

中国铝酸盐水泥 生产与应用

Calcium Aluminate Cement-CAC

编著 张宇震
审核 王建军

中国建材工业出版社

中国铝酸盐水泥生产与应用

编著 张宇震
审核 王建军

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国铝酸盐水泥生产与应用 / 张宇震编著. —北京:
中国建材工业出版社, 2014. 1
ISBN 978-7-5160-0662-7

I. ①中… II. ①张… III. ①硫铝酸盐水泥-研究-
中国 IV. ①TQ172.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 286726 号

内 容 简 介

本书是一部系统阐述铝酸盐水泥生产与应用的技术专著。它是我国铝酸盐水泥五十多年生产经验和科技探索历程的经典总结,也是从事铝酸盐水泥科研、生产、教育和技术管理工作的数以千计科技人员辛勤劳动成果的汇总,更是作者几十年潜心研究与生产实践的工作结晶。

本书主要包含下列内容:(一)我国铝酸盐水泥的发展史及其在国民经济中的地位与作用;(二)铝酸盐水泥从原料、燃料的选择到产品出厂全过程的工艺技术、过程控制、质量检验和重点生产管理的关键技术等;(三)铝酸盐水泥的各种生产方法的介绍与对比;(四)铝酸盐水泥的理论基础、物理化学性能及其应用;(五)目前世界上铝酸盐水泥的生产现状、技术发展的基本趋势和国外检验方法的介绍。

本书可作为从事铝酸盐水泥专业的科技人员、管理人员、技师等有关人员的工作实践指导用书,同时亦可作为大中专院校、科研设计单位相关专业的教学、设计参考用书。

中国铝酸盐水泥生产与应用

编著 张宇震

审核 王建军

出版发行:中国建材工业出版社

地 址:北京市西城区车公庄大街6号

邮 编:100044

经 销:全国各地新华书店

印 刷:北京雁林吉兆印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:18.75

字 数:462千字

版 次:2014年1月第1版

印 次:2014年1月第1次

定 价:65.00元

本社网址:www.jcbs.com.cn

广告经营许可证号:京西工商广字第8143号

本书如出现印装质量问题,由我社发行部负责调换。联系电话:(010)88386906

序 言

和硅酸盐水泥不同，铝酸盐水泥是以铝酸钙为主要矿物的胶凝材料，我国有时也把它称作第二系列水泥，和硅酸盐水泥（第一系列）、硫铝酸盐水泥（第三系列）并立为三大水泥系列。铝酸盐水泥具有快硬、早期强度发展快和耐高温的特性，因此是在制备耐火混凝土或耐火制品中不可缺少的胶粘剂，其耐火温度至少可以达到 1580°C ，同时还具有高温体积稳定性、热震稳定性和高温抗侵蚀性等。在铝酸盐水泥中加入适量的硫酸 (H_2SO_4) 或盐酸 (HCl) 可以净化污水。此外，铝酸盐水泥还可以制作洗涤剂原料；作转炉炼钢除硫造渣剂。现在，铝酸盐水泥可与普通水泥混合用于建筑防水、防渗漏的材料；现代建筑的装饰装修、地下管网、抗硫酸盐侵蚀的化学建材，可见铝酸盐水泥的用途是很广泛的。

1913 年法国拉法基 (Lafarge) 公司首次将铝酸盐水泥商品化，当时的生产工艺是熔融法。

20 世纪 50 年代以前我国没有铝酸盐水泥，1954 年，当时的南京工学院化工系聘请了前苏联门捷列夫化工学院水泥专业副教授 А. М. Кузнецов (А. М. 库茨涅佐夫) 协助建立硅酸盐专业和水泥专门化，同时培养研究生。他本人曾经在高炉熔融生铁时调整熔剂的配方，使排放的熔融体（高炉矿渣）符合高铝水泥的组成和要求，因而获得前苏联的奖励。当水泥研究院的工程师们来南京向他请教有关高铝水泥的生产问题时，他建议采用回转窑烧结法工艺生产铝酸盐水泥，而以左万信工程师为首的铝酸盐水泥研制小组在实验室试验成功的基础上，于 1965 年 5 月对我国第一条，也是世界上第一条，采用烧结法工艺、年产高铝水泥 2.9 万吨的 $\phi 2.5\text{m} \times 78\text{m}$ 回转窑进行了投料试车，并获得成功。该项目因此荣获我国第一次科技大会奖。

