



教育部高职高专规划教材



环境与建筑功能材料



蒋庆华 杨永利 主编



化学工业出版社

环境与健康 2013年第11期



环境与建筑功能材料

2013年11月 第11期

教育部高职高专规划教材

环境与建筑功能材料

蒋庆华 杨永利 主编



化学工业出版社

·北京·

本书内容包括环境材料评价方法与标准、绿色建筑材料、建筑防火材料、建筑防水材料、建筑保温隔热材料、建筑声学材料、建筑光学材料、建筑加固修复材料与复合材料、纳米材料等,较为详细地介绍了材料的特点、基本生产方法以及材料的应用技术、适用范围等。为了使读者加深理解,每章后均附有复习思考题。

本书可供高等职业院校材料、建筑及土木工程、装饰等多个专业作为教材使用。还可作为材料生产、建筑施工和建筑装饰企业的岗位培训教材以及有关人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

环境与建筑功能材料/蒋庆华,杨永利主编. —北京:
化学工业出版社, 2006.9
教育部高职高专规划教材
ISBN 978-7-5025-9498-5

I. 环… II. ①蒋…②杨… III. 建筑材料: 功能材
料-高等学校: 技术学院-教材 IV. TU5

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第117967号

教育部高职高专规划教材

环境与建筑功能材料

蒋庆华 杨永利 主编

责任编辑:程树珍 王文峡

文字编辑:汲永臻

责任校对:郑捷

封面设计:潘峰

*

化学工业出版社发行

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

化学工业出版社印刷厂印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 15¼ 字数 398千字

2007年1月第1版 2007年1月北京第1次印刷

ISBN 978-7-5025-9498-5

定 价: 29.50元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

高职高专材料工程技术专业教材编写委员会

名誉主任	周功亚				
主任委员	张战营				
副主任委员	张志华	李坚利	肖争鸣	王继达	咎和平
	周惠群	顾申良	刘晓勇		
委	王新锁	赵幼琨	陈 鸣	冯正良	
员	农 荣	隋良志	郭汉祥	黄为秀	
	辛 颖	彭宝利	芮君渭	葛新亚	
	蔡红军	毕 强			

出版说明

高职高专教材建设是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

序

全国建材职业教育教学指导委员会为建材行业的高职、高专教育发展做了一件大好事，他们组织行业内职业技术学院数百位骨干教师，在对有关企业的生产经营、技术水平、管理模式及人才结构等情况进行深入调研的基础上，经过几年的努力，规划开发了材料工程技术和建筑装饰技术两个专业的系列教材。这些教材的编写含有课程开发和教材改革的双重任务，在规划之初，该委员会就明确提出课程综合化和教材内容必须贴近岗位工作需要的目标要求，使这两个专业的课程结构和教材内容结构都具有较多的改进和新意。

在当前和今后的一段时期，我国高职教育的课程和教材建设要为我国走新型工业化道路、调整经济结构和转变增长方式服务，更好地适应于生产、管理、服务第一线高素质的技术、管理、操作人才的培养。然而我国高职教育的课程和教材建设当前面临着新的产业情况、就业情况和生源情况等多因素的挑战，从产业方面分析，要十分关注如下三大变革对高职课程和教材所提出的新要求：

1. 产业结构和产业链的变革。它涉及专业和课程结构的拓展和调整。

2. 产业技术升级和生产方式的变革。它涉及课程种类和课程内容的更新，涉及学生知识能力结构和学习方式的改变。

3. 劳动组织方式和职业活动方式的变革——“扁平化劳动组织方式的出现”；“学习型组织和终身学习体系逐步形成”；“多学科知识和能力的复合运用”；“操作人员对生产全过程和企业全局的责任观念”；“职业活动过程中合作方式的普遍开展”。它们同样涉及课程内容结构的更新与调整，还涉及非专业能力的培养途径、培养方法、学业的考核与认定等许多新领域的改革和创新。

建筑材料行业的变化层出不穷，传统的硅酸盐材料工业生产广泛采用了新工艺，普遍引入计算机集散控制技术，装备水平发生根本性变化；行业之间的相互渗透急剧增加，新技术创新过程中学科之间的融通加快，又催生出多种多样的新型材料，使材料功能获得不断扩展，被广泛应用于建筑业、汽车制造业、航天航空业、石化工业和信息产业，尤其是建筑装饰业，是融合工学、美学、材料科学及环境科学于一体的新兴服务业，有着十分广阔的市场前景，它带动材料工业的加速发展，而每当一种新的装饰材料问世，又会带来装饰施工工艺的更新；随着材料市场化程度的提高，在产品的检测、物流等领域形成新的职业岗位，使材料行业的产业链相应延长，并对从业人员的知识能力结构提出了新的要求。

然而传统的材料类专业课程模式和教材内容，显然滞后于上述各种变化。以学科为本位的教学模式应用于高职教育教学过程时，明显地出现了如下两个“脱节”，一是以学科为本的知识结构与职业活动过程所应用的知识结构脱节；二是以学科为本的理论体系与职业活动的能力体系脱节。为了改变这种脱节和滞后的被动局面，全国建材职业教育教学指导委员会组织开展了这一次的课程和教材开发工作，编写出版了这一系列教材。其间，曾得到西门子分析仪器技术服务中心的技术指导，使这批教材更适应于职业教育与培训的需要，更具有现

代技术特色。

随着它们被相关院校日益广泛地使用，可望我国高职高专系统的材料工程技术和建筑装饰技术两个专业的教学工作将出现新的局面，其教学水平和教学质量将上一个新的台阶。

中国职业技术教育学会副会长、学术委员会主任

高职高专教育教学指导委员会主任

杨金土

2006年1月

前 言

为适应高等职业技术教育的教学和人才培养的要求,进一步落实 21 世纪高等职业教育课程改革的教材建设规划,为此编写了这本教材,在编写过程中,尽可能突出目前正在使用的以及近期能推广的新材料、新技术等。

本书由蒋庆华、杨永利任主编,田文富、陈鸣任副主编。

全书共分十章。其中内蒙古化工职业学院杨永利编写第 6 章、第 8 章;黑龙江建筑职业技术学院田文富编写第 5 章、第 3 章的第 4 节;贵州省建筑材料工业学校陈鸣编写第 9 章;浙江工业大学职业技术学院陈永忠编写第 3 章的第 2 节、第 3 节;安徽职业技术学院李德明编写第 2 章、第 7 章、第 3 章的第 5 节;安徽职业技术学院蒋庆华编写第 1 章、第 4 章、第 10 章、第 3 章第 1 节,并负责全书的统稿工作。

全书由浙江工业大学职业技术学院顾申良主审,在审稿过程中顾申良老师提出了许多宝贵的意见,在此表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促及限于编者水平,书中定有不当或不妥之处,敬请专家、同仁和广大读者批评指正。

编 者

2006 年 6 月

目 录

1 绪论	1
1.1 建筑功能材料的分类	1
1.1.1 建筑保温隔热材料	1
1.1.2 建筑防水材料	2
1.1.3 建筑声学材料	2
1.1.4 建筑防火材料	2
1.1.5 建筑光学材料	2
1.1.6 建筑加固修复材料	2
1.1.7 功能混凝土	3
1.2 环境材料	3
1.2.1 环境材料的特征	4
1.2.2 环境材料的分类	4
复习思考题	5
2 环境材料评价方法与标准	6
2.1 材料对生态环境的影响	6
2.1.1 材料生产和使用对环境的影响	6
2.1.2 面临的环境和资源问题	7
2.1.3 材料中的化学元素对环境和人体的影响	8
2.2 环境材料的判据	8
2.2.1 一般性原则	8
2.2.2 常见的环境指标及其表达方法	9
2.3 生命周期评价方法	11
2.3.1 概念	11
2.3.2 LCA 的评价方法	11
2.4 其他评价法	15
2.4.1 经济性指标化	15
2.4.2 环境材料的研究方法评估	16
2.5 LCA 评价方法与实例	16
2.5.1 LCA 评价方法——输入输出法简介	16
2.5.2 LCA 评价的实例	17
2.5.3 环境材料性能数据库的建立	18
2.6 LCA 评价方法的局限性	19
2.6.1 评价时的局限性	19
2.6.2 LCA 理论上的困难	20
复习思考题	20

3 绿色建筑材料	21
3.1 概述	21
3.1.1 建材对环境的污染	21
3.1.2 环境对建材的破坏作用	23
3.1.3 绿色建材的特点	23
3.2 绿色涂料	24
3.2.1 普通建筑涂料	24
3.2.2 绿色涂料的意义	26
3.2.3 绿色建筑涂料的类型	28
3.3 新型生态建筑材料	38
3.3.1 新型墙体材料	38
3.3.2 生态水泥	57
3.3.3 生态混凝土	58
3.3.4 生态玻璃	59
3.4 干粉砂浆	62
3.4.1 概述	62
3.4.2 干粉砂浆的原料	65
3.4.3 干粉砂浆的生产工艺	69
3.4.4 干粉砂浆的质量检验	70
3.5 再生循环利用技术	74
3.5.1 无机非金属材料再生循环利用	74
3.5.2 高分子材料的再生循环利用	76
复习思考题	78
4 建筑防火材料	79
4.1 概述	79
4.1.1 建筑材料的防火性能	79
4.1.2 建筑材料燃烧性能及检测分级	80
4.1.3 建筑防火材料及其防火机理	81
4.2 建筑防火板材	83
4.2.1 纤维增强硅酸钙板	84
4.2.2 石膏板材	84
4.2.3 泰柏墙板	86
4.2.4 纤维增强水泥平板	86
4.2.5 滞燃型胶合板	87
4.2.6 难燃铝塑建筑装饰板	88
4.2.7 防火吸音板	88
4.3 建筑防火涂料	89
4.3.1 建筑防火涂料的组成及分类	89
4.3.2 建筑防火涂料的防火原理	90
4.3.3 饰面型防火涂料	92

4.3.4	钢结构防火涂料	93
4.4	建筑阻燃材料	98
4.4.1	阻燃墙纸	98
4.4.2	阻燃织物	99
4.4.3	阻燃剂及堵料	100
	复习思考题	104
5	建筑防水材料	106
5.1	概述	106
5.2	防水卷材	107
5.2.1	非改性沥青油毡	107
5.2.2	改性沥青油毡	107
5.2.3	合成高分子防水卷材	111
5.2.4	防水卷材的防水施工	115
5.3	防水涂料	117
5.3.1	概述	117
5.3.2	沥青类防水涂料	117
5.3.3	沥青类防水涂料	118
5.3.4	聚氨酯防水涂料	119
5.3.5	硅橡胶防水涂料	119
5.3.6	丙烯酸酯类防水涂料	120
5.4	建筑密封材料	121
5.4.1	建筑密封材料的种类及性能	121
5.4.2	建筑防水沥青嵌缝油膏	121
5.4.3	聚氯乙烯建筑防水接缝材料	122
5.4.4	硅酮建筑密封膏	123
5.4.5	聚硫建筑密封膏	124
5.4.6	聚氨酯建筑密封膏	124
5.4.7	丙烯酸酯建筑密封膏	125
5.4.8	止水带	126
5.5	混凝土防水剂	129
5.5.1	防水混凝土的种类、特点及适用范围	129
5.5.2	常用的防水剂	129
	复习思考题	135
6	建筑保温隔热材料	136
6.1	概述	136
6.1.1	建筑节能的重大意义	136
6.1.2	国内外建筑保温隔热材料的发展现状	137
6.1.3	中国保温材料的发展方向和对策	138
6.2	建筑保温隔热材料的基本特征	139
6.2.1	保温隔热材料的作用机理	139

6.2.2	建筑保温隔热材料的基本特征	140
6.2.3	影响保温隔热材料性能的主要因素	140
6.3	常用保温隔热材料	141
6.3.1	保温材料的分类	141
6.3.2	无机保温隔热材料	142
6.3.3	有机保温隔热材料	146
6.4	建筑保温隔热材料选用原则	148
6.4.1	保温材料的一般选用原则	148
6.4.2	保温隔热材料的技术经济选择方法	149
6.4.3	建筑保温隔热材料的应用类型及基本要求	149
	复习思考题	153
7	建筑声学材料	154
7.1	概述	154
7.1.1	建筑声学的发展	154
7.1.2	声学材料与建筑声学	154
7.1.3	厅堂设计的声学要求	155
7.2	声学的基本知识	155
7.2.1	声音的产生与传播	155
7.2.2	声音的计量	156
7.2.3	声音的频谱与声源的指向性	159
7.3	建筑声学材料(结构)的基本特性	161
7.3.1	吸声材料和吸声结构	161
7.3.2	隔声和构体的隔声特性	162
7.3.3	反射和反射体	163
7.4	吸声材料	164
7.4.1	吸声材料(结构)的分类	164
7.4.2	多孔吸声材料	164
7.4.3	共振吸声结构	165
7.4.4	其他强吸声结构	168
7.5	隔声材料	168
7.5.1	空气声隔绝	168
7.5.2	固体声(撞击声)隔绝	170
7.6	声学材料(结构)的选用原则和施工应用	170
7.6.1	声学材料(结构)的选用原则	170
7.6.2	施工应用实例	170
	复习思考题	171
8	建筑光学材料	172
8.1	概述	172
8.1.1	玻璃的分类和组成	172
8.1.2	玻璃的制造	174

8.2	玻璃的基本性质	175
8.2.1	玻璃的性质	176
8.2.2	玻璃的储存与运输	180
8.3	建筑玻璃的品种及特征	180
8.3.1	平板玻璃	181
8.3.2	安全玻璃	182
8.3.3	功能玻璃	185
8.3.4	饰面玻璃	189
8.3.5	玻璃砖	193
8.3.6	有机玻璃	193
8.4	玻璃的光学装饰效果及设计手法	194
8.4.1	玻璃的光学装饰效果	194
8.4.2	玻璃装饰的设计手法	194
8.4.3	玻璃幕墙装饰	196
	复习思考题.....	199
9	建筑加固修复材料与复合材料	200
9.1	概述	200
9.1.1	加固方法	200
9.1.2	加固技术	201
9.1.3	复合材料的应用	202
9.2	聚合物修补材料	203
9.2.1	聚合物水泥修补材料	203
9.2.2	聚合物砂浆修补材料	205
9.3	纤维复合修补材料	207
9.3.1	钢纤维混凝土	207
9.3.2	合成纤维修补材料	208
9.4	化学灌浆补强修复材料	211
9.4.1	环氧树脂化学灌浆材料	211
9.4.2	甲基丙烯酸酯类化学灌浆材料	212
9.5	加固修复用胶黏剂	214
9.5.1	胶黏剂的组成	215
9.5.2	胶黏剂的品种	216
9.5.3	胶黏剂的配方	216
9.5.4	选用原则	217
9.6	复合材料	218
9.6.1	复合材料的原料	218
9.6.2	聚合物基复合材料的生产	219
9.6.3	金属基复合材料的生产	221
9.6.4	无机非金属材料基复合材料的生产	223
	复习思考题.....	223

10 纳米材料	224
10.1 概述	224
10.1.1 纳米材料的科学概念	224
10.1.2 纳米材料的分类	224
10.1.3 纳米材料的特性	225
10.1.4 纳米科技的发展状况	226
10.2 纳米材料的合成与制备简介	227
10.2.1 纳米材料制备技术分类	227
10.2.2 纳米粉体制备方法	228
10.3 纳米材料的应用	230
10.3.1 在环境领域中的应用	231
10.3.2 纳米材料在建筑材料中的应用	233
复习思考题	235
参考文献	236

1 绪 论

1.1 建筑功能材料的分类

建筑向来就有凝固的音乐艺术之雅称，建筑是时代的写照，是社会经济、科技、文化的综合反映。而任何建筑物则都是用各种材料建成的，建成建筑物的这些材料总称为建筑材料，它是一切建筑工程的物质基础。建筑材料根据在建筑上的用途，大体分为三大类：建筑结构材料、墙体材料和建筑功能材料。建筑结构材料主要指构成建筑物受力构件和结构所用的材料，如梁、板、柱、基础、框架和其他受力构件所用材料，对这类材料的主要技术性能要求是力学性能和耐久性；墙体材料主要是指用于建筑物内、外及分隔墙体所用的材料，有力学性能要求的为承重墙材，起围护作用并满足部分建筑功能要求的为非承重墙材；建筑功能材料则主要是指担负某些建筑功能的、非承重用的材料，它们赋予建筑物防水、防火、保温、隔热、采光、隔声、装饰等功能，决定着建筑物的使用功能和建筑品质。

随着社会的不断进步和人类生活水平的提高，建筑的种类与样式也越来越丰富，功能也越来越多样化。除了满足最基本的防御和提供生产、生活空间功能外，人们对建筑的功能要求还包括舒适性、健康性、便利性、耐久性、私密性及美观性等诸多方面。因此，现代建筑对构建其主体的建筑材料提出了更高的要求。各种建筑功能材料的发展和应用，大大改善了建筑物的使用功能，使其更适合于人们的生活和工作要求。目前，中国已经执行了推广节能建筑的时间表。到2010年，全国新建建筑争取1/3以上能达到绿色建筑和节能建筑标准，全国城镇建筑的总能耗要实现节能50%。到2020年，使全社会建筑的总能耗能够达到节能65%的总目标。这就为建筑功能材料提供了广阔的发展空间。

建筑功能材料种类繁多，功能各异。通常按材料在建筑物或构筑物中的功能进行分类，见表1-1。

表 1-1 建筑功能材料分类

分 类	品 种
建筑保温隔热材料	无机保温隔热材料、有机保温隔热材料
建筑防水材料	防水卷材、防水涂料、刚性防水材料
建筑防火涂料	防火板材、防火涂料、阻燃材料
建筑声学材料	吸声材料 多孔吸声材料、共振式吸声结构材料、特殊吸声结构材料
	隔声材料 密实板、多孔板、减振板
建筑光学材料	平板玻璃、饰面玻璃、安全玻璃、功能玻璃、玻璃砖、有机玻璃
功能混凝土	防水混凝土、耐酸混凝土、耐碱混凝土、耐油混凝土、耐热混凝土、防爆混凝土、导电混凝土、防辐射混凝土、装饰混凝土
建筑加固修复材料	聚合物复合修补材料、纤维复合修补材料、化学灌浆补强修复材料、加固修复用胶黏剂

1.1.1 建筑保温隔热材料

建筑保温隔热是节约能源、提高建筑物居住和使用功能的一个重要方面。建筑能耗在人类整个能源消耗中一般占30%~40%，所以建筑节能意义重大。在建筑中合理地采用保温

隔热材料，能提高建筑物的保温隔热效能，更好地满足使用要求，保证人们正常的生产、工作和生活。在采暖建筑、空调建筑以及冷藏库、热工设备等处，采用必要的绝热材料能减少热损失，节约能源，降低生产成本。节能建筑的推广执行，为建筑保温隔热材料的发展提供了有力的保障。

1.1.2 建筑防水材料

防水是建筑物的一项基本使用功能，防水材料是实现这一功能的物质基础，是建筑物及构筑物免受雨水、地下水及其他水分的侵蚀、渗透的重要功能材料，其质量的优劣直接影响到人们的居住环境、卫生条件以及建筑物的使用寿命。建筑物中需要进行防水处理的部位主要有屋面、墙面、地面（特别是浴室、卫生间地面）和地下室等处。

防水材料通常指的是由防水卷材、防水涂料和密封材料等构成的柔性防水材料。

1.1.3 建筑声学材料

建筑声学材料是一种能在较大程度上吸收由空气传递的声波能量或阻隔声波传播的功能材料，一般分为吸声材料和隔声材料。在音乐厅、影剧院、大会堂、播音室等内部的墙面、顶棚、地面等部位使用，可保持良好的音响效果。随着环境声学问题在现代居住条件方面逐渐被重视，多功能的新型建筑声学材料在现代建筑物中得到了广泛的应用。

1.1.4 建筑防火材料

建筑火灾是火造成的灾害，会危及人们的生命和财产安全。随着我国经济建设的发展和城市化进程的加快，现代建筑物趋向高层化、大型化，居住形式趋向密集化，加上各种电器的安装使用，各种建筑装饰材料、塑料制品、纺织用品、木器家具、用具、炊具等大量引入建筑中，给现代建筑带来了巨大的火灾隐患。高层建筑由于高度大，层数多，人员集中，功能复杂，设备繁多，装修量大，各种竖井林立，所承受的风力大、雷击次数多，与一般低层、多层建筑相比更加重了防火的难度，火灾发生时的危害程度也更加严重。

因此，现代建筑特别是高层建筑，防火问题更应特别重视。在不断完善建筑防火规范的同时，还要不断开发和使用新型的建筑防火材料。

1.1.5 建筑光学材料

建筑玻璃及大型玻璃幕墙等新型建筑光学材料的发展和应用大大提高了建筑物的采光功能和光学装饰效果，不仅美观，而且节能舒适、安全可靠。过去玻璃在建筑上主要作采光和装饰材料，随着现代建筑技术的不断发展，玻璃制品已从单纯的窗用采光材料发展成为控制光线、调节热量、节约能源、降低噪声及减轻结构自重、美化建筑环境、提高建筑艺术功能的多功能建筑光学材料。

1.1.6 建筑加固修复材料

建筑物因年久老化、维修不好或没有维修、使用不合理（比如建筑物用途变更、超载使用，使用条件或环境恶化以及人为破坏等）、自然灾害及偶然事故（如地震、风灾、火灾、水灾等），都会影响建筑物的正常使用。此外，建筑物在施工阶段，可能由于管理不善，或施工技术水平达不到要求，或人为不按施工规范操作等原因造成隐患，从而在