



普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材
全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

Jianzhu
Cailiao

建筑材料 (第二版)

(土建类专业适用)

本教材编审委员会组织编写
魏鸿汉 主编



中国建筑工业出版社
China Architecture & Building Press

普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材
全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

建 筑 材 料(第二版)

(土建类专业适用)

本教材编审委员会组织编写

魏鸿汉 主编

卢经杨 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料/本教材编审委员会组织编写;魏鸿汉主编—2版.
北京:中国建筑工业出版社,2007

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材. 土建类专业适用

ISBN 978-7-112-08859-1

I. 建… II. ①本…②魏… III. 建筑材料—高等学校:
技术学校—教材 IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 140438 号

普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材
全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

建筑材料(第二版)

(土建类专业适用)

本教材编审委员会组织编写

魏鸿汉 主编

卢经杨 主审

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京天成排版公司制版

北京二二〇七工厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 17¼ 字数: 417 千字

2007 年 1 月第二版 2007 年 1 月第八次印刷

印数: 43001—53000 册 定价: 25.00 元

ISBN 978-7-112-08859-1

(15523)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

修订版序言

2004年12月,在原“高等学校土建学科教学指导委员会高等职业教育专业委员会”(以下简称“原土建学科高职委”)的基础上重新组建了全国统一名称的“高职高专教育土建类专业教学指导委员会”(以下简称“土建类专业教指委”),继续承担在教育部、建设部的领导下对全国土建类高等职业教育进行“研究、咨询、指导、服务”的责任。组织全国的优秀编者编写土建类高职高专教材并推荐给全国各院校使用是教学指导委员会的一项重要工作。2003年“原土建学科高职委”精心组织编写的“建筑工程技术”专业11门主干课程教材《建筑识图与构造》、《建筑力学》、《建筑结构》(第二版)、《地基与基础》、《建筑材料》、《建筑施工技术》(第二版)、《建筑施工组织》、《建筑工程计量与计价》、《建筑工程测量》、《高层建筑施工》、《工程项目招投标与合同管理》,较好地体现了土建类高等职业教育“施工型”、“能力型”、“成品型”的特色,以其权威性、先进性、实用性受到全国同行的普遍赞誉,自2004年面世以来,被全国各高职高专院校相关专业广泛选用,并于2006年全部被教育部和建设部评为国家级和部级“十一五”规划教材。但经过两年多的使用,土建类专业教指委、教材编审委员会、编者和各院校都感到教材中还存在许多不能令人满意的地方,加之近年来新材料、新设备、新工艺、新技术、新规范不断出现,对这套教材进行修订已刻不容缓。为此,土建类专业教指委土建施工分委员会于2006年5月在南昌召集专门会议,对各位主编提出的修订报告进行了认真充分的研讨,形成了新的编写大纲,并对修订工作提出了具体要求,力求使修订后的教材能更好地满足高职教育的需求。修订版教材将于2007年由中国建筑工业出版社陆续出版、发行。

教学改革是一项在艰苦探索中不断前行的工作,教材建设将随之不断地革故鼎新。相信这套修订版教材一定会加快土建类高等职业教育走向“以就业为导向、以能力为本位”的进程。

高职高专教育土建类专业教学指导委员会

2006年11月

序 言

高等学校土建学科教学指导委员会高等职业教育专业委员会(以下简称土建学科高等职业教育专业委员会)是受教育部委托并接受其指导,由建设部聘任和管理的专家机构。其主要工作任务是,研究如何适应建设事业发展的需要设置高等职业教育专业,明确建设类高等职业教育人才的培养标准和规格,构建理论与实践紧密结合的教学内容体系,构筑“校企合作、产学结合”的人才培养模式,为我国建设事业的健康发展提供智力支持。在建设部人事教育司的领导下,2002年,土建学科高等职业教育专业委员会的工作取得了多项成果,编制了土建学科高等职业教育指导性专业目录;在“建筑工程技术”、“工程造价”、“建筑装饰技术”、“建筑电气技术”等重点专业的专业定位、人才培养方案、教学内容体系、主干课程内容等方面取得了共识;制定了建设类高等职业教育专业教材编审原则;启动了建设类高等职业教育人才培养模式的研究工作。

近年来,在我国建设类高等职业教育事业迅猛发展的同时,土建学科高等职业教育的教学改革工作亦在不断深化之中,对教育定位、教育规格的认识逐步提高;对高等职业教育与普通本科教育、传统专科教育和中等专业教育在类型、层次上的区别逐步明晰;对必须背靠行业、背靠企业,走校企合作之路,逐步加深了认识。但由于各地区的发展不尽平衡,既有理论又能实践的“双师型”教师队伍尚在建设之中等原因,高等职业教育的教材建设对于保证教育标准与规格,规范教育行为与过程,突出高等职业教育特色等都有着非常重要的现实意义。

“建筑工程技术”专业(原“工业与民用建筑”专业)是建设行业对高等职业教育人才需求量最大的专业,也是目前建设类高职院校中在校生人数最多的专业。改革开放以来,面对建筑市场的逐步建立和规范,面对建筑产品生产过程科技含量的迅速提高,在建设部人事教育司和中国建设教育协会的领导下,对该专业进行了持续多年的改革。改革的重点集中在实现三个转变,变“工程设计型”为“工程施工型”,变“粗坯型”为“成品型”,变“知识型”为“岗位职业能力型”。在反复论证人才培养方案的基础上,中国建设教育协会组织全国各有关院校编写了高等职业教育“建筑施工”专业系列教材,于2000年12月由中国建筑工业出版社出版发行,受到全国同行的普遍好评,其中《建筑构造》、《建筑结构》和《建筑施工技术》被教育部评为普通高等教育“十五”国家级规划教材。土建学科高等职业教育专业委员会成立之后,根据当前建设类高职院校对“建筑工程技术”专业教材的迫切需要;根据新材料、新技术、新规范急需进入教学内容的现实需求,积极组织全国建设类高职院校和建筑施工企业的专家,在对该专业课程内容体系充分研讨论证之后,在原有职业教育“建筑施工”专业系列教材的基础上,组织编写了《建筑识图与构造》、《建筑力学》、《建筑结构》(第二

版)、《地基与基础》、《建筑材料》、《建筑施工技术》(第二版)、《建筑施工组织》、《建筑工程计量与计价》、《建筑工程测量》、《高层建筑施工》、《工程项目招标投标与合同管理》等 11 门主干课程教材。

教学改革是一个不断深化的过程,教材建设是一个不断推陈出新的过程,希望这套教材能对进一步开展建设类高等职业教育的教学改革发挥积极的推进作用。

土建学科高等职业教育专业委员会

2003 年 7 月

修订版前言

本教材是根据全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会提出的修订要求进行修订的,修订中主要做了以下工作:

1. 第一版出版后,有的技术标准和规范出版了新版本,第二版已根据最新标准和规范对相关内容进行调整和变更,以保持内容的准确性。

2. 根据建筑材料工业的不断发展和新技术、新工艺的不断更新,第二版在内容上进一步淘汰了一些已过时或应用面不广的材料,增加了“高性能混凝土”、“新型墙体材料”、“钢结构专用型钢”、“新型高分子防水材料”等内容或相应的篇幅,以体现建筑材料工业发展的新趋势。

3. 各章文前增加“学习重点和建议”,文后有“本章小结”可供教师课上组织教学和学生课后复习参考,使教材更具教学的指导性。“应用案例与发展动态”在教材第一版采用后,各院校教师和学员反映良好。这一部分内容原主要摘自科研期刊中一些典型的新材料应用实例或技术经济指标分析,第二版将此部分内容予以更新,同时增加由于材料选用不当引起工程事故的案例,以帮助学生建立正确使用建筑材料及保证工程质量的意识;该部分内容还可供学生阅读,以增加学生的知识面,了解建筑材料的最新发展动态,增加教材的整体可读性。

