

建设职业技术教育丛书

曹文达 曹 栋 编著

建筑工程材料

JIANZHU GONGCHENG CAILIAO

(第二版)



金盾出版社
JINDUN CHUBANSHE

建设职业技术教育丛书

建 筑 工 程 材 料

(第二版)

丛书编委会

主 任 郁志桐

副主任 王亚忠 刘国琦 李 毅 尹宜祥 崔玉杰

陈代华 贾晓光

委 员 张海贵 叶 刚 曹文达 徐 健 尹国元

高忠民 阮增云 赵香贵 刘王晋

本书编著者 曹文达 曹 栋

金 盾 出 版 社

内 容 提 要

本书主要讲述建筑材料的成分、技术性能、质量标准和应用技术要点等。书中采用了新的国家标准,对原有建筑材料中的旧标准进行了修订或更新。书中除介绍常用的建筑材料外,增加了新型水泥、新型墙体材料、特性混凝土、新型防水材料、混凝土外加剂、铝合金建筑型材和建筑塑料等内容。

本书充分反映了建筑新材料、新技术、新标准和新工艺等内容,因而是建筑业工程技术人员和管理人员必备的参考书,也可作为建筑业技术学校的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

建筑工程材料/曹文达,曹栋编著. —2版. —北京:金盾出版社,2004.12
(建设职业技术教育丛书)
ISBN 7-5082-3295-X

I. 建… II. ①曹…②曹… III. 建筑材料 IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 106684 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 66882412

传真:68276683 电挂:0234

封面印刷:北京精彩雅恒印刷有限公司

正文印刷:北京金盾印刷厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:31.25 字数:750 千字

2004 年 12 月第 2 版第 3 次印刷

印数:22001—33000 册 定价:43.50 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

序

职业教育的任务是培养有直接就业能力的应用型人才。新时期建筑行业的职工不但应具有必要的文化基础知识,更重要的是具备过硬的岗位技能和良好的职业品质,以及继续学习和发展的能力。这是我国经济建设和社会职业对劳动者和人才的普遍要求。

建筑业是我国国民经济的支柱产业。随着我国经济持续、快速的发展,建筑业在国民经济中的地位和作用日益突出。由于建筑施工队伍的急剧扩大,目前全国平均80%以上的施工任务由农民工完成,初、中级技术人才严重缺乏,一线施工管理水平下降,施工质量事故令人担忧,如不改变这种状况,必然影响到建筑业的长远发展。为此,大力发展低重心、多层次、高活力的建设职业教育,进一步贯彻落实国家提出的“培养百万名建设专门人才和培训千万名建设技术工人和熟练劳务人员”的人才培养任务已成为当务之急。

本丛书以国家中等建设职业技术教育的业务规格为目标,从当前建筑技术队伍的整体素质出发,通过大量的企业调研,通过对中等技术人才的知识点和技能点的调查、分析和归纳,综合考虑企业人才资源开发的需要,合理地安排和开发课程体系,确定符合实际要求的教学目标和教学内容,注意针对性、实用性和科学性的有机结合,力求做到科学、实用。

本丛书可作为建筑类中等职业技术教育的教科书使用,也可作为对建筑企业施工管理人员和技术人员进行培训的教材。根据目前急需,先出版了《建筑识图与房屋构造》、《建筑施工技术》和《建筑工程材料》,之后将根据读者需要陆续出版其它品种,敬请读者关注。

由于本丛书是综合性的,带有一定的摸索探讨的性质,难以同时兼顾各方面的需要,加之作者的水平所限,难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

建设职业技术教育丛书编委会

2000年3月20日

第一版前言

改革开放以来,我国基本建设事业发展迅速,耗用建筑材料日益增多。建筑材料的性能、质量、品种、规格等直接影响着土建工程的质量、进度和效益。建筑工程中新技术、新工艺的不断涌现,对建筑材料提出了更新更高的要求,从而推动了建筑材料的发展,使一些常用建筑材料的质量有了新的提高,与之配套的新技术标准不断颁布。同时,新型建筑材料的应用,又进一步促进了建筑技术的进步。建筑技术的进步与建筑材料的发展是紧密相连、互相促进的。

