

ZHIYEJIAOYU SHIYONGJIAOCAI

职业教育试用教材

水泥生产 工 艺

SHUINI SHENGCHAN GONGYI



主编 周剑平



西北大学出版社
NORTHWEST UNIVERSITY PRESS

职业教育试用教材

SHUINISHENGCHANGONGYI

水泥 生产工艺

主编

周剑平

编者(按姓氏笔画排列)

冯晓梅 齐桂侠

周咏梅 常晓明

西北大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

水泥生产工艺/周剑平主编. —西安:西北大学出版社,
2008. 2

ISBN 978 - 7 - 5604 - 2432 - 3

I. 水... II. 周... III. 水泥—生产工艺 IV. TQ172. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 014477 号

水泥生产工艺

主 编 周剑平

出版发行	西北大学出版社	社 址	西安市太白北路 229 号
电 话	029—88305287	邮政编码	710069
经 销	新华书店	印 刷	陕西省乾兴印刷厂
版 次	2008 年 2 月第 1 版	印 次	2008 年 2 月第 1 次印刷
开 本	787 × 1092 1/16	印 张	12
字 数	285 千字	印 数	1—3400
书 号	ISBN 978 - 7 - 5604 - 2432 - 3	定 价	21.00 元

陕西省建筑材料工业学校 教材编审委员会

主任

高东

副主任

方学初 张中华 魏萍 张毓

委员

毕强 米易 周剑平 徐瑛 马彦锋
费宝军 谢凤国 郭玉红 魏东 鱼浪
常晓明 邵晓莉 李伟 顾学福

主编

周剑平

封面设计 魏和国
插图设计 魏和国

前 言

本书结合国内外水泥工业的发展形势,根据目前中等职业教育发展状况,按照新形势下职业教育的培养目标和要求,在广泛征求意见、总结教学经验的基础上组织多名有丰富职教经验及生产实践经验的教师在原中等专业学校水泥专业教材的基础上重新编写而成。本书按照教育部“要逐步建立以能力培养为基础的、特色鲜明的专业课教材和实训指导教材”的职业教育教材建设思想,以能力本位教育理念为立足点,围绕中职教育特点、培养方向及目标定位而编写。全书根据水泥生产工艺过程和应用进行编排,书中详细介绍了硅酸盐水泥的生产方法、矿物组成、主要原料、生料制备、熟料煅烧、水泥制成的基本知识和技能,同时也介绍了水泥的水化硬化、水泥性能、水泥应用等知识。在本书中还大量采用了翔实的立体图和局部剖视图,生动地展现了水泥生产的全过程。本教材立足于突出中职教材实践性、应用性的职业性特点,力求体现出先进性、科学性、实用性。

本书由周剑平主编,冯晓梅编写绪论、第一、二章,周咏梅编写第三、五章,齐桂侠编写第四、六章,周剑平编写第七、八章,第九章由周剑平、常晓明编写,全书由周剑平总纂定稿。

