

矿石可选性试验与检查

中等专业学校教学用书
矿石可透性试验与检查
长沙冶金工业学校 成清书 主编

冶金工业出版社出版
(北京百万庄14号)

新华书店北京发行所发行
冶金工业出版社印刷厂印刷

850×1168 1/32 印张 6 字数 156 千字
1981年12月第一版 1981年12月第一次印刷
印数00,001~6,000册
统一书号: 15062·3780 定价0.61元

前 言

本书是根据1978年全国冶金中专教材会议所制订的选矿专业教学计划和“矿石可选性试验与检查”课程教学大纲编写的。根据选矿试验发展需要，本书对选矿试验中单因素优选法和正交设计作了系统的介绍。

前十章属于矿石可选性试验方法的内容；最后一章属选矿厂现场生产测定的内容。考虑到目前学生水平以及各校各地区的差异，任课教师可根据具体情况确定讲授内容。

本书由长沙冶金工业学校成清书主编，沈阳黄金专科学校赵国栋、昆明冶金工业学校李敏霞、长沙冶金工业学校刘玉生参加了编写。吉林冶金工业学校黄永贵参加了审稿工作。由于水平所限，书中遗漏及错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

一九八一年一月

目 录

前 言

第一章 绪论	1
第一节 矿石可选性试验的目的和任务.....	1
第二节 选矿试验的程序和计划的编制.....	2
第二章 矿样的采取和制备	3
第一节 矿床试样的采取.....	3
第二节 选矿厂取样.....	5
第三节 试样的加工与缩分.....	9
第三章 根据矿石物质组成拟订选矿试验方案	14
第一节 矿石物质组成研究的内容和程序.....	14
第二节 有色金属硫化矿选矿试验方案示例.....	20
第三节 铁矿石选矿试验方案示例.....	23
第四章 试样工艺性质的测定	26
第一节 粒度分析.....	26
第二节 试样比重和堆比重的测定.....	31
第三节 摩擦角和堆积角（安息角）的测定.....	34
第四节 矿石可磨度的测定.....	35
第五节 矿石硬度系数的测定.....	36
第六节 比磁化系数的测定.....	36
第五章 试验方法	40
第一节 单因素试验方法.....	41
第二节 正交试验法在选矿试验中的应用.....	47
第三节 多因素序贯试验.....	73
第六章 重选试验	80
第一节 重选试验的特点.....	80
第二节 重力分析.....	81
第三节 重选试验流程.....	89

第四节	重选试验设备	91
第五节	重选试验操作	96
第六节	重选试验结果	100
第七章	浮选试验	103
第一节	浮选试验的内容	103
第二节	浮选试验的准备及操作技术	104
第三节	条件试验	107
第四节	实验室闭路试验	114
第八章	磁选电选试验	121
第一节	磁选试验	121
第二节	磁化焙烧试验	127
第三节	电选试验	130
第九章	中间试验和工业性试验	134
第一节	概述	134
第二节	中间试验	135
第三节	工业性试验	137
第十章	试验结果的处理及报告的编写	139
第一节	试验结果的整理计算	139
第二节	试验结果的评价	146
第三节	试验报告的编写	149
第十一章	选矿工艺参数的测定和流程考查	150
第一节	选矿工艺参数的测定	150
第二节	选矿厂工艺流程考查	158
第三节	选矿厂金属平衡表的编制	169
附录1	F分布表	171
附录2	各种矿物的比磁化系数	172
附录3	矿物的导电率和介电常数	174
附录4	常用正交表	176
附录5	国产选矿试验设备目录	179
附录6	各国试验筛筛孔尺寸现行标准	183

第一章 绪 论

第一节 矿石可选性试验的目的和任务

矿石可选性试验是对矿石进行系统的选矿试验工作，根据试验的结果，判断矿石可选的难易程度，并确定应用的选矿方法、选别条件、选别流程及可能达到的选别指标。

矿石的可选性，是指在现阶段选矿技术水平上矿石中各种可能利用的矿物依靠其物理化学性质的差异，相互分选或与脉石分选的难易程度。

根据所完成任务的性质不同，矿石可选性试验，可分为：

1. 矿床评价试验 试验的目的是对矿床进行评价。对矿床的评价不仅取决于其中有用矿物含量的多少，而且要考虑其工业上利用的可能性，也就是要考虑其可选性。这种试验是在地质勘探时进行的，要求初步选定选别方法和原则流程，并推荐可能达到的选别指标。对一般矿石来说，试验室试验就可完成此项任务。

