



# 中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX—20XX

## 冻干微球制备系统校准规范

Calibration Specification for Freeze-dried Microsphere Preparation Systems

(征求意见稿)

20XX—XX—XX 发布 20XX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局发布

全国临床医学计量技术委员会征求意见稿

冻干微球制备系统校准规范

Calibration Specification for Freeze-dried

Microsphere Preparation Systems

JJF XXXX – 20XX

归口单位：全国临床医学计量技术委员会

主要起草单位：南京市计量监督检测院

中国合格评定国家认可中心

参加起草单位：中国计量科学研究院

江苏省计量科学研究院

南京浦光生物科技有限公司

本规范委托全国临床医学计量技术委员会负责解释

全国临床医学计量技术委员会征求意见稿

本规范主要起草人：

参加起草人：

全国临床医学计量技术委员会征求意见稿

全国临床医学计量技术委员会征求意见稿

## 目 录

引言 .....	(II)
1 范围 .....	(1)
2 引用文件 .....	(1)
3 术语 .....	(1)
3.1 衡量法 .....	(1)
3.2 影像识别法 .....	(1)
4 概述 .....	(1)
5 计量特性 .....	(2)
6 校准条件 .....	(2)
6.1 环境条件 .....	(2)
6.2 测量标准及其他设备 .....	(3)
6.3 校准介质 .....	(3)
7 校准项目和校准方法 .....	(3)
7.1 外观及功能检查 .....	(3)
7.2 液滴体积示值误差 .....	(3)
7.3 重复性 .....	(4)
7.4 稳定性 .....	(5)
8 校准结果表达 .....	(5)
9 复校时间间隔 .....	(5)
附录 A 冻干微球制备系统校准结果记录参考格式 .....	(6)
附录 B 校准证书内页推荐格式 .....	(7)
附录 C 液滴体积示值误差的不确定度评定示例 .....	(8)
附录 D (0~40)℃纯水密度表 (不含空气) .....	(14)

## 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》和JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范编制工作的基础系列规范。

本规范的制定主要参考了JJG 196—2006《常用玻璃量器》检定规程、JJG 646—2006《移液器》检定规程。

本规范为首次发布。

全国临床医学计量技术委员会征求意见稿



# 冻干微球制备系统校准规范

## 1 范围

本规范适用于液滴体积（2~30） $\mu\text{L}$ 、单喷头点液速度不大于 10000 颗/小时的冻干微球制备仪器系统的校准，可采用衡量法或影像识别法进行量值溯源。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 196—2006 常用玻璃量器检定规程

JJG 646—2006 移液器检定规程

JJF 1009—2006 容量计量术语及定义

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

下列术语和定义适用于本规范。

### 3.1 衡量法

测定介质的质量、密度和温度，通过计算求得体积的方法。

[来源：JJF 1009—2006，3.1，有修改]

### 3.2 影像识别法

利用合适的数字光学装置对自由状态下或飞行过程中的液滴进行成像，通过图像处理技术，将采集的液滴的灰度图像转换成黑白图像，结合光学系统的几何尺寸校准，确定液滴轮廓的大小和形状，依据数学模型进行计算从而实现液滴体积测量的方法。

## 4 概述

冻干微球制备系统（以下简称制备系统）主要用于生物医药、化工及科研领域微量样品的自动化冻干成型。制备系统通过液路系统将样品溶液定量喷射，形成均一的液态微滴，并滴入液氮中迅速结冻，再经真空干燥后制成冻干微球。

制备系统主要由控制系统、显示系统、液路系统和运行系统组成。

## 5 计量特性

冻干微球制备系统各项计量特性指标见表 1。

**表 1 计量特性指标**

计量特性	计量特性指标
液滴体积示值误差	$\pm 8\%$
液滴体积重复性	4%
稳定性	6%
注：以上技术指标不用于合格性判定，仅供参考。	

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：(20±5)℃。

6.1.2 相对湿度：≤80%。

注：上述条件与制造商的产品规定不一致时，以产品说明书规定的环境条件为准。

### 6.2 测量标准及其他设备

#### 6.2.1 电子天平（衡量法）

准确度等级：①级，分度值：0.01 mg。

#### 6.2.2 玻璃线纹尺（影像识别法）

测量范围：(0~1) mm、(0~10) mm，扩展不确定度  $U = (0.14 + 1.0 L) \mu\text{m}$  (L：被测长度，m)， $k=2$ 。

