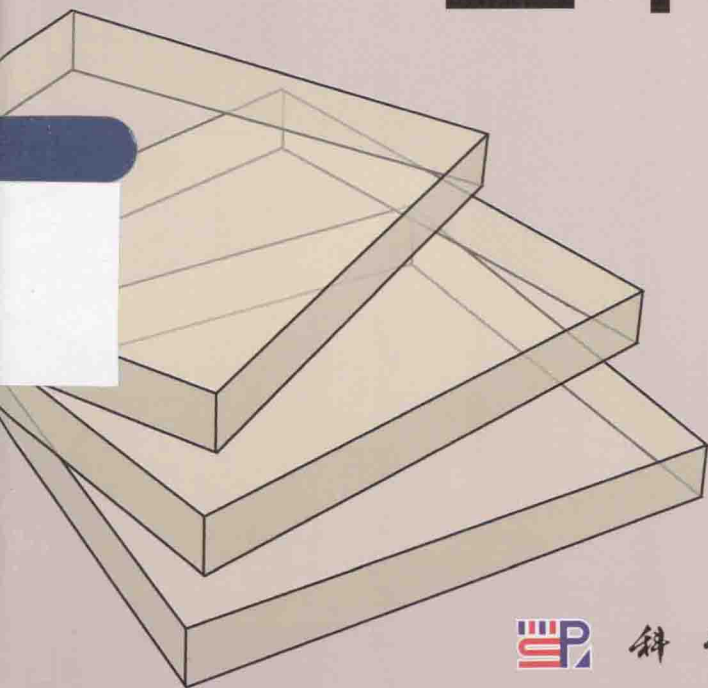


国家级精品课程配套教材



土木工程材料

主 编 王 冲
副主编 陈寒斌



 科学出版社

国家级精品课程配套教材

土木工程材料

主 编 王 冲

副主编 陈寒斌

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书根据高等工科院校土木工程专业本科教学大纲编写,力求涵盖土木工程不同专业的材料共性问题与专业性需求。除绪论外,全书主要分为3个单元,合计18章,第一篇:材料的组成结构与基本性质,包括材料的组成与结构、材料的基本物理性质、材料的力学性能、材料的热工性质、材料的耐久性、材料的安全性;第二篇:土木工程通用材料,包括气硬性胶凝材料、水泥、混凝土与砂浆、金属材料、有机高分子材料、沥青与防水材料、防火材料;第三篇:土木工程专用材料,包括建筑工程专用材料、道路工程专用材料、隧道与地下工程专用材料、水利水电工程专用材料、其他材料。主要介绍材料的组成、类别、性能、应用及主要试验方法。编写过程中注意根据专业方向采用新标准和新规范,力求教材内容与工程实践联系紧密,简化理论分析,突出工程应用。

本书可作为土木工程专业及相近专业学生教材,也可作为工程技术人员拓宽材料知识的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程材料 / 王冲主编. —北京: 科学出版社, 2014.8
国家级精品课程配套教材
ISBN 978-7-03-041879-1

I. ①土… II. ①王… 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(2014)第 206262 号

责任编辑: 邓 静 / 责任校对: 张小霞
责任印制: 霍 兵 / 封面设计: 迷底书装

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>

文林印务有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014年8月第一版 开本: 787×1092 1/16

2014年8月第一次印刷 印张: 24 1/2

字数: 550 000

定价: 48.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《土木工程材料》 编委会

主 编 王 冲（重庆大学）

副主编 陈寒斌（解放军后勤工程学院）

参 编

刘 芳（重庆大学）

吴建华（重庆大学）

屈雅安（长安大学）

熊出华（重庆交通大学）

王雨利（河南理工大学）

黄存捍（河南理工大学）

前 言

“土木工程材料”是土木工程专业的一门专业基础课，教学目的是使未来的土木工程师了解和掌握工程中常用材料的基本性能与应用方法，为今后工程实践和科研工作提供必要的基本知识和技能。现在的“土木工程”涵盖了建筑工程、道路工程、桥梁工程、隧道及地下工程和水利水电工程等多个专业，每一专业都有着自己的行业特点和不同的材料要求。现有的绝大部分《土木工程材料》教材沿袭以前的《建筑材料》教学大纲和教学内容，难以满足对土木工程专业本科毕业生“宽口径、厚基础”、“提高综合素质、加强能力培养”等培养要求。本教材根据“大土木专业”指导思想，调整、增加教材内容，以使《土木工程材料》教材更适合土木工程不同专业学生的培养，拓宽学生对不同工程所用材料的认识。

本书在编写过程中，力求涵盖土木工程不同专业对材料的共性要求与专业性需求。除绪论外，主要内容分为3个单元：第一篇是所有材料的基础，重点阐述材料的组成结构与基本性质，包括材料的组成与结构、材料的基本物理性质、材料的力学性能、材料的热工性质、材料的耐久性和安全性；第二篇主要是不同土木工程的通用材料，涉及的材料基本与所有土木工程专业有关；第三篇是土木工程专用材料，包括建筑工程专用材料、道路工程专用材料、隧道与地下工程专用材料、水利水电工程专用材料及其他材料。随书附上11个实验的指导书。

本教材编写分工如下：由重庆大学王冲担任主编，解放军后勤工程学院陈寒斌担任副主编，王冲负责统稿，并编写绪论，第一篇第5、6章，第三篇第16、17章，实验5~实验10；陈寒斌编写第二篇第12、13章，第三篇第18章；重庆大学吴建华编写第三篇第14章；重庆大学刘芳编写第二篇第7、8、10、11章；长安大学屈雅安编写第一篇第1~4章，实验1~实验4；重庆交通大学熊出华编写第三篇第15章和实验11；河南理工大学王雨利与黄存捍编写第二篇第9章。

由于编者采用了与大多数同类型教材完全不同的内容编排方式，很多材料是第一次出现在教材中，同时限于编写水平，书中不妥之处在所难免，敬请广大师生、读者提出宝贵意见。

编 者

2014年7月

目 录

绪论	1
0.1 土木工程与材料	1
0.1.1 关于土木工程	1
0.1.2 关于土木工程材料	1
0.1.3 土木工程对材料的基本要求	1
0.2 土木工程材料的分类	1
0.3 土木工程材料的历史与发展	2
0.3.1 土木工程材料的发展历程	2
0.3.2 现代土木工程材料的发展方向	3
0.4 土木工程材料的技术标准	3
0.5 本课程基本概况	4

第一篇 材料的组成结构与基本性质

第 1 章 材料的组成与结构	5
1.1 材料组成	5
1.2 材料结构	6
第 2 章 材料的基本物理性质	8
2.1 材料的密度、表观密度与堆积密度	8
2.2 材料的密实度与孔隙率	10
2.3 材料的填充率与空隙率	11
2.4 材料的亲水性与憎水性	12
2.5 材料的吸水性与吸湿性	12
第 3 章 材料的力学性能	14
3.1 材料的强度	14
3.1.1 强度	14
3.1.2 强度等级	15
3.1.3 比强度	15
3.2 材料的耐水性	16
3.3 材料的变形	16
3.3.1 材料的弹性和塑性	16
3.3.2 材料的脆性与韧性	17
3.4 材料的硬度	17
3.5 材料的耐磨性	18

第 4 章 材料的热工性质	19
4.1 材料的热容.....	19
4.2 材料的导热性.....	19
4.3 材料的导温性.....	21
4.4 材料的蓄热性能.....	21
4.5 材料的热膨胀.....	21
第 5 章 材料的耐久性	23
5.1 材料耐久性的概念.....	23
5.2 耐久性的类型与表征.....	23
5.2.1 抗渗性.....	23
5.2.2 抗冻性.....	24
5.2.3 耐老化性能.....	24
5.2.4 抗化学破坏性能.....	24
5.3 耐久性的改善.....	25
第 6 章 材料的安全性	26
6.1 材料的防火性.....	26
6.2 材料的放射性.....	27
6.3 材料的挥发性.....	27
6.4 材料的其他安全性问题.....	28

第二篇 土木工程通用材料

第 7 章 气硬性胶凝材料	30
7.1 石灰.....	30
7.1.1 石灰的生产.....	30
7.1.2 石灰的消解与凝结硬化.....	31
7.1.3 石灰的技术性质.....	31
7.1.4 石灰的分类.....	32
7.1.5 石灰的应用.....	33
7.2 石膏.....	34
7.2.1 石膏分类与石膏生产.....	34
7.2.2 建筑石膏的凝结硬化与技术性质.....	35
7.2.3 建筑石膏的应用.....	36
7.3 水玻璃.....	38
7.3.1 水玻璃的生产.....	39
7.3.2 水玻璃的凝结硬化.....	39
7.3.3 水玻璃的性质与应用.....	39
7.3.4 水玻璃的运输及储存.....	40
7.4 镁质胶凝材料.....	41

7.4.1	镁质胶凝材料的生产	41
7.4.2	菱苦土的凝结硬化	41
7.4.3	菱苦土的应用	41
第 8 章	水泥	43
8.1	概述	43
8.2	通用硅酸盐水泥	43
8.2.1	硅酸盐水泥	44
8.2.2	其他通用硅酸盐水泥	52
8.3	特性水泥与专用水泥	57
8.3.1	铝酸盐水泥	57
8.3.2	硫铝酸盐水泥	58
8.3.3	抗硫酸盐硅酸盐水泥	59
8.3.4	白色硅酸盐水泥	60
第 9 章	混凝土与砂浆	62
9.1	混凝土	62
9.1.1	概述	62
9.1.2	普通混凝土的组成材料	63
9.1.3	普通混凝土的技术性质	76
9.1.4	混凝土的质量控制和合格评定	90
9.1.5	普通混凝土的配合比设计	93
9.1.6	特殊性能混凝土	99
9.2	建筑砂浆	103
9.2.1	砂浆的组成材料	103
9.2.2	砂浆的主要技术性质	105
9.2.3	砂浆种类	107
第 10 章	金属材料	115
10.1	钢材	115
10.1.1	钢材的基本知识	115
10.1.2	钢材的主要技术性能	117
10.1.3	钢材的冷加工和热处理	121
10.1.4	土木工程常用钢材	122
10.1.5	钢材的腐蚀与防护	129
10.1.6	钢材的防火	131
10.2	铸铁	131
10.2.1	基本知识	131
10.2.2	灰铸铁的性能特点	132
10.2.3	灰铸铁的牌号和应用	133

10.3	铝合金	133
10.3.1	基本知识	133
10.3.2	铝合金制品	133
第 11 章	有机高分子材料	136
11.1	橡胶	136
11.1.1	橡胶的分类	136
11.1.2	常用橡胶的品种、特性和用途	137
11.1.3	橡胶工业制品的种类	139
11.2	塑料	139
11.2.1	建筑塑料的组成	139
11.2.2	建筑塑料的主要技术性能	140
11.2.3	建筑塑料制品的工程应用	140
11.3	胶黏剂	143
11.3.1	胶黏剂的组成和分类	143
11.3.2	胶黏剂的技术要求	144
11.3.3	土木工程常用胶黏剂	145
11.4	涂料	146
11.4.1	涂料的组成和分类	146
11.4.2	建筑涂料的功能和技术要求	147
11.4.3	常用建筑涂料	148
第 12 章	沥青与防水材料	152
12.1	沥青	152
12.1.1	石油沥青	152
12.1.2	煤沥青	155
12.1.3	沥青的掺配	156
12.1.4	改性石油沥青	157
12.1.5	乳化沥青	159
12.1.6	使用注意事项	160
12.2	防水涂料	160
12.2.1	防水涂料的组成和分类	160
12.2.2	改性沥青基防水涂料	161
12.2.3	合成高分子防水涂料	162
12.2.4	无机刚性防水涂料	164
12.3	防水卷材	165
12.3.1	沥青基防水卷材	166
12.3.2	橡胶基防水卷材	168
12.3.3	树脂基防水卷材	169
12.3.4	橡塑共混基防水材料	170

12.4	密封材料	170
12.4.1	不定型密封材料	170
12.4.2	定型密封材料	171
第 13 章	防火材料	173
13.1	防火涂料	173
13.2	防火封堵材料	175
13.3	防火板	176
13.4	防火材料发展趋势	176
第三篇 土木工程专用材料		
第 14 章	建筑工程专用材料	178
14.1	木材与竹材	178
14.1.1	木材	178
14.1.2	竹材	184
14.2	石材	186
14.2.1	常用石材的岩石种类	186
14.2.2	天然石材的技术性质	186
14.2.3	天然石材的应用	189
14.2.4	人造石材	190
14.3	建筑玻璃与建筑陶瓷	191
14.3.1	建筑玻璃	191
14.3.2	建筑陶瓷	196
14.4	墙体材料与屋面材料	197
14.4.1	砌墙砖	197
14.4.2	砌块	202
14.4.3	墙用板材	203
14.4.4	屋面材料	205
14.5	保温材料与吸声隔声材料	207
14.5.1	常用保温隔热材料	207
14.5.2	常见吸声材料	213
14.5.3	隔声材料	216
第 15 章	道路工程专用材料	218
15.1	工程用土	218
15.1.1	土的工程分类	218
15.1.2	土的技术性质与要求	222
15.2	无机结合料稳定材料	228
15.2.1	概述	228
15.2.2	组成材料要求	229

15.2.3	无机结合料稳定材料强度	231
15.2.4	无机结合料稳定材料组成设计	232
15.3	土工合成材料	234
15.3.1	概述	234
15.3.2	土工合成材料的种类	235
15.3.3	土工合成材料的功能	236
15.3.4	土工合成材料的技术性质	237
15.4	沥青混合料	240
15.4.1	沥青混合料分类	240
15.4.2	组成材料要求	240
15.4.3	沥青混合料结构与性能	243
15.4.4	沥青混合料的技术性质	246
15.4.5	沥青混合料配合比设计	249
15.5	路面水泥混凝土	255
15.5.1	概述	255
15.5.2	路面混凝土的材料组成	256
15.5.3	路面混凝土的主要技术性质	260
15.5.4	路面混凝土配合比设计	261
第 16 章	隧道与地下工程专用材料	268
16.1	注浆材料	268
16.1.1	注浆材料的基本要求	268
16.1.2	注浆材料的分类	269
16.1.3	注浆材料基本性质	276
16.2	锚喷支护材料	280
16.2.1	锚杆材料	280
16.2.2	喷射混凝土	284
16.2.3	喷射纤维混凝土	285
16.3	混凝土管片	285
16.3.1	混凝土管片结构型式	286
16.3.2	管片混凝土技术	288
第 17 章	水利水电工程专用材料	289
17.1	低热水泥	289
17.1.1	普通低热水泥	289
17.1.2	低热微膨胀水泥	290
17.2	水工混凝土	291
17.2.1	水工混凝土分类	291
17.2.2	水工混凝土的性能特点	291
17.2.3	水工混凝土主要技术要求	292

17.2.4	水工混凝土材料与配合比的特殊性	293
17.2.5	特殊水工混凝土品种	294
17.3	水工沥青混凝土	296
17.3.1	水工沥青混凝土的特性	296
17.3.2	水工沥青混凝土防渗结构的技术特点	296
17.3.3	水工沥青混凝土分类	297
17.3.4	水工沥青混凝土对原材料的要求	298
17.3.5	沥青混凝土防渗结构的应用	299
第 18 章	其他材料	301
18.1	新型胶凝材料	301
18.1.1	碱矿渣水泥	301
18.1.2	地聚合物	302
18.1.3	磷酸盐水泥	302
18.2	工程抢修抢建材料	303
18.2.1	抢修抢建材料的分类	303
18.2.2	抢修抢建材料的性能要求	303
18.2.3	工程抢修抢建特种胶凝材料	304
18.2.4	工程抢修抢建预制件材料	306
18.3	生态环境材料	307
18.3.1	生态环境材料的含义	307
18.3.2	材料的环境影响评价	307
18.3.3	土木工程材料的生态化	309
土木工程材料实验		312
实验 1	材料的基本物理性质实验	312
实验 2	水泥性能实验	314
实验 3	混凝土用砂、石骨料实验	323
实验 4	混凝土外加材料实验	328
实验 5	混凝土性能实验	332
实验 6	钢筋性能实验	340
实验 7	沥青性能实验	342
实验 8	沥青混合料性能实验	347
实验 9	防水卷材性能实验	355
实验 10	无机结合料性能实验	357
实验 11	工程用土性能实验	363
参考文献		373

绪 论

0.1 土木工程与材料

0.1.1 关于土木工程

土木工程是建造各类工程设施的科学技术的统称。它既指所应用的材料、设备和所进行的勘测、设计、施工、保养维修等技术活动，也指工程建设的对象。随着科学技术的进步和工程实践的发展，土木工程学科已发展成为内涵广泛、门类众多、结构复杂的综合体系，也已发展出许多专业或分支，如建筑工程、公路工程、铁路工程、桥梁工程、隧道及地下工程、水利水电工程等学科。

土木工程的目的是形成人类生产或生活所需要的、功能良好且舒适美观的空间和通道。它既有物质方面的需要，也有精神象征方面的需求。随着社会、经济与技术的发展，工程结构越来越大型化、复杂化，超高层建筑、特大型桥梁、巨型大坝、复杂的地铁系统不断涌现，以满足人们的生活与工作需求，同时也演变为社会实力的象征。

0.1.2 关于土木工程材料

土木工程材料是土木工程中所使用的各种材料及制品的总称，是土木工程建设的基础。不同的土木工程材料，在不同的使用环境条件下的物理力学性能、生产和使用成本及破坏劣化机制各不相同，能否正确选择和合理使用土木工程材料，对工程结构的安全性、适用性、经济性和耐久性有着直接的影响。随着科学技术的快速发展，结构设计和施工工艺日益进步，各种新材料不断涌现，要求土木工程的相关从业人员，必须具备土木工程材料的基本知识，熟悉各类常用土木工程材料的组成结构、技术性能、检测方法和选用规律。

0.1.3 土木工程对材料的基本要求

不同土木工程类型、不同工程部位对材料的结构与性能要求不一。总体而言，土木工程对材料的基本要求主要为以下三点：

- (1) 必须具备足够的强度，能够安全地承受设计荷载及自重。
- (2) 具有与使用环境相适应的耐久性，以减少维修费用。
- (3) 特定功能。用于特殊部位的材料，应具有相应的特殊功能，如屋面材料能隔热、防水，楼板和内墙材料能隔声等；用于装饰的材料，应能美化建筑，产生一定的艺术效果。

0.2 土木工程材料的分类

可用于土木工程的材料来源广泛、组成多样、性质各异、用途不同。为了应用方便，可将土木工程材料按不同方法进行分类。一般按化学成分不同可分为无机材料、有机材料和复合材料三大类，各大类又可进行更细的分类，如图 0-1 所示。

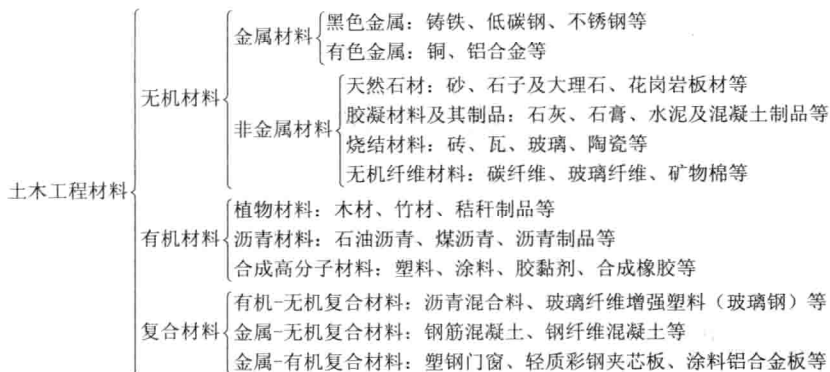


图 0-1 土木工程材料按照化学成分分类

此外，还可以按照使用功能将材料划分为承重材料(建筑工程中的梁、板、柱所用材料，桥梁工程中的桥墩、桥跨等)、非承重材料(建筑工程中的墙体材料、屋面材料，桥梁工程中的护栏等)和功能材料(防排水、保温、装饰材料等)。

按照材料的使用部位可分为建筑工程中的结构材料、墙体材料、屋面材料、装饰材料、地面材料等，道路工程中的路基材料、路面材料、垫层材料等，以及隧道与地下工程中的锚固材料、支护材料等。

0.3 土木工程材料的历史与发展

0.3.1 土木工程材料的发展历程

土木工程材料是随着人类社会生产力和科技水平的提高而逐步发展起来的。

土木工程中人类最先需要的是房屋建筑，人类最初直接从自然界中获取天然材料作为建筑材料，如黏土、石材、木材等。随着社会生产力的发展和人类活动范围的扩大，人类能够利用黏土烧制砖瓦，用岩石烧制石灰、石膏，建筑材料由此进入人工合成阶段，为较大规模建造房屋创造了基本条件。至今世界上仍然保留着许多经典的古建筑，如中国的故宫、布达拉宫，埃及的金字塔，罗马圆剧场等，均显示了古代建筑技术及材料应用方面的辉煌成就。

18~19 世纪，土木工程材料进入了一个全新的发展阶段，人类的工程建设技术也从主要针对建筑工程向着道路桥梁、水港码头、隧道与地下等多方向发展。钢材、水泥、混凝土等相继问世，使人类的工程活动突破了几千年来所受土、木、砖、石的限制，为现代土木工程奠定了基础。特别需要强调的是水泥混凝土与钢材的复合使用，极大地促进了土木工程的整体发展水平。1850 年法国 Lambot 用加钢筋网的方法制作了第一条钢筋混凝土船，1887 年 Koenen 首先发表了钢筋混凝土的计算方法。此后，用钢筋增强增韧混凝土，以弥补混凝土抗拉强度和抗折强度低的缺陷，这种集中配筋的钢筋与混凝土的复合，大大促进了混凝土在工程中的应用，一直到现在，钢筋混凝土仍然是工程结构的主要形式。1928 年法国学者 Freyssinet 提出了混凝土收缩与徐变理论，并采用高强钢丝和锚具制出了预应力钢筋混凝土，为预应力钢筋混凝土的工程应用奠定了基础。预应力钢筋混凝土是混凝土技术的一次飞跃，使得混凝土结构的抗震、防裂性能极大提高，混凝土建筑物可以达到很高的高度。另一种广泛应用的

混凝土与钢材复合的结构形式,是钢管混凝土。早在 1879 年,英国就出现了用钢管混凝土修建的铁路桥桥墩,钢管混凝土已经被广泛应用于桥梁、建筑等工程中。为了改善混凝土的脆性,1907 年,苏联的涅克拉索夫(Иекрасов)首先应用钢纤维增强混凝土,由于纤维对混凝土的分散配筋,大大提高了混凝土的抗裂性,增加了混凝土的延性。目前,钢纤维、有机合成纤维、耐碱玻纤等已广泛应用于土木工程中。

进入 20 世纪后,由于社会生产力发展的突飞猛进,以及材料科学和工程学的形成和发展,土木工程材料不仅性能和质量不断提高,品种不断增加,而且以有机材料为主的合成材料异军突起,一些具有特殊功能的土木工程材料,如绝热材料、吸声隔声材料、装饰材料及最新的纳米材料等应运而生。同时,为节约材料、资源,提高性能,将一些不同组成与结构的材料复合形成的各种新型复合材料,可最大限度地发挥各种材料的优势,如玻璃纤维增强塑料和金属陶瓷等。

0.3.2 现代土木工程材料的发展方向

依靠材料科学和化学等现代科学技术,人们已开发出许多高性能和多功能的新型土木工程材料。而社会进步、环境保护和节能降耗对土木工程材料提出了更高、更多的要求。土木工程材料的发展方向如下:

(1) 高性能化。研制轻质、高强、高韧性、高保温性、优异装饰性能和高耐久性的材料,对提高工程结构的安全性、适用性、经济性和耐久性有着非常重要的意义。

(2) 多功能化。利用复合技术生产多功能材料、特殊性能材料及智能材料,这对提高土木工程的使用功能和施工效率十分重要。

(3) 绿色化。在生产及应用土木工程材料过程中,应该充分利用地方可再生资源和工业废料,减少对环境的污染和对自然生态环境的破坏。土木工程材料的绿色化主要体现在以下几个方面:

① 节约资源。充分利用地方材料,尽量少用天然资源,大量使用尾矿、废渣、垃圾等废弃物作为生产土木工程材料的资源,以保护自然资源和维护生态环境的平衡。

② 节约能源。采用低能耗、无环境污染的生产技术,优先开发、生产低能耗的材料及降低建筑物使用能耗的节能型材料。

③ 健康。材料生产中尽量不使用有损人体健康的物质,如甲醛、铅、镉、铬及其化合物等。同时要开发对人体健康有益的材料功能,如抗菌、灭菌、除臭、除霉、防火、调温、消磁、防辐射、抗静电等。

④ 再生利用。土木工程材料达到使用寿命后可再生循环和回收利用,无污染性废弃物。

0.4 土木工程材料的技术标准

技术标准是所有工程技术人员在从事相关工作中,所有技术活动的技术依据。绝大多数土木工程材料均由专门的机构制定并颁布了相应的“技术标准”或“技术规范”,详尽明确地规定了其质量、规格和验收方法,以其作为有关设计、生产、施工与管理等部门共同遵循的依据。

在我国,土木工程材料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。国家标准是由中国国家质量技术监督局颁布的全国必须执行的指导性文件,分为强制性标准(代号 GB)和推荐性标准(代号 GB/T)。

(2) 行业标准。由各行业主管部门为规范本行业的产品质量而制定的技术标准,也是全国

性指导文件。如建材行业标准(代号 JC)、建工行业标准(代号 JG)、交通行业标准(代号 JT)、铁路行业(代号 TB)、水利水电行业(代号 SL、DL)等。

(3) 地方标准(DB)。地方主管部门发布的地方性技术指导文件, 适合在该地区使用。

(4) 企业标准(QB)。仅适用于制定标准的企业。凡没有制定国家标准、行业标准的产品, 均应制定相应的企业标准。企业标准的技术要求应高于类似(或相关)产品的国家标准。

标准的标识一般是由标准名称、部门代号、标准编号和颁布年份组成。如《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007), 其中“GB”为国家标准代号, “175”为标准编号, “2007”为标准颁布年份。如《粉煤灰混凝土小型空心砌块》(JC/T 862—2008)是建材行业 2008 年颁布的推荐性标准。

世界各国对材料的标准化都很重视, 均制定了各自的标准, 如美国材料与试验协会标准“ASTM”、英国标准“BS”、德国工业标准“DIN”、日本工业标准“JIS”, 以及世界范围内统一使用的国际标准“ISO”。

0.5 本课程基本概况

土木工程材料课程是土木工程专业的专业基础课, 课程教学目的在于使学生掌握主要土木工程材料的性质、用途、制备和使用方法及检测和质量控制方法, 了解工程材料性质与材料结构的关系, 以及性能改善的途径。通过本课程的学习, 学生应能针对不同工程合理选用材料, 并能与后续课程密切配合, 了解材料与设计参数及施工措施选择的相互关系。学生学习土木工程材料课程, 主要是为毕业后从事工程设计、施工、管理工作中了解并掌握各种工程材料的性能与用途。

本教材共分为 3 篇, 合计 18 章, 第一篇是材料的结构与基本性质, 包括材料的组成与结构、材料的基本物理性质、材料的力学性能与变形、材料的热工性质、材料的耐久性和材料的安全性; 第二篇是土木工程通用材料, 包括气硬性胶凝材料、水泥、混凝土与砂浆、金属材料、有机高分子材料、沥青与防水材料、防火材料; 第三篇是土木工程专用材料, 包括建筑工程专用材料、道路工程专用材料、隧道与地下工程专用材料、水利水电工程专用材料和其他材料等。

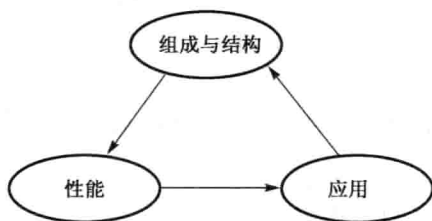


图 0-2 材料组成与结构、性能及应用的关系

本课程的特点是知识点多, 学习中要善于归纳总结, 理顺课程的知识脉络, 抓住贯穿本课程的教学主线: 材料的组成、结构、性能与应用之间的关系, 见图 0-2。材料的组成与结构决定材料的性能, 材料的性能决定材料的应用范围, 材料的应用范围又决定了材料应该具备的组成与结构。本课程要求从材料的技术性质来学习材料的合理应用, 而且要以材料的性能和合理应用为重点。

要善于类比学习, 举一反三。对于同一类属不同品种的材料, 除了要学习它们的共性, 更要了解各自的特性。如在第 8 章, 各种水泥的矿物组成的不同, 导致其凝结硬化的速度、水化热和耐腐蚀性等性质各不相同, 可以根据具体工程及其环境条件合理选用。

材料实验是学习本课程的重要环节, 材料实验的任务是巩固所学的理论知识, 通过掌握常用土木工程材料的实验、检测技术, 学习对实验数据进行科学的分析和整理, 深入理解不同土木工程材料的性能。本教材安排了 11 个实验以供实验教学中教师和学生选择。

第一篇 材料的组成结构与基本性质

材料的组成与结构决定材料的性能，材料的性能决定了其应用范围。因此，了解材料的组成结构与基本性质的含义，对正确使用土木工程材料至关重要。

第 1 章 材料的组成与结构

材料的组成与结构决定材料的性能。研究材料的组成、结构、性能三者之间的内在逻辑关系，是材料科学与工程的首要任务。要掌握材料的性能，必须以掌握材料的组成、结构与材料性能之间的关系作为切入点。

1.1 材料组成

材料组成是材料性质的基础，它对材料的化学性质、物理力学性质起着重要的影响作用。通常土木工程材料按传统的分类方法分为金属材料、无机非金属材料、有机材料等；从工程应用角度，为满足土木工程材料的选择、应用、分析、检测等的需求，通常将材料的性能作为研究重点。为更直接地建立起材料组成与材料性能之间的关系，将材料的组成为化学组成、矿物组成和相组成。针对不同类别的材料，采用相应的方法进行材料组成的研究。

1. 化学组成

化学组成是指构成材料的化学元素及化合物的种类和数量，简而言之，就是指材料的化学成分。金属材料，特别是建筑钢材，通常以化学组成作为研究材料组成的方法。钢材所含铁元素、碳元素、有益合金元素(硅、锰、钒、钛、铌等)、有害元素(硫、磷、氧、氮等)及其各自的含量，能够与钢材物理力学性能、工艺性能等建立起良好的相关关系。

2. 矿物组成

无机非金属材料中具有特定的晶体结构和特定物理力学性能的组织结构称为矿物。矿物组成是指构成材料的矿物种类和数量。通用硅酸水泥作为无机胶凝材料的代表，在研究其最主要的组分硅酸盐水泥熟料时，就是以矿物组成作为研究材料组成的方法。硅酸盐水泥熟料中四种矿物组成及其不同含量，赋予水泥具有不同的工程性能(如早强、水化放热低、耐腐蚀等)。通常天然岩石也会以矿物组成表示其材料组成，如石灰岩的主要矿物组成为方解石、白云石。

3. 相组成

材料中结构相近、性质相同的均匀部分称为相。例如，钢材就是由铁素体、珠光体、渗碳体和奥氏体四种不同的相组成的，铁素体和奥氏体为具有中等强度、柔软可延展的相，渗