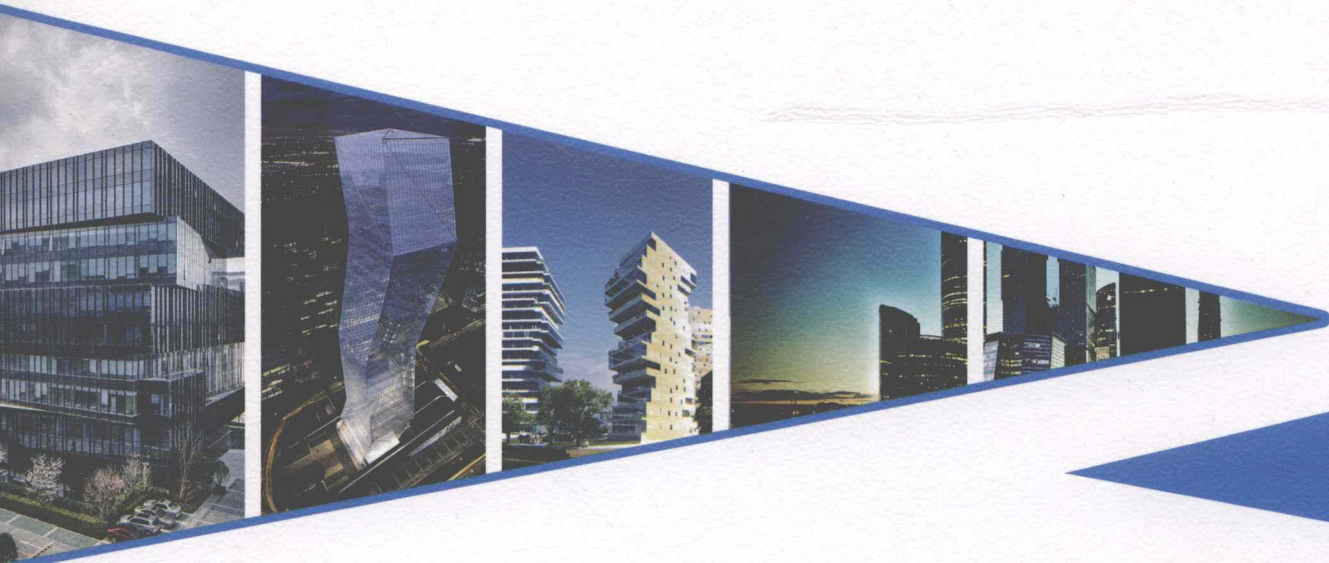




“十三五”普通高等教育本科规划教材
高等院校土建类专业“互联网+”创新规划教材



建筑材料

主编◎胡新萍 刘吉新 王 芳

- 在介绍传统土木工程材料基础上，增加新技术、新方法的应用
- 结合互联网技术对土木工程材料的知识体系进行延伸和扩展



扫一扫联系客服



课件答案



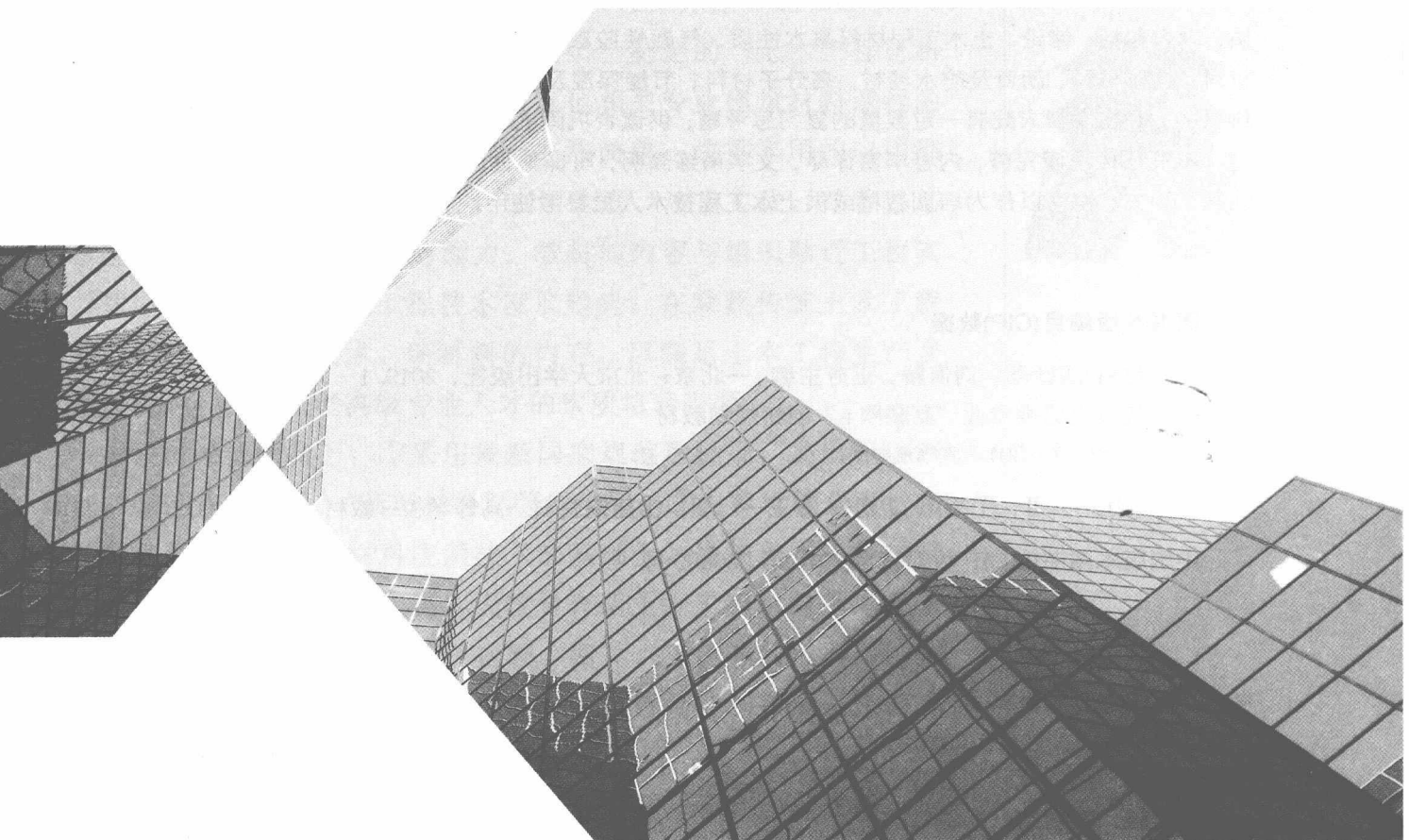
手机在线答题



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

“五”普通高等教育本科规划教材

“互联网+”创新规划教材



建筑材料

主 编	胡新萍	刘吉新	王 芳		
副主编	邓庆阳	秦美珠	周晓娟	李 杰	
参 编	张清华	郭劲言	史丽英	闫 艳	



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书按照应用型本科教育改革的需要和最新的有关国家标准或行业标准编写而成。全书共分 13 模块,内容包括:绪论、土木工程材料基本性质、气硬性胶凝材料、水泥、混凝土、砂浆、砌筑材料及屋面材料、金属材料、沥青及防水卷材、高分子材料、节能保温及绿色建筑材料、建筑装饰材料、土木工程材料试验,并在章节末配有一定数量的复习思考题,供读者巩固练习之用。

本书结构严谨完整,内容丰富详尽,文字精练简明,可操作性强,可作为应用型本科教育土建类专业的教学用书,也可以作为培训教材或供土木工程技术人員参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料/胡新萍,刘吉新,王芳主编. —北京:北京大学出版社, 2019. 1

高等院校土建类专业“互联网+”创新规划教材

ISBN 978-7-301-30005-3

I. ①建… II. ①胡… ②刘… ③王… III. ①建筑材料—高等学校—教材 IV. ①TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 250099 号

书 名 建筑材料

JIANZHU CAILIAO

著作责任者 胡新萍 刘吉新 王 芳 主编

策 划 编 辑 贾新越 杨星璐

责 任 编 辑 王向珍 杨星璐

数 字 编 辑 贾新越

标 准 书 号 ISBN 978-7-301-30005-3

出 版 发 行 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> 新浪微博: @北京大学出版社

电 子 信 箱 pup_6@163.com

电 话 邮购部 010-62752015 发行部 010-62750672 编辑部 010-62750667

印 刷 者 三河市北燕印装有限公司

经 销 者 新华书店

889 毫米×1194 毫米 16 开本 19.25 印张 596 千字

2019 年 1 月第 1 版 2019 年 1 月第 1 次印刷

定 价 49.00 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 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

图书如有印装质量问题,请与出版部联系,电话: 010-62756370

前言

本书根据应用型本科院校土木工程类专业人才培养的目标要求,依据高等学校土木工程学科专业指导委员会制定的“土木工程材料教学大纲”编写而成,并兼顾土建类其他相关专业建筑材料课程的需要。教材内容上体现了概念准确、方法简单、注重实用的应用型本科教学特点,基本理论以必需、够用为度,注重实践,并着重培养学生分析与解决实际问题的能力。教材的内容与组织贴近工程实际、适应工程需要、反映工程技术发展趋势,在兼顾传统土木工程材料的同时,增加新技术、新材料的内容,以满足土木工程生产及管理岗位对各类应用型高级专业人才的素质培养需要。

本教材的特色如下:①采用最新国家规范和标准,突出职业训练和“绿色节能材料”“新型材料”等的应用;②内容比较全面,在包含各种传统土木工程材料应用技术的基础上,增加土木工程材料新技术、新方法的应用;③在传统教材介绍土木工程材料基本理论知识的同时,增设二维码,通过视频、图片、案例等的形式,结合互联网技术对土木工程材料的知识内容等进行延伸和扩展,从而提高学生的学习兴趣和实践应用能力。

本书由山西工程技术学院胡新萍、刘吉新、王芳担任主编,邓庆阳、秦美珠、周晓娟、李杰担任副主编,张清华、郭劲言、史丽英、闫艳参编。其中模块10由胡新萍编写,模块4、模块12由刘吉新编写,绪论、模块8由王芳编写,模块11由邓庆阳编写,模块6由秦美珠编写,模块5由周晓娟编写,模块9由李杰编写,模块7由张清华编写,模块1由郭劲言编写,模块2由史丽英编写,模块3由闫艳编写。

本书的编写得到北京大学出版社的大力支持,书中参考了部分专家、学者的专著及教材,同时参考和引用了国内外相关文献资料,以及部分网上资源,在此一并表示诚挚的谢意!由于作者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2018年4月



【资源索引】

目 录

模块0 绪论	1	2.1.1 石灰的生产和种类	29
0.1 建筑与建筑材料	2	2.1.2 石灰的熟化和硬化	30
0.2 建筑材料的发展	3	2.1.3 石灰的特性及应用	31
0.2.1 古代建筑材料的发展	4	2.1.4 石灰的储存和运输	32
0.2.2 近现代建筑材料的发展	5	2.2 石膏	33
0.2.3 建筑材料的发展趋势	5	2.2.1 建筑石膏的生产	33
0.3 建筑材料的技术标准	7	2.2.2 建筑石膏的水化与硬化	33
0.4 本课程的目的与学习方法	9	2.2.3 石膏的技术要求	34
模块小结	10	2.2.4 石膏的性质与应用	34
复习思考题	10	2.2.5 石膏的储存及运输	35
模块1 土木工程材料基本性质	11	2.3 水玻璃	36
1.1 材料的组成、结构及构造	12	2.3.1 水玻璃的组成	36
1.1.1 材料的组成	12	2.3.2 水玻璃的生产	36
1.1.2 材料的结构	12	2.3.3 水玻璃的硬化	37
1.1.3 材料的构造	14	2.3.4 水玻璃的性质及应用	37
1.2 材料的物理性质	15	模块小结	38
1.2.1 密度、表观密度、体积密度和堆积密度	15	复习思考题	38
1.2.2 材料的孔隙率和空隙率	17	模块3 水泥	40
1.2.3 材料与水有关的性质	17	3.1 硅酸盐水泥	41
1.2.4 材料的热工性质	20	3.1.1 硅酸盐水泥生产工艺及其矿物组成	42
1.3 材料的力学性质	22	3.1.2 硅酸盐水泥的凝结硬化	43
1.3.1 材料的强度	22	3.1.3 硅酸盐水泥的技术性质	45
1.3.2 弹性和塑性	23	3.2 通用硅酸盐水泥	47
1.3.3 脆性和韧性	24	3.2.1 水泥混合材料	47
1.3.4 硬度和耐磨性	24	3.2.2 通用硅酸盐水泥的种类	49
1.4 材料的耐久性与环境协调性	25	3.2.3 通用硅酸盐水泥的选用	50
1.4.1 材料的耐久性	25	3.3 专用水泥	51
1.4.2 材料的环境协调性	25	3.3.1 油井水泥	52
模块小结	26	3.3.2 道路硅酸盐水泥	52
复习思考题	26	3.3.3 白色及彩色硅酸盐水泥	52
模块2 气硬性胶凝材料	28	3.4 特性水泥	53
2.1 石灰	29	3.4.1 铝酸盐水泥	54

