



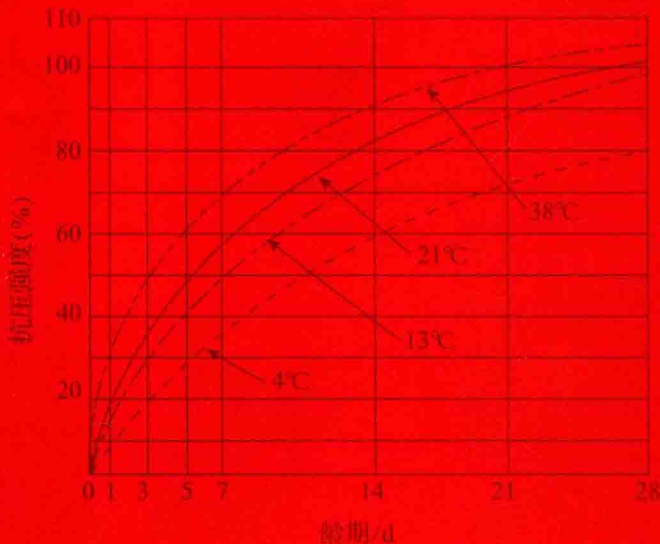
高职高专『十二五』精品规划教材

教育部高职高专材料专业教学指导委员会推荐教材

建筑与装饰材料

主 编 / 隋良志 李玉甫

CONSTRUCTIVE AND DECORATIVE MATERIALS



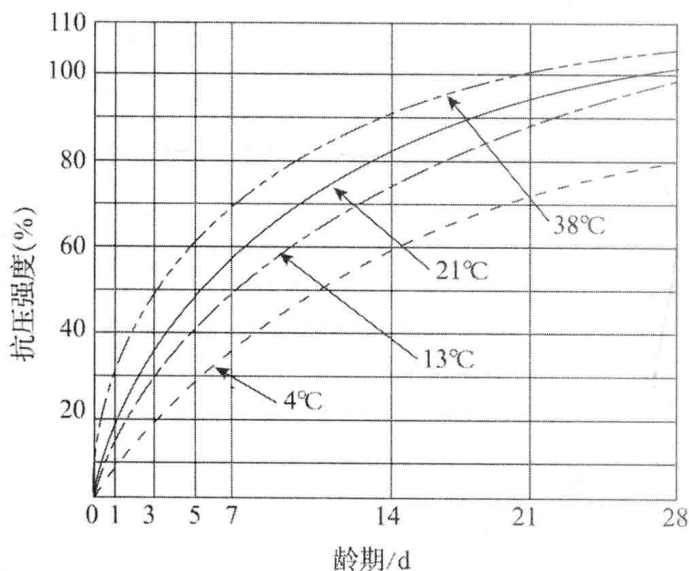
教育部高职高专材料专业教学指导委员会推荐教材

建筑与装饰材料

主 编 / 隋良志 李玉甫

CONSTRUCTIVE AND DECORATIVE MATERIALS

常州大学
藏



内 容 提 要

本书主要是按照建筑与装饰材料在工程实践中的选择与应用进行编写的。全书共分“建筑与装饰材料的基本性能”“胶凝材料”“建筑结构材料”“建筑功能材料”四大模块，十五个教学任务：建筑与装饰材料基本性能的认识、气硬性胶凝材料的选择与应用、水硬性胶凝材料的选择与应用、普通混凝土的选择与应用、金属材料的选择与应用、墙体材料及屋面材料的选择与应用、建筑砂浆的选择与应用、建筑石材的选择与应用、建筑玻璃的选择与应用、建筑卫生陶瓷的选择与应用、有机高分子材料的选择与应用、建筑防水材料的选择与应用、绝热与吸声材料的选择与应用、建筑木材及其制品的选择与应用、建筑装饰材料的选择与应用。

书中主要介绍了各种建筑与装饰材料的品种、技术要求、性能及其选择与应用，对于试验（检测）训练内容参见纪明香、田文富主编的配套教材《建筑与装饰材料习题及实训手册》。本书尽力采用当前新标准、新规范，每个任务介绍前均有任务简介、知识目标、技能目标，任务后有本任务小结。本书附有光盘。

本书可作为高职院校相关专业在校学生的教学用书，也可作为中职学校在校学生及工程技术人员在岗培训提供参考。

图书在版编目（CIP）数据

建筑与装饰材料 / 隋良志, 李玉甫主编. —天津:
天津大学出版社, 2014. 9

教育部高职高专材料专业教学指导委员会推荐教材
高职高考“十二五”精品规划教材

ISBN 978-7-5618-5197-5

I. ①建… II. ①隋…②李… III. ①建筑材料—高等职业教育—教材②建筑装饰—装饰材料—高等职业教育—教材 IV. ①TU5②TU56

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 212943 号

出版发行 天津大学出版社

出版人 杨 欢

地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内（邮编：300072）

电 话 发行部：022-27403647

网 址 publish.tju.edu.cn

印 刷 天津泰宇印务有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 185mm × 260mm

印 张 20.5

字 数 512 千

版 次 2015 年 1 月第 1 版

印 次 2015 年 1 月第 1 次

定 价 45.00 元（附光盘）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请与我社发行部联系调换

版权所有 侵权必究

编审委员会

主 编：隋良志 李玉甫

副主编：王 璐 冯伟东 邛静喆

编 委：（排名不分先后）

隋良志 黑龙江建筑职业技术学院

李玉甫 黑龙江建筑职业技术学院

王 璐 哈尔滨铁道职业技术学院

冯伟东 哈尔滨兴旺建设工程质量检测有限公司

邛静喆 黑龙江省建材质量第二质量监督检验站

纪明香 黑龙江建筑职业技术学院

关 升 黑龙江建筑职业技术学院

霍 哲 黑龙江建筑职业技术学院

谭春梅 哈尔滨铁道职业技术学院

前言

在高职高专各相关专业中,要求学生掌握“建筑材料”或“建筑与装饰材料”的有关知识,其实质主要是满足两个方面的需要:一是了解并掌握土木工程中建筑与装饰材料的品种、规格、性能,以便在土木工程实践中能够正确选用材料;二是了解并掌握建筑与装饰材料的标准、规范及品质指标,以便在土木工程实践中能够准确检测、判断材料是否符合工程要求。

自2008年《建筑与装饰材料》以及配套教材《建筑与装饰材料习题及实训手册》出版以来,相关学校选用本套书籍作为教材或作为图书馆的藏书,由此该书多次重印。随着人们对建筑材料性能要求的不断提高,建筑材料生产技术、建筑施工技术也在不断发展,由此近几年对建筑材料的产品标准及施工规范也在不断修改与完善。同时,在本书使用过程中,教师和学生们也提出了很好的建议。按照全国高职高专材料类专业教学指导委员会关于教材建设和改革的要求,应出版社之邀,本书进行修改后再次出版。本版教材主要体现了如下几个特点。

1. 常用建筑材料按照《建筑材料术语标准》(JGJ/T 191—2009)进行规范。

2. 按照近三年建材新标准、新规范的实施,重新编排教材内容。

3. 对书后附有的建筑材料标准目录进行更新,便于教师、学生学习查找。

4. 按照以行动为导向的任务驱动模式编写教材,在四个模块下,设置十五个任务。

5. 书后附有光盘,内容包括国家、行业标准、规范等,最近授课课件(PPT格式),相关会议学者、专家的报告,素材资料等,应用案例与发展动态,建筑装饰常用网站,供学习时参考。

修改后,以增强学生的职业能力为目标,以培养学生良好的学习习惯为统领,每个任务学习后,均提供“应用案例与发展动态”(限于篇幅,放入随书所附光盘内),以帮助学生了解工程实践和建筑与装饰材料的发展方向。同时由纪明香、田文富主编的《建筑与装饰材料习题及实训手册》也做了相应的修订,以配套使用。

《建筑与装饰材料》由隋良志、李玉甫主编,王璐、冯伟东、邛静喆任副主编,纪明香、关升、谭春梅、霍哲参编,同时邹凌彦、刘长恒、刘冬梅、张红丽、马修辉负责图片、影像等素材资料的收集、编辑、制作等工作。具体编写分工为:黑龙江建筑职业技术学院隋良志编写课程引导、任务一、任务三、任务十五、附录,并负责全书统稿;黑龙江建筑职业技术学院李玉甫编写任务四;哈尔滨铁道职业技术学院王璐编写任务二、任务五、任务九、任务十;哈尔滨兴旺建设工程质量检测有限公司冯伟东编写任务十二;黑龙江省建材质量第二质量监督检验站邛静喆编写任务七;黑龙江建筑职业技术学院纪明香编写任务十一;黑龙江建筑职业技术学院关升编写任务六、任务八;黑龙江建筑职业技术学院霍哲编写任务十三;哈尔滨铁道职业技术学院谭春梅编写任务十四。

由于编者水平有限,新标准、新规范不断修改,书中难免有不当之处,敬请读者、专家给予批评指正。

编者

2014年7月

目 录

课程引导	1
0.1 建筑与装饰材料的含义和分类	1
0.2 建筑与装饰材料在建筑工程中的作用	2
0.3 建筑与装饰材料的发展趋势	3
0.4 建筑与装饰材料的技术标准简介	3
0.5 建筑与装饰材料的选用原则	4
0.6 本课程的学习目的及方法	4

模块一 建筑与装饰材料的基本性能

任务一 建筑与装饰材料基本性能的认识	6
1.1 材料的组成与结构	6
1.2 材料的物理性质	9
1.3 材料的力学性质	17
1.4 材料的耐久性与环境协调性	21
1.5 材料的防火性能	21
本任务小结	22

模块二 胶凝材料

任务二 气硬性胶凝材料的选择与应用	24
2.1 建筑石灰	24
2.2 建筑石膏	29
2.3 水玻璃	36
本任务小结	37
任务三 水硬性胶凝材料的选择与应用	38
3.1 通用硅酸盐水泥	38
3.2 专用水泥	55
3.3 特性水泥	57
3.4 铝酸盐水泥	62
本任务小结	64

模块三 建筑结构材料

任务四 普通混凝土的选择与应用	66
-----------------	----

4.1	普通混凝土组成材料	67
4.2	混凝土拌和物的工作性	80
4.3	混凝土的强度	86
4.4	混凝土的变形	90
4.5	混凝土的耐久性	93
4.6	普通混凝土配合比设计	95
4.7	混凝土外加剂	102
4.8	其他混凝土	106
	本任务小结	113
任务五	金属材料的选择与应用	116
5.1	建筑钢材	116
5.2	铝及铝合金	135
	本任务小结	140
任务六	墙体材料及屋面材料的选择与应用	141
6.1	砌墙砖	141
6.2	建筑砌块	154
6.3	墙用板材	159
6.4	屋面材料	164
	本任务小结	167
任务七	建筑砂浆的选择与应用	168
7.1	砌筑砂浆	168
7.2	抹面砂浆	175
7.3	预拌砂浆	179
	本任务小结	188

模块四 建筑功能材料

任务八	建筑石材的选择与应用	190
8.1	石材的基本知识	190
8.2	工程砌筑用石材	194
8.3	装饰用石材	196
	本任务小结	203
任务九	建筑玻璃的选择与应用	205
9.1	玻璃的基本知识	205
9.2	平板玻璃	207
9.3	安全玻璃	208
9.4	节能玻璃	211
	本任务小结	215

任务十 建筑卫生陶瓷的选择与应用	216
10.1 陶瓷的基本知识	216
10.2 建筑陶瓷	220
10.3 卫生陶瓷	228
10.4 建筑卫生陶瓷的发展方向	230
本任务小结	230
任务十一 有机高分子材料的选择与应用	231
11.1 有机高分子材料的基本知识	231
11.2 建筑塑料	234
11.3 建筑胶黏剂	239
11.4 建筑涂料	243
本任务小结	245
任务十二 建筑防水材料的选择与应用	246
12.1 防水材料概述	246
12.2 防水卷材	254
12.3 防水涂料	264
12.4 建筑密封材料	272
12.5 刚性防水材料	276
本任务小结	279
任务十三 绝热与吸声材料的选择与应用	280
13.1 绝热材料	280
13.2 吸声、隔声材料	286
本任务小结	288
任务十四 建筑木材及其制品的选择与应用	289
14.1 木材的基本知识	289
14.2 木材的基本性能	291
14.3 常用木材及制品	292
14.4 木材的腐蚀与防腐	294
本任务小结	295
任务十五 建筑装饰材料的选择与应用	296
15.1 建筑装饰材料的基本知识	296
15.2 建筑装饰材料主要品种及其应用	299
本任务小结	303
附录 1:《建筑与装饰材料》学习领域情境教学大纲	304
附录 2: 建筑与装饰材料标准	307
参考文献	315

在人类发展的历史长河中，材料起着举足轻重的作用，人类对材料的应用一直是社会文明进步的里程碑。

早在一百万年前，人类开始用石头做工具，标志着人类进入旧石器时代。大约一万年以前，人类知道对石头进行简单的加工，使之成为精致的器皿或工具，从而进入新石器时代。在8 000~9 000年前，人类已发明了用混土成型，再火烧固化制作陶器的方法，标志着人类有史以来第一次用自然界存在的物质，发明制造了自然界没有的物品（陶器）。在烧制陶器过程中，人们偶然发现了金属铜和锡，从而使人类进入了青铜器时代（各国进入的时间不同，一般都在公元前3000年—前2500年，中国大约在公元前2700年）。公元前14世纪—公元前13世纪，人类进入铁器时代，19世纪中叶现代炼钢技术出现后，金属材料的重要性急剧增强。20世纪后期，金属基或树脂基复合材料得到了广泛应用。

古代的石器、青铜器、铁器等的兴起和广泛利用，极大地改变了人们的生活和生产方式，对社会进步起到了关键性的推动作用，这些具体的材料（石器、青铜器、铁器）被历史学家作为划分某一个时代的重要标志，如石器时代、青铜器时代、铁器时代等。20世纪70年代，人类社会进入新技术革命时代，材料与能源、信息被公认为现代文明的三大支柱。20世纪80年代，人们又把新材料、信息技术和生物技术并列为新技术革命的重要标志。材料科学的发展不仅是科技进步、社会发展的物质基础，同时也改变着人们在社会活动中的实践方式和思维方式，由此极大地推动了社会进步。

目前，全球经济复苏进程缓慢，为刺激实体经济发展，主要发达国家加大了对新材料的支持力度，由新材料带动而产生的新产品和新技术市场不断扩大。我国也已于2010年将新材料产业与节能环保、新一代信息技术、生物、高端装备制造、新能源、新能源汽车等产业一起构成七大战略新兴产业。全球特种金属功能材料、高端金属结构材料、先进高分子材料、新型无机非金属材料、高性能复合材料以及石墨烯、超导材料等前沿新材料成为全世界研究、应用的新领域，有理由相信，新材料产业的发展将开辟一个新的时代。这些新材料也在不断改变和影响着建筑工程结构、施工方法和施工管理等。

所谓材料，一般是指可以用来制造有用的构件、器件或其他物品的物质。材料按化学组成、结构特点，分为金属材料、无机非金属材料、高分子材料、复合材料；按功能分为结构材料、功能材料；按用途，分为建筑材料、装饰材料、电子材料、航空航天材料、核材料、能源材料、生物材料等。

0.1 建筑与装饰材料的含义和分类

0.1.1 建筑与装饰材料的含义

广义的建筑材料是指建造一切土木工程中所有材料的统称（也有人称之为土木工程材料）。它是住宅、商场大厦、办公楼、宾馆、饭店、道路、桥梁、隧道、铁路、机场、水坝、灌溉设施、工业生产厂房、国防军事基地等一切土木工程的物质基础。它既包括构成建、构筑

物本身的材料（如混凝土、钢材、木材、砌体材料等），又包括施工过程中所用的材料（如脚手架、模板等）以及各种配套器材（水、暖、电、通风、消防设备等）。

通常所讲的“建筑材料”是狭义的，主要是指构成建、构筑物本身的材料，即狭义的建筑材料。

装饰材料是指依附于建筑物体表面起装饰和美化环境作用的建筑材料。装饰材料是建筑材料中的一个类别，这一类别是建筑物的“外衣”，它直观性很强，由于其近年发展较快，品种繁多，使用的量大、面广，因此深受人们的重视。所以，近些年也有人将其从建筑材料中独立出来，成为一个类别——装饰材料。

0.1.2 建筑与装饰材料的分类

建筑与装饰材料的种类繁多，很难用一个标准进行科学分类，一般从不同角度对其进行分类。按照使用功能，可分为胶凝材料、结构材料和功能材料三大类；按照在建筑物中所处部位，可分为基础材料、主体材料、屋面材料和地面材料四大类；按照化学成分，可分为无机材料、有机材料和复合材料三大类。每种分类方法下又可再分成细小种类。表0-1是按照化学成分分类的举例。

表0-1 建筑材料按化学成分分类

分 类		实 例	
无机材料	金属材料	黑色金属	铁、钢、合金钢、不锈钢等
		有色金属	铝、铜、锌及其合金等
	非金属材料	天然石材	砂、石及石材制品等
		胶凝材料及制品	石灰、石膏及其制品、水泥及其混凝土等
		玻璃	普通平板玻璃、安全玻璃、绝热玻璃等
		无机纤维材料	玻璃纤维、矿物棉、岩棉等
		烧土制品	烧结砖、瓦、陶瓷制品等
有机材料	天然植物材料	木材、竹材、植物纤维及其制品等	
	沥青材料	煤沥青、石油沥青及其制品等	
	合成高分子材料	塑料、涂料、树脂、胶黏剂、合成橡胶等	
复合材料	有机与无机非金属复合	沥青混凝土、聚合物混凝土、玻璃纤维增强塑料等	
	金属与无机非金属复合	钢筋混凝土、钢纤维混凝土等	
	金属与有机复合	铝塑管、金属夹芯板、塑钢等	

0.2 建筑与装饰材料在建筑工程中的作用

建筑材料是一切土木工程的重要物质基础，同时也是建筑工程质量的保障。无论是北京中国尊（528 m）、上海中心大厦（高632 m）、天津117大厦（高570 m）、杭州湾跨海大桥（全长36 km）、胶州湾跨海大桥（全长36.48 km）、长江三峡水利工程（装机容量1820万kW，大坝混凝土浇筑量达2800万m³）、珠港澳大桥（使用寿命预计120年，抗击8级地震）等巨型工程，还是普通的多层民用建筑，都是由各种建筑材料组成的，也即建筑与装饰材料是建筑工

程的物质基础。同时,建筑材料质量的优劣直接影响到建筑工程质量,所以建筑工程技术人员只有准确、熟练掌握建筑材料的性能、生产、储运、使用和检验评定等各环节,才能正确选择和合理使用建筑材料,从而确保建筑的安全、适用、耐久等各项功能要求。

在建筑工程的总造价中,材料费所占比例很大,一般在50%~60%,有的高达75%,只有充分利用材料的各种性能,提高材料的利用率,在满足使用要求的前提下降低材料费用,才能降低建筑工程造价。

建筑与装饰材料的品种、质量与规格,直接影响着工程结构形式和施工方法,也决定着工程的安全性、适用性、耐久性、经济性和美观大方等。

0.3 建筑与装饰材料的发展趋势

随着人们生活水平的不断提高和生产技术的不断提升,对建筑与装饰材料的品种与性能要求越来越高,不仅要经久耐用,而且要轻质、高强、美观、多功能、低碳、环保、节能等。

0.4 建筑与装饰材料的技术标准简介

技术标准是从事产品、工程建设、科学研究以及商品流通领域中必须共同遵循的技术规范。

《中华人民共和国标准化法》将我国标准分为国家标准、行业标准、地方标准、企业标准四类。

技术标准的表示方法由标准名称、代号、标准号、年代号组成。各类标准代号如表0-2所示。

表0-2 各类标准代号

标准种类	代号	表示内容	示例
国家标准	GB GB/T	国家强制性标准 国家推荐性标准	例1:《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007) 标准名称:通用硅酸盐水泥 代 号:GB(国家强制性标准) 标准号:175 年代号:2007年
行业标准	JC JGJ SL YB DL JT	建材行业标准 建筑工程行业标准 水利行业标准 冶金行业标准 电力行业标准 交通行业标准	例2:《混凝土用水标准》(JGJ 63—2006) 标准名称:混凝土用水标准 代 号:JGJ(建筑工程行业标准) 标准号:63 年代号:2006年 例3:《预拌混凝土质量管理规程》(DB 23/1328—2013) 标准名称:预拌混凝土质量管理规程 代 号:DB23(黑龙江省地方标准) 标准号:1328 年代号:2013年
地方标准	DB DB/T	地方强制性标准 地方推荐性标准	例4:《中国移动通信互联网短信网关接口协议》(QB—GF—028—2003) 标准名称:中国移动通信互联网短信网关接口协议 代 号:QB(企业标准)
企业标准	QB	企业标准	标准号:028 年代号:2003年