本书的作者张宇震 1978 年自南京化工学院（现南京工业大学）水泥专门化毕业后即分配到郑州高铝水泥厂，从一线生产岗位直到工厂的领导岗位，近 30 年的实践使他积累了丰富的生产和管理经验。

全书共 13 章，就铝酸盐水泥的发展历史、多种生产方法和工艺、铝酸盐水泥的品种、性能及改进、应用及标准都作了较详细的介绍。尤其是对铝酸盐水泥的多种生产工艺都一一作了详细的介绍并给予一定的评述。尤其难能可贵的是作者将亲身参与的对回转窑生产高铝水泥的各种改进的工艺和改进过程也都作了详细的介绍，如果没有亲身经历是不可能达到的，这也正是本书的特点和价值所在。本书还有一个特点就是当作者在介绍某一个工艺或改进技术时，还细致地介绍了在操作中的要点和注意事项，这就更显示了作者将丰富的实践经

验和理论相结合的特点，而这也正是我们目前所应该积极提倡的。

现在水泥、混凝土科学及其生产领域相关的书籍主要是硅酸盐水泥方面的，另外有王燕谋、苏慕珍和张量著的硫铝酸盐水泥，而没有关于铝酸盐水泥方面的专著。这是第一本系统介绍铝酸盐水泥的书，可以认为它是介绍我国三大系列水泥丛书之一。

综上所述，本书对从事水泥行业的同行们、研究生和学生们是很好的参考书，甚至也是耐火材料行业工程技术人员在应用时有益的参考。

南京工业大学教授

杨南如

2013.5.28

致作者的一封信

张宇震：

你撰写的《中国铝酸盐水泥生产与应用》一稿我看了，你用很多时间下了很大的工夫，我很钦佩你为此做出的努力。

在此之前我国还没有一本专门撰写铝酸盐水泥的专业论著，铝酸盐水泥只是特种水泥中的一种，所以，过去能看到文字的论述，除了有少量专业杂志发表的论文之外，只能在教科书上找到少量的篇幅，尚还不够具体也不够全面系统。你为我们长期从事该专业的人员做了件好事，这本书可供从事铝酸盐水泥专业的人员参考。

我认真审阅之后有几点想法不知对否，供你参考：一是写这样的专业论著，一定不要忘记中国开发铝酸盐水泥的专家们，尤其像中国建筑材料科学研究总院的左万信先生及其相关人员，他们是中国铝酸盐水泥的开拓者，左万信在上世纪60年代曾发表的专业论文，你应当再认真阅读一次，他的文章还是很有参考价值的；二是铝酸盐水泥的命名，对我们年纪大些的人，可能不习惯，需要在文章中有个说明，在以前的教科书中，用得也不多，在物理化学相图中好像也没有用铝酸盐水泥，不知现在的国家标准是否就叫铝酸盐水泥；三是我们厂的发展过程就是我们国家铝酸盐水泥的发展过程。首先是矾土（高铝）水泥（厂标、部标、国标），第二是耐火水泥，第三是矾土膨胀水泥，第四是耐火混凝土块，第五是耐火骨料，第六是自应力水泥，第七是 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ （煅烧氧化铝）（耐火骨料、耐火混凝土我们只生产没订标准，而技术指标达到或超过原标准）。我们厂对以上产品国家标准的产生，起了决定性的作用，这也是我厂对以上产品的研制试生产到生产的全过程，也是探索发现以上产品性能的全过程。膨胀水泥从自应力水泥、耐火水泥混凝土到矾土水泥混凝土砌块，到整体浇灌是一个探索发展成功推广的过程。如果文章中把铝酸盐水泥的发展与性能紧扣标准的产生变化来写说服力强而清晰。对于铝酸盐水泥就是耐火水泥这话我感不妥，不知现在的标准是怎么说的。

中国长城铝业公司水泥厂是中国铝酸盐水泥的发源地，它不仅凝聚了中国建筑材料科学研究总院的老一辈科学家的心血，也凝聚了水泥厂历年来广大专业技术人员和广大职工的心血，从建厂开始我尽管在那里工作了二十多年，我只是水泥厂广大从事铝酸盐水泥生产的一员，你应记住水泥厂广大技术人员是好样的，不管哪个专业的人员，工作是很出色的，我很想念他们，包括一些老工人、老领导。

祝你一切顺利

原中国长城铝业公司党委书记 唐善昌

2013年3月8日于北京

前 言

铝酸盐水泥自 1913 年在法国由拉法基 (Lafarge) 公司首次实现商业生产以来, 至今已有一百年的历史。目前, 世界上铝酸盐水泥的生产规模和工艺技术已发生了很大的变化, 生产企业已遍布世界各地, 但拉法基 (现名为凯诺斯铝酸盐水泥公司) 在世界铝酸盐水泥的生产技术与商业化运作水平方面仍然发挥着一定的作用和影响。

中国铝酸盐水泥自 20 世纪 60 年代问世以来, 其生产技术与产品产量得到了迅速发展, 目前已成为世界上生产能力最强的国家。进入 21 世纪以来, 中国铝酸盐水泥及铝酸盐相关产品产量已达到 170 万吨以上, 占世界生产能力的 75% 左右, 产品品种也是当今世界最齐全的。改革开放以来, 尤其是近年来, 在中国市场经济发展的强力推动下, 中国原材料基础工业技术得到进一步创新和发展, 铝酸盐水泥生产技术与生产控制水平正以全新的姿态展现在世人面前。

铝酸盐水泥是耐火材料行业中一种不可缺少的水硬性黏结剂, 在国民经济发展中发挥着极其重要的作用, 特别在冶金、化工、电力、建材等行业的高温窑炉耐火材料配制中, 是一种十分重要的基础性原材料。由于科技的不断创新与进步, 它的应用领域在不断地向冶金辅料、化工应用、污水净化、新型建筑材料方向迅速拓展。

本书阐述了中国铝酸盐水泥工业的创建与生产技术的发展, 以及中国铝酸盐水泥品种的改进与提高。全书以中国铝酸盐水泥工业发展为主线, 以多年大量的生产实践数据为依据, 全面地讲述了中国烧结法生产铝酸盐水泥的原材料选择, 生产中的工艺设计, 烧结与粉磨的工艺特点, 并重点阐述了铝酸盐水泥的技术特性与应用特性及其不断开发的新的应用领域等。为了使读者进一步了解世界同类产品技术进步和生产技术的发展方向, 全书还系统地介绍了国外铝酸盐水泥的原料、生产、配料和检验等技术。

中国长城铝业公司水泥厂是我国最早商业化生产铝酸盐水泥的企业。自 1958 年开始筹建工厂, 到 1965 年大规模生产以来, 从生产技术到产品品种的开发, 一直在中国建筑材料科学研究总院的指导下不断走向成熟。五十多年来, 中国长城铝业公司水泥厂一代代的技术人员, 根据中国铝矾土及相关原材料的特点, 不断摸索铝酸盐水泥生产技术的科学规律, 找到了烧结法生产铝酸盐水泥的一套成熟生产技术。本书作者就是基于中国长城铝业公司水泥厂的生产技术与几代科技人员的生产经验, 汇集成生产实践的文字体现, 供广大从事铝酸盐水泥及产品生产应用者参考。

中国缺少熔融法生产铝酸盐水泥的成熟技术, 本书中有关国外熔融法生产铝酸盐水泥的章节, 有的是来自国外相关期刊的专业技术论文或报道, 有的是由作者到国外考察或国外同行到中国工厂访问时的技术交流资料整理而成。例如以下部分章节既有技术交流的整理资料, 也有 (大部分) 引自英文原著或书面报道的中文译稿。如第四章中铝酸盐水泥的矿物组成, 第七章中烧结法生产铝酸盐水泥熟料, 第八章中熔融法生产铝酸盐水泥, 第十章中铝酸盐水泥的技术特性, 第十二章中铝酸盐水泥的应用, 第十三章中铝酸盐水泥的检验。

全书以介绍国内回转窑烧结法生产铝酸盐水泥为主，并简要地介绍了熔融法生产铝酸盐水泥和国外铝酸盐水泥的检验，本书还介绍了铝酸盐水泥的应用等技术问题。

在本书的编写过程中，参阅了国内曾发表过的同类专业技术论文，水泥行业的专著以及耐火材料方面的技术专著、期刊、技术交流资料，特向有关作者致谢。同时，承蒙中国第一代开辟生产铝酸盐水泥的专家，许多同行知交，给予了大力的支持与鼓励。

