

内蒙古自治区地方计量技术规范

JJF (蒙) 083—2024

微量进样器校准规范

Calibration Specification of Micro Sampling Syringes

2024-06-01 发布

2024-09-01 实施

内蒙古自治区市场监督管理局 发布

微量进样器校准规范

Calibration Specification of
Micro Sampling Syringes

JJF(蒙)083—2024

归口单位：内蒙古自治区市场监督管理局
主要起草单位：内蒙古自治区计量测试研究院
乌兰察布市产品质量计量检验检测中心
参加起草单位：内蒙古自治区质量和标准化研究院

本规范委托内蒙古自治区计量测试研究院负责解释

本规范主要起草人：

陈 嘉（内蒙古自治区计量测试研究院）

王世婕（内蒙古自治区计量测试研究院）

侯志红（乌兰察布市产品质量计量检验检测中心）

参加起草人：

郎海洋（内蒙古自治区计量测试研究院）

吴双峰（内蒙古自治区计量测试研究院）

贺亚茹（内蒙古自治区计量测试研究院）

徐 静（内蒙古自治区质量和标准化研究院）

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) |
| 5 计量特性 | (2) |
| 6 校准条件 | (3) |
| 6.1 环境条件 | (3) |
| 6.2 校准介质 | (3) |
| 6.3 校准设备 | (3) |
| 7 校准项目和校准方法 | (3) |
| 7.1 校准项目 | (3) |
| 7.2 校准方法 | (4) |
| 8 校准结果表达 | (6) |
| 9 复校时间间隔 | (6) |
| 附录 A K(t) 值表 | (7) |
| 附录 B 微量进样器校准记录参考格式 | (9) |
| 附录 C 微量进样器校准证书内页参考格式 | (10) |
| 附录 D 微量进样器示值误差校准结果的不确定度评定示例 | (11) |

引 言

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

本规范以 ISO 8655-9: 2022《活塞式容积仪第 9 部分:手动精密实验室注射器》为编制依据,结合 JJG 646《移液器》检定规程、JJG 196《常用玻璃量器》检定规程、GB/T 6682《分析实验室用水规格和试验方法》、GB/T 12810-2021《实验室玻璃量器的容量校准和使用方法》的相关内容制定。

本规范为首次发布。

微量进样器校准规范

1 范围

本规范适用于(5~1000) μL 微量进样器的校准。

2 引用文件

ISO 8655-9-2022 活塞式容积仪第9部分:手动精密实验室注射器

JJG 646 《移液器》检定规程

JJG 196 《常用玻璃量器》检定规程

GB/T 6682 《分析实验室用水规格和试验方法》

GB/T 12810 《实验室玻璃量器的容量校准和使用方法》

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

3.1 术语

3.1.1 微量进样器 *microsampling syringe*

由针尖、推杆、内芯和外套等主要部件组成的计量器具,该产品用于吸取定量样品并注入色谱分析仪等仪器,对各种物质进行定性定量分析。

3.1.2 无存液微量进样器 *microsampling syringe (non needle dead volume)*

在常温下按常规办法抽取一定量的样品,再将大套管推至零位线后,针尖管内无残留样品的进样器。

3.1.3 有存液微量进样器 *microsampling syringe (needle dead volume)*

在常温下按常规方法抽取一定量的样品,再将内芯推至零位线后,针尖管内存有固定量样品的进样器。

3.1.4 气密性微量进样器 *gastight sampling syringe*

用于抽取易挥发液体样品及气体样品的进样器。

3.2 计量单位

容量单位:微升,符号 μL 。

4 概述

微量进样器(简称进样器)为量出式量器,通常由不锈钢和玻璃制成,具有较高的机械强度和耐腐蚀性,主要作用是将微量样品精确地加入到试验系统中,对样品量进行精

准确控制和定量分析。按其结构可分为无存液进样器、有存液进样器和气密性进样器，针尖可做成刃口、平口、圆口等型式。微量进样器利用容积替代原理进行工作，由外套和一个配合良好的内芯在进样器外套内移动的距离来确定。

