

JJF(闽)1153—2024

JJF

福建省地方计量技术规范

JJF(闽)1153—2024

尿碘分析仪校准规范

Calibration Specification of Urine Iodine Analyzers

2024-05-30 发布

2024-08-30 实施

福建省市场监督管理局 发布

尿碘分析仪校准规范

Calibration Specification of Urine Iodine
Analyzers

JJF (闽) 1153—2024

归口单位：福建省市场监督管理局
主要起草单位：厦门市计量检定测试院
参加起草单位：福建省计量科学研究院
厦门迪分德科技有限公司

本规范委托福建省计量规范技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

董璇（厦门市计量检定测试院）

李硕（厦门市计量检定测试院）

蒋淑恋（厦门市计量检定测试院）

参加起草人：

陈冬梅（福建省计量科学研究院）

江立（厦门迪分德科技有限公司）

福建省计量规范技术委员会

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(1)
5 校准条件	(2)
5.1 环境条件	(2)
5.2 校准用标准物质及设备	(2)
6 校准项目和校准方法	(2)
6.1 水浴温度示值误差	(2)
6.2 尿中碘浓度示值误差	(2)
6.3 重复性	(3)
7 校准结果表达	(3)
8 复校时间间隔	(4)
附录 A 尿碘分析仪校准记录(参考)格式	(5)
附录 B 校准证书结果页(参考)格式	(7)
附录 C 尿碘分析仪测量结果的不确定度评定示例	(8)

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》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支持本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范参考了 WS/T 107.1—2016《尿中碘的测定 第1部分：砷铈催化分光光度法》的方法及部分技术要求。

本规范为首次制定。

福建省计量规范技术委员会

尿碘分析仪校准规范

1 范围

本规范适用于测量范围 (0 ~ 1200) $\mu\text{g/L}$ 的尿碘分析仪校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

WS/T 107.1—2016 尿中碘的测定 第 1 部分：砷铈催化分光光度法

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 概述

尿碘分析仪（以下简称“分析仪”）主要用于检测尿样中碘的浓度。样品中加入过硫酸铵溶液在 100℃ 左右消解 60 min，消解完成后冷却，加入亚砷酸溶液，连续地间隔 30s 添加硫酸铈铵溶，利用碘对砷铈氧化还原反应的催化作用：



反应中黄色的 Ce^{4+} 被还原成无色的 Ce^{3+} ，碘含量越高，反应速度越快，所剩余的 Ce^{4+} 则越少；控制反应温度和时间，测量剩余 Ce^{4+} 的吸光度值，依据朗伯比尔定律原理计算出碘含量。

分析仪主要由加液、（消解）、样品反应、光路、检测和数据处理等单元构成，结构示意图见图 1。

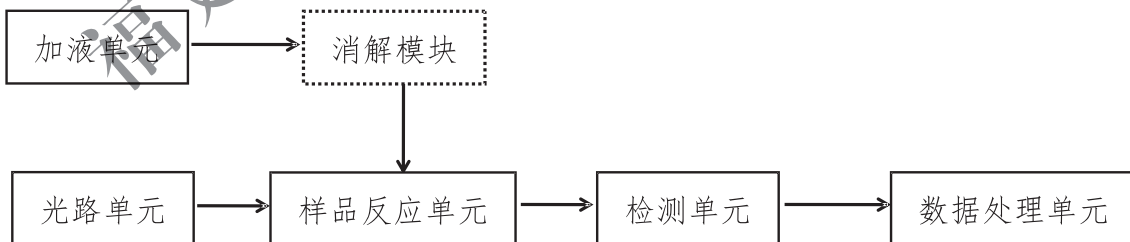


图 1 尿碘分析仪结构示意图

4 计量特性

校准项目及技术指标见表 1。

表1 校准项目及指标

计量特性	技术指标	
	低量程 (≤ 300 μg/L)	高量程 (> 300 μg/L)
水浴温度示值误差*	不超过 ±0.3℃	
示值误差	不超过 ±15%	不超过 ±5%
测量重复性	≤ 3%	≤ 2%

注：
 1 样品反应单元中无恒温水浴的尿碘分析仪，标*的可不做。
 2 以上技术指标不用于合格性判定，仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：(15 ~ 30)℃。

