

工程建设规范详解系列丛书

建筑工程常用材料 规范应用详解

秦鸿根 主编



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑工程常用材料规范应用详解/秦鸿根主编. —北京:
中国建筑工业出版社, 2012. 10

(工程建设规范详解系列丛书)

ISBN 978-7-112-14084-8

I. ①建… II. ①秦… III. ①建筑材料-建筑规范-中国
IV. ①TU5-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 058246 号

本书以常用建筑材料品种、技术性能、试验方法和设计应用流程为主线, 形成本分册规范详解的内在体系, 本分册对收录的规范围绕此主线展开论述; 以按其性和相关性原则整合的规范条文, 围绕主线的体系进行横向、纵向串联为辅线, 进行章节实质内容的讲解。编写中对相关规范的条文进行梳理、整合, 即把建筑材料专业相关规范中的共性问题的条文分章节整合梳理出来, 对整合归纳的条文进行重点阐述, 着重突出规范的应用讲解。把一本或多本规范中的重点条文以及对同一共性问题有着不同要求且容易混淆、容易产生歧义和出错的条文进行了归纳和对比, 并对整合归纳的条文进行了详细的分析和解释。

本书主要包括水泥与活性掺合料, 砂、石、拌合用水, 混凝土外加剂, 纤维与纤维混凝土, 建筑砂浆, 混凝土配合比设计, 混凝土性能试验方法, 混凝土结构耐久性设计, 砖、砌块, 混凝土结构用钢材, 土工合成材料等有关规范、试验规程、应用技术要点、工程案例与应用详解, 并对工程应用中提出的疑难问题也作了简要释义。本书的编著结合编者多年来的实践经验和对规范理解的精华, 旨在帮助读者更好地学习和理解规范, 在实际工作中快速、准确、灵活地应用规范, 提高解决工程实际问题的能力。

本书既是建筑工程材料领域相关规范的配套读本, 又是建筑材料生产、设计、施工、性能测试和评定的实用工具书, 可供从事建筑工程结构与材料的研究、生产、设计、施工、试验、监理、质量监督、检测与咨询等工程技术人员参考使用; 同时本书亦可作为高校土木、建筑、交通和水利等相关专业师生的教学参考用书。

* * *

责任编辑: 何玮珂 向建国 丁洪良

责任设计: 赵明霞

责任校对: 刘梦然 赵颖

工程建设规范详解系列丛书

建筑工程常用材料规范应用详解

秦鸿根 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京凌奇印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 39 1/2 字数: 986 千字

2013 年 1 月第一版 2013 年 1 月第一次印刷

定价: 88.00 元

ISBN 978-7-112-14084-8

(22304)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本书编委会

主 编：秦鸿根

副 主 编：孙家瑛 郭丽萍 曹擎宇

参编人员：张云升 庞超明 沙建芳 陈 波 叶连生 沈建生
徐亦冬 姜英波 耿 飞 郭 伟 张 萍

主 审：刘加平 陈志源 贺鸿珠

编写单位：东南大学

浙江大学宁波理工学院

江苏博特新材料有限公司

中冶建筑研究总院有限公司

南京航空航天大学

南京水利科学研究院

江苏省交通科学研究院股份有限公司

序 一

近年来，我国的工程建设步入了一个高速发展时期，由于工程建设难度的不断加大，结构混凝土技术水平也随之快速提高。在国家“十二五”规划中，对于工程建设依然执行快速推进的战略方针，同时也提出了“绿色发展，建设资源节约型、环境友好型社会，加强资源节约和管理”的宏观控制要求。因此，摆在工程技术人员面前的紧要问题，就是在工程建设快速发展与工程质量进一步提高的同时，确保实现工程质量高效、安全和经济的建设目标，这就要求混凝土，特别是高性能混凝土、特种混凝土等工艺复杂的混凝土材料在应用过程中真正实现其优越的性能，减少由于技术水平不足造成的各种质量问题。

