

高等学校试用教材

建筑材料

(建筑学专业用)

西安冶金建筑学院
重庆建筑工程学院
华南工学院 合编
合肥工业大学
华中工学院

中国建筑工业出版社

高等学校试用教材

建筑材料

(建筑学专业用)

西安冶金建筑学院
重庆建筑工程学院
华南工学院 合编
合肥工业大学
华中工学院

中国建筑工业出版社

本书主要讲述房屋建筑工程中常用建筑材料的性能、品种、规格和应用。全书共分十二章，包括材料基本性质、天然石材、烧土制品及玻璃、气硬性胶凝材料、水泥、混凝土及砂浆、金属、木材、沥青、塑料、绝热及吸声材料、涂料等。装饰材料按其主要组分分别在有关章节中讲述。本书附建筑材料试验，共七个试验项目，供选用。

本书为高等学校建筑学专业试用教材，也可供建筑类其他专业选用，或供一般建筑设计和建筑工程技术人员参考。

高等学校试用教材
建 筑 材 料
(建筑学专业用)

西安冶金建筑学院
重庆建筑工程学院
华南工学院 合编
合肥工业大学
华中工学院

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京市平谷县大华山印刷厂印刷

开本：787×1092毫米 1/16 印张：10 字数：239 千字
1986年7月第一版 1986年7月第一次印刷
印数：1—40,600册 定价：1.40元
统一书号：15040·5035

目 录

绪 论	1
第一章 建筑材料的基本性质	4
第一节 材料的基本物理性质	4
第二节 材料的力学性质	5
第三节 材料与水有关的性质	8
第四节 材料的耐久性	10
第五节 材料的热工性质	11
第六节 材料的装饰性能	12
第七节 材料的组成、结构和构造	13
第二章 天然石材	14
第一节 造岩矿物	14
第二节 岩石的形成及分类	15
第三节 建筑上常用岩石	16
第四节 建筑石材的选择及应用	19
第三章 烧土制品及玻璃	21
第一节 粘土砖瓦	21
第二节 建筑陶瓷	26
第三节 玻璃	28
第四节 铸石	30
第四章 气硬性胶凝材料	31
第一节 石灰	31
第二节 石膏	34
第三节 镁质胶凝材料	36
第四节 水玻璃	37
第五章 水泥	39
第一节 硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥	39
第二节 混合材料及掺混合材料的硅酸盐水泥	46
第三节 特种水泥	48
第四节 石棉水泥制品	52
第六章 混凝土及砂浆	53
第一节 骨料和水	54
第二节 混凝土拌合物的和易性	57
第三节 混凝土的强度	59
第四节 混凝土的耐久性	61
第五节 混凝土外加剂	63
第六节 混凝土配合比设计	64

第七节 装饰混凝土	66
第八节 其他混凝土	67
第九节 砌筑砂浆	72
第十节 抹面、防水及装饰砂浆	73
第七章 金属材料	76
第一节 建筑钢材	76
第二节 铸铁	84
第三节 铝及铝合金	84
第四节 其他有色金属	84
第八章 木材	86
第一节 木材的构造	86
第二节 木材的物理力学性质	87
第三节 木材的装饰性能	90
第四节 木材的分类和分等	90
第五节 木材的处理	91
第六节 人造木板	91
第九章 沥青材料	93
第一节 石油沥青	93
第二节 煤沥青	96
第三节 沥青防水材料	97
第四节 沥青砂浆和沥青混凝土	102
第十章 建筑塑料	104
第一节 塑料的特性及组成	104
第二节 常用的建筑塑料及制品	105
第三节 胶粘剂和嵌缝材料	109
第十一章 绝热材料及吸声材料	111
第一节 绝热材料	111
第二节 吸声材料	117
第十二章 涂料	121
第一节 涂料的作用、分类及组成	121
第二节 建筑涂料	122
第三节 油漆涂料	124
第四节 特种油漆	125
第十三章 建筑材料试验	126
试验一 普通砖试验	127
一、普通砖抗压强度试验	127
二、普通砖抗折强度试验	128
试验二 建筑石膏试验	129
一、建筑石膏细度试验	129
二、建筑石膏标准稠度试验	129
三、建筑石膏凝结时间试验	130
四、建筑石膏强度试验	131

试验三 水泥试验	132
一、水泥比重试验	132
二、水泥细度试验	133
三、水泥标准稠度用水量试验	133
四、水泥安定性试验	134
五、水泥强度试验	135
试验四 混凝土骨料试验	137
一、砂的筛分析试验	137
二、砂的视比重试验	138
三、砂的容重试验	139
四、石子筛分析试验	140
五、石子视比重试验（广口瓶法）	140
六、石子容重试验	141
试验五 混凝土试验	142
一、混凝土拌合物的坍落度试验	142
二、混凝土抗压强度试验	143
试验六 沥青试验	144
一、沥青针入度试验	144
二、沥青延度试验	145
三、沥青软化点试验	146
试验七 装饰材料的白度试验	147
结语	149
附录 常用树脂和塑料名词缩写对照表	150
主要参考资料	151

绪 论

建筑材料是建筑工程不可缺少的原材料，是建筑事业的物质基础。它直接关系到建筑形式、建筑质量和建筑造价，影响国民经济的发展、城乡建设面貌的变化和人民居住条件的改善。

在建筑中，建筑材料的品种多，用量大，从建筑物的主体结构，直至每一个细部和零件，无一不由各种建筑材料，经适当设计、施工而成。建筑材料的数量、质量、品种、规格、以及外观、色彩等，都在很大程度上影响建筑物的功能和质量，影响建筑物的适用性、艺术性和耐久性。

建筑、材料、结构、施工，四者是密切相关的。从根本上说，材料是基础，材料决定了建筑形式和施工方法。新材料的出现，促使建筑形式的变化、结构设计方法的改进和施工技术的革新。现代材料科学技术的进步对建筑学和建筑技术的发展提供了新的可能。

为了使建筑物满足适用、坚固、耐久、美观等基本要求，材料在建筑物的各个部位，应充分发挥各自的功能作用，分别满足各种不同的要求。如高层或大跨度建筑中的结构材料，要求是轻质、高强的；冷藏库建筑必须采用高效能的绝热材料；防水材料要求致密不透水；影剧院、音乐厅为了达到良好的音响效果需要采用优质的吸声材料，而大型公共建筑及纪念建筑的立面材料，要求较高的装饰性和耐久性。材料的合理使用或最优化设计，应该是建筑上的所有材料，能最大限度地发挥材料本身的效能，合理、经济地满足建筑功能上的各种要求。

在建筑设计中，常常需要通过材料和构造上的处理，从材料造型、线条、色彩、光泽、质感等多方面，反映建筑的艺术特性。建筑设计技巧之一，就是要通过设计人员的材料学知识和创造性的劳动，充分利用并显露建筑材料的本质和特性。要善于利用材料作为一种艺术手段，加强和丰富建筑的艺术表现力。要注意利用建筑和建筑群的饰面材料及其色彩处理，巧妙地选用材料，美化人们的工作和居住环境。

建筑材料的发展经历了一个很长的历史时期。天然的土、石、竹、木、草秸、树皮是古人类的主要建筑材料。约在公元前3000年，西亚的美索不达米亚开始用砖砌筑圆顶和拱。我国的“秦砖汉瓦”，指建筑中使用砖瓦的初盛时期，制陶技术实际上远早于秦汉。在漫长的封建农奴制度下，建筑材料发展缓慢，近代建筑材料大部分是在19世纪以后，随着生产力的解放和发展而出现的，特别是水泥和钢材的工业化生产，使建筑技术发生革命性的变化，“现代建筑”的概念和形象是在出现大量现代建筑材料的基础上形成的。

我们的祖先在建筑上留下了许多宝贵的经验和丰富的遗产，至今仍是我们学习的典范。新中国建立以来，在党和国家的关怀和正确方针指导下，建筑事业获得了新生。特别是党的十一届三中全会以来，全国城乡建设蓬勃发展，欣欣向荣。近几年来，国家基本建设投资每年约为500~700亿元，城镇兴建房屋建筑每年约为1.2亿平方米，农村建房每年约6~7亿平方米。全国城乡每年所消耗的建筑材料数量是十分可观的。而当前我国建筑

