



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 10322.7—2004/ISO 4701:1999

---

## 铁矿石 粒度分布的筛分测定

Iron ore—Determination of size distribution by sieving

(ISO 4701:1999, IDT)

2004-03-24 发布

2004-09-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 目 次

前言 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 原则和计划 .....	1
5 设备 .....	4
6 取样 .....	5
7 程序 .....	5
8 校验 .....	8
9 结果 .....	8
10 试验报告和操作记录 .....	9
11 精密度 .....	9
附录 A (规范性附录) 批量筛分完成时,在一个筛子上残留的铁矿石的最大质量( $m$ ) .....	15
附录 B (规范性附录) 确定筛分样品最小质量的程序 .....	16
附录 C (规范性附录) 试样分析值接收程序的流程图 .....	18
附录 D (资料性附录) R20 系列的筛孔尺寸(摘自 ISO 565) .....	19
附录 E (资料性附录) 典型批量筛分装置 .....	20
附录 F (资料性附录) 机械筛分机的要求特征 .....	21
附录 G (资料性附录) 附加信息 .....	23

## 前 言

本标准等同采用 ISO 4701:1999《铁矿石 粒度筛分的测定》。

本标准附录 A、附录 B、附录 C 为规范性附录。附录 D、附录 E、附录 F、附录 G 为资料性附录。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由冶金工业信息标准研究院归口。

本标准负责起草单位：宝山钢铁股份有限公司。

本标准参加起草单位：冶金工业信息标准研究院、马钢、包钢、首钢。

本标准主要起草人：方宗旺、郭洪涛、陆慧中、吉华东、张宇春、李效群、张建勇、刘卫平。

# 铁矿石 粒度分布的筛分测定

## 1 范围

本标准规定采用筛孔 $\geq 36\ \mu\text{m}$ 的筛子测定铁矿石粒度分布的筛分方法。粒度分布以选定筛子的筛下或筛上物的质量和质量百分数表示。本标准的目的是为涉及铁矿石粒度测定的试验以及供需合同方的使用提供依据。

当本标准用于对比试验时,有关方应就具体所用方法的选择达成协议,以免事后争议。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GB/T 10322.1 铁矿石 取样和制样方法(idt ISO 3082:1998)
- GB/T 10322.3 铁矿石 校核取样精密度的实验方法(idt ISO 3085:1996)
- GB/T 10322.4 铁矿石 校核取样偏差的实验方法(idt ISO 3086:1998)
- GB/T 10322.5 铁矿石 交货批水分含量的测定(idt ISO 3087:1998)
- ISO 565 试验筛 金属丝网、冲孔金属板和电铸成型薄板 孔径的公称尺寸
- ISO 2591-1 筛分试验 第1部分:用金属丝网和冲孔金属板的筛分试验方法
- ISO 3310-1 试验筛 要求和试验 第1部分:金属丝网筛
- ISO 3310-2 试验筛 要求和试验 第2部分:冲孔金属板筛
- ISO 11323 铁矿石 名词术语

## 3 术语和定义

ISO 11323 确定的术语和定义适用于本标准。

## 4 原则和计划

### 4.1 一般原则

在进行粒度测定之前,必须制定完整的操作程序计划。在某些情况下,有关方还必须就此达成协议。

操作程序将取决于下列因素:

- a) 粒度分析的目的;
- b) 被检测铁矿石的特性;
- c) 样品收到时的状态,例如,大样、份样或副样;
- d) 可用的设备。

进行粒度分析的典型操作程序决策图如图1所示。

铁矿石筛分应按 ISO 2591-1 的规定进行。

### 4.2 分析目的

粒度测定的主要目的如下:

- a) 测定矿石在某个或多个规定筛的筛上或筛下的质量和质量百分比。

筛分设备尺寸的选择是由矿石粒度规格决定的,同时应根据矿石最大粒度和筛分负荷限制两方面

决定是否需增加中间筛,见 4.6 和 4.7。

b) 形成一个总体粒度分布曲线。

筛孔的选择将取决于所要求的结果和满足筛子负荷限制方面的要求。

### 4.3 被检测矿石的特性

#### 4.3.1 含水量的影响

粒度样品的含水量对缩分和筛分的影响,应在开始粒度测定之前作出评估。

在样品缩分和筛分之前,可能需要对该粒度样品进行干燥或部分干燥。按照 7.1 干燥铁矿石或按照 7.4.5 湿筛可能会引起矿石内部水分的变化,而水分变化又可能影响各粒级的质量,在这种情况下,只有将这些粒级的矿样在 105℃ 进行干燥,并在无水条件下冷却,才能获得可靠的质量。有些铁矿石很容易吸收水分,对这些矿石应尽可能减少其与大气接触的时间。

#### 4.3.2 脆性矿石

对粒度分析期间易碎的铁矿石,应按照 GB/T 10322.4 中给出的程序进行机械筛分和手工放置过筛之间的偏差校核(见 5.2)。

#### 4.3.3 磁性矿石

对具有显著磁性的铁矿石,应对粒度样品进行退磁。

### 4.4 样品性质

收到的样品可以是一个完整的粒度样品、几个副样或份样。

铁矿石的取样方法(GB/T 10322.1)通常将提供超过筛分要求的样品数量。

如果不需要对整个样品进行筛分,允许对下列样品缩分:

- a) 粒度样品;
- b) 副样;
- c) 份样;
- d) 筛分过程所得的部分样品。

缩分方法和被筛分样品的质量在第 6 条中给出。

### 4.5 湿筛或干筛的选择

4.5.1 干筛和湿筛的结果可能不同。本标准对这两种方法不作取舍。

4.5.2 对粒度测定某部分选择干筛还是湿筛,应根据能否获得规定的试验精密密度来确定(见 11.1)。详细程序应记录在记录表上。

4.5.3 如果某一粒度分布的测定采用的是不同部分干筛和湿筛的联合筛分,应将从干筛到湿筛的转变清楚地记录在报告单上(见第 10 条)。

4.5.4 在选择干筛和湿筛时应考虑下列因素:

- a) 当采用干筛时,物料的水分含量应足够低,不能超过允许的偏差。
- b) 下列情况应采用湿筛:
  - 1) 如果存在相当大一部分的细颗粒粘附到较大的块矿上的倾向,或者该矿石在干燥时有结饼的倾向;
  - 2) 如果铁矿石的细颗粒在筛分操作时出现带静电的倾向并牢固地粘附在筛子上。

### 4.6 筛上允许的最大粒度

为避免损坏筛子,任何装料中的最大粒度均不能超过:

$$10W^{0.7}$$

式中  $W$  是筛孔尺寸,mm。

最大粒度与筛孔间的相关数据列举于表 1 中。

表 1 筛上允许的最大粒度

筛孔尺寸(W)	最大粒级的近似尺寸/mm
25 mm	95
11.2 mm	55
4 mm	26
1 mm	10
250 μm	3.8
45 μm	1.2
36 μm	1.0

#### 4.7 筛子的规定负荷

##### 4.7.1 一般原则

单个筛子或套筛或连续式机械筛的负荷应如下限定。

##### 4.7.2 用单个筛子或套筛进行批量筛分

可以往一个筛子上装入的矿石质量,受筛上滞留质量有关的条件的限制并应避免不应有的破碎。必要时,可将一份样品分几次进行筛分,结果应综合计算。最大筛上滞留质量不应超过附录 A 规定的值或按 4.7.2.1 或 4.7.2.2 确定。