5.1.2 相对湿度：不大于 85%。

5.1.3 不影响分析仪正常工作的电磁场干扰和震动。

5.2 校准用标准物质及设备

5.2.1 温度测量标准：测量范围不小于 (0 ~ 50)℃，最大允许误差 ±0.1℃。

5.2.2 冻干人尿中碘成分分析标准物质：应使用国家有证标准物质，相对扩展不确定度不大于 12% (k=2)。

6 校准项目和校准方法

6.1 水浴温度示值误差

按照分析仪使用说明书要求将分析仪调至正常工作状态并充分预热，均匀分布选取 5 个反应孔，反应炉设定为合适的温度（如 30℃），将温度测量标准分别插入反应孔内，待温度稳定后，每隔 5min 记录 1 次温度示值，共记录 3 次，按式（1）计算温度示值误差（ ΔT_i ）。

$$\Delta T_i = T_0 - \bar{T}_i \quad (1)$$

式中：

ΔT_i ——第 i 个反应孔的温度示值误差，℃；

T_0 ——反应炉的设定温度，℃；

\bar{T}_i ——第 i 个反应孔 3 次测量温度的算术平均值，℃。

取温度示值误差 ΔT_i 中的绝对值最大值为仪器示值误差校准结果。

6.2 尿中碘浓度示值误差

按照分析仪使用说明书要求将分析仪调至正常工作状态并充分预热，在分析仪低量程（ $\leq 300 \mu\text{g/L}$ ）档，分别测定浓度约为满量程的 10% 和 20% 的冻干人尿中碘成分分析标准物质，每种浓度连续重复测量 3 次，记录分析仪示值；在分析仪量程高量程（ $> 300 \mu\text{g/L}$ ）档，分别测定浓度约为满量程的 40% 和 70% 的冻干人尿中碘成分分析标准物质，每种浓度连续重复测量 3 次，记录分析仪示值，按式（2）计算尿中碘浓度示值误差（ Δc ）。

$$\Delta c = \frac{\bar{c} - c_s}{c_s} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

Δc ——尿中碘浓度示值误差，%；

\bar{c} ——3 次测量平均值， $\mu\text{g/L}$ ；

c_s ——尿中碘成分分析标准物质浓度值， $\mu\text{g/L}$ ；

取尿中碘浓度示值误差 Δc 中的绝对值最大值为仪器示值误差校准结果。

6.3 重复性

按照分析仪使用说明书要求将分析仪调至正常工作状态并充分预热，在分析仪低量程（ $\leq 300 \mu\text{g/L}$ ）档，测定浓度约为满量程的 20% 的冻干人尿中碘成分分析标准物质，连续重复测量 6 次，记录分析仪示值 c_i ；在分析仪高量程（ $> 300 \mu\text{g/L}$ ）档，测定浓度约为满量程的 70% 的冻干人尿中碘成分分析标准物质，重复测量 6 次，记录测量值 c_i 。按照式（3）计算分析仪重复性（ S_r ）。

$$S_r = \frac{1}{\bar{c}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

S_r ——重复性，%；

c_i ——第 i 次测量值， $\mu\text{g/L}$ ；

\bar{c} ——6 次测量值的算术平均值， $\mu\text{g/L}$ ；

n ——测量次数（ $n=6$ ）。

7 校准结果表达

校准结果应在校准证书（报告）上反应，校准证书（报告）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（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) 校准证书和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。

8 复校时间间隔

分析仪的复校时间间隔由用户自定, 建议不超过 1 年。由于复校时间间隔的长短由分析仪的使用情况、使用者和分析仪本身质量等诸因素决定, 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。如果对分析仪的检测数据有怀疑或分析仪更换主要部件及修理后, 应对分析仪重新校准。

附录 A

尿碘分析仪校准记录 (参考) 格式

仪器名称				记录编号	
制造厂商		型号规格		出厂编号	
委托单位	名称			联系人	
	地址			电话	
技术依据				环境温度	相对湿度
校准地点				校准日期	
校准员				核验员	
校准用标准物质及测量设备					
名称	型号规格	不确定度 / 准确度等级 / 最大允许误差	证书编号	有效期至	

1. 水浴温度示值误差

反应孔号	温度设定值 ($^{\circ}\text{C}$)	测量值 ($^{\circ}\text{C}$)			平均值 ($^{\circ}\text{C}$)	示值误差 ($^{\circ}\text{C}$)
		1	2	3		

2. 尿中碘浓度示值误差

标准值 ($\mu\text{g/L}$)	测量值 ($\mu\text{g/L}$)			平均值 ($\mu\text{g/L}$)	示值误差 %	扩展不确定度
	1	2	3			

