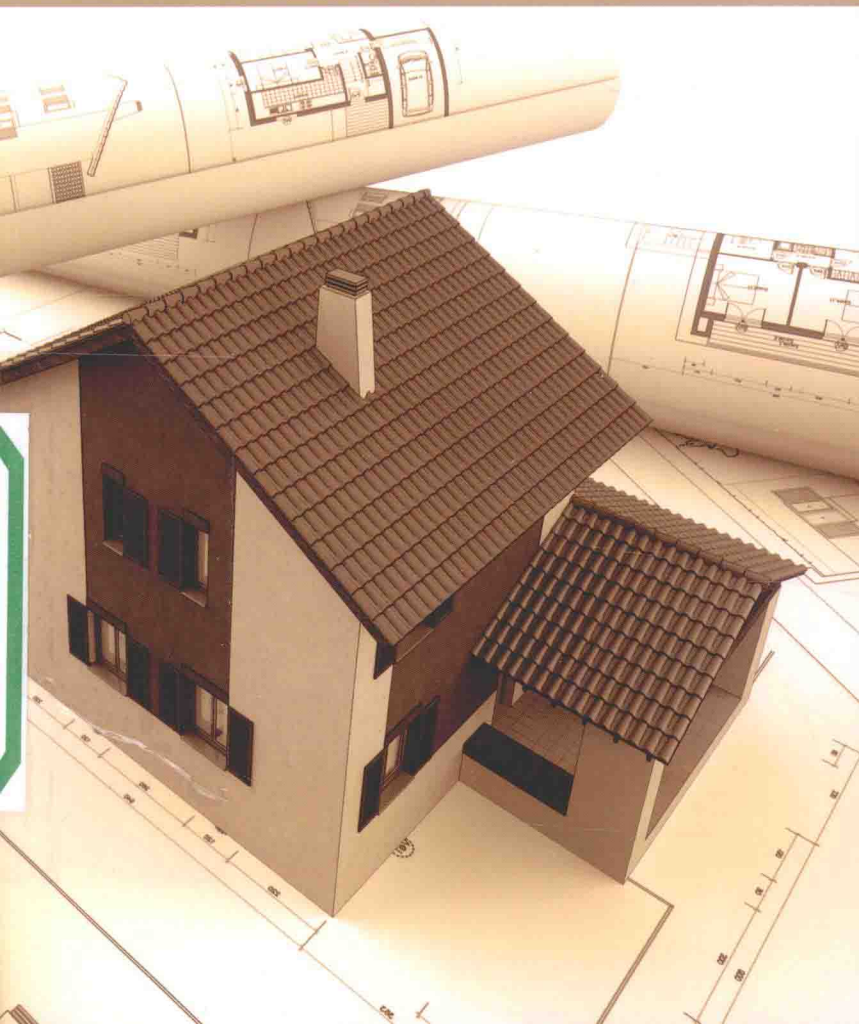


建筑装饰材料

JIANZHU ZHUANGSHI CAILIAO

(第2版)

主编 吴智勇 刘翔 万常烜



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

建筑装饰材料

(第2版)

主 编 吴智勇 刘 翔 万常烜
副主编 杨 婷 余克俭 杨 粟



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书第2版根据最新装饰材料标准和规范编写,详细阐述了建筑装饰材料的性质与应用。全书除绪论之外,共十四章内容,包括:建筑材料的基本性能,建筑装饰石材,建筑装饰石膏及其制品,建筑装饰水泥,建筑装饰混凝土与砂浆,建筑装饰陶瓷,建筑装饰玻璃,建筑装饰木材制品,建筑装饰涂料,建筑装饰塑料,建筑装饰金属材料,建筑装饰纤维织物与制品,建筑装饰绝热、吸声材料,建筑装饰胶粘剂等。本书将建筑装饰材料与装饰施工紧密联系在一起,具有很强的实用性。

本书可作为高等院校建筑学、工程管理及其他相关专业的教材,也可供建筑企业及建设工程项目管理人员参考使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

建筑装饰材料/吴智勇,刘翔,万常烜主编.—2版.—北京:北京理工大学出版社,2015.7
ISBN 978-7-5682-0970-0

I.①建… II.①吴… ②刘… ③万… III.①建筑材料—装饰材料—高等学校—教材
IV.①TU56

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第165145号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(总编室)

82562903(教材售后服务热线)

68948351(其他图书服务热线)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京紫瑞利印刷有限公司

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/14.5

字 数/325千字

版 次/2015年7月第2版 2015年7月第1次印刷

定 价/45.00元

责任编辑/王玲玲

文案编辑/王玲玲

责任校对/周瑞红

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

第2版前言

建筑装饰的目的是使建筑物的外表美观,使其具有一定的建筑艺术风格,创造出有各种使用功能的优雅的室内环境,有效地提高建筑物的耐久性。这些目标都是通过装饰于表面的材料,运用不同的表现手法和施工方法来实现的。建筑装饰材料对建筑主要起装饰和保护作用,并能改善其使用效果。建筑装饰材料的选用,对建筑功能、美观有着重要的影响,因此,对于建筑专业的学生来说,学好建筑装饰材料的相关知识,对日后从事相关工作起着重要的基础作用。

