

TUMU GONGCHENG CAILIAO

土木工程材料

逢鲁峰 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



TUMU GONGCHENG CAILIAO

土木工程材料

主 编 逢鲁峰

副主编 刘巧玲 王兰芹 孙晓波

参 编 蔡修凯 薛志蔚 张 旭

王 振 姚少巍



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

前 言

本书是高等院校土木工程及相关专业基础课程的学习教材，应用性强、适用面宽，为学生提供土木工程材料的基本理论、基本知识和试验技能，为学生今后从事土木工程专业及相关专业的科技工作，并能开展材料选用、检验、质量控制、验收、改性和科学研究建立必要的基础，为大学后续课程（如钢筋混凝土结构和施工等）的学习提供必要的准备，本书也可供土木工程设计、施工、科研、工程管理和监理人员学习参考。

本书紧跟新规范、新技术和行业发展态势，突出实用性，重点突出、内容精炼，并符合教育部教学指导委员会制定的教学基本要求，结合工科特色，充分反映学科的新发展、新要求，增加了新技术、新知识、新工艺的介绍，特别注重教学案例、工程案例的介绍，增加了实践教学的比例。

本书重点阐明材料的基本性质、气硬性胶凝材料、水泥、混凝土、建筑砂浆、建筑钢材、建筑塑料、沥青和沥青混合料等，同时对常用的土木工程材料如墙体材料、木材等也作了必要的介绍。此外，还择要介绍了典型工程材料质量的检测试验方法。书中附有材料学基础知识、各章练习题，以利于学生自学和复习。

本书由山东建筑大学逢鲁峰、山东建筑大学王兰芹、山东建筑大学刘巧玲、山东建筑大学孙晓波、山东建筑大学蔡修凯、山东交通学院张旭、山东省城乡建设勘察院王振、山东建筑大学薛志蔚及河北联合大学姚少巍共同编写，逢鲁峰任主编，刘巧玲、王兰芹、孙晓波任副主编。具体的分工为：第1章及各章的课后练习题由孙晓波编写，第2、3章由刘巧玲编写，第4、8章由逢鲁峰编写，第5、7章由王兰芹编写，第6章由王振编写，第9章由张旭编写，第10章由逢鲁峰和姚少巍编写，附录A由蔡修凯编写，附录B由薛志蔚编写，全书由逢鲁峰统稿。

随着基础建设的迅猛发展，土木工程材料也随之涌现出很多新的品种和新材料，因此本书未能涵盖所有的土木工程材料。同时，由于时间仓促及编者学术水平和教学经验有限，书中不当之处及错漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 材料的基本性质	1
1.1 材料的基本状态参数	1
1.1.1 密度、表观密度和堆积密度	1
1.1.2 孔隙率与空隙率	2
1.2 材料的力学性质	3
1.2.1 强度与比强度	3
1.2.2 弹性与塑性	4
1.2.3 脆性与韧性	5
1.2.4 硬度与耐磨性	5
1.3 材料与水有关的性质	5
1.3.1 亲水性与憎水性	5
1.3.2 吸湿性与吸水性	5
1.3.3 耐水性	6
1.3.4 抗渗性	6
1.3.5 抗冻性	7
1.4 材料的热工性能	7
1.4.1 导热性	7
1.4.2 热容量与比热容	7
1.5 材料的耐久性	7
习题.....	8
第 2 章 气硬性胶凝材料	10
2.1 石膏.....	10
2.1.1 石膏的原料、生产及品种.....	10
2.1.2 石膏的水化与硬化.....	11
2.1.3 石膏的性质.....	11
2.1.4 石膏的应用.....	12
2.2 石灰.....	13
2.2.1 石灰的生产.....	13
2.2.2 石灰的水化与硬化.....	13
2.2.3 石灰的性质.....	14
2.2.4 石灰的应用.....	15
2.3 水玻璃.....	17

