

普通高等教育规划教材



建筑材料

李国华 主 编
刘 强 副主编
李 惟



人民交通出版社
China Communications Press

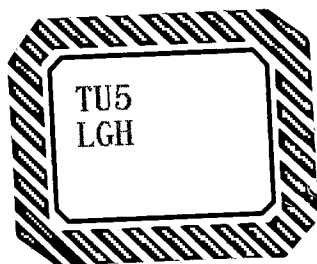
普通高等教育规划教材

Jianzhu Cailiao

建 筑 材 料

李国华 主 编

李 惟 刘 强 副主编



人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书为“普通高等教育‘十一五’规划教材”之一。

全书共计14章,内容包括:绪论,建筑材料的基本性质,石材,烧土及熔融制品,气硬性胶凝材料,水泥,混凝土,金属材料,木材,沥青及防水材料,塑料与橡胶,建筑涂料,保温材料及吸声材料,建筑防火材料。其中每章后面编有复习思考题,便于学生复习巩固。书后还有建筑材料试验、参考文献,以便读者学习和查对。

本书具有体系完备、内容新颖、语言精炼、图文并茂、深入浅出、系统性强、可操作性强、适用面广等特点。

本书可作为普通高等教育大、中、专院校学时为36或60学时的建筑学专业教材,或建筑院校非工民建专业教材,同时也适用于室内装饰、室内设计、装饰装潢、物业管理等专业,以及技校、职业中学建筑工程等专业。此外,还可作为建筑企业岗位培训教材及有关人员的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料 / 李国华主编. —北京:人民交通出版社,
2008.7

ISBN 978-7-114-07188-1

I. 建… II. 李… III. 建筑材料 IV. TU5

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第074749号

书 名: 建筑材料

著 作 者: 李国华

责任编辑: 戴慧莉

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京密东印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 15

字 数: 368千

版 次: 2008年7月第1版

印 次: 2008年7月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-07188-1

印 数: 0001-3000册

定 价: 30.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

本书作为“普通高等教育‘十一五’规划教材”之一，是为了满足《建筑材料》课程的教学需要而编写的，由于建筑材料的飞速发展和国家规范的更新，本书力求能够做到“与时俱进”。全书共计14章。第1章：绪论，第2章：建筑材料的基本性质，第3章：石材，第4章：烧土及熔融制品，第5章：气硬性胶凝材料，第6章：水泥，第7章：混凝土、砂浆，第8章：金属材料，第9章：木材，第10章：沥青及防水材料，第11章：塑料与橡胶，第12章：建筑涂料，第13章：保温材料及吸声材料，第14章：建筑防火材料。其中每章后面编有复习思考题，便于学生复习巩固。

本书着重介绍了建筑材料的基本概念、组成、性质和在工程中的应用，使学生掌握建筑材料的基本知识，具备相应的实际操作技能。

参加该书编写的人员有：长安大学的李国华、刘强、李惟，由李国华担任主编，刘强、李惟担任副主编。

书中第1章至第5章、第8章、第9章、第10章、第13章、第14章由李国华编写，第6章、第7章和建筑材料试验由刘强编写，第11章、第12章由李惟编写。

本书在编写过程中，参考了有关专家、学者的著述，吸收了国内外建筑材料、建筑装饰材料及生产厂家各方面的新材料、新技术、新成果，并且运用了一些新的国家规范。在此，我们一并深表由衷的谢意！

由于编者水平所限，书中难免有错漏之处，恳请广大读者多予批评、指正，以便我们修订完善。

编 者

2008年4月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 建筑材料在建筑工程中的地位	1
第二节 建筑材料的分类	1
第三节 建筑材料的标准化	2
第四节 建筑材料的发展简史	2
第五节 建筑材料的发展趋势和学习本课程的意义	3
第六节 绿色材料	3
第七节 纳米材料	4
复习思考题	5
第二章 建筑材料的基本性质	6
第一节 材料的基本物理性质	6
第二节 材料与水有关的性质	7
第三节 材料的力学性质	9
第四节 材料的热工性质	12
第五节 材料的耐久性	13
复习思考题	14
第三章 石材	15
第一节 天然石材的特点、形成及技术性能	15
第二节 建筑常用饰面石材	18
第三节 人造石材	22
复习思考题	23
第四章 烧土及熔融制品	25
第一节 烧结砖瓦	25
第二节 建筑陶瓷	30
第三节 建筑玻璃	38
复习思考题	51
第五章 气硬性胶凝材料	53
第一节 石灰	53
第二节 石膏及其制品	55
第三节 胶黏剂与嵌缝材料	59
复习思考题	63
第六章 水泥	65
第一节 硅酸盐水泥	65

