

普通高等教育“十二五”规划教材

Jianzhu Cailiao

建 筑 材 料

◎ 主 编 董晓英 朱文平 朱建军 张 华



中国地质大学出版社有限责任公司
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

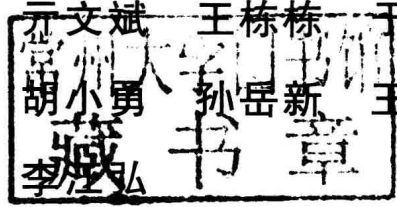
普通高等教育“十二五”规划教材

建筑材料

主 编 董晓英 朱文平 朱建军 张 华

副主编 (排名不分先后)

孙曙光	元文斌	王栋栋	于瑾佳
柴文静	胡小勇	孙岳新	王春丰
方 伟	李 弘		



图书在版编目(CIP)数据

建筑材料/董晓英,朱文平,朱建军,张华主编. —武汉:中国地质大学出版社有限责任公司,
2011.6

ISBN 978-7-5625-2671-1

I. ①建…

II. ①董…②朱…③朱…④张…

III. ①建筑材料

IV. ①TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 100388 号

建筑材料

董晓英 朱文平 朱建军 张 华 主编

责任编辑:胡珞兰

责任校对:戴 莹

出版发行:中国地质大学出版社有限责任公司(武汉市洪山区鲁磨路 388 号) 邮政编码:430074

电 话:(010)82967039

传真:(010)82967037

E-mail:bxbook88@163.com

经 销:全国新华书店

<http://www.zgbook88.com>

开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16

字数:420 千字 印张:16.375

版次:2011 年 6 月第 1 版

印次:2011 年 6 月第 1 次印刷

印刷:大厂兴源印刷厂

印数:1—5 000 册

ISBN 978-7-5625-2671-1

定价:35.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

前言

本书是根据现行普通高等教育培养目标和教学要求,并按国家“十二五”规划精神,针对高等院校建筑工程技术、工程造价等建筑类相关专业编写的。其重点是着重拓宽学生在建筑材料与检测方面的知识,加强学生对材料的检测方法、使用性能与特点的理解与掌握。该书可作为高等院校建筑类专业的教学用教材,也可作为广大自学者用书和建筑工程技术人员培训用书,以及供有关工程技术人员阅读参考。

本书安排了9个项目,把重点放在建筑材料的基本性质,水泥、混凝土、建筑砂浆、建筑钢材等在建筑工程中常用的主要建筑材料上,另外还介绍了土石材料、沥青、防水材料、气硬性胶凝材料、墙体材料、木材、保温与吸声材料、合成高分子材料等常用建筑材料的种类、名称、规格、质量标准、检测试验方法、保管及应用,以及新材料发展动态等内容。为了便于学习和复习,每个项目前列出项目目标,说明本项目应该掌握和了解的要点,应该达到的能力水平,每个项目后有复习思考题,以便于知识的巩固。本书编写过程中力求内容适用和新颖,尽可能地做到理论联系实际、实用性强,注重能力的培养。全书采用了现行最新规范、标准及法定计量单位。在书中介绍各种材料的同时,突出了规范的作用,加强学生的法规观念。

