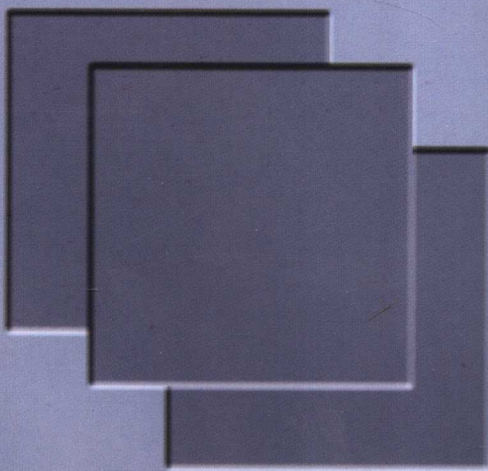




全国高职高专水利水电类精品规划教材

建筑材料

主 编 傅凌云 郑 睿 李新猷



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全国高职高专水利水电类精品规划教材

建 筑 材 料

主 编 傅凌云 郑 睿 李新猷

副主编 杨 勇 王国霞



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书主要介绍各类土木工程中常用材料的基本组成、技术性质、质量检测及应用等知识。具体讲述了建筑材料的基本性质、气硬性胶凝材料、水泥、水泥混凝土、砂浆、木材、建筑钢材、沥青和沥青混合料、建筑高分子材料、建筑装饰材料及建筑材料的检测等内容。为方便学生巩固所学知识,突出重点难点,每章后附有相应的复习思考题。本书尽量采用新标准、新规范,对新材料及新技术的发展也进行了一定的介绍。对常用材料的讲解,以其性质检测和实际应用为重点。

本书可作为各类高职高专学校水利水电工程建筑、工业与民用建筑、市政工程、农田水利工程等专业的教材。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料/傅凌云,郑睿,李新猷主编. —北京:中国水利水电出版社, 2005

全国高职高专水利水电类精品规划教材

ISBN 7-5084-3164-2

I. 建... II. ①傅... ②郑... ③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(2005)第093032号

书 名	全国高职高专水利水电类精品规划教材 建筑材料
作 者	主编 傅凌云 郑睿 李新猷
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16开本 13.25印张 314千字
版 次	2005年8月第1版 2006年7月第2次印刷
印 数	4101—7100册
定 价	19.50元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

序

教育部在《2003-2007 年教育振兴行动计划》中提出要实施“职业教育与创新工程”，大力发展职业教育，大量培养高素质的技能型特别是高技能人才，并强调要以就业为导向，转变办学模式，大力推动职业教育。因此，高职高专教育的人才培养模式应体现以培养技术应用能力为主线和全面推进素质教育的要求。教材是体现教学内容和教学方法的知识载体，进行教学活动的基本工具；是深化教育教学改革，保障和提高教学质量的重要支柱和基础。所以，教材建设是高职高专教育的一项基础性工程，必须适应高职高专教育改革与发展的需要。

为贯彻这一思想，在继 2004 年 8 月成功推出《全国高职高专电气类精品规划教材》之后，2004 年 12 月，在北京，中国水利水电出版社组织全国水利水电行业高职高专院校共同研讨水利水电行业高职高专教学的目前状况、特色及发展趋势，并决定编写一批符合当前水利水电行业高职高专教学特色的教材，于是就有了《全国高职高专水利水电类精品规划教材》。

《全国高职高专水利水电类精品规划教材》是为适应高职高专教育改革与发展的需要，以培养技术应用性的高技能人才的系列教材。为了确保教材的编写质量，参与编写人员都是经过院校推荐、编委会答辩并聘任的，有着丰富的教学和实践经验，其中主编都有编写教材的经历。教材较好地贯彻了水利水电行业新的法规、规程、规范精神，反映了当前新技术、新材料、新工艺、新方法和相应的岗位资格特点，体现了培养学生的技术应用能力和推进素质教育的要求，具有创新特色。同时，结合教育部两年制高职教育的试点推行，编委会也对各门教材提出了满足这一发展需要的内容编写要求，可以说，这套教材既能够适应三年制高职高专教育的要求，也适应了两年制高职高专教育培养目标的要求。

《全国高职高专水利水电类精品规划教材》的出版，是对高职高专教材建设的一次有益探讨，因为时间仓促，教材可能存在一些不妥之处，敬请读者批评指正。

《全国高职高专水利水电类精品规划教材》编委会

2005 年 6 月

前

言

本书是根据教育部《关于加强高职高专人才培养工作意见》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》等文件精神,根据高职水利水电类专业指导性教学计划及教学大纲组织编写的。

建筑材料课程是土木工程类专业的一门重要的专业基础课。正确、合理地使用建筑材料是保证工程质量、降低造价的重要环节。全书重点讲述了水泥、混凝土、沥青、砂浆、钢材等材料,并对木材、建筑高分子材料、建筑装饰材料也进行了一定的介绍。可作为高职高专学院土木工程、水利水电工程、工业与民用建筑、给排水工程、市政工程等专业教学用书,也可作为工程技术人员的参考用书。

为配合教学,提高学生分析与解决问题的能力,各章后附有复习思考题,建筑材料的试验检测内容集中于第 11 章。

本书由湖北水利水电职业技术学院傅凌云主编。参加编写的人员及分工为:傅凌云(绪论,第 1、2 章);长江工程职业技术学院郑睿(第 3、4、5 章);南昌工程学院李新猷(第 6、7、8 章);长江工程职业技术学院杨勇(第 9、10 章);湖北水利水电职业技术学院王国霞(第 11 章);湖北水利水电职业技术学院薛艳审核。

在全书编写过程中,湖北水利水电职业技术学院领导、水建系领导及同志们给予了大力支持,谨此致以衷心的感谢。

由于材料科学发展迅速,建筑材料及制品不断更新换代,加上参编人员水平有限,书中可能存在疏漏和不妥之处,敬请专家、同仁和广大读者朋友们不吝指正。

编 者

2005 年 6 月

目 录

序 前 言

绪论	1
0.1 建筑材料的定义及其在国民经济建设中的作用	1
0.2 材料的分类	1
0.3 建筑材料的发展	2
0.4 学习《建筑材料》的目的和方法	2
第1章 建筑材料的基本性质	3
1.1 材料的物理性质	3
1.2 材料的力学性质	8
1.3 材料的耐久性	10
复习思考题	11
第2章 气硬性胶凝材料	12
2.1 石灰	12
2.2 水玻璃	13
2.3 建筑石膏	14
复习思考题	16
第3章 水泥	17
3.1 概述	17
3.2 硅酸盐水泥	17
3.3 掺有混合材料的硅酸盐水泥	27
3.4 其他品种水泥	33
3.5 水泥的应用与储运	38
复习思考题	39
第4章 水泥混凝土	41
4.1 概述	41
4.2 混凝土的组成材料	43

4.3 混凝土的主要技术性质	53
4.4 混凝土的外加剂	64
4.5 混凝土的配合比设计	69
4.6 混凝土的质量控制	77
4.7 其他品种水泥混凝土	80
复习思考题	86
第5章 砂浆	88
5.1 砂浆的组成材料	88
5.2 砂浆的主要技术性质	89
5.3 建筑砂浆的配合比设计	91
5.4 其他砂浆	95
复习思考题	98
第6章 木材	99
6.1 木材的分类与构造	99
6.2 木材的技术性质	101
6.3 木材的主要产品和应用	105
6.4 木材的防腐与防火	107
复习思考题	108
第7章 建筑钢材	109
7.1 钢的冶炼及分类	109
7.2 建筑钢材的技术性能	111
7.3 建筑常用的钢及钢材	118
7.4 钢材的锈蚀及防止	124
复习思考题	125
第8章 沥青和沥青混合料	126
8.1 石油沥青	126
8.2 煤沥青	131
8.3 改性沥青	132
8.4 沥青防水材料	132
复习思考题	134
第9章 建筑高分子材料	135
9.1 概述	135
9.2 合成树脂	136
9.3 聚合物混凝土	138
9.4 化学灌浆材料	141
复习思考题	142

第 10 章 建筑装饰材料	143
10.1 建筑装饰石材	143
10.2 玻璃装饰材料	145
10.3 建筑涂料	148
10.4 其他装饰材料	151
复习思考题	152
第 11 章 建筑材料的检测	153
11.1 概述	153
11.2 水泥技术性质的检测	154
11.3 混凝土砂石骨料的检测	165
11.4 普通混凝土性质的检验	178
11.5 砌筑砂浆性质的检验	184
11.6 钢筋的检验	187
11.7 沥青的检验	193
复习思考题	199
参考文献	200

绪 论

0.1 建筑材料的定义及其在国民经济建设中的作用

建筑材料是用于土木建筑结构物的所有材料的总称，是工程建设的重要物质基础。建筑材料的品种、规格、质量在很大程度上影响着建筑业的进步，甚至影响到国民经济的发展。

建筑材料与建筑、结构、施工之间存在着相互依存、相互促进的密切关系。建筑工程中的许多技术问题的突破，往往依赖建筑材料问题的解决，新的建筑材料的出现，又能促进结构设计及施工技术的革新和发展。

据统计，目前我国的一般工业与民用建筑中，建筑材料的费用约占总造价的50%~60%，随着建筑施工的工业化程度的提高，这一比例还有上升的趋势。

因此，合理地选择和使用建筑材料，加强建筑材料的研究，提高建筑材料生产和应用的技术水平，对改善建筑物的使用功能、提高坚固耐久性、降低工程造价，都有着重要意义。

0.2 材料的分类

建筑材料品种繁多，分类方法也很多。常用的分类方法按材料的化学成分分为：金属材料、非金属材料、复合材料三大类。

1. 金属材料

金属材料包括黑色金属材料和有色金属材料。钢材是工程中应用最为广泛的黑色金属材料，多用于重要的承重结构，如钢结构、钢筋混凝土结构等。铝、铜、锌及其合金，属于有色金属材料，是装饰工程、电气工程、止水工程中的重要材料。如各种类型的铝合金型材及制品，现已大量用于门窗、吊顶、玻璃幕墙等工程中。

2. 非金属材料

非金属材料包括无机非金属材料 and 有机材料。无机非金属材料是以无机化合物为主体的材料，主要包括天然材料（如砂、石）、烧土制品（如粘土砖、陶瓷）、玻璃、胶凝材料（如水泥、石灰、石膏、水玻璃）及以胶凝材料为基料的人造石材（如混凝土、硅酸盐制品）等。无机非金属材料资源丰富、性能优良、价格低廉，在建筑材料中占有重要地位。

有机材料主要包括植物材料（如木材、竹材、植物纤维及其制品）、沥青材料、高分子材料（如建筑塑料、合成橡胶、建筑涂料、胶粘剂）等。

3. 复合材料

复合材料是指两种或两种以上不同性质的材料（复合相），经加工而组合成一体的材



料。复合材料有利于发挥各复合相的性能优势,克服单一材料的弱点,是现代材料科学研究发展的趋势。根据复合相的几何形状,复合材料可分为颗粒型(如沥青混凝土、聚合物混凝土)、纤维型(如纤维混凝土、钢筋混凝土)、层合型(如塑钢复合型材、夹层玻璃、铝箔面油毡)等。

此外,建筑材料按功能可分为:承重材料、围护材料、建筑功能性材料。按所处的不同建筑部位可分为:结构材料、屋面材料、楼地面材料、墙体材料、吊顶材料等。

0.3 建筑材料的发展

建筑材料是随着人类社会的发展而发展的。

人类使用建筑材料,最初是从土、石、草、木、兽皮等天然材料开始的。随着生产力的发展,出现了砖瓦、玻璃、青铜等人造建筑材料,举世瞩目的埃及金字塔、中国的长城等都在这一时期建成的。19世纪资本主义国家的工业革命兴起以后,建筑材料得到迅速发展。特别是钢材、水泥、钢筋混凝土等材料的出现和发展,使得高层建筑、高跨建筑成为可能。如这一时期建成的埃菲尔铁塔,高度达到300m。20世纪以来,建筑业得到进一步发展。许多新型材料、复合型材料得到了广泛的应用。

随着社会的发展,人类对建筑工程的功能要求越来越高,为适应建筑工业化、现代化,提高质量、降低能耗、实现多功能的要求,建筑材料正向轻质、高强、耐久、节能等方向发展。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。

0.4 学习《建筑材料》的目的和方法

《建筑材料》是水利工程专业的重要的专业基础课。水工建筑物的设计、施工、维护都与建筑材料的品种、性能密切相关。因此,《建筑材料》课程的学习是学好本专业的必要条件。同时,在实际工程中,经常遇到有关建筑材料的选择、质量检验、配合比调整等方面的问题,这都需要我们具备一定的理论知识和试验技能。《建筑材料》课程中名词、概念、专业术语多、内容繁杂,各章节的内在联系少,需要理解记忆的内容多,容易感到枯燥。学习时,可参考以下几种方法:

- (1) 运用对比、归纳的方法。由于材料品种多,学习时可以将同类材料的性质进行对比,归纳它们的共性和特性。
- (2) 注重实验实训环节。通过课堂试验和综合实训,学习鉴定和检验常用材料的方法,掌握试验技能,培养动手能力及分析、解决问题的能力。
- (3) 关注建筑材料的发展动态,及时掌握信息,注意建筑材料标准和规范的变更。

第 1 章 建筑材料的基本性质

建筑材料在使用条件下要承受一定荷载，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）的作用。因此，建筑材料应具有相应的力学性质、物理性质、化学性质以及经久耐用的性质。

合理选用建筑材料，应熟悉工程条件及对拟用材料提出的各项技术要求，还应掌握材料的各种技术性质以及影响这些性质的因素，使所选材料在建筑物中发挥应有的作用。

本章主要讲述建筑材料所具有的共性，即材料的基本性质。各种材料的特性将在后续章节中讲述。

1.1 材料的物理性质

1.1.1 与质量有关的性质

1. 密度

密度是指材料在绝对密实状态下的单位体积的质量。用下式计算密度 ρ ：

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

式中 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，即材料的实体积。实际上，只有少数材料（钢材、沥青等）可视为密实材料，直接测定其密度。其他大多数材料内部都含有一定的孔隙，对于多孔材料，可将材料磨制成规定细度的粉末，用排液法测得其体积，再计算出其密度。

对较密实材料，如砂、石等，因内部孔隙少，可用排开液体的体积作为绝对密实状态体积的近似值。用该方法求出的密度称为表观密度（也称视密度）。

2. 体积密度

体积密度是指材料在自然状态下单位体积的质量。用下式表示：

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

式中 m ——材料的质量，g 或 kg；

V_0 ——材料在自然状态下的体积， cm^3 或 m^3 。

材料在自然状态下的体积，是指构成材料的固体物质的体积与全部孔隙体积之和。规则形状的体积可直接测其外形体积，不规则形状的材料可在表面涂蜡，再用排液法求其体积。

材料的体积密度随含水状态的变化而变化。因此，在测定体积密度时，应同时测定含水量，并予以注明。未注明时指干燥状态的体积密度。



3. 堆积密度

堆积密度是指材料在规定的装填条件下，单位松散体积的质量。用下式表示：

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0}$$

式中 ρ'_0 ——散粒材料的堆积密度， kg/m^3 ；

m ——材料的质量， g 或 kg ；

V'_0 ——散粒材料的松散体积， m^3 。

散粒材料的松散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。松散体积用容量筒测定。堆积密度与材料的装填条件及含水状态有关。在自然堆积状态下称松散堆积密度，如经过振实后测得的堆积密度称为紧堆密度。

