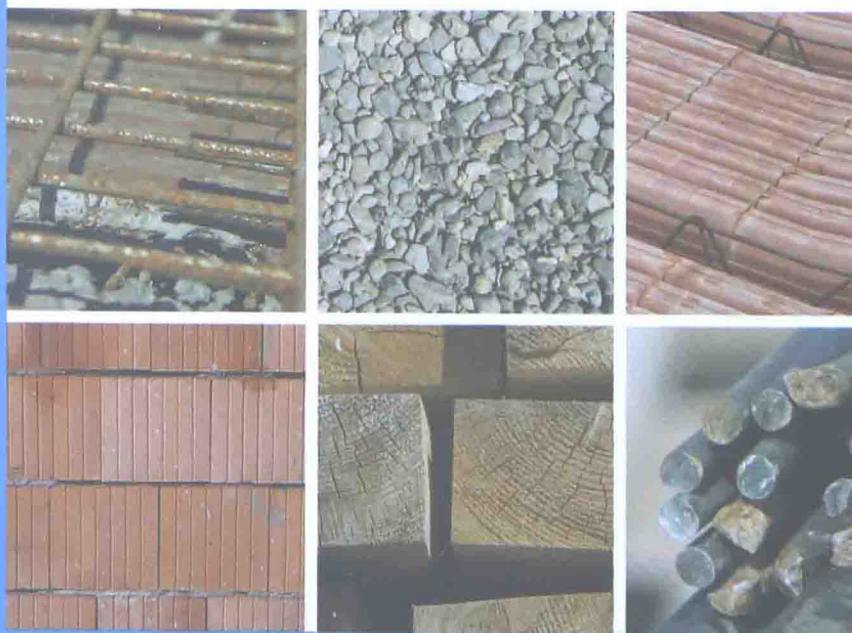


建筑 材料

JIANZHU CAILIAO

张晓翹 李福志 主 编



 中央广播电视大学出版社

建筑材料

张晓翹 李福志 主编

中央廣播電視大學出版社

北 京

内容简介

全书共十一章。第一章介绍了建筑材料的基本性质,第二章介绍了气硬性胶凝材料,第三章介绍了水泥,第四章介绍的是混凝土,第五章介绍了建筑砂浆,第六章介绍了沥青及沥青防水材料,第七章介绍了合成高分子材料,第八章介绍了建筑钢材,第九章介绍了木材,第十章介绍了天然石材和砌筑材料,第十一章介绍了绝热材料、吸声材料和装饰材料。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料 / 张晓翹, 李福志主编. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2014.1

ISBN 978-7-304-05542-4

I. ①建... II. ①张... ②李... III. ①建筑材料

IV. ①TU-5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 075111 号

版权所有, 翻印必究。

建筑材料

张晓翹 李福志 主编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 营销中心 010-58840200 总编室 010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 苏 醒

印刷: 北京雷杰印刷有限公司

版本: 2014 年 1 月第 1 版

开本: 787×1092 1/16

责任编辑: 冯 欢

印数: 0001~3000

2014 年 1 月第 2 次印刷

印张: 13.5 字数: 320 千字

书号: ISBN 978-7-304-05542-4

定价: 37.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

前言

PREFACE

本书着重拓宽读者在建筑材料方面的知识，帮助读者加强对材料的使用性能与特点的理解，并使读者具有必要的测试技能。本书内容具有鲜明的职业导向性、技能主导性和内容适用性。

本书体现理论以“必需和够用”为度，强调知识的针对性和实用性。重点放在材料的基本性质等应掌握的基本理论和基本知识以及水泥、普通混凝土、建筑钢材等建筑工程中常用的主要建筑材料上。

建筑材料的技术标准和规范近年来有较大的变化，本书一律采用最新标准和规范，以便使读者获得最新知识。

市场强调专业实践能力，本书增设了建筑材料见证取样检测，加强对建材质量性能检测试验能力的培养，提高读者技术应用能力和综合运用所学理论知识解决实际问题的能力。

本书由张晓翘、李福志担任主编，邵丽、张瑞担任副主编。杨安参与了部分内容的编写。张晓翘、李福志负责全书的统稿和定稿。

由于编写时间仓促，编者水平有限，书中不免疏漏和不妥之处，恳请读者及同行专家给予指正并提出宝贵意见。

编者

目 录

CONTENTS

上篇 建筑材料基础知识

项目一 建筑材料概述

任务一 建筑材料的分类	2
任务二 建筑材料的发展趋势	3
任务三 建筑材料的技术标准	3
任务四 本课程的学习目的及方法	4

项目二 建筑材料的基本性质

任务一 建筑材料的基本物理性质	6
任务二 建筑材料的基本力学性质	13
任务三 建筑材料的耐久性	17

下篇 建筑材料具体种类

项目三 建筑石材

任务一 岩石的形成及分类	20
任务二 天然石材的技术性质	22
任务三 建筑中常用的饰面石材	25
任务四 石材的加工类型、选用原则及选购	28
任务五 人造石材	32



项目四 气硬性胶凝材料

任务一 石 灰.....	35
任务二 石 膏.....	39
任务三 水玻璃.....	41
任务四 镁质胶凝材料	42

项目五 水 泥

任务一 硅酸盐水泥	44
任务二 通用硅酸盐水泥的其他品种	50
任务三 其他品种水泥及水泥的运输和保管	54

项目六 混凝土

任务一 普通混凝土的组成材料	61
任务二 混凝土的主要技术性质	71
任务三 混凝土外加剂及掺和料	84
任务四 普通混凝土的质量控制和验收规则	92
任务五 普通混凝土配合比设计	97
任务六 其他品种混凝土	106

项目七 建筑砂浆

任务一 建筑砂浆的组成材料	118
任务二 建筑砂浆的技术性质	120
任务三 砌筑砂浆的配合比设计	121
任务四 抹面砂浆及特种砂浆	124

项目八 烧土制品及熔融制品

任务一 块体材料.....	127
任务二 建筑饰面陶瓷制品	137
任务三 建筑玻璃.....	139

项目九 建筑钢材

任务一 钢材的冶炼与分类	144
任务二 钢材的技术性质	146
任务三 钢材的化学成分及晶体组织	151
任务四 建筑钢材的技术标准与选用	152

任务五 建筑钢材的锈蚀与防止	162
----------------------	-----

项目十 高分子建筑材料

任务一 高分子化合物的基本知识	164
任务二 建筑塑料	166
任务三 建筑涂料	170
任务四 建筑胶粘剂	173

项目十一 防水材料

任务一 沥青材料	177
任务二 其他防水材料	185
任务三 防水卷材	187
任务四 防水涂料、防水油膏、防水粉	191

项目十二 木材及制品

任务一 木材的分类及构造	196
任务二 木材的主要性质	198
任务三 木材的防护	200
任务四 木材在建筑工程中的应用	201

参考文献	207
------------	-----

上篇 建筑材料基础知识

项目一 建筑材料概述

学习目标



掌握建筑材料的概念及分类,了解建筑材料在建筑工程中的作用,了解建筑材料的技术标准和建筑材料的现状及发展趋势,明确本课程的任务和基本要求,掌握本课程的学习方法。

任务一 建筑材料的分类

建筑材料是指建造各种建筑工程——水利、房屋、道路、桥梁等所应用的材料和制品,如钢筋、水泥、石灰、木材等。

建筑材料是建筑工程中必不可少的物质基础,它是构成建筑主体结构乃至零部件的重要组成部分。在建筑工程总造价中,材料费用占很大的比重,一般占工程总造价的 60%左右。建筑材料直接影响建筑质量、建筑功能和建筑形式,新结构形式的出现往往是新型建筑材料产生的结果。因此,建筑材料的科研及生产工艺的发展和改进,对国民经济现代化建设有不可估量的影响。

一、按使用功能分类

1. 结构材料

结构材料主要指梁、板、柱、基础、墙体和其他受力构件所用的建筑材料。最常用的结构材料有钢材、混凝土、砖、砌块、墙板、屋面板和石材等。

2. 围护材料

围护材料主要包括框架结构的填充墙、内隔墙和其他围护材料等。

3. 功能材料

功能材料主要有防水材料、防火材料、装饰材料、保温材料、吸声(隔声)材料和防腐材料等。

二、按使用部位分类

按使用部位不同,可将建筑材料分为结构材料、墙体材料、屋面材料、地面材料和饰面材料等。

三、按化学组成分类

按化学组成不同,可将建筑材料分为如下几种:

