

建筑工程施工现场
专业人员培训教材

建筑材料

JIANZHU CAILIAO

本书编写组 编

中国环境科学出版社

建筑工程施工现场专业人员培训教材

建 筑 材 料

本书编写组 编

||

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑材料/本书编写组编. —北京: 中国环境科学出版社, 2010

建筑工程施工现场专业人员培训教材

ISBN 978-7-5111-0230-0

I. 建… II. 本… III. 建筑材料—技术培训—教材
IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 059157 号

出版发行	中国环境科学出版社 (100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号) 网 址: http://www.cesp.com.cn 联系电话: 010-67112765(总编室) 发行热线: 010-67125803
印 刷	北京市联华印刷厂
经 销	各地新华书店
版 次	2010 年 5 月第 1 版
印 次	2010 年 5 月第 1 次印刷
印 数	1—5000
开 本	787×1092 1/16
印 张	19
字 数	440 千字
定 价	28.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载，侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题，请寄回本社更换

目 录

第一章 建筑材料概述	1
第一节 本课程的任务	1
第二节 建筑材料的定义和分类	1
第三节 建筑材料重要性及其发展	3
第四节 建筑材料的基本性质	3
复习思考题	14
第二章 气硬性无机胶凝材料	15
第一节 胶凝材料的定义与分类及其发展历史	15
第二节 石膏	16
第三节 石灰	21
第四节 水玻璃	26
第五节 镁质胶凝材料	28
复习思考题	30
第三章 水泥	31
第一节 水泥的定义与分类及其发展	31
第二节 硅酸盐水泥与普通硅酸盐水泥	31
第三节 掺加混合材料的硅酸盐水泥	44
第四节 专用水泥	47
第五节 特性水泥	49
第六节 水泥的质量检验与保管	56
复习思考题	58
第四章 普通混凝土	59
第一节 普通混凝土的组成材料	59
第二节 普通混凝土的主要性能	64
第三节 普通混凝土的配合比设计	71
第四节 普通混凝土的外加剂	76
复习思考题	82
第五章 其他品种混凝土	84
第一节 高性能混凝土	84
第二节 高强混凝土	89
第三节 轻质混凝土	93
第四节 其他特种混凝土	99
复习思考题	106
第六章 砂浆	107

第一节	砂浆的基本组分	107
第二节	砂浆的基本性能	110
第三节	砂浆的施工应用	113
	复习思考题	119
第七章	墙体材料	120
第一节	建筑板材类	120
第二节	建筑砌块	139
第三节	建筑用砖	147
	复习思考题	154
第八章	建筑钢材	156
第一节	钢的生产和分类	156
第二节	钢的化学成分对其性能的影响	157
第三节	建筑钢材的主要技术性能	158
第四节	建筑钢材的品种与选用	161
第五节	常见钢结构及其连接	173
第六节	钢筋混凝土结构用钢材	176
第七节	钢材的防护	182
	复习思考题	183
第九章	建筑塑料	185
第一节	建筑塑料特点	186
第二节	建筑塑料的组成及分类	188
第三节	常用建筑塑料	193
第四节	建筑胶黏剂	196
第五节	建筑塑料制品	200
第六节	建筑塑料发展方向	210
	复习思考题	211
第十章	建筑防水材料	212
第一节	我国房屋建筑防水工程现状概况	212
第二节	建筑防水材料分类	213
第三节	防水卷材	215
第四节	防水涂料	232
第五节	防水材料的选用	237
	复习思考题	239
第十一章	绝热吸声材料	240
第一节	绝热材料	240
第二节	吸声材料	248
	复习思考题	253
第十二章	建筑装饰材料	254
第一节	建筑装饰材料的分类	254

第二节	建筑装饰材料的基本性质·····	255
第三节	饰面石材·····	259
第四节	陶瓷装饰材料·····	264
第五节	建筑装饰玻璃及制品·····	271
第六节	金属装饰材料·····	287
第七节	建筑装饰木材制品·····	290
第八节	建筑装饰涂料·····	292
	复习思考题·····	295
	参考书目·····	296

第一章 建筑材料概述

建筑材料是建筑工程中三大基本要素之一，在建筑工程领域起着重要的作用，任何一项建筑工程，就是施工过程中各种建材及制品进行合理组合而成的建筑实体。建筑材料贯穿于建筑领域的各个角落，在建筑工程中具有重要意义。

第一节 本课程的任务

建筑材料课程是建筑工程和建筑技术的基本组成部分，是一门基础技术课。是建筑企业专业管理人员岗位资格培训的必修课程。课程的任务是使学生通过学习获得建筑材料的基础知识，掌握常用建筑材料性能、使用方法及其试验检测技能，以便在工作实践中能合理地选择和使用建筑材料。

本课程的主要内容包括：建筑工程中常用建材及其制品的品种、基本组成、规格、性能及使用，材料的组成、结构与性能的关系，各类建材产品的生产工艺、性能以及储运和保护，建筑材料的检验评定。

第二节 建筑材料的定义和分类

建筑材料是指在建筑工程中所使用的各种材料及其制品的总称。

随着建筑行业的快速发展，建筑材料也得到迅猛发展。建筑材料的品种繁多，可以从不同的角度对其进行分类。

一、按照基本成分分类

按照建筑材料的基本成分（主要是化学成分），可以将建筑材料分为无机建筑材料，有机建筑材料和复合材料三类。详见表 1-1。

表 1-1 建筑材料按基本成分分类

分 类	实 例
有机建筑材料	植物质材料 木材、竹材、植物纤维及制品等
	沥青材料 煤沥青、石油沥青及其制品等
	高分子材料 涂料、塑料、胶黏剂等
无机建筑材料	金属材料 黑金属：钢、铁及其合金、不锈钢、合金钢等
	有色金属：铜、锌、铝等及其合金

续表

分 类		实 例
无机建筑材料	非金属材料	天然石材：砂、石子及各种石材制品等
		烧土制品：粘土砖、瓦、建筑陶瓷制品等
		胶凝材料及其制品：石灰、石膏及其制品、水玻璃、水泥及混凝土制品
		玻璃：平板玻璃、装饰玻璃、特种玻璃等
		无机纤维材料：玻璃纤维、矿物棉等
复合材料	有机—金属材料	有机涂层铝合金板、PVC 钢板等
	有机—无机非金属材料	聚合物混凝土、沥青混凝土、玻璃纤维增强塑料
	金属—无机非金属材料	钢纤维混凝土、钢筋混凝土、钢丝网水泥板等
	其他复合材料	水泥石棉制品等

二、按照功能分类

按照建筑材料在建筑物中的部位或者使用功能，可以将建筑材料分为建筑结构材料、建筑功能材料。需要指出的是，按使用功能分类只是一种大致的划分，因为许多建筑材料的功能并不是单一的。

在建筑结构中承担各类荷载作用的结构，称为承重结构，如各种基础、承重墙、梁、柱、楼板、屋架和其他受力结构等。构成这些结构的材料称为建筑结构材料。建筑工程对结构材料的主要要求有：具有较高的强度，一定的弹性模量、冲击韧性、抗疲劳性等；具有较小的温度变形和干湿变形等；根据使用条件的不同还应具有一定的抗冻性、抗渗性、耐水性、耐腐蚀性、耐候性、防火性、耐火性等耐久性。目前常用的结构材料有水泥混凝土及其制品、砖（烧结普通砖、烧结多孔砖、灰砂砖）、石材、木材、钢板以及钢筋混凝土和预应力钢筋混凝土。随着我国基础设施建设的继续深入，钢筋混凝土以及预应力混凝土仍将是我国建筑工程中的主要结构材料之一。

