



内蒙古自治区地方计量技术规范

JJF (蒙) 081—2024

温度在线测量系统校准规范

Calibration Specification for Temperature

Measuring Instrument On Line

2024-06-01 发布

2024-09-01 实施

内蒙古自治区市场监督管理局 发布

温度在线测量系统校准规范

Calibration Specification for Temperature

Measuring Instrument On Line

JJF(蒙)081—2024

归口单位：内蒙古自治区市场监督管理局

主要起草单位：内蒙古自治区计量测试研究院

参加起草单位：内蒙古伊利实业集团股份有限公司

本规范委托内蒙古自治区计量测试研究院负责解释

本规范主要起草人：

乔沛钧（内蒙古自治区计量测试研究院）

张晓梅（内蒙古自治区计量测试研究院）

汤 仟（内蒙古自治区计量测试研究院）

参加起草人：

佟天宇（内蒙古自治区计量测试研究院）

安晓宁（内蒙古自治区计量测试研究院）

张 鹏（内蒙古自治区计量测试研究院）

吕志勇（内蒙古伊利实业股份有限公司）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 温度在线测量系统	(1)
3.2 计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(1)
5.1 示值误差	(1)
6 校准条件	(2)
6.1 环境条件	(2)
6.2 校准所用设备	(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 校准结果的表达	(4)
9 复校时间间隔	(4)
附录 A 校准原始记录格式示例	(5)
附录 B 校准证书内页参考格式	(7)
附录 C 温度在线测量系统示值误差测量不确定度评定示例	(8)

引 言

本规范以 JJF1071-2010《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 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》为基础和依据进行制定。

本规范为首次发布。

温度在线测量系统校准规范

1 范围

本规范适用于测量范围在（-30 ~ 165）℃内的温度在线测量系统的校准。

2 引用文件

JJG 229 工业铂、铜热电阻

JJF 1171 温度巡回检测仪校准规范

JJF 1366 温度数据采集仪校准规范

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（包括所有修订单）适用于本规范。

3 术语和计量单位

3.1 温度在线测量系统 temperature measuring instrument on line

温度在线测量系统是一种智能测量设备，可以实时监测并记录温度变化，使用温度传感器测量试验区域温度并将温度以数字方式直接显示在显示单元。

3.2 计量单位

温度在线测量系统使用的计量单位为摄氏度（℃）。

4 概述

温度在线测量系统（以下简称测量系统）的工作原理是利用温度传感器的输出电阻随温度变化而变化的特性，经相应信号处理和转换后，显示出相应的温度。测量系统由温度传感器（热电阻）、测量单元、信号转换器、显示单元等构成。其主要应用于工业生产工艺过程的温度监视和温度验证等。测量系统的基本结构如图 1 所示：

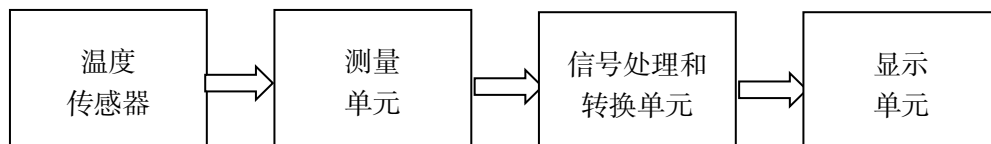


图1 测量系统结构图

5 计量特性

5.1 温度示值误差

温度在线测量系统的示值与标准值之差。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：10℃ ~ 40℃；湿度：≤85%RH。

6.1.2 当电测仪器及标准器对环境条件另有要求时，应满足其规定要求。

6.2 校准所用设备

校准所需标准器为标准铂电阻温度计，也可使用扩展不确定度不大于被测仪器最大允差 1/4 的其他设备，标准器技术要求及配套设备见表 1。

表 1 校准所用设备

设备名称	技术要求			
标准铂电阻温度计	测量范围（-200 ~ 419.527）℃，二等及以上			
电测设备	准确度等级不低于 0.02 级			
恒温槽	温度范围 ℃	温度均匀性℃		温度波动度 ℃/10min
		工作区域水平 温差	工作区域最大 温差	
	-30 ~ 室温	0.05	0.10	0.05
	室温 ~ 95	0.02	0.04	0.05
95 ~ 165	0.04	0.08	0.05	
干体式校准器	温度范围 ℃	轴向均匀性 ℃	孔间温差 ℃	温度波动度 ℃/10min
	-30 ~ 168	0.04	0.06	0.05

