

装 饰 装 修 材 料

主 编 赵方冉

副主编 王晓东 单承黎

中 国 建 材 工 业 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

装饰装修材料/赵方冉主编. —北京:中国建材工业

出版社, 2002. 6

ISBN 7-80159-192-5

I. 装… II. 赵… III. 材料 IV. TU56

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 032447 号

内 容 提 要

本书主要介绍与建筑装饰装修材料有关的知识,全书共分三部分。第一部分(第一章、第二章、第四章)介绍了与建筑装饰装修材料有关的基本理论和基础知识,主要为从事建筑装饰装修设计、施工、监理和新产品开发提供理论基础;第二部分(第三章)主要介绍了普通建筑装修的基本材料,包括墙体材料、石灰、石膏、水泥、各种混凝土及砂浆、防水材料、保温与隔音材料、门窗等。主要是使刚刚开始从事建筑行业的人员掌握基本材料的应用。第三部分(第五章~第十一章)分别介绍了目前装饰工程中常用的金属、石材、陶瓷、玻璃、木材、有机合成材料、装饰织物等现代装饰材料的构成、性能、特点、标准与应用。本书注重理论与实践方面的结合,主要是为各层次建筑装饰工程专业教育提供培训教材,也是从事建筑装饰装修工程的设计施工技术人员在选材、使用和质量验收等方面的有效参考书。

装 饰 装 修 材 料

赵方冉 主编

*

中国建材工业出版社

(北京三里河路 11 号 邮编 100831)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

北京丽源印刷厂印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 16.75 字数: 384 千字

2002 年 8 月第一版 2002 年 8 月第一次印刷

印数: 1~3 000 册 定价: 25.00 元

ISBN 7-80159-192-5/TU·093

高等教育建筑装饰装修专业系列教材

编委会成员

主任委员：杨金铎 许炳权

副主任委员：苏幼坡 赵方冉

委员：(按姓氏笔画为序排列)

孔俊婷 史三元 许炳权 刘天适

任彬彬 苏幼坡 杨金铎 陈恒超

赵方冉 郭永亮 魏广龙

《装饰装修材料》编写人员

主编：赵方冉

主审：许炳权 梁淑霞

编写人员：王晓东 单承黎 赵方冉

前 言

建筑装饰装修行业作为一个新兴的独立行业，正在迅猛地发展。据统计，截止 2000 年底，装饰装修行业的产值占建筑工程行业总产值的比重已从 3% 提高到 48%，从业人员由最初的几万人发展到 600 多万人，年产值已达 2 000 亿元，其中家庭装修年产值已达 980 亿元。从事装饰装修的企业有 20 万家。预计“十五”期间，建筑装饰装修的年产值将从 2 000 亿元达到 3 000 亿元。从业人员将达到 1 000 万人。“十五”期间对装饰装修技术要求要达到能承担“五星级宾馆”装修的水平；装饰装修材料国产化将达到 80%， “绿色环保建材”将占领 65% 的市场销售额。

面对建筑装饰装修行业的迅猛发展，人才的培养是关键，目前现有的技术力量，远远不能适应新形势的需要。据统计，目前从事装饰装修行业的技术人员不足 1 万人（其中 80% 为美术、建筑学转行），全国设有装饰装修专业的学校（大学、中专、高职）有 300 多所，大学毕业生年均不足几千人，这和发展行业规模极不相称。人才培养严重不足和滞后，特别是加入世贸组织后竞争形势的严峻，要求我们必须多层次多渠道迅速地培养各级装饰装修专业人才（从技术工人到高级技术人员）。

为贯彻党中央、国务院和教育部“关于深化教育改革，全面推进素质教育”的决定，满足培养建筑装饰装修行业对人才的需要，我们组成有教学经验和多年从事装修工程的技术人员参加的编写组，编写了高等教育建筑装饰装修专业系列教材。它们是《装饰装修材料》、《装饰装修施工组织设计》、《装饰装修工程项目管理》、《装饰装修工程概预算》、《装饰装修构造》、《装饰装修工程施工技术》。这套系列教材可以满足大专、高职等各类学校装饰装修专业及高级岗位培训的教学用书。同时，也可以作为有关技术人员的首选参考书。

本教材编写的特点是：

1. 严格按照国家规定的教学大纲、学时分配要求；吸取实际工程中的经验与先进的技术。
2. 着眼点放在学生对基础知识的掌握和能力的培养上，让学生能在日后的实际工作中去发挥、去扩展。
3. 不追求新、奇、特；一些不够成熟的内容，未经工程考验的内容暂不编入，或只作简单的介绍。

4. 按教学中循序渐进、由浅入深的原则进行教材内容的组织与编写,把关键的核心内容交给学生,使学生能举一反三。

5. 注意今后建材发展的方向,将最新的建材信息和国家对“环保工程”的要求进行介绍,让学生了解今后建筑装饰装修行业的发展前景。

6. 为了满足更多学生的使用,在内容上还考虑了电大、高职、夜大、函授等教育的教学和自学要求。

本书力求反映当代最新的材料及其应用技术,但是随着经济的不断发展和科学技术的不断进步,建筑装饰装修材料的发展日新月异,为提高读者对新材料的掌握能力,本书注重了基础理论和基本知识的介绍,使读者能在以后的实际工作中遇到新的材料后能够根据基本知识来分析研究材料的性能与应用。

本书的主要编写人员有赵方冉(第一章~第三章、第六章)、王晓东(第七章~第九章、第十一章)、单承黎(第四章、第五章、第十章)。全书经许炳权、栾淑霞老师的精心审阅,并提出了宝贵的修改意见。

本书编写时间仓促,疏漏和不当之处敬请各界同仁指正。

高等教育建筑装饰装修专业
系列教材编写组
2002年6月

目 录

第一章 绪论	(1)
第二章 材料在装饰装修工程中的性能表现	(7)
第一节 材料的结构与物理状态	(7)
第二节 材料与水有关的物理性质	(11)
第三节 材料的热物理性质	(14)
第四节 材料的力学性质	(18)
第五节 材料的声学性质	(22)
第六节 材料的光学性与装饰性	(23)
第七节 材料的化学性质	(26)
第八节 材料的耐久性	(27)
第三章 建筑装修用基本材料	(29)
第一节 建筑墙体材料	(29)
第二节 气硬性无机胶凝材料	(39)
第三节 水泥	(45)
第四节 水泥混凝土	(56)
第五节 特种混凝土	(73)
第六节 建筑砂浆	(79)
第七节 建筑门窗	(84)
第八节 建筑防水材料	(87)
第九节 建筑保温材料	(91)
第十节 骨架材料	(94)
第四章 建筑装饰装修材料的基本知识	(100)
第一节 建筑装饰装修材料的选用原则	(100)
第二节 建筑饰面材料的功能与选用	(102)
第五章 金属装饰材料	(114)
第一节 建筑装饰用钢材及其制品	(114)
第二节 建筑用铝材及铝合金	(120)
第三节 铜及铜合金	(129)
第六章 装饰石材	(132)
第一节 岩石的形成与分类	(132)
第二节 工程砌筑石材	(133)
第三节 常用装饰石材	(135)
第四节 人造装饰石材	(139)

第七章 陶瓷装饰材料	(142)
第一节 陶瓷的基本知识	(142)
第二节 陶瓷饰面墙地砖	(147)
第三节 新型及特种陶瓷面砖	(154)
第四节 其它陶瓷装饰制品	(157)
第八章 玻璃装饰材料	(158)
第一节 玻璃材料基本知识	(158)
第二节 平板玻璃	(162)
第三节 特种安全玻璃	(168)
第四节 其它玻璃制品	(174)
第九章 木材	(178)
第一节 概述	(178)
第二节 木材的性质	(181)
第三节 木材综合应用	(183)
第四节 木装饰应用	(188)
第十章 有机装饰材料	(192)
第一节 建筑塑料	(192)
第二节 建筑涂料	(207)
第三节 胶粘剂	(228)
第十一章 装饰织物	(242)
第一节 织物	(242)
第二节 地毯	(244)
第三节 织物壁布与壁纸	(250)
第十二章 新型装饰材料简介	(251)
第一节 新型柱饰面材料	(251)
第二节 新型地面与屋面装饰材料	(254)
第三节 环境对装饰装修材料的质量要求	(256)
参考文献	(257)

第一章 绪 论

任何建筑物都是用材料、按一定的要求构筑而成的。建筑工程离不开材料，材料是构成建筑物的物质基础，也是建筑工程的质量基础。在建筑工程中，从材料的选择、生产、使用、检验评定，到材料的贮运、保管等，任何环节的失误都可能对工程质量造成影响。对于装饰装修工程来说。材料对工程质量起着决定性的作用，有关装饰装修材料的知识是进行装饰装修设计、施工和质量验收所必备的基本知识。

一、装饰装修材料在建筑工程中的作用

人们通常在建筑装饰装修工程中十分重视其外观效果，也就是通常所说的装饰效果。实际上装饰装修具有更广泛的内涵，新建的建筑物在主体结构形成后的各种现场安装与作业，已有建筑物的各种维修等几乎均为装饰装修施工，甚至包括建筑结构的加固、修补和保护。由此来看，建筑装饰装修工作的内容十分广泛，在整个建筑工程的施工和维修管理中也处于十分重要的地位。

在各种建筑工程中，装饰装修是重要的分项工程，也是整个工程中的最终工序。从根本上来说，装饰装修的质量既决定了建筑物的外观效果，也决定了建筑物各部位的使用功能。而且，有些部位的装饰装修还对工程主体结构具有重要的保护作用、对建筑物的使用寿命有重要影响。

建筑装饰和装修是技术与艺术结合的过程，这种结合在很大程度上取决于材料的选择与使用是否正确合理。工程中的装饰装修都是利用材料的性能来达到某些效果，所以，装饰与装修的效果与材料的优化选择和正确使用有密切的关系。在充分发挥材料技术特性的同时，利用材料色彩、质感、线形、形状以及各种材料在空间的协调组合，可以获得各种良好艺术效果与技术效果。

在建筑装饰与装修工程中，工程技术人员离不开材料，只有准确熟练地掌握有关装饰装修材料的知识，才能正确地选择和使用这些材料。此外，掌握好有关建筑材料的知识，对于打好专业基础，提高理论水平和实际工作能力至关重要。因此，与材料有关的知识是从事建筑装饰装修工程专业必须掌握的重要基础知识。

二、装饰装修工程对材料要求的特点

建筑装饰工程对材料的要求体现在多个方面，首先，各种建筑物必须性能可靠，满足人们对使用功能的要求，要求材料必须具备良好的物理性能及使用功能；其次，要求建筑物必须有漂亮的外观，这就要求材料具有良好的装饰功能。

不同的建筑物或建筑物不同部位的装饰与装修，对材料性能的要求千差万别，同时

要满足工程的多种技术指标要求。就建筑装饰与装修效果的要求来说,建筑装饰除了满足外观要求的装饰效果外,根据部位不同还要求具有不同的使用功能。有的部位需要有可靠的防水、防潮效果;有的部位需要优良的保温或隔声性能;而有的部位则要求有良好的采光效果;还有的部位要求某些特殊的效果。为满足这些要求必须采用相应的建筑材料,因此,建筑装饰与装修中就离不开装饰材料、防水材料、保温隔声材料、采光材料以及其他特种功能材料。为此,必须较全面地掌握其性能,以便在工程实际中正确地选择与使用好这些材料,防止片面追求个别指标而影响材料整体性能的发挥,在达到经济合理的条件下,满足工程对材料的各种不同要求。

装饰装修工程的主要特点之一就是它受环境的影响更大,其中除了在环境艺术效果协调方面的要求外,其他环境因素对装饰材料的影响也会产生某些效果(如受冻、干湿循环、大气与阳光的作用、特殊环境对表面材料的影响等)。为适应这些环境,在选择与使用装饰材料时就必须考虑环境条件对这些材料性能的影响。此外,建筑装饰与装修还担负着建筑节能、改善生活环境的责任,其材料的选择与应用涉及到多方面的问题。

在工程实际中,装饰装修材料多依附于建筑结构,这些材料与结构材料间必须相互匹配与协调,通常要求它们具有功能互补的作用。有时需要利用结构材料兼具装饰装修的功能,以便获得更好的耐久性效果和经济效果。因此,装修材料与结构材料仍具有密切的联系,在学习装修材料知识的同时,也必须掌握有关结构材料的知识。

装饰装修工程中材料所占的成本比重很大,往往超过 70% 以上,能否经济合理地选择与使用材料,充分发挥材料的各种功能,对于降低工程成本影响很大。

随着科学技术的不断进步和人们生活水平的不断提高,人们对建筑物在功能与外观上的要求越来越高,使得装饰装修技术与材料的更新速度更快。为此,从事该行业的技术人员必须适应这种变化,不断更新自己的知识。

三、建筑装饰装修材料的分类

建筑装饰与装修材料几乎遍布建筑物的各个部位,它们对建筑的各种功能起着关键的作用,往往决定建筑物使用性能的优劣。建筑工程的不同部位对装饰装修材料具有不同的功能要求。通常根据其所在建筑的部位与所起的作用划分为以下几类,见图 1-1。

除上述材料外,还有卫生材料、采光材料、防火材料、隔音或吸音材料、建筑设备、卫生洁具、家具与饰品、建筑五金与电料等装饰与装修材料。

就目前装饰装修中所采用的材料具体品种来说,现代建筑装饰装修工程中,传统石材、砖瓦、木材等仍然广泛应用;许多当代建筑材料更起着重要的作用,例如各种水泥、混凝土、钢筋混凝土、金属材料等,满足了装修工程的各种要求;在当代建筑材料的发展中,新型装饰与装修材料的发展最为迅速,除了合金、陶瓷、玻璃等传统装饰材料不断更新发展外,各种有机合成材料、复合功能材料等也在不断涌现。种类繁多的装饰装修建筑材料,使得当代建筑装饰工程特色鲜明、艺术风格各异。

本书主要根据装饰与装修工程的特点,重点介绍了装修工程中材料的性能表现和常用的主要材料。其中主要介绍这些材料的基本性质、性能参数、使用要求、技术标准、品种、规格、等级及应用等,为在工程中选择与使用这些材料提供参考和依据。

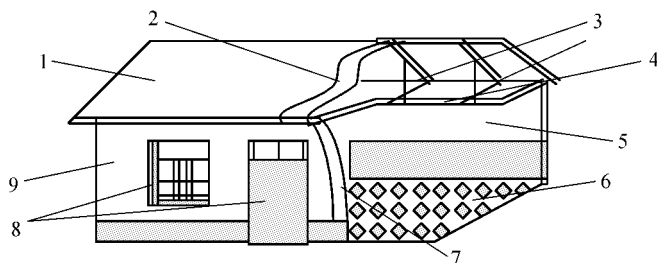


图 1-1 装饰与装修材料示例图

1—屋面防水材料；2—屋面保温材料；3—屋顶骨架材料；4—顶棚板材；5—室内墙面装饰材料；
6—地面装饰材料；7—墙体或隔断材料；8—门窗材料；9—室外装饰材料

四、建筑装饰装修材料的发展

建筑物的装饰与装修古来就有，它关系建筑物外观与使用功能，几乎各种建筑物和构筑物都需要装饰与装修。这些装饰与装修的水平在很大程度上依赖于所使用的材料，即使是简单的表面粉刷或抹灰，对材料也有较严格的要求。

近三十年来，随着科学技术的进步和人们生活水平的提高，随着现代材料与加工技术的发展，不断使各种材料花样翻新地加工成为建筑装饰装修中所需要的各种材料，许多其他行业的产品也创造性地发展成了装饰装修材料。因此，新的装饰建筑材料不断涌现，种类繁多的装饰材料为建筑物的新、奇、美、全提供了物质条件，也使装饰装修的风格与特点日趋鲜明。

目前装饰装修材料的花样繁多、品种齐全、技术性能日趋完善、档次显著提高。这些发展使得建筑物装饰装修的档次越来越高、性能越来越好、装饰效果不断完善，建筑装饰市场一派兴旺。建筑装饰与装修的发展也促进了新材料的开发与生产，使人们对装饰装修材料的发展充满了信心。

建筑是时代的象征，与 20 世纪相比，21 世纪的建筑将会有很大的变化。未来建筑的变化仍将主要体现在建筑设计、材料、结构和施工技术等方面，其中变化最大的可能是建筑材料。因为，建筑材料除了要适应上述其他方面进步的要求之外，还受到材料资源的限制、社会需求和材料科学技术进步的影响。上述因素的变化将会使建筑材料不断地更新换代，层出不穷地产生新型建筑材料。

新型建筑材料是指与已经长期使用的传统材料有很大差别的建筑材料，这种差别主要体现在材料的组成、结构、性能或用途等方面。就目前而言，建筑装饰装修材料正处于更新换代的高峰时期，因此，目前的新型建筑材料也主要集中在这些方面。

尽管许多新型建筑装饰装修材料在某些方面要优于传统材料，但是，其中有些难以经受住长时间的实践考验，它们很快还会被更新的材料所取代。因此，新型建筑装饰装修材料往往具有更新换代快的特点。从新型建筑装饰装修材料本身性能来看，它还具有科技含量高、综合性能更为优良的特点；从材料来源来看，新型建筑装饰装修材料正逐渐向环保化、再生化方向发展。

展望未来装饰与装修材料的发展，具有如下发展趋势：

1. 建筑装饰装修材料的更新换代速度将会更快；
2. 社会装饰装修水平的提高将需要更多的高档次装饰材料；
3. 随着人们对生活新、奇、美的追求，新外观、新性能、新技术、多功能的装饰装修材料将不断涌现；
4. 人们对健康环境的追求，也会对绿色建筑材料情有独钟，使得绿色装饰装修材料的应用更为广泛。其趋势必然按照可持续发展战略走向“环保化”、“生态化”。

五、建筑装饰装修材料的环保化

材料开发与应用的不断发展为人类生活与工程建设的不断发展奠定了物质基础，使其在社会发展中的作用也越来越重要。但是材料生产与使用中对能源、资源的消耗和环境的破坏，已使人类付出了沉重的代价，目前已威胁到人类未来的生存。为此，在1988年的国际材料科学研究会上首次提出了“绿色材料”的概念。1992年在里约热内卢“世界环境与发展大会”上通过的“21世纪议程”宣言中，确立了“可持续发展”的战略方针，制定了未来工业循环再生、协调共生、持续自然的发展原则。近年来，依据上述原则，我国建筑工程界也对于建筑材料的发展提出了“环保建材”的概念，国家也制定了研究、开发、生产和使用绿色建筑材料的鼓励政策，为环保建材的发展创造了良好的环境。为保证工程具有优良的使用功能，避免建筑材料发展对人类生存环境造成损害，并能源源不断地为工程建设提供质量可靠的材料，发展绿色建筑材料，特别是绿色装饰装修材料将是未来建材行业发展不变的主题。

从不同的角度理解，“环保建材”可称为生态型建材、环保型建材与健康型建材等。其基本含义应是：不用或少用自然资源（利用工业废料或工农业副产品）、采用清洁无污染的生产技术生产的、有利于环保和人体健康的材料所生产出的可再生的建筑材料。

环保建材具有如下特征：

1. 能够最大限度地综合利用自然资源，最好以废料、废渣、废弃物为主要原料；
2. 采用的生产技术和工艺低能耗、无污染，有利于保护环境和维护生态平衡；
3. 产品应有利于人体的健康；
4. 产品应具有高性能和多功能的特点，有利于建筑物使用与维护中的节能；
5. 产品应可循环再利用，建（构）筑物拆除后不会造成二次污染。

早在“环保建材”这一概念正式提出之前，许多发达国家已经十分重视发展具有环保建材特征的建筑材料。世界“环发”大会后，各发达国家又制定了一系列鼓励和扶持环保建材、限制非环保建材生产和使用的政策法规。使这些国家的环保建材工业发展十分迅速，利用环保建材建成的建（构）筑物也越来越多。

近几年来，我国政府在发展环保建材方面也制定了一些鼓励政策，并对水性涂料等部分建材产品进行了环境标志认证，部分地区已开始制定相应的环保建材标准，拉开了我国环保建材工业的序幕。与其他发展中国家一样，由于经济发展的需要和我国的国情特点，非环保建材工业的发展也十分迅速。目前我国的水泥工业、黏土砖生产、玻璃与陶瓷的产量和发展速度令人担忧，它们对能源与资源的消耗及对环境的污染，已影响到

了我们生存的环境，并会严重影响未来工业的可持续发展。因此，在我国发展环保建材将是一项更为迫切、而且十分艰巨的任务。依靠科技进步，大力发展环保建材是相关行业全体同仁义不容辞的责任。

目前，我国大规模发展环保建材的技术还不十分完善，为此国家除制定了发展环保建材的鼓励政策外，重点是限制一些浪费资源及能源和污染环境十分严重的非环保建材的发展。例如削减了一大批黏土砖、小水泥、小玻璃等企业，其中许多企业已开始转产环保建材或准环保建材，这为我国的环保建材工业起步奠定了一定的基础。目前我国已开发和正在开发的环保建材和准环保建材主要有如下几种：

1. 利用废渣类为原料生产的建材

此类建材主要是以粉煤灰、煤矸石、尾矿、废砂、废渣、建筑垃圾、生活垃圾等为原料生产的砖、砌块、板材及胶凝材料等。这些产品的特点是节能利废，但其多数的性能尚未达到优良的性能指标，有些还因为加工成本过高而难与传统建材竞争。因此，必须依靠科技进步，继续研究、开发更为成熟的生产技术，使这类产品无论是在成本方面，还是在性能方面具有与传统建筑材料同等的竞争能力，才能真正大规模生产和应用环保建材。

2. 利用化学石膏生产的建材产品

以磷石膏、氟石膏或其他工业废石膏为原料代替天然石膏，利用先进的生产工艺和技术可生产各种建筑墙体材料与保温材料。这些产品具有与天然石膏产品相似的优良性能，开辟了石膏建材的新来源；此类产品消除了化工废石膏对环境的污染，符合可持续发展的要求。只要在生产中不会对环境产生明显的污染，此类产品应属于环保建材。

3. 以废弃的有机物生产的建材产品

以废塑料、废橡胶及废沥青等可生产多种建筑装饰或保温材料，如防水材料、保温材料、装饰涂料及其他室外工程材料。这些再生材料消除了有机废物可能对环境的污染，还节约了石油等资源，在资源可持续发展方面符合环保建材的基本要求。

4. 各种代木材料

现有大部分人造木材多以农林副产品或工业废料为原料，还可开发以其他废料为原料的代木产品。这些代木产品主要是在生产和使用中不危害人的健康，利用高新技术使其成本和能耗降低，是未来环保建材的主要发展方向。

目前这类材料有利用稻草或其他植物秸秆为主要原料生产的稻草板、水泥蒸压草板、植物纤维水泥板、麦秸（碎料）板、稻壳板、蔗渣板、棉杆板等。

5. 以来源广泛的地方材料为原料，利用高科技生产的低成本健康建材

目前，沥青、塑料、各种树脂等有机高分子材料应用十分普遍，它们除了大量消耗自然资源外，多数还会产生挥发性有机物，造成对大气的污染。因此，为保护环境应限制这些材料的大量使用，特别是以有机物为溶剂的材料应尽快淘汰，用对环境无污染的水性材料取代。水是自然环境中存在最普遍和廉价的材料，它在生产和使用中的挥发不会污染环境，所以，环保建材的生产和使用中一般都以水为溶剂。如发展各种水乳型胶结材料或涂料等，取代传统的溶剂型有机材料。

各地区都可能有资源丰富的地方材料，根据这些地方材料的性质和特点，利用现代

科学技术，可以生产各种性能良好的健康建材。如某些人造石材、水性涂料、某些复合材料等也是环保建材的发展方向。

6. 利用高科技开发的节能型建材或改善环境的建材

随着材料技术（特别是纳米技术）、生物技术等科学技术的不断进步，具有各种功能的建筑材料将不断涌现。如以太阳能玻璃、太阳能陶瓷、太阳能金属、太阳能塑料等材料所生产的建筑材料，能使建筑材料在使用中不断收集能源，将为满足人类对能源需求做出贡献。

利用高科技开发的新型智能建筑材料，除了可为人类提供舒适的生存环境外、还可能调节大气环境（降低污染、调节湿度、改善采光条件或色彩等）、减少建筑物对大自然的危害。

第二章 材料在装饰装修工程中的性能表现

建筑装饰材料在工程中所起的作用，从根本上讲就是材料性质在工程中的具体表现。选择、应用、分析和评价材料，也都以其性质为依据，使用材料，就必须掌握其性质。本章所指的材料基本性质，是指材料处于不同的使用条件和使用环境时，通常必须考虑的最基本的、共有的性质。材料处于建（构）筑物的部位不同、使用环境不同、人们对材料的使用功能需求不同，所起的作用可能不同，要求材料应具备的性质也就有所不同，因此对不同种类的材料，应考虑的基本性质通常不尽相同。本章介绍的内容就是在不同的使用环境下，各种建筑材料的基本性能表现，特别是与装饰装修关系密切的性质。通过掌握这些性质的涵义、了解影响这些性质的因素、认识它们彼此间的关系，我们就可以联系工程实际中的应用，去加深理解、研究和应用这些性质。

第一节 材料的结构与物理状态

一、材料的结构

我们知道世界上的所有物质都是由很小的粒子（原子或分子）构成的。材料在微观状态下的粒子间相互结合的方式称为材料的微观结构，微观结构是区别材料最根本的依据，也是决定材料化学性质的基本因素。构成微观结构的要素是微观粒子和粒子间的结合能力（也称化学键）。

在亚微观状态下，构成材料的分子团或微晶体之间的联结方式称为材料的亚微观结构。决定材料亚微观结构的特征因素是亚微观粒子的性质及其相互间的结合方式。材料的力学性、物理性、电学性等多取决于亚微观结构形态。

在宏观状态下，人们可以直接看到的组织结构称为宏观结构，它是指构成材料的宏观元素间相互组合与结合的方式。这些方式不仅决定材料的外观（表面组织或质感），而且还能影响材料的物理力学性能，特别是对材料的建筑性质有重要影响。

材料在宏观状态下的结构形式有多种，其外观示例见图 2-1。

二、材料的基本物理性质与相关参数

1. 材料的体积与质量

体积是物体占有的空间尺寸。由于材料的物理状态不同，同一种材料可以表现出不同的体积。它包括材料的绝对密实体积（ V ）、表观体积（ V_0 ）和堆积体积（ V' ）。

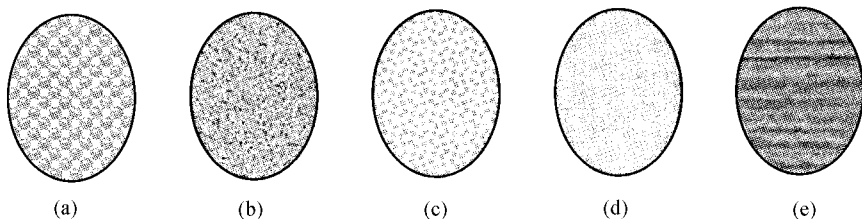


图 2-1 材料的宏观结构示例图

(a) 散粒状结构 (b) 堆聚结构 (c) 多孔结构 (d) 纤维结构 (e) 层状结构

材料的绝对密实体积 (V) 是指材料内部没有孔隙时的体积, 也就是不包括内部孔隙的材料体积。材料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, 只有玻璃等材料可以近似地直接测定其密实体积。

材料的表观体积 (V_0) 是指整体材料的外观体积, 它包括材料的内部孔隙。外形规则材料的表观体积, 可以直接用尺度量后计算求得; 外形不规则材料的表观体积, 必须用排水法或排油法测定。

材料的堆积体积 (V') 是指散粒状材料堆积状态下的总体外观体积。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。

体积的度量单位通常以立方厘米 (cm^3) 或立方米 (m^3) 表示。

材料的质量 (M) 是指材料内所含物质的多少, 其单位是 g 或 kg 。实际工程中常以重量多少来衡量质量的大小, 但二者有根本的区别。重量是指地球对材料吸引力大小的度量, 它所指的是力。物质越多, 其重量就越大。

2. 材料的密度

材料的密度包括绝对密度 (ρ)、表观密度 (ρ_0) 和堆积密度 (ρ')。

材料的绝对密度是指材料所具有的质量 (M) 与其绝对密实体积 (V) 之比。

材料的密度通常以 ρ 表示, 其计算公式为:

$$\rho = M/V$$

式中 ρ ——材料的密度, g/cm^3 ;

M ——材料的质量, g ;

V ——材料的绝对密实体积, cm^3 。

建筑材料中多含有内部孔隙, 除钢材、玻璃及沥青等外, 绝大多数材料不能直接测定其密度 (必要时须将材料磨成细粉后测定)。因为材料的密度仅由其微观结构和组成所决定, 与其所处的环境或状态无关。所以, 只要预先测得某些材料的密度并归纳成表格, 要想知道某材料的密度只需查表即可。建筑工程常用材料的密度见表 2-1。

表观密度 (ρ_0) 是指材料所具有的质量 (M) 与其表观体积 (V_0) 之比。其度量单位是 kg/m^3 , 计算公式为:

$$\rho_0 = M/V_0$$

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

因为大多数材料的表观体积 V_0 中包含有内部孔隙, 其孔隙的多少、孔隙中是否含有水、以及含水的多少, 都可能影响其总质量 (有时还影响其表观体积)。因此, 材料的表观密度除了与其微观结构和组成有关外, 还与其内部构成状态及含水状态有关。同一种材料在不同的状态或环境下, 表观密度的大小可能不同, 但一般都在某一范围以内 (建筑工程常用材料的表观密度见表 2-1)。

材料的堆积密度 (ρ') 是指材料所具有的质量 (M) 与其堆积体积 (V') 之比。其度量单位是 kg/m^3 , 计算公式为:

$$\rho' = M / V'$$

式中 ρ' ——材料的堆积密度, kg/m^3 ;
 M ——材料的质量, kg ;
 V' ——材料的堆积体积, m^3 。

散粒状堆积材料的堆积体积 V' 中, 既包括了材料颗粒内部的孔隙, 也包括了颗粒间的空隙; 除了颗粒内孔隙的多少及其含水多少外, 颗粒间空隙的大小也影响堆积体积的大小。因此, 材料的堆积密度与散粒状材料自然堆积时的颗粒间空隙, 颗粒内部结构、含水状态, 颗粒间被压实的程度等因素有关 (建筑工程常用材料的堆积密度见表 2-1)。

表 2-1 建筑常用材料的密度、表观密度、堆积密度

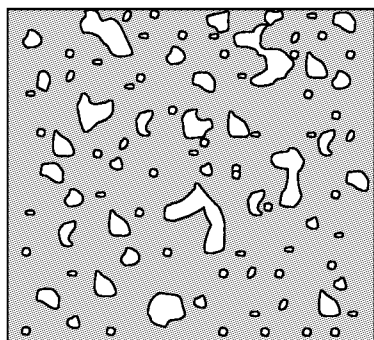
材料名称	密度 (g/cm^3)	表观密度 (kg/cm^3)	堆积密度 (kg/cm^3)
钢材	7.85	7 800~7 850	—
石灰石 (碎石)	2.48~2.76	2 300~2 700	1 400~1 700
砂	2.5~2.6	—	1 500~1 700
水泥	2.8~3.1	—	1 600~1 800
粉煤灰 (气干)	1.95~2.40	—	550~800
烧结普通砖	2.6~2.7	1 600~1 900	—
普通水泥混凝土	—	2 000~2 800 (常取 2 500)	—
红松木	1.55~1.60	400~600	—
普通玻璃	2.45~2.55	2 450~2 550	—
铝合金	2.7~2.9	2 700~2 900	—

3. 材料的内部孔隙结构

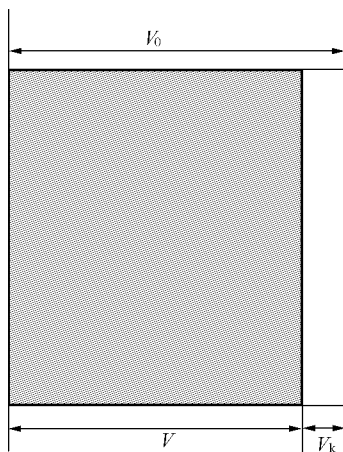
我们知道, 多数建筑材料内部含有孔隙, 这些孔隙的存在会影响材料的性能。反映材料内部孔隙结构的参数有孔隙率 (P)、密实度 (D) 和孔结构特征等。

材料的孔隙率 (P) 是指材料内部孔隙的体积占材料总体积的百分率 (见图 2-2 含孔材料体积组成图)。孔隙率 P 的计算公式为:

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = (1 - \rho_0/\rho) \times 100\%$$



(a) 材料含孔结构图



(b) 材料的孔隙比例示意图

图 2-2 含孔材料体积组成图

孔隙率反映了材料内部孔隙的多少，它直接影响材料的多种性质。

与材料孔隙率相对应的另一个概念是材料的密实度。密实度 (D) 表示材料内部被固体所填充的程度，它在量上反映了材料内部固体的含量。它对材料性质的影响正好与孔隙率的影响相反。其计算公式为

$$D = \frac{V}{V_0} = 1 - P = \rho_0/\rho$$

材料内部孔隙结构对性能的影响，除了孔隙的多少这个因素以外，孔隙的特征状态也是影响其性质的重要因素之一。

材料的孔特征表现为：孔隙是在材料内部被封闭，还是在材料的表面与外界连通，前者为闭口孔，后者为开口孔。有的孔隙在材料内部是相互独立的，还有的孔隙在材料内部相互连通的。此外，单个孔隙尺寸的大小、孔隙在材料内部的分布均匀程度等都是孔隙在材料内部的特征表现。这些孔特征对材料的性质有重要影响，材料的各种性质经常受到这些孔特征的影响。

4. 颗粒状材料间的堆积状态

颗粒状材料间的堆积状态是指包括颗粒间相互填充的情况，它包括颗粒材料间的空隙率 (P)、颗粒的大小及颗粒级配、颗粒间的相互联结状况等。

空隙率 (P) 是指散粒状材料堆积在某一体积 (V') 中，颗粒间空隙体积所占的百分率，它以 P 表示。空隙率考虑的是材料颗粒间的空隙，这对研究散粒状材料的空隙结构和计算胶结材料的需要量十分重要。

空隙率 P 的计算公式为：

$$P = \frac{V' - V_0}{V'} \times 100\% = (1 - \rho'/\rho_0) \times 100\%$$