

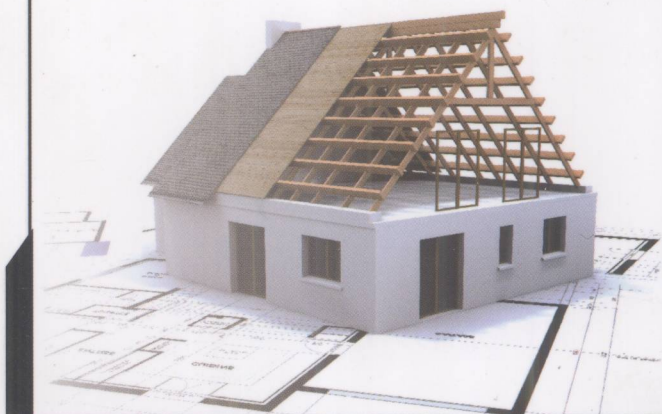


21世纪全国本科院校土木建筑类**创新型**应用人才培养规划教材

土木工程材料

主编 王春阳 裴 锐

赠送电子课件



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国本科院校土木建筑类创新型应用人才培养规划教材

土木工程材料

主 编 王春阳 裴 锐
副主编 朱 凯 程国强
参 编 郭金敏 郭平功



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书根据最新国家标准和行业规范,结合实际教学经验编写而成,主要内容包括土木工程材料的基本性质,气硬性胶凝材料、水泥、水泥混凝土等常用土木工程材料的基本组成、生产工艺、技术性质、检验及应用。本书内容注重理论联系实际和技能的培养,章节结构安排合理,教学环节丰富,便于教师教学和学生阅读。

本书适合作为高等院校土木建筑类专业教材,也可供土木施工单位的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程材料/王春阳,裴锐主编. —北京:北京大学出版社,2009.8

(21 世纪全国本科院校土木建筑类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-15653-7

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 137368 号

书 名: 土木工程材料

著作责任者: 王春阳 裴 锐 主编

策 划 编 辑: 吴 迪

责 任 编 辑: 蔡华兵

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-15653-7/TU·0100

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: 北京宏伟双华印刷有限公司

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 26 印张 607 千字

2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 40.00 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

本书是根据土木工程专业及其相关专业对土木工程材料基本知识和基本技能的教学需要进行编写的,全书编写风格和内容结构体现了高等学校教材编写的指导思想、原则和特色,符合高等教育的方向和社会对应用型人才的需求。

本书突出一个“新”字,采用了最新国家标准和行业规范,内容充实,知识精炼,行文深入浅出,阐述重点突出;此外,书中采用了一些实例图片,生动形象。全书注重与工程实践的结合对学生技能的培养,体现了加强实际应用、服务专业教学的宗旨,完全符合相关专业教学对学生能力的要求。

本书主要介绍了气硬性胶凝材料、水泥、水泥混凝土、建筑砂浆、建筑石材、墙体和屋面材料、金属材料、木材、沥青与沥青混合料、高分子合成材料、建筑功能材料以及建筑装饰材料的基本组成、生产工艺、技术性质、检验及应用等知识。本书前 14 章大都安排有教学目标与要求、本章小结、知识链接和本章习题,第 15 章介绍土木工程材料试验,便于学生查阅知识和掌握技能。通过对本书的学习,学生能够掌握土木工程材料的基本知识,并能正确认识、合理选择常用材料。

本书由河南城建学院王春阳和辽宁科技学院裴锐担任主编,由河南城建学院朱凯和宁波工程学院程国强担任副主编,由河南城建学院郭金敏和河南城建学院郭平功担任参编。本书具体编写分工是:第 1、2、12 章由裴锐编写;第 3、9、13 章由郭平功编写;第 4、11、14、15 章由朱凯编写;第 5、6 章由王春阳编写;第 7 章由程国强编写;第 8、10 章由郭金敏编写。全书由王春阳统稿。

