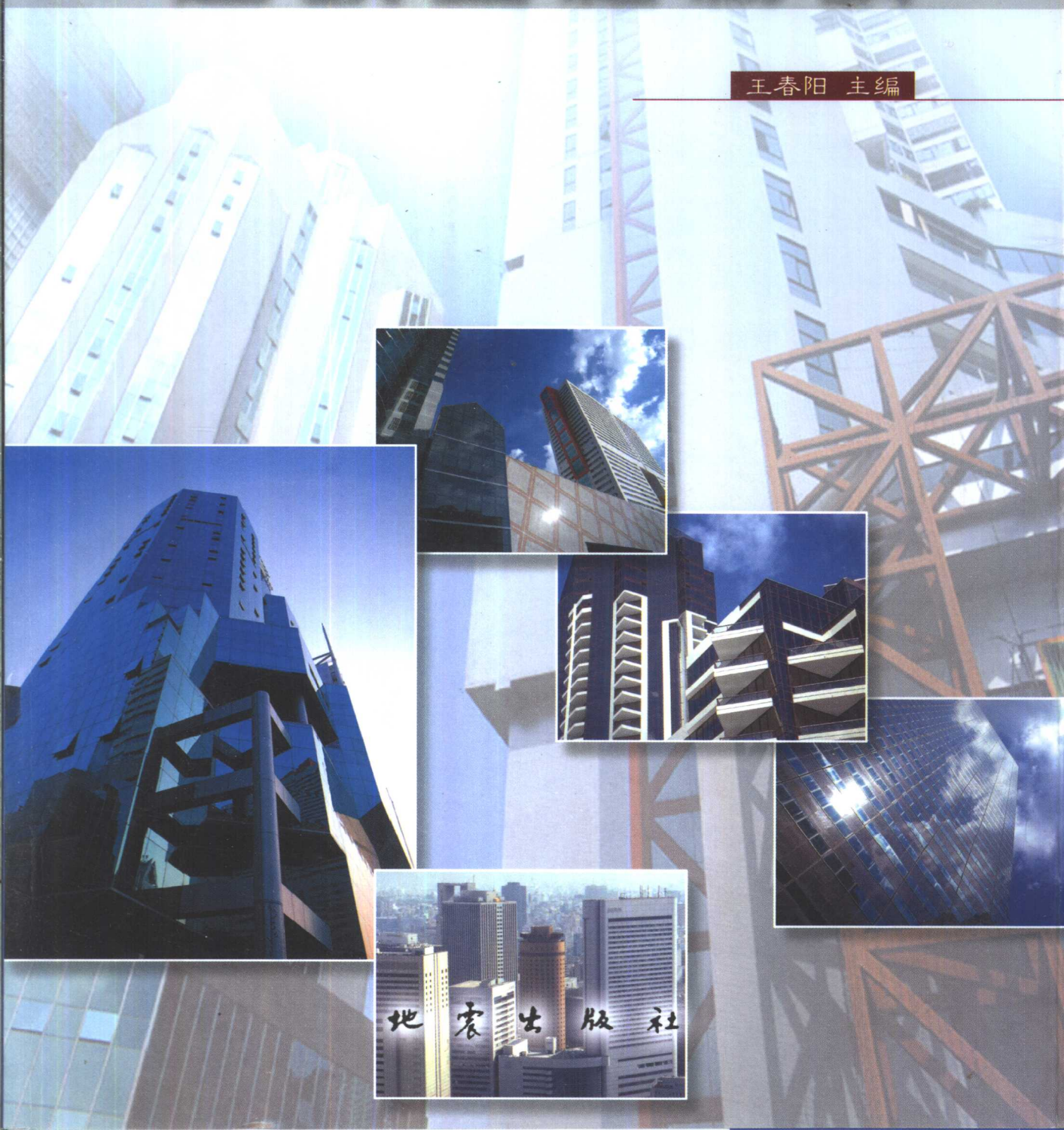


建筑工程材料

王春阳 主编



建筑工程材料

王春阳 主编

地震出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑工程材料/王春阳主编. —北京: 地震出版社, 2001.3

ISBN 7-5028-1861-8

I. 建... II. 王... III. 建筑材料 IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 09485 号

建筑工程材料

王春阳 主编

责任编辑: 张 平

责任校对: 王花芝

出版发行: 地震出版社

北京民族学院南路 9 号

邮编: 100081

发行部: 68423031 68467993

传真: 68423031

门市部: 68467991

传真: 68467972

总编室: 68462709 68423029

传真: 68467972

E-mail: seis@ht.rol.cn.net

经销: 全国各地新华书店

印刷: 河南新丰公司印刷

版 (印) 次: 2001 年 3 月第一版 2001 年 3 月第一次印刷

开本: 787 × 1092 1/16

字数: 381 千字

印张: 15.375

印数: 0001 ~ 5500

书号: ISBN 7-5028-1861-8 /TU·148 (2404)

定价: 23.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

内 容 简 介

全书共分 15 章, 主要介绍建筑及装饰工程材料的基本性质, 气硬性胶凝材料、水泥、混凝土及砂浆、建筑钢材、铝合金、防水材料、建筑塑料、建筑陶瓷、石材、建筑玻璃、装饰材料、建筑门窗及幕墙、声热材料等常用建筑及装饰工程材料的基本组成、性能、技术标准和应用以及建筑材料试验等。为了方便教学、复习及实际使用, 除在每章后面列有复习思考题外, 还尽可能列出了常用材料的品种、规格、性能、应用对比表。

本书采用最新标准和规范, 注意性能学习与实际应用之间的适当关系, 广泛介绍国内目前已有的各种建筑及装饰工程材料的知识及发展和有关新材料、新技术, 以利于开阔新思路 and 便于合理选材。

编写中注意了理论联系实际、精炼、实用以及专科教学特点。除土建类专业学生使用外, 也可供专科相关专业、高职相关专业教学及从事建筑施工的技术人员使用和参考。

前 言

本书根据全国普通专科学校土建类专业建筑及装饰工程材料课程教学的基本要求编写。建筑及装饰工程材料是土建类专业的一门专业基础课,课程任务是使学生具有建筑及装饰工程材料的基础知识和试验技能,使学生在实践中具有正确选用与合理使用建筑及装饰工程材料的基本能力,并为有关专业课打下基础。

根据上述要求,本书主要讲解建筑及装饰工程材料的组成、性能、应用、技术标准、检验方法等知识。考虑到高等专科教学特点,力求使之理论联系实际、精炼、实用、突出重点,内容安排注意了性能学习与应用、深度与广度之间的适当关系,广泛介绍国内已有的各种建筑材料的知识及其发展和有关的新材料、新技术,并对今后补充新知识、新技术留有接口,以利于更合理地选择建筑及装饰工程材料。编写过程中采用了最新的技术标准和规范。

本课程的建议教学时数为 60 学时,学时分配建议如下:

章	内 容	合 计	理论学时	实验学时
1	绪论	1	1	
2	材料的基本性质	5	4	1
3	气硬性胶凝材料	2	2	
4	水泥	8	5	3
5	普通混凝土及砂浆	18	12	6
6	建筑钢材、铝合金	6	5	1
7	防水材料	6	4	2
8	建筑塑料	2	2	
9	建筑陶瓷	2	2	
10	石材	2	2	
11	建筑玻璃	2	2	
12	装饰材料	8	8	
13	建筑门窗及幕墙	4	4	
14	声热材料	2	2	
15	试验			
总 计		68	55	13

参加本书编写的有河南城建高等专科学校王春阳(一、八、九、十、十一、十四、十五章),刘富玲(十二、十三章);张国强(三、四章),孙海玲(二、六章),郭金敏(五、七章)。全书由王春阳统稿。

由于时间仓促,水平有限,书中的缺点和不妥之处在所难免,恳请读者在使用过程中给予指正,并提出宝贵意见。谢谢!

编 者

2000 年 5 月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第二章 建筑材料的基本性质	(3)
第一节 材料的基本物理性质	(3)
第二节 材料与水有关的性质	(5)
第三节 材料的基本力学性质	(7)
第四节 材料的热工、声学、光学性质及耐久性	(9)
第三章 气硬性胶凝材料	(14)
第一节 石灰	(14)
第二节 石膏	(17)
第三节 水玻璃	(18)
第四章 水泥	(20)
第一节 硅酸盐水泥	(20)
第二节 掺混合材料的硅酸盐水泥	(24)
第三节 高铝水泥	(27)
第四节 其它品种水泥	(28)
第五章 混凝土及砂浆	(31)
第一节 混凝土	(31)
第二节 普通混凝土质量控制和验收规则	(48)
第三节 其他品种混凝土	(50)
第四节 建筑砂浆	(56)
第六章 建筑钢材、铝合金	(64)
第一节 钢的分类,钢的冶炼、加工对钢材质量的影响	(64)
第二节 建筑钢材的主要技术性能	(65)
第三节 建筑钢材的标准与选用	(70)
第四节 建筑用铝合金	(76)
第七章 防水材料	(78)
第一节 沥青	(78)
第二节 防水卷材	(82)
第三节 防水涂料	(87)
第四节 建筑密封材料	(90)
第八章 建筑塑料	(91)
第一节 塑料的组成	(91)

第二节	塑料的主要性质	(92)
第三节	常用建筑塑料及塑料制品	(93)
第四节	塑料装饰材料	(94)
第九章	建筑陶瓷	(97)
第一节	釉面内墙砖	(97)
第二节	墙、地砖	(103)
第三节	陶瓷锦砖	(106)
第四节	其它陶瓷制品	(107)
第十章	石材	(108)
第一节	天然石材	(108)
第二节	人造石材	(115)
第十一章	建筑玻璃	(117)
第一节	平板玻璃	(117)
第二节	饰面玻璃	(125)
第三节	安全玻璃	(132)
第四节	新型建筑玻璃	(139)
第十二章	建筑装饰材料	(146)
第一节	概述	(146)
第二节	建筑涂料	(148)
第三节	墙面装饰板材	(154)
第四节	壁纸、墙布	(163)
第五节	隔墙及吊顶龙骨	(169)
第十三章	建筑门窗及幕墙	(185)
第一节	建筑门窗	(185)
第二节	建筑幕墙	(196)
第十四章	绝热材料和吸声材料	(200)
第一节	绝热材料	(200)
第二节	吸声材料	(204)
第十五章	建筑材料试验	(206)
试验一	建筑材料的基本性质试验	(206)
试验二	水泥试验	(209)
试验三	混凝土用骨料试验	(217)
试验四	普通混凝土试验	(221)
试验五	建筑砂浆试验	(228)
试验六	钢筋试验	(231)
试验七	石油沥青试验	(234)

第一章 绪 论

一、建筑与装饰工程材料及其分类

本书所讨论的建筑材料及装饰工程材料是从狭义的角度出发的。建筑材料是指构成建筑物本身的材料,如:地基基础、承重构件(梁、板、柱等)、地面、墙体、屋面等所用的材料。建筑材料的品种、性能和质量,在很大程度上决定着房屋建筑的坚固、适用和美观,又在很大程度上影响着结构形式和施工速度。建筑装饰工程是在已确定的建筑实体上进行的工程,主要包括室内、外各种装饰及造型装饰等。建筑装饰材料是建筑装饰工程的物质基础,装饰工程的总体效果、功能的实现都要通过运用装饰材料及其室内配套产品的质感、形体、图案、色彩、功能等体现出来。

建筑及装饰工程材料可以从不同角度加以分类,如按材料使用部位,建筑材料可分为承重构件(梁、板、柱)、屋面、墙体、地面等材料;装饰材料可分为:外墙装饰材料、内墙装饰材料、地面装饰材料及吊顶材料等。

按材料的化学成分分类如表 1-1 所示。

表 1-1 建筑及装饰材料分类

无机材料	金属材料	黑色金属:铁、碳钢、合金钢等 有色金属:铝及其合金、锌、铜等及其合金等
	非金属材料	天然石材(包括装饰石材) 烧土制品(包括饰面陶瓷等) 玻璃及其制品 水泥、石灰、石膏、水玻璃、混凝土、砂浆(包括装饰混凝土及砂浆)和硅酸盐制品等
有机材料	植物质材料	木材、竹材等 植物纤维及其制品等
	合成高分子材料	塑料、涂料、胶粘剂等
	沥青材料	石油沥青及煤沥青 沥青制品
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混凝土等 沥青混凝土等 水泥刨花板等
	金属材料与非金属材料复合	钢筋混凝土、钢丝网混凝土塑铝复合板及铝箔面油毡等
	其他复合材料	水泥石棉制品、不锈钢包覆钢板、人造花岗石、人造大理石等

所谓复合材料,是指两种或两种以上不同性质的材料经恰当组合为一体的材料。复合材料可以克服单一材料的弱点,而发挥其综合特性。通过复合手段,材料的各种性能都可以按照需要进行设计。复合化已成为当今材料科学发展的趋势。一材多用是我们追求的目标。

材料的性质对建筑物的使用性能、坚固性和耐久性起着决定性的作用,材料的使用与工程造价有密切的关系,材料的发展则可促进结构形式和施工工艺的发展。

二、建筑及装饰材料发展概况

建筑材料是随着人类社会生产力的发展而发展的。随着社会的进步,人们对土建工程的要求越来越高,这种要求的满足与建筑材料数量和质量之间,总是存在着相互依赖和相互矛盾的关系,建筑材料的生产和使用,就是在不断解决这个矛盾的过程中逐渐向前发展的。其它有关科学的日益进步则为建筑材料的发展提供了有利的条件。

无论中外,在漫长的奴隶社会和封建社会中,建筑技术和建筑材料的进步都是相当缓慢的。直到 19 世纪,随着工商业迅速发展,城市规模日益扩大,交通运输日益发达,需要建造更大规模、更高质量以及具有特殊要求的建筑物和附属设施,如大跨度工业厂房、高层公用建筑、海港、桥梁以及给水排水、采暖通风系统等。18、19 世纪,建筑钢材、水泥、混凝土和钢筋混凝土相继问世而成为主要结构材料。到 20 世纪,又出现了预应力混凝土,21 世纪高性能混凝土将作为主要结构材料得到广泛应用。与此同时,一些具有特殊功能的材料应运而生,如在民用建筑方面,为了保持室内温度而出现的保温隔热材料;为了减低室内噪声和改善厅堂音质而制成的相应吸声、隔声材料;根据产品生产工艺特点而制成的各种耐热、耐磨、耐腐蚀、抗渗透、防爆或防辐射材料等。随着人们对城市面貌、工作空间、生活环境的需求愈来愈高,各种装饰材料层出不穷。

建筑材料工业不仅是发展建筑业的基础,也是国民经济的主要基础工业之一。新中国成立后,特别是党的十一届三中全会以来,建筑材料工业发展迅速,并开始重视发展现代建筑装饰材料的生产。1987 年水泥产量 18000 万吨,跃居世界第一。其它如饰面石材、建筑陶瓷、卫生洁具、建筑玻璃有了很大的发展。近年来,各种新型建筑及装饰工程材料大量涌现,并且日益向轻质、高强、多功能方面发展,建筑技术正处于新的变革之中。

三、课程的目的、任务及基本要求

本课程是土建类专业及其它相关专业的专业基础课,其目的是为后续专业课提供建筑材料的基本知识,并为今后从事专业技术工作时合理选择和使用建筑及装饰材料打下基础。

本课程的任务是使学生获得有关建筑及装饰材料的性质与应用的基本知识和必须的基本理论,并获得主要建筑及装饰工程材料试验方法的基本技能训练。

建筑及装饰材料在建筑工程中的用量很大,经济性很强,直接影响工程的造价。建筑及装饰材料造价约占工程总造价的 70% ~ 80%。因此,经济适用地选用建筑及装饰材料,对降低建筑工程的造价起着重要作用。

建筑及装饰材料种类繁多,而且每种材料的内容庞杂,包括原料、生产、材料组成与结构、性质应用、检验、运输、验收、储存等各个方面。从本课程的目的及任务出发,本书着重介绍材料的性质和应用。在材料性质方面:要求掌握材料的组成、技术性质及特性;了解材料组成及结构,外界因素对材料性质的影响,了解各主要性质间的相互关系;初步学会主要建筑材料的试验方法。在材料应用方面:要求根据工程需求合理地选用材料;熟悉有关材料的技术规范;了解材料使用方法的要点。

第二章 建筑材料的基本性质

建筑材料在建筑物中处于不同的部位,起着不同的作用,因而要求具有相应的性质。如建筑物中的结构材料,必须具有足够的强度,以承受不同的外力作用;处于防水部位的材料,必须具有不透水性;处于自然界的建筑物,必须能承受风吹日晒、雨淋、霜雪等引起的物理、化学、生物、干湿循环、冻融循环等的破坏作用。由此可见,建筑材料所承受的作用是复杂的、相互影响的。

第一节 材料的基本物理性质

一、材料的密度、表观密度与堆积密度

1. 材料的密度

材料在绝对密实状态下,单位体积的质量称为密度,用 ρ 表示

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2-1)$$

式中 ρ ——密度(g/cm^3 或 kg/m^3);

m ——材料在干燥状态的质量(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括材料孔隙在内的体积。钢材、玻璃等少数近于绝对密实的材料可根据外形尺寸求得体积,按式(2-1)求得密度。大多数有孔隙的材料,在测定其密度时,应把材料磨成细粉,干燥后,用李氏瓶测定其体积。材料磨得越细,测得的密度值越精确。砖、石等块状材料的密度即用此法测得。对某些较致密不规则的散粒材料(如卵石、钢屑等),常用排水法测定其绝对体积的近似值,材料中部分与外部不连通的封闭的孔隙无法排除,这时所求得的密度称为近似密度(ρ_a)。

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,用 ρ_0 表示:

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

式中 ρ_0 ——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外形体积(m^3)。

材料在自然状态下的体积,指包含材料内部孔隙的体积。外形规则的材料,可直接按外形尺寸计算出体积,按式(2-3)求得表观密度。外形不规则的材料可加工成规则外形后求得体积。当材料孔隙内含有水分时,其质量和体积均有所变化,故测定表观密度时,须注明其含水情况。

材料在烘干状态下的表观密度称为干表观密度。

3. 堆积密度

指粉状、粒状或纤维状材料,如砂、石子、水泥等,在堆积状态下单位体积的质量称为堆积密度,用 ρ'_0 表示:

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (2-3)$$

式中 ρ'_0 ——材料的堆积密度(kg/m^3);

m ——材料的质量(kg);

V'_0 ——材料的自然堆积体积(包括材料颗粒体积和颗粒之间空隙的体积),(m^3)。

按一定的方法装入容器的容积为计算体积,见图 2-1。

在建筑工程中,计算材料用量,构件自重、配料、运输、堆放等,经常用到材料的密度、表观密度与堆积密度等。

常用建筑材料的有关数据见表 2-1。

二、材料的密实度与孔隙率

1. 密实度

材料体积内被固体物质充实的程度称为密实度,以 D 表示:

$$D = \frac{V}{V_0} \cdot 100\% \quad \text{或} \quad D = \frac{\rho_0}{\rho} \cdot 100\% \quad (2-4)$$

图 2-1 散粒材料堆积示意图
1. 空隙体积;2. 颗粒体积

2. 孔隙率

材料体积内,孔隙体积所占的比例称为孔隙率,以 P 表示:

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} = 1 - \frac{V}{V_0} = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \cdot 100\% \quad (2-5)$$

即: $D + P = 1$ 。

表 2-1 常用材料的密度、表观密度、堆积密度及孔隙率

材料名称	密度 $\rho / (\text{g}/\text{cm}^3)$	表观密度 $\rho_0 / (\text{kg}/\text{m}^3)$	堆积密度 $\rho'_0 / (\text{kg}/\text{m}^3)$	孔隙率 $P / (\%)$
钢	7.85	7850	—	—
花岗岩	2.70 ~ 3.00	2500 ~ 2900	—	0.5 ~ 1.0
石灰岩	2.40 ~ 2.60	1800 ~ 2600	—	0.6 ~ 3.0
砂	—	—	1500 ~ 1560	35 ~ 40(空隙率)
水泥	2.80 ~ 3.10	—	1200 ~ 1300	50 ~ 55(空隙率)
普通粘土砖	2.50 ~ 2.70	1600 ~ 1900	—	20 ~ 40
粘土空心砖	2.50 ~ 2.70	1000 ~ 1400	—	50 ~ 60
普通混凝土	—	2200 ~ 2600	—	5 ~ 20
松木	1.55 ~ 1.60	400 ~ 800	—	55 ~ 75
泡沫塑料	—	20 ~ 50	—	98

孔隙率的大小直接反映材料的致密程度,对材料的物理、力学性质均有影响。材料内部的孔隙,可分为连通与封闭两种。连通孔隙不仅彼此贯通且与外界相通,而封闭孔隙则不仅彼此不连通且与外界相隔绝。孔隙按尺寸又分为极微细孔隙、细小孔隙、较粗大孔隙。孔隙的大小、分布及孔隙本身的特征对材料的性能影响较大。一般而言,孔隙率较小,且连通孔较少的

材料,其吸水性较小,强度较高,抗渗性和抗冻性较好。几种常用建筑材料的孔隙率见表 2-1。

三、材料的填充率与空隙率

1. 填充率

散粒材料在某堆积体积中被其颗粒填充的程度称为填充率,以 D' 表示:

$$D' = \frac{V_0}{V'_0} \cdot 100\% \quad \text{或} \quad D' = \frac{\rho'_0}{\rho_0} \cdot 100\% \quad (2-6)$$

2. 空隙率

散粒材料在某堆积体积中,颗粒之间的空隙体积所占的比例称为空隙率,以 P' 表示:

$$P' = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} = 1 - \frac{V_0}{V'_0} = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}\right) \cdot 100\% \quad (2-7)$$

即: $D' + P' = 1$ 。

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

第二节 材料与水有关的性质

一、材料的亲水性与憎水性

1. 亲水性

材料与水接触时能被水润湿的性质称为亲水性。具备这种性质的材料称为亲水性材料,如砖、混凝土、木材等都属于亲水性材料。

2. 憎水性

材料与水接触时不能被水润湿的性质称为憎水性。具备这种性质的材料称为憎水性材料,如石蜡、沥青等。

材料的亲水性与憎水性可用润湿角 θ 来说明。润湿角是在材料、水和空气三相的交点处,沿水滴表面切线与水与固体接触面之间的夹角。 θ 愈小,表明材料易被水润湿。实验证明,当润湿角 $\theta \leq 90^\circ$ 的材料为亲水性材料,如图 2-2(a) 所示;当润湿角 $\theta > 90^\circ$ 的材料称为憎水性材料,如图 2-2(b) 所示。

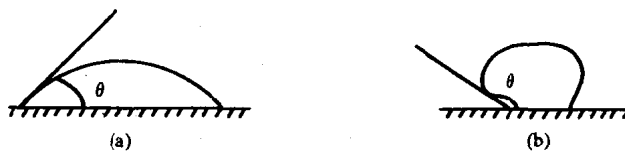


图 2-2 材料润湿角

(a) 亲水性材料; (b) 憎水性材料;

其它液体对固体材料的浸润情况,相应地称为亲液性材料或憎液性材料。

大多数建筑工程材料,如砖、瓦、沙、石、木材、钢材及玻璃等属于亲水性材料。沥青、石蜡、某些油漆等属于憎水性材料。

二、材料的吸水性与吸湿性

1. 吸水性

材料在水中通过毛细孔隙吸收并保持水分的性质称为吸水性,用吸水率表示,即

$$W_{\text{质}} = \frac{m_1 - m}{m} \times 100\% \quad (2-8)$$

式中 $W_{\text{质}}$ ——材料质量吸水率(%);
 m ——材料干燥状态下质量(g);
 m_1 ——材料吸水饱和状态下质量(g)。

当某些材料吸水性相当好时,一般用体积吸水率表示,即材料吸入水的体积占材料自然状态体积的百分率。

材料吸水率的大小,主要决定于材料孔隙的大小和特征。孔隙率越大,吸水性越强。但因封闭孔隙水分不易渗入,粗大孔隙水分不易保留,故有些材料尽管孔隙率大,但吸水率却较小。只有连通而孔隙微小的材料,其吸水率才较大。

2. 吸湿性

材料能在潮湿空气中吸收一定水分称为吸湿性,用含水率表示,即

$$W_{\text{含}} = \frac{m_{\text{含}} - m}{m} \times 100\% \quad (2-9)$$

式中 $W_{\text{含}}$ ——材料含水率(%);
 $m_{\text{含}}$ ——材料含水时的质量(g);
 m ——材料干燥状态下的质量(g)。

材料吸湿性作用一般是可逆的,即材料既可吸收空气中的水分,又可向空气中释放水分。在一定的温度和湿度条件下,材料既不吸收水份,也不释放水分时的含水率称为平衡含水率。木材的吸湿性特别明显,它能大量吸收水汽而增加质量、降低强度和改变尺寸。

三、材料的耐水性

耐水性指材料吸水饱和后抵抗水破坏作用的性质,用软化系数表示,即

$$K_{\text{软}} = \frac{f_{\text{饱}}}{f_{\text{干}}} \quad (2-10)$$

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强度(MPa);
 $f_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的强度(MPa)。

材料软化系数的范围为0~1。用于水中、潮湿环境中的重要结构材料,必须选用软化系数不低于0.85的材料;用于受潮湿较轻或次要结构的材料,则软化系数不宜小于0.70。通常软化系数大于0.85的材料称为耐水性材料。处于干燥环境的材料可以不考虑软化系数。

软化系数的大小表明材料浸水后强度降低的程度。根据建筑物所处的环境,软化系数是选择材料的重要依据。

四、材料的抗冻性与抗渗性

1. 抗冻性

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、同时也不严重降低强度的性质称为抗冻性,用抗冻标号表示。

冰冻的破坏作用是由材料孔隙内的水分结冰而引起的。水结冰时体积约增大 9%，从而对孔隙产生压力而使孔壁开裂。抗冻标号表示材料所能承受的最大冻融循环次数，此时其质量损失、强度降低均不低于规定值。如混凝土抗冻标号 D_{15} ，指混凝土所能承受的最大冻融循环次数是 15 次（在 -15°C 的温度下冻结后，再在 200°C 的温度中融化，为一次冻融循环），这时强度损失率不超过 25%，质量损失不超过 5%。

冬季室外计算温度低于 -15°C 的地区，其重要工程材料必须进行抗冻性实验。对材料抗冻性的要求，视工程类别、结构部位、所处环境、使用条件以及建筑物等级而定。

2. 抗渗性

材料抵抗压力水渗透的性质称为抗渗性，用渗透系数表示，即

$$K = \frac{Vd}{AtH} \quad (2-11)$$

式中 K —— 渗透系数 ($\text{ml}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$);

V —— 透水量 (ml);

d —— 试件厚度 (cm);

A —— 透水面积 (cm^2);

t —— 透水时间 (s);

H —— 静水压力水头 (cm)。

材料抗渗性的好坏，与材料的孔隙率和孔隙特征有密切关系。孔隙率很低而且是封闭孔隙的材料具有较高的抗渗性能。对于地下建筑及水工构筑物，常因受到压力水的作用，所以要求材料具有一定的抗渗性。对于防水材料，则要求具有更高的抗渗性。材料抵抗其它液体渗透的性质，也属于抗渗性。如贮油罐要求材料具有良好的不渗油性。

第三节 材料的基本力学性质

一、材料的强度

材料在外力(荷载)作用下抵抗破坏的能力称为强度。当材料承受外力作用时，内部就产生应力。外力逐渐增加，应力相应加大；直到质点间作用力不能够再承受应力作用时，材料被破坏，此时的极限应力值就是材料的强度。

根据外力作用方式的不同，材料强度有抗压强度、抗拉强度、抗弯强度及抗剪强度等(图 2-3)。

1. 材料的抗压、抗拉及抗剪强度

材料的抗压、抗拉及抗剪强度均按下式计算

$$f = \frac{F_{\max}}{A} \quad (2-12)$$

式中 f —— 材料的强度 (MPa);

$F_{\max}$ —— 破坏时最大荷载 (N);

A —— 受荷面积 (mm^2)。

2. 材料抗弯强度

一般试验方法是將条形试件放在两支点上，中间作用一集中荷载，对矩形截面试件，则抗

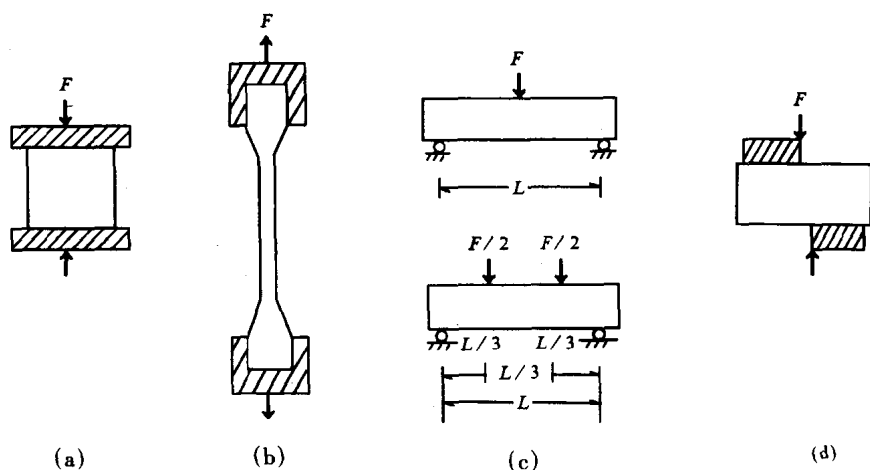


图 2-3 材料受力示意图
(a)压力;(b)拉力;(c)弯曲;(d)剪切

弯强度按下式计算:

$$f_m = \frac{3F_{\max}L}{2bh^2} \quad (2-13)$$

另外的试验方法是在跨度的分点上作用两个相等的集中荷载,则抗弯强度按下式计算:

$$f_m = \frac{F_{\max}L}{bh^2} \quad (2-14)$$

式中 f_m ——抗弯强度(MPa);

$F_{\max}$ ——弯曲破坏时最大荷载(N);

L ——试件的跨度(mm);

b 、 h ——试件横截面的宽及高(mm)。

不同种类的材料具有不同的抵抗外力的特点。相同种类的材料,随其孔隙率及构造特征的不同,其强度也有较大的差异。建筑材料中的砖、石材、混凝土和铸铁等的抗压强度较高,而抗拉及抗弯强度很低。木材顺纹抗拉强度高于抗压强度。钢材的抗拉、抗压强度都很高。因此,砖、石材、混凝土等多用在房屋的墙和基础等承压部位;钢材则适用于承受各种外力的构件和结构。常用材料的强度值列于表 2-2。

表 2-2 常用材料的强度(MPa)

材 料	抗 压	抗 拉	抗 弯
花岗石	100 ~ 250	5 ~ 8	10 ~ 14
普通粘土砖	7.5 ~ 20	—	1.8 ~ 4.0
普通混凝土	7.5 ~ 60	1 ~ 4	—
松木(顺纹)	30 ~ 50	80 ~ 120	66 ~ 100
建筑钢材	235 ~ 1600	235 ~ 1600	—

根据强度的大小,将材料划分为若干不同的等级,按等级将建筑材料划分为若干标号。

二、材料的弹性与塑性

材料在外力作用下产生变形,当外力取消后,能够完全恢复原来形状的性质称为弹性。这种完全恢复的变形称为弹性变形(或瞬时变形)。

材料在外力作用下产生变形,如果取消外力,仍保持变形后的形状和尺寸,并且不产生裂缝的性质称为塑性。这种不能恢复的变形称为塑性变形(或永久变形)。

实际上,单纯的弹性材料是没有的。有的材料在受力不大的情况下,表现为弹性变形,但受力超过一定限度后,则表现为塑性变形如建筑钢材。有的材料在受力后,弹性变形及塑性变形同时产生,如图 2-4。如果取消外力则弹性变形 ba 段可以恢复,而其塑性变形 ob 段则不能恢复,如混凝土受力后的变形就属于这种性质。

三、材料的脆性与韧性

当外力达到一定限度后,材料突然破坏而无明显塑性变形的性质称为脆性。脆性材料的变形曲线如图 2-5。脆性材料的抗压强度比抗拉强度要高很多。其抵抗振动作用和抵抗冲击荷载的能力很差。砖、石材、陶瓷、玻璃、混凝土和铸铁等都属于脆性材料。

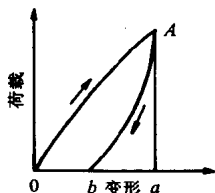


图 2-4 弹-塑性材料的变形曲线

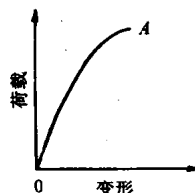


图 2-5 脆性材料的变形曲线

在冲击、振动荷载作用下,材料能够吸收较大的能量,同时也能产生较大的变形而不致破坏的性质称为韧性(冲击韧性)。建筑工程中,对于要承受冲击荷载和抗震要求的结构,都要考虑材料的冲击韧性。

第四节 材料的热工、声学、光学性质及耐久性

一、材料的热工性质

建筑工程材料除需要满足必要的强度及其它性能要求外,还应满足人们生活、生产方面的要求,为生产和生活创造适宜的条件,并节约建筑物的使用能耗。

1. 导热性

材料传导热量的性质称为导热性,以导热系数表示,即

$$\lambda = \frac{Qa}{At(T_2 - T_1)} \quad (2-15)$$

式中 λ ——导热系数($W/(m \cdot K)$);

Q ——总传热量(J);

a ——材料厚度(m);

A ——热传导面积(m^2);

t ——热传导时间(s);

$T_2 - T_1$ ——材料两面温度差(K)。

材料的导热系数愈大,其传导的热量就愈多。

导热系数与材料的组成、结构及构造有关,同时还受含水量及两面温度差的影响。一般无机材料比有机材料的导热系数大,结晶材料比非结晶材料的导热系数大(如结晶态的 SiO_2 的导热系数为 $8.97\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,玻璃态的 SiO_2 的导热系数为 $1.13\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$),同一组成而质量小、气孔多的材料导热系数小,材料受潮后导热系数增大,饱和水结冰后导热系数更大。材料气孔充水后导热系数由 $0.025\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 提高到 $0.60\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,提高了 20 多倍。如水再结冰,冰的导热系数为 $2.20\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,比气孔材料的导热系数提高 80 多倍。

材料导热性是一个非常重要的热物理性质,在设计围护结构、窑炉设备时,都要正确地选用材料,以满足隔热与传热的要求。

2. 热容量

材料受热(或冷却)时吸收(或放出)热量的性质称为材料的热容量,用热容量系数(比热)表示,即

$$C = \frac{Q}{m(T_2 - T_1)} \quad (2-16)$$

式中 C ——材料热容量系数($\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$);

Q ——材料吸收(或放出)的热量(J);

m ——材料的质量(g);

$T_2 - T_1$ ——材料受热或冷却前后温差(K)。

由此可知,热容量系数指质量为 1g 的材料,当温度升高(或降低) 1K 时所吸收(或释放)的热量。

热容量系数与材料质量之积称为材料的热容量值,它表示材料温度升高或降低 1K 所吸收或放出的热量。热容量值大的材料,对于保持室内温度稳定性有良好的作用。如冬季房屋内采暖后,热容量值大的材料,本身吸入储存较多的热量,当短期停止采暖后,它会放出吸入的热量,使室内温度变化不致很快。

热容量最大的是水, $C = 4.19\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$;由此可知,蓄水的平屋顶能使房间冬暖夏凉。

常用材料的热工性质见表 2-3。

表 2-3 常用材料的导热系数和热容量系数指标

材料名称	导热系数/ $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	热容量系数/ $\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$
建筑钢材	58	0.48
花岗石	3.49	0.92
普通混凝土	1.28	0.88
水泥砂浆	0.93	0.84
白灰砂浆	0.81	0.84
普通粘土砖	0.81	0.84
粘土空心砖	0.64	0.92
松木	0.17 ~ 0.35	2.51
泡沫塑料	0.03	1.30
冰	2.20	2.05
水	0.60	4.19
静止空气	0.025	1.00