

## 绪 论

建筑是技术和艺术相结合的产物，建筑又被称为“凝固的音乐”。设计新颖、造型美观、色彩适宜的建筑能给人赏心悦目的感觉。而建筑艺术的发挥，除依靠建筑设计外，在很大程度上受制于建筑材料，尤其是建筑装饰材料。无论是我国金碧辉煌的古代建筑，还是光亮夺目、绚丽多彩、交相辉映的欧式建筑，或是强调技术与艺术的结合、注重建筑的人性化、追求个性及后现代主义流派的现代建筑，无一不是通过各种各样的建筑装饰材料来体现建筑师的设计思想，建造出具有各个时代特色的建筑物的。

建筑装饰是在已经确定的建筑物实体上进行装饰施工的工程。为了达到建筑技术与建筑艺术相结合的目的，建筑装饰工程要求其设计和施工人员必须了解建筑装饰材料的种类，熟悉建筑装饰材料的性能、特点，掌握各类建筑装饰材料的变化规律，以便于在工程中和不同的使用条件下合理选择、正确使用不同的建筑装饰材料，并尽可能做到经济耐久。

建筑装饰材料是集材料、工艺、造型设计、美学于一身的材料，它是建筑装饰工程的重要物质基础。建筑装饰的整体效果和建筑装饰功能的实现，在很大程度上受到建筑装饰材料的制约，尤其受到装饰材料的光泽、质地、质感、图案、花纹等装饰特性的影响。因此，只有熟悉各种建筑装饰材料的性能、特点，按照建筑物及其使用环境条件，合理选择建筑装饰材料，才能材尽其能、物尽其用，更好地表达设计意图，并与室内其他产品配套以体现建筑的装饰性。

# 0.1 建筑装饰材料的发展历程

我国建筑装饰材料的生产与使用有着悠久的历史，我国的古代建筑素以金碧辉煌、色彩瑰丽闻名于世，如故宫、颐和园、布达拉宫等，使用了各种色彩的琉璃瓦、熠熠生辉的金箔、花纹多样的装饰石材等建筑装饰材料。到了近代，我国国力日渐衰落，建筑装饰材料的发展也渐趋缓慢，并被发达国家远远甩在了后面。但自改革开放以来，随着我国大量引进先进的建筑材料生产工艺，以及广大科技工作者的不断努力，这种差距正在不断被缩小。目前，我国的建筑装饰材料已发展到 100 多个门类，5 000 多个花色品种，形成了从低档、中档到高档，可以满足不同建筑装饰需求的产品序列。

随着建筑装饰的快速发展及人们对物质和精神需求的不断增长，市场对建筑装饰材料的需求持续增长，我国现代建筑装饰材料迅猛发展、层出不穷，我国已成为全球最大的建筑装饰材料生产国和消费国。近年来，国内外建筑装饰材料总的发展趋势是：品种越来越多，门类更加齐全，档次力求配套，并向“健康、环保、安全、实用、美观”的方向发展。随着科学技术的进步和建材工业的发展，我国新型装饰材料将从品种、规格、档次上进入新的阶段，将来的发展方向应朝着功能化、复合化、系列化和规范化的方向发展。

(1) 绿色环保，与环境相和谐，创造人性化空间，这是今天人们装饰装修的主题和要求。随着广大消费者强烈要求、有关部门法规的强制推行和广大建材企业的不断努力，绿色环保装饰材料已成为人们住宅装饰装修过程中的首要选择。绿色环保装饰材料主要分为以下三大类。

① 无毒无害型装饰材料。无毒无害型装饰材料是指天然的、没有或含极少有毒有害物质，未经污染，只进行了简单加工的装饰材料，如石膏、木材、某些天然石材等。

② 低毒低排放型装饰材料。低毒低排放型装饰材料是指利用加工合成等技术手段来控制有毒有害物质的积聚和缓慢释放，毒性轻微，对人体健康不构成危害的装饰材料，如达到国家标准的胶合板、纤维板、大芯板等。

③ 目前科学技术和检测手段无法确定和评估其毒害物质影响的装饰材料。某些环保型油漆、环保型乳胶漆等化学合成材料，随着科学技术的发展，其安全性将来会有更新认定的可能。

(2) 复合型装饰材料渐成主流。如金属或镀金属复合装饰材料、复合装饰玻璃等成为颇具市场发展潜力的装饰用料。

(3) 装饰材料成品与半成品趋向于制品化。以工厂化生产为标志，像造汽车一样造

房子，而建材业为适应这一需求，从以原材料生产为主转向以加工制品业为主。

(4) 装饰材料智能化。应用高科技实现对材料及产品各种功能的可控可调。

(5) 节约自然资源，节约能源。

(6) 材料经久耐用，减少维护成本。

(7) 材料质轻，减轻建筑物重量。

随着人们生活水平的逐步提高，人们对建筑物的质量要求越来越向建筑用途方面扩展，对其功能方面的要求也越来越高。而这方面在很大程度上要靠具有相应功能的装饰材料来完成，因此研制轻质高强、耐久、防火、抗震、保温、吸声、防水及多功能复合型等性能好的装饰材料是时代发展的必然要求。

## 0.2 建筑装饰材料在装饰工程中的地位

建筑装饰材料是构成装饰工程的重要前提，建筑装饰材料的质量直接影响装饰工程的效果和质量，因此装饰工程设计人员及其施工人员必须掌握有关建筑装饰材料的知识。

建筑装饰材料在装饰工程中的用量大，其费用占装饰工程造价的比重较高，建筑装饰材料的选用、使用及管理对工程成本的影响很大，正确选用建筑装饰材料并充分利用材料的性能，可大大降低装饰工程的成本。

建筑装饰材料在使用中与工程的设计和工艺联系紧密。在装饰工程中许多技术问题的突破均以新材料的出现为契机，装饰材料性能的改进和新材料的应用都会推动装饰工程技术的进步，提高装饰工程的组织和施工水平。

## 0.3 建筑装饰材料的分类

建筑装饰材料的品种繁多，一般按以下两种方法分类。

(1) 按化学成分分类。按化学成分的不同，建筑装饰材料可分为金属材料、非金属

材料和复合材料。

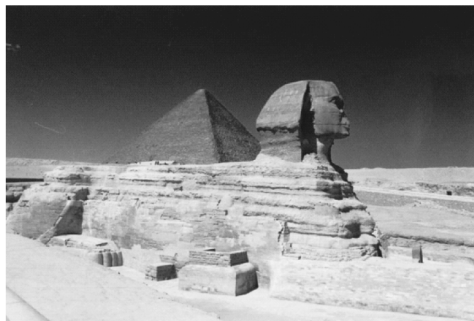
(2) 按装饰部位分类。根据装饰部位的不同,建筑装饰材料可分为外墙装饰材料、内墙装饰材料、地面装饰材料和顶棚装饰材料四大类。其具体分类见表 0-1 和表 0-2。其具体的应用如图 0-1 所示。

表 0-1 建筑装饰材料按化学成分分类

类 型		代表性材料	
金属材料	黑色金属材料	不锈钢、彩色不锈钢	
	有色金属材料	铝及铝合金、铜及铜合金、金、银	
非金属材料	无机非金属材料	天然饰面石材	天然大理石、天然花岗岩
		烧结与熔融制品	烧结砖、陶瓷、琉璃及其制品、铸石、岩棉及其制品等
		胶凝材料	水硬性胶凝材料: 白水泥、彩色水泥等 气硬性胶凝材料: 石膏及其制品、水玻璃、菱苦土
	装饰混凝土及装饰砂浆、白色及彩色硅酸盐制品等		
有机非金属材料	植物材料	木材、竹材	
	合成高分子材料	各种建筑塑料及其制品、涂料、胶黏剂、密封材料等	
复合材料	无机材料基复合材料	装饰混凝土、装饰砂浆等	
	有机材料基复合材料	树脂基人造装饰石材、玻璃纤维增强塑料(玻璃钢)等胶合板、竹胶板、纤维板、宝丽板等	
	其他复合材料	涂塑料板、钢塑复合门窗、涂塑铝合金板等	

表 0-2 建筑装饰材料按装饰部位分类

类 型		代表性材料
外墙装饰材料	指外墙、阳台、台阶、雨篷等建筑物全部外露部位装饰用材料	天然花岗岩、陶瓷装饰制品、玻璃制品、地面涂料、金属制品、装饰混凝土、装饰砂浆
内墙装饰材料	指内墙墙面、墙裙、踢脚线、隔断、花架等内部构造所用的装饰材料	壁纸、墙布、内墙涂料、装饰织物、塑料饰面板、大理石、人造石材、内墙釉面砖、人造板材、玻璃制品、隔热吸声装饰板
地面装饰材料	指地面、楼面、楼梯等结构的装饰材料	地毯、地面涂料、天然石材、人造石材、陶瓷地砖、水地板、塑料地板
顶棚装饰材料	指室内及顶棚的装饰材料	石膏板、矿棉装饰吸声板、珍珠岩装饰吸声板、聚苯乙烯泡沫塑料装饰吸声板、纤维板、涂料



(a) 用石材制作的古埃及金字塔



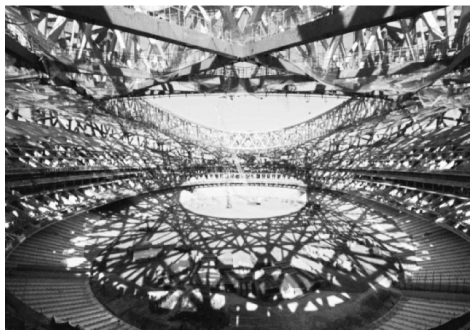
(b) 用木材制作的应县木塔



(c) 砖木结构的古塔



(d) 马赛克饰面的巴比伦城门



(e) 钢结构的鸟巢



(f) 玻璃幕墙

图 0-1 各种建筑装饰材料的应用

## 0.4 建筑装饰材料的主要功能

建筑装饰材料大多用于各种基体的表面，形成将空气中的水分、酸碱性物质、灰尘及阳光等侵略性因素阻隔的保护层，以保护建筑基体，延长建筑物的使用寿命。不同的建筑装饰材料具有不同的物理、化学、力学和装饰性能，可以产生不同的效果（如防滑、防水、防火、隔音、隔热保温等），满足不同装饰部位的不同功能要求。建筑装饰材料具

有独特的质感和肌理、多种的形状和丰富的色彩。通过改变建筑装饰材料的有机组成，可以改变建筑的空间感，弥补建筑设计的不足，营造理想的生活、休闲空间，美化空间环境。

现代建筑要求建筑装饰要遵循美学的原则，创造出具有提高生命意义的优良空间环境，使人的身心得到平衡，情绪得到调节，智慧得到更好地发挥。在实现的过程中，建筑装饰材料起着极其重要的作用。

一些新型、高档的建筑材料，除了具有装饰和保护作用外，往往还具有一些特殊功能，如现代建筑中大量采用的吸热或热反射玻璃幕墙可以对室内产生“冷房效应”，若采用中空玻璃，可以起到绝热、隔音及防结露等作用；采用干思板作为外墙装饰材料，可以起到抗紫外线的作用；采用铝板作为外墙装饰材料，可以起到防腐蚀的作用等。

### 1. 室外装饰材料的功能

室外装饰材料的功能主要是保护和优化建筑物，营造良好的环境。

外墙装饰材料不仅可以提高建筑物对大自然风吹、日晒、雨淋、冰冻等侵袭的抵抗能力，而且可以防止腐蚀性气体及微生物的侵蚀作用；选用合适的外墙装饰材料，可以有效提高建筑物的耐久性，降低建筑物在使用过程中的维修、保养费用。

外墙装饰材料要选用耐大气腐蚀、不易褪色、不易玷污、不产生霜花的材料，有时还要兼具保温、绝热、防护等功能。室外墙体装饰如图 0-2 所示。根据建筑物的功能、环境等多种综合因素，可以通过选用性质不同的装饰材料，或对同一种装饰材料采用不同的施工方法来实现设计目标。

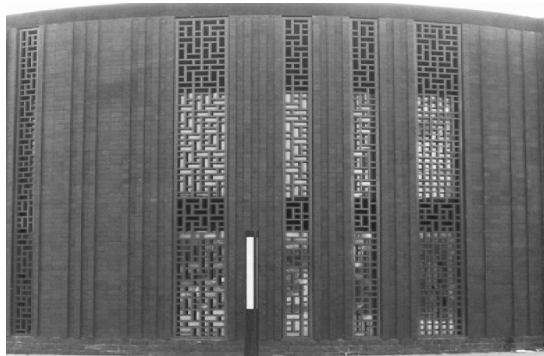


图 0-2 室外墙体装饰

### 2. 室内装饰材料的功能

室内装饰材料主要包括吊顶材料、墙面材料和地面材料三部分，其主要功能是美化并保护墙体和地面基体，创造一个舒适、美观、整洁的生活或工作环境；不同功能的建筑和建筑空间对吊顶材料的要求也不相同。

室内墙壁如果采用内墙防火涂料，既可保护墙壁，又能在一定程度上防止火灾的发生。在公共建筑设施中的大厅地面上敷设花岗岩板材，显得美观、庄重；在居住的卧室地面上敷设地毯或木地板，既具有一定的隔热保温功能和吸声功能，又具有一定的弹性

和舒适感，如图 0-3 所示。在影剧院、歌舞厅的顶棚和内墙壁上铺装隔热吸声板，可获得良好的混响效果，使音质清晰优美。在狭小的居室内墙面上安装一面大镜面玻璃，会给人一种空间扩大的感觉。



图 0-3 室内装饰

室内装饰材料是由质感、线条和色彩三个因素构成的，与室外装饰材料的不同之处是人们与饰面的距离要比外墙面近得多。因此，室内装饰材料的质感要更加细腻逼真，线条可细致也可粗犷，色彩可根据个人的爱好及房间的性质决定。

## 0.5 建筑装饰材料的选用原则

装饰材料的选择直接影响装饰工程的使用功能和装饰效果，因此，装饰材料的选择应在满足保护功能、使用功能和美化功能的基础上，充分考虑材料的性能、外观及适应范围，对材料进行合理的搭配使用，以达到理想的效果。

一般情况下，选择装饰材料时应遵循以下原则。

(1) 装饰材料的外观应与装饰空间的性质和气氛协调。装饰材料的外观是指材料的视觉效果，合理选用不同的外观材料可以使装饰工程的环境显出层次，增加生机，如图 0-4 所示。

大空间的大堂、门厅应选用表面组织粗犷而坚硬的装饰材料，采用大线条的图案，以营造开阔的气氛，如图 0-5 所示。窄小的客房应选用质地细腻、轻柔的材料，采用曲线线条的小型图案，以体现空间的精致美观。



图 0-4 装饰层次



图 0-5 大厅装饰

(2) 材料的功能应与装饰场合的功能要求相一致。由于不同的建筑空间对声、热、防火、防潮、防水有不同的要求，因此，材料的性能应与空间的功能要求相适应。在人流密集的公共场所，地面应选择耐磨性能好、易清洁的材料；在厨房、卫生间等公共场所，应选择耐污性好、防水性好和防滑性好的材料。

(3) 材料的选择应考虑装饰效果与经济性的协调。在装饰工程中，材料的费用要占到总费用一半以上，因此，材料的选择应从长远性、经济性的角度考虑，既要满足装饰场所目前的需要，又要考虑到以后场所的更新变化，保证总体上的经济性，使投资经济合理。如在建筑外墙装饰中采用各种保温隔热性能优异的热反射玻璃或中空玻璃窗户，尽管这类装饰一次性投资大，但由于降低了室内采暖或制冷所需的能源消耗，从长远来看，仍是经济合理的。

## 0.6

### 建筑装饰材料的检验与技术标准

建筑装饰材料应具有一定的技术性能，而对这些性能的检验，必须通过适当的测试手段进行。由于材料自身固有的特性，以及试验方法的不同会导致试验结果的差异，因此必须由统一的技术质量要求和统一的试验方法进行评价。这些技术质量要求和试验方法体现在国家标准或有关的技术规范、规定的各项技术指标中，在选用材料及施工中都应按技术标准、技术规范执行。

我国的技术标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四类。对需要在全国范围内统一的技术要求需制定国家标准，国家标准由国务院标准化行政主管部门编制计划，组织草拟，统一审批、编号、发布。我国国家标准以符号“GB”代表，此外还要注明编号、制定机构、修订年份及标准名称等。对没有国家标准而又需要在全国某行业范围内统一的技术要求，可以制定行业标准，行业标准由国务院有关行政主管部门或行



业协会制定，并报国务院标准化行政主管部门备案，其代号按部门名或行业协会名而定，如建材行业标准的代号为 JC，住房和城乡建设部行业标准代号为 JGJ，中国工程建设标准化协会标准代号为 CECS，中华人民共和国冶金部行业标准代号为 YB。在公布国家标准之后，该项行业标准即废止。地方标准是由地方主管部门发布的，其代号为 DB。有关工程建设方面的技术标准的代号，应在部门代号后加 J。地方标准或企业标准所制定的技术要求应高于类似（或相关）产品的国家标准。凡是没有国家标准、行业标准和地方标准的产品，均应制定企业标准，企业标准仅适用于本企业，其代号为 QB。国家标准、行业标准、地方标准按照要求执行的程度分强制标准和推荐标准，推荐标准以 T 表示。当涉及国际间的土木工程项目时，有时还需要遵守国际标准或国外标准来选择使用材料。表 0-3 给出了部分行业、地方、企业的标准代号，表 0-4 给出了一些国际和国外的标准代号。

表 0-3 行业、地方、企业的标准代号

项目	建工行业	黑色冶金行业	石化行业	交通行业	建材行业	铁路行业	石油行业	化工行业	水电行业	冶金行业	地方	企业
标准代号	JG	YB	SH	JT	JC	TB	SY	HG	SD	YJ	DB	QB

表 0-4 国际和国外的标准代号

英文缩写	英文名称	中文名称
ISO	International Standardization Organization	国际标准化组织的标准
ASTM	American Society for Testing and Materials	美国材料与试验学会标准
JIS	Japanese Industrial Standards	日本工业标准
BS	British Standards	英国（工业）标准
DIN	Deutsch Industrial Norman	德国工业标准
EN	CEN/CENELEC	共同的欧洲标准化组织

标准的表示方法如下：标准代号 + 标准发布顺序号 + 发布年代 + 名称。例如，《建筑用安全玻璃》（GB 15763—2009）表示方法：中国国家标准 GB，标准发布号为 15763，2009 年发布，名称是建筑用安全玻璃。

# 0.7

## 本课程的学习目的与学习方法

本课程是室内装饰类专业的重要专业基础课，其学习目的是为建筑装饰设计、建筑装饰施工管理、建筑装饰工程造价等专业相关的专业课程教学提供必需的专业基础知识，

为装饰设计、装饰施工、装饰工程造价的学习提供基础知识。

学生要经常到装饰材料市场和装饰工程施工现场参观学习，认识和了解装饰材料的性能、应用及材料的发展状况，为掌握建筑装饰各分部工程装饰材料的选用及施工工艺打下基础。

## 思考与练习题

1. 建筑装饰材料的地位和功能有哪些？
2. 建筑装饰材料有哪些分类？
3. 建筑装饰材料的选用原则是什么？
4. 我国对建筑装饰材料的技术标准如何分类？

# 模块 1

## 建筑装饰材料的基本性质

### 学习目标

- 掌握建筑装饰材料与质量、水、热量等有关的物理性质。
- 掌握建筑装饰材料的力学性质。
- 掌握建筑装饰材料的耐久性能。
- 能够对建筑装饰材料的基本性质进行判别。

建筑装饰材料是建筑材料的一个重要分支，建筑材料的基本性质也是建筑装饰材料的基本性质。材料的基本性质包括物理性质、力学性质及耐久性。建筑装饰材料在使用过程中，会受到自重和一定外力的影响，同时还会受到周围各种介质（如水、蒸气、腐蚀性气体等）的作用。因此，建筑装饰材料不仅要具备相应的装饰效果，而且还要有抵抗这些不利因素破坏的能力，并兼有保温、隔热、防水等作用。装饰工程对材料性质的严格要求是多方面的，为了能够在设计与施工中正确选择和合理使用材料，须熟悉和掌握各种材料的基本性质。

# 1.1 建筑装饰材料的物理性质

## 1.1.1 材料与质量有关的性质

### 1. 材料的密度、表观密度与堆积密度

(1) 密度。密度是材料在绝对密实状态下，单位体积的质量。其计算式如下。

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

式中， $\rho$  为材料的密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )； $m$  为材料在干燥状态下的质量 ( $\text{g}$ )； $V$  为材料在绝对密实状态下的体积 ( $\text{cm}^3$ )。

应当注意的是，这里的质量是指材料所含物质的多少，工程上常用重量多少来衡量质量的大小，以避免材料质量与工程质量相混淆，但仍然需要注意，质量与重量不是同一个量。

土木工程中常用材料的密度见表 1-1。材料密度仅由材料的组成和材料的结构决定，与材料所处的环境、材料的干湿和孔隙无关，故密度是材料的特征指标，用于区分不同的材料。

表 1-1 土木工程中常用材料的密度

材料名称	密度 / ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	表观密度 / ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ )	堆积密度 / ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ )
钢材	7.85		
铝合金	2.7		
碎石 (石灰石)	2.6~2.8	2 300~2 700	1 400~1 700
碎石 (花岗石)	2.6~2.9	2 500~2 800	1 450~1 800
砂	2.5~2.8		1 450~1 650
粉煤灰	1.95~2.40		550~800
水泥	2.8~3.1		1 600~1 800
普通混凝土		2 400~2 500	
空心砖	2.6~2.7		1 000~1 400
玻璃	2.44~2.55	2 450~2 500	
红松木	1.55~1.60	400~600	
石油沥青	0.96~1.04		
泡沫塑料		20~50	

(2) 表观密度、容积密度。表观密度(又称为视密度、近似密度)表示材料单位细观外形体积(包括内部封闭孔隙)的质量;容积密度(又称为体积密度、表观毛密度、容重)表示材料单位宏观外形体积(包括内部封闭孔隙和开口孔隙)的质量。表观密度的计算式如下。

$$\rho' = m/V' \quad (1-2)$$

式中,  $\rho'$  为材料的表观密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ );  $m$  为材料在干燥状态下的质量 ( $\text{g}$ );  $V'$  为材料不含开口孔隙的体积 ( $\text{cm}^3$ )。

材料的自然状态有两种情形。一种是材料内部有不少孔隙, 包括开口孔隙和闭口孔隙, 有时也区分这两种孔隙体积对表现密度计算带来的影响, 如表现体积计算时包括材料内部闭口孔隙和开口孔隙体积, 则按式(1-2)计算得到的表现密度称为体积密度; 如表现体积计算时不包括或者忽略开口孔隙的体积, 则按式(1-2)计算得到的表现密度称为视密度, 另一种是材料处在不同的含水状态或环境, 其表现密度大小也不同。由于有表现密度和湿表现密度之分, 因此表现密度值必须注明含水情况, 未注明者常指气干状态(长期在空气中存放的干燥状态)、烘干状态下的表现密度, 称为干表现密度。

(3) 堆积密度。堆积密度是指散粒材料或粉状材料在自然堆积状态下单位体积的质量。其计算式如下。

$$\rho_0 = m/V_0 = m/(V + V_p + V_v) \quad (1-3)$$

式中,  $\rho_0$  为材料的堆积密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );  $V_p$  为颗粒内部孔隙的体积 ( $\text{m}^3$ );  $V_v$  为颗粒间空隙的体积 ( $\text{m}^3$ )。

对于同一种材料, 由于材料内部存在孔隙和空隙, 因此在一般情况下, 密度大于表观密度, 表观密度大于堆积密度。

## 2. 材料的密实度与孔隙率

(1) 密实度。密实度( $D$ )是指材料体积内被固体物质充实的程度,  $D=1-P$ 。其计算式如下。

$$D = V/V_0 \times 100\% = (\rho_0/\rho) \times 100\% \quad (1-4)$$

式中,  $\rho$  为材料的体积密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ );  $V$  为材料内部孔隙的体积 ( $\text{cm}^3$ )。

(2) 孔隙率。孔隙率( $P$ )是指材料内部孔隙体积占其总体积的百分率, 如图 1-1 所示。其计算式如下。

$$P = (V_0 - V)/V_0 = 1 - V/V_0 = (1 - \rho_0/\rho) \times 100\% \quad (1-5)$$

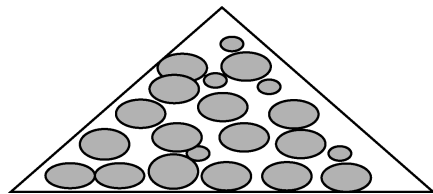


图 1-1 材料孔隙率示意图

材料孔隙率或密实度大小直接反映材料的密实程度。材料的孔隙率越高, 示密实程度越小。

材料的孔隙特征包括孔隙的开口与闭口状态和孔的大小。材料孔隙特征直接影响材料的多种性质。一般情况下，孔隙率大的材料常选作保温隔热材料和吸声材料，同时还要考虑材料孔隙的开口与闭口状态。开口孔与大气相连，空气、水能进出。闭口孔在材料内部，是封闭的，有的孔在材料内部被分割成独立的，有的孔在材料内部又是相互连通的。材料的开口孔隙除对吸声有利外，对材料的强度、抗渗性、抗冻性和耐久性均不利；微小而均匀的闭口孔隙对材料的抗渗、抗冻和耐久性无影响，可降低材料的表现密度和导热系数，使材料具有轻质绝热的性能。可见对于同种材料，当孔隙率相同时，其性质不一定相同。根据孔隙尺寸大小将孔隙分为大孔、中孔（毛细孔）和小孔，其中毛细孔对材料性质影响最大，毛细水的去与留影响材料的干缩与湿胀。

孔隙率的大小反映了散粒材料的颗粒互相填充的致密程度。在配制混凝土、砂浆和沥青混合料时，为了节约水泥和沥青，基本思路是粗集料空隙被细集料填充，细集料空隙被粉填充，粉空隙被胶凝材料（水泥或沥青）填充，以达到节约胶凝材料的目的。

## 1.1.2 材料与水有关的性质

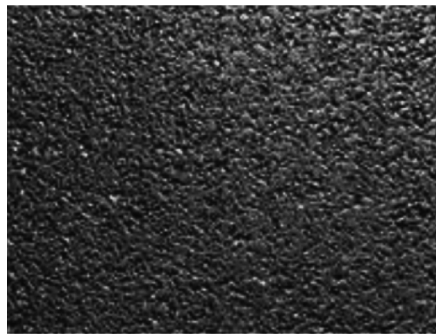
### 1. 亲水性与憎水性

材料与水接触时能被水润湿的性质称为亲水性。材料与水接触时不能被水润湿的性质称为憎水性。材料的亲水性与憎水性可用润湿边角  $\theta$  来说明， $\theta$  越小，表明材料越易被水润湿。当  $\theta \leq 90^\circ$  时，该材料称为亲水性材料；当  $\theta > 90^\circ$  时，该材料称为憎水性材料。

土木工程中的多数材料，如集料、墙体砖与砌块、砂浆和混凝土、木材等属于亲水性材料，表面能被水润湿，水能通过毛细作用进入材料的毛细管内部；多数高分子有机材料，如塑料、沥青、石蜡等属于憎水性材料，表面不易被水润湿，水分难以渗入毛细管中，适宜做防水材料 and 防潮材料，还可用于涂覆于亲水性材料表面，以降低其吸水性。图 1-2 所示为亲水性材料和憎水性材料。



(a) 亲水性材料——渗水砖



(b) 憎水性材料——沥青

图 1-2 亲水性材料和憎水性材料

### 2. 吸水性

材料在水中吸收水分的能力称为吸水性。吸水性的多少常以吸水率 ( $W_{质}$ ) 表示，吸

水率有质量吸水率和体积吸水率，质量吸水率可以用式（1-6）计算。

$$W_{\text{质}} = \frac{m_{\text{吸}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \quad (1-6)$$

一般材料的孔隙率越大，其吸水性越强。材料具有闭口孔隙，水分不易进入；粗大的开口孔隙使水分易渗入孔隙，但材料孔隙表面仅被水湿润，不易吸满水分，微小开口且孔隙（毛细孔）连通的材料具有强的吸水能力。材料吸水会使材料的强度降低，表观密度和导热性增大，体积膨胀，因此，水在材料中会对材料性质产生不利影响。

由于孔隙率和孔隙结构的不同，各种材料的吸水率相差很大，如花岗岩等致密岩石的吸水率仅为0.5%~0.7%，普通混凝土为2%~3%，黏土砖为8%~20%，而加气混凝土、软木轻质材料吸水率常大于100%。

### 3. 吸湿性

材料在潮湿空气中吸收水分的性质称为吸湿性。材料的吸湿性常以含水率（ $W_{\text{含}}$ ）表示。材料的含水率等于含水量占材料绝干质量的百分率。材料的含水率随环境温度和空气湿度的变化而改变。

$$W_{\text{含}} = \frac{m_{\text{含}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \quad (1-7)$$

材料在与空气湿度相平衡时的含水率称为平衡含水率，建筑材料在正常状态下，均处于平衡含水率状态。同时材料的亲水性越大，连通微细孔越多，则吸水率、含水率越大。

### 4. 耐水性

材料长期在饱和水作用下不破坏，而且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  $K_p$  表示。软化系数越小，表示材料的耐水性越差。工程上通常将  $K_p \geq 0.85$  的材料称为耐水性材料。用软化系数  $K_p$  表示耐水性的表达式如下。

$$K_p = f_{\text{av}}/f_{\text{d}} \quad (1-8)$$

式中， $f_{\text{av}}$  为材料吸水饱和状态下的抗压强度（MPa）； $f_{\text{d}}$  为材料在干燥状态下的抗压强度（MPa）。

一般材料浸水后，内部质点的结合力减弱，强度都有不同程度的降低，如花岗石长期浸泡在水中，强度将下降3%，部分土砖和木材吸水后强度降低更大。材料软化系数为0~1，钢铁、玻璃、陶瓷近似于1，石膏、石灰的软化系数较低。

### 5. 抗渗性

材料抵抗压力水渗透的性质称为抗渗性（不透水性）。材料的抗渗性可用渗透系数  $K$  或抗渗等级  $S$  或  $P$  表示。渗透系数越小或抗渗等级越大，表示材料的抗渗性越好。

材料抗渗性好坏与其孔隙率和孔隙特征有关。绝对密实的材料和具有闭口孔隙的材料，或具有极细孔隙的材料，可以认为是不透水的。开口孔隙大的材料的抗渗性最差。此外，亲水性材料的毛细孔由于毛细管作用而有利于水的渗透。

抗渗等级是指在标准试验条件下，规定的试件所能承受的最大水压力，对于混凝土

和砂浆材料，若材料承受 0.4 MPa、0.6 MPa、0.8 MPa、1.0 MPa 的水压力而不渗水，则分别用 P4、P6、P8、P10 来表示其抗渗等级，抗渗等级中的数值为该材料所能承受的最大水压力的 10 倍。

## 6. 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。材料的抗冻性用抗冻等级（D 或 F）表示，即在一定条件下能够经受的冻融循环次数。

抗冻等级是以材料在吸水饱和状态下（最不利状态），经一定次数的冻融循环作用，其强度损失和质量损失均不超过规定值，并无明显损坏和剥落时所能抵抗的最多冻融循环次数来确定，表示符号为 F，如 F25、F50、F100 等，分别表示材料在经受 25、50、100 次的冻融循环后仍可满足使用要求。烧结普通砖、陶瓷面砖、轻混凝土等轻质墙体材料一般要求抗冻等级为 F15 或 F25，用于桥梁和道路的混凝土材料的抗冻等级应为 F50、F100 或 F200，而水工混凝土的抗冻等级要求高达 F500。图 1-3 所示为抗冻混凝土桥梁。



图 1-3 抗冻混凝土桥梁

材料在冻融循环作用下产生破坏主要是材料内部孔隙中的水结冰而引起体积膨胀（约 9%）所致。冰膨胀对材料孔壁产生巨大的压力，当产生的拉应力超过材料的抗拉强度极限时，材料内部产生微裂纹，强度下降，所以材料的抗冻性与材料的强度、孔隙构造、吸水饱和程度及软化系数等有关。当软化系数小于 0.8，孔隙水饱和程度大于 0.80 时，材料的抗冻性较差；材料本身的强度越低，抵抗冻害的能力越差。

抗冻性良好的材料具有较强的抵抗温度变化、干湿交替等风化作用的能力，所以抗冻性常作为考查材料耐久性的一个指标。寒冷地区和寒冷环境的建筑必须选择抗冻性材料。处于温暖地区的建筑物，虽无冻害作用，但为抵抗大气的风化作用，确保建筑物的耐久性，对材料也常提出一定的抗冻性要求。

## 1.1.3 材料与热有关的性质

建筑物墙体、屋顶及门窗等围护结构需要具有保温和隔热作用，以达到降低建筑使用能耗、维持室内温度的目的，这就需要考虑材料的热工性质。土木工程材料常考虑的热工性质有导热性、热容性、比热及温度变形性。



## 1. 导热性

材料传导热量的性质称为导热性。其大小用导热系数表示，导热系数是评价材料导热能力的指标。其物理意义为在单位温差下，单位面积、单位厚度的材料在单位时间内传导的热量。导热性表达式用导热系数  $\lambda$  表示如下。

$$\lambda = \frac{Q_a a}{(T_1 - T_2) A t} \quad (1-9)$$

式中， $\lambda$  为导热系数 [ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ]； $Q_a$  为传递的热量 (J)； $a$  为材料的厚度 (m)； $T_1 - T_2$  为材料两侧的温差 (K)； $A$  为材料传热面的面积 ( $\text{m}^2$ )； $t$  为传热的时间 (s 或 h)。

通常把  $\lambda < 0.23$  的材料称为绝热材料，这类材料在运输、存放、施工及使用过程中，须保持干燥状态。

材料的导热系数越小，其绝热性越好；材料含水，导热系数会明显增大；高温下材料的导热系数比常温下大；顺纤维方向材料的导热系数也会大些。

影响材料导热系数大小的因素有孔隙率与孔隙特征、温度、湿度和热流方向等。因为水的导热系数大，干燥空气的导热系数小，所以材料吸湿受潮后导热系数增大。一般情况下，表观密度小、孔隙率大，尤其是闭口孔隙率大的材料，导热系数小。

## 2. 热容性

热容量是指材料受热时吸收热量和冷却时放出热量的性质，其计算公式为

$$Q = mc (T_1 - T_2) \quad (1-10)$$

式中， $Q$  为材料的热容量 (kJ)； $m$  为材料的质量 (kg)； $c$  为材料的比热 [ $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ]； $T_1 - T_2$  为材料受热或冷却前后的温度差 (K)。

其中，比热的物理意义是指 1 kg 重的材料在温度改变 1 K 时所吸收或放出的热量。比热值的大小能真实反映不同材料的热容量的大小。

材料的导热系数和热容量是建筑物围护结构热工计算时的重要参数，设计时应选择导热系数较小而热容量较大的材料。热容量值对保持室内温度的稳定有很大作用，热容量值大的材料（如木材、木纤维材料等）能在热流变动或采暖、空调不均衡时缓和室内温度的波动。

土木工程中常用材料的导热系数和比热见表 1-2。

表 1-2 土木工程中常用材料的导热系数和比热

材料名称	导热系数 [ $\text{W} \cdot (\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$ ]	比热 [ $\text{kJ} \cdot (\text{kg} \cdot \text{K})^{-1}$ ]
钢材	58	0.48
混凝土	1.51	0.84
普通黏土砖	0.80	0.88
松木（横纹）	0.17~0.35	2.51
花岗石	3.49	0.92
水泥砂浆	0.93	0.84
泡沫塑料	0.035	1.30
静止的空气	0.023	1.00
水	0.58	4.19

### 3. 热阻

热阻是指材料对热穿透的阻碍能力,用 $R$ 表示。材料热阻的大小与其厚度成正比,与其导热系数成反比,即

$$R = \frac{\delta}{\lambda} \quad (1-11)$$

式中, $R$ 为材料的热阻( $\text{K}\cdot\text{m}^2/\text{W}$ ); $\delta$ 为材料的厚度( $\text{m}$ ); $\lambda$ 为材料的导热系数[ $\text{W}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ ]。

材料的热传导性是指具体材料的传热能力,以传热系数 $K$ 表示。材料的传热系数数值大小与材料的热阻总和成反比,即 $K = 1/R$ 。

### 4. 耐急冷急热性

材料的耐急冷急热性又称为材料的热抗震性,是指材料抵抗急冷急热交替作用并保持其原有性质的能力。许多无机非金属材料(瓷砖、玻璃)在急冷急热交替作用下会发生爆裂破坏。

### 5. 耐燃性

材料对火焰和高温度的抵抗能力称为材料的耐燃性。材料的耐燃性按照耐火要求规定,在明火或高温作用下燃烧与否及燃烧的难易程度分为非燃烧材料、难燃烧材料和燃烧材料三大类。

(1) 非燃烧材料。在空气中受到明火或高温作用时,不起火、不碳化、不微烧的材料,称为非燃烧材料,如砖、天然石材、混凝土、砂浆、金属材料等。

(2) 难燃烧材料。在空气中受到明火或高温作用时,难燃烧、难碳化、离开火源后燃烧或微烧立即停止的材料,称为难燃烧材料,如石膏板、水泥石棉板等。

(3) 燃烧材料。在空气中受到明火或高温作用时,立即起火或燃烧,离开火源后继续燃烧或微烧的材料,称为燃烧材料,如胶合板、纤维板、木材、苇箔等。

在装饰工程中,应根据建筑物的耐火等级和材料的使用部位,选用非燃烧材料或难燃烧材料。当采用燃烧材料时,应进行防火处理。图1-4所示为常见的非燃烧、难燃烧和燃烧材料。

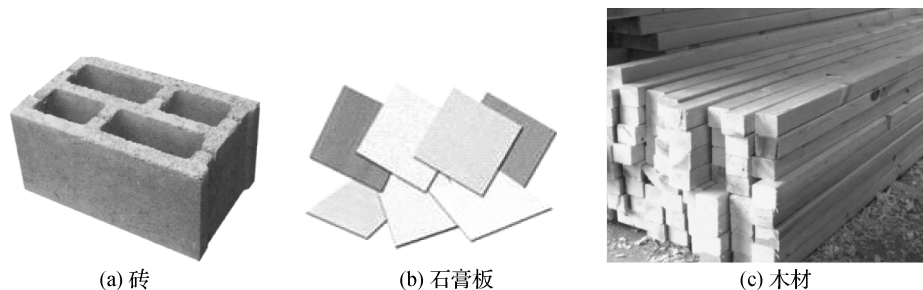


图 1-4 常见的非燃烧、难燃烧和燃烧材料

## 1.1.4 材料与声学、光学有关的性质

### 1. 材料与声学有关的性质

#### 1) 吸声性

材料吸收声音的能力称为材料的吸声性。评定材料吸声性能好坏的主要指标是吸声系数，其计算公式为

$$\delta = \frac{E}{E_0} \quad (1-12)$$

式中， $\delta$  为材料的吸声系数； $E$  为被材料吸收的声能（包括部分穿透材料的声能）； $E_0$  为入射到材料表面的总声能。

当声波触及材料表面时，一部分被反射，另一部分穿透材料，其余的部分则传递给材料，在材料的孔隙中引起空气分子与孔壁的摩擦和黏滞阻力，使相当一部分声能转化为热能而被吸收。材料的吸声系数越大，则其吸声性能越好。

材料的吸声系数与声音的频率和入射方向有关。用不同频率的声波，从不同方向射向同一材料时，其有不同的  $\delta$  值。所以吸声系数采用的是声音从各方向入射的平均值，但是需要指出是对哪个频率的吸收。通常采用的 6 个频率为 125 Hz、250 Hz、500 Hz、1 000 Hz、2 000 Hz 和 4 000 Hz。一般将对上述 6 个频率的平均吸声系数  $\delta > 0.2$  的材料称为吸声材料。

材料的吸声性能与材料的厚度、孔隙的特征、构造形态等有关。材料开放的互相连通的气孔越多，材料的吸声性能越好。最常用的吸声材料大多为多孔材料，但其强度较低。多孔吸声材料易于吸湿，安装时应考虑胀缩的影响。

#### 2) 隔声性

材料隔绝声音的能力称为材料的隔声性能。材料的隔声性用隔声量来表示，计算公式为

$$R=10\left(\lg \frac{E_0}{E_2}\right) \quad (1-13)$$

式中， $R$  为隔声量（dB，分贝）； $E_0$  为入射到材料表面的总声能； $E_2$  为透过材料的声能。

隔声可分为隔绝空气声（通过空气传播的声音）和隔绝固体声（通过撞击或振动传播的声音）。

对于空气声，根据声学中的“质量定律”，其传声的大小主要取决于墙或板的单位面积质量，其质量越大，越不易被振动，则隔声效果越好。可以认为，隔声量越大，材料的隔声性能越好。隔绝空气声主要通过反射，因此必须选择密实、沉重的材料（如黏土砖、钢筋混凝土、钢板等）作为隔声材料。

对于固体声，是由于振源撞击固体材料，引起固体材料受迫振动而发声，并向四周辐射声能。固体声在传播过程中，声能的衰减极少。隔绝固体声主要通过吸收，这和吸声材料是一致的。隔绝固体声最有效的措施是在墙壁和承重梁之间、房屋的框架和墙壁及楼板

之间加弹性衬垫，这些衬垫材料大多可采用上述的吸声材料，如毛毡、软木等，如图 1-5 所示；在楼板上可加地毯、木地板等。

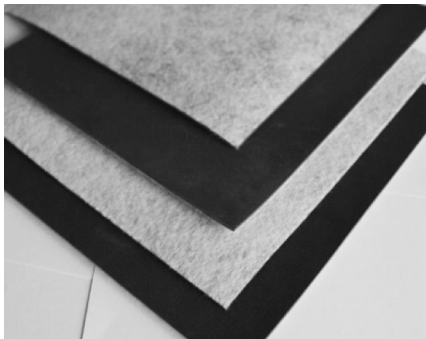


图 1-5 环保隔音毡

## 2. 材料与光学有关的性质

(1) 颜色。材料的颜色是由其自身的光谱特性、投射于材料表面的光线光谱特性和观看者眼睛的光谱特性决定的。材料的颜色可分为红、蓝、黄、绿、白、紫、黑 7 种。颜色是构成材料装饰性的重要因素，它决定了建筑装饰的基本格调，对确定环境气氛，塑造装饰艺术效果，具有极为重要的作用。

(2) 透光性。光线投射于材料表面后，一部分被反射，一部分被透射，其余部分被吸收。材料允许光线透过的性质称为材料的透光性，可用透光率表示，即透过材料的光线的强度与入射光的强度之比。透光性好的材料，其透光率高达 90% 以上；而不透光材料，透光率则为零。此外，透光率较小的材料称为半透明材料。

(3) 透视性。当材料中有光线透过时，若不改变光线的方向（即光线可平行透过），则这种材料不仅可以透过光线，而且可以透过影像，这种光学性质称为透视现象，也称为透明。若将透明的平板玻璃压花，则可将透明材料变成不透明材料。

(4) 滤色性。对透光性材料，当光线透过时，材料能选择性地吸收一定波长的入射光，使透过的光线变成特定的颜色，这种性质称为材料的滤色性。建筑装饰材料在使用过程中，透过的白光常被滤掉某种颜色，而呈现出特定颜色的光。

(5) 光泽性。光线投射于材料表面后，若反射光线相互平行，则材料的表面会出现光泽现象。不同的材料表面组织结构不同，其反射光线的波长和角度也不相同，故金属和玻璃、陶瓷、大理石、塑料、油漆、木材、丝绸等非金属的光泽各不相同。

(6) 光污染。在建筑环境中，若采用的光源不当，或使用透光、反光材料不当，会产生眩光，即光线直射行人、住户、驾驶人员的眼睛，引起人员的不安、不适或受伤害；或由于反光，使光线聚焦，导致局部空间产生强光、高热等现象，这种现象称为光污染。为防止光污染，选用光源、反射性的外墙装饰板，或设计外墙玻璃曲面积率时，都应符合有关建筑规范的规定和要求。

# 1.2 建筑装饰材料的力学性质

## 1.2.1 材料的强度

材料抵抗外力（荷载）作用破坏的能力称为材料的强度。根据外力作用方式的不同，材料强度有抗拉强度、抗压强度、抗弯（抗折）强度、抗剪强度等。

材料的强度与其组成成分、结构构造有关。如砖、石、混凝土等材料的抗压强度较高，抗拉及抗弯强度很低；钢材的抗拉、抗压强度都很高。

材料的强度计算式如下。

$$f = \frac{F}{A} \quad (1-14)$$

式中， $f$ 为材料的强度（ $\text{N}/\text{mm}^2$ ）， $F$ 为作用在材料表面上的力（ $\text{N}$ ）； $A$ 为材料的表面积（ $\text{mm}^2$ ）。

比强度是按单位体积的质量计算的材料强度，其值等于材料强度与其表观密度之比。

$$\text{比强度} = \frac{f}{\rho_0} \quad (1-15)$$

比强度是评价材料是否轻质高强的重要指标。选用比强度大的材料对增加建筑高度、减轻结构自重、降低工程造价等具有重大意义。

## 1.2.2 材料的弹性与塑性

### 1. 材料的弹性

材料在外力作用下产生变形，当取消外力后，能完全恢复原来形状的性质，称为弹性。这种完全能恢复的变形称为弹性变形。

### 2. 材料的塑性

材料在外力作用下产生变形，当取消外力后，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。这种不能恢复的永久变形称为塑性变形。

### 1.2.3 材料的脆性与韧性

#### 1. 材料的脆性

材料受外力被破坏时，无明显的塑性变形而突然破坏的性质，称为材料的脆性。在常温、静荷载下只有脆性的材料称为脆性材料，如砖、石、混凝土、砂浆、陶瓷、玻璃等。脆性材料的特点是塑性变形很小，抗压强度高，抗拉强度低，抵抗冲击、振动荷载的能力差。

#### 2. 材料的韧性

材料在冲击或震动荷载的作用下，能吸收较大的能量，并产生一定变形而不发生破坏的性质，称为材料的韧性，又称为冲击韧性。如建筑钢材、木材、橡胶沥青混凝土等都属于韧性材料。图 1-6 所示为常见的脆性材料和韧性材料。

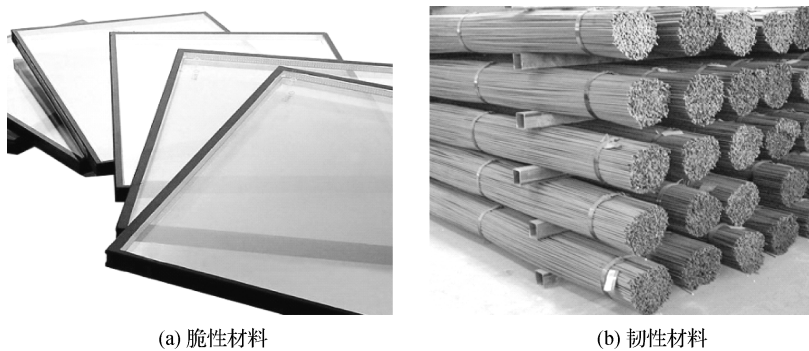


图 1-6 常见的脆性材料和韧性材料

### 1.2.4 材料的硬度与耐磨性

#### 1. 材料的硬度

材料表面抵抗较硬物体压入或刻画的能力称为材料的硬度。钢材、木材和混凝土等材料的硬度常采用压入法测定，如布氏硬度（HB）是以单位面积压痕上所受到的压力来表示的。天然矿物的硬度常采用刻画法测定，矿物硬度分为 10 级，其硬度按递增的排列顺序为滑石、石膏、方解石、萤石、磷灰石、正长石、石英、黄玉、刚玉、金刚石。材料的硬度越大，其耐磨性越好，加工越困难。工程中有时用硬度来间接推算材料的强度。

#### 2. 材料的耐磨性

材料表面抵抗磨损的能力称为材料的耐磨性。材料的耐磨性用磨损率来表示，其计算公式为

$$N = \frac{m_1 - m_2}{A} \quad (1-16)$$

式中， $N$  为材料的磨损率（ $\text{g}/\text{cm}^2$ ）； $m_1$  为材料磨损前的质量（ $\text{g}$ ）； $m_2$  为材料磨损后的质量（ $\text{g}$ ）； $A$  为试件受磨面积（ $\text{cm}^2$ ）。

# 1.3 建筑装饰材料的耐久性

## 1.3.1 耐久性的概念

材料在长期使用过程中，抵抗周围各种介质的侵蚀而不被破坏的性质，称为材料的耐久性。材料的耐久性是一项综合性能，包括抗渗性、抗冻性、耐腐蚀性、抗老化性、耐磨性、耐光性等。

## 1.3.2 影响材料耐久性的因素

影响建筑装饰材料耐久性的因素分为内部因素和外部因素，内部因素是影响材料耐久性的根本原因。内部因素包括材料的组成、结构与性质等。外部因素是影响耐久性的主要因素。

材料在使用过程中，除受到各种外力的作用外，还长期受到周围环境和各种自然因素的破坏作用。这些破坏作用一般可分为物理作用、化学作用和生物作用等。

物理作用包括干湿交替、冻融循环、光、电、热、温度差、湿度差等，这些都将引起材料的膨胀、收缩或产生内应力，长期的反复循环使材料的结构逐渐被破坏。化学作用包括各种酸、碱、盐及其水溶液，以及各种腐蚀性气体对材料产生的破坏作用，如钢筋的锈蚀、混凝土的化学侵蚀等。生物作用是指昆虫、菌类等对材料所产生的蛀咬、腐朽等破坏作用，如木材及植物纤维的腐烂等。

在实际工程中，材料受到的破坏往往是两种以上因素共同作用的结果。砖、石料、混凝土等材料主要受物理作用而破坏，同时也可能受到化学作用而破坏。金属材料主要受化学作用而锈蚀。沥青材料、高分子材料在阳光、大气及辐射的作用下会逐渐老化而使变脆或开裂。

对材料耐久性最可靠的判断是在使用条件下对材料进行长期观察，但这需要很长时间。通常是根据材料的使用条件与要求在实验室进行快速试验，并据此对材料的耐久性做出判断。

## 思考与练习题

1. 建筑装饰材料的基本性质体现在哪些方面？这些性质都与哪些因素有关？
2. 简述材料的密度、表观密度和堆积密度的具体意义。
3. 建筑装饰材料的主要声学性质是什么？
4. 材料的力学性质体现在哪些方面？
5. 影响建筑装饰材料耐久性的因素有哪些？
6. 什么是声学中的“质量定律”？