2. 选矿厂设计前的试验 试验的目的是为选矿厂设计提供所需要的原始数据，因此对矿石必须进行充分而又可靠的试验研究工作，根据矿床规模、矿石性质、选矿生产能力和选别工艺流程等不同，要求进行不同规模的试验研究工作。矿石性质简单，选矿厂生产能力不大，而且有处理类似性质矿石的选矿厂的实际经验时，实验室试验就可以完成此项任务。反之，当矿石性质复杂，选矿厂生产能力很大或采用新的选别工艺流程时，则必须进行扩大的半工业性试验和工业性试验。

3. 生产现厂的选矿试验 这是为强化现厂生产过程进行的专题性试验研究工作。在选矿厂中，为了提高精矿品位和回收率，或改进工艺流程提高设备效率及资源的综合利用等，也必须经常

进行试验研究工作。

第二节 选矿试验的程序和计划的编制

矿石可选性试验一般按下列程序进行：

- (1) 试验前的准备，包括查阅有关文献，拟订试验计划，添置和检修试验仪器设备等；
- (2) 试样的采取和制备；
- (3) 矿石物质组成和物理化学性质的研究，并据此拟订试验方案；
- (4) 按照试验计划进行试验；
- (5) 整理试验结果，编写试验报告。

矿石可选性试验工作开始前，先要拟订试验计划，目的是使试验工作有一个明确的方向，有步骤有计划的进行。当然，要求预定的方案和计划在试验过程中毫无改变是不可能的。在试验过程中总会出现一些预计不到的情况，需要修改原有的试验方案和计划，然后再按照修订的试验方案和计划进行试验。这种做法是允许的，也是合理的。

试验计划应包括下述内容：

- (1) 试验的题目、任务和要求；
- (2) 试验方案的选择，可能遇到的问题和达到的结果；
- (3) 试验的内容、步骤和方法以及各项试验的工作量和完成期限；
- (4) 人员组织和所需的物质条件，包括仪器设备、材料和经费等；
- (5) 需要其他专业人员配合进行的项目的工作量 和 要求等，如岩矿鉴定和化学分析计划等。

第二章 矿样的采取和制备

第一节 矿床试样的采取

矿石可选性试验的矿样应具有充分的代表性。影响矿样代表性的因素很多，主要的有地质因素和开采因素。在采样时必须综合考虑这两个方面的因素，才能确保样品的代表性。

一、矿石可选性试验对矿样的要求

(1) 矿样应反映出全矿床或矿床某一范围内的矿石工业品级及比例；自然类型及比例；矿物组成，结构构造，粒度嵌布特性；矿石的物理机械性质。

(2) 各品级、各类型矿样的平均品位（包括有益、有害及可供综合回收的元素）应与矿床相应范围内的各品级、各类型矿石平均品位基本一致。

(3) 在采取矿样的同时，应采取一定数量的矿体围岩及夹石样。当矿体露天开采时，夹石与围岩样的总量为矿样总量的5~10%；当矿体井下开采时，夹石和围岩样的总量为矿样总重量的10~25%。

(4) 当近矿围岩或矿体内夹石中发现有回收价值的伴生成分时，应在详细研究这些伴生成分的赋存状态和空间分布的基础上，采取代表性矿样，以便研究综合回收。

二、矿样重量的确定

矿样重量通常是根椐试验规模、设备处理能力及试验内容的多少而定。不同试验规模所需的矿样重量可参考表2-1。

三、采样点的选择

选择采样点的原则主要包括以下几个方面：

(1) 选择采样点时，应充分利用矿山已有的勘探工程和采矿工程，尽量避兔开凿专门的采样工程。

表 2-1 矿石可选性试验矿样重量参考表

试验规模	矿石类型	试验方法	矿样重量(公斤)	备 注
可选性试验	单一磁铁矿	磁 选	100~500	1.做矿床地质评价用; 2.做易选单金属矿小型选矿厂的设计依据
	赤铁矿、有色金属矿	浮选、焙烧磁选	100~300	
	多金属矿	浮选、磁浮联合选	300~500	
	含稀有、贵重金属矿	浮选、浮重联合选	按稀有、贵重金属含量计算矿样重量	
实验室流程试验	单一磁铁矿	磁 选	200~400	对易选矿石、国内有类似生产经验的均可做为设计依据
	赤铁矿、有色金属矿石	浮选、焙烧磁选	500~1000	
	赤铁矿、有色金属矿石	重 选	2000~3000	
	多金属矿	浮选、浮重联合选	1000~1500	
	含稀有、贵重金属矿	浮选、浮重联合选	按稀有、贵重金属含量计算矿样重量	

(2) 必须考虑到矿石的物理机械性质,如硬度、湿度、抗压强度、破碎程度及含泥量等的代表性。

(3) 采样点的数量尽可能多些。

(4) 尽可能选择那些包含矿石类型和工业品级等矿石特征最多、最完善的勘探工程作为采样工程,布置采样点,以减少采样工作量。

(5) 适当考虑采样施工和运输条件。在不影响矿样代表性的前提下,选择施工及运输条件较好的地方布置采样点。

四、采样方法

矿床采样的方法比较多,用于采取矿石可选性试验的矿样主要有:

1. 刻槽采样法 就是在矿体上开凿一定规格的槽子,将槽中凿下的全部矿石作为样品。槽的断面规格较小时,可用人工凿取,规格较大时,可先用浅孔爆破崩矿,然后用人工修整,使之达到设计要求的规格形状。刻槽应当在矿物组成变化最大的地方布置,通常就是厚度方向布置。刻槽的距离应保持一致,各槽的横断面应相等。

根据矿床性质不同,刻槽形状也不同。当矿化比较均匀矿体

比较规则时多采用平行刻槽，矿体不均匀时多采用螺旋状刻槽（图2-1）。

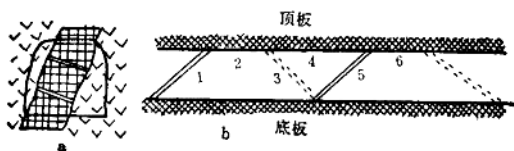


图 2-1 刻槽取样法取样位置示意图

a—平行刻槽；b—螺旋刻槽

样槽断面形状有矩形和三角形两种；槽之断面大小，视所需矿样重量及粒度而定。

2. 剥层采样法 此法是在矿体出露部分整个剥下一薄层矿石作为样品，可用于矿层薄以及分布不均匀的矿床采样。剥层采样时剥层深度一般为10~20厘米。

3. 爆破采样法 一般是在勘探坑道内穿脉的两壁、顶板上，按照预定的规格打眼放炮爆破，然后将爆破下的矿石的全部或缩分出一部分作为样品。此法用于要求试样量大以及矿石品位分布不均匀的情况，并且仅用于采取工业试验样品。

4. 岩心劈取法 当以钻探为主要勘探手段时，试验样品可以从钻探岩心中劈取。劈取时是沿岩心中心线垂直劈取二分之一或四分之一作为样品，所取岩心长度均应穿过矿体之厚度，并包括必须采取之围岩及夹石。

第二节 选厂取样

按取样对象不同，可分为静置物料和流动物料。不同的取样对象需要用不同的取样方法。

一、静置料堆的取样

它包括块状料堆（矿石堆或废石堆）和细磨料堆的取样。

1. 块状料堆的取样 矿石堆或废石堆沿料堆的长、宽、深

物料的性质都是变化的，加之物料块度大，不便舀取，所以取样工作比较麻烦。取样的方法有舀取法和探井法。

(1) 舀取法(挖取法)是在料堆表面一定地点挖坑取样。当料堆是沿长度方向逐渐堆积时，通过合理地布置取样点即可保证矿样的代表性。反之，当物料是在一定地点沿厚度方向逐渐堆积，以致物料组成沿厚度方向变化很大时，表层舀取法的代表性将很差。这时只能增加取样坑的深度，然后将挖出的物料缩分出一部分作为试样。

(2) 探井法。即在料堆的一定地点挖掘浅井，然后从挖出的物料中缩分出一部分作为试样。由于取样对象是松散物料，因而在挖井时必须对井壁进行可靠的支护，所以取样费用比较大。

2. 细磨料堆的取样 最常见的是老尾矿场的取样，常用的方法是钻孔取样，可用机械钻或手钻，最简单的就是用普通的钢管人工取样。

3. 在矿车中采样 从矿车或铁路运输的车箱中取样时，对于大块物料可按图2-2所示取样点，用表面攫取法取样。取样点的数目视车箱大小、车箱数目和试样的必须重量而定。

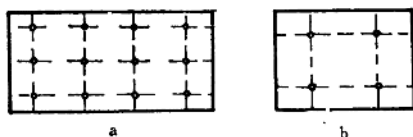


图 2-2 车箱内取样点布置图

a—火车箱内采样点的布置； b—小矿车或汽车内采样点的布置

在车箱运输过程中易发生摇动和振动，使重矿物逐渐下沉而产生分层现象，此时应采用分层采样法。

4. 静置松散粉状物料的取样 此种物料一般用探管法采取，先将矿堆或矿车中的细粉物料用网格划出若干个采样点，然后在采样点上面用探管由上而下的插入底部，矿样即进入探管内，

然后拔出探管将样品倒出。

二、流动物料的取样

流动物料是指运输过程中的物料，包括用矿车运输的原矿，皮带运输机以及其他各种运输设备上的干矿，给矿机和溜槽中的料流，以及流动中的矿浆。

最常用而又最精确的采取流动物料的方法是横向截流法（图2-3），即每隔一定时间，垂直于料流运动方向截取少量物料作为试样。取样的精度主要取决于料流组成的变化程度和截取频率。

1. 在运输皮带上取样 对选矿厂的固体松散物料（主要是原矿石），最常用的就是在运输皮带上取样。一般在磨矿机的给矿皮带上取样。

取样方法一般是人工取样，即按一定长度，每隔一定时间（一般为15至30分钟），垂直于料流运动方向，沿料层全宽和全厚均匀地刮取一份物料作为试样。

2. 矿浆取样 选矿试验和生产过程中的流动矿浆，一般按断流截取法采取。所用设备有人工取样勺和机械取样机。

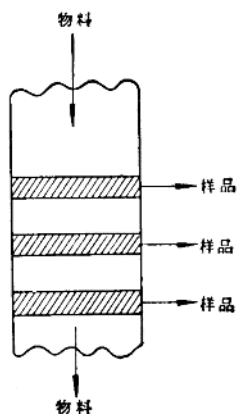


图 2-3 横向截流示意图

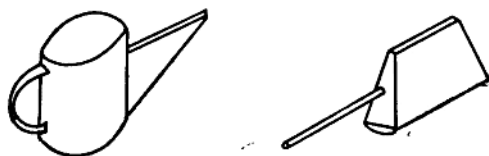


图 2-4 人工矿浆取样勺

（1）人工取样勺，其构造如图2-4所示。为保证样品的精确性，用取样勺取样时必须符合下列要求：采样勺开口宽度应大

于待采物料最大颗粒的4~5倍；采样勺要求内壁光滑，易于倒出物料；采样勺容积不能小于一次截取物料所需的容积；每一采样点应有专用采样勺；采样时，样勺应等速横截通过矿浆流；样品倒出后要用清水冲洗干净。

(2) 机械采样机。采样机种类很多，这里仅介绍两种用得比较广泛的取样机。

往复式机械取样机，其构造如图2-5所示。此采样机一般用在溜槽上采取矿浆样，矿浆中允许最大粒度为3毫米。

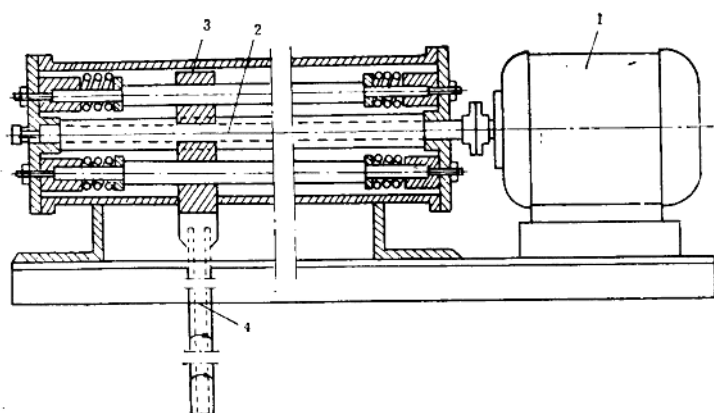


图 2-5 往复式机械采样机

1—电动机；2—丝杠；3—滑块；4—采样管

该机由电动机1直接带动丝杠2转动，并推动滑块3作往复运动。滑块下面连接采样管4进行自动采样。

回转运动式采样机，目前应用的有扇形取样机，其构造如图2-6所示。它是由两个空心截锥1和2所组成。在上部截锥上安有截取器3，并有传动机械经主轴4带动旋转，使截取器3在转动时横截矿流而取出部分矿样，并经截锥1和2从出料口8排出试样。

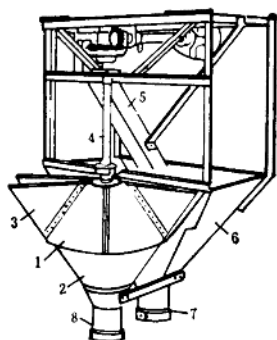


图 2-6 扇形取样机

1、2—空心截锥； 3—截取器； 4—主轴； 5—输入槽； 6—漏斗；
7、8—出料口

第三节 试样的加工与缩分

采取的试样其粒度组成和重量一般不能直接满足试验的要求，所以对试样应进一步制备处理。

一、矿样的破碎缩分计算

在矿样制备时，先进行破碎还是先进行缩分，视矿样量多少及矿粒大小而定。一般情况下常按下列经验公式计算需要的矿样量：

$$Q = kd^2 \quad (2-1)$$

式中 Q ——样品最小重量，公斤；

k ——矿石性质系数，与矿石品位、比重、浸染粒度、有用矿物成分的均匀程度有关，一般取0.1~0.2；

d ——样品中最大颗粒尺寸，毫米。

如果根据上式计算出来的矿样量小于实际采样量50%，说明矿样有多余，可先缩分后破碎，反之应先破碎后缩分。

有些试验（如重选）要求矿样粒度比较粗时，要避免将矿样一次破碎很细，应采用逐段破碎逐段缩分的方法。

矿样破碎和缩分计算的方法如下：

$$\text{总破碎比} \quad i = \frac{d_0}{d_n} \quad (2-2)$$

式中 i ——总破碎比；

d_0 ——矿粒最大尺寸，毫米；

d_n ——矿粒破碎后最大尺寸，毫米。

根据实验室破碎机的规格，将总破碎比分配到各破碎段。总破碎比等于各段破碎比的乘积。

在选择每一段破碎比时，应考虑最适宜的缩分比。其总缩分比为：

$$S = \frac{Q_0}{Q_n} = \left(\frac{d_0}{d_n} \right)^2 \quad (2-3)$$

式中 S ——总缩分比；

Q_0 ——原矿试样重量，公斤；

Q_n ——按公式 (2-1) 计算矿样最小重量，公斤；

d_0, d_n ——同前。

$$\frac{d_0}{d_n} = \sqrt{S} = S^{\frac{1}{2}} \quad (2-4)$$

当采用四分法缩分时，缩分一次矿样减少一半，即缩分比等于 2。假若缩分 m 次，则：

$$S = \frac{Q_0}{Q_n} = 2^m \quad (2-5)$$

将 (2-4) 和 (2-5) 代入 (2-2)

$$i = 2^{\frac{m}{2}}$$

取对数 $\log i = \frac{m}{2} \log 2$

$$m = 2 \times \frac{\log i}{\log 2} = 6.65 \log i \quad (2-6)$$

矿样的制备包括破碎、筛分、混匀、缩分。按照上述作业的先后顺序以图的形式表示出来就叫矿样制备缩分流程图。试样缩分

流程的繁简取决于试验项目的多少与试样的最初和最终粒度的大小。

二、矿样的混匀和缩分方法

1. 混匀 破碎后的矿样，缩分前要将矿样混匀。一般常用堆锥法和滚移法。

(1) 堆锥法 此法用于大量物料的混匀。操作可在铁板和扫净的水泥地面上进行。其方法是将矿样以某一点为中心，分别把预混的矿样往中心点徐徐倒下，形成一个圆锥形矿堆，再将此矿堆沿同一方向从锥底两相对位置将矿样依次铲取放在附近另一中心点，又堆成新的圆锥形矿堆，如此重复数次，即可将矿样混匀，一般混合3~4次为宜。也可以将第一混后的圆锥形矿堆从中心往外推移，形成一个圆环，然后可从环外部将矿样再铲往环中心点徐徐倒下，而形成新的圆锥形矿堆，依次多次重复直至混匀为止。

(2) 滚移法 细粒、量又较少的矿样适用此法混匀。先将矿样堆置在橡胶布的中心，然后提起布的一角，使矿样在胶布上滚动，并用提布手在布面上赶压矿样，使矿样滚移。当滚过对角线一定距离后，再提起相应的另一对角，使矿样做同样滚移。四个角都轮流提过后，重复数次即可混匀。

2. 缩分 混匀的矿样，要进行缩分，以达到要求的样品重量。常用的缩分方法是：

(1) 四分法 先将混匀的矿样堆成锥形，然后用薄板插至矿堆到一定深度后，旋转薄板将矿堆展平成圆盘状，再通过中心点划十字线，将其分成四个扇形部分，取其对角部分合并成一份矿样。它虽然称之为四分法，实际只把矿样分成两份。

(2) 二分器法 二分器是薄铁板制成的，其形状如图2-7所

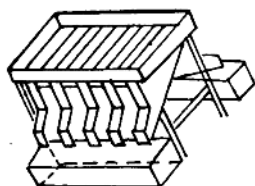


图 2-7 二分器

示。

为使矿样顺利通过间槽，间槽宽度应大于矿样中最大矿粒尺寸的3~4倍。

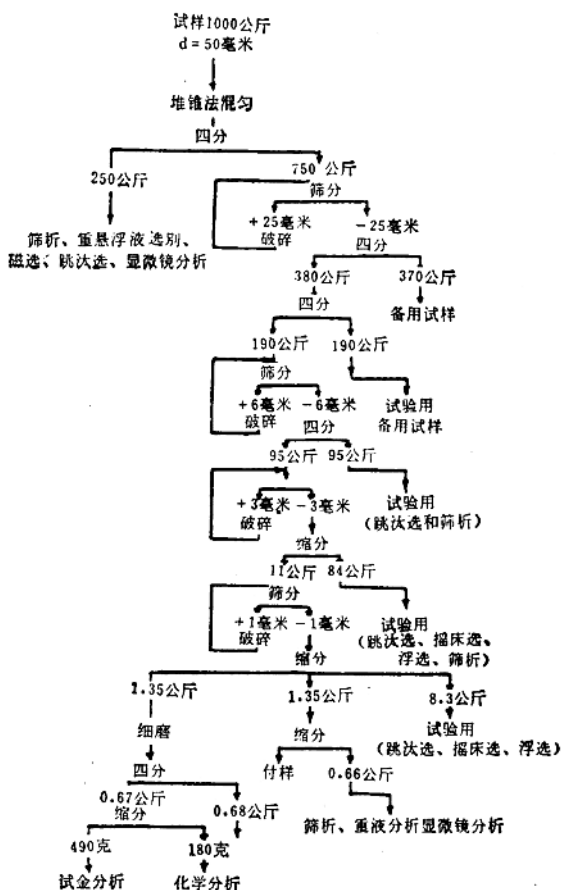


图 2-8 多金属硫化矿矿样加工缩分流程实例