

高职高专工程造价管理专业系列教材

建筑与装饰工程材料

王春阳 主编

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑与装饰工程材料/王春阳主编. —北京: 中国建筑工业出版社,
2001. 6

高职高专工程造价管理专业系列教材

ISBN 7-112-04395-6

. 建... . 王... . 建筑材料-高等学校: 技术学校-教材

建筑材料: 装饰材料-高等学校: 技术学校-教材 . TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 04993 号

本书为面向 21 世纪全国高等专科工程造价专业教材。全书共分 15 章, 主要介绍建筑及装饰工程材料的基本性质、气硬性胶凝材料、水泥、混凝土及砂浆、建筑钢材、铝合金、防水材料、建筑塑料、建筑陶瓷、石材、建筑玻璃、装饰材料、建筑门窗及幕墙、吸声绝热材料等常用建筑及装饰工程材料的基本组成、性能、技术标准和应用以及建筑材料试验等。为了方便教学、复习及实际使用, 除在每章后面列有复习思考题外, 还尽可能列出了常用材料的品种、规格、性能、应用对比表。

本书采用了最新标准和规范, 注意了性能学习与实际应用之间的适当关系。广泛介绍了国内目前已有的各种建筑及装饰工程材料的知识及发展和有关新材料、新技术, 以利于开阔新思路 and 便于合理选材。

编写中注意了理论联系实际、精炼、实用以及专科教学特点。除工程造价专业学生使用外, 也可供专科相关专业、高职相关专业教学及从事建筑施工的技术人员使用和参考。

高职高专工程造价管理专业系列教材

建筑与装饰工程材料

王春阳 主编

*

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

印刷厂印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 15 字数: 372 千字

2001 年 6 月第一版 2001 年 6 月第一次印刷

印数: 1— 册 定价: 20.00 元

ISBN 7-112-04395-6

TU·3909 (9857)

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)

高职高专工程造价管理专业系列教材 编 审 委 员 会

教材审定委员会

主任委员：陈希天

委 员：武育秦、毛鹤琴、张建勋

教材编写委员会

主任委员：李景云

副主任委员：谭敬胜、张洪力、刘元芳

委 员：(按姓氏笔画为序)

于立君、王春阳、李平诗、陈 虹、杨光臣、
杨树清、高志通、景星蓉、廖天平

序

为全面贯彻落实《高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划》及第一次全国普通高等学校教学工作会议的有关精神，为适应我国高职高专教育的迅速发展，根据建设部人教司〔1997〕18 号文所批准为“建设类高等工程专科人才培养模式的研究与实践”总课题和“建筑经济管理类专业人才培养模式的研究与实践”子课题的研究内容及要求，在全面总结建设类院校“工程造价管理”专业近十年来教学改革与实践经验的基础上，子课题组依据教育部对高职高专的人才培养目标、培养规格、培养模式及与之相适应的知识、技能、能力和素质结构要求，借鉴原重庆建筑高等专科学校“工程造价管理”教改试点专业的成功经验（该专业的教改试点研究工作于 1999 年元月已通过教育部专家组的评估验收，并被授于全国高等工程专科特色专业称号），组织编写了本套适应 21 世纪工程造价管理发展要求的系列教材。

按照 1999 年 4 月子课题组第二次研讨会所确定的编写原则，本套系列教材力求体现如下特点：

1 创新性。编写人员要以面向 21 世纪高职高专教学内容和课程体系改革的研究成果为依据，按照培养高等技术经济应用型人才为主线的要求，基本理论部分以“必需、够用”为度，以强调应用为目的。在内容的取舍方面，在以适应当前工作岗位群实际需要为主基调的同时，还要为将来的发展趋势留有接口。教材中所阐述的内容，均以国家最新颁发的规范为准绳。

2 整合性。系列教材不是单科教材的累计叠加，各科教材在凸现该门课程教学基本要求的同时，充分把握了系列教材之间内在的有机联系。在内容的安排、分配与衔接方面，按照课题组研讨的方案，进行“整合”，特别是实例选编，力求具有较高的整合性。

3 适用性。教材中选编的习题、例题，均来自工程实际，不仅代表性强，而且对解决实际问题具有较强的针对性。因此，本套教材不仅适用于高职高专的工程造价管理专业，而且亦适用于培养高等技术经济应用型人才的大学函授教育、成人教育、自学考试等。同时，对工程造价管理岗位群从业人员亦有较高的参考价值。

参加本系列教材编写的主要有原重庆建筑高等专科学校、原长春建筑高等专科学校、福建建筑高等专科学校、河南城建高等专科学校、四川工业学院，以及中建一局等长期从事工程造价管理专业教学和实践的“双师型”教师。可以说，本套系列教材是他们工作经验之总结。但是，随着各项改革的逐步深化，书中难免有错误之处，敬请广大读者批评指正。

在本系列教材的编写过程中，中国建设教育协会秘书长范毓琦教授给予了热情的指导，中国建筑工业出版社向建国编辑，给予了大力支持，在此，向他们表示诚挚的谢意。

系列教材编写委员会

2000 年 8 月

前 言

本教材是根据全国普通专科学校“工程造价专业”、建筑及装饰工程材料课程教学基本要求编写的。建筑及装饰工程材料是“工程造价专业”的一门专业基础课。课程任务是使学生具有建筑及装饰工程材料的基础知识和试验技能，使学生在实践中具有正确选用与合理使用建筑及装饰工程材料的基本能力，并为有关专业课打下基础。

根据上述要求，本教材主要讲解建筑及装饰工程材料的组成、性能、应用、技术标准、检验方法等知识。考虑到高等专科教学特点，力求使教材理论联系实际、精炼、实用、突出重点。内容安排上，注意了性能学习与应用、深度与广度之间的适当关系。广泛介绍国内已有的各种建筑材料的知识及其发展和有关的新材料、新技术，并对今后补充新知识，新技术留有接口。以利于更合理地选择建筑及装饰工程材料。编写中尽量利用了最新的技术标准和规范。

本课程的建议教学时数为 65 学时，学时分配建议如下表所示。

章	内 容	合 计	理论学时	实验学时
1	绪论	1	1	
2	材料的基本性质	6	5	1
3	气硬性胶凝材料	2	2	
4	水泥	6	4	2
5	普通混凝土及砂浆	18	12	6
6	建筑钢材、铝合金	6	5	1
7	防水材料	4	4	
8	建筑塑料	2	2	
9	建筑陶瓷	2	2	
10	石材	2	2	
11	建筑玻璃	2	2	
12	装饰材料	8	8	
13	建筑门窗及幕墙	4	4	
14	声热材料	2	2	
15	试验			
总 计		65	55	10

参加本书编写的有河南城建高等专科学校王春阳（第 1、8、9、10、11、14、15 章）、刘富玲（第 12、13 章）；长春建筑高等专科学校刘春秋（第 3、4、7 章）；四川工学院钟泽权（第 2、6 章）；重庆建筑高等专科学校唐传森（第 5 章）。全书由王春阳主编。

