

建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准培训教材

建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准培训教材编审委员会 编

施工员

通用与基础知识

(土建方向)

SHIGONGYUAN

TONGYONG YU JICHU ZHISHI

(TUJIAN FANGXIANG)



黄河水利出版社

建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准培训教材

施工员通用与基础知识 (土建方向)

建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准培训教材编审委员会 编

主 编 丁宪良
副主编 宋 乔 张照方
主 审 郭宇光

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

内容提要

本书是建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准培训教材之一,全书分为两大部分:第一部分为土建施工员通用知识,包括工程材料的基本知识,施工图识读、绘制的基本知识,工程施工工艺和方法,工程项目管理的基本知识;第二部分为土建施工员基础知识,包括土建施工相关的力学知识,建筑构造与建筑结构,工程预算的基本知识,计算机和相关资料信息管理软件的应用知识,施工测量的基本知识。

本书适用于施工员岗位培训,也可供土建类工程技术人员学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

施工员通用与基础知识. 土建方向/丁宪良主编;建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准培训教材编审委员会编. —郑州:黄河水利出版社,2013. 12

建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准培训教材
ISBN 978 - 7 - 5509 - 0670 - 9

I. ①施… II. ①丁… ②建… III. ①土木工程 - 工程施工 - 职业教训 - 教材 IV. ①TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 308118 号

策划编辑:余甫坤 电话:0371 - 66024993 E-mail:yfk7300@126.com

出版社:黄河水利出版社

网址:www.yrep.com

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:郑州海华印务有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:25.75

字数:564 千字

印数:1—4 000

版次:2013 年 12 月第 1 版

印次:2013 年 12 月第 1 次印刷

定价:60.00 元

建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准培训教材

编审委员会

主任:张 冰

副主任:刘志宏 傅月笙 陈永堂

委员:(按姓氏笔画为序)

丁宪良 王 铮 王开岭 毛美荣 田长勋

朱吉顶 刘 乐 刘继鹏 孙朝阳 张 玲

张思忠 范建伟 赵 山 崔恩杰 焦 涛

谭水成

序

为了加强建筑工程施工现场专业人员队伍的建设,规范专业人员的职业能力评价方法,指导专业人员的使用与教育培训,提高其职业素质、专业知识和专业技能水平,住房和城乡建设部颁布了《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》(JGJ/T 250—2011),并自2012年1月1日起颁布实施。我们根据《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》(JGJ/T 250—2011)配套的考核评价大纲,组织建设类专业高等院校资深教授、一线教师,以及建筑施工企业的专家共同编写了《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准培训教材》,为2014年全面启动《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》的贯彻实施工作奠定了一个坚实的基础。

本系列培训教材包括《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》涉及的土建、装饰、市政、设备4个专业的施工员、质量员、安全员、材料员、资料员5个岗位的内容,教材内容覆盖了考核评价大纲中的各个知识点和能力点。我们在编写过程中始终紧扣《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》(JGJ/T 250—2011)和考核评价大纲,坚持与施工现场专业人员的定位相结合、与现行的国家标准和行业标准相结合、与建设类职业院校的专业设置相结合、与当前建设行业关键岗位管理人员培训工作现状相结合,力求体现当前建筑与市政行业技术发展水平,注重科学性、针对性、实用性和创新性,避免内容偏深、偏难,理论知识以满足使用为度。对每个专业、岗位,根据其职业工作的需要,注意精选教学内容、优化知识结构,突出能力要求,对知识和技能经过归纳,编写了《通用与基础知识》和《岗位知识与专业技能》,其中施工员和质量员按专业分类,安全员、资料员和材料员为通用专业。本系列教材第一批编写完成19本,以后将根据住房和城乡建设部颁布的其他岗位职业标准和施工现场专业人员的工作需要进行补充完善。

本系列培训教材的使用对象为职业院校建设类相关专业的学生、相关岗位的在职人员和转入相关岗位的从业人员,既可作为建筑与市政工程现场施工人员的考试学习用书,也可供建筑与市政工程的从业人员自学使用,还可供建设类专业职业院校的相关专业师生参考。

本系列培训教材的编撰者大多为建设类专业高等院校、行业协会和施工企业的专家和教师,在此,谨向他们表示衷心的感谢。

在本系列培训教材的编写过程中,虽经反复推敲,仍难免有不妥甚至疏漏之处,恳请广大读者提出宝贵意见,以便再版时补充修改,使其在提升建筑与市政工程施工现场专业人员的素质和能力方面发挥更大的作用。

建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准培训教材编审委员会

2013年9月

前 言

《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》(JGJ/T 250—2011;以下简称《职业标准》)是整个标准体系里的第一个,也是中华人民共和国住房和城乡建设部第一个关于技术人员的行业标准。《职业标准》自2012年1月1日起正式实施。

河南省建设教育协会为满足企业岗位培训需要,组织编写了本套培训教材。本教材包括土建施工员通用知识和土建施工员基础知识两大部分,具体内容包括工程材料的基本知识,施工图识读、绘制的基本知识,工程施工工艺和方法,工程项目管理的基本知识,土建施工相关的力学知识,建筑构造与建筑结构,工程预算的基本知识,计算机和相关资料信息管理软件的应用知识,施工测量的基本知识等。

本书编写具体分工如下:第一章由河南建筑职业技术学院赵瑞霞编写,第二章由河南建筑职业技术学院闫小春编写,第三章第一节由河南省建设教育协会吉三玲编写,第三章第二节至第六节由河南建筑职业技术学院丁宪良编写,第四章由河南建筑职业技术学院张照方编写,第五章由河南建筑职业技术学院徐向东编写,第六章第一节至第十节由河南建筑职业技术学院刘萍编写,第六章第十一节至第二十二节由河南建筑职业技术学院宋乔编写,第七章由河南建筑职业技术学院金巧兰编写,第八章由河南建筑职业技术学院韩应江编写,第九章由河南建筑职业技术学院张文明编写。

本书由丁宪良担任主编,由宋乔、张照方担任副主编,由郑州交通学院郭宇光担任主审,由河南国基建设集团总公司李一媛担任副主审。

本书可用于土建施工员岗位培训,也可作为土建类工程技术人员学习资料使用。

限于编者的水平,书中难免有不足之处,敬请广大同仁和读者批评指正。

编 者

2013年5月

目 录

序 前 言

第一篇 土建施工员通用知识

第一章 工程材料的基本知识	(1)
第一节 无机胶凝材料	(1)
第二节 混凝土	(9)
第三节 建筑砂浆	(22)
第四节 石材、砖和砌块	(25)
第五节 钢 材	(29)
第六节 防水材料	(36)
第七节 建筑节能材料	(38)
小 结	(41)
第二章 施工图识读、绘制的基本知识	(42)
第一节 施工图的基本知识	(42)
第二节 施工图的图示方法	(46)
第三节 施工图的识读与绘制	(53)
小 结	(69)
第三章 工程施工工艺和方法	(71)
第一节 地基与基础工程	(72)
第二节 砌体工程	(99)
第三节 钢筋混凝土工程	(113)
第四节 钢结构工程	(136)
第五节 防水工程	(140)
第六节 装饰装修工程	(147)
小 结	(156)
第四章 工程项目管理的基本知识	(158)
第一节 施工项目管理的内容及组织	(158)
第二节 施工项目目标控制	(164)
第三节 施工资源与现场管理	(181)
小 结	(187)

第二篇 土建施工员基础知识

第五章 土建施工相关的力学知识	(189)
第一节 平面力系	(189)

第二节	静定结构的杆件内力	(194)
第三节	杆件强度、刚度和稳定性的概念	(201)
小 结	(208)
第六章	建筑构造与建筑结构	(211)
第一节	建筑构造的基本知识	(211)
第二节	基础构造	(213)
第三节	墙体、地下室的构造	(217)
第四节	楼地层	(229)
第五节	楼 梯	(241)
第六节	门 窗	(248)
第七节	屋 顶	(254)
第八节	变形缝	(270)
第九节	饰面装修	(275)
第十节	工业建筑	(278)
第十一节	建筑结构概述	(292)
第十二节	建筑结构可靠性	(292)
第十三节	钢筋和混凝土的力学性能	(293)
第十四节	受弯构件的构造要求	(298)
第十五节	受压构件	(300)
第十六节	受扭构件	(301)
第十七节	现浇钢筋混凝土楼盖	(302)
第十八节	框架结构	(305)
第十九节	砌体结构	(311)
第二十节	钢结构	(316)
第二十一节	基 础	(319)
第二十二节	建筑抗震基本知识	(325)
小 结	(327)
第七章	工程预算的基本知识	(332)
第一节	建筑面积计算	(332)
第二节	建筑工程工程量计算	(334)
第三节	建设项目工程造价的概念及构成	(346)
第四节	工程造价的定额计价方法的概念	(349)
第五节	工程量清单计价方法的概念	(350)
小 结	(353)
第八章	计算机和相关资料信息管理软件的应用知识	(355)
第一节	Office 应用知识	(355)
第二节	AutoCAD 应用知识	(361)
第三节	常见资料管理软件的应用知识	(362)
小 结	(364)

