**JJF（黑）**

黑龙江省地方计量技术规范

JJF（黑）XXX -2020

温度测量系统校准规范

Calibration Specification for Temperature Measurement System

20XX-XX-XX 发布 20XX-XX-XX 实施

黑龙江省市场监督管理局 发 布

温度测量系统校准规范

JJF（黑）XXX-2020

JJF（黑）XXX—2020

Calibration Specification for

Temperature Measurement System

归口单位：黑龙江省市场监督管理局

主要起草单位：黑龙江省计量检定测试研究院

内蒙古蒙牛乳业（集团）股份有限公司

本规范委托黑龙江省计量检定测试研究院负责解释

**本规范主要起草人**：

**参加起草人**：

目 录

[引 言……………………………………………………………………………………（Ⅱ）](#_Toc512244257)

[1 范围……………………………………………………………………………………（1）](#_Toc512244258)

[2 引用文件………………………………………………………………………………（1）](#_Toc512244259)

[3 概述……………………………………………………………………………………（1）](#_Toc512244261)

[4 计量特性………………………………………………………………………………（1）](#_Toc512244262)

[4.1 温度示值误差………………………………………………………………………（1）](#_Toc512244263)

[5 校准条件………………………………………………………………………………（1）](#_Toc512244269)

[5.1 环境条件……………………………………………………………………………（1）](#_Toc512244270)

[5.2 校准用标准器及配套设备…………………………………………………………（2）](#_Toc512244271)

[6 校准方法………………………………………………………………………………（2）](#_Toc512244272)

[6.1 测量误差……………………………………………………………………………（2）](#_Toc512244274)

[6.2 数据处理………………………………………………………………………… …（3）](#_Toc512244275)

[7 校准结果表达…………………………………………………………………………（4）](#_Toc512244276)

[7.1 校准记录……………………………………………………………………………（4）](#_Toc512244276)

[7.2 校准证书……………………………………………………………………………（4）](#_Toc512244276)

[8 复校时间间隔…………………………………………………………………………（4）](#_Toc512244277)

[附录A校准原始记录格式示例……………………………………………………………（5）](#_Toc512244278)

[附录B校准证书的内容……………………………………………………………………](#_Toc512244278)（6）

[附录C校准证书内页参考格式……………………………………………………………](#_Toc512244279)（7）

[附录D温度测量系统示值误差测量不确定度评定示例…………………………………（8）](#_Toc512244280)

引 言

本规范是以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技术规范》基础性系列计量技术规范进行编写。

本规范为首次制定。

温度测量系统校准规范

1 范围

本规范适用于以热电偶、热电阻、半导体电阻为温度传感器（以下简称传感器）。测量范围为(-60～300)℃的温度测量系统（以下简称温度系统）计量性能的校准。

2 引用文件

JJG 229-2010工业铂、铜热电阻检定规程

JJF 1171-2007 温度巡回检测仪校准规范

JJF 1366-2012 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 概述

温度测量系统由温度传感器（热电阻、热电偶、半导体电阻等）、测量单元、信号转换器、显示单元等构成的温度监测系统，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。温度测量系统的基本结构如图1所示：

显示

单元

信号处理和转换单元

测量

单元

温度

传感器

 图1 温度测量系统结构图

4 计量特性

4.1 温度示值误差

温度测量系统测量示值误差由传感器、转换器和显示仪表三部分组合而成，示值误差的允许值应不超过其说明书要求。

5 校准条件

5.1 环境条件

校准时环境温度：10℃～40℃；湿度：≤85%RH。

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。

5.2 校准用标准器及配套设备

5.2.1 校准用标准器见表1。

表1校准用标准器

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称 | 技术要求 | 用途 | 备注 |
| 1 | 标准铂电阻温度计 | 二等 | 测量标准 | 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 |
| 2 | 标准水银温度计 | 二等测量范围：（-60～300）℃ | 测量标准 |
| 3 | 电测设备 | 准确度等级不低于0.02级。保证标准器和被检传感器的分辨力换算成温度后不低于0.001℃， | 与标准铂电阻温度计配套使用 |

5.2.2 校准用配套设备见表2。

表2 校准用配套设备

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称 | 技术要求 | 用途 |
| 1 | 恒温设备 | 温度范围 | 温度均匀性(℃) | 温度波动性(℃/10min) | 温度源 |
| 工作区域水平温差 | 工作区域最大温差 |
| -60℃~室温 | 0.05 | 0.10 | ±0.05 |
| 室温~95℃ | 0.02 | 0.04 | ±0.05 |
| 95℃~300℃ | 0.04 | 0.08 | ±0.05 |
| 2 | 读数装置 | 放大倍数5倍以上，可调水平 | 读标准水银温度计示值 |

6 校准方法

6.1 测量误差

6.1.1 校准点的选择

温度测量系统的校准点不少于5个，应均匀分布在整个测量范围上，且必须包括测量下限点和上限点。带有负温区的温度测量系统，校准点还应包括0℃。

特殊情况下，也可根据用户需要选择校准点，但不得少于3个校准点。

6.1.2 校准的准备工作

接通温度测量系统电源，预热30 min以上。

a）在恒温槽中进行校准时，如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，玻璃试管内径应与传感器直径相适应。将装入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。标准器与温度测量系统测温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。

b）在干体炉中进行校准时，标准器及温度测量系统测温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。

6.1.3 示值误差校准

将标准温度计和温度测量系统测温传感器按规定浸没深度插入恒温设备内，将恒温设备恒定在被校温度点上，偏离校准点不得超过0.2℃（以标准器示值为准），温度波动符合表2的要求开始读数，其读数顺序如下：

 标准 被测1 被测2 ‥ 被测n

 标准 被测1 被测2 ‥ 被测n

每个校准点的测量次数应不少于4次。在每一温度点的整个读数过程中，温度变化不得超过±0.05℃。

6.1.4 校准记录

 校准记录应尽可能详尽地记载测量数据和计算结果，记录格式见附录A。

6.2 数据处理

6.2.1 示值误差的计算

 $∆t=\overbar{t}-t\_{0}$ (1)

式中:

 $∆t$---被校温度测量系统的示值误差，℃；

$\overbar{t}$---被校温度测量系统在校准温度点示值读数的平均值，℃；

$t\_{0}$---标准温度计的示值，℃。

若以标准水银温度计为标准器，则

 $t\_{0}=$（*T*+*A*） (2)

式中:

 *T*---标准温度计在校准温度点示值4次读数的平均值，℃；

 *A*---标准水银温度计的修正值，℃。

若以标准铂电阻温度计为标准器，则

 $t\_{0}=t\_{1}+\frac{W\_{t\_{0}}-W\_{t\_{1}}}{(dW/dt)\_{t\_{1}}}$ (3)

式中:

 $t\_{1}$---校准点名义温度，℃；

$W\_{t\_{0}}$---温度 $t\_{0}$时标准铂电阻温度计的电阻比$R\_{t\_{0}}/R\_{tp}$；

$R\_{t\_{0}}$---温度$t\_{0}$时标准铂电阻温度计的电阻值读数平均值，Ω；

$R\_{tp}$---标准铂电阻温度计水三相点的电阻值，Ω；

 $W\_{t\_{1}}$---温度 $t\_{1}$时标准铂电阻温度计的电阻比$R\_{1}/R\_{tp}$；

$(dW/dt)\_{t\_{1}}$---温度$t\_{1}$时标准铂电阻温度计分度表给出的在温度$t\_{1}$时对应的电阻比的变化率，$℃^{-1}$。

7 校准结果表达

7.1 校准证书

 校准证书由封面和校准数据组成，经校准的仪器应出具校准证书，校准证书应符合附录B的要求，校准证书应包括的信息及推荐的证书内页格式见附录C。

7.2校准结果的测量不确定度

 在出具的校准证书中应给出校准结果的不确定度。温度测量系统示值误差测量不确定度示例见附录D。

8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一年。

附录 A

校准原始记录格式示例

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 证书编号： | 样品名称: | 测量范围： |
| 规格型号： | 出厂编号： | 分度值： |
| 生产单位： | 环境温度：℃ |
| 送检单位： | 环境湿度： %RH |
| 标准器名称: | 型号规格: | 不确定度(或准确度等级): |
| 标准器编号: | 证书编号: | 有效期至: |
| 校准温度点（℃） | 标准器示值（℃） | 标准器示值修正值（℃） | 实际温度（℃） | 被测仪器示值（℃） | 示值误差（℃） | *U*/℃,*k*=2 |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| 平均值 |  | / | / |  | / | / |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| 平均值 |  | / | / |  | / | / |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| 平均值 |  | / | / |  | / | / |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| 平均值 |  | / | / |  | / | / |

校准员： 核验员： 校准日期：

附录 B

校准证书的内容

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应包括以下信息：

a) 标题：“校准证书”；

b) 实验室名称和地址；

c) 进行校准的地点；

d) 校准证书编号、页码及总页数的标识；

e) 客户名称和地址；

f) 被校仪器的制造单位、名称、型号及编号；

g) 校准单位校准专用章；

h) 校准日期；

i) 校准所依据的技术规范名称及代号；

j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

k) 校准时的环境温度、相对湿度；

l) 校准结果及其测量不确定度；

m) 对校准规范偏离的说明；

n) 校准证书的校准人、核验人、批准人签名及签发日期；

o) 校准结果仅对被校仪器本次测量有效的声明；

p) 未经实验室书面批准，部分复制证书或报告无效的声明。

附录 C
校准证书内页参考格式

校准结果

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 校准温度点（℃） | 示值误差（℃） | 扩展不确定度*U*/℃ （*k*=2） |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

以下空白

附录D

温度测量系统示值误差测量不确定度评定示例

D.1 概述

依据本校准规范中示值误差的校准方法，将标准水银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。本次不确定度分析，我们在每个温度范围选取最不利的温度点，以300℃校准点为例进行不确定度分析。

D.2 数学模型

$$∆t=\overbar{t}-（T+A）$$

式中：

 $∆t$---被检测温系统的示值误差；

 $\overbar{t}$---被校温度测量系统在校准温度点示值读数的平均值；

 $T$---标准温度计在校准温度点示值4次读数的平均值；

 $A$---标准水银温度计的修正值。

D.3 灵敏度系数

$$c\_{1}=\frac{∂y}{∂t}=1$$

$$c\_{2}=\frac{∂y}{∂T}=-1$$

$$c\_{3}=\frac{∂y}{∂A}=-1$$

D.4 标准不确定度评定

D.4.1 输入量$t$的标准不确定度$u(t)$的评定

输入量$t$的标准不确定度的主要来源：

a）被检测温系统的温度变送器引入的标准不确定度$u(t\_{1})$，采用B类方法评定。

由于温度变送器一般为0.1级，即300℃最大允许误差为±0.3℃**，**区间半宽为0.3℃，按均匀分布处理，包含因子$k=\sqrt{3}$，则标准不确定度为：

$$u\left(t\_{1}\right)=0.3/\sqrt{3}℃=0.17℃$$

b)被检测温系统的示值重复性引入的标准不确定度$u(t\_{2})$$u(t\_{2})$$u(t\_{1})$，采用A类方法评定。

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4次，得到一组测量值：100.0℃，100.1℃，100.3℃，100.1℃，则单次测量的实验标准差为：

$R=\frac{E\_{max}-E\_{min}}{C\_{n}}=\frac{100.3-100.0}{2.06}℃=0.146$℃

在实际校准工作中测量4次,则由重复性引入的标准不确定度$u(t\_{2})$

$u(t\_{2})$=$\frac{R}{\sqrt{4}}℃=\frac{0.146}{2}$℃=0.073℃

因为，$u(t\_{1})$和$u(t\_{2})$是相互独立，互不相关的，所以

$u\left(t\right)=\sqrt{u(t\_{1})^{2}+u(t\_{2})^{2}}$=0.19℃

D.4.2 输入量T的标准不确定度$u\left(T\right)$的评定

a) 标准水银温度计的示值估读引入的标准不确定度$u(T\_{1})$

标准水银温度计的示值应估读到分度值的1/10，即0.01℃，所引入的误差为0.005℃，所以

$$u\left(T\_{1}\right)=0.005/\sqrt{3}℃=0.003℃$$

因为数值很小，可以忽略不计。

b) 恒温槽温度波动引入的标准不确定度$u(T\_{2})$

300℃恒温槽的波动性不超过0.1℃/10min，区间半宽为0.05℃，按均匀分布处理，则

$$u\left(T\_{2}\right)=0.05/\sqrt{3}℃=0.03℃$$

c) 恒温槽温场均匀性引入的标准不确定度$u(T\_{3})$

恒温槽在300℃的温场均匀性不超过0.08℃，区间半宽为0.04℃，按均匀分布处理，则

$$u\left(T\_{3}\right)=0.04/\sqrt{3}℃=0.03℃$$

因为，$u\left(T\_{2}\right)$和$u(T\_{3})$是相互独立，互不关联的。所以，

$u\left(T\right)=\sqrt{u(T\_{2})^{2}+u(T\_{3})^{2}}$=0.04℃

D.4.3 输入量A的标准不确定度$u\left(A\right)$的评定

a) 标准水银温度计修正值引入的标准不确定度$u(A\_{1})$

由标准水银温度计的不确定度分析报告可知，在300℃时示值修正值的扩展不确定度为0.06℃，包含因子为*k*=2，则标准不确定度为：

$u\left(A\_{1}\right)=0.06/$2$℃$=0.03℃

b) 标准水银温度计在周期内不作零位修正引入的标准不确定度$u(A\_{2})$

标准水银温度计在周期内不作零位修正所引入的误差不超过0.06℃，按均匀分布处理，则：

$u\left(A\_{2}\right)=0.06/\sqrt{3}℃=0.04$℃

因为，$u\left(A\_{1}\right)$和$u(A\_{2})$是相互独立，互不关联的。所以，

$u\left(A\right)=\sqrt{u(A\_{1})^{2}+u(A\_{2})^{2}}$=0.05℃

D.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（℃） |
| $$u(t)$$ | $$u(t\_{1})$$ | 1 | 被检温度变送器引入的标准不确定度 | 0.17℃ |
| $$u(t\_{2})$$ | 被检示值重复性引入的标准不确定度 | 0.073℃ |
| $$u\left(T\right)$$ | $$u(T\_{2})$$ | -1 | 恒温槽温度波动性引入的不确定度 | 0.03℃ |
| $$u(T\_{3})$$ | 恒温槽温场不均匀引入的不确定度 | 0.03℃ |
| $$u\left(A\right)$$ | $$u(A\_{1})$$ | 1 | 水银温度计修正值引入的不确定度 | 0.03℃ |
| $$u(A\_{2})$$ | 水银温度计不作零位修正引入的不确定度 | $0.04$℃ |

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：

$$u\_{c}=\sqrt{\left|c\_{1}\right|^{2}u^{2}\left(t\right)+\left|c\_{2}\right|^{2}u^{2}\left(T\right)+\left|c\_{3}\right|^{2}u^{2}\left(A\right)}=0.20℃$$

D.6 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则扩展不确定度为

*U*=*k*×$u\_{c}$=0.4℃