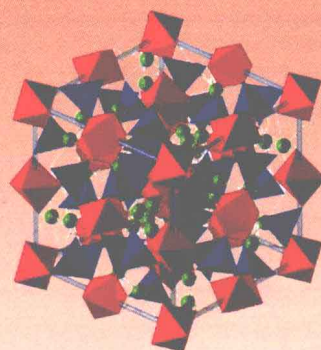


WUTP

普通高等学校材料科学与  
工程类专业新编系列教材

# 建筑材料科学

钱觉时 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

# 建筑材料学

主 编 钱觉时

副主编 马一平 余其俊

Wuhan University of Technology Press

武汉理工大学出版社

## 【内容简介】

《建筑材料学》是全国无机非金属材料教学指导委员会确定的、针对建筑材料与制品专业方向的普通高等学校教材。本书主要介绍建筑结构材料的基本理论和基本知识,着重介绍水泥、混凝土等无机非金属材料,同时也介绍用于改性、增强、胶结作用的金属材料 and 有机材料。全书共分五篇 17 章,第一篇概论部分包括建筑材料学概述、建筑材料学基础等 2 章;第二篇胶凝材料部分包括气硬性无机胶凝材料、通用硅酸盐水泥、特种水泥、沥青等 4 章;第三篇混凝土及砂浆部分包括混凝土组成材料、普通混凝土、建筑砂浆、沥青混凝土和特种混凝土等 5 章;第四篇岩土及其制品部分包括石材、土、烧结制品和熔融制品等 4 章;第五篇增强改性材料包括钢筋、其他增强改性材料等 2 章,最后还介绍了 10 个基本试验。

本书可作为高等学校无机非金属材料专业的教材,也可供土木工程专业和其他相关专业教学参考,还可供从事建筑材料、土木工程的技术人员阅读。

## 图书在版编目(CIP)数据

建筑材料学/钱觉时主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2007.4

ISBN 978-7-5629-2527-9

I. 建… II. 钱… III. 建筑材料 IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 044344 号

## 【主编简介】

钱觉时(Jueshi Qian),安徽桐城人,1962年生,现为重庆大学教授,材料科学与工程、环境工程专业博士生导师,霍英东教育基金获得者。先后在南开大学、重庆大学、同济大学和美国宾州大学学习,1992年获得博士学位,1995年被破格晋升为教授,1997年被遴选为博士生导师。历任《重庆建筑大学学报》、《中国科学》、《科学通报》、《建筑材料学报》、《粉煤灰综合利用》、《混凝土与水泥制品》、《重庆大学学报》、《混凝土》等杂志的特邀编辑或编委。主要研究方向为混凝土材料、新型建筑材料、固体废弃物处置与资源化。

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:安陆鼎鑫印务有限责任公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:25.00

字 数:640 千字

版 次:2007 年 3 月第 1 版

印 次:2007 年 3 月第 1 次印刷

印 数:1~3000 册

定 价:35.00 元

# 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

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 雷绍锋

委 员（以姓氏笔画为序）：

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 万发荣 | 马保国 | 王国梅 | 王培铭 | 文梓芸 |
| 水中和 | 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 |
| 吴建锋 | 陈 文 | 杨长辉 | 姜洪舟 | 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

## 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培养目标和教学要求,从整体上考虑材料科学与工程专业的课程设置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合后,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的教材建设贡献微薄之力,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

# 前 言

本课程是无机非金属材料专业——建筑材料与制品方向的主干专业基础课。课程的目的是使学生获得有关建筑材料的基本理论、基本知识和基本技能,为学习其他专业课程提供建筑材料的基础知识,并为今后能够合理选用建筑材料、正确使用建筑材料、研究与开发建筑材料打下理论基础。