本教材在编写过程中参阅了大量文献,在此向这些文献的作者致以诚挚的谢意。

由于时间仓促,编写人员缺乏经验以及水平有限,书中难免有缺点和不妥之处,恳请读者及同行专家给予指正并提出宝贵意见。

编者
2011年6月

目 录

项目 1 建筑材料的基本性质	(1)
任务 1.1 材料的物理性质检测	(1)
1.1.1 与质量有关的性质	(1)
1.1.2 与水有关的性质	(4)
1.1.3 基本性质检测	(6)
1.1.4 与热有关的性质	(9)
任务 1.2 材料的力学性质	(10)
1.2.1 材料的强度和比强度	(11)
1.2.2 材料的变形	(12)
1.2.3 材料的硬度、磨损及磨耗	(13)
任务 1.3 材料的耐久性	(13)
项目 2 水泥的检测	(15)
任务 2.1 通用硅酸盐水泥的基本知识	(15)
2.1.1 水泥是水硬性胶凝材料	(15)
2.1.2 水泥的品种分类	(16)
2.1.3 通用硅酸盐水泥的生产及熟料特性	(17)
2.1.4 硅酸盐水泥的凝结与硬化	(20)
2.1.5 影响硅酸盐水泥凝结硬化的主要因素	(23)
2.1.6 硅酸盐水泥的主要技术性质	(24)
任务 2.2 掺加混合材料的通用硅酸盐水泥	(27)
2.2.1 混合材料的类型及其特性	(27)
2.2.2 普通硅酸盐水泥	(29)
2.2.3 矿渣硅酸盐水泥	(30)
2.2.4 火山灰质硅酸盐水泥	(31)
2.2.5 粉煤灰硅酸盐水泥	(32)
2.2.6 复合硅酸盐水泥	(33)
2.2.7 掺活性混合材料水泥的水化特点小结	(34)
2.2.8 掺混合材料水泥的质量评定	(36)

任务 2.3	通用硅酸盐水泥的主要技术性质检测方案	(37)
2.3.1	通用硅酸盐水泥组批原则与取样方法	(37)
2.3.2	通用硅酸盐水泥的强度要求和各项技术指标要求	(37)
2.3.3	通用硅酸盐水泥的检测试验要求	(38)
2.3.4	检测 1:通用硅酸盐水泥细度检测方案(80 μm 筛筛析法)	(40)
2.3.5	检测 2:通用硅酸盐水泥标准稠度用水量检测方案	(41)
2.3.6	检测 3:硅酸盐水泥凝结时间和安定性检测的试验方案	(43)
2.3.7	检测 4:通用硅酸盐水泥胶砂强度检测方案(ISO 法)	(46)
任务 2.4	通用硅酸盐水泥的防腐措施及应用方案	(48)
2.4.1	水泥石的侵蚀类型	(48)
2.4.2	水泥石的侵蚀主要原因	(50)
2.4.3	防止水泥石侵蚀的措施	(50)
2.4.4	硅酸盐水泥的应用特点	(51)
2.4.5	通用硅酸盐水泥在工程中的应用范围及检测环节	(51)
2.4.6	通用硅酸盐水泥的储运要求	(52)
任务 2.5	特种水泥的检测方案	(53)
2.5.1	特种水泥的概述	(53)
2.5.2	抗硫酸盐硅酸盐水泥(简称抗硫酸盐水泥)	(55)
2.5.3	白色硅酸盐水泥(白色水泥)	(55)
2.5.4	快硬硅酸盐水泥	(55)
2.5.5	膨胀水泥和自应力水泥的特性及应用	(56)
2.5.6	高铝水泥的特性及应用	(57)
项目 3	混凝土的检测	(59)
任务 3.1	混凝土的预备知识	(59)
3.1.1	什么是混凝土	(59)
3.1.2	混凝土的分类	(60)
3.1.3	混凝土的特点	(60)
3.1.4	组成材料在混凝土中的作用	(61)
3.1.5	混凝土检测前准备	(61)
任务 3.2	水泥和水的要求	(62)
3.2.1	水泥的要求	(62)
3.2.2	混凝土拌合用水	(63)
任务 3.3	细骨料的检测	(64)
3.3.1	储备知识	(64)
3.3.2	技术要求	(64)
3.3.2	砂的检测	(67)
任务 3.4	粗骨料的检测	(71)

3.4.1	储备知识·····	(71)
3.4.2	粗骨料检测·····	(75)
任务 3.5	混凝土稠度的测定 ·····	(80)
3.5.1	混凝土拌合物的和易性·····	(80)
3.5.2	普通混凝土拌合物检测·····	(84)
任务 3.6	混凝土强度的检测 ·····	(87)
3.6.1	储备知识·····	(87)
3.6.2	混凝土力学试验·····	(90)
任务 3.7	混凝土的耐久性 ·····	(93)
3.7.1	储备知识·····	(93)
3.7.2	普通混凝土长期性能和耐久性试验·····	(96)
任务 3.8	混凝土的质量控制 ·····	(97)
3.8.1	混凝土质量波动与统计·····	(97)
3.8.2	混凝土的配制强度·····	(99)
3.8.3	混凝土强度评定 ·····	(100)
任务 3.9	混凝土的配合比设计 ·····	(101)
3.9.1	混凝土配合比设计的任务、要求及方法·····	(101)
3.9.2	混凝土配合比设计的步骤 ·····	(102)
3.9.3	混凝土配合比设计实例 ·····	(106)
任务 3.10	外加剂 ·····	(109)
3.10.1	混凝土外加剂储备知识·····	(110)
3.10.2	减水剂·····	(111)
3.10.3	引气剂、引气减水剂 ·····	(113)
3.10.4	早强剂·····	(114)
3.10.5	缓凝剂·····	(115)
3.10.6	速凝剂·····	(116)
3.10.7	防冻剂·····	(116)
3.10.8	膨胀剂·····	(117)
3.10.9	泵送剂·····	(120)
3.10.10	防水剂 ·····	(121)
项目 3.11	其他混凝土 ·····	(121)
3.11.1	轻混凝土·····	(121)
3.11.2	高强混凝土·····	(124)
3.11.3	泵送混凝土·····	(126)
项目 4	砂浆的检测 ·····	(128)
任务 4.1	砌筑砂浆的组成与技术性质 ·····	(128)
4.1.1	砌筑砂浆的组成材料 ·····	(129)

4.1.2	砂浆的性质	(129)
任务 4.2	砌筑砂浆的配合比选择	(131)
4.2.1	水泥混合砂浆配合比计算	(131)
4.2.2	水泥砂浆配合比	(132)
4.2.3	配合比的试配与校核	(132)
任务 4.3	其他几种常用砂浆	(132)
4.3.1	抹面砂浆	(132)
4.3.2	防水砂浆	(133)
任务 4.4	检测 1 稠度试验	(134)
4.4.1	试验目的及适用性	(134)
4.4.2	稠度试验所用仪器	(134)
4.4.3	稠度试验步骤	(134)
4.4.4	稠度试验结果确定	(135)
任务 4.5	检测 2 密度试验	(135)
4.5.1	试验目的及适用性	(135)
4.5.2	质量密度试验所用仪器	(135)
4.5.3	砂浆拌合物质量密度试验步骤	(135)
4.5.4	砂浆拌合物的质量密度计算	(136)
任务 4.6	检测 3 分层度试验	(136)
4.6.1	试验目的及适用性	(136)
4.6.2	分层度试验所用仪器	(136)
4.6.3	分层度试验步骤	(136)
4.6.4	分层度试验结果确定	(137)
项目 5	建筑钢材的检测	(138)
任务 5.1	建筑钢材的基本知识	(138)
5.1.1	钢材的冶炼	(138)
5.1.2	钢材的分类	(139)
5.1.3	钢材的化学成分	(141)
任务 5.2	建筑钢材力学性能的检测	(142)
5.2.1	储备知识	(142)
5.2.2	试验准备	(146)
5.2.3	试验步骤	(146)
任务 5.3	钢材工艺性能的测定	(148)
5.3.1	知识储备	(148)
5.3.2	冷弯试验	(149)
任务 5.4	建筑工程常用的钢种	(150)
5.4.1	钢结构用钢	(150)

5.4.2	钢筋混凝土结构用钢	(154)
任务 5.5	建筑钢材的防护	(159)
5.5.1	钢材的锈蚀	(159)
5.5.2	防止钢材锈蚀的措施	(160)
5.5.3	钢材的防火措施	(160)
任务 5.6	钢筋接头力学性能的测定	(161)
5.6.1	钢筋的绑扎搭接技术	(161)
5.6.2	钢筋焊接接头的试验方法	(162)
5.6.3	钢筋机械连接接头的试验方法	(166)
项目 6	天然土石料的检测	(171)
任务 6.1	天然土料	(171)
6.1.1	土的组成、结构与构造	(171)
6.1.2	土的性质	(175)
任务 6.2	含水率检测试验	(179)
6.2.1	试验设备	(179)
6.2.2	试验步骤	(179)
6.2.3	结果计算	(179)
任务 6.3	密度试验(环刀法)	(180)
6.3.1	适用范围	(180)
6.3.2	试验设备	(180)
6.3.3	试验步骤	(180)
6.3.4	结果计算	(180)
任务 6.4	界限含水率试验(联合测定法)	(180)
6.4.1	适用范围	(180)
6.4.2	试验设备	(181)
6.4.3	试样制备	(181)
6.4.4	试验步骤	(181)
6.4.5	结果处理	(181)
任务 6.5	击实试验(轻型)	(182)
6.5.1	适用范围	(182)
6.5.2	试验设备	(182)
6.5.3	试样制备	(183)
6.5.4	试验步骤	(183)
6.5.5	结果处理	(183)
任务 6.6	石 材	(183)
6.6.1	加工石材的原料——岩石	(184)
6.6.2	石材的技术性质	(185)