3. 重复性

标准值 ($\mu\text{g/L}$)	测量值 ($\mu\text{g/L}$)						平均值 ($\mu\text{g/L}$)	重复性 %
	1	2	3	4	5	6		

福建省计量规范技术委员会

附录 B

校准证书结果页 (参考) 格式

校 准 结 果

校准项目	校准结果	
	低量程 ($\leq 300 \mu\text{g/L}$)	高量程 ($> 300 \mu\text{g/L}$)
温度示值误差		
尿中碘浓度示值误差		
重复性		
尿中碘浓度示值误差测量结果的不确定度		
水浴温度示值误差测量结果的不确定度		

福建省计量规范技术委员会

附录 C

尿碘分析仪测量结果的不确定度评定示例

C.1 尿中碘浓度示值误差的不确定度评定

C.1.1 测量方法

尿碘分析仪尿中碘浓度示值误差的测量，先用冻干人尿中碘成分分析标准物质对被校分析仪进行测试，然后将被校分析仪的示值与标准物质的数值进行比较，每种浓度重复测量 3 次，取算术平均值作为分析仪的示值，从而判断尿碘分析仪尿中碘浓度示值误差。

C.1.2 测量模型

示值误差可由公式 (C.1) 给出：

$$\Delta c = \frac{\bar{c} - c_s}{c_s} \times 100\% \quad (\text{C.1})$$

式中：

Δc ——尿中碘浓度示值误差，%；

\bar{c} ——3 次示值平均值， $\mu\text{g/L}$ ；

c_s ——尿中碘成分分析标准物质浓度值， $\mu\text{g/L}$ 。

C.1.3 合成标准不确定度计算

依据不确定传播率，当各输入量间不相关时， $u_c^2 = \sum_{i=1}^n c_i^2(x_i)u^2(x_i)$ ，则

$$u_c(\Delta c) = \sqrt{c_1^2 u^2(\bar{c}) + c_2^2 u^2(c_s)} \quad (\text{C.2})$$

由公式 (C.1) 得

$$\text{灵敏系数： } c_1 = \frac{\partial(\Delta c)}{\partial(\bar{c})} = \frac{1}{c_s} \quad c_2 = \frac{\partial(\Delta c)}{\partial(c_s)} = -\frac{\bar{c}}{c_s^2}$$

C.1.4 不确定度的来源及评定

标准不确定度来源包括：

- a) 输入量 \bar{c} 引入的标准不确定度 $u(\bar{c})$ ，主要是测量重复性引入的标准不确定度；
- b) 输入量 c_s 引入的标准不确定度 $u(c_s)$ ，主要是标准物质引入的标准不确定度。

C.1.4.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u(\bar{c})$ 的评定

依据校准方法，在分析仪稳定状态下，依次测量浓度为 $79.1 \mu\text{g/L}$ 、 $233 \mu\text{g/L}$ 、 $525 \mu\text{g/L}$ 、 $794 \mu\text{g/L}$ 冻干人尿中碘成分分析标准物质，重复测量 10 次，测量结果见表 C.1。

表 C.1 测量结果

单位: $\mu\text{g/L}$

标准值	测量值									
79.1	83.25	82.71	80.59	81.82	79.54	83.25	80.59	82.18	80.73	82.64
233	234.93	240.91	238.16	234.93	239.81	238.16	238.71	240.91	236.52	240.12
525	517.44	517.44	518.41	516.00	518.89	519.86	518.41	520.84	517.82	519.16
794	789.29	785.66	789.29	779.72	786.87	785.66	789.29	786.87	783.26	789.88

则单次测量结果的标准差 $s(\bar{c})$ 可由公式 (C.3) 给出

$$s(\bar{c}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2}{n-1}} \quad (\text{C.3})$$

实际校准时在重复性条件下每一个校准点连续测量 3 次, 以 3 次测量的算术平均值作为结果, 则由测量重复性引入的标准不确定分量由公式 (C.4) 给出

$$u(\bar{c}) = \frac{s}{\sqrt{3}} \quad (\text{C.4})$$

式中:

$s(\bar{c})$ ——标准偏差, $\mu\text{g/L}$;

c_i ——第 i 次测量值, $\mu\text{g/L}$;

\bar{c} ——10 次测量值的算术平均值, $\mu\text{g/L}$;

n ——测量次数 ($n=10$)。

由测量重复性引入的标准不确定分量计算结果见表 C.2。

表 C.2 各校准点标准不确定度计算结果

标准值 / ($\mu\text{g/L}$)	平均值 / ($\mu\text{g/L}$)	s / ($\mu\text{g/L}$)	$u(\bar{c})$ / ($\mu\text{g/L}$)
79.1	81.73	1.29	0.75
233	238.32	2.24	1.29
525	518.43	1.37	0.79
794	786.58	3.21	1.85

C.1.4.2 标准物质引入的标准不确定度 $u(c_s)$ 的评定

本次测量采用的是冻干人尿中碘成分分析标准物质, 标准值为 $79.1\mu\text{g/L}$, 扩展不确定度为 $9.0\mu\text{g/L}$ ($k=2$); 标准值为 $233\mu\text{g/L}$, 扩展不确定度为 $15\mu\text{g/L}$ ($k=2$); 标准值为 $525\mu\text{g/L}$, 扩展不确定度为 $17\mu\text{g/L}$ ($k=2$); 标准值为 $794\mu\text{g/L}$, 扩展不确定度为 $28\mu\text{g/L}$ ($k=2$)。则各校准点标准物质引入的标准不确定分量 $u(c_s)$ 为:

$$\text{校准点 } 79.1 \mu\text{g/L}: u(c_s) = \frac{9.0}{2} = 4.5\mu\text{g/L}$$

$$\text{校准点 } 233 \mu\text{g/L}: u(c_s) = \frac{15}{2} = 7.5\mu\text{g/L}$$

$$\text{校准点 } 525 \mu\text{g/L}: u(c_s) = \frac{17}{2} = 8.5\mu\text{g/L}$$

$$\text{s 校准点 } 794 \mu\text{g/L}: u(c_s) = \frac{28}{2} = 14\mu\text{g/L}$$

C.1.4.3 灵敏度系数计算

通过计算和以上信息可知，各校准点的灵敏度系数的计算结果如下：

$$\text{校准点 } 79.1 \mu\text{g/L}: c_1 = \frac{\partial(\Delta c)}{\partial(\bar{c})} = \frac{1}{c_s} = \frac{1}{79.1} = 1.26 \times 10^{-2} \text{L}/\mu\text{g}$$

$$c_2 = \frac{\partial(\Delta c)}{\partial(c_s)} = -\frac{\bar{c}}{c_s^2} = \frac{81.73}{(79.1)^2} = 1.31 \times 10^{-2} \text{L}/\mu\text{g}$$

$$\text{校准点 } 233 \mu\text{g/L}: c_1 = \frac{\partial(\Delta c)}{\partial(\bar{c})} = \frac{1}{c_s} = \frac{1}{233} = 4.29 \times 10^{-3} \text{L}/\mu\text{g}$$

$$c_2 = \frac{\partial(\Delta c)}{\partial(c_s)} = -\frac{\bar{c}}{c_s^2} = \frac{233.32}{(233)^2} = 4.39 \times 10^{-3} \text{L}/\mu\text{g}$$

$$\text{校准点 } 525 \mu\text{g/L}: c_1 = \frac{\partial(\Delta c)}{\partial(\bar{c})} = \frac{1}{c_s} = \frac{1}{525} = 1.90 \times 10^{-3} \text{L}/\mu\text{g}$$

$$c_2 = \frac{\partial(\Delta c)}{\partial(c_s)} = -\frac{\bar{c}}{c_s^2} = \frac{518.43}{(525)^2} = 1.88 \times 10^{-3} \text{L}/\mu\text{g}$$

$$\text{校准点 } 794 \mu\text{g/L}: c_1 = \frac{\partial(\Delta c)}{\partial(\bar{c})} = \frac{1}{c_s} = \frac{1}{794} = 1.26 \times 10^{-3} \text{L}/\mu\text{g}$$

$$c_2 = \frac{\partial(\Delta c)}{\partial(c_s)} = -\frac{\bar{c}}{c_s^2} = \frac{786.58}{(794)^2} = 1.25 \times 10^{-3} \text{L}/\mu\text{g}$$

C.1.5 合成标准不确定度

C.1.5.1 标准不确定度汇总表 C.3

表 C.3 标准不确定一览表

标准不确定度分量 符号		不确定度来源	标准不确定度值	$c_i = \frac{\partial(f)}{\partial(x_i)}$	$ c_i \times u(x_i) $
$u(\bar{c})$	79.1 $\mu\text{g/L}$	重复性引入的 不确定度	0.75 $\mu\text{g/L}$	$1.26 \times 10^{-2} \text{ L}/\mu\text{g}$	9.45×10^{-3}
	233 $\mu\text{g/L}$		1.29 $\mu\text{g/L}$	$4.29 \times 10^{-3} \text{ L}/\mu\text{g}$	5.53×10^{-3}
	525 $\mu\text{g/L}$		0.79 $\mu\text{g/L}$	$1.90 \times 10^{-3} \text{ L}/\mu\text{g}$	1.50×10^{-3}
	794 $\mu\text{g/L}$		1.85 $\mu\text{g/L}$	$1.26 \times 10^{-3} \text{ L}/\mu\text{g}$	2.33×10^{-3}
$u(c_s)$	79.1 $\mu\text{g/L}$	标准物质引入的 不确定度	4.5 $\mu\text{g/L}$	$1.31 \times 10^{-2} \text{ L}/\mu\text{g}$	5.90×10^{-2}
	233 $\mu\text{g/L}$		7.5 $\mu\text{g/L}$	$4.39 \times 10^{-3} \text{ L}/\mu\text{g}$	3.29×10^{-2}
	525 $\mu\text{g/L}$		8.5 $\mu\text{g/L}$	$1.88 \times 10^{-3} \text{ L}/\mu\text{g}$	1.60×10^{-2}
	794 $\mu\text{g/L}$		14 $\mu\text{g/L}$	$1.25 \times 10^{-3} \text{ L}/\mu\text{g}$	1.75×10^{-2}

C.1.5.2 合成标准不确定度 $u_c(\Delta c)$

各校准点的合成标准不确定度 $u_c(\Delta c)$ 按公式 (C.2) 计算结果如下:

$$\text{校准点 } 79.1 \mu\text{g/L}: u_c(\Delta c) = \sqrt{(9.45 \times 10^{-3})^2 + (5.90 \times 10^{-2})^2} = 6.0\%$$

$$\text{校准点 } 233 \mu\text{g/L}: u_c(\Delta c) = \sqrt{(5.53 \times 10^{-3})^2 + (3.29 \times 10^{-2})^2} = 3.3\%$$

$$\text{校准点 } 525 \mu\text{g/L}: u_c(\Delta c) = \sqrt{(1.50 \times 10^{-3})^2 + (1.60 \times 10^{-2})^2} = 1.6\%$$

$$\text{校准点 } 794 \mu\text{g/L}: u_c(\Delta c) = \sqrt{(2.33 \times 10^{-3})^2 + (1.75 \times 10^{-2})^2} = 1.8\%$$

C.1.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 则各校准点示值误差的扩展不确定度按公式 (C.5) 计算:

$$U_{rel} = k \times u_c(\Delta c) \quad (\text{C.5})$$

$$\text{校准点 } 79.1 \mu\text{g/L}: U_{rel} = k \times u_c(\Delta c) = 6.0\% \times 2 = 12\%$$

$$\text{校准点 } 233 \mu\text{g/L}: U_{rel} = k \times u_c(\Delta c) = 3.3\% \times 2 = 6.6\%$$

$$\text{校准点 } 525 \mu\text{g/L}: U_{rel} = k \times u_c(\Delta c) = 1.6\% \times 2 = 3.2\%$$

$$\text{校准点 } 794 \mu\text{g/L}: U_{rel} = k \times u_c(\Delta c) = 1.8\% \times 2 = 3.6\%$$

C.2 水浴温度示值误差的不确定度评定

C.2.1 测量方法

设置反应炉温度为 30°C , 均匀分布选取 5 个反应孔, 将温度测量标准分别插入反

应孔内，待温度稳定后，每隔 5min 记录 1 次温度示值，共记录 3 次。按式 (C.6) 计算出每个位置的温度示值误差。

C.2.2 测量模型

温度示值误差可由公式 (C.6) 给出：

$$\Delta T_i = T_0 - \bar{T}_i \quad (\text{C.6})$$

式中：

ΔT_i ——第 i 个反应孔的温度示值误差，℃；

T_0 ——反应炉的设定温度，℃；

\bar{T}_i ——第 i 个反应孔 3 次测量温度的算术平均值，℃。

取温度示值误差 ΔT_i 中的绝对值最大值为仪器示值误差校准结果。

C.2.3 合成标准不确定度计算

依据不确定传播率，当各输入量间不相关时， $u_c^2 = \sum_{i=1}^n c_i^2(x_i)u^2(x_i)$ ，则

$$u_c(\Delta T_i) = \sqrt{c_1^2 u^2(\bar{T}_i) + c_2^2 u^2(T_0)} \quad (\text{C.7})$$

由公式 (C.7) 得

$$\text{灵敏系数： } c_1 = \frac{\partial(\Delta T_i)}{\partial(\bar{T}_i)} = -1 \quad c_2 = \frac{\partial(\Delta T_i)}{\partial(T_0)} = 1$$

C.2.4 不确定度的来源及评定

标准不确定度来源包括：

a) 输入量 \bar{T}_i 引入的标准不确定度 $u(\bar{T}_i)$ ，主要是测量重复性引入的标准不确定度 $u(\bar{T}_{i1})$ 和分辨力引入的标准不确定度 $u(\bar{T}_{i2})$ ；

b) 输入量 T_0 引入的标准不确定度 $u(T_0)$ ，主要是温度测量标准引入的标准不确定度。

C.2.5 标准不确定度的评定

C.2.5.1 输入量 \bar{T}_i 引入的标准不确定度 $u(\bar{T}_i)$

C.2.5.1.1 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(\bar{T}_{i1})$

设置反应炉温度为 30℃ 进行校准，待恒温器达到设定温度稳定后，连续重复测量 10 次，分别为 30.05℃、29.95℃、30.11℃、30.05℃、30.21℃、29.9℃、30.02℃、29.95℃、30.15℃、30.18℃。单次测量值的标准偏差 s ：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}{n-1}} = 0.10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

实际校准时在重复性条件下每一个校准点连续测量 3 次，以 3 次测量的算术平均值作为结果，则由测量重复性引入的标准不确定分量为：

$$u(\bar{T}_{i1}) = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.058 \text{ } ^\circ\text{C}$$

C.2.5.1.2 分辨力引入的标准不确定度分量 $u(\bar{T}_{i2})$

标准器温度分辨力为 $0.01 \text{ } ^\circ\text{C}$ ，不确定度区间半宽 $0.005 \text{ } ^\circ\text{C}$ ，服从均匀分布，则分辨力引入的标准不确定度：

$$u(\bar{T}_{i2}) = \frac{0.005^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} = 0.003 \text{ } ^\circ\text{C}$$

测量重复性引入的标准不确定度远大于标准器分辨力引入的标准不确定度，取其中较大者，则由输入量 \bar{T}_i 引入的标准不确定度 $u(\bar{T}_i) = u(\bar{T}_{i1}) = 0.058 \text{ } ^\circ\text{C}$ 。

C.2.5.2 输入量 T_0 引入的标准不确定度分量 $u(T_0)$

输入量 T_0 引入的标准不确定度分量主要是温度测量标准引入的不确定分量 $u(T_0)$ ，温度测量标准装置的最大允许误差（MPEV）为 $\pm 0.1 \text{ } ^\circ\text{C}$ ，服从均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ 则由输入量 T_0 引入的标准不确定度分量 $u(T_0)$ 计算如下：

$$u(T_0) = \frac{|\text{MPEV}|}{k} = \frac{0.1^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} = 0.058 \text{ } ^\circ\text{C}$$

C.2.6 合成标准不确定度

C.2.6.1 标准不确定度汇总表 C.4

标准不确定度汇总见表 C.4。

表 C.4 标准不确定度汇总表

标准不确定度分量符号	不确定度来源	标准不确定度值	$c_i = \frac{\partial(f)}{\partial(x_i)}$	$ c_i \times u(x_i) $
$u(\bar{T}_i)$	测量重复性引入的标准不确定度	0.058 $^\circ\text{C}$	-1	0.058 $^\circ\text{C}$
$u(T_0)$	温度测量标准引入的标准不确定度	0.058 $^\circ\text{C}$	1	0.058 $^\circ\text{C}$

C.2.6.2 合成标准不确定度 $u_c(\Delta T_i)$

各校准点的合成标准不确定度 $u_c(\Delta T_i)$ 按公式 (C.7) 计算结果如下：

$$u_c(\Delta T_i) = \sqrt{c_1^2 u^2(\bar{T}_i) + c_2^2 u^2(T_0)} = \sqrt{(0.058)^2 + (0.058)^2} = 0.08 \text{ } ^\circ\text{C}$$

C.2.7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 则温度示值误差的扩展不确定度:

$$U = k \times u_c(\Delta T_i) = 0.2^\circ\text{C}$$

福建省计量规范技术委员会