0.5 建筑与装饰材料的选用原则

建筑与装饰材料的品种繁多，在工程实践中选用材料的原则为：第一，满足使用功能；第二，考虑合理的耐久性；第三，注意材料的安全性，须利于身心健康；第四，考虑经济性，不但要考虑一次性投资，而且应考虑维护费用的大小；第五，应便于施工，满足装饰效果要求。

0.6 本课程的学习目的及方法

本书主要讲述建筑与装饰材料的品种、规格、技术性能、检验、选用及保管等基本内容。学生通过学习应能正确认识、合理选用建筑与装饰材料，获得主要建筑与装饰材料检测的基本技能，并掌握建筑与装饰材料产品运输与保管的有关知识。

本课程实践性较强。学生在学习时，课下除应认真精读教材（包括所附光盘内容）外，还要经常到网上查阅相关资料进行认知学习，浏览更多、更新的建筑与装饰材料品种（推荐部分网站见所附光盘）。同时，学生应在教师指导下，到建筑施工现场（实训室）、建材市场等地，对建筑与装饰材料进行认知实践。学习时要注意将理论知识落实在材料的选用、检测、验收等实践操作的技能上。应该充分重视主要材料的试验训练。



模块一

建筑与装饰材料 的基本性能

模块内容简介：

本模块为全书重点内容之一，主要介绍建筑与装饰材料的基本性能。内容包括材料的组成与结构，材料的物理性质、力学性质、耐久性与环境的协调性、防火性能等。

模块的学习目标：

学生在学完本模块后，应该认识到材料的一切性质是由材料的结构所决定的，结构又是由材料的组成和生产工艺所决定的，即材料的性质是材料结构的外在表现。

建筑与装饰材料基本性能的认识

任务简介：本任务主要是学习各种建筑与装饰材料的基本性能。通过材料组成、结构来反映材料的性能，为后续学习各种材料的任务奠定基础。

- 知识目标：**
- (1) 掌握材料的化学组成、矿物组成含义，了解材料的宏观结构、亚微观结构、微观结构含义，了解材料内部孔隙的分类及其对材料性能的影响。
 - (2) 掌握材料的密度、表观密度、堆积密度、密实度、孔隙率、填充率及空隙率的概念，熟悉各密度计算表达式。
 - (3) 掌握材料亲水性和憎水性、吸水性和吸湿性、耐水性、抗渗性、抗冻性的概念，熟悉各指标的计算表达式，了解导热系数、热容量与比热容及热变形的概念。
 - (4) 掌握材料的强度、比强度、强度等级概念，了解弹性和塑性、脆性和韧性、硬度与耐磨性的概念。
 - (5) 了解材料耐久性、防火性的概念。

- 技能目标：**
- (1) 能够区分与材料基本性能相关的术语。
 - (2) 能对材料的基本性能指标进行一定的计算。
 - (3) 会正确使用仪器测试材料的密度、表观密度和堆积密度。

建筑与装饰材料在土木工程中，承受着各种不同的作用，因而要求材料具有相应的不同性质。例如，梁、板、柱以及承重的墙体，主要承受各种荷载作用；房屋屋面，主要承受风霜、雨雪的作用，且能保温、隔热、防水、防火；而高层建筑外墙的装饰，主要应注意光泽、质感、图案、花纹、防火等。这就要求用于不同部位的材料应具有相应的性质。

材料的性质是由材料的组成与结构决定的（即结构决定性能），而结构又是由材料的生产工艺及原料的成分决定的。因此，学习时应抓住材料的“选择—性能—结构—生产工艺—原料成分”这条主线。

1.1 材料的组成与结构

1.1.1 材料的组成

材料的组成包括化学组成和矿物组成，它是决定材料各种性质的主要因素。

1. 化学组成

化学组成是指构成材料的化学成分。不同化学成分组成的材料其性能不同。不同类型的材料，化学组成的表示方法也不同，例如无机非金属建筑材料的化学组成以各种氧化物的含量表

示,金属材料则以元素含量来表示。

化学组成决定着材料的化学性质,影响着物理性质和力学性质。

2. 矿物组成

材料中的元素或化合物是以特定的结合形式存在的,并决定着材料的许多重要性质。

矿物组成是无机非金属建筑材料中化合物存在的基本形式。化学组成不同,有不同的矿物。而相同的化学组成,在不同的条件下,结合成的矿物往往也是不同的。例如,化学组成为CaO、SiO₂和H₂O的原料,在常温下硬化成的石灰砂浆和在高温高湿下硬化成的灰砂砖,由于两者条件不同,其物理性质和力学性质截然不同。

金属材料 and 有机材料也与无机非金属材料一样,由其各自的基本组成,决定着同一种类材料的主要性质。例如,铁和碳元素结合成固溶体或者化合物及二者的机械混合物,是非合金钢(碳素钢)的基本组成,其组成及含量不同的钢,性质有明显差别。所以说,认识各类材料的基本组成,是了解材料本质的基础。

1.1.2 材料的结构

1. 结构

材料的结构是决定材料性质的重要因素,可分为宏观结构、细观结构和微观结构三个层次,而且多数材料在前两个层次上都存在着孔隙。一般从三个层次来观察材料的结构及其与性质的关系。

(1) 宏观结构(亦称构造)

用放大镜或肉眼即可分辨的毫米级组织称为宏观结构。宏观结构的分类及其相应的主要特性见表1-1。

表1-1 材料的宏观结构及其相应的主要特性

材料的宏观结构		常用材料	主要特性
单一材料	致密结构	钢材、玻璃、沥青、部分塑料	高强、不透水、耐腐蚀
	多孔结构	泡沫塑料、泡沫玻璃	轻质、保温
	纤维结构	木材、竹材、石棉、岩棉、玻璃纤维、钢纤维	高抗拉,且大多数具有轻质、保温、吸声性质
	聚集结构	陶瓷、砖、某些天然岩石	强度较高
复合材料	粒状聚集结构	各种混凝土、砂浆、钢筋混凝土	综合性能好、价格较低廉
	纤维聚集结构	岩棉板、岩棉管、石棉水泥制品、纤维板、纤维增强塑料	轻质、保温、吸声或高抗拉(折)
	多孔结构	加气混凝土、泡沫混凝土	轻质、保温
	迭合结构	纸面石膏板、胶合板、各种夹芯板	综合性能好

采用两种或两种以上组成材料构成的新材料,称为复合材料。复合材料取各组成材料之长,避免单一材料的缺点,使其具有多种使用功能(如承受各种荷载、防水、保温、装饰、耐久等)或者具有某项特殊功能。复合材料综合性能好,某些性能往往超过组成中的单一材料。

材料的宏观结构中常含有孔隙或裂纹等缺陷，对材料性能有较大影响。

(2) 细观结构

由光学显微镜所看到的微米级组织结构称为细观结构（亦称显微或亚微观结构）。该结构主要涉及材料内部的晶粒等的大小和形态、晶界或界面、孔隙、微裂纹等。

一般而言，材料内部的晶粒越细小、分布越均匀，则材料的强度越高、脆性越小、耐久性越好；不同组成间的界面黏结或接触越好，则材料的强度、耐久性等越好。材料的亚微观结构相对较易改变。

(3) 微观结构

利用电子显微镜、X射线衍射仪、扫描隧道显微镜等工具看到的原子或分子级的结构称为微观结构。微观结构的形式及其主要特征见表1-2。

表1-2 材料的微观结构形式及其主要特性

微观结构		常见材料	主要特征
晶 体	原子晶体 (以共价键结合)	金刚石、石英、刚玉	强度、硬度、熔点均高，密度较小
	离子晶体 (以离子键结合)	氯化钠、石膏、石灰岩	强度、硬度、熔点较高，但波动大，部分可溶，密度中等
	分子晶体 (以分子键结合)	蜡及部分有机化合物	强度、硬度、熔点较低，大部分可溶，密度小
	金属晶体 (以库仑引力结合)	铁、钢、铝、铜及其合金	强度、硬度变化大，密度大
非 晶 体	原子、离子或分子以共价键、离子键或分子键结合，但为无序排列（短程有序，长程无序）	玻璃、粒化高炉矿渣、火山灰、粉煤灰	无固定的熔点和几何形状，与同组成的晶体相比，强度、化学稳定性、导热性、导电性较差，且各向同性

无机非金属材料中的晶体（或非晶体），其键的构成往往不是单一的，而是由共价键和离子键等共同组成，如方解石、长石及硅酸盐类材料等。这类材料的性质相差较大。

非晶体是一种不具有明显晶体结构的结构状态，又称为无定形体或玻璃体，是熔融物在急速冷却时，质点来不及按特定规律排列，所形成的内部质点无序排列（短程有序，长程无序）的固体或固态液体。因其大量的化学能未能释放出，故其化学稳定性较晶体差，容易和其他物质反应或自行缓慢向晶体转换。如水泥、混凝土等材料中使用的粒化高炉矿渣、火山灰、粉煤灰等材料，能对反应产物中的石灰在有水的条件下起硬化作用。

2. 孔隙

大多数材料在宏观结构层次或细观结构层次上均含有一定大小和数量的孔隙，甚至是相当大的孔洞。这些孔洞几乎对材料的所有性质都有相当大的影响。

(1) 孔隙的分类

材料内部的孔隙按尺寸大小，可分为微细孔隙、细小孔隙、较粗大孔隙、粗大孔隙等；按孔隙的形状，可分为球形孔隙、片状孔隙（即裂纹）、管状孔隙、带尖角的孔隙等；按常压下水能否进入孔隙中，又可分为开口孔隙（或连通孔隙）、闭口孔隙（封闭孔隙），当然压力很

高的水可能会进入到部分闭口孔隙中。

(2) 孔隙对材料性质的影响

通常材料内部的孔隙含量（即孔隙率）越多，则材料的表观密度、堆积密度、强度越小，耐磨性、抗冻性、抗渗性、耐腐蚀性及耐久性越差，而保温性、吸声性、吸水性和吸湿性等越强。孔隙的形状和孔隙状态对材料的性能有不同程度的影响，如连通孔隙、非球形孔隙（如扁平孔隙，即裂纹）往往对材料的强度、抗渗性、抗冻性、耐腐蚀性更为不利，对保温性稍有不影响，但对吸声却有利。孔隙尺寸越大，对材料上述性能的影响越明显。

人造材料内部的孔隙是生产材料时，在各工艺过程中留在材料内部的气孔。绝大多数建筑材料的生产过程中均使用水作为一个组成成分。为达到生产工艺所要求的工艺性质，用水量往往远远超过理论需水量（如水泥、石膏等的化学反应所需的水量），多余的水即形成了材料内部的毛细孔隙，即绝大多数人造建筑材料中的孔隙基本上是由水所造成的。可以说，凡是影响人造建筑材料内部孔隙数量、孔隙形状、孔隙状态或用水量的因素，均是影响材料性能的因素。在确定改善材料性能的措施和途径时，必须考虑这些因素。

1.2 材料的物理性质

1.2.1 与材料结构状态有关的基本参数

1. 不同状态下的密度

(1) 密度

材料在绝对密实状态下（不含内部所有孔隙体积时）单位体积的质量，密度 ρ 的计算公式如下：

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

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 ——干燥材料的绝对密实体积， cm^3 或 m^3 。

绝对密实体积是指纯粹固体物质的体积，不包含材料内部的孔隙。工程中所用材料，如钢材、玻璃等致密材料可以认为不含孔隙，可以近似地直接用排开液体法测定。其他材料均含孔隙，则必须将其磨成细粉，干燥后再采用排开液体的方法来测定其体积。材料磨得越细，测得的体积越接近绝对体积，所得的密度值就越准确。

工程中常用的散粒状材料，内部有些与外部不连通的孔隙，使用时既无法排除，又没有物质进入，在密度测定时直接采用排液法测出的颗粒体积（材料的密实体积与闭口孔隙体积之和，但不含开口孔隙体积）与其密实体积基本相同，并按上述公式计算，这时所求的密度有学者称其为视密度，即

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

式中： V_B ——材料的闭口孔体积， cm^3 或 m^3 。

(2) 表观密度

表观密度指多孔（块状或粒状）材料在自然状态下（包括内部所有孔隙体积）单位体积的质量，用下式表示：