



土建类高职高专规划教材

JIANZHU CAILIAO XUEXI
ZHIDAO

建筑材料学习指导

【建筑工程技术专业用】

霍轶珍 主编

钱觉时（重庆大学） 主审



人民交通出版社
China Communications Press

土建类高职高专规划教材

Jianzhu Cailiao Xuexi Zhidao

建筑材料学习指导

(建筑工程技术专业用)

霍轶珍 主编

钱觉时(重庆大学) 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是土建类高职高专规划教材《建筑材料》(陈晓明、陈桂萍主编)的配套辅导书。编写本学习指导书的目的是帮助学生能够更好地理解与掌握《建筑材料》教材的主要内容,并进一步拓展与延伸教材内容,培养学生对材料的检测能力及建筑材料的综合使用能力。

本书可作为高职高专土建专业辅助教学指导书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料学习指导/霍轶珍主编. —北京:人民交通出版社,2009.9

ISBN 978-7-114-07139-3

I. 建… II. 霍… III. 建筑材料—高等学校:技术学校—教学参考资料 IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 165508 号

土建类高职高专规划教材

书 名: 建筑材料学习指导

著 作 者: 霍轶珍

责任编辑: 黎小东 刘 倩

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 14.25

字 数: 348千

版 次: 2009年9月 第1版

印 次: 2009年9月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-07139-3

印 数: 0001~2000册

定 价: 29.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

土建类高职高专规划教材

“建筑工程技术专业”教材编写委员会

主任委员： 张颂娟(辽宁交通高等专科学校)

副主任委员： 张玉杰(贵州交通职业技术学院)

刘孟良(湖南城建职业技术学院)

陈晓明(江西交通职业技术学院)

委 员： 晏 杉(云南交通职业技术学院)

颜高峰(湖南交通职业技术学院)

刘 萍(河北交通职业技术学院)

丰培洁(陕西交通职业技术学院)

樊琳娟(南京交通职业技术学院)

杨甲奇(四川交通职业技术学院)

彭 芳(河套大学)

沈建康(徐州建筑职业技术学院)

王丰胜(安徽交通职业技术学院)

杨太秀(湖北交通职业技术学院)

王松成(南京交通职业技术学院)

王旭东(辽宁交通高等专科学校)

穆文伦(贵州交通职业技术学院)

秘 书： 黎小东(人民交通出版社)

前 言

本学习指导是土建类高职高专规划教材《建筑材料》(陈晓明、陈桂萍主编)的教学配套用书,旨在帮助学生能够更好地理解与掌握建筑材料的主要内容,进一步扩展与延伸知识,培养学生的分析、综合、创新能力及对建筑材料的使用和检测能力。

本书包括了土建工程常用建筑材料的主要内容。前八章内容与《建筑材料》(建筑工程技术专业用)相配套,后三章的内容增加了全国交通土建高职高专规划教材《道路建筑材料》中重点章节的内容,并在第十二章加入路基路面工程常用材料配合比设计案例作为综合实训课题,以真实工程案例为载体,让学生通过公路工程路基路面材料的设计案例了解建筑材料知识在工程中的应用情况,培养学生在材料使用方面的综合能力。

各章主要内容包括【学习目标】、【基础知识】、【典型例题解析】、【实践技能训练】、【章节自测题】等。

【学习目标】列出每章需要掌握的重要知识及掌握的程度;提炼出了每章的基本概念和知识要点,按照了解、理解、掌握三个层次分别进行了列示。

【基础知识】根据教材内容及学习目标,对基本概念及基础知识进行讲解。其中含有“重点难点提示”,目的在于突出必须掌握的内容,同时对重要知识点进行分析、归纳,帮助学生理解重点内容。

【典型例题解析】通过典型例题的解析,澄清容易混淆的概念,避免常犯的错误,开阔思路,掌握常用的解题方法和技巧。

【实践技能训练】结合高职教育的特点,通过实训突出学生实践技能的培养。每个实训在“基本操作技能”的基础上又增加了“重点提示”和“思考题”部分,以帮助学生更好地掌握材料检测技能,使学习者能够运用建筑材料的基本知识和试验技术,正确掌握并运用相应标准及规范,分析和整理试验检测数据,对工程所用的材料性能及质量作出准确的评价,提供科学的、真实的工程质量检测结果。

【章节自测题】是根据课程内容设计的练习题,有助于巩固所学内容。包括:名词解释、填空、单项选择、多项选择、判断、简答和计算等题型,并附有参考答案。各类题型都是根据本章学习难点和学习要求,有重点地进行练习,以使读者加深对知识点的记忆,通过自测题检测自己对知识掌握的程度。

本书末附有“复习题及模拟试题”,旨在综合复习时,帮助读者具体了解建筑材料的考试要求、试卷格式、试题类型及考试内容的大致分布比例,并在试题中体现了课程的重点和难点。

本书第二、四、五、六~十二章由河套大学的霍轶珍编写,第一、三章由江西交通职业技术学院的陈晓明编写,全书由霍轶珍统稿。

土建类高职高专规划教材编写委员会特邀重庆大学材料学院钱觉时教授担任本书主审,钱教授认真审阅了本教材,并提出了很多宝贵的修改建议,在此表示感谢。

由于编者水平和经验有限,书中难免存在疏漏和错误,衷心希望使用本书的读者批评指正。

编者

2009年8月

目 录

第一章 建筑材料的基本性质	1
【学习目标】	1
【基础知识】	1
【典型例题解析】	6
【实践技能训练】	8
【章节自测题】	11
第二章 气硬性胶凝材料	14
【学习目标】	14
【基础知识】	14
【典型例题解析】	18
【章节自测题】	18
第三章 水泥	21
【学习目标】	21
【基础知识】	21
【典型例题解析】	25
【实践技能训练】	26
【章节自测题】	35
第四章 混凝土	40
【学习目标】	40
【基础知识】	40
【典型例题解析】	47
【实践技能训练】	51
【章节自测题】	59
第五章 墙体材料	63
【学习目标】	63
【基础知识】	63
【典型例题解析】	67
【章节自测题】	67
第六章 建筑钢材	71
【学习目标】	71
【基础知识】	71
【典型例题解析】	76
【实践技能训练】	77
【章节自测题】	80
第七章 建筑功能材料	84
【学习目标】	84

【基础知识】	84
【章节自测题】	87
第八章 建筑装饰材料	89
【学习目标】	89
【基础知识】	89
【典型例题解析】	99
【章节自测题】	100
第九章 砂石材料及稳定土	102
【学习目标】	102
【基础知识】	102
【典型例题解析】	111
【实践技能训练】	113
【章节自测题】	120
第十章 沥青及防水材料	124
【学习目标】	124
【基础知识】	124
【典型例题解析】	129
【实践技能训练】	130
【章节自测题】	135
第十一章 沥青混合料	139
【学习目标】	139
【基础知识】	139
【典型例题解析】	148
【实践技能训练】	148
【章节自测题】	156
第十二章 综合实训课题	160
复习题	180
复习题参考答案	191
模拟试题	196
参考文献	217

第一章 建筑材料的基本性质

【学习目标】

掌握：

1. 材料与质量有关的物理性质的概念及表示方法,能进行简单的计算分析。
2. 材料与水有关的性质的概念、表示方法及影响因素。
3. 材料力学性质的概念、表示方法及影响因素。
4. 材料耐久性的基本概念。

理解：

本章中与材料性质有关的基本概念。

了解：

1. 材料与热有关的性质。
2. 材料与声学有关的性质。

【基础知识】

一、材料的物理性质

1. 材料与质量有关的性质

1) 密度

(1) 定义:材料在绝对密实状态下的单位体积质量。

(2) 计算式:

