



全国职业高中国家教委规划教材

建筑施工专业

建筑材料

全国职业高中建筑类专业教材编写组 编

高等教育出版社



全国职业高中国家教委规划教材

建筑施工专业

建 筑 材 料

全国职业高中建筑类专业教材编写组 编

高等教育出版社

(京)112号

内 容 简 介

本书是国家教委职教司组织编写的全国职业高中建筑施工专业系列教材之一,是国家教委规划教材,建设部教育司参加了本系列教材的教学计划、教学大纲及教材编写的审定工作。

全书共分十二章,内容包括:建筑材料的基本性质;石膏、石灰、水玻璃;水泥;混凝土;建筑砂浆;墙体材料;建筑钢材;防水材料;绝热材料;木材;石材;常用装饰材料。结合教学要求,书后附有七个建筑材料试验。全书按我国最新颁布的标准、规范编写,采用了国务院颁布的《中华人民共和国法定计量单位》。

本书可作为职业高中建筑施工专业教材和建筑施工单位岗位培训教材,也可供有关技术人员、技术工人学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料/全国职业高中建筑类专业教材编写组编. —
北京:高等教育出版社,1994.5 (1997重印)
ISBN 7-04-004806-X

I. 建… I. 全… III. 建筑材料-职业高中-教材
IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 12996 号

*

高等教育出版社出版
新华书店总店科技发行所发行
北京市朝阳区北苑印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 10.25 字数 250 000
1994 年 5 月第 1 版 1997 年 7 月第 6 次印刷
印数 131 162—164 171
定价 8.30 元

关于国家教委规划教材的说明

为了贯彻国务院《关于大力发展职业技术教育的决定》，提高职业高中的教学质量，抓好教材建设工作，国家教委职教司对通用性强、经济发展急需、专业开放稳定的一部分专业，以及必须统一要求的一部分课程，组织编写了少量的示范性教材。

这些教材正式列入国家教委所制定的八·五教材选题规划。它是通过全国性专业教学研讨会，并在有关业务部门的指导下，与相应的教学计划、教学大纲相配套，由国家教委组织的教材编写组编写而成。这些教材在理论体系和技能训练体系方面均作了新的尝试。

我们希望各地根据实际情况，认真组织试用，及时提出修改意见，使之不断完善和提高。

国家教委职教司

1992年11月

前 言

随着职业技术教育改革的深化,特别是1990年国家教委017号文“关于制定职业高级中学(三年制)教学计划的意见”的颁布,全国职业高中建筑类专业迫切需要一套新的教学计划及其配套教材,以使所培养的学生能更好地适应社会及经济发展的需要。为此1992年3月国家教委职教司召开了全国职业高中建筑施工专业教学研讨会议,建设部教育司的同志出席了会议并做了专业指导。参加会议的有江苏、山东、辽宁、四川、广东、广西、陕西、浙江等省教委选派的专业教师、教研员和建设部的有关专家。

会议充分肯定了由国家教委职教司与建设部教育司组织编写的上一轮职业高中建筑类专业教材,认为上一轮教材对提高全国职业高中建筑类专业的教学质量、强化技能训练方面的教学改革起到了一定作用,取得了明显的社会效益,受到了全国各地职高师生的好评。会议审定并通过了全国职业高中建筑施工专业的教学计划与专业课程的教学大纲,落实了国家教委规划教材——建筑施工专业教材的编写工作,成立了“全国职高建筑类专业教学研究组”。本书就是根据这次会议通过的全国职业高中建筑施工专业的教学计划和“建筑材料”课程的教学大纲编写的。

“建筑材料”课是建筑施工专业的一门重要的技术基础课,主要介绍建筑材料的组成与构造、性质与应用、技术标准、检验方法及保管等知识。通过学习,使学生能正确认识、合理选用建筑材料,并能了解建筑材料的有关检验方法和运输、保管的一般知识。全书在编写过程中考虑到职业高中的教学要求及特点,力求使教材内容实用、精炼、突出重点,并能理论联系实际,文字通俗易懂和便于教学。本书按照现行规范和标准编写。

