



普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU "12·5" GUIHUA JIAOCAI

建筑材料

J I A N Z H U C A I L I A O

主编◎李本鑫 张清丽



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



普通高等教育“十二五”规划教材

建筑材料

主 编 李本鑫 张清丽

北 京
冶金工业出版社
2013

内 容 简 介

全书共分14章,分别是建筑材料的基本性质;气硬性胶凝材料;水泥;混凝土;建筑砂浆;墙体与屋面材料;防水材料;建筑钢材;建筑石材;建筑木材和竹材;建筑塑料;建筑装饰陶瓷;建筑饰面玻璃;建筑装饰涂料。

本书可作为高等院校建筑工程专业、工程管理专业、工程造价专业和建筑材料专业等本科学生的教材,也可作为高职高专、成人、远程高等教育建筑工程技术专业的教学用书,还可作为高等教育建筑环境艺术专业的教学参考用书以及建筑装饰行业设计、施工以及技术、管理人员的继续教育、岗位培训的教材和实用参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料/李本鑫,张清丽主编. —北京:冶金工业出版社,2013.7

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-6355-7

I. ①建… II. ①李…②张… III. ①建筑材料—高等学校—教材 IV. ①TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 139192 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcb@cnmip.com.cn

ISBN 978-7-5024-6355-7

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;北京明兴印务有限公司印刷

2013 年 6 月第 1 版,2013 年 6 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 16 印张; 339 千字; 223 页

32.00 元

冶金工业出版社投稿电话:(010)64027932 投稿邮箱:tougao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

21 世纪以来,随着社会经济的快速发展,人们对所处生活、生产环境质量的要求不断提高,对建筑材料的要求也越来越高,这些都促进了建筑行业的飞速发展,进而带动了装饰材料的不断更新。建筑材料是装饰设计和装饰工程的物质基础。实践证明,一个好的建筑设计只有与好的建筑材料、合理的构造方式和先进的施工工艺相配合,才能使工程项目获得预想的使用功能、完美的装饰效果及明显的经济效益。

本书按建筑材料的自身客观体系,遵循高等教育课程改革的基本要求编写,对近年出现的新型建筑材料给予充分的关注,不再介绍逐步淘汰的材料,与市场接轨,以最新的国家标准和规范为基准,对于材料、环境的绿色环保问题进行了重点阐述。

本书每章设有学习目标、本章小结与复习思考题,知识体系简明扼要,易于理解掌握,实用性强。并以就业和应用为导向,以建造师资格和装饰设计与施工岗位的要求为出发点编选内容,为提高读者理论水平与实践技能打下坚实的基础。

本书由黑龙江生物科技职业学院李本鑫和张清丽担任主编,具体编写分工如下:李本鑫编写绪论、第1章~第4章;张清丽编写第5章~第10章。全书由李本鑫完成大纲制定及统稿工作。

本书得以在短期内完成,是全体编写人员团结协作、热情奉献的结果。在此,对他们的辛勤劳动和真诚合作表示感谢。

由于作者水平有限,本书若有不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者
2013 年 4 月



目 录

绪 论	(1)
第一章 建筑材料的基本性质	(9)
第一节 建筑材料的基本物理性质	(9)
第二节 建筑材料的基本力学性质	(15)
第三节 建筑材料的耐久性	(18)
第二章 气硬性胶凝材料	(20)
第一节 石膏	(20)
第二节 石灰	(22)
第三节 水玻璃	(25)
第三章 水 泥	(28)
第一节 硅酸盐水泥	(28)
第二节 掺混合材料的硅酸盐水泥	(36)
第三节 特性水泥及专用水泥	(38)
第四节 水泥的验收与保管	(41)
第四章 混凝土	(45)
第一节 概述	(45)
第二节 普通混凝土的组成材料	(47)
第三节 混凝土拌合物的和易性	(55)
第四节 硬化混凝土的强度	(59)
第五节 混凝土的变形性能	(61)
第六节 混凝土的耐久性	(63)
第七节 混凝土的外加剂	(65)
第五章 建筑砂浆	(71)
第一节 砌筑砂浆	(71)
第二节 其他砂浆	(73)
第六章 墙体与屋面材料	(77)
第一节 砌墙砖	(77)



