

(第2版)

建筑材料与构造

Jianzhu Cailiao yu Gouzao

艾学明 主编

季翔 主审



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

建筑材料与构造

(第2版)

艾学明 主编
季翔 主审

 东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

· 南京 ·

内 容 提 要

本书根据“建筑材料与构造”课程教学标准编写。本书系统性强,设计概念新,在内容的选材上以大量性民用建筑为主,理论与实践相结合,教材和教学相结合,深度上适合本专科层次的教学要求。

本书主要讲述了建筑材料及建筑构造,包括建筑材料的基本性质特征、规格及应用范围,建筑的种类、构造组成及各构配件的构造要求、构造设计方法、构造节点图的绘制等。内容丰富翔实,文字简明扼要,说理清楚透彻。书中含有大量的图表和图例,便于读者学习、查找和参考。

全书共9章,分别是第1章建筑材料基本知识,第2章建筑构造设计概论,第3章地基与基础,第4章墙体构造,第5章楼地层,第6章楼梯与电梯,第7章屋顶构造,第8章门和窗,第9章园林建筑基本构造。

本书可作为专科、应用型本科学校建筑设计技术、园林工程技术、城镇规划、中国古建筑工程等专业的教材,也可作为相关专业工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料与构造 / 艾学明主编. —2版. —南京 :
东南大学出版社, 2018. 6
ISBN 978-7-5641-7830-7

I. ①建… II. ①艾… III. ①建筑材料—高等职业教
育—教材②建筑构造—高等职业教育—教材 IV. ①TU5
②TU22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 138338 号

建筑材料与构造(第2版)

出版发行	东南大学出版社
出 版 人	江建中
社 址	南京市四牌楼2号
邮 编	210096
经 销	全国各地新华书店
印 刷	常州市武进第三印刷有限公司
开 本	787 mm×1092 mm 1/16
印 张	21
字 数	524 千
版 次	2018年6月第2版
印 次	2018年6月第1次印刷
书 号	ISBN 978-7-5641-7830-7
印 数	1—4000 册
定 价	49.00 元

* 本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系,电话:025-83791830

前 言

“建筑材料与构造”是建筑设计、园林工程等专业掌握技能、走向社会所必修的一门重要职业技术课程,也是高职类院校多个专业的基础平台课,同时更是一门实践性很强的课程,它是从事建筑设计、园林工程等工作的人员所必须掌握的专业理论知识和职业技能。学好本课程对于学生毕业后从事各自的岗位工作提供了重要的知识保障。“建筑材料与构造”课程源于“房屋建筑学”和“建筑构造”,但它又不等同于“房屋建筑学”和“建筑构造”,其内容主要包括各类工业与民用建筑的类型、材料组成、构造设计以及新型材料的应用等。随着我国建筑业的快速发展,新型节能环保材料不断涌现,新型的建筑材料、装饰材料、园林建筑材料、中国古建筑材料的构造工艺不断更新,这一切都必将反映在“建筑材料与构造”课程内容中。

“建筑材料与构造”是根据高职高专“建筑材料与构造”课程教学标准和高等职业技术教育的特点,结合建筑设计、园林工程、城市规划、中国古建筑等专业高等职业技术应用型人才的要求编写的多专业基础平台课的配套教材。全书是对建筑材料、建筑构造以及园林建筑材料等多门课程的整合,整体以房屋构造的组成为基本构架,将建筑材料的相关内容融入房屋构造的各组成部分中,而园林建筑材料与构造的内容则主要安排在第9章,其他章节略有叙述。全书各部分内容互相照应,紧密联系,以突出材料的技术性能和在房屋构造中的应用,使全书形成一个完整的体系。

为适应新形势发展需要,加快“建筑材料与构造”课程建设步伐,建立健全新的“建筑材料与构造”的理论教学体系和实践教学体系,势在必行。为此,本书在介绍“材料”和“构造”基本知识和基本理论时,以大量节点构造设计为例进行分析。

为了适应高职高专建筑设计技术、园林工程技术、城市规划、中国古建筑等专业人才培养目标的要求,此书编写时着重体现以下特点:

首先,以提高本专业学生的实际工作能力为原则,选择和组织全书的编写内容。

其次,全书重点突出实用性,基本理论则以够用为度,知识交代力求简单明了,直截了当,实现图文简洁、一目了然的宗旨。

最后,本书采用最新的国家标准和规范,以介绍现行的材料和构造为主。

由于本书在选材上以大量性民用建筑为主,将教材和教学有机结合,所以在实际应用中具有较强的可操作性和针对性,在具体的教学过程中,可指导学生多做设计,设计深度以构造方法为主,也可绘制部分节点施工图。由于设计选题不同,各章节、各知识点的内容在讲授时,可以有详有略,也可以根据具体情况,节选部分章节

内容进行讲授。

本书由艾学明主编,季翔主审。黄金凤、杨洁、杨宁宁、张晨、朱璐、付迅、鲁安琪等同志,参与了本书资料收集和文字校对工作。

本书在编写过程中参考和引用了一些专家、学者的著作、教材和资料,在此深表谢忱。

由于时间仓促及编者水平有限,书中难免存在错误和不足,恳请广大读者批评指正。

编 者

2018年6月

目 录

1 建筑材料基本知识	1
1.1 建筑材料的分类	1
1.1.1 按材料的化学成分分类	1
1.1.2 按材料的用途分类	1
1.2 建筑材料的基本性质	2
1.2.1 材料的物理性质	2
1.2.2 材料的力学性质	7
1.2.3 材料的耐久性	9
1.3 常用的建筑材料	9
1.3.1 石材	9
1.3.2 水泥和其他胶凝材料	15
1.3.3 混凝土和砂浆	25
1.3.4 砖和其他砌体材料	34
1.3.5 钢材和其他金属材料	38
1.3.6 木材	44
1.3.7 建筑塑料	49
1.3.8 防水材料	54
1.3.9 绝热与吸声材料	59
1.3.10 装饰材料	62
复习思考题	63
2 建筑构造设计概论	65
2.1 概述	65
2.1.1 建筑构造设计的内容和特点	65
2.1.2 建筑构造设计在建筑设计中的作用	65
2.1.3 建筑构造设计在建筑工程实施中的作用	65
2.1.4 建筑构造设计研究的方法	66
2.2 建筑构造组成	66
2.3 影响建筑构造设计的因素与设计原则	68
2.3.1 影响建筑构造设计的因素	68
2.3.2 建筑构造设计原则	68
2.4 建筑的分类	69
2.4.1 按建筑使用功能分类	69

2.4.2 按建筑规模大小分类	69
2.4.3 按建筑层数分类	69
2.4.4 按承重结构的材料分类	69
2.4.5 按建筑结构形式分类	70
2.4.6 按建筑的耐火等级分类	71
2.4.7 按建筑耐久年限分类	72
2.5 建筑模数协调统一标准	73
2.5.1 建筑模数	73
2.5.2 预制构件的三种尺寸	75
2.5.3 标注定位轴线	75
2.5.4 定位轴线的编号	78
2.6 确定建筑物的级别	80
2.6.1 民用建筑等级	80
2.6.2 地震知识	81
能力训练	83
复习思考题	85
3 地基与基础	86
3.1 地基	86
3.1.1 天然地基	86
3.1.2 人工地基	87
3.2 基础的类型与埋深	89
3.2.1 基础的类型	89
3.2.2 基础的埋置深度	92
3.3 常用刚性基础构造	93
3.3.1 砖基础	93
3.3.2 石基础	94
3.3.3 混凝土及毛石混凝土基础	94
3.4 桩基础	95
3.5 地基沉降与基础沉降缝构造	96
3.5.1 地基沉降	96
3.5.2 基础沉降缝构造	97
复习思考题	97
4 墙体构造	98
4.1 墙体的类型及设计要求	98
4.1.1 墙体的类型	98
4.1.2 墙体的设计要求	101
4.2 块材墙构造	107

4.2.1	墙体材料	107
4.2.2	墙体的组砌方式	110
4.2.3	墙体的尺寸	112
4.2.4	墙身的细部构造	113
4.3	隔墙构造	126
4.3.1	块材隔墙	126
4.3.2	轻骨架隔墙	127
4.3.3	板材隔墙	130
4.3.4	隔断	132
4.4	墙体饰面装修	136
4.4.1	抹灰类墙面装修	136
4.4.2	涂料类墙面装修	138
4.4.3	陶瓷贴面类墙面装修	140
4.4.4	石材贴面类墙面装修	141
4.4.5	清水砖墙饰面装修	142
4.4.6	特殊部位的墙面装修	143
	能力训练	144
	复习思考题	144
5	楼地层	145
5.1	楼板的类型及设计要求	145
5.1.1	楼板层的基本组成及设计要求	145
5.1.2	楼板的类型及选用	148
5.2	钢筋混凝土楼板	148
5.2.1	装配式钢筋混凝土楼板	149
5.2.2	现浇式钢筋混凝土楼板	150
5.2.3	装配整体式钢筋混凝土楼板	152
5.3	地坪层构造	152
5.3.1	素土夯实层	153
5.3.2	垫层	153
5.3.3	面层	153
5.4	楼地面装修	153
5.4.1	整体地面	153
5.4.2	块料地面	154
5.4.3	塑料地面	156
5.4.4	地面变形缝	158
5.4.5	顶棚装修	158
5.5	阳台及雨篷	159
5.5.1	阳台的类型、组成及要求	160

5.5.2	阳台承重结构的布置	161
5.5.3	阳台栏杆	162
5.5.4	雨篷	166
	复习思考题	168
6	楼梯与电梯	169
6.1	楼梯的形式与尺度	169
6.1.1	楼梯的组成	169
6.1.2	楼梯形式	170
6.1.3	楼梯尺度	172
6.2	钢筋混凝土楼梯构造	177
6.2.1	预制装配式钢筋混凝土楼梯基本形式	177
6.2.2	预制装配梁承式楼梯构件	179
6.2.3	梯段与平台梁节点处理	181
6.2.4	构件连接	182
6.2.5	现浇整体式钢筋混凝土楼梯构造	182
6.3	踏步和栏杆扶手构造	186
6.3.1	踏步面层及防滑处理	186
6.3.2	栏杆与扶手构造	187
6.4	室外台阶与坡道	191
6.4.1	台阶尺度	191
6.4.2	台阶面层	191
6.4.3	台阶垫层	191
6.4.4	坡道	195
6.5	电梯与自动扶梯	196
6.5.1	电梯	196
6.5.2	自动扶梯	198
	能力训练	199
	复习思考题	200
7	屋顶构造	201
7.1	屋顶的形式与设计要求	201
7.1.1	屋顶的形式	201
7.1.2	屋顶的设计要求	203
7.2	屋顶的排水	205
7.2.1	排水坡度	205
7.2.2	屋顶排水方式	207
7.2.3	有组织排水常用方案	208
7.3	平屋顶构造	211

7.3.1 平屋顶的组成与构造层次	211
7.3.2 平屋面的设计	214
7.3.3 细部构造	217
7.4 坡屋顶构造	225
7.4.1 坡屋顶的构造组成	225
7.4.2 坡屋顶的支承结构	227
7.4.3 坡屋顶的屋面构造	230
7.4.4 坡屋顶的细部构造	236
7.5 屋顶的保温和隔热	241
7.5.1 屋顶保温	241
7.5.2 屋顶隔热	243
复习思考题	248
8 门和窗	250
8.1 门窗的形式与尺度	250
8.1.1 门的形式与尺度	250
8.1.2 窗的形式与尺度	253
8.2 木门构造	254
8.2.1 平开门的组成	254
8.2.2 门框	255
8.2.3 门扇	257
8.2.4 成品装饰木门窗	258
8.3 铝合金及彩板门窗	258
8.3.1 铝合金门窗	258
8.3.2 彩板门窗	263
8.4 塑料门窗	263
8.4.1 塑料门窗类型	264
8.4.2 设计选用要点	264
8.4.3 塑料门窗安装	264
8.5 遮阳	265
8.5.1 遮阳的类型	265
8.5.2 门窗遮阳系数	266
复习思考题	267
9 园林建筑基本构造	268
9.1 景墙	268
9.1.1 墙基础	268
9.1.2 墙体	269
9.1.3 顶饰	270

9.1.4 墙面饰	272
9.1.5 墙洞口装饰	273
9.1.6 墙身变形缝	275
9.2 园路与铺地	276
9.2.1 园路	276
9.2.2 铺地	284
9.3 梯道与楼梯	284
9.3.1 梯道与楼梯的基本要求	284
9.3.2 梯道的构造	285
9.3.3 园梯	285
9.3.4 滑梯	286
9.4 花架	287
9.4.1 花架的类型	287
9.4.2 花架的体量尺度	288
9.4.3 花架的构造做法	288
9.4.4 木坐凳的构造	289
9.5 廊与亭	290
9.5.1 廊的一般构造要求	290
9.5.2 廊的类型	291
9.5.3 廊的结构实例	292
9.5.4 亭的基本构造知识	293
9.5.5 传统亭的构造实例	296
9.5.6 现代亭的构造实例	302
9.6 石景与水景	305
9.6.1 园林石材	305
9.6.2 置石	306
9.6.3 假山	308
9.6.4 护坡、驳岸与挡土墙	312
9.6.5 动水致景的构造	317
能力训练	320
复习思考题	321
主要参考文献	323

1 建筑材料基本知识

1.1 建筑材料的分类

建筑物和构筑物所用的材料及制品统称为建筑材料，它是一切建筑工程的物质基础。建筑材料的分类方法通常有两种，一是按材料的化学成分分类，二是按材料的用途分类。

1.1.1 按材料的化学成分分类

按材料的化学成分，建筑材料可分为无机材料、有机材料和复合材料三大类。其中无机材料又可分为金属材料与非金属材料两类。复合材料是指由两种或两种以上的材料，组合成为一种具有新的性能的材料。复合材料往往具有多种功能，因此，它是现代材料的发展方向。

建筑材料的具体分类见表 1-1。

表 1-1 建筑材料按化学成分分类

无机材料	金属材料	黑色金属(主要为 Fe 元素)	如:钢、铁等
		有色金属	如:铝、铜、锌、铅及其合金
	非金属材料	天然材料	如:砂、黏土、石子、大理石、花岗岩等
		烧土制品	如:砖、瓦、玻璃、陶瓷等
		胶凝材料	如:石灰、石膏、水泥、水玻璃等
		保温材料	如:石棉、矿物棉、膨胀蛭石等
		混凝土及硅酸盐制品	如:混凝土、砂浆、硅酸盐制品等
有机材料	天然材料		如:木材、竹材、植物纤维等
	胶凝材料		如:沥青、合成树脂等
	保温材料		如:软木板、毛毡等
	高分子材料		如:塑料、涂料、合成橡胶等
复合材料	金属材料与非金属材料复合		如:钢筋混凝土、钢纤维增强混凝土等
	有机材料与无机材料复合		如:聚合物混凝土、玻璃纤维增强塑料等
	金属材料与有机材料复合		如:轻质金属夹芯板、铝塑板等

1.1.2 按材料的用途分类

建筑材料按其用途可分为结构材料与功能材料两大类。

结构材料指用作承重构件的材料，承重构件梁、板、柱所用的材料，如砖、石材、砌块、钢材、混凝土等都是结构材料。

功能材料指所用材料在建筑上具有某些特殊功能，如防水、装饰、隔热等功能。常见

的有:

- (1) 防水材料:沥青、塑料、橡胶等。
- (2) 饰面材料:墙面砖、石材、彩钢板、彩色混凝土等。
- (3) 吸声材料:多孔石膏板、塑料吸声板、膨胀珍珠岩等。
- (4) 绝热材料:塑料、橡胶、泡沫混凝土等。
- (5) 卫生工程材料:金属管道、塑料、陶瓷等。

无论是什么类型的材料,都有一个标准。建筑材料标准,是企业生产的产品质量是否合格的技术依据,也是供需双方对产品质量进行验收的依据。按标准合理地选用材料,能使结构设计、施工工艺相应标准化,可加快施工进度,使材料在工程实践中具有最佳的经济效益。我国目前常用的标准有以下三大类:

国家标准。有强制性标准(代号 GB)、推荐性标准(代号 GB/T)。

行业标准。如住房和城乡建设部行业标准(代号 JGJ),国家建材工业行业标准(代号 JC),冶金工业行业标准(代号 YB),交通运输部行业标准(代号 JT),水电行业标准(代号 SD)等。

地方标准(代号 DBJ)和企业标准(代号 QB)。

标准的表示方法为:标准名称—部门代号—编号—批准年份。

例如:国家标准《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB 175—1999)。

1.2 建筑材料的基本性质

建筑材料的基本性质是指材料处于不同的使用条件和使用环境时,通常必须考虑的最基本的、共有的性质。因为建筑材料所处工程的部位不同,使用环境不同,人们对材料的使用功能要求不同,要求的作用就不同,要求的性质也就有所不同。

1.2.1 材料的物理性质

1) 材料与质量有关的性质

(1) 材料的密度,是指材料在绝对密实状态下单位体积的质量,按下式计算:

$$\rho = m/V \quad (1-1)$$

式中: ρ ——密度(g/cm^3 或 kg/m^3);

m ——材料的质量(g 或 kg);

V ——材料的绝对密实体积(cm^3 或 m^3)。

材料在绝对密实状态下的体积,是指不包含材料内部孔隙的实体积。在建筑工程材料中,除了钢材、玻璃、沥青等少数接近于绝对密实的材料外,绝大多数材料都含有一定的孔隙。在测定有孔隙材料的密度时,应先把材料磨成细粉,烘干至恒定质量以排除内部孔隙,然后用李氏瓶(密度瓶)测得其实体积,再用式(1-1)计算得到密度值。

(2) 材料的表观密度,是指材料在自然状态下单位体积的质量。按下式计算:

$$\rho_0 = m/V_0 \quad (1-2)$$

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 ——材料的表观体积(cm^3 或 m^3)。

材料在自然状态下的体积,是指包括实体积和孔隙体积在内的体积。对于形状规则的材料,直接测量体积;对于形状不规则的材料,可用蜡封法封闭孔隙,然后再用排液法测量体积;对于混凝土用的砂石骨料,直接用排液法测量体积,此时的体积是实体积和闭口孔隙体积之和,即不包括与外界连通的开口孔隙体积。由于砂石比较密实,孔隙很少,开口孔隙体积更少,所以用排液法测得的密度也称为表观密度。

材料内常含有水分,材料的质量会随其含水率的变化而变化,因此测定表观密度时应注明其含水状态。材料的表观密度大小取决于材料的密度、孔隙率、孔隙构造和其含水情况。

(3) 材料的堆积密度,是指粉状或粒状的散粒材料,在堆积状态下单位体积的质量。按下式计算:

$$\rho'_0 = m/V'_0 \quad (1-3)$$

式中: ρ'_0 ——材料的堆积密度(g/cm^3 或 kg/m^3);

m ——材料的质量(g 或 kg);