本书第1版自出版发行以来,在相关院校的教学活动中得到师生的一致好评。随着近年来高等教育教学的改革发展,建筑行业新材料、新技术、新设备的发展进步,书中的知识内容也需要随之进行更新、扩充,为此,我们根据各院校使用者的建议及实际生产、学习的需求,对本书进行了修订。

本次修订的主要内容如下:

(1) 重新编写了各章的能力目标,力求更准确、更概括地给出各章应掌握的实际技能,使师生在教学活动中能够有更清晰、明确的教学目标。

(2) 重新编写了各章小结,补充、修改了各章的思考与练习。第1版的课后习题较为简单,本次修订在第1版的基础上重新编写了课后习题,丰富了习题形式,使其更具有操作性和实用性,有利于学生在课后进行总结、练习。

(3) 随着科学技术的发展,各种新材料层出不穷,越来越多的新材料被应用到实际施工中,各种材料的性能标准也在随着科技的发展而变化,本次修订注意引用国家、行业最新材料标准和规范,对书中涉及的相关内容进行了修改、补充、删减,以使书中的知识更加准确,跟上科学技术的发展需要,进而强化本书的实用性和可操作性,使修订后的本书能更好地满足高等院校教学工作的需要。

(4) 本次修订坚持以理论知识够用为度,以培养面向生产第一线的应用型人才为目的,注重提高学生的实践能力和动手能力。

本书由吴智勇、刘翔、万常烜担任主编,杨婷、余克俭、杨粟担任副主编。

本书在修订过程中参阅了国内同行的多部著作,部分高等院校老师提出了很多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。对于参与本书第1版编写但不再参与本次修订的老师、专家和学者,本书所有编写人员向你们表示敬意,感谢你们对高等教育改革所做出的不懈努力,希望你们对本书保持持续关注,多提宝贵意见。

限于编者的学识及专业水平和实践经验,修订后的本书仍难免有疏漏或不妥之处,恳请广大读者指正。

编者

第1版前言

随着材料科学和材料工业不断发展,各种类型新型建筑装饰材料不断涌现,建筑装饰材料在工程建设中所占的地位愈益重要。建筑装饰材料是建筑装饰工程的物质基础,集材料工艺、造型设计、美学艺术于一体,在选用时尤其要注意经济性、实用性、美化性的统一,以满足不同建筑装饰工程低档到高档的不同需求。建筑装饰材料的选用,能体现出设计者的艺术风格和审美情趣,因此熟悉和掌握建筑装饰材料的特点、技术性能、用途,对于设计者来说是一项必备的基本技能。

“建筑装饰材料”是高等院校建筑装饰工程技术专业一门重要的主干专业课,主要介绍建筑装饰材料基本知识和理论。其课程任务是使学生熟悉各种建筑装饰材料的性能、特点和用途,掌握各类建筑装饰材料性能的变化规律,能够在不同的建筑装饰工程、不同的使用条件和部位正确选择建筑装饰材料。本教材针对本课程学习的特点,采用“学习目标”“教学重点”“技能目标”“本章小结”“复习思考题”的模块形式,对各章的教学重点做了多种形式的概括与指点,以引导学生学习、掌握相关技能。

本教材以国家最新材料标准为编写依据,保证了装饰材料的先进性,并结合建筑装饰材料在设计、施工中的实际应用特点,将众多建筑装饰材料进行系统分类,以文字为主、图表为辅的形式,对建筑装饰材料进行了理论知识与实际应用的具体讲解,体现了一定的系统性与实用性。本教材的内容涵盖了建筑装饰石材、石膏及其制品、水泥、混凝土、砂浆、陶瓷、玻璃、木材制品、涂料、塑料、金属材料、纤维织物与制品、绝热材料、吸声材料、胶粘剂等多种材料,从材料定义、分类、特性、用途等方面对各个材料进行了必要的介绍。通过本课程的学习,学生可较系统地熟悉各种装饰材料的基本性能、特点及用途,掌握正确选用材料的基本方法,提高检验、识别材料质量的能力,为装饰设计和装饰预算奠定良好的基础。

本教材的编写人员既有具有丰富教学经验的教师,又有建筑装饰设计、施工领域的专家学者,从而使教材内容既贴近教学实际需要,又贴近建筑装饰设计、施工工作实际。本教材由吴智勇、刘翔任主编,张卓辉任副主编,彭慧也参与了图书的编写工作。本教材编写过程中参阅了国内同行的多部著作,部分高等院校老师也对编写工作提出了很多宝贵的意见,在此表示衷心的感谢。

本教材既可作为高等院校建筑装饰工程技术专业的教材,也可作为从事装饰装修设计、施工工作的相关人员的参考书籍。限于编者的专业水平和实践经验,教材中疏漏或不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

目录

绪论..... 1

- 一、建筑装饰材料的地位及作用..... 1
- 二、建筑装饰材料的分类..... 1
- 三、建筑装饰材料的选择..... 2

第一章 建筑材料的基本性能..... 4

第一节 材料的基本物理性质..... 4

- 一、与质量有关的性质..... 4
- 二、与水有关的性质..... 7
- 三、与热有关的性质..... 10
- 四、与声学有关的性质..... 13

第二节 材料的力学性能..... 14

- 一、材料强度..... 14
- 二、材料的弹性和塑性..... 16
- 三、材料的脆性和韧性..... 17
- 四、材料的硬度和耐磨性..... 17

第三节 材料的耐久性..... 18

- 一、影响材料耐久性的因素..... 18
- 二、材料耐久性的提高措施..... 19
- 三、材料耐久性的测定..... 19

本章小结..... 19

思考与练习..... 19

第二章 建筑装饰石材..... 21

第一节 岩石基本知识..... 21

- 一、岩石的分类和性质..... 21
- 二、建筑石材的技术性能..... 23

第二节 天然石材..... 25

- 一、天然大理石..... 25
- 二、天然花岗石..... 27
- 三、天然石材的选用..... 28

第三节 人造石材..... 29

- 一、水泥型人造石材..... 29
- 二、树脂型人造石材..... 30

三、复合型人造石材..... 30

四、烧结型人造石材..... 30

五、微晶玻璃型人造石材..... 30

第四节 天然饰面石材试验..... 31

一、试验依据..... 31

二、干燥、水饱和、冻融循环后压缩

强度试验..... 31

三、耐磨性试验..... 33

四、耐酸性试验..... 34

本章小结..... 35

思考与练习..... 35

第三章 建筑装饰石膏及其制品..... 37

第一节 石膏..... 37

一、建筑石膏..... 37

二、模型石膏..... 40

三、高强石膏..... 40

第二节 石膏装饰制品..... 40

一、装饰石膏板..... 40

二、嵌装式装饰石膏板..... 42

三、纸面石膏板..... 43

第三节 纸面石膏板试验..... 45

一、试验依据..... 45

二、试验设备及仪器..... 45

三、试验条件..... 46

四、试样与试件..... 46

五、试件的处理..... 47

本章小结..... 49

思考与练习..... 49

第四章 建筑装饰水泥..... 51

第一节 通用硅酸盐水泥..... 51

一、水泥的定义与组分..... 51

二、水泥的组成材料..... 52

三、水泥的技术要求和性质..... 53

四、水泥的生产	54
五、水泥的水化、凝结硬化	55
六、水泥适用范围	56
第二节 装饰用水泥	57
一、白色硅酸盐水泥	57
二、彩色水泥	59
第三节 水泥试验	60
一、试验依据	60
二、水泥细度检验	60
三、水泥胶砂强度试验	61
本章小结	63
思考与练习	63

第五章 建筑装饰混凝土与砂浆 65

第一节 装饰混凝土	65
一、装饰混凝土对原材料的要求	65
二、彩色混凝土的着色方法	66
三、清水装饰混凝土	66
四、外露集料混凝土	67
第二节 装饰砂浆	68
一、装饰砂浆的组成材料	68
二、灰浆类砂浆饰面	69
三、石碴类砂浆饰面	70
第三节 混凝土用砂、石试验	72
一、试验依据	72
二、砂的颗粒级配试验	72
三、砂的含水率试验	73
四、石子颗粒级配试验	74
五、石子含水率试验	74
本章小结	75
思考与练习	75

第六章 建筑装饰陶瓷 77

第一节 陶瓷基本知识	77
一、陶瓷的分类	77
二、陶瓷生产原料及工艺	78
三、陶瓷制品的表面装饰	79
第二节 釉面砖	79
一、釉面砖的种类与特点	80
二、釉面砖的形状与规格	80
三、釉面砖的应用	82
第三节 陶瓷墙地砖	82
一、陶瓷墙地砖的分类	83
二、炻质砖	85
三、细炻砖	85

四、其他类型墙地砖	86
第四节 陶瓷马赛克	87
一、陶瓷马赛克的品种、规格及等级	87
二、陶瓷马赛克的特点与应用	90
第五节 其他陶瓷制品	90
一、建筑琉璃制品	90
二、陶瓷艺术砖	92
第六节 陶瓷砖试验	93
一、试验依据	93
二、陶瓷砖的平整度、边直度和直角度试验	93
三、吸水率试验	94
四、陶瓷有釉砖表面耐磨性测定	95
本章小结	97
思考与练习	97

第七章 建筑装饰玻璃 99

第一节 玻璃概述	99
一、玻璃的化学组成	99
二、玻璃的基本性质	100
三、玻璃的分类	100
第二节 平板玻璃	101
一、平板玻璃的规格及性能要求	101
二、平板玻璃的生产工艺	102
三、平板玻璃的用途	103
第三节 节能装饰玻璃	103
一、本体着色平板玻璃	103
二、热反射玻璃	104
三、低辐射镀膜玻璃	105
四、中空玻璃	105
第四节 其他玻璃装饰制品	107
一、钢化玻璃	107
二、夹丝玻璃	108
三、夹层玻璃	108
四、空心玻璃砖	109
五、花纹玻璃	110
六、镭射玻璃	110
第五节 玻璃马赛克	111
一、玻璃马赛克的生产工艺	111
二、玻璃马赛克的特点	111
三、玻璃马赛克的规格与性能要求	112
第六节 钢化玻璃性能试验	112
一、试验依据	112
二、性能试验	113
本章小结	114
思考与练习	114

第八章 建筑装饰木材制品..... 116

第一节 木材的构造与性质.....	116
一、木材的构造.....	116
二、木材的基本性质.....	118
第二节 木装饰制品及其应用.....	119
一、木地板.....	119
二、木饰面板.....	123
三、木装饰线条.....	126
第三节 木材的防腐与防火.....	128
一、木材的腐朽及防腐.....	128
二、木材防火.....	129
第四节 人造板及饰面人造板理化性能 试验.....	130
一、试验依据.....	130
二、含水率测定.....	130
本章小结.....	131
思考与练习.....	131

第九章 建筑装饰涂料..... 133

第一节 建筑装饰涂料概述.....	133
一、涂料的定义与发展简史.....	133
二、涂料的功能.....	134
三、涂料的检验、储存、保管及变质 鉴别与处理.....	135
四、涂料的选用原则与要求.....	136
第二节 涂料的组成、分类与命名.....	137
一、涂料的组成.....	137
二、涂料的分类.....	139
三、涂料的命名.....	141
第三节 内墙涂料.....	142
一、溶剂型内墙涂料.....	143
二、合成树脂乳液内墙涂料.....	143
三、水溶性内墙涂料.....	144
四、多彩花纹内墙涂料.....	144
五、其他内墙涂料.....	145
六、内墙涂料有害物质限量.....	145
第四节 外墙涂料.....	146
一、乳液型外墙涂料.....	147
二、溶剂型外墙涂料.....	148
三、外墙涂料有害物质限量标准.....	148
第五节 地面涂料.....	149
一、过氯乙烯地面涂料.....	150

二、环氧树脂地面涂料.....	151
三、聚氨酯地面涂料.....	151
第六节 涂料试验.....	152
一、试验依据.....	152
二、涂料黏度测定试验.....	152
三、涂料细度测定试验.....	153
本章小结.....	153
思考与练习.....	154

第十章 建筑装饰塑料..... 155

第一节 塑料的组成与特性.....	155
一、塑料的组成.....	155
二、塑料的特性.....	157
三、塑料的应用.....	157
第二节 塑料地板.....	158
一、塑料地板的分类与性能指标.....	158
二、聚氯乙烯塑料地板.....	158
三、氯化聚乙烯卷材地板.....	159
第三节 塑料壁纸.....	160
一、塑料壁纸的分类.....	160
二、塑料壁纸的规格.....	161
三、塑料壁纸的技术要求.....	161
四、塑料壁纸应用时的注意事项.....	162
第四节 塑料装饰板材.....	162
一、塑料贴面装饰板.....	162
二、聚氯乙烯装饰板(PVC板).....	162
三、聚乙烯塑料装饰板(PE塑料装 饰板).....	163
四、波音装饰软片.....	163
五、有机玻璃板.....	163
六、玻璃卡普隆板.....	163
七、千思板.....	164
第五节 塑料门窗.....	164
一、塑料门窗的特点.....	164
二、塑料门窗的种类.....	164
第六节 壁纸中有害物质测定试验.....	166
一、试验依据.....	166
二、甲醛含量测定.....	166
三、重金属(或其他)元素含量测定.....	167
本章小结.....	168
思考与练习.....	169

第十一章 建筑装饰金属材料..... 171

第一节 建筑装饰用钢材及其制品.....	171
----------------------	-----

一、建筑装饰用不锈钢及其制品	171
二、彩色涂层钢板	173
三、彩色压型钢板	174
四、轻钢龙骨	175
第二节 建筑装饰用铝及铝合金制品	178
一、铝的特性	178
二、铝合金的特性和分类	179
三、装饰用铝合金制品	179
第三节 建筑装饰用铜及铜合金制品	181
一、铜及其应用	181
二、铜合金装饰制品	182
第四节 彩色涂层钢板及钢带试验	182
一、试验依据	182
二、弯曲试验	182
三、反向冲击试验	183
四、耐磨性试验	184
五、耐划伤试验	185
本章小结	186
思考与练习	186

第十二章 建筑装饰纤维织物与制品 188

第一节 地毯	188
一、地毯的分类	188
二、地毯的主要技术性质	190
三、纯毛地毯	191
四、挂毯	191
第二节 墙面装饰织物	192
一、壁纸类材料	192
二、墙布类材料	193
三、高级墙面装饰织物	193
第三节 窗帘	193
一、窗帘的品种	194
二、窗帘的选择	194
第四节 地毯抗微生物活性及电阻测定	195
一、试验依据	195
二、地毯抗菌活性的定性评价(单条划线法)	195
三、地毯材料抗真菌活性评定(地毯材料的防霉防腐)	197
四、地毯电阻测定	198
本章小结	199
思考与练习	199

第十三章 建筑装饰绝热、吸声材料 201

第一节 绝热材料	201
一、绝热材料的作用原理	201
二、影响材料热导率大小的主要因素	201
三、常用的绝热材料	202
第二节 吸声材料	204
一、吸声材料的作用原理	204
二、影响材料吸声性能的主要因素	205
三、隔声材料	206
四、常用吸声材料	206
五、常用吸声板材	208
第三节 绝热、吸声材料试验	210
一、试验依据	210
二、矿物棉装饰吸声板相关试验	210
本章小结	212
思考与练习	212

第十四章 建筑装饰胶粘剂 214

第一节 胶粘剂的组成与分类	214
一、胶粘剂的组成	214
二、胶粘剂的分类	215
第二节 胶粘机理及影响粘结强度的因素	216
一、胶粘机理	216
二、影响粘结强度的主要因素	216
第三节 常用建筑胶粘剂	217
一、环氧树脂类胶粘剂	217
二、聚醋酸乙烯酯类胶粘剂	218
三、聚氨酯类胶粘剂	218
四、合成橡胶类胶粘剂	218
第四节 胶粘剂粘结强度测定试验	218
一、试验依据	218
二、拉伸粘结强度	219
三、饰面石材用胶粘剂粘结强度测定试验	220
本章小结	222
思考与练习	223

参考文献 224

绪 论

一、建筑装饰材料的地位及作用

建筑装饰材料集材料工艺、造型设计、美学艺术于一体。我国建筑装饰材料的生产与使用有着悠久的历史，如北京的故宫、天坛和颐和园等古建筑以金碧辉煌、色彩瑰丽著称于世，这都归功于各种色彩的琉璃瓦、富有玻璃光泽的孔雀石、熠熠闪光的金箔等古代建筑装饰材料的点缀。

建筑装饰材料在建筑工程中占有十分重要的地位，选用时要注意经济性、实用性、美化性的统一。建筑装饰工程的造价，在工业发达国家，一般占建筑总造价的 1/3 以上，有的高达 2/3。

目前，建筑装饰材料已发展为多个门类，多个花色品种，形成了从低档到高档以满足不同建筑装饰需要的产品系列。

二、建筑装饰材料的分类

建筑与装饰材料的种类繁多，随着材料科学和材料工业不断的发展，各种类型的新型建筑装饰材料不断涌现。为了便于应用和研究，可从不同角度进行分类，一般可按如下两种方法分类：

(1)按化学成分，可分为有机材料、无机材料和复合材料三大类，具体见表 0-1。

表 0-1 建筑与装饰材料按成分分类

分 类			实 例
无 机 材 料	金属材料	黑色金属	普通钢材、低合金钢、合金钢、非合金钢
		有色金属	铝、铝合金、铜、铜合金、银
	非金属材料	天然石材	毛石、料石、石板材、碎石、卵石、砂
		烧土制品	烧结砖、瓦、陶器、炆器、瓷器
		玻璃及熔融制品	玻璃、玻璃棉、岩棉、铸石
		胶凝材料	气硬性：石灰、石膏、菱苦土、水玻璃 水硬性：各类水泥
		混凝土类	砂浆、混凝土、硅酸盐制品
有 机 材 料	植物质材料		木材、竹板、植物纤维及其制品
	合成高分子材料		塑料、橡胶、胶粘剂、有机涂料
	沥青材料		石油沥青、沥青制品
复 合 材 料	金属-非金属复合		钢筋混凝土、预应力混凝土、钢纤维混凝土
	非金属-有机复合		沥青混凝土、聚合物混凝土、玻纤增强塑料、水泥刨花板

(2)按装饰部位的不同,可分为外墙、内墙、地面和顶棚装饰材料四大类,具体见表 0-2。

表 0-2 建筑装饰材料按装饰部位分类

类 别	装饰部位	常用装饰材料举例
外墙装饰材料	外墙、阳台、台阶、雨篷等建筑物全部外露部分装饰用材料	天然花岗岩、陶瓷装饰制品、玻璃制品、外墙涂料、金属制品、装饰混凝土、装饰砂浆
内墙装饰材料	内墙墙面、墙裙、踢脚线、隔断、花架等内部构造所用的装饰材料	壁纸、墙布、内墙涂料、装饰织物、塑料饰面板、大理石、人造石材、内墙釉面砖、人造板材、木地板、塑料地板
地面装饰材料	地面、楼面、楼梯等结构的装饰材料	地毯、天然石材、人造石材、陶瓷地砖、木地板、塑料地板
顶棚装饰材料	室内顶棚装饰材料	石膏板、矿棉装饰吸声板、珍珠岩装饰吸声板、玻璃棉装饰吸声板、钙塑泡沫装饰吸声板、聚苯乙烯泡沫塑料装饰吸声板、纤维板、涂料

(3)按材料主要作用不同,可分为装修装饰材料和功能性材料两种,具体见表 0-3。

表 0-3 装饰材料按主要作用分类

类 别	作 用	常用装饰材料举例
装修装饰材料	对建筑物起装修和装饰作用	地毯、涂料、墙纸
功能性材料	利用它们的某些突出性能,达到某种设计功能	防水材料、隔热保温材料、吸声和隔声材料

三、建筑装饰材料的选择

1. 安全与健康性选择

建筑装饰材料的发展方向要求其除具有良好的使用性能外,还必须强调绿色环保。现代建筑装饰材料中,绝大多数装饰材料对人体是无害的。但是也有少数装饰材料含有对人体有害的物质,因此,在选用时一定要选择不超过国家标准的装饰材料。另外,在装饰工程结束后,不宜马上搬进去居住,应打开窗户通风一段时间,待室内装饰材料中的挥发性物质基本挥发尽,方可入住。

2. 装饰效果选择

建筑装饰材料的质感、尺度、线型、纹理、色彩等,对装饰效果都将产生一定的影响。建筑装饰效果最突出的一点就是材料的色彩,它是构成人造环境的重要内容。

建筑装饰材料的色彩,应根据建筑物的规模、功能及其所处环境进行综合考虑。建筑内部的色彩的选择,不仅要从美学上考虑,还要考虑到色彩功能的重要性,力求合理、适宜,使人在生理和心理上都能产生良好的效果。

3. 功能性选择

在选用装饰材料时,应根据建筑物不同的部位、不同的使用条件,对装饰材料的功能性提出相应的要求。

建筑物外部装饰材料要经受日晒、雨淋、霜雪、冰冻、风化、介质侵蚀,应选用耐久性材料,而内部装饰材料要经受摩擦、潮湿、洗刷等,如人流较集中的公共场所的地面,应选择耐磨性好的花岗石贴面;浴室、卫生间等有水的地面最好选用防滑材料;厨房油烟较大的墙面则应选用表面光滑耐洗刷的材料。

4. 经济性选择

根据工程的装饰要求、装饰档次,合理选择装饰材料。既要考虑到工程装饰一次投资的多少,也要考虑到日后的维修费用,还要考虑到建筑装饰材料的发展趋势。

优美的建筑装饰艺术效果,并不是昂贵材料的堆积,贵在对建筑装饰工程的设计、材料的选择一定要精心。

第一章 建筑材料的基本性能

知识目标

通过对本章内容的学习,掌握建筑材料的各种物理性能参数的概念和计算方法,了解材料力学性能参数,为正确选择和合理使用建筑装饰材料奠定基础。

能力目标

能进行建筑材料各种物理性能参数、力学性能参数的计算;能进行建筑材料耐久性的测定。

第一节 材料的基本物理性质

一、与质量有关的性质

材料与质量有关的性质主要是指材料的各种密度和描述其孔隙与空隙状况的指标,如密度、表观密度、堆积密度、密实度、孔隙率、填充率、空隙率、压实度等。

1. 密度

密度是指材料在绝对密实状态下单位体积的质量。密度(ρ)的计算公式为:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中 ρ ——材料的密度(g/cm^3 或 kg/m^3);

m ——材料的质量(g 或 kg);

V ——材料在绝对密实状态下的体积。

材料在绝对密度状态下的体积即材料体积内固体物质的实体积,不包括材料的内部孔隙体积。由于材料在自然状态下并非绝对密实,所以绝对密实体积一般难以直接测定,只有钢材、玻璃等材料可近似地直接测定。

为了测定有孔材料的密实体积,可以把材料磨成细粉或采用排液置换法测量其体积。材料磨得越细,测得的体积越接近绝对体积,所得密度值就越准确。

2. 表观密度

表观密度是材料在自然状态下单位体积的质量。测定材料的表观密度时,材料的质量可

以是在任意含水状态下的,但需说明含水情况。表观密度(ρ_0)的计算公式为:

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0}$$

式中 ρ_0 ——材料的表观密度(kg/m^3 或 g/cm^3);

m ——在自然状态下材料的质量(kg 或 g);

V_0 ——在自然状态下材料的体积(m^3 或 cm^3)。

通常所指的表观密度是材料在气干状态下的,称为气干表观密度,简称表观密度。材料的表观密度除与材料的密度有关外,还与材料内部孔隙的体积有关,在自然状态下,材料内部的孔隙可分为两类:有的孔之间相互连通,且与外界相通,称为开口孔;有的孔互相独立,不与外界相通,称为闭口孔。

3. 堆积密度

堆积密度是指粉块状材料在堆积状态下单位体积的质量。堆积密度(ρ'_0)可用下式表示:

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0}$$

式中 ρ'_0 ——堆积密度(g/cm^3 或 kg/m^3);

m ——材料的质量(g 或 kg);

V'_0 ——材料的堆积体积(包括了颗粒之间的空隙, cm^3 或 m^3)。

材料的堆积体积是指散粒状材料在堆积状态下的总体外观体积。

砂、石等散粒状材料的堆积体积,可通过在规定条件下用所填充容量筒的容积来求得,材料的堆积密度与散粒状材料在自然堆积时颗粒间空隙、颗粒内部结构、含水状态、颗粒间被压实的程度有关。

根据材料堆积状态的不同,同一材料表现出的体积大小可能不同,松散堆积状态下的体积较大,密实堆积状态下的体积较小。材料的堆积体积,常用材料填充容器的容积大小来测量。

4. 密实度与孔隙率

(1)密实度。密实度是指材料体积内被固体物质所充实的程度。密实度(D)可用下式计算:

$$D = \frac{V}{V_0} \times 100\% = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\%$$

式中 D ——密实度(%);

V ——材料中固体物质体积(cm^3 或 m^3);

V_0 ——材料体积(包括内部孔隙体积, cm^3 或 m^3);

ρ_0 ——表观密度(g/cm^3 或 kg/m^3);

ρ ——密度(g/cm^3 或 kg/m^3)。

对于绝对密实材料,因 $\rho_0 = \rho$, 故 $D = 1$ 或 100% ; 对于大多数建筑材料,因 $\rho_0 < \rho$, 故 $D < 1$ 或 $D < 100\%$ 。

(2)孔隙率。孔隙率是指材料中孔隙体积所占整个体积的比例。孔隙率(P)可用下式计算:

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\% = 1 - D$$

孔隙率反映了材料内部孔隙的多少，它直接影响材料的多种性质。材料内部的孔隙率越大，则材料的表观密度、强度越小，耐磨性、抗冻性、抗渗性、耐腐蚀性、耐水性及其他耐久性越差，而保温性、吸声性、吸水性及吸湿性越强。上述性质不仅与材料的孔隙率大小有关，还与孔隙特征(如开口孔隙、闭口的孔隙、球形孔隙等)有关。另外，孔隙尺寸的大小、孔隙在材料内部分布的均匀程度等都是孔隙在材料内部的特征表现。几种常用建筑装饰材料的密度、表观密度、堆积密度及孔隙率见表 1-1。

表 1-1 几种常用建筑装饰材料的密度、表观密度、堆积密度及孔隙率

材料名称	密度/(g·cm ⁻³)	表观密度/(kg·m ⁻³)	堆积密度/(kg·m ⁻³)	孔隙率/%
石灰岩	2.60	1 800~2 600	—	0.6~1.5
花岗石	2.60~2.90	2 500~2 800	—	0.5~1.0
碎石(石灰岩)	2.60	—	1 400~1 700	—
砂	2.60	—	1 450~1 650	—
水 泥	2.80~3.20	—	1 200~1 300	—
烧结普通砖	2.50~2.70	1 600~1 800	—	20~40
普通混凝土	2.60	2 100~2 600	—	5~20
轻质混凝土	2.60	1 000~1 400	—	60~65
木 材	1.55	400~800	—	55~75
钢 材	7.85	7 850	—	—
泡沫塑料	—	20~50	—	95~99

5. 填充率与空隙率

对于松散颗粒状态的材料，如砂、石子等，可用填充率和空隙率表示互相填充的疏松致密程度。

(1)填充率。填充率是指散粒状材料在堆积体积内被颗粒所填充的程度。填充率(D')的计算公式为：

$$D' = \frac{V_0}{V_0'} \times 100\% = \frac{\rho_0'}{\rho_0} \times 100\%$$

式中 D' ——散粒状材料在堆积状态下的填充率(%)。

式中其他符号意义同前。

(2)空隙率。空隙率是指散粒材料的堆积体积中，颗粒之间空隙体积占材料堆积体积的百分率。空隙率(P')可用下式计算：

$$P' = \frac{V_0' - V_0}{V_0'} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_0'}{\rho_0}\right) \times 100\% = 1 - D'$$

即

$$D' + P' = 1$$

式中 P' ——散粒状材料在堆积状态下的空隙率(%)。

式中其他符号意义同前。

填充率和空隙率是从两个不同侧面反映散粒材料的颗粒互相填充的疏密程度。空隙率考虑的是材料颗粒间的空隙,这对填充和粘结散粒材料、研究散粒状材料的空隙结构和计算胶结材料的需要量十分重要。

6. 压实度

材料的压实度是指散粒状材料被压实的程度。即散粒状材料经压实后的干堆积密度 ρ' 值与该材料经充分压实后的干堆积密度 ρ'_m 值的比率分数。压实度(K_y)的计算公式为:

$$K_y = \frac{\rho'}{\rho'_m} \times 100\%$$

式中 K_y ——散粒状材料的压实度(%);

ρ' ——散粒状材料经压实后的实测干堆积密度(kg/m^3);

ρ'_m ——散粒状材料经充分压实后的最大干堆积密度(kg/m^3)。

二、与水有关的性质

材料在使用过程中不可避免地会受到外界雨、雪、地下水、冻融等因素的影响,它们中的绝大多数对材料有不同程度的有害作用,故要特别注意建筑材料和水有关的性质,包括材料的亲水性和憎水性,以及材料的吸水性和吸湿性、耐水性、抗渗性、抗冻性等。

1. 亲水性与憎水性

材料在与水接触时,有些材料能被水润湿,而有些材料则不能被水润湿。根据材料表面被水润湿的情况,材料分为亲水性材料和憎水性材料。

当材料在空气中与水接触时,在材料、水、空气三相交点处,沿水滴表面所作切线与材料表面所夹的角,称为润湿角 θ 。如图 1-1 所示, θ 角越小,表示材料越容易被水润湿,当 $\theta=0^\circ$ 时,表明材料完全被水润湿。若材料分子与水分子间作用力大于水分子之间相互作用力时,材料表面就会被水润湿,此时 $\theta \leq 90^\circ$ [图 1-1 (a)],这种材料称为亲水性材料;反之,若材料分子与水分子之间作用力小于水分子间相互作用力时,则认为材料不能被水润湿,此时 $90^\circ < \theta < 180^\circ$ [图 1-1(b)],这种材料称为憎水性材料。

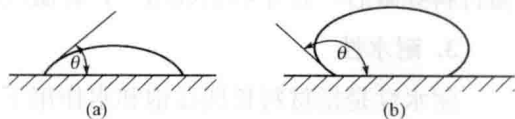


图 1-1 材料的润湿角
(a)亲水材料; (b)憎水材料

2. 吸水性和吸湿性

(1) 吸水性。吸水性是材料在水中吸收水分的性质。吸水性的 大小,以吸水率表示。吸水率有质量吸水率和体积吸水率两种表达方式,分别用 $W_{\text{质}}$ 和 $W_{\text{体}}$ 表示:

$$W_{\text{质}} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\%$$

$$W_{\text{体}} = \frac{V_w}{V_0} = \frac{m_2 - m_1}{V_0} \cdot \frac{1}{\rho_w} \times 100\%$$

式中 $W_{\text{质}}$ ——质量吸水率(%)；

$W_{\text{体}}$ ——体积吸水率(%)；

m_2 ——材料在吸水饱和状态下的质量(g)；

m_1 ——材料在绝对干燥状态下的质量(g)；

V_w ——材料所吸收水分的体积(cm^3)；

V_0 ——材料在绝对干燥状态下的体积(cm^3)；

ρ_w ——水的密度，常温下可取 1 g/cm^3 。

质量吸水率 $W_{\text{质}}$ 与体积吸水率 $W_{\text{体}}$ 有如下的关系：

$$W_{\text{体}} = W_{\text{板}} \cdot \rho_0 \cdot \frac{1}{\rho_w} = W_{\text{质}} \cdot \rho_0$$

式中 ρ_0 ——材料干燥状态的表观密度(g/cm^3 , kg/m^3)。

(2)吸湿性。材料在潮湿空气中吸收水分的性质，称为吸湿性。吸湿性的大小用含水率表示。含水率用材料所含水的质量与材料干燥时质量的百分比来表示。材料吸湿或干燥至与空气湿度相平衡的含水率称为平衡含水率。材料在正常使用状态下，均处于平衡含水状态。

一般来说，开口孔隙率较大的亲水性材料具有较强的吸湿性。材料的含水率还受环境条件的影响，随温度和湿度的变化而改变。最终材料的含水率将与环境湿度达到平衡状态。含水率 $W_{\text{含}}$ 的计算公式为：

$$W_{\text{含}} = \frac{m_{\text{含}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\%$$

式中 $W_{\text{含}}$ ——材料的含水率(%)；

$m_{\text{含}}$ ——材料含水时的质量(g)；

$m_{\text{干}}$ ——材料干燥至恒重时的质量(g)。

例如：木制门窗在潮湿环境中往往不易开关，就是由于木材吸湿膨胀而引起的；而保温材料吸湿后，其导热系数增大，保温性能会降低。

3. 耐水性

耐水性是指材料长期在饱和水作用下，其强度也不显著降低的性质。

对于结构材料，耐水性主要指强度变化，对装饰材料则主要指颜色、光泽、外形等的变化，以及是否起泡、起层等，即材料不同，耐水性的表示方法也不同。如建筑涂料的耐水性常以是否起泡、脱落等来表示，而结构材料的耐水性用软化系数 K_p 来表示(材料在吸水饱和状态下的抗压强度与材料在干燥状态下的抗压强度之比)：

$$K_p = \frac{f_1}{f}$$

式中 K_p ——材料的软化系数；

f_1 ——材料在吸水饱和状态下的抗压强度(MPa)；

f ——材料在干燥状态下的抗压强度(MPa)。