与玻璃线纹尺配套使用的影像识别装置，应使液滴被清晰聚焦，光学系统放大倍数的设置宜使液滴可以覆盖足够的像素，背景强度适当且背景强度变化较小。影像识别装置的图像分辨率：一般不低于 200 万像素，帧率：不低于 240 fps，测量范围：(1~6) mm，最大允许误差：±5μm。

#### 6.2.4 其他设备

带盖称量杯等。

#### 6.3 校准介质

符合 GB/T 6682-2008《分析实验室用水规格和试验方法》要求的二级水，其温度与室温之差不大于 2℃。

### 7 校准项目和校准方法

#### 7.1 外观及功能检查

制备系统结构应完整，各部分连接应准确可靠，控制按钮标识清晰，易于操控，无影响正常工作和校准的缺陷或机械损伤，开机应能正常工作。制备系统应具有名称、型号、出厂编号、制造厂商等标识。

#### 7.2 液滴体积示值误差

体积的校准点应根据制备系统的实际使用范围，按需要确定校准点数，一般不少于 3 点，且尽可能均匀分布在仪器的量程范围内。若制备系统没有明确使用范围，可选择 10μL、15 μL、20μL 这三个体积。

制备系统和校准介质应预先（至少提前 2 小时）放入校准环境中。

设定制备系统工作模式为连续进样模式，使用校准介质冲洗系统管路，待管路中无气泡且运行稳定后进行校准。

##### 7.2.1 衡量法

将称量杯放入电子天平中，待天平显示稳定后，使电子天平复零。将称量杯置于滴落口下方接收单滴样品。立即将称量杯放入天平秤盘上，记录此时天平显示出的数值。重复测量六次。按式（1）计算体积参考值：

$$V_s = \frac{m_s}{\rho_w} \quad (1)$$

式中：

$V_s$ ——体积参考值，μL；

$m_s$ ——液体的质量，mg；

$\rho_w$ ——校准用的液体介质的密度， $\text{g/cm}^3$ 。

液体体积示值误差按式（2）进行计算：

$$E = \frac{V - \bar{V}_s}{\bar{V}_s} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$E$ ——液体体积示值误差，%；

$V$ ——制备系统体积设定值， $\mu\text{L}$ ；

$\bar{V}_s$ ——6次测量所得体积参考值的算数平均值， $\mu\text{L}$ 。

### 7.2.2 影像识别法

按图 1 所示搭建影像识别装置。调节漫反射板与液滴滴落轨迹平行，摄像头垂直对准液滴平面，接收器置于仪器喷嘴口正下方合适位置，确保液滴在成像光学的焦平面上对焦。玻璃线纹尺与喷嘴口保持在同一竖直平面，法线正对 CCD 相机正前方，通过影像识别装置所用的光学放大倍率来确定系统因子  $F$ （微米/像素）。待液滴状态稳定后，启动自动测量程序，系统同步记录 6 个测量数据。

液体体积示值误差按式（2）进行计算。

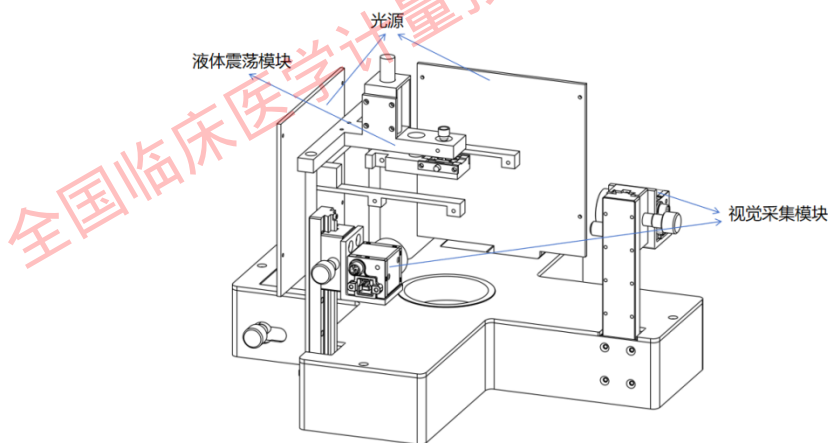


图 1 液滴体积影像识别装置

### 7.3 重复性

液滴体积的重复性按式（3）进行计算：

$$E_r = \frac{\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (V_{s,i} - \bar{V}_s)^2}}{\bar{V}_s} \quad (3)$$

式中：

$E_r$ ——液体体积重复性，%；

$V_{s, i}$ ——第  $i$  次测量的体积参考值， $\mu\text{L}$ ；

$n$ ——测量次数。

#### 7.4 稳定性

将冻干微球制备系统设定为连续进样模式，体积设定为 15  $\mu\text{L}$ 。待制备系统运行稳定后记录第 1 次测量值  $C_1$ ，随后保持仪器连续运行 30 min，每 5 分钟进行 1 次测量，取 7 个测量值中的最大值  $C_{\max}$  和最小值  $C_{\min}$ 。根据式 (4) 计算稳定性  $\delta$ 。

$$\delta = \frac{C_{\max} - C_{\min}}{C_1} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

$C_1$ ——制备系统稳定后测量的第一次数值，mg 或  $\mu\text{L}$ ；

$C_{\max}$ ——制备系统稳定后测量的最大数值，mg 或  $\mu\text{L}$ ；

$C_{\min}$ ——制备系统稳定后测量的最小数值，mg 或  $\mu\text{L}$ 。

#### 8 校准结果表达

校准记录应尽可能详尽地记载测量数据和计算结果，推荐的校准记录格式见附录 A。经校准的仪器应出具校准证书，校准证书应符合 JJF 1071-2010 中 5.12 的要求，校准证书内页格式见附录 B。示值误差的测量不确定度应按 JJF 1059.1 的要求评定，不确定度评定示例见附录 C。

#### 9 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过 12 个月。

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等多因素所决定的，因此送校单位可根据实际使用情况自主确定复校时间间隔。

## 附录 A

## 冻干微球制备系统校准结果记录参考格式

送检单位						证书编号	
生产单位						校准日期	
仪器型号						温度	
仪器编号						相对湿度	
校准设备							
校准依据							
1. 外观及功能检查:							
2. 液滴体积示值误差和重复性							
体积设定值	液滴质量 mg						
10 $\mu$ L	液滴体积 $\mu$ L						
液体密度 g/mL		示值误差 %		重复性 %		扩展不确定度 % ( $k=2$ )	
体积设定值	液滴质量 mg						
15 $\mu$ L	液滴体积 $\mu$ L						
液体密度 g/mL		示值误差 %		重复性 %		扩展不确定度 % ( $k=2$ )	
体积设定值	液滴质量 mg						
20 $\mu$ L	液滴体积 $\mu$ L						
液体密度 g/mL		示值误差 %		重复性 %		扩展不确定度 % ( $k=2$ )	
3. 稳定性							
时间, min	0	5	10	15	20	25	30
质量, mg							
体积, $\mu$ L							
稳定性:							

校准员:

核验员:

## 附录 B

## 校准证书内页推荐格式

1. 外观及功能检查：

2. 液滴体积示值误差和重复性：

体积设定值 $\mu\text{L}$	示值误差 %	重复性 %	扩展不确定度 % ( $k=2$ )

3. 稳定性：

全国临床医学计量技术委员会征求意见稿

## 附录 C

## 液滴体积示值误差的不确定度评定示例

## C.1 采用衡量法的液滴体积示值误差不确定度评定

## 1、测量方法

以电子天平测量值除以密度得到体积参考值，计算冻干微球制备系统体积设定值的示值误差。

## 2、测量模型

按式（C.1）计算体积参考值：

$$V_s = \frac{m_s(\rho_B - \rho_A)}{\rho_B(\rho_w - \rho_A)} \quad (C.1)$$

式中：

$V_s$ ——体积参考值， $\mu\text{L}$ ；

$m_s$ ——液体的质量， $\text{mg}$ ；

$\rho_B$ ——砝码密度， $\text{g}/\text{cm}^3$ ；

不锈钢  $\rho_B=7.85 \text{ g}/\text{cm}^3$

铜合金  $\rho_B=8.4 \text{ g}/\text{cm}^3$

$\rho_A$ ——校准环境条件下的空气密度，取  $0.0012 \text{ g}/\text{cm}^3$ ；

$\rho_w$ ——校准用的液体介质的密度， $\text{g}/\text{cm}^3$ ；

通常情况下， $\rho_A$  与  $\rho_B$ 、 $\rho_A$  与  $\rho_w$  数值相差 3 个数量级，故式（C.1）可简化为式（C.2）：

$$V_s = \frac{m_s}{\rho_w} \quad (C.2)$$

液滴体积示值误差按式（C.3）进行计算：

$$E = \frac{V - V_s}{V_s} \times 100\% \quad (C.3)$$

式中：

$E$ ——液滴体积示值误差，%；

$V$ ——制备系统体积设定值， $\mu\text{L}$ 。

将式（C.2）带入式（C.3），得：

$$E = \left( \frac{V \cdot \rho_w}{m_s} - 1 \right) \times 100\% \quad (C.4)$$



### 3、测量不确定度分析

根据测量模型，冻干微球制备系统的体积设定值为固定值，液滴体积示值误差的测量不确定度主要考虑的不确定度来源如下：

- a) 测量重复性引入的相对标准不确定度；
- b) 质量测量引入的相对标准不确定度；
- c) 液体密度变化引入的相对标准不确定度；
- d) 利用近似公式计算所引入的相对标准不确定度。

### 4、测量数据

见表 C.1。

表 C.1 测量数据

设定值 $\mu\text{L}$	质量 $\text{mg}$			密度 $\text{g}/\text{cm}^3$	体积计算值 $\mu\text{L}$			示值误差 %	重复性 %
10	10.44	10.35	10.49	0.997885	10.46	10.37	10.51	-4.3	0.80
	10.32	10.54	10.46		10.34	10.56	10.48		
15	15.57	15.50	15.49	0.997885	15.60	15.53	15.52	-3.5	0.27
	15.56	15.50	15.46		15.59	15.53	15.49		
20	20.42	20.73	20.46	0.997885	20.46	20.77	20.50	-3.1	0.73
	20.79	20.54	20.68		20.83	20.58	20.72		

注：环境温度为  $21.5^{\circ}\text{C}$ ，水温约为  $21.5^{\circ}\text{C}$ ，水密度为  $0.997885 \text{ g}/\text{cm}^3$ 。

### 5、标准不确定度的评定

#### 5.1 测量重复性引入的相对标准不确定度 $u_r(E_r)$

测量重复性引入的相对标准不确定度  $u_r(E_r)$  为

$$u_r(E_r) = \frac{E_r}{\sqrt{n}}$$

#### 5.2 质量测量引入的相对标准不确定度 $u_r(m_s)$

电子天平的准确度等级为①级，检定分度值  $e=1\text{mg}$ ，称量的液体质量约为  $10 \text{ mg}$ 、 $15 \text{ mg}$ 、 $20 \text{ mg}$ ，此时的质量  $m_s$ ： $0 \leq m_s \leq 50000e$ ，MPE 为  $\pm 0.5e$ ，质量测量引入的相对标准不确定度  $u_r(m_s)$  为

$$u_r(m_s) = \frac{0.5 \text{ mg}}{\sqrt{3} \cdot m_s}$$

#### 5.3 液体密度变化引入的相对标准不确定度 $u_r(\rho_w)$

校准用的液体介质为符合 GB/T 6682-2008 《分析实验室用水规格和试验方

法》要求的二级水，在校准环境条件下水的平均体胀系数  $\beta_w=0.0002\text{℃}^{-1}$ 。在温度变化  $\pm 2.0\text{℃}$  时，液体密度变化量约为 0.04%，很小，故密度变化引入的相对标准不确定度  $u_r(\rho_w)$  可忽略不计。

#### 5.4 利用近似公式计算所引入的相对标准不确定度 $u_r(\text{gs})$

取  $\rho_B=7.85\text{ g/cm}^3$ ， $\rho_A=0.0012\text{ g/cm}^3$ ， $\rho_w\approx 1\text{ g/cm}^3$ ，式 (C.1) 与式 (C.2) 计算得到的体积参考值  $V_s$  的差值相对值约为 0.10%，考虑为均匀分布， $u_r(\text{gs})=0.10\%/\sqrt{3}=0.06\%$ ，很小，可忽略不计。

### 6、合成标准不确定度

示值误差的合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_r^2(E_r) + u_r^2(m_s) + u_r^2(\rho_w) + u_r^2(\text{gs})}$$

### 7、相对扩展不确定度

取包含因子为  $k=2$ ，相对扩展不确定度  $U=2u_c$ 。体积示值误差标准不确定度一览表见表 C.2。

表 C.2 体积示值误差标准不确定度一览表

设定值 $\mu\text{L}$	示值误差 %	重复性 %	$u_r(E_r)$ %	$u_r(m_s)$ %	$u_r(\rho_w)$ %	$u_r(\text{gs})$ %	$u_c$ %	$U_r$ %( $k=2$ )
10	-4.3	0.80	0.33	2.77	0.04 (忽略)	0.06 (忽略)	2.79	5.6
15	-3.5	0.27	0.11	1.86	0.04 (忽略)	0.06 (忽略)	1.86	3.7
20	-3.1	0.73	0.30	1.40	0.04 (忽略)	0.06 (忽略)	1.43	2.9

### C.2 采用影像识别法的液滴体积示值误差标准不确定度评定

#### 1、测量方法

使用影像识别装置进行测量，得到液滴体积参考值，计算冻干微球制备系统体积设定值的示值误差。

#### 2、测量模型

按式 (C.5) 计算示值误差：

$$E = \frac{V - V_s}{V_s} \times 100\% = \left( \frac{V}{V_s} - 1 \right) \times 100\% \quad (\text{C.5})$$

式中：

$E$ ——液滴体积示值误差，%；

$V$ ——制备系统体积设定值， $\mu\text{L}$ ；

$V_s$ ——体积参考值， $\mu\text{L}$ 。

### 3、测量不确定度分析

根据测量模型，冻干微球制备系统的体积设定值为固定值，液滴体积示值误差的测量不确定度主要考虑的不确定度来源如下：

- a) 测量重复性引入的相对标准不确定度；
- b) 影像识别装置引入的相对标准不确定度。

### 4、测量数据

见表 C.3。

表 C.3 测量数据

设定值 $\mu\text{L}$	体积参考值 $\mu\text{L}$						示值误差 %	重复性 %
10	10.01	10.33	10.44	10.76	11.08	10.54	-5.0	3.49
15	16.20	15.25	15.04	15.57	15.89	16.31	-4.5	3.26
20	20.38	20.69	20.80	21.11	21.00	20.59	-3.7	1.29

### 5、标准不确定度的评定

#### 5.1 测量重复性引入的相对标准不确定度 $u_r(E_r)$

测量重复性引入的相对标准不确定度  $u_r(E_r)$  为

$$u_r(E_r) = \frac{E_r}{\sqrt{n}}$$

#### 5.2 影像识别装置引入的相对标准不确定度 $u_r(V_s)$

##### 5.2.1 玻璃线纹尺引入的相对标准不确定度 $u_r(V_{s1})$

玻璃线纹尺测量范围：（0~10）mm，扩展不确定度： $U = (0.14 + 1.0L) \mu\text{m}$ （ $L$ ：被测长度，m）， $k=2$ 。玻璃线纹尺引入的标准不确定度  $u(V_{s1}) = 0.15 \mu\text{m} / 2 = 0.075 \mu\text{m}$ 。

制备系统体积设定值分别为 10 $\mu\text{L}$ 、15 $\mu\text{L}$ 、20 $\mu\text{L}$  时，计算得到玻璃线纹尺引入的相对标准不确定度  $u_r(V_{s1})$  分别为 0.008%、0.007%、0.007%，很小，可忽略不计。

##### 5.2.2 图像采集引入的相对标准不确定度 $u_r(V_{s2})$

图像采集时边界判定最大误差为 $\pm 1$  个像素，影像识别装置的系统因子  $F$  约

为  $5 \mu\text{m}/\text{pixel}$ ，即图像采集时边界判定最大误差为  $\pm 5 \mu\text{m}$ ，按均匀分布处理，引入的标准不确定度  $u(V_{s2}) = 5 \mu\text{m} / \sqrt{3} = 2.89 \mu\text{m}$ 。

制备系统体积设定值分别为  $10 \mu\text{L}$ 、 $15 \mu\text{L}$ 、 $20 \mu\text{L}$  时，计算得到图像采集引入的相对标准不确定度  $u_r(V_{s2})$  分别为  $0.32\%$ 、 $0.28\%$ 、 $0.26\%$ 。

### 5.2.3 图像焦点偏移、景深变化等引入的相对标准不确定度 $u_r(V_{s3})$

图像焦点偏移、景深变化等，会影响成像液滴的表观尺寸。照明、可用分辨率和图像处理的控制可将不确定性降到较低水平，导致的体积相对误差不超过  $\pm 1.0\%$ ，按均匀分布处理，图像焦点偏移、景深变化等引入的相对标准不确定度  $u_r(V_{s3}) = 1.0\% / \sqrt{3} = 0.58\%$ 。

### 5.2.4 图像处理引入的相对标准不确定度 $u_r(V_{s4})$

图像处理时边缘模糊、阈值变化引入的最大误差为  $\pm 1$  个像素，像图像处理最大误差为  $\pm 5 \mu\text{m}$ ，按均匀分布处理，引入的标准不确定度  $u(V_{s4}) = 5 \mu\text{m} / \sqrt{3} = 2.89 \mu\text{m}$ 。

制备系统体积设定值分别为  $10 \mu\text{L}$ 、 $15 \mu\text{L}$ 、 $20 \mu\text{L}$  时，计算得到图像处理引入的相对标准不确定度  $u_r(V_{s4})$  分别为  $0.32\%$ 、 $0.28\%$ 、 $0.26\%$ 。

### 5.2.5 液滴形状假设引入的相对标准不确定度 $u_r(V_{s5})$

微液滴受表面张力主导，如果液滴不是球形对称或液滴切片不是圆柱对称，导致计算体积与真实体积的相对误差不超过  $\pm 1.0\%$ ，按均匀分布处理，液滴形状假设引入的相对标准不确定度  $u_r(V_{s5}) = 1.0\% / \sqrt{3} = 0.58\%$ 。

### 5.2.6 环境因素引入的相对标准不确定度 $u_r(V_{s6})$

温度波动、液滴短时蒸发、微小振动等环境因素，经验估计由此导致的液滴体积相对误差不超过  $\pm 0.5\%$ ，按均匀分布处理，环境因素引入的相对标准不确定度  $u_r(V_{s6}) = 0.5\% / \sqrt{3} = 0.29\%$ 。

影像识别装置引入的相对标准不确定度  $u_r(V_s)$  由以上  $u_r(V_{s1})$  至  $u_r(V_{s6})$  合成，影像识别装置引入的相对标准不确定度  $u_r(V_s)$  为

$$u_r(V_s) = \sqrt{u_r^2(V_{s1}) + u_r^2(V_{s2}) + u_r^2(V_{s3}) + u_r^2(V_{s4}) + u_r^2(V_{s5}) + u_r^2(V_{s6})}$$

制备系统体积设定值分别为  $10 \mu\text{L}$ 、 $15 \mu\text{L}$ 、 $20 \mu\text{L}$  时，计算得到影像识别装

置引入的相对标准不确定度  $u_r(V_s)$  分别为 0.99%、0.96%、0.95%。

## 6、合成标准不确定度

液滴体积示值误差的合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_r^2(E_r) + u_r^2(V_s)}$$

## 7、相对扩展不确定度

取包含因子为  $k=2$ ，相对扩展不确定度  $U=2u_c$ 。液滴体积示值误差 uncertainty 一览表见表 C.4。

表 C.4 液滴体积示值误差 uncertainty 一览表

设定值 μL	示值误差 %	重复性 %	$u_r(E_r)$ %	$u_r(V_s)$ %	$u_c$ %	$U_r$ %( $k=2$ )
10	-5.0	3.49	1.42	0.99	1.73	3.5
15	-4.5	3.26	1.33	0.96	1.64	3.3
20	-3.7	1.29	0.53	0.94	1.08	2.2

全国临床医学计量技术委员会征求意见稿

## 附录 D

(0~40)℃纯水密度表 (不含空气)

kg/m<sup>3</sup>

$t_{90}/^{\circ}\text{C}$	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	999.843	999.850	999.856	999.862	999.869	999.874	999.880	999.886	999.891	999.897
1	999.902	999.907	999.911	999.916	999.920	999.924	999.928	999.932	999.936	999.940
2	999.943	999.946	999.949	999.952	999.955	999.957	999.959	999.962	999.964	999.965
3	999.967	999.969	999.970	999.971	999.972	999.973	999.974	999.974	999.975	999.975
4	999.975	999.975	999.975	999.974	999.974	999.973	999.972	999.971	999.970	999.968
5	999.967	999.965	999.963	999.961	999.959	999.957	999.954	999.952	999.949	999.946
6	999.943	999.940	999.937	999.933	999.929	999.926	999.922	999.918	999.913	999.909
7	999.904	999.900	999.895	999.890	999.885	999.880	999.874	999.869	999.863	999.857
8	999.851	999.845	999.839	999.833	999.826	999.819	999.813	999.806	999.798	999.791
9	999.784	999.776	999.769	999.761	999.753	999.745	999.737	999.728	999.720	999.711
10	999.703	999.694	999.685	999.676	999.666	999.657	999.648	999.638	999.628	999.618
11	999.608	999.598	999.588	999.577	999.567	999.556	999.545	999.534	999.523	999.512
12	999.500	999.489	999.477	999.466	999.454	999.442	999.430	999.418	999.405	999.393
13	999.380	999.367	999.355	999.342	999.329	999.315	999.302	999.289	999.275	999.261
14	999.247	999.233	999.219	999.205	999.191	999.176	999.162	999.147	999.132	999.118
15	999.103	999.087	999.072	999.057	999.041	999.026	999.010	998.994	998.978	998.962
16	998.946	998.930	998.913	998.897	998.880	998.863	998.846	998.829	998.812	998.795
17	998.778	998.760	998.743	998.725	998.707	998.689	998.671	998.653	998.635	998.617
18	998.598	998.580	998.561	998.542	998.523	998.505	998.485	998.466	998.447	998.427
19	998.408	998.388	998.369	998.349	998.329	998.309	998.288	998.268	998.248	998.227
20	998.207	998.186	998.165	998.144	998.123	998.102	998.081	998.060	998.038	998.017
21	997.995	997.973	997.951	997.929	997.907	997.885	997.863	997.841	997.818	997.796
22	997.773	997.750	997.727	997.704	997.681	997.658	997.635	997.612	997.588	997.564
23	997.541	997.517	997.493	997.469	997.445	997.421	997.397	997.372	997.348	997.323
24	997.299	997.274	997.249	997.224	997.199	997.174	997.149	997.124	997.098	997.073
25	997.047	997.021	996.996	996.970	996.944	996.918	996.891	996.865	996.839	996.812
26	996.786	996.759	996.732	996.706	996.679	996.652	996.624	996.597	996.570	996.543
27	996.515	996.488	996.460	996.432	996.404	996.376	996.348	996.320	996.292	996.264
28	996.235	996.207	996.178	996.150	996.121	996.092	996.063	996.034	996.005	995.976
29	995.946	995.917	995.888	995.858	995.828	995.799	995.769	995.739	995.709	995.679
30	995.649	995.619	995.588	995.558	995.527	995.497	995.466	995.435	995.404	995.373
31	995.342	995.311	995.280	995.249	995.217	995.186	995.154	995.123	995.091	995.059
32	995.027	994.996	994.963	994.931	994.899	994.867	994.834	994.802	994.769	994.737
33	994.704	994.671	994.638	994.605	994.572	994.539	994.506	994.473	994.439	994.406
34	994.372	994.339	994.305	994.271	994.237	994.204	994.170	994.135	994.101	994.067
35	994.033	993.998	993.964	993.929	993.894	993.860	993.825	993.790	993.755	993.720

**JJF XXXX—20XX**

36	993.685	993.650	993.614	993.579	993.543	993.508	993.472	993.437	993.401	993.365
37	993.329	993.293	993.257	993.221	993.184	993.148	993.112	993.075	993.039	993.002
38	992.965	992.929	992.892	992.855	992.818	992.781	992.744	992.706	992.669	992.632
39	992.594	992.557	992.519	992.481	992.443	992.406	992.368	992.330	992.292	992.253
40	992.215	—	—	—	—	—	—	—	—	—
注： 1 $t_{90}$ 为 1990 年国际温标（ITS-90） 2 水密度值采用 CIPM 2001 推荐计算公式										

-----

全国临床医学计量技术委员会征求意见稿