

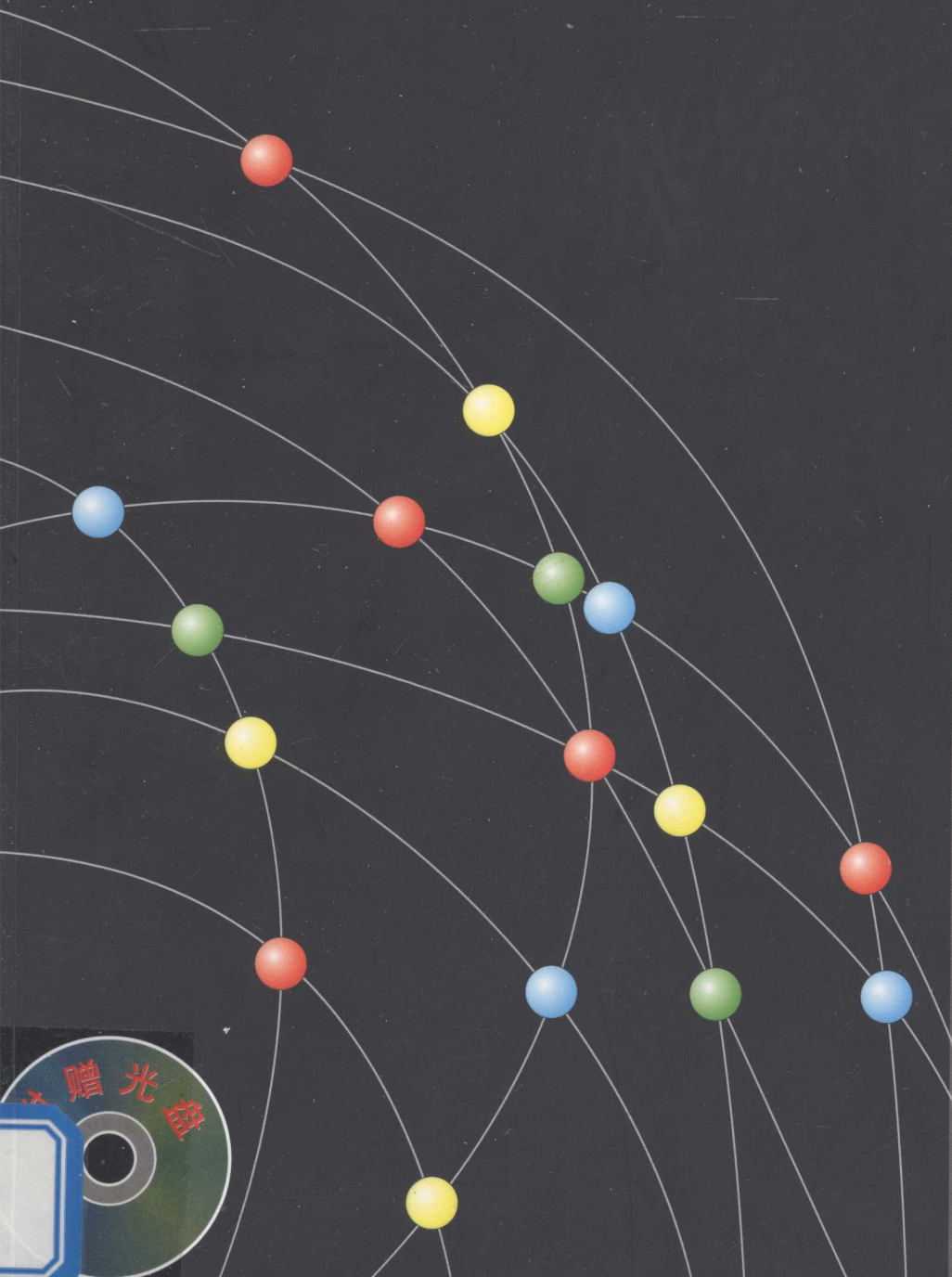


教育部高职高专材料类专业教学指导委员会推荐教材

主编 隋良志 刘锦子

CONSTRUCTIVE AND DECORATIVE MATERIALS

建筑与装饰材料



 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

教育部高职高专材料类专业教学指导委员会推荐教材

建筑与装饰材料

Constructive and Decorative Materials

主 编 隋良志 刘锦子
副主编 孙咏梅 贺洪亮 赵北龙
参 编 纪明香 李玉甫 冯伟东 赵金柱



天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书主要是按建筑与装饰材料在工程中的应用进行编写,即涵盖了“建筑与装饰材料的基本性质”、“胶凝材料”、“建筑结构材料”、“建筑功能材料”四大模块。全书共分为 14 个教学情境(共 15 章),即建筑与装饰材料的基本性质、气硬性胶凝材料、水硬性胶凝材料、普通混凝土、金属材料、墙体材料、建筑砂浆、建筑石材、建筑玻璃、建筑卫生陶瓷、有机高分子材料、建筑防水材料、绝热与吸声材料、建筑木材及其制品和建筑装饰材料。书中主要介绍了材料的基本成分、特点及应用、技术要求和其他基本知识。本书采用当前最新技术标准,每章前有“学习指导”,每章后有“本章小结”,且本书附有内容丰富的光盘,与《建筑与装饰材料习题及实训手册》配套使用。

本书的使用对象主要是高职院校材料类、土建大类的专业在校学生,也可供中职学校在校学生、技术培训及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑与装饰材料/隋良志,刘锦子主编. —天津:天津大学出版社,2008.9
ISBN 978-7-5618-2739-0

I. 建… II. ①隋… ②刘… III. ①建筑材料②建筑装饰-装饰材料 IV. TU5 TU56

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 139722 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 邮购部:022-27402742

印 刷 昌黎太阳红彩色印刷有限责任公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 185mm×260mm

