



# 江苏省地方计量技术规范

JJF (苏) 95—2024

## 数字温度计校准规范

Calibration Specification for Digital Thermometer

2024-03-26发布

2024-05-01 实施

江苏省市场监督管理局 发布



# 数字温度计校准规范

Calibration Specification for  
Digital Thermometer

JJF (苏) 95-2024

代替 JJF (苏) 95-2010

本规范经江苏省市场监督管理局于 2024 年 03 月 26 日批准, 并自 2024 年 05 月 01 日起施行。

归 口 单 位: 江苏省市场监督管理局

主要起草单位: 苏州市计量测试院

参加起草单位: 上海开平仪器有限公司

本规范委托江苏省热工计量专业技术委员会负责解释



**本规范主要起草人：**

宋姗姗 (苏州市计量测试院)  
郁龙水 (苏州市计量测试院)  
胡涵星 (苏州市计量测试院)  
徐含青 (苏州市计量测试院)

**参与起草人：**

汪 剑 (上海开平仪器有限公司)  
周 斌 (苏州市计量测试院)  
肖龙飞 (苏州市计量测试院)



# 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 )  |
| 4.1 示值误差.....                    | ( 1 )  |
| 4.2 绝缘电阻.....                    | ( 2 )  |
| 5 校准条件 .....                     | ( 2 )  |
| 5.1 环境条件.....                    | ( 2 )  |
| 5.2 标准器及配套设备 .....               | ( 2 )  |
| 6 校准项目和校准方法 .....                | ( 3 )  |
| 6.1 校准、检查项目 .....                | ( 3 )  |
| 6.2 校准方法 .....                   | ( 4 )  |
| 6.3 数据处理 .....                   | ( 4 )  |
| 7 校准结果表达 .....                   | ( 5 )  |
| 9 复校时间间隔 .....                   | ( 6 )  |
| 附录 A 数字温度计校准原始记录 (参考格式) .....    | ( 7 )  |
| 附录 B 数字温度计示值误差不确定度评定示例 (一) ..... | ( 9 )  |
| 附录 C 数字温度计示值误差不确定度评定示例 (二) ..... | ( 13 ) |





# 引 言

本规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》起草、其中测量不确定度的评定按照 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》进行。本规范依据第一版为基础进行了部分内容的修改，适用于数字温度计的校准。

本规范主要技术变化如下：

- 修改了温度计的测量范围
- 删除了温度计的通道数
- 增加了引用文件
- 增加了概述
- 增加了标准器和配套设备
- 规范涵盖了高精密数字温度计的校准
- 附录中增加了高精密数字温度计测量不确定度的评定示例

本规范的历次版本发布情况为：

- JJF (苏) 95-2010。



# 数字温度计校准规范

## 1 范围

本规范适用于测量范围为 $(-196\sim 1200)^{\circ}\text{C}$ 的数字温度计(以下简称温度计)的校准。其他指示式温度计也可参照本规范执行。

## 2 引用文件

JJG 160-2007 标准铂电阻温度计检定规程

JJF 1366-2012 温度数据采集仪校准规范

JJF 1379-2012 热敏电阻测温仪校准规范

JJF 1637-2017 廉金属热电偶校准规范

GB/T 8170-2016 数值修约规则与极限数值的表示和判定

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

数字温度计是指由数字式显示器和温度传感器组成的温度测量仪表。数字显示器包括段式数字显示器和点阵式数字显示器,温度传感器主要有热电阻、热电偶、半导体感温元件等模拟输出信号的传感器、集成温度传感器等类型。广泛应用于工业、商业及民用领域。

