



21st CENTURY
实用规划教材

21世纪全国高职高专土建系列技能型规划教材

建筑材料

主 编 林祖宏



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

21 世纪全国高职高专土建系列技能型规划教材

建筑材料

主 编 林祖宏
副主编 陈莲姝 裴利剑 张书良



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书根据全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会颁布的“建筑材料”教学大纲和我国最新修订的相关规范、标准编写而成。具体内容包括：绪论、建筑材料的基本性质、气硬性胶凝材料、水泥、混凝土、建筑砂浆、墙体和屋面材料、建筑钢材、木材、防水材料、建筑塑料、绝热材料和吸声材料、装饰材料和建筑材料试验。

本书可作为高职高专院校土建类各专业教材，也可供土建类一般工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料/林祖宏主编. —北京：北京大学出版社，2008.8

(21世纪全国高职高专土建系列技能型规划教材)

ISBN 978-7-301-13576-1

I. 建… II. 林… III. 建筑材料—高等学校：技术学校—教材 IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 045121 号

书 名：建筑材料

著作责任者：林祖宏 主编

责任编辑：吴 迪

标准书号：ISBN 978-7-301-13576-1/TU·0047

出 版 者：北京大学出版社

地 址：北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址：<http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话：邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱：pup_6@163.com

印 刷 者：世界知识印刷厂

发 行 者：北京大学出版社

经 销 者：新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 20 印张 6 页彩插 460 千字

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

定 价：35.00 元

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究

举报电话：010-62752024

电子邮箱：fd@pup.pku.edu.cn

前言

本书根据全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会颁布的“建筑材料”教学大纲和我国最新修订的相关规范、标准编写而成。

由于建筑材料的品种很多,因此在编写过程中,在注意知识的深度和广度的同时,着重介绍建筑材料的基本性质和实际工程中最常用的建筑材料——水泥、混凝土、钢材、防水材料以及墙体和屋面材料。为了帮助读者更好地理解各建筑材料内容体系,每章开头均提出教学目标和教学要求,供读者参考;结尾附有本章小结,以加深读者对该章知识点的理解。在内容组织安排上,突出能力培养为主线,以基本理论和基本知识为基础,重点阐述各建筑材料的性能特点和应用。

近年来,随着我国改革开放形势的发展,许多建筑材料(如水泥、混凝土、钢材等)技术标准均已更新,逐步与国际接轨,为了适应新形势下我国建筑材料的发展要求,在编写过程中注重参考最新规范和标准。

全书由滁州职业技术学院林祖宏统稿,并任主编。其中,绪论和第1章由深圳职业技术学院张书良编写;第2~9章由滁州职业技术学院林祖宏编写;第10~12章由昆明冶金高等专科学校裴利剑编写;实验内容由河南建筑职业技术学院陈莲妹编写。

本书建议学时为72学时,各章参考授课学时和实验学时如下(第13章的参考授课学时即总实验学时数,为20学时)。

各章学时分配表(供参考)

章号	内 容	总学时	授课学时	实验学时
	绪论	1	1	0
第1章	建筑材料的基本性质	6	4	2
第2章	气硬性胶凝材料	3	3	0
第3章	水泥	8	6	2
第4章	混凝土	20	14	6
第5章	建筑砂浆	5	3	2
第6章	墙体和屋面材料	6	4	2
第7章	建筑钢材	6	4	2
第8章	木材	2	2	0
第9章	防水材料	8	4	4
第10章	建筑塑料	2	2	0
第11章	绝热材料和吸声材料	2	2	0
第12章	装饰材料	3	3	0

由于时间仓促，书中缺点和不妥之处在所难免，恳请读者给予指正，并提出宝贵意见。

编者

2008 年 6 月

目 录

绪论 1

- 0.1 建筑材料的分类 1
- 0.2 建筑材料对建设工程的影响 3
- 0.3 建筑材料发展概况 4
- 0.4 建筑材料技术标准简介 7
- 0.5 建筑材料课程的性质、目的、任务
和学习方法 7

第1章 建筑材料的基本性质 9

- 1.1 材料的化学组成与结构 10
 - 1.1.1 材料的化学组成 10
 - 1.1.2 材料的结构 10
 - 1.1.3 材料的孔隙 12
- 1.2 材料的物理性质 12
 - 1.2.1 材料与质量有关的性质 12
 - 1.2.2 材料与水有关的性质 15
 - 1.2.3 材料与热有关的性质 19
- 1.3 材料的力学性质 21
 - 1.3.1 材料的强度特征 21
 - 1.3.2 材料的弹性和塑性 23
 - 1.3.3 材料韧性和脆性 24
 - 1.3.4 材料的硬度和耐磨性 24
- 1.4 材料的装饰性 25
 - 1.4.1 材料装饰性的意义 25
 - 1.4.2 材料的装饰功能 25
- 1.5 材料的耐久性 26
- 本章小结 27
- 思考与练习 27