由于时间仓促，水平有限，书中的缺点和不妥之处在所难免，恳请读者在使用过程中给予指正，并提出宝贵意见。

目 录

第一章 绪论 1

第二章 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 材料与水有关的性质 6

 第三节 材料的基本力学性质 8

 第四节 材料的热工、声学、光学性质及材料的耐久性..... 10

第三章 气硬性胶凝材料..... 15

 第一节 石灰 15

 第二节 石膏 18

 第三节 水玻璃 19

第四章 水泥 21

 第一节 硅酸盐水泥 21

 第二节 掺混合材料的硅酸盐水泥 25

 第三节 高铝水泥 28

 第四节 其他品种水泥..... 30

第五章 混凝土及砂浆 32

 第一节 混凝土 32

 第二节 普通混凝土质量控制和验收规则 49

 第三节 其他品种混凝土 51

 第四节 建筑砂浆 57

第六章 建筑钢材、铝合金 65

 第一节 钢的分类及钢的冶炼、加工对钢材质量的影响 65

 第二节 建筑钢材的主要技术性能 66

 第三节 建筑钢材的标准与选用 71

 第四节 建筑用铝合金..... 77

第七章 防水材料 79

 第一节 沥青 79

 第二节 防水卷材 83

 第三节 防水涂料 88

 第四节 建筑密封材料..... 91

第八章 建筑塑料 92

 第一节 塑料的组成 92

 第二节 塑料的主要性质 93

 第三节 常用建筑塑料及塑料制品 94

 第四节 塑料装饰材料..... 96

第九章 建筑陶瓷 99

第一节 釉面内墙砖 99

第二节 墙地砖 104

第三节 陶瓷锦砖 107

第四节 其他陶瓷制品 108

第十章 石材 110

第一节 天然岩石 110

第二节 人造石材 116

第十一章 建筑玻璃 119

第一节 平板玻璃 (Plate Glass) 119

第二节 饰面玻璃 (Decoration Glass) 126

第三节 安全玻璃 (Safety Glass) 130

第四节 新型建筑玻璃 (New Architectural Glass) 136

第十二章 建筑装饰材料 143

第一节 概述 143

第二节 建筑涂料 145

第三节 墙面装饰板材 151

第四节 壁纸、墙布 160

第五节 隔墙及吊顶龙骨 166

第十三章 建筑门窗及幕墙 182

第一节 建筑门窗 182

第二节 建筑幕墙 193

第十四章 绝热材料和吸声材料..... 198

第一节 绝热材料 198

第二节 吸声材料 202

第十五章 建筑材料试验 204

试验一 建筑材料的基本性质试验 204

试验二 水泥试验 207

试验三 混凝土用骨料试验 215

试验四 普通混凝土试验 219

试验五 建筑砂浆试验 226

试验六 钢筋试验 229

试验七 石油沥青试验 232

参考文献 237

第一章 绪 论

一、建筑与装饰工程材料及其分类

本课程所讨论的建筑材料及装饰工程材料是从狭义的角度出发的，建筑材料是指构成建筑物本身的材料，如：地基基础、承重构件（梁、板、柱等）、地面、墙体、屋面等所用的材料。建筑材料的品种、性能和质量，在很大程度上决定着房屋建筑的坚固、适用和美观，又在很大程度上影响着结构形式和施工速度。建筑装饰工程是在已确定的建筑实体上进行的工程，主要包括室内、外各种装饰及造型装饰等。建筑装饰材料是建筑装饰工程的物质基础，装饰工程的总体效果、功能的实现都要通过运用装饰材料及其室内配套产品的质感、形体、图案、色彩、功能等体现出来。

建筑及装饰工程材料可以从不同角度加以分类，如按材料使用部位，建筑材料可分为：承重构件（梁、板、柱）、屋面、墙体、地面等材料；装饰材料可分为：外墙装饰材料、内墙装饰材料、地面装饰材料、吊顶材料等。

按材料的化学成分分类见表 1 - 1:

建筑及装饰材料分类			表 1 - 1
无机材料	金属材料	黑色金属：铁、碳钢、合金钢 有色金属：铝及其合金、锌、铜等及其合金	
	非金属材料	天然石材（包括装饰石材） 烧土制品（包括饰面陶瓷等） 玻璃及其制品 水泥、石灰、石膏、水玻璃、混凝土、砂浆（包括装饰混凝土及砂浆） 硅酸盐制品	
有机材料	植物材料	木材、竹材 植物纤维及其制品	
	合成高分子材料	塑料、涂料、胶粘剂	
	沥青材料	石油沥青及煤沥青 沥青制品	
复合材料	无机非金属材料与有机材料复合	玻璃纤维增强塑料聚合物混凝土 沥青混凝土 水泥刨花板等	
	金属材料与非金属材料复合	钢筋混凝土、钢丝网混凝土塑铝复合板、铝箔面油毡	
	其他复合材料	水泥石棉制品、不锈钢包覆钢板、人造花岗石、人造大理石	

所谓复合材料，是两种或两种以上不同性质的材料，经恰当组合为一体的材料。复合材料，可以克服单一材料的弱点，发挥其综合的复合特性。通过复合手段，使材料的各种性能，都可以按照需要进行设计。复合化已成为当今材料科学发展的趋势。一材多能是我们追求的目标。

材料的性质对建筑物的使用性能、坚固性和耐久性起着决定性的作用，材料的使用与

工程造价有密切的关系，材料的发展则可促进结构形式和施工工艺的发展。

二、建筑及装饰材料发展概况

建筑材料是随着人类社会生产力的发展而发展的。随着社会的进步，人们对土建工程的要求越来越高，这种要求的满足与建筑材料数量和质量之间，总是存在着相互依赖和相互矛盾的关系，建筑材料的生产和使用，就是在不断解决这个矛盾的过程中逐渐向前发展的。其他有关科学的日益进步则为建筑材料的发展提供了有利的条件。

无论中外，在漫长的奴隶社会和封建社会中，建筑技术和建筑材料的进步都是相当缓慢的。直到 19 世纪，资本主义兴起，工商业迅速发展，城市规模日益扩大，交通运输日益发达，需要建造更大规模、更高质量以及具有特殊要求的建筑物和附属设施，如大跨度工业厂房、高层公用建筑、海港、桥梁以及给水排水、采暖通风系统等。18、19 世纪，建筑钢材、水泥、混凝土和钢和筋混凝土相继问世而成为主要结构材料。到了本世纪，又出现了预应力混凝土，21 世纪高性能混凝土将作为主要结构材料得到广泛应用。与此同时，一些具有特殊功能的材料应运而生，在民用建筑方面，为了保持室内温度而出现的保温隔热材料；为了降低室内噪声和改善厅堂音质，就制成了相应的吸声与隔声材料；根据产品生产工艺的特点，制成了各种耐热、耐磨、耐腐蚀、抗渗透、防爆或防辐射等材料。随着人们对城市的面貌、工作空间、生活环境的需要愈来愈高，各种装饰材料也就层出不穷。

在中国，建筑材料工业不仅是发展建筑业的基础，也是国民经济的主要基础工业之一，解放后，特别是党的十一届三中全会以来，不仅建筑材料工业发展迅速，而且还开始重视发展现代建筑装饰材料的生产。1987 年水泥产量 1.8 亿 t 跃居世界第一。其他如饰面石材、建筑陶瓷、卫生洁具、建筑玻璃等都有了很大的发展。近年来，各种新型建筑及装饰材料大量涌现，并且日益向轻质、高强、多功能方面发展，建筑技术新的变革正在酝酿之中。

建筑装饰材料业的发展迅速，近十几年来，我国的建筑装饰材料的生产从低档向中高档过度；从单个品种向系列化发展；国内产品配套率大幅度提高，部分产品开始向国外出口。

三、课程的目的、任务及基本要求

本课程是工程造价管理专业及其他相近专业的专业基础课程。课程的目的是为后续专业课程提供建筑材料的基本知识，并为今后从事专业技术工作时能够合理选择和使用建筑及装饰工程材料打下基础。

本课程的任务是使学生获得有关建筑及装饰工程材料的性质与应用的基本知识和必须的基本理论，并获得主要建筑及装饰工程材料的试验方法的基本技能训练。

建筑及装饰工程材料在建筑工程中的用量很大、经济性很强，直接影响工程的造价。建筑及装饰材料造价约占工程总造价的 70 % ~ 80 %。因此，经济适用地选用建筑及装饰工程材料，对降低建筑工程的造价起着重要作用。

建筑及装饰工程材料种类繁多，而且，每种材料的内容很庞杂，如原料、生产、材料组成与结构、性质应用、检验、运输、验收、储存等各个方面。从本课程的目的及任务出

发，主要着重于材料的性质和应用。在材料性质方面：掌握材料的组成，技术性质及特性；了解材料组成及结构，外界因素对材料性质的影响，了解各主要性质间的相互关系；初步学会主要建筑材料的试验方法。在材料应用方面：根据工程要求能够合理地选用材料；熟悉有关的国家材料及技术规范；了解材料使用方法的要点。

第二章 建筑材料的基本性质

建筑材料在建筑物中处于不同的部位，起着不同的作用，因而要求具有相应的性质。如建筑物中的结构材料，要求材料具有足够的强度，以承受不同的外力作用；处于防水部位的材料，要求材料具有不透水性；处于自然界的建筑物，要求材料能承受风吹日晒、雨淋霜雪等引起的物理、化学、生物、干湿循环、冻融循环等的破坏作用。由此可见，建筑材料所承受的作用是复杂的、相互影响的。因此，必须熟悉和掌握各种材料的基本性质。

第一节 材料的基本物理性质

一、材料的密度、表观密度与堆积密度

1 密度

材料在绝对密实状态下，单位体积的质量，称为密度。按下式计算：

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2-1)$$

式中 ρ ——密度， g/cm^3 、 kg/m^3 ；

m ——材料在干燥状态的质量， g 、 kg ；

V ——材料的绝对密实体积， cm^3 、 m^3 。

材料在绝对密实状态下的体积，指不包括材料孔隙在内的体积。钢材、玻璃等少数接近于绝对密实的材料可根据外形尺寸求得体积，按式（2-1）求得密度。大多数有孔隙的材料，在测定材料的密度时，应把材料磨成细粉，干燥后，用李氏瓶测定其体积。材料磨得越细，测得的密度数值就越精确。砖、石等块状材料的密度即用此法测得。在测定某些较致密不规则的散粒材料（如卵石、钢屑等）的密度时，常用排水法测定其绝对体积的近似值，材料中部分与外部不连通的封闭的孔隙无法排除，这时所求得的密度称为近似密度（ ρ_a ）。

2 表观密度

表观密度是材料在自然状态下，单位体积的质量。按下式计算：

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

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外形体积， m^3 。

材料在自然状态下的体积，指包含材料内部孔隙的体积。外形规则的材料，可直接按外形尺寸计算出体积，按式（2-2）求得表观密度。外形不规则的材料可加工成规则外形

后求得体积。当材料孔隙内含有水分时，其质量和体积均有所变化，故测定表观密度时，须注明其含水情况。

材料在烘干状态下的表观密度称为干表观密度。

3 堆积密度

堆积密度是指粉状、粒状或纤维状材料，如砂、石子、水泥等，在堆积状态下，单位体积的质量。按下式计算：

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \tag{2-3}$$

式中 ρ'_0 ——材料的堆积密度， kg/m^3 ；

m ——材料的质量， kg ；

V'_0 ——材料的自然堆积体积（包括材料颗粒体积和颗粒之间空隙的体积）， m^3 。

按一定的方法装入容器的容积为计算体积。如图 2-1 所示。

在建筑工程中，计算材料用量，构件自重、配料、运输、堆放等，经常用到材料的密度、表观密度与堆积密度等数据。

常用建筑材料的有关数据见表 2-1。

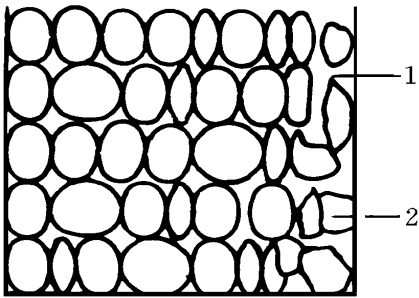


图 2-1 散粒材料堆积示意图

1—空隙体积；2—颗粒体积

二、材料的密实度与孔隙率

1 密实度

密实度是在材料体积内被固体物质充实的程度，以 D 表示。

$$D = \frac{V}{V_0} \cdot 100\% \text{ 或 } D = \frac{\rho_0}{\rho} \cdot 100\% \tag{2-4}$$

2 孔隙率

孔隙率是在材料体积内，孔隙体积所占的比例，以 P 表示。

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} = 1 - \frac{V}{V_0} = 1 - \frac{\rho_0}{\rho} \cdot 100\% \tag{2-5}$$

即： $D + P = 1$

孔隙率的大小直接反映了材料的致密程度，对材料的物理、力学性质均有影响。材料内部的孔隙，可分为连通孔与封闭孔两种。连通孔隙不仅彼此贯通且与外界相通，而封闭孔隙则不仅彼此不连通且与外界相隔绝。孔隙按尺寸又分为极微细孔隙、细小孔隙、较粗大孔隙。孔隙的大小、分布及孔隙本身的特征对材料的性能影响较大。一般而言，孔隙率较小，且连通孔较少的材料，其吸水性较小，强度较高，抗渗性和抗冻性较好。几种常用建筑材料的孔隙率见表 2-1。

三、材料的填充率与空隙率

1 填充率

填充率是散粒材料在某堆积体积中，被其颗粒填充的程度。以 D' 表示，按下式计算：

$$D' = \frac{V_0}{V'_0} \cdot 100\% \text{ 或 } D' = \frac{\rho'_0}{\rho_0} \cdot 100\% \tag{2-6}$$

2 空隙率

空隙率是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。以 P' 表示，用下式计算：

$$P' = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} = 1 - \frac{V_0}{V'_0} = 1 - \frac{\rho'_0}{\rho} \cdot 100\%$$

(2-7)

即： $D' + P' = 1$

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。

常用材料的密度、表观密度、堆积密度及孔隙率见表 2-1。

常用材料的密度、表观密度、堆积密度及孔隙率

表 2-1

材料名称	密度 ρ (g/cm^3)	表观密度 ρ_0 (kg/m^3)	堆积密度 ρ'_0 (kg/m^3)	孔隙率 p (%)
钢	7.85	7850	—	—
花岗岩	2.70 ~ 3.00	2500 ~ 2900	—	0.5 ~ 1.0
石灰岩	2.40 ~ 2.60	1800 ~ 2600	—	0.6 ~ 3.0
砂	—	—	1500 ~ 1560	35 ~ 40 (空隙率)
水泥	2.80 ~ 3.10	—	1200 ~ 1300	50 ~ 55 (空隙率)
普通粘土砖	2.50 ~ 2.70	1600 ~ 1900	—	20 ~ 40
粘土空心砖	2.50 ~ 2.70	1000 ~ 1400	—	50 ~ 60
普通混凝土	—	2200 ~ 2600	—	5 ~ 20
松木	1.55 ~ 1.60	400 ~ 800	—	55 ~ 75
泡沫塑料	—	20 ~ 50	—	98

第二节 材料与水有关的性质

一、材料的亲水性与憎水性

亲水性 材料与水接触时能被水润湿的性质称为亲水性。具备这种性质的材料称为亲水性材料。如砖、混凝土、木材等都属于亲水性材料。

憎水性 材料与水接触时不能被水润湿的性质称为憎水性。具备这种性质的材料称为憎水性材料。如石蜡、沥青等。

材料的亲水性与憎水性可用润湿角 θ 来说明， θ 愈小，表明材料易被水润湿。实验证明，当润湿角 $\theta \leq 90^\circ$ 时，这种材料称为亲水性材料，如图 2-2 (a) 所示；当润湿角 $\theta > 90^\circ$ 时，这种材料称为憎水性材料，如图 2-2 (b) 所示。

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



图 2-2 材料润湿边角
(a) 亲水性材料；(b) 憎水性材料

大多数建筑工程材料，如砖、瓦、砂、石、木材、钢材、玻璃等都属于亲水性材料。沥青、石蜡、某些油漆等属于憎水性材料。

二、材料的吸水性与吸湿性

1 吸水性

吸水性就是材料在水中通过毛细孔隙吸收并保持水分的性质，用吸水率表示，即：

$$W_{质} = \frac{m_1 - m}{m} \times 100 \% \tag{2-8}$$

式中 $W_{质}$ ——材料质量吸水率，%；
 m ——材料干燥状态下的质量，g；
 m_1 ——材料吸水饱和状态下的质量，g。

当某些材料吸水性相当好时，一般用体积吸水率表示，即材料吸入水的体积占材料自然状态体积的百分率。

材料吸水率的大小，主要取决于材料孔隙的大小和特征。孔隙率越大，吸水性越强。但因封闭孔隙水分不易渗入，粗大孔隙水分不易保留，故有些材料尽管孔隙率大，但吸水率却较小。只有连通而微小孔隙的材料，其吸水率才较大。

2 吸湿性

吸湿性是材料在潮湿空气中吸收水分的能力，用含水率表示，即：

$$W_{含} = \frac{m_{含} - m}{m} \times 100 \% \tag{2-9}$$

式中 $W_{含}$ ——材料含水率，%；
 $m_{含}$ ——材料含水时的质量，g；
 m ——材料干燥状态下的质量，g。

材料吸湿性作用一般是可逆的，也就是说材料即可吸收空气中的水分，又可向空气中释放水分。在一定的温度和湿度条件下，材料与空气湿度达到平衡时的含水率则称为平衡含水率。木材的吸湿性特别明显，它能大量吸收水分而增加质量，降低强度和改变尺寸。

三、材料的耐水性

材料吸水饱和后抵抗破坏作用的性质，用软化系数表示，即：

$$K_{软} = \frac{f_{饱}}{f_{干}} \tag{2-10}$$

式中 $K_{软}$ ——材料的软化系数；
 $f_{饱}$ ——材料在饱和水状态下的抗压强度，MPa；
 $f_{干}$ ——材料在干燥状态下的抗压强度，MPa。

材料软化系数的范围在 0~1 之间，用于水中、潮湿环境中的重要结构材料，必须选用软化系数不低于 0.85 的材料，用于受潮湿较轻或次要结构的材料，则不宜小于 0.70，通常软化系数大于 0.85 的材料称为耐水性材料。

软化系数的大小表明材料浸水后强度降低的程度。根据建筑物所处的环境条件，软化系数成为选择材料的重要依据。

四、材料的抗渗性与抗冻性

1 抗渗性

抗渗性是材料抵抗压力水渗透的性质，用渗透系数表示，即：

$$K = \frac{Wd}{AtH} \quad (2-11)$$

式中 K ——渗透系数， $\text{mV} \ (\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ ；

W ——透水量， ml ；

d ——试件厚度， cm ；

A ——透水面积， cm^2 ；

t ——透水时间， s ；

H ——静水压力水头， cm 。

材料抗渗性的好坏，与材料的孔隙率和孔隙特征有密切关系。孔隙率很低而且是封闭孔隙的材料具有较高的抗渗性能。对于地下建筑及水工构筑物，因常受到压力水的作用，所以要求材料具有一定的抗渗性。对于防水材料，则要求具有更高的抗渗性。材料抵抗其他液体渗透的性质，也属于抗渗性，如贮油罐则要求材料具有良好的不渗油性。

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主要指标。

2 抗冻性

抗冻性是材料在吸水饱和状态下，能经受多次冻融循环作用不破坏，同时也不严重降低强度的性质称为抗冻性，用“抗冻等级”表示。

冰冻的破坏作用是由材料孔隙内的水分结冰而引起的。水结冰时体积约增大 9% 左右，从而对孔隙产生压力而使孔壁开裂。“抗冻等级”表示材料所能承受的最大冻融循环次数，此时其质量损失、强度降低均不低于规定值。如混凝土抗冻等级 D15，指混凝土所能承受的最大冻融循环次数是 15 次（在 -15 的温度下冻结后，再在 20 的水中融化，为一次冻融循环），这时强度损失率不超过 25%，质量损失不超过 5%。

冬季室外计算温度低于 -15 的地区，其重要工程材料必须进行抗冻性实验。对材料抗冻性的要求，视工程类别、结构部位、所处环境、使用条件以及建筑物等级而定。

第三节 材料的基本力学性质

一、材料的强度、比强度

材料在外力（荷载）作用下抵抗破坏的能力称为强度。当材料承受外力作用时，内部就产生应力。外力逐渐增加，应力相应地加大。直到质点间作用力不能够再承受时，材料即破坏，此时的极限应力值就是材料的强度。

根据外力作用方式的不同，材料强度有抗压强度、抗拉强度、抗弯强度及抗剪强度等（图 2-3）。

1 材料的抗压、抗拉及抗剪强度

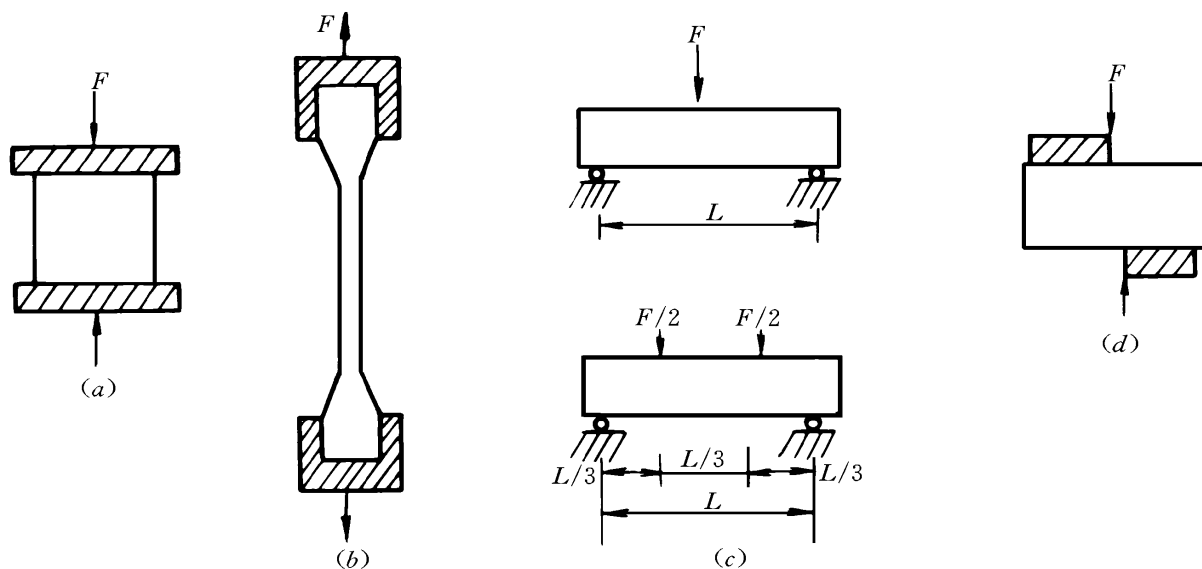


图 2-3 材料受力示意图

(a) 压力；(b) 拉力；(c) 弯曲；(d) 剪切

材料的抗压、抗拉及抗剪强度按下式计算：

$$f = \frac{F_{\max}}{A} \quad (2-12)$$

式中 f ——材料的强度，MPa；

$F_{\max}$ ——破坏时最大荷载，N；

A ——受荷面积， mm^2 。

2 材料抗弯强度

一般试验方法是将条形试件放在两支点上，中间作用一集中荷载，对矩形载面试件，则抗弯强度按下式计算：

$$f_m = \frac{3 F_{\max} L}{2 b h^2} \quad (2-13)$$

另外的试验方法是在跨度的分点上作用两个相等的集中荷载，则抗弯强度按下式计算：

$$f_m = \frac{F_{\max} L}{b h^2} \quad (2-14)$$

式中 f_m ——抗弯强度，MPa；

$F_{\max}$ ——弯曲破坏时最大荷载，N；

b 、 h ——试件横截面的宽及高，mm。

不同种类的材料具有不同的抵抗外力的特点。相同种类的材料，随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。建筑材料中的砖、石材、混凝土和铸铁等材料的抗压强度较高，而抗拉及抗弯强度很低。木材顺纹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等承压部位。钢材则适用于承受各种外力的构件和结构。下面将常用材料的强度值列于表 2-2。

大部分建筑材料根据强度的大小，将材料划分为若干不同的等级，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。

3 材料的比强度

为了对不同的材料强度进行比较，需采用比强度。比强度是按单位质量计算的强度，它是衡量材料轻质高强的一个主要指标，几种主要材料的比强度见表 2 - 3。

常用材料的强度 (MPa) 表 2 - 2			
材 料	抗 压	抗 拉	抗 弯
花 岗 石	100 ~ 250	5 ~ 8	10 ~ 14
普通粘土砖	7. 5 ~ 20	—	1. 8 ~ 4. 0
普通混凝土	7. 5 ~ 60	1 ~ 4	—
松 木 (顺纹)	30 ~ 50	80 ~ 120	66 ~ 100
建筑钢材	235 ~ 1600	235 ~ 1600	—

几种主要材料的比强度 表 2 - 3	
材 料	比强度
低碳钢	0. 053
普通混凝土	0. 012
松 木	0. 069

二、材料的弹性与塑性

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）。

材料在外力作用下产生变形，如果取消外力，仍保持变形后的形状和尺寸，并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）。

实际上，单纯的弹性材料是没有的。有的材料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。建筑钢材就属于这种类型的材料。有的材料在受力后，弹性变形及塑性变形同时产生（图 2 - 4）。如果取消外力则弹性变形 ba 可以恢复，而其塑性变形 ob 则不能恢复。混凝土就属于这种类型的材料。

三、材料的脆性与韧性

当外力达到一定限度后，材料突然破坏而又无明显的塑性变形的性质称为脆性。脆性材料的变形曲线如图 2 - 5 所示。脆性材料的抗压强度比抗拉强度往往要高很多倍。其抵抗震动作用和抵抗冲击荷载的能力很差。砖、石材、陶瓷、玻璃、混凝土、铸铁等都属于脆性材料。

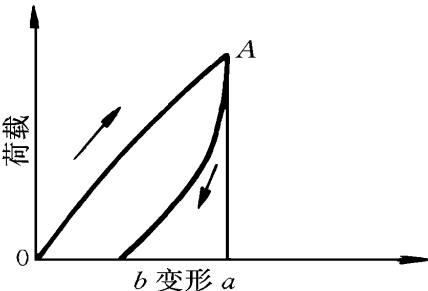


图 2 - 4 弹塑性材料的变形曲线

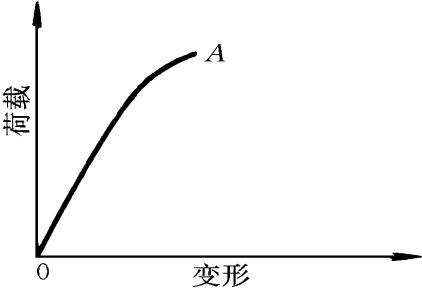


图 2 - 5 脆性材料的变形曲线

在冲击、震动荷载作用下，材料能够吸收较大的能量，同时也能产生较大的变形而不致破坏的性质称为韧性（冲击韧性）。建筑工程中，对于要承受冲击荷载和抗震要求的结构，都要考虑材料的冲击韧性。

第四节 材料的热工、声学、光学性质及材料的耐久性

一、材料的热工性质

建筑工程材料除需要满足必要的强度及其他性能要求，还应满足人们的生活、生产方