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

7.1.1 示值误差

7.2 校准方法

7.2.1 校准前准备

接通恒温设备电源预热，预热时间按照制造厂说明书中的规定确定，一般不少于 30 min。

7.2.2 示值误差

7.2.2.1 使用恒温槽进行校准时

如测量系统的温度传感器能够与介质（槽）直接接触，可直接插入介质（槽）中；如不能直接接触，应将温度传感器放置在玻璃试管中，管内放入适当介质（管），介质（管）高度约温度传感器长度的三分之二，玻璃试管内径应与温度传感器直径相适应。将装入温度传感器的玻璃试管插入介质（槽）中，为了消除玻璃试管内空气的对流，管口用脱脂棉塞紧。标准器与温度传感器的测温端应尽可能在恒温槽工作区域内的同一水平面上。

7.2.2.2 使用干体式校准器进行校准时

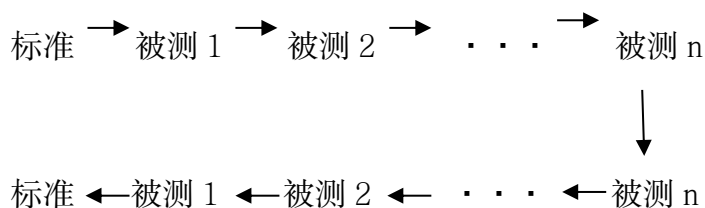
标准器及温度传感器应与干体炉均温块插孔接触良好，插入深度应尽量插入均温块插孔底部。

7.2.2.3 校准点的选择

测量系统的校准点不少于 5 个，应均匀分布在整個测量范围上，且必须包括测量下限点和上限点。带有负温区的测量系统，校准点还应包括 0℃。也可根据用户需要选择校准点。

7.2.2.4 校准步骤

将标准铂电阻温度计和测量系统的温度传感器按 7.2.3.1 和 7.2.3.2 规定插入恒温设备内，恒温设备温度偏离校准点不得超过 0.2℃（以标准器示值为准），温度波动不超过 0.05℃/10min 开始读数，其读数顺序如下：



每个校准点的测量次数 n 不应少于 4 次。在每一温度点的整个读数过程中，温度变化不得超过 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 。

$$\Delta t = \bar{t} - \bar{t}_0 \quad (1)$$

式中：

Δt ——被校温度在线测量系统的示值误差， $^\circ\text{C}$ ；

\bar{t} ——被校温度在线测量系统在校准温度点示值读数的平均值， $^\circ\text{C}$ ；

\bar{t}_0 ——标准铂电阻温度计的示值平均值， $^\circ\text{C}$ 。

8 校准结果表达

经校准的温度在线测量系统出具校准证书，校准结果应在校准证书上反映（校准结果内容见附录 B）。校准证书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（如果不在实验室内进行校准）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），页码及总页数的标识；
- 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) 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) 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) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
- m) 校准结果仅对被校对象有效性的声明；
- n) 未经实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

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、仪器本身质量等诸因素所决定的，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议复校时间间隔为 1 年。

附录 A

校准原始记录格式示例

委托单位:		仪器名称:		规格型号:	
生产厂家:		出厂编号:		记录/证书编号:	
校准依据:		校准地点:		环境温度: °C	
标准器名称:		型号规格:		环境湿度: %RH	
标准器编号:		标准器测量范围:		不确定度(或准确度等级):	
溯源证书编号:		溯源机构:		溯源证书有效期至:	
校准温度点/°C	标准器示值/°C	被测仪器示值/°C	示值误差/°C	不确定度/°C (k=2)	
平均值					
平均值					
平均值					

JJF(蒙)081-2024

平均值				

校准员：

核验员：

校准日期：

附录 B

校准证书内页参考格式

校准结果

校准温度点(°C)	示值误差(°C)	扩展不确定度 $U/^\circ\text{C}$ ($k=2$)

以下空白

附录 C

温度在线测量系统示值误差测量不确定度评定示例

C.1 概述

选取一性能稳定的温度在线测量系统作为被测对象，选用二等标准铂电阻温度计作为测量标准，依据本校准规范中示值误差的校准方法，将标准铂电阻温度计和被检温度传感器一起置于恒温槽中，采用比较法进行校准，以100℃校准点为例进行不确定度分析。

C.2 数学模型

$$\Delta t = \bar{t} - \bar{t}_0$$

式中：

Δt ——被校温度在线测量系统的示值误差，℃；

\bar{t} ——被校温度在线测量系统在校准温度点示值读数的平均值，℃；

\bar{t}_0 ——标准铂电阻温度计的示值平均值，℃。

C.3 灵敏度系数

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

$$c_2 = \frac{\partial y}{\partial T} = -1$$

C.4 标准不确定度评定

C.4.1 输入量 t 的标准不确定度 $u(t)$

输入量 t 的标准不确定度的主要来源：

由于测量系统分辨率引入的不确定度分量远远小于测量系统的示值重复性引入的不确定度分量，因此用重复性引入的不确定度分量作为仪器示值引入的不确定度，标准不确定度 $u(t_2)$ 。

对分辨率为0.1℃的被检测温系统在100℃温度点进行重复性测量（均在正行程上进行），连续测量10次，示值如下表：

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100.0℃	100.1℃	100.1℃	100.2℃	100.3℃	100.3℃	100.2℃	100.2℃	100.3℃	100.1℃

则算数平均值

$$\bar{t} = \frac{\sum t_i}{n} = 100.18^\circ\text{C}$$

由贝塞尔公式可得出算数平均值实验室标准偏差

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n-1}} = 0.09^\circ\text{C}$$

$$u_t = \frac{s}{\sqrt{n}} = 0.029^\circ\text{C}$$

C.4.2 输入量(t_0)的标准不确定度 u_{t_0} 的评定

输入量 t_0 的标准不确定度主要来源于标准铂电阻温度计的测量重复性、恒温槽水平温差、垂直温差及温度波动性。

(1) 标准铂电阻温度计测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(t_{01})$

标准铂电阻温度计的测量误差主要由恒温槽的温度波动、标准铂电阻温度计本身的短期不稳定性等导致温度计示值的不重复而引起的。通常采用多次测量，求出其合成标准不确定度。

表1

测量次数	标准 °C
	100.00
1	99.97
2	99.97
3	99.96
4	99.96
5	99.97
6	99.97
实验标准偏差 s_t	0.005℃

由表1可知，标准铂电阻温度计每一被测点单次测量的实验标准偏差最大值为 $S_{\max}=0.005^{\circ}\text{C}$ 。实际测量以6次测量平均值作为测量结果，则

$$u(t_{01}) = S_{\max}/\sqrt{6} = 0.002^{\circ}\text{C}$$

(2)温场不均匀性引入的标准不确定度分量 $u(t_{02})$

温场不均匀性主要是由恒温槽工作区域水平温差、垂直温差、恒温槽温度波动性等引入。

①恒温槽工作区域水平温差引入的标准不确定度分量 $u(t_{021})$

100℃时恒温槽工作区域最大水平温差0.03℃，按均匀分布，取包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则 $u_{t_{021}} = 0.03/\sqrt{3} = 0.018^{\circ}\text{C}$

②恒温槽工作区域垂直温差引入的标准不确定度分量 $u(t_{022})$

100℃时恒温槽工作区域最大垂直温差0.05℃，按均匀分布，取包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则 $u_{t_{022}} = 0.05/\sqrt{3} = 0.029^{\circ}\text{C}$

③恒温槽温度波动性引入的标准不确定度分量 $u(t_{023})$

100℃时恒温槽温度波动性不大于0.04℃/10min，按均匀分布，取包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则 $u_{t_{023}} = 0.04/\sqrt{3} = 0.024^{\circ}\text{C}$

由于 $u(t_{021})$ 、 $u(t_{022})$ 、 $u(t_{023})$ 彼此独立不相关，则

$$u_{t_{02}} = \sqrt{u_{(t_{021})}^2 + u_{(t_{022})}^2 + u_{(t_{023})}^2} = 0.042^{\circ}\text{C}$$

由于 $u(t_{01})$ 与 $u(t_{02})$ 彼此独立不相关，则

$$u_{t_0} = \sqrt{u_{(t_{01})}^2 + u_{(t_{02})}^2} = 0.042^{\circ}\text{C}$$

C.5 合成标准不确定度

标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量		灵敏系数	不确定度来源	数值 ($^{\circ}\text{C}$)
$u(t)$		1	被检示值重复性引入的标准不确定度	0.029 $^{\circ}\text{C}$
$u(t_0)$	$u(t_{01})$	-1	标准器测量重复性引入的不确定度	0.002 $^{\circ}\text{C}$
	$u(t_{021})$		恒温槽工作区域水平温差引入的不确定度	0.018 $^{\circ}\text{C}$

	$u(t_{022})$		恒温槽工作区域垂直温差引入的不确定度	0.029°C
	$u(t_{023})$		恒温槽波动性引入的不确定度	0.024°C

以上分析的各项标准不确定度分量是相互独立、互不相关的，所以其合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{|c_1|^2 u(t)^2 + |c_2|^2 u(t_0)^2} = 0.05^\circ\text{C}$$

C.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为

$$U = k \times u_c = 0.10^\circ\text{C}$$