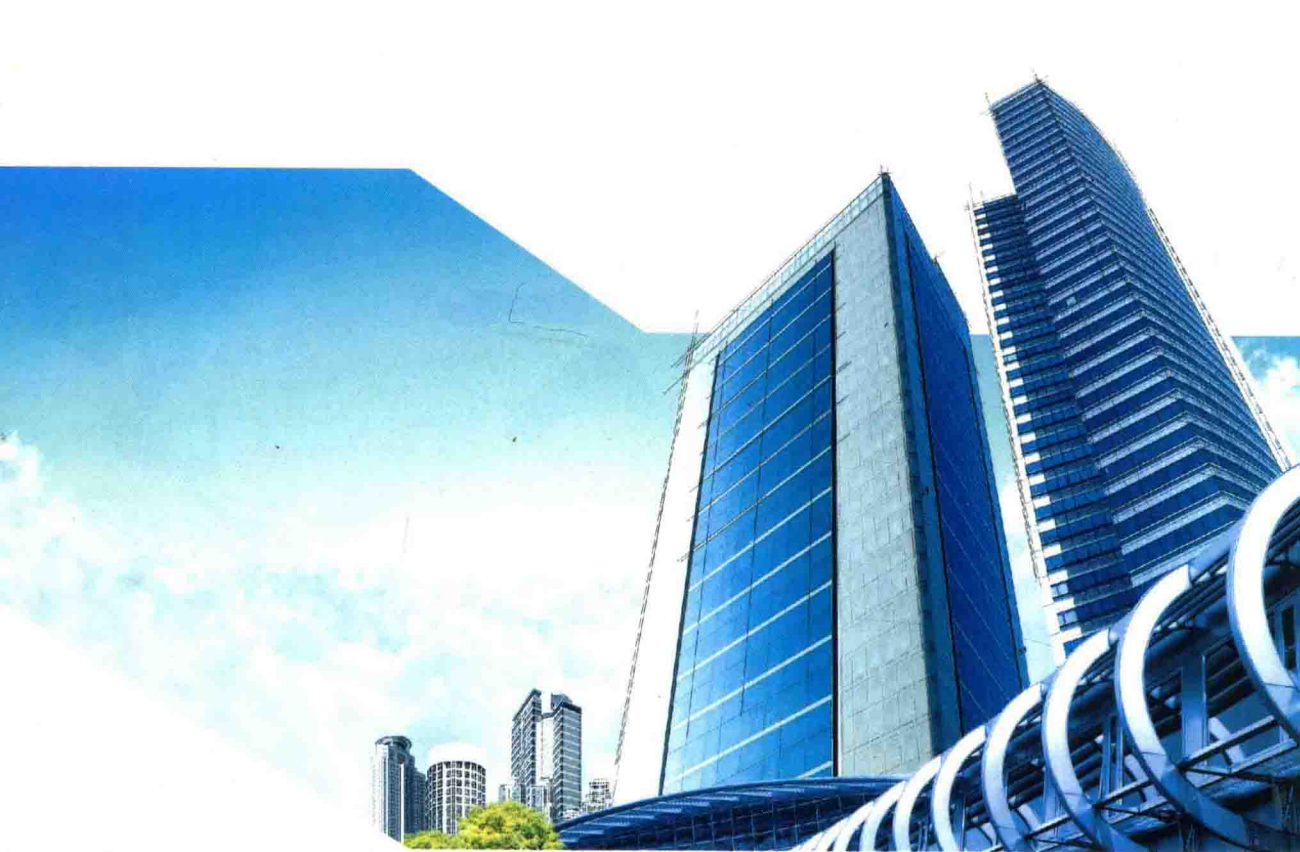




高职高专建筑及工程管理类专业系列规划教材

建筑材料

主 编 孙晓丽 李永怀

副主编 姜 波 贾小盼 孙润元

赠 送
电子课件



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS



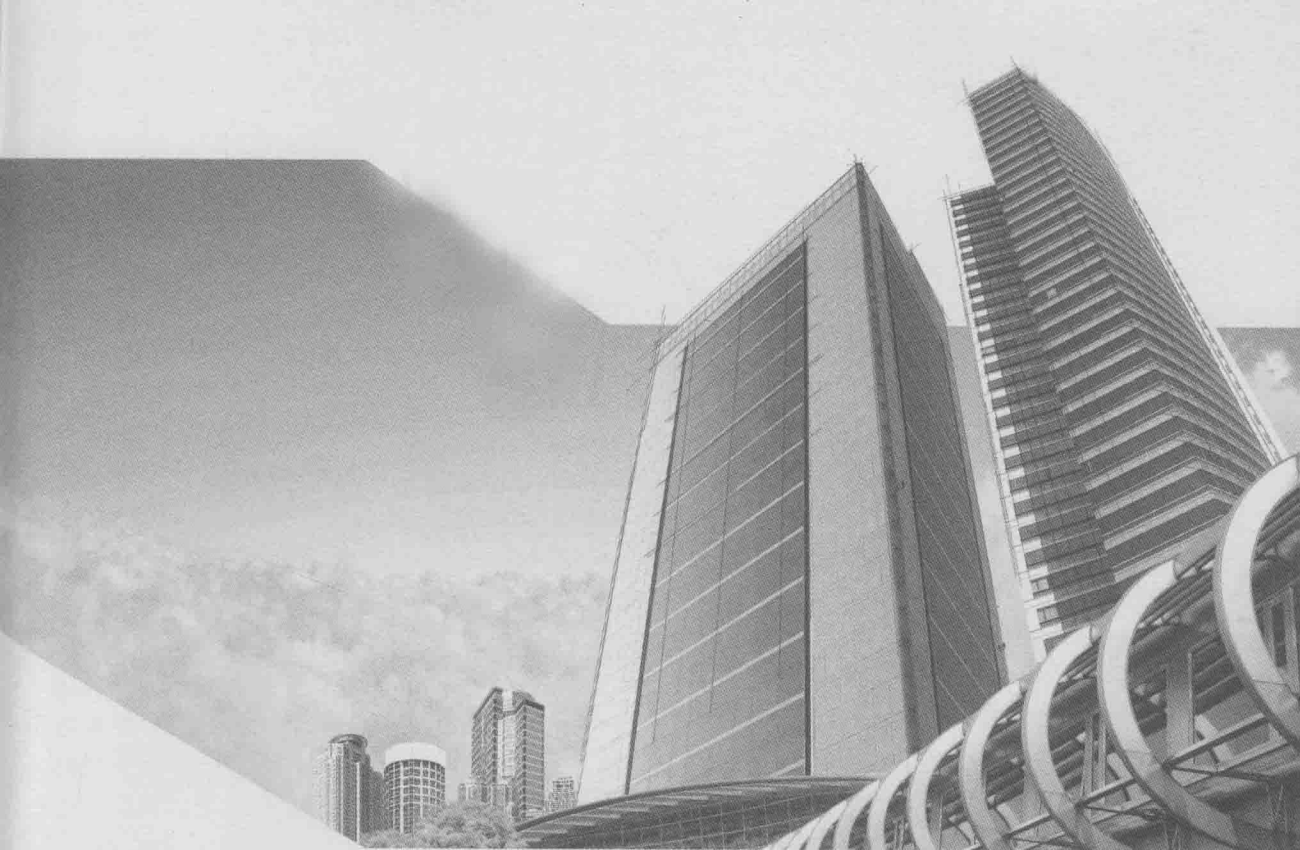
建筑材料

主 编 刘建明 王小明

副主编 唐 磊 曹伟明 陈建



● 清华大学出版社



高职高专建筑及工程管理类专业系列规划教材

建筑材料

主 编 孙晓丽 李永怀
副主编 姜 波 贾小盼 孙润元



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料/孙晓丽,李永怀主编. —西安:西安
交通大学出版社,2012.2
ISBN 978-7-5605-3948-5

I. ①建… II. ①孙… ②李… III. ①建筑材料-高
等职业教育-教材 IV. ①TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 101038 号

书 名 建筑材料
主 编 孙晓丽 李永怀
责任编辑 祝翠华

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)

网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315 82669096(总编办)

传 真 (029)82668280
印 刷 陕西丰源印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 19.125 字数 463 千字
版次印次 2012 年 2 月第 1 版 2012 年 2 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-3948-5/TU·47
定 价 34.80 元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。
订购热线:(029)82665248 (029)82665249
投稿热线:(029)82668133
读者信箱:xj_rwig@126.com

版权所有 侵权必究

内 容 提 要

本教材结合高等职业教育建筑材料的课程标准和高等职业教育课程建设与课程改革的要求,以工学结合为切入点,突出职业能力的培养,并针对建筑工程技术领域材料员的岗位任职要求和职业资格标准编写而成。本教材强调课程体系的建设和课程内容的改革,丰富了教材内容,增加了试验及实训项目的内容比例。

本教材共十四章,主要包括:建筑材料的基本性质,块体材料,无机胶凝材料,建筑骨料,砂浆、混凝土及其制品,建筑钢材,建筑防水材料,保温隔热、吸声材料,膜材,饰面石板材,矿物质装饰板,建筑陶瓷,建筑玻璃,金属装饰材料。教材最后,结合各章节的内容配有十三个试验。

本教材适用于高职高专院校的建筑工程类专业,即建筑工程技术、建筑设计技术、建筑工程管理、工程造价、工程监理、房地产经营与估价等专业的课程教学,同时也适用于高等院校的继续教育学院以及二级职业技术学院的建筑工程类专业的课程教学,也可以作为相关从业人员的培训教材,以及相关技术人员的参考书。

前 言

随着我国国民经济的飞速发展,建筑业的发展规模不断扩大,对生产建设和管理第一线的高科技人才的需求越来越多;而且随着建筑新材料、新技术、新工艺的不断涌现,“建筑材料”课程所涵盖的内容越来越多,涉及面越来越广。为了满足这些需要和适应高职高专人才培养模式和课程建设的改革要求,我们编写了本教材。

本教材引入了当前最新的建筑材料技术知识,并渗透了现代建筑材料与建筑工程技术的基础理论、材料性质与建筑施工技术相结合的内容,从而引导学生扩大知识面、了解新型建筑材料的发展动向。本教材内容主要分为14章,分别是建筑材料的基本性质,建筑块料,无机胶凝材料,建筑骨料,砂浆、混凝土及制品,建筑钢材,防水材料,吸声材料和绝热材料,膜材,饰面石板材料,矿物质装饰板,建筑陶瓷,建筑玻璃,金属装饰材料。书后相应附有13个建筑材料试验。

本教材在内容和体系框架方面做了精心编排,采用了最新标准和规范,突出了绿色建材的应用,力求做到理论知识与生产实践相结合,以“应用为主、理论够用”为标准,突出能力本位原则,根据实践能力的培养要求对知识进行了整合。本书以适应社会生产实际需要为宗旨,以理论知识适度、强调技术应用和实际动手能力为目标,力求教材内容实用、精练、突出重点,注重与建设工程现行施工规范、建材标准紧密结合。为了方便教学和复习,每章前后均分别有“本章学习要求”和“思考与练习”;对于品种繁多的材料,如水泥、墙体材料和防水材料等章节内容中还列有品种、性能、使用范围对比表,以便读者总结和查阅。本教材注意内容深度和广度之间的适当平衡,在介绍建筑材料基本性质的基础上,广泛介绍了国内目前房屋建筑中常见的各种建筑材料以及目前有关的新材料、新技术,以开阔学生的思路并有助于学生在工作实践中合理选用建筑材料。

本教材由石家庄城市职业技术学院孙晓丽、陕西能源职业技术学院李永怀担任主编,石家庄铁路职业技术学院姜波、石家庄城市职业学院贾小盼、武威职业学院的孙润元担任副主编。编写成员及具体分工如下:绪论和第1章由石家庄城市职业技术学院孙晓丽编写;第2章和试验六由石家庄城市职业学院马军霞编写;第3章和试验二、试验七由石家庄铁路职业技术学院李子成编写;第4章由陕西能源职业技术学院李永怀编写;第5章和试验四、试验五由石家庄铁路职业技术学院姜波编写;第6章和试验九由石家庄城市职业学院贾小盼编写;第7章和试验八由陕西交通职业技术学院孟琳编写;第8章由石家庄城市职业学院曹江英编写;第9章和试验一由武威职业学院孙润元、安康职业技术学院田锟编写;第10章和试验十、试验十一由石家庄城市职业学院张茜编写;第11章由沧州职业技术学院亓文斌编写;第12章和试验十二由咸阳职业技术学院陈婷编写;第13章和试验三、试验十三由石家庄城市职业学院于丽英编写;第14章由石家庄铁路职业技术学院张爱菊编写。本书由孙晓丽最后统稿、定稿。

本教材在编写过程中,参考和借鉴了许多国内同类教材和文献资料,在此特向有关作者表示衷心的感谢。

由于编写时间紧迫,编写水平有限,书中难免有不足和差错,恳请广大读者批评指正。

编 者

2011年10日

目 录

绪论	(1)
0.1 建筑材料课程的性质、目的和任务	(1)
0.2 建筑材料的定义及其在建筑工程中的作用	(1)
0.3 建筑材料的分类	(2)
0.4 建筑材料的发展概况	(2)
0.5 建筑材料的技术标准	(3)
0.6 建筑材料课程的学习方法	(4)
思考与练习	(4)
第1章 建筑材料的基本性质	(5)
1.1 材料的组成与结构	(5)
1.2 材料的基本物理性质	(6)
1.3 材料的基本力学性质	(13)
1.4 材料的化学性质和耐久性	(15)
思考与练习	(16)
第2章 建筑块料	(18)
2.1 建筑石材	(18)
2.2 烧结普通砖生产与技术要求	(21)
2.3 烧结多孔砖和烧结空心砖	(25)
2.4 墙用砌块	(27)
思考与练习	(31)
第3章 无机胶凝材料	(32)
3.1 建筑石灰	(32)
3.2 建筑石膏	(36)
3.3 水玻璃	(38)
3.4 水泥	(39)
思考与练习	(59)
第4章 建筑骨料	(60)
4.1 细骨料	(60)
4.2 粗骨料	(64)

录 目

4.3 轻骨料	(67)
思考与练习	(69)
第5章 砂浆、混凝土及制品	(70)
5.1 建筑砂浆	(70)
5.2 混凝土	(79)
5.3 混凝土外加剂及掺和料	(120)
5.4 其他混凝土	(134)
思考与练习	(141)
第6章 建筑钢材	(143)
6.1 钢的冶炼与分类	(143)
6.2 建筑钢材的力学性能与工艺性能	(145)
6.3 钢的化学成分对钢材性能的影响	(149)
6.4 常用建筑钢材技术标准和选用	(150)
6.5 钢筋混凝土结构用钢	(157)
思考与练习	(162)
第7章 建筑防水材料	(163)
7.1 建筑防水材料概述	(163)
7.2 防水卷材	(172)
7.3 防水涂料	(176)
7.4 屋面瓦	(178)
思考与练习	(182)
第8章 吸声材料和绝热材料	(183)
8.1 吸声材料	(183)
8.2 绝热材料	(187)
思考与练习	(192)
第9章 膜材	(193)
9.1 膜材的概念和类型	(193)
9.2 膜材的基本性质及性能	(196)
9.3 膜结构的发展和应用	(199)
思考与练习	(202)
第10章 饰面石板材	(203)
10.1 饰面石板材加工	(203)

10.2 大理石板材	(203)
10.3 花岗石板材	(207)
10.4 人造饰面板材	(210)
思考与练习	(211)
第 11 章 矿物质装饰板	(212)
11.1 石膏装饰板	(212)
11.2 矿物质装饰吸声板	(215)
11.3 装饰石膏线角及花饰	(217)
思考与练习	(218)
第 12 章 建筑陶瓷	(219)
12.1 陶瓷的概念与分类	(219)
12.2 釉面内墙砖	(221)
12.3 陶瓷外墙面砖	(223)
12.4 陶瓷地面砖	(224)
12.5 建筑琉璃制品	(224)
思考与练习	(225)
第 13 章 建筑玻璃	(226)
13.1 平板玻璃	(226)
13.2 装饰玻璃	(230)
13.3 安全玻璃	(231)
13.4 节能玻璃	(234)
13.5 微晶玻璃	(236)
思考与练习	(236)
第 14 章 金属装饰材料	(237)
14.1 建筑装饰用钢材制品	(237)
14.2 建筑用铝合金	(239)
14.3 建筑装饰铝合金制品	(241)
14.4 建筑装饰铜制品	(246)
思考与练习	(248)
附录 建筑材料试验	(249)
试验一 建筑材料的基本性质试验	(249)
试验二 水泥试验	(251)
试验三 混凝土用骨料试验	(261)

绪 论

本章学习要求

1. 明确课程的性质、目的和任务
2. 了解建筑材料的定义及其对建筑业发展的作用
3. 熟悉建材产品及其应用的技术标准
4. 了解建筑材料的发展历史及概况

0.1 建筑材料课程的性质、目的和任务

建筑材料课程是建筑工程类专业的专业基础课,是一门必修课,具有实践性强、突出动手能力培养的特点,通过本课程的学习,学生可以掌握常用建筑材料的基本性质、工程应用以及相关的检验、检测技能,以便在今后的工作实践中能够正确合理地选用建筑材料。本课程为学生以后学习建筑设计、建筑施工、工程造价、结构设计等专业课程提供了有关建筑材料的基本知识,并为学生今后从事建筑工程专业的实际工作打下坚实的基础。

本课程的任务是使学生掌握各种材料性质间的相互关系,熟悉材料组成对结构性质的影响和有关建筑材料应用的基本知识和必要的基本理论,并掌握主要建筑材料试验的基本方法,具备根据工程需要合理选择建筑材料的能力、对混凝土配合比的设计和应用能力、掌握新型建筑材料的使用能力。

0.2 建筑材料的定义及其在建筑工程中的作用

0.2.1 建筑材料的定义

建筑材料是指所有建筑工程中所使用的各种材料和制品的总称,是构成建筑物构筑物、实体的材料。如水泥、砂子、石灰、砖石、钢材、塑料等。

0.2.2 建筑材料在建筑工程中的作用

(1) 建筑材料是建筑工程的物质基础,也是建筑物质量安全的重要保证。建筑材料质量的好坏直接影响到建筑工程的安全性、适用性、坚固性和耐久性,建筑工程技术人员只有全面掌握建筑材料的有关知识,才能避免在建筑材料的生产、运输、使用和检验过程中出现失误,从而确保工程质量。

(2) 建筑材料的正确与合理使用直接影响到建筑工程的造价和投资。建筑材料费用占总投资的 50%~60%。在实际工程中,建筑材料的选择、使用及管理,对工程成本影响很大。掌握建筑材料的基本知识与技能,可以正确使用材料,充分利用材料的各种性能,显著降低工程成本,提高经济效益。

(3) 建筑材料的发展能赋予建筑物以时代的特性和风格。建筑材料发展的时期不同,其建筑物的组成及风格肯定也不同,从古至今,建筑物的风格及样式无一不显现出时代特色。如西方古典建筑的石材廊柱、中国古代建筑的亭台楼阁、秦砖汉瓦、现代建筑的高楼大厦等。

(4) 建筑材料既制约又推动工程技术的发展与革新。建筑设计理论的不断进步和施工技术的革新不但受到建材发展的制约,同时也受到其发展的推动,如大跨度预应力结构(跨海大桥)、

空间网架结构、节能环保型新材料的问世,都与新材料的发明和应用有关系。

建筑材料是建筑施工、监理等工作的基础,是决定建筑工程结构设计形式和施工方法的主要因素。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,材料性能的改进、材料应用技术的进步都会直接促进建筑工程技术的进步。

0.3 建筑材料的分类

建筑工程中所使用的各种材料,统称为建筑工程材料。建筑材料的来源非常广泛,为便于区分和应用,工程中常从不同角度对其分类。

0.3.1 按材料用途分类

(1)建筑工程材料。建筑工程材料是指土木工程所使用的建筑材料。它主要包括砖、瓦、灰、砂、石、钢材、水泥、混凝土等。

(2)建筑装饰工程材料。建筑装饰工程材料是指建筑装饰工程所使用的材料。按使用位置不同,建筑装饰工程材料又可分为外墙装饰材料、内墙装饰材料、地面装饰材料、吊顶与屋面装饰材料等。它主要包括板材(如石膏板、玻璃、陶瓷、金属板、人造板、塑料板等)和稀料(油漆、涂料等)。

(3)水暖气工程材料。水暖气工程材料是指给排水(含消防)、供热(含通风、空调)、供燃气等配套工程所需要的管件和和器材。

(4)电气工程材料。电气工程材料是指供电、电信及楼宇控制等配套工程所需的灯具、光源、电线电缆、配电箱开关、PLC 控制器等。

0.3.2 按材料的组成成分分类

(1)有机材料。有机材料是指以有机物构成的材料。有机材料主要包括天然有机材料(如木材等)、人工合成有机材料(如塑料等)。

(2)无机材料。无机材料是指以无机物构成的材料。无机材料主要包括金属材料(如钢材等)、非金属材料(如水泥等)。

(3)复合材料。复合材料是指有机—无机复合材料(如玻璃钢)、金属—非金属复合材料(如钢纤维混凝土)。复合材料得以发展及大量被应用,其原因在于它能够克服单一材料的弱点,发挥复合后材料的综合优点,满足了当代建筑工程对材料的要求。

0.4 建筑材料的发展概况

0.4.1 古代建筑材料取之于自然

古代建筑多以材料的生产和使用方面取得的巨大成绩而扬名。两千多年前的古罗马建筑,所使用的大部分材料是天然石材,我国古代的万里长城,所使用的主要材料是黏土砖和石块,北京故宫则使用了木材、汉白玉、琉璃瓦和青砖,由于受当时生产水平的限制,古代建筑材料的发展水平很低。

0.4.2 近代建筑材料的发展有了质的变化

自从有了钢铁、水泥、混凝土等主体结构材料,根据建筑物的使用要求和功能,出现了许多具有代表性的建筑物。如 1989 年的埃菲尔铁塔,就是钢材构筑物的代表作;20 世纪 70 年代世界最高的加拿大多伦多 CN 电视塔,采用的是高强混凝土的塔身;目前世界上第一高的建筑物则是阿联酋的迪拜大厦,属于钢筋混凝土结构,总高度 288 米。

0.4.3 现代建筑物的形式更加丰富多彩,要求新型建筑材料的产生更加适应建筑工程技术的发展

近几十年来,随着科学技术的进步和建筑工程技术的发展,高分子有机材料、新型金属材料、多种复合材料的产生,使建筑物的外观发生了根本性变化,对建筑材料的发展提出了更高的要求。因此,今后一段时间内,建筑材料将向以下几个方向发展,即轻质高强、节约能源、利用废渣、多功能化、智能化、绿色化、再生化。特别是绿色建材生产过程无毒、无污染、无放射性,是有利于环境保护与人体健康的建材。绿色建材不仅不会造成环境污染,而且能够节约资源和能源,更重要的是,绿色建材有益于人们的身心健康,也就是说,绿色建材满足了可持续发展的要求,达到了发展与环境保护的统一、当前利益与长远利益的结合,因而,提高绿色建材在各种建筑中的使用率是工业与民用建筑可持续发展的必然选择。

0.5 建筑材料的技术标准

0.5.1 标准的等级

根据标准的适用领域和有效范围,我国将建筑材料的技术标准分为四个等级:国家标准、行业标准、地方标准和企业标准。

(1)国家标准。国家标准是由国家标准化主管机构批准、发布,是全国范围内统一的标准。国家标准由各专业标准化技术委员会或国务院有关主管部门提出草案,报国家标准化主管部门或由其委托的部门审批、发布。

(2)行业标准。行业标准由行业标准化主管部门或行业标准化组织批准、发布,在某行业内执行的统一标准。

(3)地方标准。地方标准是指由省、自治区、直辖市标准化主管部门发布,在当地范围内统一执行的标准。制定和实施地方标准,是由于各地具有不同的特色和条件,如自然和生态环境、资源情况、科学技术和生产水平、地方产品特色以及民族和地方习俗等。

(4)企业标准。企业标准是由企业批准发布的标准,主要用作组织生产的依据,企业标准仅适用于本企业。当有同一产品的高一级标准时,企业标准技术指标应高于高一级标准(如国家标准)的相应技术指标。

0.5.2 标准的代号和编号

(1)国家标准的代号、编号。国家标准的代号由汉语拼音大写字母构成。国家标准的编号由国家标准的代号、标准发布顺序号和标准发布年代号组成。强制性国家标准的代号为 GB,如 GB50010—2002《混凝土结构设计规范》;推荐性国家标准代号为 GB/T,具有非强制性,例如《GB/T50080—2002 普通混凝土拌合物性能试验标准》;GBJ 是建设类国家标准,一般由建设部颁布,也是强制性标准,例如《GBJ118—88 民用建筑隔声设计规范》。

(2)行业标准的代号、编号。国务院各有关行政主管部门提出各自所管理的行业标准范围的申请报告,由国务院标准化行政管理部门审查确定,并公布该行业的行业标准代号。JC 为国家建材行业标准代号,如《JC/T1081—2008 装饰石材露天矿山技术规范》;JGJ 为建筑行业标准代号,如《JGJ70—90 建筑砂浆基本性能实验方法》。行业标准的编号组成形式同国家标准一致。

(3)地方标准的代号、编号。地方标准的代号由“DB”加上省、自治区、直辖市行政区划代码的前两位数字组成(推荐性标准加“T”),如《DBJ/T01—50—2002 外墙保温施工技术规范》。

(4)企业标准的代号、编号。企业标准的代号“Q”为分子,分母为企业代号,可用汉语拼音大

写字母或阿拉伯数字或者两者兼用所组成。

0.6 建筑材料课程的学习方法

0.6.1 建筑材料课程理论部分的学习方法

在建筑材料课程的理论学习方面,可以根据专业的需要,在教师的指导下有选择地学习,并抓住重点,以掌握常用建筑材料的组成、结构、性能和用途为宗旨,找出它们之间的内在联系,并及时发现总结规律;还要了解各种材料的型号、规格、选择及应用、贮运和管理等方面的知识,通过对比,找出共性;并注意理论联系实际,多到施工工地实习,到装饰材料市场参观学习,通过对比了解它们的共性和特性。

0.6.2 建筑材料课程试验课的学习方法

建筑材料在订货或使用前,必须经试验合格后方可使用;现场配制的材料,必须经标准试验合格,才能进行配制和使用。材料在使用过程中,还要按规定进行抽样试验。在工程验收中,实验报告是鉴定工程质量的重要依据。材料的试验、检验是一项必不可少的经常性的工作,因此要求专业技术人员必须掌握。

建筑材料是一门实践性很强的课程,本课程中的试验课就是让学生验证所学有关材料的基本理论及基本性质,并掌握试验鉴定、检验和评定材料质量的方法。通过试验,既可加深学生对理论知识的理解,培养学生严谨的科学态度和实事求是的工作作风;又可以培养学生的实践技能,掌握材料基本性能的试验、检验和质量评定方法,为以后从事建筑设计、施工监理,以及概预算工作打下坚实的基础。

3 思考与练习

- 1.《建筑材料》课程的性质、目的和任务是什么?
- 2.建筑材料在建筑工程中有哪些作用?
- 3.建筑材料的分类有哪些?
- 4.建筑材料的技术标准有哪些?

第1章 建筑材料的基本性质

本章学习要求

1. 了解建筑材料基本性质在建筑工程中的重要意义
2. 掌握材料的组成、结构、特点以及材料性质的关系
- 3 重点掌握建筑材料的物理性质、与水有关的性质及其与热有关的性质、表现方法
4. 了解建筑材料的力学性质及耐久性的概念

建筑材料在建筑工程中所起的作用,从根本上来讲就是其基本性质的具体表现。如梁板柱及承重墙体主要承受荷载;屋面、墙体除保温隔热以外还要承受风霜雨雪等荷载;基础不仅要承受上部建筑物所传递的全部荷载,还要受到地下水的侵袭并经受冰冻的考验。因此,要求根据建筑物的不同部位,建筑材料必须具有相应的性质。为了保证建筑物的耐久性,要求我们在建筑工程的设计与施工中,必须掌握建筑材料的基本性质,以便正确选择和合理使用建筑材料。

1.1 材料的组成与结构

1.1.1 材料的组成

材料的组成为化学组成和矿物组成及相组成。

1. 化学组成

化学组成是指构成材料的化学元素及化合物的种类和数量,以所含各种元素的百分数(%)表示。如水泥的化学组成: CaO :62%~67%, SiO_2 :20%~24%, Al_2O_3 :4%~7%, MgO :小于5%, Fe_2O_3 :2.5%~6.0%。根据化学组成可大致地判断出材料的一些性质,如耐久性、化学稳定性等。材料的化学组成不同,其物理化学性质也会不同。

2. 矿物组成

将无机非金属材料中具有特定的晶体结构、特定的物理力学性能的组成结构称为矿物。矿物组成是指构成材料的矿物的种类和数量。材料中各种元素组成不同的化合物,以化合物的百分含量(%)来表示。例如水泥熟料的矿物组成为: $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$:37%~60%, $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$:15%~37%, $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$:7%~15%, $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$:10%~18%。若其中硅酸三钙($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)含量高,则水泥硬化速度较快,强度较高。

3. 相组成

材料中具有相同物理、化学性质的均匀部分称为相。自然界中的物质可分为气相、液相和固相。建筑材料大多数是多相固体。凡由两相或两相以上物质组成的材料称为复合材料。例如,混凝土可认为是骨料颗粒(骨料相)分散在水泥浆基体(基相)中所组成的两相复合材料。

1.1.2 材料的结构

1. 宏观结构

建筑材料的宏观结构是指用肉眼或放大镜能够分辨的粗大组织。

(1)按其孔隙特征可分为以下几种类型:

①致密结构。该结构完全没有或基本没有孔隙,如钢铁、有色金属、致密天然石材、玻璃、玻璃钢、塑料等。

②多孔结构。该种结构具有较多的孔隙,孔隙直径较大,如加气混凝土、泡沫混凝土、泡沫塑料等。

③微孔结构。该种结构具有众多直径微小的孔隙,如石膏制品、烧结砖制品等。

(2)按存在状态或构造特征分为以下几种类型:

①堆聚结构。如水泥混凝土、砂浆、沥青混合料等。

②纤维结构。如木材、玻璃钢、岩棉等。

③层状结构。如胶合板、纸面石膏板等。

④散粒结构。如混凝土骨料、膨胀珍珠岩等。

2. 细观结构

细观结构(原称亚微观结构)是指用光学显微镜所能观察到的材料结构。如对天然岩石可分为矿物、晶体颗粒、非晶体组织;对钢铁可分为铁素体、渗碳体、珠光体。

3. 微观结构

微观结构是指原子分子层次的结构。可用电子显微镜或 X 射线来分析研究该层次上的结构特征。微观结构的尺寸范围在 $10^{-6} \sim 10^{-10} \text{m}$ 。在微观结构层次上,材料可分为晶体、玻璃体、胶体。

1.2 材料的基本物理性质

1.2.1 与质量有关的性质

1. 密度

密度是指材料在绝对密实状态下单位体积的质量。按下列公式计算:

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

式中: ρ ——材料的密度(g/cm^3);

m ——材料的质量(g);

V ——材料在绝对密实状态下的体积(cm^3)。

材料在绝对密实状态下的体积是指不包含材料内部孔隙的固体物质本身的体积。因为材料在自然状态下并非绝对密实,所以绝对密实体积一般难以直接测定,只有钢材、玻璃等材料可近似地直接测定。在测定有孔隙的材料密度时,可以把材料磨成细粉或采用排液置换法测量其体积。所谓材料的质量是指材料所含物质的多少,在建筑工程实际中常以重量多少来衡量质量的大小。但质量与重量的概念是有本质区别的。

2. 表观密度

表观密度是指材料在自然状态下单位体积的质量。按下列公式计算:

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (1.2)$$

式中: ρ_0 ——材料的表观密度(g/cm^3 或 kg/m^3);

m ——材料的质量(g 或 kg);

V_0 ——材料在自然状态下的体积,或称表观体积(cm^3 或 m^3)。

材料的表观体积是指整体材料(包括内部孔隙)的外观体积。外形规则材料的表观体积,可直接以尺度量后计算求得;外形不规则材料的表观体积,必须用排水法或排油法测定,采用排水法时应先将材料表面涂蜡。

材料的表观密度除与材料的密度有关外,还与材料内部孔隙的体积有关,材料的孔隙率越大,则材料的表观密度越小。当材料孔隙体积内含有水分时,其重量和体积均有所变化,故测定表观密度时必须注明其含水情况。因此表观密度指的是材料在气干状态(长期在空气中干燥)下的表观密度。干表观密度是指材料在烘干状态下的表观密度。

3. 堆积密度

堆积密度是指散粒状或粉状材料在自然堆积堆积状态下单位体积的质量。按下列公式计算:

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (1.3)$$

式中: ρ'_0 ——材料的堆积密度(kg/m^3);

m ——材料的质量(kg);

V'_0 ——材料的堆积体积(m^3)。

材料的堆积体积是指散粒状材料在堆积状态下的总体外观体积。散粒状堆积材料的堆积体积,既包括了材料颗粒内部的孔隙,又包括了颗粒间的空隙。除了颗粒孔隙的多少及其含水多少外,颗粒间空隙的大小也会影响堆积体积的大小。因此,材料的堆积密度与散粒状材料在自然堆积时颗粒间空隙、颗粒内部结构、含水状态、颗粒间被压实的程度有关。

根据其堆积状态不同,同一材料表现的体积大小可能不同,松散堆积下的体积较大,密实堆积状态下的体积较小。材料的堆积体积,常以材料填充容器的容积大小来测量。

常用建筑材料的密度、表观密度、堆积密度见表1-1。

表1-1 常用建筑材料的密度、表观密度、堆积密度

材料名称	密度 (g/m^3)	表观密度 (kg/m^3)	堆积密度 (kg/m^3)	材料名称	密度 (g/cm^3)	表观密度 (kg/m^3)	堆积密度 (kg/m^3)
钢材	7.85	7800~7850		碎石	2.48~2.76	2300~2700	1400~1700
红松木	1.55~1.60	400~600		普通玻璃	2.45~2.55	2450~2550	
水泥	2.8~3.1		1600~1800	铝合金	2.7~2.9	2700~2900	
砂	2.5~2.6		1500~1700				

4. 密实度与孔隙率

(1)密实度。密实度是指材料的固体物质的体积占总体积的比例,反映材料体积内被固体物质所充填的程度,即反映了材料的致密程度。密实度(D)的计算公式为:

$$D = \frac{V}{V_0} \times 100\% = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\% \quad (1.4)$$

材料的密实度反映了材料内部固体的含量,对于材料性质的影响正好与孔隙率的影响相反。

(2)孔隙率。孔隙率是指材料中孔隙所占整个体积百分率。孔隙率(P)的计算公式为:

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{V}{V_0}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\% = (1 - D) \times 100\% \quad (1.5)$$

孔隙率反映了材料内部孔隙的多少,它会直接影响材料的多种性质。从孔隙的特征来看,材料的孔隙可分为开口孔隙和闭口孔隙两种,二者孔隙率之和等于材料的总孔隙率。按孔径的尺寸大小,孔隙又可分为微孔、细孔及大孔三种。不同的孔隙对材料的性能影响各不相同。一般而言,孔隙率较小且连通孔较少的材料,其吸水性较小,强度较高,抗冻性和抗渗性较好。工程中对需要保温隔热的建筑物或部位,要求其所用材料的孔隙率要较大。相反,对要求高强或不透水的