2.3.1	水玻璃的生产	18
2.3.2	水玻璃的硬化	18
2.3.3	水玻璃的性质	18
2.3.4	水玻璃的应用	19
	习题	20
第3章	水泥	22
3.1	通用硅酸盐水泥	22
3.1.1	通用硅酸盐水泥的定义及分类	22
3.1.2	通用硅酸盐水泥的生产	22
3.1.3	通用硅酸盐水泥基本组成	23
3.1.4	通用硅酸盐水泥的水化与凝结硬化	25
3.1.5	影响通用硅酸盐水泥凝结硬化的主要因素	27
3.1.6	通用硅酸盐水泥的技术性质	28
3.1.7	水泥石的腐蚀与防止	31
3.1.8	防止水泥石腐蚀的措施	33
3.1.9	通用硅酸盐水泥的特性与应用	33
3.1.10	通用硅酸盐水泥的包装标志及贮运	34
3.2	特种水泥	35
3.2.1	白色与彩色硅酸盐水泥	35
3.2.2	快硬早强水泥	36
3.2.3	膨胀水泥及自应力水泥	38
	习题	40
第4章	混凝土	42
4.1	普通混凝土的组成材料	42
4.1.1	水泥	43
4.1.2	骨料	44
4.1.3	拌合用水及养护用水	51
4.1.4	混凝土外加剂	52
4.1.5	混凝土掺合料	63
4.2	混凝土拌合物的性能	67
4.2.1	和易性	67
4.2.2	凝结时间	71
4.3	硬化后混凝土的性能	72
4.3.1	混凝土的受力破坏特点	72
4.3.2	混凝土的强度	73
4.3.3	混凝土的变形性能	79
4.3.4	混凝土的耐久性	81
4.4	普通混凝土质量控制及配合比设计	85

4.4.1	混凝土的基本要求与质量控制	85
4.4.2	普通混凝土的配合比设计	86
4.5	其他种类混凝土及其新进展	95
4.5.1	高性能混凝土	95
4.5.2	高强混凝土	95
4.5.3	抗渗混凝土	96
4.5.4	纤维混凝土	96
4.5.5	聚合物混凝土	97
4.5.6	粉煤灰混凝土	97
4.5.7	泵送混凝土	98
	习题	99
第5章	建筑砂浆	102
5.1	砂浆的技术性质	102
5.1.1	新拌砂浆的和易性	102
5.1.2	硬化砂浆的技术性质	104
5.2	砌筑砂浆	105
5.2.1	砌筑砂浆的组成材料	105
5.2.2	砌筑砂浆的配合比设计	106
5.3	其他建筑砂浆	109
5.3.1	抹面砂浆	109
5.3.2	特种砂浆	110
5.3.3	干混砂浆	111
	习题	112
第6章	墙体材料	114
6.1	砌墙砖	114
6.1.1	烧结普通砖	114
6.1.2	烧结多孔砖	118
6.1.3	烧结空心砖	119
6.1.4	蒸压灰砂砖	119
6.1.5	蒸养粉煤灰砖	120
6.2	墙用砌块	121
6.2.1	蒸压加气混凝土砌块	121
6.2.2	普通混凝土小型空心砌块	123
6.2.3	轻集料混凝土小型空心砌块	123
6.3	墙用板材	123
6.3.1	预应力空心墙板	123
6.3.2	玻璃纤维增强水泥—多孔墙板(简称 GRC—KB 墙板)	124
6.3.3	轻质隔热夹芯板	124

6.3.4 网塑夹芯板	124
6.3.5 纤维增强低碱度水泥建筑平板 (TK 板)	124
习题	124
第 7 章 建筑钢材	126
7.1 钢材的分类	126
7.1.1 按化学成分分类	126
7.1.2 按品质分类	126
7.1.3 按冶炼时脱氧程度分类	127
7.2 建筑钢材的主要技术性能	127
7.2.1 抗拉性能	127
7.2.2 冲击韧性	129
7.2.3 耐疲劳性	130
7.2.4 硬度	130
7.2.5 工艺性能	130
7.3 钢材的化学成分对钢材性能的影响	131
7.4 钢材的冷加工与热处理	132
7.4.1 冷加工强化	132
7.4.2 时效处理	133
7.4.3 热处理	133
7.5 钢材的标准和选用	134
7.5.1 建筑常用钢种	134
7.5.2 钢结构用钢材	141
7.5.3 混凝土结构用钢	143
7.6 钢材的腐蚀与防护	145
7.6.1 钢材的腐蚀	145
7.6.2 钢材的防护	146
习题	148
第 8 章 建筑塑料	150
8.1 建筑塑料的组成和特点	150
8.1.1 建筑塑料的组成	150
8.1.2 建筑塑料的特点	152
8.2 建筑塑料的分类及主要性能	153
8.3 塑料型材及管材	154
8.3.1 塑料型材	154
8.3.2 塑料管材	155
8.4 塑料系复合材料	156
习题	157