## 4 计量特性

### 4.1 示值误差

温度计示值误差有以下两种表示形式。

4.1.1 与被测温度计量程(FS)和准确度等级( $a$ )有关的方程表示见公式(1):

$$\Delta=\pm a\%FS \quad (1)$$

式中:  $\Delta$ —允许示值误差,  $^{\circ}\text{C}$ 。

4.1.2 直接以被测量值表示见公式(2):

$$\Delta=\pm K \quad (2)$$

式中： $K$ —允许的示值误差限， $^{\circ}\text{C}$ 。

## 4.2 绝缘电阻

在环境温度为  $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 85% 时，温度计的电源端子与外壳、电源端子与温度传感器间的绝缘电阻应不小于  $20\text{M}\Omega$ 。

注：使用电池供电的温度计不进行此项目的校准。

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

环境温度： $10^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度： $\leq 85\%$

环境条件应同时满足标准设备使用的相关要求。

### 5.2 标准器及配套设备

校准所需的标准器及配套设备可以从表 1、表 2 中参考选取。选用的原则为：校准时由标准器及配套设备引入的扩展不确定  $U(k=2)$  应尽可能小，以满足校准工作的需求。

表 1 测量标准及技术要求

| 序号 | 测量标准名称                   | 测量范围                                       | 技术要求                                   | 备注  |
|----|--------------------------|--|--|---|
| 1  | 标准铂电阻温度计                 | $(-189.3442 \sim 419.527)^{\circ}\text{C}$ | 一等<br>二等                               | 被校温度计最大允许误差优于 $\pm 0.025^{\circ}\text{C}$ 需使用一等标准 |
| 2  | 标准铂铑 <sub>10</sub> -铂热电偶 | $(300 \sim 1200)^{\circ}\text{C}$          | 二等                                     | —   |
| 3  | 高精密数字温度计                 | $(-198 \sim 420)^{\circ}\text{C}$          | $\text{MPE}:\pm 0.025^{\circ}\text{C}$ | —   |

注：也可使用不确定度满足要求的其他测量标准。

表 2 配套设备及技术要求

| 序号 | 设备名称 | 技术要求                       | 用途         | 备注              |
|----|------|----------------------------|------------|-----------------|
| 1  | 电测设备 | 相对误差不大于 $2 \times 10^{-5}$ | 与标准铂电阻配套使用 | 也可使用满足要求的其他电测设备 |
|    |      | 准确度等级不低于 0.02 级            | 与标准热电偶配套使用 |                 |

表 2 (续)

| 序号 | 设备名称     | 技术要求  | 用途                            | 备注 |
|----|----------|---|-------------------------------|----|
| 2  | 恒温设备     | 恒温槽：<br>温度范围：(-100~300)℃<br>温度均匀性 $\leq 0.01^\circ\text{C}$<br>温度波动性 $\leq 0.01^\circ\text{C}/10\text{min}$<br>盐槽：<br>温度范围：(200~550)℃<br>温度均匀性 $\leq 0.01^\circ\text{C}$<br>温度波动性 $\leq 0.015^\circ\text{C}/10\text{min}$<br>专用恒温箱：<br>温度范围：(-70~150)℃<br>温度均匀度 $\leq 1.0^\circ\text{C}$<br>温度波动度 $\leq 0.5^\circ\text{C}/10\text{min}$ | 提供稳定的均匀温场                     | —  |
| 3  | 液氮比较槽    | 温度波动性 $\leq 5\text{mK}/10\text{min}$<br>孔间温差 $\leq 2\text{mK}$  |                               |    |
| 4  | 热电偶检定炉   | 温度范围：(300~1200)℃<br>有效工作区域轴向 30mm 内，任意两点温差绝对值不大于 $0.5^\circ\text{C}$ ；径向半径不小于 14mm 范围内，同一截面任意两点的温差绝对值不大于 $0.25^\circ\text{C}$   |                               |    |
| 5  | 干体式温度校准器 | 温度范围：(-100~1200)℃<br>均匀性 $\leq 0.5^\circ\text{C}$<br>波动度 $\leq 0.2^\circ\text{C}/10\text{min}$  |                               |    |
| 6  | 水三相点瓶    | $U=1\text{ mK}$ , $k=2$   | 测量标准铂电阻温度计 $R_{\text{tp}}$ 值  |    |
| 7  | 零度恒温器    | 恒温腔深度应不小于 200mm，工作区域温度变化为 $(0\pm 0.1)^\circ\text{C}$  | 为参考端提供 $0^\circ\text{C}$ 的恒温场 |    |
| 8  | 补偿导线     | 允许误差： $\pm 0.2^\circ\text{C}$   | 将标准热电偶的信号输出引至参考端恒温器           |    |
| 9  | 绝缘电阻表    | 直流 500V<br>10 级   | 测量使用交流电源的温度计                  |    |