4. 孔隙率

孔隙率指块状材料中孔隙体积与材料在自然状态下总体积的百分比。用下式表示：

$$P = \frac{V_{\text{孔}}}{V_0} \times 100\%$$

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

式中 P ——材料的孔隙率， $\%$ ；

$V_{\text{孔}}$ ——材料中孔隙的体积， cm^3 ；

ρ_0 ——材料的体积密度（干燥状态）。

常用材料的密度、体积密度及孔隙率见表 1-1。

表 1-1 常用材料的密度、体积密度及孔隙率

材料	密度 (g/cm^3)	体积密度 (g/cm^3)	孔隙率 (%)
花岗岩	2.6~2.9	2500~2800	0.5~1.0
普通粘土砖	2.5~2.8	1500~1800	20~40
普通混凝土		2300~2500	5~20
沥青混凝土		2300~2400	2~4
松木	1.55~1.60	380~700	55~75
砂	2.6~2.7	1400~1600	40~45
建筑钢材	7.85	7850	0

5. 空隙率

散粒材料在松散状态下，颗粒之间的空隙体积与松散体积的百分比称为空隙率。用下式表示：

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

式中 P' ——散粒材的空隙率， $\%$ 。

ρ'_0 、 ρ_0 均为干燥状态下所求。

1.1.2 材料与水有关的性质

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。

在材料、空气、水三相交界处, 沿水滴表面作切线, 切线与材料和水接触面所得夹角 θ , 称为润湿角。 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 $\theta < 90^\circ$ 时, 水分子之间的粘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, 水分子之间的粘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, 如图 1-1。

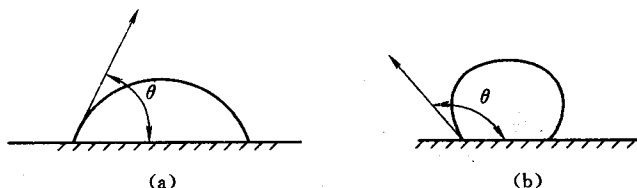


图 1-1 材料润湿示意图

(a) 亲水性材料; (b) 憎水性材料

混凝土、砖石、木材等大多数材料属于亲水性材料, 沥青、石蜡等少数材料属于憎水性材料。憎水性材料能阻止水分渗入其毛细管中, 可用作防水材料。

2. 吸水性

材料吸收水分的性质称为吸水性。材料吸水达到饱和状态时, 其内部所含水分的多少, 用吸水率表示。材料的吸水率可用质量吸水率或体积吸水率表示。质量吸水率是指材料吸水饱和时, 所吸收水分的质量与材料干燥质量的百分比, 用下式计算:

$$W_{\text{质}} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\%$$

式中 $W_{\text{质}}$ ——材料的质量吸水率, %;

m_1 、 m_2 ——材料在干燥状态和饱和面干状态下的质量, g。

对于多孔材料常用体积吸水率表示。体积吸水率是指材料吸水饱和时, 所吸收水分的体积与干燥材料自然体积的百分比, 用下式表示:

$$W_{\text{体}} = \frac{m_2 - m_1}{V_0} \times \frac{1}{\rho_H} \times 100\%$$

式中 $W_{\text{体}}$ ——材料的体积吸水率, %;

ρ_H ——水的密度, g/cm³, 常温下为 1;

V_0 ——材料自然状态下的体积, cm³。

材料吸水率的大小取决于材料的亲水属性及材料的构造。材料开口孔隙率越大, 吸水性越强, 特别是材料具有很多微小开口孔隙时, 吸水率非常大。不同材料的吸水率变化很大, 花岗岩为 0.02%~0.7%, 普通混凝土为 2%~4%, 烧结普通砖为 8%~15%。



材料在空气中吸收水分的性质称为吸湿性，用含水率表示：

$$W_{\text{含}} = \frac{m_3 - m_1}{m_1} \times 100\%$$

式中 $W_{\text{含}}$ ——材料的含水率，%；

m_1 、 m_3 ——材料在干燥状态和气干状态下的质量，g。

材料的吸水率是一个定值，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的湿度相平衡时的含水率，称为平衡含水率。

材料吸水后会对工程产生不良影响。如受潮后的材料表观密度、导热性增大，强度、抗冻性降低。

3. 耐水性

材料在水作用下，保持其原有性质的能力，称为耐水性。一般情况下，潮湿的材料较干燥时强度低，主要是浸入的水分削弱了材料微粒间的结合力，同时材料内部往往含有一些易被水软化或溶解的物质（如粘土、石膏等）。材料的耐水性以软化系数表示：

$$K_{\text{软}} = \frac{f_w}{f}$$

式中 $K_{\text{软}}$ ——材料的软化系数；

f_w 、 f ——材料在水饱和状态下及干燥状态下的强度，MPa。

软化系数的大小反映材料浸水后强度降低的程度。软化系数越小，其耐水性越差。在选择受水作用的结构材料时， $K_{\text{软}}$ 值是一项重要指标。受水浸泡或长期受潮的重要结构材料，其软化系数不宜小于 0.85~0.9；受潮较轻或次要的结构材料，其软化系数不宜小于 0.7~0.85。

4. 抗渗性

材料抵抗压力水渗透的性质，称为抗渗性。抗渗性常用渗透系数和抗渗等级表示。

根据达西定律，在一定时间 t 内，透过材料的水量 Q 与试件的过水断面积 A 及作用于试件的水头差 H 成正比，与试件的厚度 d 成反比，比例系数 K ，称为渗透系数。表达式为：

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

或

$$K = \frac{Qd}{AtH}$$

式中 K ——材料的渗透系数，cm/s；

Q ——透水量，cm³；

d ——试件厚度，cm；

A ——透水面积，cm²；

t ——透水时间，s；

H ——静水压力水头，cm。

渗透系数反映材料内部组织构造的疏密程度。 K 值越小，表明材料的抗渗能力越强。

规定的试件，在标准试验方法下试件不透水时所能承受的最大水压力（以 MPa 计），称为材料的抗渗等级。如 P4 表示材料在渗水前能承受的最大水压力为 0.4MPa。抗渗等级常用于表示砂浆和混凝土的抗渗能力，P 值越大，材料的抗渗能力越强。材料孔隙率小，且具有闭口孔隙的材料往往抗渗能力较强。

抗渗性是决定材料耐久性的重要因素，也是检验防水材料质量等级的指标之一。

5. 抗冻性

材料在水饱和状态下，经受多次冻融循环作用而不破坏，其强度也不显著降低的性质，称为抗冻性。

抗冻性试验通常是将规定的标准试件浸水饱和后，在规定的试验条件下，进行反复冻融，试件强度降低及重量损失值不超过规定值、材料表面无明显损伤，所对应的最大循环次数，定为该材料的抗冻等级。材料的抗冻性用抗冻等级“F_i”表示，“i”表示冻融循环次数，如“F₂₅”、“F₅₀”等，抗冻等级越高，材料的抗冻能力越强。

冻结的破坏作用主要是材料孔隙中的水结冰膨胀所致。当材料孔隙中充满水时，水结冰约产生 9% 的体积膨胀，使材料孔壁产生拉应力，当拉应力超过材料的抗拉强度时，孔壁形成局部开裂。随着冻融次数的增加，材料的破坏更加严重。

材料的抗冻能力取决于材料的吸水饱和程度、孔隙特征及抵抗冻胀应力的能力。闭口孔隙不易进水，粗大的开口孔隙水分不易充满孔隙，都会使材料抗冻能力提高；材料自身的强度高，变形能力强，也会提高材料的抗冻能力。

抗冻性是考查材料耐久性的一个重要指标。水工建筑物经常处于干湿交替作用的环境中，其抗冻性的要求可高达 F₅₀₀~F₁₀₀₀。

1.1.3 材料与热有关的性质

1. 导热性

材料传导热量的性质称为导热性。材料的导热能力用导热系数 λ 表示，其物理意义是：面积为 1m²、厚度为 1m 的单层材料，当两侧温差为 1K 时，经 1s 所传递的热量。计算公式如下。

$$\lambda = \frac{Qd}{At(T_2 - T_1)}$$

式中 λ ——材料的导热系数，W/(m·K)；

Q ——传导的热量，J；

A ——热传导面积，m²；

d ——材料厚度，m；

t ——导热时间，s；

T_1 、 T_2 ——材料两侧的温度，K。

材料的导热系数越小，隔热保温效果越好。有隔热保温要求的建筑物宜选用导热系数小的材料做围护结构。工程中通常将 $\lambda < 0.23\text{W}/(\text{m} \cdot \text{k})$ 的材料称为绝热材料。