3.4.2 快硬型水泥	54	4.7 混凝土的耐久性	111
3.4.3 膨胀水泥	55	4.7.1 混凝土的抗渗性	111
3.4.4 抗硫酸盐硅酸盐水泥	55	4.7.2 混凝土的抗冻性	112
3.4.5 中热硅酸盐水泥和低热矿渣 硅酸盐水泥	55	4.7.3 混凝土的碳化	112
3.4.6 新型水泥	55	4.7.4 混凝土的抗侵蚀性	112
3.5 水泥的保管、选用与验收	57	4.7.5 混凝土的碱骨料反应	113
模块小结	58	模块小结	114
复习思考题	59	复习思考题	114
模块 4 混凝土	60	模块 5 砂浆	117
4.1 概述	61	5.1 砂浆的组成材料	118
4.1.1 混凝土的产生和发展概况	61	5.1.1 胶凝材料	118
4.1.2 混凝土的分类	62	5.1.2 细骨料	119
4.1.3 混凝土的特点	62	5.1.3 掺合料	120
4.2 普通混凝土的基本组成材料	63	5.1.4 水	121
4.2.1 水泥	64	5.1.5 外加剂	121
4.2.2 细骨料	64	5.2 砂浆的技术性质	121
4.2.3 粗骨料	70	5.2.1 新拌砂浆的和易性	121
4.2.4 混凝土拌和及养护用水	75	5.2.2 砂浆的强度	123
4.2.5 混凝土外加剂	75	5.2.3 砂浆的黏结力	124
4.2.6 矿物掺合料	80	5.2.4 砂浆的变形	124
4.3 混凝土拌合物的主要技术性能	82	5.2.5 砂浆的抗冻性	124
4.3.1 和易性的概念	83	5.3 砌筑砂浆	124
4.3.2 和易性指标	83	5.3.1 砌筑砂浆的技术要求	125
4.3.3 影响混凝土和易性的主要因素	85	5.3.2 砌筑砂浆的配合比设计	126
4.3.4 改善混凝土拌合物工作性的 主要措施	87	5.4 抹面砂浆	130
4.3.5 混凝土拌合物的凝结时间	88	5.4.1 普通抹面砂浆	130
4.3.6 混凝土拌合物的可泵性	88	5.4.2 防水砂浆	131
4.3.7 混凝土拌合物浇筑后性能	88	5.4.3 装饰砂浆	132
4.4 硬化后混凝土的性能	90	5.4.4 其他特种砂浆	133
4.4.1 混凝土强度和强度等级	90	模块小结	136
4.4.2 影响混凝土强度的因素	92	复习思考题	136
4.4.3 混凝土的变形性能	95	模块 6 砌筑材料及屋面材料	137
4.5 混凝土的配合比设计及质量控制	97	6.1 石材	138
4.5.1 混凝土的基本要求及质量控制	97	6.1.1 天然石材	138
4.5.2 混凝土的配合比设计	98	6.1.2 人造石材	142
4.5.3 混凝土配合比设计步骤	99	6.2 砖	143
4.6 其他混凝土	108	6.2.1 烧结砖	143
4.6.1 高性能混凝土	108	6.2.2 非烧结砖	150
4.6.2 轻混凝土	108	6.3 砌块	152
4.6.3 泵送混凝土	110	6.3.1 混凝土砌块	152
		6.3.2 蒸压加气混凝土砌块	155

6.3.3 粉煤灰砌块	156	8.1.2 煤沥青	192
6.3.4 石膏空心砌块	156	8.1.3 改性沥青	193
6.4 墙用板材	157	8.2 防水卷材	194
6.4.1 水泥类墙用板材	158	8.2.1 沥青卷材	195
6.4.2 石膏类墙用板材	159	8.2.2 改性沥青防水卷材	196
6.4.3 复合墙板	160	8.3 沥青混合料	198
6.5 屋面材料	161	模块小结	200
6.5.1 屋面瓦材	162	复习思考题	200
6.5.2 屋面板材	163		
模块小结	165	模块 9 高分子材料	201
复习思考题	165	9.1 天然高分子材料——木材	202
模块 7 金属材料	167	9.1.1 木材的分类和构造	202
7.1 钢材的基本知识	168	9.1.2 木材的物理力学性质	204
7.1.1 钢材的冶炼及其对钢材质量的 影响	168	9.1.3 木材的防护	206
7.1.2 钢材的分类	169	9.1.4 木材在建筑工程中的应用	207
7.1.3 钢的基本晶体组织及其对钢材性能的 影响	169	9.2 合成高分子材料	208
7.1.4 钢的化学成分及其对钢材性能的 影响	170	9.2.1 合成高分子材料基础知识	208
7.1.5 钢材的热处理	171	9.2.2 工程塑料	209
7.1.6 钢材的冷加工及时效处理	171	9.2.3 合成橡胶	213
7.2 建筑钢材的主要技术性能	172	9.2.4 合成纤维	215
7.2.1 力学性能	172	9.2.5 高分子胶黏剂	216
7.2.2 工艺性能	176	模块小结	217
7.3 钢材的技术标准及选用	177	复习思考题	217
7.3.1 建筑钢材的主要钢种	177	模块 10 节能保温及绿色建筑材料	219
7.3.2 钢结构用钢材	179	10.1 建筑节能综述	220
7.3.3 钢筋混凝土用钢材	180	10.1.1 建筑节能的内涵	220
7.3.4 钢材的选用原则	181	10.1.2 我国建筑节能的必要性	221
7.4 铝及铝合金材料	182	10.1.3 建筑节能的技术介绍	222
7.4.1 铝及铝合金	182	10.2 保温隔热材料及制品	223
7.4.2 铝合金制品	182	10.2.1 保温隔热材料的概念	223
7.5 钢材的腐蚀与保护	183	10.2.2 保温隔热材料的选用原则	224
7.5.1 钢材的腐蚀机理	183	10.2.3 保温隔热材料的分类	224
7.5.2 腐蚀的防护	183	10.2.4 保温隔热材料及其制品	225
模块小结	184	10.3 吸声和隔声材料	233
复习思考题	184	10.3.1 吸声材料	233
模块 8 沥青及防水卷材	186	10.3.2 隔声材料	237
8.1 沥青	187	10.4 绿色建筑材料	239
8.1.1 石油沥青	187	10.4.1 绿色建筑材料概念的提出	239
		10.4.2 绿色建筑材料与传统建筑材料的 区别	240
		10.4.3 绿色建筑材料的主要类型	241
		10.4.4 绿色建筑材料的应用与展望	242

模块小结	243	12.2.4 颗粒级配	276
复习思考题	243	12.3 普通混凝土试验	277
模块 11 建筑装饰材料	244	12.3.1 混凝土实验室拌和方法	277
11.1 概述	245	12.3.2 混凝土拌合物稠度试验	278
11.1.1 建筑装饰材料的分类	245	12.3.3 混凝土拌合物表观密度测定 试验	280
11.1.2 材料的装饰功能	245	12.3.4 混凝土配合比的试配与确定	280
11.1.3 建筑装饰材料的选用原则	246	12.3.5 混凝土的成型与养护	281
11.2 建筑装饰用面砖	246	12.3.6 混凝土立方体抗压强度测定	282
11.2.1 陶瓷类装饰面砖	246	12.3.7 混凝土劈裂抗拉强度试验	283
11.2.2 地面用装饰砖	248	12.3.8 混凝土抗折强度测定	284
11.3 建筑装饰用板材	248	12.4 钢材试验	285
11.3.1 金属材料类装饰板材	248	12.4.1 取样	285
11.3.2 有机材料类装饰板材	250	12.4.2 试验准备	285
11.3.3 建筑用轻钢龙骨	252	12.4.3 钢筋室温拉伸试验	286
11.4 建筑装饰涂料	253	12.4.4 钢筋冷弯试验	288
11.4.1 外墙涂料	253	12.5 沥青试验	289
11.4.2 内墙涂料	256	12.5.1 取样方法	289
11.4.3 地面涂料	257	12.5.2 针入度测定	289
11.5 建筑装饰用玻璃	258	12.5.3 延度测定	290
11.5.1 平板玻璃	259	12.5.4 软化点测定	291
11.5.2 安全玻璃	262	12.5.5 试验结果评定	292
11.5.3 节能装饰玻璃	263	12.6 沥青混合料试验	292
模块小结	264	12.6.1 试验依据	292
复习思考题	264	12.6.2 试验仪器	292
模块 12 土木工程材料试验	266	12.6.3 试验准备工作	293
12.1 水泥常规试验	267	12.6.4 试件制备	293
12.1.1 试验目的、取样、准备和 仪器	267	12.6.5 试件表观密度的测定	293
12.1.2 水泥细度试验(筛析法)	268	12.6.6 稳定度值与流值的测定	294
12.1.3 水泥标准稠度用水量的测定	269	12.6.7 试验数据处理与计算	294
12.1.4 凝结时间测定	269	12.7 墙体保温性能检测试验	294
12.1.5 安定性测定	271	12.7.1 试验目的	294
12.1.6 胶砂强度成型	272	12.7.2 试验仪器	295
12.1.7 强度测定	273	12.7.3 试验原理	295
12.2 砂子材料试验	274	12.7.4 试验内容	295
12.2.1 试验目的、取样和仪器	274	12.7.5 试验准备	296
12.2.2 表观密度	275	12.7.6 试验结果评价	296
12.2.3 堆积密度	275	参考文献	297

模块0

绪论

教学目标

知识模块	知识目标	权重
建筑与建筑材料	理解建筑与建筑材料相辅相成的关系	30%
建筑材料的发展	了解建筑材料与土木工程技术的关系及可持续发展原则	40%
建筑材料的技术标准	熟悉强制性标准和推荐性标准的区别及建筑材料标准的表示方法	20%
本课程的目的与学习方法	了解本课程的特点及学习方法	10%

技能目标

要求清楚了解建筑与建筑材料的关系，熟悉当前建筑材料的现状及发展前景并能举例说明；要求熟悉掌握建筑材料的技术标准、分类分级，熟知技术标准的标识方法。

引例

当今时代，高楼大厦，钢筋铁骨肩比天齐，晶莹通透的玻璃、笔直刚挺的钢筋混凝土构架等已经通过独特的材质形成了城市风景线的代表符号。虽说它们作为一种高科技和快速发展的标志曾一度风靡流行，但由于城市发展不断地模化复制已显得有些平淡。只有不断创新建筑材料元素，才会使建筑标新立异，不会被时间的洪流吞没。

混凝土看似一种十分现代化的建筑材料，但实际上它是古罗马人发明的。古罗马人在石灰和沙子的混合物里掺和碎石制造出混凝土，他们使用的沙子是称为“白榴火山灰”的火山土，产自意大利的玻佐里地区。古罗马人将混凝土用在许多壮观的建筑物上，如古罗马圆形剧场——罗马最宏大的圆形露天竞技场。这样的建筑物如果没有混凝土，建造起来将非常困难。

玻璃的出现也着实改变了人们的生活。玻璃最初由火山喷出的酸性岩凝固而得。约公元前 3700 年时，

古埃及人已制出玻璃装饰品和简单的玻璃器皿,但当时只有有色玻璃,约公元前1000年时,中国制造出无色玻璃。而玻璃真正应用于建筑材料上,应当是教堂兴盛的时期,比较典型的是12世纪的哥特时期。透过玻璃,人们模糊了内与外的分别,可以在室内清晰地看见外面的景色,经由这样一扇窗户而增加了室内的乐趣。

钢筋混凝土的发明出现在近代,源于一个法国园丁的偶然发现。1872年,世界第一座钢筋混凝土结构建筑在美国纽约落成,人类建筑史上一个崭新的纪元从此开始。1900年之后钢筋混凝土结构在工程界得到了大规模的应用。

1928年,一种新型钢筋混凝土结构形式——预应力钢筋混凝土出现,并于第二次世界大战后广泛应用于工程实践中。钢筋混凝土的发明以及19世纪中叶钢材在建筑材料业中的应用,使高层建筑与大跨度桥梁的建造成为可能。如今国际化交流越发普遍,高科技新型材料也逐渐为人们所熟知,2008年北京奥运会国家游泳中心“水立方”首次采用ETFE(乙烯-四氟乙烯共聚物)膜结构。在2010年上海世界博览会上,各个国家和城市依据自身特点设计建造了多种多样的建筑,其中很多建筑用的是可循环绿色材料,这样在布展结束时可以将建筑材料加工再利用,不造成资源浪费和环境污染。通过学习建筑材料这门课程,我们会更有兴趣研究建筑材料的未来发展方向,使建筑不因材料的局限性仅占据一个单独的空间,而是更多地通过建筑材料的发展满足土木工程空间所需要的一些特殊要求与效果。

0.1 建筑与建筑材料



想一想

建筑材料是构成建筑的基本元素,是土木工程的物质基础,也是提高空间质量与生活品质的重要因素。建筑的进步和发展与建筑材料的创新及运用是密不可分的。那么建筑技术和艺术的发展与建筑材料的创新和发展有着怎样的关系呢?

建筑材料是构成建筑的基本元素,是土木工程的物质基础,它的发展与土木工程技术的进步有着不可分割的联系,它们之间存在相互制约、相互依赖和相互推动的关系。

建筑艺术的发挥、建筑功能的实现,必须有品种多样、质量良好的建筑材料。图0.1所示的埃及金字塔就是由石材建成的。瑞士建筑师赫尔佐格与德梅隆曾说过:“我们需要建筑材料来建造墙体、楼板和整座建筑,所以我们选择任何现有的材料……砖和混凝土、石头和木材、金属和玻璃、语言和想象、颜色和痕迹……从我们开始工作时,我们就一直试图延伸与扩大建筑的领域,去理解什么是建筑……不管我们

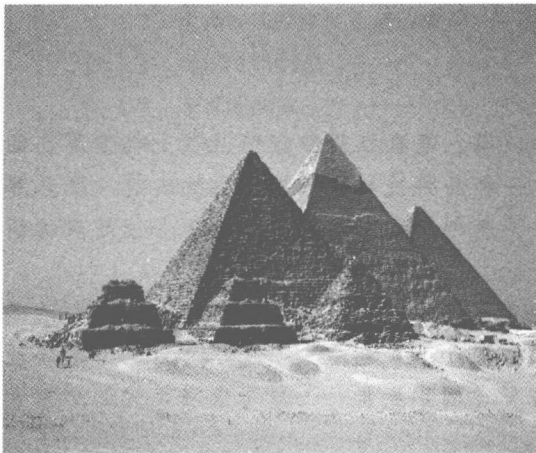


图 0.1 埃及金字塔

我们用什么材料来建造建筑,我们的主要目的是在建筑和材料之间寻找一个特殊的相遇,材料是在诠释建筑而进行建筑,同样,我们让建筑显示出建造它的原料,使材料可见。”在建筑设计中,为了使建筑物满足适用、安全、耐久、美观等基本要求,建筑材料在建筑物的各个部位应充分发挥各自的功能要求,并且在满足各种不同要求的同时,通过材料和构造上的处理,从材料造型、线条、色彩、光泽、质感等多方面反映建筑的艺术特征。

建筑是技术与艺术的统一,建筑的进步主要表现在建筑的形式和功能上,建筑技术和艺术的发展又表现在材料的运用上,所以建筑的进步和发展与建筑材料的创新及运用是密不可分的。通过对建筑与建筑材料之间关系的研究可以发现:建筑材料的发展及运用促进了建筑技术的发展

及设计水平的提高,同时设计表现手法的进步有利于对建筑材料的创新与发展。建筑设计技巧之一就是
通过设计人员的材料学知识和创造性的劳动,充分利用并显露建筑材料的本质和特征,将材料作为一种
艺术手段,加强和丰富建筑的艺术表现力。

不同的建筑材料表达了不同的建筑语言:石材代表凝重,木材代表温馨,玻璃代表简洁幻化,钢材
代表坚实牢固。例如古埃及金字塔的恢宏气势与茫茫的沙漠可谓相得益彰,其成功之处在于对石材的合
理使用。石材是人类最古老最原始的建筑材料之一,其坚固耐久的材料特性和人类追求永恒存在的观念
有着相通之处,不仅体现了石头本身的价值——静静地躺在地上承受压力,并且成为人们登高远眺的
平台。

我国新石器时代的干栏式建筑是河姆渡人在建筑上部的
空间用柱和梁做成构架,来承托树木枝干结成的方格网
状檩架的屋面,然后铺设茅草或树皮完成屋顶防雨遮阳
的工程,如图0.2所示。这种以梁柱为主的构架结构技术是
建筑技术上的一项重大发明,奠定了传统木构古建筑的基础。
干栏式建筑凌空地坪的优点是可以减少地面的处理工
作,放火烧荒后就可以建房,而且满足了住宅防潮抗洪的
实际需要,也解决了南方气温较高而需降温、通风的问
题。河姆渡遗址的干栏式建筑代表着我国新石器时代的建
筑水平,虽然出土的榫卯木构件仅百余件,只占构件总数
的十分之一,绝大多数的节点还采用藤条绑扎加固的方
法,但并不能降低其历史意义。



图 0.2 干栏式建筑

位于美国匹兹堡市郊区的熊溪河畔的美国现代建筑——流水别墅,其所有的支柱都
是粗犷的岩石,岩石的水平性与支柱的竖直性产生一种明晰的对抗,所有混凝土的水平
构件看起来犹如贯穿空间飞腾跃起,赋予了建筑最高的动感与张力。该建筑与自然环境
融为一体,表现出石头质朴的美。



【流水别墅】

通过这些例子我们可以懂得,在建筑设计中,建筑师必须研究不同材料的特性以及相应的构造方法
及建筑材料对建筑形式的影响,丰富我们的设计语言,反映建筑的艺术特性,加强建筑的艺术表现力,
以美化人们的工作和生活环境。

建筑材料的更新推动了建筑本身的发展,而人们越来越多地对空间的需求也不断促使更多“新建筑”
的产生,这种“需求”也促使建筑工艺和建筑材料的不断创新。因此建筑材料和建筑之间是互相促进、
共同发展的。

综上所述,建筑材料是人类与自然环境之间的重要媒介,直接影响人类的生活与社会环境。建筑材
料的更新与发展是建筑结构创新与发展的基础,近年来提出的发展“绿色建筑材料”或“生态建筑材料”
的思想,必将进一步带动建筑结构的深刻变化。

0.2 建筑材料的发展



想一想

古人云:“夫以铜为镜,可以正衣冠;以史为镜,可以知兴替;以人为镜,可以明得失。”从历史中
总结与进步是学习过程中必不可少的一项环节,了解建筑材料的发展史,我们会更有兴趣研究建筑材料的
未来发展方向。那么建筑材料的发展经历了哪些重要的阶段呢?

0.2.1

古代建筑材料的发展

人类最初是由古猿进化而来时,还没有形成一定的文明和建筑等概念,自然以树为居,尚没有相应的建筑材料的意识。随着生活经历的丰富和不断演变,他们懂得了如何利用天然的地形地势保护自己,减少外界的袭击,因此住进了山洞之类的天然庇护所。当然不限于山洞,也有岩石堆、天然险地之类。这种自然的居住方式之后建筑材料的发展奠定了坚实的观念基础。

当社会文明发展到一定阶段,人们对建筑的认识也会逐渐提高。原始社会的人们开始了部落化的群居生活,因此在建筑材料上多使用轻便的易搭建易拆卸的材料,以利于群体移动。接下来发明了草木屋、泥屋、帐篷等建筑。草木屋在植物茂盛、雨水丰沛的地区多见,用木料做构架,搭建临空或不临空的建筑,大多为临空,下层用来防潮、养牲口之类,构架上覆盖草、树叶之类的东西遮风挡雨,中国南方的稻草屋还有其部分特征。泥屋与草木屋大致相似,用木材、石料构架基础,然后以泥做墙,形状多样,现在乡下某些房子还有用泥巴糊墙的;另外还有窑洞、石砌房子之类,可以算是泥屋的变种。帐篷则是游牧民族常用的建筑。草木屋类多在山区、丘陵、湿地地区建造,泥屋类多在平原、山区地区建造,帐篷类多在草原地区建造。随着建筑的初步成型,人类的适应力逐渐扩大,一点点超越自然条件,很快有能力建造城市,于是住的地方就分散了。

到了古埃及时期,依据当地特点,石制建筑更多地出现在生活中。世界上全部用石头建造的建筑首出于埃及,其特点是雄伟浑厚、气势宏大而坚实。以金字塔为例,其建筑材料全部是重达数吨甚至十几吨的石块,历经数千年后也不变形、不倒塌,依然矗立在尼罗河西岸。当建造技术达到一定的水平,基于当时“神是至高无上的”这一思想,人们追求的更多是某种精神的延续。石材作为一种常见的坚固、保存时间久的建筑材料,普遍应用于那个时代宗教祭祀类的建筑中。为了体现对神明的敬仰,需要将建筑做高做大,以突出人类在神面前的渺小感,而石材恰巧满足了稳固支撑这一特点。

古埃及最有名的建筑如金字塔、狮身人面像和方尖碑都是巨大的艺术品,都与王国的存亡相关。石材的坚硬度对建筑造型的影响颇大,在石材建筑内部的壁画也形成了古埃及建筑一道独特的风景。石材对于外观的影响首先是秩序感强烈,我们不会在古埃及的绘画、雕塑和建筑中发现令人意外的元素,每个部分的制作都会遵循一定的法则,这样的风格延续了至少 3000 年。虽然古埃及建筑有些生硬,却给我们一种格外沉静、稳重的感觉,这就是严谨的秩序感所致。其次是几何学在艺术上透过石材而逐渐应用。古埃及的金字塔建筑和各种雕刻都体现出几何学的使用,这使其富于立体感、棱角分明,亦使其秩序性的法则得到强化,虽显得死板硬朗,却增加了庄重和严谨的感觉。石材还反映了持续性和固定性。柏拉图说过“在埃及,一切事物从来没有任何的变动。”人们忠于坚定的宗教信仰,导致古埃及的艺术风格数千年都保持着难以置信的固定性,当时的建筑也因石材形成了某种特殊的风格,我们将其命名为古埃及建筑。

到古希腊时期,建筑材料仍主要是石材,但有新的发展。早期的庙宇是木构架与土坯结合而成,但易腐朽、失火,因此人们从生活器具中寻找灵感,采用陶器对木结构加以保护,后来发展起来的建筑基本上延续了陶片同贴面层形成稳定的檐部形式。古希腊人在粗质的石材上涂上一层掺有色彩的大理石岩粉,在白色大理石上烫一种熔有颜料的蜡进行装饰。此时的建筑材料依据作用逐渐区分了类别:坚硬的石材作为主要的建筑结构骨架,支撑起整个建筑空间;易修改的软性材料和彩色材料作为装饰之用,提高了空间的品质和满足了人们生活的追求。庙宇采用围廊式,柱、额坊、檐口的处理决定了其基本面貌,后来作为范例被广泛运用,雅典卫城的帕特农神庙是古希腊时期代表性建筑。

中国建筑材料的发展显得更具多样性。原始社会晚期,在北方我们祖先用黄土凿壁穴居或者用木架和黏土制造出半穴居的建造物,在南方则出现了干栏式木构建筑。进入阶级社会以后,夯土技术逐渐成

熟,商代出现了大量土制的宫殿建筑以及陵墓。西周以后,木质结构得到发展,在以后长时期影响着中国建筑的风格。同时瓦开始出现,解决了屋顶的问题,从某个方面看,这与陶瓷的高度发展不无关系。战国时期,夯土技术更加成熟,砖和彩画出现。砖的出现是建筑材料史上一次大的飞跃,而彩画丰富了建筑的艺术性。秦汉时期大兴土木,出现了大规模的宫殿、陵墓以及万里长城和水利枢纽,这一时期的结构技术发展迅速,砖被运用于地面建筑,同时石材的雕刻技术也得到快速发展。三国和魏晋南北朝时期,砖瓦质量明显提高,被大量运用于地面建筑,木质结构技术更加成熟,金属材料也开始用于装饰。唐宋时期是中国古代建筑发展的成熟期,这期间修建了世界最大的城市以及大运河等宏伟工程。建筑材料的发展引领着建筑形式不断向前发展,中国古代建筑材料呈现出多方向发展,不仅有天然石材木材的广泛应用,也有砖瓦等烧制材料的运用,同时建造技术尤其是木结构技术发展较完备。

0.2.2 近现代建筑材料的发展

1824年,英国建筑工人 Joseph Aspdin 申请了生产波特兰水泥的专利,并于 1825 年将此项专利大量运用于修建泰晤士隧道工程,这掀开了近代建筑材料发展的新篇章。好的黏结材料一直是制约建筑发展的重要因素,而水泥的产生无疑为这个问题找到了一个突破口,很好地解决了这一难题。而后钢材冶炼技术的不断成熟以及各种高性能钢材的出现,为一些奇特建筑的出现提供了可能。当今建筑朝着规模大、高度高的方向发展,水泥和钢材的诞生可谓功不可没。

我国近现代建筑材料的发展较晚,而且这些发展从某方面来讲都与当时的政治有一定关系。清末时期,鸦片战争打开国门,洋务运动中大力开办工厂,其中就有很多水泥厂,为水泥工业的发展提供了机会。但在抗日战争中,民族工业严重受挫。中华人民共和国成立后,百废待兴,大兴土木,一大批水泥工厂拔地而起,建筑材料的发展迎来了春天,钢铁业也得到了发展。尽管钢铁的发展后期走了弯路,但它仍奠定了中国重工业的基础。改革开放之后,冶炼技术随着时代的进步而不断提高,各种新型材料也开始出现,包括有机纤维材料、高强度材料、特殊化学材料等。当今我国建筑材料发展迅猛,在新型材料的研发上不断取得进步。

0.2.3 建筑材料的发展趋势

随着现代社会的发展,人们对土木建筑工程如桥梁、隧道、站场、高层建筑、海港工程等提出了更高的要求,除了高强度以外,还要满足绿色环保、高寿命、低能耗等。在土木工程中建筑材料消耗极大,大自然中的各种资源源源不断地进入建筑材料的生产线,使我们赖以生存的自然环境遭到极大的破坏,各种自然资源和能源面临枯竭,所以如何更有效地利用地球上有限的资源,同时开发新型材料,以适应需求量越来越大的建筑材料市场,减少材料生产和发展对环境造成的破坏,发展绿色无毒、无污染、对人体无害的建筑材料,已成为当今建筑材料行业发展的重要课题和必然趋势。随着社会的发展,可持续发展理念已逐渐深入建筑材料业,不仅材料原有的性能如耐久性能、力学性能等需要得到提高,而且还要求建筑材料在强度、节能、隔声、防水、美观等方面具有多功能的综合,即要求建筑材料同时兼有节能、环保、绿色和健康等特点。

随着科学技术的进步,学科的交叉及多元化产生了新的技术和工艺,这些前沿的技术、工艺越来越多地应用于建筑材料的研制开发中,使得建筑材料的发展日新月异。建筑材料正向着追求功能多样性、全寿命周期经济性以及可循环再生利用等方向发展。展望未来,建筑材料将有以下几种发展趋势。

(1) 高性能建筑材料。高性能建筑材料的特点是在多种材料性能方面更为优越,使用时间更长、功能更为强大,能大幅度提高材料的综合经济效益。例如高性能混凝土具有易灌注、易密实、不离析、能

长期保持优越的力学性质、早期强度高、韧性好、体积稳定、在恶劣环境下使用寿命长等性能。高性能材料可通过性能优良的高级材料复合来实现,如碳纤维复合材料,另外还包括轻质高强、多功能、高保温性、高耐久性和优质装饰性的材料。应充分利用和发挥材料的各种性能,采取先进技术制造具有特殊功能的复合材料。

(2) 绿色健康建筑材料。绿色健康建筑材料指的是对环境能起到有益作用,或在对环境负荷很小的情况下,在使用过程中能满足舒适、健康功能的建筑材料。图 0.3 所示的荷兰 Delfut 大学图书馆便是一栋绿色建筑。绿色健康材料首先要保证其在使用过程中无害,并在此基础上实现其净化及改善环境的功能。根据其作用,绿色健康材料可分为抗菌材料,净化空气材料,防噪声、防辐射材料和产生负离子材料。

目前研究的抗菌产品的类型包括抗菌材料和抗菌剂。抗菌材料的机理是抑制微生物污染。我国在抗菌建筑材料领域已研发了保健抗菌釉面砖、纳米复合耐高温抗菌材料、抗菌卫生瓷和稀土激活保健抗菌净化功能材料等,并制定出台了一系列抗菌材料、抗菌行业标准,如 JC/T 897—2014《抗菌陶瓷制品抗菌性能标准》、JC/T 939—2004《建筑用抗菌塑料管抗菌性能标准》等。

(3) 节能建筑材料。建筑物的节能是世界各国建筑学、建筑技术、材料学和相应空调技术研究的重点方向。目前我国已经制定出台了相应的建筑节能设计标准,并对建筑物的能耗做出了相应的规定。建筑物的能耗是由室内环境所要求的温度与室外环境温度的差异造成的,因此有效降低建筑物的能耗主要有两种途径:一是改善室内采暖、空调设备的能耗效率;二是增强建筑物围护结构的保温隔热性能,这使建筑节能材料广泛应用于建筑物的围护结构当中。图 0.4 所示的日本多层太阳能住宅就是应用这些途径的一个例子。围护结构包括墙体、门窗及屋面。墙体节能保温材料种类比较多,分为单一材料和复合材料,包括加气混凝土砌块、保温砂浆、聚氨酯泡沫塑料(PUF)、聚苯乙烯泡沫板(PSF)、聚乙烯泡沫塑料(PEF)、硬质聚氨酯防水保温材料、玻璃纤维增强水泥制品(GRC)、外挂保温复合墙、外保温聚苯板复合墙体、膨胀珍珠岩、防水保温双功能板等。门窗节能材料以玻璃和塑铝材料为主,如中空玻璃、塑铝窗、玻璃钢、真空玻璃等。保温材料可采用挤塑式聚苯乙烯板,而挤塑式聚苯乙烯板具有良好的低吸水性(几乎不吸水)、低导热系数、高抗压性和抗老化性,其优良的保温性能具有明显的节约能源作用,是符合环保节能理念的新型保温材料。

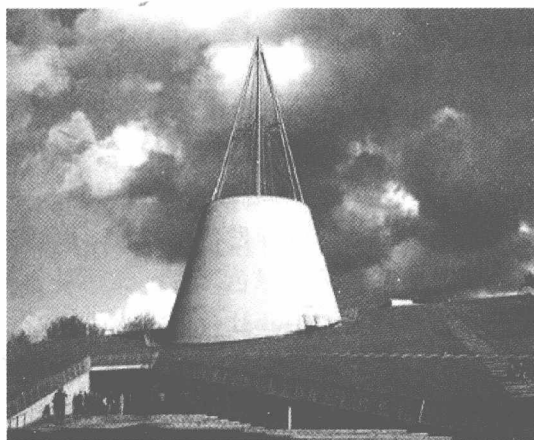


图 0.3 荷兰 Delfut 大学图书馆

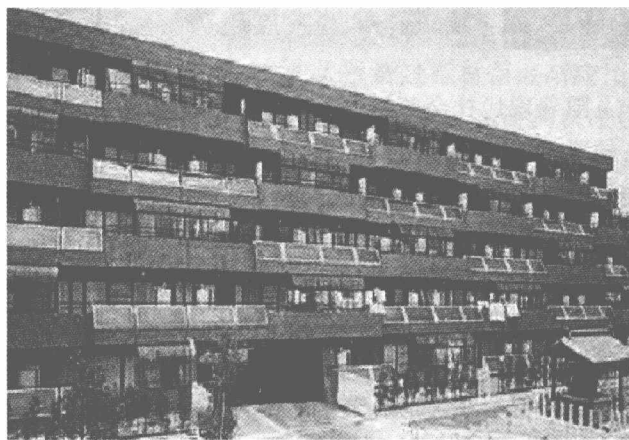


图 0.4 日本多层太阳能住宅

(4) 全寿命周期经济性建筑材料。建筑材料全寿命周期经济性,是指建筑材料从生产加工、运输、施工、使用到回收全寿命过程的总体经济效益,意在用最低的经济成本达到预期的功能。在此方面,自重轻材料、高性能材料及地产材料是目前的发展趋势。自重轻材料优点很多,由于其自重轻使得材料生产工厂化程度高,并且运输成本低、建造速度快、施工清洁,从全寿命周期角度来看具有很高的经济效

益。地产材料是考虑到经济性要求,各地方根据自身实际资源情况选择最适合的建筑材料。如竹材就是一种好的地产材料,它是速生的森林资源,且地域性较强。以竹材为原料结合先进的加工工艺,可制成各种不同性能的板材、方材、型材,如竹纤维模压板、竹塑复合材料已在建筑工程及装饰工程中得到应用。竹材制成的新型建筑材料作为房屋建筑材料及装饰材料具有广阔的应用前景。充分利用地方资源及各种工业生产废弃资源,减少使用天然资源、维护自然环境平衡,是今后建筑材料发展的一大趋势。

总之,建筑材料是随着人类社会生产力的发展和人民生活水平的不断提高而向前发展的。随着社会生产力的进步,对建筑物的规模、质量等方面的要求越来越高,这些要求与建筑材料的性能、数量、质量等有着相互依赖、相互矛盾的关系。建筑材料的生产、使用与科技进步,就是在不断解决这种矛盾。

0.3 建筑材料的技术标准



想一想

为保证建筑产品的安全及质量,首先要对建筑材料本身的质量进行分类及检验。那么,我国针对建筑材料质量及检验方法有哪些技术标准呢?

建筑材料技术标准,是针对原材料、半成品及成品的质量、规格的检验方法、评定标准及设计规定。建筑材料标准对建筑材料的生产、科研和使用都是必要的。生产厂应在保证产品符合标准的条件下,致力于提高产量、降低成本和产品升级。

1. 技术标准的分类

技术标准按通常分类,可分为基础标准方法和在应用技术等方面做出的规定,具体包括的内容有:原材料、半成品及成品的质量、规格、等级、性质、要求以及检验方法,材料以及产品的应用技术规范,材料生产、产品标准、方法标准等。

(1) 基础标准指在一定范围内作为其他标准的基础,并普遍使用的具有广泛指导意义的标准,如 GB/T 4131—2014《水泥的命名原则术语》、GB 5348—1985《砖和砌块名词术语》(已作废)等。

(2) 产品标准是衡量产品质量好坏的技术依据,如 GB 175—2007《通用硅酸盐水泥》、GB 1499.2—2007《钢筋混凝土用钢 第2部分:热轧带肋钢筋》等。

(3) 方法标准是指以试验、检查、分析、抽样、统计、计算、测定作业等各种方法为对象制定的标准,如 GB/T 17671—1999《水泥胶砂强度检验方法(ISO法)》、GB/T 12573—2008《水泥取样方法》等。

2. 技术标准的分级

建筑材料的技术标准根据发布单位与适用范围,分为国家标准、行业标准(含协会标准)、地方标准和企业标准四级,各级标准分别由相应的标准化管理部门批准并颁布。我国国家市场监督管理总局是国家标准化管理的最高机关。

国家标准和部门行业标准都是全国通用标准。国家标准分为强制性国标(GB)和推荐性国标(GB/T)。强制性标准是国家通过法律的形式明确要求的,对于标准所规定的技术内容和要求必须执行,不允许以任何理由或方式加以违反、变更的标准;推荐性标准又称非强制性标准或自愿性标准,是指在生产、交换、使用等方面,通过经济手段或市场调节而自愿采用的一类标准。行业标准也分强制性标准和推荐性标准。建筑材料技术标准分级如表0-1所列。

表 0-1 建筑材料技术标准分级

分 级	材料技术标准	发 布 单 位	适 用 范 围
一	国家标准	国家市场监督管理总局	全国
二	行业标准（部颁标准）	中央部委标准机构	全国性的某行业
三	地方标准	省、自治区、直辖市有关部门	本行政区域内
四	企业标准	工厂、公司、院所等单位	本企业内

省、自治区、直辖市有关部门制定的工业产品的安全、卫生要求等地方标准，在本行政区域内是强制性标准。企业生产的产品没有国家标准、行业标准和地方标准的，应制定相应的企业标准作为组织生产的依据。企业标准由企业组织制定，并报请有关主管部门审查备案。我国鼓励企业制定各项技术指标均严于国家、行业、地方标准的企业标准在内部使用。

3. 建筑材料标准的表示方法

建筑材料标准的表示方法，系由标准名称、部门代号、编号和批准年份等组成。其中名称反映该标准的主要内容，以汉字表示；代号反映该标准的等级或发布单位，用汉语拼音表示；编号表示标准的顺序号；批准年份（颁布年份）用年份的阿拉伯数字表示。

例如 GB 175—2007《通用硅酸盐水泥》的部门代号为 GB，表示其为中华人民共和国国家强制性标准；175 为标准的顺序号，表示国家标准 175 号；2007 为批准年代号，表示 2007 年颁布执行。此标准的内容是硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥。

又如 GB/T 8074—2008《水泥比表面积测定方法 勃氏法》的部门代号为 GB/T，表示其为中华人民共和国推荐性国家标准；8074 为标准的顺序号；2008 为批准年代号，表示 2008 年颁布执行。此标准的内容是水泥比表面积测定方法（勃氏法）。

再如 JC 862—2000《粉煤灰小型空心砌块》的部门代号为 JC，表示其为中华人民共和国建筑材料行业标准；862 为标准的顺序号；批准年份为 2000 年。此标准的内容是粉煤灰小型空心砌块，但该标准已作废，被 JC/T 862—2008 所代替。

常见的建筑材料标准代号含义如下。

GB——中华人民共和国国家标准；

GBJ——国家工程建设标准；

GB/T——中华人民共和国推荐性国家标准；

ZB——中华人民共和国专业标准；

ZB/T——中华人民共和国推荐性专业标准；

JC——中华人民共和国建筑材料行业标准；

JC/T——中华人民共和国建筑材料行业推荐性标准；

JGJ——中华人民共和国建筑工程行业标准；

YB——中华人民共和国冶金行业标准；

SL——中华人民共和国水利行业标准；

CECS——中国工程建设标准化协会标准；

JJG——国家计量局计量检定规程；

DB——地方标准；

Q/××——××企业标准。

各个国家均有自己的国家标准，如“ASTM”代表美国国家标准、“JIS”代表日本国家标准、“BS”

代表英国国家标准、“STAS”代表罗马尼亚国家标准、“MSZ”代表匈牙利国家标准等。另外在世界范围内统一执行的标准称为国际标准，其代号为“ISO”。我国是国际标准化协会成员国，当前我国各项技术标准都努力向国际标准靠拢，以便于科学技术的交流与提高。

0.4 本课程的目的与学习方法



想一想

前面讲了建筑材料的发展、分类及技术标准。那具体说来，我们学习这门课程的目的是什么？针对这门课程的特点，应该如何学习呢？

1. “建筑材料”的课程目的

“建筑材料”是工程类专业一门实践性极强的技术基础课，是通往其他专业课程的桥梁，也是决定学生专业面宽窄和工作适应性的关键因素。学习本课程的目的通过课堂教学，结合现行的技术标准和相关试验，掌握土木建筑材料的性能及合理使用，为学习建筑设计、建筑施工和结构设计等专业课程提供关于建筑材料方面的知识，为今后从事专业技术工作时合理选择和使用建筑材料打下基础。

2. “建筑材料”课程的特点

1) 内容的多样性与复杂性

本课程概念多、涉及的材料多，叙述性内容及经验性内容丰富，综合性强，相应知识面很广，其中包括几十类上百种的材料，如无机非金属材料里就包含了砖石材料、胶凝材料、混凝土、砂浆等，除此之外还有金属材料、有机材料以及复合材料等，内容极为繁杂。

2) 内容的非系统性

本课程主要内容是对各类材料和工程密切相关的一些试验资料和相关实践经验的总结，理论分析、计算部分较少，但涉及的材料和相应内容众多，各类材料自成体系，几乎没有什么联系，知识点极为分散，缺乏系统性、连续性，所以需要认真学习、记忆，分别掌握。

3) 多学科交叉性

“建筑材料”是一门研究建筑材料组成、结构、性质、生产、加工、使用、维护保养及质量检验等内容的综合性学科，是多学科交叉的一门科学，在学习时不仅要求获得有关建筑材料的技术性质、基本的应用知识和必要的基础理论，还要求与实际工程紧密结合，为今后从事土木工程建设打下良好的基础。

3. “建筑材料”课程的学习方法

在本课程的学习过程中，首先要明确这门课程的重要性，树立重视的态度，了解建筑材料在实践中的地位；其次针对“建筑材料”内容复杂多样且缺乏系统性的特点，要注意了解事物的本质和内在联系，不仅要明确各种材料具有哪些性质、哪些表象，更重要的是了解这些性质的内在原因和这些表象及性质之间的相互关系，如同一类属的不同品种的材料，不仅要学习其共性，更要清楚地了解它们各自的特性及导致这些特性的原因；最后对“建筑材料”课程的学习还应进行必要的试验，以验证基本理论，学习试验方法和技术，了解试验条件对结果的影响，并对试验结果做出正确的分析和判断。总之，要激发学习这门课的动力和兴趣，在课堂上积极响应教师的互动，提高听课效率，尽量当堂消化本节课的内容，课后认真复习，发挥学习的主观能动性，给自己树立一个更大更广阔的思维空间，并把所学习的建筑材料方面的知识应用到建筑实践中。只有抓住了这些要点，才能学以致用。