注：也可使用满足要求的其他设备

## 6 校准项目和校准方法

### 6.1 校准、检查项目

- a) 检查项目：外观、绝缘电阻；
- b) 校准项目：示值误差。

## 6.2 校准方法

### 6.2.1 外观检查

目测检查，温度计应符合以下要求：

a) 温度计应标有型号规格、制造厂名、出厂编号以及表示温度的符号。

b) 温度计数字显示应清晰、无缺笔画，小数点和极性状态应正常；数字显示器和温度传感器的连接极性应能准确识别，机械连接部分应牢固可靠。

### 6.2.2 绝缘电阻检查

使用交流电源供电的温度计，需要进行此项目的校准。

温度计处于切断电源状态，电源开关处于接通位置，用电压为 500V 的绝缘电阻表对温度计的电源端子与外壳、电源端子与传感器之间进行试验。

### 6.2.3 示值误差的校准

#### 6.2.3.1 校准点的选择

校准点应均匀分布在整個测量范围上，原则上应包括上限值和下限值，不少于 3 个点。也可以根据客户需要选择校准点。

#### 6.2.3.2 校准方法。

(a) 使用恒温设备校准的方法：将被校温度计和标准温度计放入恒温设备的有效区域内（被校与测量标准尽可能靠近），恒温设备偏离校准点温度不得超过 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ （以标准温度计为准），待示值稳定后，按标准→被校→被校→标准的顺序，读取两个循环的数据，取 4 次读数平均值计算温度计示值误差。

(b) 使用热电偶检定炉和干体式温度校准器校准的方法：使用热电偶检定炉，将标准铂铑<sub>10</sub>-铂热电偶套上保护管，与被校温度计传感器的测量端用镍铬丝捆扎，置于热电偶检定炉内有效区域同一径向截面上，炉口处用绝缘耐高温材料封堵；使用干体式温度校准器，将标准铂铑<sub>10</sub>-铂热电偶与被校温度计传感器置于恒温块内，标准铂铑<sub>10</sub>-铂热电偶应连接相对应分度号的补偿导线，补偿导线参考端应置于零度恒温器中。热电偶检定炉或干体式温度校准器偏离校准点温度在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 以内、温度变化每分钟不超过  $0.2^{\circ}\text{C}$ （以标准热电偶为准），待示值稳定后，按 6.2.3.2 (a) 相同的方法读数。

使用标准铂电阻温度计作为标准器时，整个过程完成后应测量  $R_{tp}$ 。

## 6.3 数据处理

### 6.3.1 示值误差的计算

温度计示值误差按公式 (3) 计算

$$\Delta t = t - t_0 \quad (3)$$

式中:

$\Delta t$ ——被校温度计的示值误差, °C。

$t$ ——被校温度计示值平均值, °C。

$t_0$ ——标准仪器实际温度平均值, °C。

## 7 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映, 校准证书应至少包含以下信息:

- 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), 页码及总页数的标识;
- e) 客户名称和地址;
- f) 被校对象的描述和明确标识;
- g) 校准日期, 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, 应对被校样品的抽样程序进行说明;
- 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) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- m) 对校准规范的偏离和说明;
- 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。

其中, “本次校准所用的测量标准的溯源性及有效说明” 中应包含标准器的名称、型号规格、测量范围及不确定度 (或准确度等级、最大允许误差)、有效日期等说明。

“校准结果及其测量不确定度的说明”中应给出每个被校点对应的测量结果以及相应的扩展不确定度和包含因子，如各被校点的扩展不确定度相差不大，可以取最大的代替。

## 8 复校时间间隔

由于复校时间间隔由温度计的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素决定的，因此送校单位可根据实际情况自主决定复校时间间隔。

建议温度计的复校时间间隔为 1 年。



## 附录 A

## 数字温度计校准原始记录（参考格式）

记录编号：

|  |       |       |
|--|-------|-------|
| 送校单位：  |       |       |
| 仪器名称：  | 型号规格： | 允许误差： |
| 制造单位：  | 出厂编号： |       |
| 通用要求检查： <input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合 | 设备编号： |       |

校准所使用的技术依据：

|      |  |
|------|--|
| 技术依据 |  |
|------|--|

校准所使用的主要计量器具：

| 名 称 | 型号/<br>规格 | 不确定度或准确的<br>等级或最大允<br>许误差 | 仪器<br>编号 | 检/校<br>单位 | 证 书 号 | 有 效 期 |
|-----|-----------|---------------------------|----------|-----------|-------|-------|
|     |           |                           |          |           |       |       |
|     |           |                           |          |           |       |       |

校准地点、环境条件：

|     |                  |                   |
|-----|------------------|-------------------|
| 地点： | 温 度：           ℃ | 相对湿度：           % |
|-----|------------------|-------------------|

观察结果、数据及计算处理：

单位：

| 标准仪器                            |     |     | 被校仪器通道 1 |     | 被校仪器通道 2 |     | 示值误差 |      |
|---------------------------------|-----|-----|----------|-----|----------|-----|------|------|
| 电测值                             | 温度值 | 平均值 | 温度值      | 平均值 | 温度值      | 平均值 | 通道 1 | 通道 2 |
| $\square\Omega\square\text{mV}$ | ℃   | ℃   | ℃        | ℃   | ℃        | ℃   | ℃    | ℃    |
|                                 |     |     |          |     |          |     |      |      |
|                                 |     |     |          |     |          |     |      |      |
|                                 |     |     |          |     |          |     |      |      |
|                                 |     |     |          |     |          |     |      |      |
|                                 |     |     |          |     |          |     |      |      |
|                                 |     |     |          |     |          |     |      |      |
|                                 |     |     |          |     |          |     |      |      |

绝缘电阻：电源与外壳\_\_\_\_\_ MΩ

电源与传感器\_\_\_\_\_ MΩ

测量不确定度：  $U=$  \_\_\_\_\_ ,  $k=2$

校准时间： \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

建议复校时间间隔： \_\_\_\_\_

校准员： \_\_\_\_\_ 核验员： \_\_\_\_\_

## 附录 B

### 数字温度计示值误差不确定度评定示例（一）

#### B.1 被测对象

高精度数字温度计，分辨力为  $0.001^{\circ}\text{C}$ ，测温范围为  $(-198\sim 420)^{\circ}\text{C}$ ，采用一等标准铂电阻温度计作为测量标准，评定温度计在校准点  $300^{\circ}\text{C}$  时示值误差的不确定度。

#### B.2 测量模型

$$\Delta t = t - t_0$$

式中：

$\Delta t$ ——被校温度计示值误差， $^{\circ}\text{C}$ 。

$t$ ——被校温度计的示值平均值， $^{\circ}\text{C}$ 。

$t_0$ ——标准仪器实际温度平均值， $^{\circ}\text{C}$ 。

#### B.3 灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial \Delta t}{\partial t} = 1$$

$$c_2 = \frac{\partial \Delta t}{\partial t_0} = -1$$

#### B.4 方差公式

$$u_c^2(\Delta t) = c_1^2 u^2(t) + c_2^2 u^2(t_0)$$

#### B.5 标准不确定度来源

##### B.5.1 输入量 $t$ 引入的标准不确定 $u(t)$

输入量  $t$  引入的标准不确定度  $u(t)$  由以下 2 个分量构成：

- 温度计测量重复性引入的标准不确定度  $u(t_1)$ 。
- 温度计分辨力引入的标准不确定度  $u(t_2)$ 。

##### B.5.2 输入量 $t_0$ 引入的标准不确定度 $u(t_0)$ 。

输入量  $t_0$  引入的标准不确定度  $u(t_0)$  由以下 5 个分量构成：

- 一等标准铂电阻温度计量值溯源引入的标准不确定度  $u(t_{01})$ ；
- 一等标准铂电阻温度计稳定性引入的标准不确定度  $u(t_{02})$ ；
- 电测设备测量误差引入的标准不确定度  $u(t_{03})$ ；
- 一等标准铂电阻温度计水三相点电阻值变化引入的标准不确定度  $u(t_{04})$ ；
- 恒温槽温度场均匀性引入的标准不确定度  $u(t_{05})$ ；

## B.6 标准不确定度的评定

B.6.1 输入量  $t$  引入的标准不确定度  $u(t)$ B.6.1.1 温度计测量重复性引入标准不确定度  $u(t_1)$ 

温度计的短期不稳定性和恒温槽的温度变化等都会引起温度计的示值不重复,采用 A 类方法评定。

对温度计在重复性条件下做 10 次重复测量,测量值见表 B.1,则单次测量的标准偏差  $s=0.0014^{\circ}\text{C}$ ,温度计在实际测量中,以 4 次测量值的平均值为测量结果,所以

$$u(t_1) = 0.0014/\sqrt{4} = 0.0007^{\circ}\text{C} = 0.7\text{mK}$$

表 B.1 重复测量数据

|      |         |         |         |         |         |
|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 次数   | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |
| 被校示值 | 299.978 | 299.976 | 299.980 | 299.980 | 299.979 |
| 次数   | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      |
| 被校示值 | 299.978 | 299.980 | 299.977 | 299.978 | 299.977 |

B.6.1.2 温度计分辨力引入标准不确定度  $u(t_2)$ 

温度计在  $300^{\circ}\text{C}$  点上的分辨力为  $0.001^{\circ}\text{C}$ ,采用 B 类方法评定。

其区间半宽为  $0.0005^{\circ}\text{C}$ ,该分布服从均匀分布,则

$$u(t_2) = 0.0005/\sqrt{3} = 0.00029^{\circ}\text{C} = 0.29\text{mK}$$

被校温度计引入的标准不确定度  $u(t)$  由上述二个分量,测量重复性引入的标准不确定度大于分辨力引入的标准不确定度,则使用重复性引入的标准不确定度,即

$$u(t) = 0.0007^{\circ}\text{C} = 0.7\text{mK}$$

B.6.2 输入量  $t_0$  引入的标准不确定度  $u(t_0)$ B.6.2.1 一等标准铂电阻温度计量值溯源引入的标准不确定度  $u(t_{01})$ 

$u(t_{01})$  由一等标准铂电阻温度计的量值溯源引入,  $300^{\circ}\text{C}$  时一等标准铂电阻温度计的不确定度为  $U=2.8\text{mK}$ ,  $k=2$ , 则

$$u(t_{01}) = 2.8/2 = 1.4\text{mK}$$

B.6.2.2 一等标准铂电阻温度计稳定性引入的标准不确定度  $u(t_{02})$ 

一等标准铂电阻温度计检定规程规定的两相邻周期结果的差值( $W_{\text{sn}}$ )不超过  $7.0\text{mK}$ ,采用 B 类评定方法,估计为正态分布,则标准不确定度为

$$u(t_{02}) = 7.0/2.58 = 2.71\text{mK}$$

B.6.2.3 电测设备测量误差引入的标准不确定度 $u(t_{03})$ 

用 1594A 超级测温仪作为电测仪器,其最大误差为 $\pm 4 \times 10^{-6} \text{RD}$ ,  $300^\circ\text{C}$ 时标准铂电阻温度计标称值为  $53.84\Omega$ ,采用 B 类评定方法,估计为均匀分布,则标准不确定度为

$$u(t_{03}) = 4 \times 10^{-6} \times 53.84 / (0.1 \times \sqrt{3}) = 0.00124^\circ\text{C} = 1.24\text{mK}$$

B.6.2.4 一标准铂电阻温度计水三相点电阻值变化引入的标准不确定度 $u(t_{04})$ 

按标准铂电阻温度计检定规程要求,水三相点变化不大于  $3\text{mK}$ ,使用铂电阻温度计前要测量水三相点值,并使用新测量值进行计算,这里取使用前后二次测量的差值约  $1.5\text{mK}$ ,采用 B 类评定方法,估计为均匀分布,则标准不确定度为

$$u(t_{04}) = 1.5 / \sqrt{3} = 0.87\text{mK}$$

B.6.2.5 恒温槽温度场均匀性引入的标准不确定度 $u(t_{05})$ 

恒温槽在  $300^\circ\text{C}$ 时,均匀性为  $0.01^\circ\text{C}$ ,采用 B 类评定方法,估计为均匀分布,则标准不确定度为

$$u(t_{05}) = 0.005 / \sqrt{3} = 0.0029^\circ\text{C} = 2.9\text{mK}$$

## B.6.2.6 以上各分量彼此相互独立,则

$$u(t_0) = \sqrt{u^2(T_{01}) + u^2(T_{02}) + u^2(T_{03}) + u^2(T_{04}) + u^2(T_{05})} = 4.47\text{mK}$$

## B.7 合成标准不确定度

标准不确定度汇总见表 B.2

表 B.2 标准不确定度汇总表

| 输入量   | 不确定度来源          | 标准不确定度符号    | 标准不确定度<br>/mK | 灵敏系数 |
|-------|-----------------|-------------|---------------|------|
| $t$   | 被校温度计重复性引入      | $u(t_1)$    | 0.7           | 1    |
|       | 被校温度计分辨力引入      | $u(t_2)$    | 0.29          |      |
| $t_0$ | 标准铂电阻量值溯源引入     | $u(t_{01})$ | 1.4           | -1   |
|       | 标准铂电阻温度计稳定性引入   | $u(t_{02})$ | 2.71          |      |
|       | 电测设备引入          | $u(t_{03})$ | 1.24          |      |
|       | 标准铂电阻水三相点阻值变化引入 | $u(t_{04})$ | 0.87          |      |
|       | 恒温槽不均匀性引入       | $u(t_{05})$ | 2.9           |      |

以上各项标准不确定度互不相关,所以合成标准不确定度为

$$u_c(y) = \sqrt{u^2(t) + u^2(t_0)} = 4.52\text{mK}$$

## B.8 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，则扩展不确定度为

$$U = 2 \times 4.52 = 9.04\text{mK} = 0.00904^\circ\text{C} \approx 0.009^\circ\text{C}$$

## 附录 C

## 数字温度计示值误差不确定度评定示例（二）

## C.1 被测对象

数字温度计，分辨力为  $0.1^{\circ}\text{C}$ ，测温范围为  $(-50\sim 1200)^{\circ}\text{C}$ ，采用二等标准铂铑<sub>10</sub>-铂热电偶作为测量标准，评定温度计在校准点  $800^{\circ}\text{C}$  时示值误差的不确定度。

## C.2 测量模型

$$\Delta t = t - t_0$$

式中：

$\Delta t$ ——被校温度计示值误差， $^{\circ}\text{C}$ 。

$t$ ——被校温度计的示值平均值， $^{\circ}\text{C}$ 。

$t_0$ ——标准仪器实际温度平均值， $^{\circ}\text{C}$ 。

## C.3 灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial \Delta t}{\partial t} = 1$$

$$c_2 = \frac{\partial \Delta t}{\partial t_0} = -1$$

## C.4 方差公式

$$u_c^2(\Delta t) = c_1^2 u^2(t) + c_2^2 u^2(t_0)$$

## C.5 标准不确定度来源

C.5.1 输入量  $t$  引入的标准不确定度  $u(t)$ 

输入量  $t$  引入的标准不确定度  $u(t)$  由以下 2 个分量构成：

- a) 温度计测量重复性引入的标准不确定度  $u(t_1)$ 。
- b) 温度计分辨力引入的标准不确定度  $u(t_2)$ 。

C.5.2 输入量  $t_0$  引入的标准不确定度  $u(t_0)$ 。

输入量  $t_0$  引入的标准不确定度  $u(t_0)$  由以下 5 个分量构成：

- a) 二等标准铂铑<sub>10</sub>-铂热电偶量值溯源引入的标准不确定度  $u(t_{01})$ ；
- b) 电测设备测量误差引入的标准不确定度  $u(t_{02})$ ；
- c) 恒温炉均匀性引入的标准不确定度  $u(t_{03})$ ；
- d) 恒温炉波动性引入的标准不确定度  $u(t_{04})$ ；

e) 热电偶参考端温差引入的标准不确定度 $u(t_{05})$ ;

## C.6 标准不确定度的评定

### C.6.1 输入量 $t$ 引入的标准不确定度 $u(t)$

#### C.6.1.1 温度计测量重复性引入标准不确定度 $u(t_1)$

温度计的短期不稳定性和恒温炉的温度变化等都会引起温度计示值的不重复,采用 A 类方法评定。

对温度计在重复性条件下做 10 次重复测量,测量值见表 C.1,则单次测量的标准偏差  $s=0.063^{\circ}\text{C}$ ,温度计在实际测量中,以 4 次测量值的平均值作为测量结果,则

$$u(t_1) = 0.063/\sqrt{4} = 0.032^{\circ}\text{C}$$

表 C.1 重复测量数据

|      |       |       |       |       |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 次数   | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |
| 被校示值 | 799.5 | 799.5 | 799.6 | 799.5 | 799.5 |
| 次数   | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| 被校示值 | 799.4 | 799.5 | 799.5 | 799.6 | 799.6 |

#### C.6.1.2 温度计分辨力引入标准不确定度 $u(t_2)$

温度计在  $800^{\circ}\text{C}$  点上的分辨力为  $0.1^{\circ}\text{C}$ ,采用 B 类方法评定,其区间半宽为  $0.05^{\circ}\text{C}$ ,该分布服从均匀分布,则

$$u(t_2) = 0.05/\sqrt{3} = 0.029^{\circ}\text{C}$$

被校温度计引入的标准不确定度 $u(t)$ 由上述二个分量,测量重复性引入的标准不确定度大于分辨力引入的标准不确定度,则使用重复性引入的标准不确定度,即

$$u(t) = 0.032^{\circ}\text{C}$$

### C.6.2 输入量 $t_0$ 引入的标准不确定度 $u(t_0)$

#### C.6.2.1 二等标准铂铑<sub>10</sub>-铂热电偶量值溯源引入的标准不确定度 $u(t_{01})$

二等标准铂铑<sub>10</sub>-铂热电偶上级部门校准证书所引入的不确定度为  $0.6^{\circ}\text{C}$ ,  $k=2$ ,则

$$u(t_{01}) = 0.6/2 = 0.3^{\circ}\text{C}$$

#### C.6.2.2 电测设备测量误差引入的标准不确定度 $u(t_{02})$

测量标准热电偶使用的数字表为 KEITHLEY 2010 型,其准确度等级为 0.002 级,  $800^{\circ}\text{C}$  时的分度值为  $7.345\text{mV}$ ,微分电动势为  $0.01087\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ ,则数字表示值最大允差为  $((7.345 \times 0.002)/100)/0.01087=0.014^{\circ}\text{C}$ ,采用 B 类评定方法,估计为均匀分布,则标



准不确定度为

$$u(t_{02}) = 0.014/\sqrt{3} = 0.008^{\circ}\text{C}$$

#### C.6.2.3 恒温炉均匀性引入的标准不确定度 $u(t_{03})$

恒温炉工作区域最大温差为  $0.25^{\circ}\text{C}$ ，则不确定度区间半宽为  $0.125^{\circ}\text{C}$ ，采用 B 类评定方法，估计为均匀分布，则标准不确定度为

$$u(t_{03}) = 0.125/\sqrt{3} = 0.072^{\circ}\text{C}$$

#### C.6.2.4 恒温炉波动性引入的标准不确定度 $u(t_{04})$

恒温炉工作区域最大温度波动  $0.1^{\circ}\text{C}/10\text{min}$ ，则不确定度区间半宽为  $0.05^{\circ}\text{C}$ ，采用 B 类评定方法，估计为均匀分布，则标准不确定度为

$$u(t_{04}) = 0.05/\sqrt{3} = 0.029^{\circ}\text{C}$$

#### C.6.2.5 热电偶参考端温差引入的标准不确定度 $u(t_{05})$

参考端不为  $0^{\circ}\text{C}$ ，最大温差不大于  $0.1^{\circ}\text{C}$ ，取区间半宽度  $a$  为  $0.1^{\circ}\text{C}$ ，采用 B 类评定方法，估计为均匀分布，则标准不确定度为

$$u(t_{05}) = 0.1/\sqrt{3} = 0.058^{\circ}\text{C}$$

#### C.6.2.6 以上各分量彼此相互独立，则

$$u(t_0) = \sqrt{u^2(t_{01}) + u^2(t_{02}) + u^2(t_{03}) + u^2(t_{04}) + u^2(t_{05})} = 0.315^{\circ}\text{C}$$

### C.7 合成标准不确定度

标准不确定度汇总见表 C.2

表 C.2 标准不确定度汇总表

| 输入量   | 不确定度来源      | 标准不确定度符号    | 标准不确定度/ $^{\circ}\text{C}$ | 灵敏系数 |
|-------|-------------|-------------|----------------------------|------|
| $t$   | 被校温度计重复性引入  | $u(t_1)$    | 0.032                      | 1    |
|       | 被校温度计分辨力引入  | $u(t_2)$    | 0.029                      |      |
| $t_0$ | 标准热电偶量值溯源引入 | $u(t_{01})$ | 0.3                        | -1   |
|       | 电测设备引入      | $u(t_{02})$ | 0.008                      |      |
|       | 恒温炉不均匀性引入   | $u(t_{03})$ | 0.072                      |      |
|       | 恒温炉波动性引入    | $u(t_{04})$ | 0.029                      |      |
|       | 热电偶参考端温差引入  | $u(t_{05})$ | 0.058                      |      |

以上各项标准不确定度互不相关，则合成标准不确定度为

$$u_c(y) = \sqrt{u^2(t) + u^2(t_0)} = 0.317^\circ\text{C}$$

#### C.8 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，则扩展不确定度为

$$U = 2 \times 0.317 = 0.63^\circ\text{C} \approx 0.7^\circ\text{C}$$

---

江苏省地方计量技术规范  
**数字温度计校准规范**  
JJF(苏) 9—2024  
江苏省市场监督管理局发布

\*

江苏省计量协会印刷  
**版权所有不得翻印**

\*

开本 880 mm×1230 mm 16 开本  
2024 年 4 月 印刷