在本书编写过程中，本人访问并获得了新中国成立初期曾到前苏联进行专业技术培训的铝酸盐水泥的开辟者，现已 90 岁高龄的原中国长城铝业公司水泥厂化验室主任王新勤先生的指导。

南京工业大学资深教授杨南如女士是我国水泥专业的知名教授之一，20 世纪 50 年代初期曾亲自参与与前苏联专家就中国铝酸盐水泥的生产技术交流，本书中的许多专业技术观点得益于她的更正与指导，并为本书作序。

曾多次指导中国铝酸盐水泥标准起草工作的中国建筑材料科学研究总院水泥科学与新型建材研究所教授级工程师张大同先生，以及参与标准起草工作的高级工程师张秋英女士给予本人许多专业技术帮助。

原中国长城铝业公司党委书记，第一代参与中国铝酸盐水泥生产技术开发的教授级工程师唐善昌先生给予了大力支持。

原中国长城铝业公司水泥厂生产技术厂长，教授级工程师王建军先生不仅是专著中的英文翻译，还对全书文稿进行修订；原河南建材研究设计院高级工程师张凤芝女士也参与了大量的文字整理与校订。

还有多年从事铝酸盐水泥生产技术、市场开发、产品检验的谢国刚、刘子恒、景林蛟、王广举、刘永旭、路海旺、丁炎云、廖明平、王建强等各位同仁提供了许多宝贵的技术资料及有关信息。

在此谨向上述铝酸盐水泥生产技术的前辈、老师，以及作者的挚友、同行、朋友们，表示最诚挚的感谢！

希望本书能对中国铝酸盐水泥的发展与技术进步有所帮助，能对广大读者有所裨益，将是作者的最大欣慰。

本书力求简明实用，但书中仍有不足之处，敬请同行及各位读者不吝赐教。

张宇震

2013.9.12



中国建材工业出版社
China Building Materials Press

我们提供

图书出版、图书广告宣传、企业/个人定向出版、设计业务、企业内刊等外包、代选代购图书、团体用书、会议、培训，其他深度合作等优质高效服务。

编辑部

010-88385207

图书广告

010-68361706

出版咨询

010-68343948

图书销售

010-68001605

设计业务

010-88376510转1008

邮箱：jccbs-zbs@163.com

网址：www.jccbs.com.cn

发展出版传媒 服务经济建设

传播科技进步 满足社会需求

(版权专有，盗版必究。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。举报电话：010-68343948)

目 录

第一章 铝酸盐水泥在国民经济中的地位和作用	1
第一节 铝酸盐水泥的发展史	1
一、铝酸盐水泥的诞生	1
二、铝酸盐水泥的特性	1
第二节 铝酸盐水泥在国民经济中的地位和作用	2
第二章 中国铝酸盐水泥的生产与发展	5
第一节 中国铝酸盐水泥的开拓创建	5
第二节 中国铝酸盐水泥的发展	7
第三节 铝酸盐水泥工业的技术水平和现状	8
一、中国铝酸盐水泥的发展壮大	8
二、中国铝酸盐水泥的现状与特点	8
第四节 铝酸盐水泥的品种与用途	9
第五节 铝酸盐水泥生产技术的发展方向	11
第六节 铝酸盐水泥行业标准体系建设	14
第三章 铝酸盐水泥的原料与燃料	16
第一节 铝酸盐水泥的原料与质量要求	16
一、石灰质原料	16
二、生石灰	17
三、铝土矿	18
四、工业氧化铝	23
第二节 生产铝酸盐熟料的燃料和电能	24
一、固体燃料	24
二、液体燃料	27
三、气体燃料	28
四、电(力)能	28
第四章 铝酸盐水泥熟料的化学成分和矿物组成	30
第一节 铝酸盐水泥熟料的化学成分	30
一、氧化铝(Al_2O_3)	30
二、氧化钙(CaO)	30
三、氧化硅(SiO_2)	31
四、氧化铁(Fe_2O_3)	31
五、氧化钛(TiO_2)	31
六、氧化镁(MgO)	32

七、碱金属氧化物 (R_2O)	32
八、硫化物	32
第二节 铝酸盐水泥熟料的矿物组成	33
一、铝酸一钙	35
二、二铝酸钙	37
三、七铝酸十二钙	37
四、硅铝酸二钙 (钙铝黄长石或铝方柱石)	38
五、六铝酸钙	38
六、铁铝酸四钙	38
七、其他矿物	39
八、玻璃体	39
第三节 铝酸盐熟料的率值 (系数)	47
一、铝酸盐水泥的碱度系数	47
二、铝酸盐水泥熟料的化学成分、矿物组成和各率值之间常用的换算公式	49
第五章 铝酸盐水泥的配料	52
第一节 概述	52
第二节 水泥生料的配料设计	53
一、代数求解法	53
二、误差尝试法	58
第三节 配料计算实例	61
第六章 铝酸盐水泥的生料制备	65
第一节 概述	65
一、粉碎的基本概念	65
二、铝酸盐水泥的粉碎及其粉碎设备	65
第二节 被粉碎物料的物理性能	66
一、强度、硬度、韧性、脆性	66
二、水分和粘结性	67
三、易碎性	67
四、易磨性	67
五、磨蚀性	67
第三节 原料的破碎	68
第四节 物料烘干	69
一、物料的一般干燥过程	69
二、烘干系统的发展趋势和选择原则	69
三、回转式烘干机	70
四、立式烘干机	71
五、破碎烘干机	71
第五节 生料粉磨	72
第六节 物料均化	81

第七节 生料成球	82
第七章 烧结法生产铝酸盐水泥熟料	87
第一节 烧结法生产铝酸盐水泥熟料的特点	87
一、回转窑烧结法生产技术	87
二、倒烟窑烧结法生产技术	88
第二节 回转窑烧结法铝酸盐水泥熟料的形成	89
一、铝酸盐水泥生料水分的蒸发	89
二、生料中的铝矾土脱水	89
三、碳酸盐分解	90
四、铝酸盐水泥熟料的固相反应	90
五、铝酸钙矿物的形成和熟料的煅烧	90
六、铝酸盐水泥熟料的冷却	91
第三节 烧结法生产铝酸盐水泥熟料回转窑的操作与控制	93
一、一定要选择低灰分的燃料	94
二、回转窑操作和运行的稳定性	94
三、避免短火焰煅烧	94
四、铝酸盐水泥熟料的颜色、结粒与立升重	94
五、开窑点火的操作	94
六、铝酸盐水泥熟料窑皮的形成	94
第四节 烧结法生产铝酸盐水泥熟料回转窑的煅烧操作	95
一、窑前及窑内情况的判断	95
二、烧成带的控制	95
三、看火内容	95
第五节 燃烧器的改进与熟料冷却机	101
一、新型多通道燃烧器的结构和性能特点	101
二、单筒熟料冷却机	103
第六节 烧结法铝酸盐水泥熟料回转窑技术改进措施	104
一、我国烧结法生产现状的认识	104
二、改造回转窑生产工艺,增设固定床料球预热器,提高生料预烧能力	104
三、烧结法生产铝酸盐水泥回转窑技术改造的发展方向	108
第七节 烧结法高铝型铝酸盐 CA-70 熟料生产特点	109
一、工厂的生产状况及设备产能	109
二、产品质量的检验与控制	110
三、产品品种	110
四、生产工艺的技术特点	111
第八节 美国烧结法高铝型铝酸盐 CA-70/80 水泥特点	111
一、生料的制备与成球	112
二、水泥的粉磨与制成	112
第九节 中国生产铝酸盐水泥 CA-70/80 的工厂	115

第八章 熔融法生产铝酸盐水泥工艺及世界铝酸盐水泥	117
第一节 L 型反射炉	117
第二节 马蹄烟反射炉	119
一、生产工艺原理	119
二、原材料的选择与制备	120
第三节 储热式玻璃熔池炉	120
第四节 电熔耐火原料电弧炉	121
一、生产工艺原理	123
二、原材料的选择与制备	123
三、铝酸盐水泥熟料及铝酸盐熟料制品的制成	124
四、电弧熔炼炉能源消耗	127
第五节 世界铝酸盐水泥的生产情况简介	127
一、拉法基铝酸盐公司	129
二、美国铝业世界化学公司	129
三、德国海德堡铝酸钙公司	130
四、莫林斯水泥公司	131
五、其他	131
第九章 铝酸盐水泥的粉磨、均化与包装	134
第一节 水泥粉磨的意义	134
第二节 铝酸盐水泥粉磨的方法	135
一、开路粉磨	135
二、闭路粉磨	135
第三节 铝酸盐水泥的均化	137
一、铝酸盐水泥均化的必要性	137
二、缩小出厂水泥的实际质量波动,提高耐火混凝土的可施工性能	138
第四节 铝酸盐水泥的包装与发运	141
一、包装质量	142
二、袋重合格率	142
三、水泥包装袋的技术要求	143
四、包装袋的标志	144
第十章 铝酸盐水泥的性能	146
第一节 铝酸盐水泥的比重、容积密度	146
第二节 铝酸盐水泥的颜色	147
第三节 铝酸盐水泥的细度	149
第四节 铝酸盐水泥的凝结时间	151
第五节 铝酸盐水泥混凝土的可施工性能	152
第六节 铝酸盐水泥的物理强度	154
第七节 铝酸盐水泥的水化热	155
第八节 铝酸盐水泥的耐蚀性	155

第九节 铝酸盐水泥的耐火特性	156
一、破裂模量	157
二、冷破碎强度	158
三、单位质量	158
四、线性变化	158
第十节 国外对铝酸盐水泥 CA-50 特性的研究	160
一、铝酸盐水泥的水化	160
二、强度的增长	160
三、铝酸盐水泥的耐久性	161
四、加热养护	161
五、耐火性能	161
六、铝酸盐水泥和硅酸盐水泥的混合	162
七、硅酸盐水泥和铝酸盐水泥混合物的凝结	162
八、水的需用量	163
九、添加剂	163
十、经验与教训	163
十一、标准与规则	163
十二、应用	164
第十一章 铝酸盐水泥在耐火材料中的应用	165
第一节 耐火材料的一般知识	165
一、耐火材料的概念、用途及要求	165
二、耐火材料的定义、分类、称呼	166
三、耐火材料在国民经济中的作用	167
第二节 铝酸盐水泥的耐火性能	169
第三节 铝酸盐耐热混凝土	170
一、耐热混凝土的定义、分类和应用	170
二、铝酸盐水泥耐火混凝土	170
三、铝酸盐水泥的水化特性	171
四、铝酸盐水泥对骨料和掺合料的要求	171
五、耐火混凝土的施工设计要点	172
六、铝酸盐水泥耐火混凝土在工程施工中注意的问题	172
第四节 铝酸盐水泥耐火浇注料	172
一、铝酸盐水泥 CA-50 耐火浇注料	173
二、铝酸盐水泥 CA-60 耐火浇注料	176
三、铝酸盐水泥 CA-70 耐火浇注料	177
四、铝酸盐水泥 CA-80 耐火浇注料	179
第五节 铝酸盐耐火浇注料（混凝土）外加剂	180
第十二章 铝酸盐水泥及铝酸盐相关产品的应用	182
第一节 铝酸盐熟料用作炼钢的辅助材料	182

一、铝酸盐熟料用于炼钢造渣剂	182
二、铝酸盐熟料用于炼钢造渣剂的作用	186
三、铝酸盐水泥用于制造炼钢挡渣球(塞)	188
第二节 铝酸盐水泥用于化学建材	189
一、制作各种建筑装饰造型	189
二、用于建筑内外墙体贴挂瓷砖、大理石的胶粘剂	191
三、水泥基自流平砂浆	191
四、预拌砂浆	192
五、混凝土膨胀剂	193
六、自应力铝酸盐水泥	195
七、快硬高强铝酸盐水泥	195
八、铝酸盐水泥用于管道防腐蚀	196
九、高水速凝固结充填材料	198
十、铝酸盐水泥用于防辐射混凝土	201
第三节 铝酸钙用于工业废水处理	202
一、碱熔法	202
二、酸溶法	203
三、酸溶法生产聚合氯化铝对铝酸钙粉的技术要求	203
四、水处理剂用铝酸钙标准	205
五、聚合氯化铝的性能与用途	205
六、聚合氯化铝应用标准	206
第十三章 铝酸盐水泥的质量控制与检验	208
第一节 铝酸盐水泥生产的质量管理与控制	208
第二节 铝酸盐水泥生产过程质量控制的内容	209
一、待用原料和燃料的质量检验	209
二、再用原料和燃料的质量检验	209
三、生料和熟料的质量检验	209
四、出磨水泥与出厂水泥的质量检验	209
五、其他物料的质量检验	209
第三节 铝酸盐水泥生产过程的质量控制	210
一、生产企业必须严格遵循国家标准	210
二、必须严格遵循检验标准和检验方法	210
第四节 铝酸盐水泥的质量检验方法	212
一、日本对铝酸盐水泥流动性的检验方法	212
二、法国铝酸盐水泥生产商对流动性的检验方法	213
三、法国铝酸盐水泥生产工厂对熟料的检验方法	214
四、法国铝酸盐水泥生产工厂对凝结时间的检验方法	216
五、法国铝酸盐水泥生产商对物理强度的检验方法	217
六、美国铝酸盐水泥生产企业的产品质量检验方法	218

