气象用铂热电阻温度传感器校准结果不确定度评定报告

**1概述**

按照本规范对铂热电阻温度传感器的计量特性要求和校准方法，以恒温槽作为温度源，用二等标准电阻温度计作温度标准器；在恒温槽中校准温度传感器，温度的校准遵循从0℃点开始校准的顺序，依次取0℃点，铂电阻使用范围的最高点、最低点作为校准点。装置稳定后记录各点数据，依据规范中的有关公式计算被校准温度传感器的温度示值误差，及示值误差的不确定度。

**2测量模型**

被校准温度传感器温度示值误差的测量模型为：

（1）

式中：

—温度传感器在℃时的温度测量误差，单位℃；

—温度传感器在校准点℃时测量值的均值，单位℃；

—电测系统引入的不确定度，单位℃；

— 水槽均匀性引入的不确定度，单位℃；

— 水槽波动性引入的不确定度，单位℃；

— 重复性引入的不确定或仪器分辨力引入的不确定度，单位℃；

—标准器在校准点℃时示值的均值，单位℃；

— 标准器偏移引入的不确定度，单位℃。

不确定度应考虑被校准仪器示值、标准铂电阻偏移、电测系统、恒温槽的最大温差、恒温槽的波动性以及被检表分辨力。

**3 温度示值误差的不确定度评定**

3.1 不确定度计算公式

测量模型为线性模型且各分量互不相关，所以，温度示值误差的不确定度可由式（2）计算得出：

 (2)

式中： : 温度示值误差的标准不确定度，℃；

：电测系统引入的不确定度分量，℃；

：水槽均匀性引入的不确定度分量，单位℃；

：水槽波动性引入的不确定度分量，单位℃；

：标准器偏移引入的不确定度分量，单位℃。

3.2 不确定度分量的评定

3.2.1仪器温度示值引入的标准不确定度分量

（1）被测温度传感器分辨力引入的标准不确定度*u*(*U*示1)

被测温度传感器分辨力为0.01℃，按均匀分布计算，则



（2）被测温度传感器测量重复性引入的标准不确定度*u*(*U*示2)

将二等标准铂电阻温度计和一支被校温度计同时放入恒温槽中，待示值稳定后，重复测量 m（m=10）次，测得值如下：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| -50.080 | -50.079 | -50.078 | -50.081 | -50.081 | -50.079 | -50.080 | -50.080 | -50.080 | -50.081 |

用贝塞尔公式计算得到单次测量值的实验标准偏差：=0.001℃

被校铂电阻温度计的校准值由n（n=4）次读数的算术平均值得到，故由重复性引起的测量不确定度分量用下式计算得到:

*u*(*U*示2)==0.0005℃

（3）*U*示的标准不确定度分量合成

各校准点的*U*示见表1。

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准点  ℃ | 读数次数 | 标准值  ℃ | 被测示值  ℃ | 误差  ℃ | ℃ | *u*(*U*示2)  ℃ | *u*(*U*示)  ℃ |
| -50 | 1 | -49.963 | -50.081 | -0.118 | 0.003 | 0.0005 | 0.003 |
| 2 | -49.965 | -50.079 | -0.114 |
| 3 | -49.962 | -50.080 | -0.118 |
| 4 | -49.964 | -50.080 | -0.116 |
| 0 | 1 | 0.000 | 0.008 | 0.008 | 0.0005 | 0.003 |
| 2 | 0.000 | 0.010 | 0.010 |
| 3 | 0.001 | 0.011 | 0.010 |
| 4 | 0.000 | 0.010 | 0.010 |
| 80 | 1 | 80.354 | 80.476 | 0.122 | 0.0005 | 0.003 |
| 2 | 80.351 | 80.476 | 0.122 |
| 3 | 80.354 | 80.475 | 0.125 |
| 4 | 80.356 | 80.475 | 0.121 |

表1 被测传感器测量重复性数据

由于各校准点由分辨力引入的不确定度的数值远大于由测量重复性引入的不确定度，故舍去测量重复性不确定度分量，*u*(*U*示)=*u*(*U*示1)=0.003℃

3.2.2 电测系统引入的不确定度分量。

根据JJG166-2022，二等标准测量仪器设备应满足最大允许误差小于0.002%。

在80℃引入温度测量结果的误差不超过0.0066℃，在-50℃引入测量结果的误差不超过0.006℃，取最大值0.0066℃，为均匀分布，则由水槽均匀性引入的不确定度℃。

3.2.3水槽均匀性引入的不确定度分量。

根据规程文本要求，水槽最大均匀性取使用范围内最大值0.02℃，为均匀分布，则由水槽均匀性引入的不确定度℃。

3.2.4标准表与被检表时间常数不同步引入的分量

根据规程文本要求，水槽波动度取使用范围内最大值0.03℃/10min，为均匀分布，则由标准表与被检表时间常数不同步引入的不确定度℃。

3.2.5标准器偏移引入的不确定度分量

根据规程文本要求，标准器为二等标准铂电阻，根据JJG160-2007《标准铂电阻温度计》中对二等标准铂电阻的要求，取年稳定性最大点Ar点16mk，即0.016℃，为均匀分布，则由标准器偏移引入的不确定度

3.3温度示值误差的合成标准不确定度

将以上各标准不确定度分量进行汇总，得到表2。

1. 表2 标准不确定度汇总

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 标准不确定来源 | 标准不确定度数值 | 灵敏系数 |
| *u*(*U*示) | 测量重复性及分辨力 | 0.003 | 1 |
|  | 电测系统 | 0.004 | 1 |
|  | 恒温槽均匀度 | 0.012 | 1 |
|  | 恒温槽波动度 | 0.017 | 1 |
|  | 标准器偏移 | 0.009 | 1 |

根据公式（2），计算得到温度示值误差的合成标准不确定度：



3.4温度示值误差的扩展不确定度

取包含因子*k*=2 ，则温度示值误差的扩展不确定度：



**4 结论**

本例以恒温槽为温度源进行的不确定度评定，校准时温度示值误差的扩展不确定度最大值为0.06℃( *k*=2)。