

高等学校试用教材

建筑材料

(建筑学专业用)

[第二版]

西安建筑科技大学
重庆建筑大学
华南理工大学 合编
合肥工业大学
华中理工大学

中国建筑工业出版社

第一版前言

本教材是为适应建筑学专业“建筑材料”课的教学需要而编写的。编写时参照国内各院校建筑学专业现行教学计划，拟订了“教材编写大纲”。在编写中，遵照教育部关于教材建设的有关文件和原则意见，“打好基础，精选内容，逐步更新，利于教学”，“加强实践环节，改进教学方法，着重培养能力”，以精选教材内容，作为教材编写的主导思想。在内容上，主要突出房屋建筑工程中常用建筑材料的性能、品种、规格和应用，反映国内外在建筑材料品种和应用上的新发展，重点是满足建筑学专业“建筑材料”课的教学要求。教材中用小号字排印者为选学内容。

为加强理论与实际的联系，培养学生的实验能力，本教材参照国家的有关技术标准，编写了“建筑材料试验”。试验项目及内容是汇总各院校建筑学专业“建筑材料”课现行教学大纲编写的，可供各院校根据情况选做其中一部分。

除供建筑学专业使用外，本教材尚可供课程学时为30~50的建筑类其他专业选用。

本教材系集体编写，由张令茂主编。各章编写人员为：绪论、第七章——西安冶金建筑学院张令茂；第一、八章——华南工学院张兆杰；第二章——重庆建筑工程学院蒋聚桂；第三、九章——华中工学院谯京旭；第四、十章——合肥工业大学冯美玉；第五章——西安冶金建筑学院秦建中；第六章——重庆建筑工程学院徐家保；第十一、十二章——华南工学院陈雅福；建筑材料试验——西安冶金建筑学院张令茂、秦建中。本教材由同济大学祝永年主审。

在本教材编写过程中，天津大学徐尚文、湖南大学皮心喜、上海市建筑科学研究所沈旦申对教材初稿进行了审阅，许多兄弟院校也对初稿内容提供了宝贵的意见，编者谨向他们表示感谢。

本教材于1984年12月由“建筑施工及管理”类专业教材编审委员会审定通过。

鉴于当前建筑学专业教学计划和“建筑材料”教学大纲尚未统一制订，加之编者水平有限，时间仓促，教材中可能存在不少缺点和错误，尚祈读者批评指正。

编者

1985年7月

(京)新登字 035 号

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。全书共分十三章,包括材料的基本性质、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、合成高分子材料、绝热及吸声材料、涂料、防火材料等。装饰材料按其组分分别在有关章节中讲述。

本书为高等学校建筑学专业用教材,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)

[第二版]

西安建筑科技大学

重庆建筑大学

华南理工大学 合编

合肥工业大学

华中理工大学

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京市云浩印制厂印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:11¼ 字数:271千字

1997年6月第二版 1997年6月第五次印刷

印数:75,041—5,100册 定价:9.40元

ISBN 7-112-02981-3

TU·2274(8096)

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)

第二版前言

本教材第一版出版于1986年。在第一版教材使用期间，编者曾获得不少有关本教材内容、深浅程度、名词术语和编排等方面的反馈意见。

10年来，国内建筑事业蓬勃发展，新材料、新设计、新工艺不断涌现，整个建筑面貌和水平发生了很大变化。建筑装饰、装修材料成为新的社会热点。为充分反映教材的时代性，更好地满足新的需要，在修订时，除更新有关《标准》外，重点增补了各种新型建筑材料，新型的装饰、装修材料，建筑防水材料和建筑防火材料。对于传统的土建材料，修订时也作了适当更新和部分增补。

