

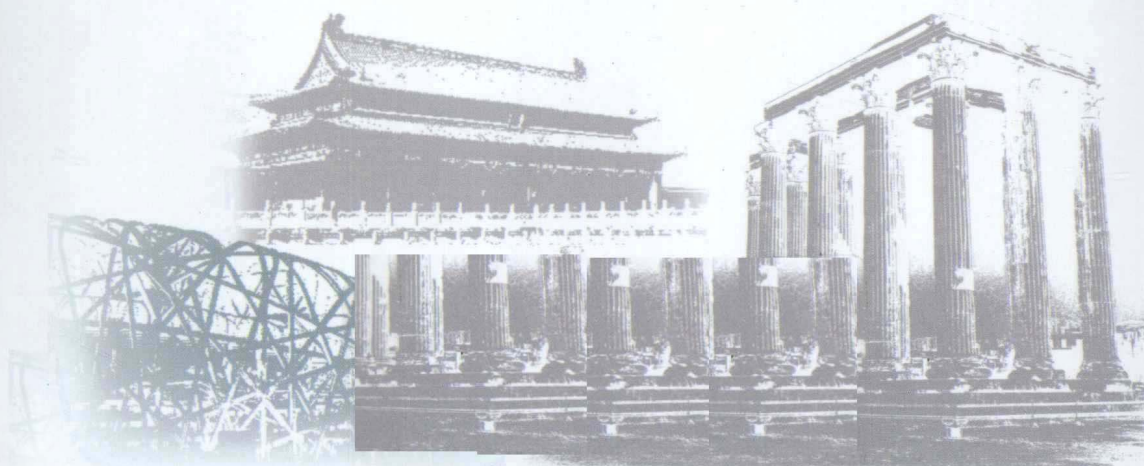


普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU "12.5" GUIHUA JIAOCAI

土木工程材料

主编 廖国胜 曾三海



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



普通高等教育“十二五”规划教材

土木工程材料

主 编 廖国胜 曾三海
副主编 屠艳平 唐 红 钟 佺

北 京
冶金工业出版社
2011

内 容 提 要

本书详细阐述了土木工程材料的基本组成、性能、技术要求、应用、发展趋势及主要性能试验方法。全书共分12章,内容包括:土木工程材料的基本性质,气硬性无机胶凝材料,水泥,混凝土,砂浆,砌体材料,金属材料,沥青材料与建筑防水材料,建筑木材,建筑功能材料,新型建筑材料及其发展趋势,土木工程材料试验。为方便教学,章末附有相应的练习题。

本书为高等学校土木工程专业及相关专业的教材,也可供土木工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程材料/廖国胜,曾三海主编. —北京:冶金工业出版社,2011. 1

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-5310-7

I. ①土… II. ①廖… ②曾… III. ①土木工程—建筑材料—高等学校—教材 IV. ①TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 214560 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjchs@cnmip.com.cn

责任编辑 杨 敏 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 卿文春 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-5310-7

北京印刷一厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2011 年 1 月第 1 版,2011 年 1 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16;20 印张;482 千字;307 页

40.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

本书是根据国家最新颁布的标准和规范,以教育部高等学校土木工程专业教学指导委员会制订的“土木工程材料”课程教学大纲为基本依据编写的。同时借鉴了同类教材的优点,吸收了国内外在土木工程材料领域的最新研究成果,并结合编者多年来的教学经验、教研成果和工程实践,以满足本科教学要求和目前工程建设者对材料知识的需求。

本书在编写上,注重理论与实践相结合;在内容上,注重系统性、先进性和实用性。通过学习本书,读者将能系统了解工程材料性质与材料结构的关系,掌握常用土木工程材料的性质、应用、制备和使用以及工程材料检测和质量控制,了解材料与设计及施工的相互关系,针对不同工程合理选用材料等。

本书由廖国胜、曾三海担任主编,屠艳平、唐红、钟佺担任副主编。廖国胜(武汉科技大学)编写绪论、第1章、第2章、第6章、第7章及各章教学提示,并负责全书统稿;屠艳平(武汉工程大学)编写第3章;曾三海(湖北工业大学)编写第4章、第5章和第8章;唐红(武汉科技大学)编写第9章和第10章;廖国胜和唐红编写第11章;钟佺(武汉科技大学)编写第12章;王劲松(湖北宜昌乐德兴商品混凝土有限公司)参与了第4章的编写;肖煜参与了教材中所有插图的绘制工作。

在编写过程中参考了有关文献,在此向文献作者表示衷心的感谢!

