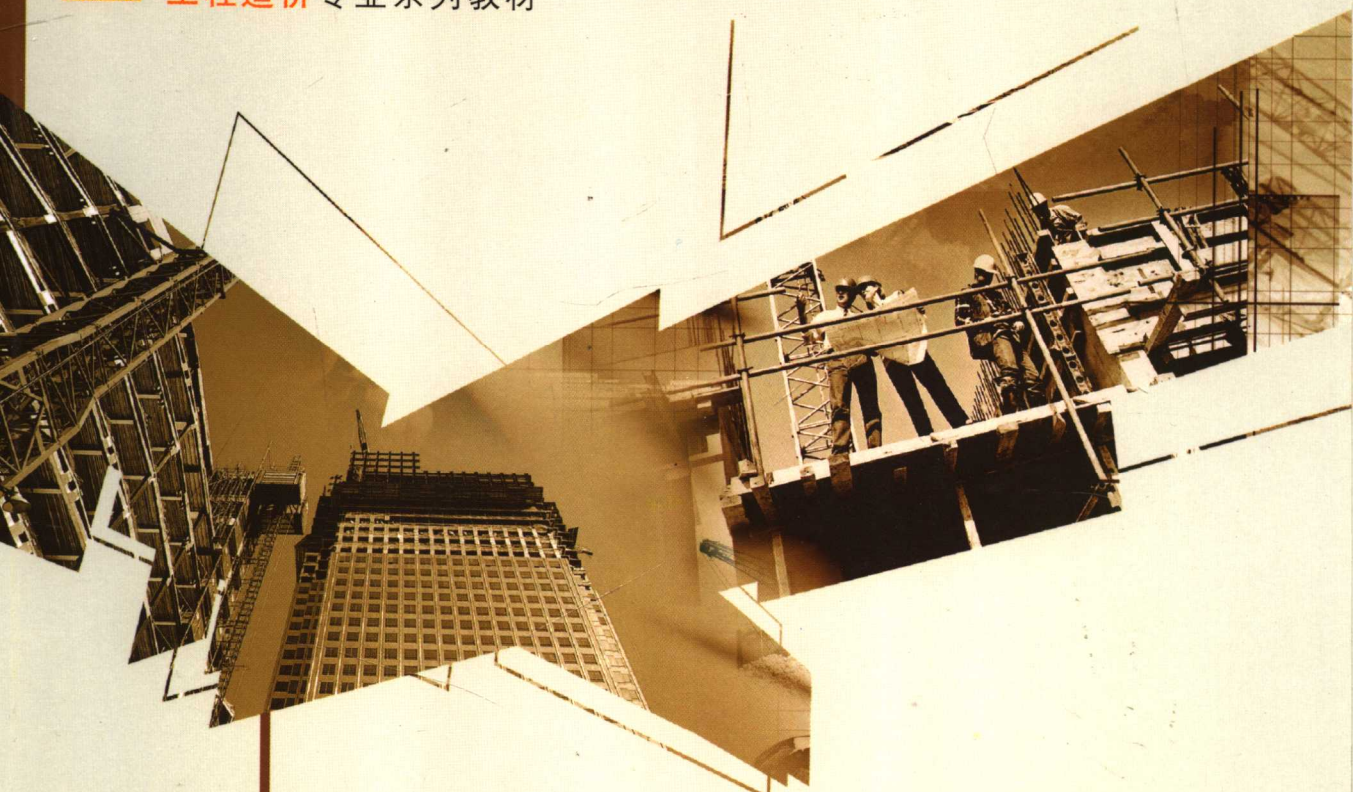


GAODENG ZHIYE JIAOYU GONGCHENG ZAOJIA ZHUANYE XILIE JIAOCAI



高等职业教育

工程造价专业系列教材



JIANZHU
GONGCHENG CAILIAO

建筑工程材料

主 编 刘炯宇
副主编 付凌云 孟凡深
主 审 张国梁



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

GAODENG ZHIYE JIAOYU GONGCHENG ZAOJIA ZHUANYE XILIE JIAOCAI



高等职业教育

工程造价专业系列教材

主要内容

JIANZHU
GONGCHENG CAILIAO

建筑工程材料

主 编 刘炯宇
副主编 付凌云 孟凡深
参 编 (以姓氏笔画为序)
汪发红 杨文军 庞翠平
主 审 张国梁

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书主要介绍建筑工程常用建筑材料、装饰材料的品种、规格、生产工艺、技术性能、检验方法及在工程中的实际应用,同时也包括了当前正在推广应用的新材料、新方法等方面的内容。全书共分 10 章,每章附有小结及复习思考题。

本书可作为建筑类高等职业教育工程造价等相关专业教学用书,也可作为现场施工技术人员、管理人员学习的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程材料/刘炯宇主编. —重庆:重庆大学出版社,2006.11

(高等职业教育工程造价专业系列教材)

ISBN 7-5624-3836-6

I. 建... II. 刘... 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(2006)第 115809 号

高等职业教育工程造价专业系列教材

建筑工程材料

主 编 刘炯宇

副主编 付凌云 孟凡深

主 审 张国梁

责任编辑:刘颖果 郭一之 赵 静 版式设计:范欣渝

责任校对:谢 芳

责任印制:秦 梅

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆现代彩色书报印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:14.25 字数:356千

2006 年 11 月第 1 版 2006 年 11 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 7-5624-3836-6 定价:19.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

教师信息反馈表

为了更好地为教师服务,提高教学质量,我社将为您的教学提供电子和网络支持。请您填好以下表格并经系主任签字盖章后寄回,我社将免费向您提供相关的电子教案、网络交流平台或网络化课程资源。

请按此裁下寄回我社或在网上下载此表格填好后寄回

书名:		版次	
书号:			
所需要的教学资料:			
您的姓名:			
您所在的校(院)、系:	校(院)		系
您所讲授的课程名称:			
学生人数:	_____人	_____年级	学时: _____
您的联系地址:			
邮政编码:		联系电话	(家)
			(手机)
E-mail: (必填)			
您对本书的建议:		系主任签字	
		盖章	

**请寄:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)
重庆大学出版社市场部**

邮编:400030

电话:023-65111124

传真:023-65103686

网址:<http://www.cqup.com.cn>

E-mail:fxk@cqup.com.cn

编委会

顾 问 尹贻林 阎家惠

主 任 武育秦

副主任 刘 洁 崔新媛

委 员 (以姓氏笔画为序)

马 楠 王小娟 王 亮 王海春 付国栋 刘三会

刘 武 许 光 李中秋 李绪梅 张 川 吴心伦

杨甲奇 吴安来 张建设 张国梁 时 思 钟汉华

涂国志 郭起剑 崔新媛 蒋中元 彭 元 谢远光

韩景玮 廖天平

特别鸣谢(排名不分先后)

天津理工大学经济管理学院
重庆市建设工程造价管理总站
重庆大学
重庆交通大学应用技术学院
重庆工程职业技术学院
平顶山工学院
徐州建筑职业技术学院
番禺职业技术学院
青海建筑职业技术学院
浙江万里学院
济南工程职业技术学院
湖北水利水电职业技术学院
洛阳大学
邢台职业技术学院
鲁东大学
成都大学
四川交通职业技术学院
湖南交通职业技术学院
青海交通职业技术学院
河北交通职业技术学院
江西交通职业技术学院
新疆交通职业技术学院
甘肃交通职业技术学院
山西交通职业技术学院
云南交通职业技术学院
重庆市建筑材料协会
重庆市交通大学管理学院
重庆市建设工程造价管理协会
重庆泰莱建设工程造价咨询有限公司
重庆江津市建设委员会

序

《高等职业教育工程造价专业系列教材》共计 12 种,由重庆大学出版社于 1992 年正式出版发行,又于 2002 年进行了第 2 版的修订再版。该系列教材自问世以来,受到全国各有关院校师生及工程技术人员欢迎,产生了一定的社会反响。编委会就广大读者对该系列教材出版的支持、认可与厚爱,在此表示衷心的感谢。

随着我国社会经济的蓬勃发展,建筑业管理体制改革的不断深化,工程技术和模式的更新与进步,以及近年来我国工程造价计价模式和高等职业教育人才培养模式都有了较大的变化,这些变革必然对该专业系列教材的体系构成和教学内容提出更高的要求。为适应我国“高等职业教育工程造价专业”人才培养的需要,并以系列教材建设促进其专业发展,重庆大学出版社通过全面的信息跟踪和调查研究,在广泛征求有关院校师生和同行专家意见的基础上,决定重新改版、扩充为《高等职业教育工程造价专业系列教材》。

本系列教材的编写是根据国家教育部制定颁发的《高职高专教育专业人才培养目标及规格》和《工程造价专业教育标准和培养方案》,以社会对工程造价专业人员的知识、能力及素质需求为目标,以国家注册造价工程师考试的内容为依据,以最新颁布的国家和行业规范、标准、法规为标准而编写的。本系列教材针对高等职业教育的特点,基础理论的讲授以应用为目的,以必需、够用为度,突出技术应用能力的培养,反映国内外工程造价专业发展的最新动态,体现我国当前工程造价管理体制改革的精神和主要内容,完全能够满足培养德、智、体全面发展,掌握本专业基础理论、基本知识和基本技能,获得造价工程师初步训练,具有良好综合素质和独立工作能力,会编制一般土建、安装、装饰、工程造价,初步具有进行工程造价管理和过程控制能力的高等技术应用型人才。

由于现代教育技术在教学中的应用和教学模式的不断变革,教

材作为学生学习功能的唯一性正在淡化,而学习资料的多元性也正在加强。因此,为适应高等职业教育“弹性教学”的需要,满足各院校根据建筑企业需求,灵活调整及设置专业培养方向,我们采用了专业“共用课程模块+专业课程模块”的教材体系设置,给各院校提供了发挥个性和设置专业方向的空间。

本系列教材的体系结构如下:

共用课程模块	建筑安装模块	道路桥梁模块
建设工程法规	建筑工程材料	公路工程材料
工程造价信息管理	建筑结构基础	公路工程经济
工程成本和控制	建设工程监理	道路工程概论
工程测量	建筑工程技术经济	公路工程监理
工程造价专业英语	建设工程项目管理	公路工程施工组织设计
	建筑识图与房屋构造	道路工程制图与识图
	建筑识图与房屋构造习题集	道路工程制图与识图习题集
	装饰构造与施工工艺	公路工程施工与计量
	电气工程识图与施工工艺	桥隧施工工艺与计量
	管道工程识图与施工工艺	公路工程造价编制与案例
	建筑工程施工工艺	公路工程招投标与合同管理
	建筑工程造价	公路工程施工放样
	安装工程造价	
	安装工程造价编制指导	
	装饰工程造价	
	建设工程造价管理	
	建设工程招投标与合同管理	
	建筑工程造价实训	

注:①本系列教材赠送电子教案。

②希望各院校和企业教师、专家参与本系列教材的建设,并请毛遂自荐担任后续教材的主编或参编,联系 E-mail:lich@cqp.com.cn。

这次该系列教材的重新编写出版,不仅每门课程的内容都做了较大增加删改,还新增了9门课程。从而,拓宽了该专业的适应面和培养方向,给各有关院校的专业设置提供了更多的空间。这说明,该系列教材是完全适应工程造价相关专业教学需要的一套好教材,并在此推荐给有关院校和广大读者。

编委会
2005年10月

前言

目前我国发展高等职业教育是一项重要战略决策,是为了造就一批高素质的、有创新能力和创业精神、有熟练职业技能和适应职业变化能力的劳动者。高职教育以培养技术应用型人才为目标,因此在教学方法、内容、手段上力求内容精练、突出应用、加强实践。为了真正办出高职特色,编写高职教育教材是至关重要的。本书作为高等职业教育工程造价专业系列教材之一,是以高职教育的培养目标为依据,以理论够用、重在应用为原则,并结合建筑工程材料的最新成果进行编写的。

本书共分 10 章。主要介绍建筑工程材料的品种、规格、生产工艺、技术性能、技术标准、检验方法,以及材料应用、储运的注意事项。教材以够用、适用为原则,重在实践动手能力的培养,全书通俗易懂、实用性强。此书也可供建筑施工人员、管理人员学习参考。

本教材由青海建筑职业技术学院刘炯宇任主编,湖北水利水电职业技术学院付凌云、洛阳大学土木工程学院孟凡深任副主编,青海建筑职业技术学院汪发红、邢台职业技术学院庞翠平、杨文军参编。其中第 1 章、第 2 章、第 5 章的第 1,2,3 节由刘炯宇编写,第 3 章、第 6 章、第 10 章的 10.4 由付凌云编写,第 8 章、第 9 章由孟凡深编写,第 4 章、第 10 章的 10.1 由庞翠平编写,第 7 章、第 10 章的 10.5 由杨文军编写,第 5 章的 4~9 节,第 10 章的 10.2 和 10.3 由汪发红编写。

由于编者水平有限,书中难免存在错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

2006 年 6 月

目录

1 绪 论	1
1.1 建筑材料的重要性	1
1.2 建筑工程材料的分类及检验标准	1
1.3 本课程的学习任务、内容及方法	3
2 建筑工程材料的基本性质	4
2.1 材料的物理性质	4
2.2 材料的力学性能	9
2.3 材料的耐久性	11
小结 2	12
复习思考题 2	13
3 气硬性胶凝材料	14
3.1 石灰	14
3.2 水玻璃	17
3.3 建筑石膏	18
小结 3	19
复习思考题 3	20
4 水硬性胶凝材料	21
4.1 硅酸盐水泥	21
4.2 掺混合材料的硅酸盐水泥	30
4.3 其他品种的水泥	34
4.4 水泥的储运	39
小结 4	42
复习思考题 4	43
5 混凝土	44
5.1 概述	44

5.2	混凝土的组成	45
5.3	混凝土的主要技术性能	52
5.4	混凝土外加剂	63
5.5	混凝土的质量控制	67
5.6	混凝土的配合比设计	70
5.7	轻混凝土	78
5.8	预拌混凝土	82
5.9	其他混凝土	85
小结 5		88
复习思考题 5		88
6	建筑砂浆与墙体材料	90
6.1	砂浆的组成	90
6.2	砌筑砂浆	91
6.3	其他砂浆	96
6.4	墙体材料	99
小结 6		108
复习思考题 6		108
7	建筑钢材	110
7.1	钢的冶炼及分类	110
7.2	钢材的主要技术性能	111
7.3	钢材的冷加工和热处理	115
7.4	建筑钢材的标准与选用	117
小结 7		129
复习思考题 7		129
8	建筑装饰材料	130
8.1	概述	130
8.2	木材	133
8.3	塑料	141
8.4	绝热与吸声材料	146
8.5	建筑涂料	150
8.6	饰面材料	153
8.7	玻璃制品	158
小结 8		162
复习思考题 8		164

9 防水材料	165
9.1 沥青防水材料及其制品	165
9.2 防水卷材	169
9.3 防水涂料和密封材料	176
小结 9	179
复习思考题 9	179
10 建筑工程材料试验	181
10.1 水泥试验	181
10.2 混凝土的原材料检验	191
10.3 混凝土试验	199
10.4 建筑砂浆试验	205
10.5 钢筋试验	208
参考文献	213

1 绪 论

1.1 建筑材料的重要性

任何一个建筑物或构筑物都是用各种建筑材料建造而成的,因此在工程建设中,合理地选用和组合各种建材及制品,构成所需的建筑物或构筑物是至关重要的。其重要性主要体现在以下几个方面:

①建筑工程材料的费用,一般占工程总造价的 60% 以上,并且大部分建材及制品,来自于国家的重要工业原材料和工业生产的废料。因此,建筑材料能否合理运用,不仅关系到工程造价,也影响整个国民经济。

②建筑材料构成建筑物的实体,因此建筑材料的品种、技术性能、质量决定着房屋建筑结构形式的坚固程度和使用功能,直接关系着人们的生活和生产。

③建筑物能耗很大,约占国家总能耗的 30% ~ 40%。当前,节约能源已成为经济建设中日益急迫的课题,而生产建筑材料用能、施工现场用能和建成使用中的用能都与建筑工程材料的改造、更新及合理选用有密切的关系。

④越来越多的工业废料和城市垃圾急待利用,而用之于生产建材产品是一重要途径,大力提倡和发展“绿色建材”,不仅可以保护环境和人体健康,而且也能为国家节约大量资金。

综上所述,我国的建材工业要本着合理开发、综合利用的方针,改善现有产品结构,开发新品种,发展新型建筑材料来满足城市建设和人民生活需要。

1.2 建筑工程材料的分类及检验标准

1) 建筑工程材料分类

建筑工程材料是指建筑工程、水利工程、道路桥梁工程、港口工程等所有材料及其制品的总称。建筑工程材料的品种繁多,用途不一,按其化学成分和使用功能可进行不同的分类。

(1) 按化学成分分类

建筑工程材料按其化学成分可分为金属材料、非金属材料、复合材料 3 大类,见表 1.1。

(2) 按使用功能分类

建筑工程材料按其使用功能可分为建筑结构材料、墙体材料和建筑功能材料。建筑结构材料是指能构筑或制作梁、板、柱、基础、框架和其他受力构件所用的材料及其制品,如水泥、混

凝土、钢材、木材等;墙体材料是指实心 and 空心砖、混凝土及加气混凝土砌块、混凝土墙板、石膏板复合墙体等;建筑功能材料是指防水材料、绝热材料、吸声隔声材料、采光材料、装饰材料等。

表 1.1 建筑材料的分类

金属材料	黑色金属 有色金属	铁、碳素钢、合金钢 铝、锌、铜等及其合金
非金属材料	无机材料	天然石材:砂子、石子、各种岩石加工的石材 烧土制品:粘土砖、瓦、陶瓷 胶凝材料:石灰、石膏、菱苦土、水玻璃、水泥 以胶凝材料为基料的人造石材:混凝土、水泥制品、硅酸盐制品 玻璃:平板玻璃、安全玻璃、装饰玻璃、玻璃制品
	有机材料	植物质材料:木材、竹材、植物纤维及其制品 沥青材料:石油沥青、煤沥青、沥青制品 高分子材料:塑料、涂料、胶粘剂
复合材料	无机—有机材料 非金属—金属材料 其他复合材料	玻璃纤维增强塑料、聚合物混凝土、沥青混凝土 钢筋混凝土、钢丝网水泥、塑铝复合板、铝箔面油毡 水泥石棉制品、不锈钢包覆钢板

2) 材料的技术标准

建筑工程材料的质量是整个建筑工程质量的重要保证。在建筑工程质量管理的规定中,对于无出厂合格证明和没有按规定复试的原材料,一律不准使用。施工现场配制的材料应由有资质的实验室确定配合比方能使用,各项材料的检验结果是施工及验收必备的技术依据。

目前,主要建筑工程材料都有统一的技术标准。标准的主要内容是规定材质成分和材料的性能指标。我国的技术标准种类及各标准的代号见表 1.2。

表 1.2 各种标准的代号

标准种类		代 号		表示顺序(例)
1	国家标准	GB	GB 强制性标准 GB/T 推荐性标准 GB _n 内控标准	代号、标准编号、颁布年代 (GB 12958—91)
2	行业标准 (部标准)	按原部 标准代号	如: JC 建材行业强制性标准 JC/T 建材行业推荐性标准 YB 冶金行业强制性标准 YB/T 冶金行业推荐性标准	代号、标准编号、颁布年代 (JC/T 479—92)
	专业标准	ZB	ZB	代号、专业类号、标准号、颁布年代 (ZBQ 15002—89)
3	地方标准	DB	DB 地方强制性标准 DB/T 地方推荐性标准	代号、行政区号、标准号、颁布年代 (DB 14323—91)
4	企业标准	QB	QB	代号/企业代号、顺序号、发布年代 (QB/203413—92)

注:原部标准代号,按规定的汉语拼音字母表示,如化工部为 HG、林业部为 LB、交通部为 JT 等。

1.3 本课程的学习任务、内容及方法

1) 学习任务

本课程是工程造价专业的一门专业技术基础课。课程的任务是使学生通过学习,获得建筑工程材料的基础知识,掌握建筑工程材料的技术性能、应用方法及试验技能等,以便在今后的工作实践中能正确地选择与合理使用建筑工程材料,并为学习工程造价专业的其他专业课程打下基础。

2) 学习内容

本课程的主要学习内容是:建筑工程中常用建筑工程材料的成分、品种、规格型号、技术性能、质量检验方法、材料配制、材料的合理选择与使用及储运等。

3) 学习方法

建筑工程材料是一门实践性较强的课程,在学习中除要掌握与材料有关的一些基本理论外,更应掌握如何在工程实际中正确使用各种材料,以达到既安全可靠、经久使用,又经济合理的目的,因此,要经常到实践中去学习,增强感性认识,才能既学好理论知识,又能把理论应用到实际工作中。

建材试验是本课程的重要组成部分,通过试验不仅能验证学习过的理论,丰富感性知识,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,所以必须做到人人动手、按章操作、仔细记录、准确计算、认真分析,并及时完成试验报告。

2 建筑工程材料的基本性质

2.1 材料的物理性质

· 2.1.1 与质量有关的性质 ·

1) 密度

密度是指材料在绝对密实状态下(不包括空隙在内)单位体积的质量,即

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.1)$$

式中 ρ ——材料的密度, g/cm^3 ;

m ——材料的质量, g 或 kg ;

V ——材料的密实体积, cm^3 或 m^3 。

材料的密实体积 V , 可通过以下方法求得: 对不规则的材料, 可用排水体积法求得密实体积; 对于有孔隙的材料, 应把干燥后的材料磨成细粉, 越细越好, 用排水体积法(李氏瓶法)测定其密实体积。

2) 表观密度

表观密度是指材料在自然状态下(包括空隙在内)单位体积的质量, 即

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (2.2)$$

式中 ρ_0 ——材料的表观密度, kg/m^3 或 g/cm^3 ;

m ——材料在自然状态下的质量, kg 或 g ;

V_0 ——材料在自然状态下的体积, m^3 或 cm^3 。

对于混凝土、木材、砖等有孔隙的材料, 如果是规则形状的可根据实际测量尺寸求得其自然体积。

【例 2.1】 有一辆 5 t 的汽车, 一次能运多少 m^3 的砖? (设砖的表观密度为 $1\,800\text{ kg}/\text{m}^3$)

【解】 由式(2.2)可得:

$$V_0 = \frac{m}{\rho_0} = \frac{5 \times 1\,000\text{ kg}}{1\,800\text{ kg}/\text{m}^3} = 2.78\text{ m}^3$$

材料内的空隙分开口空隙和封闭空隙, 开口空隙和外界连通, 封闭空隙和外界不连通。在自然状态下材料内常有水分, 其质量随含水程度而改变, 因此表观密度应注明其含水程度。表

观密度一般指材料在气干状态下的表观密度,干燥材料的表观密度称为干表观密度。可见,材料的表观密度取决于材料的密度、构造及含水状态。

3) 堆积密度

堆积密度是指松散材料(粉状、颗粒)在堆积状态下单位体积的质量,即

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (2.3)$$

式中 ρ'_0 ——材料的堆积密度, kg/m^3 ;

m ——材料的质量, kg ;

V'_0 ——材料的堆积体积, m^3 。

材料的堆积体积包括所有颗粒的体积以及颗粒之间的空隙体积。它取决于材料颗粒的表观密度和堆积疏密程度。材料的含水状态也会影响堆积密度值。

在建筑工程中,进行配料计算,确定材料堆放空间及运输量、材料用量、构件自重等经常要用到密度、表观密度和堆积密度。几种常用材料的密度、表观密度和堆积密度见表 2.1。

表 2.1 常用材料的密度、表观密度和堆积密度

材料名称	$\rho/(\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$	$\rho_0/(\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$	$\rho'_0/(\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$
普通混凝土	2.60	2 100 ~ 2 600	—
普通粘土砖	2.50	1 600 ~ 1 800	—
钢 材	7.85	—	—
松 木	1.55	400 ~ 800	—
水 泥	3.10	—	1 000 ~ 1 600
砂	2.65	2 650	1 450 ~ 1 650
碎 石	2.50 ~ 2.80	2 500 ~ 2 800	1 400 ~ 1 700

4) 密实度

密实度是指材料体积内被固体物质充实的程度。材料是由固体物质和孔隙 2 部分组成,固体物质的比例越高,材料就越密实,表观密度也就越大。密实度的计算公式为:

$$D = \frac{V}{V_0} \times 100\% \quad \text{或} \quad D = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\% \quad (2.4)$$

5) 孔隙率

孔隙率是指材料体积内孔隙体积所占的比例。孔隙率越大,密实度和表观密度值就越小。孔隙率的计算公式为:

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{V}{V_0}\right) \times 100\%$$

$$\text{或} \quad P = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\% \quad (2.5)$$

材料的孔隙率和密实度有着如下关系:对有孔隙的材料,两者之和为 $P + D = 1$;对于完全密实的材料, $P = 0, D = 1$ 。在工程中材料的许多性质,如强度、吸水性、抗渗性、抗冻性、导热