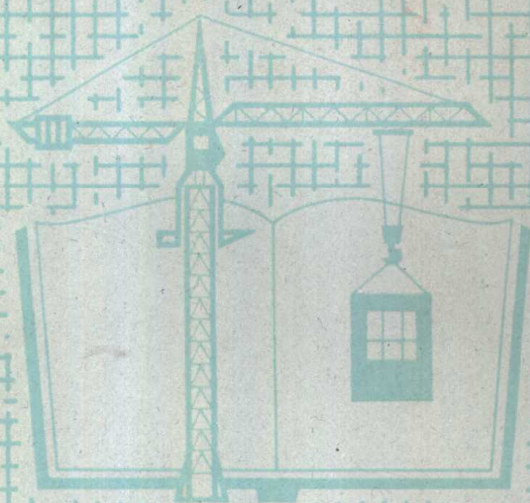


建材机械与设备

北京市建筑材料工业学校 等编



中等专业学校试用教材

中国建筑工业出版社

88632

TU6
1001

中等专业学校试用教材

建 材 机 械 与 设 备

北京市建筑材料工业学校 等编

中国建筑工业出版社

本书主要介绍建材机械(水泥、平板玻璃、玻璃纤维拉丝机械)主机和附属设备的构造、工作原理和参数计算,并介绍了典型零部件的受力分析和计算方法。全书共分七篇:破碎机械,粉磨机械,收尘设备与选粉机,输送设备,水泥煅烧设备,平板玻璃生产机械以及连续玻璃纤维拉丝机械与设备。

本书可作为建材类中等专业学校建材机械专业课试用教材,也可供有关建材厂矿工程技术人员参考和职工培训教材。

中等专业学校试用教材

建材机械与设备

北京市建筑材料工业学校 等编

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(北京阜外南礼士路)

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 31 字数: 750 千字

1981年12月第一版 1983年12月第二次印刷

印数: 9,401—20,000册 定价: 2.55元

统一书号: 15040·4179

前 言

根据1978年8月中等专业学校建材机械专业教材会议制定的《建材机械与设备》编写大纲，我们编写了这本教材。

《建材机械与设备》这门课是中等专业学校建材机械专业的重要专业课之一，通过本课程学习，使学生熟悉建材工业生产中主要机械设备的结构、工作原理、特点、使用维护、主要参数的确定，并掌握主机设备一些典型零部件受力分析和设计计算方法。

本书着重基本概念和基本原理的阐述，在内容上既考虑到建材机械的现状，又考虑到今后的发展方向，以适应建材工业现代化发展的需要。

本书由北京市建筑材料工业学校主编，洛阳建筑材料工业学校、上海建筑材料工业专科学校、天津建筑材料工业学校以及广州市建筑材料中专校参加编写。编写分工是王春祐第一、二篇，朱济涛、王永信第三篇，崔惠玲、任承禄第四篇，房德鸿、褚瑞卿第五篇，丁志华、汪小鸿第六、七篇。

在编写过程中得到了有关兄弟院校、科研单位和设计单位大力支持。华南工学院张庆金和辽宁建工学院司徒镇威负责了本书的审稿工作，在此谨致谢忱。

由于我们水平有限，实践经验不足，编写时间仓促，错误和不当之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

1981年5月

目 录

前 言

第一篇 破 碎 机 械

第一章 概述.....	1	第四章 锤式破碎机	39
第二章 颚式破碎机	5	第一节 工作原理、构造和特点	39
第一节 工作原理、构造和特点	5	第二节 主要零件	41
第二节 主要参数的计算	9	第三节 主要参数的计算与选择	43
第三节 主要零件的结构和计算	15	第四节 转子找平衡	45
第四节 维护和故障排除	28	第五节 维护和故障排除	48
第五节 国外颚式破碎机结构及其 发展	30	第五章 反击式破碎机	49
第三章 辊式破碎机	32	第一节 概述	49
第一节 构造、原理与特点	32	第二节 构造	51
第二节 主要参数的确定与选择	36	第三节 主要参数的计算与选择	54

第二篇 粉 磨 机 械

第六章 概述	57	零部件	80
第一节 粉磨的意义	57	第一节 管磨机构造	80
第二节 磨机的分类及管磨机的 优缺点	57	第二节 球磨机主要零部件	82
第三节 粉磨作业的特点、 工艺技术指标和粉磨系统	60	第九章 球磨机主要零件强度 计算	106
第七章 球磨机的工作原理及主要 工作参数	63	第十章 球磨机的安装、使用与 修理	115
第一节 球磨机粉碎物料的基本作用 及研磨体的运动分析	63	第一节 安装	115
第二节 球磨机的主要工作参数	72	第二节 使用与修理	123
第八章 球磨机的构造及主要		第十一章 其它类型磨机介绍	125
		第一节 无介质磨机	125
		第二节 中速磨	126

第三篇 收尘设备与选粉机

第十二章 收尘设备	128	第四节 沉降室	136
第一节 粉尘性质与颗粒在气流中 的运动	128	第五节 旋风收尘器	139
第二节 收尘的意义	133	第六节 袋式收尘器	150
第三节 收尘设备的种类和效率	134	第七节 电收尘器	164
		第八节 收尘器的选用	169

第十三章 选粉机	170	第二节 旋风式选粉机	175
第一节 离心式选粉机	171	第三节 串流式选粉机	178

第四篇 输送机

第十四章 带式输送机	181	第一节 工作原理和特点	249
第一节 构造、布置形式、应用及特点	181	第二节 主要零部件	250
第二节 主要零部件	183	第三节 选择计算	253
第三节 设计与选择计算	199	第十八章 振动输送机	257
第十五章 斗式提升机	220	第一节 振动输送机的输送原理、 类型和特点	257
第一节 构造、类型和特点	220	第二节 机械振动输送机	261
第二节 主要零部件	225	第三节 电磁振动给料机	263
第三节 设计与选型计算	233	第十九章 空气输送设备	272
第十六章 埋刮板输送机	243	第一节 概述	272
第一节 构造、原理、类型及特点	243	第二节 空气输送斜槽	273
第二节 主要零部件	244	第三节 管道式气力输送设备	279
第三节 设计与选型计算	247	第四节 气力输送管道系统计算	286
第十七章 螺旋输送机	249		

第五篇 水泥煅烧设备

第二十章 概述	293	第三节 几种冷却机的比较	328
第二十一章 几种类型的回转窑	294	第二十四章 回转窑的强度和功率 计算	329
第一节 回转窑的规格及特性	294	第一节 筒体强度计算	329
第二节 几种类型回转窑	294	第二节 轮带计算	342
第二十二章 回转窑的结构	302	第三节 托轮和挡轮的计算	348
第一节 回转窑结构设计要求	302	第四节 回转窑功率的计算	355
第二节 筒体	303	第二十五章 立窑	358
第三节 支承装置	306	第一节 立窑的类型及结构	358
第四节 挡轮	316	第二节 成球盘	360
第五节 传动装置	319	第三节 喂料装置	367
第六节 密封装置	323	第四节 卸料篦子	368
第二十三章 冷却机	326	第五节 卸料密封装置	381
第一节 筒式冷却机	326		
第二节 水平推动篦式冷却机	328		

第六篇 平板玻璃生产机械

第二十六章 成型原理及生产方法	385	第三节 传动装置	411
第一节 成型原理及生产方法	385	第四节 参数确定	417
第二节 成型工艺对设备的要求	392	第二十八章 自动切割机和自动 掰板机	421
第二十七章 垂直引上机	393	第一节 自动切割机	421
第一节 结构	393	第二节 自动掰板机	428
第二节 主要结构设计	404		

第七篇 连续玻璃纤维拉丝机

第二十九章 概述	434	原理	463
第三十章 双筒自动换筒拉丝机	438	第六节 拉丝机刹车机构	470
第一节 691型双筒自动换筒拉丝机的		第七节 拉丝设备的工艺布置	471
构造和工作原理	438	第三十一章 大卷装拉丝机	476
第二节 防振机头结构及其主要		第一节 概述	476
参数计算	440	第二节 大卷装拉丝机的组成和	
第三节 排线机构及其主要参数计算	449	工作原理	476
第四节 排线器及其工作原理	454	第三节 机头结构和传动系统	477
第五节 自动换筒机构和自动上丝		第四节 卷绕成型方法	481

第一篇 破 碎 机 械

第一章 概 述

一、粉碎及其目的

在建筑材料生产中所采用的原料、燃料、混合材料块度一般都比较较大。为了便于粉磨、烘干、运输与储存，大部分物料都要预先进行粉碎。因此，粉碎是建材工业生产的主要环节之一。粉碎是用外力克服物料内部的内聚力而使其由大变小的过程。

在建筑材料生产中，粉碎作业是很重要的过程。例如：每生产一吨水泥，需要破碎和粉磨的物料量约四吨左右。约有70%的电能消耗在原料、燃料、半成品的破碎粉磨上。

物料在入磨机前的粒度越小，粉磨时需要的动力就越少，磨机的产量就越高，生产成本也越低。

二、粉碎比

在研究粉碎过程和粉碎机时，经常要用到粉碎比这个概念。粉碎比系指粉碎前物料的粒径与粉碎后物料粒径的比值。

如果物料在粉碎前的粒径为 D ，粉碎后的粒径为 d ，则粉碎比可表示为： $i = \frac{D}{d}$ 。

各种粉碎机械的粉碎比均有一定的范围，由于破碎机械的粉碎比较小，有时物料需经过几级破碎后粒度才达到要求。这时原料尺寸与最后破碎产品尺寸之比以 i_0 表示。在多级破碎时，如果各级粉碎比为 $i_1, i_2, \dots, i_n$ ，则总的粉碎比为

$$i_0 = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \dots \cdot i_n \quad (1-1)$$

三、粉碎方法

物料粉碎方法很多，仅就机械方法而言主要有以下五种，如图1-1所示：

1. 压碎（图1-1a）——物料在两表面之间受到缓慢增长的静压力作用而被挤碎。
2. 击碎（图1-1b）——物料在瞬息间受到足够大的冲击力而被破碎。

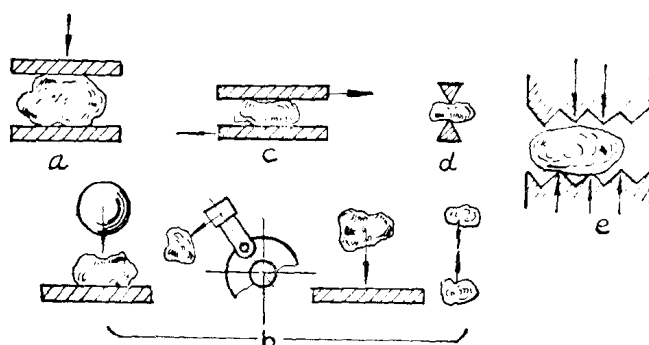


图 1-1 粉碎物料的方法

3.磨剥(图1-1c)——物料在两个表面间,当其相对运动时受剪切力作用而被粉碎。

4.劈碎(图1-1d)——物料由于楔状物体的作用,受足够大拉力而被粉碎。

5.折断(图1-1e)——物料受弯曲力而被粉碎。

各种破碎和粉磨机械都是根据这些简单的粉碎方法进行工作的。一般说来;每种机械都是用两种或两种以上的方法组合起来进行工作的。我们在选择粉碎方法时,必须根据物料的物理性质、块度大小及需要粉碎程度而定。如对坚硬的物料,多采用折断、劈裂的方法进行粉碎;对于韧性的物料应采用挤压和磨剥的方法进行粉碎;对于脆性的物料用冲击的方法比较合适。如果粉碎方法选择不当,不但影响粉碎效果还要增大功率消耗,出现难于粉碎或过粉碎现象。

目前工业上广泛采用的粉碎方法还是机械方法,这种方法都是物料与机械设备直接接触,所以它的缺点是要消耗大量金属材料。同时,生产能力的提高也受到了限制。近年来随着科学技术的发展,在粉碎作业上已经探讨出新的方法;即用非机械能进行粉碎作业的科研成果。如热力粉碎设备,超声波粉碎设备,水电效应粉碎设备等。但这些方法在生产上目前还没能广泛应用,原因是这些方法能量消耗比机械粉碎大得多。但随着科学技术的向前发展,新的粉碎技术将会逐步完善。

四、粉碎理论

物料粉碎时使其尺寸由大变小,表面积有所增加,这时要消耗能量。粉碎理论将说明粉碎时物料粒度的变化同能量消耗之间的关系。下面将比较重要的粉碎理论介绍如下:

(一)表面积理论

粉碎物料所做的功同粉碎过程中物料新生成的表面积成正比。

这一理论可以用数学公式表达如下:对于球形颗粒,单位重量的表面积,亦即物料的比表面积为

$$S = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot Z}{\frac{\pi}{6} D^3 \gamma Z} = \frac{6}{D\gamma} \text{米}^2/\text{公斤} \quad (1-2)$$

式中 D ——物料直径,米;

Z ——每公斤物料的颗粒数目;

γ ——物料的重度,公斤/米³。

设共有 G 公斤物料,物料在粉碎之前的直径为 D 米,经过粉碎后直径变为 d 米,于是在粉碎过程中物料的表面积增加为

$$G(S_2 - S_1) = \frac{6}{\gamma} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{D} \right) G \text{ 米}^2$$

根据表面积理论,粉碎功应同 $(S_2 - S_1) G$ 成正比。令比例系数为 K_s' , 则粉碎功

$$A = K_s' \cdot \frac{6}{\gamma} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{D} \right) G = K_s \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{D} \right) G \text{ 千瓦} \cdot \text{小时} \quad (1-3)$$

K_s 的大小与物料的性质、密度及形状有关。

表面积理论符合于粉磨作业。

(二)体积理论

在观测比较粗大的物料粉碎过程时得出结论:粉碎物料所作的功同物料的体积(或重量)成正比。

为了用公式表示这种关系，可以把物体的粉碎当作弹性体的变形来看待。对于弹性物体作弹性变形时，应力与应变成正比。亦即

$$\varepsilon = \frac{1}{E} \sigma \quad (1-4)$$

式中 $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$ ——物体的相对变形；

L ——受力方向上物体原始长度；

ΔL ——物体的绝对变形；

$\sigma = \frac{P}{F}$ ——物体所受应力；

P ——对物体的作用力；

F ——物体的横截面积；

E ——物体的弹性模数。

在粉碎物料时，物体的应力自零增大到强度限 σ_{max} 而受到破坏，故粉碎功为

$$A = \frac{1}{2} P_{max} \Delta L = \frac{\sigma_{max}^2 FL}{2E} = \frac{\sigma_{max}^2 V}{2E} \text{ 公斤} \cdot \text{米} \quad (1-5)$$

式中 $V = F \cdot L$ ——物体的体积。

从此式看出，粉碎功同物体的体积成正比。这种关系也可以用粉碎前后物料的尺寸表示出来。设有 G 公斤物料，粉碎前尺寸为 D ，粉碎后尺寸为 d ，粉碎要分 n 次进行，每次的粉碎比均为 i ，亦即总的粉碎比

$$i_0 = \frac{D}{d} = i^n \quad (1-6)$$

根据体积理论，每将物料粉碎一次，粉碎功均为：

$$A_1 = kG \quad (1-7)$$

式中 k 为比例系数。于是在 n 次粉碎中，总共需要粉碎功

$$A = nA_1 = nkG \quad (1-8)$$

对式 (1-6) 的两端取对数：

$$\log i_0 = n \cdot \log i$$

或者

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

将 n 代入 (1-8) 式则：

$$A = \frac{\log i_0}{\log i} kG = \frac{k}{\log i} \log i_0 G$$

式中系数 $k/\log i$ 与物料的性质、强度等因素有关，令其等于 K_v ，则

$$A = K_v \cdot \log i_0 G = K_v \left(\log \frac{1}{d} - \log \frac{1}{D} \right) G \text{ 千瓦} \cdot \text{小时} \quad (1-9)$$

对于每种物料的 K_v 值，可从实验数据得出。

同表面积理论不同，体积理论比较符合破碎作业，尤其是粗碎作业。

(三) 裂缝理论

此理论认为物料粉碎所需的功和物料产生裂缝的长度成正比，而裂缝又和物料颗粒的直径（或边长）的平方根成反比。以公式表示为

$$A = K_c \left(\frac{1}{\sqrt{d}} - \frac{1}{\sqrt{D}} \right) G = 10 W_0 \left(\frac{1}{\sqrt{d}} - \frac{1}{\sqrt{D}} \right) G \quad \text{千瓦} \cdot \text{小时} \quad (1-10)$$

式中 K_c 为比例系数。 W_0 称为功耗指标，相当于将单位重量的尺寸为无限大的物料粉碎到尺寸为100单位长度时的平均粉碎功。

上式表示粉碎功同物料在粉碎期间所生成的裂缝总长度成正比。这种现象的产生，可解释为：当物体受外力作用时产生应力，当应力超过强度限时，就产生裂缝。然后，物体的变形能就集中到这些裂缝上，使裂缝扩大，终于导致物体的粉碎。这就是裂缝理论。

使用裂缝理论的公式计算的粉碎功，其数值是介于表面积理论和体积理论之间，因此，裂缝理论实质上是介于表面积理论与体积理论之间的一种理论。

五、破碎机的分类

应用上述各种破碎方法的破碎机械是多种多样的，在建材行业中使用的破碎机有以下几种类型：

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或折断。

2. 圆锥破碎机（图1-2 b）——外锥体 1 是固定的，内锥体 2 被偏心轴 3 带动作偏心回转，物料在两锥体之间受到压力与弯曲力而被破碎。

3. 滚筒破碎机（图1-2 c）——物料在两个相对回转的滚筒间被压碎。

4. 锤式破碎机（图1-2 d）——物料被快速旋转的锤子 1 所击碎，锤子以销轴铰接在转盘 2 上并被其带动。

5. 反击式破碎机（图1-2 e）——物料受打击板打击，反击板及物料之间相互撞击而破碎。

6. 轮碾机（图1-2 f）——物料在旋转的盘 2 上被圆柱形碾轮所压碎及磨碎。

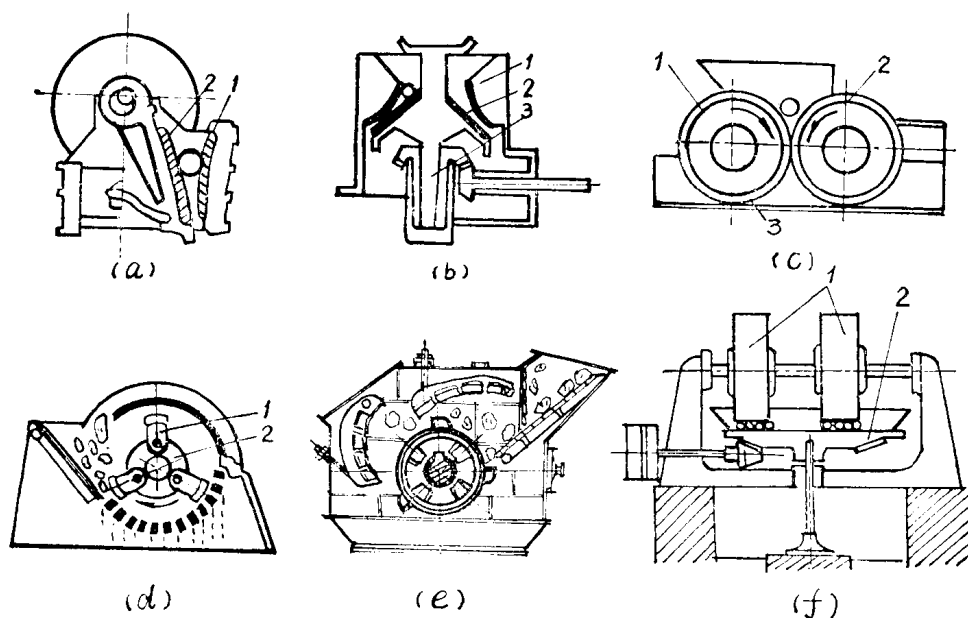


图 1-2 破碎机的分类

第二章 颚式破碎机

第一节 工作原理、构造和特点

颚式破碎机是建材、选矿、化工等许多生产部门中广泛使用的一种破碎机械。在水泥生产中用来粗碎和中碎块状的坚硬物料，如石灰石、石膏、熟料等。

颚式破碎机在工作时，如图（2-1）所示，活动颚板 2 对固定颚板 1 作周期性的往复运动，时而靠近，时而离开。当靠近时，物料在两颚板间被压碎，当离开时，已破碎的物料，在重力的作用下自由落到破碎机下面的输送设备上运走。

颚式破碎机通常都是按照活动颚板的运动特性进行分类的，主要有以下三类：

1. 简单摆动式（图2-1 a）；
2. 复杂摆动式（图2-1 b）；
3. 组合摆动式（图2-1 c）。

其中常用的有简单摆动，复杂摆动两种结构形式。

一、颚式破碎机的工作原理

（一）简单摆动颚式破碎机

工作原理：如图2-1 a 所示，该破碎机的活动颚 2 固定在一根可回转的悬挂轴 6 上，当偏心轴 4 如图2-1 a 所示方向回转时，与偏心轴联接的连杆 3 也随着作上下运动，通过推力板 5 的作用，迫使活动颚绕着悬挂轴作往复摆动，活动颚上各点的运动轨迹都是一条弧线摆动的距离是上面小，下面大，以活动颚底部即出料口处为最大，这样物料在活动颚的上部得不到破碎所必须的压力，造成上颚腔的破碎效果远不如下颚腔破碎作用来得剧烈，从而使破碎负荷集中在下部，整块颚板不能均匀工作，降低了破碎机的生产能力。

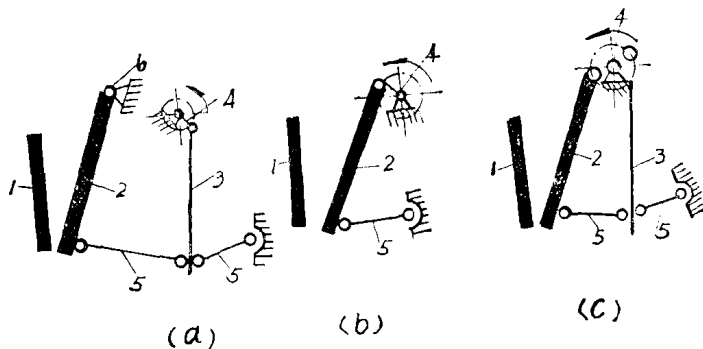


图 2-1 颚式破碎机的类型

（二）复杂摆动颚式破碎机 （图2-1 b）

1—固定颚板；2—活动颚板；3—连杆；4—偏心轴；5—推力板；6—悬挂轴

工作原理：复杂摆动颚式破碎机的活动颚 2 的顶部直接悬挂在偏心轴 4 上，其底部支撑在一块一端有固定铰接的推力板 5 上。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。

这样，破碎机在工作时，活动颚在靠近和离开固定颚时，还有很大的上升和下降运动，形成了比较复杂的运动轨迹，因此叫复杂摆动颚式破碎机。

通过比较知道简单摆动和复杂摆动颚式破碎机动颚的运动轨迹是不同的(图2-1 a)。这种简单摆动颚式破碎机,在破碎的过程中,它的动颚上面的每一点都绕着动颚的悬挂轴6作圆弧摆动,它对于落入破碎腔中的矿石所施加的力主要是两颚板的挤压与弯曲作用力。而图中所表示的动颚作复杂摆动的颚式破碎机,它的动颚运动轨迹要复杂得多。从图2-2可以看出,它的动颚AB最上端A从1至8各点的运动轨迹是以 O_1 为圆心的,偏心距 r 为半径的圆形轨迹。它的最下端B的运动是以 O_2 为圆心的 BB' 圆弧轨迹,而在颚板中部C、D各点的运动是各种形式的近似椭圆形轨迹。复摆式破碎机动颚的这种运动方式比简摆式动颚的运动有一系列优点,它的动颚上端行程大,对颚腔上部物料产生有较大的压力,并且在动颚向固定颚靠近的同时,有一个向下的分力,这就大大方便了这种破碎机的排矿过程。在这种破碎机颚腔中的矿石,除受到颚板的挤压和弯曲作用外,还有研磨揉搓作用,加强了机器对物料的破碎能力,增加了破碎比,提高了破碎效率。当然,在另一方面,与简单摆动颚式破碎机相比,偏心轴受力复杂,增加了用于克服摩擦的能量消耗,加快了偏心轴和颚板衬板的磨损。这种复摆颚式破碎机,过去只做成中小型。目前由于生产发展的需要,正在制造更大的规格。因为它有结构简单、破碎比较大等优点,适应于中小型建材厂作中、细碎各种物料之用。而简单摆动颚式机目前多做成大中型尺寸的,主要用于大中型建材厂和选矿厂对物料的粗、中碎作业。

(三) 组合摆动式颚式破碎机工作原理 (如图2-1 c)

这种破碎机综合了简单摆动和复杂摆动颚式破碎机的优点而设计制造的。它的活动颚2悬挂在偏心轴4上,颚板底部支撑在与连杆3铰接的前面推力板5上,连杆的上部也悬挂在偏心轴的另一个偏心部位上,因此,它的运动方式介于上述两种破碎机之间。这种颚式破碎机的生产率比简单摆动式高,衬板的磨损比复杂摆动的小,而且比较均匀。但这种破碎机仍存在着构造复杂,偏心轴受力大,容易损坏等缺点,所以目前很少使用。

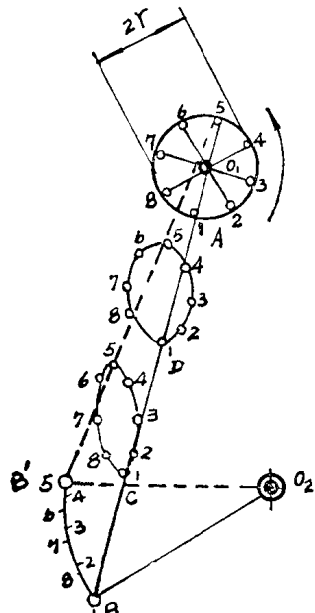


图 2-2 复杂摆动颚式破碎机动颚各点的运动轨迹

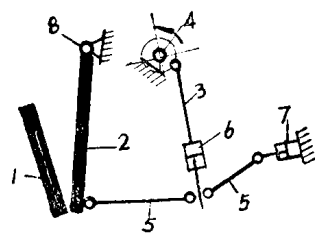


图 2-3 PEJ900×1200毫米液压颚式破碎机原理图

- 1—固定颚板; 2—活动颚板; 3—连杆; 4—偏心轴;
- 5—推力板; 6—连杆液压缸及活塞;
- 7—卸料口调节器液压缸; 8—活动颚悬挂轴

另外,近年来,液压技术在颚式破碎机上得到了应用,这种破碎机(如图2-3)所示,是一种比较先进的破碎设备,它是我国沈阳重型机器厂生产的PEJ 900×1200 液压式破碎机。它的连杆3上装了一个液压油缸和活塞6,油缸与连杆上部连接,活塞杆与推力板5

连接。当破碎机主电机启动时，液压油缸尚未充满油，油缸与活塞等能相对滑动，因此主电机无需克服活动颚等运动部件的巨大惯性，而能较容易的启动。等主电机到正常运转时，液压油缸内已充满了油，使连杆，油缸和活塞杆紧紧地连接在一起，相当于一个整体连杆，动力通过连杆推力板等使活动颚摆动，颚式破碎机被启动。

当颚腔内进入坚硬物（如铁块等）时，使连杆受力增大，油缸内油压也急剧增加，从而推开溢流阀，油缸内的油被挤出，活塞与油缸松开，这时，连杆油缸虽然随偏心轴的转动而上下运动，但连杆活塞是不动的，故推力板，活动颚也不动，从而保护了破碎机的其它部件不被破坏，因此，起到整个设备保险装置的作用。

二、颚式破碎机的构造

（一）简单摆动颚式破碎机的构造

图2-4 900×1200毫米简单摆动颚式破碎机（900×1200毫米表示破碎机的规格，即进料口的宽×长）。

这种破碎机由用钢板焊接的机架1，活动颚板2和固定颚板3组成。固定颚板在机架的前壁上，活动颚板固定在轴4上。轴4在机架的轴承中转动。活动颚板借连杆机构传递而摇动。连杆机构是由偏心轴5，连杆6，前推力板7和后推力板8组成，推力板支撑在滑块10中，滑块安装在摇动颚板、连杆和机架后壁挡板9中。由两根拉杆11和弹簧12所组成的锁紧装置，将推力板、连杆与摇动颚板三者始终保持连接。

当偏心轴旋转时，连杆上下运动，并迫使两推力板改变角度，于是带动了活动颚板摆动。当活动颚板靠近固定颚板时物料被压碎，离开时，物体由颚腔中排出。

活动颚板前进破碎物料时，需要很大的动力，但后退时，靠弹簧的作用，不需要动力。为此装置了飞轮16，贮备颚板后退时的能量，供颚板前进破碎之用。

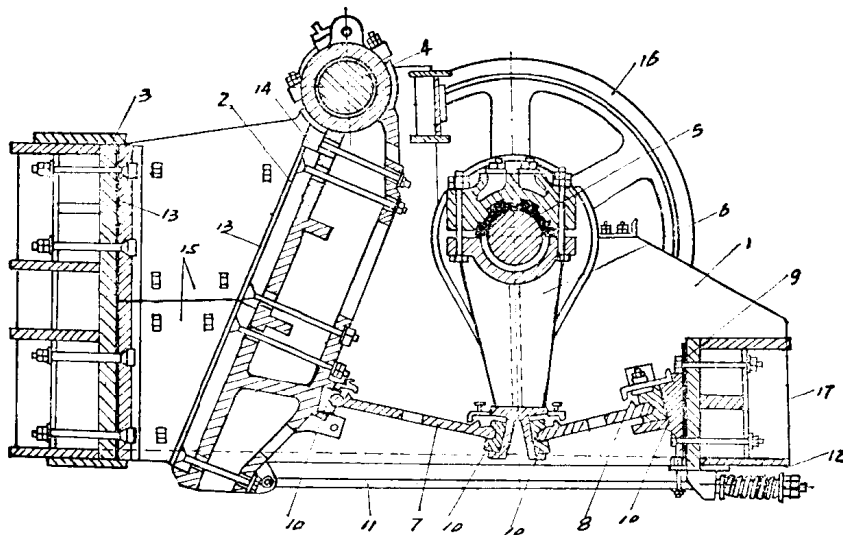


图 2-4 900×1200毫米简单摆动颚式破碎机

在破碎机的两个颚板上，都装有锰钢衬板13。衬板用螺栓和楔14固定于颚板上。楔14用于紧固衬板，防止衬板向上移动，在装配时还可用于消除衬板与颚板之间的间隙。破碎腔的侧壁装有锰钢护板15。衬板的工作面上有纵向的齿，并使活动颚板上的齿峰与固定颚

板上的齿槽相对，这样可以改进破碎机的工作条件，有助于破碎物料。

为了防止破碎机因落入不可破碎的金属物体，使重要零部件造成破坏，该破碎机还装有安全装置。一般是将后推力板 8 作为安全保护装置。

为了调节破碎产品的粒度，颚式破碎机的卸料口宽度，应当在一定的范围内可以调节。大型颚式破碎机是通过增减垫在后推力板挡铁后面的垫片 17 来调节的。减少垫片时，卸料口就增大，增加垫片时，卸料口就减小。

增减垫片时，先把锁紧装置稍松，取下或装上所需的垫片后再锁紧，卸料口的调节范围不得超过说明书的规定，否则将使连杆偏斜过大，推力板受力增加，造成推力板破坏事故。

（二）复杂摆动颚式破碎机的构造

图 2-5 为 400×600 毫米复杂摆动颚式破碎机简图。从图中可以看出，它的固定颚实际上就是机架 15 的前壁，它的动颚 14 通过滚动轴承悬挂在偏心轴 13 上，偏心轴又通过滚动轴承支承在机架上，在动颚 14 下端的凹槽内装有滑块 4，推力板 5 的一端就支承在这个滑块上，另一端则通过滑块和调节座 6、调节螺丝 7 支承在机架 15 的后壁上。正如原理图中所表示的那样，固定颚、动颚、偏心轴和推力板这四个主要零件，经过机架的联接，就构成了复摆颚式破碎机的基本型式，规定了动颚的运动轨迹。复杂摆动颚式破碎机就是在这个基础上，再考虑到传动、润滑、破碎力的平衡，排矿口的调整，过载的保险等方面的问题，完善其结构的。

机架 15 是单个整体的铸钢结构，它的前壁上装有用楔形螺栓紧固的固定颚 1，动颚 14 为一成型铸件，正面装有活动颚衬板 3，用螺栓通过楔块紧固在动颚上。电动机通过三角皮带带动偏心轴使动颚运动，从而将破碎腔内的物料予以破碎。

锁紧装置铰接于动颚下端，它的末端用弹簧 9 固定在机架的后壁上，当排料口由小调大或动颚向前摆动时，拉杆通过弹簧来平衡动颚和推力板所产生的惯性力，使动颚的下端经常向右方机架的后壁拉紧，消除了破碎机操作时推力板从槽中掉出的可能。

破碎机的规格尺寸是用给料口的宽度 B 和长度 L 表示的。生产中喂入破碎腔的最大料块尺寸 D 不能超过规格尺寸的 80~85%。

三、颚式破碎机的特点

简单摆动颚式破碎机的优点是：构造简单牢固，工作安全可靠，操作维护方便，安装高度较低（与锥式破碎机比较）可以降低厂房及加料装置的安装高度，处理物料范围广，破碎力不是直接作用到偏心轴上，因此对偏心轴及轴承有利，所以多制成大型。

这种破碎机的缺点是：动颚有空行程，生产不是连续的，效率低。动颚下部的水平行程较上部大，与物料的破碎过程不相符。同时使颚板负荷不均匀造成衬板磨损不均，破碎腔上下之间工作时易形成空隙，使生产率降低。卸料口成长方形，有不合格的片状产品，不利于下一级破碎。另外不利于破碎潮湿、粘性较软的物料以防破碎腔堵塞，又由于有沉重的连杆，活动颚作用使惯性力很大，对安装基础要求较高，破碎比较小，仅有 4~6。

复杂摆动颚式破碎机的构造特点是动颚直接悬挂在偏心轴上，不必使用连杆，只有一块推力板，正如前面所说，动颚上每一点的运动轨迹是一个复杂的曲线，动颚与偏心轴都是滚动轴承，因此传动效率高，润滑方便。

这种破碎机的优点是动颚上部的水平行程较大，对上部物料挤压效果好，适合于破碎

过程要求，物料除受到压碎、劈碎作用外还受到研磨作用，可以减少片状产品，由于动颚有垂直向下运动使物料在破碎腔中翻动，促进了颚腔排料，提高了生产率。可较同规格简摆颚式破碎机提高产量20~30%。复杂摆动颚式破碎机的破碎比可达10左右。结构简单紧凑，机械摩擦损失小。

这种破碎机的缺点是：动颚所受的巨大的挤压力，直接作用到偏心轴及其轴承上，加剧了他们的磨损，故不适于破碎大块坚硬的物料，为此多制成中小规格，目前国内最大的复杂摆动颚式破碎机规格为600×900毫米。而国外已有大规格生产。

由于动颚的垂直行程较大，所以使衬板磨损严重，其次是工作时灰尘较大。复杂摆动颚式机主要用来中、细碎中等硬度或韧性的，或稍带有粘湿性的物料，在水泥厂也多用来破碎石灰石、石膏、熟料等。

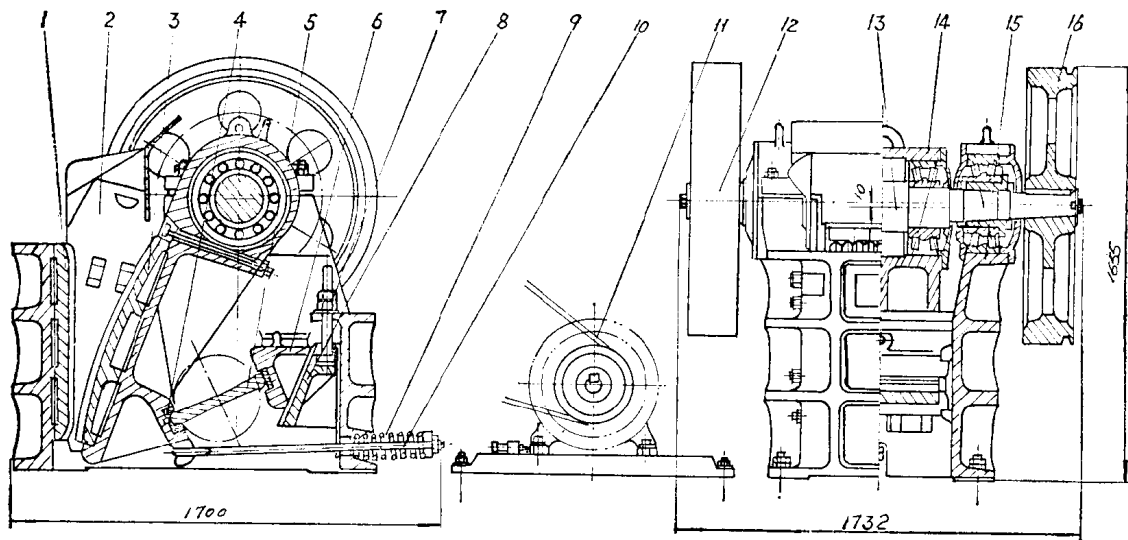


图 2-5 400×600毫米复杂摆动颚式破碎机

1—固定颚；2—侧护板；3—活动颚板；4—滑块；5—推力板；6—调节座；7—调节螺栓；8—后斜面座；9—弹簧；10—拉杆；11—电动机；12—飞轮；13—偏心轴；14—动颚；15—机架；16—皮带轮

第二节 主要参数的计算

颚式破碎机的工作参数主要有钳角、偏心轴转数、生产率、破碎力和功率等，分析如下：

一、钳角

颚式破碎机活动颚板与固定颚板之间形成的夹角称为钳角。这个角度的大小，对破碎机的工作有很大的影响。夹角太大时，虽然进料口的宽度增大，可以往破碎机中送入大块物料，但是，物料块有被颚板向上推出的可能，得不到正常的破碎。夹角过小，送入的物料块尺寸减小，破碎比小，这也是不正常的。

为了确定不致将物料推出的最大钳角，必须研究物料在颚板中的受力情况。当物料在颚板间被挤压时（如图2-6）， P_1P_2 两力是活动颚板和固定颚板对物料的压力。 P_1 的垂直分力 $P_1\sin\alpha$ 有向上推出物料的作用。但衬板与物料间的摩擦力 fP_2 和 fP_1 有阻止物料被推

出的作用。（ α 为颚板的夹角， f 为物料与衬板间的摩擦系数）如果不考虑物料自重，则要保证正常破碎条件，必须满足下列关系：

$$fP_2 + fP_1 \cos \alpha \geq P_1 \sin \alpha \quad (2-1)$$

即向下的垂直分力大于或等于向上的垂直分力。

另外水平分力应该等于零。即：

$$P_2 - P_1 \cos \alpha - fP_1 \sin \alpha = 0 \quad (2-2)$$

将公式（2-2）代入公式（2-1）并整理得

$$\operatorname{tg} \alpha \leq \frac{2f}{1-f^2}$$

令 φ 表示摩擦角，则 $f = \operatorname{tg} \varphi$

$$\operatorname{tg} \alpha \leq \frac{2 \operatorname{tg} \varphi}{1 - \operatorname{tg}^2 \varphi}$$

$$\operatorname{tg} \alpha \leq \operatorname{tg} 2\varphi$$

$$\therefore \alpha \leq 2\varphi \quad (2-3)$$

由此可以看出，为了避免产生物料块被挤出现象，就必须使破碎机的钳角等于或小于物料与颚板间的摩擦角的两倍。一般情况下，颚板与物料（如石灰石）间的摩擦系数 $f > 0.2$ （或 $\varphi > 11^\circ$ ），因此在生产实际中，颚式破碎机的钳角多取为：

$$\alpha = 18^\circ \sim 22^\circ$$

从一些实验中我们知道，钳角适当减小一些可以使破碎机的生产率增加，尤其在破碎硬物料时更为明显。这是因为钳角减小后，提高了破碎腔上部对物料的挤压能力，加强了破碎机排料的连续性，不致因破碎不及时而影响排料，从而提高了生产率。但是过小的钳角又会减小破碎比和入料粒度。所以，钳角的取值要根据生产中的具体要求而定。事实上，即使钳角远小于2倍摩擦角的情况下，由于物料间的楔塞现象（如图2-7），个别料块也有被向上挤出来的可能，这并不是钳角太大的缘故。

二、偏心轴转数

不论是简单摆动或复杂摆动颚式破碎机，它的偏心轴转数就是动颚的摆动次数。在一定范围内，偏心轴转数增加，也就是动颚摆动次数增加，破碎机的生产能力增加，但是摆动次数超过一定限度以后，再增加转数，生产率增加十分缓慢，有时还甚至下降，而其功耗却迅速上升。这是由于被破碎的物料只有在动颚离开固定颚时才能靠自重排出来，而过高的偏心轴转数使被破碎好的物料来不及由卸料口排出，致使影响了生产率的提高。那么，究竟多大的转数才合适呢？

为了求得偏心轴的有效转速，可作如下假设：（1）由于颚身较长、摆动幅度又不大，故假定动颚平行地离开它的位置，钳角 α 不变。（2）动颚离开固定颚时，已破碎的矿石呈梯形断面的棱柱体靠自重自由落下。

从图2-8所示知，为了不妨碍物料排出，物料棱柱体落下时必须满足一个条件，即活动颚板离开的时间 t 内，下降的物体能够落下 h 厘米的高度。当偏心轴转动一次时，颚板共摆动两次（一次靠拢，一次离开），一次离开的时间为：

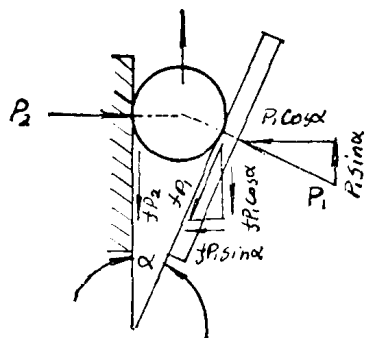


图 2-6 颚板的夹角

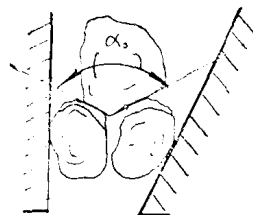


图 2-7 物料楔塞现象