本书的内容和章节安排力求有比较大的变化,同时也考虑到与本系列教材其他课程的衔接。本书主要介绍建筑结构材料,包括用于承载结构和围护结构的材料,不涉及其他功能的建筑材料,着重介绍水泥、混凝土等无机非金属材料。由于工程需要,通常这些材料在实际应用中都采用了复合的方式,因此这本教材中虽然主要介绍无机非金属材料,但也涉及金属材料和有机材料,不过这些材料主要用作增强、改性或胶结。本书还增加了有关土的章节,以满足当前工程的需要。本书在保证系统性和普适性的基础上,力求反映最新的研究成果,书中一些新的观点和新的概念,一部分来自编者的认识与思考,另一部分来源于其他研究者的研究成果。

本书由重庆大学钱觉时教授主编,同济大学马一平教授和华南理工大学余其俊教授担任副主编。全书共分17章,其中第1、2章由重庆大学钱觉时编写,第3、4、5章由武汉大学李北星和华南理工大学余其俊编写,第6、7、8、9、10、11章由同济大学马一平、王劲和重庆大学王智编写,第12、13、14、15章由重庆大学万朝均编写,第16、17章由重庆大学王智和贵州大学杨敏编写,实验部分由同济大学王劲编写。全书由钱觉时和王智统编。

建筑材料学的内容庞杂,涉及到许多学科或课程,其名词、概念和专业术语较多,且各种建筑材料相对独立。此外公式推导少,而以叙述为主,且许多内容为实践规律的总结。因此其学习方法与力学、数学等完全不同。学习建筑材料时应从以下几个方面来进行:

- (1) 应了解或掌握建筑材料的组成、结构与性质间的关系。
- (2) 运用对比的方法。通过对比各种材料的组成和结构来掌握它们的性质和应用,特别是通过对比来掌握它们的共性和特性。这在学习胶凝材料、混凝土时尤为重要。
- (3) 密切联系工程实际,重视试验课并做好试验。建筑材料学是一门实践性很强的课程,学习时应注意理论联系实际,利用一切机会注意观察周围已经建成的或正在施工的建筑工程,提出一些问题,在学习中寻求答案,并在实践中验证和补充书本所学内容。试验课是本课程的重要教学环节,通过试验可验证所学的基本理论,学会检验常用建筑材料的试验方法,掌握一定的试验技能,并能对试验结果进行正确的分析和判断,这对培养学习与工作能力及严谨的科学态度十分有利。

由于编者水平所限,本书存在很多不足甚至错误之处,恳请各位读者批评指正。

本书的编写引用了大量的参考资料,编写过程中得到全国无机非金属材料专业指导委员会的关心与指导,还得到武汉理工大学出版社和编者所在单位的大力支持,在此一并表示谢意。

编 者

2006年9月

# 目 录

## 第一篇 概 论

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| 1 建筑材料学概述 .....                  | (1)  |
| 1.1 建筑材料的内涵 .....                | (1)  |
| 1.1.1 材料的定义 .....                | (1)  |
| 1.1.2 材料与材料学 .....               | (3)  |
| 1.1.3 建筑材料与建筑材料学 .....           | (5)  |
| 1.2 建筑材料发展简史 .....               | (8)  |
| 1.2.1 原始人群“巢居”与“穴居”时期的建筑材料 ..... | (8)  |
| 1.2.2 天然材料的利用和简单加工 .....         | (8)  |
| 1.2.3 烧土建筑材料的发展 .....            | (9)  |
| 1.2.4 近代建筑材料的发展 .....            | (10) |
| 1.2.5 现代建筑材料 .....               | (12) |
| 1.3 建筑材料的展望 .....                | (13) |
| 1.4 建筑材料的研究内容与研究方法 .....         | (15) |
| 1.4.1 材料研究的内涵 .....              | (15) |
| 1.4.2 材料研究的方法 .....              | (16) |
| 1.4.3 材料现代分析方法 .....             | (17) |
| 1.4.4 建筑材料研究的内涵与方法 .....         | (20) |
| 2 建筑材料学基础 .....                  | (22) |
| 2.1 材料组成与结构 .....                | (22) |
| 2.1.1 材料的组成 .....                | (22) |
| 2.1.2 材料的结构 .....                | (23) |
| 2.2 材料基本物理性质 .....               | (25) |
| 2.2.1 密度、表观密度、堆积密度 .....         | (25) |
| 2.2.2 孔隙特征 .....                 | (27) |
| 2.2.3 材料颗粒特征 .....               | (28) |
| 2.3 力学性质 .....                   | (29) |
| 2.3.1 强度 .....                   | (29) |
| 2.3.2 材料的弹性、塑性、脆性与韧性 .....       | (32) |
| 2.3.3 硬度 .....                   | (34) |
| 2.3.4 材料的粘性、粘弹性 .....            | (35) |
| 2.4 热、声、光、电学性质 .....             | (36) |
| 2.4.1 材料在热作用下的性质 .....           | (36) |