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

(3) 绝对密实状态下的体积是指不包括孔隙在内的固体物质实体积。

(4) 除了钢材、玻璃、沥青等少数材料外,绝大多数材料内部都有一些孔隙。

(5) 测定含有孔隙材料绝对密实体积的方法是将材料磨成细粉,干燥后用李氏瓶(排液法)测得粉末体积即为材料绝对密实体积。材料磨得越细,内部孔隙消除得越完全,测得的体积也就越精确。

2) 表观密度

(1) 定义:材料在自然状态下单位体积的质量。

(2) 计算式:

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

(3) 所谓自然状态下的体积,是指包括材料实体积和孔隙的体积。

3) 堆积密度

(1) 定义:指粉状、颗粒状或纤维状材料在堆积状态下单位体积的质量。

(2) 计算式:

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

(3) 散粒材料的堆积体积是在特定条件下所填充的容量筒的容积。

(4) 散粒材料的堆积体积包含了颗粒之间和纤维之间的空隙。

4) 密实度

(1) 定义: 材料体积内被固体物质充实的程度, 也就是固体物质的体积占总体积的比例。

(2) 计算式:

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

(3) 密实度反映材料的致密程度。

(4) 凡是含有孔隙的固体材料, 其密实度均小于 1。

重点难点提示

注意各种密度概念的区别。

5) 孔隙率

(1) 定义: 材料体积内, 孔隙体积所占的比例。

(2) 计算式:

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{V}{V_0}\right) \times 100\% = (1 - D) \times 100\% \quad (1-5)$$

(3) 孔隙率与密实度的关系:

$$P + D = 1 \quad (1-6)$$

(4) 密实度和孔隙率是从不同方面反映材料的密实程度, 通常用孔隙率表示。

(5) 孔隙的分类: 按尺寸大小, 可以分为微孔、细孔和大孔; 按是否相互贯通, 可以分为互相隔开的孤立孔和互相贯通的连通孔; 按与外界是否连通, 可以分为与外界连通的开口孔和不相连通的封闭孔。

6) 填充率

(1) 定义: 散粒材料在某种堆积体积内被其颗粒填充的程度。

(2) 计算式:

$$D' = \frac{V}{V'_0} \times 100\% = \frac{\rho'_0}{\rho} \times 100\% \quad (1-7)$$

7) 空隙率

(1) 定义: 散粒材料在某种堆积体积内, 颗粒之间的空隙体积所占的比例。

(2) 计算式:

$$\begin{aligned} P' &= \frac{V'_0 - V_0}{V'_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{V_0}{V'_0}\right) \times 100\% \\ &= \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0}\right) \times 100\% = (1 - D') \times 100\% \end{aligned} \quad (1-8)$$

(3) 空隙率的大小反映了散粒材料中颗粒相互填充的致密程度。

(4) 填充率与空隙率的关系:

$$P' + D' = 1 \quad (1-9)$$

2. 材料与水有关的性质

1) 亲水性与憎水性

(1) 定义: 当材料分子与水分子间的相互作用力大于水分子间的相互作用力时, 材料表面就会被水所润湿。此时在材料、水和空气的三相交点处, 沿水滴表面所引切线与材料表面所成的夹角称为润湿角 θ 。当润湿角 $\theta \leq 90^\circ$ 时, 材料为亲水性材料, 如石材、砖瓦、陶器、混凝土、木材等; 当润湿角 $90^\circ < \theta < 180^\circ$ 时, 材料为憎水性材料, 如沥青、石蜡和某些高分子材料等。

(2) θ 愈小, 润湿性愈好, 亲水性愈强。

2) 吸水性

(1) 定义: 材料在水中吸收水分的性质。

(2) 表示: 吸水性的 大小用吸水率表示。吸水率为材料浸水后在规定时间内吸入水的质量(或体积)占材料干燥质量(或干燥时体积)的百分比。

(3) 计算式:

$$\text{质量吸水率} \quad W_m = \frac{m_b - m}{m} \times 100\% \quad (1-10)$$

$$\text{体积吸水率} \quad W_v = \frac{m_b - m}{V_0} \times \frac{1}{\rho_w} \times 100\% \quad (1-11)$$

(4) 影响因素: 与材料的孔隙率以及孔隙构造特征有关。一般来说, 当材料的孔隙是连通的且尺寸较小时, 其孔隙率越大, 吸水率越高。对于封闭的孔隙, 水分不易渗入; 粗大孔隙, 水分又不易存留。

重点难点提示

质量吸水率与体积吸水率的应用。

3) 吸湿性

(1) 定义: 吸湿性是指材料在潮湿空气中吸收空气中水分的性质。

(2) 表示: 吸湿性的 大小用含水率表示。含水率为材料所含水的质量占材料干燥质量的百分比。

(3) 计算式:

$$W_m = \frac{m_b - m}{m} \times 100\% \quad (1-12)$$

(4) 当材料中所含水分与空气湿度相平衡时的含水率称为平衡含水率。

(5) 影响因素: 除了与材料本身性质有关外, 还与周围空气的湿度有关。

4) 耐水性

(1) 定义: 耐水性是指材料在长期饱和水作用下不被破坏, 其强度也不显著降低的性质。

(2) 表示: 材料的耐水性用软化系数表示, 其值越小, 表明材料的耐水性越差。

(3) 计算式:

$$K_R = \frac{f_b}{f_g} \quad (1-13)$$

(4) 材料的软化系数在 0 ~ 1 的范围内。钢材、玻璃等材料的软化系数基本为 1, 花岗岩等密实石材的软化系数接近于 1。

(5)对于长期受水浸泡或处于潮湿环境的重要建筑物,须选用软化系数不低于0.85的材料建造(软化系数大于0.85的材料即为耐水材料)。受潮较轻的或次要结构的材料,其软化系数不宜小于0.70。

5)抗渗性

(1)定义:材料抵抗压力水渗透的性能。

(2)表示:可用渗透系数表示,也可用抗渗等级 P_n 表示。渗透系数越小或抗渗等级越高,表明材料的抗渗性越好。

(3)影响因素:材料的孔隙率和孔隙构造特征。开口的连通大孔越多,抗渗性越差;封闭孔隙率大的材料,抗渗性良好。

6)抗冻性

(1)定义:指材料在吸水饱和状态下能经受多次冻结和融化作用(冻融循环)而不被破坏,强度也无显著降低的性能。

(2)表示:用抗冻等级 F_n 表示, n 值越大,说明抗冻性越好。

(3)抗冻性通常还作为无机非金属材料抵抗大气物理作用的一种耐久性指标。

(4)影响因素:材料的密实度、强度孔隙构造特征、耐水性及吸水饱和程度。

3. 与热有关的性质

1)导热性

(1)定义:材料传导热量的性能。

(2)计算式:

$$\lambda = \frac{Q\delta}{At(T_1 - T_2)} \quad (1-14)$$

(3)影响因素:与材料的成分、构造等因素有关。金属材料的导热系数远远高于非金属材料。对于非金属材料,孔隙率大且具有封闭孔隙的材料导热系数小,具有连通孔隙的材料导热系数大。

(4)材料的导热系数会随着温度的升高而提高。

2)热容

(1)热容的定义:是指材料受热时吸收热量或冷却时放出热量的性质。

(2)比热容的定义:是指单位质量的材料温度升高1K(或降低1K)时所吸收的热量,用符号 C 表示。

(3)比热容的计算式:

$$C = \frac{Q}{m(T_1 - T_2)} \quad (1-15)$$

(4)比热容大的材料,本身能吸入或储存较多的热量,能在热流变动或采暖设备供热不均匀时缓和室内的温度波动,对于保持室内温度稳定有良好的作用,并能减少能耗。

3)温度变形性

(1)定义:温度升高或降低时材料的体积变化,一般用线膨胀系数 α 表示。

(2)计算式:

$$\Delta L = (t_1 - t_2)\alpha L \quad (1-16)$$

(3)建筑工程中,对材料的温度变形往往只考虑某一单向尺寸的变化。材料的线膨胀系数与材料的组成和结构有关,工程上常选择合适的材料来满足其对温度变形的要求。

4. 与声学有关的性质

1) 吸声性

(1) 定义: 声能穿透材料和被材料吸收的性质, 用吸声系数 α 表示。

(2) 计算式:

$$\alpha = \frac{E}{E_0} \times 100\% \quad (1-17)$$

(3) 影响因素: 与材料的表观密度、孔隙特征、厚度及表面条件(有无空气层及空气层厚度)、声波的入射角及频率有关。一般而言, 材料内部具有开放、连通的细小孔隙越多, 则吸声性能越好; 增加多孔材料的厚度, 可提高对低频声音的吸收效果。

(4) 规定取 125Hz、250Hz、500Hz、1 000Hz、2 000Hz、4 000Hz 6 个频率的平均吸声系数来表示材料吸声的频率特性。材料的吸声系数在 0 ~ 1 之间, 平均吸声系数 ≥ 0.2 的材料为吸声材料。

2) 隔声性

(1) 定义: 材料能减弱或隔断声波传递的性能称为隔声性。

(2) 分类: 隔空气声与隔固体声。

二、材料的力学性质

1. 强度

(1) 定义: 材料在外力(荷载)作用下抵抗破坏的能力。

(2) 分类: 根据外力作用方式的不同, 材料强度有抗压强度、抗拉强度、抗弯强度及抗剪强度等。

(3) 计算式:

抗压、抗拉及抗剪强度
$$f = \frac{F}{A} \quad (1-18)$$

抗弯(抗折)强度
$$f_m = \frac{3FL}{2bh^2} \quad (\text{一分点})$$

$$f_m = \frac{FL}{bh^2} \quad (\text{三分点}) \quad (1-19)$$

(4) 影响因素: 材料的组成和结构。

(5) 对于以强度为主要指标的材料, 通常按材料强度值的高低划分若干不同的强度等级(标号)。

2. 比强度

(1) 定义: 比强度是指按单位体积质量计算的材料强度, 即材料的强度与其表观密度之比。

(2) 比强度是反映材料轻质高强的力学参数, 是衡量材料轻质高强性能的一项重要指标。比强度越大, 材料轻质高强性能越好。

重点难点提示

不同强度的概念, 强度的影响因素。

3. 弹性与塑性

(1) 弹性: 材料在外力作用下产生变形, 当外力取消后, 能够完全恢复原来形状的性质称为弹性。这种完全恢复的变形称为弹性变形(或瞬时变形)。

(2)塑性:在外力作用下材料产生变形,如果取消外力,仍保持变形后的形状和尺寸,并且不产生裂缝的性质称为塑性。这种不能恢复的变形称为塑性变形(或永久变形)。

(3)理想的弹性材料是没有的。

4. 脆性与韧性

(1)脆性:材料受力时,无显著变形而突然断裂的性质。在常温、静荷载下具有脆性的材料称为脆性材料,如砖、石材、陶瓷、玻璃、混凝土、铸铁等。这类材料的抗压强度高,而抗拉、抗弯强度低,抗冲击力差。

(2)韧性:在冲击、振动荷载作用下,材料能够吸收较大的能量,同时也能产生一定的变形而不致破坏的性质。材料的韧性是用冲击试验来检验的。在常温、静荷载下具有韧性的材料称为韧性材料,如钢材、木材等。

5. 硬度与耐磨性

(1)硬度:硬度是指材料表面抵抗其他物质刻划、磨蚀、切削或压入表面的能力。常用压入法或刻划法进行测定。

(2)耐磨性:材料的耐磨性是指材料表面抵抗磨损的能力。材料的磨损率越小则耐磨性越好;反之,越差。材料的耐磨性与材料的强度、硬度、密实度、内部结构、组成、孔隙率、孔隙特征、表面缺陷等有关。