工程技术规范，是施工过程中唯一的技术法规。因此，要解决好混凝土的工程质量问题，必须对我国现有的各种国家标准、行业标准进行梳理和明确，才能确保技术法规的严谨。从我国目前的规范现状来看，部分具体条款之间存在不一致的现象，某些条款不易理解，造成了技术人员的困惑，甚者影响标准规范的正确应用或造成资源的浪费。

为了实现高效、安全、经济的工程建设目标，必须充分、深入和灵活的应用各种规范。若要做到这一点，工程技术人员在具备专业技能的基础上，需深入学习和充分理解标准规范。

工程技术的发展，应以解决实际问题为目标。混凝土技术的工程应用问题，已经成为决定工程质量、实现国家宏观战略要求的重要因素之一，本书以技术规范为对象，以工程应用为目的，以解决工程问题为导向，既是一本实用性较强的工程手册，又是一本难得的技术著作，对于广大工程技术人员来说，阅读此书可以在技术能力和工程经验两个方面均大有收获。

本书对涵盖土木工程材料领域内的主要标准规范条文进行了梳理整合，对整合规范的条文进行了详细解释和应用举例，适用于从事土木工程结构与材料研究、设计、施工的科研人员和工程技术人员阅读。

中国工程院院士
东南大学教授

孙伟

2012年8月

序 二

土木工程材料是建筑工程建设的物质基础，材料的性能对建筑工程质量有着重要的影响。在工程规模需求不断增加与材料技术持续发展的情况下，各种类型的钢筋混凝土、水泥砂浆等得到广泛使用。如何正确合理地选用材料，对提高建筑工程质量和技术经济效益，具有十分重要的意义。

相关材料标准是保证材料正确选用的重要保障。与混凝土有关的技术规范比较广泛，从类型上来说，主要包括材料试验、质量控制、施工与管理等几个方面。对于不少工程技术人员来说，特别是年轻的技术人员，急需工程应用案例来加强对规范具体条款的理解，进而提高自身的技术水平，满足日益提高的工程建设力度和质量提升需求。

本书是编者多年来工程实践经验的积累，是标准规范应用的经验总结，是一部很有指导意义的实践著作。本书分为 11 章，分别介绍了水泥与活性掺合料，砂、石、拌合用水，混凝土外加剂，纤维与纤维混凝土，建筑砂浆，混凝土配合比设计，混凝土性能试验方法，混凝土结构耐久性设计，砖、砌块，混凝土结构用钢材，土工合成材料等的标准规范与试验技术方法，涵盖内容丰富，在梳理融汇标准条文的基础上，结合有关案例和编者的实际经验解析相关标准，解释了标准运用中的重点和难点，对广大科研工作者和工程技术人员深入学习、理解和应用标准规范具有重要的指导意义。

中 国 工 程 院 院 士
东 南 大 学 教 授
江苏省建筑科学研究院有限公司董事长



2012 年 8 月

前 言

在人类文明的发展和建设过程中，材料发挥着独特而重要的作用。各种工程建设中，从人类居住的房屋，到城市化建设、公路、桥梁、港口码头、机场、大坝、隧道、地下工程、海洋工程等的建设，无不与材料相关，且应用最广，用量最大的就是各种建筑材料。建设成本的 30%~50% 来自于材料，可以说材料贯穿整个人类文明的发展，更是贯穿着整个土木工程建设。同时，材料的质量也直接关系到工程结构的安全和使用寿命，大部分工程质量问题都与材料有关，因此工程质量的提高应该首先从材料入手。为了保证和提高材料的质量，必须依据一定的标准对材料的成分和性能进行测试、分析和评定。只有正确掌握标准，准确判定材料质量，才能为材料的优选和合理使用提供精确的判据。

标准规范作为产品与工程建设的质量、规格及检验方法和科学研究共同技术依据，是以往工程成果和实践经验的总结，随着科学技术的进步而发展，在生产、施工及科学研究、质量控制等各个方面，发挥着重要的作用。试验或测试都必须依据一定的标准规范或方法，而任何科学技术的发展都离不开试验或测试，因此正确掌握并合理应用标准规范，是科研人员和工程技术人员必备的基本技能。

目前建筑材料方面的标准规范较多，在实际应用中存在很多问题，例如部分标准之间可能存在矛盾之处，有的条文有待进一步解释和说明，有的条文需要同其他规范的条文进行纵、横向贯通、联系后才能更好地指导实际工作，有的条文规定过于简单宽泛等。以上问题导致工程技术人员对标准规范条文的理解不够，仅能简单而僵化甚至错误地使用规范。本书通过对建筑材料专业相关规范的条文进行梳理、整合，对整合归纳的条文进行解释和阐述，并结合实例进行应用讲解，以帮助读者更好地学习规范，在实际工作中更准确、灵活地运用规范，从而有效地解决工程实际问题。

本书是作者多年来在工程实际中使用规范的经验总结和心得。每小节分前后两部分，前半部分将一本或多本规范中重点条文以及容易混淆、容易产生歧义和出错的条文按设计流程或工程进度整合；后半部分对这些条文进行综合讲解，是编者多年来工程实际中使用规范的经验、对规范的理解和运用规范解决实际问题的心得。目的是通过本书帮助读者灵活运用多本规范以解决工作中的各种问题。本书包括标准规范综述详解、条文分析、应用及其注意事项，内容丰富，作为了解并学习规范的平台，既可作为刚刚涉足材料领域的科研和工程人员的入门指南，又可作为具有一定专业水准的土木工程与材料专业技术人员的工具书。

本书各章的内容梗概如下：

第 1 章 水泥与活性掺合料 本章简要介绍了水泥的矿物组成，重点阐述了通用硅酸盐水泥和特种水泥的性能指标要求和水泥的试验方法，同时阐述了用于水泥和混凝土中的活性掺合料的技术要求与试验方法。本章归纳总结了相关标准，并对标准中的重要条文进行了解释和阐述，重点介绍了水泥与活性掺合料性能指标和试验方法及其原理，应用于解

决水泥混凝土中易产生的问题并提供相应对策；同时指出了实际操作中的注意事项和易出错的地方；还列举了部分例题以加深对标准应用的理解和关注。

第2章 砂、石、拌合用水 本章简要介绍了砂、石和拌合用水相关标准的适用范围，阐述了普通混凝土用砂、石、轻骨料的定义与分类，同时介绍了普通骨料与轻骨料的选用原则，详细解释了砂、石与拌合用水的性能与技术要求及其测试方法；将《建设用砂》GB/T 14684 与《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 两个标准进行了融汇和比较，每部分均在梳理归纳的基础上对标准相关条文进行了讲解和拓展，并对其中易产生的问题进行了分析和提示。

第3章 混凝土外加剂 本章首先介绍了混凝土外加剂的定义与分类，重点阐述了混凝土外加剂的技术要求与试验方法，并对其性能试验操作中的难点与应注意的问题进行了详细说明。在此基础上，对特种外加剂的种类、技术要求和试验方法进行了重点介绍，阐述了标准的应用，并讲述了试验过程中的注意事项，结合实际应用，在技术方面对外加剂的质量控制、应用技术等进行了详细解释。

第4章 纤维与纤维混凝土 本章简要介绍了钢纤维与合成纤维的定义、技术要求与试验方法，重点对标准中所提出的纤维混凝土原材料要求和配合比设计规定进行了解析，并对纤维混凝土的力学性能、长期性能和耐久性的检测方法进行了详细讲解，阐述了相关标准的应用。同时结合规范对纤维混凝土施工、质量验收和应用技术方面存在的问题进行了分析和解释。

第5章 建筑砂浆 本章简要介绍了建筑砂浆的分类，重点阐述了预拌砂浆的原材料与相关性能。对砌筑砂浆配合比设计中的相关要求进行了分析和解释，阐述了相关标准的应用，举例计算并进行详细说明。最后对建筑砂浆基本性能试验方法和水泥砂浆抗裂性能试验方法以及规范中的难点进行了拓展说明。

第6章 混凝土配合比设计 混凝土配合比对混凝土的工作性能、物理力学性能及耐久性有重要影响。本章重点阐述了普通混凝土配合比设计相关规程的定义和范围，在标准条文解释的基础上进行延伸拓展，阐述了标准的应用，对有特殊要求的混凝土、高强混凝土、高性能混凝土及轻骨料混凝土配合比设计的方法、步骤及要点进行重点讲解，在设计原理和方法的层面对规范中的相关条款进行了详细说明。并举例对其具体计算步骤中易出现的问题、易理解错误的地方进行了强调和说明。

第7章 混凝土性能试验方法 混凝土的性能主要包括：混凝土的工作性能、物理力学性能、抗裂性能、长期性能与耐久性。本章从试件制备、取样等最基础的方法要点讲起，结合规范的具体规定，重点阐述了混凝土上述各项性能测试中需要注意的问题和解决方法。最后结合工程实际，对现场混凝土质量无损检测的具体操作及相关原理进行了补充和说明。

第8章 混凝土结构耐久性设计 本章从提高混凝土结构耐久性的角度出发，结合相关国家标准，对混凝土原材料选用原则、耐久性混凝土设计方法、施工技术及维护保养措施等各环节的知识点进行了解释，对其中不易理解的要点、原理等进行了阐述。本章针对具体问题，将相关规范融会贯通，并结合基本原理对其进行了拓展说明。最后，对冻融环境、氯化物环境、化学腐蚀环境、海工混凝土、后张预应力混凝土等特征环境下的混凝土耐久性设计的特点、主要影响因素及检验方法进行了梳理和解释。

第9章 砖、砌块 本章简要介绍了砖、砌块等墙体材料的基本要点，重点介绍了混凝土小型空心砌块、蒸压加气混凝土及砖等墙体材料的性能试验方法，阐述了相关标准的应用，对相关试验的操作要点、难点进行了详尽的说明和解释。

第10章 混凝土结构用钢材 本章简要介绍了混凝土结构用钢材的相关规定，并通过对钢材分级、牌号及金相组织特征的说明对规范所做规定进行了解释。归纳总结了相关标准条文，重点解释了混凝土结构用热轧钢筋和冷加工钢筋的主要试验方法与性能评定，阐述了相关标准的应用，并对试验操作进行详细讲解。

第11章 土工合成材料 本章简要介绍了土工合成材料的分类，分析了相关规范对土工合成材料的物理特性、力学特性和耐久性的规定。重点阐述了土工合成材料主要性能的试验方法及其实际操作中应注意的事项，同时阐述了相关标准的应用。

本书由秦鸿根教授级高级工程师主编，孙家瑛教授级高级工程师、郭丽萍副教授、曹擎宇博士为副主编。本书第1章由东南大学庞超明高级工程师和张萍博士编写，第2章由东南大学郭丽萍编写，第3章由江苏博特新材料有限公司沙建芳高级工程师编写，第4章由东南大学叶连生教授和江苏省交通科学研究院股份有限公司郭伟工程师编写，第5章由南京航空航天大学耿飞博士编写，第6章由东南大学秦鸿根和郭伟编写，第7章由中冶建筑研究总院有限公司曹擎宇博士和南京水利科学研究院陈波博士编写，第8章由东南大学张云升教授编写，第9章由浙江大学宁波理工学院沈建生高级实验师编写，第10章由浙江大学宁波理工学院徐亦冬高级工程师编写，第11章由浙江大学宁波理工学院孙家瑛和姜英波高级工程师编写，全书由秦鸿根统稿。书稿完成后承蒙江苏省建筑科学研究院有限公司刘加平教授、同济大学陈志源教授和上海市建筑材料业市场管理总站贺鸿珠高级工程师等对书稿进行了审阅，并提出了许多宝贵的修改意见，为本书的最后出版付出了辛勤的劳动，在此向陈志源教授、刘加平教授和贺鸿珠高工致以衷心的感谢！

限于作者的知识，书中有不妥之处在所难免，请广大读者批评指正。

编 者

2012年8月于南京

目 录

第 1 章 水泥与活性掺合料	1
1.1 基本规定	1
1.2 水泥	2
1.2.1 通用硅酸盐水泥	2
1.2.2 特种水泥	19
1.2.3 水泥的储存	30
1.3 水泥的试验方法	31
1.3.1 水泥胶砂流动度测定方法	31
1.3.2 水泥胶砂干缩测定方法	32
1.3.3 水泥胶砂耐磨性试验方法	35
1.3.4 水泥砂浆抗裂性能试验方法	37
1.3.5 水泥砂浆线膨胀系数试验方法	41
1.3.6 膨胀水泥膨胀率试验方法	42
1.4 用于水泥和混凝土中的粉煤灰	43
1.4.1 粉煤灰的定义和分类	43
1.4.2 粉煤灰的技术要求	44
1.4.3 粉煤灰的试验方法	49
1.5 用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉	51
1.5.1 粒化高炉矿渣粉的定义	51
1.5.2 粒化高炉矿渣粉的技术要求	53
1.5.3 粒化高炉矿渣粉的试验方法	56
1.6 用于混凝土中的硅灰	59
1.6.1 硅灰的定义	59
1.6.2 硅灰的技术要求	60
1.6.3 硅灰的试验方法	60
1.7 用于水泥和混凝土中的其他火山灰质混合材料	62
1.7.1 定义和分类	62
1.7.2 其他火山灰质混合材料的技术要求	65
1.7.3 其他火山灰质混合材料的试验方法	65
1.8 用于水泥中的其他混合材料	67
1.8.1 用于水泥中的钢渣	67
1.8.2 用于水泥中的镁渣	69
第 2 章 砂、石、拌合用水	71

2.1	基本规定	71
2.1.1	相关规范的适用范围	71
2.1.2	普通混凝土用砂和石的定义和分类	71
2.1.3	混凝土用轻骨料的定义和分类	73
2.2	普通混凝土用砂、石骨料	74
2.2.1	普通混凝土用砂、石性能与技术要求	74
2.2.2	普通混凝土用砂、石的检验方法	93
2.3	混凝土用轻骨料	140
2.3.1	轻骨料技术性能	141
2.3.2	轻骨料试验方法	146
2.4	混凝土拌合用水	157
2.4.1	混凝土拌合用水的技术要求	157
2.4.2	混凝土拌合用水的试验方法	159
第3章	混凝土外加剂	162
3.1	混凝土外加剂定义与分类	162
3.1.1	混凝土外加剂定义	162
3.1.2	混凝土外加剂分类	162
3.1.3	混凝土外加剂命名	163
3.2	混凝土外加剂的技术要求	164
3.2.1	高性能减水剂	164
3.2.2	普通减水剂、高效减水剂、早强剂、缓凝剂	167
3.2.3	引气剂、引气减水剂	169
3.2.4	匀质性指标	171
3.3	混凝土外加剂的试验方法	173
3.3.1	原材料及配合比	173
3.3.2	试验方法	175
3.4	混凝土外加剂匀质性试验方法	177
3.5	特种外加剂	180
3.5.1	膨胀剂	180
3.5.2	砂浆、混凝土防水剂	185
3.5.3	混凝土防冻剂	191
3.5.4	速凝剂	197
3.6	混凝土外加剂应用技术规范	201
3.6.1	总则	201
3.6.2	基本规定	202
3.6.3	普通减水剂及高效减水剂	204
3.6.4	引气剂及引气减水剂	206
3.6.5	缓凝剂、缓凝减水剂及缓凝高效减水剂	209
3.6.6	早强剂及早强减水剂	211

