

全国普通高等院校 **土木工程类**
实用创新型 系列规划教材

土木工程材料

柳俊哲 主 编
宋少民 赵志曼 副主编



科学出版社
www.sciencep.com

中国科学院教材建设专家委员会教材建设立项项目
全国普通高等院校土木工程类**实用创新型**系列规划教材



土木工程材料

柳俊哲 主 编
宋少民 赵志曼 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是为高等学校土木工程专业学生学习土木工程材料专业基础课而编写的。本书主要介绍土木工程材料的基本组成、技术性质、应用方法和试验等。所涉及的基本材料包括天然石料、石膏、石灰、菱苦土、水玻璃、水泥、混凝土与砂浆、砌筑材料、钢材、沥青与沥青混合物、合成高分子材料、装饰、隔热与吸声材料等。

本书主要适用于高等学校、成人高校土木工程专业的教学,也可以作为土木工程类相关专业和继续教育的培训教材,亦可供从事土木工程事业的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程材料 / 柳俊哲主编. —北京:科学出版社,2005
(全国普通高等院校土木工程类实用创新型系列规划教材)
ISBN 7-03-015518-1

I. 土… I. 柳… III. 土木工程-建筑材料-高等学校-教材 N. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 047558 号

。 责任编辑:童安齐 何舒民 / 责任校对:刘彦妮
责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者设计工作室

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 7 月 第 一 版 开本:787×1092 1/16

2005 年 7 月 第一次印刷 印张:20 1/2

印数:1—3 000

字数:462 000

定 价:28.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

销售部电话:010-62136131 编辑部电话:010-62137026(HA03)

全国普通高等院校土木工程类实用创新型 系列规划教材

编 委 会

主 任 霍 达

副主任 (按姓氏笔画排序)

周 云 阎兴华 童安齐

秘书长 张志清

委 员 (按姓氏笔画排序)

白晓红 石振武 刘继明 何浙浙 何舒民

张文福 张延庆 张志清 沈 建 周 云

周亦唐 宗 兰 徐向荣 阎兴华 翁维素

傅传国 程赫明 韩建平 童安齐 雷宏刚

霍 达

前 言

根据教育部的安排,全国高等学校从1999年开始按新专业目录进行新生录取工作,建设部专业指导委员会也于1999年初下达了新土木工程专业的课程设置指导意见。现有的土木工程专业涵盖原有的建筑工程、交通土建工程、桥梁工程、地下工程、矿井工程等专业,因此新的专业比过去各专业覆盖面广,原有《建筑材料》与《道路建筑材料》教材难以满足宽口径的要求。目前虽然有一些《土木工程材料》教材出版,但大多没有脱离原《建筑材料》教材的框架,难以适应新土木工程专业课程教学的要求,因此,编写适合新土木工程专业的实用创新型教材——《土木工程材料》,就成为当前一项较为紧迫的工作。

本书在编写过程中以土木工程专业指导委员会制定的“土木工程材料”教学大纲为基本依据,参考了各种版本的《土木工程材料》、《建筑材料》和《道路建筑材料》等教材,还吸收了本学科国内外的最新成果和我国有关的新技术、新规范。在内容取舍上,注意突出常用材料和基本理论,删去或缩减了已过时的或不常用的一部分传统材料,更新和补充了部分常用的新型材料,对部分章节的编排进行了调整;在材料性能的论述中,力求概念准确、条理清晰、层次分明;在论证方法上,注意贯彻理论联系实际的原则,运用深入浅出的表述方法。每章之后均附有思考题,以利于学生复习和自学。

参加本书编写的人员都是富有教学、科研与工程实践经验的教师,书中基本上反映了当代最新的材料和技术,并紧密联系工程实际,因此特别适合大学本科与成人教育的土木工程类及相关专业的学生使用,也可供从事土木工程施工的有关人员参考。

本书的编写分工为:绪论、第八章、附录试验九由东北林业大学柳俊哲编写;第一章、第二章、第十章、附录试验一及试验二由昆明理工大学赵志曼编写;第三章、第五章、附录试验三及试验四由河北建筑工程学院元敬顺编写;第四章第4.1~4.10节、附录试验五及试验六由北京建筑工程学院宋少民编写;第四章第4.11节由北京科技大学刘娟红编写;第六章、附录试验七由哈尔滨工业大学冯奇编写;第七章、附录试验八由东北林业大学吕丽华编写;第九章由武汉理工大学高小建编写。全书由哈尔滨工业大学张宝生主审。

近年来由于我国基础建设的迅猛发展,土木工程材料随之也涌现出很多新品种和新材料,因此本书未能涵盖所有的工程材料,同时由于编者水平有限,加之时间仓促,书中缺点和错误在所难免,欢迎广大读者批评指正。

目 录

| | |
|--------------------|----|
| 前言 | |
| 绪论 | 1 |
| 第一章 材料的基本性质 | 5 |
| 1.1 材料的组成、结构和构造 | 5 |
| 1.1.1 材料的组成 | 5 |
| 1.1.2 材料的结构和构造 | 6 |
| 1.2 材料的物理性质 | 9 |
| 1.2.1 密度、表观密度与堆积密度 | 9 |
| 1.2.2 材料的密实度与孔隙率 | 12 |
| 1.2.3 散粒材料的填充率与空隙率 | 12 |
| 1.3 材料与水有关的性质 | 13 |
| 1.3.1 亲水性与憎水性 | 13 |
| 1.3.2 材料的含水状态 | 14 |
| 1.3.3 吸水性与吸湿性 | 14 |
| 1.3.4 耐水性 | 15 |
| 1.3.5 抗渗性 | 15 |
| 1.3.6 抗冻性 | 16 |
| 1.4 材料的热工性质 | 16 |
| 1.4.1 导热性 | 16 |
| 1.4.2 比热容及热容量 | 17 |
| 1.4.3 耐燃性 | 18 |
| 1.4.4 耐火性 | 18 |
| 1.5 材料的声学 and 光学性质 | 18 |
| 1.5.1 材料的声学性质 | 18 |
| 1.5.2 材料的光学性质 | 19 |
| 1.6 材料的力学性质 | 20 |
| 1.6.1 弹性与塑性 | 20 |
| 1.6.2 强度 | 20 |
| 1.6.3 脆性与韧性 | 24 |
| 1.6.4 疲劳极限 | 24 |
| 1.6.5 硬度、磨损及磨耗 | 24 |
| 1.7 材料的耐久性 | 25 |
| 思考题 | 26 |

| | |
|-----------------------------|----|
| 第二章 石料 | 27 |
| 2.1 岩石的组成与分类 | 27 |
| 2.1.1 常见的主要造岩矿物 | 27 |
| 2.1.2 岩石的分类 | 29 |
| 2.2 岩石的力学性能及测试方法 | 30 |
| 2.2.1 岩石的结构与构造 | 31 |
| 2.2.2 岩石的主要技术性质与要求 | 31 |
| 2.3 常用石料品种 | 34 |
| 2.3.1 常用天然石料 | 34 |
| 2.3.2 常用石料制品 | 35 |
| 思考题 | 36 |
| 第三章 无机胶凝材料 | 37 |
| 3.1 石膏 | 37 |
| 3.1.1 石膏的制备 | 37 |
| 3.1.2 建筑石膏的凝结硬化机理 | 39 |
| 3.1.3 建筑石膏的性质及用途 | 40 |
| 3.2 石灰 | 42 |
| 3.2.1 石灰的制备 | 42 |
| 3.2.2 石灰胶凝机理 | 44 |
| 3.2.3 石灰的性质及用途 | 45 |
| 3.3 菱苦土 | 46 |
| 3.3.1 菱苦土的制备 | 46 |
| 3.3.2 菱苦土的胶凝机理 | 47 |
| 3.3.3 菱苦土的性质及用途 | 48 |
| 3.4 水玻璃 | 48 |
| 3.4.1 水玻璃的制备与性质 | 48 |
| 3.4.2 水玻璃的胶性机理 | 49 |
| 3.4.3 水玻璃的用途 | 49 |
| 3.5 硅酸盐水泥 | 50 |
| 3.5.1 硅酸盐水泥的基本组成与生产原理 | 50 |
| 3.5.2 硅酸盐水泥的硬化机理 | 53 |
| 3.5.3 硅酸盐水泥的技术性质 | 57 |
| 3.5.4 硅酸盐水泥的腐蚀与防止 | 59 |
| 3.5.5 硅酸盐水泥的性能与应用 | 62 |
| 3.6 掺混合材料的硅酸盐水泥 | 63 |
| 3.7 其他品种水泥 | 69 |
| 3.7.1 铝酸盐水泥 | 70 |
| 3.7.2 快硬型水泥 | 72 |

| | | |
|------------|-----------------|-----------|
| 3.7.3 | 膨胀水泥和自应力水泥 | 74 |
| 3.7.4 | 道路硅酸盐水泥 | 75 |
| 3.7.5 | 装饰水泥 | 76 |
| 3.7.6 | 砌筑水泥 | 77 |
| 3.8 | 水泥在土木工程中的应用 | 78 |
| 3.8.1 | 水泥的选用原则 | 78 |
| 3.8.2 | 水泥验收与仲裁 | 79 |
| 3.8.3 | 水泥的运输和储存 | 79 |
| | 思考题 | 79 |
| 第四章 | 水泥混凝土和砂浆 | 81 |
| 4.1 | 概述 | 81 |
| 4.1.1 | 混凝土的发展史 | 81 |
| 4.1.2 | 混凝土的分类 | 81 |
| 4.1.3 | 混凝土的组成及其应用 | 82 |
| 4.1.4 | 混凝土的性能特点与基本要求 | 82 |
| 4.1.5 | 现代混凝土的发展方向 | 83 |
| 4.2 | 混凝土的组成材料 | 84 |
| 4.2.1 | 水泥 | 84 |
| 4.2.2 | 细骨料 | 85 |
| 4.2.3 | 粗骨料 | 88 |
| 4.2.4 | 拌和与养护用水 | 91 |
| 4.2.5 | 外加剂 | 91 |
| 4.2.6 | 矿物掺和料 | 98 |
| 4.3 | 新拌混凝土性能 | 102 |
| 4.3.1 | 和易性的概念 | 102 |
| 4.3.2 | 和易性测定方法及指标 | 103 |
| 4.3.3 | 影响和易性的主要因素 | 104 |
| 4.3.4 | 改善混凝土和易性的措施 | 106 |
| 4.3.5 | 拌和物浇筑后的性能 | 106 |
| 4.4 | 混凝土的力学性能 | 107 |
| 4.4.1 | 混凝土的受压破坏机理 | 107 |
| 4.4.2 | 混凝土的强度 | 108 |
| 4.5 | 混凝土的变形 | 113 |
| 4.5.1 | 化学收缩 | 113 |
| 4.5.2 | 温度变形 | 113 |
| 4.5.3 | 干湿变形 | 113 |
| 4.5.4 | 在荷载作用下的变形 | 114 |

| | | |
|------------|------------------|------------|
| 4.6 | 混凝土耐久性 | 116 |
| 4.6.1 | 混凝土的抗渗性 | 117 |
| 4.6.2 | 混凝土的抗冻性 | 117 |
| 4.6.3 | 碳化与钢筋锈蚀 | 119 |
| 4.6.4 | 混凝土的抗侵蚀性 | 120 |
| 4.6.5 | 碱-集料反应 | 120 |
| 4.6.6 | 提高混凝土耐久性的主要措施与要求 | 121 |
| 4.7 | 混凝土的质量控制与强度评定 | 122 |
| 4.7.1 | 混凝土强度的质量控制 | 123 |
| 4.7.2 | 混凝土强度的评定 | 125 |
| 4.8 | 普通混凝土配合比设计 | 127 |
| 4.8.1 | 混凝土配合比的设计原则 | 127 |
| 4.8.2 | 混凝土配合比设计的三个参数 | 127 |
| 4.8.3 | 混凝土配合比设计步骤 | 128 |
| 4.8.4 | 普通混凝土配合比设计的实例 | 134 |
| 4.9 | 泵送混凝土 | 136 |
| 4.9.1 | 泵送混凝土定义及特点 | 136 |
| 4.9.2 | 泵送混凝土的可泵性 | 136 |
| 4.9.3 | 坍落度损失 | 137 |
| 4.9.4 | 泵送混凝土对原材料的要求 | 137 |
| 4.9.5 | 泵送混凝土配合比设计基本原则 | 138 |
| 4.10 | 高性能混凝土简述 | 139 |
| 4.10.1 | 引言 | 139 |
| 4.10.2 | 高性能混凝土的组成和结构 | 139 |
| 4.10.3 | 高性能混凝土的原材料 | 141 |
| 4.10.4 | 实例 | 142 |
| 4.11 | 建筑砂浆 | 142 |
| 4.11.1 | 砌筑砂浆 | 142 |
| 4.11.2 | 抹面砂浆 | 147 |
| 4.11.3 | 特种砂浆 | 149 |
| | 思考题 | 150 |
| 第五章 | 砌筑材料 | 152 |
| 5.1 | 砌墙砖 | 152 |
| 5.1.1 | 烧结砖 | 152 |
| 5.1.2 | 蒸养(压)砖 | 158 |
| 5.2 | 砌块 | 159 |
| 5.2.1 | 砌块的分类 | 160 |
| 5.2.2 | 砌块的特性 | 160 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| 5.2.3 常用的建筑砌块 | 161 |
| 思考题 | 167 |
| 第六章 钢材 | 168 |
| 6.1 土木工程用钢材的冶炼和分类 | 168 |
| 6.1.1 土木工程用钢材 | 168 |
| 6.1.2 钢的冶炼和加工对钢材质量的影响 | 168 |
| 6.1.3 钢的分类 | 168 |
| 6.2 土木工程用钢材的技术性能 | 170 |
| 6.2.1 力学性能 | 170 |
| 6.2.2 工艺性能 | 173 |
| 6.3 钢材的化学成分对钢材性能的影响 | 174 |
| 6.4 钢的冷加工强化及时效处理 | 176 |
| 6.5 钢材的标准和选用 | 177 |
| 6.5.1 土木工程常用钢种 | 177 |
| 6.5.2 土木工程常用钢材 | 181 |
| 6.6 钢材的腐蚀与防止 | 184 |
| 6.6.1 钢材的腐蚀 | 184 |
| 6.6.2 腐蚀的防止 | 185 |
| 思考题 | 185 |
| 第七章 沥青材料 | 186 |
| 7.1 沥青 | 186 |
| 7.1.1 石油沥青 | 186 |
| 7.1.2 煤沥青 | 194 |
| 7.1.3 乳化沥青 | 196 |
| 7.2 沥青基防水材料 | 200 |
| 7.2.1 冷底子油 | 200 |
| 7.2.2 沥青胶 | 200 |
| 7.2.3 沥青嵌缝油膏 | 201 |
| 7.2.4 沥青防水卷材 | 201 |
| 思考题 | 202 |
| 第八章 沥青混合料 | 204 |
| 8.1 概述 | 204 |
| 8.1.1 定义 | 204 |
| 8.1.2 沥青混合料的分类 | 204 |
| 8.1.3 沥青混合料的优缺点 | 205 |
| 8.2 沥青混合料的组成材料 | 206 |
| 8.2.1 沥青 | 206 |
| 8.2.2 粗集料 | 207 |

| | | |
|------------|-----------------------|------------|
| 8.2.3 | 细集料 | 208 |
| 8.2.4 | 填料 | 208 |
| 8.3 | 沥青混合料的结构与强度理论 | 210 |
| 8.3.1 | 沥青混合料的结构 | 210 |
| 8.3.2 | 沥青混合料的强度理论 | 211 |
| 8.4 | 沥青混合料的技术性质和技术要求 | 215 |
| 8.4.1 | 沥青混合料的技术性质 | 215 |
| 8.4.2 | 热拌沥青混合料的技术指标 | 217 |
| 8.5 | 沥青混合料的配合比设计 | 220 |
| 8.5.1 | 目标配合比设计阶段 | 220 |
| 8.5.2 | 生产配合比设计阶段 | 227 |
| 8.5.3 | 生产配合比验证阶段 | 227 |
| | 思考题 | 228 |
| 第九章 | 合成高分子材料 | 229 |
| 9.1 | 高分子材料的基本知识 | 229 |
| 9.1.1 | 高分子材料的分类 | 229 |
| 9.1.2 | 高分子材料的合成方法及命名 | 230 |
| 9.1.3 | 高分子材料的基本性质 | 231 |
| 9.2 | 常用建筑高分子材料 | 232 |
| 9.2.1 | 树脂和塑料 | 232 |
| 9.2.2 | 橡胶 | 233 |
| 9.2.3 | 高聚物合金 | 235 |
| 9.3 | 高分子材料在土木工程中的应用 | 236 |
| 9.3.1 | 高分子防水材料 | 236 |
| 9.3.2 | 涂料 | 238 |
| 9.3.3 | 建筑胶 | 241 |
| 9.3.4 | 高分子改性水泥混凝土 | 243 |
| 9.3.5 | 高分子改性沥青 | 246 |
| | 思考题 | 247 |
| 第十章 | 功能材料 | 248 |
| 10.1 | 装饰材料 | 248 |
| 10.1.1 | 装饰材料的基本要求及选用 | 248 |
| 10.1.2 | 装饰材料的分类 | 249 |
| 10.1.3 | 常用装饰材料 | 249 |
| 10.2 | 保温隔热材料 | 257 |
| 10.2.1 | 绝热材料的性能 | 258 |
| 10.2.2 | 绝热材料的类型及基本要求 | 258 |
| 10.2.3 | 常用绝热材料 | 259 |

| | |
|------------------------------|------------|
| 10.3 吸声材料..... | 260 |
| 10.3.1 吸声材料的作用原理 | 260 |
| 10.3.2 吸声材料的特征和要求 | 261 |
| 10.3.3 吸声材料的选用与安装 | 262 |
| 10.3.4 吸声材料与保温、隔声材料的异同 | 262 |
| 10.3.5 常用吸声材料 | 262 |
| 思考题..... | 263 |
| 附录 土木工程材料试验..... | 264 |
| 试验一 材料基本性质试验..... | 264 |
| 试验二 石料试验..... | 266 |
| 试验三 石灰试验..... | 270 |
| 试验四 水泥试验..... | 274 |
| 试验五 混凝土用集料试验..... | 284 |
| 试验六 普通混凝土试验..... | 294 |
| 试验七 钢筋试验..... | 299 |
| 试验八 沥青材料试验..... | 302 |
| 试验九 沥青混合料试验..... | 306 |
| 参考文献..... | 312 |

绪 论

1. 土木工程材料的分类

土木工程材料是土木工程结构物所用材料的总称。换句话说,建造建筑物或构筑物本质上都是所用土木工程材料的一种“排列组合”,土木工程材料是土木工程中不可缺少的物质基础。土木工程材料种类繁多,性能差别悬殊,使用量很大,正确选择和使用工程材料,不仅与构筑物的坚固、耐久和适用性有密切关系,而且直接影响到工程造价(因为材料费用一般要占工程总造价的一半以上)。因此,在选材时应充分考虑材料的技术性能和经济性,在使用中加强对材料的科学管理,无疑会对提高工程质量和降低工程造价起重要作用。

土木工程材料有各种不同的分类方法。例如,根据用途可将工程材料分为结构主体材料和辅助材料;根据工程材料在工程结构物中的部位(以工业与民用建筑为例)可分为承重材料、屋面材料、墙体材料和地面材料等;根据工程材料的功能又可分为结构材料、防水材料、装饰材料、功能(声、光、电、热、磁等)材料等。

目前,土木工程材料通常是按照组成物质的种类和化学成分分类的(图 0.1)。

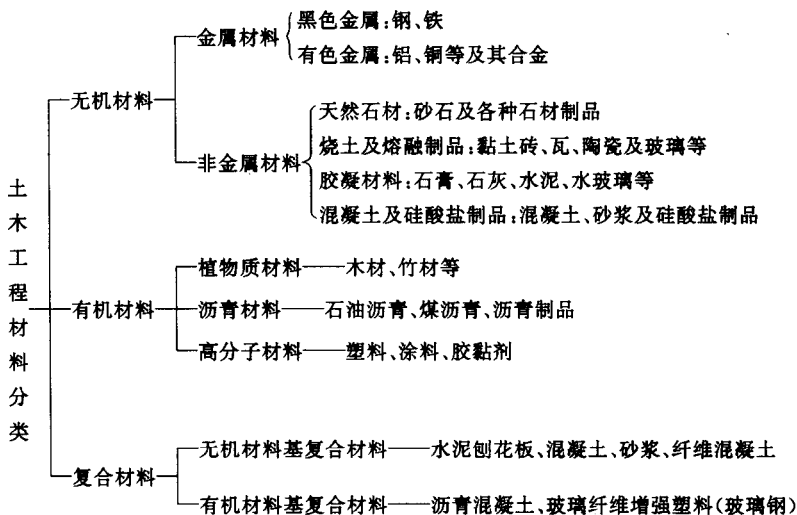


图 0.1 土木工程材料分类

2. 土木工程材料的技术标准分类

土木工程中使用的各种材料及其制品,应具有满足使用功能和所处环境要求的某些性能,而材料及其制品的性能或质量指标必须用科学方法所测得的确切数据来表示。为使测得的数据能在有关研究、设计、生产、应用等各部门得到承认,有关测试方法和条件、产品质量评价标准等均由专门机构制定并颁发“技术标准”,并做出详尽明确的规定作为共

同遵循的依据。这也是现代工业生产各个领域的共同需要。

技术标准,按照其适用范围,可分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准等。

国家标准,是指对全国经济、技术发展有重大意义,必须在全国范围内统一的标准,简称“国标”。国家标准由国务院有关主管部门(或专业标准化技术委员会)提出草案、报国家标准总局审批和发布。

行业标准,也是专业产品的技术标准,主要是指全国性各专业范围内统一的标准,简称“行标”。这种标准由国务院所属各部和总局组织制定、审批和发布,并报送国家标准总局备案。

企业标准,凡没有制定国家标准、行业标准的产品或工程,都要制定企业标准。这种标准是指仅限于企业范围内适用的技术标准,简称“企标”。为了不断提高产品或工程质量,企业可以制定比国家标准或行业标准更先进的产品质量标准。现将国家标准及部分行业标准列于表 0.1 中。

表 0.1 国家及行业标准代号

| 标准名称 | 代 号 | 标准名称 | 代 号 |
|------|-----|------|-----|
| 国家标准 | GB | 交通行业 | JT |
| 建材行业 | JC | 冶金行业 | YB |
| 建工行业 | JG | 石化行业 | SH |
| 铁道部 | TB | 林业行业 | LY |

随着国家经济技术的迅速发展和对外技术交流的增加,我国还引入了不少国际和外国技术标准,现将常见的标准列入表 0.2,以供参考。

表 0.2 国际组织及几个主要国家标准

| 标准名称 | 代 号 | 标准名称 | 代 号 |
|---------------|-------|---------|-----|
| 国际标准 | ISO | 德国工业标准 | DIN |
| 国际材料与结构试验研究协会 | RILEM | 韩国国家标准 | KS |
| 美国材料试验协会标准 | ASTM | 日本工业标准 | JIS |
| 英国标准 | BS | 加拿大标准协会 | CSA |
| 法国标准 | NF | 瑞典标准 | SIS |

3. 土木工程材料的发展趋势

土木工程材料的生产和使用是随着人类社会生产力的发展和科学技术水平的提高而逐步发展起来的。远古时代人类只能依赖大自然的恩赐,“巢处穴居”。随着社会生产力的发展,人类进入石器、铁器时代,利用简单的生产工具能够挖土、凿石为洞,伐木搭竹为棚,从巢处穴居进入了稍经加工的土、石、木、竹构成的棚屋,为简单地利用材料迈出了可喜的一步。以后人类学会用黏土烧制砖、瓦,用岩石烧制石灰、石膏。与此同时,木材的加工技术和金属的冶炼与应用,也有了相应的发展。此时材料的利用才由天然材料进入到人工生产阶段,居住条件有了新的改善,砖石、砖木混合结构成了这一时期的主要特征。以后人类社会进入漫长的封建社会阶段,生产力发展缓慢,工程材料的发展也缓慢,长期停留在“秦

砖汉瓦”水平上。人类社会活动范围的扩大、工商业的发展和资本主义的兴起,城市规模的扩大和交通运输的日益发达,都需要建造更多、更大、更好以及具有某些特殊性能的建筑物和附属设施,以满足生产、生活和工业等方面的需要。例如,大型公共建筑、大跨度的工业厂房、海港码头、铁路、公路、桥梁以及给水排水、水库电站等工程。

显然,原有的工程材料在数量、质量和性能方面均不能满足上述的新要求。供求矛盾推动工程材料的发展进入了新的阶段。水泥、混凝土的出现,钢铁工业的发展,钢结构、钢筋混凝土结构也就应运而生。这是18世纪、19世纪结构和材料的主要特征。进入20世纪以后,随着社会生产力的更大发展和科学技术水平的迅速提高,以及材料科学的形成和发展,工程材料的品种增加、性能改善、质量提高,一些具有特殊功能的材料也相继发展了。在工业建筑上,根据生产工艺、质量要求和耐久性的需要,研制和生产了各种耐热、耐磨、抗腐蚀、抗渗透、防爆或防辐射材料;在民用建筑上,为了室内温度的稳定并尽量节约能源,制造了多种有机和无机的保温绝热材料;为了减少室内噪声并改善建筑物的音质,也制成了相应的吸声、隔声材料。

土木工程材料是土木工程的重要组成部分,它和工程设计、工程施工以及工程经济之间有着密切的关系。自古以来,工程材料和工程构筑物之间就存在着相互依赖、相互制约和相互推动的矛盾关系。一种新材料的出现必将推动构筑设计方法、施工程序或形式的变化,而新的结构设计和施工方法必然要求提供新的更优良的材料。例如,没有轻质高强的结构材料,就不可能设计出大跨度的桥梁和工业厂房,也不可能有高层建筑的出现;没有优质的绝热材料、吸声材料、透光材料及绝缘材料,就无法对室内的声、光、电、热等功能做妥善处理;没有各种各样的装饰材料,就不能设计出令人满意的高级建筑;没有各种材料的标准化、大型化和预制化,就不可能减少现场作业次数,实现快速施工;没有大量质优价廉的材料,就不能降低工程的造价,也就不能多快好省地完成各种基本建设任务。因此,可以说,没有工程材料的发展,也就没有土木工程的发展。有鉴于此,土木工程材料的发展方向有着以下一些趋势:在材料性能方面,要求轻质、高强、多功能和耐久;在产品形式方面,要求大型化、构件化、预制化和单元化;在生产工艺方面,要求采用新技术和新工艺,改造和淘汰陈旧设备和工艺,提高产品质量;在资源利用方面,既要研制和开发新材料,又要充分利用工农业废料和地方材料;在经济效益方面,要降低材料消耗和能源消耗,进一步提高劳动生产率和经济效益。

材料与人类的活动是密切相连的,故人类对材料的探索与研究也早已开始,并不断向前发展。随着新材料的出现和研究工作的不断深入,以及与材料有关的基础学科的日益发展,人类对材料的内在规律有了进一步的了解,对各类材料的共性知识初步得到了科学的抽象认识,从而诞生了“材料科学”这一新的学科领域。材料科学(更准确地说应该是材料科学与工程)是介于基础科学与应用科学之间的一门应用基础科学。其主要任务在于研究材料的组分、结构、界面与性能之间的关系及其变化规律,从而使材料达到以下三个预测目的:按材料组成、工艺过程,预测不同层次的组分结构及界面状态;按不同层次的组分、结构及界面,预测力学行为或其他功能;按使用条件、环境及自身的化学物理变化,预测使用寿命。实际上,就是按使用要求设计材料、研制材料及预测使用寿命。土木工程材料也属于材料科学的研究对象,但由于种种原因,在材料科学的利用方面起步较晚。我们坚信,

随着材料科学的普及和测试技术的发展,土木工程材料的研究必将纳入材料科学的轨道,那时土木工程材料的发展必将有重大突破。

4. 《土木工程材料》的学习方法

《土木工程材料》在土木工程专业中是一门专业基础课。学习本课程的目的为进一步学习专业课提供有关材料的基础知识,并为今后从事设计、施工和管理工作中合理选择和正确使用材料奠定基础。

土木工程材料的内容庞杂、品种繁多,涉及许多学科或课程,其名词、概念和专业术语多,各种土木工程材料相对独立,即各章之间的联系较少。此外,公式推导少,而以叙述为主,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。学习土木工程材料时应从材料科学的观点和方法及实践的观点来进行,否则就会感到枯燥无味,难以掌握材料组成、性质、应用以及它们之间的相互联系。学习土木工程材料时,应从以下几个方面来进行:

1) 了解或掌握材料的组成、结构和性质间的关系。掌握土木工程材料的性质与应用是学习的目的,但孤立地看待和学习,就免不了要死记硬背。材料的组成和结构决定材料的性质和应用,因此学习时应了解或掌握材料的组成、结构与性质间的关系。应特别注意掌握的是,材料内部的孔隙数量、孔隙大小、孔隙状态及其影响因素,它们对材料的所有性质均有影响,同时还应注意外界因素对材料结构与性质的影响。

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。这在学习水泥、混凝土、沥青混合料等时尤为重要。

3) 密切联系工程实际,重视试验课并做好试验。土木工程材料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。

第一章 材料的基本性质

一切土木工程都是由土木工程材料组成的。不同的土木工程材料在工程结构中起着不同的作用。例如,用于梁、板、柱的材料主要受到各种外力的作用;结构材料除了承受结构物上部荷载的作用外,还可能受到地下水及冰冻的作用;屋面及道路工程材料经常受到风吹、日晒、雨淋、紫外线照射等大气因素的作用;地面、机场跑道和路面遭受磨损作用;有些工程结构物还受到声、光、电、热的影响;某些工业建筑还可能受到酸、碱、盐等介质的侵蚀作用等。为了保证工程结构物的使用功能、安全性和耐久性,土木工程材料应具有抵御上述各种作用的性质。这些性质是多种多样的,又是互相影响的,归纳起来包括材料的物理性质、力学性质、热工性质、声学性质、光学性质、工艺性质和耐久性质等。

土木工程材料的各种性质与其化学组成成分、组织结构和构造等内部因素有密切的关系。为了保证结构物的质量,必须正确选择和使用土木工程材料,为此就要了解和掌握土木工程材料的基本性质及其与材料组成、结构和构造的关系。

1.1 材料的组成、结构和构造

材料的组成成分、结构和构造是影响材料性质的内因,材料的使用条件及其所处的环境条件则是影响材料性质的外因。为了深入了解材料的各种性质及其变化规律,就必须了解其组成成分、结构和构造对材料性质的影响。

1.1.1 材料的组成

材料的组成为化学组成与矿物组成。前者是通过化学分析获得的,表明组成材料的化学成分及其含量;后者是通过测试手段获得的,表明材料所含矿物的种类和含量。

1. 材料的化学组成

材料的化学组成是决定化学性质(耐蚀、燃烧等)、物理性质(耐水、耐热等)和力学性质的重要因素。不同的化学成分构成了不同的材料,因而也表现出不同的性质。例如,木材轻质高强,但易于燃烧和腐朽;钢材密度较大,强度较高,但易于锈蚀;砖、石材料,抗压强度较高,但抗拉和抗弯强度较低,且容易遭受侵蚀等。所有这些特点无不与其化学组成密切相关。

2. 材料的矿物组成

化学组成不同,其材料性质不同;化学组成相同的材料,也可以表现出不同的性质,这是由于其矿物组成不同的缘故。这类材料矿物组成是影响性能的主要因素。如天然石料,由于其矿物组成不同,所以构成了不同的岩石品种。各种水泥也因其具有不同的熟料矿物组成而表现出不同的性能。