4. 根据高职专业人才培养目标的定位,在第一版突出建筑材料的性质和应用这一主线的前提下,第二版进一步加强材料的标准、选用、检验、验收、储存等现场施工常遇到的问题的解决,有意识地向建造师执业资格考试大纲的内容靠拢,鲜明体现教材的应用型特色。对于理论性较强的问题则加大调整和删改力度,以够用为度,不作过多、过深的阐述,通过教材建设进一步推动职业教育的发展。

5. 根据国家公布的建筑材料对环境污染的控制指标,第二版进一步突出建筑材料生产、储存、使用和处理过程中的绿色环保性。

本书绪论、第一章、第五章由天津建筑工程职工大学魏鸿汉编写,第二章、第三章由四川建筑职业技术学院杨魁编写,第四章、第十二章由江苏工业学院王伯林编写,第六章、第七章由徐州建筑职业技术学院林丽娟编写,第八章、第十一章由内蒙古建筑职业技术学院李晓芳编写,第九章、第十章由广东建筑职业技术学院肖利才编写。本书由魏鸿汉任主编,王伯林任副主编,徐州建筑职业技术学院卢经杨任主审。

由于编者水平和经验有限,第二版仍难免存在疏漏和错误,衷心希望使用本书的读者批评指正。

前言

本教材是根据高等学校土建学科教学指导委员会高等职业教育专业委员会制定的专业教育培养目标、培养方案及主干课程教学基本要求编写的，系建筑工程专业主干课程的教材之一。

本教材章节基本根据材料的组成而划分。根据高等职业教育人才培养目标的定位，教材在突出建筑材料的性质与应用这一主线的前提下，特别注意材料的标准、选用、检验、验收、储存等施工现场常遇问题的解决，对于理论性较强的问题以够用为度，不做过多、过深的阐述。

近年来，建筑材料的技术标准和规范有较大变化，本书一律采用最新标准和规范。根据建筑材料工业的不断发展和新技术、新工艺的不断涌现，本书在内容上摒弃一些已过时、应用面不广的建筑材料，注意反映新型建筑材料，以体现建筑材料工业发展的新趋势。

在教材体例的设计上，本书在各章节的主干内容外，加设“本章小结”、“复习思考题”、“习题”，供教师课上组织教学和学生课后学习、复习选用。“应用案例与发展动态”主要摘自科研期刊和国内外科研网提供的资料，该部分内容供学生阅读使用，以增加学生的知识面，了解建筑材料的最新发展动态，增加教材的整体可读性。

本教材绪论、第一章、第五章由天津市建筑工程职工大学魏鸿汉编写，第二章、第三章由四川建筑职业技术学院杨魁编写，第四章、第十二章由甘肃建筑职业技术学院王伯林编写，第六章、第七章由徐州建筑职业技术学院林丽娟编写，第八章、第十一章由内蒙古建筑职业技术学院李晓芳编写，第九章、第十章由广东建筑职业技术学院肖利才编写。本教材由魏鸿汉任主编，王伯林任副主编，徐州建筑职业技术学院卢经杨任主审。

由于编者水平和经验有限，教材中难免存在疏漏和错误，衷心希望使用本教材的读者批评指正。

目 录

绪论	1
第一章 建筑材料的基本性质	4
第一节 材料的化学组成、结构和构造	4
第二节 材料的物理性质	6
第三节 材料的力学性质	13
第四节 材料的耐久性	16
复习思考题	17
习题	17
第二章 建筑石材	18
第一节 岩石的基本知识	18
第二节 常用的建筑(装饰)石材	22
应用案例与发展动态	25
复习思考题	26
第三章 气硬性胶凝材料	27
第一节 石灰	27
第二节 石膏	32
第三节 水玻璃	35
应用案例与发展动态	38
复习思考题	39
第四章 水泥	41
第一节 硅酸盐水泥	42
第二节 掺混合材料的硅酸盐水泥	53
第三节 高铝水泥	59
第四节 其他品种水泥	61
应用案例与发展动态	65
复习思考题	67
习题	67
第五章 混凝土	69
第一节 概述	69
第二节 混凝土的组成材料	70
第三节 混凝土拌合物的技术性质	80
第四节 硬化混凝土的技术性质	85
第五节 混凝土外加剂	93

第六节 普通混凝土的配合比设计	100
第七节 混凝土质量的控制	110
第八节 轻混凝土	116
第九节 其他混凝土品种	128
应用案例与发展动态	134
复习思考题	136
习题	137
第六章 建筑砂浆	138
第一节 砌筑砂浆	138
第二节 抹面砂浆	143
复习思考题	146
习题	146
第七章 烧土制品及熔融制品	147
第一节 块体材料	147
第二节 建筑饰面陶瓷制品	159
第三节 建筑玻璃	160
应用案例与发展动态	164
复习思考题	165
第八章 金属材料	166
第一节 建筑钢材	166
第二节 钢结构专用型钢	181
第三节 铝合金	183
应用案例与发展动态	184
复习思考题	185
第九章 有机高分子材料	186
第一节 高分子化合物的基本知识	186
第二节 建筑塑料	188
第三节 建筑涂料	195
第四节 建筑胶粘剂	197
应用案例与发展动态	201
复习思考题	202
第十章 防水材料	203
第一节 沥青材料	203
第二节 其他防水材料	211
第三节 防水卷材	212
第四节 防水涂料、防水油膏、防水粉	217
应用案例与发展动态	221
复习思考题	222
习题	222

第十一章 木材及制品	223
第一节 木材的基本知识	223
第二节 木材的腐朽与防止	228
第三节 木材的综合利用	229
应用案例与发展动态	231
复习思考题	232
第十二章 建筑材料试验	233
绪论	233
试验一 建筑材料基本性质的试验	233
试验二 水泥试验	239
试验三 混凝土用骨料试验	245
试验四 普通混凝土试验	248
试验五 建筑砂浆试验	251
试验六 钢筋试验	254
试验七 石油沥青试验	257
主要参考文献	262

绪 论

一、建筑材料在建筑工程中的重要作用

建筑材料是指组成建筑物或构筑物各部分实体的材料。随着历史的发展、社会的进步，特别是科学技术的不断创新，建筑材料的内涵也不断在丰富。从人类文明发展早期的木材、石材等天然材料到近代以水泥、混凝土、钢材为代表的主体建筑材料进而发展到现代由金属材料、高分子材料、无机硅酸盐材料互相结合而产生的众多复合材料，形成了建筑材料丰富多彩的大家族。纵观建筑历史的长河，建筑材料的日新月异无疑对建筑科学的发展起到了巨大的推动作用。

首先，建筑材料是建筑工程的物质基础。不论是高达 420.5m 的上海金茂大厦，还是普通的一幢临时建筑，都是由各种散体建筑材料经过缜密的设计和复杂的施工最终构建而成。建筑材料的物质性还体现在其使用的巨量性，一幢单体建筑一般重达几百至数千吨甚至可达数万、几十万吨，这形成了建筑材料的生产、运输、使用等方面与其他门类材料的不同。其二，建筑材料的发展赋予了建筑物以时代的特性和风格。中国古代以木架构为代表的宫廷建筑、西方古典建筑的石材廊柱、当代以钢筋混凝土和型钢为主体材料的超高层建筑，都呈现了鲜明的时代感。其三，建筑设计理论不断进步和施工技术的革新不但受到建筑材料发展的制约，同时亦受到其发展的推动。大跨度预应力结构、薄壳结构、悬索结构、空间网架结构、节能建筑、绿色建筑的出现无疑都是与新材料的产生而密切相关的。其四，建筑材料的正确、节约、合理的运用直接影响到建筑工程的造价和投资。在我国，一般建筑工程的材料费用要占到总投资的50%~60%，特殊工程这一比例还要提高，对于中国这样一个发展中国家，对建筑材料特性的深入了解和认识，最大限度地发挥其效能，进而达到最大的经济效益，无疑具有非常重要的意义。

二、建筑材料的分类

建筑材料种类繁多，随着材料科学和材料工业的不断发展，新型建筑材料不断涌现。为了研究、应用和阐述的方便，可从不同角度对其进行分类。如按其在建筑物中的所处部位，可将其分为基础、主体、屋面、地面等材料；按其使用功能可将其分为结构(梁、板、柱、墙体)材料、围护材料、保温隔热材料、防水材料、装饰装修材料、吸声隔声材料等。本书是按材料的化学成分和组成的特点进行分类的，即将材料分为无机材料、有机材料和由这两类材料复合而形成的复合材料，见表 0-1。

建筑材料的分类

表 0-1

无机材料	金属材料	黑色金属：铁、非合金钢、合金钢 有色金属：铝、锌、铜及其合金
	非金属材料	石材(天然石材、人造石材) 烧结制品(烧结砖、陶瓷面砖) 熔融制品(玻璃、岩棉、矿棉) 胶凝材料(石灰、石膏、水玻璃、水泥) 混凝土、砂浆 硅酸盐制品(砌块、蒸养砖)
有机材料	植物材料	木材、竹材及制品
	高分子材料	沥青、塑料、涂料、合成橡胶、胶粘剂
复合材料	金属非金属复合材料	钢纤维混凝土、铝塑板、涂塑钢板
	无机有机复合材料	沥青混凝土、塑料颗粒保温砂浆、聚合物混凝土

三、建筑材料的发展趋势

1. 根据建筑物的功能要求研发新的建筑材料

建筑物的使用功能是随着社会的发展，人民生活水平的不断提高而不断丰富的，从其最基本的安全(主要由结构设计和结构材料的性能来保证)、适用(主要由建筑设计和功能材料的性能来保证)，发展到当今的轻质高强、抗震、高耐久性、无毒环保、节能等诸多新的功能要求，使建筑材料的研究从被动的以研究应用为主向开发新功能、多功能材料的方向转变。

2. 高分子建筑材料应用日益广泛

石油化工工业的发展和高分子材料本身优良的工程特性促进了高分子建筑材料的发展和应用。塑料上下水管、塑钢、铝塑门窗、树脂砂浆、胶粘剂、蜂窝保温板、高分子有机涂料、新型高分子防水材料将广泛应用于建筑物，为建筑物提供了许多新的功能和更高的耐久性。

3. 用复合材料生产高性能的建材制品

单一材料的性能往往是有限的，不足以满足现代建筑对材料提出的多方面的功能要求。如现代窗玻璃的功能要求应是采光、分隔、保温隔热、隔声、防结露、装饰等。但传统的单层窗玻璃除采光、分隔外，其他功能均不尽如人意。近年来广泛采用的中空玻璃，由玻璃、金属、橡胶、惰性气体等多种材料复合，发挥各种材料的性能优势，使其综合性能明显改善。据预测，低辐射玻璃、中空玻璃、钢木组合门窗、铝塑门窗和用复合材料制作的建筑用梁、桁架及高性能混凝土的应用范围将不断扩大。

4. 充分利用工业废渣及廉价原料生产建筑材料

建筑材料应用的巨量性，促使人们去探索和开发建筑材料原料的新来源，以保证经济与社会可持续发展。粉煤灰、矿渣、煤矸石、页岩、磷石膏、热带木材和各种非金属矿都是很有应用前景的建筑材料原料。由此开发的新型胶凝材料、烧结砖、砌块、复合板材将会为建材工业带来新的发展契机。

四、建筑材料的技术标准

标准一词广义上讲是指对重复事物和概念所作的统一规定，它以科学、技术和实践的综合成果为基础，经有关方面协商一致，由主管部门批准发布，作为共

同遵守的准则和依据。

与建筑材料的生产和选用有关的标准主要有产品标准和工程建设标准两类。产品标准是为保证建筑材料产品的适用性,对产品必须达到的某些或全部要求所制定的标准,其中包括:品种、规格、技术性能、试验方法、检验规则、包装、储藏、运输等内容。工程建设标准是对工程建设中的勘察、规划、设计、施工、安装、验收等需要协调统一的事项所制定的标准,其中结构设计规范、施工及验收规范中有与建筑材料的选用相关的内容。

本课程主要依据的是国内标准。它分为国家标准、行业标准两类。国家标准由国家质量监督检验检疫总局发布或由各行业主管部门和国家质量监督检验检疫总局联合发布,作为国家级的标准,各有关行业都必须执行。国家标准代号由标准名称、标准发布机构的组织代号、标准号和标准颁布时间4部分组成。如《硅酸盐水泥》(GB 175—2001)为国家标准,标准名称为硅酸盐水泥、标准发布机构的组织代号为GB(国家标准)、标准号为175、颁布时间为2001年。行业标准由我国各行业主管部门批准,在特定行业内执行,其分为建筑材料(JC),建筑工程(JGJ),石油工业(SY),冶金工业(YB)等,其标准代号组成与国家标准相同。除此两类,国内各地方和企业还有地方标准和企业标准供使用。

我国加入WTO后,采用和参考国际通用标准和先进标准是加快我国建筑材料工业与世界步伐接轨的重要措施,对促进建材工业的科技进步,提高产品质量和标准化水平,扩大建筑材料的对外贸易有着重要作用。

常用的国际标准有以下几类:

美国材料与试验协会标准(ASTM)等,属于国际团体和公司标准。

联邦德国工业标准(DIN)、欧洲标准(EN)等,属区域性国家标准。

国际标准化组织标准(ISO)等,属于国际性标准化组织的标准。

五、本课程的学习目的及方法

建筑材料是建筑工程类专业的一门重要专业基础课,它全面系统地介绍建筑工程施工和设计所涉及的建筑材料性质与应用的基本知识,为今后继续学习其他专业课,如钢筋混凝土结构、钢结构、建筑施工技术、建筑工程计量与计价等课程打下了基础,同时也使学员接受建筑材料试验的基本技能训练。

建筑材料的种类繁多,各类材料的知识既有联系又有很强的独立性。该门课程涉及到化学、物理、应用等方面的基本知识,因此要掌握好理论学习和实践认识两者间的关系。

在理论学习方面,要重点掌握材料的组成、技术性质和特征、外界因素对材料性质的影响和应用的原则,各种材料都应遵循这一主线来学习。理论是基础,只有牢固掌握好基础理论知识,才能应对建筑材料科学的不断发展,在实践中加以灵活正确地应用。

建筑材料是一门应用技术学科,特别要注意实践和认知环节的学习。学生要注意把所学的理论知识落实在材料的检测、验收、选用等实践操作技能上。在理论学习的同时,要在教师的指导下,随时到工地或实验室穿插进行材料的认知实习,并完成课程所要求的建筑材料试验,以高质量完成该门课程的学习。

第一章 建筑材料的基本性质

〔学习重点和建议〕

1. 材料的密度、表观密度、体积密度、堆积密度、孔隙率和密实度的概念、表达式、各密度指标所表达的材料构造的特点。
2. 材料吸水率、含水率、耐水性的概念及指标；材料导热性的影响因素及导热系数的表达式。
3. 材料的强度与强度等级的概念及区别；弹性和塑性、脆性和韧性的概念。
4. 材料的各种基本性质的有关计算。
5. 材料耐久性的概念及耐久性的影响因素。

建议从材料的体积构成去掌握和理解材料的各密度指标概念和其之间的区别。从材料吸水率、含水率影响因素的不同去理解两者的区别及联系。以材料的孔隙率为基础去理解材料各基本性质间的变化依存关系。

建筑物要保证其正常使用，就必须具备基本的强度、防水、保温、隔声、耐热、耐腐蚀等项功能，而这些功能往往是由所采用的建筑材料提供的。本章主要研究各类建筑材料具有共性的基本性能及其指标，作为我们研究各类建筑材料性能的出发点和工具。建筑材料的基本性质可归纳为以下几类：

- (1) 物理性质：包括材料的密度、孔隙状态、与水有关的性质、热工性能等。
- (2) 化学性质：包括材料的抗腐蚀性、化学稳定性等，因材料的化学性质差异较大，故该部分内容在以后各章中分别叙述。
- (3) 力学性质：材料的力学性质应包括在物理性质中，但因其对建筑物的安全使用有重要意义，故对其单独研究，包括材料的强度、变形、脆性和韧性、硬度和耐磨性等。
- (4) 耐久性：材料的耐久性是一项综合性质，虽很难对其量化描述，但对建筑物的使用至关重要。

第一节 材料的化学组成、结构和构造

一、材料的化学组成

材料化学组成的不同是造成其性能各异的主要原因。化学组成通常从材料的元素组成和矿物组成两方面分析研究。

材料的元素组成主要是指其化学元素的组成特点，例如不同种类合金钢的性质不同，主要是其所含合金元素如 C、Si、Mn、V、Ti 的不同所致。硅酸盐水泥之所以不能用于海洋工程，主要是因为硅酸盐水泥中所含的 Ca(OH)_2 与海水中的盐类 (Na_2SO_4 、 MgSO_4 等) 会发生反应，生成体积膨胀或疏松无强度的产物所致。

材料的矿物组成主要是指元素组成相同,但分子团组成形式各异的现象。如黏土和由其烧结而成的陶瓷中都含 SiO_2 和 Al_2O_3 两种矿物,其所含化学元素相同,均为 Si、Al 和 O 元素,但黏土在焙烧中由 SiO_2 和 Al_2O_3 分子团结合生成的 $3\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 矿物,即莫来石晶体,使陶瓷具有了强度、硬度等特性。

二、材料的微观结构

材料的微观结构主要是指材料在原子、离子、分子层次上的组成形式。材料的许多性质与材料的微观结构都有密切的关系。建筑材料的微观结构主要有晶体、玻璃体和胶体等形式。晶体的微观结构特点是组成物质的微观粒子在空间的排列有确定的几何位置关系。如纯铝为面心立方体晶格结构,而液态纯铁在温度降至 1535°C 时,可形成体心立方体晶格。强度极高的金刚石和强度极低的石墨,虽元素组成都为碳,但由于各自的晶体结构形式不同,而形成了性质上的巨大反差。一般来说,晶体结构的物质具有强度高、硬度较大、有确定的熔点、力学性质各向异性的共性。建筑材料中的金属材料(钢和铝合金)和非金属材料中的石膏及水泥石中的某些矿物(水化硅酸三钙,水化硫铝酸钙)等都是典型的晶体结构。

玻璃体微观结构的特点是组成物质的微观粒子在空间的排列呈无序浑沌状态。玻璃体结构的材料具有化学活性高、无确定的熔点、力学性质各向同性的特点。粉煤灰、建筑用普通玻璃都是典型的玻璃体结构。

胶体是建筑材料中常见的一种微观结构形式,通常是由极细微的固体颗粒均匀分布在液体中所形成。胶体与晶体和玻璃体最大的不同点是可呈分散相和网状结构两种结构形式,分别称为溶胶和凝胶。溶胶失水后成为具有一定强度的凝胶结构,可以把材料中的晶体或其他固体颗粒粘结为整体,如气硬性胶凝材料水玻璃和硅酸盐水泥石中的水化硅酸钙和水化铁酸钙都呈胶体结构。

三、材料的构造

材料在宏观可见层次上的组成形式称为构造,按照材料宏观组织和孔隙状态的不同可将材料的构造分为以下类型:

1. 致密状构造

该构造完全没有或基本没有孔隙。具有该种构造的材料一般密度较大,导热性较高,如钢材、玻璃、铝合金等。

2. 多孔状构造

该种构造具有较多的孔隙,孔隙直径较大(mm 级以上)。该种构造的材料一般都为轻质材料,具有较好的保温隔热性和隔声吸声性能,同时具有较高的吸水性,如加气混凝土、泡沫塑料、刨花板等。

3. 微孔状构造

该种构造具有众多直径微小的孔隙,通常密度和导热系数较小,有良好的隔声吸声性能和吸水性,抗渗性较差。石膏制品、烧结砖具有典型的微孔状的构造。

4. 颗粒状构造

该种构造为固体颗粒的聚集体,如石子、砂和蛭石等。该种构造的材料可由胶凝材料粘结为整体,也可单独以填充状态使用。该种构造的材料性质因材质不同相差较大,如蛭石可直接铺设作为保温层,而砂、石可作为骨料与胶凝材料拌

合形成砂浆和混凝土。

5. 纤维状构造

木材、玻璃纤维、矿棉都是纤维状构造的代表。该种构造通常呈力学各向异性，其性质与纤维走向有关，一般具有较好的保温和吸声性能。

6. 层状构造

该种构造形式最适合于制造复合材料，可以综合各层材料的性能优势，其性能往往呈各向异性。胶合板、复合木地板、纸面石膏板、夹层玻璃都是层状构造。

四、建筑材料的孔隙

材料实体内部和实体间常常部分被空气所占据，一般称材料实体内部被空气所占据的空间为孔隙，而材料实体之间被空气所占据的空间称为空隙。孔隙状况对建筑材料的各种基本性质具有重要的影响。

孔隙一般由材料自然形成或人工制造过程中各种内、外界因素所致而产生，其主要形成原因有水的占据作用(如混凝土、石膏制品等)；火山作用(如浮石、火山渣等)；外加剂作用(如加气混凝土、泡沫塑料等)；焙烧作用(如陶粒、烧结砖等)等。

材料的孔隙状况由孔隙率、孔隙连通性和孔隙直径三个指标来说明。

孔隙率是指孔隙在材料体积中所占的比例。一般孔隙率越大，材料的密度越小、强度越低、保温隔热性越好、吸声隔声能力越高。

孔隙按其连通性可分为连通孔和封闭孔。连通孔是指孔隙之间、孔隙和外界之间都连通的孔隙(如木材、矿渣)；封闭孔是指孔隙之间、孔隙和外界之间都不连通的孔隙(如发泡聚苯乙烯、陶粒)；介于两者之间的称为半连通孔或半封闭孔。一般情况下，连通孔对材料的吸水性、吸声性影响较大，而封闭孔对材料的保温隔热性能影响较大。

孔隙按其直径的大小可分为粗大孔、毛细孔、极细微孔三类。粗大孔指直径大于 mm 级的孔隙，其主要影响材料的密度、强度等性能。毛细孔是指直径在 $\mu\text{m} \sim \text{mm}$ 级的孔隙，这类孔隙对水具有强烈的毛细作用，主要影响材料的吸水性、抗冻性等性能。极细微孔的直径在 μm 以下，其直径微小，对材料的性能反而影响不大。矿渣、石膏制品、陶瓷锦砖分别以粗大孔、毛细孔、极细微孔为主。

第二节 材料的物理性质

一、材料与质量有关的性质

材料与质量有关的性质主要是指材料的各种密度和描述其孔隙与空隙状况的指标，在这些指标的表达式中都有质量这一参数。为了更简洁准确地学习有关的概念，先介绍一下材料的体积构成。

如图 1-1 所示。单体材料的体积主要由绝对密实的体系 V 、开口孔隙体积(之和) $V_{\text{开}}$ 、闭口孔隙体积(之和) $V_{\text{闭}}$ 组成，为研

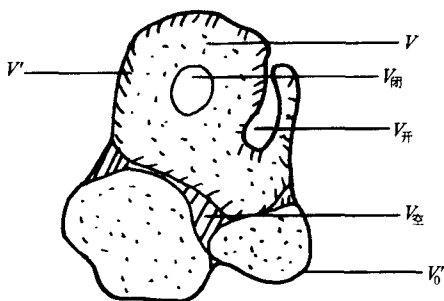


图 1-1 材料的体积构成