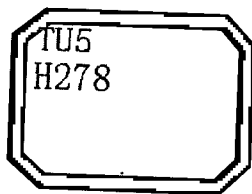


建设行业系统继续教育培训教材

建筑新材料



黄河水利出版社



建设行业系统继续教育培训教材

建筑新材料

河南省建设教育协会 编

黄河水利出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑新材料/河南省建设教育协会编. —郑州: 黄河水利出版社, 2003. 12

ISBN 7-80621-749-5

I. 建... II. 河... III. 建筑材料 IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 107308 号

出版社: 黄河水利出版社

地址: 河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码: 450003

发行单位: 黄河水利出版社

发行部电话及传真: (0371) 6022620

E-mail: yrcp@public.zz.ha.cn

承印单位: 河南友爱印务有限公司

开本: 787mm×1 092mm 1/16

印张: 14

字数: 320 千字

印数: 1—4 000

版次: 2003 年 12 月第 1 版

印次: 2003 年 12 月第 1 次印刷

书号: ISBN 7-80621-749-5/TU·39

定价: 35.00 元

出 版 说 明

2001 年河南省建设教育协会受河南省建设厅人教处的委托,组织编写了河南省建设行业系统继续教育培训教材,该教材出版以来,在建筑施工企业继续教育培训中发挥了重要作用,但也存在一定的不足。我们在总结前一套教材的基础上,结合广大读者在使用中的意见和建议,按照科学性、先进性、针对性、实用性、可操作性的原则,补充修订并重新编写了《建筑新技术》、《建筑施工验收新规范应用指南》和《建筑新材料》等教材。本次出版的《建筑新技术》由李倩修订,《建筑施工验收新规范应用指南》由王辉、王晓慧修订,《建筑新材料》由李林、徐宏峰修订,其中第八章由袁永明修订,封面效果图由河南省建筑设计研究院提供。在此,对河南省建筑设计研究院和参与编写和修订的专家教授一并表示衷心的感谢。由于我们的水平有限,本教材有不妥之处,请批评指正。

编 者

2003 年 12 月

目 录

绪论.....	(1)
第一章 新品种水泥.....	(4)
第一节 快硬、高强硅酸盐水泥	(4)
第二节 复合硅酸盐水泥.....	(7)
第三节 硫铝酸盐水泥.....	(9)
第四节 膨胀水泥	(11)
第五节 质量检验	(14)
第二章 新品种混凝土	(17)
第一节 轻集料混凝土	(18)
第二节 高强混凝土	(30)
第三节 粉煤灰混凝土	(36)
第三章 新型混凝土外加剂	(44)
第一节 减水剂	(44)
第二节 高强混凝土泵送剂	(48)
第三节 自流平混凝土外加剂	(50)
第四节 混凝土养护剂	(54)
第五节 混凝土脱模剂	(58)
第六节 质量检验	(61)
第四章 混凝土掺合料	(63)
第一节 粉煤灰	(63)
第二节 硅粉	(66)
第三节 沸石粉	(69)
第五章 新型修补砂浆	(71)
第一节 NSF 修补砂浆	(71)
第二节 NBS 修补砂浆	(75)
第六章 墙体材料	(78)
第一节 轻集料混凝土小型空心砌块	(78)
第二节 轻质隔墙条板	(82)
第三节 复合墙板	(87)

第七章 建筑钢材.....	(100)
第一节 冷轧扭钢筋.....	(100)
第二节 预应力混凝土用钢丝.....	(103)
第三节 冷轧带肋钢筋.....	(111)
第八章 新型防水材料.....	(116)
第一节 新型防水卷材.....	(117)
第二节 新型防水涂料.....	(143)
第三节 接缝密封材料.....	(152)
第九章 新型建筑玻璃.....	(163)
第一节 安全玻璃.....	(163)
第二节 热反射玻璃.....	(169)
第三节 中空玻璃.....	(172)
第十章 新型装饰材料.....	(180)
第一节 外墙涂料.....	(181)
第二节 内墙涂料.....	(191)
第三节 地面涂料.....	(196)
第四节 特种建筑涂料.....	(203)
第五节 塑料地板.....	(207)

绪 论

建筑材料是指一切用于建造建筑物或构筑物所用一切材料的总称。土木工程行业的发展在很大程度上取决于原材料的应用和发展,特别是新型建筑材料的应用和普及在一定意义上讲也决定了未来施工技术及工艺、施工验收等各学科的发展方向,所以我国建设部每年都向全国推广一些具有广泛发展前景的新型建筑材料。

新型建筑材料一般是指在建筑工程实践中已有成功应用并且代表建筑材料发展方向的一类建筑材料。

一般来说,有两种主要的因素激发人们致力于新型建筑材料的开发应用,一是现有的建筑材料存在着一些不足或缺点,不能够完全满足生产、施工或使用的要求,需要改善这些材料的某些性能,而在原有基础上发展一些新型建筑材料。例如减轻混凝土的自重,提高混凝土的抗拉强度等。二是社会和科学的进步,以及社会环境的变化出现了到目前为止不曾有过的新的需求,而激发人们去开发新型的建筑材料。例如智能化建筑材料、多功能墙体材料等。

总之,随着人类社会的发展以及人们对物质文明和精神文明的更高追求,新型建筑材料必将在新的时期有更大的发展和应用。

一、新型建筑材料发展概况

不同类别和功能的建筑产品构成了人类生存的环境,并且反应出不同时代的文化科学发展的特点,所以建筑产品也可以成为评价人类物质文明发展水平的一个重要标志。基于上述特点,在工程实践中,广大工程技术人员及材料生产企业,都以较大的精力用于新型建筑材料的研制、应用及推广。从人类最初的“穴居巢处”到目前日益发达的钢材、水泥、混凝土、墙体材料、防水材料、建筑塑料等材料的普及及应用,建筑材料特别是新型材料已进入了一个新的发展阶段。

基于目前建筑材料发展的特点,新型建筑材料具有以下几个发展趋势:

(1)轻质高强。混凝土及钢筋混凝土结构的广泛应用已逐渐取代了砖石、砖混等结构,但混凝土虽然具有诸多优点(抗压强度高、耐久性好、经济等),但也存在着日趋严重的不足,特别是比强度较小,构件尺寸偏大,满足不了人们日益提高的物质文化水平的要求,所以轻质高强是目前建筑用材料的重点发展方向。

(2)多功能。随着高层及超高层建筑物的逐渐增多,人们不仅需要轻质高强的材料,而且还注重它的保温、隔声、防水、防辐射等多种性能。在可能的情况下,人们总是以满足各种不同功能性的要求的材料作为首选,这也是未来建筑材料的一个发展方向。

(3)环保型。随着人类物质和精神文明的发展,人们把我们赖以生存的环境条件看得愈来愈重要,环境保护已成为社会可持续发展必须首先解决的问题。建筑材料作为人类物质文明的标志产品的原料,也将在以后发展中更加注重它对环境保护所起的作用。

(4)高耐久性。在对任何材料评价时,耐久性通常是一项必不可少的考虑因素。这主要是因为建筑产品使用寿命较长,受环境中各种自然因素影响较大,破坏后危害较严重,所以具有更高的耐久性能也是新型材料发展的一个方向。

(5)智能化。所谓智能化材料是指材料本身具有自我诊断和预告破坏、自我修复和自我调节的功能,以及可重复利用的一类材料。这类材料在使用过程中,能够将其内部发生的某些异常情况及时地向人们反映出来,如位移、开裂、变形、超载等,以便人们在破坏前采取有效措施。同时智能化建筑材料还能够根据内部的承载力及外部作用情况进行自我调整。例如自动调光玻璃,可根据外部光线的强弱调整透光量,以满足室内采光和人们健康的要求等。作为智能化建筑材料还应具有类似于生物自我生长、新陈代谢的功能,对破坏受到损伤的部位进行自我修复。当建筑物需要拆除时,它还可重复利用,不存在建筑垃圾等。这一类材料的研究利用目前还处于初步阶段,但在某些方面人们已经取得了可喜的进展。

除了以上几种新型建筑材料的发展方向外,装饰性、经济性、可造性等也是未来材料生产及应用中不可忽略的问题。

二、新型建筑材料的普及应用

在新型建筑材料的研究领域,我国处于世界的先进水平,但在其推广、普及、应用方面,还存在较大的差距。根本原因是设计人员、监理人员、建设单位和施工单位的专业技术人员,可能对新型建筑材料的性能、特点及技术标准等不甚了解,加之有些专业技术人员知识陈旧、观念老化等,导致了新型建筑材料在推广和普及中受到一定的制约。另外,新型建筑材料一般成本较高,也很难为广大建设单位所接受。基于上述一些重要原因,我国建设部为了大力推广新型建筑材料的合理应用,每年都向全国重点推广一些较为先进的、并适合我国经济发展需要的新型建筑材料及其制品,这为我国新型建筑材料的普及应用起到了重要的作用。

随着设计、施工、监理等单位专业技术人员素质提高,国家再教育制度的完善,可以相信,愈来愈多的新型建筑材料及其制品将会在未来工程建设中得到广泛的推广和应用。

三、新规范、新标准的推广应用

新型建筑材料的普及应用在很大程度上也受制于规范和标准的补充及更新。有许多新的并且具有较好发展前景的建筑材料,就是由于国家规范和标准中未规定出其质量检验内容及方法,使得设计人员、施工及监理人员在选择这些材料时,顾虑重重,从而严重制约了新型建筑材料及制品的发展应用。我国加入 WTO 后,国家建设部和质量监督检验检疫总局加大了新规范、新标准的制定及应用的力度,使得一些较为先进的、科学的、符合国际惯例的新规范、新标准在生产实践中得到广泛的应用。可以说近几年是国家修改及新颁布规范及标准最多的时期,这就为新材料及其制品的发展及应用奠定了良好的基础。可以相信,随着国家规范和标准的更新,更多的新型建筑材料及制品在土木工程行业中将会得到广泛的推广应用。

思 考 题

1. 试述建筑材料今后发展的趋势？
2. 目前为什么一些新的建筑材料及其制品得不到普及和推广？你认为应如何解决这一问题？

第一章 新品种水泥

水泥呈粉末状,与水混合后,经过物理化学反应过程能由可塑性浆体变成坚硬的石状体,并能将散粒状材料胶结成整体,所以水泥是一种良好的矿物胶凝材料。就硬化条件而言,水泥浆体不但能够在空气中硬化,还能更好地在水中硬化,保持并继续增长其后期强度,故水泥属于水硬性胶凝材料。

水泥是最重要的建筑材料之一。随着我国现代化建设的高速发展,它在国民经济中的地位日益提高,获得了越来越广泛的应用。它不但大量应用于工业与民用建筑,还广泛应用于公路、铁路、水利、海港和国防等工程,制造各种形式的混凝土、钢筋混凝土及预应力钢筋混凝土构件和构筑物。所以,水泥及其制品工业高速度发展对保证国家建设计划顺利进行起着十分重要的作用。我国建筑工程中目前常用的水泥主要有硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥和粉煤灰硅酸盐水泥等。在一些特殊工程中,还使用高铝水泥、膨胀水泥、快硬水泥、低热水泥和耐硫酸盐水泥等。由于水泥的科学技术及生产不断发展,满足各种特殊性能要求的新品种水泥正在逐渐增多,例如膨胀硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥和膨胀硫酸盐水泥等。

水泥品种虽然很多,在讨论它们的性质和应用时,硅酸盐水泥是基本的,而在以往的有关教材中已经讲解过。本章将目前工程中经常用到的、新的水泥品种作一介绍,并重点介绍这些水泥的性能、应用以及质量要求等内容。另外,其他水泥的应用特点及其组成,必要时也将涉及到。

第一节 快硬、高强硅酸盐水泥

以硅酸盐水泥熟料和适量石膏磨细制成,以 3d 抗压强度表示其标号的水硬性胶凝材料,称为快硬硅酸盐水泥。

以硅酸盐水泥熟料和适量石膏磨细制成,强度等级在 52.5 以上的水硬性胶凝材料,称为高强硅酸盐水泥。

从快硬、高强水泥的概念中可以看到它们的区别,但它们也存在一定的联系。首先,快硬水泥必使早期强度较高,特别是早期强度增长速率较快,而后期强度较同标号或等级的水泥也有一定的提高。而高强水泥重要是注重后期强度的提高,但后期强度提高的同时,也必使其早期强度较同类水泥有较大的提高。总之,快硬、高强硅酸盐水泥的共同特性就是早强、快硬,但是它们在水化热、耐热性、低温硬化、耐久性等方面又有其各自不尽相同的特点。

快硬、高强硅酸盐水泥一般包括快硬硅酸盐水泥、高强硅酸盐水泥、无收缩硅酸盐水

泥等,而其他品种水泥具有快硬、早强特点的也有许多,如铝酸盐水泥、硫铝酸盐水泥、氟铝酸盐水泥等。

随着我国经济的高速增长,高层建筑、超高层建筑、大型公共设施等建筑产品的不断增多,快硬、高强水泥的生产量和使用数量也有一定的增加。这时,对于需要使用这类水泥的工程而言,选择合适的水泥品种,以及对相应水泥的技术性能、应用特点及适用范围等作到周密细致的了解与熟悉就显得尤为重要,特别是一些大型或重要的建筑工程。

