

教育部
规划教材

中等职业学校建筑施工专业(含岗位培训、行业中级技术工人等级考核)

建筑材料

第二版

全国中等职业学校建筑类专业教材编写组 编 徐成君 主编



高等教育出版社

教育部规划教材
中等职业学校建筑施工专业
(含岗位培训、行业中级技术工人等级考核)

建 筑 材 料

(第二版)

全国中等职业学校建筑类专业教材编写组 编

徐成君 主编

高等教育出版社

内容简介

本书是教育部职成司和建设部教育司共同组织编写的中等职业学校建筑施工专业系列教材之一。

全书共分 12 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 7 个建筑材料试验。全书按我国最新颁布的标准、规范编写,并采用了国务院颁布的《中华人民共和国法定计量单位》。

本书可作为中等职业学校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/徐成君主编;全国中等职业学校建筑类专业教材编写组编. —2 版. —北京:高等教育出版社,2004. 12

中等职业学校建筑施工专业(含岗位培训、行业中级技术工人等级考核)

ISBN 7-04-015651-2

I. 建. . . II. ①徐...②全. . . III. 建筑材料-专业学校-教材 IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 109565 号

策划编辑 梁建超 责任编辑 李 澈 封面设计 李卫青 责任绘图 朱 静
版式设计 张 岚 责任校对 杨雪莲 责任印制 陈伟光

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷	北京民族印刷厂		
开 本	787×1092 1/16	版 次	1994 年 5 月第 1 版
印 张	10.5		2004 年 12 月第 2 版
字 数	250 000	印 次	2004 年 12 月第 1 次印刷
		定 价	13.30 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号:15651-00

第二版前言

随着科学技术的飞速发展,建筑行业的新技术、新产品的出现,国家建筑行业新标准的颁布,使得我们在 1994 年编写的《建筑材料》教材已显陈旧。为适应现在的教学要求,使本教材所培养的学生能更好地适应社会和经济发展的需要,在高等教育出版社的主持下,我们对 1994 年出版的《建筑材料》进行了修订。本书保持了原教材的特点、体系和学时数,只是在原书的基础上增加了一些新知识、新技术、新工艺和新规范,同时对部分章节的内容作了一些小的删减和改动,以适应社会的发展和需要。

本书第一、四、五、七、八、九章由沈阳大学彭扬编写,绪论、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,东北建筑设计院建材分院王益政、沈阳市计量测试所王学欣参加了部分章节的修订工作。全书由徐成君主编。

本书由郑君英审稿,在此表示感谢。由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,敬请读者提出宝贵意见。

编者

2004 年 5 月

第一版前言

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	复习思考题	83
第一章 建筑材料的基本性质	4	第七章 建筑钢材	84
第一节 材料的物理性质	4	第一节 钢的分类	84
第二节 材料的力学性质	10	第二节 建筑钢材的主要技术性能	85
小结	12	第三节 钢材的化学成分对性能的影响	88
复习思考题	12	第四节 建筑钢材的标准及应用	88
第二章 石膏 石灰 水玻璃	14	小结	92
第一节 石膏	14	复习思考题	92
第二节 石灰	16	第八章 防水材料	93
第三节 水玻璃	20	第一节 沥青	93
小结	21	第二节 防水卷材	97
复习思考题	21	第三节 防水涂料	100
第三章 水泥	22	小结	102
第一节 硅酸盐水泥	22	复习思考题	103
第二节 掺混合材料的硅酸盐水泥	27	第九章 绝热材料	104
第三节 其他品种水泥	30	第一节 绝热材料的作用原理	104
小结	32	第二节 无机绝热材料	105
复习思考题	33	第三节 有机保温绝热材料	106
第四章 混凝土	34	小结	107
第一节 普通混凝土	34	复习思考题	107
第二节 混凝土外加剂	56	第十章 木材	108
第三节 其他混凝土	59	第一节 木材的分类和构造	108
小结	62	第二节 木材的物理性质	109
复习思考题	63	第三节 木材的干燥与防腐	112
第五章 建筑砂浆	65	第四节 木材产品和人造板材	112
第一节 砌筑砂浆	65	小结	115
第二节 抹面砂浆	70	复习思考题	115
小结	71	第十一章 石材	116
复习思考题	72	第一节 常用岩石	116
第六章 墙体材料	73	第二节 石材的应用	117
第一节 砌墙砖	73	小结	119
第二节 建筑砌块	78	复习思考题	119
小结	82	第十二章 常用装饰材料	120

第一节 建筑陶瓷	120	七、碎石和卵石含水率的测定	144
第二节 建筑玻璃	121	试验三 普通混凝土试验	144
第三节 建筑塑料	123	一、普通混凝土拌合物的坍落度测定	145
第四节 涂料	125	二、混凝土抗压强度测定	146
第五节 铝合金型材及其制品	129	试验四 砂浆试验	148
小结	130	一、砂浆的拌合	148
复习思考题	130	二、砂浆稠度测定	148
建筑材料试验	131	三、砂浆的分层度测定	149
试验一 水泥试验	131	四、砂浆抗压强度测定	149
一、细度测定	131	试验五 烧结普通砖试验	151
二、标准稠度用水量测定	133	一、抗压强度测定	151
三、凝结时间测定	134	二、抗折强度测定	152
四、安定性测定	135	试验六 钢筋性能试验	152
五、水泥胶砂强度测定(ISO 法)	137	一、取样方法和结果评定	152
试验二 混凝土用砂、石试验	140	二、拉伸试验	153
一、取样方法	140	三、冷弯试验	155
二、砂子的筛分析	140	试验七 石油沥青试验	155
三、砂的堆积密度测定	141	一、石油沥青的针入度测定	155
四、砂的含水率测定	142	二、石油沥青的延度测定	157
五、碎石和卵石筛分析的测定	142	三、石油沥青的软化点测定	157
六、碎石和卵石堆积密度的测定	143	参考文献	159

// 绪 论 //

一、建筑材料的发展趋势

人类从穴居的山洞走出来,住进了自己利用简单的天然材料搭建的简陋的房屋,这标志着建筑的形成。人类从本能的遮风避雨到改善生存条件,材料的使用也从本性化进展到根据需求去选择和利用。这也说明了人类发展的历史也是建筑和建筑材料发展的历史。秦砖汉瓦标志了古代建筑材料的一个新的时期,而且国外水泥的发明也更说明了建筑材料的发展进入了一个更新的历史阶段。不同年代的建筑反映了当时的建筑业发展的水平,在某种程度上建筑业的发展受到了建筑材料发展的影响。

建筑材料是一切建筑工程中不可缺少的物质基础。各种建筑物与构筑物都是由各种建筑材料经合理设计、精心施工而成的。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的发展而发展的。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。随着人类会使用工具以后,建筑材料(木材、砖、石等)由天然材料阶段进入了人工生产阶段,从而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 18、19 世纪相继出现,并成为主要的结构材料。

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 200 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 7 世纪隋代李春在河北赵县建造的安济石拱桥,和已有 1100 多年历史的山西五台山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。

近 20 年来,我国建筑材料业得到了迅速的发展,从少品种到多品种,从单功能到多功能。从单一材料到复合材料,功能不断增多,质量不断提高。随着我国现代科学技术迅猛发展,尤其是加入 WTO 以后,经济建设水平日益提高,经济发展已转到依靠科技、信息发展的轨道上来。建筑材料业必须以信息化带动工业化、现代化,走科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势充分发挥的新型道路,以发展具有节约能源、减少资源消耗、有利于生态环境为特征,科技含量高、经济附加值高的新型建筑材料。

建筑材料目前的发展主要在墙体材料、装饰材料、防水材料三大领域。现在全国范围内已取缔了粘土砖,出台了装饰材料十项规定和防水材料质量保证期规定,表明我国建筑材料业已走上了可持续发展、开发绿色建材之路。墙体材料必须向节能、利废、隔热、高强、空心、大块方向发展;装饰材料必须向装饰性、功能性、适用性、环保性、耐久性方向发展;防水材料必须向耐候性

好、高弹性、环保性好方向发展,同时大力发展仿生学,从形式模仿向组成模仿、结构模仿、生物机能模仿发展。

今后,建筑材料发展的总体趋势是:

- (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其制品发展。
- (3) 扩大装配式预制构件的生产,并力求制品大型化、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以代替自然资源,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,研制更多花色品种的、环保的装饰材料,美化人们的生活环境。

二、建筑材料的分类

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
		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

三、教学要求

“建筑材料”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。

在学习建筑材料课程的过程中,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各自的特性。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,便于理解和掌握。

(3) 在使用中,材料的性质还受到外界环境条件的影响,在学习时要运用已学过的物理、化学等基础知识对所学的内容加深理解,并应用内因与外因关系的哲学原理,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。建筑材料在正常使用状态下,总要承受一定的外力和自重,同时还会受到周围环境介质的作用以及各种物理作用(如温度差、湿度差、摩擦等)。为保证建筑物的正常使用和耐久性,要求在工程设计和施工中正确合理地使用材料,因此必须熟悉和掌握材料的基本性质,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、材料与质量有关的性质

(一) 密度

密度是材料在绝对密实状态下单位体积的质量,用下式计算:

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

式中 ρ ——材料的密度, 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 。

材料在绝对密实状态下的体积是指材料体积内固体物质本身的体积,不包括内部孔隙。为了研究问题方便起见,常将密实度较高的材料,如钢材、玻璃和 4°C 的水看成是绝对密实的。

(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,用下式计算:

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

式中 ρ_0 ——材料的表观密度, kg/m^3 ;

m ——材料的质量, kg ;

V_0 ——材料在自然状态下的体积, 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)。

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,但需区分两者体积的含义。视密度计算砂、石在混凝土中的实际体积时有实用意义。

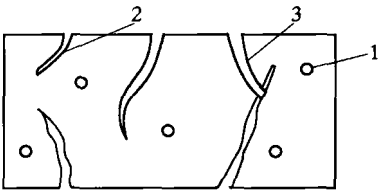


图 1-1 砖的孔隙示意图
1—闭口孔；2、3—开口孔

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。

(三) 堆积密度

堆积密度是指粉状、颗粒状及纤维状等材料在自然堆积状态下单位体积的质量，可按下式计算：

$$\rho'_0 = \frac{m}{V_0}$$

式中 ρ'_0 ——材料的堆积密度， kg/m^3 ；

m ——材料的质量， kg ；

V_0 ——材料在自然状态下的体积， m^3 。

材料在自然状态下，堆积体积包括材料的表观体积和颗粒（纤维）间的空隙体积，数值的大小与材料颗粒（纤维）的表观密度和堆积的密实程度有直接关系，同时受材料的含水状态影响。

在建筑工程中，密度、表观密度和堆积密度常用来计算材料的配料及用量、构件的自重、堆放空间和材料的运输量。常用建筑材料的密度、表观密度和堆积密度见表 1-1。

表 1-1 常用材料的密度、表观密度和堆积密度

材料名称	密度/(kg/m^3)	表观密度/(kg/m^3)	堆积密度/(kg/m^3)
钢 材	7 850		
木材(松木)	1 550	400 ~ 800	
粘土空心砖	2 500	900 ~ 1 450	
普通混凝土	2 700	2 200 ~ 2 450	
水 泥	3 100		1 000 ~ 1 600
砂 子	2 600	2 550 ~ 2 750	1 450 ~ 1 700
碎石或卵石	2 600 ~ 2 900	2 550 ~ 2 750	1 400 ~ 1 700
花 岗 岩	2 700	2 600 ~ 2 850	

(四) 密实度

密实度是指固体材料中固体物质的充实程度，即材料的绝对密实体积与其自然状态下的体积之比。计算式为

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

因为

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

所以

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

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

式中 D ——材料的密实度,常以百分数表示。

(五) 孔隙率

孔隙率是指固体材料的体积内孔隙体积所占的比例,可根据下式计算:

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

式中 P ——材料的孔隙率,%。

例 普通粘土砖的密度 $\rho = 2\,500\text{kg/m}^3$,表观密度 $\rho_0 = 1\,700\text{kg/m}^3$,求其密实度与孔隙率。

解:
$$D = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\% = \frac{1\,700}{2\,500} \times 100\% = 68\%$$

$$P = 1 - D = (1 - 0.68) \times 100\% = 32\%$$

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。

(六) 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百分率,用 ρ' 表示,可按下列式计算:

$$\rho' = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}\right) \times 100\%$$

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、材料与水有关的性质

(一) 亲水性与憎水性

材料与水接触时,根据其是否能被水润湿,可将材料分为亲水性材料与憎水性材料两大类。在材料、空气和水的交点处,沿水滴表面的切线与水与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。

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。

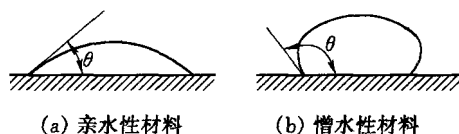


图 1-2 材料的润湿

(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。材料吸水性的 大小用吸水率表示。吸水率又有质量吸水率和体积吸水率之分, 其计算公式分别为

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

$$W_{\text{体}} = \frac{m_{\text{饱}} - m_{\text{干}}}{V_0 \rho_w} \times 100 \%$$

式中 $W_{\text{质}}$ ——材料的质量吸水率;
 $W_{\text{体}}$ ——材料的体积吸水率;
 $m_{\text{饱}}$ ——材料吸水饱和后的质量, kg;
 $m_{\text{干}}$ ——材料干燥状态的质量, kg;
 V_0 ——材料在自然状态下的体积, m^3 ;
 ρ_w ——水的密度, kg/m^3 。

质量吸水率与体积吸水率的关系为

$$W_{\text{体}} = W_{\text{质}} \rho_0 \frac{1}{\rho_w} \times 100 \%$$

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, 按下式计算:

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

式中 $W_{\text{含}}$ ——材料的含水率;
 $m_{\text{含}}$ ——材料含水状态的质量, kg;

$m_{\text{干}}$ ——材料干燥状态的质量, kg。

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

材料长期在水的作用下保持其原有性质的能力, 称为耐水性。

一般来说, 材料含水后将会减弱内部结合力, 使其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, 按下式计算:

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

式中 $K_{\text{软}}$ ——材料的软化系数;

$f_{\text{饱}}$ ——材料在吸水饱和状态下的抗压强度, MPa;

$f_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的抗压强度, MPa。

材料的软化系数在 0~1 之间波动, 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。

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

$$Q = K \frac{pAt}{d} \quad \text{或} \quad K = \frac{Qd}{pAt}$$

式中 K ——材料的渗透系数, m/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的特征有关。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等级表示。

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°C 温度下冻结几小时, 再放入室温的水中融

化,经过规定次数的冻融循环后,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等级。

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 100 MPa)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。密实的材料及具有较小孔径闭口孔的材料通常具有良好的抗冻性能,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。

三、材料与温度有关的性质

(一) 导热性

材料传导热量的性质称为材料的导热性,可用材料的导热系数 λ 表示其导热能力,即

$$\lambda = \frac{Qd}{At(T_2 - T_1)}$$

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

Q ——传递的热量, J ;

d ——材料的厚度, m ;

$T_2 - T_1$ ——材料两侧的温差, K ;

A ——材料传热面的面积, m^2 ;

t ——传热的时间, s 或 h 。

导热系数是评价材料绝热性能的重要指标。材料的导热系数越小,则材料的绝热性能越好。工程中通常把 $\lambda < 0.175 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 的材料称为绝热材料。

(二) 热容量

材料具有受热时吸收热量,冷却时放出热量的性质。材料的热容量是指材料温度变化 1K 所吸收或放出的热量,其大小可用比热容 c 表示,按下式计算:

$$c = \frac{Q}{m(T_2 - T_1)}$$

式中 Q ——材料吸收或放出的热量, J ;

m ——材料的质量, kg ;

c ——比热容, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$;

$T_2 - T_1$ ——材料受热或冷却后的温差, K 。

导热系数、比热容可以综合表示材料的热工性能,对于建筑物的保温、隔热,实现建筑节能具有重要意义。几种常用建筑材料的导热系数和比热容见表 1-2。