

特种水泥

SPECIAL CEMENT

胡曙光 等编著



武汉工业大学出版社

特种水泥

主 编 胡曙光
副主编 陈袁魁 徐光亮
参 编 程 新 方永浩 丁 铸

武汉工业大学出版社

· 武 汉 ·

图书在版编目(CIP)数据

特种水泥/胡曙光等编著. —武汉:武汉工业大学出版社, 1999. 2
ISBN 7-5629-1374-9

I. 特… I. 胡… III. 特种水泥 IV. TQ172.79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 03366 号

武汉工业大学出版社出版发行

(武汉市武昌珞狮路 122 号 邮编 430070)

武汉测绘院地图印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 1/32 印张: 10.875 字数: 273 千字

1999 年 2 月第 1 版 1999 年 2 月第 1 次印刷

印数: 1—3000 册

定价: 15.00 元

前 言

自 80 年代中期我国水泥产量跃居世界第一位以来,一直保持高速发展势态,目前年产量已愈 5 亿 t。但其中特种水泥产量的比例不到 2%,远低于国际 5%~10%的水平,无法满足各类特殊工程的需要。这既造成大量的资源浪费,又使许多工程质量得不到保证。显然,积极加速特种水泥的开发与生产不仅是满足现代化建设的迫切要求,也是实现我国水泥工业由大变强的必由之路。

特种水泥,是指具有某些独特性能,适合特定要求的用途,或能发挥特殊作用并赋予建筑物特别功能的水泥品种。我国习惯上将硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥六大水泥品种称为通用水泥。除此之外,把其他品种水泥都归于特种水泥范畴,目前已有 60 多个品种,广泛应用于实际工程中。但随着时代的进步,现有的特种水泥不论在品种方面还是产量上都远远不能满足建设的需要。面临即将到来的 21 世纪,作为国家经济支柱产业之一的水泥工业,其产品不再只是一般性的建筑材料,而必须成为能满足多种需要的高性能功能材料。因此,采用新的方法、新的技术手段大力研制与开发更多的新品种水泥,不仅是国家经济腾飞的需要,更是整个水泥工业实现可持续发展的原动力。

我国自 50 年代起就开展了特种水泥的科学研究,许多大专院校和科研院所都进行了富有成效的工作。经过几十年的艰苦努力,国内目前不仅对特种水泥的理论研究达到较高水平,而且不断将特种水泥的研究成果推向生产和实际工程应用,积累了丰富的实践经验和成熟的生产技术。但是,由于宣传和推广的力度不够,理

10507/25 04

论研究与生产实际还存在较严重的脱节,一方面大量研究成果停留在实验室阶段,另一方面生产企业和用户尚未充分了解和认识,使特种水泥的发展受到制约。

本书从水泥的特殊优良性能、使用途径和优异功能等方面全面展示国内外特种水泥技术发展的全貌,内容丰富、新颖,不仅注重了最新理论成果的报道,而且特别注重相关特种水泥品种的生产和应用技术论述。同时,对特种水泥技术领域的未来发展趋势也作了较系统的前瞻性探讨,希望对有关的科研、生产和工程应用部门起到抛砖引玉的目的。

参加本书编著工作的人员是:武汉工业大学胡曙光(第一章、第四章、第十章),山东建筑材料工业学院程新(第二章),西南工学院徐光亮(第三章、第九章),武汉工业大学陈袁魁(第五章、第六章),南京化工大学方永浩(第七章),山东建筑材料工业学院丁铸(第八章),武汉工业大学周明凯(第五章第七节)。本书由胡曙光任主编,陈袁魁、徐光亮任副主编。

本书可供水泥及制品、建筑工程、环境保护、化学建材等部门的科研、生产技术人员参考,也可作为相关专业领域的各类大、中专院校师生的教学参考书。

由于编著者水平所限,书中不当之处在所难免,敬请读者批评指正。并向提供文献资料的有关单位和人士表示衷心感谢。

编著者

1998年10月

目 录

第一章 概论	(1)
一、特种水泥的定义和分类	(1)
二、特种水泥在国民经济建设中的重要地位	(3)
三、国内外特种水泥的研究、开发和生产现状	(5)
四、特种水泥的发展趋势和前景分析	(7)
第二章 快硬水泥与高强水泥	(11)
第一节 概述	(11)
第二节 快硬与高强硅酸盐水泥	(12)
一、概述	(12)
二、国家标准(GB199—90)	(12)
三、快硬硅酸盐水泥的矿物组成、生产技术与性能	(13)
第三节 快硬硫铝酸盐水泥和铁铝酸盐水泥	(14)
一、概述	(14)
二、快硬硫铝酸盐和铁铝酸盐水泥的标准	(15)
三、熟料的矿物组成	(17)
四、生产技术	(19)
第四节 氟铝酸盐快硬水泥	(23)
一、概述	(23)
二、快硬氟铝酸盐水泥的矿物组成	(23)
三、生产技术	(24)
四、快硬氟铝酸盐水泥的水化	(26)
五、氟铝酸盐水泥的技术性能与应用	(28)
第五节 其他快硬高强水泥	(31)

一、阿利尼特水泥	(31)
二、明矾石高强水泥	(33)
第三章 膨胀水泥	(37)
第一节 概述	(37)
一、膨胀水泥的有关概念	(37)
二、膨胀水泥的发展概况	(38)
第二节 膨胀水泥的类型	(41)
一、按用途分类	(41)
二、按引起膨胀的化学反应分类	(42)
三、按水泥熟料矿物组成或水泥主要组分分类	(43)
第三节 膨胀机理	(48)
一、水化硫铝酸钙的组成与结构	(48)
二、水化硫铝酸钙的稳定性	(50)
三、钙矾石的膨胀机理	(57)
四、氧化物水化的膨胀机理	(64)
第四节 影响膨胀的因素	(65)
一、影响钙矾石膨胀的因素	(65)
二、影响 CaO 水化膨胀的因素	(70)
第四章 耐腐蚀水泥	(75)
第一节 概述	(75)
第二节 抗硫酸盐硅酸盐水泥	(76)
一、概述	(76)
二、腐蚀机理	(77)
三、水泥原材料和熟料矿物要求	(78)
四、抗硫酸盐水泥标准	(78)
五、抗硫酸盐水泥的生产工艺	(80)
六、抗硫酸盐水泥的性能	(80)
七、应用与展望	(83)

第三节 耐酸水泥	(84)
一、概述	(84)
二、水玻璃类耐酸水泥	(85)
三、硫磺耐酸水泥	(90)
四、聚合物耐酸水泥	(92)
第五章 专用工程水泥	(95)
第一节 概述	(95)
第二节 道路水泥	(96)
一、道路水泥简介	(96)
二、道路硅酸盐水泥的主要技术特性	(97)
三、影响道路硅酸盐水泥质量和性能的主要因素	(99)
四、道路硅酸盐水泥的生产与应用	(103)
五、新型复合道路水泥	(105)
第三节 水工水泥	(108)
一、水工水泥简介	(108)
二、中热硅酸盐水泥、低热矿渣硅酸盐水泥及 低热粉煤灰硅酸盐水泥	(109)
三、低热微膨胀水泥	(117)
四、抗硫酸盐水泥	(121)
五、灌浆水泥	(122)
第四节 油井水泥	(126)
一、油井水泥概述	(126)
二、API A 级油井水泥	(127)
三、API B 级油井水泥	(129)
四、API C 级油井水泥	(130)
五、API D、E、F 级油井水泥	(132)
六、API G 级和 H 级油井水泥	(134)
七、API J 级油井水泥	(136)

八、特种油井水泥	(137)
第五节 防辐射水泥	(141)
一、钡水泥和锶水泥	(142)
二、含硼水泥	(144)
三、高放核废液固化材料	(146)
第六节 耐高温水泥	(148)
一、耐高温水泥概述	(148)
二、铝酸盐系列耐高温水泥	(149)
三、磷酸盐系列耐高温胶凝材料	(163)
四、水玻璃胶结剂及水玻璃耐高温混凝土	(165)
第七节 土壤稳定水泥	(166)
一、概述	(166)
二、Aught-set 系列土壤固化剂	(167)
三、HS 系列土壤固化剂	(168)
四、窑灰土壤稳定水泥	(168)
第六章 装饰水泥	(170)
第一节 概述	(170)
第二节 白色硅酸盐水泥	(171)
一、白色硅酸盐水泥的品质特性	(171)
二、白色硅酸盐水泥的国家标准	(172)
三、白水泥的白度与测量	(174)
四、影响白水泥白度的因素与改进措施	(177)
第三节 其他类型白水泥	(188)
一、高炉矿渣白水泥	(188)
二、硫酸盐白色熔融水泥	(190)
三、钢渣白水泥	(191)
四、磷矿渣白水泥	(192)
第四节 彩色水泥	(193)

一、I 型彩色水泥	(193)
二、II 型彩色水泥	(195)
第五节 装饰水泥的应用	(196)
一、水泥净浆的用途	(197)
二、水泥砂浆的用途	(197)
三、混凝土的用途	(197)
第六节 我国目前装饰水泥研究与技术发展动向	(198)
一、积极研制开发适合国情的先进工艺技术与装备	(199)
二、通过有效措施改善产品的性能	(200)
三、积极研制、开发节能型装饰水泥新品种	(201)
第七章 低钙节能水泥	(203)
第一节 概述	(203)
第二节 贝利特铝酸盐水泥	(205)
一、贝利特铝酸盐水泥的生产	(205)
二、水泥的水化过程	(207)
三、水泥的性能	(208)
第三节 贝利特硫铝酸盐水泥	(212)
一、水泥熟料的生产	(213)
二、水泥的制备	(214)
三、水泥的水化	(215)
四、硫铝酸盐系列水泥的标准、性能与用途	(216)
第四节 铁铝酸盐水泥	(221)
一、水泥的制备	(222)
二、主要特性与用途	(222)
三、铁铝酸盐系列水泥的标准	(223)
第五节 波色尔水泥	(226)
一、波色尔水泥的制备	(226)
二、水泥的水化过程	(227)

三、波色尔水泥的物理性能	(229)
第六节 活性贝利特水泥	(230)
一、快速冷却	(231)
二、化学活化	(234)
三、低温合成	(240)
第八章 无熟料水泥和低熟料水泥	(244)
第一节 概述	(244)
第二节 碱矿渣水泥	(245)
一、碱矿渣水泥的物理化学特性	(246)
二、碱矿渣水泥的生产	(248)
三、碱矿渣水泥混凝土的物理力学性能与应用	(253)
四、碱矿渣水泥的研究与技术发展趋势	(254)
第三节 石膏矿渣水泥	(256)
一、石膏矿渣水泥简介	(256)
二、石膏矿渣水泥的水化	(257)
三、石膏矿渣水泥的生产	(257)
四、石膏矿渣水泥的应用及注意事项	(259)
五、近期的研究进展	(260)
第四节 钢渣水泥	(261)
一、概述	(261)
二、钢渣水泥的生产与水化过程	(262)
三、影响钢渣水泥性能的因素	(263)
四、钢渣水泥的性能及应用	(264)
五、研究开发进展	(266)
第五节 砌筑水泥	(266)
一、概述	(266)
二、砌筑水泥的生产与应用	(267)
三、砌筑水泥的研究进展	(268)

第六节 其他碱胶凝材料·····	(270)
一、碱激发钢渣矿渣水泥·····	(270)
二、F 水泥·····	(272)
三、含窑灰的碱激发多组分水泥·····	(273)
四、Pyrament 水泥·····	(275)
五、碱矿渣粉煤灰水泥·····	(276)
六、碱矿渣菱苦土水泥·····	(279)
第九章 高铝水泥·····	(281)
第一节 概述·····	(281)
第二节 高铝水泥的组成·····	(281)
一、矿物组成·····	(281)
二、化学组成·····	(284)
第三节 高铝水泥的生产·····	(286)
一、原料·····	(286)
二、配料计算·····	(287)
三、高铝水泥的生产方法·····	(289)
第四节 高铝水泥的性能·····	(291)
一、高铝水泥的水化及硬化·····	(291)
二、高铝水泥的性能·····	(295)
第五节 高铝水泥的应用·····	(307)
第十章 磷酸盐水泥与氯氧镁水泥·····	(309)
第一节 概述·····	(309)
第二节 磷酸盐胶结材料·····	(310)
一、磷酸铝胶结料·····	(310)
二、六偏磷酸钠胶结料·····	(311)
第三节 磷酸铝水泥·····	(312)
一、生产用原料·····	(312)
二、磷酸铝水泥的硬化及结构的形成·····	(313)

三、磷酸铝水泥的应用	(319)
第四节 氯氧镁水泥	(321)
一、氯氧镁水泥的原料及加工	(321)
二、氯氧镁水泥的水化与硬化	(324)
三、浆体强度形成过程	(326)
四、氯氧镁水泥的抗水性	(328)
五、氯氧镁水泥的作用	(329)
第五节 磷酸镁水泥	(330)
一、改善氯氧镁水泥的耐水性	(330)
二、磷酸镁混凝土	(331)
第六节 磷酸铵水泥	(331)
主要参考文献	(334)

第一章 概 论

一、特种水泥的定义和分类

目前,我国对特种水泥的区分还没有一个比较明确的定义。习惯上,把硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥等六大类用于常规建筑工程的水泥称为通用水泥;将其他具有特殊性能和用途的水泥统称为特种水泥。因此,我们可以认为:特种水泥是指具有某些特殊性能或特种功用的水泥,特种水泥是与通用水泥相比较而言的。

特种水泥品种繁多,分类复杂,可概括分成:有快硬高强要求的、有更好耐久性要求的和有其他特殊要求的水泥等三大类。目前,常用的分类方法有三种。一种是以水泥所具有的特性进行分类,如快硬高强水泥、膨胀和自应力水泥、耐高温水泥、低水化热水泥等;这种方法对某些特殊工程用途的水泥并不适用,比如道路水泥、油井水泥等,性能上有较多特色,难以用单一的特性来命名。另一种是按水泥用途分类,如油井水泥、装饰水泥、道路水泥等;这种方法对某些特性水泥,如快硬高强水泥等用途广泛的水泥品种,很难用单独的用途分类。因此,这两种方法都不能包括所有的特种水泥。第三种分类方法是按水泥主要矿物所属体系进行分类,可分为硅酸盐、铝酸盐、硫铝酸盐、铁铝酸盐、氟铝酸盐和其他等六个体系;这种分类方法能够包括迄今为止所有的特种水泥,但是,它不能表现出特种水泥区别于通用水泥的特点。因此,我国一般将上述分类方法结合起来,把特种水泥按其特性或用途主要分为快硬高

强水泥、低水化热水泥、膨胀水泥、油井水泥、耐高温水泥、装饰水泥和其他水泥等七大类,见表 1-1 所示。

表 1-1 我国特种水泥分类

体系 种类	硅酸盐	铝酸盐	氟铝酸盐	硫铝酸盐	铁铝酸盐	其 他
快硬 高强 水泥	快硬硅酸盐水泥 无收缩快硬硅酸盐水泥	高铝水泥 快硬高强铝酸盐水泥 特快硬调凝铝酸盐水泥	型砂水泥 抢修水泥 快凝快硬氟铝酸盐水泥	快硬硫铝酸盐水泥	快硬铁铝酸盐水泥	
膨胀 和自 应力 水泥	膨胀硅酸盐水泥 无收缩快硬硅酸盐水泥 明矾石膨胀硅酸盐水泥 自应力硅酸盐水泥	膨胀铝酸盐水泥 自应力铝酸盐水泥		膨胀硫铝酸盐水泥 自应力硫铝酸盐水泥	膨胀铁铝酸盐水泥 自应力铁铝酸盐水泥	含 CaO 膨胀剂水泥 含铁膨胀剂水泥
低水 化热 水泥	中热硅酸盐水泥 低热矿渣硅酸盐水泥 低热粉煤灰硅酸盐水泥 低热微膨胀水泥 抗硫酸盐硅酸盐水泥					
油井 水泥	A、B、C、D、E、F、G、H、J 级油井水泥及特种油井水泥					无熟料油井水泥