第二节 建筑砌块	(81)
第三节 墙用板材	(82)
第七章 防水材料	(85)
第一节 沥青	(85)
第二节 沥青防水制品	(90)
第三节 高分子防水材料	(92)
第八章 建筑钢材	(99)
第一节 钢的冶炼加工与分类	(99)
第二节 建筑钢材的主要技术性能	(101)
第三节 建筑钢材的标准与选用	(106)
第四节 钢材的锈蚀及防止	(110)
第九章 石材	(114)
第一节 建筑中常用的天然岩石	(114)
第二节 天然石材的基本知识	(116)
第三节 人造石材	(121)
第十章 建筑木材和竹材	(123)
第一节 木材的基本知识	(123)
第二节 常用木质装饰制品	(127)
第三节 竹材	(154)
第十一章 建筑塑料	(162)
第一节 塑料的基本知识	(162)
第二节 塑料的基本品种	(167)
第三节 常用装饰塑料制品	(168)
第十二章 建筑装饰陶瓷	(176)
第一节 陶瓷的基本知识	(177)
第二节 常用建筑装饰陶瓷制品	(179)
第十三章 建筑饰面玻璃	(188)
第一节 玻璃的基本知识	(188)
第二节 平板玻璃	(190)
第十四章 建筑装饰涂料	(202)
第一节 建筑装饰涂料的基本知识	(202)
第二节 常用装饰涂料	(209)
参考文献	(218)

绪论

建筑材料和建筑设计、建筑结构、建筑经济及建筑施工等一样,是建筑工程学科的一部分,而且是极为重要的部分。因为,建筑材料是建筑工程的物质基础。一个优秀的建筑师总是把建筑艺术和以最佳方式选用的建筑材料融合在一起。结构工程师只有在很好地了解建筑材料的性能后,才能根据力学计算,准确地确定建筑构件的尺寸和创造出先进的结构型式。建筑经济学家为了降低造价,节省投资,在基本建设中,特别是在已经兴起的商品房屋的事业中,首先要考虑的是节约和合理地使用建筑材料。而建筑施工和安装的全过程,实质上是按设计要求把建筑材料逐步变成建筑物的过程。它涉及材料的选用、运输、储存以及加工等诸方面。总之,从事建筑工程的技术人员都必须了解和掌握建筑材料有关技术知识。而且应使所用的材料都能最大限度地发挥其效能,并合理、经济的满足建筑工程上的各种要求。

一、建筑材料的定义

建筑材料的定义有广义与狭义两种:

(1)广义的建筑材料是指建造建筑物和构筑物的所有材料,包括使用的各种原材料、半成品、成品等。如黏土、铁矿石、石灰石、生石膏等。

(2)狭义的建筑材料是指直接构成建筑物和构筑物实体的材料。如混凝土、水泥、石灰、钢筋、黏土砖、玻璃等。

作为建筑材料必须同时满足两个基本要求:

(1)满足建筑物和构筑物本身的技术性能要求,保证能正常使用。

(2)在其使用过程中,能抵御周围环境的影响与有害介质的侵蚀,保证建筑物和构筑物的合理使用寿命。同时也不能对周围环境产生危害。

二、建筑材料的分类

(一)按建筑材料的化学组成分

1. 无机材料

无机材料,包括金属材料和非金属材料:

(1)金属材料:有钢、铁及其合金,铝、铜等,如图 0-1 所示。



钢



铝

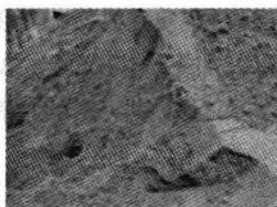


铜

图 0-1 金属材料

(2) 非金属材料:包括天然石材、烧土制品、胶凝材料及制品、玻璃、无机纤维材料。

1) 天然石材:如砂、石及石材制品等,如图 0-2 所示。



砂



石



石材制品

图 0-2 非金属材料

2) 烧土制品:如黏土砖、瓦等,如图 0-3 所示。



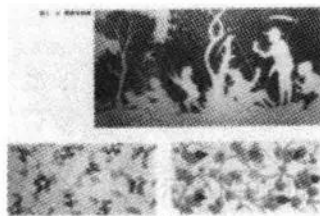
黏土砖



瓦

图 0-3 烧土制品

3) 玻璃:如普通平板玻璃、特种玻璃等,如图 0-4 所示。



印花玻璃



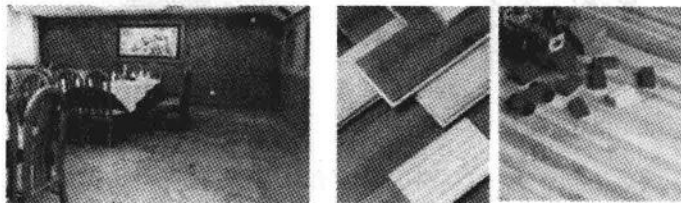
玻璃幕墙

图 0-4 玻璃

2. 有机材料

有机材料,包括植物材料、沥青材料及合成高分子塑料。

(1) 植物材料:如木材、竹材、植物纤维等,如图 0-5 所示。



木地板

竹地板

图 0-5 植物材料

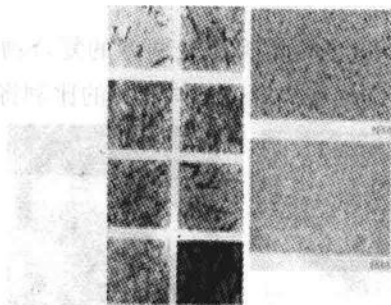
(2) 沥青材料:如煤沥青、石油沥青及其制品等,如图 0-6 所示。



沥青混凝土

图 0-6 沥青材料

(3) 合成高分子材料:如塑料、涂料、合成橡胶等,如图 0-7 所示。



涂料

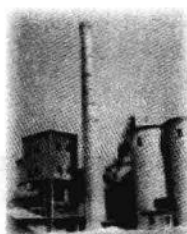
图 0-7 合成高分子材料

3. 复合材料

复合材料如图 0-8 所示,包括有机与无机非金属材料,金属与无机非金属复合材料,金属与有机复合材料,如图 0-9 所示:

(1) 有机与无机非金属复合材料:如聚合物混凝土、玻璃纤维增强塑料。

(2) 金属与无机非金属复合材料:如钢筋混凝土,钢纤维混凝土等。



钢筋混凝土



钢纤维混凝土

图 0-8 复合材料

(3) 金属与有机材料复合: 如 PVC 钢板、有机涂层铝合金板等。



铝合金板

图 0-9 金属与有机材料复合材料

(二) 按建筑材料的使用功能分

1. 建筑结构材料

建筑结构材料, 如图 0-10 所示, 主要是指构成建筑物受力构件和结构所用的材料, 如梁、板、柱、基础、框架及其他受力构件和结构等所用的材料。对这类材料主要技术性能的要求是强度和耐久性。

目前所用的主要结构材料有砖、石、水泥混凝土及两者的复合物——钢筋混凝土和预应力钢筋混凝土。随着工业的发展, 轻钢结构和铝合金结构所占的比例将会逐渐加大。



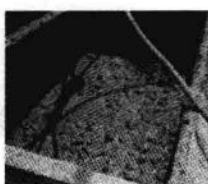
板



柱



水泥



水泥混凝土

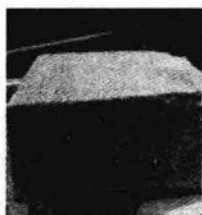


预应力钢筋混凝土

图 0-10 建筑结构材料

2. 墙体材料

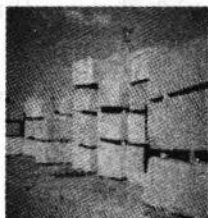
墙体材料,如图 0-11 所示,主要指建筑物内、外及分隔墙体所用的材料,有承重和非承重两类。目前我国大量采用的墙体材料为粉煤灰砌块、混凝土及加气混凝土砌砖等。此外,还有混凝土墙板、石板、金属板材和复合墙板等。