6.6.3	石材的加工类型、选用原则与防护	(188)
6.6.4	常用岩石与石材	(190)
任务 6.7	天然饰面石材试验方法	(193)
6.7.1	设备及量具	(193)
6.7.2	试样	(193)
6.7.3	试验步骤	(194)
6.7.4	结果计算	(194)
6.7.5	试验报告	(194)
项目 7	沥青和沥青混合料	(196)
任务 7.1	沥青	(196)
7.1.1	石油沥青	(196)
7.1.2	煤沥青	(201)
7.1.3	改性沥青	(203)
任务 7.2	沥青混合料	(204)
7.2.1	概述	(204)
7.2.2	分类及组成材料	(205)
项目 8	防水材料	(209)
任务 8.1	防水卷材	(209)
8.1.1	改性沥青卷材	(209)
8.1.2	铝箔塑胶聚酯卷材	(212)
8.1.3	三元乙丙橡胶(EPDM)防水卷材	(212)
8.1.4	聚氯乙烯(PVC)防水卷材	(213)
8.1.5	氯化聚乙烯橡胶(CPER)防水卷材	(215)
任务 8.2	防水涂料	(215)
8.2.1	乳化沥青	(215)
8.2.2	溶剂型氯丁橡胶沥青防水涂料	(216)
8.2.3	丙烯酸系防水涂料	(216)
任务 8.3	密封材料	(217)
8.3.1	丙烯酸酯密封膏	(217)
8.3.2	聚氨酯密封材料	(218)
8.3.3	聚硫密封材料	(219)
8.3.4	硅酮密封材料	(220)
项目 9	其他常用建筑材料的检测	(222)
任务 9.1	常用的气硬性胶凝材料	(222)
9.1.1	最常用的气硬性胶凝材料:石灰	(222)
9.1.2	石膏	(225)

9.1.3	水玻璃	(228)
任务 9.2	常用的墙体材料	(229)
9.2.1	砌墙砖	(229)
9.2.2	砌墙砌块	(230)
9.2.3	砌墙墙板	(231)
任务 9.3	木材	(235)
9.3.1	木材的基本知识	(235)
9.3.2	木材的主要性质	(235)
9.3.3	木材的腐蚀与防腐、阻燃预防火	(237)
9.3.4	木材的分等和人造石材	(237)
任务 9.4	高分子材料	(240)
9.4.1	高分子材料的基本知识	(240)
9.4.2	高分子材料的组成	(241)
9.4.3	高分子材料(塑料)常用的品种	(242)
9.4.4	胶粘剂	(243)
任务 9.5	保温材料和吸声材料	(245)
9.5.1	保温材料	(245)
9.5.2	吸声材料	(246)
参考文献		(249)

项目
1

建 筑 材 料 的 基 本 性 质

【项目目标】

知识目标：

材料密度、体积密度及孔隙率的含义及表示方法；堆积密度及空隙率的含义及表示方法；抗渗性、抗冻性、耐水性的含义及表示方法；亲水性材料与憎水性材料的区别；材料导热性指标；材料强度与强度等级的区别；比强度含义；材料耐久性的概念及其包括的性质。

