



吉林省地方计量技术规范

JJF (吉) XXX—2023

表面温度源校准规范

Calibration Specification for Surface Temperature Sources

(报批稿)

2023-XX-XX 发布

2023-XX-XX 实施

吉林省市场监督管理局发布

表面温度源校准规范

Calibration Specification for
Surface Temperature Sources

JJF (吉) XX- XXXX

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：

何佳融 （吉林省计量科学研究院）

宋 鸽 （吉林省计量科学研究院）

王宇航 （吉林省计量科学研究院）

参加起草人：

陈 薇 （吉林省计量科学研究院）

刘 喆 （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	(1)
3.1 工作区域	(1)
3.2 温度偏差	(1)
3.3 温度均匀性	(1)
3.4 温度稳定性	(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	(2)
7 校准项目和校准方法	(3)
7.1 校准项目	(3)
7.2 校准方法	(3)
8 校准结果表达	(5)
9 复校时间间隔	(6)
附录 A	(7)
附录 B	(9)
附录 C	(10)

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》共同构成支撑校准规范制订工作的基础性系列规范。

本规范参考了 JJF 1409-2013《表面温度计校准规范》中相关技术内容。

本规范为首次发布。

表面温度源校准规范

1 范围

本规范适用于温度范围为室温 $\sim$ 400℃的表面温度源的校准, 其他类似的表面温度源也可参照本规范进行校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件:

JJF 1409-2013《表面温度计校准规范》

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

3.1 工作区域 working space

表面温度源加热板上满足温度均匀性和稳定性要求的区域。

3.2 温度偏差 temperature deviation

表面温度源在稳定状态下, 显示温度与工作区域几何中心点温度之差。

3.3 温度均匀性 temperature uniformity

表面温度源在稳定状态下, 工作区域内任意温度点与几何中心点最大温度差值的绝对值。

3.4 温度稳定性 temperature stability

表面温度源在稳定状态下, 几何中心点温度最大值和最小值的差值。

4 概述

表面温度源一般由表面热板、控温装置、测温标准器和与其配套使用的测量仪表组成。标准表面温度源使用电加热的方式加热热板, 控温装置可以将热板温度稳定的控制在设定温度, 提供温度可调节的稳定、均匀温度场。表面温度源主要用来校准表面温度计, 还可以用于科学研究、生产试验、产品的验收、有效性试验等。

5 计量特性

表面温度源的计量特性包含温度均匀性、温度稳定性及温度偏差，标准温度源各项计量特性的技术指标要求见表1所示。

表1 表面温度源技术指标

技术指标 温度范围/℃	工作区域温度均匀性/℃	温度稳定性/(℃/10min)
室温 $\leq t \leq 100$	≤ 0.5	≤ 0.4
$100 < t \leq 300$	≤ 1.0	≤ 0.6
$300 < t \leq 400$	≤ 1.5	≤ 1.0

注：以上技术指标只作为参考，不作为判定依据。

其他类似表面温度源温度偏差、温度均匀性、温度稳定性的技术要求可以参照相应产品的说明书。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，温度波动不应超过 0.5°C/h 。

6.1.2 环境相对湿度：不大于 85%。

6.1.3 校准环境附近不应有影响测量结果的热源。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 温度测量设备

表 2 测量标准技术要求

名称	技术要求
自重式表面温度计	测量范围： $(0 \sim 400)^\circ\text{C}$ 分辨力：不低于 0.1°C 最大允许误差： $\pm 2.5^\circ\text{C}$
铂电阻温度计及配套测量仪	测量范围： $(0 \sim 400)^\circ\text{C}$ 分辨力：不低于 0.01°C 最大允许误差： $\pm (0.15 + 0.002 t)^\circ\text{C}$
注： 1. 通常采用四线制铂电阻温度计及其配套测量仪表，铂电阻温度计外径与表面温度源测温孔内	

径之差不超过 0.5mm。无外置温度计插孔的表面温度源，校准时测量标准也可以选择表面温度传感器及配套测量仪表。

2. 校准时可以采用表 2 所列的标准器，也可以选用符合要求的其他测量标准。
3. 自重式表面温度计传感器不低于 5 支。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

温度均匀性、温度稳定性和温度偏差。

7.2 校准方法

7.2.1 校准前检查

外形结构应完好，不得有影响使用的缺陷；并有名称、规格型号、温度测量范围、制造厂以及出厂编号等标记；热板表面应平整、光滑、无油垢等物质，不允许有影响测量准确度的表面氧化。

在表面热板底部具有外置标准器插孔，标准器测量端与插孔内测温点应接触良好，测温点应垂直位于表面热板工作区域几何中心下方。

7.2.2 校准温度的选择

一般选择 50℃、100℃、200℃、300℃、400℃等五个温度点进行校准，也可根据客户需要选择校准温度点。

7.2.3 校准点的分布

表面温度源通常有圆形和方形两种。校准点的分布如图 1 所示。校准点 0 为表面温度源工作区域的几何中心点，其他各校准点均位于工作区域内。校准点分布位置也可根据用户实际工作进行布置。

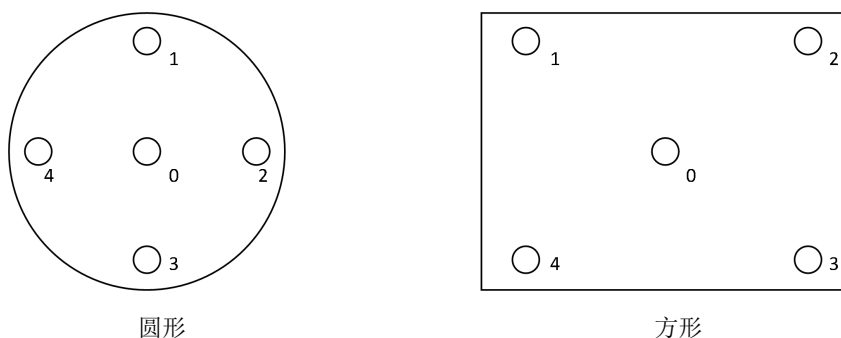


图 1 表面温度源校准点分布示意图

7.2.4 校准步骤

7.2.4.1 温度均匀性

校准具有外部插孔的表面温度源时,应接通表面温度计的电源,将其在校准环境中放置不少于 10min,使其参考端温度与环境温度充分达到热平衡。将铂电阻温度计插入表面温度源插孔中,温度计测量端与插孔内测量点处应接触良好,插孔出口缝隙用保温材料堵严。将自重式表面温度计放置于 1、2、3、4 校准位置上。设定校准温度点,待表面温度源稳定后,分别读取中心位置 0 温度值和位置 1 温度值各四次,并计算各位置温度平均值,按照以上方法依次完成其他位置。取位置 i 与中心位置 0 温度差值的最大值的绝对值作为该温度下的温度均匀性。重复上述操作过程,完成其他温度校准点均匀性的校准。

校准不具有外部插孔的表面温度源时,可以将自重式表面温度计置于如图 1 所示 0 点校准位置,按照同样的校准方法测量表面温度源的温度均匀性。

表面温度源的温度均匀性可按公式 (1) 计算

$$\Delta t_u = \max |\bar{t}_i - \bar{t}_0| \quad (1)$$

式中: Δt_u ——当前温度下,表面温度源的温度均匀性,℃;

$\bar{t}_i$ ——当前温度下,位置 i 的温度测量平均值,℃;

$\bar{t}_0$ ——当前温度下,中心点 0 的温度测量平均值,℃;

7.2.4.2 温度稳定性

校准具有外部插孔的表面温度源时,将铂电阻温度计插入表面温度源插孔中,温度计测量端与插孔内测量点处应接触良好,插孔出口缝隙用保温材料堵严。将表面温度源调节到设定温度点达到稳定状态后,连续读数 4 次,取最大值和最小值的差值作为当前温度点的温度稳定性。

校准不具有外部插孔的表面温度源时,可以将自重式表面温度计置于位置 0 处,按照同样的校准方法测量表面温度源的温度稳定性。

表面温度源的温度稳定性可按公式 (2) 计算

$$\Delta t_f = t_{0max} - t_{0min} \quad (2)$$

式中: Δt_f ——当前温度下, 表面温度源的温度稳定性, °C;

t_{0max} ——当前温度下, 中心点 0 的温度测量最大值, °C;

t_{0min} ——当前温度下, 中心点 0 的温度测量最小值, °C;

7.2.4.3 温度偏差

将铂电阻温度计插入表面温度源外部插孔中, 当表面温度源升温至设定值并稳定后开始测量, 分别记录铂电阻温度计测量值和表面温度源示值, 读数各四次, 并分别计算出平均值, 以表面温度源的示值平均值与标准器示值平均值之差作为表面温度源在该温度下的温度偏差。

校准不具有外部插孔的表面温度源时, 可以将自重式表面温度计置于位置 0 处, 按照同样的校准方法测量表面温度源的温度偏差。

表面温度源的温度偏差可按公式 (3) 计算

$$\Delta t = \bar{t}_d - (\bar{t}_s + t_c) \quad (3)$$

式中: Δt ——当前温度下, 表面温度源的温度偏差, °C;

$\bar{t}_d$ ——当前温度下, 表面温度源示值平均值, °C;

$\bar{t}_s$ ——当前温度下, 标准器示值平均值, °C;

t_c ——当前温度下, 标准器的修正值, °C;

8 校准结果表达

除上述校准结果信息, 校准证书还应至少包括以下信息:

- a) 标题: “校准证书”;
- b) 实验室名称或地址;
- 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;
- 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) 校准所依据的技术规范的标识, 包括名称及代码;
- 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

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间隔, 建议不超过 1 年。

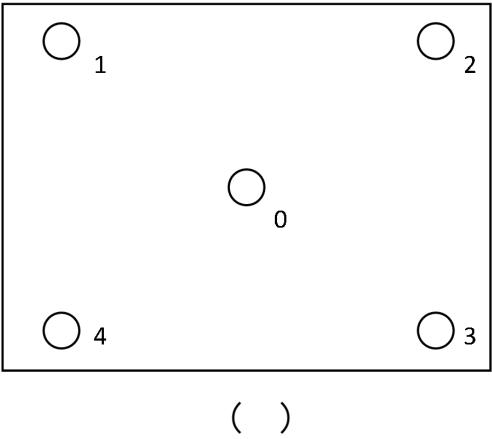
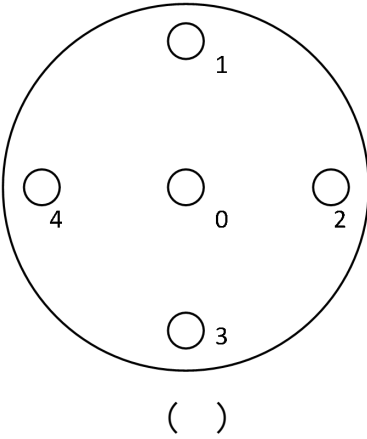
附录 A

校准记录参考格式

记录（证书）编号：

委托单位			地址		
被校准计量器具	名称			规格型号	
	制造厂			出厂编号	
使用的主要计量标准器具	名称/型号规格	准确度等级/编号		溯源证书编号	有效期至
校准依据					
校准环境条件		温度： ℃ 相对湿度： %			
校准日期					
校准员			核验员		

- 1 校准前检查： 。
- 2 温度参数校准：
- 2.1 温度校准测量点分布示意图：



2.2 温度均匀性

单位: °C

测量次数								
	t_0	t_1	t_0	t_2	t_0	t_3	t_0	t_4
1								
2								
3								
4								
$\bar{t}$								
$ \bar{t}_i - \bar{t}_0 $								
Δt_u								

2.3 温度稳定性

单位: °C

温度点	中心点测量值	t_{0max}	t_{0min}	Δt_f

2.4 温度偏差

单位: °C

校准点	表面温度源示值		标准器示值		标准器修正值	温度偏差
	t_d		t_s		t_c	Δt
温度偏差的扩展不确定度: $U=$ °C $k=2$						

附录 B

校准证书内页格式（供参考）

证书编号：

第 页 共 页

校 准 结 果

1 校准前检查： 。

2 校准结果：

单位：℃

校准点					
温度偏差					
温度稳定性					
温度均匀性					
温度偏差测量结果不确定度（ $k=2$ ）					

附录 C

表面温度源温度偏差测量结果不确定度评定（示例）

C1 测量方法

当表面温度源升温至设定值并充分稳定后开始测量, 分别记录表面温度计及表面温度源示值, 连续读数四次, 并分别计算出测量数据的平均值, 以表面温度源的平均值与表面温度计的平均值之差作为该温度源当前温度点的示值误差。

C2 数学模型

$$\Delta t = \bar{t}_d - (\bar{t}_s - t_c) \quad (1)$$

式中: $\bar{t}_d$ ——表面温度源的示值平均值, $^{\circ}\text{C}$;

$\bar{t}_s$ ——标准器的示值平均值, $^{\circ}\text{C}$;

t_c ——标准器的修正值, $^{\circ}\text{C}$;

Δt ——表面温度源的示值误差, $^{\circ}\text{C}$ 。

C3 不确定度来源及分析

不确定度来源: 被校对象测量重复性引入的标准不确定度分量, 标准器分辨力引入的标准不确定度分量, 标准器修正值引入的标准不确定度分量

C4 标准不确定度分量计算

C4.1 标准器重复性引入标准不确定度

在表面温度源校准温度为 150°C 时, 测温仪器得到中心点实际温度, 共计 10 次, 分别为 $t_{d1}, t_{d2}, \dots, t_{d10}$, 其平均值记为 $\bar{t}_d$ 。测量值及计算结果见表 C1, 属 A 类不确定度分量, 服从正态分布。

表 C1 测量值及计算结果 / $^{\circ}\text{C}$

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
实测值	150.6	150.9	150.5	150.4	150.5	150.2	150.6	150.5	150.7	150.5
$\bar{t}_d = 150.5^{\circ}\text{C}$										
$S(\bar{t}_d) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_{di} - \bar{t}_d)^2}{n-1}} = 0.19^{\circ}\text{C}$										

平均值的标准不确定度:

$$u_1 = S(\bar{t}_d) \div \sqrt{10} = 0.06^{\circ}\text{C} \quad (2)$$

C4.2 标准器分辨力引入标准不确定度

表面温度计的分辨力为 0.1°C ，半宽为 0.05°C ，按照均匀分布，则

$$u_2 = 0.05/\sqrt{3} = 0.029^{\circ}\text{C} \quad (3)$$

C4.3 表面温度源显示分辨力引入标准不确定度

表面温度源的显示分辨力为 0.1°C ，半宽为 0.05°C ，按照均匀分布，则

$$u_3 = 0.05/\sqrt{3} = 0.029^{\circ}\text{C} \quad (4)$$

C4.3 表面温度计修正值引入标准不确定度

在 150°C 时，对表面温度计进行校准，其修正值的扩展不确定度为 0.6 ， $k=2$ ，按照均匀分布，则

$$u_4 = 0.3/\sqrt{3} = 0.17^{\circ}\text{C} \quad (5)$$

C5 合成标准不确定度

C5.1 合成标准不确定度汇总表

表 C2 示值误差的标准不确定度分量汇总表		$/^{\circ}\text{C}$
标准不确定度分量 u_i	不确定度来源	不确定度 u_i 值
u_1	标准器重复性引入不确定度	0.06
u_2	标准器分辨力引入不确定度	0.029
u_3	表面温度源显示分辨力引入不确定度	0.029
u_4	表面温度计修正值引入不确定度	0.17

C5.2 合成标准不确定度计算

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = 0.18^{\circ}\text{C} \quad (6)$$

C6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则 $U = k \cdot u_c = 0.4^{\circ}\text{C}$

吉林省地方计量技术规范

XXXX 校准规范

JJF(吉)XX—202X

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

202X 年 X 月第 X 版 202X 年 X 月第 X 次印刷