三、材料的化学性质

(1)建筑材料的各种性质都与其化学结构有关,大多是利用化学性质进行生产、施工和使用。对于建筑工程的应用,主要关心其使用中的化学变化和稳定性。

(2)建筑材料所处的部位、周围环境、使用功能要求和作用的不同,对材料的化学性质的要求也就不同。为保证良好的化学稳定性,许多材料标准都对某些成分及组成结构进行了限制规定。

四、材料的耐久性

1. 定义

材料的耐久性是指用于构筑物的材料在环境的各种因素影响下,能长久地保持其性能的性质。

2. 影响因素

环境的各种影响包括物理作用的影响,如环境温度、湿度的变化;化学作用的影响,如紫外线或大气及环境中的酸、碱、盐的作用;机械作用的影响,如材料的长期荷载作用;生物作用的影响,如发生虫蛀、腐朽等。

3. 特点

耐久性是材料的一项综合性质,它反映了材料的抗渗性、抗冻性、抗化学侵蚀性、抗碳化性、大气稳定性和和耐磨性等有关性能,而且这些性能之间都是相关联的。

【典型例题解析】

例 1-1 材料的孔隙率和孔隙特征对材料的性能有何影响?

答:材料内部孔隙有连通与封闭之分,连通孔隙不仅彼此连通,且与外界相通;而封闭孔隙则不仅彼此不连通,且与外界隔绝。孔隙本身有粗细之分,粗大孔隙、细小孔隙和极细微孔隙。粗大孔隙虽易吸水,但不易保持。极细微开口孔隙吸入的水分不易流动,而封闭的不连通孔隙,水分及其他介质不易侵入。

孔隙的数量、大小及形态特征对材料许多性质都有影响。随着孔隙数量的增大,则材料体积密度减少,材料受力的有效面积减少,强度降低;由于体积密度的减少,材料的导热系数和热容随之减少,透气性、透水性、吸水性变大。一般来说,多孔材料对气体及水的扩散、透过较为容易,如果孔隙是孤立的,孔壁是由透水气材料构成,则不透气、不透水;抗冻性是否降低,则要视孔隙大小和形态特征而定,有些孔隙反而能提高抗冻性。

孔隙率的大小反映了材料的致密程度。材料的许多性能,如强度、吸水性、耐久性、导热性等均与其孔隙率有关,此外,还与材料内部孔隙的构造有关。孔隙构造包括孔隙的数量、形状、大小、分布以及连通与封闭等情况。

例 1-2 某墙体材料的密度为 2.7g/cm^3 ,浸水饱和状态下的体积密度为 1.862g/cm^3 ,其体积吸水率为 4.62% 。问该种材料干燥状态下的体积密度及孔隙率各为多少?

解:

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

$$W_v = \frac{m_b - m_g}{V_0} \times \frac{1}{\rho_w} \times 100\% = \left(\frac{m_b}{V_0} - \frac{m_g}{V_0} \right) \times \frac{1}{\rho_w} \times 100\% = 4.62\%$$

$$\rho_{0g} = \rho_{0b} - W_v = 1.862 - 0.0462 = 1.82\text{g/cm}^3$$

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho} \right) \times 100\% = \left(1 - \frac{1.82}{2.7} \right) = 33\%$$

答:该种材料干燥状态下体积密度为 1.82g/cm^3 ,孔隙率为 33% 。

例 1-3 某岩石的极限抗压强度为 20MPa ,浸水饱和后的极限抗压强度为 19MPa ,问该岩石能否用于潮湿处的地基?

解:该岩石的软化系数为

$$K_R = \frac{f_b}{f_g} = \frac{19}{20} = 0.95 > 0.85$$

答:该岩石能用于潮湿处的地基。

例 1-4 什么是材料的韧性和脆性?在土木工程中有什么实际意义?

答:(1)脆性

当外力达到一定限度后,材料突然破坏,而破坏时并无明显的塑性变形,材料的这种性质称为脆性。其特点是材料在外力作用下,达到破坏荷载时的变形值是很小的。脆性材料的抗压强度比其抗拉强度往往要高很多倍,它对承受振动作用和抵抗冲击荷载是不利的。砖、石材、陶瓷、玻璃、混凝土、铸铁等都属于脆性材料。

(2)韧性

在冲击、振动荷载作用下,材料能够吸收较大的能量,同时产生一定的变形而不致破坏的性质称为韧性(冲击韧性)。材料的韧性是用冲击试验来检验的。建筑钢材(软钢)、木材等属于韧性材料。用作路面、桥梁、吊车梁以及有抗震要求的结构都要考虑到材料的韧性。

例 1-5 简述材料耐久性的概念及内容。

答:材料的耐久性是指用于构筑物的材料在环境的各种因素影响下,能长久地保持其性能的性质。材料的耐久性是一项综合性能,它反映了材料的抗渗性、抗冻性、抗化学侵蚀性、抗碳

化性、大气稳定性和耐磨性等有关性能。不同材料的耐久性有不同的具体内容,例如:水泥混凝土的耐久性,主要以抗渗性、抗冻性、抗化学侵蚀性、抗碳化性所体现;钢材的耐久性主要取决于其抗锈蚀性;无机非金属材料常因氧化、风化、碳化、溶蚀、冻融干湿交替作用等而破坏;有机材料多因腐烂、虫蛀、老化而变质等。

【实践技能训练】

通过实验实训,使学习者能够运用建筑材料的基本知识和实验技术,正确掌握并运用相应标准及规范,分析和整理实验检测数据,对工程所用的材料性能及质量作出准确的评价,提供科学的、真实的工程质量检测结果。请按照以下实验指导书的要求完成实验并认真填写实训报告,并通过实验技能题检查对实验的掌握情况。

实训一 建筑材料的密度

基本操作技能

一、实验目的

测定材料的密度,用于确定材料的种类。

二、主要仪器设备

包括李氏瓶(图 1-1)、筛子(孔径 0.2mm)、天平(1 000g,感量 0.01g)、温度计、烘箱、干燥器、量筒等。

三、实验步骤

(1)将试样破碎研磨并全部通过 0.2mm 孔筛,再放入 105 ~ 110℃ 的烘箱中,烘至恒重,然后在干燥器内冷却至室温。

(2)将不与试样起反应的液体注入李氏瓶中,使液体至突颈下 0 ~ 10mL 刻度线范围内,记下刻度数。将李氏瓶放入盛水的容器中,在实验过程中水温控制在 $(20 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 。

(3)用天平称取 60 ~ 90g 试样,用小勺和漏斗小心地将试样徐徐送入李氏瓶中(下料速度不得超过瓶内液体浸没试样的速度,以免阻塞),直至液面上升至 20mL 刻度左右为止。再称剩余的试样质量,算出装入瓶内的试样质量 $m(\text{g})$ 。

(4)转动李氏瓶使液体中的气泡排出,记下液面刻度。根据前后 2 次液面读数算出液面上升的体积 $V(\text{cm}^3)$,即为瓶内试样所占的体积。

四、结果评定

(1)按下式计算试样密度 ρ (精确至 $0.01\text{g}/\text{cm}^3$):

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-20)$$

式中: m ——装入瓶中试样的质量(g);

V ——装入瓶中试样的体积(cm^3)。

(2)以 2 次实验结果的平均值作为密度的测定结果,但 2 次实验结果之差不应大于 $0.02\text{g}/\text{cm}^3$,否则应重做。

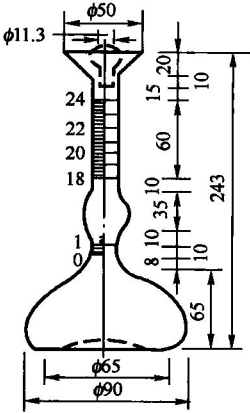


图 1-1 李氏瓶(尺寸单位:mm)

重点提示

密度是材料在绝对密实状态下单位体积的质量,而绝对密实状态下的体积是指不包括孔隙在内的固体物质的体积,因此需将材料磨成细粉,材料磨得越细,内部孔隙消除得越完全,测得的体积也就越精确。

思考题

1. 材料密度的计算过程中如何确定试样的体积?
2. 实验中如何确定试样的质量?

实训二 材料的表观密度(量积法)

基本操作技能

一、实验目的

测定材料的表观密度,用于确定材料的种类。

二、主要仪器设备

包括游标卡尺(精度 0.1mm)、天平(感量 0.1g)、烘箱、干燥器等。

三、实验步骤

(1) 将规则形状的试件放入 105 ~ 110℃ 的烘箱中烘干至恒重,取出后放入干燥器中,冷却至室温并用天平称量出试件的质量 m (g)。

(2) 用游标卡尺量出试件尺寸(每边测量上、中、下 3 处,取其算术平均值),并计算出其体积 V_0 (cm³)。

四、结果评定

(1) 材料的表观密度 ρ_0 按下式计算:

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (\text{g/cm}^3) \quad (1-21)$$

(2) 以 5 次实验结果的平均值作为最后测定结果,精确至 0.01 g/cm³。

重点提示

(1) 游标卡尺是比较精密的测量工具,不得碰撞或跌落地下。使用时要轻拿轻放,以免损坏量爪,不用时应置于干燥地方防止锈蚀。

(2) 测量时,应先拧松紧固螺钉,移动游标不能用力过猛,两量爪与待测物的接触不宜过紧,不能使被夹紧的物体在量爪内挪动。

(3) 读数时,视线应与尺面垂直。如需固定读数,可用紧固螺钉将游标固定在尺身上,防止滑动。

(4) 实际测量时,对同一长度应多测几次,取其平均值来消除偶然误差。

思考题

1. 如何正确使用游标卡尺?
2. 准确到 0.1mm 的游标卡尺最小分度是多少?

实训三 材料的吸水率

基本操作技能

一、实验目的

测定材料的吸水率,用于评定材料的吸水性。

二、主要仪器设备

包括天平、烘箱、干燥箱、游标卡尺等。

三、实验步骤

(1)将试样置于不超过 110℃ 的烘箱中,烘干至恒重,再放到干燥器中冷却至室温,称其质量 m (g)。

(2)将试件放入金属盆或玻璃盆中,在盆底部放些垫条(避免试件与盆底紧贴),试件之间应留 1~2cm 的间隔。

(3)加水至试件高度的 1/3 处,过 24h 后加水至其高度的 2/3 处,再过 24h 后加满水,并再放置 24h。

(4)取出试件,抹去表面水分,称其质量 m_b 。用排水法测试件的体积 V_0 (cm^3)。

(5)为了检查试件是否吸水饱和,可将试件再浸入水中至高度的 2/3 处,过 24h 重新称量,两次质量之差不超过 1%。

四、结果评定

(1)试件吸水率按下式计算:

$$\text{质量吸水率} \quad W_m = \frac{m_b - m}{m} \times 100\% \quad (1-22)$$

$$\text{体积吸水率} \quad W_v = \frac{m_b - m}{V_0} \times \frac{1}{\rho_w} \times 100\% \quad (1-23)$$

(2)以 3 个试件吸水率的算术平均值作为测定结果。

重点提示

(1)材料的吸水率与其孔隙率有关,更与其孔隙特征有关。水分是通过材料的开口孔隙进入并经过连通孔隙渗入内部的,材料内与外界连通的细微孔隙越多,其吸水率就越大。

(2)实验中逐次加水的目的在于使试件孔隙中空气逐渐逸出。

(3)材料的表观体积是指包括内部孔隙在内的体积,对于形状规则的试件可以通过量测并计算出其体积;对于颗粒状外形不规则的坚硬颗粒,如砂和石子,表观体积可采用排水法测得。

思考题

1. 影响材料吸水性的因素有哪些?
2. 测定各种密度有何作用?
3. 实验中为什么将李氏瓶放入盛水的容器中,并控制水温在恒定温度?
4. 实验中如何检查试件是否吸水饱和?