

高职高专土建类专业规划教材
建筑工程技术专业

BUILDING

建筑材料



李国新 王文仲 主编

- ✓ 适应相关行业岗位考证，有利就业
- ✓ 既有必要的基础理论，又有实训操作内容
- ✓ 与新技术、新规范同步
- ✓ 强化识图、加强技能培训



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



免费提供
电子教案

高职高专土建类专业规划教材
建筑工程技术专业

建筑材料

主 编 李国新 王文仲
副主编 刘冰梅 夏文杰 依巴丹
参 编 (以姓氏笔画为序)
张文举 李艳萍 李建平 杨俊芬
周 云 南 峰 曾健华
主 审 房志勇



机械工业出版社

本书分为 12 章, 内容包括: 建筑材料的基本性质, 常用建筑材料的性能——水泥、骨料、混凝土外加剂、普通混凝土、气硬性胶凝材料、建筑砂浆、墙体材料、建筑钢材、高分子材料、功能材料等, 以及建筑材料实验和工程实际应用问题。

本书采用了最新的标准和规范, 介绍了新型材料的开发和利用、新技术的推广和应用。

本书可作为高职高专土建类专业及其他成人高校相应专业的教材, 也可作为相关专业工程技术人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑材料/李国新等编. —北京: 机械工业出版社,
2008. 1

高职高专土建类专业规划教材
ISBN 978 - 7 - 111 - 22848 - 6

I. 建… II. 李… III. 建筑材料 - 高等学校: 技术学校 -
教材 IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 010657 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 张荣荣

责任编辑: 王黎庆 版式设计: 冉晓华 责任校对: 魏俊云

封面设计: 张 静 责任印制: 邓 博

北京京丰印刷厂印刷

2008 年 2 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm × 260mm · 13.25 印张 · 324 千字

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 22848 - 6

定价: 28.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 68327259

封面无防伪标均为盗版

本教材编审委员会

主任委员：叶耀先

副主任委员：陈衍庆 刘雪梅 杨少彤

顾问：房志勇

委员：（以姓氏笔画为序）

王松成	付成喜	刘凤翰	刘雁宁	闫培明
刘振华	刘晓平	吴根树	李国新	张荣荣
张智茹	邵英秀	钟振宇	侯洪涛	徐广舒
章 辉	蔡红新	魏党生	魏 明	

出版说明

近年来,随着国家经济建设的迅速发展,建设工程的发展规模不断扩大,建设速度不断加快,对建筑类具备高等职业技能的人才需求也随之不断加大。为了贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》的精神,我们通过深入调查,组织了全国三十余所高职高专院校的一批优秀教师,编写出版了本套教材。

本套教材以《高等职业教育土建类专业教育标准和培养方案》为纲,编写中注重培养学生的实践能力,基础理论贯彻“实用为主、必须和够用为度”的原则,基本知识采用广而不深、点到为止的编写方法,基本技能贯穿教学的始终。在教材的编写中,力求文字叙述简明扼要、通俗易懂。本套教材结合了专业建设、课程建设和教学改革成果,在广泛的调查和研讨的基础上进行规划和编写,在编写中紧密结合职业要求,力争能满足高职高专教学需要并推动高职高专土建类专业的教材建设。

本系列教材先期推出建筑工程技术专业的19本教材,随后将在2008年秋推出建筑装饰工程技术专业的16本教材及与建筑工程技术专业和建筑装饰工程技术专业教材配套的十余种实训教材。在未来的2~3年内,我们将陆续推出工程监理、工程造价等土建类各专业的教材及实训教材,最终出版一套体系完整、内容优秀、特色鲜明的高职高专土建类专业教材。

本系列教材适用于高职高专院校、成人高校及二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校的土建类专业使用,也可作为相关从业人员的培训教材。

机械工业出版社

2008年1月

前 言

本教材主要适用于高等职业技术教育的“工业与民用建筑”、“建筑结构工程”、“道路与桥梁工程”及“建筑管理工程”等土建类专业。

本教材在编写过程中全部采用国家最新技术标准和规范，在内容上注意推陈出新，淘汰和削弱过时的教学内容。此外，在编写过程中还充分注意到方便自学的特点，在每章前给出了本章要点，每章末给出了适量的思考题与习题，在教材的最后一部分详细介绍了常用的7种材料的实验（包括所用仪器、实验操作方法、步骤及实验计算结果等）。

本教材由西安建筑科技大学李国新和天津城市建设学院王文仲主编，南京交通职业技术学院刘冰梅、新疆建设职业技术学院依巴丹和安徽职业技术学院夏文杰任副主编，全书由李国新统稿。参加编写的还有天津城市建设学院张文举、南京交通职业技术学院李艳萍、西安建筑科技大学杨俊芬和南峰、湖南工程职业技术学院曾健华和周云、新疆建设职业技术学院李建平。

由于编者水平有限，不妥之处在所难免，敬请广大读者和同行专家批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

绪论..... 1

第1章 材料的基本性质..... 4

1.1 基本物理性质 4

1.2 力学性质 6

1.3 材料与水有关的性质 8

1.4 材料的热工性质..... 11

1.5 材料的耐久性..... 12

思考题与习题 13

第2章 气硬性无机胶凝材料 14

2.1 石灰..... 14

2.2 石膏..... 18

2.3 水玻璃..... 20

2.4 镁质胶凝材料..... 22

思考题与习题 25

第3章 水泥 26

3.1 硅酸盐水泥..... 26

3.2 掺混合材料的硅酸盐水泥..... 32

3.3 其他品种水泥..... 35

3.4 水泥在建筑工程中的应用..... 36

思考题与习题 40

第4章 骨料 41

4.1 细骨料..... 41

4.2 粗骨料..... 44

4.3 骨料的检验规则..... 47

4.4 骨料的标志、运输和储存..... 48

思考题与习题 48

第5章 混凝土外加剂 50

5.1 混凝土外加剂的定义及 分类..... 50

5.2 混凝土减水剂..... 51

5.3 混凝土早强剂..... 55

5.4 混凝土缓凝剂..... 57

5.5 混凝土引气剂..... 58

5.6 混凝土防冻剂..... 60

5.7 混凝土泵送剂..... 62

5.8 混凝土膨胀剂..... 63

5.9 矿物外加剂..... 65

5.10 外加剂的质量验收与储存 67

思考题与习题 68

第6章 普通混凝土 69

6.1 概述..... 69

6.2 混凝土拌合物的性能..... 71

6.3 混凝土的强度..... 75

6.4 混凝土的变形..... 81

6.5 混凝土的耐久性..... 85

6.6 普通混凝土的配合比设计..... 88

思考题与习题 98

第7章 建筑砂浆 99

7.1 砌筑砂浆..... 99

7.2 抹面砂浆 104

7.3 其他品种的砂浆 108

思考题与习题..... 110

第8章 墙体材料..... 111

8.1 砌墙砖 111

8.2 砌块 120

8.3 轻质墙板 122

思考题与习题..... 124

第9章 建筑钢材..... 125

9.1 钢材的冶炼及分类 125

9.2 钢材的力学性能 127

9.3 钢材的工艺性能 130

9.4 钢材的化学成分对钢材性能的 影响 131

9.5 钢材的强化 132

9.6 常用建筑钢材的性能 133

9.7 建筑钢材的验收和储存 141

思考题与习题.....	143	12.1 水泥实验.....	177
第 10 章 高分子材料	144	12.2 骨料实验.....	183
10.1 木材.....	144	12.3 普通混凝土实验.....	190
10.2 沥青.....	150	12.4 建筑砂浆实验 (JGJ 70—	
10.3 合成高分子材料.....	156	1990)	193
思考题与习题.....	162	12.5 砌墙砖实验 (GB/T 2542—	
第 11 章 功能材料	163	2003)	195
11.1 装饰材料.....	163	12.6 建筑钢材实验.....	196
11.2 防水材料.....	169	12.7 沥青实验 (JTJ 052—	
11.3 绝热及吸声、隔声材料.....	171	2000)	198
思考题与习题.....	176	参考文献	202
第 12 章 建筑材料实验	177		

绪 论

0.1 《建筑材料》课程的内容和学习任务

建筑材料是指建筑工程所用的材料，如土、石、砖、木、金属材料、混凝土以及各种防水材料、绝热材料、吸声材料等。建筑材料是建筑工程的物质基础，它的品种、质量不仅直接关系到工程的使用功能和耐用年限，而且也制约着工程设计与施工方法。

《建筑材料》的主要任务是讲授各类建筑材料的生产配制、组成、性能、应用、质量控制与检验等。学习中应特别注意各类材料的技术性能与内部组成、结构之间的关系及其变化规律，注重基本理论与工程实际的结合，正确地选择和使用各类建筑材料。

0.2 建筑材料的分类

建筑工程使用的材料品种繁多，用途不一，按其基本成分可分为无机材料、有机材料和复合材料。常用建筑材料的具体分类见表 0-1。

表 0-1 常用建筑材料按基本成分的分类

无机材料	金属材料	黑色金属	钢、铁	
		有色金属	铝、铜及其合金等	
	非金属材料	天然石材	花岗岩、石灰岩、砂岩、大理岩等	
		烧土及熔融制品	烧结砖、烧结瓦、陶瓷、玻璃、铸石等	
		胶凝材料	气硬性胶凝材料	石灰、石膏、苛性菱苦土、水玻璃等
			水硬性胶凝材料	各种水泥
		无机人造石材	混凝土、砂浆、硅酸盐建筑制品等	
有机材料	木材、沥青、合成高分子材料、橡胶等			
复合材料	金属-非金属材料、非金属-金属材料、有机-无机材料、无机-有机材料			

0.3 建筑材料的技术标准

技术标准是对标准化领域中需要协调统一的技术事项所制定的标准。技术标准主要包括：基础标准、产品标准、方法标准、安全标准、卫生标准等。建筑材料涉及的主要是产品标准和方法标准。

按标准的约束性可分为：强制性标准和推荐性标准。涉及工程建设的质量、安全、卫生标准及国家需要控制的其他工程建设标准、产品及产品生产、储运的标准等均为强制执行的强制性标准。强制性标准以外的标准为推荐性标准。

1. 标准的分级

根据标准的适应领域和有效范围,我国将标准分为4级:国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。

(1) 国家标准。国家标准是由国家标准化主管机构批准、发布,是全国范围内统一的标准。国家标准由各专业标准化技术委员会或国务院有关主管部门提出草案,报国家标准化主管部门或由其委托的部门审批、发布。

(2) 行业标准。行业标准是由行业标准化主管部门或行业标准化组织批准、发布,在某行业内的统一标准。

(3) 地方标准。地方标准是由省、自治区、直辖市标准化主管部门发布,在当地范围内统一的标准。制定和实施地方标准,主要因为各地具有不同的特色和条件,如自然和生态环境、资源情况、科学技术和生产水平、地方产品特色以及民族和地方习俗等。

(4) 企业标准。企业标准是由企业批准发布的标准,主要用作组织生产的依据。当有同一产品的高一级标准时,企业标准技术指标应高于高一级标准(如国家标准)的相应技术指标。

2. 标准的代号和编号

(1) 国家标准的代号、编号。国家标准的代号由汉语拼音大写字母构成。强制性国家标准的代号为GB;推荐性国家标准的代号为GB/T。国家标准的编号由国家标准的代号、标准发布顺序号和标准发布年代号组成。

工程建设方面国家标准代号为GBJ。

(2) 行业标准的代号、编号。行业标准代号由汉语拼音大写字母组成。国务院各有关行政主管部门提出各自所管理的行业标准范围的申请报告,由国务院标准化行政主管部门审查确定,并公布该行业的行业标准代号,如:JC为国家建材行业标准代号;JGJ为建筑行业标准代号等。行业标准的编号组成形式同国家标准。

(3) 地方标准的代号、编号。地方标准的代号由“DB”加上省、自治区、直辖市行政区划代码的前两位数字组成(推荐性标准加“T”)。

(4) 企业标准的代号、编号。企业标准的代号以“Q”为分子,分母为企业代号,可用汉语拼音大写字母或阿拉伯数字或两者兼用所组成。

0.4 《建筑材料》课程的学习方法

《建筑材料》课程的内容庞杂,其中讲述的建筑材料品种繁多,涉及许多学科或课程,其名词、概念和专业术语较多,各种建筑材料相对独立。此外,本课程中公式推导较少,而以叙述为主,许多内容为实践规律的总结。因此,其学习方法与其他课程不尽相同。学习建筑材料时,应从以下两个方面来进行:

(1) 了解或掌握材料的组成、结构和性质之间的关系。掌握建筑材料的性质与应用是学习的目的,但孤立地看待和学习,就免不了要死记硬背。材料的组成和结构决定了性质与应用,因此,学习时应了解或掌握材料的组成、结构与性质之间的关系。应特别注意的是,材料内部孔隙的数量、大小、状态及其影响因素,对材料的所有性质均有显著的影响,同时还应该注意外界因素对材料结构和性质的影响。

(2) 密切联系工程实际, 重视实验课的学习。《建筑材料》是一门实践性很强的课程, 学习时应注意理论联系实际, 利用一切机会观察周围已经建成的或正在建设的工程。实验课是本课程的重要教学环节, 通过实验可验证所学的基本理论, 学会检验常用材料的实验方法, 掌握一定的实验技能, 并能对实验结果进行正确的分析和判断, 这对培养学习与工作能力十分有利。

第 1 章 材料的基本性质

本章要点

本章是学习《建筑材料》课程的基础。重点介绍了材料的基本物理性质（密度、表观密度、堆积密度、孔隙率和空隙率）、力学性质（强度、弹性与塑性、脆性与韧性、硬度与耐磨性）、材料与水有关的性质（亲水性与憎水性、吸水性与吸湿性、耐水性、抗冻性、抗渗性）；对材料的热工性质和耐久性作了一般介绍。

1.1 基本物理性质

1.1.1 密度

密度是指材料在绝对密实状态下，单位体积的干质量，按式（1-1）计算：

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

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 ）。

材料在绝对密实状态下的体积，是指不包含材料内部孔隙的实体积。除了钢材、玻璃等少数材料外，绝大多数材料内部都有一些孔隙。在测定有孔隙材料（如砖、石等）的密度时，应把材料磨成细粉，烘干至恒重，用李氏瓶测定其绝对密实体积，用式（1-1）计算得到密度值。材料磨得越细，测得的密实体积数值就越精确，计算得到的密度值也就越精确。

密度是材料的基本物理性质之一，与材料的其他性质关系密切。

1.1.2 表观密度

表观密度是指材料在自然状态下，单位体积的干质量，按式（1-2）计算：

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

式中 ρ_0 ——材料的表观密度（ kg/m^3 ）；

m ——材料在干燥状态下的质量（ kg ）；

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，是指包括材料实体积和孔隙体积在内的体积。对于形状规则的材料，其体积可用量具测量、计算而得；对于形状不规则的材料，可用蜡封法封闭孔隙，然后再用排液法测量体积。对于混凝土用的砂石材料，直接用排液法测量体积，此时的体积是实体积与闭口孔隙体积之和。由于砂石比较密实，孔隙很少，开口孔隙体积更少，所以排

液法测得的密度也称为表观密度。

材料的含水状态变化时,其质量和体积均发生变化。通常,表观密度是指材料在干燥状态下的表观密度,其他含水情况应注明。

1.1.3 堆积密度

堆积密度是指散粒材料单位堆积体积物质颗粒的质量,按式(1-3)计算:

$$\rho_1 = \frac{m}{V_1} \quad (1-3)$$

式中 ρ_1 ——材料的堆积密度 (kg/m^3);

m ——材料在干燥状态下的质量 (kg);

V_1 ——材料的堆积体积 (m^3)。

材料的堆积体积包括材料实体积、孔隙体积和颗粒间的空隙体积。堆积密度是指材料在气干状态下的堆积密度,其他含水情况应注明。材料的堆积密度反映散粒结构材料堆积的紧密程度及材料可能的堆放空间。

1.1.4 孔隙率与空隙率

1. 孔隙率与密实度

孔隙率是指材料体积内孔隙体积占总体积的百分率,用 P 来表示,按式(1-4)计算:

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

密实度是指材料体积内被固体物质充实的程度,也就是固体体积占总体积的比例,用 D 表示,按式(1-5)计算:

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

孔隙率与密实度的关系,可用下式表示: $P + D = 1$ 。

孔隙率与密实度均反映了材料的致密程度。孔隙率的大小及孔隙特征对材料的性质影响很大。孔隙特征是指孔隙的种类(开口孔与闭口孔)、孔径的大小及孔的分布情况等。

2. 空隙率与填充率

空隙率是指散粒材料在堆积体积中,颗粒之间的空隙体积占堆积体积的百分率,用 P' 表示,按式(1-6)计算:

$$P' = \frac{V_1 - V_0}{V_1} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_1}{\rho_0}\right) \times 100\% \quad (1-6)$$

填充率是指散粒材料在其堆积体积中,被其颗粒填充的程度,以 D' 表示,按式(1-7)计算:

$$D' = \frac{V_0}{V_1} \times 100\% = \frac{\rho_1}{\rho_0} \times 100\% \quad (1-7)$$

空隙率与填充率的关系,可用下式表示: $P' + D' = 1$ 。

空隙率和填充率是从不同角度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。

1.2 力学性质

1.2.1 强度

1. 材料的强度

材料的强度是指材料在外力作用下不被破坏时能承受的最大应力。当材料受到外力作用时，在材料内部相应地产生应力，外力增大，应力也随之增大，直到应力超过材料内部质点所能抵抗的极限时，材料就被破坏，此时的极限应力即为材料强度。根据外力作用方式的不同，材料强度有抗压、抗拉、抗剪、抗折（抗弯）强度等。材料的这些强度是按照标准方法通过静力试验来测定的。

材料的受力状态如图 1-1 所示。

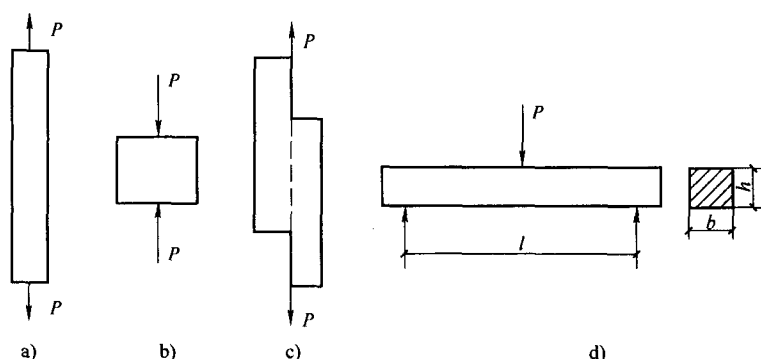


图 1-1 材料受力示意图

a) 受拉 b) 受压 c) 剪切 d) 弯曲

材料的抗压、抗拉、抗剪强度可按式 (1-8) 计算：

$$f = \frac{P}{A} \quad (1-8)$$

式中 f ——材料的强度 (MPa)；

P ——试件破坏时的最大荷载 (N)；

A ——试件受力面积 (mm^2)。

材料的抗折（抗弯）强度与材料的受力情况、截面形状等有关。对于矩形截面的条形试件，在两端支承、中间作用一集中荷载时，其抗折强度可按式 (1-9) 计算：

$$f = \frac{3Pl}{2bh^2} \quad (1-9)$$

式中 f ——材料的抗折（弯）强度 (MPa)；

P ——试件破坏时的最大荷载 (N)；

l ——试件两支点间的距离 (mm)；

b ——试件截面的宽度 (mm)；

h ——试件截面的高度 (mm)。

材料的强度与其组成及构造有关。不同的材料由于组成和构造不同，其强度不同；同一

种材料，即使其组成相同，但若构造不同，材料的强度也有很大差异。材料的孔隙率越大，则其强度越小。材料的强度还与试验条件有关，如试件的形状、尺寸和表面状态，试件的含水率，加载速度、试验温度、试验设备的精确度以及试验操作人员的技术水平等。为了使试验结果比较准确，而且具有可对比性，国家规定了各种材料强度的标准试验方法。在测定材料强度时必须严格按照规定的标准方法进行。

