

高等职业教育土建专业系列教材

丛书主编 徐占发
本册主编 李文利

建筑材料

JIANZHU CAILIAO

中国建材工业出版社

高等职业教育土建专业系列教材

建 筑 材 料

主 编 李文利

副主编 柴文革 芦笑梅

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑材料/李文利主编. —北京: 中国建材工业出版社, 2004.8

(高等职业教育土建专业系列教材)

ISBN 7-80159-742-7

I. 建... II. 李... 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 (2004) 第 089187 号

内 容 提 要

本书主要介绍建筑材料的基本理论与基本知识, 以及常用建筑材料和新型建筑材料的基本组成、性质及应用, 主要包括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、钢材、砖石、木材、合成高分子材料、沥青与防水材料、绝热与吸声材料、建筑装饰材料、常用建筑材料的试验方法等。为配合教学, 各章均附有复习思考题与习题。

本书按材料科学体系编排章节, 注重材料性质与材料组成、结构的关系, 并将建筑材料与工程应用紧密联系在一起, 有利于学生加深对建筑材料的基本理论与基本知识的理解与掌握, 全书内容均采用国家或行业最新标准或规范。

本书可用作高等学校土木工程专业教材, 也可作为土木、建筑类其他相关专业教材, 还可作为函授、电大、夜大等土建类专业的教材。此外, 本书还可作为建筑、建材等部门相关科研、设计、施工管理、生产人员参考用书。

建筑材料

主编 李文利

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm × 960mm 1/16

印 张: 27.25

字 数: 512 千字

版 次: 2004 年 8 月第 1 版

印 次: 2004 年 8 月第 1 次

印 数: 1 ~ 3000 册

书 号: ISBN 7-80159-742-7/TU·399

定 价: 40.00 元

网上书店: www.ecool100.com

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 68345931

《高等职业教育土建专业系列教材》编委会

主任: 成运花 北京城市学院教务长、研究员
副主任: 徐占发 北京城市学院教授、土建专业主任
杨文锋 长安大学应用技术学院副教授、副院长
秘书长: 李文利 北京城市学院副教授

委员: (按汉语拼音先后顺序)

包世华 清华大学教授
陈乃佑 北京城市学院副教授
陈学平 北京林业大学教授
成荣妹 长安大学副教授
崔玉玺 清华大学教授
董和平 北京城市学院讲师
董晓丽 北京城市学院讲师
龚伟 长安大学副教授
龚小兰 深圳职业技术学院副教授
姜海燕 北京城市学院讲师
靳玉芳 北京城市学院教授(兼职)
刘宝生 北京交通大学副教授
刘晓勇 河北建材学院副教授
李国华 长安大学副教授
李文利 北京城市学院副教授
栗守余 长安大学副教授
马怀忠 长安大学副教授
田培源 北京城市学院副教授
王茹 北京城市学院副教授
王旭鹏 北京城市学院副教授
杨秀芸 北京城市学院副教授
张保兴 长安大学副教授
张玉萍 河北建材学院副教授

顾问: (按汉语拼音先后顺序)

江见鲸 清华大学教授
罗福午 清华大学教授

序

大力发展高等职业教育,培养一大批具有必备的专业理论知识和较强的实践能力,适应生产、建设、管理、服务岗位等第一线急需的高等职业应用型专门人才,是实施科教兴国战略的重大决策。高等职业院校的专业设置、教学内容体系、课程设置和教学计划安排均应突出社会职业岗位的需要、实践能力的培养和应用型的教学特色。其中,教材建设是基础和关键。

高等职业教育土木建筑专业系列教材是根据最新颁布的国家和行业标准、规范,按照高等职业教育人才培养目标及教材建设的总体要求、课程的教学要求和大纲,由北京城市学院(原海淀走读大学)和中国建材工业出版社组织全国部分有多年高等职业教育教学体会与工程实践经验的教师编写而成。

本套教材是按照3年制(总学时1600~1800)、兼顾2年制(总学时1100~1200)的高职高专教学计划和经反复修订的各门课程大纲编写的。基础理论课程以应用为目的,以必需、够用为度,以讲清概念、强化应用为重点;专业课以最新颁布的国家和行业标准、规范为依据,反映国内外先进的工程技术和教学经验,加强实用性、针对性和可操作性,注意形象教学、实验教学和现代教学手段的应用,并加强典型工程实例分析。

本套教材适用范围广泛,努力做到一书多用,在内容的取舍上既可作为高职高专教材,又可作为电大、职大、业大和函大的教学用书,同时,也便于自学。本套教材在内容安排和体系上,各教材相互之间既是有机联系和相互关联的,又具有其独立性和完整性。因此,各地区、各院校可根据自身的教学特点选用。

北京城市学院是办学较早、发展很快、高职高专办学经验丰富并受到社会好评的一所民办公助高等院校。其中,土建专业是最早设置且有较大社会影响的专业之一,有10多名教学和工程实践经验丰富的双师型教师,出版了一批受欢迎的专业教材。可以相信,由北京城市学院组编、中国建材工业出版社出版发行的这套高等职业教育土建专业系列教材一定能成为受欢迎的、有特色的、高质量的系列教材。

本教材编委会

2003年2月

前 言

建筑材料是工程建设的物质基础。正确评定建筑材料品质,合理使用建筑材料是保证建筑工程质量、降低造价的重要环节。为此,建筑工程设计、施工、管理人员及从事建筑材料生产的工作人员有必要掌握和了解建筑材料性能、应用、质量要求、检验方法等系列知识。本书为高等学校土木工程、工程管理及建筑学等专业的教学用书,亦可供工程技术人员参考。

本教材紧扣国家教委有关工科大专院校技术基础课的基本要求以及土建专业《建筑材料教学大纲》的要求编写。

本书主要介绍建筑材料性质和应用的系统知识,着重阐明建材的基本知识与基本理论,指明本学科的成就及其发展方向,将建筑材料与工程应用紧密联系在一起,注意了与后续专业课的衔接。本书以建筑材料基本性质、水泥、混凝土、建筑钢材、合成高分子材料、沥青及防水材料等为重点,注意反映新型材料的特点,汲取了近年来国内外建筑材料新成就和我国有关新标准、新规范的内容,根据建筑材料教师和工程技术人员的意见,并结合编者多年的教学经验,对传统的建筑材料教科书的结构和内容进行了调整、更新和充实,使之更适合现代土建工程专业学生的知识需求和教学要求。

为了便于学生巩固所学知识,在各章之后附有复习思考题与习题。为了便于使用,将建筑材料试验的内容集中于书后第13章。

本教材由北京城市学院李文利主编,北方工业大学建筑学院柴文革、北京联合大学管理学院芦笑梅为副主编。各章编写人员为:绪论、第1章、第2章、第3章、第7章、第8章、第11章由李文利编写;第4章、第5章、第13章由柴文革编写;第6章、第9章、第10章、第12章由芦笑梅编写。

本书编写承蒙同行们的大力支持和帮助,谨此致以衷心的感谢。由于材料科学发展很快,建筑材料及制品不断推陈出新,行业技术标准有待进一步统一,加之编者水平有限,书中有疏漏和不妥之处,敬请专家、同仁和广大读者不吝指正。

编 者

2004年8月

目 录

绪 论	1
0.1 建筑材料及其在建筑工程中的地位和作用	1
0.2 建筑材料的分类	1
0.3 建筑材料的发展简述	3
0.4 建筑材料的标准化	5
0.5 学习《建筑材料》的目的、任务和基本要求	7
第1章 建筑材料的基本性质	9
1.1 材料的物理性质	9
1.1.1 材料的基本物理参数	9
1.1.2 材料与水有关的性质	14
1.1.3 材料的热工性质	19
1.2 材料的力学性质	22
1.2.1 荷载、应变和应力的概念	22
1.2.2 强度	22
1.2.3 材料的弹性与塑性	26
1.2.4 材料的脆性与冲击韧性	26
1.2.5 材料的硬度、耐磨性	27
1.3 材料的耐久性	28
1.4 材料的装饰性	29
1.5 材料的组成、结构、构造及其对材料性质的影响	30
1.5.1 材料的组成及其对材料性质的影响	30
1.5.2 材料的微观结构及其对材料性质的影响	31
1.5.3 材料的宏观构造及其对材料性质的影响	32
1.5.4 材料的孔结构及其对材料性质的影响	33
复习思考题与习题	34
第2章 气硬性胶凝材料	36
2.1 石膏	36
2.1.1 石膏的原料、生产及品种	36
2.1.2 建筑石膏的凝结与硬化	37

