



江苏省地方计量技术规范

JJF（苏）50—2024

水泥混凝土稠度试验仪校准规范

Calibration Specification for Consistency Testing Instrument for Concrete Mixing

2024-09-26 发布

2024-12-01 实施

江苏省市场监督管理局 发布

水泥混凝土稠度试验仪 校准规范

Calibration Specification for Consistency
Testing Instrument for Concrete Mixing

JJF(苏)50 — 2024
代替 JJG(苏)50 — 2006

本规范经江苏省市场监督管理局 2024 年 09 月 26 日批准，并自 2024 年 12 月 01 日起施行。

归口单位：江苏省市场监督管理局

主要起草单位：苏交科集团股份有限公司

本规范由江苏省力值硬度计量专业技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

唐 超（苏交科集团股份有限公司）

展英达（苏交科集团股份有限公司）

胡晓光（苏交科集团股份有限公司）

参加起草人：

朱 辉（苏交科集团股份有限公司）

赵梅琳（苏交科集团股份有限公司）

唐雪慧（苏交科集团股份有限公司）

吴 波（苏交科集团股份有限公司）

目 录

引 言	(III)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 坍落度	(1)
3.2 扩展度	(1)
3.3 稠度	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
6 校准条件	(3)
6.1 环境条件	(3)
6.2 计量标准器及主要配套设备	(3)
7 校准项目和校准方法	(4)
7.1 校准前检查	(4)
7.2 坍落度筒	(4)
7.3 底板	(5)
7.4 捣棒	(5)
7.5 测杆标尺	(5)
7.6 容器	(5)
7.7 滑动部分总质量	(6)
7.8 砝码	(6)
7.9 振动台	(6)
8 校准结果的表达	(6)
8.1 校准结果处理	(6)
8.2 校准结果的测量不确定度	(6)
9 复校时间间隔	(6)
附录 A.1 坍落度仪校准原始记录参考格式	(7)

附录 A.2 维勃稠度仪校准原始记录参考格式	(8)
附录 A.3 混凝土扩展度仪校准原始记录参考格式	(10)
附录 B.1 坍落度仪校准证书内页参考格式	(12)
附录 B.2 维勃稠度仪校准证书内页参考格式	(13)
附录 B.3 混凝土扩展度仪校准证书内页参考格式	(14)
附录 C 水泥混凝土稠度试验仪测量结果不确定度分析 (示例)	(15)

引 言

本规范按照 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》为基础性系列规范进行制定。

本规范以 JJG (苏) 50-2006《水泥混凝土稠度试验仪》为基础和依据,同时参考了 GB/T 50080-2016《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》、JG/T 248-2009《坍落度仪》、JG/T 250-2009《维勃稠度仪》、JTG E30-2005《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》技术性文件和目前国内常见的几种水泥混凝土稠度试验用坍落度仪、维勃稠度仪和混凝土扩展度仪的性能参数及其检测方法,并结合江苏省实际情况对 JJG (苏) 50-2006 版进行了修订。与 JJG (苏) 50-2006 相比,主要有以下变化:

——修订原检定规程为校准规范;

——修改了概述的描述;

——删除了坍落度筒脚踏板,测杆标尺垂直度、平尺底面与底板表面平行度、测杆与圆盘工作面垂直度、测杆与容器同轴度,圆盘相关尺寸及平面度,容器壁与底部垂直度、内底面平面度,振动台负载时启动时间及绝缘电阻的计量特性要求与校准方法;

本规范历次版本发布情况为:

——JJG(苏) 50-2006。

水泥混凝土稠度试验仪校准规范

1 范围

本校准规范适用于水泥混凝土稠度试验用坍落度仪、维勃稠度仪和混凝土扩展度仪的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