建筑功能材料主要是指用于建筑工程中担负某些建筑功能的非承重材料，如保温隔热材料、吸声材料与隔声材料、装饰材料、防水材料、非承重墙体材料等。这些材料在因各自的特殊功用而被应用到建筑工程上，形成了多品种多功能的趋势。随着我国国民经济的发展以及人民生活水平的提高，对居住环境的质量要求也越高，加之社会对能源和环境问题的日益重视，可以预见，这类功能材料将会更多地应用于建筑工程上。例如在建筑物中使用比例较大的墙体材料，选择合适的墙体材料对降低建筑物的成本、建筑节能和使用安全耐久性等都有重要意义。

三、按照制造方法分类

按照制造方法，建筑材料可以分为天然材料和人工材料。其中，天然材料是指对自然界中的物质进行简单物理加工，如对表面状态、大小、形状等的改变，但不改变其内部组成和结构。人工材料是对从自然界中获取的原料进行热处理、化学处理等方法加工而得到的。典型的天然材料有石材、木材等，而钢材、水泥、玻璃等均属于人工材料。

第三节 建筑材料重要性及其发展

在建筑工程中，建筑、材料、结构、施工四者是密切相关的。其中，材料是基础，材料的品种、性能和质量决定了建筑的形式和施工方法。建筑材料的革新可以促使建筑设计、结构设计和施工技术的革新。

在一般工程中，建筑材料的造价占工程总造价的 50%~60%。一方面，建筑经济学家为降低造价和节省投资，在建设中首要考虑的就是节约和合理地使用建筑材料；另一方面，目前大部分建材的生产多属于国家的重要原料工业，建筑材料能否合理运用也关系到国民经济的发展。

随着人类社会的不断进步，各类建筑材料都在不断发展，特别是改革开放以后，我国建筑材料呈现出多品种多功能大产量的发展特征。水泥工业已由新中国成立前的年产量不足百万吨的单一品种发展到品种和标号齐全、产量巨大的水平。2008 年我国水泥产量为 13.89 亿 t；钢材已经跻身于世界生产大国的行列，2008 年粗钢产量达到 5 亿 t；陶瓷材料也由过去单一的白色瓷器发展到有几千种花色品种的陶瓷产品，特别是在建筑陶瓷、卫生陶瓷方面取得了长足的发展，可以满足高标准建筑的需要。近年来，我国玻璃工业也得到了迅猛的发展，2008 年我国普通平板玻璃产量达到 5.6 亿箱，而且生产出功能各异的新品种。

纵观建筑材料近代的演进，主要表现出三大特征：第一，复合型建筑材料日益增多。由两种或者两种以上不同功能的材料通过恰当手段结合，发挥几种材料的复合特性，从而克服单一材料的弱点，多功能复合材料在建筑材料领域已经得到广泛的应用。第二，发展绿色建材势在必行。目前建材行业虽然发展速度很快，但是存在着很多问题，主要表现在资源能源消耗大，集约化程度低，环境污染较严重。因此，依靠科技手段，在建材生产中采用清洁生产技术，不用或者少用天然资源和能源，大量使用工业固体废弃物等手段是时代对建材行业发展的必然要求。第三，化学建材已经成为主流，化学建材是指以高分子材料为基料，经配制加工成用于建设工程的各类材料及其制品的统称。化学建材具有科技含量高、功能多样化、节约资源和能源、易于设计等优点，因而化学建材得到迅猛的发展。

第四节 建筑材料的基本性质

在建筑工程中，由于使用环境和使用功能的不同，建筑材料要承受不同作用，因而要求建筑材料具有相应的不同的性质。选择、运用、分析和评价建筑材料，都应该熟悉它们的各种性质。如对于建筑结构材料，在使用过程中需要受到各种外力作用，所选材料就要具备相应的力学性能；而对于长期暴露在外的材料，则要求所选建筑材料具有良好的耐久性，能够抵抗风吹、日晒、雨淋甚至冰冻而引起的温度、湿度变化等造成的破坏作用。本章主要介绍材料的基本物理性质、热学性质、与水有关性质、基本力学性质和材料的耐久性。这些是建筑材料共有的基本性质，而对于不同建筑材料因其使用要求所需具备的其他

性能，则在后续章节中的讨论中进行介绍。

一、建筑材料的基本物理性质

(一) 密度、表观密度与堆积密度

1. 密度 (ρ)

密度是指材料在绝对密实堆积下单位体积的质量。密度用下式表示：

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中， ρ ——材料的密度， g/cm^3 ；

m ——材料干燥时的质量， g ；

V ——材料的绝对密实体积， cm^3 。

需要注意的是，材料在绝对密实堆积状态下的体积 V 的测定需要根据材料的形态和密实度进行而选择不同的方法。对于水泥、矿渣等粉体材料，需要将粉体置于与该材料不发生化学反应的液体中，利用粉体排开液体的体积来测量粉体颗粒的体积，如用煤油测水泥粉体的体积；对于内部结构密实且形状规则的材料，可以直接测量其外观尺寸计算体积；对于内部含有孔隙的材料，如耐火砖等，需要将其研磨成一定细度的粉体，参照粉体绝对密实堆积下体积测量方法进行测定。

2. 表观密度 (ρ_0)

材料的表观密度是指在自然状态下，材料的质量与表观体积之比。表观密度用下式表示：

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0}$$

式中， ρ_0 ——材料的表观密度， kg/m^3 或 g/cm^3 ；

m ——材料的质量， kg 或 g ；

V_0 ——材料在自然状态下的体积， m^3 或 cm^3 ，包括材料内部封闭孔隙的体积。

需要注意的是，表观密度通常需要注明含水状态。如无特别说明，则一般取干状态下的数据。

材料的自然状态下的体积 V_0 包括内部封闭孔隙的体积，对于外形规则的材料可以直接测量外观尺寸；对于外形不规则的材料，如石子，可以采用静水称量法或封蜡法进行测量。

3. 堆积密度 (ρ_1)

堆积密度是指粒状材料在堆积状态下单位体积的质量。粒状材料的堆积体积，会随着堆放状态不同而异，因此，根据堆积的密集程度，又可分为紧密堆积密度和松散堆积密度。材料的堆积密度用下式表示：

$$\rho_1 = \frac{m}{V_1}$$

式中， ρ_1 ——材料的堆积密度， kg/m^3 ；

m ——材料在自然状态下的质量，kg；

V_1 ——材料在堆积状态下的体积， m^3 ，该体积既包括材料内部封闭孔隙的体积，又包括颗粒间空隙的体积。

(二) 孔隙率和密实度

1. 孔隙率 (P)

孔隙率是指材料在一定的堆放状态下，内部孔隙体积占堆积体积的百分率，用下式表示：

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\%$$

或者用密度表示为：

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

2. 密实度 (D)

密实度是指材料体积内被固体物质充实的程度，用下式表示：

$$D = \frac{V}{V_0} \times 100\% = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\%$$

根据上述孔隙率和密实度的定义可以知道，对于同一材料， $P + D = 1$ 。

孔隙率或者密实度是反映材料的结构致密程度，直接影响到材料的力学性能、耐久性、保温性能等。需要注意的是，材料的孔隙率只能反映材料内部所有孔隙的总量，不能反映孔径分布状况。因此，除孔隙率之外，要注意孔径大小和形态对材料性能的影响。

(三) 空隙率和填充率

1. 空隙率 (P_1)

空隙率是指粒状材料在疏松堆放状态下，颗粒之间空隙的体积，占堆积体积的百分率，可以用下式表示：

$$P_1 = \frac{V_1 - V_0}{V_1} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_1}{\rho_0}\right) \times 100\%$$

式中， V_0 ——在自然状态下的粒状材料体积之和。

2. 填充率 (D_1)

所谓填充率是指粒状材料在堆积体积中，被颗粒填充的程度，即粒状材料在某种堆积体积中，颗粒自然体积的占有率。

$$D_1 = \frac{V_0}{V_1} \times 100\%$$

如果采用相同含水状态下的表观密度和堆积密度，填充率还可以用下式表示：

$$D_1 = \frac{\rho_1}{\rho_0} \times 100\%$$

根据上述空隙率和填充率的定义可以知道，对于同一材料， $D_1 + P_1 = 1$ 。

空隙率或者填充率的大小，都能反映出粒状材料颗粒之间相互填充的状态。

在建筑工程中，常常要用到材料的密度、表观密度等数据来进行材料用量的计算。常用建筑材料的有关数据见表 1-2。

表 1-2 常用建筑材料的密度、表观密度、堆积密度、孔隙率和空隙率

材 料	密度/ (g/cm ³)	表观密度/ (kg/m ³)	堆积密度/ (kg/m ³)	孔隙率/ %	空隙率/ %
石灰岩	2.60	1 800~2 600	—	—	—
花岗岩	2.80	2 500~2 700	—	0.5~3.0	—
石灰岩碎石	2.60	—	1 400~1 700	—	35~45
沙 子	2.60	—	1 450~1 650	—	37~55
水 泥	3.10	—	1 200~1 300	—	55~60
普通混凝土	—	2 100~2 600	—	5~20	—
轻骨料混凝土	—	800~1 900	—	—	—
粘土	2.60	—	1 600~1 800	—	—
普通粘土砖	2.50	1 600~1 800	—	20~40	—
粘土空心砖	2.50	1 000~1 400	—	—	—
玻 璃	2.55	2 450~2 550	—	—	—
钢 材	7.85	7 850	—	0	—
木 材	1.55	400~800	—	55~75	—

二、材料的热学性质

为了节约建筑物的使用能耗，为生产和生活创造适宜的条件，在选用建筑材料的时候，常常要求其具有一定的热学性质，以在最小能耗下维持室内温度。常考虑的热学性质有材料的导热性、热容量和比热容、导温系数和热膨胀性。

(一) 材料的导热性

所谓导热性是指材料传导热量的能力。材料导热能力的大小用导热系数 (λ) 作为考察指标。导热系数的定义是指单位面积、单位厚度的材料，当其相对表面温差为 1K 时，在单位时间里传导的热量，用下式表示：

$$\lambda = \frac{Q \cdot a}{A \cdot t (T_2 - T_1)}$$

式中， λ ——材料的导热系数，W/ (m·K)；

Q ——材料传导的热量，J；

a ——材料的厚度，m；

A ——热传导面积，m²；

t ——热传导时间，s；

$T_2 - T_1$ ——材料两侧温度差，K。

材料的导热系数越小，绝热性能越好。材料的导热系数主要取决于材料的组成与结构。各种建筑材料的导热系数差别很大，混凝土的导热系数为 1.80 W/ (m·K)，花岗岩导热系数为 2.90 W/ (m·K)，而泡沫塑料的导热系数则很低，为 0.036 W/ (m·K)。

(二) 材料的热阻

热阻是指材料层阻抗热流通过的能力，为导热系数的倒数，用下式表示：

$$R = \frac{1}{\lambda}$$

式中, R ——材料的层热阻, $(\text{m} \cdot \text{K}) / \text{W}$;
 λ ——材料的导热系数, $\text{W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 。

(三) 材料的热膨胀性

材料处于温度变化时会导致其在长度或者体积上发生改变, 用热膨胀系数可以反映材料的热变形性能。材料的热膨胀系数是指在单位温度下, 材料因温度变化发生胀量、缩量的比率, 以长度或者体积计算。用下式表示:

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L(T_2 - T_1)} \quad (\text{以长度计})$$

$$\text{或} \quad \beta = \frac{\Delta V}{V(T_2 - T_1)} \quad (\text{以体积计})$$

式中, α ——材料的线膨胀系数, $1/\text{K}$;
 β ——材料的体积膨胀系数, $1/\text{K}$;
 ΔL ——材料的线变形量, mm ;
 ΔV ——材料的体积变形量, mm^3 ;
 L ——材料原来长度, mm ;
 V ——材料原来体积, mm^3 ;
 $T_2 - T_1$ ——升(降)温前后温度差, K 。

材料的热膨胀系数, 作为建筑设计选材时取用的热变形数据, 在建筑工程中越来越受到重视。

(四) 材料的热容与比热容

材料温度升高时将吸收热量、温度降低时将放出热量叫做热容量。热容量的大小用比热容表示, 简称比热, 其定义是单位质量的材料当温度升高或者降低 1K 时所吸收或者放出的热量。用下式表示:

$$c = \frac{Q}{m(T_2 - T_1)}$$

式中, c ——材料的比热容, $\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$;
 Q ——材料的热容量, J ;
 m ——材料的质量, g ;

$T_2 - T_1$ ——材料受热或冷却前后的温度差, K 。

热容量或者比热容表示材料内部存储热量的能力, 不同的材料比热容不同, 同一种材料由于其所处的状态不同, 其比热容也会发生变化, 如水的比热容为 $4.186\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$, 结冰后, 其比热容变为 $2.093\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ 。

建筑材料的导热系数和比热容, 对保持建筑物内部温度稳定有重大意义。对于房屋建筑维护材料, 我们希望冬季保暖、夏季隔热, 尽量减少热量通过墙体等部位传递, 同时希望将热量储存在材料中, 以保证室内温度的稳定, 因此, 在选用建筑材料尤其是墙材时,

需要选择导热系数小而比热容大的材料。表 1-3 列出了一些常用材料的热性质指标。

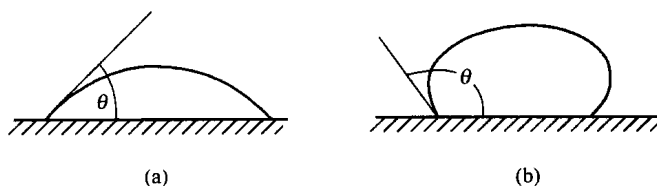
表 1-3 常用材料的热性质指标

材料	钢材	花岗岩	混凝土	松木	粘土砖	空气	水	冰
比热容/[J/(g·K)]	0.46	0.80	0.88	1.63	0.84	4.19	4.186	2.09
导热系数/[W/(m·K)]	58.00	2.90	1.80	0.15	0.55	0.025	0.60	2.20

三、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，因材料的性质不同，水在材料的表面会出现不同的状态。如图 1-1 所示。



(a) 亲水性材料；(b) 憎水性材料

图 1-1 材料的润湿性示意图

材料表面能被水润湿的性质称为亲水性，材料表面不能被水润湿的性质称为憎水性。材料被水润湿的程度可以用润湿角 θ 表示。润湿角 θ 的定义为沿水滴表面的切线与水和固体接触面之间的夹角，一般认为，润湿角 $\theta \leq 90^\circ$ 的材料称为亲水性材料，而 $\theta > 90^\circ$ 的材料称为憎水性材料。

大多数建筑材料都是亲水性的，如混凝土、木材、石料等，这些材料表面均能被水润湿，同时由于这些材料内部存在孔隙，水可以通过毛细作用进入到材料的内部。塑料、石蜡和沥青等憎水性材料，表面不能被水润湿，能阻止水分渗入毛细孔中，这类材料可以用来做防水材料。

(二) 吸水性

材料在水中吸收水分的能力，称为材料的吸水性。吸水性的以吸水率来表示。吸水率分为质量吸水率和体积吸水率。

质量吸水率是指材料在吸水饱和时，所吸水量占材料在干燥状态下的质量百分比，用 W_m 表示；体积吸水率指材料体积内被水充实的程度，即材料达到吸水饱和时所吸收的水分的体积占材料在自然状态下体积的百分比，用 W_v 表示。质量吸水率和体积吸水率计算公式如下：

$$W_m = \frac{m_w - m_d}{m_d} \times 100\%$$

$$W_v = \frac{m_w - m_d}{V_0} \cdot \frac{1}{\rho_w} \times 100\%$$

式中， W_m ——材料的质量吸水率，%；

W_v ——材料的体积吸水率，%；

m_w ——材料在饱水状态下的质量，g；

m_d ——材料在干燥状态下的质量，g；

V_0 ——材料在自然状态下的体积， cm^3 ；

ρ_w ——水的密度， g/cm^3 。

材料的吸水性与其孔隙率、孔隙特征有关。材料所吸收的水分是通过连通孔隙吸入的，所以连通孔越多，材料的吸水量就越多。细微的连通孔隙容易吸水，而封闭的孔隙水分则不能进入。连通的大孔，水分容易进去但是不容易存留。因此，材料的体积吸水率常常要小于孔隙率，这类材料通常用质量吸水率表示其吸水性。而对于加气混凝土等具有很多开口而微小的孔隙，一般用体积吸水率来表示其吸水性。

(三) 吸湿性

材料在潮湿的空气中吸收水分的性质称为吸湿性。吸湿性以含水率 W_h 表示，其计算公式为：

$$W_h = \frac{m_h - m_d}{m_d} \times 100\%$$

式中， W_h ——材料的含水率，%；

m_h ——材料在含水后的质量，g；

m_d ——材料在干燥状态下的质量，g。

材料的含水率，除了与材料的成分和结构等材料本身的性质有关外，还与周围环境的温度和湿度有关。气温越低，相对湿度越大，材料的含水率也就越大。

材料吸水后会导致体积与尺寸、形状变化，保温隔热性能下降，耐久性降低等问题，一定程度上会影响其使用功能，因此，在选择和使用建筑材料时必须考虑使用环境的影响。

(四) 耐水性

材料长期受饱和水作用，能维持原有强度的能力称为耐水性。用软化系数来表示，即材料在吸水饱和状态与干燥状态下的强度之比，用下式表示：

$$K_R = \frac{f_w}{f_d}$$

式中， K_R ——材料的软化系数；

f_w ——材料在吸水饱和状态下的强度，MPa；

f_d ——材料在干燥状态下的强度，MPa。

材料软化系数的值可在 0~1 之间变化，软化系数越高，说明耐水性好。软化系数大于 0.8 的材料，通常可认为是耐水的材料。一些长期处于水中或者高湿度环境下的建筑物，在选择材料时，需要特别注意材料的耐水性，所选材料的软化系数一般不宜小

于 0.85。

(五) 抗渗性

材料抵抗有压力水渗透的能力，称为抗渗性。如图 1-2 所示。用渗透系数或者抗渗等级表示。

材料的渗透系数可以通过下式计算：

$$K = \frac{Q \cdot d}{A \cdot t \cdot H}$$

式中， K ——渗透系数， cm/s ；

Q ——渗水量， cm^3 ；

A ——渗水面积， cm^2 ；

H ——静水压力水头， cm ；

d ——试件厚度， cm ；

t ——渗水时间， h 。

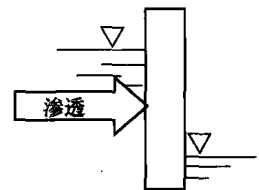


图 1-2 材料抵抗压力水渗透示意图

材料的渗透系数越小，说明材料的抗渗性越强。

材料的抗渗等级是指用标准的方法进行透水试验时，材料标准试件在透水前所能承受的最大水压力，以字母 P 及可承受的水压力（以 0.1MPa 为单位）来表示抗渗等级，例如 P_4 、 P_6 、 P_8 等，表示试件能承受逐步增高至 0.4MPa 、 0.6MPa 、 0.8MPa 的水压而不渗透。

影响材料抗渗性的主要因素有材料的密实度和孔隙特征，密实度高的材料，其抗渗性也高，而具有开口孔隙的材料，其抗渗性能则会较差。

(六) 抗冻性

抗冻性是指材料在吸水饱和的状态下，经受多次冻融循环作用后不被破坏，强度也不显著降低的能力。

材料吸水后，在负温度作用下，水在材料毛细孔内冻结成冰，产生高达 9% 的体积膨胀，由体积膨胀所产生的冻胀压力会在材料中形成内应力，使材料局部遭到破坏。随着冻融循环的反复，材料的破坏作用逐步加剧，这种破坏称为冻融破坏。材料产生冻融破坏后，其表面将出现剥落、裂纹，产生质量损失，强度也会降低，显著者甚至完全被破坏。

抗冻性以试件在冻融后的质量损失和强度损失不超过一定限度时所能承受的冻融循环次数来表示，通称抗冻等级。抗冻等级可分为 F_{15} 、 F_{25} 、 F_{50} 、 F_{100} 、 F_{200} 等，分别表示材料可承受 15 次、25 次、50 次、100 次和 200 次的冻融循环。

材料冻融破坏的主要原因是浸入其孔隙的水结冰后体胀产生的应力以及由于温度差产生应力对材料的破坏。抗冻性良好的材料，其抵抗温度变化，干湿交替等破坏作用的性能也较强，因此，抗冻性常常作为考察建筑材料耐久性的一个指标。处于严寒地区的道路、桥梁、水坝、堤防、海上钻井平台以及跨海大桥等均需要考虑冻融破坏的影响；而处于温暖地区的建筑物，虽然无冰冻作用，但为确保建筑物的耐久性，抵抗大气的作用，有时也对材料的抗冻性提出一定要求。

四、材料的力学性质

(一) 强度和比强度

材料在载荷作用下抵抗破坏的能力叫做强度。当材料受外力作用时，内部就会产生内力，单位面积上产生的内力叫做内应力。随着外力的逐渐增加，应力也相应增大，直至材料内部的质点间的作用力不能再抵抗这种应力时，材料便破坏，此时的极限应力值就是材料的强度。

材料在使用过程中所受的外力主要有拉力、压力、剪力以及弯曲等，根据外力作用方式的不同，材料的强度分别称为抗拉、抗压、抗剪和抗弯强度。图 1-3 给出了材料的受力示意图。

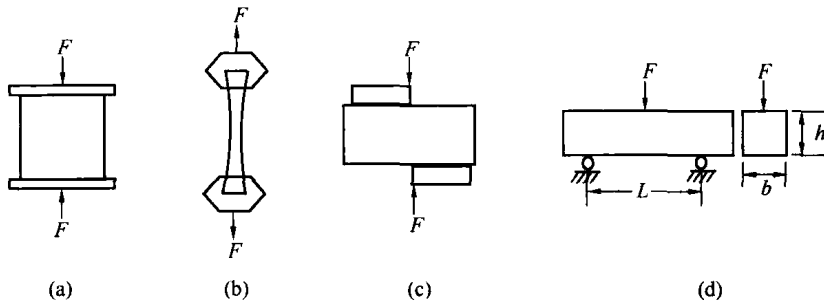


图 1-3 材料受力示意图

(a) 压力；(b) 拉力；(c) 剪力；(d) 弯曲

材料的抗拉、抗压和抗剪强度的计算式为

$$f = \frac{F}{A}$$

式中， f ——抗拉、抗压或抗剪强度，MPa；

F ——材料受拉、受压或者受剪切破坏的载荷，N；

A ——材料承受载荷的面积， mm^2 。

材料的抗弯（折）强度计算与试件受力情况和试件截面的形状有关。如图 1-3 所示，当试件跨中受一集中载荷 F 时，其抗弯强度可以按下式计算：

$$f = \frac{3FL}{2bh^2}$$

式中， f ——抗拉、抗压或抗剪强度，MPa；

F ——材料受拉、受压或者受剪切破坏的载荷，N；

L ——两个支点之间的距离，mm；

b ——试件截面的宽度，mm；

h ——试件截面的高度，mm。

材料的强度主要取决于其组成和构造。不同的材料或者具有不同构造的同一种材料，其强度会有较大的差异，一般来说，材料的孔隙率越大，强度越低。

此外，所检测试件的尺寸、含水状态、施力的形式和方向、施力的速度、环境的温度