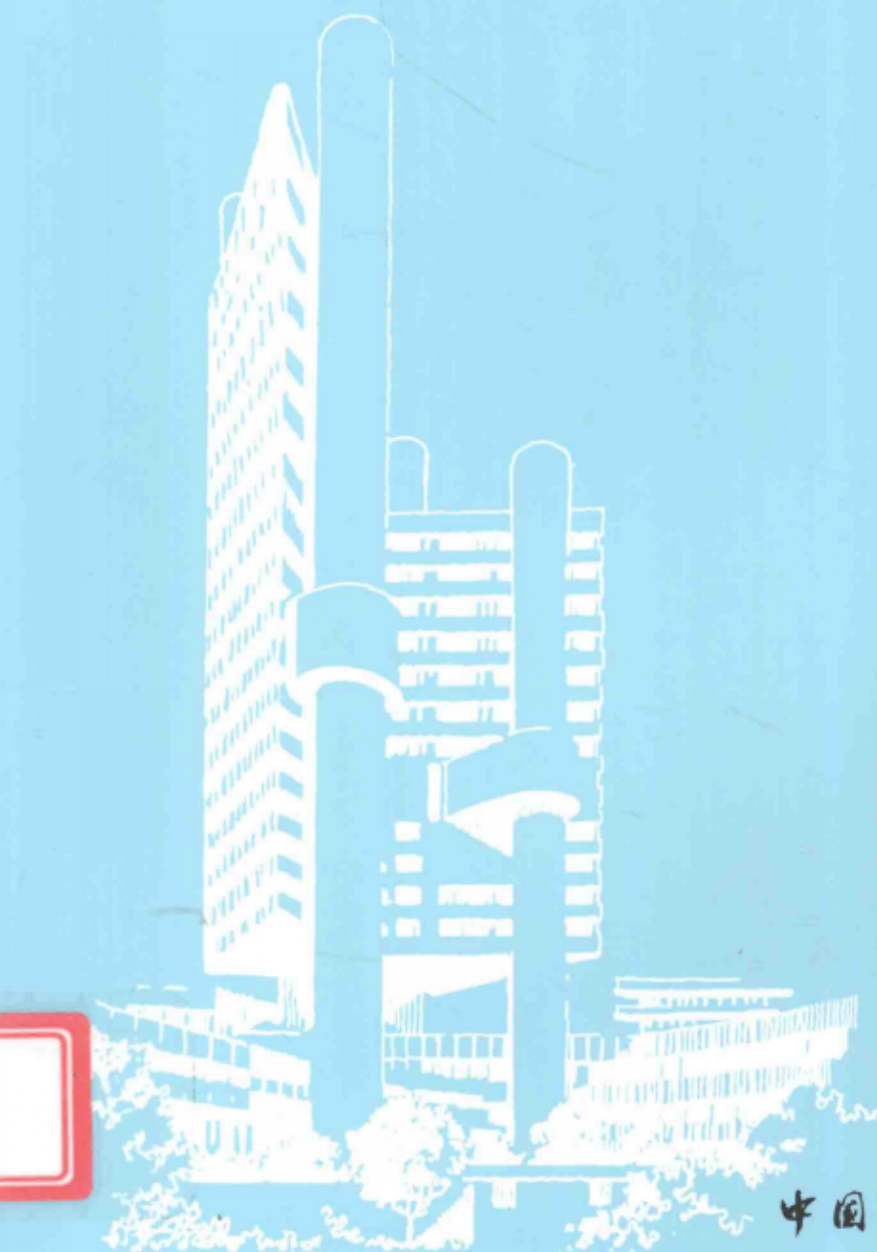


高职高专建筑工程专业系列教材

建筑材料

(第三版)

刘祥顺 主编



中国建筑工业出版社

高职高专建筑工程专业系列教材

建筑制图

建筑制图习题集

房屋建筑学 (第二版)

建筑材料 (第三版)

理论力学

材料力学 (第二版)

结构力学

混凝土结构 (上、下) (第四版)

砌体结构 (第四版)

钢结构 (第五版)

土力学地基与基础 (第四版)

建筑工程测量

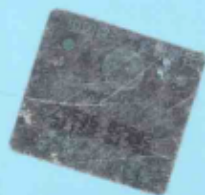
建筑施工 (第三版)

建筑工程经济与企业管理 (第四版)

责任编辑: 朱首明

刘平平

封面设计: 王 显



经销单位: 各地新华书店、建筑书店

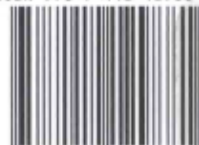
网络销售: 本社网址 <http://www.cabp.com.cn>

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

博库书城 <http://www.bookuu.com>

图书销售分类: 高职高专教材 (X)

ISBN 978-7-112-12988-1



9 787112 129881 >

(20393) 定价: 27.00 元

高职高专建筑工程专业系列教材

建 筑 材 料

(第三版)

刘祥顺 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑材料/刘祥顺主编. —3 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2011. 3

高职高专建筑工程专业系列教材

ISBN 978-7-112-12988-1

I. ①建… II. ①刘… III. ①建筑材料 IV. ①TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 030766 号

本书共 12 章, 主要介绍建筑材料的基本性质、无机气硬性胶凝材料、水泥、混凝土、建筑砂浆、烧土及熔融制品、天然石材、建筑钢材、木材及其制品、有机合成高分子材料及防水材料等在房屋建筑工程中常用的建筑材料的基本成分、性能、技术标准及应用等必要的建筑材料知识。为了方便教学, 每章后备有复习思考题及习题, 书后介绍了建筑材料试验。

本书既可作为高职高专建筑工程专业教材, 又可作为土木工程技术人员参考书。

* * *

责任编辑: 朱首明 刘平平

责任设计: 肖 剑

责任校对: 陈晶晶 赵 颖

高职高专建筑工程专业系列教材

建 筑 材 料

(第三版)

刘祥顺 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 15½ 字数: 373千字

2011年6月第三版 2011年11月第二十七次印刷

定价: 27.00元

ISBN 978-7-112-12988-1

(20393)

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)

第三版前言

本书首次作为“房屋建筑工程（工业与民用建筑）”专业专科教材出版于1999年6月。之后曾多次印刷，并被众多院校采用作为教科书。出版社曾希望编者对该书进行修订。直至2007年进行了第一次修订，第二版至今又已有四年。在这四年中多种重要建筑材料的技术标准又经更新，使得本书的内容已跟不上形势的发展和教学的需要。因此在各位编者的努力下，对第二版教材进行了较大幅度的改动和更新。

一、本次修订仍保持原教材的内容体系与原教材的编写特点。

二、为了更加适应高职高专学历层次的特点和需要，在新版教材中增加了一些例题以便帮助学生深入理解课程内容。同时还删去了部分内容。

三、新版教材中明确地提出了材料在呈现不同状态时的密度概念，区分了材料内部孔隙的开口与闭口，以及对材料的性能如吸水性、抗冻、抗渗、绝热、吸声等的不同影响。

四、最近几年建筑石膏、水泥、混凝土、砂浆、钢材、木材、防水卷材等主要建筑材料的技术标准有了较大的更新。本次改版各位编者都做了大量细致的工作，使得全书都采用了现行标准。

五、本次再版将一些常用建筑材料按照《建筑材料术语标准》JGJ/T 191—2009进行了规范。

六、本次教材修订的参编人员有沈阳建筑大学刘祥顺（绪论、第一、四、五、六章）、张巨松（第八、九章）、徐长伟（第十、十一章）；哈尔滨工业大学李学英（第二、七、十二章）；山东建筑大学祁世勋（第三章）；辽宁建筑职业技术学院周大伟（建筑材料试验部分）。全书由刘祥顺统稿。

本书修订难免有不当之处，恳请读者及同行专家给予指正，并提出宝贵意见。

2010年 编者

第 二 版 前 言

高等专科工业与民用建筑专业系列教材“建筑材料”首次出版于 1997 年 6 月，至今已有十个年头。在这十年中经多次印刷，并被众多院校所采用，受到广大读者的欢迎。随着我国改革开放形势的不断深入，科学技术日新月异。在材料科学领域中，新材料、新技术不断出现。我国的技术标准也在一步步与国际接轨。为了适应形势的发展，适应教学的需要，本次对原教材进行了必要的修订。

一、本次修订仍保持原教材的内容体系和原教材的编写特点。

二、近几年，随着我国改革开放形势的发展，我国的各种技术标准都在逐渐地与国际接轨，与国际先进水平接近。各种建筑材料（如水泥、混凝土、建筑钢材等）的技术标准均已更新。旧标准不宜长期作为教学内容。修订后的教材均采用国家现行的技术标准。

三、由于国家建筑体制及市场的变化，建筑材料的使用及供应渠道也在发生变化。如建筑工程中最重要的材料——混凝土，在大、中城市中已由原来的绝大部分由工地自拌生产，发展到预拌（商品）混凝土，直接提供给工地。为此，在第四章混凝土中增加了一节介绍关于“预拌混凝土”的有关知识。

四、由于国家土地政策的不断深入落实，黏土砖的使用范围受到限制，一些地方已经处于被取缔或半取缔状态。同时，各类混凝土砌块的出现和发展将成为现代建筑砌体的主体材料。因此，在第四章中增加了“混凝土制品”一节主要介绍混凝土类的砌块。

五、本次教材修订的参与人员有沈阳建筑大学刘祥顺（绪论、第一、四、五、六章）、张巨松（第八、九章）、刘军、徐长伟（第十、十一章）、刘祥顺、迟宗立（建筑材料试验部分）；哈尔滨工业大学李学英（第二、七、十二章）；山东建筑大学祁世勋（第三章）。全书由刘祥顺统稿。

本书修订难免有不当之处，恳请读者及同行专家给予指正，并提出宝贵意见。

2007 年 编者

第一版前言

一、本书为“房屋建筑工程（工业与民用建筑）”专业专科教材，是根据全国建筑工程学科专业委员会提出的《建筑材料》课程教学基本要求的精神编写的。着重拓宽学生在建筑材料方面的知识，加强学生对材料的使用性能与特点的理解与掌握，并使学生具有必要的测试技能。

二、为了注重学生的能力培养，教材把重点放在材料的基本性质、水泥、普通混凝土、建筑钢材等一些学生应掌握的基本理论和基本知识以及建筑工程中常用的主要建筑材料上，对一些新材料、新品种和要求了解的内容标以*号，可供学生自己阅读，以便提高学生的自学能力。

三、本书还为学生介绍了建筑材料标准的基本知识。在书中各种材料介绍时，突出了规范的作用，加强学生的法规观念。并且全书采用了法定计量单位及当前最新的技术规范，使学生获得最新知识。

四、本教材基本上是按材料组成安排教材内容体系的。为了适应建筑施工中按功能对建筑材料进行分类的需要，提高学生按使用功能对各种材料进行综合比较的能力，本教材增设了第十二章建筑材料按使用功能分类，按材料的使用功能加以对比、归纳总结。以便加深学生对材料使用性能的了解。

五、本书由沈阳建筑工程学院刘祥顺担任主编。参加编写的人员有：刘祥顺（绪论、第一、四、五、六章）、哈尔滨建筑大学葛勇（第二、七、十二章）、山东建筑工程学院祁世勋（第三章）、沈阳建筑工程学院张巨松（第八、九章）、刘军（第十、十一章）、迟宗立（建筑材料试验）。

由于时间仓促，编写人员缺乏经验以及水平所限，书中难免有缺点和不妥之处，恳请读者及同行专家给予指正并提出宝贵意见。

1997年 编者

目 录

绪论	1
第一节 建筑材料的定义与分类	1
第二节 建筑材料的特点及其在工程中的地位	2
第三节 建筑材料技术标准简介	3
第四节 本课程的目的、任务及学习方法	4
第一章 建筑材料的基本性质	6
第一节* 材料的组成与结构	6
第二节 材料的物理性质	7
第三节 材料的力学性质	15
第四节 材料的装饰性	18
第五节 材料的耐久性	19
思考题及习题	20
第二章 无机气硬性胶凝材料	21
第一节 石灰	21
第二节 建筑石膏	24
第三节* 镁质胶凝材料	28
第四节 水玻璃	29
思考题	30
第三章 水泥	31
第一节 硅酸盐类水泥	31
第二节 铝酸盐水泥	47
第三节* 硫铝酸盐水泥	49
思考题	50
第四章 混凝土	51
第一节 普通混凝土概述	51
第二节 普通混凝土的组成材料	52
第三节 普通混凝土拌合物	60
第四节 普通混凝土的主要性能	64
第五节 普通混凝土配合比设计	75
第六节 混凝土外加剂	89
第七节 预拌混凝土	95
第八节* 轻混凝土	99
第九节* 其他混凝土	104

第十节* 混凝土制品	107
思考题及习题	111
第五章 建筑砂浆	113
第一节 建筑砂浆的组成材料	113
第二节 砂浆拌合物的和易性	114
第三节 砌筑砂浆	115
第四节 抹面砂浆	118
思考题及习题	120
第六章 烧土及熔融制品	121
第一节 烧结砖、瓦	121
第二节 建筑陶瓷	124
第三节 建筑玻璃	126
思考题	128
第七章 天然石材	129
第一节 岩石的组成与性质	129
第二节 常用天然石材	131
思考题	134
第八章 建筑钢材	135
第一节 钢材的分类	135
第二节 钢材的性质	136
第三节 冷加工、时效及焊接	141
第四节 建筑钢材的标准与选用	142
第五节 钢材的腐蚀与防止	149
思考题	151
第九章 木材及其制品	152
第一节 木材的构造与组成	152
第二节 木材的性质	153
第三节 常用木材及制品	155
第四节 木材的腐朽与防止	158
思考题	159
第十章 合成高分子材料	160
第一节 高分子化合物的基本知识	160
第二节 建筑塑料	161
第三节 建筑胶粘剂	164
第四节 建筑涂料	166
思考题	168
第十一章 防水材料	169
第一节 沥青材料	169
第二节 防水卷材	174

第三节* 防水涂料与油膏	181
第四节* 其他防水材料	183
思考题	184
第十二章 建筑材料的功能分类与常用品种	185
第一节 建筑结构材料	185
第二节 建筑围护材料	185
第三节 绝热材料	187
第四节 防水材料	189
第五节 吸声材料与隔声材料	192
第六节 建筑装饰材料	194
思考题	200
建筑材料试验	201
试验一 建筑材料的基本性质试验	201
试验二 水泥试验	208
试验三 混凝土用骨料试验	217
试验四 普通混凝土试验	221
试验五 建筑砂浆试验	226
试验六 钢筋试验	229
试验七 普通黏土砖试验	232
试验八 沥青试验	233
参考文献	237

绪 论

第一节 建筑材料的定义与分类

建筑材料是指在建筑工程中所应用的各种材料的总称。应包括：

- (1) 构成建筑物本身的材料，如钢材、木材、水泥、石灰、砂石、烧结砖、玻璃、防水材料等。
- (2) 施工过程中所用的材料，如钢、木模板及脚手杆、跳板等。
- (3) 各种建筑器材，如给水排水设备，采暖通风设备，空调、电气、电信、消防设备等。

本教材中主要介绍构成建筑物本身所使用各种材料。

建筑材料品种繁多，可从不同角度进行分类，常见有按化学成分（表 0-1）和按使用功能（表 0-2）两种分类方法。

建筑材料按化学成分分类

表 0-1

分 类			实 例
无 机 材 料	金属材料	黑色金属	普通钢材、非合金钢、低合金钢、合金钢
		有色金属	铝、铝合金、铜及其合金
	非金属材料	天然石材	毛石、料石、石板材、碎石、卵石、砂
		烧土制品	烧结砖、瓦、陶器、炆器、瓷器
		玻璃及熔融制品	玻璃、玻璃棉、岩棉、铸石
		胶凝材料	气硬性：石灰、石膏、菱苦土、水玻璃 水硬性：各类水泥
		混凝土类	砂浆、混凝土、硅酸盐制品
有 机 材 料	植物质材料		木材、竹板、植物纤维及其制品
	合成高分子材料		塑料、橡胶、胶粘剂、有机涂料
	沥青材料		石油沥青、沥青制品
复 合 材 料	金属-非金属复合		钢筋混凝土、预应力混凝土、钢纤维混凝土
	非金属-有机复合		沥青混凝土、聚合物混凝土、玻纤增强塑料、水泥刨花板

建筑材料按使用功能分类

表 0-2

分 类	定 义	实 例
建筑结构材料	构成基础、柱、梁、框架屋架、板等承重系统的材料	砖、石材、钢材、钢筋混凝土、木材
墙体材料	构成建筑物内、外承重墙体及内分隔墙体的材料	石材、砖、空心砖、加气混凝土、各种砌块、混凝土墙板、石膏板及复合墙板
建筑功能材料	不作为承受荷载，且具有某种特殊功能的材料	保温隔热材料（绝热材料）：膨胀珍珠岩及其制品、膨胀蛭石及其制品、加气混凝土 吸声材料：毛毡、棉毛织品、泡沫塑料 采光材料：各种玻璃 防水材料：沥青及其制品、高聚物改性沥青防水材料、高分子防水材料 防腐材料：煤焦油、涂料 装饰材料：石材、陶瓷、玻璃、涂料、木材
建筑器材	为了满足使用要求，而与建筑物配套的各种设备	电工器材及灯具 水暖及空调器材 环保器材 建筑五金

第二节 建筑材料的特点及其在工程中的地位

建筑材料是一切建筑工程的物质基础。要发展建筑业，就必须发展建筑材料工业。可见，建筑材料工业是国民经济的重要基础工业之一。

随着国民经济的高速发展，需要建造大量的工业建筑、水利工程、港口工程、交通运输工程以及大量的民用住宅工程，这就需要数量巨大的优质的品种齐全的建筑材料。

建筑材料不仅用量大，而且有很强的经济性，它直接影响工程的总造价。一般住宅工程的材料费用约占总造价的 50%~60%。所以，在建筑过程中能恰当地选择和合理地使用建筑材料不仅能提高建筑物质量及其寿命，而且对降低工程造价有着重要的意义。

建筑材料的质量如何，直接影响建筑物的坚固性、适用性及耐久性。因此，要求建筑材料必须具有足够的强度以及与使用环境条件相适应的耐久性，才能使建筑物具有足够的使用寿命，并尽量地减少维修费用。

建筑材料的发展是随着人类社会生产力的不断发展和人民生活水平不断提高而向前发展的。现代科学技术的发展，使生产力不断提高，人民生活水平不断改善，这将要求建筑材料的品种与性能更加完备，不仅要求经久耐用，而且要求建筑材料具有轻质、高强、美观、保温、吸声、防水、防震、防火、节能等功能。

因此，作为建筑材料必须具备如下四大特点：适用（具有要求的使用功能）、耐久（具有与使用环境条件相应的耐久性）、量大（具有丰富的资源）和价廉。

理想的建筑材料应具有轻质、高强、防火、无毒、高效能和多功能的特点。

第三节 建筑材料技术标准简介

建筑材料技术标准（规范）是针对原材料、产品以及工程质量、规格、检验方法、评定方法、应用技术等作出的技术规定。因此它是在从事产品生产、工程建设、科学研究以及商品流通领域中所需共同遵循的技术法规。

建筑材料技术标准包括内容很多，如原料、材料及产品的质量、规格、等级、性质要求以及检验方法；材料及产品的应用技术规范（或规程）；材料生产及设计的技术规定；产品质量的评定标准等。

根据技术标准的发布单位与适用范围，可分为国家标准、行业标准和企业及地方标准三级。

1. 国家标准

国家标准通常是由国家标准主管部门委托有关单位起草，由有关部委提出报批，经国家技术监督局会同有关部委审批，并由国家技术监督局发布。国家标准在全国范围内适用，是对全国范围的经济、技术及生产发展有重大意义的标准。

2. 行业标准

行业标准是指全国性的某行业范围的技术标准。这级标准是由中央部委标准机构指定有关研究院所、大专院校、工厂、企业等单位提出或联合提出，报请中央部委主管部门审批后发布，因此又被称为部颁标准，最后报国家技术监督局备案。

3. 企业标准与地方标准

企业标准与地方标准是指只能在某地区内或某企业内适用的标准。凡国家、部未能颁布的产品与工程的技术标准，可由相应的工厂、公司、院所等单位根据生产厂家能保证的产品质量水平所制定的技术标准，经报请本地区或本行业有关主管部门审批后，在该地区或行业中执行。

各级技术标准，在必要时可分为试行与正式标准两类。按其权威程度又可分为强制性标准和推荐性标准。建筑材料技术标准按其特性可分为基础标准、方法标准、原材料标准、能源标准、环保标准、包装标准、产品标准等。

每个技术标准都有自己的代号、编号和名称。标准代号反映该标准的等级或发布单位，用汉语拼音字母表示，见表 0-3。

技术标准所属行业及其代号

表 0-3

所 属 行 业	标 准 代 号	所 属 行 业	标 准 代 号
国家标准	GB	石 油	SY
建 材	JC	冶 金	YB
建设工程	JG	水利电力	SD
交 通	JT		

编号表示标准的顺序号和颁布年代号，用阿拉伯数字表示；名称以汉字表达，它反映该标准的主要内容。例如

GB	175	—	2007	通用硅酸盐水泥
代号	顺序号		批准年代号	名称
编号				

表示国家标准 175 号, 2007 年颁布执行, 其内容是: 通用硅酸盐水泥。

又如

GB/T 14684—2001 建筑用砂

表示国家推荐性标准 14684 号, 2001 年颁布执行的建筑用砂标准。

由于技术标准是根据一个时间的技术水平制定的, 因此它只能反映该时期的技术水平, 具有暂时相对稳定性。随着科学技术的发展, 不变的标准不但不能满足技术飞速发展的需要, 而且还会对技术的发展起到限制和束缚作用。所以技术标准应根据技术发展的速度与要求不断地进行修订。我国约在五年左右修订一次。为了适应改革开放的需要, 当前我国各种技术标准都正向国际标准靠拢, 以便于科学技术的交流与提高。

第四节 本课程的目的、任务及学习方法

建筑材料与建筑设计、建筑结构、建筑施工及建筑经济一样, 是建筑工程学科的一个分支, 是房屋建筑工程专业的重要专业基础课。本课程的目的为其他专业课程 (如房屋建筑、建筑施工及结构课) 提供建筑材料的基本知识; 为从事技术工作时, 能合理地选择和正确地使用建筑材料打下基础。因此, 课程的任务就是使学生获得常用建筑材料的性质与应用的基本知识和必要的基本理论; 了解建筑材料的标准, 并获得主要建筑材料检验方法的基本技能训练。

本课中涉及常用建筑材料如砖、石灰、石膏、水泥、混凝土、建筑砂浆、建筑钢材、木材、防水材料、塑料、装饰材料、绝热材料及吸声材料等, 主要讨论这些材料的原料与生产; 组成、结构与性质的关系; 性质与应用; 技术要求与检验; 运输、验收与储存等方面的内容。从本课程的目的及任务出发, 主要应掌握建筑材料的性质、应用及其技术要求的内容。

建筑材料课程内容繁杂, 因此掌握良好的学习方法是至关重要的。正确的学习方法是要运用好事物内因与外因的关系, 共性与特性的关系。要了解建筑材料各方面内容的关系, 见图 0-1。要了解不同种类材料具有不同的性质; 同类材料不同品种既存在共性, 又

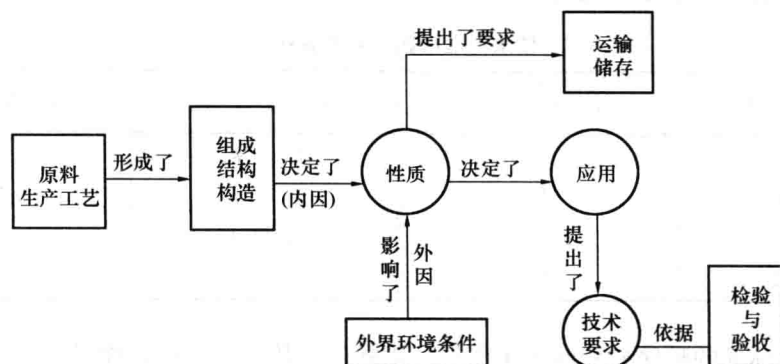


图 0-1 建筑材料各方面内容的联系

存在各自的特性；只要抓住代表性材料的一般性质，运用对比的方法去掌握其他品种建筑材料的特性。掌握了抓重点内容、抓内容关系、抓对比手法即可事半功倍。

建筑材料课是一门以生产实践和科学实验为基础的实践性很强的学科。因而实验课是本课程的重要教学环节。通过实验，可以学会和掌握建筑材料的基本试验方法，从而培养科学研究的能力和严谨缜密的科学态度。

第一章 建筑材料的基本性质

建筑物中，各个建筑部位都起到一定的作用。梁、板、柱以及承重墙体主要承受荷载作用；屋面要承受风霜雨雪作用且能保温、防水；基础除承受建筑物全部荷载外，还要承受冰冻及地下水的侵蚀；墙体要起到抗冻、隔声、保温隔热等作用。这就要求用于不同建筑部位的建筑材料应具有相应的性质。

建筑材料所具有的各种性质，主要取决于材料的组成和结构状态，同时还受到环境条件的影响。为了能够合理地选择和正确地使用建筑材料，必须了解建筑材料的各种性质以及性质与组成、结构状态的关系。

第一节 材料的组成与结构

一、材料的组成

无机非金属材料是由金属元素和非金属元素所组成，其化学成分常以其氧化物含量百分数的形式表示。金属元素与非金属元素按一定的化学组成和结构特征构成矿物，矿物具有一定的分子结构和性质。无机非金属材料可由不同矿物构成，其性质受矿物组成及其含量的影响。如硅酸盐水泥中若提高硅酸三钙矿物的含量，其硬化速度及强度都将提高。

金属材料的化学成分以其元素的百分含量表示。金属的化学成分的改变将明显地改变其性质，如由于含碳量的不同，生铁和钢具有明显不同的性质。

有机材料是由分子量极大的聚合物组成。其组成元素主要是 C 和 H 以及 O、N、S 等元素（详见第十章）。

二、材料的结构

材料的结构是指从原子、分子水平直至宏观可见的各个层次的结构状态。一般可分为三个结构层次：即微观结构、亚微观结构和宏观结构。

（一）微观结构

微观结构是指材料内部在原子、离子、分子层次的结构，常用电子显微镜及 X 射线衍射分析手段来研究。根据质点在空间中分布状态不同，分为晶体和非晶体。

1. 晶体

晶体是指质点在空间中作周期性排列的固体。晶体具有固定的几何外形、各向异性及最小内能。然而晶体材料是由众多晶粒不规则排列而成，因此晶体材料失去了一定几何外形和各向异性的特点，表现出各向同性。由于晶体具有最小内能，使晶体材料表现出良好的化学稳定性。

2. 非晶体

它是一种不具有明显晶体结构的结构状态，亦称为玻璃体。熔融状态的物质经急冷后即可得到质点无序排列的玻璃体。具有玻璃体结构的材料具有各向同性；无一定的熔点，

加热时只能逐渐软化。由于玻璃体物质的质点未能处于最小内能状态，因此它有向晶态转变的趋势，是一种化学不稳定结构，具有良好的化学活性。如水淬矿渣与石灰在有水的条件下，在常温即可发生化学反应。

（二）亚微观结构

亚微观结构是指用光学显微镜观察研究的结构层次，它包括晶体粒子的粗细、形态、分布状态；金属的晶体组织；玻璃体、胶体及材料内孔隙的形态、大小、分布等结构状态。由于所有晶体材料都是由众多不规则排列的晶粒组成，因此晶体材料的性质往往取决于晶粒的组成、形状、大小以及各种晶粒间的比例关系。

（三）宏观结构（亦称构造）

宏观结构是指用放大镜或直接用肉眼即可分辨的结构层次。按其孔隙尺寸可分为：

1. 致密结构

如金属、玻璃、致密的天然石材等。

2. 微孔结构

如水泥制品、石膏制品及烧土制品等。

3. 多孔结构

如加气混凝土、泡沫塑料等。

材料孔隙的多少、大小及其特征对材料的性能影响极大，如重量大小、吸湿性与吸水性、绝热性能、吸声性能、抗冻、抗渗、抗侵蚀等均受材料孔隙及其特征的影响。

按构成形态可分为：

1. 聚集结构

如水泥混凝土、砂浆、沥青混凝土、塑料等这类材料是由填充性的集料被胶结材料胶结聚集在一起而形成。其性质主要取决于集料及胶结材料的性质以及结合程度。

2. 纤维结构

如木材、玻璃纤维、矿棉等，这类材料的性质与纤维的排列秩序、疏密程度等密切相关。

3. 层状结构

如胶合板、纸面石膏板等，这类材料的性质与叠合材料性质及胶合程度有关。往往是各层材料在性质上有互补关系，从而增强了整体材料的性质。

4. 散粒结构

如砂、石及粉状或颗粒状的材料（粉煤灰、膨胀珍珠岩等）。它们的颗粒形状、大小以及不同尺寸颗粒的搭配比例对其堆积的疏密程度有很大影响。

材料的宏观结构是影响材料性能的重要因素。尽管组成和微观结构相同，宏观构造不同的材料也会具有不同的工程性质，如玻璃砖与泡沫玻璃具有不同的使用功能；若组成和微观结构不同，但只要宏观结构相同也可有相似的工程性质，如泡沫玻璃与泡沫塑料都可以作为绝热材料。

第二节 材料的物理性质

一、材料的密度

密度是指材料的质量与体积之比。根据材料所呈现的状态不同，材料的密度可分为密