

全国高职高专建筑类专业规划教材

JIANZHU YU ZHUANGSHI CAILIAO

# 建筑与装饰材料

周拨云 陈卫东 主编

王付全 主审



黄河水利出版社

全国高职高专建筑类专业规划教材

# 建筑与装饰材料

主 编 周拔云 陈卫东  
副主编 钟 含 崔 瑞 孙玉龙  
主 审 王付全

黄河水利出版社

· 郑州 ·

## 内 容 提 要

本书是全国高职高专建筑类专业规划教材,是根据教育部对高职高专教育的教学基本要求及全国水利水电高职教研会制定的建筑与装饰材料课程教学大纲编写完成的。本书主要介绍建筑与装饰工程中常用各种主要材料的组成、基本性质、质量标准、检验方法及其合理选用等有关知识,并以材料的基本性质、质量检验和合理选用为重点。全书共分为14个单元,分别讲述建筑与装饰材料的基本性质、无机气硬性胶凝材料、水泥、混凝土、建筑砂浆、建筑金属材料、防水材料、有机合成高分子材料、绝热材料与吸声材料、木材等相关内容。为了便于学生巩固所学知识,提高分析与解决问题的能力,每个单元均附有思考题。

本书可作为高等职业技术学院和高等专科学校工程造价管理、建筑工程技术、建筑装饰技术等专业的教材,也可作为中等专业学校相应专业的师生及工程技术人员的参考资料。

### 图书在版编目(CIP)数据

建筑与装饰材料/周拨云,陈卫东主编. —郑州:黄河水利出版社,2010.2

ISBN 978 - 7 - 80734 - 605 - 0

I. ①建… II. ①周…②陈… III. ①建筑材料 - 高等学校:技术学校 - 教材②建筑装饰 - 装饰材料 - 高等学校:技术学校 - 教材 IV. ①TU5②TU56

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 013855 号

组稿编辑:王路平 电话:0371-66022212 E-mail:hhsllwlp@163.com

简 群

66026749

w\_jq001@163.com

---

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼14层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail:hhsllchs@126.com

承印单位:河南地质彩色印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:13.5

字数:310千字

印数:1—4 100

版次:2010年2月第1版

印次:2010年2月第1次印刷

---

定价:25.00元

# 前 言

本书是根据《教育部、财政部关于实施国家示范性高等职业院校建设计划,加快高等职业教育改革与发展的意见》(教高[2006]14号)、《教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)等文件精神,由全国水利水电高职教研会拟定的教材编写规划,在中国水利教育协会指导下,由全国水利水电高职教研会组织编写的建筑类专业规划教材。本套教材以学生能力培养为主线,具有鲜明的时代特点,体现出实用性、实践性、创新性的教材特色,是一套理论联系实际、教学面向生产的高职高专教育精品规划教材。

本书是为适应国家高等职业技术教育的发展而编写的。在编写过程中,考虑到高等职业技术教育的教学要求,并借鉴高等院校现有《建筑材料》教科书的体系,本着既要贯彻“少而精”,又力求突出科学性、先进性、针对性、实用性和注重技能培养的原则,主要介绍了建筑工程中常用建筑与装饰材料的组成、技术性质及合理选用,重点讲述了水泥、混凝土、建筑钢材、沥青及其防水制品等材料。为了兼顾多专业教学用书的需要,对砌筑材料、隔热保温及装饰材料、木材、有机合成高分子材料等也进行了较详尽的阐述。本教材尽量采用新标准、新规范,并简要介绍了新材料、新技术的发展趋势。各专业可根据自身的教学目标及教学时数,对教材内容进行取舍。

本书编写人员及编写分工如下:吉林农业科技学院朱宝英(绪论、单元五、单元七),杨凌职业技术学院朱丽娟(单元一、单元二),沈阳农业大学高等职业技术学院崔瑞(单元三),华北水利水电学院水利职业学院钟含(单元四、单元十),山西电力职业技术学院周拨云(单元六),黄河水利职业技术学院孙玉龙(单元八、单元九),山西水利职业技术学院陈卫东(单元十一、单元十四),山西电力职业技术学院蒋楠(单元十二、单元十三)。本书由周拨云、陈卫东担任主编并负责全书统稿,由钟含、崔瑞、孙玉龙担任副主编,由黄河水利职业技术学院王付全担任主审。

