



SHAOJIE ZHUANWAGONGYE
JIXIESHEBEI

烧结砖瓦工业机械设备

上册

马恩普 汤伟立 主编

武汉工业大学出版社

内 容 提 要

本书系根据1984年编制并经同年长春会议通过的《烧结砖瓦工业机械设备教学大纲》编写的，分上、下册出版。上册内容有：物料的破碎及其破碎设备，给料设备，筛分与磁选设备，原料的脱水及烘干设备，原料的搅拌、净化和陈化设备，成型设备等。下册内容有：湿坯的切割与码放设备，除尘设备，采掘和运输机械，干燥室及窑炉附属设备等。

本书可作为中等专业学校烧结砖瓦专业的教学用书，也可供有关工程技术人员参考。

烧结砖瓦工业机械设备

上册

马恩普、汤伟立 主编

责任编辑 朱益清

武汉工业大学出版社出版发行

武昌珞珈路14号

新华书店湖北发行所经销

湖南省华容县印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张13.375 字数300,000

1989年6月第1版

1989年6月第1次印刷

印数1—2,000

ISBN 7-5629-0169-4/TU·0017 定价2.70元

前 言

本书是根据1984年编制并经同年长春会议通过的《烧结砖瓦工业机械设备教学大纲》编写的。

本课程的目的和任务是：使学生对于各种类型的烧结砖瓦厂的机械设备有一个系统的了解；掌握常用机械设备的基本构造、工作原理、主要参数计算及选型；结合我国国内烧结砖瓦工业机械设备的发展现状，初步了解国外同类机械的结构特点和性能；掌握正确使用、维修和管理设备的要领。

在讲授本课程时，应辅以直观教学。课程中的部分内容可留给学生自学。讲授时可适当扩大参考资料的范围，尤其是国外的新技术装备，使学生对本专业机械设备的发展有所认识，并对学生的思维和创新起到一定的引导作用。

本书第六、七两章由汤伟立同志编写，其它各章由马恩普同志编写。全书由武汉工业大学北京研究生部史新副教授主审，并经北京市建筑材料机械厂闻醒光工程师及北京市南湖渠砖厂有关同志审阅，在此一并表示感谢。

为了取得硅酸盐专业中等专业学校同类教材内容的一致性，编写过程中直接选用了《水泥工业粉磨工艺及设备》一书的部分内容，同时还参考和选用了《硅酸盐工业机械装备》、粘土砖瓦工艺《成型》分册及《风选锤式粉碎机》等书中的有关内容。在此，谨对上述各书的编者表示感谢。

由于国内尚无正式出版烧结砖瓦生产工艺及设备的专业教材，故本书所涉及内容的深度及广度、针对性及适用性均有待探讨。

本书存在的缺点和错误，敬请广大读者批评指正。

编 者

1986年5月

目 录

第一章 物料的破碎及其破碎设备	(1)
第一节 概述	(1)
一、基本概念	(1)
二、物料粉碎理论	(3)
三、砖瓦生产中常用的破碎方式与破碎机械	(7)
第二节 颚式破碎机	(8)
一、颚式破碎机的结构及工作原理	(8)
二、颚式破碎机的主要部件	(13)
三、颚式破碎机的主要参数	(14)
四、操作与维修要点	(19)
第三节 锤式破碎机	(20)
一、锤式破碎机的构造与工作原理	(20)
二、锤式破碎机主要参数的确定	(23)
三、锤式破碎机操作维修要点	(24)
第四节 风选锤式粉碎机	(25)
一、风选锤式粉碎机的构造及工作原理	(25)
二、风选锤式粉碎机有关参数的计算	(31)
三、风选锤式粉碎机的操作与维修	(32)
第五节 反击式破碎机	(35)
一、反击式破碎机的构造及工作原理	(35)
二、反击式破碎机的主要部件	(39)
三、反击式破碎机的主要技术参数	(40)
四、反击式破碎机的操作与维修要点	(42)
第六节 辊式破碎机	(43)
一、高速细碎对辊机的构造和工作原理	(43)
二、辊式破碎机的主要技术参数	(51)
三、对辊机的操作与维修	(53)
第七节 笼式粉碎机	(54)
第八节 轮碾机	(56)
一、轮碾机的构造	(58)
二、轮碾机的主要技术参数	(60)
三、轮碾机的操作与维修要点	(64)
四、与湿磨轮碾机配用的圆盘喂料机	(66)
第九节 粘土过滤对辊机	(66)
一、过滤对辊机的结构和工作原理	(68)

二、过滤对辊机的操作维修要点	(71)
第十节 其它破碎设备	(71)
一、齿辊破碎机	(71)
二、圆盘筛式喂料机	(72)
三、冲击除石破碎机	(74)
四、双辊除石机	(76)
五、筛式捏合机	(77)
第十一节 破碎设备的选型	(78)
一、生产工艺对选择破碎系统的要求	(78)
二、破碎设备的选型	(79)
第二章 给料设备	(81)
第一节 箱式给料机	(81)
一、概述	(81)
二、结构及工作原理	(81)
三、箱式给料机生产能力的计算	(88)
四、箱式给料机的使用与维修	(89)
第二节 槽式给料机	(89)
一、槽式给料机的结构及工作原理	(89)
二、槽式给料机的生产能力	(91)
第三节 圆盘给料机	(91)
一、吊式圆盘给料机的结构与工作原理	(92)
二、生产能力的计算	(93)
第四节 电磁振动给料机	(96)
一、电磁振动给料机的结构及工作原理	(96)
二、生产能力计算	(98)
三、使用性能	(99)
第五节 其它给料设备	(100)
一、叶轮给料机	(100)
二、螺旋给料机	(101)
三、胶带给料机	(102)
第三章 筛分与磁选设备	(104)
第一节 筛分机械	(104)
一、筛网	(104)
二、固定筛	(105)
三、圆筒旋转筛	(105)
四、振动筛	(106)
五、筛分机械的工作参数和生产率计算	(110)
第二节 磁选设备	(114)
一、磁选的原理及吸力计算	(114)
二、电磁分离器	(114)
三、金属探测器	(119)

第四章 原料的脱水及烘干设备	(120)
第一节 耙式浓缩机	(120)
一、耙式浓缩机的构造及工作原理	(120)
二、耙式浓缩机的技术计算	(121)
三、灰浆输送管路的计算及泵的选型	(125)
四、浓缩脱水系统的操作注意事项	(129)
第二节 真空过滤机	(130)
一、转筒真空过滤机的结构和工作原理	(130)
二、影响真空过滤机过滤效果的因素	(134)
三、真空过滤机的选型计算	(135)
四、辅助设备的选型	(136)
第三节 回转烘干机	(136)
一、回转烘干机的构造和工作原理	(138)
二、回转烘干机的计算	(140)
第五章 原料的搅拌、净化和陈化设备	(145)
第一节 双轴搅拌机	(145)
一、双轴搅拌机的结构和工作原理	(145)
二、净化搅拌机的结构和工作原理	(151)
三、双轴搅拌机的有关计算	(153)
四、操作与维修	(154)
第二节 粘土净化机	(154)
一、粘土净化机的结构和工作原理	(155)
二、粘土净化机的使用与维修	(158)
第三节 混合料的陈化设备	(158)
一、圆形湿化塔	(158)
二、矩形湿化箱	(161)
三、圆形湿化塔和矩形湿化箱的比较	(163)
第六章 成型设备	(164)
第一节 概述	(164)
第二节 挤砖机	(165)
一、挤砖机的工作原理及构造	(165)
二、挤砖机的主要部件	(168)
三、挤砖机的主要参数	(188)
四、挤砖机的操作和维修	(191)
五、环槽挤砖机	(196)
六、真空泵	(197)
第三节 瓦的成型机械	(199)
一、回转式压瓦机	(199)
二、推拉式压瓦机	(203)
三、挤出瓦的成型与切割	(204)

第一章 物料的破碎及其破碎设备

第一节 概 述

一、基本概念

1. 破碎

用机械的方法施加外力，克服固体物料的内聚力而将其分裂的操作称为破碎或粉碎。凡将大块物料分裂成小块物料的操作称为破碎；将小块物料磨碎成细粉的操作称为粉碎。根据破碎、粉碎处理后物料块度的不同，一般可将破碎作业分为五级，即

粗碎：处理后物料块度大于100mm；中碎：处理后物料块度为30~100mm；细碎：处理后物料块度为3~30mm；粗磨：处理后物料块度为0.1~0.3mm；细磨：处理后物料块度小于0.1mm。

砖瓦生产所用的原料，按对处理后物料块度的要求，大致可将破碎作业分为三级，即

粗碎：处理后物料块度为40~80mm的占70%以上；中碎：处理后物料块度为3~40mm的占70%以上；粉碎：处理后物料块度小于3mm的占70%以上（实心砖或多孔砖）；处理后物料块度小于1mm（高孔洞率薄壁空心制品和瓦）。

2. 破碎比

物料破碎前后最大块直径之比，称为破碎比

$$i = \frac{D_{1\text{最大}}}{D_{2\text{最大}}} \quad (1-1)$$

式中 $D_{1\text{最大}}$ ——破碎前物料最大块直径； $D_{2\text{最大}}$ ——破碎后物料最大块直径。

物料的最大块直径，通常以能够通过95%该物料的筛孔尺寸表示。若以物料破碎前后的平均直径之比表示，则称之为平均破碎比。此外，也可用破碎机的允许最大进料口尺寸与最大出料口尺寸之比表示，通常称为公称破碎比。由于最大进料块尺寸总小于设备的允许最大进料粒度，因此，破碎设备的实际破碎比都比公称破碎比低10~30%。

各种破碎机的破碎比都有一定的范围，生产中要求高破碎比时，就要接连使用的多台或多台破碎机进行破碎。这时，串联使用的破碎机数量称作破碎级数。如：两台连用，就称作二级破碎；三台连用，称作三级破碎（或多级破碎）。第一级破碎的入料平均粒径与最末一级破碎的出料平均粒径之比称作总破碎比。总破碎比也可由各级破碎机的破碎比乘积来表示，即

$$i = i_1 i_2 \cdots i_n \quad (1-2)$$

式中 i ——多级破碎系统的总破碎比； $i_1, \dots, i_n$ ——各级破碎机的破碎比。

对于破碎机械来说，破碎比是评定机械效能的一项重要指标。对于物料来说，破碎比是确定破碎或粉碎工艺流程与设备选型的重要依据。

3. 平均粒径表示方法

$$d_c = \frac{l+b+h}{3} \quad (1-3)$$

式中 d_c ——平均粒径； l, b, h ——料块在三个互相垂直为向上测得的尺寸。

形状及大小不同的料堆（混合物料），其平均粒径

$$d_c = \frac{G_1 d_1 + G_2 d_2 + \dots + G_n d_n}{G_1 + G_2 + \dots + G_n} \quad (1-4)$$

式中 $G_1, \dots, G_n$ ——每级颗粒的质量； $d_1, \dots, d_n$ ——每级颗粒的平均粒径。

4. 矿石强度及硬度系数

各种矿石都具有承受一定外力的机械强度。根据施加外力的性质，机械强度可分为抗压强度、抗折强度和抗拉强度等。当施加的外力超过该物料的机械强度极限时，就会发生破裂。

一般地说，矿石的机械强度越大就越难破碎，所消耗的动力也越大。通常采用普氏硬度系数来评定矿石的强度。所谓普氏硬度系数（ f ）是矿石的极限抗压强度（ $\sigma_{压}$ ）除以100，即

$$f = \frac{\sigma_{压}}{100} \quad (1-5)$$

按普氏硬度系数可将矿石分成五个硬度等级，如表1-1-1。

矿石普氏硬度系数

表1-1-1

矿石硬度等级	普氏硬度系数 f	示 例
很 软	<2	石膏、烟煤、褐煤。
软	$2 \sim 4$	泥灰岩、页岩、粘土质砂岩、软质石灰岩、煤矸石。
中 硬	$4 \sim 8$	石灰岩、白云石、石英质砂岩。
硬	$8 \sim 10$	坚硬石灰岩、大理石、硬砂岩、石英岩。
很 硬	>10	花岗岩、玄武岩、硬石英岩。

注：用于砖瓦生产的原料，一般其普氏硬度系数 f 均不大于4。根据这一特点，我们又将其分为软质、中硬和硬质三类。软质，普氏硬度系数为2以下；中硬，普氏硬度系数为2~3；硬质，普氏硬度系数为3~4。

5. 矿石的易碎性系数

物料粉碎的难易程度称作易碎性。物料的易碎性与物料的强度、硬度、密度、结构的均匀性、粘性、裂痕、含水量以及表面形状等因素有关。

强度与硬度都表示物料对外力的抵抗能力，所以强度和硬度都大的物料就比较难粉碎。但是硬度大的物料不一定难破碎，却难以粉碎。破碎的难易决定因素是物料的强度。物料的硬度对粉碎的影响比强度对粉碎的影响大。

物料的易碎性通常用易碎性系数表示。易碎性系数

$$K_p = \frac{E_b}{E}$$

(1-6)

式中 E_b ——某标准物料的单位电耗($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}$); E ——与标准物料粒度相同, 磨至相同程度的物料的单位电耗($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{t}$)。

二、物料粉碎理论

粉碎理论主要是研究物料粉碎过程中能量消耗问题。物料粉碎过程中消耗的能量与很多因素有关; 如: 物料的物理力学性质、几何形状、粒度大小及其分布规律, 采用的破碎方法、粉碎时各物料间的相对位置等等。所以想建立一个严密完整的数学解析式求解粉碎物料消耗的能量是很困难的。下面介绍的粉碎理论不完备; 在某些情况下必须同时应用一些实际资料作为参考。

1. 物料粉碎原理

选取两块性质与外形相同的物料, 当用一定大小的力打击其中的一块时, 物料将被碎裂成一部分大颗粒和较多的小颗粒, 还有一定数量的中间颗粒。而对另一块物料则加大打击能量, 碎裂后较大颗粒的粒径减小, 颗粒数增多, 小颗粒的数目增加很多, 但粒度变化不大。这说明粉碎与物料的内部结构及受到的外力具体情况有密切关系。海伍德(H. Heald)在小磨机中研磨煤的一系列实验结果如图1-1-1所示。其中产品颗粒粒度分布是以磨机转数的函数表示。当磨机转数一定时, 粒度分布情况是以粒径变化 $1\mu\text{m}$ 时该粒径所占的质量百分比表示。

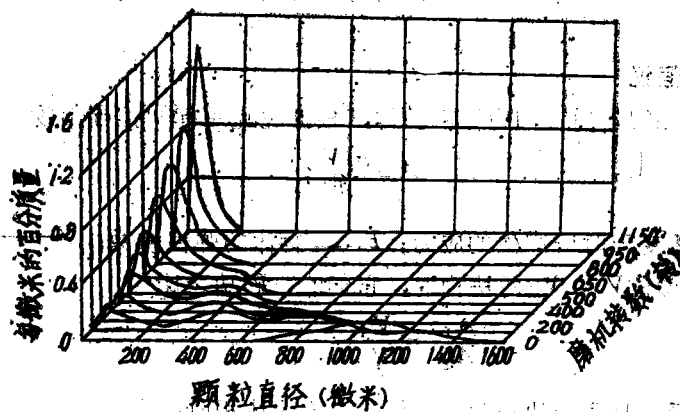


图1-1-1研磨的次数对物料粒度分布的影响

图1-1-1中, 刚喂入磨机时煤的粒度分布是个单峰型, 它表明 $1000\mu\text{m}$ 左右的粒子占的质量百分比比较大。当磨机开始运转后, 随着粉碎程度逐渐增加, 这个峰型逐渐向粒度减小的方向移动, 且峰值逐渐减小, 同时在一特定的粒度区域内产生了第二峰型。随着第一个峰型逐渐消失, 第二个峰型的一定粒度范围的质量百分比值增加很快。这个实验表明, 在一定条件下粉碎所需的能量与该物料的内部结构有关。由于粉碎定量细物料时, 它的表面积增加值较粉碎粗物料大, 因此细磨时就需要很大的能量。

从能量有效利用程度来看,粉碎是一个效率很低的过程。破碎机械的有效系数一般在0.2~0.4,粉磨机械一般在0.05~0.15。负荷方式和量值大小对粉碎过程效率影响很大。假如对物料施加的是压缩力,且没有超过它的弹性限度,负荷解除后物料又恢复原来状态。但是当施加给物料的力稍微大于物料的耐压强度极限时,物料就破碎。由于物料一般都不是规则形状的,内部结构也是不均匀的,有缺陷和裂纹,因此施加的力首先作用在接触面(或点)上,使局部产生很大的应力和较高的温度。均质物料,接触部位是先破碎;非均质物料,最薄弱缺陷处产生裂纹,由此而使其周围发生形变,裂纹迅速扩大最保持裂。施加力的速率也很重要。达到最大负荷与开始破碎之间有一段持续时间,因此在保持施加力有充分的作用时间前提下,只需稍加较小的力就可以使物料破碎。施加力的速率越大,产生超过要求的细物料越多,能量利用效率便越低。

2. 粉碎物料的能量

(1) 表面积假说

粉碎1kg物料所需的能量

$$N = 294 \frac{A_1 K_1}{\rho} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{D} \right) \text{ (kJ/kg)} = 0.0816 \frac{A_1 K_1}{\rho} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{D} \right) \text{ (kW} \cdot \text{h/kg)} \quad (1-7)$$

式中 A_1 ——粉碎时每产生单位破碎而消耗的粉碎功(kW·h/kg); ρ ——物料的密度(kg/m³); d ——粉碎后物料粒径(m); D ——粉碎前物料粒径(m); K_1 ——物料颗粒不规则形状修正系数,它与物料的物理性质和粉碎方法有关,根据实验 K_1 值为1.2~1.7。

表面积假说主要是从粉碎物料新生成表面的多少来推导能量消耗的。它忽略了被粉碎物料的内部结构及物理力学性质,因此它对于近似均质、各向同性物料的粉磨过程比较适用。

(2) 体积假说

设物料沿压力的作用方向为等截面体,根据虎克定律可推导出物体变形所需功

$$A = \frac{\sigma^2 V}{2E} \quad (1-8)$$

式中 σ ——物体变形时所产生的应力; E ——物体的弹性模数; V ——变形物体的体积。

取几何体相似的 V_1 、 V_2 两块物料,它们的粉碎功之比

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{V_1}{V_2} \quad (1-9)$$

将 V_1 、 V_2 看作是两个边长为 l_1 、 l_2 的立方体体积时,则

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{l_1^3}{l_2^3} \quad (1-10)$$

这是体积假说的另一表达式:粉碎物料所需的功与被粉碎物料的线性长度的立方成比例。

根据粉碎功与粉碎质量成比例的关系,又可推出另一表达式。对于粉碎的 m kg物料所需的粉碎功,可引用一个比例系数 K_2 建立下式

$$A = K_2 m$$

当被粉碎的 m kg物料经 n 次粉碎, 则所需功

$$A = n K_2 m$$

物料粉碎前的尺寸为 D , 经 n 次粉碎后尺寸变为 d , 每一级的粉碎比均为 i_1 , 则总粉碎比

$$= \frac{D}{d} = i_1^n$$

将上式两端取对数得

$$\lg i = n \lg i_1, \quad n = \frac{\lg i}{\lg i_1}$$

$$\text{故 } A = n K_2 m = \frac{\lg i}{\lg i_1} K_2 m$$

$$\text{令 } \frac{K_2}{\lg i_1} = K_V, \text{ 则}$$

$$A = K_V (\lg i) m = K_V \left(\lg \frac{D}{d} \right) m = K_V \left(\lg \frac{1}{d} - \lg \frac{1}{D} \right) m \quad (1-11)$$

从式(1-11)中看出, K_V 值相当于粉碎单位质量(或单位体积)物料, 粉碎比为10的能量消耗。它与物料的物理机械性质密切相关。

当使用体积假说计算物料的粉碎功时, 应当用几何平均直径来表示物料的尺寸。

当粉碎比 $i < 8$ 时, 按体积假说计算的粉碎功比用表面积假说计算出来的数值大。因为粉碎比小时, 产生的新表面积比较少, 消耗在形成新表面积上的能量就少, 这时能量主要消耗在物料的变形上。粉碎比 i 继续增大时, 形成的新表面积也急剧增加, 因而需要的能量也随之增大。这时按体积假说计算出来的功耗比较低, 与实际情况相差较大, 而用表面积假说计算功耗接近实际。因此在有些著作中, 当研究破碎比 $i < 8$ 的破碎过程时, 应用体积假说估算功耗, 而对粉碎比 i 很高的粉磨过程来说, 常用表面积假说来估算功耗。

应当指出, 上述粉碎功的计算式, 是依据虎克定律建立起来的, 式(1-8)只有在不超过该物料的弹性限度的应力下才适用。显物, 对于粉碎来说, 不仅应当超过应力 σ , 而且应超过物料的强度极限后才能破裂, 因此用它来推导公式计算破碎功就不十分严格。虽然在计算中 σ 用物料的强度极限值代替, 但由于物料的强度在各个方向上不可能相同, 确定物料的抗压强度极限值和选取弹性模数 E 时必然产生误差, 因而使用体积假说计算物料破碎功时, 也只能得出近似的结果。

3. 裂纹理论(又名邦德理论)

这个理论是邦德(F.C. Bond)在他提出的邦德第一原理和第二原理基础上建立起来的。

第一原理指出, 粉碎过程中的能耗是入料的累积能耗与产品的累积能耗的差值。累积能耗是指将一块理论上无限大的物体粉碎到一定粒度时, 单位质量产品消耗的总能量。所以任何物质都具有累积能耗, 其值随颗粒粒度的减小而增加。第二原理指出, 粉碎的能耗

与裂纹长度成正比。对那些形状规则相似的颗粒物料来说,单位体积内物料的裂纹长度与颗粒直径的平方根成反比。根据上述原理,邦德提出:在粉碎过程中,有用功与所产生的裂纹长总度成正比,与颗粒“直径”的平方根成反比。

$$A = C' \left(\frac{1}{\sqrt{d}} - \frac{1}{\sqrt{D}} \right) = \frac{10W_i}{\sqrt{d}} - \frac{10W_i}{\sqrt{D}} \quad (1-12)$$

式中 A ——粉碎单位质量(或单位体积)物料所需功($\text{kW} \cdot \text{h/t}$); D ——粉碎前物料尺寸 $\text{①}(\mu\text{m})$; d ——粉碎后物料尺寸(μm); C' ——物料性质系数,其值由表 1-1-2 中选取; W_i ——工作指数,表示物料特性的量,其值为生产 80% 通过 $100\mu\text{m}$ 方孔筛的物料所消耗的总能量,也可以说是粒度为 $100\mu\text{m}$ 物料的累积能耗($\text{kW} \cdot \text{h/t}$)。

物料性质系数

表 1-1-2

矿石种类	C' 值	矿石种类	C' 值
闪长石、片麻岩	300~3.5	白云石、磷镁矿	160~170
安山岩、玄武岩、辉长岩	250~280	磁铁矿石、铝锌矿	150~160
花岗岩、砾岩	220~240	黄铁矿	130~140
飞长岩、砂、石英、赤铁矿石	190~210	石膏	100
石灰石、锰矿石	180~190	重晶石	70

注:表中 C' 值,在粗碎、中碎、细碎时都适用,但在用球磨时, C' 值应减小 15~25%。

式中工作指数 W_i 主要由物料的物理力学性质和操作条件而定,所以它可作为粉碎设备操作状况优劣的一个用实指标。对于一台操作设备,只要知道它的能耗、产品粒度、入料粒度,就可求出它的工作指数 W_i 。对于同一物料来说,将不同设备、不同操作以及实验室内测得的工作指数进行比较,可以对设备及操作的优劣进行评定。

在破碎与粉碎的整个粒度范围内 W_i 是个常数,对于内部结构均匀的物料是符合实际的。但是,由于物料内部结构并不是很均匀的,一般都有脆弱部分(如在解理面、颗粒边缘以及裂纹等处),并且常含有与其本身性质不同的杂质,这样在实验室中用式(1-12)求得的工作指数就不能反映粉磨过程的实际情况。为此邦德于 1960 年修正了实验室中测定工作指数时用的计算式 ② 。

与表面积假说、体积假说相比,裂纹理论在广泛的粒度范围内是接近实际情况的。

概括上述理论,粉碎功可用微分方程式表示

$$dA = -C \cdot \frac{dD}{D^n} \quad (1-13)$$

式中 A ——粉碎单位质量物料所需的功; D ——物料粉碎前的颗粒尺寸; C ——系数; n ——指数。

$\text{①} D$ 与 d 是指物料 80% 质量能通过的筛孔尺寸。

② 杂志 1962 年第三期 103~108 页,“Chemical Engineering”。

当把物料从颗粒尺寸为 D 粉碎至 d 时，取 $n=2$ ，对式(1-13)进行积分即得到表面积假说表达式；当取 $n=1$ 时进行积分得到体积假说表达式；当取 $n=\frac{3}{2}$ 时进行积分可得裂纹理论表达式。

应当指出，只靠理论计算确定粉碎机械电动机的功率是不够的，必须同时参照实际生产资料与实验资料来确定。

三、砖瓦生产中常用的破碎方式与破碎机械

破碎方式

1. 压碎 (图1-1-2(a))。

物料在两个工作表面之间受到缓慢增长的压力而被破碎。常用于大块物料的粗碎阶段。

2. 击碎 (图1-1-2(b))。

物料在瞬息间受到外来的冲击力而被破碎。这种破碎方式可通过各种不同的途径来实现，如：在坚硬的表面上，物料受到外来冲击体的打击；高速运动的冲击体冲击物料；高速运行的物料冲击到固定的钢板上，物料块之间的相互高速撞击等。

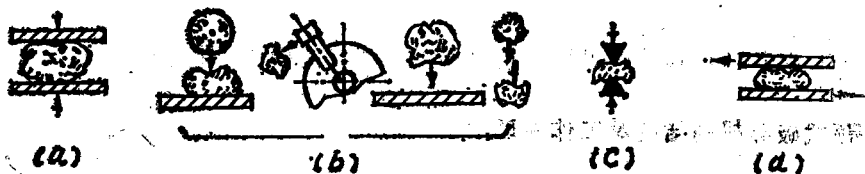


图1-1-2物料破碎的方式

(a)一压碎，(b)一击碎，(c)一劈裂，(d)一磨碎。

3. 劈裂 (图1-1-2(c))。

物料受到两个楔状物体作用而被破碎。

4. 磨碎 (图1-1-2(d))。

物料在两个相对滑动的工作表面或各种形状的研磨体之间受摩擦或揉碾作用而被破碎。多用于小块物料的粉碎。

破碎机械有颚式破碎机、锤式破碎机、笼形粉碎机、反击式破碎机、辊式破碎机及轮碾机等图(图1-1-3)。

选择破碎机械时，必须根据破碎物料的物理性质、粒度大小和所需破碎的粒度而定。不同型式的破碎机械其破碎物料的方式和使用方法均有自己的特点。

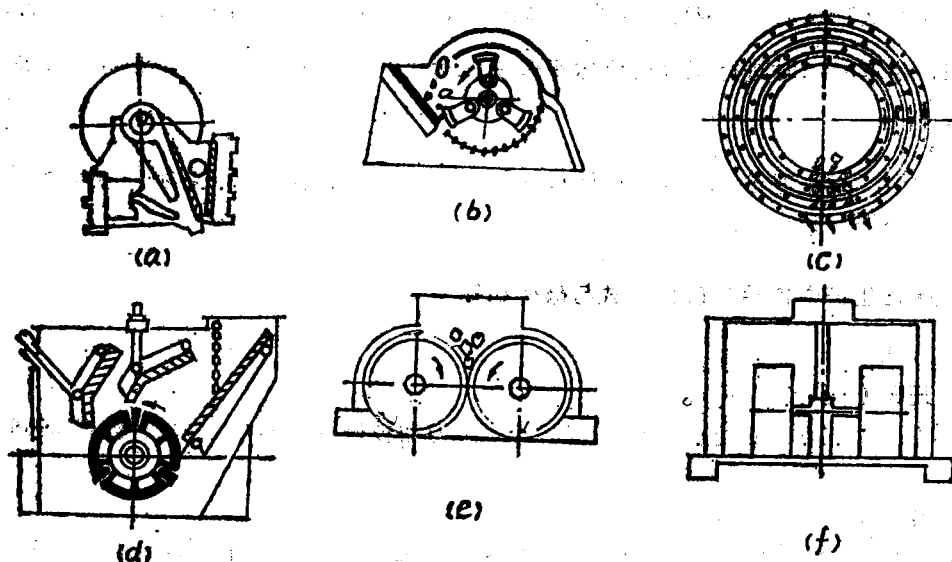


图1-1-3 破碎机的类型

(a)一颚式破碎机；(b)一锤式破碎机；(c)一笼形粉碎机；
(d)一反击式破碎机；(e)一辊式破碎机；(f)一轮碾机。

第二节 颚式破碎机

在砖瓦工业中，颚式破碎机用来粗碎和中碎块状的硬质物料。

一、颚式破碎机的结构及工作原理

颚式破碎机按动颚运动特征、动颚的悬挂方式主要分为：简单摆动式、复杂摆动式和组合摆动式三种。其工作原理及简要结构如图1-2-1所示。它们都有两块颚板：一块是固定颚板，一块是活动颚板。动颚板2套装在偏心轴1或悬挂轴8上，工作时，由传动机构带动偏心轴转动，使之对固定颚板可作周期性往复运动，时而靠近，时而离开。靠近时，

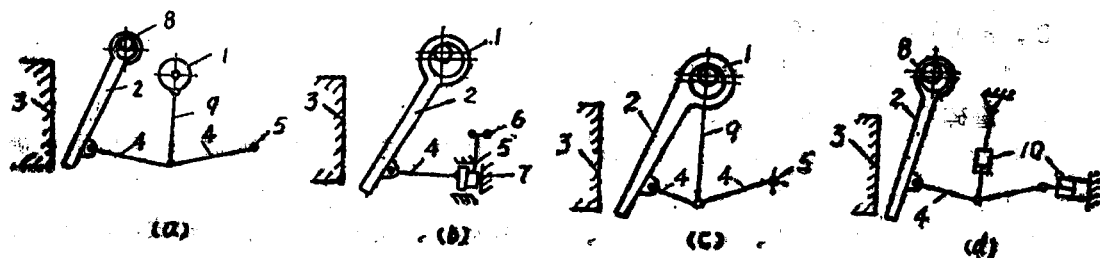


图1-2-1 颚式破碎机结构、工作原理简图

1—偏心轴；2—活动颚板；3—固定颚板；4—推力板；5—支承；6—调整螺杆；
7—楔铁；8—悬挂轴；9—连杆；10—液压缸。

物料在两块颚板间被压碎；离开时，小于出料口尺寸的合格料靠自重卸出。

图1-2-1(a)是简单摆动颚式破碎机。活动颚板2以悬挂轴8为支点。偏心轴1通过连杆9、推力板14推动活动颚板2作简单的往复摆动，所以称作简单摆动颚式破碎机。它的优点是：结构简单、坚固，工作安全可靠，操作维修方便，处理物料范围广，可制成大型的设备。其缺点是：活动颚板的下部水平行程比上部大，使颚板受的负荷不均匀，因而磨损不均匀；破碎腔上下工作时易形成空隙，使生产效率低；排料口呈长方形，易出片状产品，不适合处理片状结构岩石；不适合处理粘湿性、软质的物料；破碎比较小，一般只有4~6。

图1-2-2是900×1200简单摆动颚式破碎机。

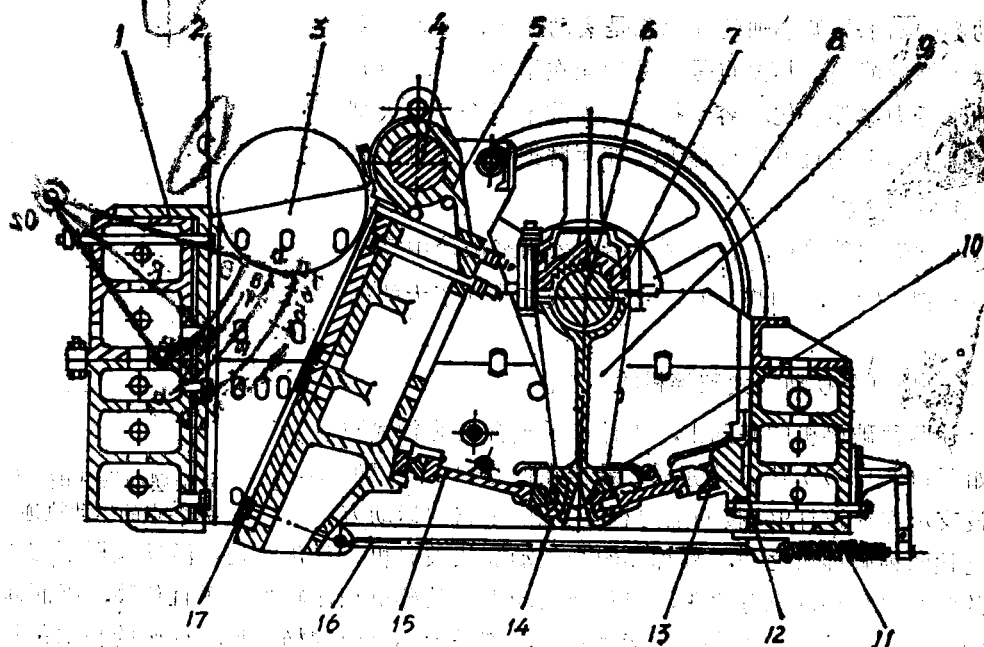


图1-2-2 900×1200简单摆动颚式破碎机

- 1—机架；2—固定颚板；3—侧护板；4—动颚悬挂轴；5—动颚体；6—偏心轴；7—连杆头；8—飞轮；9—连杆体；10—防护挡板；11—拉杆弹簧；12—螺栓；13—楔铁；14—槽铁；15—推力板；16—拉杆；17—动颚板。

图1-2-1(b)是复杂摆动颚式破碎机。它的动颚板2悬挂在偏心轴1上。当偏心轴回转一周时，动颚板上各点的运动轨迹为一条复杂的曲线，如图1-2-3所示。把动颚板上端的一点，随偏心回转一周给出的圆形轨迹，分成12等分四个区域。在第Ⅰ区域内（由1点到4点）颚板的下部接近固定颚板，上部则逐渐离开固定颚板。在第Ⅱ区域内（由4点到7点）是纯工作行程，整个颚板逐渐向固定颚板移动挤压物料。在第Ⅲ区域内（由7点到10点），正和第Ⅰ区域运动情况相反，动颚上部继续向固定颚板靠拢挤压物料，下部逐渐离开固定颚板开始排料。在第Ⅳ区域（由点10到1点）是纯空回行程，整个动颚板都渐渐离开固定颚板继续排料。由此看出，动颚板上各点的运动轨迹并不相同：愈接近动颚上端的各点，运动轨迹愈接近圆形，中间部分各点近似椭圆形，动颚底部端点轨迹近似圆弧线（即BB'）。所以称它为复杂摆动颚式破碎机。

复杂摆动颚式破碎机有如下优点：由于动颚的运动轨迹是一复杂曲线，且上部的水平行程比下部大，符合破碎过程要求，物料在颚腔中不仅受到压碎、劈碎作用，而且还受到了磨碎作用，这样就可以减少片状产品的出现；由于空载行程比简单摆式破碎机少，动颚还有垂直向下的运动，这就促进了排料过程，提高了生产效率（约比同规格的简摆颚式破碎机产量提高20~30%）；破碎比可达10左右；结构简单、紧凑，动颚的轴承与偏心轴的轴承都是滚动轴承，传动效率高，降低了能量消耗。其缺点是：动颚挂在偏心轴上，使偏心轴及轴承受力条件恶化，容易损坏，因此不适合制造大型的设备；由于动颚垂直方向行程大，颚面磨损快，并且产品中增加了不必要的细粉。

复杂摆动颚式破碎机，在砖瓦厂中主要用来破碎中等硬度的脆性或韧性物料，如煤矸石、含水率较低粘性不大的硬质页岩等。

图1-2-4是复杂摆动颚式破碎机构造图。

在上述两种破碎机的基础上，设计出了组合摆动颚式破碎机（如图1-2-3(c)）其活动颚板2悬挂在偏心轴1上，颚板底部被支承在与连杆9铰接的推力板4上。由于它的运动方式介于上述两种破碎机之间，故称作组合摆动颚式破碎机。其优点是：活动颚板下部的垂直位移约为水平位移的五分之四，与复杂摆动颚式破碎机相比减少了垂直位移，因而减少了颚板的磨损；活动颚板上各点的运动轨迹，都是大小近似的椭圆形，椭圆的长轴都倾斜于卸料方向，所以破碎时，整个颚板都能比较均匀地接触物料，产品粒度较均匀；破碎过程中有促进排料的作用，提高了破碎机的生产能力。其缺点是：由于它的动颚与连杆都悬挂在偏心轴上，使偏心轴和其轴承受力恶化，容易损坏，因此这种破碎机目前还只能制成中小型的。图1-2-5是500×750组合摆动颚式破碎机构造图。

除上述者外，为便于调整排料口的尺寸和增加保险装置的可靠性，国内还设计了带液压调整和液压保险的900×1200颚式破碎机（简图见1-2-1(d)）。

颚式破碎机的规格，是用进料口的宽度乘长度表示的。例如900×1200颚式破碎机，表示进料口的宽度为900mm，长度为1200mm。根据进料口尺寸的大小，颚式破碎机又可分为大、中、小三种类型。进料口宽度大于600mm的为大型；宽度在300~600mm的为中型；宽度小于300mm的为小型。

随着颚式破碎机的大型化，为使启动方便，设计制造了1200×1500带液压控制分段启动的简摆颚式破碎机。它的特点是：偏心轴两端与飞轮、皮带轮连接处，各装一个摩擦离合器，用来分段启动，减少启动时的力矩和动力消耗。在正常工作或停止工作时，皮带轮、飞轮均与偏心轴闭合；当液压系统接通后，皮带轮、飞轮与偏心轴同时断开。这时接通电动机、皮带轮空转，因继电器作用，经过一段时间皮带轮与偏心轴闭合，随后再与飞

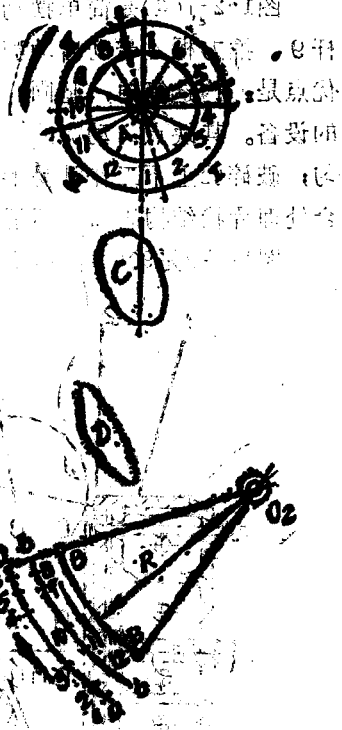


图1-2-3 复杂摆动颚式破碎机活动颚各点的运动轨迹

