

高等院校土木工程专业规划教材

JIANZHU YU ZHUANGSHICAILIAO

建筑与

装饰材料

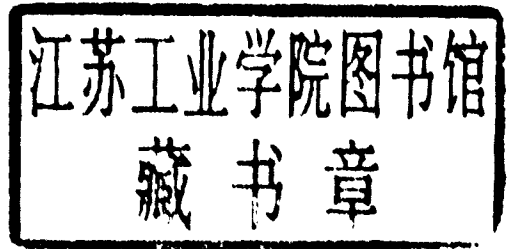
柯昌君 主编



黄河水利出版社

建筑与装饰材料

柯昌君 主 编
杨国忠 副主编



黄河水利出版社

内 容 提 要

本书以高等学校土木工程专业指导委员会制定的本科课程教学大纲为依据,参照最新的国家标准、规范,以加强基础、注重实用为原则编写而成。全书共五篇,包括概述、材料的基本性质、建筑金属材料、无机胶凝材料、混凝土和砂浆、墙体材料和屋面材料、防水材料、绝热材料和吸声隔声材料、石材、建筑装饰玻璃与陶瓷、木材、合成高分子建筑材料、建筑装饰涂料、其他装饰材料、建筑与装饰材料实验。为方便读者学习,每章附有小结和思考题。

本书可作为高等学校土木工程各学科的本科教材或参考书,也可供土木工程设计、施工、科研、管理和监理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑与装饰材料/柯昌君编. — 郑州:黄河水利出版社,2006.7

ISBN 7-80734-070-3

I. 建… II. 柯… III. ①建筑材料—高等学校—教材②建筑装饰—装饰材料—高等学校—教材 IV. ①TU5②TU56

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 049024 号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940

传真:0371-66022620

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:19.25

字数:442 千字

印数:1—4 100

版次:2006 年 7 月第 1 版

印次:2006 年 7 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80734-070-3/TU·64

定价:31.00 元

前 言

本书以高等学校土木工程专业指导委员会 2001 年 11 月制定的本科课程教学大纲为基本依据,参照最新的国家标准、规范,以加强基础、注重实用为原则编写而成。

编写本书的指导思想是尽可能反映国内外本学科的新成就和我国相关的新标准、新规范,紧密结合人才培养模式的改革,在使学生掌握有关专业知识的同时,培养其分析问题、解决问题的能力。根据土木工程各专业对建筑材料知识的要求,本书对建筑材料的各部分内容进行精心编排,力求满足各专业的教学要求。不同专业在使用本书时,可根据本专业的教学大纲要求进行取舍。

本书按照建筑材料的使用功能进行分篇编排,共五篇。第一篇建筑与装饰材料基础知识;第二篇建筑结构材料;第三篇建筑功能材料;第四篇建筑装饰材料;第五篇建筑与装饰材料实验。建筑装饰材料涉及的材料种类较多,将其从功能材料中脱离出来单独组成一篇。

本书由柯昌君主编,杨国忠副主编。参加编写的人员为:概述—柯昌君;第一章—杨国忠,卢会芳;第二章—卢会芳,杨国忠;第三章—赵丽君;第四章—柯昌君,龚平;第五章—龚平;第六章—董祥;第七章—龚平;第八章—董祥;第九章—赵丽君;第十章—杨国忠,卢会芳;第十一章—卢会芳,杨国忠;第十二章—龚平;第十三章—蔡丽朋;实验—龚平,柯昌君。

由于土木工程材料品种繁多,编者水平有限,本书难免有谬误之处,诚请广大读者指正。

编 者
2006 年 6 月

目 录

前 言

第一篇 建筑与装饰材料基础知识

概 述	(1)
第一节 建筑材料的范畴和分类	(1)
第二节 建筑材料在土木工程中的地位	(2)
第三节 建筑材料的选择	(3)
第四节 本课程的学习方法	(4)
第一章 材料的基本性质	(5)
第一节 材料的组成	(5)
第二节 材料的结构	(6)
第三节 材料的构造	(8)
第四节 材料的性能	(9)
小 结	(20)