限于编者水平,同时编写时间也比较仓促,因而教材中一定存在不妥之处,希望广大读者提出批评和指正,以便今后修订完善。

编者

2007年12月

目 录	第一章
(84)	思考题
(94)	普通硅酸盐水泥国家标准 第四章
绪论	水泥工业技术 第一章 (1)
(12) 第一节 胶凝材料的定义和分类	普通硅酸盐水泥 第一章 (1)
(22) 第二节 胶凝材料发展简史	普通硅酸盐水泥 第一章 (1)
(29) 第三节 水泥的发明	普通硅酸盐水泥 第一章 (2)
(33) 第四节 水泥的定义和分类	普通硅酸盐水泥 第一章 (3)
(37) 第五节 水泥在国民经济中的重要性	普通硅酸盐水泥 第一章 (4)
(42) 第六节 水泥工业发展概况	普通硅酸盐水泥 第一章 (4)
(47) 本章小结	普通硅酸盐水泥 第一章 (6)
(49) 思考题	普通硅酸盐水泥 第一章 (6)
第一章 硅酸盐水泥生产概述	普通硅酸盐水泥 第一章 (7)
(58) 第一节 硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥国家标准	普通硅酸盐水泥 第一章 (7)
(67) 第二节 硅酸盐水泥的生产方法	普通硅酸盐水泥 第一章 (13)
(76) 第三节 硅酸盐水泥生产工艺流程	普通硅酸盐水泥 第一章 (15)
(86) 本章小结	普通硅酸盐水泥 第一章 (20)
(89) 思考题	普通硅酸盐水泥 第一章 (20)
第二章 硅酸盐水泥熟料的组成	普通硅酸盐水泥 第一章 (21)
(93) 第一节 硅酸盐水泥熟料的矿物组成	普通硅酸盐水泥 第一章 (21)
(104) 第二节 硅酸盐水泥熟料的化学组成	普通硅酸盐水泥 第一章 (26)
(102) 第三节 硅酸盐水泥熟料的率值	普通硅酸盐水泥 第一章 (28)
(109) 第四节 硅酸盐水泥熟料矿物组成的计算及换算	普通硅酸盐水泥 第一章 (30)
(109) 本章小结	普通硅酸盐水泥 第一章 (31)
(111) 思考题	普通硅酸盐水泥 第一章 (31)
第三章 硅酸盐水泥的原料、燃料	普通硅酸盐水泥 第一章 (32)
(121) 第一节 石灰质原料	普通硅酸盐水泥 第一章 (32)
(121) 第二节 黏土质原料	普通硅酸盐水泥 第一章 (34)
(121) 第三节 校正原料、矿化剂及缓凝剂	普通硅酸盐水泥 第一章 (37)
(123) 第四节 水泥工业用燃料	普通硅酸盐水泥 第一章 (41)
(124) 第五节 工业废渣的利用	普通硅酸盐水泥 第一章 (45)



本章小结	(48)
思考题	(48)
第四章 硅酸盐水泥配料及生料制备	(49)
(1) 第一节 生料及配料的基本概念	(49)
(1) 第二节 配料方案的选择	(51)
(1) 第三节 配料计算	(53)
(2) 第四节 配料工艺	(59)
(3) 第五节 生料粉磨	(63)
(4) 第六节 生料的均化	(73)
(4) 本章小结	(78)
(6) 思考题	(78)
第五章 硅酸盐水泥熟料的煅烧	(79)
(7) 第一节 煅烧过程中的物理化学变化	(79)
(7) 第二节 熟料形成热	(86)
(8) 第三节 回转窑熟料煅烧工艺	(87)
(21) 本章小结	(96)
(20) 思考题	(96)
第六章 硅酸盐水泥的制成	(97)
(15) 第一节 水泥粉磨	(97)
(15) 第二节 水泥储存与发运	(102)
(26) 本章小结	(104)
(85) 思考题	(105)
第七章 硅酸盐水泥的性能	(106)
(18) 第一节 凝结时间	(106)
(31) 第二节 强度	(112)
(32) 第三节 体积变化与水化热	(116)
(32) 第四节 耐久性	(121)
(43) 本章小结	(131)
(73) 思考题	(131)
第八章 其他通用水泥	(132)
(42) 第一节 工业副产品综合利用的意义	(132)

第二节	粒化高炉矿渣	(132)
第三节	矿渣硅酸盐水泥	(138)
第四节	火山灰质混合材料	(141)
第五节	火山灰质硅酸盐水泥	(144)
第六节	粉煤灰硅酸盐水泥	(145)
第七节	复合硅酸盐水泥	(149)
本章小结	.....	(152)
思考题	.....	(152)
第九章	硅酸盐水泥的应用	(153)
第一节	普通混凝土	(153)
第二节	混凝土外加剂	(158)
第三节	混凝土拌和物的和易性	(161)
第四节	混凝土的结构与性质	(163)
第五节	混凝土配合比的设计	(165)
第六节	高强混凝土	(173)
第七节	高性能混凝土	(176)
第八节	泵送混凝土	(178)
第九节	流态混凝土	(179)
第十节	轻集料混凝土	(179)
第十一节	纤维混凝土	(180)
第十二节	聚合物混凝土	(180)
第十三节	配制砂浆	(181)
第十四节	水泥制品	(182)
本章小结	.....	(182)
思考题	.....	(182)
参考文献	.....	(183)



绪论

本章主要介绍了胶凝材料的定义和分类、发展史与水泥的基本概念、分类及水泥工业发展情况。通过本章学习,重点掌握胶凝材料、水泥的基本概念和分类,了解世界水泥工业发展和我国水泥工业发展概况。