- (1) 无机材料,主要包括金属材料(如钢、铁等)和非金属材料(如石材、混凝土等)。
- (2) 有机材料,主要包括合成高分子材料(如有机涂料、胶粘剂等)、沥青材料(如石油沥青等)和植物材料(如木材、竹材等)。
- (3) 复合材料,主要包括有机—无机复合材料(如沥青混凝土、玻璃钢等)、金属—无机复合材料(如钢筋混凝土等)、金属—有机复合材料(如彩钢泡沫塑料夹芯板等)。

任务二 建筑材料的发展趋势

材料科学的发展标志着人类文明的进步。人类的历史也是按照制造生产工具所用材料的种类划分的,由史前的石器时代,经过青铜器时代、铁器时代,发展到今天的人工合成材料时代。

从目前的建筑材料现状来看,普通水泥、普通钢材、普通混凝土和普通防水材料是最主要的建筑材料。这是因为这些材料有比较成熟的生产工艺和应用技术,使用性能尚能够满足目前的消费要求。

与发达国家相比,我国的建筑材料存在的问题主要有品种少,质量档次低,生产和使用能耗大,浪费严重,等等。因此,如何发展和应用新型的建筑材料已经成为现代化建设亟待解决的问题。随着现代化建筑向高层、大跨度、节能、美观、舒适的方向发展和人民生活水平、国民经济实力的提高,特别是基于新型建筑材料的自重轻、抗震性能好、能耗低,大量利用工业废渣等优点,研究开发和应用建筑新材料已成为必然。遵循可持续发展战略,建筑材料的发展方向为:

- (1) 生产所用的原材料要求充分利用工业废料、能耗低、可循环使用、不破坏生态平衡、有效保护天然资源。
- (2) 生产和使用过程不产生环境污染,即废水、废气、废渣、噪声等零排放。
- (3) 做到产品可再生循环和回收利用。
- (4) 产品性能要求质轻、高强、多功能,不仅对人畜无害,而且能净化空气、抗菌、防静电、防电磁波等。
- (5) 加强材料的耐久性设计和研究。
- (6) 主要产品和配套产品同步发展,并解决好利益平衡关系。

任务三 建筑材料的技术标准

作为有关生产、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。熟悉有关的技术标准，并了解制定标准的科学依据，是十分必要的。

在我国，技术标准分为4级：国家标准、部门标准、地方标准和企业标准。

(1) 国家标准是由国家标准化主管部门批准发布的全国性的技术指导文件，国家标准有强制性国家标准（GuoBiao, GB）和推荐性国家标准（GB/T）。

(2) 部门标准也是全国性的技术指导文件，但它由各行业主管部门（或总局）颁布，其代号按各部门名称而定。

(3) 地方标准（DB）是地方主管部门发布的地方性技术指导文件。

(4) 企业标准则仅适用于本企业，代号为QB。凡没有制定国家标准、部门标准的产品，均应制定相应的企业标准。

对强制性国家标准，任何技术或产品不得低于其规定的要求；对推荐性国家标准，表示也可执行其他标准的要求；地方标准或企业标准所规定的技术要求应高于国家标准。

国际上常用的标准及代号有如下几种：

(1) 国际标准（International Organization for Standardization, ISO）。

(2) 美国材料试验协会（American Society for Testing and Materials, ASTM）标准。

(3) 日本工业标准（Japanese Industrial Standards, JIS）。

(4) 德国工业标准（Deutsches Institut für Normung, DIN）。

(5) 英国标准（Britain Standard, BS）。

(6) 法国标准（NF）。

任务四 本课程的学习目的及方法

各种建筑材料，在原材料、生产工艺、结构及构造、性能及应用、检验和验收、运输及储运等方面既有共性，也有各自的特点，全面掌握建筑材料的知识，需要学习和研究的内容范围很广。对于从事建筑勘测、设计、施工、科研和管理工作的专业人员来说，掌握各种建筑材料的性能及其适用范围，以及在种类繁多的建筑材料中选择最适合的品种加以应用，以达到安全可靠、经久耐用、经济合理最为重要。除了在施工现场直接配制或加工的材料（如砂浆、混凝土、金属焊接、防水材料等）需要深入学习其原材料和生产工艺外，对于以产品形式直接在施工现场使用的材料，也需要了解其原材料、生产工艺及结构、构造的一般知识，以明了这些因素如何影响材料的性能，并最终影响构筑物的性能。

本课程的学习目的及方法：

(1) 掌握主要建筑材料的基本性能及特点。

(2) 能够根据工程实际条件选择和有效使用各种建筑材料。

(3) 掌握建筑材料的验收、保管、储存和应用方面的基本知识和方法。

(4) 具有建筑材料试验及质量评定的基本技能。

(5) 了解建筑材料的原料、生产、组成、工作机理等方面的一般性知识。

本课程是一门实践性较强的课程,学习过程中注意分析对比各种材料的不同特点和性能,寻找其内在联系,同时多动手做实验,加强实验技能的培养。在学习中除了要掌握一些与建筑材料相关的理论知识外,更应掌握如何在工程实践中运用所学的知识来分析问题、解决问题,注重培养学以致用用的能力。

项目小结



建筑材料是土木工程类专业的一门重要专业基础课,它全面系统地介绍了建筑工程设计和施工所涉及的建筑材料的性质与应用的基本知识。通过本课程的学习,使学生能够掌握建筑材料试验与检测的基本技能,同时为今后学习其他专业课(如建筑结构、施工技术、建筑工程预算等)打下基础。

项目二 建筑材料的基本性质

学习目标



本项目是本课程的重点内容之一，重点介绍了建筑材料的基本物理性质、力学性质、与水有关的性质、热工性质、光学性质及耐久性，并从材料的组成、结构出发，阐述了影响材料基本性质的内在因素。

建筑材料在正常使用状态下，总是要承受一定的外力和自重，同时还会受到周围各种介质（如水、蒸汽、腐蚀性气体和液体等）的作用，以及各种物理作用（如温度、湿度、摩擦等）。为保证建筑物的正常使用功能和耐久性，要求在工程设计和施工中正确合理地使用材料，因此，必须熟悉和掌握材料的基本性能，即材料共同具有的性能。常用材料各自的具体性能将在后面相关内容中讨论。

任务一 建筑材料的基本物理性质

一、材料的密度、表观密度与堆积密度

1. 密度

密度是指材料在绝对密实状态下，单位体积的质量，用公式表示为：

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

式中： ρ 为密度， g/cm^3 ； m 为材料在干燥状态下的质量， g ； V 为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、玻璃等少数材料外，绝大多数材料内部都存在一些孔隙。在测定有孔隙的材料密度时，应把材料磨成细粉，干燥后，用密度瓶（李氏瓶）测定其实际体积。材料磨得越细，测得的密度数值越精确，此时的体积即可视为材料在绝对密实状态下的体积。

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式计算：

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

式中： ρ_0 为表观密度， g/cm^3 或 kg/m^3 ； m 为材料的质量， g 或 kg ； V_0 为材料在自然状态下的体积，或称表观体积， cm^3 或 m^3 ，包括固体物质所占体积、开口孔隙体积和封闭孔隙体积，如图 2-1 所示。

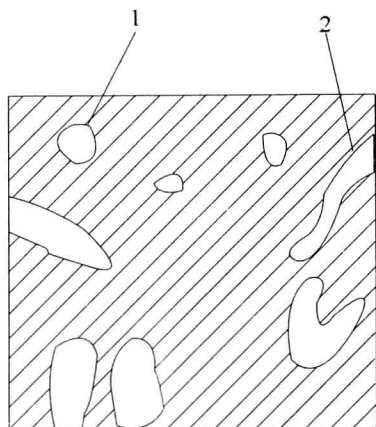


图 2-1 含孔材料体积组成示意图

1 - 闭口孔；2 - 开口孔

材料在自然状态下的体积是指材料的实际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。一般情况下，表观密度是指材料在气干状态（长期在空气中干燥）下的表观密度；在烘干至恒重状态下测定的表观密度称为干表观密度。一般测定表观密度时，以干表观密度为准，而在含水状态下测定的表观密度，须注明含水情况。

3. 堆积密度

堆积密度是指粉状、颗粒状材料在堆积状态下单位体积的质量，按下式计算：

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0}$$

式中： ρ'_0 为堆积密度， kg/m^3 ； m 为材料的质量， kg ； V'_0 为材料的堆积体积， m^3 。

堆积体积包括固体物质所占体积、开口孔隙体积、封闭孔隙体积、颗粒之间的空隙体积，如图 2-2 所示。

散粒材料在自然状态下的体积，是指既含颗粒内部的孔隙，又含颗粒之间空隙在内的总体积。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。

在建筑工程中，凡计算材料用量和构件自重进行配料计算，确定堆放空间及组织运输时，必须掌握材料的密度、表观密度及堆积密度等数据。表观密度与材料的其他性质也存在密切关系，如表 2-1 所示。

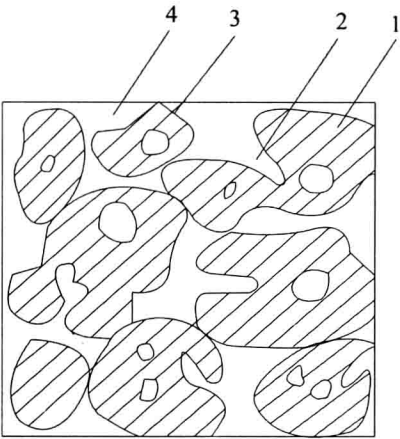


图 2-2 散粒材料堆积组成示意图

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 - 颗粒之间的空隙

表 2-1 常用建筑材料的密度、表观密度、堆积密度及孔隙率

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
花岗岩	2.6~2.9	2 500~2 700	—	0.5%~0.3%
普通黏土砖	2.5	1 600~1 800	—	20%~40%
黏土空心砖	2.5	1 000~1 400	—	—
普通混凝土	—	2 100~2 600	—	5%~20%
轻骨料混凝土	—	800~1 900	—	—
水泥	3.10	—	1 200~1 300	—
石灰岩	2.6	1 800~2 600	—	—
砂	2.6	—	1 450~1 650	—
黏土	2.6	—	1 600~1 800	—
木材	1.55	400~800	—	55%~75%
建筑钢材	7.85	7 850	—	0

二、材料的孔隙率、密实度、空隙率与填充率

1. 孔隙率

孔隙率是指材料体积内孔隙体积与材料总体积的比率，以 P 表示，可用如下公式计算：

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100 \tag{2-4}$$

孔隙率的大小直接反映了材料的致密程度。材料内部孔隙可分为连通型与封闭型两种构造。连通型孔隙不仅彼此贯通且与外界相通，而封闭型孔隙彼此不通且与外界隔绝。孔隙按

尺寸大小又可分为极细孔隙、细小孔隙和较粗大孔隙，孔隙大小对材料的性能影响较大。几种常用材料的孔隙率见表 2-1。

2. 密实度

密实度是材料体积内固体物质所充实的程度，用 D 表示，可用如下公式计算：

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

含有孔隙率的固体材料的密实度均小于 1。孔隙率与密实度的关系为：

$$P + D = 1$$

该式表明，材料的总体积是由该材料的固体物质与其所包含的孔隙所组成。材料的很多性能（如强度、吸水性、耐久性、导热性等）均与其密实度、孔隙率有关。

3. 空隙率

空隙率是指散粒材料在堆积体积中，颗粒之间的空隙百分比，以 P' 表示，可用如下公式计算：

$$\begin{aligned} P' &= \left(\frac{V_0' - V_0}{V_0'} \right) \times 100\% = \left(1 - \frac{V_0}{V_0'} \right) \times 100\% \\ &= \left(1 - \frac{\rho_0'}{\rho_0} \right) \times 100\% \end{aligned} \quad (2-6)$$

4. 填充率

填充率是指散粒材料在堆放体积内被其颗粒填充的程度，以 D' 表示，可用如下公式计算：

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

三、材料与水有关的性质

1. 亲水性与憎水性

(1) 亲水性。材料能被水润湿的性质，称为亲水性。亲水性材料如砖、混凝土等。材料产生亲水性的原因是其与水接触时，材料与水分子之间的亲和力大于水分子之间的内聚力所致。

(2) 憎水性。当材料与水接触，材料与水分子之间的亲和力小于水分子之间的内聚力时，材料则表现为憎水性。憎水性材料如沥青、石油等。

(3) 润湿角。材料被水润湿的情况可用润湿角 θ 来表示。当材料与水接触时，在材料、水、空气三相的交界点，作沿水滴表面的切线，此切线与材料和水接触面的夹角 θ ，称为润湿角，如图 2-3 所示。

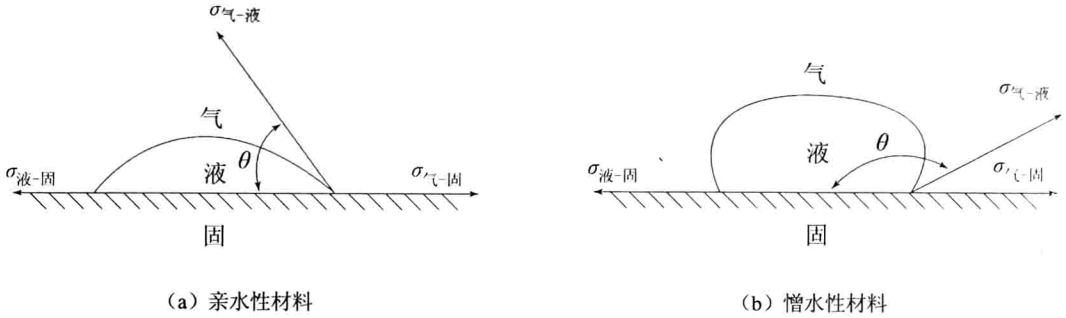


图 2-3 材料的亲水性与憎水性示意图

(4) 亲水性材料与憎水性材料。 θ 角越小，表明材料越易被水润湿。

当 $\theta < 90^\circ$ 时，材料表面吸附水，材料能被水润湿而表现出亲水性，这种材料称亲水性材料。

当 $\theta > 90^\circ$ 时，材料表面不吸附水，表现出憎水性，这种材料称憎水性材料。

当 $\theta = 0^\circ$ 时，表明材料完全被水润湿。

上述概念也适用于其他液体对固体的润湿情况，相应称为亲液性材料和憎液性材料。

2. 材料的吸水性与吸湿性

(1) 吸水性。材料在水中能吸收水分的性质称吸水性。材料的吸水性用吸水率表示，有质量吸水率与体积吸水率两种表示方法。

① 质量吸水率。材料在吸水饱和时，内部所吸水分的质量占材料干燥质量的百分比即为质量吸水率，用如下公式计算：

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100\% \tag{2-8}$$

式中： W 为材料的质量吸水率，%； m_1 为材料在吸水饱和状态下的质量，g； m_2 为材料在干燥状态下的质量，g。

② 体积吸水率。材料在吸水饱和时，其内部所吸水分的体积占干燥材料自然体积的百分比即为体积吸水率，用公式表示如下：

$$W_0 = \frac{m_1 - m_2}{V_0} \times \rho \times 100\% \tag{2-9}$$

式中： W_0 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 ； ρ 为水的密度， g/cm^3 。

(2) 吸湿性。材料在潮湿空气中吸收水分的性质称为吸湿性。潮湿材料在干燥的空气中也会放出水分，称为还湿性。材料的吸湿性用含水率表示。

含水率系指材料内部所含水的质量占材料干燥质量的百分比，用公式表示为

$$W_{\text{含}} = \frac{m_{\text{含}} - m_{\text{干}}}{m_{\text{干}}} \times 100\% \tag{2-10}$$

式中： $W_{\text{含}}$ 为材料的含水率，%； $m_{\text{含}}$ 为材料含水时的质量，g； $m_{\text{干}}$ 为材料干燥至恒重时