2.1.3 建筑石膏的技术要求	38
2.1.4 建筑石膏的性质与应用	39
2.2 石灰	44
2.2.1 石灰的原料、生产与品种	44
2.2.2 石灰的水化与硬化	45
2.2.3 石灰的技术要求	47
2.2.4 石灰的性质与应用	49
2.3 水玻璃	51
2.3.1 水玻璃的组成	51
2.3.2 水玻璃的硬化	52
2.3.3 水玻璃的性质和应用	52
2.4 菱苦土	53
复习思考题与习题	54
第3章 水泥	55
3.1 硅酸盐水泥	55
3.1.1 硅酸盐水泥的定义、类型及代号	55
3.1.2 硅酸盐水泥原料及生产	56
3.1.3 硅酸盐水泥熟料矿物组成及其特性	57
3.1.4 硅酸盐水泥的水化、凝结硬化	58
3.1.5 硅酸盐水泥的技术要求	63
3.1.6 硅酸盐水泥的性质与应用	71
3.2 掺混合材料的硅酸盐水泥	72
3.2.1 混合材料	72
3.2.2 普通硅酸盐水泥	75
3.2.3 矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥	76
3.2.4 复合硅酸盐水泥	79
3.3 其他品种的水泥	82
3.3.1 白色及彩色硅酸盐水泥	82
3.3.2 道路硅酸盐水泥	84
3.3.3 快硬高强水泥	84
3.3.4 膨胀水泥	88
复习思考题与习题	90
第4章 混凝土	93
4.1 概述	93
4.1.1 混凝土的特点	93

4.1.2	混凝土的分类	94
4.1.3	普通混凝土的组成材料及其作用	94
4.1.4	普通混凝土的基本要求	95
4.2	普通混凝土原材料的技术要求	96
4.2.1	水泥	96
4.2.2	细集料(砂)	96
4.2.3	粗集料(碎石、卵石)	104
4.2.4	集料的含水状态	109
4.2.5	混凝土拌和及养护用水	110
4.3	普通混凝土拌和物的性质	111
4.3.1	和易性的概念	111
4.3.2	和易性的测定	112
4.3.3	流动性(坍落度)的选择	114
4.3.4	和易性的主要影响因素	115
4.3.5	改善和易性的措施	119
4.4	普通混凝土的强度	119
4.4.1	混凝土受压破坏过程及特点	119
4.4.2	混凝土立方体抗压强度及强度等级	121
4.4.3	混凝土轴心抗压强度	122
4.4.4	影响混凝土强度的因素	124
4.4.5	提高混凝土强度的措施	129
4.5	普通混凝土的变形性质	130
4.6	普通混凝土的耐久性	133
4.6.1	混凝土常见的耐久性问题	133
4.6.2	提高混凝土耐久性的主要措施	135
4.7	混凝土的质量控制与评定	137
4.7.1	混凝土强度的正态分布规律	137
4.7.2	混凝土配制强度	140
4.8	普通混凝土配合比设计	141
4.8.1	概述	141
4.8.2	混凝土配合比基本参数的确定	141
4.8.3	混凝土配合比设计的方法与步骤	143
4.8.4	混凝土配合比设计举例	146
4.9	混凝土外加剂	149
4.9.1	减水剂	150

4.9.2 早强剂	153
4.9.3 引气剂	154
4.9.4 防冻剂	155
4.9.5 其他外加剂	157
4.10 混凝土掺和料	159
4.10.1 粉煤灰	160
4.10.2 硅灰	162
4.10.3 矿渣微粉	162
4.11 轻混凝土	163
4.11.1 轻集料混凝土	163
4.11.2 多孔混凝土	169
4.12 其他混凝土	171
4.12.1 防水混凝土	171
4.12.2 耐热混凝土	172
4.12.3 耐酸混凝土	173
4.12.4 流态混凝土与泵送混凝土	173
4.12.5 高强混凝土	174
复习思考题与习题	175
第5章 砂浆	178
5.1 砌筑砂浆	178
5.1.1 砌筑砂浆的组成材料	178
5.1.2 砌筑砂浆的技术性质	180
5.1.3 砂浆配合比设计	183
5.1.4 砂浆配合比设计实例	185
5.1.5 砌筑砂浆的选用	186
5.2 抹灰砂浆	186
5.2.1 普通抹灰砂浆	186
5.2.2 防水砂浆	188
复习思考题与习题	189
第6章 建筑钢材	190
6.1 钢的冶炼、脱氧及分类	190
6.1.1 钢的冶炼、脱氧	190
6.1.2 钢的分类	192
6.2 钢材的主要性能	193
6.2.1 钢材的力学性质	193

6.2.2 钢材的工艺性能	197
6.3 钢的组织及化学成分对钢性能的影响	198
6.3.1 钢的组成	198
6.3.2 化学成分对钢性质的影响	200
6.4 钢材的冷加工和热处理	201
6.4.1 冷加工硬化与时效对钢性质的影响	201
6.4.2 热处理对钢性质的影响	203
6.5 建筑钢材的技术标准与选用	204
6.5.1 钢结构用钢	204
6.5.2 钢筋混凝土结构用钢	212
6.5.3 其他用途用钢及制品	217
6.6 钢材的腐蚀与防止	219
6.6.1 钢材的腐蚀	219
6.6.2 钢材的防锈	219
6.6.3 钢材的保管	220
复习思考题与习题	221
第7章 砖石材料	222
7.1 天然石材	222
7.1.1 岩石的基本知识	222
7.1.2 天然石材的技术性质	224
7.1.3 天然石材产品	227
7.2 烧结砖	227
7.2.1 原料及生产	227
7.2.2 烧结普通砖	229
7.2.3 烧结多孔砖和烧结空心砖	234
复习思考题与习题	237
第8章 木材	239
8.1 木材的分类与构造	239
8.1.2 木材的构造	240
8.2 木材的物理力学性质	242
8.2.1 木材的物理性质	242
8.2.3 木材的强度	244
8.3 木材的等级与综合利用	248
8.3.1 木材的等级	248
8.3.2 木材的综合利用	248

8.4 木材的防腐与防火	250
8.4.1 木材的腐朽与防腐	250
8.4.2 木材的防火	251
复习思考题与习题	254
第9章 合成高分子材料	256
9.1 合成高分子材料基本知识	256
9.1.1 合成高分子材料的一些基本概念	256
9.1.2 合成高分子材料的分类	257
9.1.3 合成高分子材料的应用	258
9.2 塑料	258
9.2.1 塑料的基本组成及分类	258
9.2.2 塑料的主要特性	260
9.2.3 建筑塑料的常用品种	261
9.2.4 建筑塑料制品的应用	265
9.2.5 塑料制品的保管	267
9.3 合成橡胶	268
9.4 胶粘剂	270
9.4.1 胶粘剂的组成及分类	270
9.4.2 胶粘剂的基本要求和胶粘机理	271
9.4.3 建筑常用的胶粘剂	271
复习思考题与习题	273
第10章 沥青材料及防水材料	274
10.1 沥青材料	274
10.1.1 石油沥青	274
10.1.2 改性沥青	281
10.1.3 沥青防水材料	284
10.2 防水材料	289
10.2.1 合成高分子防水卷材	290
10.2.2 合成高分子新型防水涂料	296
10.2.3 新型建筑密封材料	299
10.2.4 刚性防水材料	303
复习思考题与习题	306
第11章 建筑装饰材料	307
11.1 建筑装饰材料的分类	307
11.1.1 按使用部位分类	307

11.1.2 按化学成分分类	308
11.1.3 按燃烧性能分类	308
11.1.4 按用途分类	308
11.1.5 按材料性状分类	308
11.2 无机非金属装饰材料	309
11.2.1 天然石材	309
11.2.2 建筑陶瓷	313
11.2.3 建筑玻璃	318
11.3 金属装饰材料	325
11.3.1 不锈钢	325
11.3.2 铝合金	325
11.4 合成高分子装饰材料	327
11.4.1 塑料制品	327
11.4.2 建筑涂料	334
11.5 木质装饰材料	337
11.5.1 木材的装饰特性	337
11.5.2 常用木质装饰制品	337
11.6 竹质装饰材料	342
11.6.1 竹木胶合板	342
11.6.2 竹地板	342
复习思考题与习题	343
第 12 章 绝热材料及吸声材料	344
12.1 绝热材料	344
12.1.1 绝热材料的基本性能	344
12.1.2 常用绝热材料和使用功能	345
12.2 吸声材料	357
12.2.1 材料的吸声性能和基本要求	357
12.2.2 常用的吸声材料	358
12.2.3 隔声材料	360
复习思考题与习题	361
第 13 章 建筑材料试验	362
13.1 概述	362
13.1.1 建筑材料试验目的	362
13.1.2 试验态度	362
13.1.3 试验过程	362

13.2 建筑材料基本性质试验	363
13.2.1 材料密度的测定	363
13.2.2 材料体积密度的测定	364
13.2.3 材料孔隙率的计算	366
13.2.4 材料吸水率的测定	366
13.3 水泥试验	367
13.3.1 水泥试验的一般规定	367
13.3.2 水泥细度检验	367
13.3.3 水泥标准稠度用水量测定	368
13.3.4 水泥凝结时间测定	370
13.3.5 水泥体积安定性检验	372
13.4 混凝土集料试验	377
13.4.1 细集料——砂试验	377
13.4.2 粗集料——碎石或卵石试验	381
13.5 混凝土配合比设计试验	385
13.5.1 混凝土拌和物和易性、体积密度及混凝土强度试验	386
13.5.2 混凝土配合比设计作业	390
13.6 建筑砂浆试验	392
13.6.1 砂浆拌和物取样及试样拌和	393
13.6.2 砂浆稠度试验	393
13.6.3 砂浆分层度试验	394
13.6.4 砂浆抗压强度试验	395
13.7 钢筋试验	396
13.7.1 钢筋取样与验收规则	396
13.7.2 钢筋拉伸试验	397
13.7.3 钢筋冷弯试验	399
13.7.4 钢筋冷拉、时效后的拉伸试验	400
13.8 烧结普通砖试验（烧结普通砖强度等级的确定）	402
13.8.1 取样方法	402
13.8.2 抗压强度试验	402
13.8.3 尺寸偏差与外观质量检验	403
13.9 木材试验	405
13.9.1 木材试验的一般规定	405
13.9.2 木材含水率测定	405
13.9.3 木材顺纹抗拉强度试验	406

13.9.4	木材顺纹抗压强度试验	407
13.9.5	木材抗弯强度试验	407
13.9.6	木材顺纹抗剪强度试验	408
13.9.7	木材标准含水率强度换算	409
13.9.8	木材试验结果评定	409
13.10	石油沥青试验	410
13.10.1	试验目的及取样方法	410
13.10.2	针入度测定	410
13.10.3	延度测定	411
13.10.4	软化点测定	413
13.10.5	试验结果评定	415
参考文献		416

绪 论

0.1 建筑材料及其在建筑工程中的地位和作用

建筑材料是构成建筑工程结构物的各种材料之总称。建筑材料是建筑工程不可缺少的物质基础。

建筑工程关系到人类活动非常广泛的领域,涉及人类生活、生产、教育、医疗、宗教等诸多方面。而所有建筑物或构筑物都是由建筑材料构成,建筑材料的品种、规格、性能、质量及经济性直接影响或决定着建筑结构的形式、建筑物的造型以及建筑物的功能、适用性、艺术性、坚固性、耐久性及经济性等,并在一定程度上影响着建筑材料的运输、存放及使用方式,也影响着建筑施工方法。没有建筑材料就没有建筑工程,也就没有人类文明的发展和进步。

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。建筑工程中许多技术问题的突破和创新,往往依赖于建筑材料性能的改进与提高。而新的建筑材料的出现,又促进了建筑设计、结构设计和施工技术的发展,也使建筑物的功能、适用性、艺术性、坚固性和耐久性等得到进一步的改善。如钢材和钢筋混凝土的出现产生了钢结构和钢筋混凝土结构,使得高层建筑和大跨度建筑成为可能;轻质材料和保温材料的出现对减轻建筑物的自重,提高建筑物的抗震能力,改善工作与居住环境条件等起到了十分有益的作用,并推动了节能建筑的发展;新型装饰材料的出现使得建筑物的造型及建筑物的内外装饰焕然一新,生气勃勃。因此,建筑材料是加速建筑革新的一个重要因素。

建筑材料的用量很大,其经济性直接影响着建筑物的造价。在任何一项建筑工程中,用于建筑材料的费用都占相当大的比重。在我国的一般工业与民用建筑中,建筑材料的费用约占总造价的 50%~60%,而装饰材料又占其中的 50%~80%。因此,正确选用材料,对于节省工程造价具有重要的实际意义。

0.2 建筑材料的分类

建筑材料的发展跨越漫长的社会生产实践和科学研究过程,已形成了一个庞大的、品种繁多、组分各异、用途不同的材料体系。由于建筑材料的种类很多,为了研究和使用的方便,可从不同角度对其进行分类。

1. 按材料的化学组成分类

这是建筑材料最常见的分类方法，方便学习、记忆和掌握建筑材料的基本知识和基本理论。按材料的化学组成可将建筑材料分为无机材料、有机材料、复合材料三大类。见表 0-1。

复合材料是由两种或两种以上不同性能的材料，经恰当组合为一体的材料。复合材料可以克服单一材料的弱点，而发挥其综合的复合特性。通过复合手段，材料的各种性能，都可以按照需要进行设计。复合化已成为当今材料科学发展的趋势。

表 0-1 建筑材料的分类

材料类别				举 例	
无机材料	金属材料	黑色金属		钢、铁	
		有色金属		铝及铝合金、铜及铜合金等	
	非金属材料	天然石材		花岗岩、石灰岩、大理岩、砂岩、玄武岩等	
		烧结及熔融制品		烧结砖、陶瓷、玻璃、铸石、岩棉等	
		胶凝材料	水硬性胶凝材料		各种水泥
			气硬性胶凝材料		石灰、石膏、水玻璃、菱苦土
		人造石状物		水泥混凝土、轻集料混凝土	
		硅酸盐制品		灰砂砖、加气混凝土	
有机材料	植物材料		木材、竹材及其制品		
	合成高分子材料		塑料、涂料、胶粘剂、密封材料		
	沥青材料		石油沥青、煤沥青及其制品		
复合材料	无机材料基复合材料		钢筋混凝土、水泥刨花板、聚苯乙烯泡沫混凝土		
	有机材料基复合材料		沥青混凝土、聚合物混凝土、玻璃纤维增强塑料(玻璃钢)、胶合板、竹胶板、纤维板		

2. 按建筑材料的功能分类

此种分类方式便于工程技术人员选用建筑材料，因此各种材料手册均按此分类。根据材料在建筑物中所起的作用不同可将材料分为：

(1) 承重材料。指承重（受力）结构构件所用材料。如梁、板、柱等所用的钢筋混凝土材料。

(2) 围护材料。建筑外围护所用的材料，有承重和非承重围护材料之分。如墙体和屋顶所用的混凝土、各种砌块等。

(3) 建筑功能材料。改善建筑功能的非承重材料，又可分为：

1) 装饰装修材料 为适应现代建筑装饰装修所需的材料等。如各种灰浆、