

# 选矿工人三百问？

## 第一章 选矿基本概念

### 第一节 选矿的目的和任务

#### 1、什么叫选矿？

所谓选矿，是将有用矿物与脉石最大限度分开，从而获得高品位精矿的过程；把共生的有用矿物尽可能分别回收成为单独的精矿，除去有害杂质，综合回收，利用各种有用成份的过程。从而使国家矿产资源得到最经济、最合理的利用。

#### 2、为什么说选矿是冶金工业必不可少的重要一环？

从矿山开采出来的矿石，一般品位都比较低。例如很多铁矿含铁只有 20—30%，铜矿石含铜只有 0.5—1%。这样低品位的矿石直接进行冶炼，不但技术上有困难，经济上也不合算。所以，对品位低的贫矿石，在冶炼之前就需要用选矿方法，将矿石中的脉石和有用矿物分开，使品位提高，使得适合冶炼要求的原料。

此外，矿石中往往含有几种有用成分（如铜、铅、锌或铜锌、铜铁等），必须尽可能将它们分别回收，要达到目的只有选矿很好完成

矿石中除了成分外，常常含有害杂质。冶炼中，有害杂质进入金属将影响金属，有时会使冶炼过程复杂化甚至难以进行。例如铜和铅矿石中，有害杂质为

锌；锌矿石中有害杂质为铁；铁矿石中有害杂质硫、磷。这些有害杂质必须在冶炼前用选矿方法，可能出去或者减少到产品质量标准允许范围内。

所以说，随着冶金工业的发展，选矿地位和作用就显得十分重要，成为冶金工业必不可少的重要环节。

#### 3、矿物和矿石的概念是什么？

地球的外壳是由岩石组成的，岩石是由矿物组成的。矿物就是地壳中具有固定化学组成和物理性质的天然化合物或自然元素。

能够为人类利用的矿物，叫做有用矿物。含有有用矿物的矿物集合体，如其中有用成分的量在现代技术经济条件下，能够回收加以利用时，这个矿物集合体叫做矿石。

矿石的概念是发展的，随着工业技术不断发展和国家经济日益增长的需求，过去由于有用成分含量低而视为废石的，现在可以当做矿石进行处理，这在工业上是常见的。

#### 4、矿石是如何分类的？

矿石的种类很多，除了金属矿石和非金属矿石之分外，在金属矿石中还按金属存在的化学状态分成自然矿石、硫化矿石、氧化矿石和混合矿石。有用矿物是自然元素的矿石叫做自然矿石，例如：金、银、铂、元素硫等。硫化矿石的特点是其中有用矿物为硫化物，例如：黄铜矿（ $\text{CuFeS}_2$ ）、方铅矿（ $\text{PbS}$ ）等。氧化矿石中有用矿物是氧化物，例如：磁铁矿（ $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ）、赤铁矿（ $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）等。混合矿石内既有硫化矿物，又有氧化矿物。

当矿石中只含有一种有用金属时，称为单金属矿石；含有二种以上金属时，称为多金属矿石。

由于矿石品位不同，工业上处理的方法也不同，所以习惯上根据矿石中有用成分含量的差别，又分为富矿石和贫矿石。

#### 5、黑色金属矿物主要有哪些？有色金属矿物主要有哪些？

黑色金属矿物主要有铁矿（如磁铁矿、磁黄铁矿、赤铁矿、假象赤铁矿、褐铁矿、菱铁矿等）、锰矿（如菱锰矿、黝锰矿、水锰矿、硬锰矿等）、铬、钛和钒钛（如铬铁矿、金红石、钛铁矿、钒钛磁铁矿、钒铁矿等）。

有色金属矿物主要有金矿（如自然金、含金黄铁矿等）、铜矿（如黄铜矿、斑铜矿、

黝铜矿、辉铜矿、孔雀石等)、铅锌矿(如方铅矿、闪锌矿、菱锌矿等)、钼矿(辉钼矿、钼铅矿等)、钨矿(如钨锰铁矿、钨酸钙矿等)、锡矿(如黝锡矿、锡石等)、镍矿(如硫砷镍矿、镍红石、镍黄铁矿等)、铋矿(辉铋矿、碳酸铋、铋赭石等)、钴矿(如辉砷钴矿、硫钴矿、砷钴矿、硫铜钴矿等)、镁矿(如菱镁矿等)等。

6、选矿厂规模是如何划分的？

选矿厂规模大小，一般按原矿处理量多少来划分，有色与黑色选矿厂规模大小稍有不同。请见下表：

选矿厂规模的划分				
选矿厂规模 类型	黑色金属选矿厂		有色金属选厂	
	(万吨 / 年)	(吨 / 日)	(万吨 / 年)	(吨 / 日)
大 型	100 以上	3000 以上	100 以上	3000 以上
中 型	100—30	3000—900	100—20	3000—600
小 型	30 以下	900 以下	20 以下	600 以下

第二节 选矿方法和选矿过程

7、选矿方法有几大类？常用的有几种方法？

选矿方法主要分为两大类，即物理选矿与化学选矿。其中物理选矿包括磁选法、重选法、静电选矿法、摩擦选矿法、粒度选矿法、形状选矿法、电晕选矿法及手选法。

化学选矿包括浮选法（实际浮选是物理化学选矿）、培烧法、浸出法（分细菌浸出和药剂浸出）、混汞法、氰化法。

一般常用的选矿方法有三种即：浮选法、磁选法、重选法。

8、什么叫重力选矿法？

重力选矿法是根据有用矿物与脉石的比重差，在介质中（水或气流）沉降速度不同而使它们分离的一种方法。

重力选矿法常用设备有：跳汰机、摇床、溜槽、螺旋选矿机以及水力旋流器等。

9、什么叫磁力选矿法？

磁力选矿法是根据有用矿物与脉石的导磁性不同而使它们分离的一种选矿方法。磁铁矿的选别多用此法。

磁选选矿法常用的设备是磁选法。

10、什么叫浮选法？

浮选法是根据矿物表面物理化学性质的不同，通过药剂作用而使有用矿物和脉石分离的选矿方法。浮选法应用极为普遍，该法是在各种形式的浮选机中进行。

11、选矿作业由哪些环节组成？

选矿过程可以分为选前的准备、选别、脱水三个阶段。

1)选前的准备。该阶段包括破碎和筛分、磨矿和分级两个内容。它的目的是使原矿中的有用矿物呈单体分离状态，为选别创造条件。

2)选别阶段。根据矿石的各种不同性质进行精选，以取出其中的有用矿物。

3)选后的脱水阶段。湿式选矿所得精矿均含有大量水分，在送往冶炼之前，必须进行脱水处理。脱水阶段通常由浓缩、过滤和干燥三个过程组成。

第三节 选矿主要工艺指标

12、品位的定义是什么？如何表示？

产品中金属品位，是产品中该金属的重量对于产品重量之比。

品位用化学分析（或其他方法）确定，以百分数表示。例如：铜精矿品位为 20%，就是说，在一百吨干的精矿中含有二十吨金属铜。

产品的品位的品位通常用希腊字母表示。

$\alpha$  ——表示原矿品位（读阿尔法）。

$\beta$  ——表示精矿品位（读贝他）。

$\delta$  ——表示尾矿品位（读西他）。

前述品位定义，系大多数金属矿物表示法。但有的金属（如钨、铝、铀等及一些非金属矿物如磷灰石等）的品位，则多用其化合物表示品位。

### 13、提高原矿、精矿品位意义是什么？降低尾矿品位的意义是什么？

原矿品位高低代表金属含量多少，选矿厂处理高品位矿石和低品位矿石效果是不一样的。处理矿石品位高，就要比处理低品位矿石在同样条件下得到的精矿量多。同时又可以降低了磨矿费用和钢球消耗。所以，原矿品位的高低是影响精矿产量的一个因素。目前一些选矿厂开始逐步采取一些措施提高原矿品位，例如在破碎系统安装干选磁滑轮。

努力提高精矿品位其意义就更大，精矿品位提高，可以增加精矿售价，使企业增加利润。重要的是从全局观点看，对节约能源作用十分大。以铁精矿为例，精矿品位提高了1%，则高炉的生铁产量上升2.5%，焦比下降1.5%，效果是明显的。同样有色金属精矿品位提高，对冶炼作业无论从产量能耗上也有很大好处。所以提高精矿品位，是选矿一个极其重要的指标之一。

尾矿品位的高低，可以看出企业管理水平如何；可以看出工艺流程是否合理；可以看出矿石性质的变化。努力降低尾矿品位，减少金属流失，与增加产量有一定关系，尤其对有色金属和稀有金属更为重要。

### 14、产率定义是什么？如何表示和计算？

产品重量对原矿重量之比叫做该产品的产率。产率用希腊字母 $\gamma$ （读伽玛）代表，单位为百分数。例如：某选厂一昼夜处理500吨原矿，获得30吨精矿，则精矿产率计算如下：

$$\begin{aligned}\gamma &= (\text{精矿重量} / \text{原矿重量}) \times 100\% \\ &= (30 / 500) \times 100\% = 6\%\end{aligned}$$

尾矿产率计算如下：

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{尾矿}} &= [(\text{原矿重量} - \text{精矿重量}) / \text{原矿重量}] \times 100\% \\ &= [(500 - 30) / 500] \times 100\% = 94\%\end{aligned}$$

或： $\gamma_{\text{尾矿}} = 100\% - \gamma_{\text{精矿}}$

### 15 选矿比定义是什么？如何计算？

原矿重量对精矿重量之比值叫做选矿比。通过该比值计算可以得出获得一吨精矿所需原矿石吨数。

计算公式如下：

$$\text{选矿比} = \text{原矿重量} / \text{精矿重量}$$

### 16、富矿比定义是什么？如何计算？

精矿中有用成分含量百分数和原矿中有用成分含量百分数之比值叫富矿比（或富集比）。这个比值表示精矿中有用成分的含量，比原矿中有用成分的含量增加多少倍。例如硫化铜矿，原矿中铜品位为0.9%，精矿中铜品位为18%，其富矿比计算如下：

$$\begin{aligned}\text{富矿比} &= [\text{精矿品位}(\%) / \text{原矿品位}](\text{倍}) \\ &= \beta / \alpha = 18 / 0.9 = 20\end{aligned}$$

### 17、金属回收率定义是什么？提高金属回收率意义是什么？

选矿作业的目的是把原矿中的金属选入精矿，这个选分过程的完全程度用精矿中的金属重量对原矿中该金属重量的比来评定，这个比值叫做金属回收率。通常用希腊字母 $\epsilon$ （读艾皮西龙）代表，用百分数表示。

每一个选矿工人都应该关心金属回收率的提高。提高金属回收率，意味着尽最大可能将

原矿中的金属选别出来，减少金属损失，则需要各工种密切配合。例如：磨矿工人应该认真按技术规范操作，完成规定的磨矿与分级各项作业指标，使矿石达到规定的单体分离度要求，以利于选别作业。选别工人精心操作，认真调整，尽可能将已单体分离的金属矿物选别上来，降低进入尾矿的金属含量。

因此，金属回收率高低，除了矿石可选性好坏客观因素外，更主要是标志选矿厂管理工作好坏和技术操作水平的高低。所以说提高金属回收率是十分重要的。

但是应该注意，提高金属回收率应该以不降低精矿品位为前提。如果盲目地为提高金属回收率，而不顾精矿品位下降，是片面的，得不偿失的。只有在保证精矿品位不降低的前提下，来提高金属回收率。保证精矿品位不降低与提高金属回收率，是矛盾的统一，要辩证的去看待。这就要认真掌握技术操作条件下，主要工种间要密切配合，围绕保证精矿品位不降低，而金属回收率又能提高来进行工作。

18、理论与实际金属回收率有什么区别？如何计算？

选矿厂在一定期间（班、日、旬、月、季、年）必须编报选厂金属平衡表。

选矿厂金属平衡分为二种，一种是实际的金属平衡也叫商品平衡，另一种是理论的金  
属平衡也叫工艺平衡表。

商品平衡是根据选矿厂实际处理的原矿量及原矿品位和所得到的精矿量及精矿品位，计算出精矿回收率，这个回收率就是实际金属回收率。

工艺平衡是因为选矿是一个连续生产过程，矿石要经过较长时间才能选出精矿来。所以，在短时间内不能编制出选矿厂商品平衡，只能根据原矿、精矿和尾矿的品位来编制工艺平衡。这是随时根据化验结果可以计算出来的。根据工艺平衡计算出来的精矿回收率是理论金属回收率。

实际回收率计算公式：

$$\varepsilon_{\text{实际}} = (\text{精矿重量} \times \text{精矿品位}) / (\text{原矿重量} \times \text{原矿品位}) \times 100\%$$

理论回收率计算公式：

$$\varepsilon_{\text{理论}} = \{ [\beta (\alpha - \sigma)] / [\alpha (\beta - \sigma)] \} \times 100\%$$

比较理论金属回收率和实际金属回收率，能够揭露出选矿过程金属损失的原因，查明选矿工作中的不正常情况，以及在取样、称重及各种分析与测量的误差。

## 第二章 矿石的破碎和筛分

### 第一节 破碎概述

19、矿石破碎的意义是什么？

对大块物料，施加外力克服物料分子间的内聚力，使其变为小块的过程，称为破碎。

从矿山开采出来的矿石，由于采矿方法、运输条件及选矿厂规模大小不同，送到选矿厂的原矿粒度也不一样。我国目前井下开采的矿石最大粒度 400—600 毫米，露天开采的矿石最大粒度可达 1200—1500 毫米。这么大的矿石粒度无法满足球磨要求，一般入磨矿石粒度应控制在 5—25 毫米为好，否则原矿粒度过大会严重影响球磨机效率。所以，入磨前的矿石必须经过破碎来达到磨矿作业需要的粒度，因此说破碎是一项很重要的的准备作业。

20、破碎作业一般分几个阶段？如何划分？

在破碎过程中，为了避免过粉碎和降低成本，必须努力做到“不做多余无意义的破碎”。要将很大粒度的矿石，一次破碎到所需要的细度，是不可能的，必须逐段进行。

在选矿厂中，一般采用二段或三段破碎。根据破碎产品粒度的不同，大致可分成：

- 1) 粗碎：给矿粒度为 1500~500 毫米，破碎到 400~125 毫米；
- 2) 中碎：给矿粒度为 400~125 毫米，破碎到 100~50 毫米；

3) 细碎：给矿粒度为 100~50 毫米，破碎到 25~5 毫米；

## 21、常见的破碎方法有几种？

破碎的方法：目前对于矿石的破碎，主要借助机械力的作用，最常见的有如下几种：

(一) 压碎法：图 1 (a) 利用两破碎工作面逼近物料时加压，使物料破碎。这种方法的特点是作用力逐渐加大，力的作用范围较大。

(二) 劈碎法：图 1 (b) 利用尖齿楔入物料的劈力，使物料破碎，其特点是力的作用范围较为集中，发生局部破裂。

(三) 折断法：图 1 (c) 物料在破碎时，由于受到相对方向力量集中的弯曲力，使物料折断而破碎；这种方法的特点是除了在外力作用点处受劈力外，还受到弯曲力的作用，因而易于使矿石破碎。

(四) 磨剥法：图 1 (d) 破碎工作面在物料上相对移动，从而产生对物料的剪切力。这种力使作用在矿石表面的，适于对细小物料的磨碎。

(五) 冲击法：图 1 (e) 击碎力是瞬间作用在物料上，所以又称为动力破碎。

目前使用的破碎机械，对于矿石的破碎作用，往往是同时有几种破碎方法联合作用的。

## 22、破碎比的定义是什么、举例说明？

矿石每经过一次破碎。粒度都有一定程度的缩小，破碎前矿石的最大粒度与破碎后矿石的最大粒度之比，称为破碎比。

例如：破碎前矿石最大粒度为 400mm，破碎后最大粒度为 100 毫米，则破碎比为：

$$i=D/d=400/100=4 \text{ (倍)}$$

式中：i—破碎比，倍

D—破碎前矿石最大粒度，毫米；

d—破碎后矿石最大粒度，毫米；

破碎比表示经过一段破碎把矿石粒度缩小的倍数，是破碎机工作的重要指标之一。

## 23、破碎筛分流程包括哪些作业？

由破碎作业和筛分作业所组成的矿石破碎工艺过程叫做破碎筛分流程。

它通常是由二段或三段破碎作业和与各段破碎作业相配合的预先筛分作业或检查筛分作业所组成。

## 24、预先筛分和检查筛分的作用是什么？

在矿石进入破碎机之前的筛分作业称为预先筛分。它可以预先筛去细颗粒，使不需要破碎的矿石不再进入破碎机，从而提高破碎机的生产能力，并防止过粉碎和减少设备磨损及动力消耗。当处理含泥多又潮湿的矿石时，采用预先筛分可以避免或减轻破碎机排矿口的堵塞现象，有利于破碎机正常工作。

所谓检查筛分作业，是在一个破碎段里，把破碎机排出的矿石进行筛分，使筛上产品（大于规定粒度）返回破碎机在破碎的筛分作业，而筛下产品则为该段破碎的合格产品。检查筛分可以保证破碎最终产品粒度，不会产生忽大忽小的矿石粒度，对保证磨矿机稳定生产有直接影响。

## 25、矿石的粗、中、细碎作业采用何种破碎机合适？

在金属选矿厂中最常见的破碎流程是粗、中、细碎加筛分作业的三段闭路破碎机流程，但也有二段开路或闭路破碎流程。

三段破碎流程中的第一段即粗破，一般采用颚式破碎机或者旋回破碎机；第二段即中碎多采用标准型圆锥破碎机；第三段即细碎，常采用短头型圆锥破碎机。

对于处理量小的选矿厂，第三段可采用对辊破碎机。

在二段一闭路破碎流程中，最后一段多采用中型圆锥的破碎机，在小型选厂或破碎脆性物料时，可采用反击式破碎机或锤碎机。

26、破碎机种类有哪几种？一般原理是什么？

选矿厂常用的破碎机，根据其构造不同可分为如下几种：

（一）颚式破碎机：

这种破碎机主要是通过摆动的颚板周期性地压向固定颚板，将夹在中间的物料压碎，来完成破碎矿石的任务。

（二）圆锥破碎机：

被压碎的物料放在内外两个圆锥之间，外圆锥固定，内圆锥作圆周运动，从而将夹在其中的物料压碎或折断。

（三）对辊破碎机：

被破碎的物料在二个相向运动的园辊夹缝中，受到连续不断的压碎作用，但也带有磨剥作用，使矿石破碎。如果辊面是齿形的，则主要使劈碎作用破碎矿石。

（四）冲击式破碎机：

被破碎物料受到快速旋转的运动部件的冲击作用而破碎。

## 第二节 颚式破碎机

27、颚式破碎机规格如何表示？如何确定大型、中型、小型？

颚式破碎机的规格用给矿口宽度和长度表示。例如：给矿口宽度为 600 毫米，长度为 900 毫米的破碎机表示为 600×900 颚式破碎机。

当给矿口宽度大于 600 毫米者定为大型；给矿口宽度为 300—600 毫米者定为中型；给矿口宽度小于 300 毫米者定为小型颚式破碎机。

28、国产颚式破碎机有多少系列？

PEF150 × 250; PEF250 × 400; PEF400 × 600; PEF600 × 900; PEJ900 × 1200; PEJ1200 × 1500; PEJ1500 × 2100。

拼音字母 P 代表破碎机，E 代表颚式，F 代表复杂摆动，J 代表简单摆动。

29、颚式破碎机工作原理是什么？种类有几种？

颚式破碎机又叫老虎口，出现于 1858 年，适用于破碎硬的和中硬的物料。工作原理如图 2

当物料加入到颚式破碎机破碎腔中（由固定颚板和可动颚板组成的空间），由于动颚板作周期性往复摆动，当动颚板靠近固定颚板时，物料受到挤压、劈裂和折断的作用而破碎。当动颚板离开固定颚板时，已碎到小于排矿口的物料，靠其自重从下部排矿口排出。位于破碎腔上还未完全破碎的物料，也随之下落到破碎腔下部，再次受到颚板的挤压、劈裂和折断的作用而继续破碎。

颚式破碎机种类很多，但在我国选矿厂中使用的只有两种：

（一）简单摆动式颚式破碎机；见图 3（a）

（二）复杂摆动式颚式破碎机；见图 3（b）

30、颚式破碎机操作时应注意事项？

破碎机开动之前，应检查破碎腔中有无矿石或铁器，以保证破碎机在空载下安全启动。启动大型破碎机时，应先开动油泵电机，并观察油压、油流指示器是否正常，然后再开主电机。启动后经过一定时间，才能达到正常回转速度。当机器没有异常声音或敲击声，才允许给矿，给矿要均匀。尽量避免过载。

在运转中，要经常注意大块矿石卡住给矿口的现象。如卡住，要用铁钩翻动，使其排除。如矿石堵塞破碎腔，应停止给矿，待腔内矿石破碎完了在开给矿机。绝对禁止用手从破碎腔里取出矿石，如有大块矿石需要取出必须在停车后用专门工具处理。

操作过程中，应经常检查各润滑点的润滑是否正常。注意轴承的温度，特别是偏心轴承的温度不允许超过 60℃。经常检查排矿口磨损情况，根据磨损情况要及时调整排矿口大小。

31、颚式破碎机大修、中修、小修的内容是什么？

颚式破碎机的小修和中修是主要修理方式，通过小修和中修维护好设备，来确定大修的工作内容。

小修的主要内容：检查和修理调整装置，调整排矿口间隙；更换已磨损的衬板、推力板；修理和更换传动件；清洗破碎机的个别零部件；更换润滑油修理和调节润滑系统等。一般半个月或一个月一次，根据具体情况确定。

中修的主要内容：包括小修的全部工作内容。更换已磨损轴衬、拉杆、衬板、推力板；检查、车削、研磨和浇铸偏心轴轴瓦、连杆头轴瓦和动颚轴瓦等。两次中修的间隔时间，取决于主轴瓦、连杆头轴瓦和动颚轴瓦的磨损情况，一般为一年一次。

大修的主要内容：包括中修的全部工作。更换和车削偏心轴和动颚心轴；浇铸连杆头上部的巴氏合金；更换和恢复全部磨损零件和部件；校正整个破碎机和对设备进行技术革新。两次大修的间隔时间，主要取决于偏心轴和动颚心轴的磨损情况，一般为四年左右一次。

目前好多选矿厂破碎机的修理，大多数采用更换整个部件的方法，即部件预修法。修理时，只要将磨损部件拆下，换上新的部件即可，可以大大缩短机器停车时间，提高了设备作业率。

32、颚式破碎机检修后，空载和负载试车要求是什么？

破碎机在大修、中修完毕后，空载试车时间，一般为 2—6 小时，也可根据具体情况确定时间。试车前，如有吊车可用吊车旋转偏心轴一周，确定无阻时，方可开车。空载试车应达到如下要求：

- 1、按启动程序启动和停车，电气部份有关连锁系统应符合检修要求。
- 2、所有紧固件应牢固，无松动现象。
- 3、各润滑点润滑正常，无漏油现象。
- 4、轴承温升不应超过 30℃。
- 5、飞轮转动平稳。
- 6、所有调整机构应灵活，并达到规定的调整范围。

空载试车合格后，应进行负载试车。负载试车时间，一般为 2—3 昼夜。

负载试车应达到如下要求：

- 1、破碎机不得有周期性或显著的冲击声。
- 2、轴承温升不超过 40℃。
- 3、破碎产品粒度即排矿口间隙要符合要求。

33、颚式破碎机易损零件使用期限和贮备量如何？

由于易损件材质不同和使用期限不同，因此，贮备量也就不可能一样，关于易损件使用期限和贮备量请见下表 2。

颚式破碎机易损件一般使用期限 表 2

易磨损零件名称	材料	一般使用期限（月）	最低贮备量
动颚衬板	锰钢	4	2 套
固定颚衬板	锰钢	4	2 套
后推力板	铸铁	2	4 件
前推力板	铸铁	4	2 件
肘板	碳钢	10	2 套
主轴承衬瓦	浇注的巴氏合金	24	1 套
偏心轴承衬瓦	浇注的巴氏合金	36	1 套
动颚心轴轴承衬	青铜	12	1 套
瓦弹簧	弹簧钢	6	2 件

#### 34、颚式破碎机如何拆卸？

颚式破碎机最频繁的修理项目是更换推力板。对于连杆是整体的破碎机要拆下推力板，必须先拧出挡板螺柱，切断干油润滑油管，把推力板吊挂在吊车起重钩或其它起重设备上，然后方可松开水平拉杆一端的弹簧，把动颚抗到固定颚方面，取出推力板。如果要取出后推力板，那么，应将连杆与前推力板和动颚一起拉开，取出后推力板。

推力板卸下后，切断稀油润滑管和冷却水管，在连杆的下面用支架支住，然后卸下连杆盖，方能吊出连杆；

破碎机的主轴应与皮带轮和飞轮一同取下。把电动机（连同皮带）沿滑轨尽量向破碎机移近，取下三角皮带。然后用吊车把轴提起。

为了拆卸动颚，必须先切断干油润滑油管，拆开拉杆，取下轴承盖，然后用吊车或其它提升设备将动颚拉出。

#### 35、颚式破碎机衬板磨损什么程度更换？如何更换？

颚式破碎机的固定颚衬板（齿板），动颚衬板（齿板），两侧衬板（护板）是最容易磨损的。严重磨损后使产品粒度变大。初期磨损，可将齿板掉头使用，或上下两块掉头使用。颚板的磨损，多在中下部，当齿高磨掉  $3/5$  时，即需要更换新的衬板。两侧衬板磨损掉  $2/5$  时，也需要更换新的。

#### 36、颚式破碎机心轴、偏心轴、轴瓦磨损什么程度更换？质量有何要求？

轴的磨损如果很少，仅仅为了修复它的几何形状，可在车床上车削，使轴颈达到正确的几何形状，然后相应的减小轴承内径。但经过几次这样处理后，如果轴颈尺寸较原来减小  $5\%$  时，就不允许再车削了，而应该更换新轴。

颚式破碎机是在冲击负荷下工作的，轴瓦上的巴氏合金衬，工作期限大约二年左右，超过期限，则需要重新浇铸。

如果偏心轴与轴瓦、心轴与轴瓦被磨损，其顶间隙大于原装配间隙的  $1.5$  倍时，需加垫调整或更换；油沟磨损  $1.5$  毫米，则应重开油沟和调整。连杆头上盖与偏心轴之间的间隙，磨损到大于装配间隙的  $1.5$  倍时，也需要加垫调整或更换新的。

当轴瓦上的巴氏合金有较深剥开或较大的擦伤时，应重新浇铸。对于加工后的轴瓦质量有如下要求：巴氏合金表面的颜色要均匀、无光、银白色；巴氏合金表面层不应有灰渣、裂纹、砂眼、缩孔等及剥壳现象。

#### 37、颚式破碎机推力板如何更换？

当推力板磨损严重或前推力板折断时，必须将破碎腔内的矿石清除掉，取出磨废或折断的推力板，并检查动颚和连杆上的肘板有无损坏。然后把动颚拉到固定颚附近，将肘板的工作表面用干油润滑后，换上新推力板，使它与肘板工作表面慢慢接触，并拉紧水平拉杆，使动颚把推力板夹住。拧紧安全罩，连接润滑系统。然后调整好排矿口尺寸。

### 第三节 旋回破碎机

#### 38、旋回破碎机规格如何表示？都有哪些规格？

旋回破碎机，始用于 1898 年，由于工作可靠，生产能力大，直到现在仍广泛应用于选矿厂和其它工业部门。其规格是用给矿口及排矿口宽度来表示。例如 500/75 型旋回破碎机，它的给矿口宽为 500 毫米，排矿口宽为 75 毫米。

国产规格有：PX700/130 型旋回破碎机；PX700/130 型旋回破碎机；PX900/150 型旋回破碎机；PX1200/180 型旋回破碎机；PX1200/250 型旋回破碎机。

拼音字母 P 代表破碎机，X 代表旋回。

#### 39、旋回破碎机工作原理是什么？

该破碎机的工作原理如图 4 所示。可动锥 2 在固定锥 1 内，其中空间为破碎腔。物料从上部给入，由于偏心机构 4 的作用，使动锥的锥体周期性地靠近与离开定锥的锥面，做旋摆



运动，当动锥靠近定锥时，产生破碎作用，离开时已破碎物料从破碎腔中排出，圆锥破碎机工作原理与颚式破碎机相似，可以看成是连续作用的颚式破碎机。

此类破碎机，对矿石的作用力，除有压力作用外，还有弯曲力和磨削力，故破碎能力较强，而且连续作用，故生产率也较高。

#### 40、旋回破碎机操作时应注意什么事项？

当破碎机进入正常破碎工作后，操作时必须遵守和注意下列事项：

一、检查运转情况，破碎机内部不应有异常敲击声。特殊情况应立即停止运转。给矿粒度不许大于给矿口的 0.8 倍，排矿溜槽及破碎圆锥下部不要被矿石堵住，否则矿石会将破碎锥体抬起矿粉进入偏心轴套里去，造成事故。

二、注意油泵的运转，经常检查各处的油流指示器，油温及油压的指示数等。油经过冷却器后的温度不应高于 45—53℃，回油温度不应高于 60℃，并按时向上部悬挂装置给油。

三、注意检查三角皮带的松紧情况，可用大拇指下压三角皮带测定张力，下压如果不超过 1.5 厘米，则松紧合适（测定必须在开车前或停车后）。检查有无断裂现象，并注意三角皮带不要沾上油。

四、应经常检查横梁、中架体和机座之间连接销钉是否松动及沿圆周 15 毫米间隙是否相等。

五、检查各部衬板有无松动，缺少及严重磨损情况。

六、严格检查给矿情况，切实防止锤头、钎头等金属物进入破碎腔内。

七、在运转中发生意外事故，如溜槽被矿石堵住，给油停止或油温超过 60℃ 及圆锥齿轮有敲击声，应立即按规定程序停车处理。

#### 41、旋回破碎机排矿口如何调整？

当破碎圆锥或机架衬板磨损以后，为了保证排矿粒度，需要恢复原来的排矿口宽度。调整的办法是：将破碎圆锥提高而减小排矿口。如果破碎圆锥已提高到顶点，排矿口还不能恢复原有的宽度，则应考虑更换机架或破碎圆锥的衬板，或者同时更换。提高破碎圆锥时先将横梁上的螺帽取下，再将起重吊环拧在破碎圆锥主轴上端的丝孔内，然后利用吊车将破碎圆锥吊起，吊起的高度应比原预计提高的距离高 5—15 毫米。

破碎圆锥提起后，向下拧调整螺钉，将压套及锥形套压下去，然后将螺钉退回。接着将键取下，并向下拧螺帽，直至它与压套接触为止。然后测量排矿口宽度。达到规定要求后，清理干净，加满润滑油，最后装上帽盖。

#### 42、旋回破碎机大修、中修、小修的内容是什么？

小修内容：检查和修复破碎圆锥上部的悬挂装置、防尘装置、偏心轴套、圆锥齿轮、止推圆盘、传动轴衬套的磨损和润滑情况。检查和修复润滑系统，更换润滑油。检查和修复各处衬板的磨损和紧固情况。小修检修周期约为半个月。

中修内容：检查周期主要决定于圆锥衬板和机架衬板的磨损，以及传动轴套的磨损情况。中修内容包括更换破碎圆锥衬板；修复或更换传动轴、传动轴套、圆锥齿轮和悬挂装置的各磨损件；修复和更换偏心套、内外衬套和止推圆盘；修复和更换电气设备。中修包括小修全部内容，一般半年一次。

大修内容：主要是修复更换机架、中架体、横梁及修理基础。大修对中修的项目进行全部检查和处理，并进行技术革新。大修周期一般五年左右。

需要指出的是：中修和大修周期与破碎矿石的软硬有关。例如，破碎磁铁矿时较硬，3—4 个月则需中修一次，而破碎石灰石时，有的可以延长二年左右。同时与破碎机平时维护工作及修理和备件质量有很大关系。因此，加强平时的维护修理工作，防止事故，提高修理质量，是延长机器运转期限的重要途径。

#### 43、旋回破碎机检修后空载和负载试车要求？

破碎机空载试车，连续运转不得少于 2~4 小时，必须达到如下要求：

一、破碎圆锥摆动平稳，无显著振动。

二、圆锥齿轮不得有周期性的噪音。

三、润滑系统应达到如下要求：给油管的压力应在 0.8—1.5 公斤/厘米<sup>2</sup> 范围内，回油温度不得超过 50℃。

四、无载试车后，检查各主要部件的摩擦部分不得有磨损现象。

破碎机负载试车不能少于 12—24 小时，必须达到下列要求：

一、破碎圆锥的转动要平稳，无显著振动。

二、破碎机给矿、排矿正常，产品粒度均匀。

三、润滑系统正常，给油管油压应在 0.8—1.5 公斤/厘米<sup>2</sup> 的范围内，回油温度不得超过 60℃。

大中修后的无载或负载试车，均须作详细记录，登记在设备档案上，以备下次检修待查和参考。

#### 44、旋回破碎机衬板更换范围？如何更换？

当衬板厚度磨损三分之二，无磨漏、破裂，或者排矿口增大到不能调整时，就需要更换衬板，可根据磨损、破裂情况决定不同的更换范围：

一、机架和破碎圆锥衬板同时全部更换。

二、只更换机架或破碎圆锥其中之一全部衬板。

三、只更换机架、破碎圆锥下部衬板。

四、只更换机架或破碎圆锥其中之一的下部衬板。

五、只做局部更换。

更换机架衬板时，如旧衬板取不下来时，可用气焊切割，并将机架内表面清理干净。衬板背面新浇铸的混凝土，是用 500—600 号水泥和砂子，比例是按质量比 1: 3 混合。浇铸之前，衬板要打磨干净，使混凝土和它牢固结合起来。

混凝土浇铸完之后，必须修整，使衬板背面的筋面与机架紧贴，并且一定要等混凝土充分养生和干了之后方能投入使用，否则影响使用寿命。

更换破碎圆锥衬板时，在切割衬板过程中切忌不要损伤锥体。当锥体下部衬板装上后，利用锥体下部的调整圈，使下部衬板与锥体之间保持 1—2 毫米的间隙。最上面的衬板装上后，应先将压紧螺母装上，然后再浇铸锌合金。浇铸前，锥体与衬板先予热 60—80℃，衬板各接头的间隙要用石棉及粘土塞住，以免锌合金漏出。衬板浇完合金后，装上压紧螺母和锁紧板，使之紧紧固定。

#### 45、旋回破碎机检修和安装偏心轴套时应注意什么事项？

当偏心轴套有严重裂纹，或主轴与偏心套内孔之间的间隙大于装配时的标准间隙 1.5—2 倍时，需修理和更换。大、小圆锥齿轮齿厚磨损 25—30% 时，需更换齿轮。

检修时，首先应将油放出，然后由上部吊出偏心轴套（横梁和动锥已拆掉）检查偏心轴套上的巴氏合金，检查钢套与机架的紧密性，检查时注意用铜锤或铅锤敲击。

安装时，注意各接触面必须光滑，清洗干净，巴氏合金套上的毛刺和擦伤，要加以修整。油沟清洗干净，必要时加以研磨和加深油沟。最后必须将下部底盖严密装好，以防止漏油。偏心套安装以后，两个齿轮的外端面必须平齐。

无论在拆卸或安装后，均应测量齿轮的啮合间隙，通过拆卸前的间隙记录，可以知道齿轮磨损规律，如果间隙太大或太小，用增加或减少偏心轴套处的垫片来调整。

### 第四节 圆锥破碎机

#### 46、圆锥破碎机规格如何表示？有哪些主要规格？

圆锥破碎机，它具有破碎比大，效率高、能耗少、产品粒度均匀和适合破碎硬矿石等特

点。

我国当前生产的圆锥破碎机分标准型、中型、短头型三种型式。破碎机的规格用动锥底部直径的尺寸表示。例如 $\Phi 1750$  标准型，动锥其底部直径即为 1750 毫米。

我国生产的主要规格有：

PYB600 标准型；PYD600 短头型；PYB900 标准型；PYZ900 中型；PYD900 短头型；PYB1200 标准型；PYZ1200 中型；PYD1200 短头型；PYB1750 标准型；PYZ1750 中型；PYD1750 短头型；PYB2200 标准型；PYZ2200 中型；PYD2200 短头型。

拼音字母 P 代表破碎机，Y 代表圆锥，B 代表标准型，Z 代表中型，D 代表短头型。

47、标准型、中型、短头型圆锥破碎机主要区别在什么地方？

这三种破碎机的基本构造和工作原理完全相同，只是在破碎腔形状上略有不同。如图 5 所示：区别的关键在于破碎平行带，从图上即可看出，短头型平行带较长，而中型次之。

平行带较长，给矿口和排矿口均比较小，可以获得较细产品粒度。一般均将平行带较长的短头型作为细碎放在中碎之后。而标准型由于平行带较短。故破碎产品较粗，产量较高，一般放在粗破碎之后即颚式或旋回破碎机之后做为中碎用。

48、圆锥破碎机工作原理是什么？

被破碎的矿石，从进料箱落到动锥上端的分配盘上，由此再均匀地撒入动锥周围的破碎腔内。矿石在破碎腔内的破碎过程是：矿石在动锥离开定锥衬板一侧的瞬间，落入破碎腔，动锥冲向定锥时矿石第一次破碎。当动锥再次离开动锥时，矿石就落入第二次破碎的位置，以此方式，矿石经过几次下落和破碎后排出机外，完成破碎过程。

49、圆锥破碎机油泵常用润滑油为多少号？为什么冬夏季使用油号不同？

由于圆锥破碎机各运动摩擦表面上，受有很大压力，故润滑对于破碎机有着极其重要的意义。润滑油站常用润滑油。冬季 20 号或 30 号机械油。一般温度可用 40 号机械油，夏季可用 50 号机械油。在高寒地区冬季使用润滑油 10 号或 15 号机械油才能满足油泵工作和循环正常。

冬季用低油号润滑油，油质较稀，在温度低的情况下，流动性可以保证，如果使用高油号润滑油，油质较稠，流动性不好，若室内无采暖和油的预热装置，则油泵站就根本无法工作。

夏季则需要油号较高，油质相对稠点的润滑油。由于天气较热，室内温度也高，这样稠一些的油就变稀了，只要能够保证油的流动性即可。如果夏季使用油号较低，恐怕润滑效果不太理想，会出现油在润滑点上还没有形成油膜就很快流走的现象。一是浪费而且易产生各润滑部位发热现象，二是不符合文明生产易出现油的漏油现象。

故此冬夏二季润滑油的油号选择时不一样的，选矿厂在选择和使用润滑油时要根据本地区气候条件和实际生产经验来确定油号。

50、圆锥破碎机操作时应注意什么事项？

给矿后破碎机处于有载运转中，操作人员必须遵守和注意下列事项：

（一）给矿必须均匀，产品粒度符合要求。

（二）随时注意排矿和运输皮带运转情况，以免发生堵塞事故。

（三）经常检查油泵 冷却器、过滤器及油量回温，回油温度不应超过 60℃。

（四）检查水封防尘的排水，如果没有水则不允许运转。

（五）注意检查锁紧缸的液压，调整环必须在锁紧状态下方可运转。

（六）定期检查衬板磨损情况，特别注意调整环上的衬板固定螺栓，如果松了，会引起衬板松动。新换的衬板在工作 24 小时以后，应停车紧固一次。

51、圆锥破碎机排矿口如何调整？

在破碎过程中，动锥衬板与定锥衬板不断磨损，使之排矿口逐渐增大。为了保证一定的

产品粒度，就要随着磨损情况，不断的调整排矿口尺寸。排矿口的调整，是借助于调整环与支承套间的锯齿形螺纹升、降定锥衬板来实现的。为了使齿形螺纹得到润滑，以及调整和拆装方便，螺纹必须有足够的间隙。

调整后的排矿口，可采用钢丝系铅球的方法，通过破碎腔到排矿口处测量排矿口尺寸。经过加工的新衬板测量一点即可，未经加工或已磨损的衬板应测量 6—8 点。排矿口达到尺寸要求后，利用锁紧缸将调整环锁紧，否则不允许开车。

#### 52、圆锥破碎机大修、中修、小修内容是什么？

检修周期的确定应根据设备的实际状况来制定。小修周期每半月到一个月进行一次，其内容包括：

- (一) 检查碗形瓦；
- (二) 检查锥套和直套的磨损情况并检查其间隙；
- (三) 检查圆锥齿轮啮合间隙；
- (四) 检查传动轴瓦间隙；
- (五) 检查液压装置（如该设备有液压装置）和润滑装置或更换润滑油；
- (六) 主要零件的清洗。

中修周期约 4—6 个月清洗一次，其主要内容包括：

- (一) 更换衬板；
- (二) 修复或更换偏心轴套、锥套和直套；
- (三) 修复或更换碗型瓦和防尘装置；
- (四) 修复或更换圆锥齿轮、传动轴和轴瓦；
- (五) 修复调整环和支撑螺纹；
- (六) 对小修项目进行全部检查和处理；
- (七) 分解电机、吹尘除垢和检查各部轴瓦间隙；分解油开关，清洗和处理缺陷；各部电器调整和试验；检查和修复配电盘及其它电缆等。

大修约四年一次或根据实际情况决定。其内容包括：

- (一) 修复或更换机架及有关出现问题的基础部份；
- (二) 对中修项目进行全部检查和处理，以及进行技术改造；
- (三) 更换电机定子线圈（根据预防性试验决定）及浸漆；根据实际情况决定是否更换转子轴。

无论大修、中修、小修均应做好详细记录，提前编号检修计划，做好备件、材料和工具准备工作。

#### 53、圆锥破碎机检修后空载和负载试车有何要求？

空载试车有下列要求：

- (一) 按下启动程序启动和停车，各有关连锁系统均应符合技术要求；
- (二) 动锥正向或反向转动（自传），每分钟不应超过 15 转；
- (三) 圆锥齿轮不应有冲击和周期性噪声；
- (四) 润滑系统工作正常，给油压力应在 0.5—1.5 公斤/厘米<sup>2</sup> 范围内，回油温度不超过 50℃（有载试车不许超过 60℃）。
- (五) 液压设备的液压调整装置，按其操作程序进行锁紧；调整排矿口达到使用要求的大小。

- (六) 正常连续运转时间不应少于 2 小时，一般以达到鉴定要求为止。

负载试车有下列要求：

- (一) 对空载试车中检查的项目进行负荷检查。
- (二) 负荷试车时间，要正常连续运转二昼夜（允许短时间停车检查）。给矿要逐渐加大，

先少量给到满载。

(三) 给矿位置要安装正确，矿石应均匀分布在破碎腔内。

(四) 破碎机在正常破碎过程中，不应有急剧的振动和异常的响声。

54、圆锥破碎机偏心轴套部检修内容有哪些？

偏心轴套部的主要零件，使用到下述程度，就应进行修复和更换：

(一) 偏心轴套外园锥磨损 3 毫米以上，则应更换；

(二) 直衬套与偏心轴套间隙，超过原装配间隙（见表 3）的一倍；直套有裂纹，超过 1/3 周长或高度，有上述之一者，应更换直套；

(三) 锥套与主轴上部间隙，超过原装配间隙（见表 3）的一倍或有严重裂纹者应更换锥套；

(四) 圆锥大齿轮齿厚磨损 20%以上者，应更换；

(五) 偏心轴套下端止推轴承垫，磨损不平行偏差超过 0.1 毫米或厚度磨损 5 毫米以上，则应更换。

衬套装配

规格	900	1200
间隙位置		
机架衬套间隙（毫米）	2±0.38	
锥套上部间隙（毫米）	3.2+0.3	
锥套下部间隙（毫米）	10	

55、圆锥破碎机碗形轴承部检修内容有哪些？

碗形轴承部检修内容包括：

(一) 检修碗形瓦的固定情况，碗形瓦是利用园柱销铸锌固定于轴承座上，如松动要重新浇铸锌合金。否则当起吊动锥时，它会被润滑油粘在动锥球面上，一同吊而造成事故；

(二) 检修碗形瓦的接触情况：碗形瓦的接触面应在碗的外环接触，其接触环宽度为 0.3—0.5 尺，如接触过大，应重新修刮；

(三) 检查碗形瓦的面上情况：当瓦面磨损到油沟底部（油沟磨平）或露出固定销以及产生裂纹时应更换；

(四) 碗形轴承座与机架配合应该是紧密的，如磨出间隙后，在运转时轴承座产生串动，会引起主轴与其锥套接触不良，甚至彼此冲击。有此间隙之后，防尘水也会溅入机体之内而破坏润滑。如果该间隙大于 2 毫米，则应修复或更换。

间隙表

表 3

(1650)	1750	(2100)	2200

更换件应按磨损后尺寸配制。修复间隙方法，可采取补焊加工法。

(五) 碗形轴承座上的防尘圈有破损时，应及时更换，以免粉尘进入水封槽内，造成沉淀阻塞水孔。水封槽内沉淀的矿粉，检修时亦应清洗干净。

56、圆锥破碎机动锥部检修内容有哪些？

动锥部检修内容有：

(一) 主轴与锥套接触处磨损 3 毫米以上或发现有裂纹时应更换主轴；

(二) 动锥体下档矿环部分磨损超过环高的 1/2 时则应补焊钢板；

(三) 躯体球面磨损 4 毫米以上，或躯体锥面下端与衬板接触处 4 毫米以上时，则应更换躯体。

57、圆锥破碎机更换衬板时应注意什么事项？

当动锥和定锥板厚度磨损达到 65—80%或局部磨损凹陷变形及破裂时，则应更换。

装上衬板后，要检查它们的中心是否正确。如中心不对，在转动时将会产生碰撞，产品粒度不均匀，以至引起机内摩擦件发热等故障。在浇铸锌合金之前，应将各处缝隙用粘土或石棉堵塞严密，以防锌合金外流。浇注时在合金接触的表面上，不允许潮湿，否则会引起爆炸。因此，浇铸前要先进行予热、烘干或者为了短时间（不予热），采用在接触表面上涂一层机器油的办法，然后利用专用工具进行浇注。浇注后，将衬板的紧固螺栓扭紧。

#### 第五节 筛分概述

58、筛分的定义是什么？筛分的意义？

利用筛子把矿石按粒度分成若干级别的作业称为筛分。

筛分的意义是很大的，筛分作业在冶金工业中是不可缺少的。它可以从破碎机的给矿中筛出细粒部分，可以增加破碎机生产率和避免过粉碎；在跳汰选矿和干式磁选前，常把矿石按粒度筛分成若干级别，分别处理，可以提高选别效果；在选矿厂中，有时筛分作业也可作选择筛分，脱水筛分或洗矿筛分。总之，筛分作业是选矿生产中不可缺少的一项作业。

59、什么是筛分效率？如何计算？

筛分效率，是指筛分时实际得到的筛下产物的重量与入筛物料内所含小于筛孔尺寸的粒级重量之比，一般用百分数表示。

计算公式  $E = [100(a-b)] / a(100-b) \times 100\%$

式中：a—入筛物料中小于筛孔尺寸的粒级含量%；

b—筛上产物中小于筛孔尺寸的粒级含量%；

E—筛分效率%。

计算实例：某选厂用筛孔尺寸为 16 毫米的振动筛做细筛前的预先筛分，测定筛分效率时，测得入筛物料中小于 16 毫米粒级含量为 61.2%，筛上产物中小于 16 毫米粒级的含量是 15.26%，筛分效率为：

$$E = [100(a-b)] / a(100-b) \times 100\% = [100(61.2-15.26)] / [61.2(100-15.26)] \times 100\% = 88.3\%$$

60、筛分机械分几种类型？

筛分机械的类型很多，在选矿工业中常用的根据它们的构造和运动特点，可分为下列几种类型：

1) 固定筛：包括固定格筛、固定条筛、悬臂条筛和弧形筛。

2) 筒形筛：有园筒筛、圆锥筛和角锥筛。

3) 平面摇动筛。

4) 振动筛：分机械传动和电力传动两种。属于前者的有偏心振动筛、惯性振动筛、自定中心振动筛、直线振动筛和共振筛。属于后者的有电振筛。

61、振动筛主要优点是什么？

振动筛与其它类型筛子比较，主要优点是：

1) 由于筛面的强烈运动，加速物料通过筛孔的速度，使筛子有很高的生产率和筛分效率（一般可达 80—85%）；

2) 应用范围广，不仅可以用于细粒筛分，也可以用于中粗和粗粒筛分。（筛孔尺寸大至 100 毫米，小至 0.2—0.5 毫米）此外，还可以用于脱水与脱泥作业中；

3) 当筛分粘性和潮湿性矿石时，筛孔不易堵塞，工作指标比其它筛子高；

4) 构造简单，操作与调整比较方便；

5) 筛分每吨物料消耗的电量少。

62、振动筛分几种？常用的是什么筛子？

根据筛子产生运动的构造和筛子运动轨迹的不同，振动筛可以分为：偏心振动筛、惯性振动筛、自定中心振动筛，直线筛和共振筛。

由于偏心和惯性振动筛振动性特大和筛分效率较低，易发生筛孔堵塞现象，所以国内一般新建选厂已不采用了。而自定中心振动筛克服了前二种筛子的缺点，而得到广泛应用。

#### 63、自定中心振动筛有什么特点？

自定中心中心振动筛又名万能吊筛。它是由带有偏心性质的振动器使筛子产生振动的。它的特点如下：

- 1) 筛上物料在振动作用下能达到很好的松散和分层；
- 2) 该振动筛的配重质量大小可以调节，可根据生产要求调节筛子振幅大小；
- 3) 当给矿量发生变化时，振幅也变化。给矿量少时振幅加大振动加剧；给矿量多时振幅变小。给矿量的变化将影响“动力平衡”，从而使皮带轮中心产生一些振动；
- 4) 适用于中、细粒筛分而不适应粗物料筛分。

#### 64、影响筛分作业的因素有哪些？

影响筛分过程的因素可分为以下三大类：

- (一) 入筛物料的物理性质：包括粒度组成、湿度、含泥量和矿粒形状。
- (二) 筛面运动特性极其构造参数：包括筛面运动的特性、筛面的长度和宽度、有效筛面、筛孔尺寸和形状等。
- (三) 操作条件：包括生产率的大小和给矿的均匀性等。

在上述三类因素中，第一类因素除湿度外是不能随意改变的。第二类因素在设计筛子时必须认真考虑。只有第三类因素在实际生产过程中是可以调节的。

#### 65、细筛的作用和原理是什么？

随着钢铁工业的不断发展和贯彻精料方针，细筛工艺在黑色金属选矿厂正在普遍推广使用。发展很快，使用细筛后精矿品味均有很大提高。目前国内重点磁选厂铁精矿品味，由于使用细筛工艺均达到 66%以上，有的已经达到 68%，达到世界先进水平。

由于铁精矿品味的提高，对强化高炉生产，降低焦炭消耗增加起了重要作用。细筛在选厂应用中同时被证实是一种防止过粉碎改善选别作业的有效设备。所以，对一些有色金属矿（如铜、铅、锌、钨、锡）在磨矿循环作业中也可以应用。

细筛分工作原理并不复杂，见细筛工作原理示意图 6：

当矿浆流经筛面过程中，产生重力分层现象，有利富集和分级，同时固定的筛条对流动的矿浆产生一种机械性的“切割”作用，底层重而细的矿粒被与矿浆流垂直方向的筛条“切割”下来的矿粒称为筛下产物。未被“切割”的粗而轻的矿粒顺流而下成为筛上产物。由于上述工作原理，筛下颗粒的大小并不等于筛孔尺寸，而大约相当于筛孔尺寸的水平投影。

#### 66、应用细筛必须具备的条件是什么？

无论老选厂改造和新建选厂利用细筛，首先要解决的时能否利用细筛提高精矿品味。应用细筛必须具备的条件是：在精矿筛析中，某一粒级上下有一个明显的品位差和具有一定的产率。其品味差就是要选择的分离点，品位差越大，应用细筛效果越明显。

例如鞍钢大孤山选厂磁铁精矿+200 目品位为 35.95%，-200 目品位为 67.08%，品位差较大，很适合应用细筛，它的分离点是以 200 目为基础；弓长岭铁矿磁选精矿+200 目品位 44.97%，-200 目品位 67.85%，品位差也很大，很适合应用细筛。

所以，细筛的应用是以磁铁矿在某一粒度级别的品位差大小为基础的。

#### 67、目前国内细筛分离粒度和选择筛孔尺寸的应用实例？

分离粒度和筛孔尺寸选择关系很大，尺寸选择的合适与否，直接影响精矿品位高低和产率大小。目前国内生产中比较合适的应用实例如下：

分离粒度(毫米)

筛孔尺寸(毫米)

d1=0.044	s1=0.10
d2=0.063	s2=0.15
d3=0.074	s3=0.2
d4=0.10	s4=0.25
d5=0.15	s5=0.30

68、细筛筛分效率与第一段磨矿的关系如何？

对细筛筛分效率影响的重要因素之一是进入细筛的产品粒度。如果产品中合格粒度百分数较多，则筛分效率较高。进入细筛作业合格粒度的多少，很关键的是第一段磨矿效果如何。如果第一段磨矿因矿石发生变化和矿量发生变化，或者由于操作者不当引起粒度跑粗时，当溢流产品进入细筛，不但会使效率下降，同时会产生“恶性循环”使精矿品味急剧下降。所以认真操作一段磨矿作业，保证合格粒度的稳定性，不但能提高细筛筛分效率，同时对精矿质量的提高有明显的好处。

69、细筛的优缺点是什么？

细筛优缺点主要如下所述：

（一）应用细筛，可以幅度较大地提高精矿品味。一般提高 1.0—2.5%之间，根据矿石性质不同，精矿品味甚至有提高 4—5%的。

（二）有利于防止过磨现象。细筛作业可以将合格粒度预先筛出，筛上产品再磨，流程配置较为合理。

（三）少量投资，见效快，收益早。是磁选厂增加利润的重要途径之一。

（四）操作条件如果掌握不当，处理量有下降趋势；管理得当、工艺合理、操作精心有提高产量的可能或者与不上细筛前产量相似。这个问题，在看法上是存在不同意义的。

目前国内的铁精矿品位趋向 68%以上进军或必须达 68%，是不完全合适的，任何东西都有一个适当限度。如果无限度提高精矿品位，势必需要加强细磨细筛，且不说增加成本和回收率下降趋势，同时对过滤作业精矿滤并水份影响较大。尤其与球团矿生产联合的企业，精矿水份高对造球质量影响很大。此外，由于精矿品位提高幅度超过限度，将会导致高炉冶炼需要的有益杂质含量丢掉或大大减少。当然对酸碱矿石性质不同的铁矿石要求是不尽相同的。所以提高精矿品位到多少合适必须根据自己矿石性质和用户的要求来决定。

70、表示粒度粗细的常用术语“网目”的定义是什么？

选矿工业中常用的是泰勒标准筛。泰勒标准筛是以每一英寸（等于 25.4 毫米）筛网长度内所具有的筛孔数目作为每号筛子的名称，分有 2.5 网目—400 网目。

什么叫网目呢？就是每英寸筛网长度内的筛孔数目称为网目，简称“目”。

例如每一英寸筛网内有 200 个筛孔，这种筛子叫 200 目筛。

基筛是 200 目，筛比是  $2\frac{1}{2}=1.414$ ，一般选矿产物的筛析之采用这种基本筛序就够了。

### 第三章

### 磨矿

#### 第一节

#### 磨矿概述

71、磨矿的意义是什么？

磨矿作业是破碎过程的继续。

为了把矿石中的脉石矿物分出，并把各种有用矿物相互分开，首先必须使各种矿物呈单体分离。矿物的单体分离仅用破碎的方法时很难达到的。因为矿物的浸染往往都不是均匀的，粒度几毫米的矿物颗粒和几微米（千分之几毫米）的颗粒都是存在的。所以，为了使矿物达到单体分离，利用磨矿的方法，把矿石磨到选别作业需要的粒度是最好的方法，因此说磨矿作业是选矿厂生产中比较关键的作业之一。

72、你知道磨矿机的工作原理吗？



磨碎矿石通常是在磨矿机中进行的。磨矿机的种类较多，但在金属矿山一般采用球磨机和棒磨机。砾磨机 and 自磨机近年在国内渐有应用。球磨机和棒磨机是一个两端具有中空轴的回转圆筒，筒内装有相当数量的钢棒和钢球。磨矿机的工作原理见图 7。

当矿石和水从一端的中空轴给入圆筒，从另一端的中空轴排出。圆筒按规定的速度回转时，钢球和钢棒同矿石在一起，在离心力和摩擦力的作用下，随圆筒上升到一定高度，然后脱离筒壁做抛落和滑动下来。随后它们再随圆筒上升到同样高度，再落下来，周期地进行，使矿石受到冲击和磨削作用而被磨碎。磨碎的矿石与水形成矿浆（湿式磨矿），由排矿端的中空轴排出，完成磨矿作业。

### 73、磨矿机有几种型式？规格表示方法？

根据磨矿介质、机壳形状和排矿方法分为球磨机、棒磨机和无介质磨矿机。

球磨机又分为：短筒形、管形、锥形的溢流排矿和格子排矿。

棒磨机又分为：筒形的溢流排矿口和开口式低水平排矿。

无介质磨矿机主要是短筒形，它利用吹风装置风力排矿，近年来湿式格子排矿方式逐渐增加。

磨矿机规格表示方法是：直径×长度。用符号表示为 D×L。例如 2700×2100 毫米球磨机，它的直径是 2700 毫米，长度是 2100 毫米。

### 74、磨矿机转数大小有什么作用？

磨矿机转数大小决定着筒体内磨矿介质的运动状态和磨矿作业的效果。

当转数较低时，球磨机内的球被提升的高度较小，由球本身的重力作用从球荷顶部滑滚下来，呈泻落状态，此时球的冲击力很小，但研磨作用很强，矿石主要是被磨剥而粉碎，磨矿效果部高。

当转数较高时，球被提升的高度也高。球上升到一定高度后脱离筒体，沿抛物线轨迹下落，处于抛落工作状态。在抛落点具有较大的冲击作用，矿石主要受冲击而破碎，磨矿效率最高。

当磨矿机转数超过某一限度（转数很高），球就随筒体旋转而不下落，处于离心运转状态。这时球即没有冲击作用，研磨作用也很小使磨矿作用停止。

### 75、你知道什么叫临界转数吗？如何计算？

球磨机中的最外层球刚好随筒体一齐旋转而不下落时，这时的球磨机转数称为临界转数。

各种球磨机的临界转数与其直径 D 成正比例，临界转数的绝对数值不易求得，目前只有理论临界转数的计算公式被广泛应用着。

临界转数计算公式： $n_c = 42.2 / D^{1/2}$  转/分

式中：D—球磨机的内直径。米

$n_c$  —临界转数

当采用非光滑衬板，球荷充填率在 40—50%，磨矿浓度较大时，该公式计算结果是比较接近实际的。

### 76、你知道为什么生产中磨矿机转数采用工作转数而不用临界转数吗？

我们知道适当的提高磨矿机转数可提高磨矿机生产率，但不可因此而片面的追求高转数磨矿。因为转数的提高，也会出现一些问题。例如现在的球磨机都是按低于理论临界转数设计和制造的，如果用临界转数或超临界转数运动时，一是会出现由于离心力作用而使磨机失掉磨矿作用；二是由于高转速运动会使机械振动和部件磨损加剧，设备使用寿命大大降低。同时球磨机内部磨矿作用被破坏，排矿变粗，增加了分级负荷，使产品达不到合格粒度要求。而且磨矿介质和衬板耗损量大增。

因此，大多数选矿厂生产中采用工作转速而不用临界转数运转。

77、什么样的工作转数对生产有利？

磨矿机工作转数是指磨矿机处于良好工作状态的转数。

目前生产中最适宜的工作转数为：

$$n = (0.76 - 0.88) \times \text{临界转数 } n_0 \text{ 转/分。}$$

实际生产证明，磨矿介质的充填率为 54% 时，转速率定为临界转数的 88% 时较 76% 时磨矿生产率要高些；对于细磨矿（当给矿粒度小于 3 毫米，磨矿产品在 0.1 毫米以下时），如果转速率定为临界转数的 88% 显然是偏高，影响质量，应该略低些。

78、在什么条件下可采用高转数磨矿？

在目前生产中磨矿机的转速率小于临界转数的 76% 时，称为低转速磨矿；转数率高于临界转数 88% 时，称为高转速磨矿；转数率大于 100% 则称为超临界转数磨矿。

生产实践证明，采用光滑衬板的球磨机，其介质充填率较低在 30—40% 之间，同时适当的降低磨矿浓度，使球磨机转数率提高到临界转数的 100—104% 时，一般情况下台时处理量能增加 10—30%。只有具备上述一些条件才能采用高转数磨矿，但也会带来降低磨矿细度的害处，因此不可片面追求高转速磨矿机。

## 第二节

## 磨矿机的类型

79、你知道目前国外磨机发展趋向是什么？

目前国外磨矿机发展的总趋向是：

（一）设备大型化；

（二）磨矿生产过程自动化；

设备大型化，可以减少设备台数，节省占地面积，节约材料、能耗及维修费用；减少操作人员，降低成本。随着大型化的发展，自动化程度也日益提高。

例如国外无介质磨机规格越来越大，目前在生产中应用最大规格是：直径为 10.97 米自磨机，每台磨机由二台 600 马力电机驱动，处理能力为 400 吨/台·时。在新设计的选矿厂中，已采用了直径 12.2 米的更大型自磨机。

国外棒磨机和球磨机的规格也日益增大。棒磨机最大规格是：Φ4.57×6.24 米，由 2000 马力电机驱动；球磨机最大规格是：Φ5.18×12.6 米，由 7000 马力电机驱动。

80、溢流型球磨机工作特点及常用在什么产品作业上？

当物料由给矿器，经过进料管进入磨机后，筒体内的矿浆面高于出料管内径的最低母线水平时，磨后的物料可以从出料管排出机外。

该种由于制造时，将排矿端盖中空轴颈内的出料管末端成喇叭形，而且通常还在中空轴的根部装一环形的挡圈，这样可以防止由端盖螺栓孔漏出的矿浆流到轴承内。同时又在出料管中铸有螺旋线，螺旋的方向是与磨机转向相反的，从而起到阻止钢球和矿石块随矿浆排出机外的作用。但该机单位容积生产能力较低，且易产生过粉碎现象。

由于该机相对磨矿时间长，矿石可以较充分的在机内研磨，停留的时间也较长，所以磨矿产品较细，因此该种磨矿机通常作为阶段磨矿用，适用于精矿再磨作业，可以获得粒度较细的合格产品。

81、格子型球磨机工作特点及适用在什么产品作业上？

格子型球磨机的排矿端有一格子板，格子板上面有许多小孔，以便排出矿浆。格子板靠近排矿端的一侧，安装有矿提升装置，这是一种放射状的棱条，棱条将格子板和端盖之间分成若干个通向中空轴颈的扇形室。当磨机旋转时，放射状棱条起着提升矿浆的作用，将由格子板上小孔排出的矿浆提升到排矿中空轴颈，通过中空轴颈再从磨矿机排出去，所以该机的工作特点主要是强迫排矿，生产能力较高。

该种磨机一般均放在第一段磨矿作业，可以获得较高的处理能力，但产品粒度较溢流型磨矿机产品粒度粗些。

82、溢流型和格子型球磨机优缺点是什么？

溢流型球磨机的优点是构造简单，维修方便，由于出料管铸有反螺纹，大块矿石和钢球不易排出机外。缺点是单位容积生产能力较低，因此处理量比较低，而且易产生过粉碎现象。

格子型球磨机的优点是排矿速度快，能减少矿石的过粉碎，同时能增加单位容积产量，比溢流型球磨机产量高。它的缺点是构造复杂，格子型排矿易于堵塞格子板，而且检修较困难复杂些，作业率相对较低。

83、棒磨机的工作特点是什么？

棒磨机一般用于粗磨，给矿粒度为 20—30 毫米，产品粒度为 3—0 毫米。

棒磨机的工作特点是不以棒的某点来磨碎矿石，而是以棒的全长来磨碎矿石，故其作用力较均匀。在粗粒未被磨碎前，细粒较少受到破碎，这样就可以使产品的过粉碎减少，其产品粒度比较均匀。这种磨机在我国南方一些重选厂使用的较多。

84、砾磨机适用于研磨什么产品？

不论哪种类型的磨矿机，凡其中用矽质砾石作破碎介质的皆称砾磨机。这种磨矿机并不常用，只是在某种特定场合下才使用。该机常常用于磨碎用氰化法处理的含金矿石，因为在这样的过程中，铁球和衬板互衬研磨所产生的铁屑是有害的。在这种情况下使用砾质砾石的衬板，或者磨机的内装壁上嵌在水泥中的砾质方条。该机主要用于磨矿产品怕被铁质污染的矿石，主要用于在处理金、银矿石选厂。近年来砾磨机逐渐得到发展应用。

85、自磨机工作特点是什么？生产中应注意什么？

自磨机也叫无介质磨矿机。它的特点，是以被破碎物料本身作为介质来达到目的。自磨机不需要加入钢球（特殊情况也加入少量钢球），它的磨碎比很大，大大简化了破碎和磨矿流程。矿石的粉碎靠矿石自由降落时的冲击力和颗粒之间互相磨剥以及矿石由压力状态突然变为张力状态的瞬时应力，因此可以避免过粉碎。

在自磨机的规格和转速固定的条件下，物料的给入量和大小矿块的配比直接影响磨矿过程，生产中应予注意。生产实践证明：物料充填率在 30—40 之间为宜。如果给矿量控制不好，自磨机内料位高低产生波动，有可能引起“胀肚”（料位过高）或“空肚”（料位过低）现象。所以，要求生产中给矿数量和给矿粒度配比上要力求保持稳定，而且要求二者同时稳定，如果只保持数量稳定，但粒度配比不当，生产也会不正常。粒度配比，主要是大块矿石不能少，如果在特殊情况下大块矿石不足时，可少量加大钢球。大块矿石比例多了也不好，但少了生产效果也不理想，应根据各自矿石性质，由实验和生产实践来确定。

86、我国目前选矿厂用衬板有几种形式？都适用于何种磨矿产品？

筒体衬板的形状对球磨机的工作影响很大。目前常使用的有搭接形、波形、凸形、光滑形、阶段形、条形等几种。见图 8

当处理粗粒物料时，球磨机筒体衬板应采用起伏状（如波形、凸形、搭接形）衬板。近年来一些选厂已推广使用条形衬板。起伏状衬板有能力把磨矿介质提升到较高的高度，从而增强介质的冲击能力，提高球磨机的生产能力。常用于第一段磨矿，适合处理粗粒物料。

光滑形衬板适用于细磨矿（往往是指第二段磨矿）。因为平滑形衬板易于钢球的滑滚，磨剥作用强烈，适合处理细粒物料。

通常衬板的厚度依据磨机的直径大小来确定，一般在 50—150 毫米之间。

87、球磨机给矿器有几种型式？各种给矿器适用于什么作业？

金属矿山选矿厂带用给矿器有三种型式：鼓式给矿器、螺旋给矿器、联合给矿器。

鼓式给矿器外形很像两头开口的园鼓，在筒体内部有螺旋形的送矿机件，当给矿器随球磨机旋转时，矿石即沿着螺旋线被送入球磨机内。鼓式给矿器适用于向球磨机加入干物料，所以在球磨机呈开路磨矿时应用较多。

螺旋式给矿器（又称勺式给矿器），它是螺旋形的勺子，在螺旋的端部装有可更换的勺

嘴。给矿器的侧面中心有一孔与球磨机给矿端中空轴相通，矿石即由此给入球磨机。螺旋给矿器又分为：单勺、双勺、三勺三种。螺旋给矿器适用于湿式给矿，常用在球磨机与分级机闭路磨矿循环中（即球磨机只处理分级机返砂时，可安装这种给矿器）。

联合给矿器，它由鼓式和螺旋给矿器联合组成。它即能给入干矿石，又可给入湿物料（分级机的返砂），常用于第一段闭路磨矿。此外，由于联合给矿器便于往球磨机中补加钢球，所以在第二段磨矿带也有应用。相对来说，联合给矿器应用的比较广泛。

### 第三节 磨矿机的主要工作指标

88、衡量磨矿机工作好坏有几项主要指标？

给矿厂通常用生产率、粒度合格率、作业率和工作效率等四项指标来衡量磨矿机的工作好坏。

89、表示球磨机生产率方法有几种？如何计算？

有台时处理量、利用系数、按新生成计算级别的生产率三种表示方法。

台时处理量表示法：在选厂对于同类型同规格的磨矿机，只要它们的给矿粒度、磨矿产品的细度相同，就可以用台时处理量来评价它们的工作质量。台时处理量是表示每台磨矿机每小时处理原矿的数量，单位：吨/台·时。

利用系数表示法：即磨矿机单位有效容积每小时处理原矿的数量，单位：吨/米<sup>3</sup>·时。计算公式：磨矿机利用系数=台时处理量/有效容积。例如 2700×2100 毫米球磨机，台时处理量 30 吨/台·时，有效容积 10.4 米<sup>3</sup>，则它的利用系数为：

$$q=30\div 10.4\approx 2.88 \text{ 吨/米}^3\cdot\text{时}$$

为了较精确的确定磨矿机生产率，在科研和设计中，往往按球磨机单位有效容积在单位时间内所生成的计算粒级（常用—0.074 毫米）的数量来表示，即常说的按新生成计算级别的生产率。计算公式如下：

$$q_{-200\text{目}}=[Q(b_2-b_1)]/V \text{ 吨/米}^3\cdot\text{时}$$

式中： $q_{-200\text{目}}$ —按新生成—200 目粒级计算的磨矿机单位容积生产率。吨/米<sup>3</sup>·时

$b_2$ —磨矿机产品中（闭路磨矿时分为分级机溢流，开路磨矿时为磨矿机排矿）—200 目粒级的含量。%

$b_1$ —磨矿机原矿中—200 目粒级的含量。%

$Q$ —磨矿机的原给矿量。吨/时

$V$ —磨矿机的有效容积。米<sup>3</sup>

此种计算方法，一般在生产中不常用，常用的是前二种表示方法。

90、粒度合格率高说明什么问题？

选厂常用粒度合格率高来衡量磨矿产品的质量。粒度合格率高，说明磨矿机按着规定工作正常；说明在同样操作条件（指原矿粒度、硬度、原矿量）下磨矿工操作技术水平高，使磨矿机充分发挥了作用。由于磨矿产品粒度合格率高，从而给选别作业创造了良好条件。

粒度合格率低，说明在同样操作条件下，操作者技术水平或责任心都没有达到要求。给选别作业带来不良影响，造成精矿质量不高的后果。一个技术熟练的磨矿操作工，即使在操作条件不利的情况下，精心操作，认真调整，也会获得较高的粒度合格率。关于如何才能获得较高的粒度合格率，在以后的问答例题中会详细谈到。

91、提高磨矿作业率意义是什么？如何计算作业率？

作业率是直接反映选矿厂经营管理水平主要指标之一。选矿厂完成生产任务好坏，主要看看磨矿机作业率高低，就可以看出产量完成的好坏。例如选厂生产过程中，设备经常出现故障停车修理，检修工作频繁，就完不成按每月生产任务规定的作业率指标。这里设备经常出现故障，反映出如下几个方面的问题：

1) 设备中小修没有按计划检修来办事，头痛医头、脚痛医脚、疲于奔命，检修工累的

要死，仍然使设备问题层出不穷，循环往复，使设备完好状态愈来愈恶化。

2) 备品备件准备不及时和质量不保证。备品备件准备的不及时就会造成本来该设备的易损件按规定不允许继续使用，但需要更换的备件换不下来，只好继续用它来对付和凑合。以至最后实在不能对付才被迫停车，修理时间更长，费工更多。备品的质量同样是个大问题。有些选厂由于备品进厂检查不严和要求不严，在设备检测时更换上了，时间不长又坏了，有的只运转几个班就坏了，这是造成频繁检修的一个因素。

3) 检修工检修质量不保证。这个问题分两个方面来看，一方面是有的检修工人责任心不强有对付和马虎思想；另一方面就是目前多数选厂青年工人较多，文化知识不高，普遍技术水平比较低，有的设备构造和检修规范还不太清楚，检修质量就不想而知了。因此提高业务知识，普及技术教育已成为冶金战线一个极重要的工作。

4) 岗位操作工维护设备不够精心。

上述四个问题反映出，为什么有的企业存在设备作业率不高的现象。因此，加强企业管理，加强职工的技术教育，才能很好的提高设备作业率，完成国家下达的生产计划。这里要注意和防止为了完成任务，拼设备使设备长期带病作业，造成驴不死不下磨的现象、靠这种方法来完成作业率是不允许的。

作业率是个百分数，数值大者，说明磨矿开机运转时间长，反之实际开车工作时间短。

计算公式  $\mu = (\text{磨矿机实际工作总时数} / \text{规定时间内日历总时数}) \times 100\%$

例如某厂磨矿系统四月份共运转 650 小时其作业率为：

$$\mu = [650 \div (30 \times 24)] \times 100\% = 90.27\%$$

92、表示磨矿细度的网目常用有哪些？对应尺寸都是多少？

生产中常用 200 目表示磨矿细度指标如何。但选厂实验室经常用的是 20 目—400 目，以便做矿石试验和流程考查。

对应尺寸如下：单位用毫米表示。

网目	20 目	60 目	65 目	80 目	100 目	150 目
对应尺寸	0.833	0.246	0.208	0.175	0.147	0.104

网目	170 目	200 目	230 目	270 目	325 目	400 目
对应尺寸	0.088	0.074	0.062	0.053	0.043	0.038

#### 第四节 影响磨矿过程的主要因素

93、影响磨矿效果的因素主要有哪些？

磨矿过程与很多因素有关。归纳起来主要有：磨矿机构造、矿石性质、操作条件三大方面。但对于生产现场来讲，设备基本是固定的，应视为不变的因素，只有矿石性质和操作条件过磨矿作业产品的数量和质量具有决定性影响。为了保证磨矿产品的质量，操作工人必须根据矿石性质（粒度、硬度等）的变化，随时调整给矿量，同时使各种可变动的操作条件稳定在最适宜的水平上。

94、磨矿机直径和筒体长度与处理矿石能力有什么关系？

磨矿机单位容积生产率即处理矿石能力与磨矿机直径的平方根成正比，因为磨矿机直径的大小直接决定着被磨物料受到的负荷压力和钢球的冲击力。因此，磨矿机直径越大，则矿石受到的压力和钢球的冲击力也越大，处理矿石能力也越高。目前国外新设计和制造的磨矿机向大型化（大直径）发展，就是利用这一特点。

95、衬板的型式和材料对磨矿过程有什么影响？

衬板的型式和材料可以影响磨矿生产量和质量。如果采用衬板的型式选择不当，会使处理量降低和磨矿细度达不到要求。

衬板的材质也同样影响矿石处理量 and 产品细度。如果衬板材质锰含量少，显得软不抗磨，也在一定程度上影响钢球对矿石的冲击力和磨剥作用，所以一般选厂所用衬板均为铸锰钢 13（ZGMn13）合金材质。

96、入磨给矿粒度对磨矿机生产能力和产品质量有什么影响？

当我们要求磨矿产品细度相同的情况下，那么给矿粒度大者，则磨机生产能力低，给矿粒度小者，生产能力高。主要原因是给矿粒度小，矿石在磨机内停留的时间短，速度较快。

但有一点应该注意，当要求磨矿产品较粗时，磨机生产率随给矿粒度变化的幅度较明显，而要求磨矿产品较细时，磨机生产率随着给矿粒度变化并不太突出。

当给矿粒度即入磨粒度较小时，磨矿细度比较容易达到。但细度与生产率又比较矛盾的，当给矿粒度相同，磨机生产能力随着磨矿产物细度的提高而降低。磨矿产物要求的越细，生产率下降得越多。但对于粗磨过程，磨矿产物细度的变化，对磨机生产率的影响没有细磨那么明显。

所以，生产中按选厂规模和矿石性质，应该找出最合适的磨机给矿粒度。参考表 4。

合适的磨矿机给矿粒度		表 4
选厂规模（吨/日）	合适的给矿粒度（毫米）	
500	10—15	
2500	6—12	
10000	5—10	
40000	4—8	

97、矿石硬度对磨矿机处理量有什么影响？

矿石硬度的大小，它反映出矿石本身的矿物组成极其物理机械性能方面的特点。

结构密致，晶体微小，硬度大的矿石比较难以磨碎。因此，这样的矿石在磨矿过程中，磨矿时间要求较长，才能保证达到要求的磨矿细度，但一般来说主要影响磨机处理能力。而硬度小或者理解发达的矿石易于磨碎，磨机单位容积的处理能力也高。

矿石硬度是个不可改变的因素。在生产中要采取积极态度对待硬度较大的矿石，如通过试验找出最适宜的排矿浓度、返砂量等操作条件。要求破碎系统来的矿石粒度尽可能缩小，在粒度条件稳定情况下，找出最佳钢球配比。

98、磨矿操作工如何掌握排矿矿浆浓度？

密度排矿浓度也叫磨矿浓度。是指磨矿机筒体内矿石与水的比例，它可以通过对磨矿机排矿浓度的测定结果来判断。

磨矿浓度直接影响筒体内矿浆的流动性和输送矿粒的能力，也影响磨矿介质作用的发挥。因此，一个磨矿操作工要善于掌握磨矿浓度。生产实践证明，最适宜的磨矿浓度在 60—83%之间。粗磨时，磨矿浓度稍大些，一般控制在 75—83%之间；细磨时，磨矿浓度可低些，约在 65—75%之间。

比重不同的矿石，其磨矿浓度亦可不同。比重大的矿石，磨矿浓度可控制高些，比重小的矿石，磨矿浓度应小些。

总之，一个磨矿操作工只有勤操作多动脑，掌握好矿石性质的变化和各部水量的调节，才能得心应手的掌握好矿浆浓度。

99、磨机出现胀肚现象是什么原因造成的？有何表现？如何处理？

磨矿浓度的大小与给矿量有直接关系。浓度过大过小都将产生不良影响。浓度过大时，矿浆流动速度减慢，同时磨矿介质（钢球、钢棒）的冲击作用变弱。对溢流型球磨机，其排矿浓度可能变稠；而格子型球磨机则可能出现胀肚现象。

造成“胀肚”的原因主要是由于矿量增大和水量变化（水压降低）磨矿浓度急剧升高造成的。声音变得沉闷，听不到钢球撞击声音，观察电流表可以看到电流下降，说明电机此时

作功最小，磨机已失掉磨矿作用。如果不及时调整过来，很快筒体内物料会从磨机给矿部喷吐出来（俗称稀拉）造成金属流失。

处理“胀肚”现象，操作工切忌慌乱。要先关掉给矿机，停止给矿，将磨机后部水量适当开大，排矿水量适当减少将分级机溢流浓度提上来，目的是减少返矿量，减轻磨机负荷。经精心处理和调整，一般来说半小时左右就能恢复正常，个别严重的还长些。当发现排矿口排矿浓度变稀，排矿量渐少，可以听见钢球撞击衬板的声音；观察电流表可发现电流恢复正常，这些现象均表示“胀肚”已解决。此刻，应恢复给矿和其它操作条件，使磨机工作正常起来。

100、为什么格子型球磨机排矿浓度比溢流型高些？

在生产中，格子型球磨机的排矿浓度可以比溢流型高些，这是因为格子型球磨机有强迫排矿的作用。如果排矿浓度较稀，矿浆流速加快，矿粒与磨矿介质撞击次数减少，不但会降低磨矿效率和加快衬板及钢球的磨损，同时磨矿产品粒度可能变粗（俗称“跑粗”）。

101、排矿浓度过大或过小是什么原因造成的？如何调整？

当排矿浓度大于规定浓度要求时，要先查找是什么原因造成的。

先检查给矿记录，看看矿量是否有变化，若增大了，如果无其它的原因，可将矿量调整下来。或者检查水压有无变化，如水压低（变现为水流量减低）造成浓度过大，也应该相应减少矿量，以适应变化。如果此时加大水量能见效时，也可以调整水量的方法来调整浓度。如果浓度小于规定要求，调整方法与浓度过大的方法相反。要注意，在调整过程中，一定要注意其他操作条件有无变化，防止顾此失彼。

102、磨机运转时突然筒体声音变得尖锐是什么原因？

当磨机运转中，发现筒体内部声音变得尖锐时，如果时间持续较长，要停车检查衬板是否有折断损坏有折断损坏现象；检查给矿量是否不足，一般发现此种现象主要是这二种原因。当然有时也会因为在在中、小修时不注意将搬手或其它铁器丢在筒体内造成声音异常。

如果筒体内部有间断沉闷的冲击声，则可能是某块衬板脱落；如果球磨机突然排出小钢球和矿块，则表示内部格子板有损坏的地方。

103、当磨机运转时发现电流间断升高是什么原因？

从生产实践来看，如果发现操作盘上电流表指示的电流，是间断周期性的升高，常见的原因是：当磨机各部运转正常时，则需查找泥勺头，此时泥勺头很可能松动，勺头松动是造成电流周期性间断升高的主要原因。当然也应该检查泥勺底部是否有钢球或其它铁器妨碍泥勺旋转。

如果电流持续升高，不恢复到额定电流，则可能是由于磨机负荷过大或电压低造成的。属于给矿量大造成的要调整给矿量，属于机械问题造成负荷过大，应停车处理。但是如果电压低造成的，则纯属外部供电原因，积极的方法是勤观察有无大的变化和电机温升。

104、当给矿粒度增大或矿石硬度变大磨矿过程会出现什么情况？如何调整？

突然出现此种现象，往往是由于破碎系统筛分设备出现故障或筛底有破漏，造成粒度增大。矿石硬度变化，则可能由于采面不同，配矿造成的。出现这两种情况，磨矿过程会引起相应变化。一是出现排矿粒度变粗，二是返砂量增大。

调整的方法是提高排矿浓度，增加分级机溢流浓度才能使返砂量降下来。如果细度解决不了，可适当减少给矿量来处理。

105、分级机溢流浓度大小说明什么？

分级机溢流浓度是指溢流中矿石（固体）与水的比例，它可以直接测量。溢流浓度的大小直接反映溢流中矿石的细度（即入选物料的细度）。如果溢流浓度大，说明物料磨的比较粗，细度不够；如果溢流浓度小，则表示产品中细度较好，磨的较细。由于浓度主要是指固体与水的比例的大小，浓度小，则固体含量较少。所以，浓度大小影像处理量。现场生产中



一般都是严格按照规定控制溢流浓度来间接掌握溢流产品的细度。

106、你知道矿浆浓度如何计算吗？

矿浆浓度有二种表示方法：百分浓度和液固体比浓度。

百分浓度：是按重量计算的矿浆中矿石（固体）含量的百分数，以符号 P 表示。

$P = [\text{矿石重量} / \text{矿浆（矿石+水）的重量}] \times 100\%$

液固比浓度：是按矿浆中液体重量与矿石重量之比来表示，以符号 R 表示。例如在四公斤矿浆中，水（液体）的重量为三公斤，矿石重量为一公斤，则矿浆的液固比浓度  $R=3:1$ 。换算成百分浓度为 25%。

百分比浓度 P 与液固比浓度 R 可以用下面公式互算：

$$R = (100 - P) / P$$

矿浆浓度目前测定方法有：手工测量和自动控制测量二种。

测量时间：手工测量工具为浓度壶，有色金属半小时或一小时一次；黑色金属一小时或二小时一次。

107、磨矿工为什么要坚持按规定时间测定矿浆浓度？

磨矿工经常坚持测定的矿浆浓度有二种：即排矿浓度和溢流浓度。

坚持测定浓度有如下意义：可以随时掌握矿浆浓度有无变化，对保证完成细度要求极为重要；经常坚持测定浓度，通过一定时间就能够根据磨机排矿情况和分级溢流情况，判断浓度和细度变化关系，甚至不用测量就能根据排矿和溢流就判断出浓度大小和细度情况。

浓度的测定，最重要的是使操作者心中有数，根据浓度变化及时调整，稳定操作，保证选别作业需要的浓度稳定性，尤其是浮选作业尤为重要。

108、什么较返砂比？一般控制在多少为合适？

磨矿机与分级机够成闭路工作时，从分级返回到磨矿机的粗粒产品叫返砂。返砂的重量与磨矿机原给矿量的百分比叫返砂比。

目前多数选矿厂返砂比控制在 300-500 之间，效果较好。

109、通过返砂量的变化可以看出什么问题？

返砂量又称为循环负荷，它与磨机的原给矿量、溢流粒度互为制约的关系。当返砂量增大超过规定返砂比时，可以看出矿量发生了变化了，给矿量增高造成的，或者是水量变化，水量减小造成溢流浓度过低所致。

所以说，一定的给矿量具有一定的返砂量，当保持稳定的溢流浓度时，返砂量的大小随给矿量变化而定。

通过分级机返砂量的变化可以观察判断磨机原给矿量及浓度和其它条件的变化。

返砂量的变化，可以观察分级机上部返砂层地高度来判断。

110、返砂量为什么不能过大或过小？

因为在一定范围内增加返砂量可减少过粉碎现象，并促使最终产品粒度更加均匀，从而提高磨矿机的生产率。但是，当返砂比过大时生产率不但不会增加，反而会引起磨矿机和分级机的过负荷。格子型球磨机的胀肚现象和分机效率的下降，返砂量过大也是其中原因之一。返砂量过小主要影响生产率的提高。

返砂比控制在 300—500%之间，即返砂量是给原给矿量的 3—5 倍，效果较好。

实践证明：在总负荷量相同时，硬矿石的返砂比较软矿的返砂要大些。

111、你会计算返砂比吗？

返砂比可利用对分级机给矿（即磨矿机排矿）和产物（即溢流和返砂）的筛析结果来计算。公式如下：

$$S = [b - a] / (a - c) \times 100\%$$

式中：a—给矿中-0.074 毫米粒级含量%



c—返砂中-0.074 毫米粒级含量%

b—溢流中-0.074 毫米粒级含量%

例如：筛析结果 a=28%；c=20%；b=60%，则返砂比为：

$$S = [(60 - 28) / (28 - 20)] \times 100\% = 400\%$$

如果磨矿机原给矿量 30 吨/时，则返砂量为  $30 \times 4 = 120$  吨/时。

112、分级机效率高低说明什么问题？与什么条件有关？

分级机效率愈高，返砂中含有的粒度合格产品愈少，磨矿过程过粉碎现象愈轻，磨矿效率也愈高。反之，效果相反。

分机效率与矿石性质、分级设备的类型和操作条件的影响有关。目前生产中采用的分级机分级效率都不高，一般为 40—60%。因此，改进分级设备提高分级效率为目前强化磨矿作业的重要方向之一。

113、磨矿机装球量的多少对磨矿过程有什么影响？充填率多少合适？

装球量的多少对磨矿效率有一定影响。装球少磨矿效率低；装球量过多，在运转时内层球又容易产生干涉，破坏了球的正常循环，磨矿效率也要降低。

实践证明：装球量的多少与磨矿机的转速率有关。当磨机转速率低时可多装些球，当转速率高时，装球量可少些。

介质充填率  $\psi$  可直接反映出装球量的多少。当转速率（即工作转速）是临界转速的 80—85% 时，充填率  $\psi$  取 40—50% 为宜。高转速磨矿即转速率为临界转数的 100—120% 时，充填率取 35% 左右。

对于格子型球磨机：充填率为  $\psi = 40—45\%$

对于溢流型球磨机：充填率为  $\psi = 35—40\%$

总之，现场生产应根据矿石情况和产品要求来确定充填率。

114、为什么钢球必须按大小以一定比例装入球磨机？

钢球的大小尺寸取决于矿石的物理机械性质和矿石粒度组成。

处理硬度大粒度粗的矿石，需要有较大的冲击力，需要装入尺寸大些的钢球；处理矿石较软给矿粒度较小，要求产品粒度较细，则应以研磨为主，可装入尺寸较小的钢球。

生产现场球磨机都装入多种球径的球，按一定比例配比来处理大小不同的矿粒组成的物料。从理论上讲，只有保证各种球有一定比例，才能与被磨物料的粒度组成相适应，才能取得良好的磨矿效果。

钢球的配比是一个比较复杂的技术性问题。所以，生产厂必须根据实际情况，经过长期调查研究才能找出合理的装球配比。

下面由表 5 列出球径与给矿粒度之间的关系经验数字，可以提供参考：

表 5 球径与给矿粒度之间的关系

球径 (毫米)	120	100	90	80	70	60	50	40
给矿粒度 (毫米)	12—18	10—12	8—10	6—8	4—6	2—4	1—2	0.3—0.1

115、如果磨矿机内大球或小球过少会出现什么情况？

当处理物料粒度较大或硬度较大时，大球比例少会出现磨矿产品跑粗现象，达不到细度要求。而且处理量也受到限制，影响磨矿效率。

当处理矿石粒度较小和矿石硬度较低的物料时，如果小球配比的少也会出现产品力度较粗的现象。应该适当的补加小球增加小球比例，适应处理矿石的性质，以便获得较好的产品细度。因此，装球制度必须严格按比例装入，严防比例失调。

116、你知道钢球装入量计算公式吗？

装球量的多少对磨矿效率有一定的影响。装球少磨矿效率低；装球量过多同样也会使磨矿效率低。正确的，合理的装球量必须按实践要求进行计算。可参考下面的理论公式进行计算：

$$P = (\pi / 4) \cdot D^2 \cdot L \cdot \psi \cdot \gamma$$

式中：P—磨机的装球总重量，吨；

D—磨矿机有效内直径，米；

L—磨矿机筒体长度，米；

$\gamma$ —介质的假比重（吨/米<sup>3</sup>）

对于锻钢球： $\gamma = 4.5 - 4.8$  吨/米<sup>3</sup>；

对于轧制钢球： $\gamma = 6 - 6.5$  吨/米<sup>3</sup>；

对于铸铁球： $\gamma = 4.3 - 4.6$  吨/米<sup>3</sup>；

$\psi$ —介质充填系数%。

#### 117、球磨机为什么必须坚持按规定每班补加钢球？

补加钢球是一个较复杂的问题，至今对球的磨损规律没有很好掌握。每个选厂必须根据实际情况，经过长期观察和研究，摸索补加钢球的经验。

钢球一次装入球磨机后为什么还要补加钢球呢？由于球磨机连续运转与矿石冲击和磨剥，导致钢球不断磨损，破坏了原来的钢球配比和装球量。为了保持钢球的装入量和配比稳定，必须定期补加一定数量的钢球。生产中往往只补加 1—2 种大球，因为小球可由大球磨耗替补。补加的数量一般是根据钢球消耗定额来确定。棒磨机与球磨机一样定期补加钢棒。

#### 第五节

#### 磨矿机检修

#### 118、磨矿机空载试车和负荷试车要求是什么？

空载试车是在不装介质（钢、棒）和物料的情况下进行空转。持续运转不应少于四小时，一般要运转 8—16 小时，可以根据具体情况确定。试车时间愈长，对主轴承、齿轮的齿面磨合的愈好。

空载试车应达到下述几项要求：

- 1) 各润滑点的润滑正常，没有漏油现象。
- 2) 磨机主轴承的温度不应超过 50℃。
- 3) 磨机运转平稳，齿轮传动无异常噪音。
- 4) 衬板及各传动件无松动。
- 5) 各部运转符合检修要求。

当空转达到规定时间后，停止磨机运转，仔细检查所有工作零件，拧紧衬板螺栓，消除发现的缺陷。

经过空载试车合格后，方可进行负荷试车。负荷试车要逐渐加料直到满负荷。在正常给料后运转 10—20 小时。

负荷运转应达到下述要求：

- 1) 工作平稳无周期性急剧振动。
- 2) 主电机的电流无异常波动。
- 3) 各润滑点润滑正常，主轴承温度不超过 60℃。
- 4) 磨机各工作部份的螺栓，人孔，法兰结合面及各密封处无漏水、漏矿浆等现象。

#### 119、磨矿机在运转中操作人员应遵守什么事项？

磨矿机运转后，操作人员必须遵守如下事项：

1) 当磨机开动后，运转过程中不能长时间不给料。一般不能超过十五分钟，以免损伤衬板和消耗钢球。

2) 操作人员应精心调整给矿量和排矿浓度。

3) 经常检查和保证各润滑点有足够和清洁的润滑油, 主轴承的油温不超过 60℃。带有冷却水的主轴承(主要是干式球磨)应保证供水。

4) 应定期检查磨机内的衬板磨损情况。衬板磨穿或破裂要及时更换, 筒体漏矿要及时紧固。

5) 停车时, 先停给矿, 然后磨机仍需运转 10—15 分钟, 将筒体内矿石基本磨完后再停车。

6) 当由于事故突然停车时, 必须立即停止给矿和给水, 切断电机和其它机组的电源。

120、磨矿机大修、中修、小修主要内容是什么?

小修的周期一般定为一个月(特殊情况可随时进行)。检修项目主要包括下面几点:

- 1) 对油泵、滤油器、润滑管路进行检查、清洗和换油。
- 2) 对磨机各部份的螺栓进行检查、填补和拧紧。
- 3) 对磨机的大、小传动齿轮进行检查, 记录磨损情况, 对已磨损的小齿轮进行更换和修复。

- 4) 检查联轴节并更换弹性弹性胶垫或其它类型的零件。
- 5) 检查和修补进料管及出料管。
- 6) 检查和紧固给料器, 更换联合给料器勺头。
- 7) 检查电机的轴瓦和油圈及电刷。

中修周期一般在 4—6 个月, 检修项目主要内容如下:

- 1) 包括小修的项目。
- 2) 检查和更换进料管、出料管及给料器。
- 3) 修复传动大齿轮。
- 4) 更换磨损严重的衬板及格子板。

大修周期一般定为 2—4 年, 检修项目主要包括下面几点:

- 1) 包括中、小修的项目。
- 2) 更换主轴承及大齿轮。
- 3) 对筒体进行检查、修理或更换。
- 4) 修复或更换磨机进、出料端盖。
- 5) 对基础进行修理、重新找正和进行二次灌浆。

以上大中小修要求的内容, 只是个基本要求。生产中实际检修内容往往有时与上面的要求不尽相同, 这是正常的。

选厂磨机的大、中、小修时间和内容, 必须根据本厂设备具体状态和生产任务, 具体安排制定。根据编排的检修计划内容取进行。检修后必须做好设备记录建立检修档案。

121、磨矿机易损件的材质、寿命和备用量你知道吗?

为了缩短设备检修时间, 对损坏的零件必须及时更换。因此, 须在仓库里储备足够的易损零件。请见表 6

表 6 磨矿机易损件的材质、寿命和备用量表				
零件名称		选用材质	使用寿命(月)	每台磨机最少备用量
衬板	筒体衬板	高锰钢	6—12	2 套
	端盖衬板	高锰钢	8—10	2 套
	进、出料端	铸铁	24—36	1 套
	格子板	锰钢	6—8	2 套
给料器勺头		高锰钢	2	2 个
给料器体壳		碳钢或铸钢	48	1 个
主轴承衬		巴氏合金	48—60	1 套

传动轴承轴衬	巴氏合金	18	2 套
小齿轮	合金钢	6—12	1 个
齿圈	铸钢	48—96	1 个
衬板螺栓	碳钢	6—8	0.5 套

#### 第四章

#### 分级机械

122、分级作业在磨矿循环中重大意义是什么？

分机作业在磨矿循环中有极重要的作用。因为要把细粒嵌布的有用矿物与脉石解离并分选，必须将矿石磨至一定的细度。但又要避免过粉碎，防止泥化对分选过程的不良影响，这就需要磨矿产物中粒度合格的部分及时分出，避免不必要的磨碎及早送往选别作业，而将粒度不合格不分返回磨机再磨。

由此可见，带有分级作业的闭路磨矿循环，无论在技术和经济上意义都是十分重大的。目前在选矿厂生产中分级作业是广泛应用的。

123、分级过程及原理是什么？

将粒度大小不同的混合物料在水中按其沉降速度不同，分成若干级别的过程叫水力分级。

对于比重相同的矿粒来说，粒度大的沉降速度快，粒度小的沉降速度慢。因此，可按矿粒沉降不同分为不同的粒度级别。

根据物料在液体介质中沉降速度不同，将物料按粒级分成若干级别的机器称为分级机。沉降的粗粒部分称为沉砂，用机械装置（螺旋或耙子）排出，悬浮着的细粒部分称为溢流，则借水流排出。

124、机械分级机有几种型式？常用的是哪种？

按其结构特点可分为螺旋分级机、耙式分级机及悬浮槽分级机三种。

在这三种机械分级机中，后二种机械分级机在生产厂矿中已逐渐被淘汰，只在个别老选矿厂中才能见到。

在磨矿循环中，还广泛采用水力旋流器作为分级设备。在第二节中概述性的介绍该设备。

125、螺旋分级机分几种？区别在什么地方？

根据螺旋在槽内的位置与矿浆面高低不同，可为低堰式、高堰式、沉没式三种。

区别在：

低堰式—溢流堰低于螺旋的螺旋轴。该种分级机由于沉降区面积小，实际生产中只用于冲洗含泥不多的砂矿及粗礼物的脱水，在磨矿循环中很少应用。

高堰式—溢流堰高于螺旋的旋转轴，但低于溢流端螺旋的上缘。该种分级机其沉降区的面积较低堰式大，其堰高可以在一定范围内调整，即沉降区的面积可以在一定范围内调整改变，从而可以调节分级的粒度，是磨矿循环中常用的一种设备。

沉没式—在溢流堰端有 4—5 个螺旋叶，全部沉没在矿浆中。该种分级机沉降区的面积较大，分级池深，螺旋的搅动对矿浆表面影响较小。所以分级面平稳，溢流量大而细。在选矿厂生产中常作为细磨或二段磨矿的分级设备。

#### 第二节

#### 水力旋流器分级概述

126、水力旋流器分级原理及过程是什么？

水里旋流器如图 9 所示：上端成园筒型，下部成园锥型，矿浆用泵或借水头压力经给矿管沿切线方向注入水力旋流器。

进入旋流器中的矿浆以很大速度旋转，因此固体粒子受到超过重力几十倍到几百倍的离心力作用。由于矿浆以很大速度旋转，在旋流器中存在二种矿浆流：一种是靠近锥体筒壁向下旋转流动的外流；一种是位于锥种体筒中间旋转着上升的内流。给矿中的粗砂受到较大的

离心力进入外流之中，沿旋流壁器内下沉，由沉砂口排出，而给矿中的细粒和大部分水以内流形式上升，并经由溢流管作为溢流排出，从而完成分机作业。

127、如何调整水力旋流器的操作？一般水力旋流器应用在什么作业上？

水力旋流器的调整可以通过矿浆压力大小来调整操作，也可以通过改变排料口直径、矿浆浓度、锥体角度、给矿管及溢流管的尺寸和物料粒度组成来调整操作。

水力旋流器除了用在磨矿循环中的分级作业外，还可以用于脱泥、脱水以及脱除浮选药剂等。此外，还可以用做重悬浮液选矿，其分选粒度可达 0.1 毫米左右。

128、水力旋流器有什么优缺点？规格如何表示？

水力旋流器有许多优点：构造简单，没有运动部件；单位容积的处理能力大；分级精度高；设备造价低；占用的地方少，维修方便；矿浆在机器中停留的数量和时间少。

水力旋流器也存在缺点：运输矿浆用的砂泵消耗动力大；砂泵进出口口处磨损剧烈，因此修理频繁；要求给矿粒度、矿浆浓度和压力变动范围小，容易引起分级质量波动。但采取措施，如进出口口处镶铸石衬套，可大大减少磨损。严格加强操作制度，旋流器大部分影响质量的缺点是可以避免和减少的。

旋流器的规格用其圆筒部分的直径表示。例如：350 水力旋流器其圆筒部直径为 350 毫米。

### 第三节

### 影响分级过程的因素

129、影响分级过程的主要因素有哪些？

影响分级过程的因素很多。矿石性质方面的有：给入分级机物料中含泥量及粒度组成矿石的比重和形状；机器构造方面的因素有：槽子倾斜角的大小，螺旋轴的旋转速度，槽子的宽度，操作方面的因素有：矿浆浓度，给矿量及给矿的均匀程度，溢流堰的高低。

130、当给入分级机物料中含泥量多或细粒多时会出现什么情况？如何调整？

当分级物料中含泥量或细粒级愈多，则矿浆粘度愈大，从而矿粒在矿浆中的沉降速度愈小，因而溢流产品中粒度也就较粗。在这种情况下，为了保证溢流产品中粒度达到要求，应适当地降低矿浆浓度。如果物料含泥量少或是经过脱泥处理，为了避免返砂中夹带过多的细粒级，则应将分级浓度适当提高。

131、分级物料比重大小不同及矿石颗粒形状不同分级效果如何？如何调整？

在浓度和其它操作条件相同的情况下，如果分级物料的比重愈小，则矿浆的粘度愈大，此时溢流产品中的粒度变粗，返砂中的细粒级含量增加。因此在分级大比重矿石时，应适当地增加分级浓度；分级比重小的矿石时，则应适当的降低分级浓度。

当矿石颗粒为扁平形状时，其沉降速度较圆形或接近圆形的矿石沉降速度慢，因而对扁平状矿石的分级浓度要低些，或是加快溢流产品的排出速度。

132、螺旋转数快慢对分级效果有什么影响？

螺旋的转数应满足以用来运送沉降的粗粒。分级机螺旋轴的转速愈快，则对矿浆的搅拌作用愈强，溢流产品中夹带的粗粒愈多。为了获得较粗的溢流和处理比重大沉降较快的物料，可以适当增加螺旋的转数，但不能过大，以免破坏分级效果。但对二段磨矿或细磨循环中所使用的分级机，应使螺旋转速尽量放慢些。

总之，在螺旋分级机中一般采用较低转数，对于大型螺旋分级机更是如此。例如，要获得粗溢流，二米直径的螺旋转速不得超过 6 转/分，一般一米以上的直径螺旋转速应控制在 2—8 转/分。

133、螺旋分级机槽子宽度与处理能力有什么关系？与分级效果有何关系？

槽子的宽度对溢流产品的排出速度有很大关系，槽子宽则溢流排出速度快，因而粗粒随溢流排出的可能性也就愈大。但是另一方面，槽子愈宽则矿石的沉降面积也就愈大，易于沉降。所以槽子的宽度对分级效果的影响是不大的，只是与分级机的处理能力有密切关系。槽

子的宽度大,处理能力也就大。反之,处理能力小。所以分级机的槽体宽度应与磨矿机处理能力大小相适应。

134、矿浆浓度大小对分级效果有什么影响?浓度为什么不能过小?

矿浆浓度小,则矿浆的粘度也随之降低。因而矿粒的沉降速度也随之加快,得到的溢流产品粒度也就细些。反之,溢流产品粒度就粗些。

但应该指出,当矿浆浓度降低到一定程度后,如果浓度继续降低,则反而会使溢流产品粒度变粗。主要因为,当浓度降低很多时,则矿浆的体积(或矿浆量)也很大,使分级机中的矿浆流速(上升流速和水平流速)也随之增加。因此,较粗的矿粒也被冲入到溢流产品中。所以矿浆浓度必须按规定合理控制。

135、调节溢流堰的高度会有什么分级效果?

当溢流堰加高时,可以使矿粒的沉降面积增大。同时由于矿浆面的升高,螺旋对矿浆面的搅拌作用也随之减弱,可以使溢流粒度细些。

相反,溢流堰降低,会使溢流粒度粗些。

136、为什么说入分级机的矿量要适当,给矿要均匀?

当矿浆浓度一定时,如果给入分级机的矿量增多,则矿浆的流速也随之增大,因而使溢流产品粒度变粗。矿量减少则溢流产品粒度变细,同时返砂中细粒含量也增加。

所以,分级机的给矿量应该适当。尤其是应该使给矿均匀不能忽大忽小,波动范围愈小愈好,才能使分级机在正常处理的情况下进行工作,才能获得良好的分级效果。

## 第五章

## 磨矿分级流程及操作

### 第一节

### 常用的磨矿分级流程

137、磨矿流程段数的多少主要依据是什么?

磨矿机与分级机联合使用,构成磨矿分级流程。现代选矿厂多应用一段或二段磨矿流程,很少采用三段以上的磨矿流程。

磨矿段数的多少,主要依据选矿厂的规模、矿石可磨性、有用矿物结晶粒度的大小、给矿粒度和最终产品的粒度来决定。一般情况下,如果最终产品粒度的上限大于0.15毫米时,可采用一段磨矿流程;最终产品粒度的上限小于0.15毫米时,应采用二段磨矿流程。在特殊情况下,当给矿粒度大(上限25毫米以上),矿石难磨,生产规模大,最终产品粒度虽然粗些在0.2—0.15毫米时,也可以考虑采用二段磨矿流程。若矿石软而且易磨,生产规模不大,虽然最终产品粒度的上限要求小于0.15毫米,也可以采用一段磨矿流程。

磨矿段数的多少,必须根据具体情况,经过技术经济比较来确定。

138、分级作业分为几种?根据什么要求来确定?

在磨矿分级流程中,根据分级作业的作用不同,可分为预先分级、检查分级和控制分级三种。

预先分级:在物料给入磨矿机之前,先将原矿中合格的细粒部分分出去的作业也叫预先分级。当原矿中合格粒级含量超过15%时,采用预先分级作业有利。

检查分级:把磨矿机排矿中粗粒部分(不合格部分)分出来,并返回磨矿机重新磨的分级作业叫检查分级。这种分级作业最常用,因为它可处理一部分返砂,能提高磨矿速度并减少过粉碎现象,所以当原矿中合格粒级很少时一般均采用检查分级。

控制分级:将检查分级的溢流进一步分级的作业称为控制分级。这种分级作业,只有在现场中对最终产品粒度要求很细时,才能采用它。

139、常用的一段磨矿分级流程有几种形式?

常用的一段磨矿分级流程如图10所示。

流程(a):为只有检查分级的一段闭路磨矿流程,是目前我国有色金属和黑色金属选矿

厂应用最广泛的。

流程 (b) : 是预先分级检查分级合并的一段闭路磨矿流程。

流程 (c) : 是带有控制分级的一段闭路磨矿流程。这种流程给矿粒度很不均匀, 合理装球困难, 而且磨矿效率较低, 一般选矿厂很少采用。

140、常用二段磨矿分级流程有几种形式?

常用磨矿分级流程形式如图 11 所示。

流程 (a) : 为二段一闭路磨矿流程。它适用于给料粒度大, 生产规模也大的选矿厂采用。

流程 (b) : 为二段二闭路磨矿分级流程。它常用于最终产品粒度要求小于 0.15 毫米的大中型选矿厂。

流程 (c) : 为带有阶段选别的二段二闭路的磨矿分级流程。它适用于第一段磨矿产品中已有相当数量的有用矿物达到单体分离的情况, 可减少磨矿费用和提高金属回收率。

## 第二节

## 磨矿分级作业的操作

141、磨矿机组有计划停车时应该注意哪些事项?

正常有计划停车时, 应首先停止给矿, 尽可能地将磨矿机与分级机中的矿石排净, 以免影响下次开车。当分级机中留下的矿石不多时, 先停 5—10 分钟, 使细粒沉下, 然后再开分级机, 而后再停 10—15 分钟, 这样反复搞二、三次使细粒沉的差不多了, 分级机中矿石接近排尽最后停车。当然在生产现场主要根据实际情况来决定。

停车后应立即将分级机的螺旋提升起来, 以免被压住。如果属于磨机筒体漏矿临时停车紧固时, 应先停止给矿。如果时间过长, 每停车 5—7 分钟就要开动一下磨矿机, 以处理分级机的返砂, 否则给矿器可能被返砂压死而不能再开动。同时分级机应先停止给水, 否则会因矿浆被稀释, 使粗颗粒迅速沉降, 造成返砂多影响紧固筒体螺丝。

142、磨矿机组开停车顺序如何? 开车前主要检查什么部位?

磨矿机组开车顺序与停车顺序相反。一般先开润滑系统→磨矿机→分级机→给矿机。有时也可以先开分级机再磨磨矿机, 以保证不出事故为前提。在开动磨矿机之前, 首先必须检查返砂槽是否被返砂堵塞, 检查各传动部件是否完好, 待油压达到规定要求, 前后大瓦油流畅通时, 方可开动磨矿机。如果停车时间过长或检修后开动磨矿机时, 应先用吊车盘车, 以防损坏电动机。

143、利用频敏变阻器高压起动的磨矿机开车时应注意什么?

规格较大的磨矿机启动开车时为高压启动, 例如 2700×2100 毫米格子型球磨机起动电压为 6000 伏。这样的高压启动一般均配备频敏变阻器。

球磨机起动时, 瞬间负荷量极大, 起动电流超过额定电流若干倍, 如果没有变阻器, 电动机是承受不了的。频敏变阻器在投入使用前均已调整好整定值即起动时间多少秒, 在规定时间内磨机必须达到正常运转甩掉频敏变阻器, 否则电动机就有被烧坏的危险。因此, 要求磨矿工在开车时, 当磨机没有正常运转起来电流指示的电流没有回到额定电流位置时, 不能马上离开启动地点。

磨机达到正常运转时与没有甩掉变阻器时声音也不一样, 时间长了一般磨矿操作工上是可以从声音的变化确定磨机是否甩掉变阻器正常运转了。

144、磨矿机操作工为什么要经常注意观察磨矿机电流表?

因为磨机各部运转是否正常、操作条件是否有变化, 在一定程度上会反映在电流的变化上。

磨机正常运转, 操作条件不变, 运转电流一般是保持在额定范围之内不变的。当磨机由于给矿量增大操作不慎引起“胀肚”现象。这时除声音有异常外, 观察电流表就会发现电流下降。它说明磨机内钢球和矿石已不做冲击和磨剥作用了, 而是与筒体一起旋转, 此时电机作功最小, 所以电机运转就达不到额定电流了。



如果传动部位发生异常，如有别劲地方或联结部位螺丝松动等现象，电流就会出现周期性的上升下降摆动严重。

因此，通过观察电流表的电流变化是可以发现设备和生产条件上的一些不正常现象，磨机操作工人在生产过程中必须经常注意观察电流变化。

145、磨矿机在操作过程中为什么必须保证均匀给矿？

所谓均匀给矿包括：给矿数量稳定和给矿粒度组成不变。

如果不适当的增加给矿量就会使磨机产品粒度变粗，返砂量增大。对格子型球磨机可能会引起“胀肚”现象即过负荷，此时磨机声音沉闷而微弱，失去磨矿作用。这时应立即减少或停止给矿，提高溢流浓度，待磨机恢复正常工作再给矿。

如果给矿量不足时，将会出现排矿粒度变细返砂量减少。给矿量显著不足时，将发生衬板与钢球冲击的声响，造成磨矿介质和衬板的无益耗损。

当给矿量不变时，给矿粒度的增大或变小所产生的现象与给矿量多或减少时相类似。

所以磨机在正常工作时，必须保证均匀给矿和粒度均匀，严防波动大，才能获得满意的生产指标。

146、磨矿机交接班应注意的事项是什么？

首先，接班人必须打破情面，不能因为是朋友或者是教过自己的师傅就不认真检查，以致发生问题后分不清责任。

接班时应注意检查工作地点的文明卫生；检查磨机衬板螺丝是否漏矿；检查润滑系统是否正常。然后检查了解：

（一）设备情况：磨机主轴承和传动轴承、分级机的传动系统及给矿机的运转情况。

（二）润滑油量是否充足。

（三）备用零件和工具是否齐全。

（四）了解磨矿介质补加情况。

（五）矿仓中矿石的储量。

（六）磨机排矿、分级机溢流和返砂是否正常。

（七）了解上班生产是否正常。

交班人必须毫不保留和隐瞒的将本班设备运转情况及生产中异常现象，及注意的问题交待清楚，并尽量在交班前为下班生产创造有利条件。

## 第六章

## 磁力选矿

### 第一节

### 磁选基本知识

147、矿物通过磁选机的磁选过程是什么？

磁选是按矿物颗粒磁性的差别来进行选分的。图 12 是矿粒在磁选机中进行分离的示意图：当矿物颗粒和脉石颗粒通过磁选机磁场时，由于矿粒的磁性不同，在磁场的作用下，它们运动的途径不同。磁性矿粒受磁力的吸引，附着在磁选机的圆筒上，随着圆筒一起被带到一定的高度后，脱离磁场从筒上利用高压冲洗水冲落。非磁性即脉石颗粒在磁选机磁场中不受磁力的吸引，因而不能附着在圆筒上。从而得到二种产品，一种是磁性产品进入精矿箱，一种是非磁性产品进入尾矿箱。

148、永久磁铁和电磁铁区别在哪里？常用的是哪一种？

我国是首先发现磁铁的，也是首先应用磁现象的。早在公元前三百年就发现了磁铁吸引铁屑的现象。

磁铁分天然磁铁和人造磁铁。人造磁铁又分成二种：一种是永久磁铁；另一种是电磁铁。二者的区别在于永久磁铁由磁性材料（如磁性合金、陶瓷磁铁等）做成的。而电磁铁是在铁芯外面绕上线圈，通入直流电产生磁性，断电后磁性即消失。



目前常用的是永久磁铁。由永久磁铁做成的磁选机叫永磁磁选机，是目前黑色选矿厂普遍使用的选别设备。

149、均匀磁场和不均匀磁场区别是什么？磁选机采用哪一种磁场？

磁场分为均匀磁场和不均匀磁场。在均匀磁场中，任何一点的磁场强度大小和方向都是相同的，如图 13—a 所示。在均匀磁场中，作用在磁性矿粒上的磁力是均匀的，此时矿粒处于平衡状态，因此不能达到选分的目的。

在不均匀磁场中，磁场强度的大小和方向都不相同，如图 13—b 所示。此时作用在磁性矿粒上的磁力是不均匀的，所以磁性矿粒在磁力作用下发生移动，达到选分的目的。

磁选机只采用不均匀磁场。不均匀磁场中，作用在磁性矿粒上的磁力大小和不均匀程度成正比。磁场愈不均匀，作用在磁性矿粒上的磁力就愈大。磁场强度的不均匀性通常用磁场梯度表示，单位是奥斯特/厘米。

150、什么叫磁场强度？单位是什么？什么叫矿物的比磁化系数？

磁铁的磁力所作用的周围空间叫磁场。表示磁场强弱的物理量叫磁场强度，常用符号  $H$  表示，单位是奥斯特。

矿石的磁性可以用比磁化系数  $X$ 。表示。比磁化系数  $X$ 。表示单位体积物质在标准磁场内受力的大小。例如强磁性矿物磁铁矿它的比磁化系数  $X_{\text{磁铁矿}} = 80000 \times 10^{-6}$  厘米/克；而弱磁性赤铁矿比磁化系数  $X_{\text{赤铁矿}} = 290 \times 10^{-6}$  厘米/克。磁性强弱不同，比磁化系数相差很大。

151、哪些矿物属于强磁化矿物或弱磁性矿物？

根据矿物的比磁化系数的不同，磁性矿物分成强磁性和弱磁性矿物。

强磁性矿物包括：磁铁矿、钛磁铁矿、锌铁尖晶石、磁黄铁矿等。

弱磁性矿物包括：赤铁矿、假象赤铁矿、褐铁矿、菱铁矿、钛铁矿、水锰矿、硬锰矿、黑云母、辉石等。

152、常用表示矿物磁性大小的方法是什么？根据磁性率大小如何划分矿石？

我国一些铁矿石选矿厂常采用磁性率来表示矿石的磁性。磁性率是矿石中氧化亚铁的含量百分数和矿石中全部铁的含量分数之比。

计算公式：

$$\text{磁性率} = (\text{FeO}/\text{TFe}) \times 100\%$$

理论上纯磁铁矿的磁性率为 42.8%。

一般将磁性率大于 36% 的铁矿石划为磁铁矿石；如果磁性率介于 28—36% 之间的铁矿石划为假象赤铁矿；磁性率小于 28% 的铁矿石划为赤铁矿石。

但一定要注意：上面的公式是指纯磁铁矿和磁铁矿氧化为赤铁矿这个氧化过程而言。实际上自然界中的铁矿石大多数是以共生矿物的形式出现，所以影响磁性率这个指标的因素是很多的。对于含硅酸铁、菱铁矿、黄铁矿、褐铁矿及镜铁矿的矿石，用磁性率就不能正确的反映矿石的磁性。因此，磁性率就不能正确的反应矿石的磁性。因此，磁性率的使用是有条件的。但对磁铁矿和赤铁矿完全可以应用。

153、强磁性矿物的磁性特点是什么？

强磁性矿物有共同的特性，因为磁铁矿是磁选的主要对象，因此，可以通过对磁铁矿的磁性研究来了解强磁性矿物的磁性特点。那么强磁性矿物的磁性特点有哪些呢？

(一) 磁铁矿的比磁化系数的值不是常数，它随外磁场的磁场强度变化而变化，在磁场中很容易被磁化。

(二) 在磁场较低时，磁铁矿的磁化就可以达到磁饱和。就是说外磁场的磁场强度再增加，磁铁矿的磁化强度或磁感应强度也不增加了。

(三) 磁铁矿离开磁场后，矿物不能恢复到进入磁场前的状态，而保留一定的磁性。这种现象称为剩磁现象。要想去掉剩磁，就需要给它施加一个反向磁场。使剩磁完全去掉所加

的反向磁场的磁场强度叫矫顽磁力。

154、弱磁性矿物的磁性特点是什么？

有三点：

（一）与强磁性矿物相比，弱磁性矿物的比磁化系数的值小得多，并且不随外磁场强度变化而变化。

（二）弱磁性矿物没有剩磁现象。

（三）纯弱磁性矿物的磁性很弱，但如果其中混入少量强磁性矿物时，它的磁性就会发生很大的变化。例如假象赤铁矿是弱磁性矿物，如果在它的内部残留有少量磁铁矿，它的磁性就会大大提高。这一点在选别弱磁性矿物，特别是精选时，应特别注意。

## 第二节

## 磁选设备

155、国外磁选机发展趋向是什么？

近年来，国外弱磁场磁选机愈来愈向规格大型化发展。最大的弱磁场磁选机直径为 914 毫米，长度为 3048 毫米，即  $\Phi 914 \times 3048$  毫米。而且永磁材料多采用钡铁氧体。

强磁场磁选机主要用来选别细粒嵌布的弱磁性铁矿石。国外对强磁场磁选机的研究非常重视。以美国为例，近年来着重研究高梯度磁场的“卡劳塞尔”磁选机。该机磁场强度可达 20000 奥斯特以上，处理量很大，生产成本只为浮选法的 25—50%，并且可以回收小于 30 微米的颗粒。

国外在强磁场磁选机的研究发展方向上主要是强磁场、高梯度。此外超导磁选机的研制方面也有新的发展。

156、磁选机按磁场强度大小如何分类？

磁选机按磁场强度的强弱可以分为：

（一）弱磁场磁选机。磁场强度大约在 800—2000 奥斯特之间，用于分选强磁性矿物。

（二）强磁场磁选机。磁场强度为 6000~26000 奥斯特，用于选分弱磁性矿物。

（三）中磁场磁选机。磁场强度介于两者之间。

157、我国生产的永磁磁选机磁极采用什么材料做的？性能如何？

目前我国生产的弱磁场磁选机广泛采用永久磁铁做为磁源。

制造磁选机所用的磁极，目前生产的主要有两种材料做成的。一种是锶铁氧体，分子式为  $(\text{SrO} \cdot n\text{Fe}_2\text{O}_3)$ ，另一种是钡铁氧体，分子式为  $(\text{BaO} \cdot n\text{Fe}_2\text{O}_3)$ ，同时也生产锶铅铁氧体永久磁铁。这些磁性材料具有性能好，价格便宜，原料来源广，制造工艺简单等优点。

永久磁铁一般都制成一定尺寸（例如长 $\times$ 宽 $\times$ 高=85 $\times$ 65 $\times$ 21 毫米），因而习惯上叫永久磁块或简称磁块。

磁块的磁性能，通常用磁块的剩磁感应强度  $B_r$ 、矫顽力  $H_c$  和最大磁能积  $(B \cdot H)$  最大来表示。我国生产的锶铁氧体的磁块性能为： $B_r=3600-3900$  高斯； $H_c=2200-2700$  奥斯特； $(B \cdot H)$  最大=  $(3.0-3.3) \times 10$  高斯·奥斯特。

158、弱磁场永磁磁选机槽体分几种型式？

永磁筒式磁选机的同一园筒可配用三种不同型式的槽体即逆流槽体、顺流槽体、半逆流槽体。

槽体的选配应根据选矿流程中不同矿石，不同粒度和不同的选别工艺进行。

159、半逆流槽体工作原理及特点是什么？

矿浆由园筒下部给入槽内，磁性矿粒被园筒带到一定高度后落到精矿槽中，非磁性矿粒被运动的矿浆带着沿和园筒转动方向相反的方向到尾矿槽中。

该槽体特点是扫选区比逆流槽短些，脱水区比逆流槽长些。所以它兼有可以获得回收率高和精矿品位高的优点，选别指标较好。如图 14 所示

这种槽体磁选机在选矿厂中应用最普遍，主要用于精选作业，选别粒度尤其适用小于

0.15 毫米的矿物。

160、逆流槽体工作原理及特点是什么？适合何种作业？

如图 15 所示。逆流槽体它的矿浆流动正对着转动的园筒，这就给非磁性矿粒的清洗创造了良好的条件，非磁性部份在全部过程中都是和园筒的清洁表面相遇，这样磁性矿粒将悲吸在最强的磁场区域内。所以这种扫描体扫选区较长，在处理能力很大的情况下，仍能获得品位较低的尾矿，有较高的回收率。

由于它具有较高的回收率，适合于粗选作业、扫选作业和重介质回收作业。

161、顺流槽体工作原理及特点是什么？适合何种作业？

如图 16 所示。矿浆流动方向和园筒转动方向一致。尾矿排出处的园筒上堆积有很多磁性矿物，所以尾矿品位一般比较高，回收率较低。适合处理矿石粒度较粗或者处理磁化系数较低的矿石。

它的特点是：脱水区较短，是造成尾矿品位高的主要原因。

顺流槽体一般用在一段磨矿后，可做粗选和精选作业。

162、如何维护和操作磁选机？

维护磁选机须注意以下几点：

- 1) 保持良好的润滑状态是延长使用寿命的重要一环。开式齿轮应有足够的润滑油，轴承盖上的注油孔，至少每三个月注油一次。
- 2) 经常检查园筒上的耐磨层。对松动或断头处应及时修理，在修理时，断头处的胶条及园筒表面应该用砂纸打净，然后胶贴牢固。
- 3) 应随时除去矿浆中焊条头或铁丝之类的东西，以免当给矿量小时，这些东西带不上来，很快就会将筒皮磨坏或刮坏。园筒上是否有异物，可在停车时通过两端的观察孔检查。

磁选机的操作：给矿前先开车给水；停车前先停止给矿。正常运转中操作注意给矿吹散水和卸矿冲洗水的调节，磁偏角的调节。

磁选操作工应经常与磨矿工取得联系，随时掌握矿浆浓度的变化对磁选的影响。

163、常用磁块粘接材料和方法是什么？

主要有二种粘接磁块方法：一是常温固化法，二是聚氨酯粘剂甲乙组（交联剂）。头一种方法慢，后一种可以直接粘接较快。

（一）常温固化法：共有四种成分配方制成，粘接过程中须特别细心和认真。

- 1) 环氧树脂 100 克加温 70℃。
- 2) 二丁酯 15—20 克。
- 3) 三氧化二铝 15 克。 >一起加入环氧树脂内使温度降到 55~60℃。
- 4) 乙二胺 6~8 克 慢慢加入前三种混合物中搅拌冷却至 35℃，无烟后在搅 3 分钟即可使用。

该方法一次配量不能过多，因为配方后 24 小时之内就会固化。粘接时磁块必须用 酮洗涤，用胶皮木板扫磁块。如果配好的粘接剂一鼓泡就不能使用了。

（二）聚氨酯粘剂甲乙组：（也叫甲乙胶）

配方比例：甲组 3 份，乙组 1 份。混合均匀后即可使用。

164、磁选机筒皮耐磨层常见的有几种保护材料？

磁选机筒皮是由 3~4 毫米厚的不锈钢板制作的。如果筒皮表面没有保护层（也叫耐磨层）时间不长就会磨穿，不能使用。即影响生产又增加设备维修费用。因此，磁选机筒皮都要选用一种保护层进行保护，现有磁选机筒皮耐磨层保护材料有如下几种：

1) 硫化橡胶皮。选用优质耐磨橡胶，按筒皮长度和直径尺寸包在筒皮上，厚度为 1~3 毫米左右。此种材料，耐磨、寿命长，但成本高。

2) 涂环氧树脂层。该方法使用较复杂，故使用不广泛。

3) 筒皮缠铜丝或铝丝, 目前有的选厂利用废铝丝缠绕筒皮做耐磨层, 效果较好, 成本不高。

4) 筒皮喷涂沥青。此法简便易行, 成本极低, 效果也很好。喷涂时一定要使表面厚度均匀, 防止薄厚不均, 影响磁场强度不均。

165、永磁脱水槽工作原理及使用特点是什么?

永磁脱水槽的选分过程是: 矿浆由给矿沿切线方向给入拢矿圈, 矿浆下旋均匀地撒布在塔形磁极上面。磁性矿粒在磁力和重力联合作用下, 克服上升水流阻力, 被吸在磁系上, 吸的足够多就掉下来, 变为沉砂, 经排矿口流出。非磁性物中的粒度较小者, 受上升水流作用向上运动, 由溢流槽排出, 而粒度大的非磁性物不易上升, 因而也随磁性物排出。

永磁脱水槽主要用来脱除细粒矿石和矿泥, 而不能脱掉大粒脉石, 抛弃粗粒尾矿能力不如磁选机。为了造成上升水流, 给水装置是始终给水, 耗水量较大。永磁脱水槽精矿品位没有磁选机高, 但回收率比磁选机高。

166、永磁脱水槽操作中应注意什么问题?

永磁脱水槽操作比较简单, 只要熟练控制排矿阀门和给水阀门便可以获得满意结果。

但在操作时必须注意: 为了降低尾矿品位(即溢流品位), 单纯加大排料口不行, 这样会使排矿品位降低, 甚至使脱水槽形成大漏斗, 起不到应有作用。但也不能使上升水流过大, 过大会使磁性矿粒带到溢流槽跑掉, 造成损失。

操作脱水槽的原则应该是: 在符合溢流品位(即保证尾矿品位)要求的情况下, 给水量适中或稍大点, 使矿浆中非磁性物跑出最多, 尽可能提高精矿品位。

167、如何配置使用永磁脱水槽效果为好?

脱水槽一般用于一次分级后脱水或二次分级后脱水, 但主要用于二段磨矿后。因为二段磨矿后小于 200 网目的矿粒比例占的较大, 铁矿石与脉石基本上呈单体分离, 用脱水槽就可以脱去细粒脉石。由于脱水槽脱泥效果好, 而磁选机抛弃粗粒脉石效果好, 二者配合效果较好。

一般情况下, 在选矿流程中先经脱水槽脱水、脱泥后再将它的排矿给入磁选机的配置为最好。

168、目前新试制使用的强磁场磁选机有哪几种? 有什么特点?

有三种。电磁环式强磁选机、永磁环式磁选机、 $\Phi 560 \times 400$  永磁对辊强磁干选机。

1) 电磁环式磁选机特点: 该机用于湿式选矿。选分矿物粒度在 0.1—0.043 毫米之间, 微细颗粒的矿物用该机分选尚有困难。磁场强度在 10000—15000 奥斯特。生产能力较大, 但与磁场强度大小、环的宽度、转速以及磁极对数等因素关系较大。

该机存在着介质球之间孔隙容易堵塞的缺点。一旦发生堵塞, 分选指标就恶化, 一直恶化到不能工作为止。这一致命的缺点严重的影响环式磁选机的使用。

2) 永磁环式磁选机特点: 在结构和原理上基本与电磁环式磁选机相同。磁场强度较低 7000—8000 奥斯特。产生能力较大可达 10 吨/台·时, 入选粒度较粗 0.15 毫米以下。磁场稳定、结构简单、节约电能。磁场强度有待进一步提高。

3)  $\Phi 560 \times 400$  永磁对辊强磁干选机特点: 该机磁场强度很高可达 22000—24000 奥斯特, 生产能力大。磁系由锶铁氧体永久磁铁组成, 因此它具有永磁磁选机的优点。

### 第三节 影响磁选工艺的因素

169、磁选机本身影响磁选效果有哪些因素?

影响磁选效果因素很多, 就其磁选机本身来说有如下几点:

- 1) 磁选机筒体转数;
- 2) 磁系偏角;
- 3) 工作间隙(即园筒与槽底的间隙);

4) 排精矿处间隙。

170、磁选机转数大小对磁选效果有什么影响？

一般地说磁选机直径小的采用高转数，例如Φ600 毫米直径采用 40 转/分，直径大的采用低转数例如Φ750 毫米直径采用 35 转/分。

磁选机转速的大小主要对处理能力影响较大。转数高处理能力强，转数低处理能力低。

对精矿质量有一定的影响。转数高的磁选机在运转中，由于速度比较快，磁性小些的连生体和脉石上来的机会就少，只有那些磁性较高的矿粒才可能选别上来，因而精矿质量就高些。反之转数低，速度相对较慢，由于磁感应作用使磁性弱些的矿粒也有机会选别上来，造成精矿质量受到影响。

因此必须根据矿石特点，指标要求，选择合适的磁选机转数。

171、磁偏角大小对磁选效果有什么影响？

由国家正式生产的磁选机，在靠传动侧的轴头上都装有磁偏角指示装置，搬动调整螺母就可调节磁系偏角的大小。

磁偏角的角度过大过小都不好，过小影响精矿质量，使磁性较小的颗粒有机会选别上来，但会使尾矿品位降低，对回收率有好处；角度过大，对提高精矿质量有好处，因为只有磁性大的颗粒才有机会被选上来，磁性小的就没有机会上来而进入尾矿，使尾矿品位增高，降低回收率。

所以，磁偏角大小多少合适必须根据作业要求来调整，一般生产现场磁偏角均调整在 15°—20° 左右。调整好的磁系偏角，在生产中如果操作条件及要求没哟变化，不要轻易随便动。

172、磁选机工作间隙的尺寸大小对磁选效果有什么影响？

所谓磁选机的工作间隙，就是园筒与槽体的间距。这个间距的大小是影响选别的精矿质量因素之一。

间隙过小，即筒皮与槽体的距离太近，矿浆通过时不但不畅通影响处理量，而且由于间距太小，就会使不论磁性大小的颗粒都会得到充分机会吸到筒皮上。主要是由于矿浆距磁场太近，磁场强度很高造成的。然而对降低尾矿品位提高回收率是有好处的。

如果间距过大，只能使磁性较强的颗粒选上来，弱一些的就选不上来了，虽然精矿品位提高了，但尾矿品位也增加了，降低了回收率。

所以调整好工作间隙是很重要的。现场生产中一般将工作间隙按着需要调整在 35—60 毫米范围内，工作间隙可以通过支架角钢下边的垫片来调整改变间隙大小。

173、高压冲洗水管喷水角度及压力对磁选效果有什么影响？

湿式永磁磁选机主要操作因素是高压冲洗水和给矿吹散水的调节。我们知道给矿吹散水太大，矿浆流速增大，选别时间短尾矿损失多；吹散水太小，矿浆不能充分搅拌开，矿粒打团影响精矿质量。

高压冲洗水主要是用来卸矿的，它应该使被选上来的磁性矿物全部卸掉。但是，往往由于喷水角度掌握不好，或压力过大过小，对磁选效果都会产生不良影响。如果喷洗水角度过低，非但卸矿不完全还会造成将已选上来的磁性颗粒又冲洗下去了，造成重新选别。喷水角度过高，也同样会使已选上来的精矿卸不干净，影响质量，同时水花四溅又影响文明卫生。

所以，必须调整好高压冲洗水喷水角度。可以通过观察慢慢用管钳调整水管角度，直到喷水效果满意为止。水的压力不能低于 1 公斤/厘米<sup>2</sup>。如果低于这个压力，不足以克服磁场对已选上来的颗粒的吸引，会使磁性颗粒有相当一部分仍然随筒体作园周转动而排不到境况相中。压力过大，则纯属浪费。

174、磁选机园筒与排精矿处的间隙大小对磁选效果有什么影响？

园筒与排精矿处的间隙大小主要与神产率有关。此处间隙过小，影响已选别上来的精矿

排出，间隙过大同样影响已选上来的精矿排出。同时由于精矿在槽内停留时间过长，难免造成尾矿损失和精矿质量降低，同时又影响生产率。

因此，排精矿处的间隙即不能过大又不能过小，要通过认真观察来进行调整。调整范围根据要求为 15—20 毫米为好。

通过前后移动槽体就可以改变排矿口的间隙大小。

175、矿浆浓度大小对磁选效果有什么影响？

矿浆浓度主要是指分级机溢流浓度大小。如果矿浆浓度过大，造成分选浓度过高，就会严重影响精矿质量。因为此时精矿颗粒容易被较细的脉石颗粒覆盖和包裹分选不上开，一起选上来使品位降低。矿浆浓度过小即分选浓度过低，又会造成流速增大选别时间缩短，使一些本来有机会应该上来的细小磁性颗粒，落入尾矿使尾矿品位增高，造成损失。

所以，矿浆浓度要根据需要调整好。在磁选机处调整主要是靠给矿吹散水的大小来调整，然而最主要的是分级溢流浓度必须根据磁选要求来完成。给入矿浆浓度最大不能超过 35%，一般控制在 30%左右，要根据时间情况具体确定。

176、磨矿粒度粗细对磁选效果有什么影响？

影响磁选机磁性效果最重要的因素就是给入磁选的给矿粒度。

给矿粒度的粗细对大部分矿石来说，标志着矿石单体分离度的大小即磁性矿粒与脉石颗粒分离的程度。

如果给入矿石粒度小，说明矿物单体分离度高，能够获得满意的选别指标；如果给入矿石粒度比较粗，说明矿物没有充分解离，单体分离度不高，相反连生体较多即磁性颗粒与脉石仍然有相当部分结合在一起。连生体由于也具有相当磁性，选别时相当部分可以选上来，使精矿品位降低。

因此，要求给入磁选机矿物必须充分达到单体解离。对于嵌布粒度较粗的矿石，只要矿物与脉石已达到单体分离就行了，不一定粒度过细。这样的矿石有时粒度虽然粗些，但选别质量却不低，其主要原因是由于矿石嵌布粒度粗，磨到一定程度有用矿物与脉石就分开了。

## 第七章 浮游选矿

### 第一节 浮选概述

177、浮选的定义及浮选过程包括的工序是什么？

浮选就是从水的悬浮体（即矿浆）中浮出固体矿物的选矿过程。

目前普遍应用的是泡沫浮选法。其实质就是：把矿石加水磨细成矿浆，加入浮选药剂处理，然后在浮选机中搅拌，并导入空气形成气泡，于是一部分可浮的矿物就粘附于气泡上而浮出矿浆上面而形成泡沫，将其刮出即为泡沫产物，通常为精矿，另一部分没有浮上来的脉石通常为尾矿，从而达到分选的目的。

浮选过程一般包括下列工序：

- 1) 矿石原料的准备，包括磨矿和分级，使入选矿物单体分离负荷浮选要求。
- 2) 矿浆的调整并加入浮选药剂。
- 3) 搅拌并造成大量气泡。向浮选机中引入空气并形成气泡，使矿粒在矿浆中悬浮，造成矿粒与气泡接触的机会。
- 4) 气泡的矿化。即矿粒向气泡附着。
- 5) 矿化泡沫的形成和刮出。

178、浮选的重要意义是什么？

浮选在各种选矿方法中占主要地位。应用范围极广，不仅可以处理有色金属矿物如铜、铅、锌、钼、钴、钨、铋矿等。也可以处理非金属矿物如石墨、重晶石、萤石、磷灰石、长石、滑石等。同时还可以处理黑色金属矿物如赤铁矿、锰、钛矿等。

浮选的分选效率是比较高的，它可将很贫的原矿选成高品位的精矿，从而大大扩大了矿物资源范围，使一些过去认为不能开发的低品位矿床变成有工业价值的矿床；浮选对于处理细粒浸染的矿石特别有效，这就解决了许多微细矿粒中有用成分的回收问题；浮选还可以获得高质量精矿，回收率较高。例如钼矿的原矿品位很低只有百分之零点一左右，但通过浮选，可以得到精矿品位 45%以上；同时浮选法的应用也使矿物资源得到充分地综合利用。

所以，随着国民经济的发展浮选方法的地位会越来越重要。

#### 179、浮选矿浆中固相、液相、气相的特征是什么？

所谓固相就是指磨细的矿粒，液相就是指水和溶液；气相就是指弥散的气泡。

固相的特征是：1) 矿物种类及组成型式较多；往往有好几种有用矿物和脉石伴生在一起，就形状而言，矿粒有方形、柱状、片状及不规则棱角状。

2) 粒度范围宽：矿粒最粗时可达 0.8—1 毫米，细的则在 5 微米以下。

3) 粒数多，表面积大：每升矿浆可达几千万粒以至近亿粒。由于细粒数目多，所以固相的表面积就很大。

液相的特征是：1) 水与矿浆中固相和气相发生作用。矿石中常含有各种可溶性盐类溶解于水中。

2) 在工业用的天然水中，常含有可溶性盐。

3) 在水中溶有氧、氮、二氧化碳等。所以说浮选矿浆中的液相并不单纯是水，实质上是溶液，它对浮选有很大影响。

气相的特征是：1) 空气在矿浆中呈微细弥散状的气泡，可以携带矿粒上浮。

2) 空气可以在矿浆中反复溶解和析出。

3) 空气中的氧对矿物的可浮性有很大影响。

#### 180、判断矿物可浮性好坏的标准是什么？

我们常用来判断矿物可浮性好坏的标准是矿物表面的润湿性（即亲水性和疏水性）。如图 17 所示。当某种矿物表面不易被水润湿（疏水时），就认为这种矿物（如石墨、硫）是易浮的可浮的；当另一种矿物表面就被水润湿（亲水时），就认为这种矿物（如石英）是难浮的或不可浮的。

决定矿物自然表面亲水或疏水，主要是矿物破碎后露出新表面的作用力（如键能）的性质不同所决定的。

#### 181、水对浮选的主要影响是什么？

根据水的特性，水对浮选的主要影响是：（1）溶解作用；（2）水化作用。

（1）各种物质在水中的溶解。由于水有很大的偶极距，所以，在水中的矿粒与水相互作用。由于物质在水中的溶解，浮选时所用的水主要能溶解物质，其原因就是水中本身就溶有各种有机和无机化合物。因此，在浮选工艺过程中，要进行水的质量控制（如软化、除去难电离离子、充气氧化等）。

（2）水化作用。溶解于水中的离子，其周围聚集有水的偶极，这就是离子的水化作用。矿物如果被水化后会使其可浮性降低。对某些疏水性的矿粒。（如硫、煤、辉钼矿等），其水化作用较弱；而某些亲水性矿物（如氧化矿及石英等），水化作用就较强。

但应该说明，水在浮选中最主要的作用是形成矿浆，便于矿物在药剂的作用下通过气泡上浮。

#### 182、空气对浮选的主要影响是什么？

空气中除含有氧、氮和惰性气体外，尚有碳酸气和水蒸气。

空气对矿物可浮性是有一定影响的：

1) 当矿物破碎露出新鲜表面，遇水发生水化作用，表现为亲水的。但当气体吸附到矿物表面时，就可削弱水化作用，造成新表面的初步疏水性。

2) 气体与矿物表面作用是有选择性的。其中对矿物表面影响较大的是氧。

3) 氧的作用是对硫化矿的初步疏水性有利。但如果作用的时间过长, 会使矿物表面变回亲水性。但气体吸附条件适当时, 会造成矿物表面的疏水性, 甚至在不加浮选剂情况下都可浮选(例如干燥的煤粉)。而方铅矿亦只有经过氧的初步作用, 才能与黄药发生作用而上浮。

但应该说明: 空气在浮选工程中的主要作用, 就是造成大量微细的气泡来携带被浮的矿粒上浮。

#### 183、提高浮选速度的意义及措施是什么?

浮选速度是指达到一定回收率(或浮选机单位生产能力)时, 所需要的浮选时间。

提高回收率和缩短浮选时间, 也就是提高浮选速度。所以, 提高浮选速度是选矿生产中应该注意和研究的主要工作。

提高浮选速度的主要措施有:

1) 合理的调整药方, 特别要注意起泡剂的用量。一般说来, 稍微增加些起泡剂就会促进浮选速度。但必须注意: 过量的起泡剂会减低选择性, 所以, 在精选时和捕收剂量较大的情况下, 更应该注意起泡剂的用量不要过量。

2) 在适当范围内, 增加浮选机叶轮转速, 减低槽子深度, 使叶轮和盖板间隙缩小等增加充其量的措施, 都可促进浮选速度。

3) 尽快使矿浆通过浮选槽。串联槽要比开联槽快, 也有利提高浮选速度。

4) 精选槽的大小必须适当。一般说精选槽尺寸不能太大。精选槽子太大, 使矿浆在槽中停留时间过久。不仅会使精矿泡沫贫化, 并且也减低了浮选速度。

5) 控制适当的矿浆浓度, 可以得到最大的浮选速度。

#### 184、什么叫正浮选和反浮选?

一般的浮选多将有用矿物浮入泡沫产物中, 将脉石矿物留在矿浆中, 通常叫正浮选。但有时却将脉石矿物浮入泡沫产物中, 将有用矿物留在非泡沫产物中, 这种浮选叫做反浮选。

#### 185、什么叫优先浮选和混合浮选?

如果矿石中含有二种或二种以上的有用矿物, 其浮选方法有二种, 一种是将有用矿物依次地一个一个的选出为单一的精矿, 此种方法称为优先浮选; 另一种是将有用矿物共同选出为混合精矿, 随后再把混合精矿中的有用矿物一个一个地分选开, 此种方法称为混合浮选。

### 第二节

### 浮选药剂的作用及分类

#### 186、根据同途不同浮选药剂分几类?

近百年来, 浮选在选矿领域中能取得巨大成就, 主要是依赖于浮选药剂的特殊作用。浮选药剂基本上可分为五类:

1) 捕收剂。与矿物表面相作用, 它附着于矿物表面上能增强矿物表面的疏水性, 有利于矿粒被捕收于气泡上。

2) 起泡剂。浮选时泡沫是矿粒上浮的媒介。

3) 抑制剂。是降低矿物可浮性的一种药剂。可以使矿粒表面形成亲水性薄膜, 形成胶体吸附膜, 从而阻碍捕收剂与矿物表面相作用。同时抑制剂也可以从矿物表面上溶解已吸附的捕收剂或溶解矿物有助于捕收剂作用的活性膜。

4) 活化剂。是消除抑制作用, 促进可浮性的, 使矿物表面造成易于与捕收剂相作用的药剂。在目前生产实践中, 有些矿物不能直接吸附捕收剂, 常加活化剂以改变矿物表面性质, 使之有利于捕收剂的吸附。

5) 介质调整剂。它的主要作用是调整矿浆的 PH 值(PH 值, 代表酸碱度)、调整其它药剂的作用、消除对浮选有害的离子影响和调整矿泥的分散与团聚。

#### 187、捕收剂分几种? 代表性的药剂是什么?



根据药剂与矿物表面作用的极性基不同，将捕收剂又分为：硫代化合物类捕收剂、烃基酸类捕收剂、胺类捕收剂、油类捕收剂。前二类又叫阴离子捕收剂；第三类又叫阳离子捕收剂；第四类又叫非极性的油类。

1) 硫代化合物捕收剂代表性药剂是：黄药、黑药。

2) 烃基酸类捕收剂代表性药剂是：脂肪酸及其钠盐（包括硬脂酸、软脂酸、油酸、亚油酸、亚麻油酸、塔尔油、石蜡、氧化石碲皂）；烃基硫酸盐和烃基硫盐酸（包括十六烷基硫酸钠、丁基萘磺酸钠、硫化石油）。

3) 胺类捕收剂代表性药剂是：十二烷基伯胺、氯化四乙胺。

4) 油类捕收剂代表性药剂是：煤油、变压器油、太阳油、木焦油等。

近年来，效果好、无毒（或少毒）新型捕收剂不断出现，主要有：1) 混合甲苯肿酸。黄白色固体，是氯化矿的捕收剂，选锡石、黑钨、钽、铌矿等。

2) 硫氯九号。白色粉末，为有色金属硫化矿强有力的捕收剂。

3) 异羟肟酸钠。白色至黄色蜡状固体，易溶于热水，是氧化矿的捕收剂。如浮选氧化铁矿、氧化铜矿等。

4) 咪唑。紫黑色粉末，硫化铜、镍矿捕收剂，对于氧化铜矿的捕收剂能较黄药高，也用于浮选金。

188、黄药有几种？是什么矿物常用的捕收剂？有何特征？

黄药的化学名称为烃基二硫代碳酸盐。分有乙基黄药、丁基黄药、戊基黄药等。烃基中碳原子数小于4以上的黄药，统称高级黄药。高级黄药的捕收能力大于低级黄药的捕收能力。

黄药是浮选硫化矿物如方铅矿、黄铜矿、闪锌矿、黄铁矿、自然金、自然银、汞、孔雀石等，最常用的捕收剂。

黄药的特征是：呈淡黄色结晶状粉末，易溶于水、受热受潮、遇碱、遇酸易分解，有刺激性，点火燃烧。应贮存阴凉、干燥地点。

189、黑药分几种？是什么矿物常用的捕收剂？有何特征？

黑药的化学名称为烃基二硫代磷酸盐。常用的是甲基黑药，其因在制造配料时所加入的五氧化二磷的量不同，分为15号黑药、25号黑药、31号黑药。近年来又试制成功丁基铵黑药。

黑药多用于浮选含黄铁矿的硫化铜矿、铅锌及铜锌多金属矿。

黑药的特征是：多呈暗绿色油状液体，有腐蚀性，微溶于水，遇热分解，除有捕收性能外还有起泡性能，它的选择性好，对黄铁矿的捕收能力较差。应该指出黑药在酸性矿浆中不易分解，也较难氧化是其优点。但又因其中溶有少量 $H_2SNa_2S$ 等重属氧化矿的硫化剂，因此用黑药选轻微氧化的硫化矿是适宜的。

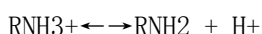
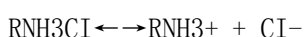
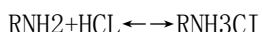
190、烃基酸类捕收剂主要用于选别何种矿物？选别时注意什么？

此种捕收剂选择性较差。主要用以浮选碱土金属矿（如白钨矿、萤石、方解石、磷灰石等）、氧化矿（如赤铁矿、锡石等）、硅酸盐矿（如石英）。因其选择性差，故浮选时需加调整剂以提高药剂的选择性，这是在应用该种药剂时要注意的问题。

191、胺类捕收剂主要用于选别何种矿物？使用时注意什么？

胺类捕收剂除具有捕收能力外，尚具有一定的起泡能力，主要用于浮选石英、铝硅酸盐（绿柱石、锂辉石、长石、云母等）、碳酸盐（菱锌矿等）及可溶性盐（钾盐等）。

胺类捕收剂在使用时必须注意先将其溶解于酸中生成胺盐。此盐在水溶液中解离为胺阳离子，其反应式如下：



式中的胺阳离子与矿物表面作用，形成疏水性表面。

胺阳离子的浓度决定于溶液的 PH 值。在酸性及弱碱性溶液中，胺阳离子均占优势。当 PH 值超过 9 时，胺多以分子状态存在，胺在强酸性矿浆中捕收作用亦减低。

192、油类捕收剂特征是什么？选别何种矿物？使用时应注意什么？

该类捕收剂化学性质不活泼，难溶于水。在矿浆中不能以离子或分子状态与矿物表面作用，而是以油滴在矿物表面上展开，因而这类药剂的主要特征是不会和矿物表面发生化学反应。

由于有前述的特征，油类捕收剂只能做为天然疏水性很强的矿物如石墨、辉钼矿、煤炭、自然硫、滑石等矿物的捕收剂。

在实践使用中烃类油常与其它离子型捕收剂混合使用，此时它即可做为难溶性捕收剂（如脂肪酸）的溶剂，又可增强捕收能力、降低离子型捕收剂的用量。使用油类捕收剂必须注意这一点。

193、常用起泡剂有几种？起泡能力及特点是什么？

起泡剂多为异极性的表面活性物质、微溶于水，成分比较稳定，常用的有以下几种：1) 二号浮选油（2#油）起泡能力和特点是：起泡性较强，能产生大量而均匀的，粘度适当的泡沫。为深黄色油状液体，有松木香味，是松脂用水蒸得的松节油，加硫酸及酒精进行水合作用所得的产品。

2) 桉树油。桉树油是桉树叶的蒸馏产品，主要成份为桉叶醇  $C_{10}H_{18}O$ ，它的起泡能力不如松油，泡沫性脆，选择性较好。

3) 樟脑油。它是樟树的树叶及根经过蒸馏得到的原油，在提出樟脑后残余油分的总称。分为白色油、红色油及兰色油三种。白色油可代替松油使用，选择性较好，红色油生成的泡沫较粘，兰色油兼有起泡及捕收能力，选择性差。

4) 甲酚酸。是炼焦工业副产品，甲酚酸气泡能力较松油弱，泡沫性脆，选择性较好。

5) 高级醇类。为化学石油工业副产品，起泡性一般，选择性良好。

6) 合成起泡剂。该合成剂中的 4 号浮选油，起泡性较松油强二倍多，选择性良好。同时具有易溶、易洗落、不受 PH 值及水的硬度影响等特点。

194、调整剂分几类？都是什么性质的药剂？

在浮选过程中常使用调整剂来改变矿物表面的性质和改善浮选的条件。根据药剂的作用性质分为抑制剂、活化剂和介质调整剂及絮凝剂四类。

1) 抑制剂，是降低矿物可浮性的一种药剂。当浮选一种有用矿物时，对其有害杂质为阻止上浮，就要加抑制剂；当混合出多金属后，再将它们一个一个分选开，也需要使用抑制剂来处理。

2) 活化剂。主要是将矿物表面造成易于吸附捕收剂状态所使用的药剂。也可以从矿物表面除去阻碍捕收作用的抑制性薄膜。

3) 介质调整剂。主要是调整矿浆酸碱度的作用。

4) 絮凝剂：主要是消除矿浆中的细泥和有害离子影响，使其相互串联成絮状团和沉淀。

195、抑制剂药剂种类有哪些？对什么矿物有抑制作用？

抑制剂药剂有重铬酸盐、石灰、硫酸锌、氰化物、水玻璃、硫化钠、一号纤维素等。

重铬酸盐可以在方铅矿表面形成难溶而亲水的铬酸铅薄膜，是方铅矿的良好抑制剂；

石灰是黄铁矿的良好抑制剂；

硫酸锌与硫化钠等其它药剂配合使用，可以抑制闪锌矿；

硫化钠是硫化矿的抑制剂，如抑制方铅矿、石英等；

氰化物能抑制闪锌矿、黄铁矿、铜矿物等；

水玻璃对硅酸盐和铝硅酸盐矿物有强抑制作用。如抑制绿柱石、锂辉石、长石、云母；

一号纤维素是碳质碱性脉石、综泥石等矿泥的有效抑制剂。

196、活化剂药剂种类有哪些？对哪些矿物有活化作用？

活化剂药剂有硫酸、盐酸、硫酸铜、硫化钠、苏打等。

硫酸或盐酸可以活化黄铁矿、黄铜矿；

硫酸铜可以活化闪锌矿；

硫化钠可以活化白铅矿；

苏打可以活化白铅矿、孔雀石、方解石。

197、介质调整剂主要作用和药剂是什么？黄药适合于酸性还是碱性矿浆？

介质调整剂主要作用是：1) 调整矿浆的 PH 值；2) 调整其它药剂作用的活度；3) 消除有害离子的影响；4) 调整矿泥的分散与团聚。

常用的介质调整剂是酸、碱、硫化钠、水玻璃。在浮选实践中，为提高矿浆的碱度常用石灰或碳酸钠，或苛性钠、硫化钠；为提高矿浆酸度常用硫酸；为消除矿浆中有害离子的影响常用苏打、硫化钠；为消除矿泥的团聚现象，可以加水玻璃、碳酸钠或硫化钠等。

黄药在酸性矿浆中易分解、故用黄药浮选硫化矿时，大多数均应在碱性矿浆中进行。

198、PH 值代表什么？它的范围是多少？如何划分酸性和碱性？

PH 值代表酸碱度。矿浆 PH 值往往直接或间接影响其中矿物的可浮性。矿物的回收率与一定范围内的 PH 有密切的关系。

它的范围是 1—14. 可用 0—14, 0.1 交流器 PH 值计或 PH 试纸测定。

PH 值 1—7 为酸性，7—14 为碱性。

199、当矿浆含有害金属离子时需添加何种介质调整剂？

矿浆中常含有许多对浮选有还害的离子，这些离子大多数是一些金属离子，如：铁、钙、铜离子。常使用硫化钠、碱、苏打等使这些离子成为难溶性的沉淀，即可消除其有害影响。

### 第三节

### 影响浮选工艺的因素

200、影响浮选工艺有哪些重要因素？

影响浮选工艺过程的因素很多，其中较重要的有：1) 磨矿细度；2) 矿浆浓度；3) 药方；4) 充气和搅拌；5) 浮选时间；6) 浮选流程。

此外，水的质量和矿浆温度等对浮选也有一定的影响。

201、磨矿粒度对浮选有什么影响？

浮选时，过粗的矿粒（大于 0.1 毫米）和极细的矿粒（小于 0.006 毫米）都浮得不好，回收率较低。

在浮选粗粒时，由于重量较大，使矿粒脱落力增加。则需要：1) 使用足量的最有效的捕收剂；2) 增加矿浆的充气，造成较大的气泡，并增加水中析出的微泡量；3) 矿浆的搅拌强度要适当；4) 要适当增加矿浆浓度；5) 刮板刮泡时要迅速而平稳。

在浮选极细粒（通常指小于 5—10 微米的矿泥）时，1) 由于矿泥质量很小，很容易粘附在粗粒表面上，使粗粒可浮性降低，使选择性变坏；2) 由于矿泥比表面较大，它们在矿浆中会吸附大量的浮选药剂，使矿浆中药剂浓度降低，破坏了正常的浮选过程，使浮选指标降低；3) 由于矿泥很细表面积大，因而使表面活性增大，易于与各种药剂起作用，不易分选，有很强水化性，从而使泡沫过分稳定，精选时会造成困难，降低精矿质量，并使泡沫产物流动性及浓缩效率降低。

202、磨矿矿浆中矿泥过多如何防止和减轻？

防止和减轻矿泥的常用办法有：

1) 减少和防止矿泥的生成：可采用多段磨矿流程，以及采用阶段选矿流程。要正确选择磨矿和分级设备，提高分级机效率；

2) 添加消除矿泥有害作用的药剂：常用有水玻璃、苏打、苛性钠等，可以减轻矿泥的

絮凝罩盖作用。为了减轻矿泥大量吸附药剂的有害影响，可以考虑采用分段加药法；

3) 将磨好的原矿在浮选之前进行脱泥，做为尾矿抛弃。如果矿泥中有用成分含量较高，也可以将脱掉的矿泥单独浮选处理，或送水治处理。

常用脱泥方法：1) 分级机脱泥；2) 水力旋流器脱泥；3) 在特殊情况下，可在浮选前加少量起泡剂，将易浮矿泥用浮选脱出。

203、磨矿细度的确定及磨矿分级流程选择的根据是什么？

确定适宜的磨矿细度必须保证：1) 有用矿物充分解离；2) 适宜的浮选粒度上限；3) 尽量减轻和避免矿石的过粉碎现象及泥化现象。

合理的磨矿分级流程主要依据下列因素确定：1) 有用矿物和脉石矿物的浸染粒度及共同特性；2) 有用矿石和脉石的硬度及比重；3) 有用矿石和脉石的泥化程度及氧化性；4) 原矿中有用矿物的含量及价值；5) 用户对精矿粒度的要求。

204、矿浆浓度对浮选指标有什么影响？

矿浆浓度可以影响下列技术经济指标：1) 影响回收率。当矿浆浓度小时，回收率较低。矿浆浓度增加，则回收率也增加，但超过限度回收率则又会降低。主要原因是由于浓度过高，破坏了浮选机充气条件所致。

2) 影响精矿质量。一般规律是在较稀的矿浆浮选时精矿质量较高，而在较浓矿浆中浮选时，精矿质量就会降低。

3) 影响药剂消耗。当矿浆较浓时，处理每吨矿石的用药量较少，矿浆浓度较稀时，则处理每吨矿石的用药量就增加了。

4) 影响浮选机的生产能力。随着矿浆浓度增大，按处理量计算的浮选机生产能力也增加。

5) 影响水电消耗。矿浆愈浓、处理每吨矿石的水电消耗愈小。

6) 影响浮选时间。在浮选矿浆较浓时，浮选时间略有增加。

总之，矿浆浓度较浓时，过浮选过程有利。但过大，矿粒与气泡不能自由流动，则充气作用会变坏，从而降低质量和回收率。因此，浮选各种矿石都要根据矿石性质及有关技术要求，确定适宜的矿浆浓度。

205、矿浆浓度与浮选条件和矿石性质有什么关系？

浮选时最适宜的矿浆浓度的确定与矿石性质和浮选条件有关，一般的规律是：

1) 浮选比重大的矿物采用较浓的矿浆，浮选比重小的矿物则采用较稀的矿浆；

2) 浮选粗粒物料用较浓矿浆，浮选细粒和泥状物料则用较稀矿浆；

3) 粗选和扫选采用较浓矿浆，可以减少药剂消耗和浮选机台数，而精选则采用较稀矿浆，可以获得质量较高的合格精矿。

矿石粗选时矿浆浓度 25—35%，浮选细粒及含泥高的矿石为 10—20%。

206、什么叫药方？为什么要控制药剂用量？

加入浮选过程中药剂种类和数量、加药地点和加药方式等总称为药剂制度，简称药方。药方是浮选过程中的重要工艺因素，对浮选指标有重大影响。

为什么要控制药剂用量呢？因为在一定限度内增加捕收剂和起泡剂的用量时，可以提高浮选速度并改善浮选指标（主要是精矿质量和回收率）。但是如果用量过多，也会降低回收率及精矿质量。同样，抑制剂和活化剂也应该适量，过量或不足都会引起浮选指标的降低。

例如，某硫化铜—锌—铁矿浮选厂，当锌浮选循环中硫酸铜的药剂量不足时，锌在尾矿中的损失增加，但硫酸铜过量时，也增加锌的损失。所以在浮选过程中，必须严格控制药剂用量，通过实验和生产实践来确定合适的药剂添加量。

207、通常浮选药剂加药地点什么地方合适？加药顺序是什么？

加药地点的选择与该药剂的用途及溶解快慢有关。

通常将介质调整剂加到球磨机中,这样就可以消除起活化或抑制作用的难免离子对浮选的有害影响。

抑制剂应加在捕收剂之前,通常也加在磨机中。

活化剂常加在调合槽或浮选机中。

对难溶捕收剂(如白药、煤油),为促进其溶解和分散,增长与矿物的作用时间,也常加在磨机中。黄药一般加在分级机溢流里,也有加在调整槽或浮选机中。

起泡剂加在调整槽或浮选机中。

常见的加药顺序为:

1) 浮选原矿时先加调整剂→抑制剂→捕收剂→起泡剂。

2) 浮选被抑制的矿物时先加活化剂→捕收剂→起泡剂。

为了提高药剂的作用效率,通常在浮选前,需要将药剂同矿浆搅拌一定的时间,搅拌的时间长短主要与药剂的溶解度有关。一般为5—20分钟,短的为1—5分钟。此外加药地点的选择也要考虑矿石性质。例如有些硫化铜—铁矿浮选厂黄药加到磨机中,结果提高了选别指标。

208、常用的加药方式有几种?为什么?

浮选药剂可采用两种方式添加:1) 一次性加药;2) 分段加药。

一次性加药是指将某种药剂在浮选前一次加入矿浆中,这样可以提高浮选过程初期速度,虽然后期速度降低,但总的浮选时间仍然较短,有利于提高浮选指标。一般对于易溶于水的,不致被泡沫机械带走,并且在矿浆中不易起反应而失效的药剂(如黄药、苏打、石灰),应采用一次加药。

分段加药是指将某种药剂在浮选过程中分几批加入。一般在浮选前加入总量的60—70%,其余的30—40%分几批加入适当的地点。这样的分段加药可以改善精矿质量,但是由于浮选初期的速度降低而使整个浮选时间增长。一般对于难溶于水的、易于被泡沫机械地带走、在矿浆中易起反应而失效的,以及某些选择性较差的或易于分解失效的药剂(如油类捕收剂、松油、硫化钠),应采用分段加药。

此外,加药方式也要根据矿石性质来定。例如,当矿浆中的可溶性盐类较高,会吸附大量的药剂时,采用分段加药是有利的。又如,在某些优先浮选情况下,为了减轻抑制剂对欲浮矿物的负作用而将捕收剂分段添加,常常是有益的。

209、药台工如何配制和添加浮选药剂?

药台工的工作是很重要的。药剂的配制和添加方法常见的有六种:

1) 直接以粉状固体加入(如石灰、苏打)。

2) 调成乳状悬浮液。

3) 直接以原来的液体加入(如松油、甲酚、黑药、煤油等)。

4) 配成5—10%的水溶液加入。大多数可溶于水的药剂都是这样加入的(如黄药、水玻璃、硫酸铜等)。

5) 将某些不溶于水的药剂溶于溶液中(如油酸溶于煤油中、白药溶于邻甲苯胺中)。

6) 将难溶的药剂用机械搅拌或超声波方法进行乳化(如油酸、煤油、松油等),然后将呈乳状的药剂加入浮选过程。

210、目前常用的强化药剂作用的方法有几种?

强化药剂的作用:可以提高浮选速度和改善浮选指标并降低稀贵药剂的用量。

目前常用的几种方法:1) 混合用药;2) 正确地控制其它工艺因素;3) 正确的选择加药地点和加药方式;4) 药剂的妥善保管等。

实践证明:混合使用多种捕收剂比单独使用一种捕收剂的浮选结果好得多。例如实验证明,在浮选闪锌矿时,使用长链的黄药比短链的有效,而长链和短链混合起来使用更为有效;

在浮选铜锌矿时，乙基和丁基黄药混合使用比单用丁基黄药，可使铜在尾矿中的损失减少4%，锌的损失减少1.5%左右。

211、为什么混合用药会改善浮选效果呢？

混合用药的良好效果是与矿物表面的不均匀性及各种药剂之间的相互作用有关。矿物表面性质不均匀，氧化程度不一，对不同的捕收剂可能存在有不同的活化区，因而混合用药就可能增加矿物表面捕收剂的覆盖密度，从而改善浮选效果。而各种捕收剂之间的相互作用所产生的共吸附，也可增加药剂的捕收能力，提高浮选指标。

212、如何提高机械搅拌式浮选机的充气量？

进入矿浆中的空气量，视所用的浮选机类型及其工作制度而定。就其机械搅拌式、混合式和气升式三种浮选机来比较，浮选时所需要的空气以机械搅拌式为最少。在生产中机械搅拌式浮选机的充气量大小主要决定：

1) 叶轮的转速：叶轮的转速愈快，充气量愈大，叶轮转速低，充气量也低。

2) 减少浮选槽深度也可以提高矿浆的充气量。

3) 矿浆浓度对充气量和弥散程度也有很大影响，一般当矿浆浓度在一定限度内增加时，充气量和弥散程度也随之增加，但不能使浓度过大，过大则充气量变坏。

213、气泡的大小对浮选效果有什么影响？

气泡的大小对浮选效果有一定影响。气泡小，则空气弥散的愈好，也就增加了气泡表面积及其与矿粒接触的机会，因而对浮选有利，可以改善浮选指标。但是，如果气泡过小，升浮速度也很小，这样反而有害。所以，浮选时气泡不能过大，以小为好，但不能过小，否则会影响浮选指标，降低回收率和精矿质量。

214、矿浆的搅拌起什么作用？为什么不能过分充气、搅拌？

矿浆的搅拌可以促进矿粒的悬浮及在槽内均匀分散；可以促进空气很好的弥散，使其在槽内均匀分布；可以促使空气在槽内高压地区加强溶解，而在低压地区加强析出，以造成大量的活性微泡。

加强充气和搅拌对浮选是有利的，但是不能过分，因为过分充气和搅拌会产生以下缺点：

1) 促进了气泡的兼并；2) 降低了精矿质量；3) 增加了电能消耗；4) 增加了浮选机各部分的磨损；5) 槽内矿浆容积减少（这是因为槽的容积被气泡占据的部分增加了）；6) 过分搅拌还可能使附着于气泡上的矿粒脱落。

生产中最适宜的充气量和搅拌程度应根据浮选机的类型和结构特点通过试验来决定。

215、浮选时间对浮选指标有何影响？影响浮选时间的因素是什么？

对于每种矿石，都有其适宜的浮选时间，如果浮选时间太短则回收率低，如果浮选时间太长，则会降低精矿质量，而且从经济上看也不合算。所以，浮选时间应通过实验和生产实践来确定。

影响浮选时间的因素有：1) 矿石性质（如可浮性及欲浮矿物含量）；2) 浮选的给矿粒度；3) 矿浆浓度；4) 药剂制度；5) 矿物分离的形式。

一般规律是：当矿物的可浮性愈好、欲浮矿物的含量愈少、浮选机给矿粒度适中（不能太细）、矿浆浓度较小、药剂作用又快又强，以及充气搅拌较强等条件下，则浮选时间短。

216、水的质量在浮选中的作用？硬水如何软化？

在浮选用水或在矿石中，都可能含有影响药剂与矿物作用的和引来矿物活化或抑制的可溶性盐类。通常是碳酸盐、硫酸盐、磷酸盐、钙、镁、钠、氯化物及硅的化合物。如果水中钙盐含量多成为硬水，在硬水中用烃基酸和皂类浮选时，会消耗大量药剂。

水与金属矿物接触时，水中就会含有一些金属离子，如铁、铜、锌等。如果接触的是硫化矿物，则这些金属在水中就会成为硫酸盐，成为难选矿物。此外溶解于水中氧的含量，对浮选过程有重大影响。由于氧在矿物表面的吸附，加强了矿物的疏水性，促进了某些捕收剂

(黄药、黑药)与矿物表面的相互作用,从而加速了浮选过程,改善了浮选指标。但是,当浮选用水中含有大量有机物质(如腐植土和微生物等)时,消耗了溶解于水中的氧,因而降低了硫化矿物的浮选速度,严重时破坏整个浮选过程。

硬水的软化主要有以下几种办法:

- 1) 碳酸盐的硬度可加石灰消除;
- 2) 钙的非碳酸盐的硬度可加苏打消除;
- 3) 镁的非碳酸盐的硬度只加苏打不能消除,尚需添加石灰或苛性碱。

217、矿浆温度在浮选中的作用?为什么温度对黄药影响不大?

提高浮选矿浆温度,可以提高浮选速度并能获得较高的浮选指标(回收率和精矿质量)。

矿浆温度对活化剂和抑制剂的作用也有影响。一般来说在温度升高时,活化剂和抑制剂的作用很强、加快、而在温度降低时则作用较弱较慢,并使浮选指标降低。

在浮选某些难浮的有色金属氧化矿时,为了促进硫化钠的硫化作用,矿浆往往需要加温,浮选非金属矿时,温度影响更大。

有些选厂在冬季和夏季由于矿浆温度差别大,而使选矿厂一些技术经济指标形成季节性波动。

由于选矿厂矿浆量很大,如果为了调整温度,而将大量矿浆加温是不合算的。所以,一般的浮选过程都是在室温条件下进行的。

为什么温度对黄药影响不大呢?主要由于黄药在浮选时,因为它易溶于水,所以温度的影响不大,不需加温。

218、浮选工应该掌握哪些必要的浮选操作法?

我国目前一些选矿厂通过实际生产制定出了一套必要的浮选操作方法,每一个浮选工都应该认真掌握和领会。它的主要内容是:三勤、四准、四好、两及时、一不动。

三勤是:勤观察泡沫变化,勤测浓度、勤调整;

四准是:油药配制和添加的准,品位变化看的准,发生变化的原因找的准,泡沫刮出量掌握的准;

四好是:浮选与药台联系得好,浮选和磨矿联系得好,浮选和砂泵联系得好,混合浮选和优先分选联系得好;

两及时是:出现问题研究的及时,解决问题处理的及时;

一不动是:不乱动浮选机闸门。

#### 第四节

#### 浮选流程

219、浮选流程有哪些作业组成?

浮选流程是由不同的浮选作业所构成的。分粗选、精选、扫选作业。

粗选:矿浆经过调和后进入浮选的第一个作业为粗选。

精选:将粗选所得的泡沫产品进行再浮选的作业称为精选。

扫选:将粗选剩余的尾矿继续浮选的作业称为扫选。

220、浮选流程选择与矿石性质有什么关系?

浮选流程的选择与矿石性质及对精矿质量的要求有关。其中矿石性质很重要,流程选择时,要考虑:1)矿石中有用矿物的浸染粒度和共生特性;2)矿石在磨矿中的泥化情况;3)矿物的可浮性;4)矿物的组成及可溶性盐的含量;5)原矿的品位;6)矿石的氧化程度等。

221、处理何种矿物采用一段或二段浮选流程?

浮选流程可以是一段、二段或多段的。浮选流程的段数主要与矿石中有用矿物的浸染特性及矿石在磨矿过程中的泥化情况有关。

一般浮选流程是将矿石直接磨到所需要的粒度,然后进行浮选得出最终产品,而无需将任何产品进行再磨。一般处理有用矿物呈均匀浸染的矿石适合一段浮选流程。

二段浮选流程又称为阶段浮选流程，采用阶段浮选流程的主要目的是避免矿石中有用矿物和脉石过粉碎及泥化，使脉石尽量在较粗的粒度下呈尾矿排出，有时也可以为了先选出部分已单体分离的粗粒精矿。所以，一般在处理有用矿物嵌布较复杂的矿石，采用阶段浮选流程。

222、阶段浮选流程有几种型式？画出简图？适合处理什么性质矿石？

阶段浮选流程有三种型式：1) 第一段尾矿再磨；2) 第一段的低品位精矿（粗精）再磨；3) 第一段的中矿再磨。分别见图 18，图 19，图 20。

图 18。为第一段尾矿再磨再选阶段浮选流程，适合处理有用矿物呈不均匀浸染的矿石。矿石经第一段磨矿（粗磨）后，部分呈粗粒浸染的有用矿物可以达到解离而在第一段浮出成为合格精矿。尾矿经再磨后，使其中连生体呈细粒浸染的部分达到分离，然后经过二段浮选得出精矿和废弃尾矿。

图 19。为第一段得出低品位精矿及废弃尾矿，然后将低品位精矿再磨后，再进行第二段浮选的阶段浮选流程。适合处理有用矿物呈集合浸染的矿石。

图 20。为第一段得出部分合格精矿及废弃尾矿，而含连生体较多的中矿再磨并进行第二段浮选。适合处理有用矿物呈细粒浸染的矿石。

223、浮选流程的精矿和扫选次数如何确定？

在确定矿石的浮选原则流程之后，还要解决浮选流程的内部结构，就是确定流程中精选、扫选的次数。

精选和扫选次数的确定，要视原矿品位、有用矿物的可浮性及对精矿质量的要求来决定。

当原矿品位较低，有用矿物的可浮性较好，并且对精矿质量要求较高时，则应加强精选，即加长精选时间并增加精选次数。

当原矿品位较高，有用的矿物可浮性差，并且对精矿质量要求不高时，则应加强扫选，即加长扫选时间并增加扫选次数。

224、浮选流程中对中矿如何处理？

在浮选流程中所得出并须进一步处理的各精选作业的尾矿和扫选泡沫产品，称为中矿。中矿的处理办法，要根据其中连生体的含量、有用矿物的可浮性及对精矿质量的要求而定。

处理中矿常见有以下四种方法：

- 1) 将中矿返回浮选循环前部的适当地点；
- 2) 将中矿返回磨矿分级循环中；（主要为连生体所组成的中矿）
- 3) 将中矿单独处理；（主要为浸染复杂的、易氧化、难浮的矿粒所组成的中矿）
- 4) 中矿不再进行浮选，而用其它方法处理。（主要是怕损失大量金属，将中矿用火冶或化学方法处理，或不在处理而做为低品位精矿售出）

## 第五节

## 浮选机械概述

225、浮选机有几种形式？常用的是哪种？

按其充气和搅拌矿浆的方式，可以分为下列三种：

- 1) 机械搅拌式浮选机：此种浮选机是由叶轮或回转子的旋转而使矿浆进行充气和搅拌。
- 2) 压气式浮选机：此种浮选机是由外部用鼓风机送入压缩空气使矿浆完成充气和搅拌。
- 3) 混合式浮选机：此种浮选机除了叶轮或回转子的旋转而使矿浆进行充气和搅拌之外，还从外部用鼓风机送入压缩空气。

目前浮选厂常用的浮选机是机械搅拌式浮选机。此类浮选机又根据充气结构不同，又可分为以下几种：叶轮式、回转子式、螺旋子式。老浮选厂机械搅拌式（叶轮式）浮选机习惯称为“法连瓦尔德型”和“米哈诺布尔型”。前者是苏联学者人名，后者是苏联选矿研究设计院简称。

目前沈阳矿山机械厂生产的我国矿用叶轮式浮选机新型号有二种：XJ—28；XJ—58。老



型号为 XJI—28，简称 6A 浮选机；XJI—58，简称 7A 浮选机。这两种老型号浮选机是现有浮选厂较常用的浮选设备。

#### 226、矿用叶轮式浮选机工作原理是什么？

矿浆由进浆管给入到叶轮上，被旋流的叶轮产生的离心力抛向槽中，于是在盖板下形成负压，自动的由进气管吸入空气。吸入的空气和给进的矿浆在叶轮上部混合一起又被抛向槽中，于是又产生负压，又吸入空气，如此连续地进行。经过药物作用的矿浆中，欲浮矿物被气泡带至表面形成矿化泡沫层，并被刮板刮出得到精矿。而不上浮的矿物和脉石则经槽子侧壁上的闸门进入中间室并给入下一浮选槽内，每个或几个槽内矿浆水平的调节，每通过调节闸门上下来完成。矿浆在机内就是真样进行循环流动。

#### 227、浮选机检修后试车及使用时应注意什么情况？

浮选机检修后，在试车之前，应仔细检查和清理浮选槽，然后进行空车试运转，并逐渐加入清水运转（注意调整循环孔的大小）直至给矿。同时应注意检查叶轮体是否有偏动和冲击现象。

在启动电动机时，应检查电动机轴的旋转方向，必须保证叶轮轴按顺时针方向旋转（俯视图）。

在使用时应注意矿浆液面的调整即闸门打开程度，只有及时地调整矿浆液面的高度，才能有效地刮出泡沫并防止矿浆溢流到泡沫槽中。

#### 228、浮选机在操作过程中应经常检查哪些部位？

在操作浮选机过程中应经常检查：

1) 电动机和叶轮体中滚动轴承的过热情况，一般轴承温度不得超过 35℃，最高温度不得超过 65℃。

2) 检查传动皮带的拉紧情况，其松紧程度要合适，发现有严重磨损时，应选择长度、型号一致的皮带组成更换。

3) 检查油封橡胶圈的密封性，特别应注意轴承体中的润滑脂不要漏到矿浆中，以免影响浮选工作正常进行。

4) 检查各润滑点是否有足够的润滑脂，如发现油少，应及时添加。

5) 检查槽中是否有其它杂物。

#### 229、维修浮选机主要应注意哪些方面？

在维修过程中应做到：

1) 更换被磨损的叶轮和定子时，应该用垫片调整好叶轮和定子的间隙，使间隙保持在 6—10 毫米范围内。

2) 在安装叶轮之前应检查保护主轴用的胶管是否磨损，如磨损应更换新管。

3) 如果轴承因磨损而轴向间隙过大时，只要调整里外座圈的压紧程度即可。

4) 若发现轴承体下盖油封漏油，应及时更换新油封，并注意不要压得太紧。

#### 230、浮选柱应用范围及特点是什么？

浮选柱也叫柱式浮选机，是一种深槽型充气式浮选机，是我国新型浮选设备之一。许多选矿厂经试验研究已用于各种浮选作业之中，并获得了较好的效果，在有些浮选流程中能基本代替机械搅拌式浮选机或与一些其它型浮选机联合使用。目前大部分是将浮选柱用在粗选作业上，而在精选作业上是不太适用的。主要是浮选精矿质量和回收率均不如浮选机，尤其是精矿质量。

浮选柱的技术规格，常以浮选柱的直径 D 和高度 H 表示，目前有园型和上方下园二种。

浮选柱的特点是：具有结构简单，制造安装方便，生产维护容易，节省动力，占地面积小，基建费用低，上马快。

但浮选柱也有其缺点：主要是充气装置易结钙和堵塞，工作不稳定。这是值得研究加以

改进的主要问题。

231、浮选柱的工作原理是什么？

浮选柱在工作时，将矿浆加入浮选药剂进行强烈搅拌，由中心给矿装置送入柱内。由于矿浆的重力作用，从柱内缓缓下降。压缩空气经过充气装置弥散成大量的微小气泡，均匀地分布在柱的整个断面上并徐徐上升。矿浆与气泡形成对流运动。在这种情况下，一部分可浮性矿物附着于气泡而上浮至矿浆上面形成矿化气泡，从泡沫流槽自行溢出或用刮板将泡沫刮出，即为精矿。另一部分不浮的脉石不能附着于气泡上，从尾矿提升装置排出或进入下一作业处理，即为尾矿。

232、浮选柱在开停车时注意事项是什么？

浮选柱在开车时，先向充气管送风，经检查没有问题后，向柱中加清水，待清水盖住充气管后，打开尾矿联接管的闸门，见到清水能够流出方能给矿，同时停止给水，为开尾矿闸门形成尾矿流，随着矿浆液面的升高，尾矿闸门也随着逐渐打开，当溢流槽发现有精矿泡沫产出时，这是要仔细调整尾矿闸门，使尾矿排出量与进矿量达相平衡的程度，以便保持液面恒定。

浮选柱停车时，要先停止给矿，同时将尾矿管闸门适当的关闭并注入清水，依靠补加水将矿化泡沫去除后，停止给药和注水，将尾矿闸门全部打开，放光矿浆，用清水冲净（主要是避免空气管微孔堵塞）然后停风。在事故停车（包括突然停电）时，操作人员应马上将尾矿管闸门全部打开并关闭给矿管，使柱中矿浆迅速放完，然后用清水冲洗空气管。

233、浮选柱运转中操作时应控制什么？并注意观察什么情况？

为了保证浮选柱正常运转并获得满意指标，在操作时要求严格控制给矿量、风量、和风压，并及时观察是否有下列情况出现：

1) 翻花现象。翻花的主要原因是空气管破裂和给入空气压力太高，消除的方法是调整风压。如果调整风压后仍有翻花应停车检查充气管是否破裂或存在为压紧现象，排除故障后方可开车；

2) 尾矿管堵塞。这是操作中容易发生的事故。堵塞的现象多数是由于矿浆中的矿石粒度太大，或因给矿量突然增大和尾矿管闸门开的太小以及柱中落入其它杂物等原因。排除方法：应该事先在排矿管最下端的适当位置安装高压水管或高压风管，一旦发生堵塞，可用高压水或高压空气来疏通，同时要调整给矿量、给矿粒度；

3) 泡沫少。主要是由于空气量太少或药剂制度存在问题。消除办法是增大风量和调整药剂剂量以及控制搅拌时间等。

234、浮选给药机有几种形式，都适用什么状态药剂？

浮选药剂常以溶液或液体（如油）或以粉状固体给入矿浆中，须采用一种设备，以控制其添加量，这种设备称为给药机。

给药机的形式有带式给药机、盘式给药机、杯式给药机。近年来有些选厂有使用虹吸管给药效果也较好。

带式和盘式给药机属于干式给药，适合于加粉末固体药剂；杯式和虹吸管给要属于湿式给药，适合用于水溶液药剂和油状药剂。

## 第八章

## 重力选矿

### 第一节

### 重选概述

235、什么叫重选法？矿粒在介质中沉降时受几个力的作用？

在运动的介质中按比重或粒度选分矿物粒群的过程较重力选矿法。矿粒的基本运动形式是在介质中沉降。

矿粒在介质中沉降时，要受两个力的作用；一个是矿粒在介质中的重力，在一定的介质

中对一定的矿粒其重力是一定的；另一个是介质的阻力，阻力和矿粒的沉降速度有关。矿粒开始沉降的最初阶段，由于介质的阻力很小，因此矿粒在重力作用下做加速度沉降。随着沉降速度的增加，介质的阻力也增加。随着介质阻力的逐渐增加，矿粒的沉降加速度逐渐减小。到一定时间之后，加速度就减小到零。此时矿粒就以一定的速度沉降，这个速度叫沉降末速。沉降末速受几个重要因素影响，其中有：矿粒的比重、粒度和形状；介质的比重和粘度等。

236、为什么说在重选前矿石必须充分破碎和研磨？

为了使颗粒尽可能地按比重分离，矿石在重选前必须进行充分的破碎和研磨，使有用矿物与脉石矿物解离并减小进入重选过程的大块粒度。矿粒必须经过筛分和分级将矿粒分为各种粒级，以便分别进入不同的重选机械并应该分出不能重选选别的微粒（或矿泥）。因为重选时粒级愈窄，愈能减小粒度的影响，而使矿粒按比重选分愈精确，并能提高重选机械的生产能力，减少有用矿物在选分过程的泥化。

237、重选法根据作用原理不同分成几种选法？

根据作用原理的不同可以分为：水力或风力分级、洗矿、重介质选矿、跳汰选矿、溜槽选矿、摇床选矿。

不论何种方法，都特别适于处理具有一定比重差的粗物料，处理细粒时选分效率通常均较低。

## 第二节

## 水力分级和洗矿

238、水力分级原理是什么？常用水力分级机是什么？适合分级多大粒度？

水力分级是矿粒在水中按沉降速度差，将粒度范围宽的混合粒群，分为若干粒度范围窄的粒群。而分级过程是按它们在水中的不同运动速度进行分级，此时大而轻和小而重的矿粒具有相同的沉降速度，因而组成一个粒度级别。所以水力分级时不仅按粒度，同时也按比重进行分级。

用来进行分级的设备称为分级机，常用的水力分级机是箱式水力多室分级机，这种分级机也叫机械排矿式槽形分级机。

这种分级机常用在钨矿选矿厂，作为摇床选分前物料分级。其适宜的分级粒度范围为2—3毫米，但对于小于0.074毫米粒级的分级效果较差。

239、洗矿的作用及应用？常用洗矿设备是什么？

洗矿是用来处理与粘土粘合在一起的矿石和有用矿物。洗矿过程包括使粘土分散和使分离后的粘土物质与粒状物料分离的二个阶段。

洗矿一般用于处理粘土质的铁矿石、锰矿石和含金、锡、钨、铂以及其它有用砂矿。也用于处理建筑用的砂石和陶土原料。

在金属选矿厂，洗矿一般作为准备作业，例如跳汰、手选或破碎前的洗矿。

常用的洗矿设备有溜槽、平面洗矿筛、筒形洗矿机和槽形洗矿机。我国生产的CXK—160×763槽型洗矿机其机体规格为7630×1600毫米（槽内长×内宽）。使用效果较好，当给矿粒度小于75毫米时，对于易洗矿石生产能力可达70吨/时。

## 第三节

## 重介质选矿

240、重介质选矿原理是什么？这种方法主要决定矿粒什么因素？

重介质选矿就是矿粒群在比重大于水的介质中，按比重分离的过程。重介质的比重介于小比重矿物和大比重矿物之间，比重小的矿物在其中浮起，比重大的矿物下沉，分别排出得到不同的产物。

这种选分方法主要决定于矿粒的比重，而矿粒的粒度和形状的影响较小，所以分选精确度高比较高，可以选分比重差很小（如0.1）的矿物；入选物料的粒度范围可以很宽，处理能力大。

241、重介质选矿应用条件是什么？有什么优点？

重介质选矿的应用条件是必须使要分选的矿粒有合适的粒度下限和粒度上限。

因为粒度很小的矿粒特别是矿粒比重接近于重介质比重时，矿粒沉降速度很小，因而分离过程很慢，分选效率将大大降低。所以，在工业生产上，为了保证矿粒分离有较快的速度和较高的精确性，粒度下限是有一定限制的，即粒度不能太小。因此，在应用重介质选分前，常常筛去细粒部分。目前金属矿在利用重介质选矿时粒度下限一般为 2—3 毫米，如果采用重介质旋流器时，粒度下限可降低到 0.5 毫米。

入选粒度上限，主要是根据设备条件和矿石的浸染特性而定。对金属选矿来说，一般是 70—100 毫米。目前常用重介质选矿来处理粗粒嵌布或集合体嵌布的矿石。

用重介质选矿可以除去大量单体脉石，使进入下一工序的矿石量大大减少，从而可以提高选矿厂生产能力，节省选矿费用。由于重介质选矿有这样的优点，故此种选矿方法在金属矿选矿厂常用来作为一种预先选别作业。

242、重介质选矿介质种类和组成特点是什么？

重介质选矿的介质有两大类：1) 重液；2) 重悬浮液。

重液为均质液，其中有高比重的无机盐类的水溶液和高比重的有机液体。如三溴甲烷 ( $\text{CHBr}_3$ )，四溴乙烷 ( $\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_4$ ) 与有机溶液组成。比重可达 2.9—3.0；碘化钾和碘化汞 ( $\text{KI}+\text{HgI}_2$ ) 水溶液，比重可达 3.17—3.2。但因重液的来源有限和价格昂贵，有一些还有毒，粘度大不易与选别产物分离等，因此工业生产上很少应用。

重悬浮液是由高比重的固体颗粒（一般称为悬浮质）与水（或空气）混合组成的非均质介质。悬浮质的粒度大部分小于 0.074 毫米，常用的悬浮质物料有：黄铁矿、磁铁矿、方铅矿、硅铁等。做为悬浮液的原料来源广、价格便宜、无腐蚀性、易于回收，在工业生产上得到了广泛应用。

243、影响重介质选矿效果的因素是什么？

影响重介质选分效果的因素，主要是悬浮液的性质。特别是悬浮液的比重，粘度和稳定性。悬浮液的比重随悬浮质的容积浓度增大而增大，当容积浓度增大时，悬浮液的粘度也逐渐增大，就会使矿粒在其中运动阻力增大，从而使分选精确性和设备生产率降低。入选矿石粒度愈小时，要求的悬浮液粘性应愈低，以利于矿粒迅速而精确的分选。因此，悬浮液的浓度要有一个合适的范围。

保持悬浮液的稳定性也是很重要的，因而稳定性是保持其比重恒定的关键。由于悬浮质颗粒受自身的重力作用，将发生沉降时悬浮液比重发生变化，上层变小，下层变大，影响选分过程的正常运行。生产中为了防止悬浮质沉降，经常采用机械搅拌、振动，利用上升或水平水流以及加入适当的稳定剂。

244、重介质选矿常用的设备是什么？

重介质选矿常用的设备有：圆锥分选机，园筒分选机，重介质振动溜槽和重介质旋流器。

245、什么是重介质悬浮液固体容积浓度？常用浓度多少合适？

悬浮液固体容积浓度即悬浮液中悬浮质的体积占整个悬浮液体积的百分数。

计算公式：固体容积浓度 = (悬浮液中悬浮质的体积 / 悬浮液的体积)  $\times$  100%

常用的重介质选矿机的悬浮液容积浓度一般控制在 35% 以下。但在重介质溜槽选分过程中由于采用低比重的细粒磁铁矿作为悬浮质，所以它的容积浓度在 55—60% 时，选分过程仍能顺利进行。

#### 第四节 跳汰选矿

246、跳汰选矿的是指及所用的介质是什么？

跳汰是较重要的重选法之一，广泛地应用于粗物料选分。

跳汰过程的实质是使不同比重的矿粒混合物在垂直运动的变速介质（水或空气）流中，按比重分层。比重小的矿粒位于上层，比重大的矿粒位于下层，然后再借助机械的作用和水

流的作用将其分成比重不同的产物，分别排出。

跳汰选矿的介质可用水和空气。利用水作为跳汰介质的称为水力跳汰；利用空气作为跳汰介质称为风动跳汰。一般常用水力跳汰，风力跳汰只用在缺水的干燥地区。

247、跳汰机主要种类有哪几种？都适用处理什么矿石和粒度级别？

跳汰机种类很多，主要有隔膜跳汰机和梯形跳汰机。

隔膜跳汰机主要处理粗浸染的矿石，选矿效率较高，我国多用于选别钨矿、锡矿等稀有金属矿粒度可达 16 毫米，最小粒度可达 0.5 毫米。给矿必须经过筛分分级后入选。

梯形跳汰机处理量较大，处理级别较宽，可处理 50—0.25 毫米的粒度，目前已在我国钨、锡、铁矿选厂推广使用。

248、影响跳汰机选分过程的因素是什么？

影响跳汰选分的主要因素有：1) 冲程和冲次。这是跳汰过程的重要因素，冲程和冲次决定了跳汰机中水流的速度、加速度和床层的松散状况。冲程和冲次与选分物料的粒度、比重和床层的厚度有关。选分粗粒物料宜用大冲程小冲次，选分细粒物料宜用小冲程大冲次。

(2) 水量消耗。跳汰机的水量消耗有两个方面，即从给矿端加入的筛上水和筛下补加水。筛上水量越大，轻产物排出速度愈快，处理量也愈大，但分层不完全，轻产物中易混入比重较大的矿粒。筛下补加水主要作用是增强上冲水流，使床层松散利于分选。

(3) 床层厚度。床层越厚，松散床层所需时间越长，分层的时间也就长。

当大比重颗粒与小比重颗粒的比重差大时，床层可薄些；比重差小时床层可厚些。床层厚时，重产物质量提高，轻产物质量降低。床层薄时，重产物质量降低，轻产物质量提高。

同时影响跳汰选分过程的伊苏还有跳汰机筛面的面积、筛孔大小和形状、给料量大小和均匀程度如何。

## 第五节

## 溜槽选矿

249、溜槽选矿过程是如何进行的？

溜槽选矿是利用斜面水流的方法进行选分的过程。将矿粒混合物给入倾角不大的斜槽内，一般为  $3^{\circ}$ — $4^{\circ}$ ，不超过  $6^{\circ}$ 。在水流的冲力、矿粒的重力和离心力以及摩擦力的作用下使矿粒按比重进行分层。由于水流在槽中的速度分布是上层大，下层小故比重较大的矿粒集中在下层，受到较小的水流冲力及较大的槽底摩擦力，沿槽底缓慢向前运动，比重小的矿粒集中在上层，被水流携带以较快的速度从槽内流出。然后，按层分别截流即可得到比重不同的两种产物精矿和尾矿。

250、溜槽的种类有几种？

溜槽的种类很多，按矿粒所受的作用力来分有：重力溜槽、离心溜槽；按选别的粒度来分有：粗粒溜槽、细粒溜槽。

因此，按着上述原理生产的溜槽目前主要有扇形溜槽、离心选矿机（又叫卧式离心溜槽）、螺旋选矿机（又叫螺旋溜槽）等。

251、扇形溜槽的工作原理是什么？适合处理什么类型矿石？

扇形溜槽的形状如图 21 所示。它的给矿端较宽，愈接近排矿端截面愈缩小。

它的工作原理是当固体含量占 50—60% 的矿浆由前面宽的一端进入溜槽，流向尖缩的排矿端。由于溜槽的倾斜度不太大（一般  $15^{\circ}$ — $18^{\circ}$ ），但矿浆的浓度较大，可以得到很平稳的矿流、与其它溜槽一样，矿浆在流动过程中固体物料便按比重分层，最下层的重矿物与溜槽底面发生摩擦，因而流动的速度很缓慢，而上面几层矿物由于较轻，所以随水流动速度很快。随着溜槽的逐渐尖缩，所形成的液流层便垂直地分开，其结果是速度差越来越大。由于各层矿浆排出速度不同，在排矿端便形成一个扇形，借助截板可以分成重产品，中矿和轻产品。

扇形溜槽广泛用于处理品位低的砂矿，也处理细粒级铁矿石、钨矿石和锡矿石，但不如处理粗粒效果高。

252、扇形溜槽的优点是什么？影响选分过程的因素有哪些？

扇形溜槽的优点是：构造简单、轻便、造价便宜（我国一般均用木板作溜槽），和其它溜槽比较用水量少，生产率高。

影响溜槽选分过程的因素有：1) 给矿量的大小。给矿量过大或过小都会降低选分指标，特别是过大时，对选分过程的破坏更为严重。

2) 矿浆浓度的变化也对选分过程影响较大。

目前对上述这二个因素，在现有生产条件下难以精确控制，选分指标波动较大。

253、离心选矿机的特点是什么？最适宜的给矿粒度是多少？

离心选矿机其优点是处理能力强，结构简单，工作可靠，造价便宜；其缺点为间断排矿，辅助设备较复杂，给矿量、给矿浓度的变化对选分效果影响较灵敏，适应性差。

但从全面来看离心选矿机和其它细粒重选设备比较，其优点是比较显著，是一种处理细泥的有效设备。主要用来处理鞍山式贫赤铁矿，目前一些钨、锡矿选矿厂在选分矿泥时也采用离心选矿机。

离心选矿机最适宜的给矿粒度为 0.074—0.01 毫米。

254、影响离心选矿机分选指标的主要因素是什么？

影响离心选矿机分选指标的主要因素是：给矿量、转鼓转数、给矿浓度、选分周期（作业周期）等。这些因素和矿石性质与选分要求有关，不同的矿石这些因素的最好数值也不同。

255、螺旋选矿机选分原理是什么？

螺旋选矿机是由 4—6 圈的螺旋形溜槽联结而成的。它是橡皮轮胎围成或用铸铁槽、陶瓷槽制作。螺旋选矿机的选分原理如图 22 所示。当具有一定浓度的矿浆给入螺旋选矿机上部时，在重力和离心力的作用下，矿浆沿螺旋槽向下回转运动。比重大的矿粒首先沉在槽底，比重小的矿粒在矿浆的上层流动。沉在槽底的大比重矿粒，由于水流冲力小，而摩擦力大，因此沿槽运动速度小，受离心力也小，在运动过程中靠近槽的内缘。在矿浆上层运动的小比重矿粒，由于上层水流速大，因此沿槽流动的速度大，受较大的离心力，所以靠近槽的外缘。这样就可以在螺旋的不同位置上截取比重不同的矿粒，达到选分目的。

256、影响螺旋选矿机的操作因素主要是什么？

影响螺旋选矿机的操作因素很多，其中可调节的有给矿量、给矿浓度及冲洗水量。其中给矿量与螺旋选矿机的直径、螺旋角、螺旋槽断面形状及原矿性质有关。生产率随螺旋直径和螺旋角的增大而增大，原矿的粒度及其中重产物的粒度越细，含泥量越高，则生产率减小。给矿浓度在精选时应比粗选时低，该种选矿机给矿浓度不高，一般在 11—14%。冲洗水也要适当控制，它的主要作用可以提高重产物的质量。

257、螺旋选矿机优缺点及适用何种矿物、何种作业？

该机优点是构造简单，操作维护容易，生产率高，适应性能大。尤其是给矿量和给矿浓度在一定范围内发生变化时，对精矿质量和回收率的影响不太明显。缺点是对片状矿石选分效果不好。

螺旋选矿机主要是用来选分砂矿，如铁矿石、锡矿、钽铌矿等。

该机一般用于粗选作业，也可以用来处理磁选和浮选尾矿，从中回收重矿物。最适宜的处理矿石粒度上限为 3—4 毫米，下限 0.07 毫米。

## 第六节

## 摇床选矿

258、摇床的特点是什么？分为几种形式？

摇床选矿又叫淘汰盘选矿，是利用机械的摇动和水流的冲洗的联合作用使矿粒按比重分离的过程。摇床是重选厂的主要设备，它的显著特点是富矿比高，常用它获得最终精矿，同时又可以分出最终尾矿，可以有效的处理细粒物料。选分粒度上限为 3 毫米，下限如果选锡石和黑钨矿可到 0.4 毫米，多用来选分 1 毫米以下的物料。摇床的结构较复杂，操作不太

方便，生产率也较低，占用厂房面积大。这些缺点都在研究改进中。

根据选分的矿石粒度不同，可分为粗砂摇床，处理大于 0.5 毫米的矿石和处理 0.5—0.074 毫米的细砂摇床，以及处理 0.074—0.037 毫米矿石的矿泥摇床，共为三种。它们的区别主要在于床面来复条的形式不同。

259、摇床的选矿过程是如何进行的？

冲洗水从床面（如图 23 所示）的横向 A 方向给至床面上，水在床面上形成均匀的薄层，并沿床面由 A 向 B 方向流动。矿浆由 A 边给到床面上，由于受水流和床面的往复运动作用，矿粒由于粒度和比重的不同在床面上的运动方向也不同。最细的细泥直接沿床面的倾斜方向流下，沉在床面来复条之间的矿粒，按比重和粒度的不同发生分层，粗而轻的矿粒被产生的涡流清洗到上层，其次是细而轻的矿粒，再一层是重而粗的矿粒，比重大粒度小的矿粒钻过矿粒间空隙，沉在最下层。由于来复条的高度是由传动端向精矿端（即从 C 到 D）是逐渐降低的，当矿粒沿着沟槽向 D 端移动时，具有上层流速较大下层流速较慢的横向水流，先将位于上层的小比重矿粒沿倾斜方向向 B 端逐渐冲走。而大比重的矿粒仍然留在沟槽内，由于床面沿 CD 方向做往复的差动摇动，是比重大的矿粒在沟槽内沿 CD 方向向精矿端移动。这样不同比重不同粒度的矿粒在床面上由于运动方向的特性不同，最终形成扇形分布。从而可以得到多种产品，完成选别的目的。

260、影响摇床选矿的主要因素是什么？

影响摇床选矿的主要因素是原矿性质和操作条件。

原矿性质是指矿粒的比重、粒度和形状。为了减小矿粒粒度对分离的影响，进入摇床的物料应先进性水力分级，比重小的是粗粒，比重大的是细粒。

操作条件包括床面的倾角、冲洗水、冲程和冲次。

床面的倾角影响水流速度。选别细物料时应该减小水流的速度，故应采用较小倾角。选别粗粒物料时则采用大倾角。倾角的调节范围在 0—10° 间。选别粗粒时 3.5—4°，选别细粒时 2—2.5°，选别矿泥时 2° 左右。

冲洗水的作用就是当水量加大时，可以产生较强的精选作用。

选择适当的冲程和冲次，使大比重矿粒能以一定的摆动速度和加速度顺利地向精矿端运动。处理细粒物料时，采用小冲程大冲次，冲程一般为 8—10 毫米，冲次为 250—300 次/分；处理粗粒物料时宜采用大冲程小冲次，冲程一般为 16—30 毫米，冲次为 200—250 次/分。

261、摇床选矿给矿浓度控制在多少合适？

给矿浓度对摇床选矿来说要保证矿浆能沿床面有充分的流动性和能够进行分层，水深能浸没矿粒。一般选别时，粗砂给矿浓度为 20—30%，细砂给矿浓度为 15—25%。

## 第九章

## 选矿产品处理

### 第一节

### 产品处理概述

262、选矿产品处理包括哪些阶段？

选矿产品处理阶段主要是精矿的脱水和尾矿的储存和脱水。产品的脱水作业是选矿厂必须的一项辅助作业。

脱水阶段包括浓缩、过滤、干燥几个阶段。

浓缩作业是脱水作业的第一步。它可以将尾矿矿浆浓缩，回收一部分水做循环水使用；也可以做为精矿过滤前的脱水，将精矿浓度提高，以利于增加过滤效果。

过滤是浓缩的下一道工序，它可以使精矿产品和尾矿产品浓度达到需要标准，如精矿水份（即浓度）可以从 45—60%降到 10—18%左右。

干燥是对精矿过滤后的处理，一般选矿产品无特殊要求均不进行干燥处理。例如铜、锌、

铅、铁等精矿均不干燥处理，而稀有金属由于价值较高则需进行干燥处理，如钼精矿。

263、精矿产品为什么必须进行脱水处理？

我国黑色和有色金属选矿厂绝大多数采用湿式选矿，在磨矿、分级和选别过程中，要向矿石里加入大量的水。这样，从选别设备中选出的精矿也就含有相当数量的水，呈矿浆状态。非常明显，含有如此大量水呈矿浆状态的精矿是不能直接送往冶炼厂的。送往冶炼厂的精矿含水量一般要求 8—12%，基本上呈粉状，为此精矿产品必须进行脱水。

除了满足冶炼对水份要求外，为了便于精矿长途运输和减少运输费用，以及防止在运输途中和精矿仓中产生冻结，都必须使精矿产品进行脱水处理。

## 第二节

## 浓缩

264、浓缩机的用途是什么？

浓缩机是脱水机械的一种。一般用于过滤之前的精矿浓缩和尾矿的脱水，利用浓缩机进行尾矿脱水主要是为了利用循环水以及便于尾矿在尾矿坝里贮存。此外，为了改善技术操作过程，如矿浆太稀而操作条件要求较浓的物料时，也需要浓缩。所以，浓缩机在选矿工艺生产过程中是一种必不可少的脱水设备之一。

265、浓缩机械分为几种型式？

目前选矿厂最广泛使用的连续作用的机械卸料式浓缩机（耙式浓缩机）。这类浓缩机可分为：中心传动式、周边传动式及多层浓缩机三种类型。其中周边传动式又可分为：周边传动式又可分为：周边齿条传动和周边辊轮传动二种。

266、影响浓缩机生产能力和哪些因素有关？

浓缩机的单位生产能力是指浓缩机每一单位浓缩面积，每昼夜处理物料的吨数，即吨/米<sup>2</sup>·日。影响生产能力主要有如下因素：

1) 给矿和排矿的浓度，2) 给矿的粒度组成，3) 矿浆中泡沫的粘度，4) 药剂和电解质的存在，5) 矿浆温度，6) 浓缩物料的价值等。

在浓缩浮选精矿时，单位生产能力一般为 0.5—1.0 吨/米<sup>2</sup>·日。通常给入浓缩机的矿浆浓度为 15—30%，而经过浓缩后排矿的矿浆浓度一般为 50—60%，有时可更高些达 70%。

267、为什么说在浓缩沉淀过程中最难沉降的是矿泥？如何处理？

矿泥的来源有二种：一种是在矿石开采过程中形成的，叫原生矿泥，一种是在磨矿过程中产生过粉碎造成的，较次生矿泥。由于矿泥粒度极细其沉降速度缓慢，因为物料愈细，矿粒的表面积愈大，保留在它们中间的水分愈多，水分的含量取决于润湿性和毛细管现象。对于粒度为 0.1—0.001 微米的胶体粒子，由于分子力以及同名电荷粒子的静电排斥作用，使其因自身沉降的倾向被平衡，实际上没有沉淀作用。因此，矿浆中的矿粒在浓缩机沉淀过程中，最难沉降的是微细的矿泥。

为了改善这类悬浮矿粒（即矿泥）的沉降情况，必须消除它们的电荷，以及微粒互相结合成为大的絮团和凝聚块。

在选矿厂中，通常采用加入电解质，加入胶体表面活性物质（一般加入水玻璃或苏打），调整矿浆中液体与固体的比值或加热矿浆的方法，使分散的微粒矿泥絮凝而加速沉降。

268、为什么说浓缩机的管理工作很重要？如何操作？

浓缩机管理工作虽然简单，却不可忽视。浓缩机是选矿厂重要设备之一，如果它发生故障，就会引起全厂性停产。

为了保证浓缩机正常工作，操作者在给矿之前应先启动电动机，待浓缩机运转起来后再给矿。停车时也是先停止给料之后才许可停车。遇到特殊情况必须停车时，要马上停止给料，并将耙架迅速提起或加大排矿量。以避免刮板被埋入浓缩了的矿浆中，要保证给料及卸料（即排卸浓缩产物）工作的连续性和均匀性。要经常检查浓缩机给料浓度、浓缩产物浓度、溢流水质量，使之满足生产的要求。在实际操作中，浓缩产物的浓度可通过控制排料速度来调节，



但在调节排料浓度时，必须注意防止溢流中固体损失的增加，保证溢流水质符合要求。

#### 269、浓缩浮选精矿时如何防止金属流失？

在浓缩浮选精矿时，由于这种矿浆有大量泡沫，往往给浓缩机操作带来困难，使溢流浑浊，造成溢流中有大量的金属损失。因此在浓缩之前应先将这些泡沫除去。消除泡沫的方法有如下几种：1) 当矿浆进入浓缩池时，用高压水喷洒，使泡沫消除；

2) 利用离心泵叶轮的回转将气泡打散；

3) 在浓缩池内装设平行于溢流槽的档圈（档圈上堰稍高于溢流槽，下缘浸入液面之中）来阻挡泡沫，以及加药剂促使泡沫迅速破裂。

### 第三节

### 过滤

#### 270、过滤的一般原理是什么？过滤机分为几种型式？

过滤的一般原理是：矿浆经过多孔的过滤介质（通常是滤布）使固体物料和液体分离的过程。此时液体（滤液）经过隔板的孔隙流出，而固体颗粒被阻止在滤布的表面上，并形成密实的滤饼。过滤一般是脱水的第二阶段。

选矿厂中目前常用的是连续式真空过滤机，它的型式很多，根据滤面形状的不同分为园筒式和园盘式。园筒式又分为外滤式和内滤式。近年来磁选厂已经广泛使用外滤式磁性过滤机。

#### 271、常用筒型真空过滤机工作原理及分类？

筒型真空过滤机是用滤布（尼龙布、帆布）来进行过滤的。过滤布的纤维之间形成许多毛细孔，矿浆在滤布上由真空泵抽成负压，在这个压力的作用下，矿浆中的液体流过滤布成为滤液，矿浆中的固体颗粒被阻留在过滤布上形成滤饼，随着时间的增加，滤饼的厚度也增加，大部分水分被排除，完成脱水工作。

我国应用的筒型真空过滤机基本上可分为四类：1) 筒型外滤式真空过滤机；2) 筒型内滤式真空过滤机，3) 筒型外滤式真空磁性过滤机（简称磁滤机），4) 折带式真空过滤机。

#### 272、为什么说过滤过程是一个极复杂的无力过程？

在进行过滤时，真空度越大、物料粒度越大、矿浆的粘度越小、滤饼越薄，则过滤效果越好，过滤速度也快。但是，在实际生产中过滤过程是一个极复杂的物理过程，有时真空度、粒度、滤饼厚度并不是很理想的。真空度、物料粒度以及滤饼厚度之间是相互制约的，并不是孤立存在的。影响过滤速度快慢的因素必须结合具体情况进行具体分析。例如滤饼的厚度越薄，则过滤速度越快，但是太薄就会使整个过滤面上透气量过大，还会使滤饼厚度不均匀，甚至有局部漏气现象，这些都会造成漏真空，即滤饼的密封性不好使真空度下降，这样反而会使过滤速度变慢。

#### 273、选矿厂衡量过滤效果有哪些指标？

在选矿厂中，衡量过滤效果主要有二个指标。一个是生产能力的高低，用每平方米每小时生产干精煤矿粉的吨数表示（吨/米<sup>2</sup>·时），称为利用系数。干精矿粉重量是指滤饼干燥后完全去掉水分剩下精矿粉的净重。

另一个指标是滤饼含水分的高低，用滤饼中含水分的重量百分比表示，称为滤饼水分。

#### 274、真空磁力过滤机生产特点是什么？

真空磁力过滤机是新发展起来的一种过滤机，专用于磁选铁精矿一类强磁性精矿的脱水，它最大特点是生产能力高。它具有永久磁块构成的磁极，利用磁力吸引矿浆中的强磁性精矿形成滤饼，再利用真空的负压排除滤饼中的水份。

磁极吸引精矿的能力比真空吸引精矿的能力大得多，可以获得比内滤式过滤机厚得多的滤饼，利用系数可为筒型内滤式真空过滤机的二、三倍。但这种过滤机的滤饼水分比内滤式真空过滤机稍高些，然而从总使用效果说，仍受到磁选厂的普遍欢迎。

#### 275、折带式真空过滤机生产特点是什么？

如何改善细、粘物料的脱水效果一直是脱水作业中的一个难题，折带式真空过滤机的出现，使细粘物料的脱水在筒型外滤式真空过滤机的水平上向前推进了一步。

折带式真空过滤机的特点主要是加强了滤布的冲洗，以保持滤布透气性，同时又采用了比较好的卸料方式。因此，用它过滤细粘物料时的利用系数比外滤式过滤机高，水分比外滤式过滤机稍有降低。这种过滤机近几年在国内发展较快，有些选矿厂把原有的筒型外滤式真空过滤机改造成折带式过滤机，脱水指标有了改善，取得了较好的效果。

276、筒型外滤式真空过滤机生产中出现“漏真空”如何消除？

筒型外滤式真空过滤机在吸干滤饼时，有时滤饼会出现裂纹的现象，造成了“漏真空”，使真空度下降。为了消除裂纹，可以采用压辊、压带或抹压等机械方法来压紧滤饼，保持真空度。这样做的结果，使滤饼不出现裂纹，也改善了脱水效果，降低了滤饼水分。

277、影响过滤效果有哪些因素？

选矿厂生产中主要是使过滤机能够尽量高的生产能力和获得水份尽量低的滤饼。但在生产中影响过滤机脱水效果的因素却是多方面的，主要影响过滤效果因素有：

1) 矿浆的性质。主要表现矿泥多、颗粒过细和矿浆剩余药剂过多，致使矿浆过粘。

2) 真空度的大小。真空度必须保持较高的水平，这对滤饼厚度和水份高低关系很大。

3) 滤布的寿命和透水性。近年来锦纶帆布出现以后，代替了一部分棉织帆布，提高了使用寿命。但生产实践证明：过滤布的织法对过滤效果影响极大，而且对于不同性质的物料要求采用不同点滤布。例如磁力过滤机使用帆布，滤布堵塞现象很严重，主要是透水性不好，因此，必须采用一种特殊织法的“锦纶毯”，则不但解决了滤布的堵塞问题，也提高了过滤机的利用系数。这种锦纶毯用在内滤式过滤机使用效果也很好。

4) 矿浆浓度的高低。以矿浆浓度高些对过滤效果也好些。

278、矿浆浓度对过滤效果有什么影响？

矿浆浓度是影响过滤效果较关键的因素之一。矿浆浓度对滤饼产量影响很大，对滤饼的含水量也有影响。当矿浆浓度太低时，滤饼形成的速度慢、产量低，同时滤饼水分也高。在选矿厂生产中，以滤饼为产品都过滤机都要求给料浓度高。一般要求达到 60%以上。过滤磁选精矿的过滤机可以直接由磁选机给矿，但要控制好磁选机的排矿精度。过滤浮选精矿的过滤机，不能直接由浮选机给料，由于浮选精矿矿浆太低，必须经过浓缩机进行浓缩，然后给入过滤机。

但是，提高矿浆浓度是有限度的，给入过滤机浓度高会影响滤饼的形成，反而会降低精矿的产量，主要表现是在过滤区出现“滚包”现象，滤布吸不上矿料。

279、过滤机转速对生产效果有何影响？

过滤机的转数对生产效果影响很大。目前使用的真空过滤机转数高的达到 2 转/分以上，低的为 0.11 转/分。对于不同的物料，都要选择好最合适的转数，以便达到较高的利用系数，同时又能保持较低的滤饼水分。

当转数过低时，会时生产能力降低，而水分却降低不大；当转数过高时，产量提高不大而水分可能增加较多，最合适的转数是根据被过滤物料性质不同而不同，需要根据试验来确定。一般情况下，较细较粘的物料应采用较低的转速；粒度较粗、较松散的物料应采用较高的转速。

280、过滤机如何产生“回吹水”的？如何控制？

对于利用鼓风卸料的过滤机，要控制回水。当过滤机的过滤室处于真空状态时，水透过滤布进入过滤室，并经过管子、喉管、分配头被抽出机外，当过滤室脱离真空区进入卸料区以后，由鼓风机来的空气又经过同一条管道送来，吹落滤饼，这条通道里残存的水必然随着空气一起吹出来进入滤饼中，使脱水后的滤饼水分又有所增加，这部分水就是回水或叫“回吹水”。回水一般大约占滤饼水分的十分之一左右，控制的好就会少一些，否则就会多一些。

如何控制呢？方法主要是调整分配头的为止和调节卸料的鼓风压力。分配头的位置可以通过调节杆进行少量调节，使筒体在转动过程中，一个过滤室卸下来的滤饼绝大部分都落到接矿的漏斗中，使比滤饼稍后吹出来的水大部分都落到接矿的漏斗之外，不再混入滤饼当中。同时要注意控制卸料的鼓风压力，要求能将滤饼吹下即可，在这一前提下，鼓风压力越低越好。

#### 281、过滤系统配置有几种？

过滤系统配置为三种，如图 24 所示。

真空过滤机必须与气水分离器、离心泵、自动排液装置、鼓风机、真空泵、管路等组成一个系统才能工作。

第一种如图 24—(a)，滤液和空气先被真空泵抽到气水分离器，空气由上部被抽走，滤液从下部自动排出。因为气水分离器中是负压，所以要使滤液能从分离器中排出，分离器下底和地沟要保持有 9 米的高差。在滤液流出的管口装有水封，防止空气进入气水分离器。气水分离器入口要低于过滤机滤液出口。这种配置方法的最大缺点是过滤机必须安装在很高位置上，好处是滤液能自动排出，不消耗动力。新建选矿厂一般不采用该种配置。

第二种配置如图 24 (b)，进入气水分离器中的滤液用离心泵强制抽出。过滤机的安装位置可以较低。缺点是需要专门配置离心泵，消耗动力。

第三种配置如图 24 (c)，它的特点能使滤液自动排出，又不需要将过滤机设置在很高的位置上。这种配置是近些年来我国选矿厂脱水作业的一个革新，用自动排液装置代替了原来的气水分离器和离心泵。新建选矿厂，过滤系统一般均采用该种配置。

#### 282、过滤机卸料和滤布清洗用什么设备进行鼓风？

在过滤系统中，一般采用 3#叶氏鼓风机或罗茨鼓风机集中鼓风供给卸料和清洗滤布。但近年来，一些选矿厂使用水环式真空泵排出的空气，作为卸料和清洗滤布时，效果很好，节省了鼓风设备和动力消耗。采用这种方法供给压缩空气，需要在真空泵排气管道中加一个气水分离器，以减少鼓风带入过滤室中的水分。因为过滤机需要的鼓风压力很小，只有 0.1—0.3 公斤/厘米<sup>2</sup>就够了，所以利用真空泵的排气做为鼓风是完全够用的，值得推广。

### 第四节

### 尾矿的储存

#### 283、选矿厂的尾矿为什么要妥善处理？主要方法是什么？

选矿厂的尾矿量往往是很大的，尤其是处理有色金属和贫铁矿石的大型选矿厂尾矿量就更大。这样大的尾矿量不妥善处理，势必会造成灾害和环境污染。尤其是浮选厂排出的尾矿，有害药剂较多，对河流的污染害处更大，为了消除公害，必须要妥善处理好。

此外，尾矿的概念是相对的，尾矿中常含有一些有用成分，对含有有用成分价值较高，目前选矿技术还不能回收的尾矿暂时不处理的尾矿，应当合理堆放和妥善贮存，加强管理，防止流失造成不可挽回的损失。

尾矿堆积储存的主要方法是尾矿坝，利用山谷在谷口垒坝堵口，然后往里存放尾矿砂即可。当然还有平地围起的尾矿坝，这主要是在城市附近远离山区的选矿厂常采用的堆积方法，对于干选厂排出的干尾矿，如果没有需要回收的有用矿物，可就地用做建筑用砖、制造水泥等原料，也可以用尾矿砂充填废矿坑。

#### 284、尾矿运输方法有几种？

由选矿厂排出的尾矿，大多数是含有大量的水，以矿浆状排出。干选厂排出的尾矿是粒状的干尾矿。

干尾矿的运输方法有：箕斗或矿车、皮带运输机、架空索道、汽车或铁路列车等；

矿浆状尾矿，主要是通过矿浆管道自流排出或砂泵排送到尾矿坝。

#### 285、尾矿坝放矿管为什么分成集中放矿和分散放矿？

尾矿坝放矿方法是管理好尾矿坝，延长尾矿坝使用期限的重要问题。

一般尾矿坝的设计，坑上放矿管均采用集中放矿和分散放矿。夏天排放尾矿时主要是利用分散放矿管，冬季生产时主要是利用集中放矿管放矿。目的是使尾矿坝堆积平整不存在死角，增加储存容积。交替使用，大致每年各占一半的时间。

在修下一个子坝前，一般也是开放集中放矿管放矿，以利场地干燥，便于取沙施工。

286、堆积子坝应注意什么事项？

尾矿的堆积，除了初期坝（即主坝）一次性用石块堆砌起来称为尾矿库以外，主要靠定期堆积子坝增加库容。随着尾矿坝逐渐上升，库容也逐渐增大，子坝上升的速度开始减小。初期的子坝高度5米、7米、9米甚至更高些不等，到后期一般2米左右即可。

子坝堆积的方法一般来说有三种：第一种是利用排放的尾矿浆在事先选择好的子坝堆积位置。按照设计提供的子坝堆积图进行堆积；第二种方法是用人工堆积子坝，但堆积的高度有限；第三种方法是在有条件能允许推土机开进尾矿坝上，利用推土机堆积子坝，速度较快。

不管哪种方法，子坝的坡度必须保证防止塌陷，子坝肩最好要培植黄土，可以抵挡风吹和雨淋，增强子坝的坚固性，减少大风和大雨对子坝的破坏性。尤其春天堆积的子坝，坝肩上培植带杂草的黄土更好更能保护子坝。

## 第十章

## 选矿过程的取样和检查

### 第一节

### 概述

287、选矿厂为什么要经常定期取样和检查？

选矿工艺过程是一个连续生产过程，除原矿、精矿以及尾矿外，中间产品较多，影响选矿过程的因素也很多，原矿和选矿产品的质量发生变化，或者影响选矿过程的因素产生波动，均要影响选矿结果和最终指标。

所以，选矿厂要经常地和定期地进行取样和检查，主要的目的是研究原矿和选矿产品的组成，检查工艺过程的进行情况，调整工艺过程和选矿设备的工作，以便分析选矿厂的工作及如何改进选矿过程。

288、选矿工人应如何对待取样和检查工作？

每一个选矿操作工人都要认真协助和支持取样检查工作。尤其是主要取样点的岗位工，例如磨矿工、选矿工（磁选工、浮选工）等。浮选厂取样检查工作要比磁选厂取样检查更为严格些，取样时间间隔也短。在主要岗位取样点上一一般均放有取样盒，岗位工在操作中是经常接触的，但一定要注意不准私自取样倒在样盒里或用取样勺去做别的事情，以免样品混入其它东西影响化验结果的准确性，从而不能起到指导生产的作用。

尤其是要树立良好道德观念和严肃的法制观念，防止个别人弄虚作假，往试样盒里放东西，以便谋取本岗位不真实的高指标和破坏指标的真实性。不论哪个人出现弄虚作假，一经发现不但要受行政纪律处分、严重的要受法律制裁，这是特别要注意的。

289、取样的重要性是什么？

原矿、精矿、尾矿的取样是选矿厂生产中检查和调整工艺过程的最重要步骤。

取样就是从大量的物料中，采取少量能代表全部物料性质的试样，就是说采取的试样，它的矿物组成、化学成分、物理性质应与原料一样。试样量愈多，误差愈小，因此取样工作是十分重要的，要求取样工在取样时一定要严格按操作规定的方法和时间取取样，否则就不能使取的样具有代表性，也就失去检查意义，起不到监督生产的作用。

290、试样重量取的多少与哪些因素有关？

试样的重量取多少为好与下列几个因素有关：1）矿石粒度：当粒度大时必须多取一些试样；

2）矿物浸染特性：细粒均匀浸染的矿石，取样可以少些，粗粒不均匀浸染的矿石，取样则应多些；

3) 有用矿物的比重: 矿石中各种有用矿物的比重差别愈大, 愈易产生析离现象, 取样应多一些; 另一方面有用矿物的比重愈大, 缩分后试样中过多或不足的矿物粒子, 对于试样的金属含量的变动影响也愈大;

4) 矿石中有用成分的含量: 在其它条件下相同的情况下, 如果矿石中有用成分愈高, 则试样重量可以少取些, 反之应多取些。

291、人工取样器有哪些? 取样时要遵守什么事项?

现场中所采用的人工取样器是多种多样的, 但主要有取样勺、取样壶、取样盒等。

为了保证取样的准确性, 取样时必须遵守如下几点:

- 1) 取样勺开口的宽度, 至少应为试样中最大颗粒的 4—5 倍。
- 2) 取样盒应有光滑的内壁, 而且容易倾倒。
- 3) 取样时, 应使取样勺横截矿浆流, 并应等速的通过矿浆流。
- 4) 取样时间间隔必须一样。
- 5) 取样盒倾倒之后, 用清水冲洗, 并将冲洗水倒入试样中。
- 6) 每一段取样点应有专用取样盒。

292、试样加工步骤有哪些?

采取的原始试样, 进行加工后才能进行检验。加工的步骤包括破碎、混匀和缩分。如果试样经过了筛析, 要求必须保持原来的粒度组成, 则用不着破碎, 只进行混匀和所分即可。

试样的破碎采用试验室用破碎机或磨矿机。混匀的目的在于将试样混合均匀, 可采用环锥法, 即将试样先堆成园锥, 然后再平成园环, 再将园环堆成园锥, 反复混合两三次即可。

缩分是将试样量缩减, 将已混匀的试样铺开用四分器或二分器缩分直到需要量为止。

293、试样最小重量如何确定?

为了使所取的试样真正是代表性试样, 能全面的反映矿石中各种成分含量、矿物组成、化学组成和物理性质等, 来确定出不破坏试样精确性, 重量又不过大的试样最小重量。

试样最小重量, 主要与物料中最大粒度、矿物的浸染特性和矿石的品位有密切关系。通常可用下式计算:

$$Q=k \cdot d^2$$

式中: Q—试样重量, 公斤;

d—试样中最大粒度, 厘米;

k—与矿石性质有关的系数, 一般为 0.01—0.2。

试样的需要重量, 与取样目的有密切关系。如化学分析与试金分析的试样重量, 一般为 10—500 克 (包括副样在内); 筛析试样为 25 克 (矿石粒度在 0.1 毫米以下时) 至 20 公斤 (矿石粒度为 20 毫米); 供可选性研究的试样则由几百公斤到几吨。

## 第二节

## 选矿工艺过程的检查

294、选矿厂目前常用的有几种计量方法?

在检查选矿工艺过程时, 最重要的数据是被处理矿石和精矿的重量。入厂矿石的称重方法, 如果用载重汽车运矿可用地中衡; 如果用铁路车厢运矿可采用轨道衡。在选矿厂内给入球磨机时间可用滚轮式皮带秤或电子皮带秤, 来称重原矿。

出厂的精矿根据量的多少, 载运方式可用皮带秤, 地中衡或轨道衡称重。在小型有色厂可采用普通台秤来称重。

295、为什么要经常测定矿浆浓度?

在选矿工艺过程中, 矿浆浓度是主要控制因素之一。矿浆浓度的高低, 不但决定磨矿细度, 影响选矿效果, 而且矿浆浓度的高低还影响过滤效果, 影响过滤生产量和滤饼水分。经常检查和测量矿浆浓度, 就能够起到监督生产的作用, 使整个选矿过程中矿浆浓度始终保持在规定的范围之内, 便于生产工人操作时心中有数, 指导生产顺利进行。

## 296、矿浆酸碱度的检查方法是什么？

矿浆酸碱度是影响浮选生产过程的重要因素，一般用 PH 值来表示。它的检查方法有比色法和电位法两种。

比色法是用加一定数量的指示剂（能表示出一定酸碱度的化学药剂）于矿浆滤液中，将其呈现的颜色与标准酸碱度的颜色对比，即可知矿浆酸碱度的范围。也可用酸碱度测定用的 PH 值试纸来代替指示剂。

电位法一般应用 PH 表，将 PH 表上的电极插入要测定的矿浆中，直接测出矿浆的酸碱度。

## 297、选矿生产过程中为什么要及时进行化学分析？

选矿产品只有通过化学分析才能正确的知道生产效果如何。同时有些产品例如浮选精矿和磁选精矿需要短时间了解精矿品位，以便改进操作调整生产环节。一般在每个生产班中二小时化验一次，八小时要化验四次，这就是服务于关键性作业的精矿品位快速化学分析。正常的化验分析是每班一次原矿、精矿、尾矿的化学分析。有的厂为了取得生产各环节的生产情况，对中间产品也进行取样化验。产品的化学分析不但要及时而且要准确，只有这样才能得出产品生产结果和指导生产操作。

## 298、为什么要坚持经常进行给药量检查？

选矿厂的浮选药剂在配药室配置好后，再送到药剂室的各个油药箱内。药剂从油药箱沿导管进入各个给药机里。为了避免药剂的添加量发生变化，必须经常检查药剂的用量，最少每隔 30 分钟检查一次。药剂用量可用计算每分钟流出药剂溶液体积（厘米<sup>3</sup>/分）的方法来确定。药台给药工对测定给药量的工作绝不能掉以轻心，例如黄药量加多了就会使浮选过程中不应该上浮的矿粒浮上来，影响精矿质量；起泡剂加多了，同样会影响精矿质量，而且还会使泡沫变粘，影响精矿输送时的流动性。

## 299、为什么要测定原矿和精矿的水份？

测定原矿和精矿的水分，主要是为了正确计算原矿量和精矿量。因为矿山采出的矿石带有水分（主要是采面地下水混入破碎时除尘用水以及运输过程的雨雪），过滤后的精矿带有水分，因此，必须知道原矿和精矿的水分含量。同时控制厂精矿的水分不能超过规定标准，所以必须要测定含水量。

测定水分含量的方法，就是取一定数量的使物料置于烘箱或电炉盘上进行烘干，然后计算出物料失去重量的百分率，就是它的水分含量。

## 300、选矿厂为什么要定期搞金属平衡？

进入选矿作业的金属和选矿产品中的金属含量的平衡叫金属平衡。分为理论金属平衡和实际金属平衡二种。

理论金属平衡主要是根据原矿和精矿的实际重量及其化学分析所得的资料来编制。

实际金属平衡则根据原矿和精矿的实际重量及其化学分析的资料来编制。

通过搞金属平衡，理论和实际金属平衡差越小越好，差别越小，则说明工艺过程中机械损失小。二者差别的大小是衡量该企业组织管理工作是否先进，技术操作工作是否完善的重要标准。因此，编制金属平衡是极重要的，必须定期进行，以便有效的指导生产。

### 主要参考资料

1. “破碎粉磨机械”。机械工业出版社，1978 年；
2. “破碎与磨矿”。徐志明主编，冶金工业出版社，1979 年；
3. “浮选”。冶金工业出版社，1960 年；
4. “选矿知识”。冶金工业出版社，1974 年；
5. “选矿设计参考资料”。冶金工业出版社，1973 年；
6. “选矿厂分级工与磨矿工读本”。冶金工业出版社，B·A·别罗夫著，1959 年；
7. “选矿机械”。机械工业出版社，1974 年；
8. “黑色金属矿石选矿试验”。冶金工业出版社，1978 年；
9. “矿石取样和试验”。中国工业出版社，1961 年。