

粉 碎 工 程 及 设 备
EN SUI GONG CHENG
JI SHEBEI

戴少生 廖中同 黄有丰 著

粉碎工程及设备



中国建材工业出版社

封面设计:戴少生 责任编辑:周凡英

水泥工业磨内筛分管磨机技术

磨内筛分管磨机技术是合肥水泥研究设计院最新研制开发的磨机增产节能技术,其主要原理包括:(1)运用带筛分的双层隔仓板,将物料在磨内进行粗细分离,以实现选粉机的机理。(2)采用小规格钢段对进入段仓的经过筛分的细料进行强化粉磨。(3)对于较大规格直径的磨机,在段仓安装能破钢段“滞留区”的活化衬板。(4)通过设计合理、可靠的出料装置,实现磨尾的料、段分离。(5)在筛分隔仓板上设计有球仓料位调节装置,以控制球仓按佳的球料比,充分发挥球仓的粉磨效率。

本技术既适用于开流粉磨,也可用于圈流粉磨系统;不仅可用于水泥磨,也可用于生料磨,还可应用于湿法磨。它不仅可解决水泥厂的增产节能之需,还可满足对水泥进行高细粉磨的要求。本技术对原有磨机进行改造仅限于磨内而不涉及磨外任何设备,也无需改变衬板及仓数,其结构之独特与可靠,检修、维护及改造工作量之小,配件使用寿命之长,改造投资之低是目前为止国内外类似技术不可比拟的。

通过对 $\Phi 1.5 \times 5.7\text{m}$ 至 $\Phi 3 \times 11\text{m}$ 各规格管磨机上极为成功的应用表明技术的成熟,在各水泥厂改造均实现25%以上的增产幅度表明技术的先进。在 $\Phi 3 \times 11\text{m}$ 开流水泥磨上的首次成功应用,开创了国产磨内筛分技术在大型管磨机上应用先例。

本技术通过与广西黎塘水泥厂、广西柳州水泥厂、广东英德水泥厂、新疆水泥厂、福建南平水泥厂、山西长治北水泥厂等一批大中型及一大批中小型水泥厂的成功合作证明其强大生命力,我们将满怀信心为水泥行业的技术进步作出自己的努力。

采用本技术制造的磨机,其注册商标为CBD,订货时敬请认准商标,以防假冒。

各用户在联系业务时敬请确认具体联系人员,谨防冒名顶替,并欢迎来函索取有关详细技术资料。

项目总负责:吴志明 第一峰 高级工程师

通讯地址:安徽省合肥市望江路60号

单位:国家建材局合肥水泥研究设计院粉磨所

电话:0551-3412003 转 2213

电挂:0033 邮编:230051 电传:3421995

ISBN 7-80090-342-7



787800 903427 >

ISBN7-80090-342-7/TH·12

定价:48.60元

粉 碎 工 程 及 设 备

主 编 戴少生 廖中同 黄有丰

中国建材工业出版社

(京)新登字 177 号

图书在版编目(CIP)数据

粉碎工程及设备/戴少生编. —北京:中国建材工业出版社,1994.11

ISBN 7-80090-342-7

I. 粉… II. 戴… III. ①工业技术,粉碎②工业—设备,粉碎 IV. TB4

中国版本图书馆 CIP 数字(94)第 12021 号

粉碎工程及设备

*

中国建材工业出版社(北京海淀区三里河路 11 号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

安徽省合肥皖江印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:44.75 插页: 字数:1420 千字

1994 年 11 月第一版 1994 年 11 月第一次印刷

印数:1—3000 册 定价:48.60 元

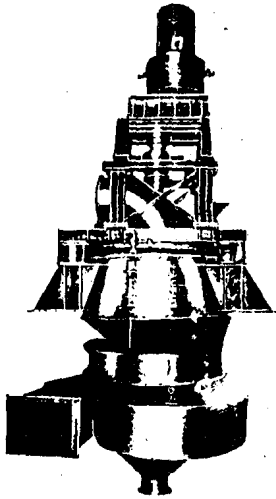
ISBN7-80090-342-7/TH·12

知
道
就
来
买
PDG

国家建材局合肥水泥研究设计院

向全国水泥行业推荐 90 年代最新选粉技术

DS 型组合式高效选粉机——选粉技术新突破



DS 型组合式高效选粉机是国家建材局合肥水泥研究设计院最新科研成果, 93 年 7 月获国家专利证书(专利号 ZL92244422.6), 94 年 7 月通过省级技术鉴定。其选粉效率较目前第三代高效选粉机等提高了十个百分点。南京化工学院粉体工程专家潘新章教授及国内有关专家认为, 该项技术将涡旋分级、惯性分级、离心分级原理科学地组合在一起, 为国内首创, 处于国内领先水平, 达到了国际先进水平。是水泥厂增产节能改造的理想技术。

一、DS 型组合式高效选粉机技术特点

- 1、选粉效率高, 比目前国内第三代高效选粉机提高 10% 以上。
- 2、能大幅度提高磨机产量。提高开流磨产量 60~100%, 闭路磨产量(与离心式选粉机比)提高 15~40%。
- 3、降低粉磨系统电耗, 可节电 5~20%。
- 4、能改善颗粒分布, 提高水泥质量。
- 5、产品细度调节范围广, 控制简单, 改变细度不需停机。
- 6、设备体积小, 重量轻, 布置灵活, 使用寿命长, 保养方便。
- 7、系统采用全负压操作, 杜绝粉尘污染, 改善生产环境, 实现文明生产。
- 8、降低水泥成品温度。

二、产品型号及性能表

设备型号	DS-225	DS-225	DS-450	DS-750	DS-1000	DS-1500
水泥产量(t/h)	10-14	16-21	20-27	35-45	45-60	75-90
风量(m ³ /min)	225	350	450	750	1000	1500
主轴转速(rpm)	260-550	230-480	200-420	160-380	140-320	120-280
电机功率(kW)	18.5	22	30	55	75	90
配用磨机	Ø1.83×7m Ø1.8×7m Ø1.83×6.4m 水泥	Ø1.83×7m Ø1.8×7m Ø1.83×6.4m 生料	Ø2.2×6.5m Ø2.2×7m Ø2.4×7m 水泥 生料	Ø3×9m 水泥 生料 Ø2.4×10m 生料	Ø3×11m 水泥 Ø3.2×10m 生料	Ø3.5×11m 水泥 Ø3.5×10m 生料

联系地址: 国家建材局合肥水泥研究设计院粉磨所

安徽省合肥市望江路 60 号

邮编: 230051

联系人: 郑青

总机电话: (0551) 3412003-2235

西安市方圆机械厂

西安市方圆机械厂位于古城西安南端的关中八景之一“草堂烟雾”及“高冠瀑布”风景区内，物丰地宜，风景优美，交通便利。

本厂是国家建材机械协会成员企业；系陕西省水泥集团公司成员单位。生产工艺先进，技术力量雄厚，拥有较完整的加工装备，生产的烘干、输送、给料、除尘及非标设备，被广泛应用于建材、冶金、矿山、煤炭、电力等行业，多年来深受广大用户好评，连续六年被授予“重合同，守信用”单位。

我们的宗旨是：信誉第一，用户至上。热忱欢迎各界朋友前来光临指导洽谈业务，竭诚为您提供优质服务！

型号	名称
LS. GX 型	螺旋输送机
SDBF 型	链斗输送机
MS. MZ 型	埋刮板输送机
GZS1 型	惯性振动输送机
TD75. ZJT ₁ --86 型	带式输送机
FV--1 型	链式输送机
B 型	空气输送斜槽
DB. DK 型	圆盘给料机 刚性叶轮给料机
SIW 型	单、双管螺旋给料机
QBG. HBG 型	板式给料机
CLT/A. CLK/A 型	旋风除尘器 单、双向螺旋闸门
LFEF 型	烘干机玻纤袋除尘器
LFEF 型	立窑玻纤袋除尘器
HD 型	袋式除尘机组
FVB 型	袋式除尘器
MDC 型	煤磨除尘器
UF 型	袋式除尘机组
CXBC 型	扁袋除尘器
ZT 型	转筒烘干机
TCQM 型	球磨机

型号	名称
FYC 型	挤压磨
TD, TH, D. HL 型	斗式提升机
GTH 型	高效提升机
Φ1.6×3.2m	成球盘 高效离心选粉机
DS 型	高效组合式选粉机
L 型	仓式气力输送泵
TP 型	蝶阀
D 型	圆锥闪动阀

并可按用户要求设计、制做各类非标设备。

厂长 陈 驰

厂址 户县草堂镇

电话 西安(029)5265413

户县(09204)5352

电挂 户县 2455 邮编 710311

驻西安办事处 西安市北大街八十九号(华新旅社)14号房间

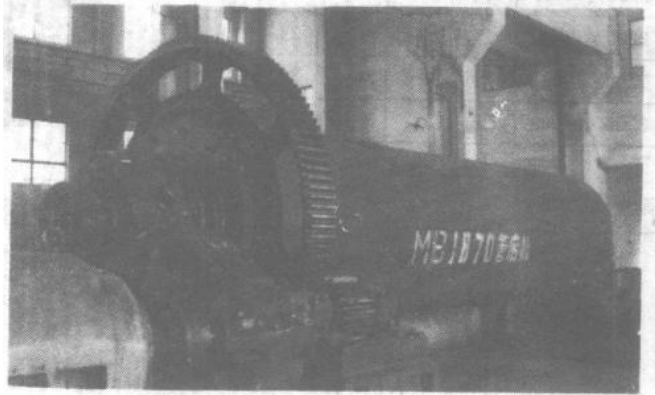
电话 西安(029)7274662
7276491

江苏省海安县机械厂

为您提供二十万吨以下水泥机械产品;有破碎、粉磨、选粉、烘干、成球、煅烧、提升、输送等节能降耗专利产品,并承担各种规格水泥厂的工艺设计和改造。

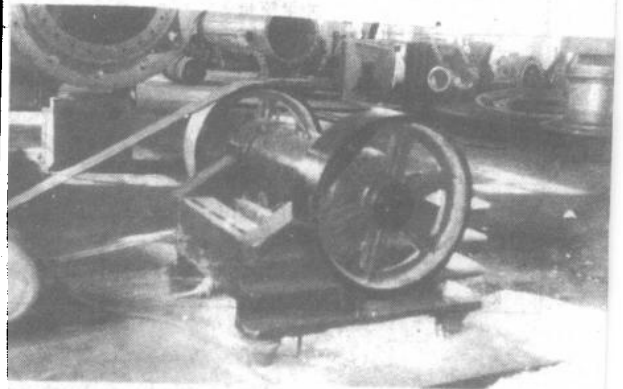
球磨机系列

规格型号 筒径×筒长	产量 t/h	转数 rpm	装球量 t	功率 kW	重量 t
Ø900×3200	0.8	33.4	2.15	30	9.5
Ø1200×4500	2.0	30.5	5.2	55	12
Ø1500×5700	5.0	26	11	130	27
Ø1830×6400	9.0	23.9	19.49	210	36
Ø1830×7000	11.0	23.9	21	245	38
Ø2200×7000	15.0	21.4	31	380	52
Ø2400×7000	17.0	20.4	3.5	380	64
Ø2600×13000	29.0	19.5	78	1000	140
Ø2800×8000	26.0	18.9	32	480	100
Ø3000×11000	47.0	17.5	100	1250	103
Ø3200×10000	55.0	17.5	70	1000	176



颞式破碎机

规格 型号	进口尺寸 mm	最大进料 粒度 mm	排料口 mm	生产能力 t/h	电机功率 kW
粗 颞 破	PE250×400	250×400	210	15—80	15
	PE400×600	400×600	340	35—100	30
	PE600×900	600×900	500	90—200	75
	PE750×1060	750×1060	630	80—200	90
	PE900×1200	900×1200	750	90—220	110
细 颞 破	PE150×750A	150×750	120	6—40	15
	PE250×1000A	250×1000	210	10—50	30
	PE250×1200A	250×1000	210	10—50	37

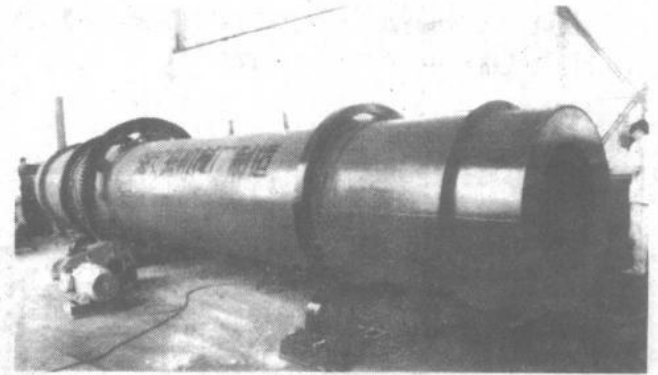


选粉机系列(涡流式、离心式、旋风式)

型号规格	N-100	N-250	N-350	N-500	QU Ø300	QU Ø3500	QU Ø4000	QU Ø500	GX1.5	GX2.0	GX2.5
产量 t/h	5—10	10—20	18—30	30—45	13	19	25	33	16	28	48
功率 kW	7.5	11	15	22	22	30	45	55	22	37	55

高效节能烘干机

规格型号 筒径×筒长	产量 t/h	转数 rpm	斜度 %	功率 kW	重量 t
1200×10000	6	8	3-5	5.5	12
1500×12000	10	6	3-5	15	17
1800×14000	13	5.5	3-5	18.5	21
2000×14000	14	5	3-5	18.5	27
2200×18000	18	5	3-5	22	40
2400×18000	20	4.8	3-5	30	52
3000×25000	28	4	3-5	37	90



预加水成球系列

PY 型 预加水 成球盘	规格 m	2.2	2.5	2.8	3.0	3.2	3.6
	产量 t/h	12	14	16	18	20	22
	功率 kW	7.5	7.5	7.5	11	11	15
ZJ 型双轴 搅拌机	规格 mm	450			500		
	功率 kW	11			15		
SLW 型螺 旋喂料机	5.5						
冲量流量计							



螺旋系列(回转窑、机械立窑)

规格型号	∅1.9/1.6×39	∅2.5×42	∅2.8×42	∅3×48
产量 t/h	6	12	15	28
功率 kW	22	40	75	100

∅2.5×10	∅2.8×10	∅2.9×10	∅3.0×11	∅3.2×12
8.4	10	11	12.5	14
11	11	11	15	18.5

另外还可供各种链式输送机、斗提机、胶带输送机、中、重板喂料机、空气输送斜槽、除尘等辅机。常年供应各种配件,并承接各种非标准设备设计,热忱欢迎光临洽谈。

厂址:江苏省海安县城永安路64号 电话:05235 832103 832104
 法人代表:王崇柏 电传:05235 835262
 邮编:226600 电挂:3808

前 言

破碎和粉磨作业(又称为碎矿和磨矿作业)在水泥、冶金、化工、选矿和电力等重工业部门占有十分重要的地位。例如,每生产1吨水泥,需要破碎、粉磨的各种物料就有3~3.5吨。1988年我国水泥产量为21012.7万吨,则破碎、粉磨的各种物料高达6.304~7.354亿吨。据不完全统计,全世界每年生产和生活中约有100亿吨的固体物料需要经过各种程度的粉碎加工。我国仅矿业和建材工业部门每年就有16亿吨以上的固体物料需经粉碎加工,其电耗占全国总耗量的4~5%。而在水泥厂的总电耗中,生料、煤粉和熟料三种磨机的耗电量约占65~70%,它们的生产成本占水泥成本的35%左右,球耗和钢耗约占全厂钢材消耗量的50%左右……因此,碎矿磨矿作业部门的节能和增产便具有十分重要的意义。

为了贯彻国务院提出的“能源开发和节约能源并重,近期把节能放在优先地位”的能源方针,我们从系统工程的角度,按照理论与实践相结合、生产工艺与设备相结合的原则,编著了《粉碎工程及设备》一书。因为节能系统工程的研究、开发、实施等工作,必须配套进行,才能转化并形成生产能力;光研究工艺而不研究设备,再先进的工艺也不可能实现;反之亦然。

本书通俗易懂地论述水泥、冶金、化工、陶瓷、选矿、电力等重工业部门广泛采用的破碎、粉磨机械的最新理论、工作原理、主要零部件的结构、主要工艺和结构参数的选择,各种机器及其零部件的设计方法,操作和设备科学管理,同时还反映了国内外的最新科研、设计成果,编著者和同行们的研究设计成果、丰富的实践经验,并附有大量例题和例图、表格,供广大读者参考。

本书共分四篇,第一篇为粉碎工程的基本理论,内容包括绪论、固体物料粉碎的强度理论和能耗理论、粒度特性、筛分理论、磨矿流程和磨矿动力学、颗粒分级的“气-固”两相流动理论;第二篇为破碎,内容包括绪论、颚式、辊式(含辊压机)、锤式、反击式、圆锥等破碎机的类型、工作原理、构造、主要零部件强度计算、工艺主参数选择、操作与科学管理;第三篇为粉磨,内容包括绪论、球磨机、管磨机、棒磨机、自磨机、立式磨机、超细磨和振动磨的工艺及设备有关知识,其中重点讲球磨机和管磨机,如构造、主要零部件分析、传动系统、磨内研磨体运动学、球磨机转速理论及进展、工艺主参数、磨内研磨体动力学、主要零部件设计计算、安装维修及科学管理、增产节能措施等;第四篇为分级,介绍了各种筛机(包括弧形筛),重点介绍了第一、第二、第三代选粉机的结构、参数和细度调节方法。

如前所述,本书以节能、增产为主线,在各个章节都穿插了大量的实践经验及措施,拿球磨机来讲,我们介绍了各种粉磨流程并进行比较,增产节能技术十二条措施,新增了平衡配球法和平衡补球法,各种新型节能衬板(如锥面、角螺旋、沟槽衬板等)。

本书可供高等院校、中等专业学校的水泥、冶金、化工、陶瓷、选矿、建材机械、矿山机械等专业师生的教学参考书,以及上述工业部门的科研设计院所的工程技术人员、管理干部参考。但它的主要读者仍然是上述各工业部门的工程技术人员、领导干部和从事碎矿磨矿作业的技术工人。

本书编写分工如下:戴少生第一篇第一至第六章,第二篇第三、五章,第三篇第一至第十章;廖中同第二篇的第一、二、四、六章,第三篇的第十一至第十三章。第四篇的第二、四章;黄有丰第四篇的第一、三章,并主审全书。

在本书编写过程中,得到了国家建材局生产管理司、技术发展司、中国建材协会水泥协会、天津水泥工业设计院、合肥水泥研究设计院、南京水泥工业设计院、上海建材学院和有关省市建材工业主管部门、科研院所、建材协会、水泥协会,有关水泥工厂的领导、工程技术人员的大力支持和热情关心,合肥水泥研究设计院梁三定同志为本书翻译了五万余字的参考文献,在此我们表示衷心的感谢。另外,由于篇幅所限,在编写过程中查阅和参考的2000多种文献,只能列出主要的几种,请广大读者谅解。

由于编著者水平有限,文中不足乃至错误之处在所难免,恳请广大同行和读者指正,我们在此表示预先感谢。

戴少生、廖中同、黄有丰

1990年6月8日

目 录

第一篇 粉碎工程的基本理论		第三章 粒度物性和筛分分析	
第一章 绪论		§ 1-3-1 粒度组成和粒度分析 57	
§ 1-1-1 碎矿磨矿的目的和意义 1		一、粒度表示法..... 57	
一、粉碎的定义 1		二、混和料的平均粒度和均匀度..... 57	
二、粉碎的目的 1		三、粒度分析..... 58	
三、粉碎作业的意义 2		§ 1-3-2 筛分分析 60	
§ 1-1-2 粉碎工程学科的结构 3		一、标准筛和非标准筛..... 60	
一、粉碎工程学科的形成 3		二、筛分分析..... 65	
二、粉碎工程学科的结构 4		§ 1-3-3 粒度曲线和粒度	
§ 1-1-3 碎矿磨矿车间的		特性方程式 66	
技术经济指标 5		一、粒度特性曲线..... 66	
一、单位产品电耗 5		二、粒度频度分布曲线..... 66	
二、粉碎比 5		三、粒度特性方程式..... 69	
三、产量、质量系数和综合指标..... 6		四、粒度特性方程式的应用..... 73	
四、单位钢耗和单位球耗 6		第四章 筛分理论	
§ 1-1-4 近代粉碎技术及设备进展 ... 6		§ 1-4-1 筛分原理和筛分效率 76	
一、粉碎理论 7		一、筛分原理..... 76	
二、粉碎工艺技术进展..... 10		二、筛分效率..... 78	
三、粉碎机械设备进展和趋向..... 14		§ 1-4-2 筛分动力学及应用 79	
第二章 破碎矿石的理论基础		一、筛分效率和筛分时间的试验..... 79	
§ 1-2-1 矿物和岩石的性质 32		二、筛分动力学方程式..... 80	
一、机械强度..... 32		三、筛分动力学的应用..... 81	
二、可碎性和可磨性..... 32		§ 1-4-3 影响筛分效率的因素 82	
三、磨蚀性..... 36		一、被筛物料的性质..... 82	
四、腐蚀性..... 37		二、筛面种类和筛孔几何参数..... 84	
五、物质结构和晶体组织..... 38		三、筛机的工作参数..... 85	
§ 1-2-2 粉碎机械的类型和工况 39		四、操作条件..... 85	
一、粉碎机械的施力情况..... 39		第五章 磨矿流程及磨矿动力学	
二、粉碎机械的类型..... 39		§ 1-5-1 开流和圈流磨矿流程述评.....	
三、国外关于粉碎机械的分类法..... 41	 86	
§ 1-2-3 固体物料粉碎的强度理论 43		一、开流和圈流的概念 86	
..... 43		二、开流和圈流粉磨流程的比较..... 86	
一、固体物料强度理论的概念..... 43		三、水泥工业的粉磨流程..... 93	
二、固体物料的强度理论..... 44		§ 1-5-2 闭路磨矿中各参数的关系 106	
§ 1-2-4 破碎矿石的能耗理论及应用 106	
..... 49		一、循环负荷和选粉效率的计算方法 106	
一、固体物料质点间的内聚力..... 49		二、循环负荷率和选粉效率的关系 108	
二、固体物料的功耗理论..... 50		三、粉磨效率和循环负荷率、	
三、三个功耗学说的比较和应用..... 54		选粉效率的关系..... 108	

四、循环负荷率与成品细度的关系	113	三、破碎机向高速高能发展	162
§ 1-5-3 磨矿动力学的数学模型 ..	114	四、改进机构和提高自动控制水平	162
一、磨矿动力学方程式	114	五、改进机构零部件	163
二、磨矿作业的数学模型	116	§ 2-1-3 细碎及超细碎机的	
三、解析粉磨速度论的基本方程式	120	研制及发展	164
§ 1-5-4 磨矿动力学的应用	121	一、颚式细碎机	164
一、确定磨机各仓长度	121	二、旋回式细碎机	165
二、对磨机生产率进行修正	122	三、锤式细碎机	166
三、预测磨机生产率	123	四、高压辊轮磨(高压辊压机)	167
四、预测和检验产品细度	124	第二章 颚式破碎机	
五、预测闭路系统产量和		§ 2-2-1 颚式破碎机的类型、工作	
循环负荷率的关系	124	原理及构造	169
第六章 颗粒分级与分选的基本理论		一、简单摆颚式破碎机	169
§ 1-6-1 颗粒分选机理—气固		二、复摆颚式破碎机	170
两相流动理论	125	三、综合摆动式颚式破碎机	170
一、气固两相流动形式	125	§ 2-2-2 颚式破碎机的主要	
二、气固两相流动的理论基础	125	工艺参数	173
三、颗粒运动时的流体阻力计算	132	一、颚式破碎机的啮角	173
§ 1-6-2 颗粒沉降理论	133	二、偏心轴的转速	174
一、颗粒在介质中的沉降概念	133	三、颚式破碎机的生产率	174
二、颗粒在静止流体中的自由沉降	134	四、颚式破碎机需用功率	175
三、颗粒在流体内的运动	140	§ 2-2-3 颚式破碎机的结构参数及	
§ 1-6-3 旋转气流—转圈理论和		优化设计	176
隔筛理论	142	一、进料口尺寸与排料口尺寸	176
一、单相旋转气流的速度分布和压力分布	142	二、啮角	176
二、气固两相旋转气流的速度分布和		三、动颚的摆动行程	176
压力分布	142	四、偏心距	177
三、旋流设备分离的最小粒径和沉降时间	147	五、传动角	177
四、旋风收尘器的局部阻力系数和		六、肘板摆动角	177
收尘效率	148	七、连杆长度	177
五、隔筛理论	151	八、动颚悬挂高度	177
第二篇 破 碎		§ 2-2-4 颚式破碎机主要零部件的	
第一章 绪论		设计计算	177
§ 2-1-1 国内外破碎设备发展史		一、复摆颚式破碎机的受力分析与计算 ..	177
回顾	152	二、颚式破碎机主要零部件的设计计算 ..	178
一、颚式破碎机	152	§ 2-2-5 细碎颚式破碎机在水泥	
二、锤式破碎机	154	工业中的应用	180
三、反击式破碎机	157	§ 2-2-6 颚式破碎的设备管理	180
§ 2-1-2 国内外破碎机设备		一、正确操作顺序	180
发展趋势	160	二、科学维护与运转	180
一、破碎机大型化	161	第三章 辊式破碎机	
二、深入研究破碎机理	161	§ 2-3-1 辊式破碎机的类型、工作	

一、辊式破碎机的类型	181	三、停车注意事项	203
二、双辊破碎机的工作原理	181	四、安全注意事项	203
三、辊式破碎机的构造	181	§ 2-4-6 国外新型锤式破碎机	204
四、辊式破碎机的规格表示法	183	第五章 反击式破碎机	
五、辊式破碎机的应用	184	§ 2-5-1 反击式破碎机的类型及	
§ 2-3-2 辊式破碎机的主要		工作原理	205
工作参数	185	一、反击式破碎机的概述	205
一、辊式破碎机的结构参数	185	二、反击式破碎机的工作原理	205
二、辊式破碎机的工作参数	185	三、反击式破碎机的分类	207
§ 2-3-3 辊压力和弹簧压力计算	188	四、反击式破碎机的规格表示法	207
一、径向辊压力	188	五、反击式破碎机的特点	208
二、弹簧压力	189	§ 2-5-2 反击式破碎机的构造及	
§ 2-3-4 国外新型辊压机	189	应用	208
一、概述	189	一、单转子反击式破碎机	208
二、辊压机的构造	190	二、双转子反击式破碎机	209
三、辊压机的主要参数	190	三、反击锤式破碎机	211
§ 2-3-5 辊压机的作用	190	四、烘干反击式破碎机	213
第四章 锤式破碎机		五、反击装置和转子	214
§ 2-4-1 锤式破碎机的类型、工作		六、反击式破碎机的应用	217
原理及构造	193	七、国外新型反击式破碎机	217
一、锤式破碎机的类型	193	§ 2-5-3 反击式破碎机的主要参数	218
二、锤式破碎机的工作原理	193	一、反击式破碎机的主要结构参数	218
三、锤式破碎机的构造及特点	194	二、反击式破碎机的主要工作参数	219
§ 2-4-2 其它形式的锤式破碎机及		§ 2-5-4 反击式破碎机主要零部件的	
应用	195	设计计算	224
一、立轴锤式破碎机	195	一、破碎力的确定	224
二、粘性物料锤式破碎机	196	二、转子轴的强度计算	224
三、环形锤式破碎机	197	三、轴承载荷确定	224
四、单段锤式破碎机	197	四、反击装置的自重、弹簧预压力或液	
五、烘干锤式破碎机	199	压力的确定	224
§ 2-4-3 锤式破碎机主要		五、主轴临界转速计算	225
参数的计算	200	第六章 圆锥破碎机	227
一、锤式破碎机转子的转速	200	§ 2-6-1 圆锥破碎机的类型、工作	
二、锤式破碎机的产量	200	原理及结构	
三、锤式破碎机电机功率	201	一、圆锥破碎机的类型和基本原理	227
四、锤头重量	201	二、圆锥破碎机的特点和规格	228
§ 2-4-4 锤式破碎机主要零部件		三、中细碎圆锥破碎机	229
的计算	201	§ 2-6-2 圆锥破碎机主要工艺参数	
一、锤头的打击平衡计算	201	234
二、转子的平衡计算	202	一、粗碎圆锥破碎机主要工艺参数的确定	
三、锤头的结构	202	234
§ 2-4-5 锤式破碎机的科学管理	203	二、中细碎圆锥破碎机主要工艺参数	
一、开车的准备阶段	203	的确定	239
二、操作及定时检查	203		

§ 2-6-3 圆锥破碎机的设计与计算.....	241	的影响.....	275
一、结构参数	241	§ 3-2-3 球磨机的构造	276
二、工作参数	242	一、 $\Phi 1.8 \times 7$ 米边缘传动磨机的构造	276
三、主要零部件强度计算	242	二、 $\Phi 2.4 \times 13$ 米中心传动棒球磨的构造	279
§ 2-6-4 圆锥破碎机的科学管理 ...	243	三、 $\Phi 3.2 \times 8.5$ 米中卸烘干磨的构造.....	280
一、旋回圆锥破碎机的安装试车	243	四、 $\Phi 3 \times 11$ 米中心传动水泥磨的构造.....	281
二、圆锥破碎机的管理	248	§ 3-2-4 磨矿机的主要部件.....	283
§ 2-6-5 国外新型圆锥破碎机	252	一、磨机回转部分	283
第三篇 粉 磨			
第一章 绪论			
§ 3-1-1 磨机发展的历史回顾	254	二、磨机的进料装置	292
一、概述	254	三、磨机的出料装置	297
二、磨机发展简史	254	四、磨机的支承装置	301
三、我国粉磨机械发展概况	255	§ 3-2-5 筒体内的主要零部件	308
§ 3-1-2 磨矿机械进展	256	一、衬板	308
一、磨矿设备大型化	256	二、隔仓板	355
二、传动新型多样化	256	三、磨头衬板	372
三、控制自动化	258	四、卸料篦板	376
四、衬板特殊化	258	第三章 磨矿机的传动系统	
五、新型粉磨机械的研制	259	§ 3-3-1 概述	377
§ 3-1-3 磨机大型化的界限问题 ...	259	一、磨矿机传动的特点	377
一、磨机直径发展应当依从于水泥工厂的		二、磨矿机传动装置的发展	377
规模和投资.....	260	三、磨机传动的分类	377
二、超越当前技术经济水平的大型磨机的		§ 3-3-2 磨矿机的传动系统.....	378
缺陷.....	261	一、边缘传动	378
三、综合技术经济指标合理的磨机		二、中心传动	382
最佳直径.....	264	三、无齿轮传动	385
§ 3-1-4 超细粉磨的现实意义	265	§ 3-3-3 磨机传动用减速器和	
一、超细粉磨的概念及超微粒子的应用	265	联轴器	387
二、超微粉碎机械的分类	265	一、球磨机传动用减速器	387
三、超微粉碎机的选择	266	二、球磨机用联轴器	389
第二章 球磨机和管磨机			
§ 3-2-1 球(管)磨机概述	260	三、球磨机用电磁离合器	391
一、磨机在现代水泥生产流程中的		§ 3-3-4 边缘传动磨机的大小	
地位和作用.....	269	齿轮副	392
二、磨机的特点	272	一、大齿圈的固定与结构	392
三、磨矿机械的用途	273	二、大小齿轮副的安装位置角	395
§ 3-2-2 球磨机的类型和工作原理.....	273	三、大小齿轮副的磨损与润滑	397
一、球磨机的分类	273	四、大小齿轮副的罩壳设计和密封装置 ...	399
二、球磨机的工作原理	275	五、边缘传动磨机小齿轮的轴向定位	400
三、筒体转速对于磨矿介质磨矿作用		六、边缘传动磨机齿轮副的啮合质量指标.....	401
		§ 3-3-5 磨机各种传动型式的比较.....	402
		一、边缘传动与中心传动的比较	402
		二、单传动与双传动的比较	403

三、无齿轮传动与齿轮传动的比较	403	三、磨矿介质静态填充率的计算	445
第四章 磨内研磨体运动学		四、磨矿介质的平均填充率及其分配原则.....	447
§ 3-4-1 磨内研磨体运动基本		§ 3-6-2 球磨机各仓仓径长度	449
方程式	404	一、用 n 阶磨矿动力学方程式确定	
一、球荷运动学和动力学分析的基本假设.....	404	各仓长度.....	449
二、磨内研磨体运动基本方程式	405	二、按经验公式确定仓位长度	450
三、磨内筒体转速方程式	406	§ 3-6-3 钢球级配	450
§ 3-4-2 抛落状态研磨体的运动轨迹		一、磨内研磨体装载量	450
方程式	407	二、磨内研磨体级配理论	451
一、研磨体运动的脱离点轨迹	407	三、磨内研磨体级配方法	454
二、研磨体运动的降落点轨迹	407	四、配球方案的检查	467
三、研磨体运动的最内层轨迹	409	§ 3-6-4 研磨体的磨损及补充	469
四、抛落运动研磨体的最高点轨迹	412	一、概述	469
§ 3-4-3 磨机筒体横断面上的球荷切面		二、钢球磨损理论综述	470
积	412	三、钢球磨耗率的计算	473
一、球荷切面积的概念	412	四、磨内钢球的平衡补球法	474
二、抛落状态的球荷切面积计算	413	五、其它补球方法	478
三、研磨体运动的周转率	416	§ 3-6-5 球磨机的功率	482
§ 3-4-4 研磨体与衬板之间的		一、球磨机功耗分析	482
相对滑动	417	二、球磨机的功率计算	483
一、磨内研磨体的相对滑动现象	417	三、球磨机功率计算说明	494
二、磨内研磨体的相对滑动速度	418	§ 3-6-6 球磨机的产量	495
第五章 球磨机的转速理论及进展		一、影响磨机产量的因素	495
§ 3-5-1 球磨机的理论临界转速及		二、球磨机的产量计算	495
研究进展	421	§ 3-6-7 球磨机的增产理论与实践.....	498
一、球磨机的理论临界转速	421	一、球磨机工艺参数的调整	498
二、球磨机的临界转速理论研究进展	421	二、新技术的采用	506
三、钢球自转运动影响球磨机临界转速		第七章 球磨机内研磨体的动力学	
的理论.....	424	§ 3-7-1 抛落状态研磨体的动	
§ 3-5-2 球磨机的理论适宜转速研究进		力学分析	512
展	429	一、抛落状态研磨体的动力学分析	512
一、球磨机的理论适宜转速	429	二、抛落状态研磨体动力学分析的结论	515
二、球磨机的转速率和内外球层半径比	429	§ 3-7-2 泻落状态研磨体的	
三、球磨机的最佳理论适宜转速的		动力学分析	518
研究进展.....	431	一、理想泻落状态的描述	519
§ 3-5-3 球磨机转速的操作制啡	439	二、泻落弓形的几何参数和力学模型	519
一、高转速操作制度	439	三、辅助传动功率计算	522
二、中转速操作制度	440	四、泻落弓形的倾斜角计算	523
三、低转速操作制度	442	五、泻落状态磨矿介质的总载荷和	
第六章 球磨机的主要工艺参数		球磨机起动.....	523
§ 3-6-1 磨内研磨体填充率	444	第八章 磨机主要零部件的设计计算	
一、磨矿介质填充率的概念	444	§ 3-8-1 球磨机传动部分的	
二、磨矿介质动态填充率的计算	444		

设计计算	525	二、球磨机的开车	565
一、磨机规格的确 定	525	三、球磨机的停车	565
二、传动系统传动比的分配	526	四、球磨机的正常操作	566
三、磨机小齿轮轴的跨距确定方法	527	§ 3-9-5 球磨机的科学管理	568
四、磨机小齿轮轴的设计	528	一、全面质量管理概述	568
§ 3-8-2 磨机筒体强度和刚度计算	530	二、球磨机的科学管理	570
一、磨机筒体强度计算	530	三、球磨机的文明生产	571
二、磨机筒体刚度计算	533	§ 3-9-6 球磨机的维修	572
三、磨头(磨尾)中空轴的强度计算	533	一、近代修理学的概念	572
四、端盖与筒体法兰联接螺栓的强度计算	534	二、球磨机的计划修理	572
五、焊接平端盖的强度计算	538	三、球磨机一些零件的修理	573
六、铸造端盖的应力分析	541	第十章 棒磨机	
七、国外在磨机筒体应力分析方面的结论	542	§ 3-10-1 棒磨机的类型、构造和工作原理	577
§ 3-8-3 磨机其它零部件的设计计算	544	一、棒磨机的类型	577
一、球磨机剖分式大齿轮圈的有关计算	544	二、棒磨机的构造	577
二、主轴承验算	545	三、棒磨机的工作原理	577
三、磨体热膨胀量计算	546	四、棒磨机的应用范围	578
第九章 球磨机的安装、使用和科学管理		§ 3-10-2 棒磨机的主要工作参数	579
§ 3-9-1 球磨机的基础	548	一、棒仓筒体长径比	579
一、基础的施工	548	二、钢棒和直径	579
二、地脚螺栓	548	三、棒磨机的工作转速	579
三、基础质量的检查和验收	551	四、棒荷填充率	579
§ 3-9-2 球磨机安装前的准备工作	552	五、棒磨机的功率消耗	579
一、基础铲麻面和放垫铁	552	六、棒磨机最佳给料粒度 F_0 和最佳粉粹比 R	579
二、安装工具和仪器	554	七、棒磨机小时产量	579
三、设备检查	554	§ 3-10-3 棒磨机在水泥工业中的应用	580
§ 3-9-3 球磨机的安装	556	一、概述	580
一、球磨机安装的基本规律	556	二、棒磨机在生产中出现的问题及解决方法	580
二、磨头和筒体的组装	556	第十一章 自磨机	
三、基础划线和架设“天线”	556	§ 3-11-1 自磨机的类型、构造和工作原理	582
四、磨机主轴承底座安装与测量	558	一、自磨机的类型	582
五、磨机主轴承安装与测量	560	二、干式自磨机的结构	582
六、磨体的安装	560	三、干式自磨机的工作原理	582
七、磨内零部件的安装	562	§ 3-11-2 自磨机的主要参数	585
八、磨机传动部分的安装	562	一、自磨机的规格和长径比	585
九、全面复查及二次灌浆	564	二、自磨机的转速率	586
§ 3-9-4 球磨机的合理操作	564	三、给料配比和填充率的选择	587
一、球磨机的试运转	564	四、自磨机的生产率	588

四、细度调节	669	一、旋风式选粉机的构造和工作原理	677
§ 4-4-2 离心式选粉机	669	二、旋风式选粉机的工作参数	678
一、离心式选粉机的构造和工作原理	669	三、旋风式选粉机的性能和用途	680
二、离心式选粉机的分离粒径	670	四、我国研制的高效旋风式选粉机	681
三、离心式选粉机的主要结构参数	671	§ 4-4-4 国外新型高效选粉机	683
四、离心式选粉机的细度调节	671	一、O-Sepa 型选粉机	683
五、离心式选粉机的工作参数	671	二、MDS 型组合式选粉机	687
六、离心式选粉机的特点和用途	672	三、Sepax 型高效选粉机	689
七、国内外对离心式选粉机的改进	673	四、其它新型选粉机	690
§ 4-4-3 旋风式选粉机	677	主要参考文献	692