本教材的教学时数为65学时,各章学时分配见下表(供参考)。

章	学 时 数			章	学 时 数		
	总 学 时	讲 课	实 验		总 学 时	讲 课	实 验
绪 论	1	1	0	第七章	6	5	1
第一章	5	5	0	第八章	5	4	1
第二章	3	3	0	第九章	2	2	0
第三章	8	5	3	第十章	2	2	0
第四章	18	12	6	第十一章	2	2	0
第五章	3	2	1	第十二章	4	4	0
第六章	3	2	1	机 动	3		

本书绪论、第一、四、五、七、八、九章由沈阳建筑工程学院刘祥顺编写；第二、三、六、十、十一、十二章及建筑材料试验部分由辽宁教育学院徐成君编写，全书由刘祥顺统稿，由黑龙江省建筑工程学校李业兰主审。

参加本书编写提纲确定的有河北建筑工程学校孙鲁、广州建筑职业高中甘佩兰、抚顺市第三职业高中张怀墨等。

由于编者水平有限，书中错误和缺点在所难免，恳请读者提出宝贵意见，以便修改。

编 者

1993年3月

目 录

绪论	1
第一章 建筑材料的基本性质	4
第一节 材料的物理性质	4
第二节 材料的力学性质	9
第二章 石膏 石灰 水玻璃	12
第一节 石膏	12
第二节 石灰	14
第三节 水玻璃	17
第三章 水泥	19
第一节 硅酸盐水泥	19
第二节 掺混合材料的硅酸盐水泥	23
第三节 其他品种水泥	27
第四章 混凝土	30
第一节 普通混凝土	30
第二节 混凝土外加剂	53
第三节 其他混凝土	56
第五章 建筑砂浆	65
第一节 砌筑砂浆	65
第二节 抹面砂浆	70
第六章 墙体材料	73
第一节 砌墙砖	73
第二节 建筑砌块	77
第三节 建筑人造板	79
第七章 建筑钢材	81
第一节 钢的分类	81
第二节 建筑钢材的主要技术性能	82
第三节 钢材的化学成分对性能的影响	84
第四节 建筑钢材的技术标准与选用	85
第八章 防水材料	93
第一节 沥青	93
第二节 沥青防水制品	96
第三节 新型防水材料	102
第九章 绝热材料	105

第一节 材料的导热性与热容量	105
第二节 无机绝热材料	106
第三节 有机绝热材料	108
第十章 木材	110
第一节 木材的分类和构造	110
第二节 木材的物理性质	111
第三节 木材的干燥与防腐	113
第四节 木材和人造板材	114
第十一章 石材	117
第一节 常用的岩石	117
第二节 石材的应用	118
第十二章 常用装饰材料	121
第一节 建筑陶瓷	121
第二节 建筑玻璃	122
第三节 建筑塑料	124
第四节 涂料	125
第五节 铝合金型材及制品	128
建筑材料试验	130
试验一 水泥试验	130
一、细度测定	130
二、标准稠度用水量测定	132
三、凝结时间测定	133
四、安定性测定	134
五、水泥胶砂强度测定	135
试验二 混凝土用砂、石试验	137
一、砂的视密度测定	137
二、砂的堆积密度测定	138
三、砂的空隙率计算	139
四、砂的含水率测定	139
五、砂的筛分析测定	140
六、碎石和卵石视密度的测定	141
七、碎石和卵石堆积密度的测定	142
八、碎石和卵石空隙率的测定	142
九、碎石和卵石含水率的测定	143
十、碎石和卵石筛分析的测定	143