本教材在修订时，仍遵循以“打好基础，精选内容，逐步更新，有利教学”“改进教学方法，着重培养能力”为原则，以“精选教学内容”作为教材编写和修订的主导思想。

本教材在修订时，除考虑重点满足建筑学专业“建筑材料”课的教学需要外，尚考虑到“建筑构造与材料”“建筑装饰”“建筑装饰材料”等课程的教学需要。

鉴于当前国内各院校在专业教学计划执行上存在差距，课程设置不尽相同，缺少指导性的课程教学大纲，为保持教材在内容上的系统性和使用上的灵活性，更好地满足各院校的不同需要，本版教材各有关章节保持了相对独立的体系。

本版教材对有关选学内容不再用小号字排印。编者认为，原则上读者应在教师指导下有目的、有系统、有重点地学习本教材。

针对当前国内各院校“建筑材料”课程教学的实际情况，修订时删去了第一版中的“实验”部分内容。

本教材第二版修订分工不变，即由西安建筑科技大学张令茂主编，华南理工大学张兆杰、重庆建筑大学蒋聚桂、华中理工大学谯京旭、合肥工业大学冯美玉、西安建筑科技大学秦建中、重庆建筑大学徐家保、华南理工大学陈雅福参编。第十三章建筑防火材料由华中理工大学谯京旭执笔编写。本教材第二版仍由同济大学祝永年教授主审。

编者

1996年8月

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	6
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 岩石的形成及分类	14
第二节 建筑石材的技术性能	16
第三节 建筑上常用岩石	17
第四节 石材的加工类型及选用	20
第三章 烧土制品及玻璃	22
第一节 粘土砖瓦	22
第二节 建筑陶瓷	29
第三节 玻璃	33
第四节 铸石	41
第四章 气硬性胶凝材料	42
第一节 建筑石灰	42
第二节 石膏	45
第三节 镁质胶凝材料	48
第四节 水玻璃	48
第五章 水泥	50
第一节 硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥	50
第二节 混合材料及掺混合材料的硅酸盐水泥	57
第三节 特种水泥	60
第四节 石棉水泥制品	64
第六章 混凝土及砂浆	66
第一节 骨料和水	67
第二节 混凝土拌合物的和易性	69
第三节 混凝土的强度	71
第四节 混凝土的耐久性	74
第五节 混凝土外加剂	75

第六节	混凝土配合比设计	76
第七节	装饰混凝土	79
第八节	其他混凝土	80
第九节	砌筑砂浆	85
第十节	抹面、防水及装饰砂浆	86
第七章	金属材料	89
第一节	建筑钢材	89
第二节	铸铁	97
第三节	铝及铝合金	97
第四节	其他有色金属	98
第八章	木材	100
第一节	木材的构造	100
第二节	木材的物理力学性质	101
第三节	木材的装饰性能	105
第四节	木材的分类和分等	105
第五节	木材的处理	106
第六节	木材的合理应用	106
第九章	沥青材料	108
第一节	石油沥青	108
第二节	煤沥青	112
第三节	沥青防水卷材	113
第四节	沥青防水涂料	117
第五节	沥青嵌缝油膏	120
第六节	沥青胶粘剂	121
第七节	沥青砂浆和沥青混凝土	124
第十章	合成高分子材料	125
第一节	高分子化合物的基本概念	125
第二节	塑料的特性及组成	127
第三节	建筑塑料的常用品种	128
第四节	建筑塑料制品的应用	129
第五节	胶粘剂和嵌缝材料	133
第十一章	绝热材料及吸声材料	135
第一节	绝热材料	135
第二节	吸声材料	143
第十二章	建筑涂料	147
第一节	涂料的作用、分类及组成	147
第二节	外墙涂料	148
第三节	内墙涂料	150
第四节	地面涂料	151
第五节	防水涂料	152
第六节	特种涂料	153
第七节	油漆涂料	154

第八节 特种油漆	155
第十三章 建筑防火材料	156
第一节 建筑材料的阻燃原理及方法	156
第二节 木材的阻燃处理及应用	158
第三节 沥青的阻燃	159
第四节 建筑塑料的阻燃	160
第五节 其他阻燃制品	162
第六节 钢材的防火保护	165
结语	167
附录 常用合成高分子材料名词缩写对照表	168
参考文献	169

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 5000~6000 亿元，城镇兴建房屋建筑每年约为 2~3 亿 m^2 ，农村建房每年约 6~8 亿 m^2 。全国城乡每年所消耗的建筑材料数量是十分可观的。

根据我国《国民经济和社会发展“九五”计划和 2010 年远景目标纲要》的规定,自 1996 年至 2010 年,在保持国民经济持续、快速、健康发展的同时,将加强农业、水利、能源、交通、通信和支柱产业的重点建设,将加强城镇建设。在建筑业,重点建设城乡住宅和公共工程,提高工程质量。建材工业部门将大力增加优质产品,开发和推广新型建材及制品。

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,均制定有技术标准,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,做到材尽其能,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,提高基本建设的经济效果,保证国民经济的顺利发展,

具有很大的意义。

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，对常用建筑材料的产源、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。原则上，本课程应在教师指导下，有系统、有重点地学习。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。

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，要求能经受因风吹、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

材料的基本物理性质是表示材料物理状态特点的性质。主要的物理状态参数如下：

一、密度

密度是材料在绝对密实状态下，单位体积的质量，又称比重。用下式表示：

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

式中 ρ ——材料的密度 (g/cm^3)；

m ——干燥材料的质量 (g)；

V ——材料在绝对密实状态下的体积 (cm^3)。

绝对密实体积是指只有构成材料的固体物质本身的体积，即固体物质内不含有孔隙的体积。除钢材、玻璃等少数材料外，绝大多数材料都有一些孔隙。在测定含有孔隙材料的密度时，应把材料磨成细粉，干燥后用排液法测出细粉的实体积，作为材料绝对密实的体积。材料磨得越细，测得的数值就越接近它的绝对密实体积。

二、表观密度

表观密度是材料在自然状态下单位体积的质量，俗称容重。用下式表示：

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

式中 ρ_0 ——材料的表观密度 (g/cm^3 或 kg/m^3)；

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除了固体物质本身的体积外，还包括材料体积内的孔隙体积。

表观密度与含水情况有关。因此，在测定含水状态材料的表观密度时，需同时测定其含水率，并加以注明。如未注明其含水率，是指其干表观密度。

三、堆积密度

堆积密度是指粉状材料（如水泥）或粒状材料（如砂、石）在堆积状态下，单位体积的质量。用下式表示：

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

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)。

材料的堆积体积包含了材料固体物质体积、材料内部的孔隙体积和散粒材料之间的空隙体积。

在建筑工程中，计算材料的用量和构件自重，进行配料计算，确定材料堆放空间及组织运输时，经常要用到材料的密度、表观密度和堆积密度进行计算。常用建筑材料的密度、表观密度、堆积密度及孔隙率见表 1-1。

常用建筑材料的密度、表观密度、堆积密度及孔隙率

表 1-1

材料名称	密度 (g/cm^3)	表观密度 (kg/m^3)	堆积密度 (kg/m^3)	孔隙率 (%)
石灰岩	2.60	1800~2600	—	0.6~1.5
花岗岩	2.60~2.90	2500~2800	—	0.5~1.0
碎石(石灰岩)	2.60	—	1400~1700	—
砂	2.60	—	1450~1650	—
水泥	2.80~3.20	—	1200~1300	—
烧结普通砖	2.50~2.70	1600~1800	—	20~40
普通混凝土	2.60	2100~2600	—	5~20
轻质混凝土	2.60	1000~1400	—	60~65
木材	1.55	400~800	—	55~75
钢材	7.85	7850	—	—
泡沫塑料	—	20~50	—	95~99

四、密实度

密实度是指材料体积内固体物质所充实的程度。密实度用下式表示：

$$D = \frac{V}{V_0} \quad \text{或} \quad D = \frac{\rho_0}{\rho}$$

式中 D ——密实度。

五、孔隙率

孔隙率是指材料中孔隙体积与材料在自然状态下的体积之比的百分数。孔隙率用下式表示：

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

或

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

式中 P ——材料的孔隙率。

孔隙率的大小直接反映了材料的致密程度。材料内部的孔隙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，而且与外界隔绝；孔隙按本身尺寸大小又有粗孔、细孔之分。孔隙是否封闭及孔隙的粗细称为材料的孔隙构造（或称孔隙特征）。孔隙率的高低及孔隙特征与材料的许多性质，如强度、吸水性、抗渗性、抗冻性和导热性等都有密切关系。

六、空隙率

空隙率是指散粒材料在堆积状态下，其颗粒之间的空隙体积与堆积体积之比的百分数。空隙率用下式表示：

$$P_o = \frac{V'_o - V_o}{V'_o} \times 100\%$$

或

$$P_o = \left(1 - \frac{\rho'_o}{\rho_o}\right) \times 100\%$$

式中 P_o ——散粒材料的空隙率。

空隙率的大小反映了散粒材料的颗粒互相填充的密实程度。

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。

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。一般试验方法是条形试件（梁）放在两支撑点上，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

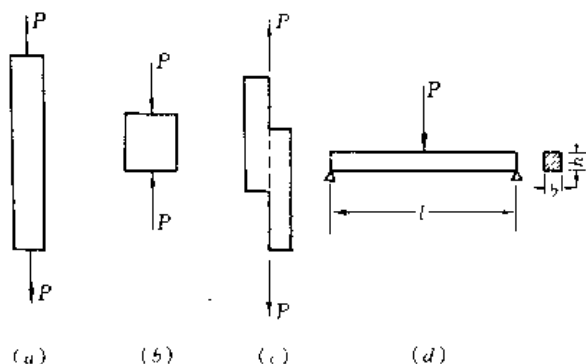


图 1-1 材料承受各种外力示意图

(a) 抗拉；(b) 抗压；(c) 抗剪；(d) 抗弯

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或标号。砖、石、水泥、混凝土等材料,主要根据其抗压强度划分强度等级或标号。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强度等级或标号,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

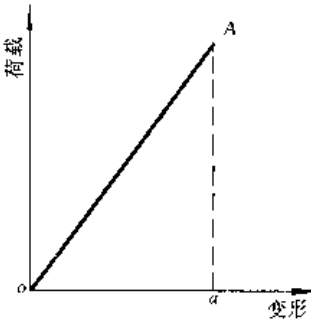


图 1-2 材料的弹性变形曲线

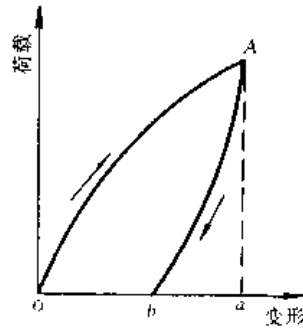


图 1-3 材料的弹塑性变形曲线

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。

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

当材料受力达到一定程度后,突然破坏,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。

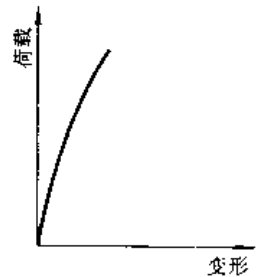


图 1-4 脆性材料的变形曲线

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 $1/5 \sim 1/50$ 。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。

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。

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、人行道路等处的材料，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 1-5a），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 $\theta >$

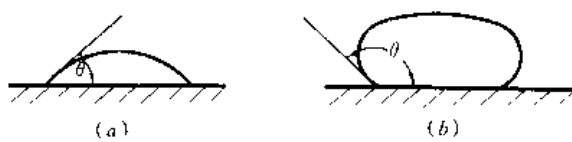


图 1-5 材料的润湿角
(a) 亲水材料；(b) 憎水材料

$\theta > 90^\circ$ （如图 1-5b），这种材料称为憎水材料。

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：

$$W = \frac{m_1 - m}{m} \times 100\%$$

式中 W ——材料的质量吸水率 (%)；

m ——材料在干燥状态下的质量；

m_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，它使材料的表观密度和导热性增大，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，增加表观密度，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）。