水平、建筑力量和建筑材料生产，尚远远不能满足现代化建设和人民生活提高的需要。

建筑材料的品种繁多，组分各异，用途不一，按照基本成分，建筑材料的分类如表1。

建筑材料按基本成分的分类 表 1

金属材料		黑 色 金 属	钢、 铁	
		有 色 金 属	铝、 铜、铅 及 其 合 金 等	
非 金 属 材 料	无 机 材 料	天 然 石 材	花 岗 岩、石 灰 岩、大 理 岩等	
		烧土制品及玻璃	砖 瓦、 陶 瓷、 玻 璃 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
		以胶凝材料为基料的人造石		混 凝 土 砂 浆 石棉水泥制品 硅酸盐建筑制品
		有 机 材 料		木材、沥青、树脂和塑料、涂料、橡胶等
	复 合 材 料		金属—非金属材料、非金属—金属材料 无机—有机材料、有机—无机材料	

建筑材料按其在建筑中的主要用途可分为：结构材料、构造材料、防水材料、地面材料、饰面材料、绝热材料、吸声材料、卫生工程材料及其他特殊材料。

目前我国对绝大部分建筑材料，均制订有技术标准，生产单位按标准生产合格的产品，使用部门参照标准和产品目录，根据使用要求，量材选用。

在建筑材料的选择和使用时，要根据建筑物的功能要求，材料在建筑物中的作用及其受到的各种外界因素的影响等，考虑材料所应具备的性能。设计者对建筑材料必须具有丰富的知识，掌握常用建筑材料的性能和特点，使材料在建筑物上充分发挥其作用，满足使用上的不同要求，作到材尽其能，物尽其用。以往，由于设计人员对材料知识缺乏了解或选材上的失误，往往会给建筑工程带来很大麻烦和浪费，甚至在建筑质量、功能、效果上造成无可挽回的损失。

为了不断地创新，不断地提高建筑设计和建筑创作水平，设计者应了解新型建筑材料的发展，了解建筑材料生产和技术上的新成就。

许多建筑材料，体重、量大，宜于就地生产，就地使用，设计者应了解当地建材生产和资源情况，合理采用地方材料。

在建筑设计中，技术、经济、艺术三者的统一，是体现设计水平的主要标志，也是建筑设计人员的基本任务。

在建筑造价中，材料费所占比例很大，一般在50~60%以上。在材料选用时，要注意经济性，它对降低建筑造价，提高基本建设的技术经济效益，保证国民经济的顺利发展，具有很大的意义。

建筑材料费用不仅在建筑造价中占有很大的比例，而且由于生产和需求上存在差距，经常出现供不应求的局面，特别是几种主要建筑材料，这个问题更为严重。因此，在材料

使用上，必须严格贯彻节约的原则。

对已建成的建筑物，应加强维护，尤其要注意对主体材料的保护，这是延长建筑物使用年限和节约建筑材料的主要措施之一。

随着工农业和科学技术的现代化，材料和能源已成为国民经济发展中的两个重大课题，这两个课题本身又是密切相关的。许多建筑材料的生产能耗很大，节约能源是与节约材料密切联系在一起的。在建筑物使用期间，空调建筑、采暖建筑需要附加的使用能耗。为了节约能源，降低建筑物的使用费，在建筑设计中合理地采用绝热材料或考虑材料及构造的热工效能，是十分重要的。

本课程的内容主要根据高等学校“建筑学”专业的教学需要，对常用建筑材料的来源、成分、构造、性能和应用等方面，作扼要的论述和介绍，使初学者具备建筑材料使用的基本知识。

学习本课程应以掌握常用建筑材料的性能为重点，在此基础上熟悉它的应用。学习时应该理论联系实际，注意材料成分、构造、性能和应用之间存在的内在联系。在其他有关课程的学习和生产实习时，注意观察和调查材料的使用实例。

实验有本课程教学环节之一。通过实验，获得材料性能的感性知识，了解材料试验的基本方法，在实验中培养实事求是的科学态度和严肃认真的工作作风。

各种建筑及装饰材料样品的认识和观摩，也是本课程教学环节之一。

第一章 建筑材料的基本性质

在建筑中，建筑材料要承受各种不同的作用，从而要求建筑材料具有相应的不同性质。如用于建筑结构的材料要受到各种外力的作用，因此所选用的材料应具有所需的力学性能。根据建筑物各种不同部位的使用要求，有些材料应具有防水、绝热、吸声等性能。对某些工业建筑，要求材料具有耐热、耐腐蚀等性能。此外，对于长期暴露在大气中的材料，要求能经受风吹、日晒、雨淋、冰冻而引起的温度变化、湿度变化及反复冻融等的破坏作用。为了保证建筑物能经久耐用，要求建筑设计人员掌握材料的基本性质，并能合理地选用材料。

第一节 材料的基本物理性质

一、材料的比重及容重

(一) 比重

比重是材料在绝对密实状态下，单位体积的质量（重量），又称密度，比重按下式计算：

$$\gamma = \frac{G}{V}$$

式中 γ ——比重（ g/cm^3 ）；

G ——干燥材料的质量（ g ）；

V ——材料在绝对密实状态下的体积（ cm^3 ）。

比重也可以是材料质量与同体积水质量的比值。

绝对密实状态下的体积是指不包括孔隙在内的体积。除了钢材、玻璃等少数材料外，绝大多数材料都有孔隙。在测定有孔材料的比重时，应把材料磨成细粉，干燥后用比重瓶测定其实体积。材料磨得越细，测得的数值就越接近它的绝对密实体积。

对于颗粒形状不规则的砂或石子，用排水法测得的体积是指砂、石子的颗粒体积（颗粒内部含有孔隙），并非绝对密实体积，由此颗粒体积计算出的材料比重称为视比重。

(二) 容重

容重是材料在自然状态下，单位体积的质量（重量）。容重按下式计算：

$$\gamma_0 = \frac{G}{V_0}$$

式中 γ_0 ——容重（ g/cm^3 或 kg/m^3 ）；

G ——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包括内部孔隙的体积。当材料含有水分时，影响材料的

容重值。故测定容重时，必须注明其含水情况，如水饱和、风干（气干）、绝干（烘干至恒重）等。为进行对比，常以绝干或风干容重为标准。

砂、石子等散粒材料按自然堆积体积计算，称为松散容重。若以振实体积计算则称紧密容重。

在建筑工程中，凡计算材料用量和构件自重，进行配料计算，确定堆放空间及组织运输时，经常要用到材料的比重和容重数据。几种常用材料的比重和容重值如表1-1。

几种常用材料的比重、容重和孔隙率 表 1-1

材 料	比 重	容 重 (kg/m³)	孔 隙 率 (%)
花 岗 岩	2.6~2.9	2500~2800	0.5~3.0
普 通 粘 土 砖	2.5~2.8	1500~1800	30~40
普 通 混 凝 土	—	2300~2500	5~20
松 木	1.55	380~700	55~75
建 筑 钢 材	7.85	7850	0

二、材料的密实度和孔隙率

(一) 密实度

密实度是指材料体积内固体物质所充实的程度。密实度 D 按下式计算：

$$D = \frac{V}{V_0}$$
$$\text{或 } D = \frac{\gamma}{\gamma_0}$$

(二) 孔隙率

孔隙率是指材料体积内，孔隙体积与总体积的比例。孔隙率 P 按下式计算：

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0}$$
$$\text{或 } P = 1 - \frac{\gamma_0}{\gamma}$$

对于散粒材料，如砂、石子等也可用上式计算其空隙率。计算时，式中的容重应为砂、石子的松散容重，而比重则为颗粒的视比重，由此而算得的空隙率是指材料颗粒间的空隙率，而不是材料颗粒内部的孔隙率。几种常用建筑材料的孔隙率见表1-1。

孔隙率的大小直接反映了材料的致密程度。材料内部孔隙的构造可分为连通的和封闭的两种。连通孔隙不但彼此贯通且与外界相通，而封闭孔隙不仅彼此不连通，且与外界隔绝。孔隙按本身尺寸又有粗孔、细孔之分。孔隙是否封闭及孔隙的粗细均为材料构造的重要特征。孔隙率的高低及孔隙特征与材料的许多重要性质，如强度、吸水性、抗渗性、抗冻性和导热性等，都有密切关系。

第二节 材料的力学性质

一、材料的强度

材料在力（荷载）作用下抵抗破坏的能力称为强度。当材料承受外力时，内部就产生

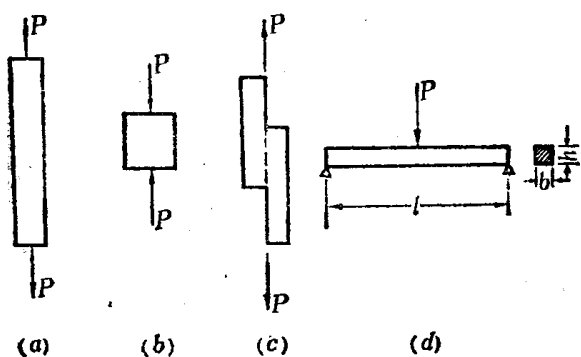


图1-1 材料承受各种外力示意图
(a)抗拉; (b)抗压; (c)抗剪; (d)抗弯

材料的抗压、抗拉及抗剪强度的计算公式如下:

$$R = \frac{P}{F}$$

式中 R ——材料的极限强度 (MPa);
 P ——材料破坏时最大荷载 (N);
 F ——试件受力截面面积 (mm^2).

材料的抗弯强度与试件受力情况、截面形状及支承条件有关。一般试验方法是將条形试件 (梁) 放在两支点上, 中间作用一集中荷载。对矩形截面试件, 其抗弯强度用下式计算:

$$R_w = \frac{3PL}{2bh^2}$$

式中 R_w ——抗弯极限强度 (MPa);
 P ——弯曲破坏时最大荷载 (N);
 L ——两支点的间距 (mm);
 b 、 h ——试件截面的宽、高 (mm)。

大部分建筑材料根据其极限强度的大小, 划分为若干不同的强度等级, 称为标号。砖、石、水泥、混凝土等材料, 主要根据其抗压强度划分标号。如粘土砖有75、100……200等标号, 普通水泥有275、325、……725等标号, 混凝土有75、100、……500、600等标号。建筑钢材的钢号主要按其抗拉强度划分。将建筑材料划分为若干标号, 对掌握材料性能, 合理选用材料, 正确进行设计和控制工程质量, 是十分必要的。

材料的强度主要取决于材料成分、结构及构造。不同种类的材料, 其强度不同; 即使同类材料, 由于组成、结构或构造的不同, 其强度也有很大差异。疏松及孔隙率较大的材料, 其质点间的联系较弱, 有效受力面积减小, 孔隙附近产生应力集中, 故强度低。某些具有层状或纤维状构造的材料在不同方向受力时所表现强度性能不同, 即所谓各向异性。

二、弹性和塑性

材料在外力作用下产生变形, 当外力取消后, 变形即行消失, 材料能够完全恢复原来形状的性质称为弹性。这种完全消失的变形称为弹性变形。材料的弹性变形曲线如图1-2所示。材料的弹性变形与外力 (荷载) 成正比例。

应力。外力逐渐增加, 应力也相应增大、直到材料内部质点间的作用力不再能抵抗这种应力时, 材料即破坏, 此时的极限应力就是材料的强度。

根据外力作用方式的不同, 材料强度有抗拉、抗压、抗剪、抗弯 (抗折) 强度等。如图1-1所示。

材料的强度常通过破坏性试验测定。将试件放在材料试验机上, 施加荷载, 直至破坏, 根据破坏时的荷载, 即可计算材料的强度。

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（或永久变形）。

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。有的材料在受力时弹性变形和塑性变形同时产生（如图1-3）。如果取消外力，则弹性变形 ab 可以消失，而其塑性变形 ob 则不能消失，如混凝土。

三、脆性和韧性

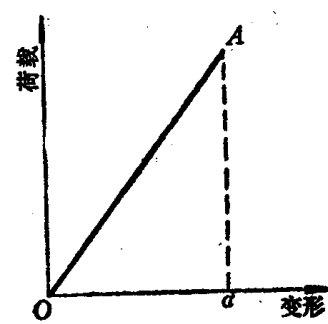


图 1-2 材料的弹性变形曲线

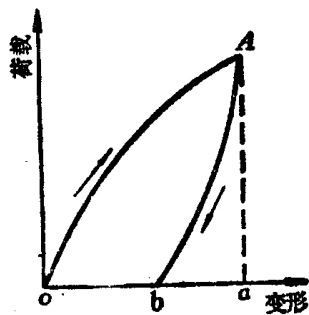


图 1-3 材料的弹塑性变形曲线

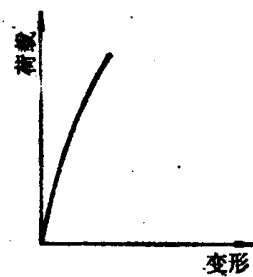


图 1-4 脆性材料的变形曲线

当材料受力达到一定程度后，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。脆性材料的变形曲线如图1-4。其特点是材料在外力作用下接近破坏时，变形仍很小。脆性材料的抗拉强度比抗压强度往往要低很多，仅为抗压强度的 $\frac{1}{5} \sim \frac{1}{50}$ 。所以脆性材料主要用于承受压力。砖、石材、陶瓷、玻璃、普通混凝土、普通灰铸铁等都属于脆性材料。

在冲击或动力荷载作用下，材料能吸收较大的能量，同时也产生较大的变形而不致破坏的性质称为韧性（冲击韧性）。以材料破坏时单位面积所消耗的功表示。计算公式如下：

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

式中 a_k ——冲击韧性（J/cm²）；
 A_k ——试件破坏时所消耗的功（J）；
 F ——试件截面积（cm²）。

脆性材料的冲击韧性很低。而建筑钢、木材则属于韧性材料。钢材的抗拉和抗压强度都很高，它既适用于承受压力，也适用于承受拉力及弯曲。

对用于地面、轨道、吊车梁等有动力荷载作用的部件，要考虑材料的韧性。

四、硬度和耐磨性

（一）硬度

硬度是材料表面能抵抗其他较硬物体压入或刻划的能力。

不同材料的硬度测定方法不同。按刻划法，矿物硬度分为十级，即：①滑石；②石膏；

③方解石；④萤石；⑤磷灰石；⑥正长石；⑦石英；⑧黄玉；⑨刚玉；⑩金刚石。钢材、木材和混凝土的硬度用钢球压入法测定。此外，材料的硬度还可用钻孔、射击等方法测定。

一般说，硬度大的材料耐磨性较强，但不易加工。在工程中，有时可用硬度间接推算材料的强度。

(二) 耐磨性

耐磨性是材料表面抵抗磨损的能力。材料的耐磨性用磨损率表示。磨损率按下式计算：

$$N = \frac{G_1 - G_2}{F}$$

式中 N ——材料的磨损率 (g/cm^2)；

G_1 ——试件磨损前的质量 (g)；

G_2 ——试件磨损后的质量 (g)；

F ——试件受磨面积 (cm^2)。

材料的耐磨性与硬度、强度及内部构造有关。

在建筑中，用于地面、楼梯踏步、人行道路等地的材料，必须考虑其硬度和耐磨性。

第三节 材料与水有关的性质

一、亲水性和憎水性

材料与水接触时，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两类。

润湿就是水被材料表面吸附的过程，它和材料本身的性质有关。如材料分子与水分子间的相互作用力大于分子本身之间的作用力，则材料表面能被水所润湿。此时，在材料、水和空气三相的交点处，沿水滴表面所引的切线与材料表面所成的夹角（称润湿角） $\theta \leq 90^\circ$ （如图1-5 a），这种材料称亲水材料。润湿角 θ 愈小则润湿性愈好。如果材料分子与分子间的相互作用力小于水分子本身之间的作用力，则材料表面不能被水润湿，此时，润湿角 $\theta > 90^\circ$ （如图1-5 b），这种材料称为憎水材料。

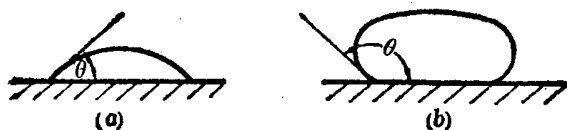


图 1-5 材料的润湿角

(a) 亲水材料；(b) 憎水材料

大多数建筑材料，如天然石材、砖、混凝土、钢材、木材等都属于亲水材料。憎水材料有沥青、某些油漆、石蜡等。憎水材料不仅可作防水材料用，而且还用于处理亲水材料的表面，以降低其吸水性，提高材料的防水、防潮性能。

二、吸水性和吸湿性

(一) 吸水性

材料能在水中吸收水分的性质称为吸水性。吸水性的用吸水率表示。吸水率按下式计算。

$$W = \frac{G_1 - G}{G} \times 100\%$$

式中 W ——材料的质量吸水率(%)；

G ——材料在干燥状态下的质量；

G_1 ——材料在吸水饱和状态下的质量。

材料的吸水性不仅取决于材料本身是亲水的还是憎水的，也与其孔隙率的大小及孔隙特征有关。如果材料具有细微而连通的孔隙，其吸水率就大。若是封闭孔隙，水分就难以渗入。粗大的孔隙，水分虽然容易渗入，但仅能润湿孔壁表面，而不易在孔隙内存留，所以有封闭或粗大孔隙的材料，它的吸水率是较低的。

水在材料中对材料的性质往往有不良的影响，它使材料的容重和导热性增大，强度降低，体积膨胀。

(二) 吸湿性

材料不但能在水中吸收水分，也能在空气中吸收水分，所吸水分随空气中湿度的大小而变化。材料在潮湿空气中吸收水分的性质称为吸湿性。材料孔隙中含有水分时，则这部分水的质量与材料质量之比的百分数叫做材料的含水率。与空气湿度达到平衡时的含水率称为平衡含水率。木材吸收空气中的水分后，会降低强度，增加容重，导致体积膨胀。绝热材料吸收水分后，导热系数提高，绝热性能降低。

三、耐水性

材料长期在饱和水作用下不破坏，强度也无显著降低的性质称为耐水性。随着含水量的增加，由于材料内部分子间的结合力减弱，强度会有不同程度的降低。如花岗岩长期浸泡在水中，强度将降低3%左右；而普通粘土砖和木材所受的影响更为明显。材料的耐水性用软化系数表示：

$$\text{软化系数} = \frac{\text{材料在吸水饱和状态下的抗压强度}}{\text{材料在干燥状态下的抗压强度}}$$

软化系数的范围波动在0~1之间。位于水中和经常处于潮湿环境中的重要构件，须选用软化系数不低于0.75的材料。软化系数大于0.80的材料，通常可认为是耐水的。

四、抗渗性

在压力水作用下，材料抵抗水渗透的性能称为抗渗性(或不透水性)。抗渗性的高低与材料的孔隙率及孔隙特征有关。绝对密实或具有封闭孔隙的材料，实际上是不透水的。此外，材料毛细管壁是亲水的或憎水的，对抗渗性也有一定的影响。

材料的抗渗性可用渗透系数表示。渗透系数按下式计算：

$$K = \frac{Q}{Ft} \cdot \frac{d}{H}$$

式中 K ——渗透系数($\text{cm}^3/\text{cm}^2 \cdot \text{h}$ 或 cm/h)；

Q ——渗水量(cm^3)；

F ——渗水面积(cm^2)；

d —— 试件厚度 (cm) ;

H —— 水头差 (cm) ;

t —— 渗水时间 (h) 。

材料的抗渗性也可用抗渗标号来表示。如混凝土的抗渗标号是按标准试件在 28d 龄期所能承受的最大水压确定。

地下建筑、基础、管道等经常受到压力水或水头差的作用，所用材料应具有一定的抗渗性。各种防水材料对抗渗性均有要求。

五、抗冻性

抗冻性是材料在吸水饱和状态下，能经受多次冻结和融化作用（冻融循环）而不破坏，强度也无显著降低的性质。以试件能经受的冻融循环次数表示材料的抗冻标号。

冰冻对材料的破坏作用是由于材料孔隙内的水结冰时体积膨胀而引起。材料抗冻性的高低取决于材料的吸水饱和程度和材料对结冰时体积膨胀所产生的压力的抵抗能力。

抗冻性良好的材料，对于抵抗温度变化、干湿交替等风化作用的性能也强。所以抗冻性常作为矿物材料抵抗大气物理作用的一种耐久性指标。处于温暖地区的建筑物，虽无冰冻作用，为抵抗大气的风化作用，确保建筑物的耐久性，对材料往往也提出一定的抗冻性要求。