第九章 施工测量的基本知识	(365)
第一节 标高、直线、水平等的测量	(365)
第二节 施工测量的知识	(382)
第三节 建筑变形观测的知识	(390)
小结	(397)
参考文献	(398)

第一章 工程材料的基本知识

【学习目标】

1. 掌握无机胶凝材料两种类型和特点。
2. 掌握通用水泥的品种、主要技术性能及应用。
3. 了解特种水泥的主要品种、特性及应用。
4. 掌握混凝土的种类、普通混凝土的组成材料 and 主要技术性能。
5. 掌握砂浆与混凝土配合比的概念,了解其他混凝土的品种、性能及应用。
6. 掌握常用建筑用外加剂的品种及应用。
7. 掌握保温材料的特性及应用。
8. 了解防水抹面砂浆的特性及应用和砂浆配合比的概念。
9. 了解砌筑用石材的力学性能及应用。
10. 掌握砖、砌块的种类、主要技术性能及应用。
11. 掌握钢材的种类及主要技术性能。
12. 掌握钢筋混凝土结构用钢筋的品种及特性。
13. 掌握防水涂料、防水砂浆的品种及特性。
14. 了解建筑防水材料的主要性能及应用。

第一节 无机胶凝材料

在一定条件下,经过自身一系列物理、化学作用后,能将散粒或块状材料胶结成整体,并使其具有一定强度的材料,统称为胶凝材料。在建筑工程中应用极为广泛。

胶凝材料按化学性质不同可分为有机胶凝材料和无机胶凝材料两大类。无机胶凝材料是指以无机化合物为主要成分的一类胶凝材料,如石灰、石膏、水泥等;有机胶凝材料是指以天然或合成高分子化合物为基本组成的一类胶凝材料,如沥青、树脂等。

无机胶凝材料按硬化条件的不同分为气硬性无机胶凝材料和水硬性无机胶凝材料两大类。气硬性无机胶凝材料只能在空气中硬化,并保持并发展其强度,如石灰、石膏、水玻璃等;水硬性无机胶凝材料既能在空气中硬化,又能很好地在水中硬化,并保持并继续发展其强度,如各种水泥。

第一篇 土建施工员通用知识

第一章 工程材料的基本知识

【学习目标】

1. 掌握无机胶凝材料的种类及特性。
2. 掌握通用水泥的品种、主要技术性质及应用。
3. 了解特性水泥的主要品种、特性及应用。
4. 掌握混凝土的种类,普通混凝土的组成材料和主要技术要求。
5. 掌握混凝土配合比的概念,了解其他混凝土的品种、特性及应用。
6. 掌握常用混凝土外加剂的品种及应用。
7. 掌握普通砂浆的特性及应用。
8. 了解防水抹面砂浆的特性及应用和砂浆配合比的概念。
9. 了解砌筑用石材的种类性质及应用。
10. 掌握砖、砌块的种类、主要技术性质及应用。
11. 掌握钢材的种类及主要技术性能。
12. 掌握钢结构、钢筋混凝土结构用钢的品种及特性。
13. 掌握防水卷材、防水涂料的品种及特性。
14. 了解建筑节能材料的特性及应用。

