



国家开放大学

THE OPEN UNIVERSITY OF CHINA

建筑材料 (第4版)

魏鸿汉 主编



中央广播电视大学出版社



国家开放大学
THE OPEN UNIVERSITY OF CHINA

建筑材料

(第4版)

魏鸿汉 主编

中央广播电视大学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑材料/魏鸿汉主编. — 4 版. — 北京: 中央
广播电视大学出版社, 2017.1 (2017.3重印)

ISBN 978 - 7 - 304 - 08382 - 3

I. ①建… II. ①魏… III. ①建筑材料 — 开放教育—
教材 IV. ①TU5

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第 003668 号

版权所有, 翻印必究。

建筑材料 (第4版)

JIANZHU CAILIAO

魏鸿汉 主编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 营销中心 010 - 66490011

总编室 010 - 68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 李 欣

版式设计: 赵 洋

责任编辑: 李 欣

责任校对: 赵 洋

责任印制: 赵连生

印刷: 北京银祥印刷有限公司

印数: 15001~20000

版本: 2017 年 1 月第 4 版

2017 年 3 月第 2 次印刷

开本: 787 mm × 1092 mm 1/16

印张: 18.5 字数: 413 千字

书号: ISBN 978 - 7 - 304 - 08382 - 3

定价: 37.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

本教材是国家开放大学开放教育建筑施工与管理、工程造价管理、道路桥梁工程施工与管理等相关专业系列教材之一，其内容根据国家开放大学“建筑材料”课程的教学大纲编写。

本教材在内容上力求体现“以岗位职业能力为核心”的指导思想，突出施工一线岗位能力特色。《建筑材料》（第3版）自发行以来，在全国电大系统开放教育建筑施工与管理、工程造价管理及相关专业被连续使用。随着我国建筑材料工业、施工新技术、新工艺的发展和更新步伐日益加快，相应的规范、规程的更新周期缩短。为进一步体现开放教育发展的理念，尤其是高等职业教育“理论”和“实践”两个内容体系教学资源建设的要求，我们以新标准为依据，对《建筑材料》（第3版）的相应内容进行了补充和修编，主要体现在以下方面：

（1）根据第3版教材出版发行后陆续推出和颁布的相关标准规范，对相关内容进行调整及更新。

（2）修订了建筑材料及制品燃烧性能分级标准及相应规定的规定。

（3）修订了普通混凝土配合比设计示例的相关数据。

（4）增加了同步并行使用的全媒体数字学习资源，便于学习者采用手机、平板电脑实现泛在自主学习。

根据远程开放教育的特点，为充分发挥现代信息技术教学手段的优势，使学习者更加便捷、高效地进行课程内容的学习，提高学习质量和学习效率，我们对原文字教材（第3版）和包括视频讲座、试验操演以及评价检测的学习资源包进行了改造和修订，创新性地编制了全媒体数字学习资源，并使其与文字教材和形成性考核册等学习资源形成资源学习包的升级版，旨在为学习者提供人性化、高度适应性的学习支持服务。

全媒体数字学习资源集图、文、声、像、画于一体，把课程最为重点的学习内容用图、文、声、像、画进行立体化展示，使学习者获得及时、多角度的阅读视听、掌控、互动等全面体验。全媒体数字学习资源不仅方便了学习者在线或离线学习，还可以与远程教学平台结合起来，实现国家开放大学的泛在教学和学习者的泛在学习。对于全媒体数字学习资源，学习者可以通过扫描文字教材封底处的二维码，登

录“开放云书院”后下载获得。

文字教材部分第1章、第2章、第6章、第13章及各章的学习活动由天津广播电视大学魏鸿汉教授编写,第7章、第8章和各章试验部分由徐州建筑职业技术学院林丽娟副教授编写,第3章、第4章、第5章由四川建筑职业技术学院杨魁副教授编写,第9章、第12章由内蒙古建筑职业技术学院李晓芳副教授编写,第10章、第11章由广东建设职业技术学院肖利才副教授编写,本教材涉及规范更新的内容由国家开放大学邵运达副教授编写。本教材由魏鸿汉任主编,天津城市建设学院杨德建教授和天津市建材业协会副秘书长薛国威高级工程师主审。全媒体数字学习资源部分由邵运达副教授任项目负责人并全程参与设计和制作,魏鸿汉教授任主讲,国家开放大学李淑老师、闫晓宇老师参与脚本的编写,河北地质大学解咏平副教授和中国建筑科学研究院曹力强高级工程师等专家参与了内容审核,中央广播电视大学音像社提供技术支持。演示试验是在北京中科诚达建设工程质量检测有限公司的支持下编录完成的,并得到陈兆伟工程师的大力帮助,国家开放大学学习资源部组织专家组进行了终审。在本教材的编制过程中,我们还得到国家开放大学理工教学部、中央广播电视大学出版集团等相关领导和专家的大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平和经验有限,本教材难免存在疏漏和错误,衷心希望各位读者批评指正。

编者

2016年11月

编写目的

随着近年我国建筑材料工业和施工新技术、新工艺的发展和更新步伐日益加快,工程建设界总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,及时修订相应的规范和规程,其更新周期缩短为3~5年。2011年12月实施的《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ 55—2011)、2012年5月实施的《砌体结构工程施工质量验收规范》(GB 50203—2011)以及《砌筑砂浆配合比设计规程》(JGJ/T 98—2010)对混凝土、建筑砂浆的配合比及相关技术内容作了较大修订。为进一步体现开放教育发展的理念,尤其是高等职业教育“理论”和“实践”两个内容体系教学资源建设要求,我们以上述新标准为依据,对《建筑材料》(第2版)的相应内容进行了补充和修编,主要体现在以下方面:

- (1) 反映2010年以后颁布的相关标准规范的新变化;
- (2) 增加了混凝土耐久性的分类及基本要求;
- (3) 修订了普通混凝土试配强度的计算公式和强度标准差;
- (4) 修订了混凝土水胶比计算公式中的胶砂抗压强度取值以及回归系数 α_a 和

α_b ;

- (5) 在混凝土试配中增加了耐久性试验验证的内容;
- (6) 修订了砌筑砂浆和易性指标中的保水性指标的定义和相应试验方法。

随文字教材配套出版的课程资源包也作出相应的修改,以体现文字教材与视频、检测评价等多种媒体和教学手段一体化的设计理念。

教材特点

本教材在内容上力求体现“以岗位职业能力为核心”的指导思想,突出施工一线岗位能力特色;按照《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》(JGJ/T 250—2011)对相关知识和技能的要求,以及材料化学组成的归一性(如“水泥”和“建筑钢材”),辅以应用功能的归一性(如“墙体材料”和“防水材料”)进行模块式编写,各模块按对材料的认知、特性的了解、质量的掌控、应用的选择为主线依次展开,力图向学习者提供一个脉络清晰的有效学习路径。本书根据远程开放教育的特点,由文字教材和包括视频讲座、试验操演以及评价检测的学习资

源包形成主体,辅之以卫星电视直播课堂、网上IP课程等辅助学习资源,为学习者提供人性化、高度适应性的学习支持服务。

编作者

文字教材部分的学习指南和第1章、第2章、第6章、第13章及各章的学习活动由天津广播电视大学魏鸿汉教授编写,第7章、第8章和各章试验部分由徐州建筑职业技术学院林丽娟副教授编写,第3章、第4章、第5章由四川建筑职业技术学院杨魁副教授编写,第9章、第12章由内蒙古建筑职业技术学院李晓芳副教授编写,第10章、第11章由广东建设职业技术学院肖利才副教授编写。本书由魏鸿汉任主编,天津城市建设学院杨德建教授和天津市建材业协会副秘书长薛国威高级工程师主审。

学习资源包部分由中央广播电视大学工学院陈丽任项目主持人,魏鸿汉教授任主讲并编写脚本,中央广播电视大学资源处组织专家组审定,中央广播电视大学工学院邵运达参与了测评题的编写工作。试验部分在北京中科诚达建设工程质量检测有限公司的支持下编录完成,并得到陈兆伟工程师的大力帮助,在此一并表示感谢。

编 者

1 绪 论	(1)
1.1 建筑材料在建筑工程中的重要作用	(1)
1.2 建筑材料的分类	(2)
1.3 建筑材料的发展趋势	(2)
1.4 建筑材料的技术标准	(3)
1.5 课程的学习目的及方法	(5)
2 建筑材料的基本性质	(6)
2.1 材料的化学组成、结构和构造	(7)
2.2 材料的物理性质	(9)
2.3 材料的力学性质	(17)
2.4 材料的耐久性	(20)
2.5 材料基本性质试验	(22)
小 结	(27)
自测题	(27)
测验评价	(28)
3 建筑石材	(29)
3.1 岩石的基本知识	(29)
3.2 常用的建筑（装饰）石材	(31)
小 结	(35)
自测题	(35)
测验评价	(35)
4 气硬性胶凝材料	(36)
4.1 石灰	(36)
4.2 石膏	(42)
4.3 水玻璃	(46)
小 结	(48)
自测题	(48)

测验评价	(48)
5 水 泥	(49)
5.1 通用硅酸盐水泥概述	(50)
5.2 硅酸盐水泥	(58)
5.3 掺混合材料的硅酸盐水泥	(66)
5.4 高铝水泥	(73)
5.5 其他品种水泥	(75)
5.6 水泥试验	(79)
小 结	(86)
自测题	(86)
测验评价	(87)
6 混 凝 土	(88)
6.1 混凝土的性能特点及应用要求	(89)
6.2 混凝土的组成材料	(90)
6.3 混凝土拌合物的技术性质	(102)
6.4 硬化混凝土的技术性质	(108)
6.5 混凝土外加剂	(118)
6.6 普通混凝土的配合比设计	(130)
6.7 混凝土质量的控制	(143)
6.8 新型混凝土简介	(151)
6.9 普通混凝土试验	(154)
小 结	(157)
自测题	(157)
测验评价	(158)
7 建筑砂浆	(159)
7.1 砌筑砂浆	(159)
7.2 抹面砂浆	(170)
7.3 预拌砂浆	(172)
7.4 建筑砂浆试验	(175)
小 结	(177)
自测题	(177)
测验评价	(177)

8	墙体材料	(178)
8.1	砌墙砖	(178)
8.2	墙用砌块	(184)
8.3	新型墙体材料简介	(187)
	小 结	(189)
	自测题	(189)
	测验评价	(189)
9	建筑钢材	(190)
9.1	钢的冶炼和分类	(191)
9.2	钢材的技术性能	(193)
9.3	钢材的化学成分及其对性能的影响	(196)
9.4	钢材的冷加工及时效	(197)
9.5	建筑钢材的标准及使用	(199)
9.6	钢材的锈蚀及防止	(210)
9.7	钢筋试验	(211)
	小 结	(215)
	自测题	(215)
	测验评价	(216)
10	高分子建筑材料	(217)
10.1	高分子化合物的基本知识	(217)
10.2	建筑塑料	(219)
10.3	建筑胶粘剂	(225)
	小 结	(227)
	自测题	(228)
	测验评价	(228)
11	防水材料	(229)
11.1	沥青材料	(229)
11.2	其他防水材料	(237)
11.3	防水卷材	(239)
11.4	防水涂料、防水油膏、防水粉	(243)
11.5	石油沥青试验	(246)
	小 结	(250)

自测题.....	(251)
测验评价.....	(251)
12 木材及制品	(252)
12.1 树木的分类与构造	(252)
12.2 木材的物理力学性质	(254)
12.3 木材的腐朽与防止	(260)
12.4 木材的综合利用及常用制品	(260)
12.5 人造木板材甲醛释放量的控制	(263)
小 结.....	(264)
自 测 题	(264)
测验评价	(264)
13 建筑功能材料	(265)
13.1 隔热保温材料	(265)
13.2 建筑装饰材料	(270)
13.3 建筑功能材料的新发展	(282)
小 结.....	(283)
自测题.....	(283)
测验评价	(284)
参考文献	(285)

1 绪 论

导 言

建筑材料是指组成建筑物或构筑物各部分实体的材料。随着历史的发展、社会的进步,特别是科学技术的不断创新,建筑材料的内涵也在不断丰富。从人类文明发展早期的木材、石材等天然材料到近代以水泥、混凝土、钢材为代表的主体建筑材料,进而发展到现代由金属材料、高分子材料、无机硅酸盐材料互相结合而产生的众多复合材料,形成了建筑材料丰富多彩的大家族。纵观建筑历史的长河,建筑材料的日新月异无疑对建筑科学的发展起到了巨大的推动作用。

本章主要包括以下内容:

- 建筑材料在建筑工程中的重要作用;
- 建筑材料的分类;
- 建筑材料的发展趋势;
- 建筑材料的技术标准;
- 本课程的学习目的及方法。

1.1 建筑材料在建筑工程中的重要作用

首先,建筑材料是建筑工程的物质基础。不论是高达 420.5 m 的上海金贸大厦,还是普通的一幢临时建筑,都由各种散体建筑材料经过缜密的设计和复杂的施工最终构建而成。建筑材料的物质性还体现在其使用的巨量性,一幢单体建筑一般重达几百至数千吨甚至可达数万、几十万吨,这形成了建筑材料在生产、运输、使用等方面与其他门类材料的不同。

其次,建筑材料的发展赋予了建筑物以时代的特性和风格。西方古典建筑的石材廊柱、中国古代以木架构为代表的宫廷建筑、当代以钢筋混凝土和型钢为主体材料的超高层建筑,都呈现了鲜明的时代感。

再次,建筑设计理论不断进步和施工技术的革新不但受到建筑材料发展的制约,同时亦受到其发展的推动。大跨度预应力结构、薄壳结构、悬索结构、空间网架结构、节能型特色环保建筑的出现无疑都是与新材料的产生密切相关的。

最后，建筑材料的正确、节约、合理应用直接影响建筑工程的造价和投资。在我国，一般建筑工程的材料费用要占到总投资的 50%~60%，特殊工程的这一比例还要高。在中国这样一个发展中国家，我们对建筑材料的特性进行深入的了解和认识，最大限度地发挥其效能，进而使其达到最大的经济效益，这无疑具有非常重要的意义。

1.2 建筑材料的分类

建筑材料种类繁多，随着材料科学和材料工业的不断发展，新型建筑材料不断涌现。为了研究、应用和阐述的方便，可从不同角度对其进行分类。如按其在建筑物中所处的部位，可将其分为基础、主体、屋面、地面等材料。按其使用功能可将其分为结构（梁、板、柱、墙体）材料、围护材料、保温隔热材料、防水材料、装饰装修材料、吸声隔音材料等。本书主要按材料的化学成分和组成的归一性进行分类，将材料分为无机材料、有机材料和由这两类材料复合形成的复合材料，如表 1-1 所示。

表 1-1 建筑材料的分类

无机材料	金属材料	黑色金属：铁、非合金钢、合金钢 有色金属：铝、锌、铜及其合金
	非金属材料	石材（天然石材、人造石材） 烧结制品（烧结砖、陶瓷面砖） 熔融制品（玻璃、岩棉、矿棉） 胶凝材料（石灰、石膏、水玻璃、水泥） 混凝土、砂浆 硅酸盐制品（砌块、蒸养砖、碳化板）
有机材料	植物材料	木材、竹材及制品
	高分子材料	沥青、塑料、涂料、合成橡胶、胶粘剂
复合材料	金属非金属复合材料	钢纤维混凝土、铝塑板、涂塑钢板
	无机有机复合材料	沥青混凝土、塑料颗粒保温砂浆、聚合物混凝土

1.3 建筑材料的发展趋势

1.3.1 根据建筑物的功能要求研发新的建筑材料

建筑物的使用功能是随着社会的发展、人民生活水平的不断提高而不断丰富的，从其最基本的安全（主要由结构设计和结构材料的性能来保证）、适用（主要由建筑设计和功能材料的性能来保证），发展到当今的轻质高强、抗震、高耐久性、无毒环保、节能等诸多新的功能要求，使建筑材料的研究从被动的以研究应用为主向开发新功能、多功能材料的方向转变。

1.3.2 高分子建筑材料应用日益广泛

石油化工工业的发展和高分子材料本身优良的工程特性促进了高分子建筑材料的发展和应用。塑料上下水管、塑钢、塑铝门窗、树脂砂浆、黏结剂、蜂窝保温板、高分子有机涂料、新型高分子防水材料将广泛应用于建筑物,为建筑物提供许多新的功能和更高的耐久性。

1.3.3 用复合材料生产高性能的建材制品

单一材料的性能往往是有限的,不足以满足现代建筑对材料提出的多方面的功能要求。如现代窗玻璃的功能要求应是采光、分隔、保温隔热、隔音、防结露、装饰等。但传统的单层窗玻璃除采光、分隔外,其他功能均不尽如人意。近年来广泛采用的中空玻璃,由玻璃、金属、橡胶、惰性气体等多种材料复合,发挥各种材料的性能优势,其综合性能明显改善。据预测,低辐射玻璃、中空玻璃、钢木组合门窗、塑铝门窗和用复合材料制作的建筑部件及高性能混凝土的应用范围将不断扩大。

1.3.4 充分利用工业废渣及廉价原料生产建筑材料

建筑材料应用的巨量性,促使人们去探索和开发建筑材料原料的新来源,以保证经济与社会的可持续发展。粉煤灰、矿渣、煤矸石、页岩、磷石膏、热带木材和各种非金属矿都是很有应用前景的建筑材料原料。由此开发的新型胶凝材料、烧结砖、砌块、复合板材将会为建材工业带来新的发展契机。

1.4 建筑材料的技术标准

标准一词从广义上讲是指对重复事物和概念所作的统一规定,它以科学、技术和实践的综合成果为基础,经有关方面协商一致,由主管部门批准发布,作为共同遵守的准则和依据。

与建筑材料的生产和选用有关的标准主要有产品标准和工程建设标准两类。产品标准是为保证建筑材料产品的适用性,对产品必须达到的某些或全部要求所制定的标准,其中包括品种、规格、技术性能、试验方法、检验规则、包装、储藏、运输等内容。工程建设标准是对工程建设中的勘察、规划、设计、施工、安装、验收等需要协调统一的事项所制定的标准,其中结构设计规范、施工及验收规范中也有与建筑材料的选用相关的内容。

本课程主要依据的是我国国内标准。它分为国家标准和行业标准两类。国家标准由各行业主管部门和国家质量监督检验检疫总局联合发布,作为国家级的标准,各有关行业都必须执行。国家标准代号由标准名称、标准发布机构的组织代号、标准号和标准颁布时间四部分组成。如 GB/T 50107—2010《混凝土强度检验评定标准》为国家推荐标准(“T”代表“推荐”),其标准名称为“混凝土强度检验评定标准”、标准发布机构的组织代号为 GB

(国家标准)、标准号为 50107、颁布时间为 2010 年。行业标准由各行业主管部门批准,在特定行业内执行,可分为建筑材料(JC)、建筑工程(JGJ)、石油工业(SY)和冶金工业(YB)等,其标准代号组成与国家标准相同。除此两类外,国内各地方和企业还有地方标准和企业标准供使用。

我国加入 WTO 后,采用和参考国际通用标准和先进标准是加快我国建筑材料工业与世界步伐接轨的重要措施,对促进建筑材料工业的科技进步、提高产品质量和标准化水平、扩大建筑材料的对外贸易有着重要作用。

常用的国际标准有以下三类:

- ① 美国材料与试验协会标准(ASTM)等,属于国际团体和公司标准。
- ② 联邦德国工业标准(DIN)、欧洲标准(EN)等,属于区域性国家标准。
- ③ 国际标准化组织标准(ISO)等,属于国际性标准化组织的标准。

学习活动 1-1

技术标准的查阅渠道及方法

在此活动中,你将重点了解使用网络进行建筑材料国内技术标准查阅,掌握相应的方法后,能准确找到被查阅规范标准的版本更新情况,并能够保存有用的信息。

完成此活动需要花费约 30 min。

步骤 1: 请你选取教材中提供的 3~4 个国家标准的名称、标准号,进入当地(省级)质量技术监督主管部门(如天津质量技术监督信息研究所, http://www.tjtsi.ac.cn/wenxian/w_index.asp)网站的相应查询模块,输入标准号并选择标准级别,即可获取所查寻规范标准的版本信息,以便进一步查询。版本查询一般为免费。

步骤 2: 应用步骤 1 所获得的版本信息,进一步查阅全文。查阅全文可直接将已获取的版本信息(如 GB/T 50107—2010《混凝土强度检验评定标准》)输入搜索门户网站,选择有下载或阅读功能的网站即可查询全文。

反馈:

1. 填写表 1-2 的相关内容。

表 1-2 学习活动 1-1 用表

待查询标准代号	查询网站	版本相符性	查询结论

2. 根据反馈1的结果选择1个国家标准, 查阅全文, 并提交所下载的文档(全文或摘选), 如果下载需付费, 亦可提交浏览截屏。

1.5 课程的学习目的及方法

建筑材料是土木工程类专业的一门重要专业基础课, 它全面系统地介绍建筑工程施工和设计所涉及的建筑材料性质与应用的基本知识, 为今后继续学习其他专业课, 如建筑结构、施工技术和建筑工程计量与计价等打下基础, 同时也能使学习者掌握建筑材料试验的基本技能。

建筑材料的种类繁多, 各类材料的知识既有联系, 又有很强的独立性。该门课程涉及化学、物理、应用等方面的基本知识, 因此要掌握好理论学习和实践认识两者间的关系。

在理论学习方面, 学习者要重点掌握材料的组成、技术性质和特征、外界因素对材料性质的影响和应用的原则, 且各种材料都应遵循这一主线来学习。理论是基础, 学习者只有牢固掌握好基础理论知识, 才能应对建筑材料科学的不断发展, 在实践中灵活正确地应用。

建筑材料是一门应用技术学科, 学习者特别要注意实践和认知环节的学习。学生要注意把所学的理论知识落实在材料的检测、验收、选用等实践操作技能上。在理论学习的同时, 学习者要在教师的指导下, 随时到工地或实验室穿插进行材料的认知实习, 并完成课程所要求的建筑材料试验。在学习中学习者要科学运用文字教材、多媒体资源包及电大在线提供的教学资源, 以高质量完成该门课程的学习。

注: 图标说明

教材中所采用的图标如表 1-3 所示, 我们建议学习者在开始学习前, 熟悉这些图标和它们的含义。

在图标插入的位置, 学习者可进行相应的媒体转换学习, 以提高学习效果和资源使用效率。

表 1-3 教材中所采用的图标

图 标	含 义	示 例
	数字化学习资源视频讲授	 课程讲解: 混凝土 背景资料 将向你展示近代主体建筑材料——混凝土的发展沿革及优越性能的图卷
	国开学习网学习资源	 IP 讲座: 第 1 讲第二节 材料的物理性质
	数字化资源测试题	 完成“建筑材料基本性质”测评

2 建筑材料的基本性质

导 言

在绪论中,你已经学习了建筑材料在建筑工程中的重要作用,以及建筑材料的分类、发展趋势、技术标准、课程的学习目的和方法,能够通过网络查询材料的技术标准信息。本章主要研究各类建筑材料共有的基本性能及其指标,作为我们研究各类建筑材料性能的出发点和工具。

建筑物要保证其正常使用,就必须具备基本的强度、防水、保温、隔声、耐热、耐腐蚀等功能,而这些功能往往是由所采用的建筑材料提供的。一般来说,建筑材料的基本性质可归纳为以下几类:

物理性质:包括材料的密度、孔隙状态、与水有关的性质、热工性能等。

化学性质:包括材料的抗腐蚀性、化学稳定性等,因材料的化学性质相差较大,故该部分内容在各章中分别叙述。

力学性质:材料的力学性质应包括在物理性质中,但因其对建筑物的安全使用有重要意义,故对其单独研究。它包括材料的强度、变形、脆性和韧性、硬度和耐磨性等。

耐久性:材料的耐久性是一项综合性质,虽很难对其进行量化描述,但对建筑物的使用至关重要。

本章主要包括以下内容:

- 材料的化学组成、结构和构造;
- 材料的物理性质;
- 材料的力学性质;
- 材料的耐久性;
- 材料基本性质试验。