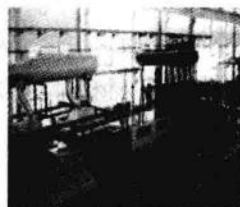
粉煤灰砌块



砖墙



石板



铝塑复合板

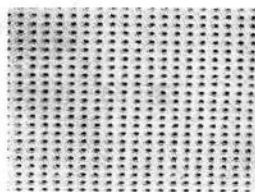
图 0-11 墙体材料

3. 建筑功能材料

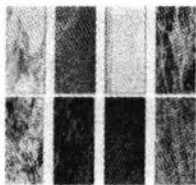
建筑功能材料,如图 0-12 所示,主要指负担某些建筑功能的非承重用材料。如防水材料、绝热材料、吸声和隔声材料、采光材料、装饰材料等。



保温复合墙房屋



吸声材料



装饰材料(花岗岩)



装饰材料(大理石)

图 0-12 建筑功能材料



一般来说,建筑物的可靠度与安全度,主要决定于由建筑结构材料组成的构件和结构体系,而建筑物的使用功能与建筑品质,主要决定于建筑功能材料。对某一种具体材料来说,它可能兼有多种功能。

三、建筑材料在建筑工程中的地位

建筑材料和建筑设计、建筑结构、建筑经济及建筑施工等一样,是建筑工程学科的一部分,而且是极为重要的部分。因为建筑材料是建筑工程的物质基础。一个优秀的建筑师总是把建筑艺术和以最佳方式选用的建筑材料融合在一起。结构工程师只有很好地了解建筑材料的性能后,才能根据力学计算,准确地确定建筑构件的尺寸和创造出先进的结构形式。建筑经济学家为了降低造价,节省投资,在基本建设中,首先要考虑的是节约和合理地使用建筑材料。而建筑施工和安装的全过程,实质上是按设计要求把建筑材料逐步变成建筑物的过程。它涉及材料的选用、运输、储存以及加工等诸方面。总之,从事建筑工程的技术人员都必须了解和掌握建筑材料有关技术知识,而且应使所用的材料都能最大限度地发挥其效能,并合理、经济地满足建筑工程上的各种要求。

建筑、材料、结构、施工四者是密切相关的。从根本上说,材料是基础,材料决定了建筑和施工方法。新材料的出现,可以促使建筑形式的变化、结构设计和施工技术的革新。

建筑材料在建筑工程中的地位如图 0-13 所示。

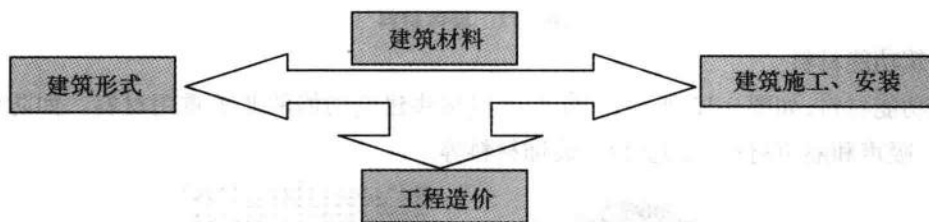


图 0-13 建筑材料在建筑工程中的地位

四、建筑材料的发展

(一) 发展历程

自古以来,我国劳动者在建筑材料的生产和使用方面曾经取得了许多巨大成就。在上古时期,人工合成类居于天然山洞或树巢中,随后逐步采用黏土、石、木等天然材料建造房屋。土坯房、传统的吊脚楼等,如图 0-14 所示,就是利用天然材料建造的房屋,图 0-15 所示为采用黏土砖建造的房屋。



图 0-14 传统的吊脚楼



图 0-15 采用黏土砖建造的房屋

建国以来,特别是改革开放以后,我国建筑材料生产得到了更迅速的发展。钢材已跻身世界生产大国之列;水泥工业已由解放前年产量不足百万吨的单一品种,发展为品种、标号齐全,年产量突破4亿吨的水平陶瓷材料也由过去的单一白色瓷器发展到有上千种花色品种的陶瓷产品。玻璃工业也发展很快,普通玻璃已由建国初期年产仅108万标箱发展到1亿余标箱,且能生产功能各异的新品种。随着生活水平的提高和住房条件的改善,建筑装饰材料更是丰富多彩,产业蓬勃兴旺。图0-16所示为玻璃幕墙(纽约哥伦布圆环传媒中心大厦)。

建筑材料的进步伴随着生产力水平的提高,促使了建筑物规模尺寸是增大、结构形式的改变和使用功能的改善。

(二) 发展趋势

- (1) 高性能材料的研制。
- (2) 充分利用地方原料、固体废弃物、各种工业废渣等。
- (3) 节能材料开发。
- (4) 具有良好经济效益的材料。

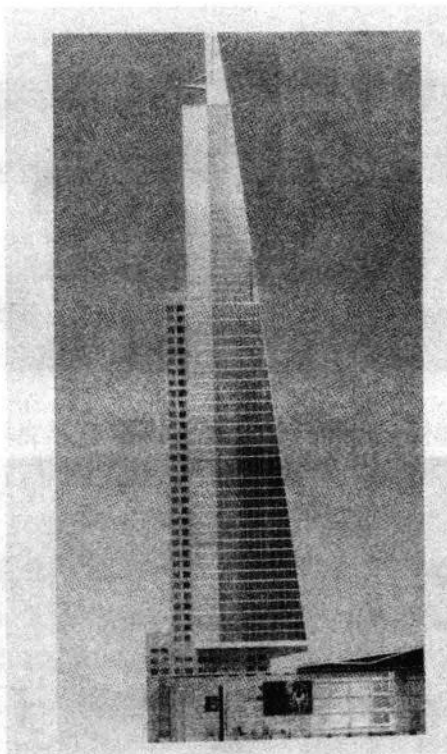


图 0-16 玻璃幕墙(纽约哥伦布圆环传媒中心大厦)

五、建筑材料的技术标准

各级标准都有各自的部门代号,例如:GB:国家标准;GBJ:建筑工程国家标准;JGJ:建设部行业标准;JC:国家建材局标准;YB:冶金部标准;ZB:国家级专业标准等。

标准的表示方法,系由标准名称、部门代号、编号和批准年份等组成,例如:

(1) 国家标准《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》GB175—1999。标准的部门代号为 GB,编号为 175,批准年份为:1999 年。

2. 建设部标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ55—2000。标准的部门代号为 JGJ,编号为 55,批准年份为 2000 年。

各个国家均有自己的国家标准,例如“ASTM”代表美国国家标准、“JIS”代表日本国家标准、“BS”代表英国标准、“DIN”代表德国标准等。另外,在世界范围内统一执行的标准称国际标准,其代号为“ISO”。

第一章 建筑材料的基本性质



学习目标

了解和掌握材料的基本性质,对于合理选用材料至关重要。本章主要介绍材料的基本物理、力学、化学性质和有关参数及计算公式。



本章导读

在建筑物中,建筑材料要承受各种不同的作用,因而要求建筑材料具有相应的不同性质。如用于建筑结构的材料要受到各种外力的作用,因此,选用的材料应具有所需要的力学性能。又如,根据建筑物各种不同部位的使用要求,有些材料应具有防水、绝热、吸声等性能;对于某些工业建筑,要求材料具有耐热、耐腐蚀等性能。此外,对于长期暴露在大气中的材料,要求能经受风吹、日晒、雨淋、冰冻而引起的温度变化、湿度变化及反复冻融等的破坏作用。为了保证建筑物的耐久性,要求在工程设计与施工中正确的选择和合理的使用材料,因此,必须熟悉和掌握各种材料的基本性质。

第一节 建筑材料的基本物理性质

建筑材料在建筑物的各个部位的功能不同,均要承受各种不同的作用,因而要求建筑材料必须具有相应的基本性质。

物理性质包括密度、密实性、空隙率、气孔率(计算材料用量、构件自重、配料计算、确定堆放空间)。

一、材料的密度、表观密度与堆积密度

密度是指物质单位体积的质量。单位为 g/cm^3 或 kg/m^3 。由于材料所处的体积状况不同,故有实际密度(密度)、表观密度和堆积密度之分。

(一) 实际密度

以前称比重、真实密度,简称密度(Density)。实际密度(True Density)是指材料在绝对密实



状态下,单位体积所具有的质量,按下式计算:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中 ρ —实际密度, 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 。

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、玻璃等少数接近于绝对密实的材料外,绝大多数材料都有一些孔隙,如砖、石材等块状材料。在测定有孔隙的材料密度时,应把材料磨成细粉以排除其内部孔隙,干燥至恒重后,用密度瓶(李氏瓶)测定其实际体积,该体积即可视为材料绝对密实状态下的体积。材料磨得愈细,测定的密度值愈精确。

(二) 表观密度 (Apparent Density)

表观密度 (Apparent Density) 以前称容重、有的也称毛体积密度,是指材料在自然状态下,单位体积所具有的质量,按下式计算:

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0}$$

式中 ρ_0 —表观密度, g/cm^3 或 kg/m^3 ;

m —材料的质量, g 或 kg ;

V_0 —材料在自然状态下的体积,或称表观体积, cm^3 或 m^3 。

材料在自然状态下的体积是指材料的实体体积与材料内所含全部孔隙体积之和。对于外形规则的材料,其测定很简便,只要测得材料的质量和体积,即可算得表观密度。不规则材料的体积要采用排水法求得,但材料表面应预先涂上蜡,以防水分渗入材料内部而影响测定值。

(三) 堆积密度

散粒材料在自然堆积状态下单位体积的质量称为堆积密度 (Bulk Density)。可用下式表示:

$$\rho_0' = \frac{m}{V_0'}$$

式中 ρ_0' —堆积密度, kg/m^3 ;

m —材料的质量, kg ;

V_0' —材料的堆积体积, m^3 。

散粒材料在自然状态下的体积,是指既含颗粒内部的孔隙,又含颗粒之间空隙的总体积。测定散粒材料的堆积密度时,材料的质量是指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。若以捣实体积计算时,则称紧密堆积密度。

土木工程中在计算材料用量、构件自重、配料计算以及确定堆放空间时,均需要用到材料的上述状态参数。常用土木工程材料的密度见表 1-1。

表 1-1 常用建筑材料的密度、表观密度堆积密度及气孔率

材料名称	密度/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	表观密度/ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	堆积密度/ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	气孔率/%
钢材	7.8 ~ 7.9	7850	—	0
花岗岩	2.7 ~ 3.0	2500 ~ 2900	—	0.5 ~ 3.0
石灰岩	2.4 ~ 2.6	1800 ~ 2600	1400 ~ 1700(碎石)	—
砂	2.5 ~ 2.6	—	1500 ~ 1700	—
黏土	2.5 ~ 2.7	—	1600 ~ 1800	—
水泥	2.8 ~ 3.1	—	1200 ~ 1300	—
烧结普通砖	2.6 ~ 2.7	1600 ~ 1900	—	20 ~ 40
烧结空心砖	2.5 ~ 2.7	1000 ~ 1480	—	—
红松木	1.55 ~ 1.60	400 ~ 600	—	55 ~ 75

二、材料的密实度与气孔率

(一) 密实度

密实度(Dense Degree)是指材料的固体物质部分的体积占总体积的比例,说明材料体积内被固体物质所充填的程度,即反映了材料的致密程度,按下式计算:

$$D = \frac{V}{V_0} = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\%$$

按孔隙的特征,材料的孔隙可分为开口孔隙和闭口孔隙两种,二者气孔率之和等于材料的总气孔率。按孔隙的尺寸大小,又可分为微孔、细孔及大孔三种。不同的孔隙对材料的性能影响各不相同。一般而言,气孔率较小,且连通孔较少的材料,其吸水性较小,强度较高,抗冻性和抗渗性较好。工程中对需要保温隔热的建筑物或部位,要求其所用材料的气孔率要较大。相反,对要求高强或不透水的建筑物或部位,则其所用的材料气孔率应很小。

(二) 气孔率

气孔率(Porosity)是指材料体积内孔隙体积(V_p)占材料总体积(V_0)的百分率。可用下式计算:

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

气孔率与密实度的关系为:

$$P + D = 1$$

(三) 空隙率

空隙率(Interstice)是指散粒材料在某容器的堆积体积中,颗粒之间的空隙体积(V_a)占堆积体积的百分率,以 P' 表示,因 $V_a = V'_0 - V_0$,则 P' 值可用下式计算: