



中央广播电视大学教材



魏鸿汉 主编

建筑材料

第3版

建筑施工与管理专业系列教材

中央广播电视大学出版社

中央广播电视大学教材
建筑施工与管理专业系列教材

建筑材料

(第3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. —3 版. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2012.12
中央广播电视大学教材. 建筑施工与管理专业系列教材
ISBN 978-7-304-05985-9

I. ①建… II. ①魏… III. ①建筑材料—广播电视大学—教材 IV. ①TU5

中国版本图书馆CIP数据核字 (2012) 第 316329 号

版权所有, 翻印必究。

中央广播电视大学教材
建筑施工与管理专业系列教材
建筑材料 (第3版)

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 010-58840200

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: 杜建伟

责任版式: 张利萍

责任编辑: 吴国艳

责任校对: 王 亚

责任印制: 赵联生

印刷: 北京泽明印刷有限责任公司

印数: 31001~62000

版本: 2013 年 1 月第 3 版

2013 年 7 月第 2 次印刷

开本: 787×1092 1/16

印张: 19.25 字数: 414 千字

书号: ISBN 978-7-304-05985-9

定价: 28.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

建筑施工与管理专业教学资源 建设咨询委员会

主 任：李竹成 李林曙

成 员：(以姓氏笔画为序)

王作兴 王小明 任 岩 刘其淑

吴汉德 何勇军 何树贵 郝 俊

姚谨英 陶水龙 旷天鑑 胡兴福

建筑施工与管理专业教学资源 建设委员会

主 任：杜国成

副主任：郭 鸿 张 明 魏鸿汉

吴国平 傅刚辉 王 圻

成 员：(以姓氏笔画为序)

方绪明 吕文晓 刘 薇 刘 鹰

李 峥 李永光 李自林 李延和

杜 军 陈 丽 沈先荣 张 卓

杨 斌 郑必勇 武继灵 徐道远

敦素芳 高玉兰 银 花 章书寿

董晓冬 余 宁 李晓芳 杨力斌

徐 悦 彭 卫

第3版前言

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JGJ/T 250—2011《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》对相关知识 and 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、应用选择的主线依次展开,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

第2版前言

编写目的

本书第1版自发行以来,一直在全国电大系统开放教育建筑施工与管理、工程造价管理等专业连续使用。由于以下原因使编撰第2版的工作提上议事日程:

- (1) 2006年后国内建筑材料的新规范陆续发布更新,教材内容须进行相应调整;
- (2) 新材料(高性能混凝土、墙体保温材料和新型墙体材料)广泛应用;
- (3) 行业岗位职业人的人才培养目标提出教学内容与职业技能必须进一步对接的要求;
- (4) 课程资源包(随文字教材配套出版)的建设和推出对教学资源整合的紧迫要求。

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,在建筑施工与管理专业教学资源建设委员会、中央广播电视大学出版社和中央广播电视大学音像出版社的支持下,编者对第1版进行了修订,修订工作主要包括以下几方面:

(1) 根据新规范、新标准,对相应材料的定义、分类、技术标准作了相应的修改和更新,并增添了新型建筑材料典型品种的介绍。章节体系根据建筑材料应用的新理念加以调整,删除《禁止和限制使用的建材产品目录》中规定的禁(限)用产品;

(2) 根据建筑行业执业资格(建造师、造价师等)对建筑材料知识掌握范围的界定,增减相应内容;

(3) 近年来对混凝土耐久性重要性认识的加强以及高性能混凝土应用范围的扩大和应用技术的日趋成熟,对高性能混凝土的性能、配制特点和应用范围以及矿物掺合料在外加剂类别中的引入作了补充和说明;

(4) 根据国家建筑节能标准的施行,增编了新型节能保温墙体材料以及防水材料典型品种的介绍;

(5) 遵循住房和城乡建设部新推出的施工现场专业人员职业标准,本着手段先进、过程标准、数据科学、指导应用的原则,在有关试验部分增加了视频资源;

(6) 按知识的相关性和考核要求编制了与文字教材互相补充、统一协调的多媒体课程资源包,充分体现教材的整体性和开放教育教学模式的特色。其中包括符合 Scorm 国际标准并可纳入学习管理系统(Learning Management System, LMS)进行学习全过程管理的测验评价课件,以满足学习者自主、个性化学习的要求。

本书是建筑施工与管理等专业建筑材料课程的一体化主体教材,也可作高职高专或岗

位培训教材以及供建筑工程技术人员参考使用。

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,突出一线岗位能力特色;按照 JGJ/T 250—2011《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》对相关知识和技能的要求,以及结构上化学组成的归一性(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、应用选择的主线依次展开,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、实验演示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 章和第 13 章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,天津城市建设学院张卓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,在此深表谢意。

中央广播电视大学和天津广播电视大学的领导及有关部门对编写工作给予具体指导和大力支持,在此一并表示感谢。

编 者

2011 年 7 月

第 1 版前言

本书是中央广播电视大学建筑施工与管理专业系列教材之一,是建筑材料课程多种媒体教材中的主教材。本书根据 2005 年制定的“建筑材料”教学大纲和多种媒体一体化设计方案编写。

本教材按照中央广播电视大学建筑施工与管理专业专科培养目标的要求,结合教育部面向 21 世纪工学科课程教学和教学内容改革的有关精神,配合“广播电视大学开展人才培养模式改革”的研究成果编写,旨在以职业为导向,以学生为中心;在教学中以“必需”、“够用”为度,以适应电大远距离学习的特点,满足业余自学为主的学生需求。

本课程是一门理论性和实践性都较强的专业基础课,涉及的知识面较广。本教材突出建筑材料的性质与应用的讲解,并特别注重施工现场实际问题的解决。根据本专业培养目标的定位,对于理论性较强的问题以够用为度,不做过多、过深的阐述。

近年来,建筑材料的技术标准和规范有较大变化,本书一律采用最新标准和规范。根据建筑材料工业的不断发展和新技术、新工艺的不断涌现,本书在内容上注意反映新型建筑材料,以体现建筑材料工业发展的新趋势。

本书各章节根据材料的种类而划分。在教材体例的设计上,在各章加设“学习目标”、“学习重点”、“学习建议”、“本章小结”和“思考题与习题”,供教师组织教学和指导学生自主学习使用。

本书第 1 章、第 2 章、第 6 章由天津广播电视大学建筑工程学院魏鸿汉编写,第 7 章、第 8 章、第 13 章由徐州建筑职业技术学院林丽娟编写,第 3 章、第 4 章、第 5 章由四川建筑职业技术学院杨魁编写,第 9 章、第 12 章由内蒙古建筑职业技术学院李晓芳编写,第 10 章、第 11 章由广东建筑职业技术学院肖利才编写。魏鸿汉负责全书的统稿和定稿。天津城建学校张卓担任本书的主审,参与审定的还有天津建工科研院高育海、中央电大王圻。在本书的编写过程中还得到了中央电大、中国建设教育协会、江苏电大、杭州电大和天津电大有关领导和专家的大力支持,在此一并表示感谢。

本教材适用于高等职业教育土建类各专业教学和自学,也可作为有关技术人员的参考用书。

由于编者水平和经验有限,书中难免存在疏漏和错误,衷心希望使用本书的读者批评指正。

编者

2005 年 9 月

学习指南

学习目标

完成本课程的学习之后，你将可以：

- 认知主要建筑材料的（化学、物理）组成、分类和特性；
- 掌握各种建筑材料的技术标准、分级和检验方法；
- 了解材料性能对建筑物使用功能的影响；
- 掌握材料的选择应用、进场验收和储存保管等岗位工作要点；
- 发展自主学习的能力和团队协作精神，养成良好的职业道德。

学习内容

本教材按照建筑施工与管理专业建筑材料课程多种媒体一体化设计方案的要求及最新的国家、行业标准以及《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》编写，分为文字教材和学习资源包两部分。文字教材共 13 章，包括绪论、建筑材料的基本性质、建筑石材、气硬性胶凝材料、水泥、混凝土、建筑砂浆、墙体材料、建筑钢材、高分子建筑材料、防水材料、木材及制品、建筑功能材料。建筑材料试验分编在相应章节，以保证教学内容的合理衔接。学习资源包由视频部分的课程指南、课程讲解、试验演示、复习指导和测验评价课件五部分组成。

学习准备

在学习本教材之前，你应具有一定的计算机操作和网络学习的基本技能，并具备数学、化学、物理相关基本知识。其中化学知识要求了解元素和元素符号、酸碱盐的分子构成及表达式、基本化学反应类型及化学反应方程，物理方面要了解简单的力学、物质构成的知识。还应了解常用试验仪器的用途及操作。

学习方法

本课程是应用性、实践性非常强的一门课程，其内容不但在该专业多门后续课程中有所涉及，而且是建筑工程施工现场各岗位必备的。因此在学习时要注意理论与实践的结合、分析思考与现场认知的结合。针对开放教育远程自主学习的特点，要根据教材所提供的学习路径，采取面授听课、阅读、观看视频讲解与测验课件评价有机结合的学习方法。试验

部分对于提高岗位动手操作能力尤为重要,对于不具备试验条件的学习者,应利用资源包的试验演示进行学习,结合教师提供的初始数据,完成试验报告,同时通过测验评价课件达到相应的学习目标。

学习资源

1. 直播课堂(电视、电大在线)。直播课堂是通过中国教育台电视频道传送的学习资源,按计划播放(每学期前公布)。其主要内容为课程内容简介、各章节重难点说明、考核要求和样题讲解,每节课时间为45分钟。该资源亦可在电大在线课程网页非实时观看。

2. IP课程(电大在线)。IP课程是本课程的重要媒体之一,它针对本课程特点,以课程的知识点为线索,采用系统讲授的方式,与文字教材密切呼应,讲重点、讲难点、讲思路、讲方法,达到启迪学生独立思考及提高学生自学能力的目的。文字教材中标注有IP课图标的内容供学员自学选用。因受制作周期的局限,IP课程所涉及的相关技术标准应以最新版本的国家标准为准。

3. 课程讲解(资源包)。课程讲解为视频讲座,共分为7讲,主要介绍各重点建筑材料的发展沿革、主要技术特性和应用、最新典型产品。该资源重点体现相关背景资料、课程的疑难点和新技术、新工艺、新产品的应用。通过图片、视频对文字教材不易表达的内容进行呈现和加强,突出教材整体的新颖、形象和高可读性特色。教师面授教学时,可根据图标提示插入播放,以提高教学效果。

4. 试验演示(资源包)。该资源为视频全真试验过程再现,包括课程要求的6个试验,它使试验更加形象。与现场试验观摩相比,学习效果更为详尽具体。

应用建议:

① 课堂教学的随堂演示或学习者作为复习的实景回放。

② 现场试验课前的预习准备,以提高试验课的效率。

③ 作为试验的虚拟课,可使不具备现场试验条件的学习者体验试验的全过程,以完成试验报告和相应的测验评价。

5. 测验评价(资源包)。测验评价打包在资源包中,一般在计算机中用浏览器(如IE浏览器)即可运行。测验评价按教学内容分为8个测验,为使内容更加精练,编排时在文字教材章节基础上加以整合。测评课件的设计以体现章节学习目标和考核要求为出发点,起到学习者自我评价和教学效果评价的作用,是整个教学链中不可或缺的环节。学习者在理解基础上独立完成相应测试(80%的正确率),即可达到课程的考核要求。同时,检测评价中嵌入的视频、动画和图片资源也可用于教学和学习,对教学起到重要的作用。

6. 课程指南、复习指导(资源包)。该资源在课程开始及结束前的时间节点可作为相应的学习指引和辅导,以便学习者了解课程的学习内容、目标、方法以及考核要求、复习要点。

7. 其他文本资源(电大在线)。该部分资源包括电大在线课程网页上提供的各种文本资

源。需要指出,这部分资源是分别提供给教师教学和学习者学习使用的,对于学习者主要应关注章节辅导等相关部分,建议教师对该部分资源的使用给予具体指导,以避免加重学习者的学习负担。

学习评价

建筑材料课程的学习要求是在重点掌握各类建筑材料的构成、突出建筑材料的性质与应用这一主线的前提下,着重考核评价学员对建筑材料的组成、分类、特性、技术标准、选用、检验和储存等施工现场常遇问题的掌握情况。根据本专业培养目标的定位,对于理论性较强的问题以够用为度,不做过多、过深的要求。

该课程主要利用学习资源包提供的测验评价课件,通过上机操作进行考核,可将其作为学习者自我学习评价和教学形成性考核的主要形式。作为形成性考核时,可组织学习者在统一时间、场所(机房)集中测试,测试时使用各自的资源包光盘,到规定的考核时间,管理人员记取相应的成绩。测验采用题目和答案的无序播放设计,可避免测评组题的雷同,保证考核的客观真实。

课程的终结性考核由中央电大统一组织,形式为笔试或网上远程机考,考核范围和难度与资源包测试评价要求一致。

图标说明

下面是教材中所采用的图标,我们建议你在开始学习前,熟悉这些图标和它们的含义。在图标插入的位置,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。

媒体类型	图标文字标注含义	示 例
资源包光盘	 目录: 内容标题 内容提示	 课程讲解: 混凝土 混凝土的背景资料 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
电大在线 网络资源 (直播课堂或 IP 课)	 资源名称: 目录 内容标题	 IP 讲座: 第一讲第二节 材料的物理性质
资源包 测验评价课件	 完成“测评目录”测评	 完成“建筑材料基本性质”测评

注: 以上图标文字标注部分(内容提示)根据必要性进行标注。

目 录

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	(21)
2.5	材料基本性质试验	(22)
	小 结	(27)
	自测题	(28)
	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 ·····	(80)
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	(188)
	小 结	(190)
	自测题	(191)
	测验评价	(191)
9	建筑钢材	(192)
9.1	钢的冶炼和分类	(193)
9.2	钢材的技术性能	(195)
9.3	钢材的化学成分及其对性能的影响	(198)
9.4	钢材的冷加工及时效	(199)
9.5	建筑钢材的标准及使用	(201)
9.6	钢材的锈蚀及防止	(212)
9.7	钢筋试验	(213)
	小 结	(217)
	自测题	(217)
	测验评价	(218)
10	高分子建筑材料	(219)
10.1	高分子化合物的基本知识	(219)
10.2	建筑塑料	(221)
10.3	建筑胶粘剂	(227)
	小 结	(229)
	自测题	(230)
	测验评价	(230)
11	防水材料	(231)
11.1	沥青材料	(231)
11.2	其他防水材料	(239)
11.3	防水卷材	(241)
11.4	防水涂料、防水油膏、防水粉	(246)
11.5	石油沥青试验	(249)
	小 结	(254)

自测题	(254)
测验评价	(254)
12 木材及制品	(255)
12.1 树木的分类与构造	(255)
12.2 木材的物理力学性质	(257)
12.3 木材的腐朽与防止	(263)
12.4 木材的综合利用及常用制品	(263)
12.5 人造木板甲醛释放量的控制	(266)
小 结	(267)
自测题	(267)
测验评价	(267)
13 建筑功能材料	(268)
13.1 隔热保温材料	(268)
13.2 建筑装饰材料	(273)
13.3 建筑功能材料的新发展	(285)
小 结	(286)
自测题	(286)
测验评价	(287)
参考文献	(288)

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