

SHAN DONG SHENG DI FANG SHUI NI

山东省地方水泥 生产新技术

SHENG CHAN XIN JI SHU

主 编 王宗光

副主编 肖景星 陈 茜

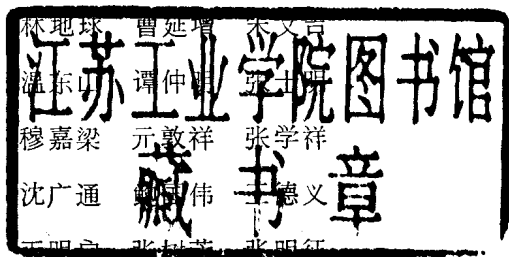
武汉工业大学出版社

山东省地方水泥生产新技术

主 编 王宗光

副主编 肖景星 陈 茜

编 委



曹志福 周明烈 张惠义

董国生 朱茂军 孙晋玉

武汉工业大学出版社

山东省地方水泥生产新技术

王宗光 主编

※

武汉工业大学出版社出版发行
(武昌珞珈路14号)

山东省济南市中興印刷厂印刷
(济南市庄官庄)

※

320×1168毫米 1/32开本 16.375印张 410千字

1989年9月第1版 1989年9月第1次印刷

印数1—3000册 定价10.00元

ISBN7—5629—0282—8/TQ·0013

前 言

地方水泥是我国水泥工业的一个重要组成部分。为逐步实现水泥工业的现代化，地方水泥必须依靠技术进步，积极开发和推广应用先进技术，促进科学技术转化为生产力，全面提高地方水泥的生产技术水平和科学管理水平。

近几年来，山东省地方水泥有了较大发展，在科研单位的协作下，企业以优质、高产、低消耗和文明生产为目标，在技术开发与推广应用方面做了大量工作，取得了显著的经济效益和社会效益。

《山东省地方水泥生产新技术》这本书，是在大量调查研究的基础上，针对国内地方水泥生产技术存在的主要问题，结合对国内外水泥技术发展动态的简要分析，系统地总结介绍了山东省地方水泥近几年来在开发与推广应用均化技术、新型计量技术、微机控制技术，节能利废技术以及特种水泥生产技术等方面所取得的典型经验，其中大部分是1985~1988年期间通过省级鉴定的成果。

总结与推广这些经验，是为了相互学习、取长补短、共同提高，以便在生产实践中逐步加以完善，并形成一整套适合于中国国情的地方水泥生产新技术，加快地方水泥科技发展的步伐。

本书在编写过程中，得到各级领导的热情关怀和许多单位的大力支持，山东建材学院张柏寿副教授对本书进行了审阅，同时本书还参考了部分有关资料，谨在此一并表示谢意。由于编写时间仓促及编者能力所限，书中疏误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

1989年9月

绪 论

一、国内外水泥生产技术的发展概况

1. 国外水泥生产技术的发展概况

波特兰水泥的生产，始于1824年，至今已有一个半多世纪的历史。在这期间，世界水泥生产技术有了飞跃发展。

从1887年出现回转窑到现在，回转窑经历了干法短窑、中空长窑、余热锅炉窑（1898年）、湿法长窑（1905年）、料浆蒸发机窑、立波尔窑（1930年）、悬浮预热器窑（1950年）和预分解窑（1971年）的阶段。

预分解窑由于具有单位容积产量高、熟料烧成热耗低、易于设备大型化、废气污染少等优点，在国外得到迅速发展。日本的窑外分解技术发展最快，研制成功的有SF型（1971年）、MFC型（1971年）、RSP型（1972年）、KSV型（1972年）、GG-NSP型（1974年）、D-D型（1976年）等。此外，西德研制的有普利波尔型（1973年）、皮罗克隆型（1974年）、以及丹麦史密斯的FLS型等等。

水泥立窑是一种最早的熟料煅烧设备。直到1910年才出现机械化立窑。自五十年代出现悬浮预热器窑之后，立窑生产方法才逐渐降为次要地位。六十年代初，由于旋窑能力不断增长，加之立窑本身存在的缺点，立窑在国外逐渐被淘汰。到七十年代末，国外只有250台左右立窑在生产。

水泥工业第一台球磨机是1883年由德国创制的。随着科学技术的发展，磨机结构也在不断改进和完善。

当前，国外粉磨系统大致分三种类型。

第一种是管（球）磨机系统。有风扫磨、磨尾提升循环磨、

中卸磨、以及带预破碎机的系统等。1973年国外研制出一种高细磨（康比丹磨），用以粉磨高细水泥，可节电30~60%。

第二种是辊式磨（又称立磨）系统。水泥工业的第一台辊式磨于1935年设于西德。辊式磨的类型有莱歇磨、法伊尔磨、彼得斯磨、MPS辊式磨、伯力鸠斯辊式磨、雷蒙磨等。辊式磨集破碎、粉磨、分级、烘干功能于一身，是一机多能的高效设备。它具有烘干能力大、粉磨效率高、电能消耗低、占用空间小、生料的化学成分和颗粒级配均齐、以及噪音低等优点，因此在国外得到普遍使用。

第三种是挤压粉磨系统。又可分为挤压机预粉磨系统和挤压机全粉磨系统。这是八十年代发展起来的粉磨新技术。该系统是将高达50~300兆帕的压力，通过轧辊直接施加于物料，将物料挤压成粉末及薄片，从而显著提高了它的破碎效率。挤压磨要比管磨节电25%以上，产量提高20~30%。挤压磨还具有噪音低、设备小、减少金属消耗等优点，是当前国外竞相开发的新技术。

此外，气落式磨在国外也有使用，但为数不多。正在发展中的新式磨机还有爆炸磨、行星式球磨、喷射磨、振动磨、多筒式球磨、冲击轮式磨机等。

近30多年来，国外水泥生产技术发展尤为迅速。发达国家的水泥工业大力发展新型干法生产，基本上实现了设备大型化、生产自动化、管理科学化和文明生产。各项技术经济指标也达到较高水平。

现在，日产2000~4000吨熟料的预分解窑已广泛使用，日本的KSV窑的日产能力已达8700吨。大型辊式磨的生产能力达到550吨/时， $\phi 5.6 \times 14$ 米原料磨的能力达350吨/时， $\phi 5.3 \times 15$ 米水泥磨的能力达170吨/时。

国外新建和扩建的现代化水泥厂，大都采用电子计算机进行生产控制。七十年代多设置中央控制室，对全厂生产过程进行集

中控制。近几年控制方式转向集散式控制，即利用微机对生产过程进行分散控制和集中操作管理，自动化技术达到很高水平。

目前，新型干法窑的热耗达到2880~3350千焦/公斤（690~800千卡/公斤熟料）。电耗一般为100~120度/吨水泥。发达国家的实物劳动生产率一般在1500吨/人·年以上，日本和西德分别超过8000和3500吨/人·年。

当前世界水泥工业研究的中心课题仍然是降低能源消耗、资源综合利用和环境保护问题。

2. 国内水泥工业生产技术发展概况

我国最早的水泥厂是1886年在广东澳门建成的，后于1889年停产。1892年在唐山又建成一座日产30吨的立窑厂。此后，陆续在广州、上海、南京、济南等地兴建了几家小水泥厂。到1949年，全国水泥产量仅为66万吨。水泥窑的类型有湿法回转窑、半干法立波尔窑、带余热锅炉和不带余热锅炉的干法中空窑以及普通立窑和机械化立窑。

五十年代中期，我国从东欧进口大批水泥生产设备。主要是丹麦的湿法生产线和民主德国的半干法生产线，并对此进行了改进和试制。到六十年代，国内可以制造 $\phi 3.5 \times 145$ 米回转窑湿法成套设备和 $\phi 4 \times 60$ 米立波尔窑半干法成套设备。六十年代中期，国内开始进行立筒预热器窑和旋风预热器窑的中间试验。七十年代建成一个 $\phi 3 \times 45$ 米和两个 $\phi 4 \times 60$ 米的立筒预热器窑。此后又建成三条 $\phi 4 \times 60$ 米旋风预热器窑生产线。

我国经济进入开放时期后，水泥生产技术获得迅速发展。1978年冀东水泥厂和宁国水泥厂开始引进日产4000吨熟料窑外分解干法成套设备，并分别于84年9月和85年9月建成投产。此后，又在福建、广西和广东分别引进4台预分解窑干法成套设备，即顺昌水泥厂引进澳大利亚日产2000吨熟料成套设备，柳州水泥厂引进丹麦日产3000吨成套设备，云浮水泥厂引进法国日产2000吨

成套设备和珠江水泥厂引进丹麦日产4000吨成套设备。另外，江苏淮海水泥厂从罗马尼亚进口一套日产3000吨熟料的预热器窑干法装备。

我国在七十年代自行建设的新疆、本溪和沛县水泥厂的预分解窑干法生产线，也从国外进口了部分配套单机，从而使这些生产线很快得以正常运转。

通过对国外设备的消化吸收，国内设计出日产700吨熟料的预分解窑成套设备，用于上海川沙水泥厂和其它新建、扩建的水泥厂。

八十年代初，国家建材局组织了日产2000吨熟料预分解窑干法生产线成套设备的设计、制造和建设，并于86年底在江西水泥厂建成投产。现在鲁南水泥厂和耀县水泥厂也在建设日产2000吨熟料生产线。我国新型干法生产技术达到了一个新水平。

在我国水泥工业中，地方水泥是一个重要的组成部分。我国现有地方水泥厂6000多个，地方水泥的产量占全国水泥总产量的80%以上。它对缓和水泥供需矛盾起着重要作用。它具有投资少、建设速度快和设备容易解决等优点。从我国国情出发，国家建材局已确定我国水泥工业发展采取大中小相结合的方针。在一个相当长的时期内，地方水泥将与大中型水泥并存发展。

解放前我国有五个立窑水泥厂。在五十年代末第一个小水泥发展高潮中，主要推广普通立窑。六十年代初，科研设计单位开始研究机械化立窑。到七十年代第二次大发展时期，普通立窑、机械化立窑、半机械化立窑、小回转窑和鸭蛋窑等各种窑型一齐发展。七十年代末基本形成 $\phi 1.5 \sim 1.7 \times 7 \text{ m}$ ， $\phi 2.0 \sim 2.2 \times 8 \text{ m}$ 和 $\phi 2.5 \sim 2.9 \times 10 \text{ m}$ 三种规模的机械化立窑成套设备。1980年以后，国家对地方水泥采取了以提高质量和降低成本为目标的一系列政策措施，使地方水泥走上健康发展的道路。在生产发展上，明显的特点是普通立窑改为机械化立窑，小立窑扩建为大立窑。

在技术发展上，则是采用了现代新技术。这些技术主要包括：生料均化，全黑生料配煤系统，预加水成球， γ 射线控制立窑料封卸料，电子计算机技术用于生料磨自动配料、预加水成球、立窑烧成带自动控制和磨机的负荷控制等。这些技术对地方水泥提高产、质量，改善劳动条件和解决粉尘污染问题，都起到明显作用，使机立窑生产技术水平提高到一个新水平。

3. 山东省地方水泥发展概况

山东省地方水泥的发展过程，基本上与全国情况一样。

1949年山东省只有济南水泥厂一家立窑厂，年产1500吨水泥。经过近40年的发展，现全省已有水泥企业478家。其中县以上企业135个（立窑厂130个、旋窑厂5个），乡镇企业343个。

尤其是近十年来，山东省地方水泥工业发展很快，生产技术水平也有较大幅度的提高，主要表现在以下几方面：

（1）产量大幅度增长

全省水泥产量由1980年的571万吨增长到1987年的1559万吨。其中县以上水泥1046万吨，乡镇水泥513万吨。

（2）质量稳定提高

全省水泥熟料标号由1980年的472号提高到1987年的548号。

出厂水泥合格率由1980年的95.78%提高到1987年的99.95%。

大部分县以上水泥厂能有计划地生产425*水泥，部分企业可以有计划地生产525*和525R水泥。

（3）能耗逐步降低

全省吨熟料耗标准煤由1980年的145公斤降低到1987年的139.25公斤。威海市和烟台市分别达到112.47公斤和116.5公斤。招远县水泥厂和栖霞县水泥厂分别达到103.4公斤和107.8公斤。

全省吨水泥综合电耗由1980年的90.28度降低到1987年的89.71度。烟台市达到78.62度。海阳水泥厂达到71.6度。

栖霞县水泥厂获国家节能金牌奖，招远县水泥厂获国家节能银牌奖。近几年来还有40多个企业被评为省节能先进单位。

(4) 生产效率明显提高

全省实物全员劳动生产率由1980年的92.67吨/人·年提高到1987年的158.5吨/人·年。

(5) 文明生产进步较快

全省135个县以上地方水泥厂，有80%的企业已不同程度地开展了粉尘治理工作，有15%的企业基本达到文明生产的要求。胶州市水泥一厂成为山东省地方水泥工业扬尘点治理率先全面达标的单位。

(6) 生产新技术的开发和推广取得良好成效

近几年，山东省县以上水泥企业基本实现了机械化生产。普遍推广应用了复合矿化剂煅烧技术和预加水成球技术。通过技术改造，稳定工艺，在诸城水泥厂和临淄水泥厂实现了闭门操作。在分别开发成功生料配料、生料配煤，预加水成球、立窑煅烧、水泥配料和磨机负荷的微机控制技术的基础上，又在济南水泥厂和招远县水泥厂建成国内地方水泥最早的两种类型的全厂集散式微机控制与管理系统，从而在立窑控制自动化方面处于国内领先地位。为适应经济建设的需要，近两年又先后用机立窑生产出道路水泥、抗硫酸盐水泥、明矾石膨胀水泥、快硬水泥和大坝水泥等特种水泥。并利用粉煤灰、煤矸石、赤泥等工业废渣和页岩生产高标号水泥。在节约能源和消烟除尘方面也采取了一些新技术，取得了成效。

二、国内地方水泥生产中存在的问题

国内的地方水泥厂大多是土法上马、因陋就简建成的，虽几经改造，但仍存在不少问题。主要是技术装备落后，生产工艺不

完善，文明生产程度差，企业科学管理水平和职工素质低，因此主要技术经济指标和企业经济效益一般比大中型水泥厂差。

从生产技术角度来讲，地方水泥主要存在以下几个问题：

1. 原料预均化和生料均化技术十分落后，或者没有预均化，造成入窑生料成份波动较大。

2. 生料配料、生料配煤工艺技术及计量装置落后，造成计量不准，配料、配煤不准，达不到工艺要求。

3. 成球技术落后，料水比控制调整不准、不及时，来料波动大，造成成球质量差，影响立窑的煅烧。

4. 立窑通风不均，中部通风很差，这是立窑本身存在的主要缺点。

5. 立窑操作技术落后。由于均化不好，配料、配煤不准，造成热工制度不稳定，必须开门操作。每台立窑需3~4名看火工，劳动强度大，工作环境恶劣。

6. 不重视水泥均化，造成出厂水泥质量波动大。经常出现出厂水泥富裕标号不够或严重超标号现象。

7. 生产控制及生产管理水平低。许多立窑厂机械化水平不高，检测控制手段落后，主要靠人工对生产过程进行监视、判断、调整和控制。

8. 多数立窑厂环境污染严重。立窑收尘问题没有很好解决，加之管理不善，文明生产程度很差。

三、国内地方水泥生产技术发展的方向

国家建材局提出“七五”期间地方水泥工业的指导方针是：“坚持改革，搞活企业；促进联合，提高效益；依靠技术进步，加速技术改造；加强企业管理，全面提高素质”。概括起来就是“改革、联合、改造、提高”八个字。

改革，主要是认真贯彻党的有关方针政策，要把搞活企业作为改革的出发点和落脚点。

联合，主要是推进资源、资金、技术、产销等跨行业、跨部门、多形式、多层次的横向经济联合。

改造，主要是围绕提高产品质量、降低原、燃料消耗和治理粉尘，进行全工艺的配套改造。在原料预均化、配料以至熟料烧成等各个生产环节上，系统地推广一批行之有效的技术成果，依靠技术进步，完善工艺，提高机械化水平。

提高，主要是按照企业“上等级”的要求，加强科学管理，使企业管理水平、经营水平和职工队伍的政治、技术、管理素质得到全面提高，为提高企业的经济效益打下基础。

根据这个方针，国家建材局提出，今后国内地方水泥的技术发展分两步走：第一步将现已开发出来的技术进行配套，完善和提高 $\phi 2\sim 2.2\times 8\text{ m}$ 和 $\phi 2.5\sim 2.9\times 10\text{ m}$ 两类机立窑成套设备技术水平；第二步是用八十年代新技术进一步提高机立窑生产技术水平。如生料制备系统采用立磨技术，水泥粉磨系统采用挤压磨技术；电子计算机集散控制立窑生产系统等等。在国内开发出世界第一流水平的立窑成套装备和技术。

当前，地方水泥存在的技术问题很多，不能设想只推广某一项新技术就可以得到全面解决。必须从根本上采取综合治理措施。因此，国内立窑厂的技术开发与改造应该围绕以下技术关键进行：

三个均化：原、燃料、生料及水泥的均化；

三个配比：原料配比，料、煤、水配比，以及水泥组份配比的准确配合；

三个自动化：生料磨、水泥磨及立窑生产控制的自动化。

抓好这些技术关键，就可以从根本上提高企业的三个水平，即计量装置水平，生产控制水平和生产科学管理水平，为企业实现优质、高产、低消耗、文明生产和全面提高经济效益打下坚实基础，为地方水泥工业现代化创造良好条件。

目 录

前言

绪论 (1)

- 一、国内外水泥生产技术的发展概况 (1)
- 二、国内地方水泥生产中存在的技术问题 (6)
- 三、国内地方水泥生产技术发展的方向 (7)

第一章 均化技术 (1)

- 一、概述 (1)
- 二、原燃料预均化 (2)
- 三、生料均化 (13)
- 四、水泥均化 (24)

第二章 计量技术 (26)

- 一、概述 (26)
- 二、悬臂式电子皮带秤 (27)
- 三、微机控制双悬臂皮带秤配料系统 (31)
- 四、微电脑调速式定量给料机 (33)
- 五、PC-51智能配料调速计量秤 (42)
- 六、减量法斗式微机配料控制系统 (46)
- 七、溜槽式固体流量计 (49)
- 八、智能料位仪 (53)

第三章 微机控制技术 (58)

- 一、概述 (58)
- 二、MCS-1型微机自动控制配料系统 (62)
- 三、WJS-1集散式微机配料控制系统 (71)
- 四、生料在线钙铁分析与成份配料微机控制系统 (79)

五、立窑差热煨烧配煤加料微机控制系统.....	(98)
六、预湿成球工艺料煤水配比自动控制系统.....	(107)
七、水泥机械立窑煨烧过程微机控制系统.....	(118)
八、立窑水泥生产过程微机控制及监测网络.....	(135)
九、立窑水泥生产过程与全厂监控管理微机网络系统	(158)
第四章 实用生产技术	(178)
一、概述.....	(178)
二、预加水成球技术.....	(183)
三、磨机负荷检测与自动控制技术.....	(195)
四、料煤分磨与自动配煤技术.....	(203)
五、立窑闭门操作技术.....	(209)
六、生产早强型水泥的技术措施.....	(218)
七、消烟除尘技术与措施.....	(233)
第五章 节能技术	(255)
一、概述.....	(255)
二、复合矿化剂在水泥生产中的应用.....	(257)
三、立窑降低煨烧煤耗的工艺措施.....	(279)
四、磨机节电的措施.....	(285)
五、老式旋风式选粉机改造为新式选粉机的试验.....	(294)
六、风动选粉机在圈流粉磨中的应用.....	(305)
七、调速液力偶合器在立窑鼓风机上的应用.....	(312)
八、进相机在水泥异步电动机的应用.....	(316)
九、新型耐磨材料的应用.....	(321)
第六章 工业废渣利用技术	(339)
一、概述.....	(339)
二、利用煤矸石生产水泥.....	(342)
三、利用粉煤灰代粘土配料生产425R粉煤灰水泥.....	(363)

四、用烧结法赤泥做水泥活性混合材.....	(377)
五、利用钢渣试产钢渣矿渣水泥.....	(393)
六、用页岩代替粘土配料生产525R普通水泥.....	(401)
第七章 特种水泥生产技术	(416)
一、概述.....	(416)
二、快硬硅酸盐水泥.....	(416)
三、明矾石膨胀水泥.....	(432)
四、道路硅酸盐水泥.....	(448)
五、抗硫酸盐硅酸盐水泥.....	(459)
六、硫铝酸盐快硬早强水泥.....	(469)
七、硫铝酸盐膨胀水泥.....	(483)
八、白色硅酸盐水泥.....	(496)

第一章 均化技术

一、概述

均化是水泥生产中十分重要的工艺环节，是生产优质水泥的先决条件。

水泥工业的均化，主要包括原、燃料、生料和水泥的均化。

预均化技术1905年始于美国的冶金工业，1959年开始应用于水泥工业，并得到迅速发展和推广。

原料预均化堆场在堆料时，是薄层相叠成堆，取料时横向切取而混合。通过堆、取、运而达到均化的效果。国外大型干法水泥厂预均化堆场的堆料方式有连续堆料、人字形堆料、水平层堆料、轴向堆料、交替堆料、波浪形堆料等数种。堆料的布置主要有平行布置、直线布置、圆形布置和地槽式布置（用于波浪式堆料法）四种。

水泥工业中粉状物料的均化技术最早用于生料均化。在空气均化技术出现以前，生料多采用机械倒库均化方法。国外五十年代开始研究生料空气均化工艺，曾采用过库外以及库内管道循环空气搅拌、空气机械搅拌等方法。但由于均化效果较差，在六十年代被间歇式空气均化法所代替。间歇式空气均化最常用的是库底分区充气均化法。分区方法有扇形、条形和环形等。六十年代末，一些国家开始研究连续式空气均化库，至今已有六、七种不同的型式，如彼得斯混合室搅拌库、锥形室搅拌库、IBAU中心室搅拌库等，其中以西德的混合室搅拌库发展较快。另外，还出现了双层均化库。近年来，国外又对节能型均化工艺进行研究，如漏斗型流动均化仓等。这种仓在卸料时，能使生料在垂直方向产生速度梯度，从而使成分不同的各层料相互混合，均化效

果很好。随着水泥工业科学技术水平不断提高,均化技术也在不断向更为简单、高效和节能的方向发展。

国外现代化立窑水泥厂从矿山开采到水泥储存都采取了均化措施。

长期以来,国内水泥工业对均化技术未引起应有的重视。尤其是地方水泥,在建厂和生产过程中,没有考虑或很少考虑原、燃料、生料和水泥的均化问题。这也恰恰是国内地方水泥质量较差的一个主要技术原因。

近年来,人们在生产实践中逐渐认识到均化技术的重要性。因此,均化技术日益受到人们的重视。

众所周知,从矿山开采到均化完毕的全过程,实际上也是物料不断均化的过程。在这个过程中,各阶段原料或生料的均化效果分别为:

选择开采矿石	1~1.5
中间贮存	1~1.5
破碎	1~1.5
预均化堆场	4~10
中间贮存	1~1.5
生料粉磨	1~2
连续式均化库	6~14
间歇式均化库	5~15

从以上可以看出,提高生料均化度的主要途径是原料预均化和生料均化。搞好这两个均化环节,就可以得到成分均匀、稳定的生料。

二、原、燃料预均化

当前,大多数地方水泥厂矿山的成分波动较大,燃料的成分和发热量变化也较大。这些都直接影响原、燃料配比的准确度和出磨生料的合格率。因此,原、燃料的预均化是生产优质水泥的首要