技能目标：

通过计算确定体积密度、密度及孔隙率之间的关系；通过计算确定吸水率、含水率之间的关系；会区别弹性变形与塑性变形；能进行材料基本性质检测。

建筑材料是构成土木工程的基础，各种建筑物都是由各种不同的材料经设计、施工、建造而成。当这些材料所处的环境、部位、使用功能的要求和作用不同时，对材料的性质要求也就不同，为此材料必须具备相应的基本性质，如用于结构的材料要具有相应的力学性质，以承受各种力的作用。根据土木工程的功能需要，还要求材料具有相应的防水、绝热、隔声、防火、装饰等性质，如地面的材料要具有耐磨的性质；墙体材料应具有绝热、隔声性质；屋面材料应具有防水性质。而土木工程材料在长期的使用过程中，经受日晒、雨淋、风吹、冰冻和各种有害介质侵蚀，因此还要求材料有良好的耐久性。

可见，材料的应用与其所具有的性质是密切相关的。研究建筑材料主要研究其物理性质、化学性质、力学性质和耐久性。

任务 1.1 材料的物理性质检测

1.1.1 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。材料的密度可按下列公式计算：

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

式中: m 为材料在干燥状态下的质量(kg); V 为干燥材料在绝对密实状态下的体积(m^3); ρ 为材料的密度(g/cm^3 或 kg/m^3)。

材料在绝对密实状态下的体积,是指材料不包括孔隙体积在内的固体物质所占的体积。建筑材料中,除了钢材、玻璃等材料可近似地直接量取其密实体积外,其他绝大多数材料都含有一定的孔隙,故可将材料磨成细粉,经干燥至恒重后,用李氏瓶法测定其密实体积。

2. 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。材料的表观密度可按下式计算:

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

式中: m 为材料的质量(kg); V_0 为材料在自然状态下的体积(m^3); ρ_0 为材料的表观密度(kg/m^3)。

材料在自然状态下的体积是指包括孔隙体积在内的材料体积。外形规则材料的表观体积,可直接用尺度量后计算求得;外形不规则材料的表观体积,可将材料表面涂蜡后用排水法测定。

当材料的孔隙中含有水分时,其质量(包括水的质量)和体积均会发生变化,影响材料的表观密度,故所测的表观密度必须注明其含水状态。通常材料的表观密度是指材料在空气干燥状态(长期在空气中的干燥状态)下的表观密度。另外,在不同的含水状态下,还可测得材料的干表观密度、湿表观密度及饱和表观密度。

3. 散粒材料的堆积密度

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。自然堆积状态下的体积,包括颗粒之间的空隙体积在内,通常用容器的标定容积表示。材料的堆积密度可按下式计算:

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

式中: m 为材料的质量(kg); V'_0 为材料在自然堆积状态下的体积(m^3); ρ'_0 为材料的堆积密度(kg/m^3)。

4. 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。密实度 D 可表示为

$$D = \frac{V}{V_0} \times 100\% = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\% \quad (1-4)$$

式中: D 为材料的密实度(%); V 为材料在绝对密实状态下的体积(m^3); ρ 为材料的密度(kg/m^3); ρ_0 为材料的表观密度(kg/m^3)。

(2) 孔隙率

孔隙率是指材料中孔隙体积占材料总体积的百分数。孔隙率可表示为

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = (1 - \frac{\rho_0}{\rho}) \times 100\% \quad (1-5)$$

材料名称	密度(g/cm ³)	表观密度(kg/m ³)	堆积密度(kg/m ³)
钢材	7.85	7 800~7 850	—
花岗岩	2.70~3.00	2 500~2 900	—
石灰石(碎石)	2.48~2.76	2 300~2 700	1 400~1 700
砂	2.50~2.60	—	1 500~1 700
水泥	2.80~3.10	—	1 600~1 800
粉煤灰(气干)	1.95~2.40	1 600~1 900	550~800
烧结普通砖	2.60~2.70	2 000~2 800	—
烧结多孔砖	2.60~2.70	900~1 450	—
黏 土	2.50~2.70	—	1 600~1 800
普通水泥混凝土	—	1 950~2 500	—
红松木	1.55~1.60	400~600	—
普通玻璃	2.45~2.55	2 450~2 550	—
铝合金	2.70~2.90	2 700~2 900	—
泡沫塑料	—	20~50	—

1.1.2 与水有关的性质

1. 亲水性与憎水性

固体材料在空气中与水接触时,根据其表面能否被水润湿,可分为亲水性材料与憎水性材料两种。

材料的亲水性与憎水性可用润湿角 θ 来说明,如图 1-1 中所示。

在材料、水、空气三相交点处,沿水滴表面所作切线与材料表面的夹角,称为润湿角 θ 。 θ 愈小,表明材料愈易被水湿润; $\theta=0$ 时,材料完全被水浸润; θ 愈大,表明材料愈难被水湿润。

一般认为,当润湿角 $\theta \leq 90^\circ$ 时,表明水分子间的内聚力小于水分子与材料分子间的吸引力,则材料表面会被水润湿,这种材料称为亲水性材料(图 1-1a),如木材、混凝土、砂石等;当润湿角 $\theta > 90^\circ$ 时,表明水分子间的内聚力大于水分子与材料分子间的吸引力,则材料表面不会被水润湿,这种材料称为憎水性材料(图 1-1b),如沥青、石蜡等。

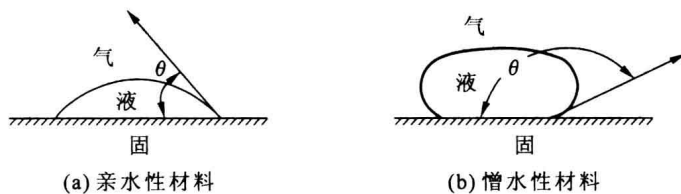


图 1-1 材料的浸润示意图

2. 吸水性与吸湿性

(1) 吸水性

材料在水中吸收水分的性质称为吸水性。吸水性的 大小常以吸水率表示,可用质量吸水率和体积吸水率来表示。

①质量吸水率。质量吸水率是指材料吸水饱和时,所吸水的质量占材料干燥质量的百分率。用公式表示如下:

$$W_m = \frac{m_1 - m}{m} \times 100\% \quad (1-8)$$

式中: W_m 为材料的质量吸水率(%); m 为材料在干燥状态下的质量(g 或 kg); m_1 为材料吸水饱和时质量(g 或 kg)。

②体积吸水率。体积吸水率是指材料吸水饱和时,所吸水分体积占材料干燥体积的百分率。用公式表示如下:

$$W_v = \frac{m_1 - m}{V_0} \times \frac{1}{\rho_w} \times 100\% \quad (1-9)$$

式中: W_v 为材料的体积吸水率(%); V_0 为干燥材料在自然状态下的体积(cm^3 或 m^3); ρ_w 为水的密度,常温下取 $\rho_w = 1 \text{ g/cm}^3$ 。

材料的体积吸水率与质量吸水率之间的关系为

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

式中: ρ_0 为材料在干燥状态下的表观密度(g/cm^3)。

材料的吸水性,除与材料本身的亲水性或憎水性有关外,还与材料的孔隙特征有关。一般孔隙率越大,吸水性越强。孔隙率相同时,具有开口且连通的微小孔隙构造的材料,吸水性一般要强于封闭的或粗大连通孔隙构造的材料。

各种材料吸水率相差远大,如花岗岩等致密岩石,吸水率为 $0.1\% \sim 0.7\%$,普通混凝土为 $2\% \sim 3\%$,而木材或其他轻质材料的质量吸水率常大于 100% ,即湿质量是干质量的几倍,此时最好用体积吸水率表示其吸水性。材料吸水后,表观密度增大,导热性增大,强度降低,体积膨胀,一般会对材料造成不利影响。

(2) 吸湿性

材料吸收空气中水分的性质称为吸湿性。材料的吸湿性可用含水率表示,含水率为材料中所含水的质量与材料干燥质量的百分比,可用下式表示:

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

式中: W_h 为材料的含水率($\%$); m 为材料干燥时的质量(g 或 kg); m_s 为材料吸湿后的质量(g 或 kg)。

干的材料在空气中,能吸收空气中的水分;湿的材料在空气中又会失去水分,最终材料中的水分与周围空气的湿度达到平衡,此时,材料的含水率称为平衡含水率。

材料的吸湿性主要与材料的组成、孔隙率,特别是孔隙特征有关,还与周围环境的温度与湿度有关。一般环境中温度越高,湿度越低,含水率越小。材料吸湿后,除了本身质量增加外,还会降低其绝热性、强度及耐久性,对工程产生不利的影响。

3. 耐水性

材料长期在水的作用下不被破坏,强度也不显著降低的性质称为耐水性。

一般材料含有水分时,由于内部微粒间结合力减弱而强度有所降低,即使致密的材料也会因此影响强度。若材料中含有某些易被水软化的物质(如黏土、石膏等),强度降低就更为严重。因此,对长期处于水中或潮湿环境中的建筑材料,必须考虑耐水性。

材料的耐水性以软化系数 k_s 表示:

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

式中: k_s 为软化系数; f_w 为材料在水饱和状态下的抗压强度(MPa); f 为材料在干燥状态下的抗压强度(MPa)。

软化系数的范围在 $0 \sim 1$ 之间。软化系数的大小,有时成为选择材料的重要依据。工程中通常把 k_s 大于 0.85 的材料称为耐水材料,对于经常与水接触或处于潮湿环境的重要建筑物,必须选用耐水材料建造;用于受潮较轻或次要的建筑物时,材料的软化系数也不得小于 0.75 。

4. 抗渗性

抗渗性是指材料在压力水作用下抵抗渗透的性质。材料的抗渗性通常用渗透系数 K 和抗渗等级 P 表示。

(1) 渗透系数 K

根据达西定律,在一定时间内,透过材料试件的水量 Q 与试件断面积 A 及水位差 H 成正

比,与试件厚度 d 成反比,即:

$$Q = K \frac{H}{d} A t \quad (1-13)$$

或
$$K = \frac{Q}{A t} \frac{d}{H}$$

式中: K 为渗透系数(m/s); Q 为渗透水量(m^3); A 为透水面积(m^2); d 为试件厚度(m); H 为水位差(m); t 为透水时间(s)。

渗透系数 K 越大,表明材料的抗渗透性能越差。

(2) 抗渗等级 P

抗渗等级是指材料在规定试验条件下,承受规定的水压力不渗透。如 P_8 、 P_{10} , 分别表示承受 0.8 MPa、1 MPa 水压力不渗透。

材料的抗渗性与材料的亲水性、孔隙率、孔隙特征、裂缝等缺陷有关。孔隙封闭且孔隙率小的材料,抗渗性就较高。

地下建筑物及储水建筑物常受到压力水的作用,所以要求所用的材料有一定的抗渗性。

5. 抗冻性

抗冻性是指材料在吸水饱和状态下,经多次冻融循环而不被破坏,同时也不严重降低强度的性质。当充满材料孔隙的水结冰时,由于体积增大约 9%,冰对孔壁产生巨大压力,使孔壁开裂。当冰融化后,水又进入裂缝,再冻结时,裂缝进一步扩展。冻融次数越多,材料的破坏越严重。

材料的抗冻性用抗冻等级 F 表示,如 F_{50} 表示经过 50 次冻融循环,质量损失不超过 5%,强度损失不超过 25%。通常采用材料吸水饱和后,在 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冻结,再在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水中融化,这样的过程称为一次冻融循环。

材料的抗冻性与材料本身的成分、构造、强度、耐水性、吸水饱和程度、孔隙率及孔隙特征等因素有关,也与冻结的温度、冻结速度及冻融频繁程度等因素有关。

用于建筑物冬季水位变化区的材料,要求有较好的抗冻性。另外,由于抗冻性较好的材料,对抵抗温度、干湿变化等风化作用的性能也较好,所以即使处于温暖地区的建筑物,为了抗风化,材料也必须具有一定的抗冻性要求。

1.1.3 基本性质检测

本试验以石子为例,测量真实密度、表观密度、容积密度、堆积密度和吸水率。真实密度简称密度,又称为真密度、绝对密度,是材料在绝对密实状态下单位体积的质量;表观密度(又称为视密度、近似密度)表示材料单位细观外形体积(包括内部封闭孔隙)的质量;容积密度(又称为体积密度、表观毛密度)表示材料单位宏观外形体积(包括内部封闭孔隙和开口孔隙)的质量。

1. 试样及其制备

取最大粒径小于或等于 20 mm 的碎石,将试样筛去 5 mm 以下的颗粒,缩分至 3 kg,洗净后分成 3 份备用。