

水泥工厂 实用新技术 (立窑篇)

SHUINI GONGCHANG
SHIYONG XINJISHU
LIYAOPIAN

刘 龙 主 编

武汉工业大学出版社

水泥工厂实用新技术

(立窑篇)

主 编 刘 龙

副主编 王玉卿 林奇文

江苏工业学院图书馆
藏书章

图书在版编目(CIP)数据

水泥工厂实用新技术(立窑篇)/刘龙主编. —武汉:武汉工业大学出版社,2000.1
ISBN 7-5629-1526-1

I. 水… II. 刘… III. ① 水泥-生产工艺 ② 水泥-生产过程
IV. TQ172.6

武汉工业大学出版社出版发行
(武汉市洪山区珞狮路122号 邮编430070)

各地新华书店经销

湖北省荆州市鸿盛印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:46 字数:1174千字
2000年1月第1版 2000年1月第1次印刷
印数:1~2000册 定价:70元

前 言

中国是世界第一大水泥生产国,其水泥产量占全世界水泥生产总产量的 1/3 以上。而在年产 5 亿多吨的水泥产品结构中,立窑水泥占了 80% 以上。当前我国水泥工业正处在结构调整时期,水泥总产量供大于求,市场疲软,许多水泥企业处在亏损和亏损边缘,举步维艰。一些企业领导忧心忡忡,不知所措,尤其是大量中小立窑水泥企业,普遍存在着危机感。国家经贸委和国家建材局明确提出“控制总量,上大改小,调整结构”的重要方针政策并且对立窑水泥企业提出了“限制、淘汰、改造、提高”的八字方针。其根本目的是要改变我国水泥工业目前大而不强的现状。

从 80 年代至 90 年代初,我国曾为立窑水泥技术进步总结推出了石灰石预均化、微机配料和配煤、复合矿化剂和晶种技术等老 15 项预加水成球系统改造、优化窑体综合改造技术及节能型沸腾燃烧室烘干机和窑、磨自控系统等新的 14 项行之有效的先进技术。这些技术为立窑水泥工业的科技进步、提高产品质量和经济效益作出了卓越的贡献。本书正是以这些技术为基础进行编写的。

本书在内容上具有广泛性。全书共荟萃了 90 年代尤其是中后期以来我国立窑水泥工厂贯穿水泥生产过程,即从原燃材料的利用到成品包装及散装出厂共计 11 个方面所取得的 400 余项实用型新技术,并对其进行了较详细地总结与介绍。可以说选题新颖,内容丰富全面,实例典型。如果将每一部分所编写的内容集中在一起,则是一本比较系统的实用技术手册。

本书在功能上具有实用性。所选用的绝大多数是近几年成功面世的新型实用技术,皆出自全国立窑水泥工厂自身及科研、设计单位和大中专院校。在 400 余项实例中,有一半以上的实用型新技术均经过国家级、省部级和地市级科学技术鉴定,或获得科技成果奖,或获得国家实用新型专利。具有一定的时代特色和真实感。我们本着“取之于民,用之于民”的原则,对每一项实用型新技术均例举了具体工厂的应用实例、使用效果和技术经济评价。它提供了实用型新技术的信息,从中可以看出近几年来一些技术的演变规律和特点,又对读者有现身说法的作用。可以从具体技术中借鉴经验,减少失误,有较大地推广价值和示范性。而对每一项技术的试验研究过程、机理探讨或原理分析只作一般性介绍,突出实用性。

本书的实例具有一定的系统性。每一章又分若干节,每一节又有众多的技术选题,每一技术选题之前又从采用该技术问题的提出写起,对改进或改造的技术,为了尊重原著均附有实施技术前后的对比表或插图。为帮助读者掌握该技术的要求和特点,之后附有经济效益评价或技术评析。

在讨论贯彻执行方针的同时,研究我国立窑水泥企业今后如何发展是摆在全国水泥工作者面前的一项重大课题。以全面普及和推广科学技术为基础,以提高产品质量为中心,以追求经济效益和可持续发展的绿色工业为目标则是立窑水泥工业发展的必由之路。同时,也是我们编写此书的目的和心声。通过学习掌握这些新型技术,若能对从事立窑水泥工作的业内人士开阔眼界、扩大思路、重振企业雄风起到一点点作用我们将感到十分的欣慰。

本书对水泥工厂尤其是立窑水泥工厂、各类设备制造单位、科研院所、管理人员、工程技术人员和技工人员有较高的使用价值,可供高等、中等和技工学校作为参考教材。

本书由洛阳工业高等专科学校刘龙主编,禹王水泥有限公司王玉卿和中国长城铝业公司林奇文为副主编。参加编写的人员和分工是,刘龙:总论、第1、10章;王玉卿:第5、6章;林奇文:第4章;禹王水泥有限公司蔡新德:第2、3章;洛阳工业高等专科学校韩静:第11章;洛阳工业高等专科学校任和平:第7章;河南省建筑材料工业总公司王爱贞:第8章;中国长城铝业公司林海平:第9章。本书收集了近年来全国范围的立窑水泥工厂、科研院所和大中专院校的生产、技改和科研成果,大部分选自全国发行的有关期刊、会议资料和有关文献,恕不能一一详细注明,这里谨向本书引用或参考的各种图书、杂志和技术资料的作者致以诚挚谢意。本书在编写及出版过程中,得到了中国建筑材料科学院赵介山教授级高工、南京化工大学李昌勇研究员和洛阳工业高等专科学校的李洪芝、舒云星和魏巍等许多老师的大力支持和帮助,在此一一致谢。

