



全国高等职业教育示范专业规划教材
建筑工程技术专业

建筑材料与检测

JIANZHU CAILIAO YU JIANCE

殷凡勤 张瑞红 主编



★ 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

赠 电子 课件

全国高等职业教育示范专业规划教材
建筑工程技术专业

建筑材料与检测

主 编 殷凡勤 张瑞红
副主编 赵书远 孙玉龙
参 编 周 玮 陈宏宇 纪殿彬 王 娟
主 审 王秀花 常传立



机械工业出版社

本书依据高职高专《建筑工程技术专业人才培养方案》编写,全书分12个单元。主要内容包括绪论、建筑材料的基本性质、建筑石材、气硬性胶凝材料、水泥、混凝土、建筑砂浆、墙体材料、金属材料、合成高分子材料、防水材料、木材及制品。

全书依据我国现行的标准、规范编写,理论联系实际,简单实用。每个单元有小结和思考与拓展题及能力训练题来帮助学生巩固学习效果。

本书可作为高等职业院校建筑工程技术专业的教材使用,也可作为建筑类其他专业的教材及工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料与检测/殷凡勤,张瑞红主编. —北京:机械工业出版社, 2011. 8

全国高等职业教育示范专业规划教材·建筑工程技术专业
ISBN 978-7-111-34469-8

I. ①建… II. ①殷… ②张… III. ①建筑材料—检测—高等
职业教育—教材 IV. ①TU502

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第165021号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)
策划编辑:覃密道 李俊玲 责任编辑:覃密道 常金锋
版式设计:张世琴 责任校对:张玉琴
封面设计:鞠 杨 责任印制:乔 宇

三河市国英印务有限公司印刷

2011年10月第1版第1次印刷
184mm×260mm·14.75印张·359千字
0001—3000册
标准书号:ISBN 978-7-111-34469-8
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
电话服务 网络服务

社服务中心:(010)88361066

销售一部:(010)68326294

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

门户网:<http://www.cmpbook.com>

教材网:<http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

全国高等职业教育示范专业规划教材
建筑工程技术专业精品课程配套教材
编审委员会

首席顾问：杜国城

主任委员：何辉

副主任委员：（按姓氏笔画排序）

李宏魁 李俊玲 陈锡宝

徐 辉 黄珍珍 韩培江

委员：（按姓氏笔画排序）

马守才 王存芳 王 辉 石立安 刘志宏 刘启顺 牟培超

孙华峰 李 林 李向民 李 燕 张 敏 张瑞红 陈 刚

陈 正 侯洪涛 郑惠虹 桑佃军 徐秀维 郭卫琳 殷凡勤

黄圣玉 宿 敏 夏玲涛 傅 敏 蔡伟庆

秘书：黄永焱 覃密道

序

我国高等职业教育正处于全面提升质量与加强内涵建设的重要阶段。近年来，随着国家、各省市的示范性高职院校建设、精品课程建设及教学成果奖评选等加强内涵建设工作的开展，形成了一大批符合教学需要、紧贴行业一线、突出工学结合、自身特色鲜明的示范专业和精品课程。这些成果的取得，不仅是高等职业教育内涵建设的阶段性成果，同时也是下一步发展的重要基础和有益经验。

机械工业出版社积极适应高等职业教育迅速发展的需要，从2000年开始出版高等职业教育土建类教材。经过几年的不懈努力，已形成专业覆盖面广、品种齐全、教学配套资源丰富的教材产品体系，在普通高等教育“十一五”国家级规划教材评选中，高职层次有50多种土建类教材入选，入选数量位居全国首位，为建设行业高素质人才培养做出了贡献，并以严谨的态度、过硬的质量、精细的编校、精美的装帧得到了高职院校师生的普遍认可。

为促进高等职业教育的内涵建设，进一步推动高等职业教育教材的发展，推广示范专业和精品课程建设的优秀成果，2008年7月，机械工业出版社组织召开了全国高等职业教育示范专业教材建设研讨会。会上成立了由全国20多所土建类重点院校组成的编审委员会，选聘了一批长期从事高等职业教育的具有双师素质的优秀教师和经验丰富的行业企业专家，启动了全国高等职业教育示范专业规划教材(建筑工程技术)的编写工作。本系列教材在整体规划中体现了高等职业教育“1221”模式下，理论教学和实践教学两个体系系统设计的思路；较好地贯彻了基础理论知识和实践相结合，重点是实践的指导思想。同时本系列教材大多数为国家级、省级、教育部相关教学指导委员会认定的精品课程配套教材，是各学校示范专业建设成果的总结和升华，在内容和形式上均体现了示范性、创新性、适用性；同时配套了丰富的教学资源，可以为教学提供全面的服务。

此系列教材的出版是为促进高等职业教育内涵建设，进一步提升人才培养质量，促进土建类专业发展和课程建设所做的一次开拓性尝试。相信本系列教材将为高等职业教育土建类专业建设和课程教学的改革发展起到积极的推动作用。

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会秘书长
土建施工类专业指导分委员会主任委员

杜国城

前 言

本书是为了适应我国高等职业教育高速发展的需要，深化高等职业教育的教学机制改革，建立以服务为宗旨、以就业为导向的培养模式而编写的。

本书内容除了学生必须掌握的基本理论外，基本以建筑工程“实用”、“够用”为度，注重学生实践技能和专业素质的培养；同时考虑建筑业相应工种职业资格岗位的要求，对一些理论性较强的内容进行了删减；对实际工程中常见的材料取样、检测及验收等内容进行了强调。在编写过程中引入一些实际工程中的案例，使教材更贴近实际工程需要。

全书按我国现行的标准、规范、规程编写。每个单元有小结和思考与拓展题及能力训练题。思考与拓展题注重学生分析问题、解决问题能力的培养，能力训练题结合工程中有关资质证书考试的要求进行编写，以帮助学生巩固学习效果。全书按 64 学时编写，学时分配见下表（供参考）。

单 元	学时数（试验）	单 元	学时数（试验）
单元 1	1	单元 7	6（2）
单元 2	5	单元 8	4（2）
单元 3	2	单元 9	6（2）
单元 4	4	单元 10	1
单元 5	11（3）	单元 11	6（2）
单元 6	17（5）	单元 12	1
总学时（试验）		64（16）	

参加本教材编写的有：殷凡勤（单元 1、单元 2）；张瑞红（单元 12）；赵书远（单元 3、单元 7）；孙玉龙（单元 10、单元 11）；周玮（单元 5）；陈宏宇（单元 6）；纪殿彬（单元 9）；王娟（单元 4、单元 8）。全书由殷凡勤、张瑞红担任主编，赵书远、孙玉龙担任副主编，内蒙古建筑职业技术学院王秀花、河南省第五建筑安装工程有限公司常传立主审。

由于编写时间仓促和编者水平有限，本书难免存在缺点和不妥之处，恳请广大读者在使用过程中给予指正，并提出宝贵意见。

编 者

目 录

序
前言

单元 1 绪 论

子单元 1 建筑材料的定义和分类	1
子单元 2 建筑材料在建筑工程中的地位和发展方向	2
子单元 3 建筑材料的技术标准和检测	3
子单元 4 课程的目的和要求	4
单元小结	4
能力训练题	4

单元 2 建筑材料的基本性质

子单元 1 材料的物理性质	5
子单元 2 材料的力学性质	12
子单元 3 材料的耐久性	14
知识链接——长城	15
单元小结	15
思考与拓展题	15
能力训练题	15

单元 3 建筑石材

子单元 1 天然岩石的基本知识	17
子单元 2 天然石材的技术性质	18
子单元 3 常用建筑石材	21
子单元 4 人造石材	22
知识链接——赵州桥	23
单元小结	24
思考与拓展题	24
能力训练题	24

单元4 气硬性胶凝材料

子单元1 建筑石膏	26
子单元2 石灰	29
子单元3 水玻璃	33
知识链接——纸面石膏板	35
单元小结	36
思考与拓展题	36
能力训练题	36

单元5 水 泥

子单元1 硅酸盐系列水泥	38
子单元2 通用硅酸盐水泥	45
子单元3 其他水泥简介	51
子单元4 水泥的验收和检验	55
知识链接——自流平水泥	62
单元小结	63
思考与拓展题	63
能力训练题	63

单元6 混 凝 土

子单元1 概述	66
子单元2 混凝土的基本组成材料	68
子单元3 普通混凝土的技术性质	75
子单元4 混凝土外加剂和掺合料	88
子单元5 普通混凝土配合比设计	95
子单元6 混凝土的质量控制	101
子单元7 特殊品种混凝土	105
子单元8 新型混凝土	111
子单元9 混凝土骨料的检验	113
子单元10 混凝土性能检验	116
知识链接——喷射混凝土	120
单元小结	120
思考与拓展题	121
能力训练题	121

单元7 建筑砂浆

子单元1 概述	124
子单元2 砌筑砂浆的组成	124
子单元3 砂浆的技术要求	126
子单元4 砌筑砂浆的配合比设计	128
子单元5 抹面砂浆	131
子单元6 建筑砂浆性能检验	134
知识链接——干粉砂浆简介	137
单元小结	137
思考与拓展题	138
能力训练题	138

单元8 墙体材料

子单元1 砌墙砖	140
子单元2 墙用砌块	145
子单元3 墙用板材	147
子单元4 砌墙砖性能检验	152
知识链接——嵩岳寺塔	155
单元小结	156
思考与拓展题	156
能力训练题	156

单元9 金属材料

子单元1 建筑钢材	159
子单元2 铝和铝合金	172
子单元3 钢筋的检验与验收	173
知识链接——新型钢材“金属玻璃”	178
单元小结	178
思考与拓展题	178
能力训练题	178

单元10 合成高分子材料

子单元1 高分子化合物的基本知识	180
子单元2 建筑塑料	181

子单元3 建筑涂料	184
子单元4 建筑胶粘剂	186
知识链接——神奇的 ETFE 膜	188
单元小结	189
思考与拓展题	189
能力训练题	189

单元 11 防水材料

子单元1 沥青	191
子单元2 防水卷材	196
子单元3 防水涂料	203
子单元4 建筑密封材料	205
子单元5 改性沥青防水卷材的检验与验收	207
知识链接——水泥基渗透结晶型防水材料	213
单元小结	214
思考与拓展题	214
能力训练题	214

单元 12 木材及制品

子单元1 木材的基本知识	216
子单元2 木材的防护	219
子单元3 木材的应用	220
知识链接——中国最早木结构建筑	221
单元小结	222
思考与拓展题	222
能力训练题	222
参考文献	223

单元 1 绪 论

能力目标:

1. 对建筑材料有基本的了解。
2. 了解建筑材料相关的技术标准。

学习重点与难点:

重点掌握建筑材料的含义与分类;掌握建筑材料产品的技术标准及检验的一般规则。

子单元 1 建筑材料的定义和分类

用于建筑工程的材料总称为建筑材料,它是一切建筑工程的物质基础。本书只介绍构成建筑物本身的材料。

建筑材料种类繁多,通常是按材料的化学成分及其使用功能分类。

1.1.1 按化学成分分类

根据材料的化学成分建筑材料可分为无机材料,有机材料和复合材料,见表 1-1。

表 1-1 建筑材料按化学成分分类

分 类		实 例	
无机材料	金属材料	黑色金属	生铁、碳素钢、合金钢等
		有色金属	铝、锌、铜及其合金等
	非金属材料	天然石材	石子、砂子、毛石、料石等
		烧土制品	黏土砖、瓦、空心砖、建筑陶瓷等
		玻璃	普通平板玻璃、特种玻璃等
		胶凝材料及其制品	石灰、石膏、水玻璃、水泥及其制品等
无机纤维材料	玻璃纤维、矿物棉等		
有机材料	植物材料	木材、竹材、植物纤维及其制品等	
	沥青材料	煤沥青、石油沥青及其制品等	
	高分子材料	塑料、涂料、胶粘剂、合成橡胶等	
复合材料	金属与无机非金属材料复合	钢筋混凝土、钢纤维混凝土等	
	金属与有机材料复合	PVC 钢板、有机涂层铝合金板等	
	有机与无机非金属材料复合	玻璃钢、沥青混凝土、聚合物混凝土等	

1.1.2 按使用功能分类

根据建筑材料在建筑物中的部位或使用功能,大体上可分为三大类,即建筑结构材料、墙体材料和建筑功能材料,见表 1-2。

表 1-2 建筑材料按使用功能分类

分 类	用 途	实 例
建筑结构材料	砌体结构	砂浆、石材、砖、水泥等
	混凝土结构	混凝土、钢筋等
	钢结构	建筑钢材等
墙体材料	砖及砌块	普通砖、空心砖及砌块等
	墙板	混凝土墙板、石膏板、复合墙板等
建筑功能材料	防水材料	沥青及其制品等
	绝热材料	石棉、矿棉、玻璃棉、膨胀珍珠岩等
	吸声材料	木丝板、毛毡、泡沫塑料等
	采光材料	窗用玻璃等
	装饰材料	涂料、塑料装饰材料、铝材等

子单元 2 建筑材料在建筑工程中的地位和发展方向

1.2.1 建筑材料在建筑工程中的地位

1. 建筑材料是建筑业发展的物质基础

建筑材料是构成建筑物的物质基础,没有建筑材料就没有建筑物,只有建筑材料的大发展才有建筑业的大发展。

2. 建筑材料直接影响工程质量

如果构成建筑物的建筑材料质量不合格,就不能建造合格的建筑物,所以建筑材料的质量直接影响建筑物本身的质量。

3. 建筑材料直接影响工程造价

一般建筑的总造价中,建筑材料费用所占比重较大,约占总造价的 50%~60%。因此,选用的建筑材料是否经济适用,对降低房屋建筑的造价起着重要的作用。

4. 建筑材料直接影响工程结构形式和施工方法

古罗马时代使用的主要建筑材料是砖和石料,公元 125 年建造的万神庙,直径为 44m 的半球形屋顶,采用砖石结构,用了 12000t 材料;由于水泥的发明,钢筋混凝土的出现,1912 年波兰建造了直径为 65m 的世纪大厅,采用钢筋混凝土肋形拱顶,重量只有 1500t;玻璃纤维增强水泥的出现,1977 年原西德斯图加特市联邦园艺展览厅,采用玻璃纤维增强水泥的双曲抛物面屋盖,厚 1cm,直径 31m,重量只有 25t。这些事实说明:只有新型建筑材料的出现,才能创造新的结构形式;工程技术上的成就与材料性能的改善密切相关。

1.2.2 建筑材料的发展方向

建筑材料今后的发展将有以下几个趋势。

- 1) 尽可能地提高材料的强度,降低结构的自重。
- 2) 研究并生产多功能、高效能的材料。
- 3) 由单一材料向复合材料及其制品发展。
- 4) 对材料的耐久性要求更高。
- 5) 建筑制品的生产将向预制化、单元化发展,构件尺寸日益增大。
- 6) 大量利用工农业废料、废渣,生产廉价的、高性能的材料及制品。
- 7) 利用现代科学技术及手段,在深入认识材料的内在结构对性能影响的基础上,按指定的要求,设计与制造新的建筑材料。大力发展绿色建筑材料,坚持可持续发展的战略方针。

子单元3 建筑材料的技术标准和检测

1.3.1 建筑材料技术标准的分类

建筑材料的技术标准是生产和使用单位检验、确定产品质量是否合格的技术文件。为了保证材料的质量,必须对材料产品的技术要求制定统一的标准,其内容主要包括:产品规格、分类、技术要求、检验方法、验收规则、标识、运输和储存注意事项等。建筑材料标准是企业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。

目前我国常用的标准有以下四大类。

1. 国家标准

国家标准有强制性标准(代号GB)和推荐性标准(代号GB/T)。强制性标准是全国必须执行的技术指导文件,产品的技术指标不得低于标准中规定的要求。推荐性标准在执行时也可采用其他相关标准的规定。如,通用硅酸盐水泥(GB 175—2007),其中“GB”为国家标准的代号,“175”为标准编号,“2007”为标准颁布年代号,“通用硅酸盐水泥”为该标准的技术(产品)名称。

2. 行业标准

各行业(或主管部门)为了规范本行业的产品质量而制定的技术标准,也是全国性的指导文件。如,建筑生石灰(JC/T 479—1992),其中“JC”为建材行业的标准代号,“T”表示推荐标准;“479”为此类技术标准的顺序号;“1992”为标准颁发年代号。

3. 地方标准(代号DB)

地方主管部门发布的地方性技术指导文件,适用于该地区使用,其技术标准不低于国家标准的相关要求。

4. 企业标准(代号QB)

由企业制定发布的指导本企业生产的技术文件,仅适用于本企业,技术标准应不低于类似(或相关)产品的国家标准。

目前主要建筑材料都有统一的技术标准。标准的主要内容包括材质和检验两大方面。有的将这两方面核定在同一个标准内,有的则分开为几个标准。现场配制的一些材料,它们的原材料要符合相应的建材标准,制成成品的检验,往往包含于施工验收规范和规程之中。由于标准的分工越来越细和相互渗透,一种材料的检验经常要涉及多个标准、规程和规定。

1.3.2 建筑材料的检验规则

建筑材料检验是建筑工程中评定建筑材料质量、验收材料和建筑工程质量评定的主要依据。建筑材料检验主要包括取样和检测两部分。

1. 取样

建筑材料在检验前，首先要选取具有代表性的试样，取样原则为随机抽样，取样方法视不同材料而异。如散粒材料可采用缩分法，成型材料可采用不同部位切取、随机数码表、双方协商等方法，具体详见后面各单元。

2. 材料检测

建筑材料应具有必要的性能，对于这些材料性能的检验，必须通过适当的测试手段来进行，本书着重介绍实验室原材料性能的检验测定。常见的原材料性能检测主要包括物理性能检测、力学性能检测、化学性能检测和工艺性能检测等，具体各种建筑材料检测哪些性能详见以后各单元。

子单元4 课程的目的和要求

建筑材料是土建专业的一门技术基础课。它既是一门重要的应用课程，也是学习其他专业课的基础。它为后续课程的学习提供必要的知识，为今后从事专业技术工作时，合理选择和使用建筑材料打下基础。

为了能学好这门课程，在学习过程中，应注意以下几点。

- 1) 材料的组成和结构是决定材料性质的内在因素，只有了解材料性质与组成构造的关系才能掌握材料的性质。
- 2) 同类材料存在共性，同类材料的不同品种还存在着特性。学习时应掌握各种材料的共性，再运用对比的方法掌握不同品种材料的特性，便于理解。
- 3) 材料的性质会受到外界环境条件的影响，学习时要运用已学过的物理、化学等基础知识加深理解，提高分析和解决问题的能力。
- 4) 材料试验是本课程学习的一个重要环节，因此必须上好试验课，通过试验培养动手能力，获取感性知识，了解技术标准与检验方法。

单元小结

本单元介绍了建筑材料常用的按化学成分及按使用功能的分类情况，介绍了建筑材料在建筑工程中的重要地位，叙述了建筑材料的发展方向，介绍了我国常用的四类技术标准、表示方法及建筑材料检验的一般规则，明确了本课程的学习目的和学习要求。

能力训练题

1. 建筑材料按化学成分和功能分别分为哪几类？
2. 为什么行业和地方标准中的技术标准一般要高于国家标准中的相关要求？

单元2 建筑材料的基本性质

能力目标:

1. 了解建筑材料有关物理、力学及耐久性方面的基本性质。
2. 能初步根据材料的性能选用合适的材料。

学习重点与难点:

重点掌握材料与质量有关的性质、与水有关的性质及与热有关的性质的概念及表示方法。难点是材料孔隙和孔隙特征对材料性能的影响。

子单元1 材料的物理性质

2.1.1 材料与质量有关的性质

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:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2-1)$$

式中 ρ ——材料的密度, 单位为 g/cm^3 ;

m ——材料在干燥状态下的质量, 单位为 g ;

V ——材料在绝对密实状态下的体积, 单位为 cm^3 。

绝对密实状态下的体积是指不包括孔隙在内的体积。除了钢材, 玻璃等少数材料外, 绝大多数材料内部都有一些孔隙。在测定有孔隙材料(如砖、石等)的密度时, 应把材料磨成细粉, 干燥后, 用李氏瓶测定其绝对密实体积。材料磨得越细, 测得的密实体积数值就越精确。

2. 表观密度

表观密度是指材料单位体积(含材料实体及闭口孔隙体积)的质量。按下式计算:

$$\rho' = \frac{m}{V'} \quad (2-2)$$

式中 ρ' ——材料的表观密度, 单位为 kg/m^3 或 g/cm^3 ;

m ——材料的质量, 单位为 kg 或 g ;

V' ——材料在包含闭口孔隙条件下的体积(即只含内部闭口孔隙, 不含开口孔隙), 单位为 m^3 或 cm^3 。

通常，材料在包含闭口孔隙条件下的体积可采用排液置换法测得。

3. 体积密度

体积密度是指材料在自然状态下单位体积（包括材料实体及其开口孔隙、闭口孔隙）的质量。按下式计算：

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (2-3)$$

式中 ρ_0 ——材料的体积密度，单位为 kg/m^3 或 g/cm^3 ；

m ——材料的质量，单位为 kg 或 g ；

V_0 ——材料在自然状态下的体积，包括材料实体及其开口孔隙、闭口孔隙的体积，单位为 m^3 或 cm^3 。

对于形状规则的材料，其体积可直接用量具测得。对于形状不规则的材料的体积，可用排液法或封蜡排液法测得。

4. 堆积密度

堆积密度是指散粒状材料在自然状态下单位体积的质量。按下式计算：

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0} \quad (2-4)$$

式中 ρ'_0 ——堆积密度，单位为 kg/m^3 ；

m ——材料的质量，单位为 kg ；

V'_0 ——材料的堆积体积（含物质实体体积及其闭口、开口孔隙体积及颗粒间空隙体积）单位为 m^3 。

测量散粒状材料的堆积密度时，材料的质量是指填充在一定容积的容器内的材料质量，其堆积体积是指所用容器的容积。

5. 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，即材料的密实体积与总体积之比，用 D 表示，按下式计算：

$$D = \frac{V}{V_0} \times 100\% = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\% \quad (2-5)$$

含孔隙的固体材料的密实度均小于1。材料的 ρ 与 ρ_0 越接近，即 ρ_0/ρ 越接近1，材料就越密实。

(2) 孔隙率 材料的孔隙率是指材料内部孔隙的体积占材料总体积的百分率，它以 P 表示。按下式进行计算：

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\% \quad (2-6)$$

孔隙率与密实度的关系为：

$$P + D = 1$$

材料内部除了孔隙的多少以外，孔隙的特征状态也是影响其性质的重要因素之一。材料的孔隙特征表现为孔隙是在材料内部被封闭的，还是在材料的表面与外界连通的。前者为闭口孔隙，后者为开口孔隙。有的孔隙在材料内部是被分割为独立的，还有的孔隙在材料内部是相互连通的。此外，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。一般而言，孔隙率较小，且连通孔隙较少的材料，其吸水性较小，强度较高，抗渗性和抗冻性较好。

6. 填充率与空隙率

(1) 填充率 填充率是指散粒状材料在堆积体积中，被其颗粒填充的程度，以 D' 表示。按下式计算：

$$D' = \frac{V_0'}{V_0} \times 100\% = \frac{\rho_0'}{\rho_0} \times 100\% \quad (2-7)$$

(2) 空隙率 空隙率是指散粒状材料在堆积体积状态下颗粒固体物质间空隙体积占堆积体积的百分率。空隙率 P' 的计算公式为：

$$P' = \frac{V_0' - V'}{V_0'} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_0'}{\rho_0}\right) \times 100\% \quad (2-8)$$

填充率与空隙率的关系为：

$$D' + P' = 1$$

空隙率考虑的是材料颗粒间的空隙，这对填充和黏结散粒材料时，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。

2.1.2 材料与水有关的性质

1. 材料的亲水性与憎水性

与水接触时，有些材料能被水润湿，而有些材料则不能被水润湿，前者称材料具有亲水性，后者称具有憎水性。材料具有亲水性或憎水性的根本原因在于材料的分子结构。亲水性材料与水分子之间的分子亲和力大于水分子本身之间的内聚力；憎水性材料与水分子之间的亲和力小于水分子本身之间的内聚力。

工程实际中，材料是亲水性或憎水性，通常以润湿角 θ 的大小划分。润湿角为在材料、水和空气的交点处，沿水滴表面的切线 γ_L 与水与固体接触面 γ_{SL} 所成的夹角。其中润湿角 θ 愈小，表明材料愈易被水润湿。当材料的润湿角 $\theta \leq 90^\circ$ 时，为亲水性材料；当材料的润湿角 $\theta > 90^\circ$ 时，为憎水性材料。水在亲水性材料表面可以铺展开，且能通过毛细管作用自动将水吸入材料内部；水在憎水性材料表面不仅不能铺展开，而且水分不能渗入材料的毛细管中，如图 2-1 所示。

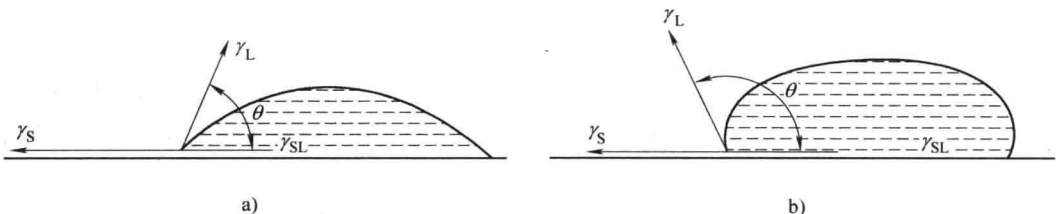


图 2-1 材料的润湿示意图

a) 亲水性材料 b) 憎水性材料

上述概念也适用于其他液体对固体的润湿情况，相应称为亲液材料和憎液材料。

2. 吸水性

材料在水中能吸收水分的性质称为吸水性。材料的吸水性用吸水率表示，吸水率有质量