

JJG

中华人民共和国国家计量检定系统

JJG 2062—90

13.81~273.15 K 温度计量器具

1990年6月19日批准

1990年12月1日实施

国家技术监督局

13.81~273.15K 温度计量器具检定系统

Verification Scheme of Temperature Measuring
Instruments in the Range from 13.81 to 273.15 K
JJG 2062—90

本国家计量检定系统经国家技术监督局于1990年6月19日批准，并自1990年12月1日起施行。

起草单位： 中国计量科学研究院

本检定系统技术条文由起草单位负责解释。

本检定系统主要起草人：

李跃南 （中国计量科学研究院）

高鸿春 （中国计量科学研究院）

参加起草人：

武荷莲 （中国计量科学研究院）

张淑珍 （中国计量科学研究院）

目 录

- 一 计量基准器具..... (1)
- 二 计量标准器具..... (3)
- 三 工作计量器具..... (5)
- 四 13.81~273.15 K 温度计量器具检定系统框图..... (6)

13.81~273.15 K 温度计量器具检定系统

本检定系统适用于 13.81~273.15 K 的温度量值从国家基准向工作计量器具的传递程序,并指明了测量范围和不确定度(或允许误差)及基本检定方法,是 13.81~273.15 K 内各种温度计量器具量值传递的依据。

本检定系统中的国家基准按照 1968 年国际实用温标(1975 年修订版,以下简称 IPTS-68)建立起来的,然后通过比较法检定把温度量值逐级传递给计量标准器具和工作计量器具。

一 计量基准器具

1 本检定系统中的计量基准包括基准低温铂电阻温度计和副基准低温铂电阻温度计。它是复现 13.81~273.15 K 中 IPTS-68 的内插仪器,是保存和传递该范围 IPTS-68 的标准计量器具,是统一该范围温度量值的最高依据。

2 整套基准装置包括:

(1) 一系列定义固定点装置。定义固定点包括平衡氢三相点(13.81 K)、平衡氢 17.042 K 点(17.042 K)、平衡氢沸点(20.28 K)、氮沸点(27.102 K)、氧三相点(54.361 K)、氩三相点(83.798 K)、水沸点(100℃)和水三相点(0.01℃);

(2) 一组基准铂电阻温度计;

(3) 主要配套仪器有 9975 型直流比较仪电桥和一等标准电阻。

3 13.81~273.15 K 范围铂电阻温度计的内插公式如下:

$$W(T_{\text{ts}}) = W_{\text{CCT-68}(T_{\text{ts}})} + \Delta W(T_{\text{ts}}) \quad (1)$$

式中, $W(T_{\text{ts}})$ 是温度计的电阻比。

$W_{\text{CCT-68}(T_{\text{ts}})}$ 是参考函数,由下式定义:

$$T_{\text{ts}} = \sum_{j=0}^{20} a_j \left(\ln W_{\text{CCT-68}(T_{\text{ts}})} + \frac{3.28}{3.28} \right)^j \text{ K} \quad (2)$$

式中, 系数 a , 见 IPTS—68 文本。

$\Delta W(T_{088})$ 是偏差函数。在 13.81~273.15 K, 偏差函数分别由四个多项式规定。

273.15~83.798 K 的偏差函数是:

$$\Delta W_4(T_{088}) = b_4(T_{088} - 273.15 \text{ K}) + e_4(T_{088} - 273.15 \text{ K})^8 \\ \times (T_{088} - 373.15 \text{ K}) \quad (3)$$

式中, 常数 b_4 , e_4 根据氩三相点和冰沸点时测出的 $\Delta W_3(T_{088})$ 值确定。

83.798~54.361 K 的偏差函数是:

$$\Delta W_3(T_{088}) = A_3 + B_3 T_{088} + C_3 T_{088}^2 \quad (4)$$

式中的常数根据氧三相点和氩三相点时测出的 $\Delta W_3(T_{088})$ 值, 以及(3), (4) 两式在氩三相点温度的一阶导数相等的条件确定。

54.361~20.28 K 的偏差函数是:

$$\Delta W_2(T_{088}) = A_2 + B_2 T_{088} + C_2 T_{088}^2 + D_2 T_{088}^8 \quad (5)$$

式中, 常数根据平衡氢沸点、氮沸点和氧三相点测出的 $\Delta W_2(T_{088})$ 值, 以及(4), (5) 两式在氧三相点测出的 $\Delta W_2(T_{088})$ 值, 以及(4), (5) 两式在氧三相点温度时一阶导数相等的条件确定。

20.28~13.81 K 的偏差函数是:

$$\Delta W_1(T_{088}) = A_1 + B_1 T_{088} + C_1 T_{088}^2 + D_1 T_{088}^8 \quad (6)$$

式中, 常数根据平衡氢三相点、平衡氢 17.042 K 点和平衡氢沸点测出的 $\Delta W_1(T_{088})$ 值以及(5), (6) 两式在平衡氢沸点温度时一阶导数相等的条件确定。

4 基准和副基准低温铂电阻温度计定期进行比对, 比对后如果副基准的不确定度超出其所要求的不确定度, 则视情况重新复现 IPTS—68 或者根据基准温度计修正副基准温度计的数据, 然后方可继续使用。

覆盖 13.81~273.15 K 范围的基准铂电阻温度计必须采用套管式。专用在 83.798~273.15 K 范围内的基准铂电阻温度计通常采用长杆式。

5 基准和副基准低温铂电阻温度计的主要误差来源有:

- (1) 温度计的稳定性误差;
- (2) 9975 型直流比较仪电桥的测量误差;
- (3) 标准电阻误差;
- (4) 因屏温控制不稳而引起的误差;
- (5) 压力测量误差;
- (6) 平衡氢蒸气压方程的不确定度;
- (7) 氮蒸气压方程的不确定度。

6 已复现 8 个固定点的总不确定度 (置信限为 2.58σ , 以下均同) 分别为:

平衡氢三相点	$\delta_{13,29\text{K}} = 0.3 \text{ mK}$
平衡氢 17.042 K 点	$\delta_{17,042\text{K}} = 2.1 \text{ mK}$
平衡氢沸点	$\delta_{27,80\text{K}} = 1.9 \text{ mK}$
氮沸点	$\delta_{27,102\text{K}} = 0.9 \text{ mK}$
氧三相点	$\delta_{54,761\text{K}} = 0.7 \text{ mK}$
氩三相点	$\delta_{83,798\text{K}} = 0.6 \text{ mK}$
水沸点	$\delta_{100^\circ\text{C}} = 3.1 \text{ mK}$
水三相点	$\delta_{0,01^\circ\text{C}} = 0.2 \text{ mK}$

基准和副基准低温铂电阻温度计在 13.81~273.15 K 范围内的不确定度分布如表 1 所示。

二 计量标准器具

7 13.81~273.15 K 内的计量标准器具具有:

- (1) 13.81~273.15 K 标准低温铂电阻温度计 (套管式);
- (2) 83.798~273.15 K 一等、二等标准铂电阻温度计 (长杆式);
- (3) 13.81~273.15 K 标准镍铬-金铁热电偶;
- (4) 73.15~273.15 K 标准铜-康铜热电偶;
- (5) -30~0℃ 一等和二等标准水银温度计;
- (6) -60~0℃ 标准汞基温度计。

这些计量标准器具既可作为检定所属范围内的工作计量器具的标准,也可以直接作精密温度测量。它们的测量不确定度如表 1 和表 2

表 1 基准、标准铂电阻温度计的不确定度

温 度 T(K)	总 不 确 定 度 δ (mK)				
	基 准 (套管式)	标 准 (套管式)	基 准 (长杆式)	一 等 标 准 (长杆式)	二 等 标 准 (长杆式)
14	1.2	5.3			
16	3.4	8.6			
18	1.7	4.6			
20	2.1	6.4			
25	0.9	4.7			
30	0.9	4.7			
35	0.9	4.1			
40	0.9	3.9			
45	1.0	3.9			
50	0.9	3.7			
55	0.7	2.9			
60	0.6	2.4			
70	0.9	2.8			
80	0.8	3.3	1.0	7.1	20.6
90	0.6	3.0	0.8	6.6	19.2
100	0.8	2.5	0.9	5.5	15.8
110	1.2	2.3	1.3	4.6	12.9
120	1.6	2.3	1.7	3.9	10.3
130	1.9	2.3	2.0	3.4	8.3
140	2.1	2.4	2.2	3.1	6.7
150	2.3	2.4	2.3	2.8	5.3
160	2.3	2.4	2.3	2.7	4.4
170	2.3	2.3	2.3	2.5	3.6
180	2.2	2.3	2.2	2.3	2.9
190	2.1	2.1	2.1	2.2	2.5
200	1.9	2.0	1.9	2.0	2.2
210	1.7	1.8	1.7	1.8	2.0
220	1.5	1.5	1.5	1.5	1.7
230	1.3	1.3	1.3	1.3	1.5
240	1.0	1.1	1.0	1.1	1.3
250	0.7	0.8	0.7	0.8	1.1
260	0.4	0.6	0.4	0.6	1.0
270	0.2	0.5	0.2	0.5	1.0

注：两个相邻温度间的不确定度可按线性内插计算。

所示。

表 2 计量标准器具的总不确定度

温 度 计 名 称	测 量 范 围	总不确定度 (δ)
标准镍铬-金铑热电偶	13.81~273.15 K	0.20 K
标准铜-康铜热电偶	73.15~273.15 K	0.15 K
标准汞基温度计	-60~0℃	0.04 K
一等标准水银温度计	-30~0℃	0.04℃
二等标准水银温度计	-30~0℃	0.06℃

三 工作计量器具

工作计量器具的类型繁多，常见的工作计量器具及其测量范围和允许误差列于表 3。

表 3 工作计量器具的允许误差

温度计名称	测 量 范 围	允 许 误 差
低温铂电阻温度计	13.81~273.15 K	$\pm(22\sim 1)\text{mK}$
镍铬-金铑热电偶	13.81~273.15 K	$\pm 1\text{ K}$
铜-康铜热电偶	73.15~273.15 K	$\pm(3\sim 0.6)\text{K}$
工业铂电阻	-200~0℃	A 级 $\pm(0.56\sim 0.15)\text{℃}$, B 级 $\pm(1.3\sim 0.3)\text{℃}$
工业铜电阻	-50~0℃	$\pm(0.6\sim 0.3)\text{℃}$
有机液体温度计	-100~0℃	$\pm(0.4\sim 2.5)\text{℃}$
压力式温度计	-80~0℃	量程的 $\pm(1\%\sim 5\%)$
双金属温度计	-80~0℃	量程的 $\pm(1\%\sim 2.5\%)$
半导体电阻温度计	-80~0℃	$\pm 2\text{℃}$
汞基温度计	-60~0℃	$\pm(0.3\sim 1)\text{℃}$
水银温度计	-30~0℃	$\pm(0.2\sim 3)\text{℃}$

四 13.81~273.15 K 温度计量器具检定系统框图

图中符号:

σ ——总不确定度;

Δ ——允许误差。

13.81~273.15 K 温度计量器具检定系统框图

