



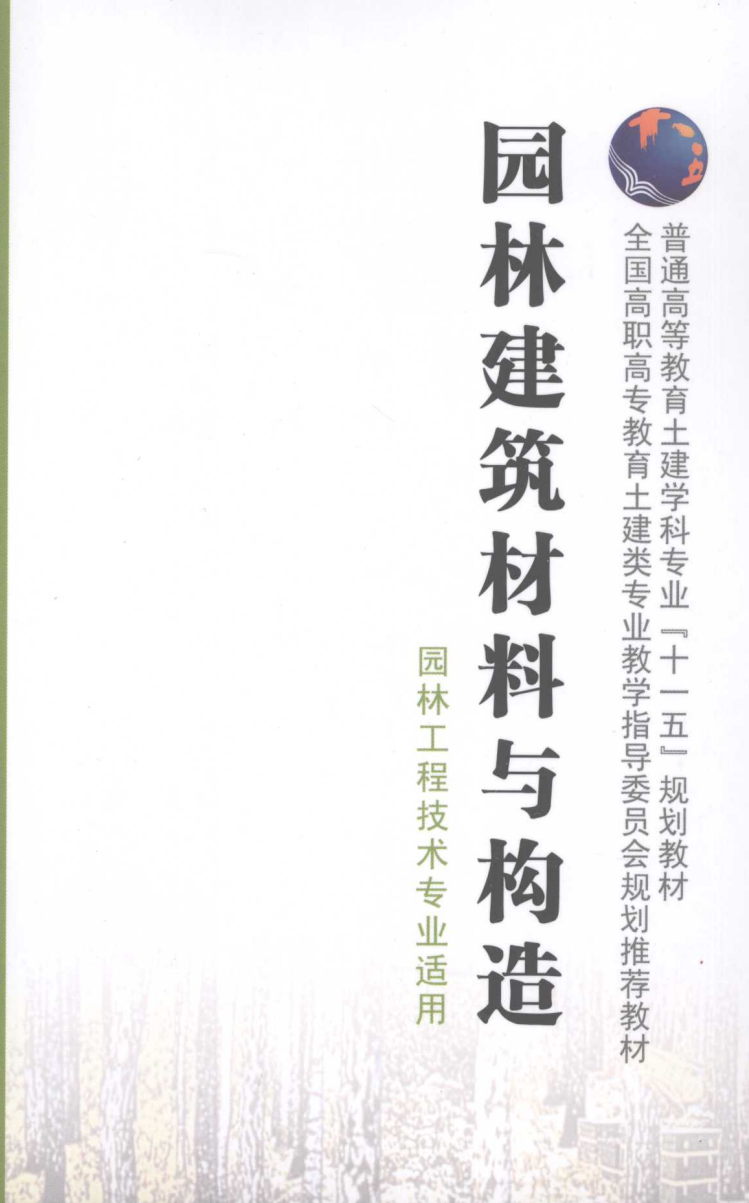
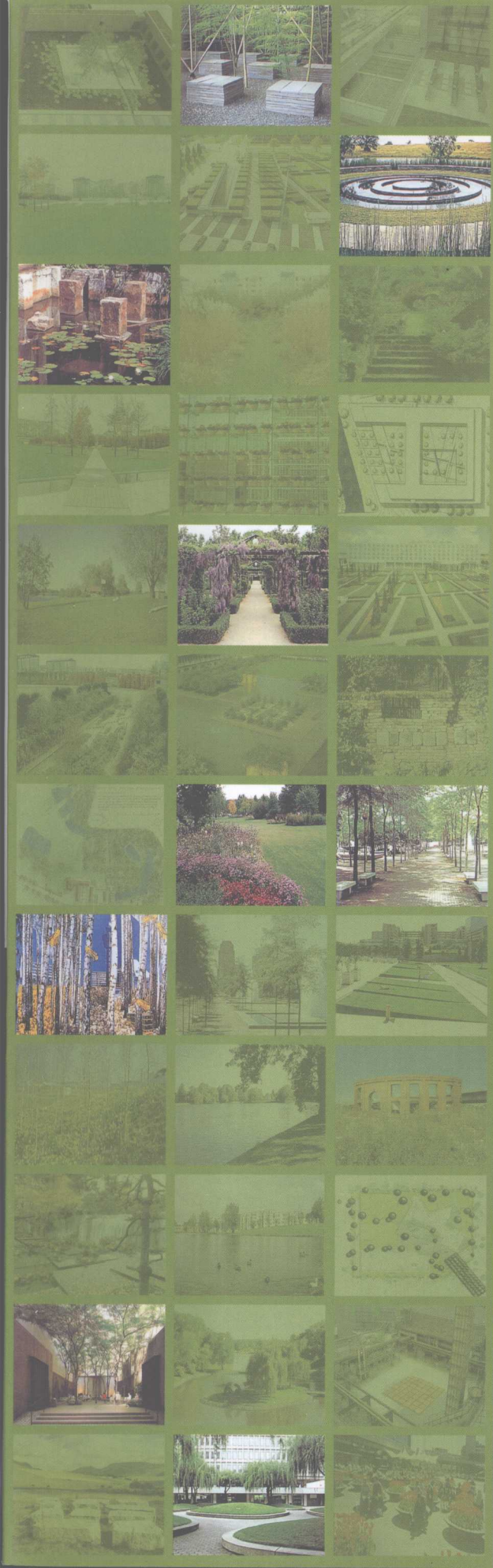
普通高等教育土建类专业“十一五”规划教材
全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会规划推荐教材

园林建筑材料与构造

园林工程技术专业适用

本教材编审委员会组织编写
武佩牛 主编

中国建筑工业出版社



普通高等教育土建学科专业「十一五」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

园林建筑材料与构造

本教材编审委员会组织编写

(园林工程技术专业适用)

武佩牛 主编
季翔 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

园林建筑材料与构造 / 本教材编审委员会组织编写. —北京: 中国建筑工业出版社, 2007

普通高等教育土建学科专业“十一五”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. 园林工程技术专业适用

ISBN 978 - 7 - 112 - 09299 - 4

I. 园... II. 本... III. ①园林建筑 - 建筑材料 - 高等学校: 技术学校 - 教材②园林建筑 - 建筑构造 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. TU986.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 065532 号

本书为建设行业技能型紧缺人才培养教育工程系列教材之一, 全书共 4 章, 即: 园林建筑材料、房屋建筑基本知识、园林建筑的基本构造、园林建筑材料与构造实训。前 3 章附有内容小结及思考题。

本书主要作为高职高专院校园林工程技术专业及其他相关专业教材, 也可用于在职培训或供有关工程技术人员参考。

责任编辑: 朱首明 杨虹

责任设计: 董建平

责任校对: 兰曼利 关健

普通高等教育土建学科专业“十一五”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

园林建筑材料与构造

(园林工程技术专业适用)

本教材编审委员会组织编写

武佩牛 主编

季翔 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

北京嘉泰利德公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 17 $\frac{1}{4}$ 字数: 429 千字

2007 年 12 月第一版 2007 年 12 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 28.00 元

ISBN 978 - 7 - 112 - 09299 - 4

(15963)

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)

序 言

全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑类专业指导分委员会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,自成立以来,全国高职高专教育土建类专业教学指导委员会建筑类专业指导分委员会的工作取得了多项成果,编制了建筑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“建筑装饰技术”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建筑类专业指导分委员会指导的专业有建筑设计技术、室内设计技术、建筑装饰工程技术、园林工程技术、中国古建筑工程技术、环境艺术设计等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、紧密结合实际、符合高职学生学习规律的特色。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才打下基础。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建筑类专业指导分委员会

2007年6月

前 言

本教材根据教育部高等职业园林工程技术专业培养方案中主干课程《园林建筑材料与构造》基本内容和基本要求而编写,是建设行业技能型紧缺人才培养教育工程系列教材之一,也是教育部职教司与成人教育司推荐教材。

本书的内容包括园林建筑材料、房屋建筑构造基本知识、园林工程一般设施的构造、实训四部分的内容。

园林建筑材料部分包括了常用材料的基本性质、分类方式及石材、水泥和其他胶凝材料、混凝土和砂浆、砌体材料、木材、建筑塑料、防水绝缘吸声材料、装饰材料的性能、技术指标及使用等内容。有利于科学选用、合理使用园林材料。

房屋建筑构造部分包括了建筑的概念、建筑结构知识、房屋组成部分——基础、墙、屋顶、楼梯、装饰装修等相应的构造知识和一般的构造做法等内容。有利于掌握相应的构造原理,为园林建筑构造设计打下理论与技能的基础。

园林建筑基本构造部分包括了园林工程中的景墙、景路与地装、梯道、花架、廊与亭、水景与石景的构造知识和常见的构造做法,并介绍了相应实例。有利于建筑工程的构造设计;有利于园林制图能力的提高;有利于园林设计、园林工程施工与管理等课程的学习。

园林建筑材料与构造实训部分包括了园林建筑材料知识、中式亭的抄绘、楼梯建筑设计、园林小品测绘、现代亭构造设计等内容。有利于综合应用相应理论知识,增强解决实际问题的能力,逐步提高实践操作水平。

本书的内容综合性强,偏重于实践能力的培养,实训中各课题的目的明确,实为有一定价值的教学与培训用书。然而,由于时间仓促,书中难免有不足之处,欢迎读者提出宝贵意见和建议。

本教材由武佩牛主编,季翔主审,王惠琴编写第1章、肖琳琛编写第2章、武佩牛编写第3章、蔡丽琼编写第4章,潘福荣对全书进行了统稿。另外,蔡丽琼为本书的编写做了大量的资料收集与整理工作。

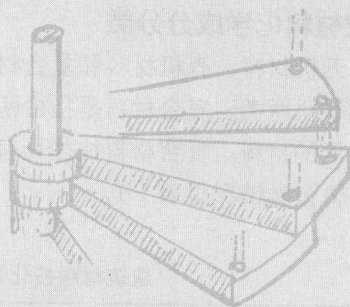
本套教材的封面图片由北京林业大学王向荣教授提供,在此表示衷心的感谢。

目 录

第 1 章 园林建筑材料	1
1.1 建筑材料分类	2
1.2 园林建筑材料的基本性质	3
1.3 园林建筑常用材料的类别	14
本章小结	88
复习思考题	89
第 2 章 房屋建筑基本知识	91
2.1 房屋建筑概论	92
2.2 力学与结构知识	95
2.3 地基与基础	103
2.4 墙体	107
2.5 楼地面构造	129
2.6 饰面装修	141
2.7 楼梯	159
2.8 屋顶	170
2.9 门窗	190
本章小结	205
复习思考题	207
第 3 章 园林建筑的基本构造	209
3.1 景墙	210
3.2 园路与铺地	218
3.3 梯道与楼梯	226
3.4 花架	229
3.5 廊	235
3.6 亭	241
3.7 石景与水景	255
本章小结	269
复习思考题	270
第 4 章 园林建筑材料与构造实训	271
4.1 园林建筑材料的认识	272
4.2 中式半亭抄绘	272
4.3 楼梯设计	273

4.4 园林小品测绘	274
4.5 现代亭构造设计	275

参考文献	276
------------	-----



1.1 建筑材料分类

人类赖以生存的总环境中，所有构筑物与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。本节所讨论的是用于园林建筑的材料，介绍园林建筑材料的基本性质与常用类别。

建筑材料浩如烟海，品种花色非常繁杂，常可从多个角度对建筑材料进行分类。最常见的是按材料的化学成分和用途分类。

1.1.1 按材料化学成分分类

可分为无机材料、有机材料和复合材料三大类。无机材料又可分为金属材料与非金属材料两类。复合材料是指由两种或两种以上的材料，组合成为一种具有新的性能的材料。复合材料往往具有多种功能，因此，它是现代材料的发展方向。具体分类情况见表 1-1。

建筑材料按化学成分分类

表 1-1

无机材料	金属材料	黑色金属（主要为 Fe 元素）	如，钢、铁等
		有色金属	如，铝、铜、锌、铅及其合金等
	非金属材料	天然材料	如，砂、黏土、石子、大理石、花岗石等
		烧土制品	如，砖、瓦、玻璃、陶瓷等
		胶凝材料	如，石灰、石膏、水泥、水玻璃等
		保温材料	如，石棉、矿物棉、膨胀蛭石等
		混凝土及硅酸盐制品	如，混凝土、砂浆、硅酸盐制品等
有机材料	天然材料	如，木材、竹材、植物纤维等	
	胶凝材料	如，沥青、合成树脂等	
	保温材料	如，软木板、毛毡等	
	高分子材料	如，塑料、涂料、合成橡胶等	
复合材料	金属材料与非金属材料复合	如，钢筋混凝土、钢纤维增强混凝土等	
	有机材料与无机材料复合	如，聚合物混凝土、玻璃纤维增强塑料等	
	金属材料与有机材料复合	如，轻质金属夹芯板、铝塑板等	

1.1.2 按用途分类

按材料的用途可分为结构材料与功能材料两大类。

结构材料指用作承重构件的材料，如梁、板、柱所用的材料，像砖、石材、砌块、钢材、混凝土等都是结构材料。

功能材料指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防水材料：沥青、塑料、橡胶等。
- ②饰面材料：墙面砖、石材、彩钢板、彩色混凝土等。
- ③吸声材料：多孔石膏板、塑料吸声板、膨胀珍珠岩等。
- ④绝热材料：塑料、橡胶、泡沫混凝土等。
- ⑤卫生工程材料：金属管道、塑料、陶瓷等。

无论是什么类型材料，都有一个标准。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。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。我国目前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。如建设部行业标准（代号 JGJ），国家建材工业行业标准（代号 JC），冶金工业行业标准（代号 YB），交通部行业标准（代号 JT），水电行业标准（代号 SD）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—批准年份。

例如：国家标准《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》GB 175—1999。

1.2 园林建筑材料的基本性质

园林建筑材料的基本性质，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。因为园林建筑材料所处工程的部位不同，使用环境不同，人们对材料的使用功能要求不同，所起的作用就不同，要求的性质也就有所不同。

1.2.1 材料的物理性质

(1) 材料与质量有关的性质

1) 材料的密度、表观密度、堆积密度

①密度 材料的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 或 kg/m^3)；

m ——材料的质量 (g 或 kg)；

V ——材料的绝对密实体积 (cm^3 或 m^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。在常用园林工程材料中，除了钢材、玻璃、沥青等少数接近于绝对密实的材料外，绝大多数材料都含有一定的孔隙。在测定有孔隙材料的密度时，应先把材料磨

成细粉，烘干至恒定质量以排除内部孔隙，然后用李氏瓶测得其实体积，再用上式计算得到密度值。

②材料的表观密度 表观密度是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 (g/cm^3 或 kg/m^3)；

m ——材料的质量 (g 或 kg)；

V_0 ——材料的表观体积 (cm^3 或 m^3)。

材料在自然状态下的体积，是指包括实体积和孔隙体积在内的体积。对于形状规则的材料，直接测量体积；对于形状不规则的材料，可用蜡封法封闭孔隙，然后再用排液法测量体积；对于混凝土用的砂石骨料，直接用排液法测量体积，此时的体积是实体积和闭口孔隙体积之和，即不包括与外界连通的开口孔隙体积。由于砂石比较密实，孔隙很少，开口孔隙体积更少，所以用排液法测得的密度也称为表观密度。

材料内常含有水分，材料的质量会随其含水率的变化而变化，因此测定表观密度时应注明其含水状态。材料的表观密度大小取决于材料的密度、孔隙率、孔隙构造和其含水情况。

③堆积密度 堆积密度是指粉状或粒状的散粒材料，在堆积状态下单位体积的质量。按下式计算：

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

式中 ρ'_0 ——材料的堆积密度 (g/cm^3 或 kg/m^3)；

m ——材料的质量 (g 或 kg)；

V'_0 ——材料的堆积体积 (cm^3 或 m^3)。

粉状或粒状材料的质量是指填充在一定容器内的材料质量，其堆积体积是指所用容器的容积而言。因此，材料的堆积体积包含了颗粒之间的空隙。

堆积密度是指材料在气干状态下的堆积密度，其取决于材料颗粒的表观密度以及颗粒堆积的密实程度，同时材料的含水状态也会影响堆积密度值，含水情况应注明。

在园林建筑工程中，计算材料用量、构件的自重、配料计算以及确定堆放空间时经常要用到材料的密度、表观密度和堆积密度等数据。

常用园林建筑材料的密度、表观密度、堆积密度，见表 1-2。

常用材料的密度、表观密度、堆积密度、孔隙率 表 1-2

材料名称	密度 (g/cm^3)	表观密度 (kg/m^3)	堆积密度 (kg/m^3)	孔隙率 (%)
钢材	7.85	7850	—	—
花岗石	2.6~2.9	2500~2850	—	0~0.3

续表

材料名称	密度 (g/cm ³)	表观密度 (kg/m ³)	堆积密度 (kg/m ³)	孔隙率 (%)
石灰石	2.6~2.8	2000~2600	—	0.5~3.0
碎石或卵石	2.6~2.9	—	1400~1700	—
普通砂	2.6~2.8	—	1450~1700	—
烧结黏土砖	2.5~2.7	1500~1800	—	20~40
水泥	3.0~3.2	—	1300~1700	—
普通混凝土	—	2100~2600	—	5~20
沥青混凝土	—	2300~2400	—	2~4
木材	1.55	400~800	—	55~75

2) 材料的密实度和孔隙率

①密实度 密实度是指材料体积内被固体物质充实的程度。密实度的计算式如下:

$$D = \frac{V}{V_0} = \frac{\rho_0}{\rho} \quad (1-4)$$

对于绝对密实材料,因 $\rho_0 = \rho$, 故密实度 $D = 1$ 或 $D = 100\%$ 。对于大多数园林工程材料,因 $\rho_0 < \rho$, 故密实度 $D < 1$ 或 $D < 100\%$ 。

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。孔隙率 P 按下式计算:

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} = 1 - \frac{\rho_0}{\rho} \quad (1-5)$$

式中 V ——材料的绝对密实体积 (cm³ 或 m³);

V_0 ——材料的表观体积 (cm³ 或 m³);

ρ_0 ——材料的表观密度 (g/cm³ 或 kg/m³);

ρ ——密度 (g/cm³ 或 kg/m³)。

密实度和孔隙率是从不同的两个方面反映材料的同一性质,对同一材料,其 $D + P = 1$ 。

材料的许多性质(如强度、吸湿性、抗冻性、吸声性等)均与孔隙率的大小密切相关,同时还与孔隙的构造特征有关。孔隙特征是指孔隙的形状、孔隙的大小和分布状态。在工程实践中,经常通过控制材料的孔隙率和孔隙特征以改善材料的某些性能。

几种常用材料的孔隙率见表 1-2。

3) 材料的填充率和空隙率

①填充率 是指散粒材料在其堆积体积中,被颗粒实体体积填充的程度,以 D' 表示,按下式计算:

$$D' = \frac{V_0}{V'_0} \times 100\% = \frac{\rho_0}{\rho'_0} \times 100\% \quad (1-6)$$

②空隙率 空隙率是指散粒材料在其堆积体积中，颗粒之间的空隙体积所占的比例。空隙率 P' 按下式计算：

$$P' = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} = 1 - \frac{V_0}{V'_0} = 1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0} \quad (1-7)$$

空隙率的大小反映了散粒材料的颗粒互相填充的致密程度。空隙率可作为控制混凝土骨料级配与计算含砂率的依据。对同一材料，其 $D' + P' = 1$ 。

【例 1-1】已知某种建筑材料试样的空隙率为 24%，此试样在自然状态下的体积为 40cm^3 ，质量为 85.50g ，吸水饱和后的质量为 89.77g ，烘干后的质量为 82.30g 。试求该材料的密度、表观密度、开口空隙率、闭口空隙率、含水率。

【解】密度： $\rho = m/V = 82.30/40 \times (1 - 0.24) = 2.7\text{g/cm}^3$

开口空隙率：开口空隙的体积/自然状态下的体积 = $[(89.77 - 82.30) \div 1] / 40 = 0.187$

闭口空隙率：空隙率 - 开口空隙率 = $0.24 - 0.187 = 0.053$

表观密度： $\rho_0 = m/V_0 = 82.3/40 \times (1 - 0.187) = 2.53\text{g/cm}^3$

含水率：水的质量/干重 = $(85.5 - 82.3)/82.3 = 0.039\%$

【例 1-2】某工地所用卵石材料的密度为 2.65g/cm^3 、表观密度为 2.61g/cm^3 、堆积密度为 1.68g/cm^3 ，计算此石子的空隙率与空隙率。

【解】石子的空隙率 P 为：

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} = 1 - \frac{V}{V_0} = 1 - \frac{\rho_0}{\rho} = 1 - \frac{2.61}{2.65} = 1.51\%$$

石子的空隙率 P' 为：

$$P' = \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} = 1 - \frac{V_0}{V'_0} = 1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0} = 1 - \frac{1.68}{2.61} = 35.63\%$$

(2) 材料与水有关的性质

1) 亲水性与憎水性

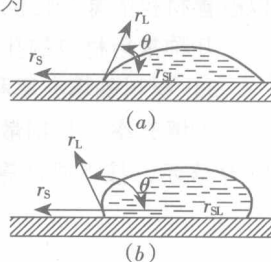
与水接触时，有些材料能被水润湿，而有些材料则不能被水润湿，对这两种现象来说，前者为亲水性，后者为憎水性。具有亲水性的材料称为亲水性材料，否则称为憎水性材料。

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；反之，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，沿水滴表面的切线与水和固体接触面所成的夹角。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 $\theta < 90^\circ$ 时，为亲水性材料，如木材、砖、混凝土、石等；当材料的润湿角 $\theta > 90^\circ$ 时，为憎水性材料，如沥青、石蜡、塑料等。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 1-1 所示。憎水性材料

图 1-1 材料润湿示意图

(a) 亲水性材料；(b) 憎水性材料



具有较好的防水性与防潮性，常用作防水材料，也可用于亲水性材料的表面处理，以减少吸水率，提高抗渗性。

2) 吸水性

材料在水中吸收水分的性质，称为材料的吸水性。吸水性的以吸水率来表示，吸水率常有质量吸水率与体积吸水率两种表示方法：

①质量吸水率 质量吸水率是指材料在吸水饱和状态下，所吸水量占材料在干燥状态下的质量百分比，其计算公式为：

$$W_m = \frac{m_b - m_g}{m_g} \times 100\% \quad (1-8)$$

式中 W_m ——材料的质量吸水率 (%)；

m_b ——材料吸水饱和状态下的质量 (g 或 kg)；

m_g ——材料在干燥状态下的质量 (g 或 kg)。

②体积吸水率 体积吸水率是指材料在吸水饱和时，所吸水的体积占材料自然体积的百分率，并以 W_v 表示。体积吸水率 W_v 的计算公式为：

$$W_v = \frac{m_b - m_g}{V_0 \rho_w} \times 100\% \quad (1-9)$$

式中 W_v ——材料的体积吸水率 (%)；

m_b ——材料吸水饱和状态下的质量 (g 或 kg)；

m_g ——材料在干燥状态下的质量 (g 或 kg)；

V_0 ——材料在自然状态下的体积 (cm^3 或 m^3)；

ρ_w ——水的密度 (g/cm^3 或 kg/m^3)，常温下取 $\rho_w = 1.0\text{g}/\text{cm}^3$ 。

质量吸水率与体积吸水率两者存在以下关系：

$$W_v = W_m \times \rho_0 \quad (1-10)$$

式中 ρ_0 ——材料干燥时的表观密度 (g/cm^3 或 kg/m^3)。

材料的吸水率与其孔隙率有关，更与其孔隙特征有关。因为水分是通过材料的开口孔吸入并经过连通孔渗入内部的。材料内与外界连通的细微孔隙愈多，其吸水性就愈强；闭口孔隙，水分不易进入；开口的粗大孔隙，水分容易进入，但不能存留，故吸水性较小。各种材料的吸水率差别很大，如花岗石等致密岩石的质量吸水率为 0.2% ~ 0.7%，不同混凝土的质量吸水率为 2% ~ 3%，烧结普通黏土砖的质量吸水率为 8% ~ 20%，木材或其他轻质材料的质量吸水率常大于 100%。

材料的吸水性会对其性质产生不利影响。如材料吸水后，其质量增加，体积膨胀，导热性增大，强度与耐久性下降。

3) 吸湿性

材料的吸湿性是指材料在潮湿空气中吸收水分的性质。干燥的材料处在较潮湿的空气中时，便会吸收空气中的水分；而当较潮湿的材料处在较干燥的空气中时，便会向空气中放出水分。前者是材料的吸湿过程，后者是材料的干燥过程。由此可见，在空气中，某一材料的含水多少是随空气的湿度变化的。

材料在任一条件下含水的多少称为材料的含水率，其计算公式为：

$$W_h = \frac{m_s - m_g}{m_g} \times 100\% \quad (1-11)$$

式中 W_h ——材料的含水率 (%)；

m_s ——材料吸湿状态下的质量 (g 或 kg)；

m_g ——材料在干燥状态下的质量 (g 或 kg)。

显然，材料的含水率受所处环境中空气湿度的影响。当空气中湿度在较长时间内稳定时，材料的吸湿和干燥过程处于平衡状态，此时材料的含水率保持不变，其含水率叫做材料的平衡含水率。

4) 耐水性

材料的耐水性是指材料长期在饱和水的作用下不破坏，强度也不显著降低的性质。衡量材料耐水性的指标是材料的软化系数 K_p ：

$$K_p = \frac{f_w}{f} \quad (1-12)$$

式中 K_p ——材料的软化系数；

f_w ——材料吸水饱和状态下的抗压强度 (MPa)；

f ——材料在干燥状态下的抗压强度 (MPa)。

软化系数反映了材料饱水后强度降低的程度，是材料吸水后性质变化的重要特征之一。一般材料吸水后，水分会分散在材料内微粒的表面，削弱其内部结合力，强度则有不同程度的降低。当材料内含有可溶性物质时（如石膏、石灰等），吸入的水还可能溶解部分物质，造成强度的严重降低。

材料耐水性限制了材料的使用环境，软化系数小的材料耐水性差，其使用环境尤其受到限制。软化系数的波动范围在 0 ~ 1 之间。工程中通常将 $K_p > 0.85$ 的材料称为耐水性材料，可以用于水中或潮湿环境中的重要工程。用于一般受潮较轻或次要的工程部位时，材料软化系数 K_p 也不得小于 0.75。

【例 1-3】某石材在气干、绝干、水饱和情况下测得的抗压强度分别为 174、178、165MPa，求该石材的软化系数，并判断该石材可否用于水下工程。

【解】该石材的软化系数为：

$$K_p = \frac{f_w}{f} = \frac{165}{178} = 0.93$$

由于该石材的软化系数为 0.93，大于 0.85，故该石材可用于水下工程。

5) 材料的抗渗性

抗渗性是材料在压力水作用下抵抗水渗透的性能。园林建筑工程中许多材料常含有孔隙、孔洞或其他缺陷，当材料两侧的水压差较高时，水可能从高压侧通过内部的孔隙、孔洞或其他缺陷渗透到低压侧。这种压力水的渗透，不仅会影响工程的使用，而且渗入的水还会带入能腐蚀材料的介质，或将材料内的某些成分带出，造成材料的破坏。

①渗透系数 材料的抗渗性用渗透系数来表示，可通过下式计算：

$$K = \frac{Qd}{AtH} \quad (1-13)$$

式中 K ——渗透系数 (cm/h);
 Q ——渗水量 (cm³);
 A ——渗水面积 (cm²);
 H ——材料两侧的水压差 (cm);
 d ——试件厚度 (cm);
 t ——渗水时间 (h)。

渗透系数 K 反映水在材料中流动的速度。 K 越小, 说明水在材料中流动的速度越慢, 其抗渗性越强。

②抗渗等级 有些材料 (如混凝土、砂浆等) 的抗渗性也可用抗渗等级来表示。抗渗等级是指用标准方法进行透水试验时, 材料标准试件在透水前所能承受的最大水压力, 并以字母 P_n 来表示, n 为材料能抵抗的最大水压 (以 0.1MPa 为单位)。如 P_4 、 P_6 、 P_8 、 P_{10} ……等, 表示试件能承受逐步增高至 0.4MPa、0.6MPa、0.8MPa、1.0MPa……的水压而不渗水。

材料的抗渗性不仅与材料本身的亲水性和憎水性有关, 还与材料的孔隙率和孔隙特征有关。材料的孔隙率越小而且封闭孔隙越多, 其抗渗性越强。经常受压力水作用的园林室外工程等, 应选用具有一定抗渗性的材料。而任何部位采用的防水材料也应具有不透水性。

6) 抗冻性

材料吸水后, 在低温作用条件下, 水在材料毛细孔内冻结成冰, 体积膨胀所产生的冻胀压力造成材料的内应力, 会使材料遭到局部破坏, 比如表面出现剥落、裂纹, 产生质量损失和强度降低。随着冻融循环的反复, 材料的破坏作用逐步加剧, 这种破坏称为冻融破坏。

抗冻性是指材料在吸水饱和状态下, 能经受反复冻融循环作用而不破坏, 强度也不显著降低的性能。

抗冻性以试件在冻融后的质量损失、外形变化或强度降低不超过一定限度时所能经受的冻融循环次数来表示, 或称为抗冻等级。

材料的抗冻等级可分为 F_{15} 、 F_{25} 、 F_{50} 、 F_{100} 、 F_{200} 等, 分别表示此材料可承受 15、25、50、100、200 次的冻融循环。材料的抗冻性与其内孔隙构造特征、材料强度、耐水性和吸水饱和程度等因数有关。抗冻性良好的材料, 对于抵抗温度变化、干湿交替等破坏作用的能力也较强。所以, 抗冻性常作为评价材料耐久性的一个指标。

(3) 材料与热有关的性质

1) 导热性

当材料两面存在温度差时, 热量从材料一面通过材料传导至另一面的性质, 称为材料的导热性。导热性用导热系数 λ 表示。导热系数的定义和计算式如下所示:

$$\lambda = \frac{Qd}{FZ(t_2 - t_1)} \quad (1-14)$$

式中 λ ——导热系数 [$W/(m \cdot K)$];

Q ——传导的热量 (J);

F ——热传导面积 (m^2);

Z ——热传导时间 (s);

d ——材料厚度 (m);

$(t_2 - t_1)$ ——材料两侧温度差 (K)。

在物理意义上, 导热系数为单位厚度 (1m) 的材料、两面温度差为 1K 时、在单位时间 (1s) 内通过单位面积 ($1m^2$) 的热量。

导热系数是评定材料保温隔热性能的重要指标, 导热系数小, 其保温隔热性能好。材料的导热系数主要取决于材料的组成与结构。一般来说, 金属材料的导热系数大, 无机非金属材料适中, 有机材料最小。例如, 铁的导热系数比石灰大, 大理石的导热系数比塑料大, 水晶的导热系数比玻璃大。孔隙率大且为闭口微孔的材料导热系数小。此外, 材料的导热系数还与其含水率有关, 含水率增大, 其导热系数明显增大。

2) 热容量

材料在受热时吸收热量, 冷却时放出热量的性质称为材料的热容量。单位质量材料温度升高或降低 1K 所吸收或放出的热量称为热容量系数或比热。比热的计算式如下所示:

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)} \quad (1-15)$$

式中 c ——材料的比热 [$J/(g \cdot K)$];

Q ——材料吸收或放出的热量 (J);

m ——材料质量 (g);

$(t_2 - t_1)$ ——材料受热或冷却前后的温差 (K)。

当对建筑物或构筑物进行热工性能计算时, 需了解材料的导热系数和比热。几种常用材料导热系数和比热参见表 1-3。

几种常用材料导热系数和比热

表 1-3

材料名称	导热系数 λ [$W/(m \cdot K)$]	比热 c [$J/(g \cdot K)$]	材料名称	导热系数 λ [$W/(m \cdot K)$]	比热 c [$J/(g \cdot K)$]
钢材	55	0.46	隔热纤维板	0.05	1.46
花岗石	2.9	0.8	玻璃棉板	0.04	0.88
普通混凝土	1.8	0.88	泡沫塑料	0.03	1.3
普通黏土砖	0.55	0.84	密闭空气	0.025	1
松木 (横纹)	0.15	1.63	水	0.6	4.19