微量进样器的结构参见图 1

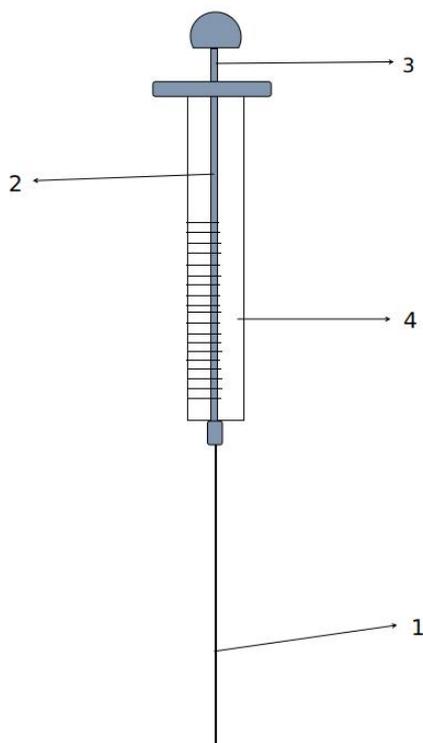


图 1：微量进样器结构示意图

1—针尖；2—推杆；3—内芯；4—外套

5 计量特性

微量进样器的主要技术指标见表 1。

表 1 微量进样器主要技术指标

| 标称容量 (μL) | 容量允许误差 / % | 重复性 / % |
|------------------------|------------|---------|
| 5 | ± 8.0 | 4.0 |
| 10 | ± 8.0 | 4.0 |
| 20 | ± 4.0 | 2.0 |
| 25 | ± 4.0 | 2.0 |

| | | |
|------|------|-----|
| 50 | ±3.0 | 1.5 |
| 100 | ±2.0 | 1.0 |
| 125 | ±2.0 | 1.0 |
| 250 | ±1.5 | 1.0 |
| 500 | ±1.0 | 0.5 |
| 1000 | ±1.0 | 0.5 |

注：以上指标不用于符合性判定，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

校准实验室的温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，室温变化不得大于 1°C/h ；
水温与室温之差不得大于 2°C 。

6.2 校准介质

校准介质为蒸馏水或去离子水，介质应符合 GB/T 6682 三级及以上的要求，并提前 24h 放入实验室内。被校微量进样器应在校准前 8h 放入实验室内。

6.3 校准设备

校准设备见表 3。

表 3 校准设备

| 仪器名称 | 适用范围 | 分度值[d] | 准确度等级 | 备注 |
|------|---|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 电子天平 | 适用容量范围： $5\mu\text{L} \leq V \leq 20\mu\text{L}$ | 0.001mg | ①级 | |
| 电子天平 | 适用容量范围： $20\mu\text{L} < V \leq 1000\mu\text{L}$ | 0.01mg/0.001mg | ①级 | |
| 温度计 | $(0 \sim 30)^\circ\text{C}$ | 0.1°C | $U \leq 0.04^\circ\text{C}$ | 用于测量水温 |
| 辅助设备 | — | — | | 滤纸、放大镜、 防蒸发装置、 带盖称量杯等 |

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表 4。

表 4 校准项目

| 序号 | 校准项目 |
|----|--------|
| 1 | 容量示值误差 |
| 2 | 重复性 |

7.2 校准方法

7.2.1 校准前准备

7.2.1.1 微量进样器上应有制造厂名称或商标、标称容量、型号规格。

7.2.1.2 微量进样器的外形应平整、光滑无锋棱、毛刺和裂痕。刃口式针尖的刃口应锋利，不得有毛刺和倒刺。外套磨砂面不得有磨破气线和明显的砂划痕。

7.2.1.3 微量进样器的外套和内芯配合应密合，应有良好的滑动性能，针尖部位胶合处不得有渗液现象。气密性微量进样器应有良好的密封性能。

7.2.1.3 用玻璃容器准备等温 24h 的蒸馏水或去离子水。

7.2.2 容量示值误差及重复性

7.2.2.1 被校微量进样器完成几次吸液、排液过程。

7.2.2.2 将称量杯放到电子天平称量盘上，待电子天平显示稳定，按下操作键使天平清零。

7.2.2.3 垂直握住微量进样器，把针尖浸入蒸馏水或去离子水液面（2~3）mm 左右，吸液至被测点以上 5mm 左右，离开液面；观察调整液面至校准点，用滤纸将针尖外面的水擦掉。

7.2.2.4 从天平称量盘上取出称量杯，将排液口轻靠在称量杯内壁并与其成 30° 夹角，匀速、缓慢将水注入称量杯内。

7.2.2.5 将称量杯放到天平称量盘上，记录此时天平显示出的数值，同时测量并记录此时水温。

7.2.2.6 重复以上步骤 6 次，完成一个校准点校准。

7.2.3 数据处理

7.2.3.1 微量进样器实际容量计算

将执行 7.2.2.2 ~ 7.2.2.5 所测的质量值，温度值和空气密度值分别代入公式（1），即可求得被校微量进样器在标准温度 20℃ 时的实际容量值。

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

式中：

V_{20} ——为标准温度 20℃ 时的微量进样器的实际容量， μL ；

m ——被校微量进样器的蒸馏水或去离子水的表观质量， g ；

ρ_R ——砝码密度，取 8.00g/cm^3 ；

ρ_A ——校准时实验室内的空气密度，取 0.0011g/cm^3 ；

ρ_W ——蒸馏水或去离子水在 $t^\circ\text{C}$ 时的密度， g/cm^3 ；

β ——被校微量进样器的体积膨胀系数，取 $9.9 \times 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1}$ ；

t ——校准时蒸馏水或去离子水的温度， $^\circ\text{C}$ ；

为了简便计算过程，也可将公式（1）化为下列形式

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

其中：

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

$K(t)$ 值列于附录 A 中。这样根据测定值 m 和校准时蒸馏水或去离子水的温度所对应的 $K(t)$ 值，即可求出被校微量进样器在标准温度 20°C 时的实际容量值。

7.2.3.2 微量进样器的容量相对示值误差计算

$$\bar{V} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n V_i \quad (3)$$

$$E = \frac{V - \bar{V}}{\bar{V}} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

V ——标称容量， μL ；

\bar{V} ——多次测量的算术平均值， μL ；

V_i ——单次测量对应的容量值， μL ；

E ——容量相对示值误差。

7.2.3.2 微量进样器的容量重复性计算

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_i - \bar{V})^2}{n-1}} \quad (6)$$

$$S = \frac{S_r}{\bar{V}} \times 100\% \quad (7)$$

式中：

S_r ——标准偏差；

n ——校准次数；

- V_i ——单次测量对应的容量值， μL ；
 \bar{V} ——多次测量的算术平均值， μL ；
 S ——重复性。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。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；
- d) 校准证书编号、页码及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校仪器的制造单位、名称、型号及编号；
- g) 校准单位校准专用章；
- h) 校准日期；
- i) 校准所依据的技术规范名称及代号；
- j) 本次校准所用测量设备名称、型号、准确度等级或不确定度或最大允许误差、仪器编号、证书编号及有效期；
- k) 校准时的环境温度、相对湿度；
- l) 校准结果及其测量不确定度；
- m) 对校准规范偏离的说明（若有）；
- n) “校准证书”的校准人、核验人、批准人签名及签发日期；
- o) 校准结果仅对被校仪器本次测量有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

$K(t)$ 值见附录 A，校准原始记录格式见附录 B，校准证书（报告）内页格式见附录 C，不确定度评定示例见附录 D。

9 复校时间间隔

微量进样器的复校时间间隔建议为1年。由于复校时间间隔的长短是由微量进样器的使用情况、使用者、微量进样器本身质量等诸因素所决定的，送检单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。当微量进样器更换重要部件后、维修后或对微量进样器性能有怀疑时，应及时校准。

附录 A

 $K(t)$ 值表(空气密度 0.0011g/cm^3 $\beta=9.9 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$)

| 水温/ $^\circ\text{C}$ | $K(t)$ (cm^3/g) | 水温/ $^\circ\text{C}$ | $K(t)$ (cm^3/g) | 水温/ $^\circ\text{C}$ | $K(t)$ (cm^3/g) |
|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| 15.0 | 1.001916 | 18.4 | 1.002464 | 21.8 | 1.003140 |
| 15.1 | 1.001930 | 18.5 | 1.002482 | 21.9 | 1.003161 |
| 15.2 | 1.001945 | 18.6 | 1.002500 | 22.0 | 1.003183 |
| 15.3 | 1.001959 | 18.7 | 1.002519 | 22.1 | 1.003205 |
| 15.4 | 1.001974 | 18.8 | 1.002537 | 22.2 | 1.003227 |
| 15.5 | 1.001988 | 18.9 | 1.002556 | 22.3 | 1.003249 |
| 15.6 | 1.002003 | 19.0 | 1.002574 | 22.4 | 1.003272 |
| 15.7 | 1.002018 | 19.1 | 1.002593 | 22.5 | 1.003294 |
| 15.8 | 1.002033 | 19.2 | 1.002612 | 22.6 | 1.003316 |
| 15.9 | 1.002048 | 19.3 | 1.002631 | 22.7 | 1.003339 |
| 16.0 | 1.002064 | 19.4 | 1.002650 | 22.8 | 1.003361 |
| 16.1 | 1.002079 | 19.5 | 1.002669 | 22.9 | 1.003384 |
| 16.2 | 1.002094 | 19.6 | 1.002688 | 23.0 | 1.003407 |
| 16.3 | 1.002110 | 19.7 | 1.002708 | 23.1 | 1.003430 |
| 16.4 | 1.002126 | 19.8 | 1.002727 | 23.2 | 1.003453 |
| 16.5 | 1.002142 | 19.9 | 1.002747 | 23.3 | 1.003476 |
| 16.6 | 1.002158 | 20.0 | 1.002767 | 23.4 | 1.003499 |
| 16.7 | 1.002174 | 20.1 | 1.002787 | 23.5 | 1.003523 |
| 16.8 | 1.002190 | 20.2 | 1.002806 | 23.6 | 1.003546 |
| 16.9 | 1.002206 | 20.3 | 1.002827 | 23.7 | 1.003570 |
| 17.0 | 1.002223 | 20.4 | 1.002847 | 23.8 | 1.003593 |
| 17.1 | 1.002239 | 20.5 | 1.002867 | 23.9 | 1.003617 |
| 17.2 | 1.002256 | 20.6 | 1.002887 | 24.0 | 1.003641 |
| 17.3 | 1.002272 | 20.7 | 1.002908 | 24.1 | 1.003665 |
| 17.4 | 1.002289 | 20.8 | 1.002928 | 24.2 | 1.003689 |
| 17.5 | 1.002306 | 20.9 | 1.002949 | 24.3 | 1.003713 |
| 17.6 | 1.002323 | 21.0 | 1.002970 | 24.4 | 1.003737 |
| 17.7 | 1.002341 | 21.1 | 1.002991 | 24.5 | 1.003762 |
| 17.8 | 1.002358 | 21.2 | 1.003012 | 24.6 | 1.003786 |
| 17.9 | 1.002375 | 21.3 | 1.003033 | 24.7 | 1.003811 |
| 18.0 | 1.002393 | 21.4 | 1.003054 | 24.8 | 1.003835 |
| 18.1 | 1.002411 | 21.5 | 1.003075 | 24.9 | 1.003860 |

JJF(蒙)083-2024

| | | | | | |
|------|----------|------|----------|------|----------|
| 18.2 | 1.002428 | 21.6 | 1.003097 | 25.0 | 1.003885 |
| 18.3 | 1.002446 | 21.7 | 1.003118 | — | — |

附录 B

微量进样器校准记录参考格式

记录编号:

| 计量标准器 | 型号/规格 | 出厂编号 | 测量范围 | 准确度等级 | 证书编号 | 有效期至 | | | |
|--------------|--------------------------|------------------------------|------------|----------|---------------------------|----------------------------|-------------------|------------|---------------------------------|
| | | | | | | | | | |
| 委托方 | | | | 制造单位 | | | | | |
| 地 址 | | | | 校准依据 | | | | | |
| 仪器名称 | | | | 温 度 | | | | | |
| 型号/规格 | | | | 湿 度 | | | | | |
| 出厂编号 | | | | 校准地点 | | | | | |
| 校准项目 | | | | | | | | | |
| 1、外观检查 | | | | | | | | | |
| 2、容量示值误差与重复性 | | | | | | | | | |
| 序号 | 校准点 (μL) | 水温 ($^{\circ}\text{C}$) | 质量值 (g) | $K(t)$ 值 | 实际容量 (μL) | 平均容量值 (μL) | 容量示 值误差 (%) | 重复性 (%) | 扩展不确定度 $U(\mu\text{L})(k=2)$ |
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | |
| 校准员 | | | | 核 验 员 | | | | 校准日期 | |

附录 C

微量进样器校准证书内页参考格式

校准证书第 3 页

证书编号：××××-××××

校准结果

| 校准点(μL) | 实际容量(μL) | 容量示值误差 (%) | 扩展不确定度(μL), $k=2$ |
|---------|----------|---------------|----------------------|
| | | | |
| | | | |

以下空白

附录 D

微量进样器容量校准结果的不确定度评定示例

D.1 概述

D.1.1 环境条件：温度（ 20 ± 5 ）℃，且室温变化不得大于 1℃/h。

D.1.2 测量标准：电子天平 Max=20g, d=0.001mg/Max=200g, d=0.01mg。

D.1.3 测量方法：本次评定实验中，选用 10 μL 和 100 μL 定量微量进样器作为测量仪器，通过电子天平称量出被测量器内蒸馏水或去离子水的质量，乘以测量温度下的修正值，即得到 20℃时的实际容量。重复测量 10 次，10 次测量值的算术平均值即为被测量器 20℃时的实际容量。

D.2 数学模型： $V = m \cdot b$

式中： V ：被测量器 20℃时的实际容量。

m ：被测量器内纯水的质量值。

b ：测量温度下的修正值。

由数学模型得出灵敏系数 $c_1 = \frac{\partial V}{\partial m} = b$ ， $c_2 = \frac{\partial V}{\partial b} = m$

D.3 输入量的标准不确定度评定

D.3.1 不确定度来源：（1）输入量 m 引入的不确定度 $u(m)$ ：电子天平引入的不确定度 $u(m_1)$ ；多次重复测量引入的不确定度 $u(m_2)$ 。（2）输入量 b 引入的不确定度 $u(b)$ 。

D.4 输入量 m 引入的标准不确定度 $u(m)$ 的计算

D.4.1 以测量微量进样器 10μL 为例。

D.4.1.1 电子天平引入的标准不确定度分项 $u(m_1)$ ：采用 B 类方法进行评定。

10μL 微量进样器采用 Max=20g, d=0.001mg 电子天平。此电子天平最大允许误差为 $\pm 0.005\text{mg}$ ，属于均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，故标准不确定度

$$u(m_1) = 0.005\text{mg} / \sqrt{3} = 2.9 \times 10^{-6}\text{g}。$$

D.4.1.2 被测量器纯水质量值的测量不重复引入的标准不确定度分项 $u(m_2)$ ：采用 A 类方法评定。

以测量 10μL 微量进样器为例，本实验在水温 19.0℃下测量，通过连续测量 10 次，得到测量列，单位（g）

0.01011, 0.00995, 0.01025, 0.01001, 0.01006, 0.01027, 0.01033, 0.01000, 0.01001, 0.01003

$$\bar{m} = 0.01010g$$

$$\text{单次实验标准差} \quad s = \sqrt{\sum_{i=1}^{10} (m_i - \bar{m})^2 / (10 - 1)} = 0.00013g$$

$$u(m_2) = s = 0.00013g$$

D.4.1.3 输入量 m 引入的标准不确定度 $u(m)$ 的计算

对于 $10\mu\text{L}$ 微量进样器, 有

$$u(m) = \sqrt{u^2(m_1) + u^2(m_2)} = \sqrt{(2.9 \times 10^{-6})^2 + (0.00013)^2} = 0.00013g$$

D.4.1.4 输入量 b 引入的标准不确定度 $u(b)$ 的评定

b 为测量温度下的修正值, 是查微量进样器规程中衡量法表而得, 在水温 19.0°C 下, $b = 1.003107 \text{ cm}^3/\text{g}$, b 引入的误差为 $5 \times 10^{-6} \text{ mL/g}$,

$$\text{服从均匀分布, 包含因子 } k = \sqrt{3}, \quad u(b) = 0.000005 / \sqrt{3} = 2.9 \times 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{g}$$

由于输入量 b 引入的不确定度远小于其他分量引入的不确定度, 故忽略不计。

D.4.1.5 合成标准不确定度

$$u_c(V) = c_1 u(m) = b u(m) = 1.003107 \text{ cm}^3/\text{g} \times 2.9 \times 10^{-6} \text{ g} = 2.9 \times 10^{-6} \text{ mL}$$

D.4.1.6 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k = 2$, 在标准温度 20°C 的实际容量测量值的扩展不确定度为:

对于 $10\mu\text{L}$ 微量进样器测量点

$$U = k \cdot u_c(V) = 2 \times 0.00013 = 0.00026 \text{ mL} = 0.26 \mu\text{L}, k = 2$$

D.4.2 以测量微量进样器 $100\mu\text{L}$ 为例。

D.4.2.1 电子天平引入的标准不确定度分项 $u(m_1)$: 采用 B 类方法进行评定。

$100\mu\text{L}$ 微量进样器采用 $\text{Max} = 220\text{g}$, $d = 0.01\text{mg}$ 电子天平。此电子天平最大允许误差为 $\pm 0.15\text{mg}$, 属于均匀分布, 包含因子 $k = \sqrt{3}$, 故标准不确定度

$$u(m_1) = 0.15\text{mg} / \sqrt{3} = 8.7 \times 10^{-5} \text{ g}。$$

D.4.2.2 被测量器纯水质量值的测量不重复引入的标准不确定度分项 $u(m_2)$: 采用 A 类方法评定。

以测量 $100\mu\text{L}$ 微量进样器为例, 本实验在水温 19.0°C 下测量, 通过连续测量 10 次, 得到测量列, 单位 (g)

0.10014, 0.10023, 0.10002, 0.10071, 0.10013, 0.10105, 0.10052, 0.10039, 0.10008, 0.10065

$$\bar{m} = 0.10039g$$

$$\text{单次实验标准差} \quad s = \sqrt{\sum_{i=1}^{10} (m_i - \bar{m})^2 / (10 - 1)} = 0.00032g$$

$$u(m_2) = s = 0.00032g$$

D.4.2.3 输入量 m 引入的标准不确定度 $u(m)$ 的计算

对于 $100\mu\text{L}$ 微量进样器, 有

$$u(m) = \sqrt{u^2(m_1) + u^2(m_2)} = \sqrt{(8.7 \times 10^{-5})^2 + (0.00032)^2} = 0.00033g$$

D.4.2.4 输入量 b 引入的标准不确定度 $u(b)$ 的评定

b 为测量温度下的修正值, 是查微量进样器规程中衡量法表而得, 在水温 19.0°C 下, $b = 1.003107 \text{ cm}^3/\text{g}$, b 引入的误差为 $5 \times 10^{-6} \text{ mL/g}$,

服从均匀分布, 包含因子 $k = \sqrt{3}$, $u(b) = 0.000005 / \sqrt{3} = 2.9 \times 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{g}$

由于输入量 b 引入的不确定度远小于其他分量引入的不确定度, 故忽略不计。

D.4.2.5 合成标准不确定度

$$u_c(V) = c_1 u(m) = b u(m) = 1.003107 \text{ cm}^3/\text{g} \times 8.5 \times 10^{-5} \text{ g} = 8.5 \times 10^{-5} \text{ mL}$$

D.4.2.6 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k = 2$, 在标准温度 20°C 的实际容量测量值的扩展不确定度为:

对于 $100\mu\text{L}$ 微量进样器测量点

$$U = k \cdot u_c(V) = 2 \times 0.00033 = 0.00066 \text{ mL} = 0.66 \mu\text{L}, k = 2$$