

主编
张战营

建筑 材料



华东理工大学出版社

建 筑 材 料

主 编 张战营

副主编 杨刚宾
张明海
王信宗

华东理工大学出版社

前 言

《建筑材料》是培养土木建筑工程技术人才专业教学计划中设置的一门专业技术基础课。随着我国的对外开放,空前繁荣的建筑业已成为国民经济发展的支柱产业,建筑业的发展,有力地推动了建筑材料工业的发展和技术进步。建筑材料已由昔日的秦砖汉瓦向多品种、多功能、节能降耗、保护生态环境方向发展;不少标准和规范已进行了更新。为此,编写一本能反映当前建筑材料发展水平的教材已经显得非常重要。

1996年我校通过国家教委组织的示范性专科学校的遴选评价工作,工程专科专业的教学改革从教学模式、教学体系到课程设置、课程建设等也已全面展开。为了适应课程建设的要求,在学校组织领导下编写此教材,以满足建筑工程类专业教学改革的需要。

为保持教材的系统性和适应性,编写时力求缩小教材内容与建筑工程实践之间的距离,注意引用现行国标、部标和最新规范。书中内容遵循重点详述、一般从简的原则,着重叙述了常用的各种主要建筑材料,如胶凝材料、混凝土和砂浆、石材、钢材和装饰材料等的基本性质、技术性能、质量标准、检验方法、合理使用和正确保管等知识内容。由于新型建筑材料的品种、规格发展很快,为此本书对新型建筑材料进行了介绍,便于学生了解建筑材料的发展趋势,以开阔思路。

本书适用于房屋建筑工程专业、工程造价管理专业、城镇建设专业等专科学学生。也可作为土木建筑类的其他专业教学和参考用书。建筑经济管理专业学习时,可不必安排实验。

本书由张战营主编,杨刚宾、张明海和王信宗(偃师市水泥厂)副主编。各章编写分工为:张战营编写第一章、第七章和第九章;张战营和曹钦存编写第二章;李香玲编写第三章;康怀云编写第四章;孙犁编写第五章;杨刚宾编写第六章、第十章;王信宗编写第十章和第十一章的试验一、试验二;张明海编写第十一章的试验三~试验九。全书由孙承绪教授主审。

由于时间仓促及编写人员编著能力和学识水平所限,书中可能存在不足和失误,恳望读者指正。

编 者

1998年1月

目 录

第一章 绪论

第一节 建筑材料的定义与分类	1
第二节 建筑材料在建筑工程中的作用和地位	2
第三节 建筑材料的发展	2
第四节 建筑材料的标准化	3
第五节 本课程的学习目的与方法	4
习题一	4

第二章 建筑材料的基本性质

第一节 建筑材料的物理性质	5
第二节 建筑材料的力学性质	10
第三节 建筑材料的耐久性	12
第四节 建筑材料的组成与结构	12
习题二	14

第三章 胶凝材料

第一节 气硬性胶凝材料	15
第二节 水硬性胶凝材料	21
第三节 胶粘剂	29
习题三	36

第四章 混凝土及砂浆

第一节 混凝土概述	38
第二节 混凝土的组成材料	39
第三节 混凝土的主要技术性质	45
第四节 混凝土外加剂	54
第五节 混凝土配合比设计	55
第六节 其他品种混凝土	58
第七节 建筑砂浆	61
习题四	63

第五章 金属材料

第一节 钢材的化学成分及分类	65
第二节 钢材的主要技术性质	67

第三节	钢材冷加工与时效对其性能的影响	72
第四节	建筑钢材的技术标准与选用	73
第五节	建筑钢材的腐蚀与防护	80
第六节	建筑装饰用钢材制品	81
第七节	铝和铝合金	82
第八节	建筑装饰用铝合金制品	86
	习题五	89

第六章 建筑石材与木材

第一节	建筑石材	90
第二节	建筑木材	102
	习题六	108

第七章 墙体材料和屋面材料

第一节	墙体材料	109
第二节	屋面材料	119
	习题七	121

第八章 防水材料

第一节	沥青防水材料	122
第二节	防水卷材	124
第三节	防水涂料	128
第四节	建筑密封材料	130
	习题八	132

第九章 建筑装饰材料

第一节	建筑装饰材料的基本要求及选用	133
第二节	建筑陶瓷	135
第三节	建筑玻璃	143
第四节	建筑塑料	152
第五节	建筑装饰涂料	160
第六节	石膏装饰材料	166
	习题九	169

第十章 绝热材料和吸声隔声材料

第一节	绝热材料	171
第二节	吸声隔声材料	175
	习题十	178

第十一章 建筑材料试验

试验一	建筑材料的基本性质试验·····	179
试验二	水泥性质试验·····	183
试验三	混凝土用骨料试验·····	192
试验四	普通混凝土试验·····	203
试验五	建筑砂浆试验·····	210
试验六	钢材试验·····	215
试验七	木材物理力学试验·····	219
试验八	烧结普通粘土砖试验·····	225
试验九	沥青材料试验·····	228
参考文献	·····	232

第一章 绪 论

第一节 建筑材料的定义与分类

建筑材料广义地讲是指建造建筑物和构筑物的所有材料,包括原材料、半成品、成品的总称;狭义地讲是指直接构成建筑物和构筑物实体的材料,即用于地基、地面、墙体、屋顶等的各个部位的各种材料。

作为建筑材料应同时满足两个基本要求:既满足建筑物和构筑物本身的某些技术性能要求,保证其正常使用,又能在使用中抵御周围环境的影响和有害介质的侵蚀,保证建筑物和构筑物的经久耐用。

建筑材料的种类繁多,组成各异,用途不一,可按多种方法进行分类。

(1) 按建筑材料的来源可分为:天然材料和人造材料。

(2) 按建筑材料的使用部位可分为:承重材料、屋面材料、墙体材料和地面材料等。

(3) 根据建筑材料在建筑物中的用途可分为:结构材料、装饰材料、防水材料、保温绝热材料等。

建筑结构材料是指构成建筑物受力构件和结构所用的材料。如梁、板、柱、基础、框架和其他受力构件、结构等所用的材料都属于这一类。对这类材料主要技术性能要求是强度和耐久性。目前所用的主要结构材料有砖、水泥混凝土、钢材和其他复合材料,如钢筋混凝土和预应力钢筋混凝土。

墙体在建筑物中占有很大比例。墙体分为承重墙和非承重墙两类。墙体材料主要为实心砖、空心砖、混凝土及加气混凝土等建筑砌块,混凝土墙板、石膏板、金属板材和复合墙板等。

建筑装饰材料主要赋予建筑物以形体、质感、图案、色彩、功能等,在一般建筑物中,装饰材料的费用占其总建筑材料成本的50%左右。在豪华建筑物中,装饰材料的费用占到70%以上。装饰材料主要包括外墙装饰材料、内墙装饰材料、地面装饰材料、吊顶装饰材料和室内装饰用品及配套设备。

建筑防水材料主要用于屋面防水和地面防潮,常用的材料为沥青制品和建筑防水涂料。

绝热隔热材料主要用于保温和隔热。常用的材料为多孔、轻质的建筑材料。这种材料具有吸声和隔声作用。

(4) 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。各大类中又可以进行更详细的分类,见表1-1。

一般说来,建筑物的可靠度与安全度主要取决于由建筑结构材料组成的构件和结构体系,而建筑物的使用功能与建筑质量水平主要决定于建筑功能材料。因此本书各章分别介绍上述各种材料的品种、性能、使用和维护等知识。但对于某一具体材料来说,可能兼有多种功能。为了方便教学,本书将按照材料特性和功能编写。如混凝土和砂浆、天然石材、金属材料 and 木材等是按照材料特性编写;胶凝材料、墙体和屋面材料、防水材料、装饰材料及绝热吸声材料等则是按照材料的功能编写的。建筑材料实验是本课程的一个重要组成部分,它不仅是课堂理论教学不可缺少的实践性教学环节,而且也是与生产密切联系的一门科学技术。教材中编写了9个实验内容,供教学选用。

表 1-1 建筑材料分类

建 筑 材 料	无机材料	金属材料	钢、铁、铝、铜、各类合金等
		非金属材料	石灰、水泥、石材、混凝土、玻璃、陶瓷、砖、瓦
	有机材料	植物材料	木材、竹材、芦苇等
		沥青材料	石油沥青、煤沥青
		合成高分子材料	塑料、合成橡胶
	复合材料	金属-非金属	非金属-金属
		无机-有机	有机-无机

第二节 建筑材料在建筑工程中的作用和地位

建筑业是我国国民经济的支柱产业,建筑材料是建筑生产活动的物质基础,与建筑设计、建筑结构、建筑施工和建筑经济一样,是建筑工程学科的重要组成部分。没有建筑材料,就没有古代文明;没有建筑材料的发展,就没有现代文明的出现。

建筑工程中许多技术问题的突破和创新,常依赖于建筑材料的解决,新的建筑材料的出现,又将促进结构设计及施工技术的革新。西方的工业革命,改变了建筑材料几千年来沿用砖、瓦、木、石、土的限制,广泛使用水泥和钢材,出现了钢筋混凝土结构;随着轻质高强材料的问世,又推动了现代建筑和高层建筑的发展。而建筑技术的发展,总是不断地对建筑材料提出更新的要求,一些具有特殊功能的材料应运而生。由此可见,建筑材料生产及其科学技术的发展,不仅对建筑业的发展有重要作用,还会影响到地区和国家经济建设的速度。

在建筑生产活动中,建筑材料不但使用量大、面广、规格多,且经济性很强,直接影响工程项目的造价。为了降低成本,节省投资,首先要考虑的是节约、合理地使用和选择建筑材料。据统计,一般建筑的总造价中材料费用占60%左右。从事建筑工程的技术人员和专家都必须了解和懂得建筑材料。因为,只有这样才能使建筑物和构筑物中所选用的材料都能最大限度地发挥其效能,并合理地、经济地满足建筑功能上的各种要求。

第三节 建筑材料的发展

我国建筑材料的应用和生产,有着悠久的历史 and 重大成就,有着认识、生产和使用建筑材料的光辉范例。“秦砖汉瓦”、万里长城、山西五台山佛光寺木结构大殿和四川都江堰水利

工程等,都反映了劳动人民的聪明与才智,也有力地说明在古代建筑构造中用材处理方面的高超技巧。但是在“鸦片战争”之后,沦为半封建半殖民地社会的旧中国,生产力发展缓慢,建筑材料的生产和科研一直处于落后状态。

中华人民共和国成立之后,随着经济建设的发展已经建立了初具规模的建筑材料工业体系,为我国经济建设和改善人民生活居住条件提供了最基本的物质条件。在建筑材料产品中,我国水泥、墙体材料、陶瓷、玻璃等产品的总产量已处于世界第一位。其他建筑材料如轻质板材、装饰材料、防水材料、绝热吸声材料等新型材料,其品种和规格、数量和质量都有了较大的发展和提高。同时,不断实现的测试手段现代化,材料标准化和技术标准、规范的不完善和健全,使建筑材料工业呈现蒸蒸日上的景象。应该看到:我国建材的总体水平与世界先进水平相比,还有不同程度的差距,与经济发展的要求也还存在着供需矛盾。表现在生产工艺、技术及装备水平上还不够先进,直接影响产品质量和品种配套能力。建材生产人均产量还很低。

为了适应建筑工业化、现代化,提高质量、降低工程造价的要求,建筑材料正趋向轻质、高强、多功能方向发展。今后的发展方向为:

- (1) 研制和生产高强度的建筑材料,以减小承重结构构件的截面,降低结构的自重;
- (2) 发展轻质材料,以减轻建筑物自重,降低材料运输费用和工人的劳动强度;
- (3) 发展高效无机保温、隔热、吸声材料,以改善建筑物围护结构的质量;
- (4) 生产适应于机械化施工的材料和制品,以促进施工机械化程度的提高,加快施工速度;
- (5) 开发和生产“绿色建筑材料”,即生产对人类环境无害的材料,或利用工农业废料生产建筑材料,注意综合利用的开发,节约能源,改善环境,以有利于建筑材料工业的可持续发展。

第四节 建筑材料的标准化

产品标准化是现代工业发展的产物,是组织现代化大生产的重要手段,也是科学管理的重要组成部分。

目前我国绝大多数的建筑材料都制订有产品的技术标准,这些标准一般包括:产品规格、分类、技术要求、检验方法、验收规则、标志、运输和贮存等方面的内容。

建筑材料的技术标准,是产品质量的技术依据。对于生产企业,必须按照标准生产合格的产品,同时它可促进改善管理,提高生产率,实现合理化生产。对于使用部门,则应当按标准选用材料,可使设计和施工标准化,从而可加速施工进度,降低建筑造价。技术标准又是供需双方对产品质量验收的依据,是保证工程质量的先决条件。

我国目前技术标准分为三级:国家标准、部标准和企业标准。国家标准是由国家标准局发布的全国性的指导技术文件,其代号为GB;部标准也是全国性的技术指导文件,但它由主管生产部或总局发布,其代号按部名而定,如建材标准的代号为JC,建工标准的代号为JG;企业标准则适应于本企业,企业标准代号为QB,凡没有制定国家标准、部标准的产品,均应制定企业标准。随着我国的改革开放,还会涉及到国际和外国标准,其中主要的有:国际标准,代号为ISO;美国材料试验学会标准,代号为ASTM;日本工业标准,代号为JIS;德国工业标准,代号为DIN;英国标准,代号为BS;法国标准,代号为NF等。熟悉有关的技术标准,并了解制定标准的

科学依据,也是十分必要的。

标准的表示方法,系由标准名称、部门代号、编号和批准年份等组成,例如:国家标准《烧结普通砖》GB5101—93。标准的部门代号为GB,编号为5101,批准年份为1993年。

第五节 本课程的学习目的与方法

建筑材料是一门实用性很强的专业基础课。它是以数学、力学、物理和化学等课程为基础,并为学习建筑、结构、施工等后续专业课程提供建材的基本知识。同时,它还为今后从事工程实践和科学研究打下必要的基础。

通过本课程的学习,主要掌握有关建筑材料的技术性质、基本知识和必要的基本理论。学习的重点应是掌握材料的建筑性质和合理选用材料。要达到这一目的,就必须了解每一种建筑材料的特性,而且对不同类属、不同品种建筑材料的特性进行比较,以便掌握其特点,做到正确合理选用材料。同时,还应知道建筑材料之所以具有某种建筑性质的基本原理以及影响建筑性质变化的外界条件,以便正确使用和维护所用的材料。此外还应掌握建筑材料的运输和贮存等注意事项。

实验课是本课程的重要教学环节。通过实验,一方面要学会各种常用建筑材料的常规检验方法,能对建筑材料进行合格性的判断和验收;另一方面是提高实践技能,能对实验数据、实验结果进行正确的分析和判别,培养学生认真细致的研究能力和严谨求实的科学态度。

习题一

1. 为什么建筑材料的研究在现代建筑事业中具有重大意义?
2. 建筑材料分为哪几类? 每类包括些什么内容?
3. 对于传统建筑材料与新品种材料的使用应采取什么态度?
4. 简述建筑材料的发展趋势。
5. 简述绿色建筑材料与建筑材料工业可持续发展的关系。

第二章 建筑材料的基本性质

建筑物是由多种建筑材料而构成。因建筑材料所处的部位不同,所起的作用也各不相同,所以要求材料具有各种相应的性质。如用于受力结构的材料,要承受各种外力的作用,而所用的材料要具有相应的力学性质;根据某些建筑功能的需要,要求材料具有相应的防水、绝热、吸声、防火、装饰以及耐热、耐腐蚀等性质;由于建筑物在长期的使用过程中,受到风吹、日晒、雨淋、冰冻等所引起的温度变化、干湿交替、冻融循环等作用,这就要求材料必须具有一定的耐久性能。因此,建筑材料的应用与其性质是紧密相关的。

为了使建筑物安全、经济、美观、经久耐用,工程技术人员必须了解和掌握建筑材料的基本性质及与之相关的组成、结构等方面的基本知识,这样才能更加合理地选择和应用建筑材料。

第一节 建筑材料的物理性质

一、材料的密度、表观密度和堆积密度

1. 密度

密度是材料在绝对密实状态下,单位体积的质量。用式(2-1)计算:

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

式中: ρ ——材料的密度, g/m^3 ;

m ——材料的质量, g ;

V ——材料在绝对密实状态下的体积, m^3 。

所谓绝对密实状态下的体积是指不含有任何孔隙的体积。建筑材料中除了钢材、玻璃等少数材料外,绝大多数含有一定的孔隙,如砖、石等材料。含有孔隙的材料,测定其密度时,应先把材料磨成细粉,经干燥至恒重后,用李氏瓶测定其体积,然后按式(2-1)计算其密度值。材料磨得越细,测得的数值就越准确。

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。用式(2-2)计算:

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

式中: ρ_0 ——表观密度, g/m^3 ;

m ——材料的质量, g ;

V_0 ——材料在自然状态下的体积, m^3 。

材料在自然状态下的体积包含了材料内部孔隙的体积。当材料含有水分时,它的质量和体积都会发生变化。一般测定表观密度时,以干燥状态为准。在含水状态下测定表观密度,须注明含水情况。试验室测定通常为烘干至恒重状态下的表观密度。质地密实坚硬的散粒状材料,如砂、石等测定的表观密度,可在工程使用中(如混凝土配合比设计计算),以表观密度近似代替其密度。

3. 堆积密度

堆积密度是指粉状或散粒状材料在堆积状态下,单位体积的质量。用式(2-3)计算:

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

式中: ρ'_0 ——堆积密度, g/m^3 ;

m ——材料的质量, g ;

V'_0 ——材料的堆积体积, m^3 。

材料的质量是指自然堆积在一定容器内的质量,其堆积体积是指所用容器的容积。容器的容积视材料的种类和规格而定。材料的堆积体积既包含了内部孔隙也包含了颗粒之间的空隙。

二、材料的孔隙率和空隙率

孔隙率是指材料体积内,孔隙体积所占的比例。用式(2-4)计算:

$$P = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\% \quad (2-4)$$

式中: P ——材料的孔隙率, %。

与孔隙率相对应的是密实度,即材料体积内被固体物质充实的程度。可用式(2-5)计算:

$$D = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\% \quad (2-5)$$

式中: D ——密实度, %。

孔隙率或密实度反映了材料的致密程度。材料内部的孔隙分为连通孔和封闭孔,连通孔不仅彼此贯通还与外界相通,而封闭孔不仅彼此不连通,而且与外界相隔绝。孔隙按尺寸的大小又可分为极细微孔隙、细小孔隙和较粗大孔隙。孔隙的大小、分布数量及构造对材料的性质有很大的影响。

空隙率是指散粒状材料在某堆积体积中,颗粒之间的空隙体积所占的比例。用式(2-6)计算:

$$P' = \frac{V'_0 - V}{V'_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_0}{P}\right) \times 100\% \quad (2-6)$$

式中: P' ——空隙率, %。

与空隙率相对应的是填充率,即材料在某堆积体积中被颗粒填充的程度。可用式(2-7)计算:

$$D' = \frac{V_0}{V_0'} \times 100\% = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\% = 1 - P' \quad (2-7)$$

式中: D' ——填充率,%。

三、材料的亲水性和憎水性

材料在空气中与水接触时能被水润湿的性质称为亲水性。具有这种性质的材料称为亲水性材料,如砖、混凝土、木材等。由于这类材料的分子与水分子间的吸引力大于水分子之间的内聚力,因此能被水所润湿,且能通过毛细管作用将水分吸入毛细管内部。

材料在空气中与水接触时不能被水润湿的性质称为疏水性或憎水性。具有这种性质的材料称为憎水材料,如沥青、石蜡等。憎水材料一般能阻止水分渗入毛细管中,因而能降低材料的吸水性。憎水材料不仅可做防水材料,而且还可用于亲水材料的表面处理,以降低其吸水性。

四、材料的吸水性和吸湿性

材料在浸水状态下吸收水分的能力,称为吸水性,吸水性的多少,用吸水率来表示,吸水率是指材料浸水后在规定时间内吸入水的质量占材料干燥质量或材料体积的百分数。吸水率有质量吸水率和体积吸水率之分。用式(2-8a)及(2-8b)计算:

$$\text{质量吸水率 } W_w = \frac{m_1 - m}{m} \times 100\% \quad (2-8a)$$

$$\text{体积吸水率 } W_v = \frac{m_1 - m}{V_0} \times 100\% \quad (2-8b)$$

式中: $W_w(W_v)$ ——材料的质量吸水率(体积吸水率),%;

m ——材料在干燥状态下的质量,g;

m_1 ——材料在吸水饱和状态下的质量,g;

V_0 ——材料在自然状态下的体积, cm^3 。

材料的吸水率与孔隙有很大关系,若材料具有微细而连通的孔隙,则有较大吸水率;若是具有封闭孔隙,水分难以渗入,则吸水率较小;若是较粗大的孔隙,水分虽容易渗入,但不易在孔内保留,仅起到润湿孔壁的作用,吸水率也较小。所以,不同的材料或同种材料不同的内部构造,其吸水率会有很大的差别。

吸湿性是指材料吸收空气中水分的能力,以含水率表示,用式(2-9)计算:

$$W_w = \frac{m_h - m_d}{m_d} \times 100\% \quad (2-9)$$

式中: W ——材料的含水率,%。hd;

m_d ——材料干燥时的质量,g;

m_h ——材料在含水状态下质量,g。

空气湿度发生变化时,含水率也会随之发生变化。与空气湿度达到平衡时的含水率,称平衡含水率。通常材料大量吸湿后,会造成材料重量增加、体积变化、强度降低,对于绝热材料来说,还会显著降低其绝热性能。

五、材料的耐水性、抗渗性和抗冻性

1. 耐水性

材料长期在饱和水的作用下,不产生破坏,而且强度也不显著降低的性质,称为耐水性。耐水性用软化系数表示:

$$K = \frac{R_1}{R_2} \quad (2-10)$$

式中: K ——材料的软化系数;

R_1 ——材料在吸水饱和状态下的抗压强度, MPa;

R_2 ——材料在干燥状态下的抗压强度, MPa。

软化系数的大小表明材料浸水后强度降低的程度,一般波动在0~1之间。软化系数越小,说明材料吸水饱和后的强度降低越多,其耐水性越差。一般材料吸水后,材料内部的结合力都要削弱,造成强度不同程度的降低,即使是致密的花岗岩,强度也会降低3%左右。对于经常位于水中或受潮严重的重要结构物的材料,其软化系数不得小于0.85;受潮较轻或次要结构物的材料,其软化系数不宜小于0.70。通常将软化系数大于0.85的材料,看作是耐水材料。

2. 抗渗性

在压力水的作用下,材料抵抗水渗透的性能,称为材料的抗渗性。材料的抗渗性可用渗透系数表示:

$$K = \frac{Q\delta}{ATH} \quad (2-11)$$

式中: K ——渗透系数, ml/(cm²·s)或cm/s;

Q ——渗水量, ml;

A ——渗水面积, cm²;

δ ——试件厚度, cm;

H ——静水压头, cm;

T ——渗水时间, s。

渗透系数越小,表明材料的抗渗性越好。各种防水材料及受压力水作用部位的材料,都要具有一定的抗渗性。

3. 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,强度又不显著降低的性质。以试件能经受的冻融循环次数表示材料的抗冻性。

当材料内部孔隙充满水,且水温降至负温时,水分会结冰而产生体积膨胀(约增大9%),对孔壁产生很大的压力(可达100MPa),造成孔壁开裂。反复的冻融又造成材料内外层产生明显的应力差和温度差,对材料产生不同程度的破坏。

材料的抗渗性和孔隙率、孔隙大小及特征等有很大关系。孔隙率小及具有封闭孔的材料具有较高的抗渗和抗冻性;细微而连通的孔隙则对抗渗性和抗冻性不利。若孔隙吸水后还有一定的空间,则可缓解冰冻的破坏作用。

六、材料的导热性和热容量

1. 材料的导热性

材料传导热量的性质称为导热性。当材料两侧面存在温度梯度时,热量会从材料的一面传到另一面。材料的导热性可用导热系数来表示。导热系数在数值上等于厚度为1m的材料,当其相对表面的温度差为1K时,单位面积上每小时所通过的热量。用式(2-12)计算:

$$\lambda = \frac{Q\delta}{A \cdot t(T_2 - T_1)} \quad (2-12)$$

式中: λ ——导热系数, W/(m·K);

Q ——传导热量, J;

δ ——材料厚度, m;

$T_2 - T_1$ ——材料两侧面温差, K;

t ——传热时间, h;

A ——热传导面积, m²。

导热系数越小,表明材料不易导热,通常将 $\lambda \leq 0.23$ 的材料称为绝热材料。导热系数与材料层厚度(δ)之比的倒数,称之为热阻 $R, R = \delta/\lambda (\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W})$,它表明热量通过材料层时所受到的阻力大小。

导热系数或热阻是评定材料保温绝热性能的主要指标。通常孔隙率越大、表观密度越小,导热系数越小;具有细微而封闭孔材料的导热系数比具有较粗大或连通孔材料的小;由于水的导热系数较大,冰的导热系数更大,所以材料受潮或冰冻后,导热性能会受到严重影响。材料的导热系数还与组成、结构、温度等因素有关。

2. 材料的热容量

它表示材料温度升高或降低1K所吸收或放出的热量。材料的热容量对保持室内温度的稳定有很大的作用。热容量可用比热容表示,如式(2-13)所示。

$$c = \frac{Q}{m(T_2 - T_1)} \quad (2-13)$$

式中: c ——比热容, J/(g·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的温度差, K。

七、材料的吸声性和隔声性

1. 材料的吸声性

声音是由于振动引起的,材料吸收声音的性质称为吸声性,以吸声系数来表示。即具有一定声能的声波传播到材料表面时,被材料吸收的声能与入射总声能之比,用式(2-14)表示:

$$\varepsilon = \frac{E_1}{E_0} \times 100\% \quad (2-14)$$

式中: ε ——材料的吸声系数;

E_1 ——材料吸收的声能;

E_0 ——入射总声能。

吸声系数是评定材料吸声性能的主要指标,它与声音频率和入射方向有关。同一种吸声材料对不同频率的声音,吸收程度不同。通常以材料对六个频率的吸声系数来衡量材料的吸声性能。对六个频率的吸声系数平均值大于0.2的材料,被认为是吸声材料。一般来说,具有细微而连通的孔隙,且孔隙率较大的材料,其吸声效果较好;若具有粗大的或封闭的孔隙,则吸声效果较差。另外,材料的构造形态、厚度、使用环境等因素也对其吸声性能产生一定的影响。

2. 材料隔声性

材料隔绝声音的性质,称为隔声性,以隔声量表示。

$$\varepsilon = \lg \frac{E_0}{E_2} \quad (\text{dB}) \quad (2-15)$$

式中: E_0 ——入射的总声能;

E_2 ——透过材料的声能。

一般地讲材料的结构越密实,密度越大,则其隔声量也越大,隔声效果亦越好。

第二节 建筑材料的力学性质

一、材料的强度与比强度

强度是指材料抵抗外力破坏的能力。当材料受到外力作用时,内部产生应力。外力增大,应力也随之增高,当应力达到一定值时,材料将被破坏,此时的应力值称为极限应力值,亦即材料的强度。

材料在建筑结构中受到拉力、压力、弯矩、剪切等不同外力的作用,因而材料的强度分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、抗剪强度等。

材料的抗压强度、抗拉强度、抗剪强度、抗弯强度可由下式计算:

$$f_c = \frac{F}{A} \quad (2-16)$$

$$f_t = \frac{F}{A} \quad (2-17)$$

$$f_s = \frac{F}{A} \quad (2-18)$$

$$f_{lm} = \frac{F}{A} \quad (2-19)$$

式中: f_c 、 f_t 、 f_s 、 f_{lm} ——分别为材料的抗压强度、抗拉强度、抗剪强度、抗弯强度, MPa;

F ——材料破坏时的最大荷载, N;

A ——受荷面积, cm^2 。

材料的强度与其组成和构造有关。不同种类的材料具有不同的抵抗外力作用的能力,即使是相同种类的材料,由于其内部结构的差异,其强度也不相同。孔隙率对强度有一定的

影响,孔隙率越大、强度越低,两者近似于直线的关系。另外,试验条件等因素也会对强度值产生很大影响。

多数建筑材料是根据其强度大小,划分成若干个不同的强度等级或标号,它对掌握材料的性质、结构设计、材料选用及控制工程质量等是十分重要的。

比强度是按单位质量计算的材料强度,其值等于材料的强度与其表观密度之比。根据比强度值可以对不同的材料进行比较,它是衡量材料轻质高强性能的指标之一。

二、弹性和塑性

材料在外力作用下产生变形,当外力消失后,材料能完全恢复原来形状的性质,称为弹性。这种当外力消失后瞬间内即消失的变形,称为弹性变形。这种变形属于可逆变形,其数值的大小与外力成正比。比例系数 E 称为弹性模量。在弹性变形范围内,弹性模量 E 为常数,其值等于应力与应变的比值,即

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2-20)$$

式中: E ——弹性模量, MPa;

ε ——材料的应力, MPa;

σ ——材料的应变。

弹性模量是衡量材料抵抗变形能力的一个指标, E 愈大,材料愈不易变形。

在外力作用下材料产生变形,当外力消失后,材料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。这种不可恢复变的形称为塑性变形。

一些材料在一定的外力作用范围内,表现为弹性变形,当超过一定限度后则表现为塑性变形,如建筑钢材就属于这种类型。还有的材料弹性变形与塑性变形同时产生,当外力去除后,弹性变形得到恢复,而塑性变形则不能恢复,如混凝土。通常将这类材料称为弹塑性材料。

三、脆性和韧性

材料在外力作用下,无明显塑性变形而突然被破坏的性质,称为脆性。具有这种性质的材料称为脆性材料。脆性材料的抗压强度一般要比其抗拉强度高得多,它对承受震动和冲击荷载不利。这类材料有砖、石材、玻璃、陶瓷、铸铁等。有些材料的脆性和塑性随着试验条件或使用环境等因素的改变而变化,如粘土在干燥状态时,表现为脆性,在潮湿状态下则表现为塑性。

材料在冲击或震动荷载作用下,能吸收较大的能量,产生一定的变形而不致被破坏的性质称为韧性。它可用材料受荷载达到破坏时所吸收的能量来表示。建筑钢材、木材等均属于韧性材料。

四、硬度和耐磨性

硬度是材料表面能抵抗较硬物体刻划或压入的能力,它与材料的强度等性能指标有一定的关系。一般,材料的硬度越大,其强度越高。工程中常利用硬度来间接推算材料的强度。