由于编者的水平有限,编写时间仓促,本书中的错误和不当之处在所难免,敬祈同行不吝赐教,恳请读者批评指正。

编 者

2000年1月

目 录

总论	(1)
----------	-----

1 原料及燃料实用新技术

1.1 概述	(7)	熟料技术	(55)
1.2 石灰石原料的应用	(7)	1.3.14 利用电厂炉底渣调整配料技术 ..	(58)
1.2.1 低钙石灰石生产高强度水泥熟料 技术	(7)	1.3.15 利用石煤代替部分粘土配料技术 ..	(60)
1.2.2 劣质石灰石低能耗生产高强度水泥 熟料技术	(9)	1.4 铁质原料的应用	(62)
1.2.3 钎渣代替部分原料配料煅烧熟料 技术	(10)	1.4.1 硫铁矿双代烧制水泥熟料技术	(62)
1.2.4 电石渣生产水泥熟料技术	(13)	1.4.2 高硫煤铜矿渣在水泥生产中的 应用技术	(64)
1.2.5 黄磷渣作原料生产水泥熟料技术 ..	(16)	1.4.3 采用铁锌渣降低熟料煤耗技术	(66)
1.2.6 铅锌尾矿代替部分原料技术	(18)	1.4.4 铜渣代替铁粉配制生料技术	(68)
1.2.7 金矿尾砂作原料生产水泥技术	(21)	1.4.5 锡矿渣作铁质原料稳定生产优质 水泥技术	(70)
1.2.8 碳化煤球渣及高硫粉煤灰生产 水泥技术	(23)	1.4.6 铜锌尾矿和锡渣配料技术	(71)
1.2.9 铬渣作原料生产早强水泥技术	(26)	1.4.7 锑渣作铁质原料技术	(74)
1.2.10 粒化电炉磷渣在水泥生产中的 综合利用	(29)	1.4.8 采用硫磺渣替代铜渣作铁质原料 技术	(78)
1.3 粘土质原料的应用	(31)	1.5 低劣质燃料的应用	(80)
1.3.1 煤矸石全代粘土配料技术	(31)	1.5.1 烟煤作立窑燃料的主要技术措施 ..	(80)
1.3.2 叶蜡石代粘土配料技术	(33)	1.5.2 劣质烟煤石煤烧制道路水泥	(81)
1.3.3 低品位铁粉代粘土配料技术	(35)	1.5.3 低热值煤煅烧 625 号水泥熟料 技术	(83)
1.3.4 硫酸渣作铝质校正原料生产 R 型 水泥技术	(37)	1.5.4 高硫烟煤生产高标号水泥技术	(84)
1.3.5 白土质矿代粘土配料技术	(39)	1.5.5 高硫石油焦代替部分燃料煅烧 熟料技术	(86)
1.3.6 粉煤灰代粘土配料技术	(41)	1.5.6 生料中掺加易燃物成球煅烧技术	(89)
1.3.7 含微量铜系元素的粘土烧制水泥 技术	(41)	1.5.7 用焦粉代替部分无烟煤生产熟料 技术	(91)
1.3.8 硅线石尾矿代替粘土铁粉生产水 泥技术	(46)	1.5.8 利用硫酸铝渣和高灰分煤生产早 强熟料技术	(93)
1.3.9 绿帘石配料技术	(49)	1.6 废渣的综合利用	(95)
1.3.10 应用高硫粘土质原料技术	(50)	1.6.1 利用碳化渣生产水泥技术	(95)
1.3.11 粒化增钙液渣作铝质原料技术 ..	(52)	1.6.2 石煤沸腾炉渣作混合材是节电的 新途径	(97)
1.3.12 钨渣代替粘土配料技术	(53)	1.6.3 玄武岩在水泥生产中的应用	(99)
1.3.13 利用泥灰岩和铜锌尾矿烧制水泥		1.6.4 利用煤矸石生产 525 号普通水泥	

技术	(100)	1.7 水泥缓凝剂的应用	(119)
1.6.5 利用石灰废渣生产水泥技术	(102)	1.7.1 利用乳酸渣代替石膏作水泥缓凝剂技术	(119)
1.6.6 硅质渣在水泥生产中的应用	(103)	1.7.2 磷石膏代替石膏作水泥缓凝剂技术	(120)
1.6.7 镁渣在水泥生产中的应用	(104)	1.7.3 氟石膏代替石膏作水泥缓凝剂技术	(122)
1.6.8 利用人工煅烧碳质页岩生产火山灰水泥技术	(105)	1.7.4 利用工业副产品石膏作水泥缓凝剂技术	(124)
1.6.9 增钙粉煤灰水泥技术	(107)	1.7.5 硫渣代替石膏作水泥缓凝剂技术 ...	(125)
1.6.10 活化增钙液态渣的应用技术	(110)		
1.6.11 高掺量矿渣硅酸盐水泥技术	(112)		
1.6.12 钡渣-碱渣-石灰新型混合材技术	(115)		
1.6.13 硫酸渣作混合材生产水泥技术 ...	(117)		

2 预均化和均化实用新技术

2.1 概述	(128)	2.3.1 机械式连续均化的新方法	(141)
2.2 原燃料预均化技术	(128)	2.3.2 QJK 剪切流均化库的改造方法	(143)
2.2.1 原燃料预均化选用条件	(128)	2.3.3 混合室连续均化库的改造方法 ...	(145)
2.2.2 预均化主要类型及特点	(129)	2.3.4 MF 均化库的应用	(147)
2.2.3 小型断面切取预均化库	(132)	2.3.5 普通型库改造为均化库	(149)
2.2.4 帐篷型燃煤预均化库	(135)	2.3.6 多库搭配加料粉均化机	(151)
2.2.5 预均化库系统中取料均化装置技术	(137)	2.4 水泥均化技术	(154)
2.2.6 原燃材料简易预均化	(140)	2.4.1 一种多功能水泥库	(154)
2.3 生料均化技术	(141)	2.4.2 水泥均化提高经济效益	(157)

3 烘干系统实用新技术

3.1 概述	(159)	3.3.3 LH 型下饲式燃烧炉的应用	(173)
3.2 高效节能烘干机	(159)	3.3.4 燃烧烟道灰沸腾炉的应用	(175)
3.2.1 高效节能烘干机及工艺系统的应用	(159)	3.3.5 流化床高温烟气炉的应用	(176)
3.2.2 内循环(套筒)式烘干机在水泥工业中的应用	(162)	3.3.6 磷酸盐砖在燃烧炉中的应用	(179)
3.2.3 ZH 型振动烘干机	(164)	3.3.7 烘干机用高温烟气沸腾炉	(180)
3.2.4 立式烘干窑及其应用	(166)	3.3.8 链条炉排热风炉的应用	(181)
3.2.5 烘干机扬料板的改进	(170)	3.4 回转烘干机大幅度增产及节能的措施	(184)
3.3 高温烟气沸腾炉技术	(170)	3.4.1 影响产量能耗的主要因素	(184)
3.3.1 普通型燃烧炉的节能改造	(170)	3.4.2 改造措施	(184)
3.3.2 煤粉燃烧炉的改进	(172)	3.4.3 技术评析	(186)

4 粉磨系统实用新技术

4.1 概述	(187)	4.2.2 挤压磨系统的改造	(190)
4.2 多破少磨技术	(187)	4.2.3 冲击式防尘细碎机及其应用	(191)
4.2.1 XCL 型立轴锤式细碎机及其应用 ...	(187)	4.2.4 开路磨系统改造的一种好形式 ...	(193)

4.2.5 控制入磨碎石粒度提高生料产量	(195)	应用	(246)
4.2.6 多破少磨技术应用	(196)	4.6.4 立窑生产应慎用改性外加剂	(249)
4.2.7 应用立式反击式破碎机提高圆流水泥磨产量	(198)	4.7 选粉机实用技术	(251)
4.2.8 PXW 超细破碎机应用	(200)	4.7.1 高效涡流选粉机在水泥磨改造中的应用	(251)
4.2.9 增加预破碎工艺需注意的问题 ..	(202)	4.7.2 离心式选粉机的改进	(252)
4.2.10 一种简易的二破闭路系统技改方案	(205)	4.7.3 O-Sepa 高效选粉机在生料圆流粉磨系统中的应用	(253)
4.3 预粉磨技术	(207)	4.7.4 高效涡流选粉机在生料磨上的应用	(255)
4.3.1 辊压机作为预粉磨在水泥磨系统中的应用	(207)	4.7.5 高效涡流选粉机应用时应注意的问题	(257)
4.3.2 挤压预粉碎工艺在生料磨系统中的应用	(208)	4.7.6 离心式选粉机小风叶改进	(258)
4.3.3 采用立式破磨机的预粉磨系统 ..	(211)	4.7.7 离心式选粉机内部结构的改进 ..	(259)
4.3.4 辊压机使用时应注意的问题	(213)	4.7.8 $\varnothing 35\text{ m}$ 离心式选粉机的改进	(259)
4.3.5 辊压机挤压辊的堆焊修复技术 ..	(215)	4.7.9 DS 型组合式高效选粉机的应用 ..	(262)
4.3.6 柱磨机作为预粉磨在水泥磨系统中的应用	(216)	4.7.10 旋风式选粉机的改进	(264)
4.3.7 用棒磨机预粉磨熟料技术	(218)	4.7.11 用 HES 选粉技术改造老式圆流粉磨系统	(265)
4.3.8 新型高细磨技术的应用	(219)	4.7.12 立窑水泥厂选粉机改造的途径 ..	(268)
4.4 立式磨粉磨技术	(221)	4.8 综合提高磨机产质量及降耗技术	(271)
4.4.1 RM25/12 立式磨的应用	(221)	4.8.1 研磨体级配和回粉率对水泥比表面积的影响	(271)
4.4.2 TRM25 立式磨增产措施	(225)	4.8.2 生料磨大幅度增产的途径	(272)
4.4.3 立式磨机的生产及操作	(226)	4.8.3 MBZX2275 水泥磨的应用	(275)
4.5 管磨机内部改造技术	(228)	4.8.4 生料磨增产节能措施	(278)
4.5.1 改造磨机隔仓板	(228)	4.8.5 提高粉磨粉煤灰水泥产量的措施	(280)
4.5.2 角螺旋衬板在水泥磨上的应用 ..	(229)	4.8.6 提高原料烘干磨产量的途径	(282)
4.5.3 组合节能衬板在生料磨上的应用	(230)	4.8.7 $\varnothing 2.2\text{ m} \times 7\text{ m}$ 闭路磨与 $\varnothing 1.83\text{ m} \times 6.4\text{ m}$ 开路磨组成的水泥联合粉磨系统的应用	(283)
4.5.4 半倾斜分级隔仓板在管磨机中的应用	(232)	4.8.8 南方地区生料磨系统防结露措施	(285)
4.5.5 二级配球法应用	(234)	4.8.9 节能型超细矿渣粉磨系统的应用	(286)
4.5.6 凸波沟槽衬板-锥角分级衬板的应用	(235)	4.8.10 提高 $\varnothing 2.4\text{ m} \times 7\text{ m}$ 生料磨产量的途径	(289)
4.5.7 环沟-双曲面节能衬板和环沟-新型衬板的应用	(238)	4.8.11 生料磨技改时适应圆流生产的技术	(291)
4.5.8 开路高细磨内部结构的改进	(239)	4.8.12 生料磨粉磨第三系列水泥生料的增产措施	(292)
4.5.9 小波纹衬板的改进	(241)	4.8.13 高细磨的操作体会	(295)
4.6 粉磨外加剂技术	(241)		
4.6.1 用乙二醇作助磨剂	(241)		
4.6.2 生料磨中使用助磨剂的研究	(244)		
4.6.3 膨胀珍珠岩复合助磨剂的生产及			

4.9 新型耐磨材料的应用	(296)	4.9.3 高铬沟槽螺旋衬板的应用	(300)
4.9.1 高铬球在粉磨工艺中的应用	(296)	4.9.4 GZGMn 衬板在水泥磨上的应用 ...	(300)
4.9.2 高铬钒铁球的应用	(298)	4.9.5 高铬铸铁沟槽衬板连续使用超过 十年	(302)

5 煅烧系统实用新技术

5.1 概述	(305)	5.5.3 硫铁矿-萤石复合矿化剂在立窑 中的应用	(335)
5.2 立窑窑体改造及节能型窑衬配套 技术	(305)	5.5.4 利用陶瓷厂碗模作矿化剂技术 ...	(336)
5.2.1 双角度喇叭口机立窑的应用	(305)	5.5.5 用立窑窑灰配料技术	(338)
5.2.2 机立窑扩径的方法及效益	(306)	5.5.6 利用铜渣作矿化剂	(340)
5.2.3 $\varnothing 3.0\text{ m} \times 11\text{ m}$ 机立窑窑型及窑 衬材料	(308)	5.5.7 重晶石-萤石复合矿化剂技术的 应用	(342)
5.2.4 立窑窑型对提高产质量及降低 热耗的影响	(310)	5.5.8 利用电石渣生产的立窑窑灰回收 技术	(344)
5.3 立窑卸料装置的改进技术	(312)	5.6 添加晶种熟料煅烧技术	(346)
5.3.1 机立窑塔篦子的改进	(312)	5.6.1 概述	(346)
5.3.2 中心半球式卸料系统在机立窑上 的应用	(312)	5.6.2 采用晶种技术提高熟料质量	(346)
5.3.3 改进塔式篦子增强窑内通风	(314)	5.6.3 采用粒化高炉矿渣代替晶种熟料 技术	(347)
5.3.4 棱锥式卸料装置的应用	(315)	5.6.4 磷渣代替晶种配料煅烧熟料技术 ...	(348)
5.3.5 卸料装置对立窑生产的影响	(317)	5.6.5 采用矿化剂、晶种煅烧熟料技术的 经济效果	(350)
5.3.6 新型大齿高塔篦子的应用	(318)	5.6.6 非熟料晶种技术的应用	(351)
5.3.7 螺旋型高齿卸料塔的应用	(320)	5.6.7 利用电厂炉渣代替熟料晶种 配料	(352)
5.4 立窑专用高压离心风机	(322)	5.6.8 晶种煅烧技术的生产操作及工艺 适应性	(354)
5.4.1 概述	(322)	5.7 立窑窑体保温技术及应用	(355)
5.4.2 结构性能	(322)	5.7.1 立窑窑体保温技术及应用	(355)
5.4.3 设备投资	(323)	5.7.2 C.S.M 保温隔热材料在立窑上 的应用	(357)
5.4.4 选型与立窑操作	(323)	5.7.3 岩棉保温材料在机立窑上的 应用	(358)
5.4.5 技术经济效果	(324)	5.7.4 扩径不宜在筒体外采用过厚保 温层	(359)
5.4.6 技术分析	(324)	5.8 预加水成球系统的使用技术	(360)
5.4.7 高压离心风机在立窑上的应用 ...	(324)	5.8.1 预加水成球系统生料稳流装置 的改进	(360)
5.4.8 立窑改用高压离心风机应注意 的问题	(327)	5.8.2 预加水成球控制系统的改造	(361)
5.4.9 罗茨风机应用电磁调速电机 节能	(328)	5.8.3 对老式成球盘的改造	(363)
5.4.10 变频调速技术在立窑罗茨风机上 的应用	(329)	5.8.4 对双轴搅拌机结构的改进	(365)
5.4.11 立窑应用膜风技术	(331)	5.9 立窑采用小料球煅烧技术	(367)
5.5 复合矿化剂技术	(334)		
5.5.1 概述	(334)		
5.5.2 高硫煤-萤石复合矿化剂在立窑 中的应用	(334)		

5.9.1 概述	(367)	5.11.2 改造前后的产量、质量、能耗对比	(376)
5.9.2 小料球煅烧技术	(367)	5.11.3 投资及效益	(377)
5.9.3 立窑采用高铁配料小料球煅烧技术	(368)	5.12 湖山水泥厂的管理经验	(378)
5.10 湖山水泥厂立窑熟工标定及高产高质量消耗原因的分析	(370)	5.12.1 建立一整套企业内部管理制度,实行制度化管	(378)
5.10.1 湖山水泥厂立窑系统的熟工标定	(370)	5.12.2 改革分配制度,完善激励机制	(380)
5.10.2 湖山厂的技术改进措施	(373)	5.12.3 改革用人制度、优化用工制度	(380)
5.10.3 保证体系和降耗	(374)	5.12.4 树立职能管理的权威和功效	(381)
5.11 湖山水泥厂立窑产量翻番的节能技术改造	(375)	5.12.5 进行粉尘综合治理	(381)
5.11.1 增产节能技术改造过程	(375)	5.12.6 坚持走科技兴厂、技术改造的道路	(381)

6 热量平衡测试实用新技术

6.1 概述	(383)	6.4.1 概述	(394)
6.2 立窑各单项测量及检测	(383)	6.4.2 程序结构	(394)
6.2.1 测算料球孔隙率的新方法及实测	(383)	6.4.3 计算机在熟工测量中应用的特点	(394)
6.2.2 烟尘连续监测仪及应用	(385)	6.5 渣浆代水成球工艺的应用	(396)
6.2.3 机立窑内通风阻力测定及实例	(386)	6.5.1 工艺简介	(396)
6.2.4 热电偶在机立窑壁测温的新技术	(387)	6.5.2 料球质量对比与分析	(396)
6.2.5 燃料热值的测定	(388)	6.5.3 熟料质量对比与分析	(397)
6.2.6 立窑部分单项测量仪表选型与应用	(389)	6.5.4 掺渣量	(398)
6.3 水泥工厂水平衡及节水	(392)	6.5.5 技术评析	(398)
6.3.1 概述	(392)	6.6 除尘污水在预湿成球上的利用	(398)
6.3.2 水泥工厂水平衡及节水潜力	(392)	6.6.1 工艺简介	(398)
6.4 计算机在水泥立窑熟工测量中的应用	(394)	6.6.2 效果分析	(399)

7 立窑生产特种水泥实用新技术

7.1 概述	(401)	7.4.1 配料方案设计和生产	(409)
7.2 425R 道路水泥的生产	(402)	7.4.2 技术分析	(412)
7.2.1 道路水泥熟料的矿物组成和率值设计	(402)	7.5 利用磷渣和矿渣配料生产道路水泥	(412)
7.2.2 425R 普通硅酸盐道路水泥生产中试	(403)	7.5.1 配料	(412)
7.2.3 道路水泥在立窑上的煅烧要点	(404)	7.5.2 工业生产效果对比	(413)
7.2.4 技术评析	(405)	7.5.3 经济和社会效益	(414)
7.3 提高道路水泥使用性能	(405)	7.6 石灰石硅酸盐水泥的开发与生产	(414)
7.3.1 道路水泥的路面性能和施工特点	(405)	7.6.1 试验分析及掺加石灰石技术参数	(414)
7.3.2 提高道路水泥使用性能的技术措施	(406)	7.6.2 生产实践	(416)
7.4 利用磷渣配料生产道路水泥	(409)	7.6.3 技术分析	(417)
		7.7 高掺量石灰石硅酸盐水泥的生产	(417)
		7.7.1 生产试验	(417)

7.7.2 经济效益分析	(418)	7.15 粉煤灰少熟料复合水泥	(439)
7.7.3 技术评析	(418)	7.15.1 粉煤灰复合水泥的试验材料	(439)
7.8 彩色硫铝酸盐水泥生产方法	(419)	7.15.2 粉煤灰复合水泥的配比及性能 ...	(440)
7.8.1 原材料及水泥色彩影响因素	(419)	7.15.3 工程试用情况	(441)
7.8.2 实例	(419)	7.16 425R 粉煤灰硅酸盐水泥生产	(442)
7.8.3 技术评析	(421)	7.17 磷石膏低碱水泥	(443)
7.9 立窑烧制彩色水泥熟料的研制	(421)	7.17.1 熟料烧成	(443)
7.9.1 理论依据	(421)	7.17.2 水泥制成	(444)
7.9.2 工业性模拟实验	(421)	7.17.3 水泥使用	(444)
7.9.3 实验结果	(422)	7.17.4 经济效益分析	(444)
7.9.4 实验分析	(423)	7.18 混合水泥的生产及应用	(445)
7.9.5 技术评析	(423)	7.18.1 混合水泥的组分及主要反应 机理	(445)
7.10 煤矸石配料生产绿色水泥熟料	(423)	7.18.2 混合水泥生产设备工艺及性能 指标	(446)
7.10.1 原料及工艺特点	(423)	7.19 铜矿渣-石灰石-矿渣复合水泥	(448)
7.10.2 熟料的着色及烧成过程	(424)	7.19.1 原材料	(448)
7.10.3 产品性能及应用	(425)	7.19.2 生产过程控制	(449)
7.10.4 技术经济效果分析	(426)	7.20 明矾石膨胀水泥与建筑物的刚性 防水	(450)
7.11 微细水泥的生产、性能和用途	(426)	7.20.1 主要性能及用途	(450)
7.11.1 微细水泥的性能	(427)	7.20.2 技术经济评述	(451)
7.11.2 微细水泥的用途	(428)	7.20.3 应用实例	(452)
7.11.3 微细水泥的生产	(428)	7.21 稳定生产含硫铝酸盐硅酸盐水泥 熟料	(452)
7.12 立窑生产高水速凝固化充填材料	(430)	7.21.1 理论讨论	(452)
7.12.1 在 $\varnothing 0.4\text{ m} \times 1\text{ m}$ 简易土立窑上的 试制	(430)	7.21.2 原燃料及配料方案	(453)
7.12.2 在 $\varnothing 3\text{ m} \times 11\text{ m}$ 盘塔式机立窑上 的试烧	(432)	7.21.3 熟料性能及化学成分	(453)
7.13 超细水泥灌浆材料的发展及应用	(433)	7.21.4 主要技术措施	(454)
7.13.1 概况	(433)	7.21.5 技术分析	(455)
7.13.2 工作性能	(434)	7.22 生产 425 号早强低碱度硫酸盐水泥	(455)
7.13.3 国内外发展情况及应用	(435)	7.22.1 试产过程	(456)
7.13.4 存在的问题及发展趋势	(436)	7.22.2 技术难点分析	(457)
7.14 生产 225 号粉煤灰砌筑水泥	(436)	7.22.3 技术评析	(458)
7.14.1 第一阶段的试验与生产	(436)		
7.14.2 第二阶段的试验与生产	(438)		
7.14.3 生产粉煤灰砌筑水泥的效益	(439)		

8 袋装和散装水泥实用新技术

8.1 概述	(460)	精度的方法	(464)
8.2 袋装水泥技术	(460)	8.2.4 ZBBXE(EF)型电子固定式包装机 使用及改进	(465)
8.2.1 提高固定式水泥包装量合格率 的措施	(460)	8.2.5 ZBBXE(SG)型固定式包装机自动 称量系统改进	(466)
8.2.2 WKB 型水泥包装机操作管理经验 ...	(463)	8.2.6 G4201 固定式包装机的改进	(468)
8.2.3 提高 WKB 型水泥包装机机计量			

- 8.2.7 水泥包装机的水泥输送方式 (469)
- 8.2.8 水泥包装机输料装置的改进 (470)
- 8.2.9 双嘴包装机的破包处理机制作
技术 (473)
- 8.2.10 太空包设施 (474)
- 8.2.11 吨包装水泥集装技术 (474)
- 8.2.12 自制水泥袋打号机 (477)
- 8.2.13 叠包机滑动道上自动刹车装置 ... (480)
- 8.2.14 自制振动筛技术 (480)
- 8.2.15 加强全面质量管理降低纸袋破
损率 (481)
- 8.3 散装水泥技术 (482)
 - 8.3.1 散装水泥电子计量仓 (482)
 - 8.3.2 转子计量秤在散装水泥中的应用 ... (484)
 - 8.3.3 新型散装水泥无尘装车机 (486)
 - 8.3.4 新型散装水泥流动罐转运设备 ... (488)
 - 8.3.5 散装水泥库侧装车工艺 (490)
 - 8.3.6 水泥库侧散装水泥装置的改造 ... (492)
 - 8.3.7 散装机下料嘴的改进 (494)
 - 8.3.8 散装水泥的质量控制及其取样 ... (494)
 - 8.3.9 利用原有工艺设施确保出厂散装
水泥质量 (496)

9 配料与计量实用新技术

- 9.1 概述 (498)
- 9.2 配料实用新技术 (498)
 - 9.2.1 核子秤在生料配料中的应用 (498)
 - 9.2.2 核子秤配料系统的工艺配置 (500)
 - 9.2.3 调速定量給料秤与核子秤的比较 ... (501)
 - 9.2.4 TPY 调速式圆盘秤应用 (503)
 - 9.2.5 调速皮带秤上溜口的改进 (504)
 - 9.2.6 微机电子秤故障现场解决方法 ... (505)
 - 9.2.7 微机进行生料配料的改进措施 ... (506)
 - 9.2.8 XK-3102 型微机秤的改进 (507)
 - 9.2.9 失重秤在立窑水泥厂的应用 (508)
 - 9.2.10 M90S 失重秤在熟料配料中的
应用 (510)
 - 9.2.11 采用斗式秤提高生料合格率 (512)
 - 9.2.12 改造斗式秤提高计量精度 (513)
- 9.3 计量实用新技术 (515)
 - 9.3.1 自动控制熟料计量运转车 (515)
 - 9.3.2 遥控磅秤定量給料 (516)
 - 9.3.3 ICS 型水泥熟料电子秤 (518)
 - 9.3.4 熟料变化对核子秤计量精度的
影响 (520)
 - 9.3.5 水泥熟料连续动态称重的新方法 ... (521)

10 立窑水泥厂除尘实用新技术

- 10.1 概述 (523)
- 10.2 生料磨系统中除尘器的应用 (523)
 - 10.2.1 晶体管高压静电除尘器在生料磨
上的应用 (523)
 - 10.2.2 生料磨解决电除尘器绝缘子放电
技术 (524)
 - 10.2.3 XD 型旋电式高压静电除尘器在
生料烘干系统中的应用 (526)
 - 10.2.4 立窑厂生料磨系统的除尘 (527)
 - 10.2.5 PPCS-64-6 气箱脉冲袋式除尘器
在立磨系统的应用 (530)
 - 10.2.6 “傻瓜式”回转反吹风袋除尘器 ... (531)
 - 10.2.7 八管静电除尘器电场结构的
改进 (534)
- 10.3 水泥磨系统除尘器的应用 (535)
 - 10.3.1 水泥磨高压静电收尘器 (535)
 - 10.3.2 水泥磨套筒型高压静电除尘器 ... (537)
 - 10.3.3 水泥磨除尘系统的改造 (539)
 - 10.3.4 8m² 电除尘器在水泥磨上的
应用 (540)
- 10.4 烘干系统中除尘器的应用 (542)
 - 10.4.1 粘土烘干系统电除尘器的技术
改造 (542)
 - 10.4.2 重力沉降室在煤烘干系统的
应用 (543)
 - 10.4.3 GL1.2×13B 超高压静电除尘器
在煤烘干机上的应用 (544)
 - 10.4.4 抗结露玻纤袋除尘器在烘干机
上的应用 (545)
 - 10.4.5 FVB-300 微振反吹扁袋除尘器
的应用 (548)
 - 10.4.6 复合式湿法水除尘器在烘干机
上的应用 (549)
 - 10.4.7 原料烘干机尾气除尘系统改造 ... (552)

10.4.8 立管式高压静电收尘器的防 结露	(553)	及改进	(596)
10.4.9 电收尘清灰锁风装置的改进	(555)	10.5.17 立窑水除尘器存在的问题和 改进	(599)
10.4.10 烘干机电除尘器保温材料 选用	(556)	10.5.18 SDG型立窑湿法静电除尘器 ..	(601)
10.4.11 宽间距电除尘器在烘干机上的 应用	(557)	10.5.19 立窑静电除尘系统	(604)
10.4.12 电除尘器极板的改造	(560)	10.5.20 立窑电除尘器存在的问题及 改进	(606)
10.4.13 解决烘干高压静电收尘器结露 的方法	(560)	10.5.21 机立窑二级除尘系统	(608)
10.5 立窑系统中除尘器的应用	(563)	10.5.22 立窑烟气排放系统的改造	(610)
10.5.1 玻纤袋除尘器的选择及应用	(563)	10.5.23 机立窑出料口除尘方法	(611)
10.5.2 玻纤袋除尘器烧袋原因及其 预防	(565)	10.6 其它系统中除尘器的应用	(612)
10.5.3 玻纤袋除尘器与看火操作	(567)	10.6.1 库底收尘技术	(612)
10.5.4 立窑“四新”技术及大布袋除尘 器的应用	(569)	10.6.2 熟料库下除尘系统设计及其 应用	(615)
10.5.5 LFEF除尘器在立窑上一机 多用	(571)	10.6.3 生料配料除尘系统的改造	(616)
10.5.6 XKLDC型袋式除尘器在立窑上 的应用	(574)	10.6.4 无动力料封缓冲仓-布袋除尘装 置在破碎系统中的应用	(618)
10.5.7 新型干式除尘器在立窑上的 应用	(577)	10.6.5 低阻型旋风筒与袋式除尘器在 石灰石破碎系统中的应用	(620)
10.5.8 立窑新型湿法除尘器系统的 应用	(578)	10.6.6 水泥包装系统HM型除尘器的 应用	(621)
10.5.9 立窑湿法除尘器	(581)	10.6.7 水泥包装袋表面除尘设备的 改进	(623)
10.5.10 SC型机械立窑湿法除尘器	(583)	10.6.8 包装车间的粉尘治理	(624)
10.5.11 立窑湿法高压静电组合式除尘 器的应用	(585)	10.6.9 水泥散装实现无尘操作	(626)
10.5.12 湿法高压静电组合式除尘器使 用中应注意的问题	(587)	10.6.10 简易立式高压静电除尘器在仓 顶的应用	(626)
10.5.13 水浴除尘器的防腐	(588)	10.6.11 低压喷吹脉冲袋式收尘器在原 料库顶的应用	(628)
10.5.14 机立窑高效湿法除尘	(589)	10.6.12 立窑配煤站扬尘的治理	(630)
10.5.15 冷凝核化机理在立窑除尘工艺 中的应用	(593)	10.6.13 斗式提升机吸风口位置与除尘 ..	(631)
10.5.16 立窑湿法除尘技术存在的问题		10.7 噪音的综合治理	(633)
		10.7.1 罗茨风机噪音的综合治理	(633)
		10.7.2 鼓风机房的消音防振	(636)
		10.7.3 鼓风机进风净化池的应用	(637)
		10.7.4 水泥厂噪音治理	(638)

11 输送设备实用新技术

11.1 概述	(643)	改进	(645)
11.2 提升机实用技术	(643)	11.2.3 斗式提升机上链轮的改进	(646)
11.2.1 斗式提升机改用钢丝绳牵引 技术	(643)	11.2.4 斗式提升机链斗制造的好方法 ..	(647)
11.2.2 斗式提升机尾部拉紧装置的		11.2.5 斗式提升机下料管的改进	(648)
		11.2.6 斗式提升机进料口的改进	(648)

11.2.7 斗式提升机增加输送量的技术 改进	(648)	11.3.20 自制管式螺旋喂料机	(673)
11.2.8 斗式提升机下部调节装置的 改进	(649)	11.3.21 粉料单管螺旋喂料机结构的 改进	(674)
11.2.9 斗式提升机下链轮传动部分的 改进	(650)	11.4 带式输送机	(675)
11.2.10 斗式提升机张紧机构的改进 ...	(650)	11.4.1 气垫带式输送机的应用	(675)
11.2.11 斗式提升机垮链事故的保护	(650)	11.4.2 皮带输送机槽型上托辊的改装 ...	(678)
11.2.12 斗式提升机的改进	(651)	11.4.3 带式输送机皮带快速胶接	(678)
11.2.13 改变斗式提升机的装载方向节 能降耗	(653)	11.4.4 废旧皮带的综合利用	(680)
11.2.14 链轮提升机被动轮的滚筒化 改进	(655)	11.4.5 TD75-B650 胶带机喂料车的 改进	(682)
11.2.15 D250 皮带提升机的链条化 改进	(656)	11.4.6 胶带输送机防胶带跑偏改进	(682)
11.2.16 PL350 斗式提升机的改进	(657)	11.4.7 延长斜坡皮带使用寿命的方法 ...	(683)
11.2.17 提升机地坑的改进	(658)	11.4.8 双向输送皮带机的设计与应用 ...	(684)
11.3 螺旋输送机的实用技术	(659)	11.5 气力输送设备	(685)
11.3.1 螺旋输送机边链承接技术	(659)	11.5.1 空气斜槽堵塞的解决方法	(685)
11.3.2 螺旋输送机的平接技术	(659)	11.5.2 空气斜槽用于水泥输送应注意 的问题	(686)
11.3.3 螺旋输送机垂直接接技术	(660)	11.5.3 空气输送斜槽使用中常见故障 及解决措施	(687)
11.3.4 螺旋输送机机头装置的改进	(661)	11.5.4 延长空气斜槽过滤帆布寿命的 措施	(689)
11.3.5 螺旋输送机的几点改进	(662)	11.5.5 单仓泵的技术改进	(689)
11.3.6 螺旋输送机溢料报警器	(663)	11.5.6 单仓泵加装助吹管解决堵管道 的难题	(692)
11.3.7 增强自润滑铸型尼龙轴瓦在螺 旋输送机上的应用	(665)	11.5.7 解决单仓泵排气污染的方法	(692)
11.3.8 自制螺旋输送机外加回转筛	(666)	11.5.8 仓式气力输送泵的改进	(693)
11.3.9 螺旋输送机螺旋轴与联接轴连 接方式的改进	(666)	11.5.9 陶瓷钢复合弯管在气力输送中 的应用	(695)
11.3.10 螺旋输送机的密封	(667)	11.5.10 库底仓式输送泵的改进	(696)
11.3.11 螺旋输送机配套电机及传动方 式的改进	(667)	11.5.11 QPB喷射泵在生料输送中的 应用	(696)
11.3.12 螺旋输送机吊轴的改进	(668)	11.5.12 喷射泵的改进	(698)
11.3.13 防止螺旋输送机螺旋磨损的 方法	(669)	11.5.13 CMB型脉冲泵的改进	(700)
11.3.14 螺旋输送机叶片的修复	(669)	11.5.14 螺旋泵密封装置及耐磨材料的 改进	(701)
11.3.15 螺旋喂料机简易稳流方法	(670)	11.5.15 物料冲刷角在气力输送中的 应用	(702)
11.3.16 提高螺旋输送机轴承寿命方法 ...	(670)	11.5.16 气力输送管道转向装置	(703)
11.3.17 螺旋输送机悬挂轴承和平轴承 的改进	(671)	11.6 其它输送设备	(703)
11.3.18 双管螺旋喂料机尾部传动装置 的改进	(672)	11.6.1 新型粉粒状物料输送设备	(703)
11.3.19 自制中间传动的双进出料口 ...	(672)	11.6.2 链式输送机的使用及改进	(705)
		11.6.3 链式输送机的改进	(707)
		11.6.4 链式输送机在输送湿物料时的	

改进措施	(707)	11.6.10 MS60 型埋刮板运输机的改造 ...	(712)
11.6.5 链式输送机轨道的快速修复		11.6.11 GZS 惯性振动输送机的改造 ...	(712)
技术	(708)	11.6.12 曲柄摆摆输送机	(713)
11.6.6 截断链式输送机下料口导航解		11.6.13 简易链斗式熟料输送机	(715)
决带料技术	(709)	11.6.14 SB600 篦式输送机的改进	(716)
11.6.7 链式输送机的使用和维护	(709)	11.6.15 QBG 型链板输送机的改装	(717)
11.6.8 解决链式输送机链条带料措施 ...	(710)	11.6.16 KS-Ⅱ熟料输送机的改造	(718)
11.6.9 双环链埋板式输送机的改造	(711)	参考文献	(719)

总 论

江泽民总书记在党的十五大报告中指出“要着眼于全面提高国民经济整体素质和效益,增加综合国力和国际竞争能力,对经济进行战略性调整”。“真正走出一条速度快,效益好,整体素质不断提高的经济协调发展的新路子”。作为原材料工业和支柱产业之一的水泥工业,如何提高整体素质和实现经济新的增长,这是摆在我们面前的一个十分紧迫的现实问题。

我国是世界第一水泥生产大国,水泥产量占世界水泥总量的 1/3 以上,年产 5 亿吨水泥中,立窑水泥占 80% 以上。以立窑水泥为主体是我国水泥工业的特色。当前,如何实施国家建材局提出的“上大改小”、“限制、淘汰、改造、提高”的方针,是广大水泥工作者共同关注的重大问题。“控制总量、调整结构”是实现水泥工业整体素质提高和效益增长的主要途径。

1. 我国立窑水泥工业的发展过程

回顾我国立窑水泥工业的发展历程,不难看出,立窑水泥工业的大力发展和它主体地位的形成,是由我国的国情所决定的。立窑水泥工业在我国的兴起,已有 40 年的历史。1956 年以前立窑水泥年产量只有 2 万多吨,仅占全国水泥总产量的 1.4%。1957 年冬,在全国大办农田水利建设的牵动下,水泥的需求量急剧增加,在中央“大中小并举”和“土洋并举”的方针号召下,全国各地掀起了由地方政府和乡镇集体筹资兴建小型土立窑水泥厂的高潮,当时的建材部水泥设计院还专门提供了年产 3.2 万吨水泥生产线的标准设计,从此,它以中央提出的“五小工业”跻身于我国水泥工业。到 1973 年首次超过了回转窑水泥的产量,达到 1965 万吨,占当时全国水泥产量的 52.66%,到 1985 年就跃居水泥总产量的 80% 以上,占我国水泥生产的主体地位。从 1986 年到 1995 年的十年间,回转窑水泥产量从 3185 万吨增长到 4765 万吨,每年平均增长 160.7 万吨;而立窑水泥产量却从 11436 万吨猛增到 42826 万吨,平均年增长 3139 万吨,其产量增加速度是回转窑的近 20 倍。

我国立窑水泥工业的发展,经历了三个高峰期,前两个高峰期是 50 年代和 60 年代两次全国农田水利建设高潮的牵动;第三个高峰期是改革开放后国民经济持续高速发展的牵动。由此可见,立窑水泥为我国国民经济建设作出了重大的历史贡献,有力地支持了改革开放后二十年的国民经济的持续高速发展,为确立我国世界水泥第一生产大国的地位起了决定性的作用。在我国,立窑水泥的历史使命尚未结束,它将继续支撑跨世纪国民经济建设和水泥工业的发展。立窑水泥工业的生命力在于现代立窑企业的崛起。随着生产技术的不断发展和市场的激烈竞争,优胜劣汰是必然的规律。

2. 我国立窑水泥生产技术的进步

我国立窑水泥的大力发展带动了生产技术的进步,而科学技术的进步反过来又促进了立窑水泥的大力发展。总结归纳我国立窑水泥生产技术的发展,大体经历了四个阶段:第一阶段是以“土”为主的普通立窑阶段;第二阶段是全面进行机械化改造的机械化立窑阶段;第三阶段是在“六五”、“七五”期间,经过摸索,开发总结了 14 项公认为行之有效的先进技术,并在“八五”期间,经国家计委和国家建材局批准成立了“水泥机立窑升级、节能技术改造专项”,国家科

委也按“机立窑综合节能技术”组织在全国推广。这 14 项技术,90 年代又进入了新一轮发展,包括立窑生产从原燃料、半成品到成品的各个有关工序。

80 年代 14 项技术是:

- (1) 石灰石均化;
- (2) 微机配料和配煤;
- (3) 生料均化库;
- (4) 复合矿化剂;
- (5) 生料和煤分别研磨;
- (6) 预加水成球;
- (7) 立窑热工参数连续测定监测;
- (8) 偏火控制,闭门暗火操作;
- (9) 综合改造窑体经验;
- (10) 磨机负荷自动控制,仪表检测;
- (11) 高效选粉机;
- (12) 沟槽衬板;
- (13) 新型高细磨;
- (14) 粉尘综合治理。

出现了品种技术后,将其列为第 15 项。

90 年代深化发展的 14 项技术:

- (1) 圆形库改造为均化库技术;
- (2) 微机配料改进提高;
- (3) 预加水成球系统改造;
- (4) 机立窑雾化除尘技术;
- (5) 优化窑体综合改造技术;
- (6) 小料球煅烧技术;
- (7) 加强球磨机钢球级配;
- (8) 生产特种水泥技术;
- (9) 加强环境保护;
- (10) 水泥颗粒级配及水泥性能;
- (11) 节能型沸腾燃烧室烘干机;
- (12) 水泥生产设备的科学管理;
- (13) 设备诊断、预防性诊断;
- (14) 窑、磨自控系统。

目前正处于第三个阶段,新的发展阶段称为第四阶段,即在“控制总量、上大改小、调整结构”;“限制、淘汰、改造、提高”的方针下,全面向现代化立窑发展的阶段。

但对整个立窑企业而言,水平参差不齐,先进与落后的差距很大。全国尚有数以千计的立窑企业仍然停留在第一阶段水平上。目前全国有 2000 多家无生产许可证的企业,均属于此类企业,就是已领取许可证的企业还有 344 台普通立窑,占有许可证立窑总数的 4.4%,这些初级阶段的立窑企业应该是加速淘汰的对象,不应跟随现代化立窑跨入 21 世纪。可喜的是,进入