2. 强度等级

大多数建筑材料按其极限强度的大小，划分为若干不同的等级，称为材料的强度等级。对于脆性材料，主要根据其抗压强度大小来划分强度等级，如烧结普通粘土砖、砂浆、混凝土等；对于塑性和韧性材料，主要根据其抗拉强度大小来划分强度等级，如钢材等。强度值与强度等级不能混淆，强度值是表示材料力学性质的指标，强度等级则是根据强度值划分的级别。划分材料强度等级，对掌握材料性能和正确选用材料具有重要意义。

3. 比强度

比强度是指材料的强度与其表观密度的比值，它是衡量材料轻质高强性能的重要指标。比强度越大，则材料轻质高强性能越好。选用比强度大的材料或者提高材料的比强度，对增加建筑物高度、减轻结构自重、降低工程造价等具有重大意义。

1.2.2 弹性与塑性

材料在外力作用下产生变形，当外力撤消后，材料变形即可消失，并且能完全恢复原来形状的性质，称为弹性。这种完全能恢复的变形，称为弹性变形。材料在弹性变形范围内，其应力与应变的比值是一个常数，这个比值称为材料的弹性模量，即 $E = \sigma / \varepsilon$ 。弹性模量 E 是衡量材料抵抗变形能力的一个指标， E 越大，则材料越不易变形。

材料在外力作用下产生变形，当外力撤消后，材料仍保持变形后的形状和尺寸，并且不产生裂缝的性质，称为塑性。这种不能消失的变形，称为塑性变形。

在建筑材料中，没有纯弹性材料。许多材料受力不大时，仅产生弹性变形；受力超过一定限度后，即产生塑性变形。如建筑钢材，当外力小于弹性极限时，仅产生弹性变形；若外力大于弹性极限后，则除了产生弹性变形外，还产生塑性变形。有的材料在受力时，弹性变形和塑性变形同时产生，如果撤消外力，则弹性变形可以消失，但塑性变形却并不能消失。

1.2.3 脆性与韧性

材料在外力作用下，当外力达到一定程度时，材料突然被破坏而又无明显的塑性变形的性质，称为脆性。大部分无机非金属材料均属于脆性材料，如混凝土、砖、石等，脆性材料的特点是塑性变形很小，抵抗冲击、振动荷载的能力差，抗压强度高，抗拉强度低。

材料在冲击或动力荷载的作用下，能吸收较大能量并产生较大变形而不被破坏的性质，称为韧性。建筑钢材、木材、橡胶等属于韧性材料。韧性材料的特点是塑性大，抗拉、抗压强度都较高。对于要求承受冲击和振动荷载作用的结构，如吊车梁、桥梁、路面等，应选用具有较高韧性的材料。

1.2.4 硬度与耐磨性

硬度是指材料表面抵抗其他物体压入或刻划的能力。不同材料的硬度采用不同的测定方

法。钢材、木材和混凝土等材料的硬度常采用压入法测定，如布氏硬度（HB）是以单位面积压痕上所受到的压力来表示的。天然矿物的硬度常采用刻划法测定，矿物硬度分为10级，其硬度递增的顺序为：滑石1；石膏2；方解石3；萤石4；磷灰石5；正长石6；石英7；黄晶8；刚玉9；金刚石10。材料的硬度越大，则其耐磨性越好，加工越困难。

耐磨性是材料表面抵抗磨损的能力。材料的耐磨性与材料的组成、结构及强度、硬度有关。建筑中用于地面、踏步、台阶等处的材料，均应考虑其耐磨性。

1.3 材料与水有关的性质

1.3.1 亲水性与憎水性

材料在空气中与水接触时，根据其能否被水润湿，可将材料分为亲水性材料和憎水性材料两大类。

润湿是水在材料表面上被吸附的过程，它与材料本身的性质有关。如材料分子之间的相互作用力大于水分子之间的作用力，则材料表面被水润湿。此时，在材料、水和空气三相的交点处，沿水滴表面的切线与水和固体接触面所成的夹角——湿润角 $\theta < 90^\circ$ （如图1-2a所示），这种材料属于亲水性材料。润湿角 θ 角越小，说明浸润性越好，亲水性越强。如材料表面不能被水润湿，此时，湿润角 $\theta > 90^\circ$ ，这种材料属于憎水性材料（如图1-2b所示）。

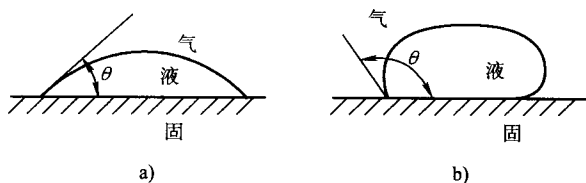


图1-2 材料的润湿角

a) 亲水性材料 b) 憎水性材料

材料亲水的原因是材料分子与水分子间的吸引力大于水分子之间的内聚力，因此能被水湿润，如木材、砖、混凝土等。材料憎水的原因是材料分子与水分子间的吸引力小于水分子之间的内聚力，因此不能被水湿润，如沥青、石蜡等。

亲水性材料表面均能被水湿润，且能通过毛细管作用将水吸入材料的毛细管内部；憎水性材料表面不能被水湿润，且能阻止水分渗入材料的毛细管中，因而能降低材料的吸水性。憎水性材料不仅可用作防水材料，而且还可用于亲水材料的表面处理，以降低其吸水性。

1.3.2 吸水性与吸湿性

1. 吸水性

吸水性是指材料在浸水饱和状态下吸收水分的能力。吸水能力的大小用吸水率表示，吸水率有质量吸水率和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状态下，所吸水的质量占材料干质量的百分率，可按式(1-10)计算：

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

式中 $W_{\text{质}}$ ——材料的质量吸水率（%）；

$m_{\text{湿}}$ ——材料吸水饱和时的质量（g）；

$m_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的质量 (g)。

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

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

式中 $W_{\text{体}}$ ——材料的体积吸水率 (%) ;

$V_{\text{水}}$ ——材料吸水饱和时, 所吸水的体积 (cm^3) ;

V_0 ——干燥材料在自然状态下的体积 (cm^3) ;

$\rho_{\text{水}}$ ——水的密度 (g/cm^3) 。

材料的吸水性不仅取决于材料是亲水性还是憎水性, 还取决于其孔隙率的大小和孔隙特征。一般来讲, 材料的孔隙率越大, 吸水性越强。开口而且连通的细小孔隙越多, 吸水性越强。闭口孔隙, 水分不容易进入, 故吸水性小; 开口的粗大孔隙, 水分容易进入, 但不能留存, 故吸水性较小。各种材料的吸水性差别很大, 如花岗岩等致密岩石的吸水率仅为 0.2% ~ 0.7%, 普通混凝土为 2% ~ 3%, 粘土砖为 8% ~ 20%, 木材或其他轻质材料吸水率可达 100% 以上。

材料的吸水性会对其性质产生不良影响。如材料吸水后, 自重增加, 体积膨胀, 强度下降, 保温性能下降, 耐久性下降。

2. 吸湿性

吸湿性是指材料在潮湿空气中吸收空气中水分的性质。吸湿性的大小用含水率表示。含水率指材料所含水的质量占干燥材料质量的百分率, 按式 (1-12) 计算:

$$W_{\text{含}} = \frac{m_{\text{含}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \quad (1-12)$$

式中 $W_{\text{含}}$ ——材料的含水率 (%) ;

$m_{\text{含}}$ ——材料含水时的质量 (g) ;

$m_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的质量 (g) 。

材料含水率的大小, 与周围环境的温度、湿度有关。气温越低、相对湿度越大, 材料的含水率也就越大。材料中的湿度与空气中的湿度达到平衡时的含水率, 称为平衡含水率。影响材料吸湿性的原因很多, 除了上述环境温度与湿度影响外, 材料的亲水性、孔隙率与孔隙特征等都对吸湿性有影响。亲水性材料比憎水性材料有更强的吸湿性, 材料中孔隙对吸湿性的影响与其对吸水性的影响相似。

1.3.3 耐水性

材料的耐水性是指材料长期在饱和水的作用下不破坏, 而且强度也不显著降低的性质。材料的耐水性用软化系数表示, 按式 (1-13) 计算:

$$K_{\text{软}} = \frac{f_{\text{饱}}}{f_{\text{干}}} \quad (1-13)$$

式中 $K_{\text{软}}$ ——材料的软化系数;

$f_{\text{饱}}$ ——材料在吸水饱和状态下的抗压强度 (MPa) ;

$f_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的抗压强度 (MPa) 。