导热系数与材料的化学组成、显微结构、孔隙率、孔隙形态特征、含水率及导热时的温度等因素有关。



2. 热容

热容是指材料受热时蓄存热量或冷却时放出热量的性能。

材料受热时吸收或冷却时放出的热量与其质量、温度变化值成正比关系，即：

$$Q = cm(T_2 - T_1)$$

或

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

式中 Q ——材料吸收或放出的热量，J；

c ——材料的比热容，J/(kg·K)；

m ——材料的质量，kg；

$(T_2 - T_1)$ ——材料受热或冷却前后的温差，K。

材料热容量高，可较长时间保持房间温度的稳定。

几种常见材料的比热容值见表 1-2。

表 1-2 常见材料的导热系数及比热

材 料	导热系数 [W/(m·K)]	比热容 [J/(kg·K)]	材 料	导热系数 [W/(m·K)]	比热容 [J/(kg·K)]
铜	370	0.38	绝热纤维板	0.05	1.46
钢	55	0.46	玻璃棉板	0.04	0.88
花岗岩	2.9	0.80	泡沫塑料	0.03	1.30
普通混凝土	1.8	0.88	冰	2.20	2.05
普通粘土砖	0.55	0.84	水	0.58	4.19
松木(顺纹)	0.15	1.63	密闭空气	0.025	1.00

1.2 材料的力学性质

1.2.1 强度及其影响因素

1. 强度

材料抵抗外力作用下破坏的性能称为强度。当材料承受荷载作用时，内部便产生应力。应力随荷载的增大而增大，直至材料发生破坏。此时的极限应力值即为材料的强度。

$$f = \frac{P_{\max}}{A}$$

式中 f ——强度，MPa；

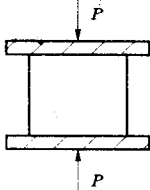
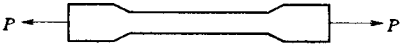
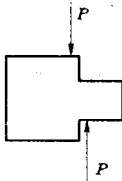
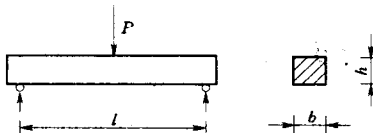
$P_{\max}$ ——极限荷载，N；

A ——受力面积，mm²。

根据外力作用方式不同，材料的强度可分为抗压强度、抗拉强度、抗弯强度及抗剪强度等，如表 1-3 所示。

表 1-3

材料受不同外力作用产生的强度

强度类别	简 图	计算式	备 注
抗压强度 f_c		$f_c = \frac{P}{A}$	P ——破坏荷载 (N); A ——受力面积 (mm^2); l ——跨度 (mm); b ——断面宽度 (mm); h ——断面高度 (mm); f ——静力强度 (MPa)
抗拉强度 f_t		$f_t = \frac{P}{A}$	
抗剪强度 f_v		$f_v = \frac{P}{A}$	
抗弯强度 f_{tm}		$f_{tm} = \frac{3Pl}{2bh^2}$	

2. 强度的影响因素

材料的强度与其组成及结构有关。一般来说，材料的孔隙率越大，则强度越小。材料的强度还与检测时试件的形状、尺寸、含水状态、环境温度、加荷速度等有关。同种材料，试件尺寸小时所测强度值高；加荷速度快时强度值高；试件表面粗糙时强度值高。材料含水率增大，环境温度升高，都会使材料强度降低。

3. 比强度

比强度是衡量材料轻质高强性能的重要指标，其值等于材料强度与其体积密度之比，它便于我们对不同强度的材料进行比较。

例如：木材的强度低于钢材，而木材的比强度远高于钢材，说明木材比钢材更为轻质高强。

1.2.2 其他力学性质

1. 冲击韧性

材料抵抗冲击、振动荷载作用的能力称为韧性。其值用冲击韧性指标 a_k 表示， a_k 指用带缺口的试件作冲击破坏试验时，断口处单位面积所吸收的功。计算为：

$$a_k = \frac{A_k}{A}$$

式中 a_k ——材料的冲击韧性指标， J/mm^2 ；