JJF

吉林省地方计量技术规范

JJF（吉）xx—202

砂浆密度仪校准规范

Calibration specification for Mortar Density Meter

2025-10 -20 发布　　2025-01-01 实施

吉林省市场监督管理厅发 布

砂浆密度仪校准规范

Calibration Specification for
Mortar Density Meter

JJF（吉）XX- 202

归　口 单 位：吉林省市场监督管理厅

主要起草单位：长春市计量检定测试技术研究院

参加起草单位：珲春市产品计量检验检测中心

本规范由长春市计量检定测试技术研究院负责解释

本规范主要起草人：

王小光　（长春市计量检定测试技术研究院）

安　军　（长春市计量检定测试技术研究院）

兰维永　（长春市计量检定测试技术研究院）

张广铭　（长春市计量检定测试技术研究院）

参加起草人：

吴　霞　（长春市计量检定测试技术研究院）

孙璐璐　（长春市计量检定测试技术研究院）

宫爱雪　（珲春市产品计量检验检测中心）

目　　录

引言 ..... （II）

1　范围 ..... （1）

2　引用文件 ..... （1）

3　概述 ..... （1）

4　计量特性 ..... （1）

5　校准条件 ..... （1）

5.1 环境条件 ..... （1）

5.2 测量标准及其他设备 ..... （2）

6　 校准项目和校准方法 ..... （2）

6.1　容量偏差校准 ..... （2）

6.2　尺寸偏差校准 ..... （3）

7　校准结果表达 ..... （3）

8　复校时间间隔 ..... （3）

附录 A 砂浆密度仪校准记录格式 ..... （4）

附录 B 砂浆密度仪校准证书内容 ..... （5）

附录 C 纯水密度与温度对照表 ..... （6）

附录 D 砂浆密度仪容量筒测量结果的不确定度评定示例 ..... （8）

附录 E 容量筒内径示值误差的不确定度评定示例 ..... （10）

附录 F 容量筒内深示值误差的不确定度评定示例 ..... （12）

引　言

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》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

砂浆密度仪校准规范

1 范围

本规范适用于砂浆密度仪的校准。

2 引用文件

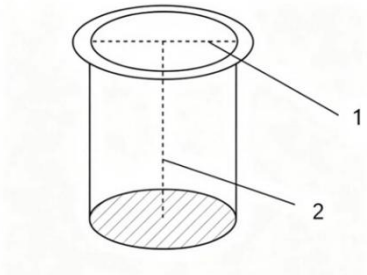
SL127-2017　容量筒检验方法

JTG3420-2020 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规则。

3 概述

砂浆密度仪主要应用于公路工程、建筑工程等领域，它用于测定砂浆拌合物捣实过程中检验的一种专用密度试验计量器具，其主要结构型式见图 1 所示。



1-容量筒的内径；　2-容量筒的内深

图 1 砂浆密度仪示意图

4　计量特性

4.1 容量偏差

偏差不大于±0.015 L 。

注：容量筒容量的实际值可以通过衡量法和几何尺寸法测量，客户根据实际需求选择适用的方法。

4.2 尺寸偏差

4.2.1 内径尺寸偏差不大于±0.5mm 。

4.2.2 内深尺寸偏差不大于±0.5mm 。

注：校准不做合格性判定，上述计量特性仅供参考。

5　校准条件

5.1 环境条件

环境温度：（20±5）℃

相对湿度：不大于 80%

5.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备要求见表 1。

表 1 测量标准及其他设备要求

校准项目	标准器名称	技术要求
容量偏差	电子天平	Ⅱ级
内径尺寸偏差	带表内卡规	MPE: ±0.02mm
内深尺寸偏差	数显深度卡尺	MPE: ±0.03mm
容量偏差	其他辅助设备	纯水，平板玻璃，滴管，烧杯，吸水纸

注：也可用满足不确定度要求的其它标准器进行校准。

6 校准项目和校准方法

校准前，确认容量筒的内壁、外壁是否平整光滑，不得有凹凸现象，内壁不得有杂质和污垢。

6.1 容量偏差校准

6.2.1 采用衡量法，校准方法如下：

将干燥状态下的容量筒和平板玻璃放置在电子天平上，称得其质量 W_1，将容量筒内注满纯水，用平板玻璃紧贴筒口滑移。如有气泡，用滴管或烧杯向筒内继续缓慢加水，排除气泡，用吸水纸擦干容量筒外壁，称量容量筒平板玻璃和纯水总质量 W_2。

按公式（1）计算容量筒的容量 V_1:

$$V_1 = \frac{W_2 - W_1}{\rho_t} \qquad (1)$$

式中：

V_1 ——容量筒的实际容量，m^3 ；

W_1 ——容量筒和平板玻璃的质量，kg；

W_2 ——容量筒、平板玻璃和纯水的总质量，kg；

ρ_t ——实验温度 t 时的纯水的密度，kg/m3，见附录 C

按公式（2）计算容量筒的容量偏差ΔV:

$$\Delta V = V_1 - V \qquad (2)$$

式中：

ΔV——容量筒的容量偏差，L；

V_1——容量筒的测得值，L；

V——容量筒的标称值，L。

6.2 尺寸偏差校准

6.2.1 内径尺寸的偏差校准

将带表内卡规的测头伸入筒内，分别在容量筒的上口端面、中端及下端沿相应截面的圆周均匀选取 3 个测量点。记录九次内径读数 d_1，d_2.....d_9，计算出 9 次的平均值，作为容量筒内径尺寸的测量结果 d_s。

按公式（3）计算内径尺寸偏差：

$$\Delta d = d_s - d \qquad (3)$$

式中：

Δd——内径尺寸偏差，mm ；

d_s——内径尺寸的测得值，mm ；

d ——内径尺寸的标称值，mm 。

6.2.2 内深尺寸的偏差校准

在容量桶的上口端面，沿圆周方向均匀选取不少于 4 个测量点，将数显深度卡尺底座平稳贴合在容量筒上端端面，主尺垂直向下，深度测量杆缓缓下放，直到测杆测头轻柔接触筒底内表面，记录数值。算术平均值即为容量筒的内深测量结果h_s。

按公式（4）计算内深尺寸偏差

$$\Delta h = h_s - h \qquad (4)$$

式中：

Δh——内深尺寸偏差，mm ；

h_s ——内深尺寸的测得值，mm ；

h ——内深尺寸的标称值，mm 。

6.2.3 采用几何尺寸法

用几何尺寸法测得容量筒的容积，通过对砂浆密度仪容量筒内径和内深的测量（方法见 6.2.1 和 6.2.2），得到容量筒内径 d_s和内深 h_s的测量结果，计算出容量筒容量的实际值 V_2。

按公式（5）计算容量筒的容量：

$$V_2 = \pi \left(\frac{d_s}{2}\right)^2 \cdot h_s \qquad (5)$$

式中：

V_2——尺寸法得出的容量值，mm^3 ；

d_s——内径尺寸的测得值，mm ；

h_s ——内深尺寸的测得值，mm 。

7 校准结果表达

经校准的砂浆密度仪出具校准证书，校准原始记录格式见附录 A;校准证书内容见附录 B。

8 复校时间间隔

复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的，单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议复校时间是 12 个月。

附录 A

砂浆密度仪校准记录格式

记录（证书）编号：　　第　页　共　页

委托单位			地　址	
被校准计量器具	名称		型号规格	
	制造厂		出厂编号	
标准器名称	编号	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	溯源单位及证书编号
校准依据			校准地点	
温度			相对湿度	
校准日期				
校准员			核验员	

序号	校准项目	校准结果					扩展不确定度 $U, k=2$
1	外观						/
2	砂浆密度仪容量 V_1(衡量法)						
3	内径尺寸	标称值	实测值			平均值	
		108mm					
4	内深尺寸	标称值	实测值			平均值	
		109mm					

附录 B

砂浆密度仪校准证书内容

校准证书应至少包括以下信息：

a)标题：“校准证书”；

b)实验室名称和地址；

c)进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

d)证书的唯一性标识 （如编号），每页及总页数的标识；

e)客户的名称和地址；

f)被校对象的描述和明确标识；

g)进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

h)如果与校准结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；

i)校准所依据的技术规范的标识,包括名称及代号；

j)本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

k)校准环境的描述；

l)校准结果及其测量不确定度的说明；

m)对校准规范的偏离的说明；

n)校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；

o)校准结果仅对被校对象有效的声明；

p)未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

附录 C

纯水密度与温度对照表

表 A.1　纯水密度与温度对照表

水温t/℃	水的密度 ρ_t/（kg/m^3）	水温t/℃	水的密度 ρ_t/（kg/m^3）	水温t/℃	水的密度 ρ_t/（kg/m^3）
15.0	999.099	18.4	998.520	21.8	997.815
15.1	999.084	18.5	998.501	21.9	997.792
15.2	999.069	18.6	998.482	22.0	997.769
15.3	999.053	18.7	998.463	22.1	997.747
15.4	999.038	18.8	998.443	22.2	997.724
15.5	999.022	18.9	998.424	22.3	997.701
15.6	999.066	19.0	998.404	22.4	997.678
15.7	998.991	19.1	998.385	22.5	997.655
15.8	998.975	19.2	998.365	22.6	997.631
15.9	998.959	19.3	998.345	22.7	997.608
16.0	998.943	19.4	998.325	22.8	998.584
16.1	998.926	19.5	998.305	22.9	997.561
16.2	998.910	19.6	998.285	23.0	997.537
16.3	998.893	19.7	998.265	23.1	997.513
16.4	998.876	19.8	998.244	23.2	997.490
16.5	998.860	19.9	998.224	23.3	997.466
16.6	998.843	20.0	998.203	23.4	997.442
16.7	998.826	20.1	998.182	23.5	997.417
16.8	998.809	20.2	998.162	23.6	997.393
16.9	998.792	20.3	998.141	23.7	997.396
17.0	998.774	20.4	998.120	23.8	997.344
17.1	998.757	20.5	998.099	23.9	997.320
17.2	998.739	20.6	998.077	24.0	997.295
17.3	998.722	20.7	998.056	24.1	997.270
17.4	998.704	20.8	998.035	24.2	997.246
17.5	998.686	20.9	998.013	24.3	997.221
17.6	998.668	21.0	997.991	24.4	997.195
17.7	998.650	21.1	997.970	24.5	997.170
17.8	998.632	21.2	997.948	24.6	997.145
17.9	998.613	21.3	997.926	24.7	997.120

表 C.1（续）

水温t/℃	水的密度ρ_t/（kg/m^3）	水温t/℃	水的密度ρ_t/（kg/m^3）	水温t/℃	水的密度ρ_t/（kg/m^3）
18.0	998.595	21.4	997.904	24.8	997.094
18.1	998.576	21.5	997.882	24.9	997.069
18.2	998.557	21.6	997.859	25.0	997.043
18.3	998.539	21.7	997.837	/	/

附录 D

砂浆密度仪容量测量结果不确定度评定示例

D.1 被测对象

砂浆密度仪 1L 容量筒。

D.2 测量标准电子天平 d = 0.1g; e =1 g, 准确度等级为Ⅱ级。

D.3 测量模型

$$V_1 = \frac{W_2 - W_1}{\rho_t} \qquad (1)$$

式中：

V_1-----容量筒的实际容量，m^3 ；

W_1----容量筒和平板玻璃的质量，g；

W_2----容量筒、平板玻璃和纯水的总质量，g；

ρ_t-----实验温度 t 时的纯水的密度，g/cm^3，见附录 C

灵敏系数为：

$$c(W_2\text{-}W_1) = \frac{\partial V}{\partial(W_2\text{-}W_1)} = \frac{1}{\rho_t} \qquad (2)$$

D.4 重复性引入的不确定度分量$u_{(m1)}$

对被校砂浆密度仪的 1L 容量筒和平板玻璃的质量 W_1 进行 3 次重复测量，分别为:852.9 g、852.9 g、852.9 g。对被校 1L 容量筒、平板玻璃和纯水的质量 W_2 进行 3 次重复测量，分别为:1871.3 g、1868.5 g、1869.1 g。

$m= W_2\text{-} W_1$ 的算术平均值为:

$$m= \overline{W_2\text{-}W_1} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(W_2\text{-}W_1) = 1016.73\ \text{g}$$

采用极差法计算实验标准偏差：

$$s = \frac{m_{\max} - m_{\min}}{1.69} = 1.31\ \text{g}$$

测量重复性引入的标准不确定度 $u_{(m2)}$为:

$$u_{(m1)} = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.76\ \text{g}$$

D.5 电子天平引入的不确定度分量$u_{(m2)}$

电子天平 d=0.1g; e=1g，准确度等级为Ⅱ级，最大允许误差为±0.5 g，均匀分布，则电子天平引入的不确定度为：

$$u_{(m2)}=\frac{a}{k}=\frac{0.5}{\sqrt{3}}=0.29g$$

D.6 不确定度分量汇总表

测量1 L容量筒，输入量的标准不确定度汇总表D.1

表 D.1 不确定度分量汇总表

标准不确定度分量 u_i		不确定度来源	标准不确定度	灵敏度系数 C_i	$\|C_i\|u(x_i)$
u_i	$u_{(m1)}$	重复性引入	0.76g	1.0017 cm^3/g	0.76mL
	$u_{(m2)}$	标准器引入	0.29g	1.0017 cm^3/g	0.29mL

D.7 合成标准不确定度

$$u_{(m)}=\sqrt{u_{(m1)}^2+u_{(m2)}^2}=\sqrt{0.76^2+0.29^2}=0.813g$$

$$u_c=C_i\cdot u_{(m)}=0.813\ \text{mL}$$

D.8 扩展不确定度

取 k=2,则扩展不确定度为：

$U=k\cdot u_c=2\times0.813\approx1.7$ mL

D.9 测量结果不确定度报告

砂浆密度仪容量测量结果的不确定度为 U=1.7 mL，k=2。

附录 E

容量筒内径偏差的不确定度评定示例

E.1 测量对象

砂浆密度仪容量筒，内径 108 mm。

E.2 测量模型

$$\Delta d = d_s - d \qquad （E.1）$$

式中：

Δd——内径尺寸偏差，mm ；

d_s——内径尺寸的测得值，mm ；

d ——内径尺寸的标称值，mm 。

E.3 灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial \Delta d}{\partial d_s} = -1 \quad ; \quad c_2 = \frac{\partial \Delta d}{\partial d} = 1 \qquad (E.2)$$

E.4 重复性引入的不确定度分量u_1 1

用带表内卡规对容量筒的内径重复测量 10 次，得到 107.88 mm，107.88 mm，107.89 mm，107.89 mm，107.89 mm，107.88 mm，107.88 mm，107.89 mm，107.89 mm，107.89 mm。

则单次测量实验标准偏差: $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(d-\bar{d})^2}{n-1}} = 0.00516$ mm

九次测量平均值作为测量结果，则重复性引入的不确定度分量：

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{9}} = 0.00172 \text{ mm}$$

E.5 带表内卡规引入的不确定度分量u_2

测量范围在（55~150）mm 的带表内卡规，MPE = ±0.02 mm，服从均匀分布，$k=\sqrt{3}$，故：

$$u_2 = 0.02/\sqrt{3} = 0.0115 \text{ mm}$$

E.6 标准不确定度汇总表

测量容量筒内径，输入量的标准不确定度分量汇总表见表 E.1

表 E.1 不确定度分量汇总表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度	分布
u_1	重复性引入	0.00172 mm	正态
u_2	带表内卡规引入	0.0115 mm	均匀

E.7 合成标准不确定度

$$u_c=\sqrt{u_1^2+u_2^2}\approx 0.0116\ \text{mm}$$

E.8 扩展不确定度

取 $k=2$，则砂浆密度仪容量筒的偏差的扩展不确定度为：

$$U=u_c\times k=0.0116\times 2\approx 0.0233\ \text{mm}$$

E.9 测量结果不确定度报告

测量结果的扩展不确定度为：

U=0.03mm，　$k=2$。

附录 F

容量筒内深偏差的不确定度评定示例

F.1 被测对象

砂浆密度仪容量筒，内深为 109 mm。

F.2 测量模型

$$\Delta h = h_s - h \qquad (F.1)$$

式中：

Δh——内深尺寸偏差，mm；

h_s——内深尺寸的测得值，mm；

h——内深尺寸的标称值，mm。

F.3 灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial \Delta h}{\partial h_s} = 1 \ ; \ c_2 = \frac{\partial \Delta h}{\partial h} = -1 \qquad (F.2)$$

F.4 重复性引入的不确定度分量u_1

用深度卡尺对容量筒的内深重复测量 10 次，得到 108.92 mm，108.92 mm，108.92 mm，108.92 mm，108.92 mm，108.92 mm，108.89 mm，108.89 mm，108.89 mm，108.89 mm。

则单次测量实验标准偏差：$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(h-\bar{h})^2}{n-1}} = 0.0060$ mm

四次测量的平均值作为测量结果，则重复性引入的不确定度分量：

$u_1 = \frac{s}{\sqrt{4}} = 0.003$ mm

F.5 深度卡尺引起的不确定度分量u_3

测量范围在（0~150）mm 的最大允许示值误差为 MPE = ±0.03 mm，服从均匀分布，包含因子取 $k=\sqrt{3}$ 时，故：

$u_2 = 0.03/\sqrt{3} = 0.0173$ mm

F.6 标准不确定度汇总表

测量容量筒内深，输入量的标准不确定度分量汇总表见表 F.1

表 F.1 不确定度分量汇总表

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度	分布
u_1	重复性引入	0.0060 mm	正态

u_2	带表内卡规引入	0.0173 mm	均匀

F.7 合成标准不确定度

$$u_c=\sqrt{u_1^2+u_2^2}=0.0183\ \text{mm}$$

F.8 扩展不确定度

取 $k=2$ 则砂浆密度仪容量筒偏差的内深的扩展不确定度为：

$$U=u_c\times k=0.0183\times 2=0.0366\ \text{mm}$$

F.9 测量结果的不确定度报告

扩展不确定度为：U=0.04 mm，　$k=2$

吉林省地方计量技术规范

砂浆密度仪校准规范

JJF(吉)xx—202

吉林省市场监督管理厅发布

*

版权所有　不得翻印

297 mm×210 mm A4 纸

2024 年 10 月第 1 版　　2024 年 10 月第 1 次印刷