3.6.7 防冻剂	214
3.6.8 膨胀剂	217
3.6.9 泵送剂	221
3.6.10 防水剂	223
3.6.11 速凝剂	224
第4章 纤维与纤维混凝土	225
4.1 基本规定	225
4.2 钢纤维	226
4.2.1 钢纤维的定义	226
4.2.2 钢纤维的技术要求	227
4.2.3 钢纤维的试验方法	229
4.3 合成纤维	231
4.3.1 合成纤维的定义	231
4.3.2 合成纤维的技术要求	231
4.3.3 合成纤维的试验方法	234
4.4 纤维混凝土	238
4.4.1 纤维混凝土原材料	238
4.4.2 纤维混凝土配合比设计	239
4.4.3 纤维混凝土性能	247
4.4.4 纤维混凝土的施工	250
4.4.5 纤维混凝土的质量检验和验收	253
第5章 建筑砂浆	256
5.1 基本规定	256
5.2 预拌砂浆	259
5.2.1 范围、定义和分类	259
5.2.2 预拌砂浆的原材料	262
5.2.3 预拌砂浆的强度等级	263
5.2.4 预拌砂浆的保水性	266
5.2.5 预拌砂浆的拉伸粘结强度	267
5.2.6 预拌砂浆的凝结时间	270
5.2.7 预拌砂浆的环保性	270
5.2.8 预拌砂浆的使用和贮存	271
5.3 砌筑砂浆配合比设计	272
5.3.1 范围和定义	272
5.3.2 材料要求	273
5.3.3 技术条件	275
5.3.4 配合比计算与确定	278
5.4 建筑砂浆基本性能试验方法	284
5.4.1 试件制备	284

5.4.2 流动性	285
5.4.3 保水性	286
5.4.4 砂浆抗压强度试验	288
5.4.5 拉伸粘结强度试验	291
5.5 水泥砂浆抗裂性能试验方法	293
5.5.1 适用范围	293
5.5.2 试验条件	294
5.5.3 试验方法和步骤	295
第6章 混凝土配合比设计	297
6.1 基本要求与规定	297
6.2 普通混凝土配合比设计	298
6.2.1 定义及范围	298
6.2.2 普通混凝土配合比计算	300
6.2.3 混凝土配合比的试配、调整与确定	311
6.3 特殊要求的混凝土配合比设计要点	316
6.3.1 抗渗混凝土配合比设计	316
6.3.2 抗冻混凝土配合比设计	318
6.3.3 高强混凝土	321
6.3.4 泵送混凝土	325
6.3.5 大体积混凝土	328
6.4 高性能混凝土配合比设计	332
6.4.1 高性能混凝土的定义	332
6.4.2 基本规定	332
6.4.3 高性能混凝土原材料技术要求	333
6.4.4 高性能混凝土配合比设计	336
6.5 轻骨料混凝土配合比设计	346
6.5.1 一般规定	346
6.5.2 轻骨料混凝土	347
6.5.3 轻骨料混凝土配合比设计	348
第7章 混凝土性能试验方法	357
7.1 基本规定	357
7.1.1 混凝土取样	357
7.1.2 试件的横截面尺寸	357
7.1.3 试件的公差	358
7.1.4 混凝土拌合物试样的制备	358
7.1.5 混凝土试件的制作和养护	359
7.2 混凝土拌合物性能试验	360
7.2.1 稠度试验	360
7.2.2 凝结时间试验	367

7.2.3 泌水与压力泌水试验	369
7.2.4 表观密度试验	373
7.2.5 含气量试验	375
7.2.6 配合比分析试验	378
7.3 普通混凝土力学性能试验方法	381
7.3.1 抗压强度试验	381
7.3.2 劈裂抗拉强度试验	385
7.3.3 早期推定混凝土的强度	386
7.3.4 静力受压弹性模量	392
7.3.5 抗折强度	394
7.3.6 混凝土与钢筋握裹力	396
7.4 混凝土长期性能与耐久性能试验	398
7.4.1 抗冻性能试验	399
7.4.2 抗渗性能	402
7.4.3 收缩试验	411
7.4.4 早期抗裂试验	413
7.4.5 压缩、拉伸徐变	415
7.4.6 碳化试验	423
7.4.7 混凝土中钢筋锈蚀试验	425
7.4.8 抗压疲劳变形试验	428
7.4.9 抗硫酸盐侵蚀试验	430
7.4.10 碱骨料反应试验	432
7.5 现场混凝土质量无损检测	435
7.5.1 回弹法检测混凝土强度	435
7.5.2 射钉法检测混凝土、砂浆强度	438
7.5.3 超声回弹综合法检测混凝土强度	442
7.5.4 钻芯法检测混凝土强度	444
7.5.5 超声法检测混凝土裂缝与缺陷	445
第8章 混凝土结构耐久性设计	448
8.1 工程所处地域混凝土耐久性指导性技术规程	448
8.1.1 前言	448
8.1.2 总则	448
8.1.3 基本规定	448
8.1.4 基本技术要求	451
8.1.5 施工要求	454
8.1.6 防腐蚀附加措施	456
8.2 一般环境下的耐久性设计	458
8.2.1 一般规定	458
8.2.2 环境作用等级	459