第一节 胶凝材料的定义和分类

凡能在物理、化学作用下,从浆体变成坚固的石状体,并能胶结其他物料而形成具有一定机械强度的物质,统称为胶凝材料,又称胶结料。胶凝材料可分为有机胶凝材料和无机胶凝材料两大类。沥青和各种树脂属于有机胶凝材料。无机胶凝材料则按照硬化条件,可分为水硬性和非水硬性两种。水硬性胶凝材料在拌水后既能在空气中又能在水中硬化,通常称为水泥,如硅酸盐水泥、铝酸盐水泥、硫铝酸盐水泥等。非水硬性胶凝材料不能在水中硬化,而只能在空气中硬化,故称为气硬性胶凝材料,如石灰、石膏、耐酸胶结料等。水泥起源于胶凝材料,是在胶凝材料的发展中逐渐演进和被发明的。

第二节 胶凝材料发展简史

胶凝材料的发展有着极为悠久的历史。它先后经历了天然产出的黏土、石灰—石膏、石灰—火山灰及人工配料制的水硬性胶凝材料等各个阶段。

远在距今约4 000~10 000年的新石器时代,由于石器工具的进步,劳动生产力的提高,挖穴建室的建筑活动已经兴起。人们就逐渐使用黏土来抹砌简易的建筑物,有时还掺入稻草、谷壳等植物纤维加筋增强。黏土可以看做是最原始的、天然产出的胶凝材料,但未经煅烧的黏土并无抗水能力,而且强度很低。

随着火的发现,大约在公元前2 000~3 000年,中国和埃及、希腊以及罗马等国就已开始利用经过煅烧的石膏或石灰来调制砌筑砂浆。例如,古埃及的金字塔,我国著名的万里长城以及其他许多宏伟的古建筑,即是用石灰、石膏作为胶凝材料砌筑而成。这个时期可称为胶凝材料发展史上的石灰—石膏时期。我国有关石灰的文字记载,最早可以上溯到公元前七世纪的周朝。从目前考古发掘的材料分析,到汉朝(公元二世纪)为止,人工烧制石灰已经



达到相当高的水平。

随着生产的发展,逐渐要求有强度较高并能防止被水侵蚀和冲毁的胶凝材料。到公元初,古希腊人和罗马人都已经发现,在石灰中掺加某些火山灰沉积物,不仅强度提高,而且能抵御淡水或盐水的侵蚀。例如,罗马的“庞贝”城以及罗马圣庙等著名古建筑都是用石灰—火山灰材料砌筑而成。在我国古代建筑中所大量应用的“三合土”,即石灰与黄土混合,或另加细砂等。随后,人们又进一步发现,将碎砖、废陶器等磨细后,可以代替天然的火山灰与石灰混合物,同样能使其具有水硬性。从而使火山灰质材料由天然的发展到人工制造,经过煅烧的黏土和石灰混合可以获得一定抗水性的胶凝材料。这个时期可称为胶凝材料发展史上的石灰—火山灰时期。

直到十八世纪后半期,又先后出现了水硬性石灰和罗马水泥,都是将含有适量黏土的黏土质石灰石经过煅烧而得。并在此基础上发展到用天然水泥岩(黏土含量在20%~25%左右的石灰石)煅烧、磨细而制得天然水泥。然后,逐渐发现可以用石灰石与定量的黏土共同磨细混匀,经过煅烧,能制成一种人工配料的水硬性石灰。这实际上可以看成是近代硅酸盐水泥制造的雏形。

第三节 水泥的发明

十九世纪初期(1810~1825),用人工配合黏土与石灰石,再经煅烧、磨细以制造水硬性胶凝材料的方法,已经开始应用于生产,经高温煅烧至烧结程度,以获得烧块(熟料)作为提高质量的措施。因为这种胶凝材料烧结后的外观颜色与当时建筑上常用的英国波特兰岛出产的石灰石相似,故称之为波特兰水泥(Portland Cement,我国称为硅酸盐水泥)。

英国人阿斯普丁(J. Aspdin)于1824年首先取得了该项产品的专利权。由于含有较多的硅酸钙,不但能在水中硬化,而且能长期抗水,强度甚高。其首批大规模使用的实例是1835~1843年修建的泰晤士河隧道工程。

硅酸盐水泥出现后应用日益普遍,对于工程建设起了很大的作用。但随着现代工业的发展,仅仅硅酸盐水泥、石灰、石膏等几种胶凝材料又远远不能满足工业建设和军事工程的需要,就逐渐发展出各种不同用途的硅酸盐水泥,如快硬水泥、抗硫酸盐水泥、大坝水泥以及油井水泥,等等。而在1907~1909年发明的以低碱性铝酸盐为主要成分的高铝水泥,具有早强快硬的特性。近多年来,又陆续出现了硫铝酸盐水泥、氟铝酸盐水泥等品种,从而使水硬性胶凝材料发展成更多类别。

由上可见,胶凝材料的发展经历了天然黏土、石膏—石灰、石灰—火山灰及人工配料制得的水硬性胶凝材料等多个阶段。可以相信,随着社会生产力的提高,胶凝材料还将有更快的发展,以满足日益增长的各种工程建设和人们物质生活的需要。

第四章 水泥的定义和分类

一、水泥的定义

水泥是一种水硬性胶凝材料，由硅酸盐水泥熟料、石膏、混合材料等按一定比例配制成。凡细磨成粉状，加入适量的水后成为塑性浆体，既能在空气中硬化，又能在水中硬化，并能将砂、石等材料牢固地胶结在一起的水硬性胶凝材料，通称为水泥。水泥作为一种水硬性胶凝材料，100多年来广泛地应用在社会各个方面，水泥的共同特征是：它是经过粉磨后具有一定细度的粉末状；加入适量水后可成塑性浆体；既能在水中硬化，又能在空气中硬化形成人造石；水泥浆牢固地胶结砂、石、钢筋等集料使之成为整体并产生强度。但由于水泥的种类不同，结构组分有别，因而各种水泥又具有自身独特的一些性能。

二、水泥的分类

水泥的种类很多，至今为止已有100多种水泥问世，而且各种新型水泥仍在不断地开发应用之中。我国通常按以下几种方法对水泥进行分类。

第一种，按其用途和性能可分为通用水泥、专用水泥以及特性水泥三大类。通用水泥为一般用途的水泥，用于大量土木建筑工程，如硅酸盐水泥、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。

专用水泥则指有专门用途的水泥，如油井水泥、大坝水泥、砌筑水泥等。特性水泥是某种性能比较突出的一类水泥，如快硬硅酸盐水泥、低热矿渣硅酸盐水泥、抗硫酸盐硅酸盐水泥、膨胀硫铝酸盐水泥、自应力铝酸盐水泥等。

第二种，按照主要的水硬性矿物，水泥又可分为：

- ①硅酸盐水泥；
- ②铝酸盐水泥；
- ③硫铝酸盐水泥；
- ④铁铝酸盐水泥；
- ⑤少熟料和无熟料水泥等。

第三种，按需要在水泥命名中标明的主要技术特性分为以下五类：

- ①快硬性：分为快硬和特快硬；
- ②水化热：分为中热和高热；
- ③抗硫酸盐腐蚀性：分中抗硫酸盐腐蚀性和高抗硫酸盐腐蚀性；
- ④膨胀性：分为膨胀和自应力；
- ⑤耐高温性：铝酸盐水泥的耐高温性以水泥中氧化铝含量分级。



第五节 水泥在国民经济中的重要性

水泥是建筑业三大基本材料之一,使用广,用量大,素有“建筑业的粮食”之称。在能源方面,水泥生产虽需消耗较多能源,但是水泥与砂、石等集料所制成的混凝土则是一种低能耗型建筑材料。每吨混凝土消耗的能量仅为红砖的 1/6、钢材的 1/20。在性能方面,水泥制品与普通钢材相比,它不生锈;与普通木材相比,它不腐朽;与普通塑料相比,它不老化。其耐久性好,维修量小,在代替钢材和木材方面,具有明显的技术经济上的优越性。水泥被广泛应用于工业建筑、民用建筑、交通工程、水利工程、海港工程、核电工程、国防建设等新型工业和工程建设等领域,是国家工程建设和人民生活中不可缺少的重要基本材料。根据有关研究表明,21 世纪的主要建筑材料仍将是水泥和混凝土,水泥的生产和科研仍然具有重要意义。

水泥所具有的特殊性能使建筑工程多样化。水泥作为水硬性胶凝材料加水后具有可塑性,与砂、石拌和后能使混合物具有和易性,可浇筑成各种形状尺寸的构件,以满足工程设计的不同需要。水泥与钢筋、砂、石等材料混合制成的钢筋混凝土、预应力钢筋混凝土,其性能大大优于钢筋或混凝土本身,它的坚固性、耐久性、抗蚀性、适应性强,可用于海上、地下、深水或者干热、严寒地区,建设高层建筑、大型桥梁、巨型水坝、高速公路以及防辐射核电站等特殊工程。它对人类的物质和文化生活产生了积极的影响,对人类的文明和进步发挥着重要作用。

