



全国高职高专土木工程专业系列规划教材



JIANZHU CAILIAO

◎张海梅 袁雪峰 主 编 ◎杜宏伟 郭玉起 郑德明 副主编

建筑材料

(第三版)



科学出版社
www.sciencep.com

全国高职高专土木工程专业系列规划教材

建 筑 材 料

(第三版)

张海梅	袁雪峰	主 编
杜宏伟	郭玉起	郑德明 副主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书为《全国高职高专土木工程专业系列规划教材》之一。全书共分十三章,主要介绍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、墙体与屋面材料、建筑钢材、木材、防水材料、建筑塑料、绝热材料和吸声材料、装饰材料及典型建筑材料试验内容。

本书采用最新规范和标准,突出了“绿色建材”的应用。

本书可供高教职教“土木工程”、“建筑工程”、“监理工程”、“造价工程”、“给水排水工程”等专业学生使用,也可供从事相关专业的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料/张海梅、袁雪峰主编. —3版. —北京:科学出版社,2005

(全国高职高专土木工程专业系列规划教材)

ISBN 7-03-014807-X

I. 建… II. ①张…②袁… III. 建筑材料-高等学校:技术学校-教材

IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 141700 号

责任编辑:童安齐 彭明兰/责任校对:彭明兰

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

*

2001年8月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2003年8月第 二 版 印张:19

2005年1月第 三 版 字数:365 000

2005年1月第七次印刷 印数:20 001—24 000

定价:22.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

第三版前言

本书是在《建筑材料》第二版(2003年8月)的基础上重新修订的。本书在原有内容的基础上增加了对环保材料、改性材料的介绍;采用了我国最新修订的新规范、新标准;为了更加适应高职高专培养目标的要求,增加并调整了每章的思考题和习题。

本书主要适用于高职高专“土木工程”、“建筑工程”、“监理工程”、“造价工程”、“给水排水工程”等专业,也可用于土木建筑类的其他专业。

参加本书第三版编写的人员有:张海梅(第一、四、五章和试验三),郭玉起(第二、十二章和试验一、九、十),郑德明(第三、六和试验四、五、六),袁雪峰(第七、十、十三和试验七),杜宏伟(第八、十一章和试验八),庞翠平(第九章和试验二)。张海梅对全书统稿、整编。

阎国志高级工程师审阅本书的第一、四、五、七、九、十、十三章,王志军教授审阅第二、三、六、八、十一、十二章,丁士玲高级工程师审阅建筑材料试验。

本书自第一版发行后,在修订过程中,为了及时融入我国最新修订的新规范、新标准,进行认真修改和重写,在内容更新上作了许多工作。由于时间仓促,水平有限,教材难免有不足之处,恳请读者批评指正。

第二版前言

本书为《新世纪高职高专土建类系列教材》之一。全书在编写过程中考虑到高职高专的教学要求和特点,在突出了水泥、混凝土、钢材、新型防水材料等内容的基础上,力求使教材内容更充实、精练,并能理论联系实际,重在材料的应用和选择。

本书自 2001 年出版后,已重印了几次,由于近两年国家(部)、行业、企业对材料的标准、规范进行了较大修订,为了尽快实施最新标准、规范,第二版在教材的内容,特别是材料的技术标准上,做了较大的修改。从节约能源和保护环境两方面考虑,本书突出了工程建设中常用的新材料。

参加本书第二版编写的人员有:张海梅(第一、四、五章和试验三),杜宏伟(第七、八、十一章和试验七、八),郭玉起(第二、十章和试验一、九),郑德明(第三、六、十二章和试验四、五、六),赵玲(第十三章和试验二),庞翠平(第九章和试验十)。张海梅对全书进行统稿、整编。

阎国志高级工程师审阅本书第一、四、五、九、十、十三章,王志军副教授审阅第二、三、六、七、八、十一、十二章;建筑材料试验由丁士玲高级工程师审阅。

由于水平有限,教材难免有不足之处,敬请读者批评指正。

第一版前言

随着我国职业教育的迅速发展,接受职业教育的队伍不断扩大,然而教材体系在实用性、适用性、针对性、地域性方面有待完善。基于此,我们编写了本书。

“建筑材料”课是土建类专业的一门重要的技术基础课。本书主要介绍了建筑材料的组成与构造、性质与应用、技术标准、检验方法及保管知识。通过学习,使学生能正确认识、合理选用建筑材料,并能掌握建筑材料的检验方法和运输、保管知识。全书在编写过程中考虑到高职高专的教学要求及特点,力求使教材内容充实、精练,突出重点,并能理论联系实际,文字通俗易懂,便于教学。本书按 65 学时编写。

本教材全部采用国家(部)、行业、企业颁布的最新规范和标准。凡正在修订而未颁布的规范,也尽可能予以介绍。从环境保护角度考虑,本教材对一些有害的、建设部规定严禁使用的材料不再介绍。

本书由张海梅主编,杜宏伟、郭玉起、郑德明任副主编。全书由张海梅统稿。

参加本书编写的人员有:张海梅(第一、四、五、九章和试验三)、杜宏伟(第七、八、十一章和试验七、八)、郭玉起(第二、十章和试验一、九)、郑德明(第三、六、十二章和试验四、五、六)、成维(第十三章)、刘会丽(试验二)。

阎国志高级工程师审阅本书第一、四、五、九、十、十三章,王志军副教授审阅第二、三、六、七、八、十一、十二章;本书建筑材料试验部分由邢台市建设工程质量检测中心实验室主任丁士玲工程师审阅。在编写过程中得到了邢台市建设工程质量检测中心实验室技术人员的大力支持和协助。在此一并表示感谢。

在编写过程中参阅了较多的文献资料,谨向这些文献的作者致以诚挚的谢意。由于水平有限,教材难免有不足之处,敬请读者批评指正。

《全国高职高专土木工程专业系列规划教材》

编 委 会

主任委员 沈养中

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

王志军	邓庆阳	司马玉洲	李继业
李维安	董平	童安齐	

委 员 (以姓氏笔画为序)

王长永	王振武	石静	史书阁
田云阁	付玉辉	刘正保	刘念华
李洪岐	李树枫	肖翥	张力霆
张丽华	张献奇	陈守兰	孟胜国
郝延锦	郭玉起	袁雪峰	

目 录

第三版前言

第二版前言

第一版前言

第一章 绪论	1
1.1 建筑材料的定义和分类	1
1.2 建筑材料在建设工程中的地位及其特点	1
1.3 建筑材料发展概况	2
1.4 建筑材料技术标准简介	2
1.5 建筑材料课程的性质、目的、任务和学习方法	3
第二章 建筑材料的基本性质	5
2.1 材料的组成、结构及构造对性质的影响.....	5
2.2 材料的物理性质	7
2.3 材料的力学性质.....	15
2.4 材料的装饰性.....	17
2.5 材料的耐久性.....	18
思考题	19
习 题	19
第三章 气硬性胶凝材料	20
3.1 建筑石膏.....	20
3.2 石灰.....	24
3.3 菱苦土.....	28
3.4 水玻璃.....	29
思考题	31
第四章 水泥	32
4.1 硅酸盐水泥.....	32
4.2 掺混合材料的硅酸盐水泥.....	42
4.3 其他品种水泥.....	49
思考题	53
习 题	54

第五章 混凝土	55
5.1 概述	55
5.2 普通混凝土的组成材料	56
5.3 普通混凝土的主要技术性质	66
5.4 混凝土的质量控制与强度评定	79
5.5 普通混凝土的配合比设计	82
5.6 其他品种混凝土	90
思考题	98
习 题	99
第六章 建筑砂浆	101
6.1 砂浆的组成材料	101
6.2 砂浆的主要技术性质	103
6.3 砌筑砂浆	105
6.4 其他建筑砂浆	108
思考题	113
习 题	113
第七章 墙体与屋面材料	114
7.1 砌墙砖	114
7.2 墙用砌块	123
7.3 墙用板材	127
7.4 屋面材料	135
思考题	137
习 题	138
第八章 建筑钢材	139
8.1 钢材的分类	139
8.2 钢材的性质	141
8.3 冷加工、时效及焊接	147
8.4 建筑钢材的标准与选用	148
8.5 钢材的防火保护	159
8.6 钢材的腐蚀与防止	159
思考题	161
第九章 木材	162
9.1 木材的分类和构造	162

9.2 木材的物理和力学性质	164
9.3 木材的防护	168
9.4 木材在建筑工程中的应用	169
思考题	172
第十章 防水材料	173
10.1 沥青	173
10.2 沥青防水材料	180
10.3 新型防水材料	181
思考题	196
第十一章 建筑塑料	197
11.1 塑料的组成及分类	197
11.2 塑料的性质及常用品种	199
11.3 建筑塑料制品的应用	202
思考题	205
第十二章 绝热材料和吸声材料	206
12.1 绝热材料	206
12.2 吸声材料	211
思考题	213
第十三章 装饰材料	214
13.1 装饰材料的基本要求及选用原则	214
13.2 常用的装饰材料	216
思考题	232
附录 建筑材料试验	233
试验一 材料的基本性质试验	233
试验二 石灰试验	236
试验三 水泥试验	241
试验四 混凝土用骨料试验	251
试验五 普通混凝土主要技术性能试验	260
试验六 建筑砂浆试验	266
试验七 烧结普通砖试验	270
试验八 钢筋试验	274
试验九 石油沥青试验	278
试验十 弹(塑)性体改性沥青防水卷材试验	281
参考文献	289

第一章 绪 论

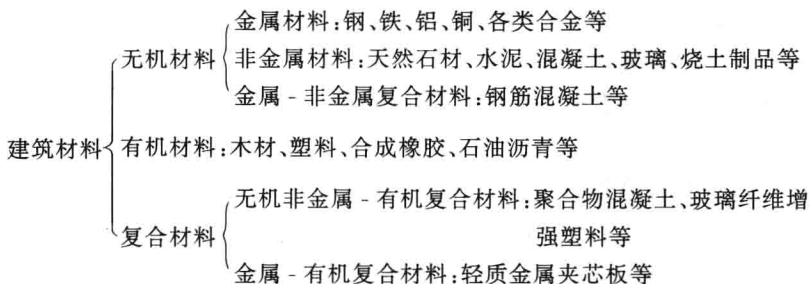
本章重点介绍建筑材料的分类和建筑材料技术标准;简要概述建筑材料在建设工程中的地位及其特点;介绍建筑材料的发展概况。

1.1 建筑材料的定义和分类

人类赖以生存的总环境中,所有构筑物或建筑物所用材料及制品统称为建筑材料,它是一切建筑工程的物质基础。本课程所讨论的建筑材料,是指用于建筑物地基、基础、地面、墙体、梁、板、柱、屋顶和建筑装饰的所有材料。

建筑材料种类繁多,为了研究、使用和叙述的方便,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,可分为无机材料、有机材料和复合材料三大类,如下所示:



(2) 按材料的使用功能,可分为结构材料和功能材料两大类:

结构材料——用作承重构件的材料,如梁、板、柱所用材料;

功能材料——所用材料在建筑上具有某些特殊功能,如防水、装饰、隔热等功能。

1.2 建筑材料在建设工程中的地位及其特点

建筑材料是一切建筑工程的物质基础。建筑材料工业推动着建筑业的发展,是国民经济的重要基础工业之一。

各种建筑物与构筑物都是在合理设计基础上由各种建筑材料建造而成的。建筑材料的品种、规格及质量都直接关系到建筑物的适用性、艺术性及耐久性,也直接关系到建筑物的工程造价。社会的发展,需要建造大量高质量的工业与民用建

筑,同时也需建造大量的水利工程、交通工程及港口工程,以适应国民经济的高速发展。这就需要大量的优质的符合工程使用环境特点的建筑材料,因此建材工业常被认为是建设工程的基础性产业。

建筑材料不仅用量大,而且常常费用高,在建筑工程总造价中,建筑材料的费用往往占 50%左右。所以,在建筑过程中能恰当地选择、合理地使用建筑材料对降低工程造价、提高投资效益有着直接意义。

大量新型建材的不断涌现,常常推动着建筑技术的革新与发展。例如烧结砖的出现,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;轻质高强材料的出现,又推动了现代建筑和高层建筑的发展;各种功能材料在建筑业中的应用,不断地为人类创造着各种舒适的生活、生产环境,并且利于节省能源。

总之,建筑材料在工程中的使用必须有以下特点:具有工程要求的使用功能;具有与使用环境条件相适应的耐久性;具有丰富的资源,满足建筑工程对材料量的需求;材料价廉。

建筑环境中,理想的建筑材料应具有轻质、高强、美观、保温、吸声、防水、防震、防火、无毒和高效节能等特点。

1.3 建筑材料发展概况

各种各样的建筑构成了人类生存的环境,反映出每一个时代的文化科学特征,成为人类物质文明的重要标志之一。

建筑材料是随着人类社会生产力及人民生活水平的提高而发展的。人类最初是“穴居巢处”,铁器时代以后有了简单的工具,开始挖土、凿石为洞,伐木为棚,利用天然材料建造非常简陋的房屋;火的利用使人类学会烧制砖、瓦及石灰,建筑材料由天然材料进入人工生产阶段。18、19 世纪,资本主义的兴起,工业的迅猛发展,交通的日益发达,钢材、水泥、混凝土及钢筋混凝土的相继问世,使建筑材料进入了一个新的发展阶段。

进入 20 世纪后,材料科学与工程学的形成和发展,使建筑材料不仅性能和质量不断改善,而且品种不断增多,一些具有特殊功能的新型建筑材料,如绝热材料、吸声隔声材料、各种装饰材料、耐热防水材料、防水防渗材料以及耐磨、耐腐蚀、防爆和防辐射材料等等不断问世。到 20 世纪后半叶,建筑材料日益向着轻质、高强、多功能方向发展。

新的世纪里,随着人类环保意识的不断加强,无毒、无公害的“绿色建材”将日益推广,人类将用更新的建筑材料来营造自己的“绿色家园”。

1.4 建筑材料技术标准简介

为实现建筑材料现代化生产的科学管理,必须对材料产品的各项技术制定统

一的执行标准。

产品标准,是为了保证产品的适用性,产品必须达到的某些或全部要求所制定的标准,一般包括产品规格、分类、技术性能、试验方法、验收规则、包装、储藏、运输等。如各种水泥、陶瓷、钢材等均有各自的产品标准。

建筑材料标准,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。建筑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,可加快施工进度,使材料在工程实践中具有最佳的经济效益。

目前我国常用的标准有如下三大类:

(1) 国家标准。

国家标准有强制性标准(代号 GB)、推荐性标准(代号 GB/T)。

(2) 行业标准。

如建筑工程行业标准(代号 JGJ),建筑材料行业标准(代号 JC),冶金工业行业标准(代号 YB),交通行业标准(代号 JT)等。

(3) 地方标准(代号 DBJ)和企业标准(代号 QB)。

标准的表示方法为:标准名称、部门代号、编号和批准年份。举例如下:

国家标准(强制性)《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB1499-1998)。

国家标准(推荐性)《低碳钢热轧圆盘条》(GB/T701-1997)。

建工行业标准《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ55-2000)。

建工行业标准《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》(JGJ95-2003)。

河北地方标准《改性石膏保温砂浆应用技术规程》[DB13/T(J)25-2000]。

对强制性国家标准,任何技术(或产品)不得低于其中规定的要求;对推荐性国家标准,表示也可执行其他标准的要求,但是推荐性标准一旦被强制标准采纳,就认为是强制性标准;地方标准或企业标准所制定的技术要求应高于国家标准。

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。

国际标准大致可分为以下几类:

(1) 世界范围统一使用的“ISO”国际标准。

(2) 国际上有影响的团体标准和公司标准。如美国材料与试验协会标准“ASTM”等。

(3) 区域性标准。是指工业先进国家的标准,如德国工业标准“DIN”、英国的“BS”标准、日本的“JIS”标准等。

1.5 建筑材料课程的性质、目的、任务和学习方法

建筑材料是高职高专土建类专业的技术基础课。本课程的目的为学习建筑设计、结构设计和建筑施工所涉及的专业课程提供建筑材料的知识,通过学习,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基础。

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,并获得主要建筑材料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。首先要着重学习好主要内容——材料的建筑性能和合理应用。其他内容都围绕这个中心来学习。材料的生产工艺、组成和结构是材料性质形成的内因,学习中必须理解。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。如六种常用水泥有许多共性,也有许多特性,工程中恰恰是根据各自的特性将其应用到适宜的环境中。

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缜密的科学态度。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。

每章末的思考题、习题,概括了每章材料的理论知识和实践应用,必须掌握并完成作业。

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施工中材料的应用情况,经常了解有关建筑材料新品种、新标准,更好掌握和使用材料。

第二章 建筑材料的基本性质

本章讨论了材料的组成、结构和构造对性质的影响;重点讲述了材料的物理性质和力学性质;介绍了材料的装饰性和材料的耐久性。

建筑材料在土木工程中,承受着各种不同的作用,因而要求材料具有相应的不同性质。例如结构材料应具有良好的力学性能;防水材料应具有抗渗防水性能;墙体材料应具有隔热保温、吸声隔音性能。另外,建筑材料还经常受到风吹、雨淋、日晒、冰冻等各种外界因素的影响,故建筑材料还应具有良好的耐久性。

建筑材料的基本性质包括物理性质、化学性质、力学性质、耐久性质、装饰性质等,本章讨论材料基本的共性,材料的特性在有关章节中讨论。

2.1 材料的组成、结构及构造对性质的影响

2.1.1 材料的组成

材料的组成包括化学组成和矿物组成。它是决定材料各种性质的重要因素。

1. 化学组成

化学组成是指构成材料的化学成分。不同化学成分组成的材料其性质不同。如碳素钢随含碳量的增加,其强度、硬度、冲击韧性将发生变化;碳素钢容易生锈,在钢中加入铬、镍等化学成分就生产出不锈钢。

2. 矿物组成

许多无机非金属材料是由各种矿物组成的。矿物是具有一定化学成分和结构特征的单体和化合物。某些建筑材料(如天然石材、无机胶凝材料等),其矿物组成是决定其材料性质的主要因素。水泥因所含的熟料矿物不同或其含量不同,表现出的水泥性质就不同。例如在硅酸盐水泥熟料中,熟料矿物硅酸三钙含量高时凝结硬化快、强度高。

2.1.2 材料的结构和构造

材料的结构可分为宏观结构、细观结构和微观结构。它是决定材料各种性质的最重要因素。

1. 宏观结构(构造)

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。材料的宏观结构可分为下列几种类型:

(1) 致密结构。

材料的内部基本上无孔隙。这类材料如钢材、有色金属、玻璃、塑料、致密的天然石材等。

(2) 多孔结构。

材料的内部具有粗大孔隙。这类材料如加气混凝土、泡沫混凝土、泡沫塑料及人造轻质材料等。

(3) 微孔结构。

材料的内部具有微细孔隙,这种微细孔隙是加入大量的拌合水而形成的。这类材料如普通烧结砖、建筑石膏制品等。

(4) 纤维结构。

材料的内部组织具有方向性。这类材料如木材、竹材、玻璃纤维增强塑料、石棉制品等。

(5) 片状或层状结构。

具有叠合结构,是用胶粘剂或其他方法将不同的片材或具有各向异性的片材粘合而成层状结构。这类材料如胶合板、纸面石膏板、各种夹心板等。

(6) 散粒结构。

材料为松散颗粒状。这类材料如砂子、石子、膨胀珍珠岩等。

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。该结构主要研究材料内部的晶粒、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金相组织;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。材料的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的材料原子、分子级的微观组织称为微观结构。该结构可分为晶体与非晶体。

(1) 晶体。

材料的质点(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,且各向异性。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。

晶体按化学键可分为:

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

2) 离子晶体: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,但波动较大;部分可溶,密度中等,如氯化钙、石膏、石灰岩等。

3) 分子晶体:由分子构成的晶体。分子间以分子力(范德瓦耳斯力)来联系,键合力较弱。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:由金属阳离子构成金属晶体。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,故金属材料如铁、钢、铝、铜及其合金具有良好的导热性和导电性。

在晶体材料如石棉、石英、滑石中,仅有一种结合键的情况较少,大多数是由两种或两种以上的结合键组成的复杂晶体材料。

(2) 非晶体。

将具有一定化学成分的熔融物质迅速冷却,质点来不及按一定规律排列而凝固成的固体,称为非晶体,也称玻璃体或无定形体。非晶体的特点是没有固定的几何外形,且各向同性,由于急速冷却,大量的化学能未释放出来,所以非晶体材料具有化学不稳定性,容易与其他物质起化学反应。如粒化高炉矿渣、火山灰、炉渣能与石灰在有水的条件下起硬化作用,而被利用作建筑材料。非晶体在烧土制品或某些天然岩石中,起着胶粘剂的作用。

2.2 材料的物理性质

2.2.1 密度、表观密度与堆积密度

1. 密度

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 ——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,是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,绝大多数材料在自然状态下含有一些孔隙。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