最大负荷由相应的最大筛上滞留质量确定,但不应超过最大筛上滞留质量的两倍。

##### 4.7.2.1 筛孔 $\geq 500\ \mu\text{m}$

筛子的负荷应符合这样的要求,即完成筛分时,滞留在任何筛子上的铁矿石最大质量应与下列计算方法 a) 和 b) 或直观方法 c) 式相符。

a) 筛孔尺寸 $\geq 22.4\ \text{mm}$  时,

$$m = (0.005 + 0.0004W)\rho A$$

b) 筛孔尺寸 $< 22.4\ \text{mm}$  但 $\geq 500\ \mu\text{m}$  时,

$$m = 0.0007W\rho A$$

式中:

$m$ ——滞留在筛上的最大质量,kg;

$W$ ——筛孔尺寸,mm;

$\rho$ ——铁矿石堆密度,kg/m<sup>3</sup>;

$A$ ——筛子面积,m<sup>2</sup>。

上式只适用于筛孔面积超过 40% 的筛子(不完整的筛孔按封闭面积考虑),对于筛孔面积小于 40% 的筛子, $m$  值应按比例减小。

c) 另外,也可用下列直观方法:

在完成筛分时,颗粒单层散布覆盖的面积不得超过该筛子面积的四分之三。

##### 4.7.2.2 筛孔 $< 500\ \mu\text{m}$

对于筛孔 $< 500\ \mu\text{m}$  的筛子,一个筛子上的装料最大质量不应超过附录 A 列出的允许最大滞留质量的 2 倍。

##### 4.7.3 连续机械筛分的负荷

在连续机械筛分的情况下,给料速度应保持稳定,并且能够调整,以保证在筛分期间试料在筛上的最大覆盖面积不超过 50%。

#### 4.8 筛分时间

##### 4.8.1 一般原则

实际筛分时间主要受下列因素的影响:

- a) 矿石的特性；
- b) 初始装料量；
- c) 筛分强度；
- d) 筛子的筛孔公称尺寸；
- e) 允许的准确度水平。

对筛分过程的完成不可能规定出精确的时间。在可行的情况下，筛分时间应以严格执行终点规则为依据来确定。在不能严格执行终点规则的情况下，可通过协议，用手工放置矿粒过筛或根据经验确定筛分时间。

表 2 中给出的实例可作为稳定性矿石批量筛分(干筛)时的一般时间指标。

表 2 适用于稳定性矿石批量筛分(干筛)的筛分时间实例

筛孔尺寸/mm	手动筛分时间/min	机械筛分时间/min
$\geq 4$	3	3
1~4	可变	5
$< 1$	可变	20

#### 4.8.2 终点规则

按照 ISO 2591-1 进行的筛分终点方法在本标准 7.6 中给出。

#### 4.8.3 连续机械筛分的停留时间

停留时间取决于装料速度、颗粒通过筛子和通过筛面向前的速度。它取决于设备类型、筛面倾角和被筛分矿石的性质。

应对筛分过程中的参数进行优化，使试料破碎最小并使筛分效率最高，以满足 5.2 条中所规定的要求。

### 5 设备

#### 5.1 筛面

##### 5.1.1 筛孔形状

筛面应具有符合 ISO 565 规定的正方形筛孔。

##### 5.1.2 筛孔尺寸

筛孔公称尺寸应从 ISO 565 规定的 R20 和 R40/3 系列中选用(见附录 D)。

##### 5.1.3 筛面结构

筛面应符合 ISO 3310-1 或 ISO 3310-2, 以及下列要求。

- a) 对  $\leq 4$  mm 的筛孔, 应使用金属丝筛网。
- b) 对  $> 4$  mm 至  $\leq 16$  mm 的筛孔, 可使用金属丝筛网或冲孔金属板筛(见下列 d)。
- c) 对  $> 16$  mm 的筛孔, 最好用冲孔金属板筛; 金属丝筛网也可以使用, 但筛孔的尺寸公差比冲孔金属板筛的大。
- d) 在一个粒度测定过程中, 允许从金属丝筛网变换到冲孔筛网。但这应在粒度测定程序中注明, 并在以后的测定中采用。

##### 5.1.4 手工筛或套筛用筛框

手工或机械套筛的筛框应符合 ISO 3310-1 和 ISO 3310-2 的规定。框子可以是圆形或长方形。典型的套筛设备如附录 E 所示。

除试验筛以外的筛子也应具有筛框, 并能与其它筛子以及收料盘和盖子等紧密地套在一起。筛框要制作得平滑而密合, 以免卡料和漏料。

## 5.2 筛分机械

任何类型的设备都可采用,只要对于选定的规格粒度或设定的其它筛孔尺寸所得到的筛分结果与通过手工放置过筛或手工筛分获得的结果之间无偏差。筛分机械应按照 GB/T 10322.4 中规定的程序进行偏差校核,如证明无明显偏差即可采用。

必要时可设操作工照管筛面,不令其堵塞(见附录 F)。

## 5.3 湿筛用辅助装置

进行湿筛时,除上述装置外,还需要有供水控制装置和喷嘴,并在合适的情况下设置集水槽。图 2 所示为一简单装置。在筛孔小于 125  $\mu\text{m}$  的筛子上进行湿筛时最好能做到:

- a) 筛子用不锈钢制造;
- b) 筛面要加设垫板,防止由于水的压力使筛面下陷和变形;典型的垫板是具有 2 mm 正方形筛孔的筛面;
- c) 垫板应使颗粒不夹在两筛面之间;
- d) 水压应尽可能小心地调节,以防止冲坏筛面。

## 5.4 干燥设备

凡是装有温度控制器,并能控制在所需温度的  $\pm 5^\circ\text{C}$  范围内的任何通风方式的设备都可采用,但要避免粉末的损失。

建议进行试验的有关各方使用相同的干燥程序,使其对粒度测定的影响相似。

## 5.5 称重设备

称重设备应具有额定称重 0.1% 的灵敏度,并应达到如下的准确度水平:即试样的质量和各个粒级的质量应精确至该试样质量的  $\pm 0.1\%$  或更高。

## 6 取样

### 6.1 粒度样品的采取

6.1.1 粒度样品应按 GB/T 10322.1 的规定采取,可以是 大样、副样或份样。

6.1.2 样品应由未做过对其质量和粒度分布有任何形式改变的其他试验或其他目的的矿石组成。

6.1.3 对重复粒度测定,应提供相当个数的粒度样品。

6.1.4 份样或副样可组合成一个粒度样品或新的副样。

6.1.5 如果不要求对全部试样进行筛分,应从粒度样品,或从每个份样或副样中通过缩分采取一个或多个粒度试样。(见 6.2)

6.1.6 只有所有份样或副样的粒度分析综合测定结果才代表该交货批的粒度分布。

### 6.2 缩分和筛分试样的获得

#### 6.2.1 试样质量

用于筛分的试样质量应大于等于 6.2.2 中规定的最小质量。

#### 6.2.2 最小质量

对一个特定精密度要求的缩分和测定来说(见第 11 条),其所要求的最小质量是一定的,不论用于筛分的试样是通过 对大样的缩分直接获得的,还是先对份样或副样进行缩分,然后合并后获得的。

筛分用的最小质量取决于缩分和测定精密度  $\beta_{\text{PM}}$ ,并应用附录 B 中的公式计算。

所用精密度  $\beta_{\text{PM}}$  的水平确定,应满足 GB/T 10322.1—2000 中表 1 所规定的总精密度。

## 7 程序

### 7.1 干燥铁矿石的程序

铁矿石应在空气中干燥或按照 5.4 条使用干燥设备干燥。最高温度设置为  $105^\circ\text{C}$ ,以使实际温度不超过  $110^\circ\text{C}$ 。