试验三 普通混凝土试验	144	二、抗折强度测定	150
一、普通混凝土拌合物的坍落度测定	144	试验六 钢筋性能试验	151
二、混凝土抗压强度测定	145	一、取样方法和结果评定	151
试验四 砂浆试验	146	二、拉伸试验	151
一、砂浆的拌合	146	三、冷弯试验	153
二、砂浆稠度测定	147	试验七 石油沥青试验	154
三、砂浆的分层度测定	148	一、石油沥青的针入度测定	154
四、砂浆抗压强度测定	148	二、石油沥青的延度测定	155
试验五 烧结普通砖试验	150	三、石油沥青的软化点测定	156
一、抗压强度测定	150		

绪 论

建筑材料是一切建筑工程中不可缺少的物质基础。在建筑工程总造价中,建筑材料的费用往往占70~80%。如能正确选择和合理使用建筑材料,将会大大地降低工程造价。

各种建筑物与构筑物都是由各种建筑材料经合理设计、精心施工而成。建筑材料的品种、规格及质量都直接关系到建筑物的形式、建筑施工的质量和建筑物的适用性、艺术性及耐久性。

建筑材料是随着人类社会生产力及人民生活水平的提高而发展的。古代人类最初是“穴居巢处”。火的利用使人类学会了烧制砖瓦及石灰。铁器时代以后有了简单的工具,建筑材料(木材、砖、石等)才由天然材料阶段进入了人工生产阶段,为较大规模地建造房屋和人类所需要的其他建筑物建立了基本的条件。在漫长的封建社会中,生产力停滞不前,长期以来只限于以砖、石、木材作为结构材料,建筑材料的发展极其缓慢。随着资本主义的兴起,工业的迅速发展,交通的日益发达,需要建造大规模的建筑物及设施,如大跨度的工业厂房、高层的公用建筑、桥涵及港口等。因此,钢材、水泥、混凝土及钢筋混凝土在十八、十九世纪相继出现,并成了主要的结构材料。

我国在建筑材料的生产和应用上有着悠久的历史。在公元前二百年以前就有了相当发达的砖瓦业,并修建了举世闻名的万里长城。公元七世纪隋代李春在河北赵县建造的安济石拱桥,和已有一千一百多年历史的山西五台县佛光寺大殿的木结构至今仍然完好。明代宋应星的“天工开物”一书对我国古代劳动人民制造砖瓦、陶瓷、钢铁器具、烧制石灰及颜料生产等成就进行了总结,是我国建筑材料的宝贵历史资料。

解放以后,党和国家十分重视建筑材料的生产,建筑钢材、水泥、玻璃及其他建筑材料的生产有了大幅度的增长。为了实现四个现代化,国家把建材工业列为国民经济的基础工业之一。但是,我国建筑材料工业与世界先进水平相比,还存在着一定的差距,如墙体材料至今还停留在“秦砖汉瓦”的落后状态。为此,我们应大力加强新兴建筑材料的研究与应用,尽快地研制出更多的新型建筑材料,以满足经济发展的需要。

今后建筑材料有以下一些发展趋势:

1. 努力研制质量轻、强度高,同时具有多种建筑功能的建筑材料;
2. 由单一材料向复合材料及制品发展;
3. 扩大装配式预制构件的生产,并力求使制品尺寸、大型化、标准化,便于实现设计标准化、结构装配化、预制工厂化和施工机械化;
4. 利用工农业废料、废渣、尾矿等作为建筑材料的原料代替自然资源,生产大量、廉价、低能耗的建筑材料及制品;
5. 为了满足人民生活水平不断提高的需求,研究更多花色品种的装饰材料,美化人们的生活环境。

建筑材料的种类繁多,根据化学成分建筑材料可分为无机材料、有机材料和这两类材料

的复合材料(见表1)。

表1 建筑材料的分类(1)

建 筑 材 料	无 机 材 料	非金属材料	天然石材：毛石、料石、石子、砂 烧土制品：粘土砖、瓦、空心砖、建筑陶瓷 玻璃：窗用玻璃、安全玻璃、特种玻璃 胶凝材料：石灰、石膏、水玻璃、各种水泥 混凝土及砂浆：普通混凝土、轻混凝土、特种混凝土、各种砂浆 硅酸盐制品：粉煤灰砖、灰砂砖、硅酸盐砌块 绝热材料：石棉、矿棉、玻璃棉、膨胀珍珠岩
		金属材料	黑色金属：生铁、碳素钢、合金钢 有色金属：铝、锌、铜及其合金
	有 机 材 料	植物质材料	木材、竹材、软木、毛毡
		沥青材料	石油沥青、煤沥青、沥青防水制品
		高分子材料	塑料、橡胶、涂料、胶粘剂
	复合材料	无机非金属材料与有机材料的复合	聚合物混凝土、沥青混凝土、水泥刨花板、玻璃钢

根据在建筑物上的使用功能，建筑材料可大体分为建筑结构材料、墙体材料和建筑功能材料(见表2)。

表2 建筑材料的分类(2)

建 筑 材 料	建筑结构材料	砖混结构：石材、砖、水泥混凝土、钢筋 钢木结构：建筑钢材、木材
	墙体材料	砖及砌块：普通砖、空心砖、硅酸盐砖及砌块 墙板：混凝土墙板、石膏板、复合墙板
	建筑功能材料	防水材料：沥青及其制品 绝热材料：石棉、矿棉、玻璃棉、膨胀珍珠岩 吸声材料：木丝板、毛毡、泡沫塑料 采光材料：窗用玻璃 装饰材料：涂料、塑料装修材料、铝材

“建筑材料”课是建筑施工专业的一门重要技术基础课，主要研究建筑材料的组成与构造、性质与应用、技术标准、检验方法及保管等内容。通过学习，应能正确认识、合理选用建筑材料，并能了解建筑材料有关检验、运输与保管的一般知识。

在学习“建筑材料”过程中，应注意做到以下几点：

1. 材料的组成与构造是决定材料性质的内在因素，只有了解了材料性质与组成构造的关系，才能掌握材料的性质。

2. 同类材料存在着共性；同类材料中因品种不同还存在着特性。学习时应掌握各类材料的共性，再运用对比的方法掌握不同品种材料的特性，才容易抓住要领，使条理清楚，便于

理解。

3. 在使用中,材料的性质还会受外界环境条件的影响,在学习时要运用已学过的物理、化学等基础知识加深理解,并应用内因与外因的关系,提高分析问题与解决问题的能力。

4. 材料实验是本课程的一个重要环节,因此必须上好实验课,并认真填写试验报告。要通过实验培养动手能力,获取感性知识,了解技术标准及检验方法。

第一章 建筑材料的基本性质

建筑材料是建筑工程中所应用的各种材料的总称。由于建筑材料在建筑物中用在各种不同的建筑部位,承受各种不同的荷载及周围环境介质的作用,因此要求建筑材料应具有不同的性质。这些性质包括物理性质、化学性质、力学性质及其他一些特殊的性质。

第一节 材料的物理性质

一、与构造状态有关的性质

(一) 密度

材料的质量和体积的比值称为材料的密度。在不同构造状态下,材料的密度又可分为密度(或称真密度)、表观密度和堆积密度。

1. 密度 密度是材料在绝对密实状态下,单位体积的质量,即

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

式中: ρ ——材料的密度, g/cm^3 或 kg/m^3 ;

m ——材料在干燥状态下的质量, g 或 kg ;

V ——材料在绝对密实状态下的体积, cm^3 或 m^3 。

材料在绝对密实状态下的体积是指材料体积内固体物质的实体积,不包括内部孔隙。

有时把材料在绝对密实状态下的质量与同体积 4°C 时水的质量之比称为比密度,通常也称为比重。在数值上比重与密度值相等,但比重没有单位。

自然状态下,绝对密实的材料有各种金属、玻璃等。

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,即

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

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 。

自然状态下的体积是指包括内部孔隙在内的外形体积。在材料内部的孔隙中,有的与外界连通,称为开口孔;有的互相独立,不与外界相通,称为闭口孔(图1-1)。

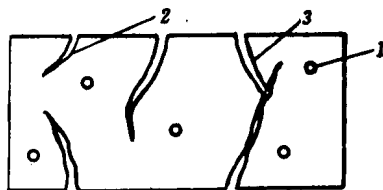


图1-1 砖的孔隙示意图

1—闭口孔, 2、3—开口孔

在使用时,一般材料的体积均为自然状态下的体积,如砖、混凝土、石材等。有的材料,如砂、石在拌制成混凝土拌合物时,因其开口孔被水填入,因此体积内只有闭口孔。为了区别这两种情况,常将包括所有孔在内的表观密度称为体积密度;把只有闭口孔的表观密度称为视密度。两种密度的计算均可采用表观密度计算公式,但需区分开两者体积的含义。视密

度在计算砂、石在混凝土中的实际体积时有实用意义。

在自然状态下，材料中往往含有水分，其质量将因含水程度不同而变化，体积密度也必然因之而变化。通常所说的体积密度是对干燥材料而言，在含水状态下测得的体积密度应注明含水情况。

3. 堆积密度 堆积密度(简称堆密度)是松散材料(颗粒、小块、纤维状)在自然堆积状态下单位体积的质量，即

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

式中： ρ'_0 ——材料的堆积密度，g/cm³或kg/m³；

m ——材料的质量，g或kg；

V'_0 ——材料在堆积状态下的体积，cm³或m³。

材料在堆积状态下，其堆积体积不但包括颗粒内部的孔隙，而且还包括材料颗粒间的空隙。同表观密度一样，通常堆积密度也是对干燥材料而言。在不同含水状态下，堆积密度值也不同，因此堆积密度也应注明含水状态，如水饱和状态、风干状态(亦称气干状态)、绝干状态(烘干至恒重)等。

在建筑工程中，确定颗粒状及块状材料的堆放场地面积和运输量时，经常用材料的堆积密度。常用建筑材料的密度、表观密度及堆积密度见表1-1。

表1-1 常用材料的密度、表观密度及堆积密度

材 料 名 称	密度g/cm ³	表观密度g/cm ³	堆积密度kg/m ³
钢 材	7.85	—	—
松 木	1.55	0.40~0.80	—
水 泥	2.80~3.20	—	900~1300
砂	2.66	2.65	1450~1650
碎石(石灰石)	2.60~2.80	2.60	1400~1700
普通混凝土	2.60	1.95~2.50	—
普通粘土砖	2.50	1.60~1.90	—

(二) 密实度与孔隙率

1. 密实度 密实度是在材料体积内固体物质所充实的程度，即

$$D = \frac{V}{V_0}$$

式中： D ——材料的密实度，%。

密实度反映了固体材料的致密程度，因此含孔固体材料的密实度均小于1。

在上式中由于

$$V = \frac{m}{\rho}, \quad V_0 = \frac{m}{\rho_0}$$

所以

$$D = \frac{\rho_0}{\rho}$$

2. 孔隙率 孔隙率是指在材料体积内, 孔隙体积所占的比例, 即

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} = 1 - \frac{V}{V_0} = 1 - D = 1 - \frac{\rho_0}{\rho}$$

式中: P ——材料的孔隙率, %。

例1 普通粘土砖的密度 $\rho = 2.5 \text{ g/cm}^3$, 表观密度 $\rho_0 = 1700 \text{ kg/m}^3$, 求其密实度与孔隙率。

解 $D = \frac{\rho_0}{\rho} = \frac{1700 \text{ kg/m}^3}{2500 \text{ kg/m}^3} = 68\%$

$$P = 1 - \frac{\rho_0}{\rho} = 1 - \frac{1700}{2500} = 32\%$$

或者 $P = 1 - D = 1 - 0.68 = 0.32$ 即32%

由上面例题可以看出, 密实度与孔隙率都表示材料的疏密程度, 只是从两个不同的侧面来反映这一程度。

材料的许多性质如强度、吸水性、抗渗性、抗冻性、导热性、吸声性等都与材料构造的疏密程度有关。除决定于孔隙率的大小以外, 还与孔隙的构造特征密切相关。孔隙的构造特征主要是指孔隙的种类(开口孔与闭口孔)和孔径的大小及分布等。

(三) 空隙率

空隙率是指散粒状材料堆积体积中, 颗粒之间的空隙体积所占的比例, 即

$$P' = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} = 1 - \frac{V_0}{V'_0} = 1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}$$

式中: P' ——材料的空隙率, %;

V'_0 、 ρ'_0 ——分别为材料的堆积体积及堆积密度;

V_0 、 ρ_0 ——分别为材料颗粒的总体积及颗粒的表观密度。

空隙率的大小反映了散粒状材料在堆积体积内填充的疏密程度。上式中的 ρ_0 一般为材料颗粒的表观密度, 当计算混凝土中石子的空隙率时, 由于混凝土中的水泥浆可进入石子的开口孔内, 因此 ρ_0 应按石子颗粒的视密度计算。

二、与水有关的性质

(一) 亲水性与憎水性

建筑材料与水接触时, 会出现两种不同的现象, 一种能被水润湿, 另一种不能被水润湿。在材料、空气和水的交点处沿水滴表面的切线与水 and 材料接触面所成的润湿边角(夹角)愈小, 材料愈易被水润湿。

材料能被水润湿的性质称为亲水性(润湿边角 $\theta \leq 90^\circ$), 具有这种性质的材料为亲水性材料(图1-2a)。如粘土砖、混凝土、木材等, 不但表面能够吸附水分, 而且还能将水分吸入内部的毛细孔中。

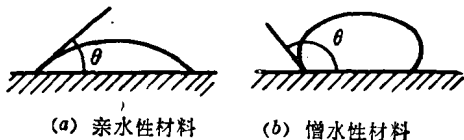


图1-2 材料的润湿

材料不能被水润湿的性质称为憎水性($\theta > 90^\circ$)，具有这种性质的材料称为憎水性材料(图1-2b)，如沥青、油漆、石蜡等。这类材料表面不易吸附水分、并能阻止水分渗入内部毛细孔。憎水性材料不仅可用作防水材料，还可用于对亲水性材料的表面处理。

(二) 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。吸水性的用吸水率表示，吸水率常用质量吸水率，即材料吸入水的质量与材料干质量之比表示，即

$$W_{\text{质}} = \frac{m_{\text{饱}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\%$$

式中： $W_{\text{质}}$ ——材料的质量吸水率，%；

$m_{\text{饱}}$ ——材料吸水饱和后的质量，g或kg；

$m_{\text{干}}$ ——材料干燥状态的质量，g或kg。

有时用体积吸水率，即材料吸入水的体积与材料自然状态下体积之比表示，即

$$W_{\text{体}} = \frac{V_{\text{水}}}{V_{\text{干}}} = \frac{m_{\text{饱}} - m_{\text{干}}}{V_{\text{干}} \cdot \rho_{\text{水}}} \times 100\%$$

式中： $W_{\text{体}}$ ——材料的体积吸水率，%；

$V_{\text{水}}$ ——材料在水中吸水饱和时所吸入水的体积， cm^3 ；

$V_{\text{干}}$ ——干燥材料在自然状态下的体积， cm^3 ；

$\rho_{\text{水}}$ ——水的密度， $\rho_{\text{水}} = 1\text{g}/\text{cm}^3$ 。

$\therefore W_{\text{体}}/W_{\text{质}} = m_{\text{干}} \cdot \rho_{\text{水}}/V_{\text{干}} = \rho_0 \cdot \rho_{\text{水}}$ ，又 $\because \rho_{\text{水}} = 1$ ，

$\therefore W_{\text{体}} = W_{\text{质}} \cdot \rho_0$

可见，材料的体积吸水率等于质量吸水率与材料表观密度之乘积。轻质材料常具有很多开口孔隙，其质量吸水率往往大于100%，因此最好用体积吸水率表示它的吸水性。

材料的吸水能力主要取决于材料本身的性质、孔隙率及孔隙构造特征。密实材料及具有闭口孔的材料是不吸水的。具有粗大孔的材料因水分不易在孔中留存，其吸水率常会减小。而那些孔隙率较大又具有开口细小孔隙的亲水性材料，则具有较大的吸水能力。

2. 吸湿性 材料在空气中能吸收空气中水分的性质称为吸湿性。吸湿性用含水率表示(含水率亦称含水量)，即材料所含水的质量与材料干质量之比，即

$$W_{\text{含}} = \frac{m_{\text{含}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\%$$

式中： $W_{\text{含}}$ ——材料的含水率，%；

$m_{\text{含}}$ ——材料含水时的质量，g；

$m_{\text{干}}$ ——材料干燥时的质量，g。

材料的吸湿性主要取决于材料的成分与构造等因素。一般，表面多孔的亲水性材料具有较强的吸湿性。

干燥的材料在空气中能吸收空气中的水分而逐渐变湿，湿的材料在空气中会失去水分逐渐变干，最终材料中的含水量将与周围空气的湿度达到平衡。这时的材料处于气干状态，气干状态时的含水率称为平衡含水率。平衡含水率并不是固定不变的，它随环境的温度和湿度的变化而改变。

材料吸收水分后对材料的性质将产生不良的影响，使材料的质量增加、强度降低、保温

性能下降,有时还会发生明显的变形。

(三) 耐水性

材料长期在饱和水作用下不破坏,其强度也不显著降低的性质称为耐水性。

一般,材料含水后将会减弱内部结合力,使强度有不同程度的降低,即材料被水软化。材料的耐水性用软化系数表示,即

$$K_{\text{软}} = \frac{f_{\text{饱}}}{f_{\text{干}}}$$

式中: $K_{\text{软}}$ ——材料的软化系数;

$f_{\text{饱}}$ ——材料在饱水状态下的抗压强度, MPa;

$f_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的抗压强度, MPa。

材料的软化系数波动在0~1之间,软化系数越小,说明材料吸水饱和后强度降低得越多,耐水性越差。长期受水浸泡或处于潮湿环境中的重要建筑物,其结构材料的软化系数应大于0.85;次要建筑物或受潮湿较轻的情况下材料的软化系数也不应小于0.75。通常软化系数大于0.85的材料可认为是耐水的。处于干燥环境中的材料可不考虑耐水性问题。

(四) 抗渗性

材料抵抗压力水渗透的性质称为抗渗性(或不透水性)。材料抵抗其他液体渗透的性质也属于抗渗性。

材料在水压力 H 的作用下,水将沿材料内部开口连通孔渗透,透过的水量 W 与试件的面积 A 、水压力 H 及渗透时间 t 成正比,与试件的厚度 d 成反比,即

$$W = K \frac{H \cdot A \cdot t}{d} \text{ 或 } K = \frac{Wd}{HA t}$$

式中: K ——材料的渗透系数, ml/cm²·h。

渗透系数 K 反映了材料抗渗性的好坏, K 值愈大,材料的抗渗性愈差。渗透系数主要与材料的孔隙率及孔隙构造特征有关。绝对密实的或只具有闭口孔的材料是不会发生透水现象的,那些具有较大孔隙率,且为较大孔径开口连通孔的亲水性材料往往抗渗性较差。

材料的抗渗性也可用抗渗标号表示,如混凝土、砂浆等。

地下建筑及水工构筑物,因常受压力水的作用,所以要求材料具有一定的抗渗性。

(五) 抗冻性

材料抵抗多次冻融循环而不被破坏的性质称为抗冻性。

抗冻性试验通常是使材料吸水至饱和后,在-15℃温度下冻结几小时后,再放入室温的水中融化,经过规定次数冻融循环后,检测其重量及强度损失是否超出某一限值来衡量材料的抗冻性。如普通粘土砖以反复15次冻融循环后,其重量损失和裂缝长度不超过规定值,即为抗冻性合格。也有的材料(如混凝土)以能经受冻融循环次数来表示材料的抗冻标号。

材料经多次冻融循环作用后,表面将出现裂纹、剥落等现象,造成重量损失或强度降低这是由于处于材料内部孔隙中的水受冻结冰后,其体积增大约9%,对孔壁产生很大压力(可达100MPa)的结果。

材料的抗冻性与本身的组成、构造、强度、吸水性等因素有关。一般,密实的材料及具有较小孔径闭口孔的材料有着良好的抗冻性能。具有一定强度的材料对冰冻有一定的抵抗能

力。材料的抗冻性还与材料的含水程度和冻融循环次数有关，含水量愈大，循环次数愈多，对材料的破坏作用也愈严重。

对冬季室外计算温度低于 -10°C 的地区，工程中使用的材料必须进行抗冻性检验。

第二节 材料的力学性质

任何材料受到外力(荷载)作用都要产生变形，当外力超过一定限度后材料将被破坏。材料的力学性质就是指材料在外力作用下产生变形和抵抗破坏能力方面的有关性质。

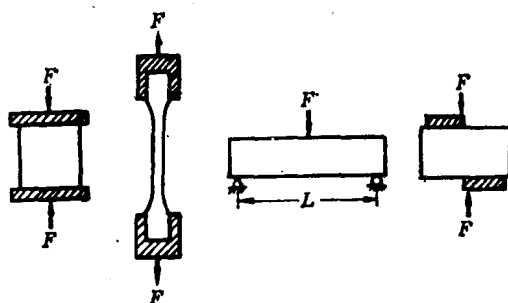
一、强度及强度等级

材料在受力时，单位面积上抵抗外力破坏的能力称为强度。

图1-3表示了建筑上常用的几种外力在材料上的施加方式。材料抵抗这些外力破坏的能力，分别称为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度(亦称抗折强度)及抗剪强度。

材料抗拉、抗压、抗剪强度可按式计算：

$$f = \frac{F}{A}$$



(a) 压力 (b) 拉力 (c) 弯曲 (d) 剪切

图1-3 力在材料上的几种施加方式

式中： f ——材料的抗拉、抗压、抗剪强度， N/mm^2 或 MPa ；

F ——材料受拉、压、剪切作用产生破坏时的荷载， N ；

A ——材料的受力面积， mm^2 。

材料的抗弯强度与材料的受力情况有关。试验时是将矩形截面的条形试件放在两支点上，中间作用一集中力(如图1-3c)，对材料进行试验(如水泥、砖的强度试验)，其抗弯强度用下式计算：

$$f_{\text{弯}} = \frac{3FL}{2bh^2}$$

式中： $f_{\text{弯}}$ ——抗弯强度， N/mm^2 或 MPa ；

L ——两支点的间距， mm ；

b 、 h ——试件横截面的宽及高， mm 。

材料的强度与它的组成和构造特点有关。不同的材料具有不同抵抗外力的能力。同一种材料其强度大小，在一般情况下随其孔隙率的增大而降低。

强度是材料(尤其是结构材料)的一项重要的技术性能，一些材料如砖、石材、水泥、砂浆、混凝土、钢材等都是按其强度大小划分成若干个等级的(称为强度等级或标号)。工程中常用材料的强度见表1-2。

二、弹性与塑性

材料在外力作用下产生变形，外力取消后能够完全恢复原来形状的性质称为弹性。这种能够完全恢复的变形称为弹性变形。反之，当外力取消后仍能保持变形后的形状和大小，并且不产生裂缝及破坏的性质称为塑性。这种不能恢复的变形称为塑性变形。