水泥工业是国民经济中非常重要的产业。随着科学技术的进步,新工艺、新技术的发展必然会促进传统水泥工业的技术进步,新工艺的变革、新技术的发展和新品种的出现必将开拓新的应用领域。如宇航工业、核能工业以及其他新型工业的建设,也需要各种无机非金属材料,其中最为基本的都是以水泥基为主的新型复合材料。因此,水泥工业的发展对保证国家建设规划的顺利实施和国民经济的正常运行、人民物质和文化生活水平的提高,具有十分重要的意义,从而使其在国民经济中起到更为重要的作用。

第六节 水泥工业发展概况

一、世界水泥发展概况

水泥工业性产品的实际应用,至今一个半世纪以来,生产持续扩大,工艺和设备不断改进,品种增加很多,质量有很大提高。实际上,硅酸盐水泥是在第一次产业革命中间世的,并采用间歇式的土窑烧制水泥熟料。随着以冶炼技术为突破口的第二次产业革命的兴起,推动了水泥生产设备的更新。1877 年用回转窑烧制水泥熟料获得专利权,继而出现单筒冷却机、辊式磨以及单仓钢球磨等,有效地提高了产量和质量。到十九世纪末二十世纪初,由于

其他工业所提供的燃料、工艺技术和生产设备,使水泥工业一直进行着频繁的改造与更新。1910年立窑实现了机械化连续生产;1928年立波尔窑的出现,使窑的产量明显提高,热耗降低较多。特别是在第二次世界大战后,以原子能、合成化工为标志的第三次产业革命达到了高度工业化阶段,水泥工业又相应发生了深刻的变化。二十世纪五十年代初悬浮预热器窑的应用,更使热耗大幅度降低,其他的水泥制造设备也不断更新换代。到1950年全世界水泥产量为1.33亿吨。六十年代初,以电子计算机为代表的新技术在水泥工业中开始得到应用。日本将联邦德国的悬浮预热器技术引进以后,于1971年开发了水泥窑外分解技术,从而带来了水泥生产技术的重大突破。又随着原料、生料预均化等多种生产技术以及“射线荧光分析”等检测方法的发展和逐步完善,使干法生产的熟料质量明显提高,在节能方面取得了突破性的进展,体现了干法工艺的优越性。到七十年代中期,先进的水泥厂通过电子计算机和自动化的控制仪表等设备已经采用全厂集中控制、巡回检查的方式,在生料、烧成车间以及包装发运、矿山开采等环节分别实现了自动控制。另外,在水泥的科学研究中,各种高效测试仪器的应用,使水泥有关的基础理论和应用研究也取得了很大的进展。为了加速发展水泥工业,许多国家都在进行煅烧和粉磨的新工艺和新设备的研究。微型电子计算机在设计工作中的应用,带来了更大的经济效益。

二、我国水泥发展概况

我国于1876年在河北唐山首先建立了启新洋灰公司(今为启新水泥厂)正式生产水泥,以后又相继建立了大连、上海、中国、广州等水泥厂。但是,新中国成立前由于帝国主义、封建主义和官僚资本主义三座大山的压迫和剥削,水泥工业的发展非常缓慢。一直到新中国成立以后,我国的水泥工业才得到了新生。新中国成立后水泥产量快速上升,从1952年到1982年期间,水泥产量从286万吨提高到9411万吨,增长了近32倍,1984年则达12108万吨,比1983年增长11.8%,而且水泥工业布局也获得很大改善。新中国成立以来水泥工业的科学研究工作也得到了很快的发展。我国的水泥在多品种、多等级的方针指导下,已经由建国初期仅有硅酸盐水泥和白水泥等3~4个品种,发展到现在的60余种;从仅能生产用于建筑工程的一般水泥,发展到能够生产石油、水电、冶金、化工、机械等工业部门以及海港和国防工程所需的特种水泥。我国还相当重视工业废渣和天然资源的综合利用。早在1953年,就已推广使用矿渣硅酸盐水泥,经济效益十分显著。同时,又不断发展新技术、新工艺,促进水泥工业的技术进步。例如,我国在五十年代已经进行过悬浮预热器的研究;六十年代初在太原水泥厂的试验通过了鉴定。至于窑外分解技术,自从1976年在石岭建成第一台悬浮分解炉以来,已较快地在多处推广使用。日产700吨熟料的窑外分解生产工艺线已于1983年分别在江苏邵县水泥厂和新疆水泥厂建成,并自行研究、设计、制造了日产2000吨熟料的窑外分解生产工艺线,使我国水泥生产工艺的改造进入了一个新的阶段。另一方面,我国对煅烧、粉磨、熟料形成、水泥的新矿物系列、水硬化、混合材料、外加剂、节能技术等



有关的基础理论以及测试方法的研究和应用,也取得了较好的成绩,特别是根据材料科学的主要任务,在加强对水泥组成、结构及其与性能关系的研究方面以及对生产、应用过程中的变化和行为的研究方面,获得了可喜的进展。还要提出的是,我国又在冀东、淮海、宁国、柳州等水泥厂先后引进了若干套国外的窑外分解技术和成套、半成套设备,有助于我国水泥基本建设的发展,而且在提高我国的设计水平、工厂管理素质或者设备改进等方面,都可作为很好的借鉴。但是也应该看到,与世界先进水平相比,我国水泥工业还存在不少问题,主要是供需矛盾突出,生产技术落后,经济效益较差和各类人才不足。我国水泥总产量虽已居世界第一位,但人均产量仍低。现有的大中型水泥厂,生产设备陈旧落后的相当多,能耗高的湿法工艺仍占总生产能力的较大比例。小型水泥厂成本较高,劳动生产率低。有些厂质量不够稳定,环境污染比较严重。

当前,世界水泥工业的中心课题仍是能源、资源和环境保护。我们一定要依靠技术进步来加速发展水泥工业,因地制宜地采用先进技术,减少能耗,提高质量,降低成本,改善环境,增加产量,不断提高经济效益,大力开发智力人才。发展以窑外分解为中心的新工艺以及其他燃烧技术;以节能为中心对具有改造价值的水泥厂采用不同方法进行技术改造,逐步淘汰普通立窑。从而形成一个具有中国特色的水泥工业体系,以低能耗、高质量的水泥,通过合理的流通渠道,保证工农业建设、国防建设和人民生活的需要。对此,我们这一代人负有重大的历史责任,我们必须奋发学习,努力工作,积极推动技术进步,才能为加速实现水泥工业和水泥科学技术的现代化作出贡献。

本章小结

本章主要介绍了胶凝材料与水泥的基本概念、分类、发展史及水泥工业发展情况。通过理论学习,重点掌握胶凝材料和水泥的基本概念及分类,使学生明确水泥基本知识,充分理解水泥是一种胶凝材料,并了解世界水泥工业发展和我国水泥工业发展概况。

思考题

1. 什么是胶凝材料,其分类方法有哪些?
2. 什么是水泥,其分类方法有哪些?
3. 什么是水硬性胶凝材料和非水硬性胶凝材料?
4. 胶凝材料的发展经历了哪几个阶段?
5. 通用水泥包括哪些品种?

第一章 硅酸盐水泥生产概述

本章主要介绍硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥的国家标准、基本生产方法和生产工艺流程。通过本章学习重点掌握水泥生产的国家标准和水泥生产基本工艺过程,并掌握水泥生产基本方法和特点。

硅酸盐水泥是以硅酸钙为主要成分的熟料所制得水泥的总称。若掺加混合材料达一定数量时,则在硅酸盐水泥名称前冠以混合材料的名称。如矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥。熟料成分虽仍以硅酸钙为主,但适当调整熟料矿物组成、石膏掺入量、水泥粉磨细度或掺入少量某种外加剂,使水泥具有某种特殊性质或特种用途时,则在硅酸盐水泥名称前冠以特殊性质或用途,而成为硅酸盐水泥一大类中的一个品种,如低热硅酸盐水泥、抗硫酸盐硅酸盐水泥、白色硅酸盐水泥等。在国外,硅酸盐水泥统称为波特兰水泥。

第一节 硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥国家标准

一、范围

国家标准 GB 175 - 1999《硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥》规定了硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥的定义与代号、材料要求、强度等级、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志、运输与储存。

本标准适用于硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥。

二、定义和代号

(一) 硅酸盐水泥

凡由硅酸盐水泥熟料、0~5% 石灰石或粒化高炉矿渣、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料,称为硅酸盐水泥(即国外通称的波特兰水泥)。硅酸盐水泥分两种类型,不掺加混合材料的称 I 型硅酸盐水泥,代号 P. I。在硅酸盐水泥粉磨时掺加不超过水泥质量 5% 石灰石或粒化高炉矿渣混合材料的称 II 型硅酸盐水泥,代号 P. II。

(二) 普通硅酸盐水泥

凡由硅酸盐水泥熟料、6%~15% 混合材料、适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料,称为



·普通硅酸盐水泥(简称普通水泥),代号 P. O。

掺活性混合材料时,最大掺量不得超过 15%,其中允许用不超过水泥质量 5% 的窑灰或不超过水泥质量 10% 的非活性混合材料来代替。

掺非活性混合材料时,最大掺量不得超过水泥质量的 10%。

三、材料要求

(一) 硅酸盐水泥熟料

凡以适当成分的生料烧至部分熔融所得以硅酸钙为主要成分的产物称为硅酸盐水泥熟料,简称熟料。

(二) 石膏

天然石膏:应符合 GB/T 5483 中规定的 G 类或 A 类二级(含)以上的石膏或硬石膏。

工业副产石膏:工业生产中以硫酸钙为主要成分的副产品。采用工业副产石膏时,必须经过实验,证明对水泥性能无害。

(三) 活性混合材料

符合 GB/T 203 的粒化高炉矿渣,符合 GB/T 1596 要求的粉煤灰,符合 GB/T 2847 要求的火山灰质混合材料。

(四) 非活性混合材料

活性指标低于 GB/T 203, GB/T 1596, GB/T 2847 标准要求的粒化高炉矿渣、粉煤灰、火山灰质混合材料以及石灰石和砂岩。石灰石中的三氧化二铝含量不得超过 2.5%。

(五) 窑灰

应符合 JC/T 742 的规定。

(六) 助磨剂

水泥粉磨时允许加入助磨剂,其加入量不得超过水泥质量的 1%,助磨剂须符合 JC/T 667 的规定。

四、强度等级

硅酸盐水泥强度等级分为 42.5, 42.5R, 52.5, 52.5R, 62.5, 62.5R。

普通硅酸盐水泥强度等级分为 32.5, 32.5R, 42.5, 42.5R, 52.5, 52.5R。

为了提高水泥的早期强度,加速工程进度,提高经济效益,又将同一等级的水泥分为两种类型,包括普通型和快硬型。其中快硬型(R 型)对 3d 强度有较高要求,7d 强度不作规定,28d 的强度指标则完全相同。

五、技术要求

(一) 不溶物

I 型硅酸盐水泥中不溶物不得超过 0.75%。

Ⅱ型硅酸盐水泥中不溶物不得超过1.50%。

(二) 烧失量

I型硅酸盐水泥的烧失量不得大于3.0%，Ⅱ型硅酸盐水泥的烧失量不得大于3.5%。普通硅酸盐水泥的烧失量不得大于5.0%。

(三) 氧化镁

水泥中氧化镁的含量不宜超过5.0%。如果水泥经压蒸安定性试验合格，则水泥中氧化镁的含量允许放宽到6.0%。

(四) 三氧化硫

水泥中三氧化硫的含量不得超过3.5%。

(五) 细度

硅酸盐水泥的比表面积大于 $300\text{m}^2/\text{kg}$ ，普通硅酸盐水泥 $80\mu\text{m}$ 方孔筛筛余不得超过10.0%。

(六) 凝结时间

硅酸盐水泥初凝不得早于45min，终凝不得迟于6.5h；普通硅酸盐水泥初凝不得早于45min，终凝不得迟于10h。

(七) 安定性

安定性表示在硅酸盐水泥硬化过程中体积收缩的均匀性，用沸煮法检验必须合格。

(八) 强度

水泥强度等级按规定龄期的抗压强度和抗折强度来划分，各强度等级水泥的各龄期强度不得低于表1-1和表1-2数值。

表1-1 各强度等级硅酸盐水泥的各龄期强度(MPa)

品种	强度等级	抗压强度		抗折强度	
		3d	28d	3d	28d
硅酸盐水泥	42.5	17.0	42.5	3.5	6.5
	42.5R	22.0	42.5	4.0	6.5
	52.5	23.0	52.5	4.0	7.0
	52.5R	27.0	52.5	5.0	7.0
	62.5	28.0	62.5	5.0	8.0
	62.5R	32.0	62.5	5.5	8.0