第二篇 建筑结构材料

第二章 建筑金属材料	(21)
第一节 钢的分类	(21)
第二节 建筑用钢的技术性质	(24)
第三节 钢材的冷加工强化及热处理	(28)
第四节 建筑钢材的选用	(29)
第五节 钢材的腐蚀与防护	(34)
第六节 建筑有色金属	(36)
小 结	(39)
第三章 无机胶凝材料	(40)
第一节 石 灰	(40)
第二节 菱苦土	(43)
第三节 石 膏	(45)
第四节 水玻璃	(47)
第五节 水 泥	(49)
小 结	(62)
第四章 混凝土和砂浆	(65)
第一节 混凝土的组成材料	(65)
第二节 新拌混凝土的性质	(72)

第三节	硬化混凝土的性能	(76)
第四节	混凝土的变形性能	(83)
第五节	混凝土的耐久性	(86)
第六节	混凝土质量控制和配合比设计	(89)
第七节	其他品种混凝土	(100)
第八节	建筑砂浆	(103)
	小 结	(112)
第五章	墙体材料和屋面材料	(115)
第一节	墙体材料	(115)
第二节	屋面材料	(122)
	小 结	(124)

第三篇 建筑功能材料

第六章	防水材料	(125)
第一节	沥青材料	(125)
第二节	防水卷材	(132)
第三节	防水涂料	(141)
第四节	密封材料	(146)
第五节	防水剂	(150)
	小 结	(151)
第七章	绝热材料和吸声隔声材料	(154)
第一节	绝热材料	(154)
第二节	吸声隔声材料	(158)
	小 结	(161)

第四篇 建筑装饰材料

第八章	石 材	(162)
第一节	岩石的基本知识	(162)
第二节	石材的技术性质	(166)
第三节	工程砌筑石材	(168)
第四节	天然装饰石材	(169)
第五节	人造装饰石材	(175)
	小 结	(179)
第九章	建筑装饰玻璃与陶瓷	(181)
第一节	玻璃的基本知识	(181)
第二节	建筑装饰玻璃及制品	(183)
第三节	建筑陶瓷的基本知识	(188)
第四节	常用建筑装饰陶瓷	(190)

小 结	(194)
第十章 木 材	(197)
第一节 木材的构造及性质	(197)
第二节 木质地板	(202)
第三节 其他木质装饰制品	(203)
第四节 木材的防火	(205)
小 结	(206)
第十一章 合成高分子建筑材料	(207)
第一节 高分子材料的基础知识	(207)
第二节 建筑塑料	(214)
第三节 建筑胶粘剂	(219)
小 结	(221)
第十二章 建筑装饰涂料	(222)
第一节 建筑涂料的组成、类别及性能要求	(222)
第二节 内墙涂料	(225)
第三节 外墙涂料	(227)
第四节 地面涂料	(230)
第五节 特种涂料	(231)
第六节 建筑涂料的选用	(234)
小 结	(235)
第十三章 其他装饰材料	(236)
第一节 纤维装饰织物及制品	(236)
第二节 装饰骨架材料	(245)
第三节 顶棚饰面材料	(250)
第四节 装饰五金配件	(260)
小 结	(264)

第五篇 建筑与装饰材料实验

实验一 建筑材料基本物理性质实验	(266)
实验二 建筑钢材实验	(269)
实验三 水泥实验	(272)
实验四 混凝土用砂、石实验	(279)
实验五 普通混凝土实验	(282)
实验六 砂浆实验	(286)
实验七 石油沥青实验	(289)
实验八 建筑外墙涂料	(293)
参考文献	(297)

第一篇 建筑与装饰材料基础知识

概 述

第一节 建筑材料的范畴和分类

一、建筑材料的范畴

建筑材料是指建筑结构中使用的各种材料,它是一切土木工程的基础。建筑材料可分为广义建筑材料和狭义建筑材料。广义建筑材料是指用于建筑工程中所有的材料,包括三个部分:一是构成建(构)筑物的材料,如石灰、水泥、混凝土、钢材、防水材料、墙体与屋面材料、装饰材料等;二是施工过程中所需要的辅助材料,如脚手架、模板等;三是各种建筑器材,如消防设备、给水排水设备、网络通信设备等。狭义建筑材料是指直接构成土木工程实体的材料。本书所介绍的是狭义建筑材料。

二、建筑材料的分类

建筑材料种类繁多,按化学成分来分,可以分为无机材料、有机材料和复合材料三大类,各大类又可分为许多小类,如表 0-1 所示。

建筑材料也可按其使用功能分为结构材料和功能材料两类。

表 0-1 建筑材料按化学成分分类

无机材料	金属材料	黑色金属:铁、碳素钢、合金钢等 有色金属:铝、铜等及其合金等
	非金属材料	天然石材:石板、碎石、砂等 烧结制品:陶瓷、砖、瓦等 玻璃及熔融制品:玻璃、玻璃棉、矿棉等 胶凝材料:石灰、石膏、水泥等
有机材料	植物质材料 高分子材料 沥青材料	木材、竹材、植物纤维及其制品 有机涂料、橡胶、胶粘剂、塑料 石油沥青、煤沥青、沥青制品
复合材料	金属-非金属材料 无机非金属-有机材料	钢纤维混凝土、钢筋混凝土等 玻璃纤维增强塑料、聚合物混凝土、沥青混凝土等

第二节 建筑材料在土木工程中的地位

人类最早是穴居巢处,进入石器时代后,开始利用土、石、木等天然材料从事营造活动,挖土凿石为洞,伐木搭竹为棚。随着社会生产力的发展,人类进而利用天然材料进行简单加工,砖、瓦等人造建筑材料相继出现,使人类第一次冲破天然材料的束缚,开始大量使用人造建筑材料修建房屋和防御工程等,从而使土木工程出现第一次飞跃。我国古代劳动人民制作的“秦砖汉瓦”和装饰性很好的建筑琉璃制品在古建筑中被广泛应用,为世界建筑材料宝库增添了精彩的内容。17世纪70年代在土木工程中开始使用生铁。18世纪初开始使用熟铁建造桥梁和房屋,出现了钢结构的雏形。从19世纪中叶开始,出现了延性好、抗压和抗拉强度高、质量均匀的建筑钢材,使钢结构得到迅速发展,建筑物的跨度从砖石结构和木结构的几十米发展到几百米,直到现代的千米以上,设计理论和施工技术的进一步完善,使土木工程产生了又一次飞跃。19世纪20年代波特兰水泥发明不久,出现了混凝土材料,并很快与钢筋复合制成钢筋混凝土结构。20世纪出现的预应力钢筋混凝土材料,使土木工程又出现了新的工程结构形式,其结构设计理论和施工技术也得到了蓬勃发展。

一、材料是保证土木工程质量的基础

材料是构成土木工程建(构)筑物的物质基础,也是其质量基础。在土木工程中,从材料的生产、选择、使用和检验评定,到材料的贮存、保管,任何环节的失误都可能造成工程的质量缺陷,甚至导致重大质量事故。因此,合格的土木工程技术人員必须准确熟练地掌握有关材料的知识。

为了确保建筑材料的质量,世界范围统一使用了ISO国际标准。我国常用的标准有三大类:一是国家标准,包括强制性标准(代号GB)和推荐性标准(代号GB/T);二是行业标准,如建工行业标准(代号JG)、建材行业标准(代号JC)、交通行业标准(代号JT)等;三是地方标准(代号DB)和企业标准(代号QB)。

对于强制性国家标准,任何技术(或产品)不得低于其规定的要求;对于推荐性国家标准,也可执行其他标准的要求;地方标准或企业标准所制定的技术要求应高于国家标准。

二、材料对土木工程造价的影响

在一般土木建筑工程的总造价中,与材料有关的费用占50%以上。在实际工程中,材料的选择、使用及管理,对工程成本影响很大。学习并准确熟练地掌握土木建筑工程材料知识,可以优化选择和正确使用材料,充分利用材料的各种功能,在确保优质的同时降低工程成本。

三、材料对土木工程技术进步的促进作用

在土木工程建设过程中,工程的设计方法、施工方法都与材料密切相关。从根本上说,材料是基础,是决定土木工程结构设计形式和施工方法的主要因素。因此,材料性能

的改进、材料技术的进步都会直接促进土木工程技术的进步。例如钢材及水泥的大量应用和性能改进,取代了过去的砖、石、土木,使得钢筋混凝土结构占据土木工程结构材料的主导地位。

第三节 建筑材料的选择

建筑及装饰材料种类繁多,即使是同一类建筑物,因设计不同,对材料的要求也不一样。为确保工程质量,满足设计要求,在选择材料尤其是装饰材料时,应从以下几个方面考虑。

一、材料的外观

除了满足规定的尺寸要求外,材料的外观还要考虑形体、质感、纹理和色彩等方面的因素。不同的材料质感给人的尺度感和冷暖感是不同的。毛石有粗犷大方的造型效果,镜面石材则有细腻光亮的装饰气氛;不锈钢材料显得现代新颖,玻璃则显得通透光亮。不同色彩对人的心理作用明显不同,红色有刺激兴奋的作用,绿色有消除紧张和视觉疲劳的功能,紫罗兰色有宁静安详的效果,白色则有纯洁高雅的感觉。合理、艺术地利用材料的外观效果能使室内外的装饰环境层次分明、情趣盎然、生动活泼。

二、材料的功能性

材料所具有的功能应该与材料的使用场所等特点结合起来考虑。如在人流密集的公共场所地面上,应采用耐磨性好、易清洁的地面装饰材料,影剧院的地面材料还需要考虑有一定的吸音性能;厨房和卫生间的墙面和顶面则宜采用耐污性和耐水性良好的装饰材料,地面则用防水和防滑性能优异的地面砖;大型餐厅的地面则尽可能不用地毯进行装饰,因为地毯的表面容易受到食物的污染且不易清除,同时肮脏的地毯表面极易滋生细菌,从而影响人体健康。某些商场在装饰改造时,吊顶采用浅色调的穿孔铝板,这种饰面做法可使室内空间显得宽敞明亮,同时也使顾客产生的嘈杂声有效地降低,增加购物时的舒适感。

三、材料的耐久性

耐久性是选择使用材料时要考虑的重要内容。装饰材料对建筑物主体具有保护作用,其耐久性与建筑物的耐久性密切相关。通常,建筑物外部材料要经受日晒、雨淋、冰冻、霜雪、风化、介质侵蚀等作用,内部材料要经受摩擦、潮湿、洗刷等作用。材料的耐久性主要包括以下三个方面的要求:力学性能,包括强度、受力变形、黏结性、耐磨性及可加工性等;物理性能,主要包括密度、吸水性、耐水性、抗渗性、抗冻性、耐热性、绝热性、耐火性、绝缘性、吸声性、隔声性、光亮度、光吸收性、光反射性等;化学性能,主要包括耐酸碱性、耐大气侵蚀性等。

四、材料的经济性

建筑及装饰材料费用占建设项目总投资的比例很高,应将工程的设计效果与投资综合起来考虑,从长远性、经济性的角度来考虑,充分利用有限的资金取得最佳的使用和装饰效果,做到既能满足装饰场所目前的需要,又能为今后的更新变化打下一定的物质基础。

五、材料的环保性

以往人们选择使用建筑及装饰材料时,考虑较多的是材料的功能性和装饰性,而忽略了材料的环保要求。

除了人类活动的影响外,造成室内污染有两大因素:通风和建筑材料。由于越来越多的家庭与办公场所使用空调设备,使建筑装饰材料释放的 VOCs(甲醛、苯、甲苯、二甲苯和芳烃类化合物)被大量浓缩,对人体健康产生较大的威胁。随着人们居住环境的改善,人们对生活的质量提出了更高的要求。如何把握居住和工作空间的环保,营造出一个绿色的家居环境、温馨的气氛,目前已成为人们关注的重点。

第四节 本课程的学习方法

《建筑与装饰材料》是一门实用性较强的课程,学习需通过实验,以材料组成、结构、性能与应用为主线,重点是掌握性能与应用,对材料的生产只作一般性的了解。

学习本课程不仅是为了掌握有关的专业知识,更重要的是培养分析、解决问题的能力,培养创新精神,提高综合素质。建议结合身边的工程实际问题,理论联系实际地学习。

第一章 材料的基本性质

土木工程中的建(构)筑物都是由各种材料建造而成的。不论是结构材料、功能材料还是装饰材料,在使用中都要承受各种物理、力学、化学、生物等因素的单独或综合作用。材料在各种外力作用下,会产生内应力、变形、开裂及各类损伤。材料在一定的环境介质中,受风、雨、冻融、光照、温度、湿度、细菌以及酸、碱、盐等腐蚀性介质的作用,会发生风化、老化、软化、褪色、变色、变形、酥裂、剥落、腐蚀、霉变等现象;实际工程中,一些材料还要具备保温隔热、防火阻燃、耐水防水、隔声吸声等功能;工程建造中材料还要满足加工和施工等方面的要求。这些都与材料的性质有关。因此,我们应该全面了解、深入分析和牢固掌握各种建筑材料的性质,便于正确选择及合理使用各种建筑材料,以满足工程的结构安全、功能改善、空间美化、施工维修方便、投资合理等要求。

第一节 材料的组成

材料的组成包括化学组成、矿物组成和相组成。

一、化学组成

材料的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,如某花岗石的化学组成如表 1-1 所示。材料的化学组成影响着材料的性质,如相同条件下,高碳钢比低碳钢强度高、耐磨性好,而低碳钢比高碳钢塑性好、脆性低。

表 1-1 花岗石的化学组成

种类	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃
含量(%)	67~75	12~17	1~2	1~2	0.5~1.5

二、矿物组成

材料科学中,通常把天然矿产材料及其制品中有特定结构、特定性能的组织结构称为矿物,把构成材料的矿物种类和数量称为矿物组成。如某硅酸盐水泥的主要熟料矿物组成如表 1-2 所示。材料的矿物组成是决定材料性能的重要因素。

表 1-2 硅酸盐水泥主要熟料矿物组成

种类	3CaO·SiO ₂	2CaO·SiO ₂	3CaO·Al ₂ O ₃	4CaO·Al ₂ O ₃ ·Fe ₂ O ₃
含量(%)	37~60	15~37	7~15	10~18

三、相组成

材料科学中,把结构相似、性质相同的部分称为相。

从宏观上看,自然界中物质的聚集状态有气相、液相和固相三种基本形态,以及由气、液、固三种状态中的两种构成的高分散体系的胶体形态。土木工程材料主要是固态物质。即使是液体材料或胶体材料,如涂料、胶粘剂,以及凝结前处于塑性状态的砂浆、混凝土等,也是在固化以后才有实用价值。但液体和胶体的一些性能指标,如黏度、和易性等,对涂抹、拌和、浇筑等工艺性能,产生较明显的影响。

从微观上看,相同化学组成的物质,在不同的温度、压力等环境条件下,能发生气、液、固三相的相互转变。材料中,即使具有相同的化学成分,但由于加工工艺不同,以及温度和压力等环境条件的不同,也可形成不同的相。例如钢中的奥氏体、铁素体、渗碳体等。

土木工程中,大多是由两相或两相以上组成的多相固体材料,称为复合材料。例如砂浆,凝固前可以认为是由细骨料(一般是砂子)和水泥浆组成的两相复合材料;凝固后可以认为是由骨料和水泥水化产物所组成的两相复合材料。复合材料的性质,不仅与构成材料的相组成(各相的成分、比例、分布)有关,还与相界面的特性有关。所谓相界面是指多相材料中相与相的分界面。在实际材料中,相界面是一个较薄弱的区域,其成分和结构与相内部分不同。工程中,可通过改变和控制材料的相组成和相界面特性,来改善和提高材料的工艺性能和使用性能。

第二节 材料的结构

材料的结构是指材料内部质点的空间排列特征,它是决定材料性能的一个重要因素。

一、宏观结构

材料的宏观结构是指肉眼或放大镜能观察到的结构,一般为毫米级。按疏密程度,材料的宏观结构可分为:

(一)致密结构

材料的致密结构是指具有无吸水、透气孔隙的结构。例如,金属、玻璃、塑料及致密的石材和瓷器等。

(二)疏松结构

材料的疏松结构可分为微孔结构和多孔结构。

1. 微孔结构

材料的微孔结构是指具有微细孔隙的结构,例如石膏制品、陶质制品、砖瓦等。

2. 多孔结构

材料的多孔结构是指具有较大空隙的结构,如加气混凝土、膨胀珍珠岩、泡沫保温材料等。

二、细观结构

材料的细观结构(也称亚微观结构)是指可用光学显微镜(如金相显微镜、生物显微镜

等)观察到的结构,可达微米级。例如钢中的非金属夹杂物、奥氏体、铁素体、渗碳体,铸铁中的石墨,天然石材中的晶粒,木材中的木纤维、导管髓线、树脂道等。

材料在细观层次上的各种组织结构,其性质和特点各异,它们的特征、数量和分布对材料的性能有重要影响。

三、微观结构

材料的微观结构是指原子、分子层次上的结构,可达纳米级,可用电子显微镜或 X 射线衍射仪等来进行分析。

土木工程材料中,气体、液体较少,主要涉及固体和胶体。下面分别介绍固体材料和胶体材料微观结构的相关内容。

(一) 固体材料

固体材料在微观上,按其质点(离子、原子或分子)排列方式,分为晶体和非晶体两大类。

1. 晶体材料

晶体是由质点(离子、原子或分子)在空间上按特定的规则呈周期性排列而成的固体。在晶体结构中,质点的有规则排列是质点间的相互作用(即吸引力与排斥力)达到平衡的结果。质点间的结合力(化学键)具有不同形式。在固体材料中,主要有共价键、离子键、分子键和金属键等。晶体按质点的类型和化学键的种类,分为原子晶体、离子晶体、分子晶体和金属晶体。

(1)原子晶体。原子晶体是中性原子以共价键结合而成的晶体,如金刚石、石墨等。原子晶体的化学键比较牢固,键的强度较高,要拆开该键,需消耗较大能量。因此,原子晶体一般都具有很高的熔点,有些被选作耐火材料;原子晶体也具有很高的硬度,如金刚石。

(2)离子晶体。离子晶体是正、负离子以离子键结合而成的晶体。如 CaO 、 Al_2O_3 等。由于正负离子间的静电作用力较强,离子晶体一般有较高的熔点、沸点。因而, MgO 、 Al_2O_3 等常用做耐高温材料。

(3)分子晶体。分子晶体是极性分子或非极性分子以范德华力(分子键)结合而成的晶体,如冰。

(4)金属晶体。金属晶体是金属离子以金属键结合而成的晶体,如钢、铝合金等。

2. 非晶体

非晶体亦称玻璃体或无定形体。

玻璃体的结合键为共价键及离子键,其结构特征为质点在空间上呈非周期性排列。它具有不确定的凝固外形,无固定熔点,存在各向同性特征。玻璃、琉璃、釉、塑料等都属于玻璃体。

在一定条件下,玻璃体结构的物质容易与其他物质发生化学反应,因而,玻璃体类物质的活性较高。如炉渣、火山灰、粒化高炉矿渣等材料中,都含有一定量的玻璃体成分,常以这些材料作为矿渣水泥、火山灰水泥的原料,使其在水泥水化、凝结、硬化中发挥作用。

(二) 胶体

胶体是由物质三态(固、液、气)中某种状态高分散度的粒子作为分散相,分散于另一

相(分散介质)中,形成的胶态分散体系。土木工程中,多以胶粒($10^{-7} \sim 10^{-10} \text{m}$ 的固体颗粒)作为分散相,分散在连续介质(液体或气体)中,形成的分散体系。

胶体有其固有的特性,不仅具有布朗运动、电泳现象、丁达尔现象等力学、电学、光学方面的特性,而且在实际应用中还能体现出多相性、流变性、高度分散性和相对稳定性等特性。

常见的胶体是由液、固两相组成的。它可分为两种结构:一种胶粒较少,胶粒的尺寸较小(平均尺寸小于 100nm),这些胶粒悬浮、分散在液体连续相之中,这种胶体结构称为溶胶结构;另一种胶粒较多,胶粒尺寸较大,胶粒在表面作用下能发生凝聚,彼此相连,形成空间网络结构,液体包含在微粒之间极细的毛细管内或网络骨架的极小空间内,形成半固体或固体形态,这种胶体结构称为凝胶结构。

溶胶中,液体性质对胶体性质影响较大。

凝胶中,若微粒间的连接键很少或很弱,单个颗粒有较大自由度,在其接触点附近运动,凝胶很容易变形,表现出类似于液体的性质;若微粒间的键合程度很大,尽管凝胶是多孔的,但仍可能形成很强、很硬的结构,表现出类似于固体的性质。土木工程中,涉及最多的是能形成坚固骨架的水泥凝胶,它是水泥与水拌和后,水泥颗粒发生水化反应生成的 $\text{C-S-H}(x\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O})$,水化硅酸钙)凝胶,该凝胶在充分水化的水泥石中约占70%,在水泥硬化后形成坚硬的石状物。

以弱键力连接的凝胶,可以通过剧烈搅拌破坏它的键力,使凝胶重新恢复成液态,搅拌停止后,微粒将重新键合,凝胶再次变稠,最终恢复到原始的凝聚状态。这种在外力增大时材料呈流动性的性质称为触变性。新拌混凝土在早期表现出明显的触变性,使用滑模摊铺机摊铺水泥混凝土路面时,就是充分利用新拌混凝土的触变性能。

有些胶体材料,由于制备过程和存在条件的不同,可以成为溶胶,也可以成为凝胶,其性能也相应变化,例如沥青。

与晶体及玻璃体相比,胶体结构的强度较低,变形较大。

第三节 材料的构造

材料的构造是指具有特定性质的材料结构单元相互搭配而形成的组织。与材料的结构相比,材料构造更加强调相同材料或不同材料间的搭配与组合的构成关系。材料中各种构造单元的性质、多少、形状、尺寸、分布,都会对其性能形成很大影响。

一、宏观构造

在宏观上,材料的构造按其组织构造特征,可分为:

(一)堆积构造

材料的堆积构造是指由骨料与具有胶凝性或黏结性的物质胶结而成的构造,例如混凝土、砂浆、沥青混合物等。

(二)纤维构造

材料的纤维构造是指由天然或人工合成纤维物质构成的构造,例如木材、石棉板,

GRP(玻璃纤维增强塑料,俗称玻璃钢)和 GRC(玻璃纤维增强水泥)制品等。

(三)层片构造

材料的层片构造是指用人工黏结或天然形成等方式,使材料叠合而成的多层构造。例如胶合板、塑铝板、油毡、页岩等。

(四)散粒构造

材料的散粒构造是指由散粒状物质所形成的构造,例如膨胀珍珠岩等。

(五)块体构造

材料的块体构造是指由块状物质经黏合或胶结而成的构造,如各种砌体等。

二、微观构造

材料的微观构造,即材料的微观组成单元的比例、形状、尺寸、分布等,对材料的性能有很大影响。如钢材在不同条件下会形成不同的微观构造。这些不同的构造组织,对材料的宏观性能有很大影响,钢材经过淬火形成马氏体组织;在平衡冷却条件下,亚共析钢形成铁素体和珠光体组织,共析钢形成珠光体组织,过共析钢形成珠光体和渗碳体组织。

第四节 材料的性能

在实际工程中材料要满足承担荷载、体现功能、美化环境及加工方便等要求,因此必须具有相应的性质。

建筑材料的性质是指在实际工程对其提出具体要求时所应有的性质,亦即建筑材料应用于工程实际中所必须具备的性质。例如,建筑材料用于建(构)筑物中,要承受一定的荷载,荷载必然引起材料的应力和变形,这就要求建筑材料要具有一定抵抗变形与断裂的能力,即所谓的机械性能;建筑材料应用于室外,要经受风吹、日晒、雨淋、冻融、大气侵蚀等作用,这就要求材料应具有一定的耐久性能。

材料的性能表现在各个方面,本书主要介绍建筑材料的物理性质、化学性质、机械性能、水工性能、热工性能、耐久性能及工艺性能等与建筑工程相关的基本性能。

一、材料的物理性质

(一)体积参数

1. 实体积 V

实体积又称绝对实体积,它是指绝对密实状态下的体积,即不包括材料内部孔隙的固体物质的体积。常用的土木工程材料中,除钢材、玻璃、沥青、塑料等可认为不含孔隙外,绝大多数材料都有孔隙,如砖瓦、石材、木材、水泥制品等。测定含有孔隙的材料绝对密实体积的简单方法是细磨排水法,也称李氏比重瓶法,其试验精度与材料磨细程度有关,磨得越细,内部孔隙消除得越完全,一般要求细粉的粒径小于 0.20mm。

2. 表观体积 V_0

材料的表观体积是指材料在自然状态下的体积,它包括材料的实体积和内部孔隙的体积。测定材料表观体积的方法比较简单,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;若材料外观形状不规则,可采用蜡封排水法测试。

3. 堆积体积 V_0'

材料的堆积体积是散粒材料堆积状态下的外观体积,既包括了颗粒自然状态下的体积,又包含了颗粒之间的空隙体积。它与堆积方式及振捣情况有关,一般分自然堆积和紧密堆积。材料的堆积体积,常用其所填充的容器的标定容积来测定,此时的体积还包含外周颗粒与容器内壁间的空隙体积。

(二) 密度参数

1. 真密度

真密度,通常称为密度。它是材料在绝对密实状态下,单位体积的质量,用下式表示:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-1)$$

式中 ρ ——密度, g/cm^3 ;
 m ——材料的质量, g ;
 V ——材料的实体积, cm^3 。

2. 表观密度

表观密度是材料在自然状态下,单位体积的质量,用下式表示:

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (1-2)$$

式中 ρ_0 ——表观密度, g/cm^3 ;
 m ——材料的质量, g ;
 V_0 ——材料的表观体积, cm^3 或 m^3 。

材料的表观密度与其含水率有关。当材料内部孔隙含不同质量的水时,其质量和体积都会发生不同程度的变化。因此,在测定材料表观密度时,应注明其含水情况。一般情况下,表观密度是指气干状态下的表观密度;而烘干状态下的表观密度则称为干表观密度。

3. 堆积密度

堆积密度是指散粒材料在自然堆积状态下,单位体积的质量,用下式表示:

$$\rho_0' = \frac{m}{V_0'} \quad (1-3)$$

式中 ρ_0' ——堆积密度, g/cm^3 ;
 m ——材料的质量, g ;
 V_0' ——材料的堆积体积, cm^3 或 m^3 。

(三) 构造特征参数

1. 密实度

材料的密实度 D 是指其体积内被固体物质所充实的程度,用下式表示:

$$D = \frac{V}{V_0} \times 100\%$$

或
$$D = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\% \quad (1-4)$$