



高职高专工程造价（经济）专业系列规划教材

GAOZHIGAOZHUAN

建筑材料

王伯林 刘晓敏 主 编

孙玉琢 郭 红 丘 阳 副主编



科学出版社
www.sciencep.com

高职高专工程造价(经济)专业系列规划教材

建筑材料

王伯林 刘晓敏 主编

孙玉琢 郭红 丘阳 副主编



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书重点介绍了土建工程中常用建筑材料的性能、品种、规格及应用。全书共分12章,包括建筑材料的基本性质,气硬性胶凝材料,水泥,混凝土,建筑砂浆,砖石材料,金属材料,防水材料,木材及其制品,建筑玻璃与陶瓷,绝热材料与吸声材料,建筑塑料、涂料与胶粘剂。附录为建筑工程中常用的材料试验方法及评定方法。

本书主要适用于高职高专类院校、成人高校土建类专业的教学,也可作为从事实际工程的技术人员和管理人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料/王伯林,刘晓敏主编. —北京:科学出版社,2004

(高职高专工程造价(经济)专业系列规划教材)

ISBN 7-03-013465-6

I. 建… II. ①王…②刘… III. 建筑材料—高等学校:技术学校—教材 N. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 044416 号

责任编辑:刘剑波 / 责任校对:张 琪
责任印制:吕春珉 / 封面设计:东方上林

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年8月第 一 版 开本:B5 (720×1000)

2004年8月第一次印刷 印张:15 3/4

印数:1—4 000 字数:301 100

定价:21.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<环伟>)

《高职高专工程造价(经济)专业系列规划教材》

编委会

主 任 张 伟

副主任 沈养中 刘晓敏 王伯林 王耀新
童安齐

委 员 (以姓氏笔画为序)

马 江	王付全	王振武	史商于
刘 钦	刘宝莉	曲玉凤	沈 建
时 思	李志成	李社生	杨师斌
杨映芬	陈茂明	洪树生	赵玉霞
夏清东	龚健冲		

前 言

近年来,随着高等职业教育的迅猛发展,我国高等职业教育已经步入了一个崭新的阶段。本教材的编写是根据“教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见”及科学出版社 2003 年 4 月在昆明召开的高职高专土木工程系列教材编写会议精神“打好基础、精选内容、便于教学”及“加强实践环节、改进教学方法、着重培养能力”的培养目标和基本要求,加强针对性,突出实用性、先进性。教材编写的主导思想是以理论部分够用为度,简明扼要,突出常用建筑材料的性能特点及其在工程中的应用。

本书主要介绍常用建筑材料的性质、品种、规格及应用的系统知识,以建筑材料的基本性质和水泥、混凝土、金属材料、防水材料等为重点,通过学习使学生能正确认识并合理地选用建筑材料。为加强理论与实践的联系,培养学生的动手能力,本教材参照国家颁布的有关技术标准,编写了“建筑材料试验”供各院校选用。本书按 50~60 学时编写。

本书适合作为高职高专土建类工程造价专业的教学用书,也可供土建类其他专业选读或作为工程技术人员、管理人员的参考书。

各章编写人员为:王伯林(第一、四章,附录中绪论及试验五,第七章的部分内容),刘晓敏(绪论、第二、三章及试验二),孙玉琢(第十、十一、十二章及试验四),郭红(第五、八章及试验七、八),丘阳(第六、七章),赵炳峰(第九章及试验一),安玲(试验三及试验六)。全书由王伯林统稿,兰州理工大学周铭如副教授担任主审。

鉴于时间仓促和编者水平有限,书中难免有不当之处,尚祈读者批评指正。

目 录

前 言

绪 论	1
0.1 建筑材料对发展建筑业的作用	1
0.2 建筑材料的应用现状及发展要求	1
0.3 建筑材料的定义及其分类	2
0.4 建筑材料的技术标准	3
0.5 课程的目的、任务及学习方法	3
第一章 建筑材料的基本性质	5
1.1 材料的组成、结构与构造对材料性质的影响	5
1.2 材料的物理性质	7
1.3 材料的力学性质	14
1.4 材料的耐久性	16
本章小结	17
复习思考题	17
第二章 气硬性胶凝材料	18
2.1 石灰	18
2.2 石膏	22
2.3 水玻璃	25
本章小结	27
复习思考题	27
第三章 水泥	28
3.1 硅酸盐水泥	28
3.2 掺混合材料的硅酸盐水泥	39
3.3 其他品种水泥	46
本章小结	52
复习思考题	52
习 题	53
第四章 混 凝 土	54
4.1 普通混凝土的组成材料	54
4.2 混凝土拌和物的和易性	68
4.3 混凝土强度	71