第9章 沥青和沥青混合料	158
9.1 沥青	158
9.1.1 沥青的分类与基本组成结构	158
9.1.2 石油沥青的主要性质及技术要求	160
9.1.3 沥青的掺配、改性及主要沥青制品	167
9.2 沥青混合料	170
9.2.1 沥青混合料的分类及组成结构	170
9.2.2 沥青混合料的性质和测试方法	174
9.2.3 沥青混合料的配合比设计	176
习题	181
第10章 木材	182
10.1 木材的分类和构造	182
10.1.1 木材的分类	182
10.1.2 木材的构造	182
10.2 木材的物理和力学性质	183
10.2.1 木材的物理性质	183
10.2.2 木材的力学性质	184
10.2.3 影响木材强度的因素	185
10.3 木材的防护	186
10.3.1 木材的腐朽与防腐	186
10.3.2 木材的防虫	186
10.3.3 木材的防火	186
10.4 木材的应用	187
10.4.1 胶合板	187
10.4.2 纤维板	188
10.4.3 复合木地板	188
10.4.4 刨花板、木丝板、木屑板	188
10.4.5 微薄木贴面板	188
习题	188
附录	190
附录A 材料学基础知识	190
附录B 土木工程材料试验	194
参考文献	235

第1章 材料的基本性质



本章是全书的基础，介绍了材料中常用的各种基本概念和基本术语，要求理解并能熟练地掌握运用。

1.1 材料的基本状态参数

1.1.1 密度、表观密度和堆积密度

1. 密度

材料在绝对密实状态下单位体积的质量，称为密度，计算公式如下：

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

式中 ρ ——材料的密度， kg/m^3 ；

m ——材料在干燥状态下的质量， kg ；

V ——材料在绝对密实状态下的体积， m^3 。

式(1-1)中的绝对密实状态下的体积，是指材料中实体物质的体积，不包括材料中的孔隙体积。

在土木工程材料中，绝大多数的材料都或多或少的含有一定数量的孔隙，如砖、混凝土、砂浆、石材、陶瓷等；只有少数材料可认为不含孔隙，如钢材、沥青、玻璃等。

对于含孔材料，在测定其密度时要将材料磨成细粉，使其内部封闭孔隙暴露出来，干燥后用排液法测其粉末体积，即为绝对密实体积。材料磨得越细，所得体积也越精确，一般认为，当颗粒的粒径小于0.2mm时就可以满足工程的精度要求。

另外，测试材料密度时要先将材料烘干，故密度的大小与材料的含水率无关。

2. 表观密度

材料在自然状态下单位体积的质量，称为表观密度，计算公式如下：

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (1-2)$$

式中 ρ_0 ——材料的表观密度， kg/m^3 ；

m ——材料在干燥状态下的质量， kg ；

V_0 ——材料在自然状态下的体积， m^3 。

公式中的自然状态下的体积，是指材料的实体体积与材料内部孔隙体积之和。

对于外形规则的材料，可以度量其外形尺寸，按公式计算其自然状态下的体积；对于外形不规则的材料，可用排液法来求其外观体积，为防止液体渗入材料内部而影响检测值，应

在材料表面涂蜡以封闭其开口孔隙。

此外，材料的表观密度与含水状况有关。随着材料含水率增大，其质量也增加，体积也会发生不同程度的变化。因此，一般测定表观密度时，以干燥状态时为准，而对于含水状态下的表观密度，必须注明其含水状况。

3. 堆积密度

散粒材料在自然堆积状态下单位体积的质量，称为堆积密度，计算公式如下：

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (1-3)$$

式中 ρ'_0 ——散粒材料的堆积密度， kg/m^3 ；
 m ——材料在干燥状态下的质量， kg ；
 V'_0 ——散粒材料的自然堆积体积， m^3 。

散粒材料堆积状态下的体积，既包括了颗粒自然状态下的体积，又包括了颗粒间的空隙体积，常用其所填充的容器的标定容积来表示。堆积密度又按材料堆积状态的紧密程度，分为松散堆积密度和紧密堆积密度。

工程上所说的堆积密度一般为松散堆积密度，另外，堆积密度与含水率有关。

1.1.2 孔隙率与空隙率

1. 孔隙率

孔隙率是指材料内部孔隙体积占材料总体积的百分率。其计算公式如下：

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\% \quad (1-4)$$

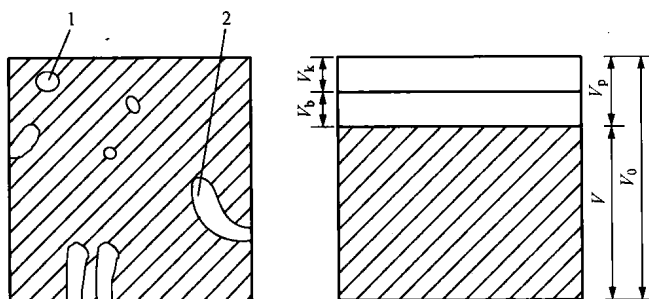


图 1-1 含孔材料体积组成示意图

1—闭口孔隙；2—开口孔隙

V_b —密闭孔隙体积； V_k —连通孔隙体积； V_p —孔隙总体积

大多数的工程材料的内部或多或少都含有一定的孔隙，如图 1-1 所示。这些孔隙会对材料的物理和力学性能产生不同程度的影响。一般来说，材料的孔隙率越大，其表观密度越小，强度越低，吸水率越大，保温性能越好，但其抗冻性和抗渗性也会越差。

对于保温材料和吸声材料，一般要求其孔隙率较高；但对于要求有较高强度的结构性材料，则要求

其内部结构致密，孔隙率较小。

一些常见土木工程材料的密度、表观密度和孔隙率见表 1-1。

表 1-1 常见土木工程材料的密度、表观密度和孔隙率

材料名称	密度 $\rho/(\text{kg}/\text{m}^3)$	表观密度 $\rho_0/(\text{kg}/\text{m}^3)$	孔隙率 $P(\%)$
石灰岩	2600	1800~2600	—
花岗石	2600~2900	2500~2700	0.5~3.0
碎石(石灰岩)	2600	—	—

续表

材料名称	密度 $\rho/(\text{kg}/\text{m}^3)$	表观密度 $\rho_0/(\text{kg}/\text{m}^3)$	孔隙率 $P(\%)$
砂	2600	—	—
普通黏土砖	2500~2800	1600~1800	20~40
水泥	3100	—	—
普通混凝土	—	2100~2600	5~20
钢材	7850	7850	0
木材	1550	400~800	55~75

2. 空隙率

空隙率是散粒材料颗粒间的空隙体积占堆积体积的百分率。其计算公式如下：

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

散粒材料松散体积组成示意图如图 1-2 所示。对于混凝土、砂浆所用的砂、石等材料，其空隙率的大小对其力学性能及施工性、经济性影响很大；空隙率小的骨料形成的混凝土结构致密。在材料品种、用量一定的前提下，其和易性较好，并且水泥用量较少。