第一节 无机胶凝材料

在一定条件下,经过自身一系列物理、化学作用后,能将散粒或块状材料黏结成整体,并使其具有一定强度的材料,统称为胶凝材料,在建筑工程中应用极其广泛。

胶凝材料按化学性质不同可分为有机胶凝材料和无机胶凝材料两大类。无机胶凝材料则是以无机化合物为主要成分的一类胶凝材料,如石灰、石膏、水泥等;有机胶凝材料是以天然或合成高分子化合物为基本组成的一类胶凝材料,如沥青、树脂等。

无机胶凝材料按硬化条件的不同分为气硬性无机胶凝材料和水硬性无机胶凝材料两大类。气硬性无机胶凝材料只能在空气中凝结、硬化,保持并发展其强度,如石灰、石膏、水玻璃等。水硬性无机胶凝材料既能在空气中硬化,又能很好地在水中硬化,保持并继续发展其强度,如各种水泥。

一、气硬性胶凝材料

(一) 石灰

石灰是人类在建筑中最早使用的胶凝材料之一,因其原材料蕴藏丰富、分布广、生产工艺简单、成本低廉、使用方便,所以至今仍被广泛应用于建筑工程中。

1. 生石灰

生石灰是一种白色或灰色块状物质,其主要成分是氧化钙。正常温度下煅烧得到的石灰具有多孔结构,内部孔隙率大,晶粒细小,表观密度小,与水作用速度快。实际生产中,若煅烧温度过低或煅烧时间不充足,则 CaCO_3 不能完全分解,将生成欠火石灰,使用欠火石灰时,产浆量较低,质量较差,降低了石灰的利用率;若煅烧温度过高或煅烧时间过长,将生成颜色较深、表观密度较大的过火石灰,过火石灰熟化十分缓慢,使用时会影响工程质量。

2. 石灰的熟化及硬化

1) 石灰的熟化(消解)

生石灰与水作用生成熟石灰,经熟化所得的氢氧化钙(熟石灰)即石灰熟化。石灰熟化时放出大量的热量,同时体积膨胀 1~2.5 倍。

过火石灰熟化极慢,为避免过火石灰在使用后因吸收空气中的水蒸气而逐步水化膨胀,使硬化砂浆或石灰制品产生隆起、开裂等破坏,在使用前应将较大尺寸过筛网除去(同时也可除去较大的欠火石灰块),之后让石灰浆在储灰池中陈伏两周以上,使较小的过火石灰充分熟化。陈伏期间,石灰浆表面应留有一层水,与空气隔绝,以免石灰碳化。

2) 石灰的硬化

石灰在空气中的硬化包括干燥、结晶和碳化三个交错进行的过程。

石灰硬化慢、强度低、不耐水。

3. 石灰的品种

建筑工程所用的石灰有三个品种:建筑生石灰、建筑生石灰粉和建筑消石灰粉。根据氧化镁的含量不同有钙质生石灰、镁质生石灰、钙质消石灰粉、镁质消石灰粉、白云石质消石灰粉。

根据建筑行业标准将石灰分成优等品、一等品、合格品三个等级。

4. 石灰的特性

(1) 保水性和可塑性好。生石灰熟化成的石灰浆具有良好的保水性和可塑性,用来配制建筑砂浆可显著提高砂浆的和易性,便于施工。

(2) 吸湿性强。生石灰吸湿性强,保水性好,是传统的干燥剂。

(3) 凝结硬化慢、强度低。石灰浆的碳化很慢,且 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 结晶量很少,因而硬化慢、强度很低,如 1:3 的石灰砂浆 28 d 抗压强度通常只有 0.2~0.5 MPa,不宜用于重要建筑物的基础。

(4) 耐水性差。由于 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 能溶于水,所以长期受潮或受水浸泡会使硬化的石灰溃散。所以石灰不宜在潮湿的环境中应用。

(5) 硬化时体积收缩大。石灰浆在硬化过程中要蒸发掉大量水分,易出现干缩裂缝,除调成石灰乳做薄层粉刷外,不宜单独使用。使用时常在其中掺加砂、麻刀、纸筋等,以抵抗收缩引起的开裂和增加抗拉强度。

5. 石灰的应用

生石灰经加工处理后可得到很多品种的石灰,如生石灰粉、消石灰粉、石灰乳、石灰膏等,不同品种的石灰具有不同的用途。

石灰可制成石灰砂浆和石灰乳涂料,用于墙体砌筑或内墙、顶棚抹面以及用作内墙及天棚粉刷的涂料;石灰粉与黏土按一定比例拌和,可制成石灰土,或与黏土、砂石、炉渣等填料拌制成三合土,夯实后主要用在一些建筑物的基础、地面的垫层和公路的路基上;制作碳化石灰板,可作非承重的内隔墙板、天花板;也可制作成灰砂砖、粉煤灰砖、砌块等硅酸盐制品。

6. 石灰的储存

生石灰会吸收空气中的水分和 CO_2 生成 CaCO_3 固体,从而失去黏结力,所以在工地上储存时要防止受潮,且不宜太多、太久。另外,石灰熟化时要放出大量的热,因此应将生石灰与可燃物分开保管,以免引起火灾。通常进场后可立即陈伏,将储存期变为陈伏期。

(二) 石膏

石膏是一种以硫酸钙为主要成分的气硬性无机胶凝材料。石膏制品具有质轻、强度较高、隔热、耐火、吸声、美观及易于加工等优良性质。

石膏品种主要有建筑石膏、高强石膏、粉刷石膏、无水石膏等。其中,以半水石膏为主要成分的建筑石膏和高强石膏在建筑工程中应用较多,最常用的是以 β 型半水石膏为主要成分的建筑石膏。

1. 建筑石膏的分类和技术要求

1) 分类

按原材料种类分为三类:天然建筑石膏,代号为 N;脱硫建筑石膏,代号为 S;磷建筑石膏,代号为 P。

2) 技术要求

根据《建筑石膏》(GB/T 9776—2008)规定,建筑石膏按 2 h 抗折强度分为 3.0 MPa、2.0 MPa、1.6 MPa 三个等级。其中强度、细度和凝结时间三个指标均应满足各等级的技术要求。

建筑石膏按产品名称、代号、等级及标准编号的顺序进行产品标记。例如:等级为 2.0 MPa 的天然建筑石膏表示为:建筑石膏 N2.0GB/T 9776—2008。

建筑石膏在贮运过程中,应防止受潮及混入杂物。不同等级的石膏应分别贮运,不得混杂。建筑石膏自生产之日起,在正常储运条件下,储存期为 3 个月,超过 3 个月,强度将降低 30% 左右,超过储存期限的石膏应重新进行质量检验,以确定其等级。

2. 建筑石膏的特性

(1) 凝结硬化快。建筑石膏与水拌和后,在常温下几分钟可初凝,30 min 以内可达终凝。为满足施工操作的要求,一般需加硼砂或用石灰活化的骨胶、皮胶和蛋白胶等做缓凝剂。

(2) 微膨胀性。建筑石膏硬化过程中体积略有膨胀,硬化时不出现裂缝,所以可以不掺加填料而单独使用,可以浇筑成型制得尺寸准确、表面光滑、图案饱满的构件或装饰图案,且可锯可钉。

(3) 孔隙率大。建筑石膏质轻、隔热、吸声性好,且具有一定的调温调湿性,是良好的室内装饰材料,但石膏制品的强度低、吸水率大。

(4)耐水性、抗冻性差。建筑石膏制品软化系数小(0.2~0.3)、耐水性差,若吸水后受冻,将因水分结冰而崩裂,故建筑石膏的耐水性和抗冻性都较差,不宜用于室外。

(5)防火性好。石膏硬化后的结晶物 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 受到火烧时,结晶水蒸发吸收热量,并在表面生成具有良好绝热性的无水石膏,起到阻止火焰蔓延和温度升高的作用,所以石膏有良好的防火性。但石膏不宜长期在 65°C 以上的高温部位使用,以免二水石膏缓慢脱水分解而降低强度。

3. 建筑石膏的应用

建筑石膏不仅具有如上所述的许多优良性能,而且具有无污染、保温绝热、吸声、阻燃等方面的优点,一般做成石膏抹面灰浆、建筑装饰制品和石膏板等。除可用于室内抹灰及粉刷外,还可用于生产装饰制品,但更多的用于制作石膏板,如石膏蜂窝板、防潮石膏板、石膏矿棉复合板等。建筑石膏若配以纤维增强材料、黏结剂等还可制成石膏角线、线板、角花、灯圈、罗马柱、雕塑等艺术装饰石膏制品。

二、通用水泥

水泥是一种粉状材料,加水拌和成塑性浆体后,能在空气和水中硬化,并形成稳定性化合物的水硬性胶凝材料。水泥作为胶凝材料,可用来制作混凝土、钢筋混凝土和预应力混凝土构件,也可配制各类砂浆用于建筑物的砌筑、抹面、装饰等。水泥不仅大量应用于工业和民用建筑,还广泛应用于公路、桥梁、铁路、水利和国防等工程,被称为建筑业的粮食,在国民经济中起着十分重要的作用。

水泥按矿物组成可分为硅酸盐水泥、铝酸盐水泥、硫铝酸盐水泥、铁铝酸盐水泥、氟铝酸盐水泥等。按水泥的用途及性能分为通用水泥、专用水泥、特性水泥三类。

(一) 通用硅酸盐水泥的定义和品种

以硅酸盐水泥熟料和适量石膏,以及规定的混合材料共同磨细制成的水硬性胶凝材料称为通用硅酸盐水泥。

通用硅酸盐水泥按混合材料的品种和掺量分为以下六种:硅酸盐水泥($\text{P}\cdot\text{I}$ 、 $\text{P}\cdot\text{II}$)、普通硅酸盐水泥($\text{P}\cdot\text{O}$,简称普通水泥)、矿渣硅酸盐水泥($\text{P}\cdot\text{S}\cdot\text{A}$ 、 $\text{P}\cdot\text{S}\cdot\text{B}$,简称矿渣水泥)、火山灰质硅酸盐水泥($\text{P}\cdot\text{P}$,简称火山灰水泥)、粉煤灰硅酸盐水泥($\text{P}\cdot\text{F}$,简称粉煤灰水泥)、复合硅酸盐水泥($\text{P}\cdot\text{C}$,简称复合水泥)。

(二) 硅酸盐系列水泥的水化与凝结硬化

水泥加水拌和后,水泥颗粒立即与水发生化学反应并放出一定的热量。此时的水泥浆既有可塑性又有流动性,随着反应的进行,水化物膜层增厚并相互连接,浆体逐渐失去流动性,产生初凝。继而完全失去可塑性,即为终凝。水泥浆逐渐产生强度并发展成为坚硬的水泥石,这一过程称为水泥的硬化。

在四种水泥熟料矿物成分中, C_3A 的水化最快,能使水泥瞬间产生凝结。为了方便施工使用,通常在水泥熟料中加入掺量为水泥质量3%~5%的石膏,目的是达到缓凝。

硅酸盐水泥与水作用后生成的主要水化反应产物有水化硅酸钙和水化铁酸钙凝胶、氢氧化钙、水化铝酸钙和水化硫铝酸钙晶体。

硬化水泥石是由未水化的水泥颗粒、凝胶体、晶体、水(自由水和吸附水)和孔隙(毛细孔和凝胶孔)组成的。

(三) 通用硅酸盐水泥的技术标准

1. 化学指标

通用硅酸盐水泥的化学指标包括不溶物、烧失量、三氧化硫、氧化镁、氯离子,其含量应符合 GB 175—2007 的规定。

2. 标准稠度用水量

水泥净浆标准稠度用水量是指水泥净浆达到标准规定的稠度时所需的加水量,常以水和水泥质量之比的百分数表示。标准法是以试杆沉入净浆并距底板(6 ± 1) mm 时的水泥净浆为标准稠度净浆。水泥的标准稠度用水量一般为 24% ~ 33%。测定水泥凝结时间和体积安定时必须采用标准稠度的水泥浆。

3. 凝结时间

水泥的凝结时间分为初凝时间和终凝时间。初凝时间是指从水泥加水到标准净浆开始失去可塑性的时间,终凝时间是指从水泥加水到水泥浆标准净浆完全失去可塑性的时间。

水泥的凝结时间在工程施工中有重要作用。为有足够的时间对混凝土进行搅拌、运输、浇筑和振捣,初凝时间不宜过短。为使混凝土尽快硬化具有一定强度,以利于下道工序的进行,故终凝时间不宜过长。