## 7.2 缩分程序

应单独或联合采用下列样品缩分方法中的一个或多个；每一种方法对特定矿石缩分的适用性参照 GB/T 10322.1 确定。

- a) 机械份样缩分；
- b) 其它机械缩分方法(例如：机械装料二分器缩分法)；
- c) 手工缩分。

## 7.3 试验筛或套筛的准备和维护程序

筛子的准备应按 ISO 2591-1 的规定进行。使用前，每个筛子的筛面和筛框应除去油脂并清洗干净。清理筛子应特别小心，以免损坏筛面。对筛孔 $\geq 500\ \mu\text{m}$ 的筛子，要用软黄铜丝刷子从筛子背面进行清理。对筛孔小于 $500\ \mu\text{m}$ 的筛子，最好用超声波清洗。不要用刷子刷筛面。筛框要轻轻拍打，使卡住的颗粒脱落。对细筛，可能需要用温热的软质肥皂液或水溶液清洗。筛子清洗或超声波清理后都要彻底干燥。

## 7.4 筛分程序

### 7.4.1 一般原理

应采用下列方法中的一个或多个：

- a) 手工放置矿粒过筛(最小筛孔尺寸为 $22.4\ \text{mm}$ )；
- b) 手筛和辅助手筛；
- c) 间歇式机械筛分；
- d) 湿法筛分；
- e) 连续机械筛分。

### 7.4.2 手工放置矿粒过筛

适用于此方法的最小筛孔尺寸为 $22.4\ \text{mm}$ 。

- a) 用手轻轻摇筛子，直到筛分完成。
- b) 逐个地检查留在筛子上的矿粒，不施力，通过筛孔的矿粒包括在过筛粒级中。
- c) 逐个称重每个粒级。

### 7.4.3 $1\ \text{mm}\sim 22.4\ \text{mm}$ 范围内的手筛和辅助手筛

本程序适用于单个筛或套筛。

- a) 安装套筛，筛孔最大的放在顶上。
- b) 将物料放在筛孔最大的筛上。
- c) 双手握住一个筛子或一套筛子，水平来回移动，每分钟约 60 次，幅度约 $70\ \text{mm}$ 。如果该物料难筛，尤其是粒度为 $1\ \text{mm}\sim 4\ \text{mm}$ ，在每分钟来回运动中应插入三次圆周运动。也可插入周期性的上下振动。
- d) 符合终点规则或完成一个固定的筛分时间，就终止筛分，见 4.8 和 7.6。
- e) 逐个称重每个粒级。

另一种用单个筛子的方法实例在图 3 中给出。

### 7.4.4 小于 $1\ \text{mm}$ 范围的手筛和辅助手筛

本程序适用于一个筛子或套筛。在该尺寸范围，筛子或套筛应和筛盖和受料盘一起用。

- a) 安装套筛，筛孔最大的在顶部，装上受料盘。
- b) 把物料装在筛孔最大的筛子里，盖上筛盖。
- c) 用一只手拿着筛子或套筛，筛子向下倾角 $10^\circ\sim 20^\circ$ ，用另一只手轻拍，每分钟拍约 120 次。每拍打 30 次，把筛子放平，转 $90^\circ$ ，用手对筛框重拍一次，也可上下振动一次。如果矿粒难筛或用细筛筛分时，可用软毛刷轻轻清理该筛面的背面，以清除被卡住的颗粒。从该筛下面落下的这些矿粉或颗粒需加到筛下物中去。

- d) 符合终点规则或完成一个固定的筛分时间,就终止筛分,见 7.6。
- e) 逐个称重每个粒级。

#### 7.4.5 机械间歇式筛分

本程序适用于任何粒度尺寸的矿石,可用一个筛子或套筛。筛分机要符合 5.2 中给出的原则。

- a) 安装套筛,筛孔最大的在顶部,受料盘在最下面。
- b) 将物料放在顶筛上,盖上筛盖。
- c) 把套筛装到机械振筛机上。
- d) 符合终点规则或完成一个固定的筛分时间就终止筛分,见 7.6。
- e) 逐个称重每个粒级。

#### 7.4.6 粗粒和细粒矿石的湿筛程序

适用于干筛的一般操作规则(见 7.4.2 至 7.4.5)也适用于湿筛。

筛分过程应使所有物料都受到充足的低流速、低压力清洁水的冲洗。注意不应使水浸过筛框。应避免水压过高损坏筛面或引起破裂。如果矿石在湿筛前已干燥过,可在筛动之前往样品中加少量的水进行润湿,以减少粉尘损失。

用单个筛子进行手动湿筛时,可把物料浸没在水中进行筛动作为一种代用方法。采用这种方法时,必须执行适当的终点规则,如上面介绍的方法一样,都应小心不使水漫出筛子的框沿。

凡是只用少量样品的筛分,就应采用图 3 中的方法 1。样品可连续通过其底层装有最小筛孔的套筛时受到冲洗。通过较粗的筛子洗下来的悬浮液要直接加到下一层筛子内。如果样品量很大,可按图 3 所示的方法 2,分几次装料。筛完时,各个筛子连同留在筛上的物料要在如同 7.1 条中所规定的那些条件下进行干燥。

细矿石湿筛的一种可靠程序的流程图如图 4 所示。

#### 7.4.7 连续机械筛分

由于连续筛分机械种类和构造的多样性,本标准中没有提供规定的程序指导,建议严格遵守制造商的说明书。

### 7.5 质量测定

#### 7.5.1 一般原则

在所有操作阶段,装料和产品的质量应该用符合 5.5 规定的设备进行测定,然后记录。这些操作包括干燥、筛分和缩分。

#### 7.5.2 湿筛-冲洗液中所含固体质量的测定

允许采用下列程序:

- a) 装料在湿筛前后都进行干燥,两者的质量相减即可算出冲洗中损失的矿石(冲洗液不必收集起来)。
- b) 装料在“收货”状态下进行筛分,冲洗液收集起来以便将其中含有的固体提出(用过滤方法或其他有效的方法),干燥并称重。
- c) 装料在“收货”状态下进行筛分,冲洗液不收集,但需按 ISO 3087 得出该装料的含水量,冲洗中损失的矿石质量可按程序 a) 所述方法得到。

### 7.6 测定筛分终点程序

#### 7.6.1 用套筛时的程序

- a) 把规格筛放在受料盘上,然后按要求把较大筛孔的筛子加上,再盖上筛盖。如果没有规格筛,终点可按筛孔最小的筛子来确定。
- b) 将物料放在套筛的顶筛上,筛 1 min。
- c) 将落入受料盘的铁矿石移出并进行质量测定。如果是湿筛,则在称量前要先脱水和干燥。
- d) 将空受料盘重新放回,再继续筛分 1 min。

- e) 测定在第 2 个 1 min 内筛入受料盘的矿石质量。
- f) 将这种筛分 1 min 并进行筛下物称量的程序继续进行下去；直至 1 min 穿过该规格筛的矿石质量小于装料量的 0.1% 或累计筛分时间达到 30 min 时为止。
- g) 该规格筛达到终点的筛分时间即为所检验的矿石各粒级的筛分时间。如果在 30 min 内不能达到终点，规定一个时间作为筛分时间。

#### 7.6.2 用单个筛子逐个筛时的程序

- a) 用配有受料盘和筛盖的单个筛子。
- b) 将物料放入筛孔最大的筛子上，筛 1 min。将通过该筛子的矿石继续作为下一个筛孔较小的检验筛的物料。在每个筛孔尺寸较小的筛子上逐一筛分 1 min，直至规格筛。这样操作与用套筛筛分相似。
- c) 把落入受料盘中的矿石取出并称重。如采用湿筛，则该产品要先进行脱水和干燥。
- d) 将这种一筛接一筛的操作连续进行，直到在 1 min 通过该规格筛的矿石量少于装料量的 0.1%，或累计筛分时间达到 30 min 时为止。
- e) 达到该规格筛子筛分终点的筛分时间，即为该受检验矿石各粒级的筛分时间。如在 30 min 内达不到终点，规定一个时间作为筛分时间。

