



+ 园林工程管理丛书

# 园林工程材料 及其应用

吴戈军 主编

YUANLIN  
GONGCHENG  
CAILIAO  
JIQI  
YINGYONG

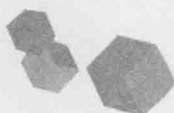


化学工业出版社



园林工程管理丛书

# 园林工程材料 及其应用



吴戈军 主编

ISBN 978-7-122-15430-8

定价：35.00元

（北京）

（中国）

（）

（）

（）

（）

（）

（）

（）

（）

（）

（）

（）

（）



化学工业出版社

· 北京 ·

（）

（）

本书根据国家最新规范及国内外最新材料编写，系统地归纳了园林材料的种类、性能及应用方法，便于读者查阅使用。内容分为园林工程基本建筑材料、园林假山与石景工程材料、园路工程材料、园林建筑工程材料、园林水景工程材料、园林给排水与喷灌工程材料、园林供电工程材料。

本书可供园林工程施工、设计及管理人员使用，也可供高等院校园林专业人员阅读和参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

园林工程材料及其应用/吴戈军主编. —北京: 化学工业出版社, 2014. 1  
(园林工程管理丛书)  
ISBN 978-7-122-19257-8

I. ①园… II. ①吴… III. ①园林-工程施工-建筑材料 IV. ①TU986. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 297935 号

责任编辑: 袁海燕  
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 刘莉珺  
装帧设计: 王骁宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 13 字数 235 千字 2014 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

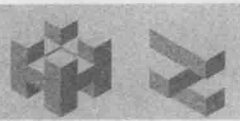
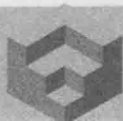
## 《园林工程材料及其应用》编写人员

主编 吴戈军

参编 邹原东 邵晶 齐丽丽 成育芳

李春娜 蒋传龙 王丽娟 邵亚凤

白雅君



# 前言 | FOREWORD |

随着科技的进步和时代的发展，我国园林建设中园林材料种类不断更新和扩充，极大地丰富了园林的形式和内容，也促进了园林设计理念的发展。通过对园林材料的合理选择和应用，可以深化园林的设计概念，体现园林的地方特色，创造出真正体现人性化的园林环境空间。

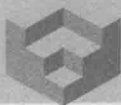
由于园林材料的不断涌现，使得人们经常难以了解和掌握所需要的材料。因此，我们编写了这本《园林工程材料及其应用》。希望本书的面世，能够更好地服务于园林工程施工、设计及管理人员。

本书根据国家最新规范及国内外最新材料编写，系统地归纳了园林材料的种类、性能及应用方法，便于读者查阅使用。内容分为园林工程基本建筑材料、园林假山与石景工程材料、园路工程材料、园林建筑工程材料、园林水景工程材料、园林给排水与喷灌工程材料、园林供电工程材料。

本书可供园林工程施工、设计及管理人员使用，也可供高等院校园林专业人员阅读和参考。

本书在编写过程中参考了有关文献，并且得到了许多专家和相关单位的关心与大力支持，在此表示衷心感谢。随着科技的发展，建筑技术也在不断进步，本书难免出现疏漏及不妥，恳请广大读者给予批评指正。

编者  
2013年11月



# 目录

# CONTENTS

Chapter



园林工程基本建筑材料 .....	1
1.1 园林工程基本建筑材料分类及基本性能 .....	1
1.1.1 园林工程基本建筑材料分类 .....	1
1.1.2 建筑材料的基本性能 .....	2
1.2 石材 .....	10
1.2.1 石材在园林工程中的应用项目 .....	10
1.2.2 园林工程常用石材 .....	10
1.3 水泥 .....	19
1.3.1 硅酸盐水泥 .....	19
1.3.2 普通硅酸盐水泥 .....	20
1.3.3 掺混合材料硅酸盐水泥 .....	21
1.3.4 装饰水泥 .....	23
1.3.5 应用范围 .....	24
1.4 气硬性胶凝材料 .....	24
1.4.1 石膏 .....	25
1.4.2 石灰 .....	27
1.5 混凝土 .....	28
1.5.1 混凝土的分类 .....	29
1.5.2 普通混凝土 .....	29
1.5.3 防水混凝土 .....	37
1.6 砂浆 .....	37
1.6.1 砌筑砂浆 .....	37
1.6.2 抹面砂浆 .....	42
1.6.3 特种砂浆 .....	43
1.7 砖及砌块 .....	44
1.7.1 砌墙砖 .....	44

1.7.2	砌块	51
1.7.3	砖及砌块的贮运	54
1.8	金属材料	55
1.8.1	生铁	55
1.8.2	铁合金	55
1.8.3	铸铁	56
1.8.4	钢材	56
1.8.5	铝材	59
1.8.6	铜材	60
1.8.7	金属铁艺	60
1.9	木材	61
1.9.1	木材的种类	61
1.9.2	木材的构造	63
1.9.3	木材产品	65
1.9.4	人造板材	65
1.9.5	木材的性质	68
1.9.6	木材的缺陷	72
1.10	建筑防水材料	88
1.10.1	坡屋面刚性防水材料	88
1.10.2	防水涂料	90
1.10.3	防水卷材	90
1.10.4	密封材料	93
1.11	建筑玻璃	93
1.11.1	普通平板玻璃	93
1.11.2	装饰平板玻璃	94
1.11.3	安全玻璃	95
1.11.4	保温绝热玻璃	96
1.12	建筑涂料、塑料	96
1.12.1	建筑涂料	96
1.12.2	建筑塑料	101

2.1.2	山石材料的应用	108
2.1.3	假山材料的应用	111
2.1.4	填充和胶结材料的应用	112
2.2	塑山塑石材料	113
2.2.1	混凝土塑山材料的应用	113
2.2.2	GRC 塑山材料的应用	113
2.2.3	其他塑山材料的应用	114
2.2.4	上色材料的应用	115

### 园路工程材料

3.1	园路路面面层和铺装材料	116
3.1.1	常见路面面层材料	116
3.1.2	混凝土路面材料	117
3.1.3	地砖砌砖材料	118
3.1.4	木材路面材料	122
3.1.5	透水性路面材料	123
3.1.6	运动地面材料	124
3.2	园路其他结构层材料	127
3.2.1	路面结合层材料	127
3.2.2	园路基层材料	127
3.2.3	园路附属工程材料	131

### 园林建筑工程材料

4.1	园林古建筑工程材料	132
4.1.1	古建筑用瓦	132
4.1.2	古建筑用灰浆	141
4.1.3	古建筑用砖	145
4.1.4	古建筑用彩绘材料	145
4.1.5	古建筑用油漆材料	146
4.2	园林现代建筑工程材料	148
4.2.1	现代亭工程材料	148



4.2.2	建筑膜材	149
4.2.3	雕塑材料	151

	园林水景工程材料	157
5.1	水池材料	157
5.1.1	结构材料	157
5.1.2	衬砌材料	158
5.1.3	预制模材料	158
5.1.4	水池装饰材料	159
5.1.5	阀门井材料	159
5.2	喷泉材料	160
5.2.1	喷头材料	160
5.2.2	调节及控制设备、管材与净化装置	161
5.3	驳岸材料	163
5.3.1	常用结构材料	163
5.3.2	各类驳岸材料的应用	164
5.4	护坡材料	164

	园林给排水与喷灌工程材料	166
6.1	给排水工程材料	166
6.1.1	管材	166
6.1.2	管网附属设备	168
6.2	喷灌工程材料	170
6.2.1	控制设备	170
6.2.2	加压设备	174
6.2.3	过滤设备	176
6.2.4	喷头	178

	园林供电工程材料	185
7.1	照明材料	185
7.1.1	照明光源	185
7.1.2	园林照明灯具分类	190

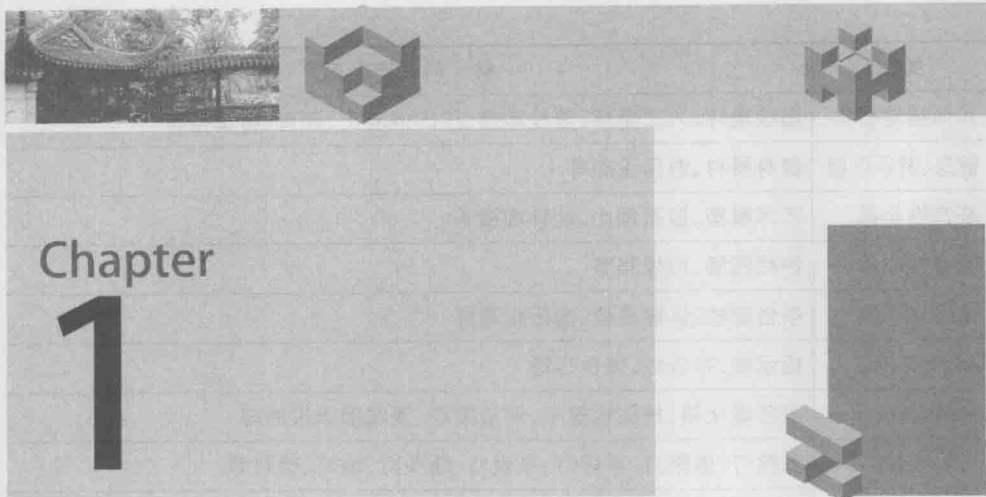
101	7.2 供电电线电缆材料 .....	195
102	7.2.1 电缆的分类及构造 .....	195
	7.2.2 电缆的选型 .....	196

121	参考文献 .....	198
-----	------------	-----

122	2.1.1 塑料管 .....	2
123	2.1.2 玻璃钢 .....	2
124	2.1.3 橡胶管 .....	2
125	2.1.4 金属管 .....	2
126	2.1.5 其他材料 .....	2
127	2.2 塑料管 .....	2
128	2.2.1 塑料管 .....	2
129	2.2.2 塑料管 .....	2
130	2.2.3 塑料管 .....	2
131	2.2.4 塑料管 .....	2
132	2.2.5 塑料管 .....	2
133	2.2.6 塑料管 .....	2
134	2.2.7 塑料管 .....	2
135	2.2.8 塑料管 .....	2
136	2.2.9 塑料管 .....	2
137	2.2.10 塑料管 .....	2
138	2.2.11 塑料管 .....	2
139	2.2.12 塑料管 .....	2
140	2.2.13 塑料管 .....	2
141	2.2.14 塑料管 .....	2
142	2.2.15 塑料管 .....	2
143	2.2.16 塑料管 .....	2
144	2.2.17 塑料管 .....	2
145	2.2.18 塑料管 .....	2
146	2.2.19 塑料管 .....	2
147	2.2.20 塑料管 .....	2
148	2.2.21 塑料管 .....	2
149	2.2.22 塑料管 .....	2
150	2.2.23 塑料管 .....	2
151	2.2.24 塑料管 .....	2
152	2.2.25 塑料管 .....	2
153	2.2.26 塑料管 .....	2
154	2.2.27 塑料管 .....	2
155	2.2.28 塑料管 .....	2
156	2.2.29 塑料管 .....	2
157	2.2.30 塑料管 .....	2
158	2.2.31 塑料管 .....	2
159	2.2.32 塑料管 .....	2
160	2.2.33 塑料管 .....	2
161	2.2.34 塑料管 .....	2
162	2.2.35 塑料管 .....	2
163	2.2.36 塑料管 .....	2
164	2.2.37 塑料管 .....	2
165	2.2.38 塑料管 .....	2
166	2.2.39 塑料管 .....	2
167	2.2.40 塑料管 .....	2
168	2.2.41 塑料管 .....	2
169	2.2.42 塑料管 .....	2
170	2.2.43 塑料管 .....	2
171	2.2.44 塑料管 .....	2
172	2.2.45 塑料管 .....	2
173	2.2.46 塑料管 .....	2
174	2.2.47 塑料管 .....	2
175	2.2.48 塑料管 .....	2
176	2.2.49 塑料管 .....	2
177	2.2.50 塑料管 .....	2
178	2.2.51 塑料管 .....	2
179	2.2.52 塑料管 .....	2
180	2.2.53 塑料管 .....	2
181	2.2.54 塑料管 .....	2
182	2.2.55 塑料管 .....	2
183	2.2.56 塑料管 .....	2
184	2.2.57 塑料管 .....	2
185	2.2.58 塑料管 .....	2
186	2.2.59 塑料管 .....	2
187	2.2.60 塑料管 .....	2
188	2.2.61 塑料管 .....	2
189	2.2.62 塑料管 .....	2
190	2.2.63 塑料管 .....	2
191	2.2.64 塑料管 .....	2
192	2.2.65 塑料管 .....	2
193	2.2.66 塑料管 .....	2
194	2.2.67 塑料管 .....	2
195	2.2.68 塑料管 .....	2
196	2.2.69 塑料管 .....	2
197	2.2.70 塑料管 .....	2
198	2.2.71 塑料管 .....	2
199	2.2.72 塑料管 .....	2
200	2.2.73 塑料管 .....	2

198	参考文献 .....	198
-----	------------	-----

199	参考文献 .....	198
-----	------------	-----



# 园林工程基本建筑材料

## 1.1 园林工程基本建筑材料分类及基本性能

### 1.1.1 园林工程基本建筑材料分类

园林景观材料设施按装饰部位分有地面铺装材料、墙面装饰材料、水景装饰材料、小品设施、照明设施等。按材质分有石材、木材、塑料、金属、玻璃、陶瓷等。按市场上常见的园林建筑材料品种分类见，表 1-1。

表 1-1 常见的园林建筑材料品种分类

类别	材料产品
木材	防腐木、塑木、竹木等
石材	花岗岩、大理石、砂岩、卵石、板岩、文化石、人造石等
金属材料	铁艺大门、铁艺围墙、铁艺桌椅、铁艺雕塑等
油漆涂料	清油、清漆、防锈漆、真石漆等
胶凝材料	水泥、大理石胶、白乳胶、玻璃胶等
铺地砖	广场砖、荷兰砖、舒布洛克砖、建菱砖、劈裂砖、植草砖、青砖、花盆砖等

续表

类别	材料产品
其他铺地材料	塑胶地坪、人工草坪、塑胶地垫、压印混凝土、沥青、植草格等
健身、游乐设施	健身器材、游乐设施等
装饰性小品	艺术雕塑、塑石假山、花钵饰瓶等
服务性小品	护栏围墙、垃圾箱等
休憩性小品	亭台廊桥、休憩桌椅、遮阳伞罩等
展示性小品	指示牌、布告栏、警示标等
种植设施	园艺绿化箱、护树板算子、温室覆膜、滴喷灌溉设施等
照明设施	庭院灯、道路灯、草坪灯、景观灯、墙头灯、地灯、壁灯等
防水材料	合成高分子防水卷材、防水涂料等
水景设施	抽水机泵、喷雾喷头、喷泉喷头、水下灯、控制器等

## 1.1.2 建筑材料的基本性能

### 1.1.2.1 物理性质

#### (1) 密度

材料在绝对密实状态下，单位体积的质量称为密度。具体公式如下。

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

式中  $\rho$ ——材料的密度， $g/cm^3$ ；

$m$ ——材料在干燥状态下的质量， $g$ ；

$V$ ——干燥材料在绝对密实状态下的体积， $cm^3$ 。

材料在绝对密实状态下的体积是指不包括孔隙在内的固体物质部分的体积，也称实体积。在自然界中，绝大多数固体材料内部都存在孔隙，所以，固体材料的总体积 ( $V_0$ ) 应由固体物质部分体积 ( $V$ ) 和孔隙体积 ( $V_P$ ) 两部分组成，而材料内部的孔隙又根据是否与外界相连通被分为开口孔隙 (浸渍时能被液体填充，其体积用  $V_k$  表示) 和封闭孔隙 (与外界不相连通，其体积用  $V_b$  表示)。

测定固体材料的密度，须将材料磨成细粉 (粒径小于  $0.2mm$ )，经干燥后采用排开液体法测得固体物质部分体积。材料磨得越细，测得的密度值越精确。工程上所使用的材料绝大部分是固体材料，但需要测定其密度的并不多。大多数材料，如拌制混凝土的砂、石等，一般直接采用排开液体的方法测定其体积，即固体物质体积与封闭孔隙体积之和，此时测定的密度为材料的近似密度。

#### (2) 表观密度

整体多孔材料在自然状态下，单位体积的质量称为表观密度，也称体积密度。用公式表示如下。

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

式中  $\rho_0$ ——材料的体积密度， $\text{kg}/\text{m}^3$ ；

$m$ ——材料的质量， $\text{kg}$ ；

$V_0$ ——材料在自然状态下的体积， $\text{m}^3$ 。

整体多孔材料在自然状态下的体积是指材料的固体物质部分体积与材料内部所含全部孔隙体积之和，即  $V_0 = V + V_p$ 。对于外形规则的材料，其体积密度的测定只需测定其外形尺寸；对于外形不规则的材料，要采用排开液体法测定，但在测定前，材料表面应用薄蜡密封，以防液体进入材料内部孔隙而影响测定值。

通常所指的体积密度，是指干燥状态下的体积密度。一定质量的材料，孔隙越多，则体积密度值越小；材料体积密度大小还与材料含水多少有关，含水越多，其值越大。

### (3) 堆密度

散粒状（粉状、粒状、纤维状）材料在自然堆积状态下，单位体积的质量称为堆积密度。具体公式如下。

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

式中  $\rho'_0$ ——材料的堆积密度， $\text{kg}/\text{m}^3$ ；

$m$ ——散粒材料的质量， $\text{kg}$ ；

$V'_0$ ——散粒材料在自然堆积状态下的体积，又称堆积体积， $\text{m}^3$ 。

在建筑工程中，计算材料的用量、构件的自重、配料计算、确定材料堆放空间，以及材料运输车辆时，需要用到材料的密度。常用建筑材料的密度、表观密度、堆积密度和孔隙率见表 1-2。

表 1-2 常用建筑材料的密度、表观密度、堆积密度和孔隙率

材料	密度/( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	表观密度/( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	堆积密度/( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	孔隙率/%
石灰岩	2.4~2.6	1800~2600	1400~1700(碎石)	—
花岗岩	2.7~3.2	2500~2900	—	0.5~3.0
砂	2.5~2.6	—	1500~1700	—
烧结普通砖	2.6~2.7	1600~1900	—	20~40
烧结空心砖	2.5~2.7	1000~1480	—	—

### (4) 孔隙率

孔隙率是指材料内部孔隙体积占自然状态下总体积的百分率。具体公式

如下:

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \quad (1-4)$$

孔隙按构造可分为开口孔隙和封闭孔隙两种;按尺寸的大小又可分为微孔、细孔和大孔三种。材料孔隙率大小、孔隙特征会对材料的性质产生一定影响,如材料的孔隙率较大,且连通孔较少,则材料的吸水性较小,强度较高,抗冻性和抗渗性较好,导热性较差,保温隔热性较好。孔隙率一般是通过试验确定的材料密度和体积密度求得的。

#### (5) 空隙率

空隙率是指散粒材料(如砂、石等)颗粒之间的空隙体积占材料堆积体积的百分率。具体公式如下:

$$P' = \frac{V_a}{V_0} \times 100\% = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}\right) \times 100\% \quad (1-5)$$

式中  $\rho_0$ ——颗粒状材料的表观密度,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;

$\rho'_0$ ——颗粒状材料的堆积密度,  $\text{kg}/\text{m}^3$ 。

散粒材料的空隙率与填充率的关系:  $P' + D' = 1$ 。

空隙率与填充率也是相互关联的两个性质,空隙率的大小可直接反映散粒材料的颗粒之间相互填充的程度。散粒状材料,空隙率越大,则填充率越小。在配制混凝土时,砂、石的空隙率是作为控制集料级配与计算混凝土砂率的重要依据。

#### (6) 密实度

密实度是指材料内部固体物质填充的程度。具体公式如下:

$$D = V/V_0 \quad (1-6)$$

材料的密实度与孔隙率的关系:  $P + D = 1$

材料的密实度与孔隙率是相互关联的性质,材料孔隙率的大小可直接反映材料的密实程度,孔隙率越大,则密实度越小。

#### (7) 亲水性与憎水性

材料与水接触时,根据材料是否能被水润湿,可将其分为亲水性和憎水性两类。亲水性是指材料表面能被水润湿的性质;憎水性是指材料表面不能被水润湿的性质。

当材料与水在空气中接触时,将出现两种情况,如图 1-1 所示。在材料、水、空气三相交点处,沿水滴的表面作切线,切线与水与材料接触面所成的夹角称为润湿角(用  $\theta$  表示)。 $\theta$  越小,表明材料越易被水润湿。一般认为,当  $\theta \leq 90^\circ$  时,材料表面吸附水分,能被水润湿,材料表现出亲水性;当  $\theta > 90^\circ$  时,则材料

表面不易吸附水分，不能被水润湿，材料表现出憎水性。

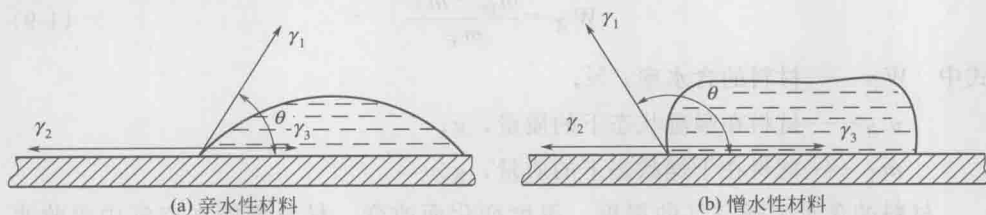


图 1-1 材料的润湿示意

### (8) 吸水性

吸水性是指材料在水中吸收水分的性质。吸水性的用吸水率表示，吸水率有两种表示方法，为质量吸水率和体积吸水率。

① 质量吸水率 材料在吸水饱和时，所吸收水分的质量占材料干质量的百分率。用公式表示如下：

$$W_m = \frac{m_{\text{湿}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \quad (1-7)$$

式中  $W_m$ ——材料的质量吸水率，%；

$m_{\text{湿}}$ ——材料在饱和水状态下的质量，g；

$m_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的质量，g。

② 体积吸水率 材料在吸水饱和时，所吸收水分的体积占干燥材料总体积的百分率。用公式表示如下：

$$W_v = \frac{(m_{\text{湿}} - m_{\text{干}}) / \rho_{\text{水}}}{V_0} \quad (1-8)$$

式中  $W_v$ ——材料的体积吸水率，%；

$V_0$ ——干燥材料的总体积， $\text{cm}^3$ ；

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

材料吸水率的大小，不仅与材料的亲水性或憎水性有关，而且与材料的孔隙率和孔隙特征有关。材料所吸收的水分是通过开口孔隙吸入的。一般而言，孔隙率越大，开口孔隙越多，则材料的吸水率越大；但如果开口孔隙粗大，则不易存留水分，即使孔隙率较大，材料的吸水率也较小；另外，封闭孔隙水分不能进入，吸水率也较小。常用的建筑材料，其吸水率一般采用质量吸水率表示。对于某些轻质材料，如加气混凝土、木材等，由于其质量吸水率往往超过 100%，一般采用体积吸水率表示。

### (9) 吸湿性

吸湿性是指材料在潮湿空气中吸收水分的性质。吸湿性的大小用含水率表

示, 具体公式如下:

$$W_{\text{含}} = \frac{m_{\text{含}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \quad (1-9)$$

式中  $W_{\text{含}}$ ——材料的含水率, %;

$m_{\text{含}}$ ——材料在吸湿状态下的质量, g;

$m_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的质量, g。

材料的含水率随空气的温度、湿度变化而改变。材料既能在空气中吸收水分, 也能向外界释放水分, 当材料中的水分与空气的湿度达到平衡, 此时的含水率就称为平衡含水率。材料的含水率多指平衡含水率。当材料内部孔隙吸水达到饱和时, 材料的含水率等于吸水率。材料吸水后, 会导致自重增加、保温隔热性能降低、强度和耐久性产生不同程度的下降。材料含水率的变化会引起体积的变化, 影响使用。

#### (10) 耐水性

材料长期在饱和水作用下不破坏, 强度也不显著降低的性质称为耐水性。材料耐水性用软化系数表示, 用公式表示如下:

$$K_{\text{软}} = f_{\text{饱}} / f_{\text{干}} \quad (1-10)$$

式中  $K_{\text{软}}$ ——材料的软化系数;

$f_{\text{饱}}$ ——材料在饱和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。

软化系数的大小反映材料在浸水饱和后强度降低的程度。材料被水浸湿后, 强度一般会有所下降, 因此软化系数在 0~1 之间。软化系数越小, 说明材料吸水饱和后的强度降低越多, 其耐水性越差。工程中将  $K_{\text{软}} > 0.85$  的材料称为耐水性材料。对于经常位于水中或潮湿环境中的重要结构的材料, 必须选用  $K_{\text{软}} > 0.85$  耐水性材料; 对于用于受潮较轻或次要结构的材料, 其软化系数不宜小于 0.75。

#### (11) 抗渗性

抗渗性是指材料抵抗压力水渗透的性质。材料的抗渗性通常采用渗透系数表示。渗透系数是指一定厚度的材料, 在单位压力水头作用下, 单位时间内透过单位面积的水量, 具体公式如下:

$$K = \frac{Wd}{hAt} \quad (1-11)$$

式中  $K$ ——材料的渗透系数,  $\text{cm}^3/\text{h}$ ;

$W$ ——透过材料试件的水量,  $\text{cm}^3$ ;

$d$ ——材料试件的厚度, cm;



$A$ ——透水面积,  $\text{cm}^2$ ;

$t$ ——透水时间,  $\text{h}$ ;

$h$ ——静水压力水头,  $\text{cm}$ 。

渗透系数反映了材料抵抗压力水渗透的能力, 渗透系数越大, 则材料的抗渗性越差。

对于混凝土和砂浆, 其抗渗性常采用抗渗等级表示。抗渗等级是以规定的试件, 采用标准的试验方法测定试件所能承受的最大水压力来确定, 以“ $P_n$ ”表示, 其中  $n$  为该材料所能承受的最大水压力 (MPa) 的 10 倍值。

材料抗渗性与其孔隙率和孔隙特征有关。材料中存在连通的孔隙, 且孔隙率较大, 水分容易渗入, 所以, 这种材料抗渗性较差。孔隙率小的材料具有较好的抗渗性。封闭孔隙水分不能渗入, 所以, 对于孔隙率虽然较大, 但以封闭孔隙为主的材料, 抗渗性也较好。对于地下建筑、压力管道、水工构筑物等工程部位, 因为经常受到压力水的作用, 所以要选择具有良好抗渗性的材料。作为防水材料, 则要求其具有更高的抗渗性。

#### (12) 抗冻性

材料在饱和水状态下, 能经受多次冻融循环作用而不破坏, 且强度也不显著降低的性质, 称为抗冻性。材料的抗冻性用抗冻等级表示。抗冻等级是以规定的试件, 采用标准试验方法, 测得其强度降低不超过规定值, 并无明显损害和剥落时所能经受的最大冻融循环次数来确定, 以“ $F_n$ ”表示, 其中  $n$  为最大冻融循环次数。

材料抗冻性的好坏, 取决于材料的孔隙率、孔隙的特征、吸水饱和程度和自身的抗拉强度。材料的变形能力大, 强度高, 软化系数大, 抗冻性就较高。一般认为, 软化系数小于 0.80 的材料, 其抗冻性较差。在寒冷地区及寒冷环境中的建筑物或构筑物, 必须要考虑所选择材料的抗冻性。

#### (13) 导热性

当材料两侧存在温差时, 热量将从温度高的一侧通过材料传递到温度低的一侧, 材料这种传导热量的能力称为导热性。材料导热性的大小用热导率表示。热导率是指厚度为 1m 的材料, 当两侧温差为 1K 时, 在 1s 内通过  $1\text{m}^2$  面积的热量。具体公式如下:

$$\lambda = \frac{Qd}{(T_2 - T_1)At} \quad (1-12)$$

式中  $\lambda$ ——材料的热导率,  $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ;

$Q$ ——传递的热量,  $\text{J}$ ;

$d$ ——材料的厚度,  $\text{m}$ ;