8.2.3 影响碳化的因素	459
8.2.4 设计规范	461
8.2.5 减缓混凝土碳化的措施	462
8.3 冻融环境下的耐久性设计	463
8.3.1 一般规定	463
8.3.2 环境作用等级	464
8.3.3 设计规范	465
8.3.4 提高混凝土抗冻性的技术条件	466
8.4 氯化物环境下的耐久性设计	467
8.4.1 一般规定	467
8.4.2 环境作用等级	468
8.4.3 设计基本要求	470
8.4.4 构造与做法	473
8.5 化学腐蚀环境下的耐久性设计	473
8.5.1 化学腐蚀环境	474
8.5.2 混凝土受化学侵蚀引起损坏的机理	476
8.5.3 影响损坏速率的主要因素	476
8.5.4 减少化学腐蚀破坏的一般方法	477
8.6 后张预应力混凝土结构耐久性设计	477
8.6.1 预应力混凝土耐久性的研究特点	477
8.6.2 影响后张预应力体系耐久性的主要因素	478
8.6.3 预应力钢绞线的防护体系	478
8.6.4 预应力体系耐久性的总体防护措施	480
8.6.5 预应力锚固端的防护体系	480
8.6.6 后张预应力构件锚固端的构造要求	481
8.7 海工混凝土耐久性设计	483
8.7.1 海工耐久混凝土	483
8.7.2 混凝土施工	486
8.8 混凝土耐久性检验评定	491
8.8.1 基本规定	491
8.8.2 性能等级划分与试验方法	491
8.8.3 检验	495
8.8.4 评定	496
第9章 砖、砌块	497
9.1 基本概念	497
9.2 砌墙砖试验方法	498
9.2.1 基本概念	498
9.2.2 适用范围	500
9.2.3 试验项目	504

9.2.4	检验批的构成	505
9.2.5	抽样方法	506
9.3	混凝土小型空心砌块试验方法	506
9.3.1	基本概念	506
9.3.2	适用范围	507
9.3.3	试验项目	507
9.3.4	相关产品标准	508
9.4	蒸压加气混凝土性能试验方法	508
9.4.1	基本概念	508
9.4.2	适用范围	509
9.4.3	试验项目	509
9.4.4	相关产品标准	510
9.5	试验项目	510
9.5.1	抗折强度试验	510
9.5.2	抗压强度试验	513
9.5.3	体积密度试验	523
9.5.4	孔洞率及孔洞结构测定	524
9.5.5	块体密度和空心率试验	526
9.5.6	含水率、吸水率和相对含水率试验	527
9.5.7	干燥收缩试验	529
第 10 章	混凝土结构用钢材	535
10.1	基本规定	535
10.2	钢筋混凝土结构用热轧钢筋	537
10.2.1	范围及定义	537
10.2.2	分级与牌号	539
10.2.3	力学性能与工艺性能	541
10.2.4	拉伸试验方法	547
10.2.5	弯曲试验方法	553
10.2.6	数值修约与结果判定	555
10.2.7	复验与判定	559
10.3	钢筋混凝土用冷加工钢筋	561
10.3.1	术语和定义	561
10.3.2	冷加工钢筋的牌号	563
10.3.3	冷加工钢筋的尺寸	564
10.3.4	冷加工钢筋的力学性能和工艺性能	565
10.3.5	冷加工钢筋的拉伸试验方法	567
10.3.6	冷加工钢筋的弯曲试验方法	570
10.3.7	复验与判定规则	571
第 11 章	土工合成材料	573

11.1	基本规定	573
11.2	公路土工合成材料	574
11.2.1	范围及定义	574
11.2.2	分类和型号	578
11.2.3	试样制备与数据处理	584
11.2.4	厚度测定	586
11.2.5	土工格栅、土工网网孔尺寸测定	588
11.2.6	宽条拉伸试验	591
11.2.7	梯形撕破强力试验	596
11.2.8	CBR 顶破强力试验	597
11.2.9	拉伸蠕变与拉伸蠕变断裂性能试验	600
11.2.10	垂直渗透性能试验（恒水头法）	602
11.2.11	淤堵试验	605
11.2.12	抗氧化性能试验	609
11.2.13	炭黑含量试验（热失重法）	611
主要参考文献		613

第 1 章 水泥与活性掺合料

1.1 基本规定

水泥主要用来制造不同种类的混凝土、砂浆建筑物及其构件，也可作为修补防水材料。大多呈粉末状，灰色，以硅酸盐水泥熟料和适量的石膏、及规定的混合材制成的水硬性胶凝材料，遇水后可发生物理化学反应，并由可塑性浆体变成坚硬的固体，将砂、石等散粒状材料胶凝成为一个整体。

水泥是混凝土组分材料中，工厂化程度最高，质量最为稳定的组分。硅酸盐水泥的主要生产原料是石灰质原料和黏土质原料。石灰质原料可以采用石灰岩、凝灰岩和贝壳等，主要提供 CaO ；黏土质原料可以采用黏土、黄土、页岩、泥岩、粉砂岩及河泥，主要提供 SiO_2 、 Al_2O_3 及少量 Fe_2O_3 ；为了满足成分要求，还要求加入一些校正原料，例如铁粉、砂岩等；为了改善煅烧条件，提高熟料质量，常加入少量矿化剂，如萤石、石膏等。各种原材料按适当比例配合成生料，制备的生料中一般含 62%~67% 的 CaO ，20%~27% 的 SiO_2 ，4%~7% 的 Al_2O_3 和 2.5%~6.0% 的 Fe_2O_3 。生料经粉磨、均化处理后，在窑内经干燥、预热、分解、烧成和冷却 5 个阶段，才能烧成熟料，其中烧成是水泥生产的关键，烧成温度一般为 1450℃。

掺合料品种和掺量的不同构成了不同硅酸盐水泥的品种。国内标准中根据混合材料品种和掺量大小将水泥分为硅酸盐水泥（不加矿物掺合料的 P·I 和掺合料含量不超过 5% 的 P·II）、普通硅酸盐水泥 P·O（掺合料含量为 >5% 且 ≤20%）、掺合料含量超过 20% 的矿渣硅酸盐水泥（P·S·A，掺合料含量 >20% 且 ≤50% 和 P·S·B 掺合料含量 >50% 且 ≤70%）、火山灰质硅酸盐水泥 P·P（掺合料含量 >20% 且 ≤40%）、粉煤灰硅酸盐水泥 P·F（掺合料含量 >20% 且 ≤40%）、复合硅酸盐水泥 P·C（掺合料含量 >20% 且 ≤50%）六大类。其中以 P·II 和 P·O 水泥应用最为广泛。

水泥性能主要由水泥熟料的矿物组成决定，了解各种矿物的基本性能能更好地了解质量控制标准的要求。水泥熟料中主要包含四种矿物：硅酸三钙 C_3S ，含量约为 50% 左右，硅酸二钙 C_2S ，含量约为 20% 左右，铝酸三钙 C_3A ，含量约为 7%~15% 左右，铁铝酸四钙 C_4AF ，含量约为 10%~18% 左右。不同的熟料矿物的反应速度不同，对强度发展的贡献也不同， C_3A 和 C_3S 反应速度最快， C_2S 相对较慢。 C_3S 对早期强度贡献较大，总体强度和耐久性较好，但不如 C_2S ，而 C_2S 主要贡献于混凝土的后期强度，有利于混凝土的耐久性。对于水化热和放热速度， C_3A 最高，其次是 C_3S 和 C_4AF ， C_2S 最低。因此，对于低热水泥，应降低 C_3A 和 C_3S 含量，其中 C_3A 含量一般不宜超过 8%，而提高 C_2S 含量。对于高早强水泥，则 C_3S 和 C_3A 含量较高。