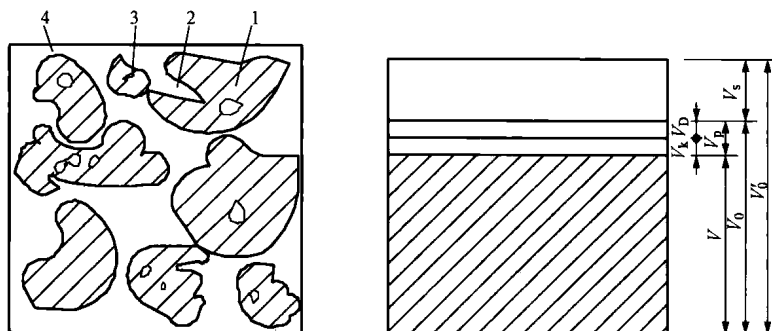


图 1-2 散粒材料松散体积组成示意图

1—颗粒中的实体物质；2—颗粒的开口孔隙；3—颗粒的闭口孔隙；4—颗粒间的空隙
 V_s —颗粒间的空隙体积

1.2 材料的力学性质

1.2.1 强度与比强度

1. 强度

材料的强度是指材料在外力作用下破坏时所能承受的最大应力。不同的结构构件所受的外力形式不同，故材料强度又可分为抗压强度、抗拉强度、抗剪强度及抗弯强度等，如图 1-3 所示。

材料的抗压强度、抗拉强度及抗剪强度，可用下式计算：

$$f = \frac{F}{A} \quad (1-6)$$

式中 f ——材料的强度, MPa;

F ——破坏荷载, N;

A ——受荷面积, mm^2 。

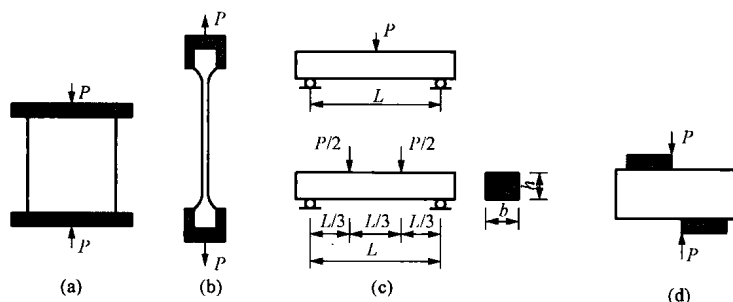


图 1-3 材料受外力示意图
(a) 抗压; (b) 抗拉; (c) 抗弯; (d) 抗剪

抗弯强度根据所受荷载形式的不同, 有不同的计算公式。对于在跨中受一集中荷载的情况, 其计算公式为:

$$f_m = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (1-7)$$

式中 f_m ——材料的抗弯强度, MPa;

P ——材料受弯时破坏荷载, N;

L ——两支点之间的距离, mm;

b 、 h ——受弯试件的截面宽度与高度, mm。

对于在跨中三分点处受两集中荷载的情况, 其计算公式为:

$$f_m = \frac{PL}{bh^2} \quad (1-8)$$

影响材料强度的因素很多, 包括材料的组成, 材料的孔隙率、含水率; 另外, 试验时所用试件尺寸的大小以及加荷速度的快慢也会对材料强度产生一定的影响。

2. 比强度

材料的强度与材料表观密度之比称为比强度。比强度是按单位质量计算的材料强度, 它是衡量材料轻质高强的一个主要指标。优质的结构材料应具有较高的比强度, 才能尽量以较小的截面满足强度要求, 同时可以大幅度减小结构构件本身的质量。

1.2.2 弹性与塑性

1. 弹性

弹性是指材料在外力作用下产生变形, 当外力去除后, 能完全恢复原来形状的性质, 这种可恢复的变形称为弹性变形。

2. 塑性

塑性是指材料在外力作用下产生变形, 当外力去除后, 材料仍保持变形后的形状和尺



寸，且不产裂缝的性质，这种不可恢复的变形称为塑性变形。

在土木工程材料中没有纯粹的弹性材料，当材料受力不大时，表现为弹性性质；当受力超过某一限度时，则表现为塑性性质。

1.2.3 脆性与韧性

1. 脆性

材料在外力作用下，无明显塑性变形而突然破坏的性质，称为脆性。大部分的无机非金属材料均属脆性材料，如天然石材、陶瓷、混凝土、砂浆等。

脆性材料的特点是抗压强度高，而抗拉、抗折强度低，抵抗冲击、振动荷载的能力差。

2. 韧性

材料在冲击或振动荷载作用下，能吸收较大的能量，产生一定的变形而不破坏的性质，称为韧性。钢材、木材等属于韧性材料，其抗拉强度高于抗压强度，且抵抗冲击或振动荷载的能力较强。

1.2.4 硬度与耐磨性

1. 硬度

硬度是材料表面能抵抗其他较硬物体压入或刻划的能力。不同材料的硬度测定方法不同，钢材、木材和混凝土的硬度用压入法测定，而石材等矿物用刻划法测定。

2. 耐磨性

耐磨性是材料抵抗磨损的能力，用磨损率表示，材料的耐磨性与硬度、强度及内部构造有关。

1.3 材料与水有关的性质

1.3.1 亲水性与憎水性

材料与水接触时，其表面可被水润湿或不被水所润湿，被水润湿的材料称为亲水性材料，不能被水所润湿的材料称为憎水性材料。

当固体材料与水接触时，会产生如图所示的两种情况。在材料、水与空气的三相交汇点处沿水滴表面作切线，此切线与材料和水接触面的夹角，称为润湿角 θ 。当 $\theta \leq 90^\circ$ 时，材料能被水所润湿而表现出亲水性，如砖瓦、混凝土、砂浆等属于亲水性材料；当 $\theta > 90^\circ$ 时，材料不能被水所润湿而表现出憎水性，如沥青、石蜡等属于憎水性材料。材料润湿示意图如图1-4所示。

在土木工程中，常利用憎水性材料作防水材料，或用来对亲水性材料作表面处理，以降低材料的吸水性，提高材料的防水、防潮能力。

1.3.2 吸湿性与吸水性

大多数土木工程材料都属于亲水性材料，如砖瓦、混凝土、石材等，都能在水中或潮湿空气中吸收水分或水蒸气。

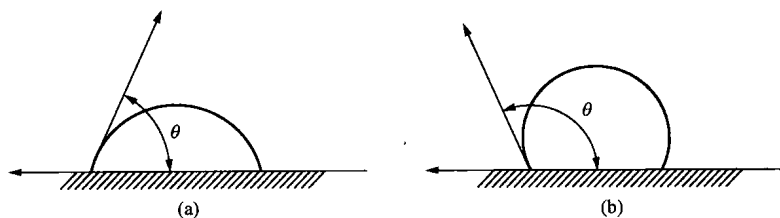


图 1-4 材料润湿示意图

(a) 亲水材料；(b) 憎水材料

吸湿性是指材料在潮湿空气中吸收水蒸气的性质，用含水率表示，按下式计算：

$$W_{\text{含}} = \frac{m_{\text{含}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \quad (1-9)$$

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，除与材料本身性质、孔隙率及构造等因素有关外，尚与空气湿度有关。当材料中的水分子与周围空气湿度相平衡时，其含水率称为平衡含水率，吸水性是材料在水中吸水的性质，用吸水率表示，按下式计算：

$$W_{\text{吸}} = \frac{m_{\text{吸}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \quad (1-10)$$

式中 $W_{\text{吸}}$ ——材料的吸水率，%；

$m_{\text{吸}}$ ——材料吸水饱和时的质量，g；

$m_{\text{干}}$ ——材料干燥时的质量，g。

材料的吸水性，一方面取决于材料本身是亲水性还是憎水性，另一方面也与材料孔隙率及孔隙特征有关。

材料吸水后其物理性质及力学性质会发生相应的变化，主要表现为表观密度增大、体积膨胀、强度下降、导热性增大及抗冻性下降等。

1.3.3 耐水性

耐水性是指材料在吸水饱和状态下，不发生破坏，强度也不显著降低的性能，耐水性的优劣用软化系数 K_R 表示。

一般材料吸水后，强度均会有所降低，强度降低越多，软化系数越小，说明材料耐水性越差。

不同材料的软化系数相差甚大，波动于 0~1 之间。将 $K_R > 0.85$ 的材料，称为耐水性材料，长期处于水中或潮湿环境中的重要结构，所用材料必须保证 $K_R > 0.85$ ，用于受潮较轻或次要结构的材料，其值也不宜小于 0.75。

1.3.4 抗渗性

抗渗性是材料抵抗压力水渗透的性质。对于混凝土和砂浆，抗渗性的好坏用抗渗等级表示，它是以试件不渗透时所能承受的最大水压力表示的，如 P6、P8 等，分别表示试件可承

受 0.6MPa、0.8MPa 的压力水而不渗透。

材料抗渗性与孔隙率及孔隙特征有关，开口的连通大孔越多，抗渗性越差；闭口孔隙率大的材料，抗渗性良好。

1.3.5 抗冻性

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

在负温下，材料毛细管内的水分可冻结成冰，体积膨胀 9%~10%，从而在内部产生应力。当此应力达到一定程度时，将使材料遭到局部破坏；当冰融化时其膨胀应力将消失。材料在冻结和融化的循环作用下而遭受破坏的现象称为冻融破坏。

材料的抗冻性用抗冻等级表示，它是以抗冻试件经受冻融后的强度降低率、质量损失率均不超过一定限度时所能承受的冻融循环次数来表示的，抗冻等级可分为 F15、F25、F50、F100 等。

材料抗冻能力的好坏，与材料充水程度、材料强度及孔隙特征有关。材料含水率越大，强度越低及材料中含有的毛细孔越多，受到冻融循环破坏的可能性就越大。

1.4 材料的热工性能

1.4.1 导热性

当材料两侧存在温差，热量从材料一侧传导到另一侧的性质，称为材料的导热性，导热性用导热系数表示。

材料的导热系数与材料的成分、孔隙构造和含水率等因素有关，由于密闭空气的导热系数很小，所以材料的孔隙率增大，其导热系数减小；具有密闭孔隙的材料比具有连通孔隙材料的导热系数小，当材料吸水、受潮或冰冻后，导热系数将大大提高。

1.4.2 热容量与比热容

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 1K 所吸收或放出的热量为热容量系数或比热。

材料的热容量值对保持建筑物内部温度稳定有很大的意义，热容量值较大的材料或部件，能在热流变动或采暖、空调工作不均衡时，缓和室内的温度波动。

几种典型材料的热工性能指标见表 1-2。

表 1-2 几种典型材料的热工性能指标

材料名称	钢材	混凝土	松木	烧结普通砖	花岗石	密闭空气	水
比热容/[J/(g·K)]	0.48	0.85	2.72	0.88	0.92	1.00	4.18
导热系数/[W/(m·K)]	58	1.52	1.17~0.35	0.80	3.49	0.023	0.58

1.5 材料的耐久性

材料的耐久性，是指用于构筑物的材料在环境的各种因素影响下，能长久地保持其性能

的性质。

材料在建筑物的使用过程中，除受到各种外力作用外，还长期受到各种使用因素和自然因素的破坏作用，这些破坏作用有物理作用、机械作用、化学作用和生物作用。

- (1) 物理作用包括温度和干湿的交替变化、循环冻融等。
- (2) 机械作用包括荷载的持续作用、反复荷载引起材料的疲劳、冲击疲劳、磨损等。
- (3) 化学作用包括酸、碱、盐等液体或气体对材料的侵蚀作用。
- (4) 生物作用包括昆虫、菌类等的作用而使材料蛀蚀或腐朽。

耐久性是一种综合性质，诸如抗冻性、抗风化性、抗老化性、耐化学侵蚀性等均属于耐久性的范围，此外，材料的强度、抗渗性、耐磨性等性能也与材料的耐久性有密切关系。

在土木工程的设计及材料的选用中，必须慎重考虑材料的耐久性问题，以利节约材料，减少维修费用，延长构筑物的使用寿命。

习 题

一、判断题

1. 含水率为 4% 的湿砂的质量为 100g，其中水的质量为 4g。()
2. 热容量大的材料导热性大，受外界气温影响室内温度变化比较快。()
3. 材料的孔隙率相同时，连通粗孔者比封闭微孔者的导热系数大。()
4. 从室外取质量为 G_1 的砖一块，浸水饱和后质量为 G_2 ，烘干后质量为 G_3 ，则砖的质量吸水率为 $W = (G_2 - G_3) / G_1$ 。()
5. 同一种材料，其表观密度越大，则其孔隙率越大。()
6. 将某种含水的材料，置于不同的环境中，分别测得其密度，其中以干燥条件下的密度为最小。()
7. 吸水率小的材料，其孔隙率也小。()
8. 材料的抗冻性与材料的孔隙率有关，与孔隙中的水饱和程度无关。()
9. 在进行材料抗压强度试验时，大试件比小试件的试验结果值偏小。()
10. 材料在进行强度试验时，加荷速度快者比加荷速度慢者的试验结果值偏小。()

二、单项选择题

1. 普通混凝土标准试件经 28d 标准养护后测得抗压强度为 22.6MPa，同时又测得同批混凝土水饱后的抗压强度为 21.5MPa，干燥状态测得抗压强度为 24.5MPa，该混凝土的软化系数为 ()。
A. 0.96 B. 0.92 C. 0.13 D. 0.88
2. 有一块砖质量为 2525g，其含水率为 5%，该砖所含水量为 ()。
A. 131.25g B. 129.76g C. 120.24g D. 125g
3. 下列概念中，() 表示材料的耐水性。
A. 质量吸水率 B. 体积吸水率 C. 孔隙水饱和系数 D. 软化系数
4. 材料吸水后将使材料的 () 提高 (或增大)。
A. 耐久性 B. 导热系数 C. 密度 D. 强度



5. 如材料的质量已知, 求其表观密度时, 测定的体积应为 ()。
 - A. 材料的密实体积
 - B. 材料的密实体积与开口孔隙体积
 - C. 材料的密实体积与闭口孔隙体积
 - D. 材料的密实体积与开口及闭口体积
6. 对于某一种材料来说, 无论环境怎样变化, 其 () 都是一定值。
 - A. 体积密度
 - B. 密度
 - C. 导热系数
 - D. 平衡含水率
7. 封闭孔隙多孔轻质材料最适用作 ()。
 - A. 吸声
 - B. 隔声
 - C. 保温
 - D. 防火
8. 当材料的润湿角 () 时, 称为憎水性材料。
 - A. $\theta > 90^\circ$
 - B. $\theta < 90^\circ$
 - C. $\theta = 0^\circ$
 - D. $\theta \geq 90^\circ$
9. 材料的抗渗性与 () 有关。
 - A. 孔隙率
 - B. 孔隙特征
 - C. 耐水性和憎水性
 - D. 孔隙率和孔隙特征
10. 脆性材料具有 () 的性质。
 - A. 抗压强度高
 - B. 抗拉强度高
 - C. 抗弯强度高
 - D. 抗冲击韧性好

三、填空题

1. 材料的吸水性用_____表示, 吸湿性用_____表示。
2. 材料耐水性的强弱可以用_____来表示, 材料耐水性越好, 该值越_____。
3. 称取松散堆积密度为 1400kg/m^3 的干砂 200g, 装入广口瓶中, 再把瓶中注满水, 这时质量为 500g。已知空瓶加满水时的重量为 377g, 则该砂的表观密度为_____, 空隙率为_____。
4. 同种材料的孔隙率越_____, 材料的强度越高; 当材料的孔隙率一定时, _____孔隙率越多, 材料的绝热性越好。
5. 当材料的孔隙率增大时, 则其密度_____, 表观密度_____, 强度_____, 吸水率_____, 抗渗性_____, 抗冻性_____。
6. 材料作抗压强度试验时, 大试件测得的强度值偏低, 而小试件相反, 其原因是_____和_____。
7. 体积吸水率是指材料体积内被水充实的_____, 又约等于_____孔隙率。
8. 同种材料, 如孔隙率越大, 则材料的强度越_____, 保温性越_____, 吸水率越_____。
9. 材料的吸水性是指_____, 其大小用_____表示; 材料的吸湿性是指_____, 其大小用_____表示; 一般情况下, 同种材料的_____大于_____, 但是, 当材料在空气中吸水达到饱和时其_____等于_____。
10. 一般说来, 憎水性材料比亲水性材料的抗渗性_____。