

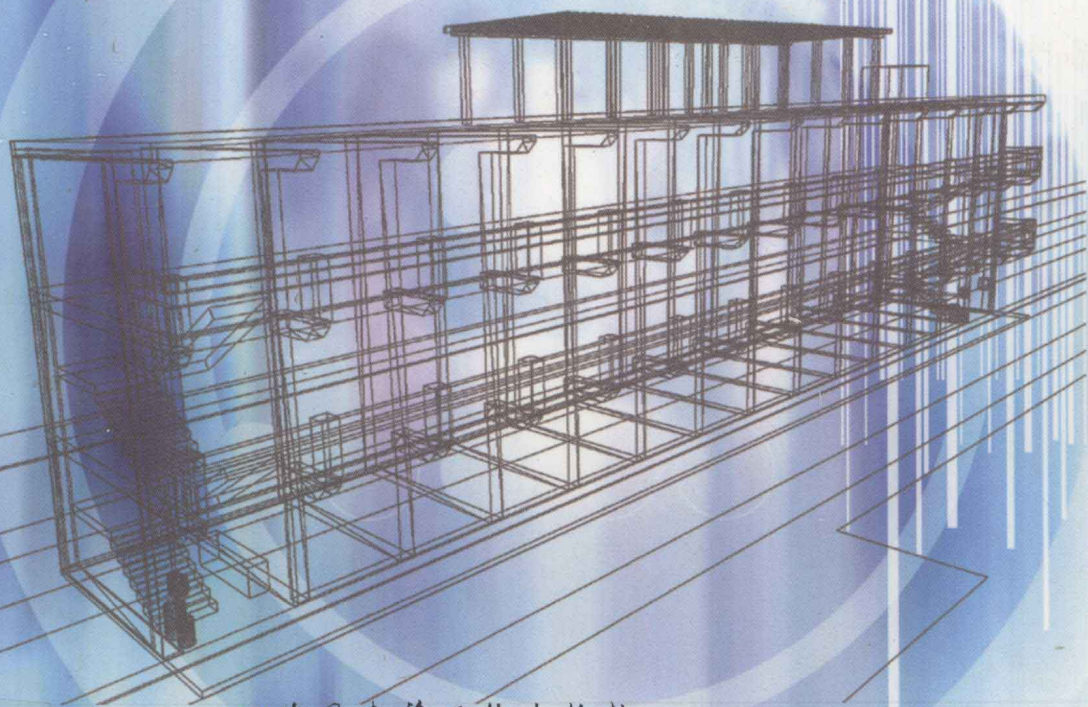
土建学科高等职业教育专业委员会规划推荐教材

Jianzhuyu  
Zhuangshi  
Cailiao

# 建筑与装饰材料

(工程造价与建筑管理类专业适用)

宋岩丽 编著



中国建筑工业出版社  
China Architecture & Building Press

土建学科高等职业教育专业委员会规划推荐教材

# 建筑与装饰材料

(工程造价与建筑管理类专业适用)

宋岩丽 编 著  
贾福根 主 审

中国建筑工业出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

建筑与装饰材料/宋岩丽编著. —北京:中国建筑工程工业出版社, 2005

土建学科高等职业教育专业委员会规划推荐教材. 工程造价与建筑管理类专业适用

ISBN 7-112-06599-2

I. 建... II. 宋... III. 建筑材料:装饰材料-高等学校:技术学校-教材 IV. TU56

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 138370 号

土建学科高等职业教育专业委员会规划推荐教材

**建筑与装饰材料**

(工程造价与建筑管理类专业适用)

宋岩丽 编著

贾福根 主审

\*

中国建筑工程工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京市书林印刷有限公司印刷

\*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:16½ 字数:400千字

2005年1月第一版 2005年10月第二次印刷

印数:3001—5500册 定价:23.00元

ISBN 7-112-06599-2

TU·5770(12553)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书共分十四章，主要包括：建筑与装饰材料的基本性质，天然石材，建筑玻璃，建筑陶瓷，气硬性胶凝材料，水泥，水泥混凝土和砂浆，墙体材料，金属材料，木材，建筑塑料、涂料、胶粘剂，建筑防水材料，绝热材料与吸声材料，建筑与装饰材料试验等。

本书采用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教育工程造价专业及建筑工程管理专业教材，也可供高等学校相关专业和工程造价人员学习参考。

\* \* \*

责任编辑：张 晶 吉万旺

责任设计：刘向阳

责任校对：李志瑛 刘玉英

## 教材编审委员会名单

主任：吴 泽

秘书：袁建新

委员：(按姓氏笔画为序)

王武齐 田恒久 汤万龙 任 宏 刘建军

迟晓明 杨太生 吴 泽 张怡朋 张凌云

何 辉 但 霞 范文昭 项建国 高 远

秦永高 袁建新 景星蓉 喻晓荣

## 序 言

高等学校土建学科教学指导委员会高等职业教育专业委员会（以下简称土建学科高等职业教育专业委员会）是受教育部委托并接受其指导，由建设部聘任和管理的专家机构。其主要工作任务是，研究如何适应建设事业发展的需要设置高等职业教育专业，明确建设类高等职业教育人才的培养标准和规格，构建理论与实践紧密结合的教学内容体系，构筑“校企合作、产学结合”的人才培养模式，为我国建设事业的健康发展提供智力支持。在建设部人事教育司的领导下，2002年以来，土建学科高等职业教育专业委员会的工作取得了多项成果，编制了土建学科高等职业教育指导性专业目录；在重点专业的专业定位、人才培养方案、教学内容体系、主干课程内容等方面取得了共识；制定了建设类高等职业教育“建筑工程技术”、“工程造价”“建筑装饰技术”、“建筑电气技术”等专业的教育标准和培养方案；制定了教材编审原则；启动了建设类高等职业教育人才培养模式的研究工作。

土建学科高等职业教育专业委员会管理类专业小组指导的专业有工程造价、建筑工程管理、建筑经济管理、建筑会计与投资审计、房地产经营与估价、物业管理等6个专业。为了满足上述专业的教学需要，我们在调查研究的基础上制定了工程造价、建筑工程管理、物业管理等专业的教育标准和培养方案，根据培养方案认真组织了教学与实践经验丰富的教授和专家编制了主干课程的教学基本要求，然后根据教学基本要求编审了本套教材。

本套教材是在高等职业教育有关改革精神指导下，以社会需求为导向，以培养实用为主、技能为本的应用型人才为出发点，根据目前各专业毕业生的岗位走向、生源状况等实际情况，由理论知识扎实、实践能力强的双师型教师和专家编写的。因此，本套教材体现了高职教育适应性、实用性强的特点，具有内容新、通俗易懂、符合高职学生学习规律的特色。我们希望通过本套教材的使用，进一步提高教学质量，更好地为社会培养具有解决工作中实际问题的有用人才打下基础。也为今后推出更多更好的具有高职教育特色的教材探索一条新的路子，使我国的高职教育办得更加规范和有效。

**高等学校土建学科教学指导委员会  
高等职业教育专业委员会**

## 前 言

本书是根据教育部、建设部高职高专教育土建类专业教学指导委员会工程管理类专业指导分委员会制定的工程造价与建筑工程管理类专业培养目标和培养方案及主干课程教学基本要求编写的。

建筑与装饰材料课程，是一门主要的专业基础课，编写中力求体现高等职业技术教育的特色和培养高等技术应用型专门人才的目标，注重理论与工程实践的结合，注重专业能力的培养，对过去的教学内容体系作了必要的调整，增加了新型建筑装饰材料的介绍和绿色建材的理念。编写中采用了最新技术标准和规范。

本书由山西建筑职业技术学院宋岩丽主编，陈立东任副主编。其中第一、三、四、五、十三章由宋岩丽编写；绪论和第二、十二章由范文昭编写；第七、八、九、十一章由范红岩编写；第六、十、十四章由陈立东编写。

本书由太原理工大学贾福根副教授主审。主审认真审阅了书稿，并提出了许多宝贵的意见和建议。在编写过程中参考了有关文献资料和教材，得到编、审所在院校的大力支持，在此一并表示感谢。

限于编者水平有限，书中错漏不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者  
2004.10

# 目 录

绪论	1
<b>第一章 建筑与装饰材料的基本性质</b>	<b>4</b>
第一节 材料的基本物理性质	4
第二节 材料的力学性质	12
第三节 材料的光学与声学性质	16
第四节 材料的耐久性与环境协调性	18
思考题	19
<b>第二章 天然石材</b>	<b>20</b>
第一节 岩石的形成与分类	20
第二节 石材的主要技术性质	21
第三节 砌筑用石材	22
第四节 建筑饰面石材	23
思考题	28
<b>第三章 建筑玻璃</b>	<b>29</b>
第一节 玻璃的基本知识	29
第二节 平板玻璃	33
第三节 安全玻璃	40
第四节 节能型玻璃	46
思考题	50
<b>第四章 建筑陶瓷</b>	<b>51</b>
第一节 陶瓷的基本知识	51
第二节 釉面砖	54
第三节 陶瓷墙地砖	58
第四节 陶瓷锦砖	63
第五节 其他陶瓷装饰制品	66
思考题	67
<b>第五章 气硬性胶凝材料</b>	<b>68</b>
第一节 建筑石灰	68
第二节 建筑石膏	72
第三节 水玻璃	76
思考题	77
<b>第六章 水泥</b>	<b>79</b>
第一节 硅酸盐水泥	79



第二节	掺混合材料的硅酸盐水泥 .....	86
第三节	装饰水泥 .....	91
思考题	.....	93
<b>第七章</b>	<b>水泥混凝土和砂浆 .....</b>	<b>95</b>
第一节	混凝土概述 .....	95
第二节	普通混凝土的组成材料 .....	96
第三节	普通混凝土的主要技术性质 .....	106
第四节	普通混凝土配合比设计 .....	114
第五节	装饰混凝土 .....	118
第六节	其他品种的混凝土 .....	120
第七节	建筑砂浆 .....	123
思考题	.....	128
<b>第八章</b>	<b>墙体材料 .....</b>	<b>129</b>
第一节	砌墙砖 .....	129
第二节	墙用砌块 .....	134
第三节	墙用板材 .....	136
思考题	.....	140
<b>第九章</b>	<b>金属材料 .....</b>	<b>141</b>
第一节	建筑钢材 .....	141
第二节	建筑装饰用钢材制品 .....	154
第三节	铝及铝合金 .....	156
思考题	.....	161
<b>第十章</b>	<b>木材 .....</b>	<b>162</b>
第一节	木材的基本知识 .....	162
第二节	木材的综合应用 .....	165
第三节	其他木质类装饰制品 .....	171
思考题	.....	173
<b>第十一章</b>	<b>建筑塑料、涂料、胶粘剂 .....</b>	<b>174</b>
第一节	建筑塑料及其制品 .....	174
第二节	建筑涂料 .....	178
第三节	建筑胶粘剂 .....	184
思考题	.....	187
<b>第十二章</b>	<b>建筑防水材料 .....</b>	<b>188</b>
第一节	坡屋面刚性防水材料 .....	188
第二节	防水卷材 .....	192
第三节	防水涂料 .....	197
第四节	屋面防水工程材料的选择 .....	199
第五节	建筑密封材料 .....	200
思考题	.....	202

<b>第十三章 绝热材料与吸声材料</b> .....	203
第一节 绝热材料 .....	203
第二节 吸声材料 .....	208
思考题 .....	211
<b>第十四章 建筑与装饰材料试验</b> .....	212
试验一 天然饰面石材试验 .....	212
试验二 水泥试验 .....	215
试验三 混凝土用砂、石试验 .....	222
试验四 普通混凝土性能试验 .....	227
试验五 建筑砂浆试验 .....	236
试验六 钢筋性能试验 .....	240
试验七 建筑涂料试验 .....	244
试验八 弹性体改性沥青防水卷材试验 .....	247
主要参考文献 .....	253

# 绪 论

## 一、建筑与装饰材料的定义和分类

建筑材料是指构成建筑物或构筑物本身所使用的材料。装饰材料属于建筑材料中的一部分，是装饰工程中使用的材料。在建筑工程施工生产中还必须使用和消耗其他材料，诸如脚手架、模板、板桩等。建筑物内安装的给排水、采暖、通风空调、供电、供燃气、信息通讯、智能控制等设施 and 器材将在相关的专业课程中讲述。本课程根据专业的需要讲述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。

建筑材料有多种分类方法，通常采用按化学成分或按使用功能分类。

按照化学成分不同，将建筑材料分为无机材料、有机材料和复合材料三大类，如表 0-1。

建筑材料按化学成分分类

表 0-1

分 类		举 例	
无机材料	金属材料	铁、钢、不锈钢、铝、铜及其合金	
	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
		玻璃及熔融制品	玻璃、玻璃纤维、矿棉、岩棉
		胶凝材料	石灰、石膏、水泥
	混凝土及硅酸盐制品	砂浆、混凝土、硅酸盐制品	
有机材料	植物材料	竹材、木材、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	塑料、涂料、胶粘剂、合成高分子防水材料	
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	
	金属材料与无机非金属材料复合	钢筋混凝土、钢纤维增强混凝土	
	金属材料与有机材料复合	彩色夹芯复合钢板、塑钢门窗材料	

按使用功能将建筑材料分为结构材料、围护材料和功能材料三大类。

1. 结构材料 指构成建筑物受力构件和结构所用的材料，如梁、板、柱、基础、框架等构件或结构使用的材料。结构材料要求具有足够的强度和耐久性，常用的有砖、石、钢筋混凝土、钢材等。

2. 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。围护材料不仅要求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 主要是担负建筑物使用过程中所必需的建筑材料的功能的材料。如防水材料、

绝热材料、吸声隔声材料、采光材料和室内外装饰材料等。

## 二、建筑与装饰材料在建筑工程中的地位

建筑与装饰材料是建筑工程和装饰工程的物质基础，材料的性能、质量和价格，直接影响到建筑的适用、安全、经济和美观性。每一种新型的高效能材料的出现和应用，都会推动建筑在设计、施工生产、使用功能和美观等方面的进步和发展。因此建筑和装饰材料在建筑工程中占有极其重要的地位。

在建筑工程和装饰工程造价中，材料费用所占的比例很大，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。

建筑材料的性能质量直接影响建筑物的安全性和耐久性。在建筑工程的实践中，从材料的选择、储运、检测试验到施工生产使用等，任何环节的失误都会造成工程质量的缺陷，甚至造成重大质量事故。因此要求工程技术人员必须熟练地掌握各种建筑材料的性能和应用知识，做到能够正确地选择和合理地使用建筑材料。

建筑材料的发展与建筑工程科学技术的进步有着相互依存、相互制约和相互推动的关系。新型高效能材料的诞生和应用，必将推动建筑与结构设计方法和施工生产工艺的进步。而新的工程设计方法和施工技术对建筑材料的品种、质量和功能又提出更高和更多样化的要求。例如：水泥、钢材的大量应用和性能的逐步改善，取代了砖、石、木材，使钢筋混凝土结构、预应力钢筋混凝土结构成了建筑工程的主要结构形式。而现代高层建筑、超高层建筑和大跨度建筑结构，要求材料质量更轻、强度更高。再如采用现代加工和制造工艺生产的石材、陶瓷、玻璃、不锈钢材、铝合金型材、建筑塑料、涂料等装饰材料的大量应用，将建筑物装饰得更加光彩美丽。

总之，建筑材料决定建筑的形式和施工的方法。新型建筑材料的出现，可以促进建筑形式的变化、结构设计方法的改进和施工技术的革新。

## 三、我国建筑材料的发展概况

我国古代劳动人民在生产和使用建筑材料方面有着悠久和辉煌的历史。据考证，早在西周早期（公元前 1060 ~ 公元前 711 年）的陕西凤雏遗址已采用三合土抹灰，当时已生产和使用石灰。在秦和汉朝时期，我国烧制砖瓦的技术已相当高超，被誉为秦砖汉瓦。

我国古代也建造了许多举世瞩目的建筑，如采用砖、石、石灰等材料修建的万里长城；隋朝河北用石材建造的拱形桥赵州桥；建成于唐代的山西五台山斗拱式木结构大殿佛光寺；明清两代的皇宫建筑群故宫等，都闪耀着我国人民非凡的聪明和才智。

新中国成立以来，特别是改革开放以后，我国的建筑材料工业得到迅速发展。近 10 年来，钢材、水泥、钢筋混凝土、平板玻璃、建筑和卫生陶瓷等产量一直位居世界第一。虽然从总体上我们与发达国家相比尚有差距，但我们许多建材产品的科技水平已名列世界前茅。

随着我国社会生产力和科学技术水平的发展，我国建材工业正向着研制、开发高性能建筑材料和绿色建材方向发展。

所谓高性能建筑材料是指性能、质量更加优异的轻质、高强、多功能和更加耐久、更富装饰效果的材料，是便于机械化施工和更有利于提高施工生产效率的材料。

绿色建筑材料是指采用清洁生产技术，不用或少用天然资源和能源，大量使用工农业

或城市固态废弃物生产的无毒害、无污染、无放射性，达到使用周期后可回收利用，有利于环境保护和人体健康的建筑材料。

绿色建材代表了 21 世纪建筑材料的发展方向，是符合世界发展趋势和人类要求的建筑材料，是符合可持续科学发展观和以人为本理念的建筑材料，必然在建筑业中占主导地位，成为今后建筑材料发展的必然趋势。

#### 四、建筑材料的技术标准

建筑材料的技术标准是材料的生产、使用和流通单位检验，确定产品质量是否合格的技术文件。为了确保建筑材料产品的技术质量，进行现代化生产和科学管理，必须对建材产品的技术要求制定统一的执行标准。其主要内容有产品规格、分类、技术要求、检验方法、验收规则、包装及标志、运输与储存等。我国建筑材料的技术标准分为国家标准、行业标准、地方标准、企业标准等，分别由相应的标准化管理部门批准并颁布。中国国家质量技术监督局是国家标准化管理的最高机构。国家标准和行业标准属于全国通用标准，是国家指令性技术文件，各级生产、设计、施工等部门必须严格按照执行，不得低于此标准。地方标准是地方主管部门发布的地方性技术文件。凡没有制定国家标准、行业标准的产品应制定企业标准，而企业标准所制定的技术要求应高于类似（或相关）产品的国家标准。各级标准均有相应的代号，如表 0-2 所示。

各级标准代号

表 0-2

标准种类	代号	表示内容	表示方法
国家标准	GB GB/T	国家强制性标准 国家推荐性标准	由标准名称、部门代号、标准编号、颁布年份等组成，例如：《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB 175—1999)；《建筑用砂》(GB/T 14684—2001)；《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ 55—2000)
行业标准	JC JGJ YB JT DL	建材行业标准 建筑工程行业标准 冶金行业标准 交通标准 电力标准	
地方标准	DB DB/T	地方强制性标准 地方推荐性标准	
企业标准	QB	适用于本企业	

#### 五、本课程的内容和任务

本课程主要讲述常用建筑和装饰材料的品种、规格、技术性能、质量标准、试验检测方法、储运保管和应用等方面的知识。

本课程是一门专业基础课，通过学习使学生在今后的实际工程中能够正确地选用、鉴别、管理建筑材料，能够准确地计算工程材料费用，奠定基本的理论知识和进行初步的训练。同时也为学习相关专业课程打好基础。

试验课是本门课程的重要学习内容，其任务是验证基本理论、掌握试验方法、了解材料性能。做试验之前应认真预习，做试验时须严格按照操作程序进行，填写试验报告。要了解试验条件对试验结果的影响，并对试验数据做出正确的计算、分析和判断。

# 第一章 建筑与装饰材料的基本性质

建筑与装饰材料在工程中所起的作用，从根本上讲就是材料性质在工程中的具体表现。正确选择和合理使用材料也都是以其性质为依据，使用材料就必须掌握其性质。本章所指的建筑与装饰材料的基本性质是指材料处于不同使用条件和使用环境时，通常必须考虑的最基本的共有的性质。

材料所处使用环境的不同、所处建（构）筑物的部位不同，人们对材料的使用功能要求就不同。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与合理使用建筑与装饰材料的基础。

## 第一节 材料的基本物理性质

### 一、与质量有关的性质

#### （一）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  $\rho$ ——密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )；

$m$ ——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 ( $\text{cm}^3$ )。

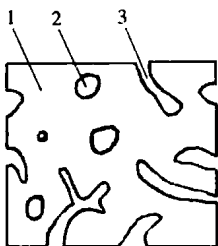


图 1-1 固体材料的  
体积构成

1—固体物质体积  $V_s$ ；2—闭  
口孔隙体积  $V_{闭}$ ；3—开口  
孔隙体积  $V_{开}$

材料在绝对密实状态下的体积是指不包括材料孔隙在内的固体实体积。在建筑工程材料中，除了钢材、玻璃及沥青等极少数材料可认为不含孔隙外，绝大多数材料内部都存在孔隙。如图 1-1 所示，孔隙按常温、常压下水能否进入分为开口孔隙和闭口孔隙。开口孔隙是指在常温、常压下水可以进入的孔隙；闭口孔隙是指在常温、常压下水不能进入的孔隙。

为了测定有孔材料的密实体积，通常把材料磨成细粉（粒径小于 0.2mm）以便去除其内部孔隙，干燥后用李氏瓶（密度瓶）通过排液法测定其密实体积。材料磨得越细，细粉体积越接近其密实体积，所测得的密度值也就越精确。

工程中常用的散粒状材料，如砂、石等材料内部有些与外部不连通的孔隙，使用时既无法排除，又没有物质进入，在密度测定时直接用排水法测出的颗粒体积（材料的密实体积与闭口孔隙体积之和，但不包括开口

孔隙体积)与其密实体积基本相同,并按上述公式计算,这时所求得的密度称为视密度。

密度是材料的基本物理性质,与材料的其他性质存在着密切关系。

## (二) 表观密度

表观密度是指多孔固体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  $\rho_0$ ——表观密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$  或  $\text{g}/\text{cm}^3$ );

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

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

材料在自然状态下的体积是指构成材料的固体物质体积与全部孔隙体积(包括闭口孔隙体积和开口孔隙体积)之和。对于形状规则的体积可以直接量测计算而得(比如各种砌块、砖);形状不规则的体积可将其表面蜡封以后用排水法或排油法测得。

当材料孔隙内含有水分时,其质量和体积均有所变化,因此测定材料表观密度时,必须注明其含水状态。一般情况下,表观密度是指气干状态下的表观密度,而在烘干状态下的表观密度,称为干表观密度。

## (三) 堆积密度

堆积密度是指粉状、颗粒状材料在堆积状态下单位体积的质量,其计算式为:

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

式中  $\rho'_0$ ——堆积密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

$m$ ——材料质量 ( $\text{kg}$ );

$V'_0$ ——材料的堆积体积 ( $\text{m}^3$ )。

材料的堆积体积包括颗粒体积(颗粒内有开口孔隙和闭口孔隙)和颗粒间空隙的体积,如图 1-2 所示。砂、石等散粒状材料的堆积体积,可通过在规定条件下用所填充容量筒的容积来求得,材料堆积密度大小取决于散粒材料的视密度、含水率以及堆积的疏密程度。在自然堆积状态下称松散堆积密度,在振实、压实状态下称为紧密堆积密度。除此之外,材料的含水程度也影响堆积密度,通常指的堆积密度是在气干状态下的,称为气干堆积密度,简称堆积密度。

## (四) 密实度与孔隙率

多数建筑材料内部含有孔隙,这些孔隙的存在会影响材料的性能。反映材料内部孔隙结构的参数有孔隙率、密实度和孔隙构造特征等。

### 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,其计算式为:

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

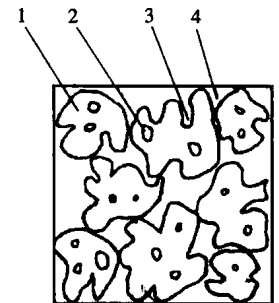


图 1-2 散粒材料的堆积体积示意图

1—颗粒中固体物质体积; 2—颗粒中的闭口孔隙; 3—颗粒中的开口孔隙; 4—颗粒间空隙

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

孔隙率是指材料内部孔隙体积占材料总体积的百分率，其计算式为：

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

由式 (1-5) 可见：

$$P + D = 1 \quad (1-6)$$

孔隙率由开口孔隙率和闭口孔隙率两部分组成。开口孔隙率指材料内部开口孔隙体积与材料在自然状态下体积的百分比，即被水饱和的孔隙体积所占的百分率，其计算式为：

$$P_K = \frac{V_K}{V_0} = \frac{m_2 - m_1}{V_0} \cdot \frac{1}{\rho_w} \times 100\% \quad (1-7)$$

式中  $P_K$ ——材料的开口孔隙率 (%)；

$m_1$ ——干燥状态下材料的质量 (g)；

$m_2$ ——吸水饱和状态下材料的质量 (g)；

$\rho_w$ ——水的密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )。

闭口孔隙率指材料总孔隙率与开口孔隙率之差，用下式表示：

$$P_B = P - P_K \quad (1-8)$$

材料的密实度和孔隙率是从两个不同侧面反映材料的密实程度，通常用孔隙率来表示。

材料内部孔隙率是影响材料性质的主要因素，除此之外，材料内部孔隙构造也是影响其性质的重要因素之一。在孔隙率一定的前提下，孔隙结构和孔径尺寸及其分布对材料的性能影响较大。建筑材料的许多性质如强度、吸水性、抗渗性、抗冻性、导热性及吸声性等都与材料的孔隙率大小及孔隙构造有关。

在建筑工程中，计算材料的用量经常用到材料的密度、表观密度和堆积密度等数据，常用材料的密度参数见表 1-1 所示。

常用建筑材料的密度、视密度、表观密度和堆积密度数值

表 1-1

材料名称	密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	视密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	表观密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	堆积密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
钢材	7.85	—	7850	—
水泥	3.2	—	—	1200 ~ 1300
花岗岩	2.6 ~ 2.9	—	2500 ~ 2850	—
石灰岩	2.4 ~ 2.6	—	2000 ~ 2600	—
普通玻璃	2.5 ~ 2.6	—	2500 ~ 2600	—
烧结普通砖	2.5 ~ 2.7	—	1500 ~ 1800	—
建筑陶瓷	2.5 ~ 2.7	—	1800 ~ 2500	—
普通混凝土	2.6 ~ 2.8	—	2300 ~ 2500	—
普通砂	2.6 ~ 2.8	2.55 ~ 2.75	—	1450 ~ 1700
碎石或卵石	2.6 ~ 2.9	2.55 ~ 2.85	—	1400 ~ 1700
木材	1.55	—	400 ~ 800	—
泡沫塑料	1.0 ~ 2.6	—	20 ~ 50	—



## (五) 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，以  $D'$  表示，用下式计算：

$$D' = \frac{V_0}{V'_0} \times 100\% = \frac{\rho'_0}{\rho_0} \times 100\% \quad (1-9)$$

### 2. 空隙率

空隙率是指散粒材料的堆积体积中，颗粒之间空隙体积占材料堆积体积的百分率，以  $P'$  表示，用下式计算：

$$P' = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}\right) \times 100\% = 1 - D' \quad (1-10)$$

即

$$D' + P' = 1$$

填充率和空隙率是从两个不同侧面反映散粒材料的颗粒互相填充的疏密程度。空隙率可以作为控制混凝土骨料级配及计算砂率的依据。

**【例 1-1】** 已知某卵石的密度为  $2.65\text{g/cm}^3$ ，表观密度为  $2610\text{kg/m}^3$ ，堆积密度为  $1680\text{kg/m}^3$ 。求石子的孔隙率和空隙率。

**【解】** 孔隙率：
$$P = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{2.61}{2.65}\right) \times 100\% = 1.5\%$$

空隙率：
$$P' = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{1680}{2610}\right) \times 100\% = 35.6\%$$

## 二、材料与水有关的性质

### (一) 亲水性与憎水性

材料在与水接触时，有些材料能被水润湿，而有些材料则不能被水润湿。根据材料表面被水润湿的情况，分为亲水性材料和憎水性材料。

润湿是水在材料表面被吸附的过程。当材料在空气中与水接触时，在材料、水、空气三相交点处，沿水滴表面作切线与材料表面所夹的角，称为润湿角  $\theta$ 。若材料分子与水分子间相互作用力大于水分子之间作用力时，材料表面就会被水润湿，此时  $\theta \leq 90^\circ$  (图 1-3a)，这种材料称为亲水性材料。反之，若材料分子与水分子之间相互作用力小于水分子间作用力时，则认为材料不能被水润湿，此时  $90^\circ < \theta < 180^\circ$  (图 1-3b)，这种材料称为憎水性材料。很显然  $\theta$  越小，材料的亲水性越好， $\theta = 0^\circ$  时表明材料完全被水润湿。

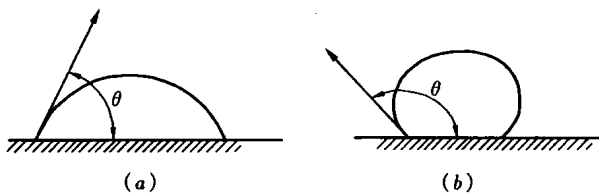


图 1-3 材料的润湿角  
(a) 亲水材料；(b) 憎水材料

多数建筑材料，如石料、砖、混凝土、木材等都属于亲水性材料。沥青、石蜡、塑料等属于憎水性材料，这类材料能阻止水分渗入材料内部，降低材料吸水性。因此，憎水性材料经常作为防水、防潮材料或用作亲水性材料表面的憎水处理。

多数建筑材料，如石料、砖、混凝土、木材等都属于亲水性材料。沥青、石蜡、塑料等属于憎水性材料，这类材料能阻止水分渗入材料内部，降低材料吸水性。因此，憎水性材料经常作为防水、防潮材料或用作亲水性材料表面的憎水处理。