由于编者水平所限,书中不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者
2010年8月

目 录

绪论	1
1 土木工程材料的基本性质	6
1.1 材料的物理性质	6
1.1.1 材料的基本物理性质	6
1.1.2 材料与水有关的性质	8
1.1.3 材料的热物理性质	11
1.2 材料的力学性质	13
1.2.1 材料的强度和比强度	13
1.2.2 材料的变形	15
1.2.3 材料的脆性和韧性	15
1.2.4 材料的硬度和耐磨性	15
1.3 材料的耐久性	16
1.4 材料的安全性	16
练习题	17
2 气硬性无机胶凝材料	20
2.1 石灰	20
2.1.1 石灰的生产	20
2.1.2 石灰的熟化与硬化	21
2.1.3 石灰的技术性质与质量要求	21
2.1.4 石灰的应用	22
2.2 建筑石膏	23
2.2.1 石膏的生产	23
2.2.2 建筑石膏的凝结硬化	24
2.2.3 建筑石膏的质量要求和技术性质	24
2.2.4 建筑石膏的应用	25
2.3 水玻璃	26
2.3.1 水玻璃的生产	26
2.3.2 水玻璃的硬化	26
2.3.3 水玻璃的性质和应用	27
练习题	28

3 水泥	29
3.1 通用硅酸盐水泥	30
3.1.1 硅酸盐水泥	31
3.1.2 掺混合材料的硅酸盐水泥	41
3.2 硅酸盐系特种水泥	48
3.2.1 道路硅酸盐水泥	48
3.2.2 砌筑水泥	49
3.2.3 白色和彩色硅酸盐水泥	50
3.2.4 膨胀型硅酸盐水泥	52
3.2.5 低水化热硅酸盐水泥及抗硫酸盐硅酸盐水泥	54
3.3 铝酸盐水泥	57
3.3.1 定义	57
3.3.2 分类	57
3.3.3 矿物组成	57
3.3.4 水化与硬化	57
3.3.5 技术要求	58
3.3.6 性能与应用	58
3.4 硫铝酸盐水泥	59
3.4.1 定义	59
3.4.2 组成材料	60
3.4.3 水化特征	60
3.4.4 技术要求	60
3.4.5 特点	61
练习题	62
4 混凝土	65
4.1 概述	65
4.2 普通混凝土的基本组成材料	66
4.2.1 水泥	66
4.2.2 拌和与养护用水	67
4.2.3 细骨料——砂	68
4.2.4 粗骨料——石子	72
4.2.5 混凝土的外加材料	75
4.3 普通混凝土的主要技术性质	85
4.3.1 混凝土拌合物的和易性	85
4.3.2 混凝土的强度	89
4.3.3 混凝土变形性能	97
4.3.4 混凝土的耐久性	100

4.4 普通混凝土的质量控制	102
4.4.1 混凝土强度的波动规律——正态分布	102
4.4.2 混凝土强度平均值、标准差、变异系数和强度保证率	103
4.5 普通混凝土的配合比设计	106
4.5.1 混凝土配合比的表示方法	106
4.5.2 混凝土配合比设计的基本要求	106
4.5.3 混凝土配合比设计中的三个基本参数	107
4.5.4 混凝土配合比设计的步骤	107
4.5.5 混凝土配合比设计实例	110
4.6 商品混凝土	113
4.6.1 商品混凝土发展历史	113
4.6.2 常用商品混凝土	114
4.7 其他品种混凝土	123
4.7.1 轻骨料混凝土	123
4.7.2 无砂大孔混凝土	123
4.7.3 特细砂混凝土	124
4.7.4 纤维混凝土	125
4.7.5 高性能混凝土	126
4.7.6 防水混凝土	126
4.7.7 聚合物混凝土	127
4.7.8 碾压混凝土	128
练习题	129
5 砂浆	134
5.1 砌筑砂浆	134
5.1.1 砌筑砂浆的组成材料	134
5.1.2 技术性质	135
5.1.3 砌筑砂浆配合比设计	137
5.2 抹面砂浆	139
5.2.1 抹面砂浆的组成材料	139
5.2.2 抹面砂浆的分类	140
5.3 特种砂浆	140
5.3.1 装饰砂浆	141
5.3.2 防水砂浆	142
5.3.3 保温砂浆(绝热砂浆)	142
5.3.4 耐酸砂浆	142
5.3.5 防辐射砂浆	142
5.3.6 吸声砂浆	143
练习题	143

6 砌体材料	144
6.1 砌墙砖	144
6.1.1 烧结砖	144
6.1.2 非烧结砖	150
6.2 砌块	152
6.2.1 蒸压加气混凝土砌块	152
6.2.2 普通混凝土小型空心砌块	154
6.2.3 轻骨料混凝土小型空心砌块	155
6.2.4 石膏空心砌块	156
6.3 绿色与节能型墙体材料	157
6.3.1 固体废弃物生产的绿色墙体材料	157
6.3.2 非黏土质新型墙体材料	158
6.3.3 高保温性复合墙体材料	158
练习题	159
7 金属材料	161
7.1 钢材的生产和分类	161
7.1.1 钢材的生产	161
7.1.2 钢的分类	162
7.2 建筑钢材的技术性能	163
7.2.1 钢材的力学性能	163
7.2.2 钢材的工艺性能	167
7.2.3 钢材的化学成分对钢材性能的影响	173
7.3 常用建筑钢材	174
7.3.1 钢结构用钢	174
7.3.2 钢筋混凝土用建筑钢材	178
7.4 钢材的腐蚀类型与防止措施	185
7.4.1 钢材腐蚀类型	186
7.4.2 防止钢材锈蚀的措施	186
练习题	188
8 沥青材料与建筑防水材料	191
8.1 沥青与沥青混合料	192
8.1.1 石油沥青	192
8.1.2 煤沥青	197
8.1.3 改性石油沥青	197
8.1.4 沥青混合料	199
8.2 防水涂料	203

8.2.1 防水涂料的基本性能要求	203
8.2.2 常用防水涂料	203
8.3 防水卷材	205
8.3.1 防水卷材的基本性能要求	206
8.3.2 沥青防水卷材	206
8.3.3 高聚物改性沥青防水卷材	206
8.4 密封材料	215
8.4.1 密封材料的基本性能要求	215
8.4.2 常用密封材料	215
练习题	217
9 建筑木材	219
9.1 木材的分类与构造	219
9.1.1 木材的分类	219
9.1.2 木材的构造	220
9.2 木材的基本性质	221
9.2.1 木材的密度和表观密度	221
9.2.2 木材与水有关的性质	222
9.2.3 木材的力学性质	224
9.3 木材的特点及应用	226
9.3.1 木材的特点	226
9.3.2 木材的综合应用	226
9.3.3 木材发展方向	228
9.4 木材的防腐	230
9.4.1 木材腐蚀的原因	230
9.4.2 防腐措施	230
练习题	232
10 建筑功能材料	234
10.1 建筑装饰材料	234
10.1.1 装饰材料的功能与选择	234
10.1.2 常用装饰材料	236
10.2 建筑保温材料	246
10.2.1 无机保温隔热材料	247
10.2.2 有机保温绝热材料	249
10.2.3 反射性保温绝热材料	250
10.3 绝热材料	250
10.3.1 绝热材料的性能要求	250
10.3.2 绝热材料的种类及使用要点	251

10.4 吸声与隔声材料	252
10.4.1 吸声材料	252
10.4.2 隔声材料与隔声处理	255
练习题	256
11 新型建筑材料及其发展趋势	258
11.1 建筑纳米材料	258
11.1.1 概述	258
11.1.2 纳米材料的特殊性质	259
11.1.3 纳米材料在土木工程中的应用	260
11.2 建筑智能材料	261
11.2.1 概述	261
11.2.2 建筑智能材料	262
11.3 新型建筑材料的发展趋势	264
11.3.1 大力发展资源节约型建材	264
11.3.2 大力发展能源节约型建材	264
11.3.3 大力发展环境友好型建材	265
11.3.4 大力发展多功能型建材	265
练习题	265
12 土木工程材料试验	266
12.1 土木工程材料基本物理性质试验	266
12.1.1 密度试验	267
12.1.2 表观密度	267
12.1.3 吸水率试验	268
12.2 水泥试验	269
12.2.1 一般规定	269
12.2.2 水泥细度试验	269
12.2.3 水泥标准稠度用水量试验	271
12.2.4 水泥净浆凝结时间测定	273
12.2.5 安定性试验	274
12.2.6 水泥胶砂强度试验	275
12.3 混凝土用骨料试验	278
12.3.1 取样方法	278
12.3.2 砂的筛分析试验	278
12.3.3 砂的表观密度试验	279
12.3.4 砂的堆积密度试验	280
12.3.5 碎石和卵石的筛分析试验	281
12.3.6 碎石和卵石的表观密度试验(广口瓶法)	282

12.3.7 碎石和卵石的堆积密度试验	282
12.3.8 含水率试验	283
12.4 普通混凝土试验	284
12.4.1 混凝土拌合物试验室拌和方法	284
12.4.2 混凝土拌合物稠度试验	285
12.4.3 混凝土立方体抗压强度试验	287
12.4.4 混凝土劈裂抗拉强度试验	289
12.4.5 混凝土抗折强度试验	290
12.5 砂浆试验	292
12.5.1 试样制备	292
12.5.2 砂浆的稠度试验	293
12.5.3 砂浆的分层度试验	293
12.5.4 砂浆抗压强度试验	294
12.6 砌墙砖试验	295
12.6.1 抽样规定	295
12.6.2 尺寸检测	295
12.6.3 外观质量检查	296
12.6.4 抗压强度试验	296
12.7 钢筋试验	298
12.7.1 拉伸试验	298
12.7.2 伸长率测定	300
12.7.3 冷弯试验	301
12.8 石油沥青试验	301
12.8.1 取样方法	301
12.8.2 针入度试验	302
12.8.3 延度试验	303
12.8.4 软化点试验	305
参考文献	307

绪 论

A 土木工程材料的分类

土木工程材料是指在土木工程中使用各种材料和制品,除用于建筑物本身的各种材料之外,还包括卫生洁具、采暖及空调设备等器材,以及施工过程中的暂设工程,如围墙、脚手架、模板等所用的材料。本书讨论建筑物本身的材料,从地基基础、承重构件(梁、板、柱等),直到地面、墙体、屋面等所用的材料。

土木工程材料种类繁多、作用和功能各异,为了方便应用,常按不同原则分类。

(1) 按材料来源分类。土木工程材料按材料来源分为天然材料和人造材料,具体见表1。

表1 土木工程材料按来源分类

分 类	实 例
天然材料	木材、竹材、石材等
人造材料	水泥、玻璃、陶瓷、涂料、塑料等

(2) 按使用功能分类。根据土木工程材料在建筑物中的部位和使用性能,可分为结构材料、墙体材料和功能材料,见表2。

表2 土木工程材料按使用功能分类

分 类	实 例
结构材料(建筑物的受力构件和受力结构所用的材料)	水泥、砂、石、混凝土、钢筋混凝土及预应力钢筋混凝土、钢结构材料等
墙体材料(建筑物内外及隔墙体所用的材料)	各种砌墙砖、砌块、轻质墙板和复合板材等
功能材料(建筑物所需相应建筑功能所用的材料)	地面材料、防水材料、保温隔热材料、吸声材料、隔声材料、装饰装修材料等

(3) 按化学成分分类。土木工程材料按化学成分可分为无机材料、有机材料及复合材料,本书是按材料的化学成分分类的,具体见表3。

表3 土木工程材料按化学成分分类

分 类			实 例
无机材料	金属材料	黑色金属	钢、铁及其合金、合金钢、不锈钢等
		有色金属	铝、铜及其合金等
	非金属材料	天然石材	砂、石及石材制品等
		烧土制品	砖、瓦、玻璃、陶瓷及其制品等
		胶凝材料及其制品	石灰、石膏及其制品,水泥及混凝土制品,硅酸盐制品

续表 3

分 类		实 例
有机材料	天然高分子材料	木材、竹材及其织物纤维制品,石油沥青、煤沥青及其制品等
	合成高分子材料	塑料、涂料、胶粘剂、合成橡胶等
复合材料	无机-无机复合材料	混凝土、钢筋混凝土、钢纤维混凝土,部分功能陶瓷等
	有机-有机复合材料	沥青类防水材料及其制品等
	无机-有机复合材料	沥青混凝土、聚合物混凝土,玻璃钢、PVC 钢板及其制品等

B 土木工程材料在建设工程中的地位

土木工程材料与建筑设计、建筑结构、建筑施工和建筑经济是密切相关的。土木工程材料在建筑业这个行当中占着极为重要的地位,是整个建筑工程的物质基础。一个优秀的建筑师总是把建筑艺术和当前的土木工程材料以最佳的方式融合起来,此外,材料自身发展水平本身也决定了建筑师所设计的建筑形式;材料直接关系到建筑物的结构形式,一个结构设计工程师只有在很好地熟悉材料的性能后才能准确地计算出建筑构件的尺寸,充分发挥材料的性能而不至于浪费材料;而作为施工技术人员,更是要通过对材料合理的选择、运输、储存、加工和安装,以及采取相应正确的施工工艺和设备,才能减少和降低工程质量事故的发生;而从工程造价上考虑,土木工程材料占到整个建筑工程造价的 60% 以上,有的甚至高达 80%,因此,作为建筑经济师在充分考虑材料性能的基础上,要最大限度地节约和合理地使用材料,在达到降低工程造价、节省投资的同时还应考虑建筑物的运行成本和使用成本。由此可见,从事土木工程的技术人员都必须了解和掌握土木工程材料的有关技术知识。材料决定了建筑形式和施工方法,建筑技术现代化在很大程度上是与传统建筑材料的改造和新品种材料的研制分不开的。高强、轻质和多功能新材料的创造和出现,可以促使建筑形式的变化、结构设计方法的改进和施工技术的革新。

C 土木工程材料的技术标准及使用

土木工程材料的品种繁多、性能各异、用量巨大、价格悬殊,因此,正确选择和合理使用土木工程材料,对土木工程的安全性、适用性、耐久性和经济性有着重大的意义。对于从事土木工程设计、施工、科研和管理的专业人员,掌握土木工程材料的性能及其适用范围,在种类繁多的土木工程材料中最合适地加以应用,十分重要。

土木工程材料的选择和使用,应根据工程特点和使用环境,遵照有关技术标准进行。土木工程材料技术标准是生产企业和使用单位生产、销售、采购以及产品质量验收的依据,也是设计、施工、管理和研究等部门共同遵循的依据,绝大多数土木工程材料均有专门的机构制定并发布了相应的技术标准,对其质量、规格、检验方法和验收规则均作了详尽而明确的规定。

世界各国对材料的标准化都很重视,均制定了各自的标准。如美国的材料试验协会标准 (ASTM),英国标准 (BS),德国工业标准 (DIN),日本工业标准 (JIS),国际通用标准 (ISO) 等。

目前我国的技术标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四级。

(1) 国家标准。国家标准是由国家有关主管部门发布的全国性的指导性的技术文件,强制性标准 (GB) 是全国必须执行的技术文件,产品技术指标均不得低于标准中的规定。推荐性标准 (GB/T) 指执行时也可以采用其他相关标准的规定。

(2) 行业标准。行业标准也是全国性的指导性的技术文件,但它由各主管生产部(局)

或行业协会发布,其代号按部门或行业协会名而定。如建材行业标准(JC),建工行业标准(JGJ),交通行业标准(JTJ)等。

(3) 地方标准。地方主管部门发布的地方性技术指导文件(DB),只适应于本地区使用。

(4) 企业标准。由企业制定的指导本企业生产的技术文件(QB),仅适应于本企业。凡没有国家标准、行业标准、地方标准的产品,均应制定企业标准。

土木工程材料不仅要求符合产品标准,更重要的是要遵照有关设计、施工和应用的规范、规程选择和使用。在科学技术突飞猛进的今天,土木工程中的新材料、新技术层出不穷,许多新材料、新技术相关的技术标准制定滞后,在这种情况下熟悉和参考类似材料的技术标准,特别是制定标准的科学依据十分重要。只有掌握土木工程材料的基础理论或基本规律,特别是土木工程材料的性质和影响材料性质的因素,才能根据工程特点正确和合理使用材料。

D 未来的土木工程材料

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材料科学水平的提高而逐步发展起来的。古代人们由最初“穴居巢处”到“凿石成洞,伐木为棚”,再经过“筑土、垒石而居”的阶段,住的条件有所改善;以后人类懂得利用黏土来烧制砖、瓦,利用岩石来烧石灰、石膏,到了“秦砖汉瓦”时代,土木工程材料才由天然材料进入人工生产,为较大规模地营造房屋和其他建筑奠定了基本条件,这一时期历经了漫长的封建社会,逐步进入了砖石、砖木混合结构时代;18、19世纪,建筑钢材、水泥、混凝土和钢筋混凝土相继问世而成为主要结构材料,到了20世纪,又出现了预应力混凝土,使土木工程出现了新的经济、美观的工程结构形式,其设计理论和施工技术也得到了蓬勃的发展。这是土木工程材料学科又一次质的飞跃。

随着新工艺、新技术的不断问世,新型材料不断涌现,低强度、耐久性差的混凝土材料被高性能混凝土所取代,能耗大、污染重、耐久性差的建筑材料被绿色环保型建筑材料所取代。随着人民生活水平的提高,各种功能性材料的完善,使得满足功能要求的能力愈来愈强。为了适应建筑工业化,提高工程质量,降低工程造价,保护环境,未来的土木工程材料逐步朝着功能化、绿色化和可持续化的方向发展。

(1) 轻质高强材料。随着城市人口的高密度化,城市功能的集中化,需要建造更高的建筑以解决众多人口的居住问题和办公问题,预示着未来建筑向更高、更大跨度发展。目前世界上最高的建筑物哈利法塔已达到828 m,而日本已经提出建造高度超过1000 m的超高层建筑的设想,这些都要求所使用的结构材料具有轻质、高强、耐久等优良特性。

(2) 高耐久性材料。普通建筑物和结构物的使用寿命一般设定在50~100年。材料的耐久性直接影响建筑物、结构物的安全性和经济性能,尤其是处于特殊环境下的结构物,耐久性比强度更为重要。对于使用寿命较长的建筑物必须同时考虑初始建设费、运行使用费、维修费和解体处理费等全部费用,不应该片面追求选择性能档次低的材料,而应注重开发高耐久性、多功能的材料。

(3) 新型墙体材料。传统的墙体材料既浪费国家土地资源、生产和使用耗能大,又功能单一,越来越不适合现代节约型社会的发展。随着国家节能型住宅政策出台,具有自重轻、保温、隔声等功能的新墙体材料的开发和应用将越来越受到重视。

(4) 绿色环保型建材。充分利用各种废弃物、工业副产物,变废为宝,化害为利,节约能源,保护环境,将建筑材料对环境的影响控制在最小限度之内。例如利用工业废料(粉煤灰、矿渣、煤矸石等)生产水泥、砌块等材料;利用废弃的泡沫塑料生产保温墙体材料,利用废弃的植物纤维生产装饰板材等,既减少了固体垃圾,又节省了自然界中的原材料,对环境和地球资源具有积极的保护作用。

(5) 建筑装饰材料。随着我国人民生活水平的提高,人们越来越追求舒适、美观、清洁、健康的居住环境。20世纪80年代,首先在宾馆、饭店和商业建筑开始了装饰和装修,但三星级酒店的装饰装修材料大多依赖进口;到了90年代,家居装修开始兴起,建筑装饰材料迅速发展;进入21世纪,中、高档的装饰、装修材料几乎全部国产化,国产的建筑装饰材料完全能满足五星级宾馆装饰装修要求。

(6) 新型路面材料。近些年我国道路建设量十分庞大,到2010年,我国的高速公路里程达到6.5万千米,仅次于美国的10万千米。但是,许多建成道路由于路面材料性能不良,路面开裂、塌陷、破损严重,难以保证畅通、安全、舒适的出行环境。提高路面材料的抗冻性、抗裂性,开发耐久性高,并具有可再利用性的路面材料是今后的发展方向。同时,由于城市建设的加快,城市“热岛现象”越来越严重,应开发具有透水性、排水性、透气性的路面材料,将雨水导入地下,调节土壤湿度,有利于植物生长;而开发透水性良好的高速公路路面材料,保证高速公路雨天不积水、不起雾,夜间不反光,提高行车的安全性和舒适性,也尤为必要。除此之外,彩色路面材料、柔性路面材料等各种多姿多彩的路面材料,可增加道路环境的美观性,为人们提供一个赏心悦目的出行环境。

(7) 耐火、防火材料。建筑防火是建设工程中最容易被忽视的,但随着现代建筑物趋向高层化,加之城市生活能源设施逐步电气化、燃气化,火灾已成为城市防灾的重要内容。因此在建造过程中,不仅要求使用不燃材料或难燃材料,以及使用防止火灾蔓延、燃烧时不产生有毒气体的建筑材料,而且还应考虑建筑材料的耐火性问题。

(8) 智能化建筑材料。所谓智能化材料,是指材料本身具有自我诊断和预告破坏、自我调节和自我修复,以及可重复利用性。这类材料在内部发生某种异常变化时,能将材料的内部状况如位移、变形、开裂等情况反映出来,以便在破坏前采取措施;同时智能化材料能够根据内部的承载能力及外部的作用情况进行调整;还具有类似于植物生长、新陈代谢的功能,对破坏或受到伤害的部位进行自我修复;当建筑物解体后,本身还可以重复利用,减少建筑垃圾等。

总之,自人类进入21世纪后,土木工程材料开始向高性能、多功能、安全和环境友好的方向发展。

E 学习“土木工程材料”课程的目的和方法

“土木工程材料”课程是土木工程类专业的技术基础课程,学习该课程的目的是使学生获得土木工程材料的基本理论、基本知识和基本技能,为后续的专业课程提供材料的基础知识,并为今后从事设计、施工、管理和科研工作能够合理选择和正确使用土木工程材料奠定基础。

由于各种材料需要研究的内容范围很广,涉及原料、生产、组成、构造、性质、应用、检验、运输、验收和储藏等各个方面,所以其特点是内容繁杂,且相互之间没有什么逻辑性。因此在学习过程中,应始终以土木工程材料的性能和合理使用为中心,了解材料的本质和内在联

系。要掌握材料的组成、结构与性质的关系,以及材料各性质之间的关系;而在不同材料之间除了了解其共性以外,还应了解它们各自的特性和具备这些特性的原因。除此之外,还应了解外界条件对材料性能的影响,对于合理使用材料十分重要。

“土木工程材料”课程是一门实践性很强的课程,试验是该课程重要的教学环节,其任务是验证材料的理论知识,学习材料的检验方法,培养科学研究能力和严谨的科学态度。同时,土木工程材料与工程实践也是紧密联系的,在进行理论教学同时,还应联系工程实际,注重材料的应用。

1 土木工程材料的基本性质

本章学习的主要内容和目的:掌握土木工程材料与体积、水、热等有关的性质,掌握材料耐久性的概念,掌握材料的力学性质;了解材料的放射性、防火性、装饰性等性能;目的是将本章的学习内容能灵活运用到后续章节的具体材料中。

在土木工程中,由于工程性质、结构部位及环境条件的不同,材料所承受的作用也不同,对材料的要求也有所不同。用于各种建(构)筑物的材料要承受各种荷载的作用,材料必须具有所需的力学性能,而根据建(构)筑物的不同部位,使用的材料应具有保温、防水、吸声、隔声等性能。对于工业建筑和基础设施,要求材料具有抵抗介质侵蚀和温湿度等环境作用的耐久性。同时,为了保证建(构)筑物的安全、耐久、经济和人居环境等因素,在设计和施工中要充分了解材料的特性,才能正确合理地选择和使用材料。虽然各种土木工程材料的性能千差万别,但是它们都具有一些最基本的、共有的性质。这些基本性质包括材料的物理性质、化学性质、力学性质、耐久性等。

1.1 材料的物理性质

土木工程材料的物理性质包括与质量有关的性质、与水有关的性质和与温度有关的性质等。在这些性质中,对于化学组成和物相组成相同的材料,由于其外观形态和内部构造的不同,材料密度、孔隙、水工性质、热学性质等物理性质却有着较大的差异,而这些差异主要与材料的形态和内部结构有关。因此,在具体介绍这些物理性质之前,首先要了解以下两个方面的知识:(1)材料的分类。从材料形态上来看,材料分为散粒材料(如砂、石等)和非散粒材料(如块体材料、粉体材料和纤维类材料等);(2)材料的孔隙。对于固体材料,材料的内部孔隙包含开口孔隙(与外界连通)和闭口孔隙(存在于材料内部,不与外界连通),如图1-1所示。

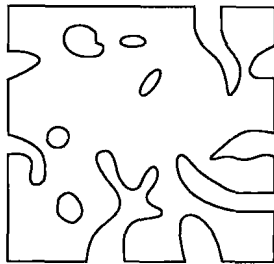


图1-1 自然状态下
孔隙示意图

1.1.1 材料的基本物理性质

1.1.1.1 材料的密度

(1) 密度。密度(实密度)是指材料在绝对密实状态下单位体积的质量。按下式计算:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-1)$$

式中 ρ ——密度, g/cm^3 ;