|                   |      |
|-------------------|------|
| 2.4.2 材料的声学性质     | (39) |
| 2.4.3 材料的电学性能     | (40) |
| 2.4.4 材料的光泽与颜色    | (42) |
| 2.5 表面现象          | (43) |
| 2.6 耐久性           | (45) |
| 2.6.1 腐蚀介质的侵蚀     | (45) |
| 2.6.2 老化          | (46) |
| 2.6.3 水作用下材料性质的变化 | (46) |
| 2.7 建筑材料标准与规程     | (48) |
| 2.7.1 有关标准知识      | (48) |
| 2.7.2 建筑材料有关标准和规程 | (49) |
| 思考题               | (51) |

## 第二篇 胶凝材料

|                     |      |
|---------------------|------|
| 3 气硬性无机胶凝材料         | (52) |
| 3.1 石膏              | (52) |
| 3.1.1 石膏胶凝材料的生产     | (52) |
| 3.1.2 建筑石膏          | (53) |
| 3.1.3 高强石膏          | (56) |
| 3.1.4 无水石膏水泥与高温煅烧石膏 | (56) |
| 3.1.5 石膏的耐水性        | (56) |
| 3.2 石灰              | (57) |
| 3.2.1 石灰的生产         | (57) |
| 3.2.2 石灰的熟化与硬化      | (57) |
| 3.2.3 石灰的技术标准       | (58) |
| 3.2.4 石灰的特性与应用      | (59) |
| 3.3 镁质胶凝材料          | (61) |
| 3.3.1 镁质胶凝材料的生产     | (61) |
| 3.3.2 镁质胶凝材料的硬化与特性  | (62) |
| 3.3.3 镁质胶凝材料的应用     | (62) |
| 3.4 水玻璃             | (63) |
| 3.4.1 水玻璃的生产        | (63) |
| 3.4.2 水玻璃的硬化        | (64) |
| 3.4.3 水玻璃的特性与应用     | (64) |
| 思考题                 | (66) |
| 4 通用硅酸盐水泥           | (67) |
| 4.1 水泥的发展及其分类       | (67) |
| 4.2 硅酸盐水泥           | (68) |



|       |                                   |       |
|-------|-----------------------------------|-------|
| 4.2.1 | 硅酸盐水泥的生产                          | (68)  |
| 4.2.2 | 硅酸盐水泥熟料的矿物组成与特性                   | (70)  |
| 4.2.3 | 硅酸盐水泥的水化与凝结硬化                     | (70)  |
| 4.2.4 | 硅酸盐水泥的技术标准                        | (76)  |
| 4.2.5 | 水泥石的腐蚀与防止                         | (79)  |
| 4.2.6 | 硅酸盐水泥的特性、应用与存放                    | (81)  |
| 4.3   | 掺混合材料的硅酸盐水泥                       | (82)  |
| 4.3.1 | 混合材料                              | (82)  |
| 4.3.2 | 普通硅酸盐水泥                           | (85)  |
| 4.3.3 | 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        | (85)  |
| 4.3.4 | 复合硅酸盐水泥                           | (88)  |
|       | 思考题                               | (89)  |
| 5     | 特种水泥                              | (91)  |
| 5.1   | 特种硅酸盐水泥                           | (91)  |
| 5.1.1 | 中热硅酸盐水泥、低热硅酸盐水泥、低热矿渣硅酸盐水泥及低热微膨胀水泥 | (91)  |
| 5.1.2 | 抗硫酸盐硅酸盐水泥                         | (93)  |
| 5.1.3 | 道路硅酸盐水泥                           | (94)  |
| 5.1.4 | 油井水泥                              | (95)  |
| 5.1.5 | 膨胀与自应力硅酸盐水泥                       | (96)  |
| 5.1.6 | 快硬硅酸盐水泥                           | (99)  |
| 5.1.7 | 白色及彩色硅酸盐水泥                        | (99)  |
| 5.2   | 铝酸盐水泥                             | (101) |
| 5.2.1 | 铝酸盐水泥的矿物组成及水化、高温特性                | (101) |
| 5.2.2 | 铝酸盐水泥的技术标准                        | (103) |
| 5.2.3 | 铝酸盐水泥的品种与性能                       | (104) |
| 5.3   | 硫铝酸盐水泥                            | (107) |
| 5.3.1 | 硫铝酸盐水泥的熟料矿物组成                     | (108) |
| 5.3.2 | 硫铝酸盐水泥的品种                         | (108) |
| 5.3.3 | 硫铝酸盐水泥的水化                         | (111) |
| 5.4   | 氟铝酸盐水泥                            | (113) |
| 5.4.1 | 氟铝酸盐水泥的矿物组成                       | (113) |
| 5.4.2 | 氟铝酸盐水泥的水化                         | (114) |
| 5.4.3 | 氟铝酸盐水泥的品种                         | (114) |
| 5.5   | 低熟料和无熟料水泥                         | (116) |
| 5.5.1 | 砌筑水泥                              | (116) |
| 5.5.2 | 石膏矿渣水泥                            | (117) |
| 5.5.3 | 钢渣矿渣水泥                            | (118) |
| 5.5.4 | 碱-矿渣水泥                            | (120) |

|                     |       |
|---------------------|-------|
| 思考题                 | (122) |
| 6 沥青                | (124) |
| 6.1 石油沥青            | (124) |
| 6.1.1 石油沥青的组分与结构    | (124) |
| 6.1.2 石油沥青的技术性质     | (127) |
| 6.1.3 石油沥青分类技术标准与选用 | (131) |
| 6.2 煤沥青             | (134) |
| 6.2.1 煤沥青的组分        | (134) |
| 6.2.2 煤沥青的技术性质与应用   | (135) |
| 6.3 其他沥青            | (135) |
| 6.3.1 乳化沥青          | (135) |
| 6.3.2 改性沥青          | (137) |
| 6.3.3 冷底子油与沥青胶      | (140) |
| 思考题                 | (142) |

### 第三篇 混凝土及砂浆

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 7 混凝土的组成材料             | (144) |
| 7.1 水泥                 | (145) |
| 7.1.1 水泥品种的选择          | (145) |
| 7.1.2 水泥强度等级的选择        | (145) |
| 7.1.3 水泥用量的确定          | (146) |
| 7.2 集料                 | (146) |
| 7.2.1 集料的分类            | (146) |
| 7.2.2 集料的性质            | (147) |
| 7.2.3 人造集料             | (158) |
| 7.2.4 集料的岩相检测          | (158) |
| 7.3 混凝土拌和用水            | (159) |
| 7.4 混凝土外加剂             | (160) |
| 7.4.1 混凝土外加剂的分类及主要技术要求 | (161) |
| 7.4.2 常用外加剂的组成与特性      | (163) |
| 7.5 掺合材料               | (167) |
| 7.5.1 粉煤灰              | (168) |
| 7.5.2 高炉矿渣             | (171) |
| 7.5.3 硅粉               | (172) |
| 7.5.4 其他掺合材料           | (173) |
| 思考题                    | (174) |
| 8 普通混凝土                | (175) |
| 8.1 新拌混凝土的性能           | (175) |

