

广西壮族自治区地方计量校准规范

JJF (桂) 158-2025

应变控制式三轴仪校准规范

Calibration Specification for Strain Controlled Triaxial

Apparatus

广西市场监管局

2025-03-14 发布

2025-05-15 实施

广西壮族自治区市场监督管理局 发布

应变控制式三轴仪校准规范

Calibration Specification for

Strain Controlled Triaxial Apparatus

JJF(桂)158—2025

归口单位：广西壮族自治区市场监督管理局

起草单位：广西壮族自治区计量检测研究院

广西交科集团有限公司

本规范委托广西壮族自治区计量检测研究院负责解释

本规范主要起草人：

冯少波 （广西壮族自治区计量检测研究院）
覃雨婷 （广西壮族自治区计量检测研究院）
欧 超 （广西壮族自治区计量检测研究院）
梁艳雯 （广西壮族自治区计量检测研究院）

参加起草人：

杜 珉 （广西交投集团有限公司）
黎 进 （广西壮族自治区计量检测研究院）

广西市场监管局

目 录

引言 (II)

1 范围 (1)

2 引用文献 (1)

3 术语 (1)

3.1 周围压力 (1)

3.2 轴向负荷 (1)

4 概述 (1)

5 计量特性 (1)

6 校准条件 (1)

6.1 环境条件 (1)

6.2 测量标准及其设备 (2)

7 校准项目和校准方法 (2)

7.1 校准项目 (2)

7.2 校准方法 (2)

8 校准结果表达 (4)

9 复校时间间隔 (5)

附录 A 应变控制式三轴仪校准记录（推荐）格式 (6)

附录 B 应变控制式三轴仪校准证书内页（推荐）格式 (7)

附录 C 应变控制式三轴仪校准结果不确定度评定方法及示例 (9)

引 言

本规范依据 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》规定的规则进行编写。

本规范为首次制定。

广西市场监管局

应变控制式三轴仪校准规范

1 范围

本规范适用于测定土样在不同排水条件下的变形及强度相关参数的应变控制式三轴仪的校准（以下简称三轴仪）。

2 引用文献

JJG(交通) 181-2022 三轴仪
GB/T 50279-2014 岩土工程基本术语标准
GB/T 24107.1-2009 土工试验仪器三轴仪

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。

3 术语

3.1 周围压力 ambient pressure

施加在试样周围的流体压力。

3.2 轴向负荷 axial load

施加在试样轴线方向上的负荷。

4 概述

三轴仪是用于测定土样在等应变加荷方式下土体的抗剪强度、变形特征和孔隙水压力的仪器。三轴仪主要由测力仪、压力室、压力控制系统、百分表和量水器等组成。

5 计量特性

三轴仪的计量性能要求见表 1。

表 1 三轴仪计量性能要求

测量项目	测量范围	技术要求
力值	(0~300) kN	±1.0%
压力	(0~6000) kPa	±1.0%FS
轴向位移	(0~50) mm	±1.0%
体积变化量	(0~300) cm ³	±1.0%
以上指标不用于合格性判别，仅供参考。		

6 校准条件

6.1 环境条件

温度：(5~35) °C；湿度：不大于 85%RH。

其他条件：校准时无影响校准结果的干扰源。

6.2 测量标准及其设备

三轴仪校准项目和校准标准及其他设备见表 2。

表 2 三轴仪校准项目和校准标准及其他设备

序号	校准项目	校准标准及技术要求
1	测力示值 误差	测力仪标准器：0.3 级及以上标准测力仪。 其他设备：力值加载装置。
2	压力示值误差	数字压力计：0.05 级及以上数字压力计，年稳定性合格。 其他设备：三通及连接管。
3	轴向位移示值 误差	量块：（1~50）mm，4 等及以上 其他设备：位移辅助装置。
4	体积变化量示 值误差	二等标准玻璃量具：二等及以上。 电子天平：分度值 0.02mg。
注：允许使用相同或者更优计量性能的标准器替代。		

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

三轴仪的校准项目见表 2。

7.2 校准方法

7.2.1 外观检查

三轴仪铭牌标识清楚，其内容应包括仪器名称、型号规格、生产厂家、出厂编号和出厂日期。数显部分笔画清楚，无缺笔画现象，设定功能正常。

7.2.2 力值示值误差

- 1) 将测力仪安装在测力加载装置上，并连接测力标准器。
- 2) 将示值指示装置调零，预加载至满量程 3 次
- 3) 在测量范围内，均匀选取 5 个点进行测量，校准测量上限的 20%、40%、60%、80%，100%等 5 个点。校准过程连续进行 3 次，校准前均应将示值装置调零，取其平均值作为测量结果。按照公式（1）计算平均值，按照公式（2）计算示值误差。

$$F_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 F_{ij} \tag{1}$$

$$\delta'(\%FS) = \frac{F_i - F_i}{F_N} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

δ' ——测力仪示值误差, 单位为%;

F_N ——测力仪上限值;

F_{ij} ——在标准力 F_i 作用下测力仪第 i 点, 第 j 次测量值;

F_i ——在标准力 F_i 作用下, 测力仪第 i 点校准点的测量值;

F_i ——为校准第 i 点的标准力。

7.2.3 压力示值误差

将压力室充满水直到水溢出排气孔。观察压力室无气泡时, 拧紧排气孔和各压力阀, 打开周围压力阀, 对其施加标称压力并保持压力稳定, 检查压力室的工作情况, 不漏水, 不减压即可。

1) 按照图 1 连接标准器与三轴仪。选取至少 5 个校准点均匀的分布在量程范围内, 校准时, 按顺序逐点进行加压校准。

2) 当达到设定压力值时, 停止加压, 待压力稳定后, 读取标准器示值和三轴仪压力示值。重复进行三次升压测量, 取三次测量结果的平均值作为压力示值的测量结果。

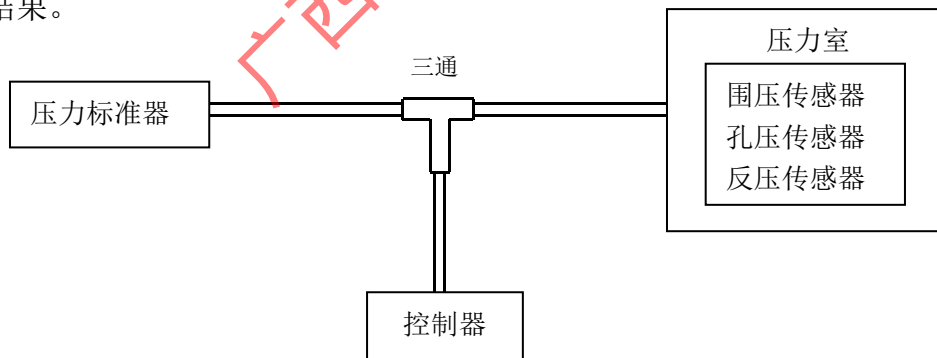


图 1 三轴仪压力校准的标准装置与测量系统连接示意图

压力示值误差按式 (3) 计算:

$$\Delta p = p_i - p_0 \quad (3)$$

式中:

Δp ——压力示值误差, kPa;

p_i ——相应传感器的压力示值, kPa;

P_0 ——标准器示值, kPa。

7.2.4 轴向位移示值误差

- 1) 百分表参照 JJG 34 指示表检定规程校准。
- 2) 在位移传感器量程范围内, 从零点依次检测至满量程, 在测量过程中, 中途不可以改变测杆的移动方向和标准器做任何调整。
- 3) 按公式 (4) 计算示值误差, 取 ΔL_i 绝对值的最大值作为轴向位移示值误差结果。

$$\Delta L_i = |L_i' - L_i| \quad (4)$$

式中:

ΔL_i ——轴向位移测量的第 i 个示值误差, mm;

L_i' ——第 i 个示值, mm;

L_i ——检定仪的第 i 个示值; mm。

7.2.5 体积变化示值误差

采用称重法或标定法对体积变化进行测量。

- 1) 在被测量水器的全量程范围内均匀选取 5 个点, 依次注入相应体积的蒸馏水, 读取数据;
- 2) 按公式(5)计算其误差, 选取绝对值最大的示值误差作为测量结果。

$$VV_i = |V_i - V_0| \quad (5)$$

式中:

VV_i ——体积变化的第 i 个示值误差, ml;

V_i ——被测量水器的第 i 个示值, ml;

V_0 ——标准玻璃量具容量, ml。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书至少应包含以下信息:

- a) 标题: “校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 实施校准的地点 (如果与实验室的地址不同);
- d) 证书或报告的唯一性标识 (如编号), 每页及总页数的标识;

- e) 送校单位的名称和地址;
- 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和应用有关时, 应对抽样程序进行说明;
- i) 对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) 校准证书报告签发人的签名、职务或等效标识以及签发日期;
- 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。

9 复校时间间隔

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。建议不超过 1 年。当更换配件及维修后, 或对数据存在疑问时, 应及时校准。

附录 A

应变控制式三轴仪校准记录（推荐）格式

送检单位			
仪器名称		型号规格	
仪器编号		制造厂	
环境温度 (°C)		相对湿度 (%)	
校准地点			
使用标准器名称			
校准依据			
1.外观检查	<input type="checkbox"/> 符合要求	<input type="checkbox"/> 不符合要求	不符合说明:

2.测力仪示值误差:

标准力值 ()	进程示值 ()				示值误差	扩展不确定度 (k=2)
	1	2	3	均值		

3.压力示值误差:

压力标准值 ()	围压压力示值				反压压力示值				孔压压力示值				扩展不确定度 (k=2)
	1	2	3	均值	1	2	3	均值	1	2	3	均值	

4、轴向位移示值误差

位移设定值 ()	被测示值 ()			平均值 ()	示值误差 ()	扩展不确定度 (k=2)
	1	2	3			

5、体积变化示值误差

滴定管读数 V_0/ml	量水器读数 V_i/ml	体积示值误差	扩展不确定度 (k=2)

附录 B

应变控制式三轴仪校准证书内页（推荐）格式

证书编号：XXXX-XXXX

校准机构授权说明				
校准环境条件及其地点				
温度：℃相对湿度： %				
地点：				
其他：				
测量标准及其他设备				
名称	测量范围	不确定度/准确度 等级/最大允许误 差	证书编号	有效期至
<div>广西壮族自治区市场监督管理局</div>				

第 X 页共 X 页

- 注：
- 1. ×××××仅对加盖“×××××校准专用章”的完整证书负责。
 - 2. 本证书的校准结果仅对所校准的对象有效。
 - 3. 未经实验室书面批准，不得部分复印证书。

证书编号: XXXX-XXXX

校准结果

- 1) 外观检查:
2) 测力仪示值:

标准力值()	指示器示值()	测量不确定度 ($k=2$)	备注

- 3) 压力示值:

标准压力 值 ()	围压压力 平均示值 ()	反压压力 平均示值 ()	孔压压力 平均示值 ()	测量不确定度 ($k=2$)	备注

- 4) 轴向位移示值:

主要检定项目			测量不确定度 ($k=2$)
示值误差	任意	mm	
	任意	mm	
	任意	mm	
	任意	mm	

- 5) 体积变化示值:

主要检定项目		测量不确定度 ($k=2$)
最大体积之差		

第 X 页共 X 页

以下空白

附录 C

应变控制式三轴仪校准结果不确定度评定方法及示例

C.1 力值示值误差的测量不确定度评定

C.1.1 测量模型

力值示值误差的计算公式：

$$\Delta F = \overline{F_i} - F \quad (\text{C.1})$$

式中：

ΔF ——测力仪的示值误差，kN；

$\overline{F_i}$ ——测力仪三次示值的算术平均值，kN；

F ——标准测力仪的示值，kN。

C.1.2 灵敏度系数

$$\overline{F} \text{ 的灵敏系数} \quad c_1 = \frac{\partial \Delta F}{\partial \overline{F_i}} = 1 \quad (\text{C.2})$$

$$F \text{ 的灵敏系数} \quad c_2 = \frac{\partial \Delta F}{\partial F} = -1 \quad (\text{C.3})$$

C.1.3 标准不确定度评定

C.1.3.1 重复性引入的相对标准不确定度 u_{rel} 为：（采用极差法）

$$u_{\text{rel}} = \frac{F_{i\text{max}} - F_{i\text{min}}}{\sqrt{3}CF} \quad (\text{C.4})$$

式中：

C ——极差系数 1.69（测量次数 $n=3$, 其系数为 1.69）。

采用 0.3 级标准测力仪对三轴仪上的测力仪进行校准，得到的实验数据见表

C.1。

表 C.1 测力仪校准数据

校准点 (kN)	示值 (kN)			平均值 (kN)	标准器 等级	分辨力 (kN)
1	1.001	1.002	1.001	1.001	0.3	0.001
2	2.002	2.003	2.002	2.002	0.3	0.001

4	4.002	4.002	4.003	4.002	0.3	0.001
6	6.004	6.006	6.004	6.005	0.3	0.001
8	8.007	8.009	8.010	8.009	0.3	0.001
10	10.015	10.017	10.013	10.015	0.3	0.001

C.1.3.2 标准测力仪误差引入的相对标准不确定度 $u_{2\text{rel}}$:

$$u_{2\text{rel}} = \frac{\delta}{\sqrt{3}} \quad (\text{C.5})$$

式中:

δ ——标准测力仪的最大允许误差, %。

C.1.3.3 指示器分辨力引入的相对标准不确定度 $u_{3\text{rel}}$:

指示器分辨力为 r ($r=0.001\text{kN}$), 假设其服从均匀分布 $k=\sqrt{3}$, 则相对标准不确定度为:

$$u_{3\text{rel}} = \frac{r}{2\sqrt{3}F} \quad (\text{C.6})$$

C.1.4 合成标准不确定度计算

考虑到重复性测量引起的不确定度分量和分辨力引起的不确定度分量的相关性, 两者取较大的数值计算合成不确定度。重复性测量引起的不确定度分量大于分辨力引起的不确定度分量, 则合成不确定按式 (C.7) 计算:

$$u_{\text{crel}} = \sqrt{\left(\frac{F_{i\text{max}} - F_{i\text{min}}}{\sqrt{3}CF}\right)^2 + \left(\frac{\delta}{\sqrt{3}}\right)^2} \quad (\text{C.7})$$

C.1.5 扩展不确定度计算

取包含因子 $k=2$, 则试验力示值误差测量结果的相对扩展不确定度按式 (C.8) 计算:

$$U_{\text{rel}} = 2u_{\text{crel}} \quad (\text{C.8})$$

表 C.2 相对不确定度分量、相对合成不确定度汇总表

校准点/kN	$u_{1\text{rel}}/\%$	$u_{2\text{rel}}/\%$	$u_{3\text{rel}}/\%$	$u_{\text{crel}}/\%$
1	0.034	0.173	0.029	0.17
2	0.017	0.173	0.014	0.17
4	0.009	0.173	0.007	0.17
6	0.011	0.173	0.005	0.17
8	0.013	0.173	0.004	0.17
10	0.014	0.173	0.003	0.17

C.1.6 相对扩展不确定度

根据表 C.2，取 $k=2$ 时测力仪示值误差测量结果的相对扩展不确定度汇总如表 C.3。

表 C.3 测力仪示值误差测量结果的相对扩展不确定度汇总表

试验力		
校准点/kN	$U_{\text{rel}}/\%$	k
1	0.34	2
2	0.34	2
4	0.34	2
6	0.34	2
8	0.34	2
10	0.34	2

C.2 压力示值误差的测量不确定度评定

C.2.1 测量模型

三轴仪压力示值误差的测量模型：

$$\Delta p = p_i - p_0 \tag{C.9}$$

式中： Δp ——压力示值误差，kPa；

p_i ——三轴仪中压力示值平均值（围压、反压、孔压），kPa；

p_0 ——压力标准器示值，kPa。

C.2.2 灵敏度系数

对测量模型求偏导数，分别求出输入压力对三轴仪输出误差 C_1 及输出压力对数字压力计输出误差 C_2 的灵敏系数：

$$C_1 = \frac{\partial \Delta p}{\partial p_i} = 1 \quad (\text{C.10})$$

$$C_2 = \frac{\partial \Delta p}{\partial p_0} = -1 \quad (\text{C.11})$$

C.2.3 标准不确定度评定

C.2.3.1 三轴仪测量压力示值重复性引入的不确定度 $u(p_i)$ ；

由三轴仪测量压力示值重复性引入的不确定度分量，使用 A 类方法评定，对三轴仪的围压进行测量，测量点分别为 200kPa、400kPa、600kPa、800kPa、1000kPa 进行 10 次重复性测量，测量数据如表 C.4。

表 C.4 各测量点重复性数据

测量点 /kPa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
200	199.0	199.2	199.2	199.0	199.3	199.2	199.0	199.0	199.0	199.2
400	399.0	399.1	399.2	399.2	399.1	399.4	399.4	399.1	399.0	399.2
600	599.2	599.2	599.3	599.0	599.4	599.1	599.0	599.2	599.1	599.1
800	799.0	799.2	799.3	799.0	799.0	799.1	799.2	799.2	799.0	799.0
1000	999.0	999.0	999.0	999.1	999.2	999.0	999.1	999.0	999.0	999.1

各测量点的算术平均值按以下公式计算：

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (\text{C.12})$$

式中： x_i ——三轴仪某个围压测量点的第 i 次测量值，kPa；

\bar{x} ——三轴仪中某个围压测量点的算术平均值，kPa。

用贝塞尔公式计算单次实验标准偏差

$$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (\text{C.13})$$

实际测量过程中对每个测量点进行 3 次测量,取三次测量值的平均值作为测量结果,则该结果的标准不确定度为:

$$u(p_i) = s(\bar{x}) = \frac{s(x)}{\sqrt{3}} \quad (\text{C.14})$$

计算各测量点算数平均值的实验标准偏差。重复性实验数据的标准偏差见表 C.5。

表 C.5 重复性实验数据的标准偏差

序号	测量点/kPa	测量重复性 $s(x)$ /kPa	算数平均值的实验标准偏差 $s(\bar{x})$ /kPa
1	200	0.11	0.06
2	400	0.13	0.07
3	600	0.12	0.07
4	800	0.11	0.06
5	1000	0.07	0.04

C.2.3.2 数字压力计的最大允许误差引入的不确定度分量 $u(p_0)$

输入量 p_0 引入的标准不确定度由测量标准的最大允许误差引入,采用 B 类不确定度评定方法。假设数字压力计的示值误差最大允许误差为 $\pm\Delta$,按均匀分布,则区间半宽为 $a=\Delta$,其不确定度 $u(p_0)$ 为:

$$u(p_0) = \frac{3.5}{\sqrt{3}} \approx 2.02(\text{kPa}) \quad (\text{C.15})$$

由于各不确定度分量不相关,按照以下公式计算检测点合成标准不确定度,表 C.6 为各测量点合成标准不确定度。

$$u_c(\Delta p) = \sqrt{c_1^2 u^2(p_i) + c_2^2 u^2(p_0)} = \sqrt{u^2(p_i) + u^2(p_0)} \quad (\text{C.16})$$

表 C.6 各测量点合成标准不确定度

标准不确定度 $u(x_i)$ /hPa		测量点/kPa				
		200	400	600	800	1000
不 确 定 度	被校三轴仪围压压力示值的测量重复性 $u(p_i)$	0.06	0.07	0.07	0.06	0.04

来源	数字压力计 $u(p_0)$	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02
合成标准不确定度 $u_c(\Delta p)$		2.02	2.02	2.02	2.02	2.02

C.2.4 扩展不确定度计算

取置信概率为 95%，置信因子 $k=2$,按公式 (C.17) 计算各测量点扩展不确定度 U ，见表 C.7。

$$U = k \times u_c(\Delta p) \tag{C.17}$$

表 C. 7 各测量点扩展不确定度

测量点/kPa	200	400	600	800	1000
$U(k=2) /kPa$	4. 04	4. 04	4. 04	4. 04	4. 04

C.2.5 测量不确定度报告与表示

由以上计算可得，被校三轴仪围压各测量点（200kPa、400kPa、600kPa、800kPa、1000kPa）的测量不确定度见表 C.8。

表 C. 8 各测量点不确定度

序号	测量点/kPa	压力示值平均值/kPa	$U(k=2) /kPa$
1	200	199. 11	4. 04
2	400	399. 17	4. 04
3	600	599. 16	4. 04
4	800	799. 10	4. 04
5	1000	999. 05	4. 04

C. 3 轴向位移示值误差的测量不确定度评定

被测对象：分度值 0.01mm、量程（0~10）mm 百分表

C.3.1 测量模型：

$$e = L_d - L_s + L(1 - \cos \theta) \tag{C.18}$$

式中： e —指示表示值误差；

L_d —指示表示值；

L_s —检定仪示值；

θ —指示表测杆主轴与指示表检定仪测杆主轴夹角；

L —受检点名义量程值。

C.3.2 不确定度传播率:

$$u_c^2 = u^2(e) = u^2(L_d) + u^2(L_s) + (L \cdot \sin \theta)^2 \cdot u^2(\theta) \quad (C.19)$$

C.3.3 标准不确定度评估:

C.3.3.1 百分表的重复性: $3 \mu\text{m}$, 均匀分布, 影响 2 次。

$$\text{故 } u(L_d) = \frac{\sqrt{2} \times 3}{2\sqrt{3}} \approx 1.2 \mu\text{m}$$

C.3.3.2 检定仪示值误差

任意 10mm 范围内允许示值误差 $\leq 2 \mu\text{m}$, 均匀分布:

$$\text{故 } u(L_s) = \frac{\sqrt{2}}{2\sqrt{3}} \approx 0.58 \mu\text{m}$$

C.3.3.3 百分表测杆装夹歪斜 θ : 依 JJG201-1999 要求为 $\pm 0.002\text{rad}$, 为均匀分布:

$$u(\theta) = \frac{0.002}{\sqrt{3}} \approx 0.001\text{rad}$$

C.3.4 合成标准不确定度

表 C.9 不确定度分析表

不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$ μm	c_i	$ c_i \times u(x_i) \mu\text{m}$
百分表示值变动性	1.2	1	1.2
检定仪示值误差	0.58	-1	0.58
百分表测杆装夹歪斜	0.001rad	$-L \cdot \sin \theta$	0.02

合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u^2(L_d) + u^2(L_s) + (L \sin \theta)^2 \cdot u^2(\theta)} \quad (C.20)$$

$$= 1.3 \mu\text{m}$$

C.3.5 扩展不确定度

$$U = k \cdot u_c = 2 \times 1.3 = 2.6 \mu\text{m}, \quad k=2$$

C.4 体积变化量示值误差的测量不确定评定

被测对象: 50ml 量水器 50ml 点

C.4.1 测量模型

$$V V_i = V_i - V_0 \quad (C.21)$$

式中:

vV_i ——体积变化的第 i 个示值误差, ml;

V_i ——被测量水器的第 i 个示值, ml;

V_0 ——标准玻璃量具容量, ml。

C.4.2 灵敏度系数

$$c_1 = \frac{\partial \Delta V_i}{\partial V_i} = 1 \quad (C.22)$$

$$c_2 = \frac{\partial \Delta V_i}{\partial V_0} = -1 \quad (C.23)$$

C.4.3 标准不确定评定

C.4.3.1 重复性引入的不确定度 u_i

对 50ml 的测量点进行测量, 测量 10 次数据为: 49.82、49.80、49.81、49.79、49.82、49.81、49.80、49.78、49.80、49.82ml。

用贝塞尔公式计算单次实验标准偏差

$$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.01\text{ml}$$

测量重复性引入的不确定度为:

$$u_{v_i} = 0.01\text{ml}$$

C.4.3.2 二等标准玻璃量具引入的不确定度 u_0

标称容量 50ml 的二等标准玻璃量具的允差为 0.02ml, 按均匀分布, 则不确定度为:

$$u_{v_0} = \frac{0.02}{\sqrt{3}} = 0.01\text{ml}$$

C.4.4 合成不确定度

由于各不确定度分量不相关, 按照 (C.24) 公式计算检测点合成标准不确定度:

$$u_c(\Delta V) = \sqrt{c_1^2 u^2(v_i) + c_2^2 u^2(v_0)} = \sqrt{u^2(v_i) + u^2(v_0)} = 0.01\text{ml} \quad (C.24)$$

C.5.5 扩展不确定度

$$U = k \times u_c(\Delta V) = 0.02\text{ml}, k = 2$$

广西市场监管局

广西壮族自治区
地方计量技术规范

应变控制式三轴仪校准规范

JJF（桂）158-2025

广西壮族自治区市场监督管理局颁布