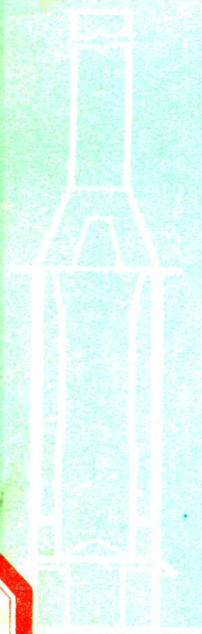




“小水泥”技术丛书

磨 粉



06

中国建筑工程出版社

本书内容主要包括：小水泥厂常用球磨机的构造与操作、研磨体的级配和装载量、提高磨机产量的一般方法等，此外还叙述了几种破碎设备和磨机的简单计算。对于小水泥厂的某些技术改进，书中也有所介绍，可供小水泥厂看磨工人、技术人员阅读。

本书由山东省基本建设委员会建材局组织济南水泥厂和淄博建筑材料工业学校负责编写。

“小水泥”技术丛书
粉 磨
“小水泥”技术丛书编写组

★

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷

★

开本：787×1092毫米 1/32 印张：3 1/2 字数：73 千字

1973年4月第一版 1976年6月第二次印刷

印数：24,271—38,670册 定价：0.24元

统一书号：15040·3049

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

我们必须逐步地建设一批规模大的现代化的企业以为骨干，没有这个骨干就不能使我国在几十年内变为现代化的工业强国。但是多数企业不应当这样做，应当更多地建立中小型企业，并且应当充分利用旧社会遗留下来的工业基础，力求节省，用较少的钱办较多的事。

出版者的話

在毛主席制定的“以农业为基础、工业为主导”的发展国民经济总方针和一整套“两条腿走路”方针指引下，我国小水泥工业得到了蓬勃的发展。广大群众发扬自力更生、艰苦奋斗的革命精神，就地取材，土法上马，使一个个小水泥厂迅速建成，投入生产，有力地支援了农田水利建设和地方工业基本建设。目前，各省、市、自治区都在以路线斗争为纲，坚持为农业服务的方向，狠抓巩固提高，有计划地发展小水泥生产。

为了适应小水泥工业的发展形势，以及加强企业管理和进行技术教育的需要，我们请山东省建委、广东省建工局、江苏省基建局、浙江省基建局、四川省建委组织有关单位编写了这一套“小水泥”技术丛书，给小水泥厂广大职工提供必要的生产知识和技术资料。

这一套丛书共分为《水泥生产知识》、《原料与配料》、《粉磨》、《烧成》、《生产设备》、《化学分析与生产控制》、《简易物理检验》和《无熟料水泥》八个分册，将陆续出版。

这一套丛书从当前大多数小水泥厂的实际情况出发，重点介绍年产量在一、二万吨左右的小水泥厂有关生产设备、操作技术以及简易检验方法等。为了便于新工人学习技术，有些分册还专门写了一些基础知识。

在编写过程中，承蒙山东省建委、广东省建工局、江苏省基建局、浙江省基建局、四川省建委的大力支持，组织编

写人员深入到小水泥厂作了一些调查研究，收集了有关的技术资料，征求过一些小水泥厂工人、技术人员的意见；同时还得到国家建委设计、科研单位的帮助。“小水泥”技术丛书编写组同志，集体讨论审查了各分册的具体内容，力求使这套丛书能适合初中文化程度的广大职工阅读。但是，由于小水泥工业是个新事物，经验总结得还不够，书中缺点、错误在所难免，希望广大读者提出意见，以便再版时订正。

目 录

第一章 破碎和破碎机.....	1
第一节 概述.....	1
第二节 颚式破碎机.....	5
一、颚式破碎机的构造和工作原理.....	5
二、颚式破碎机的操作维护要点.....	7
第三节 锤式破碎机.....	9
一、锤式破碎机的构造和工作原理.....	9
二、锤式破碎机的操作维护要点.....	11
第四节 反击式破碎机.....	13
一、反击式破碎机的构造和工作原理.....	13
二、反击式破碎机的操作维护要点.....	15
第五节 滚式破碎机.....	16
一、滚式破碎机的构造和工作原理.....	16
二、滚式破碎机的操作维护要点.....	17
第二章 粉磨和磨机.....	18
第一节 概述.....	18
一、间歇磨.....	19
二、连续操作的磨机.....	21
第二节 球磨机的构造及改进.....	21
一、筒体与磨头.....	21
二、主轴承.....	24
三、衬板.....	26
四、隔仓板.....	28
五、进料和卸料装置.....	29
六、传动装置.....	32
七、磨机的喂料装置.....	35
第三节 托轮磨.....	37

第四节 粉磨过程	41
一、球磨机粉磨物料的基本作用	41
二、粉磨的基本工艺流程	42
三、粉磨細度的意义	43
第三章 磨机的计算	44
第一节 磨机轉速的确定	44
一、磨机的临界轉速	44
二、磨机的工作(适宜)轉速	45
第二节 磨机生产能力的計算	46
一、磨机設計产量的計算	47
二、每吨研磨体的产量計算	49
三、生产中的实际計量方法	50
第三节 磨机所需动力的計算	52
第四节 磨机通风量的計算	54
第四章 研磨体	56
第一节 研磨体的种类	56
第二节 研磨体裝載量的确定	57
一、研磨体裝載量和填充系数的計算	57
二、填充系数的确定	59
第三节 研磨体的級配	61
一、研磨体級配的重要性	61
二、研磨体級配的一般情况	61
三、平均球径的計算	63
第四节 研磨体裝載量和級配是否合理的判断方法	66
一、根据产品細度来判断	66
二、停磨观察磨內球、料情况	67
三、用篩析曲线来判断	67
第五节 研磨体的补充和清仓	70
一、研磨体的补充	70
二、磨机的清仓	72

第五章 磨机操作	74
第一节 間歇式球磨机的操作	74
第二节 开流式球磨机的操作	75
一、磨机的試运转与正式投产	75
二、磨机的开车和停車	77
三、正常情况下的操作	78
四、不正常情况的原因和处理	81
第三节 輸送设备及其操作注意事項	83
一、皮帶輸送机	83
二、斗式提升机	84
三、螺旋輸送机	84
四、空气輸送斜槽	86
第四节 选择与使用潤滑剂的常識	88
一、潤滑油	89
二、潤滑脂	90
三、潤滑油的再生	91
第六章 提高磨机产量的途径	92
第一节 影响磨机正常生产的几个問題	92
一、物料的易磨性	92
二、入磨物料的水分	93
三、磨內的温度	94
四、喂料的均匀性	94
第二节 提高磨机产量的一些措施	95
一、縮小物料粒度	95
二、加强磨机通风	96
三、适当加快磨机轉速	99
四、使用助磨剂	100
五、安装选粉机	100

第一章 破碎和破碎机

第一节 概 述

用机械或手工的方法将大块物料分裂成小块的操作，称为破碎，它是水泥生产中的重要工序之一。大块硬质物料在干燥和粉磨之前，均需经过破碎。把大块原料破碎成小块后再送入烘干设备，由于它的暴露面积增大了，增加了与热气体的接触机会，因而加速物料的烘干过程，提高烘干效率，节约燃料。

此外，由于破碎机的电耗远较磨机为小，在粉磨之前将物料破碎，使入磨物料粒度减小，可以提高磨机的粉磨效率，降低电能消耗。

小水泥厂需要破碎的物料有石灰石、铁矿石、熟料、石膏等，在冬季，冻结成块的粘土也需破碎。

习惯上按破碎后物料直径的大小，将破碎过程分为三类：物料块直径大于100毫米的称为粗碎；直径为30~100毫米的称为中碎；直径在3~30毫米的称细碎。

固体物料破碎前、后的形状多为不规则的，而且其大小也很不一致。为了便于研究破碎过程及选择破碎设备，提出了“平均粒径”和“破碎比”（也称粉碎比）的概念。

所谓“平均粒径”，对于一块形状不规则的颗粒来说，可按下式计算：

$$d_{\text{均}} = \frac{l+b+h}{3} \text{ (毫米)}$$

式中的 l 、 b 、 h 表示物料按三个相互垂直方向量出的尺寸。

对于一堆大小不同的颗粒来说，首先要用一套筛子分级，通过某一个筛而留在下一个筛上的物料算作一级，并称出各级物料的重量，计算各级物料的平均粒径：

$${}_n d_{\text{均}} = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

式中 ${}_n d_{\text{均}}$ ——某一级物料颗粒的平均粒径（毫米）；

d_1 、 d_2 ——上下两个筛网的孔径（毫米）。

然后根据各级物料的重量及其平均粒径，按下式计算这一堆物料颗粒的平均粒径：

$$D_{\text{均}} = \frac{{}_1 d_{\text{均}} G_1 + {}_2 d_{\text{均}} G_2 + {}_3 d_{\text{均}} G_3 + \dots + {}_n d_{\text{均}} G_n}{G_1 + G_2 + G_3 + \dots + G_n}$$

式中 $D_{\text{均}}$ ——一堆大小不同物料的平均粒径（毫米）；

${}_1 d_{\text{均}}$ 、 ${}_2 d_{\text{均}}$ 、 ${}_3 d_{\text{均}}$ …… ${}_n d_{\text{均}}$ ——每级颗粒的平均粒径（毫米）；

G_1 、 G_2 、 G_3 …… G_n ——每级颗粒的重量（公斤）。

某水泥厂入磨石灰石的平均粒径计算实例介绍如下：

筛孔 (毫米)	20~25	15~20	10~15	5~10	1~5	0~1
重量 (公斤)	0.15	0.80	1.34	2.23	3.00	2.45

根据公式计算每级石灰石颗粒的平均粒径：

$${}_1 d_{\text{均}} = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{25 + 20}{2} = 22.5 \text{ 毫米}$$

用同样的方法算得： ${}_2d_{均}=17.5$ 毫米、 ${}_3d_{均}=12.5$ 毫米、 ${}_4d_{均}=7.5$ 毫米、 ${}_5d_{均}=3.0$ 毫米、 ${}_6d_{均}=0.5$ 毫米。

入磨石灰石的平均粒径为：

$$\begin{aligned}
 D_{均} &= \frac{{}_1d_{均}G_1 + {}_2d_{均}G_2 + \cdots + {}_6d_{均}G_6}{G_1 + G_2 + \cdots + G_6} \\
 &= \frac{22.5 \times 0.15 + 17.5 \times 0.80 + 12.5 \times 1.34 +}{0.15 + 0.80 + 1.34 +} \\
 &\quad \frac{+ 7.5 \times 2.23 + 3.0 \times 3.00 + 0.5 \times 2.45}{+ 2.23 + 3.00 + 2.45} \\
 &= 6.13 \text{ 毫米}
 \end{aligned}$$

入磨物料的平均粒径是调配磨机内研磨体的重要依据之一；物料平均粒径大时，就可适当多用一点较大直径的钢球，反之，则宜用直径较小的钢球。

所谓“破碎比”，是用来表示物料在破碎前后尺寸变化的程度，并能表示破碎机的进出料口大小之比。一般所说的破碎比是指平均破碎比，即物料破碎前后平均粒径之比。

$$i = \frac{D_{均前}}{D_{均后}}$$

式中 i ——平均破碎比；

$D_{均前}$ ——物料破碎前的平均粒径（毫米）；

$D_{均后}$ ——物料破碎后的平均粒径（毫米）。

此外，还可用破碎机的允许最大进料口尺寸（或有效进口尺寸）与最大出料口尺寸之比来表示破碎比的，称为公称破碎比，用它来简易地表示和比较各种破碎机的破碎特性。需要注意的是，平均破碎比较公称破碎比为低（约低10~30%），因此在作破碎机的选型时需要注意，不可混淆。

一般破碎机的平均破碎比为3~30。

对一定性质的物料而言，破碎比是确定破碎作业程序和选择破碎机类型、规格尺寸的主要依据。例如某一水泥厂开采的石灰石的粒度一般为 300 毫米，而要求入磨石灰石粒度为 20 毫米，可知要求的破碎比是 15，于是可选用进口尺寸大于 300 毫米，破碎比在 15 以上的某种类型的破碎机作为本厂的破碎设备。如果只用一种类型的破碎机满足不了要求，就需要再选择另一种类型的破碎机，进行二级破碎。在小水泥厂中，根据原料性质、粒径大小、要求的破碎比及可能选用的破碎设备等因素选择破碎作业工艺流程，普遍采用的有下述两种工艺布置：

1. 一级（一段）破碎 物料经喂料溜子进入破碎机破碎后即得到所需粒度的碎石。这种布置简单，只要有一台符合产量要求的破碎机即能满足，操作管理比较容易，所需工人也少，是当前小水泥厂最常用的一种工艺布置方案。

2. 二级（二段）破碎 大块物料先经过第一级破碎机粗碎，再喂入第二级破碎机进行中碎（或细碎），得到要求粒径的碎石。这种工艺布置，适于原料块大于 300 毫米，而一级破碎又难达到要求的破碎比的情况，它能保证供给粉磨所需的合格碎石，为磨机正常生产提供了有利条件。但是，所需设备多，流程较复杂，需要的操作工人也较多。

有些小水泥厂为了充分发挥破碎机的能力，在破碎机下料溜子前安一简易平面筛板，预先把不需要破碎的细粒筛出，这就使破碎机充分用来破碎大块物料。还有的厂把破碎后的碎石先经过简易回转筛，将不合格的大块筛出再送回破碎机，以保证入磨物料的粒度符合粉磨的要求。这些措施，为充分利用设备、提高磨机产量，创造了有利的条件。

破碎机的种类很多，常用的有颚式破碎机、锤式破碎

机、反击式破碎机和滚式破碎机。

第二节 颚 式 破 碎 机

颚式破碎机是水泥厂及其它许多工业部门广泛使用的一种粗碎和中碎设备。这种破碎设备具有结构简单、牢固，适应性大，操作维护方便等特点。

根据活动颚板的运动特性，把颚式破碎机分作简单摆动式、复杂摆动式和组合摆动式三类。其中，复杂摆动式颚式破碎机在小水泥厂中采用得较多，故以它作为介绍的重点。

颚式破碎机的规格常用其进料口的尺寸（长×宽）来表示。一般小水泥厂用的规格多为 500×250 毫米和 400×250 毫米的。 500×250 毫米的颚式破碎机，最大进料粒度为200毫米，出料口宽度为20~80毫米，出料粒度为50毫米，产量为8~10吨/小时，电动机功率为20瓩。

一、颚式破碎机的构造和工作原理

复杂摆动式颚式破碎机的构造如图1-1所示。它的主要部件是：固定颚板1，悬挂在偏心轴4上的活动颚板2，拉杆10与推板6。

电动机带动皮带轮及偏心轴转动，使活动颚板作往复摆动，填充在两颚板间的物料受到挤压力而碎裂并由下口排出。推板对活动颚板起支撑作用，并且还是一个保险装置。

复杂摆动式颚式破碎机的活动颚板在作往复摆动的同时还有很大程度的上下运动，因此物料不只受到压碎作用，还部分地受研磨作用。它的特点是结构简单、紧凑，总的机械摩擦损失小，因而可以降低能量消耗；此外，由于颚板有

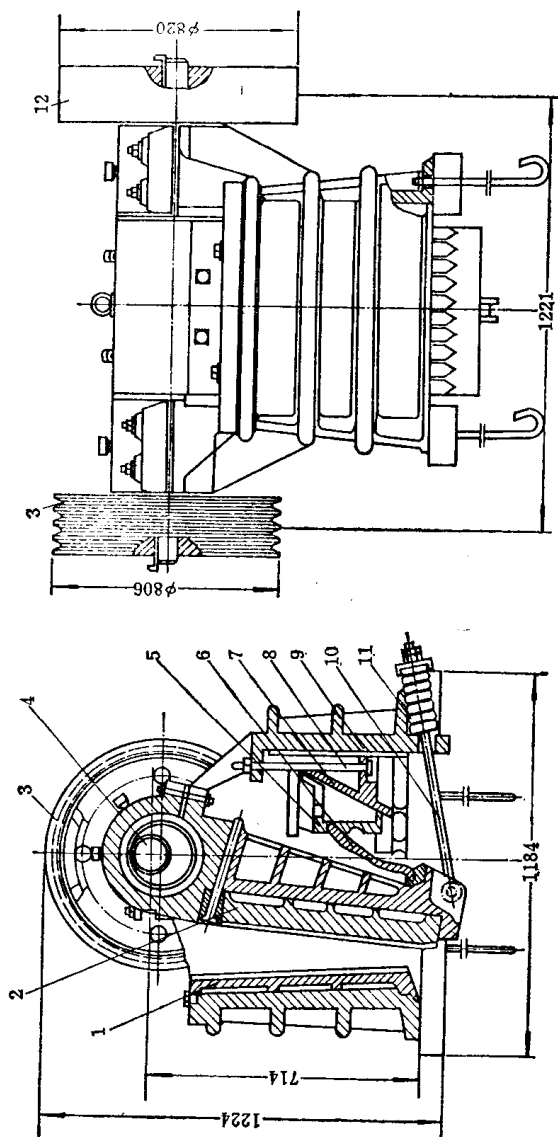


图 1-1 复杂摆动式颚式破碎机

1—固定颚板；2—活动颚板；3—皮带轮；4—偏心轴；5—前楔形顶座；6—推板；7—后楔形顶座；8—调节螺杆；9—机座；10—拉杆；11—压力弹簧；12—飞轮

上下运动，有利于排料并使碎石形状比较规则。但是事物总是“一分为二”的，与简单摆动式颚式破碎机相比，复杂摆动式颚式破碎机因其颚板的上下移动很大，加剧了颚板与物料间的摩擦，故颚板上的护板更容易磨损。

简单摆动式颚式破碎机的活动颚板是悬挂在单独的悬轴上的，偏心轴通过连杆和推板使颚板只作往复摆动。而组合摆动式颚式破碎机则兼有上述两类的运动特点。

从使用的角度来看，颚式破碎机能处理较大块的物料，操作管理简单，维修方便，设备费用也较低。但是在颚板的每一运动周期中只有挤压物料时才做有效的功，颚板后退时即不起破碎作用，所以有间断性，动力消耗也大些；在运转过程中产生很大的惯性力，零件承受的负荷大；再一个缺点是破碎比不大，约4~7。

颚式破碎机适于破碎脆硬性的块状物料，对于具有片状结构的物料则不大适合，故多用来破碎石灰石、铁矿石、砂岩、石膏等，也可破碎熟料大块。

二、颚式破碎机的操作维护要点

正确地进行操作和良好的维护工作，是充分发挥设备能力的重要条件。

颚式破碎机在开车前应检查设备的传动、润滑、安全防护（应有防护装置）及主要零件是否完好，并注意传动轮的三角皮带要松紧适当。与破碎机相联系的输送系统也必须进行检查，证明都处于良好状态时才可以开车。

如有喂料设备和碎石输送设备，则开车时，首先开动碎石的输送设备，然后开动颚式破碎机，最后才开喂料设备。

在机器运转过程中必须做到均匀喂料，加料过多易造成

堵塞,加料不足或者空转则浪费动力;喂料时要随时注意防止混入金属块,否则会使推力平板折断,或者把颚板卡死,严重时还会发生事故;要经常注意润滑油是否充足,并检查轴瓦温度,如超过 60°C 就应停车进行检查。随时注意电流表的读数,这是判断运转情况的主要依据之一。在整个运转过程中,如发现有敲击或震动声时应检查拉力弹簧、地脚螺丝、轴承螺丝等是否松动,及时排除故障。严格禁止在设备运转时进行修理和调整,以保证人身和设备安全。

停车前必须将颚板间的物料全部放空,否则堵死颚板,使下次无法开车。

颚板上的护板(也叫做齿板)是用锰钢制成的,容易磨损,当下端的齿磨平后可以调头继续使用,以节约钢材。在安装护板时,应使活动颚板的凸棱正好对着固定颚板的凹槽,这样对破碎物料是有利的。另外颚式破碎机的侧护板也易磨损,故多用耐磨金属制成。

由于颚板、推力平板以及安放推力平板的钢口(又称推力平板衬)的磨损,排料口逐渐变大,当碎石粒度不合格时就应及时调整,防止因物料粒度的波动影响磨机的正常生产。

排料口由大调小时,首先把压力弹簧松开,并旋转吊挂楔铁的螺栓,使楔铁上升。调节座就向前移动,排料口即可变小。排料口由小调大时,可直接旋转吊挂楔铁的螺丝,使楔铁下降,调节座向后移动,排料口即可变大。

在调节时,楔铁上的两个螺栓必须受力一致,防止损坏,并调节压力弹簧松紧适当,最后用手拉动皮带使颚板摆动,检查是否有碰撞现象。

第三节 锤式破碎机

锤式破碎机也是水泥厂常用的破碎设备之一，它被广泛用于各种中等硬度脆性物料（如石灰石、煤、页岩、铁矿石等）的中碎与细碎。

一、锤式破碎机的构造和工作原理

锤式破碎机的构造如图1-2所示。圆盘2借长键固定在主轴1上，每两个圆盘之间用隔环3分开并起定位作用，每个圆盘上有两圈圆孔，锤头5用小轴4悬挂在圆盘上，这样就组成了锤式破碎机的转子。

在破碎机下部装有由篦条6组成的出料篦条组，碎石即通过篦条间的缝隙经机壳的卸料口卸出。

电动机带动主轴使转子高速旋转，物料由加料口进入后被锤头猛烈冲击，大部分即可达到符合要求的粒度，少数较大块因通不过篦缝，继续被锤击碎。如果在物料中混入螺帽、销钉等杂物，由于锤头活动地悬挂在圆盘上、能够沿悬挂轴回转而避开，这就可避免机器损坏。

根据转子主轴的数目，锤式破碎机分为单转子锤式破碎机与双转子锤式破碎机两类。小水泥厂多采用单转子锤式破碎机。

锤式破碎机的规格是以转子直径（ ϕ ） $\times$ 转子工作长度来表示的。小水泥厂常用 $\phi 600 \times 400$ 、 $\phi 375 \times 300$ 毫米的， $\phi 600 \times 400$ 毫米的锤式破碎机，最大进料尺寸为100毫米，出料尺寸小于35毫米，破碎石灰石时产量约为12吨，电动机功率为17瓩。

单锤式破碎机具有结构紧凑，构造简单，生产能力高，