

202X–XX–XX 实施

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX—XXXX



**井水温度测量仪校准规范**

**Calibration Specification for Well Water**

**Temperature Measuring Instrument**

(征求意见稿)

202X–XX–XX 发布

国家市场监督管理总局 **发 布**



**Calibration Specification for Well Water Temperature Measuring Instrument**

**井水温度测量仪校准规范**

JJF XXXX—XXXX

归 口 单 位：全国地震专用计量测试技术委员会

主要起草单位：中国地震局第一监测中心

应急管理部国家自然灾害防治研究院

参加起草单位：中国计量科学研究院

本规范委托全国地震专用计量测试技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

XXX（XXX）

XXX（XXX）

XXX（XXX）

参加起草人：

XXX（XXX）

XXX（XXX）

XXX（XXX）

**目 录**

[引 言 II](#_Toc146710738)

[1 范围 1](#_Toc146710739)

[2 引用文件 1](#_Toc146710740)

[3 术语 1](#_Toc146710741)

[4 概述 1](#_Toc146710745)

[5 计量特性 2](#_Toc146710746)

[5.1 最大允许误差 2](#_Toc146710747)

[5.2 热迟滞性 2](#_Toc146710748)

[5.3 短期稳定性 2](#_Toc146710749)

[6 校准条件 2](#_Toc146710750)

[6.1 环境条件 3](#_Toc146710751)

[6.2 测量标准及其他设备 3](#_Toc146710752)

[7 校准项目和校准方法 3](#_Toc146710753)

[7.1 检查和校准项目 3](#_Toc146710754)

[7.2 检查方法 4](#_Toc146710755)

[7.3 校准方法 5](#_Toc146710756)

[8 校准结果表达 7](#_Toc146710757)

[8.1 校准结果记录 7](#_Toc146710758)

[8.2 校准证书 7](#_Toc146710759)

[8.3 校准结果的测量不确定度 8](#_Toc146710760)

[9 复校时间间隔 8](#_Toc146710761)

[附录A 井水温度测量仪校准结果记录表参考样式 9](#_Toc146710762)

[附录B 井水温度测量仪校准证书内容及内页参考格式 11](#_Toc146710763)

[附录C 井水温度测量仪短期稳定性校准方法 12](#_Toc146710764)

[附录D 井水温度测量仪示值误差校准不确定度评定示例 13](#_Toc146710765)

**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》和JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列文件。

本规范为首次发布。

**井水温度测量仪校准规范**

1 范围

本规范适用于在0 ℃~100 ℃温度范围内使用的地震监测专用井水温度测量仪的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJG 229—2010 工业铂、铜热电阻

DB/T 32.2—2008 地震观测仪器进网技术要求 地下流体观测仪 第2部分：测温仪

IEC 60751：2022 工业铂热电阻和铂感温元件（Industrial platinum resistance thermometers and platinum temperature sensors）

ASTM E644-11（Reapproved 2019） 工业电阻温度计测试的标准试验方法（Standard Test Methods for Testing Industrial Resistance Thermometers）

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

JJF 1001—2011、JJF 1007—2007界定的及以下术语和定义适用于本规范。

3.1 石英晶体测温仪 quartz crystal thermometer

基于石英晶体谐振频率随温度规律变化的原理，采用石英晶体为感温元件的测温仪器。

3.2 井水温度测量仪 well water temperature measuring instrument

利用石英谐振频率、铂电阻或热敏电阻等感温元件阻值随温度变化的特性，测量井下流体温度的仪器。

3.3 井水温度 well water temperature

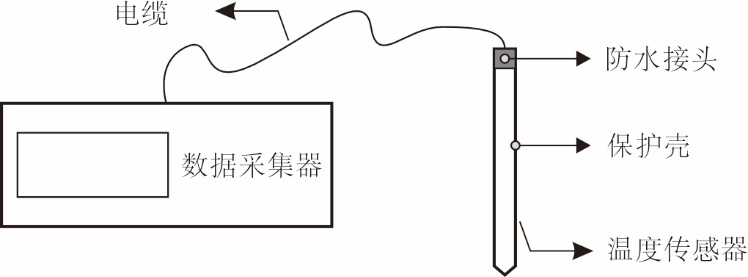
地震监测专用观测井中某一深度地下水的温度。

4 概述

井水温度测量仪（简称测温仪）是一种显示式测量仪器，主要用于地震观测井地下水温度的长期连续观测。测温仪的外形结构见图1，一般由数据采集器（含显示器、接口等）、温度传感器（含保护壳、防水接头等）和电缆组成。

地震井水温度观测通常在内径为100 mm~200 mm的水温观测井中进行，温度传感器的投放深度在100 m~1000 m范围内。为了适应实际观测环境，温度传感器的外形为圆柱状（外径小于450 mm，长度小于600 mm），具有一定重量以便长距离投放，并且其保护壳可承受10 MPa静水压力。

测温仪根据感温元件类型主要分为3种，即石英晶体测温仪、铂电阻测温仪和热敏电阻测温仪。石英晶体测温仪将温度信号转换为频率信号，铂电阻和热敏电阻测温仪将温度信号转换为电压信号，通过电缆传输至数据采集器并经采集和处理后显示温度值。



**图1 测温仪外形结构示意图**

5 计量特性

5.1 最大允许误差

在0 ℃~100 ℃温度范围，测温仪的最大允许误差为±0.05 ℃。

5.2 热迟滞性

测温仪的热迟滞性不大于0.05 ℃。

5.3 短期稳定性

测温仪的短期稳定性小于0.001 ℃。

注：本规范所有技术指标均不用于合格性判定，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

a）温度：15 ℃~35 ℃；

b）相对湿度：20%~80%；

c）满足被测仪器、测量标准及配套设备等的使用要求。

6.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表1。

表1 标准器及配套设备

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称 | 技术要求 | | | 用途 | 备注 |
| 1 | 标准铂电阻温度计 | 0 ℃~100 ℃，一等标准 | | | 用比较法校准时的参考标准 | 2支。可用不确定度满足校准要求的其他标准温度计 |
| 2 | 电测仪器 | 分辨力优于0.1 mΩ，相对误差不大于1×10-5 | | | 与测量标准配套使用，用于测量其电阻值，并转换为温度值 | — |
| 3 | 恒温槽 | 温度范围（℃） | 工作区域温度均匀性（℃） | 温度波动性（℃） | 提供恒定的均匀温场 | 3台。有足够的置入深度，并满足标准铂电阻温度计插入深度的要求。也可使用满足校准要求的其他恒温设备 |
| 0~100 | 0.008 | 0.008 |
| 4 | 压力仓 | 耐压强度不小于15 MPa；配备测量范围为0 MPa~16 MPa的0.4级压力表 | | | 提供耐压测试环境 | — |
| 5 | 保温装置 | 温度日变化小于0.2 ℃；温度极值范围内可以产生0.0001 ℃的温度缓慢变化 | | | 分辨力测试 | — |

**7 校准项目和校准方法**

7.1 检查和校准项目

测温仪的检查项目为外观、分辨力和传感器耐压；校准项目为示值误差、热迟滞性和短期稳定性。

表2 检查和校准项目

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目名称 | 类型 | 规范条款 | 备注 |
| 外观 | 检查 | 7.2.1 |  |
| 分辨力 | 检查 | 7.2.2 |  |
| 传感器耐压 | 检查 | 7.2.3 | \* |
| 示值误差 | 校准 | 7.3.2 | △ |
| 热迟滞性 | 校准 | 7.3.3 |  |
| 短期稳定性 | 校准 | 7.3.4 | \*/△ |
| “\*”表示当客户要求时进行检查或校准；“△”表示可根据客户需求选取校准点。 | | | |

7.2 检查方法

7.2.1 外观检查

7.2.1.1 技术要求

测温仪无影响正常工作的机械损伤，外表无裂纹、无涂敷层剥落现象；数据采集器面板显示清晰完整，接插件、开关接触良好，机械连接部分紧密牢固。

7.2.1.2 检查方法

采用目测和手感方法检查测温仪外观。

7.2.2 分辨力检查

7.2.2.1 技术要求

测温仪的分辨力不大于0.0001 ℃。

7.2.2.2 检查方法

标准铂电阻温度计接入电测仪器，并将其与测温仪传感器同时置于保温装置内，保证两者的感温元件中点在同一水平面，间距不大于3 cm（图2）。校时后，两者连续运行不少于5天，并记录测量数据。

选取标准铂电阻温度计连续30 min测量数据一阶差分绝对值不大于0.0001 ℃时间段对应的测温仪测量数据，对其进行一阶差分计算。计算结果的绝对值应不大于0.0001 ℃，且测温仪数据形态应与标准铂电阻温度计的记录一致。

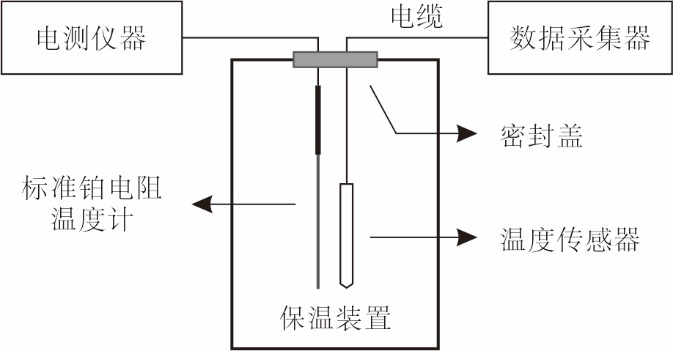


图2 分辨力检查仪器连接示意图

7.2.3 传感器耐压检查

7.2.3.1 技术要求

测温仪传感器耐压强度为10 MPa。

7.2.3.2 检查方法

将测温仪传感器置于装满水的压力仓内，引出电缆并与数据采集器连接（图3）。密封压力仓并持续加压至10 MPa，随后保压24 h。检查过程中，测温仪数据曲线应连续、无台阶、无突跳。

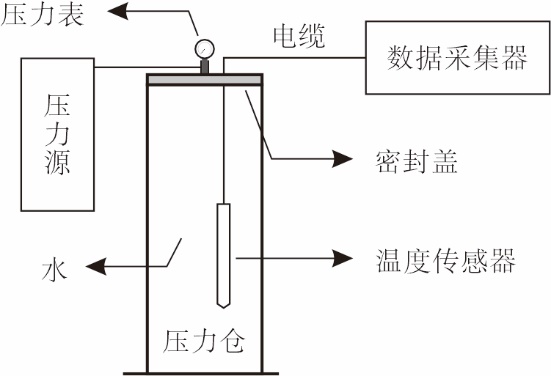


图3 传感器耐压检查仪器连接示意图

7.3 校准方法

7.3.1 校准前准备

a）开启测温仪、电测仪器等进行预热，预热时间至少为15 min（使用说明书有预热要求的，可按其要求进行）。

b）使恒温槽处于正常工作状态，并保证工作区域的液面处于规定的位置。

7.3.2 示值误差校准

7.3.2.1 校准点的选取

校准点可参考测温仪使用说明书的建议或根据客户的要求选取，但需包含测量范围上限、下限温度在内的至少8个点，且均匀分布。

7.3.2.2 示值误差校准方法

将标准铂电阻温度计接入电测仪器，并与测温仪传感器同时置于恒温槽内，保证两者的感温元件中点在同一水平面，间距不大于3 cm（图4）。测温仪传感器应完全浸没于恒温槽工作区域的均匀介质内。当受传感器长度限制而无法全浸时，可采用局浸方式，测温仪感温元件部位的浸没深度至少为28 cm，以减少漏热的影响，且裸露部分应采取必要的保温措施。

按照升温顺序测量各校准点的示值误差。将恒温槽控制温度设定在校准点后，其实际温度偏离校准点应在不超过0.02℃（以参考标准示值为准）。校准时，必须保证充足的热平衡时间（不少于1 h），待测量数据稳定后方可读数。通过标准铂电阻温度计的电流为1 mA。测温仪和标准铂电阻温度计同时测量3 min，每个校准点进行4次读数，读数顺序为：标准→被校→被校→标准……，将对应读数的算数平均值作为该校准点的示值。记录格式见附录A。

测温仪与标准铂电阻温度计的示值之差为校准点的示值误差，具体计算公式如下：

（1）

式中，

——测温仪在*i*校准点的读数算数平均值，℃；

——标准铂电阻温度计在*i*校准点的读数算数平均值，℃；

——测温仪在*i*校准点的示值误差，℃。

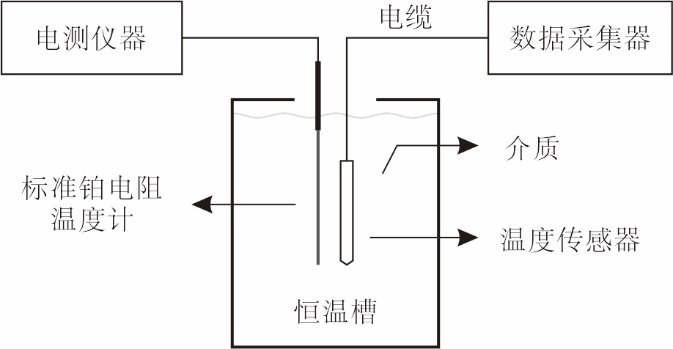


图4 示值误差、热迟滞性、短期稳定性校准仪器连接示意图

7.3.3 热迟滞性校准

7.3.3.1 校准点的选取

校准点为测量范围中点。

7.3.3.2 热迟滞性校准方法

使用恒温槽对测温仪在测量范围中点处的热迟滞性进行校准。温度顺序为下限温度→中点温度→上限温度→中点温度→下限温度。

将测温仪传感器置于控制温度设定在测量范围下限的恒温槽内至少1 h后，在测量范围中点对其示值误差进行测量，具体方法见7.3.2.2部分。然后将测温仪传感器置于控制温度设定在测量范围上限的恒温槽内至少1 h，再次测量在测量范围中点的示值误差，随后将其置于控制温度设定在测量范围下限的恒温槽内至少1 h。两次测得的示值误差之差的绝对值为测温仪的热迟滞性，应不大于0.05 ℃。

测温仪热迟滞性计算公式如下：

（2）

式中，

——测温仪在校准点的第1次示值误差测量结果，℃；

——测温仪在校准点的第2次示值误差测量结果，℃；

——测温仪在校准点的热迟滞性，℃。

7.3.4 短期稳定性校准

仅在客户提出要求、采购验收等情况下进行短期稳定性校准。校准方法参见附录C。

8 校准结果表达

8.1 校准结果记录

井水温度测量仪校准结果记录格式见附录A。

8.2 校准证书

经校准的测温仪应出具校准证书。井水温度测量仪校准证书内页格式见附录B。

校准证书至少应包含以下信息：

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），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，如果与校准结果的有效性或应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

h）如果与校准结果的有效性或应用有关时，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。

8.3 校准结果的测量不确定度

校准证书中给出校准结果的测量不确定度信息。校准结果的测量不确定度应按JJF 1059.1-2012的要求评定，示值误差测量不确定度评定示例见附录C。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由测温仪的使用情况、使用者的使用方法、测温仪本身质量等诸因素所决定的，因此客户可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录A

井水温度测量仪校准结果记录表参考样式

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 样品名称 | | |  | | | | | | | | | | 型号/规格 | | | | | | | | | |  | | | | | | 测量范围 | | | | | | | |  | | | | | | |
| 生产厂家 | | |  | | | | | | | | | | 出厂编号 | | | | | | | | | |  | | | | | | 证书编号 | | | | | | | |  | | | | | | |
| 客户名称 | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 客户地址 | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准日期 | | |  | | | | | | | | | | 校准地点 | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准依据 | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 环境温度 | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 相对湿度 | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准使用的计量（基）标准装置 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 名称 | | | | | | | 测量范围 | | | | | | | | | | 不确定度/准确度  等级/最大允许误差 | | | | | | | | | | | 计量（基）标准  证书编号 | | | | | | | | 有效期至 | | | | | | | |
| …… | | | | | | |  | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | |  | | | | | | | |  | | | | | | | |
| 校准使用的标准器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 名称 | | | | | | | 测量范围 | | | | | | | | | | 不确定度/准确度  等级/最大允许误差 | | | | | | | | | | | 溯源单位/证书编号 | | | | | | | | 有效期至 | | | | | | | |
| …… | | | | | | |  | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | |  | | | | | | | |  | | | | | | | |
| 一、检查项目 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 检查项目 | | | | | | | | 检查结果 | | | | | | | | | | | | | | 是否符合要求（Y/N） | | | | | | | | | | 备注 | | | | | | | | | | | |
| 外观 | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | |
| 分辨力 | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | |
| 传感器耐压 | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | |
| 二、校准项目 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1、示值误差（℃） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准点 | 标准器温度值 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 被校仪器温度值 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 示值误差 | | |
| 1 | | | | 2 | | | | | 3 | | | | 4 | | | |  | | | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | 4 | | | | |  | | |  | | |
| 下限 |  | | | |  | | | | |  | | | |  | | | |  | | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | | | |  | | |  | | |
| …… |  | | |  | | | | |  | | | | |  | | | |  | | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | | | |  | | |  | | |
| 中点 |  | | |  | | | | |  | | | | |  | | | |  | | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | | | |  | | |  | | |
| …… |  | | |  | | | | |  | | | | |  | | | |  | | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | | | |  | | |  | | |
| 上限 |  | | |  | | | | |  | | | | |  | | | |  | | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | | | |  | | |  | | |
| 示值误差： | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2、热迟滞性（℃） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准点 | | 标准器温度值 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 被校仪器温度值 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 示值误差 |
| 1 | | | | | 2 | | | | | 3 | | | | 4 | | | |  | | | | 1 | | | 2 | | | | 3 | | | | 4 | | | | |  | | |  |
| ℃  （第1次） | |  | | | | |  | | | | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | |  | | | |  | | | |  | | | | |  | | |  |
| ℃  （第2次） | |  | | | | |  | | | | |  | | | |  | | | |  | | | |  | | |  | | | |  | | | |  | | | | |  | | |  |
| 热迟滞性： | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3、短期稳定性（℃） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 次数 | | 标准器温度值 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 被校仪器温度值 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 示值误差 | |
|  | | 1 | | | | 2 | | | | | 3 | | | | 4 | | | |  | | | | | 1 | | 2 | | | | 3 | | | | 4 | | | | |  | | |  | |
| 1 | |  | | | |  | | | | |  | | | |  | | | |  | | | | |  | |  | | | |  | | | |  | | | | |  | | |  | |
| …… | |  | | | |  | | | | |  | | | |  | | | |  | | | | |  | |  | | | |  | | | |  | | | | |  | | |  | |
| 30 | |  | | | |  | | | | |  | | | |  | | | |  | | | | |  | |  | | | |  | | | |  | | | | |  | | |  | |
| 短期稳定性： | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

校准员： 年 月 日 核验员： 年 月 日

# 附录B

井水温度测量仪校准证书内容及内页参考格式

推荐的井水温度测量仪校准证书内页格式见图B.1。

校 准 结 果

井水温度测量仪校准结果如下：

1. 外观：

2. 分辨力：

3. 传感器耐压：

4. 示值误差：

5. 热迟滞性：

6. 短期稳定性：

图B.1 校准证书内页格式

附录C

井水温度测量仪短期稳定性校准方法

C.1 校准点的选取

校准点一般为30 ℃，也可根据客户的要求选取。

C.2 校准方法

将恒温槽的控制温度设定在校准点，按照7.3.2.2的方法对测温仪进行示值误差测量。随后每隔144 h重复测量校准点处的示值误差，总测量次数为6次。校准期间，测温仪持续运行。

C.3 计算方法

测温仪短期稳定性应小于0.001℃。计算公式如下：

（C.1）

式中，

——校准点末次示值误差测量结果，℃；

——校准点首次示值误差测量结果，℃；

——短期稳定性，℃；

*n*——测量次数，6次。

附录D

井水温度测量仪示值误差校准不确定度评定示例

D.1 测量方法

本示例所用测温仪的测量范围为（0~100）℃，最大允许误差为±0.05 ℃。以30 ℃校准点为例，按照本规范的规定方法进行示值误差校准。

环境条件：23.6 ℃，51.6%RH。

主要测量标准及其他设备：一等标准铂电阻温度计、1595A精密测温电桥、恒温槽。

D.2 评定模型

D.2.1 示值误差测量模型

（D.1）

式中，

——测温仪在*i*校准点的示值算数平均值，℃；

——一等标准铂电阻温度计在*i*校准点的示值算数平均值，℃；

——测温仪在*i*校准点的示值误差，℃。

D.2.2 灵敏系数

的灵敏度系数：

（D.2）

的灵敏度系数：

（D.3）

D.3 各输入量引入的标准不确定度评定

D.3.1 输入量引入的标准不确定度分量

D.3.1.1 测温仪示值误差测量重复性引入的标准不确定度分量

在重复性测量条件下，对示值进行10次测量，结果见表D.1。使用贝塞尔公式计算实验标准偏差。

**表D.1 重复性测量数据**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量序号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测温仪示值 | 30.0080 | 30.0081 | 30.0091 | 30.0072 | 30.0073 | 30.0063 | 30.0082 | 30.0056 | 30.0062 | 30.0067 |
| 一等标准铂电阻温度计示值 | 30.0095415 | 30.0083851 | 30.0093061 | 30.0101677 | 30.0101855 | 30.0097277 | 30.0090793 | 30.0068121 | 30.0070847 | 30.0061852 |
| 示值误差 | -0.0015 | -0.0003 | -0.0002 | -0.003 | -0.0029 | -0.0034 | -0.0008 | -0.0013 | -0.0009 | 0.0005 |

测量结果的平均值：

实际标准偏差：

标准不确定度：

D.3.1.2 测温仪分辨力引入的标准不确定度分量

测温仪的分辨力为0.0001 ℃，区间半宽，服从均匀分布，*k*取，则：

D.3.1.3 测温仪热迟滞性引入的标准不确定度分量

测温仪热迟滞性测量结果的绝对值为0.0052 ℃，服从均匀分布，*k*取，则：

D.3.1.4 测温仪漏热引入的标准不确定度分量

经实验验证，因漏热引起的测温仪示值误差变化量不大于0.003 ℃，服从均匀分布，*k*取，则：

D.3.1.5 恒温槽温场引入的标准不确定度分量

在30℃时，恒温槽温场均匀性不大于0.008 ℃。服从均匀分布，*k*取，温场不均匀引入的标准不确定度分量为：

在30℃时，恒温槽温场波动度不大于0.008 ℃。服从均匀分布，*k*取，则温场波动度引入的标准不确定度分量为：

综上所述，由恒温槽温场引入的标准不确定度分量为

℃

D.3.2 输入量引入的标准不确定度分量

D.3.2.1 一等标准铂电阻温度计引入的标准不确定度分量

一等标准铂电阻温度计的扩展不确定度*U*=0.0042 ℃，*k*=2，则：

一等标准铂电阻温度计的自热效应为0.0016 ℃，服从均匀分布，*k*取，则：

综上所述，由二等标准铂电阻温度计引入的标准不确定度分量为：

D.3.2.2 电测仪器引入的标准不确定度分量

精密测温电桥实际分辨力为0.00001 ℃，区间半宽a为0.000005 ℃。服从均匀分布，*k*取，则电测仪器分辨力引入的标准不确定度分量为：

精密测温电桥的电阻值测量误差可引起温度测量误差。根据使用手册，其精确度为0.00005 ℃。在±0.000025 ℃区间按照均匀分布，则：

综上所述，由电测仪器引入的标准不确定度分量为：

D.4 各标准不确定度分量汇总

示值误差校准不确定度评定各标准不确定度分量见表D.2。

**表D.2 标准不确定度分量**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度/℃ |  | /℃ |
|  | 测量重复性 | 0.0013 | 1 | 0.0013 |
|  | 分辨力 | 0.000029 | 0.000029 |
|  | 热迟滞性 | 0.003 | 0.003 |
|  | 漏热 | 0.0017 | 0.0017 |
|  | 恒温槽温场 | 0.0065 | 0.0065 |
|  | 一等标准铂电阻温度计 | 0.0023 | -1 | 0.0023 |
|  | 电测仪器 | 0.000014 | 0.000014 |

D.5 合成标准不确定度

以上各标准不确定度分量不相关。＜，仅考虑测量重复性引入的不确定度分量，则合成标准不确定度为：

D.6 扩展不确定度评定

取包含因子，则扩展不确定度为：