

高等学校试用教材

建材通用机械与设备

褚瑞卿 主编

武汉工业大学出版社



WUTP

责任编辑:余 晶
封面设计:杨昌祖

ISBN 7-5629-1112-6



9 787562 911128 >

ISBN 7-5629-1112-6/TU • 57
定价:28.00 元

高等专科学校教材

建材通用机械与设备

褚瑞卿 主编

武汉工业大学出版社

• 武汉 •

内容提要

本书共分十八章,包括破碎、粉碎、颗粒流体力学、选粉、收尘、输送机械与设备。重点阐述了具有代表性的建材通用机械设备的应用、结构、工作原理、性能及特点、主要参数的计算与选择,并对主要零件的受力分析和设计计算也作了介绍。

本书是为建材行业高等专科学校学生编写的教材,也可供有关专业科研、设计、生产部门的有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建材通用机械与设备/褚瑞卿编著. —武汉:武汉工业大学出版社,1995. 11

ISBN 7-5629-1112-6

Ⅱ.褚…

I. 建… II. 褚… III. 建筑材料工业—机械设备 N. T05

武汉工业大学出版社出版发行

武汉测绘院地图印刷厂印刷

※

开本:787×1092 1/16 印张:29.125 字数:687千字

1996年9月第1版 1996年9月第1次印刷

印数:1—5000册 定价:28.00元

(如有印装质量问题,请向承印厂调换)

前 言

本书是根据国家建筑材料工业局高等专科学校机械类教材编审委员会审定的建材机械类专业专科课程教学大纲及结合国家教委关于教学改革精神所编写的试用教材。

全书以建筑材料工业生产、厂矿生产过程所需的通用机械设备为主,重点阐述了具有代表性的建材通用机械设备的应用、结构、工作原理、性能及特点、主要参数的计算与选择,介绍了主要零部件的受力分析和设计计算。

本书系统地阐述了本学科的基本理论、基础知识和设计方法,并结合国内实际,也反映了我国建材通用机械与设备方面的新成就。同时,对国外建材通用机械与设备的发展动向亦作了扼要的介绍。此外还考虑到有关厂矿、科研、设计单位工程技术人员需要,在内容方面也作了拓宽,力图为他们提供实用的参考书。由于建材机械类相关专业同时开设:“设备故障与维修”、“机械振动与噪声控制”、“摩擦与润滑”等课程,故本书对于安装、维护、检修等方面内容未作专题介绍。

本书共分四篇十七章,包括破碎、粉磨、颗粒流体力学、选粉、收尘及输送机械与设备。

参加本书编写工作的有:洛阳工业高等专科学校房德鸿(第一篇第一、二、三、四、五章)和褚瑞卿(第二篇第六、七、九章);山东建筑材料工业学院程鸿机(第二篇第八章和第三篇第十、十一章);盐城工业专科学校徐焕良(第三篇第十二章);洛阳工业高等专科学校雷建(第四篇第十三、十四章)和王保良(第四篇第十五、十六、十七章)。

全书由洛阳工业高等专科学校褚瑞卿主编。由山东建筑材料工业学院潘孝良教授主审,参加审稿的还有上海建筑材料工业学院邱惠清副教授等,在此对他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限和时间仓促,书中一定存在缺点和错误,恳切地希望读者提出宝贵意见,给予批评指正。

编 者

1995年5月

目 录

第一篇 破碎机械

第一章 概述	(1)
第二章 颞式破碎机	(7)
第一节 概述	(7)
第二节 颞式破碎机的构造	(9)
第三节 颞式破碎机的结构参数及工作参数的选择和计算	(13)
第四节 颞式破碎机主要零部件的计算	(20)
第五节 国外采用的颞式破碎机	(32)
第三章 锤式破碎机	(36)
第一节 概述	(36)
第二节 锤式破碎机的构造及主要零部件	(37)
第三节 锤式破碎机的结构参数和工作参数的确定	(43)
第四章 反击式破碎机	(49)
第一节 反击式破碎机的工作原理、用途和类型	(49)
第二节 反击式破碎机的构造	(51)
第三节 反击式破碎机主要参数的确定	(57)
第四节 反击式破碎机主要零件的强度计算	(60)
第五章 LPM 型立式粉碎机	(63)
第一节 概述	(63)
第二节 立式粉碎机的构造和主要零部件	(66)
第三节 立式粉碎机主要参数的确定	(68)
第四节 立式粉碎机破碎力的确定和对轴承的要求	(69)

第二篇 粉磨机械

第六章 概述	(72)
第一节 粉磨的意义	(72)
第二节 磨机的分类及特点	(72)
第三节 粉磨作业的特点、工艺技术指标和粉磨系统	(75)
第七章 球磨机	(78)
第一节 球磨机工作原理及球磨机研磨体运动分析	(78)
第二节 球磨机构造及主要零部件	(99)
第三节 球磨机主要零部件的强度计算	(161)

第八章 陶瓷磨机	(170)
第一节 概述.....	(170)
第二节 间歇式球磨机的工作原理和结构.....	(171)
第九章 其他磨机	(181)
第一节 辊压机.....	(181)
第二节 辊式磨.....	(185)
第三节 FBM 流化球磨机	(192)
第四节 无介质磨机.....	(196)
第五节 振动磨机.....	(199)

第三篇 流体分级设备和收尘设备

第十章 颗粒流体力学基础理论	(201)
第一节 概述.....	(201)
第二节 颗粒状物料的基本特性.....	(202)
第三节 颗粒在流体内相对运动时的阻力.....	(208)
第四节 颗粒在静止流体内的沉降.....	(210)
第五节 颗粒在流动着的流体内的运动.....	(214)
第六节 流体通过颗粒层的流动.....	(217)
第十一章 流体分级设备	(222)
第一节 通过式选粉机.....	(222)
第二节 离心式选粉机.....	(224)
第三节 旋风式选粉机.....	(228)
第四节 选粉效率及循环负荷.....	(231)
第五节 其他类型分级设备.....	(235)
第十二章 收尘设备	(240)
第一节 概述.....	(240)
第二节 沉降室.....	(246)
第三节 旋风收尘器.....	(249)
第四节 袋式收尘器.....	(267)
第五节 电收尘器.....	(284)
第六节 收尘系统设计与计算.....	(310)

第四篇 输送机械

第十三章 带式输送机	(319)
第一节 构造、特点、应用及布置形式.....	(319)
第二节 主要零部件.....	(321)
第三节 设计与选型计算.....	(333)
第四节 新型带式输送机.....	(351)

第十四章	斗式提升机	(355)
第一节	构造、类型和特点	(355)
第二节	主要零部件.....	(358)
第三节	选型与设计计算.....	(365)
第十五章	链式输送机	(375)
第一节	概述.....	(375)
第二节	埋刮板输送机.....	(378)
第三节	板式输送机.....	(384)
第四节	其他类型链式输送机.....	(388)
第十六章	螺旋输送机	(391)
第一节	工作原理、构造及应用	(391)
第二节	螺旋输送机的主要零部件.....	(393)
第三节	螺旋输送机的选型计算.....	(398)
第十七章	空气输送设备	(405)
第一节	概述.....	(405)
第二节	空气输送斜槽.....	(420)
第三节	管道式气力输送设备.....	(430)
第四节	气力输送系统的设计计算.....	(446)
参考文献		(458)

第一篇 破碎机械

第一章 概 述

一、粉碎的意义及分类

用机械方法或非机械方法(电能、热能、原子能、化学能等)克服物料内部的内聚力而将其分裂的过程,称为粉碎。大块物料破碎成小块物料称为破碎;小块物料磨成细粉称为粉磨。破碎与粉磨统称为粉碎。相应地完成这些作业的机械,称为破碎机械和粉磨机械,或统称为粉碎机械。粉碎作业的分类见表 1-1。

物料经粉碎后,比表面积增加,可提高化学反应速度和物理作用效果;几种不同固体物料的混合,在细粉状态下易达到均匀的效果;物料经粉碎后,便于干燥、传热、贮存和运输;物料经粉碎后,还可用于材料科学,环境保护和选矿等部门。

在建筑材料生产中,粉碎作业是很重要的过程。例如,每生产 1t 水泥,需破碎和粉磨的物料量约 4t 左右。粉碎作业的情况直接关系着产品质量和产品成本。

粉碎作业的分类

表 1-1

作业	段 数	给料粒度(mm)	产品粒度(mm)	
破 碎	粗碎(一级破碎)	露天矿 1500~1000 井下开采 600~350	250~125 125~20	
	细碎(二级破碎)	250~125	15~0.5	
粉 磨	粗 磨	15~0.5	2~0.2	
	中 磨	2~0.2	—200 目占 70%~80%	
	细 磨	中磨产品	—(200~325)目占 90%~95%	
超 细	微粉碎	细磨产品	>5 μ m	
粉 磨	超细粉碎	微粉碎产品	<5 μ m	微细 <1~0.1 μ m
				超细 <0.1~0.02 μ m 超微细 <0.02 μ m

二、粉碎比

粉碎比系指粉碎前物料粒径(D)和粉碎后物料粒径(d)之比值,即为 $i = D/d$ 。

各种粉碎机械的粉碎比均有一定的范围,一般破碎机的粉碎比为 3~6,近年来研制的立式反击式破碎机的粉碎比为 40~1000,而磨机的粉碎比达 300~1000 以上。对一定性质的物料,粉碎比是确定破碎机械或粉磨机械的主要依据。

三、物料的强度、硬度和可碎性

物料的强度表示为粉碎物料的难易程度。其强度可分为抗压强度、抗折强度、抗剪强度、抗

冲击强度等。粉碎时,当破碎力大于物料的强度极限时,就发生碎裂。抗压强度大于 250MPa 者为坚硬物料,在 40~250MPa 之间者为中硬物料,小于 40MPa 者为软物料。物料的极限强度值列于表 1-2 中。

物 料 的 强 度

表 1-2

物 料	抗压强度(MPa)	抗折强度(MPa)	抗剪强度(MPa)	抗冲击强度(MPa)
辉绿岩	343	29.4×10^{-2}	2.84×10^{-2}	35.7
石 英	304~274		1.76×10^{-2}	11.5
石灰石(密)	98~147	18.5	12.2×10^{-2}	5.14
石灰石(疏)	19.6~58.8			
砂岩(最硬)	14.7~19.6		29.4×10^{-2}	1.27
砂岩(硬)	9.8~14.7			
砂岩(中硬)	5.88~9.8			
砂岩(不硬)	3.92~5.88			
粘土(含水 2%~9%)	1.96~5.88			
粘土(含水 22%~26%)	0.196~0.594			

物料的硬度常用普氏硬度系数 f_0 (M·M 普罗托吉雅可诺夫用作岩石坚固性分类的系数)来表示。按普氏硬度系数 f_0 可将岩石按坚固性分为 10 级, f_0 值由 0.3~20, f_0 值越大表示岩石越坚硬。在粉碎过程中,常把岩石分为:很硬、硬、中硬、软、很软等五级。

物料的硬度常用普氏硬度系数来表示。按普氏硬度系数可将物料分成五个硬度等级。也可用莫氏硬度来表示,见表 1-3。

物料的普氏和莫氏硬度系数

表 1-3

物料硬度	物 料 名 称	普氏硬度系数 f_0	莫氏硬度
很 软	石膏、烟煤、褐煤	<2	1.5~2
软	泥灰岩、页岩、粘土质砂岩、软质石灰岩	2~4	2.5~3
中 硬	石灰岩、白云石、石英质砂岩	4~8	3.5~4
硬	坚硬石灰石、硬砂岩、石英岩	8~10	6~7
很 硬	花岗岩、玄武岩、硬石英岩	>15	>7

在粉碎过程中,物料粒度越细,机械强度越高,越难破碎、磨碎。在粉碎工艺中常引用“可碎性系数”及“可磨性系数”来定量地考虑矿石的机械强度对破碎、磨碎的影响。

$$\text{可碎性系数} = \frac{\text{该碎矿机在同样条件下破碎指定矿石生产率}}{\text{某破碎机破碎中硬矿石的生产率}}$$

$$\text{可磨性系数} = \frac{\text{该磨矿机在同样条件下磨碎指定矿石生产率}}{\text{某磨矿机磨碎中硬矿石的生产率}}$$

通常用石英代表中等硬度矿石,它的可碎性系数和可磨性系数都是 1。矿石硬度大,可碎性系数和可磨性系数都小于 1,表示破碎机生产能力低。反之,二系数都大于 1,表示破碎机生产能力高。

四、粉碎方法

建材工业中采用粉碎方法,主要是用机械力来粉碎矿石,常见的粉碎方法见图 1-1 所示。

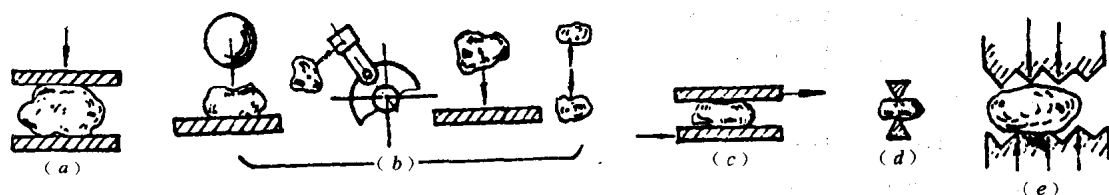


图 1-1 矿石的破碎和磨碎方法
(a)压碎;(b)冲击;(c)磨碎;(d)劈碎;(e)折断

1. 压碎(图 1-1(a)) 将物料置于两个金属平面之间受到缓慢增长的压力作用,当物料的应力达到其压碎强度极限时而被破碎。主要用于破碎大块硬质物料。

2. 冲击(图 1-1(b)) 物料在瞬间受到外来的冲击力作用而被破碎。该图中所示四种方式都是物料受到快速回转的运动件的冲击作用力,由动能迅速转变为物料很小的变形能,甚至来不及变形,物料产生很大的应力集中而导致破碎。主要适用于破碎脆性物料。

3. 磨碎(图 1-1(c)) 物料在两个金属平面或各种形状的研磨体之间作相对移动,受到剪切力的作用,当物料的应力达到剪切强度极限时而被磨碎。主要用于小块物料的研磨。

4. 劈碎(图 1-1(d)) 物料在两个带有尖棱状的金属表面之间受挤压,尖棱楔入物料后,发生较大裂缝,物料中便产生拉应力,当其达到拉伸强度极限时,则被劈裂而破碎。主要用于破碎脆性物料。

5. 折断(图 1-1(e)) 物料在两个带有互相错开的凸棱的金属表面之间被挤压,物料产生弯曲变形,当弯曲应力达到弯曲强度极限时,则被折断破碎。主要用于破碎硬脆性物料。

粉碎方法应根据材料的性质、粒度和粉碎比等来选择。实际上,任何一种粉碎机械都不是单纯利用某一种方法进行粉碎操作的,一般都是由两种或两种以上的方法联合作用进行粉碎物料的。如:对坚硬物料,可采用压碎、折断和劈碎;对于韧性、软质物料,可采用劈碎、磨碎和压碎;对脆性物料,可采用冲击和劈碎等等。如果粉碎方法选择不当,不但影响粉碎效果,还要增大能量消耗。

五、粉碎理论

粉碎过程所需要的功与一系列因素有关,而这些因素在不同情况下又有不同的变化。诸如材料的性质、形状、粒度大小及其分布规律、机器类型以及粉碎操作的方法等。因此,很难用一个完整的、严密的数学公式来计算粉碎过程中所消耗的功。在实际情况下,还要广泛参考实际资料。

为了寻找在粉碎过程中能量消耗的规律和降低能耗的途径,不少学者从不同角度探讨并提出粉碎功耗的学说。目前公认的有:表面积假说、体积假说及裂缝假说。

(一)表面积假说

“粉碎物料所消耗的能量与物料新生成的表面积成正比”。表面积假说是 1867 年雷廷智(Rittinger, P. R.)提出的:他认为物料在粉碎时外力所做的功用于产生新的表面积,因此粉碎消耗的功 W 与新生的表面积 ΔS 成正比。粉碎前后粒径为 D 和 d ,其单位质量物料的表面积在粉碎前后为 S_1 和 S_2 。

则物料粉碎后新生成的表面积为:

$$\Delta S = S_2 - S_1 = \frac{6}{\rho} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{D} \right) \quad (1-1)$$

式中: ΔS ——新生的表面积, m^2/kg ;
 S_2 ——粉碎后的表面积, m^2/kg ;
 S_1 ——粉碎前的表面积, m^2/kg ;
 ρ ——物料密度, kg/m^3 ;
 d ——粉碎后的粒径, m ;
 D ——粉碎前的粒径, m 。

按表面积假说物料粉碎过程所消耗的功为:

$$W = K \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{D} \right) \quad (1-2)$$

式中: W ——物料粉碎过程所消耗的功, J/kg ;

K ——比例系数, 与物料性质、形状、密度有关, 要通过实验确定。

表面积假说较接近于粉磨作业, 当粉碎成品粒度在 $0.01 \sim 1\text{mm}$ 时, 能耗计算较为准确。

(二) 体积假说

“在相同的技术条件下, 将几何形状相似之物料粉碎成形状相似的成品时, 所消耗能量与其体积或质量成正比。”体积假说是 1874 年基尔皮切夫 (Кирпичев) 和 1885 年基克 (Kick) 提出的。

此假说的物理基础是任何物料受到外力时, 在其内部引起应力和产生应变。应力和应变随外力的增加而增大, 当应力达到强度极限后, 导致物料破碎, 应力与应变近似地看作线性关系, 其粉碎功为:

$$W = \frac{\sigma_{\max}^2 V}{2E} \quad (1-3)$$

式中: W ——物料的粉碎功, J ;

$\sigma_{\max}$ ——物料的强度极限, Pa ;

V ——物料的体积, m^3 ;

E ——弹性模数, Pa 。

上式说明粉碎能量与体积成正比, 这种关系式也可用粉碎前后的物料粒径来表示。设粉碎前后粒径为 D 和 d , 物料分 n 次粉碎, 每次粉碎比 i 相同, 则总粉碎比 i_0 为:

$$i_0 = \left(\frac{D}{d} \right)^n = i^n$$

$$n = \frac{\lg i_0}{\lg i}$$

根据体积假说, 单位质量物料每粉碎一次所消耗的功为 W_1 , 则整个粉碎过程中所消耗的功为:

$$W = nW_1 = \frac{W_1}{\lg i} \lg i_0$$

$$W = K \lg i_0 = K \left(\lg \frac{1}{d} - \lg \frac{1}{D} \right) \quad (1-4)$$

式中: K ——与物料性质、强度等因素有关的系数, 可由实验求得。

实践证明, 体积假说较接近于破碎作业, 当破碎成品粒度大于 10mm 时, 能耗计算较为适用。

(三) 裂缝假说

“粉碎物料消耗的能量与物料产生的裂缝长度成正比, 而裂缝又与物料粒径的平方根成反

比。”裂缝假说是1952年邦德(F. C. Bond)提出的。此假说认为,物料先在压力作用下变形,积累一定的变形功后,物料中某些脆弱面的内应力达到极限强度,因而产生裂缝。此时变形功就集中于裂缝附近,使裂缝加大,变为产生断裂面所需的功。公式为:

$$W = K' \left(\frac{1}{\sqrt{d}} - \frac{1}{\sqrt{D}} \right) \quad (1-5)$$

式中: W ——粉碎单位质量物料所消耗的功, J/kg;

D ——粉碎前物料尺寸, μm ;

d ——粉碎后物料尺寸, μm ;

K' ——物料性质系数, 其值见表1-4。

物料性质系数

表1-4

物料种类	K'	物料种类	K'
闪长岩、片麻岩	300~315	白云石、磷铁矿	160~170
安山岩、玄武岩、辉长岩	250~280	磁铁矿、铅锌矿	150~160
花岗岩、砾岩	220~240	黄铁矿石	130~140
正长石、砂、石英、铜矿石、赤铁矿石	190~210	石膏	100
石灰石、锰矿石	180~190	重晶石	70

上述 K' 值, 在粗碎、中碎时均适用, 但在使用球磨机粉磨时应减小 15%~25%。

总之, 尽管粉碎作业在广泛的应用, 而且非常重要, 但迄今为止, 关于这方面的理论还是不够完备, 有待于发展。

六、破碎机械的类型及用途

不同结构破碎机破碎成品粒度不同, 可分为: 粗碎——碎至 100mm 左右; 中碎——碎至 30~100mm; 细碎——碎至 0.5~30mm。

按结构和工作原理的不同, 破碎机械分为如图 1-2 所示的几种类型。

1. 颚式破碎机(图 1-2(a)) 由于活动颚板 2 对固定颚板 1 作周期性的往复运动, 物料在两颚板之间被压碎。适用于粗、中碎硬质物料或中硬质物料。

2. 圆锥式破碎机(图 1-2(b)) 外锥体 1 是固定的, 内锥体 2 被安装在偏心轴套里, 由立轴 3 带动作偏心回转。物料在两锥体之间受到压力和弯曲力的作用而被破碎。适用于粗、中、细碎硬质物料或中硬质物料。

3. 辊式破碎机(图 1-2(c)) 物料在两个作相对旋转的辊筒之间被压碎。适用于中、细碎中硬质和软质物料。

4. 锤式破碎机(图 1-2(d)) 物料被快速旋转的锤子 1 所击碎, 锤子 1 自由悬挂在转盘 2 上, 并被其带动。适用于中、细碎中硬质物料。

5. 反击式破碎机(图 1-2(e)) 物料被高速旋转的转子 2 上刚性固定的打击板 1 击碎, 并撞击到反击板上而进一步被破碎。适用中、细碎硬质和中硬物料。

6. 轮碾机(图 1-2(f)) 物料在旋转的碾盘 2 上被圆柱形碾轮 1 所压碎和磨碎, 同时还有混合作用。耐火材料厂多用轮碾机粉碎原料。

7. 立式冲击破碎机(图 1-2(g)) 物料受高速旋转的转子 1 和 2 上固定板锤的冲击和挤压作用而破碎成粗粒和细粒, 并且撞击到衬板 3 上而进一步破碎。适用于中、细碎硬质、中硬的软质和脆性物料。

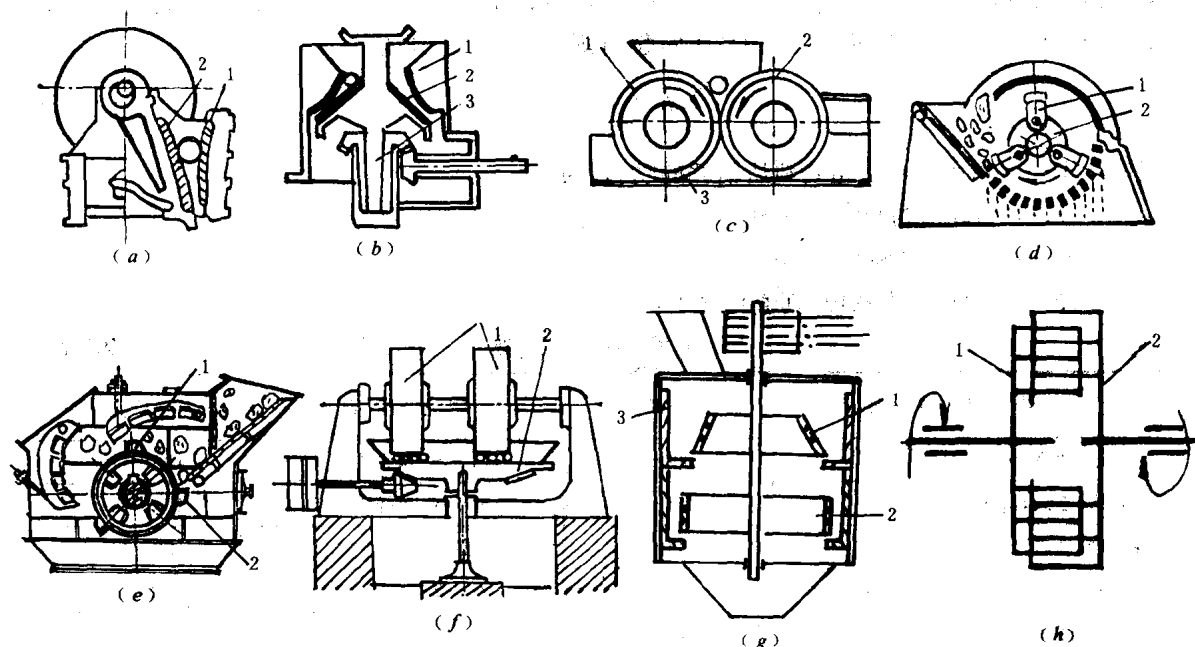


图 1-2 破碎机械类型

(a) 颚式破碎机; (b) 圆锥破碎机; (c) 辊式破碎机; (d) 锤式破碎机
(e) 反击式破碎机; (f) 轮碾机; (g) 立式冲击破碎机; (h) 笼式粉碎机

8. 笼式粉碎机(图 1-2(h))

笼式粉碎机又称笼形磨,它是利用两个高速相对回转的笼子 1、2 对物料进行冲击粉碎的。适用于细碎和粗磨脆性及软质物料。玻璃工业中使用较多。

第二章 颚式破碎机

第一节 概 述

一、颚式破碎机的应用

颚式破碎机经过 100 多年的实践和不断地改进,其结构已日臻完善。它具有构造简单、工作可靠、制造容易、维修方便等特点,所以,至今仍然是粗碎和中碎作业中最重要和使用最广泛的一种破碎机械。它不但在建材工业,也在冶金、煤炭、化工等工矿企业中被广泛地采用着。颚式破碎主要用来破碎应力不超过 200MPa 的脆性物料。如铁矿石、金矿石、铝矿石、铜矿石、石灰石和白云石等。在建材工业中它主要用来破碎石灰石、水泥熟料、石膏、砂岩等。

二、颚式破碎机的工作原理及类型

在颚式破碎机中,动颚板绕悬挂心轴对固定颚板作周期性摆动(图 2-1)。当动颚靠近固定颚板时,则位于两颚板间的矿石受压碎、劈裂和弯曲作用而破碎。当动颚离开固定颚板时,已破碎的矿石在重力作用下,经排矿口排出,所以物料的破碎是在两块颚板之间进行的。

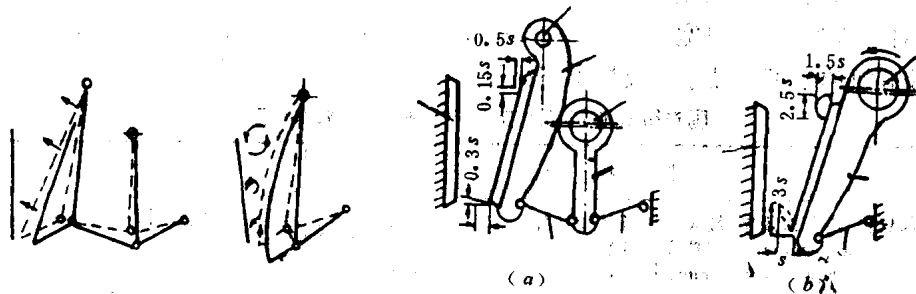


图 2-1 颚式破碎机的动颚运动分析

(a) 简摆颚式破碎机; (b) 复摆颚式破碎机

颚式破碎机通常是按动颚运动特性来进行分类,主要有:简单摆动式、复杂摆动式、组合摆动式三类。近年来,液压技术在颚式破碎机上得到应用,出现液压式颚式破碎机。还有结构得到改进的细碎颚式破碎机。

1. 简单摆动颚式破碎机(图 2-1(a)) 该破碎机的活动颚 2 是固装在可回转的心轴 6 上,当偏心轴 4 回转时,连杆 3 也随着作上下运动,通过推力板 5 的作用,迫使活动颚板绕着悬挂轴作往复摆动。活动颚上各点的运动轨迹都呈弧线(如图 2-1a 示意图),其摆动距离:水平行程是上端为 $0.5s$ 、下端为 s ;垂直位移是上端为 $0.15s$ 、下端为 $0.3s$ 。为此,该破碎机的破碎负荷集中在下部,活动颚板磨损不均匀,破碎机的生产能力较低。简单摆动颚式破碎机破碎比为 3~6,都做成大、中型,用作粗碎机。

2. 复杂摆动颚式破碎机(图 2-1(b)) 该机的活动颚 2 的顶部直接悬挂在偏心轴 4 上,其底部支撑在一端有固定铰接的推力板 5 上。当偏心轴转动时,直接带动了活动颚,活动颚上部的运动轨迹近似为圆形,底部因受推力板的约束,运动轨迹为圆弧形,中部为椭圆形(如图

2-1(b)示意图)。复杂摆动颚式破碎机动颚上部水平行程为下部的 1.5 倍, 适合上部压碎大块矿石。它的垂直位移上部为 2.5s、下部为 3s。在破碎腔中矿石受到颚板的挤压和弯曲作用外, 还有研磨揉搓作用。

复杂摆动颚式破碎机一般制成中小型, 破碎比可达到 10, 随着工业的发展, 复杂摆动颚式破碎机已向大型方向发展。

从分析复杂摆动颚式破碎机活动颚运动特点可知:

(1) 当颚板压住物料时, 活动颚板要部分地和物料一起作向下运动, 从而加速了出料速度, 提高了生产能力。实践证明, 相同规格复杂摆动颚式破碎机比简单摆动颚式破碎机生产能力高 20%~30%。

(2) 活动颚上部的水平摆动量大于下部, 所以大块物料容易在上部得到破碎, 整个颚板工作面受力较均匀, 符合破碎原理, 也有利生产能力的提高。

(3) 活动颚下端有很大的向下垂直动力, 这样不但能促使排料, 而且能将已破碎的物料反复的翻转, 并以立方体形状块粒卸出。

(4) 活动颚受的巨大挤压力, 部分作用到偏心轴和轴承上。特别是大型复杂摆动颚式破碎机的作用力是很大的, 这对破碎机结构和操作带来不良的影响。

颚式破碎机的规格用进料口宽度 $B(\text{mm})$ 和长度 $L(\text{mm})$ 来表示。例如: 900×1200 颚式破碎机。

根据给矿口宽度 B 与长度 L 的大小, 颚式破碎机可分为大、中、小型三类。给矿口宽度大于 600mm 者为大型; 给矿口宽度 300~600mm 者为中型; 给矿口宽度小于 300mm 者为小型。国产颚式破碎机的定型产品系列及技术特征见表 2-1。

国产颚式破碎机的定型产品系列及技术特征

表 2-1

序号	机器名称及规格	主要参数						机器重量 (t)	主电动机型号及规格	定型产品制造厂
		给矿口规格 (mm) 宽度×长度	最大给矿粒度 (mm)	排矿口调整范围 (mm)	生产能力 (t/h)	偏心轴转速 (r/min)	偏心距 (mm)			
1	PEF150×250 复摆颚式破碎机	150×250	125	10~40	1~4	300	14	1.1	Y132S-4 5.5kW 一台, 1500r/min	上海建设 机器厂等
2	PEF250×400 复摆颚式破碎机	250×400	210	20~80	5~20	300	12.5	2.8	Y180L-6 15kW 一台, 1000r/min	上海建设 机器厂等
3	PEF400×600 复摆颚式破碎机	400×600	350	40~160	17~115	250	12	6.5	Y250M-8 30kW 一台, 750r/min	上海建设 机器厂等
4	PEF600×900 复摆颚式破碎机	600×900	480	75~200	56~192	250	19	17.63	YR280M-8 15kW 一台, 730r/min	沈阳重型 机器厂
5	PEF900×1200 井下简摆颚式 破碎机	900×1200	650	150~180	140~200	180	30	61.97	YR126-8 110kW 一台, 730r/min	沈阳重型 机器厂
6	PEF1200×1500 分段启动简摆 颚式破碎机	1200×1500	850	130~180		135	35	128	YR136-8 180kW 一台, 730r/min	沈阳重型 机器厂
7	PEF1500×2100 简摆颚式破碎机	1500×2100	1100	250~300	400~500	100	40	219	YR450-12 250kW 500-12 28kW 490r/min	沈阳重型 机器厂
8	PEF250×400 复摆移动式颚式 破碎机	250×400	180	20~80	8~10m³/h (排矿口 50mm)	280~300	12.5	3.8	Y180M-4 18.5kW 一台, 1460r/min	北京门头 沟通用机 械厂

第二节 颚式破碎机的构造

一、简单摆动颚式破碎机

我国生产的 900×1200 简单摆动颚式破碎机的构造如图 2-2 所示。

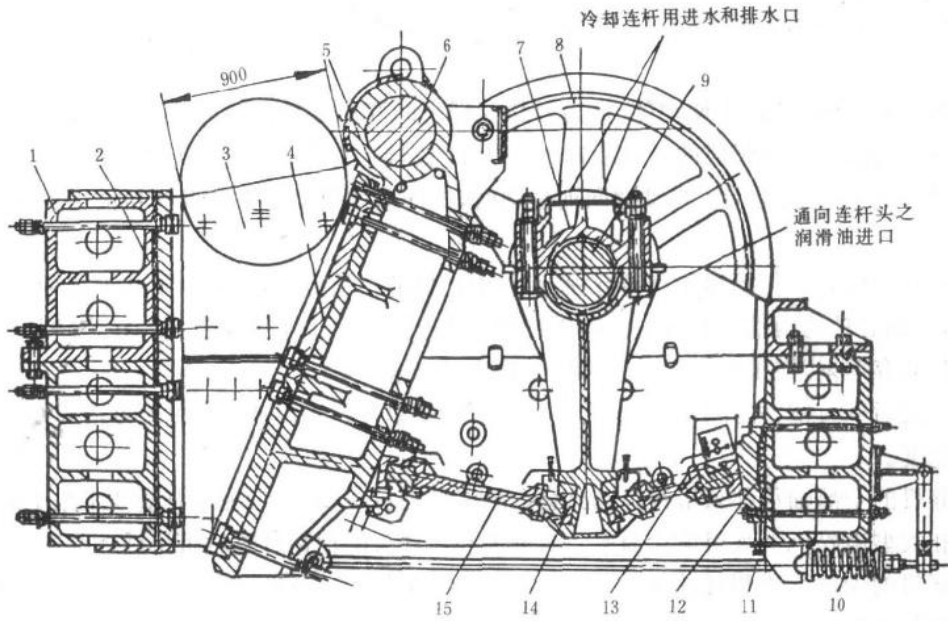


图 2-2 900×1200 简单摆动颚式破碎机

- 1—机架；2—破碎板；3—侧面衬板；4—破碎板；5—可动颚板；6—心轴；7—连杆；8—飞轮；
9—偏心轴；10—弹簧；11—拉杆；12—楔铁；13—后推力板；14—肘板座；15—前推力板

机架 1 是破碎机的骨架，所有的零件都安装在它的上面。破碎腔是由固定颚板和活动颚板 5 构成。固定颚和活动颚都衬有锰钢制成的破碎板 2 和 4，破碎板用螺栓和楔固定于颚板上。为了提高破碎效果，两破碎板的表面都带有纵向波纹，而且凹凸相对。这样，对矿石除有压碎作用外，还有弯曲作用。破碎机工作腔两侧壁上也装有锰钢衬板 3。由于破碎板的磨损是不均匀的，其下部磨损较大。为此，往往把破碎板制成上下对称的，以便下部磨损后，将其倒置而重复使用。大型破碎机的破碎板是由许多块组合而成，各块都可以互换，这样就可延长破碎板的使用期限。

为了使破碎板与颚板紧密贴合，其间须衬有由可塑性材料制成的衬垫。衬垫用锌合金或塑性大的铝板制成。因为贴合不紧密会造成很大的局部过负荷，使破碎板损坏，紧固螺栓拉断，甚至还会造成动颚的破裂。

活动颚板悬挂在心轴 6 上，心轴则支承在机架侧壁上的滑动轴承中。活动颚板绕心轴对固定颚板作往复摆动。

活动颚板的摆动是借曲柄双摇杆机构来实现的。曲柄双摇杆机构由偏心轴 9、连杆 7、前推力板（前肘板）15 和后推力板（后肘板）13 组成。偏心轴装在机架侧壁上的主轴承中，连杆（上连杆头）则装在偏心轴的偏心部分上，前后推力板的一端支承在下连杆头两侧凹槽中的肘板座 14 上，前推力板的另一端支承在动颚后壁下端的肘板座上，而后推力板的另一端则支承在机