附录..... 230

 附录一 参考文献 230

 1. 低温煅烧矾土水泥的研究 230

 2. 回转窑烧结法制造矾土水泥 241

 3. 矾土水泥混凝土强度下降问题的研究 250

 附录二 《铝酸盐水泥》GB 201—2000 261

 附录三 美国 ASTM 标准..... 269

 1. ASTM C191-82 用维卡测定水硬性水泥凝结时间的标准试验方法 269

 2. ASTM C348-80 水硬性水泥胶砂抗折强度标准试验方法 272

 3. ASTM C 349-82 水硬性水泥胶砂抗压强度（用折后棱柱体断块）标准试验方法 279

第一章 铝酸盐水泥在国民经济中的地位和作用

第一节 铝酸盐水泥的发展史

一、铝酸盐水泥的诞生

水泥在国民经济中是一项重要物资，是国家建设和人民生活中不可缺少的重要建筑材料。改革开放三十多年来，中国水泥工业发生了翻天覆地的变化，2010 年我国水泥产量达 20 亿吨，已成为世界第一水泥生产大国。

水泥按工业建设的用途不同分为硅酸盐水泥和特种水泥。硅酸盐水泥是一种广泛应用于普通工业建筑和民用建筑的建筑材料；特种水泥是用于特殊使用环境的由水泥制造商专门生产的一种建筑材料。目前我国生产的特种水泥主要有用于大坝建设的大坝水泥、用于油井开发建设的油井水泥、用于道路建设的道路水泥和用于建筑装饰的（彩色）白色硅酸盐水泥等。特种水泥按其化学成分又分为硅酸盐特种水泥、铝酸盐水泥、硫铝酸盐水泥和铁铝酸盐水泥等。本文主要论述的是铝酸盐水泥，亦称“耐火水泥”。

谈及铝酸盐水泥必然首先说到铝矾土。1821 年法国地质学家皮埃尔·贝蒂埃（Pierre. Berthier），在法国东南部普罗旺斯（Provence）的一个村庄 Les Baux 找到了一种含铝量很高的矿石，将其命名为“bauxite（铝矾土）”。1832 年被封为爵士的皮埃尔·贝蒂埃（Pierre. Berthier），在图尔斯（Tours）建立了贝蒂埃（Berthier）地质博物馆，铝矾土“bauxite”在此得到了展出。

铝矾土与石灰按一定的比例被破碎、混合后经烧制熔融，磨成细粉所制成的铝酸钙水泥（Calcium Aluminate Cement——CAC）于 1865 年在法国出现，而在 19 世纪末以前，一种“石灰石矾土水泥（limestone bauxite cement）”的专利已在英国注册发布。不过，此种类型水泥胶粘剂的首次商业生产是 1913 年在法国由拉法基（Lafarge）公司实现的，之后，其生产方式一直作为铝酸钙水泥的主要制造手段。

二、铝酸盐水泥的特性

1913 年，法国的拉法基公司（Lafarge）首次进行了这种水泥的商业性生产，其生产方法是以熔融法为代表的铝酸盐水泥生产工艺，此项技术至今仍未发生根本性的改变。铝酸盐水泥由于能够使混凝土具有很高的早期强度和优良的耐火性能，较普通水泥更具有优越性，其 1d 的早期强度比普通水泥 28d 后的强度还要高。此后，人们还发现用铝酸盐水泥配制的混凝土具有抗硫酸盐和弱酸侵蚀的能力。铝酸盐水泥的缺点在于比普通水泥的价格高 4~5 倍。但 20 世纪 70 年代人们发现用铝酸盐水泥配制的混凝土后期强度倒缩而被禁止用于耐久性混凝土的制作。铝酸盐水泥以其良好的耐火性能被广泛地应用于耐火材料行业，所以人们通常又将铝酸盐水泥称作“耐火水泥”。