

新型干法水泥生产

典型实例

• 周正立 周君玉 等编



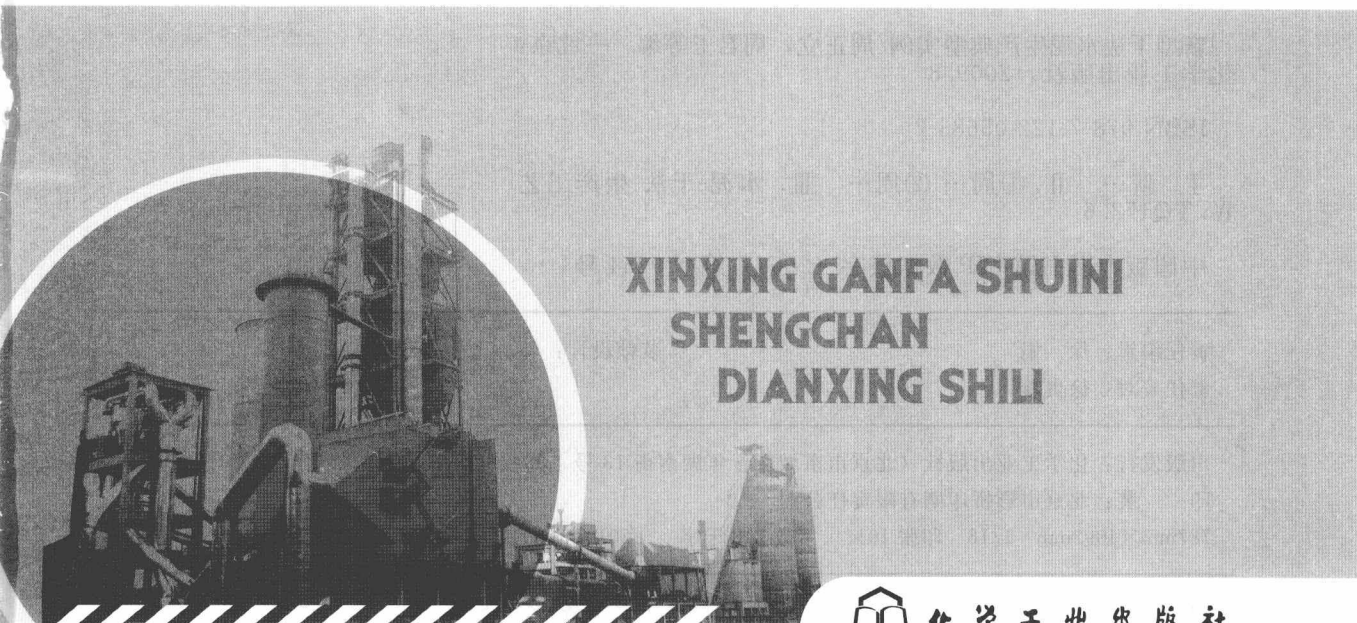
XINXING GANFA SHUINI
SHENGCHAN
DIANXING SHILI



化学工业出版社

新型干法水泥生产 典型实例

● 周正立 周君玉 等编



XINXING GANFA SHUINI
SHENGCHAN
DIANXING SHILI



化学工业出版社

· 北京 ·

新型干法水泥生产技术具有高效、优质、节能、环保等特点，代表了水泥工业生产技术发展的方向。本书介绍了国内近年来 26 个新型干法水泥生产的典型实例，分析了干法生产中遇到的实际问题和解决办法，对我国新型干法水泥工业的发展有促进作用。

图书在版编目 (CIP) 数据

新型干法水泥生产典型实例/周正立, 周君玉等编. —北京:
化学工业出版社, 2009. 8

ISBN 978-7-122-05683-2

I. 新… II. ①周… ②周… III. 水泥-干法-生产工艺
IV. TQ172. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 079254 号

责任编辑: 徐娟

装帧设计: 韩飞

责任校对: 徐贞珍

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印装: 北京市彩桥印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 10 $\frac{1}{4}$ 字数 248 千字 2010 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 36.00 元

版权所有 违者必究

前 言

水泥是国民经济的基础原材料，水泥工业与经济建设密切相关，在未来相当长的时期内，水泥仍将是人类社会的主要建筑材料。改革开放以来，随着经济建设规模扩大，我国水泥工业发展很快。2003~2007年水泥行业产量年均增长幅度达到了12.33%，从1985年起我国水泥产量已连续24年居世界第一位，2008年水泥产量13.88亿吨，是1978年产量的20倍以上。

近年来国家加大了对水泥工业宏观调控力度，加速淘汰落后、推进结构调整，并取得明显成效，增强了水泥行业抵御金融风险的能力。2008年9月以来，随着国际金融风暴影响加深和整个国民经济增速减缓，水泥生产也出现增速放缓、价格下降、效益下滑的新情况。但是，综观2008年前11个月总体情况，我国水泥工业统计规模以上企业实现销售产值4480亿元，增长24.9%；实现主营业务收入4231亿元，增长24%；统计规模以上的水泥工业企业盈亏相抵后实现利润261亿元，较上年同期净增加61亿元，同比增长31%。面对日益严重的金融危机影响，水泥工业发展总体仍然保持了良好的发展态势。

尽管我国水泥工业的发展取得了很大成绩，但结构性矛盾仍比较突出，具体表现为企业分散规模小、落后产能占比较高、工艺落后能耗高、环境污染大、盲目扩张严重、产业集中度较低等诸多问题。虽然目前国家明令禁止落后产能的建设，但在市场需求快速增长的拉动下，新增水泥产量中有相当一部分是立窑水泥，落后生产能力的重复建设仍未得到完全有效的遏制。近年来在国家产业政策的引导下，新型干法水泥得到了快速发展。以国产装备为主导的新型干法水泥生产技术在20世纪我国工程科技最伟大的成就之一，主要表现在原料综合利用和预均化、粉磨、烧成、无烟煤利用、环境保护和软件开发等方面取得的成就。新型干法水泥生产技术单机规模增大，生产集中度提高，资源能源进一步降低，产品质量提高，具有高效、优质、节能、环保等特点，代表了水泥工业生产技术的发展方向。“十一五”期间，新型干法水泥生产线还会以较快的速度发展，新型干法水泥比重还将不断上升，落后工艺生产的水泥比重将不断下降，这意味着促进了水泥行业结构的调整，加快了落后产能淘汰的步伐，而且标志着水泥工业发展形成了良性循环。本书列举了26个新型干法水泥生产、设计、施工、改造和运行管理方面很有实用价值的典型实例。这些工程实例或应用了新技术、新工艺，或对原生产线进行了优化、改造，或解决了生产中遇到的实际问题，对促进我国新型干法水泥生产技术的继续发展将起到推动作用。

本书在编写过程中得到刘凤礼、朱长城、陈尚利、张银生、刘华、翟金鹏、梁颐、刘翠青、梁永霞、宋丹、翟肖肖、高洪旭等人的帮助，在此表示感谢。

编者

2009年7月

目 录

实例一	安徽铜陵海螺水泥有限公司2条10000t/d熟料生产线工程	1
一、	项目概况	1
二、	项目建设范围和主要设计指标	1
三、	项目主要设计条件	1
四、	主要工程技术概况	3
五、	项目主要技术特点	6
六、	项目的重要意义	8
实例二	新型干法窑在高原地区的生产实践	9
一、	关键工艺设备配置情况	9
二、	投产初期和生产中发现的问题	10
三、	原因分析	11
四、	采取的措施及其效果	12
实例三	中联南阳3000t/d熟料新型干法水泥生产线设计特点及调试	14
一、	生产线主要生产工艺方案	14
二、	生产线主要设备概况	16
三、	生产线主要设计特点	17
四、	生产线主要调试体会	17
五、	投产后的主要生产数据	18
实例四	2300t/d窑达产达标操作体会	20
一、	加强原燃材料质量管理,提高入窑生料稳定性	20
二、	大窑操作与控制	21
三、	物料化学成分	23
四、	操作体会	24
实例五	5000t/d CDC预分解系统开发与设计	25
一、	系统开发的设定条件	25
二、	系统性能指标	25
三、	CNC 旋风预热器	25

四、CDC 分解炉	27
五、CDC 预分解系统参数	28
实例六 HRM 3400立式磨在2500t/d水泥熟料生产线上的应用	30
一、选用大型生料立式磨方案的确定	30
二、HRM 3400 立式磨的工作原理和结构特点	31
三、HRM 3400 立式磨系统工艺流程	33
四、HRM 3400 立式磨发生的问题及整改情况	34
五、HRM 3400 立式磨运行结果	35
实例七 南京三龙1500t/d熟料新型干法生产线技术特点	37
一、生产线主要技术特点	37
二、生产线实际运行状况	40
实例八 国产化2000t/d预分解窑生产线达标达产	41
一、影响达产的原因	41
二、应采取的措施	43
实例九 窑外分解窑产生黄心料的原因和解决措施	49
一、窑外分解窑产生黄心料的危害	49
二、产生黄心料的原因	50
三、解决黄心料的技术措施	53
实例十 2000t/d预分解窑耐火材料配套	55
一、窑衬原设计配套情况	55
二、耐火材料配套使用中的问题及改进	56
三、2000t/d 预分解窑耐火材料配套	60
实例十一 窑外分解窑内结蛋的成因和解决措施	62
一、窑外分解窑内结蛋的成因	62
二、解决窑外分解窑窑内结蛋的措施	64
三、结论	66
实例十二 5000t/d生产线烧成系统国产装备的开发	67
一、窑尾预热器系统	67
二、回转窑	68
三、充气梁篦式冷却机	69
四、多风道煤粉燃烧器	71
实例十三 铜陵海螺5000t/d国产化示范线	72
一、烧成系统的流程及技术装备特点	72

二、烧成系统的运行状况	75
三、烧成系统的其他技术指标	77
四、小结	78
实例十四 2000t/d分解炉预热器系统技术改造方案	79
一、技改前的生产状况	79
二、改造方案	81
三、改造效果	81
实例十五 2000t/d熟料生产线设计与达标达产实践	83
一、生产线的主机设备配置及主要设计特点	83
二、生产中暴露的问题及改造措施	85
三、优化烧成系统操作和管理	87
四、生产线达标达产顺利成功的体会	89
实例十六 广西鱼峰公司2000t/d湿磨干烧、燃无烟煤综合技术改造	91
一、技改工程概况	91
二、生产调试	93
实例十七 四川双马公司1500t/d湿磨干烧生产线的设计与试生产	96
一、湿磨干烧生产线	96
二、试生产	100
实例十八 高海拔地区1000t/d窑外分解的生产实践	103
一、3#窑烧成系统工艺与技术装备特点	103
二、高海拔地区新型干法窑的操作特点	104
三、单筒冷却机和篦式冷却机在1000t/d窑外分解窑上的使用	105
四、皮拉得 Rotaflam 型四风道煤粉燃烧器在1#窑上的使用	105
五、窑衬使用体会	106
六、工艺技术改造	107
实例十九 无烟煤煨烧技术开发及工程实践	108
一、煤燃烧特性的研究	108
二、应用无烟煤煨烧的措施	109
三、无烟煤煨烧工程实践	111
实例二十 离线喷腾式预分解窑燃无烟煤的生产调试	112
一、燃无烟煤调试说明	112
二、调试过程中存在问题的原因分析及解决办法	113
三、小结	114

实例二十一	700t/d预分解窑改造为1200t/d的技术经济前景	115
一、	生产线改造简介	115
二、	改造前后原燃料状况及生产情况对比	117
三、	国内 700t/d 级及 1000t/d 级生产线状况	118
四、	效益分析	118
实例二十二	600t/d五级预热器窑成功改造为1100t/d预分解窑	120
一、	生产线改造设计简介	120
二、	生产调试快速达标情况	122
三、	存在的问题	124
四、	结论	124
实例二十三	日产1000t新型干法水泥生产线优化设计、降低投资、提高效益的措施	125
一、	1000t/d 新型干法水泥生产线	125
二、	优化创新设计的措施	127
三、	建议通过优化创新设计后的控制指标	130
四、	我国发展新型干法生产线的规模探讨	130
实例二十四	华新4000t/d新型干法生产线建设及调试	132
一、	技术装备特点	132
二、	建设周期	134
三、	调试体会	135
实例二十五	华新公司K5熟料生产线技术分析	136
一、	五号窑工程主机系统规格配置	136
二、	现代化的石灰石矿山采运、破碎系统	138
三、	节能型的原料制备系统	138
四、	具有 20 世纪 90 年代先进技术指标的预热器、分解炉及窑系统	139
五、	高效率的熟料冷却机	141
六、	具有开发性和节能性的水泥粉磨系统	141
七、	先进的生料质量保证体系	142
八、	先进的原料及半成品储存和均化系统	142
九、	先进完整的仪表监控系统和 DCS 计算机自动控制系统	143
实例二十六	滇西水泥厂新型干法预分解窑生产调试	144
一、	概述	144
二、	投产达标及试生产情况	144
三、	主生产线的试生产调试	144
参考文献		155

实例一 安徽铜陵海螺水泥有限公司

2 条 10000t /d 熟料生产线工程

一、项目概况

海螺集团安徽铜陵海螺水泥有限公司（以下简称铜陵公司）原燃料资源储量大、成分好，长江水运十分便利，又有海螺集团强大的市场、技术、管理、资金等综合优势，具备建设超大型熟料基地的条件。作为国内最大的水泥企业集团，安徽海螺集团为促进中国水泥工业产业结构调整和提高国内水泥生产、机械加工等领域的技术水平，适应国际上水泥生产大型化的趋势，同时为更好地提高企业效益，改善产品结构，跻身世界最大水泥企业行列，决定发挥其各项优势，规划在铜陵公司已有 2 条生产线、10000t/d 熟料产能的基础上，在原有厂址的东侧 3km 处，新辟厂址，分布建设 3 条 10000t/d 熟料生产线，把铜陵公司建设成年产 1200 万吨熟料的超大型熟料生产基地。从 2001 年起，海螺集团开始考虑首期 2 条 10000t/d 熟料生产线的建设事宜，中材国际南京水泥工业设计研究院成为这 2 条生产线的设计单位。

根据海螺集团的规划，3 条 10000t/d 熟料生产线的建设场地同时平整；首期 2 条 10000t/d 熟料生产线的设计要考虑第三条线的接口；首期 2 条 10000t/d 熟料生产线同时开工建设，但分步建成投产。考虑到国内对大型生产主机设备的开发设计、生产制造尚缺少经验，故本项目对生料磨、烧成系统采用引进国外技术及设备关键件、国内分交的方案。本项目于 2002 年 12 月开工，两条线于 2004 年均已点火生产，运行情况很好。

二、项目建设范围和主要设计指标

本项目的设计建设范围从矿山开采开始，到熟料储存及外运码头为止，主要包括矿山开采工程、物料运输工程、主生产线工程和码头工程等几部分。

根据工厂各种条件，确定的设计主要技术经济指标如下：（1）熟料生产能力 $\geq 10000\text{t/d}$ ；（2）熟料烧成热耗 $\leq 2970\text{kJ/kg}$ ；（3）熟料电耗（自石灰石堆料机到熟料库定） $\leq 54\text{kW}\cdot\text{h/t}$ ；（4）熟料 28d 抗压强度 $\geq 60\text{MPa}$ ；（5）粉尘排放浓度 $\leq 50\text{mg/m}^3$ （标态）。

三、项目主要设计条件

对于大型工程的建设，必须遵循科学的方法，首先必须考察必要的建设条件，才能避免

盲目建设带来的不良后果。海螺集团和南京水泥工业设计研究院在规划设计建设铜陵公司1200万吨/a熟料的超大型熟料生产基地时，特别认真详细地研究了项目得天独厚的优良建设条件，并在此基础上，进行2条10000t/d熟料生产线的设计建设。本项目主要建设条件如下。

1. 原料材料

铜陵公司已有敕山和伞形山石灰石矿山。该矿山总储量B+C级为6.45亿吨，D级为1.25亿吨。全矿CaO平均含量为51.92%，且有害成分低。铜陵市南西5km的棕叶山砂页岩矿是本项目的硅质原料矿，矿区面积约2.24km²，交通运输条件便利，地质普查得到粉砂岩的地质储量D+C级为23.3亿吨，其中D级约为1.2亿吨，成分合适。铜陵地区硫酸渣资源较丰富，质量也好，Fe₂O₃含量较高，K₂O、Na₂O含量低，所以本项目铁质原料采用的石灰石山和砂岩山，可做后备矿山。

所有生产主要原燃料储量大，成分合适，均能满足本工程的需要。

2. 建设场地

本项目（含预留的10000t/d熟料生产线）建设场地位于铜陵公司已有生产线的东向约3km处，距离石灰石矿山约1.5km，已有生产线的石灰石输送皮带廊紧靠其南侧。棕叶山砂页岩矿为其南向约4.5km。建设场地东西长度约900m，南北长度约700m，场地整个地势为东西两侧高，中间低，地形标高在23~50m之间，靠近北侧山坡坡度脚处有少量住户需迁移，厂区中间有一条水沟贯穿场地，整个建设场地地质条件较好。

3. 交通运输

铜陵公司原已有一座长江自备码头，位于铜陵长江大桥下游1.3km，码头为5000t级直立式出口码头，设有1台1200t/h能力的装船机，原有生产线生产的水泥和熟料通过长皮带廊输送至码头。码头距离本项目建设场地约5km。本项目的熟料外运、燃煤外运和燃煤进厂主要考虑水运，与本项目配套，新增建熟料出口码头2座和煤进场码头1座，码头和生产区之间通过胶带输送机输送熟料和燃煤。另外，燃煤进厂也可通过火车运入原有生产线储煤场，再用胶带输送机运进新建厂区。

石灰石和砂页岩则分别在矿山破碎后，由长胶带输送机输送进新建厂区。硫酸渣油汽车运输进新建厂区。

4. 供电和供水

2条10000t/d熟料生产线的供电由离厂区几公里的古圣、朱村变电站分别设两路线进厂，新建一座110kV/6.3kV总降压站，用于2条10000t/d熟料生产线供电。生产用水则可由长江水运码头上游为原有生产向配套建设的一级取水泵站取水，通过输水管线进入新厂区，在厂区新建320m³/h的水处理站1座和给水管网给生产线供水，水资源十分丰富。上述供电、供水均能满足本工程的需要。

综合上述建设条件，铜陵公司建设超大型熟料基地的条件十分优越，特别是其原料储备最大，品质好；建设场地条件优良；交通运输由长江黄金水道，辅以铁路和公路。各种条件都是得天独厚，十分难得的。

四、主要工程技术概况

1. 石灰石矿山工程概况

铜陵公司石灰石矿山整个矿区由相毗邻的伞形山和敕山组成，总长约 3.5km，宽为 1~1.5km，两山在 160m 标高相连，形成一个矿区。矿山储量计算最低开采标高 25m。本矿山原有的两条生产线配套，除生产体系外，还建有办公、生活、机、电、汽维修等设施及山上、山下两处矿山工业场地和火药库区，已形成一个完善的生产矿山及为两条生产线服务的石灰石破碎及碎石输送系统。

本次设计建设 2 条 10000t/d 水泥熟料生产线，矿石开采量大，据计算，这是目前国内开采量最大的水泥原料矿山之一（见表 1-1）。

表 1-1 矿山生产规模及生产能力计算

项 目	工厂年需要量/(t/a)	矿山规模/(t/a)	日产量/(t/d)		班产量/(t/班)		备注	
			平均	最大	平均	最大		
原有生产线	4043740	4165052	13884	15272	6942	7636		
2 条 10000t/d	8513137	8768531	29228	32151	14614	16076		
合 计	矿石	12556877	12933583	43112	47423	21566	23712	剥采比按 0.10:1(t/t) 计算
	剥离		1293358	4311	4742	2156	2371	
	采剥总量		14226941	47423	52165	23712	26083	

针对这样大的矿石需要量，矿山设计要确定开采范围，增加开采面，相应增设矿区道路、配置大型开采运输装备。矿山工作采用每天两班的不连续周工作制，年工作 300 天，辅助生产及爆破作业在白天进行。矿山采用自上而下的水平分层开采，沿走向推进的横向采矿方法，伞形山和敕山两矿段同时设 8~10 个工作面生产，采场工作面长度达 1700m。台段高度 15m，矿山穿孔及采掘、运输设备均采用大型化、无电化、机动灵活、性能好的高效率设备，矿山运输采用矿内公路及胶带输送机联合开拓系统。为满足万吨线生产的需求，矿山新增一台双转子（能力 1500t/h）和两台单转子（单台能力 700t/h）破碎机的破碎系统以及两条碎石输送胶带机，破碎后的碎石经胶带输送机直接输送到厂区石灰石预均化堆场。

2. 外部物料运输工程概况

由于本项目规模大，原、燃料进厂和熟料出厂的运输量很大，又要考虑分步建设问题，陆路运输的征地和建设工作量的投资都会很大，为了尽可能保证原燃材料运输的可靠性和降低运输成本，结合本项目具体条件，设计对大宗物料进出厂主要考虑用胶带运输及长江水运方式，少量辅料用汽车运输。为此，专门建设了 5 条大长胶带输送机来作生产线和外部的连接渠道。5 条大长胶带输送机的输送物料情况和主要参数见表 1-2。

上述 5 条胶带输送机按其送料走向，集中布置在生产线的南侧，与原生产线的胶带输送机紧靠平行，与主生产线完全不交叉打架，管理、维修极为方便。这 5 条胶带输送机既大又长，总长度达到 21km，物料输送量达到近 1700 万吨/a，这 5 条胶带输送机上实现了 2 条 10000t/d 熟料生产线物料的进出厂运输，并有为第 3 条生产线服务的潜力。

表 1-2 5 条大长胶带输送机的输送物料情况和主要参数

输送物料	胶带输送机始终点	数量	主要参数	备注
碎石灰石	设在矿山的破碎机分别送至 2 个石灰石预均化堆场	2	长度约 2.7km, 带宽 1200mm, 输送量 1800t/h	2 条胶带输送机分别对应 2 条生产线
碎砂岩	设在矿岩矿山的破碎机送至砂岩圆形无轨预均化堆场	1	长度约 5.7km, 带宽 1000mm, 输送量 800t/h	
原煤	卸煤专用码头送至原煤圆形无轨预均化堆场	1	长度约 4.9km, 带宽 1200mm, 输送量 1200t/h	
熟料	熟料库送至码头熟料中转库	1	长度约 4.9km, 带宽 1400mm, 输送量 2200t/h	

3. 厂区总图布置方案概况

大型熟料基地总图布置的优劣极为重要, 设计中要根据物料走向、厂区地况综合考虑工艺流程顺畅合理、物料衔接短捷、运行管理方便、降低工作量 and 建设投资、环保美观漂亮等诸多因素。据此, 在本工程总图布置时, 将主生产线南北向布置, 并根据地形采用台阶式标高, 将不同功能的车间布置在不同台阶上, 台阶之间基本以缓坡连接, 各区功能清晰, 联系紧密。

厂区东侧(靠近石灰石矿山方向)是原燃材料区, 2 座带盖石灰石预均化堆场, 4 个直径 80m 带盖圆形无轨预均化堆场, 堆放燃煤及砂岩、硫酸渣。

主生产区布置在厂区中心位置, 2 条生产线及预留的生产线平行布置。原料从厂区南侧进厂, 经预均化堆场后从厂区北侧出堆场, 进配料站。配料站至熟料库的主生产线从北向南, 呈“一”字形方式布局, 流程简洁。熟料库布置在主生产线最南端, 出库熟料经厂区南部的长胶带输送机送往江边码头。

中控、化验室及厂前区布置在厂区西侧靠近工厂西侧公路, 保证了人货分流。原来厂区内的水沟进行移位改造, 建 1 座小拦水坝、构成厂区景点布局, 增加工厂的美观和景色。

工厂内部道路采用环行布置方式, 主干道宽度 7m, 次要道路宽度 4m, 路面结构采用 22m 厚混凝土路面。

4. 主生产线工程概述

本工程 2 条 10000t/d 熟料生产线石灰石在矿山破碎后, 通过长胶带输送机直接送至厂区带盖长型石灰石预均化堆场, 每条生产线对应 1 座堆场。建设第 3 条 10000t/d 生产线时, 矿山需增添一台破碎机, 厂区需增设一座同规模的石灰石预均化堆场, 长胶带输送机通过提速可满足 3 条生产线的生产, 全厂物料储存情况见表 1-3。

表 1-3 各堆场、储库的物料储存情况

物料	储存方式及规格	数量/个	储存量/t	储存期/d
石灰石	长形预均化堆场, 37m×400m	1×2	2×70000	2×5.2
粉砂岩	圆形无轨预均化堆场, 直径 80m	1	82000	
铁粉	圆形无轨预均化堆场, 直径 80m	1	82000	
原煤	圆形无轨预均化堆场, 直径 80m	2	2×70000	
生料	圆库, 直径 22.5m×58m	2×2	4×17000	2×2.2
熟料	圆库, 直径 60m×22m	1×2	2×100000	2×10

生料粉磨采用辊式双风机系统,磨机参数见表1-4。煤粉制备采用国产立式磨,每条生产线设2台磨,用篦式冷却机热风做烘干热源。

窑尾预分解系统和回转窑是FLS公司的技术,采用5级双列预热器及ILC型预分解炉,分解炉直接与方形窑尾上升烟道连接,分解炉通过倒“U”形风管与C₅级旋风预热器连接,各级旋风筒之间由圆形管道连接,窑内通风和分解炉通风靠三次风管上的调节阀调节,系统通风靠调节预热器后面的风机转速来调节。回转窑由三支承支撑,齿轮轴双传动,双液压挡轮调解窑的上下窜动。窑头、窑尾密封都采用叠片式。

熟料冷却机采用BMH Claudius Peters公司生产的三段辊式破碎机的组合式冷却机,熟料处理能力为10000~12000t/d,冷却机有效面积为250m²,单位面积产量为40~48t/(d·m²),正常运行冷却风量为1.891m³(标态)/kg,出冷却机熟料温度为环境温度+65℃,二次风温度可达1211℃,三次风温度887℃,废气温度为196℃,冷却机热回收率可达74%。

全厂生产线主机配置及设备来源情况见表1-4。

表1-4 生产线主机配置及设备来源情况

车间名称	主机名称	型号、规格、性能	数量/台	功率/kW	设备来源
石灰石破碎	锤式破碎机	双转子:生产能力1400t/h	1	800×2	国产
		单转子:生产能力700t/h	2		
石灰石预均化堆场	悬臂式堆料机	堆料能力:1400t/h	1×2	95	国产
	桥式刮板取料机	取料能力:1000t/h	1×2	207	国产
碎岩破碎	反击式破碎机	进料块度:<850mm 出料粒度:<75mm 生产能力:1000t/h	1	800×2	国产
砂岩预均化堆场	混匀堆取料机	堆料能力:1000t/h 取料能力:250t/h	1	235×2	国产
原煤预均化堆场	混匀堆取料机	堆料能力:400t/h 取料能力:250t/h	2	235×2	国产
原料粉磨及废气处理	立式磨	生产能力:400t/h 入磨水分:<5% 出磨水分:<1% 入磨粒度:<95% 出磨粒度:R90μm<12%	2×2	3500×4	引进分交
	原料磨风机	风量:860000m ³ /h 全压:9500Pa	2×2	3000×4	国产
	窑尾高温风机	风量:860000m ³ /h 全压:7500Pa	2×2	3000×4	国产
	高浓度电除尘器	处理风量:760000m ³ /h 电厂横截面积:310m ² 出口含尘浓度:≤50mg/m ³ (标态)	2×2		国产
煤粉制备	立式磨	生产能力:40t/h 入磨水分:<10% 出磨水分:<0.8% 入磨粒度:<50mm 出磨粒度:R80μm<15%	2×2	560×4	国产

续表

车间名称	主机名称	型号、规格、性能	数量/台	功率/kW	设备来源
烧成系统	回转窑	直径 6m×95m 斜度:4% 支座数:3 挡 生产能力:10000t/h	2	950×2	引进分交
	预热器及分解炉	五级双系列预热器: 生产能力:10000t/d; C1:直径 780mm; C2:2-直径 7800mm; C3:2-直径 8200mm; C4:2-直径 8200mm; C5:2-直径 8500mm 分解炉:直径 8800mm×3800mm	2 套		引进分交
	篦式冷却机	控制流篦式冷却机:篦床面积 250m ² 生产能力 10000t/d	2		引进分交
	窑头电除尘器	处理风量:1050000m ³ /h 电厂横截面积:280m ² 出口含尘浓度:≤50mg/m ³ (标态)	2		国产

5. 码头工程概述

铜陵公司在长江边原建有 5000t 级直立式出口码头 1 座, 码头工业场地有一座水泥库(直径 15m)、一座熟料库(直径 15m) 及有关配套设施。码头北侧为一小型工厂, 南侧为农田及长江小学, 西侧紧邻沿江路和长江防洪堤及长江。在其上游新增 5000t 级码头 2 座和 3000t 级码头 1 座, 用以熟料外运和燃煤进厂, 码头到厂区有熟料和原煤输送长胶带机各一条连接。在码头还新增建 2 座直径 18m 熟料库, 用于码头熟料倒运, 同时建设配套电气和相应附属设施。

五、项目主要技术特点

铜陵公司原料储备量大质优, 交通运输由长江黄金水道, 建设场地条件优良, 具备建设超大型熟料基地得天独厚的优良条件, 并将水泥生产先进的技术、高标准的环保要求和有利的建设条件充分结合, 使本工程基本实现了先进、和谐、统一、美观的结合, 在铜陵古圣树起了一座现代化的新型工厂。本项目概括起来具有下列特点。

(1) 3 条 10000t/d 熟料大型生产基地的占地面积很大, 作为首期建设工程, 其总图布置需按照一次规划、分期实施的思路进行设计施工, 根据原燃料和熟料进出厂方向、建设场地地形、物料运输等条件和生产线布置的合理性, 把整个厂区分成物料输送带、原燃料储存区、主生产线区、辅助生产设施区、厂前区等几个区域, 各区功能清晰, 互相连接简洁合理, 流程顺畅, 消除了物料的往复倒运。全厂划分成几个台段, 降低了建设填挖方工程量, 并使全厂的防洪排水安全可靠。厂内道路实际合理, 厂区设有较多的绿化带, 厂前区根据原有地形建设了一个人工湖, 全厂气势雄伟、风光优美, 是一个现代化的花园式工厂, 体现了世界一流水泥厂的风范。

(2) 根据工厂规模大、物料运输量特别大及码头、矿山均在几公里范围的特点, 特别是

考虑建设的合理投资和建设周期、生产的安全可靠，以及分期建设的接口和技术协调问题，全厂几乎所有的进出物料都采用了自行设计、国产的大规格长胶带输送的方案。全厂的物料进出由5条胶带输送机承担，输送量达到1700万吨/a（平均约5.5万吨/d），输送距离约21km。这样既减少了筑路的占地面积，又降低了建设投资和运行费用，且运行可靠。这样的大运量胶带运输方式，在中国水泥厂建设史上，创下了新的业绩。

(3) 大规模水泥厂原、燃料的储存均化对生产和操作、提高产质量的作用特别重要。本工程仅生产原料和燃煤的设计储量就要达约45万吨。在设计建设中，特别研究了各种原料和燃煤的储存均化技术，全部采用自行开发设计的技术和国产设备。对石灰石用了长形预均化堆场，设计中适当缩小堆场跨度，增加长度，以降低大跨度设备可能出现的不稳定风险；对其他原料和燃煤，突破水泥行业的通用技术范围，在业主的支持配合下，通过借鉴其他行业技术，开发设计了圆形无轨顶堆侧取预均化堆场，该种堆场的特点是占地面积小，储量大，建设投资较低。所有预均化堆场都采用网架结构彩钢板盖顶，以减少扬尘和出堆厂物料的输送配料不稳定性，还美化了工厂的环境；每个堆场还设置了应急出料通道，可保证生产的联系和稳定性。这些预均化技术的应用，使如此大规模工厂的原燃料储存均化比较可靠，可保证生产中原、燃料的量和质都达到要求。而且全厂约45万吨的原、燃度储存区占地小，物料进出方便，设备较可靠，环境美观，改变了以前许多水泥厂原、燃料储存区脏、乱、差的面貌。

(4) 对于万吨级生产线的总体技术方案遵循先进、成熟、可靠、经济的原则，设备选配以国产为主；对于原料磨、预热预分解系统及回转窑、篦式冷却机等大型关键主机设备，由于国内少有成熟制造及应用的经验，则采用引进分交的方法。10000t/d熟料生产线的核心部分——烧成系统（余热预分解系统、回转窑、篦式冷却机）配置单套设备，是当时世界上最大级的水泥生产设备，这种配置标志着海螺集团的综合势力达到了世界的先进水平，也必将推动和加快我国水泥工业和机械制造业技术进步的步伐。生产线的生料制备、煤粉制备和声料库则分别配置2套系统，其主要设备和设施均已在5000t/d熟料生产线上得到了成熟应用。设计中，仔细考虑了2套系统之间的互通和转换。这样的方案，与国际上、国内大型水泥设备的制造技术及国外已有万吨线的实际技术水平相符合，既可保证生产线总体技术经济指标的优越性，又可降低生料。煤粉处理部分故障影响烧成系统生产的可能性，可确保我国首条10000t/d熟料生产线达到较高的运转率，具备了流程简捷合理，技术经济指标先进，管理、操作、维护和备品备件简单，审查运行可靠等一系列优点。

(5) 熟料烧成系统引进了国际上处于领先地位的新技术和主机关键件。窑尾预分解系统和回转窑是FLS公司的5级双列预热器及ILC型预分解炉技术，分解炉和窑头燃煤比例为55%~60%和45%~40%，煤粉和生料可在分解炉内得到充分燃烧和分解，入窑生料的表观分解率可达到90%以上。分解炉通过分料技术和在炉下部设喂煤点，达到降低窑尾废气中氮氧化物（NO_x）的目的。系统三次风管布置在回转窑上部，从窑头罩上两侧的两个点抽取热风，在窑中靠近窑头端合并成一根风管，送入分解炉。熟料冷却采用BMH Chaudius Peters公司生产的三段床带辊式破碎机的组合式冷却机。这些技术基本上集中反映了国际上水泥生产的技术水平。这些新技术和设备的引进，保证了生产线的优良性能，也可带动我国水泥生产的技术发展。

(6) 本项目的设计建设过程中，业主和设计部门始终把环境保护放在很重要的位置。设计严格按照国家新的环保标准进行设计，所有原料堆场全部加彩钢瓦顶盖，窑头、窑尾设电

除尘器，其余各扬尘点和物料转运点、下料点等设袋式除尘器，保证粉尘排放达标。烧成系统用低 NO_x 技术装备，保证 NO_x 排放量优于国家标准。所有风机等高噪声的设备、车间均加消声器和隔声处理，保证工厂噪声排放量优于国家标准。此外，厂区建了人工湖景点和较多的草坪，厂里购置了洒水降尘装置。所有这些，使得工厂的环境和厂容很好，更衬托出现代化工厂的文明景象。

六、项目的重要意义

本项目 10000t/d 熟料生产线是我国第一条、世界第四条万吨级熟料生产线，但作为一个基地规划建设 3 条、首期同步建设 2 条 10000t/d 熟料生产线，这是当时世界水泥工业建设史上最大规模的工程，是世界第一的工程。建设这么大的工程，从原料开采、运输处理、储存均化，到生产工艺、机械装备、电气自动化、土建等各项专业技术，再到全厂总体规划布置、给排水和环境保护技术，还有生产线的建设、生产、管理等，都面临着创新和提高的问题。本项目含石灰石、砂岩两个矿山，21km 的大运量胶带输送，主生产线，3 座长江码头及配套工程等几大工程，建设范围广，工程量大。在建设中，业主、设计单位、安装施工单位、设备生产厂商等通力合作，坚持科技含量高、经济效益好、建设投资省、环境保护优的原则，仅用了 8 个月时间，就完成了首条生产线的建设，点火投产顺利，投产当月达标，创下了骄人的业绩。该生产线的建设成功，标志着我国水泥生产技术又迈上了一个新的台阶，具备了和国外大水泥集团竞争的能力，这方面的意义是非凡的。该生产线的建成，是与海螺集团领导高瞻远瞩的目光、以振兴中华为己任的使命感及对国内外水泥工业总体发展的准确把握分不开的，给国内水泥工业走高科技、高效益、重环保道路以深深的启迪，促使我国水泥工业得到更好的良性发展。

实例二 新型干法窑在高原地区的生产实践

内蒙古乌兰水泥集团有限公司地处海拔 1480m 的高原地区，现有三条新型干法水泥熟料生产线。其中一线是 2000t/d 水泥生产线，1999 年 9 月 30 日投产；二线、三线是 2500t/d 熟料生产线，分别于 2003 年 5 月和 2004 年 12 月投产运行。目前，一线、二线运行良好，当年实现了达标、达产，三线也水利通过了 72h 和 168h 达标，熟料 28d 抗压强度达到 57~60MPa。但在投产初期生产工况曾出现过不稳定阶段，熟料 f-CaO 合格率低，强度低。为此公司组织有关技术人员成立了攻关小组，针对水泥生产工艺的实际情况进行分析研究，采取了有效措施，取得了理想效果。

一、关键工艺设备配置情况

原料预均化系统采用矩形堆场，一线、二线采用三组分配料，堆场以混合料形式布料。三线采用四组分配料，堆场单布石灰石；原料粉末采用立式磨，一线为加拿大制造莱歇磨，二、三线由日本宇部引进的立磨；烧成系统均为上系列悬浮预热器加 TDF 型分解炉组成的新型回转窑系统；熟料冷却为第三充气梁型篦式冷却机；水泥粉磨系统是由辊压机、磨机和高效 Sepax 选粉机、打散机构成的半终粉磨系统。主要工艺设备见表 2-1。

表 2-1 主要工艺设备

设备名称	线别	规格和性能	备注
石灰石破碎	一、二线	TKLPC-2022C, 能力 600~800t/h	
	三线	PCF1616 锤式破碎机, 能力 150~240t/h	
预均化堆取料机	一、二线	DG×600/20 悬臂式侧堆料机, 能力 600t/h; 桥式刮板取料机, 能力 250t/h	
	三线	悬臂式侧堆料机, 600t/h; 侧斜桥式刮板取料机, 50~500t/h	
原料磨	一线	LM32.40 莱歇磨	从加拿大引进
	二、三线	UM38.40 宇部磨	从日本引进
生料均化库	一、二线	直径 18m×48m, 连续式均化库, 储量 10000t	
	三线	直径 18m×48m, 连续式均化库, 储量 10000t	
预热器分解炉系统	一线	双列无级旋风预热器, D-D 型分解炉, 直径 5100mm	
	二、三线	双列无级旋风预热器, TDF 型分解炉, 直径 5600mm	
回转窑	一、二线	直径 4m×60m 三挡支撑	
	三线	直径 4m×60m 三挡支撑	