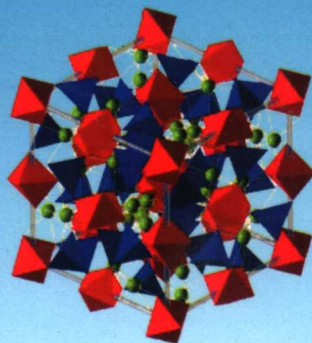


WUTP

普通高等学校材料科学与
工程类专业新编系列教材

建筑功能材料

马保国 刘军 主编



武汉理工大学出版社
Wuhan University of Technology Press

普通高等学校材料科学与工程类专业新编系列教材

建筑功能材料

主 编 马保国 刘 军

武汉理工大学出版社

Wuhan University of Technology Press

【内容简介】

本书主要介绍各种类型建筑功能材料的基本组成、分类、基本特性、规格与规范、选用原则与施工要点。内容包括建筑保温隔热材料、建筑防水材料、建筑防火材料、建筑声学材料、建筑光学材料、功能混凝土等。全书引用最近颁发的新标准和新规范编写而成。为配合教学,各章均附有思考题与习题。

本书是根据高等学校材料科学与工程类专业本科的教学大纲及新编系列教材编写大纲而编写的,可作为大学本科材料科学与工程类专业以及建筑学专业、土木工程专业、工业与民用建筑专业、建筑工程管理等专业用教材,也可作为建筑、建材等部门有关设计、科研、施工、管理、生产人员的参考用书。

本教材力求反映近年来国内外建筑功能材料的最新知识和成果以及有关新标准、新规范,注重理论联系实际,紧密结合材料科学与工程领域的科研、生产实践及其在建筑工程设计、施工、管理等方面的应用,适用面广。该教材具有先进性、科学性、实用性、规范性及通用性等特点。

图书在版编目(CIP)数据

建筑功能材料/马保国,刘军主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2004.7

ISBN 7-5629-2113-X

I. 建… II. ①马… ②刘… III. 建筑材料:功能材料 IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 051820 号

【主编简介】

马保国 教授,博士生导师。现任武汉理工大学材料科学与工程学院建材与制品研究所所长;国家技术标准局轻质建材委员会委员;中国土木工程学会高强与高性能混凝土委员会委员;中国硅酸盐学会混凝土与水泥制品委员会理事;武汉市建筑科技专家委员会材料专家组专家;武汉市新型墙体材料专家组组长。

长期从事高强、高性能混凝土、新型墙体材料、新型建筑材料的研究与教学工作。先后主持和承担了国家 973、863、九五攻关、十五攻关及省部级科研、开发项目等 40 余项。多次获得国家级、省级奖励。发表学术论文 100 余篇,其中有 20 篇被 SCI、EI 收录,70 余篇在权威或重要期刊上发表。申请国际、国内专利两项。

E-mail:mbgjob@sohu.com mbgjob@163.com

刘 军 教授,博士生导师,沈阳建筑大学副校长。国家教育部无机非金属材料专业指导委员会理事;辽宁省复合材料学会常务理事、混凝土学会常务理事;辽宁省土木建筑学会理事;沈阳市硅酸盐学会理事。

主要研究方向为:工业废渣资源化,新型玻璃陶瓷材料,水泥基复合材料。

近年来,已完成或正在进行国家、省、市科研课题 12 项,其中国家自然科学基金项目 1 项,国家外专局 2 项,辽宁省自然科学基金 1 项,辽宁省教育厅(A 类)项目 1 项,辽宁省科技成果推广项目 1 项。获辽宁省科技进步二等奖 2 项,辽宁省发明二等奖 1 项,辽宁省青年科技人才二等奖 1 项,沈阳市科技进步一等奖 1 项,沈阳市科技进步三等奖多项等。

在国内外重要学术刊物发表论文 20 多篇。副主编或参编教材 6 本。

出版发行:武汉理工大学出版社(武汉市珞狮路 122 号 邮政编码:430070)

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

E-mail:tiandq@mail.whut.edu.cn

印 刷:湖北省京山德新印刷有限公司印刷

开 本:787×1092 1/16

印 张:25

字 数:640 千字

版 次:2004 年 7 月第 1 版

印 次:2004 年 7 月第 1 次印刷

印 数:1~3000 册

定 价:35.00 元

前 言

建筑功能材料是为了满足建筑物某一特殊功能要求为主要目的的一类建筑材料,包括建筑防水材料、建筑防火材料、建筑保温隔热材料、建筑声学材料、建筑光学材料、建筑密封与修复材料、建筑功能胶凝材料等系列品种,涉及面广,用途极为广泛。随着现代建筑空间和建筑用途的不断扩展,对建筑物的使用功能提出更多、更新、更严的要求,而建筑物的使用功能在很大程度上要靠建筑功能材料来实现,因此,作为材料科学与工程专业的学生有必要掌握这方面的知识。但目前国内关于“建筑功能材料”的专门教材非常少见,因此,编写这本教材十分迫切而重要。

