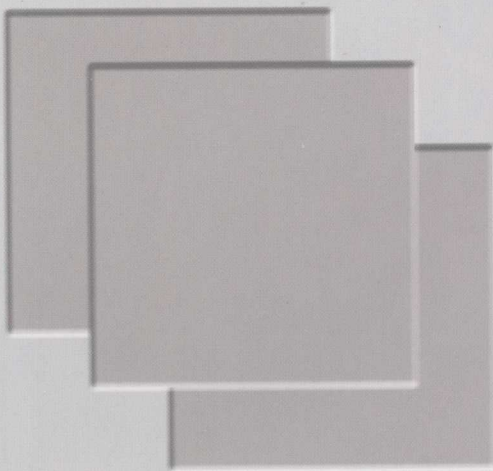




全国高职高专土建类精品规划教材

建筑材料

主 编 杨建国 高 智



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全国高职高专土建类精品规划教材

建筑材料

主 编 杨建国 高 智

副主编 吝 杰 徐燕丽 孙礼文

钟 含 郭阿明 赵江倩



特 印 藏 文 藏 印 宝	强 编 密 文 藏 印 宝	强 编 密 文 藏 印 宝	强 编 密 文 藏 印 宝
中国水利水电出版社 北京市东城区 787mm×1092mm 1/8开本 18印张 2007年5月第1版 2007年5月第1次印刷 0001-4100册	中国水利水电出版社 北京市东城区 787mm×1092mm 1/8开本 18印张 2007年5月第1版 2007年5月第1次印刷 0001-4100册	中国水利水电出版社 北京市东城区 787mm×1092mm 1/8开本 18印张 2007年5月第1版 2007年5月第1次印刷 0001-4100册	中国水利水电出版社 北京市东城区 787mm×1092mm 1/8开本 18印张 2007年5月第1版 2007年5月第1次印刷 0001-4100册

鄭麗霞 蕭志中 鄭維基 本, 拾頁圖, 頁圖, 頁熱書吸, 非圖錄海深圖以

翠仙对景·青祖对卿

内 容 提 要

本书根据高职高专土建类专业培养目标在建筑材料课程中所体现的知识和能力要求编写而成,内容包括:绪论、建筑材料的基本性能、建筑石材、气硬性胶凝材料、水泥、混凝土、建筑砂浆、沥青及沥青混合料、金属材料、木材、墙体材料、合成高分子材料、建筑装饰材料和建筑材料试验。每章开始附有培养目标,每章后附有复习思考题。

本书主要用作高职高专土建类专业教材,也可作为其他相关专业的参考书或相关工程技术人员职业培训教材。

建筑材料

图书在版编目(CIP)数据 建筑材料 高智 主编

建筑材料/杨建国,高智主编. —北京:中国水利水电出版社, 2007

全国高职高专土建类精品规划教材

ISBN 978-7-5084-4459-8

I. 建… II. ①杨…②高… III. 建筑材料—高等学校: 技术学校—教材 IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 027408 号

书 名	全国高职高专土建类精品规划教材 建筑材料
作 者	主编 杨建国 高智
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市地矿印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 18 印张 427 千字
版 次	2007 年 5 月第 1 版 2007 年 5 月第 1 次印刷
印 数	0001—4100 册
定 价	27.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

序

教育部在《2003—2007 年教育振兴行动计划》中提出要实施“职业教育与创新工程”，大力发展职业教育，大量培养高素质的技能型特别是高技能人才，并强调要以就业为导向，转变办学模式，大力推动职业教育快速发展。高职高专教育的人才培养模式应体现以培养技术应用能力为主线 and 全面推进素质教育的要求。教材是体现教学内容和教学方法的知识载体，进行教学活动的基本工具；是深化教育教学改革，保障和提高教学质量的重要支柱和基础。因此，教材建设是高职高专教育的一项基础性工程，必须适应高职高专教育改革与发展的需要。

为贯彻这一思想，中国水利水电出版社计划出版高职高专系列精品规划教材。在继 2004 年 8 月成功推出《全国高职高专电气类精品规划教材》和 2005 年 8 月成功推出《全国高职高专水利水电类精品规划教材》后，2006 年 3 月，中国水利水电出版社组织全国性的教材研讨会，全国 14 家高职高专院校共同研讨土木建筑专业高职高专教学的目前状况、特色及发展趋势，启动《全国高职高专土建类精品规划教材》的编写和出版工作。

