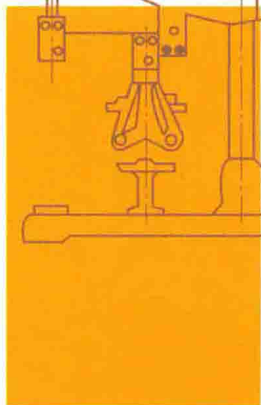
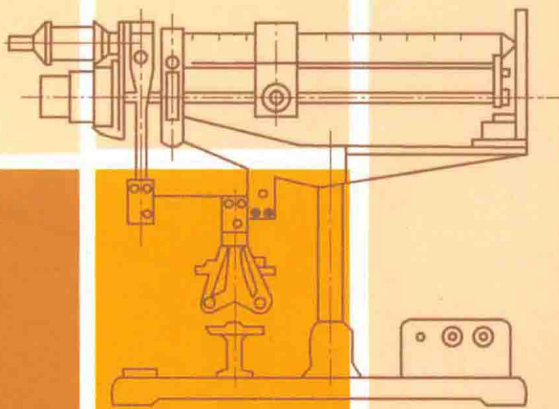




高职高专“十二五”规划教材
土建专业系列

建筑与装饰材料

主编 齐杰 徐媛媛 郭青芳





高职高专“十二五”规划教材

土建专业系列

建筑与装饰材料

主 编 吝 杰 徐媛媛 郭青芳
副主编 尹 斌 罗 靓 张 爽
黄 治 何 晴



南京大学出版社

内容提要

全书共分 14 个单元,主要内容有:建筑与装饰材料的基本性质,建筑石材,气硬性胶凝材料,水泥,混凝土,建筑砂浆,墙体材料,金属材料,防水材料,建筑玻璃,建筑装饰陶瓷,木质装饰材料,建筑塑料、涂料、胶粘剂,绝热材料与吸声材料。

本书根据最新的标准和规范编写,力求内容新颖。本书可作为高等职业学院、高等专科学校的工程造
价、建筑工程、工程监理、工程检测、市政工程等土建类专业的教材,也可供相关专业的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑与装饰材料 / 齐杰,徐媛媛,郭青芳主编. — 南京 :
南京大学出版社,2012.7

高职高专“十二五”规划教材. 土建专业系列

ISBN 978-7-305-10027-7

I. ①建… II. ①齐… ②徐… ③郭… III. ①建筑材
料—高等教育—教材②建筑装饰—装饰材料—高等职业
教育—教材 IV. ①TU5②TU56

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 118846 号

出版发行 南京大学出版社

社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093

网 址 <http://www.NjupCo.com>

出版人 左 健

丛 书 名 高职高专“十二五”规划教材·土建专业系列

书 名 建筑与装饰材料

主 编 齐 杰 徐媛媛 郭青芳

责任编辑 胥橙庭 何永国 编辑热线 025-83596997

照 排 南京南琳图文制作有限公司

印 刷 南京玉河印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张 20.75 字数 505 千

版 次 2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-305-10027-7

定 价 42.00 元

发行热线 025-83594756 83686452

电子邮箱 Press@NjupCo.com

Sales@NjupCo.com(市场部)

* 版权所有,侵权必究

* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购
图书销售部门联系调换

前 言

本书是南京大学出版社组织编写的“十二五”高职高专规划教材之一,是迎合新形势下职业教育发展的需求和按照高职高专工程造价专业及相关专业的教学要求编写的。全书突出职业教育特点,以学生能力培养为主线,具有鲜明的时代特征,体现了实用性、实践性、创新性的教材特色,是一部理论联系实际、教学面向生产的高职高专教育精品规划教材。

本书充分贯彻最新的标准、规范,保证了知识的时效性。全书共分14个单元,介绍了常用建筑与装饰材料的主要品种、技术性质、检测方法、应用和保管等方面的基本知识。每个单元按项目组织编排教学内容,每个教学项目包括“基础知识”和“职业技能活动”两部分。基础知识以讲解概念、基本技能为主。职业技能活动结合实际工作任务编排实训项目,重点培养学生的实践动手能力。通过教学项目将理论知识和实践技能有机结合,便于项目教学和“教、学、练”一体化教学模式的实施。每个单元配备了类型多样的习题,便于教师教学和学生复习。

本书由山东水利职业学院吝杰、郑州经贸职业学院徐媛媛、山东水利职业学院郭青芳任主编,山东交通职业学院尹斌、江西理工大学罗靓、黄冈职业技术学院张爽、湖南交通职业技术学院黄治、湖南工程职业技术学院何晴任副主编。全书由吝杰统稿。具体编写分工如下:吝杰负责绪论、单元八编写,徐媛媛负责单元一、十三编写,郭青芳负责单元二、十编写,尹斌负责单元九编写,罗靓负责单元三、四编写,张爽负责单元六、七编写,黄治负责单元五、十四编写,何晴负责单元十一、十二编写。

本书在编写过程中参考了其他一些资料和书刊,得到了相关院校老师和领导的帮助,以及南京大学出版社的大力支持,在此一并表示感谢。

由于编写时间仓促,书中难免有不足之处,恳请读者提出宝贵意见,以便改正。

编 者

2012年5月

目 录

绪 论	1
单元一 建筑与装饰材料的基本性质	5
项目一 材料的基本物理性质	5
项目二 材料的力学性质	15
项目三 材料的耐久性与装饰性	18
复习思考题	20
单元二 建筑石材	22
项目一 岩石的基本知识	22
项目二 砌筑与装饰石材	26
复习思考题	34
单元三 气硬性胶凝材料	35
项目一 石灰	35
项目二 建筑石膏	40
项目三 水玻璃	47
复习思考题	49
单元四 水泥	50
项目一 通用硅酸盐水泥	50
项目二 装饰水泥	72
项目三 其他品种水泥	75
复习思考题	79
单元五 混凝土	81
项目一 混凝土概述	81
项目二 普通混凝土的组成材料	84
项目三 普通混凝土的技术性质	106
项目四 普通混凝土的配合比设计	129
项目五 混凝土的质量控制与强度评定	142
项目六 装饰混凝土	149
项目七 其他品种混凝土	152
复习思考题	155

单元六 建筑砂浆	158
项目一 砌筑砂浆	158
项目二 装饰砂浆	170
复习思考题	175
单元七 墙体材料	176
项目一 砌墙砖	176
项目二 砌块	192
项目三 墙用板材	197
复习思考题	199
单元八 金属材料	201
项目一 建筑钢材的技术性质	201
项目二 建筑钢材的技术要求与应用	214
项目三 建筑装饰用钢材制品	226
项目四 铝及铝合金制品	229
复习思考题	232
单元九 防水材料	234
项目一 沥青	234
项目二 防水材料	247
复习思考题	258
单元十 建筑玻璃	260
项目一 玻璃的基本知识	260
项目二 玻璃的品种	263
复习思考题	276
单元十一 建筑装饰陶瓷	277
项目一 陶瓷的基本知识	277
项目二 建筑装饰陶瓷制品	280
复习思考题	287
单元十二 木质装饰材料	288
项目一 木材的基本知识	288
项目二 常用木质装饰制品	292
复习思考题	299
单元十三 建筑塑料、涂料、胶粘剂	301
项目一 建筑塑料	301

项目二 建筑涂料·····	308
项目三 胶粘剂·····	312
复习思考题·····	314
单元十四 绝热材料及吸声与隔声材料 ·····	315
项目一 绝热材料·····	315
项目二 吸声与隔声材料·····	319
复习思考题·····	323
参考文献 ·····	324

绪 论

学习目标

1. 了解建筑与装饰材料的定义与分类、建筑与装饰材料在工程中的地位与作用、建筑与装饰材料的发展趋势。
2. 熟悉建筑材料技术标准的种类。
3. 明确课程目的、任务和基本要求。

一、建筑与装饰材料的定义与分类

建筑材料是指建筑工程中所使用的材料及其制品。装饰材料属于建筑材料的一部分,是指用于建筑物表面(墙面、柱面、地面及顶棚等)、起装饰效果的材料,也称饰面材料。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(如脚手架、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,是建造基础、梁、板、柱、墙体、屋面、地面以及室内外装饰工程所用的材料。

建筑材料种类繁多,为了研究、使用和叙述的方便,常从不同的角度对建筑材料进行分类。通常按材料的化学成分和使用功能分类。

1. 按化学成分分类

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

表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、钢及其合金
		有色金属	铜、铝及其合金
	非金属材料	天然石材	砂、石子、砌筑石材、装饰板材
		烧土制品	砖、瓦、陶瓷、琉璃制品
		胶凝材料	水泥、石灰、石膏、水玻璃
	玻璃及熔融制品	玻璃、玻璃纤维、石棉、矿棉	
有机材料	植物材料	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	
	合成高分子材料	建筑塑料、建筑涂料、胶粘剂、合成高分子防水材料	

续表

	分类	实例
复合材料	非金属材料与非金属材料复合	水泥混凝土、砂浆
	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、沥青混凝土
	金属与无机非金属材料复合	钢筋混凝土、钢纤维混凝土
	金属与有机材料复合	铝塑管、彩色涂层压型板、铝箔面油毡、塑钢门窗

2. 按使用功能分类

根据建筑材料在建筑工程中的部位和使用功能,可分为结构材料、围护材料和功能材料三大类。

1) 结构材料

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、框架等所用的材料。这类材料的主要技术性能要求是强度和耐久性。目前所用的结构材料主要有砖、砌块、混凝土、钢筋混凝土、预应力钢筋混凝土及钢材等。

2) 围护材料

围护材料是用于建筑物围护结构的材料,如墙体、门窗、屋面等部位使用的材料。围护材料不仅应具有一定的强度和耐久性,还要求同时具有保温隔热或防水、隔声等性能。常用的围护材料有砖、砌块、混凝土和各种墙板、屋面板等。

3) 功能材料

功能材料主要是指满足各种功能要求所使用的材料,如防水材料、保温材料、吸声材料、隔声材料、采光材料、室内外装饰材料等。

二、建筑与装饰材料在工程中的地位

建筑与装饰材料是建筑工程和装饰工程的物质基础,与建筑设计、建筑结构、建筑施工一样,是建筑工程中重要的组成部分。建筑与装饰材料在工程中的地位和作用体现在以下几方面:

(1) 建筑与装饰材料是一切建筑工程的物质基础。建筑材料工业推动着建筑业的发展,是国民经济的支柱之一,与人们的生活息息相关,不可分割。为了解决人们居住问题,必须修建房屋;为了解决粮食和能源问题,必须兴建水利工程;为了解决人员流动,必须兴建铁路、公路、港口、机场等交通设施。各种建筑物与构筑物都是在合理设计基础上由各种建筑材料建造而成的。任何优秀的建筑都是材料和艺术、技术以最佳方式融合为一体的产物。

(2) 材料的性能质量直接影响工程质量。建筑与装饰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。建筑与装饰材料选用是否合理、产品是否合格、是否通过检验、保管使用是否得当等,都将直接影响建筑工程的使用功能、使用安全及耐久性。

(3) 在建筑工程和装饰工程造价中,材料费所占的比例较大,一般都在50%~60%或更高,所以必须加强经济管理,科学合理地使用材料,减少浪费和损失,降低工程造价,提高建设投资的经济效益。

(4) 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。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

地发展。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,常常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。

三、建筑材料的发展概况

建筑材料的发展是人类社会发展的一个重要标志。古代人类就学会利用天然材料搭建一些简陋的住所,到了封建社会,砖、瓦、石灰、石膏的出现,使建筑材料由天然建材进入人工生产阶段。在漫长的封建社会,建筑材料和建筑技术的发展非常缓慢。直到18、19世纪,工业革命兴起,促进了工商业和交通运输业的发展,原有的建筑材料已不能满足工程建设的需要,在其他科学技术的推动下,建筑材料进入了一个崭新的发展时期,建筑钢材、水泥、混凝土和钢筋混凝土相继问世而成为主要的结构材料。到20世纪,又出现了预应力混凝土。在21世纪,高强混凝土、高性能混凝土的研究和应用是混凝土发展的新趋势。同时,一些具有特殊功能的材料应运而生,如保温隔热、吸声、隔声、耐热、防辐射、室内外装饰材料等。随着社会生产力的提高,科学技术的发展以及高新技术的应用,尤其是材料科学与工程科学的形成和发展,使无机材料的性能和质量不断改善,品种不断增多,以有机材料为主的化学建材更是异军突起,高性能、多功能、复合化的新型建筑材料也有了长足的发展。

我国建材工业有了长足的进步,但也应看到我国建材行业的总体科技水平、管理水平还比较落后,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、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。轻质、高强、高性能、复合化、工业化、绿色环保、节能是未来建筑材料的发展趋势。

四、建筑与装饰材料的技术标准

建筑与装饰材料的技术标准是生产和使用单位检验、确认产品质量是否合格的技术文件。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、包装及标志、运输与储存等。目前,我国的技术标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四类。

1. 国家标准

国家标准有强制性标准(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,产品技术指标都不得低于标准规定要求。推荐性标准在执行时也可采用其他相关的规定,但推荐性标准一旦被强制执行,就认为是强制性标准。

2. 行业标准

各行业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)、交通行业标准(JT)、水利行业标准(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、行业标准的产品,均应制定地方标准或企业标准。而地方标准和企业标准规定的技术要求应高于类似(或相关)产品的国家标准。

标准的一般表示方法由标准名称、标准编号和颁布年份等组成,如《通用硅酸盐水泥》GB 175—2007、《水泥胶砂强度检验方法(ISO法)》GB/T 17671—1999、《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080—2002、《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55—2011。

此外,世界各国均有自己的国家标准,如英国标准(BS)、德国标准(DIN)、美国材料与试验协会(ASTM)等。在世界范围内统一执行的标准为国际标准(ISO)。

标准是根据一个时期的技术水平测定的。随着科学技术的不断进步以及和国际标准接轨的需要,标准也在不断变化,应根据技术发展的速度和要求不断进行修订。

五、课程任务及基本要求

建筑与装饰材料是工程造价、建筑工程等土建类专业的一门非常重要的专业基础课,也是土建类专业高职学生就业材料员等岗位必备的知识技能课程。本课程的任务是使学习者掌握常用建筑与装饰材料的品种、规格、性能和特点,熟悉常用建筑材料的技术标准,在实际工作中能根据工程特点和环境条件合理地选择建筑与装饰材料。同时,通过本课程的学习,应掌握常用建筑与装饰材料的验收、储存与保管方面的基本知识,并具有进行建筑与装饰材料检测及其质量评定的职业技能。

在本课程的学习过程中应注意以下几点:

(1) 建筑与装饰材料种类繁多,内容繁杂,逻辑性差。在学习过程中要善于分析和对比各种材料的组成、主要性质与应用特点,理解具有这些性质的原因,找出材料的组成、结构同材料性能之间的内在联系。例如,在学习通用硅酸盐水泥中的六大品种水泥时,首先要明确各种矿物成分对水泥性质的影响,再通过分析各品种水泥的矿物组成来理解不同水泥的性质。

(2) 重视试验。通过试验操作和观察,一方面可以培养学习者掌握建筑与装饰材料检测及其质量评定的职业技能,另一方面可加深对理论知识的理解,以达到本课程的学习目的。

另外,注意建筑与装饰材料的标准和规范的更新,并结合其他专业课程进一步巩固本课程知识。

单元一 建筑与装饰材料的基本性质

学习目标

1. 掌握材料的物理性质、力学性质、耐久性与装饰性的相关概念及影响因素。
2. 理解材料的体积组成、材料的孔隙情况、含水状态等对材料性质的影响以及材料性质间的相互影响。
3. 能熟练运用材料的各种性质,并结合工程所处的环境条件,合理选择和使用材料。

建筑与装饰材料在工程使用条件下要承受一定的荷载,并受到周围不同环境介质(空气、水及其所溶物质、温度和湿度变化等)作用。因此,建筑与装饰材料应具有相应的力学性质,还应具备抵抗周围介质的物理、化学和生物作用以及具备经久耐用的性质等。

材料所处环境不同、所使用的部位不同,人们对材料的使用功能要求也不同。如:结构材料应具有一定的力学性质;屋面材料应具有一定的防水、保温、隔热等性质;地面材料应具有较高的强度、耐磨、防滑等性质;墙体材料应具有一定的强度、保温、隔热等性质。掌握建筑与装饰材料的基本性质是正确选择和合理使用建筑与装饰材料的基础。

项目一 材料的基本物理性质

主要内容	知识目标	技能目标
材料与质量有关的物理性质,材料与水有关的物理性质,材料的热工性质,材料的声学性能	掌握材料的各物理性能指标的概念、公式及表示方法,理解材料的体积组成、材料的孔隙率、孔隙特征对材料性质的影响	能够根据材料的孔隙率、孔隙特征、含水状态等分析材料的性质,合理地选择和使用建筑与装饰材料

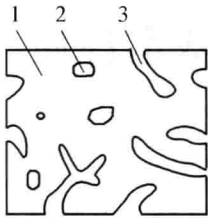
一、材料与质量有关的物理性质

1. 材料的体积组成与含水状态

1) 材料的体积组成

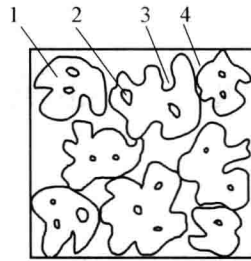
块状材料在自然状态下的总体积包括固体物质体积和孔隙体积两部分。材料内部的孔隙按常温、常压下水能否进入分为开口孔隙和闭口孔隙,如图 1-1 所示。

散粒材料是指具有一定粒径材料的堆积体,如建筑工程中常用的砂、石等。散粒材料的堆积体积包括颗粒中固体物质体积、孔隙体积和颗粒间空隙体积三部分,如图 1-2 所示。



1—颗粒中固体物质；2—闭口孔隙；
3—开口孔隙

图 1-1 块状材料体积构成示意图



1—颗粒中固体物质；2—闭口孔隙；3—开口孔隙；
4—颗粒间的空隙

图 1-2 散粒材料体积构成示意图

2) 材料的含水状态

材料在大气中或水中会吸附一定的水分,根据材料吸附水分的情况,将材料的含水状态分为干燥状态、气干状态、饱和面干状态及湿润状态,如图 1-3 所示。

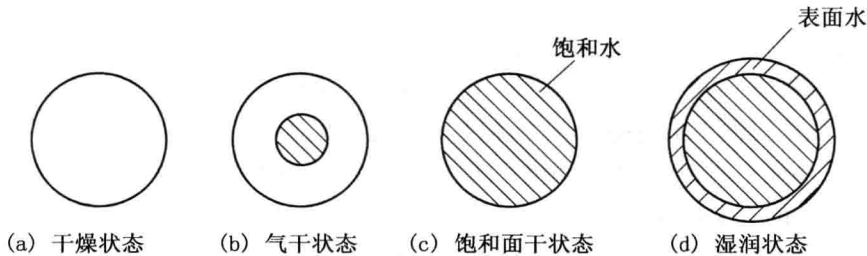


图 1-3 材料的含水状态

2. 密度

密度是指材料在绝对密实状态下单位体积的质量,按式(1-1)计算:

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

式中: ρ 为密度(g/cm^3 或 kg/m^3); m 为材料在干燥状态下的质量(g 或 kg); V 为材料在绝对密实状态下的体积(cm^3 或 m^3)。

绝对密实状态下的体积是指不包括孔隙在内的体积,即材料固体物质的体积(V)。实际工程中,绝大部分材料都有一定的孔隙,只有少数材料可视为处于绝对密实状态。通常情况下,对结构致密、外观规则的材料,如钢材、玻璃等,按其外形尺寸求得体积;对于多孔材料,如黏土砖、瓦等,一般采用排液法(密度瓶法)测定其绝对密实状态下的体积,在测定其密度时,应把材料磨成细粉,经干燥至恒重后,用密度瓶测定其体积,该体积即可视为材料绝对密实状态下的体积。材料磨得愈细,测定的密度值愈精确。

3. 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,按式(1-2)计算:

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (1-2)$$

式中: ρ_0 为表观密度(g/cm^3 或 kg/m^3); m 为材料的质量(g 或 kg); V_0 为材料在自然状态下

的体积,或称表观体积(cm^3 或 m^3)。

材料在自然状态下的体积(V_0)是指材料的固体物质体积(V)与内部封闭孔隙体积之和,可直接用排液法求得。

对于颗粒外形不规则的坚硬颗粒,因其颗粒内部封闭孔隙极少,如砂、石等,用排水法测得的颗粒体积与其密实体积基本相同,因此,砂、石表观密度可近似地当做其密度,故称视密度。

当材料孔隙内含有水分时,质量和体积均有所变化,因此测定材料表观密度时,应同时测定含水量,并予以注明。通常所说的表观密度是指干表观密度。

4. 堆积密度

堆积密度是指散粒材料在堆积状态下单位体积的质量,按式(1-3)计算:

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (1-3)$$

式中: ρ'_0 为散粒材料的堆积密度(g/cm^3 或 kg/m^3); m 为散粒材料的质量(g 或 kg); V'_0 为散粒材料的体积(cm^3 或 m^3)。

散粒材料在堆积状态下的体积,既包括颗粒内部的孔隙体积,又包括颗粒之间的空隙体积。测定散粒材料的堆积密度时,材料的质量是指在一定容积的容器内的材料质量,其堆积体积是指所用容器的容积。若以捣实体积计算时,则称紧密堆积密度。材料的含水状态也影响材料的堆积密度值。

在建筑工程中,进行材料用量、构件自重、配料计算以及确定堆放空间时,均需要用到材料的密度、表观密度和堆积密度等数据。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、堆积密度

材料名称	密度(g/cm^3)	表观密度(kg/m^3)	堆积密度(kg/m^3)
钢材	7.80~7.90	7 850	
花岗岩	2.70~3.00	2 500~2 800	
石灰石	2.40~2.60	1 600~2 400	
砂	2.50~2.60		1 400~1 700
水泥	2.80~3.10		1 100~1 300
普通玻璃	2.50~2.60	2 500~2 600	
普通混凝土		2 000~2 800	
碎石或卵石	2.60~2.90	2 500~2 850	1 400~1 700
松木	1.55~1.60	400~800	
发泡塑料		20~50	

5. 密实度与孔隙率

密实度是指材料体积内被固体物质所充实的程度,也就是固体物质的体积占总体积的比例,用 D 表示,按式(1-4)计算:

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

孔隙率是指材料体积内孔隙体积占材料总体积的百分率,用 P 表示,按式(1-5)计算:

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

密实度与孔隙率的关系可用式(1-6)来表示:

$$D + P = 1。 \quad (1-6)$$

材料的密实度和孔隙率是从不同方面反映材料的密实程度,通常采用孔隙率表示。孔隙率的大小直接反映了材料的致密程度。建筑材料的许多工程性质,如强度、吸水性、抗渗性、抗冻性、导热性等都与材料的致密程度有关。按孔隙的特征,材料的孔隙可分为开口孔隙和闭口孔隙两种;按孔隙的尺寸大小,材料的孔隙又可分为微孔、细孔及大孔三种。不同的孔隙对材料的性能影响各不相同。一般而言,孔隙率较小,且连通孔隙较少的材料,其吸水性较小,强度较高,抗冻性和抗渗性较好。

【工程实例 1-1】 已知某种普通黏土砖 $\rho_0 = 1700 \text{ kg/m}^3$, $\rho = 2.5 \text{ g/cm}^3$ 。求其密实度和孔隙率。

解:依已知条件,可求其密实度为

$$D = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\% = \frac{1700}{2500} \times 100\% = 68\%;$$

其孔隙率为

$$P = 1 - D = 1 - 68\% = 32\%。$$

6. 材料的填充率与空隙率

填充率是指散粒材料在某容器的堆积体积内,被其颗粒填充的程度,用 D' 表示,按式(1-7)计算:

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

空隙率是指散粒材料在某容器的堆积体积内,颗粒之间的空隙体积占堆积体积的百分率,用 P' 表示,按式(1-8)计算:

$$P' = \frac{V_0' - V_0}{V_0'} \times 100\% = \left(1 - \frac{V_0}{V_0'}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_0'}{\rho_0}\right) \times 100\%。 \quad (1-8)$$

填充率与空隙率的关系可用式(1-9)来表示:

$$D' + P' = 1。 \quad (1-9)$$

空隙率和填充率是从不同方面反映了散粒材料的颗粒之间相互填充的致密程度,通常采用空隙率表示。空隙率可作为控制混凝土骨料级配与计算砂率的依据。

二、材料与水有关的物理性质

1. 亲水性与憎水性

材料在空气中与水接触,根据其能否被水润湿,将材料分为亲水性材料和憎水性材料。

材料亲水性和憎水性可用润湿角 θ 表示。在材料、空气、水三相交界处,沿水滴表面作切线,切线与材料表面(水滴一侧)所得夹角 θ 称为润湿角,如图 1-4 所示。

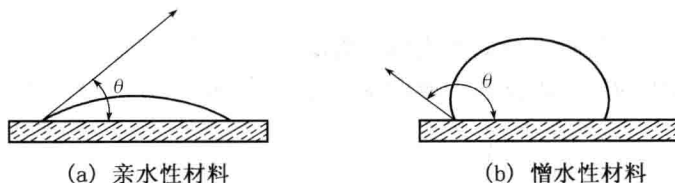


图 1-4 材料的润湿角示意图

θ 越小,浸润性越强,当 θ 为零时,表示材料完全被水润湿。一般认为,当 $\theta \leq 90^\circ$ 时,水分子之间的内聚力小于水分子与材料分子之间的吸引力,此种材料称为亲水性材料;当 $\theta > 90^\circ$ 时,水分子之间的内聚力大于水分子与材料分子之间的吸引力,材料表面不易被水润湿,称此种材料为憎水性材料。

建筑工程中所用的混凝土、砂浆、砖石、木材等大多数材料属于亲水性材料,只有少数材料如沥青、石蜡、塑料等为憎水性材料。憎水性材料常用作防水、防潮及防腐材料,也可对亲水性材料进行表面处理,以降低其吸水性。

2. 吸水性

材料在水中吸收水分的性质称为吸水性。材料的吸水性强弱用吸水率表示,有质量吸水率与体积吸水率两种表示方法。

质量吸水率是指材料在吸水饱和时,内部所吸水分的质量占材料干燥质量的百分率,按式(1-10)计算:

$$W_{\text{质}} = \frac{m_{\text{湿}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\%。 \quad (1-10)$$

式中: $W_{\text{质}}$ 为材料的质量吸水率(%); $m_{\text{湿}}$ 为材料在吸水饱和状态下的质量(g); $m_{\text{干}}$ 为材料在干燥状态下的质量(g)。

轻质多孔的材料,因其质量吸水率往往超过 100%,常以体积吸水率表示其吸水性。

体积吸水率是指材料在吸水饱和时,其内部所吸收水分的体积占干燥材料自然体积的百分率,按式(1-11)计算:

$$W_{\text{体}} = \frac{m_{\text{湿}} - m_{\text{干}}}{V_0} \times \frac{1}{\rho_{\text{水}}} \times 100\%。 \quad (1-11)$$

式中: $W_{\text{体}}$ 为材料的体积吸水率(%); V_0 为干燥材料在自然状态下的体积(cm^3); $\rho_{\text{水}}$ 为水的密度(g/cm^3)。

质量吸水率与体积吸水率的关系为

$$W_{\text{体}} = W_{\text{质}} \cdot \rho_0 \cdot \frac{1}{\rho_{\text{水}}}。 \quad (1-12)$$

材料的吸水性不仅取决于材料的亲水性或憎水性,也与其孔隙率的大小及孔隙构造特征有关。密实材料及具有封闭孔隙的材料是不吸水的;具有粗大贯通孔的材料因其水分不宜留存,吸水率常小于孔隙率;而那些孔隙数量多且具有细小贯通孔的亲水性材料往往具有较大的吸水能力。一般没特别说明,材料的吸水率都指其质量吸水

率。不同材料的吸水率变化很大,花岗岩为 0.2%~0.7%,普通混凝土为 2%~4%,烧结普通砖为 8%~15%。

3. 吸湿性

材料在潮湿空气中吸收水分的性质称为吸湿性。材料的吸湿性用含水率表示。含水率是指材料内部所含水的质量占材料干燥质量的百分率,按式(1-13)计算:

$$W_{\text{含}} = \frac{m_{\text{含}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \quad (1-13)$$

式中: $W_{\text{含}}$ 为材料的含水率(%); $m_{\text{含}}$ 为材料含水时的质量(g); $m_{\text{干}}$ 为材料在干燥状态下的质量(g)。

材料的吸湿性主要取决于材料的组成和构造。通常总表面积较大的粉状或颗粒状的材料及开口贯通孔隙率较大的亲水性材料具有较强的吸湿性。材料的吸水率是一个定值,而含水率是随环境而变化的。当空气湿度较大且温度较低时,材料的含水率就大,反之则小。材料所含水分与空气湿度相平衡时的含水率,称为平衡含水率。

材料含水后,其质量增加,导热性增大,强度降低,抗冻性能变差。所以,工程中某些部位的材料应采取有效的防护措施。

4. 耐水性

材料在长期饱和水作用下不被破坏,其强度也不显著降低的性质称为耐水性。材料的耐水性用软化系数表示,按式(1-14)计算:

$$K_{\text{软}} = \frac{f_{\text{饱}}}{f_{\text{干}}} \quad (1-14)$$

式中: $K_{\text{软}}$ 为材料的软化系数; $f_{\text{饱}}$ 为材料在饱水状态下的抗压强度(MPa); $f_{\text{干}}$ 为材料在干燥状态下的抗压强度(MPa)。

软化系数的大小反映材料浸水后强度降低的程度,其取值范围在 0~1 之间,其值越大,表明材料的耐水性越好。长期处于水中或潮湿环境的重要建筑物或构筑物必须选用软化系数大于 0.85 的材料;用于受潮湿较轻或次要结构的材料,则软化系数不宜小于 0.75。通常认为,软化系数大于 0.85 的材料是耐水性材料。

【工程实例 1-2】 某石材在气干、绝干、水饱和情况下测得的抗压强度分别为 174、178 和 165 MPa。求该石材的软化系数,并判断该石材能否用于水下工程。

解:依已知条件,可求该石材的软化系数为

$$K_{\text{软}} = \frac{f_{\text{饱}}}{f_{\text{干}}} = \frac{165}{178} \approx 0.93。$$

由于该石材的软化系数为 0.93,大于 0.85,故该石材可用于水下工程。

5. 抗渗性

材料抵抗有压液体(水或油)渗透的性质称为抗渗性。抗渗性常用渗透系数和抗渗等级表示。

渗透系数是指单位厚度的材料,在单位水压力作用下,单位时间内透过单位面积的水量。其表达式为

$$K = \frac{Qd}{AtH} \quad (1-15)$$