



建筑材料实务

Jianzhu Cailiao
Shiwu

主 编 王恩波 武 强
主 审 杨 谦

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

建筑材料实务

主 编 王恩波 武 强
参 编 鞠森森
主 审 杨 谦

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书根据最新国家标准规范进行编写。全书共为7章, 主要包括: 试验安排及要求、建筑材料基本性能试验、水泥试验、混凝土用集料试验、普通混凝土配合比试验、建筑砂浆试验、钢筋试验。本书相关内容加有二维码, 通过“扫一扫”可观看相关试验操作视频。

本书可作为高等院校土木工程类相关专业的教材, 也可作为建筑行业职业技能岗位培训教材。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料实务 / 王恩波, 武强主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2016.8

ISBN 978-7-5682-2731-5

I. ①建… II. ①王… ②武… III. ①建筑材料—教材 IV. ①TU5

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第182555号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

82562903(教材售后服务热线)

68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 4

字 数 / 73千字

版 次 / 2016年8月第1版 2016年8月第1次印刷

定 价 / 25.00元

责任编辑 / 孟雯雯

文案编辑 / 瞿义勇

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前 言

建筑材料试验是广大即将从事土建行业的学生所必须具备的专业技能,本教材是为建筑工程技术、建筑工程管理、建筑工程造价、道路与桥梁工程技术、城市轨道交通等专业学生更快适应建筑业发展的新形势,并且快速、准确地检测和鉴定建筑材料质量而编写的。本教材共包含7个方面的内容,分别介绍了试验安排及要求、建筑材料基本性能试验、水泥试验、混凝土用集料试验、普通混凝土配合比试验、建筑砂浆试验、钢筋试验。作为建筑材料课程的补充内容,本教材可为建筑工程技术、建筑工程管理、工程造价等专业的学生学习和技术培训提供指导。

本书在内容上“简明扼要”,将试验内容和试验任务融为一体,从试验目的、试验仪器、试样制备、试验步骤、数据分析五个方面进行阐述,并加入二维码,方便学生通过“扫一扫”观看试验操作视频。本书在取材上强调“基本、常用、关键、实用”,在形式上和编排上尽量做到快速便查,也适用于建筑材料试验检测人员和建筑工程质量监督人员业务学习、工作时参考。

本书由王恩波、武强担任主编,鞠森森参与了相关章节的编写。具体编写分工为:第1章、第2章由武强编写,第3章由鞠森森编写,第4章、第5章、第6章、第7章由王恩波编写。全书由王恩波负责统稿,杨谦主审。

由于编者水平有限,书中不当之处,敬请读者指正。

编 者

目 录

1 试验安排及要求	1
1.1 试验目的	1
1.2 时间安排	1
1.3 试验任务及内容	2
1.4 考核标准	2
2 建筑材料基本性能试验	3
2.1 试验应知内容	3
2.2 密度试验	3
2.3 表观密度试验	4
2.4 堆积密度试验	5
2.5 建筑材料基本性能试验结果处理	6
3 水泥试验	9
3.1 试验应知内容	9
3.2 水泥细度测定(筛析法)	9
3.3 水泥标准稠度用水量试验	10
3.4 水泥凝结时间的测定试验	12
3.5 水泥安定性的测定试验	14
3.6 水泥胶砂强度检验	15
3.7 水泥试验结果处理	18
4 混凝土用集料试验	22
4.1 试验应知内容	22
4.2 砂的筛分析试验	22

4.3	砂的表观密度测定试验	23
4.4	砂的堆积密度测定试验	25
4.5	石子的筛分析试验	26
4.6	石子的表观密度测定试验	27
4.7	石子的堆积密度测定试验	29
4.8	石子的压碎指标测定试验	30
4.9	混凝土用集料试验结果处理	31
5	普通混凝土配合比试验	36
5.1	试验应知内容	36
5.2	普通混凝土拌合物试验室拌和方法	36
5.3	普通混凝土和易性试验——混凝土的坍落度试验	37
5.4	普通混凝土拌合物的表观密度试验	38
5.5	普通混凝土立方体抗压强度试验	39
5.6	普通混凝土配合比设计试验结果处理	41
6	建筑砂浆试验	46
6.1	试验应知内容	46
6.2	建筑砂浆的拌和	46
6.3	建筑砂浆的稠度试验	47
6.4	建筑砂浆的分层度试验	48
6.5	建筑砂浆的立方体抗压强度试验	49
6.6	建筑砂浆试验结果处理	51
7	钢筋试验	53
7.1	试验应知内容	53
7.2	钢筋试件的取样	53
7.3	低碳钢拉伸试验	54
7.4	冷弯试验	56
7.5	钢筋试验结果处理	56
	参考文献.....	58

1 试验安排及要求

1.1 试验目的

建筑材料实务是建筑类专业实现培养目标要求的重要实践环节，是学生对所学的建筑理论知识进行深化、拓展、综合训练的重要阶段。

高等职业院校土建类专业必须更好地培养高素质、高技能的应用型人才，而素质和技能的培养仅依靠课堂理论教学是难以实现的，必须通过包括试验在内的各种实践教学环节，让学生置身于实际工程之中，才能取得良好的效果。

建筑材料实务这一实践性教学环节的目的有三个：一是熟悉、验证、巩固所学的理论知识，增加感性认识；二是了解所使用的仪器设备，掌握所学土木工程材料的试验方法；三是进行科学研究的基本训练，培养分析问题和解决问题的能力，积累工程技术方面的具体知识，培养学生求真务实的工作作风，增强事业心和责任感，培养其独立工作的能力，增强学生的实践意识、创新意识。

总之，建筑材料实务按课程教学大纲要求选材，根据现行国家（或行业）标准和其他规范、资料编写，与工程应用紧密结合，有利于提高学生的全面素质和综合技能。

1.2 时间安排

建筑材料试验专用周时间安排表（试验时间：一周）

时间安排	项目名称/任务名称
周一	建筑材料基本性能试验/水泥试验
周二	混凝土用集料试验
周三	普通混凝土配合比试验
周四	建筑砂浆试验
周五	钢筋试验

1.3 试验任务及内容

在一周内完成建筑材料基本性能试验、水泥试验、混凝土用集料试验、普通混凝土配合比试验、建筑砂浆试验、钢筋试验六个具体的试验项目。通过老师讲解、引导，学生动手操作，完成试验报告。

1.4 考核标准

- (1) 学生成绩以试验报告和试验纪律、试验过程中的表现为基准，分为五个等级：优秀、良好、中等、及格、不及格。
- (2) 日常考勤、纪律占专用周成绩的50%，实习报告完成情况占专用周成绩的50%。
- (3) 无缺勤、试验任务完成优秀，试验成绩评定为优秀。
- (4) 缺勤3个学时以下、试验任务完成良好，试验成绩评定为良好。
- (5) 缺勤3个学时以下、试验任务完成中等，试验成绩评定为中等。
- (6) 缺勤3个学时以下、试验任务完成一般，试验成绩评定为及格。
- (7) 缺勤3个学时以上、试验表现差、不能按时完成试验报告等情况，试验成绩评定为不及格。

7.4 试验任务	建筑材料基本性能试验、水泥试验、混凝土用集料试验、普通混凝土配合比试验、建筑砂浆试验、钢筋试验	考核标准
7.5 试验报告	试验报告	优秀
7.6 试验纪律	试验纪律	良好
7.7 试验表现	试验表现	中等
7.8 试验结果	试验结果	及格
7.9 试验总结	试验总结	不及格

2 建筑材料基本性能试验

2.1 试验应知内容

项目名称/任务名称	建筑材料基本性能试验		时间
			地点
目的要求	掌握材料密度、表观密度、吸水率测定的操作技能及数值的确定方法，并学会有关仪器的使用，完成试验报告。		
序号	任务及问题	解答	
1	什么是材料的密度、表观密度和堆积密度？如何计算？		
2	什么是材料的孔隙率和空隙率？如何计算？		
3	什么是材料的吸水性和吸湿性？各用什么指标表示？如何计算这些指标？		
4	什么是材料的强度和比强度？工程上常用材料的强度有几种？		
5	什么是材料的耐久性？其主要包括哪些方面内容？		

2.2 密度试验

1. 试验目的

材料的密度是指在绝对密实状态下单位体积的质量。利用密度可计算材料的孔隙率和密实度。孔隙率大小会影响到材料的吸水率、强度、抗冻性及耐久性等。

2. 主要仪器设备

李氏瓶、筛子（孔径0.20 mm或900孔/cm²）、量筒、烘箱、天平、温度计、漏斗、小勺等。

3. 试样制备

将材料（建议用石灰石）试样磨成粉末，使它完全通过筛孔为0.2 mm的筛，再将粉末

放入烘箱内，在105℃～110℃的温度下烘干至恒重，然后在干燥器内冷却至室温。

4. 试验方法及步骤

(1) 将不与试样起反应的液体（水、煤油、苯等）倒入李氏瓶中，至突颈下部，并将李氏瓶放在盛水玻璃容器中，使刻度的部分完全浸入，并用支架夹住，容器中水温应与李氏瓶刻度的标准温度（20℃±2℃）一致。待瓶内液体温度与水温相同后，读李氏瓶内液体凹液面的刻度值为 V_1 （精确至0.1 mL，下同）。

(2) 用天平称取60～90 g试样（精确至0.01 g，下同）记为 m_1 ，用小勺和漏斗小心地将试样送入李氏瓶中（不能大量倾倒，否则会妨碍李氏瓶中空气排出或使咽喉部位堵塞），直至液面上升至20 mL刻度左右为止。

(3) 转动李氏瓶，使液体中气泡排出，再将李氏瓶放入盛水的玻璃容器中，待液体温度与水温一致后，读液体凹液面刻度值 V_2 。

(4) 称取未注入瓶内剩余试样的质量 m_2 ，计算出装入瓶中试样质量（两次称量值 m_1 、 m_2 之差）。

(5) 将注入试样后的李氏瓶中液面读数减去未注入前的读数（ $V_2 - V_1$ ），得出试样的绝对体积 V 。

5. 试验结果确定

按下式计算出密度 ρ （精确至0.01 g/cm³）：

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

式中 m ——装入瓶中试样的质量（g）；

V ——装入瓶中试样的体积（cm³）。

按规定，密度试验用两个试样平行进行，以其计算结果的算术平均值作为最后结果，但两次结果之差不应大于0.2 g/cm³，否则应重做。

2.3 表观密度试验

1. 试验目的

材料的表观密度是指在自然状态下单位体积的质量。利用材料的表观密度可以估计材料的强度、吸水性、保温性等。同时，可用来计算材料的自然体积或结构物质量。

2. 主要仪器设备

容量瓶(500 mL)、广口瓶、游标卡尺、托盘天平、干燥器、浅盘、铝制料勺、温度计、烧杯等。

3. 试验步骤

(1) 对几何形状规则的材料: 将待测材料的试样放入105℃~110℃的烘箱中烘至恒重, 取出置于干燥器中冷却至室温。

1) 用游标卡尺量出试样尺寸, 试样为正方体或平行六面体时, 以每边测量上、中、下三次的算术平均值为准, 并计算出体积 V_0 ; 试样为圆柱体时, 以两个互相垂直的方向量其直径, 各方向上、中、下测量三次, 以六次的算术平均值为准确定其直径, 并计算出体积 V_0 。

2) 用天平称量出试样的质量 m 。

3) 试验结果计算材料的表观密度按下式计算:

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

式中 ρ_0 ——材料的表观密度(g/cm^3);

m ——试样的质量(g);

V_0 ——试样的体积(cm^3)。

(2) 对非规则几何形状的材料(如卵石等), 其自然状态下的体积 V_0 可用液体比重天平法测定。在测定前应对其表面封蜡, 封闭开口孔后, 再用容量瓶或广口瓶进行测试。其余步骤同规则形状试样的测试。

2.4 堆积密度试验

1. 试验目的

堆积密度是指散粒或粉状材料(砂、石等)在自然堆积状态下(包括颗粒内部的孔隙及颗粒之间的空隙)单位体积的质量。利用材料堆积密度可估算散粒材料的堆积体积及质量。同时, 可考虑材料的运输工具及估计材料的级配情况等。

2. 主要仪器设备

(1) 鼓风干燥箱。

(2) 容量筒。

(3) 天平。

(4) 漏斗、直尺、浅盘、毛刷等。

3. 试样制备

用四分法缩取3 L的试样放入浅盘中，将浅盘放入温度为105℃~110℃的干燥的烘箱中烘至恒量，再放入干燥器中冷却至室温，分为两份大致相等的待用。

4. 试验步骤

(1) 称取标准容器的质量 m_1 (g)。

(2) 取试样一份，经过标准漏斗和铝制料勺将其徐徐装入标准容器内，待容器顶上形成锥形，用钢尺将多余的材料沿容器口中心线向两个相反方向刮平。

(3) 称取容器与材料的总质量 m_2 (g)。

5. 试验结果计算

试样的堆积密度可按下式计算 (精确至10 kg/m³)：

$$\rho'_0 = \frac{m_2 - m_1}{V'_0} \quad (2-3)$$

式中 ρ'_0 ——材料的堆积密度 (kg/m³)；

m_2 ——标准容器的质量 (kg)；

m_1 ——标准容器和试样总质量 (kg)；

V'_0 ——标准容器的容积 (m³)。

以两次试验结果的算术平均值作为堆积密度测定的结果。

2.5 建筑材料基本性能试验结果处理

试验日期：_____ 试验温度：_____

材料品种：_____

试验仪器：_____

试验内容：_____

1. 密度试验

密度 ρ 按下式计算 (表2-1)，精确至0.01 g/cm³：

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2-4)$$

式中 m ——密度瓶中试样粉末的质量 (g)；

V ——装入密度瓶中试样粉末的绝对体积 (cm^3)，即两次液面读数之差， $V=V_1-V_2$ 。

表2-1 材料密度试验记录表

序号	首次液面读数 V_1	二次液面读数 V_2	试件绝对体积 V	试件质量 m	试件密度 ρ
1					
2					

结论：两次试验取算术平均值，试件密度是_____ g/cm^3 。

2. 表观密度试验

表观密度 ρ_0 按下式计算 (表2-2)，精确至 10 kg/m^3 或 0.01 g/cm^3 ；

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (2-5)$$

式中 m ——材料试件在干燥状态下的质量 (g)；

V_0 ——试件的表观体积。

表2-2 形状规则材料 (标准烧结普通砖) 的表观密度试验记录表

序号	试件 (长)	试件 (宽)	试件 (高)	试件体积 V_0	试件质量 m	密度 ρ_0
1						
2						
3						

结论：三次试验取算术平均值，试件的表观密度是_____ g/cm^3 。

3. 堆积密度试验

材料松散堆积密度或紧密堆积密度 ρ'_0 均按下式计算 (表2-3、表2-4)，精确至 10 kg/m^3 ：

$$\rho'_0 = \frac{m_2 - m_1}{V'_0} \quad (2-6)$$

式中 m_2 ——容器和试样的总质量 (kg)；

m_1 ——容器的质量 (kg)；

V'_0 ——容器的容积 (m^3)。

表2-3 材料松散堆积密度试验记录表

序号	容器和试样的总质量 m_2	容器的质量 m_1	容器的容积 V_0	松散密度 ρ_0
1				
2				

结论：两次试验取算术平均值，试件的松散堆积密度是_____kg/m³。

表2-4 材料紧密堆积密度试验记录表

序号	容器和试样的总质量 m_2	容器的质量 m_1	容器的容积 V_0	紧密密度 ρ_0
1				
2				

结论：两次试验取算术平均值，试件的紧密堆积密度是_____kg/m³。

5. 试验结果计算

试件的堆积密度可按下式计算（精确至0.01g/cm³）（式2-3）

$$\rho_0 = \frac{m_2 - m_1}{V_0} \quad (2-3)$$

式中 ρ_0 ——材料的堆积密度（kg/m³）； m_2 ——量筒内试样烘干后的质量（g）；

m_1 ——标准容器的质量（g）；

V_0 ——标准容器的容积（mL）。

紧密堆积密度可按下式计算（精确至0.01g/cm³）（式2-4）

序号	试样质量 m_2 (g)	容器质量 m_1 (g)	容器容积 V_0 (mL)	紧密密度 ρ_0 (g/cm ³)	备注
1					
2					
3					

试验日期：_____

试验温度：_____

试验员：_____

试验结果：试件的堆积密度为_____kg/m³，紧密堆积密度为_____kg/m³。

试验仪器：_____

$$\rho_0 = \frac{m_2 - m_1}{V_0}$$

试验内容：_____

（g）量筒内试样的总质量—— m_2 中

（g）量筒的容积—— V_0

密度试验

按式（2-3）计算，精确至0.01g/cm³。

3 水泥试验

3.1 试验应知内容

项目名称/任务名称	水泥试验	时间	
		地点	
目的要求	掌握水泥主要技术性质的检测方法、仪器使用、操作技能及数值确定的方法。		
序号	任务及问题	解答	
1	常见的六种水泥品种包括哪些？		
2	硅酸盐水泥在生产中加入石膏的作用是什么？掺量一般取多少？		
3	硅酸盐水泥有哪些技术性质？各技术性质如何测定？		
4	何为水泥体积安定性？引起水泥体积安定性不良的原因有哪些？		
5	大体积混凝土工程选用什么水泥？紧急抢修工程、紧急军事工程选用什么水泥？		

3.2 水泥细度测定（筛析法）

1. 试验目的

通过试验来检验水泥的粗细程度，作为评定水泥质量的依据之一；掌握《水泥细度检验方法 筛析法》（GB/T 1345—2005）的测试方法，正确使用所用仪器与设备，并熟悉其性能。

2. 主要仪器设备

（1）试验筛。

（2）负压筛析仪。



水泥细度试验
(负压筛)

注：本书中的二维码视频均保留了网站出处和来源，未做任何剪辑处理

(3) 天平。

3. 负压筛法试验步骤

(1) 筛析试验前, 应把负压筛放在筛座上, 盖上筛盖, 接通电源, 检查控制系统, 调节负压至4~6 kPa范围内。

(2) 称取试样精确至0.01 g, 置于洁净的负压筛中, 放在筛座上, 盖上筛盖, 接通电源, 开动筛析仪连续筛析2 min, 在此期间如有试样附着于筛盖上, 可轻轻地敲击筛盖使试样落下。筛毕, 用天平称量筛余物。

(3) 当工作负压小于4 kPa时, 应清理吸尘器内水泥, 使负压恢复正常。

4. 试验结果计算

水泥细度按水泥试样筛余百分数(精确至0.1%)计算:

$$F = \frac{R_s}{W} \times 100\% \quad (3-1)$$

式中 F ——水泥试样的筛余百分数(%);

R_s ——水泥筛余物的质量(g);

W ——水泥试样的质量(g)。

3.3 水泥标准稠度用水量试验

1. 试验目的

通过试验测定水泥净浆达到水泥标准稠度(统一规定的浆体可塑性)时的用水量, 作为水泥凝结时间、安定性试验用水量之一; 掌握《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》(GB/T 1346—2011)的测试方法, 正确使用仪器设备并熟悉其性能。

2. 主要仪器设备

(1) 水泥净浆搅拌机。

(2) 标准法维卡仪。

(3) 天平。

(4) 量筒。

3. 试验方法及步骤

(1) 标准法。

1) 试验前检查: 维卡仪的滑动杆能自由滑动, 搅拌机运行正常等。



标准稠度用水量试验

2) 调零点: 将标准稠度试杆装在金属棒下, 调整至试杆接触玻璃板时指针对准零点。

3) 水泥净浆制备: 用水泥净浆搅拌机搅拌, 用湿布将搅拌锅和搅拌叶片擦一遍, 将拌合用水倒入搅拌锅内, 然后在5~10 s内小心地将称好的500 g水泥加入水中, 防止水和水泥溅出; 拌和时, 先将锅放在搅拌机的锅座上, 升至搅拌位置, 启动搅拌机, 低速搅拌120 s, 停15 s, 同时将叶片和锅壁上的水泥浆刮入锅中间, 接着高速搅拌120 s停机。

4) 标准稠度用水量的测定: 拌和结束后, 立即取适量水泥净浆一次性地将其装入已置于玻璃底板上的试模中, 用小刀插捣、振动数次, 刮去多余净浆; 抹平后迅速将试模和底板移至维卡仪上, 并将其中心定在试杆下, 降低试杆直至与水泥净浆表面接触, 拧紧螺丝1~2 s后, 突然放松, 使试杆垂直自由地沉入水泥净浆中。在试杆停止沉入或释放试杆30 s时记录试杆距底板的距离, 升起试杆后立即擦净, 整个操作应在搅拌后1.5 min内完成。以试杆沉入净浆并距底板 (6 ± 1) mm的水泥净浆为标准稠度净浆。其拌合用水量为该水泥的标准稠度用水量 P , 按水泥质量的百分比计。

(2) 代用法。

1) 仪器设备检查: 维卡仪的金属棒能自由滑动, 搅拌机能正常运转等。

2) 调零点: 将试锥调整至锥模顶面位置时, 指针应对准标尺零点。

3) 水泥净浆制备: 同标准法。

4) 标准稠度的测定: 有调整水量法和不变水量法两种, 可选用任一种测定, 有争议时, 以调整水量法为准。

①固定水量法: 拌合用水量为142.5 mL。拌和结束后, 立即将拌制好的水泥净浆装入锥模中, 用小刀插捣, 振动数次, 刮去多余净浆; 抹平后迅速放到试锥下面固定的位置上, 调整金属棒使锥尖接触净浆并固定松紧螺丝1~2 s后, 突然放松, 让试锥垂直自由地沉入水泥净浆中。到试锥停止下沉或释放试锥30 s时记录试锥下沉深度 S 。整个操作应在搅拌后1.5 min内完成。

②调整水量法: 拌合用水量按经验找水。拌和结束后, 立即将拌和好的净浆装入锥模, 用小刀插捣, 振动数次, 刮去多余净浆; 抹平后放到试锥下面的固定位置上, 调整金属棒使锥尖接触净浆并固定松紧螺丝1~2 s后, 突然放松, 让试锥垂直自由地沉入水泥净浆中。试锥下沉深度为 (30 ± 1) mm时的净浆为标准稠度净浆, 其拌合用水量即为标准稠度用水量 P , 按水泥质量的百分比计。

4. 试验结果计算

(1) 标准法。