



全国高职高专道路与桥梁专业系列规划教材

道路建筑材料

李继业 郭玉起 主 编

段永祥 任淑霞 丁凌凌 副主编



科学出版社
www.sciencep.com

全国高职高专道路与桥梁专业系列规划教材

道路建筑材料

李继业 郭玉起 主编

段永祥 任淑霞 丁凌凌 副主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书主要介绍道路建筑材料的组成与构造、性质与应用、技术标准与规格、检验方法及保管知识等。本书全部采用国家(部)、交通行业颁布的最新规范和标准,内容充实、重点突出,便于教学。

本书可作为高职高专道路与桥梁专业教学用书,亦可供施工技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

道路建筑材料/李继业、郭玉起主编. —北京:科学出版社,2004
(全国高职高专道路与桥梁专业系列规划教材)
ISBN 7-03-012306-9

I. 道… II. ①李…②郭… III. 道路工程-建筑材料-高等学校:技术学校-教材 N. U414

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 091097 号

责任编辑:童安齐 / 责任校对:宋玲玲

责任印制:吕春珉 / 封面设计:东方上林工作室

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>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004年6月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2004年6月第一次印刷 印张:17 1/2

印数:1—4 000 字数:342 000

定价:24.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

《全国高职高专道路与桥梁专业系列规划教材》

编委会

主 任 李继业

副主任 沈养中 邓爱华 周志坚 童安齐

委 员 (以姓氏笔画为序)

王育军 叶加冕 刘 凌 刘宝莉

刘福臣 许能生 沈 建 陈 刚

吴明军 吴清海 李西亚 邱琴忠

赵全振 俞素平 施晓春 高 杰

徐宇飞 徐梓忻 秦植海 郭玉起

符明娟 翟爱良 戴景军

前 言

我国随着高职高专教育事业的迅速发展,对高等应用型人才的培养提出更高要求。然而现有的高职高专教材体系在实用性、适用性和针对性等方面仍存在一些問題。因此,为适应高职高专道路与桥梁工程专业“道路建筑材料”课程教学的需要,特编写本书。

“道路建筑材料”是道路与桥梁工程专业的一门重要的专业基础课。本书主要介绍了道路建筑材料的组成与构造、性质与应用、技术标准与规格、检验方法及保管知识等。通过对“道路建筑材料”课程的学习,学生能正确认识、合理选用道路建筑材料,并能掌握道路建筑材料的性质和检验方法,同时也懂得运输、保管方面的基本知识。

本书在编写过程中,根据高职高专的教学要求及特点,力求使教材内容充实、精炼,突出重点,并能理论联系实际,文字通俗易懂,便于教学。本书全部采用国家(部)、交通行业颁布的最新规范和标准,对其他行业的最新规范和标准也作为重要参考。

本书编写具体分工为:李继业(第一章、第三章、第十章)、郭玉起(第二章、第七章)、任淑霞(第四章、第八章)、段永祥(第九章)、丁凌凌(第五章、第六章)。全书由李继业统稿,任淑霞校订。

本书由山东科技大学副校长张云生教授主审,他提出了许多宝贵的修改意见和建议,在此表示衷心感谢。

在编写过程中我们参考了许多文献资料,谨向这些文献的作者致以诚挚的谢意。由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

目 录

前言

第一章 绪论	1
1.1 道路建筑材料的作用及其应具备的性质	1
1.2 道路材料的检验方法和技术标准	3
1.3 道路建筑材料课程的性质、目的、任务和学习方法	5
思考题.....	6
第二章 建筑材料的基本性质	7
2.1 材料的组成、结构和构造.....	7
2.2 材料的物理性质.....	10
2.3 材料的力学性质.....	16
2.4 材料的耐久性.....	19
思考题	20
第三章 石料和石灰	21
3.1 道路桥梁用石料.....	21
3.2 石灰.....	29
思考题	32
第四章 水泥	33
4.1 硅酸盐水泥.....	33
4.2 掺混合材水泥和其他品种水泥.....	45
思考题	54
第五章 普通水泥混凝土	55
5.1 普通水泥混凝土概述.....	55
5.2 普通水泥混凝土的组成材料.....	56
5.3 普通水泥混凝土的主要技术性质.....	66
5.4 普通混凝土配合比设计.....	83
5.5 其他功能混凝土.....	93
思考题.....	102
习题.....	103
第六章 建筑砂浆	104
6.1 建筑砂浆的组成材料	104
6.2 建筑砂浆的主要技术性质	105
6.3 砌筑砂浆	108

6.4 抹面建筑砂浆	111
思考题	114
习题	114
第七章 沥青材料	115
7.1 石油沥青	115
7.2 其他品种沥青	129
7.3 沥青混合料	139
思考题	161
第八章 建筑钢材	162
8.1 钢材的冶炼与分类	162
8.2 建筑钢材的力学性能	164
8.3 建筑钢材的晶体组织和化学成分	168
8.4 钢材的冷加工及时效强化、热处理	173
8.5 桥梁建筑用钢材及其制品	174
思考题	187
第九章 木材	188
9.1 木材的分类与构造	188
9.2 木材的性质	190
9.3 建筑木材的缺陷和材质标准	196
9.4 木材的防腐与综合利用	198
思考题	200
第十章 工程高聚物材料	202
10.1 工程高聚物材料基础	202
10.2 几种主要高聚物简介	206
10.3 高聚物材料在路桥工程中的应用	210
思考题	220
第十一章 道路建筑材料试验	222
11.1 砂石材料试验	222
11.2 石灰试验	227
11.3 水泥试验	232
11.4 普通混凝土技术性能试验	240
11.5 建筑砂浆试验	249
11.6 建筑钢材试验	254
11.7 沥青材料试验	258
参考文献	272

第一章 绪 论

本章重点介绍道路建筑材料在路桥工程中的作用、应具备的性质、检验方法、技术标准,简要概述本课程的性质、目的、任务和学习方法。

1.1 道路建筑材料的作用及其应具备的性质

在人类赖以生存的环境中,所有构筑物或建筑物所用材料及制品统称为建筑材料,它是工程结构物的物质基础。本书所讨论的建筑材料,是指用于道路与桥梁的所有材料。

建筑材料的种类繁多,为了研究、使用 and 叙述的方便,常从不同的角度对建筑材料进行分类,最常用的是按材料的化学成分和使用功能分类。

(1) 按材料的化学成分分类

按材料的化学成分分类,可分为无机材料、有机材料和复合材料三大类。

1) 无机材料。无机材料又可分为金属材料(如钢、铁、铜、铝、各类合金等)、非金属材料(如水泥、石灰、混凝土、砂浆、天然石材、玻璃、烧土制品等)和金属-非金属复合材料(如钢筋混凝土等)。

2) 有机材料。有机材料种类也很多,如木材、竹材、塑料、涂料、胶黏剂、合成橡胶、石油沥青、煤沥青、沥青制品等。

3) 复合材料。复合材料又可分为无机非金属与有机材料复合材料(如玻璃纤维增强塑料、聚合物水泥混凝土等)、金属与无机非金属复合材料(如钢纤维增加混凝土等)、金属与有机材料复合材料(如轻质金属夹芯板等)。

(2) 按材料的使用功能分类

按材料的使用功能不同,可分为结构材料和功能材料两大类:结构材料,指用作承重构件的材料(如桥梁工程中的梁、板、柱所用的材料);功能材料,指用作建筑中具有某些特殊功能的材料(如防水、隔热、装饰材料等)。

1.1.1 建筑材料在路桥工程中的作用

道路建筑材料是道路与桥梁工程结构物的重要物质基础,所选用材料质量的优劣、配制是否合理、品种是否适宜等,均直接影响着结构物的质量。

众多工程统计分析表明,在道路与桥梁工程中结构物的修筑费用中,用于材料方面的费用约占总费用的30%~50%,有些重要工程甚至达70%~80%。特别是高标准的高速公路与桥梁,材料费用所占的比例更大,所以要节约工程投资,降

低工程造价,认真、科学、合理地选配和应用建筑材料是很重要的一环。

在道路与桥梁工程中要实现新设计、新技术、新工艺,选用新材料是非常重要的方面。许多新型的先进设计,往往是由于材料关未能突破,因而长期无法实现。某些新材料的出现,将有力推动新技术的发展,所以,道路建筑材料的发展和研究,是道路与桥梁技术发展的重要基础。

1.1.2 路桥工程所用材料应具备的性质

道路与桥梁工程与其他工程不同,不仅都是一种承受交通荷载反复作用的结构物,同时又是一种无遮盖而裸露于大自然的结构物。它不仅受到车辆复杂的力系作用,同时又受到各种自然因素的恶劣影响。所以,用于修筑道路与桥梁结构物所用的材料,不仅需要具有抵抗复杂应力作用下的综合力学性能,同时还要保证在各种自然因素的长期影响下,综合力学性能不产生明显降低,即应具备所谓的持久稳定性。

为了保证道路与桥梁工程所用建筑材料的综合力学强度和持久稳定性,这就要求建筑材料必须具备足够和适宜的力学性质、物理性质、化学性质和工艺性质。

1. 力学性质

力学性质是材料抵抗车辆荷载复杂力系综合作用的性能,这是路桥工程建设材料中的最重要的性质。目前对建筑材料力学性质的测定,主要是测定各种静态的强度,如抗压、抗拉、抗弯、抗剪等强度;或者某些特殊设计的经验指标,如磨损、冲击等。有时假定材料的各种强度之间存在一定关系,以抗压强度作为基准,按其抗压强度折算为其他强度。

2. 物理性质

材料的力学强度随其所处环境条件而改变,影响材料力学性质的物理因素主要是温度和湿度。材料的强度随着温度的升高或含水率的增加而显著降低,通常用热稳定性或水稳定性等来表示其强度变化的程度。对于优质材料,其强度随着环境条件的变化比较小;相反,对于劣质材料,其强度随着环境条件的变化则比较大。

此外,通常还要测定建筑材料的一些物理常数,如密度、堆积密度、孔隙率和空隙率等。这些物理常数是材料内部组成结构的反映,并与力学性质之间存在着一定的相依性,可以用于推断力学性质。

3. 化学性质

化学性质是材料抵抗各种周围环境对其化学作用的性能。道路与桥梁工程所用的材料,除了受到周围介质(如桥墩在工业污水中)或者其他侵蚀外,通常还受到大气因素(如气温的升降变化、日光中的紫外线、空气中的氧及湿度变化等)综合作用,容易引起建筑材料的“老化”,特别是各种有机材料(如塑料、橡胶、沥青等材料)更为显著。

4. 工艺性质

工艺性质是材料适于按照一定工艺流程进行加工的性能,例如水泥混凝土拌合物的和易性,以便制作成一定形状的构件。但是,结构特点和加工工艺不同,要求混凝土的流动性也不同。

建筑材料以上4个方面的性能是互相联系、互相影响、互相制约的,在研究材料性能时,必须把各方面的性能联系起来统一考虑。

1.2 道路材料的检验方法和技术标准

道路与桥梁建筑材料应具备的主要性能前已叙述,对于这些性能的检验,必须通过适当的测试手段来进行。

1.2.1 道路材料的一般检验方法

检验供作道路与桥梁用材料在实际结构物中的性质,通常可采用实验室内原材料性能检定、实验室内模拟结构检定以及现场修筑试验性结构物检定等方法。本课程主要着重介绍实验室内原材料性能的检定。

实验室内原材料性能的检定,与路桥工程材料应具备的性质是一致的,主要包括物理性质试验、力学性质试验、化学性质试验和工艺性质试验。

1. 物理性质试验

物理性质试验主要是测定道路桥梁用材料的物理常数,除了提供材料组成设计时用的一些原始资料外,同时因为物理常数是材料内部组成结构的反映,所以,通过物理常数的测定可以间接推断材料的力学性能。

2. 力学性能试验

目前,建筑材料的力学性质,主要是采用各种试验机测定材料静态力学性能,如材料的抗压、抗拉、抗弯、抗剪等强度。

随着基础科学的迅速发展,使得测定材料力学性能真实性已变为现实。考虑道路材料在不同温度与不同荷载作用时间条件下动态的弹-黏-塑性能,用以描述材料的真实性能。例如,沥青混合料在不同温度与不同作用时间条件下的动态劲度,以及采用特殊设备或动态三轴仪来测定在复杂应力作用下,不同频率和间歇时间的沥青混合料的疲劳强度等,使材料的力学性质与其在道路上的实际受力状态较接近,也对现代考虑黏-塑性的路面设计方法提供一定的参数。

3. 化学性质试验

建筑材料化学性质的试验,通常只作材料简单化合物(如 CaO 、 MgO)含量或有害物质含量的分析。随着科学技术和试验手段发展,目前可作某些材料(如沥青)的“组分”分析,这样可以初步地了解材料的组成与性能的关系。随着现代测试技术的发展,例如核磁共振波谱、红外光谱、X射线衍射和扫描电子显微镜等在沥

青材料分析中的应用,促进了沥青化学结构与路用性能相依性的研究,有可能从化学结构上来设计要求性能的沥青材料。

4. 工艺性质试验

现代工艺试验主要是将一些经验的指标与工艺要求联系起来,尚缺乏科学理论分析。随着流变力学、断裂力学等的发展,许多材料工艺性质的试验按照流变-断裂学理论来进行分析,并提出不同的方法,例如沥青混合料的摊铺性质采用流动性系数等指标来控制。工艺试验的理论与方法的发展可以说是日新月异。

1.2.2 道路材料质量的标准化与技术标准

用于道路与桥梁的材料及其制品,必须具有一定的技术性质,以适应道路结构物不同建筑结构与施工的要求。这些要求由国家标准或有关的技术规范规定一些技术指标,在道路设计与施工过程中,都必须按照这些指标来评价道路材料的质量。

为了保证建筑材料的质量,我国对各种建筑材料制定了专门的技术标准。这些技术标准是企业生产的产品质量是否合格的技术依据,也是供需双方对产品质量进行验收的依据。道路与桥梁工程中按标准合理地选用材料,能使结构设计、施工工艺也相应标准化,这样可以加快施工进度,确保工程质量,使材料在工程实践中具有最佳的经济效益。

目前,我国建筑材料的标准为:国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四个等级。

1. 国家标准

对需要在全国范围内统一的技术要求,应当制定国家标准,国家标准由国务院标准化行政主管部门制定。国家标准可分为强制性标准[代号为 GB,如《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB175-1999)]和推荐性标准[代号为 GB/T,如《建筑用砂》(GB/T14684-2001)]两种。

2. 行业标准

对没有国家标准而又需要在全国某行业范围内统一的技术标准,可以制定行业标准。行业标准由国务院有关行政主管部门制定,报国务院标准化行政主管部门备案。如建筑工程行业标准(代号“JGJ”)、建筑材料行业标准(代号“JC”)、交通行业标准(代号“JT”)、冶金工业行业标准(代号“YB”)等。

3. 地方标准

对没有国家标准和行业标准,又需要在省、自治区、直辖市范围内统一要求,可以制定地方标准(代号“DBJ”)。

4. 企业标准

企业生产的产品没有国家标准和行业标准,也没有地方标准的,应当制定企业标准(代号“QB”),作为组织生产的依据。

我国建筑材料标准表示方法由标准名称、部门代号、编号和批准年份四个部分组成。如国家标准《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB1499-1998)(强制性),又如国家标准《低碳钢热轧圆盘条》(GB/T701-1997)(推荐性),建工行业标准《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ55-2000)等。

采用国际标准和国外先进标准,是我国一项重要的技术经济政策,可以促进技术进步、提高产品质量、扩大对外贸易及提高我国标准化水平。国际标准大致可以分为以下几类:

1) 全世界范围统一使用的标准,可以缩写为 ISO(International Standard Organization)。

2) 国际上有影响的团体和公司的标准,如美国材料与试验学会标准,缩写为 ASTM(American Society for Testing and Materials)。

3) 区域性标准一般是指工业先进国家制定的标准,如德国的“DIN”标准、英国的“BS”标准、日本的“JIS”标准等。

1.3 道路建筑材料课程的性质、目的、任务和学习方法

道路建筑材料是高职高专道路与桥梁工程专业的技术基础课。本课程的目的为学习路桥建筑设计、结构设计和路桥施工所涉及的专业课提供建筑材料的基本知识,通过学习和试验,应能正确认识、合理选用建筑材料,并掌握建筑材料产品的检验、运输与保管的有关知识,为今后从事专业技术工作打下良好的基础。

本课程的任务是使学生获得有关建筑材料性质与应用的基本知识和必要的基本理论,并获得主要建筑材料试验的基本技能训练。

道路建筑材料是一门实践性和适用性很强的课程。本课程必须学习好其核心内容——道路建筑材料的性能和合理应用,其他内容都要围绕着这个核心来学习。建筑材料的生产工艺、组成和结构,是建筑材料性质形成的内因,在学习中必须理解。

在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建筑材料,不但要学习它们的共性,更重要的是掌握它们各自的特性。如六种常用水泥不仅有許多共性,而且也有许多特性,工程中恰恰是根据各自的特性,分别将其应用到适宜的环境中。

建筑材料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,培养科学研究能力和严谨慎重的科学态度。因此,在进行各项材料试验时,要严肃认真,一丝不苟,即使对一些操作简单的试验也应认真去做。要了解试验条件对试验结果的影响,要能对试验结果作出正确的分析和判断。

为便于学生学习各章中的基本知识,应当掌握重点内容,在每章后均有思考

题、习题,必须掌握并完成作业。

要熟悉和掌握材料的性能和应用,除学好书本上的基本内容外,还应密切联系工程施工中材料的应用情况,经常了解有关国内外建筑材料的新品种、新标准,更好地掌握和使用材料。

思 考 题

- 1.1 道路建筑材料如何进行分类?
- 1.2 道路与桥梁工程所用材料应具备哪些方面的性质?
- 1.3 道路建筑材料有哪些检验方法?
- 1.4 我国建筑材料的标准分为哪几类?
- 1.5 简述道路建筑材料课程的性质、目的、任务和学习方法。

第二章 建筑材料的基本性质

本章介绍材料的组成、结构与构造对其性质的影响,重点讲述建筑材料的物理性质和力学性质,还简单介绍了材料的装饰性和耐久性。

在道路与桥梁工程建筑结构中,建筑材料要受到各种不同的作用。如用于各种承力结构中的材料,要受到各种外力作用;而用于其他不同部位的建筑材料,又会受到风霜雨雪的作用;另外,路桥长期暴露在大气环境中,还会受到冲刷、磨损、化学侵蚀、干湿循环、生物作用、冷热交替等方面破坏作用。由此可见,道路建筑材料所受到的作用非常复杂,而且它们之间又是相互影响的。建筑材料基本性质包括:物理性质、力学性质、装饰性质和耐久性质等。

2.1 材料的组成、结构和构造

建筑材料所具有的各项性质都是由材料的组成、结构和构造等因素所决定的。为了保证建筑结构能经久耐用,就需要我们掌握建筑材料的性质,并了解它们与材料的组成、结构、构造的关系,从而科学合理地选用建筑材料。

2.1.1 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。它不仅影响着材料的化学性质,而且也是决定材料物理力学性质的重要因素。

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。当材料与外界自然环境以及各类物质相接触时,它们之间必然要按化学变化规律发生作用。如材料受到酸、碱、盐类物质的侵蚀作用,材料遇到火焰时耐燃、耐火性能,以及钢材和其他金属材料的锈蚀等都属于化学作用。

不同化学成分组成的材料其性质也不相同。如碳素钢随着含碳量的增加,其强度、硬度、可焊性、冲击韧性等将发生变化;碳素钢很容易生锈,但在碳素钢中加入铬、镍等化学成分就可生产出不锈钢。

2. 矿物组成

矿物组成是指构成材料的矿物的种类和数量。许多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织结构,相同的化学成分,不同的矿物成分,材料的性质也不尽相同。水泥因所含有的熟料矿物不同或其含量不同,则所表

现出的水泥性质就各有差异。如在硅酸盐水泥熟料中,硅酸三钙凝结硬化快、强度高,硅酸二钙凝结硬化慢、强度低。

3. 相组成

材料中具有相同物理、化学性质的均匀部分均为相。自然界中的物质可分为气相、液相和固相。建筑材料大多数是属于固相。凡由两相或两相以上物质组成的材料称为复合材料,建筑材料多数为复合材料。

复合材料的性质与材料的相组成和界面特征有密切关系。界面是指多相材料中相与相之间的分界面,在实际材料中,界面是一个薄弱区,它的成分和结构与相内是一样的,其间是不均匀的,可将其作为“界面相”来处理。因此,通过改变和控制材料的相组成,可改善和提高材料的技术性能。

2.1.2 材料的结构和构造

材料的结构和构造是决定材料性质的极其重要的因素。材料的结构可分为宏观结构、细观结构和微观结构。

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毫米级以上的粗大组织称为宏观结构。材料的宏观结构,按其孔隙特征可分为:

(1) 致密结构

致密结构可以看作无宏观层次的孔隙存在,如钢材、有色金属、玻璃、塑料、玻璃钢、致密的天然石材等。其特点是强度和硬度较高、吸水性小、抗渗性和抗冻性较好。

(2) 多孔结构

多孔结构指具有粗大孔隙的结构,如加气混凝土、泡沫混凝土、泡沫塑料及人造轻质多孔材料。其特点是强度较低、吸水性大、抗渗性和抗冻性较差、绝热性较好。

(3) 微孔结构

微孔结构是指具有微细孔隙的结构。这种微细孔隙是加入大量的拌合水而形成,如建筑石膏和普通烧黏土制品等。其特点与多孔结构材料的特点相同。

材料的宏观结构,按存在状态或构造特征可分为:

(1) 纤维结构

纤维结构是指由纤维状物质构成的材料结构,如木材、竹材、玻璃纤维增强塑料、石棉制品、GRC制品等。其特点是平行纤维方向与垂直纤维方向的各种性质具有明显差异。

(2) 层状结构

层状结构具有叠合结构,是用胶黏剂或其他方法将不同的片状或具有各向异性的片材黏合而成的层状结构,具有此类结构的材料如胶合板、纸面石膏板、各种

夹芯板等。其特点是平面各向同性,同时提高了材料的强度、硬度;综合性能好。

(3) 散粒结构

材料为松散颗粒状,如砂、石子、膨胀珍珠岩等。其特点是颗粒之间存在大量空隙,其空隙率大小主要取决于颗粒级配、颗粒形状及大小等。

(4) 堆聚结构

由集料与胶凝材料胶结而成的结构。具有这种结构的材料种类繁多,如水泥混凝土、砂浆、沥青混合料等均可属于此类结构的材料。

2. 细观结构

用光学显微镜所观察到的微米级组织结构称为细观结构,又称为亚微观结构或显微观结构。该结构主要展示材料内部晶粒、颗粒等的大小和形态;晶界或界面,孔隙与微裂纹的大小、形状及分布等。例如,可分析金属材料晶粒的粗细及其晶相组织;可分辨混凝土的粗细骨料、水泥石以及孔隙组织;可观察木材的木纤维、导管、髓线、树脂道等组织。

材料的细观结构对其力学性质、耐久性等影响很大。材料晶粒细化能提高强度,如在钢材中加入钛、钒、铌等合金元素,能细化晶粒,显著提高强度。

3. 微观结构

用电子显微镜、X射线衍射仪等手段来研究材料原子、分子级的微观组织称为微观结构,其又可分为晶体与非晶体。

(1) 晶体

材料质点(原子或分子、离子)按一定规律在空间重复排列的固体称为晶体。晶体的特点是具有固定几何外形和各向异性。晶体材料的各种物理力学性质与质点的排列方式以及质点间的结合力(化学键)有关。

根据组成晶体的质点及化学键不同,晶体可以分为:

1) 原子晶体。原子晶体是由中性原子构成的晶体。原子间以共价键来联系,其结合力较大。原子晶体的强度、硬度、熔点都较高,密度较小,如金刚石、石英、碳化硅等。

2) 离子晶体。离子晶体是由正、负离子构成的晶体。离子间靠静电引力(库仑引力)来联系一般比较稳定。离子晶体的强度、硬度、熔点都较高,但波动比较大;其部分可溶,密度中等,如氯化钙、石膏、石灰岩等。

3) 分子晶体。分子晶体是由分子构成的晶体。分子间以分子力(范德瓦耳斯力)联系,结合力较弱。分子晶体的强度、硬度、熔点均较低,大部分可溶,密度较小,如蜡及部分有机化合物。

4) 金属晶体。由金属阳离子构成的晶体。金属离子间靠金属键(库仑引力)联结。金属晶体的强度、硬度变化大,密度也大。由于金属离子具有自由运动的电子,所以金属材料(如铜、铁、铝等)以及合金具有良好的导电性和导热性。

(2) 非晶体

将熔融物迅速冷却,质点来不及按一定规律排列而凝固成的固体,称为非晶体,也称为玻璃体或无定形体。非晶体的特点是没有固定的几何外形,并且各向同性。由于急速冷却,大量化学能未释放出来,故非晶体材料具有化学不稳定性,容易与其他物质,如粒化高炉矿渣、火山灰、粉煤灰等起化学反应。

2.2 材料的物理性质

2.2.1 材料的密度、表观密度与堆积密度

1. 材料的密度

材料的密度是指材料在绝对密实状态下,单位体积的干质量,按下式计算:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2.1)$$

式中: ρ ——材料的密度(g/cm^3);

m ——材料在干燥状态下的质量(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,指不包含材料内部孔隙的实体积。除了钢材、玻璃、沥青等少数材料外,多数材料在自然状态下均含有一些孔隙。在测定有孔隙材料的密度时,先把材料磨成细粉,烘干至恒质量,然后用李氏瓶测得其实体积,用上式计算得到密度值。材料磨得越细,测得的体积越真实,得到的密度值也越精确。

2. 材料的表观密度

材料的表观密度是指材料在自然状态下,单位体积的干质量,按下式计算:

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (2.2)$$

式中: ρ_0 ——材料的表观密度(kg/m^3);

m ——材料在干燥状态下的质量(kg);

V_0 ——材料在自然状态下的体积(m^3)。

材料在自然状态下的体积,是指包括实体积和孔隙体积在内的体积。对于形状规则的材料,可直接测量其体积;对于形状不规则的材料,可用蜡封法封闭孔隙,然后再用排液法测量体积;对于混凝土用的砂石骨料,可直接用排液法测量体积,此时的体积是实体积与闭口孔隙体积之和。

材料的含水状态变化时,其质量和体积均发生变化。通常表观密度是指材料在干燥状态下的表观密度,其他含水情况应注明。

3. 材料的堆积密度

材料的堆积密度是指粒状或粉状材料在堆积状态下,单位体积的质量,按下式计算: