

新型干法水泥实用技术全书

(下 册)

主 编：于兴敏

目 录(上册)

第一篇 概 述

第一章 历史陈述	2	3.1 机遇与挑战	14
第一节 水泥的产生和形成	2	3.2 我国水泥工业发展的环境预测	15
1 什么是水泥	2	3.3 我国水泥工业的发展趋势	15
2 罗马水泥的发明	2	第二章 新型干法水泥生产技术现状与展望	16
3 波特兰水泥的发明	2	第一节 新型干法水泥所需的资源与能源	16
4 水泥的定义	2	1 制造水泥所需的传统原料和燃料	16
第二节 水泥的应用和分类	3	1.1 原料	16
1 水泥的应用	3	1.2 燃料	16
1.1 浇筑混凝土	3	1.3 石膏和混合材料	17
1.2 水泥制品	3	2 再生资源 and 再生能源的利用	17
2 水泥的分类	3	2.1 节约资源的必要性和可能性	17
2.1 我国水泥品种的分类	3	2.2 再生资源,再生能源的利用	17
2.2 水泥品种的发展	3	第二节 破碎与粉磨	18
第三节 世界水泥工业的发展历程	5	1 粉碎工程的进展	18
1 水泥工业的产生	5	2 破碎与粉磨工艺	18
2 水泥制造方法的演变	5	3 关于料层粉碎理论	18
2.1 水泥熟料烧成法的进步	5	4 关于粉碎节能问题	19
2.2 水泥回转窑的大型化	6	4.1 立磨(立式辊磨)在水泥厂中的应用	19
2.3 破碎与粉磨技术的进步	6	4.2 水泥预粉磨技术的发展	19
2.4 系统集成技术的变化	7	4.3 粉磨前景	20
3 自动化技术	7	第三节 烧成工程	20
4 水泥生产技术的突破	8	1 烧成技术的进步	20
5 清洁生产与可持续发展	8	1.1 预分解技术	20
6 世界水泥工业的发展现状	8	1.2 两支点窑	21
6.1 生产线能力的大型化	8	1.3 新传动结构	21
6.2 生产与管理信息化	8	1.4 多通道燃烧器	21
6.3 水泥生态化技术的发展	9	1.5 第三代篦冷机	21
第四节 我国新型干法水泥工业的发展过程	9	1.6 余热利用	21
1 中国水泥工业的发展史	9	2 关于烧成工艺的理论	21
2 中国水泥工业的发展现状	10	2.1 悬浮预热器	21
2.1 中国水泥工业综观	10	2.2 分解炉	22
2.2 新型干法技术飞速发展	10	2.3 悬浮预热预分解系统的数学模型	22
2.3 技术进步	11	2.4 烧成系统的集成技术	22
2.4 水泥生产的地理分布与水泥贸易	12	3 流化床烧成水泥新技术	22
2.5 控制水泥总量,进行产业结构调整	14	第四节 自动化与信息技术	23
3 中国水泥工业的发展趋势	14	1 自动化与信息技术的发展	23



2	检测技术	23	2.1	生态工业理论	35
	2.1 计量装置和光机电一体化	23	2.2	循环经济理论	35
	2.2 生料质量控制系统	24	2.3	产品生命周期理论	35
	2.3 游离氧化钙在线检测仪	24	2.4	绿色制造理论	35
	2.4 水泥细度在线检测系统	24	2.5	简要评述	36
	2.5 水泥回转窑筒体温度检测与保护	24	3	水泥工业可持续发展的评价指标体系	36
	2.6 其他	24	3.1	指标体系的价值和作用	36
3	水泥生产过程控制系统	25	3.2	建立指标体系的基本原则	37
4	信息管理系统	25	3.3	指标体系模型的建立	38
	4.1 水泥厂生产管理信息系统	25	3.4	指标体系的基本构成	38
	4.2 水泥厂电子商务平台系统	25	第三节	我国水泥工业可持续发展的成就与挑战	40
第三章	水泥在国民经济中的地位和作用	26	1	我国水泥工业可持续发展的主要行动和实绩	40
第一节	水泥是不可替代的基础性原材料	26	1.1	积极调整水泥工业结构	40
1	水泥的性能	26	1.2	严格达标排放,加大水泥工业污染源治理	41
2	水泥在国民经济中的地位和作用	26	1.3	实施技术改造,推行清洁生产	41
第二节	水泥工业对国民经济增长的拉动作用	27	1.4	狠抓节能降耗,整顿矿业秩序	41
1	我国水泥市场分析	27	1.5	提高“三废”综合利用率	41
2	水泥技术装备的出口情况	27	2	中国水泥工业可持续发展面临的问题与挑战	41
3	水泥产业结构调整	27	2.1	水泥工业发展中的环境约束依然严峻	42
第三节	新型干法是水泥技术的创新技术	28	2.2	水泥工业资源的保障程度低与消耗浪费并存	42
第四节	发展新型干法水泥是历史的必然	29	2.3	技术推广与投入对水泥工业可持续发展的支撑乏力	43
1	水泥制造业是人类文明的产物	29	第四节	我国水泥工业可持续发展的战略思路与途径	44
2	必须解决水泥制造业存在的问题	29	1	实施水泥工业可持续发展的战略思路	44
3	水泥工业的可持续发展	30	1.1	调整产业结构、提高水泥工业增长的质量水平	44
4	世界高新技术的发展支持了新型干法水泥的发展	30	1.2	建立循环经济体系,实现水泥工业发展与资源环境协调发展	44
第四章	水泥工业的可持续发展	31	1.3	加快技术进步步伐,促进资源的有效利用和环境质量的改善	45
第一节	我国水泥工业可持续发展综观	31	1.4	加速高效节能、环保设备的开发,提高装备水平	45
1	我国水泥工业不可持续发展问题	31	2	实现水泥工业可持续发展的主要途径和措施	45
1.1	资源问题	31	2.1	实现我国水泥工业可持续发展的主要途径	45
1.2	能源问题	31	2.2	实现我国水泥工业可持续发展的主要措施	45
1.3	环境问题	31			
2	水泥工业可持续发展的理论渊源与产生的背景	31			
2.1	传统的水泥发展观与工业化模式	31			
2.2	水泥工业可持续发展的提出	32			
2.3	研究中国水泥可持续发展的目的和意义	32			
第二节	水泥工业可持续发展理论	34			
1	水泥工业可持续发展的概念及内涵	34			
1.1	水泥工业可持续发展的概念	34			
1.2	水泥工业可持续发展的内涵	34			
2	水泥工业可持续发展的有关理论	35			

第二篇 新型干法水泥生产技术

第一章 水泥原料矿山及开采技术	50	3 露天矿采剥方法	62
第一节 水泥用石灰岩分布和储量	50	3.1 纵向采剥方法	62
第二节 水泥原料矿山开采技术发展方向	51	3.2 横向采剥方法	62
1 水泥矿山开采规模日益大型化	51	4 陡帮开采	62
2 选用大型、高效、耐用的工艺设备	51	4.1 陡帮开采的适用条件	62
3 开拓方式、采矿工艺多样化	51	4.2 陡帮开采工艺结构特点	62
4 矿产资源开发利用和地质生态协调发展	52	4.3 采用陡帮开采工艺的露天矿的优点	63
5 矿山生产不断溶入新科技	52	4.4 技术要点	63
6 矿山辅助作业机械化	52	4.5 陡帮开采作业方式	63
第三节 矿山地质勘探	52	5 露天矿边坡	64
1 矿山地质勘探简述	52	第五节 水泥原料矿山设计实例	66
1.1 矿床地质报告研究与验审	52	1 嘉新京阳水泥有限公司矽锅底石灰石矿山设计	66
1.2 矿山环境地质调查	52	1.1 项目概况	66
1.3 工程地质系统调查	53	1.2 矿山地质概况	66
2 生产勘探	53	1.3 矿山规划设计	67
2.1 生产勘探目的	53	1.4 结束语	70
2.2 生产勘探任务	53	2 哈尔滨水泥厂新明矿西矿区转入凹陷露天开采规划设计	70
2.3 勘探工程布设原则	53	2.1 项目概况	70
2.4 矿山地质取样	54	2.2 矿床地质	71
2.5 矿山地质编录	54	2.3 矿床开采	71
2.6 矿产资源储量	54	2.4 矿床开拓与运输	74
2.7 矿石质量管理	54	2.5 矿山转入凹陷开采时的技术方案	74
2.8 矿石损失贫化管理	55	2.6 结论与建议	77
2.9 矿山水文地质	55	第二章 熟料、原燃料特性与生料制备技术	79
第四节 矿山开采	55	第一节 原料工作程序	79
1 露天开采境界的确定	55	1 地质找矿	79
1.1 确定水泥原料矿山露天开采境界的原则	55	1.1 目的	79
1.2 露天开采境界剥采比的确定	55	1.2 步骤	79
1.3 露天采场境界的确定	55	1.3 重要性	79
1.4 圈定露天矿底平面周界	56	2 原燃材料工艺性能试验	79
2 露天矿的开拓	56	2.1 水泥原料磨蚀性试验(TR3.1-92,天津水泥工业设计研究院标准)	80
2.1 影响开拓方案选择因素	56	2.2 易磨性试验(GB9964-88)	81
2.2 开拓系统选择原则	56	2.3 煤的燃尽试验	85
2.3 公路运输开拓	56	2.4 可磨性试验(GB/T2565-1998)	86
2.4 平硐溜井开拓	58		
2.5 公路—破碎站—带式输送机运输开拓	60		



2.5 立磨试验	87	4.8 有机质	113
2.6 易烧性试验(GB9965-88)	87	4.9 其他	113
2.7 有害组分挥发性试验(TR3.2-92)	92	第四节 燃料	113
3 设备选型与工艺设计	93	1 燃料分类	113
4 生产调试	93	1.1 煤炭分类	114
第二节 硅酸盐水泥熟料的组成与特性	94	1.2 煤炭质量的分级	116
1 化学组成	94	2 煤质分析	118
2 熟料的矿物组成、液相量、晶体结构	94	2.1 煤的工业分析	119
2.1 硅酸三钙(C ₃ S)	96	2.2 煤的元素分析	121
2.2 硅酸二钙(C ₂ S)	97	3 煤燃烧特性和发热量计算	122
2.3 中间相	98	3.1 煤的燃烧特性	122
2.4 游离氧化钙	99	3.2 发热量计算	124
2.5 方镁石(fMgO)	100	4 煤灰的成分分析及煤灰的熔融性和煤灰的黏度	126
2.6 碱(K ₂ O+Na ₂ O)	101	4.1 煤灰的成分分析	126
3 熟料率值表示方法	101	4.2 煤灰的熔融性及煤灰的黏度	127
3.1 水硬率(Hydraulic Modulus)	101	5 各项煤质指标间的相互关系	128
3.2 硅酸率(Silica Modulus)	101	5.1 挥发分和发热量的关系	128
3.3 铝氧率(Alumina ratio)	101	5.2 灰分 A _d 和发热量 Q _{gr,d} 的关系	128
3.4 石灰公式	101	5.3 灰分和挥发分的关系	128
3.5 率值作为矿物组成的函数	103	5.4 水分(M _f 及 M _{ad})和发热量的关系	128
4 熟料矿物组成的测定与计算	103	5.5 固定碳 FC _d 和发热量的关系	128
4.1 石灰饱和系数法	104	6 对水泥生产工艺过程有影响的煤的其他性质	129
4.2 代数法	105	6.1 煤的可磨性	129
第三节 水泥原料	105	6.2 煤的磨损性	130
1 钙质原料	105	6.3 煤的可磨性指数与磨损性指数的关系	130
1.1 天然钙质原料	106	7 煤粉的制备	130
1.2 工业废物	107	7.1 我国水泥工业以煤为主要燃料	130
2 硅铝质原料	107	7.2 新型干法水泥生产在燃煤使用方面所面临的新课题	131
2.1 天然黏土	107	第五节 配料设计与计算	136
2.2 工业废渣	108	1 原料选择	136
3 校正料	108	1.1 钙质原料	136
3.1 硅质校正料	108	1.2 硅铝质原料	138
3.2 铝质校正料	110	1.3 原料之间的协调性	139
3.3 铁质校正料	110	2 易烧性	139
4 原料中各元素论述	111	2.1 从原料切入	139
4.1 CaO	111	2.2 从熟料矿物相切入	140
4.2 SiO ₂	111	2.3 计算烧成温度	140
4.3 Al ₂ O ₃ 和 Fe ₂ O ₃	112	2.4 试验求得	140
4.4 MgO	112		
4.5 SO ₃	112		
4.6 K ₂ O与 Na ₂ O	112		
4.7 Cl ⁻	112		

3 化学成分	140	第三章 新型干法水泥熟料煅烧和冷却技术	186
3.1 主要化学成分	140	第一节 新型干法水泥熟料煅烧技术的发展	
3.2 次要化学成分	141		186
3.3 矿物与颗粒组成	141	第二节 旋风预热器技术	187
4 新型干法窑生料配料理念和配料设计	142	1 洪堡旋风预热器	187
4.1 配料理念	142	2 德国伯利休斯公司多波尔旋风预热器	188
4.2 配料计算	143	3 维达格型旋风预热器	188
5 提高水泥熟料质量的配料方案案例分析	147	4 旋风预热器研究与设计	188
第六节 原料均化与生料制备	148	4.1 旋风筒研究	188
1 均化链概念	149	4.2 旋风筒间连接风管设计	203
2 石灰石搭配开采配矿效果	150	4.3 卸料管设计	204
3 原料破碎与储存的均化作用——预均化堆场	151	第三节 预分解工艺技术	207
4 生料粉磨的均化作用	151	1 分解炉型式及其特点	207
4.1 常规的生料成分控制方式	151	2 筒式分解炉	207
4.2 后置生料成分在线控制系统	151	2.1 日本石川岛 SF 分解炉和悬浮预热器窑系统	207
4.3 前置生料成分在线控制系统	151	2.2 日本川崎重工 KSV 炉系列	212
第七节 生料粉磨	155	2.3 DD 型分解炉	214
1 生料粉磨的概念和发展趋势	155	2.4 RSP 分解炉系列	219
1.1 粉磨目的	155	2.5 丹麦史密斯分解炉系列	224
1.2 影响生料粉磨的原料物性	156	3 流化床式分解炉	230
1.3 生料粉磨系统的发展	157	3.1 原始型 MFC 分解炉	230
2 烘干兼粉磨球磨系统	158	3.2 改进型 MFC 炉	231
2.1 系统阐述	158	3.3 N-MFC 分解炉	231
2.2 废热利用	163	3.4 各型 MFC 分解炉比较	232
2.3 磨机选型计算	164	3.5 MFC 分解炉的操作监控	234
2.4 球磨系统生产的优化	166	4 烟道式分解炉	235
3 立磨粉磨系统	168	4.1 洪堡公司的 Pyroclon 分解炉	235
3.1 历史沿革	168	4.2 伯利休斯公司 Prepol 分解炉	239
3.2 工作原理、结构特征及与球磨的对比	169	4.3 我国烟道分解炉发展情况	241
3.3 立磨工艺参数	171	第四节 回转窑烧成工艺技术	242
3.4 选型计算	173	1 回转窑设计的原始数据	242
3.5 粉磨系统	174	1.1 回转窑的基本要求	242
3.6 操作要点	178	1.2 回转窑规格	242
4 辊压机粉磨系统	179	2 窑内物料负荷	246
4.1 发展进程	179	3 耐火砖负荷	247
4.2 粉碎机理	179	3.1 耐火材料要求及特性	247
4.3 选型计算	179	3.2 耐火材料试验	247
4.4 工艺系统	182	3.3 耐火材料种类	248
4.5 增产节能效果	184	3.4 耐火砖选择	249
5 筒辊磨粉磨系统	184	3.5 窑皮负荷	250
		3.6 应用实例	252



第五节 煤粉燃烧器	255	2.4 石膏在水泥中的适宜掺入量	313
1 煤的成分和热值	255	2.5 磷石膏	313
2 煤的燃烧反应	255	3 混合材料的种类和特性	314
3 确定燃烧空气量是否过剩	255	3.1 六大通用水泥混合材料的掺加量	315
4 火焰	257	3.2 几种常用的混合材料的定义及技术 要求	315
4.1 燃料燃烧(开始着火)	257	第二节 水泥粉磨	319
4.2 火焰长度	258	1 工艺简述	319
4.3 火焰特性	259	1.1 开流粉磨	320
4.4 火焰形状	260	1.2 圈流粉磨	320
4.5 火焰方向	260	2 粉磨设备	322
4.6 调整火焰方向	260	2.1 磨机分类	322
4.7 火焰温度	261	2.2 开流钢球磨	322
5 回转窑用煤粉燃烧器	262	2.3 康比丹磨	323
5.1 窑用单风道煤粉燃烧器	262	2.4 国产筛分磨	325
5.2 三风道煤粉燃烧器	263	2.5 圈流钢球磨系统	325
5.3 窑用四风道煤粉燃烧器	267	2.6 立磨	326
6 分解炉用煤粉燃烧器	272	2.7 辊压机	332
7 煤粉燃烧器的选用	273	2.8 筒辊磨(HORO磨)	333
第六节 新型干法水泥厂熟料冷却装置	274	3 选粉机	333
1 单筒冷却机	275	3.1 干法圈流粉磨系统的主要设备	333
2 新型干法生产用篦式冷却机	279	3.2 选粉机的种类	334
2.1 第二代篦冷机进口布料方法	279	3.3 选粉机的评价	335
2.2 第三代篦式冷却机进口装置	281	第三节 矿渣粉磨	337
3 篦式冷却机篦板及篦床结构	284	1 矿渣是水泥的重要混合材	337
3.1 第一代篦式冷却机篦板	284	2 现有的矿渣粉磨系统	337
3.2 第二代篦式冷却机篦板	285	2.1 管磨系统	337
3.3 第三代篦式冷却机篦床	287	2.2 辊压机预粉磨系统	339
4 篦床的供风系统	295	2.3 辊压机终粉磨系统	339
5 往复推动篦式冷却机设计计算	296	2.4 立磨系统	340
5.1 雇主对篦式冷却机要求	296	2.5 国产立磨矿渣粉磨技术进展	341
5.2 确定篦式冷却机篦床规格	296	第四节 水泥助磨剂	343
5.3 篦下室分室及风机参数选择	298	1 水泥助磨剂发展及重要性	343
6 SF型推动棒式篦冷机生产实践	303	2 水泥助磨剂的选择	344
6.1 基本情况介绍	303	2.1 水泥助磨剂的类型	344
6.2 SF型推动棒式篦冷机的特点	304	2.2 明确使用助磨剂的目的	344
6.3 主要问题及解决办法	306	2.3 选择标准及方法	345
第四章 水泥成品制备技术	309	3 水泥助磨剂的应用	345
第一节 水泥组分	309	3.1 助磨剂的助磨机理及效果	345
1 熟料是构成水泥的主要组分	309	3.2 助磨剂对水泥性能的影响	346
2 石膏的分类及在水泥中的作用	310	3.3 助磨剂的使用方法	346
2.1 石膏的分类	310	4 使用助磨剂的效益	347
2.2 用于水泥的石膏和硬石膏	311	4.1 降低电耗	347
2.3 石膏在水泥水化过程中的缓凝机理	312		

4.2 增加产量	347	3 间接燃烧系统	361
4.3 减少运行时间	347	第五节 煤磨操作及安全生产	362
4.4 改善水泥的可操作性	348	1 煤粉制备的安全要求	362
4.5 改善水泥的性能	348	2 煤粉制备系统的安全防护	363
4.6 经济性	348	3 试生产及生产中的注意事项	364
第五节 提高磨机产质量的措施	349	3.1 煤磨慢转	364
1 提高管磨机产质量的措施	349	3.2 单机试车	364
1.1 物料的性质	349	3.3 联动试车	364
1.2 磨机结构	350	3.4 磨机无负荷试车	364
1.3 操作控制	350	3.5 带负荷试车	365
2 提高立磨产质量的措施	351	3.6 生产中的注意事项	365
2.1 物料的性质	351	4 煤粉制备系统的自动控制	365
2.2 保持料床的稳定	351	第六章 新型干法生产线的收尘技术	367
2.3 控制磨内风速	351	第一节 水泥厂的收尘	367
2.4 采用合理的辊压	351	第二节 水泥厂的粉尘	369
第五章 煤粉制备技术	352	1 粉尘的来源	369
第一节 原煤性质	352	2 粉尘的类别和性质	369
1 原煤分类	352	第三节 主要工艺生产设备收尘的技术参数	371
2 煤粉制备的意义	352	1 回转窑	371
3 煤的有关参数对易磨性的影响	353	2 烘干兼粉碎磨机	372
3.1 水分	353	3 烘干机	373
3.2 灰分	353	4 熟料篦式冷却机	374
3.3 入料粒度	353	5 管磨机	375
3.4 含矸率	353	5.1 磨机含尘气体的主要技术参数	375
4 无烟煤燃烧特点与工艺对策	353	5.2 管磨机粉尘颗粒分散度的一例	375
4.1 采用大推力短火焰型多通道煤粉 燃烧器	354	5.3 水泥磨圈流系统各部分粉尘颗粒分散 度一例	376
4.2 降低煤粉细度,保证入窑、炉煤粉成分 的稳定性	355	5.4 管磨机含尘气体性质的另一例	376
4.3 保证提供较高的二、三次风温	355	6 国外水泥厂主要工艺生产设备与收尘有关 的技术参数	376
4.4 采用离线型的分解炉,优化分解炉的 结构	355	6.1 德国《水泥工程师手册》中与收尘有关 的技术参数	376
第二节 煤磨机分类	355	6.2 德国鲁奇(Lurgi)公司与收尘有关的 技术参数	377
1 钢球磨机	355	第四节 辅助生产设备收尘的主要参数	379
2 立磨	356	1 辅助生产设备收尘的参数	379
3 煤磨机设备的选择	357	1.1 辅助生产设备气体的含尘浓度	379
第三节 煤粉计量	358	1.2 辅助生产设备的收尘风量	380
1 煤粉计量精确度的意义	358	2 不同物料的扬尘程度	380
2 科里奥质量流量计	358	第五节 收尘系统的设计原则	381
3 环状天平型流量计重机	359	1 收尘系统的设计总则	381
第四节 粉磨流程	359	2 收尘系统设计的一般技术规定	382
1 直接燃烧系统	359		
2 半直接燃烧系统	360		



第六节 主要生产工艺设备的收尘	384	17 螺旋输送泵喂料仓的收尘	418
1 回转窑窑尾的废气处理	384	18 螺旋输送泵向储库输送物料收尘	418
1.1 废气量的计算	384	19 仓式输送泵的收尘	418
1.2 窑尾废气处理系统中的收尘	387	20 仓式泵向储库输送物料的收尘	419
1.3 窑尾废气处理系统中采用袋式收尘器有增多的趋势	391	21 储库和料仓的收尘风量 Q	419
1.4 采用袋式收尘器应重视的问题	392	22 破碎机的收尘	419
1.5 选用窑尾袋式收尘器时应考虑的问题	393	22.1 辊式破碎机的收尘	419
1.6 窑尾废气处理系统中选用袋式收尘器和电收尘器的比较	395	22.2 颚式破碎机的收尘	419
2 烘干机的收尘	399	22.3 锤式破碎机的收尘	420
3 烘干兼粉碎磨机的收尘	400	22.4 圆锥式破碎机的收尘示意图和收尘风量	423
4 熟料篦式冷却机	401	第八节 干法水泥生产窑尾烟气的调质	424
5 水泥磨	404	1 增湿塔的基本功能	424
5.1 收尘风量的确定	404	2 增湿塔的类型	425
5.2 水泥磨的收尘	404	3 增湿塔的构造和型式	425
6 煤磨的收尘	405	3.1 增湿塔的构造	425
6.1 煤磨收尘是水泥厂收尘的主要课题之一	405	3.2 增湿塔的型式	426
6.2 煤磨收尘器燃烧和爆炸的三要素——可燃物质、足够的氧气和火源	407	4 增湿塔主要参数的确定	427
6.3 煤磨收尘器的设计要点	408	4.1 增湿塔的有效容积	427
6.4 完善监测装置	409	4.2 增湿塔的内径 D_i	428
6.5 操作的注意事项	410	4.3 增湿塔的有效高度 H_i	428
第七节 辅助生产工艺设备的收尘	410	4.4 喷水量的计算	429
1 气力提升泵的收尘	411	4.5 烟气露点温度 τ 的计算	431
2 气力提升泵向储库输送物料的收尘	411	5 喷嘴的选型	434
3 链斗输送机的收尘(吸尘点在进料端和卸料端)	412	5.1 单流体压力式喷嘴	434
4 斗式提升机的收尘	412	5.2 双流体喷嘴	437
5 裙板喂料机的收尘	413	6 增湿塔在窑尾废气处理系统中的布置方案	438
6 螺旋输送机的收尘	413	7 喷水系统的自动调节	438
7 空气输送斜槽的收尘	414	7.1 控制系统的组成及工作原理	438
8 拉链机的收尘	414	7.2 水路构成及工作原理	438
9 回转筛的收尘	415	7.3 温度检测及控制	440
10 振动筛的收尘	415	7.4 水泵的选型	440
11 电磁振动给料机的收尘	415	第九节 新型干法窑生产线常用的收尘器	441
12 包装机系统的收尘	416	1 电收尘器	441
13 水泥散装头的收尘	416	1.1 鲁奇型电收尘器的选型计算	441
14 胶带犁式卸料器的收尘	416	1.2 电收尘器的改造	442
15 胶带输送机的收尘	417	1.3 影响电收尘器性能的主要环节	444
16 圆盘给料机的收尘风量	418	1.4 电收尘器腐蚀原因和预防措施	447
		2 袋式收尘器	452
		2.1 我国水泥工业袋式收尘器技术的发展概况	453
		2.2 袋式收尘器性能的评价	454

2.3 引进富乐(Fuller)公司袋式收尘器技术简介	459	2.4 散装水泥中转库结构类型	490
2.4 大布袋式收尘器的设计要点	464	3 铁路中转贮库的罐车卸车工艺	490
2.5 袋式收尘器结构形式的确定	468	4 水路中转贮库的卸船工艺	490
2.6 袋式收尘器的滤料	470	4.1 散装水泥专用船的卸船工艺	490
2.7 低气布比和高气布比袋式收尘器的比较	473	4.2 散装水泥普通货船的卸船工艺	491
第七章 水泥散装、袋装工艺技术	476	第三节 散装水泥计量工艺	491
第一节 散装水泥发放工艺	476	1 公路运输散装水泥的交货贸易计量	491
1 散装水泥贮库工艺	476	1.1 电子汽车衡计量	491
1.1 散装水泥贮库类型	476	1.2 车载称重计量	492
1.2 散装水泥贮库(发放)工艺要求	476	2 铁路运输散装水泥的交货贸易计量	493
1.3 散装水泥集中发放工艺	476	2.1 火车轨道衡计量	493
1.4 分散各库发放工艺	477	2.2 装车计量系统	493
1.5 散装水泥库底与库侧发放贮库工艺	477	3 水路运输散装水泥的交货贸易计量	493
2 散装水泥发放贮库工艺设计	479	3.1 装船计量系统	493
2.1 单个散装水泥贮库有效容量确定方法	479	3.2 吃水深度计量	494
	479	4 集装运输散装水泥的交货贸易计量	494
2.2 散装水泥贮库总容量	479	4.1 吊钩秤计量	494
2.3 散装水泥贮库数量	480	4.2 灌装计量机组计量	495
2.4 散装水泥贮库工艺设计计算	480	第四节 国外水路运输散装水泥卸船及储存工艺技术	495
2.5 散装水泥贮库结构型式	480	1 H·W 卡尔森 AB 公司产品及卸船工艺	495
2.6 散装水泥装车作业位置的净空高度和净空宽度	482	1.1 DR 型卡尔森泵	495
2.7 散装机安装位置的工艺参数	482	1.2 连续式抽吸泵—CSP	496
3 散装水泥贮库发放工艺设计方案中须考虑的其他问题	483	1.3 用于卸运货船/驳船的 CSP Compact 小型转运站	497
4 散装水泥水路发放(装船)工艺	483	2 富乐——科瓦科 B·V 产品及卸船工艺技术	497
4.1 散装水泥装船计量	484	2.1 路用移动式卸船机	497
4.2 散装水泥均化贮库工艺设计	485	2.2 大型卸船机	497
4.3 散装水泥水路发放(装船)工艺设计计算实例	485	3 临时贮存的平房式储库工艺	497
5 国外散装水泥贮库发放工艺实例	485	3.1 平房储存的设施设备	498
5.1 2 500t/d 熟料的水泥装车工艺	485	3.2 水泥低投资出口的解决方案	500
5.2 3 000t/d 熟料散装水泥装车工艺	485	3.3 三个平房式储库实例及有关指标	501
5.3 4 000t/d 熟料的水泥厂散装装车	485	3.4 各类储存系统比较	502
5.4 其他形式的装车系统	485	4 散装水泥专用卸船工艺技术	502
第二节 散装水泥中转工艺	488	4.1 散装专用船	502
1 散装水泥中转贮库选址要求	488	4.2 普通驳船的卸载系统	502
2 中转贮库工艺设计要求	488	第五节 散装水泥质量控制	503
2.1 中转贮库有效贮量的确定	488	1 生产散装水泥的质量管理	503
2.2 散装水泥中转供应量	488	1.1 生产散装水泥的工艺条件	503
2.3 散装水泥中转库的数量	489	1.2 生产散装水泥的质量管理	504
		2 中转散装水泥质量管理	506

3 使用散装水泥质量管理	506	第四节 水泥工厂常用控制系统	527
第六节 包装水泥工艺技术	507	1 西门子公司 PCS 7 系统	527
1 水泥包装纸袋	507	1.1 干法水泥厂 PCS 7 系统组成	527
1.1 水泥包装袋分类及规格	507	1.2 现场 I/O 站	528
1.2 水泥包装袋标记、命名和版面印刷内容	508	1.3 主控制器 AS 站	528
1.3 水泥包装袋的制袋材料	510	1.4 操作员站(OS)和工程师站(ES)	528
1.4 水泥包装袋性能指标	510	2 广州海德堡水泥公司的 DCS 系统	528
1.5 水泥包装袋检验规则	510	3 ABB 的 Freelance2000 系统	531
1.6 水泥包装袋标志和包装	511	3.1 系统配置框图及过程控制站	531
1.7 水泥包装袋运输、贮存和使用	511	3.2 输入/输出模件	531
2 水泥贮存作用	511	3.3 操作员站/工程师站	532
3 包装水泥工艺	511	3.4 通讯网络(Digi Net S)	532
3.1 包装机的选型计算	511	3.5 系统组态语言	532
3.2 包装工艺设计	512	3.6 现场总线控制器 AC800F	532
3.3 水泥包装成品库面积确定	512	4 Honeywell(霍尼威尔)的 Plant Scape 系统	532
3.4 包装系统工艺布置的要求	513	4.1 系统综述	532
3.5 纸袋厂房(库)设计要求	513	4.2 系统硬件组成	532
3.6 固定式包装机工艺布置	514	4.3 网络通讯	533
3.7 回转式包装机工艺布置	516	5 施耐德(Schneider)的 Quantum, Premium 系统	533
第八章 工艺过程控制与自动化技术	519	6 国产 DCS 系统	534
第一节 现代水泥工业自动化控制与管理的控制模式	519	7 系统调试	534
第二节 新型干法水泥厂的工艺特点和控制要求	520	第五节 自动化仪表	534
1 新型干法水泥厂的控制要求	520	1 干法水泥厂自动化仪表的特点	534
2 PID 控制回路	521	2 自动化仪表的发展趋势	535
2.1 窑头罩负压控制回路	521	2.1 智能化仪表的发展和应用	535
2.2 分解炉出口温度控制回路	521	2.2 一体化仪表	535
2.3 增湿塔出口温度控制回路	521	2.3 现场总线仪表	535
2.4 均化库内小仓料位控制回路	521	3 水泥厂常用的现场仪表	535
2.5 磨系统主要 PI 回路	522	3.1 温度仪表	535
第三节 新型干法水泥厂的控制系统	522	3.2 压力仪表	536
1 工业 PC	522	3.3 流量仪表	537
2 DCS 系统	522	3.4 新型差压式均速管流量计	538
3 PLC 的发展	523	3.5 物位仪表	539
4 水泥厂控制系统的策略和结构特点	523	第六节 新型干法水泥厂专用控制和交流调速装置	540
5 现场总线控制	524	1 生料质量控制和在线分析仪	540
6 工业以太网(Ethernet)	524	2 气体分析装置	541
6.1 工业以太网的特点	525	3 电动执行器	541
6.2 工业以太网的通信模型和网络设备	526	3.1 电动执行器选型	541
6.3 选用工业以太网的考虑因素和应用前景	527	3.2 智能电动执行器	542
		3.3 智能电动执行器的发展趋势	543

4 电站综合自动化系统	543	3.6 并网接入系统	559
5 新型干法水泥厂的交流变频传动装置	544	4 余热发电系统与现有水泥生产线的衔接或改造	559
5.1 变频技术的发展	544	4.1 窑头余热锅炉	560
5.2 高压变频器	545	4.2 窑尾余热锅炉	560
5.3 电压源型的普遍应用	545	5 纯余热回收电站系统的运行	560
5.4 通讯、诊断和操作	545	6 评价	560
5.5 水泥行业交流变频传动主要应用	546	第四节 资源综合利用	560
5.6 交流调速装置应用要点	547	1 资源综合利用的模式	560
第九章 水泥窑余热利用技术	548	1.1 传统的火力发电模式	560
第一节 水泥窑余热利用历史、现状及方式	548	1.2 资源综合利用的发电模式	561
1 水泥窑余热利用的发展历史及现状	548	2 资源综合利用的技术方案	561
1.1 20世纪20~30年代	548	2.1 燃料系统	561
1.2 20世纪50年代	548	2.2 余热回收系统	562
1.3 20世纪80年代中后期	548	2.3 补燃锅炉系统	562
1.4 20世纪80代末期到90年代末期	549	2.4 灰渣系统	562
1.5 本世纪初	549	2.5 废气处理系统	562
2 余热利用的方式	550	2.6 汽水系统	562
2.1 余热用于采暖	550	2.7 化学制水系统	563
2.2 余热用于发电	550	2.8 循环冷却系统	564
2.3 资源综合利用	550	2.9 监控系统	568
第二节 余热用于采暖	551	2.10 并网接入系统	569
1 采暖方式	551	3 资源综合利用电站的运行与管理	569
1.1 传统采暖模式	551	4 评价	569
1.2 传统采暖模式的优点	551	第十章 质量体系建立与生产过程质量控制	570
1.3 传统采暖模式的缺点	551	第一节 建立持续改进的质量体系	570
2 利用余热进行采暖	551	1 体现最先进的管理理念	570
2.1 热源	551	2 为组织带来巨大收益	570
2.2 机理及构成	552	3 靠拢标准族	571
3 余热采暖系统的技术方案	552	3.1 质量体系实施的逻辑思维	571
3.1 设备选型	552	3.2 建立、实施质量管理体系过程中的几个关键环节	571
3.2 主要技术方案	552	第二节 生产过程质量控制点、质量控制指标	572
4 评价	552	1 质量控制点	572
第三节 余热用于发电	553	1.1 进厂原燃材料质量控制	572
1 发电模式	553	1.2 过程产品质量控制	575
1.1 发电机理及模式	553	1.3 出厂水泥质量控制	576
1.2 各种发电方式的简要描述	553	2 质量控制指标	576
2 余热用于发电	554	第三节 化学分析和物理检验	577
3 纯余热发电系统的技术方案	554	1 标准容器的校验	577
3.1 余热回收系统	555	2 溶液的制备	577
3.2 热力系统	556	3 分析方法	578
3.3 化学制水系统	556		
3.4 循环冷却系统	557		
3.5 监控系统	559		



3.1 检验环境	579	第四节 废物预处理技术	588
3.2 检验设备	579	1 压实	588
3.3 检验操作	579	1.1 压实的原理和目的	588
第四节 数理统计在质量控制中的应用	579	1.2 压实的设备	588
1 单因素回归分析	580	1.3 压实流程	588
2 多因素回归分析	581	2 破碎	589
第五节 设备设计制造和操作控制参数对质量的影响	583	2.1 破碎的原理与目的	589
1 新型干法生产线应当配备良好的原燃材料均化设备	583	2.2 破碎的方法	589
2 重视配料站库底下料设备设计制造	583	2.3 破碎设备	590
3 应配备良好的散装均化设备	583	3 分选	592
4 生产初期操作控制参数对质量的影响	583	3.1 筛分	592
5 生产过程中投料量对熟料质量的影响	584	3.2 重力分选	592
6 燃烧器工艺参数对熟料质量的影响	584	3.3 风力分选	593
7 水泥粉磨工艺参数对水泥质量的影响	584	3.4 摇床分选	594
第十一章 废物及其处理利用技术	585	3.5 磁选	594
第一节 废物的分类	585	3.6 电选	595
1 按废物形态分类	585	4 脱水	596
1.1 固体废物	585	4.1 机械脱水	596
1.2 半固体废物	585	4.2 造粒脱水	597
1.3 液体废物	585	4.3 自然脱水	597
2 按废物产生源分类	585	5 干燥	598
2.1 城市生活垃圾	585	第五节 废物在水泥工业中的利用	599
2.2 城镇小企业垃圾	585	1 替代水泥原料的废物	599
2.3 工业废物	585	1.1 煤矸石替代黏土	600
2.4 建筑业垃圾	585	1.2 尾矿作替代原料	600
2.5 医疗垃圾	586	1.3 粉煤灰替代黏土	600
2.6 肉食品加工垃圾	586	1.4 赤泥、淤泥作替代原料	600
3 按废物毒性分类	586	1.5 石灰质原料替代物	601
3.1 危险废物	586	2 替代水泥燃料的废物	601
3.2 有毒有害废物	586	3 替代水泥原燃料的废物	603
3.3 一般废物	586	4 作为水泥混合材的废渣	604
第二节 废物的基本特征	586	4.1 水泥混合材是利用废渣的重要途径	604
1 物理化学特性	586	4.2 可用于水泥混合材的废渣	604
2 毒性	586	5 尚待完成的工作	607
3 热分解特性	587	5.1 加快制定工业废物使用标准	607
第三节 废物的一般处置方法	587	5.2 加快开发利废应用技术的研发	608
1 堆腐	587	5.3 加大扩大利废范围的研究	608
2 填埋	587	第六节 利用水泥窑处理危险废物研究与实践	608
3 焚烧	588	1 水泥窑处理危险废物现状	608
4 机械、物理、化学处理	588	2 危险工业废物种类及特性分析	609
		3 废物焚烧工艺研究	611
		4 焚烧废物对窑系统工艺制度的影响	612

4.1 废物成分对水泥生料配料工艺的影响	612	9 废物中重金属元素在水泥熟料矿物中的分布	616
4.2 焚烧废物对窑系统热工制度的影响	612	10 重金属元素的浸出性试验结果及分析	616
4.3 焚烧废物时产生粘结堵塞的分析	613	11 废物处理的工艺控制过程	618
5 废物中重金属元素对熟料形成过程的影响	614	12 废物处理的工艺流程	618
6 废物中重金属元素对水泥熟料矿物组成的影响	614	13 焚烧不同废物的试验	619
7 废物组成中重金属元素对水泥熟料宏观性能的影响	614	13.1 焚烧丙烯酸树脂、油漆渣、电讯企业残余废液试验	620
8 废物中重金属元素在水泥熟料中的固化率分析	615	13.2 焚烧工业废液试验	620
		13.3 焚烧废油墨试验	620
		13.4 焚烧混合废物试验	621

第三篇 新型干法水泥工业装备与材料

第一章 矿山设备与工程机械	623	第二节 挖掘机	667
第一节 破碎及破碎机械	623	1 单斗挖掘机	667
1 基本概念	623	1.1 单斗挖掘机是露天矿主要采装设备	667
2 破碎	624	1.2 各种工作装置的单斗挖掘机	668
2.1 破碎比	624	1.3 工作面要素	668
2.2 粒度的表示法	624	1.4 挖掘机生产能力的确定	669
2.3 粉碎的能耗理论	625	1.5 挖掘机性能参数	672
2.4 物料的破碎性和金属腐蚀性	626	第三节 钻机(潜孔钻机)	673
2.5 破碎系统	628	1 潜孔钻机工作原理及主要特点	674
3 破碎机械	629	2 潜孔钻机的品种、系列、结构特点和适用性	674
3.1 破碎方法、破碎机类型及适用条件	629	第四节 前端式装载机	681
3.2 颚式破碎机	630	1 装载机类型和选用原则	681
3.3 旋回式破碎机和圆锥式破碎机	631	1.1 装载机类型	681
3.4 反击式破碎机	634	1.2 装载机选用原则	682
3.5 锤式破碎机	642	2 装载机结构原理	682
3.6 齿辊式破碎机	657	3 装载机产品系列	683
4 某些破碎机常见故障的排除	658	第五节 推土机	684
4.1 颚式破碎机常见故障的排除	658	1 推土机品种、产品系列和适用性	684
4.2 旋回破碎机常见故障的排除	659	1.1 推土机品种和适用性	684
4.3 圆锥式破碎机常见故障的排除	660	1.2 推土机系列	684
4.4 反击式破碎机常见故障的排除	661	2 推土机选用原则	685
4.5 锤式破碎机常见故障的排除	661	第六节 碎石机	685
4.6 齿辊式破碎机常见故障的排除	662	1 碎石机的品种和适用性	685
5 车间的工艺设计	663	2 液压碎石机的工作原理、选型和产品系列	685
5.1 工艺系统生产能力的平衡	663		
5.2 位置和车间的侧型	663		
5.3 车间的内部配置	663		



3 液压碎石机安装调试注意事项和操作要点	686	3 立磨主要工艺参数	735
4 液压碎石机的保养及维护	686	3.1 磨机产量 Q	735
第七节 带式输送机	686	3.2 磨盘直径 D	736
1 带式输送机的发展	686	3.3 磨盘转速 n	736
2 钢绳芯带式输送机	687	3.4 研磨压力 P	736
2.1 钢绳芯带式输送机的典型布置形式	688	3.5 磨机传动功率 N	737
2.2 钢绳芯带式输送机的特点	689	3.6 磨机通风量 V	737
2.3 钢绳芯带式输送机的经济合理性	689	3.7 入磨物料粒度 d	737
3 驱动装置	690	4 立磨设备主要结构	737
3.1 普通带式输送机	690	4.1 磨盘、磨辊形状的确定	738
3.2 钢绳芯带式输送机	690	4.2 分离器结构方案的确定	738
4 南京京阳水泥厂带式输送机简介	691	4.3 主减速机传动方式的确定	738
5 带式输送机常见故障排除	692	4.4 加压方式的确定	739
第八节 矿用自卸汽车	693	4.5 润滑系统	740
1 工作原理	693	5 立磨粉磨系统工艺流程	742
2 种类	693	5.1 单级收尘粉磨系统	742
第二章 粉磨及辅助设备	698	5.2 两级收尘粉磨系统	742
第一节 管磨机	698	5.3 利用余热烘干粉磨物料的立磨系统	743
1 管磨机是应用广泛的粉磨机械	698	5.4 其他粉磨系统	743
2 工作原理	698	5.5 典型立磨粉磨系统实例	743
3 管磨机的构造	698	6 立磨及其粉磨系统的使用与维护	745
3.1 进(回)料装置	701	6.1 安装基本要求	745
3.2 支承装置	702	6.2 空载试车	745
3.3 磨体	706	6.3 负荷试车	745
3.4 出料装置	714	6.4 生产运行	746
3.5 传动装置	715	6.5 维护保养	746
3.6 润滑装置	720	7 国内主要立磨产品规格	746
4 管磨机的安装调试	722	第三节 辊压机	748
4.1 管磨机的安装	722	1 辊压机及挤压粉磨技术发展概况	748
4.2 管磨机的调试	727	2 辊压机工作原理及其影响因素	750
5 管磨机的操作规程	729	2.1 辊压机工作原理	750
5.1 磨机的启动	729	2.2 辊压机对物料的挤压作用及其影响因素	750
5.2 停磨	729	3 辊压机主要结构参数	753
6 管磨机的管理维修及保养	730	3.1 辊压机的辊径和辊宽	753
6.1 磨机的维护	730	3.2 辊压机液压系统	754
6.2 检修	731	3.3 HFCG 型辊压机性能特点和结构	754
第二节 立磨	732	4 挤压粉磨工艺流程	757
1 立磨及其粉磨系统的发展及现状	732	4.1 挤压预粉磨工艺	757
2 立磨的工作原理	734	4.2 挤压混合粉磨系统	758
2.1 主要结构	734	4.3 挤压联合粉磨工艺	758
2.2 工作原理	735	4.4 挤压半终粉磨系统	759

4.5 挤压终粉磨工艺	761	5.1 高效选粉机安装的要求	799
5 辊压机粉磨工艺的选择和比较	762	5.2 试运转	801
5.1 挤压粉磨工艺的选择	762	5.3 高效选粉机的操作	801
5.2 几种粉磨工艺技术经济指标对比	762	5.4 故障的判断与处理	802
6 不同生产规模的粉磨系统主机配置	764	第六节 烘干机	802
6.1 1 000t/d 和 2 500t/d 熟料生产线生料挤压半终粉磨系统	764	1 烘干设备的用途	802
6.2 2 000~2 500t/d 熟料生产线水泥粉磨系统	764	2 烘干机的种类	802
6.3 3 000~5 000t/d 熟料生产线水泥粉磨系统	765	2.1 回转式烘干机	802
7 辊压机及挤压粉磨系统的操作	765	2.2 快速烘干机	805
7.1 操作与控制的基本要求	765	2.3 流态化式烘干机	805
7.2 系统操作与维护	766	3 回转烘干机工艺流程	805
7.3 故障的判断与处理	767	3.1 典型回转式烘干机工艺流程	805
8 辊压机的安装与维护	769	3.2 主要设备	806
8.1 设备安装的基本要求	769	第三章 煅烧和冷却设备	810
8.2 辊压机的日常维护与管理	770	第一节 旋风预热器、预分解设备	810
第四节 筒辊磨	771	1 旋风筒结构设计	810
1 开发过程与工作原理	771	1.1 确定旋风筒筒壁厚度	810
2 技术特征	772	1.2 旋风筒平面壳体强度计算	810
3 筒辊磨在国际上的应用	773	1.3 旋风筒顶部平板强度计算	810
4 筒辊磨国内技术引进及使用情况	777	1.4 旋风筒下支座强度计算	811
5 技术经济指标对比	777	1.5 旋风筒出风口(内筒直径)	812
5.1 不同水泥粉磨方案技术经济对比	777	2 设计翻板阀时的注意事项	813
5.2 三种不同料床式粉磨设备水泥终粉磨系统比较	778	3 预分解设备设计	815
5.3 不同水泥粉磨系统水泥性能比较	778	3.1 圆筒式分解炉设备设计	815
第五节 新型高效选粉机	779	3.2 分解炉强度计算	815
1 新型高效选粉机技术的发展	779	4 三次风输送设备设计	816
2 新型高效选粉机的工作原理	780	4.1 三次风抽取方式	816
2.1 工作原理和结构特点	780	4.2 三次风管结构形状	817
2.2 生料烘干磨用高效选粉机	786	4.3 三次风管强度计算	817
2.3 煤磨用高效动态选粉机	787	5 热风管道、膨胀节设计	819
3 新型高效选粉机的选型	788	5.1 热风管道	819
3.1 风量确定	788	5.2 膨胀节设计	820
3.2 电机功率	788	6 旋风预热器分解炉技术性能	823
3.3 电机及调速控制选型	789	7 旋风预热器及分解炉操作及维护	827
4 新型高效选粉机的应用	793	7.1 点火前检查项目	827
4.1 新型高效选粉机的各种粉磨系统工艺流程	793	7.2 操作时要作下列巡检工作	827
4.2 新型高效选粉机的应用效果	796	7.3 维修工作	827
5 高效选粉机的设备使用与维护	799	7.4 旋风预热器压缩空气人工清扫	828
		7.5 旋风筒下部自动吹扫旋风筒装置	828
		7.6 空气炮清扫装置	828
		第二节 回转窑	831
		1 回转窑筒体设计	831
		1.1 窑筒体本身重量	831