### 8 校验

#### 8.1 一般原则

定期检查设备和程序对确认试验结果是必不可少的。检查应在例行粒度分析开始之前进行，并且之后要以规定间隔进行。检查的频率由每个实验室确定。所有校验活动的详细记录必须保留，并在每份试验报告中提供同样的参考。

#### 8.2 缩分检查

应按照 GB/T 10322.3 中第 6.2 和第 7 条的规定，对检测粒度分析过程中所采用缩分程序的精密度进行测定和计算。对缩分方法的关键参数应进行更频繁的检查。

#### 8.3 筛面检查

一开始就要进行筛面精确性的校验，校验应定期重复，而且每个筛子上都要有一个记录卡。校验也可按 ISO 3310-1 或 ISO 3310-2 中规定的程序进行，另一种方法是将筛子的性能与一个标准筛对比，如果筛面不再符合 ISO 3310-1 或 ISO 3310-2 中规定的公差，应将标签上的标记去掉，筛子报废。

#### 8.4 筛分机的校验

机械筛分操作应按 5.2 所述在一开始就校验，并按商定的间隔再次校验。象振动频率、幅度和方向这类机械操作参数应进行更频繁的检查。

#### 8.5 称重设备的校验

所有称重设备应用适当的程序以商定的间隔检查。

### 9 结果

#### 9.1 结果评估

每次筛分后各粒级质量的总和与进料质量相比，对于干筛相差不应大于 1%，对于湿筛相差不应大于 3%。所有增加或减少都应记录在试验报告中。

#### 9.2 结果计算和表述

9.2.1 一批中每个尺寸范围粒度的百分比应按 9.2.2 和 9.2.3 条计算。

9.2.2 当粒度分析是以筛分一个混合粒度样品或从粒度样缩分的试样为基础时，每个粒度的百分比如下式计算，精确到一位小数：

$$\%(\text{粒度}) = 100 \times \frac{\text{粒级的质量}}{\text{试样的质量}}$$

9.2.3 当粒度分析是以筛分几个副样或份样为基础时,应将每个样品各粒级的质量以及每个试样的质量相加,按 9.2.2 条计算结果。

### 9.3 结果的重复性和可接受性

9.3.1 当粒度分析过程中包括缩分时,应按照附录 C 采用下述方法进行评定。

9.3.2 应按照所采用的缩分程序制备 4 份筛分样。例如在机械缩分中,提取一个选定质量的样品,建议用更好的缩分方法进一步缩分成 4 个试样。

9.3.3 在 4 个试样中,首先对两个试样进行粒度分析。如果两个粒度分析的结果之差在 9.3.8 所述的  $\gamma$  极限值内(参照规定尺寸或其它主要筛孔),则以这两个样品的粒度分析的平均值作为这个批的决定值。

9.3.4 如果两个粒度分析结果之差不在下述的  $\gamma$  极限值内,但在  $1.2\gamma$  极限值内,应筛分第三个试样。如果这三个粒度分析结果在  $1.2\gamma$  极限值内,则三个样品的粒度分析的平均值就是该批的决定值。

注:如果两个粒度分析结果之差不在下面所述的  $\gamma$  极限值内,第三和第四个试样可按 9.3.5 进行筛分。

9.3.5 如果这三个粒度分析的极差范围都不在  $1.2\gamma$  极限值内,应筛分第四个试样。或如果前两个粒度分析结果之差不在  $1.2\gamma$  极限值内,应筛分第三和第四个试样。

9.3.6 如果这四个粒度分析结果的极差在  $1.3\gamma$  极限值内,这四个试样的粒度分析的平均值就是该批的决定值。

9.3.7 如果这四个粒度分析结果的极差不在  $1.3\gamma$  极限值内,则这四个试样的粒度分析的中位值就是该批的决定值。

9.3.8  $\gamma$  值应是规定尺寸或其它指定筛孔尺寸绝对值的 2%。

## 10 试验报告和操作记录

试验报告应包括一个记载所有操作和计算以及设备检查的详细内容的操作记录。包括的项目有:

- a) 实验室的名称和地址;
- b) 试验操作人员的标记;
- c) 试验日期;
- d) 样品的标记、状况和形态;
- e) 制样细节;
- f) 程序细节;
- g) 重要观测的试验结果。

报告的格式示例见图 5。

## 11 精密度

### 11.1 总精密度 $\beta_{SPM}$

应满足 GB/T 10322.1 的规定。

### 11.2 缩分和测量精密度 $\beta_{PM}$

缩分和测量精密度在实际中不大可能分开检测,缩分和测量相结合的精密度  $\beta_{PM}$  大小,取决于矿石类型和筛分所用样品的质量,见第 6 条。

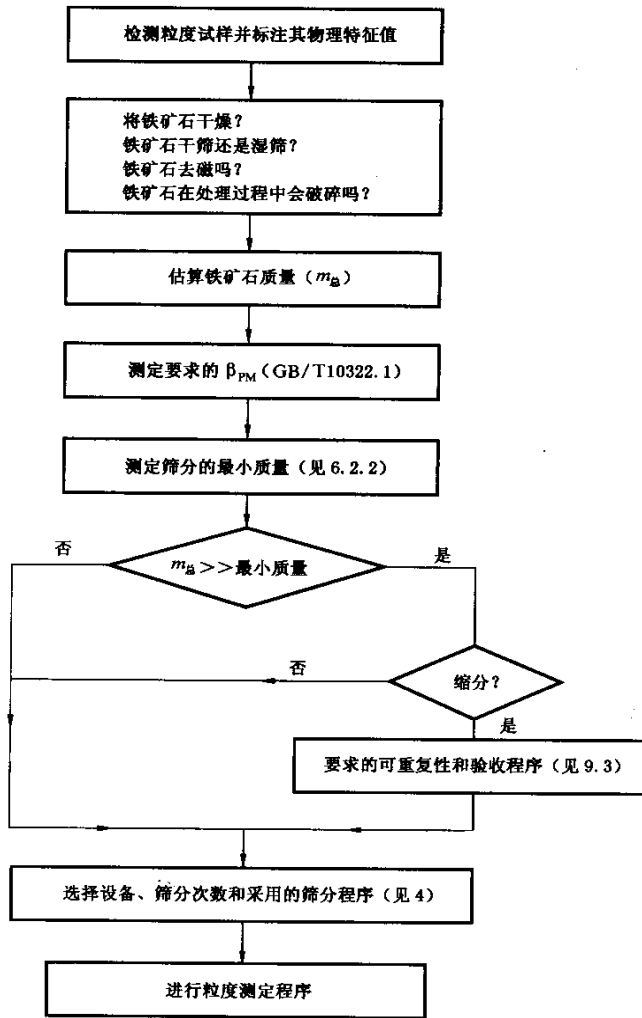
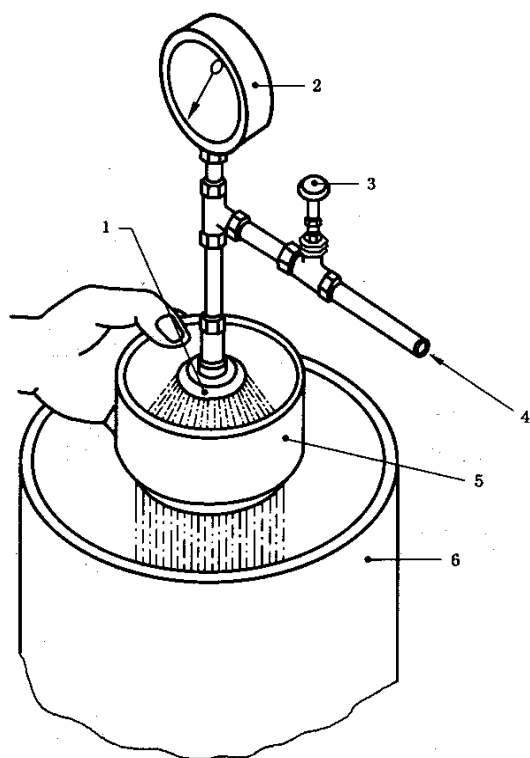
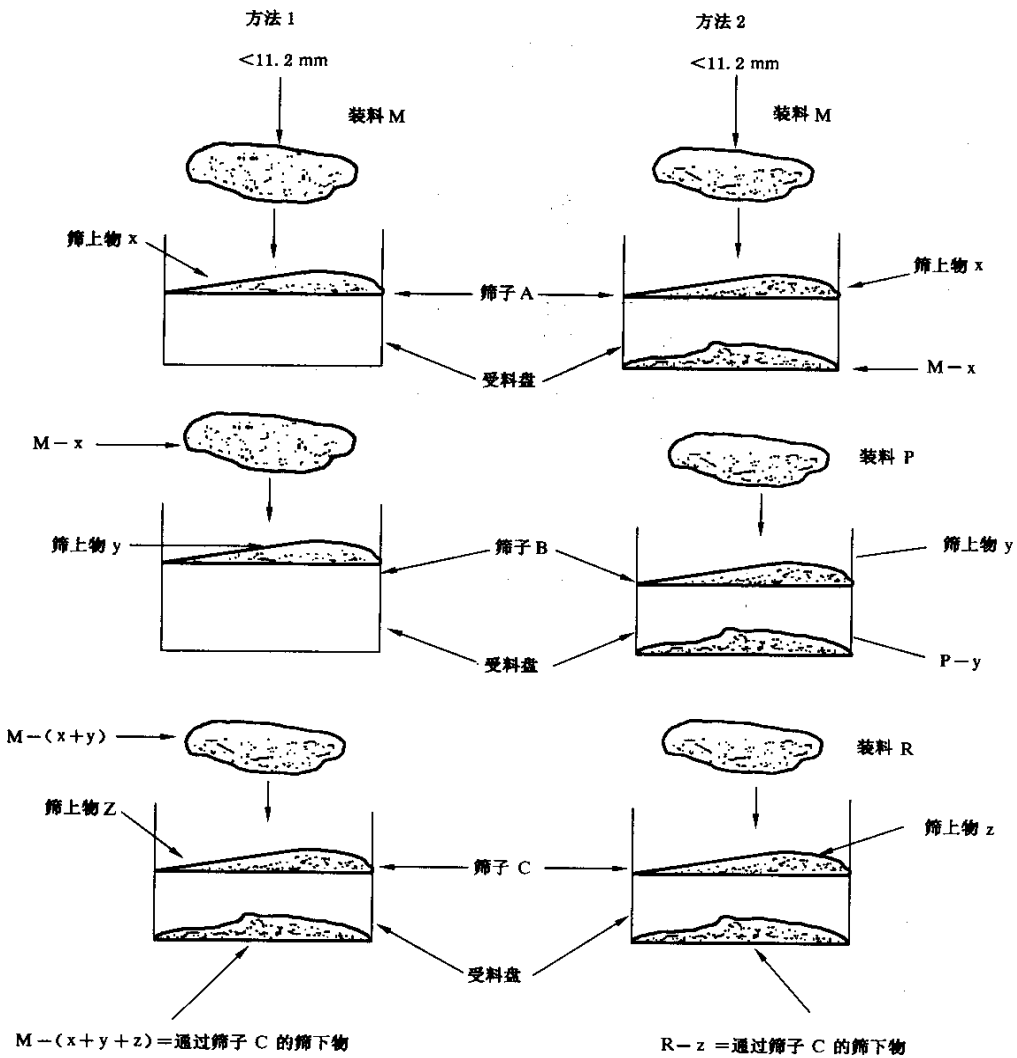


图 1 选择粒度测定程序的典型决策图



- 1——喷嘴；
- 2——水压计；
- 3——调节阀；
- 4——储水槽供水；
- 5——筛子；
- 6——集水槽。

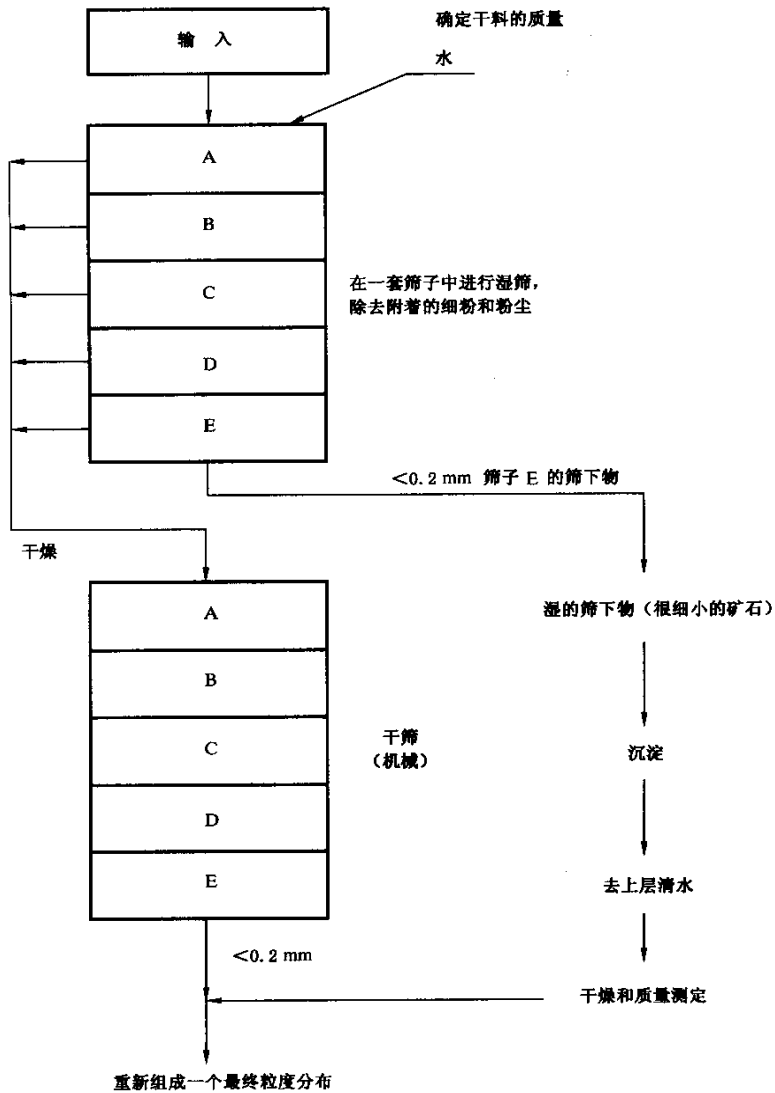
图 2 湿筛的简单装置



注1: 筛子 A 筛孔最大。

注2: 方法2中所示的 M、P、R 重复装料都是经过认真缩分得出的样品。

图3 适合于 1 mm~11.2 mm 铁矿石进行单个筛子筛分的代用方法



注：如仍需对全部筛下产品（很细小的矿石）作进一步粒度分布的测定，这些筛下产品要进行湿筛，直到从筛下漏出来的水达到目测澄清为止。

图 4 湿筛细矿石 (<11.2 mm) 的建议程序



日期 参照标准:

实验室 名称: BSC Teesside	铁矿石 名称: abc.	交货批 供应商: xyz
操作员: J. Smith	种类: 赤铁矿	交货量(t): 100151
签名:	接收要求: (例如, 水分) 3%	粒度样品量(kg): 2 016
日期: 1979. 7. 27	平均密度: 4 500 kg/m <sup>3</sup>	交货签发人: MV Crusader
开卸时间: 1979. 7. 23		

