

测量过程名称		二等水银温度计标准装置								
评定项目	测量过程的测量要求				测量设备的计量特性				测量过程测量不确定度评定结果	评定结果是否满足测量过程要求
	测量参数名称	计量单位	测量范围	最大允许误差	测量设备名称	量程范围	准确度等级	分辨率		
	温度	℃	(0~100) ℃	±1.0℃	二等标准水银温度计	(-30~300) ℃	二等		0.19℃	满足
					恒温油槽	(90~300) ℃	0.01℃			
					冰点器	0℃				
					低温槽	(-60~0) ℃	0.01℃			
	测量方法的评定	JJG130-2011 《工作用玻璃液体温度计》								
	环境条件的评定	(15~35) ℃								
	人员技能的评定	取得温度检定员证								
	测量设备的评定	合格								
评定过程记录										
一、概述										
测量依据：JJG130-2011 《工作用玻璃液体温度计》										
环境条件：温度（15~35）℃。										
测量标准：二等水银温度计标准装置。										

被测对象：(0~100)℃、分度值 1.0℃、局浸的普通温度计

测量方法：用经检定合格的二等标准水银温度计与被检普通温度计同时插入冰点器、恒温油槽进行直接比较测量，被检温度计示值与标准值之差，即为被检温度计的示值误差。

评定结果的使用：在符合上述条件下的测量结果，一般可直接使用本不确定度的评定结果。

二、数学模型

$$\Delta t = t - t_s - d$$

式中： Δt -----被检温度计的示值误差 ℃；

t -----被检温度计读数值 ℃；

t_s -----标准值 ℃；

d -----二等标准水银温度计在温度点上的分度修正值 ℃。

三、标准不确定度的评定

1、输入量 t 的标准不确定度的评定

被检温度计的示值误差 Δt 的不确定来源主要是测量重复性引起的标准不确定度分项 $u(t_1)$ ；标准值误差引起的标准不确定度分项 $u(t_2)$ ；

1) 被检表测量重复性引起的标准不确定度分项 $u(t_1)$ 的评定(采用 A 类方法进行评定)

将恒温油槽温度升至 100℃，控制稳定，将被检温度计与二等标准水银温度计同时插入恒温油槽，读出标准与被检温度计数值，作为一次测量过程。重复上述过程，在重复性条件下连续测量 10 次，得一测量列为 0.3℃，0.3℃，0.3℃，0.4℃，0.3℃，0.4℃，0.3℃，0.4℃，0.3℃，0.3℃

则 $\bar{s} = 0.33^\circ\text{C}$

单次实验标准差

$$s = \sqrt{\frac{\sum (\delta - \bar{\delta})^2}{n-1}} = 0.048^\circ\text{C}$$

实际测量以单次测量值为测量结果，则可得到 $u(t_1) = 0.048^\circ\text{C}$

自由度 $\nu(Q_1) = 10 - 1 = 9$

2) 二等水银温度计标准装置引入的标准不确定度分项 $u(t_2)$ 的评定(采用 B 类方法进行评定)

根据二等标准水银温度计的检定证书可得其最大允许误差为 0.09°C , 认为其服从均匀分布, 包含因子 $k = \sqrt{3}$, 则 $u(t_2) = 0.09 / \sqrt{3} = 0.052^\circ\text{C}$, 估计其相对不确定度 $\Delta u(t_2) / u(t_2) = 10\%$, 则其自由度为 $\nu(t_2) = 50$ 。

恒温油槽的温场的校准证书其不确定度 $u = 0.03^\circ\text{C}$ ($k=2$), 认为其服从均匀分布, 包含因子 $k = \sqrt{2}$ 则

$$u(t_3) = 0.03 / \sqrt{2} = 0.021^\circ\text{C}$$

估计其相对不确定度 $\Delta u(t_3) / u(t_3) = 10\%$, 则其自由度为 $\nu(t_3) = 50$

估读误差引入的不确定度的半区间为 0.1 分度值, 服从均匀分布, 则

$$u(t_4) = 0.1 / \sqrt{3} = 0.058^\circ\text{C}$$

估计其相对不确定度 $\Delta u(t_3) / u(t_3) = 20\%$, 则其自由度为 $\nu(t_4) = 12$

四、合成标准不确定度的评定

1、灵敏系数 $c = \partial \Delta P / \partial P = 1$

2、标准不确定度汇总表

标准不确定度 $u(t_i)$	不确定度来源	标准不确定度	c_i	$ c_i u(x_i)$	v_i
$u(t_1)$	被检温度计测量重复性	0.048°C	1	0.048°C	9
$u(t_2)$	二等标准水银温度计引入的不确定度	0.052°C	-1	0.052°C	50
$u(t_3)$	恒温油槽的温场引入的不确定度	0.021°C	-1	0.021°C	50
$u(t_4)$	估读误差引入的不确定度	0.058°C	-1	0.058°C	12

3、合成标准不确定度的计算

由于 $u(t_1)$ 、 $u(t_2)$ 、 $u(t_3)$ 和 $u(t_4)$ 相互独立，则

合成标准不确定度 $u_c(\Delta t) = \sqrt{u(t_1)^2 + u(t_2)^2 + u(t_3)^2 + u(t_4)^2} = 0.094^\circ\text{C}$

$$v_{eff} = \frac{u_c^4(\Delta t)}{\frac{u^4(t1)}{v(t1)} + \frac{u^4(t2)}{v(t2)} + \frac{u^4(t3)}{v(t3)} + \frac{u^4(t4)}{v(t4)}}$$

$$\text{自由度} = \frac{(0.094^\circ\text{C})^4}{\frac{(0.048^\circ\text{C})^4}{9} + \frac{(0.052^\circ\text{C})^4}{50} + \frac{(0.021^\circ\text{C})^4}{50} + \frac{(0.058^\circ\text{C})^4}{50}}$$

$$= 40$$

五、扩展不确定度的评定

$v_{eff} = 36$ 取置信概率 $p=95\%$ 则 $k=2.02$ 则 $U_{95rel}=2.02*0.094^\circ\text{C}=0.19^\circ\text{C}$

六、报告

用二等水银温度计标准装置，测量（0~100）℃、分度值 1.0℃、局浸的普通温度计，在 100℃这一点，示值误差扩展不确定度：

$U_{95rel}=2.02*0.094^\circ\text{C}=0.19^\circ\text{C}$ （有效自由度 $v_{eff} = 40$ 置信概率 $p=95\%$ 覆盖因子 $k=2.02$ ）