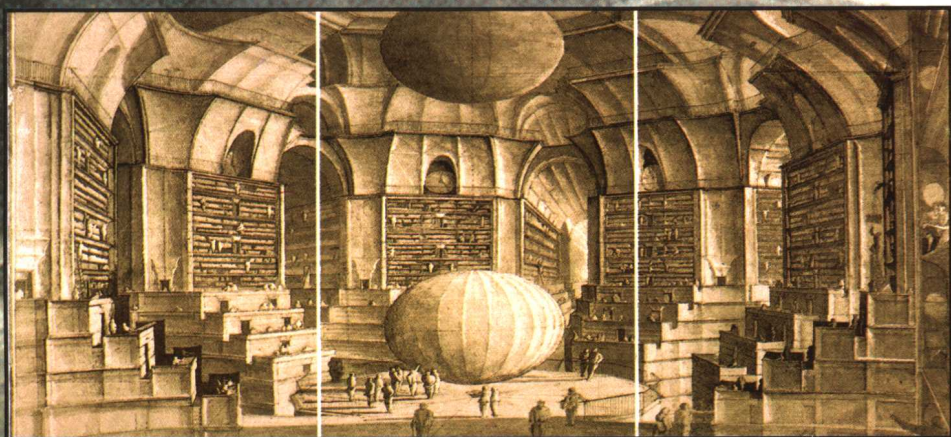


JIANZHU ZHUANGSHI CAILIAO

建筑装饰材料



主 编 范 文 昭
主 审 马 保 国



武汉工业大学出版社

建筑装饰材料

主 编 范文昭
主 审 马保国

武汉工业大学出版社

· 武 汉 ·

图书在版编目(CIP)数据

建筑装饰材料/范文昭主编. —武汉:武汉工业大学出版社,2000.8
ISBN 7-5629-1624-1

I. 建… II. 范… III. 建筑材料:装饰材料 IV. TU·56

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 11269 号

内 容 简 介

本书是按普通中等专业学校建筑装饰专业和建筑设计技术专业的教育标准和培养方案的要求编写的。全书共 16 章,内容包括:建筑材料的基本性质、石材、气硬性胶凝材料、水泥、混凝土、砂浆、建筑陶瓷、玻璃装饰材料、金属材料、木材、建筑塑料、建筑涂料、胶接密封材料、装饰织物、绝热、吸声材料、建筑装饰材料实验等。

本书可用作建筑装饰专业和建筑设计技术专业的普通中专、中等职业技术教育及成人中专教材,也可用于各种类型的培训教材。

武汉工业大学出版社出版发行

(武汉武昌珞狮路 122 号 邮编 430070)

新华书店经销

核工业中南三〇九印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:14.75 字数:354 千字

2000 年 8 月第 1 版 2000 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—3000 册 定价:18.00 元

(本书如有印装质量问题,请向承印厂调换)

前 言

本教材是按照普通中等专业学校建筑装饰专业和建筑设计技术专业的教育标准和培养方案的要求编写的。主要适用于以上两专业的普通中专、中等职业技术教育、成人中专教学用书,也可用于各种类型的培训教材。

编写中着重阐述了常用的建筑材料和建筑装饰材料的品种、规格、性能、质量标准、检验方法,同时也介绍了一些新型装饰材料。通过学习,使学生熟练掌握它们的检测方法,学会合理地选择和正确地使用建筑材料、装饰材料和制品。所编内容都采用现行国家标准和部颁标准。

本课程各章参考学时数为:

绪 论	2 学时	第一章	4 学时	第二章	3 学时
第三章	5 学时	第四章	6 学时	第五章	8 学时
第六章	4 学时	第七章	3 学时	第八章	3 学时
第九章	6 学时	第十章	4 学时	第十一章	4 学时
第十二章	4 学时	第十三章	4 学时	第十四章	2 学时
第十五章	2 学时	实 验	8 学时		

参加本书编写的有广东省建筑工程学校肖利才(第 5、6、7、8 章)、湖南省建筑工程学校刘正武(第 11、12、13、14、15 章)、山西省建筑工程学校范文昭(绪论、第 9、10 章)、宋岩丽(第 1、2、3、4 章)、范红岩(实验)。由范文昭担任主编,由武汉工业大学马保国教授主审。

由于编者水平有限,书中不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2000 年 3 月

目 录

绪 论	(1)
第一章 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 材料的力学性质	(10)
第三节 材料的耐久性	(13)
复习思考题	(14)
第二章 石材	(15)
第一节 概述	(15)
第二节 建筑饰面石材	(17)
复习思考题	(26)
第三章 气硬性胶凝材料	(27)
第一节 建筑石膏	(27)
第二节 石灰	(37)
复习思考题	(41)
第四章 水泥	(42)
第一节 硅酸盐水泥	(42)
第二节 掺混合材料的硅酸盐水泥	(50)
第三节 装饰水泥	(54)
复习思考题	(59)
第五章 混凝土	(60)
第一节 普通混凝土的组成材料	(60)
第二节 普通混凝土的技术性质	(69)
第三节 装饰混凝土	(76)
复习思考题	(78)
第六章 建筑砂浆	(80)
第一节 砌筑砂浆和抹面砂浆	(80)

第二节 装饰砂浆	(86)
复习思考题	(91)
第七章 建筑陶瓷	(92)
第一节 陶瓷的基本知识	(92)
第二节 陶瓷装饰材料	(95)
复习思考题	(99)
第八章 玻璃装饰材料	(100)
第一节 玻璃的基本知识	(100)
第二节 平板玻璃	(102)
第三节 其他建筑装饰玻璃	(104)
复习思考题	(109)
第九章 金属材料	(110)
第一节 建筑用钢材	(110)
第二节 建筑装饰用钢材制品	(114)
第三节 铝及铝合金	(116)
第四节 铜及铜合金	(123)
复习思考题	(124)
第十章 木材	(125)
第一节 木材的分类和构造	(125)
第二节 木材的主要性质	(128)
第三节 木材的综合利用	(129)
第四节 木装饰	(130)
第五节 木材的防腐和防火	(131)
复习思考题	(134)
第十一章 建筑塑料	(135)
第一节 塑料的基本知识	(135)
第二节 常用建筑塑料制品	(137)
复习思考题	(147)
第十二章 建筑涂料	(148)
第一节 涂料的基本知识	(148)
第二节 内墙涂料	(150)
第三节 外墙涂料	(154)
第四节 地面涂料	(159)

复习思考题	(162)
第十三章 建筑胶接密封材料	(163)
第一节 胶粘剂的组成与分类	(163)
第二节 建筑工程中胶粘剂的选用	(165)
复习思考题	(169)
第十四章 装饰织物	(170)
第一节 地毯	(170)
第二节 墙面装饰织物	(174)
复习思考题	(176)
第十五章 绝热、吸声材料	(177)
第一节 绝热材料	(177)
第二节 吸声材料	(178)
第三节 常用绝热、吸声材料及其制品	(179)
复习思考题	(181)
第十六章 建筑装饰材料实验	(182)
实验一 天然饰面石材实验	(182)
实验二 水泥实验	(187)
实验三 建筑石膏实验	(198)
实验四 普通混凝土用骨料实验	(201)
实验五 普通混凝土实验	(210)
实验六 建筑砂浆实验	(214)
实验七 陶瓷装饰材料实验	(216)
实验八 钢筋实验	(220)
实验九 建筑涂料实验	(223)
主要参考文献	(227)

绪 论

—

建筑装饰是在已确定的建筑实体上进行的装饰工程,它与建筑主体工程紧密相连。建筑物的内部和外部立面的装饰设计是建筑设计的继续和发展。装饰工程是通过运用装饰材料及其配套设备的形体、质感、图案、色彩、功能等,对建筑物注入活力的再创造的过程。

从事建筑装饰的工程技术人员必须熟悉建筑材料和装饰材料的品种、性能、标准和检测试验方法。在不同的工程和使用条件下,能合理地选择材料,充分体现设计意图,并且能正确地使用材料,从而保证工程质量,做到经久耐用、经济合理。

随着经济的发展和生产力的提高,人们更加重视生活环境、工作空间和城市面貌的改善,建筑装饰材料也得到了快速的发展,新产品不断出现。据不完全统计,我国的建筑装饰材料已发展到 100 多种门类、5000 余个品种,从而要求我们不断地掌握信息、更新知识。

二

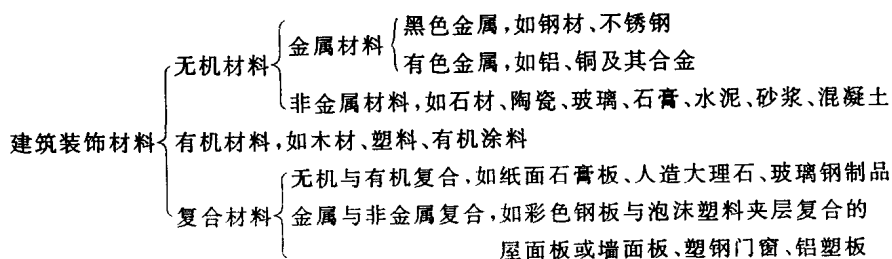
建筑材料是建造建筑物或构筑物的各种材料的总称,它包括结构材料、墙体材料、屋面材料、地面材料、保温、吸声、防水以及装饰材料等。可见建筑材料种类繁多,而装饰材料是建筑材料中的一部分。这类材料用于建筑物的外表最引人注目。装饰材料又是紧紧依附于其他建筑材料,它们是共同起作用的。所以学习装饰材料时,也必须学习掌握其他建筑材料。

随着科学技术的发展,建筑材料的性能和用途更趋广泛性和综合性。有时很难分清哪些是结构材料,哪些是装饰材料,哪些是功能材料。例如清水混凝土或外露骨料混凝土工程,混凝土本身既是结构、围护材料,又是装饰材料。

三

建筑装饰材料品种繁多,为了便于学习,一般有以下两种分类。

1. 按化学成分分类



2. 按装饰部位分类

建筑装饰材料按照用于不同的装饰部位可分为：

- (1)外墙装饰材料 包括外墙墙面、雨篷、台阶、阳台等建筑物全部外露部位装饰用材料。
- (2)内墙装饰材料 包括内墙墙面、墙裙、踢脚线、隔断、花架等内部构造所用材料。
- (3)地面装饰材料 包括室内外地面、楼面、楼梯等结构的全部装饰材料。
- (4)顶棚装饰材料 指室内顶棚或雨篷顶棚装饰材料。
- (5)室内装饰用品及配套设备 包括卫生洁具、装饰灯具、家具、空调设备及厨房设备等。

四

在建筑装饰工程中,工程技术人员通过对建筑装饰材料的巧妙运用,使建筑物形成一定艺术风格,使其表面更加美观靓丽。

对建筑物进行装修,除了起到美化建筑物的装饰作用外,还能对建筑物起到保护作用。例如对建筑物进行外装修,可以提高建筑物对大自然气候变化引起侵蚀的抵抗能力,以及防止有害气体(如酸雨)或有害气体等的腐蚀,从而提高建筑物的耐久性。再如对人流量较大的公共建筑物室内的墙面、柱面、地面进行装修,可以提高其表面强度和耐磨性,从而延长使用寿命,降低维护费用。

一些建筑装饰材料还具有保温、隔热、吸音、防水、节能等特殊功能。通过装饰装修可以营造一个整洁、美观、舒适,或满足有特殊功能要求的工作和生活环境。例如常见在盥洗室内墙面和地面铺贴瓷砖,不仅美观,还有防水和便于打扫,保持清洁的作用。再如现代建筑立面大量采用中空玻璃幕墙,有绝热、隔音和防止结露的作用。还有的采用吸热或热反射玻璃,可以吸收或反射太阳辐射热,从而大大节约能源,降低建筑物使用中的营运成本。

五

建筑装饰材料课程是一门专业基础课,它的教学目的是配合专业课程的教学,使学生在装饰设计和施工中能够做到合理地选择和正确地使用建筑装饰材料。在学习上要着重掌握建筑装饰材料的品种规格、基本性能、技术标准、用途用法、检验标准和试验方法。学会根据工程对象的不同功能、使用环境、内容、氛围,在与艺术形式的统一中有特色、有创新地选用材料,同时注意考虑材料的耐久性和经济性。

除了课堂学习外还要多参观、考察已建成的典型工程的装饰效果,理论联系实际,总结这些工程的经验、教训,增长实践知识。还要不断了解新材料、新工艺的应用发展情况,不断丰富提高建筑装饰的专业水平。

第一章 建筑材料的基本性质

建筑材料是建造建筑物和构筑物所用材料的总称。建筑材料在其使用期间要受到各种不同的作用,这就要求建筑材料相应地具有抵抗各种作用的性质。

例如,结构用材料受到各种力的作用,因而材料应具有一定的力学性质;屋面材料应具有一定的防水、保温、隔热等性质;地面材料应具有耐磨、防滑等性质;某些特殊的工业建筑还应具备耐热、耐化学腐蚀等性质。建筑物长期暴露在大气中,经常受到风吹、日晒、雨淋、冰冻等引起的温、湿度变化以及交替冻融循环作用。由上可知,建筑材料在其使用期间应具备各种各样的性质,把这些纷繁复杂的材料性质归纳起来,可概括为材料的物理性质、力学性质、化学性质,以及耐久性。不同的材料由于其组成、结构、构造不同,相应地具有不同的化学性质,所以化学性质不作为共性加以讨论。

本章主要介绍材料的物理性质和力学性质。

第一节 材料的基本物理性质

一、材料与质量有关的性质

1. 密度

密度是指材料在绝对密实状态下,单位体积的质量。计算式为:

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

式中: ρ ——密度(g/cm^3 或 kg/m^3);

m ——材料在干燥状态下的质量(g 或 kg);

V ——材料在绝对密实状态下的体积(cm^3 或 m^3)。

材料在绝对密实状态下的体积是指不包括孔隙在内的体积。在建筑工程材料中,除了钢材、玻璃等极少数材料外,绝大多数材料内部都存在孔隙。

为了测定有孔材料的密实体积,通常把材料磨成细粉,干燥后用李氏瓶利用排水法原理测其体积。材料磨得越细,细粉体积越接近其密实体积,所得密度值也就越精确。

密度是材料的基本物理性质,与材料的其他性质之间存在着密切的关系。

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。其计算式为:

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

式中: ρ_0 ——表观密度(kg/m^3 或 g/cm^3);

m ——材料的质量(kg 或 g);

V_0 ——材料在自然状态下的体积,或称为表观体积(m^3 或 cm^3)。

材料的表观体积是指包括材料内部孔隙在内的体积。对于形状规则的体积可以直接量测计算而得(例如各种砌块、砖);形状不规则的体积可将其表面蜡封,然后采用排水体积法原理或体积仪直接测得。

当材料孔隙内含有水分时,其质量和体积均有所变化,因此测定材料表观密度时,必须注明其含水状态。如绝干(烘干至恒重)、风干或气干(长期在空气中干燥)、含水湿润状态、吸水饱和状态,相应的表观密度称为干表观密度、气干表观密度、湿表观密度、饱和表观密度,通常所说的表观密度是指气干表观密度。

3. 堆积密度

堆积密度是指粉状、颗粒状材料在自然堆积状态下单位体积的质量。其计算式为:

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

式中: ρ'_0 ——堆积密度(kg/m^3);

m ——材料质量(kg);

V'_0 ——材料的堆积体积(m^3)。

材料的堆积体积既包括颗粒体积(颗粒内有孔隙)又包括颗粒间空隙的体积。如图 1-1 所示,砂石等散粒状材料的堆积体积,可通过在规定条件下用填充容量筒容积来求得,材料堆积密度的大小取决于颗粒的表观密度以及堆积的疏密程度。

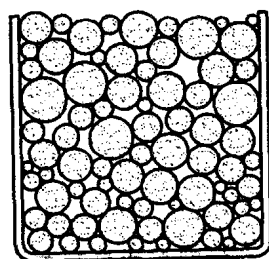


图 1-1 堆积体积示意图
(堆积体积=颗粒体积+空隙体积)

4. 密实度与孔隙率

(1) 密实度(D)

密实度是指材料体积内被固体物质所充实的程度。其计算式为:

$$D = \frac{V}{V'_0} = \frac{\frac{m}{\rho}}{\frac{m}{\rho'_0}} = \frac{\rho'_0}{\rho} \times 100\% \quad (1-4)$$

对于绝对密实材料,因 $\rho'_0 = \rho$,故 $D=1$ 或者说 100%;对于大多数建筑材料,因 $\rho'_0 < \rho$,故 $D < 1$ 或 $D < 100\%$ 。

(2) 孔隙率(P)

孔隙率是指材料体积内孔隙体积与材料总体积的比率。其计算式为:

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

由式(1-4)和式(1-5)可得:

$$P + D = 1 \quad (1-6)$$

材料的密实度和孔隙率是从两个不同侧面反映材料的密实程度,通常用孔隙率表示。

建筑材料的许多性质如强度、吸水性、抗渗性、抗冻性、导热性及吸声性都与材料的孔隙有关。这些性质除取决于孔隙率的大小外,还与孔隙的构造特征密切相关。孔隙特征主要指孔隙的种类、孔隙的大小及孔隙的分布。孔隙的种类分为连通的和封闭的两种。连通孔隙不仅彼此贯通而且与外界相通。而封闭孔隙彼此不连通且与外界隔绝。孔隙按其尺寸大小又可分为粗孔和细孔。同种材料,凡孔隙率小、孔隙细小、分布均匀而封闭者,吸水性小,抗渗和抗冻性高,

抗化学侵蚀性也强。孔隙率大,孔隙细小而封闭者,材料导热性差,保温、绝热性能好。几种常见材料的孔隙率列于表 1-1。

5. 填充率与空隙率

(1) 填充率(D')

填充率是指散粒材料在某堆积体积内,被其颗粒填充的程度。计算式为:

$$D' = \frac{V_0}{V'_0} = \frac{\rho'_0}{\rho_0} \times 100\% \quad (1-7)$$

(2) 空隙率(P')

空隙率是指散粒材料在某堆积体积内,颗粒之间的空隙体积所占的比例。计算式为:

$$P' = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} = 1 - \frac{V_0}{V'_0} = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}\right) \times 100\% \quad (1-8)$$

由式(1-7)、式(1-8)可得填充率与空隙率的关系为:

$$P' + D' = 1$$

式(1-8)求得空隙率是颗粒之间空隙体积与散粒材料堆积体积之比。而散粒材料本身颗粒的孔隙率,则是颗粒内部的孔隙体积与颗粒外形所包含体积即表观体积之比。

以上所介绍的基本物理参数,既是判别、推断或改进材料性质的重要指标,又是在材料的估算、贮运、验收和配料等方面直接使用的数据。应牢固掌握它们的定义,并注意区分每一种密度概念之间的差别与联系,熟悉其具体的计算方法。

常用材料的基本物理参数值,如表 1-1 所示。

表 1-1 常用材料的基本物理参数值

材料名称	密度(g/cm ³)	表观密度(kg/m ³)	孔隙率(%)
花岗岩	2.6~2.9	2500~2800	0.5~1.0
石灰岩	2.6	2000~2600	0.6~1.5
烧结普通砖	2.5~2.8	1600~1800	20~40
石膏板	2.60~2.75	800~1800	30~70
普通混凝土	2.6	2300~2500	5~20
建筑钢材	7.85	7850	0
松木	1.55	380~700	55~75

【例 1-1】 已知某卵石的密度为 2.65g/cm³,表观密度为 2610kg/m³,堆积密度为 1680kg/m³,求此石子的孔隙率和空隙率。

解 孔隙率 $P = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{2.61}{2.65}\right) \times 100\% = 1.5\%$

空隙率 $P' = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{1680}{2610}\right) \times 100\% = 35.6\%$

二、材料与水有关的性质

1. 亲水性与憎水性

材料在与水接触时,根据材料表面被水润湿的情况,分为亲水性材料和憎水性材料。

润湿是水在材料表面被吸附的过程。当材料在空气中与水接触时,在材料、水、空气三相交点处,沿水滴表面引切线与材料表面所夹的角,称为润湿角。若材料分子与水分子间相互作用

力大于水分子之间作用力时,材料表面就会被水润湿,此时 $\theta \leq 90^\circ$ (图 1-2a),这种材料称为亲水性材料。反之,若材料分子与水分子间相互作用力小于水分子间作用力时,则表示材料不能被水润湿,此时 $90^\circ < \theta < 180^\circ$ (图 1-2b),这种材料称为憎水性材料。很显然, θ 越小,材料的亲水性越好。 $\theta=0^\circ$ 时,表明材料完全被水润湿。

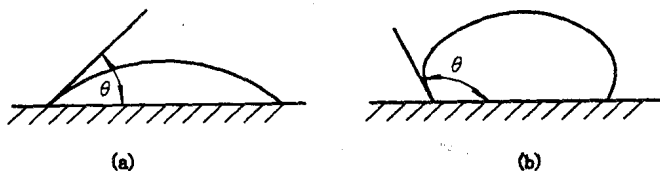


图 1-2 材料的润湿角

(a)亲水性材料;(b)憎水性材料

大多数建筑材料,如石料、砖、混凝土、木材等都属于亲水性材料,表面均能被水润湿;沥青、石蜡、某些塑料都属于憎水性材料,表面不能被水润湿。因此,憎水性材料经常用作防水材料或用作亲水性材料表面的憎水处理。

2. 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,吸水率有质量吸水率和体积吸水率之分。

质量吸水率 $W_{\text{质}}$ 是材料吸收的水分质量占材料干燥质量的百分比,其计算式为:

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

式中: $m_{\text{吸}}$ ——材料吸水饱和后的质量(kg);

$m_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的质量(kg)。

体积吸水率 $W_{\text{体}}$ 是材料吸水饱和后,吸入的水体积占干燥材料自然体积的百分比,计算式为:

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

式中: $m_{\text{吸}}$ 、 $m_{\text{干}}$ 同式(1-9);

ρ_{w} ——水的密度;

$V_{\text{干}}$ ——干燥材料在自然状态下的体积(cm^3)。

计算材料吸水率时一般用 $W_{\text{质}}$,但对于某些轻质多孔材料比如加气混凝土、软木等,由于具有很多开口且微小的孔隙,其质量吸水率往往超过 100%,此时用体积吸水率来表示其吸水性。

材料吸水率的大小除了与材料本身的成分有关外,还与材料的孔隙率和孔隙构造特征有密切的关系,一般来说,材料具有细小连通孔时,其孔隙率则大,吸水率也高。如果孔多是封闭孔(水分不易渗入)或是粗大连通孔(水分不易存留),即使有较高的孔隙率,吸水率也不一定高。

3. 吸湿性

材料在潮湿空气中吸收空气中水分的性质,称为吸湿性。吸湿性的大小可用含水率 $W_{\text{含}}$ 表示,其计算式为:

$$W_{\text{含}} = \frac{m_{\text{含}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \quad (1-11)$$

式中： $m_{\text{含}}$ ——材料含水时的质量(g)；

$m_{\text{干}}$ ——材料干燥至恒重时的质量(g)。

材料含水率的大小，除了与本身的性质有关，还与周围空气的温、湿度有关，含水率随着空气温、湿度的大小作相应的变化。当空气湿度较大且温度较低时，材料的含水率就大，反之则小。当材料中的水分与空气湿度相平衡时，其含水率称为平衡含水率。

由式(1-11)可得：

$$m_{\text{含}} = m_{\text{干}}(1 + W_{\text{含}}) \quad (1-12)$$

$$m_{\text{干}} = \frac{m_{\text{含}}}{1 + W_{\text{含}}} \quad (1-13)$$

式(1-12)是据干重计算材料湿重的公式，式(1-13)是据湿重计算材料干重的公式，是材料用量计算中常用的两个公式。

【例 1-2】 含水率为 5% 的湿砂 200kg，问干燥后的干砂有多少？

解 用式(1-13)可得干砂

$$m_{\text{干}} = \frac{200}{1 + 5\%} = 190.5\text{kg}$$

4. 耐水性

材料长期处于饱和水作用下不被破坏，其强度也不显著降低的性质称为耐水性。材料的耐水性用软化系数($K_{\text{软}}$)表示。计算式为：

$$K_{\text{软}} = \frac{f_{\text{饱}}}{f_{\text{干}}} \quad (1-14)$$

式中： $f_{\text{饱}}$ ——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)。

材料处于饱和水状态下，水分侵入材料内部的毛细孔，减弱了材料内部的结合力，使强度不同程度地有所降低。各种不同建筑材料的耐水性差别很大，软化系数的波动范围为 0~1。钢、玻璃、沥青等材料的软化系数基本为 1，而未经处理的生土软化系数为 0，花岗岩等密实石材的软化系数接近于 1。因此，用于严重受水侵蚀或潮湿环境的材料，其软化系数应不低于 0.85，用于受潮较轻的或次要的结构物的材料，则不宜小于 0.7。软化系数值越大，耐水性越好，通常认为软化系数大于 0.8 的材料为耐水材料。

5. 抗渗性

抗渗性是指材料抵抗压力水渗透的性质。渗透是水在压力作用下，在材料内部毛细孔中的迁移过程。材料的抗渗性可以用渗透系数来表示。

$$K = \frac{Qd}{AtH} \quad (1-15)$$

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

Q ——渗水量(mL)；

d ——试件厚度(cm)；

t ——渗水时间(s)；

A ——渗水面积(cm^2)；

H ——静水压力水头(cm)。

渗透系数反映了材料在单位时间内,在单位水头作用下通过单位面积和厚度渗透的水量。 K 值越大,材料的抗渗性越差。

抗渗性的另一种表示方法是试件能承受逐步增高的最大水压而不渗透的能力,通常称抗渗标号,用 S_n 来表示。其中 n 为该材料所能承受的最大水压力(MPa)的10倍数。例如, S_4 、 S_6 、 S_8 表示试件能承受逐步增高至0.4MPa、0.6MPa、0.8MPa水压而不渗透。

