

—— 工程财务系列教材 ——

建筑构造与施工

JIANZHU GOUZAO YU SHIGONG

主 编 李先君 李炳宏
副主编 汪 辉 杨伟华

中国建筑工业出版社

工程财务系列教材

建筑构造与施工

主 编 李先君 李炳宏

副主编 汪 辉 杨伟华



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑构造与施工/李先君, 李炳宏主编. —北京: 中国
建筑工业出版社, 2017. 6

工程财务系列教材

ISBN 978-7-112-20784-8

I. ①建… II. ①李… ②李… III. ①建筑构造-
教材②建筑施工-教材 IV. ①TU22②TU7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 108830 号

建筑构造与施工是建设管理从业人员必须具备的基础知识和专业素养。本书由建筑构造和建筑工程施工技术两个板块构成, 内容包括建筑材料, 建筑构造概述, 地基与基础, 墙与柱, 楼地面, 斜向构件与悬挑构件, 屋顶, 建筑装饰装修工程, 土石方工程施工技术, 地基处理、边坡支护与桩基础工程施工技术, 建筑工程主体结构施工技术, 建筑装饰装修工程施工技术, 建筑工程防水工程施工技术。

本书可作为高等学校工程管理、工程造价、建筑经济、环境工程等专业的基础课教材, 也可供建筑施工、设计、房地产开发、物业管理等工程技术人员参考, 还可作为建造师、监理工程师、造价工程师等注册执业资格考试培训的参考用书。

责任编辑: 于 莉 田启铭

责任设计: 李志立

责任校对: 李美娜 关 健

工程财务系列教材

建筑构造与施工

主 编 李先君 李炳宏

副主编 汪 辉 杨伟华

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京富生印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18¼ 字数: 441 千字

2017 年 6 月第一版 2017 年 6 月第一次印刷

定价: 49.00 元

ISBN 978-7-112-20784-8

(30445)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

随着我国国民经济的快速发展和科学技术水平的提高，特别是大型、特大型工程的兴建，我国工程建设总量不仅超过了历史上各个阶段，在全球范围也是其他国家所不可比拟的。同时，建设领域正在将“节能环保”贯彻于各个环节，绿色建筑、智能建筑已大量涌现，可持续发展理念的践行为建设领域展示了广阔的前景。国家经济建设日新月异地发展，促进了建筑技术的空前发展，也对工程建设管理人员提出了更新、更高的要求。然而，由于快节奏的发展和繁复化的知识与人才培养模式同人才知识结构需求之间产生了冲突，为使读者在有限的时间内掌握相对系统全面的基础知识，提高必需、够用的操作技能，成为复合型、应用型的专门人才，本书将建筑构造和建筑工程施工技术两个板块的知识进行了精心的剪裁和有机的整合。

本书融入了最新的规范和标准，理论完善，知识系统，内容翔实。本书可作为高等学校工程管理、工程造价、建筑经济、环境工程等专业的基础课教材，也可供建筑施工、设计、房地产开发、物业管理等工程技术人员参考，还可作为建造师、监理工程师、造价工程师等注册执业资格考试培训的参考用书。

本书由李先君、李炳宏任主编，汪辉、杨伟华任副主编，具体编写分工为：第1章汪辉，第2、6章李炳宏，第3、10章李良，第4、11章周聿，第5、9章杨伟华，第7、8、12章陈志，第13章李先君。

由于编者水平有限，书中疏漏与错误之处在所难免，敬请同仁及读者批评指正。

目 录

第1章 建筑材料	1
1.1 材料的基本性质	1
1.1.1 材料的物理性质	1
1.1.2 材料的力学性质	5
1.2 建筑钢材	7
1.2.1 钢的生产、成分与分类	7
1.2.2 钢材的技术性质	8
1.2.3 改善钢材性质的方法	10
1.2.4 常用建筑钢材	10
1.3 木材	12
1.3.1 木材的分类及构造	13
1.3.2 木材的性质	14
1.3.3 木材的防护处理	15
1.3.4 木材的综合利用	16
1.4 水泥	17
1.4.1 水泥生产工艺	17
1.4.2 水泥基本组成	18
1.4.3 水泥的水化硬化	18
1.4.4 水泥品质要求	19
1.4.5 常用水泥的特性与选用	20
1.4.6 其他品种水泥	22
1.5 气硬性无机胶凝材料	22
1.5.1 石灰	22
1.5.2 石膏	24
1.6 混凝土及砂浆	27
1.6.1 混凝土概述	27
1.6.2 混凝土的组成材料	27
1.6.3 混凝土拌合物的和易性	28
1.6.4 混凝土的力学性质	29
1.6.5 混凝土的耐久性	29
1.6.6 普通混凝土的配合比	29
1.6.7 砂浆	30
1.7 砌筑材料	32
1.7.1 砖	32
1.7.2 砌块	35

1.7.3 墙板	37
1.8 其他建筑材料	37
1.8.1 防水材料	37
1.8.2 绝热材料	39
1.8.3 吸声与隔声材料	40
1.8.4 建筑装饰材料	41
第2章 建筑构造概述	45
2.1 建筑的构造组成	45
2.1.1 建筑构成要素	45
2.1.2 建筑的分类	46
2.1.3 建筑物的耐久等级和耐火等级	48
2.2 工程设计及影响建筑构造的因素	48
2.2.1 建筑的构成要素	48
2.2.2 工程设计的内容	49
2.2.3 工程设计阶段的划分	50
2.2.4 影响建筑构造的因素和设计原则	51
2.3 建筑模数协调标准概述	52
2.3.1 建筑模数协调标准	52
2.3.2 尺寸及相互关系	53
2.4 变形缝	53
2.4.1 变形缝的种类	53
2.4.2 变形缝的设置	54
2.4.3 变形缝的构造	56
第3章 地基与基础	59
3.1 地基土的分类及三相组成	59
3.1.1 地基及其分类	59
3.1.2 地基土的生成	60
3.1.3 土的三相组成	61
3.2 基础的设计	62
3.2.1 基础的设计要求	62
3.2.2 地基承载力	62
3.2.3 基础埋置深度	63
3.2.4 基础底面尺寸的确定	65
3.3 基础的构造	65
3.3.1 基础类型	65
3.3.2 无筋扩展基础	65
3.3.3 钢筋混凝土基础	67
3.3.4 深基础	69
3.4 基础施工特殊问题的处理	70
3.4.1 地下室的防潮与防水	70
3.4.2 基础沉降缝的做法	72
3.4.3 不同埋深的基础	72

3.4.4 基础管沟	72
第4章 墙与柱	74
4.1 墙体概述	74
4.1.1 墙体的分类与作用	74
4.1.2 墙体的设计要求	75
4.2 墙体的细部构造	76
4.2.1 砖墙	76
4.2.2 砌块墙	84
4.2.3 隔墙	86
4.2.4 隔断	88
4.2.5 复合墙体	90
4.3 钢筋混凝土柱	90
4.3.1 柱承受的荷载	90
4.3.2 钢筋混凝土柱的构造要求	91
第5章 楼地面	97
5.1 概述	97
5.2 地坪层构造	97
5.3 钢筋混凝土楼板构造	98
5.3.1 装配式钢筋混凝土楼板	98
5.3.2 现浇式钢筋混凝土楼板	99
5.3.3 装配整体式钢筋混凝土楼板	101
5.4 预应力混凝土构件	102
5.4.1 预应力混凝土的原理及特点	102
5.4.2 预应力混凝土的分类及制作工艺	103
第6章 斜向构件与悬挑构件	106
6.1 楼梯概述	106
6.1.1 楼梯的类型	106
6.1.2 楼梯的组成	106
6.1.3 楼梯的基本尺寸	107
6.2 钢筋混凝土楼梯	109
6.2.1 现浇整体式钢筋混凝土楼梯	109
6.2.2 预制装配式钢筋混凝土楼梯	110
6.2.3 楼梯细部	112
6.3 台阶与坡道	114
6.3.1 台阶	114
6.3.2 坡道	115
6.4 阳台与雨篷	115
6.4.1 阳台形式和尺度	116
6.4.2 阳台的结构布置	116
6.4.3 阳台栏杆	117
6.4.4 阳台排水	118

6.4.5 雨篷	118
第7章 屋顶	120
7.1 概述	120
7.1.1 屋顶的类型	120
7.1.2 屋顶的组成	120
7.1.3 屋顶排水	121
7.2 平屋顶构造	123
7.2.1 平屋顶防水方法和要求	123
7.2.2 平屋顶的保温	127
7.2.3 平屋顶的隔热	127
7.3 坡屋顶构造	129
7.3.1 坡屋顶的形式及组成	129
7.3.2 坡屋顶的承重结构	129
7.3.3 坡屋顶的屋面构造	130
7.3.4 坡屋顶的保温	131
7.3.5 坡屋顶的隔热	131
第8章 建筑装饰装修工程	133
8.1 门和窗	133
8.1.1 门窗的形式与尺度	133
8.1.2 木门窗	135
8.1.3 钢门窗	139
8.1.4 铝合金门窗	139
8.1.5 塑料门窗	140
8.2 墙面装饰装修构造	141
8.2.1 清水砖墙	141
8.2.2 抹灰类墙面装修	141
8.2.3 贴面类墙面装修	144
8.2.4 涂料类墙面装修	145
8.2.5 裱糊类墙面装修	145
8.2.6 板材类墙面装修	145
8.2.7 卷材类内墙饰面	147
8.3 楼地面装饰装修构造	147
8.3.1 整体浇筑楼地面	147
8.3.2 块料楼地面	148
8.3.3 卷材楼地面	150
8.3.4 涂料楼地面	151
8.4 吊顶装饰装修构造	152
8.4.1 悬吊式顶棚构造组成	152
8.4.2 悬吊式顶棚基本构造做法	154
第9章 土石方工程施工技术	156
9.1 土石方工程分类	156
9.2 土石方工程的准备与施工技术	156

9.2.1	土方边坡及其稳定性	157
9.2.2	基坑(槽)支护	157
9.2.3	降水与排水	159
9.3	土石方工程机械化施工	163
9.3.1	推土机施工	163
9.3.2	铲运机施工	163
9.4	土石方的填筑与压实	165
9.4.1	填筑压实的施工要求	165
9.4.2	土料选择与填筑方法	166
9.4.3	填土压实方法	166
第 10 章	地基处理、边坡支护与桩基础工程施工技术	167
10.1	地基加固处理	167
10.1.1	夯实地基法	167
10.1.2	砂桩、碎石桩和水泥粉煤灰碎石桩	168
10.1.3	土桩和灰土桩	168
10.1.4	深层搅拌法施工	169
10.1.5	高压喷射注浆桩	169
10.2	桩基础施工	170
10.2.1	钢筋混凝土预制桩施工	170
10.2.2	混凝土灌注桩施工	174
10.3	深基坑施工	177
10.3.1	深基坑土方开挖施工	178
10.3.2	深基坑降排水施工	179
10.3.3	深基坑支护施工	179
10.4	地下连续墙施工技术	184
10.4.1	地下连续墙的方法分类与优缺点	184
10.4.2	施工工艺	185
第 11 章	建筑工程主体结构施工技术	193
11.1	砌筑工程施工	193
11.1.1	砌筑砂浆	193
11.1.2	砖砌体工程	194
11.1.3	混凝土小型空心砌块砌体工程	196
11.1.4	填充墙砌体工程	196
11.2	钢筋混凝土工程施工	197
11.2.1	钢筋工程	197
11.2.2	模板工程	201
11.2.3	混凝土工程	205
11.3	预应力混凝土工程施工	215
11.3.1	预应力钢筋的种类及对混凝土的要求	216
11.3.2	预应力的施加方法	217
11.3.3	无黏结预应力混凝土与有黏结预应力混凝土	221
11.4	钢结构工程施工	221

11.4.1	钢结构选材及构件的制作加工	221
11.4.2	钢结构的连接与钢构件的组装、预拼装	223
11.4.3	钢结构单层厂房安装	224
11.4.4	多层及高层、高耸钢结构安装	225
11.4.5	压型金属板施工	226
11.4.6	轻型钢结构施工	227
11.4.7	钢结构涂装施工	228
11.5	结构吊装工程施工	229
11.5.1	起重机具	229
11.5.2	混凝土结构吊装	231
11.5.3	大跨度结构吊装	235
11.5.4	升板法施工	237
第 12 章	建筑装饰装修工程施工技术	238
12.1	抹灰工程	238
12.2	吊顶工程	238
12.3	轻质隔墙工程	239
12.3.1	轻质隔墙分类	239
12.3.2	施工环境要求	239
12.3.3	材料技术要求	240
12.3.4	施工工艺	240
12.4	墙面铺装工程	244
12.4.1	饰面工程分类	244
12.4.2	施工环境要求	244
12.4.3	材料技术要求	244
12.4.4	施工工艺	245
12.5	涂饰工程	249
12.5.1	涂饰工程分类	249
12.5.2	施工环境要求	249
12.5.3	材料技术要求	249
12.5.4	施工工艺	250
12.6	地面铺装工程	252
12.6.1	地面铺装工程分类	252
12.6.2	施工环境要求	252
12.6.3	材料技术要求	252
12.6.4	施工工艺	252
12.7	幕墙工程	255
12.7.1	建筑幕墙施工前的准备工作	256
12.7.2	玻璃幕墙工程施工方法和技术要求	258
12.7.3	金属与石材幕墙工程施工方法和技术要求	265
第 13 章	建筑工程防水工程施工技术	268
13.1	屋面防水工程施工	268
13.1.1	屋面卷材防水施工	268

13.1.2	屋面涂膜防水施工	270
13.1.3	屋面刚性防水施工	271
13.1.4	瓦屋面防水施工	272
13.2	地下防水工程施工	272
13.2.1	地下防水工程的一般要求	272
13.2.2	防水混凝土	273
13.2.3	卷材防水施工	274
13.2.4	涂料防水施工	275
13.2.5	防水特殊部位细部构造	276
13.3	楼面、淋浴间、厨房防水	277
13.3.1	防水材料	277
13.3.2	基层处理	278
13.3.3	防水层施工	278
13.3.4	防水保护层	279
参考文献		280

第 1 章 建筑材料

建筑材料是指建筑工程中使用的各种材料及其制品，它是建筑工程的物质基础。

建筑材料可按不同原则进行分类。根据材料来源，可分为天然材料和人造材料；根据其功能，可分为结构材料、装饰材料、防水材料、绝热材料等。目前，通常根据组成物质的种类及化学成分，将建筑材料分为无机材料、有机材料和复合材料三大类，各大类又可进行更细的分类，见表 1-1。

建筑材料的分类 表 1-1

无机材料	金属材料	黑色金属	钢、铁、不锈钢等
		有色金属	铝、铜等及其合金
	非金属材料	天然石材	砂、石及石材制品等
		烧土制品	砖、瓦、玻璃、陶瓷等
		胶凝材料	石灰、石膏、水泥、水玻璃等
		混凝土及硅酸盐制品	混凝土、砂浆及硅酸盐制品
有机材料	植物材料		木材、竹材等
	沥青材料		石油沥青、煤沥青、沥青制品
	高分子材料		塑料、涂料、胶粘剂、合成橡胶等
复合材料	无机非金属材料与有机材料复合		玻璃纤维增强塑料、聚合物水泥混凝土、沥青混合料等
	金属材料与无机非金属材料复合		钢纤维增强混凝土等
	金属材料与有机材料复合		轻质金属夹芯板

1.1 材料的基本性质

所谓材料的基本性质，是指工程选材时通常所要求的，或者在评价材料时首先要考虑到的最根本的性质。它包括：物理、化学、耐久性等性质。

1.1.1 材料的物理性质

1. 与质量有关的性质

材料单位体积的质量是评定材料性质的重要物理指标之一。而材料的体积一般分为自然状态下的体积与绝对密实状态下的体积。所谓绝对密实状态下的体积，是指不包括材料内部孔隙的固体物质的实体积；所谓自然状态下的体积，是指包括材料实体积和内部孔隙的外观几何形状的体积。对于结构完全密实的材料，如钢铁、玻璃等，其自然状态下的体积与绝对密实状态下的体积相等。

(1) 密度

密度是指材料在绝对密实状态下单位体积的质量。

$$\rho=\frac{m}{V} \tag{1-1}$$

式中 ρ ——材料的密度, g/cm³;
 m ——材料在绝对密实状态下的质量, g;
 V ——材料在绝对密实状态下的体积, cm³。

测定含孔材料绝对密实体积的简单方法, 是将该材料磨成细粉, 干燥后用排液法测得的粉末体积, 即为绝对密实体积。由于磨得越细, 内部孔隙消除得越完全, 测得的体积也就越精确, 因此, 一般要求细粉的粒径至少小于 0.20mm。

(2) 表观密度

表观密度是指材料在自然状态下单位体积的质量。

$$\rho_0=\frac{m}{V_0} \tag{1-2}$$

式中 ρ_0 ——材料的表观密度, g/cm³或 kg/m³;
 m ——材料在自然状态下的质量, g 或 kg;
 V_0 ——材料在自然状态下的体积, cm³或 m³。

(3) 堆积密度

堆积密度是指散粒材料在自然堆积状态下单位体积的质量。

$$\rho'_0=\frac{m}{V'_0} \tag{1-3}$$

式中 ρ'_0 ——散粒材料的堆积密度, kg/m³;
 m ——散粒材料的质量, kg;
 V'_0 ——散粒材料的自然堆积体积, m³。

散粒材料的堆积体积, 除包括材料的密实体积外, 还包括材料内部的孔隙体积和外部颗粒间的空隙体积。测量方法一般是将自然状态下的散粒材料装满一定容积的容器, 容器的体积即为散粒材料的堆积体积。

常用建筑材料的三种密度见表 1-2。

常用建筑材料的三种密度 表 1-2

材料名称	密度(g/cm ³)	表观密度(kg/m ³)	堆积密度(kg/m ³)
钢	7.85		
铝	2.80		
花岗岩	2.70~3.00	2500~2900	
石灰石	2.40~2.60	1600~2400	1400~1700(碎石)
砂	2.50~2.60		1450~1650
黏土	2.50~2.70		1600~1800
水泥	2.80~3.10		
烧结普通砖	2.60~2.70	1600~1900	
烧结多孔砖	2.60~2.70	900~1450	
普通混凝土		1950~2500	
红松木		400~500	
泡沫塑料		20~50	

2. 与构造有关的性质

(1) 密实度与孔隙率

密实度指材料体积内被固体物质所充实的程度。它用材料的密实体积与其总体积的百分比表示。

$$D = \frac{V}{V_0} = 100\% \quad (1-4)$$

式中 D ——材料的密实度，%。

孔隙率为材料内部孔隙体积与总体积的百分比。

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% \quad (1-5)$$

式中 P ——材料的孔隙率，%。

材料的密实度与孔隙率从两个不同的侧面反映了材料的不同性质，在数值上两者之和为1。工程上常用它们来表示材料的致密程度。材料密实度越大，则强度越高，吸水率越小，导热性越强。材料中孔隙特征对其性能影响也很显著，孔隙是否封闭及其粗细状况，均是材料构造的重要特征。材料的许多重要性质，如强度、吸水性、保温性、吸声性等，不仅与孔隙的大小有关，而且与孔隙本身的构造特征也有很大的关系。

(2) 填充率与空隙率

填充率是指散粒材料堆积体积中被颗粒体积填充程度的百分比。

$$D' = \frac{V_0}{V'_0} \times 100\% \quad (1-6)$$

空隙率是指散粒材料颗粒间的空隙体积与堆积体积的百分比。

$$P' = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} \times 100\% \quad (1-7)$$

填充率与空隙率在数值上两者之和亦为1，两者的大小反映了散粒材料的填充程度，在涉及混凝土和所用砂石的一些计算中填充率（空隙率）也很重要。

3. 与水有关的性质

(1) 亲水性与憎水性

当固体材料与水接触时，由于水分与材料表面之间的相互作用不同，会产生如图 1-1 所示的两种情况。图中在材料、水和空气的三相交叉点处沿水滴表面作切线，此切

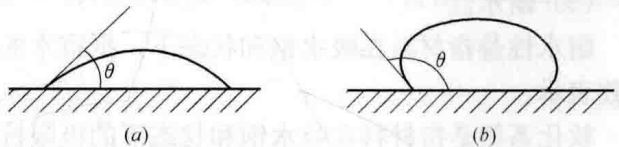


图 1-1 材料的润湿角
(a) 亲水性材料；(b) 憎水性材料

线与材料和水接触面的夹角 θ 称为润湿角。一般认为，当 $\theta \leq 90^\circ$ 时，材料能被水润湿而表现出亲水性，这种材料称为亲水性材料；当 $\theta > 90^\circ$ 时，材料不能被水润湿而表现出憎水性，这种材料称为憎水性材料。由此可知，润湿角越小，材料的亲水性就越强，越易被水润湿，当 $\theta = 0$ 时，表示该材料完全被水润湿。

大多数建筑材料，如砖、木、混凝土等均属于亲水性材料；而沥青、石蜡等则属于憎水性材料。

(2) 吸水性与吸湿性

吸水性是指材料在水中吸收水分且能将水分存留一段时间的性质。吸水性以吸水率表

示,可分为质量吸水率和体积吸水率两种。

质量吸水率是指材料吸收水分的质量与材料烘干后质量的百分比。

$$W_m = \frac{m_1 - m}{m} \times 100\% \quad (1-8)$$

式中 m ——材料在干燥状态下的质量, g;

m_1 ——材料在含水状态下的质量, g。

体积吸水率是指材料吸收水分的体积与材料烘干后体积的百分比。

$$W_v = \frac{m_1 - m}{V_0} \times \frac{1}{\rho_w} \times 100\% \quad (1-9)$$

式中 ρ_w ——水在常温下的密度 $\rho_w = 1\text{g/cm}^3$ 。

在上述两种吸水率中,质量吸水率的应用较为广泛。但对某些轻质材料,如泡沫塑料、软木、海绵、加气混凝土等,由于材料本身具有很多开口或连通的微细孔隙,其吸水后的质量往往比烘干后的质量大若干倍,计算出的质量吸水率将超过 100%,在这种情况下用体积吸水率表示它们的吸水性显得更为合理(在 100%以内)。

吸湿性是指材料在潮湿空气中吸收水分的能力,它用含水率表示。

含水率是指材料吸收空气中水分的质量与材料烘干至恒重时的质量的百分比,亦称之为湿度。

$$W = \frac{m_2 - m}{m} \times 100\% \quad (1-10)$$

式中 m_2 ——材料吸湿状态下的质量, g。

含水率的表达式与质量吸水率的表达式非常相似,因为它们都是以质量之比表示材料吸收水分的性质的。区别在于二者所处的环境条件不同:前者在水中,后者在空气中。

材料的吸湿性对施工的影响较大。例如:木材由于吸收或蒸发水分,往往会出现翘曲、产生裂纹等缺陷;又如:石灰、水泥等,因吸湿性较强,容易造成材料失效,从而导致经济损失,故应重视吸湿性对材料性质的影响。

(3) 耐水性

耐水性是指材料在吸水饱和状态下,抵抗水的破坏作用而保持强度的能力。常以软化系数表示。

软化系数是指材料在吸水饱和状态下的极限抗压强度与在干燥状态下的极限抗压强度之比。

$$K_r = \frac{f_b}{f_g} \quad (1-11)$$

式中 f_b ——材料在吸水饱和状态下的极限抗压强度, MPa;

f_g ——材料在干燥状态下的极限抗压强度, MPa。

软化系数的数值大小,说明材料吸水后强度降低的程度。其数值一般在 0~1 之间。数值越小,说明材料的耐水性越差,吸水后强度下降得越多。因而在工程设计中,特别是在潮湿的环境中,软化系数是选择材料的重要依据之一。

(4) 抗冻性

抗冻性是指材料在吸水饱和状态下,抵抗冻结和融化循环交替作用的能力。

水从冻结到融化的一个周期称为一次冻融循环。

冰冻对材料的破坏作用比较严重，由于材料微小孔隙中的水分，在冻结时体积膨胀，约增大 9%，对孔壁产生巨大的压力，致使孔隙开裂，材料产生裂缝。

抗冻等级是以材料所能承受的冻融循环次数来划分的。抗冻等级是衡量材料抗冻性的重要指标。抗冻等级的选择，要根据建筑物的等级、所处的环境及气候条件等确定。

(5) 抗渗性

抗渗性是指材料在液体（水、油、酒精等）压力作用下抵抗液体渗透的性质。用渗透系数或抗渗等级表示。

渗透系数是指单位时间内材料在单位水头作用下，通过单位面积及厚度的渗透水量。

抗渗等级是指材料抵抗渗透时所能承受的最大水压力。

屋面覆盖材料、防水材料、地下建筑物、水工建筑物等，必须考虑抗渗性。

4. 与温度有关的性质

(1) 导热性

导热性是指材料本身所具有的传导热量的性质。用导热系数表示。

$$\lambda = \frac{Q \cdot D}{\Delta t \cdot Z \cdot A} \tag{1-12}$$

- 式中 Q ——传导热量，J；
 D ——材料厚度，m；
 Δt ——材料两侧温度差，K；
 Z ——传导时间，s；
 A ——材料传热面积， m^2 ；
 λ ——导热系数 $[W/(m \cdot K)]$ 。

(2) 热变形性

材料的热变形性是指材料在温度变化时的尺寸变化，常用线膨胀系数表示。

材料由于温度上升（或下降） $1^{\circ}C$ 所引起的线度增长（或缩短）与它在 $0^{\circ}C$ 时的线度之比，称为线膨胀系数。

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L \cdot \Delta t} \tag{1-13}$$

- 式中 α ——线膨胀系数， $1/K$ ；
 L ——材料原来的长度，mm；
 ΔL ——材料的线变形量，mm；
 Δt ——材料在升、降温前后的温度差，K。

线膨胀系数是计算因温度变化而引起的构件变形和内部温度应力的重要常数。

(3) 耐火性和耐熔性

材料在遇火时，能经受高温作用而不破坏、不严重降低强度的性质，称为耐火性。

材料在较长时间的高温作用下不熔化，并能承受一定荷载的性能，称为耐熔性。

1.1.2 材料的力学性质

材料的力学性质是指材料在外力作用下有关强度和变形的性质。材料在使用时，会受

到各种外力的作用，而每种材料能够承受的外力大小，因作用方式的不同而存在很大的差异。

1. 材料的强度与比强度

材料的强度是指材料在外力作用下的极限抵抗能力。材料的强度可分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度和抗剪强度四种。

材料的比强度是指材料强度与表观密度的比值。比强度是衡量材料轻质高强性能的重要指标。在现代材料的应用中，除了应具有较高的强度外，还应具有较低的表观密度。在跨度大、高度高的结构中尤其需要这样的材料。

2. 弹性与塑性

材料在外力作用下产生变形，当外力撤去之后，变形能完全消失的性质称为弹性。材料的这种可恢复的变形称为弹性变形或暂时变形，属可逆变形，其数值大小与外力成正比，这时的比例系数称为材料的弹性模量，如图 1-2 (a) 所示。当外力撤去之后，材料仍保留一部分残余变形且不产生裂缝的性质称为塑性。这部分残余变形称为塑性变形或永久变形，属不可逆变形，如图 1-2 (b) 所示。

实际上，完全的弹性材料是不存在的。许多材料在受力不大时，仅产生弹性变形，可视为弹性材料，当受力超过一定限度后，便出现塑性变形，如建筑钢材。另外，有的材料在受力一开始，弹性变形和塑性变形便同时发生，当外力撤去之后，弹性变形可以恢复 (ab)，而塑性变形 (Ob) 不会消失 (见图 1-2 (c))，这类材料称为弹塑性材料，如常见的混凝土材料。

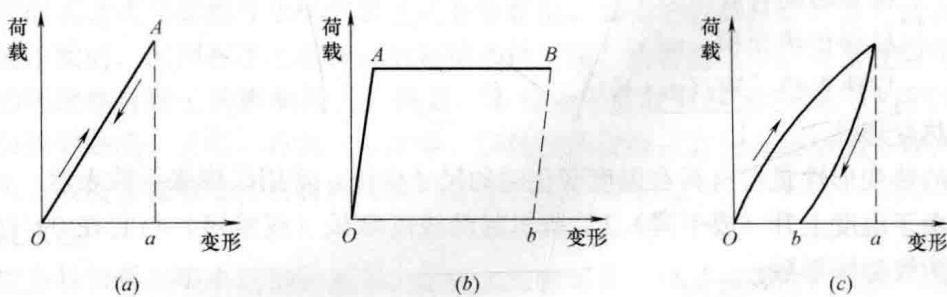


图 1-2 材料的变形曲线
(a) 弹性变形；(b) 塑性变形；(c) 弹塑性变形

弹性模量是衡量材料抵抗变形能力的一个指标。其值越大，材料越不易变形，即刚度好。弹性模量是结构设计时的主要参数。常用建筑钢材的弹性模量约为 $2.1 \times 10^5 \text{ MPa}$ ；普通混凝土的弹性模量是一个变值，一般约为 $2.0 \times 10^4 \text{ MPa}$ 。

材料的弹性模量与强度之间没有固定的关系。钢材的弹性模量不受强度变化的影响；混凝土的弹性模量，在相同的温度和湿度条件下，一般强度高者其弹性模量大，二者关系密切，但并不呈线性关系。

3. 脆性与韧性

脆性是指材料受到外力作用达到一定限度后，突然产生破坏，而在破坏前没有明显的塑性变形征兆的性质。具有这种性质的材料称为脆性材料，如玻璃、石材、混凝土、砖、铸铁等。脆性材料的抗压强度往往高出抗拉强度的很多倍，其抗拉能力较弱，抵抗冲击、