《全国高职高专土建类精品规划教材》是为适应高职高专教育改革与发展的需要，以培养技术应用性的高技能人才的系列教材。为了确保教材的编写质量，参与编写人员都是经过院校推荐、编委会答辩并聘任的，有着丰富的教学和实践经验，其中主编都有编写教材的经历。教材较好地贯彻了建筑行业新的法规、规程、规范精神，反映了当前新技术、新材料、新工艺、新方法和相应的岗位资格特点，体现了培养学生的技术应用能力和推进素质教育的要求，具有创新特色。同时，结合教育部两年制高职教育的试点推行，编委会也对各门教材提出了满足这一发展需要的内容编写要求，可以说，这套教材既能够适应三年制高职高专教育的要求，也适应了两年制高职高专教育培养目标的要求。

《全国高职高专土建类精品规划教材》的出版，是对高职高专教材建设的一次有益探讨，因为时间仓促，教材可能存在一些不妥之处，敬请读者批评指正。

《全国高职高专土建类精品规划教材》编委会

2006 年 11 月

前言

本书是根据全国培养高职高专土建类专业毕业生业务要求规格、专业教学计划《建筑材料》课程教学大纲要求和适合各类专科层次的学员使用要求编写的。

近年来,我国建筑材料发展很快,新型材料的开发、研究、生产,大批新材料的应用,推动了我国建设事业的蓬勃发展。为了及时反映建筑材料的新技术,本书采用了新的技术标准和新的技术要求,较系统地介绍了常用建筑材料的性能、特点、应用、品种、规格、质量标准及试验方法、保管等方面的知识。

本书重点编写了水泥、混凝土、砂浆、钢材、防水材料的有关内容,同时介绍了国内目前使用的新型建筑材料,对石材、木材、塑料、装饰材料也做了相关介绍。

全书按国家现行规范、标准、规程和法定计量单位编写,尽量按有关标准统一全书的符号和基本术语,力求内容精炼、概念清楚、文字通顺、简明实用。本书除满足土建类各高职层次的有关教学要求外,还可供从事建筑工程施工管理的技术人员参考。

本书绪论、第2章、第12章由杨建国(安徽水利水电职业技术学院)编写;第1章、第3章、试验四、试验五由钟含(华北水利水电学院水利职业技术学院)编写;第4章、试验一由孙礼文(广东水利电力职业技术学院)编写;第5章由高智(山西水利职业技术学院)编写;第6章、试验二、试验三由郭阿明(福建水利电力职业技术学院)编写;第7章、试验六由吝杰(山东水利职业学院)编写;第8章、第9章由赵江倩(南昌工程学院)编写;第10章、第11章由徐燕丽(湖北水利水电职业技术学院)编写。全书由杨建国统稿。

由于时间仓促及编写人员编著能力和学识水平所限,书中难免有不足和失误之处,恳请读者指正。编著过程中参考并引用相关资料和文献,在此一并向其编写者致以谢意。

编者

2007年4月

目 录

IV	绪论	1
28	第1章 建筑材料的基本性质	6
88	1.1 建筑材料的基本物理性质	6
90	1.2 建筑材料的力学性质	15
100	1.3 建筑材料的耐久性与环保性	18
101	本章小结	19
101	复习思考题	20
101	第2章 建筑石材	21
101	2.1 天然石材	21
101	2.2 人造石材	31
101	本章小结	32
101	复习思考题	32
101	第3章 气硬性胶凝材料	33
101	3.1 石灰	33
101	3.2 石膏	37
101	3.3 水玻璃	40
101	3.4 镁质胶凝材料	41
101	本章小结	42
101	复习思考题	43
101	第4章 水泥	44
101	4.1 硅酸盐水泥	44
101	4.2 掺混合材料的硅酸盐水泥	51
101	4.3 其他品种水泥	55
101	4.4 水泥的保管及应用	60
101	本章小结	61
101	复习思考题	61
101	第5章 混凝土	63
101	5.1 概述	63
101	5.2 普通混凝土的组成材料	64

5.3 混凝土的主要技术性能	71
5.4 混凝土外加剂	83
5.5 混凝土的配合比设计	88
5.6 其他品种的混凝土	97
5.7 混凝土的质量控制	100
本章小结	103
复习思考题	103
第6章 建筑砂浆	105
6.1 建筑砂浆的组成材料	105
6.2 建筑砂浆的技术性能	106
6.3 建筑砂浆配合比设计	107
6.4 装饰砂浆	110
本章小结	111
复习思考题	111
第7章 沥青及沥青混合料	112
7.1 沥青	112
7.2 防水卷材	117
7.3 防水涂料	124
7.4 密封材料	128
7.5 沥青混合料	132
本章小结	136
复习思考题	136
第8章 金属材料	138
8.1 概述	138
8.2 建筑钢材的主要性能	140
8.3 常用建筑钢材	150
8.4 铝合金及建筑型材	165
本章小结	169
复习思考题	170
第9章 木材	171
9.1 木材的分类及构造	171
9.2 木材的物理、力学性能	173
9.3 木材的腐朽及防护	179
9.4 木材主要产品及综合利用	181
本章小结	183
复习思考题	184
第10章 墙体材料	185
10.1 烧结砖	185

10.2 建筑砌块	192
10.3 建筑墙板	197
本章小结	200
复习思考题	201
第 11 章 合成高分子材料	202
11.1 高分子材料的基本知识	202
11.2 建筑塑料	208
11.3 胶黏剂	212
本章小结	217
复习思考题	217
第 12 章 建筑装饰材料	218
12.1 建筑装饰材料的基本要求	218
12.2 玻璃	220
12.3 建筑陶瓷	226
12.4 建筑涂料	230
12.5 纤维织物与制品	236
本章小结	241
复习思考题	242
建筑材料试验	243
试验一 水泥试验	243
试验二 普通混凝土试验	250
试验三 建筑砂浆试验	263
试验四 烧结普通砖及砌块试验	266
试验五 钢筋试验	270
试验六 石油沥青试验	274
参考文献	279

绪 论

0.1 建筑材料定义及分类

建筑材料是指用于建筑工程的各种材料及其制品的总称，是一切建筑工程的物质基础。一般所说的建筑材料，除了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、板桩、模板等所用的材料，即广义的建筑材料。本课程讨论的是狭义的建筑材料，即构成建筑物本身的材料。

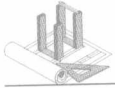
由于建筑材料的种类繁多，体系复杂，从单一材料到复合材料的生产，建筑材料的发展经历了漫长的社会生产实践和科学研究历程，常从不同角度对它进行分类。最通常的是按材料的化学成分及使用功能分类。

0.1.1 按化学成分分类

根据建筑材料的化学成分，建筑材料可分为有机材料、无机材料和复合材料三大类，如表 0-1 所示。

表 0-1 建筑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	铁及其合金、钢、合金钢、不锈钢等
		有色金属	铜、铝及其合金等
	非金属材料	天然石材	砂、石及石材制品等
		烧结黏土制品	黏土砖、瓦、陶瓷制品等
		胶凝材料及制品	水泥、石灰、石膏、水玻璃、砂浆、混凝土及制品、硅酸盐制品等
		玻璃	平板玻璃、特制玻璃等
有机材料	无机纤维材料		玻璃纤维、石棉、矿物棉等
	植物材料		木材、竹材、苇材、植物纤维及制品等
	沥青材料		石油沥青、煤沥青及制品等
复合材料	合成高分子材料		塑料、涂料、黏合剂、合成橡胶等
	有机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
	金属与无机非金属材料复合		钢筋混凝土、钢纤维混凝土、劲性混凝土等
	金属与有机材料复合		铝塑管、彩色涂层压型板等



0.1.2 按使用功能分类

根据建筑材料在建筑物中的部位和使用性能,建筑材料可分为建筑结构材料、墙体材料和建筑功能材料三大类。

1. 建筑结构材料

建筑结构材料主要是指构成建筑物受力构件和结构所用的材料,如基础、梁、板、柱、基础、框架和其他受力构件。这类材料的主要技术性能要求是强度和耐久性。目前所用的主要结构材料为钢筋混凝土和预应力钢筋混凝土,轻钢结构和铝合金结构所占的比例将会随着经济和工业的发展逐渐增大。

2. 墙体材料 墙体材料是指建筑物内、外墙体所用的材料,有承重和非承重两大类。目前我国大量采用的墙体材料为实心、空心黏土砖、混凝土及混凝土砌块等。此外,还有混凝土墙板、石膏板、铝塑板和复合墙体,以及发展较快的轻质多功能复合墙板等。

3. 建筑功能材料 建筑功能材料主要是指担负某些建筑功能的非承重用材料,如防水、保温、吸声、隔

音、采光、装饰等材料。这类材料品种、形式繁多,功能各异。

0.2 建筑材料在工程中的地位和作用

建筑业是我国国民经济的支柱产业,建筑材料是建筑生产经营活动的物质基础,与建筑设计、建筑结构、建筑施工和建筑经济一样,是建筑工程中很重要的组成部分。建筑材料在工程中的地位和作用有以下几方面:

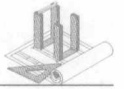
(1) 建筑工程的物质基础。优秀的建筑是材料和艺术、技术以最佳方式融合为一体的产物。

(2) 材料的质量影响工程质量。建筑材料的质量是建筑工程优劣的关键,是建筑工程质量得以保证的前提。在材料的选用中一定要严把质量关,每项工程均把“中间产品质量和建筑材料质量全部合格”作为工程质量评定的指标之一。

(3) 在工程总造价中,材料所占的投资比例在50%~60%左右。现代市场经济条件下,建筑业面临着新机遇、新挑战,同时也承受着市场竞争的压力。建筑业的生产经营活动总是围绕着降低造价、优质高效而进行。在这一过程中,建筑材料的费用直接影响工程造价的高低。建筑材料在建筑业生产过程中不仅用量大、品种多、规格多,而且涉及加工、运输、储存等各个领域,直接影响工程造价。合理使用材料,对降低工程造价、提高工程的经济效益有相当重要的作用。

(4) 建筑、材料、结构、施工四者是密切相关的。材料决定了建筑的形式和施工方法。随着社会生产力和科学技术的不断进步,建筑材料也在逐步的发展。一种新材料的出现,会使结构设计理论大大地向前推进,使一些无法实现的构想变为现实,乃至使整个社会的生产力发生飞跃。建筑工程中很多技术问题的突破和创新,常决定了建筑材料的突破和创新,而新的建筑材料的出现,又将促进结构设计及施工技术的革新。

总之,建筑材料科学技术的发展,不仅对建筑业有重要作用,而且会促进整个社会生



产力和科学技术的发展。

0.3 我国建筑材料的发展概况

建筑 and 建筑材料在社会发展所有阶段中，依赖于生产力的水平，依赖于生产关系的形式，反映出每一个时代的文化科学特征，成为人类物质文明的重要标志之一。中华民族有着五千年的悠久历史，是东方文明的发源地。古代的建筑更是灿烂文化中的瑰宝。我国古代建筑以金碧辉煌、色彩瑰丽著称于世，如紫禁城、颐和园、天坛、圆明园、布达拉宫、喀什清真寺以及各类宫殿、庙宇等。雄伟壮观的万里长城，始建于公元前 7 世纪，其中砖石材料达 1 亿 m^3 ；建于 1300 多年前的隋代河北赵州桥，是历史上第一座“敞肩拱”式桥梁；山西五台山木结构佛光寺大殿，从建造至今已历经了 1100 多年风霜雨雪和地震，仍然保存完好；距今 2000 多年的都江堰水利工程，现在对成都平原的灌溉、排涝仍起着重要的作用。这些丰富的建筑文化及历史遗产，充分说明我们祖先在建筑风格、建筑施工技术、建筑材料的生产和使用上居世界领先地位。

由于我国经历了较长的封建社会，尽管过去有悠久的历史，但现代材料的发展缓慢，近百年来建筑材料多属手工业生产，建筑材料的生产和研究一直处于较落后的状况。

新中国成立以后，随着国家工业体系的建立和发展，以水泥、玻璃、陶瓷为代表的建材工业得到了快速的发展，增加了品种，扩大了产量。特别是改革开放以后，建材工业得到了飞速的发展。

据统计，我国解放前水泥年产量不足 100 万吨；2005 年统计达到了 10.48 亿吨，70 余个品种，产量居世界第一位。现今，我国的平板玻璃、建筑卫生陶瓷、石墨、滑石等部分非金属建材 70 多个产品产量位居世界第一位。轻质板材、装饰材料、防水材料、建筑涂料、绝热、吸音材料、金属及合金材料等新型的建材，其品种、规格、数量及质量都有较大的发展和提高，同时，材料标准不断提高，尽可能地与国际接轨，采用国际标准。技术标准规范不断完善和健全，检测手段不断地实现现代化。建材工业有了长足的进步，但进步的同时，应该看到我国建材行业的总体科技水平、管理水平还是比较落后的，主要表现在：产量大精品少、质量标准低、能源消耗大、劳动生产率低、产业结构落后、污染环境严重、集约化程度低、科技含量低和市场应变能力差，缺乏国际竞争力。针对此情况，我国建材主管部门提出了“由大变强、靠新出强”的发展战略，提出建材工业应该走“可持续发展”之路，依靠科技进步，大力发展新技术、新工艺、新产品，使建材产品做到节能、绿色、环保、满足人性化的要求，以适应现代建筑业工业化、现代化，提高工程质量和降低工程造价的需要。

建筑材料的发展趋势有以下几点：

(1) 发展轻质高强度材料，以减轻建筑物的自重，减小承重结构构件的截面，降低运输费用和工人的劳动强度。

(2) 发展高效无机保温、吸声材料，改善建筑物围护结构的质量。

(3) 发展适于机械化施工的材料和制品，进一步提高施工机械化程度和加快施工速度。



(4) 充分利用工农业废料生产建筑材料, 综合利用, 节约能源, 改善环境。

8.4 建筑材料的产品标准

标准是指对重复事物和概念所作的统一规定, 它以科学、技术和实践的综合成果为基础, 经有关方面协商一致, 由主管机构批准发布, 作为共同遵守的准则和依据。标准的品种繁多, 涉及各行各业, 但从选择和使用建筑材料的角度来看, 主要有以下两类标准: 一类是产品标准, 是生产和使用单位检验、确证产品质量是否合格的技术文件。为了保证材料的质量, 生产和管理, 必须对材料产品的技术要求制定统一的执行标准。其主要内容包括: 产品规格、分类、技术要求、检验方法、检验规则、标志、运输和存储等方面。另一类是工程建设标准, 是对基本建设中各类的勘察、设计、施工、安装、验收等需要协调统一的事项所制定的标准。与选择和使用建筑材料有关的标准, 有各种结构设计规范、施工及验收规范等。

1. 我国常用的建筑材料的产品标准 按适用的领域和有效范围, 我国常用的建筑材料产品标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四大类:

(1) 国家标准。国家标准有强制性标准(代号 GB)和推荐性标准(GB/T)。强制性标准是全国必须执行的技术指导文件, 产品的技术指标都不得低于标准中的规定要求。推荐性标准在执行时也可采用其他相关的规定。

(2) 行业(或部门)标准。各行业(或主管部门)为了规范本行业的产品质量而制定的技术标准, 也是全国性的指导文件。但它是由主管生产部门发布的, 如建筑材料行业标准(JC)、建筑工程行业标准(JGJ)、交通行业(JT)、水利工程(SL)等。

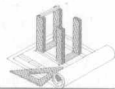
(3) 地方标准。地方标准为地方主管部门发布的地方性技术文件(DB), 适宜在该地区使用。

(4) 企业标准。由企业制定发布的指导本企业生产的技术文件(QB), 仅适用于本企业。凡没有制定国家标准、部级标准的产品, 均应制定企业标准。而企业标准所订的技术要求应高于类似(或相关)产品的国家标准。标准的表示方法由标准名称、标准编号和颁布年份等组成。例如《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB 175—1992)、《夹层玻璃的质量标准》(GB 9962—1999)、《铝合金建筑型材》(GB/T 5237.1—2000)为国家标准;《陶瓷锦砖的质量标准》(C456—1992)、《玻璃幕墙工程技术规范》(JGJ 102—2003)为行业标准;《黑龙江磨细粉煤灰在混凝土及砂浆中应用技术规定》(DBJ 07—214—1993)为黑龙江省的地方标准。

2. 国际常用标准

国际标准大致可分为以下三类:

(1) 团体标准和公司标准。团体标准和公司标准是指国际上有影响的团体标准和公司标准, 如美国材料与试验协会(ASTM)等。



(2) 区域性标准。区域性标准是指世界某一地理区域内有关国家、团体共同参与、制定、开展活动的标准,也可以说是工业先进国家的标准,如英国国家标准(BS)、德国标准(DIN)、日本工业标准(JIS)、欧洲标准化委员会(CEN)、太平洋地区标准大会(PASC)、非洲地区标准化组织(ARSO)等。

(3) 国际性标准化组织的标准。国际性标准化是指在国际范围内由众多国家、团体共同参与开展的标准化活动。目前,世界上约有近300个国际和区域性组织,制定标准或技术规则,如国际标准化组织(ISO)、国际电工委员会(IEC)、国际电信联盟(ITU)等。

国际标准化组织(ISO)是目前世界上最大、最有权权威性的国际标准化专门机构,总部设在瑞士日内瓦。1946年10月,中、英、美、法、苏的25个国家的64名代表集会于伦敦,正式表决通过建立国际标准化组织。1947年2月,ISO章程得到15个国家标准化机构的认可,国际标准化组织宣告正式成立。1978年9月1日,我国以中国标准化协会(CAS)的名义进入ISO。1988年改为以国家技术监督局的名义参加ISO的工作,近期将改为以中国国家标准化管理局的名义参加ISO的工作。标准ISO9001由ISO/TC176/SC2质量管理与质量保证技术委员会质量体系分委员会制定。

0.5 建筑材料课程目的、任务及基本要求

建筑材料是一门专业基础课。它除了为后续的建筑设计和建筑结构,建筑施工技术等专业课提供必要的基础知识外,并能为今后从事工程技术工作能够合理选择使用建筑材料打下基础,也为解决建筑材料问题提供一定的基本理论知识和基本试验。

建筑材料种类繁多,而且每种材料涉及的内容又很庞杂,如原料、生产、材料组成与结构、性质、应用、检验、运输、验收、储存等各个方面。从课程的目的和任务出发,主要着重于材料的性能及应用,对这两个方面提出如下基本要求:

(1) 材料性能方面。掌握材料的组成、性质及技术要求;了解材料组成及结构对材料性质的影响;了解外界因素对材料性质的影响;了解各主要性质间的相互关系;初步学会主要建筑材料的试验方法。

(2) 材料的应用方面。根据工程要求能够合理选用材料;熟悉有关的国家标准或行业标准;了解材料使用方法的要点;学会混凝土配合比设计。

试验课也是本课程的重要教学环节,是为了加深了解材料的性能和掌握试验方法,培养科学研究能力以及严谨的科学态度。通过试验除能验证学生的理论知识、丰富感性知识外,还能学习基本的试验技能,提高动手能力和分析问题、解决问题的能力。所以必须十分重视试验课,要切实做到人人动手,按标准操作,仔细记录,准确计算,认真分析,并及时完成试验报告。

在工作和学习中,在接触材料时,要关注新材料、新工艺、新技术在工程中的应用,要善于接受新知识,善于运用学过的知识分析问题,进一步深化对建筑材料的认识。

第1章 建筑材料的基本性质

学习目标 掌握材料的密度、表观密度、堆积密度、孔隙率及空隙率的定义及计算, 掌握材料与水有关的性质、与热与声有关的性质、力学性能以及耐久性和环保性, 了解材料孔隙率和孔隙特征对材料性能的影响。

在建筑物或构筑物中, 建筑材料要承受各种不同因素的作用, 要求其应具有不同性质。例如, 用于各种受力结构(如梁、板、柱等)的材料主要受到荷载的作用; 屋面材料要承受风霜雨雪的侵蚀且能隔热、防水; 对于一些工业建筑(如车间、厂房)或构筑物(如烟囱), 要求材料具有耐热、耐腐蚀等性能, 还有的材料要能经受冲刷、磨损、生物作用、干湿循环、冻融循环而引起的破坏。为了保证建筑物或构筑物经久耐用, 就要在工程设计与施工中正确选择和合理使用材料, 因此必须熟悉和掌握建筑材料的基本性质。

1.1 建筑材料的基本物理性质

1.1.1 与质量有关的性质

自然界的材料, 因其单位体积内所含孔(空)隙程度的不同, 其基本的物理性质参数即单位体积的质量也有所区别, 这就带来了不同的密度概念。

1.1.1.1 密度

密度是指材料在绝对密实状态下单位体积的质量。用式(1-1)计算:

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

式中 ρ ——密度, g/cm^3 ;

m ——材料在干燥状态下的质量, g ;

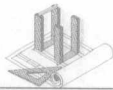
V ——材料在绝对密实状态下的体积, cm^3 。

材料在绝对密实状态下的体积, 是指固体物质的体积, 即不包括材料孔隙在内的实体积。常用建筑材料中, 除金属、玻璃、单体矿物等少数材料外, 绝大多数材料均含有一定的孔隙。测定含孔材料的密度时, 应将材料磨成细粉(粒径一般小于 0.20mm) 除去孔隙, 干燥后, 用李氏瓶采用排液的方法测定其实体积。磨得越细, 所测得的体积越接近实体积, 密度值也就越精确。

测定某些较密实的不规则的散粒材料(如砂、石等)的密度时, 常直接用排水法测其实体积的近似值, 所得的密度为近似密度(旧称视密度)。

1.1.1.2 表观密度

表观密度是指材料在自然状态下单位体积的质量。用式(1-2)计算:



$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \tag{1-2}$$

式中 ρ_0 ——表观密度, g/cm³ 或 kg/m³;
 m ——材料的质量, g 或 kg;
 V_0 ——材料在自然状态下的体积, cm³ 或 m³。

材料在自然状态下的体积, 也称表观体积, 是指包含材料内部孔隙在内的体积。对具有规则外形的材料, 其表观体积可用外形尺寸直接计算; 对不具有规则外形的材料, 可在其表面涂薄蜡层密封, 然后采用排液法测定其表观体积。材料含水时, 其质量增大, 体积也会发生不同程度的变化, 影响材料的表观密度。故测定表观密度时, 须注明含水情况。一般所指的表观密度是在气干状态下的表观密度。烘干状态下的称为干表观密度, 潮湿状态下的称为湿表观密度。

1.1.1.3 堆积密度

散粒材料(粉状、颗粒状或纤维状材料)在堆积状态下单位体积的质量, 称为堆积密度。用式(1-3)计算:

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \tag{1-3}$$

式中 ρ'_0 ——堆积密度, kg/m³;
 m ——材料的质量, kg;
 V'_0 ——材料的堆积体积, m³。

材料的堆积体积, 不但包括其表观体积, 还包括颗粒间的空隙体积。其值大小不仅取决于材料颗粒的表观密度, 而且还与堆积的密实程度有关, 故有松散堆积密度和紧密堆积密度之分。此外, 材料的含水情况也影响材料的堆积密度。

在建筑工程中, 计算材料用量、构件自重、配料计算, 材料堆积体积或面积, 以及计算运输材料的车辆时, 经常要用到材料的上述状态参数。常用建筑材料的密度、表观密度、堆积密度和孔隙率, 如表 1-1 所示。

表 1-1 常用建筑材料的密度、表观密度、堆积密度和孔隙率

材料	密 度 (g/cm ³)	表观密度 (kg/m ³)	堆积密度 (kg/m ³)	孔隙率 (%)
石灰岩	2.60	1800~2600	—	—
花岗岩	2.6~2.9	2500~2800	—	0.5~3.0
碎石(石灰岩)	2.60	—	1400~1700	—
砂	2.60	—	1450~1650	—
黏土	2.60	—	1600~1800	—
烧结黏土砖	2.50~2.8	1600~1800	—	20~40
烧结空心砖	2.50	1000~1400	—	—
水泥	3.10	—	1200~1300	—
普通混凝土	—	2100~2600	—	5~20
轻骨料混凝土	—	800~1900	—	—
木材	1.55	400~800	—	55~75
钢材	7.85	7850	—	0
泡沫材料	—	20~50	—	—
玻璃	2.55	—	—	—



1.1.1.4 密实度与孔隙率

密实度是指材料体积内被固体物质充实的程度,即固体物质的体积占总体积的比例。密实度反映了材料的致密程度,以 D 表示,用式 (1-4) 计算:

$$D = \frac{V_0}{V} = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\% \quad (1-4)$$

含有孔隙的固体材料的密实度均小于 1。材料的 ρ_0 与 ρ 越接近,材料就越密实。材料的许多性能,如强度、吸水率、耐久性、导热性等均与其密实度有关。

孔隙率是指材料内部孔隙体积占材料总体积的百分率。用式 (1-5) 计算:

$$P_0 = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\% \quad (1-5)$$

材料的孔隙率与密实度是从两个不同的方面反映材料的同一个性质。二者之间的关系如式 (1-6) 所示:

$$P + D = 1 \quad (1-6)$$

孔隙率的大小直接反映材料的致密程度。孔隙率越小,说明材料越密实。建筑材料的许多重要性质,如强度、吸水率、抗渗性、抗冻性、导热性、吸声性等都与材料的孔隙率大小和孔隙本身的特征有关。材料内部的孔隙又可分为连通孔与封闭孔两种,孔隙按尺寸大小又可分为微孔、细孔和大孔三种。

一般而言,孔隙率较小且连通孔较少的材料其吸水率较小,强度较高,抗渗性和抗冻性较好,但其保温隔热、吸声隔音性能稍差。

1.1.1.5 填充率与空隙率

填充率是指散粒材料在某堆积体积内,被其颗粒所填充的程度,以 D' 表示。用式 (1-7) 计算:

$$D' = \frac{V_0}{V'_0} = \frac{\rho'_0}{\rho_0} \times 100\% \quad (1-7)$$

空隙率是指散粒材料的颗粒间的空隙占其堆积体积的百分率。用式 (1-8) 计算:

$$P'_0 = \frac{V'_0 - V}{V'_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}\right) \times 100\% \quad (1-8)$$

填充率与空隙率的关系,如式 (1-9) 所示:

$$P' + D' = 1 \quad (1-9)$$

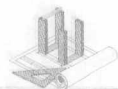
空隙率的大小反映了散粒材料颗粒间相互填充的程度。在配制混凝土时,砂、石的空隙率可作为控制混凝土骨料级配与计算砂率的重要依据。

1.1.2 与水有关的性质

1.1.2.1 亲水性与憎水性

材料在空气中与水接触时可以发现,有些材料能被水润湿,有些则不能,前者表明材料有亲水性,后者表明材料有憎水性。具有亲水性的材料称为亲水性材料,具有憎水性的材料称为憎水性材料。

材料被水润湿的程度可用湿润角 θ 表示。当材料与水接触时,在材料、水、空气三相的交点处,沿水滴表面的切线与水与材料的接触面之间的夹角称为湿润角,如图 1-1 所



示。由图可以明显看出,水能否湿润材料,与 θ 角大小有关。 θ 角越小,则该材料越容易被水湿润。一般认为,当 $\theta \leq 90^\circ$ 时 [如图 1-1 (a) 所示],水在材料表面浸润、铺展,则材料为亲水性材料。当 $\theta > 90^\circ$ 时 [如图 1-1 (b) 所示],水不能被吸附到材料上,则材料为憎水性材料。这一概念也可用于其他液体对固体材料表面的润湿情况,相应地称为亲液性材料和憎液性材料。

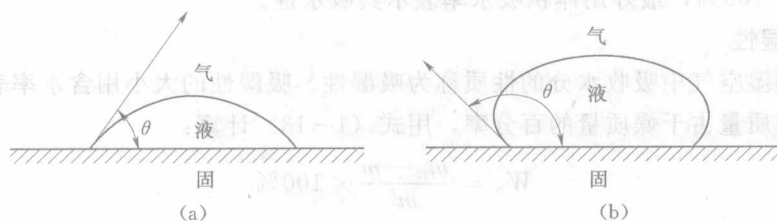


图 1-1 材料的湿润示意图

(a) 亲水性材料; (b) 憎水性材料

亲水性材料被水润湿,且通过毛细管作用将水吸入材料内部。憎水性材料不能被水润湿,一般能阻止水分渗入毛细管中,从而降低其吸水性。憎水性材料常被用作防水、防潮材料,还可用作亲水材料的表面处理以降低亲水材料的吸水性。大多数建筑材料(如砂、石、水泥、混凝土、木材等)都属于亲水性材料,只有少数材料(如沥青、石蜡和某些塑料等)为憎水性材料。

1.1.2.2 吸水性

材料在水中吸收水分的性质称为吸水性。其大小用吸水率表示,吸水率有质量吸水率和体积吸水率两种表示方法:

(1) 质量吸水率。材料吸水饱和时,所吸收水分的质量占材料干燥质量的百分率,用式(1-10)计算:

$$W_m = \frac{m_1 - m}{m} \times 100\% \quad (1-10)$$

式中 W_m ——材料的质量吸水率, %;

m_1 ——材料在吸水饱和状态下的质量, g;

m ——材料在干燥状态下的质量, g。

(2) 体积吸水率。材料吸收水分的体积占干燥材料体积的百分率,用式(1-11)计算:

$$W_v = \frac{V_w}{V_0} = \frac{m_1 - m}{V_0} \cdot \frac{1}{\rho_w} \times 100\% \quad (1-11)$$

式中 W_v ——材料的体积吸水率, %;

V_w ——材料吸水饱和时水的体积, cm^3 ;

V_0 ——干燥材料在自然状态下的体积, cm^3 ;

ρ_w ——水的密度, g/cm^3 。

质量吸水率与体积吸水率二者的关系如式(1-12)所示:

$$W_v = W_m \rho_0 \frac{1}{\rho_w} = W_m \rho_0 \quad (1-12)$$