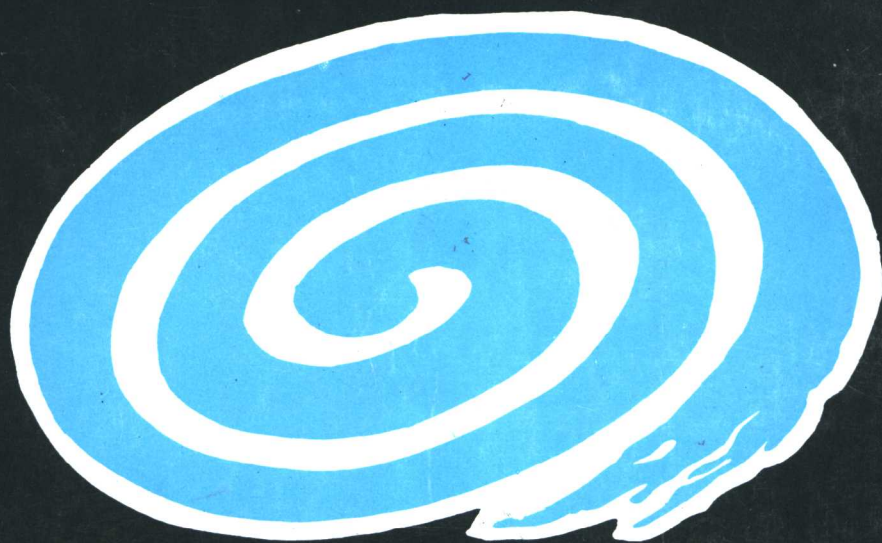


中等专业学校试用教材

建材机械与设备

上册

张祥珍 主编



武汉工业大学出版社

中等专业学校教材

建材机械与设备

(上 册)

张祥珍 主编

武汉工业大学出版社

• 武汉 •

内 容 简 介

本书共六篇,分上、下两册。上册内容有粉碎机械、物料的分离与混合设备;下册内容有热工设备、平板玻璃生产机械、硅酸盐制品生产机械、压力容器。本书着重介绍建材机械的基础理论和主要机械的类型、构造、工作原理、特点、使用维护、主要参数的确定,以及典型零部件的设计计算。

本书是中等专业学校建材机械专业教材,也可用于职业技术教育和高级技工培训,并可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建材机械与设备(上)/张祥珍主编·—武汉:武汉工业大学出版社,1995.8 重印
ISBN 7-5629-0401-4

I. 建… II. 张… III. 建材机械-生产设备 IV. TU50

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 12931 号

武汉工业大学出版社出版发行
安陆市鼎鑫印务有限责任公司 印刷
(原核工业中南 309 印刷厂)

*

开本:787×1092 1/16 印张:16.75 字数:430 千字

1991 年 5 月第 1 版 2003 年 2 月第 6 次印刷

印数:35001—37000 册

定价:15.80 元

(本书如有印装质量问题,请向承印厂调换)

前 言

《建材机械与设备》是中等专业学校建材机械专业的重要专业课。通过本课程的教学,应使学生熟悉建材工业生产中主要机械设备的类型、构造、工作原理、特点、使用维护,以及主要参数的确定,并掌握主要设备典型零部件的受力分析和设计计算方法。

本教材的编写依据,是1988年7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。在编写过程中,我们力求体现中专特色,加强应用,拓宽专业知识面。本书着重阐述基本概念和基本原理,在内容上,既考虑建材机械的现状,又考虑今后的发展方向,适当增加了有关新设备、新结构、新技术等内容,以适应建材工业现代化的需要。全书共有6篇29章,分上、下两册。上册有绪论、粉碎机械、物料的分离与混合设备,共2篇;下册有热工设备、平板玻璃生产机械、硅酸盐制品生产机械、压力容器,共4篇。

本书上、下册分别由福建建材工业学校张祥珍、北京市建材工业学校张森林主编。编写分工为:张祥珍编写绪论、第1~8章、第11~14章、第21~24章;北京市建材工业学校王春祜编写第9~10章;张森林编写第16章、第17章第1节、第18~20章、第25~28章;宗志简编写第29章;天津建材工业学校杨素芳编写第15章、第17章第2节。

本书稿经《建材机械与设备》教材审稿会审查。由沈阳建工学院副教授司徒镇威、副教授刘国玉主审,参加审稿的还有天津水泥设计研究院教授级高级工程师熊会思、天津水泥厂高级工程师张匀之、武汉工业大学出版社副编审韩瑞根。审稿的同志们提出了许多宝贵意见并提供了大量资料,在此表示衷心感谢。

由于我们的水平有限,加之时间仓促,书中不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

1990.4

目 录

绪论	1
----------	---

第一篇 粉碎机械

第一章 概 论	7
第一节 基本概念	7
第二节 粉碎方法与粉碎机械分类	8
第三节 粉碎理论	11
第二章 颚式破碎机	13
第一节 工作原理、类型、构造和特点	13
第二节 主要参数的确定	17
第三节 主要零件的结构与计算	24
第四节 常见故障及排除方法	37
第五节 颚式破碎机的发展概况	38
第三章 圆锥破碎机	42
第一节 工作原理、类型、构造和特点	42
第二节 主要参数的确定	45
第四章 辊式破碎机	48
第一节 工作原理、类型、构造和特点	48
第二节 主要参数的确定	51
第五章 锤式破碎机	55
第一节 工作原理、类型、构造和特点	55
第二节 主要参数的确定	59
第三节 锤头的打击平衡	60
第六章 反击式破碎机	63
第一节 工作原理、类型、构造和特点	63
第二节 主要参数的确定	70
第七章 轮碾机	72
第一节 工作原理、类型、构造和特点	72
第二节 主要参数的确定	75
第八章 破碎系统的选择与发展方向	78
第一节 破碎系统的选择	78
第二节 破碎系统的发展趋势	84
第九章 球磨机	86
第一节 工作原理、类型和特点	86
第二节 磨机筒体内研磨体的运动分析	90
第三节 主要参数的确定	98
第四节 磨机的构造及主要零部件	104
第五节 主要零部件的强度计算	128

第六节 磨机的维护和常见故障排除	137
第十章 其它类型磨机	140
参考文献	150

第二篇 物料的分离与混合设备

第十一章 筛分机械	151
第一节 筛分目的与效率	151
第二节 筛面构造	153
第三节 筛分机械	157
第十二章 颗粒流体力学分级的基本理论	164
第一节 颗粒物料的基本性质	164
第二节 颗粒在静止流体中的运动	167
第三节 颗粒在流动着流体内的运动	172
第十三章 收尘设备	175
第一节 概述	175
第二节 重力除尘与惯性收尘装置	178
第三节 旋风收尘器	180
第四节 袋式收尘器	192
第五节 电收尘器	204
第六节 收尘系统的选择与计算	217
第十四章 选粉机械	228
第一节 通过式选粉机	228
第二节 离心式选粉机	229
第三节 旋风式选粉机	234
第四节 其它选粉机	237
第十五章 搅拌、混合、均化设备	242
第一节 液体搅拌设备	242
第二节 双轴搅拌机	246
第三节 强制式混合机	249
第四节 均化设备简介	255
参考文献	262

绪 论

一、建材产品概论

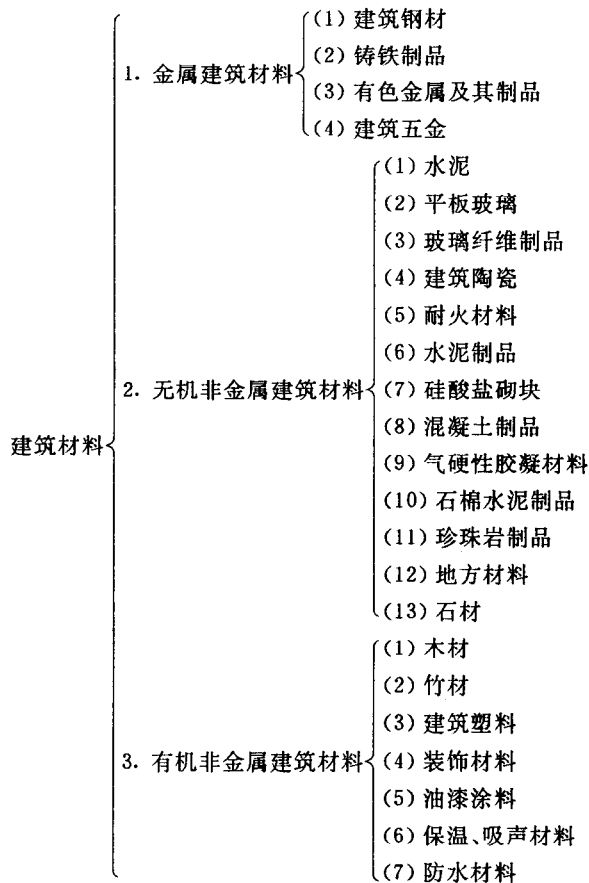
建材产品的全名为建筑材料产品,它系建筑材料和非金属矿产品的总称。

随着社会生产力的发展,建筑材料产品种类也日益增多,常用的建材产品主要指无机非金属建筑材料和一般非金属矿产品两大部分,共有 80 余类 1000 多个品种。

(一)建筑材料

建筑材料包括三大类:1. 金属建筑材料;2. 无机非金属建筑材料;3. 有机非金属建筑材料。

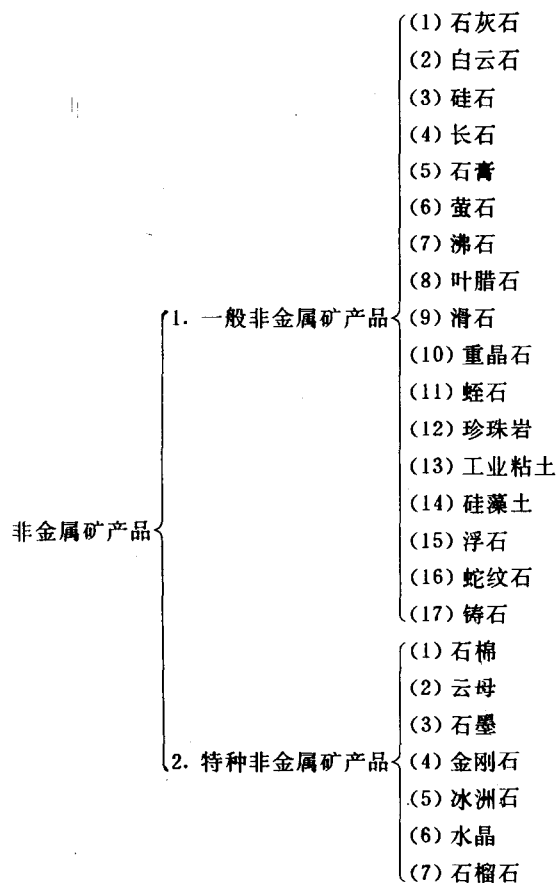
现摘要列表如下:



(二)非金属矿产品

非金属矿产品包括两大类:1. 一般非金属矿产品;2. 特种非金属矿产品。

现摘要列表如下:



建筑材料发展的趋势,主要有:

- (1) 不断提高结构材料强度,使用高强度材料,以减小结构件的断面,降低结构物自重;
- (2) 发展各种轻质材料,如轻质混凝土等;
- (3) 发展各种保温、隔热、隔音、吸声材料等,以改善民用建筑物的功能;
- (4) 发展具有各种特性的材料,如耐热、耐腐蚀、耐磨、防渗、防爆材料等,以满足各种工业建筑物和各种特殊构筑物功能的需要;
- (5) 加强生产易于机械化施工的材料,如各种砌块、各种大型板材以及适用于泵送施工的混凝土;
- (6) 大搞综合利用,充分利用各种工农业废弃物生产建筑材料,变废为宝、化害为利,节约资源,改善环境、造福人类;
- (7) 加强材料科学的研究,改善材料性能,创造新型材料,如发展复合材料和化学建筑材料等;
- (8) 降低生产建筑材料的能耗。

二、建材产品的主要生产环节

现以水泥、玻璃为典型的建材产品,简述其主要的生产环节。

(一) 硅酸盐水泥的主要生产环节为生料制备、熟料煅烧和水泥粉磨

干法回转窑生产工艺流程图

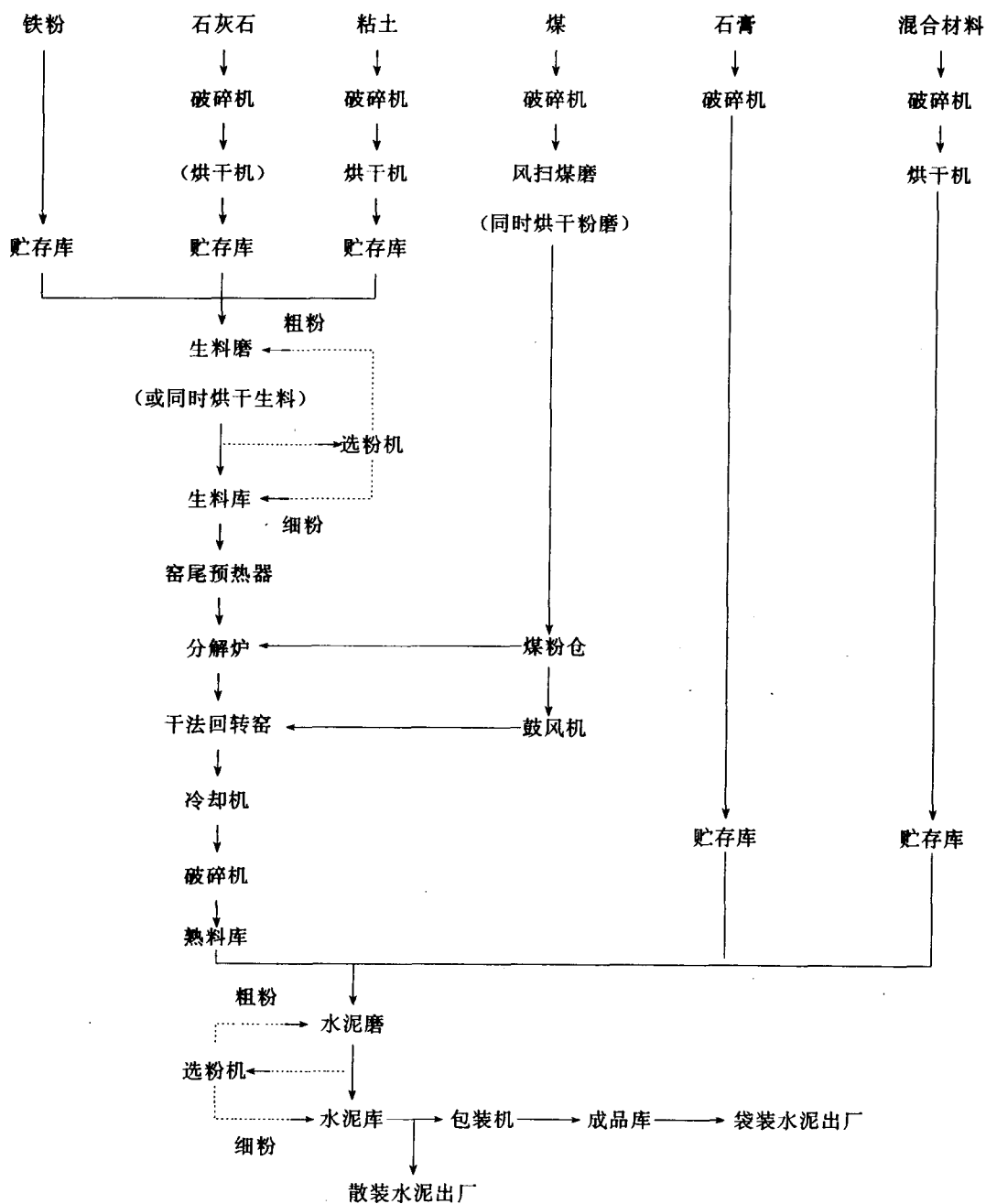


图 0-1 干法回转窑生产工艺流程

(二) 平板玻璃的主要生产环节为配合料制备、熔窑熔制和玻璃成型
引上法生产平板玻璃的工艺流程图

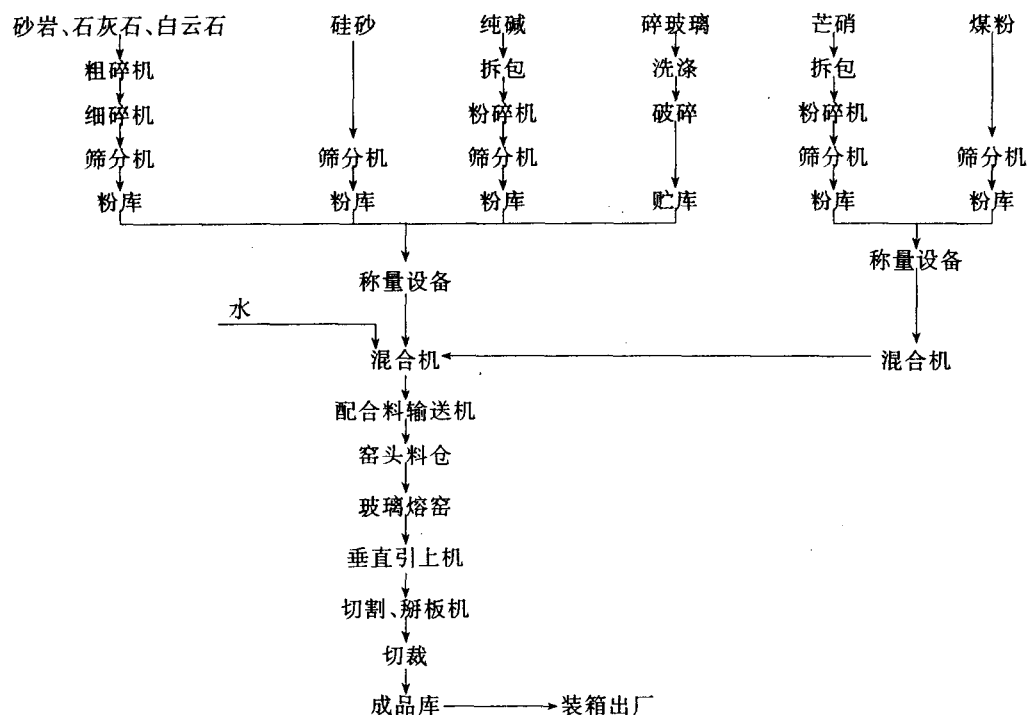


图 0-2 引上法生产平板玻璃的工艺流程

(三)硅酸盐制品(石灰—砂砖)的主要生产环节为原料制备、坯料调制、砖坯成型、蒸制和碳化等工序

根据生产过程中所采用不同的消解混合设备,可分为仓式法、筒式法和粉碎机法,其生产工艺流程如图 0-3 所示。

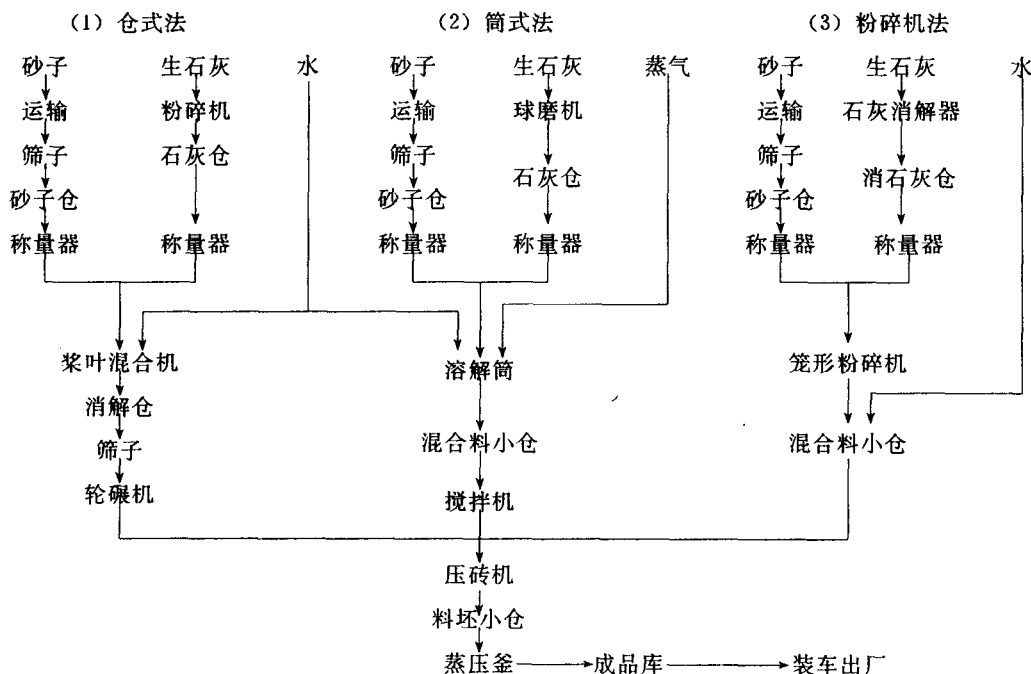


图 0-3 石灰—砂砖的生产工艺流程

三、建材机械与设备分类

根据主要建材产品的生产环节可得知,所用的建材机械与设备种类繁多,其主要类型可分为两大类:

(一)建材生产通用机械设备

1. 破碎机械——颚式、锤式、圆锥式、反击式、辊式破碎机和轮碾机等;
2. 粉磨机械——球磨机、立式磨与辊压机等;
3. 筛分机械——摇动筛、回转筛和振动筛等;
4. 收尘设备——沉降室、旋风式、袋式及电收尘器等;
5. 选粉机械——粗粉分离器、离心式、旋风式选粉机及新型高效选粉机等;
6. 搅拌、混合与均化设备——搅拌机、强制式混合机、气力混合设备及均化设备等;
7. 输送机械——胶带式输送机、斗式提升机、螺旋输送机及气力输送设备等。

(二)建材生产专用(成型)机械设备

1. 热工设备——干燥设备、回转窑、立窑和冷却设备等;
2. 平板玻璃生产机械——垂直引上机、切割机和掰板机等;
3. 硅酸盐制品生产机械——挤砖机、压砖机、振动器、砌块成型及加气混凝土切割设备等;
4. 压力容器——蒸压釜等。

四、建材机械与设备的发展概况

(一)建材机械与设备的现状

1. 许多老厂仍使用四、五十年代的设备,这些机械设备已陈旧过时,有待更新改造;
2. 全国星罗棋布的小型生产厂,使用较先进的机械设备装备,如地方小水泥厂发展以机械立窑为中心的小型生产线;
3. 我国已能独立研制一些中小型生产工艺线。如已自行设计与制造日产 700t、2000t 熟料的窑外分解新技术装备,1986 年建成投产日产 2000t 熟料的江西万年水泥厂,以及研制和发展浮法玻璃生产的工艺设备;
4. 积极引进了若干套现代化的机械设备,并通过消化、吸收和提高、创新,以促进我国建材机械达到国际先进水平。

如冀东水泥厂引进日本 70 年代水平的带 FF 分解炉的 NST 型窑生产线;福建顺昌水泥厂引进具有 80 年代水平的日产 2000t 窑外分解炉窑生产线。

(二)建材机械与设备的发展趋势

1. 向大型化发展

近年来,各国建材工业发展动向之一是向大型化发展,各国都致力于开发大型化设备及其应用技术,以降低生产成本、减少能耗、提高劳动生产率,尤其以日产 1000t 熟料的水泥厂经济效益尤为显著。

如日本某水泥厂经改造扩建后达到日产 8000t 水泥熟料,其主要生产设备有: $\phi 5.5\text{m} \times 100\text{m}$ 的 SF 型窑;三台 LM32 型莱歇磨,台时产量可达 190t; $\phi 6\text{m} \times 40\text{m}$ 粘土烘干机,台时产量达 160t。

2. 向自动化发展

自动化技术的应用,可以提高主机产量和设备运转率、降低能耗和提高劳动生产率。

工厂自动化发展可概括为:50年代是联锁集中控制和模拟回路调节;60年代采用工业电视,设立中央控制室;70年代采用电子计算机控制;80年代则发展计算机网络。

如冀东水泥厂引进日本石川岛公司的日产4000t熟料的水泥成套设备,工厂应用计算机系统进行生产工艺系统和运转管理程序系统的自动控制。福建顺昌水泥厂引进一条日产2000t熟料、五级悬浮预热器带窑外分解炉的干法生产工艺线,采用国外先进的TDC-3000集散型电子计算机控制系统和丹麦史密斯公司研制成功的模糊逻辑系统,实现了生产自动监视、控制和管理,使顺昌水泥厂成为国内自动化程度较高的现代化水泥厂之一。机械立窑已在山东诸城水泥厂实现自动化闭门操作。

3. 向节能方向发展

建材工业能耗较大,主要在于两大部分:粉碎原料、燃料与生料制备系统的电耗和窑炉烧成(熔制)系统的热耗。因此,世界各国都在积极开发节能的成套设备。如带有窑外分解炉的回转窑,其热耗约为3140kJ/kg,是目前水泥厂煅烧熟料热耗最低的窑炉,因此,窑外分解炉已成为我国水泥工业技术的发展方向。

此外,原料磨采用立式磨,使每吨生料的电耗从30kW·h降低至20kW·h以下;熟料粉磨采用辊压机进行预粉碎,使每吨水泥可节电25%,这些节能设备使粉磨系统的电耗有明显的降低。

五、本课程的性质、任务与主要内容

建材机械与设备课是中等专业学校建材机械的一门重要专业课。通过本课程的学习,使学生熟悉建材工业生产中主要机械设备和附属设备的构造、类型、工作原理、性能、特点和使用维护设备的基本知识;熟悉其主要参数和选型计算的基本方法;并掌握其典型零部件的受力分析和强度设计的基本方法,为今后从事设备管理和技术改造工作打下基础。

本课程主要内容有六大部分:(1)粉碎机械;(2)物料的分离与混合设备;(3)热工设备;(4)平板玻璃生产机械;(5)硅酸盐制品生产机械;(6)压力容器。

学习本课程的要点是:

(1)理论联系实际,认真下厂进行生产实习,以获得必要的感性知识,并验证、巩固理论知识;

(2)注意了解事物的本质与内在联系。深入了解机械设备的作用原理之内在原因和设备性能之间的相互关系;

(3)学习同类设备时采用归纳对比法。既要归纳其设备的共性,又要比较以熟悉其设备的特性;

(4)学习受力分析与强度计算时,应联系设备出现的故障情况,以促进设备科学管理和技术改革提供科学的依据。

第一篇 粉碎机械

第一章 概 论

第一节 基本概念

一、粉碎

用外力(机械力或直接用水力、电力等)克服固体物料各质点间的内聚力,使其碎裂的过程,称为粉碎。

将大块物料碎裂成为小块,称为破碎;将小块物料碎裂成细粉,称为粉磨。破碎和粉磨统称为粉碎。

在水泥工业中,按照产品粒径大小,分为粗碎(粒径在 100mm 以上)、中碎(粒径在 20~100mm)和细碎(粒径在 20mm 以下)三类。

二、破碎比

在破碎作业中,物料的平均直径 D_m 与产品的平均直径 d_m 的比值,称为破碎比,又称平均破碎比,以 i_m 表示,可用下式表示:

$$i_m = \frac{D_m}{d_m} \quad (1-1)$$

式中 i_m ——平均破碎比; D_m ——破碎前物料的平均直径,mm; d_m ——破碎后物料的平均直径,mm。

破碎比表示物料粒度在破碎过程中缩小的程度,是破碎机选型时,作为计算产量和动力消耗等的主要依据。

公称破碎比——表示破碎机械的特性。

物料破碎前的最大进料口尺寸与破碎后的最大出料口尺寸的比值,称为公称破碎比,以 i_n 表示:

$$i_n = \frac{B}{b} \quad (1-2)$$

式中 i_n ——公称破碎比; B ——破碎机最大进料口尺寸,mm; b ——破碎机最大出料口尺寸,mm。

对于破碎机而言,破碎比是评定破碎机机械性能的一项技术指标。对物料而言,破碎比是确定破碎系统和设备选型的重要依据。

三、粉碎目的

建材产品的生产,从其原料、燃料到半成品等都需要进行破碎和粉磨,其目的是:

1. 使物料的比表面积增加,以提高物理作用的效果及化学反应的速度;

2. 促进均匀混合,多种固体物料的混合,在细粉状态下易达到均匀的效果;
3. 提高物料流动性,便于贮存和输送;
4. 提高产品质量,如水泥熟料和石膏一起磨碎成最终产品,其磨碎的粒度越细,比表面积越大,则水泥的标号就越高;

因此,必须改善和提高粉碎操作,合理选择粉碎流程,改进粉碎机械,对于提高产品的质量 and 数量,减少动力消耗,降低生产成本,也即达到优质、高产、低消耗具有重要的意义。

第二节 粉碎方法与粉碎机械分类

一、粉碎方法

常用的粉碎方法有 5 种,如图 1-1 所示。

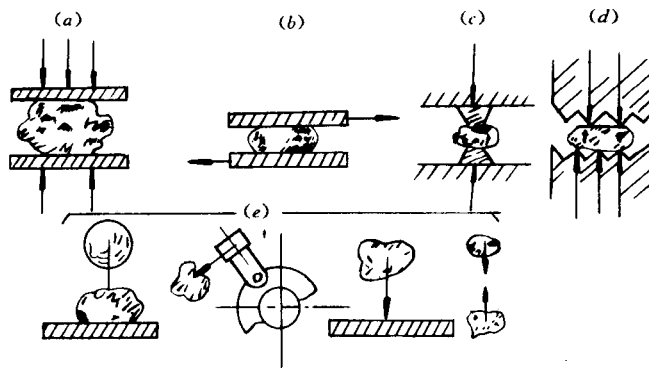


图 1-1 粉碎方法

(a)压碎;(b)磨碎;(c)劈碎;(d)折碎;(e)击碎

(一)压碎(图 1-1(a))

物料在两个工作表面之间受到缓慢增长的压力,当物料的应力达到了它的压碎强度限则被破碎。主要用在破碎大块硬质物料。

(二)磨碎(图 1-1(b))

物料在两个作相对移动的工作面之间,或物料在各种形状的研磨体之间,受到剪切力的作用,当物料的剪切应力达到了它的剪切强度限则被磨碎。主要用在研磨小块物料。

(三)劈碎(图 1-1(c))

在两个尖棱的工作面间挤压物料时,尖棱楔入物料后,物料中出现了拉应力,当物料的应力达到了它的拉伸强度限则被劈裂而破碎。主要用在破碎脆性物料。

(四)折碎(图 1-1(d))

在两个相互错开的凸棱工作面间挤压物料时,物料如同承受集中载荷的两支点(或多支点)梁,除在外力作用点处受劈开力之外,物料本身发生折屈,当物料的弯曲应力达到了它的弯曲强度限则被折断而破碎。主要用在破碎硬脆性物料。

(五)击碎(图 1-1(e))

物料在瞬间受到外来的冲击力而被破碎。冲击的方法有多种,如物料在钢板表面上,受到外来冲击体的打击;高速运动的零件(锤子)冲击物料;高速运动的料块冲击到固定的钢板上;物料块间的相互撞击等。此法对于脆性物料特别有效。

实际上,任何一种粉碎机械往往由两种或两种以上的方法联合起来进行粉碎的。例如压碎和折碎,击碎和磨碎等。

根据物料的物理机械性质,粉碎前后物料块的尺寸和需要粉碎的程度等来选择粉碎方法:对于坚硬的物料,可采用压碎、折碎和劈碎;对于韧性、软性和粘性的物料,可采用压碎、磨碎和劈碎;对于脆性的物料,可采用击碎和劈碎。如果粉碎方法选择不当,就会出现难于粉碎或过粉碎现象。

二、粉碎机械分类

粉碎机械按工艺要求的分类可参阅表 1-1。

粉碎机械按工艺要求的分类

表 1-1

顺序	粉碎机械的分类	粉碎作业的分类	入料尺寸 (mm)	出料尺寸 (mm)	破碎比	主要的粉碎方法	常用粉碎机械的举例
1	粗碎机械	粗碎作业	300~900	100~350	<6	压碎或击碎	颚式、颚辊式、颚旋式、旋回圆锥式、双轴锤式
2	中碎机械	中碎作业	100~350	20~100	3~20	压碎或击碎	反击式、双辊式、单轴锤式、菌形圆锥式
		细碎作业	50~100	3~15	6~30		
3	粉磨机械	粗磨作业	2~60	0.1~0.3	>600	击碎、磨碎	鼠笼式磨机、球磨机、管磨机、轮碾机、环辊磨机
		细磨作业	2~30	<0.1	>800	击碎、磨碎	球磨机、管磨机、环辊磨机
		超细磨作业	<1~2	0.02~0.004	>1000	高频率振动磨细	振动磨

(一)破碎机械的类型

破碎机械按结构和工作原理的不同,可分为下列六种类型,如图 1-2 所示。

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。

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的立轴 3 带动作偏心回转,物料在两锥体之间受到压力和弯曲力而被破碎。

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。若两个辊筒转速不同时,还会有部分磨碎作用。

4. 锤式破碎机(图 1-2(d))

物料受到快速回转部件(锤头 1)的冲击作用而被击碎。

5. 反击式破碎机(图 1-2(f))

物料被高速旋转的板锤 1 打击,使物料弹向反击板撞击以及物料之间相互撞击而击碎。

6. 轮碾机(图 1-2(e))

物料在旋转的碾盘 2 上被圆柱形碾轮 1 所压碎和磨碎。

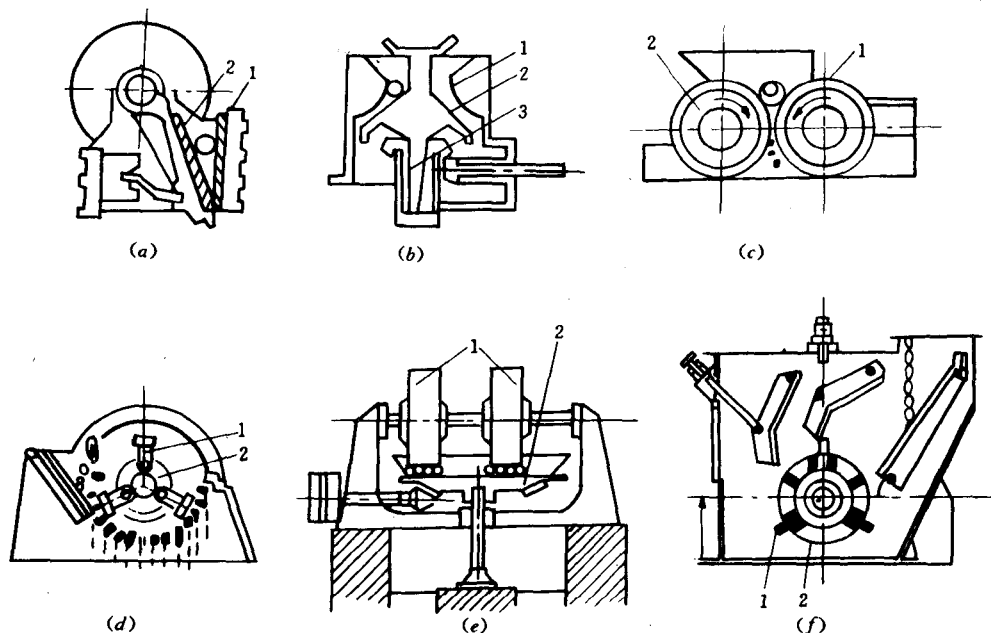


图 1-2 破碎机械类型

(a)颚式破碎机; (b)圆锥式破碎机; (c)辊式破碎机

(d)锤式破碎机; (e)轮碾机; (f)反击式破碎机

(二)粉磨机械的类型

粉磨机械按工艺要求的分类可参阅表 1-1。按结构和工作原理的不同,可分为六种类型。如图 1-3 所示。

1. 球磨机(图 1-3(a))

物料与研磨体 1(钢球、钢段或钢棒等)在旋转着的筒体 2 中,由于研磨体被筒体带起,然后从一定高度抛落,因而能将物料击碎和磨碎。

2. 自磨机

自磨机又称无介质磨机,它一般不用研磨体,而是利用所要处理的物料在筒体内相互间连续不断的碰撞而产生冲击冲碎和磨碎。

3. 立式磨(图 1-3(b)、(c))

物料在磨盘(或圆环)1 和在磨盘上的碾轮 2(摆轮、圆球)之间,靠反复磨剥和挤压方式使物料被磨碎,并由下面吹入的热空气带走。

4. 锤击磨(图 1-3(d))

物料被高速旋转锤 1 击碎,同时物料颗粒间也互相撞击磨碎。锤 1 是活动地悬挂或固定在转盘 2 上,击碎后的物料由下面进入的空气带走。若使用热空气,还可同时进行物料的烘干。

5. 振动磨(图 1-3(e))

物料与研磨体(小钢球)2 在磨体 1 中,筒体 1 由偏心轴 3 的旋转而发生高频率(1000~3000 次/min)的循环振动,物料受到研磨体 2 多次短促的撞击击碎和磨碎而被磨细。它可用来细磨和超细磨物料,产品细度可达到 0.02~0.004mm。

6. 流能磨机(图 1-3(f))

这是一种利用高速气流(100~180m/s)粉碎物料的设备。物料在粉碎管 1 中,被高速气流带动,由于物料颗粒的互相撞击磨碎以及物料与粉碎管 1 的管壁发生摩擦而被磨碎。

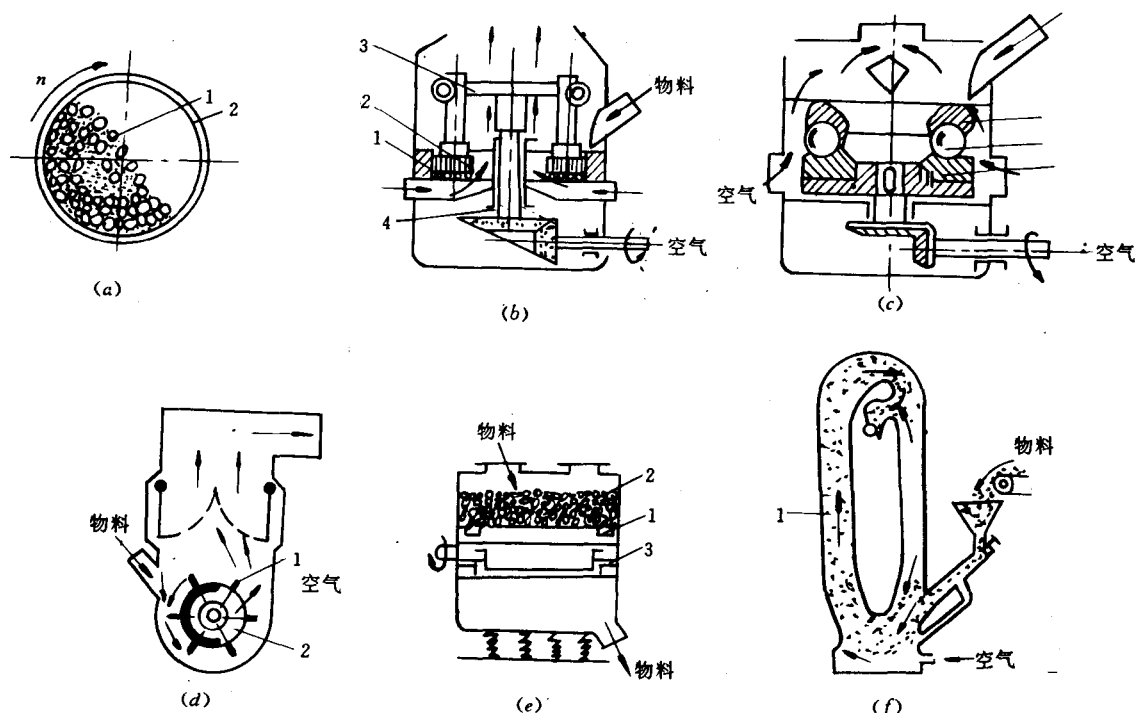


图 1-3 粉磨机的类型

第三节 粉碎理论

粉碎理论是研究物料的粉碎机理及在粉碎过程中的能量消耗问题,并确定物料粒度与所需外力做功大小的关系。

由于粉碎过程极其复杂,能量的消耗涉及一系列难以准确计量的因素(物料的性质、形状、粒度、粉碎机械的类型及粉碎方法等),至今尚无完整的理论体系。

粉碎理论较重要的学说有(1)表面积学说;(2)体积学说;(3)裂纹学说;(4)粉碎的模型法。下面分别进行简略介绍。

(一)表面积学说(雷廷智定律)

粉碎物料时所消耗的功能与物料新生成的表面积成正比。它比较符合于粉磨作业。

(二)体积学说(基克定律)

将几何形状相似的物料粉碎成形状也相似的成品时,所消耗的功能与其体积或重量成正比。它比较符合于破碎作业,尤其是粗碎作业。

(三)裂纹学说(邦德定律)

粉碎所消耗的功能与碎粒直径的平方根成反比。

裂纹学说认为:物料在压力作用下,先产生变形,积累一定的变形后,产生裂纹,最后才能粉碎。也就是物料在粉碎前一定要有超过某种程度的变形,而且一定要有裂纹。粉碎所需的功