

吉林省地方计量技术规范

JJF(吉) 139—2024

路面渗水测量仪校准规范

Calibration Specification for Apparatus for Pavement Permeability

2024 - 10-20 发布

2025 - 01-01 实施

吉林省市场监督管理厅发布

路面渗水测量仪校准规范
Calibration Specification for Apparatus for
Pavement Permeability

JJF(吉) 139—2024

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
浙江省质量科学研究院
参加起草单位：钢研纳克检测技术股份有限公司

本规范主要起草人：

刘 妍（长春市计量检定测试技术研究院）

郭继光（长春市计量检定测试技术研究院）

张江东（浙江省质量科学研究院）

刘庆文（长春市计量检定测试技术研究院）

参加起草人：

毕经亮（钢研纳克检测技术股份有限公司）

目 录

| | |
|----------------------------|--------|
| 引言 | (II) |
| 1 范围 | (1) |
| 2 引用文件 | (1) |
| 3 术语和计量单位 | (1) |
| 3.1 术语 | (1) |
| 3.2 计量单位 | (1) |
| 4 概述 | (1) |
| 4.1 测量仪的用途 | (1) |
| 4.2 测量仪的结构 | (1) |
| 5 计量特性 | (2) |
| 6 校准条件 | (2) |
| 6.1 环境条件 | (2) |
| 6.2 校准介质 | (2) |
| 6.3 校准用标准器及其他辅助设备 | (2) |
| 7 校准项目和校准方法 | (3) |
| 7.1 校准项目 | (3) |
| 7.2 校准方法 | (3) |
| 7.3 数据处理 | (4) |
| 8 校准结果表达 | (4) |
| 9 复校时间间隔 | (5) |
| 附录 A 校准记录格式 (供参考) | (6) |
| 附录 B 校准证书内页参考格式 | (7) |
| 附录 C 路面渗水测量仪衡量法 $K(t)$ 值表 | (8) |
| 附录 D 路面渗水测量仪容量测量结果不确定度评定示例 | (9) |
| 附录 E 确定弯月面的方法 | (13) |

引 言

JJF 1071《国家计量校准规程编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》和JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本标准规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

路面渗水测量仪校准规范

1 范围

本规范适用于路面渗水测量仪（以下简称测量仪）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 196 常用玻璃量器

JJG（交通）104 路面渗水系数测量仪

JTG 3450 公路路基路面

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

ISO 6706 实验室塑料器皿—刻度量筒（Plastics laboratory ware-Graduated measuring cylinders）

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。

3 术语和计量单位

下列术语和定义适用于本规范。

3.1 术语

3.1.1 路面渗水测量仪 apparatus for pavement permeability

路面渗水测量仪是一种利用水头差产生的推力作用进行渗水试验，用以计量渗水容积，换算路面渗水系数的测量仪器。

3.2 计量单位

3.2.1 使用的计量单位：毫升(mL)。

4 概述

4.1 测量仪的用途

测量仪可用于测定沥青混合料试件、沥青路面及其他多孔介质材料的渗水系数的测量。广泛应用于建筑路及养路部门进行现场测定和试验研究,常用规格为600mL,分度值为2mL。

4.2 测量仪的结构

4.2.1 测量仪的结构示意图，如图 1 所示：

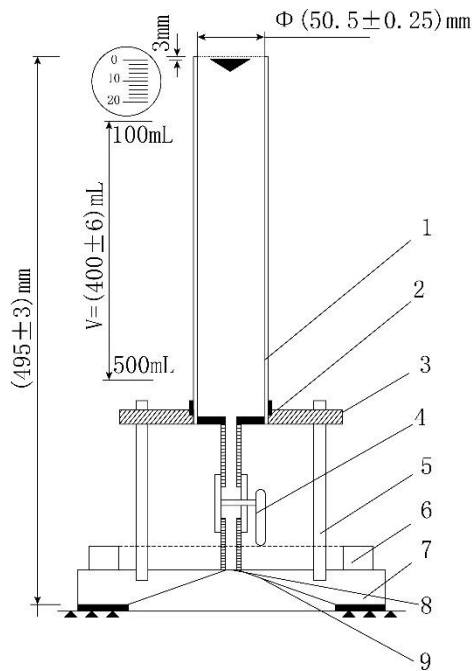


图 1 测量仪的结构示意图

1—盛水量筒；2—螺纹连接；3—顶板；4—阀门；5—立柱；6—压重钢圈；7—底座；8—出水孔；9—排水孔

5 计量特性

5.1 测量仪容量的最大允许误差： $\pm 6\text{mL}$ 。

注：以上指标不适用于合格性判定，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，且室温变化不得大于 $1^\circ\text{C}/\text{h}$ 。

6.1.2 水温与室温之差不得大于 2°C 。

6.1.3 相对湿度： $(30 \sim 80)\%$ 。

6.1.4 室内环境清洁、无腐蚀性气体和振动干扰。

6.2 校准介质

校准介质为纯水（蒸馏水或去离子水），应满足不低于GB/T 6682《分析实验室用水规格和试验方法》要求的三级水。

6.3 校准用标准器及其他辅助设备

校准用设备及其他辅助设备应符合表1中的技术指标要求：

表 1 校准用设备及其他辅助设备一览表

| 设备类型 | 仪器名称 | 测量范围 | 技术要求 |
|------|------------|--|-----------------------------|
| 主要设备 | 电子天平 | 适用容量范围： $10\text{mL} \leq V \leq 1000\text{mL}$ | 实际分度值：不大于0.01g； 准确度等级：Ⅱ级 |
| 配套设备 | 温度计 | (0~30) °C | MPE: ±0.2°C |
| | 电子秒表 | (0~1800) s | MPE: ±0.10s |
| 其他设备 | 校准架、有盖称量杯。 | | |

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

外观、密合性、容量示值。

7.2 校准方法

采用衡量法进行校准

7.2.1 校准前的准备

7.2.1.1 清洗：校准前应将测量仪清洗干净，使液面能够形成良好的弯月面，并且不应有挂壁现象。清洗时，建议使用弱碱性温和清洁剂，清洗后，需用纯水对瓶内进行冲洗。

7.2.1.2 将清洗干净的测量仪及纯水提前 4h 放入恒温实验室内，使测量仪、水温和室温相平衡。

7.2.2 参考校准点的选取

测量仪容量参考校准点选取见表 2，也可根据客户要求选择其他容量校准点。

表 2 测量仪容量参考校准点选取

| 标称容量 (mL) | 参考校准点(mL) | | | |
|------------------|-----------|-----|-----|-----|
| 600 | 100 | 250 | 350 | 500 |
| 注：根据客户要求选择其他校准点。 | | | | |

7.2.3 容量校准

7.2.3.1 外观：测量仪应标注商标、标称总容量、单位、标准温度（20°C）；分度线的数值应清晰、完整、耐久、无明显划痕；阀门能自由转动。

7.2.3.2 密合性：测量仪应密封良好，阀门关闭时，加纯水至 0mL 刻度线，30min 内仪器的渗漏量不大于最小分度值。

7.2.3.3 容量示值校准。

a) 将清洗干净的测量仪垂直稳固地安放在校准架上，充水至路面渗水测量仪 0 刻线以上约 5mm 处。

b) 缓慢地将液面调整到 0 刻线处，同时排出出水口中的空气，移去出水口的最后一滴水珠。

c) 取一只容量大于测量仪的洁净有盖称量杯，称得其质量。

d) 完全开启阀门，使水充分地从出水口流出，将测量仪各校准点的纯水放入称量杯后，称得纯水质量。

e) 测量纯水的温度，读数应准确到 0.1℃。

7.3 数据处理

7.3.1 测量仪在标准温度 20℃时的实际容量按式 (1) 计算：

$$V_{20} = \frac{m(\rho_B - \rho_A)}{\rho_B(\rho_w - \rho_A)} [1 + \beta(20 - t)] \quad (1)$$

式中：

V_{20} ——20℃时测量仪的实际容量，mL；

m ——被校测量仪所容纳纯水的表观质量，g；

ρ_B ——标准砝码材料密度，取 8.00g/cm³；

ρ_A ——校准时实验室内的空气密度，取 0.0012g/cm³；

ρ_w ——纯水在 t ℃时的密度，g/cm³；

β ——被校测量仪的体胀系数， $11.7 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ；

t ——校准时纯水温度，℃。

为简便计算过程，也可将式 (1) 化为下列形式：

$$V_{20} = m \cdot K(t) \quad (2)$$

$$K(t) = \frac{\rho_B - \rho_A}{\rho_B(\rho_w - \rho_A)} [1 + \beta(20 - t)] \quad (3)$$

值列于附录C中。根据测定的质量值(m)和测定的水温对应的 $K(t)$ 值，即可由式 (2) 求出量水器在20℃时的实际容量。每个校准点重复测量2次，2次校准结果的差值应不超过测量仪最大允许误差的1/4，并取2次校准结果的平均值作为实际容量值。

7.3.2 测量仪容量示值误差按公式 (4) 计算：

$$\Delta V = V_s - V_{20} \quad (4)$$

式中：

ΔV ——测量仪参考校准点的容量示值误差，mL；

V_s ——测量仪参考校准点的标称容量，mL；

V_{20} ——温度20℃时测量仪参考校准点的实际容量，mL。

8 校准结果表达

校准结束后，出具校准证书，校准结果应体现在校准证书上，校准证书应至少包括以下相关信息：

a) 标题，如“校准证书”；

b) 进行校准的实验室名称和地址；

- c) 证书编号, 及页数标识;
- d) 客户的单位名称和地址;
- e) 被校量水器的型号、编号及唯一性标识;
- f) 接收日期、校准日期;
- g) 校准所依据的技术规范名称及代号;
- h) 校准所用标准器的溯源信息;
- i) 校准员、核验员、批准人的签名;

按本规范进行校准, 并出具校准证书, 校准原始记录格式见附录A, 校准证书内页格式见附录B, 校准结果不确定度评定示例见附录D。

9 复校时间间隔

复校时间间隔建议为不超过1年, 由于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, 因此送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

校准记录参考格式

记录（证书）编号：

第 页 共 页

| | | | | | |
|-----------------|------|-------------------|-------------|------|--|
| 记录编号： | | 证书编号： | | | |
| 客户名称： | | | | | |
| 联系地址： | | | | | |
| 器具名称： | | | | | |
| 制造单位： | | | | | |
| 器具编号： | | | 型号/规格： | | |
| 唯一性标识： | | | 接收状态： | | |
| 校准依据： | | | | | |
| 校准地点： | | | | | |
| 温度： | | | 相对湿度： % | | |
| 接收日期： | | | 校准日期： | | |
| 校准员： | | 核验员： | | 批准人： | |
| 校准所使用的主要计量标准器具： | | | | | |
| 名称及本院编号 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 检定/校准单位及证书号 | 有效期至 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| | | | |
|--------------------------|--|-----------|--|
| 标称容量 | | 量器型式 | |
| 材质 | | 外观检查 | |
| 纯水温度（℃） | | 室温变化（℃/h） | |
| $K(t)$ 值 | | | |
| 校准点（mL） | | | |
| 实测质量（g） | | | |
| 实际容量（mL） | | | |
| 实际容量平均值（mL） | | | |
| 容量示值误差（mL） | | | |
| 扩展不确定度 U （mL） $k=2$ | | | |

附录 B

校准证书内页参考格式

校 准 结 果

Results of calibration

| 校准点 (mL) | 实际容量平均值 (mL) | 容量示值误差 (mL) | 扩展不确定度 U (mL) $k=2$ |
|----------|--------------|----------------|--------------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

以下空白

∞ 附录 C

路面渗水测量仪衡量法 $K(t)$ 值表

表 C.1 (聚甲基戊烯体胀系数 $\beta=11.7\times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$,空气密度 $0.0012\text{g}/\text{cm}^3$)

| 水温/ $^{\circ}\text{C}$ | 0.0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 15 | 1.00254 | 1.00254 | 1.00255 | 1.00255 | 1.00255 | 1.00255 | 1.00256 | 1.00257 | 1.00257 | 1.00258 |
| 16 | 1.00257 | 1.00258 | 1.00259 | 1.00259 | 1.00260 | 1.00261 | 1.00260 | 1.00261 | 1.00262 | 1.00262 |
| 17 | 1.00263 | 1.00264 | 1.00264 | 1.00264 | 1.00265 | 1.00266 | 1.00267 | 1.00268 | 1.00267 | 1.00268 |
| 18 | 1.00269 | 1.00270 | 1.00271 | 1.00272 | 1.00272 | 1.00273 | 1.00273 | 1.00274 | 1.00275 | 1.00276 |
| 19 | 1.00276 | 1.00277 | 1.00278 | 1.00279 | 1.00280 | 1.00281 | 1.00282 | 1.00282 | 1.00283 | 1.00284 |
| 20 | 1.00285 | 1.00286 | 1.00287 | 1.00288 | 1.00289 | 1.00290 | 1.00291 | 1.00292 | 1.00293 | 1.00293 |
| 21 | 1.00294 | 1.00296 | 1.00297 | 1.00298 | 1.00299 | 1.00299 | 1.00301 | 1.00302 | 1.00303 | 1.00304 |
| 22 | 1.00306 | 1.00306 | 1.00307 | 1.00309 | 1.00310 | 1.00311 | 1.00313 | 1.00313 | 1.00314 | 1.00316 |
| 23 | 1.00317 | 1.00318 | 1.00320 | 1.00321 | 1.00321 | 1.00323 | 1.00324 | 1.00326 | 1.00327 | 1.00329 |
| 24 | 1.00330 | 1.00331 | 1.00332 | 1.00334 | 1.00335 | 1.00337 | 1.00338 | 1.00339 | 1.00340 | 1.00342 |
| 25 | 1.00343 | 1.00345 | 1.00346 | 1.00347 | 1.00349 | 1.00350 | 1.00352 | 1.00353 | 1.00355 | 1.00357 |

附录 D

路面渗水测量仪容量测量结果不确定度评定示例

D.1 被测对象

路面渗水测量仪。

D.2 测量标准

电子天平：适用容量范围： $10\text{mL} \leq V \leq 1000\text{mL}$ ，实际分度值：不大于 0.01g ，准确度等级：Ⅱ级。

温度计：测量范围： $(0 \sim 30)^\circ\text{C}$ ，MPE： $\pm 0.2^\circ\text{C}$ 。

D.3 环境条件

环境温度： $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，室内温度变化不大于 1°C ，水温与室温之差不得大于 2°C ；相对湿度： $(30 \sim 80)\%$ 。

D.4 测量模型

$$V_{20} = \frac{m(\rho_B - \rho_A)}{\rho_B(\rho_w - \rho_A)} [1 + \beta(20 - t)]$$

式中：

V_{20} —— 20°C 时测量仪的实际容量，mL；

m ——被校测量仪所容纳纯水的表观质量，g；

ρ_B ——标准砝码材料密度，取 8.00g/cm^3 ；

ρ_A ——校准时实验室内的空气密度，取 0.0012g/cm^3 ；

ρ_w ——纯水在 $t^\circ\text{C}$ 时的密度， g/cm^3 ；

β ——被校测量仪的体胀系数， $11.7 \times 10^{-5}^\circ\text{C}^{-1}$ ；

t ——校准时纯水温度， $^\circ\text{C}$ 。

D.5 各灵敏度系数：

由于各影响量相互独立，根据数学模型，计算得到相应的灵敏系数为：

$$c_m = \frac{\partial V_{20}}{\partial(m)} = \frac{1}{\rho_w - \rho_A} \times \left(1 - \frac{\rho_A}{\rho_B}\right) \times [1 + \beta(20 - t)]$$

$$c_{\rho_B} = \frac{\partial V_{20}}{\partial \rho_B} = -\frac{m}{\rho_w - \rho_A} \times \frac{\rho_A}{\rho_B^2} \times [1 + \beta(20 - t)]$$

$$c_{\rho_A} = \frac{\partial V_{20}}{\partial \rho_A} = \frac{m}{(\rho_w - \rho_A)^2} \times \left(1 - \frac{\rho_A}{\rho_B}\right) \times [1 + \beta(20 - t)]$$

$$c_{\rho_w} = \frac{\partial V_{20}}{\partial \rho_w} = -\frac{m}{(\rho_w - \rho_A)^2} \times \left(1 - \frac{\rho_A}{\rho_B}\right) \times [1 + \beta(20 - t)]$$

$$c_{\beta} = \frac{\partial V_{20}}{\partial \beta} = \frac{m}{\rho_w - \rho_A} \times \left(1 - \frac{\rho_A}{\rho_B}\right) \times (20 - t)$$

$$c_m = \frac{\partial V_{20}}{\partial(m)} = \frac{1}{\rho_w - \rho_A} \times \left(1 - \frac{\rho_A}{\rho_B}\right) \times [1 + \beta(20-t)]$$

$$c_t = \frac{\partial V_{20}}{\partial t} = -\frac{m}{\rho_w - \rho_A} \times \left(1 - \frac{\rho_A}{\rho_B}\right) \times \beta$$

D.6 不确定度的来源与评定

D.6.1 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(V)$

对测量仪100mL校准点进行重复测量10次, 测量结果分别为: 100.13mL、101.77mL、102.19mL、102.59mL、101.87mL、102.01mL、102.22mL、101.92mL、102.09mL、102.06mL, 以单次测量值的算术平均值作为测量结果, 则其重复性带来的标准不确定度分量为:

$$u(V) = \frac{s(V)}{\sqrt{10}} = 0.21\text{mL}$$

D.6.2 电子天平引入的标准不确定度分量 $u(m)$

分度值为0.01g的电子天平, 测量范围为(0.5~4100)g, 最大允许误差为 $\pm 0.05\text{g}$, 服从均匀分布, 则电子天平引入的标准不确定度分量 $u(m)$ 为:

$$u(m) = \frac{0.15\text{g}}{\sqrt{3}} = 0.087\text{g}$$

D.6.3 砝码密度引入的标准不确定度分量 $u(\rho_B)$

根据砝码规程中规定所使用天平的标准砝码密度不确定度 $U=0.14\text{g}/\text{cm}^3, (k=2)$, 则砝码密度引入的标准不确定度分量 $u(\rho_B)$ 为:

$$u(\rho_B) = \frac{0.14\text{g}/\text{cm}^3}{2} = 0.07\text{g}/\text{cm}^3$$

D.6.4 空气密度引入的标准不确定度分量 $u(\rho_A)$

恒温室中测量的空气密度通常为 $0.0012\text{g}/\text{cm}^3$, 由于空气密度变化会对质量产生影响, 按照CIPM推荐使用的空气密度公式, 水温相差 0.2°C 时, 其空气密度差值为 $0.000003\text{g}/\text{cm}^3$, 属于均匀分布, 包含因子 $k = \sqrt{3}$, 则空气密度引入的标准不确定度分量 $u(\rho_A)$ 为:

$$u(\rho_A) = \frac{0.000003\text{g}/\text{cm}^3}{\sqrt{3}} = 2 \times 10^{-6}\text{g}/\text{cm}^3$$

D.6.5 水密度引入的标准不确定度分量 $u(\rho_w)$

采用BIPM推荐的Tanaka纯水密度公式计算, 测量过程中, 水温大约有 0.2°C 的变化, 水密度变化约为 $0.00003\text{g}/\text{cm}^3$, 属于均匀分布, 包含因子 $k = \sqrt{3}$, 则水密度引入的标准不确定度分量 $u(\rho_w)$ 为:

$$u(\rho_w) = \frac{0.00003\text{g}/\text{cm}^3}{\sqrt{3}} = 2 \times 10^{-5}\text{g}/\text{cm}^3$$

D.6.6 体胀系数引入的标准不确定度分量 $u(\rho_\beta)$

测量过程中，体胀系数为 $11.7 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ ，属于均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则体胀系数引入的标准不确定度 $u(\beta)$ 为：

$$u(\beta) = \frac{0.0000117 / ^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} = 7 \times 10^{-6} ^\circ\text{C}^{-1}$$

D.6.7 温度变化引入的标准不确定度分量 $u(t)$

引起温度变化主要有两个因素：

(1)在测量中，采用 $50^\circ\text{C}/0.1^\circ\text{C}$ 水银温度计，故温度计本身存在 $\pm 0.2^\circ\text{C}$ 的误差。

(2)由于实验室温度分布不均匀，造成被测水温变化，其变化大小与被测容量的大小有关，从而引起约 $\pm 0.3^\circ\text{C}$ 的变化。

综合上述两个因素，合并此两项误差，则会有 $\pm 0.13^\circ\text{C}$ 的误差，属于均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则温度变化引入的标准不确定度分量 $u(t)$ 为：

$$u(t) = \frac{0.13^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} = 0.08^\circ\text{C}$$

D.7 标准不确定度一览表

标准不确定度一览表，见表D.1

表 D.1 标准不确定度一览表

| 标准不确定度分量 u_i | 不确定度来源 | 标准不确定度 $u(x_i)$ | C_i | $ c_i u(x_i)/\text{mL}$ |
|--|----------------|--|---|-------------------------|
| $u(V)$ | 测量重复性引入的标准不确定度 | 0.21mL | 1 | 0.21 |
| $u(m)$ | 电子天平引入的标准不确定度 | 0.087g | $1.00290\text{cm}^3/\text{g}$ | 8.7×10^{-2} |
| $u(\rho_B)$ | 砝码密度引入的标准不确定度 | $0.07\text{g}/\text{cm}^3$ | $-2.3 \times 10^{-6}(\text{cm}^3)^2/\text{g}$ | 1.6×10^{-7} |
| $u(\rho_A)$ | 空气密度引入的标准不确定度 | $2 \times 10^{-6}\text{g}/\text{cm}^3$ | $102.20(\text{cm}^3)^2/\text{g}$ | 2.0×10^{-4} |
| $u(\rho_w)$ | 水密度引入的标准不确定度 | $2 \times 10^{-5}\text{g}/\text{cm}^3$ | $-102.20(\text{cm}^3)^2/\text{g}$ | 2.0×10^{-3} |
| $u(\beta)$ | 体胀系数引入的标准不确定度 | $6 \times 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1}$ | $-41\text{cm}^3^\circ\text{C}$ | 2.5×10^{-4} |
| $u(t)$ | 温度变化引入的标准不确定度 | 0.08°C | $-1.2 \times 10^{-2}(\text{cm}^3)^2/^\circ\text{C}$ | 9.6×10^{-4} |
| 注：水温 $t=20.4^\circ\text{C}$ $\rho_w = 0.99812\text{g}/\text{cm}^3$ | | | | |

D.8 合成标准不确定度

由于以上分量相互独立，所以合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u^2(V) + u^2(m) + u^2(\rho_B) + u^2(\rho_A) + u^2(\rho_w) + u^2(\beta) + u^2(t)} = 0.23\text{mL}$$

D.9 扩展不确定度

当置信概率 $p = 95\%$ 时，取包含因子 $k = 2$ ，扩展不确定度为：

$$U = k \cdot u_c = 0.23\text{mL} \cdot 2 = 0.46\text{mL}$$

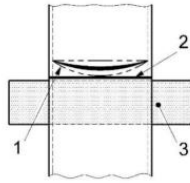
D.10 测量结果不确定度报告

测量仪100mL校准点容量测量结果的不确定度为 $U = 0.46\text{mL}$ ， $k = 2$ 。

附录E

确定弯月面的方法

弯月面的最低点应与分度线上边缘的水平面相切，视线应与分度线在同一水平面上；为使弯月面最低点的轮廓清晰显现，可在量水器的背面衬一黑色纸带，黑色纸带的上缘放在弯月面的下缘1mm处。



1、弯月面 2、刻度线 3、黑色纸带

图 D.1 弯月面观察图

吉林省地方计量技术规范

路面渗水测量仪校准规范

JJF(吉) 139—2024

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