4.4	混凝土的耐久性	75
4.5	混凝土的检验和强度评定	78
4.6	普通混凝土配合比设计	81
4.7	轻混凝土	88
4.8	其他品种的混凝土	94
	本章小结	97
	复习思考题	97
	习 题	98
第五章	建筑砂浆	99
5.1	建筑砂浆的组成材料	99
5.2	砂浆的技术性质	100
5.3	砌筑砂浆	102
5.4	抹面砂浆	105
	本章小结	107
	复习思考题	107
第六章	砖石材料	108
6.1	砌墙砖	108
6.2	建筑砌块	113
6.3	建筑石材	116
	本章小结	121
	复习思考题	121
	习 题	122
第七章	金属材料	123
7.1	建筑钢材	123
7.2	钢材的主要技术性能	124
7.3	建筑钢材的技术标准与选用	128
7.4	钢筋混凝土用钢	133
7.5	钢材的防锈蚀与防火	136
7.6	焊接材料	139
7.7	有色金属材料	140
	本章小结	142
	复习思考题	142
	习 题	142

第八章 防水材料	143
8.1 沥 青	143
8.2 防水卷材	148
8.3 防水涂料	153
8.4 防水材料的选用	156
8.5 建筑密封材料	156
本章小结	159
复习思考题	159
第九章 木材及其制品	161
9.1 木材的分类及构造	161
9.2 木材的物理和力学性质	163
9.3 木材的防护	166
9.4 人造板材	167
本章小结	169
复习思考题	169
习 题	169
第十章 建筑玻璃与陶瓷	170
10.1 建筑玻璃	170
10.2 建筑陶瓷	173
本章小结	176
复习思考题	176
第十一章 绝热材料与吸声材料	177
11.1 绝热材料	177
11.2 吸声材料	180
本章小结	182
复习思考题	182
第十二章 建筑塑料、涂料与胶粘剂	183
12.1 建筑塑料	183
12.2 建筑涂料	186
12.3 胶粘剂	194
本章小结	198
复习思考题	198
附录 建筑材料试验	199
绪论	199

试验一	建筑材料基本性质的试验·····	200
试验二	水泥试验·····	205
试验三	混凝土用骨料试验·····	218
试验四	普通混凝土试验·····	221
试验五	建筑砂浆试验·····	225
试验六	钢筋试验·····	228
试验七	建筑沥青试验·····	232
试验八	防水材料试验·····	236
参考文献	·····	239

绪 论

0.1 建筑材料对发展建筑业的作用

建筑材料是建筑工程中不可缺少的原材料,是建筑业的物质基础。从建筑物的主体结构,直至每一个细部和零件,无一不由各种建筑材料经过适当设计施工制作而成。

建筑材料用量大,经济性很强,直接影响工程的造价。在我国一般建筑的总造价中材料费占 50%~60%。因此,选用的建筑材料是否经济适用,对降低房屋建筑的造价起着重要作用。

建筑材料的品种、质量及规格还直接影响工程是否坚固、耐久和适用,并在一定程度上影响着结构形式和施工方法。建筑工程中许多技术问题的突破,往往依赖于建筑材料问题的解决,而新的建筑材料的出现,又将促使结构设计及施工技术的革新。例如黏土砖的出现,产生了砖木结构;水泥和钢筋的出现,产生了钢筋混凝土结构;轻质高强建筑材料的出现,推动了现代建筑和高层建筑的发展。随着建筑技术的发展,又不断地对建筑材料提出新的更高的要求。由此可见,建筑材料的生产及其科学技术的发展,对发展我国建筑业具有重要作用。

0.2 建筑材料的应用现状及发展要求

0.2.1 当代建筑工程中材料的应用现状

现代建筑工程中,尽管传统的土、石等材料仍在基础工程中广泛应用,砖瓦、木材等传统材料在工程的某些方面应用也很普遍,但是,这些传统的材料在建筑工程中的主导地位已逐渐为新型材料所取代。在当代建筑工程中,水泥混凝土、钢材、钢筋混凝土已是不可替代的结构材料;新型合金、有机材料及其他人工合成材料、各种复合材料等在建筑工程中也占有很重要的位置。

0.2.2 建筑工程的发展对材料的要求

从建筑工程本身的发展来说,应该发展高性能工程材料,此高性能应该包括轻质高强、多功能、良好的工艺性和良好的耐久性。就材料类别来说,应该发展改性无机材料,特别是高性能的复合材料最有发展前景。

就全社会的发展来说,将来的建筑工程材料应该向再生化、利废化、节能化方

向发展。为给人类提供有益健康的生活环境,还应大力发展绿色建材,同时大宗材料还应是低成本的。这是因为建筑工程对材料的消耗量极大,历史发展到今天,使得可利用的自然资源和能源已非常有限,由于已往生产建筑工程材料对自然资源的攫取,已使自然环境遭到了巨大的破坏,节约资源和能源对建筑工程行业来说也是一项重要的历史责任。

0.3 建筑材料的定义及其分类

建筑材料是建筑物或构筑物所用材料及制品的总称。从广义上讲,应包括构成建筑本身的材料、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、电、暖设备等)。本课程中涉及的建筑材料主要是第一类材料,即构成建筑本身的材料,也就是从地基基础、承重构件(梁、板、柱等),直到地面、墙体、屋面等所用的材料。

建筑材料可从不同的角度加以分类:按材料在建筑物中的部位,可分为承重材料、屋面材料、墙体材料、地面材料等;按材料的使用功能,可分为结构材料、墙体材料、建筑功能材料三大类;按化学成分,可分为无机材料、有机材料和复合材料,如表 0.1 所示。

表 0.1 建筑材料按化学成分分类表

建 筑 材 料	金属材料	黑色金属:钢、铁	
		有色金属:铝及铝合金、铜及铜合金等	
	无机材料	非金属材料	天然石材:毛石、石板材、碎石、卵石、砂等
			烧结与熔融制品:烧结砖、陶瓷、玻璃、岩棉等
		胶凝材料	水硬性胶凝材料:各种水泥
			气硬性胶凝材料:石灰、石膏、水玻璃、菱苦土等
		混凝土及砂浆	
		硅酸盐制品	
	有机材料	植物材料:木材、竹材及其制品	
		合成高分子材料:塑料、橡胶、涂料、胶粘剂、密封材料等	
		沥青材料:石油沥青、煤沥青及其制品	
	复合材料	无机材料基复合材料	钢筋混凝土、纤维混凝土等
		有机材料基复合材料	沥青混凝土、树脂混凝土、玻璃纤维增强塑料
			胶合板、竹胶板、纤维板

0.4 建筑材料的技术标准

技术标准是产品质量的技术依据。对于生产企业,必须按标准生产合格的产品,促进企业改善管理,提高生产率,实现生产过程合理化。对于使用部门,应当按标准选用材料,使设计和施工标准化,从而加快施工进度,降低工程造价。同时,技术标准也是供需双方对产品质量验收的依据。

目前我国绝大多数建筑材料都制订有产品的技术标准,这些标准一般包括:产品规格、分类、技术要求、检验方法、验收规则、标志、运输和储存等方面的内容。

建筑材料的技术标准分为国家标准、行业标准和企业标准三大类。各级标准分别由相应的标准化管理部门批准并颁布。我国国家技术监督局是国家标准化管理的最高机构。国家标准和部门行业标准都是全国通用标准,是国家指令性文件,各级生产、设计、施工等部门均必须严格遵照执行。

各级标准都有各自的部门代号,例如:GB——国家标准;GB/T——国家推荐标准,它表示也可执行其他标准,为非强制性的;GBJ——建筑工程国家标准;JGJ——建工行业、工程建设标准;JC——建材行业标准;QB——企业标准等。

行业的标准代号如表 0.2 所示。

表 0.2 行业的标准代号表

行业名称	建工行业	冶金行业	石化行业	交通行业	建材行业	铁路行业
标准代号	JG	YB	SH	JT	JC	TB

标准的表示方法由产品(或技术)名称、部门代号、编号和批准年份组成。例如:塑性体改性沥青防水卷材 GB 18243-2000。前面为产品名称,部门代号为 GB,编号为 18243,批准年份为 2000 年。

普通混凝土配合比设计规程 JGJ 55-2000。前面为技术名称,部门代号为 JGJ,编号为 55,批准年份为 2000 年。

工程中可能采用的其他技术标准还有:国际标准(ISO)、美国国家标准(ANS)、美国材料与试验学会标准(ASTM)、英国标准(BS)、德国工业标准(DIN)、日本工业标准(JIS)、法国标准(NF)等。

0.5 课程的目的、任务及学习方法

本课程是工程造价管理专业教学计划中的一门专业基础课。本课程的教学目的,在于配合专业课,使初学者具有建筑工程造价方面的基本知识,让学生具有认识材料的基本技能,并能根据国家标准对材料的质量进行检验,同时对材料的储运和防护方法有所了解。

课程的任务是使学生获得有关建筑材料的性质与应用的基本知识和必要的基本理论,并使学生获得主要建筑材料选择、应用及试验的基本技能训练。

建筑材料是一门实践性和适用性很强的课程。首先要着重学习好主要内容——材料的建筑性能和合理应用。学习某一材料的建筑性能时,不可将其变成僵死的概念,更重要的是应当知道形成这些性质的内在原因和这些性质之间的相互关系。对同一类不同品种的材料,不但要学习它们的共性,更重要的是掌握它们各自的特性。

试验课是本课程的重要教学环节,其任务是验证基本理论,学习试验方法,培养实际操作能力。做试验时,要严肃认真,一丝不苟,即使对一些操作简单的试验也不应例外。要了解试验条件对试验结果的影响,要能对试验结果做出正确的分析和判断。

各章小结与习题可供课上所用,复习思考题作为课上内容的加深。

要熟悉材料性能和应用,还应参观一些建材厂,同时应密切联系工程中材料的应用情况,经常了解有关建筑材料的新品种、新标准,更好地掌握和使用材料。

第一章 建筑材料的基本性质

建筑材料在使用条件下要承受一定荷载和经受周围介质(空气与其中的水蒸气或烟气、水及溶于其中的物质等)的物理与化学的作用,因此只要一种材料选用不当或施工方法违反了材料性质的要求,均将影响建筑物的使用效果以及耐久性与安全问题。学习建筑材料首先要掌握材料的基本性质,以及各种介质对材料性质的影响。

1.1 材料的组成、结构与构造对材料性质的影响

材料的组成、结构与构造是决定材性的内因。要掌握材料的性质,必须了解材料组成、结构与材料性质之间的关系。

1.1.1 材料的组成

1. 化学组成

无机非金属材料的化学成分,通常以氧化物含量的百分率(%)形式表示;金属材料的化学成分以其元素的百分含量表示。根据化学组成可大致地判断材料的化学稳定性如氧化、耐火性及耐酸、碱、盐类的侵蚀等。

2. 矿物组成

按一定化学组成及结构特征构成具有一定的分子结构和性质的物质,称为矿物。无机非金属材料都是由不同的矿物构成的,相同的化学组成,材料的性质却不尽相同,这是由于矿物的组成不同所致。根据材料的矿物组成可进一步判断材料的性质。如硅酸盐水泥中含有硅酸三钙,若提高其含量,则水泥的硬化速度和强度都将提高。

1.1.2 材料的结构

材料的性质与其内部的结构有着密切的关系。它包括微观结构、亚微观结构和宏观结构。

1. 微观结构

用电子显微镜、X射线衍射分析等手段来研究材料内部质点(原子、离子、分

子)在空间中分布情况的结构层次。无机非金属材料的微观结构分为晶体和非晶体。

(1) 晶体

晶体是指质点在空间中做周期性排列的固体。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,因此晶体材料在宏观上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

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;无固定熔点,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,化学结构不稳定,具有一定的化学活性。如急冷矿渣与石灰在有水的条件下,常温即可发生化学反应。

2. 亚微观结构

是指用光学显微镜观察到的构造状况,其尺度为 $10^{-7} \sim 10^{-4} \text{m}$ 。主要研究晶体粒子、玻璃体、胶体及材料内孔隙的形态、大小、分布等结构状况。它们对材料的力学性质和耐久性影响很大,如在钢材中加入钛、钒等合金元素,可以细化晶粒,使材料强度提高。

3. 宏观结构(亦称构造)

宏观结构是指用放大镜或用肉眼即能分辨的结构层次。材料构造的研究,就是研究材料孔隙和相同或不同材料单元间的搭配对材料性能的影响。不同材料的搭配所形成的复合材料,复合的效果不是简单的加和关系,其综合性能优于各个单一材料。

材料的构造按孔隙特征可分为:

- 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、石膏制品及黏土砖瓦等。
- 3) 多孔结构。如加气混凝土、泡沫塑料等。

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、烧土制品、塑料等。
- 2) 纤维结构。如玻璃纤维、矿棉、棉麻等纤维状材料。
- 3) 层状结构。如胶合板、纸面石膏板等各种叠合成层状的板材。
- 4) 散粒结构。如砂、石及粉状或颗粒状的材料(膨胀珍珠岩、膨胀蛭石、粉煤灰等)。

同一组成、同样微观结构而构造不同,则工程性质迥异。如同样组成的玻璃可做成玻璃砖(墙体承重材料),也可做成泡沫玻璃(绝热材料)。若组成和微观结构不同,但只要有相同的构造,也会出现相同的性质,如泡沫玻璃与泡沫混凝土都可作为绝热材料。可以说构造状态是决定工程性质的重要因素。

对同一材料改变其构造状态从而达到改性是工程技术发展的重要手段。但对具体工程,还必须考虑选择适宜的组成与结构。例如,用于高温工程的绝热材料,不能采用有机的组成与晶体的结构,只有组成结构与构造都互相协调、相得益彰才是最优组合。

总之,建筑材料的组成决定了材料化学性质,微观结构决定了材料物理性质,而宏观构造决定了材料的工程性质,它们三者是互相联系、互相制约的。从使用性能上一般是微观受宏观的制约[如 SiO_2 虽然是酸性氧化物,但若结晶为石英就不易与碱性物质(如砂与石灰浆)起反应;玻璃纤维不能与水泥砂浆长期共处,容易受水泥腐蚀,而玻璃砖则可用水泥砂浆砌筑],但制约是有限度的,彻底改变其性质是不可能的,因为微观是定性的。

1.2 材料的物理性质

1.2.1 材料与质量有关的性质

1. 密度(ρ)

密度是指材料在密实状态下单位体积的质量,按下式计算:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1.1)$$

式中 ρ ——材料的密度(g/cm^3 或 kg/m^3);

m ——材料的质量(g 或 kg);

V ——材料在密实状态下体积(cm^3 或 m^3)。

绝对密实状态下材料的体积是指不包括孔隙在内的实体体积。通常认为,钢材、玻璃等材料是密实的,内部没有孔隙,而大多数的建筑材料内部都有孔隙。确定材料密实体积的常用方法是:将该材料磨成细粉,干燥后用排液法测得的粉末体积,即为绝对密实体积。材料磨得越细,内部孔隙消除得越完全,测得的体积也就越精确。因此,一般要求细粉的粒径至少小于 0.20mm 。

对于混凝土用砂、石等较为密实的材料,因孔隙很少,可不必磨成细粉,直接用排水法求得体积,作为绝对密实体积的近似值。按该近似体积计算出的密度称为视密度,用下式表示:

$$\rho' = \frac{m}{V'} \quad (1.2)$$

式中 ρ' ——材料的视密度(g/cm^3)；
 m ——材料在干燥状态下的质量(g)；
 V' ——材料在自然状态下不含开口孔隙的体积(cm^3)。

2. 表观密度(ρ_0)

材料在自然状态下单位体积的重量,称为表观密度,按下式计算:

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (1.3)$$

式中 ρ_0 ——材料的表观密度(kg/m^3)；
 m ——材料在自然状态下的质量(kg)；
 V_0 ——材料在自然状态下的体积(m^3)。

所谓自然状态下的体积,是指包含材料内部孔隙的体积。测定材料自然状态体积的方法较简单:若材料外观形状规则,可直接度量外形尺寸,按几何公式计算;若外观形状不规则,可用排液法求得,为了防止液体由孔隙渗入材料内部而影响测量数据,应在材料表面涂蜡。

另外,材料的表观密度与含水状况有关。材料含水时,重量要增加,体积也会发生不同程度的变化。因此,一般测定表观密度均以干燥状态为准,而对含水状态下测定的表观密度,须注明含水情况。

3. 堆积密度(ρ'_0)

散粒材料或粉末状材料在自然堆积状态下单位体积的质量,称为堆积密度,公式表示如下:

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (1.4)$$

式中 ρ'_0 ——散粒材料的堆积密度(kg/m^3)；
 m ——散粒材料的质量(kg)；
 V'_0 ——散粒材料的自然堆积体积(m^3)。

散粒材料堆积状态下的外观体积,既包含了颗粒自然状态下的体积,又包含了颗粒之间的空隙体积。散粒材料的堆积体积,常用其所填充满的容器的标定容积来表示。散粒材料按自然堆积体积计算;若以捣实体积计算,则称为紧密堆积密度。表1.1列举了几种常用建筑材料的密度(视密度)、表观密度、堆积密度。

4. 孔隙率与密实度,空隙率与填充率

(1) 孔隙率(P)与密实度(D)

块状材料中的孔隙体积与总体积的百分比称为孔隙率,按下式计算: