

JJF (苏)

江苏省地方计量校准规范

JJF (苏) 95—2010

数字温度计校准规范

Calibration Specification for
Digital Thermometer

2010-01-01 发布

2010-03-01 实施

江苏省质量技术监督局 发布

数字温度计校准规范

Calibration Specification for Digital

Thermometer

JJF (苏) 95-2010

本规范经江苏省质量技术监督局于 2010 年 01 月 01 日批准, 并自 2010 年 03 月 01 日起施行。

归口单位: 江苏省质量技术监督局

起草单位: 苏州市计量测试技术研究所

本规范由归口单位负责解释。

本规范主要起草人：

郁龙水（苏州市计量测试技术研究所）

参加起草人：

吴向东（苏州市计量测试技术研究所）

包可瑜（苏州市计量测试技术研究所）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 计量特性	(1)
3.1 测量误差	(1)
3.2 安全性能	(1)
3.3 通用技术要求	(2)
4 校准条件	(2)
4.1 环境条件	(2)
4.2 校准用标准器	(2)
4.3 校准用配套设备	(2)
5 校准项目和校准方法	(3)
5.1 温度计的校准内容	(3)
5.2 温度计的校准方法	(3)
6 校准结果表达	(4)
7 复校时间间隔	(5)
附录 A 数字温度计校准原始记录格式(参考格式)	(6)
附录 B 数字温度计的测量结果的不确定度评定	(8)

数字温度计校准规范

1 范围

本规范适用于测温范围为(-80~1000)℃,具有二个测温通道以内的,以热电偶、热电阻等为感温单元的数字温度计(以下简称温度计)的校准。

2 引用文献

JJF1071-2000《国家计量校准规范编写规则》

JJF1059-1999《测量不确定度评定与表示》

JJG874-2007《温度指示控制仪检定规程》

GB/T8170-2008《数值修约规则与极限数值的表示和判定》

使用本规范时,应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 计量特性

3.1 测量误差

温度计各通道的示值与标准器实测温度值的差值为温度计的测量误差。用下列二种形式表示:

(a) 与被测温度计量程(FS)和准确度等级(a)有关的方式表示:

$$\Delta = \pm a\%FS$$

式中: Δ ——最大允许测量误差,℃。

(b) 直接以被测量值表示:

$$\Delta = \pm K$$

式中: K——允许的测量误差限,℃。

3.2 安全性能

绝缘电阻

在环境温度为15℃~35℃,相对湿度为≤85%时,温度计的电源端子与外壳间的绝缘电阻应不小于20MΩ。

注: 使用电池供电的温度计不进行此项目的校准。

3.3 通用技术要求

3.3.1 温度计应标有以下信息: 型号规格、制造厂名、显示单元及感温单元的编号和分度号, 温度测量范围、准确度等级、以及表示温度的符号。

3.3.2 温度计数字显示应清晰、无缺笔划, 小数点和极性状态应正常。

3.3.3 显示单元和感温单元的连接极性应能准确识别, 机械连接部分应牢固可靠。

4 校准条件

4.1 环境条件

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

4.2 校准用标准器

(a) 二等标准铂电阻温度计($-100\sim 419.527$) $^{\circ}\text{C}$, 也可以使用准确度等级不低于二等标准铂电阻温度计的其它标准器。

(b) 二等标准铂铑₁₀-铂热电偶($300\sim 1100$) $^{\circ}\text{C}$, 也可以使用准确度等级不低于二等标准铂铑₁₀-铂热电偶的其它标准器。

(c) 电测仪器, 可测量电阻和直流电压信号。在对应的温度校准范围内, 准确度不低于 0.02 级。

4.3 校准用配套设备

4.3.1 恒温槽: 技术性能见表 1。

表 1 恒温槽技术要求

名称	使用温度范围 ($^{\circ}\text{C}$)	工作区域最大 温差 ($^{\circ}\text{C}$)	水平区域最大 温差 ($^{\circ}\text{C}$)	温度稳定度 ($^{\circ}\text{C}/10\text{min}$)
制冷恒温槽	$-80\sim$ 室温	0.02	0.015	0.04
恒温水槽	室温 ~ 95	0.02	0.015	0.04
恒温油槽	$90\sim 300$	0.02	0.015	0.04

4.3.2 温度炉

(a) 管式温度炉, 技术性能: 温度范围 ($300\sim 1100$) $^{\circ}\text{C}$, 最高均匀温场中心与炉子几何中心沿轴线上偏离不大于 10mm; 在均匀温场长度不小于 60mm, 半径为 14mm 范围内, 任意二点间温差不大于 1°C 。

(b) 干式温度校验炉或短型管式温度炉, 技术性能: 温度范围(300~1100)℃, 水平温场最大温差0.5℃, 温度稳定度1℃/10min, 恒温块高度不低于150mm。

注: 管式温度炉和干式温度炉(或短型管式温度炉)可任选一台。干式温度炉(或短型管式温度炉)主要用于感温单元较短的温度计的校准。

4.3.3 冰点器(或零度恒温器), 温度稳定在(0±0.05)℃之内。

4.3.4 补偿导线, 应有20℃点的修正值。

4.3.5 绝缘电阻表, 测试电压500V, 测量范围(0~500)MΩ, 准确度等级不低于10级。

5 校准项目和校准方法

5.1 温度计的校准内容

测量误差

5.2 温度计的校准方法

5.2.1 测量误差的校准

5.2.1.1 校准点的选取

(a) 校准点一般不少于三个。

(b) 也可以根据客户要求选取。

5.2.1.2 校准方法: 比较法。

5.2.1.3 温度计中、低温区的校准。

(a) 温度计测温范围在(-80~300)℃区域内的, 测量误差的校准应在恒温水槽、恒温油槽及制冷恒温槽内进行。将被校和标准温度计的感温单元插入恒温槽介质中, 并置于同一水平面。

(b) 恒温槽实际温度偏离校准点不超过±2℃(以标准温度计为准), 示值稳定后读数。

5.2.1.4 温度计高温区的校准。

(a) 温度计测温范围在(-80~1000)℃区域内的, 中、低温区的温度校准方式按5.2.1.3条。温度范围在(300~1000)℃区域内, 且温度计感温单元长度能满足管式炉要求的, 测量误差校准应在管式温度炉内进行。校准时, 将标准热电偶套上保护管, 与被校温度计的感温单元用镍铬丝牢固地捆扎, 测量端应对齐并处于同一截面上。若温度计感温单元长度不满足管式炉要求的, 测量误差校准可以在干式温度炉(或短型管式温

度炉)内进行。二等标准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冰点器(或零度恒温器)中。标准与被校温度计感温元件插入恒温块时,应尽可能靠近。

(b) 实际温度偏离校准点不超过 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ (以标准热电偶为准),示值稳定后读数。

5.2.1.5 测量顺序如下:

标准→被校 1→被校 2

↓

标准←被校 1←被校 2

读取二个循环的数据。

5.2.1.6 温度计测量误差按式(1)计算:

$$\Delta T = T - T_0 \quad (1)$$

式中 ΔT ——被校温度计的测量误差, $^{\circ}\text{C}$ 。

T ——被校温度计示值平均值, $^{\circ}\text{C}$ 。

T_0 ——标准温度计实测温度平均值, $^{\circ}\text{C}$ 。

5.2.2 绝缘电阻

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之间进行试验,试验时给定的 500V 直流电压应保持 10s 后读数。

6 校准结果表达

数据的修约按 GB/T8170-2008《数值修约规则与极限数值的表示和判定》国家标准规定的方法进行, ΔT 应修约至与不确定度 U 的位数对齐。在校准证书或校准报告内容中一般可给出温度计校准点的示值修正值。

校准结果应在校准证书或校准报告上反映。校准证书或校准报告应至少包含以下信息。

- a) 标题,如“校准证书或校准报告”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点;
- d) 证书或报告的唯一性标识(如编号),每页及总页数的标识;

- e) 送校单位的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 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) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- l) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
- m) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

7 复校时间间隔

数字温度计复校日期由用户自行确定，建议时间间隔为 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:	传感单元 1 编号:
通用要求检查: <input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合	设备编号:	传感单元 2 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/规格	准确度	仪器编号	检/校单位	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:

(见续页)

附录 B

数字温度计的测量结果的不确定度评定

B.1. 概述

数字温度计是由显示单元配对应的感温单元后，用来测量温度的测温仪器，校准时将感温单元与二等标准铂电阻温度计或二等标准热电偶，在恒温水槽、油槽、低温槽和管式温度炉、干式炉中比较，可计算温度计的测量误差。这里以 FLUKE 公司生产的 51 II 型，K 分度号、测温范围为 $(-50\sim 1000)$ °C，数字显示仪为 0.5 级，感温元件为 K 分度号，I 级热电偶的数字温度计 300°C 温度点为例。使用的标准为二等标准铂电阻温度计。

B.2. 校准依据

《数字温度计校准规范》

B.3. 数学模型

$$\Delta T = T - T_0$$

式中：

ΔT ——被校温度计测量误差，°C。

T ——被校温度计的示值平均值，°C。

T_0 ——标准温度计实测温度平均值，°C。

B.4. 计算不确定度分量

由被校温度计引入的不确定度分量 u_1

B.4.1 测量重复性引入的不确定度 u_{11}

在实验情况下，对 0.5 级、K 分度号、 $(-50\sim 1000)$ °C 数字温度计的 300°C 点作 10 次重复测量，数据见表 1

重复测量数据

(表 1)

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
示值	299.5	299.5	299.6	299.5	299.5	299.4	299.5	299.5	299.6	299.6

在 300℃ 点上单次测量标准差 $s_{\max} = 0.06$ 。在温度计的实际测量中, 对被测量进行 4 次重复测量, 以 4 次测量平均值作为测量结果, 所以

$$u_{11} = 0.06 / \sqrt{4} = 0.03 \text{ } ^\circ\text{C}$$

B. 4. 2 数字温度计分辩力引入的不确定度 u_{12}

数字温度计在 300℃ 点上的分辩力为 0.1℃, 其半宽为 0.05℃, 所以

$$u_{12} = 0.05 / \sqrt{3} = 0.03 \text{ } ^\circ\text{C}$$

被校温度计引入的不确定度分量 u_1 由上述二个分量, 因为分辩力引入的不确定度和重复性引入的不确定度相同, 所以取其中一个分量, 即 $u_1 = 0.03 \text{ } ^\circ\text{C}$

B. 4. 3 由标准装置引入的不确定度 u_2

a) 标准温度计引入的不确定度 u_{21} , 由国家量值传递表可知, 二等标准铂电阻温度计的不确定度最大值为 20mK, 即 0.02℃, 按包含因子 $k=2.58$ 计算, 所以

$$u_{21} = 0.02 / 2.58 \approx 0.008 \text{ } ^\circ\text{C}$$

b) 由直流电压、电阻测试仪引入的不确定度 u_{22} , 测试仪在 300℃ 时的电阻值约为 55Ω, 准确度等级为 0.02 级, 则测试仪示值最大允差为 $((55 \times 0.02) / 100) / 0.1 = 0.11 \text{ } ^\circ\text{C}$, 所以

$$u_{22} = 0.11 / \sqrt{3} = 0.06 \text{ } ^\circ\text{C}$$

c) 由恒温油槽温场不均匀引入的不确定度 u_{23} , 油槽温场最大温差为 0.02℃, 则不确定度区间半宽为 0.01℃, 所以

$$u_{23} = 0.01 / \sqrt{3} \approx 0.006 \text{ } ^\circ\text{C}$$

d) 恒温槽温度稳定度引入的不确定度 u_{24} , 恒温槽温度稳定度允许值为 0.04℃/10min, 则不确定度区间半宽为 0.02℃, 所以

$$u_{24} = 0.02 / \sqrt{3} \approx 0.012 \text{ } ^\circ\text{C}$$

因为 u_{21} 、 u_{22} 、 u_{23} 、 u_{24} 是互不相关的, 所以

$$u_2 = \sqrt{u_{21}^2 + u_{22}^2 + u_{23}^2 + u_{24}^2} = 0.062 \text{ } ^\circ\text{C}$$

B. 5. 计算合成标准不确定度 $u_c(y)$

以上不确定度分量 u_1 、 u_2 独立不相关, 所以合成标准不确定度

$$u_c(y) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.069 \text{ } ^\circ\text{C}$$

B. 6. 计算扩展不确定度 U

温度计在 300℃ 的测量结果不确定度:

$$U = 2 \times 0.069 = 0.14 \text{ } ^\circ\text{C} \quad k=2$$

可参照此方法评定其它各温度点测量结果的不确定度。

江苏省地方计量校准规范
数字温度计校准规范

JJF (苏) 95—2010

江苏省质量技术监督局发布
江苏省南京市北京西路 16 号
邮政编码 210008

苏州市计量测试研究所印刷
<http://www.szjl.com.cn>

版权所有 不得翻印

210mm×297 mm A4 开本 印张 14 字数 5 千字
2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷
印数 200
定价: 20.00 元