品，必须按照样品编号，登记造册，妥善包装和保管。勘探报告批准之后，可按国家规定的购销渠道出售。但是，经收购单位验收发现样品与原分级结果误差较大时，应该停止出售，检查原因，予以处理。

2. 在矿区勘探报告批准之前，按规定已做了内检和外检的熔炼水晶样品，分级质量合乎要求，品位资料齐全者，也可以出售。

## 石 棉 采 样 工 作

石棉采样的目的：为了测定矿石中各级含棉率及总含棉率，用以圈定矿体计算储量；研究矿石的加工技术性能和石棉的物理性能；研究矿床开采技术条件，以便确定石棉的工业用途及经济价值；以及研究矿床成因及生成地质条件。

### 一、含棉率样品的采取

1. 含棉率样品的采样方法：有刻槽法，剥层法，全巷法及矿心采样。采用哪种方法系根据矿床类型，棉脉类型、矿化均匀程

度而定。一般刻槽法应用最广。

2.采样规格：刻槽样的断面规格决定于棉脉类型、棉脉分布的均匀程度、石棉纤维长度及要求矿样的重量大小等。

根据以往试验的数据，一般可采用以下规格：对横纤维单式脉及复式脉石棉矿石，样槽断面规格采用  $10 \times 10 \sim 20 \times 20$  厘米；对横纤维和纵纤维网脉石棉矿石，样槽断面规格采用  $30 \times 20$  或  $30 \times 30$  厘米。如石棉纤维很长，采样规格应适当大些。

对于变化大的网状脉，常用剥层法采样，剥层法规格主要决定于棉脉类型、矿化特征和勘探工程的断面规格，一般样品宽度  $50 \sim 150$  厘米，深 20 厘米。全巷法采样是用于检查对比其他采样方法。

3.样品长度和样品间距：确定采样长度时，一般考虑矿化均匀程度、矿体厚度、矿石结构、棉脉类型及矿床工业指标等因素。根据矿石的不同类型，分别采取，在同一类型中，棉脉分布较厚时，可采用连续采样，但不能跨越类型。根据过去经验数字常采用：

白云岩型矿床：采样长度  $0.5 \sim 2$  米

超基性岩型矿床：采样长度  $2 \sim 4$  米

矿心采样长度，一般  $5 \sim 10$  米，最长不超过 10 米。为保证样品重量满足加工的需要，对矿心不进行劈分（全部送加工室进行加工）。且穿过矿体的钻孔其口径一般不小于  $90 \sim 110$  毫米。

沿脉坑道采样需在掌子面上，或坑道顶板，垂直于矿体延伸方向采取，其间距可根据含棉率的变化而定，通常  $3 \sim 5$  米即可。探槽采样必须把风化面清除，挖出新鲜的石棉脉进行采样。

## 二、含棉率样品加工

1.加工方法：含棉率样品加工是通过机械分析，确定矿石含棉率的基本手段。在样品加工时，一般可把样品手选成富矿组及贫矿组两部分；富矿组是从样品中选出含脉石量很少的长纤维石棉和块状石棉；贫矿组是样品的其余部分。富矿组直接送室内净化分级，一般不必缩分，如果重量达 10 公斤以上时，在选出三级绵后，可以酌情进行缩分。贫矿组的样品加工分室外加工和室内加工两步，室外缩分是把样品缩减到适合室内加工所需要的重量。室内加工则可以分级确定含棉率。样品加工的基本程序是：称重、干燥、碎矿、缩分和选棉分级五个步骤（如图 1、2、3）。

第一、称重：从现场采出的石棉样品，按贫富矿组分别称重；在室内加工时，干燥、缩分前后、精选分级后的各级石棉，必须称重。

第二、碎矿：为了使石棉纤维与矿石分离，提高选棉分级效果，在加工缩分以前，对原样品应经过日晒或烘干。当选六、七绵时，矿石湿度较大影响除尘，还须进行烘干。

第三、碎矿：为了使石棉在加工过程中减少破坏损失，在破碎前应先将自由棉筛出，并注意选择合适的加工设备，在工作中不断总结经验，目前常用的颚式破碎机和辊机。

第四、缩分：过去缩分样品，一般按  $Q=Kd^a$  公式进行。式中  $Q$  为缩分后的重量，以公斤表示； $d$  为样品的最大颗粒直径，以毫米表示； $a$  为经验系数，一般采用 1.8（有的同志建议也可采用 2）； $K$  为缩分系数，一般采用 0.1。

第五、选棉分级：选棉可分为机选（较少用）和人工抖选两种。人工抖选是将样品倒在筛中，经振动使厂棉浮集在一起，用手或毛刷选出石棉后，再倒入簸箕中进行抖选（抖动）分离出砂

粒。每级棉都需用同级筛进行净化，除去粉尘、砂粒及非本级石棉。

含棉率是指样品中纯石棉与矿石的重量百分比，应分级计算含棉率和总含棉率。

2.衡量样品加工精度的标准是：平行加工成果的绝对或相对误差；内检结果的绝对误差或相对误差；加工选出的各级石棉纤维经标准筛检验粉尘含量允许范围。前两者可以确定样品的偶然误差，后者可以确定样品的系统误差。样品加工允许误差范围见表十一。各级石棉纤维在标准筛上的允许粉尘含量见表十二。



# 贫矿组野外加工流程示意图

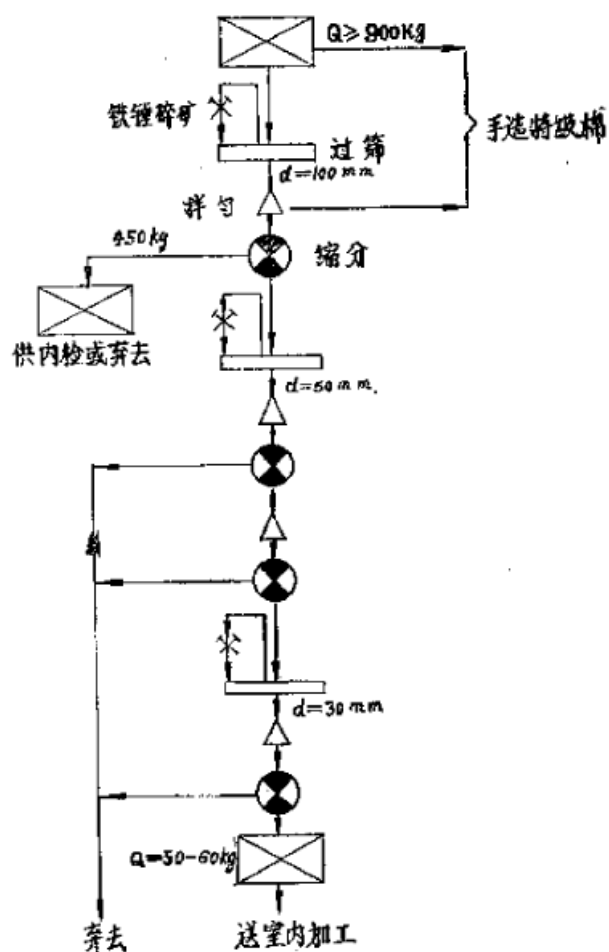


图 1

贫矿组室内加工流程示意图

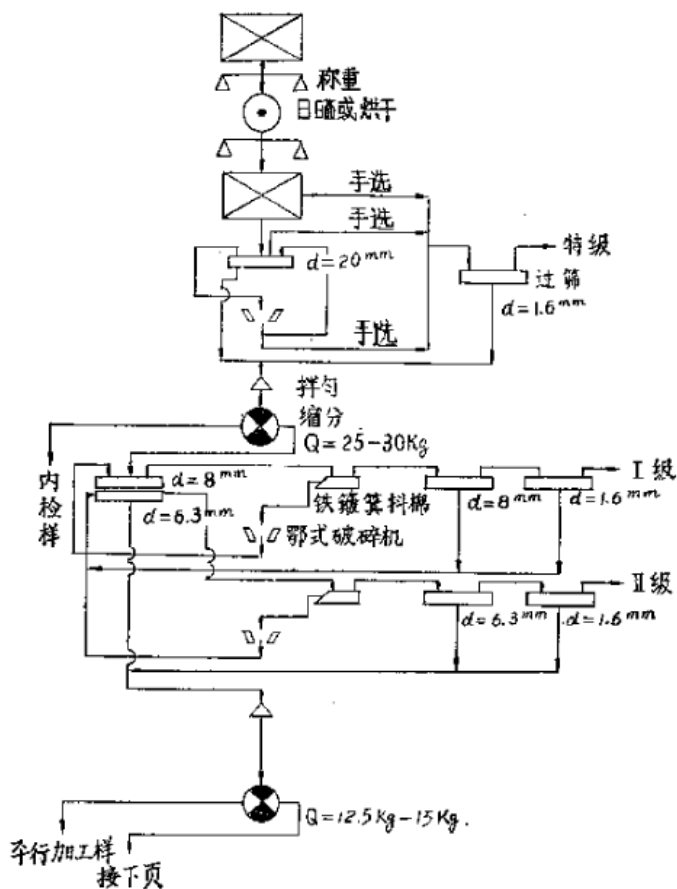


图 2a

贫矿组室内加工流程示意图

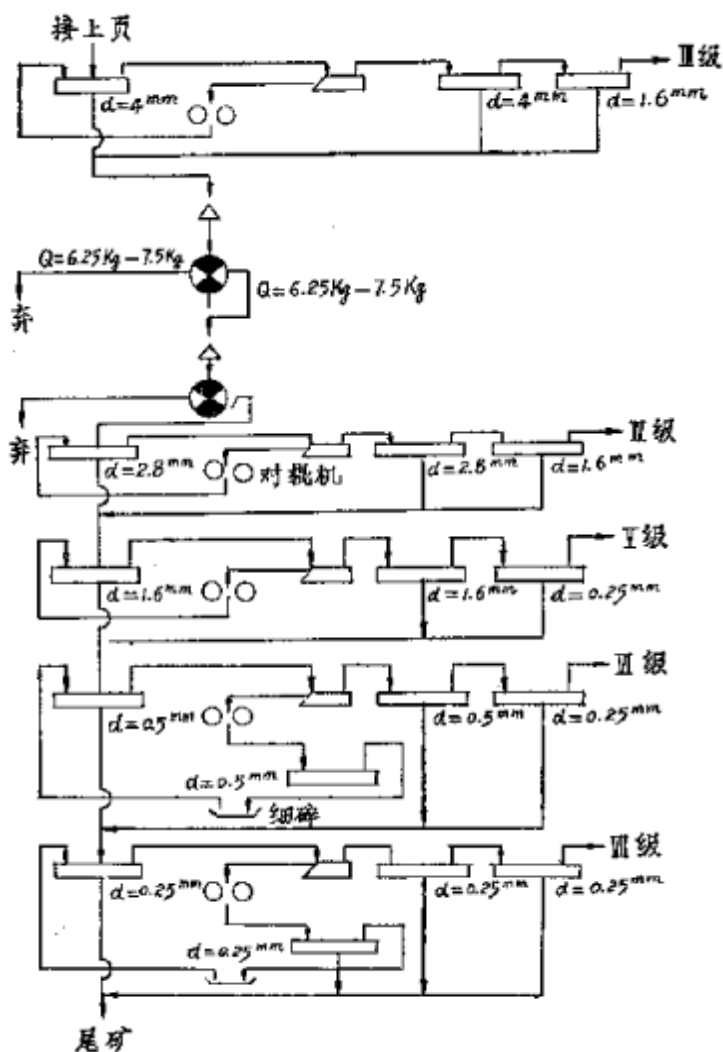


图 2b

富矿组室内加工流程图示意图

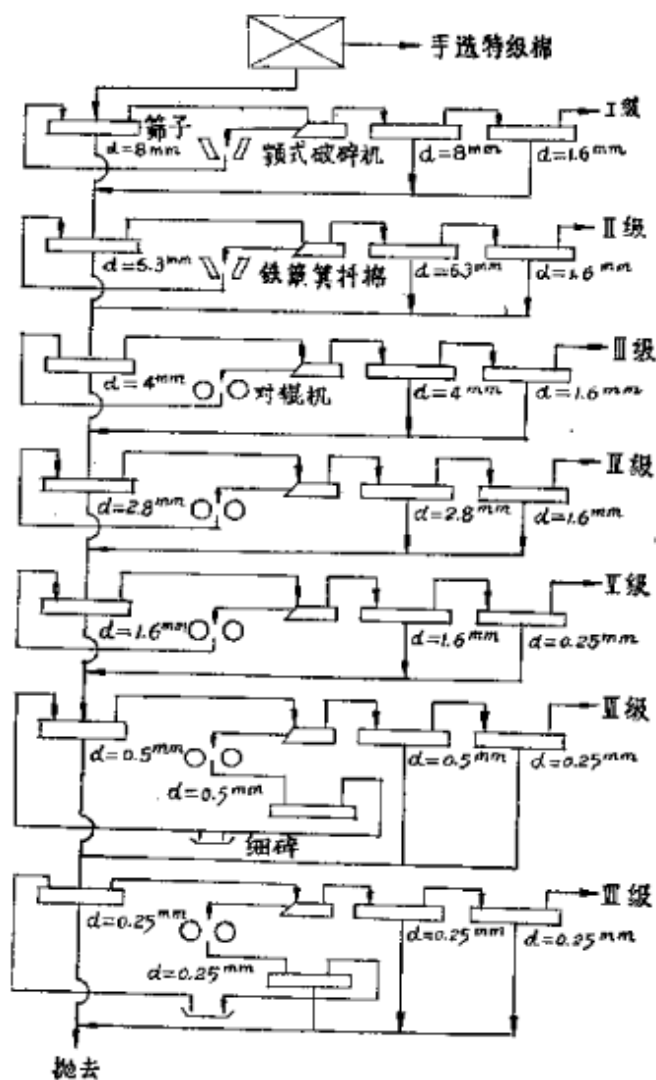


图 3

表十一 平行加工及内检样品的绝对及相对允许误差表

样品含棉率%	允许相对误差%	允许绝对误差%
<0.49		0.1
0.5~0.99	15~25	
1.0~4.99	10~15	
>5	5~10	<±0.5

表十二 各级石棉纤维在标准筛上的允许粉尘含量表

石棉分级	1	2	3	4	5	6	7
第二套筛满底粉尘(%)	2	3	4	5	8	10	20

在加工初期,对含棉率样品需要进行 50~100%的室内平行加工。平行加工是从室内加工第二次缩分时开始的,随着操作技术水平的提高与统一,比数可以逐步下降,其下降幅度应根据实际情况自行确定,以能分期分批的保证不超过允许误差范围为原则。当进行 100%平行加工时,只对超差的单样进行返工,当平行加工样品比数减少时,如果平均误差在允许范围以内,可以只返工平行加工样品中超差的单样,如果平均误差超出允许范围,除返工超差的单样外,对未平行加工的副样均应继续加工,同样对超差者也返工。

对于室内加工均应进行内检,室内加工的内检一般是从室内第一次缩分时开始的,当样品有室外缩分阶段时,则应有 2~3%的内检样品从室外第一次缩分时开始,内检样品总数应为样品总数的 5~10%,内检样品应均匀按比例在不同的加工阶段、不同的地质块段或工程、不同的棉脉类型或品位的加工样品抽取。

石棉纤维的标准筛检验,是对样品加工选出的各级石棉纤维经标准筛检验其粉尘含量,以保证各级绵的净化纯度。

标准筛由六个不同孔径的筛子组成,共分两套。第一套筛自上而下孔径分别为 12.7 毫米、4.6 毫米、1.35 毫米,其下还有一层密底收容器。第二套筛自上而下孔径分别为 0.7 毫米、0.4 毫米、

0.25 毫米，其下也有一个密底收容器，以接收筛下物料。

各级石棉检验重量为 150 克，置于筛中筛析。筛动频率为每分钟 300 转。第一套筛振动两分钟。将 1.35 毫米筛下物置入第二套筛上筛析，第二套筛振动五分钟。然后称重各层筛上物及收容器（满底）内的筛下重量，从石棉中选出砂石，计算出它们的重量百分比。

送检验的各级棉可以用组合样，参加组合的每一单样的重量应相等。

### **三、野外石棉质量鉴定方法**

通过石棉的外观特征及简易方法鉴定，可初步评价其质量的好坏。

在野外采块状石棉，用手将石棉块拨开，如纤维呈油脂丝绢光泽，细而柔软，其劈分性能就好；如纤维呈玻璃光泽，又粗又硬，则**劈分性能差**。

野外定性评价石棉的机械性质，将直径 1.5 毫米没有分裂的石棉纤维束，用两手各捏一端，反复折五次，用力一拉，不断者为机械强度高且韧性好。一折即断，或折五次一拉即断者，为机械强度低的性脆石棉。

一般情况劈分性能好、机械强度高、韧性好的石棉，在工业上使用价值较大。

### **四、石棉物理技术性能试验及采样**

1.物理技术性能试验采样的目的，主要是确定石棉的矿物种属、物理性质及化学成分，为研究矿床、确定石棉的工业利用途径提供资料。

2. 试验样品采集要求, 在矿区普查勘探过程中, 为研究石棉纤维的矿物种属及物理性能, 应采样测定石棉纤维的机械性能(坚固性)、耐化学腐蚀性(耐酸、耐碱性)、导热性、耐热性、比重和电绝缘性。

样品采取原则, 在同一矿体内按石棉脉类型分别采取。对测定机械性能和电绝缘性的试验样品, 应采取原状石棉样, 要求纤维长度大于 20 毫米, 保持原有结构的块状棉或原纤维束, 样品无风化变质现象, 重量 200 克左右。

比重、耐酸性、耐碱性、导热性、耐热性及矿物种属样品, 可用一般手选棉。样品要有代表性, 无风化变质现象, 含脉石、泥土、杂质较少等的洁净石棉, 重量为 2 公斤左右。

试验样品数量, 一般每个矿区采取石棉物理技术性能试验样为 15~20 个; 测定石棉种属的样品为 5~10 个。

### 3. 石棉种属的测定及测定项目

石棉种属的测定, 是通过对石棉纤维进行化学分析、光学性质、X 射线衍射、差热分析、比重等项的测定而确定的。

化学分析项目为  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{O}^+$ 、 $\text{H}_2\text{O}^-$ 、灼失量等。要求百分含量总和不低于 99.5%, 不高于 100.75%。

### 4. 物理技术性能测定:

(1) 比重: 比重不仅是鉴定矿物的特性常数之一, 而且是宇宙航行工业利用石棉原材料的重要物性指标。测定方法是采用静水力学称重测定, 进行双份平行试验, 取其平均值, 其绝对误差不超过 0.02。

(2) 机械性质测定: 主要测定原石棉纤维束的抗拉强度、拉伸弹性模量和断裂伸长率, 它们决定石棉质量的好坏和工业用途。一般柔性、弹性比较好的其抗拉强度也较高, 结晶水含量低

的脆性较大。石棉强度目前尚未有适当指标。

用电子万能材料试验机或纤维测力机（后者只用于测抗拉强度）测定石棉的机械性质，其测试条件为：试验截面积控制在  $0.02 \text{ mm}^2$ ，受拉长为 5 毫米，加荷速度为 5 毫米/分（纤维测力机也可用 5 毫米/秒）每个样品不少于 15 次测定，用正常抗断结果的算术平均值。对拉伸弹性模量和断裂伸长率，有条件的也可测定。

（3）耐酸、耐碱性测定：通过对石棉的腐蚀量的测定，评价其耐酸、耐碱性能，酸、碱腐蚀量越小，耐酸、耐碱性能越好。

采用 20%浓度的盐酸（或氢氧化钠）溶液，在  $100^\circ\text{C}$  的水液中煮 4 小时，测定其酸、碱腐蚀量（%），双份平行试验绝对误差不超过 0.5%，取算术平均值。

（4）耐热性测定：通过石棉在  $100\sim 900^\circ\text{C}$  各温度下（每  $100^\circ\text{C}$  为一间隔）下热失量的测定，确定结构水大量脱出，使晶体结构破坏的温度，为耐热温度。耐热温度越高，耐热性能越好。

（5）导热性测定：通过对石棉松散纤维导热系数的测定，评价其隔热保温性能。导热系数越小，隔热保温性能越好。

一般采用圆球导热仪测定，测定热面温度不能超过  $300^\circ\text{C}$ 。取其  $300^\circ\text{C}$  范围内的 3~5 个不同温度所对应的导热系数值评定之。

（6）电绝缘性测定：通过石棉纤维纵向的质量比电阻测定，以评价其电绝缘性能，质量比电阻越大，电绝缘性能越大。

采用电阻率测试仪或高阻计（测量电阻不低于  $10^{12}$  欧姆）来测量，三份平行试验绝对误差不超过 10 的一次方，取其算术平均值。

以上对石棉技术性能的试验，由地质队采样送专业实验研究单位测定。



## 云 母 采 样 工 作

云母的种类很多,工业上最有意义的为白云母、金云母两种。云母矿的采样目的,是为了确定矿石的含矿率(品位)、品级、标号及剥分性能,以圈定矿体和进行储量计算,对矿床作出评价。对其采样方法和加工技术试验提出如下要求:

### 一、云母矿的采样方法

由于云母在矿体中分布不均匀和云母的自然晶体的大小、质量的好坏决定其工业利用价值,故要求在采样时应尽可能保护晶体的完整和求得的含矿率具有代表性,所以云母矿的采样都用全巷法。

在各种工程采样时,其断面规格(以平方米计):一般槽探为 $1\sim1.5\times0.8\sim1.2$ ;浅井 $1.2\sim1.5\times1\sim1.2$ ;坑道沿脉 $2\sim2.2\times1.8\sim2$ ;穿脉 $1.5\sim1.8\times1.8$ 。

采样长度决定于矿体厚度、矿石结构、构造及矿化均匀程度,一般采样长度为2米。如果矿体具有明显的带状构造,原则上按带分段采样,厚度小于一米的分带一般可以不必分采,但如属明显的富矿带,采用米百分率计算储量时,还应单独采样。对于矿体厚度大、结构构造简单、矿化较均匀、含矿率较高的矿体,采样长度可适当放长,也不宜超过3~4米。如果矿石结构复杂,不具带状构造或具带状构造不明显而矿体厚度又大,且矿化很不均匀,矿化程度又较低的矿体,采样长度一般不应大于1~1.5米。

坑道沿脉采样,由于其采样加工结果不参与储量计算,仅用作参考对比研究,其采样长度可予放长。

由于云母晶体大小不一,矿化均匀程度不等,以及为取得工业原料云母含矿率(品位)和各类云母加工出成率具有充分的代

表性，一般要求采样体积不少于 2~3 立方米。如矿体厚度小，矿化富集而均匀，采样体积亦不得小于 1 立方米。

在同一矿体取样时，除应按垂直矿体走向等距离布置外，还要求同类工程取样规格和体积大体相等。

采取云母样品一般都采用爆破法。为了保护云母晶体不受损坏和因爆破丢失，应合理地布置炮眼，严格控制药量，不要使用烈性炸药。

云母样品应取自新鲜岩石，经揭露后的矿体表面，其凹凸不平部分，不应超过 10 厘米。

采样体积的测定，采用量空法。一般每隔 10 厘米间距丈量一次采空壁断面（当采空体积规整时，可适当放大），分别量得长、宽、深（高）。样品体积测定，必须丈量两次，误差不超过 5%时，取两次体积的平均值进行计算。

## 二、云母样品的种类、加工和质量要求

云母矿样品依次进行加工，其成品分为：（一）生料云母；（二）工业原料云母；（三）厚片云母；（四）薄片云母。

对地质普查勘探阶段所采用的全部云母样品均应加工到工业原料云母。对每条矿脉按云母类型选取代表性的样品加工到厚片云母；对勘探矿区和大型主要矿脉，以矿区和主要矿脉为单位选取代表性样品，由本单位或委托外单位加工薄片云母，做出成率试验。加工厚片或薄片云母样品的数量，以能提供较确切的出成率和鉴定云母的质量资料为原则。

上述几种云母的质量标准要求如下：

### （一）生料云母（或称掌子面云母）

从爆破后的矿石中选出轮廓面积大于 4 平方厘米的云母称生

料云母。

## （二）工业原料云母（或称初选云母）

从生料云母中选出清除掉边缘粘着的废石，晶体两面平整并清楚表现出有效面积大于或等于 4 平方厘米的任意外形的云母，称工业原料云母。它也是矿山生产的主要产品，供制各型电工、电讯绝缘制品的初步原料。

每立方米矿石中工业原料云母的含量（以公斤计）即为含矿率（品位），作为圈定矿体计算储量的基本数据之一。为此，所有云母矿样均应加工到工业原料云母。其分类和质量标准如下：

工业原料云母分类。

**表十三 按云母晶体中轮廓面积和其中任一面的最大一块有效面积分为以下五类**

类别	轮廓面积（平方厘米）	任一面之有效面积（平方厘米）
特	200 以下	60 以上
1	100—200	40 以上
2	50—100	20 以上
3	20—50	8 以上
4	4—20	4 以上

注：各类云母晶体另一面最小有效面积不得小于 4 平方厘米。

工业原料云母的质量标准

1. 云母的有效面积是按片内所划出的最大内接矩形面积计算，矩形的边长 1: 1~1: 3。在此矩形以外的任何有效面积和无效面积均允许存在。

2. 云母晶体的厚度除楔形者最厚边的最大厚度不得超过 10 毫米外，对板状云母晶体不限。

3. 有效面积内不允许有穿孔、嵌填物、粘结、裂缝、凹入角（云母片边缘上的缺口）、皱纹（或折纹，即成折线状起伏的断面）、连生物（指黑云母或非云母矿物）和羽毛状梗子层（无数线条以 60° 或 120° 交错汇集，形似鸟羽者，有的称针枞构造）

等自然缺陷；不允许有已完全丧失弹性和挠曲性能的严重风化的云母。

4. 云母晶体不得有易于脱落和易于拆分的云母碎块。

5. 云母晶体边缘上的非云母矿物（指云母共生的长石、石英及其它各种矿物）沿径向不得超过 3 毫米；在凹入角内的非云母矿物之深度不得超过 7 毫米。

6. 云母晶体表面不得有非云母矿物和全片黑云母覆盖层。

### （三）厚片云母

将工业原料云母经过劈分和切制后，具有任意外形和厚度 0.1~2 毫米的云母产品，厚片云母是工业上用以剥制电容器用薄片和电机绝缘用薄片的原料。

厚片云母与工业原料云母的重量百分比即为厚片云母的出成率。

厚片云母的加工程序包括：剥分加工、分标号、分等级等。根据加工结果所得到的各标号、各品级的重量与厚片云母总重量的百分比即为各标号，各品级厚片的百分量，也是衡量云母矿体工业价值的重要数据。

地质普查勘探阶段对每条矿脉应按云母类型进行厚片云母加工。对大型矿脉进行深部勘探时可按采样总数的 5~10%，最低不少于 3~5 件，样品应采自不同矿体类型、块断和深度。中、小型矿脉可选 1~2 件有代表性的样品进行加工。进行厚片云母加工的不同规模矿脉的样品件数，以能提供各类厚片云母出成率的较确切资料为准。

### 厚片云母的标号

按厚片云母内最大内接矩形面积分为以下九个标号（或型号），该矩形的边长比为 1: 1~1: 3。<sup>（注）</sup>

表十四

标号名称	特号	1	2	3	4	5	6	7	8
标号面积 (平方厘米)	>230	155~ 230	90~ 155	65~ 90	40~ 65	20~ 40	10~ 20	6~10	4~6

注：可供加工锅炉水位计云母的厚片云母的矩形边长可不受此限（锅炉水位计云母规格参数长 140~450 毫米，宽 30~40 毫米，厚度 0.2~1.5 毫米）。

#### 厚片云母的分级和质量标准

分级：厚片云母按外观质量和用途分为特级、甲级、乙级。

特级：剥制优质电容器薄片云母和最优质白云母。

甲级：剥制电容器薄片云母的优质白云母。

乙级：剥制电机绝缘薄片云母的良好白云母和金云母。

特级厚片云母的外观质量条件：

1. 表面呈珍珠光释，透明，颜色一致，两面光滑。
2. 应质地坚硬、平整、允许略带波纹，不允许有重波、皱纹、交叉纹络和纽结。
3. 应无任何斑点。
4. 应无贯穿杂质、粘结、连生物、嵌填物。
5. 必须修切全部边缘的 2/3 以上。允许小于对径 1/4 的裂缝和凹入角，但各不得超过 2 处。在裂缝长度范围内允许穿孔存在。裂缝不允许伸入标号面积之内。
6. 不符合上列质量条件者，不得超过该号总重量的 2%。

甲级厚片云母的外观质量：

1. 应质地坚硬、光滑、透明、无皱纹和凹凸不平，允许有轻微的波纹。
2. 斑点不得超过云母片面积的 5%。
3. 与特级之④、⑤两项相同。
4. 不符合上列质量条件者，不得超过该号总重量的 5%。

乙级厚片云母的外观质量条件：

1. 应两面光滑，允许有波纹和轻微的皱纹。
2. 斑点不得超过云母片面积的 25%，斑点占面积的 25%~50% 者，不应超过该号总重量的 10%。
3. 与特级之④、⑤两项相同。
4. 不符合上列质量条件者，不得超过该号总重量的 5%。

注：斑点面积是在 0.02~0.03 毫米厚的薄片云母上测定的。要求每个类型和品级选 3~5 片具有代表性的云母加工成薄片以进行测定。测定方法是：将云母薄片置于边长为 5 毫米的正方形格纸上，斑点占方格面积一半以上者，标以（+）号；占一半以下者，标以（-）号；无斑点者标以 O 号。

带斑点的面积（格数）等于带（+）号的总格数与带（-）号总格数一半之和。

带斑点面积百分数，由带斑点的总格数与薄片全部总格数之比，再乘以 100 表示。

为数很多的微斑（疹斑或云雾状）的集合体，可认为全片斑点。

#### （四）薄片云母（或称净化云母）

薄片云母主要是乙级厚片云母经过剥分和裁制后的具有任意外形和一定厚度的云母产品。按其厚度分为三组，分别为 I 组：10~20 微米；II 组：20~30 微米；III 组：5~35 微米。（即 0.01~0.02 毫米，0.02~0.03 毫米，0.005~0.035 毫米）

薄片云母是工业上用于贴制云母绝缘制品用的原料。

勘探矿区和矿区中工业原料云母储量属大型的主要矿脉，应选择有代表性的样品由本单位或委托外单位作薄片云母加工出成率或合格率试验，作为评价云母在工业利用方面是否符合某项品级要求的标准和依据。

### 三、云母样品加质量检查

云母样品加工质量的高低直接影响对矿体作出正确评价，因此在加工过程中应设立样品检查组织和专人负责，以确保加工质量。

#### （一）检查标准

1. 生料云母中选出工业原料云母后，其选剩物中的工业原料云母不得超过生料云母的 3%。
2. 各类工业原料云母中的不合格率不得超过以下规定。

表十五

类 别	特	1	2	3	4
允许最大不合格率 (%)	1	2	3	4	5

3. 厚片云母的厚度不合格率不得超过 2%，表面有粘结的云母片不得超过 5%。
4. 厚片云母级别误差，特级中不符合质量要求的，不得超过该号总重量的 2%；甲级、乙级中不符合质量条件的均不得超过该号总重量的 5%。
5. 厚片云母标号误差，1~7 各标号中含次一级标号所占的重量，不得超过该标号重量的 5%；在 8 号内小于 4 平方厘米的按重量计不得超过 5%。

#### （二）检查方法

对工业原料云母抽出加工样品的 15~20%作检查样品，在每个检查样品中取出该重量的 10~20%作为试样，按要求进行检查。其中必须有一个样品作全部检查。

对厚片云母的加工质量检查，由于加工的样品件数不多，原则上全部样品均作检查，只有在经过检查未发现超差的情况下，

可以酌情减少，但每一条矿脉至少要有有一个样品。

经过检查样品，必须达到前述检查标准所列的规定要求。如果第一次检查未达到规定要求时，应再取第一次检查样的双倍数量进行第二次检查。如第二次检查仍未达到规定要求时，则应作返工处理。

每次检查均应作记录，扼要说明检查样品的数量、方法、存在问题和原因。

#### 四、技术性能试验样品

为了确定云母的物理机械性能及电工性能，在一个矿区内应按矿石的矿化类型，对有代表性的矿脉，在所采取的样品中选出1~3套有效面积大于40平方厘米的厚片云母，送委托的试验研究单位进行物理机械性能及电工性能试验。

对厚片云母每套样品应包括各品级（特、甲、乙级）云母各一件，每件样品中还应包括特、1、2、4号各种标号的云母。样品中应包括不同颜色、铁锈斑点、波纹、皱纹等不同外观质量的云母。

送样重量视要求试验项目及采样中4号以上云母的多少而定。一般其总重量不少于3~5公斤，或与被委托试验单位商定。此外应将4号以下的云母各选出10~20公斤作薄片云母出成率试验。

在样品重量充分的条件下，地质队要保有副份备查。

送样时除应附有送样单外，还应附有采样说明书，为试验单位提供简要地质情况，便于样品进行研究。

试验项目

应根据原料的用途确定，一般云母试验项目如下表。



表十六

项 目	试 验 内 容
镜下鉴定	颜色、光泽、解理、集合体、斑点性质、光性、折光率。
厚片云母	出成率试验
薄片云母	出成率试验
化学分析	全 分 析
电工性能	击穿电压，体积电阻率，表面电阻率，介质损耗角。
物理机械性质	抗压强度、硬度、体重、耐热性。