印 张 20

字 数 500 千

版 次 2008 年 9 月第 1 版

印 次 2008 年 9 月第 1 次

印 数 1—4 000

定 价 35.00 元(附赠光盘)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换。

卓越系列·国家示范性高等职业院校重点建设专业教材(土建类)

编审委员会

主 编：隋良志 刘锦子

副主编：孙咏梅 贺洪亮 赵北龙

编 委：(排名不分先后)

隋良志 黑龙江建筑职业技术学院

刘锦子 湖北第二师范学院

孙咏梅 黑龙江建筑职业技术学院

贺洪亮 牡丹江公路桥梁建设有限责任公司

赵北龙 河北建材职业技术学院

纪明香 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

冯伟东 哈尔滨兴旺建设工程质量检测有限公司

赵金柱 河北建材职业技术学院

前 言

随着中国经济建设的不断深入,高等职业教育已经成为中国高等教育体系的一个重要类型。自2006年开始实施国家示范性高等职业院校建设计划以来,教育部明确要求加大课程建设与改革的力度,增强学生的职业能力。高等职业院校要积极与行业企业合作开发课程,根据技术领域和职业岗位(群)的任务要求,参照相关的职业资格标准,改革课程体系和教学内容;建立突出职业能力培养的课程标准,规范课程教学的基本要求,提高课程教学质量;改革教学方法和手段,融“教、学、做”为一体,强化学生动手能力的培养。

本书是根据2007年教育部高职高专材料专业教学指导委员会规划教材大纲审定会议(邢台会议)要求编写的。在编写中努力适应高职高专教育教学发展的需要,充分体现现代教学方法和教学手段,是一本非常实用的高职高专教学用书。

在高职高专材料类、土建施工类、工程管理类、建筑设计类、房地产类、公路运输类、铁路运输类等相关专业中,均要求学生掌握“建筑材料”或“建筑与装饰材料”的有关知识。但是,高职高专相关专业由于学制的限制,此类课程的学时并不是很多,且建筑与装饰材料品种不断更新,性能各异,实践性强,多学科知识渗透,同学们在学习中普遍反映不易掌握。有鉴于此,笔者根据多年教学的体会,按建筑与装饰材料在工程实践中的应用构建教学模块,即按“建筑与装饰材料的基本性质”、“胶凝材料”、“建筑结构材料”、“建筑功能材料”四大模块编写。为了使学生更好的掌握相关内容,由孙咏梅老师主编的一本《建筑与装饰材料习题及实训手册》与本教材配套,供读者在学习中使用。

本书由隋良志、刘锦子主编,孙咏梅、贺洪亮、赵北龙任副主编,纪明香、李玉甫、冯伟东、赵金柱参编。具体编写分工为:隋良志编写绪论和第1章,并进行全书统稿;刘锦子编写第2、3章;孙咏梅编写第7、15章;贺洪亮编写第6、13、14章;赵北龙编写第5章;纪明香编写第11章;李玉甫编写第4、8章;冯伟东编写第12章;赵金柱编写第9、10章。

为了更好地服务于读者,增加读者的学习兴趣,增强学习效果,我们将为教师提供一套包括试验训练指导的视频讲解、教学课件和教学大纲的光盘增值服务(索取光盘请发邮件到 ccs-han2008@sina.com)。

鉴于编者水平有限,书中难免有不当之处,敬请读者、专家给予批评指正。

编 者

2008年7月

目 录

0 绪论	(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	(1)
0.3 建筑与装饰材料的特点	(2)
0.4 建筑与装饰材料的技术标准简介	(2)
0.5 建筑与装饰材料的选用原则	(2)
0.6 本课程的学习目的及方法	(2)
模块 1 建筑与装饰材料的基本性质	
1 建筑与装饰材料的基本性质	(4)
【学习指导】	(4)
1.1 材料的组成与结构	(4)
1.2 材料的物理性质	(6)
1.3 材料的力学性质	(11)
1.4 材料的耐久性与装饰性	(13)
本章小结	(14)
模块 2 胶凝材料	
2 气硬性胶凝材料	(16)
【学习指导】	(16)
2.1 建筑石灰	(16)
2.2 建筑石膏	(20)
2.3 水玻璃	(26)
2.4 菱苦土	(27)
本章小结	(29)
3 水硬性胶凝材料	(30)
【学习指导】	(30)
3.1 硅酸盐水泥	(31)
3.2 掺混合材料的硅酸盐水泥	(43)
3.3 铝酸盐水泥	(50)
3.4 其他水泥	(51)
本章小结	(56)



模块3 建筑结构材料

4 普通混凝土	(59)
【学习指导】	(59)
4.1 普通混凝土组成材料	(60)
4.2 混凝土拌和物的和易性	(70)
4.3 混凝土的强度	(75)
4.4 混凝土的变形	(78)
4.5 混凝土的耐久性	(80)
4.6 普通混凝土配合比设计	(82)
4.7 混凝土外加剂	(86)
4.8 轻混凝土	(90)
4.9 其他混凝土	(92)
本章小结	(95)
5 金属材料	(98)
【学习指导】	(98)
5.1 建筑钢材	(98)
5.2 铸铁	(120)
5.3 铝及铝合金	(123)
5.4 铜合金及金箔	(129)
本章小结	(135)
6 墙体材料	(136)
【学习指导】	(136)
6.1 砌墙砖	(136)
6.2 建筑砌块	(143)
6.3 墙体板材	(147)
本章小结	(149)
7 建筑砂浆	(150)
【学习指导】	(150)
7.1 砌筑砂浆	(150)
7.2 抹面砂浆	(155)
7.3 干混砂浆	(159)
本章小结	(164)

模块4 建筑功能材料

8 建筑石材	(166)
【学习指导】	(166)
8.1 石材的基本知识	(166)
8.2 工程砌筑用石材	(168)



8.3 装饰用石材	(168)
本章小结	(174)
9 建筑玻璃	(176)
【学习指导】	(176)
9.1 玻璃的基本知识	(176)
9.2 平板玻璃	(180)
9.3 建筑节能玻璃	(183)
9.4 安全玻璃	(191)
9.5 建筑装饰玻璃	(197)
本章小结	(198)
10 建筑卫生陶瓷	(199)
【学习指导】	(199)
10.1 陶瓷的基本知识	(199)
10.2 建筑陶瓷	(202)
10.3 卫生陶瓷	(216)
本章小结	(218)
11 有机高分子材料	(219)
【学习指导】	(219)
11.1 有机高分子材料的基本知识	(219)
11.2 建筑塑料	(223)
11.3 建筑胶黏剂	(229)
11.4 建筑涂料	(232)
本章小结	(235)
12 建筑防水材料	(236)
【学习指导】	(236)
12.1 防水材料概述	(236)
12.2 防水卷材	(247)
12.3 防水涂料	(257)
12.4 建筑密封材料	(269)
12.5 沥青混合料	(274)
本章小结	(280)
13 绝热与吸声材料	(282)
【学习指导】	(282)
13.1 绝热材料	(282)
13.2 吸声、隔声材料	(287)
本章小结	(290)
14 建筑木材及其制品	(291)
【学习指导】	(291)
14.1 木材的基本知识	(291)



14.2	木材的基本性质	(293)
14.3	木材的综合利用	(294)
14.4	木材的腐蚀与防止	(297)
	本章小结	(297)
15	建筑装饰材料	(298)
	【学习指导】	(298)
15.1	建筑装饰材料的基本知识	(298)
15.2	建筑装饰材料主要品种及其应用	(299)
	本章小结	(303)
	附录《建筑与装饰材料》学习领域情境教学大纲	(304)
	参考文献	(307)

0.1 建筑与装饰材料的含义和分类

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程的里程碑。古代的石器、青铜器、铁器等兴起和广泛利用,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。自20世纪下半叶开始,历史进入新技术革命时代,材料、能源和信息被公认为现代文明的三大基础支柱。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,由此极大推动着社会进步。

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、水工材料、军事工程材料等。

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,它是桥梁、房屋、道路、水利、水运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(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(脚手架、模板等),以及各种配套器材(水、暖、电、通风、消防设备等)。通常所指的“建筑材料”是狭义的,主要是指构成建(构)筑物本身的材料。

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”,直观性很强。由于其近几年发展较快,品种繁多,使用的量大、面广,因此深受人们的重视。

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。为了研究、应用和阐述方便,可从不同角度对其进行分类。如按照化学成分,可分为无机材料、有机材料以及复合材料三大类;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。当然,每种大类下又可分为很多种小类。

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,无论是上海环球金融中心(101层,高492 m)、上海与宁波的杭州湾跨海大桥(全长36 km)、长江三峡水利工程(装机容量 1.82×10^{11} kW,大坝混凝土浇筑量达 2.8×10^{11} m³)等巨型工程,还是普通的民用建筑,都是由各种建筑材料组成的。

在建筑工程造价中,材料费所占比例很大,一般在50%~60%,有的高达75%。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、经济性和美观性。

0.3 建筑与装饰材料的特点

随着人们生活水平的不断提高,对建筑与装饰材料的品种与性能要求更加严格,不仅要经久耐用,而且要轻质、高强、美观、多功能、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所必须共同遵循的技术规范。我国的技术标准分为国家标准、部颁标准及地方标准和企业标准。

技术标准的表示方法由标准名称、代号、标准号、年代号组成。各级标准代号如表 0-1 所示。

表 0-1 各级标准代号

标准种类	代号	表示内容	示例
国家标准	GB	国家强制性标准	例 1: 《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007)
	GB/T	国家推荐性标准	
行业标准	JC	建材行业标准	标准名称:通用硅酸盐水泥
	JGJ	建筑工程行业标准	代号:GB(国家强制性标准)
	SL	水利行业标准	标准号:175
	YB	冶金行业标准	年代号:2007 年
	DL	电力行业标准	例 2: 《混凝土用水标准》(JGJ 63—2006)
	JT	交通行业标准	
地方标准	DB	地方强制性标准	标准名称:混凝土用水标准
	DB/T	地方推荐性标准	代号:JGJ
企业标准	QB	企业标准	标准号:63 年代号:2006 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:首先满足使用功能;其次考虑合理的耐久性;第三注意材料的安全性,要有利于身心健康;第四考虑经济性,不但要考虑一次性投资,而且还要考虑维护费用的大小;第五应考虑便于施工、满足装饰效果的要求。

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、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。

本课程实践性很强,学生在学习时要注意将理论知识落实在材料的选用、检测、验收等实践操作技能上,应充分重视主要材料的试验训练。学生应在教师指导下,随时到建筑施工现场或实训室、建材大市场进行对材料的认知实习。

建筑与装饰材料的基本性质

模块

1

模块内容简介：

本模块为全书重点之一，主要介绍建筑与装饰材料的基本性质。内容包括材料的组成与结构、材料的物理性质、材料的力学性质、材料的耐久性与装饰性以及环境协调性等。

模块学习目标：

学生在学习完本模块后，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材料的制造工艺决定的，即材料的性质是材料结构的外在表现。

【学习指导】

本章主要介绍建筑与装饰材料的各种基本性质及材料的组成、结构与性质的关系。通过本章的学习,学生应了解建筑与装饰材料的组成、结构的基本知识;理解材料各种性质的基本含义;掌握各种性质的表达方法、影响因素以及在工程实践中的意义。

建筑与装饰材料在工程中的作用,从根本上讲就是其性质的外在表现。建筑与装饰材料在建(构)筑物的部位不同、使用环境不同,所起的作用就不同。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;而高层建筑外墙的装饰,应主要注意光泽、质感、图案、花纹等。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。学习时应抓住材料的“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 无机非金属建筑材料的化学组成用各种氧化物的含量表示。金属材料以元素含量来表示。化学组成决定着材料的化学性质,影响着材料的物理性质和力学性质。

2) 矿物组成 材料中的元素或化合物以特定的结合形式存在,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,矿物就不同。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 、 SiO_2 和 H_2O 的原料,在常温下硬化成石灰砂浆,而在高温高湿下硬化成灰砂砖。由于两者矿物组成不同,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,有各自的基本组成。材料的不同组成决定着该材料的主要性质。例如,铁和碳元素结合成固溶体或者化合物以及二者的机械混合物,是非合金(碳素钢)的基本组成,不同组成及不同含量的钢,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。材料的结构可分为宏观结构、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。一般从这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、轻质、保温、吸声
	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。

材料的宏观结构较易改变且常含有孔隙或裂纹等缺陷,对材料性能有较大影响。

(2)亚微观结构(亦称显微或细观结构)

由光学显微镜所看到的微米级组织称为亚微观结构。该结构主要涉及材料内部的晶粒等的大小和形态、晶界和界面、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、耐久性也越好。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、扫描隧道显微镜等手段来研究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性见表 1-2。

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高晶体转换。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。

2. 孔隙

大多数材料在宏观结构层次或亚微观结构层次上均含有一定大小和数量的孔隙,甚至是



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	主要特性
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。与相同组成的晶体相比,强度、化学稳定性、导热性、导电性较差,且各向同性

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,压力很大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、耐腐蚀性及其耐久性越差,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)往往对材料的强度、抗渗性、抗冻性、耐腐蚀性更为不利,对保温性稍有不利影响,但对吸声性却有利。孔隙尺寸愈大,对材料上述性能的影响愈明显。

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。绝大多数的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造成的。由此可以说,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,用下式表示。

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

式中: ρ ——密度, kg/m^3 ;



m ——材料在干燥状态下的质量, kg;

V ——干燥材料的绝对密实体积, m^3 。

测试时,材料必须是绝对干燥的。含孔材料则必须磨细后,采用排开液体的方法来测定其体积。工程中常用的散粒状材料,其内部有些与外部不连通的孔隙,使用时无法排除,在密度测定时直接采用排水法测出的颗粒体积(材料的密实体积与闭孔孔隙体积之和,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,这时所求的密度称为视密度。

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

式中: V_b ——材料的闭孔体积, m^3 。

(2) 表观密度

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。

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} = \frac{m}{V + V_b + V_k} \quad (1-2)$$

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(包括开孔 V_k 和闭孔 V_b), m^3 。

测试时,材料质量可以是任意含水状态下的。不加说明时,是指气干状态下的质量。对于形状不规则的材料,须涂蜡后采用排水法测定其体积。

(3) 堆积密度

散粒状或粉末状材料在堆积状态下(含颗粒间空隙体积)单位体积的质量,以下式表示。

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} = \frac{m}{V_0 + V_v} \quad (1-3)$$

式中: ρ'_0 ——堆积密度, kg/m^3 ;

m ——材料的质量, kg;

V'_0 ——材料的自然堆积体积(包括颗粒间空隙体积 V_v), m^3 。

测试时,材料的质量可以是任意含水状态下的。无说明时,指气干状态下的质量。材料堆积密度大小取决于散粒材料的密度、含水率以及堆积的疏密程度。在自然堆积状态下称为松散堆积密度,在振实、压实状态下称为紧密堆积密度。

2. 孔隙率与密实度

(1) 孔隙率

孔隙率是指材料内部孔隙体积占材料自然状态下总体积的百分数,分为开口孔隙率、闭孔孔隙率、总孔隙率(简称为孔隙率)。

1) 孔隙率的计算 孔隙率的计算公式如下。

$$P = \frac{V_P}{V_0} = \frac{V_0 - V}{V_0} = 1 - \frac{V}{V_0} = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\% \quad (1-4)$$

或

$$P = \frac{V_P}{V_0} = \frac{V_k + V_b}{V_0} = \frac{V_k}{V_0} + \frac{V_b}{V_0} = P_k + P_b$$

2) 开口孔隙率的计算 在工程中,常将材料吸水饱和状态时水所占的体积视为开口孔隙体积,则 P_k 可表示为



$$P_k = \frac{V_k}{V_0} = \frac{V_{sw}}{V_0} = \frac{m_{sw}}{V_0 \cdot \rho_w} = \frac{m'_{sw} - m}{V_0} \cdot \frac{1}{\rho_w} \times 100\% \quad (1-5)$$

3) 闭口孔隙率的计算 材料中闭口孔隙的体积与材料在自然状态下的体积百分数称为闭口孔隙率,用下式表示。

$$P_b = P - P_k$$

(2) 密实度

密实度是指材料体积内被固体物质充实的程度,用下式表示。

$$D = \frac{V}{V_0} = \frac{\rho_0}{\rho} \quad (1-6)$$

对于绝对密实材料,因 $\rho_0 = \rho$,故密实度 $D = 1$ 或 100% 。对于大多数土木工程材料,因 $\rho_0 < \rho$,故密实度 $D < 1$ 或 $D < 100\%$, $D + P = 1$ 。

(3) 空隙率

空隙率指散粒材料颗粒间空隙体积占整个堆积体积的百分数,用下式表示。

$$P' = \frac{V}{V'_0} = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} = \left(1 - \frac{V_0}{V'_0}\right) = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}\right) \times 100\% \quad (1-7)$$

在大量配制混凝土、砂浆等材料时,宜选用空隙率(P')小的砂、石。

1.2.2 与水有关的性质

1. 材料的亲水性与憎水性

若水可以在材料表面铺展开,即材料表面可以被水润湿,此种性质称为亲水性,具备此种性质的材料称为亲水性材料,如图 1-1 所示。

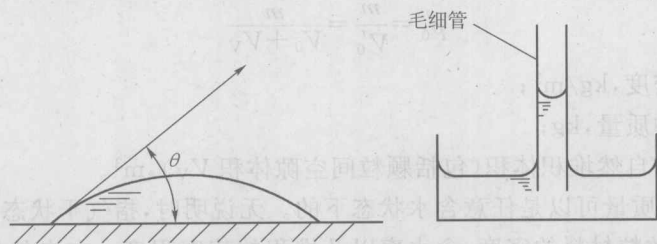


图 1-1 亲水性材料的润湿与毛细现象($\theta \leq 90^\circ$)

若水不能在材料表面上铺展开,即材料表面不能被水浸润,此种性质称为憎水性,具备此种性质的材料称为憎水性材料,如图 1-2 所示。

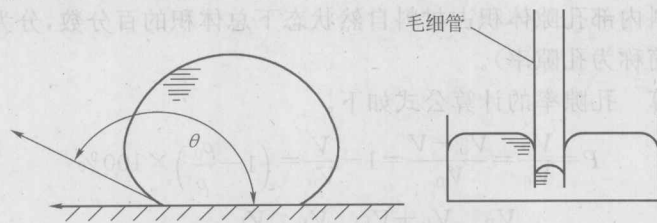


图 1-2 憎水性材料的润湿与毛细现象($\theta > 90^\circ$)

含毛细孔的亲水性材料可自动将水吸入孔隙内。大多数建筑材料属于亲水性材料。孔