



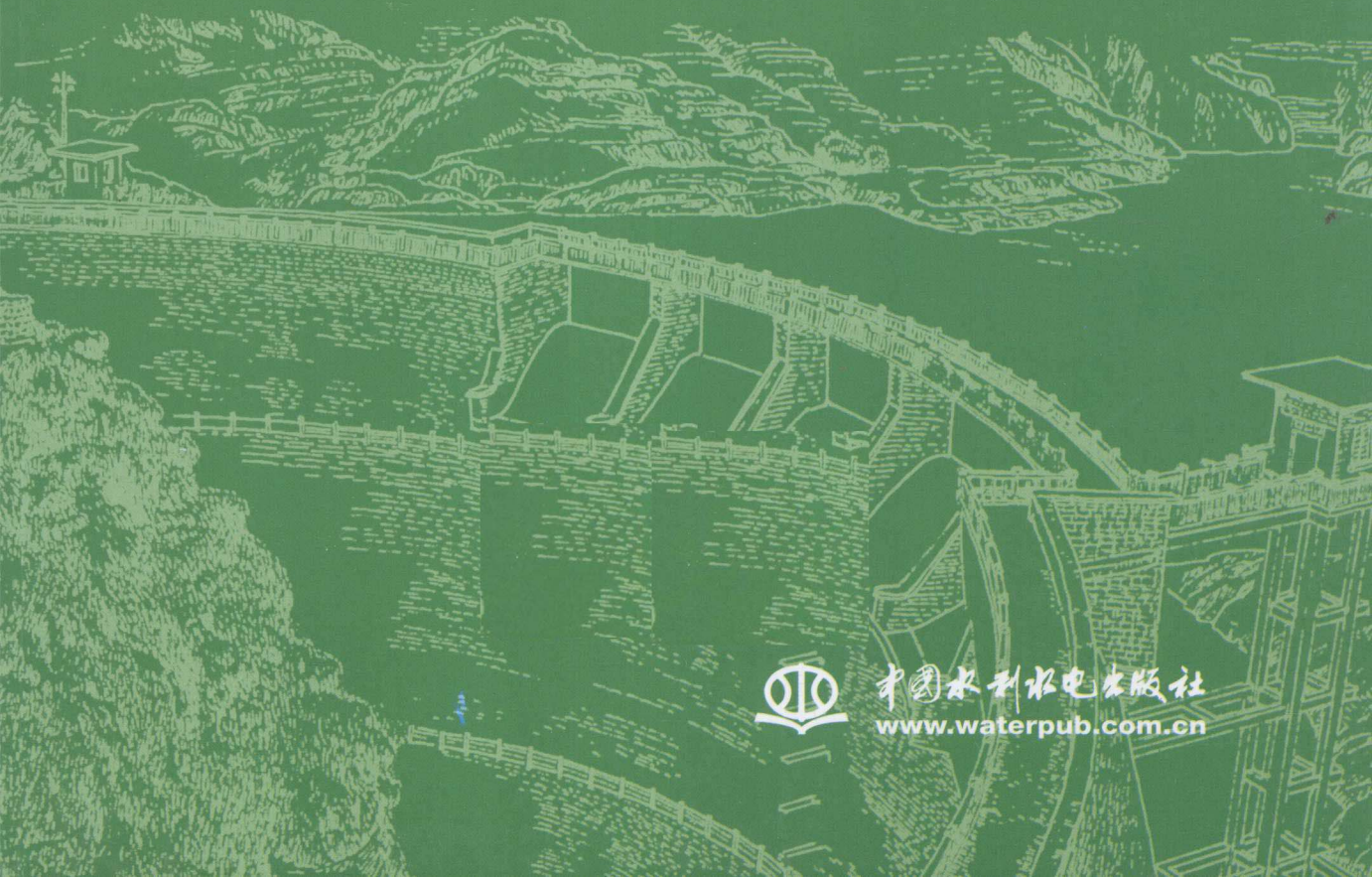
- 高等学校水利类专业教学指导委员会
- 中国水利教育协会
- 中国水利水电出版社

共同组织编审

高等学校水利学科专业规范核心课程教材·水利水电工程
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国水利行业规划教材

建筑材料 (第7版)

主编 武汉大学 方坤河 何 真
主审 河海大学 梁正平



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



- 高等学校水利类专业教学指导委员会
- 中国水利教育协会
- 中国水利水电出版社

共同组织编审

高等学校水利学科专业规范核心课程教材·水利水电工程
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国水利行业规划教材

建筑材料（第7版）

主编 武汉大学 方坤河 何 真
主审 河海大学 梁正平



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书主要讲述水利水电建设工程、水运工程、工业与民用建筑工程、道路工程中常用的各种建筑材料的成分、生产过程、技术性质、质量检验、使用及运输保管等的基本知识,其中以技术性质、质量检验及合理使用为重点。全书内容共分10章,即:建筑材料的基本性质,无机胶凝材料,水泥混凝土,建筑砂浆,沥青及沥青混合料,建筑钢材,墙体材料和屋面材料,防水材料,绝热、吸声及装饰材料,建筑材料试验。本书全部按现行国家标准、行业标准和最新规范编写。

本书可作为高等学校水利水电工程、农业水利工程、港口与航道工程、土木工程、工程力学等专业的教材和教学用书,也可供相关大专及中等专业学校的教师和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料 / 方坤河, 何真主编. -- 7版. -- 北京: 中国水利水电出版社, 2015. 1

高等学校水利学科专业规范核心课程教材. 水利水电工程 普通高等教育“十一五”国家级规划教材 全国水利行业规划教材

ISBN 978-7-5170-2952-6

I. ①建… II. ①方… ②何… III. ①建筑材料—高等学校—教材 IV. ①TU5

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第028349号

书 名	高等学校水利学科专业规范核心课程教材·水利水电工程 普通高等教育“十一五”国家级规划教材 全国水利行业规划教材 建筑材料 (第7版)
作 者	主编 武汉大学 方坤河 何 真 主审 河海大学 梁正平
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994 63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 21.5印张 510千字
版 次	1979年6月第1版 1979年6月第1次印刷 2015年1月第7版 2015年1月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	44.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

高等学校水利学科专业规范核心课程教材

编 审 委 员 会

主 任 姜弘道 (河海大学)

副主任 王国仪 (中国水利水电出版社) 谈广鸣 (武汉大学)

李玉柱 (清华大学) 吴胜兴 (河海大学)

委 员

周孝德 (西安理工大学)

刘 超 (扬州大学)

任立良 (河海大学)

杨金忠 (武汉大学)

梅亚东 (武汉大学)

姜 峰 (大连理工大学)

王元战 (天津大学)

张展羽 (河海大学)

陈建康 (四川大学)

孙明权 (华北水利水电学院)

陈 楚 (水利部人才资源开发中心)

李建林 (三峡大学)

朝伦巴根 (内蒙古农业大学)

余锡平 (清华大学)

袁 鹏 (四川大学)

胡 明 (河海大学)

郑金海 (河海大学)

康海贵 (大连理工大学)

黄介生 (武汉大学)

冯 平 (天津大学)

侍克斌 (新疆农业大学)

孙春亮 (中国水利水电出版社)

秘 书 周立新 (河海大学)

丛书总策划 王国仪

水利水电工程专业教材编审分委员会

主 任 余锡平（清华大学）

副主任 胡 明（河海大学）

姜 峰（大连理工大学）

委 员

张社荣（天津大学）

胡志根（武汉大学）

李守义（西安理工大学）

陈建康（四川大学）

孙明权（华北水利水电学院）

田 斌（三峡大学）

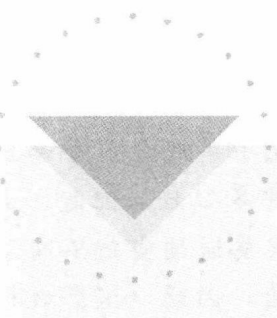
李宗坤（郑州大学）

唐新军（新疆农业大学）

周建中（华中科技大学）

燕柳斌（广西大学）

罗启北（贵州大学）



总 前 言



随着我国水利事业与高等教育事业的快速发展以及教育教学改革的不断深入,水利高等教育也得到很大的发展与提高。与1999年相比,水利学科专业的办学点增加了将近一倍,每年的招生人数增加了将近两倍。通过专业目录调整与面向新世纪的教育教学改革,在水利学科专业的适应面有很大拓宽的同时,水利学科专业的建设也面临着新形势与新任务。