国家标准规定,通用水泥的初凝时间不得早于 45 min;硅酸盐水泥终凝时间不迟于 6.5 h,其余五种水泥的终凝时间不得迟于 10 h。

4. 体积安定性

水泥体积安定性是指水泥在凝结硬化过程中体积变化的均匀性。当水泥浆体在硬化过程中体积发生不均匀变化时,会导致水泥混凝土膨胀、翘曲、产生裂缝等,即所谓体积安定性不良。安定性不良的水泥会降低建筑物质量,甚至引起严重事故。

造成水泥体积安定性不良的原因是水泥熟料中游离氧化钙、游离氧化镁过多或石膏掺量过多。游离氧化钙和游离氧化镁是在高温烧制水泥熟料时生成的,处于过烧状态,水化很慢,它们在水泥硬化后开始或继续进行水化反应,其水化产物体积膨胀,使水泥石开裂。过量石膏会与已固化的水化铝酸钙作用,生成钙矾石,体积膨胀,使已硬化的水泥石开裂。

国家标准规定,由游离氧化钙引起的水泥体积安定性不良可采用沸煮法检验。沸煮法包括试饼法和雷氏法两种。当试饼法和雷氏法结论有矛盾时,以雷氏法为准。

5. 强度及强度等级

水泥强度是选用水泥的主要技术指标,国家规定按水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)来测定其强度,并按规定龄期的抗压强度和抗折强度来划分水泥的强度等级。

通用硅酸盐水泥的强度等级及各龄期强度值的规定分别见表 1-1。各龄期强度不得低于表 1-1 中规定的数值。强度等级中带 R 的为早强型水泥。

6. 碱含量(选择性指标)

水泥中碱含量过高,当使用活性骨料时,易发生碱-骨料反应,造成工程危害时,应使用低碱水泥。水泥中的碱含量按 $\text{Na}_2\text{O} + 0.685\text{K}_2\text{O}$ 计算,当使用活性骨料或用户要求提供低碱水泥时,水泥中的碱含量不得大于 0.60% 或由供需双方商定。

表 1-1 通用硅酸盐水泥的强度等级及各龄期的强度要求 (GB 175—2007)

品种	强度等级	抗压强度 (MPa)		抗折强度 (MPa)	
		3 d	28 d	3 d	28 d
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
普通水泥	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
矿渣水泥、 粉煤灰水泥、 火山灰水泥、 复合水泥	32.5	10.0	32.5	2.5	5.5
	32.5R	15.0	32.5	3.5	5.5
	42.5	15.0	42.5	3.5	6.5
	42.5R	19.0	42.5	4.0	6.5
	52.5	21.0	52.5	4.0	7.0
	52.5R	23.0	52.5	4.5	7.0

7. 细度 (选择性指标)

细度是指水泥颗粒的粗细程度。水泥的颗粒越细,水泥水化速度越快,强度也越高;但水泥太细,其硬化收缩较大,磨制水泥的成本也较高。因此,细度应适宜。国家标准规定:硅酸盐水泥和普通水泥的细度用比表面积表示,其比表面积应不小于 $300 \text{ m}^2/\text{kg}$;其他四种水泥的细度用筛析法,要求在 0.08 mm 方孔筛筛余不大于 10% 或 0.045 mm 的筛余量不大于 30% 。

国家标准规定:化学指标、安定性、凝结时间、强度均符合规定的为合格品;反之,不符合上述任一技术要求者为不合格品。

(四) 通用硅酸盐水泥的特性

通用硅酸盐水泥的特性见表 1-2。

(五) 通用硅酸盐水泥的适用范围。

通用硅酸盐水泥的适用范围见表 1-3。

(六) 通用硅酸盐水泥的储存和运输

水泥在储存和运输时不得受潮和混入杂质,通用硅酸盐水泥的有效储存期为 90 d 。过期水泥和受潮结块的水泥,均应重新检测其强度后才能决定如何使用。

表 1-2 通用硅酸盐水泥的特性

品种	硅酸盐水泥	普通水泥	矿渣水泥	火山灰水泥	粉煤灰水泥	复合水泥
主要特性	①凝结硬化快 ②早期强度高 ③水化热大 ④抗冻性好 ⑤干缩性小 ⑥耐腐蚀性差 ⑦耐热性差	①凝结硬化较快 ②早期强度较高 ③水化热较大 ④抗冻性较好 ⑤干缩性较小 ⑥耐腐蚀性较差 ⑦耐热性较差	①凝结硬化慢 ②早期强度低,后期强度增长较快 ③水化热较低 ④抗冻性差 ⑤干缩性大 ⑥耐腐蚀性较好 ⑦耐热性好 ⑧泌水性大	①凝结硬化慢 ②早期强度低,后期强度增长较快 ③水化热较低 ④抗冻性差 ⑤干缩性大 ⑥耐腐蚀性较好 ⑦耐热性好 ⑧抗渗性较好	①凝结硬化慢 ②早期强度低,后期强度增长较快 ③水化热较低 ④抗冻性差 ⑤干缩性较小,抗裂性较好 ⑥耐腐蚀性较好 ⑦耐热性好	与所掺两种或两种以上混合材料的种类、掺量有关,其特性基本上与矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥的特性相似

表 1-3 通用硅酸盐水泥的适用范围

混凝土工程特点或所处的环境条件	优先选用	可以使用	不宜使用
在普通气候环境中的混凝土	普通水泥	矿渣水泥 火山灰水泥 粉煤灰水泥 普通水泥	
在干燥环境中的混凝土	普通水泥	矿渣水泥	粉煤灰水泥 火山灰水泥
在高湿环境中或长期处于水下的混凝土	矿渣水泥	普通水泥 火山灰水泥 粉煤灰水泥 复合水泥	
厚大体积的混凝土	粉煤灰水泥 矿渣水泥 火山灰水泥 复合水泥	普通水泥	硅酸盐水泥

续表 1-3

混凝土工程特点或所处的环境条件		优先选用	可以使用	不宜使用
有特殊要求的混凝土	快硬高强($\geq C40$)的混凝土	硅酸盐水泥	普通水泥	矿渣水泥 火山灰水泥 粉煤灰水泥 复合水泥
	严寒地区的露天混凝土和处在水位升降范围内的混凝土	普通水泥	矿渣水泥	火山灰水泥 粉煤灰水泥
	严寒地区处在水位升降范围内的混凝土	普通水泥		火山灰水泥 矿渣水泥 粉煤灰水泥 复合水泥
	有抗渗性要求的混凝土	普通水泥 火山灰水泥		矿渣水泥
	有耐磨性要求的混凝土	硅酸盐水泥 普通水泥	矿渣水泥	火山灰水泥 粉煤灰水泥

三、特性水泥

(一) 快硬硅酸盐水泥

凡是由硅酸盐水泥熟料和适量石膏共同磨细制成的,以 3 d 抗压强度表示强度等级的水硬性胶凝材料称为快硬硅酸盐水泥(简称快硬水泥)。

快硬硅酸盐水泥的特点:凝结硬化快,早期强度高,水化热高且集中。快硬硅酸盐水泥适用于配制早强、高强混凝土的工程,紧急抢修的工程和低温施工工程,但不宜用于大体积混凝土工程。

快硬水泥易受潮变质,故储存和运输时应特别注意防潮,且储存时间不宜超过一个月。

(二) 铝酸盐水泥

铝酸盐水泥又称高铝水泥,是以铝矾土和石灰石为主要原料,经高温煅烧所得的以铝酸钙为主要矿物的水泥熟料,经磨细制成的水硬性胶凝材料,代号为 CA。国家标准《铝酸盐水泥》(GB 201—2000)根据 Al_2O_3 含量将铝酸盐水泥分为:CA-50、CA-60、CA-70、CA-80 四类。

1. 铝酸盐水泥的技术指标

(1) 细度为比表面积不小于 $300 m^2/kg$,或 $45 \mu m$ 的方孔筛筛余量不大于 20%。

(2) 凝结时间:CA-50、CA-70、CA-80 的初凝时间不得早于 30 min,终凝时间不得迟于 6 h;CA-60 的初凝时间不得早于 60 min,终凝时间不得迟于 18 h。

(3) 强度:各类型铝酸盐水泥各龄期的强度值不得低于标准规定的数值。

2. 铝酸盐水泥的特性与应用

铝酸盐水泥具有快凝、早强、高强、低收缩、耐热性好和耐硫酸盐腐蚀性强等特点,适用