



高等职业教育“十二五”精品规划教材
国家示范性高等职业教育精品课程研究成果

建筑材料 与检测

JIANZHU CAILIAO YU JIANCE

主 编 连 丽 王俊辉

高等职业教育“十二五”精品规划教材
国家示范性高等职业教育精品课程研究成果

建筑材料与检测

JIANZHU CAILIAO YU JIANCE

主编 连 丽 王俊辉
主审 余 晖



内容提要

本书安排了建筑材料认知、钢筋及混凝土性能与检测、墙体材料性能与检测、建筑功能材料性能与检测、建筑装饰材料 5 个情境的内容,主要适用于高职高专建筑工程技术等专业学生学习,还可作为建筑工程材料检测人员的工具书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料与检测/连丽,王俊辉主编. —天津:天津大学出版社,2012. 1

高等职业教育“十二五”精品规划教材

国家示范性高等职业教育精品课程研究成果

ISBN 978-7-5618-4254-6

I. 建… II. ①连…②王… III. 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 282438 号

出版发行 天津大学出版社

出版人 杨欢

地址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742

网址 www. tjup. com

印刷 昌黎太阳红彩色印刷有限责任公司

经销 全国各地新华书店

开本 185mm×260mm

印张 15.5

字数 387 千

版次 2012 年 1 月第 1 版

印次 2012 年 1 月第 1 次

定价 35.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

近年来各种新材料、新工艺、新技术迅猛发展,有关材料的技术标准和施工规程也在不断修改,本书力求吸收国内外建筑工程材料的先进技术,并结合建筑工程技术、市政工程技术、监理工程等专业的应用情况进行编写。

本书是面向高职高专教育层次的教材,模式上以高职院校人才培养方案和课程改革思路为依据来选取内容,改变了传统的章节划分、理论较强的教材模式;内容选取上以对学生就业岗位群的分析 and 二级建造师考证大纲的要求为依据,改变了传统的简单按材料种类划分章节的教材模式;以能力为本位、以够用为原则、以工作任务为导向,使学生的理论知识和实践能力得到有机的结合。

本书将工作任务划分为学习情境,在学习情境中以任务提出为推动、任务分析为所需理论知识的载体、任务实施为目的,通过“教、学、做”一体化完成对能力目标的培养和知识目标的掌握。

本书共分为五个学习情境,包括建筑材料认知、钢筋及混凝土性能与检测、墙体材料性能与检测、建筑功能材料性能与检测、建筑装饰材料。主要培养学生认识各种建筑材料、掌握材料性能与特点;根据工程特点合理选用材料;对材料的常用性能进行检测;掌握材料储存与运输的注意事项等能力。同时本书中配有相应的图片、案例、习题,可增加学生的学习兴趣、增强其分析问题的能力和对知识的巩固。通过每个学习情境后的知识拓展,读者可了解工程中所用的新材料、新工艺、新技术。最后还附录了历年二级建造师建筑材料相关考试真题,为学生工作后获取相关资格证书做好理论知识的准备。

本书由广州城建职业学院建筑工程技术系连丽、王俊辉任主编,由江西建设职业技术学院的余晖教授百忙之中主审,并得到广州市啊啦棒高分子材料有限公司的程维山工程师的大力帮助,他提出了很多编写方面的宝贵意见,在此表示最诚挚的谢意。

限于编者水平,书中不妥之处在所难免,如读者在使用本书的过程中有其他意见或建议,恳请向编者(lili81170@163.com)提出宝贵意见。

编者

2011 年 10 月

目 录

学习情境 1 建筑材料认知	1
学习单元 1.1 建筑材料的分类与检验	1
1.1.1 任务提出	1
1.1.2 任务分析	2
1.1.3 任务实施	2
单元习题	5
学习单元 1.2 建筑材料基本性质分析	5
1.2.1 任务提出	5
1.2.2 任务分析	5
1.2.3 任务实施	6
知识拓展	18
单元习题	19
学习情境 2 钢筋及混凝土性能与检测	21
学习单元 2.1 钢筋性能与检测	22
2.1.1 任务提出	22
2.1.2 任务分析	22
2.1.3 任务实施	40
知识拓展	45
单元习题	48
学习单元 2.2 无机胶凝材料性能与检测	49
2.2.1 任务提出	49
2.2.2 任务分析	49
2.2.3 任务实施	64
知识拓展	74
单元习题	75
学习单元 2.3 普通混凝土用骨料性能与检测	76
2.3.1 任务提出	76
2.3.2 任务分析	76
2.3.3 任务实施	84
知识拓展	92
单元习题	94
学习单元 2.4 普通混凝土性能与检测	95
2.4.1 任务提出	95
2.4.2 任务分析	95
2.4.3 任务实施	106

知识拓展·····	110
单元习题·····	119
学习单元 2.5 外加剂的选用 ·····	120
2.5.1 任务提出 ·····	120
2.5.2 任务分析 ·····	120
2.5.3 任务实施 ·····	125
知识拓展·····	126
单元习题·····	127
学习单元 2.6 普通混凝土配合比设计 ·····	127
2.6.1 任务提出 ·····	127
2.6.2 任务分析 ·····	127
2.6.3 任务实施 ·····	135
知识拓展·····	137
单元习题·····	138
学习情境 3 墙体材料性能与检测 ·····	141
学习单元 3.1 墙体材料的认知 ·····	141
3.1.1 任务提出 ·····	141
3.1.2 任务分析 ·····	141
3.1.3 任务实施 ·····	142
学习单元 3.2 墙用砖、砌块的检测 ·····	156
3.2.1 任务提出 ·····	156
3.2.2 任务分析 ·····	156
3.2.3 任务实施 ·····	156
知识拓展·····	162
单元习题·····	163
学习情境 4 建筑功能材料性能与检测 ·····	165
学习单元 4.1 防水材料性能与检测 ·····	165
4.1.1 任务提出 ·····	165
4.1.2 任务分析 ·····	165
4.1.3 任务实施 ·····	179
学习单元 4.2 其他建筑功能材料认知 ·····	186
4.2.1 任务提出 ·····	186
4.2.2 任务分析 ·····	186
4.2.3 任务实施 ·····	186
知识拓展·····	191
单元习题·····	193
学习情境 5 建筑装饰材料 ·····	195
学习单元 5.1 建筑装饰材料认知 ·····	195
5.1.1 任务提出 ·····	195

5.1.2 任务分析	195
5.1.3 任务实施	195
知识拓展	217
单元习题	222
附录 A 历年二级建造师考试真题——建筑材料相关试题	223
附录 B 建筑材料相关英语翻译	231
参考文献	240

学习情境 1 建筑材料认知



能力目标

1. 能够区分结构材料、功能材料、装饰材料在建筑工程中的应用部位。
2. 能够根据材料的基本性质,初步判断材料的性能。
3. 能够养成保证材料质量的良好意识。

知识目标

1. 掌握建筑材料的分类、相应标准。
2. 掌握建筑材料的基本物理性质、与力学有关的性质、耐久性。
3. 了解材料在建筑工程中的重要作用。

学习单元 1.1 建筑材料的分类与检验

建筑材料是建筑工程的物质基础,对建筑艺术的表达形式、建筑产品的质量及建筑工程的造价都有重要影响。因此,作为一名设计人员,需要掌握现有建筑材料和新型建筑材料的性质,这样才能把建筑艺术与材料的选用有机融合到一起;作为一名结构工程师,只有熟练地掌握材料的性能,才能创造出新型、稳定的结构形式;作为一名造价工程师,为了节约成本,就必须考虑合理地选用建筑材料,因为在一般的建筑工程总造价中,与材料直接相关的费用占到 50% 以上;作为一名刚毕业走向建筑工作岗位的学生或者从事建筑工程工作的人员,掌握建筑材料与检测相关知识更为重要,例如,施工员应该掌握材料在运输、储存、送检、施工过程中所应注意的事项和一些材料的检测方法。

建筑材料是随着人类社会生产力的发展和科学技术水平的提高而逐步发展起来的。在原始社会,人们开始使用简单的工具,利用土、草、苇、泥、竹、木、石材等天然建筑材料,建成最简单的房屋,抵抗大自然和野兽的侵袭。随着生产力的发展出现了烧土制品、砖、瓦、石灰、玻璃等建筑材料,材料由天然材料阶段进入人工材料阶段。近代建筑材料主要采用的是钢铁、水泥、混凝土、钢筋混凝土、平板玻璃、黏结剂、人造板材等,近代建筑材料的出现使建筑技术发生了前所未有的变化。20 世纪材料科学的形成和发展,推动了建筑材料的性能和质量的提高,新型建材、绿色建材不断问世,如塑料、铝合金、不锈钢、高性能混凝土、保温隔热材料、防水材料、节能材料等。新型建筑材料正被广泛地应用于建筑结构中,为各种不同需求的建筑物提供了材料保证。