续表 1-1

体系 种类	硅酸盐	铝酸盐	氟铝酸盐	硫铝酸盐	铁铝酸盐	其 他
装饰 水泥	白色硅酸盐 水泥 彩色硅酸盐 水泥			彩色硫铝酸 盐水泥		无熟料装饰 水泥
耐高 温水 泥		高铝水泥 高铝水泥-65 高强高铝水 泥-65 纯铝酸钙水泥 N型超早强 铝酸盐水泥				磷酸盐水泥 水玻璃胶凝 材料
其 他	道路硅酸盐 水泥 砌筑水泥 钎水泥 锡水泥	含硼铝酸盐 水泥 贝利特铝酸 盐水泥	锚固水泥	低碱水泥 贝利特硫铝 酸盐水泥 含钡硫铝酸 盐水泥		耐水水泥 氯氧镁水泥 波色尔水泥 土壤稳定水 泥

二、特种水泥在国民经济建设中的重要地位

水泥是建筑工业三大基本材料之一。在人类社会的发展过程中,水泥在公路、桥梁、大坝、隧道、机场、码头、工业与民用建筑等方面广泛、大量地使用,已成为人类社会物质生活和文化生活的基础。但是,随着经济的发展,建设规模的扩大,通用水泥越来越难以满足重点工程或特殊工程的性能和施工要求。因此,特种水泥的研究、开发和应用具有十分重要的意义。

特种水泥以其优异的性能直接满足工程需要。日益发展的高层、超高层建筑和大跨度结构要求在使用快硬高强水泥;为

了延长在海水、地下及其他侵蚀环境中工程的服务年限,使用具有相应耐腐蚀性能的水泥是关键;由于膨胀水泥克服了通用水泥干缩开裂的缺点,故适用于水电工程及其他防渗堵漏工程;装饰水泥与其他天然或人造的装饰材料相比,具有许多技术和经济上的优越性,其制品色泽丰满、色调鲜艳、价廉耐久,广泛用于建筑装饰工程;还有其他各种专用工程水泥,如油井水泥、道路水泥等具有多种性能优势,直接服务于油井、道路等专项工程。特种水泥的应用,使许多特殊工程的建设成为可能,使建筑工业呈现蓬勃发展的生机。

特种水泥的应用不仅直接满足工程需要,还带来了多方面的间接效益。例如,应用快硬高强水泥配置高强混凝土,不仅直接满足工程强度需要,而且可以减小建筑物截面尺寸,这对于结构物来说,意味着降低结构自重,减轻地基基础的负担;对房屋建筑来说,意味着增加使用面积和有效空间;对桥梁建筑来说,意味着增加桥下净空或降低两岸路堤标高;对地下建筑来说,意味着减少岩土开挖量。另外,在工程中使用不同强度的水泥混凝土,可以尽量统一构件尺寸,为统一施工模板提供了条件。所有这些间接的优越性或效益,往往比提高结构强度显得更为重要。

可持续发展战略是目前中国的基本发展战略之一,保护生态环境和节约资源是实现这一战略的基础和重要内容。在特种水泥(如低热矿渣硅酸盐水泥、低热粉煤灰硅酸盐水泥、节能水泥等多个品种)的生产中,利用了大量的工业废渣或尾矿,这对于节约资源和保护生态环境具有重大的意义。

随着经济的发展,基建规模的扩大,特种水泥在工程建设中越来越显示出其他建筑材料(包括通用水泥)不可替代的优越性。发展特种水泥对保证国家建设计划的顺利进行,人民生活水平的提高,具有十分重要的意义。随着水泥工业理论研究的进展,以及其他领域的理论、技术向水泥工业的渗透,特种水泥的品种构成将会