本节主要介绍具有快硬、高强特性的硅酸盐类水泥,它包括快硬硅酸盐水泥、高强硅酸盐水泥和无收缩硅酸盐水泥等,因为这些水泥在工程实践中具有良好的工作性和耐久性。另外,硅酸盐系列水泥从应用范围、生产成本及原材料的选择,到现场专业人员对其性能的了解和认识,都有着其他水泥所不可比拟的优势。

一、主要技术性能

(一)强度

强度是快硬、高强水泥较为重要的技术性质。对水泥强度的评定,我国仍是以水泥胶砂试验的方法,对不同龄期的胶砂试块进行抗折和抗压强度的测定,来确定水泥强度的大小,从而评定水泥的强度等级或标号及水泥强度的特点。

对快硬硅酸盐水泥,从上述的概念中可以看到,重点评定 1d 和 3d 的抗折强度,并且以 3d 抗压强度的下限值表示该类水泥的标号,(见表 1-1)。从表 1-1 中可以看出该水泥 1d 的抗压强度可达到 3d 抗压强度的 44% 以上,1d 的抗折强度可达 3d 抗折强度的 66% 以上。由此可见,硅酸盐水泥不仅具有快硬性能,而且在早强方面具有一定的表现。

高强硅酸盐水泥一般是指 52.5 以上强度等级的水泥。所以,高强水泥突出的特点就是 28d 的强度较高。从表 1-1 中可以看出,它们的早期强度虽然不如快硬水泥高但与通用水泥比较也是较高的。另外快硬硅酸盐水泥 325 号的 3d 抗压强度(32.5MPa)与高强硅酸盐水泥 62.5R 等级的 3d 抗压强度(32.0MPa)显然非常接近,但快硬水泥 325 号的 28d 抗压强度下限为 52.5MPa,而高强硅酸盐水泥 62.5 等级的 28d 抗压强度却最少达到 62.5MPa,即高出前者 8% 以上。由此可以看出高强硅酸盐水泥的突出特点就是 28d 强度较其他水泥高。

无收缩快硬硅酸盐水泥是一种性能优良并具有广阔发展前景的水泥品种。过去及目前工程中,为了解决水泥在凝结硬化过程中产生的不可恢复的体积收缩(如化学收缩、碳化收缩等)对工程整体质量的影响,特别是对抗震结构的影响,广泛采用了分段施工、后浇带设置等施工方法,但从使用效果看,这些方法及措施还存在着诸多不利的方面,能否从根本上解决水泥的收缩问题就显得尤为重要。而无收缩硅酸盐水泥就可以较好地解决这一问题,因为该水泥不但具有快硬、高强等特点,而且在凝结硬化过程中产生一定的微膨胀性,可使混凝土较密实地充填到模板中,保证混凝土的外观质量,还能从根本上解决水泥凝结硬化过程中产生的收缩对水泥制品的质量影响。随着高层及超高层建筑、大型公共设施等的广泛应用,无收缩硅酸盐水泥必将在工程中得到更多的推广及应用。由于它特别适合现场浇筑施工,故一般俗称浇筑水泥,其强度特点见表 1-1。

表 1-1 快硬、高强水泥强度指标

水泥品种	标号 或强度等级	抗压强度 (MPa)			抗折强度 (MPa)		
		1d	3d	28d ^①	1d	3d	28d
快硬 硅酸盐水泥	325	15.0	32.5	52.5	3.5	5.0	7.2
	375	17.0	37.5	57.5	4.0	6.0	7.6
	425	19.0	42.5	62.5	4.5	6.4	8.0
高强 硅酸盐水泥	52.5	—	23.0	52.5	—	4.0	7.0
	52.5R	—	27.0	52.5	—	5.0	7.0
	62.5R	—	32.0	62.5	—	5.5	8.0
	62.5	—	28.0	62.5	—	5.0	8.0
无收缩快硬 硅酸盐水泥	525	13.7	28.4	51.5	3.4	5.4	7.1
	625	17.2	34.3	61.3	3.9	5.9	7.8
	725	20.6	41.7	71.1	4.4	6.4	8.6

注:①快硬硅酸盐水泥 28d 强度指标为供需双方参考指标。

(二)其他技术性能

与其他水泥相同,除强度外,快硬、高强硅酸盐水泥还应满足规范规定的细度、体积安定性、初凝及终凝等技术要求。但由于该类水泥强度较高,故细度较小,即比表面积较大,所以在测定其标准稠度时需水量也可能有些偏高,在检测时应予以注意。另外,快硬硅酸盐水泥和高强硅酸盐水泥由于水泥颗粒较细、需水量较大等原因,在凝结硬化过程中有可能产生较大的收缩现象,故在施工中也应给予重视,并及时采取相应措施。无收缩硅酸盐水泥由于前述独特的性能,一般不会出现收缩现象。该三种水泥其他主要技术性质见表 1-2。

表 1-2 三种水泥的其他物理及化学性能

水泥品种	凝结时间		细度 (0.08mm 筛余量)	安定性	SO ₃ (%)	膨胀率(%)
	初凝	终凝				
快硬水泥	≥45min	≤10h	≤10%	合格	≤4.0	—
高强水泥	≥45min	≤390min	>300m ² /kg (比表面积)	合格	≤3.5	—
无收缩快硬 硅酸盐水泥	≥30min	≤6h	≤10%	合格	≤3.5	$\begin{cases} 1d \geq 0.02 \\ 28d \leq 0.30 \end{cases}$

二、适用范围

本节三种水泥根据其共同特点主要用于要求快硬、高强的混凝土工程中,例如抢修、抢建工程;大跨度和高层建筑物或构筑物;高强混凝土工程及钢筋混凝土工程;军事国防等工程。

该三种水泥一般施工环境温度不低于-5℃,否则应采取相应措施,并且在施工后一定要加强养护和观察。除了在早期强度要求较高的滑模、预制构件等工程可以使用外,浇筑

水泥还适用于装配式建筑物的接缝、接头、地脚螺栓锚固灌浆等工程中。

由于该三种水泥仍属硅酸盐水泥范畴,故其抗硫酸及硫酸盐、软水、强碱等腐蚀能力较差;又由于其水化放热量较大,故不宜用于大体积混凝土工程以及经常处于高温烘烤环境(如铸造车间等)的混凝土及其制品工程中。

该三种水泥若掺入适量的高效减水剂或其他外加剂后可配制高强度等级或其他性能的混凝土。

三、注意事项

三种水泥由于细度较细,极容易吸收空气中的水份而造成强度降低,并且硫铝酸盐水泥吸湿后还会降低微膨胀性能,故该类水泥的保质期为1个月,所以在运输、贮存和使用前要做好防潮工作。若超出保质期后,应按规范规定重新检验确定其标号或等级。另外,这三种水泥因水化速度及强度增长较快,所以在施工后要特别注意加强养护,以避免因养护不当而造成水泥制品的开裂影响工程质量。

各种水泥在使用过程中,应由专人负责及时准确地掌握所用水泥的品种、批次及用量,因为不同品种或不同批次的水泥,都存在着性质等多方面的差异,故施工中应予注意。如果掺加减水剂或其他外加剂和掺料,必须事先做水泥对比性及适应性试验,以使其发挥预期的作用及效果,这一点在工程实际中也是特别重要的。因为不同的水泥品种及不同生产企业的水泥,矿物组成和生产控制参数均存在着一定的差别,从而使外加剂或掺料对不同品种及批次水泥的强度、和易性、适应性、减水率等的影响不尽相同,所以必须通过试验来确定外加剂或掺合料的品种、掺量等。

第二节 复合硅酸盐水泥

凡是由硅酸盐水泥熟料、两种或两种以上规定的混合材料、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料,称为复合硅酸盐水泥(简称复合水泥),代号P·C。水泥中混合材料总掺加量百分比大于熟料质量的15%,但不超过50%。允许用不超过8%的窑灰代替部分混合材料;掺粒化的高炉矿渣时,混合材料掺量不得与矿渣硅酸盐水泥重复。

复合水泥由于掺入了两种或两种以上的混合材料,起到相互取长补短的作用,其使用效果大大优于掺一种混合材料的硅酸盐水泥。其早期强度较高,而优于矿渣硅酸盐水泥、火山灰硅酸盐水泥和粉煤灰硅酸盐水泥;水化热较低,而优于硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥,可以用于大体积混凝土工程;其耐腐蚀性较强,特别是耐硫酸及硫酸盐腐蚀能力较强,而类似于矿渣水泥(或火山灰水泥、粉煤灰水泥等),优于普通水泥,并且其抗渗性、抗冻性也较好。因而复合硅酸盐水泥在诸多方面,其使用效果较普通水泥、矿渣水泥、火山灰水泥及粉煤灰水泥有着更为优越的特点,可以说在一定程度上综合了诸多水泥的长处于一身,将是一种很具有发展前景的水泥品种。

一、主要技术性能

(一)强度

复合硅酸盐水泥各强度等级的各龄期强度不得低于表1-3的数值。

表 1-3 复合水泥各龄期强度值

水泥品种	强度等级	抗压强度(MPa)		抗折强度(MPa)	
		3d	28d	3d	28d
复合水泥	32.5	11.0	32.5	2.5	5.5
	32.5R	16.0	32.5	3.5	5.5
	42.5	16.0	42.5	3.5	6.5
	42.5R	21.0	42.5	4.0	6.5
	52.5	22.0	52.5	4.0	7.0
	52.5R	26.0	52.5	5.0	7.0

复合水泥的强度比掺单组分混合材料的水泥强度高,其质量指标也高。例如,32.5 级的掺单组分混合材料的火山灰水泥或粉煤灰水泥,其 3d 抗压强度为 10.0MPa,而同等级的复合水泥则为 11.0MPa。同样,火山灰水泥或粉煤灰水泥 52.5 等级的水泥 3d 抗压强度指标为 21.0MPa,复合水泥为 26.0MPa,提高 10%以上。

(二)其他物理性能

复合水泥的物理性能与化学成分要求与其他通用水泥类似。当其掺入的两种或两种以上混合材料匹配良好时,它的和易性、泌水性等性能得到改善。

依据国家标准《复合硅酸盐水泥》(GB12958-1999)规定,水泥熟料中氧化镁及三氧化硫的含量、细度、凝结时间、体积安定性等技术要求见表 1-4。

表 1-4 复合水泥物理、化学性能指标

品 种	MgO(%)	SO ₃ (%)	细度(80μm 筛余)	凝 结		安定性	碱含量 (%)
				初凝	终凝		
复合水泥	≤5.0	≤3.5	≤10%	≥45min	≤10h	合格	双方商定

二、适用范围

复合硅酸盐水泥中由于掺入了两种或两种以上混合材料,而在强度、水化热、耐腐蚀性能等方面都能满足普通工业与民用建筑的需要,故它亦属于通用水泥的一种。若复合硅酸盐水泥中掺入的混合材料为粒化高炉矿渣或粉煤灰等活性较好材料,并且该水泥的等级较高时,可用于较重要的建筑工程。

低等级的复合硅酸盐水泥,若混合材料为窑灰、石灰石、砂岩等时,则不宜用于重要工程及有耐腐蚀要求的工程。

三、注意事项

复合硅酸盐水泥属于新开发研制的一般通用水泥。重要工程及有耐化学侵蚀要求的工程拟使用复合硅酸盐水泥时,宜向生产厂了解所掺混合材料的种类和数量,并且应尽量选用不掺窑灰、石灰石等混合材料的复合硅酸盐水泥。复合水泥允许掺加的混合材料的品种较多,允许掺量幅度也大,从而可能使该水泥性能变化比较大,所以使用单位,特别是水泥用量大的工程施工单位,应事先向生产厂了解混合材料的品种及掺量,事后总结使用经验,熟悉该品种水泥的性能,以保证工程质量。

第三节 硫铝酸盐水泥

硫铝酸盐水泥也是一种较新的水泥品种,它在矿物组成上与硅酸盐水泥有着质的差别,从而决定了硫铝酸盐水泥在性能、应用范围等诸多方面也与硅酸盐水泥存在着较大的差异。在生产硫铝酸盐水泥时只需改变其水泥中某一矿物成分的含量就可以制造出 I 型低碱度硫铝酸盐水泥、快硬硫铝酸盐水泥、膨胀和自应力类硫铝酸盐水泥等性能不同的硫铝酸盐水泥,所以在性能特点及应用等方面它是一个特定系列的水泥品种——硫铝酸盐水泥。

I 型低碱度硫铝酸盐水泥是以无水硫铝酸钙为主的硫铝酸盐水泥熟料,加入适量硬石膏磨细制成的具有低碱度的水硬性胶凝材料,简称 I 型低碱水泥。

快硬硫铝酸盐水泥是指以适当成分的生料,经煅烧所得以无水硫铝酸二钙为主要矿物成分的水泥熟料,加入适量石膏磨细制成的早期强度高的水硬性胶凝材料。

凡以硫铝酸盐水泥(或熟料)为主要成分,加入不同比例的石膏,经磨细即可制成微膨胀硫铝酸盐水泥、膨胀硫铝酸盐水泥和自应力硫铝酸盐水泥。

硫铝酸盐水泥主要含有水泥活性较高的无水硫铝酸钙 $[3(\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3) \cdot \text{CaSO}_4]$ 。当其与水化合后,无水硫铝酸钙迅速反应,形成钙矾石和氢氧化铝凝胶,随即产生凝结硬化,所以硫铝酸盐水泥属于快硬早强类水泥。

一、主要技术性能

(一)强度

在硫铝酸盐系列水泥中,强度的差别是该系列水泥中各不同品种间的主要区别所在。I 型低碱度硫铝酸盐水泥按 3d、7d 及 28d 的抗折强度与抗压强度划分为 325、425、525 三个标号,各标号、各龄期的强度值不得低于表 1-5 中的数值;快硬硫铝酸盐水泥是以 12h、1d、3d 的抗折强度与抗压强度划分为 425、525、625 三个标号;而微膨胀和膨胀硫铝酸盐水泥的标号只有 525 一种;自应力硫铝酸盐水泥则以 7d、28d 抗折强度与抗压强度确定一个标号——375 号。各类硫铝酸盐水泥的强度要求下限值见表 1-5。

表 1-5 硫铝酸盐系列水泥强度

品种	标号	抗压强度(MPa)					抗折强度(MPa)				
		12h	1d	3d	7d	28d	12h	1d	3d	7d	28d
I 型低碱度 硫铝酸盐水泥	325	—	—	11.8	19.6	31.9	—	—	2.5	3.4	3.9
	425	—	—	19.6	29.4	41.7	—	—	2.9	3.9	4.4
	525	—	—	29.2	39.2	51.5	—	—	3.9	4.9	5.4
快硬 硫铝酸盐水泥	425	29.4	34.4	41.7	—	—	5.9	6.4	6.9	—	—
	525	36.8	44.1	51.5	—	—	6.4	6.9	7.4	—	—
	625	39.2	51.5	61.3	—	—	6.9	7.4	7.8	—	—
微膨胀 硫铝酸盐水泥	525	—	31.4	41.2	—	51.5	—	4.9	5.9	—	6.9
膨胀 硫铝酸盐水泥	525	—	27.5	39.2	—	51.5	—	4.4	5.4	—	6.4
自应力 硫铝酸盐水泥	375	—	—	—	27	36.8	—	—	—	—	—

从表 1-5 中可以看出, I 型低碱度硫铝酸盐水泥和快硬硫铝酸盐水泥都具有凝结硬化快, 早期强度与后期强度均较高的特点, 而膨胀类硫铝酸盐水泥随着膨胀率的增大, 其强度就越低, 这也是膨胀类水泥的共同特点。

(二) 其他物理及化学性质

各品种硫铝酸盐水泥的细度、凝结时间、体积安定性等技术要求见表 1-6。

表 1-6 硫铝酸盐水泥其他物理化学性质

品 种	比表面积 (m^2/kg)	凝结时间		游离 CaO	体积安定性
		初凝(min)	终凝(h)		
I 型低碱度硫铝酸盐水泥	≥ 450	≥ 25	≤ 3	不允许有	合格
快硬硫铝酸盐水泥	≥ 380	≥ 25	≤ 3	不允许有	合格
微膨胀和膨胀硫铝酸盐水泥	≥ 400	≥ 30	≤ 3	不允许有	合格
自应力硫铝酸盐水泥	≥ 370	≥ 40	≤ 4	不允许有	合格

在各种硫铝酸盐水泥中, 不允许存在游离状态的氧化钙, 因为它的存在将影响水泥的质量, 特别是凝结速度将变快。对于具有膨胀性的水泥还将影响水泥的膨胀率和自应力值。这也是在后面该水泥使用注意事项中规定不能与其他品种水泥混合使用的原因之一。

膨胀类硫铝酸盐水泥的膨胀率和自应力值见表 1-7。

表 1-7 膨胀率和自应力值

品 种		自由膨胀率(%)			自应力值(MPa)	
		1d	7d	28d	7d	28d
微膨胀硫铝酸盐水泥		≥ 0.05	—	≤ 0.5	—	—
膨胀硫铝酸盐水泥		≥ 0.10	—	≤ 1.00	—	—
自应力硫铝酸盐水泥	60 级	—	≤ 1.5	≤ 2.0	4.4	5.9
	45 级	—	≤ 1.5	≤ 2.0	3.4	4.4
	35 级	—	≤ 1.5	≤ 2.0	2.5	3.4

注: 膨胀和自应力水泥的膨胀率不应超过表中数值, 自应力值不应低于表中数值。

二、适用范围

I 型低碱度硫铝酸盐水泥的凝结硬化快, 早期强度与后期强度均较高, 硬化时产生微膨胀, 特别是浆体的 pH 值较低, 由于 I 型低碱度硫铝酸盐水泥的碱度(pH 值)较低, 对玻璃纤维的腐蚀大大减小, 因而主要用于各种玻璃纤维增强水泥制品。525 号 I 型低碱度硫铝酸盐水泥主要适用于喷射工艺, 425 号 I 型低碱度硫铝酸盐水泥主要适用于湿法工艺。

快硬硫铝酸盐水泥具有快凝、早强、不收缩的特点, 宜用于配制早强、抗渗和抗硫酸盐侵蚀等混凝土, 负温施工(冬季施工), 浆锚、喷锚支护、抢修、堵漏; 水泥制品、玻璃纤维增强水泥(GRC)制品的一般建筑工程, 以及一些用模具生产的水泥类装饰材料(柱头、柱身

等)。

微膨胀和膨胀硫铝酸盐水泥,主要用于配制节点浇注和抗渗用的砂浆或混凝土,也可用于补偿收缩混凝土,但这方面的经验较少。自应力硫铝酸盐水泥目前只用于制造输水、输油、输气用的自应力钢筋混凝土压力管。

自应力硫铝酸盐水泥的主要技术要求是其膨胀性能和自应力的产生效果。一般自应力硫铝酸盐水泥的稳定期在14d~28d,在生产应用中,为了缩短生产周期,加速其凝结硬化的速度,往往在构件制作后,采用40~60℃的热水养护,使自应力值在7d内即可达到稳定。另外,影响自应力硫铝酸盐水泥的膨胀性能和自应力值的因素也比较多,如预养时的温湿度、水中养护时的水温、水灰比的大小、施工的质量等,所以在具体生产应用时,必须针对工程实际情况,具体问题具体分析,采取有利的及针对性的方法措施,使其在强度、膨胀及自应力值等技术参数方面均取得预期的效果。

三、注意事项

自1987年国家颁布硫铝酸盐类水泥行业标准至今,硫铝酸盐水泥已在土木工程建设中应用了十几年,但许多工程技术人员对这一系列品种水泥的性能特点不甚了解,从而使硫铝酸盐水泥的推广应用受到很大的制约,所以全面掌握及了解各品种硫铝酸盐水泥的性能特点就显得尤为关键。为了使该类水泥发挥其功用,在使用过程中除了上述要素外,还应对集料的种类、配比、计量、用水量及水灰比等给予准确的选择和确定,并掌握好脱膜及养护的时间。也只有严格按上述要求,在保证原材料质量及施工质量的前提下,才能够使硫铝酸盐水泥发挥其预期的效用,生产出优良的建筑产品。

(1)硫铝酸盐类水泥一般不得与其他品种水泥混合使用,也不得与其他尚未硬化的水泥制品接触使用。

(2)硫铝酸盐类水泥因碱度较低,对钢筋的保护效果较差,故在钢筋混凝土构件中,钢筋的保护层厚度一般不得小于30mm,并且在潮湿环境中使用时,还应采取相应的措施。

(3)硫铝酸盐类水泥的初始泌水率较大,故应严格控制用水量,加强养护。

(4)硫铝酸盐类水泥的耐高温性较差,一般应在常温环境条件中使用。

(5)硫铝酸盐类水泥水化后产生的高硫型水化硫铝酸钙(俗称钙矾石)即是该水泥中的主要早强组分,又具有一定的膨胀性能,所以在使用硫铝酸盐类水泥时,若出现一些特殊情况,应对高硫型水化硫铝酸钙的性能特点的分析研究作为解决具体问题的主要突破点之一。

第四节 膨胀水泥

水泥制品在施工及使用过程中,由于矿物成分的水化、水分的蒸发,以及空气使其碳化等因素的作用,会产生化学收缩、干燥收缩、碳化收缩和湿胀干缩等现象,特别是化学收缩和碳化收缩属于不可恢复的收缩,所以一般的水泥制品(如通用水泥制品),在施工及使用过程中,会产生一些收缩型的裂缝。在钢筋混凝土结构构件中,由于裂缝的出现,导致结构或构件的耐久性、抗渗性等受到严重的影响。所以,如何解决水泥制品的收缩问题一直是