第二节 掺混合材料的硅酸盐水泥	71
第三节 装饰水泥	73
第四节 水泥在工程中的应用	74
复习思考题	76
第七章 混凝土	78
第一节 混凝土的组成材料	78
第二节 混凝土拌和物的和易性	82
第三节 混凝土的强度	85
第四节 混凝土的耐久性	87
第五节 混凝土外加剂	89
第六节 普通混凝土配合比设计	90
第七节 装饰混凝土	95
第八节 建筑砂浆	98
第九节 装饰砂浆	101
复习思考题	105
第八章 金属材料	107
第一节 建筑钢材	107
第二节 建筑装饰用钢材制品	119
第三节 铝和铝合金	121
第四节 建筑铝合金制品	124
第五节 铝合金玻璃幕墙骨架型材及构造	131
第六节 铜和铜合金	134
复习思考题	135
第九章 木材	137
第一节 木材的构造	137
第二节 木材的物理力学性质	138
第三节 木材的装饰性能与应用	139
第四节 木材的处理	141
第五节 人造板材	142
复习思考题	145
第十章 沥青及防水材料	147
第一节 沥青	147
第二节 防水卷材	151
第三节 防水涂料	154
第四节 建筑密封膏	156
复习思考题	158
第十一章 塑料与橡胶	159
第一节 高分子化合物的基本概念	159
第二节 塑料的特性及组成	161
第三节 建筑塑料的常用品种	164

第四节 橡胶·····	171
复习思考题·····	172
第十二章 建筑涂料·····	174
第一节 建筑涂料概述·····	174
第二节 涂料的组成·····	174
第三节 涂料的分类·····	175
复习思考题·····	181
第十三章 保温材料及吸声材料·····	183
第一节 保温、隔热材料·····	183
第二节 吸声材料·····	186
复习思考题·····	190
第十四章 建筑防火材料·····	192
第一节 建筑防火材料概述·····	192
第二节 建筑材料的阻燃原理及方法·····	193
第三节 木材的阻燃处理及应用·····	194
第四节 沥青的阻燃·····	196
第五节 建筑塑料的阻燃·····	198
第六节 其他阻燃制品·····	200
第七节 钢材的防火保护·····	203
复习思考题·····	203
建筑材料试验·····	205
试验一 材料基本物理性能测定·····	205
试验二 水泥试验·····	207
试验三 普通混凝土集料试验·····	215
试验四 普通混凝土试验·····	220
试验五 钢筋试验·····	224
试验六 建筑砂浆试验·····	227
参考文献·····	230

第一章 绪 论

建筑材料是指建筑结构中使用的各种材料及制品,是建筑事业的物质基础。

第一节 建筑材料在建筑工程中的地位

建筑材料是一切建筑工程的物质基础。对建筑材料的基本要求是:

- (1) 必须有足够的强度,能安全地承受设计荷载。
- (2) 具有相应的适用功能,如隔声、防水,隔热等。
- (3) 材料质轻、强度高,以减少建筑下部结构和地基的负荷。
- (4) 具有一定的装饰性,能美化建筑。
- (5) 具有与使用环境相适应的耐久性,以减少维修费用。

在建筑中,建筑材料的品种多、用量大,从建筑物的主体结构,直至每一个细部和零件,无一不由各种建筑材料经适当设计、施工而成。建筑材料的数量、质量、品种、规格以及外观、色彩等,都在很大程度上影响建筑物的功能和质量,影响建筑物的适用性、艺术性和耐久性。