材料的抗渗性与材料的孔隙率及孔隙特征有关,密实的材料具有闭口孔或极微小孔的材料,实际上是不透水的;具有较大孔隙率且为细微连通毛细孔的亲水性材料往往抗渗性较差。

对于地下建筑物及水工构筑物、压力管道等经常受压力水作用的工程所需的材料及防水材料都应具有良好的抗渗性。

6. 抗冻性

抗冻性是指材料在吸水饱和状态下,经过多次冻融循环作用而不被破坏,强度也不显著降低的性能。冻融循环是指材料吸水饱和后,先在 -15°C 下冻结,然后在 20°C 水中融化。

材料经过多次冻融循环作用后,表面将出现裂纹、剥落等现象,造成质量损失及强度降低。这是由于材料内部孔隙中的水分在结冰时其体积约增大9%,对孔壁产生很大的冰胀应力,融化时冰胀应力消失。每次冻融都是由表及里逐渐进行的,都会在材料的内外层产生明显的应力差和温度差,经过多次的应力循环作用后,最终导致材料的破坏。

材料的抗冻性用抗冻等级 D_n 来表示, n 表示材料经过 n 次冻融循环后,质量损失不超过5%,强度损失不超过25%。显然, n 愈大,材料的抗冻性愈好。

材料抗冻性的大小与材料的强度、耐水性、孔隙率、孔隙构造,以及吸水饱和程度等因素有关。材料的抗冻等级分为 D_{15} 、 D_{25} 、 D_{50} 、 D_{100} 、 D_{200} 等。按材料所处部位和当地气候条件适当选定。

抗冻性虽是抵抗冻融循环作用的能力,但经常作为无机非金属材料抵抗大气物理作用的一项耐久性指标。抗冻性良好的材料,对于抵抗温度变化、干湿交替及风化作用的能力也强。所以,对于温暖地区的建筑物,虽无冰冻作用,为抵抗大气的风化作用,确保建筑物的耐久性,对材料往往也提出一定的抗冻性要求。

材料的强度愈高、耐水性愈好,其抗冻性能愈好,如果材料孔隙内的水未达到饱和,即具有足够的自由空间,即使受冻也不致产生很大的冰胀应力。封闭孔水分不能渗入,也不会产生破坏。极细的孔隙,虽可充满水,但因孔壁对水的吸附力很大,吸附在孔壁上的水其冰点很低,在一般负温下不会结冰。对粗大孔隙水分不易充满其中,可缓冲冰胀应力。毛细管孔隙既易充满水分,又能结冰,故其对材料的冰冻破坏作用影响最大。

三、材料的热工性质

1. 导热性

当材料两侧存在温度差时,热量从材料一侧通过材料传导至另一侧的性质,称为材料的导热性(图1-3)。导热性的大小可以用导热系数 λ 表示。其计算式为

$$\lambda = \frac{Qd}{A(T_1 - T_2)t} \quad (1-16)$$

式中： λ ——导热系数($\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$)；

Q ——传导的热量(J)；

d ——材料的厚度(m)；

A ——传热面积(m^2)；

$(T_1 - T_2)$ ——材料两侧的温度差(K)；

t ——传热时间(h)。

导热系数 λ 的物理意义是：单位厚度的材料，两侧温度差为 1K 时，在单位时间内通过单位面积的热量。导热系数是评定建筑材料保温、隔热性能的重要指标，导热系数愈小，材料的保温、隔热性能愈好。

影响材料导热系数的主要因素有：

(1) 材料结构及化学成分

导热是材料热分子运动的结果，所以导热系数由材料的物质结构所决定，例如，金属材料的导热系数远高于非金属材料的导热系数。

(2) 材料的表观密度(包括材料的孔隙率、孔洞的性质和大小等)

绝大多数材料是由固体物质和气体两部分组成。材料的表观密度愈小，材料的孔隙率愈大，且具有封闭孔隙，则材料导热系数愈小。这是由于材料的导热系数取决于固体物质的导热系数和孔隙中空气的导热系数，而空气的导热系数又几乎是材料导热系数中最低的(在静态时 0°C 空气的导热系数为 $0.023\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$)。因此孔隙率的大小对材料的导热系数起着非常重要的作用。

当材料孔隙率相同而孔隙构造不同时，即使是同种材料，导热系数也不相同。假设有两种材料，其化学组成和孔隙率都相同，如图 1-4 所示。(b)图所示材料，其传热的方式不单纯是导热，同时还存在孔隙中气体的对流传热和孔壁之间的辐射传热，因而(b)图所示材料的导热系数要高于(a)图所示材料。

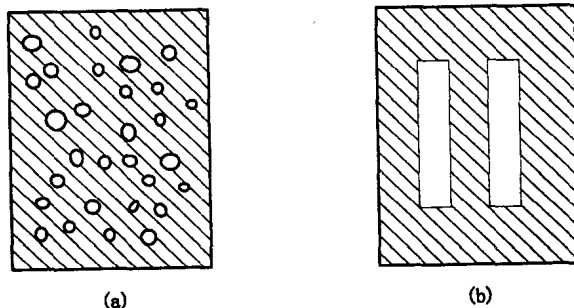


图 1-4

(3) 环境的温、湿度

由于气体、施工等因素的影响，引起材料受潮，可使材料导热系数增大。这是由于材料受潮后，材料原来的静态空气变成水分，而水的导热系数($\lambda_{\text{水}} = 0.58\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$)比静态空气的导热系数大 20 倍。当潮湿材料受冻后，水结成冰，冰的导热系数($\lambda_{\text{冰}} = 2.33\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$)又是水的 4 倍。由此看出，材料在不同的温、湿度环境中，导热系数将会有很大的差别。保温材料在其贮存、保管期间应特别注意防潮。

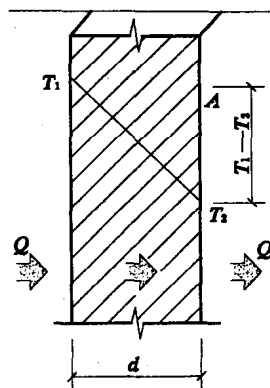


图 1-3 材料的导热示意图

2. 热容量与比热

材料具有受热时吸收热量,冷却时放出热量的性质。

质量一定的材料,温度发生变化,则材料吸收(或放出)的热量与质量成正比,与温差成正比,用公式表达为:

$$Q = cm(T_2 - T_1) \quad (1-17)$$

式中: Q ——材料吸收或放出的热量(J);

c ——比热(J/(g·K));

m ——材料质量(g);

$(T_2 - T_1)$ ——材料受热或冷却前后的温差(K)。

比热 c 表示 1g 材料温度升高或降低 1K 时所需的热量。比热与材料质量的乘积(cm)称为材料的热容量值。由式(1-17)可看出,在热量一定的情况下,热容量值愈大,温差愈小。作为墙体、屋面等围护结构材料,若采用导热系数小,热容量值大的材料,对于维护室内温度稳定,减少热损失,节约能源起着重要的作用。几种典型材料的热工性质指标如表 1-2 所示。

表 1-2 几种典型材料的热工性质指标

材 料	导热系数(W/(m·K))	比热(J/(g·K))
铜	370	0.38
钢	55	4.46
花岗岩	2.9	0.80
普通混凝土	1.8	0.88
烧结普通砖	0.55	0.84
松木	0.15	1.63
泡沫塑料	0.03	1.30
冰	2.20	2.05
水	0.60	4.19
静态空气	0.025	1.00

第二节 材料的力学性质

材料受到外力作用后,都会不同程度地产生变形,当外力超过一定限度后,材料将被破坏。材料的力学性质就是指材料在外力作用下,产生变形和抵抗破坏方面的性质。

一、材料的强度

强度是指材料抵抗在外力(荷载)作用下引起破坏的能力。

当材料受到外力作用时,在材料内部相应地产生应力,外力增大,应力也随之增大,直到应力超过材料内部质点所能抵抗的极限时,材料就发生破坏,此时的极限应力值就是强度,也称极限强度。根据外力作用方式,材料强度有抗压、抗拉、抗剪、抗折(抗弯)强度等(图 1-5)。

材料的强度是在实验室按照国家规定的标准试验方法测得的。

1. 材料的抗压、抗拉、抗剪强度