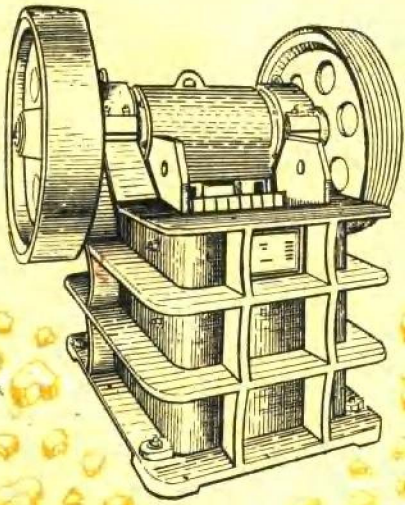


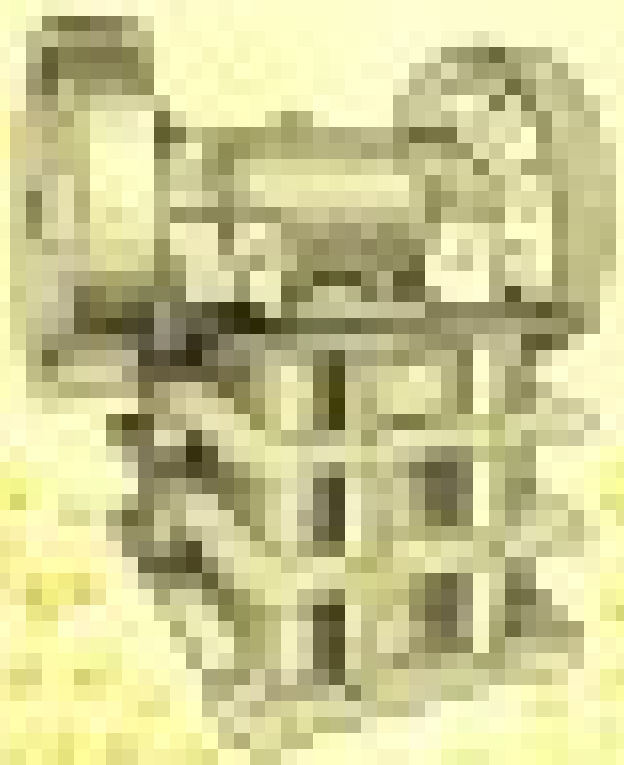
# 破碎粉磨机械

《破碎粉磨机械》编写组 编著



机械工业出版社

卷之四



# 破碎粉磨机械

《破碎粉磨机械》编写组 编著



机械工业出版社

本书主要介绍冶金矿山方面常用的磨式破碎机、旋回破碎机、圆锥破碎机、球磨机、棒磨机、自磨机和其他破碎粉磨机械的结构、参数计算与选择、设备安装、试车及使用维修方面的技术知识。供从事矿山、矿山机械行业的工人和技术人员阅读。

## 破碎粉磨机械

《破碎粉磨机械》编写组 编著

\*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

\*

开本  $850 \times 1168^{1/32}$  · 印张  $7^{5/8}$  · 字数 200 千字  
1978 年 7 月北京第一版 · 1978 年 7 月北京第一次印刷

印数 00,001—20,000 · 定价 0.74 元

\*

统一书号: 15033 · 4488

## 前 言

在毛主席“开发矿业”的伟大号召下，我国的矿山建设形势很好。破碎、粉磨设备是钢铁生产中不可缺少的设备。为了发展钢铁工业，大打矿山之仗，以满足国民经济发展的需要，我们编写了《破碎、粉磨设备》一书。

全书共分七章，主要是讲述冶金矿山方面常用的破碎粉磨设备，如颞式破碎机、旋回破碎机、圆锥破碎机、球（棒）磨机、自磨机和其他破碎、粉磨设备。介绍了设备的结构、参数计算与选择及设备安装、试车和使用维修方面的技术知识。供从事矿山、矿山机械行业的工人、技术人员阅读。

在编写过程中，走访了有关厂矿、设计院和一些机器制造厂，收进了各单位的实践经验和长期积累的资料，征求了有关人员的意见。以这些实践资料为基础，并参阅了有关书籍，编写而成。在此，对为本书编写工作提供有关资料的单位和同志表示感谢。

参加本书编写的单位有沈阳重型机器厂、东北工学院和鞍山钢铁大学。由于编写水平所限，此书难免有错，请广大读者批评指正。

1977年6月

# 目 录

## 前 言

第一章 概述 .....	1
第一节 破碎、粉磨的目的和意义 .....	1
第二节 破碎、粉磨的工艺流程 .....	2
第三节 矿石的破碎粉磨原理 .....	7
第二章 颞式破碎机 .....	10
第一节 颞式破碎机的结构 .....	12
第二节 参数计算与选择 .....	19
第三节 安装与试车 .....	22
第四节 使用与检修 .....	25
第三章 旋回破碎机 .....	32
第一节 旋回破碎机的结构 .....	32
第二节 参数计算与选择 .....	37
第三节 安装和试车 .....	39
第四节 使用与检修 .....	44
第五节 液压旋回破碎机 .....	51
第四章 圆锥破碎机 .....	61
第一节 圆锥破碎机的结构 .....	63
第二节 圆锥破碎机的改进 .....	67
第三节 参数计算与选择 .....	80
第四节 安装与试车 .....	88
第五节 使用与检修 .....	99
第六节 液压圆锥破碎机 .....	109
第五章 球磨机和棒磨机 .....	118
第一节 球磨机和棒磨机的结构 .....	120
第二节 参数计算与选择 .....	143
第三节 安装与试车 .....	152

第四节	使用与检修 .....	161
第六章	自磨机 .....	166
第一节	自磨机的构造 .....	170
第二节	参数计算与选择 .....	177
第三节	自磨机的使用 .....	181
第七章	其它类型破碎、粉磨机械 .....	186
第一节	辊式破碎机 .....	186
第二节	锤式破碎机 .....	198
第三节	反击式破碎机 .....	211
第四节	笼形粉碎机 .....	226
第五节	悬辊式粉磨机 .....	229
第六节	轮碾机 .....	231

# 第一章 概 述

## 第一节 破碎、粉磨的目的和意义

从矿山开采出来的矿石(也叫原矿),通常是由有价矿物和脉石所组成。有价矿物是指矿石中含有的  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (四氧化三铁)、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (三氧化二铁)、 $\text{CuS}$  (硫化铜) 等而言。脉石是指矿石中没有使用价值或不能被利用的部分,通常为  $\text{SiO}_2$  (二氧化硅)。含有  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  有价矿物的铁矿石,一般叫做“青矿”,是一种强磁性矿石。含有  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  有价矿物的铁矿石,一般叫做“红矿”,是一种弱磁性矿石。

在绝大多数矿石中,有价矿物只占很少一部分,或者说,绝大多数矿石的品位很低。矿石中有价成分(指纯金属,如铁、铜等)的含量称为矿石的品位,用百分数表示。如某铁矿石中含铁 31%,其品位即为 31%。由于从井下或露天采矿场开采出来的矿石,品位很低,不能直接从这种矿石中冶炼出金属,或者需要化费很高的成本才能炼出金属。因此,在冶炼之前,通常是先把矿石的品位,提高到现代冶炼技术可能达到的,或者是在经济上最合算的某一标准。例如品位为 31% 的铁矿石,需要把品位提高到 60% 以上。品位为 2% 的铜矿石,需要把品位提高到 16% 以上,才能送去冶炼。为此,就必须进行选矿。选矿是指从品位较低的原矿中,选出大部分有价矿物而获得精矿,并除去原矿中的绝大部分脉石(即除去尾矿)的作业。所以,选矿过程也就是有价矿物的富集过程。

但是,有价矿物在矿石中嵌布的粒度大小,有的可用人的眼睛直接看出,而有的在显微镜下才能识别,一般都在 0.074 毫米以下。为了选矿,必须先将矿石破碎和粉磨,使其中的有价矿物



得以单体分离，或者基本上获得单体分离。这样，才有利于在选矿过程中选出精矿，而除去尾矿。因此，一般来说，破碎和粉磨作业，是矿石选别之前的重要准备工序。

对于一些不需要选别的富矿石（品位较高），如富铁矿（品位在50%以上），在冶炼之前，也必须破碎到冶炼所要求的粒度。例如，送入高炉中冶炼的富铁矿石，要破碎到粒度在5~75毫米范围之内。

在水泥工业中所用的生料与熟料，都需要进行破碎和粉磨。在耐火材料、火力发电、化工、玻璃、陶瓷以及建筑和筑路等工业部门中，破碎和粉磨工序也是必不可少的。

因此，破碎和粉磨作业，在主要原料工业部门中，占有相当重要的地位。现代化的破碎和粉磨作业中，主要采用各种类型的破碎机械和粉磨机械进行生产。

## 第二节 破碎、粉磨的工艺流程

在选矿厂中，为了对矿石进行选别，对于绝大多数矿石，都必须先将其破碎和粉磨，使其中的有价矿物得以单体分离。目前，我国矿山开采出来的矿石最大粒度：露天开采为1200、1000、750、550毫米；井下开采为750~300毫米。要使这样粒度的矿石粉碎到有价矿物达到单体分离的粒度，可以采用下面两种办法：一种是先将这种大块矿石分三段或四段，破碎成粒度为8~15毫米以下（或用-8~-15毫米表示），然后送去粉磨两次。另一种是先将这种大块矿石破碎一次，使其粒度变成-300毫米或者-500毫米，然后再通过自磨、球磨粉磨两次。第一种办法，是多年来一直延用的破碎和粉磨作业方法，比较可靠。第二种办法，是近十几年发展起来的破碎和粉磨新工艺，比较先进。

不管采用那一种方法，使开采出来的矿石粉碎到有价矿物达到单体分离的粒度，破碎作业和粉磨作业都是单独组成工艺流程，而且破碎与筛分、粉磨与分级，经常组成破碎筛分工艺流程和粉磨分级工艺流程。

## 一、破碎筛分工艺流程

从矿山开采出来的矿石(原矿),或是经过破碎后的矿石,其粒度大小很不一致,其中含有一定量的细粒矿石。在矿石破碎之前或进一步破碎之前,时常要求将原矿中的细粒矿石分离出来。这些矿石就无需破碎,这样就可以减小破碎机的负荷,提高产量并节省能量消耗。另外,破碎产品中常常含有粒度过大的或粒度不合格的矿石,为了控制破碎机的产品粒度,也要求将这种粒度过大的矿石,从破碎机产品中分离出来,送回破碎机进行再破碎。为了达到上述目的,必须采用筛分,因此,破碎与筛分就组成了破碎筛分工艺流程。筛分一般是在各种筛分机(如棒条筛和振动筛)上进行的。

破碎筛分工艺流程的拟定,是根据原矿的最大粒度和破碎产品的最大粒度,以及矿山的规模和开采方法等综合经济指标决定的。破碎产品的最大粒度,是根据选矿厂的年处理量与矿石加工的经济性决定的。破碎产品粒度过大,会提高粉磨成本。破碎产品粒度过小,则需增加破碎机台数或增加破碎机负荷,同样也会提高破碎成本。根据生产实践资料,在一般情况下,对于闭路碎矿,其细破碎的产品最适宜粒度为12~0毫米。对于开路碎矿,其细破碎的产品最适宜粒度为25~0毫米。

根据这些数据,就可以决定选矿厂的总破碎比。破碎比的概念,是指给矿的最大粒度(或平均粒度)与破碎产品的最大粒度(或平均粒度)之比值。例如,某选矿厂,给入破碎机的原矿最大粒度 $D_{max}$ 为1200毫米,最终破碎产品的最大粒度 $d_{max}$ 为12毫米,则总破碎比 $i$ 为:

$$i = \frac{D_{max}}{d_{max}} = \frac{1200}{12} = 100$$

当选矿厂的总破碎比为12~30,年处理量为30万吨左右时,通常采用两段破碎。当总破碎比为30~100,年处理量为100万吨以上时,则采用三段破碎。对于个别大型选矿厂,还可以采用四段破碎。这是由于目前受现有破碎机结构的限制。现有破碎机

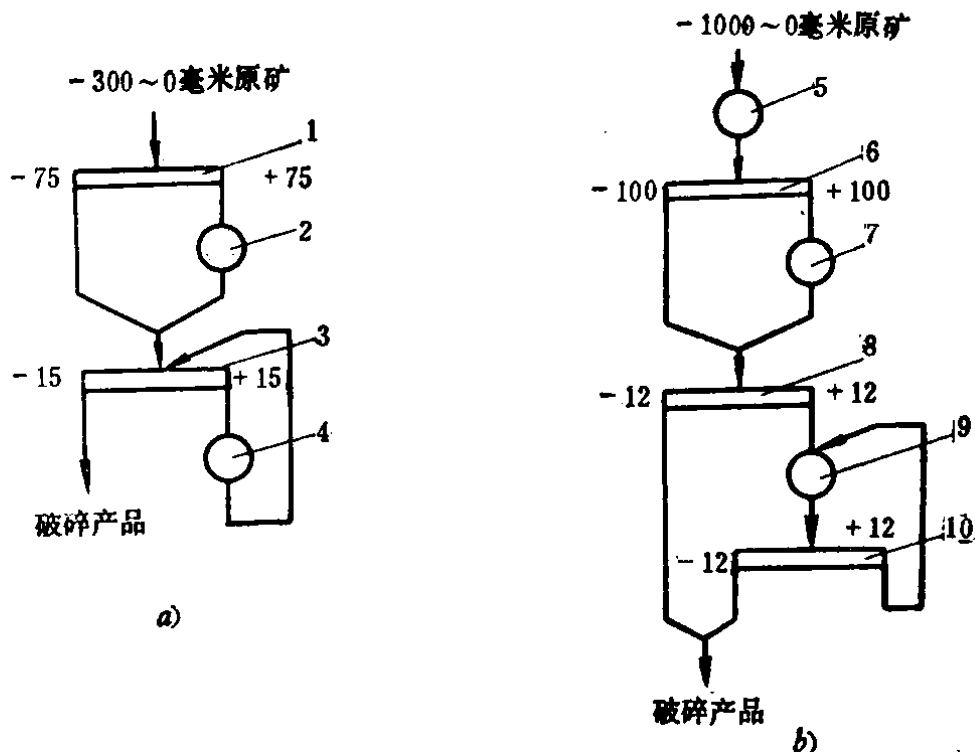


图1-1 破碎筛分流程

a) 两段破碎筛分流程 b) 三段破碎筛分流程

- 1—预先筛分 2—一次破碎 3—预先和检查筛分 4—第二次破碎  
5—粗破碎 6—第一次预先筛分 7—中破碎 8—第二次预先筛分  
9—细破碎 10—检查筛分

的破碎比为3~10。当总破碎比过大时，必须分段破碎。

图1-1 a 是两段破碎筛分流程。粒度小于300毫米(用 - 300~0 毫米表示)的原矿，先经第一次筛分(这种筛分称为预先筛分)，使粒度小于75毫米(用 - 75 毫米表示)的矿石，不进行第一次破碎，而只将粒度大于75毫米(用 + 75 毫米表示)的矿石，送入破碎机进行第一次破碎。第一次破碎的产品，与第一次预先筛分的 - 75毫米的细粒级矿石混合在一起，送去进行第二次预先筛分，将矿石分成 - 15 毫米和 - 75~+ 15 毫米两种级别。粒度大于15毫米的矿石，需进行第二次破碎。第二次破碎的产品，再送回第二次预先筛分那个筛子进行筛分，控制第二次破碎的产品粒度始终为 - 15毫米，第二次筛分称为预先和检查筛分。 - 15毫米的破碎产品送去粉磨。

图1-1 b 为三段破碎筛分流程。粒度为 - 1000~0毫米的原矿，进行粗破碎后，直接送去进行第一次预先筛分。 + 100 毫米粒级

的矿石，送去进行中破碎。中破碎的产品，与-100毫米粒级的矿石，共同进行第二次预先筛分，+12毫米粒级的矿石，送去进行细破碎。细破碎的产品，再送去进行第三次筛分，分出+12毫米和-12毫米两种粒级产品。+12毫米粒级的矿石，再回细破碎机进行破碎。第三次筛分，把细破碎的产品，始终控制在12毫米以下，称为检查筛分，而-12毫米粒级的与第二次预先筛分的-12毫米粒级的破碎产品，合并在一起送去粉磨。

预先筛分的主要作用，是减少不必要的能量消耗，改善矿石的破碎过程，并相对地增加破碎筛分车间的生产率和减少破碎机的磨损与故障，检查筛分的作用，是控制破碎产品的粒度，相对地增大破碎比，并会改善粉磨与选别作业的工作情况。

## 二、粉磨分级工艺流程

由于大多数矿石中的有价矿物嵌布粒度很细，一般都在0.074毫米左右。因此，这种矿石破碎之后，还必须送去粉磨，才能使有价矿物与脉石达到单体分离状态，以便下一步选别。

粉磨机有较大的破碎比，一般为200，最大可达400，故通常只采用一段粉磨或两段粉磨。只有当矿石结构十分复杂，需要实行阶段选别时，才采用三段粉磨。

粉磨经常与分级组成工艺流程。粉磨与分级的关系，类似于破碎与筛分的关系。分级可以控制粉磨产品的粒度，也能避免较小矿粒的过粉碎(或称泥化)。分级通常采用螺旋分级机、水力旋流器或旋风分离器。

图1-2 a 是一段粉磨分级流程。给矿先进行一次预先分级，以便除去矿石中的淤泥(单独进行选别)，避免这种淤泥对浮选的影响。预先分级的返砂送去粉磨。粉磨的产品进行检查分级，控制分级溢流的粒度(实践中是控制溢流浓度)，以利于选别，而粒度过大的分级返砂，送回磨机再经行粉磨。

图1-2 b 是两段粉磨分级流程。一次粉磨的产品经检查分级后，返砂送回磨机再磨，而溢流进行磁力脱水，除去细泥，提高品位，然后送去进行第二次分级。二次分级的返砂，再进行二次

粉磨。二次粉磨的产品，再送给二次分级，构成闭路磨矿。二次分级的溢流送去选别。第二次分级称为预先检查分级。

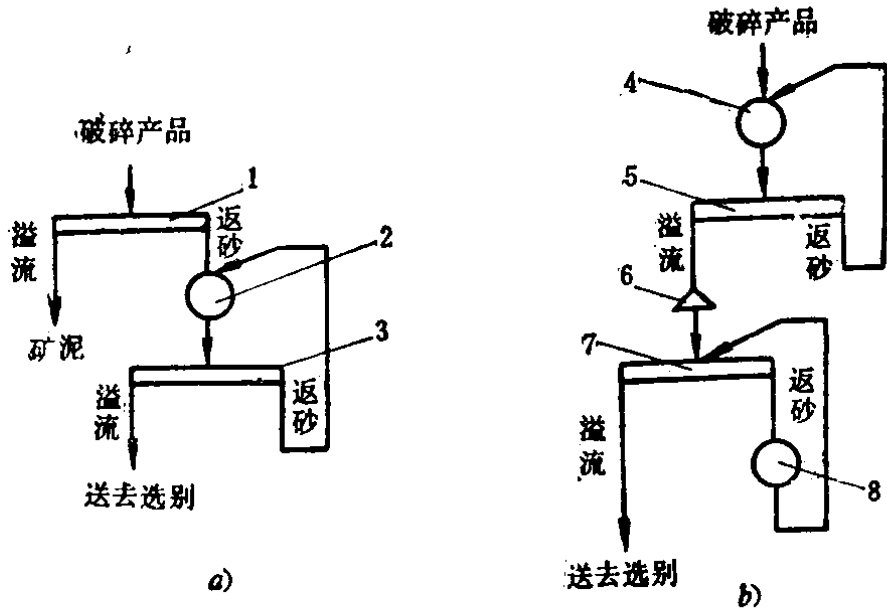


图1-2 粉磨分级流程

a) 一段粉磨分级流程 b) 两段粉磨分级流程

1—预先分级 2—粉磨 3—检查分级 4—一次粉磨 5—检查分级  
6—磁力脱水 7—预先和检查分级 8—二次粉磨

随着自磨机的应用，对破碎筛分流程和粉磨分级流程产生了重大变化，使破碎、粉磨流程大大简化。图 1-3 是应用干式自磨机和湿式自磨机的破碎粉磨联合工艺流程。

图1-3 a 是干式自磨分级流程。原矿经粗破碎，送入干式自磨机。自磨机的产品经过粗粉分离、细粉分离和微粉分离，得到粗粒、细粒和微粒产品，分别送去选别。而从微粉分离出来的气流，一部分经过主风机又返回磨机，构成闭路循环气流。另一部分在主风机前面，被辅助风机抽出，送往水浴除尘器，回收粉尘后排往大气中。

图1-3 b 是湿式自磨分级流程。原矿经粗破碎后，筛分成粗粒和细粒两种矿石，分别送往粗粒矿仓和细粒矿仓。然后粗、细粒矿石经过适当的配比（实践中不易做到很好的配比），送往湿式自磨机。磨机产品经检查分级，分级机的返砂，再送回磨机继续粉磨，而溢流经过磁力脱水槽，脱去一部分尾矿泥和水份，送往

二次分级(也称为预先检查分级)。二次分级的返砂, 送给二次球磨继续粉磨, 而二次分级的溢流, 送去选别。

水泥、化工、耐火材料等工业部门的破碎、粉磨工艺流程比较简单, 本书不加叙述了。

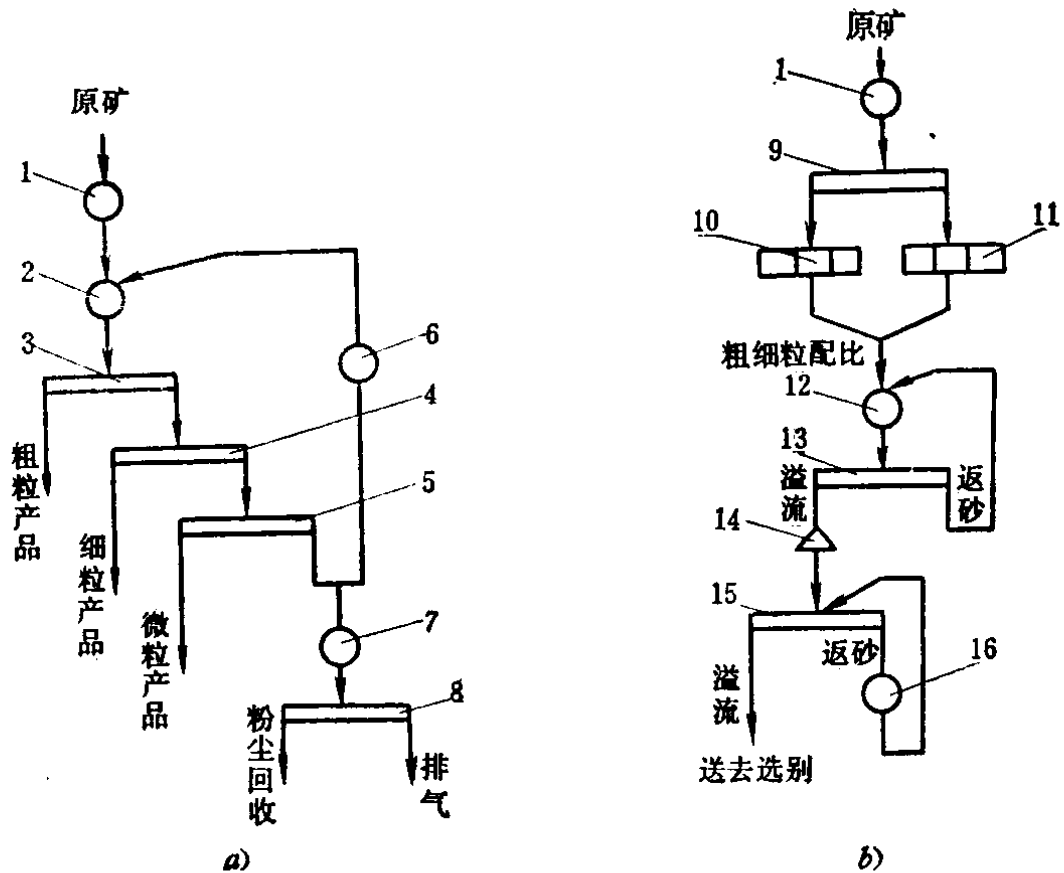


图1-3 自磨分级流程

a) 干式自磨分级流程 b) 湿式自磨分级流程

1—粗破碎 2—干式自磨 3—粗粉分离 4—细粉分离 5—微粉分离  
6—主风机 7—辅助风机 8—水浴除尘 9—筛分 10—粗粒矿仓  
11—细粒矿仓 12—湿式自磨 13—检查分级 14—磁力脱水  
15—预先检查分级 16—二次球磨

### 第三节 矿石的破碎粉磨原理

矿石、煤炭、石灰石和工业部门所用的石料, 都属于脆性材料。这些材料从矿山采掘出来, 直到选出精矿或应用于工业上, 都需要进行破碎和粉磨。目前, 破碎和粉磨矿石基本上有两种方法——物理方法和机械方法。

## 一、物理粉碎方法

物理粉碎方法有：水电效应粉碎、超声波粉碎和低声波粉碎。这些粉碎方法目前尚处于实验室或半工业性试验阶段，还不能用于工业生产。

## 二、机械粉碎方法

机械粉碎方法有：

### 1. 挤压破碎

将矿石放在两个挤压平面之间，且挤压平面与矿石成平面接触，当施加的挤压力  $P$  达到一定值后，矿石即被压碎(图1-4 a)。

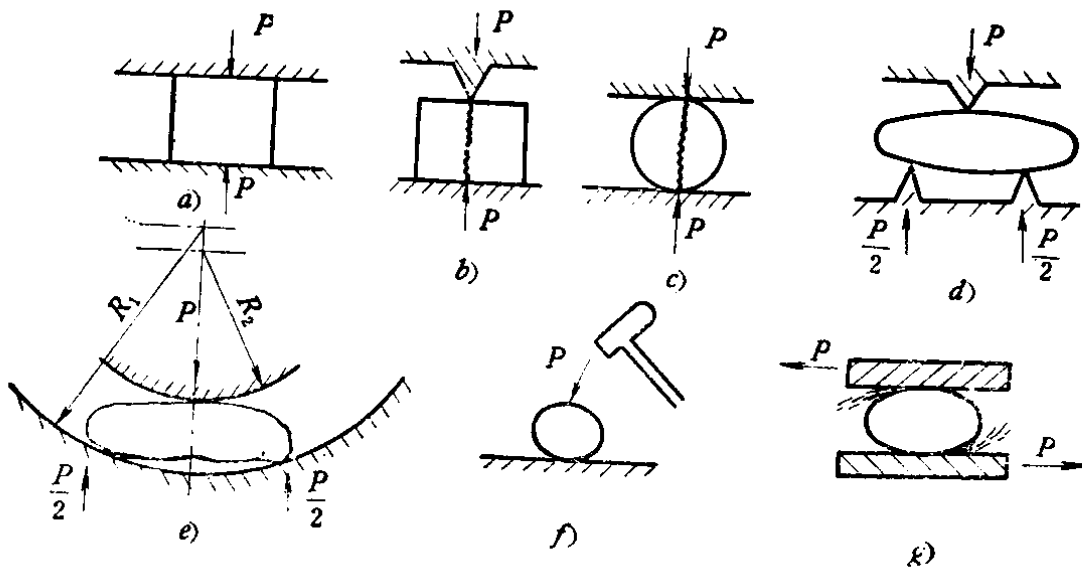


图1-4 矿石粉碎方法

a) 挤压破碎    b)、c) 劈裂破碎    d)、e) 弯曲破碎  
f) 冲击破碎    g) 磨碎

### 2. 劈裂破碎

将矿石放在一带牙齿面和一个平面之间受挤压(如图1-4 b)，当挤压力  $P$  达到某一定值时，矿石就会沿  $P$  力作用线方向的劈裂面破碎成两半。如果将多角形矿石(大多数矿石的形状为多角形)，放在两个挤压平面之间，矿石与挤压平面形成点接触(实际上接触面积是一个小圆)，则矿石也将沿  $P$  力作用线方向的劈裂面破碎成两半(如图1-4 c)。

### 3. 弯曲破碎

图1-4 *d* 和图1-4 *e* 所示的长条形矿石，在带牙齿的挤压面之间，或者放在两圆弧面之间受挤压，矿石将出现弯曲折断。

#### 4. 冲击破碎

矿石受瞬时冲击力而粉碎，如图1-4 *f* 所示。

#### 5. 磨碎

矿石受研磨力  $P$  作用而研磨粉碎，如图1-4 *g* 所示。

这五种机械粉碎方法中，前三种，矿石都是受静挤压力，但是矿石的破碎形式不相同。挤压破碎需要的挤压力较大，消耗能量也比较多，而劈裂破碎和弯曲破碎所需要挤压力小（仅为挤压破碎的  $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{15}$ ），消耗能量当然也比较少了。设计和使用破碎机时，应尽量利用这一特点。