第四节 材料的耐久性

如前所述，材料在建筑物的使用过程中，除受到各种外力作用外，尚长期受到各种使用因素和自然因素的破坏作用。这些破坏作用有物理作用、机械作用、化学作用和生物作用。

物理作用包括温度和干湿的交替变化、循环冻融等。温度和干湿的交替变化引起材料的膨胀和收缩，长期、反复的交替作用，会使材料逐渐破坏。在寒冷地区，循环的冻融对材料的破坏甚为明显。

机械作用包括荷载的持续作用、反复荷载引起材料的疲劳、冲击疲劳、磨损等。

化学作用包括酸、碱、盐等液体或气体对材料的侵蚀作用。

生物作用包括昆虫、菌类等的作用而使材料蛀蚀或腐朽。

一般矿物质材料，如石材、砖瓦、陶瓷、混凝土、砂浆等，暴露在大气中时，主要受到大气的物理作用；当材料处于水位变化区或水中时，还受到环境水的化学侵蚀作用。金属材料在大气中易遭锈蚀。木材及植物纤维材料，常因虫蚀、腐朽而遭到破坏。沥青及高分子材料，在阳光、空气及热的作用下，会逐渐老化、变质而破坏。

综上所述，所谓材料的耐久性，是在使用条件下，在上述各种因素作用下，在规定使用期限内不破坏，也不失去原有性能的性质。耐久性是材料的一种综合性质，诸如抗冻性、抗风化性、抗老化性、耐化学侵蚀性等均属于耐久性的范围。此外，材料的强度、抗渗性、耐磨性等性能也与材料的耐久性有密切关系。

为提高材料的耐久性，可根据使用情况和材料特点采取相应的措施，如设法减轻大气或周围介质对材料的破坏作用（降低湿度、排除侵蚀性物质等）；提高材料本身对外界作用的抵抗性（提高材料的密实度、采取防腐措施等）；也可用其他材料保护主体材料免受

破坏(覆面、抹灰、油漆涂料等)。

第五节 材料的热工性质

在建筑中，建筑材料除满足必要的强度及其他性能要求外，常要求具有一定的热工性质，以维持室内温度，为生产和生活创造适宜的条件，并节约建筑物的使用能耗。

一、导热性

当材料两面存在温度差时，热量从材料一面通过材料传导至另一面的性质，称为材料的导热性。导热性用导热系数表示。导热系数按下式计算：

λ= Qa / FZ(t2-t1)

式中 λ——导热系数 (W/m·K)；
Q——传导热量 (J)；
a——材料厚度 (m)；
F——热传导面积 (m²)；
Z——热传导时间 (h)；
(t2-t1)——材料两侧温差 (K)。

在物理意义上，导热系数为单位厚度的材料、当两侧温差为1 K时、在单位时间内通过单位面积的热量。

材料的导热系数越小，绝热性能越佳。几种典型材料的导热系数如表1-2。

几种典型材料的热工性质指标 表 1-2

材 料	导 热 系 数 (W/m·K)	比 热 (J/g·K)	材 料	导 热 系 数 (W/m·K)	比 热 (J/g·K)
铜	370	0.38	绝热用纤维板	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	0.60	4.19
松 木 (横纹)	0.15	1.63	密 闭 空 气	0.025	1.00

导热系数小于0.15W/m·K的材料，可称为绝热材料。

导热系数与材料内部的孔隙构造有密切关系。由于密闭空气的导热系数很小 (λ=0.025W/m·K)，所以一般说，材料的孔隙率越大其导热系数越小。但如孔隙粗大或贯通，由于增加热的对流作用，材料的导热系数反而提高。材料受潮或受冻后，导热系数会大大提高。这是由于水和冰的导热系数比空气的导热系数高很多(分别为0.60和2.20W/m·K)。因此，在设计、构造和施工时，应采取有效措施，使绝热材料经常处于干燥状态，以发挥材料的绝热效能。

二、比热和热容量

材料具有受热时吸收热量，冷却时放出热量的性质，这种性质称为材料的热容量。材料吸收或放出的热量可由下式计算：