建筑的基本原则是安全、适用、经济、美观。对高层或大跨度建筑中的结构材料,要求是轻质、高强的;冷藏库建筑必须采用高效能的绝热材料;防水材料要求致密不透水;影剧院、音乐厅为了达到良好的音响效果需采用优质的吸声材料;而大型公共建筑及纪念建筑的立面材料,要求较高的装饰性和耐久性。材料的合理使用或最优化设计,应该是建筑上的所有材料能最大限度地发挥材料本身的效能,合理、经济地满足建筑功能上的各种要求。

在建筑设计中,常常要通过材料和构造上的处理,从材料造型、线条、色彩、光泽、质感等多方面,反映建筑的艺术特性。建筑设计技巧之一,就是要通过设计人员的材料学知识和创造性的劳动,充分利用并显露建筑材料的本质和特性。要善于利用建筑和建筑群的饰面材料及其色彩处理,巧妙地选用材料,美化人们的工作和居住环境。

第二节 建筑材料的分类

建筑材料的品种繁多,组分各异,用途不一。

(1) 按照化学成分可分为有机材料、无机材料和复合材料,其分类如表 1-1。

建筑材料按化学成分分类

表 1-1

无机材料	金属材料	黑色金属	钢、铁
		有色金属	铝、铜、铅及其合金等

续上表

无机材料	非金属材料	天然石材	花岗岩、石灰岩、大理岩等	
		烧土制品及玻璃	砖瓦、陶瓷、玻璃等	
		胶凝材料	气硬性胶凝材料	石灰、石膏、水玻璃等
			水硬性胶凝材料	各种水泥
		以胶凝材料为基料的人造石	混凝土 砂浆 石棉水泥制品 硅酸盐建筑制品	
有机材料		木材、沥青、树脂和塑料、涂料、橡胶等		
复合材料		金属—非金属材料、非金属—金属材料 无机—有机材料、有机—无机材料		

(2)按用途可分为结构材料、构造材料、防水材料、地面材料、饰面材料、绝热材料、吸声材料、卫生工程材料及其他特殊材料。

第三节 建筑材料的标准化

目前我国对绝大部分建筑材料均制定有技术标准,生产单位按标准生产合格的产品,使用部门参照标准和产品目录,根据使用要求量材选用。

我国标准分为四级:国家标准(GB);部标准(JC、JG);地方标准(DB);企业标准(QB)。

国际标准——ISO;美国材料试验学会标准——ASTM;英国标准——BS;德国工业标准——DIN;法国标准——NF;日本工业标准——JIS等。

例如:国家标准《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB 175—1999)代号为 GB,表示国家标准,编号为 175,批准年份为 1999 年。

第四节 建筑材料的发展简史

建筑材料的发展经历了一个很长的历史时期。天然的土、石、竹、木、草秸、树皮是古人类的主要建筑材料。约在公元前 3000 年,西亚的美索不达米亚开始用砖砌圆顶和拱。我国的“秦砖汉瓦”,指建筑中使用砖瓦的初盛时期,制陶技术实际上远早于秦汉。在漫长的封建农奴制度下,建筑材料发展缓慢,近代建筑材料大多是在 19 世纪以后,随着生产力的解放和发展而出现的,特别是水泥和钢材的工业化生产,使建筑技术发生革命性的变化,“现代建筑”的概念和形象是在出现大量现代建筑材料的基础上形成的。

我们的祖先在建筑上留下了许多宝贵的经验和丰富的遗产,至今仍是我们学习的典范。新中国建立以来,在党和国家的关怀和正确方针指导下,建筑事业获得了新生。特别是党的十一届三中全会以来,全国城乡建设蓬勃发展,欣欣向荣,1990 年以来,国家基本建设投资每年约为 5000 ~ 6000 亿元,城镇兴建房屋建筑每年约 2 ~ 3 亿 m²,农村建房每年约 6 ~ 8 亿 m²。全国城乡每年所消耗的建筑材料数量是十分可观的。2007 年我国房地产投资达 1.5 万亿元人民币。

根据我国《国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》的规定,自1996年至2010年,在保持国民经济持续、快速、健康发展的同时,将加强农业、水利、能源、交通、通信和支柱产业的重点建设,同时将加强城镇建设。在建筑业,重点建设城乡住宅和公共工程,提高工程质量。建材工业部门将大力增加优质产品,开发和推广新型建材及制品。

第五节 建筑材料的发展趋势和学习本课程的意义

建筑材料的发展趋势有以下四个方向:

- (1)从天然材料到人造材料再到天然材料的发展趋势。
- (2)从单功能材料向多功能材料的发展趋势。
- (3)从现场制作向制品安装的发展趋势。
- (4)从低级到高级,高科技与艺术紧密结合的发展趋势。
- (5)从高能耗向低能耗的发展趋势。
- (6)充分利用地方材料的发展趋势。

在选择和使用建筑材料时,要根据建筑物的功能要求,材料在建筑物中的作用及其受到的各种外界因素的影响等,考虑材料所应具备的性能。设计者对建筑材料必须具有丰富的知识,掌握常用建筑材料的性能和特点,使材料在建筑物上充分发挥其作用,满足使用上的不同要求,做到材尽其能、物尽其用。以往,由于设计人员对材料知识缺乏了解以至造成无可挽回的损失。

为了不断地创新,不断地提高建筑设计和建筑创作水平,设计者应了解新型建筑材料的发展,了解建筑材料生产和技术上的新成就。

在建筑设计中,技术、经济、艺术三者的统一,是体现设计水平的主要标志,也是建筑设计人员的基本任务。

在建筑工程造价中,材料费占很大比例,一般在50%~60%以上。在材料选用时,要以降低建筑工程造价、提高基本建设的技术经济效果、保证国民经济的顺利发展为原则,从而保证建筑的经济性。

本课程的内容主要根据普通高等学校“建筑学”专业的教学需要,对常用建筑材料的产源、成分、构造、性能、应用和装饰性等方面,作扼要的论述和介绍,使初学者具备建筑材料使用的基本知识。

学习本课程应以掌握常用建筑材料的性能为重点,在此基础上熟悉它的应用。原则上,本课程应在教师的指导下,有系统、有重点地学习。学习应该理论联系实际,注意材料成分、构造、性能和应用之间存在的内在联系。在其他有关课程的学习和生产实习时,注意观察和调查材料的使用实例。

第六节 绿色材料

绿色材料的概念是1988年在第一届国际材料科学研究会上首次提出的。1992年国际学术界给绿色材料定义为:在原料、产品制造、应用过程和使用以后的再生循环利用等环节中对地球环境负荷最小和对人类身体健康无害的材料。人们对绿色材料形成共识的原则是,绿色材料应包括五个方面:利于人的健康、能源效率、资源效率、环境责任、可承受性。其中对污染

物的释放、材料的内耗、建筑物的设计热损失、材料的再生利用、对水质和空气的影响等都是绿色建筑材料应解决的课题。

继 18 世纪工业革命带来煤烟污染,19 世纪石油和汽车工业发展带来光化学烟雾污染之后,现在人类又进入了以室内空气污染为标志的第三代污染时期。室内空气污染导致新型建材的研究开发应着眼于有利于环境、有利于人身健康,由此出现了环保材料、保健材料、空气净化功能建材等。

为了更好地保障人民的健康,国家质量监督检验检疫总局和国家标准化管理委员会颁布了《室内装饰装修材料有害物质限量》10 项国家标准,自 2002 年 1 月 1 日起正式实施,2002 年 7 月 1 日执行。10 项标准是:《室内装饰装修材料,人造板及其制品中甲醛释放限量》(GB 18580—2001)、《室内装饰装修材料、溶剂型木器涂料中有害物质限量》(GB 18581—2001)、《室内装饰装修材料内墙涂料中有害物质限量》(GB 18582—2001)、《室内装饰装修材料胶黏剂中有害物质限量》(GB 18583—2001)、《室内装饰装修材料、木家具中有害物质限量》(GB 18584—2001)、《室内装饰装修材料壁纸中有害物质限量》(GB 18585—2001)、《室内装饰装修材料聚氯乙烯卷材地板中有害物质限量》(GB 18586—2001)、《室内装饰装修材料、地毯、地毯衬垫及地毯用胶黏剂中有害物质释放限量》(GB 18587—2001)、《混凝土外加剂中释放氨限量》(GB 18588—2001)、《建筑材料放射性标准限量》(GB 6566—2001)。10 项标准对室内装饰装修材料中氨、甲醛,挥发性有机化合物(VOC),苯、甲苯和二甲苯,游离甲苯二异氰酸脂(TDI),氯乙烯单体,苯乙烯单体,可溶性的铅、镉、铬、汞、砷等有害元素以及建筑材料放射性元素的限量值都作了明确的规定。同时强调,为保证人体健康和人身安全,加强室内装饰装修材料污染的控制,该 10 项标准为强制性国家标准。10 项标准的制定和实施不但为加入 WTO 后我国装饰装修材料与国外产品公平竞争搭建了平台,也为我国人民身体和身心健康构筑了屏障。

第七节 纳米材料

纳米是一个长度单位,在国际单位制中, $1\text{ 纳米} = 10^{-9}\text{ m}$,当物质达到纳米尺度后,大约在 $1 \sim 100$ 纳米的范围空间,它的性能往往会发生突变,出现特殊性能。比如“纳米衣”不仅好看,还可防紫外线和保温;“纳米屋”墙壁颜色可以变化,反映室内氧气的含量和温度的升降;“纳米汽车”其 40% 的钢铁和金属材料将被轻质、高强的材料代替。纳米材料对于解决陶瓷材料的脆性问题将行之有效,对提高陶瓷材料的可靠性、扩大陶瓷材料的应用范围开辟了一条新的途径。

过去人们只注意分子、原子或宇宙空间,忽略了纳米这个领域,其实它大量存在于我们的身边,只是以前没有认识而已。像人的牙齿、贝壳的表面,就都是排列整齐的纳米结构,甚至出土文物表面的一层东西,也是具有防腐功能的纳米氧化氮。像千年铜镜出土后一样光可鉴人。

别看纳米“毫不起眼”,纳米技术有可能成为新工业革命的主导技术,成为本世纪推动社会经济快速发展的制高点。在未来五年中我国将投入 25 亿元进行纳米研究。

纳米技术对现代两大支柱产业——信息技术和生物技术都可提供巨大契机,应用纳米科技后,整个美国的所有信息,都可储存在 1 cm^2 方块大小的东西里边。有的顽固性病毒非常小,现在没有药物能治疗,将来用纳米结构“组装”一种寻找病毒的药物后,像艾滋病、癌症、病毒性感冒等都可治疗。近年来,科学家还发明了纳米钻子、纳米勺子“血管机器人”,可以在人的

血管里用这些工具进行操作。现今世界各国都争相发展纳米技术,但专家认为,距离纳米时代尚有五、六十年。

中国有些企业从1996年就开始将纳米材料用于冰箱制造,冰箱门封用纳米抗菌涂料,不会发霉,里面的果盘也有用纳米材料的,纳米让中国的发展碰上了千载难逢的机会,跨过去就可能实现中国经济的腾飞。

复习思考题

1. 填空题

- (1) 根据化学成分的不同,建筑材料可分为_____、_____和_____三大类。
- (2) 根据用途的不同,建筑材料可分为_____八大类及其他建筑材料。

2. 选择题(请把下列各题中正确答案的序号填在各题中的括号内)

- (1) 铝塑板属于()。
- A. 黑色金属材料 B. 有色金属材料
- C. 复合材料 D. 有机材料
- (2) 绿色材料的概念是()年在第一届国际材料科学研究会上首次提出的。
- A. 1988 B. 1992 C. 1998 D. 1978
- (3) 在国际单位制中,1 纳米 = ()m。
- A. 10^{-6} B. 10^{-8} C. 10^{-9} D. 10^{-10}

3. 判断题(判断下列各题正确与否,正确的划“√”,错误的划“×”并请改正。)

- (1) 绿色材料就是绿色植物组成的材料。()
- (2) 建筑材料的质感,主要是指其内在质量的好坏。()

4. 问答题

- (1) 绿色材料的五原则是什么?
- (2) 纳米材料将会给我们的生活带来怎样的变化?
- (3) 我国建筑材料的标准有哪四级?

第二章 建筑材料的基本性质

建筑材料是构成建筑物的材料,除要承受各种外力的作用外,还要受到水、冻融、温度及湿度变化的影响,甚至酸、碱、盐的侵蚀等物理化学的作用。因此,在建筑工程的设计和施工中,做到正确地选择和合理使用材料,必须掌握材料的有关性能指标。本章内容旨在讲述材料主要的、共同的技术性质。

第一节 材料的基本物理性质

一、密度、表观密度和堆积密度

1. 密度

密度是指材料在绝对密实状态下,单位体积的质量。按下式计算:

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

式中: ρ ——密度, kg/m^3 ;

m ——干燥材料的质量, kg ;

V ——材料在绝对密实状态下的体积, m^3 。

材料的绝对密实体积是指不包括材料内部孔隙在内的体积。对钢材、玻璃等绝对密实材料,可根据其外形尺寸求得体积,称出其干燥的质量,按公式(2-1)计算密度。

对于一般的材料,为了测得准确的密度值,应先将材料磨成细粉干燥后,再称其一定质量的粉末,利用密度瓶测量其绝对体积。绝对体积等于被粉末排出的液体体积。

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,按下式计算:

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

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体积, m^3 。

由于材料表观密度体积内含有孔隙,所以含水与否,同一材料的表观密度并不一样,一般可分为:干表观密度、湿表观密度、饱和表观密度等。

3. 堆积密度

堆积密度是指砂、石等颗粒状材料在自然堆积状态下单位体积的质量。按下式计算:

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

式中: ρ'_0 ——堆积密度, kg/m^3 ;

m ——颗粒材料的质量,kg;

V'_0 ——颗粒材料自然堆积体积, m^3 。

所谓自然堆积体积是包括颗粒与颗粒之间空隙在内的体积。

在建筑工程中,计算材料或构件自重、配料计算以及材料储存空间或运输量的确定,均要用材料的密度、表观密度和堆积密度。

几种常用建筑材料的密度、表观密度、堆积密度等物理参数见表 2-1。

几种常用材料的物理参数

表 2-1

材 料	密度(g/cm^3)	表观密度(kg/m^3)	堆积密度(kg/m^3)	孔隙率(%)
花岗岩	2.60 ~ 2.90	2500 ~ 2800	—	0.5 ~ 3.0
普通黏土砖	2.50 ~ 2.80	1500 ~ 1800	—	30 ~ 40
普通混凝土	2.60	2300 ~ 2500	—	5 ~ 10
松木	1.55	380 ~ 700	—	55 ~ 75
钢材	7.85	7850	—	0
水泥	2.90 ~ 3.10	—	1200 ~ 1300	—
砂	2.60	—	1450 ~ 1650	—

二、密实度、孔隙率、空隙率

图 2-1 为某规则块状材料的绝对密实体积和自然状态体积的示意图。

由图可知:

$$\text{密实度 } D = \frac{V}{V_0} \times 100\% \quad (2-4)$$

$$\begin{aligned} \text{孔隙率 } P &= \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% \\ &= \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\% \end{aligned} \quad (2-5)$$

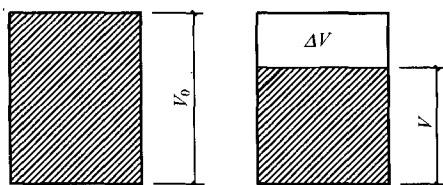


图 2-1 材料的体积

对石子等颗粒材料而言,颗粒内并非绝对密实而是含有很少的孔隙,该颗粒单位体积的质量为石子的表观密度。设某石子的堆积体积为 V'_0 ,该堆积体积内,石子颗粒体积之和为 V_0 ,则

$$\text{空隙率 } P' = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}\right) \times 100\% \quad (2-6)$$

材料的密实度、孔隙率与材料的力学性质、热学性质、声学性质等密切相关。

第二节 材料与水有关的性质

一、材料的亲水性与憎水性

材料与水接触时,其表面可被水润湿或不被水所润湿,被水润湿的材料称为亲水性材料,不被水润湿的称为憎水性材料,如图 2-2 所示。

图 2-2a) 表示材料表面可被润湿的情况,水可较好地材料表面上铺展。在材料、水、空

气三相交点,沿水滴表面做切线,该切线与材料表面之间的夹角 θ 称为润湿角,此时 $\theta \leq 90^\circ$,说明水分子和材料分子之间的作用大于水分子之间的作用力。图2-2b)的情况相反,水不能在材料表面上铺展, $\theta > 90^\circ$,说明水分子与材料分子间的作用力小于水分子之间的作用力。为此,在亲水性材料毛细管中,水往往形成凹形液面并上升到一定高度,即所谓毛细管现象。在憎水性材料的毛细管中,水则形成凸形液面并下降一定高度,不能形成毛细现象。

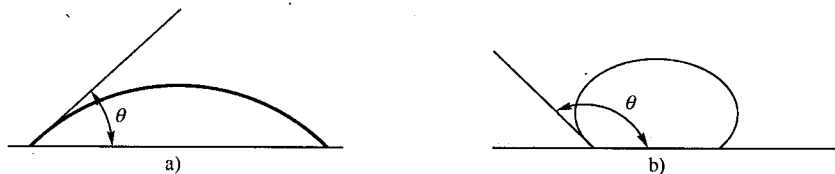


图2-2 材料的润湿角
a)亲水材料;b)憎水材料

建筑工程中,常常利用憎水性材料作防水材料(如沥青),或用来对亲水性材料作表面憎水化处理,以降低材料的吸水性,提高材料的防水、防潮能力。

二、材料的吸水性和吸湿性

大多数建筑材料都是亲水性材料,如砖瓦、石材、木材、混凝土等,都能在水中或潮湿的空气中吸收水分和水汽,前者叫材料的吸水性,后者叫材料的吸湿性。

材料吸水性的大小用吸水率表示。

$$w = \frac{m_1 - m}{m} \times 100\% \quad (2-7)$$

式中: w ——材料的吸水率,%;

m_1 ——材料吸水饱和时的质量,kg;

m ——材料干燥时的质量,kg。

材料含水率是材料中所含水的质量与材料干燥时质量之比,计算式如下:

$$w' = \frac{m' - m}{m} \times 100\% \quad (2-8)$$

式中: w' ——材料的含水率,%;

m' ——材料含水时的质量,kg;

m ——材料干燥时的质量,kg。

材料的吸水性,一方面取决于材料本身是亲水性还是憎水性,另一方面也与材料孔隙率的大小和孔隙特征有关,细微而连通的孔隙其吸水率较大;封闭的孔隙水不能进入,粗大的孔隙水仅能润湿孔壁,所以孔隙封闭且粗大的材料,其吸水率较低。材料吸水后很多性质将产生明显变化,主要表现为表观密度上升、体积膨胀、导热性增加、强度及抗冻性下降等。

影响材料吸湿的多少,除与材料本身性质与孔隙率及构造等因素有关外,尚与空气的湿度有关。当材料中的水分子与周围空气湿度相平衡时,其含水率叫平衡含水率。

三、材料的耐水性

多数材料吸水后,水分减弱了材料内部质点间的联结作用,表现为强度降低。所谓材料的耐水性是指材料在吸水饱和状态下,不发生破坏,强度也不显著降低的性能。耐水性的优劣用

软化系数表示。

$$K_R = \frac{R_1}{R_0} \quad (2-9)$$

式中: K_R ——材料的软化系数;

R_1 ——材料吸水饱和状态下的抗压强度, MPa;

R_0 ——材料在干燥状态下的抗压强度, MPa。

不同建筑材料的软化系数相差甚远,波动于 0 ~ 1 之间。对于经常受潮或位于水中的工程,其所用材料的软化系数应不小于 0.75,一般将软化系数大于 0.85 的材料称为耐水材料。

四、材料的抗冻性

在负温下,材料毛细管内的水分可冻结成冰,此时体积膨胀 9% ~ 10%。冰的膨胀压力达到一定程度时,将使材料遭到局部破坏;当冰冻融解时其膨胀压力也将消失。材料在冻结和融解的循环作用下而遭受破坏的现象称为冻融破坏。

抗冻性是指材料在吸水饱和状态下,能经受反复冻融作用而不被破坏,强度无显著降低的性能。抗冻性可用抗冻等级表示,它是以抗冻试件经受冻融后的强度降低率、质量损失率均不超过一定限度时所经受的冻融循环次数来表示的。抗冻等级可分为 F 15、F 25、F 50、F 100、F 200 等。抗冻性常常作为无机非金属材料抵抗大气物理作用的一种耐久性指标,抗冻性良好的材料也可较好地抵抗温度变化、干湿交替等风化作用。

五、材料的抗渗性

抗渗性是材料在压力水作用下抵抗水渗透的性能。对混凝土和砂浆,抗渗性的好坏用抗渗等级表示,它是以试件可承受逐步增高的最大水压而不渗透的水压力表示的,如 P4、P6、P8、P 10…等,分别表示试件可承受逐步增高到 0.4MPa、0.6MPa、0.8MPa、1.0MPa、…水压而不渗透。地下水建筑、水塔、压力管道等受水压作用的材料均要求具有一定的抗渗等级。

第三节 材料的力学性质

材料的力学性质,是指材料在外力(荷载)作用下抵抗破坏的能力和产生变形的有关性质。

一、强度、比强度

1. 强度

材料在外力(荷载)作用下抵抗破坏的能力称为强度。当外力增大到某一数值时材料被破坏,这时材料单位面积上所受的力为极限强度,通常用 f 表示。

根据外力作用的方式,材料强度可分为抗拉、抗压、抗剪、抗弯(抗折)强度等,如图 2-3 所示。抗拉、抗压、抗剪强度的计算公式如下:

$$f = \frac{F}{A} \quad (2-10)$$

式中: f ——材料的强度, MPa;

F ——破坏荷载 N;

A ——受荷面积 mm^2 。

材料的抗弯强度与试件受力情况、截面形状及支承条件有关,图 2-3 中的受弯方式,其强度计算式如下:

$$f_m = \frac{3FL}{2bh^2} \quad (2-11)$$

式中: f_m ——材料的抗弯强度, MPa ;

F ——材料受弯时的破坏荷载, N ;

L ——两支点的间距(跨度), mm ;

b 、 h ——分别为受弯试件截面的宽和高, mm 。

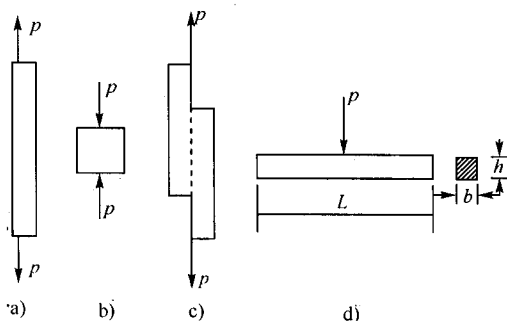


图 2-3 外力作用方式示意图
a) 抗拉; b) 抗压; c) 抗剪; d) 抗弯

为便于材料的生产和应用,主要结构材料均按其强度值划分为若干技术等级,即强度等级。如普通水泥按抗折强度和抗压强度划分为 32.5、32.5R、42.5、42.5R、52.5、52.5R 六个强度等级;普通混凝土按抗压强度划分为 C 7.5、C 10、C 20、……、C 80 共 16 个强度等级。

材料的强度不仅取决于材料本身的成分和结构,而且与外部条件、测试的方法等因素有着直接关系。所以必须遵照有关技术标准规定的方法去测试材料的强度,才能取得具有可比性的数据。

2. 比强度

为了对不同的材料强度进行比较,可以采用比强度。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对其表观密度之比。它是衡量材料轻质高强的一个主要指标。以钢材、木材和混凝土的抗压强度来作比较,可求得三者的比强度,如表 2-2 所示。

钢材、木材和混凝土的强度比较

表 2-2

材 料	表观密度 (kg/m^3)	抗压强度 (MPa)	比强度
低碳钢	7860	415	0.053
松木	500	34.3 (顺纹)	0.069
普通混凝土	2400	29.4	0.012

由表 2-2 数据可见,从比强度来看,钢材比混凝土强,而松木又比钢材强。就三者比较而言,混凝土是质量大而强度低的材料。

二、弹性和塑性

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;若