制样说明: 整个大样由各个份样组成, 样品缩分精密度为 2%。

结果和方法的说明

粒度范围/ (mm/μm)	粒级质量		质量百分比	筛上量百分比累计	与前粒级的缩分比	每批筛分时间/min	筛分说明(在相应栏中标以勾号)							干燥说明	备注	
	实际筛得值/kg	计算值/kg					连续	机械批筛	手动批筛	冲孔筛板	编制筛网	干筛	湿筛			筛框尺寸/mm
>50	104.3	104.3	5.2	5.2	1	—	√				√			—	未	拣出 2 kg 木块
50~20	110.6	110.6	5.5	10.7	1	—	√				√	√			未	
20~10	6.41	106.8	5.3	16.0	0.060	3		√			√	√	600 正方	空气干燥	质量按 0.2% 水分损失校正	
10~5	13.04	217.3	10.8	26.8	1	3		√			√	√	600 正方	空气干燥	质量按 0.3% 水分损失校正	
5~1	0.959	515.6	25.6	52.4	0.031	5		√				√	φ450	空气干燥	质量按 0.2% 水分损失校正	
1 mm~200 μm	0.536	574.1	28.5	80.9	0.502	20		√				√	φ300	烘箱干燥	质量按 3% 水分损失校正	
<200 μm	0.357	382.3	19.0 (19.1*)	99.9 (100.0)												
合计		2 011.0	99.9 (100.0)													
		损失 3 kg														

\* 19.1 是用减法算得

图 5 铁矿石粒度分布测定报告的推荐表格示例

附 录 A  
(规范性附录)

批量筛分完成时,在一个筛子上残留的铁矿石的最大质量( $m$ )

筛孔尺寸/mm	筛分完成时筛子上残留铁矿石的最大质量/kg			
	200 mm 圆筛	300 mm 圆筛	450 mm 圆筛	600 mm×600 mm 方筛
100				38.0
90.0				34.0
80.0				31.0
63.0			11.0	25.0
50.0			9.1	20.7
45.0			8.4	19.0
40.0			7.7	17.4
31.5		2.9	6.4	14.6
25.0		2.4	5.5	12.4
22.4		2.3	5.1	11.6
20.0		2.3	5.0	11.5
16.0		1.8	4.0	9.0
12.5		1.4	3.2	7.0
	g	g		
11.2	600	1300	2.9	6.5
10.0	500	1100	2.6	6.0
8.00	400	900	2.0	4.5
6.30	350	700	1.6	3.5
5.60	300	650	1.4	3.2
4.00	200	450	1.0	2.3
2.80	180	400		
2.00	180	400		
1.40	140	300		
1.00	140	300		
$\mu\text{m}$				
710	140	300		
500	110	250		
355	90	200		
250	80	180		
180	70	160		
125	60	130		
90	45	100		
63	40	90		
45	35	80		
36	30	70		

注: 适用于堆密度为  $2\ 300\ \text{kg}/\text{m}^3$  的典型矿石,对于其他密度的矿石其残留量要按比例校正。

**附 录 B**  
(规范性附录)  
**确定筛分样品最小质量的程序**

**B.1 公式**

当需要对粒度样品(或作为其组成部分的份样或副样)进行缩分时,最终用于筛分的铁矿石样品的最小质量可用公式(B.1)求出。

$$m = \frac{k}{\beta_{PM}^2} \times \frac{\rho}{5\,000} \dots\dots\dots(B.1)$$

式中:

$m$ ——是待筛分的质量,kg;

$\beta_{PM}$ ——是制样要求的精密度,%;

$\rho$ ——是铁矿石颗粒平均密度,kg/m<sup>3</sup>。

$k$ ——是特定种类矿石,规格粒度和该规格粒度百分比的特征常数,可以用下式(B.2)求出:

$$k = 2.5 \times 10^{-5} P(100 - P)d^3(l/d)^{0.5} \dots\dots\dots(B.2)$$

式中:

$P$ ——是规格粒度的计算值(见表 B.1);

$d$ ——是粒度样品中的最大粒度,mm(见 ISO 11323:1996 中的 5.4);

$l$ ——是规格筛尺寸,mm(见下列 a)和 b))。

实际使用公式(B.2)时,建议采用表 B.1 中的  $P$  值。

**表 B.1 P 的计算值**

规格粒度/%	P 值	P(100-P)
0~4.9	5	475
5.0~9.9	10	900
10.0~14.9	15	1 275
15.0~19.9	20	1 600
20.0~24.9	25	1 875
25.0~29.9	30	2 100
30.0~34.9	35	2 275
35.9~40.0	40	2 400

当规格粒度是以“小于”或“大于”某数值来表示时,这个数值就是公式(B.2)中的  $l$  值。

当规格粒度是由两个筛孔尺寸确定时:

a) 如果规格粒度处于粗粒级内,则两个筛子尺寸中的较小者用作公式(B.2)中的  $l$  值;

b) 如果规格粒度处于细粒级内,则两个筛子尺寸中的较大者用作公式(B.2)中的  $l$  值;

对于粉矿(<6.3 mm)而言,用于筛分的样品最小质量应不少于 50 g,即使按公式计算的质量比该值小时也应使用该值。

## B.2 计算用于筛分的最小样品质量的实例

## 实例 1

物料种类	烧结料<10 mm
规格粒度	>6.3 mm
规格粒度占样品的近似百分比数	8%
该铁矿石颗粒的平均密度	4 800 kg/m <sup>3</sup>
要求的 $\beta_{PM}$	2%

问题:计算用于筛分的最小样品量

- 1) 确定  $l$  值:规格粒度为 >6.3 mm。按规定(见上述), $l$  为 6.3 mm。
- 2) 确定  $P$  和  $P(100-P)$  值:规格粒度的近似值为 8%,按表 B.1, $P$  值应设为 10,因而  $P(100-P)=900$ 。
- 3) 按公式(B.2)计算  $k$  值:

$$k = 2.5 \times 10^{-5} \times 900 \times 10^3 \times (6.3/10)^{0.5} = 17.86(\text{mm}^3)$$

- 4) 按公式(B.1)计算最小值:

$$m = \frac{17.86}{2^2} \times \frac{4\ 800}{5\ 000} = 4.3(\text{kg})$$

## 实例 2

物料种类	分级块矿<31.5 mm>6.3 mm
规格粒度	<10 mm>6.3 mm
规格粒度占样品的近似百分比数	12%
该铁矿石颗粒的平均密度	4 500 kg/m <sup>3</sup>
要求的 $\beta_{PM}$	2.5%

问题:计算用于筛分的最小样品量

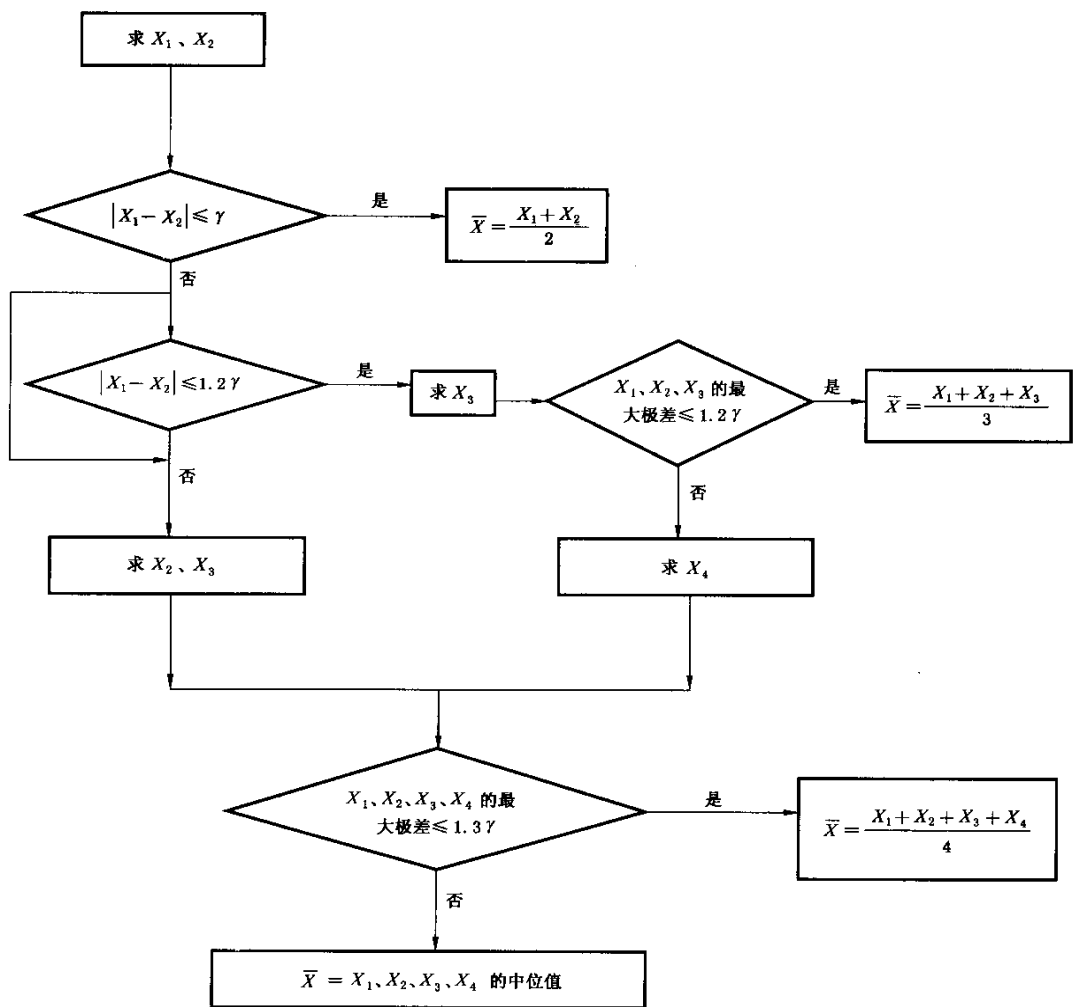
- 1) 确定  $l$  值:规格粒度为 <10 mm+6.3 mm。按规定(见上述), $l$  为 10 mm。
- 2) 确定  $P$  和  $P(100-P)$  值:规格粒度的近似值为 12%,按表 B.1, $P$  值应设为 15,因而  $P(100-P)=1\ 275$ 。
- 3) 按公式(B.2)计算  $k$  值:

$$k = 2.5 \times 10^{-5} \times 1\ 275 \times (31.5)^3 \times (10/31.5)^{0.5} = 561.34(\text{mm}^3)$$

- 4) 按公式(B.1)计算最小质量:

$$m = \frac{561.34}{(2.5)^2} \times \frac{4\ 500}{5\ 000} = 80.8(\text{kg})$$

附录 C  
 (规范性附录)  
 试样分析值接收程序的流程图



γ: 见 9.3.8 的定义。

**附录 D**  
(资料性附录)

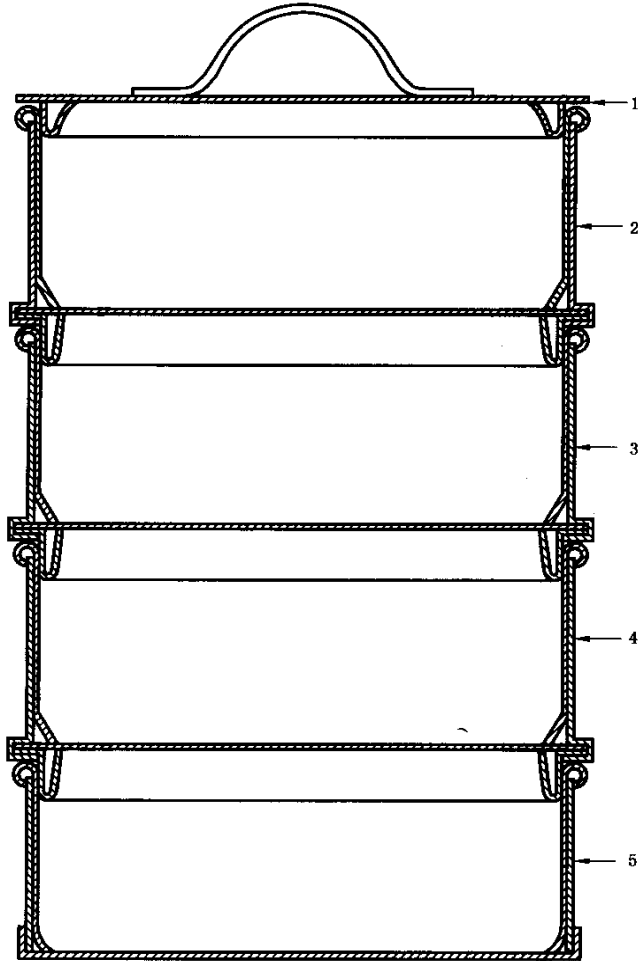
**R20 系列的筛孔尺寸(摘自 ISO 565)**

mm	mm	$\mu\text{m}$	$\mu\text{m}$
125	9.00	900	56
112	8.00	800	50
100	7.10	710	45
90.0	6.30	630	40
80.0	5.80	560	36
71.0	5.00	500	
63.0	4.50	450	
56.0	4.00	400	
50.0	3.55	355	
45.0	3.15	315	
40.0	2.80	280	
35.5	2.50	250	
31.5	2.24	224	
28.0	2.00	200	
25.0	1.80	180	
22.4	1.60	160	
20.0	1.40	150 <sup>1)</sup>	
18.0	1.25	125	
16.0	1.12	112	
14.0	1.00	100	
12.5		90	
11.5		80	
10.0		71	
		63	

1) 150  $\mu\text{m}$  是 R40/3 系列中的。

附录 E  
(资料性附录)  
典型批量筛分装置

批量筛分通常在一个或一套筛子上进行,用于批量筛分的典型装置如图 E.1 所示。



- 1——盖;
- 2——最大筛孔的筛子;
- 3——中等筛孔的筛子;
- 4——最小筛孔的筛子;
- 5——受料盘。

图 E.1 典型批量筛分装置图

附录 F  
(资料性附录)  
机械筛分机的要求特征

F.1 连续筛分机

筛面的排列示例在图 F.1 至 F.4 中给出。(最粗 A→B→C→D→E 最细)

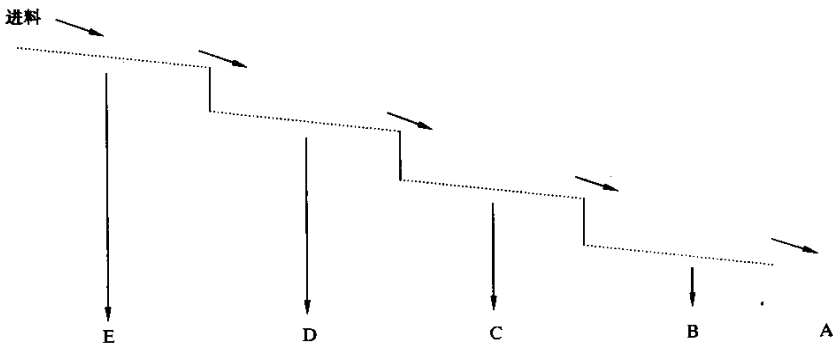


图 F.1 单驱动式单层筛

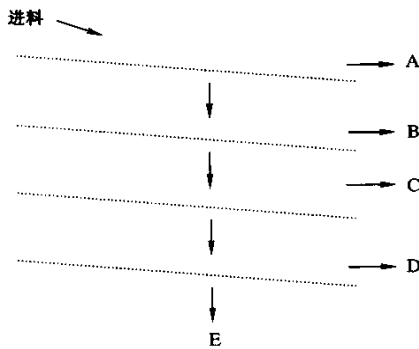


图 F.2 单驱动式多层筛

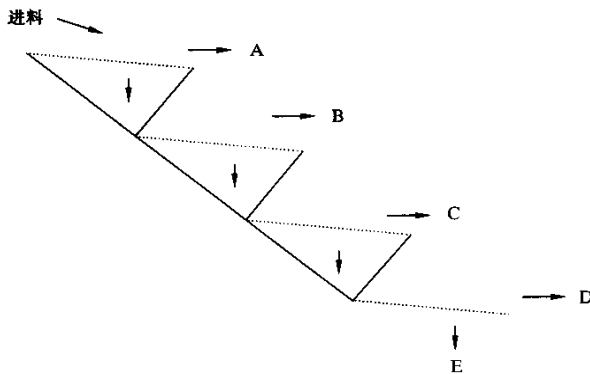


图 F.3 先排出粗粒级多驱动式多层筛



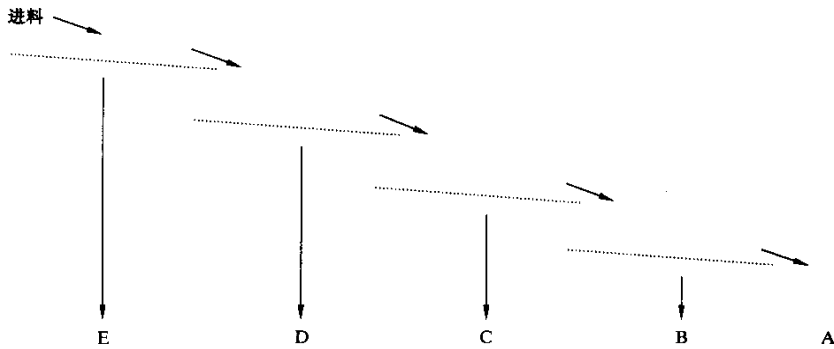


图 F.4 先排出细粒级多驱动式多层筛

传到筛面上的运动要满足以下要求：

- a) 矿样分层,大颗粒上升到料层的上部而细颗粒移到底部；
- b) 矿石颗粒易于通过筛孔；
- c) 颗粒转动,使其不同的面朝向筛孔；
- d) 矿石沿筛面平稳地转动；
- e) 颗粒不堵筛孔。

最普通的连续式筛分机械都是振动式的,在垂直平面上的运动轨迹为圆形或直线(有时为椭圆形)。

没有明显事例表明一种运动形式优于另一种运动形式。直线运动(假定其为前抛运动)的优点是其筛面不必倾斜安装,可节省空间,物料在筛子上保留的时间也可能较长。

根据实践经验,如出现筛孔堵塞的倾向或尺寸较大( $>22.4$  mm 筛孔)时,宜增大振幅而不宜提高振动频率。

作圆形运动的检验筛分与生产筛分不同,其向后的摆动和筛子前倾  $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$  是要保证该矿石适当的流速,只要铁矿石能自由流动即可,对于不能自由流动的矿石则要求筛面采用更大倾斜度,并施加向前的摆动力。

## F.2 套筛筛分机械

绝大部分关于连续式筛分机械的情况也都适用于套筛筛分机械。主要的区别是,矿石颗粒逐步通过整个筛面,由一侧移向另一侧或作圆形运动。导致颗粒堆积在筛框一侧的振动是不符合要求的。可能下述两种方法能符合要求：

- a) 把套筛装在可旋转的契形转台上,周期性地倾斜套筛,使矿粒从一侧向另一侧运动；
- b) 使套筛作旋涡状运动,与手动筛分操作时施加的运动方式相似。

这两种运动可附加到任何原为上下筛分的动作中去。

在小于 4 mm 范围进行筛分时,可只作简单的上下运动。这种轻微的不规则运动就足以使细粒矿石随时通过筛面。

鉴于检验筛频繁地倒空和清理,可通过选择筛子的多种运动方式实现有效的分级,以避免堵塞。因此,采用小振幅( $<3$  mm)高频率运动较好。除实现有效分级外,还能防止易碎矿石颗粒的破碎。

## F.3 可变驱动器

如果驱动器的频率和振幅可变,能使操作更具灵活性,尤其是连续筛分机械。如果运动是通过一个旋转装置来驱动,频率就易于变化。振幅的变化一般通过电磁振动装置来实现(只限于振幅较小的),用不平衡式振动装置也能相当容易地进行振幅变化。在采用后者时,一般必须在筛分机械停止后,借助于机械进行变化。但对于套筛筛分机械来说,采用可变驱动的重要性较小,因为套筛的分级效率通常只要通过延长筛分时间就能提高。

**附录 G**  
(资料性附录)  
**附加信息**

本附录的附加信息是对本标准正文中某些条款的附加解释说明。

### G.1 4.5 干湿筛分的选择

干筛的效率取决于：

- a) 筛分的时间
- b) 敲动筛子的强度
- c) 每分钟敲动的次数(频率)
- d) 敲动的方向
- e) 震动的幅度
- f) 筛面的倾斜度
- g) 被筛分的干燥铁矿石的状态

备注：水分不仅能够对个体颗粒、块矿颗粒、整粒矿的分离产生影响，而且能影响装料量的流动和通过筛子的百分率

### G.2 4.8.2 筛分终点规则

筛分终点规则不适用于那些易破碎的矿石。在这些例子中，手工放置颗粒过筛经常被使用直到粒级可行为止，定时筛分的时限是人们达成共识的。即使对没有分成等级的矿石，严格的筛分终点规则也许是不可行的，但是根据经验总结的定时筛分是为了更加方便人们的使用。对湿筛方法来说，严格的筛分终点规则经常实施起来有困难，当通过看到从筛下流出的液体变得澄清时，就可以认为定时筛分或筛分已经结束。干筛的困难主要来自于筛孔有被堵塞的趋势。在整个筛分过程中应该始终保持全神贯注，水分含量的变化是可以测定和考虑到的。对于小于 1 mm 尺寸的干颗粒分析，基本上是可以顺利进行的。对大多数的铁矿石来说，表面的含水量对它的特性有负面影响。矿石应该适当的干燥，如有必要的话，将它完全烘干。

### G.3 5.1.3 筛面的结构

由于铁矿石的高密度，最好选用冲孔钢板筛面。对于筛孔尺寸 4 mm 或更小的筛面应采用金属丝网筛。建议在任何测试过程中，要避免不加区别的混用冲孔筛和金属丝网筛，以保证测定结果的连续性。

如果采用金属丝网筛。特别是大于 4 mm 的筛子，要考虑以下几种情况：

- a) 圆框的筛子不可避免的会出现一些不完整的筛孔。这就增加了本来可以通过筛孔的颗粒可能被楔入这些不完整的筛孔内的可能性。
- b) 筛孔的尺寸公差比冲孔筛的大，这会影响结果。
- c) 这种筛网易于变形。

采用冲孔筛板时，筛面上的所有不完整的筛孔都要封住。忽略这些堵住的筛孔是允许的，条件是要在该粒级称重前，确认那些留在不完整筛孔内颗粒都无损的取出并正确的分级。