

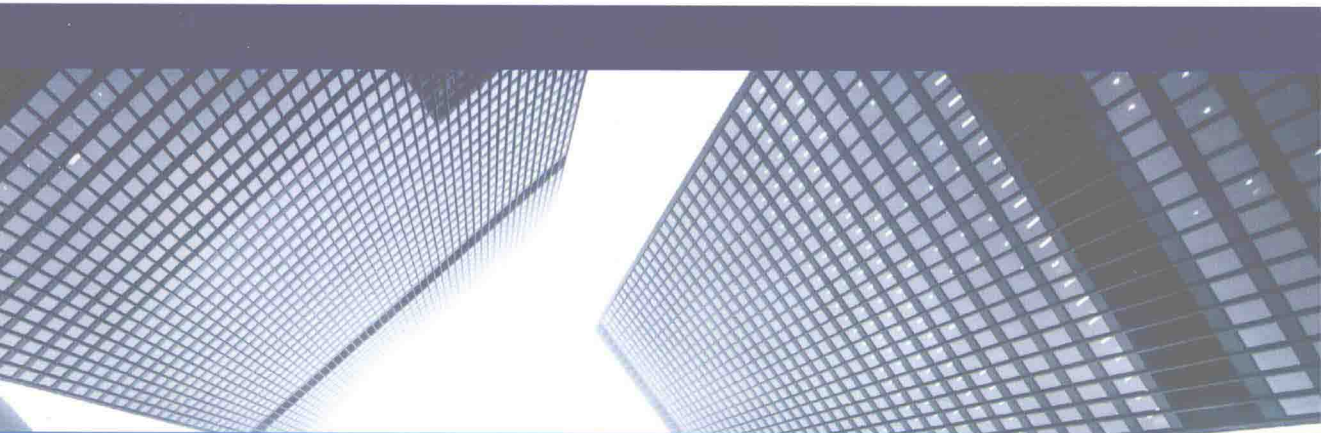
JIANZHU CAILIAO

建筑材料

主 编 程玉龙

副主编 乐 莹

主 审 施 荣



清华大学出版社
http://www.cup.com.cn

建筑材料

主 编 程玉龙

副主编 乐 莹

主 审 施 荣

重庆大学出版社

内容提要

本书以土木工程常用建筑材料为主要内容,介绍了建筑材料的基本物理力学性质,主要讲述了胶凝材料、水泥、墙体材料、建筑砂浆、混凝土、建筑钢材、建筑防水材料、木材、建筑装饰材料及建筑功能材料的基本组成、功能特性和主要用途。同时,为了加强对主要材料性能的理解掌握,还设置了部分材料的实验。

本书可作为工程造价、工程监理、建筑设备、建筑设计等土建类专业的教学用书,也可作为土建类从业人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料 / 程玉龙主编. —重庆:重庆大学出版社, 2016. 8

ISBN 978-7-5689-0067-6

I. ①建… II. ①程… III. ①建筑材料—高等职业教育—教材 IV. ①TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 194196 号

建筑材料

主 编 程玉龙

副主编 乐 莹

主 审 施 荣

策划编辑:鲁 黎

责任编辑:文 鹏 刘婉霞 版式设计:鲁 黎

责任校对:邹 忌 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆紫石东南印务有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:18.75 字数:421 千

2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5689-0067-6 定价:39.50 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

前 言

“建筑材料”是土建类专业的核心能力课程之一。本书按照“以就业为导向,以服务为宗旨”的指导思想,从教材内容的先进性、适用性、合理性、灵活性出发,以满足中高职土建类专业的学习需求为目标,是工程造价、工程监理、建筑设备、建筑设计等土建类专业的教学用书。

《建筑材料》以土木工程施工常用建筑材料为主要内容,按“项目教学法”将学习内容划分为十一个学习项目,每个项目划分为若干学习任务。教材中引入建设领域最新科技成果和建设部对新工艺、新规范、新标准的推广使用要求,将国家规范推行的新工艺、新技术及时补充到教材中,力求做到理论精、内容新,突出时代性,与当前建筑行业发展水平相吻合,充分体现前瞻性。

为了便于组织教学和学生学学习,本书每个学习项目都设有知识目标与能力目标、工程案例分分析,用所学知识解决工程中的实际问题,引导学生理论联系实际,培养学生分析问题、解决问题的能力;课外设知识拓展链接,介绍一些国内外新材料的发展趋势,拓宽思维,激发学生的学习兴趣;课后设有技能训练,充分融合了“工学结合、任务驱动”的职业教育理念,体现职业教育“以学生为中心”,以“必需、够用”为原则的思想。

本书由酒泉职业技术学院程玉龙担任主编,酒泉市肃州区建设工程安全质量监督站工程师乐莹担任副主编,酒泉职业技术学院土木工程系主任施荣担任主审。其中项目二、项目三、项目四、项目九、项目十和能力提升由程玉龙编写,项目一、项目五、项目六、项目七、项目八、项目十一和技能训练由乐莹编写。全书由程玉龙统稿。

在编写过程中,我们参考和借鉴了有关书籍、图片资料以及高职高专院校土建类的教学文件和相关国家现行规范、规程及技术标准,并得到了施荣和李雯霞两位老师的指导,在此表示衷心感谢!

限于编者水平以及信息和资料收集所限,加之新技术、新工艺、新材料不断出现,时间仓促,难免存在错误和缺陷,恳请读者予以批评指正。

编者

2016年5月

目 录

绪论	1
项目一 建筑材料的基本性质	5
任务一 材料的物理性质	6
任务二 材料的力学性质	16
能力提升	21
技能训练	23
实验一 建筑材料基本性质的实验	23
项目二 胶凝材料	31
任务一 石灰	32
任务二 石膏	37
任务三 水玻璃	42
任务四 菱苦土	44
能力提升	46
项目三 水泥	48
任务一 硅酸盐水泥	49
任务二 掺混合材料的硅酸盐水泥	61
任务三 其他品种水泥	67
能力提升	72

技能训练	74
实验二 水泥技术指标测试	74
项目四 墙体材料	91
任务一 砖	91
任务二 砌块	95
任务三 新型墙体材料	97
能力提升	101
技能训练	102
实验三 砌墙砖及砌块实验	102
项目五 建筑砂浆	113
任务一 砌筑砂浆	113
任务二 特种砂浆	117
能力提升	119
技能训练	120
实验四 砂浆实验	120
项目六 混凝土	126
任务一 混凝土概述	127
任务二 普通混凝土的组成材料	131
任务三 混凝土拌和物的技术性质	142
任务四 硬化混凝土的性能	154
任务五 混凝土的耐久性	161
任务六 混凝土外加剂	164
任务七 混凝土配合比设计	174
能力提升	181
技能训练	184
实验五 混凝土用骨料技术指标检验	184
实验六 混凝土拌和物实验	190
实验七 混凝土强度实验	195

项目七 建筑钢材	202
任务一 钢材的基本知识	203
任务二 建筑钢材的性能	205
任务三 建筑工程常用钢材的品种与应用	211
任务四 钢材的腐蚀与防护	217
能力提升	221
技能训练	223
实验八 钢筋力学及工艺性能实验	223
项目八 建筑防水材料	231
任务一 沥青	232
任务二 防水涂料	238
任务三 防水卷材	241
能力提升	245
技能训练	247
实验九 沥青材料实验	247
实验十 防水卷材实验	254
项目九 木材	258
任务一 木材的分类与构造	258
任务二 木材的主要性质	260
任务三 木材制品及其利用	263
任务四 木材的防护	265
能力提升	269
项目十 建筑装饰材料	271
任务一 石材	271
任务二 土木工程中常用的岩石	273
任务三 建筑玻璃	274
任务四 建筑陶瓷	280
任务五 建筑涂料	283

项目十一 建筑功能材料	286
任务一 绝热材料	286
任务二 吸声材料	287
任务三 建筑功能材料的发展趋势	289
能力提升	291
参考文献	292

绪 论

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,是建筑工程中重要的组成部分。

随着社会生产力和科学技术的不断进步,建筑材料也在逐步发展。建筑工程中很多技术问题的突破和创新,决定了建筑材料的突破和创新,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。

建筑材料在建筑业中不仅用量大,品种规格多,而且涉及加工、运输、储存等各个领域,直接影响工程造价。在土建工程中,一般建筑工程用于材料的费用占工程总造价的一半以上。因而,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。

一、建筑材料在建设工程中的地位

(一) 建筑材料是建筑工程的物质基础

建筑物和构筑物是用各种材料建成的,用于建造各种建筑工程如水利、房屋、道路、桥梁等所用材料总称为建筑材料,因此,建筑材料是建筑工程的物质基础。

(二) 建筑材料与建筑、结构和施工相互促进相互依存

建筑材料与建筑、结构、施工之间存在着相互促进、相互依存的密切关系,一种新型建筑材料的出现必将促进建筑形式的创新,同时结构设计和施工技术也将相应改进和提高。例如:钢筋和混凝土的出现,使得钢筋混凝土结构形式取代了传统的砖木结构形式,而钢筋技术、混凝土技术、模板技术也随之产生;轻质高强结构材料的出现,使大跨度的桥梁及工业厂房得以实现;各种新型墙体材料的标准化、大型化和预制化,使得现场的湿作业和手工作业明显减少,实现了快速施工。

(三) 建筑材料费在建筑工程中占较大的比重

在一般的建筑工程总造价中,与材料直接相关的费用占到 60% 左右,材料的选择、使用

与管理是否合理,对工程成本影响甚大。在工程建设中可选择材料品种很多,而不同的材料由于其原料、生产工艺等因素的不同,导致材料价格有较大的差异;材料在使用与管理环节的合理与否也会导致材料用量的变化,从而使材料费用发生变化。

为此可以通过正确地选择和合理地使用材料,来降低工程的材料费,这对创造良好的经济效益与社会效益具有十分重要的意义。

(四) 工程质量很大程度上取决于建筑材料的质量控制

建筑材料是建筑工程的重要物质基础。一个优秀的建筑产品是建筑艺术、建筑技术和以最佳方式选用的建筑材料的合理组合。没有建筑材料作为物质基础,就没有建筑产品,而工程的质量优劣与所用材料的质量水平及使用的合理与否有直接的关系,具体表现为材料的品种、组成、构造、规格及使用方法都会对建筑工程的结构安全性、坚固耐久性及适用性产生直接的影响。为确保建筑工程的质量,必须从材料的生产、选择、使用和检验评定以及材料的贮存、保管等各个环节确保材料的质量,否则可能会造成工程的质量缺陷,甚至导致重大质量事故的发生。

(五) 构筑物的可靠度评价很大程度上依存于建筑材料的可靠度评价

材料信息参数是构成构件和结构性能的基础,在一定程度上,“材料-构件-结构”组成了宏观上的“本构关系”。

二、建筑材料的发展历史、现状和未来

在原始社会里,古人类住天然的洞穴,这是上古人类的“穴居”。人类进入新石器时代,出现了半穴式居住,以木条、竹、茅草、天然石块等建造简单的住所。最早利用大块石材的建筑物当数公元前 2 500 年前后建造的埃及金字塔。公元前 400—前 500 年建造的古希腊雅典卫城,公元 80—200 年期间兴旺一时的罗马古城,也大量使用了天然石材。我国建于 1 300 多年前的河北赵州石桥(桥长约 51 m,净跨 37 m),其石材为青白色石灰岩。

黏土砖在我国房屋建筑中始终是墙体材料的主角。但是烧制黏土砖会破坏大量的耕地,我国正在限制实心黏土砖的使用和生产,这种传统的墙体材料将逐步被其他材料所取代。

1824 年英国人 Joseph Aspdin 将石灰石与黏土混合在一起制成料浆,然后经高温烧固再粉碎成粉末状,这就是波特兰水泥。它与传统胶凝材料石灰胶相比,具有高强度以及硬性等特点,如果与砂石等骨料加水拌和形成混凝土,可使墙体更加坚固,混凝土自此后被广泛应用。工业革命以后,钢材的建筑用途被世界重视,从此钢筋混凝土的建筑主导地位被确立。

20 世纪以后,高分子有机材料、新型金属材料、智能化材料和各种复合材料迎来了建筑物功能外观的根本性变革。建筑材料的发展适应着社会发展以及社会要求,自此之后新型材料不断产生。

三、建筑材料的分类

建筑材料可从不同角度加以分类,常见的有以下几种:

(一)按化学组成分类

通常根据材料的化学组成将材料分为有机材料、无机材料和复合材料三大类,见表 0.1。

表 0.1 建筑材料按化学组成分类

分 类			举 例
无 机 材 料	金属材料	黑色金属	钢、铁、合金、不锈钢等
		有色金属	铜、铝、铝合金等
	非金属材料	天然石材	砂、石及石材制品
		烧土制品	砖、瓦、玻璃、陶瓷制品
		胶凝材料	水泥、石灰、石膏、水玻璃、苦菱土等
		混凝土及制品	混凝土、砂浆、硅酸盐制品
		无机纤维材料	玻璃纤维、矿物棉等
有 机 材 料	植物材料		木材、竹材、植物纤维及制品等
	沥青材料		天然沥青、石油沥青、煤沥青、页岩沥青
	合成高分子材料		塑料、合成橡胶、合成纤维、合成胶黏剂等
复 合 材 料	无机非金属材料与有机材料复合		玻璃纤维增强塑料、聚合物混凝土、沥青混凝土
	无机金属材料与非金属材料复合		钢筋混凝土、钢纤维混凝土等
	无机金属材料与有机材料复合		PVC 钢板、彩钢泡沫塑料夹心板

(二)按使用功能分类

1. 承重结构材料

承重结构材料主要指梁、板、柱、基础、墙体和其他受力构件所用的建筑材料。最常用的有钢材、混凝土、砖、砌块、墙板、屋面板和石材等。

2. 非承重结构材料

非承重结构材料主要包括框架结构的填充墙、内隔墙和其他围护材料等。

3. 功能材料

功能材料主要包括防水材料、防火材料、装饰材料、保温材料、吸声(隔声)材料、采光材料、防腐材料等。

(三) 按使用部位分类

按照使用部位,建筑材料可分为基础材料、结构材料、屋顶材料、地面材料、墙体材料、饰面材料、顶棚材料等。

建筑材料种类繁多,性能各异,其分类方法也有许多,根据分析问题的不同角度,或者施工管理方便等可采取不同的分类方法。

四、建筑材料的技术标准

目前我国绝大多数建筑工程材料都有相应的技术标准,这些技术标准涉及产品规格、分类、技术要求、验收规则、代号与标志、运输与储存及抽样方法等内容。

在我国,建筑材料的技术标准分为四级:国家标准、部颁标准、地方标准和企业标准。

国家标准(GB)是由国家标准局发布的全国性的技术指导文件。

行业部门标准也是全国性的技术指导文件。但它由各行业主管部门(或总局)颁布,其代号按各部门名称而定。

地方标准(DB)是由地方主管部门发布的地方性技术指导文件。

企业标准(QB)则仅适用于本企业。凡没有制定国家标准、部门标准、地方标准的产品,均应制定相应的企业标准。

各个国家均有自己的国家标准,例如“ANSI”代表美国国家标准(“ASTM”是美国试验与材料协会标准)、“JIS”代表日本国家标准、“BS”代表英国国家标准、“DIN”代表德国国家标准等。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”。

五、本课程的学习目的和方法

本课程是一门实用性很强的专业基础课。它以数学、力学、物理、化学、制图等课程为基础,为学习建筑、结构、施工等后续专业课程提供建材基本知识和一般民用建筑构造基本知识,为读者今后从事工程实践和科学研究打下必要的专业基础。

本课程的学习重点是掌握建筑材料的技术性质和使用范围及一般民用建筑构造的基本构造组成和构造要求。实验实训是本课程的重要教学环节,通过实验实训,提高学生的实践技能,以加深学生对所学知识的深入理解。

项目一

建筑材料的基本性质

[学习目标要求]

1. 知识目标

熟练掌握材料的物理性质和力学性质。

正确理解材料组成、结构的不同对材料性质的影响。

熟悉材料各性质彼此间的联系。

熟练掌握材料的力学性质及耐久性。

理解材料力学性质的含义、衡量指标、影响该性质的因素。

理解提高材料耐久性的措施。

2. 能力目标

初步具备判断材料性质和选择材料的能力。

根据材料的物理力学性质,正确选择与合理使用材料。

建筑物是由各种建筑材料建造而成。建筑材料在建筑物中承受不同的作用,如梁、板、柱等承重结构材料主要承受各种荷载作用;防水材料经常受到水的作用;隔热与防水材料会受到不同程度的高温作用;处在特殊环境下的工业建筑会受到酸、碱、盐等化学作用;植物类材料会受到昆虫、细菌等生物作用。另外,由于建筑物长期暴露在大气中,还会经常受到风吹、日晒、雨淋、冰冻等引起的热胀冷缩、干湿交替及冻融循环作用等。

建筑材料的性质是多方面的,而各类材料又具有各自的特殊性。本学习项目就建筑材料的基本性质(如物理性质、力学性质、耐久性等)进行介绍。

任务一 材料的物理性质

一、材料的体积

(一) 含孔材料

大多数建筑材料的内部都含有孔隙,孔隙的多少和孔隙的特征对材料的性能均会产生影响,掌握含孔材料的体积组成是正确理解和掌握材料物理性质的起点。

孔隙的特征指孔尺寸大小、孔与外界是否连通两个内容。孔隙与外界相连通的叫开口孔,与外界不相连通的叫闭口孔。

含孔材料的体积组成如图 1.1 所示。从图 1.1 可知,含孔材料的体积包括以下三种:

1. 材料的绝对密实体积

材料的绝对密实体积指不包括材料内部孔隙的固体物质本身的体积,用 V 表示。

2. 材料的孔隙体积

材料所含孔隙的体积,分为开口孔体积(记为 V_K)和闭口孔体积(记为 V_B),用 V_P 表示。

3. 材料在自然状态下的体积

材料在自然状态下的体积指材料的实体积与材料所含全部孔隙体积之和,用 V_0 表示,上述几种体积存在以下的关系。

$$V_0 = V + V_P \quad (1.1)$$

其中

$$V_P = V_K + V_B \quad (1.2)$$

(二) 散粒状材料

散粒状材料的体积组成如图 1.2 所示。其中, V'_0 表示材料堆积体积,是指在堆积状态下的材料颗粒体积和颗粒之间的间隙体积之和, V_S 表示颗粒与颗粒之间的间隙体积。散粒状材料体积关系如下:

$$V'_0 = V_0 + V_S = V + V_K + V_B + V_S \quad (1.3)$$

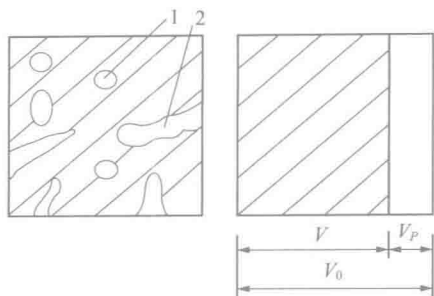


图 1.1 含孔材料体积组成示意图

1—闭孔;2—开孔

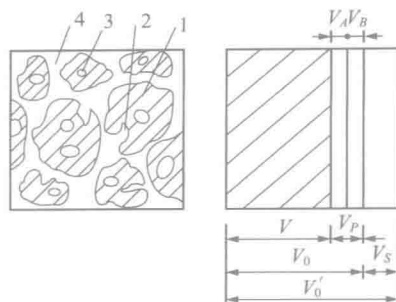


图 1.2 散粒材料松散体积组成示意图

1—颗粒中的固体物质;2—颗粒中的开孔孔隙;
3—颗粒中的闭孔孔隙;4—颗粒间的孔隙

二、材料与质量有关的性质

(一) 密度

材料在绝对密实状态下,单位体积的质量称为材料的密度。用公式表示为:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1.4)$$

式中 ρ ——材料的密度, g/cm^3 。

m ——材料在干燥状态下的质量, g 。

V ——干燥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,是指不包括材料内部孔隙的固体物质本身的体积,亦称实体积。建筑材料中除钢材、玻璃等外,绝大多数材料均含有一定的孔隙。测定有孔隙的材料密度时,须将材料磨成细粉(粒径小于 0.20 mm),经干燥后用李氏瓶测得其实体积。材料磨得越细,测得的密度值越精确。多孔材料的密度测定,关键是测出绝对密实体积,密度测定时,体积测定可分成以下几种情况:

①完全密实材料,如玻璃、钢、铁、单矿物等。

对于外形规则的材料,可测量几何尺寸来计算其绝对密实体积;对于外形不规则的材料,可用排水(液)法测定其绝对密实体积。

②多孔材料,如砖、岩石等。

磨细烘干用李氏瓶测定绝对密实体积。

③粉状材料,如水泥、石膏粉等。

用李氏瓶测定绝对密实体积(瓶中装入的液体根据被测材料的性质而定,如测定水泥时采用煤油)。

④工程上近似看成绝对密实的材料,如砂、石子等。

对于砂、石等散粒材料,在测定其密度时,常采用排液法直接测定其体积,所得体积包括

颗粒物质体积和颗粒内部闭口孔体积,并非颗粒绝对密实体积,为材料的近似密度,称其为散粒材料的视密度,用 ρ' 表示,其值小于材料的密度。

(二) 表观密度

材料在自然状态下,单位体积的质量称为材料的表观密度(原称容重,道路工程中亦称为毛体积密度)。用公式表示为:

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (1.5)$$

式中 ρ_0 ——材料的表观密度, g/cm^3 。

m ——材料的质量, g 。

V_0 ——材料在自然状态下的体积, m^3 。

材料在自然状态下的体积是指包含材料内部开口孔隙和闭口孔隙的体积。对于外形规则的材料,其表观密度测定很简便,只要测得材料的重量和体积(可用量具量测),即可算得。不规则材料的体积要采用排水法求得,但材料表面应预先涂上蜡,以防止水分渗入材料内部而使所测结果不准。

材料表观密度的大小与其含水情况有关。当材料含水率变化时,其质量和体积均有所变化。因此测定材料表观密度时,须同时测定其含水率,并予以注明。通常材料的表观密度是指气干状态下的表观密度,在烘干状态下的表观密度称为干表观密度。

(三) 堆积密度

散粒状(粉状、粒状、纤维状)材料在自然堆积状态下,单位体积的质量称为堆积密度。用公式表示为:

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (1.6)$$

式中 ρ'_0 ——散粒材料的堆积密度, g/cm^3 。

m ——散粒材料的质量, g 。

V'_0 ——散粒材料在自然堆积状态下的体积,又称堆积体积, cm^3 。

$$V'_0 = V + V_p + V_s \quad (1.7)$$

散粒材料在自然堆积状态下的体积,是指既含颗粒内部的孔隙,又含颗粒之间空隙在内的总体积。散粒材料的体积可用已标定容积的容器测得。砂子、石子的堆积密度即用此法求得。若以捣实体积计算时,则称紧密堆积密度。

由于大多数材料或多或少含有一些孔隙,故一般材料的表观密度总是小于其密度。

在建筑工程中,计算材料的用量、构件的自重、配料及材料堆放的体积或面积时,常用到材料的密度、表观密度和堆积密度。

常用建筑材料的密度、表观密度和堆积密度见表 1.1。

表 1.1 常用建筑材料的密度、表观密度和堆积密度数值

材料名称	密度/(g · cm ⁻³)	表观密度/(kg · cm ⁻³)	堆积密度/(kg · cm ⁻³)
硅酸盐水泥	3.05 ~ 3.10	—	1 200 ~ 1 500
普通水泥	3.05 ~ 3.15	—	1 200 ~ 1 500
火山灰水泥	2.85 ~ 3.0	—	850 ~ 1 150
矿渣水泥	2.85 ~ 3.0	—	110 ~ 1 300
钢材	7.85	7 850	—
花岗岩	2.6 ~ 2.9	2 500 ~ 2 850	—
石灰岩	2.4 ~ 2.6	2 000 ~ 2 600	—
普通玻璃	2.5 ~ 2.6	2 500 ~ 2 600	—
烧结普通砖	2.5 ~ 2.7	1 500 ~ 1 800	—
烧结空心砖	2.5 ~ 2.7	800 ~ 1 480	—
建筑陶瓷	2.5 ~ 2.7	1 800 ~ 2 500	—
普通混凝土	2.6 ~ 2.8	2 300 ~ 2 500	—
普通砂	2.6 ~ 2.8	2 630 ~ 2 700	1 450 ~ 1 700
卵石	2.6 ~ 2.7	—	1 550 ~ 1 700
碎石	2.6 ~ 2.7	2 650 ~ 2 750	1 400 ~ 1 700
黏土	2.60	1 600 ~ 2 000	1 600 ~ 1 800
红松木	1.55	400 ~ 800	—
泡沫塑料	1.0 ~ 2.5	20 ~ 50	—

(四) 密实度与孔隙率

1. 密实度

密实度是指材料体积内被固体物质所充实的程度,即固体物质的体积占总体积的百分率,用 D 表示,用公式表示为:

$$D = \frac{V}{V_0} \times 100\% = \frac{m/\rho}{m/\rho_0} \times 100\% = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\% \quad (1.8)$$

对于绝对密实材料,因 $\rho_0 = \rho$,故 $D = 1$ 或 100%,对于大多数建筑材料,因 $\rho_0 < \rho$,故 $D < 1$ 或 $D < 100\%$ 。

2. 孔隙率

材料内部孔隙体积占总体积的百分率称为材料的孔隙率,用 P 表示。用公式表示为: