



普通高等教育“十五”国家级规划教材

(高职高专教育)

工程材料

汪 绯 主 编



高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材

(高职高专教育)

工 程 材 料

汪 绯 主 编

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)。本书着重叙述了建筑工程中常用材料的基本性质、技术性能、质量标准及合理应用等内容,其中主要介绍了当前大量使用的石灰、水泥、混凝土、砂浆、钢材等,并对装饰材料、功能材料、防水材料以及新型建材作了相应介绍,突出了实用性。各章后附有本章小结、思考题和习题。

本书可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校的工程造价管理专业、房地产经营与管理和社会管理等专业教材,也可供从事工程造价管理工作的人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程材料 / 汪绯主编. —北京:高等教育出版社,
2003.7

普通高等教育“十五”国家级规划教材

ISBN 7-04-012525-0

I.工... II.汪... III.建筑材料—高等学校—
教材 IV.TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 026014 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

经 销 新华书店北京发行所
排 版 高等教育出版社照排中心
印 刷 河北新华印刷一厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 13.25
字 数 320 000

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

版 次 2003 年 7 月第 1 版
印 次 2003 年 7 月第 1 次印刷
定 价 15.70 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版说明

为加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施:先用2至3年时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2至3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,有关院校和出版社从2000年秋季开始,积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据1999年教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的,随着这些教材的陆续出版,基本上解决了高职高专教材的有无问题,完成了教育部高职高专规划教材建设工作的第一步。

2002年教育部确定了普通高等教育“十五”国家级教材规划选题,将高职高专教育规划教材纳入其中。“十五”国家级规划教材的建设将以“实施精品战略,抓好重点规划”为指导方针,重点抓好公共基础课、专业基础课和专业主干课教材的建设,特别要注意选择一部分原来基础较好的优秀教材进行修订使其逐步形成精品教材;同时还要扩大教材品种,实现教材系列配套,并处理好教材的统一性与多样化、基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系,在此基础上形成特色鲜明、一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2002年11月30日

前言

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)。在编写过程中力求体现高职高专教育工程造价专业最新教学改革成果,着重叙述建筑工程中常用的各种主要材料的基本性质、技术性能、质量标准及合理应用等内容,并以技术性能、质量标准及应用为重点。本书在种类繁多的工程材料中以当前大量使用的石灰、水泥、混凝土、砂浆、钢材等材料为重点。考虑到本专业的需要,对众多的装饰材料、功能材料、防水材料以及新型建材也作了适当叙述。

为适应高等职业教育发展的需要,培养出高层次、高质量、具有较强专业知识的应用型人才,本书在编写过程中侧重于材料的技术标准、技术性能及应用,对材料的生产工艺、材料的结构及原理性的知识只做了扼要的叙述,即教材具有实用性与应用性的特点。这样更能适应高等职业教育对人才培养目标和培养规格的要求。

本书每章正文后的“本章小结”,系统、全面地归纳出了各章的核心内容,并加以详细概括总结,是全书的重要组成部分。个别章节后结合工程造价专业的特点,附有“案例分析”,真实、具体。

本教材由汪绯主编,孙加保主审,参加编写的有刘志钦、李坦平、唐声飞。其中绪论、第一章、第七章、第十章由汪绯编写;第二章、第三章由唐声飞编写;第四章、第五章、第六章由刘志钦编写;第八章、第九章由李坦平编写。全书由孙加保主审。黑龙江建筑职业技术学院、平顶山工学院、湖南建材高等专科学校等单位在本书编写过程中给予了大力支持,在此一并表示感谢。

本书可作为高职高专经济类其他专业教材,也可作为建筑业岗位培训教材和相关专业本科生学习参考书。

由于时间仓促,加之编者水平有限,错误之处望广大读者批评指正。

编者

2003年2月

策划编辑 毛红斌

责任编辑 李 澈

封面设计 于 涛

责任绘图 朱 静

版式设计 马静如

责任校对 朱惠芳

责任印制 孔 源

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 82028899 转 6897 (010)82086060

传真：(010) 82086060

E-mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社法律事务部

邮编：100011

购书请拨打读者服务部电话：(010)64054588

目 录

绪论	1	本章小结	86
第 1 章 建筑材料的基本性质	5	思考题与习题	88
1.1 材料的物理性质	5	第 5 章 建筑砂浆	90
1.2 材料的力学性质	12	5.1 建筑砂浆的分类	90
1.3 材料的耐久性	13	5.2 建筑砂浆的组成材料	92
本章小结	14	5.3 建筑砂浆的性质	93
思考题与习题	15	5.4 建筑砂浆的配合比设计	95
第 2 章 气硬性胶凝材料	17	本章小结	99
2.1 建筑石膏	17	思考题与习题	100
2.2 石灰	20	第 6 章 建筑钢材	101
2.3 水玻璃	24	6.1 钢材的分类	101
本章小结	25	6.2 建筑钢材的技术性质	103
思考题	26	6.3 钢材的冷加工及时效	108
第 3 章 水泥	27	6.4 建筑中常用的钢种	109
3.1 硅酸盐水泥原料及矿物组成	27	本章小结	118
3.2 硅酸盐水泥	28	思考题	120
3.3 硅酸盐水泥的水化、凝结和 硬化过程	30	第 7 章 墙体材料	122
3.4 硅酸盐水泥的主要性能和应用	33	7.1 砌墙砖	122
3.5 掺混合材料的硅酸盐水泥	35	7.2 墙用砌块	129
3.6 特种水泥	38	7.3 墙用板材	134
3.7 水泥的验收、保管与应用	44	本章小结	138
案例分析	46	思考题与习题	140
本章小结	46	第 8 章 建筑装饰材料	141
思考题	49	8.1 建筑装饰材料的基本要求与选用	141
第 4 章 混凝土	50	8.2 常用装饰材料	144
4.1 概论	50	本章小结	169
4.2 普通混凝土的组成材料	51	思考题	170
4.3 普通混凝土拌合物的和易性	59	第 9 章 建筑功能材料	172
4.4 普通混凝土的强度	63	9.1 防水材料	172
4.5 普通混凝土的耐久性	65	9.2 绝热材料	181
4.6 混凝土外加剂	69	9.3 吸声、隔声材料	184
4.7 普通混凝土的配合比设计	73	9.4 防火材料	186
4.8 其他品种混凝土	81	本章小结	190
案例分析	85	思考题	192
		第 10 章 建筑工程材料试验	193

绪 论

一、建筑材料及其分类

顾名思义,建筑材料的讨论对象就是建筑上使用的材料。广义的建筑材料是指,除用于建筑物本身的各种材料之外,还包括给水排水(含消防)、暖通(含通风、空调)、供电、供燃气、电讯以及楼宇控制等配套工程所需设备与器材。另外,施工过程中的暂设工程,如围墙、脚手架、板桩、模板等所涉及的器具与材料,也应囊括其中。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,从地基基础、承重构件(梁、板、柱等),直到墙体、屋面、地面等所需用的材料。

建筑材料可从不同角度加以分类,如按材料在建筑物中的部位,可分为屋面、墙体、地面所用的材料;按材料的功能,可分为结构材料、装饰材料、防水材料等;按材料的化学成分,可分为无机材料、有机材料等等。本书是基于材料的化学成分进行分类的(见表 0.1)。

表 0.1 建筑材料按化学成分的分类

分 类			实 例
无机材料	金属材料	黑色金属	生铁、非合金钢、低合金钢、合金钢
		有色金属	铝、铜及其合金
	非金属材料	天然石材	毛石、料石、石板材、碎石、卵石、砂
		烧土制品	烧结砖、瓦、陶器、炆器、瓷器
		玻璃及熔融制品	玻璃、玻璃棉、岩棉、铸石
		胶凝材料	气硬性:石灰、石膏、菱苦土、水玻璃 水硬性:各类水泥
		混凝土类	砂浆、混凝土、硅酸盐水泥
有机材料	植物质材料		木材、竹板、植物纤维及其制品
	合成高分子材料		塑料、橡胶、胶粘剂、有机涂料
	沥青材料		石油沥青、沥青制品
复合材料	金属-非金属复合材料		钢筋混凝土、钢纤维混凝土
	非金属-有机复合材料		沥青混凝土、聚合物混凝土、玻纤增强塑料、水泥刨花板

二、建筑材料在建筑业中的作用

建筑材料是发展建筑业的物质基础。要发展建筑业,首先必须大力发展建筑材料工业。建筑材料的应用量大,经济性很强,直接影响工程的造价。在我国,一般建筑的总造价中,建筑材料费所占比重很大,约占总造价的 50%~60%。由此可见,选用的建筑材料是否经济实用,对降低

房屋造价起着重要作用。建筑材料的品种、质量及规格直接影响建筑工程的坚固、耐久和适用,并在一定程度上影响着结构形式和施工方式。建筑工程中许多技术问题的突破,往往依赖于建筑材料的解决,而新的建筑材料的出现,又将促使结构设计及施工技术的革新。例如:粘土砖的出现,产生了砖木结构;水泥和钢筋的出现,产生了钢筋混凝土结构;轻质、高强建筑材料的出现,推动了现代建筑和高层建筑的发展。随着建筑技术的发展,还将会不断地对建筑材料提出新的更高的要求。由此可见,建筑材料及其科学技术的迅速发展,对发展我国建筑业具有重要意义。

三、建筑材料发展概况

建筑业和建筑材料在社会发展的所有阶段中,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。

人类建筑活动的历史相当久远。至今,世界各地还保存了许多蔚为壮观的古代建筑或建筑痕迹,从中可以看出古代劳动人民使用建筑材料的技术成就。譬如:埃及的金字塔、希腊的雅典卫城、古罗马的斗兽场,以及欧洲各地的中世纪教堂,至今仍令人们惊叹不已。在我国,1300年前建造的河南开封嵩岳寺塔(约40 m高)以及山西五台山佛光寺的唐代木结构大殿,直到现在仍保存得相当完好。更使人惊异的是,公元1056年建筑的山西应县佛宫寺木塔,高度为67 m,至今还巍然屹立在祖国的大地上。

但无论中外,在漫长的奴隶社会和封建社会中,建筑技术和建筑材料的进步都是相当缓慢的。直到19世纪,资本主义各国先后发生工业革命,建筑领域才出现了突飞猛进的变化。19世纪后期重工业的发展,为建筑业提供了性能优越的新型建筑材料。新材料对建筑物的设计、施工及建筑面貌产生了决定性的影响。

自从有了钢材和水泥这两种工业生产的新型建筑材料,各种工程和房屋建筑就越出了几千年来土、木、砖、石所给予的限制,开始大踏步地向前发展。现在,每一个重要的建筑工程都离不开这两种材料。钢和水泥的使用标志着建筑发展史上的一个新阶段。

进入20世纪以后,新的建筑材料(如铝材、塑材以及各种高强轻质的复合材料)陆续出现,已有材料的性能也日益改进。建筑材料的进步正不断推动着房屋结构、施工工艺和建筑设计等方面的发展。

为适应建筑工业化、现代化的要求,建筑材料正日益向轻质、高强、多功能、构件大型化、标准化的方向发展;各种新型材料大量涌现;建筑材料的发展已步入高分子材料时代,正酝酿着建筑技术的新的变革。

环境问题与材料密切相关,1988年第一届国际材料科学研究会上首次提出了“绿色建材”的概念,1992年6月联合国在巴西里约热内卢召开了环境与发展世界各国首脑会议,会议通过了“21世纪议程”宣言,确认了走“可持续发展”的战略方针。其目标为:依据循环再生、协调共生、持续自然的原则,尽量减少自然资源的消耗,尽可能对废弃物再生利用和净化,保护生态环境以确保人类社会的可持续发展。“绿色建材”(即生态建材)就是按上述原则开发研制的新型建材。

“绿色建材”可称为生态建材、环保建材、健康建材等。但都不如“绿色建材”有概括力,其含义是指:采用清洁的生产技术,少用天然资源,大量使用工业或城市固体废弃物和农植物秸秆,生产无毒、无污染、无放射性、有利于环保与人体健康的建材。

人类使用和生产材料有着漫长的历史,然而成为一门科学——材料科学则是近几十年的事。它包括金属、非金属、有机高分子材料等。当然,建筑材料也属于材料科学研究的对象,但由于建

筑材料种类繁多,成分、结构、性能和用途又是多种多样的,要从材料科学的角度完整而系统地理解每一种材料,的确有困难。但随着科学技术的发展和现代测试技术的进步,我们一定能从材料科学出发掌握材料的本质。

四、土木建筑工程材料的技术标准分类

标准就是对某项技术实行统一执行的要求。土木建筑工程材料标准是检验其质量的依据,所以掌握了材料标准,才能正确地选择、验收和使用材料。

按照适用范围,目前我国现行常用的标准有三大类:

第一类是国家标准,如《建筑石膏》(GB 9776—88)建筑石膏,其中“GB”为国家标准的代号,“9776”为标准编号,“88”为标准颁布年代号,“建筑石膏”为该标准的技术(产品)名称。上述标准为强制性国家标准,任何技术(产品)不得低于此标准。此外,还有推荐性国家标准,以:“GB/T”为标准代号,它表示也可以执行其他标准,为非强制性标准。

第二类是行业标准,如《建筑生石灰》(JC/T 479—92)建筑生石灰,其中“JC”为建材行业的标准代号,其他行业标准代号见表 0.2;“T”表示为推荐标准;“479”为此技术标准的二类类目标序号;“92”为标准颁发年号。

表 0.2 几个行业的标准代号

行业名称	建工行业	冶金行业	石化行业	交通行业	建材行业	铁路行业
标准代号	JG	YB	SH	JT	JC	TB

有些现行的国家标准和行业标准是针对工程建设的,常在标准代号后加上“J”,如《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ/T55—96),表示为建工行业的工程建设推荐标准,其二级类目标号为“55”,此标准为 1996 年颁布。

第三类是企业标准,代号为“QB/”,其后分别注明企业代号、标准顺序号、制定年代号。国家鼓励地方和企业制定技术要求高于国家标准的地方标准或企业标准。

工程中可能采用的其他技术标准还有,国际标准(代号 ISO)、美国国家标准(ANS)、美国材料与试验学会标准(ASTM)、英国标准(BS)、德国工业标准(DIN)、日本工业标准(JIS),法国标准(NF)等。

五、本课程的目的、任务及基本要求

本课程为专业基础课。本课程的目的是为其他专业基础课、专业课、课程设计、毕业论文及生产实践等提供建筑材料的基础知识,并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。

本课程的任务是使学生获得有关建筑材料的技术性质与应用的基本知识和必要的基本理论,并获得主要建筑材料实验方法的基本技能训练。

建筑材料种类繁多,而且,各种材料需要研究的内容范围很广,涉及原料、生产、材料组成与结构、性质、应用、检验、运输、验收和储藏等各个方面。从本课程的目的及任务出发,主要着重于材料的性质和应用。对这两方面的内容提出如下基本要求:

在材料性质方面,应了解建筑材料及制品在建筑物中的作用及应具备的性能,了解材料组成及结构对材料性质的影响,外界因素对材料性质的影响,各主要性质间的相互关系,初步学会常

用建筑材料的实验方式及质量鉴定方法。在材料应用方面,根据工程要求能够合理地选用材料,熟悉有关的国家标准及应用技术规范,了解材料的运输、保藏要点,学会混凝土及砂浆配合比的设计等。

在材料应用方面,根据工程要求能够合理地选用材料,熟悉有关的国家标准及应用技术规范,了解材料的运输、保藏要点,学会混凝土及砂浆配合比的设计等。

表 1-1 混凝土配合比设计表

材料名称	材料规格	材料数量	材料重量	材料体积	材料密度	材料备注
水泥	42.5	1.0	1100	0.045	2400	
砂	中砂	2.0	1500	0.75	2000	
石子	20mm	3.0	3000	1.5	2000	
水		0.5	500	0.05	1000	

在材料应用方面,根据工程要求能够合理地选用材料,熟悉有关的国家标准及应用技术规范,了解材料的运输、保藏要点,学会混凝土及砂浆配合比的设计等。

附录 1 混凝土配合比设计表

在材料应用方面,根据工程要求能够合理地选用材料,熟悉有关的国家标准及应用技术规范,了解材料的运输、保藏要点,学会混凝土及砂浆配合比的设计等。

第 1 章 建筑材料的基本性质

本章要点： 通过对本章的学习，要求掌握材料与质量有关的性质、与水有关的性质及与热有关的性质，并能较熟练地运用材料的这些性质，要求熟悉材料力学性质和耐久性的基本概念。

建筑材料在建筑物中要承受一定的外力和自重作用，同时还会受到周围介质（如水、蒸气、腐蚀性气体和液体等）的物理和化学作用，因此材料必须具有抵抗各种作用的能力。为保证建筑物的正常使用功能，对许多建筑材料还要求具有一定的吸声、隔声、装饰、防火等性质。上述性质是各种建筑材料所应具备的基本性质。掌握建筑材料的基本性质是掌握建筑材料知识、正确选择与合理使用建筑材料的基础。

1.1 材料的物理性质

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。计算式如下：

$$\rho = m / V$$

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 ——材料在绝对密实状态下的体积， cm^3 。

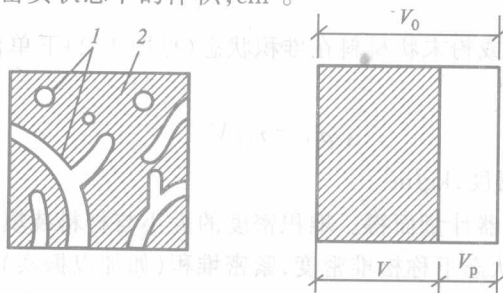


图 1.1 多孔材料体积组成示意图

1—孔隙；2—固体物质

V —实体积； V_p —孔隙体积

材料在绝对密实状态下的体积是指构成材料的固体物质本身的体积,或称实体积,见图 1.1。测量材料绝对密实状态下体积的简单方法是将材料磨成细粉,以消除材料内部的孔隙,用排水法求得。对于密实材料,因孔隙很少,可不必磨成细粉,直接以排水法求得的体积作为绝对密实状态下体积的近似值。

1.1.2 表观密度

按只包括封闭孔隙体积而不含开口孔隙体积计算出的密度值称为表观密度,用下式表示:

$$\rho' = m / V'$$

式中 ρ' ——材料的表观密度, kg/m^3 或 g/cm^3 ;

m ——材料在干燥状态下的质量, g ;

V' ——材料在自然状态下不含开口孔隙的体积, cm^3 。

1.1.3 体积密度

体积密度是指材料在自然状态下单位体积的质量。计算式如下:

$$\rho_0 = m / V_0$$

式中 ρ_0 ——材料的体积密度, kg/m^3 或 g/cm^3 ;

m ——材料在干燥状态下的质量, kg 或 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包括材料内部所有封闭孔隙体积和开口孔隙体积。在测定材料的体积密度时,材料的质量可以是任意状态下的,但必须注明含水情况,如未注明则均指干燥材料的体积密度。

材料的自然状态下的体积 V_0 ,对于规则形状的材料,可直接测量其外观尺寸,用几何公式求出;对于不规则形状的材料,则须在材料表面涂蜡后(封闭开口孔隙),用排水法测定。

1.1.4 堆积密度

堆积密度是指散粒材料或粉末状材料在堆积状态(见图 1.2)下单位体积的质量。计算式如下:

$$\rho'_0 = m / V_0$$

式中 ρ'_0 ——材料的堆积密度, kg/m^3 。

堆积密度通过容积的容器计量而得。堆积密度的大小与材料装填于容器中的条件或材料的堆积状态有关,在自然堆积状态下称松堆密度,紧密堆积(如加以振实)时称为紧堆密度。在建筑工程中,确定材料的用量、构件的自重、材料的配合比以及材料的运输量与堆放空间等经常用到材料的密度、表观密度、体积密度和堆积密度。常用建筑材料的密度、表观密度、体积密度和堆积密度数值见表 1.1。

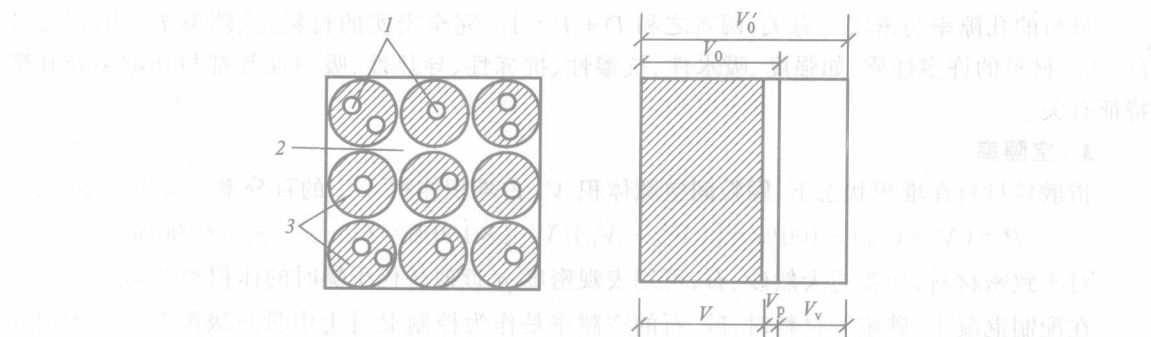


图 1.2 散粒材料的堆积状态示意图

1—孔隙；2—空隙；3—固体物质

V —实体积； V_p —孔隙体积； V_v —颗粒间的空隙体积

表 1.1 常用建筑材料的密度、表观密度、体积密度和堆积密度

材料名称	密度/(g/cm ³)	表观密度/(g/cm ³)	体积密度/(kg/m ³)	堆积密度/(kg/m ³)
钢材	7.85		7 850	
木材(松木)	1.55		400~800	
烧结普通砖	2.5~2.7		1 500~1 800	
烧结空心粘土砖	2.5~2.7		800~1 100	
花岗岩	2.6~2.9	2.6~2.85	2 500~2 850	
水泥	2.8~3.1			1 000~1 600
砂	2.6~2.8	2.55~2.75		1 450~1 700
碎石或卵石	2.6~2.9	2.55~2.85		1 400~1 700
普通混凝土	2.6~2.8		2 300~2 500	

1.1.5 密实度和孔隙率

1. 密实度

指材料体积(自然状态)内,固体物质所充实的程度,表达式如下:

$$D = (V/V_0) \times 100\% = (\rho_0/\rho) \times 100\%$$

密实度 D 反映材料的密实程度, D 值越大,材料越密实。

2. 孔隙率

指材料内孔隙体积占材料在自然状态下总体积的百分率。表达式如下:

$$\begin{aligned}
 P &= (V_p/V_0) \times 100\% = [(V_0 - V)/V_0] \times 100\% = [1 - (V/V_0)] \times 100\% \\
 &= [1 - (\rho_0/\rho)] \times 100\% = 1 - D
 \end{aligned}$$

材料的孔隙率与密实度有关,两者之和 $D + P = 1$ 。完全密实的材料,孔隙率 $P = 0$,密实度 $D = 1$ 。材料的许多性质,如强度、吸水性、抗渗性、抗冻性、导热性、吸声性等都与孔隙率及孔隙特征有关。

3. 空隙率

指散粒材料在堆积状态下,颗粒间空隙体积 V_v 占堆积体积 V'_0 的百分率。表达式如下:

$$P = (V_v / V'_0) \times 100\% = [(V'_0 - V_0) / V'_0] \times 100\% = (1 - \rho'_0 / \rho_0) \times 100\%$$

对于致密材料,如普通天然砂、石,可用表观密度 ρ' 近似替代干燥时的体积密度 ρ_0 。

在配制混凝土、砂浆等材料时,砂、石的空隙率是作为控制混凝土中骨料级配与计算混凝土砂率时的重要依据。

1.1.6 亲水性与憎水性

当水与材料在空气中接触时,将出现图 1.3 所示的情况。

材料具有亲水性或憎水性的根本原因在于材料的分子结构。亲水性材料与水分子之间的分子亲和力大于水本身分子间的内聚力;反之,憎水性材料与水分子之间的亲和力小于水本身分子间的内聚力。

在材料、水和空气三相交点处,沿水滴表面作切线,此切线和水与材料接触面所成的夹角 θ 称为润湿角。润湿角 $\theta \leq 90^\circ$ 时,材料表现为亲水性;润湿角 $\theta > 90^\circ$ 时,材料表现为憎水性。润湿角 θ 越小,亲水性越强,憎水性越弱。憎水性材料具有较好的防水性、防潮性,常用作防水材料,也可用于对亲水性材料进行表面处理,以降低吸水率,提高抗渗性。大多数建筑材料属于亲水性材料,如混凝土、砖、石、木材、钢材等;大部分有机材料属于憎水性材料,如沥青、塑料、石蜡和有机硅等。但须指出的是,孔隙率较小的亲水性材料同样也具有较好的防水性、防潮性,仍可作为防水或防潮材料使用,如水泥砂浆、水泥混凝土等。

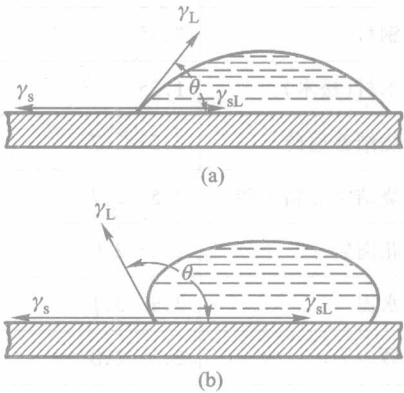


图 1.3 材料润湿示意图
(a) 亲水材料; (b) 憎水材料

1.1.7 吸湿性与吸水性

1. 吸湿性

指材料在空气中吸收水分的性质。吸湿性用含水率 w'_m 表示,即材料所含水的质量 m_w 与材料干燥时质量 m 的百分比。

$$w'_m = (m_w / m) \times 100\%$$

式中 m_w ——材料在空气中吸收水分的质量,kg;

m ——材料干燥时的质量,kg。

材料含水与空气湿度相平衡时的含水率称为平衡含水率。建筑材料在正常使用状态下均处