



世纪建筑工程系列规划教材

建筑材料

主编 王秀花
主审 元敬顺



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21 世纪建筑工程系列规划教材

建 筑 材 料

主 编	王秀花		
副主编	宋岩丽	李伟华	
参 编	王 平	孙武斌	张 利
	李晓芳	朱莉宏	
主 审	元敬顺		



机 械 工 业 出 版 社

本书为建筑工程专业高职高专教材,全书共13章,主要介绍了建筑工程中常用建筑材料的基本组成、技术要求、性能、应用及材料的验收、保管、质量控制和检测等内容。本教材以性能和应用为主线,注意理论与实际的结合,突出实用性。为了便于教与学,将每章内容分为了解、熟悉、掌握三个层次,以明示本章的核心。为了便于学生的复习和巩固,每章后均有思考题。本书采用了最新标准和规范,介绍了新型材料的开发和利用、新技术的推广和应用,体现了现代性。

本教材突出高等职业技术教育的特色,加大实践运用力度,其基础内容具有系统性、全面性;具体内容具有针对性、实用性,满足专业特点要求,内容新颖、层次明确、结构有序,适用于建筑工程类专业的教师和学生。

本书可作为建筑工程类专业和其他相关专业的教材,也适用于专科、电大、职大、函大、自学及本行业相关专业培训用教学用书,也可供有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料/王秀花主编. —北京:机械工业出版社,
2003.7

(21世纪建筑工程系列规划教材)

ISBN 7-111-12456-1

I. 建… II. 王… III. 建筑材料-高等学校-教材 IV. TU5

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第049389号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:季顺利 版式设计:霍永明 责任校对:魏俊云

封面设计:姚毅 责任印制:闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003年8月第1版·第1次印刷

1000mm×1400mm B5·12印张·463千字

定价:29.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

高等职业教育是一种新型的教育体制，高等职业教育培养的学生应是应用型人才。作为建筑工程类的学生，应具有较强的专业基础知识和熟练的操作技能。目前有关建筑材料教材的版本很多，有中专、大专、大学不同层次及工民建、市政等不同专业的，但适用于高等职业教育的版本还没有。为了满足培养建筑工程类专业的高级实用型人才对建筑材料的基本知识和基本操作技能的需要，根据“四区”教材编写委员会的决定，针对这种新型的教育发展趋势，组织编写了这本适用于高等职业教育教学要求的《建筑材料》。

本教材编写的指导思想是：新颖、独特、实用。

在编写内容上要求新颖：结合国内外发展动向，结合我国建筑业发展状况，在完善原有通用内容基础上，补充新知识、新内容。如：加入WTO前后我国开发的新型建筑材料（轻骨料、高性能材料、绿色材料、节能材料、保温隔热材料、装饰材料等），材料最新标准、新规范、新的材料检测技术等。

在内容编写上要求独特：本教材的编写要突出高等职业教育的特点，注意实践技能培养，注重学生独立思考、分析、解决问题的能力培养，所以内容上要细敲深虑，有实用性。实用性的内容上要有一定的深度和广度，以便适应学生就业后能顺利从事到第一线的工作中。

在编写内容的选排上突出实用性：对实践中适用较少的内容做适当删减，对已基本不适用的内容淘汰，对正在开发和国家正在或准备推行的实用性材料经整理后补充进教材中，编写中加强了对材料性能与应用的结合，充分体现性能与合理选择使用材料之间的直接关系，加强材料验收、保管、检验、质量评定等实践性内容，意在提高学生合理选用材料的能力。

编写内容及知识点从骨架上分三个层次：掌握、熟悉、了解。在每一章内容前提出本章三个层次的知识点，便于学生理解和掌握，便于教师合理安排教学。强调通过本章的学习应达到的“教学”目的。

另外，特别注意了在通用概念上的解释与其他专业的一致性和统

一性，如某概念的名称，内容的解释等。

本书由内蒙古建筑职业技术学院建工系王秀花主编，山西建筑职业技术学院建工系宋岩丽、石家庄建筑职业技术学院李伟华副主编。具体编写分工是：王秀花编写绪论、第十二章、第十三章；宋岩丽编写第三章、第十一章；李伟华编写第五章、第六章、第八章；内蒙古建筑职业技术学院建工系王平编写第七章；内蒙古建筑职业技术学院建工系王秀花、孙武斌、李晓芳编写第四章；河北建筑工程学院土木工程系张利编写第一章、第十章；沈阳建筑工程学院职业技术学院土木工程系朱莉宏编写第二章，第九章。全书由河北建筑工程学院土木工程系元敬顺主审。

限于编者水平，书中缺点和错误在所难免，敬请读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

前言

绪论	1
----------	---

第一章 材料的基本性质	5
-------------------	---

第一节 材料的物理性质	6
-------------------	---

第二节 材料的力学性质	15
-------------------	----

第三节 材料的耐久性	18
------------------	----

思考题	19
-----------	----

第二章 气硬性胶凝材料	20
-------------------	----

第一节 石灰	20
--------------	----

第二节 石膏	25
--------------	----

第三节 水玻璃	29
---------------	----

思考题	31
-----------	----

第三章 水泥	32
--------------	----

第一节 硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥	33
-------------------------	----

第二节 混合材料及掺混合材料的硅酸盐水泥	47
----------------------------	----

第三节 其他品种水泥	55
------------------	----

第四节 水泥的选用、验收、储存及保管	64
--------------------------	----

思考题	67
-----------	----

第四章 混凝土	69
---------------	----

第一节 概述	69
--------------	----

第二节 普通混凝土的组成材料	71
----------------------	----

第三节 混凝土拌合物的性质	84
---------------------	----

第四节 混凝土的强度	88
------------------	----

第五节 混凝土的变形性能	96
--------------------	----

第六节 混凝土的耐久性	99
-------------------	----

第七节 其他混凝土	104
-----------------	-----

第八节 混凝土的质量控制与强度评定	112
-------------------------	-----

第九节 混凝土的外加剂	118
-------------------	-----

第十节 普通混凝土的配合比设计	126
-----------------------	-----

第十一节 特殊混凝土的配合比设计	136
------------------------	-----

思考题	140
-----------	-----

第五章 建筑砂浆	142
----------------	-----

第一节 砌筑砂浆	142
第二节 抹面砂浆	150
思考题	152
第六章 墙体材料	153
第一节 砌墙砖	153
第二节 砌块	164
第三节 墙体板材	170
思考题	175
第七章 建筑钢材	176
第一节 钢的冶炼与分类	176
第二节 建筑钢材的主要技术性能	178
第三节 影响钢材性能的主要因素	183
第四节 建筑钢材的标准及应用	185
第五节 钢结构用钢材	191
第六节 建筑钢材的锈蚀与防止	197
第七节 建筑钢材的防火	199
思考题	203
第八章 防水材料	204
第一节 沥青	204
第二节 防水卷材	210
第三节 防水涂料	219
第四节 防水材料的选用与验收	225
第五节 建筑防水密封材料	226
思考题	229
第九章 建筑塑料及胶粘剂	230
第一节 建筑塑料	230
第二节 胶粘剂	235
思考题	239
第十章 常用建筑装饰材料	240
第一节 玻璃	241
第二节 建筑涂料	250
第三节 建筑饰面石材	257
第四节 建筑陶瓷	264
思考题	267
第十一章 绝热材料与吸声材料	268
第一节 绝热材料	268
第二节 吸声材料	272
思考题	276

第十二章	工程质量检测技术	277
第一节	回弹法检测混凝土强度	278
第二节	超声法检测混凝土强度及缺陷	287
第三节	超声回弹综合法检测混凝土强度	296
第四节	钻芯法检测混凝土强度	298
第五节	拔出法检测混凝土强度	303
第六节	其他混凝土质量检测技术	308
第七节	砌体结构检测技术	311
思考题		319
第十三章	常用建筑材料性能检验	321
第一节	概述	321
第二节	水泥性能检验	325
第三节	混凝土用砂、石性能检验	337
第四节	混凝土性能检验	346
第五节	烧结普通砖性能检验	354
第六节	建筑砂浆性能检验	358
第七节	防水卷材性能检验	362
第八节	钢筋力学性能检验	367
参考文献		373

绪 论

一、我国建筑材料发展状况及趋势

众所周知,建筑业的发展水平和规模代表着整个社会的发展状况,而建筑材料的发展又标志着建筑业的发展水平,新材料、新技术、新工艺的开发和利用,推动着建筑业的发展和进步,所以社会的发展和进步,某种程度上无疑受到建筑材料发展的制约。

人类发展的几千年历史,也是建筑材料发展的历史。在生产力发展水平十分低下的原始社会,人类是以本能利用天然材料,穴居巢处。随着生产力水平的不断提高,有了伐木搭棚,利用天然材料进行简单的生产,从本能的遮风蔽雨到了改善生存条件,材料的使用也从本性化到了根据需求去选择和使用。随着生产力发展的飞跃,加工和生产材料的成就也日益辉煌。从公元前 7 世纪的万里长城,到福建泉州的洛阳桥,山西应县木塔,西安兵马俑等,都充分证明了中国人在材料生产、使用,甚至施工方面的伟大智慧。

建国以来,我国建材业得到了迅速发展,从少品种到多品种,从单功能到多功能,从单一到复合材料,都证明了我国建筑材料发展速度之快,数量之大是惊人的。尤其是 20 世纪以来,生产力水平有了史无前例的提高。但纵观全球,我国建筑材料的发展仍不容乐观,存在这样那样的问题。

20 世纪是人类物质财富增长最快的鼎盛时期。人类创造了巨大的生产力,但也陷入了前所未有的困境,由于大量的开发、建设,甚至恶性竞争、掠夺,使地球生态环境遭受了最严重的毁坏,人类赖以生存的新鲜空气消失了,清澈如镜的河流浑浊了,丰富的物种稀少了,甚至绝种了。人类付出的代价太惨重了!近半个世纪人类对自然资源、能源的消耗及对环境的破坏是人类有史以来的总和,改变现状,还自然于本色,已成为全球今后发展的目标。走可持续发展之路,发展绿色建材已势在必行。

综上所述,在人类的发展史中,建筑材料的发展伴随着生产力水平的提高,建筑材料从无到有,从天然利用到工业化生产,从品种单一到多样化,性能不断完善,功能不断增多,质量不断提高。人类使用材料的理念也在不断更新。在新型材料层出不穷的现代社会,人类对建筑的要求已不是原始的遮风挡雨,自我防护,而是舒适、美观、自然、多功能,所以说材料的发展反映出各个时代物质、科学、文化、文明的特征和标志。

进入 20 世纪以来,我国现代科学技术迅猛发展,尤其是加入 WTO 以后,

经济建设水平也日益提高, 经济发展已转到靠科技、靠信息求发展的轨道上来。建材业必须以信息化带动工业化、现代化, 走科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势充分发挥的新型道路, 以发展具有节约能源、减少资源消耗、有利于生态环境为特征, 而且科技含量高、经济附加值高的新型建筑材料。

新型建筑材料的发展目前主要在墙体材料、装饰材料、防水材料三大领域。全国范围内取缔粘土砖、装饰材料十项规定、防水材料质量保证期规定三大举措的实施, 吹响了走可持续发展、开发绿色建材之路的进军号。墙体材料必须向节能、利废、隔热、高强、空心、大块方向发展; 装饰材料必须向装饰性、功能性、适用性、环保性、耐久性方向发展; 防水材料必须向耐候性、高弹性、环保性发展, 同时大力发展仿生学, 从形式模仿向组成模仿、结构模仿、生物机能模仿发展。

二、建筑材料在建筑工程中的作用

建筑材料是建筑业发展的物质基础, 建筑材料的正确选择、合理使用, 以及新材料的开发利用对建筑业来讲起到了事半功倍的作用, 主要体现于以下几个方面:

1. 建筑材料的费用是决定建筑工程造价的主要因素

建筑材料通过人力、机具营造出建筑物, 建筑物的主体是由建筑材料组成的。其工程造价的 60% 以上是由材料费用决定的。材料费用高, 建筑工程造价就高, 建筑材料的质量好坏、功能多少、档次高低、性能的优异直接影响建筑工程造价。用质量好、功能多、档次高、性能优的建筑材料营造建筑物, 工程造价中 80% 是材料的费用。

2. 合理选择、正确使用建筑材料, 决定着建筑物的使用功能及耐久性

不同的工程类别, 不同的使用环境, 不同的功能要求, 对材料的自身性能要求有着本质的区别, 合理选择建筑材料是建筑物营造的前提, 需要根据建筑物自身的特点合理选择。如建筑物的使用环境是在潮湿环境 (水中), 还是干燥环境; 是一般民用住宅, 还是工业厂房; 是钢筋混凝土结构, 还是钢骨混凝土结构; 这些差异对材料的性能要求有着本质的区别, 只有合理选择正确使用才能使结构的受力特性与材料的特性有机结合统一, 才能最大限度地发挥材料的效能。

3. 材料的质量决定建筑物的质量

材料的质量、性能直接影响建筑物的使用、耐久和美观。由于材料品质问题, 而引发建筑物质量明显下降、使用功能降低或不满足原有使用功能要求, 甚至造成“豆腐渣”工程的事例屡见不鲜。所以, 加强管理, 严把材料质量关是保证建筑物质量的前提。

4. 材料的发展影响结构形式及施工方法

设计、施工、管理三者是密切相关的、统一的体系。材料是基础，它决定了建筑物的形式及施工方法。如粘土砖的出现，有了砖木结构（砖混结构）。而随着粘土砖的取缔，这种结构形式也随之消失。有了水泥、钢筋，产生了钢筋混凝土结构。轻质、高强材料的发展，使高层建筑不断更新。随着绿色建筑材料的开发、利用，会有山水城市、绿色建筑、生态房屋的问世。

5. 新技术、新工艺的开发，依赖于建筑材料的更新

建筑技术的发展，建筑材料必须先行。新技术、新工艺的问世，往往依赖于建筑材料的改革，随着高效钢筋的开发、利用，新型钢筋焊接网工艺得到了开发及应用。无粘结预应力施工技术的推广，新材料的出现，促进了建筑物形式的变化、设计方法的改进、施工技术的革新。

三、建筑材料的检验与标准

建筑材料是否合格、能否用于工程中，取决于其技术性能是否达到相应的技术标准要求。材料的检验是通过必要的检测仪器，依据一定的检测方法进行的。建筑材料质量的检测在建筑工程中占有重要位置，通过对材料质量的检验能科学地鉴定建筑物的质量，评判施工质量。建筑材料的检测包括原材料、半成品及构件的质量检验，现场工程质量的检验两部分。其检测结果（或报告）是材料验收、建筑工程质量验收的技术依据。

目前，我国材料质量和工程质量的总体水平参差不齐，总体水平与国际发达国家相比有明显差距，质量问题很严重，工程质量事故时有发生。而材料质量不合格引发工程质量事故占很大比例，这与检测不到位、验收不严格、施工队伍技术力量薄弱及对检测工作缺乏深入了解有直接关系。所以，提高施工企业、检测部分整体技术水平具有重要意义，材料质量检测技术作为一种应用科学技术是相关技术人员必须掌握的。

建筑材料检验的依据，是各项有关的技术标准、规程、规范及规定，是材料检验必须遵守的法规。建筑材料标准中对原材料、产品、工程质量、检验方法、评定方法等作出了技术规定。所以在选用材料及施工中应用材料都应按技术标准执行。我国的技术标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四类。

(1) 国家标准 在全国范围内适用。由国务院标准化行政主管部门编制，由国家技术监督局审批并发布，国家标准是最高标准，具有指导性、权威性。

(2) 行业标准 在全国性的行业范围内适用。当没有国家标准而又需要在全国某行业范围内统一技术要求时制定，由中央部委标准机构指定有关研究机构、院校或企业等起草或联合起草，报主管部门审批，国家技术监督局备案后发布，当国家有相应标准颁布，该项行业标准废止。

(3) 地方标准 在某地区范围内适用。凡没有国家标准和行业标准时，可由相应地区根据生产厂家或企业的技术力量，以能保证产品质量的水平，制定有关

标准。

(4) 企业标准 只限于企业内部适用。在没有国家标准和行业标准时，企业为了控制生产质量而制定的技术标准，必须以保证材料质量，满足使用要求为目的。

技术标准有试行与正式之分，强制性与推荐性之分，如 GB/T××××—××××和 GB××××—××××，T 为推荐性，无 T 为强制性。各类标准具有时间性，由于技术水平不断提高，不同时期标准必须与之相适应，所以各类标准只反映某时期内的技术水平及标准。近期以来，我国经修订后已颁布了、正在修订或待颁布许多新标准，以实现与国际标准的接轨。

四、本课程教学思路

建筑材料课是一门专业基础课，涉及到工程中常用的建筑材料，内容多而杂。

通过本门课程的学习应达到两个目的，一是为其他专业课提供材料的基础知识；二是为走上社会，从事技术工作打下基础。目的明确后，通过本课程要使学生掌握材料的性能及应用的基本理论知识，了解材料有关技术标准，掌握常用材料检测的基本技能，以便走向社会后能顺利地适应有关技术工作。所以，正确选择材料、合理使用材料、准确地鉴定材料、科学地开发材料是本课程的教学核心。

第一章 材料的基本性质

【了解】 建筑物及周围环境对建筑材料的基本要求。

【熟悉】 与各种物理过程相关的材料的性质，如材料与水有关的性质，与热有关的性质等。

【掌握】 材料的基本物理性质及基本物性参数对材料的物理性质、力学性能、耐久性等的的影响。

通过本章学习达到在明辨建筑材料的各种基本性质（物理性质、力学性质、耐久性）的含义、衡量指标及影响因素的基础上，可以初步判断材料的性能和应用场合，为以后进一步学习各种材料、正确选择、合理使用建筑材料打下基础。

建筑材料是构成建筑的物质基础，直接关系建筑物的安全性、功能性以及使用寿命和经济成本。建筑物对处在不同建筑部位的建筑材料有不同的性质要求，例如：梁、板、柱、基础、承重墙、框架等承重部位所使用的建筑材料，要求具有足够的强度和抵抗变形的能力，以保证建筑物具有足够的使用安全性。又如屋面、墙体等围护结构则要求建筑材料具有保温、隔热、吸声以及防水、防渗甚至防冻能力，以满足建筑物在使用功能上的需求。某些工业建筑还要求材料具有耐热、防腐蚀等特殊性能。此外，建筑物的耐久性在很大程度上也取决于所使用的建筑材料的耐久性，如何抵抗各种自然因素（如干湿度变化、冷热变化、反复冻融、紫外线辐射等）及其他有害介质的长期作用而保持材料以及建筑物原有性质不发生明显改变，是建筑材料所应具有的一项长期性质，对于延长建筑物的使用寿命，减少维修量以及建筑总成本至关重要。

由上可见，建筑材料的性质是多方面的，某种建筑材料应具备何种性质，这要根据它在建筑物中的作用和所处的环境来决定。一般来说，建筑材料的性质可分为四个方面。

(1) 物理性质 包括表示材料物理状态特征及与各种物理过程有关的性质。前者如与质量有关的基本物理参数：如密度、表现密度、孔隙率、空隙率等。后者如与水有关的若干性质：亲水性、憎水性、吸水性、吸湿性、抗渗性、抗冻性等，与热有关的若干性质：热导率、热容、热阻等。

(2) 力学性质 指材料在应力作用下，有关抵抗破坏和变形的能力的性质，包括强度、比强度、弹性、塑性、韧性及脆性。

(3) 化学性质 指材料发生化学变化的能力及抵抗化学腐蚀的稳定性。

(4) 耐久性 指材料在使用过程中能长久保持其原有性质的能力。

本章仅介绍与工程使用密切相关的、带有普遍性的、比较重要的物理性质、力学性质和耐久性，即称为材料的基本性质，以便于初步判断材料的性能和应用场合，从而正确地选择与合理地使用建筑材料。

第一节 材料的物理性质

一、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，按下式计算：

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

式中 ρ ——密度 (g/cm^3)；

m ——材料的质量 (g)；

V ——材料在绝对密实状态下的体积 (cm^3)，简称为绝对体积或实体积。

材料密度的大小取决于其组成物质的原子量和分子结构，原子量越大，分子结构越紧密，材料的密度则越大。重金属材料的密度为 $7.50 \sim 9.00 \text{g}/\text{cm}^3$ ，硅铝酸盐的密度多在 $1.80 \sim 3.30 \text{g}/\text{cm}^3$ 之间，有机高分子材料的密度往往小于 $2.50 \text{g}/\text{cm}^3$ 。同为 C 原子组成，石墨由于具有层状结构而较为松散，密度仅 $2.20 \text{g}/\text{cm}^3$ ，而金刚石因具有架状结构显得极为坚实，密度高达 $3.50 \text{g}/\text{cm}^3$ 。

建筑材料中除少数材料（钢材、玻璃等）接近绝对密实外，绝大多数材料内部都包含有一些孔隙。在自然状态下含孔块体材料的体积 V_0 是由固体物质的体积（即绝对密度状态下材料的体积） V 和孔隙体积 V_k 两部分组成的（如图 1-1）。那么在测定这些含孔块体材料的密度时，需将其磨成细粉（粒径小于 0.2mm ）以排除其内部孔隙，经干燥后用李氏密度瓶测定其绝对体积。材料磨得越细，受测材料孔隙排除越充分，测得的实体积越接近绝对体积，所得到的密度值越精确。对于某些较为致密但形状不规则的散粒材料，在测定其密度时，可以不必磨成细粉，而直接用排水法测其绝对体积的近似值（因颗粒内部的封闭孔隙体积没有排除），这时所求得的密度为视密度混凝土所用砂、石等散粒状材料常按此法测定它的密度。

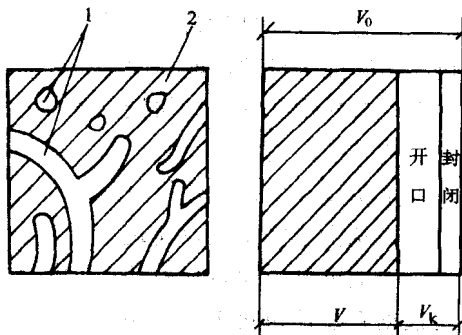


图 1-1 材料组成示意图

1—孔隙 2—固体物质

利用材料的密度可以初步了解材料的品质，并可用它进行材料的孔隙率计算

和混凝土配合比计算。

2. 表观密度

表观密度指材料在自然状态下，单位体积的质量。按下式计算

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

式中 ρ_0 ——材料的表观密度 (kg/m^3 或 g/cm^3);

m ——材料的质量 (kg 或 g);

V_0 ——材料在自然状态下的体积，简称自然体积或表观体积 (m^3 或 cm^3)，包括材料的实体积和所含孔隙体积。

表观密度的大小除取决于密度外，还与材料孔隙率及孔隙的含水程度有关。材料孔隙越多，表观密度越小；当孔隙中含有水分时，其质量和体积均有所变化。因此在测定表观密度时，须注明含水情况，没有特别标明时常指气干状态下的表观密度，在进行材料对比试验时，则以绝对干燥状态下测得的表观密度值（干表观密度）为准。

工程上可以利用表观密度推算材料用量，计算构件自重，确定材料的堆放空间。

3. 堆积密度

是指散粒状或粉状材料，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 ——材料的堆积密度 (kg/m^3);

m ——材料的质量 (kg);

V'_0 ——材料的自然堆积体积，包括了颗粒体积和颗粒之间空隙的体积（如图 1-2 所示）也即按一定方法装入容器的容积。

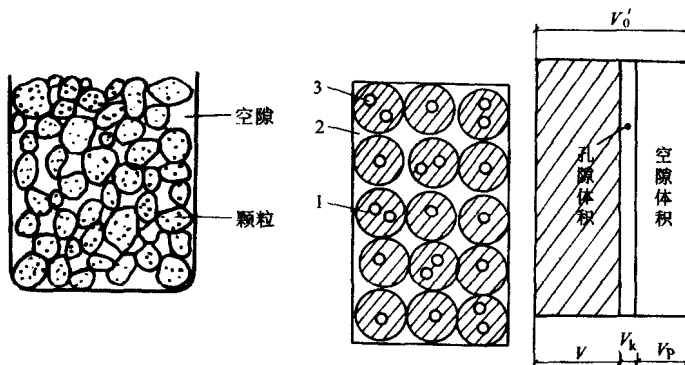


图 1-2 散粒材料堆积及体积示意图

1—固体物质 2—空隙 3—孔隙

材料的堆积密度取决于材料的表观密度以及测定时材料装填方式和疏密程度。松堆积方式测得的堆积密度值要明显小于紧堆积时的测定值。工程中通常采用松散堆积密度, 确定颗粒状材料的堆放空间。

4. 孔隙率

是指材料内部孔隙体积占材料总体积的百分率, 以 P 表示, 可用下式计算

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\% \quad (1-4)$$

式中 P ——材料的孔隙率(%) ;

V_0 ——材料的自然体积(cm^3 或 m^3) ;

V ——材料的绝对密实体积(cm^3 或 m^3)。

孔隙率的大小直接反映了材料的致密程度, 其大小取决于材料的组成、结构以及制造工艺。材料的许多工程性质如强度、吸水性、抗渗性、抗冻性、导热性、吸声性等都与材料的孔隙有关。这些性质不仅取决于孔隙率的大小, 还与孔隙的大小、形状、分布、连通与否等构造特征密切相关。

工程上常常按孔隙的连通性, 将孔隙分为开口孔隙(简称开孔)和闭口孔隙(闭孔)。开孔是指那些彼此相通, 并且与外界相通的孔隙, 如常见的毛细孔。材料内部开口孔隙增多会使材料的吸水性、吸湿性、透水性、吸声性提高, 但是抗冻性和抗渗性变差。

闭孔是指那些彼此不连通, 而且与外界隔绝的孔隙。材料内部闭口孔隙的增多会提高材料的保温隔热性能和耐久性。

5. 密实度

是指材料体积内被固体物质所充实的程度, 也就是固体物质的体积占总体积的比例, 以 D 表示

$$D = \frac{V}{V_0} \times 100\% = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\% \quad (1-5)$$

式中 D ——材料的密实度(%)。

密实度、孔隙率是从不同角度反映材料的致密程度, 一般工程上常用孔隙率。密实度与孔隙率的关系为: $P + D = 1$ 。

6. 空隙率

是指散粒或粉状材料颗粒之间的空隙体积占其自然堆积体积的百分率, 用 P' 表示

$$P' = \frac{V'_0 - V}{V'_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}\right) \times 100\% \quad (1-6)$$

式中 P' ——材料的空隙率(%) ;

V'_0 ——自然堆积体积(cm^3 或 m^3) ;

V ——材料的颗粒体积 (cm^3 或 m^3)。

空隙率的大小,反映了散粒或粉状材料的颗粒之间相互填充的紧密程度。空隙率在配制混凝土时可作为控制混凝土粗、细骨料配料以及计算混凝土含砂率的依据。

由上可见,材料的密度、表观密度、孔隙率及空隙率等是认识材料、了解材料性质与应用的重要指标,常称之为材料的基本物理性质。常用建筑材料的一些基本物性参数如表 1-1 所示。

表 1-1 常用建筑材料的密度、表观密度、堆积密度和孔隙率

材 料	密度 $\rho/(\text{g}/\text{cm}^3)$	表观密度 $\rho_0/(\text{kg}/\text{m}^3)$	堆积密度 $\rho'_0/(\text{kg}/\text{m}^3)$	孔隙率 (%)
石灰岩	2.60	1800~2600	—	—
花岗岩	2.60~2.90	2500~2800	—	0.5~3.0
碎石(石灰岩)	2.60	—	1400~1700	—
砂	2.60	—	1450~1650	—
粘土	2.60	—	1600~1800	—
普通粘土砖	2.50~2.80	1600~1800	—	20~40
粘土空心砖	2.50	1000~1400	—	—
水泥	3.10	—	1200~1300	—
普通混凝土	—	2000~2800	—	5~20
轻骨料混凝土	—	800~1900	—	—
木材	1.55	400~800	—	55~75
钢材	7.85	7850	—	0
泡沫塑料	—	20~50	—	—
玻璃	2.55	—	—	—

二、与水有关的性质

1. 亲水性与憎水性

材料在使用过程中经常会与水接触,那么首先遇到的问题就是材料能否被水所润湿。所谓润湿就是水被材料表面吸附的过程,它和材料本身的性质有关。根