由于编者水平有限,书中的缺点和疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2009 年 5 月

目 录

第 1 章 绪论 1

1.1 土木工程材料的定义和分类 1

1.1.1 土木工程材料的定义 1

1.1.2 土木工程材料的分类 1

1.2 土木工程材料在工程中的地位和作用 2

1.3 土木工程材料的发展及趋势 3

1.4 土木工程材料的技术标准 5

1.5 本课程的任务和学习方法 6

本章小结 6

知识链接 7

第 2 章 土木工程材料的基本性质 8

2.1 材料的组成与结构 8

2.1.1 材料的组成 8

2.1.2 材料的结构 9

2.2 材料的物理性质 11

2.2.1 材料的基本物理性质参数 11

2.2.2 材料的基本结构参数 13

2.2.3 材料与水有关的性质 14

2.2.4 材料的热工性质 18

2.3 材料的力学性质 20

2.3.1 材料的强度与比强度 20

2.3.2 材料的弹性与塑性 23

2.3.3 材料的脆性与韧性 23

2.3.4 材料的硬度与耐磨性 24

2.4 材料的耐久性 24

本章小结 26

知识链接 26

本章习题 27

第 3 章 气硬性胶凝材料 28

3.1 石灰 28

3.1.1 石灰的原料及生产 28

3.1.2 石灰的消化与硬化 29

3.1.3 石灰的品种与技术要求 30

3.1.4 石灰的特性 32

3.1.5 石灰的应用及储存 32

3.2 石膏 33

3.2.1 石膏的生产与分类 33

3.2.2 建筑石膏的凝结硬化 34

3.2.3 建筑石膏的技术要求 34

3.2.4 建筑石膏的特性 35

3.2.5 建筑石膏的应用 36

3.3 水玻璃 36

3.3.1 水玻璃的组成 36

3.3.2 水玻璃的硬化 37

3.3.3 水玻璃的性质与应用 37

3.4 菱苦土 38

3.4.1 菱苦土的生产 38

3.4.2 菱苦土的水化硬化 38

3.4.3 菱苦土的性质与应用 39

本章小结 39

知识链接 40

本章习题 40

第 4 章 水泥 41

4.1 通用硅酸盐水泥 41

4.1.1 通用硅酸盐水泥的生产工艺 41

4.1.2 通用硅酸盐水泥的材料与组分 42

4.1.3 通用硅酸盐水泥的凝结硬化 45

4.1.4 通用硅酸盐水泥的技术性质和技术标准 47

4.1.5 水泥石的腐蚀与防止 51

4.1.6 通用硅酸盐水泥的特性与应用	52	5.5.3 混凝土配合比设计的3个参数	103
4.1.7 通用硅酸盐水泥的包装、标志和储运	55	5.5.4 混凝土配合比设计的准备资料	103
4.2 其他品种的水泥	56	5.5.5 混凝土配合比设计的步骤	103
4.2.1 铝酸盐水泥	56	5.5.6 混凝土配合比设计方法(以抗压强度为指标的设计方法)	104
4.2.2 快硬硫铝酸盐水泥	57	5.6 普通水泥混凝土的质量控制	112
4.2.3 道路硅酸盐水泥	59	5.6.1 混凝土质量的波动	112
4.2.4 抗硫酸盐硅酸盐水泥	60	5.6.2 新拌混凝土的质量检验与控制	112
4.2.5 白色、彩色硅酸盐水泥	60	5.6.3 混凝土强度的检验与评价方法	113
4.2.6 中热、低热硅酸盐水泥	61	5.7 路面水泥混凝土	116
4.2.7 膨胀水泥及自应力水泥	62	5.7.1 路面水泥混凝土的技术性质	116
本章小结	63	5.7.2 路面水泥混凝土的组成材料	116
知识链接	63	5.7.3 路面水泥混凝土配合比设计(以抗弯拉强度为指标的设计方法)	118
本章习题	63	5.8 其他功能混凝土	122
第5章 水泥混凝土	65	5.8.1 高性能混凝土	122
5.1 概述	65	5.8.2 轻集料混凝土	123
5.1.1 水泥混凝土的定义	65	5.8.3 纤维混凝土	127
5.1.2 水泥混凝土的分类	65	5.8.4 泵送混凝土	130
5.1.3 水泥混凝土的特点	66	5.8.5 碾压混凝土	131
5.2 普通水泥混凝土的组成材料	67	5.8.6 耐热混凝土	131
5.2.1 水泥	68	5.8.7 喷射混凝土	132
5.2.2 细集料	68	5.8.8 防辐射混凝土	133
5.2.3 粗集料	72	5.8.9 防水混凝土	133
5.2.4 拌和用水	77	5.8.10 绿化混凝土	134
5.3 普通水泥混凝土的技术性质	78	5.8.11 智能混凝土	136
5.3.1 混凝土拌和物的和易性	78	本章小结	139
5.3.2 硬化混凝土的强度	81	知识链接	139
5.3.3 混凝土的变形性能	88	本章习题	140
5.3.4 混凝土的耐久性	90	第6章 建筑砂浆	141
5.4 混凝土外加剂与掺和料	94	6.1 概述	141
5.4.1 混凝土外加剂	94		
5.4.2 混凝土掺和料	98		
5.5 普通水泥混凝土配合比设计	102		
5.5.1 混凝土配合比表示方法	102		
5.5.2 混凝土配合比设计的基本要求	103		

6.2 砌筑砂浆	141	第8章 墙体和屋面材料	173
6.2.1 砌筑砂浆的组成材料	142	8.1 砌墙砖	173
6.2.2 砌筑砂浆的技术性质	143	8.1.1 烧结砖	173
6.2.3 砌筑砂浆的配合比 设计	146	8.1.2 非烧结砖	180
6.2.4 砌筑砂浆的配合比 计算实例	148	8.2 砌块	182
6.3 抹面砂浆	149	8.2.1 混凝土砌块	183
6.4 装饰砂浆	151	8.2.2 蒸压加气混凝土砌块	185
6.4.1 装饰砂浆的种类	151	8.2.3 粉煤灰砌块	188
6.4.2 装饰砂浆的组成材料	153	8.2.4 泡沫混凝土小型砌块	188
6.5 其他砂浆	153	8.2.5 企口空心混凝土砌块	188
6.5.1 防水抹面砂浆	153	8.3 墙用板材	189
6.5.2 保温砂浆	155	8.3.1 水泥类墙板	189
6.5.3 吸声砂浆	155	8.3.2 石膏类墙板	190
6.5.4 耐腐蚀砂浆	155	8.3.3 植物纤维墙板	192
6.5.5 防辐射砂浆	155	8.3.4 复合墙板	193
6.5.6 聚合物砂浆	156	8.4 屋面材料	195
6.5.7 膨胀砂浆	156	本章小结	198
6.6 干拌砂浆	156	知识链接	198
6.6.1 干拌砂浆的分类	156	本章习题	199
6.6.2 干拌砂浆的技术性能 与应用	157	第9章 金属材料	200
本章小结	157	9.1 建筑钢材	200
知识链接	157	9.1.1 钢材的生产和分类	201
本章习题	158	9.1.2 建筑钢材的主要技 术性能	202
第7章 建筑石材	159	9.1.3 化学成分对钢材性 能的影响	206
7.1 天然石材	159	9.1.4 建筑钢材的标准与 选用	207
7.1.1 岩石的形成与分类	159	9.1.5 钢材的锈蚀与防止	219
7.1.2 天然石材的技术性质	162	9.2 铝材及铝合金	220
7.1.3 天然石材的加工类型 及选用原则	168	9.2.1 铝及铝合金	220
7.2 人造石材	170	9.2.2 常用铝合金制品	221
7.2.1 人造石材的类型	170	本章小结	221
7.2.2 人造石材的性能	171	知识链接	222
本章小结	172	本章习题	222
知识链接	172	第10章 木材	224
本章习题	172	10.1 木材的分类与构造	224

10.1.1 树木的分类	224
10.1.2 木材的构造	225
10.2 木材的物理力学性质	226
10.2.1 木材的含水量	227
10.2.2 木材的湿胀与干缩 变形	227
10.2.3 木材的强度	228
10.3 木材在工程中的应用	231
10.3.1 木材的优良特性	231
10.3.2 木材在建筑中的应用	232
10.4 木材的等级与综合利用	236
10.4.1 木材的等级	236
10.4.2 木材的综合利用	237
10.5 木材的防腐与防火	239
10.5.1 木材的腐朽与防腐	239
10.5.2 木材的防火	240
本章小结	242
知识链接	243
本章习题	243

第 11 章 沥青与沥青混合料

11.1 石油沥青	246
11.1.1 石油沥青的组成和 结构	246
11.1.2 石油沥青的技术 性质	248
11.1.3 石油沥青的技术标 准及选用	251
11.2 其他沥青	254
11.2.1 煤沥青	254
11.2.2 乳化沥青	256
11.2.3 改性沥青	257
11.3 沥青混合料	259
11.3.1 概述	259
11.3.2 沥青混合料的组成 结构	260
11.3.3 沥青混合料的技术 性质和技术标准	262
11.3.4 沥青混合料的配合 比设计	268

本章小结	278
知识链接	278
本章习题	279

第 12 章 高分子合成材料

12.1 高分子化合物基本知识	280
12.1.1 高分子化合物的组 成及结构特点	280
12.1.2 高聚物的分类	281
12.1.3 高聚物的老化	282
12.2 建筑塑料	283
12.2.1 塑料的组成	283
12.2.2 塑料的特性	284
12.2.3 常用建筑塑料及制品	285
12.2.4 工程中常用的建筑塑 料制品	290
12.3 建筑涂料	291
12.3.1 涂料的组成与分类	292
12.3.2 涂料的功能、特点 及常用品种	293
12.4 建筑胶粘剂	300
12.4.1 胶粘剂的组成与分类	300
12.4.2 常用的建筑胶粘剂	301
12.5 土工合成材料	304
本章小结	306
知识链接	306
本章习题	307

第 13 章 建筑功能材料

13.1 防水材料	308
13.1.1 防水卷材	308
13.1.2 防水涂料	317
13.1.3 建筑密封材料	319
13.1.4 防水材料的选用	321
13.2 绝热材料	323
13.2.1 绝热材料的基本性能	323
13.2.2 常用的绝热材料的分 类及使用	324
13.3 吸声与隔声材料	328
13.3.1 吸声材料	328

13.3.2 隔声材料	330	15.2.3 水泥标准稠度用 水量测定	363
本章小结	330	15.2.4 水泥净浆凝结时间 测定	365
知识链接	331	15.2.5 安定性检验	366
本章习题	331	15.2.6 水泥胶砂强度检验	368
第 14 章 建筑装饰材料	332	15.3 混凝土用砂、石试验	371
14.1 概述	332	15.3.1 砂的筛分析试验	371
14.1.1 建筑装饰材料的定义 与分类	332	15.3.2 砂的表观密度试验	372
14.1.2 建筑装饰材料在建筑 工程中的作用	333	15.3.3 砂的堆积密度试验	373
14.1.3 建筑装饰材料的基本 性能	333	15.3.4 石子筛分析试验	374
14.1.4 建筑装饰材料的选用 原则	334	15.3.5 石子表观密度试验	375
14.2 壁纸与墙布	334	15.3.6 石子堆积密度试验	376
14.2.1 壁纸	335	15.4 普通混凝土性能试验	377
14.2.2 墙布	337	15.4.1 混凝土拌和物取样 及试样制备	377
14.3 建筑玻璃	340	15.4.2 普通混凝土拌和物 和易性测定	378
14.3.1 平板玻璃	340	15.4.3 普通混凝土拌和物 基准配合比的调整	380
14.3.2 装饰玻璃	344	15.4.4 普通混凝土抗压强 度试验	381
14.3.3 安全玻璃	346	15.5 建筑砂浆试验	384
14.3.4 绝热玻璃	348	15.5.1 试验目的及试样制备	384
14.3.5 玻璃制品	349	15.5.2 砂浆的稠度试验	385
14.4 建筑陶瓷	350	15.5.3 建筑砂浆分层度试验	385
14.5 其他建筑装饰材料	355	15.5.4 建筑砂浆抗压强度 试验	386
本章小结	356	15.6 砌墙砖及砌块性能试验	387
知识链接	356	15.6.1 抽样方法及相关规定	387
本章习题	357	15.6.2 尺寸测量	388
第 15 章 土木工程材料试验	358	15.6.3 外观质量检查	389
15.1 土木工程材料的基本 性质试验	358	15.6.4 抗折强度测试	390
15.1.1 密度试验	358	15.6.5 抗压强度测试	391
15.1.2 表观密度试验	359	15.7 钢筋试验	393
15.1.3 堆积密度试验	360	15.7.1 一般规定	393
15.1.4 吸水率试验	360	15.7.2 拉伸试验	393
15.2 水泥试验	361	15.7.3 冷弯试验	395
15.2.1 水泥试验的一般规定	361	15.8 石油沥青试验	396
15.2.2 水泥细度测定	362	15.8.1 沥青针入度试验	396

15.8.2	延度(延伸度)测定	398	15.9.3	试验方法和步骤——标准马歇尔试验	401
15.8.3	沥青软化点试验	399	15.9.4	浸水马歇尔试验	403
15.9	沥青混合料试验	400	15.9.5	试验结果	404
15.9.1	试验目的	400	参考文献		405
15.9.2	主要仪器设备	401			

第1章

绪论

【教学目标与要求】

- 掌握土木工程材料的分类
- 了解土木工程材料在工程中的作用和地位
- 了解土木工程材料的发展概况及趋势
- 掌握土木工程材料的技术标准
- 了解课程内容的特点和学习方法

1.1 土木工程材料的定义和分类

1.1.1 土木工程材料的定义

土木工程材料是指在土木工程建设中用于构成建筑物或构筑物的各种材料的总称。如水泥、钢材、木材、混凝土、石材、砖、石灰、石膏、建筑塑料、沥青、玻璃及建筑陶瓷等，其品种达数千种之多。

1.1.2 土木工程材料的分类

土木工程材料种类繁多、性能各异且用途不同。在工程中，常从不同角度对土木工程材料加以分类。

1. 按材料的化学成分分类

按土木工程化学成分来分，材料分为无机材料、有机材料和复合材料 3 大类，见表 1-1。

表 1-1 土木工程材料按化学成分分类

土木工程材料	无机材料	金属材料		钢、铁及其合金、铝及铝合金
		非金属材料	天然石材	砂、石及石材制品
			烧土制品	砖、瓦、玻璃及陶瓷制品
			胶凝材料及制品	石灰、石膏、水泥、砂浆、混凝土及硅酸盐制品
	有机材料	植物材料		木材、竹材
		沥青材料		石油沥青、煤沥青及其制品
		合成高分子材料		塑料、涂料、胶粘剂、合成橡胶、部分混凝土外加剂、土工合成材料

(续)

土木工程材料	复合材料	有机材料与无机非金属材料复合	聚合物混凝土、玻璃纤维增强塑料等
		金属材料与无机非金属材料复合	钢筋混凝土、钢纤维混凝土等
		金属材料与有机材料复合	有机涂层铝合金板、塑钢门窗等

2. 按材料的使用功能分类

按使用功能来分，土木工程材料分为结构材料、墙体材料和功能材料 3 大类。

(1) 结构材料：主要是指构成结构物受力构件，用于承受荷载的材料。如梁、板、柱、基础、框架及其他受力构件和结构等所用的材料，具体包括水泥、混凝土、石材、钢材以及砖混结构用于砌筑承重墙的砖。在现阶段，钢材、水泥以及钢筋混凝土和预应力钢筋混凝土仍是我国土木工程中所采用的主要结构材料。

(2) 墙体材料：是指建筑物内、外及分隔墙体所采用的材料，分承重和非承重两类。目前，我国大量采用的墙体材料为砌墙砖、混凝土砌块及加气混凝土砌块等。此外，还有混凝土墙板、石膏板、金属板材和复合墙体等，特别是轻质多功能的复合墙板发展较快。

(3) 功能材料：是指具有某些特殊功能的材料，用于满足建筑物或构筑物的适用性。如防水材料、保温材料、隔音吸声材料、装饰材料、耐火材料、耐腐蚀材料以及防辐射材料等。这类材料品种繁多，形式多样，功能各异，正越来越多地应用于各种建筑物或构筑物上。

一般来说，建筑物或构筑物的安全可靠程度，主要取决于由结构材料组成的构件和结构体系，而结构物的使用功能，则主要取决于功能材料。有时，单一的一种材料可能会具有多种功能。

1.2 土木工程材料在工程中的地位和作用

土木工程材料是土木工程的物质基础。首先，它是构成土木工程结构物的最基本元素。在土木工程总造价中，材料费用往往占 60% 以上，所以，经济合理地使用材料对于降低工程造价、节省基本建设投资意义重大。其次，土木工程材料的性能和质量还会影响和制约建筑设计、结构体系以及施工方法，如在钢筋混凝土材料出现以前，结构体系主要是砖石结构和木结构。新材料的出现与发展，会促使建筑形式、结构设计和施工方法产生新的突破和革新。如钢铁材料的生产和使用以及钢筋混凝土的出现使得高层和大跨度建筑成为现实，高效减水剂的使用使得泵送混凝土施工得以推广应用。特别是近年来高强度钢材和高性能混凝土的出现，使得土木工程技术水平继续向前迈进，如有了钢材 Q460E，我们才会看到国家体育场鸟巢的风采。建筑设计师总是把他的艺术风格与材料的品质和特点紧密结合起来进行构思；结构设计师应根据材料的力学性能合理进行结构选型，确定构件尺寸；建造师应充分了解各种材料的性能，才能在施工中合理组织、合理使用，以确保工程质量。总之，土木工程材料的性能、质量和价格直接影响整个土木工程的质量和造价，材料在土木工程建设中的地位和作用是非常重要的。

1.3 土木工程材料的发展及趋势

土木工程材料是随着社会生产力和科学技术水平的发展而发展的。古代土木工程起源于新石器时代,最初完全采用天然材料。如我国西安半坡遗址,房屋室内都采用木骨架和草泥抹墙来建造。古埃及新石器时代的住宅是用木材或卵石做墙基,用木材构架,芦苇束编墙或土坯砌墙,用圆木或芦苇束做屋顶。可见,当时都是采用取自当地的天然材料,如茅草、竹、芦苇、树枝、树皮和树叶、砾石及泥土等。当人类掌握了煅烧加工技术以后,就使用红烧土、白灰粉及土坯等建房,并逐渐懂得使用草筋泥和混合土等复合材料。大约自公元前 3000 年,开始出现经过烧制加工的瓦砖。中国在西周时代已出现陶制的瓦。此外,中国古代还曾利用黄土高原的黄土做材料建造夯土墙和夯土基础。中国古代房屋建筑主要采用木结构,后来发展为砖石结构,如河北的著名石拱桥——赵州桥(图 1.1)和河南登封县的密檐砖塔——嵩岳寺塔(图 1.2)就是典型例证。欧洲古代房屋建筑则主要以石材来建造,如古希腊的雅典卫城巴台农神庙就是全部采用白色大理石砌筑。此外,古罗马人还采用石灰和火山灰混合物做胶凝材料制成天然混凝土,用于下水道、隧道和渡槽等土木工程的建造。

从 17 世纪中叶到 20 世纪中叶的 300 年间,土木工程行业发展迅猛。在材料方面,表现为由木材、石料和砖瓦为主,到开始并日益广泛地使用铸铁、钢材、混凝土和钢筋混凝土,直至早期的预应力混凝土。18 世纪下半叶,产业革命的发展促使土木工程以空前的速度向前迈进,土木工程新材料接连问世。英国人阿斯普丁于 1824 年发明了波特兰水泥。英国发明家贝塞麦于 1856 年发明转炉炼钢法,使得钢材越来越多地应用于土木工程。法国人莫尼埃于 1867 年用铁丝加固混凝土制成花盆,并将该技术应用于工程中,建造了一座长 16m 的钢筋混凝土桥,从此创造了钢筋混凝土在工程中应用的开端。法国于 1889 年建成高 300m 的巴黎埃菲尔铁塔,使用熟铁 8000t(图 1.3)。19 世纪,美国人杰克逊首次制作了预应力混凝土构件。法国工程师弗雷西内把高强钢丝用于预应力混凝土,并和比利时工程师马涅尔先后分别对预应力钢筋张拉和锚固技术进行了改进,使得预应力混凝土广泛应用于土木工程领域。与此同时,道路、桥梁的大规模建设使得沥青和混凝土开始用于高级路面工程。随着钢铁质量和产量的不断提高,使得建造大跨桥梁、工业厂房和高层建筑成为现实。



图 1.1 著名的隋代石拱桥——赵州桥

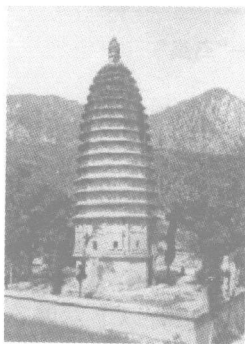


图 1.2 河南登封嵩岳寺塔



图 1.3 法国巴黎埃菲尔铁塔

第二次世界大战结束后,社会生产力出现了新的飞跃,土木工程的发展也进入一个新时代,这主要体现在材料方面,进一步实现轻质化和高强度。用低合金钢制成的高强度钢丝、钢绞线和粗钢筋得以大量生产和使用,大大节约了用钢量,并改善了结构性能。同时,高强度的水泥已在工程中普遍应用。轻集料混凝土和加气混凝土也已用于高层建筑。近年来,采用“双掺”技术配制的高性能混凝土正广泛应用于土木工程各领域,如澳大利亚、加拿大、日本、挪威和美国就采用高性能轻混凝土建造了海上钻井平台,日本采用自密实免振混凝土建造了明石大桥,加拿大和美国还在两座高层建筑中分别采用了 90MPa 和 120MPa 强度的高性能混凝土。我国上海、北京和沈阳已能供应 C80 以上的商品预拌混凝土,这些成就都标志着混凝土技术正向着高性能方向发展。此外,铝合金、镀膜玻璃、石膏板和合成高分子建材等工程材料发展迅速。特别是伴随着我国经济的崛起和奥运会的主办,土木工程领域新材料和新技术不断迈上新的台阶。如 2008 年 6 月 30 日,拥有世界第一跨径 1088m 的苏通大桥正式通车,这是中国建桥史上建设标准最高、技术最复杂且科技含量最高的特大型桥梁工程,创造了 4 项世界纪录,其中,大桥的斜拉索采用的近 7000t 高强镀锌钢丝全部采用国产钢丝,钢丝在力学韧性、抗拉强度和纯净度等综合指标上达到或超过了进口产品水平。再如,用钢铁编织成的国家体育场“鸟巢”(图 1.4)作为世界最大的钢结构工程,其外部钢结构的钢材用量为 4.2 万吨,整个工程包括混凝土中的钢材和螺纹钢等,总用钢量达到了 11 万吨,全部为国产钢,其中,大厚度 Q460E—Z35 钢板属世界首创。奥运游泳馆“水立方”(图 1.5)采用了国际上最先进的 ETFE 膜(乙烯—四氟乙烯共聚物)材料,这是一种轻质新型材料,具有有效的热学性能和透光性,可以调节室内环境,冬季保温、夏季隔热,而且还会避免建筑结构受到游泳中心内部环境的侵蚀。如果 ETFE 膜有一个破洞,不必更换,只需打上一块补丁,它便可自行愈合,过一段时间就会恢复原貌。这些实例都充分说明了现代土木工程材料飞速发展的成就。

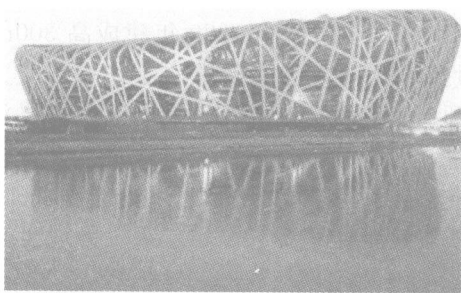


图 1.4 国家体育场——“鸟巢”

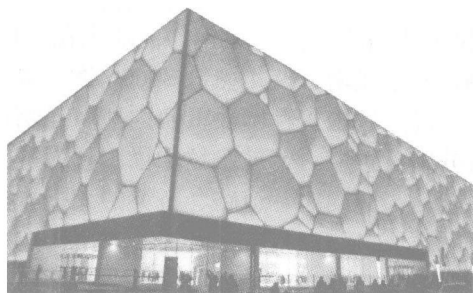


图 1.5 国家游泳中心——“水立方”

但是,我国建材工业的发展在很大程度上是以能源、资源的过度消耗和环境污染为代价的。随着人类社会的进步和发展,更有效地利用地球上有限资源和能源,改善人类的生存环境和空间,从根本上改变长期以来我国建材工业存在的高投入、高污染、低效益的粗放式生产方式,选择资源节约型、污染最低型、质量效益型和科技先导型的发展方式,将建材工业的发展与保护生态环境、污染治理有机地结合起来,是 21 世纪我国建材工业的战略目标。因此,土木工程材料将有以下发展趋势。

(1) 在原材料方面,应尽可能少用天然资源,提倡使用那些可以循环使用和重复使用和再生使用的材料,如工业尾矿、废渣、垃圾和废液等废弃物,以减少资源浪费。

(2) 在性能方面,研究和开发高性能材料,如轻质、高强、高耐久性、多功能、智能化材料。如在工程中使用高强度水泥、高性能混凝土以及高强度钢材;对于装修材料,采用复合技术将环保、美观、耐用、易维护且施工简便等功能集于一身;智能化是将材料和产品的加工制造同以微电子技术为主体的高科技嫁接,从而实现各种功能的可控与可调。

(3) 在产品形式方面,积极发展预制技术,逐步提高构件化、单元化的水平。

(4) 在生产工艺和技术方面,应研发大型化、高科技的生产技术、绿色生产技术和设备,尽量降低能耗和原料消耗,大力减少环境污染。

(5) 大力发展绿色建材,保护人类健康。绿色建材又称生态建材、环保建材和健康建材等。它是指采用清洁生产技术、少用天然资源和能源、大量使用工业或城市固态废弃物生产的无毒害、无污染、无放射性、有利于环境保护和人体健康的建筑材料。

1.4 土木工程材料的技术标准

土木工程材料的技术标准是对土木工程材料生产、使用及流通中需要协调统一的技术事项所制定的技术规定。它是从事材料生产、工程建设及商品流通的一种共同遵守的技术依据。它具体包括原材料质量、产品规格、等级分类、技术要求、检验方法、验收规则、包装及标志、运输和储存等内容。

产品标准化可以使设计、施工也相应标准化,既能合理选用材料,又能促进企业改善管理,提高生产技术和生产效率,更有利于加快施工进度,降低工程造价。

我国常用的标准主要有国家级、行业(或部级)、地方级和企业级 3 大类。国家标准由国家标准局发布,行业标准由主管生产部(或总局)发布,两者都是国家指令性技术文件,全国通用。地方标准是由地方主管部门制定和发布的地方性指导技术文件,适用于本地区使用。凡是没有相应的国家、行业和地方标准的产品,均应制定企业标准,地方标准和企业标准所制定的相关技术要求应高于类似(或相关)产品的国家标准。

我国常用的标准分为以下 3 大类。

1) 国家标准

代号 GB 为国家强制性标准,代号 GB/T 为国家推荐性标准。

2) 行业(或部颁)标准

如中国建筑工业行业标准(代号 JG)、中国建筑材料行业标准(代号 JC)、中国黑色冶金行业标准(代号 YB)、中国建筑工程标准(代号 JZ)、中国测绘行业标准(代号 CH)和中国石油化工行业标准(代号 SH)。

3) 地方标准(代号 DB)和企业标准(代号 QB)

标准的一般表示方法是由标准名称、部门代号、标准编号和颁布年份等组成。例如:国家标准(强制性)《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007)

建工行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》(JGJ 52—2006)

辽宁省地方标准《矿渣混凝土砖建筑技术规程》(DB21/T 1479—2007)

随着我国对外开放和加入世界贸易组织(WTO),常常还会涉及一些与土木工程材料相关的国际标准和外国标准,具体内容见表 1-2。

表 1-2 常用国际标准和外国标准名称及代号

标准名称	标准代号	标准名称	标准代号
国际标准化组织标准	ISO	意大利国家标准	UNI
国际标准化组织建议标准	ISO/R	欧洲标准化委员会标准	EN
美国材料试验协会标准	ASTM	俄罗斯国家标准	GOST
美国国家标准	ANSI	欧洲无损检测联盟标准	EFNDT
法国国家标准	NF	澳大利亚国家标准	AS
美国混凝土学会标准	ACI	加拿大国家标准	CSA STD
日本标准	JSA		

1.5 本课程的任务和学习方法

本课程是土木类专业的学科基础课，学习目的是为后续课程房屋建筑学、混凝土结构原理以及土木工程施工技术等专业课程的学习提供材料方面的基础知识，并为今后从事设计、施工、工程管理及材料检测等技术工作提供合理选择和使用土木工程材料方面的基本理论和基本技能。

课程的任务是使学生获得有关土木工程材料的技术性质及应用的基础知识和必要的基础理论，并获得主要土木工程材料性能检测和试验方法的基本技能训练。

本课程所涉及的材料种类繁多，内容庞杂，且各种材料自成体系。对于初学者来说，常常抓不住重点，不好掌握。针对本课程的内容特点，要想系统掌握，必须抓住重点，即材料的性能与应用。由于不同材料组成、结构不同而导致性能各异，所以，在学习时必须要注意区分把握不同材料之间所具有的共性和个性，了解决定材料性能的内在因素和影响材料性能的外部环境条件，把握变化规律，有效采取应对措施；还要学习和掌握材料检测技能和评定方法，培养和锻炼动手能力；最后，要结合当前形势把科学发展观理念融入课堂，从材料的生产、检测到工程应用，各个环节都力求降低资源和能源消耗，尽量利用工矿业或农业废料，产品的生产和使用对环境和人体无害，材料可以循环利用。

本课程具有很强的理论性和实践性，除了应抓住重点学好理论知识以外，还应重视实践环节，为此，本课程开设有多个学时的试验课，旨在通过动手实践，加深和巩固对理论知识的理解，培养和训练学生对土木工程材料的检测技能，培养应用型人才。

本章小结

土木工程材料是指在土木工程建设中用于构成建筑物或构筑物的各种材料的总称。按材料的化学成分来分，可分为无机材料、有机材料和复合材料 3 大类。

土木工程材料是土木工程的物质基础。土木工程材料的性能、质量及价格直接影响建

筑设计、结构体系、施工方法以及工程造价。土木工程材料是随着社会生产力和科学技术水平的发展而发展的。近年来,土木工程材料发展迅速,新材料层出不穷,正向着轻质、高强、多功能、低消耗、低污染和绿色环保方向发展。

本课程的任务是使学生掌握土木工程材料的基础知识及合理选择和使用的能力,并获得主要材料的检测和试验方法的基本技能训练。

知识链接

北京奥运场馆成为展示中国新材料新工艺精彩舞台

2008年北京奥运会主体育场——国家体育场“鸟巢”,这是目前世界上规模最大、用钢量最多、技术含量最高、结构最为复杂、施工难度空前的超大型钢结构体育设施工程。

“鸟巢”的钢结构在世界上是独一无二的。在“鸟巢”之前,国内从未生产过这种高强度的钢材。为推动国内钢铁生产企业技术创新,“鸟巢”工程的承建方北京城建集团专门拿出科研经费支持国内钢厂量身打造Q460高强钢板。在国家标准中,Q460的最大厚度只是100毫米,而“鸟巢”这次使用的钢板厚度史无前例地达到110毫米。

国家游泳中心“水立方”是当今世界上最大的游泳馆,并且是世界上规模最大、构造最复杂、综合技术最全面的在建设中运用聚四氟乙烯(ETFE)立面装配系统的工程。

在“水立方”的墙体设计中,建设者大胆求新,突破了传统做法,首创以泡沫结构为基础分割出建筑的整体形状和各个内部空间,实现了从墙壁到天花板的整栋墙体结构连接顺畅自然、严丝合缝。这种泡沫式的设计看似不如传统结构结实,但实际上它非常坚固,在吸收地震能量方面也非常理想。

新华网 2008年7月21日