1.1.1 任务提出

请结合图 1—1,根据建筑材料在建筑物中的部位、使用功能、化学成分对建筑材料进行

分类,并说明所用建筑材料的检测和技术标准。

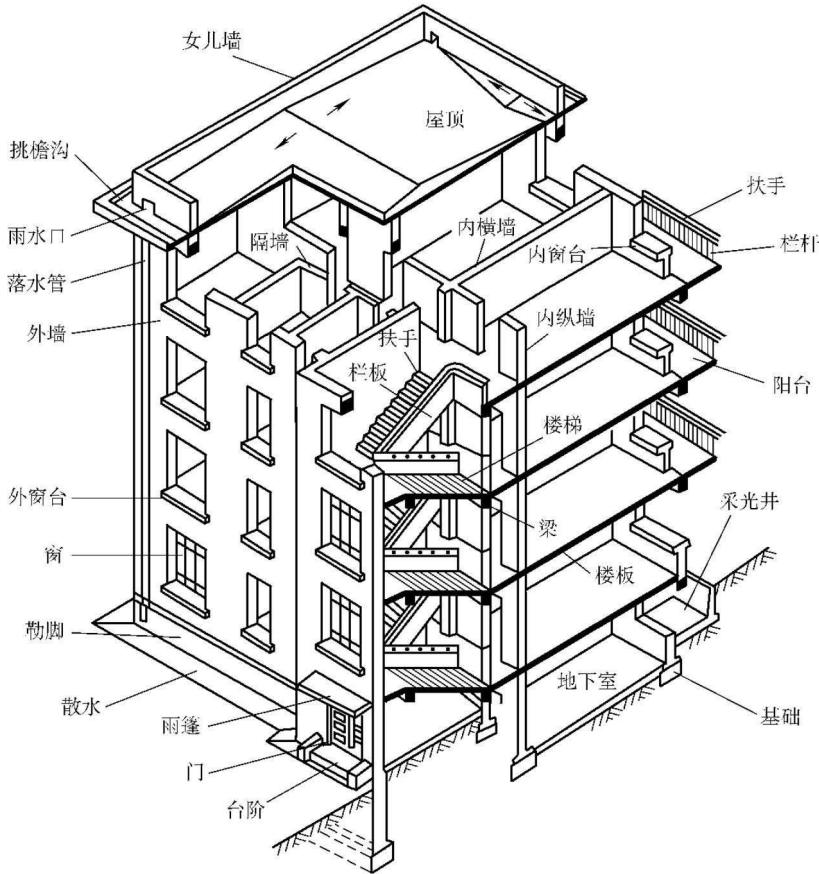


图 1-1 民用建筑的构造

1. 1. 2 任务分析

根据图 1-1 的分析,建筑材料按使用功能主要分为:起承重作用的结构材料,如梁、楼板、柱、基础等;起围护和分隔作用的墙体材料,如内墙、隔墙、外墙等;起防水、保温隔热、吸声隔声等作用的功能材料,如屋顶防水卷材、防水涂料、屋顶保温隔热材料、外墙保温材料等;起装饰美观作用的装饰材料,如室外装饰材料和室内装饰装修材料。建筑材料根据其化学成分可以分为有机材料、无机材料和复合材料。

1. 1. 3 任务实施

1. 1. 3. 1 结构材料

结构材料主要指建筑物中受力构件和结构所用的材料,如建筑结构中的各种梁、楼板,框架结构中的柱、基础和其他受力构件所用的材料,结构材料主要起承重的作用,受到破坏后无法修复或者修复困难,严重影响建筑物的安全性和稳定性,所以对于结构材料的主要技术要求是强度和耐久性。目前常用的承重结构材料有钢材、混凝土、钢筋混凝土、砖、石材等。图 1-2 为钢筋混凝土结构、钢结构的建筑物。



(a)



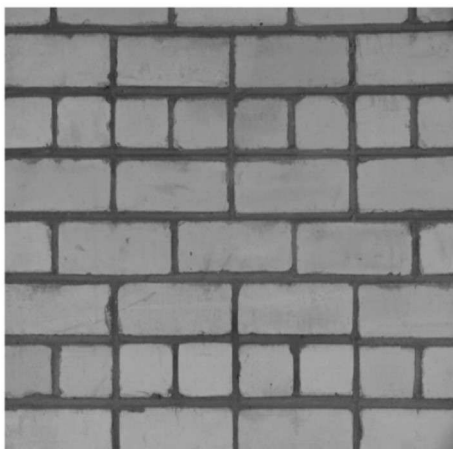
(b)

图 1-2 钢筋混凝土结构、钢结构的建筑物

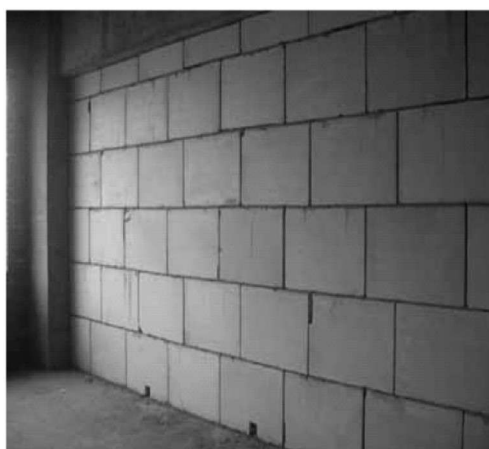
(a)钢筋混凝土结构柱;(b)钢结构——鸟巢

1. 1. 3. 2 墙体材料

墙体材料是指建筑物外墙、内墙及隔墙所用的材料,如图 1-3 所示,墙体主要起承重、围护和分隔的作用。墙体材料主要可以分为承重材料和非承重材料两大类。墙体在建筑物中占有较大的比重,因此合理选择墙体材料对建筑物的成本、安全、稳定至关重要。目前,我国常用的墙体材料有砖、砌块、板材三大类。



(a)



(b)

图 1-3 部分墙体材料

(a)灰砖墙;(b)砌块墙

1. 1. 3. 3 功能材料

功能材料主要是指保证建筑物某些功能所用的材料,主要有防水材料、防火材料、保温材料、吸声(隔声)材料、采光材料、防腐材料等。随着科技的发展和人们对建筑物舒适度要求的不断提高,建筑市场中功能材料的品种越来越多。但在选用时要注意绿色、环保、对人体健康无危害等。

1. 1. 3. 4 装饰材料

装饰材料是指用于建筑物内外墙面、地面、顶棚和室内空间装饰装修的材料。装饰材料能更好地表现建筑物的艺术效果,给人以美和舒适的享受。目前,常用的装饰材料主要有木材、塑料、石膏、铝合金、涂料、玻璃、陶瓷等。

1. 1. 3. 5 有机材料、无机材料、复合材料

建筑材料按照化学成分,可以分为无机材料、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		举例
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、铜及其合金等
	非金属材料	天然石材:石材及其制品等 烧土制品:烧结砖、陶瓷及其制品等 胶凝材料:水泥、石灰、石膏、镁质胶凝材料、水玻璃等 硅酸盐制品:混凝土、砂浆等
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	石油沥青、煤沥青、改性沥青及其制品等
	合成高分子材料	塑料、有机涂料、胶黏剂、合成橡胶等
复合材料	有机—无机非金属材料复合	沥青混凝土、玻璃纤维增强塑料等
	金属—无机非金属材料复合	钢筋混凝土、钢纤维混凝土等
	金属—有机材料复合	PVC 钢板、轻质金属夹芯板等

1. 1. 3. 6 建筑材料技术标准化

随着建筑市场的逐步规范,对建筑产品质量要求的不断提高,建筑材料的质量在生产和使用的过程中必须符合相应的规定。建筑材料技术标准是确定建筑材料在生产和使用的过程中产品质量是否合格的技术文件。建筑材料技术标准的主要内容包括产品的规格、分类、技术要求、检测方法、验收规定、产品的外部包装及标志、产品在运输和储存过程中应注意的事项等。它是生产、设计、施工、管理和研究等部门应共同遵循的依据,对于绝大多数常用的建筑材料,均由专门的机构制定并颁布了相应的“技术标准”,对其质量、规格和验收方法等作了详尽而明确的规定。

目前,我国常用的标准主要有国家级——国家标准、行业(或部)级——行业标准、地方级——地方标准、企业级——企业标准四级。

1. 国家标准(代号:GB;GB/T)

国家标准是指由国家标准化管理机构批准发布,对全国经济、技术发展有重大意义,且在全国范围内统一使用的标准。其他各级标准均应符合国家标准。国家标准的编号由国家标准的代号、国家标准发布的顺序号和国家标准发布的年号构成。如:2007 年制定的国家强制性 175 号通用硅酸盐水泥的标准为《通用硅酸盐水泥》(GB 175—2007)。

2. 行业(或部)标准

由我国各主管部、委(局)批准发布,在该部门范围内统一使用的标准,称为行业标准。例如:机械、电子、建筑、化工、冶金、轻工纺织、交通、能源、农业、林业、水利等,都制定有行业

标准。行业标准一般以行业简写为代号,如 JC——建材行业标准, JT——交通标准, SD——水电标准等。行业标准是国家标准的补充,是专业性、技术性较强的标准,行业标准的制定不得与国家标准相抵触。

3. 地方标准(代号:DB)

地方标准又称区域标准,对没有国家标准和行业标准而又需要在省、自治区、直辖市范围内统一的工业产品的安全、卫生要求,可以制定地方标准。地方标准由省、自治区、直辖市标准化行政主管部门制定,并报国务院标准化行政主管部门和国务院有关行政主管部门备案,在公布国家标准或者行业标准之后,该地方标准即应废止。

4. 企业标准(代号:QB)

企业标准是对企业范围内需要协调统一的技术要求、管理要求和工作要求所制定的标准,仅限于企业内部使用。企业标准由企业制定,由企业法人代表或法人代表授权的主管领导批准、发布。企业标准一般以“Q”开头。

技术标准可分为强制性标准和推荐性标准。在全国范围内的所有该类产品的技术指标都不得低于强制性标准中的规定;推荐性标准不具有强制性,任何单位均有权决定是否采用,违反这类标准,不构成经济或法律方面的责任。应当指出的是,推荐性标准一经接受并采用,或经各方商定同意纳入经济合同中,就成为各方必须共同遵守的技术依据,具有法律上的约束性。



单元习题

1. 建筑材料的分类有哪些?
2. 建筑材料的标准有哪些?
3. 建筑材料在建筑工程中的地位如何?
4. 请对您周边的实际建筑物所用材料进行分类。

学习单元 1.2 建筑材料基本性质分析

建筑物直接与大气环境相接触,受到不同环境因素的影响,建筑材料的质量会有所下降。为了保证建筑物的使用功能,提高建筑材料的耐久性,要求在工程设计、施工的过程中必须合理地选用建筑材料。所以,必须对材料的基本性质有所掌握,才能在选用建筑材料的过程中保证耐久性的要求。

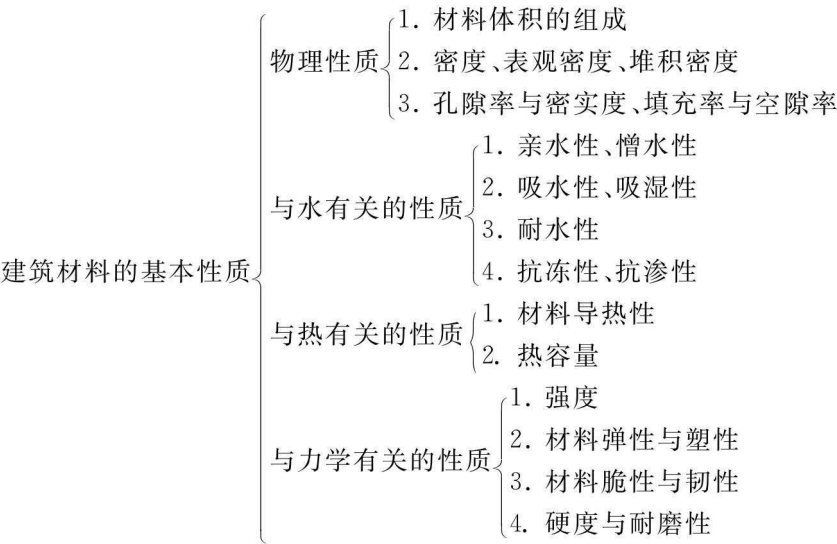
1.2.1 任务提出

掌握建筑材料的基本物理性质、与水有关的性质、与热有关的性质、与力学有关的性质,能够理解相关专业术语。

1.2.2 任务分析

掌握建筑材料的基本性质及其与环境因素的相互关系,能够对材料的基本物理性质、与水有关的性质、与热有关的性质、与力学有关的性质进行简要分析,从而提出提高材料抗渗、抗冻、保温隔热、强度等性能的方法和措施;能够根据材料的基本性质在工程中合理选用材料。

建筑材料的基本性质主要有以下四个方面。



1. 2. 3 任务实施

1. 2. 3. 1 建筑材料的基本物理性质分析

建筑材料的基本物理性质包括材料体积的组成、密度、表观密度、堆积密度等。

1. 材料体积组成分析

自然界中块状材料在自然状态下的体积(V_0)由材料固体物质所占体积(V)和材料内部孔隙所占体积(V_p)组成。材料内部孔隙按照开口特征可分为开口孔隙和闭口孔隙,闭口孔隙为自身封闭的孔隙,开口孔隙为与外界连通的孔隙。

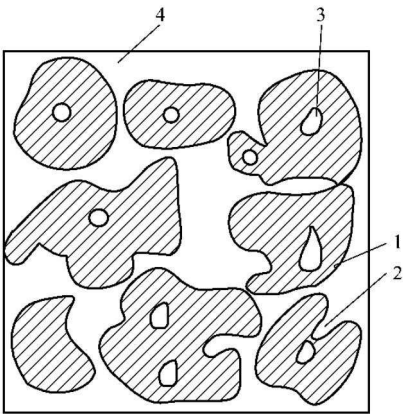


图 1-4 散粒材料的堆积状态示意
1—颗粒中的固体物质;2—颗粒的开口孔隙;
3—颗粒的闭口孔隙;4—颗粒间的空隙(V_s)

散粒材料是指具有一定粒径的材料,如工程中常用的砂、碎石、卵石等,其自然堆积状态下的体积称为堆积体积(V'_0)。其体积组成不仅包含了材料实体体积、孔隙体积,还包含了堆积状态下颗粒与颗粒间的空隙所占的体积(V_s),如图 1-4 所示。

材料体积的组成中,孔隙构造对建筑材料的许多性质如强度、吸水性、抗渗性、抗冻性、导热性及隔声吸声性等都有很大影响。孔隙的构造特征主要指孔的形状(连通孔与封闭孔)、孔径的大小及分布是否均匀等。连通孔不仅彼此贯通且与外界相通,而封闭孔则彼此不连通且与外界相隔绝。孔隙按孔径大小分为细孔和粗孔。一般来说,孔隙越大,孔隙越多,其危害越大;反之,材料的各项性能都明显提高。

2. 密度

密度是指材料在绝对密实状态下单位体积的质量。材料的密度可按下式计算

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

(1-1)

式中 ρ ——密度, kg/m^3 (g/cm^3);

m ——材料在干燥状态下的质量, g ;

V ——干燥材料在绝对密实状态下的体积, 或称绝对体积, cm^3 。

材料在绝对密实状态下的体积是指不包含材料孔隙的体积, 在建筑材料中除了钢材(图 1-5)、玻璃等极少数材料可忽略孔隙体积外, 绝大多数材料, 如墙体材料、混凝土(图 1-6)等材料内部都含有一些孔隙。



图 1-5 钢材



图 1-6 混凝土

测定材料的绝对密度, 通常将材料磨成细粉, 以排除其内部孔隙, 一般要求磨细至粒径小于 0.2 mm , 干燥后用排液(李氏瓶)法测定其实际体积。材料磨得越细, 细粉体积越接近实际体积, 所测值越精确。

3. 表观密度

材料在自然状态下(包含孔隙)单位体积所具有的质量, 称为材料的表观密度。材料的表观密度可按下式计算

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

式中 ρ_0 ——表观密度, kg/m^3 (g/cm^3);

m ——材料的质量, kg (g);

V_0 ——材料在自然状态下的体积, m^3 (cm^3)。

材料在自然状态下的体积是指材料固体物质所占的体积与孔隙(包含开口孔隙和闭口孔隙)体积之和。对于形状规则的材料, 体积可以直接测量计算得出, 对于形状不规则的材料, 可将其表面用蜡封住后, 用排液法测定其体积。当材料孔隙内含有水分时, 其质量和体积均有所变化, 因此测定材料的表观密度时, 须注明其含水情况。未注明含水情况的表观密度, 均指干表观密度。

4. 堆积密度

堆积密度是指散粒材料或粉状材料在自然堆积状态下单位体积的质量。材料的堆积密度可按下式计算

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

式中 ρ_0' ——材料的堆积密度,kg/m³(g/cm³);
 m ——材料的质量,kg;
 V_0' ——材料的堆积体积,m³。

测定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。材料在自然状态下的堆积密度称为松散堆积密度,在振动、压实等密实状态下的堆积密度称为紧密堆积密度。

在建筑工程中,计算结构构件自重、拌和站确定材料的堆放空间等,经常会用到材料的密度、表观密度、堆积密度。其基本概念对比理解见表 1—2,常见建筑材料的密度、表观密度、堆积密度见表 1—3。

表 1—2 密度、表观密度、堆积密度对比

名称	定义	计算公式	应用
密度	材料在绝对密实状态下,单位体积的质量	$\rho=\frac{m}{V}$	判断材料性质
表观密度	材料在自然状态下,单位体积的质量	$\rho_0=\frac{m}{V_0}$	材料用量计算、构件自重 计算、确定堆放空间
堆积密度	材料在堆积状态下,单位体积的质量	$\rho_0'=\frac{m}{V_0'}$	

表 1—3 常见建筑材料的密度、表观密度、堆积密度

材料名称	密度 ρ /(g/cm ³)	表观密度 ρ_0 /(kg/m ³)	堆积密度 ρ_0' /(kg/m ³)
木材	1. 51	400~800	—
钢材	7. 85	7 850	—
泡沫塑料	1. 0~1. 6	20~50	—
玻璃	2. 55	—	—
花岗石	2. 6~2. 9	2 500~2 850	—
石灰石	2. 4~2. 6	1 600~2 500	—
普通砂	2. 6~2. 8	—	1 450~1 700
碎石或卵石	2. 6~2. 9	—	1 400~1 700
普通混凝土	2. 6~2. 8	—	2 300~2 500
烧结普通砖	2. 5~2. 7	1 500~1 800	—

1. 2. 3. 2 材料孔隙率与密实度、填充率与空隙率的认识

1. 孔隙率与密实度

孔隙率是指材料中孔隙体积占总体积的百分比。材料的孔隙率(P)按下式计算

$$P=\frac{V_0-V}{V_0}\times100\%=\left(1-\frac{\rho_0}{\rho}\right)\times100\% \tag{1-4}$$

密实度是指材料中固体物质的体积占总体积的百分比。材料的密实度(D)按下式计算

$$D=\frac{V}{V_0}\times100\%=\frac{\rho_0}{\rho}\times100\% \tag{1-5}$$

由式(1—4)和式(1—5)可知孔隙率和密实度的关系为: $P+D=1$ 。

一般用材料的孔隙率来表示材料的致密程度,材料的孔隙率越小,材料的密实度越大。

一般而言,孔隙率越小且连通孔隙越少的材料抗冻性、抗渗性越好。反之,孔隙率越大,对材料的危害越大。在材料的生产过程中应采取提高材料的密实度、改变材料内部孔的结构等方法来改善材料的性能。

2. 填充率与空隙率

填充率是指散粒材料在其堆积体积中,颗粒体积所占的比例。填充率按下式计算

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

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。空隙率按下式计算

$$P' = \frac{V_0' - V_0}{V_0'} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_0'}{\rho_0}\right) \times 100\% \quad (1-7)$$

由式(1-6)和式(1-7)可知填充率和空隙率的关系为: $P' + D' = 1$ 。

空隙率的大小,反映了散粒材料的颗粒之间互相填充的致密程度。空隙率可以作为控制混凝土骨料级配与计算砂率的依据。

例 1-1:某块材料在全干状态下称量,质量为 150 g,在自然状态下的体积为 50 cm³,绝对密实状态下的体积为 40 cm³,求其密度、表观密度、密实度和孔隙率。

解:密度 $\rho = \frac{m}{V} = \frac{150 \text{ g}}{40 \text{ cm}^3} = 3.75 \text{ g/cm}^3$

表观密度 $\rho_0 = \frac{m}{V_0} = \frac{150 \text{ g}}{50 \text{ cm}^3} = 3.0 \text{ g/cm}^3$

密实度 $D = \frac{V}{V_0} \times 100\% = \frac{40}{50} \times 100\% = 80\%$

孔隙率 $P = 1 - D = 1 - 80\% = 20\%$

1.2.3.3 材料与水有关的性质分析

1. 亲水性与憎水性的认识

固体材料在空气中与水接触时,按其是否易被水润湿分为亲水材料和憎水材料两类。

润湿是水在材料表面逐渐被吸附的过程,材料被水润湿的程度用润湿角 θ 表示。润湿角是在材料、水、空气三相交接处,沿水滴表面作切线,切线与水 and 材料接触面所成的角,如图 1-7 所示。润湿角 $\theta \leq 90^\circ$ 时,材料表现为亲水性,为亲水材料;润湿角 $\theta > 90^\circ$ 时,材料表现为憎水性,为憎水材料。

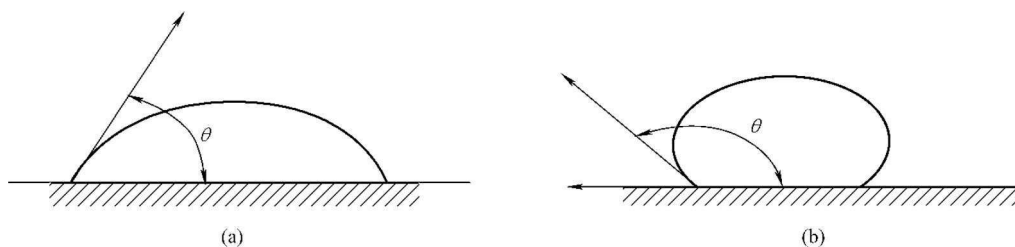


图 1-7 材料的润湿角

(a) 亲水材料; (b) 憎水材料

材料表现为亲水或憎水的原因在于材料的分子结构:亲水材料与水分子之间的分子亲和力大于水本身分子间的内聚力,憎水材料与水分子之间的亲和力小于水本身分子间的内聚力。

聚力。

大多数建筑材料属于亲水材料,如混凝土、砖、石材、木材等;大部分有机材料属于憎水材料,如沥青、塑料、石蜡等,憎水材料能阻止水分渗入材料内部孔隙中,所以能降低材料的吸水性。憎水材料具有较好的防水性、防潮性、抗渗性,常用做防潮防水材料,也可用于亲水材料的表面处理。

2. 材料吸水性与吸湿性的认识

材料吸水性是指材料在水中吸收水分的性质。吸水性的的大小可以用质量吸水率和体积吸水率表示。

质量吸水率是指材料在吸水饱和状态下,所吸收水分的质量占干燥材料质量的百分比。质量吸水率按下式计算

$$W_{\text{质}} = \frac{m_{\text{饱}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \quad (1-8)$$

式中 $W_{\text{质}}$ ——材料的质量吸水率, % ;

$m_{\text{饱}}$ ——材料在吸水饱和状态下的质量, g ;

$m_{\text{干}}$ ——材料在干燥状态下的质量, g 。

体积吸水率是指材料在吸水饱和状态下,所吸收水分的体积占干燥材料自然体积的百分比。体积吸水率按下式计算

$$W_{\text{体}} = \frac{m_{\text{饱}} - m_{\text{干}}}{V_{0\text{干}}} \times \frac{1}{\rho_{\text{w}}} \times 100\% \quad (1-9)$$

式中 $W_{\text{体}}$ ——材料的体积吸水率, % ;

ρ_{w} ——水的密度(未特殊说明取 1 g/cm^3) ;

$V_{0\text{干}}$ ——干燥材料在自然状态下的体积, cm^3 。

材料的吸水性不仅取决于材料本身的亲水性,还与其孔隙率的大小及孔隙特征有关。一般孔隙率越大,吸水性越强。封闭的孔隙,水分不能进入;粗大开口的孔隙,不易吸满水分;具有很多微小开口孔隙的材料,其吸水能力特别强。各种材料的吸水率相差很大,例如:密实花岗岩的质量吸水率为 $0.1\% \sim 0.7\%$;普通混凝土为 $2\% \sim 3\%$;普通黏土砖为 $8\% \sim 20\%$;而木材及其他轻质材料的质量吸水率常大于 100% 。水对材料有许多不良的影响,它使材料的表观密度增大,导热性增强,强度降低,体积膨胀,易受冰冻破坏,因此材料吸水率大是不利的。在建筑工程中经常涂抹一些憎水材料来降低建筑部位基层材料的吸水性,从而达到防水防潮的目的,如图 1-8 所示。

材料的吸湿性是指材料在潮湿空气中吸收水分的性质,吸湿性的大小用含水率表示。

含水率是指材料中所含水的质量占干燥材料质量的百分率。含水率按下式计算

$$W_{\text{含}} = \frac{m_{\text{含}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \quad (1-10)$$

式中 $W_{\text{含}}$ ——材料的含水率, % ;

$m_{\text{含}}$ ——材料含水时的质量, g ;

$m_{\text{干}}$ ——材料在干燥至恒质量状态下的质量, g 。

材料含水率的大小不仅与材料孔隙率大小和孔的结构特征有关,还与周围空气的温度、湿度有关,当空气湿度大且温度较低时,材料的含水率就大。材料中的水分与周围空气的湿