



高等职业院校课程改革项目优秀成果
高职高专“十二五”规划教材出版项目



JIANZHU CAILIAO
XUEXIZHIDAO

建筑材料 学习指导

何展荣 徐友辉 廖征军 编 著

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等职业院校课程改革项目优秀成果
高职高专“十二五”规划教材出版项目

建筑材料学习指导

何展荣 徐友辉 廖征军 编 著



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书共分12章,内容包括建筑材料课程教与学,建筑材料基本性质,石灰、石膏和水玻璃,水泥,混凝土,建筑砂浆,石材、砖材和砌块,建筑玻璃和陶瓷,建筑钢材,木材,沥青材料,建筑塑料、涂料和胶粘剂。除第1章外,每章内容分学习要求、学习要点和基本训练3个部分。

本书是高等职业教育土建类专业《建筑材料》的教学参考用书,也可作为成人高校、自学考试及建设(材)行业培训的参考用书或相关技术人员的参考用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料学习指导/何展荣,徐友辉,廖征军编著. —北京:北京理工大学出版社,2013.9
ISBN 978-7-5640-8198-0

I. ①建… II. ①何… ②徐… ③廖… III. ①建筑材料—高等教育—教学参考资料 IV. ①TU5

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第193020号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

82562903(教材售后服务热线)

68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 10

字 数 / 193千字

版 次 / 2013年9月第1版 2013年9月第1次印刷

定 价 / 25.00元

责任编辑 / 陈莉华

文案编辑 / 陈莉华

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

PREFACE

“建筑材料”是高等职业教育土建类专业的一门重要技术基础课，该课程内容具有两个显著特点：一是教材中经验性内容多、理论性内容少，文字叙述内容多、逻辑推导内容少，概念术语内容多、公式计算内容少；二是每类材料自成体系，章与章之间教学内容缺乏内在的逻辑联系。这使得广大学生在习惯了数学、物理等逻辑性较强的课程后，对该课程的学习难以适应，无法及时把握学习要点。

为此，编者结合自己多年的教学经验，针对北京理工大学出版社出版的《建筑材料》（徐友辉、何展荣主编）配套编撰了《建筑材料学习指导》这本教学参考书，帮助广大学生在建筑材料课程的学习过程中理清思路，抓住重点，提高学习质量。

本书由四川职业技术学院何展荣、徐友辉、廖征军编著，具体编写分工为：第1~4章由徐友辉编写，第5~8章由廖征军编写，第9~12章由何展荣编写，全书由徐友辉负责统稿。

由于编者水平有限，书中不足和疏漏之处在所难免，敬请专家同行和读者批评指正。

编者

目 录 CONTENTS

第1章 建筑材料课程教与学	1
1.1 建筑材料课程的基本要求	1
1.2 建筑材料课程的特点	2
1.3 建筑材料课程的教学方法	2
1.4 建筑材料课程的学习方法	5
第2章 建筑材料基本性质	7
2.1 学习要求	7
2.2 学习要点	9
2.3 基本训练	19
第3章 石灰、石膏和水玻璃	25
3.1 学习要求	25
3.2 学习要点	26
3.3 基本训练	31
第4章 水泥	34
4.1 学习要求	34
4.2 学习要点	35
4.3 基本训练	43
第5章 混凝土	49
5.1 学习要求	49
5.2 学习要点	50
5.3 基本训练	61

第6章 建筑砂浆	67
6.1 学习要求	67
6.2 学习要点	68
6.3 基本训练	72
第7章 石材、砖材和砌块	76
7.1 学习要求	76
7.2 学习要点	77
7.3 基本训练	82
第8章 建筑玻璃和陶瓷	86
8.1 学习要求	86
8.2 学习要点	87
8.3 基本训练	88
第9章 建筑钢材	91
9.1 学习要求	91
9.2 学习要点	92
9.3 基本训练	98
第10章 木材	102
10.1 学习要求	102
10.2 学习要点	103
10.3 基本训练	106
第11章 沥青材料	110
11.1 学习要求	110
11.2 学习要点	112
11.3 基本训练	116
第12章 建筑塑料、涂料和胶粘剂	120
12.1 学习要求	120
12.2 学习要点	121
12.3 基本训练	124
附录 基本训练参考答案	127
参考文献	154

第 1 章 建筑材料课程教与学

1.1 建筑材料课程的基本要求

1.1.1 课程开设的目的

建筑材料课程是高等职业教育土建类专业一门重要的技术基础课程，主要介绍常用建筑材料的组成、结构、性质、应用、技术标准、检验方法以及贮运、保管等方面的基础知识。

学习建筑材料课程应达到两个目的：一是为学习建筑设计、建筑施工、建筑结构和建筑预算、决算等专业课程提供材料方面的基础知识；二是为将来走上社会，从事技术工作时能够正确选择、准确鉴别、合理使用、有效管理和科学开发建筑材料等打下基础。

通过学习建筑材料课程，学生应掌握常用建筑材料的性质与应用的基础知识和基本理论，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。

本课程教学以提高人才素质为核心，以培养学生职业能力为目的，注重理论联系实际，注重科学思维方法、分析问题能力和解决问题能力的培养。

1.1.2 知识和技能要求

1. 应知

(1) 建筑材料的概念、分类和基本性质。

(2) 水泥、混凝土、砂浆、砖材、钢材、木材、沥青和塑料等主要建筑材料的组成、结构、性能和技术标准。

(3) 混凝土、建筑砂浆和沥青等建筑材料的配合比计算。

2. 应会

(1) 根据工程实际正确选择和合理使用水泥、混凝土、砂浆、砖材、钢材、木材、沥青

和塑料等建筑材料。

(2)根据建材标准或技术规程对水泥、混凝土、砂浆、砖材、钢材、木材、沥青和塑料等建筑材料的技术性能进行检测和评定。

(3)对水泥、钢材、玻璃、陶瓷、木材和塑料等建筑材料进行询价。

1.2 建筑材料课程的特点

建筑材料课程的主要特点体现在“三多”：一是材料品种多，它包括了水泥、混凝土、砂浆、砖、钢材、木材等结构材料和玻璃、陶瓷、沥青、塑料、涂料等功能材料；二是材料知识多，每一种材料都要涉及多方面的知识，如生产原料，生产工艺，材料的组成与结构，材料的性质，材料的应用范围、使用方法以及材料的检验、储存和运输等；三是概念术语多，它作为一门综合性课程，涉及许多学科的内容(如物理化学、结晶学、岩石学、混凝土学等)，但反映在教材中，仅仅是这些学科的个别概念和术语，并非系统知识，学生一时难以理解。

建筑材料课程中的每类材料自成系统，缺乏内在逻辑联系，不像高等数学、普通物理等课程那样具有整体性和逻辑性，表现为经验性内容多、理论性内容少，文字叙述多、逻辑推导少，概念术语多、公式计算少等方面。

1.3 建筑材料课程的教学方法

教学有法，但无定法，贵在得法。建筑材料作为土建类专业的一门基础课程，有以下多种教学方法。

1.3.1 演示教学法

演示教学法就是将实物或与实物相关的模型、结构、实验过程，通过投影、录像等多种媒体手段呈现在学生面前，便于学生理解。这是建筑材料教学的主要模式，体现在以下几个方面。

1. 多媒体演示

现在许多学校的教室都配有多媒体设备，为计算机辅助教学(CAI)提供了有利条件。利

用多媒体教学手段可以缓和学时少内容多的矛盾,可以使讲课内容更加简单明了。可以制作 CAI 课件的内容有:教材中的大量表格,如建筑材料的主要物理力学性质和国家技术标准;教材中比较重要的图形,如材料的孔隙结构图、水泥石结构图、混凝土强度与水胶比关系图、减水剂作用机理等;一些材料的生产工艺(如水泥的生产工艺、炼钢过程等)和在现实生活中的实际应用(如各种装饰材料的应用)。通过现代化教学手段演示,可以提高学生的学习兴趣及教师讲课的效果,大大提高教学质量。

2. 课堂实物演示

建筑材料是有形、有色的实体。可以把一些便于携带的建筑材料带到课堂上,教学效果更直观,有利于提高学生的学习兴趣,发挥学生的主观能动性,获得理想的教学效果。如在讲解水泥的体积安定性时,拿出体积安定性合格和不合格的两块水泥试饼作对比。同学们一看到不合格试饼的外观、疏松结构及不具备任何强度的特点,会很自然地联想这样的水泥用到工程中的危害性。这时,再讲不合格试饼产生的原因及危害,学生就能很快地理解并掌握。适合本教学方法的课堂内容有多孔砖和空心砖的区别、内墙砖和外墙砖的区别、热轧钢筋分类等。

3. 简单实验演示

建筑材料中的有些内容,教师可以带轻便仪器到教室借助简易实验来讲授,会省下许多口舌,学生也会牢固掌握有关知识。如利用两个相同规格的容量瓶装入质量相同,但颗粒级配不同的砂子,对比两个容量瓶,学生会很明显地看到级配好的砂子所占体积小。由此可以很轻松地得出结论,用颗粒级配好的砂子配制混凝土的空隙率小,强度大。适合本教学方法的课堂内容有石膏的凝结、石油沥青与煤沥青的区别、减水剂作用机理等。

1.3.2 案例教学法

作为高职院校,培养的是毕业后就能上岗顶用的应用型工程技术人员。在教学中采用案例教学法,使学生如同亲临现场,能够提高学生分析和解决实际问题的能力,符合高职院校的培养要求。案例教学法是根据所学课程内容,运用实际工程案例,由教师进行组织、分析和设计,然后让学生参与,在分析案例的过程中开展教学活动,对所给的案例材料进行比较、分类、分析与综合,学会从现象中抽出本质,提高学习能力。案例分析的内容应以工程实践所用材料为主,根据教学需要进行加工改造,编制具有实用性的工程案例。例如,组织学生观看中央电视台拍摄的“大家”栏目访谈中国工程院院士张光斗的专题片,介

绍张光斗院士头戴安全帽,爬上正在修建的举世闻名的三峡大坝察看坝体高强混凝土出现的细微裂缝,分析裂缝产生原因的情境。先让学生看专题片和查阅相关资料,再分组讨论,然后各组相互提问辩论,学生就能深入思索所学理论知识,得出大体积混凝土产生细微裂缝的原因。这样的教学方式,增强了学生综合运用知识的能力,使学生认识到作为未来的工程技术人员使命感和责任感。

1.3.3 实践教学法

课堂教学内容来源于实践又服务于实践,这就要求理论教学应与工程实践和材料实验结合起来,用实践手段来传授材料的特性、使用方法、使用效果以及使用中存在的问题等方面的知识。这样,不仅能验证已学材料的性质,还能锻炼动手能力,培养分析问题、解决问题的能力。例如,在混凝土实验的实践教学,要求学生自己测定组成材料的性能、自己进行混凝土配合比计算、按自己的配合比搅拌混凝土,若混凝土性能达不到要求,再进行调整。本次实践教学,使学生学会对混凝土性能进行调整的方法,达到学生毕业后就能上岗的培养要求。

同时,在讲授理论内容时,应与一些工程中材料应用方面取得正反两方面效果的具体实例相结合进行阐述、分析,特别应多举一些由于不懂材料性质,盲目使用而造成严重工程质量事故的反面事例。如在讲述石灰的性质时,可举石灰抹灰墙面出现爆裂点的事例,通过对此事故原因的分析,使学生加深对石灰熟化时体积膨胀较大的了解,进一步认识石灰“陈伏”的必要性。另外,可以让学生自己动手做生石灰消解的实验:在一小块生石灰上直接加水,观察石灰块的放热和体积膨胀现象。通过对这些试验的操作与观察,学生对生石灰熟化特点的了解和认识可进一步加深,牢记这些内容会容易些。

1.3.4 网络教学法

网络教学是通过计算机实现教学资源共享的教学形式,它以互联网为桥梁,跨越教师和学生时间和空间上的距离,突破传统面对面课堂教学方式的限制,将授课课堂由教室和实验室延伸到互联网所覆盖的任何一个站点。学生可利用任何一台联网计算机终端浏览、学习有关课程内容。某一学科的先进教学方式或实验条件可以被校内或校外的各学科使用,从而可以节省大量在基础设施上的重复投资,有利于从整体上改善办学条件和提高教学水平。

1.4 建筑材料课程的学习方法

在学习建筑材料课程时必须根据其特点,从课程的目的和任务出发,把握科学的学习方法。

1.4.1 根据认知规律理清学习思路

根据认知规律,可将学习建筑材料课程的思路归结为一句话:“一个中心,两条线索。”即以材料性质为中心,以决定材料性质的内在因素和影响材料性质的外界因素为线索。

首先,必须了解事物本质的内在联系,即材料的性质与组成、结构之间的关系,才能把握材料的性质。决定材料性质的内在因素在于材料的组成和结构,这是我们掌握材料性质的第一条线索。其次,材料性质不是固定不变的,在使用过程中受外界条件(如水、热、声、光、电等)的影响,材料性质会发生不同程度的变化。了解材料在外界条件影响下,其组成、结构产生变化,导致材料性质发生改变的规律,即影响材料性质的外界因素,这是掌握材料性质的第二条线索。

抓住这两条线索,不仅易于掌握建筑材料课程的基本内容,并可按此线索不断扩大材料性质与应用的知识。相反,离开此线索就会陷入死记硬背的困境,学得的知识也难以巩固和运用。学习时应自觉地运用这一思路,并尽可能从已掌握的知识(如材料的化学和矿物组成、材料不同层次的结构、材料孔隙与材料性质关系等)来揭示材料的性质。

1.4.2 运用辩证思想理解课程内容

建筑材料课程中包含的辩证唯物主义思想内容很多,我们应自觉运用辩证唯物主义的观点和方法去分析和理解建筑材料课程的内容。

1. 注重归纳对比

不同种类的材料具有不同的性质,同类材料不同品种之间,既存在共性,又存在特性。学习时不应将各种材料的性质孤立的、机械的死记硬背,而应采用归纳对比的方法,总结归纳同类材料的相同点,对比各种材料的不同点,然后分类理解。这样就使繁杂的内容层次分明、条理清楚,便于理解和掌握,有利于提高学习效率和效果。如用这种方法学习水泥等内容是很有效的。

2. 注重量度关系

材料的量度和试验都必须一定的条件下进行,材料的使用也是有条件的,最常遇到的是量变和质变的关系。比如生产硅酸盐水泥时,掺入适量石膏起缓凝作用,但石膏掺量过多反而会起促凝作用;在硅酸盐水泥中掺入不超过 15% 的活性混合材料,水泥主要性质不受影响,但混合材料加至 20% 以上时,就会引起许多性质的变化。又如,在混凝土拌合物中掺入一定的引气剂,虽可显著改善其和易性和耐久性,却使其强度降低。

3. 注重实践手段

建筑材料课程是一门实践性很强的课程,其内容来源于实践又服务于实践,若能密切联系实际,将理论学习与工程实践和材料实验结合起来,通过实践手段不仅能够增强感性认识,加深对材料的特性、使用方法、使用效果以及使用中存在的问题等方面知识的理解,而且能够在实践中验证和补充书本知识。这样,既能大大提高学习兴趣,又能有效培养和提高分析和解决实际问题的能力。

1.4.3 利用信息网络提高学习效果

现在基于互联网平台开发出的“建筑材料”网络课程版本较多,功能比较齐全,它以互联网为桥梁,跨越教师和学生时间和空间上的距离,突破传统面对面课堂教学方式的限制,将授课课堂由教室和实验室延伸到互联网所覆盖的任何一个站点,适合于学生自主学习。

第 2 章 建筑材料基本性质

2.1 学习要求

2.1.1 建筑材料的概念和分类

1. 应知

- (1) 建筑材料的含义。
- (2) 建筑材料的分类。

2. 应会

- (1) 常用建筑材料的科学分类。
- (2) 建筑材料在建筑工程中的作用。

2.1.2 建筑材料的组成和结构

1. 应知

- (1) 建筑材料的化学组成、矿物组成和相组成的表示方法。
- (2) 建筑材料内部结构的层次。
- (3) 建筑材料宏观结构的主要类型。

2. 应会

- (1) 宏观结构与性质的关系。
- (2) 微观结构与性质的关系。

2.1.3 建筑材料的物理性质

1. 应知

(1)材料与质量有关的性质：①材料实际密度、表观密度、体积密度和堆积密度的含义和计算；②孔隙类型、孔隙特征和孔隙率的含义；③填充率和空隙率的含义。

(2)材料与水有关的性质：①亲水性和憎水性的含义及表示方法；②吸水性和吸湿性的含义及表示方法；③耐水性的含义及表示方法；④抗渗性和抗冻性的含义及表示方法；⑤材料受冻破坏的原因。

(3)材料与热有关的性质：①导热性和热容量的含义；②导热系数的物理意义；③热变形性和耐燃性的含义。

2. 应会

(1)材料与质量有关的性质：①通过计算确定密度、表观密度、体积密度和堆积密度；②密实度与孔隙率、填充率和空隙率之间的关系。

(2)材料与水有关的性质：①质量吸水率与体积吸水率的关系；②通过计算确定吸水率、含水率及其与材料基本物理性质(密度、表观密度、体积密度及孔隙率)间的关系。

(3)材料与热有关的性质：①影响材料导热系数的因素；②材料热容量大小的实用意义。

2.1.4 建筑材料的力学性质

1. 应知

(1)弹性变形和塑性变形的含义。

(2)脆性和冲击韧性的含义。

(3)材料强度的概念和种类。

(4)影响材料强度试验结果的因素。

2. 应会

(1)应力与应变之间的关系。

(2)硬度和耐磨性之间的关系。

(3)水泥、混凝土和砖的抗压、抗折强度计算方法。

(4)建筑砂浆抗压强度的计算方法。

2.1.5 建筑材料的耐久性

1. 应知

(1)材料的耐久性含义。

(2)影响材料耐久性的因素。

2. 应会

提高材料耐久性的措施。

2.2 学习要点

2.2.1 建筑材料的概念和分类

1. 建筑材料的概念

建筑材料是指在建筑工程中所使用的各种材料及其制品的总称，它包括构成建筑物本身的材料、施工过程中所用的材料以及与建筑物配套的建筑器材。

2. 建筑材料的分类

建筑材料通常是按材料的化学成分、使用功能和使用部位进行分类的。

(1)按材料的化学成分，分为无机材料、有机材料及复合材料三大类。

无机材料分为金属材料和非金属材料，金属材料又分为黑色金属材料和有色金属材料。

有机材料分为天然有机材料和合成有机材料。

复合材料分三种复合形式：无机材料与无机材料的复合、无机材料与有机材料的复合、有机材料与有机材料的复合。

(2)按材料的使用功能，分为结构材料、围护材料和功能材料三大类。

结构材料主要是指构成建筑物受力构件或结构所用的材料，结构材料具有足够的强度和耐久性。

围护材料主要是指用于建筑围护结构的材料。

功能材料主要是指担负某些建筑功能的非承重用材料，如防水材料、绝热材料、吸声材料、隔声材料等。

一般来说，建筑物的可靠度与安全度主要取决于结构材料，建筑物的使用功能与建筑

品质主要取决于功能材料。

2.2.2 建筑材料的组成和结构

1. 材料的组成

材料的组成包括材料的化学组成、矿物组成和相组成。

(1)化学组成是指构成材料的化学元素及化合物的种类及数量。金属材料 and 有机材料的化学成分常以其元素的百分含量表示，无机非金属材料的化学成分常以其氧化物含量百分数的形式表示。

(2)矿物组成是指化学元素组成相同，分子组成形式各异的现象。在化学组成确定的条件下，矿物组成是决定材料性质的主要因素。例如，硅酸盐水泥的主要化学组成是 CaO 、 SiO_2 等，但形成的矿物熟料因硅酸三钙 ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) 和硅酸二钙 ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) 不同而性质有差异。

(3)相组成是指自然状态下，多数建筑材料由固、液、气三相体系构成。

2. 材料的结构

材料的结构是指从宏观可见直至分子、原子水平的各个层次的构造状况。一般可分为三个结构层次：宏观结构、细观结构和微观结构。

(1)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，可按孔隙尺寸和构成形态来进行分类。

1)按孔隙尺寸，可分为致密结构、微孔结构和多孔结构。

致密结构是指无宏观层次孔隙存在的结构，如钢材、天然的花岗石等。其特性是结构密实、强度高、硬度大，常被用作结构材料。

微孔结构是指具有微细孔隙的结构，如石膏制品、烧黏土制品等。其特性是密度和导热系数较小，常被用作吸声和隔热材料。

多孔结构是指具有粗大孔隙的结构，如加气混凝土、泡沫塑料及人造轻质多孔材料等，其特性是质地轻、保温性能好，多被用作绝热材料。

2)按构成形态，可分为聚集结构、纤维结构、层状结构和散粒结构。

聚集结构是指由填充性集料与胶凝材料胶结成的结构，如水泥混凝土、砂浆等。

纤维结构是指由纤维状物质构成的材料结构，如木材、玻璃纤维等。

层状结构是指天然形成的或采用人工黏结等方法将材料叠合而成层状的材料结构，如复合木地板、胶合板等。

散粒结构是指松散颗粒状结构，如混凝土集料等。

(2)细观结构是指用光学显微镜观察研究的结构。建筑材料的细观结构只能针对某种具体材料来进行分类研究。例如，混凝土可分为基相、集料相、界面相；阔叶树木材可分为木纤维、导管和髓线。

(3)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。根据微粒在空间中分布状态的不同，分为晶体、玻璃体和胶体三类。

晶体的微观结构特点是组成物质的微粒在空间的排列有确定的几何位置关系。一般来说，晶体结构的物质具有强度高、硬度较大、固定熔点、化学稳定性高和力学各向异性等共同特性。根据组成晶体的微粒种类和结合方式不同，晶体可分为原子晶体、离子晶体、分子晶体和金属晶体。

玻璃体的微观结构特点是组成物质的微粒在空间的排列呈无序混沌状态。玻璃体结构的材料具有化学活性高、无固定熔点、力学各向同性等共同特性。粉煤灰、火山灰、粒化高炉矿渣和建筑用普通玻璃都是典型的玻璃体结构。

胶体是极细的固体颗粒(直径为 $10^{-7} \sim 10^{-9}$ m)均匀分散在液体中所形成的结构。胶体与晶体和玻璃体最大不同点是可呈分散相和网状两种结构形式，分别称为溶胶和凝胶。

2.2.3 建筑材料的物理性质

1. 材料与质量有关的性质

(1)密度是指材料质量和体积的比值，在不同结构状态下，材料的密度分为实际密度、表观密度、体积密度和堆积密度。

1)实际密度简称密度，是指材料在绝对密实状态下，单位体积的质量。其计算式为：

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中 ρ ——材料的实际密度， g/cm^3 或 kg/m^3 ；

m ——材料在干燥状态下的质量，g 或 kg；

V ——材料在绝对密实状态下的体积， cm^3 或 m^3 。

在测定有孔隙的材料实际密度时，应把材料磨成细粉以排除其内部空隙，一般要求磨细至粒径小于 0.2 mm，用排液法测定其实际体积。材料磨得越细，测定的密度值越精确。

2)表观密度是指多孔材料在自然状态下，单位体积(包括闭口孔隙和固体体积)的质量。其计算式为：