GB/T 50080-2016 普通混凝土拌合物性能试验方法标准

JTG 3420-2020 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程

JG/T 248-2009 坍落度仪

JG/T 250-2009 维勃稠度仪

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。使用本规范时，应注意使用上述引用文件的现行有效版本。

3 术语和计量单位

3.1 坍落度 Slump

混凝土拌合物在自重作用下坍落的高度。

3.2 扩展度 Slump-flow

混凝土拌合物坍落后扩展的直径

3.3 稠度 Consistency

表征混凝土拌合物流动性的指标，可用坍落度、维勃稠度、扩展度表示。

4 概述

水泥混凝土稠度试验仪（以下简称试验仪）是进行普通或碾压混凝土拌合物稠度性能试验的专用仪器，针对所试验的方法分为坍落度仪、维勃稠度仪和混凝土扩展度仪。

坍落度仪由标尺、坍落度筒、平尺、捣棒和底板等组成；

维勃稠度仪由滑动部分、坍落度筒、容器、振动台、旋转架和捣棒等组成，其中滑动部分由测杆（标尺）和圆盘组成；

混凝土扩展度仪由坍落度筒、底板和捣棒等组成，其中底板应采用平面尺寸不小于 1500mm×1500mm、厚度不小于 3mm 的钢板。

5 计量特性

表 1 计量特性

试验仪配套附件名称	指标名称	坍落度仪	维勃稠度仪	混凝土扩展度仪
坍落度筒	顶面内径	$(100\pm 1)\text{ mm}$	$(100\pm 1)\text{ mm}$	$(100\pm 1)\text{ mm}$
	底面内径	$(200\pm 1)\text{ mm}$	$(200\pm 1)\text{ mm}$	$(200\pm 1)\text{ mm}$
	高度	$(300\pm 1)\text{ mm}$	$(300\pm 1)\text{ mm}$	$(300\pm 1)\text{ mm}$
	壁厚	$\geq 1.5\text{ mm}$	$\geq 1.5\text{ mm}$	$\geq 1.5\text{ mm}$
	顶面和底面平面度	$\leq 0.25\text{ mm}$	$\leq 0.25\text{ mm}$	$\leq 0.25\text{ mm}$
	顶面与底面平行度	$\leq 0.25\text{ mm}$	$\leq 0.25\text{ mm}$	$\leq 0.25\text{ mm}$
	顶面与底面同轴度	$\leq 0.6\text{ mm}$	$\leq 0.6\text{ mm}$	$\leq 0.6\text{ mm}$
	内壁粗糙度	Ra3.2 μm	Ra3.2 μm	Ra3.2 μm
底板	上表面平面度	$\leq 0.1\text{ mm}$	/	厚度不小于 3mm、最大表面平面度不应大于 3mm
	刻圆直径	最小圆 $(200\pm 1)\text{ mm}$, 以 $100\text{ mm}\pm 1\text{ mm}$ 递增	/	最小圆 $(200\pm 1)\text{ mm}$, 以 $100\text{ mm}\pm 1\text{ mm}$ 递增
	粗糙度	Ra6.3 μm	Ra6.3 μm	Ra6.3 μm
捣棒	端部直径	$16\text{ mm}\pm 0.1\text{ mm}$	$16\text{ mm}\pm 0.1\text{ mm}$	$16\text{ mm}\pm 0.1\text{ mm}$
测杆 标尺	测杆示值误差	$\pm 0.10\text{ mm}$	$\pm 0.10\text{ mm}$	$\pm 0.10\text{ mm}$
	零点位置	平尺底面与底板表面的距离为 $300\text{ mm}\pm 0.5\text{ mm}$	平尺底面与底板表面的距离为 $300\text{ mm}\pm 0.5\text{ mm}$	/
容器	内径	/	$(240\pm 2)\text{ mm}$	/
	深度	/	$(200\pm 2)\text{ mm}$	/
	壁厚	/	$\geq 3\text{ mm}$	/
维勃仪滑动部分总质量		/	A 型 $(2750\pm 20)\text{ g}$; B 型(VC 值: 配重砝码 $(7500\pm 50)\text{ g}$; 改进 VC 值: 配重砝码 $(8700\pm 50)\text{ g}$	/
砝码	砝码直径	/	$(90\pm 2)\text{ mm}$	/
振动台	振动频率	/	$(50\pm 2)\text{ Hz}$	/
	振幅	/	(0.50 ± 0.02)	/

			mm; 水平振幅 $\leq 0.10\text{mm}$	
	台面尺寸	/	长 $(380\pm 3)\text{mm}$; 宽 $(260\pm 2)\text{mm}$	/
	振动部分总质量	/	$(33\pm 2)\text{kg}$	/
注：以上技术指标不用于合格性判定，仅供参考。				

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ ；

6.1.2 校准应在周围无影响测量的污染、振动、噪声和电磁干扰的环境下进行。

6.2 计量标准器及主要配套设备

计量标准器及主要配套设备如表 2 所示。

表 2 计量标准器及主要配套设备

序号	仪器设备名称	测量范围	技术要求
1	游标卡尺	$(0\sim 300)\text{mm}$	分度值 0.02mm
2	高度卡尺	$(0\sim 500)\text{mm}$	分度值 0.02mm
3	钢直尺	$(0\sim 1)\text{m}$	分度值 0.1mm
4	平板	—	1 级
5	直角尺	测量面长度 $>300\text{mm}$	2 级
6	刀口形直尺	量程 175mm	MPE: 直线度优于 $1.0\mu\text{m}$
7	塞尺	$(0.1\sim 1)\text{mm}$	I 型
8	测厚卡规	量程 $(0\sim 20)\text{mm}\times 125\text{mm}$	分度值 0.05mm
9	水泥软练设备测量仪	振动频率： $(40\sim 100)\text{Hz}$; 振动幅值： $(0\sim 2)\text{mm}$	频率： $\pm 1\%$; 振幅： $\pm 1.5\%$
10	电子秤	$(0\sim 10)\text{kg}$	Ⅲ级
11	电子秤	$(0\sim 50)\text{kg}$	Ⅲ级
12	粗糙度比较样板	$R_a(0.025\sim 6.3)\mu\text{m}$	MPE: $-17\%\sim +12\%$

7 校准项目和校准方法

7.1 校准前检查

通过目测和手感检查

7.1.1 外观

7.1.1 试验仪应有清晰的铭牌，注有名称、型号、制造厂名、出厂日期和出厂编号。

7.1.2 仪器表面镀层、涂覆层应无脱落、锈蚀等影响使用的缺陷。

7.1.3 试验仪工作表面应光滑、平整，无凹凸、划痕等影响计量准确性的缺陷。

7.1.4 滑动部件应灵活可靠。

7.2 坍落度筒

7.2.1 顶面内径和底面内径测量：用游标卡尺分别测量顶面和底面三个方向（图 1）的内径，分别取平均值。

7.2.2 高度测量：先将坍落度筒置于平板上，用高度卡尺沿圆周均匀测量六个点（图 1）的高度，取平均值。

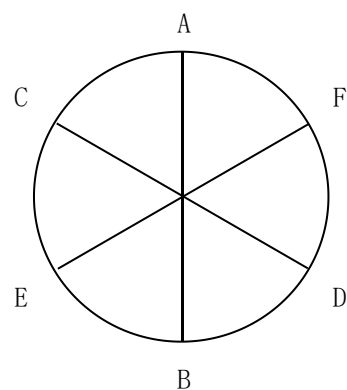


图 1 尺寸测量示意图

7.2.3 壁厚测量：在分别距顶面和底面 20mm 处用测厚卡规沿圆周均匀测量三个点，取平均值。

7.2.4 顶面和底面平面度测量：使顶面和底面分别与平板面接触，用 0.25mm 塞尺做平面度测量。

7.2.5 顶面与底面平行度测量：按高度测量方法测得六个高度值，取最大值与最小值的差值。

7.2.6 顶面与底面同轴度测量：按图 2 将坍落度筒、V 型铁和直角尺放置在平板上，调整 V 型铁使坍落度筒底面（A 端）与直角尺靠齐，用高度卡尺测量底面（A 端）和顶面（B 端）处尺寸 h_{Ax} 、 h_{Bx} 、 D_x 、 d_x ，将坍落度筒转 90° 测量出 h_{Ay} 、 h_{By} 、 D_y 、 d_y ，按公式（1）计算出同轴度误差。

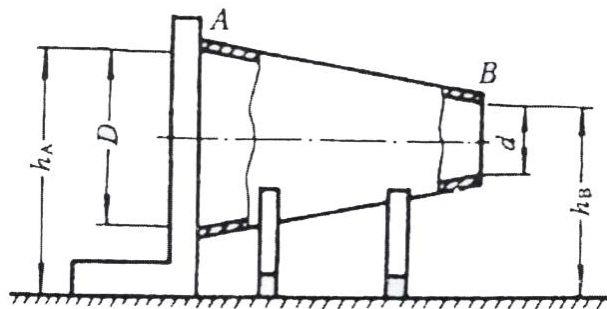


图 2 同轴度测量

$$\Delta = \sqrt{\Delta_x^2 + \Delta_y^2} \quad (1)$$

式中: $\Delta_x = \left(h_{Ax} - \frac{D_x}{2} \right) - \left(h_{Bx} - \frac{d_x}{2} \right);$

$$\Delta_y = \left(h_{Ay} - \frac{D_y}{2} \right) - \left(h_{By} - \frac{d_y}{2} \right)。$$

7.2.7 内壁粗糙度: 使用粗糙度比对样板比较测量。

7.3 底板

7.3.1 底板表面平面度: 底板上表面平面度用刀口形直尺和 0.1mm 塞尺取任意三个位置检查。扩展度仪使用刀口型直尺和 3mm 塞尺取任意三个位置测量。

7.3.2 混凝土扩展度仪底板厚度: 使用测厚卡规测量三个点取平均值。

7.3.3 底板刻圆直径: 使用钢直尺在 0°、120°、240°三个位置各测量一次直径取平均值。

7.3.4 粗糙度: 使用粗糙度比对样板比较测量。

7.4 捣棒

用游标卡尺测量端部直径, 相互垂直方向各测量一次直径取平均值。

7.5 测杆标尺

7.5.1 测杆标尺示值误差: 将测杆标尺分别置于 100mm、200mm、300mm 高度位置, 用高度卡尺分别测量平尺尖端底面和平尺 1/2 处底面的实际高度, 上述六个点各测量一次计算示值误差。各受校点的示值误差按公式 (2) 计算。

$$\Delta L = L - L' \quad (2)$$

式中: ΔL ——被校尺受校点的示值误差, mm;

L ——被校尺受校点的标称长度, mm;

L' ——标准尺的实际长度, mm。

7.5.2 测杆标尺零点 (零刻线) 位置: 将坍落度筒正确摆放在容器内 (容器固定在振动台上) 或底板上, 使圆盘或平尺底面紧贴坍落度筒顶面, 用放大镜检查零点 (零刻线) 位置。

7.6 容器

7.6.1 内径测量: 用游标卡尺在 0°、120°、240°三个位置各测量一次直径取平均值。

7.6.2 深度测量: 将高度卡尺放在容器内, 用高度卡尺测量沿圆周均匀测量六个点的高度, 取平均值。

7.6.3 壁厚测量: 在分别距顶面和底面 20mm 处用测厚卡规沿圆周均匀测量三个点, 取平均值。

7.7 滑动部分总质量

用电子秤重复称量两次，取平均值。

7.8 砝码

砝码直径用游标卡尺相互垂直方向重复测量两次，取平均值。

7.9 振动台

7.9.1 振动频率和振幅测量：用水泥软练设备测量仪分别测量振动台平面测量中心垂直振动频率和振幅、四角垂直振幅和四边中点水平振幅。

7.9.2 台面尺寸：振动台台面尺寸用钢直尺重复测量两次，取平均值。

7.9.3 振动部分总质量测量：用分度值优于 50g 电子秤重复测量两次，取平均值。

8 校准结果的表达

8.1 校准结果处理

经校准后的水泥混凝土稠度试验仪应核发校准证书，校准证书应符合 JJF 1071 — 2010 中 5.12 的要求，并给出各校准项目名称和测量结果以及扩展不确定度。校准原始记录参考格式见附录 A.1、附录 A.2、附录 A.3，校准证书内页参考格式见附录 B.1、附录 B.2、附录 B.3。

8.2 校准结果的测量不确定度

水泥混凝土稠度试验仪校准结果的测量不确定度按 JJF 1059.1 — 2012 的要求评定，校准结果测量不确定度评定（示例）见附录 C。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过1年。使用单位也可根据实际使用情况确定复校时间间隔。

附录 A.1

坍落度仪校准原始记录参考格式

送校单位名称				委托单编号	
送校单位地址				样品编号	
仪器名称		型号/规格			
仪器编号		管理编号			
校准依据					
生产厂商					
校准地点		温度		湿度	
测量标准及 其它设备	名 称	测量范围	准确度等级/最大允 许误差/不确定度		证书号/有效期

一、校准前检查

<input type="checkbox"/> 符合要求	<input type="checkbox"/> 不符合要求
-------------------------------	--------------------------------

二、计量特性

序号	项目	单位	计量性能要求	实测数据	结果	扩展不确定度 ($k=2$)
1	坍落度筒	mm	100±1			
			200±1			
			300±1			
			≥1.5			
			≤0.25			
			≤0.25			
			≤0.25			
			≤0.6	h_{Ax} h_{Bx} D_x d_x h_{Ay} h_{By} D_y d_y		
2	底板	内壁粗糙度 R_a	μm	3.2		
		上表面平面度	mm	≤0.1		
		刻圆直径	mm	200±1		
		粗糙度 R_a	μm	6.3		
3	测杆标尺	测杆示值误差	mm	0±0.1		
				50±0.1		
				100±0.1		
				150±0.1		
				200±0.1		
				250±0.1		
		零点位置	mm	300±0.5		
4	捣棒端部直径	mm	16±0.1			

校准员：_____ 核验员：_____

校准日期：____年____月____日

附录 A.2

维勃稠度仪校准原始记录参考格式

送校单位名称				委托单编号	
送校单位地址				样品编号	
仪器名称		型号/规格			
仪器编号		管理编号			
校准依据					
生产厂商					
校准地点		温度		湿度	
测量标准及 其它设备	名 称	测量范围	准确度等级/最大允 许误差/不确定度		证书号/有效期

一、校准前检查

<input type="checkbox"/> 符合要求	<input type="checkbox"/> 不符合要求
-------------------------------	--------------------------------

二、计量特性

序号	项目	单位	计量性能要求	实测数据	结果	扩展不确定度 ($k=2$)
1	坍落度筒	mm	100±1			
			200±1			
			300±1			
			≥1.5			
			≤0.25			
			≤0.25			
			≤0.25			
			≤0.6	h_{Ax} h_{Bx} D_x d_x		
				h_{Ay} h_{By} D_y d_y		
	内壁粗糙度 R_a	μm	3.2			
2	捣棒端部直径	mm	16±0.1			
3	测杆标尺	mm	0±0.1			
			50±0.1			
			100±0.1			
			150±0.1			
			200±0.1			
			250±0.1			
	零点位置		300±0.5			
4	容器	mm	240±2			
			200±2			
			≥3.0			
5	滑动部分总质量	g	2750±20			
6	砝码直径	mm	90±2			

7	振 动 台	振动 频率	中心	Hz	50±2						
			四角								
		振幅	垂直中心	mm	0.5±0.02						
			垂直四角								
			水平振幅		≤0.1						
		台面 尺寸	长	mm	380±3						
			宽		260±2						
		振动部分总质量		kg	33±2						

校准员：_____ 核验员：_____ 校准日期：____年____月____日

附录 A.3

混凝土扩展度仪校准原始记录参考格式

送校单位名称				委托单编号	
送校单位地址				样品编号	
仪器名称		型号/规格			
仪器编号		管理编号			
校准依据					
生产厂商					
校准地点		温度		湿度	
测量标准及 其它设备	名 称	测量范围	准确度等级/最大允 许误差/不确定度		证书号/有效期

一、校准前检查

<input type="checkbox"/> 符合要求	<input type="checkbox"/> 不符合要求
-------------------------------	--------------------------------

二、计量特性

序号	项目	单位	计量性能要求	实测数据	结果	扩展不确定度 ($k=2$)
1	坍落度筒	mm	100±1			
			200±1			
			300±1			
			≥1.5			
			≤0.25			
			≤0.25			
			≤0.25			
			≤0.6	h_{Ax} h_{Ay}	h_{Bx} h_{By}	D_x D_y
	内壁粗糙度 R_a	μm	3.2			
2	底板	厚度	mm	≥3		
		上表面平面度	mm	≤3		
		刻圆直径	mm	200±1		
				300±1		
				400±1		
				500±1		
				600±1		
				700±1		
				800±1		
				900±1		
				1000±1		
				1100±1		
				1200±1		
				1300±1		
				1400±1		
				1500±1		
	粗糙度 R_a	μm	6.3			
3	捣棒端部直径	mm	16±0.1			

校准员：_____ 核验员：_____ 校准日期：____年____月____日

附录 B.1

坍落度仪校准证书内页参考格式

校准项目		单位	计量性能要求	实测值	扩展不确定度 ($k=2$)
坍落度筒	顶面直径	mm	100 ± 1		
	底面直径		200 ± 1		
	高度		300 ± 1		
	壁厚		≥ 1.5		
	顶面平面度		≤ 0.25		
	底面平面度		≤ 0.25		
	顶面与底面平行度		≤ 0.25		
	顶面与底面同轴度		≤ 0.6		
	内壁粗糙度 R_a	μm	3.2		
底板	表面平面度	mm	≤ 0.1		
	刻圆直径	mm	200 ± 1		
	粗糙度 R_a	μm	6.3		
测杆标尺	测杆示值误差	mm	0 ± 0.1		
			50 ± 0.1		
			100 ± 0.1		
			150 ± 0.1		
			200 ± 0.1		
			250 ± 0.1		
	零点位置		300 ± 0.5		
捣棒端部直径		mm	16 ± 0.1		

附录 B.2

维勃稠度仪校准证书内页参考格式

校准项目			单位	计量性能要求	实测值	扩展不确定度 (<i>k</i> =2)
坍落度筒	顶面直径		mm	100±1		
	底面直径			200±1		
	高度			300±1		
	壁厚			≥1.5		
	顶面平面度			≤0.25		
	底面平面度			≤0.25		
	顶面与底面平行度			≤0.25		
	顶面与底面同轴度			≤0.6		
	内壁粗糙度 R _a		μm	3.2		
捣棒端部直径			mm	16		
测杆标尺	测杆示值误差		mm	0±0.1		
				50±0.1		
				100±0.1		
				150±0.1		
				200±0.1		
				250±0.1		
	零点位置			300±0.5		
容器	内径		mm	240±2		
	深度			200±2		
	壁厚			≥3.0		
滑动部分总质量			g	2750±20		
砝码直径			mm	90±2		
振动台	振动频率		Hz	50±2		
	振动幅度	垂直	mm	0.5±0.02		
		水平		≤0.1		
	台面尺寸	长度	mm	380±3		
		宽度		260±2		
	振动部分总质量		kg	33±2		

附录 B.3

混凝土扩展度仪校准证书内页参考格式

校准项目		单位	计量性能要求	实测值	扩展不确定度 ($k=2$)
坍落度筒	顶面直径	mm	100±1		
	底面直径		200±1		
	高度		300±1		
	壁厚		≥1.5		
	顶面平面度		≤0.25		
	底面平面度		≤0.25		
	顶面与底面平行度		≤0.25		
	顶面与底面同轴度		≤0.6		
	内壁粗糙度 R_a	μm	3.2		
底板	厚度	mm	≥3		
	上表面平面度	mm	≤3		
	刻圆直径	mm	200±1		
			300±1		
			400±1		
			500±1		
			600±1		
			700±1		
			800±1		
			900±1		
			1000±1		
			1100±1		
			1200±1		
			1300±1		
			1400±1		
			1500±1		
	粗糙度 R_a	μm	6.3		
捣棒端部直径		mm	16±0.1		

附录 C

水泥混凝土稠度试验仪测量结果不确定度分析（示例）

C.1 适用范围

适用于水泥混凝土稠度试验仪校准的测量不确定度及校准和测量能力评定。

C.2 引用文件

JJF（苏）XXXX—20XX 水泥混凝土稠度仪校准规范

C.3 测量不确定度的评定

C.3.1 坍落度筒高度

C.3.1.1 校准方法

先将坍落度筒置于平板上，用高度卡尺沿圆周均匀测量六个点的高度，取平均值。

C.3.1.2 测量模型见下式：

$$\Delta h = h_2 - h_1$$

式中： Δh ——坍落度筒高度的示值误差，mm；

h_2 ——坍落度筒高度理论值，mm；

h_1 ——高度卡尺测量值，mm。

C.3.1.3 不确定来源

不确定来源于以下几个方面：

- a) 由测量过程引入的不确定来源；
- b) 由标准器示值误差引入的不确定度来源；
- c) 由被校准样品及环境等因素引入的不确定度，可忽略；

C.3.1.4 不确定度分量：

C.3.1.4.1 测量过程引入的不确定度 u_1

在同等条件下连续读取 10 次坍落度筒高度见表 C.1：

表 C.1 坍落度筒高度

单位：mm

n	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	300.02	-0.01	0.0001
2	300.04	0.01	0.0001
3	300.02	-0.01	0.0001
4	300.04	0.01	0.0001
5	300.02	-0.01	0.0001

6	300.04	0.01	0.0001
7	300.02	-0.01	0.0001
8	300.04	0.01	0.0001
9	300.02	-0.01	0.0001
10	300.04	0.01	0.0001
Σ	3000.3	——	0.001
\bar{x}	300.03	——	——

$$\text{实验标准偏差: } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.011 \text{ mm}。$$

$$\text{实际校准过程仅进行 6 次, } u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = 0.005 \text{ mm}。$$

C.3.1.4.2 标准器示值误差引入的不确定度 u_2

坍落度筒高度校准用标准器是高度卡尺, 根据检定规程其示值最大允许误差 $\pm 0.04 \text{ mm}$, 半宽 $e = 0.04 \text{ mm}$, 设在区间内呈均匀分布, 取包含因子 $k = \sqrt{3}$,

$$u_2 = \frac{0.04}{\sqrt{3}} = 0.024 \text{ mm}。$$

C.3.1.4.3 不确定度分量汇总

不确定度分量汇总见表 C.2。

表 C.2 坍落度筒高度不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	分量值(mm)
u_1	测量过程	0.005
u_2	标准器示值误差	0.024

C.3.1.5 合成不确定度

$$u = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.024 \text{ mm}。$$

C.3.1.6 扩展不确定度

取扩展因子 $k = 2$, $U = u \times k = 0.05 \text{ mm}。$

C. 3. 2 捣棒

C.3.2.1 校准方法

用游标卡尺测量端部直径, 垂直方向各一次取平均值。

C.3.2.2 测量模型

$$\Delta L = L_2 - L_1$$

式中： ΔL ——捣棒的示值误差，mm；

L_2 ——捣棒理论值，mm；

L_1 ——捣棒测量值，mm。

C.3.2.3 不确定度来源

不确定来源于以下几个方面：

- a) 测量过程引入的不确定度；
- b) 测量标准引起的不确定度；
- c) 由被校准样品及环境等因素引入的不确定度，可忽略。

C.3.2.4 不确定度分量

C.3.2.4.1 测量过程引入的不确定度 u_1

在同等条件下，测量 10 次捣棒测量值，见表 C.3。

表 C.3 捣棒测量值

单位：mm

n	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	16.02	-0.01	0.0001
2	16.04	0.01	0.0001
3	16.04	0.01	0.0001
4	16.02	-0.01	0.0001
5	16.04	0.01	0.0001
6	16.02	-0.01	0.0001
7	16.02	-0.01	0.0001
8	16.04	0.01	0.0001
9	16.02	-0.01	0.0001
10	16.04	0.01	0.0001
Σ	160.3	——	0.001
\bar{x}	16.03	——	——

$$\text{实验标准偏差：} s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.011 \text{ mm。}$$

$$\text{实际校准过程仅进行 2 次，} u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = 0.008 \text{ mm。}$$

C.3.2.4.2 标准器示值误差引入的不确定度 u_2

捣棒校准用标准器是游标卡尺，，根据 JJG30-2012《通用卡尺检定规程》其最大允许误差 $\pm 0.03\text{mm}$ ，半宽 $\alpha = 0.03\text{mm}$ ，设在区间内呈均匀分布，取包含因子 $k = \sqrt{3}$

$$u_2 = \frac{0.03}{\sqrt{3}} = 0.018\text{mm}。$$

C.3.2.4.3 不确定度分量汇总

不确定度分量汇总见表 C.4。

表 C.4 捣棒测量值不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	分量值(mm)
u_1	测量过程	0.008
u_2	标准器示值误差	0.018

C.3.2.5 合成不确定度

$$u = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.020\text{ mm}$$

C.3.2.6 扩展不确定度

取扩展因子 $k = 2$ ， $U = u \times k = 0.04\text{ mm}。$

C. 3. 3 滑动部分质量

C.3.3.1 校准方法

维勃仪滑动部分总质量：用电子天平重复测量三次取平均值。

C.3.3.2 测量模型

$$\Delta t = t - \bar{t}$$

式中： Δt ——测量误差，g；

t ——标准值，g；

\bar{t} ——测量平均值，g。

C.3.3.3 不确定的来源

不确定来源于以下几个方面：

- 由测量过程引入的不确定来源；
- 由标准器示值误差引入的不确定度来源；

C.3.3.4 输入量的标准不确定度的评定

C.3.3.4.1 测量过程引入的不确定度 u_1

输入量 s_1 的不确定度主要是测量重复性所引起的，在相同条件下对某维勃稠度仪重复测量 10 次，

表 C.5 质量误差

单位: g

n	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	2750.1	0	0.00
2	2750.0	-0.1	0.01
3	2750.1	0	0.00
4	2750.2	0.1	0.01
5	2750.1	0	0.00
6	2750.1	0	0.00
7	2750.1	0	0.00
8	2750.0	-0.1	0.01
9	2750.2	0.1	0.01
10	2750.1	0	0.00
Σ	27501	——	0.04
\bar{x}	2750.1	——	——

在实际测有测量数据计算单次试验标准偏差:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.07\text{g}$$

实际测量中以 3 次测量的平均值作为校准值, 示值误差引入的标准不确定度分量为

$$u_a = \frac{s_x}{\sqrt{3}} = 0.04\text{g}$$

C.3.3.4.2 标准器示值误差引入的不确定度 u_2

天平由给出最大允许误差评定, 采用 B 类方法评定, 天平最大允许误差 $\pm 1.5\text{g}$, 半宽 $\alpha = 1.5\text{g}$, 估计为均匀分布, 取包含因子 $k = \sqrt{3}$ 。标准不确定度为:

$$u_b = \frac{1.5}{\sqrt{3}} = 0.87\text{g}$$

C.3.3.4.3 不确定度分量汇总

不确定度分量汇总见表 C.6。

表 C.6 质量误差不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	分量值(g)
u_1	测量过程	0.04
u_2	标准器示值误差	0.87

C.3.3.5 合成不确定度

$$u = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.87\text{g}$$

C.3.3.6 扩展不确定度

取扩展因子 $k = 2$, $U = u \times k = 1.8\text{g}$

C. 3. 4 振动部分质量

C.3.4.1 校准方法

用电子平板秤重复测量二次取平均值

C.3.4.2 测量模型

$$\Delta t = t - \bar{t}$$

式中: Δt ——测量误差, kg;

t ——标准值, kg;

\bar{t} ——测量平均值, kg。

C.3.4.3 不确定的来源

不确定来源于以下几个方面:

- a) 由测量过程引入的不确定来源;
- b) 由标准器示值误差引入的不确定度来源;

C.3.4.4 输入量的标准不确定度的评定

C.3.4.4.1 测量过程引入的不确定度 u_1

输入量 s_1 的不确定度主要是测量重复性所引起的, 在相同条件下对某维勃稠度仪重复测量 10 次,

表 C.7 振动部分质量

单位: kg

n	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	30.10	0.06	0.0036
2	30.00	-0.04	0.0016
3	30.20	0.16	0.0256
4	30.00	-0.04	0.0016
5	30.00	-0.04	0.0016
6	30.10	0.06	0.0036
7	30.00	-0.04	0.0016

8	30.00	-0.04	0.0016
9	30.00	-0.04	0.0016
10	30.00	-0.04	0.0016
Σ	300.40	——	0.0440
\bar{x}	30.040	——	——

在实际测有测量数据计算单次试验标准偏差：

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.07\text{kg}$$

实际测量中以 2 次测量的平均值作为校准值，示值误差引入的标准不确定度分量为

$$u_a = \frac{s_x}{\sqrt{2}} = 0.05\text{kg}$$

C.3.4.4.2 标准器示值误差引入的不确定度 u_2

电子秤由给出最大允许误差评定，采用 B 类方法评定，电子秤最大允许误差 $\pm 0.5\text{kg}$ ，半宽 $\alpha = 0.5\text{kg}$ ，估计为均匀分布，取包含因子 $k = \sqrt{3}$ 。标准不确定度为：

$$u_b = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.29\text{kg}$$

C.3.4.4.3 不确定度分量汇总

不确定度分量汇总见表 C.8。

表 C.8 振动部分质量不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	分量值(kg)
u_1	测量过程	0.05
u_2	标准器示值误差	0.29

C.3.4.5 合成不确定度

$$u = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.3\text{kg}$$

C.3.4.6 扩展不确定度

取扩展因子 $k = 2$ ， $U = u \times k = 0.6\text{kg}$

C. 3. 5 振幅

C.3.5.1 校准方法

振幅校准：用水泥软练设备测量仪分别测量振动台平面测量中心振幅、四角垂直振幅和四边中点水平振幅。

C.3.5.2 测量模型

见下式：

$$\Delta A = A_2 - A_1$$

式中： ΔA ——振幅误差，mm；

A_2 ——测量值，mm；

A_1 ——标准器标准值，mm。

C.3.5.3 不确定的来源

不确定来源于以下几个方面：

- a) 由测量过程引入的不确定来源；
- b) 由标准器示值误差引入的不确定度来源；

C.3.5.4 不确定度分量

C.3.5.4.1 测量过程引入的不确定度 u_1

在同等条件下连续读取 10 次振实台的振幅值见表 C.9：

表 C.9 振幅值

单位：mm

n	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	0.513	0.0017	0.00000289
2	0.510	-0.0013	0.00000169
3	0.512	0.0007	0.00000049
4	0.511	-0.0003	0.00000009
5	0.508	-0.0033	0.00001089
6	0.514	0.0027	0.00000729
7	0.507	-0.0043	0.00001849
8	0.511	-0.0003	0.00000009
9	0.513	0.0017	0.00000289
10	0.514	0.0027	0.00000729
Σ	5.113	—	0.00005210
\bar{x}	0.5113	—	—

$$\text{实验标准偏差：} s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.0024 \text{ mm。}$$

实际校准过程仅进行 5 次, $u_1 = \frac{e}{k} = \frac{0.0024}{\sqrt{5}} = 0.0011\text{mm}$

C.3.5.4.2 标准器示值误差引入的不确定度 u_2

该标准器为水泥软练设备, 水泥软练设备测量仪的振动位移误差为 1.5%, 0.50 mm 处为 $1.5\% \times 0.50\text{mm} = 0.075\text{mm}$, $e = 0.075\text{mm}$, 估计为均匀分布, $k = \sqrt{3}$

$$u_1 = \frac{e}{k} = \frac{0.0075}{\sqrt{3}} = 0.0044\text{mm}$$

C.3.5.4.3 不确定度分量汇总

不确定度分量汇总见表 C.10。

表 C.10 振幅不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	分量值(mm)
u_1	测量过程	0.0011
u_2	标准器示值误差	0.0044

C.3.5.5 合成不确定度

$$u = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.005 \text{ mm}。$$

C.3.5.6 扩展不确定度

取扩展因子 $k = 2$, $U = u \times k \approx 0.01 \text{ mm}。$

C.3.6 振动频率

C.3.6.1 校准方法

用水泥软练设备测量仪分别测量振动台平面测量中心垂直振动频率

C.3.6.2 数学模型

见下式:

$$\Delta f = f_1 - f_2$$

式中: Δn ——振动频率测量误差, Hz;

n_1 ——振动频率标准值, Hz;

n_2 ——振动频率测量值, Hz;

C.3.6.3 不确定的来源

不确定来源于以下几个方面:

- 由测量过程引入的不确定来源;
- 由标准器示值误差引入的不确定度来源;

C.3.6.4 不确定度分量

C.3.6.4.1 测量过程引入的不确定度 u_1

在同等条件下连续读取 10 次振实台的振动频率值见表 C.11:

表 C.11 振动频率

单位: Hz

n	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	51.4	0.16	0.0256
2	51.2	-0.04	0.0016
3	51.4	0.16	0.0256
4	51.0	-0.24	0.0576
5	51.2	-0.04	0.0016
6	51.3	0.06	0.0036
7	51.2	-0.04	0.0016
8	51.1	-0.14	0.0196
9	51.2	-0.04	0.0016
10	51.4	0.16	0.0256
Σ	512.4	——	0.1640
\bar{x}	51.24	——	——

$$\text{实验标准偏差: } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.14 \text{ Hz}。$$

$$\text{实际校准过程仅进行 3 次, } u_1 = \frac{e}{k} = \frac{0.14}{\sqrt{3}} = 0.081 \text{ Hz}$$

C.3.6.4.2 标准器示值误差引入的不确定度 u_2

该标准器为水泥软练设备, 水泥软练设备测量仪频率误差为 $0.1\% \times 50 \text{ Hz} = 0.5 \text{ Hz}$, $\alpha = 0.5 \text{ Hz}$, 估计为均匀分布, $k = \sqrt{3}$

$$u_1 = \frac{e}{k} = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.29 \text{ Hz}$$

C.3.6.4.3 不确定度分量汇总

不确定度分量汇总见表 C.12。

表 C.12 频率不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	分量值(Hz)
u_1	测量过程	0.081
u_2	标准器示值误差	0.29

C.3.6.5 合成不确定度 u_c

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.3 \text{ Hz}。$$

C.3.6.6 扩展不确定度

取扩展因子 $k = 2$, $U = u_c \times k \approx 0.6 \text{ Hz}。$

江苏省地方计量技术规范
水泥混凝土稠度试验仪
校准规范

JJF(苏) 50—2024

江苏省市场监督管理局发布

*

江苏省计量协会印刷
版权所有不得翻印

*

开本 880 mm×1230 mm 16 开本

2024 年 12 月 印刷