冲击破碎时，由于矿石受的冲击力是瞬时的，矿石受冲击力后，往往来不及产生弯形而吸收能量就粉碎了，因此破碎效果好，破碎比大，生产率高。但是，冲击机件容易磨损，特别是破碎比较坚硬的矿石时尤甚。

磨碎的破碎效率低，能量消耗比较多，研磨机件极易磨损。

实际上，上述各种机械粉碎方法，在任何一种破碎、粉磨机械中，都不只应用一种，而是联合应用的。例如，颞式破碎机，主要是应用劈裂和弯曲破碎；自磨机是应用冲击和研磨破碎。

对于坚硬的矿石，采用劈裂和弯曲破碎比较合理；对于韧性矿石，采用挤压和研磨破碎比较合理；对于脆性较大或比较软的矿石，采用劈裂和冲击破碎比较合适。

可以根据矿石性质，矿块的形状，以及所要求的产品粒度，来选择破碎方法和与该种破碎方法相适应的破碎机械和粉磨机械。



## 第二章 腭式破碎机

在1858年，腭式破碎机在工业生产中已开始使用。由于它具有结构简单、工作可靠、容易制造和维修、生产管理和设备费用低等优点，所以，直到现在仍广泛地应用于选矿、建筑材料、硅酸盐和化学等工业部门。对坚硬和中硬矿石或石料进行粗碎和中碎，也有用小型腭式破碎机进行细碎的。

腭式破碎机的固定腭 1 (见图2-1)和动腭 2 构成破碎腔。给入破碎腔中的矿石，由于动腭被转动的偏心轴 4 带动作往复摆动，而被挤压、劈裂和弯曲破碎。当动腭离开固定腭时，破碎腔内下部的已破碎到小于排矿口的矿石，靠自重从排矿口排出；位于破碎腔内上部的矿石，还未被破碎到小于排矿口尺寸，只是随着排矿而下降一定距离，直到动腭转入向固定腭靠近时，破碎腔内已下降的矿石再次受到继续破碎。如此进行下去，直到给入破碎腔中的全部矿石从排矿口排出为止。

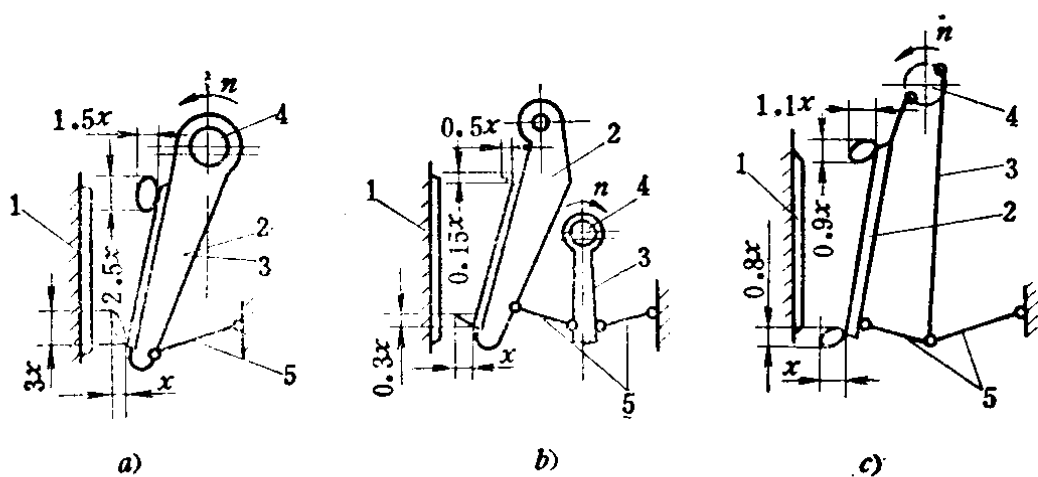


图2-1 腭式破碎机类型

a) 复杂摆动 b) 简单摆动 c) 综合摆动

1—固定腭 2—动腭 3—连杆 4—偏心轴 5—推力板