在教育部高教司的领导与组织下,从2003年到2005年,各学科教学指导委员会开展了本学科专业发展战略研究与制定专业规范的工作。在水利部人教司的支持下,水利学科教学指导委员会也组织课题组于2005年底完成了相关的研究工作,制定了水文与水资源工程,水利水电工程,港口、航道与海岸工程以及农业水利工程四个专业规范。这些专业规范较好地总结与体现了近些年来水利学科专业教育教学改革的成果,并能较好地适用不同地区、不同类型高校举办水利学科专业的共性需求与个性特色。为了便于各水利学科专业点参照专业规范组织教学,经水利学科教学指导委员会与中国水利水电出版社共同策划,决定组织编写出版“高等学校水利学科专业规范核心课程教材”。

核心课程是指该课程所包括的专业教育知识单元和知识点,是本专业的每个学生都必须学习、掌握的,或在一组课程中必须选择几门课程学习、掌握的,因而,核心课程教材质量对于保证水利学科各专业的教学质量具有重要的意义。为此,我们不仅提出了坚持“质量第一”的原则,还通过专业教学组讨论、提出,专家咨询组审议、遴选,相关院、系认定等步骤,对核心课程教材选题及其主编、主审和教材编写大纲进行了严格把关。为了把本套教材组织好、编著好、出版好、使用好,我们还成立了高等学校水利学科专业规范核心课程教材编审委员会以及各专业教材编审分委员会,对教材编纂与使用的全过程进行组织、把关和监督。充分依靠各学科专家发挥咨询、评审、决策等

作用。

本套教材第一批共规划 52 种，其中水文与水资源工程专业 17 种，水利水电工程专业 17 种，农业水利工程专业 18 种，计划在 2009 年年底之前全部出齐。尽管已有许多人为本套教材作出了许多努力，付出了许多心血，但是，由于专业规范还在修订完善之中，参照专业规范组织教学还需要通过实践不断总结提高，加之，在新形势下如何组织好教材建设还缺乏经验，因此，这套教材一定会有各种不足与缺点，恳请使用这套教材的师生提出宝贵意见。本套教材还将出版配套的立体化教材，以利于教、便于学，更希望师生们对此提出建议。

高等学校水利学科教学指导委员会

中国水利水电出版社

2008 年 4 月

第7版前言

建筑材料是土木建筑工程的重要物质基础，凡从事工程建设的技术人员和专家都需要具备一定的建筑材料知识。《建筑材料》是技术基础课，既要为学生将来解决工程中的实际问题提供一定的基本理论知识和实验技能，也要为他们学习专业课提供必要的基础知识。本书第1~6版出版以来受到了各校师生的欢迎，也得到了广大工程技术人员的好评。本书第5版于2006年被教育部批准为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。2007年，全国水利学科教学指导委员会决定，将本书列为高等学校水利学科专业规范核心课程教材。

根据普通高等教育“十一五”国家级规划教材及水利学科核心教材的要求，本书第7版保持了第5版、第6版的基本内容，尽量反映近年来建筑材料科研、生产及工程应用等方面的最新成果，按现行国家标准、部级及行业标准和规范进行编写，并对其中部分章节进行了调整。本书主要讲述水利水电建筑工程、水运工程、工业与民用建筑工程中常用的建筑材料的成分、生产过程、技术性质、质量检验、使用及运输保管等基本知识。

本书为高等学校水利水电工程、农业水利工程、港口与航道工程、土木工程、工程力学等专业的教材和教学用书，也可作为工程技术人员的参考书。

本书由武汉大学等院校的教师分工编写。1979年出版的第1版和1985年出版的第2版由武汉水利电力学院王国欣主编，大连工学院王庆寿主审，参加编写的有武汉水利电力学院李鸿恩、白福来、牛光庭及李亚杰，陕西机械学院叶淑君、丁朴荣，成都工学院李玉德及华东水利学院谢年祥、林毓梅及卢瑞珍等同志。

1993年出版的第3版由武汉水利电力学院牛光庭、李亚杰主编，大连理工大学王庆寿主审，参加编写人员及分工与第2版相同。

2001年出版的第4版由武汉大学李亚杰主编，河海大学梁正平主审，参

与编写的有武汉大学李亚杰、曾力、何真、方坤河及西安理工大学张浩博、河海大学肖玉明等同志。

2007年出版的第5版及2009年出版的第6版由武汉大学李亚杰、方坤河主编，河海大学梁正平主审。参加编写的人员及分工如下：武汉大学李亚杰编写绪论、第1章、第8章、第9章、第12章、第14.9节及附录1、附录2、附录3，曾力编写第2章、第10章，何真编写第3章、第4章，方坤河编写第5章；西安理工大学张浩博编写第6章、第7章及第14.6~14.8节；河海大学肖玉明编写第11章、第13章及第14.1~14.5节和第14.10节。

第7版由武汉大学方坤河、何真主编，河海大学梁正平主审。参加编写的人员及分工如下：武汉大学刘数华编写第1章，何真编写第2章、第7章，方坤河编写绪论、第3章（与曾力共同编写）及附录1、附录2、附录3，吴定燕编写第6章、第9章，阮燕编写第8章；西安理工大学张浩博编写第4章、第5章及第10章的10.6~10.8节；武汉大学杨华山编写第10章的10.1~10.5节和10.9节。

在本书编写过程中，许多同志提出过宝贵建议和修改意见，得到了老一辈作者的大力支持和帮助，使本书质量得到很大提高。梁正平教授对初稿提出了许多宝贵意见和很好的建议，在此，特向他们表示衷心感谢。

由于我们的水平有限，书中难免存在不足之处，恳请各校师生和读者批评指正。

编者

2014年7月

第 1 版前言

本书是根据 1978 年 1 月水利电力部召开的教学计划和教材规划座谈会的要求,按照 1978 年 4 月建筑材料教材编写大纲讨论会所拟定的教材编写大纲编写的,作为高等学校水利水电工程建筑专业、农田水利工程专业、水道及港口工程建筑专业的教材,也可作为水利类其他各专业的教学用书。

由于建筑材料试验是建筑材料课程的重要组成部分,为学习使用方便起见,建筑材料试验的内容也包括在本书中,一并出版。

本书在编写过程中,力求贯彻“少而精”的原则,注意加强基本理论的阐述及基本技能的培养。主要讲述了水利工程中常用的各项主要建筑材料,其中重点突出了水泥、水泥混凝土、沥青及沥青防水材料等有关部分的内容及其试验,对近年来国内外出现的新型材料(如合成高分子材料等)亦作了一定的介绍。对于某些章节,采用小字排印,以供不同专业根据情况选用。

书中引用的有关技术标准及试验规程,均采自现行的技术规范。随着科学技术的不断发展,对原有规范将不断进行修订。因此,国家颁布新的规范时,应以新的技术标准及试验规程为准。

本书由下列院校的教师分工编写:武汉水利电力学院王国欣、李鸿恩、白福来、牛光庭同志负责编写绪论、第 1~4 章及第 9 章,并担任全书主编;西北农学院叶淑君、丁朴荣同志负责编写第 5、第 6 章及试验第 6 部分的第(五)、(六)项、试验第 7 部分;成都工学院李玉德同志负责编写第 7、第 8 章;华东水利学院谢年祥、林毓梅同志负责编写试验第 1~5 部分、试验第 6 部分的(一)~(四)项、试验第 8 部分。

本书由大连工学院王庆寿同志担任主审。

全书的绘图工作由武汉水利电力学院杨玉琦同志担任。

对于本书存在的缺点和不妥之处,希望各院校师生及读者提出宝贵意见。

编者

1978 年 12 月

目 录

总前言

第7版前言

第1版前言

绪论	1
第1章 建筑材料的基本性质	3
1.1 材料的组成、结构与构造	3
1.2 材料的密度、表观密度和孔隙率	7
1.3 材料的力学性质	9
1.4 材料与水有关的性质	15
1.5 材料的耐久性	17
1.6 材料与热有关的性质	20
复习思考题	21
第2章 无机胶凝材料	24
2.1 气硬性胶凝材料	24
2.2 水硬性胶凝材料	30
复习思考题	51
第3章 水泥混凝土	53
3.1 概述	53
3.2 混凝土的主要技术性质	54
3.3 水泥混凝土的骨料及拌和、养护用水	73
3.4 混凝土外加剂	82
3.5 混凝土的掺合料	91
3.6 混凝土的配合比设计	95
3.7 混凝土的质量控制	107
3.8 轻混凝土	112
3.9 碾压混凝土	120
3.10 其他品种水泥混凝土	125
复习思考题	132

第4章 建筑砂浆	135
4.1 建筑砂浆的组成材料	135
4.2 建筑砂浆的技术性质	137
4.3 砌筑砂浆的配合比设计	140
4.4 其他建筑砂浆	145
4.5 预拌砂浆	148
复习思考题	150
第5章 沥青及沥青混合料	151
5.1 沥青材料	151
5.2 沥青混合料	168
复习思考题	180
第6章 建筑钢材	181
6.1 概述	181
6.2 建筑钢材的力学性能和工艺性能	182
6.3 铁碳合金的晶体结构	185
6.4 化学元素对钢材性能的影响	190
6.5 钢的压延加工及热处理	191
6.6 建筑钢材的牌号与应用	193
6.7 钢材的腐蚀与防护	209
复习思考题	211
第7章 墙体材料和屋面材料	212
7.1 烧土制品的原料及生产工艺简介	212
7.2 烧结砖	215
7.3 非烧结砖	219
7.4 建筑砌块	220
7.5 建筑板材	222
7.6 屋面材料	223
复习思考题	226
第8章 防水材料	227
8.1 防水涂料	227
8.2 防水卷材	231
8.3 建筑密封材料	241
复习思考题	246
第9章 绝热、吸声及装饰材料	247
9.1 绝热材料	247

9.2 吸声材料	251
9.3 装饰材料	254
复习思考题	262
第 10 章 建筑材料试验	263
10.1 建筑材料基本性质试验	264
10.2 水泥试验	268
10.3 混凝土骨料试验	281
10.4 混凝土拌和物试验	290
10.5 混凝土试验	298
10.6 砂浆试验	305
10.7 沥青材料试验	309
10.8 沥青混凝土试验	315
10.9 砌墙砖抗压强度试验	319
附录一 工业与民用建筑工程普通混凝土的几项技术指标	322
附录二 水工混凝土的几项技术指标	323
附录三 水运工程混凝土的几项技术指标	327
参考文献	331

绪 论

建筑材料是指土木建筑工程（水利、水运、房屋、道路、桥梁等）中所应用的材料。通常按材料的组成分为三大类：第一类是无机材料，它又可分为无机非金属材料（也称矿物质材料）和金属材料；第二类为有机材料，包括天然植物材料、沥青材料和合成高分子材料等；第三类是复合材料，它是由两种或两种以上不同性质材料人工复合成的多相材料，例如由金属与矿物质材料复合的钢筋混凝土材料，由无机材料与合成高分子材料复合的聚合物混凝土及玻璃纤维增强塑料（又名玻璃钢），由两种不同性质的矿物质材料复合的水泥混凝土及由两种有机材料复合的沥青防水卷材等。在水利、水运工程中，应用较多的是水泥、混凝土、钢材、沥青材料等。

