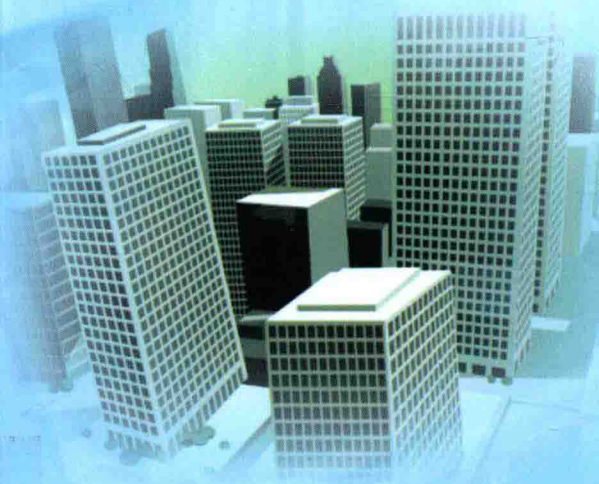


JIANZHU CAILIAO SHIYAN ZHIDAO

建筑材料试验指导

主编 彭玉林 李东方



黄河水利出版社

建筑材料试验指导

主 编 彭玉林 李东方

学 院：_____

专业年级：_____

姓 名：_____

学 号：_____

教学班号：_____

试验组别：_____

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

内 容 提 要

本书主要针对水利、土木建筑工程中常用建筑材料的常规试验检测项目,从试验目的、主要仪器设备、试验方法步骤、试验结果确定、试验记录与结果处理、分析及讨论等方面提供系统规范性的指导。全书包括建筑材料基本性质试验、水泥试验、混凝土骨料试验、普通混凝土综合性试验、建筑砂浆试验、烧结普通砖抗压强度试验、沥青试验、钢筋试验,均依据现行相关最新国家标准、部颁标准进行编写。

本书可作为高等院校水利与土木类专业的试验教材,也可作为大专、中等专业学校相关专业的试验参考书,并可供试验检测技术人员作为工具书参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料试验指导/彭玉林,李东方主编. —郑州:黄河水利出版社,2012.7 (2016.1 修订重印)

ISBN 978-7-5509-0308-1

I. ①建… II. ①彭… ②李… III. ①建筑材料—材料试验 IV. ①TU502

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第161362号

策划组稿:李洪良 电话:0371-66026352 E-mail:hongliang0013@163.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼14层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail:hhsjcbbs@126.com

承印单位:郑州龙洋印务有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:5.75

字数:130千字

版次:2012年7月第1版

印数:4 101—7 100

印次:2016年1月第2次印刷

定价:10.00元

前 言

建筑材料课程是水利与土木类专业日常教学中一门重要的专业基础课,作为实践性较强的试验教学环节,主要是使学生了解常用建筑材料主要技术指标的检测评价原理,并熟练掌握其测定手段、技能以及试验结果分析处理的方法,以具备对建筑材料品质进行检测评定的基本能力,并为今后从事相关专业技术工作打下坚实的基础。

《建筑材料试验指导》依据现行相关最新国家标准、部颁标准进行编写,主要从试验目的、主要仪器设备、试验方法步骤、试验结果确定、试验记录与结果处理、试验结果分析及讨论等方面,对教师的试验准备、学生的试验操作提供系统规范性指导(注:本书中对试验方法步骤的拟定,是结合传统手工操作的仪器设备而编制的。现如今试验仪器设备更新换代速度极快,而且不同厂家生产的同一功用的仪器设备,其使用方法、操作步骤也有所不同,为此,在具体试验过程中,试验人员应以遵循现行规范的相关技术要求为前提,依照实验室所配置仪器设备的操作指南进行试验操作)。在教学过程中如遇新标准、新规范颁布实施,教师应参照其进行试验教学指导。

本书所涉及的主要为建筑材料的常规试验项目,教师在试验教学中可根据专业特点和教学大纲的要求选择相应的试验内容。

本书包括八大试验内容,其中云南农业大学彭玉林编写试验四、试验五;内蒙古农业大学李东方编写试验二;云南农业大学张凌编写试验六、试验七、试验八;内蒙古农业大学王海龙编写试验一、试验三。全书由彭玉林、李东方担任主编。

由于编者水平有限,本书难免存在缺点或不妥之处,希望广大师生和读者在使用中给我们提出宝贵意见,以便今后改进。

编 者
2012 年 6 月

学生试验守则

建筑材料试验是教学活动中重要的实践性教学环节。通过试验,一是使学生熟悉、验证、巩固所学的理论知识,使其得以深化;二是使学生熟悉主要建筑材料的技术指标要求,并具备进行相应质量检测评定的能力;三是使学生受到科学研究的基本训练,培养其分析问题、解决问题的能力。为此,要求学生必须做到以下几点:

(1) 试验前做好预习,以对本次试验的目的、原理、试验步骤、主要仪器设备的操作要点、试验数据的分析处理等方面有系统性的了解。

(2) 在试验过程中,要树立严谨的工作态度,严格遵守试验操作规程,精心观察试验现象,准确测定试验数据,认真详细做好试验记录,并及时将测试数据交由指导老师进行合理性审查,对数据误差超过规定要求的试验应予以重做。

(3) 在试验中,应遵守纪律,爱护设备和公共财产。为避免损坏仪器设备,在正式操作前,应在指导老师的指导下,熟悉其使用方法,切实掌握其工作性能、特点和操作规程。凡在试验过程中,因不慎损坏仪器设备或丢失仪器中的附件,均应及时主动报告指导老师,并按有关规定处理(包括赔偿在内)。

(4) 试验后,各小组成员应将试验仪器清洗或擦拭干净,并将试验场地及桌面上的试验废弃物、杂物等清理干净,放到指定地点,不得随意乱丢,更不能放入自来水槽中而堵塞水道。

(5) 试验完毕,各小组应认真填写好试验卡片,由指导老师审阅签字后方可离开试验室。

(6) 在试验成果分析和报告编写过程中,应深入复习相应的理论知识,使其得以消化和深化。

目 录

前 言

学生试验守则

试验一 建筑材料基本性质试验	(1)
试验二 水泥试验	(9)
试验三 混凝土骨料试验	(24)
试验四 普通混凝土综合性试验	(38)
试验五 建筑砂浆试验	(55)
试验六 烧结普通砖抗压强度试验	(61)
试验七 沥青试验	(65)
试验八 钢筋试验	(74)
参考文献	(80)

试验一 建筑材料基本性质试验

建筑材料基本物理性能试验项目较多,对于不同材料,测试的项目应根据用途及具体要求而定。以下介绍材料密度试验、表观密度(视密度)试验、堆积密度试验。

一、密度试验

(一) 试验目的

密度是建筑材料的基本性质指标之一,通过测定它和表观密度,可以计算建筑材料的孔隙率,以评价其密实度。

(二) 依据的规范标准

本试验依据《水利水电工程岩石试验规程》(SL 264—2001)进行。

(三) 主要仪器设备

- (1) 李氏瓶:分度值 0.1 mL,见图 1-1。
- (2) 天平:感量 0.001 g。
- (3) 温度计、恒温水槽、研体、筛子(孔径 0.25 mm)、烘箱及干燥器等。

(四) 试验方法步骤

(1) 将试样过筛后放入烘箱内,在 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱内烘干至恒重,烘干时间一般为 6 ~ 12 h,然后在干燥器内冷却至室温备用。

(2) 在李氏瓶中注入与试样不起反应的液体,使液面达到 0 ~ 1 mL 刻度值之间。

(3) 将李氏瓶放在水温为 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ 的恒温水槽中,使刻度部分完全浸入水中,并用铸铁支架夹住李氏瓶,以防浮起或歪斜。经 30 min,待瓶中液体与恒温水槽的水温相同时,记录李氏瓶内下弯液面的刻度值 V_1 ,精确至 0.05 mL。

(4) 用天平称取 60 ~ 90 g 试样(精确至 0.01 g),记为 m_1 。用小勺和漏斗小心地将试样徐徐装入李氏瓶中,装至瓶内液面上升至接近 20 mL 刻度值,转动李氏瓶,排除气泡。再将李氏瓶放在恒温水槽中,经 30 min,待瓶内液体温度与水温一致时,读取下弯液面刻度值 V_2 。

(5) 称量剩余试样质量 m_2 ,计算装入李氏瓶中的质量 m ,精确到 0.01 g。

(五) 试验结果计算及处理

(1) 按照式(1-1)计算试样的密度 ρ ,精确至 0.01 g/cm^3

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

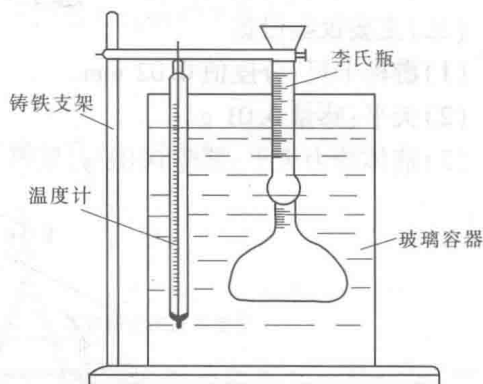


图 1-1 李氏瓶

式中 m ——装入李氏瓶中试样的质量,即两次称量值 m_1 与 m_2 之差, g;

V ——装入试样的绝对密实体积,即两次液面读数 V_2 与 V_1 之差, cm^3 。

(2) 以两次试验测值的算术平均值作为试验结果。当两次测值之差超过 0.02 g/cm^3 时,应重新取样测定。

二、表观密度(视密度)试验

表观密度又称视密度,是指材料在自然状态下(包含孔隙在内)单位体积的质量,以 g/cm^3 表示。

(一) 试验目的

测出形状规则或不规则石料的体积(含孔隙)及其质量,计算其表观密度,并为计算材料孔隙率、确定其体积及结构自重等提供必要数据。此外,通过测得的表观密度可估计材料的某些性质(如导热性、抗冻性、强度等)。

(二) 依据的规范标准

本试验依据《水利水电工程岩石试验规程》(SL 264—2001)进行。

(三) 主要仪器设备

(1) 游标卡尺:分度值 0.02 mm 。

(2) 天平:感量 0.01 g 。

(3) 液体静力天平:感量 0.01 g ,见图 1-2。

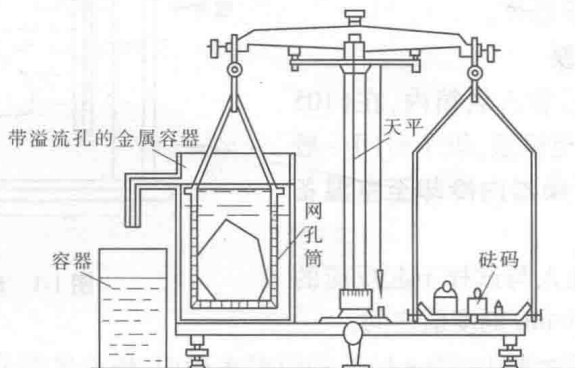


图 1-2 液体静力天平

(4) 锯石机、石蜡、烘箱及干燥器。

(四) 试验方法步骤

1. 试件制作

1) 游标卡尺法

对于形状规则的试样,将试样加工成立方体(或圆柱体)试件至少 3 个,多孔材料试样的最小尺寸不得小于 70 mm ,致密和微孔材料试样的最小尺寸不得小于 50 mm 。用毛刷刷去表面的碎渣,放入 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的烘箱内烘干至恒重,并在干燥器内冷却至室温备用。

2) 蜡封法

将试样加工成边长为 $50 \sim 70 \text{ mm}$ 的试件 3~5 个。

2. 形状规则体试验(游标卡尺法)

(1)用天平称出试件质量 $m(g)$,精确至 0.01 g 。

(2)用游标卡尺量测试件尺寸。当试件为立方体时,每个需要量测的面(长、宽、高)要量三处,取各自的平均数作为试件长、宽、高的尺寸。当试件为圆柱体时,可在其两个平行底面上,通过中心作两条相互垂直的线,沿此线量出圆柱体上、下底面和高度中央处6个直径与4个高度值,精确至 0.01 mm ,各取其平均值作为试件直径及高的尺寸。

(3)根据上述尺寸按几何公式计算试件体积 $V(\text{cm}^3)$ 。

3. 形状不规则体试验(蜡封法)

(1)称出试件在空气的质量 $m(g)$,精确至 0.01 g 。

(2)将试件放入熔融的石蜡中,1~2 s后取出,使试件表面沾上一层蜡膜(膜厚不超过 1 mm)。如蜡膜有气泡,应用烧热的细针将其刺破,然后用热针带蜡封住气泡口,以防水分渗入试件。

(3)称出蜡封试件在空气中的质量 m_1 ,精确至 0.01 g 。

(4)用液体静力天平称出蜡封试件在水中的质量 m_2 ,精确至 0.01 g 。

(五) 试验结果计算及处理

1. 形状规则体试验结果的处理

(1)按照式(1-2)计算表观密度 ρ_0 ,计算精确至 0.01 g/cm^3

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

式中 m ——试件的质量, g ;

V_0 ——试件的体积, cm^3 。

(2)当试件结构、构造均匀时,以3个试件测值的算术平均值作为试验结果;当试件结构、构造不均匀时,应以5个试件测值的算术平均值作为试验结果,并注明最大值及最小值。

2. 形状不规则体试验结果的处理

(1)按照式(1-3)计算表观密度 ρ_0 ,计算精确至 0.01 g/cm^3

$$\rho_0 = \frac{m}{(m_1 - m_2)/\rho_{\text{水}} - (m_1 - m)/\rho_{\text{蜡}}} \quad (1-3)$$

式中 m ——试件在空气中的质量, g ;

m_1 ——蜡封试件在空气中的质量, g ;

m_2 ——蜡封试件在水中的质量, g ;

$\rho_{\text{水}}$ ——水的密度,一般取 1.0 g/cm^3 ;

$\rho_{\text{蜡}}$ ——石蜡的密度,一般取 0.93 g/cm^3 。

(2)当试件结构、构造均匀时,以3个试件测值的算术平均值作为试验结果;当试件结构、构造不均匀时,应以5个试件测值的算术平均值作为试验结果,并注明最大值及最小值。

三、堆积密度试验

堆积密度是指散粒材料在堆积状态下,单位体积(包括颗粒内部的孔隙及颗粒间的空隙在内)的质量。

(一) 试验目的

测定细骨料、粗骨料在松散状态或振实状态下的堆积密度,可供混凝土配合比设计用,也可以用来估计运输工具数量或堆场面积等。根据骨料的堆积密度和表观密度还可以计算其空隙率。

(二) 依据的规范标准

本试验依据《建设用砂》(GB/T 14684—2011)、《建设用卵石、碎石》(GB/T 14685—2011)进行测定。

(三) 主要仪器设备

(1) 标准漏斗。

(2) 容量筒。

(3) 台秤:称量 10 kg,感量 5 g。

(4) 垫棒、天平、直尺、搪瓷盘、毛刷等。

(四) 试验方法步骤

1. 细骨料堆积密度试验

(1) 用搪瓷盘取试样约 3 L,放在烘箱中于 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 下烘干至恒重,待冷却至室温后,筛除大于 4.75 mm 的颗粒,分为大致相等的两份备用。

(2) 松散堆积密度:将试样装入标准漏斗中,将容量筒放在标准漏斗下,打开漏斗活动闸门,使砂从离容器筒口 50 mm 的高处自由落下,直至砂装满容量筒并且超过筒口。然后,用直尺沿筒口中心线向两边刮平(不得振动),称出砂及容量筒的总质量。

(3) 紧密堆积密度:将试样分两次装入容量筒。装完第一层后,在筒底垫放一根直径为 10 mm 的圆钢垫棒,将筒按住,左右交替颠击地面各 25 次。然后装入第二层,第二层装满后用同样的方法颠实(但筒底所垫圆钢垫棒的方向与第一层的方向垂直),再加试样直至超过筒口,然后用直尺沿筒口中心线向两边刮平,称出试样和容量筒的总质量。

2. 粗骨料堆积密度试验

(1) 按规定取样:当骨料最大粒径为 9.5 ~ 26.5 mm、31.5 ~ 37.5 mm、63 ~ 75 mm 时,分别取不少于 40 kg、80 kg、120 kg 试样,烘干或风干后,拌匀并把试样分为大致相等的两份备用。

(2) 松散堆积密度:取试样一份,用小铲将试样从容量筒口中心上方 50 mm 处徐徐倒入,让试样以自由落体落下,当容量筒上部试样呈锥体,且容量筒四周溢满时,即停止加料。除去凸出容量筒口表面的颗粒,并以合适的颗粒填入凹陷部分,使得表面稍凸起部分和凹陷部分的体积大致相等(试验过程应防止触动容量筒),称出试样和容量筒的总质量。

(3) 紧密堆积密度:取试样一份分三次装入容量筒。装完第一层后,在筒底垫放一根直径为 16 mm 的圆钢垫棒,将筒按住,左右交替颠击地面各 25 次;再装入第二层,第二层装满后用同样的方法颠实(但筒底所垫圆钢垫棒的方向与第一层的方向垂直);然后装入第三层,如法颠实。试样装填完毕,再加试样直至超过筒口,用直尺沿筒口边缘刮去高出的试样,并用合适的颗粒填平凹处,使表面稍凸起部分与凹陷部分的体积大致相等,称取试样和容量筒的总质量。

(五) 试验结果确定

(1) 按照式(1-4)计算松散堆积密度或紧密堆积密度 ρ'_0 , 计算精确至 10 kg/m³

$$\rho'_0 = \frac{m_2 - m_1}{V'_0} \times 1\,000 \tag{1-4}$$

式中 m_1 ——容量筒的质量,kg;
 m_2 ——试样和容量筒的总质量,kg;
 V'_0 ——容量筒的容积,L。

(2) 按照式(1-5)计算空隙率 P_0 (%), 计算精确至 1%

$$P_0 = \left(1 - \frac{\rho'_0}{\rho_0 \times 1\,000}\right) \times 100\% \tag{1-5}$$

式中 ρ'_0 ——试样的堆积密度,kg/m³;
 ρ_0 ——试样的干表观密度,g/cm³。

(3) 堆积密度取两次试验测值的算术平均值作为试验结果,精确至 10 kg/m³。空隙率取两次试验结果的算术平均值,精确至 1%。

容量筒容积的校正方法:将温度为(20±2)℃的饮用水装满容量筒,用一块玻璃板沿筒口滑移,使其紧贴水面。擦干筒外壁水分,称其质量,用式(1-6)计算容量筒的容积

$$V'_0 = \frac{m'_2 - m_1}{1\,000} \tag{1-6}$$

式中 V'_0 ——容量筒的容积,L;
 m_1 ——容量筒的质量,g,精确至 1 g;
 m'_2 ——水和容量筒的总质量,g,精确至 1 g。

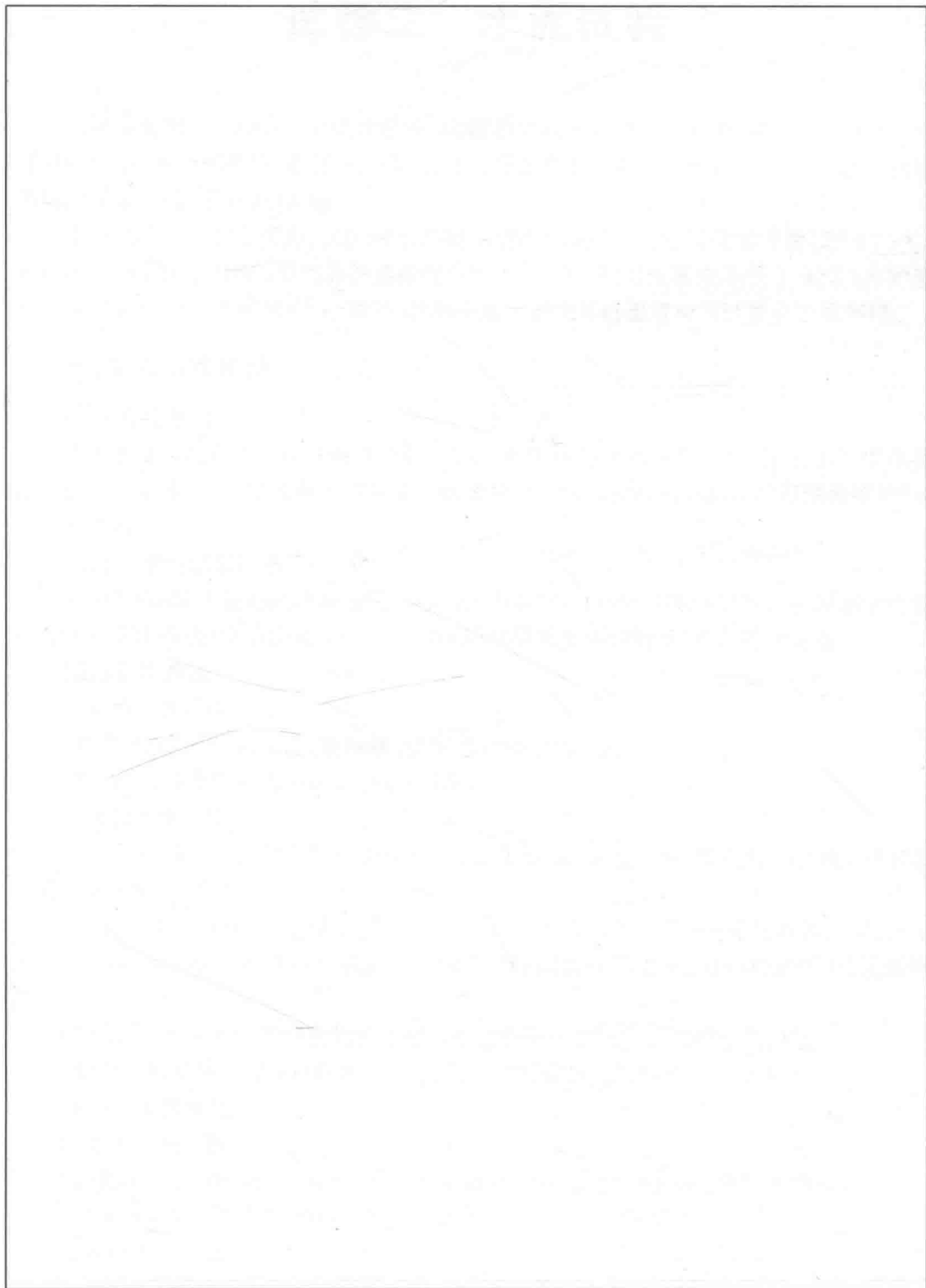
四、试验记录与结果处理

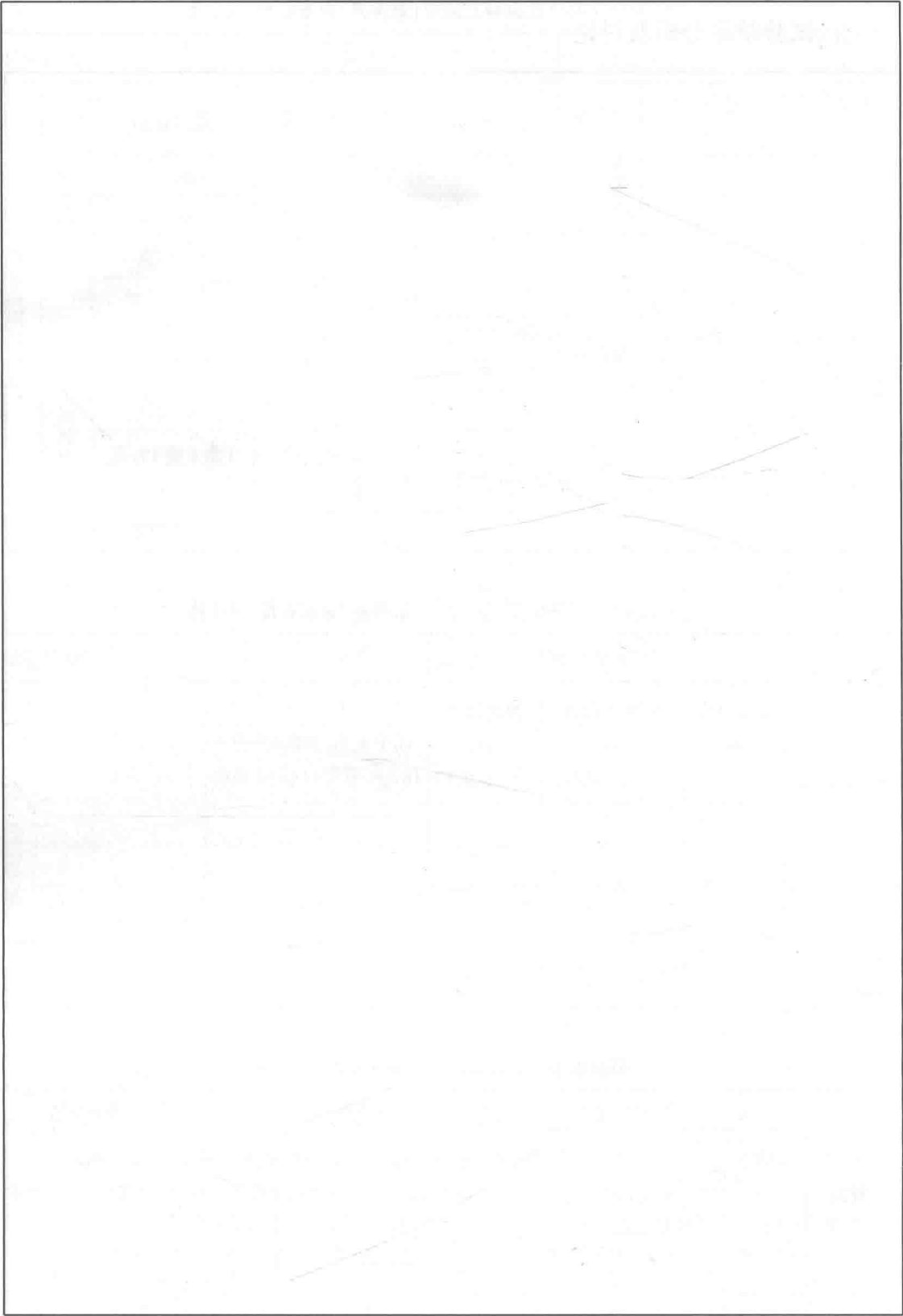
试验记录与结果处理按表 1-1 ~ 表 1-4 进行。

表 1-1 密度试验试验记录与结果处理

试验日期		温度(℃)		相对湿度(%)		
序号	李氏瓶刻度值 V_1 (cm ³)	李氏瓶刻度值 V_2 (cm ³)	绝对密实体积 $V = V_2 - V_1$ (cm ³)	试样质量 $m_1 - m_2$ (g)	密度 ρ (g/m ³)	ρ (g/m ³) 试验结果

五、试验结果分析及讨论





试验二 水泥试验

以同一水泥厂、同品种、同强度等级、同期到达的水泥进行取样和编号。一般以不超过 100 t 为一个取样单位,取样应具有代表性,可连续取,也可在 20 个以上不同部位抽取等量的样品,总量不少于 12 kg。

水泥试验的一般要求为:试验用水必须是洁净的淡水;试验室温度应为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$,相对湿度应不低于 50%;湿气养护箱温度为 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$,相对湿度应不低于 90%;养护池水温为 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$;水泥试样、标准砂、拌和水及仪器用具的温度应与试验室温度相同。

一、水泥细度试验

(一) 试验目的

水泥细度直接影响水泥的凝结时间、强度、水化热等技术性质,因此测定水泥细度是否达到规范要求,对工程具有重要意义。该试验的目的是检验水泥颗粒的粗细程度,评定水泥的质量。

(二) 依据的规范标准

本试验依据《水泥细度检验方法 筛析法》(GB/T 1345—2005)进行。水泥细度的测定方法有负压筛法、水筛法及干筛法。当试验结果发生争议时,以负压筛法为准。

(三) 负压筛法

1. 主要仪器设备

(1) 负压筛析仪:由筛座、负压筛、负压源及吸尘器组成。

(2) 天平:最大称量为 100 g,感量 0.05 g。

2. 试验方法步骤

(1) 筛析试验前,将负压筛放在筛座上,盖上筛盖,接通电源,检查控制系统,调节负压表至 4 000 ~ 6 000 Pa。

(2) 称取水泥试样 25 g(精确至 0.01 g),倒入洁净的负压筛中,盖上筛盖,放在筛座上,开动筛析仪连续筛析 2 min,在此期间如有试样附着在筛盖上,可轻轻地敲击,使试样落下。

(3) 筛毕,用天平称量筛余物的质量 R_s (精确至 0.01 g),计算筛余百分数。

(4) 当工作负压小于 4 000 Pa 时,应清理吸尘器内水泥,使负压恢复正常。

(四) 手工筛析法

1. 主要仪器设备

(1) 标准筛:0.08 mm 方孔筛,筛框有效直径 150 mm、高 50 mm,并附有筛盖。

(2) 天平:最大称量为 100 g,感量 0.05 g。

2. 试验方法步骤

(1) 称取水泥试样 50 g(精确至 0.01 g),倒入手工筛内,盖好筛盖。

(2) 用一只手执筛往复摇动,另一只手轻轻拍打筛外壁,拍打速度约 120 次/min,每 40 次向同一方向转动 60°,使试样均匀分布在筛网上,直至通过的试样量不超过 0.03 g/min。

(3) 筛毕,用天平称量筛余物的质量 R_s ,精确至 0.05 g,计算筛余百分数。

(五) 试验结果确定

水泥试样筛余百分数按式(2-1)计算

$$F = \frac{R_s}{W} \times 100\% \quad (2-1)$$

式中 F ——水泥试样的筛余百分数,计算结果精确至 0.1% ;

R_s ——水泥筛余物的质量,g;

W ——水泥试样的质量,g。

本试验以一次试验结果作为检验结果。

由于试验筛的筛网会在试验中磨损,因此筛析结果应进行修正。(此处省略修正方法)

二、水泥标准稠度用水量试验

(一) 试验目的

水泥浆的稀稠,对水泥的凝结时间、体积安定性等技术性质的试验结果影响很大。因此,为了便于对试验结果进行分析比较,必须在相同稠度,即标准稠度下试验。水泥标准稠度用水量以水泥浆达到标准稠度时的用水量占水泥用量的百分数表示。水泥标准稠度用水量的测定是水泥凝结时间、体积安定性测定的基础。

(二) 依据的规范标准

本试验依据《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》(GB/T 1346—2011)进行。

(三) 主要仪器设备

(1) 水泥净浆搅拌机。如图 2-1 所示,符合 JC/T 729 的要求。(注:通过减小搅拌翅和搅拌锅之间间隙的误差,可以制备均匀的净浆)

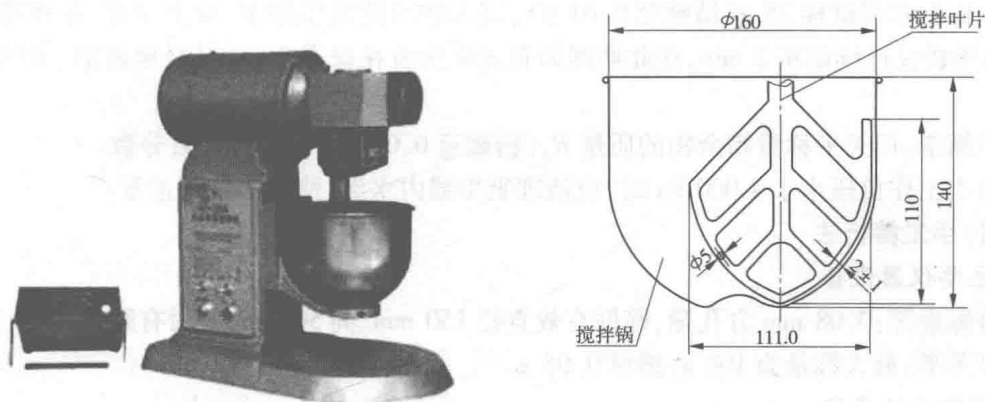
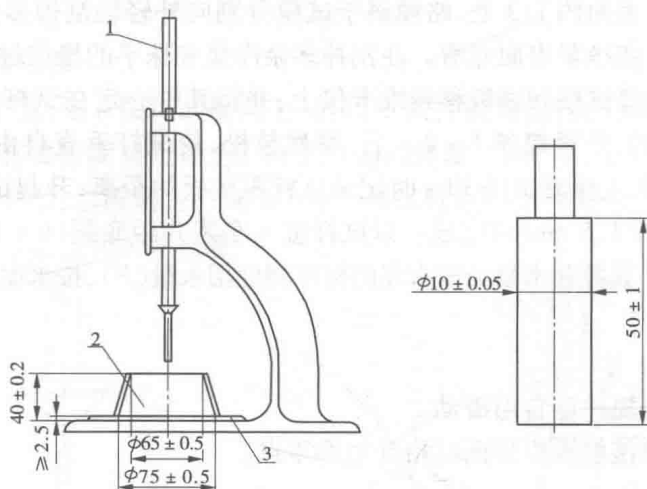


图 2-1 水泥净浆搅拌机及搅拌叶片 (单位:mm)

(2)标准法维卡仪。如图 2-2 所示,标准稠度测定用试杆由有效长度为 (50 ± 1) mm、直径为 (10 ± 0.05) mm 的圆柱形耐腐蚀金属制成。与试杆联结的滑动杆表面应光滑,能靠重力自由下落,不得有紧涩和旷动现象。



1—滑动杆;2—试模;3—玻璃板

图 2-2 标准法维卡仪与标准稠度试杆 (单位:mm)

盛装水泥净浆的试模见图 2-2,由耐腐蚀的、有足够硬度的金属制成。试模为深 (40 ± 0.2) mm、顶内径 $(\phi 65 \pm 0.5)$ mm、底内径 $(\phi 75 \pm 0.5)$ mm 的截顶圆锥体。每个试模应配备一个边长或直径约 100 mm、厚度 4~5 mm 的平板玻璃底板或金属底板。

(3)量筒或滴定管:精度 ± 0.5 mL。

(4)天平:最大称量不小于 1 000 g,分度值不大于 1 g。

(四) 试验方法步骤

1. 标准法

1) 试验前准备工作

(1)维卡仪的滑动杆能自由滑动。试模和玻璃底板用湿布擦拭,将试模放在底板上(不涂油)。

(2)调整至试杆接触玻璃板时指针对准零点。

(3)搅拌机运行正常。

2) 水泥净浆的拌制

用水泥净浆搅拌机搅拌,搅拌锅和搅拌叶片先用湿布擦过,将拌和水倒入搅拌锅内,然后在 1~2 s 内小心将称好的 500 g 水泥加入水中,防止水和水泥溅出(先放水后放水泥);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净浆刮入锅中间,接着高速搅拌 120 s 停机(由于搅拌过程一般已设置成自动,必须待指示搅拌时间完全归零后,才意味着搅拌结束,方可取下搅拌锅)。