

2006

2006年全国一级注册建筑师考试培训辅导用书

5 建筑材料与构造

(第二版)

QUANGUOYIJIZHUCE
JIANZHUSHIKAOSHIPeixun
FUDAOYONGSHU

中国建设执业网 编

● 中国建筑工业出版社

2006 年
全国一级注册建筑师考试培训辅导用书

• 5 •

建筑材料与构造

(第二版)

中国建设执业网 编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑材料与构造 / 中国建设执业网编. —2 版. —北京:

中国建筑工业出版社, 2006

2006 年全国一级注册建筑师考试培训辅导用书·5·

ISBN 7-112-07947-0

I. 建… II. 中… III. ①建筑材料—建筑师—资格考试—自学参考资料 ②建筑构造—建筑师—资格考试—自学参考资料 IV. ①TU5 ②TU22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 151625 号

责任编辑: 郭洪兰

责任校对: 刘 梅 孙 爽

2006 年

全国一级注册建筑师考试培训辅导用书

• 5 •

建筑材料与构造

(第二版)

中国建设执业网 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京天成排版公司制版

北京市安泰印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 20½ 字数: 499 千字

2006 年 1 月第二版 2006 年 3 月第三次印刷

印数: 4001—7500 册 定价: 39.00 元

ISBN 7-112-07947-0

(13901)

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.cabp.com.cn>

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

2006 年
全国一级注册建筑师考试培训辅导用书

· 5 ·

《建筑材料与构造》

编写委员会

主任委员：李必瑜 翁 季

副主任委员：王雪松 吴 芳 杜晓宇 王朝霞 张 洁

主 审：魏宏扬

委 员：（按姓氏笔画排序）

丁士昭	王朝霞	王雪松	王达谔	王春燕
龙莉莉	马继伟	刘桑园	刘 磊	孙继德
孙 雁	庄惟敏	乐 云	任乃鑫	吴硕贤
吴 芳	何清华	杜晓宇	李必瑜	李 豫
孟庆林	金伟良	杨昌鸣	杨真静	屈凯峰
陈金华	赵军立	赵立华	赵越喆	张季超
张 星	张丹丽	张 洁	武六元	赵 宇
钟军立	高 飞	翁 季	裴 刚	程 睿
董 江	蔡 节	魏宏扬	邹胜斌	

参加编写及工作人员：

李必瑜	翁 季	王雪松	吴 芳	杜晓宇
王朝霞	张 洁	魏宏扬	董 江	张 扬
徐 可	刘婷婷	刘小凤	吴丽佳	周 亮
郭 颖	彭 瑜			

前 言

随着执业建筑师制度在我国的稳步推进，配合注册建筑师考试工作，全国各地已陆续出版了一些有关考试用书，这些都对考试复习起到了积极作用。由于编制力量或编制范围和实际需要不均衡等因素，以及新规范、标准的陆续颁布等原因，使得某些考试用书在不同程度上尚存在一定局限性。为了提高全国注册建筑师考前培训辅导教材的编写出版质量，更好地指导建筑师做好考前复习，由从事建设执业资格继续教育、考辅机构，建设部执业资格注册中心中国建设执业网组织，在各地有关注册建筑师管理机构的支持下，在全国范围内选聘在注册建筑师考试辅导培训一线工作多年，来自全国著名院校及设计院的知名专家、教授等，按最新考试大纲的要求，以最新的设计规范、标准为基础，并吸取了已出版的同类教材的优点，通过分析历届考题特点，调查了解应试过的建筑师的心得体会，总结历届考试的经验，有针对性地编写出全新的考前辅导教材及模拟题解。

首编的 2005 年版《全国一、二级注册建筑师考试培训辅导用书》尽管出版较晚，但由于该书内容丰富、实用，不到半年即已售罄。为不负广大读者厚爱，2006 年版在原书基础上，广泛征求读者意见，组织各编写单位对全书做了全面修改、完善，对 2005 年内更新的规范、标准做了全面反映，还增加了新版注册建筑师考试复习题及 2005 年注册建筑师考试模拟题。

本书的特点是重点突出，联系实际，叙述清晰，简明扼要，既具针对性，又具全国普遍性，更具权威性。

书后附有考试大纲及参考书目和有关考试工作方面的最新文件。

本套考试用书共分 13 册，分别为：

全国一级注册建筑师考试培训辅导用书

书 名

主要编写单位

- | | |
|--------------------------------|---|
| • 1 • 《设计前期与场地设计》 | 天津大学建筑设计研究院
河北工业大学建筑系
清华大学建筑设计研究院 |
| • 2 • 《建筑设计》 | 西安建筑科技大学建筑学院 |
| • 3 • 《建筑结构》 | 浙江大学建筑工程学院 |
| • 4 • 《建筑物理与建筑设备》 | 华南理工大学建筑学院 |
| • 5 • 《建筑材料与构造》 | 重庆大学建筑城规学院 |
| • 6 • 《建筑经济 施工与设计业务管理》 | 同济大学工程管理研究所 |
| • 7 • 《建筑方案设计 建筑技术设计 场地设计》（作图） | 广州大学及广州大学建筑设计研究院 |

全国二级注册建筑师考试培训辅导用书

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| • 1 • 《场地与建筑设计》（作图） | 天津大学建筑设计研究院
河北工业大学建筑系 |
| • 2 • 《建筑构造与详图》（作图） | 重庆大学建筑城规学院 |

• 3 • 《建筑结构与设备》

浙江大学建筑工程学院

华南理工大学建筑学院

• 4 • 《法律 法规 经济与施工》

同济大学工程管理研究所

全国一、二级注册建筑师考试模拟题解 • 1 • (知识)

全国一、二级注册建筑师考试模拟题解 • 2 • (作图)

参与编写工作的单位除以上相关单位外还有东南大学建筑设计研究院、东南大学土木工程学院、沈阳建筑大学建筑与规划学院。

在本套丛书出版之际，谨向参与编写的各位作者表示衷心的感谢。

建设部执业资格注册中心赵春山主任和郭保宁处长，特为本套书就如何正确认识有关执业注册、注册考试以及历次考试出现的问题和注意事项等撰写了专文，相信这必将对参加注册建筑师考试的朋友们大有裨益。在此，对他们热情支持与诚意指导表示衷心感谢。

由于注册考试工作的不断改进、更新，因此在本书编写过程中，也遇到不少新课题，虽经反复推敲、核证，恐仍难免有不妥甚至疏漏之处，恳请广大读者不吝赐教，提出宝贵意见，以便再版时予以修正，以更好的服务于广大读者和注册建筑师考试工作。

中国建设执业网：<http://www.cpaer.com>

全国一、二级建筑师考试培训辅导用书编写委员会

2006 年元月

修 订 说 明

随着注册建筑师考试的难度、深度、广度加大，如何帮助建筑师们能较全面的掌握《建筑材料与构造》内容，重庆大学建筑城规学院受建设部执业资格注册中心中国建设执业网委托，组织学院长期授课的教师、注册建筑师，在认真分析研究历年考题，特别是2004年、2005年考题的基础上严格按照2003年考试大纲及2005年最新的规范标准参考了多本注册师辅导教材修订了这本应试参考书，希望对广大建筑师考试有所帮助。

本书由重庆大学建筑城规学院李必瑜、翁季为主任委员，王雪松、吴芳、杜晓宇、王朝霞、张洁为副主任委员，由魏宏扬主审。参加本书编写人员：第一章 建筑材料 吴芳；第二章 建筑构造；第一节 张洁；第二节 翁季；第三节 王雪松 董江；第四节 张扬 李必瑜；第五节 张洁；第六节 杜晓宇；第七节 李必瑜 徐可；第八节 王朝霞；第九节 张洁；参加本书描图等工作的人员有：刘婷婷 刘小凤 吴丽佳 周亮 郭颖 彭瑜。

本书编写组

目 录

第一章 建筑材料	1
绪论	1
第一节 建筑材料的基本性质	2
第二节 气硬性无机胶凝材料	10
第三节 水泥	15
第四节 混凝土	27
第五节 建筑砂浆	52
第六节 墙体材料和屋面材料	58
第七节 建筑钢材	66
第八节 建筑塑料及胶粘剂	75
第九节 防水材料	79
第十节 木材	88
第十一节 绝热材料和吸声隔声材料	91
第十二节 装饰材料	98
参考习题及答案	104
第二章 建筑构造	123
第一节 建筑物的分类、等级和建筑模数	123
第二节 地基、基础和地下室构造	136
第三节 墙体构造	151
第四节 楼地层与阳台、雨篷构造	183
第五节 楼梯、电梯、台阶和坡道构造	198
第六节 屋顶构造	206
第七节 门窗构造	230
第八节 建筑装饰装修构造	245
第九节 老年人建筑、无障碍设计的构造措施与民用建筑防火构造措施	268
参考习题及答案	286
参考书目	303
附录 1 全国一级注册建筑师资格考试大纲	304
附录 2 全国一级注册建筑师资格考试规范、标准及主要参考书目	307
附录 3 关于调整注册建筑师考试书目内容的通知	311
附录 4 培养职业化的建筑师(赵春山)	312
附录 5 2006 年度全国一、二级注册建筑师资格考试考生注意事项及科目时间表	315
附录 6 解读《考生注意事项》(郭保宁)	317

第一章 建筑材料

绪 论

建筑材料指建筑结构物中使用的各种材料及制品。建筑材料是建筑工程的物质基础。

一、建筑材料在建筑工程中的地位

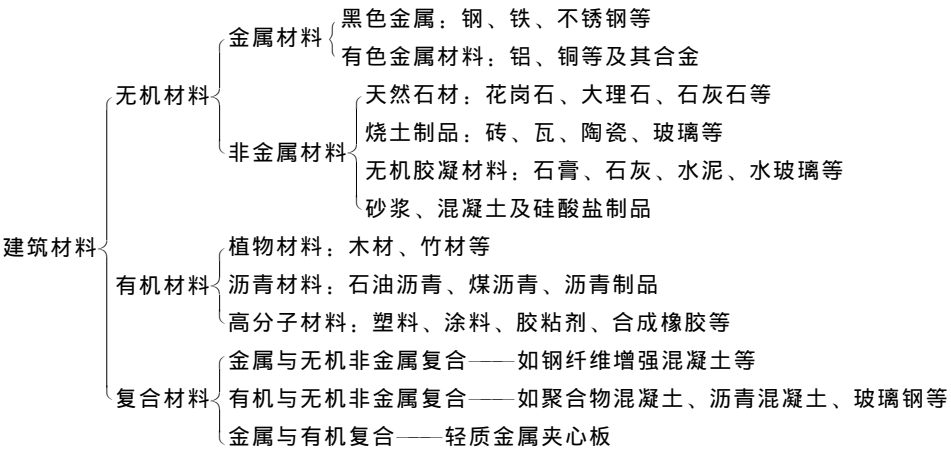
建筑材料是一切建筑工程的物质基础。对建筑材料的基本要求是：

- (1) 必须具备足够的强度，能安全地承受设计荷载；
- (2) 材料自身的质量以轻为宜，以减小下部结构和地基的负荷；
- (3) 具有与使用环境相适应的耐久性，以减小维修费用；
- (4) 一定的装饰性，美化建筑；
- (5) 相应的功能性，如隔热、防水，隔声等。

建筑材料费用一般要占建筑总造价的 50% 左右，有的高达 70%。

二、建筑材料的分类

(1) 按建筑材料化学成分可分为有机材料、无机材料和复合材料三大类：



(2) 按在建筑物中的功能分为承重和非承重材料、保温和隔热材料、吸声和隔声材料、防水材料、装饰材料等。

(3) 按用途分为结构材料、墙体材料、屋面材料、地面材料、饰面材料，以及其他用途的材料等。

三、建筑材料的发展趋势

建筑材料是随着社会生产力和科学技术水平的提高而逐步发展起来的。建筑材料的发展趋势是：

(1) 研制高性能材料，例如研制轻质、高强、高耐久性、优异装饰性和多功能的材料，以及充分利用和发挥各种材料的特性，采用复合技术，制造出具有特殊功能的复合材料。

(2) 充分利用地方材料。大力开发利用工业废渣作为建筑材料的资源，以保护自然资源和维持生态环境的平衡。

(3) 节约能源。优先开发、生产低能耗的建筑材料以及降低建筑使用能耗的节能型建筑材料。

(4) 提高经济效益。大力发展和使用不仅能给建筑物带来优良的技术效果，还同时具有良好经济效益的建筑材料。

四、建筑材料的标准化

我国标准分为四级：国家标准(GB) 部标准(JC、JG)

地方标准(DB) 企业标准(QB)

国际标准——ISO；美国材料试验学会标准——ASTM；日本工业标准——JIS；德国工业标准——DIN；英国标准——BS；法国标准——NF 等。

例如《建筑水磨石制品》JC 507—93，部门代号为 JC，表示建材行业标准，编号为 507，批准年份为 1993 年。

第一节 建筑材料的基本性质

本节主要介绍建筑材料各种基本性质的概念、表示方法及有关的影响因素。通过学习，掌握表示材料性质的术语，能较熟练地运用。

一、材料的组成与结构

(一) 材料的组成

材料的组成不仅影响材料的化学性质，也是决定材料物理、力学性质的重要因素。

1. 化学组成

化学组成是指构成材料的化学元素及化合物的种类和数量。如水泥的化学组成： CaO 62%~67%、 SiO_2 20%~24%、 Al_2O_3 4%~7%、 MgO < 5%、 Fe_2O_3 2.5%~6.0%。根据化学组成可大致地判断出材料的一些性质，如耐久性、化学稳定性等。

2. 矿物组成

将无机非金属材料中具有特定的晶体结构、特定的物理力学性能的组成结构称为矿物。矿物组成是指构成材料的矿物的种类和数量。例如水泥熟料的矿物组成为： $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ 37%~60%、 $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ 15%~37%、 $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 7%~15%、 $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ 10%~18%。若其中硅酸三钙($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)含量高，则水泥硬化速度较快，强度较高。

3. 相组成

材料中具有相同物理、化学性质的均匀部分称为相。自然界中的物质可分为气相、液相和固相。建筑材料大多数是多相固体。凡由两相或两相以上物质组成的材料称为复合材料。例如，混凝土可认为是骨料颗粒(骨料相)分散在水泥浆基体(基相)中所组成的两相复合材料。

(二) 材料的结构

1. 宏观结构

建筑材料的宏观结构是指用肉眼或放大镜能够分辨的粗大组织。其尺寸在 10^{-3}m 级以上。

按其孔隙特征可分为：

- (1) 致密结构：如钢铁、有色金属、致密天然石材、玻璃、玻璃钢、塑料等。
- (2) 多孔结构：如加气混凝土、泡沫混凝土、泡沫塑料等。
- (3) 微孔结构：如石膏制品、烧黏土制品等。

按存在状态或构造特征分为：

- (1) 堆聚结构：如水泥混凝土、砂浆、沥青混合料等。
- (2) 纤维结构：如木材、玻璃钢、岩棉等。
- (3) 层状结构：如胶合板、纸面石膏板等。
- (4) 散粒结构：如混凝土骨料、膨胀珍珠岩等。

2. 细观结构

细观结构(原称亚微观结构)是指用光学显微镜所能观察到的材料结构。其尺寸范围在 $10^{-3}\sim 10^{-6}\text{m}$ 。如对天然岩石可分为矿物、晶体颗粒、非晶体组织；对钢铁可分为铁素体、渗碳体、珠光体。

3. 微观结构

微观结构是指原子分子层次的结构。可用电子显微镜或 X 射线来分析研究该层次上的结构特征。微观结构的尺寸范围在 $10^{-6}\sim 10^{-10}\text{m}$ 。

在微观结构层次上，材料可分为晶体、玻璃体、胶体。

二、材料的基本物理性质

(一) 材料的密度、表观密度与堆积密度(表 1-1)

常用建筑材料的密度、表观密度及堆积密度 表 1-1

材 料	密度 $\rho(\text{kg}/\text{m}^3)$	表观密度 $\rho_0(\text{kg}/\text{m}^3)$	堆积密度 $\rho'_0(\text{kg}/\text{m}^3)$
石 灰 岩	2600	1800~2600	—
花 岗 石	2800	2500~2900	—
碎石(石灰岩)	2600	—	1400~1700
砂	2600	—	1450~1650
黏 土	2600	—	1600~1800
普通黏土砖	2500	1600~1800	—
黏土空心砖	2500	1000~1400	—
水 泥	3100	—	1200~1300
普通混凝土	—	2100~2600	—
轻骨料混凝土	—	800~1900	—
木 材	1550	400~800	—
钢 材	7850	7850	—
泡沫塑料	—	20~50	—

1. 密度(俗称比重)

密度是指材料在绝对密实状态下，单位体积的质量。按下式计算：

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

式中 ρ ——密度, kg/m^3 ;

m ——材料的质量, kg ;