建筑材料的发展对建筑水平会产生深远的影响。例如,1976年盖的北京饭店,建筑总面积为10万 m^2 ,地下地上共20层,整个建筑的总重量为19万吨,单位面积的重量达 $2500\text{kg}/\text{m}^2$,它的主要结构和墙体材料是普通钢筋混凝土、轻骨料混凝土和加气混凝土。而美国西雅图摩天大楼,建筑总面积45万 m^2 ,总共103层,整个建筑总重量仅22.5万吨,单位面积的重量只有 $500\text{kg}/\text{m}^2$,它所用的主要结构和墙体材料是高强度合金钢、复合轻板、高效保温材料等。可以看出,由于使用建筑材料在技术、质量上的差异,会直接影响到建筑物的质量水平。

在建筑工程中能否合理选用材料,也会使工程质量、造价等方面出现不同效果。如美国某公司要在休斯顿的贝壳广场上盖一栋高楼,原设计采用普通混凝土,筒中筒结构,但广场经勘探属软弱地基,如果采用普通混凝土最高只能建35层,经采用轻骨料混凝土,最后建成了52层的高楼,结构造价却与原来的35层设计预算相当。从这里可以看出,合理选用材料不但可以保证工程质量,同时还取得了良好的技术效果和经济效益。所以合理选用材料是提高工程效益的有效途径之一。此外,建筑材料还会影响施工进度和建筑物的抗震性等。

为了适应建筑技术的发展和提高建筑工程质量,建筑材料进一步朝着轻质、高强、多功能方向发展。试验表明,轻骨料混凝土可以达到与普通混凝土相同的强度,但自重可以减轻25%~40%。国外已用钢纤维混凝土制作外墙板,比普通混凝土墙板减薄2/3;用玻璃纤维混凝土制做薄壳屋盖,其厚度只有1cm。高强混凝土和超高强混凝土的应用,不但提高了建筑物质量,同时减轻了结构自重。据测算,混凝土强度提高一倍,单价只增加50%,而自重可降低25%左右。如果超高强混凝土能被广泛地应用到工程中,可以使钢筋混凝土结构构件达到与钢结构相近的尺寸,这就为建筑师设计更多新颖、美观、坚固、轻巧的建筑提供了物质保证。高性能复合材料的广泛使用,可以使建筑物的装饰装修、保温隔热、防腐抗渗等使用效果明显改善。

近些年来,我国建筑材料发展很快,新型材料的开发、研究、生产,大批新材料的应用,推动了我国建设事业的蓬勃发展。为了及时反映建筑材料新技术,本书采用了新的技术标准和新的技术要求,较系统地介绍了常用建筑材料的性能、特点、应用、品种、规格、质量标准及试验方法、保管等方面的知识,还对一些新型材料和有发展前途的材料作了介绍,如特种水泥、特性混凝土、新型墙体材料、改性沥青及其防水制品等。本书内容实用易懂、深浅得当,可以作为建筑企业职工或高、中等职业技术学校相关专业的培训教材,也便于工程技术人员参考使用。

本书由北京城建集团培训中心曹文达和北京城建集团工程研究院曹栋共同编写。由于建筑材料的发展日新月异,本书很难全面反映,书中内容如有不妥之处,敬请读者批评指正。

作者

2000年4月

第二版前言

我国加入 WTO 以后,为了尽快与国际接轨,对于一些常用的建筑材料陆续制定了新的标准和施工规范。与此同时,新材料、新技术和新工艺在建筑工程中的广泛应用,推动了我国建筑业的技术进步和发展。为了使广大读者能及时了解和掌握新材料、新技术和新标准,现对原书《建筑工程材料》进行了改编和充实,对章节进行了调整,并以新标准、新规范和新技术作为第二版的突出特色。

本书修订的主要内容如下:

1. 原书第四章中通用水泥(硅酸盐水泥、普通水泥、矿渣水泥、火山灰水泥、粉煤灰水泥)、铝酸盐水泥和膨胀水泥,都采用最新标准编写。
2. 原书第五章中普通混凝土,改用新混凝土配合比设计规范;轻骨料混凝土及轻骨料改用新标准;普通混凝土试验方法采用新标准。
3. 原书第六章建筑砂浆中,砌筑砂浆改用新的配合比设计规范。
4. 原书第八章金属材料中,热轧钢筋及冷轧带肋钢筋改用新标准。
5. 原书第十一章材料试验中的水泥试验,改用新的试验标准。
6. 原书第一章增加“热容量”内容。
7. 原书第四章增加“复合硅酸盐水泥”、“铁铝酸盐水泥”和“油井水泥”等新内容。
8. 原书第五章中“混凝土外加剂”有关内容,改编成独立的第十一章。近年来混凝土外加剂发展很快,应用越来越广,对混凝土的技术性能、质量和应用起到了决定性作用,故新增和补充混凝土外加剂的有关知识。
9. 原书第五章第七节特性混凝土,改编成独立的第六章。在这一章中增加高强度混凝土、高性能混凝土和特种用途混凝土等有关知识。
10. 原书第八章金属材料中,增加和补充了混凝土用“预应力钢筋”、“钢丝”和“铝合金及型材”等内容。
11. 原书第九章防水材料中,增加和补充了目前正在大量应用的新型防水卷材、防水涂料和密封材料等。
12. 第二版还增加了“建筑玻璃”、“建筑陶瓷”、“建筑塑料”和“室内环境污染检测”等内容。

第二版尽力满足读者的需要,但由于作者水平有限,书中不妥之处敬请读者批评指正,以利于今后进一步修订。

本书在此次修订过程中,得到迟卯生高级工程师的帮助,在此表示感谢。

作 者

2004 年 4 月

目 录

第一章 建筑材料基本性质	1
第一节 材料的基本物理性质	1
第二节 材料的力学性质	7
第三节 材料的耐久性	8
第四节 材料的装饰性	9
第二章 建筑石材	10
第一节 主要岩石的造岩矿物及性质	10
第二节 常用岩石的技术特性及适用性	11
第三节 建筑石材	15
第四节 天然石材放射性水平分类控制标准	19
第三章 气硬性无机胶凝材料	21
第一节 石灰	21
第二节 石膏	24
第三节 水玻璃	26
第四章 水泥	28
第一节 硅酸盐水泥	28
第二节 普通硅酸盐水泥	34
第三节 掺混合材料硅酸盐水泥	35
第四节 五种水泥的特性和应用	37
第五节 复合硅酸盐水泥	38
第六节 五种常用水泥的验收和保管	38
第七节 其它品种水泥	39
第五章 普通混凝土	52
第一节 混凝土概述	52
第二节 普通混凝土	53
第三节 加外掺料的普通混凝土	79
第六章 特性混凝土	85
第一节 轻骨料混凝土	85
第二节 高强混凝土	100
第三节 泵送混凝土	107
第四节 流态混凝土	112
第五节 防水混凝土	119
第六节 喷射混凝土	136
第七节 纤维混凝土	148

第七章 沥青及防水材料	156
第一节 石油沥青	156
第二节 防水卷材	159
第三节 防水涂料	181
第四节 防水嵌缝和接缝材料	189
第八章 建筑陶瓷	209
第一节 概述	209
第二节 釉面内墙砖	212
第三节 墙地砖	220
第九章 建筑玻璃	230
第一节 概述	230
第二节 平板玻璃	233
第三节 安全玻璃	243
第四节 其它建筑玻璃	251
第十章 建筑钢材和铝合金型材	260
第一节 建筑钢材	260
第二节 钢筋和钢丝	272
第三节 铝合金及建筑型材	305
第十一章 混凝土外加剂	320
第一节 减水剂	321
第二节 早强剂及早强减水剂	334
第三节 缓凝剂及缓凝减水剂	338
第四节 防冻剂	342
第五节 引气剂及引气减水剂	346
第六节 泵送剂	351
第七节 其它外加剂	355
第十二章 建筑砂浆	370
第一节 砌筑砂浆	370
第二节 抹面砂浆	373
第三节 特种砂浆	376
第十三章 墙体材料	384
第一节 砌墙砖	384
第二节 砌块	397
第三节 墙板	409
第十四章 木材	416
第一节 木材的构造	416
第二节 建筑用材的主要树种	417
第三节 木材的物理力学性能	419
第四节 木材的防腐和防火	423

第五节	木材的综合利用·····	424
第十五章	建筑塑料·····	429
第一节	硬聚氯乙烯塑料门窗·····	429
第二节	塑料管材·····	435
第十六章	建筑材料试验·····	448
试验一	建筑材料基本物理试验·····	448
试验二	水泥试验·····	450
试验三	混凝土用骨料试验·····	456
试验四	普通混凝土试验·····	464
试验五	砌筑砂浆试验·····	470
试验六	钢筋试验·····	472
试验七	石油沥青试验·····	475
试验八	室内环境污染检测(GB 50325—2001) ·····	478
附录	建筑工程材料有关标准目录·····	482

第一章 建筑材料基本性质

建筑材料是建造各种建筑物所用材料的总称。建筑材料用在建筑物的不同部位要承受各种作用,如结构材料要承受一定的外力作用;防水材料要受到水的渗透、水的侵蚀作用;保温材料要起到冬天保温、夏天隔热的作用;有些建筑材料还会受到各种外界因素的影响,如温度变化、干湿变化、冻融交替变化及化学侵蚀等。为了使建筑物安全、适用、耐久而又经济,这就要求建筑工程在设计和施工中,能正确选择和合理使用各种材料。

第一节 材料的基本物理性质

一、材料与质量有关性质

(一) 真密度(ρ)

真密度是指材料在绝对密实状态下单位体积的质量。其计算公式为:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中 ρ ——真密度(g/cm^3 或 kg/m^3);

m ——材料质量(g 或 kg);

V ——材料在绝对密实状态下的体积(cm^3 或 m^3)。

绝对密实体积是指不包括孔隙在内的体积。对于钢材、玻璃等绝对密实材料,可以根据其外形尺寸求得体积,称出其干燥时质量,然后按上式计算出密度值。对于多孔的固体材料,其绝对密实体积的测定,可将其干燥后的试样磨成细粉,称出一定质量的粉末,利用密度瓶测量其绝对体积(等于被粉末排出的液体体积),再按上述公式计算出密度值。

对于建筑工程中经常使用的一些外形不规则的散粒材料,如砂、石等材料,可不必磨成细粉而直接用排水法测其绝对体积的近似值。这样测定的密度称为视密度。按下式计算:

$$\rho' = \frac{m}{V'}$$

式中 ρ' ——视密度(g/cm^3 或 kg/m^3);

m ——干燥状态下材料的质量(g 或 kg);

V' ——绝对体积近似值(包括封闭孔隙在内的颗粒体积)。

(二) 表观密度(ρ_0)

表观密度是指多孔固体(粉末或颗粒状)材料在自然状态下单位体积的质量。表观密度又称为视密度,在工程计算中有时用视密度代替真密度。表观密度的计算公式如下:

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0}$$

式中 ρ_0 ——表观密度(kg/m^3);

m ——材料的质量(kg);

V_0 ——材料表观体积,即自然状态下的体积(m^3)。

自然状态下的体积是指包括内部孔隙在内的外形体积。在材料内部的孔隙中,有与外界连通的开口孔,也有与外界不相通的封口孔。

(三) 堆积密度(ρ'_0)

堆积密度是指疏松状(小块、颗粒、纤维)材料在自然堆积状态下单位体积的质量。按下式计算:

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0}$$

式中 ρ'_0 ——堆积密度(kg/m^3);

m ——材料的质量(kg);

V'_0 ——材料的堆积体积(m^3)。

对于配制混凝土用的碎石、卵石及砂等松散颗粒材料,其堆积密度测定是用既定容积的容器测得的体积(称为堆积体积),求出密度,称为堆积密度。

密度、表观密度、堆积密度常用来计算材料的密实度、孔隙率和空隙率,或用来计算材料用量、自重、运输量及堆积空间等。另外,材料表观密度大小直接影响到材料的强度、保温、隔热等性能。

(四) 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。计算公式如下:

$$D = \frac{\rho_0}{\rho}$$

凡含孔隙的固体材料的密实度均小于1。材料的 ρ_0 与 ρ 越接近,即 $\frac{\rho_0}{\rho}$ 越接近于1,该材料就越密实。材料的其它很多性质如强度、吸水性、保温隔热性等都与密实度有关。

(五) 孔隙率(P)

孔隙率是指材料体积内,孔隙体积所占的比例。按下式计算:

$$P = (1 - \frac{\rho_0}{\rho}) \times 100\%$$

密实度与孔隙率从两个不同方面反映材料内部的密实程度。密实度和孔隙率的总和构成了材料的整体体积,即 $D + P = 1$ 。

孔隙率的大小直接反映了材料的致密程度。材料内部孔隙的构造,可分为连通的和封闭的两种。连通孔隙不仅彼此贯通且与外界相通,而封闭孔隙不仅彼此互不连通且与外界相隔绝。孔隙按尺寸大小又分为极微细孔隙、细小孔隙和较粗大孔隙。孔隙的大小及其分布对材料的性能影响较大。

(六) 空隙率(P')

对松散材料(如砂、石料)互相填充的疏松致密程度,可用空隙率表示。空隙率是指散粒材料的堆积体积内,颗粒之间的空隙体积所占的百分率。

$$P' = (1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}) \times 100\%$$

空隙率的大小反映了散粒材料颗粒相互填充的致密程度。空隙率作为控制混凝土骨料级配与计算含砂率的依据。

常用建筑材料的真密度、表观密度和堆积密度见表 1-1。

表 1-1 常用建筑材料的真密度、表观密度和堆积密度

材 料	真密度 $\rho(\text{g/cm}^3)$	表观密度 $\rho_0(\text{kg/m}^3)$	堆积密度 $\rho'_0(\text{kg/m}^3)$
石灰岩	2.60	1800~2600	—
花岗岩	2.6~3.0	2500~2900	—
碎石(石灰岩)	2.60	—	1400~1700
砂	2.60	—	1450~1650
粘 土	2.60	—	1600~1800
普通粘土砖	2.50	1600~1800	—
粘土空心砖	2.50	1000~1400	—
水 泥	3.10	—	1200~1300
普通混凝土	—	2100~2600	—
轻骨料混凝土	—	800~1900	—
木 材	1.55	400~800	—
钢 材	7.85	7850	—
泡沫塑料	—	20~50	—

二、材料与水有关的性质

(一) 亲水性和憎水性

材料在空气中与水接触时,根据其是否能被润湿,可分为亲水材料与憎水材料。

润湿就是水被材料表面吸附的过程。当材料在空气中与水接触时,在材料、水和空气三相的交点处,沿水滴表面所引切线 ν_L 与材料表面 ν_{SL} 所成夹角 θ 称为润湿角(见图 1-1)。 $\theta \leq 90^\circ$ 时,这种材料称为亲水性材料。当润湿角 $90^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ 时,表示这种材料不能被水润湿,称为憎水性材料。这一概念也可应用到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。

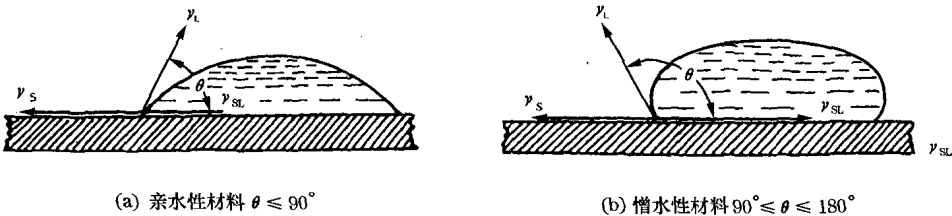


图 1-1 材料的润湿角

大多数建筑材料都属于亲水材料,如砖、石、混凝土、木材等。有些材料(如沥青、石蜡等)属于憎水材料。

(二) 吸水性

吸水性是指材料在水中能吸收水分的性质。吸水性大小可用吸水率表示。吸水率有质量

吸水率和体积吸水率之分。

质量吸水率是指材料吸水的质量与材料干燥质量的百分率,按下式计算:

$$W_{\text{质}} = \frac{m_{\text{湿}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\%$$

式中 $W_{\text{质}}$ ——材料质量吸水率(%)；

$m_{\text{湿}}$ ——材料吸水饱和后的质量(g)；

$m_{\text{干}}$ ——材料烘干到恒重时的质量(g)。

在多数情况下都是按质量计算吸水率,但也有按体积计算吸水率(吸入水的体积占材料自然状态下体积的百分率)。如果材料具有细微而连通的孔隙,则其吸水率较大。若是封闭的孔隙,水分就不容易渗入;对于粗大孔隙,水分虽然容易渗入,但仅能润湿孔壁表面而不易在孔内存留。所以,封闭和粗大孔隙材料,其吸水率是较低的。

(三) 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。材料在水中能吸收水分,在空气中也吸收水汽,并随空气湿度大小而变化。空气中的水汽在湿度较大时被材料吸收,在湿度较小时向材料外扩散,最后使材料与空气湿度达到平衡。材料吸湿性大小用含水率表示。

含水率:指材料内含水质量占材料干燥质量的百分数。其计算公式为:

$$W_{\text{含}} = \frac{m_{\text{含}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\%$$

式中 $W_{\text{含}}$ ——材料含水率(%)；

$m_{\text{含}}$ ——材料含水时的质量(g)；

$m_{\text{干}}$ ——材料干燥时质量(g)。

从上面公式中可看到,当材料孔隙中含有一部分水时,则这部分水重占材料干重的百分率称做材料含水率。当材料的含水率达到与空气中湿度相平衡时称为平衡含水率。材料含水率除与空气湿度有关外,还与材料本身组织构造有关。一些吸湿性大的材料,由于大量吸收空气中的水汽而增加重量、降低强度、体积膨胀、尺寸改变。如木门窗在潮湿环境中就不易开关,如果是保温材料吸湿后会降低保温隔热性能。

(四) 耐水性

材料长期在饱和水作用下不被破坏,强度也无明显下降的性质称为耐水性。一般来讲,材料长期在饱和水作用下会削弱其内部结合力,强度会有不同程度的降低,就是结构密实的花岗岩,长期浸泡在水中强度也将下降3%左右。孔隙率较大的普通粘土砖和木材受水的影响更为明显。材料的耐水性用软化系数表示。

$$K_{\text{软}} = \frac{f_{\text{饱和}}}{f_{\text{干}}}$$

式中 $K_{\text{软}}$ ——材料软化系数；

$f_{\text{饱和}}$ ——材料在饱和水状态下抗压强度(MPa)；

$f_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下抗压强度(MPa)。

材料软化系数在0~1范围之内,软化系数值越大,材料的耐水性越好。对于长期受水浸泡或处于潮湿环境的重要建筑物或构筑物,必须选用耐水材料,其软化系数不得低于0.85,通常我们将软化系数在0.85以上的材料称耐水材料。

(五) 抗冻性

材料在吸水饱和状态下,经过多次冻结和融化作用(冻融循环)而不破坏,同时也不严重降低强度的性质称为抗冻性。

通常采用 -15°C 的温度(水在微小的毛细管中低于 -15°C 才能冻结)冻结后,再在 20°C 的水中融化,这样的—个冻融过程称为—次循环。

材料经多次冻融交替作用后,表面将出现剥落、裂纹,产生质量损失,强度也将会降低。冰冻的破坏作用是由材料孔隙内的水分结冰所引起的。水在结冰时体积增大9%左右,对孔壁产生压力可达100MPa。在压力反复作用下,使孔壁开裂。材料在冻融过程中是由表及里逐层进行的。冻融循环次数越多,对材料的破坏作用也越严重,材料表面产生脱屑剥落和裂纹,强度逐渐降低。

对于不同要求的抗冻材料,只要经过规定的冻融次数后,质量损失不大于5%,强度降低不超过25%,认为该材料已达到某等级的抗冻性要求。根据对材料的不同抗冻性要求,将材料划分为不同的抗冻标号,如 F_{10} 、 F_{15} 、 F_{25} 、 F_{50} 、 F_{100} 等,其右下角标注的数字为该材料能经受冻融循环的次数。

(六) 抗渗性

材料抵抗水、油等液体压力作用渗透的性质称为抗渗性(不透水性)。材料抗渗性以渗透系数 K 表示。

$$K = \frac{Wd}{AtH}$$

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

W ——透水量(mL);

d ——试件厚度(cm);

A ——透水面积(cm^2);

t ——时间(h);

H ——静水压力水头(cm)。

材料抗渗性的好坏,主要与材料的孔隙率及孔隙特征有关。密实材料或具有封闭孔隙的材料,就不会产生透水现象。材料的这个性质对地下建筑物、水工构筑物影响较大。

材料抗渗性还可以用抗渗标号(P)表示。抗渗标号(P)是指在规定试验条件下,压力水不能透过试件厚度在端面上呈现水迹所能承受的最大水压力。混凝土的抗渗标号是以每组六个试件中四个未出现渗水时的最大水压表示。其计算式:

$$P = 10H - 1$$

式中 P ——抗渗标号;

H ——六个试件中三个渗水时的水压力(MPa)。

如 P_8 表示混凝土承受0.8MPa水压时无渗水现象。

三、材料与热有关的性质

(一) 导热性

热量由材料的一面传至另一面的性质,称为导热性。导热性是材料的一个非常重要的热物理指标,它说明材料传递热量的一种能力。材料的导热性用导热系数“ λ ”表示。

(二) 导热系数

在物理意义上,导热系数为单位厚度的材料当两侧温度差为 1K 时,在单位时间内通过单位面积的热量。按下式计算:

$$\lambda = \frac{Q \cdot a}{AZ(t_2 - t_1)}$$

式中 λ ——导热系数[W/(m·K)];

Q ——传导热量(J);

a ——材料厚度(m);

A ——传热面积(m²);

Z ——传热时间(h);

$t_2 - t_1$ ——材料传热时两面的温度差(K)。

导热系数值越小,则材料的保温隔热性能越好。各种材料的导热系数差别较大,封闭空气的导热系数 $\lambda = 0.023 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,水的导热系数 $\lambda = 0.58 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,冰的导热系数 $\lambda = 2.33 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,由此可见,材料的导热系数与湿度、温度有关。湿度对导热系数有着极其重要的影响。材料受潮后,在材料的孔隙中有水分(包括蒸汽水和液态水),使材料的导热系数增大。如果孔隙中的水分冻结成冰,冰的导热系数约是水的四倍,材料的导热系数将更大。因而材料受潮或受冻将严重影响其保温效果。所以工程中使用的保温材料要保持干燥。

(三) 热容量

材料加热时吸收热量,冷却时放出热量的性质,称为热容量。热容量的大小用质量热容(c)表示,单位名称为焦[耳]每千克开[尔文],单位符号为 J/(kg·K)。

材料在加热(或冷却)时,吸收(或放出)的热量与质量、温度差成正比,用下式表示:

$$Q = c \cdot m(t_2 - t_1)$$

式中 Q ——材料吸收或放出的热量(J);

c ——质量热容[J/(kg·K)];

m ——材料的质量(kg);

$t_2 - t_1$ ——材料受热或冷却前后的温差(K)。

由上式可得质量热容为:

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)}$$

质量热容是反映材料的吸热或放热能力大小的物理量。不同材料的质量热容不同,即使是同一种材料,由于所处物态不同,质量热容也不同。例如水的质量热容 $4.186 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$,而结冰后质量热容则是 $2.093 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 。

材料的质量热容,对保持建筑物内部温度稳定有很大意义,质量热容大的材料,能在热流变动或采暖设备供热不均匀时,缓和室内的温度变动。常用材料的质量热容见表 1-2。

表 1-2 材料的质量热容

材料名称	钢材	混凝土	松木	普通粘土砖	干砂	水
质量热容(J/kg·K)	0.48×10^3	1.00×10^3	2.72×10^3	0.88×10^3	0.50×10^3	4.18×10^3

第二节 材料的力学性质

材料的力学性质,是研究材料在外力作用下的强度和变形。

一、强度

材料在外力(荷载)作用下抵抗破坏的能力,称为强度。

材料所受的外力主要有拉力、压力、弯曲力和剪力等,如图 1-2 所示。材料抵抗这些外力破坏的能力,分别称为抗拉、抗压、抗弯和抗剪强度。

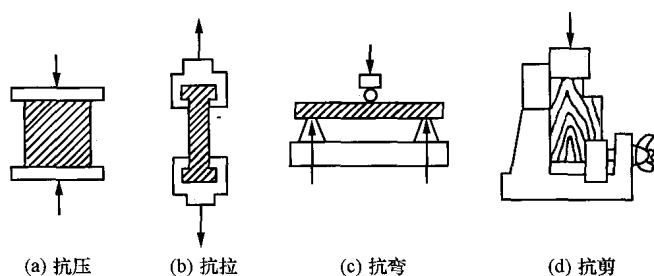


图 1-2 材料承受各种外力的情况

材料抗拉、抗压、抗剪强度可按下式计算:

$$f = \frac{F}{A}$$

式中 f ——抗拉、抗压、抗剪强度(MPa);

F ——材料受拉、压、剪破坏时的荷载(N);

A ——材料的受力面积(mm²)。

材料的抗弯强度(也称抗折强度)与材料受力情况有关。如果受力是简支梁形式的,对矩形截面试件,抗弯强度可按下式计算:

$$f_m = \frac{3FL}{2bh^2}$$

式中 f_m ——抗弯强度(MPa);

F ——受弯时破坏荷载(N);

L ——两支点间的距离(mm);

b, h ——材料截面宽、高度(mm)。

材料的强度与它的成分、构造有关。不同种类的材料,有不同抵抗外力的能力。同一种材料随其孔隙率及构造特征不同,强度也有较大差异。一般情况下,表观密度越小,孔隙率越大的材料,强度越低。

强度是材料主要技术性能之一。不同材料或同种材料的强度,可按规定的标准试验方法通过试验确定。材料可根据其强度值的大小划分为若干标号或等级。

二、弹性与塑性

材料在外力作用下产生变形,当取消外力后,能够完全恢复原来形状的性质称为弹性。能够完全恢复的变形,称为弹性变形。

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。

单纯的弹性材料是没有的。有些材料在荷载不大的情况下,外力与变形成正比,产生弹性变形;荷载超过一定限度后,接着出现塑性变形。建筑钢材就属于这种情况。

建筑工程中常用材料性能见表 1-3。

表 1-3 几种常用材料性质比较表

材料名称	密度 (g/cm ³)	表观密度或堆积密度 (kg/m ³)	抗压强度 (MPa)	导热系数 [W/(m·K)]
普通粘土砖	2.5	1800~1900	5~20	0.81
粘土空心砖	2.5	900~1450	7.5~20	0.47
素混凝土	2.7	2200~2400	10~50	1.28~1.51
泡沫混凝土	3.0	800~600	0.4~1.5	0.12~0.29
水泥	3.1	1250~1450	30~60	—
生石灰块	—	1100	—	—
生石灰粉	—	1200	—	—
花岗岩	2.6~3.0	2800	100~220	2.91
砂子	2.6	1400~1700	—	—
膨胀蛭石	—	80~200	—	0.05~0.07
膨胀珍珠岩	—	40~130	—	0.03~0.05
松木	1.55	400~700	30~45	0.17~0.35
钢材	7.85	7850	380~450	58.15
水(4℃)	—	1000	—	0.58

第三节 材料的耐久性

材料在建筑物的使用过程中,除受到各种外力作用外,还长期受到各种使用因素和自然因素的破坏作用。这些破坏作用有物理作用、机械作用、化学作用和生物作用。

物理作用包括温度和干湿的交替变化、循环冻融等。温度和干湿的交替变化引起材料的膨胀和收缩,长期、反复的交替作用,会使材料逐渐破坏。在寒冷地区,循环的冻融对材料的破坏更为明显。机械作用包括荷载的持续作用、反复荷载引起材料的疲劳、冲击疲劳、磨损等。化学作用包括酸、碱、盐等液体或气体对材料的侵蚀作用。生物作用包括昆虫、菌类等的作用而使材料蛀蚀、腐朽或霉变。一般建筑材料,如石材、砖瓦、陶瓷、混凝土、砂浆等,暴露在大气中时,主要受到大气的物理作用;当材料处于水位变化区或水中时,还受到环境水的化学侵蚀作用。金属材料在大气中易遭锈蚀。木材及植物纤维材料,常因虫蚀、腐朽而遭到破坏。各种高分子材料,在阳光、空气及热的作用下,会逐渐老化、变质而破坏。

材料的耐久性,是在使用条件下,在上述各种因素作用下,在规定使用期限内不破坏,也不失去原有性能的性质。诸如抗冻性、抗风化、抗老化性、耐化学侵蚀性等均属于材料的耐久性。