第2章 气硬性胶凝材料 29

- 2.1 石灰 29
 - 2.1.1 石灰的生产 30
 - 2.1.2 石灰的品种及技术指标 30
 - 2.1.3 石灰的熟化 31
 - 2.1.4 石灰的凝结与硬化 32
 - 2.1.5 石灰的特性 32
 - 2.1.6 石灰的应用 32

- 2.1.7 石灰的储存 33

2.2 石膏 33

- 2.2.1 石膏的生产 34
- 2.2.2 建筑石膏的凝结硬化 35
- 2.2.3 建筑石膏的技术要求 35
- 2.2.4 建筑石膏的性能特点 35
- 2.2.5 建筑石膏的应用 36

2.3 菱苦土 37

- 2.3.1 菱苦土的生产 37
- 2.3.2 菱苦土的水化硬化 37
- 2.3.3 菱苦土的应用 37

2.4 水玻璃 38

- 2.4.1 水玻璃生产简介 38
- 2.4.2 水玻璃的硬化 38
- 2.4.3 水玻璃的性质 38
- 2.4.4 水玻璃的应用 39

本章小结 39

思考与练习 40

第3章 水泥 41

3.1 硅酸盐水泥 42

- 3.1.1 硅酸盐水泥的生产及主要
矿物组成 42
- 3.1.2 硅酸盐水泥的水化与凝
结硬化 43
- 3.1.3 水泥石的结构及影响其强度
发展的因素 44
- 3.1.4 硅酸盐水泥的主要技术
性质 45
- 3.1.5 水泥石的侵蚀和防止 48
- 3.1.6 硅酸盐水泥的特性及应用 50
- 3.1.7 硅酸盐水泥的验收与储运 51

3.2 掺混合材的硅酸盐水泥 52

- 3.2.1 混合材 52
- 3.2.2 掺混合材料的硅酸盐水泥 53

3.3 其他品种水泥 57

- 3.3.1 快硬硅酸盐水泥 57
- 3.3.2 铝酸盐水泥 58

3.3.3 中、低热硅酸盐水泥及低热矿渣硅酸盐水泥	59	4.7.3 混凝土配合比设计中的三个重要参数	101
3.3.4 白水泥和彩色水泥	60	4.7.4 混凝土配合比设计的步骤	101
3.3.5 膨胀水泥和自应力水泥	62	4.7.5 普通混凝土配合比设计实例	106
3.3.6 抗硫酸盐硅酸盐水泥	63	4.8 普通混凝土的质量控制	109
3.3.7 砌筑水泥	63	4.8.1 混凝土强度的质量控制	110
3.3.8 道路水泥	63	4.8.2 混凝土强度评定	111
本章小结	64	4.9 轻混凝土	113
思考与练习	65	4.9.1 轻骨料混凝土	113
第4章 混凝土	66	4.9.2 大孔混凝土	118
4.1 概述	66	4.9.3 多孔混凝土	119
4.1.1 混凝土的分类	67	4.10 其他品种混凝土	120
4.1.2 混凝土的特点	67	4.10.1 抗渗混凝土(防水混凝土)	120
4.2 普通混凝土的组成材料	68	4.10.2 高强混凝土	121
4.2.1 水泥	68	4.10.3 大体积混凝土	121
4.2.2 细骨料——砂子	69	4.10.4 流态混凝土和泵送混凝土	122
4.2.3 粗骨料——石子	73	4.10.5 纤维混凝土	123
4.2.4 拌和及养护用水	76	本章小结	124
4.3 混凝土外加剂	76	思考与练习	125
4.3.1 混凝土外加剂的种类	76	第5章 建筑砂浆	127
4.3.2 常用的混凝土外加剂	77	5.1 砂浆的组成材料和技术性质	127
4.3.3 使用外加剂的注意事项	82	5.1.1 砂浆的组成材料	127
4.4 普通混凝土的主要技术性质	83	5.1.2 砂浆的技术性质	129
4.4.1 混凝土拌和物的和易性	83	5.2 砌筑砂浆	130
4.4.2 硬化混凝土的强度	87	5.2.1 常用砌筑砂浆的种类	130
4.4.3 提高混凝土强度的主要措施	92	5.2.2 砌筑砂浆的配合比设计	131
4.5 混凝土的变形	93	5.3 抹面砂浆	133
4.5.1 非荷载作用下的变形	93	5.3.1 普通抹面砂浆	134
4.5.2 荷载作用下的变形	95	5.3.2 装饰砂浆	135
4.6 混凝土的耐久性	97	5.3.3 特种砂浆	135
4.6.1 混凝土的抗渗性	97	本章小结	136
4.6.2 混凝土的抗冻性	97	思考与练习	137
4.6.3 混凝土的抗侵蚀性	98	第6章 墙体和屋面材料	138
4.6.4 混凝土的碳化	98	6.1 砌墙砖	138
4.6.5 混凝土碱-骨料反应	99	6.1.1 烧结砖	139
4.6.6 提高混凝土耐久性的措施	99	6.1.2 非烧结砖	144
4.7 普通混凝土的配合比设计	100	6.2 墙用砌块	147
4.7.1 混凝土配合比设计的基本要求	100	6.2.1 普通混凝土小型空心砌块(代号 NHB)	147
4.7.2 混凝土配合比设计的资料准备	101		

6.2.2	中型混凝土空心砌块	148
6.2.3	轻集料混凝土小型空心砌块 (代号 LHB)	148
6.2.4	蒸压加气混凝土砌块 (代号 ACB)	149
6.2.5	蒸养粉煤灰砌块 (代号 FB)	150
6.2.6	石膏砌块	151
6.3	墙用板材	152
6.3.1	石膏类墙用板材	152
6.3.2	水泥类墙用板材	153
6.3.3	复合墙板	155
6.4	屋面材料	157
6.4.1	烧结类瓦材	157
6.4.2	水泥类屋面瓦材	157
6.4.3	高分子类复合瓦材	158
6.4.4	屋面用轻型板材	159
	本章小结	160
	思考与练习	160
第 7 章	建筑钢材	162
7.1	钢的冶炼和分类	163
7.1.1	钢的冶炼	163
7.1.2	钢的分类	163
7.2	建筑钢材的技术性能	164
7.2.1	力学性能	164
7.2.2	工艺性能	168
7.3	建筑钢材的种类和选用	171
7.3.1	钢结构用钢材	171
7.3.2	钢筋混凝土用钢材	177
7.4	钢材的锈蚀及防止	181
7.4.1	钢材锈蚀	181
7.4.2	防止锈蚀的方法	182
	本章小结	183
	思考与练习	183
第 8 章	木材	184
8.1	木材的分类与构造	185
8.1.1	木材的分类	185
8.1.2	木材的构造	185
8.2	木材的物理与力学性质	186
8.2.1	木材的物理性质	186
8.2.2	木材的力学性质	188
8.3	木材在建筑工程中的应用	191

8.3.1	木材的种类和规格	191
8.3.2	木材的综合利用	192
8.3.3	木质地板	193
8.4	木材的防护	194
8.4.1	木材的腐朽	195
8.4.2	木材防腐措施	195
8.4.3	木材的防火	195
	本章小结	196
	思考与练习	196
第 9 章	防水材料	197
9.1	沥青	198
9.1.1	石油沥青	198
9.1.2	煤沥青	201
9.1.3	改性沥青	202
9.2	防水卷材	203
9.2.1	沥青防水卷材	203
9.2.2	高聚物改性沥青防水 卷材	205
9.2.3	合成高分子类防水卷材	208
9.3	防水涂料、防水油膏和防水粉	209
9.3.1	防水涂料	209
9.3.2	防水油膏	211
9.3.3	防水粉	213
	本章小结	213
	思考与练习	214
第 10 章	建筑塑料	215
10.1	塑料的基本知识	215
10.1.1	塑料的组成	215
10.1.2	塑料的分类	217
10.1.3	塑料的特性	217
10.2	常用建筑塑料品种	218
10.2.1	聚乙烯(PE)	218
10.2.2	聚氯乙烯(PVC)	218
10.2.3	聚丙烯(PP)	219
10.2.4	聚苯乙烯(PS)	219
10.2.5	丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共 聚物(ABS)	219
10.2.6	不饱和聚酯树脂(UP)	219
10.2.7	聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)	220
10.2.8	聚碳酸酯(PC)	220
10.2.9	玻璃钢(GRP)	220

10.3 建筑塑料制品及应用	221	13.2.2 水泥细度测定	261
10.3.1 UPVC 塑料扣板	222	13.2.3 水泥标准稠度用水量的 测定(标准法)	262
10.3.2 PVC 地板	222	13.2.4 水泥净浆凝结时间的 测定	264
10.3.3 三聚氰胺板(HPL)	223	13.2.5 水泥安定性检验	265
10.3.4 铝塑复合板	224	13.2.6 水泥胶砂强度检验 (ISO 法)	267
10.3.5 聚碳酸酯(PC)板	225	13.3 混凝土用骨料试验	271
10.3.6 塑料壁纸	226	13.3.1 概述	271
10.3.7 塑料门窗	226	13.3.2 砂的颗粒级配试验(GB/T 13684—2001)	272
本章小结	227	13.3.3 砂的表观密度试验	273
思考与练习	228	13.3.4 砂的堆积密度试验	274
第 11 章 绝热材料和吸声材料	229	13.3.5 砂的含水率试验	275
11.1 绝热材料	229	13.3.6 石子颗粒级配试验	276
11.1.1 导热系数及影响因素	229	13.3.7 石子表观密度试验 (广口瓶法)	277
11.1.2 建筑工程对保温、绝热材料 的基本要求	230	13.3.8 石子堆积密度试验	277
11.1.3 常用绝热材料	230	13.3.9 石子的含水率试验	279
11.2 吸声材料	233	13.4 普通混凝土试验	279
11.2.1 吸声系数及其影响因素	233	13.4.1 混凝土拌和物取样及 试样制备	279
11.2.2 吸声材料及其结构形式	234	13.4.2 普通混凝土拌和物和 易性测定	281
11.2.3 常用的吸声材料	235	13.4.3 混凝土拌和物表观密度 测定	283
本章小结	236	13.4.4 普通混凝土抗压强度 试验	284
思考与练习	236	13.4.5 混凝土非破损检验	286
第 12 章 装饰材料	237	13.5 建筑砂浆试验	289
12.1 装饰材料的分类及选用原则	237	13.5.1 试样制备	289
12.1.1 装饰材料的分类	237	13.5.2 砂浆的稠度试验	290
12.1.2 装饰材料的选用原则	238	13.5.3 建筑砂浆分层度试验	290
12.2 常用的装饰材料	239	13.5.4 建筑砂浆抗压强度试验	291
12.2.1 建筑装饰石材	239	13.6 砌墙砖试验	292
12.2.2 建筑装饰涂料	245	13.6.1 概述	292
12.2.3 建筑装饰玻璃	251	13.6.2 尺寸偏差检测	293
12.2.4 建筑陶瓷	253	13.6.3 外观质量检查	293
本章小结	255	13.6.4 抗压强度试验	295
思考与练习	256	13.7 钢筋试验	297
第 13 章 建筑材料试验	257	13.7.1 一般规定	297
13.1 建筑材料的基本性质试验	257	13.7.2 低碳钢拉伸试验	297
13.1.1 密度试验	257	13.7.3 冷弯试验	300
13.1.2 体积密度试验	258		
13.1.3 堆积密度试验	259		
13.1.4 吸水率试验	260		
13.2 水泥试验	260		
13.2.1 水泥试验的一般规定	260		

13.8 石油沥青试验	301	13.9.1 取样方法、卷重、厚度、 面积、外观试验	304
13.8.1 沥青针入度试验	301	13.9.2 物理力学性能试验	305
13.8.2 延度(延伸度)试验	302		
13.8.3 沥青软化点试验	303		
13.9 弹(塑)性体改性沥青防水卷材 试验	304	参考文献	309

绪 论

建筑物是用各种材料建成的,用于建筑工程的这些材料总称建筑材料,其性能表现对于建筑物的各种性能具有重要影响。因此,建筑材料不仅是建筑工程的物质基础,而且是决定建筑工程质量和使用性能的关键因素。为使建筑物获得结构安全、性能可靠、耐久、美观、经济适用的综合品质,必须合理选择且正确使用材料。

建筑材料与建筑、结构、施工之间存在着相互促进、相互依存的密切关系。一种新型建筑材料的出现,必将促使建筑形式的再创新,同时结构设计和施工技术也将相应的进行改进和变化。因此,建筑材料是加速建筑革新的重要因素之一。随着社会的发展和人民生活水平的提高,对建筑工程在功能方面提出各种各样的新要求,反过来又将促进建筑材料的发展。例如:现代高层建筑和大跨度结构需要高强轻质材料;化学工业厂房、港口工程、海洋工程等需要耐化学腐蚀材料;建筑物地下结构、地铁和隧道工程等需要高抗渗防水材料;建筑节能需要高效保温隔热材料;严寒地区的工程需要高抗冻性材料;核工业发展需要防核辐射材料;为使建筑物装修得更美观,则需要各种绚丽多彩的装饰材料等。

建筑材料品种繁多,性能各异。因此,在建筑工程中,按照建筑物对材料功能的要求及其使用时的环境条件,正确合理地选用材料,做到材尽其能和物尽其用,对于节约材料、降低工程造价、提高基本建设的技术经济效益,具有重大的意义。例如:用轻质大板、空心砌块取代传统的烧结普通砖,不仅可以减轻墙体自重,而且改善了墙体的保温功能。采用轻质高强材料,使整个建筑物自重大大降低,从而使建筑物下部结构和地基的负荷相应减少,抗震能力增强。同时,有利于实现机械化施工,加速工程建设进度。

“建筑材料”课程就是通过介绍有关材料的知识,力求使学生通过学习,能够掌握和科学运用建筑材料的知识,为提高工程质量、促进技术进步和降低工程成本奠定理论基础。

0.1 建筑材料的分类

建筑材料的品种繁多,几乎涵盖了自然界中的所有材料,难以根据其组成或结构特点予以确切的定义。为便于掌握其应用规律,通常从不同角度来分类。

1. 根据化学成分分类(见表0-1)

1) 有机材料

这是以有机物质为主所构成的材料。这类材料具有有机物质的一系列特性;如密度小、加工性好、易燃烧、易老化等。根据其来源又可划分为天然有机材料(如木材、天然纤维、天然橡胶等)和人工合成有机材料(如合成纤维、合成橡胶、合成树脂及胶粘剂等)。

表 0-1 建筑材料的分类(1)

建 筑 材 料	无机材料	非金属材料	天然石材：毛石、料石、石子、砂 烧土制品：黏土砖、瓦、空心砖、建筑陶瓷 玻璃：窗用玻璃、安全玻璃、特种玻璃 胶凝材料：石灰、石膏、水玻璃、各种水泥 混凝土及砂浆：普通混凝土、轻混凝土、特种混凝土、各种砂浆 硅酸盐制品：粉煤灰砖、灰砂砖、硅酸盐砌块 绝热材料：石棉、矿棉、玻璃棉、膨胀珍珠岩
		金属材料	黑色金属：生铁、碳素钢、合金钢 有色金属：铝、锌、铜及其合金
	有机材料	植物质材料	木材、竹材、软木
		沥青材料	石油沥青、煤沥青、沥青防水制品
		高分子材料	塑料、橡胶、涂料、胶粘剂
	复合材料	无机非金属材料与有机材料的复合	聚合物混凝土、沥青混凝土、水泥刨花板、玻璃钢

2) 无机材料

这是以无机物质为主构成的材料。无机材料中又包括金属材料(如各种钢材、铝材、铜材等)和非金属材料(如天然石材、水泥、石灰、石膏、陶瓷、玻璃与其他无机矿物材料及其制品等)。与有机材料相比,无机材料具有不老化、不燃烧、组分构成相对稳定等一系列特性,但其物理力学性能受构成成分与结构的影响,差别很大。

3) 复合材料

这是以两种或两种以上不同类别的材料按照一定组成结构所构成的材料。复合材料往往在制造时对其组成和结构进行优化,以克服单一材料的某些弱点而发挥其复合后材料在某些方面的综合优异特性,从而满足建筑工程对材料性能更高的要求。因此,复合材料已成为目前土木工程中应用最多的材料。

根据其构成不同,复合材料又可分为有机-有机复合材料(如复合木地板、橡胶改性沥青、树脂改性沥青);有机-无机复合材料(如沥青混合料、聚合物混凝土、金属增强塑料、金属增强橡胶、玻璃纤维增强塑料等复合材料);金属-无机非金属复合材料(如钢筋混凝土、钢纤维混凝土、夹丝玻璃、金属夹芯复合板);无机非金属-无机非金属复合材料(如玻璃纤维增强石膏、玻璃纤维增强水泥、普通混凝土与砂浆等)。

2. 根据在建筑物上的使用功能分类

1) 结构材料

这是在建筑工程中主要起承受荷载作用的材料。结构材料是建筑工程中最重要的材料,常应用于工程的主体部位,如结构物的基础、梁、板、柱等。材料的物理力学性能是建筑工程对结构材料所要求的主要技术性能,这些性能的优劣决定了工程结构的安全性与使用的可靠性。

2) 其他功能材料

这是在工程中主要起其他作用的材料。如围护材料、防水材料、装饰材料、保温隔热

材料等。这些功能材料的选择与使用是否科学合理,往往决定了工程使用的可靠性、适用性以及美观性等。

3. 按使用部位分类(见表 0-2)

建筑工程的不同部位,各自的技术指标要求可能不同,对所使用材料的主要性能要求就会有所差别。按照使用部位区分,主要有结构材料、墙体材料和建筑功能材料等。

表 0-2 建筑材料的分类(2)

建 筑 材 料	建筑结构材料	砖混结构:石材、砖、水泥混凝土、钢筋 钢木结构:建筑钢材、木材
	墙体材料	砖及砌块:普通砖、空心砖、硅酸盐砖及砌块 墙板:混凝土墙板、石膏板、复合墙板
	建筑功能材料	防水材料:沥青及其制品 绝热材料:石棉、矿棉、玻璃棉、膨胀珍珠岩 吸声材料:木丝板、毛毡、泡沫塑料 采光材料:窗用玻璃 装饰材料:涂料、塑料装修材料、铝材

0.2 建筑材料对建设工程的影响

建筑物形成的过程,主要是根据材料性能而设计成适当的结构形式,并按照设计要求将材料进行构筑或组合的过程。在此过程中,材料的选择是否正确,材料的使用是否科学,材料的构筑或组合是否合理,不仅直接决定了建筑物的质量或使用性能,也直接影响着工程的成本。因此,建筑材料的性能直接决定了工程的设计方法和准则,也决定着工程的建造技术与构筑方式,对建设工程的各方面都具有重要的影响。

1. 材料对建筑工程质量的影响

质量是建筑工程建设中追求的首要目标,而工程质量的优劣与所用材料的质量水平以及使用的合理与否具有直接的关系。通常,材料的品种、组成、构造、规格及使用方法等对建筑工程的结构安全性、坚固耐久性及适用性等工程质量指标都有直接的影响。工程实践表明,从材料的选择、生产、使用、检验评定,到材料的贮运、保管等环节都必须做到科学合理;否则,任何环节的失误都可能造成工程的质量缺陷,甚至是重大质量事故。国内外建筑工程的重大质量事故多与材料的质量不良或使用不当有关。

鉴于建筑材料品种繁多、构成和性质复杂、使用环境多变等方面的特点,在工程建设中要获得高质量的建筑物,就必须准确熟练地掌握有关材料的知识,能够正确地选择和使用材料。此外,工程建设的许多质量信息都是通过材料的表现来传递的,通常是根据对材料在工程中性能表现的评价,来客观地评定工程的质量状态。

2. 材料对建筑工程造价及资源消耗的影响

在一般建筑工程的总造价中,与材料直接有关的费用占 50% 以上。在工程建设过程

中,材料的选择、使用与管理是否合理,对其工程成本的影响很大。在有些工程或工程的某些部位,可选择材料品种很多,即使同一种材料也可以采用多种不同的使用方法。虽然采用不同的材料或不同的使用方法,它们在工程中最终所体现的效果相近,但是所需要的成本以及所消耗的资源或能源差别可能很大。因此,正确掌握并准确熟练地应用建筑材料知识,可以通过优化选择和正确使用材料,充分利用材料的各种功能,在满足工程各项使用要求的条件下,降低材料的资源消耗或能源消耗,节约与材料有关的费用。因此,从工程技术经济及可持续发展的角度来看,正确选择和使用材料,对于创造良好的经济效益与社会效益具有十分重要的意义。

3. 材料对建筑工程技术的影响

建筑工程建设过程中,工程的设计方法、施工方法往往都与材料密切相关,材料的性能直接决定了工程所采用的结构形式、使用方法或操作技术工艺等。通常情况下,结构设计形式或设计方法的变革都必须以适应和充分发挥材料的性能为前提。在施工过程中,最大程度的实现设计意图,就必须选择最适当的材料品种与规格,并结合所选材料的特性,确定最佳的使用方法或工艺,以便最大程度的满足人们对工程性能的要求。因此,对某一具体的工程来说,采用性能不同的材料,就可能决定了不同的最佳施工工艺与方法;相反,若材料性能得不到充分发挥或使用方法不当,也会妨碍施工技术优势的发挥。实际上,工程施工过程中,许多技术问题的解决或问题的突破往往依赖于材料问题的解决。

从建筑工程发展的历史来看,材料品种或性能的变迁,往往是建筑工程技术发展动力和变革工程建造方法的基础。新的建筑材料的出现,也会使工程设计方法及施工技术产生显著的变革或进步。在现代建筑工程建设中;所用材料品种更是决定工程结构设计理论和施工技术水平的最主要因素之一。

0.3 建筑材料发展概况

在人类建筑历史的发展进程中,材料往往成为一个时代的标志。随着人类文明及科学技术的不断进步,建筑材料也在不断进步与更新换代。

在上古时期,人类居住于天然山洞或树巢中,以后逐步采用黏土、石块、木材等天然材料建造房屋。一万八千年前的北京周口店龙骨山山顶洞人,仍是住在天然岩洞里。在距今约六千年的西安半坡遗址,已经采用木骨架泥墙建房,并发现有制陶窑场。河南安阳的殷墟,是商朝后期的都城(约公元前 1401~公元前 1060),建筑技术水平有了明显提高,并有制陶、冶铜作坊,青铜工艺也已相当纯熟。烧土瓦在西周(公元前 1060~公元前 711)早期的陕西凤雏遗址中已有发现,并有了在土坯墙上采用三合土(石灰、黄砂、黏土混合)抹面。说明我国劳动人民在三千年前已能烧制石灰、砖瓦等人造建筑材料,冶铜技术亦相当纯熟。到战国时期(公元前 475~公元前 221),筒瓦、板瓦已广泛使用,并出现了大块空心砖和墙壁装修用砖。欧洲于公元前 2 世纪已有用天然火山灰、石灰、碎石拌制天然混凝土用于建筑,直到 19 世纪初,才开始采用人工配料,再经煅烧、磨细制造水泥,由于它凝结后与英国波特兰岛的石灰石颜色相似,故称波特兰水泥(即我国的硅酸盐水泥)。此项发明于 1824 年由英国人阿斯普定(J. Aspdin)取得专利权,并于 1925 年用于修建泰晤士

河水下公路隧道工程。钢材在建筑中的应用也是 19 世纪中叶的事。1850 年法国人朗波制造了第一只钢筋混凝土小船, 1872 年在纽约出现了第一所钢筋混凝土房屋。水泥和钢材这两种新材料的问世, 为后来建造高层建筑和大跨度桥梁提供了物质基础。

新中国成立前我国建筑材料工业发展缓慢, 19 世纪 60 年代在上海、汉阳等地相继建成炼铁厂, 1867 年建成上海砖瓦锯木厂, 1882 年建成中国玻璃厂, 1890 年建成我国生产水泥的第一家工厂——唐山水泥厂。

新中国成立以后, 为适应大规模经济建设的需要, 建材工业迅速发展。尤其自改革开放以来, 为满足现代工程建设的需要, 一些特殊功能(如保温、隔热、吸声、防水、耐火等)建筑材料也应运而生。近年来为适应现代建筑装修的需要, 玻璃、陶瓷、塑料、铝合金、铜合金等建筑装饰材料更是层出不穷。

随着建筑材料生产和应用的发展, 建筑材料科学也已形成一门独立的新学科。采用现代的电子显微镜、X 衍射分析等先进仪器设备, 可从微观和宏观两方面对材料的形成、组成、构造与材料性能之间的关系及其规律性和影响因素等进行研究。应用现代技术已可以按指定性能来设计和制造某些材料, 以及对传统材料按要求进行各种改性。预期在不久的将来, 将会研制出更多高级的新型多功能建筑材料。

建筑材料工业的发展, 关系到国民经济各个部门的建设速度和生产规模, 而且直接影响人民居住条件的改善与提高。在建筑工程中, 建筑材料费用一般要占建筑总造价的 50% 左右, 有的高达 70%。可见, 建筑材料的研制与应用, 意义十分重大。建筑材料工业是重要的原材料工业, 在我国现代化建设中, 是一个必须先行的行业。

在现代建筑工程建设中, 尽管传统的土、石等材料仍在基础工程中广泛应用, 砖瓦、木材等传统材料在工程的某些方面应用也很普遍, 但是, 这些传统的材料在建筑工程中的主导地位已逐渐被新型材料所取代。目前, 钢材、钢筋混凝土已是不可替代的结构材料。新型合金、陶瓷、玻璃、化学有机材料及其他人工合成材料、各种复合材料等在建筑工程中已占有越来越重要的地位。

从建筑材料性能改进方面来看, 与以往相比, 建筑材料的物理力学性能已经获得明显的改进与提高, 应用范围也有明显的变化。例如, 与 20 世纪 70 年代相比, 水泥和混凝土的强度、耐久性及其他功能均有显著的改善。随着现代陶瓷与玻璃的性能改进, 其应用范围与使用功能已经大大拓宽。此外, 随着技术的进步, 传统材料的应用方式也发生了较大的变化, 现代施工技术与设备的应用也使得材料在工程中的性能表现比以往更好, 这些进步为现代建筑工程的发展奠定了良好的基础。

尽管目前建筑工程材料在品种与性能方面已有很大的进步, 但是与人们对材料的期望相比还有较大的差距。

首先, 从其来源来看, 鉴于建筑工程材料的用量太大, 尤其是经过长期使用的不断消耗, 单一品种或数个品种的原材料来源已不能满足其持续不断的需求。尤其是发展到今天, 以往大量采用的木材、黏土砖瓦和天然石材等已经为社会的可持续发展造成了沉重的负担。其次, 由于人们对于各种建筑物性能要求的不断提高, 传统材料的性能也越来越难以满足建筑工程发展的要求。为此, 以天然材料为主导材料的时代即将结束, 取而代之的将是各种人工材料, 这些人工材料将会向着再生化、多元化, 利废化、节能化和绿色化等方向发展。

从建筑工程技术水平的发展方面来看, 对材料技术性能的要求越来越高, 所要求的技术指标也越来越多, 需要具有多功能、高性能等综合性能优良的材料。未来建筑材料应该

向着轻质高强、高耐久性、良好的工艺性、多功能以及智能化等方向发展。

从建筑材料使用方式的变化来看,为满足现代建筑工程结构性能和施工技术的要求,材料的使用必然向着机械化与自动化的方向发展,材料的供应向着成品或半成品的方向延伸。例如,水泥混凝土等结构材料向着预制化和商品化的方向发展。

此外,材料的加工、储运,使用及其施工操作的机械化、自动化水平也在不断提高,劳动强度逐渐下降。这不仅改变着材料在使用过程中的使用方式,也在逐渐改变人们对于建筑工程及其材料的认识观念。

随着科学技术的发展,学科的交叉及多元化产生了新的技术和工艺。这些前沿的技术、工艺越来越多地应用于建筑材料的研制开发,使得建筑材料的发展日新月异。不仅材料原有的性能,如耐久性能、力学性能等得到了提高,而且实现了建筑材料在强度、节能、隔音、防水、美观等方面多功能的综合。同时,社会发展对建筑材料的发展提出了更高的要求,可持续发展理念已逐渐深入到建筑材料之中,具有节能、环保、绿色和健康等特点的建筑材料应运而生。建筑材料向着追求功能多样性、全寿命周期经济性以及可循环再生利用性等方向发展。

高性能建筑材料是指比现有材料的性能更为优异的建筑材料。例如:轻质、高强、高耐久性、优异装饰性和多功能的材料,以及充分利用和发挥各种材料的特性,采用复合技术,制造具有特殊功能的复合材料。

随着居住理念的改变,人们对建筑功能的要求日趋多样性。建材作为建筑的基本元素,必须适应这一发展要求,除具备基本性能之外,还应具备绿色健康、节能省耗、适宜舒适等多样性功能。

绿色建筑材料又称生态建筑材料或健康建筑材料。它是指生产过程中不使用有害和有毒物质,产品设计应是以改善生活环境、提高生活质量为宗旨,以及产品可循环再利用,无污染环境的废弃物。绿色建材是既能满足可持续发展之需,又做到发展与环保统一;既满足现代人需要、安居乐业、健康长寿,又不损害后代人利益的一种材料。因此,绿色建材已成为世界各国 21 世纪建材工业发展的战略重点。

建筑物的节能是世界各国建筑学、建筑技术、材料学和相应空调技术研究的重点和方向。日前我国已经制定出了相应的建筑节能设计标准,并对建筑物的能耗做出了相应的规定,从而使建筑节能材料广泛应用于建筑物的围护结构,包括加气混凝土砌块、保温砂浆、聚氨酯泡沫塑料、聚苯乙烯泡沫板、聚乙烯泡沫塑料、硬质聚氨酯防水保温材料、玻璃纤维增强水泥制品、外挂保温复合墙、膨胀珍珠岩、防水保温双功能板、中空玻璃、塑铝窗、玻璃钢、真空玻璃等。

舒适性建材指能够利用材料自身的性能自动调节室内温度和湿度来提高室内舒适度的建筑材料。室内温度是衡量舒适程度的指标之一,调温材料是利用相变材料在相变点附近低于相变点吸热,高于相变点放热的性质,将能量储存起来,达到节能调温的目的。湿度是衡量舒适程度的另一个重要指标,调湿材料主要有木纤维、天然吸湿性材料(如石膏)、天然多孔矿物材料(如硅藻土、蛭石、海泡石等)和其他多孔材料等。

建筑材料全寿命周期经济性就是指建筑材料从生产加工、运输、施工、使用到回收全寿命过程的总体经济效益,用最低的经济成本达到预期的功能。自重轻材料、高性能材料以及地产材料等是目前的发展趋势。

0.4 建筑材料技术标准简介

建筑材料的技术指标决定于材料的组成与结构,而且形成于生产、储运、使用等过程中。正确地选择和使用质量合格的材料,不仅要熟悉工程对其质量的具体要求,而且要了解材料的质量形成过程,并且正确掌握检测或鉴别材料质量的方法。为了在土木工程建设过程中做好工程质量管理,还应正确掌握与应用材料的技术标准。

标准就是对重复性事物和概念所做的统一规定,它以科学技术和实践经验的综合成果为基础,经有关方面协商一致,由主管机构批准,以特定形式发布,作为共同遵守的准则和依据。简而言之,技术标准就是对某项技术或产品所实行统一规定技术指标的要求。任何产品的技术指标只有在符合相关标准要求的条件下才允许使用。建筑材料的技术标准是评定工程中所使用材料质量的依据。为在工程实际中正确地选择、验收并使用材料,必须掌握材料的技术标准。

依据不同的适用范围,目前我国现行最常用的标准有以下三大类:

第一类是国家标准,国家标准有强制性标准(代号 GB)和推荐性标准(代号 GB/T)。强制性标准是全国必须执行的技术指导文件,产品的技术指标都不得低于标准中的规定要求。如《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB 175—1999)中,“GB”为国家标准的代号;“175”为标准编号,“1999”为标准颁布年代号,“硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥”为该标准的产品(技术)名称。推荐性标准在执行时也可采用其他标准。如《建筑用砂》(GB/T 14684—2001),表示建筑用砂的国家推荐性标准,标准代号为 14684,颁布年份为 2001 年。此外,与建筑材料有关的国家标准还有工程建设国家标准(GBJ)和中国工程建设标准化协会标准(CECS)。

第二类是行业标准,它是由某一行业制定并在本行业内执行的标准。如《混凝土路面砖》(JC/T 446—2000),“JC/T”为建材颁布标准的行业代号(此产品为推荐性标准);“446”为该产品的二级类目顺序号,颁发年份为 2000 年。

第三类是企业标准,它是由企业制定并经有关部门批准的产品(技术)标准。企业标准的代号为“Q/”,其后分别为企业代号、标准顺序号、制定年代号,根据国家标准法规定,对同一产品或技术,其企业标准的技术指标要求不得低于国家标准或行业标准。

此外,目前我国某些地区针对有些产品(技术)还有地方标准,它是由地方制定并在本地统一执行的标准,其代号为“地方标准代号、标准顺序号、制定年代号、产品(技术)名称”。

工程中还可能采用其他国外的技术标准,如国际标准(代号 ISO)、美国国家标准(ANS)、美国材料与试验学会标准(ASTM)、英国标准(BS)、德国工业标准(DIN)、日本工业标准(JIS)、法国标准(NF)等。

0.5 建筑材料课程的性质、目的、任务和学习方法

本课程具有内容繁杂、涉及面广、理论体系不够完善等特点,学生在初学时要正确理解与全面掌握这些知识的难度较大。因此,在理论学习方面,应在首先掌握材料基本性质和相关理论的基础上,再熟悉常用材料的主要性能、技术标准及应用方法。