V ——材料在绝对密实状态下的体积, m^3 。

在测定有孔隙材料的密度时, 应把材料磨成细粉, 干燥后, 用李氏瓶(图 1-1)测定其密实体积。

在测量某些致密材料(如卵石等)的密度时, 直接以块状材料为试样, 以排液置换法测量其体积, 材料中部分与外部不连通的封闭孔隙无法排除, 这时所求得的密度称为近似密度(ρ_a)。

2. 表观密度(俗称容重)

表观密度是指材料在自然状态下, 单位体积的质量, 按下式计算:

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

式中 ρ_0 ——表观密度, kg/m^3 ;

m ——材料的质量, kg ;

V_0 ——材料在自然状态下的体积, 或称表观体积 m^3 。

测定表观密度时, 须注明其含水情况。一般是指材料在气干状态(长期在空气中干燥)下的表观密度。在烘干状态下的表观密度, 称为干表观密度。

3. 堆积密度(俗称松散容重)

堆积密度是指粉状或粒状材料, 在堆积状态下, 单位体积的质量, 按下式计算:

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

式中 ρ'_0 ——堆积密度, kg/m^3 ;

m ——材料的质量, kg ;

V'_0 ——材料的堆积体积, m^3 。

(二) 材料的密实度与孔隙率

1. 密实度

密实度是指材料体积内被固体物质充实的程度, 按下式计算:

$$\text{密实度} \quad D = \frac{V}{V_0} \cdot 100\% \quad (1-4)$$

$$\text{或} \quad D = \frac{\rho_0}{\rho} \cdot 100\% \quad (1-5)$$

2. 孔隙率

孔隙率是指材料体积内, 孔隙体积所占的比例。用下式表示:

$$\text{孔隙率} \quad P = \frac{V_0 - V}{V_0} = 1 - \frac{V}{V_0} = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \cdot 100\% \quad (1-6)$$

即 $D + P = 1$ 或 密实度 + 孔隙率 = 1

材料内部孔隙的构造, 可分为连通的与封闭的两种。孔隙按尺寸大小又分为极微细孔隙、细小孔隙和较粗孔隙。孔隙的大小及其分布对材料的性能影响较大。

(三) 材料的填充率与空隙率

1. 填充率

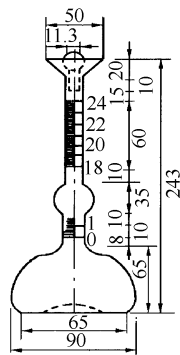


图 1-1 李氏瓶

填充率是指散粒材料在某堆积体积中，被其颗粒填充的程度，按下式计算：

$$\text{填充率} \quad D' = \frac{V_0}{V'_0} \cdot 100\% \quad (1-7)$$

$$\text{或} \quad D' = \frac{\rho'_0}{\rho_0} \cdot 100\% \quad (1-8)$$

2. 空隙率

空隙率是指散粒材料在某堆积体积中，颗粒之间的空隙体积所占的比例，用下式表示：

$$\text{空隙率} \quad P' = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} = 1 - \frac{V_0}{V'_0} = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}\right) \cdot 100\% \quad (1-9)$$

空隙率的大小反映了散粒材料的颗粒互相填充的致密程度。空隙率可作为控制混凝土骨料级配与计算含砂率的依据。

(四) 材料的亲水性和憎水性

材料与水接触，首先遇到的问题就是材料是否能被水润湿。润湿是水被材料表面吸附的过程。

当水与材料在空气中接触时，将出现图 1-2 (a) 或 (b) 的情况。在材料、水和空气的交界处，沿水滴表面的切线与水和固体接触面所成的夹角(润湿边角)愈小，浸润性愈好。

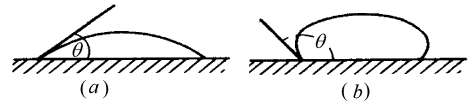


图 1-2 材料润湿边角

(a) 亲水材料；(b) 憎水材料

(1) 如果润湿边角 θ 为零，则表示该材料完全被水所浸润；

(2) 当润湿边角 $\theta \leq 90^\circ$ 时，如图 1-2(a) 所示，水分子之间的黏聚力小于水分子与材料分子间的相互吸引力，此种材料称为亲水性材料；

(3) 当 $\theta > 90^\circ$ 时。如图 1-2(b) 所示，水分子之间的内聚力大于水分子与材料分子间的吸引力，则材料表面不会被浸润，此种材料称为憎水性材料。

这一概念也可应用到其他液体对固体材料的浸润情况，相应地称为亲液性材料或憎液性材料。

(五) 材料的吸水性与吸湿性

1. 吸水性

材料在水中能吸收水分的性质称为吸水性。

(1) 质量吸水率

$$W_m = \frac{m_b - m_g}{m_g} \cdot 100\% \quad (1-10)$$

式中 W_m ——材料的质量吸水率，%；

m_b ——材料在吸水饱和状态下的质量，kg；

m_g ——材料在干燥状态下的质量，kg。

(2) 体积吸水率

$$W_v = \frac{m_b - m_g}{\rho_w \cdot V_0} \cdot 100\% \quad (1-11)$$

式中 W_v ——材料的体积吸水率，%；

V_0 ——干燥材料在自然状态下的体积， m^3 ；

ρ_w ——水的密度(kg/m^3), 在常温下取 $\rho_w=1000\text{kg}/\text{m}^3$ 。

质量吸水率与体积吸水率存在下列关系。

$$W_v = W_m \cdot \rho_0 / 1000 \quad (1-12)$$

式中 ρ_0 ——材料在干燥状态下的表观密度, kg/m^3 。

材料的吸水性与材料的孔隙率和孔隙特征有关。对于细微连通孔隙, 孔隙率愈大, 则吸水率愈大, 闭口孔隙水分不能进去, 而开口大孔虽然水分易进入, 但不能存留, 只能润湿孔壁, 所以吸水率仍然较小。各种材料的吸水率很不相同, 差异很大, 如花岗石的吸水率只有 $0.5\% \sim 0.7\%$, 混凝土的吸水率为 $2\% \sim 3\%$, 黏土砖的吸水率达 $8\% \sim 20\%$, 而木材的吸水率可超过 100% 。

2. 吸湿性

材料在潮湿空气中吸收水分的性质称为吸湿性。潮湿材料在干燥的空气中也会放出水分, 此称还湿性。材料的吸湿性用含水率表示。

$$W_h = \frac{m_s - m_g}{m_g} \cdot 100\% \quad (1-13)$$

式中 W_h ——材料的含水率, $\%$;

m_s ——材料在吸湿状态下的质量, kg ;

m_g ——材料在干燥状态下的质量, kg 。

材料中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。具有微小开口孔隙的材料, 吸湿性特别强。如木材及某些绝热材料, 在潮湿空气中能吸收很多水分。这是由于这类材料的内表面积大, 吸附水的能力强所致。

材料的吸水性和吸湿性均会对材料的性能产生不利影响。材料吸水后会导致其自身质量增大, 绝热性降低, 强度和耐久性将产生不同程度的下降。材料吸湿和还湿还会引起其体积变形, 影响使用。不过利用材料的吸湿可起降湿作用, 常用于保持环境的干燥。

(六) 材料的耐水性

材料长期在水作用下不被破坏, 强度也不显著降低的性质称为耐水性。材料的耐水性用软化系数表示, 如下式:

$$K_R = \frac{f_b}{f_g} \quad (1-14)$$

式中 K_R ——材料的软化系数;

f_b ——材料在饱水状态下的抗压强度, MPa ;

f_g ——材料在干燥状态下的抗压强度, MPa 。

K_R 值愈小, 表示材料吸水饱和后强度下降愈大, 即耐水性愈差。材料的软化系数 K_R 在 $0 \sim 1$ 之间。不同材料的 K_R 值相差较大, 如黏土 $K_R=0$, 而金属 $K_R=1$, 工程中将 $K_R > 0.85$ 的材料, 称为耐水的材料。

在设计长期处于水中或潮湿环境中的重要结构时, 必须选用 $K_R > 0.85$ 的建筑材料。对于受潮较轻或次要结构物的材料, 其 K_R 值不宜小于 0.75 。

(七) 材料的抗渗性

材料抵抗压力水渗透的性质称为抗渗性, 或称不透水性。材料的抗渗性通常用渗透系数表示:

$$K_s = \frac{Qd}{AtH} \quad (1-15)$$

式中 K_s ——材料的渗透, cm/h;

Q ——渗透水量, cm^3 ;

d ——渗透的厚度, cm;

A ——渗水面积, cm^2 ;

t ——渗水时间, h;

H ——静水压力水头, cm。

K_s 值愈大, 表示材料渗透的水量愈多, 即抗渗性愈差。

材料的抗渗性也可用抗渗等级表示。抗渗等级是以规定的试件, 在标准试验方法下所能承受的最大水压力来确定, 以符号“ P_n ”表示, 如 P_4 、 P_6 、 P_8 等分别表示材料能承受 0.4、0.6、0.8MPa 的水压而不渗水。

材料的抗渗性与其孔隙率和孔隙特征有关。

抗渗性是决定材料耐久性的重要因素。在设计地下建筑、压力管道、容器等结构时, 均要求其所用材料具有一定的抗渗性能。抗渗性也是检验防水材料质量的重要指标。

(八) 材料的抗冻性

材料在水饱和状态下, 能经受多次冻融循环作用而不破坏, 也不严重降低强度的性质。称为材料的抗冻性。

材料的抗冻性用抗冻等级表示。用符号“ F_n ”表示, 其中 n 即为最大冻融循环次数, 如 F_{25} 、 F_{50} 等。

材料抗冻等级的选择, 是根据结构物的种类、使用条件、气候条件等来决定的。例如烧结普通砖、陶瓷面砖、轻混凝土等墙体材料, 一般要求其抗冻等级为 F_{15} 、 F_{25} ; 用于桥梁和道路的混凝土应为 F_{50} 、 F_{100} 或 F_{200} , 而水工混凝土要求高达 F_{500} 。

材料受冻融破坏主要是因其孔隙中的水结冰所致(水结冰时体积增大约 9%)。材料的抗冻性取决于其孔隙率、孔隙特征及充水程度。材料的变形能力大、强度高、软化系数大时, 其抗冻性较高。一般认为软化系数小于 0.80 的材料, 其抗冻性较差。

抗冻性良好的材料, 对于抵抗大气温度变化、干湿交替等风化作用的能力较强。所以抗冻性常作为考查材料耐久性的一项指标。

(九) 材料导热性能

当材料两侧存在温度差时, 热量将由温度高的一侧通过材料传递到温度低的一侧, 材料的这种传导热量的能力, 称为导热性。

材料的导热性用导热系数来表示。导热系数的物理意义是: 厚度为 1m 的材料, 当温度改变 1K 时, 在 1s 时间内通过 1m^2 面积的热量。公式表示为:

$$\lambda = \frac{Qa}{(t_1 - t_2)AZ} \quad (1-16)$$

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

Q ——传导的热量, J;

a ——材料的厚度, m;

Z ——传热时间, s;

A ——传热面积, m^2 ;

$(t_1 - t_2)$ ——材料两侧温度差, K。

材料的导热系数愈小，表示其绝热性能愈好。各种材料的导热系数差别很大，如泡沫塑料 $\lambda = 0.035\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ，而大理石 $\lambda = 3.48\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。工程中通常把 $\lambda < 0.23\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 的材料称为绝热材料。为降低建筑物的使用能耗，保证建筑物室内气候宜人，要求建筑物有良好的绝热性。

材料的导热系数大小与其组成与结构、孔隙率、孔隙特征、温度、湿度、热流方向有关。

三、材料的基本力学性质

(一) 材料的强度(图 1-3)

材料的抗压、抗拉及抗剪强度的计算公式如下：

$$f=\frac{F_{\max }}{A} \tag{1-17}$$

式中 f ——材料强度，MPa；
 $F_{\max}$ ——破坏时最大荷载，N；
 A ——受力截面积， mm^2 。

将条形试件放在两支点上，中间作用一集中荷载，对矩形截面试件，则其抗弯强度用下式计算：

$$f_{\text{m}}=\frac{3 F_{\max } L}{2 b h^2} \tag{1-18}$$

在跨度的三分点上作用两个相等的集中荷载，其抗弯强度要用下式计算：

$$f_{\text{m}}=\frac{F_{\max } L}{b h^2} \tag{1-19}$$

式中 f_{m} ——抗弯强度，MPa；
 $F_{\max}$ ——弯曲破坏时最大荷载，N；
 L ——两支点的间距，mm；
 $b、h$ ——试件横截面的宽及高，mm。

相同种类的材料，随着其孔隙率及构造特征的不同，使材料的强度也有较大的差异。一般孔隙率越大的材料强度越低，其强度与孔隙率具有近似直线的比例关系。砖、石材、混凝土和铸铁等材料的抗压强度较高，而其抗拉及抗弯强度很低。木材则抗拉强度高于抗压强度。钢材的抗拉、抗压强度都很高。因此，砖、石材、混凝土等多用在房屋的墙和基础。钢材则适用于承受各种外力的构件。现将常用材料的强度值列于表 1-2。

常用材料的强度(MPa)			表 1-2
材 料	抗 压	抗 拉	抗 弯
花岗石	100~250	5~8	10~14
普通黏土砖	5~20	—	1.6~4.0
普通混凝土	5~60	1~9	—
松木(须纹)	30~50	80~120	60~100
建筑钢材	240~1500	240~1500	—

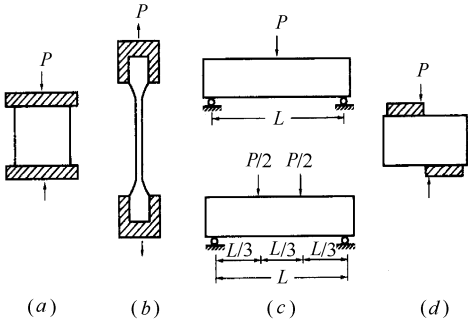


图 1-3 材料受力示意图
 (a)压力；(b)拉力；(c)弯曲；(d)剪切

大部分建筑材料是根据其强度的大小，将材料划分为若干不同的等级(标号)。将建筑材料划分为若干等级，对掌握材料性质，合理选用材料，正确进行设计和控制工程质量都是非常重要的。

(二) 弹性与塑性

材料在外力作用下产生变形，当外力取消后，能够完全恢复原来形状的性质称为弹性，这种完全恢复的变形称为弹性变形(或瞬时变形)。

在外力作用下材料产生变形，如果取消外力，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，这种不能恢复的变形称为塑性变形(或永久变形)。

单纯的弹性材料是没有的。建筑钢材在受力不大的情况下，表现为弹性变形，但受力超过一定限度后，则表现为塑性变形。混凝土在受力后，弹性变形及塑性变形同时产生。

(三) 脆性与韧性

当外力达到一定限度后。材料突然破坏，而破坏时并无明显的塑性变形，材料的这种性质称为脆性。砖、石材、陶瓷、玻璃、混凝土、铸铁等都属于脆性材料。

在冲击、振动荷载作用下，材料能够吸收较大的能量，同时也能产生一定的变形而不致破坏的性质称为韧性(冲击韧性)。材料的韧性是用冲击试验来检验的。建筑钢材(软钢)、木材等属于韧性材料。用作路面、桥梁、吊车梁以及有抗震要求的结构都要考虑到材料的韧性。

四、材料的耐久性

耐久性是材料在长期使用过程中抵抗其自身及环境因素长期破坏作用，保持其原有性能而不变质、不破坏的能力。

侵蚀破坏作用类型包括：①物理作用；②化学作用；③生物作用。

耐久性及破坏因素关系见表 1-3。

耐久性及破坏因素关系 表 1-3

名 称	破坏因素分类	破坏因素种类	评 定 指 标
抗 渗 性	物 理	压力水	渗透系数，抗渗等级
抗 冻 性	物理化学	水、冻融作用	抗冻等级，抗冻系数
冲磨气蚀	物 理	流水、泥砂	磨 蚀 率
碳 化	化 学	CO ₂ 、H ₂ O	碳 化 深 度
化学侵蚀	化 学	酸碱盐及溶液	*
老 化	化 学	阳光、空气、水	*
锈 蚀	物理化学	H ₂ O、O ₂ 、Cl ⁻ 、电流	锈蚀率
碱骨料反应	物理化学	R ₂ O、活性集料	膨胀率
腐 朽	生 物	H ₂ O、O ₂ 、菌	*
虫 蛀	生 物	昆 虫	*
耐 热	物 理	湿热、冷热交替	*
耐 火	物 理	高温、火焰	*

材料的耐久性是一项重要技术性质。材料的耐久性还具有明确的经济意义。从建筑技术发展角度看，各国工程技术人员已达成共识，由按耐久性进行工程设计取代按强度进行工程设计，更具有科学和实用性。