

中等专业学校轻工专业试用教材

玻璃工厂机械设备

王德琴 主编

中国轻工业出版社

(京)新登字034号

内 容 提 要

本书主要介绍玻璃工厂所用各种机械设备的性能、结构、工作原理、主要参数确定以及安装、调试、使用与维护等基本知识。全书共分三篇,第一篇主要介绍原料的粉碎、筛分、配合料的制备、运输、贮存及加料、除尘等机械设备。第二篇主要介绍供料机械、成形机械以及制品的加工、修饰、输送、检验、包装等设备。第三篇主要介绍玻璃工厂的供水、供油、供气、通风等设备。

本书为轻工业中等专业学校玻璃工艺专业教材,也可供从事此专业的工程技术人员参考。

中等专业学校轻工专业试用教材

玻璃工厂机械设备

王德琴 主编

中国轻工业出版社出版

(北京东长安街6号)

一二〇一工厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米 1/16 印张:22 插页:2 字数:540千字/

1992年10月 第1版第1次印刷

印数:1—3500 定价:5.70元

ISBN7-5019-1249-1/TQ·049

前 言

本教材是根据1988年全国中等专业轻工业学校硅酸盐教学研究会制定的玻璃工艺专业教学计划和玻璃机械教学大纲编写的,由辽宁省轻工业学校王德琴主编,主审是齐齐哈尔轻工业学院陈一鹏。参加编写的人员有四川省轻工业学校任可佳、宜兴轻工业学校万金华、河北省轻工业学校吴铸绵、大连轻工业学校谢晓林。

本教材以生产日用玻璃的机械为主,全书共分三篇,第一篇介绍玻璃工厂原料车间的机械设备,第二篇介绍玻璃工厂成形车间的机械设备,第三篇介绍玻璃工厂的主要辅助设备。

本教材主要根据齐齐哈尔轻工业学院主编的《玻璃机械设备》编写,根据中等专业学校的特点,减少了一些理论知识,适当增加了一些安装、调试、使用与维护以及故障排除方法等实践知识。根据教学计划的安排,又增加了第三篇的内容,主要介绍供水、供油、供气以及冷却通风除尘用的各种泵和风机。

教材在编写过程中得到了山东轻工业机械厂綦建义的大力帮助,在此表示感谢。

由于编写人员水平有限,难免有错误和缺点,欢迎读者批评指正。

编 者

1991年11月

目 录

第一篇 原料车间的机械设备

第一章 粉碎机械	1
第一节 概 述	1
第二节 颚式破碎机	8
第三节 辊式破碎机	16
第四节 锤式破碎机	21
第五节 轮碾机	27
第六节 笼式粉碎机	32
第二章 筛分机械	36
第一节 概 述	36
第二节 筒形筛	44
第三节 摇动筛	46
第四节 振动筛	50
第三章 称量设备	53
第一节 称量误差分析及称量设备种类	53
第二节 标尺式机电自动秤	54
第三节 圆盘指示数字显示式机电自动秤	55
第四章 混合机械	57
第一节 概 述	57
第二节 常用的几种混合机械	60
第五章 起重运输机械	65
第一节 电动葫芦	65
第二节 皮带输送机	67
第三节 斗式提升机	80
第四节 气力输送装置	84
第六章 贮料设备	91
第一节 料仓的结构和布置	91
第二节 料仓的设计	93
第七章 加料机械	96
第一节 螺旋给料机	96
第二节 薄层加料机	98
第三节 柱塞式加料机	100
第四节 电机振动给料机	100

第八章 收尘设备	104
第一节 粉尘的危害及防治	104
第二节 旋风收尘器	110
第三节 袋式收尘器	114
第四节 湿法收尘器	120

第二篇 成形车间的机械设备

第一章 供料机械	126
第一节 供料机械类型和原理	126
第二节 滴料式供料机的构造	128
第三节 滴料式供料机的主要操作方法	146
第二章 成形机械	153
第一节 概 述	153
第二节 QD ₆ 型行列式制瓶机	156
第三节 EF型8组双滴料行列式制瓶机	210
第四节 气动六模制瓶机	226
第五节 罗兰特S10型制瓶机	240
第六节 M830型吹泡机	257
第七节 气动十模压杯机	265
第八节 玻璃成形模具	269
第三章 制品的加工与修饰设备	277
第一节 烧口机	277
第二节 磨花机	279
第三节 印花机	280
第四章 制品的输送检验与包装设备	283
第一节 输瓶机	283
第二节 推瓶机	284
第三节 玻璃瓶罐的自动检验设备	286
第四节 玻璃瓶罐的自动包装设备	289

第三篇 玻璃工厂的辅助设备

第一章 泵	291
第一节 离心泵	291
第二节 齿轮泵	309
第二章 风 机	313
第一节 通风机	313
第二节 活塞式空气压缩机	323

第一篇 原料车间的机械设备

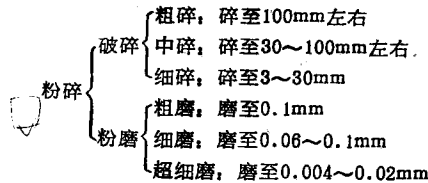
第一章 粉碎机械

第一节 概 述

一、粉碎的概念和意义

用外力克服固体物料的内聚力而将其分裂的过程称作粉碎。外力可以是人力、机械力、电力或者爆破力等。粉碎又可分为破碎与粉磨两个阶段。将大块物料碎裂成小块物料的过程称作破碎；将小块物料磨成细粉的过程称作粉磨。

粉碎的分类分级如下：



生产玻璃制品使用的各种原料，首先必须粉碎成一定的粒度才能进行熔制。粉碎的意义是：

(1) 均化混合 配合料所用各种原料的粒度越小，混合的均匀度越高，越可以促进玻璃的均质化。

(2) 增快反应速度 物料粒子越小，粒子间的接触表面积越大，熔化反应速度就越快。粉料粒度常采用比表面积表示，见表1-1-1，而粒度对玻璃配合料熔化速度的影响参见表1-1-2。

(3) 便于剔除有害杂质 如砂岩中的氧化铁，必须减小其粒度才能进行分离操作。

(4) 提高流动性 粉料具有较好的流动性，可进行气力输送。

表1-1-1

粉料的比表面积

粉	料	比 表 面 积 (cm ² /g)
玻璃配合料(平均)		~600
石英砂(0.1mm)		~230
粘土		~3300

表1-1-2

粒子大小对玻璃配合料*熔化速度的影响

粒 子	比 表 面 积 (cm ² /g)	大 小 在1000 (孔/cm ²) 筛面上的筛余 (%)	熔 化 速 度 相 对 比 值
	610	82.3	1
	3030	43.0	1.14
	7400	13.5	2.40
	8200	6.7	2.85
	11100	0	4.40

* 采用纯碱的平板玻璃

一般大中型玻璃厂所需的天然原料均需自行粉碎，而小型玻璃厂大都是粉料进厂。也有工厂对用量多的天然原料自行加工粉碎，用量少的则是直接购买粉料。

二、粉 碎 料 性

物料与粉碎过程有关的一些物理性质，如内部结构特征、机械强度、硬度和含水量等，统称为粉碎料性。

(一)物料的结构特征

固体物料的内部结构特征不同，其粉碎的难易程度亦不同。原子结构的物料硬度最大，最难粉碎；分子结构的物料硬度较小，比较容易粉碎；大多数物料是离子结构，其硬度和粉碎难易程度居前两种结构之间。

此外，固体物料在形成过程中会产生一些薄弱的间隙点、间界线、间界面、裂纹等，这都将影响物料的破碎性。被碎料的性质分类见表1-1-3。

表1-1-3

被 碎 料 的 性 质 分 类

性 质	被 碎 料
硬质、脆性、磨耗性	砂岩、石英、水泥熟料
中硬性、脆性	石灰石、煤、磷灰石
软 质	硼砂、盐
粘 结 性	粘 土

(二)机械强度

各种固体原料都具有承受一定外力的机械强度。当施加的外力超过该物料的机械强度极限时，就发生碎裂。机械强度又可分为抗压强度、抗弯强度、抗剪强度、抗冲击强度等。一般将抗压强度视作粉碎强度。表1-1-4为物料의强度极限。

(三)硬 度

原料的硬度常采用普氏硬度系数来评定。如表1-1-5所示。

(四)含水量

物料含水会降低抗压强度，因此湿磨效率比干磨高；但在干磨中，物料含水反应降低粉碎效率，这是因为少量水分使细粉产生粘结。

表1-1-4

物料的机械强度极限

料 名	抗 压 强 度 (Pa)	抗 弯 强 度 (Pa)	抗 剪 强 度 (Pa)	抗 冲 击 强 度 (Pa)
辉绿岩	3.43×10^8	2.94×10^8	2.84×10^8	3.53×10^7
石 英	$3.04 \times 10^8 \sim 2.74 \times 10^8$		1.76×10^8	1.15×10^7
石灰石(密)	$9.8 \times 10^7 \sim 1.47 \times 10^8$			
石灰石(疏)	$1.96 \times 10^7 \sim 5.88 \times 10^7$	1.85×10^7	1.22×10^8	5.14×10^8
砂岩(最硬)	$1.47 \times 10^8 \sim 1.96 \times 10^8$			
砂岩(硬)	$9.8 \times 10^7 \sim 1.47 \times 10^8$			
砂岩(中硬)	$5.88 \times 10^7 \sim 9.8 \times 10^7$		2.94×10^8	1.27×10^7
砂岩(不硬)	$3.92 \times 10^7 \sim 5.88 \times 10^7$			
苦灰石	2.16×10^7			
粘土(水2~9%)	$1.96 \times 10^8 \sim 5.88 \times 10^8$			
粘土(水22~26%)	$1.96 \times 10^8 \sim 5.94 \times 10^8$			

表1-1-5

原料普氏硬度系数

原料硬度等级	普氏硬度系数 (f)	原 料 种 类
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
中 硬	$4 \sim 8$	石灰岩、白云石、石英质砂岩
硬	$8 \sim 10$	坚硬石灰石、硬砂岩、石英岩
很 硬	> 10	花岗岩、玄武岩、硬石英岩

注：表中f是以物料的极限抗压强度除以100来计算的。

三、粉 碎 比

在粉碎过程中，粉碎前后物料直径的比值称为粉碎比。

(一)粉碎比*i*

$$i = d_{\text{前大}} / d_{\text{后大}}$$

(1-1)

式中 *i*——粉碎比

*d*_{前大}——粉碎前物料最大粒径(mm)

*d*_{后大}——粉碎后物料最大粒径(mm)

所谓最大粒径，通常以能通过80%(破碎)或95%(粉磨)该物料的正方形筛孔表示。

(二)平均粉碎比*i*_平

即粉碎前后物料的平均粒径之比：

$$i_{\text{平}} = d_{\text{前均}} / d_{\text{后均}}$$

(1-2)

对于形状不规则的物料颗粒来说，平均粒径可按式计算：

$$d_{\text{均}} = \frac{L + b + h}{3}$$

(1-3)

$$d_{\text{均}} = \sqrt[3]{Lbh}$$

(1-4)

或

或

$$d_{\text{均}} = \frac{L+b}{2} \quad (1-5)$$

式中 L 、 b 、 h ——分别指物料颗粒沿三个垂直方向的尺寸，即长、宽、高(mm)

对于含有大小不同颗粒的物料来说，首先要用一套标准筛分级。通过一个筛而留在下一个筛上的物料算作一级，称出各级物料的质量，计算它的平均粒径：

$$d_{n\text{均}} = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (1-6)$$

式中 $d_{n\text{均}}$ ——某一级物料颗粒的平均粒径(mm)

d_1 、 d_2 ——上下两个筛网孔径(mm)

则

$$d_{\text{均}} = \frac{d_{1\text{均}}m_1 + d_{2\text{均}}m_2 + \cdots + d_{n\text{均}}m_n}{m_1 + m_2 + \cdots + m_n} \quad (1-7)$$

式中 $d_{\text{均}}$ ——一堆大小不同颗粒物料的平均粒径(mm)

$d_{1\text{均}}$ 、 $d_{2\text{均}}$ 、 $\cdots$ 、 $d_{n\text{均}}$ ——各级颗粒的平均粒径(mm)

m_1 、 m_2 、 $\cdots$ 、 m_n ——各级颗粒的质量(kg)

(三)公称粉碎比 i_n

它用来简易地表示和比较粉碎机的性能：

$$i_n = d_{\text{进}}/d_{\text{出}} \quad (1-8)$$

式中 $d_{\text{进}}$ ——粉碎机的允许最大进料口尺寸

$d_{\text{出}}$ ——粉碎机的最大出料口尺寸

一般情况如图1-1-1所示。

$$d_{\text{进}} = (0.8 \sim 0.9)a \quad (1-9)$$

式中 a ——进料口宽度

实际生产中，为了保证粉碎机械正常运行，最大进料尺寸总小于设备的允许最大进料粒度尺寸，因此粉碎机的平均粉碎比一般都较公称粉碎比为小，约等于：

$$i_{\text{平}} = (0.7 \sim 0.9)i_n \quad (1-10)$$

所以在粉碎机的选型时应注意这点。一般破碎机的平均粉碎比为3~30，而粉磨机通常达300~1000以上。

(四)总粉碎比 $i_{\text{总}}$

对于多级(即多台)粉碎，总粉碎比可由各级粉碎机的粉碎比乘积来表示。即：

$$i_{\text{总}} = i_1 i_2 \cdots i_n \quad (1-11)$$

式中 $i_1 i_2 \cdots i_n$ ——各级粉碎机的粉碎比

已知粉碎机的粉碎比和要求的总粉碎比，即可由上式求得所需要的粉碎级数。

粉碎比既是评定机械效能的一项重要指标，又是确定粉碎工艺和设备选型的主要依据。

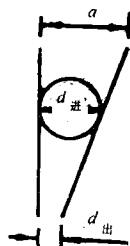


图1-1-1 最大允许进料口尺寸

四、粉碎作业及流程

(一)粉碎原则

粉碎原则是不作过粉碎。在连续粉碎的场合下，如果碎成料不能及时排出而滞留在粉碎机中，会被继续粉碎，从而超过了所要求的粒度，作了过粉碎，浪费了粉碎功，降低了粉碎效率。这种现象称为“闭塞粉碎”。相反，粉碎效率高的自由粉碎是依靠水流、空气流将碎成料自由地、及时地从粉碎机中通畅带出。

贯彻“不作过粉碎”原则，可采取下列措施：

- (1) 尽量作到“自由粉碎”。
- (2) 物料在破碎前，必须经过筛分处理。
- (3) 尽量减少机械磨损。

(二) 粉碎流程

1. 间歇粉碎

如图1-1-2(1)所示，将一定量的被碎料加入粉碎机内，封闭粉碎，直至全部达到要求的粒度为止。它一般适用于处理量不大而粒度要求很细的粉碎作业。

2. 开路粉碎

凡是在破碎系统中，不带筛分设备或仅有预先筛分设备的称作开路粉碎流程。如图1-1-2(2)所示，被碎料不断加入，碎成料连续排出，被碎料一次通过粉碎机。其特点是：工艺布置简单，设备少，扬尘点也少，维护管理简单，适用于破碎作业。但是产品粒度不均匀，粉碎效率低。

3. 闭路粉碎流程

凡是在破碎系统中带有检查筛分设备的称作闭路粉碎流程。如图1-1-2(3)所示，被碎料经粉碎机一次粉碎后，粗粒子留在机中继续粉碎，其它粒子立即被运载流体(水或空气)夹带而强行离机，经过筛分，合格粒子被送往下道工序，不合格的重新返回粉碎机再次粉碎。该流程是循环连续作业，它严格遵守“不作过粉碎”原则。与开路粉碎相比，生产力可增加50~100%，单位质量碎成料所需要的功可减少40~70%，并且产品粒度均匀，粉碎效率高。但是

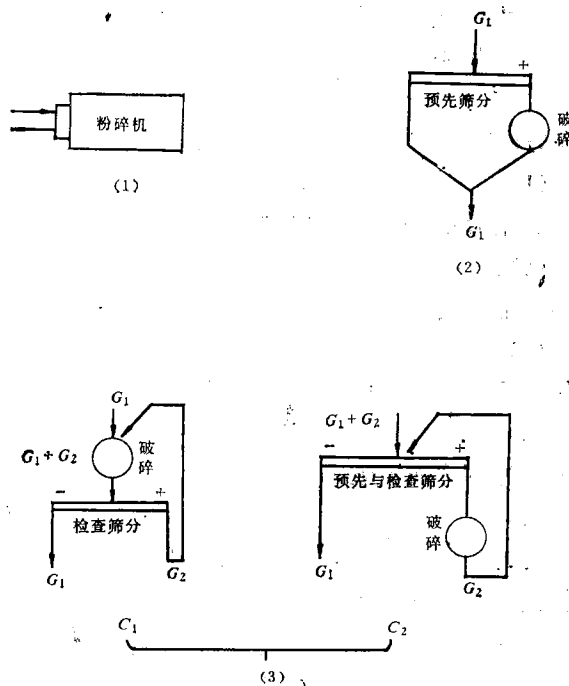


图1-1-2 粉碎流程

(1) 间歇粉碎 (2) 带预筛分的开路粉碎流程 (3) 闭路粉碎流程

设备多，流程复杂，维护管理比较麻烦。

选择粉碎流程，主要根据生产条件和技术经济效果来定。

上述三种流程的对比如表1-1-6所示。

表1-1-6

粉碎流程的比较

粉碎流程	间歇	开路	闭路
被碎料加入	方便	方便	方便
碎成料排出	不方便	方便	方便
碎成料粒度分布幅度	广	广	狭
生产能力	小	中	大
机件磨损	大	大	小
适用范围	粉磨	破碎	细碎、粉磨
设备费	小	小	大

(三)粉碎方式

1. 干式粉碎

被碎料的含水量在4%以下者称为干式粉碎。其特点是工艺简单，成品不需脱水干燥，但粉尘飞扬，碎成料的流动性不及湿式粉碎，含水量稍增时细粒即会粘结，细磨效率低。

2. 湿式粉碎

被碎料的含水量在50%以上，而具有流动性者称为湿式粉碎。其特点是排料通畅无粉尘，但成品需脱水干燥，禁止浸湿或易溶于水的物料不能用此方式。

一般破碎用干式，粉磨用湿式。

(四)粉碎方法

常采用的机械粉碎方法有以下五种。

1. 压碎〔图1-1-3(1)〕

物料受到缓慢增加的压力而破碎。

2. 劈碎〔图1-1-3(2)〕

物料受楔状物体的作用而被粉碎。

3. 剪碎〔图1-1-3(3)〕

物料在多支点工作面间发生弯曲折断。

4. 击碎〔图1-1-3(4)〕

物料在瞬间受到外来冲击力而被破碎。

5. 磨碎〔图1-1-3(5)〕

物料在两个相对滑动的工作面或各种形状的研磨体之间受到摩擦作用被磨碎。

目前使用的粉碎机械，往往同时具有多种粉碎方法，但其中常以某一种方法为主。

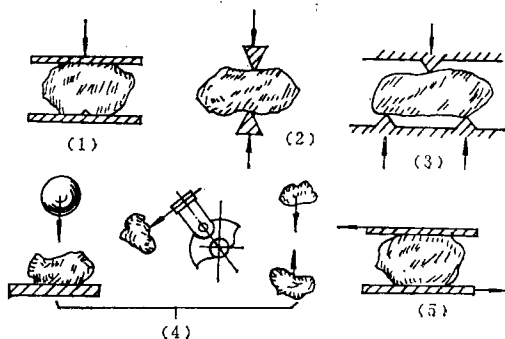


图1-1-3 物料的粉碎方法

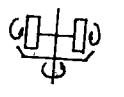
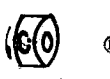
五、粉碎机类型及其发展

(一)粉碎机的类型

粉碎机的类型见表1-1-7。

表1-1-7

粉碎机的类型

类 型	图 示	机 名	主要粉碎方法	运 动 方 式	适 用 范 围
破 碎 机	 ①	颚式破碎机	压 碎	往 复	硬质料、 粗、中碎、 中硬质料
	 ②	圆锥式破碎机	压 碎	回 转	粗、中碎；硬质料 中、细碎；中硬、硬质料
	 ③	辊式破碎机	压 碎	旋 转 (慢速)	中、细碎；硬质、软质料
	 ④	锤式破碎机	击 碎	旋 转 (快速)	粗碎；硬质料 细碎；软质、中硬质料
	 ⑤	反击式破碎机	击 碎	旋 转 (快速)	中、细碎，中硬质料
粉 磨 机	 ⑥	笼式粉碎机	击 碎	旋转 (快速)	细碎、粗磨；软脆质料
	 ⑦	轮碾机	压碎和剪碎	自转、公转	细碎，中硬、软质料 粗磨
	 ⑧	辊磨机	压碎和剪碎	自转公转	细磨；软至稍硬料
	 ⑨	球磨机	击碎和剪碎	旋 转 (慢速)	粗、细磨；硬质磨性料
	 ⑩	振动磨	击 碎	振 动	超细磨；硬质料
	 ⑪	自磨机	击碎和剪碎	旋 转 (慢速)	细碎、粗磨、 细磨、超细磨 ，硬质料

(二) 粉碎机的发展

1. 新技术的应用

(1) 电子技术的应用 英国早在1964年就有了电子计算机控制的自磨机。我国一些玻璃厂近年也开始采用计算机控制粉碎设备的操作。

(2) 液压技术的应用 液压技术是机械产品的重要发展方向。美国 and 原联邦德国在50年代就制造出了液压破碎机。我国近年制造的大型颚式破碎机，已采用了液压技术，用来调整排料口和保险。国外有些制造厂还采用了液压架体的开启装置，装在大型反击式破碎机上，它能够迅速打开架体，以利于易损件的更换。

(3) 新材料的应用 用塑料代替金属零件能节省金属，减轻重量，降低机器的生产成本。日本产的简摆颚式破碎机，其动颚轴承就采用了含油性合成树脂。也有用平的橡胶衬板代替光滑的锰钢衬板，其磨损速度降低1/2，而带筋橡胶衬板的消耗量又只有光滑橡胶衬板的1/3。瑞典在磨机出料端、加料端以及筒体采用橡胶衬板后，衬板成本降低了5%，安装时间比锰钢衬板快2.5~3倍，对物料的研磨性增加了10~15%，同时又降低了电能消耗和机器重量，并且，磨机运行时无噪音。

(4) 新的粉碎技术 目前所有的粉碎设备都是靠机械力的作用将物料直接粉碎。新的粉碎原理正在探讨中，例如采用气能、电能、热能、原子能和化学能、声能、太阳能等等，并由此产生出一些新的粉碎设备，如热力粉碎设备、超声波粉碎设备、水电效应粉碎设备、等离子装置、微波装置、激光装置等等。但这些设备很不经济，目前只限于特殊用途，如用于粉碎不能污染的核反应所需的物料。

2. 防噪音的研究

粉碎设备的突出缺点是噪音大。防止噪音的措施有两条：一是减少机械本身所产生的噪音，比如安装橡胶衬板；二是防止噪音的传播。前者较难办到，后者仍是主要的措施。首先对大型设备如颚式破碎机和球磨机，可以装在地下，小型粉碎机可以安装遮音罩，其次在新的设计中，把产生噪音的机械尽量集中安装，并使之控制自动化，这样就可将建筑物完全封闭。

3. 防振的研究

对大型粉碎设备，其基础重量要尽量大一些，基础重量应为机器本体重量的3~5倍，振幅要控制在0.3mm以下，小型设备可在机器本体与底座间设置防振橡胶垫。

随着新技术、新材料、电子计算机及工业电视的应用，粉碎设备将向着大型化、自动化、高效能方向发展。

第二节 颚式破碎机

一、工作原理及分类

颚式破碎机在玻璃工业中使用很广，主要用于粗碎和中碎坚硬和中硬的物料，如石灰石、砂岩、白云石、石英、长石和萤石等。其特点是构造简单，使用维修容易，牢固、价廉，适用于破碎各种岩石(包括最坚硬的岩石)，但是冲击、振动剧烈，噪音大，基础大。

颚式破碎机按活动颚板运动特征和悬挂方式分为：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1-1-4所示。它们都有两块颚板：一块是固定颚板，一块是活动颚板。活动颚板2套在偏心轴1或悬挂轴8上。工作时，由电动机带动偏心轴转动，使活动颚板对固定颚板作周期性的往复运动，时而靠近，时而离开。当靠近时，物料在两块颚板间被破碎，当离开时，已碎料靠自重卸出。

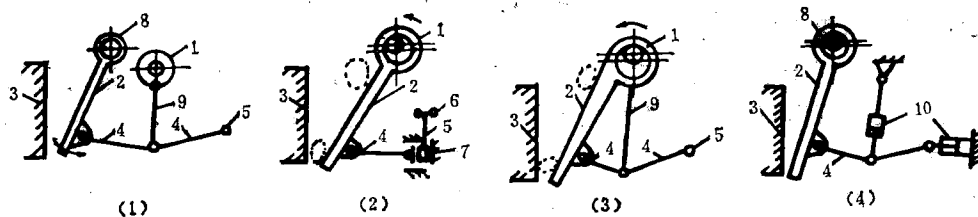


图1-1-4 腭式破碎机类型、工作原理简图

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—楔块 8—悬挂轴
9—连杆 10—液压缸

二、腭式破碎机的构造

(一)复杂摆动腭式破碎机

如图1-1-4(2)所示,活动颚板2悬挂在偏心轴1上。当偏心轴回转时,活动颚板除了以偏心轴为支点作往复运动外,尚有上下运动。其上各点的运动轨迹都是椭圆,越往下椭圆度越大。

所以物料在颚腔中既受到压碎、劈碎作用,又受到磨碎作用,使片状产品减少,由于空载行程比简单摆动式的少,活动颚板还有垂直向下的运动,可以促进排料,因而生产效率高,比同规格的简单摆动颚式破碎机产量高20~30%,破碎比可达10左右,结构简单、紧凑,活动颚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。但是,活动颚板悬挂在偏心轴上,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破碎机;由于活动颚板垂直行程大,所以颚面磨损快,磨损物进入原料中,使原料中的含铁量增

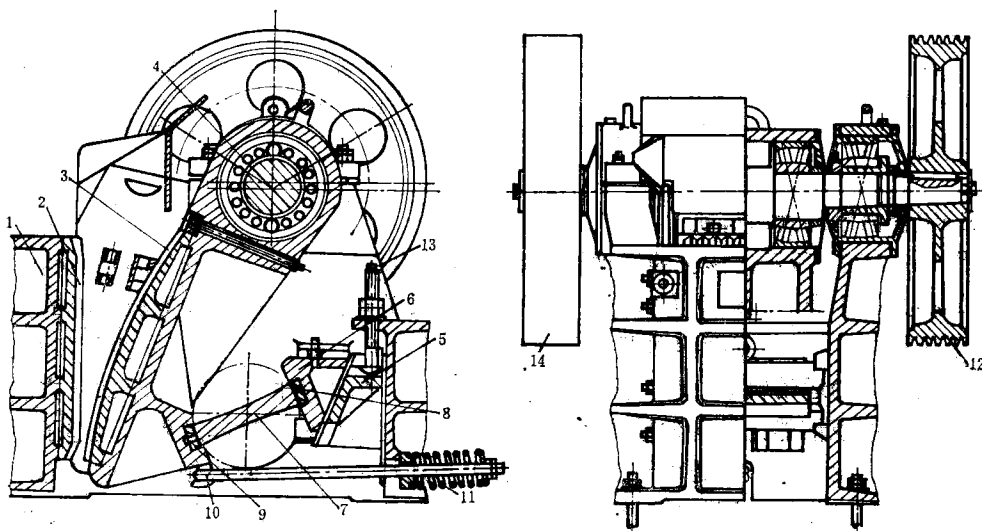


图1-1-5 复杂摆动腭式破碎机

1—机架 2—固定颚板 3—弧形活动颚板 4—偏心轴 5、6—楔块 7—推力板 8、9—耐磨衬 10—拉杆 11—压力弹簧 12—皮带轮 13—调节螺杆 14—飞轮

大，影响玻璃产品的质量。图1-1-5是复杂摆动颚式破碎机。

(二)简单摆动颚式破碎机

如图1-1-4(1)所示，该机的活动颚板2以悬挂轴3为支点。偏心轴1通过连杆9、推力板4带动活动颚板作简单往复摆动，活动颚板上各点的运动轨迹都是简单的圆弧，而且以排料口处为最大。

由于活动颚板有空行程，故生产效率低；又因活动颚板是弧线运动，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；颚板受力不均匀，因而磨损不均匀；破碎比为4~6。图1-1-6是简单摆动颚式破碎机。

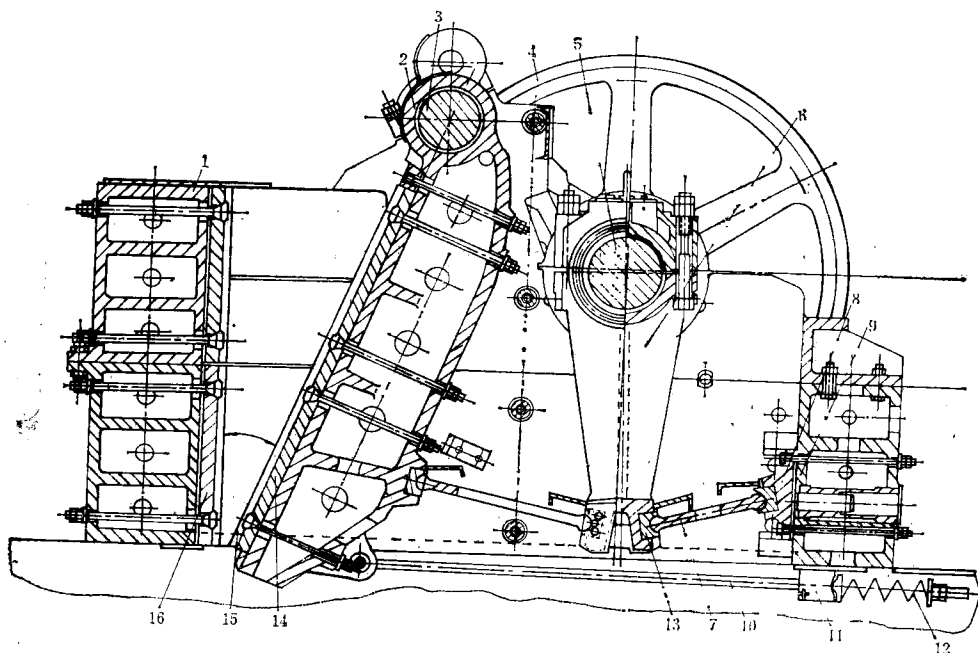


图1-1-6 简单摆动颚式破碎机

1—机架 2—活动颚 3—悬挂轴 4—飞轮 5—偏心轴 6—连杆 7—推力板 8—挡板 9—机架后壁 10—拉杆 11—后壁凸缘 12—拉杆弹簧 13—推力板支座 14—活动颚板 15—侧护板 16—固定颚板

(三)组合摆动颚式破碎机

如图1-1-4(3)所示，该机的活动颚板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。其运动方式介于上述两种颚式破碎机之间：活动颚板下部的垂直位移约为水平位移的4/5，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；破碎过程中也起了促进排料的作用，提高了生产率。但是由于它的活动颚板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，因此这种颚式破碎机目前还只能制成中小型的。图1-1-7是500×750组合摆动颚式破碎机结构图。

除上述者外，为便于调整排料口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〔见图1-1-4(4)〕。为使启动方便，国内还设计制造出

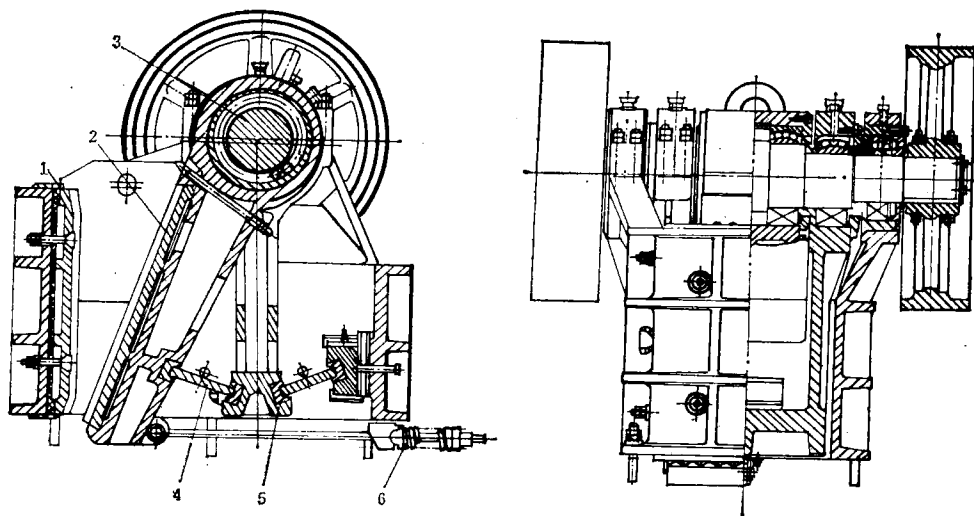


图1-1-7 500×750组合摆动腭式破碎机

1—固定颧板 2—活动颧板 3—偏心轴 4—推力板 5—连杆 6—拉杆弹簧

1200×1500 带液压控制分段启动的简摆式颧式破碎机。由于分段启动，降低了电流的高峰值，克服了一般颧式破碎机启动负荷大的缺点。

颧式破碎机规格用进料口宽度和长度表示。如900×1200颧式破碎机，即进料口宽为900mm，长为1200mm。国产颧式破碎机系列列于表1-1-8。字母代表型号，P为破碎机，E为颧式，F为复杂摆动，J为简单摆动。进料口宽度大于600mm者为大型；300~600mm者为中型；小于300mm者为小型。简单摆动式的多为大、中型；复杂摆动式的多为中、小型。

(四) 腭式破碎机的主要部件

1. 颧板和侧护板

颧板直接与物料接触，磨损大，因而用强度高而耐磨的锰钢制造。颧板表面铸成齿形，齿峰角为 $90^\circ \sim 110^\circ$ ，齿高与齿距之比约为 $1/2 \sim 1/3$ (见图1-1-8)。在安装时，活动颧板齿与固定颧板齿的排列应谷峰相对，使物料受到压、剪和劈的作用。颧板下部磨损快，常把颧板做成上下对称形状，以便下部磨损后能倒置使用。为了防止出片状产品，还可将活动颧板纵向表面改为一定的弧形，如图1-1-5中所示。

侧护板主要是保护机座侧壁，不起主要破碎作用，所以表面光滑，一般用铸锰钢制造。

2. 推力板

它的作用是直接推动活动颧板作往复运动；同时又是个保险装置，当负荷过大时，它先断裂，防止其它机件损坏；它与楔形顶座还组成调节装置，调节出料口尺寸。重新制造时应按图加工，决不能改变尺寸和材料。它一般由铸钢制造。

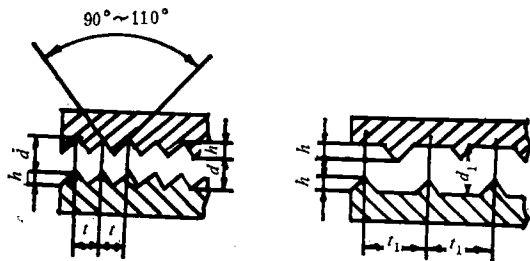


图1-1-8 腭板表面形状和排列

它是颧式破碎机的主轴，带动活动颧板作往复运动。它承受巨大的扭转和弯曲应力，因

表1-1-8

颚式破碎机的规格与性能

型 号 (mm)	最大入 料粒度 (mm)	出料口调 整范围 (mm)	生 产 能 力 (t/h)	主 轴 转 速 (r/min)	配 套 电 动 机			油 泵 电 机			最大 件重 (t)	设备 总重 (t)
					型 号	功 率 (kW)	电 压 (V)	型号	功率 (kW)	台数		
PEF 150×250	125	10~40	1~4	300	JO ₂ -112L-4	5.5	380					1.10
PEF 250×400	210	20~80	5~20	300	JO ₂ -160M-6	15	220/380				1.29	2.8
PEF 400×600	350	40~160	17~115	250	JO ₂ -225S-8	30	220/380				2.97	6.5
500×750 组合摆动	400	50~170	70	250	JR-92-8	55						14.83
PEF 600×900	<480	75~200	56~192	250	JR117-8	80	220/380				7.77	17.6
PEJ 900×1200	650	150~180	140~200	180	JR126-8	110	380	JO ₂ -32-4	3	2		62
PEJ 1200×1500 液压分段启动	850	130~180	170 (e=150)	135	JR136-8 JR137-8	180 190	380 3000	JO ₂ -41-4	4	2		128
PEJ 1500×2100	1100	250~300	400~500	100	JRQ-158-12 JRQ-1510-12	280 280	3000 6000					220

注：表中所列生产能力，是当物料密度 $\rho = 1.6 \text{ t/m}^3$ 时的生产能力。

此要采用合金钢或高碳钢制造。

4. 飞轮与皮带轮

飞轮起着储能的作用，活动颚板后移时把能量储存起来，挤压物料时再释放出来。皮带轮除了传递动力外同样起着飞轮的作用。它们一般用铸钢或铸铁制造。

三、颚式破碎机的主要参数确定

(一) 钳 角

颚式破碎机的活动颚板与固定颚板之间的夹角 α 称作钳角。下面求一下它的最佳范围。如图1-1-9所示，物料在颚腔中受到破碎力 P_1 和 P_2 的作用，又受到摩擦力 fP_1 和 fP_2 作用，物料重力忽略不计。要满足破碎条件，向下的垂直分力应大于向上的垂直分力，水平分力应应为零。即：

$$fP_1 + fP_2 \cos \alpha \geq P_2 \sin \alpha \quad (1-12)$$

$$P_1 - P_2 \cos \alpha - fP_2 \sin \alpha = 0 \quad (1-13)$$

式中 f ——料块与颚板间摩擦系数

将摩擦角 $\phi = \arctg f$ 与上两式联立解之，得：

$$\alpha \leq 2\phi \quad (1-14)$$

一般 $f = 0.2 \sim 0.3$ ，则 $\alpha_{\text{最大}} \approx 22^\circ \sim 33^\circ$ 。但实际上大块料可能夹在两个小块料之间（如