

A.F. 塔加尔特 主編

# 选矿手册

干式磨碎

第二卷 第三分册

冶金工业出版社

74.4073  
713  
2-352

# 选矿手册

第二卷 第三分册

## 干式磨碎

A. F. 塔加尔特 主编

苏联版学术編輯 C. M. 雅修克維奇教授

孙玉波 译

冶金工业出版社



选矿手册第二卷是苏联冶金出版社組織波立金等根据塔加尔特主編的英文选矿手册編訂出版的。俄譯本第二卷的学术編輯为 С.М. 雅修克維奇教授。

中譯本系根据苏联冶金出版社 1950 年出版的「选矿手册」第二卷並参考英文 1945 年版本譯出的。

本手册第二卷暫分六分冊出版。这是第二卷第三分冊，专用闡述干式磨碎問題，書中講到了各种干式磨碎机械及其工作条件。

本手册的主要讀者对象为：从事选矿工作的工程技术人员；此外对于在各工业部門、科学研究和設計部門及高等、中等工业学校中从事地質、采矿、矿物、冶金、机械、建筑、化工等工作的人员亦可作为参考。

A. F. Taggart

СПРАВОЧНИК ПО ОБОГАЩЕНИЮ  
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (ТОМ II)  
Металлургия (Москва, 1952)

### 选矿手册 第二卷第三分册

孙玉波 譯

冶金工业出版社出版 (北京市灯市口甲45号)  
北京市书刊出版业营业許可証出字第093号  
冶金工业出版社印刷厂印 新华书店发行

——\*——

1959年11月第一版  
1959年11月北京第一次印刷  
印数3010册

开本  $850 \times 1168 = 1/32$  • 90,000字 • 印张  $3 \frac{18}{32}$

——\*——

統一書号 15062 • 1897 定价 0.48元

## 目 录

### 第六篇 干式磨碎

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第一章 引言 .....             | 1  |
| 第二章 破碎体运动轨迹为固定的磨碎机 ..... | 5  |
| 第三章 筒型磨碎机 .....          | 26 |
| 第四章 干式磨碎机械的工作条件 .....    | 55 |

03894

## 第六篇 干式磨碎

### 第一章 引 言

决定选择干式或湿式磨碎的主要因素是：а) 物料的物理性质和它的下一步应用的特点；б) 物料对磨碎机的作用，例如：磨损的时间、零件的锈蚀，在研磨区发生的团实现象和堵塞机械的能力；в) 粒子的形状，粒度，粒度组成和产品的性质；г) 磨碎过程的相对经济效率，在确定这一效率时必须考虑到：基建投资、动能费用、维护费用、辅助材料、检修及其他生产费用；д) 气候条件；е) 水的供应情况；ж) 关系到劳动条件的诸因素：粉尘的危害、噪音、安全、过份的振动，机械的快速运转等。

比较适用于湿的状态下选别的矿石和矿物原料，一般在磨碎时加水。

在很久的一段时间里均认为，湿式磨碎要比干式磨碎更为有效，但是，经过改善了的最新的干式磨碎过程和干式按粒度的分离过程，已使这二种方法在效率上的差别，缩小或完全消除了。

由于这样，许多过去采用湿法磨碎的物料，现在已可以花费较少的生产费用应用干法磨碎了。而且与此同时，在某些情况下，其所得到的产品，还会有助于提高下一步工艺作业的效率。

作为粉状燃料应用的煤，几乎总是在干的状态下磨碎，而且设备也是由磨碎机和筛分机以及风力分离器（воздушный сепаратор）组成的，或是只由磨碎机和风力分离器组成。这种粉状的煤，在经过适当的风力分级后，即被吹送到燃烧室。

在水泥生产中，原料的混合物可以在干的状态下磨碎，亦可在湿的状态下磨碎（见第一卷、第三章A）。在此，对研磨方式的选择决定于调节产品特性的要求。

大多数在二十世纪的年代里修建的水泥厂，原料混合物的研磨都是按湿法进行的。但是，采用现代化的风力分离器，以干法进行磨碎，可能使磨碎

设备为之简化，且在配置上可能更为紧凑。

干式磨碎在研磨水泥烧块上具有特别重要的意义，因为，就所知道的理由，水泥在应用到砌筑作业之前，是应当避免和水接触的。

在加工矿物原料时，对于干式和湿式两种磨碎方法的选择，决定于对成品的要求，金属微粒对成品的污染产生的影响以及磨碎机的磨损时间。

磨碎研磨料究竟以采用干法或是采用湿法为好，则决定于对产品颗粒的粒度及形状的要求，特别是决定于对磨碎机的磨损情形。

在磨碎粘土，矿物颜料的染色剂以及制陶矿物时，对于磨碎方法的选择，则依上述各因素中的一个或若干个来决定。

金属材料，例如铁屑、铝、镁及青铜，一般是用干法磨碎，以便防止褪色、氧化或污染。供制造炸药或是照明弹等方面使用的镁粉，一般是用干法磨碎，因为这一方法可得到较高质量的产品。镁亦可在无水的介质中采用干法磨碎，同时将液体在下一步蒸发掉。在由镁制品厂、铝制品厂及铜冶炼厂的废料碎屑中，回收金属粒子时，可以按干式磨碎方法进行，因为这样可使作业过程简化。而在下述情况下，即当应用跳汰机或淘汰盘回收金属粒子时，物料可用湿法磨碎。

大多数的盐类、化学药品及其他物质应当用干法磨碎，而且其中还有一些须在惰性气体中磨碎（避免爆炸），另有一些须在合乎要求的有一定组成的气体中磨碎，借以进行相应的化学反应。最后，有的时候，磨碎还须在非常高的或是非常低的、加以准确控制的温度下进行。在各种情况下，于磨碎的同时，均还进行着混合。上述各项产品的磨碎，可以是连续地，亦可以是分批地进行。

关于解决对于干式或是湿式磨碎的选择问题，并不是经常地只决定于这两种作业的效率或是生产消费的大小。而且决定于乍看起来并不甚重要的，但又十足地影响着全企业生产成功的一些因素。

### 干式磨碎方法<sup>①</sup>

有三种基本的干式磨碎方法：1) 间断地（分批磨碎）；2) 开路磨碎；3) 闭路磨碎。

<sup>①</sup> 干式粉碎在苏联的生产实践中广泛地被应用在煤炭工业上，对于破碎煤和无烟煤、板岩，很多是应用 И.И. 維利沃夫斯基 (ВЫЛЕВОВСКИЙ) 式单辊的颧式破碎机，同时也有用筒型磨矿机来粉碎煤和其他有用矿物的。编者

进行間断磨碎时，物料的試样被放在磨碎机械中，並一直放在里面直到得出細度合于要求的产品时为止，将此产品卸出是即为成品。

在生产率較小的情况下，球磨机、棒磨机及其他类似的磨碎机就是按此方法进行工作。

在开路磨碎时，磨碎机各带有給料口和排料口，而且須使物料給入机械的速度調节成这样，即在它們排出时已是成品了。

研磨作用的磨碎机。磨盘机，碾磨机和管磨机一般均是按开路方式工作。

在閉路工作时，一部份被粉碎的物料通过磨碎机的次数多于一次。在排料之后，物料进行分級设备中，在那里将未經粉碎的粒子分出，重新返回到磨碎机中，而同时将成品引出磨碎循环。

分級也可在磨碎机本身内进行，例如像在带有内部篩网的磨碎机中以及在带有内部空气分离器的輥輪磨碎机中所进行的那样。外部分級被用在球磨机和碾磨机上。物料在由磨碎机排出之后給到单独的篩分机或空气分离器中，而將未被磨碎的粒子返回到磨碎机中。按着这种方法工作的有鑊式破碎机、离心式磨碎机以及球磨机和圆环式磨矿机(кольцевая мельница)。

磨碎得到的产品可以是：а) 粒度一致的，б) 顆粒状的，в) 微細的，г) 擦蝕状的，д) 剝皮状的，е) 劈开状的，ж) 滾圓形的，з) 多角形的，и) 板状的，鱗片状的。这些产品的特性繪示于图 1 中。

应用某种指定的方法，並不是經常地能够得到性質上合乎要求的产品，因为影响于产品质量的並不只是物料本身的特性，而且还有磨碎机的构造。例如，按图 1 F 的方式是可能得到精确分級的物料，但是实际上却不是經常都可以作到的，因为某些物料会将篩网堵塞。常常是，尽管用篩分方法可以得到所需要的微細产品，但是由于篩网磨損的很快，同样也使它变得不够有利，这样就不得不去采用空气分离的方法(图 1 G)。

有的时候物料顆粒在磨矿机內並未被磨碎，而只是很快地在里面被擦了一下，結果从表面上剝去了一层皮。

有一些物料需要加以碎散，达到解离連生体的目的，並借此將有用部份从結合体中釋放出来。处理用过了的鑄型砂土可算是其中的一个例子，在这里需要将已經熔过的砂子、灰塵、渣滓与金屬粒子分离开来，以使后者能够重新应用。在此乃需要建立起这样的磨碎过程，即金屬粒子不要被磨碎。

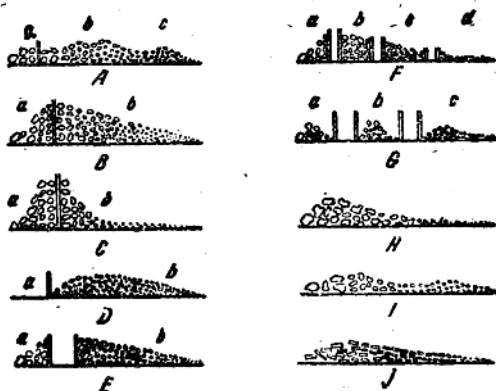


图 1 干式磨碎产品按粒度和形状分布

A—开路磨碎或间断磨碎：a—比要求的标准粒度为粗的粒子。b—各级别的数量不相同。c—有多余的过粉碎物料。甚至在含有某些比要求的粒度为粗的粒子情况下，也还是有此种粒子；

B—未经筛分或空气分离的闭路磨碎的产品：a—有相当多量的未被粉碎的物料，b—各级别产品的粒度和数量均匀地减少着；

C—用分級方法分出的粗颗粒（闭路）：a—粗粒子中混有不多量的细小粒子，b—返回再磨的产品；

D—由空气分級机中分出的产品：a—未被粉碎的物料基本是除掉了，b—成品的粒度相当均匀；

E—将磨碎机排出的产品用筛子分成两个级别：a—未被磨碎的产品，返回到磨碎机中（在此应注意，得到的产品在性质上与图 1, c 所示的空气分离器的产品的差别；当采用筛子时，可以完全将微细粒子除去，b—筛子的筛下产品；

F—用多层筛子将被磨碎的物料分成几个级别：a—粗粒物料，返回到磨碎机中进行再磨，b—粗颗粒的第一级产品，c—含有少量微细粒子的第二级较粗颗粒产品，d—含有不多数量粗颗粒和全部微细粒子的产品；与空气分离出的产品比较，是清楚地分成了各不同级别（见 G）；

G—阶段空气分离器的产品：a—含有若干微细粒子的粗粒物料，它将被返回到磨碎机中进行再磨，b—含有某些数量微细粒子的中等粒度产品，c—包括有细级别和过粉碎物料的产品；

H—多角形粒子的粒度组成；

I—含有相当多量较粗物料的滚圆形粒子；

J—板状粒子（金属、石墨、云母），它们在任何粒度下均保持有板片形状

## 磨碎机的分类

用于干式磨碎的机械，可以分为下列几组：

- a) 研磨作用磨碎机；
- б) 冲击式粉碎机；
- в) 注流粉碎机或喷射粉碎机 (струйная или инжекторная мельница)；
- г) 盘式磨碎机或硬式磨碎机；
- д) 輥式破碎机；
- е) 圆环式磨碎机式輥輪磨碎机；
- ж) 离心式球磨机；
- з) 破碎体为自由运动的磨碎机①。

① 在苏联称之为“筒型磨碎机” (цилиндрические мельницы)。

編者

## 第二章 破碎体运动軌跡为固定的磨碎机

### 磨盘式磨碎机和盘磨

水平的磨盘式磨碎机 (图2)是最古老的磨碎机的一种。机械是由两个平的石柱  $a$  和  $b$  (磨盘) 組成，两者迭置起来放置。其中可以有一个轉动，亦可两个全轉动。如果是后一种情况，則轉动是沿相反方向进行。如图2所示，磨盘  $a$  是放在外罩  $c$  內，外罩用螺釘  $d$  並加置弹簧固定在基架上。第二个磨盘  $b$  放置在旋轉的板台上，板台借軸  $f$  和皮帶輪  $g$  帶动之。两个磨盘間的空隙用手輪  $h$  和杠杆  $i$  調節，后者可以将輥柱軸承  $j$  举起来。

待磨碎的物料經過漏斗  $k$  和中心的眼孔輸入，在磨盤中間一面磨碎，一面向周边散去。排出則沿孔口  $l$  进行。

磨盘由天然的金剛砂制做，或是由磨盘石碎石与金剛砂的混合物制做。

为了迫使物料向周边移动，可在磨盘的工作面上制成一些沟紋。这些沟紋的尺寸和排列方式須参照被磨碎的物料性質决定。

直径为1070毫米的磨盘每分鐘的轉數大約是300轉，帶动它的电动机的

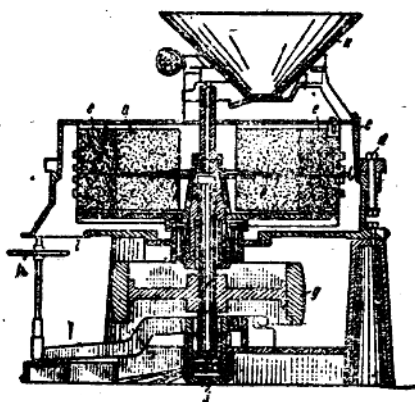


图 2 水平的磨盘式磨碎机

功率是 13.2 匹；生产率为 0.9—2.7 吨/小时，随物料的性质和磨碎的细度而有所不同。

垂直的磨盘式磨碎机（图 3）是由一个不动的磨盘 *a* 和一个旋转的磨盘 *b* 组成的，磨盘 *b* 立置在轴 *c* 上，后者则借皮带轮带动。

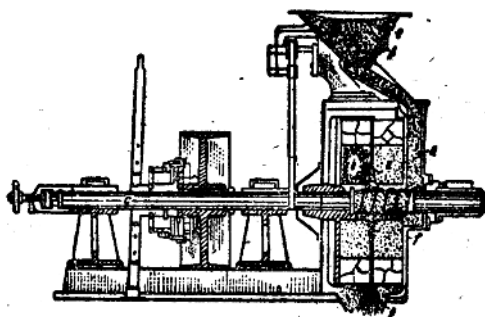


图 3 垂直的磨盘式磨碎机

需要磨碎的物料經過漏斗e和罩子內的沟槽d給到螺旋运输机內；螺旋运输机的位置是在磨盘a和b的中央孔里。

磨碎了的产品在g点排出。磨盘的直径在600到1100毫米之間。周边速度为22~25米/秒；生产率是0.45~13.5吨/小时，依磨盘的直径、轉数、被磨碎的物料性質和磨碎細度而定。电动机的功率消耗为8.8~58.9瓩。

**应用。**磨盘式磨碎机主要用于磨碎軟的物料，例如，粘土、白堊、滑石、盐、煤、赭土、石灰和石膏。原料的粒度不应超过6毫米。产品的細度取决于工作的方法、沟紋的结构、轉数、压力等，一般在20到200网目之間。

当磨碎至小于80—100网目时，建議將磨盘机与篩分机或空气分离器組成閉路工作。

磨盘式磨碎机已經几乎完全被其他种型式的机械取代了，原因是加工磨盘的表面費用很高，而且企业也难保証有專門的有經驗的人来担当这一工作。

在掉入不相干的坚硬的物件时，其防護装置即可將两个磨盘分开；虽然这样，但磨盘也常是受到损坏。磨盘机的效率很低；如果物料需要磨得很細，則它又要强烈地发热。

但是，也还有这样的意見，即在磨碎某些物料时，只借磨盘机即可以得到質量合于要求的产品。

垂直式的盘磨(图4)是由两个圆盘a和b組成的，在圆盘上固定着可以更換的带沟紋的环c。工作部份是放置在外罩d內，並借皮帶輪e帶動两个磨盘沿相反方向轉动。

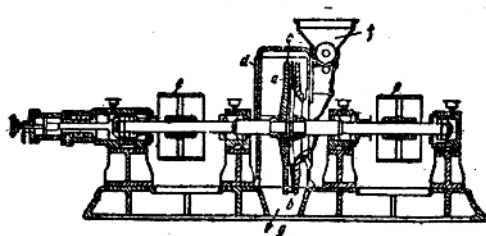


图 4 盘 磨

待磨碎的物料經過漏斗f給到圆盘的中心处；产品经孔g排出。沟紋可根据对产品的不同性質要求制成各种形式的。圆盘的直径一般为400到900毫

米，周边速度为 38 到 62 米/秒，电动机的功率消耗由 3.75 到 26 瓩。磨磨的生产率很低。

这种磨碎机主要是用于粉碎工厂的成品和各种最软的矿物原料。

### 冲击式粉碎机 (锤式破碎机)

**锤式破碎机①。**有关中碎用的这种型式破碎机的阐述和使用情况請见第四篇第九章。这种破碎机的某些类型同样也可用在粉碎作业上。在这种情况下，机械是和筛子或空气分离器安置成閉路工作。当筛条縫隙为 3 毫米时，处理各不同物料时的生产率列于表 1 中。

表 1

粉碎用的锤式破碎机在开路工作时的生产率

(取自机械制造厂的产品目录数据)

| 尺 寸<br>(直径×长度)<br>毫 米 | 电动机的近似<br>功率消耗 瓩 | 生 产 率 吨/小时 |           |         |           |
|-----------------------|------------------|------------|-----------|---------|-----------|
|                       |                  | 石 灰 石      | 煤         | 生石灰     | 石 膏       |
| 508×305               | 8.8—14.7         | 1.8—2.25   | 1.8—2.7   | 2.7—3.6 | 2.7—3.15  |
| 610×508               | 22.1—29.4        | 3.6—4.5    | 5.4—7.2   | 5.6—7.2 | 5.4—6.3   |
| 915×610               | 44.2—55.2        | 9.0—10.8   | 12.6—14.4 | 13.5—18 | 13.5—16.2 |
| 1070×915              | 73.6—92.0        | 18.0—22.5  | 27—36     | 31.5—36 | 27—31.5   |
| 1070×1675             | 128.8—184.0      | 45—54      | 67.5—76.5 | 54—72   | 58.5—67.5 |

有关干式粉碎的生产操作数据請见表 18。

产品的細度不只是决定于筛条的縫隙宽度，同时也决定于锤子的旋轉速度。直径为 608 毫米的粉碎机，当轉数为 1000 轉/分、筛条縫隙宽为 3 毫米时，磨碎石灰石的产品粒度是：—6 网目占 99%；—100 网目占 28%，而当轉数为 1600 轉/分时，产品的粒度是：—6 网目占 100%，—100 网目占 43% (請参閱表 18)。

冲击式粉碎机 (图 5) 是一种与筛子或空气分离器組成閉路工作的粉碎用锤式破碎机。物料經漏斗 a 和星輪 (叶輪) 給料机 b 給到破碎室 c 中。粉碎后的物料被离心排风机 d 所造成的风流把它吹出到外面，空气是由管 e 进入，而由管 f 排出。叶片 g 可以在軸上調节到所需要的位置。未被粉碎的物料被这些叶片重又抛回到室 c 中，从而防止它們被排风机的风流带出，並减少空气

① 锤式破碎机在苏联的工厂中广泛地用于破碎软的和脆的岩石。破碎机的基本尺寸示于苏联 ГОСТ 8711 3436 号标准中。編者

所运输的物料数量。

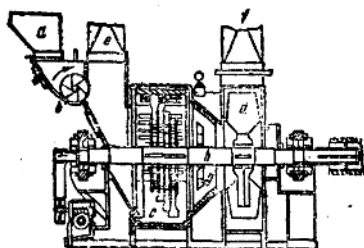


图 5 冲击式粉碎机

在图 6 所示的机械中进行粉碎时，物料将受着灼热气体的作用。在这一装置中，粉碎机的排风机 *a* 将气体由罐子 *c* 里吸出，经过烟道 *b* 并沿管子 *d* 将它排送到旋风集尘器 *e* 中。产品落到料仓 *f* 里，细尘则进到集尘器 *g* 中，空气乃由这里被排风机 *h* 排出。

管道 *i* 是供燃烧时使用的。所述的这种机械一般是在焙烧石膏、胆矾等物料以及在对它们进行干燥时使用。这种机械有时在水泥工厂里也用于粉碎很软的煤炭。在这种情况下，管道 *a* 接到喷嘴，而空气则经过管道 *b* 自冷却器吸入（参阅第一卷第三篇第二十四章和第三篇第四章）。

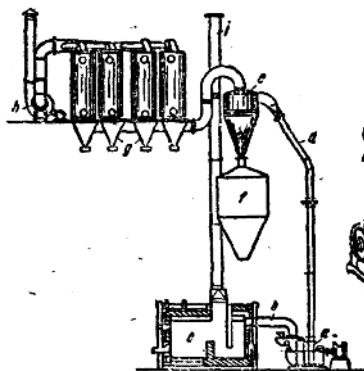


图 6 具有干燥作用的冲击式粉碎机

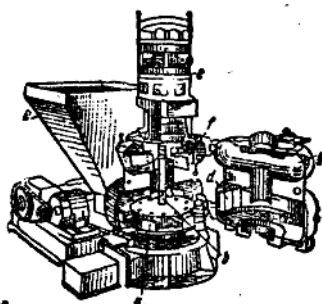


图 7 水平的锤式破碎机

所述的机械只是最适合使用于粉碎最软的材料。尺寸和生产率可就现有设备的生产经验决定。

水平的锤式破碎机(图7)最初是供粉碎煤使用。机械中没有锤子 $a$ ，被固定在立式电动机 $c$ 的长轴 $b$ 上，并有波纹形的环箱 $d$ ，作为破碎室的衬里，锤子即在破碎室中运动。

待粉碎的物料用螺旋给料机由漏斗 $e$ 引入。位于室 $g$ 中的排风机 $f$ 将产品沿破碎室下部的通道引入，并由排风机室周边的孔口将它排出。

粉碎的细度决定于抽力的大小，并可借安置在破碎室上部的偏向器予以调节。处理煤炭的实际生产率，当产品细度为 $-200$ 网目占70%时，是270—3000公斤/小时，相应的电动机的功率消耗是7.4—73.6瓩。

笼型破碎机<sup>①</sup>(девинтратор)如图8所示，它带有一个可拆下的外罩，而由两个箱子 $a$ 和 $b$ 组成(图中箱子是分开画的)，一个箱子套在另一个的里面，并沿着相反的方向转动。待粉碎的物料用螺旋给料机 $d$ (此时，

图9 注流喷射器

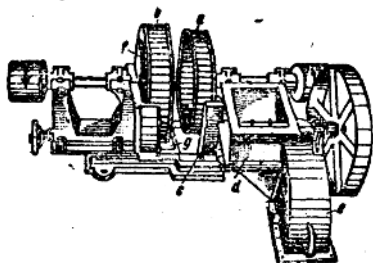
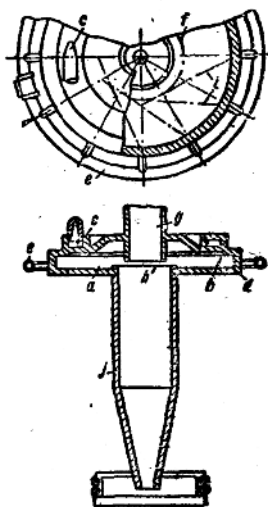


图8 籠型破碎机



<sup>①</sup> 籠型破碎机在苏联是根据 [OCT 3489] 标准，用锰钢来制造破碎棒，因而可以使用很长的时间而不须修理。

图 8 中单独给出的罩子上盖  $e$ ，须盖在筛子的上方）由大筛子的一侧给到孔  $f$  中，並落在小筛子里面，而后被抛在两圈棒条之间的空隙里，经过破碎后由孔口  $g$  排出。筛型破碎机的尺寸（大筛子的直径）在 300 到 1350 毫米之间，周边速度为 20—30 米/秒，额定的生产率是 1.8—51 吨/小时，依机械的尺寸及物料的性质而异。

**应用。**筛型破碎机主要是用于碎散干燥粉料时所形成的团块，同时也可以用于破碎很软的和很脆的物料，例如磷灰土、粘土、盐、明矾、矿物颜料和硅藻土等。

**注流喷射器** (струнный пульверизатор)，如图 9 所示，是由固定的平的圆形室  $a$  构成，待粉碎的物料从上方经管子  $g$  並沿管子  $b$  和孔道  $c$  给入其中，孔道  $c$  是在上面以彼此相等的距离配置着。蒸气或气体以高速度经外喷嘴  $d$  由管子  $e$  给入，给入的方向  $i$  是和圆周  $f$  相切。

气体或蒸气在喷嘴处膨胀至大气压力时，静压力即转变为速度压力。这些气流的动能迫使室  $a$  中的内在物迅速地在里面旋转，结果使固体粒子积累在周边，並继续受着气流的作用。有人认为，气流的大部份动能是消耗在室的入口以下 2—5 毫米的距离内，因而造成了速度的局部急剧下降，並使粒子在破碎带发生剧烈的碰撞。

最剧烈的粉碎作用乃是发生在物料本身的粒子之间。这点可从如下的事实看出，即当采用橡皮衬里时，並不会显著地减少作业的效率。设备的磨损很大，对于某些物料甚至达到了不能允许的程度。

最细的固体粒子，一方面聚集起来，一方面向着室的底部的中央孔  $h$  移动（孔的直径大约为室的直径三分之一）。随同气流一起被甩到集尘器  $j$  的器壁上。

肯定是，在室  $a$  中的分级愈是精确，则在集尘器中对细尘的捕集也是愈好。集尘器由气流中回收细尘的效能是随着产品粒度的减小而提高的，並在集尘器中可回收出 85—90% 的固体粒子。

只要允许则均使用蒸气，因为这在经济上最便宜。

此外，采用蒸气还可得到比用空气更细的产品。但是，在不适于高温工作的情况下，则仍不得不使用空气。空气的压力一般大约是 7 个大气压，过热的蒸气则是 6—33 个大气压，温度是 260°—380°C。

室的尺寸（直径）当高度为 25—62 毫米时，是 300—900 毫米。喷嘴的数目为 6 到 16 个。其直径为 3—9 毫米。原料粒度应不超过 3 毫米。生产率

由每小时几十克到180公斤。

应用。上述机械在粉碎作业成本上，並不比其他用于較粗磨碎作业的设备为高。粉碎的粒度在25网目以下时，在經濟上最合算。在某些情况下，还可得出很細的产品，例如几个微米粒度的产品。因而，这种机械可以用之于获得几种具有特殊粒度特性的产品，尽管它在工业上应用还很有限。

在粉碎重晶石由20网目至—3微米时，蒸气的消耗为每公斤物料3公斤蒸气，在同样的条件下粉碎滑石时，每公斤物料需6公斤蒸气。

粉碎石墨至2微米的蒸气消耗是每公斤原料15公斤蒸气，而粉碎二氯化钛时，每公斤物料只需1.5公斤蒸气。

### 碾 磨 机

干式磨碎的碾磨机是按智利磨的作用原理进行工作的（见第五篇，第二章）。在图10所示的构造中具有一个底盘或碾盘，其上带有薄铁板制的围堰和鑄鉄制的鑽孔底板a，底板a由垂直軸c带动。

在底板上面安置着輥子或碾子b，它們的軸应当是这样安置，即不要使这两个輥子直接与底篩接触。在这种情况下，被粉碎物料本身即在上面构成了一个床层，借輥子与物料間的摩擦力而迫使輥子轉动，並进行粉碎工作。

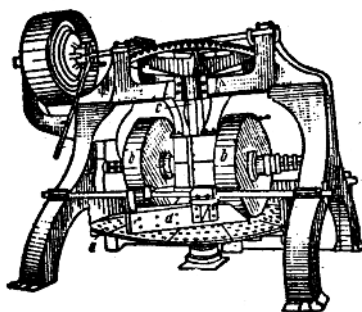


图 10 干式粉碎的碾磨机

粉碎作用借施力于輥子上的弹簧或水力压力，抵制輥子的向上运动而得到加强。偏向的刮板d将物料刮集到輥子的下方。

在其他种型式的机械中，底板不带孔，而产品则自碾盘的周缘用刮刀卸下，刮刀装置成一定的高度。也有这样的碾磨机，在这里是輥子轉动的同时进行碾磨，而底盘则不转动。在輥子轉动的同时，刮板亦随之运动，因而将待粉碎的物料刮集到輥子的下面。

輥子和底板一般是用耐磨的鋼或淬火的生铁制造的。如未被粉碎的物料不允许被金属粒子污染，则底盘可用硬的石料制做。輥子可用石料或陶瓷制作。

尺寸。底盘的直径在 1.5 到 3 米之間，輥子则在  $135 \times 600$  到  $330 \times 1375$  毫米之間，輥子的重量每个为 400 到 3700 公斤。轉数是每分鐘 25—30 轉。生产率在粉碎粘土时是 0.9—13.5 吨/小时，电动机的功率为 7.4—44.2 瓩。

側边排料的机械要比上述的机械大而且重（ $400 \times 1500$  毫米的重为 6 吨），而轉数则达到每分鐘 50 轉。生产率为 38—68 吨/小时，但所得到的产品则比前述的机械为粗。

用石料制做輥子的碾磨机的生产率要低很多，并且常常采用間断給料和間断排料的工作方式。带孔的底板在这里不能采用，而周边排料也似乎不太方便。

陶瓷做的底盘一般的厚度是 100—150 毫米的，輥子的尺寸在  $356 \times 419$  到  $457 \times 1372$  毫米之間。

应用。碾磨机主要是用在粘土和陶瓷工业上，用它混合粘土，粉碎耐火粘土、石英和其他必須在較粗块度下碾碎，並須防止被金属粒子污染的材料。

上述机械尽管在粘土工业上已有某些推广，但球磨机和礱磨机却已与之发生了竞争，因为在动能消耗和經營費用上，碾磨机均比上述机械为高，特别是当固体物料需要磨碎到很細的时候。

### 輥式破碎机

堆积給料的輥式破碎机也可用于細粉碎，并且也常作为細粉碎的机械使用。不过看来，采用其他型式的机械，则是更合适些。

### 輥輪磨碎机

在这种机械中有一个大的金属圆环，沿着环的内表面有一个或若干个尺寸較小的輥輪滚动着。这些輥輪即将引入到工作面之間的固体粒子压碎，这