



吉林省地方计量技术规范

JJF（吉）108—2022

塑料量器校准规范

Calibration Specification for Plastic Containers

2022-11-21发布

2023-01-01 实施

吉林省市场监督管理厅 发布

塑料量器校准规范

Calibration Specification for
Plastic Containers

JJF (吉) 108- 2022

归口单位： 吉林省市场监督管理厅

主要起草单位： 吉林省计量科学研究院

本规范由吉林省计量科学研究院负责解释

本规范主要起草人：

李 韬 （吉林省计量科学研究院）

杨 雪 （吉林省计量科学研究院）

刘珍池 （吉林省计量科学研究院）

参加起草人：

杨思佳 （吉林省计量科学研究院）

初立新 （吉林省计量科学研究院）

韩亦彤 （吉林省计量科学研究院）

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.....	(1)
5.1 容量示值.....	(2)
5.2 流出时间.....	(2)
6 校准条件.....	(3)
6.1 环境条件.....	(3)
6.2 校准用设备.....	(3)
6.3 校准用介质.....	(4)
7 校准项目和校准方法.....	(4)
7.1 校准项目.....	(4)
7.2 校准方法.....	(4)
8 校准结果表达.....	(6)
9 复校时间间隔.....	(7)
附录 A 校准记录参考格式.....	(8)
附录 B 校准证书内页参考格式.....	(9)
附录 C 塑料量器容量校准操作步骤.....	(10)
附录 D 各类型塑料量器示意图.....	(12)
附录 E 衡量法 $K(t)$ 值表.....	(13)
附录 F 塑料量器容量测量结果的不确定度评定示例.....	(16)

引 言

本规范按照 JJF 1071 《国家计量校准规范编写规则》编制。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》和 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。

本规范在技术方面主要参考了 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》、ISO 5215 《实验室塑料器皿-容量瓶 (Laboratory plastic ware-Volumetric flasks)》、ISO 6706 《实验室塑料器皿-刻度量筒 (Plastics laboratory ware-Graduated measuring cylinders)》、ISO 7056 《实验室塑料器皿-烧杯 (Plastics laboratory ware-Beakers)》。

本规范为首次制定。

塑料量器校准规范

1 范围

本规范适用于塑料量器（包括单标线容量瓶、分度吸量管、单标线吸量管、刻度吸管、滴定管、量筒、量杯、烧杯等）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 196 常用玻璃量器检定规程

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法

ISO 5215 实验室塑料器皿-容量瓶 (Laboratory plastic ware-Volumetric flasks)

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

ISO 7056 实验室塑料器皿-烧杯 (Plastics laboratory ware-Beakers)

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 塑料量器 plastic container

由 PP（聚丙烯）、PMP（聚甲基戊烯）、PFA（特氟龙）等材料制成用于量取液体容量的仪器。

3.2 计量单位

塑料量器的计量单位为毫升，符号为 mL。

4 概述

塑料量器包括单标线容量瓶、分度吸量管、单标线吸量管、刻度吸管、滴定管、量筒、量杯、烧杯。按其型式分为量入式量器和量出式量器两种。其中单标线容量瓶和标记为“*In*”的量器为量入式，标记为“*Ex*”的量器为量出式。主要应用在环保、医药、食品、化工、生化分析等领域。

各类型塑料量器示意图如附录 D 所示。

5 计量特性

5.1 容量示值

5.2 流出时间

塑料量器在标准温度 20 °C 时，其容量示值误差应符合表 1~表 8 的要求。

表 1 单标线容量瓶计量特性一览表

标称容量 /mL	1	2	5	10	25	50	100	200	250	500	1000	2000	
容量允差 /mL	A级	± 0.010	± 0.015	± 0.020	± 0.040	± 0.040	± 0.060	± 0.100	± 0.150	± 0.150	± 0.250	± 0.400	± 0.600
	B级	± 0.020	± 0.030	± 0.040	± 0.080	± 0.080	± 0.120	± 0.200	± 0.300	± 0.300	± 0.500	± 0.800	± 1.200
分度线宽度 /mm	≤0.4												

表 2 分度吸量管计量特性一览表

标称容量 /mL	0.1	0.2	0.25	0.5	1	2或3	5	10或 15	20或 25	50
容量允差 /mL	± 0.004	± 0.006	± 0.008	± 0.010	± 0.015	± 0.025	± 0.050	±0.10	±0.20	±0.20
流出时间/s	3~7			4~8	4~10	4~12	6~14	7~17	11~ 21	15~ 25
分度线宽度 /mm	≤0.4									

表 3 单标线吸量管计量特性一览表

标称容量 /mL	1	2	3或5	10	15	20或25	50	100
容量允差 /mL	±0.015	±0.020	±0.030	±0.040	±0.050	±0.060	±0.10	±0.16
流出时间/s	5~12		10~25	15~30		20~35	25~40	30~45
分度线宽度 /mm	≤0.4							

表 4 滴定管计量特性一览表

标称容量/mL	1	2	3	5	10	25	50	100
容量允差/mL	±0.020	±0.020	±0.020	±0.020	±0.050	±0.08	±0.10	±0.20
流出时间/s	15~35		20~45			35~70	50~90	60~100
等待时间/s	30							
分度线宽度 /mm	≤0.4							

表 5 刻度吸管计量特性一览表

标称容量/mL	0.5	1	2	3	5	10
容量允许误差/mL	±0.010	±0.015	±0.025	±0.025	±0.050	±0.10
分度线宽度/mm	≤0.4					

表 6 量筒计量特性一览表

标称容量/mL	5	10	10	20或 25	50	100	200或 250	500	1000	2000	4000
分度值/mL	0.1	0.1	0.2	0.5	1	1	2	5	10	20	50
容量允许误差/mL	±0.10	±0.10	±0.20	±0.5	±1	±1	±2	±5	±10	±20	±50
分度线宽度/mm	≤0.4										

表 7 量杯计量特性一览表

标称容量/mL	5	10	20	50	100	200或250	500	1000	2000
容量允许误差/mL	±0.2	±0.4	±0.5	±1.0	±1.5	±3.0	±6.0	±10	±20
分度线宽度/mm	≤0.4								

表 8 烧杯计量特性一览表

标称容量/mL	25	50	100	250	500	1000	2000	5000
容量允许误差	±10%							

注：以上计量特性指标不适用于合格性判别，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：室温（20±5）℃，室温变化应不大于 1℃/h；

相对湿度：（30~80）%。

6.1.2 室内应清洁无灰尘，无强烈机械振动、无高温现象及强光直射。

6.2 校准用设备

校准用设备应符合表 9 中的技术指标要求。

表9 校准用设备一览表

序号	名称	技术要求
1	电子天平	测量范围：不超过 500 g，实际分度值：不大于 0.1 mg
2	电子天平	测量范围：不超过 5000 g，实际分度值：不大于 0.01 g
3	温度计	测量范围：(0.1~50) °C，不确定度不大于 0.04 °C ($k=2$)
4	电子秒表	测量范围：(1~86400) s，最大允许误差：0.10 s/h

6.3 校准用介质

校准用介质应符合 GB/T 6682-2008《分析实验室用水规格和试验方法》要求的纯水（蒸馏水或去离子水），并提前 24 小时放入实验室内，使其温度与室温之差不得大于 2 °C。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

7.1.1 容量示值

7.1.2 流出时间

7.2 校准方法

采用衡量法进行校准，校准方法及步骤如下：

7.2.1 校准前对塑料量器进行清洗，以免测量过程中有挂壁现象，量入式量器必须经过干燥处理，并按要求至少提前 4 个小时放置于实验室内进行恒温。

7.2.2 量入式量器的校准：先对量器进行空称，待电子天平稳定后，记录数值 m_1 ；将纯水注至被测量刻度处，用电子天平称量此时的量器的质量，记录数值 m_2 ，同时测量并记录此时纯水的温度。

7.2.3 量出式量器的校准：取一只容量大于被测量器的干净有盖称量杯，称得空杯质量 m_1 ，将被测量器内的纯水放入称量杯后，称得纯水质量 m_2 ，同时测量并记录此时纯水的温度。

注：塑料量器液面的读值方法：介质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。见图 1。

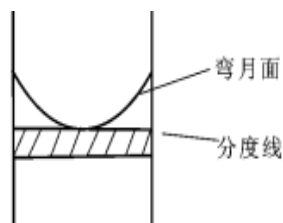


图1 弯月面观察图

7.2.4 参考校准点的选取

塑料量器参考校准点的选取见表 10。

表10 塑料量器参考校准点一览表

仪器名称	标称容量	测量点				
分度吸量管	0.5 mL以下 (包括0.5 mL)	——			半容量 (半容量~流液口)	总容量
	0.5 mL以上	总容量的1/10 (或2/10, 自流液口起)			半容量 (半容量~流液口)	总容量
刻度吸管	——	——			半容量 (半容量~流液口)	总容量
量筒、量杯、烧杯	——	总容量的1/10 (或2/10, 自底部起)			半容量 (半容量~底部)	总容量
滴定管	(1~10) mL	——			半容量	
	25 mL	5 mL	10 mL	15 mL	20 mL	25 mL
	50 mL	10 mL	20 mL	30 mL	40 mL	50 mL
	100 mL	20 mL	40 mL	60 mL	80 mL	100 mL

7.2.5 实际容量的计算

将 7.2.2~7.2.4 所测得的质量值、温度值分别代入公式 (1), 即可求得被测量器在标准温度 20 °C 时的实际容量值。

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

式中:

V_{20} ——温度 20 °C 时的校准点的实际容量, mL;

m ——被校准点纯水的质量, g;

ρ_B ——砝码密度, 取 8.00 g/cm³;

ρ_A ——校准时实验室内的空气密度, 取 0.0012 g/cm³;

ρ_W ——纯水在 t_w °C 时的密度, g/cm³;

β ——被测量器的体胀系数, °C⁻¹;

t_w ——测量时纯水的温度, °C。

为简便计算过程, 可将式 (1) 化为下列形式,

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

其中:

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

$K(t)$ 值列于附录 A 中, 根据测量的质量值 (m) 和测量水温所对应的 $K(t)$, 即可由式 (2) 求出被测量器该测量点在 20 °C 时的实际容量。每个校准点重复测量两次, 两次测量的差值应不超过该点容量最大允许误差的四分之一, 取两次测量结果的平均值作为该测量点的实际容量值。

7.2.6 容量示值误差的计算

按公式(4)进行计算:

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

式中:

ΔV ——参考校准点的容量示值误差, mL;

V ——参考校准点的标称容量值, mL;

V_{20} ——温度20 °C时的参考校准点的实际容量, mL。

7.2.7 流出时间

7.2.7.1 分度吸量管和单标线吸量管

(1) 注水至最高标线以上约5 mm, 然后将液面调至最高标线处;

(2) 将吸量管垂直放置, 流液口轻靠接水器壁, 此时接水器约倾斜30°, 在保持不动的情况下流出并开始计时, 以流至口端不流时为止, 其流出时间应符合表2和表3中的要求。

7.2.7.2 滴定管

(1) 将滴定管垂直夹在专用架上, 活塞处不应有水渗出;

(2) 充水于最高标线, 流液口不应接触接水器壁;

(3) 将活塞完全开启并计时(对于无塞滴定管应用力挤压玻璃小球), 使水充分地从流液口流出, 直到液面降至最低标线为止的流出时间应符合表4的要求。

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, 应说明被校对象的可接收日期;
- 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。

9 复校时间间隔

复校时间间隔建议一般不超过 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

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	溯源证书号	有效期至
校准依据			校准地点		
结果不确定度			环境条件	温 度: °C	
				相对湿度: %	
校准日期					
校准员			核验员		

编号				校准用介质			
校准点 /mL	水温/°C	质量值/g	$K(t)$ 值	V_{20} /mL	\bar{V}_{20} /mL	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

1 校准用介质:

2 校准结果:

编号	校准点/mL	\bar{V}_{20} /mL	示值误差/mL	扩展不确定度 U /mL ($k=2$)

以下空白

附录 C

塑料量器容量校准操作步骤

C.1 容量瓶

C.1.1 对清洗干净并干燥处理过的容量瓶进行称量，称得空容量瓶的质量；

C.1.2 注纯水至容量瓶的标线处，称得纯水的质量；

C.1.3 将温度计插入到容量瓶中，测量纯水的温度，读数应准确到 0.1 °C；

C.1.4 按 7.2 计算容量瓶在标准温度 20 °C 时的实际容量。

C.2 分度吸量管和单标线吸量管

C.2.1 对清洗干净的吸量管垂直放置，充水至最高标线以上 5 mm 处，擦去吸量管流液口外面的水；

C.2.2 缓慢地将液面调整到被校准分度线上，移去流液口的最后一滴水珠；

C.2.3 取一只容量大于被校吸量管的带盖称量杯，称得空杯的质量；

C.2.4 将流液口于称量杯内壁接触，称量杯倾斜 30°，使水充分的流入称量杯中；

C.2.5 将吸量管内的纯水放入称量杯后，称得纯水的质量；

C.2.6 在调整吸量管液面的同时，应观察测量筒内的水温，读数应准确到 0.1 °C；

C.2.7 按 7.2 计算吸量管在标准温度 20 °C 时的实际容量。

C.3 滴定管

C.3.1 将清洗干净的滴定管垂直夹在专用架上，充水于最高标线 5 mm 处；

C.3.2 缓慢地将液面调整到零位，同时排出流液口中的空气，移去流液口的最后一滴水珠；

C.3.3 取一只容量大于被校吸量管的带盖称量杯，称得空杯的质量；

C.3.4 完全开启活塞（对于无塞滴定管应用力挤压玻璃小球），使水充分地从流液口流出；

C.3.5 当液面降至分度线上约 5 mm 处，等待 30 s，然后 10 s 内将液面调至被校分度线上，移去流液口的最后一滴水珠，称量纯水的质量；

C.3.6 在调整吸量管液面的同时，应观察测量筒内的水温，读数应准确到 0.1 °C；

C.3.7 按 7.2 计算滴定管在标准温度 20 °C 时的实际容量。

C.4 刻度吸管

C.4.1 将清洗干净的刻度吸管吸水至校准点标线以上 5 mm 处，擦去吸管流液口外面的水；；

C.4.2 缓慢地将液面调整到被校准分度线上，移去流液口的最后一滴水珠；

C.4.3 取一只容量大于被校吸管标称容量的带盖称量杯，称得空杯的质量；

C.4.4 将流液口于称量杯内壁接触，称量杯倾斜 30°，使水充分的流入称量杯中；

C.4.5 将吸管内的纯水放入称量杯后，称得纯水的质量；

C.4.6 在调整吸管液面的同时，应观察测量筒内的水温，读数应准确到 0.1 °C；

C.4.7 按 7.2 计算吸管在标准温度 20 °C 时的实际容量。

C.5 量筒、量杯和烧杯

C.5.1 对于量入式量筒清洗干净并干燥处理后进行称量，称得空量筒的质量；

C.5.2 注纯水至量筒的校准点的标线处，称得纯水的质量；

- C.5.3 将温度计插入到量筒中，测量纯水的温度，读数应准确到 0.1 °C；
- C.5.4 按 7.2 计算量筒在标准温度 20 °C 时的实际容量。
- C.5.5 对于量出式量筒、量杯和烧杯，先充水至最高标线，然后将水从倒液嘴倒出，排空后等待 30 s；
- C.5.6 取一只容量大于被校量器标称容量的带盖称量杯，称得空杯的质量；
- C.5.7 充水至被校准标线处，然后将水从倒液嘴倒入称量杯后，等待 30 s，称得纯水的质量；
- C.5.8 将温度计插入到称量杯中，测量纯水的温度，读数应准确到 0.1 °C；
- C.5.9 按 7.2 计算量筒在标准温度 20 °C 时的实际容量。

附录 D

各类型塑料量器示意图



图 D.1 单标线容量瓶



图 D.2 分度吸量管



图 D.3 单标线吸量管



图 D.4 刻度吸管

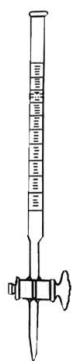


图 D.5 具塞滴定管



图 D.6 无塞滴定管



图 D.7 量筒

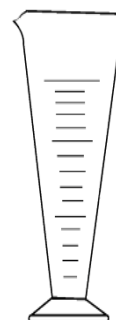


图 D.8 量杯



图 D.9 烧杯 (a)

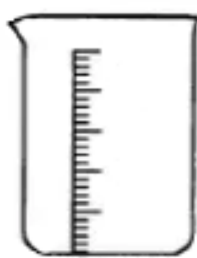


图 D.9 烧杯 (b)

图 D.1~图 D.9 各类型塑料量器示意图

附录 E

衡量法 $K(t)$ 值表 1E.1 聚丙烯 (PP) 体胀系数 $\beta=15 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, 空气密度 $0.0012 \text{ g}/\text{cm}^3$

水温/ $^{\circ}\text{C}$	$K(t) / (\text{cm}^3/\text{g})$	水温/ $^{\circ}\text{C}$	$K(t) / (\text{cm}^3/\text{g})$	水温/ $^{\circ}\text{C}$	$K(t) / (\text{cm}^3/\text{g})$
15.0	1.00271	18.7	1.00278	22.4	1.00302
15.1	1.00270	18.8	1.00279	22.5	1.00303
15.2	1.00271	18.9	1.00279	22.6	1.00304
15.3	1.00270	19.0	1.00280	22.7	1.00305
15.4	1.00271	19.1	1.00280	22.8	1.00305
15.5	1.00270	19.2	1.00281	22.9	1.00307
15.6	1.00271	19.3	1.00281	23.0	1.00307
15.7	1.00271	19.4	1.00282	23.1	1.00308
15.8	1.00271	19.5	1.00282	23.2	1.00309
15.9	1.00271	19.6	1.00283	23.3	1.00310
16.0	1.00271	19.7	1.00283	23.4	1.00310
16.1	1.00271	19.8	1.00284	23.5	1.00312
16.2	1.00272	19.9	1.00284	23.6	1.00312
16.3	1.00271	20.0	1.00285	23.7	1.00314
16.4	1.00272	20.1	1.00285	23.8	1.00314
16.5	1.00272	20.2	1.00286	23.9	1.00316
16.6	1.00272	20.3	1.00287	24.0	1.00316
16.7	1.00272	20.4	1.00288	24.1	1.00318
16.8	1.00273	20.5	1.00288	24.2	1.00318
16.9	1.00272	20.6	1.00289	24.3	1.00320
17.0	1.00273	20.7	1.00289	24.4	1.00320
17.1	1.00273	20.8	1.00290	24.5	1.00322
17.2	1.00274	20.9	1.00290	24.6	1.00322
17.3	1.00273	21.0	1.00291	24.7	1.00324
17.4	1.00274	21.1	1.00292	24.8	1.00324
17.5	1.00274	21.2	1.00293	24.9	1.00326
17.6	1.00275	21.3	1.00293	25.0	1.00326
17.7	1.00275	21.4	1.00294	25.1	1.00328
17.8	1.00275	21.5	1.00294	25.2	1.00328
17.9	1.00275	21.6	1.00296	25.3	1.00330
18.0	1.00276	21.7	1.00297	25.4	1.00331
18.1	1.00276	21.8	1.00297	25.5	1.00332
18.2	1.00277	21.9	1.00298	25.6	1.00333
18.3	1.00277	22.0	1.00299	25.7	1.00334
18.4	1.00278	22.1	1.00299	25.8	1.00335
18.5	1.00278	22.2	1.00300	25.9	1.00337
18.6	1.00278	22.3	1.00302	-	-

衡量法 $K(t)$ 值表 2

E.2 聚甲基戊烯 (PMP) 体胀系数 $\beta=11.7 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, 空气密度 0.0012 g/cm^3

水温/ $^{\circ}\text{C}$	$K(t) / (\text{cm}^3/\text{g})$	水温/ $^{\circ}\text{C}$	$K(t) / (\text{cm}^3/\text{g})$	水温/ $^{\circ}\text{C}$	$K(t) / (\text{cm}^3/\text{g})$
15.0	1.00254	18.7	1.00274	22.4	1.00310
15.1	1.00254	18.8	1.00275	22.5	1.00311
15.2	1.00255	18.9	1.00276	22.6	1.00313
15.3	1.00255	19.0	1.00276	22.7	1.00313
15.4	1.00255	19.1	1.00277	22.8	1.00314
15.5	1.00255	19.2	1.00278	22.9	1.00316
15.6	1.00256	19.3	1.00279	23.0	1.00317
15.7	1.00257	19.4	1.00280	23.1	1.00318
15.8	1.00257	19.5	1.00281	23.2	1.00320
15.9	1.00258	19.6	1.00282	23.3	1.00321
16.0	1.00257	19.7	1.00282	23.4	1.00321
16.1	1.00258	19.8	1.00283	23.5	1.00323
16.2	1.00259	19.9	1.00284	23.6	1.00324
16.3	1.00259	20.0	1.00285	23.7	1.00326
16.4	1.00260	20.1	1.00286	23.8	1.00327
16.5	1.00261	20.2	1.00287	23.9	1.00329
16.6	1.00260	20.3	1.00288	24.0	1.00330
16.7	1.00261	20.4	1.00289	24.1	1.00331
16.8	1.00262	20.5	1.00290	24.2	1.00332
16.9	1.00262	20.6	1.00291	24.3	1.00334
17.0	1.00263	20.7	1.00292	24.4	1.00335
17.1	1.00264	20.8	1.00293	24.5	1.00337
17.2	1.00264	20.9	1.00293	24.6	1.00338
17.3	1.00264	21.0	1.00294	24.7	1.00339
17.4	1.00265	21.1	1.00296	24.8	1.00340
17.5	1.00266	21.2	1.00297	24.9	1.00342
17.6	1.00267	21.3	1.00298	25.0	1.00343
17.7	1.00268	21.4	1.00299	25.1	1.00345
17.8	1.00267	21.5	1.00299	25.2	1.00346
17.9	1.00268	21.6	1.00301	25.3	1.00347
18.0	1.00269	21.7	1.00302	25.4	1.00349
18.1	1.00270	21.8	1.00303	25.5	1.00350
18.2	1.00271	21.9	1.00304	25.6	1.00352
18.3	1.00272	22.0	1.00306	25.7	1.00353
18.4	1.00272	22.1	1.00306	25.8	1.00355
18.5	1.00273	22.2	1.00307	25.9	1.00357
18.6	1.00273	22.3	1.00309	-	-

衡量法 $K(t)$ 值表 3

E.3 特氟龙 (PFA) 体胀系数 $\beta=10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, 空气密度 0.0012 g/cm^3

水温/ $^{\circ}\text{C}$	$K(t) / (\text{cm}^3/\text{g})$	水温/ $^{\circ}\text{C}$	$K(t) / (\text{cm}^3/\text{g})$	水温/ $^{\circ}\text{C}$	$K(t) / (\text{cm}^3/\text{g})$
15.0	1.00200	18.7	1.00260	22.4	1.00336
15.1	1.00201	18.8	1.00262	22.5	1.00338
15.2	1.00203	18.9	1.00264	22.6	1.00341
15.3	1.00204	19.0	1.00266	22.7	1.00342
15.4	1.00206	19.1	1.00268	22.8	1.00344
15.5	1.00207	19.2	1.00270	22.9	1.00347
15.6	1.00209	19.3	1.00272	23.0	1.00349
15.7	1.00211	19.4	1.00273	23.1	1.00351
15.8	1.00212	19.5	1.00275	23.2	1.00354
15.9	1.00214	19.6	1.00277	23.3	1.00356
16.0	1.00215	19.7	1.00279	23.4	1.00358
16.1	1.00216	19.8	1.00281	23.5	1.00361
16.2	1.00218	19.9	1.00283	23.6	1.00363
16.3	1.00219	20.0	1.00285	23.7	1.00366
16.4	1.00221	20.1	1.00287	23.8	1.00368
16.5	1.00223	20.2	1.00289	23.9	1.00371
16.6	1.00224	20.3	1.00292	24.0	1.00372
16.7	1.00226	20.4	1.00293	24.1	1.00375
16.8	1.00228	20.5	1.00295	24.2	1.00377
16.9	1.00229	20.6	1.00297	24.3	1.00380
17.0	1.00231	20.7	1.00299	24.4	1.00382
17.1	1.00233	20.8	1.00301	24.5	1.00385
17.2	1.00234	20.9	1.00303	24.6	1.00387
17.3	1.00235	21.0	1.00305	24.7	1.00390
17.4	1.00237	21.1	1.00308	24.8	1.00392
17.5	1.00239	21.2	1.00310	24.9	1.00395
17.6	1.00241	21.3	1.00312	25.0	1.00397
17.7	1.00243	21.4	1.00314	25.1	1.00400
17.8	1.00244	21.5	1.00315	25.2	1.00401
17.9	1.00246	21.6	1.00318	25.3	1.00404
18.0	1.00248	21.7	1.00320	25.4	1.00407
18.1	1.00250	21.8	1.00322	25.5	1.00409
18.2	1.00252	21.9	1.00324	25.6	1.00412
18.3	1.00253	22.0	1.00327	25.7	1.00414
18.4	1.00255	22.1	1.00329	25.8	1.00417
18.5	1.00257	22.2	1.00331	25.9	1.00420
18.6	1.00258	22.3	1.00334	-	-

附录 F

塑料量器容量测量结果的不确定度评定示例

F.1 测量方法

F.1.1 环境条件：温度 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，室内温度变化不大于 1°C/h ，校准用介质的温度与室温之差不得大于 2°C ；相对湿度： $(30 \sim 80)\%$ 。

F.1.2 测量标准：电子天平。

F.1.3 测量对象：塑料容量瓶。

F.1.4 测量过程：采用衡量法。将容量瓶清洗干净并经过烘干处理，待电子天平稳定后，置于电子天平中，称得空的容量瓶的质量，记录数值 m_1 ；将纯水注至容量瓶被测量刻度处，用电子天平称量此时的容量瓶的质量，记录数值 m_2 ，同时测量并记录此时纯水的温度。

F.2 数学模型

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

式中：

V_{20} ——温度 20°C 时的容量瓶的实际容量，mL；

m ——容量瓶中所容纳纯水的质量，g；

ρ_B ——砝码密度，取 8.00 g/cm^3 ；

ρ_A ——测量时实验室内的空气密度，取 0.0012 g/cm^3 ；

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

β ——容量瓶的体胀系数， $^\circ\text{C}^{-1}$ ；

t_w ——测量时纯水的温度， $^\circ\text{C}$ 。

F.3 方差及灵敏度系数

根据公式：

$$u_c^2(\Delta) = \sum \left(\frac{\partial \Delta}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i)$$

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：

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

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

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

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

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

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

F.4 输入量的标准不确定度评定

F.4.1 A类标准不确定度评定

F.4.1.1 测量重复性所引入的不确定度分量 $u(V)$

以 10 mL 塑料容量瓶为例:

在相同试验条件下,对其进行连续 10 次测量,测量值为 9.9874、9.9895、9.9933、9.9991、10.0046、10.0014、9.9958、9.9991、10.0001、9.9906 (单位 mL),平均值为 9.9961 mL,以单次测量值的算术平均值为测量结果,则其重复性带来的标准不确定度分量为 $u(V)$:

$$u(V) = s(V) = 5.7 \times 10^{-3} \text{ mL}$$

F.4.2 B类标准不确定度评定

F.4.2.1 电子天平引入的不确定度分量 $u(m)$

测量范围为 (0.01~520) g,分度值为 0.1 mg 电子天平的最大允许误差为 ± 1.5 mg,按均匀分布,则电子天平引入的标准不确定度分量为:

$$u(m) = \frac{1.5}{\sqrt{3}} = 9 \times 10^{-4} \text{ g}$$

F.4.2.2 砝码密度引入的不确定度分量 $u(\rho_B)$

根据砝码规程中规定所使用天平的标准砝码密度的不确定度 $U=0.14 \text{ g/cm}^3$ ($k=2$),则标准不确定度分量为

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

F.4.2.3 空气密度引入的不确定度分量 $u(\rho_A)$

恒温室中测量的空气密度通常为 (0.00115~0.00123) g/cm^3 。由于空气密度变化对质量值的影响,水温度相差 0.5 $^{\circ}\text{C}$ 时,其空气密度差值为 0.00003 g/cm^3 ,属均匀分布,包含因子 $k = \sqrt{3}$,则标准不确定度分量为

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

F.4.2.4 水密度引入的不确定度分量 $u(\rho_w)$

介质为纯水,采用 BIPM 推荐的 Tanaka 纯水密度公式进行计算,在测量过程中,水温大约有 0.2 $^{\circ}\text{C}$ 的变化,水密度变化约为 0.00003 g/cm^3 ,属均匀分布,包含因子 $k = \sqrt{3}$,则标

准不确定度分量为

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

F. 4. 2. 5 体胀系数引入的不确定度分量 $u(\beta)$

测量过程中体胀系数变化为 $80 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ ，属均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则标准不确定度分量为

$$u(\beta) = \frac{0.00008}{\sqrt{3}} = 5 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$$

F. 4. 2. 6 温度变化引入的不确定度分量 $u(t)$

引起温度变化主要有两个因素：

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

(2) 由于实验室温度分布不均匀，将会造成被测水温的变化，其变化大小与被测容量的大小有关，会引起约 $\pm 0.2 \text{ }^\circ\text{C}$ 的变化。

综合上述两个因素，合并此两项误差，则会有 $\pm 0.23 \text{ }^\circ\text{C}$ 的误差，属均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则标准不确定度分量为

$$u(t) = \frac{0.23}{\sqrt{3}} = 0.14 \text{ }^\circ\text{C}$$

F. 5 标准不确定度一览表

标准不确定度一览表见表 E. 1

表 E. 1 标准不确定度一览表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度 $u(x_i)$	c_i	$ c_i u(x_i)/\text{mL}$
$u(V)$	测量重复性引起的标准不确定度	$5.7 \times 10^{-3} \text{ mL}$	1	5.7×10^{-3}
$u(m)$	电子天平的标准不确定度	$9 \times 10^{-4} \text{ g}$	$1.00291 \text{ cm}^3/\text{g}$	1×10^{-3}
$u(\rho_B)$	砝码密度引入的标准不确定度	0.07 g/cm^3	$-0.0002 \text{ (cm}^3)^2/\text{g}$	1.4×10^{-6}
$u(\rho_A)$	空气密度引入标准不确定度	$2 \times 10^{-6} \text{ g/cm}^3$	$10.0562 \text{ (cm}^3)^2/\text{g}$	2.1×10^{-5}
$u(\rho_w)$	水密度引入的标准不确定度	$2 \times 10^{-5} \text{ g/cm}^3$	$-10.0562 \text{ (cm}^3)^2/\text{g}$	2.1×10^{-4}
$u(\beta)$	体胀系数引入的标准不确定度	$5 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	$-4.010 \text{ cm}^3/^\circ\text{C}$	2.1×10^{-4}

表 E.1 标准不确定度一览表 (续)

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度 $u(x_i)$	c_i	$ c_i u(x_i)/\text{mL}$
$u(t)$	温度变化引入的标准不确定度	0.14 °C	-0.0008 cm ³ /°C	1.2×10^{-4}

注: 水温 $t=20.4$ °C $\rho_w=0.998165$ g/cm³ $m=9.9961$ g

F.6 合成标准不确定度的计算

输入量彼此独立不相关, 所以合成标准不确定度可按下式得到

$$u_c = \sqrt{u^2(V) + u^2(m) + u^2(\rho_B) + u^2(\rho_A) + u^2(\rho_W) + u^2(\beta) + u^2(t)} = 0.0062 \text{ mL}$$

F.7 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: $U = 2 \times u_c = 0.013 \text{ mL}$

F.8 测量不确定度报告

10 mL 塑料容量瓶的容量测量结果的扩展不确定度为 $U = 0.013 \text{ mL}$ ($k=2$)

吉林省地方计量技术规范

塑料量器校准规范

JJF(吉) 108—2022

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

2022年12月第1版 2022年12月第1次印刷