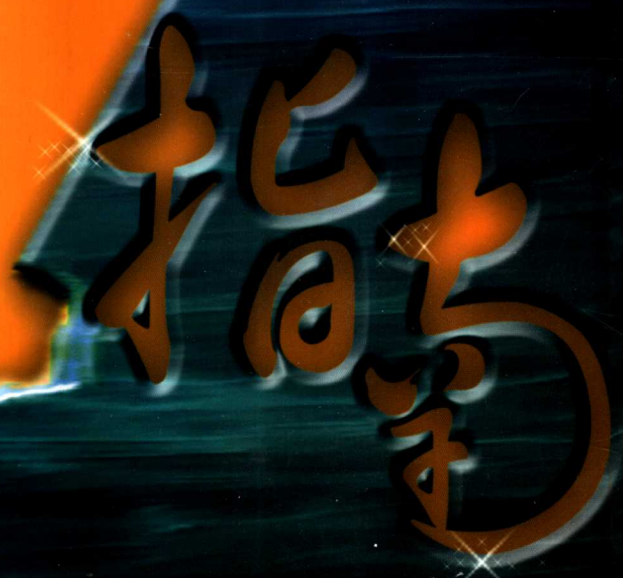


立窑水泥企业技术进步

主 编：李俭之

副主编：赵介山

陈绍龙



立窑水泥企业技术进步

中国水泥协会立窑研究会

中国矿业大学出版社

立窑水泥企业技术进步指南

中国水泥协会立窑研究会 编

主 编 李俭之

副主编 赵介山 陈绍龙



中国矿业大学出版社

内容提要

本书是应立窑研究会会员单位要求编著的,全书共分六章。第一章介绍具有中国特色的立窑水泥工业的发展历程与未来,阐述了现代立窑的概念和它的前途。第二章主要介绍现代立窑 20 项适用技术,20 项适用技术覆盖了立窑生产全过程。第三章是立窑与旋窑熟料、水泥及混凝土特性对比研究报告,揭示了许多鲜为人知的试验结果及规律。第四章论文汇编,主要汇编了现代立窑的技术论述和立窑水泥企业家关于现代立窑企业科学管理的论述。第五章设备介绍,由有关厂家介绍与 20 项适用技术相关的设备仪器。第六章附录,收集了常用水泥标准、水泥质量管理规程。

本书内容丰富,观点鲜明,理论论述清晰,文字简练,实用价值和可操作性强。可供立窑水泥企业领导、技术人员、重要岗位操作人员使用,也可供各级管理人员和水泥工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

立窑水泥企业技术进步指南/李俭之编. —徐州:
中国矿业大学出版社, 2003.1
ISBN 7 - 81070 - 657 - 8

I. 立… II. 李… III. 水泥 - 竖窑烧结 - 技术
- 中国 IV. TQ172.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 107001 号

书 名 立窑水泥企业技术进步指南
主 编 李俭之
责任编辑 宋党育
执行编辑 庄春来
出版发行 中国矿业大学出版社
(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)
印 刷 江苏徐州新华印刷厂
经 销 新华书店
开 本 787×1092 1/16 印张 24.75 插页 48 字数 690 千字
版次印次 2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷
印 数 1~5100 册
定 价 100.00 元

编辑委员会

顾 问 李明豫

主 任 李俭之

副主任 曾学敏 丁卫东 赵介山

委 员 (排名不分先后)

徐 宁	洪 琦	朱信之	马乃孝	张修基
张怀连	陈宗武	周汉清	周志明	徐惠明
赵育林	崔相臣	滕振旗	邱沛阳	方玉萍
丁奇生	顾惠元	颜碧兰	陈绍龙	庄春来
包 玮	焦永道	邱文斗	宋军华	程 伟
李桂兰	谢 钰	陆树标	安学利	姜子刚
翟 良	张大同	庞立湘	王文义	江志淦
秦至刚	王象明	黄锦扬		

序 言

立窑是水泥工业早期采用的熟料煅烧设备，由于自身热工性能上存在的缺陷，以及受单机生产能力难以大型化的限制，发达国家从上世纪 60 年代开始逐渐被回转窑淘汰。目前除中国之外，全世界每年仅有 2000 多万吨水泥由立窑生产，多分布在发展中国家。但 2001 年我国立窑生产的水泥却高达约 48000 万吨，占全国水泥总量的 73%，而且其中相当一部分立窑企业的经济技术指标已接近或达到先进的干法回转窑企业的水平。

我国立窑水泥工业是在国家经济实力不强、交通运输不够发达、资金严重短缺、而水泥供需矛盾又十分突出的情况下，在计划经济的体制中，为满足地方工农业建设对水泥的急需，由地方或企业以少量的投资办起来的，是依靠企业自身的积累而逐步发展壮大。20 世纪 50 年代中期和 60 年代末，它支撑了两次全国农田水利建设高潮；改革开放后，国民经济持续高速发展对水泥的巨大需求，推动了立窑水泥的发展，而立窑水泥的发展也对改变长期以来我国水泥供不应求的局面，做出了历史性贡献。

我国绝大多数立窑企业是土法上马，因陋就简地建设起来的，其工业起点很低。20 世纪 70 年代以来，特别是在改革开放形势的推动下，我国立窑水泥工作者进行了不断的技术改造和创新，开发了原燃料预均化、微机配料、全黑生料、复合矿化剂、预加水成球、暗火操作、窑体隔热保温、垂直送风卸料篦子、卸料管料位密封等一系列新技术，同时在企业管理上，逐步引入了符合市场经济规律的科学管理理念和管理模式。这些措施虽然还不能从根本上克服立窑自身存在的两大弊端，但对提高立窑单机生产能力和改善热工性能方面起到了很好的作用，从而使一部分立窑企业的生产技术和管理水平超过了国外立窑曾经达到过的最好水平。我国的立窑水泥工作者把它们称之为“现代立窑企业”。

由于我国地域辽阔，区域经济发展很不平衡，在量大面广的立窑企业中，有相当部分企业布局不合理，规模过小，生产方式落后，环境污染严重，有的还存在着乱开乱挖矿山，破坏矿山资源等严重违反可持续发展战略要求的问题，因此它们是我国水泥工业结构调整的重点。在调整中有一部分企业将在市场经济优胜劣汰机制的作用下被淘汰或依法被强制出局，有一部分企业将在满足市场需求的同时通过改造和提高向“现代立窑企业”的生产方式和管理模式转变，一些经济效益较好的先进立窑企业，将通过自身的资本积累，建设经济规模的新型干法生产线，加盟新型干法行列。

江泽民同志在庆祝建党 80 周年大会的讲话中指出：“对于仍然存在的不适应先进生产力和时代发展要求的一些落后的生产方式，既不能脱离实际地简单

地加以排斥，也不能采取安于现状、保护落后的态度，而要立足实际，创造条件加以改造、改进和提高，通过长期努力，逐步使它们向先进适用的生产方式转变”。这对水泥工业结构调整具有很强的指导意义。广大的立窑水泥工作者要在立窑企业逐步向先进适用的生产方式转变中，作出应有的贡献。《立窑水泥企业技术进步指南》一书，是我国立窑水泥工业技术进步的总结，它是集科研设计、大专院校、生产企业和设备制造厂，一大批优秀专家和企业家的集体智慧编著而成的。全书内容丰富，并具有很高的实用价值和可操作性，既有当代立窑新技术的系统介绍，又有许多先进企业的成功经验和重要论文，还有大量的先进设备、仪器展示。我相信，《立窑水泥企业技术进步指南》一书的出版，对水泥工业的结构调整和立窑生产技术的进步，将起到一定的推动作用。

李明豫

前 言

立窑水泥至今还占我国水泥总量的 70% 以上，它是在我国“大跃进”的特定历史年代兴起的，在 20 世纪 50、60 年代支撑了两次全国农田水利建设高潮，尤其是改革开放后，由于它的高速发展满足了国民经济持续高速发展对水泥的巨大需求，立窑水泥的历史贡献功不可没。

目前我国水泥工业正处在“控制总量、调整结构”的历史时期，国家加大了限制立窑发展和强制淘汰落后立窑的力度，尚不属于强制淘汰的广大立窑水泥企业，如何在产业结构调整中，找准自己的生存及发展的定位是当务之急，但众多立窑水泥企业至今犹豫不决，不知所措。立窑研究会许多会员单位强烈要求立窑研究会，为立窑水泥企业推荐先进可靠的适用技术及设备，以满足立窑企业升级技术改造的需要，推动立窑生产的技术进步。为此，立窑研究会成立后，立即组织专家委员会进行认真研究，并决定组织各专家组总结优化“八五”以来立窑生产的新技术、新设备。编写《立窑水泥企业技术进步指南》一书，以推动立窑水泥企业的技术进步，培育发展现代立窑水泥企业队伍，加速立窑水泥工业的结构调整。

在立窑研究会会员单位的大力支持下，经过编辑委员会和各专家组的共同努力，仅用了 10 个月的时间，就完成一部内容丰富、技术先进适用，涵盖面大，并具有较强的适用性和可操作性，长达 60 多万字的立窑水泥生产技术及企业科学管理的丛书，全书共分六个章节。

第一章概论。总结了我国立窑水泥工业的发展历程，论述了立窑水泥工业的未来，阐明了现代立窑是立窑水泥企业生存及发展(新型干法)的必由之路，在今后相当长的历史时期里，能与新型干法水泥企业共存的论据。

第二章现代立窑 20 项适用技术介绍。这 20 项新技术是在“八五”14 项技术的基础上总结优化的，并重点吸收了近年来开发的立窑生产新技术、新设备。这些技术是由 20 多名专家参与撰写并经专家委员会 60 多名专家进行审议通过的，可以广泛应用。

第三章“立窑与旋窑熟料、水泥及混凝土性能特点的研究报告”。该项研究课题是原国家建材局于 1996 年下达给中国建筑材料科学研究院的应用基础理论研究项目，立项的目的是通过科学试验搞清立窑水泥与旋窑水泥的质量究竟有无差别，有多大差别，以澄清和统一人们对立窑水泥质量的认识，为指导生产和制定我国水泥工业的产业政策提供科学依据。整个研究工作历时四年，于 2000 年底完成科研成果鉴定，其研究结论在国内大都属首次提出，成果达到国内领先水平。除再次证明先进的立窑水泥和先进的回转窑水泥基本一样，同属

优质水泥外(1981年建材研究院等8个单位“关于小水泥使用效果的调研报告”曾做过同样的结论),试验还发现了许多鲜为人知的结果及规律。本研究报告是首次全文发表,是一篇具有较高适用价值的研究论文。

第四章重要论文汇编。本章共汇编了29篇重要论文,少数文章曾在有关报刊上发表过,这次又进一步修改和充实了一些新的内容,多数论文是专为本书撰写的。论文内容涵盖了立窑生产的全过程,与20项适用技术相互对应。尤其是特约了立窑研究会会员单位的9位企业家,撰写的关于现代立窑企业科学管理的论文,内容极其丰富,既有创业的成功经验介绍,又有企业管理的具体做法和具有特色的企业文化,很值得学习借鉴。

第五章20项适用技术的相关设备,仪器介绍。所谓相关设备、仪器,是20项适用技术的支撑设备与仪器。本章介绍的设备仪器,都是经过立窑研究会全体专家和用户代表评议过的,并确认是目前市场上同类产品中质量性能相对好的和较好的产品。

第六章附录。收录了常用水泥标准,通用水泥质量等级标准,水泥企业质量管理规程和水泥厂大气污染物排放标准等有关标准和规程,以便于企业实施现代立窑企业目标的对照参考。

《立窑水泥企业技术进步指南》是在立窑研究会全体会员单位的支持下,集立窑研究会专家委员会60多名专家的集体智慧编写而成的,既有理论论述,又有实践经验介绍和操作要点,是一部实用价值很高的立窑水泥工作者的专业用书。它的出版发行,一定会得到广大立窑水泥工作者的欢迎,对我国立窑水泥工业的技术进步必将产生积极的影响。

目 录

第 1 章 概 论

我国立窑水泥工业的兴起与未来.....	(1)
一 我国立窑水泥工业的兴起.....	(2)
二 改革开放推动了立窑水泥工业的大发展和技术进步.....	(3)
三 现代立窑企业具有较强的市场竞争力.....	(5)
四 现代立窑是立窑水泥企业生存及发展新型干法的必由之路.....	(8)

第 2 章 现代立窑 20 项适用技术

编者按	(11)
一 原燃料预均化技术	(12)
二 生料与水泥均化技术	(17)
三 生料配料方案的改进及选择技术	(21)
四 率值配料及黑生料配热技术	(24)
五 预粉碎技术	(30)
六 助磨剂应用技术	(36)
七 烘干节能技术	(40)
八 新型磨机应用技术	(44)
九 高效选粉机应用技术	(50)
十 预加水成球及小料球快速煅烧技术	(54)
十一 立窑节能型衬里配套技术	(59)
十二 立窑卸料篦子选择与应用技术	(62)
十三 暗火闭门操作技术	(66)
十四 立窑企业粉尘治理技术	(72)
十五 生产过程质量控制与管理技术	(79)
十六 立窑企业生产过程自动控制技术	(83)
十七 化学仪器分析与物理检验技术	(89)
十八 资源综合利用技术	(97)
十九 变频调速节能技术.....	(103)
二十 群窑大磨工艺技术.....	(110)

第3章 立窑与旋窑熟料、水泥及混凝土性能特点的研究

编者按	(115)
1 前言	(118)
2 研究思路	(118)
3 试验样品	(119)
4 实物水泥试验结果	(120)
5 立窑与旋窑熟料实物的比较研究	(122)
6 结论	(130)

第4章 论文汇编

编者按	(131)
现代立窑综合技术及单项技术论述	
一 立窑水泥企业如何在竞争中求生存求发展	(132)
二 立窑水泥企业的技术进步	(143)
三 山东省立窑水泥的发展方向——走现代立窑之路	(153)
四 机立窑的技术管理与提高	(160)
五 立窑生产高标号水泥熟料及节能高产技术	(169)
六 立窑烧高标号熟料配料技术	(178)
七 预湿成球工艺中的一些问题	(182)
八 强化窑体保温降低立窑煤耗	(189)
九 关于机立窑扩大内径的技术改造	(194)
十 关于大直径机立窑的技术改造	(200)
十一 提高管磨机粉磨性能的理论与实践	(204)
十二 球磨机优质节能高产评析	(209)
十三 提高磨机产量、质量的技术措施	(216)
十四 关于立窑收尘技术的研讨	(223)
十五 立窑除尘技术的研究与实践	(229)
十六 低品位原料及工业废渣利用技术	(234)
十七 利用工业废渣实现低煤耗快烧	(242)
十八 水泥物理检验技术	(249)
十九 认真贯彻三个行业规章 确保水泥产品质量	(254)
二十 立窑水泥企业实施 ISO14001 的必要性	(259)

现代立窑水泥企业科学管理论述

二十一 立窑水泥路在何方·····	(264)
二十二 打造名牌产品 造就丛林辉煌·····	(268)
二十三 企业竞争力之我见·····	(272)
二十四 以创新求发展——淄博齐银水泥有限公司管理创新纪实·····	(275)
二十五 精心打造品牌 挥汗擦亮蓝天·····	(280)
二十六 管理是企业生存和发展的重要基石·····	(285)
二十七 立窑水泥企业要跟上时代的步伐·····	(291)
二十八 立窑水泥企业出路探讨·····	(294)
二十九 励精图治 创新创业——建立现代立窑水泥企业·····	(299)

第5章 “20项”适用技术的相关设备仪器介绍

编者按·····	(307)
----------	-------

第6章 附 录

常用水泥标准及规程

一 GB175—1999 硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥 ·····	(310)
二 GB1344—1999 矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥 及粉煤灰硅酸盐水泥·····	(316)
三 GB12958—1999 复合硅酸盐水泥 ·····	(322)
四 JC/T853—1999 硅酸盐水泥熟料·····	(329)
五 GB/T12960—1996 水泥组分的定量测定 ·····	(333)
六 GB4915—1996 水泥厂大气污染物排放标准 ·····	(343)
七 GB16238—1996 车间空气中呼吸性水泥粉尘卫生标准 ·····	(348)
八 GB/T16911—1997 水泥生产防尘技术规程 ·····	(349)
九 GB/T16780—1997 水泥企业能耗等级定额 ·····	(360)
十 JC/T667—1997 水泥粉磨工艺用外加剂·····	(367)
十一 水泥企业质量管理规程·····	(371)
十二 JC/T 452—2002 通用水泥质量等级 ·····	(380)
十三 立窑水泥研究会会员具备的条件·····	(383)

概 论

我国立窑水泥工业的兴起与未来

我国立窑水泥工业是在“大跃进”的特定历史时期兴起的，是我国国情的产物。它在20世纪50年代中期和20世纪60年代末支撑了两次全国农田水利建设高潮；改革开放后，由于它的迅速发展，满足了国民经济持续高速发展对水泥的巨大需求，立窑水泥的历史贡献功不可没。我们必须用历史的观点、辩证的观点和发展的观点，去认识评价立窑水泥工业的兴起、现状与未来。能否正确认识、评价立窑水泥工业的昨天、今天与明天，直接影响着我国水泥工业的健康发展。



一 我国立窑水泥工业的兴起

立窑是水泥的初期生产方式,1824年英国人发明了波特兰水泥,立窑就是最早的生产方式。经过不断的改进与发展,德国人于1910年建造了世界第一台机械化立窑。在国外,立窑的鼎盛时期是20世纪30~50年代,代表窑型是 $\Phi 2.5 \times 10\text{m}$ 的盘式卸料篦子、三道闸门密封,连续加料、连续卸料的机械化立窑。1884年,广东余姓商人在澳门青州岛开办了我国第一家细棉土厂。从那时开始,先后又在唐山、济南、云南、贵州等地建设了一些小型土立窑水泥厂。1939年济南致敬水泥厂,从德国引进了一条 $\Phi 2.5 \times 10\text{m}$ 的机械化立窑生产线。这条生产线是当时最先进的立窑生产线,还没有安装就被日本人强行搬到大同口泉水泥厂,于1940年投产。解放前全国立窑水泥的生产规模约年产水泥5万t,占全国水泥总产量的7.6%。

我国立窑水泥工业的兴起,是在“大跃进”的特定历史年代,20世纪50年代中期,全国掀起兴办立窑水泥厂的第一个高潮。1957年冬,全国大搞农田水利建设,急需大量水泥,使已经供不应求的水泥更加紧张。当时的国营水泥厂生产的水泥全部纳入国家统一分配,用于国家重点工程建设,一般地方工程和农田水利建设无法得到水泥供应。在中共中央和国务院提出的“大中小并举”、“土洋结合”方针的指引下,全国各地迅速因陋就简地办起了许多土立窑水泥厂,这些水泥厂年产只有几千吨,甚至几百吨。他们生产的水泥全部用于地方建设,主要是农田水利建设。

原建材工业部于1958年2月在北京召开的建材工业厂矿长会议上提出,要在第二个五年计划期间,建设100个~150个小型立窑水泥厂。同年6月在郑州召开全国水泥生产促进会,介绍了河南偃师等地用土法生产水泥的经验。这样在几个月内,全国各地就以大搞群众运动的方式办起了9000多家小型水泥厂,拥有上万座普通立窑,生产规模从日产熟料几十公斤到上百吨。这种发展速度完全脱离了当时的工业基础和技术力量所能承担的限度。许多小厂缺乏必要的技术人员、资金不足、设备过分简陋、没有正规的产品质量检验手段,产量低,消耗大、质量差、成本高、劳动条件十分恶劣,有不少小厂根本生产不出合格的水泥。当时只要装备了破碎机、球磨机、成球机等主要设备,就被称为“小洋厂”,这也是当时行业主管部门提倡推广的模式。为了正确引导立窑水泥企业的发展,原建材工业部水泥工业设计院于1958年4月编制了年产3.2万t立窑水泥厂的定型设计,由于当时的政治、经济形势背景,没有以机械化立窑为基础,而是倒退到人工卸料的普通立窑水平上,设备选型也尽量从简。这就注定了我国立窑水泥工业起点的落后。到1960年底,全国按这个定型设计兴建了162个普通立窑水泥厂,并成为立窑水泥工业的骨干企业,全国立窑水泥产量达到464万t。

大办立窑水泥厂的第二个高潮是20世纪60年代末,随着再次掀起的全国大办农田水利建设,中国大地上又一次的出现了大办立窑水泥的新高潮。原建材工业部对立窑水泥的发展十分重视,从1968年开始,连续多年每年一次的召开地方水泥现场会议,交流总结立窑水泥企业的经验,提出发展和需要解决的问题。如1971年在泰安会议上提出了贯彻五个为主的发展方针,即方向以为农业服务为主,资金以自筹为主和自己积累为主,设备以修旧利废为主,原料以就地取材为主,技术力量以自己培养为主等。这些会议对全国地方水泥厂的发展起到了政策引导和推动作用。从1970年到1995年的25年间,立窑水泥产量增长了46倍。从1973年开始,超过统配的回转窑水泥产量,达到1964万t。改革开放前,立窑水泥主要用于农业建设,1966年到1976年的10年间,用于农业的立窑水泥约占立窑水泥总量的67%。



由于立窑水泥工业是在我国特定的历史时期兴起的,受当时政治、经济诸多因素的影响,绝大多数的立窑企业都是土法上马,因陋就简的建设起来的,其工业起点十分落后。有相当数量的水泥厂是以“蛋窑”起家的,即使被称为“小洋厂”的也是工艺很不完善、设备陈旧落后的普通立窑生产线。这就注定了我国立窑水泥工业起点低,整体水平极其落后的状况,为日后的调整、整顿、改造、提高增加了极大的难度。

二 改革开放推动了立窑水泥工业的大发展和技术进步

1978年党的十一届三中全会后,改革开放政策极大地解放了生产力,国民经济进入持续高速发展时期,使基本建设三大材料之一的水泥,本来就供不应求的局面更加紧张奇缺。

1 立窑水泥的大发展支撑了国民经济持续高速发展

进入20世纪80年代后,国家为了解决统配水泥资源的严重不足,一是加大对水泥工业的投资力度建设新厂;二是压缩水泥出口,将每年150万t的香港市场全部退出;三是向立窑水泥厂求助,以买能力的方式调购立窑水泥,从1981年开始以每吨25元的补贴费,每年上调500万t425号立窑水泥,纳入国家统一分配,直至取消统配制。以上三项措施中的一、二项因国家财力有限和出口数量不大,无法解决国民经济建设高速发展对水泥的巨大需求,只好充分调动立窑水泥厂的积极性,在国民经济高速发展的拉动和高投资回报率的激刺下,水泥成为全国的投资热点。出现了大家办建材(水泥)的热潮,地方、部门、乡、镇、村和个体都在大办水泥厂。投资省、见效快、原燃料可以就地取材、设备可以完全依靠国内解决,并能滚动发展的立窑生产技术,就成为大家办水泥厂的首选工艺。在大家办建材的推动下,立窑水泥以比回转窑水泥快十几倍的速度迅猛发展,1987年立窑水泥上升到全国水泥总量的81.6%,从此居高不下。

表1 立窑水泥的增长情况

年 份	全国水泥产量 (万 t)	大中型回转窑		立 窑	
		产 量 (万 t)	占总产量比例 (%)	产 量 (万 t)	占总产量比例 (%)
1950	141	139	98.6	2	1.4
1955	450	437	96.9	13	2.9
1960	1565	1102	70.4	463	29.6
1965	1634	1106	67.7	528	32.3
1970	2575	1517	58.9	1058	41.1
1975	4626	1906	41.2	2720	58.8
1980	7986	2559	32.0	5427	68.0
1985	14595	3159	21.6	11436	78.4
1990	20971	3569	19.0	17401	81.0
1995	47627	8020	18.0	36540	82.0
2000	59760	14866	25.00	44894	75.0



从表1可以清楚看出,从1978年到1995年的17年间,全国水泥产量由6000万t,增长到47627万t,17年水泥产量增加近10倍,1985年到1995年10年间每年平均增长5000万t。水泥如此迅速增长,主要是靠立窑水泥快速发展得来的。17年间回转窑水泥净增了5749万t,而立窑水泥则净增了32287万t,是回转窑水泥净增的5.6倍。

从1995年开始,我国水泥工业从长期短缺供不应求时代,进入产品供大于求时期。与此同时,国家加大了水泥工业产业结构的调整力度,从政策上扶植新型干法回转窑的发展,强制淘汰落后立窑禁止新建立窑。新型干法回转窑进入高速发展时期,截止2001年底新型干法回转窑熟料年生产能力已达到8100万t,回转窑水泥产量由1995年的8020万t,增加到约17000万t。但同期的立窑水泥企业通过内涵发展仍保持着较高的增长速度,由1995年的36540万t,增加到47000万t,立窑水泥产量仍占水泥总量的73.4%。由此可见,改革开放后,国民经济持续高速发展,带来的水泥市场的巨大需求,主要靠立窑水泥的快速发展支撑。

2 改革开放推动了立窑水泥的质量升级和技术进步

改革开放前,立窑水泥作为地方水泥工业,主要服务于农业和地方非重点工程建设,对产品质量档次要求不高,因此绝大多数立窑水泥企业的产品定位,都是325号水泥。改革开放后,国民经济的持续高速发展,对水泥的巨大需求,不仅在数量上依靠立窑水泥支撑,而对立窑水泥的质量也提出了新的要求,要从重点服务于农业转为参与工业及城市重要工程建设,因此要求立窑水泥提高产品质量,改变产品结构,以生产425号水泥为主,并能提供525高标号水泥。为此,国务院于1981年8月21日转发了建材部、国家经委等三部二局《关于进一步整顿小水泥企业产品质量报告》的通知。为了贯彻通知精神,七部委还制定了实施细则,为立窑水泥质量的全面提高发挥了重要的作用。

在 market 需求的牵动下,立窑水泥企业加快了技术进步的步伐,加大了质量升级的技术改造力度。在“八五”期间,原国家建材局组织实施的建材工业节能综合工程,在立窑企业中全面推广14项先进技术,以达到质量升级、节约能耗的目的。据全国29个省市的不完全统计,“八五”期间,共有1300多条立窑生产线进行了产品升级节能技术改造,共投入资金100多亿元,其中列入国家专项贷款的升级节能技术改造示范线276条。通过这些节能升级技术改造,使立窑水泥企业的技术装备和企业管理水平上了一个新台阶,不仅使立窑的规格向大型化发展,而且许多立窑企业在生料制备和水泥粉磨系统,还采用了一些新型干法工艺的技术设备,如原燃料预均化、立式磨、辊压机、高效选粉机等。立窑的收尘技术也取得了突破性进展,玻纤袋收尘器和高压静电收尘器使用效果良好。通过节能升级技术改造工程,立窑水泥的产品质量明显提高,产品结构发生了很大变化。根据1995年全国工业普查结果,同改革开放初期的1980年统计数字相比,立窑水泥质量有了大幅度提高。425号以上水泥的比例由28.19%上升到72.2%。1980年全国没有一家立窑厂能生产525号水泥,而1995年立窑水泥525号的比例已经达到10.41%,达到全国水泥525号比例的平均水平,其绝对产量已经大大超过回转窑525号的产量。熟料28天平均强度由47.4MPa,提高到55.47MPa,水泥的平均标号由324号提高到417号。立窑水泥企业中,已有相当一部分企业能够稳定生产525号的高标号水泥,一些优质的立窑水泥还打入了国际市场。表2为全国立窑水泥的质量提高情况,从表2可以清楚看出,改革开放前的立窑水



泥质量确实很差，无法与回转窑水泥相比。但改革开放后，由于立窑水泥企业的技术进步，其产品质量不断提高，年年都有明显的进步。1995年后，大中型立窑水泥企业的熟料质量，已基本上达到大中型回转窑熟料的平均水平，并能生产与回转窑同档次的优质产品，确保了市场对水泥产品结构的需求。

表 2 全国立窑水泥质量提高情况

年 份	出厂水泥标号比例 (%)				出厂水泥合格率 (%)	熟料平均标号
	≤275 号	325 号	425 号	525 号		
1977	27.5	65.40	7.20	—	61.5	430 (1979 年)
1980	4.47	67.35	28.19	—	85.13	474
1985	1.49	50.07	45.9	3.35	98.34	518
1990	0.14	29.26	65.20	5.31	99.93	555
1995	—	17.57	72.02	10.41	100	597 (大中型)
1999	平均标号 467				100	599 (大中型)

三 现代立窑企业具有较强的市场竞争力

我国立窑水泥工业的发展历程，大体上可分为三个阶段即三代立窑。第一代为普通(土)立窑，第二代为机械立窑，第三代为现代立窑。通过“八五”实施的综合节能工程全面推广 14 项新技术，使我国立窑水泥工业上了一个新台阶，基本上完成了立窑的机械化改造阶段，并培育出少数初具现代立窑水平的现代立窑企业。从“九五”开始在部分初具现代立窑企业水平的先进企业的带动下，开始了由机械立窑向现代立窑发展的新阶段，目前正处在向现代立窑过渡的时期。

现代立窑的技术内涵与 20 世纪 50 年代以前国外的机械化立窑相比，已经发生了很大的变化，它包含了我国立窑水泥工作者的许多技术创新，如原燃料预均化、微机配料、全黑生料、复合矿化剂、预加水成球及小料球快速煅烧、暗火操作、窑体隔热保温，垂直送风卸料篦子、卸料管料位锁风等等。像新型干法一样，是由原料预均化、悬浮预热，窑外分解，高效篦式冷却机和自动控制技术等新技术构成，有别于普通干法，被称为新型干法。2002 年 7 月 10 日在北京召开的立窑研究会专家委员会全体委员会会议上，根据部分先进立窑水泥企业已经达到的实际水平，并结合我国立窑生产技术的现状，本着既体现现代立窑技术经济指标的先进性，又不是高不可攀难以实现的原则，制定了现代立窑水泥企业八项指标：

- (1) 企业规模：年产水泥 30 万 t 以上；
- (2) 工艺设备完善，全面应用先进适用的现代立窑新技术，生产关键环节实现自动化控制及计算机管理；
- (3) 产品质量：能够稳定生产 32.5、42.5 等级水泥，出厂水泥实物质量 3d、28d 抗压强度分别超过国家标准 4MPa、5MPa 以上，并通过产品质量认证。熟料 28d 抗压强度 52MPa 以上，fCaO2.5% 以下；
- (4) 水泥质量均匀稳定，均匀性不大于 $1.1\bar{R}$ ($\bar{R}$ 为同品种不同强度等级水泥 28 天抗压强度上月平均值)；



(5) 环境保护：粉尘排放浓度及车间岗位粉尘浓度，全面达到国家标准，逐步实现环保认证；

(6) 能耗指标：可比熟料热耗 $900 \times 4.18 \text{kJ/kg}$ 以下，可比水泥综合电耗 80kWh/t 以下；

(7) 全员实物劳动生产率： $1000 \text{t/人} \cdot \text{a}$ 以上(不含矿山)；

(8) 企业管理：建立起现代企业管理机制，追求技术进步，坚持文明安全生产，并形成具有特色的企业文化，通过 ISO9001 质量管理体系认证。

制定现代立窑企业指标的主要目的是推动立窑水泥企业技术进步。能够全面达到现代立窑企业指标的立窑企业，在今后相当长的历史时期里，将与新型干法水泥企业共存。

1 现代立窑企业能够生产优质水泥

从 1995 年开始，全国大中型立窑水泥企业的熟料平均强度，一直与大中型回转窑企业居同一水平，维持在 60MPa (GB) 左右。实施新标准后除生产少量市场需求的砌筑水泥外，基本上都顺利转为生产 32.5、42.5 等级水泥。为了统一人们对立窑与回转窑水泥质量的认识，澄清立窑水泥与回转窑水泥的质量差异，原国家建材局于 1996 年向中国建筑材料科学研究院下达了“立窑与旋窑熟料、水泥、混凝土性能特点及机理的研究”任务，经历了四年的试验研究工作，他们选择了 20 家回转窑企业和 30 家立窑企业，先后三次现场取样和一次综合调查，试验结果证明，先进的立窑企业生产的熟料、水泥与先进的回转窑企业(包括三家外资企业)生产的熟料、水泥，其物理性能基本一致，同属一个档次的优质品。表 3、表 4 是实物熟料及同标号实物水泥的对比试验结果。表 3、表 4 所列试验数据，完全证实了同属一个档次的优质品的结论。

表 3 实物熟料 GB、ISO 强度对比

厂 别	品种标号	比面积 (m^2/kg)	GB 强度 (MPa)		ISO 强度		ISO/GB		参加对比厂家
			3d	28d	3d	28d	3d	28d	
外资企业	P.I	307.2	30.44	62.30	24.08	53.48	0.791	0.863	3
回转窑厂	P.I	310.7	33.43	61.02	26.30	52.11	0.787	0.854	16
立窑厂	P.I	316	30.27	59.56	25.88	52.84	0.856	0.887	20

表 4 同品种同标号实物水泥 GB、ISO 强度对比

厂 别	品种标号	比面积 (m^2/kg)	GB 强度 (MPa)		ISO 强度 (MPa)		ISO/GB		参加对比厂家
			3d	28d	3d	28d	3d	28d	
回转窑	PO525	337	36.45	63.16	28.93	54.18	0.793	0.858	6
	PO425	350	27.51	53.50	21.43	43.28	0.779	0.808	4
立窑厂	PO525	370	35.65	62.99	28.43	52.42	0.798	0.832	10
	PO425	336	28.23	52.90	21.91	42.58	0.776	0.832	11

历时四年的立窑与旋窑实物水泥和实物熟料的基本物理性能、混凝土施工性能与力学性能及化学组成熟料岩相的试验研究，最终得出如下的结论：

(1) 从我国两种窑型好的厂抽取的实物水泥进行统一试验的结果与各省市水泥质检站