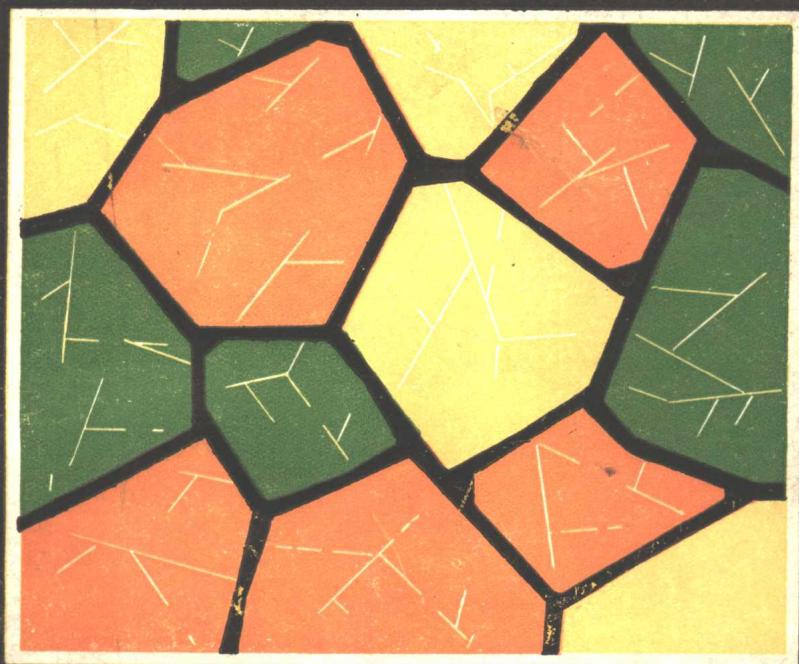


TAO CI GONG YE JI XIE SHE BEI



06

陶瓷

工业机械设备

林云万 编

上海交通大学出版社

陶瓷工业机械设备

林云万 编

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书主要论述陶瓷工业的一般机械设备和专用设备的种类、构造和作用原理,各项参数的确定以及设计的基本方法与步骤等。书中以较多篇幅叙述有关的基础理论,并对每类机械设备中较典型的一种作重点介绍。全书包括原料处理、成型、装饰、烧成等工艺过程中使用的机械设备以及机械设备的安装和维修等内容。

本书可作为高等学校陶瓷机械专业和陶瓷工艺专业的教材或教学参考书,也可供陶瓷机械厂、陶瓷研究所、陶瓷厂、轻工业机械厂等单位从事陶瓷机械研究、设计、制造和使用的技术人员参考。

陶瓷工业机械设备

上海交通大学出版社出版

(淮海中路1984弄19号)

新华书店上海发行所发行

浙江上虞汤浦印刷厂排版

常熟市大义印刷厂印装

开本787×1092毫米 1/16 印张23.125 字数572000

1987年7月第1版 1987年7月第1次印刷

印数 1-4500

统一书号: ISBN 7-313-00014-6/TH16

科技书目149-319

定价 3.80 元

前 言

本书是为“陶瓷机械”专业学生编写的试用教材。内容主要论述陶瓷工业(以日用陶瓷工业为主)的一般机械设备和专用机械设备的种类、构造和工作原理、各项参数的确定以及设计的方法与步骤等。

为了培养学生具有独立分析问题和解决问题的能力,书中以较多篇幅叙述了有关的基础理论,并对每类机械设备中比较典型的一种作了重点介绍。学生在学习本书之后,可初步掌握必要的知识,以期在今后的生产实践中能够独立地进行工作和从事研究。

本书主要叙述目前通用的机械设备,但也尽可能介绍一些新的技术成就。

书中插入了一些例题。尽管部分内容简单,似乎只要把几个已知数字代入公式中就可求得答案,但这对帮助学生正确理解处理问题的方法仍然有一定意义。

学生通过本课程的学习,要能够根据陶瓷生产的工艺要求,正确地使用机械设备、具有一定的机械设计能力,并能比较顺利地阅读有关的技术文献,从事科学研究工作。

本书可作为高等学校陶瓷机械专业和陶瓷工艺专业的教材或教学参考书,也可供陶瓷机械厂、陶瓷厂、设计院和研究所等单位从事陶瓷机械研究、设计和应用的工程技术人员参考。

由于编者水平有限,经验不足,书中不当和错误之处在所难免,欢迎读者批评指出,以便及时改正。

编 者

目 录

第一章 粉碎机械	1
第一节 概论.....	1
第二节 颚式破碎机.....	9
第三节 轮碾机.....	23
第四节 悬辊式磨机.....	31
第五节 球磨机.....	40
第六节 振动磨.....	63
第二章 筛分机械	71
第一节 概论.....	71
第二节 摇动筛.....	75
第三节 振动筛.....	79
第四节 旋转筛.....	82
第五节 筛机的设计和使用.....	84
第三章 流体力学分级设备	86
第一节 流体力学分级的基本理论.....	86
第二节 选粉机.....	93
第三节 水力旋流器.....	96
第四章 脱水设备	106
第一节 压滤机.....	106
第二节 喷雾干燥器.....	117
第五章 磁选设备	140
第一节 概论.....	140
第二节 盘式磁选机.....	143
第三节 过滤式料浆磁选机.....	144
第六章 收尘设备	146
第一节 概论.....	146
第二节 旋风分离器.....	149
第三节 袋式收尘器.....	154
第四节 电收尘器.....	157
第五节 含尘空气的输送管路和通风机.....	164
第七章 给料和配料设备	168
第一节 电磁振动给料机.....	168
第二节 配料秤.....	184

第三节 贮仓	190
第八章 混合与搅拌机械	195
第一节 双轴搅拌机	195
第二节 螺桨搅拌机	197
第九章 起重运输机械	209
第一节 电动葫芦	209
第二节 带式输送机	210
第三节 斗式提升机	228
第四节 悬挂输送机	238
第五节 工业机械手	246
第十章 成型机械	257
第一节 概论	257
第二节 真空练泥机	259
第三节 旋坯机	290
第四节 滚压成型生产线	307
第五节 注浆机械	323
第六节 修坯机械	329
第七节 施釉机械	331
第十一章 装饰机械	336
第一节 贴花机	336
第二节 印花机	340
第十二章 隧道窑的附属机械设	344
第一节 液压推车机	344
第二节 窑车、托车和窑门	348
第十三章 机械设备的安装和修理	354
第一节 车间的工艺布置	354
第二节 机械设备的安装	355
第三节 机械设备的修理	359

第一章 粉碎机械

第一节 概 论

用机械的方法克服固体物料内部凝聚力而将其分裂的操作称为粉碎。根据所处理物料尺寸大小的不同,将大块物料分裂成小块的操作称为破碎,将小块物料变为细粉的操作称为粉磨,破碎和粉磨统称为粉碎。

按照处理后物料尺寸大小的不同,粉碎作业还可详细区分如下:

粉碎	破碎	粗碎——处理后物料尺寸大于 100mm,
		中碎——处理后物料尺寸为 30~100mm,
		细碎——处理后物料尺寸为 3~30mm;
	粉磨	粗磨——处理后物料尺寸为 0.1~3mm,
		细磨——处理后物料尺寸为 0.1mm 以下,
		超细磨——处理后物料尺寸为 0.02~0.04mm 以下。

随着粉碎过程的进行,物料的粒度变小而单位质量的表面积增加,从而可改善物料的工艺性能(如可塑性、结合性和料浆的悬浮性等)和提高物理化学反应的速度。而且物料的粒度愈小,不同组分的物料才能混合得愈均匀。最后,物料经过粉碎,可以使其中的有害杂质同有用的物料分离开来,便于将杂质除去。所以粉碎作业在陶瓷工业中有着重要的意义。

粉碎的方法主要有列三种:

1. 挤压(图 1-1(a))

物料在两个工作表面之间受到缓慢增长的压力作用而被粉碎。这种方法多用于大块的脆性坚硬物料的破碎。

2. 碰击(图 1-1(b))

物料在一瞬间受到外来冲击力作用而被粉碎。这种方法可以用多种方式来实,如物料放在支承面上受到外来物体的冲击;高速运动的物体(如锤子)打击物料;高速运动的物料冲击到固定的工作表面;物料之间的互相碰击等。这种方法主要用于脆性物料的粉碎。

3. 研磨(图 1-1(c))

物料在两个作相对滑动的工作表面或各种形状的研磨体之间受到摩擦作用而被粉碎。这种方法主要用于物料的粉磨。

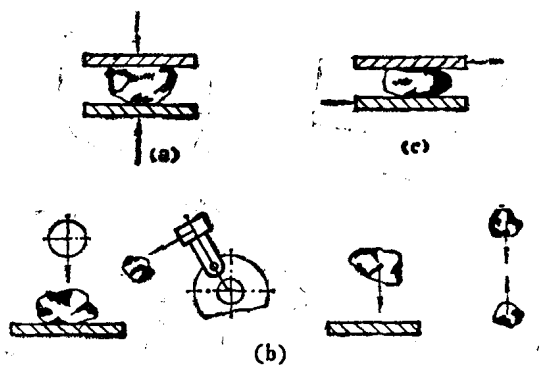


图 1-1 粉碎的方法

(a)挤压; (b)碰击; (c)研磨。

除了上面三种外,还有物料受到两个楔形工作物体的尖劈力作用而被粉碎的劈裂以及受弯曲作用被折断和受拉力作用被撕断等方法,但是这些方法都不是主要的。

不同型式的粉碎机,粉碎物料的方法是各不相同的。在同一台粉碎机中,常常是用两种或两种以上方法对物料进行粉碎。

为了衡量粉碎机的粉碎效果,常用粉碎比这个概念。

物料粉碎前的平均直径与粉碎后平均直径之比称为平均粉碎比。平均粉碎比由下式计算:

$$i = \frac{D}{d}。 \quad (1-1)$$

式中 i ——平均粉碎比;

D ——物料粉碎前的平均直径,m;

d ——物料粉碎后的平均直径,m。

平均粉碎比是表示物料粉碎前后尺寸变化程度的一个指标。

对破碎机来说,为了简易地表示和比较它们的这一特性,常常用其允许的最大进料口尺寸与最大出料口尺寸之比(称为公称粉碎比)作为粉碎比。由于实际破碎时加入物料的最大尺寸总小于最大进料口尺寸,所以破碎机的平均粉碎比一般都小于公称粉碎比。平均粉碎比大约只等于公称粉碎比的70~90%。

作为表征粉碎机技术和经济性能的参数,除粉碎比外,主要还有粉碎机的生产能力、需要的功率、操作强度和单位功耗等几项。

粉碎机在单位时间内粉碎物料的质量称为粉碎机的生产能力,以字母 Q 表示,单位一般为t/h。

粉碎机的生产能力 Q (t/h)与机器质量 G (t)之比称为粉碎机的操作强度 E (t/(h·t)),则

$$E = \frac{Q}{G}。 \quad (1-2)$$

粉碎机粉碎单位质量物料所消耗的能量称为粉碎机的单位功耗(也称为单位电耗),以字母 A 表示。如粉碎机的平均功率为 N (kW),则有

$$A = \frac{N}{Q}。 \quad (1-3)$$

单位功耗的单位是kW·h/t。

由于各种物料的机械和物理性质不同,粉碎的难易程度是有区别的。因此,用同一台粉碎机械,在相同粉碎比的条件下粉碎不同物料时,生产能力和单位功耗是不一样的。

为了表示物料粉碎的难易程度,使用了物料的易碎系数这一概念。粉碎标准物料的单位功耗 A_s 与粉碎某种物料的单位功耗 A 之比称为该种物料的易碎系数 K ,

$$K = \frac{A_s}{A}。 \quad (1-4)$$

一般以中等易碎性的湿法回转窑水泥熟料作为标准物料,其易碎系数等于1。表1-1为部分物料的易碎系数。

表 1-1 物料的易碎系数

物料名称	易碎系数 K	物料名称	易碎系数 K
中等易碎性湿法回转窑水泥熟料	1	中硬质石灰石	1.5
石 英	0.6~0.7	硬质石灰石	1.27
长 石	0.8~0.9	滑 石	1.04~2.02
干 粘 土	1.51~2.03	烟 煤	0.7~1.34

粉碎机的标称生产能力一般是以粉碎中等易碎性的物料(如石灰石)作为标准的,如实际粉碎的物料易碎性不同,生产能力将有所变化。

从物料受外力作用而被粉碎的机理来看,粉碎过程是十分复杂的,直到现在,对这方面还没有建立起完备的理论。这是由于粉碎过程本身受很多因素的影响,而这些因素在不同的具体条件下又有着不同的变化,例如材料的性质、形状、粒度大小及其分布规律,机器的类型以及粉碎方法等。因此很难用一个简单的理论或一般性的公式来全面地加以概括。

尽管如此,近一百多年来,许多人通过对粉碎过程的理论研究,从不同的角度出发,仍然提出了不少很有价值的假说,他们在一定程度上近似地反映了过程某些方面的客观实际,因此具有一定的指导意义。

关于粉碎物料时的能量消耗假说,最早的也是最基本的有两种:表面积假说和体积假说。

表面积假说是1867年雷廷智(Rittinger)提出的,故又称为雷廷智假说。表面积假说认为:粉碎物料时所消耗的能量与物料新生成的表面积成正比。表面积假说的物理基础是认为任何物质的分子之间有恒定的分子引力,因此粉碎物料时所消耗的能量必然与用来克服物料分子间的引力、产生新的表面所需的能量有一定的关系。表面积假说认为这种关系是成正比例的。

表面积假说的数学表达式可推证如下:

对于球形颗粒,单位质量物料的表面积(即比表面积)为

$$S_w = \frac{\pi D^2}{\frac{\pi}{6} D^3 \rho_s},$$

或

$$S_w = \frac{6}{D \rho_s}. \quad (1-5)$$

式中 S_w ——物料的比表面积, m^2/kg ;

D ——物料的直径, m ;

ρ_s ——物料的密度, kg/m^3 。

假设被粉碎物料的质量为 G ,粉碎前的直径为 D ,粉碎后的直径为 d ,那么,粉碎前后物料的表面积分别为

$$GS_{w1} = \frac{6}{D \rho_s} G$$

和

$$GS_{w2} = \frac{6}{d\rho_s} G。$$

在上面两式中, S_{w1} 为物料粉碎前的比表面积, S_{w2} 为粉碎后的比表面积。在粉碎过程中物料新生成的表面积为

$$G(S_{w2} - S_{w1}) = \frac{6}{\rho_s} G \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{D} \right)。$$

根据表面积假说, 粉碎物料时所消耗的能量与物料新生成的表面积成正比。令比例系数为 C' , 于是有

$$A_F = \frac{6}{\rho_s} C' G \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{D} \right)。$$

上式可改写为

$$A_F = CG \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{D} \right)。 \quad (1-6)$$

式中 A_F ——粉碎物料时消耗的能量, $\text{kW} \cdot \text{h}$;

D, d ——分别为物料粉碎前和粉碎后的直径, m ;

G ——被粉碎物料的质量, kg ;

C ——与物料的性质和形状有关的系数, $\text{kW} \cdot \text{h} \cdot \text{m}/\text{kg}$ 。

式 (1-6) 即表面积假说的数学表达式。

体积假说是 1885 年基克(Kick)提出的, 故又称为基克假说。体积假说认为: 在相同的技术条件下, 将几何形状相似的物料粉碎成形状亦相似的成品时, 所消耗的能量与其体积成正比。体积假说的物理基础是: 物料受外力作用后, 必然在内部引起应力, 从而发生变形。随着外力的增加, 应力和变形也随之增大, 当应力达到物料的强度极限时, 则外力的稍微增加都导致物料的破坏。对于脆性物料来说, 可近似地假定物料的应力与应变的关系符合直线法则, 那么物料变形时外力所做的功为

$$A = \frac{\sigma^2 V}{2E}。$$

式中 σ ——物料内部的应力;

V ——物料的体积;

E ——物料的弹性模量。

当物料内部的应力 σ 达到物料的强度极限 σ_b 时, 外力所做的功即为粉碎物料时消耗的能量, 因此

$$A_v = \frac{\sigma_b^2 V}{2E}。 \quad (1-7)$$

表 1-2 列出了某些物料的强度极限和弹性模量。

表 1-2 物料的强度极限和弹性模量

物 料 名 称	强 度 极 限 σ_b (10^6 Pa)	弹 性 模 量 E (10^9 Pa)
石 英 岩	196~216	76~101
玄 武 岩	196~294	55~95
辉 绿 岩	186~245	60~77
斑 岩	147~274	67
铁 矿 石	98~147	67~71
花 岗 岩	78~147	29~60
大 理 石	49~147	55
砂 岩	59~98	10~42
石 灰 岩	59~118	34
无 烟 煤	13~48	3.5~7
煤	7~24	0.6~3
泥 页 岩	3~5	11~19

为了表示出粉碎前后物料尺寸对粉碎时消耗能量的影响,设质量 G 的物料从粉碎前的直径 D 经过 n 次粉碎后直径变为 d ,每次粉碎的粉碎比相同并且等于 i ,则总粉碎比

$$i_0 = \frac{D}{d},$$

或

$$i_0 = i^n. \quad (a)$$

根据式(1-7),第一次粉碎时消耗的能量为

$$A_{v1} = \frac{\sigma_b^2}{2E} V = K' G. \quad (b)$$

第二次粉碎时由于粉碎的物料质量和粉碎比都和第一次相同,所以消耗的能量是一样的,即

$$A_{v2} = K' G.$$

同理,以后各次粉碎消耗的能量分别为

$$A_{v3} = K' G, \dots, A_{vn} = K' G.$$

n 次粉碎消耗的总能量为

$$A_v = A_{v1} + A_{v2} + \dots + A_{vn} = nK' G. \quad (c)$$

对式(a)两边取对数并移项后得

$$n = \frac{\log \frac{D}{d}}{\log i}。$$

将上式代入式 (c) 中有

$$A_v = \frac{K'}{\log i} G \log \frac{D}{d}。$$

令

$$K = \frac{K'}{\log i}，$$

可得

$$A_v = KG \left(\log \frac{1}{d} - \log \frac{1}{D} \right)。 \quad (1-8)$$

式中 A_v ——粉碎物料时所消耗的能量, kW·h;

D, d ——分别为物料粉碎前和粉碎后的直径, m;

G ——被粉碎物料的质量, kg;

K ——与物料的性质和形状有关的系数, kW·h/kg。

式 (1-7) 和式 (1-8) 即体积假说的数学表达式。

两种假说的数学表达式从形式上看有着非常类似的地方, 但实际上表达的内容有着明显的区别。

从式 (1-6) 可得

$$A_F = CG \frac{\frac{D}{d} - 1}{D} = CG \frac{i - 1}{D}。$$

从上式可知, 表面积假说认为, 粉碎物料时消耗的能量除与粉碎比有关外, 还与物料原来的尺寸有关。在相同粉碎比的条件下, 物料原来的尺寸愈小, 消耗的能量愈多, 即物料愈难粉碎。

体积假说的数学表达式 (1-8) 可改写为

$$A_v = KG \log \frac{D}{d} = KG \log i。$$

从上式可知, 体积假说认为, 粉碎物料时消耗的能量只与粉碎比有关, 而与物料原来的尺寸无关。

在实际的粉碎过程中, 证明了这两种假说都不能完全符合实际情况, 但是表面积假说可近似地用于粉磨过程而体积假说可近似地用于破碎过程。

关于粉碎物料时能量消耗的假说, 除上述两种基本的以外, 还有多种不同的假说或理论。这里简单介绍彭德 (Bond) 于 1952 年提出的所谓“粉碎的第三理论”。彭德认为, 粉碎物料时消耗的能量与物料直径的平方根成反比, 其数学表达式为

$$A_B = k G \left(\sqrt{\frac{1}{d}} - \sqrt{\frac{1}{D}} \right)。 \quad (1-9)$$

式中 A_B ——粉碎物料时消耗的能量;

k ——与物料的性质和使用的粉碎机类型有关的系数；

其余符号的意义同前。

用式(1-9)计算,其结果介于表面积假说与体积假说之间。对于物料的中碎能够近似地符合实际情况,有一定的实用价值。不过,这一理论没有与上述两种假说相类似的物理基础,缺乏明确的理论根据,因此,实质上只能认为是两种基本假说之间的中间公式。

粉碎作业需要消耗大量的能量,如果物料的粒度已经达到工艺要求而未能从粉碎机中及时卸出,仍继续留在机器中进行粉碎,那么,其中必然会有一部分物料成为过细的颗粒,造成“过度粉碎”。同时,这些过细的颗粒还会把粗颗粒包裹起来,成为粗颗粒的衬垫,使粗颗粒不易直接受到粉碎作用,其结果使粉碎机的生产能力降低,单位功耗增加。因此,在粉碎作业中应避免“过度粉碎”的发生。

过去普遍地认为粉碎过程是这样进行的:物料在外力作用下,其内部引起应力,发生变形,从而吸收外力做变形功。只有当应力超过强度极限时,物料才碎裂。碎裂后,变形能的绝大部分以热的形式释放,用于增加物料表面能的只是其中极小的一部分,所以粉碎的效率是很低的。目前大多数的粉碎机械都是从这种认识出发进行设计的,所以一般都是对物料的作用力大而作用频率低。

从对粉碎过程的进一步研究发现,脆性物料在外力作用下,无论物料内部应力的 size 如何,都会使其表面产生十分细小的微裂纹。这些微裂纹是如此之小,以至当外力解除后,由于分子引力的作用会自行愈合,从而恢复到受力前的状态,所以在较小的外力作用下,物料是不会碎裂的。但是,如果外力作用的频率很高,当第一次外力解除后,物料表面的微裂纹还来不及愈合之前,接着对其施加第二次作用力,那么,在微裂纹处将发生应力集中现象,使微裂纹不仅不愈合,反而继续扩大和加深,这样不断进行下去,当裂纹贯穿整个物料时,物料就碎裂。在粉碎过程中,由于作用力小,物料没有明显的弹性变形,吸收的变形功就很小,所以粉碎效率较高。这种粉碎过程的实质是使物料处于高频的脉动应力状态下,不经过弹性变形阶段而使物料遭受疲劳破坏。从这种认识出发,在破碎机方面已生产了效率较高的反击式破碎机,在粉磨机方面则有振动磨和流能磨。

粉碎作业可以通过不同的程序来完成。根据处理的物料性质、粒度大小、要求的粉碎比、生产能力以及可供使用的机械设备等,可有各种不同的作业程序。

粉碎作业的程序包括两方面的内容:

1. 粉碎的段数(又称级数);
2. 每段中的流程。

粉碎作业的段数主要决定于物料的原始粒度和最终粒度。在陶瓷工业中,对于石质原料,如长石、石英、瓷石等,一般用一段破碎、两段粉磨(粗磨和细磨)或一段粉磨。对于土质原料,如二次粘土和风化较完全的一次粘土,一般用一段粉磨。粉碎的段数愈多,意味着程序愈复杂,机械设备和厂房建筑的投资费用也愈高。所以,在可能的条件下应尽量考虑使用较少的段数。

对于每段的粉碎作业,又可分为两种不同的流程:一种是开流式粉碎流程(图 1-2(a)),又称为开路粉碎;另一种是圈流式粉碎流程(图 1-2(b)),又称闭路粉碎。在开路粉碎中,物料只通过粉碎机一次即达到要求的粒度,全部作为产品卸出。在闭路粉碎中,物料经粉碎机粉碎后需要通过分级设备将其中合乎要求的细粒物料分出,作为产品,而把其中粗粒部分重新送回粉碎机与后来加入的物料一道再进行粉碎。

【例 1-1】下表为三种不同规格的颚式破碎机的主要技术性能,假设都在满负荷下操作,试分别计算其操作强度和单位功耗。

型 号 规 格	生 产 能 力 (t/h)	电 动 机 功 率 (kW)	设 备 质 量 (t)
PEF 150×250	4	5.5	1.1
PEF 250×400	13	15	2.8
PEF 400×600	28	30	6.5

a 开流式; b 回流式。

$$E_1 = \frac{Q_1}{G_1} = \frac{4}{1.1} = 3.6 \text{ t(h} \cdot \text{t)},$$

$$A_1 = \frac{N_1}{Q_1} = \frac{5.5}{4} = 1.4 \text{ kW} \cdot \text{h/t.}$$

$$E_2 = \frac{13}{2.8} = 4.6 \text{ t/(h}\cdot\text{t)},$$

$$A_2 = \frac{15}{13} = 1.2 \text{ kW h/t.}$$

$$E_3 = \frac{28}{6.5} = 4.3 \text{ t/(h·t)},$$

$$A_3 = \frac{30}{28} = 1.1 \text{ kW} \cdot \text{h/t}_0$$

〔解〕 对于用同一台粉碎机粉磨不同物料时的生产能力, 初步估算时可认为生产能力与物料的易碎系数成正比, 即

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{K_1}{K_2}.$$

已知: $Q_2 = 1 \text{ t/h}$, 查表 1-1 得 $K_1 = 0.7, K_2 = 0.9$ 。故

$$Q_1 = \frac{K_1}{K_2} Q_2 = \frac{0.7}{0.9} \times 1 = 0.78 \text{ t/h.}$$

第二节 颚式破碎机

颚式破碎机(简称颚碎机)由于具有构造简单、坚固耐用、操作维修方便、适用性广等特点,所以是破碎作业中最重要和使用最普遍的一种机器。

颚式破碎机是利用活动颚板(简称动颚)对固定颚板(简称定颚)作周期性往复运动,从而将两块颚板之间的物料破碎的。

颚碎机按活动颚板的运动特征分为简单摆动式(简称简摆)和复杂摆动式(简称复摆)两种。

一、构造和工作原理

图 1-3 是复摆颚碎机。1 是机架,机架前壁作为定颚,动颚 3 悬挂在偏心轴 4 的偏心部位。在机架后壁处装有调节楔铁 9,与其相接的为另一楔铁 7。在动颚与楔铁之间用推力板 12 来联接。推力板的两端均装在支座内。拉杆 11 与动颚相连,借弹簧 10 的作用将动颚拉住并使之紧靠在推力板上。

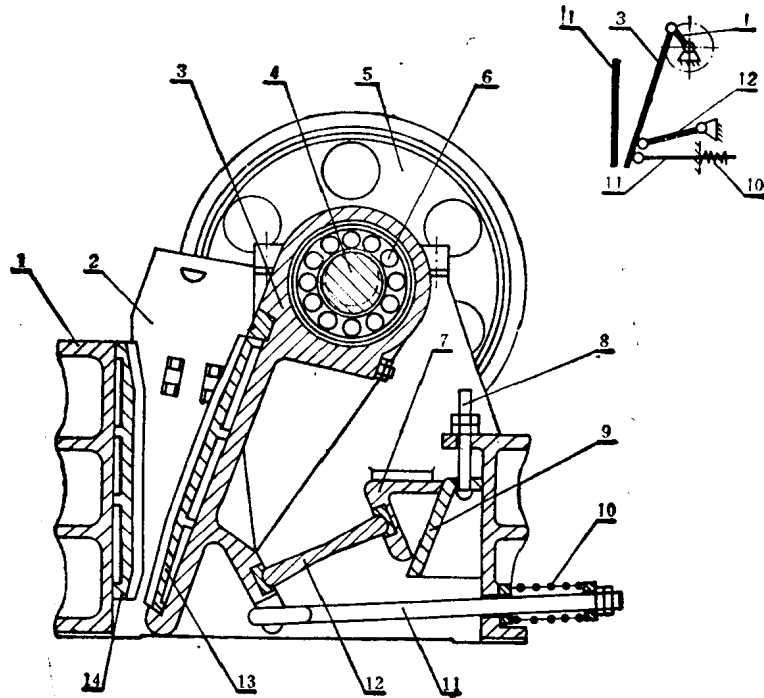


图 1-3 复摆颚式破碎机示意图

- 1—机架(前壁作为固定颚板); 2—侧衬板; 3—活动颚板; 4—偏心轴;
5—飞轮(皮带轮); 6—滚动轴承; 7—前楔铁; 8—调节螺栓; 9—后楔铁;
10—弹簧; 11—拉杆; 12—推力板; 13—动颚衬板; 14—定颚衬板。

两块颚板与机架侧壁之间围成的空间称为破碎室,物料从破碎室上部的进料口加入,已破碎的物料则从破碎室下部的出料口卸出。

当偏心轴转动时,动颚作复杂的平面运动。这种平面运动使动颚时而靠近时而离开定颚,

当动颚靠近定颚时,由进料口加入破碎室中的物料受到颚板的挤压作用而被粉碎,当动颚离开定颚时,已被破碎的物料由于重力作用即自动地从出料口卸下。当动颚重新靠近定颚时,新加入的物料又被粉碎,离开定颚时,物料又从出料口卸下,如此反复动作,使破碎作业不断进行下去。

用调节楔铁可以调节出料口的宽度,从而调节产品的粒度。调节时,转动调节螺栓 8,楔铁 7 即可左右移动,通过推力板的作用而使出料口的宽度发生变化。

当动颚靠近定颚时,颚板受到破碎室中物料的巨大阻力作用,需要很大动力,而在离开定颚时,是靠弹簧的作用,不需要动力。在每个工作循环中,载荷很不均匀,为了使载荷均匀,在颚碎机偏心轴的端部装有飞轮 5,飞轮可以把能量储蓄起来供动颚前进时破碎物料之用。偏心轴的另一端部装有皮带轮,皮带轮除作传动用外,还起着飞轮的作用,所以其轮缘是比较厚的。

当破碎室中因为不小心落入非常坚固而不易破碎的物料(如螺母、铁块等)时,机器的载荷急剧增大,可能发生机器损坏事故,因为必须装设安全装置。一般颚碎机的安全装置是将推力板分成两块,用螺栓连成整体使用。在整台机器中以螺栓为最脆弱的零件,当机器超负荷时,螺栓首先折断,推力板分成两块,再也不能顶住动颚,使动颚失去前进的力量,从而卸除机器的载荷,使机器的其他部分得到保护。也有些颚碎机的推力板虽然铸成整体,但推力板中间开有大孔,使其断面积减小,机器超负荷时,推力板首先折断,从而保护了机器,工作原理和前一种是相同的。

动颚和定颚承受巨大的破碎力和物料的摩擦作用,容易磨坏。为了保护颚板,一般在其表面安装耐磨的衬板(又称破碎板或护板)。衬板表面通常作成齿形,如图 1-4 所示。设计和

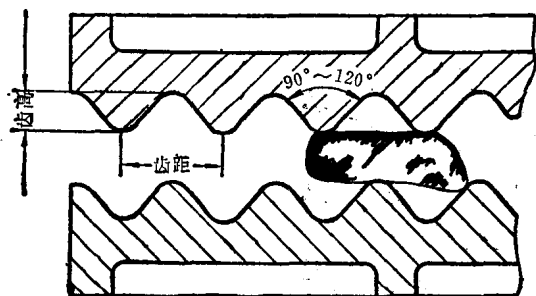


图 1-4 颚式破碎机的破碎板

安装时,应使其中一块衬板的齿峰正好对着另一块衬板的齿谷,这样,破碎时对物料除了有挤压作用外,还有弯曲作用,使物料比较容易破碎。衬板齿峰的角度为 $90^{\circ} \sim 120^{\circ}$,其大小由被粉碎物料的性质和块度而定。粉碎大块物料时,角度要大些;反之,粉碎小块物料时,角度可小些。齿距的大小取决于产品的粒度,通常取为约等于出料口的宽度。齿高与齿距之比可取为 $1/2 \sim 1/3$ 。工作时,衬板上下两部分磨损的速度是不一样的,下部比

上部磨损得快些。为了延长衬板的使用寿命,衬板应设计成上下对称的形状,当下部磨损后可调头使用。衬板材料可选用白口铸铁。白口铸铁硬度较大,耐磨性比较好,来源容易,价格便宜,缺点是性脆,容易折断。另一种耐磨的衬板材料是含锰 12% 以上的锰钢,常用的是锰 13 (代号 M_{13})。锰钢的韧性较好,虽然硬度不高 ($H_B \approx 210$),但因具有冷加工硬化的特点,在压力作用下会不断被强化,故在工作中不断磨损又不断强化,直到磨损至不能使用才报废。锰钢衬板浇铸后要通过水淬韧化处理(简称水韧处理),水韧处理的操作大体上与淬火相同,即把铸造出来的锰钢衬板加热到 $1000 \sim 1100^{\circ}\text{C}$ 后在水中快速冷却。水韧处理后可以得到均匀的金相组织,并使金相组成固定下来,避免了在使用中自然发生相变而使性能变差。锰钢的缺点是价格较贵。安装时,衬板必须牢固地贴在颚板上,两者之间应该垫平。工作时衬板不应有松动现

象,否则容易折断或磨坏颚板,因此在衬板与颚板之间要垫以软金属(如铅、锌等)垫片,并用螺栓紧固。

破碎室两侧的机架表面上也装有光面的侧衬板,用以保护机架,使之免遭磨损。

图 1-5 表示复摆颚碎机动颚上 A 、 B 、 C 、 D 四点的运动轨迹,图中 O_1 为偏心轴的转动中心, O_2 为推力板的摆动中心, O_1A 为偏心距, O_2B 为推力板长度, AB 为动颚长度。

在偏心轴转动一周的时间内(从点 1 到点 1),可分为四个不同的运动阶段:在第一阶段,即在第 I 象限内(从点 1 到点 4),动颚下部向左靠近定颚而上部则向右离开定颚,此时破碎室上部的物料向下运动而下部的物料被破碎。第二阶段,即在第 II 象限内(从点 4 到点 7),整个动颚都向定颚靠近,破碎室中的物料均被破碎,这一行程是纯工作行程。第三阶段,即在第 III 象限内(从点 7 到点 10),情况恰与第 I 象限时相反,破碎室上部在破碎物料,下部的物料从出料口卸下。第四阶段,即在第 IV 象限内(从点 10 回到点 1),整个动颚离开定颚,物料继续卸下,这一行程是纯空回行程。在整个工作循环中,动颚上部(在进料口高度上)的水平位移约为下部(在出料口高度上)的 1.5 倍,垂直位移比下部小些。就总的颚板而言,垂直位移约为水平位移的 2~3 倍。

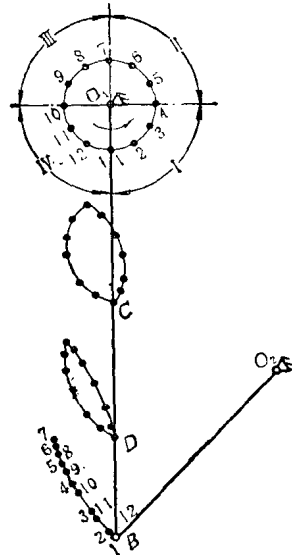


图 1-5 复摆颚碎机活动颚板各点运动轨迹

较大的垂直位移能促使物料卸出,并使破碎室中的物料翻转,所以复摆颚碎机比同规格的简摆颚碎机的生产能力要高 20~25% 左右,而且产品多为近乎立方体的形状,较少产生长片状的产品。但是,较大的垂直位移会使衬板与物料之间的摩擦加剧,衬板磨损较快,特别是下部,由于垂直位移约为水平位移的三倍,磨损更为迅速。

在破碎物料时,巨大的破碎力通过动颚直接作用到偏心轴和轴承上,使偏心轴和轴承的受力情况不好,因此目前还较难制成大型的复摆颚碎机。

简摆颚碎机如图 1-6 所示。1 为机架,机架前壁作为定颚,动颚 3 悬挂在悬挂轴 4 上,偏心轴在轴承内旋转,在偏心轴上装有连杆 8,机架后壁上有推力板支座 9。连杆、动颚、推力板支座之间用推力板 10 和 14 连接,推力板两端装在支座中。拉杆 13 与动颚相连,借弹簧 11 的作用使动颚紧靠在推力板上。当偏心轴转动时,动颚绕悬挂轴摆动,时而靠近时而离开定颚,从而把加入破碎室中的物料破碎,已破碎的物料则从出料口卸下。

由于工作时动颚是绕悬挂轴摆动的,所以颚板上部的位移(无论是水平位移还是垂直位移)比下部的位移小,一般只有下部位移的 1/2 左右。这样,物料在颚板上部受到的破碎作用就不如在下部受到的破碎作用来得强烈,使破碎工作过于集中在下部,整块颚板没有均匀地工作。因此在颚板上、下部之间容易形成空隙,从而降低颚碎机的生产能力。此外,简摆颚碎机的垂直位移较小,破碎室中物料很少翻动,容易产生长片状产品,即有些产品的尺寸较大,这对下一段的粉碎作业是不利的。不过,动颚的垂直位移小,物料对衬板的磨损就不严重。同时,在简摆颚碎机中,由于破碎力不直接作用在偏心轴上,而是通过推力板、连杆等构件组成的杠杆机构,使作用在偏心轴上的力减小,因此可制成大型的破碎机。