V'_0 ——材料的堆积体积(cm^3 或 m^3)。

粉状或粒状材料的质量是指填充在一定容器内的材料质量,其堆积体积是指所用容器的容积而言。因此,材料的堆积体积包含了颗粒之间的空隙,即材料的堆积密度通常是指材料在气干状态下的堆积密度,它同时取决于材料颗粒的表观密度、颗粒堆积的密实程度和材料的含水状态。特别是在园林建筑工程中,计算材料用量、构件的自重、配料计算以及确定堆放空间时经常要用到材料密度、表观密度和堆积密度等数据。

常用的建筑材料密度、表观密度、堆积密度见表 1-2。

表 1-2 常用的建筑材料密度、表观密度、堆积密度、孔隙率

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(%)
钢 材	7.85	7 850	—	—
花岗岩	2.6~2.9	2 500~2 850	—	0~0.3
石灰石	2.6~2.8	2 000~2 600	—	0.5~3.0
碎石或卵石	2.6~2.9	—	1 400~1 700	—
普通砂	2.6~2.8	—	1 450~1 700	—
烧结黏土砖	2.5~2.7	1 500~1 800	—	20~40
水 泥	3.0~3.2	—	1 300~1 700	—
普通混凝土	—	2 100~2 600	—	5~20
沥青混凝土	—	2 300~2 400	—	2~4
木 材	1.55	400~800	—	55~75

(4) 材料的密实度,是指材料体积内被固体物质充实的程度。用 $D = V/V_0 = \rho_0/\rho$ 表示。

对于绝对密实材料,因 $\rho_0 = \rho$, 因此密实度 $D=1$ 或 $D=100\%$ 。对于大多数建筑材料,因 $\rho_0 < \rho$, 因此密实度 $D < 1$ 或 $D < 100\%$ 。

(5) 材料的孔隙率,是指材料内部孔隙的体积占材料总体积的百分率。用 $P=1-D$ 表

示。 D 为材料的密实度。

密实度和孔隙率是从不同的两个方面反映材料的同一性质,对同一材料,其 $D+P=1$ 。

材料的许多性质(如强度、吸湿性、抗冻性、吸声性等)均与孔隙率的大小密切相关,同时还与孔隙的构造特征有关。孔隙特征是指孔隙的形状、大小和分布状态。在工程实践中,经常通过控制材料的孔隙率和孔隙特征来改善材料的某些性能。

几种常用的建筑材料孔隙率见表 1-2。

(6) 材料的填充率和空隙率,填充率是指散粒材料在其堆积体积中,被颗粒实体体积填充的程度;空隙率是指散粒材料在其堆积体积中,颗粒之间的空隙体积所占的比例。

空隙率的大小反映了散粒材料的颗粒相互填充的致密程度。空隙率可作为控制混凝土骨料级配与计算含砂率的依据。

2) 材料与水有关的性质

(1) 亲水性与憎水性

与水接触时,有些材料能被水润湿,而有些材料则不能被水润湿,对这两种现象来说,前者为亲水性,后者为憎水性。具有亲水性的材料称为亲水性材料,否则称为憎水性材料。

材料具有亲水性或憎水性的根本原因在于材料的分子结构。亲水性材料与水分子之间的分子亲和力,大于水分子本身之间的内聚力;反之,憎水性材料与水分子之间的亲和力,小于水分子本身之间的内聚力。

在工程实践中,材料是亲水性或憎水性,通常以润湿角的大小划分,润湿角为在材料、水和空气的交点处,沿水滴表面的切线与水与固体接触面所成的夹角。其中润湿角 θ 愈小,表明材料愈易被水润湿。当材料的润湿角 $\theta < 90^\circ$ 时,为亲水性材料,如木材、砖、混凝土、石等;当材料的润湿角 $\theta > 90^\circ$ 时,为憎水性材料,如沥青、石蜡、塑料等。水在亲水性材料表面可以铺展开,且能通过毛细管作用自动将水吸入材料内部;水在憎水性材料表面不仅不能铺展开,而且水分不能渗入材料的毛细管中,如图 1-1 所示。憎水性材料具有较好的防水性与防潮性,常用作防水材料,也可用于亲水性材料的表面处理,以减少吸水率,提高抗渗性。

(2) 吸水性

材料在水中吸收水分的性质,称为材料的吸水性。吸水性的以吸水率来表示,吸水率常有质量吸水率与体积吸水率两种表示方法:

① 质量吸水率,是指材料在吸水饱和状态下,所吸水量占材料在干燥状态下的质量百分率。

② 体积吸水率,是指材料在吸水饱和时,所吸水的体积占材料自然体积的百分率。

材料的吸水率与其孔隙率有关,更与其孔隙特征有关。因为水分是通过材料的开口孔吸入并经过连通孔渗入内部的。材料内与外界连通的细微孔隙愈多,其吸水性就愈强;闭口孔隙,水分不易进入;开口的粗大孔隙,水分容易进入,但不能存留,故吸水性较小。各种材料的吸水率差别很大,如花岗石等致密岩石的质量吸水率仅为 $0.2\% \sim 0.7\%$,不同混凝土的质量吸水率为 $2\% \sim 3\%$,烧结普通黏土砖的质量吸水率为 $8\% \sim 20\%$,木材或其他一些轻质材料的质量吸水率常大于 100% 。

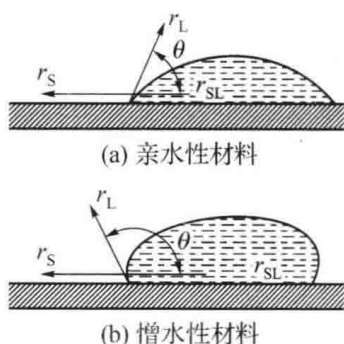


图 1-1 材料湿润示意图

材料的吸水性会对其性质产生不利影响。如材料吸水后,其质量增加,体积膨胀,导热性增大,强度与耐久性下降。

(3) 吸湿性

材料的吸湿性是指材料在潮湿空气中吸收水分的性质。干燥的材料处在较潮湿的空气中时,便会吸收空气中的水分;而当较潮湿的材料处在较干燥的空气中时,便会向空气中放出水分。前者是材料的吸湿过程,后者是材料的干燥过程。由此可见,在空气中,某一材料的含水多少是随空气的湿度变化的。

材料在任一条件下含水的多少称为材料的含水率,其计算公式为:

$$W_h = (m_s - m_g) / m_g \times 100\% \quad (1-4)$$

式中: W_h ——材料的含水率(%);

m_s ——材料吸湿状态下的质量(g 或 kg);

m_g ——材料在干燥状态下的质量(g 或 kg)。

材料的含水率受所处环境中空气湿度的影响。当空气中的湿度在较长时间内稳定时,材料的吸湿和干燥过程处于平衡状态,此时材料的含水率保持不变,其含水率叫做材料的平衡含水率。

(4) 耐水性

材料的耐水性是指材料长期在饱和水的作用下而不破坏,强度也不显著降低的性质。衡量材料耐水性的指标是材料的软化系数(K_p)。软化系数反映了材料饱水后强度降低的程度,是材料吸水后性质变化的重要特征之一。一般材料吸水后,水分会分散在材料内微粒的表面,削弱其内部结合力,强度则有不同程度的降低。当材料内含有可溶性物质时(如石膏、石灰等),吸入的水还可能溶解部分物质,造成强度的严重降低。材料耐水性限制了材料的使用环境,软化系数小的材料耐水性差,其使用环境尤其受到限制。软化系数的波动范围在 0~1 之间。工程实践中通常将软化系数 $K_p > 0.85$ 的材料称为耐水性材料,可以用于水中或潮湿环境中的重要工程。用于一般受潮较轻或次要的工程部位时,材料软化系数 K_p 也不得小于 0.75。

(5) 材料的抗渗性

抗渗性是指材料在压力水作用下抵抗水渗透的性能。建筑工程中许多材料常含有孔隙、孔洞或其他缺陷,当材料两侧的水压差较高时,水可能从高压侧通过内部的孔隙、孔洞或其他缺陷渗透到低压侧。这种压力水的渗透,不仅会影响工程的使用,而且渗入的水还会带人能腐蚀材料的介质,或将材料内的某些成分带出,造成材料的破坏。

材料的抗渗性不仅与材料本身的亲水性和憎水性有关,还与材料的孔隙率和孔隙特征有关。材料的孔隙率越小且封闭孔隙越多,其抗渗性越强。经常受压力水作用的建筑工程和园林室外工程等,应选用具有一定抗渗性的材料。而任何部位采用的防水材料也应具有不透水性。

(6) 抗冻性

材料吸水后,在负温作用条件下,水在材料毛细孔内冻结成冰,体积膨胀所产生的冻胀压力造成材料的内应力,会使材料遭到局部破坏,例如表面出现剥落、裂纹,产生质量损失和强度降低。随着冻融循环的反复,材料的破坏作用逐步加剧,这种破坏称为冻融破坏。

抗冻性是指材料在吸水饱和状态下,能经受反复冻融循环作用而不破坏,强度也不显著降低的性能。

抗冻性以试件在冻融后的质量损失、外形变化或强度降低不超过一定限度时所能经受的冻融循环次数来表示,或称为抗冻等级。

材料的抗冻等级可分为 F_{15} 、 F_{25} 、 F_{50} 、 F_{100} 、 F_{200} 等,分别表示此材料可承受 15、25、50、100、200 次的冻融循环。材料的抗冻性与其内孔隙构造特征、材料强度、耐水性和吸水饱和程度等因数有关。抗冻性良好的材料,对于抵抗温度变化、干湿交替等破坏作用的能力也较强。所以,抗冻性常作为评价材料耐久性的一个指标。

3) 材料与热有关的性质

(1) 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 λ 表示。导热系数的定义和计算式如下所示:

$$\lambda = Qd/[FZ(t_1 - t_2)] \quad (1-5)$$

式中: λ ——导热系数 $[W/(m \cdot K)]$;

Q ——传导的热量(J);

F ——热传导面积(m^2);

Z ——热传导时间(s);

d ——材料厚度(m);

$(t_1 - t_2)$ ——材料两侧温度差(K)。

在物理意义上,导热系数为单位厚度(1 m)的材料、两面温度差为 1 K 时,在单位时间(1 s)内通过单位面积($1 m^2$)的热量。

导热系数是评定材料保温隔热性能的重要指标,导热系数小,其保温隔热性能好。材料的导热系数主要取决于材料的组成与结构。一般来说,金属材料的导热系数大,无机非金属材料导热系数适中,有机材料导热系数最小。例如,铁的导热系数比石灰大,大理石的导热系数比塑料大,水晶的导热系数比玻璃大。孔隙率大且为闭口微孔的材料导热系数小。此外,材料的导热系数还与其含水率有关,含水率增大,其导热系数明显增大。

(2) 热容量

材料在受热时吸收热量,冷却时放出热量的性质称为材料的热容量。单位质量材料温度升高或降低 1 K 所吸收或放出的热量称为热容量系数或比热。比热的计算式如下所示:

$$c = Q/[m(t_1 - t_2)] \quad (1-6)$$

式中: c ——材料的比热 $[J/(g \cdot K)]$;

Q ——材料吸收或放出的热量(J);

m ——材料质量(g);

$(t_1 - t_2)$ ——材料受热或冷却前后的温差(K)。

当对建筑物或构筑物进行热工性能计算时,需了解材料的导热系数和比热。几种常用材料导热系数和比热参见表 1-3。