由于本次编写时间仓促,书中难免会出现缺点、错误及不妥之处,欢迎广大师生及读者批评指正。

编 者

2009年12月

# 目 录

前 言	
绪 论	(1)
单元一 建筑与装饰材料的基本性质	(5)
课题一 材料的组成、结构与构造	(5)
课题二 材料的基本性质	(7)
课题三 材料的其他性质	(17)
思考题	(21)
单元二 无机气硬性胶凝材料	(22)
课题一 石 膏	(22)
课题二 石 灰	(25)
课题三 水玻璃	(30)
思考题	(32)
单元三 水 泥	(34)
课题一 硅酸盐水泥	(34)
课题二 混合材料及掺混合材料的硅酸盐水泥	(44)
课题三 水泥的包装、验收、储存与保管	(52)
思考题	(54)
单元四 混凝土	(55)
课题一 概 述	(55)
课题二 普通混凝土的组成材料	(56)
课题三 普通混凝土的主要技术性能	(62)
课题四 混凝土外加剂	(72)
课题五 混凝土的配合比设计	(78)
课题六 其他混凝土	(88)
课题七 混凝土的强度评定	(92)
思考题	(95)
单元五 建筑砂浆	(97)
课题一 砌筑砂浆	(97)
课题二 其他砂浆	(102)
思考题	(105)
单元六 建筑金属材料	(106)
课题一 钢材的冶炼与分类	(106)
课题二 建筑钢材的主要性能	(107)

课题三	建筑钢材的标准及常用建筑钢材	(111)
课题四	建筑装饰用钢材制品	(118)
课题五	铝、铝合金及其制品	(120)
思考题		(122)
<b>单元七</b>	<b>防水材料</b>	(123)
课题一	沥青及沥青防水制品	(123)
课题二	改性沥青防水材料	(130)
课题三	合成高分子防水材料	(131)
思考题		(134)
<b>单元八</b>	<b>有机合成高分子材料</b>	(135)
课题一	建筑塑料	(135)
课题二	建筑涂料	(138)
课题三	建筑胶粘剂	(141)
思考题		(143)
<b>单元九</b>	<b>绝热材料与吸声材料</b>	(144)
课题一	绝热材料	(144)
课题二	吸声、隔声材料	(147)
思考题		(150)
<b>单元十</b>	<b>烧结制品与熔融制品</b>	(151)
课题一	烧结普通砖	(151)
课题二	烧结多孔砖和烧结空心砖	(154)
课题三	玻璃	(158)
课题四	建筑陶瓷	(168)
思考题		(173)
<b>单元十一</b>	<b>木材</b>	(174)
课题一	木材的分类和构造	(174)
课题二	木材的基本性质	(176)
课题三	人造板材	(177)
课题四	常用木装饰制品	(179)
课题五	木材的防腐与防火	(182)
思考题		(183)
<b>单元十二</b>	<b>石材</b>	(184)
课题一	天然石材	(184)
课题二	人造装饰石材	(188)
思考题		(190)
<b>单元十三</b>	<b>装饰骨架材料</b>	(191)
课题一	木骨架材料	(191)

课题二	轻钢龙骨材料	.....	(193)
课题三	铝合金龙骨材料	.....	(195)
思考题		.....	(196)
单元十四	建筑材料试验	.....	(197)
试验一	水泥胶砂强度试验(ISO法)	.....	(197)
试验二	普通混凝土强度试验	.....	(200)
试验三	钢筋试验	.....	(202)
参考文献		.....	(208)

# 绪 论

建筑的发展历史与人类的发展历史一脉相承。人类的生活与建筑息息相关,建筑关系到人类活动的各个领域。建筑与装饰工程离不开材料,材料是构成建筑物和构筑物的物质基础,其性能和质量决定了施工水平、结构型式和建筑物的性能。

## 一、建筑与装饰材料的定义及分类

建筑与装饰材料是用于建筑工程、装饰工程中所有材料的总称。

建筑与装饰材料的种类繁多,且性能和组分各异,用途不同,可按多种方法进行分类。通常有以下几种分类方法。

### (一)按化学成分分类

按建筑与装饰材料的化学成分,可分为无机材料、有机材料以及复合材料三大类(见表 0-1)。

表 0-1 建筑材料按化学成分分类

分 类		实 例	
无机材料	非金属材料	天然石材	砂、石及石材制品等
		烧土制品	烧结砖瓦、陶瓷制品等
		胶凝材料及制品	石灰及制品、水泥及混凝土制品、硅酸盐制品等
		玻璃	普通平板玻璃、装饰玻璃、特种玻璃等
		无机纤维材料	玻璃纤维、矿棉纤维、岩棉纤维等
	金属材料	黑色金属	铁、钢及合金等
		有色金属	铜、铝及合金等
有机材料	植物材料	木材、竹、植物纤维及制品等	
	沥青类材料	石油沥青、煤沥青及制品等	
	有机合成高分子材料	塑料、涂料等	
复合材料	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、钢纤维混凝土等	
	金属与有机材料复合	PVC 钢板、有机涂层铝合金板等	

### (二)按用途分类

建筑与装饰材料按用途可分为结构材料、墙体材料、屋面材料以及其他用途的材料等。

#### 1. 结构材料

结构材料是构成建筑物受力构件和结构所用的材料,如梁、板、柱、基础、框架及其他



受力构件和结构等所用的材料。这类材料的主要技术性质要求是强度和耐久性。常用的主要结构材料有砖、石、水泥、钢材、钢筋混凝土和预应力钢筋混凝土。随着工业的发展,轻钢结构和铝合金结构所占的比例将会逐渐加大。

### 2. 墙体材料

墙体材料是建筑物内、外及分隔墙体所用的材料。由于墙体在建筑物中占有很大比例,因此正确选择墙体材料,对降低建筑物成本、节能和提高建筑物安全性有着重要的实际意义。目前,我国大量采用的墙体材料有砌墙砖、混凝土砌块、加气混凝土砌块等。墙体材料的发展方向是复合轻质多功能墙板,它具有强度高、刚度大、保温隔热性能好、装饰性能好、施工方便、效率高等优点。

### 3. 屋面材料

屋面材料是用于建筑物屋面的材料的总称。屋面材料过去较多使用的是烧结瓦,现在正向多种材质的大型水泥类瓦材和高分子复合类瓦材发展,同时屋面承重结构正在向承重、保温、防水三合一的轻型钢板结构转变,代替过去的预应力钢筋混凝土大型屋面板。屋面防水材料也正由传统的沥青及其制品,向高聚物改性沥青防水卷材、合成高分子防水卷材等新型防水卷材发展。

## 二、建筑与装饰材料的发展

利用建筑与装饰材料改造自然、促进人类物质文明的进步,是人类社会发展的一个重要标志。

在上古时期,人类居住在天然的山洞或巢穴中,以后逐步采用黏土、岩石、木材等天然材料建造房屋。18 000 年前的北京周口店山顶洞人,就居住在天然岩洞中。而距今约 6 000 年的西安半坡遗址,却已是采用木骨泥墙建房,并发现有制陶窑场。战国时期(前 475 ~ 前 221),筒瓦、板瓦已被广泛使用,并出现了大块空心砖和墙壁装修用砖。如胡夫金字塔,高 146.59 m,底部 232 m<sup>2</sup>,用 230 多万块、每块重 2.5 t 的岩石砌成;建于公元前 7 世纪的万里长城,砌筑材料为条石、大砖及石灰砂浆,所用的砖石材料就达 1 亿多 m<sup>3</sup>。

19 世纪 20 年代,英国瓦匠约瑟夫·阿斯普丁发明了波特兰水泥,出现了现代意义上的水泥混凝土。19 世纪 40 年代,出现了钢筋混凝土结构,利用混凝土受压、钢筋受拉,以充分发挥两种材料各自的优点,从而使钢筋混凝土结构广泛应用于工程建设的各个领域。为克服钢筋混凝土结构抗裂性能差、刚度低的缺点,20 世纪 30 年代又发明了预应力混凝土结构,使土木工程跨入了飞速发展的新阶段。

新中国成立前,我国建筑与装饰材料工业发展缓慢,19 世纪 60 年代在上海、汉阳等地建成炼铁厂,1867 年建成上海砖瓦锯木厂,1882 年建成中国玻璃厂,1890 年建成我国生产水泥的第一家工厂——唐山水泥厂。

随着建筑与装饰材料生产和应用的发展,建筑与装饰材料科学也已成为一门独立的新学科。为了适应我国经济建设的发展需要,建筑与装饰材料工业的发展趋势是研制和开发高性能和绿色等新型建筑与装饰材料。高性能建筑与装饰材料是指比现有材料的性能更为优异的建筑与装饰材料,如轻质、高强、高耐久性、优异装饰性和多功能的材料。

同时,随着人们环境保护与可持续发展意识的增强,保护环境、节约能源与土地,合理开发和综合利用原料资源,尽量利用工业废料,也是建筑材料发展的一种趋势。

### 三、建筑与装饰材料在国民经济建设中的作用

建筑与装饰材料在国民经济建设中意义重大,建筑与装饰材料是发展建筑业的物质基础。材料费用一般占建筑工程总造价的 50% ~ 70%。“十五”期间我国全社会固定资产投资总规模为 22 万亿 ~ 24 万亿元,固定资产投资的 60% ~ 70% 用于建筑设施建设或工程安装,从而转化为建筑业的产值,而建筑业产值中的 30% ~ 40% 转化为了对建材业的需求,尤其是对水泥产品的需求。2002 年,我国共生产水泥约 70 000 万 t,比 2001 年大幅增长了 12.7%,占世界产量的 1/3 左右,占亚洲产量的 50% 多。我国水泥行业,为我国经济持续、快速发展做出了重要贡献。水泥产量的大幅度增长与我国持续快速稳定增长的宏观经济形势密切相关。

### 四、建筑与装饰材料检验与技术标准

建筑与装饰材料质量的优劣对工程质量起着最直接的影响,对所用建筑与装饰材料进行合格性检验,是保证工程质量的最基本环节。国家标准规定,无出厂合格证明或没有按规定复试的原材料,不得用于工程建设;在施工现场配制的材料,均应在实验室确定配合比,并在现场抽样检验。各项建筑材料的检验结果,是工程施工及工程质量验收必需的技术依据。因此,在工程的整个施工过程中,始终贯穿着材料的试验、检验工作,它是一项经常化的、责任性很强的工作,也是控制工程施工质量的重要手段之一。

产品标准化是现代工业发展的产物,是组织现代化大生产的重要手段,也是科学管理的重要组成部分。世界各国对材料的标准化都很重视,均制定了各自的标准。

目前,我国绝大多数的建筑与装饰材料都制定有产品的技术标准(见表 0-2),这些标准一般包括产品规格、分类、技术要求、检验方法、验收规则、标志、运输和储存等方面的内容。

表 0-2 各级标准代号

标准种类		代 号		表示方法示例
1	国家标准	GB	国家强制性标准	由标准名称、部门代号、标准编号、颁布年份等组成。 例如: 国家强制性标准《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007); 国家推荐性标准《建筑用卵石、碎石》(GB/T 14685—2001); 建设部行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法》(JGJ 70—2009)
		GB/T	国家推荐性标准	
2	行业标准	JC	建材行业标准	
		JGJ	建设部行业标准	
		YB	冶金行业标准	
		JT	交通行业标准	
		SD	水电行业标准	
		SL	水利行业标准	
	专业标准	ZB	国家级专业标准	
3	地方标准	DB	地方强制性标准	
		DB/T	地方推荐性标准	
4	企业标准	QB	企业标准指导本企业的生产	

各国均制定有自己的国家标准,常见的有“ANS”、“JIS”、“BS”、“DIN”,它们分别代表美国、日本、英国和德国的国家标准。“ASTM”是美国材料与试验协会标准,“ISO”是国际标准。

## 五、本课程的目的及任务

建筑与装饰材料既是水利、土木、建筑工程类专业的一门重要的专业基础课,又是一门实践性很强的应用型学科。学习本课程的目的是使学生掌握常用建筑与装饰材料的基本性能和特点,能够根据工程实际条件合理选择和使用各种建筑与装饰材料;掌握建筑与装饰材料的验收、保管、储存等方面的基本知识与方法,并具有进行建筑与装饰材料试验检验及其质量评定的基本技能。本课程为建筑结构、施工技术及工程预算等专业课程的学习提供必要的专业基础知识,并为今后从事专业技术工作时,合理选择和正确使用建筑与装饰材料打下基础。

本课程的任务如下:

- (1)了解材料在建筑物上所起的作用和要求。
- (2)了解生产常用材料的原材料、工艺流程;了解常用材料的成分和构造;掌握常用材料的技术性质,以及影响材料性质的主要因素及其相互关系。
- (3)掌握常用材料的标准,熟悉其分类、分等级和规格。
- (4)熟悉常用材料的测试仪器,掌握测试方法和技术。
- (5)掌握常用材料的选用原则和方法。
- (6)掌握工地配置材料的配置原理及方法,了解这些材料的施工注意事项。

## 六、本课程的特点与学习方法

(1)建筑与装饰材料的种类繁多,性能各异,涉及的基础知识广泛,各单元原则上按一种或一类材料进行编排,相互之间的联系较弱。在学习过程中,应善于分析和对比各种建筑与装饰材料的组成、主要性质与应用特点,重点掌握常用材料(水泥、混凝土、石灰、石膏、玻璃、钢材、木材、沥青、高分子材料)的基本理论、基本知识、基本技能。

(2)重视学好试验。学习常用建筑与装饰材料的检验方法——合格性判断和验收,对试验数据、试验结果进行分析判别,培养从事科学研究的能力。

(3)随着科学技术的不断进步以及和国际标准接轨的需要,政府将不断修改与制定建材产品新标准,并通过制定方针政策,不断推广应用一些新型材料和新技术,如GB(国家标准)、GBJ(建筑工程国家标准)、JGJ(建设部行业标准)、JC(建材行业标准)、YB(冶金行业标准)、JTJ(交通部行业标准)、SD(水电行业标准)及ZB(国家级专业标准)等。

# 单元一 建筑与装饰材料的基本性质

建筑与装饰材料的性质决定了其在工程中所起的作用,同时也是我们正确选择和合理使用材料的重要依据。

结构物的使用功能及其安全性、耐久性的要求不同,对材料性能的要求也各不相同,材料使用环境及所处建筑物或构筑物的部位不同,使其所承受物理、力学、化学作用也各不相同,因此要求建筑与装饰材料必须具有相应的基本性质。例如:结构材料(梁、板、柱等)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。某些工业建筑需要一定的防酸、碱、盐等腐蚀的性质。掌握建筑与装饰材料的基本性质是正确选择与合理使用建筑与装饰材料的基础。

本章所指的建筑与装饰材料的基本性质是指材料在不同使用条件和使用环境下,通常必须考虑的最基本的、共有的性质,包括材料的物理性质、力学性质、热工性质、耐久性等。

## 课题一 材料的组成、结构与构造

材料的组成、结构与构造是决定材料性质的内部因素。

### 一、材料的组成

材料的组成按其所含化学成分或物质的种类,分为化学组成和矿物组成。不同的材料组成构成不同的材料,表现不同的性质。

#### (一) 化学组成

材料的化学组成是指构成材料的化学元素及化合物的种类及数量,它是决定材料化学性质(耐腐蚀、易燃烧等)、物理性质(耐潮湿、耐高温等)和力学性质(耐压力、耐拉力等)的重要因素。如木材轻质、可塑性好,是较好的装饰装修材料,但其耐燃烧和耐腐蚀性差;钢材轻质高强,但耐腐蚀性、耐火性和耐久性均较差,而混凝土密度较大,但其强度高,耐久性、耐火性较好,在建筑中可使二者取长补短,因此钢筋混凝土结构成为常见的结构型式。

#### (二) 矿物组成

矿物是具有一定的化学成分和结构特征的单质或化合物。矿物组成是指构成材料的矿物的种类和数量。

相同的化学组成,若矿物组成不同,也可使材料表现不同的性质。如建筑石膏,即使化学组成相同,若掺入水泥、粒化高炉矿渣等,即可提高其耐水性。

## 二、材料的结构与构造

材料的结构与构造是指材料的微观组织状态和宏观组织状态各个层次构造状态的统称。组成相同而结构与构造不同的材料,其技术性质也不相同。材料的结构大体分为三个层次:微观结构、亚微观结构、宏观结构。其中,微观结构和亚微观结构称为材料的内部结构。

### (一) 材料的微观结构

材料的微观结构是指材料的原子和分子结构,尺寸范围为  $10^{-6} \sim 10^{-10}$  m。

材料的微观结构是影响材料物理性质和化学性质的重要因素,如材料的硬度、导热性、导电性、熔点、强度等受其影响较大。

材料的微观结构按其成因及存在形式可分为晶体结构、非晶体结构(玻璃体结构)及胶体结构。

#### 1. 晶体结构

由质点(离子、原子或分子)在空间按规则的几何形状周期性排列而成的结构称为晶体结构。

晶体具有以下特点:

- (1) 具有特定的几何外形;
- (2) 具有各向异性;
- (3) 具有固定的熔点和化学稳定性;
- (4) 结晶接触点和晶面是晶体破坏或变形的薄弱环节。

#### 2. 非晶体结构

非晶体结构是指熔融物质在急速冷却过程中,质点来不及按一定规则排列便凝固成固体物质,也称为无定形,如无机玻璃。非晶体结构内部储存了大量内能,具有化学不稳定性,在一定条件下易与其他物质起化学反应。

#### 3. 胶体结构

胶体结构是指粒径为  $10^{-7} \sim 10^{-9}$  m 的固体微粒(分散相),均匀分散在连续相介质中所形成的分散体系。

在胶体结构中,若胶粒较少,结构强度及变形性质更多地受液体性质影响,此种胶体称为溶胶体。溶胶结构的流动性较好。

当分散相颗粒极细,具有很大的表面能,颗粒能自发相互吸附并形成连续的空间网状结构时,此种胶体称为凝胶体。凝胶体呈半固体或固体状态,强度较高,变形较小。

凝胶结构基本上不具流动性,但长期在剪切力(搅拌、振动等)等外力作用下,网状结构易被打开,使凝胶结构重新具有流动性,比如水泥水化物中的凝胶体。但溶胶体具有触变性,即静置一段时间后,溶胶又会慢慢恢复成凝胶。

### (二) 材料的亚微观结构

亚微观结构尺寸范围为  $10^{-3} \sim 10^{-6}$  m,通常要用光学显微镜才能观察到,如木材的纤维、导管、髓线等显微组织及天然岩石的矿物组织等。

在亚微观结构层次上,各种组织的特征、分布、结合情况、数量等,也都是影响材料性

质的重要因素。

### (三) 材料的宏观结构

宏观结构(或称构造)尺寸范围在 $10^{-3}$  m 以上,通常用肉眼或低倍放大镜即能分辨其结构。

材料的宏观结构与材料的性质关系密切,如材料中孔隙的大小、分布、特征的改变,都会使材料的强度、抗冻性、保温隔热、吸声等性质发生变化。

材料的宏观结构有两种分类标准,即按其孔隙特征分类和按其构成形态分类,如表 1-1 所示。

表 1-1 材料的宏观结构分类

宏观结构分类		结构特征	常用材料
按孔隙特征分类	致密结构	无孔隙存在	玻璃、金属材料等
	微孔结构	存在均匀分布的微孔隙	石膏制品、黏土砖瓦等
	多孔结构	存在均匀分布的孤立或适当连通的粗大孔隙	加气混凝土、泡沫塑料等
按构成形态分类	复合聚集结构	由骨料和胶凝材料胶结而成	水泥混凝土、石棉水泥制品、砂浆等
	纤维结构	主要由植物纤维、矿物棉和人工纤维等纤维材料组成	木材、玻璃钢、岩棉等
	层状结构	材料叠合成层状黏结而成	胶合板、纸面石膏板等
	散粒结构	由松散颗粒组成	砂子、碎石等

## 课题二 材料的基本性质

### 一、与材料结构状态有关的基本参数

#### (一) 密度、表观密度与堆积密度

##### 1. 密度

密度是指材料在绝对密实状态下,单位体积的质量。其计算式为

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

式中  $\rho$ ——材料的密度, $\text{g}/\text{cm}^3$  或  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;

$m$ ——材料在干燥状态下的质量,g 或 kg;

$V$ ——材料在绝对密实状态下的体积, $\text{cm}^3$  或  $\text{m}^3$ 。

材料在绝对密实状态下的体积,是指不包括材料内部孔隙在内的密实体积。在建筑工程材料中,除钢材、玻璃及沥青等极少数材料外,绝大多数材料内部都存在孔隙,如砖、

石材等。

材料的质量是指材料所含物质的多少。工程实际中常以重量多少来表示质量的大小。但质量与重量在概念上是有本质区别的。

在测定有孔隙材料的密度时,应先除去其内部孔隙,通常可将有孔材料磨细至粒径小于0.2 mm,干燥至恒重后用李氏瓶(密度瓶)测定其密实体积。材料磨得越细,测得体积数值越接近实际值,所测得的密度值也就越精确。

## 2. 表观密度

表观密度(即容重)是指材料在自然状态下,单位体积的质量。其计算式为

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

式中  $\rho_0$ ——材料的表观密度,  $\text{g}/\text{cm}^3$  或  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;

$m$ ——材料的质量,  $\text{g}$  或  $\text{kg}$ ;

$V_0$ ——材料在自然状态下的体积,  $\text{cm}^3$  或  $\text{m}^3$ 。

材料在自然状态下的体积,是指材料的密实体积与其内部所含孔隙体积之和。

在测定材料的表观密度时,对于外形规则的材料,体积可以通过测量其外形尺寸测得,测得质量后按公式即可算得表观密度。对于不规则材料,可用蜡封住材料表面,以防止水分渗入材料内部而影响测定值,然后用排水法求得材料体积。

材料的表观密度除与材料的密度有关外,还与材料内部孔隙体积有关,材料的孔隙率越大,则材料的表观密度越小。在提供材料表观密度的同时,应提供材料的含水率,这是因为材料的表观密度受含水状态的影响,含水状态不同,材料的质量及体积均会发生改变。

## 3. 堆积密度

堆积密度是指材料在自然堆积状态下,单位堆积体积的质量。其计算式为

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

式中  $\rho'_0$ ——材料的堆积密度,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;

$m$ ——材料的质量,  $\text{kg}$ ;

$V'_0$ ——材料的堆积体积,  $\text{m}^3$ 。

材料在自然状态下的堆积体积,是指散粒状材料在堆积状态下的总体外观体积,包括固体颗粒体积、颗粒内部孔隙体积和颗粒之间的空隙体积在内的总体积。

根据材料的堆积状态不同,同一材料表现的体积大小可能不同,松散堆积状态下的体积较大,密实堆积状态下的体积较小。测定材料的堆积体积时,可用一定容积的容器,其堆积体积是指该容器的容积,而质量是指容器内的材料质量。

材料的堆积密度与散粒状材料在自然堆积时颗粒间空隙、颗粒内部结构、含水状态、颗粒间被压实的程度有关。

## (二) 材料的孔隙率与密实度

### 1. 孔隙率

孔隙率是指材料内孔隙体积与材料在自然状态下总体积的百分比。其计算式为

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

式中  $P$ ——材料的孔隙率(%)；

$V$ ——材料中固体物质的体积,  $\text{cm}^3$ ；

$\rho_0$ ——材料的表观密度；

其他符号含义同前。

材料的孔隙分为开口孔隙和闭口孔隙两种:开口孔隙是指材料内部孔隙彼此贯通,且与外界连通,浸水时,材料即可吸水至饱和;闭口孔隙是指材料内部孔隙各自封闭,且与外界不连通,水分和其他介质均不易侵入。

孔隙率反映了材料内部孔隙的多少,它会直接影响材料的多种性质。孔隙率越大,则材料的表观密度、强度越小,耐磨性、抗冻性、抗渗性、耐腐蚀性、耐水性及耐久性越差,而保温性、吸声性、吸水性及吸湿性越强。

常用材料的密度、表观密度及孔隙率见表 1-2。

表 1-2 常用材料的密度、表观密度及孔隙率

材料	密度( $\text{g}/\text{m}^3$ )	表观密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	孔隙率(%)
花岗岩	2.60 ~ 2.90	2.50 ~ 2.80	0.5 ~ 1.0
普通黏土砖	2.50 ~ 2.80	1.50 ~ 1.80	20 ~ 40
普通混凝土	—	2.30 ~ 2.50	5 ~ 20
沥青混凝土	—	2.30 ~ 2.40	2 ~ 4
松木	1.55 ~ 1.60	0.38 ~ 0.70	55 ~ 75
砂	2.60 ~ 2.70	1.40 ~ 1.60	40 ~ 45
建筑钢材	7.85	7.85	0

## 2. 密实度

密实度是指材料的体积内被固体物质充实的程度。其计算式为

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

式中  $D$ ——材料的密实度(%)；

其他符号含义同前。

材料的密实度是与孔隙率相对应的概念。它与孔隙率一样均能直接反映材料的密实程度,材料的孔隙率大,则密实度低。许多材料的强度、吸水性、耐久性等性质均与其孔隙率及密实度有关。

### (三) 材料的填充率与空隙率

#### 1. 填充率

填充率是指散粒材料的堆积体积中,被其颗粒所填充的程度。其计算式为



$$D' = \frac{V_0}{V'_0} \times 100\% = \frac{\rho'_0}{\rho_0} \times 100\% \quad (1-6)$$

式中  $D'$ ——散粒状材料在堆积状态下的填充率(%)；  
其他符号含义同前。

## 2. 空隙率

空隙率是指散粒材料在松散状态下,颗粒之间的空隙体积与材料自然堆积体积的百分比。其计算式为

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

式中  $P'$ ——散粒状材料在堆积状态下的空隙率(%)；  
其他符号含义同前。

## 二、材料与水有关的性质

### (一) 亲水性与憎水性

亲水性是指材料与水接触时能被水润湿的性质,具备这种亲水性质的材料称为亲水性材料。憎水性是指材料与水接触时不能被水润湿的性质,具备这种憎水性质的材料即为憎水性材料。

当材料与水接触时,在材料、水、空气三相的界面交点,沿水滴表面作切线,此切线与材料和水接触面的夹角  $\theta$  称为润湿边角,如图 1-1 所示。

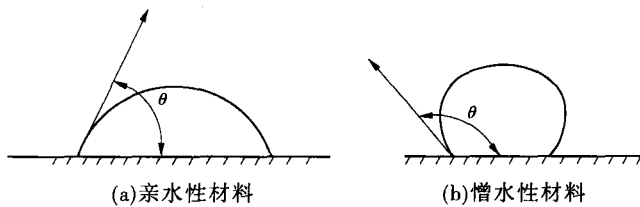


图 1-1 材料的润湿示意

润湿边角可用来表示材料与水的亲水性或憎水性。一般地,当  $\theta \leq 90^\circ$  时,水分子之间的内聚力小于材料与水分子之间的吸引力,表现为吸水性,此种材料称为亲水性材料,如砖、木材、混凝土等。特殊地,当  $\theta = 0^\circ$  时,固体完全被湿润。当  $\theta > 90^\circ$ , 材料与水接触时,水分子之间的内聚力小于材料与水分子之间的吸引力,固体不能被湿润,材料则表现为憎水性,此种材料称为憎水性材料,如沥青制品、各种涂料、石蜡等。

土木工程中,依据材料与水亲和性的不同,可适用于不同条件,如憎水性材料可作为防水材料,或作为亲水性材料的表面处理以降低其吸水性。

### (二) 吸水性与吸湿性

#### 1. 吸水性

多数材料由于具有亲水性及开口孔隙,其内部常含有水分。

材料在水中吸收水分的性质称为吸水性。材料吸水性大小常用质量吸水率表示,有时也可以用体积吸水率表示。