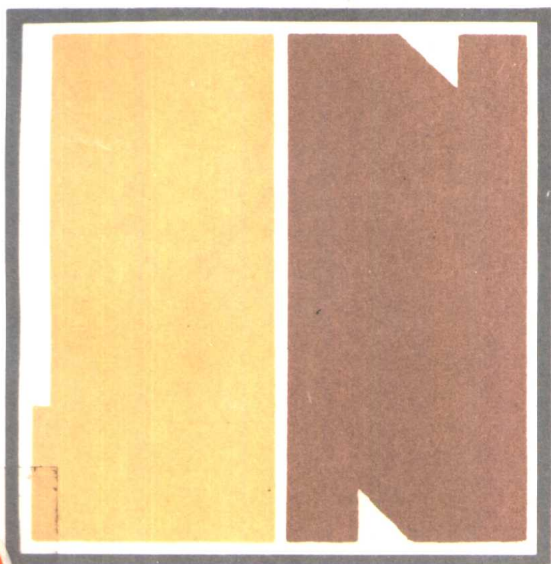


● 建材工业节能技术丛书 ●

水泥制品工业 节能技术

尹青山 夏大全 赵从旭 主编



中国建材工业出版社

建材工业节能技术丛书

水泥制品工业节能技术

尹青山

江苏工业学院图书馆
藏书章

中国建材工业出版社

(京)新登字 177 号

内 容 简 介

本书从新型节能材料及制品、水泥制品节能技术、节能设备等方面着重介绍了近几年来水泥制品工业节能所取得的科技成果,如 100MPa 高强渣碱混凝土、混凝土外加剂、预应力混凝土电杆等生产技术,冷轧螺纹钢筋成套生产设备、微电脑钢筋滚焊机等技术装备。书中还介绍了水泥制品最佳配方的选择、节能型钢材及强化生产工艺措施,水泥制品生产节能降耗的主要措施与途径,以及引进、消化、吸收美国的 CCI 冷雾处理混凝土技术等。可供建材工业,特别是水泥制品工业科研、教育、设计、生产、管理人员、一线工人及高等院校有关专业的师生参考。

水泥制品工业节能技术

尹青山、夏大全、赵从旭 主编

责任编辑 宋 彬

封面设计 晓 梦

中国建材工业出版社

(北京市百万庄国家建材局内 邮政编码 100831)

新华书店科技发行所发行 各地新华书店经售

机械部经济信息中心激光照排

北京计量印刷厂印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/32 印张:4.5 字数:100 千字

1993 年 7 月第 1 次版 1993 年 7 月第 1 次印刷

印数:1—3 000 册 定价 8.50 元

ISBN 7-80090-021-5/TB·8

《建材工业节能技术》丛书序

能源是制约我国建材工业发展的重要因素之一。我国建材工业是耗能大户,能源消耗总量和万元产值能耗均居全国各工业部门前列。我国建材工业的能源消耗,无论与工业发达国家相比,还是与国内其他工业部门相比,都存在着很大差距。

为了改变我国建材工业能耗高的状况,自改革开放以来,在已经取得长足进步的基础上,国家建筑材料工业局决定组织实施建材工业节能综合工程,作为建材工业“八五”期间的主要任务之一。提出到1995年实现每年节约1500—2000万吨标准煤的奋斗目标,并指出:要达到这一目标,一靠投入,二靠技术,三靠政策。为了配合建材工业节能综合工程的实施,在全行业进行节能宣传教育,推进建材节能技术进步,使建材工业的生产企业和基本建设单位了解、掌握国内已有的先进节能技术,同时促进科研、设计、教育单位和生产企业的技术交流与协作,编辑出版这套《建材工业节能技术丛书》势在必行。

《丛书》包括六个分册,即:《水泥工业节能技术》、《水泥制品工业节能技术》、《玻璃工业节能技术》、《玻璃纤维工业节能技术》、《建筑卫生陶瓷工业节能技术》、《房建材料工业节能技术》。

《丛书》所反映的内容多为通过实践检验,证明是行之有效的成熟的建材节能技术,既有实用性,又有科学性和新颖

ABD87/09

性,对建材企业的生产、建设、技术改造、革新挖潜具有实际指导作用,对建材工业广大科研、设计、教育、生产和管理人员也有一定的阅读、研究、参考价值。

按照我国建材产业部门管理的产品,应当包括水泥工业、水泥制品工业、玻璃工业、玻璃纤维工业、建筑卫生陶瓷工业、房建材料工业、装饰装修材料工业、非金属矿及其制品工业、无机非金属新材料工业、建材装备工业等产业的产品。而上述产业部门都已拥有一批节能新技术。现根据已经占有的技术资料,并适应组织实施建材工业节能综合工程的迫切需要,由中国建材工业出版社会同有关部门、单位陆续编辑出版这套包括上述六个分册的《建材工业节能技术丛书》。其他方面的节能技术以及建材节能管理等是否编辑成册,将视有关情况而定。

本《丛书》在选题、组稿、撰写、编辑、设计、印制、宣传、征订过程中,得到国家建材工业局机关各部门、各直属单位和有关企业的大力支持;百余名具有建材节能理论和实践经验的工程技术人员和管理人员直接参加了《丛书》的编写工作。

当我们向读者奉上这套有较高的实用性和权威性的《丛书》时,请读者和我们一起向为本《丛书》做出贡献的所有领导、专家、作者、出版工作人员,表示衷心的感谢。

本《丛书》如有疏漏、不妥之处,敬请批评指正。

尹青山 夏大全 赵从旭

1993年6月

编 著 说 明

水泥制品工业节能,是建材工业节能综合工程的组成部分。

《水泥制品工业节能技术》一书是《建材工业节能技术丛书》的分册之一。该分册从新型节能材料及制品、水泥制品节能技术、节能设备等方面着重介绍了近几年来水泥制品工业节能所取得的科技成果。书中所介绍的节能技术,大都是我国自行研究、开发的新技术,包括引进技术的消化、吸收和创新,并在生产实践中获得了明显节能效果。本书可供建材工业,特别是水泥制品工业管理部门和企事业单位的工程技术人员、管理人员及高等院校有关专业的师生参考。

本书在编著过程中,国家建材工业局科技发展司周利兆同志、苏州混凝土水泥制品研究院唐文森同志负责具体的组织工作,并参加了部分章节的编写工作。参加本书编写工作的还有苏州混凝土水泥制品研究院林光善、由永玺、吕昌高、汪幼梅、张云理、张明勇、蒋恩德、刘成昌、李力、林水英、胡秀鹤、顾玲、褚天鸣、魏峰、史瑞庭、匡红杰、许彬彬等同志。

由于水平有限,本书难免有不当之处,请广大读者不吝赐教。

编著者
1993年6月

目 录

《建材工业节能技术》丛书序	(1)
第1章 概 述	(1)
1.1 水泥制品工业能耗现状	(1)
1.2 节能降耗,推进技术进步	(2)
第2章 新型节能材料及制品	(4)
2.1 FKJ 混凝土	(4)
2.1.1 FKJ 在大气常温条件下的强度发展及长期稳定性	(4)
2.1.2 抗碳化稳定性	(4)
2.1.3 抗冻性	(5)
2.1.4 耐火性	(5)
2.1.5 抗化学侵蚀性	(5)
2.1.6 FKJ 混凝土的护筋性	(6)
2.1.7 FKJ 混凝土的收缩性	(7)
2.2 冷拔冷轧低碳螺纹钢筋	(7)
2.3 早强高效减水剂	(8)
2.3.1 主要成分及生产工艺	(8)
2.3.2 主要性能	(9)
2.4 SM 磺化三聚氰胺高效减水剂	(12)
2.4.1 技术性能	(12)
2.4.2 SM 与水泥制品节能的关系	(13)
2.4.3 SM 的适用范围	(14)
2.5 S 系列特种早强减水剂	(14)
2.5.1 主要性能	(15)
2.5.2 主要用途和应用实例	(15)
2.5.3 效益预测	(16)

2.6	高效防冻剂	(16)
2.6.1	配制原理与主要成分	(17)
2.6.2	主要性能	(18)
2.7	硅酸钙制品	(21)
2.7.1	品种、生产方法和主要技术参数	(22)
2.7.2	节能效果	(22)
2.8	钢丝网水泥珍珠岩砂浆夹芯板	(23)
2.8.1	生产工艺流程	(24)
2.8.2	技术经济指标	(25)
2.8.3	用途与效益预测	(25)
2.9	被覆玻璃纤维网增强水泥外墙板	(25)
2.9.1	耐久性	(26)
2.9.2	物理力学性能	(26)
2.9.3	复合外墙板的构造	(27)
2.9.4	复合外墙板的制作方法	(27)
2.9.5	复合外墙板的性能	(27)
2.9.6	技术经济指标	(29)
2.10	改性钢丝网水泥轻型屋面构件	(30)
2.10.1	制造工艺流程	(31)
2.10.2	产品性能	(31)
2.10.3	技术经济指标	(31)
2.10.4	主要优点	(32)
2.10.5	应用实例	(32)
2.10.6	投产条件与效益预测	(32)
2.11	新型建材(纤维水泥)通风管道及其配件	(32)
2.11.1	主要技术经济指标	(33)
2.11.2	用途与效益预测	(33)
2.12	钢管混凝土工业厂房柱	(33)
2.13	钢丝网水泥水厂船	(35)
2.13.1	关键技术	(35)

2.13.2	技术经济指标	(35)
2.13.3	推广应用前景与效益预测	(36)
第3章	水泥制品节能技术	(37)
3.1	悬辊法制造预应力混凝土管的生产工艺	(37)
3.1.1	工艺原理及优点	(37)
3.1.2	生产工艺	(38)
3.2	散装水泥与脉冲式气力输送	(42)
3.3	混凝土搅拌站成套技术与设备	(46)
3.3.1	总体结构及主要参数	(46)
3.3.2	RTM-1000型涡浆混凝土搅拌机	(48)
3.3.3	计量配料装置	(49)
3.3.4	水泥筒仓与斜卧式螺旋输送机	(50)
3.3.5	骨料悬臂拉铲与扇形骨料场	(51)
3.3.6	控制系统	(52)
3.4	离心机及滚焊机节电技术	(54)
3.4.1	离心机的节电技术	(54)
3.4.2	钢筋骨架滚焊机的节电技术	(55)
3.5	养护节能技术	(56)
3.5.1	太阳能养护	(57)
3.5.2	水泥制品节能型养护窑成套技术	(64)
3.5.3	干-湿热养护	(69)
3.6	养护设施	(75)
3.6.1	折线窑	(76)
3.6.2	立窑	(77)
3.6.3	拉伐尔喷嘴	(77)
3.6.4	热均衡器	(78)
3.7	养护制度及其控制技术	(78)
3.7.1	养护制度的合理选择	(78)
3.7.2	养护制度的控制	(79)
3.8	混凝土真空处理工艺	(79)

3.8.1 真空混凝土的特性	(81)
3.8.2 真空混凝土的应用	(91)
3.9 水泥混凝土修补技术	(99)
3.9.1 主要技术指标	(100)
3.9.2 适用范围实例	(100)
3.9.3 社会效益	(100)
3.10 水泥制品测试技术	(101)
3.10.1 混凝土电阻应变测量的温度补偿技术	(101)
3.10.2 建筑构件稳态热传递性能的测定——防护热箱法	(101)

第4章 水泥制品节能设备 (106)

4.1 悬辊制管的生产设备	(106)
4.1.1 悬辊机	(106)
4.1.2 管模	(108)
4.1.3 钢筋加工设备	(110)
4.1.4 钢筋加工辅助设备	(116)
4.1.5 纵筋张拉锚固装置	(117)
4.1.6 钢丝搭接机	(118)
4.1.7 液压反馈缠丝机	(119)
4.1.8 辊射机	(121)
4.2 新型节能振动台	(123)
4.2.1 构造原理	(124)
4.2.2 技术特性	(125)
4.2.3 特点	(127)
4.2.4 应用前景和经济效益估算	(127)

附录 A 水泥制品能耗等级定额	(128)
------------------------------	--------------

附录 B 能源当量换算表	(132)
---------------------------	--------------

附录 C 有关非法定计量单位与 SI 单位的换算表	(133)
--	--------------

第 1 章 概 述

1.1 水泥制品工业能耗现状

新中国成立以来,我国水泥制品工业获得了长足的发展。到目前为止,我国水泥制品产品已有钢筋混凝土压力输水管、钢筋混凝土排水管、预应力混凝土桩、混凝土轨枕、水泥坑柱支架、水泥船、纤维增强水泥制品、混凝土农房构件、混凝土墙地砖及混凝土市政构件等数十种。

据不完全统计,全国现有水泥制品企业约两万余家,分别隶属于建材、建筑、农业、铁道、能源、交通、邮电、公安等部门,年产值达 66 亿元。1990 年全国建材系统的县以上水泥制品企业 483 家,年工业总产值 12.85 亿元,占县以上建材工业总产值的 7%,居第四位。

截至 1990 年年底,水泥制品代钢代木,累计节约钢材约 1300 万 t、木材 4200 万 m³,节省能源约 660 万 t 标准煤。为我国城市、工矿和农牧水利建设,为能源、交通、通讯和国防建设作出了巨大贡献。

但是多年来,水泥制品工业工艺装备落后,人员素质较差,管理水平较低,能源消耗较大。据不完全统计,仅水泥制品蒸汽养护,每年需消耗 300 万 t 标准煤。与国内外同行相比,单位产量能耗相差悬殊。例如:前苏联国家标准规定,蒸汽养护的单位能耗(标煤混凝土)为 18kg/t,实际最高达 50—60kg 标煤,全国平均为 29.7kg 标煤;德国全国平均则为 20kg 标

煤。我国单位产量能耗(见下表)约为先进国家的 2—3 倍。因此,节能潜力是很大的。

单位产量能源消耗

制品种类	实际能耗 (kg 标煤/t 混凝土)
水泥电杆	25—161
混凝土排水管	25—145
自应力混凝土管	39—179
一阶段预应力管	36—177
三阶段预应力管	45—196
水泥船	18.7—53.1
石棉水泥瓦(板)	0.38—3.27

1.2 节能降耗,推进技术进步

通过开发研究,我国在水泥制品工业中取得了一系列科技成果。例如,在原材料及其加工设备方面主要有:(1) 100MPa 以上高强渣-碱混凝土;(2) 高效减水剂和系列早强外加剂;(3) 冷轧螺纹钢丝及其成套生产设备;(4) 微电脑电杆钢筋滚焊机;(5) 粉状物料气力输送系统;(6) 商品混凝土成套生产设备。在制品生产技术及其装备方面有:(1) 带钢筒预应力混凝土管生产技术及其装备;(2) 部分预应力混凝土电杆生产技术;(3) 80MPa 高强混凝土桩生产技术;(4) 石棉水泥制品流浆法、注浆法及无垫板辊压工艺;(5) 混凝土振动台节电噪声治理技术;(6) 水泥制品节能养护成套技术,等等。

80 年代以来,我国又从国外引进多种先进的水泥制品生产技术与装备。例如,三阶段悬辊法、带钢筒预应力法和一阶段振动挤压法制管工艺装备;高强预应力离心管桩生产技术装备;9000t 大幅面 FC 板压力机,等等。这对推进我国水泥制品工业的技术进步,提高产品质量,节能降耗,增加经济效益

和社会效益均发挥了重大作用。

“八五”期间,在适当引进先进技术装备的同时,积极做好引进技术装备的消化、吸收和创新工作,大力推广行之有效的科技成果,走依靠科学技术发展水泥制品工业的道路。其节能降耗的主要途径有:

- (1)降低水泥制品的材料用量;
- (2)研究并采用钢筋混凝土制品原材料的节能生产工艺;
- (3)选择最佳水泥品种、标号及用量,选用节能型钢材;
- (4)强化生产工艺措施,取消常规的蒸汽养护方法;
- (5)采用太阳能、废热等低价热源和其他可重复利用能源养护工艺;
- (6)积极引进、消化吸收美国 CCI(混凝土养护公司)的冷雾处理混凝土技术;
- (7)采用先进技术装备改造传统的水泥制品行业。

第 2 章 新型节能材料及制品

2.1 FKJ 混凝土

FKJ 混凝土(粉煤灰渣-碱混凝土)是以一价金属化合物为激发剂在常温下制取的 50MPa 以上的高强混凝土。由于具有早强特点,故可节能;因其抗冻性、抗碳化能力强,耐化学腐蚀性和耐久性好,因而具有实用价值和发展前途。现将其基本物理-力学性能介绍于下:

2.1.1 FKJ 在大气常温条件下的强度发展及长期稳定性

在自然养护条件下(常温 15—20℃),FKJ 混凝土不仅能达到高强(>50MPa),而且具有早强的特点,1d 强度能达到 10MPa 左右,是一种能耗低无需热处理的无熟料 FKJ 混凝土。五年强度基本上不降低,且略有提高。这表示内部形成的矿相是稳定的,即在自然碳化和其它腐蚀性气体的作用下,仍相当稳定。

2.1.2 抗碳化稳定性

对粉煤灰硅酸盐制品而言,人们普遍关心的问题是其碳化稳定性。该种混凝土的碳化速度随着 CO_2 浓度的增加而加快,并取决于混凝土中的含水率和空气中的相对湿度。由于大气中的 CO_2 体积浓度平均约为 0.03%,故自然碳化速度是极其缓慢的。人工快速碳化试验表明,无论高强粉煤灰渣-碱混凝土,还是低强原状粉煤灰渣-碱混凝土,无论是自然养护还是蒸汽养护,其碳化系数均接近于 1,说明碳化后混凝土强度

基本没有降低,抗碳化能力比较强。

FKJ 混凝土的水化产物主要为沸石类水化硅铝酸盐,该类矿物在酸、碱、盐类作用下是稳定的。因而 FKJ 混凝土的抗碳化能力强,长期稳定性好。

2.1.3 抗冻性

在室外负温下使用的混凝土,其抗冻性是保证耐久性的最重要性能指标之一。

粉煤灰渣-碱混凝土,其抗冻能力强。经过 250 次冻融循环后,仍安然无恙,还未达到其最终指标,说明抗冻性十分良好。

2.1.4 耐火性

普通混凝土受热时,在温度低于 300°C 时,对强度的影响较小;高于 300°C ,则强度损失随温度的升高而加大,至 800°C 时,其剩余强度只有 20% 左右。将采用标准砂和耐火砖砂作为集料的 FKJ 混凝土,其试件置于试验室的高温电炉中煅烧,煅烧后的强度和剩余强度均比普通凝土高,相当于矾土水泥与粘土熟料组成的耐火混凝土。故 FKJ 混凝土的使用温度可达 $1000-1200^{\circ}\text{C}$ 。用耐火砖砂配制的 FKJ 混凝土,在 1200°C 高温下,其剩余强度为 54%,煅烧后的强度为 36.2MPa 。

2.1.5 抗化学侵蚀性

FKJ 混凝土在淡水浸析、硫酸盐侵蚀、海水侵蚀及高浓度 MgCl_2 、 HCl 溶液侵蚀条件下的试验结果如下:

(1)淡水浸析 FKJ 混凝土试件经淡水中浸析二年后,强度基本上没有降低,没有游离氢氧化钙被浸析出来,表明抗淡水侵蚀能力强。

(2)硫酸盐侵蚀 FKJ 混凝土试件经硫酸钠溶液长期侵

蚀后,强度非但没有降低,反而略有提高。说明在浸泡期间没有生成二水石膏和水化硫铝酸钙,也就不会因毛细管壁膨胀而产生较大的应力

(3)海水侵蚀 试件在海水中浸泡半年、一年后,其强度非但没有降低,反而增加,尤其是未经蒸养的试件,强度增长幅度更大,约为 20%。

(4)高浓度 $MgCl_2$ 溶液内的耐蚀性。我国 $NaCl$ 的资源非常丰富,制盐业也比较发达,其副产物盐卤($MgCl_2$)需要管道输送,而一般钢铁管道及普通混凝土管经不起 $MgCl_2$ 的腐蚀,故不能使用。 $MgCl_2$ 溶液内的耐蚀试验表明,试件浸入波美度为 25°的高浓度盐卤内一年,外观十分良好,无遭受腐蚀的痕迹,测其强度为 74.1MPa,耐蚀系数为 1.03。可见,FKJ 胶结料完全可用来制作输盐卤的管道。

(5)在高浓度强酸内的耐蚀性 由于 FKJ 胶结料的主要生成矿相为沸石类水化硅铝酸盐,而天然沸石具有较强的耐酸性,将试件放入 6NHCl 溶液内,水浴加温处理(约 80—90℃)2h 后,其强度未降低,仍高达 50.6MPa。这表明,FKJ 混凝土也有较强的耐酸性。

2.1.6 FKJ 混凝土的护筋性

由于 FKJ 混凝土的 pH 值高达 13—14,碱度高,对钢筋表面氧化层的钝化能力较强,故只要有足够的混凝土保护层,就能抵制大气中 H_2O 和 O_2 的渗透。从埋置钢筋(混凝土保护层为 10mm)的试件在大气中保存一年后,破型观察钢筋,仅有轻微锈斑,表明 FKJ 混凝土在大气中护筋性是好的。

FKJ 混凝土浸没和半露于海水中,钢筋无锈斑,重量基本上相等。说明在海水中,FKJ 混凝土的护筋性仍然良好。

2.1.7 FKJ 混凝土的收缩性

FKJ 混凝土经大气中保存两年,收缩值为 0.42mm/m ,说明碳化后一般不会产生收缩。这是由于 FKJ 胶结料的主要矿相为水化硅铝酸盐,抗碳化能力强,比较稳定,故长期抗收缩性比常规工艺粉煤灰硅酸盐混凝土好,而与普通混凝土相近。

2.2 冷拔冷轧低碳螺纹钢丝

冷拔冷轧低碳螺纹钢丝,能提高钢筋与混凝土的粘结力,避免钢丝在混凝土中滑移,提高构件安全度,缩短生产周期,提高产品质量,节约钢材,降低成品。这种螺纹钢丝的特点是:

(1) $\phi 4\text{mm}$ 冷拔冷轧低碳螺纹钢丝的螺纹形状及其控制参数,对钢丝原材料力学性能(抗拉强度、伸长率)基本无影响,仍符合原来的分级标准。

(2) 螺纹钢丝在混凝土中的锚固长度和预应力传递长度分别比光面钢丝短 $\frac{1}{2}$ 和 $\frac{1}{4} - \frac{1}{3}$,混凝土剪丝强度可从 $0.7R_{\text{设}}$ ($R_{\text{设}}$ 为混凝土设计标号)降至 $0.6R_{\text{设}}$,生产周期相应缩短 $\frac{1}{4} - \frac{1}{3}$,产量提高30%左右。

(3) 螺纹钢丝预应力混凝土圆孔板的力学性能优于光面钢丝构件,且可避免钢丝滑移,提高了构件的安全度。

(4) 冷拔低碳光面钢丝冷轧成螺纹钢丝后,其单位伸长率达5%—8%,具有节省钢材的效果。

冷拔冷轧低碳螺纹钢丝可应用于中、小型预应力混凝土构件、电杆、自应力管、水泥船等生产。经多家水泥制品厂使用和有关质检部门检测,该螺纹钢丝的力学性能均符合 JGJ 19 规定的要求。使用该成果后,以年产预应力混凝土圆孔板1200万 m^3 计,年节省钢材24000—38400t,节约资金4800—7600万元,具在较好的推广应用前景和社会、经济效益。其效益计算