



高等学校水利学科教学指导委员会组织编审

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等学校水利学科专业规范核心课程教材·水利水电工程

建筑材料 (第6版)

主编 武汉大学 李亚杰 方坤河
主审 河海大学 梁正平



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



高等学校水利学科教学指导委员会组织编审

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高等学校水利学科专业规范核心课程教材·水利水电工程

建筑材料 (第6版)

主编 武汉大学 李亚杰 方坤河

主审 河海大学 梁正平

内 容 提 要

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、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。全书共分为14章,即建筑材料的基本性质,天然石料,气硬性胶凝材料,水泥,水泥混凝土,建筑砂浆,沥青及沥青混合料,建筑钢材,合成高分子材料,木材,墙体材料和屋面材料,防水材料,绝热、吸声及装饰材料,建筑材料试验等。本书全部按现行国家标准、部级及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、海岸及河流工程,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/李亚杰,方坤河主编.—6版.—北京:中国水利水电出版社,2009

普通高等教育“十一五”国家级规划教材.高等学校水利学科专业规范核心课程教材.水利水电工程
ISBN 978-7-5084-6193-9

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第207693号

书 名	普通高等教育“十一五”国家级规划教材 高等学校水利学科专业规范核心课程教材·水利水电工程 建筑材料(第6版)
作 者	主编 武汉大学 李亚杰 方坤河 主审 河海大学 梁正平
出版发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 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	北京市兴怀印刷厂
规 格	175mm×245mm 16开本 22印张 508千字
版 次	1979年6月第1版 1985年5月第2版 1993年6月第3版 2001年3月第4版 2007年1月第5版 2009年1月第6版 2009年1月第19次印刷
印 数	195171—200170册
定 价	37.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

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）

李守义（西安理工大学）

孙明权（华北水利水电学院）

李宗坤（郑州大学）

周建中（华中科技大学）

罗启北（贵州大学）

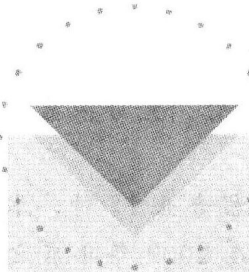
胡志根（武汉大学）

陈建康（四川大学）

田 斌（三峡大学）

唐新军（新疆农业大学）

燕柳斌（广西大学）



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 6 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有一定的建筑材料知识。《建筑材料》是一门技术基础课，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 版至第 5 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，本书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 6 版保持了第 5 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。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、海岸及河流工程，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。本书 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思、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。

本书 1993 年出版的第 3 版由武汉水利电力学院牛光庭、李亚杰担任主编，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。

本书 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，西安理工大学张浩博、河海大学肖玉明等同志。

本书 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。

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。梁正平教授对初稿提出了许多意见和很好的建议，使本书质量得到很大提高。在此，特向他们表示衷心感谢。

由于我们的水平有限，书中难免有不少缺点和不妥之处，恳请各校师生和读者指正。

编 者

2008 年 10 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。

在编写中,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、第一至四章及第九章,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五、六章及试验第六部分的第(五)、(六)项、试验第七部分;成都工学院李玉德同志负责编写第七、八章;华东水利学院谢年祥、林毓梅同志负责编写试验第一至五

部分、试验第六部分的（一）至（四）项、试验第八部分。

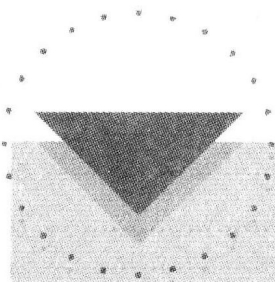
本书由大连工学院王庆寿同志担任主审。

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6版前言

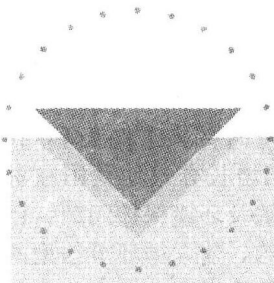
第1版前言

绪论	1
第1章 建筑材料的基本性质	4
1.1 材料的组成、结构与构造	4
1.2 材料的密度、表观密度和孔隙率	8
1.3 材料的力学性质	10
1.4 材料与水有关的性质	16
1.5 材料的耐久性	18
1.6 材料与热有关的性质	20
复习思考题	21
第2章 天然石料	23
2.1 岩石的形成与分类	23
2.2 天然石料的主要技术性质	26
2.3 工程中常用的天然石料	28
复习思考题	30
第3章 气硬性胶凝材料	31
3.1 石灰	31
3.2 石膏	34
3.3 水玻璃	36
3.4 镁质胶凝材料	37
复习思考题	37
第4章 水泥	38
4.1 概述	38

4.2	硅酸盐水泥	38
4.3	混合材料及掺有混合材料的硅酸盐水泥	48
4.4	其他品种水泥	53
4.5	水泥的应用	57
	复习思考题	58
第5章	水泥混凝土	60
5.1	概述	60
5.2	混凝土的主要技术性质	62
5.3	水泥混凝土的骨料及拌和、养护用水	80
5.4	混凝土外加剂	86
5.5	混凝土的掺合料	96
5.6	混凝土的配合比设计	100
5.7	混凝土的质量控制	112
5.8	轻混凝土	118
5.9	碾压混凝土	125
5.10	其他品种水泥混凝土	130
	复习思考题	135
第6章	建筑砂浆	138
6.1	建筑砂浆的组成材料	138
6.2	建筑砂浆的技术性质	140
6.3	砌筑砂浆的配合比设计	143
	复习思考题	147
第7章	沥青及沥青混合料	148
7.1	沥青材料	148
7.2	沥青混合料	165
	复习思考题	177
第8章	建筑钢材	178
8.1	概述	178
8.2	建筑钢材的力学性能和工艺性能	179
8.3	铁碳合金的晶体结构	182
8.4	化学元素对钢材性能的影响	186
8.5	钢的压延加工及热处理	188
8.6	建筑钢材的牌号与应用	190
8.7	钢材的腐蚀与防护	199
	复习思考题	201
第9章	合成高分子材料	202
9.1	合成高分子化合物基础知识	202

9.2 建筑塑料	205
9.3 常用合成橡胶及合成纤维	206
9.4 合成胶黏剂	209
9.5 聚合物混凝土	212
复习思考题	215
第 10 章 木材	216
10.1 木材的构造	216
10.2 木材的物理和力学性质	217
10.3 木材的主要产品及等级	221
10.4 木材的腐蚀及防护	223
复习思考题	224
第 11 章 墙体材料和屋面材料	225
11.1 烧土制品的原料及生产工艺简介	225
11.2 烧结砖	228
11.3 非烧结砖	232
11.4 建筑砌块	233
11.5 建筑板材	235
11.6 屋面材料	236
复习思考题	238
第 12 章 防水材料	239
12.1 防水涂料	240
12.2 防水卷材	243
12.3 建筑密封材料	249
复习思考题	254
第 13 章 绝热、吸声及装饰材料	255
13.1 绝热材料	255
13.2 吸声材料	257
13.3 装饰材料	259
复习思考题	263
第 14 章 建筑材料试验	264
14.1 石料试验	265
14.2 水泥试验	270
14.3 混凝土骨料试验	282
14.4 混凝土拌和物试验	291
14.5 混凝土试验	298
14.6 砂浆试验	306
14.7 沥青材料试验	309

14.8 沥青混凝土试验	315
14.9 木材试验	319
14.10 砌墙砖抗压强度试验	322
附录1 工业与民用建筑工程普通混凝土的几项技术指标	325
附录2 水工混凝土的几项技术指标	327
附录3 水运工程混凝土的几项技术指标	332
参考文献	335



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，以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、天然石料、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项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晌。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,基本改善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、能源和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、多功能的新型建筑材料,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:研究和发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。

产品标准化是现代化大生产的产物,是组织现代化大生产的重要手段,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对产品进行质量检查、验收的依据。

我国的技术标准分为国家标准、部级标准、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 GB 及 GB/T (推荐标准);建设部行业标准代号 JG;水利部行业标准代号 SL;电力行业标准代号 DL;国家建材局标准代号 JC 等。例如:GB 175—1999《硅酸盐水泥及普通硅酸盐水泥》;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》;JC 714—1996《快硬硫铝酸盐水泥》;SL 211—98《水工建筑物抗冰冻设计规范》;SL 48—94《水工碾压混凝土试验规程》;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》;DL 5017—1993《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空蚀混凝土技术规范》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,还必须充分认识到我国将长期处于社会主义初级阶段这一基本国情,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。