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| 8.1.1 新拌混凝土的流变性 .....            | (175) |
| 8.1.2 新拌混凝土的和易性 .....            | (178) |
| 8.1.3 新拌混凝土的凝结时间 .....           | (182) |
| 8.1.4 新拌混凝土离析和泌水 .....           | (185) |
| 8.1.5 新拌混凝土的温度、含气量、表观密度及测定 ..... | (187) |
| 8.1.6 新拌混凝土的水泥含量、含水量及测定 .....    | (187) |
| 8.1.7 混凝土试件的制备 .....             | (188) |
| 8.2 硬化混凝土性能 .....                | (190) |
| 8.2.1 混凝土的物理性能 .....             | (190) |
| 8.2.2 混凝土的力学性能 .....             | (201) |
| 8.2.3 混凝土的耐久性 .....              | (205) |
| 8.3 配合比设计 .....                  | (207) |
| 8.3.1 混凝土配合比设计的基本要求 .....        | (207) |
| 8.3.2 混凝土配合比设计中的三个参数 .....       | (207) |
| 8.3.3 混凝土配合比设计的步骤 .....          | (207) |
| 8.3.4 掺减水剂混凝土配合比设计 .....         | (213) |
| 8.3.5 粉煤灰混凝土配合比设计 .....          | (214) |
| 8.3.6 配合比设计案例 .....              | (216) |
| 8.4 普通混凝土的质量控制 .....             | (218) |
| 8.4.1 质量控制内容 .....               | (218) |
| 8.4.2 混凝土强度评定 .....              | (219) |
| 思考题 .....                        | (223) |
| 9 建筑砂浆 .....                     | (225) |
| 9.1 砂浆的组成材料 .....                | (225) |
| 9.2 砂浆的技术性质 .....                | (225) |
| 9.2.1 和易性 .....                  | (226) |
| 9.2.2 强度 .....                   | (226) |
| 9.2.3 粘结力 .....                  | (227) |
| 9.2.4 变形性 .....                  | (227) |
| 9.2.5 抗冻性 .....                  | (227) |
| 9.3 砌筑砂浆 .....                   | (227) |
| 9.3.1 组成材料 .....                 | (227) |
| 9.3.2 性能要求 .....                 | (228) |
| 9.3.3 配合比设计 .....                | (228) |
| 9.4 抹面砂浆 .....                   | (230) |
| 9.4.1 组成材料 .....                 | (230) |
| 9.4.2 种类和应用 .....                | (230) |
| 9.5 防水砂浆 .....                   | (230) |
| 9.5.1 普通水泥砂浆 .....               | (230) |

|        |                                   |       |
|--------|-----------------------------------|-------|
| 9.5.2  | 掺外加剂水泥砂浆 .....                    | (231) |
| 9.5.3  | 聚合物水泥砂浆 .....                     | (231) |
|        | 思考题 .....                         | (231) |
| 10     | 沥青混凝土 .....                       | (232) |
| 10.1   | 概述 .....                          | (232) |
| 10.1.1 | 特点 .....                          | (232) |
| 10.1.2 | 分类 .....                          | (232) |
| 10.2   | 沥青混凝土的组成材料 .....                  | (233) |
| 10.2.1 | 沥青 .....                          | (233) |
| 10.2.2 | 粗集料 .....                         | (233) |
| 10.2.3 | 细集料 .....                         | (233) |
| 10.2.4 | 矿粉 .....                          | (233) |
| 10.3   | 沥青混凝土的组成结构 .....                  | (234) |
| 10.3.1 | 悬浮密实结构 .....                      | (234) |
| 10.3.2 | 骨架空隙结构 .....                      | (234) |
| 10.3.3 | 骨架密实结构 .....                      | (234) |
| 10.4   | 沥青混凝土的技术性质 .....                  | (234) |
| 10.4.1 | 高温稳定性 .....                       | (234) |
| 10.4.2 | 低温抗裂性 .....                       | (235) |
| 10.4.3 | 耐久性 .....                         | (235) |
| 10.4.4 | 抗滑性 .....                         | (235) |
| 10.4.5 | 施工和易性 .....                       | (235) |
| 10.5   | 沥青混凝土的技术指标 .....                  | (235) |
| 10.5.1 | 稳定度( $MS$ )与残留稳定度( $MS_0$ ) ..... | (235) |
| 10.5.2 | 流值( $FL$ ) .....                  | (236) |
| 10.5.3 | 空隙率( $VV$ ) .....                 | (236) |
| 10.5.4 | 饱和度( $FVA$ ) .....                | (236) |
| 10.6   | 热拌沥青混凝土的配合比设计 .....               | (237) |
| 10.6.1 | 矿料的配合比设计 .....                    | (237) |
| 10.6.2 | 沥青最佳用量的确定 .....                   | (237) |
|        | 思考题 .....                         | (240) |
| 11     | 特种混凝土 .....                       | (241) |
| 11.1   | 轻混凝土 .....                        | (241) |
| 11.1.1 | 轻集料混凝土 .....                      | (241) |
| 11.1.2 | 多孔混凝土 .....                       | (243) |
| 11.1.3 | 无砂大孔混凝土 .....                     | (243) |
| 11.2   | 高强混凝土 .....                       | (244) |
| 11.3   | 纤维混凝土 .....                       | (245) |
| 11.4   | 抗渗混凝土 .....                       | (245) |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 11.4.1 普通抗渗混凝土·····   | (246) |
| 11.4.2 外加剂抗渗混凝土·····  | (246) |
| 11.4.3 膨胀水泥抗渗混凝土····· | (247) |
| 11.4.4 配合比设计原则·····   | (248) |
| 11.5 聚合物混凝土·····      | (248) |
| 11.5.1 聚合物胶结混凝土·····  | (248) |
| 11.5.2 聚合物浸渍混凝土·····  | (248) |
| 11.5.3 聚合物水泥混凝土·····  | (249) |
| 11.6 泵送混凝土·····       | (249) |
| 11.7 膨胀混凝土·····       | (250) |
| 11.7.1 补偿收缩混凝土·····   | (250) |
| 11.7.2 自应力混凝土·····    | (250) |
| 11.7.3 二者的差异·····     | (251) |
| 11.8 装饰混凝土·····       | (251) |
| 思考题·····              | (252) |

## 第四篇 岩土及其制品

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| 12 石材·····                | (253) |
| 12.1 加工石材的原料——岩石·····     | (253) |
| 12.1.1 岩浆岩·····           | (253) |
| 12.1.2 沉积岩·····           | (253) |
| 12.1.3 变质岩·····           | (253) |
| 12.2 石材的技术性质·····         | (254) |
| 12.2.1 物理性质·····          | (254) |
| 12.2.2 水理性质·····          | (255) |
| 12.2.3 力学性质·····          | (256) |
| 12.2.4 化学性质·····          | (258) |
| 12.3 石材的加工类型、选用原则与防护····· | (259) |
| 12.3.1 砌筑石材·····          | (259) |
| 12.3.2 装饰石材·····          | (259) |
| 12.3.3 颗粒状石材·····         | (260) |
| 12.3.4 防护石材·····          | (260) |
| 12.3.5 用作填料的石材·····       | (260) |
| 12.3.6 石材的选用原则·····       | (260) |
| 12.3.7 天然石材的破坏及其防护·····   | (261) |
| 12.4 常用岩石与石材·····         | (261) |
| 12.4.1 花岗岩·····           | (261) |
| 12.4.2 砂岩·····            | (262) |

|           |               |       |
|-----------|---------------|-------|
| 12.4.3    | 石灰岩           | (263) |
| 12.4.4    | 大理岩           | (263) |
|           | 思考题           | (264) |
| <b>13</b> | <b>土</b>      | (265) |
| 13.1      | 土的组成、结构与构造    | (265) |
| 13.1.1    | 土的颗粒级配和矿物组成   | (265) |
| 13.1.2    | 土的结构和构造       | (268) |
| 13.2      | 土的性质          | (270) |
| 13.2.1    | 土的物理性质        | (270) |
| 13.2.2    | 土的力学性质        | (273) |
| 13.2.3    | 土的水理性质        | (275) |
| 13.3      | 土的加固          | (277) |
| 13.3.1    | 换填加固法         | (277) |
| 13.3.2    | 排水固结法         | (278) |
| 13.3.3    | 强夯加固法         | (278) |
| 13.3.4    | 深层挤密灌注法       | (278) |
| 13.3.5    | 化学加固法         | (278) |
| 13.3.6    | 加筋加固法         | (279) |
|           | 思考题           | (279) |
| <b>14</b> | <b>烧结制品</b>   | (280) |
| 14.1      | 烧结制品的生产原理与过程  | (280) |
| 14.1.1    | 烧结过程          | (280) |
| 14.1.2    | 影响烧结的因素       | (280) |
| 14.1.3    | 烧结制品的生产工艺简介   | (282) |
| 14.2      | 粘土砖、瓦         | (283) |
| 14.2.1    | 基本原料——粘土      | (283) |
| 14.2.2    | 烧结粘土砖         | (284) |
| 14.2.3    | 其他粘土质烧结砖      | (287) |
| 14.2.4    | 烧结空心制品        | (288) |
| 14.2.5    | 烧结粘土瓦         | (290) |
| 14.3      | 其他烧结制品        | (291) |
| 14.3.1    | 建筑陶瓷          | (291) |
| 14.3.2    | 琉璃制品          | (294) |
| 14.3.3    | 陶瓷釉           | (295) |
|           | 思考题           | (295) |
| <b>15</b> | <b>熔融制品</b>   | (296) |
| 15.1      | 熔融制品的生产原理与过程  | (296) |
| 15.1.1    | 熔融与熔体         | (296) |
| 15.1.2    | 由熔融态向玻璃态转化的过程 | (296) |

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 15.2 玻璃            | (297) |
| 15.2.1 玻璃的原材料与生产工艺 | (297) |
| 15.2.2 玻璃的组成、分类    | (298) |
| 15.2.3 玻璃的性质       | (298) |
| 15.2.4 普通平板玻璃      | (299) |
| 15.2.5 深加工玻璃制品及其应用 | (300) |
| 15.3 其他熔融制品        | (307) |
| 15.3.1 釉面玻璃板       | (307) |
| 15.3.2 玻璃棉及其制品     | (308) |
| 15.3.3 铸石          | (308) |
| 15.3.4 微晶玻璃        | (308) |
| 思考题                | (309) |

## 第五篇 增强改性材料

|                   |       |
|-------------------|-------|
| 16 钢筋             | (310) |
| 16.1 钢的冶炼和分类      | (310) |
| 16.1.1 钢的冶炼       | (310) |
| 16.1.2 钢的分类       | (311) |
| 16.2 化学成分对钢材性能的影响 | (312) |
| 16.3 建筑钢材的技术性质    | (313) |
| 16.3.1 力学性能       | (313) |
| 16.3.2 工艺性能       | (315) |
| 16.4 钢材的冷加工与时效    | (315) |
| 16.4.1 冷加工强化      | (315) |
| 16.4.2 时效         | (316) |
| 16.5 钢材的腐蚀与防护     | (317) |
| 16.6 建筑上常用的钢筋及其性能 | (318) |
| 16.6.1 热轧钢筋       | (318) |
| 16.6.2 冷加工钢筋      | (320) |
| 16.7 钢筋的连接        | (322) |
| 16.7.1 钢筋的绑扎搭接    | (322) |
| 16.7.2 钢筋焊接技术     | (323) |
| 16.7.3 钢筋机械连接技术   | (326) |
| 思考题               | (329) |
| 17 其他增强改性材料       | (330) |
| 17.1 水泥基纤维增强材料    | (330) |
| 17.1.1 纤维种类及其特性   | (330) |
| 17.1.2 纤维的增强机理    | (331) |

---

|        |                      |       |
|--------|----------------------|-------|
| 17.1.3 | 水泥基纤维增强材料的特性         | (332) |
| 17.1.4 | 钢纤维混凝土               | (333) |
| 17.1.5 | 玻璃纤维增强混凝土            | (334) |
| 17.1.6 | 聚丙烯纤维混凝土             | (335) |
| 17.2   | 聚合物混凝土               | (337) |
| 17.2.1 | 乳液改性混凝土              | (337) |
| 17.2.2 | 聚合物浸渍混凝土             | (338) |
| 17.2.3 | 聚合物胶结混凝土             | (340) |
| 17.3   | 建筑材料表面改性与防护          | (342) |
| 17.3.1 | 有机硅用于混凝土的改性与表面处理     | (343) |
| 17.3.2 | 有机硅在混凝土表面改性与防护中的作用机理 | (343) |
| 17.3.3 | 有机硅用于混凝土的防护效果        | (343) |
|        | 思考题                  | (344) |
| 试验一    | 基本性质试验               | (345) |
| 试验二    | 水泥试验                 | (349) |
| 试验三    | 混凝土用砂、石试验            | (354) |
| 试验四    | 普通混凝土试验              | (357) |
| 试验五    | 砂浆试验                 | (362) |
| 试验六    | 土工试验                 | (365) |
| 试验七    | 钢筋试验                 | (369) |
| 试验八    | 石油沥青试验               | (372) |
| 试验九    | 沥青混合料试验              | (375) |
| 试验十    | 烧结普通砖强度试验            | (379) |
|        | 参考文献                 | (381) |



# 第一篇 概 论

## 1 建筑材料学概述

### 1.1 建筑材料的内涵

#### 1.1.1 材料的定义

在了解建筑材料之前,先来了解什么是材料。

人类赖以生存的有物质、能量和知识,与它们对应的分别有材料、能源和信息。为了对比,可以分别对材料、能源和信息定义如下:

自然界中的物质,可为人类用于制造有用物品的,称为材料。

自然界中的能量,可为人类经济地利用的,称为能源。

人类社会中的知识,需要利用和传播的,称为信息。

材料定义中的“物品”包括食品、衣物和器件,这是广泛的定义;若定义中的物品用器件来置换,便是狭窄的定义。这是材料科学与工程中经常采用的定义。

地球上的资源和能源是有限的,而人口却随着时间的推移不断增加。私有制的出现,材料工业的发达,这些情况促使人们使用更为确切的材料定义:可为人类社会接受的、经济地制造有用器件的物质,称为材料。

上述的材料定义是比较科学的,因为不是所有物质都是材料,物质是否能成为材料,必须满足特定的条件,有人将此称为判据,对应上述定义,这些判据为:

人类社会接受的——→资源、能源、环保;

经济地——→经济;

制造、有用的——→性能(质量)。

即存在资源、能源、环保、经济和质量 5 种判据。肖纪美对这 5 种判据给出了图 1.1 所示的关系图。

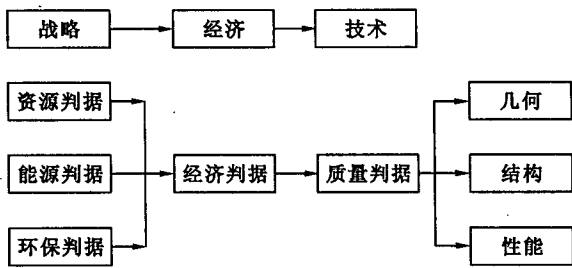


图 1.1 材料的判据