



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

JIANZHU
CAILIAO

建筑材料

(第三版)

范文昭 主 编

宋岩丽 副主编

 中国建筑工业出版社

教育部 2007 年度普通高等教育精品教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

建 筑 材 料

(第三版)

范文昭 主 编
宋岩丽 副主编
贾福根 耿震岗 主审

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑材料/范文昭主编. —3 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2009

教育部 2007 年度普通高等教育精品教材. 普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

ISBN 978-7-112-11549-5

I. 建… II. 范… 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(2009)第 204513 号

本书是全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材, 是根据土建类高职建筑工程技术、建筑工程经济管理和房地产类专业本课程教学大纲编写的。介绍常用建筑材料的品种、规格、性能、应用和保管知识, 以及试验检测方法。编写过程中对理论和应用知识力求深入浅出结合工程实际, 注重试验和检测技能的训练培养。

本教材随着新标准、新规范的实施而不断修改。

本书可作为高等职业技术教育土建类相关专业教材, 也可用作本课程各种培训或供有关工程技术人员参考。

* * *

责任编辑: 张 晶 王 跃

责任设计: 赵明霞

责任校对: 袁艳玲 王雪竹

教育部 2007 年度普通高等教育精品教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

建 筑 材 料

(第三版)

范文昭 主 编

宋岩丽 副主编

贾福根 耿震岗 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 19 $\frac{3}{4}$ 字数: 480千字

2010年2月第三版 2010年12月第十八次印刷

定价: 32.00元

ISBN 978-7-112-11549-5

(18765)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

教材编审委员会名单

主 任：吴 泽

副主任：陈锡宝 范文昭 张怡朋

秘 书：袁建新

委 员：（按姓氏笔画排序）

马纯杰 王武齐 田恒久 任 宏 刘 玲

刘德甫 汤万龙 杨太生 何 辉 但 霞

宋岩丽 张 晶 张小平 张凌云 迟晓明

陈东佐 项建国 秦永高 耿震岗 贾福根

高 远 蒋国秀 景星蓉

修 订 版 序 言

高职高专教育土建类专业教学指导委员会（以下简称教指委）是在原“高等学校土建学科教学指导委员会高等职业教育专业委员会”基础上重新组建的，在教育部、建设部的领导下承担对全国土建类高等职业教育进行“研究、咨询、指导、服务”责任的专家机构。

2004年以来教指委精心组织全国土建类高职院校的骨干教师编写了工程造价、建筑工程管理、建筑经济管理、房地产经营与估价、物业管理、城市管理与监察等专业的主干课程教材。这些教材较好地体现了高等职业教育“实用型”“能力型”的特色，以其权威性、科学性、先进性、实践性等特点，受到了全国同行和读者的欢迎，被全国高职高专院校相关专业广泛采用。

上述教材中有《建筑经济》、《建筑工程预算》《建筑工程项目管理》等11本被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材，另外还有36本教材被评为普通高等教育土建学科专业“十一五”规划教材。

教材建设如何适应教学改革和课程建设发展的需要，一直是我们不断探索的课题。如何将教材编出具有工学结合特色，及时反映行业新规范、新方法、新工艺的内容，也是我们一贯追求的工作目标。我们相信，这套由中国建筑工业出版社陆续修订出版的、反映较新办学理念的规划教材，将会获得更加广泛的使用，进而在推动土建类高等职业教育培养模式和教学模式改革的进程中、在办好国家示范高职院校的工作中，做出应有的贡献。

高职高专教育土建类专业教学指导委员会

第一版序言

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会工程管理类专业指导分委员会（原名高等学校土建学科教学指导委员会高等职业教育专业委员会管理类专业指导小组）是建设部受教育部委托，由建设部聘任和管理的专家机构。其主要工作任务是，研究如何适应建设事业发展的需要设置高等职业教育专业，明确建设类高等职业教育人才的培养标准和规格，构建理论与实践紧密结合的教学内容体系，构筑“校企合作、产学结合”的人才培养模式，为我国建设事业的健康发展提供智力支持。

在建设部人事教育司和全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会的领导下，2002年以来，全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会工程管理类专业指导分委员会的工作取得了多项成果，编制了工程管理类高职高专教育指导性专业目录；在重点专业的专业定位、人才培养方案、教学内容体系、主干课程内容等方面取得了共识；制定了“工程造价”、“建筑工程管理”、“建筑经济管理”、“物业管理”等专业的教育标准、人才培养方案、主干课程教学大纲；制定了教材编审原则；启动了建设类高等职业教育建筑管理类专业人才培养模式的研究工作。

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会工程管理类专业指导分委员会指导的专业有工程造价、建筑工程管理、建筑经济管理、房地产经营与估价、物业管理及物业设施管理等6个专业。为了满足上述专业的教学需要，我们在调查研究的基础上制定了这些专业的教育标准和培养方案，根据培养方案认真组织了教学与实践经验丰富的教授和专家编制了主干课程的教学大纲，然后根据教学大纲编审了本套教材。

本套教材是在高等职业教育有关改革精神指导下，以社会需求为导向，以培养实用为主、技能为本的应用型人才为出发点，根据目前各专业毕业生的岗位走向、生源状况等实际情况，由理论知识扎实、实践能力强的双师型教师和专家编写的。因此，本套教材体现了高等职业教育适应性、实用性强的特点，具有内容新、通俗易懂、紧密结合工程实践和工程管理实际、符合高职学生学习规律的特点。我们希望通过这套教材的使用，进一步提高教学质量，更好地为社会培养具有解决工作中实际问题的有用人材打下基础。也为今后推出更多更好的具有高职教育特色的教材探索一条新的路子，使我国的高职教育办的更加规范和有效。

**全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会
工程管理类专业指导分委员会**

第三版前言

按照全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会关于教材建设和改革的要求,以及第二版以来部分建材新标准、新规范的实施,编者对本教材第二版的部分内容做了修改。力求反映新型建筑材料和绿色环保理念。注重工学结合、理论联系工程实际和加强专业技能的培养。

山西建筑职业技术学院《建筑材料》课程,2006年被评为国家级精品课程,该课程教学资源放在校园网上并不断充实和修改,可供师生参考浏览。

在本书编写修改过程中,得到耿震岗高级工程师和贾福根教授的指导,也收到一些读者提出的宝贵意见,在此一并表示感谢。

限于编者水平有限,书中错漏不当之处,恳请批评指正。

第二版前言

按照高职高专教育土建类专业教学指导委员会关于建设类高职专业教材建设和改革的精神，编者对本教材第一版的部分内容做了修改。力求体现最新技术标准和技术规范，反映新型建筑材料和绿色环保理念。注重理论联系工程实际和加强专业技能的培养。

本书绪论、第二、九、十二章由范文昭编写；第一、三、四、五章由宋岩丽编写；第七、八章和试验部分由范红岩编写；第六、十、十一、十三章由陈立东编写。

山西建筑职业技术学院《建筑材料》课程被评为国家级精品课程，该课程的教学资源可供师生上网共享。

在本书编写修改过程中，得到山西建筑科学研究院建材室耿震岗老师和太原理工大学建材教研室贾福根老师的审阅和指导。在第一版教材的使用过程中也收到师生和工程人员的宝贵意见，在此一并表示感谢。

限于编者水平有限，书中错漏不当之处，恳请读者批评指正。

第一版前言

按照全国高职高专教育土建类专业教育指导委员会工程管理类专业指导分委员会关于建设类高等职业教育专业教材编审原则意见和教育部关于高职高专教育教学改革精神,近年来我们积极探索建筑工程、房地产及建筑经济管理等土建类高职专业所开设的建筑材料课程的教学内容、教学方法和教学手段等方面的改进工作,并在此基础上编写了本教材。力求体现高等职业技术教育的特色和达到培养高等技术应用型专门人才的目标。

本教材编写过程中,注意理论联系实际,注重与工程实践相结合和技能的培养。对传统教学内容体系作了适当的调整,删减了某些陈旧的或因危害健康而日渐淘汰的产品,增加了建材产品中新概念和新型材料的介绍。编写中采用了最新技术标准和技术规范,采用了法定计量单位。

本书由山西建筑职业技术学院范文昭主编,宋岩丽任副主编。其中绪论和第2、9、12章由范文昭编写;第1、3、4、5章由宋岩丽编写;第7、8章和试验部分由范红岩编写;第6、10、11、13章由陈立东编写。

在本书编写过程中,得到山西建筑科学研究院的工程技术人员和太原理工大学建材教研室老师的指导和帮助,在此一并表示感谢。

限于编者水平有限,书中错漏和不妥之处,恳请读者批评指正。

目 录

绪论	1
第一章 建筑材料的基本性质	4
第一节 材料的基本物理性质	4
第二节 材料的力学性质	12
第三节 材料的耐久性	16
复习思考题	16
第二章 天然石材	18
第一节 建筑中常用的岩石	18
第二节 天然石材的技术性质和类型	20
复习思考题	23
第三章 气硬性胶凝材料	24
第一节 建筑石灰	24
第二节 建筑石膏	28
第三节 水玻璃	32
复习思考题	33
第四章 水泥	34
第一节 通用硅酸盐水泥	34
第二节 铝酸盐水泥	50
第三节 其他品种水泥	52
第四节 水泥的选用、验收与保管	56
复习思考题	59
第五章 混凝土	61
第一节 概述	61
第二节 普通混凝土的组成材料	62
第三节 混凝土的性质	73
第四节 混凝土的质量控制	89
第五节 普通混凝土配合比设计	93
第六节 混凝土外加剂	101
第七节 其他品种混凝土	108
复习思考题	116
第六章 建筑砂浆	118
第一节 砌筑砂浆	118
第二节 抹面砂浆	124
第三节 其他砂浆	125

复习思考题·····	127
第七章 墙体材料 ·····	128
第一节 砌墙砖·····	128
第二节 墙用砌块·····	140
第三节 墙用板材·····	144
复习思考题·····	148
第八章 建筑钢材 ·····	149
第一节 概述·····	149
第二节 建筑钢材的主要技术性能·····	151
第三节 建筑钢材的常用钢种·····	158
第四节 钢筋混凝土用钢材·····	162
第五节 钢材的锈蚀与防止·····	168
复习思考题·····	170
第九章 木材 ·····	171
第一节 木材的构造·····	171
第二节 木材的主要性质·····	172
第三节 木材的应用·····	174
第四节 木材的处理·····	176
复习思考题·····	178
第十章 防水材料 ·····	179
第一节 沥青·····	179
第二节 防水卷材·····	184
第三节 防水涂料·····	190
第四节 密封材料·····	194
复习思考题·····	197
第十一章 合成高分子材料 ·····	198
第一节 建筑塑料及其制品·····	198
第二节 树脂胶粘剂·····	203
第三节 涂料·····	205
复习思考题·····	208
第十二章 建筑装饰材料 ·····	209
第一节 玻璃及其制品·····	209
第二节 建筑陶瓷·····	214
第三节 铝合金门窗及金属装饰板材·····	217
复习思考题·····	219
第十三章 绝热材料和吸声材料 ·····	221
第一节 绝热材料·····	221
第二节 吸声材料·····	224
复习思考题·····	226
第十四章 建筑材料试验 ·····	227

第一节	建筑材料的基本性质试验·····	227
第二节	水泥试验·····	231
第三节	普通混凝土用砂、石试验·····	241
第四节	普通混凝土拌合物性能试验·····	251
第五节	普通混凝土力学性能与非破损试验·····	259
第六节	建筑砂浆试验·····	268
第七节	烧结普通砖试验·····	271
第八节	钢筋试验·····	275
第九节	石油沥青试验·····	279
第十节	弹性体改性沥青防水卷材（SBS 卷材）试验·····	283
参考文献	·····	301

绪 论

一、建筑材料的定义与分类

建筑材料是指建造建筑物和构筑物所用材料及其制品的统称，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、屋顶和建筑装饰的建筑材料。

建筑材料品种繁多，性能用途各异，价格相差悬殊，在建筑工程中用量巨大，其费用在工程总造价中往往占到 50% 左右。所以，能够正确选择和合理使用建筑材料对保证工程质量和合理的造价、提高投资效益有着重大的意义。

建筑材料可按多种方式进行分类，通常我们按化学成分和用途进行分类。

按照材料的化学成分可将建筑材料分为无机材料、有机材料和复合材料三大类，如图 0-1 所示。

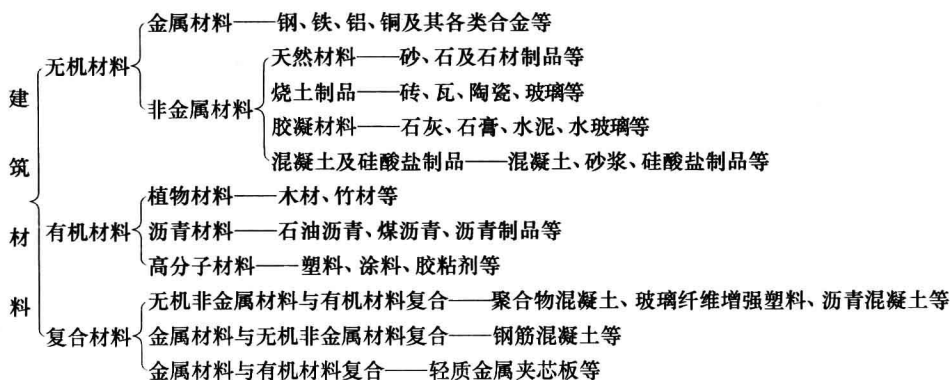


图 0-1 建筑材料按化学成分分类

建筑材料按用途通常分为：结构材料、墙体材料、防水材料、绝热材料、吸声材料、装饰材料等。

二、建筑材料的发展概况和发展方向

建筑材料科学的发展，是随着社会生产力的发展而发展的。

我国古代历史上有着成功应用建筑材料建造出辉煌建筑物的范例。我国劳动人民在 3000 年前已能烧制石灰、砖瓦。始建于春秋战国时期的万里长城，其砖石材料用量达 1 亿 m^3 。建于唐代的山西五台山佛光寺木结构大殿和建于辽代的应县木塔至今保存完好。建于宋朝的福建泉州洛阳桥，是用石材建造的，其中一块石材重达二百余吨。

自新中国成立之后，特别是改革开放以来，我国建筑材料工业得到迅速发展，水泥、平板玻璃、建筑和卫生陶瓷等产量一直位居世界第一，我国建材行业总体科技水平和产品质量档次正在稳步提高。

为了适应我国经济建设和社会发展的需要，建筑材料工业应向研制、开发高性能建筑

材料和绿色建筑材料方向发展。

高性能建筑材料是指性能质量更加优异的，轻质、高强、多功能和更加耐久、更富装饰效果的材料，是便于机械化施工和更有利于提高施工生产效率的材料。

绿色建筑材料又称生态建筑材料或无公害建筑材料。它是指生产建筑材料的原料尽可能少用天然资源，大量使用工业废渣、废液，采用低能耗制造工艺和无污染环境的生产技术，原料配制和产品生产过程中不使用有害和有毒物质，产品设计以人为本，以改善生活环境、提高生活质量为宗旨，以及产品可循环再利用，不产生污染环境的废弃物。总之，绿色建材是既能满足可持续发展，又做到发展与环保统一；既能满足现代人需要——安居乐业、健康长寿，又不损害后代人利益的建筑材料。绿色建材已成为世界各国 21 世纪建材工业发展的战略重点。

三、建筑材料的技术标准

建筑材料的技术标准是材料生产和使用单位检验、确定产品质量是否合格的技术文件。为了确保建材产品的质量，进行现代化生产和科学管理，必须对建材产品的技术要求制定统一的执行标准。其主要内容有：产品规格、分类、技术要求、检验方法、验收规则、标志、运输和贮存注意事项等。在我国，技术标准分为四级：国家标准、行业（或部）标准、地方标准和企业标准。国家标准是由国家标准局颁布的全国性的技术文件，代号为 GB；行业标准是由主管生产的部委或总局颁布的全国性的技术文件，其代号按部委（或总局）名而定；地方标准是地方主管部门发布的地方性的技术文件；企业标准仅适用于本企业，其代号为 QB，凡没有制定国家标准、行业标准的产品应制定企业标准。四级标准代号见表 0-1。随着我国对外开放程度的加深，我们还将涉及到一些与建材关系密切的国际或外国标准，主要有：国际标准，代号为 ISO；美国材料试验学会标准，代号为 ASTM；日本工业标准，代号为 JIS；德国工业标准，代号为 DIN；英国标准，代号为 BS；法国标准，代号为 NF 等。

四级标准代号 表 0-1

标准种类	代 号	表示内容	表示方法
国家标准	GB GB/T	国家强制性标准 国家推荐性标准	由标准名称、部门代号、标准编号、颁布年份等组成,例如: 《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007)《碳素结构钢》(GB/T 700—2006)、《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ 55—2000)
行业标准	JC JGJ YB JT SD	建材行业标准 建设部行业标准 冶金行业标准 交通标准 水电标准	
地方标准	DB DB/T	地方强制性标准 地方推荐性标准	
企业标准	QB	适用于本企业	

四、本课程的内容和任务

本课程是“建筑工程技术”、“建筑工程管理”、“房地产经营与估价”、“建筑经济管理”等土建类专业的一门技术基础课。主要讲述常用建筑材料的组成、性能、试验方法、储运保管和应用等方面的知识。为学习其他相关课程，也为今后实际工作中能够正确选择、鉴别、管理和合理地使用建筑材料，奠定基本的理论知识和进行初步的训练。

试验课是本课程重要的教学内容，其任务是验证基本理论、掌握试验方法、培养科学研究能力和严谨的科学态度。做试验之前应认真预习，有条件的可观看试验操作录像片。做试验时要严肃认真，一丝不苟地按程序操作，填写试验报告。要了解试验条件对试验结果的影响，并对试验结果作出正确的分析和判断。

第一章 建筑材料的基本性质

建筑材料是人类建造活动所用一切材料的总称。建筑材料在其使用期间要受到各种外界因素的作用，如：结构用材料受到各种外力作用，因而材料应具有一定的力学性质；屋面材料应具有一定的防水、保温、隔热等性质；地面材料应具有较高的强度、耐磨、防滑等性质；墙体材料应具有一定的强度、保温、隔热等性质；某些特殊的工业建筑所用材料还应具备耐热、耐化学腐蚀等性质。建筑物长期暴露在大气中，还会受到风吹、日晒、雨淋、冰冻等引起的温、湿度变化以及冻融循环作用，这些因素都不同程度地使建筑材料遭受破坏。因此，为了保证建筑物在使用环境中能够安全、适用、耐久，材料应具备抵抗上述各种因素作用的性质。

建筑材料的性质是多方面的，而各类材料又各自具有自己的特殊性。本章仅就建筑材料共有的基本性质（包括物理性质、力学性质、耐久性）进行介绍，每种材料的特殊性将分别在有关章节进行叙述。

第一节 材料的基本物理性质

一、与质量有关的基本物理性质

（一）密度

密度是指材料在绝对密实状态下，单位体积的质量。其计算式为：

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{1-1}$$

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括材料孔隙在内的固体实体积。在建筑工程材料中，除了钢材、玻璃等极少数材料可认为不含孔隙外，绝大多数材料内部都存在孔隙。如图 1-1 所示，固体材料的总体积包括固体物质体积与孔隙体积两部分。孔隙按常温、常压下水能否进入分为开口孔隙和闭口孔隙。开口孔是指在常温、常压下水可以进入的孔隙；闭口孔是指在常温、常压下水不能进入的孔隙。孔隙按尺寸的大小又可分为极微细孔隙、细小孔隙和粗大孔隙。

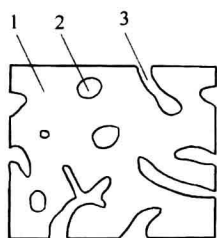


图 1-1 固体材料的
体积构成

1—固体物质体积 V_s ；

2—闭口孔隙体积 V_B ；

3—开口孔隙体积 V_K

为了测定有孔材料的密实体积，通常把材料磨成细粉（粒径小于 0.2mm ），以便去除其内部孔隙，干燥后用李氏瓶（密度瓶）通过排液体法测定其密实体积。材料磨得越细，细粉体积越接近其密实体积，所测得密度值也就越精确。

密度是材料的基本物理性质，与材料的其他性质存在着密切关系。

（二）表观密度

表观密度是指多孔固体材料在自然状态下单位体积的质量，亦称体积密度。其计算式为：

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

式中 ρ_0 ——表观密度或体积密度 (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 (m^3 或 cm^3)。

材料在自然状态下的体积是指构成材料的固体物质体积与全部孔隙体积（包括闭口孔隙体积和开口孔隙体积）之和。对于形状规则的体积可以直接量测计算而得（比如各种砌块、砖）；形状不规则的体积可将其表面用蜡封以后用排水法测得。

工程中常用的散粒状材料如砂、石，其颗粒内部孔隙极少，用排水法测出的颗粒体积（材料的密实体积与闭口孔隙体积之和，但不包括开口孔隙体积）与其密实体积基本相同，因此，砂、石的表观密度可近似地当作其密度，故称视密度。

当材料孔隙内含有水分时，其质量和体积均有所变化，因此测定材料表观密度时，必须注明其含水状态，如绝干（烘干至恒重）、风干（长期在空气中干燥）、含水（未饱和）、吸水饱和等，相应的表观密度称为干表观密度、气干表观密度、湿表观密度、饱和表观密度。通常所说的表观密度是指干表观密度。

（三）堆积密度

堆积密度是指粉状、颗粒状材料在堆积状态下单位体积的质量。其计算式为：

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (1-3)$$

式中 ρ'_0 ——堆积密度 (kg/m^3)；

m ——材料质量 (kg)；

V'_0 ——材料的堆积体积 (m^3)。

材料的堆积体积包括颗粒体积（颗粒内有开口孔隙和闭口孔隙）和颗粒间空隙的体积，如图 1-2 所示。砂、石等散粒状材料的堆积体积，可通过在规定条件下用所填充容量筒的容积来求得，材料堆积密度大小取决于散粒材料的视密度、含水率以及堆积的疏密程度。在自然堆积状态下称松散堆积密度，在振实、压实状态下称为紧密堆积密度。除此之外，材料的含水程度也影响堆积密度，通常指的堆积密度是在干燥状态下的，称为干堆积密度，简称堆积密度。

（四）密实度与孔隙率

1. 密实度

密实度是指材料体积内被固体物质所充实的程度。其计算式为：

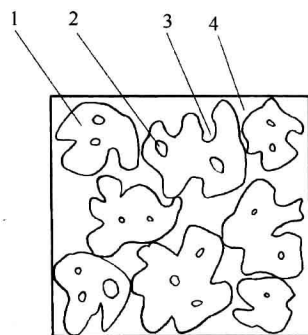


图 1-2 散粒材料的堆积体积示意图

1—颗粒中固体物质体积；2—颗粒中的闭口孔隙；3—颗粒中的开口孔隙；4—颗粒间空隙