本书以功能材料为主线,全面系统地介绍了目前国内外迅速发展的各种新型建筑功能材料的基本组成、分类、基本特性、规格与规范、选用原则与施工要点。内容包括建筑保温隔热材料、建筑防水材料、建筑防火材料、建筑光学材料、建筑声学材料、功能混凝土等。全书引用最近颁发的新标准和新规范编写而成。为配合教学,各章均附有思考题与习题。

本书根据高等学校材料科学与工程类专业本科的教学大纲及新编系列教材编写大纲进行编写,可作为大学本科材料科学与工程类专业以及建筑学专业、土木工程专业、工业与民用建筑专业、建筑工程管理等专业用教材,也可作为建筑、建材等部门有关设计、科研、施工、管理、生产人员的参考用书。

本教材力求反映近年来国内外建筑功能材料的最新知识和成果以及有关新标准、新规范,注重理论联系实际,紧密结合材料科学与工程学科的科研、生产实践及其在建筑工程设计、施工、管理等方面的应用,适用面广。

全书由马保国、刘军主编。参加编写的有:武汉理工大学马保国(第1、2、6章),沈阳建筑大学刘军(第3、5章),厦门大学胡红梅(第7章),大连理工大学曹明莉(第4章)。同时参与本书的编写与整理工作的还有武汉理工大学博士研究生董荣珍、朱洪波,硕士研究生钟开红。全书由马保国、刘军统稿。

编 者

2004.6 于武汉

普通高等学校材料科学与工程类专业
新编系列教材编审委会

顾 问：郭景坤 袁润章 范令惠 杨南如

胡道和 王民权 岳文海 曹文聪

主任委员：张联盟

副主任委员：徐德龙 郑治祥 雷绍峰

委 员：(以姓氏笔画为序)

万发荣 马保国 王国梅 王培铭 文梓芸

叶卫平 叶枝荣 叶 菁 田道全 曲祖元

刘亚云 刘 军 孙成林 吴建青 陈 文

杨长辉 段 超 钱觉时 钱春香 高建明

徐秋林 黄佳木 黄学辉 程晓敏 程 新

谢峻林 曾令可 葛 勇 潘 伟 薛理辉

秘 书 长：田道全

总责任编辑：徐秋林 段 超

出版说明

材料是社会文明和科技进步的物质基础和先导,材料科学与能源科学、信息科学一并被列为现代科学技术的三大支柱,其发展水平已成为一个国家综合国力的主要标志之一。教育部颁布重新修订的《普通高等学校本科专业目录》后,为适应 21 世纪人才培养需要,及时组织并实施了面向 21 世纪高等工程教育教学内容和课程体系改革计划、世界银行贷款 21 世纪初高等理工科教育教学改革项目,部分高等学校承担了其中材料科学与工程专业教学改革项目的研究与实践。已经拓宽了专业面的材料科学与工程专业,相应的业务培养目标、业务培养要求、主干学科、主要课程、主要实践性教学环节等都有了不同程度的变化。原有的教材已经不能适应新专业的培养目标和教学要求,组织一套新的材料科学与工程专业系列教材已成为众多院校的翘首之盼。武汉理工大学出版社在教育部高等学校材料科学与工程专业教学指导委员会的指导和帮助下,经过大量的调研,组织国内几十所大学材料科学与工程学科的知名教授组成“普通高等学校材料科学与工程类专业新编系列教材编审委员会”,共同编写了这套系列教材。

本套教材的主、参编人员及编委会顾问,遵照教育部材料科学与工程专业教学指导委员会的有关会议及文件精神,经过充分研讨,决定首批编写出版 14 种主干课程的教材,以尽快满足全国众多院校的教学需要,以后再根据专业方向的需要逐步增补。本套新编系列教材的编写具有以下特色:

教材体系体现人才培养目标——本套系列教材的编写体现了高等学校材料科学与工程专业的人才培养目标和教学要求,从整体上考虑材料科学与工程专业课程设置的课程和各门课程的内容安排,按照教学改革方向要求的学时统一协调与整后合,组成一套完整的、各门课程有机联系的系列化教材。本套教材的编写除正文以外,还增加了本章内容提要、本章小结、思考题与习题等内容,以使教材既适合于教学需要,又便于学生自学。

教材内容反映教改成果——本套系列教材的编写坚持“少而精”的原则,紧跟教学内容和课程体系改革的步伐,教材内容注重更新,反映教学改革的阶段性成果,以适应 21 世纪材料科学与工程专业人才的培养要求。本套系列教材的编写中,凡涉及材料科学与工程学科的技术规范与标准,全部采用国家最新颁布实施的技术规范和标准。

教材出版实现立体化——本套教材努力使用和推广现代化的教学手段,实现立体化出版,凡具备条件的课程都将根据教学需要,及时组织编写、制作和出版相应的电子课件或教案,以适应教育方式的变革。

本套教材是在教育部颁布实施重新修订的本科专业目录后,组织全国多所高等学校材料科学与工程学科的具有丰富教学经验的教授们共同编写的一套面向新世纪、适应新专业的全新的系列教材。能够为新世纪我国材料科学与工程专业教材建设贡献微薄之力,自是我们应尽的责任和义务,我们感到十分欣慰。然而,正因其为一套开创性的系列教材,尽管我们的编审者、编辑出版者夙兴夜寐、尽心竭力,不敢稍有懈怠,它仍然还会存在缺点和不足。嚶其鸣矣,求其友声,我们诚恳希望选用本套教材的广大师生在使用过程中给我们多提宝贵的意见和建议,以便我们不断修改、完善全套教材,共同为我国高等教育事业的发展作出贡献。

武汉理工大学出版社

2004 年 3 月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 建筑与建筑功能材料	(1)
1.2 建筑功能材料的分类及其简述	(2)
1.3 建筑功能材料的技术标准	(4)
1.4 本门课程的特点和学习方法	(4)
2 建筑保温隔热材料	(5)
2.1 概述	(5)
2.1.1 建筑节能的重大意义	(5)
2.1.2 国内外建筑保温隔热材料的发展现状	(6)
2.1.3 我国保温隔热材料的发展方向及对策	(6)
2.2 建筑保温隔热材料的基本特性	(7)
2.2.1 保温隔热材料的保温隔热机理	(8)
2.2.2 建筑保温隔热材料的基本特性	(9)
2.2.3 影响保温隔热材料热工性能的主要因素	(13)
2.3 常见保温隔热材料	(15)
2.3.1 无机保温隔热材料	(16)
2.3.2 有机保温隔热材料	(30)
2.4 建筑围护结构的保温性能设计依据	(37)
2.4.1 热流量公式	(38)
2.4.2 围护结构的总热阻	(38)
2.4.3 围护结构的低限热阻	(39)
2.4.4 保温层厚度的计算	(42)
2.4.5 围护结构的保温构造	(42)
2.4.6 围护结构的保温性能设计举例	(13)
2.5 建筑保温隔热材料选用原则与施工要点	(46)
2.5.1 屋面保温隔热材料	(46)
2.5.2 墙体保温隔热材料	(52)
2.5.3 冷库保温隔热材料	(53)
2.5.4 耐高温保温隔热材料	(53)
思考题与习题	(59)
3 建筑防水材料	(61)
3.1 橡胶系防水卷材	(63)
3.1.1 三元乙丙橡胶(EPDM)防水卷材	(63)
3.1.2 三元乙丙-丁基橡胶(EPT/LLR)防水卷材	(64)
3.1.3 氯丁橡胶(CR)防水卷材	(65)

3.1.4	氯化聚乙烯橡胶(CPER)防水卷材	(66)
3.1.5	硫化型橡胶油毡	(67)
3.1.6	再生橡胶防水卷材	(68)
3.2	塑料系防水卷材	(69)
3.2.1	聚氯乙烯(PVC)防水卷材	(69)
3.2.2	氯磺化聚乙烯(CSM)防水卷材	(71)
3.2.3	氯化聚乙烯(CPE)防水卷材	(72)
3.2.4	弹性体氯化聚乙烯系列防水卷材	(74)
3.3	共混型及复合型防水卷材	(76)
3.3.1	自粘型彩色三元乙丙复合防水卷材	(76)
3.3.2	氯化聚乙烯-橡胶共混防水卷材	(77)
3.3.3	氯磺化聚乙烯-丙烯酸(CSM/MMA)防水卷材	(78)
3.3.4	硫化型橡塑防水卷材	(79)
3.3.5	焦塑防水柔毡	(79)
3.3.6	CSA 彩色聚合物防水卷材	(80)
3.3.7	其他	(81)
3.4	高分子卷材的防水施工	(83)
3.4.1	屋面卷材防水层的施工	(83)
3.4.2	地下卷材防水层的构造及对基层的要求	(93)
3.5	非改性沥青油毡	(97)
3.5.1	石油沥青纸胎油毡	(98)
3.5.2	煤沥青纸胎油毡	(100)
3.5.3	玻璃布沥青油毡	(101)
3.5.4	玻纤毡沥青油毡	(102)
3.5.5	带孔油毡	(103)
3.5.6	石油沥青铝箔油毡	(104)
3.5.7	铝箔面玻纤毡油毡	(105)
3.5.8	玻纤铝箔复合胎油毡	(105)
3.6	改性沥青油毡	(106)
3.6.1	弹性 SBS 改性沥青油毡	(107)
3.6.2	塑性 APP 改性沥青油毡	(108)
3.6.3	丁苯橡胶改性沥青油毡	(110)
3.6.4	废胶粉改性纸胎油毡	(110)
3.6.5	再生胶改性沥青油毡	(111)
3.6.6	焦油沥青耐低温油毡	(113)
3.6.7	铝箔塑胶聚酯油毡	(114)
3.6.8	自粘结油毡	(115)
3.6.9	其他改性沥青油毡	(115)
3.7	新型沥青卷材的防水施工	(117)
3.7.1	屋面卷材防水层的施工	(117)

3.7.2	地下卷材防水层的施工	(121)
3.8	合成高分子类防水涂料	(122)
3.8.1	聚氨酯(PU)防水涂料	(122)
3.8.2	焦油聚氨酯防水涂料	(123)
3.8.3	丙烯酸系防水涂料	(124)
3.8.4	氯丁二烯-丙烯酸酯共聚胶乳	(125)
3.8.5	丙烯酸丁酯-丙烯腈-苯乙烯屋面隔热防水涂料	(125)
3.8.6	氯丁胶乳隔热装饰防水涂料	(126)
3.8.7	硅橡胶涂渗性防水材料	(127)
3.8.8	有机硅防水剂	(128)
3.8.9	涤纶防水涂料	(129)
3.8.10	再生橡胶水分散体防水涂料	(130)
3.8.11	丁基氯丁再生橡胶防水涂料	(130)
3.8.12	其他高分子防水涂料	(131)
3.9	高聚物改性沥青类防水涂料	(132)
3.9.1	氯丁胶乳沥青防水涂料	(132)
3.9.2	溶剂型氯丁胶沥青防水涂料	(133)
3.9.3	溶剂型丁基橡胶沥青防水涂料	(134)
3.9.4	水乳型 SBS 改性沥青防水涂料	(135)
3.9.5	溶剂型 SBS 改性沥青防水涂料	(135)
3.9.6	丁苯胶乳沥青防水涂料	(136)
3.9.7	水乳型再生胶沥青防水涂料	(137)
3.9.8	溶剂型再生胶沥青防水涂料	(137)
3.9.9	机喷改性沥青厚质防水涂料	(138)
3.9.10	聚合物复合改性沥青防水涂料	(139)
3.9.11	改性沥青屋面隔热防水涂料	(140)
3.9.12	水性聚氯乙烯-煤焦油胶泥	(140)
3.9.13	其他改性沥青防水涂料	(141)
3.10	沥青类防水涂料	(141)
3.10.1	水乳无机矿物类厚质沥青涂料	(142)
3.10.2	水性石棉沥青防水涂料	(142)
3.10.3	水性铝粉屋面反光涂料	(143)
3.10.4	溶剂型铝基反光隔热涂料	(144)
3.10.5	膨润土沥青乳液防水涂料	(144)
3.10.6	膨润土-石棉乳化沥青防水涂料	(145)
3.10.7	阳离子乳化高蜡石油沥青防水涂料	(146)
	思考题与习题	(146)
4	建筑防火材料	(147)
4.1	概述	(147)
4.1.1	建筑火灾危害与分析及阻燃技术的发展	(147)

4.1.2	建筑材料燃烧性能及检测分级	(151)
4.1.3	建筑防火与建筑防火材料	(157)
4.2	建筑防火板材	(165)
4.2.1	纤维增强硅酸钙板	(165)
4.2.2	耐火纸面石膏板	(167)
4.2.3	泰柏板	(169)
4.2.4	纤维增强水泥平板(TK板)	(170)
4.2.5	滞燃型胶合板	(172)
4.2.6	难燃铝塑建筑装饰板	(173)
4.2.7	防火吸音板	(173)
4.2.8	膨胀珍珠岩装饰吸声板	(178)
4.3	建筑防火涂料	(179)
4.3.1	建筑防火涂料概述	(179)
4.3.2	建筑防火涂料的防火原理	(185)
4.3.3	饰面型防火涂料	(188)
4.3.4	钢结构防火涂料	(195)
4.3.5	预应力混凝土楼板防火涂料	(207)
4.4	建筑阻燃材料	(211)
4.4.1	阻燃墙纸及阻燃织物	(211)
4.4.2	阻燃剂	(218)
4.4.3	阻火堵料及密封填料	(224)
	思考题与习题	(231)
5	建筑光学材料	(233)
5.1	概述	(233)
5.1.1	玻璃的制造	(233)
5.1.2	玻璃的分类	(236)
5.2	玻璃的基本特性与加工装饰	(237)
5.2.1	玻璃的基本性质	(237)
5.2.2	玻璃体的缺陷	(241)
5.2.3	玻璃的贮存与运输	(241)
5.2.4	玻璃的表面加工和装饰	(242)
5.3	建筑玻璃的品种及其特性与光学装饰用途	(243)
5.3.1	平板玻璃	(243)
5.3.2	饰面玻璃	(249)
5.3.3	安全玻璃	(253)
5.3.4	功能玻璃	(261)
5.3.5	玻璃砖	(267)
5.3.6	有机玻璃	(272)
5.4	玻璃光学装饰效果及设计手法	(273)
5.4.1	玻璃光学装饰效果	(273)

5.4.2	玻璃装饰的设计手法	(274)
5.4.3	玻璃幕墙装饰	(276)
	思考题与习题	(284)
6	建筑声学材料	(285)
6.1	概述	(285)
6.1.1	建筑声学的发展	(285)
6.1.2	声学材料与建筑声学	(286)
6.1.3	厅堂设计的声学要求	(286)
6.1.4	室外声波的传播特性	(287)
6.2	声学的基本知识	(287)
6.2.1	声音的产生与传播	(287)
6.2.2	声音的计量	(290)
6.2.3	声音的频谱与声源的指向性	(297)
6.3	建筑声学材料(结构)的基本特性	(299)
6.3.1	吸声材料和吸声结构	(299)
6.3.2	隔声和构体的隔声特性	(300)
6.3.3	反射和反射体	(301)
6.3.4	建筑体声学测量	(302)
6.4	吸声材料	(306)
6.4.1	吸声材料(结构)的分类	(306)
6.4.2	多孔性吸声材料	(308)
6.4.3	共振吸声结构	(319)
6.4.4	强吸声结构	(323)
6.5	隔声材料	(324)
6.5.1	空气声隔绝	(324)
6.5.2	固体声(撞击声)隔绝	(326)
6.6	声学材料(结构)的选用原则和施工应用	(327)
6.6.1	声学材料(结构)的选用原则	(327)
6.6.2	施工应用实例	(329)
	思考题与习题	(336)
7	功能混凝土	(338)
7.1	防水混凝土	(338)
7.1.1	集料级配防水混凝土	(339)
7.1.2	普通防水混凝土	(340)
7.1.3	外加剂防水混凝土	(344)
7.1.4	膨胀水泥防水混凝土	(347)
7.1.5	矿渣碎石防水混凝土	(348)
7.2	耐酸混凝土	(348)
7.2.1	原材料及其技术要求	(349)
7.2.2	配合比设计	(351)

7.2.3 施工技术	(353)
7.3 耐碱混凝土	(355)
7.3.1 碱性介质对混凝土的腐蚀特点	(355)
7.3.2 耐碱混凝土的原材料选择及其技术要求	(355)
7.3.3 耐碱混凝土的配合比设计	(356)
7.3.4 耐碱混凝土的施工要点	(358)
7.4 耐油混凝土	(358)
7.4.1 耐油混凝土的原材料及其技术要求	(358)
7.4.2 耐油混凝土的配合比设计	(359)
7.4.3 耐油混凝土的施工技术要点	(360)
7.5 耐热混凝土	(360)
7.5.1 原材料选择及其技术要求	(361)
7.5.2 配合比设计	(362)
7.5.3 施工技术	(363)
7.6 防爆混凝土	(364)
7.6.1 原材料及其技术要求	(364)
7.6.2 配合比设计	(364)
7.6.3 施工技术要点	(365)
7.7 导电混凝土	(365)
7.7.1 混凝土的导电原理	(366)
7.7.2 碳质骨料导电混凝土	(366)
7.7.3 树脂导电混凝土	(368)
7.7.4 导电混凝土的应用	(368)
7.8 防辐射混凝土	(368)
7.8.1 防辐射混凝土的特点	(368)
7.8.2 防辐射混凝土的原材料	(369)
7.8.3 防辐射混凝土的配合比设计	(372)
7.8.4 防辐射混凝土的施工技术	(374)
7.9 装饰混凝土	(375)
7.9.1 装饰混凝土的原材料	(375)
7.9.2 装饰混凝土的制作工艺	(377)
7.9.3 装饰混凝土的类型及其应用	(380)
思考题与习题	(385)
参考文献	(387)

1 绪 论

1.1 建筑与建筑功能材料

人类为自身的物质和精神需求而建造建筑。以人为本,以技为之,以形恒之,因时而变,构成了建筑的基本内容。建筑的功能包括基本的物质功能和精神功能。从以人为本的角度出发,建筑首先要满足一般的基本功能要求,即防御和提供生产、生活的空间;其次,要使建筑满足最基本的生理要求,如建筑的朝向、保温、隔热、隔声、通风、采光、防水、防火等方面的要求。它们都是满足人们生活和生产的必需条件。

随着社会的发展和人类生活水平的提高,建筑作为人类物质文明的象征和社会、文化进步的标志,其种类与样式越来越丰富,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,现代人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,现代建筑对其主体构成——建筑材料提出了更高的要求。

建筑材料是人类建造建筑物时所用一切材料的总称,或者说是构成建筑物的所有材料的总称。它是一切建筑工程的物质基础。建筑材料的种类极其繁多,可以从不同角度对其进行分类。根据建筑材料在建筑物中的部位及使用性能,大体分为三大类:建筑结构材料、墙体材料与建筑功能材料。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;用于建筑物内、外及分隔墙体所用的墙体材料分为承重墙材和非承重墙材两类,前者有力学性能要求,后者则起围护作用并满足部分建筑功能要求;建筑功能材料则主要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与建筑品质。

20 世纪后半期,世界人口数量急剧增加,1999 年 10 月 12 日,人类迎来了“世界 60 亿人口日”。伴随着人口的增加和经济的发展,一方面城市化进程加快,城市人口密度日趋加大,因此需要建造大量的高层、超高层建筑,以解决众多人口的居住和办公空间;同时,社会的进步和人们生活水平的提高,给人们带来了更多的闲暇时间,人们的生活观念也将发生变化,像大型体育场馆、音乐厅、综合性商场大厦、高级宾馆、饭店等大型公共建筑的需求量将增多。所以,未来的建筑物将向更高、更大跨度发展。与此同时,人类正面临着土地资源、自然资源及能源的日益减少,地球环境日趋恶化的严峻形势。为了更加有效地利用有限的地球资源,扩大人类工作和生存的空间,未来建筑将向地下、海洋、沙漠、太空等空间发展,人类将在上述地方建造地下城市、海底隧道、人工岛、月球太空城等新型建筑。这些处于苛刻环境条件下使用的建筑,对其所用的建筑材料,尤其是建筑功能材料提出了更新、更高的要求。

综上所述,现代建筑的发展,促进了建筑功能材料的发展;而建筑功能材料的广泛应用,大大改善了建筑物的使用功能与建筑品质,满足了现代社会对建筑的多功能化要求,优化了人们的生活和工作环境。两者相互制约,相互依赖,相互推动,有着不可分割的密切联系。

1.2 建筑功能材料的分类及其简述

建筑功能材料种类繁多,功能各异,用途不一。通常按材料在建筑物或构筑物中的功能进行分类,如图 1.1 所示。现将各种建筑功能材料的主要特点简述如下。

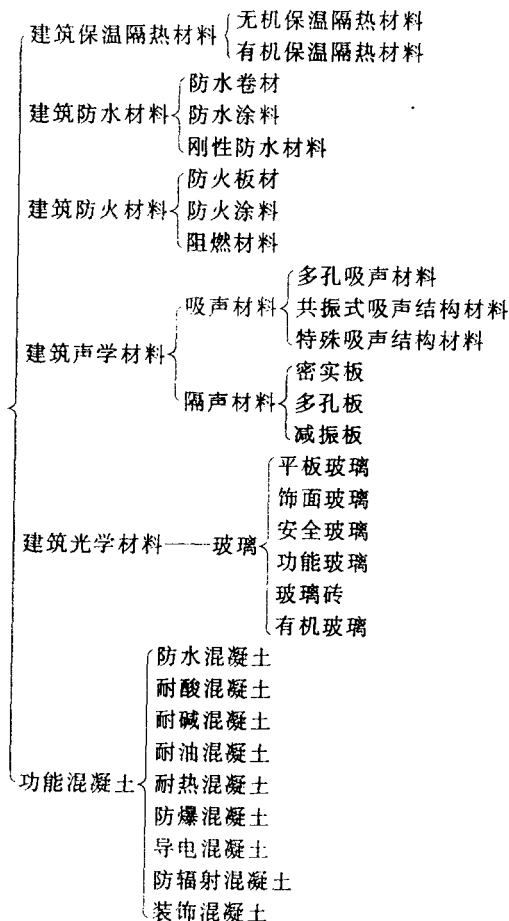


图 1.1 建筑功能材料的分类

(1) 建筑保温隔热材料

现代人对居住环境的要求越来越高,为了能常年保持适宜的温度(20~24℃),人们一方面在室内设置采暖设备和空调设备,这就需要消耗大量能源;另一方面要求提高房屋围护结构的保温能力,以降低使用能耗。在建筑中合理地采用保温隔热材料,一方面能提高建筑物的保温隔热效能,更好地满足人们对建筑物的舒适性与健康性要求,保证正常的生产和生活;另一方面,在采暖建筑、空调建筑以及冷藏库、热工设备等处,采用必要的保温隔热材料能减少热损失,节约能源,从而降低使用成本。同时,在建筑物中采用保温隔热材料,可以减少外墙厚度,减轻屋面体系的自重,减少基本建筑材料用量,从而达到减轻建筑物自重、节约建筑材料、节能降耗、降低建筑造价及使用成本的目的。

建筑保温隔热材料主要用于建筑物的屋面、墙体、地面及热工设备、管道的隔热与保温。

(2) 建筑防水材料

防水是建筑的一项基本功能。防水材料是保证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。防水材料具有品种多、发展快的特点,由传统的、单一的沥青基防水材料逐渐向高聚物改性沥青系列和合成高分子系列(橡胶基、树脂基)等复合型多功能防水材料发展;防水层的构造由多层向单层防水发展;施工方法由传统的热熔法向冷粘贴乃至自粘贴法发展。

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。

(3) 建筑防火材料

建筑防火与人民的生命和财产安全息息相关,涉及到建筑物的安全性问题。随着我国国民经济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,居住形式趋于密集化,加上城市生活能源设施逐步燃气化、电气化,以及建筑物室内各种可燃的内装饰材料的大量引入,使得火灾发生的概率增大。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、所承受的风力和雷击次数多等诸多因素,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。原世界第四高楼,417m高的美国纽约“世界贸易中心”双塔高楼在2001年的“9·11事件”中,因飞机撞击起火而迅速倒塌,造成巨大的人员伤亡和经济损失,给高层建筑的防火安全敲响了警钟。因此,现代建筑,特别是高层建筑,应特别重视防火问题,除了应提高结构材料的防火能力之外,在建筑物的主体构件或基材表面、墙体、天花吊顶等部位施加或使用防火材料是必不可少的重要措施。我们应加大力度,不断完善建筑防火规范,努力开发能防止火灾蔓延、燃烧时不产生毒气的新型建筑防火材料。

(4) 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。随着环境声学问题在现代居住环境方面的逐渐被重视,建筑声学材料在现代建筑中已经得到广泛应用。在音乐厅、影剧院、歌舞厅、体育馆、大会堂、播音室、学校教室、图书馆等室内的墙面、顶棚、地面等部位,适当安装声学材料,能改善声波在室内传播的质量,控制和降低噪音干扰,可以起到改善厅堂音质、消除回声和颤动回声等目的,从而保持良好的音响效果,并且有利于人们的身心健康。

(5) 建筑光学材料

采光是人们对建筑的基本要求,而在各种无机建筑材料中唯一具有透光性的材料便是玻璃。玻璃是一种既古老又新兴的建筑光学材料,最大的特点就是透明性,因此过去在建筑上主要用作采光和装饰材料。随着现代建筑技术的不断发展,玻璃制品正在向多品种、多功能的方向发展,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、降低噪音及减轻结构自重、美化建筑环境、提高建筑艺术功能的多功能建筑光学材料。

近年来,兼具光学、装饰等多功能的玻璃新品种不断问世,为建筑设计者提供了更加广阔的设计空间,现代建筑的发展趋势之一就是越来越多地采用大面积的玻璃门窗、玻璃幕墙和玻璃构件。玻璃已成为现代建筑中重要的、不可缺少的多功能建筑光学材料。

(6) 功能混凝土

混凝土是当代用量最大的人造建筑材料,具有原材料来源广、成本低、塑性好、易于成型、硬化后有较好的力学性能和良好的耐久性以及性能可以随意调整、用途广泛等多种优点。在

建筑结构中,混凝土通常被用作结构材料,承担着结构(承重)及围护作用。然而,通过采用特种材料或功能组分,或者采用特种生产工艺、施工方法制成的功能混凝土,在具备传统功能的基础上,兼有防水、防火、防爆、防辐射、耐油、耐酸、耐碱、导电、装饰等多种特殊功能,是集结构与功能一体化的经济适用的新型建筑功能材料。随着建筑业和混凝土科学技术的不断发展,功能混凝土的品种将会日益增多,并被应用于各种特殊的建筑领域。

综上所述,建筑功能材料在现代建筑中发挥着十分重要的作用,它们改善了建筑物的使用功能,满足了现代人对居住环境的多方面要求,为人类营造了安全、舒适、健康、美观的生活与工作环境,同时也延长了建筑物的使用寿命。随着建筑空间和建筑用途的不断扩展以及人类生活水平的不断提高,更多、更新、更好的建筑功能材料将会层出不穷地出现在未来的建筑中。

1.3 建筑功能材料的技术标准

建筑功能材料的品种繁多,而且新型材料也相对较多。大部分常用的建筑功能材料,均由专门的机构制定并发布了相应的技术标准,这些标准一般包括产品规格、分类、技术要求、检验方法、验收规则、应用技术规程等方面的内容。

我国的技术标准分为四级,即国家标准、部级标准、地方标准和企业标准。国家标准是由国家技术监督局发布的全国性技术指导性文件,代号为 GB;部级标准也是全国性的技术文件,但它由主管生产部或局发布,其代号按部名而定,如建材标准的代号为 JC,建工标准代号为 JG 等;地方标准是地方主管部门发布的地方性指导文件,标准代号为 DB;企业标准则由生产企业制定的,仅适用于本企业内部,代号为 QB。凡没有制定国家标准、部级标准的产品,如有些新型建筑功能材料,至少要有企业标准。此外,目前还有许多国外的建筑功能材料引入我国,并已在实际工程中实施应用,所以常常涉及到一些国际或外国标准,其中主要有:国际标准,代号 ISO;美国材料试验学会标准,代号 ASTM;英国标准,代号 BS;法国标准,代号 NF;日本工业标准,代号 JIS 等。熟悉有关建筑功能材料的技术标准,并了解制定标准的科学依据,对于工程技术人员是十分必要的。

1.4 本课程的特点和学习方法

不同类型的建筑功能材料在原材料与生产工艺、结构及构造、性能及应用、施工及检验等方面有各自的特点,也有其共性之处。建筑功能材料课程涉及面很广,具有多学科知识渗透交叉的特点,学生应该具备材料学、建筑学、建筑工程学、化学、物理学等多学科基础知识。针对不同专业的特点,本教材各有所侧重,充分满足宽口径要求。对于材料科学与工程专业学生而言,应全面掌握各类功能材料的组成、结构、生产工艺、性能特点及工程应用,为今后从事新型建筑功能材料的研究、开发和生产打下必要的基础;对于建筑设计、土木工程结构与施工、建筑管理和监理人员,多数是材料的使用者,因此学习的重点是掌握各种建筑功能材料的性能、适用范围、施工方法和检验规范等知识内容。

2 建筑保温隔热材料

本章提要

本章主要介绍了建筑保温隔热材料的基本特性,包括基本物理特性和热物理特性,并结合保温隔热材料的结构,阐述了其保温隔热机理和影响因素。对现有的保温隔热材料进行定义、分类以及各种材料的基本性能和技术指标进行了归纳,并着重介绍了无机保温隔热材料中的膨胀蛭石、膨胀珍珠岩及其制品和有机保温隔热材料中的各种泡沫塑料,如聚苯乙烯泡沫塑料、聚氨酯泡沫塑料、聚氯乙烯泡沫塑料等。鉴于保温隔热材料的实际工程用途及施工,着重讲解了保温隔热材料的性能设计依据、选用原则以及实际施工要点。

2.1 概 述

2.1.1 建筑节能的重大意义

能源是现代化经济建设的基本物质基础,在很大程度上决定和制约着整个国家国民经济的发展。能源与人民的生活密切相关,采暖、照明、炊事、热水、交通等都需要它。随着我国生产迅速发展和人民生活水平的不断提高,能源消耗日益增加。目前能源短缺问题已严重困扰着我国国民经济的进一步发展。自1973年爆发的世界性能源危机以来,能源问题就被提到了一个制高点,节能作为降低能耗的一种手段备受全人类的广泛关注。

如何有效地利用资源以及节能降耗是摆脱能源危机的有效途径之一。建筑保温及各类热工设备的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。随着各国工业化进程的发展,地球上可供人类利用的化石燃料已日渐枯竭,世界性能源危机的出路只有两条,即在开发新能源的同时注意节约能源。而建筑能耗在人类整个能源消耗中所占比例甚高(尤其是欧美发达国家,一般在30%~50%之间),故建筑节能意义重大。建筑保温隔热材料是建筑节能的物质基础,为了实现建筑节能的目标,就必须不断扩大和改进建筑保温隔热材料。在建筑上合理采用保温隔热材料,可以减少基本建筑材料的用量;减轻围护结构的自重;提高建筑施工的工业化程度(隔热构件及制品适合工厂预制);大幅度节能降耗。原来在建筑中使用的保温隔热材料,主要是基于改善居住舒适程度,如今已转移到节能上面。因此,使用建筑保温隔热材料对缓解能源危机以及提高人民的居住水平具有重要意义。在今后一个相当长的时间内,建筑保温隔热材料将呈现出蓬勃发展的局面。