建筑工程中常按建筑材料的功能将其分为结构材料、防水材料、装饰材料、防护材料及隔热保温材料等。

建筑材料是土木建筑工程的重要物质基础。在任何一项建筑工程中，用于建筑材料的投资都占有很大的比重。同时，建筑材料的品种、质量与规格，直接影响着工程结构形式和施工方法，决定着工程的坚固、耐久、适用、美观和经济性。因此，凡从事建筑工程的技术人员和专家——建筑师，建筑经济师，勘测、设计、施工或试验研究的工程师，都会随时接触到有关建筑材料问题，例如材料的调查与勘探、材料的选择使用、性能改进及新型材料的研究与试验等，均需具有一定的建筑材料知识才能承担这些任务。

建筑材料的发展是随着人类社会生产力和国民经济不断发展而发展的；与建筑技术的进步有着不可分割的联系，它们相互推动又相互制约。国民经济建设的发展直接促进了建筑材料的生产和技术进步，对建筑材料的品种、质量不断提出更高、更新的要求。建筑物的结构形式及施工方法受到建筑材料性能的制约，建筑工程中许多技术问题的解决往往依赖于建筑材料问题的突破，新型建筑材料的出现又促进了结构设计和施工技术的革新。国民经济建设的发展要求建筑材料工业不断高速发展，而建筑材料工业又是一个耗费自然资源和能源的大户，它既可大量吸纳工农业废料，也可产生大量废气、烟尘等，对环境造成有利或不利的影 响。因此，建筑材料生产及科学技术的发展，对于社会主义现代化建设具有重要作用。

改革开放以来，我国建筑材料工业有了巨大发展，基本解决了建筑材料生产不能满足建筑工程需要的被动局面。多年来，在实现现代化的建设过程中，建筑工程的规模不断扩大，对建筑材料的需要不仅数量大，更对其品种、规格及质量的要求越来越高，我国许多重要建筑材料的年产量已经位居世界前列。但传统的生产增长方式使我国在资源、能源及生态环境等方面付出了沉重代价。当前，资源相对短缺及环境保护问题已成为制约国民经济发展的关键。因此，突破资源及生态环境的制约，建立循环节约型的可持续发展的生产方式，在建筑工程及建筑材料行业是刻不容缓的重要课题。为此，必须研究和生产高性能、多功能新型建筑材料，特别是新型复合材料，使建筑材料的品种、质量和配套水平显

著提高,以适应现代建筑工程发展的要求。例如:研究和具有保温隔热及热存储性能的新型墙体材料,以满足建筑节能的需要;大力发展利用工农业废料及再生资源的建筑材料,以利于循环型经济的发展;研究开发节约能源、减少污染、保护环境的新材料和生产工艺,淘汰浪费土地的烧结黏土砖和高污染、高耗能的小水泥以及各种落后的建材生产工艺;利用现代科学技术手段和方法,开展建筑材料理论、试验技术及测试方法的研究,使建筑材料工业尽快达到现代化,并朝着按指定性能设计、生产新材料的方向前进,让建筑材料行业沿着全面贯彻科学发展观,构建人与自然和谐的可持续发展道路快速前进。

产品标准化是现代社会化大生产的产物,是组织现代大生产的重要手段,也是科学管理的重要组成部分。建筑材料的技术标准是产品质量的技术依据,生产企业必须按标准生产合格产品;使用者应按标准选用材料,按规范进行工程的设计与施工,以保证工程的优质、高速、低成本。同时,技术标准还是供需双方进行质量检查、验收的依据。

我国的技术标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。技术标准的表示方法由标准名称、代号、标准号、年代号组成:国家标准代号为 GB 及 GB/T (推荐标准);建设部行业标准代号为 JG;水利标准代号为 SL;电力行业标准代号为 DL;国家建材行业标准代号为 JC 等。例如:GB 175—2007《通用硅酸盐水泥》、GB 200—2003《中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥、低热矿渣硅酸盐水泥》、GB/T 50107—2010《混凝土强度检验评定标准》、JC 714—1996《快硬硫铝酸盐水泥》、JGJ 55—2011《普通混凝土配合比设计规程》、DL/T 5082—1998《水工建筑物抗冰冻设计规范》、DL/T 5112—2009《水工碾压混凝土施工规范》、SL 319—2005《混凝土重力坝设计规范》、GB/T 5223—2002《预应力混凝土用钢丝》;SL 432—2008《水利工程压力钢管制造安装及验收规范》、DL/T 5207—2005《水工建筑物抗冲磨防冲蚀混凝土技术规范》等。

随着建筑材料科研及生产的发展,建筑材料技术标准也不断变化。根据需要,国家每年都发布一批新的技术标准,修订或废止一些旧的标准,并逐步与国际标准相接轨。

对于建筑材料使用者,熟悉和运用建筑材料技术标准有着十分重要的意义。除了在选用材料时必须严格执行技术标准外,使用代用材料时必须按标准进行试验和论证,对于新材料还必须经过技术鉴定。此外,在选择和使用材料时,需要合理用材、节约用材,做到保证质量、技术可行、经济合理、节约资源、有利环保。

本书着重讲述在水利水电工程、工业与民用建筑工程及水运工程中常用的各种建筑材料。既为学生学习专业课程提供必要的基础知识,也为工程技术人员解决实际工程中的建筑材料问题提供一定的基本理论知识和基本试验技能。

《建筑材料》是一门技术基础课,在学习过程中,应以材料的技术性质、质量检验及其在工程中的应用为重点,并需注意材料的成分、构造、生产过程等对其性能的影响,掌握各项性能间的有机联系。对于现场配制的材料,如水泥混凝土、沥青混凝土等,应掌握其配合设计的原理及方法。学习中,必须贯彻理论联系实际的原则,重视试验课及习题作业。建筑材料试验是本课程的重要教学环节,通过试验操作及对试验结果的分析,一方面可以丰富感性认识,加深理解,另一方面对于培养科学试验的技能及提高分析问题、解决问题的能力,也具有重要作用。

第 1 章 建筑材料的基本性质

建筑材料在建筑物中承担各种不同的作用，要求具有相应的性质，例如，承重构件的材料要求一定的强度和刚度，防水材料要有不透水的性质，隔热保温材料应具有不易传热的性质等。同时，建筑物在使用过程中，还经常受到各种环境因素的作用，使材料逐渐遭受破坏，如风、雨和日晒等大气因素的作用，水流和泥沙的冲刷作用，温、湿度变化及冻融作用，环境水或空气中所含有害成分的化学侵蚀作用等。因此，材料在满足建筑物所要求的功能性质的同时，还需具有抵抗这些破坏作用的性质，以保证在所处环境中经久耐用。

在工程实践中，选择、使用、分析和评价材料，通常是以其性质为基本依据的。所谓材料的性质是指在负荷与环境因素联合作用下材料所具有的属性。因此，工程中讨论的材料各种性质都是在一定环境条件下测试的各种性能指标。

建筑材料的性质，可分为基本性质和特殊性质两大部分，材料的基本性质是指土木工程中通常必须考虑的最基本的、共有的性质；材料的特殊性质则是指材料本身不同于别的材料的性质，是材料具体的使用特点的体现。本章将具有共同性和比较重要的材料性质作为基本性质重点论述，各类材料的特殊性质及工艺性质将分别在有关章节中介绍。

1.1 材料的组成、结构与构造

材料的组成、结构与构造是决定材料性质的内部因素。

1.1.1 材料的组成

材料的化学组成即材料的化学成分，是指构成材料的化学元素及化合物的种类和数量。通常金属材料以化学元素含量百分数表示，无机非金属材料以元素的氧化物含量表示，有机高分子材料常以构成高分子材料的一种或几种低分子化合物（单体）来表示。材料的化学成分直接影响材料的化学性质，也是决定材料物理性质及力学性质的重要因素。因此，材料种类常按其化学组成来划分。

材料的矿物组成是指组成材料的矿物种类和数量。所谓矿物，是指具有一定化学成分和一定结构及物理力学性质的物质或单质的总称。矿物是构成岩石及各类无机非金属材料的基本单元。例如，花岗岩的矿物组成主要是石英和长石，石灰岩的矿物组成为方解石。材料的矿物组成直接影响无机非金属材料性质，材料的化学组成相同但矿物组成不同也会导致性质的巨大差异。

有机高分子材料分子组成的基本单元为链节。所谓链节，是由一种或几种低分子化合物按特定结构构成的基本单元，链节的多次重复即构成合成高分子材料。例如，聚氯乙烯的链节为氯乙烯，其重复次数称为聚合度。

1.1.2 材料的结构

材料的结构是指材料的微观组织状况，可分为微观结构和显微结构两个层次。

1.1.2.1 微观结构

微观结构是指能用电子显微镜观察到的材料组成及结构，如原子、分子的排列方式、结合状况等。材料的微观结构可分为晶体、非晶体。

(1) 晶体。

晶体是由质点（原子、离子或分子）在三维空间作有规律的周期性重复排列（远程有序）而形成的固体，具有特定的几何外形和固定的熔点。质点的这种规则排列构架称为晶格。构成晶格的最基本的几何单元称为晶胞。晶体就是由大量形状、大小和位向完全相同的晶胞堆砌而成，故晶体结构取决于晶胞的类型及尺寸。

晶体的物理力学性质除与其质点的本性及其晶体结构形态有关外，还与质点间结合力有关，这种结合力称为结合键，可分为离子键、共价键、金属键和分子键四种。不同种类的晶体所构成的材料表现出不同的性质。

按组成材料的晶体质点及结合键的不同，晶体可分为如下几种：

1) 离子键和离子晶体。由正、负离子间的静电引力所形成的离子键构成的晶体称为离子晶体。离子键的结合力比较大，故离子晶体一般比较稳定，具有较高的强度、硬度和熔点，但较脆，其固体状态是电、热的不良导体，熔、溶状态时可导电。

2) 共价键和原子晶体。共价键的特点是两个原子共享价电子对，由原子以共价键构成的晶体为共价晶体（或称原子晶体），如石英、金刚石等。共价键的结合力很大，故原子晶体具有高强度、高硬度和高熔点。但塑性变形能力很差，只有将共价键破坏才能使材料产生永久变形。通常为电、热的不良导体。

3) 金属键和金属晶体。金属键结合的特点是价电子的“公有化”。由金属阳离子组成晶格，自由电子运动其间，阳离子与自由电子形成金属键，金属键的结合力较强。金属晶体的晶格一般是排列密集的晶体结构，如铁的体心立方体结构，故金属材料一般密度较大。金属晶体有较高的硬度和熔点，具有很好的塑性变形性能，并具有导电和传热性质。

4) 分子键和分子晶体。分子键也称分子间范德华力，是存在于中性原子或分子之间的结合力，本质上是一种物理键。以分子键结合起来的晶体称为分子晶体，如合成高分子材料中长链分子之间由范德华力结合的晶体。分子键结合力很弱。分子晶体具有较大的变形性能，熔点很低，为电、热的不良导体。一般分子晶体大部分属于有机化合物。

分子键是普遍存在的，但当有前述其他化学键存在时，它会被遮盖而被忽略。对由数个分子或由多个分子组成的微细颗粒或超微细颗粒（如纳米颗粒），其间范德华力的作用则是很重要的。

此外，还有一种特殊的分子键——氢键，它是由氢原子与 O、F、N 等原子相结合时形成的一种附加键。氢键是一种物理键，但比范氏键强。水、冰中都有氢键，硼酸为氢键晶体。

由于质点在各方向上的排列的规律和数量不同，单晶体具有各向异性的性质，但实际应用的材料是由细小的晶粒杂乱排列组成的，其宏观性质常表现为各向同性。无机非金属材料晶体，其键的构成不是单一的，往往是由共价键、离子键等共同联结，其性质差异较大。