

中 华 人 民 共 和 国

国家计量检定规程汇编

温度 (二)

(电阻、玻璃液体、双金属、压力温度计,二次仪表类)

1987

国家计量局

中 华 人 民 共 和 国

国家计量检定规程汇编

温 度 (二)

(电阻、玻璃液体、双金属、

压力温度计, 二次仪表类)

1987

国家计量局

中华人民共和国
国家计量检定规程汇编
温 度 (二)
(电阻、玻璃液体、双金属、压力温度计, 二次仪表类)

1987

国家计量局计量法规处编

—*

中国计量出版社出版

北京和平门内大街7号

北京市通县潮白印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

—*

开本 850×1168/32 印张 113 字数 370 千字

1988年8月第1版 1988年8月第1次印刷

印数 1—25 000

ISBN 7-5026-0106-6/TB·87

定价 4.30 元

说 明

为满足计量部门和有关单位开展计量检定工作的需要和使用上的方便，国家计量检定规程除单行本外，还按照计量器具的类别出版汇编本。本册为温度部分第二分册，汇编了截止到1987年9月底批准的现行有效的有关电阻温度计、玻璃液体温度计、双金属温度计、压力温度计和温度二次仪表类的23个国家计量检定规程。使用时请注意1987年12月1日以后批准的新颁布规程的替代。

国家计量局计量法规处

1987. 12

44X85/09

目 录

1	JJG 160—75	标准铂电阻温度计试行检定规程.....	(1)
2	JJG 350—84	低温标准铂电阻温度计试行检定规程... (37)	
3	JJG 229—87	工业铂、铜热电阻检定规程..... (73)	
4	JJG 363—84	半导体点温计检定规程..... (97)	
5	JJG 367—84	热敏电阻热敏温计检定规程..... (107)	
6	JJG 161—75	一等标准水银温度计检定规程..... (121)	
7	JJG 128—73	二等标准水银温度计试行检定规程... (143)	
8	JJG 130—84	工作用玻璃液体温度计检定规程..... (155)	
9	JJG 131—73	电接点玻璃温度计试行检定规程..... (167)	
10	JJG 50—86	石油产品用玻璃液体温度计检定规程... (177)	
11	JJG 111—79	体温计检定规程..... (191)	
12	JJG 114—82	贝克曼温度计检定规程..... (199)	
13	JJG 288—82	颠倒温度表检定规程..... (233)	
14	JJG 289—82	表层水温表检定规程..... (257)	
15	JJG 330—83	机械式深度温度计检定规程..... (271)	
16	JJG 310—83	压力式温度计检定规程..... (285)	
17	JJG 226—80	双金属温度计试行检定规程..... (293)	
18	JJG 225—80	电子自动平衡电桥检定规程..... (299)	
19	JJG 74—83	电子自动电位差计检定规程..... (311)	
20	JJG 186—78	配热电阻用动圈式温度指示、 指示位式调节仪表检定规程..... (325)	
21	JJG 187—86	配热电偶用动圈式温度指示、 指示位式调节仪表检定规程..... (345)	
22	JJG 285—82	动圈式指示时间比例、比例积分微分 调节仪表试行检定规程..... (361)	
23	JJG 484—87	直流测温电桥检定规程..... (375)	

标准铂电阻温度计
试行检定规程

JJG 160—75

本检定规程由中国计量科学研究院负责起草，经国家标准计量局于1975年5月6日批准，并自1975年12月1日起试行。



标准铂电阻温度计试行检定规程

本规程适用于温度范围为 $-182.962 \sim 630.74^\circ\text{C}$ 的标准铂电阻温度计的检定。

在 $0 \sim 630.74^\circ\text{C}$ 范围内，标准铂电阻温度计的电阻值与温度的关系式如下：

$$t = t' + 0.045 \left(\frac{t'}{100} \right) \left(\frac{t'}{100} - 1 \right) \left(\frac{t'}{419.58} - 1 \right) \times \left(\frac{t'}{630.74} - 1 \right) \quad (1)$$

式中 t' 由下式确定：

$$t' = \frac{1}{\alpha} [W(t') - 1] + \delta \left(\frac{t'}{100} \right) \left(\frac{t'}{100} - 1 \right) \quad (2)$$

式中 $W(t') = \frac{R(t')}{R_0}$ 。常数 R_0 、 α 、 δ 是根据在水三相点、水沸点和锌凝固点时的电阻测定来确定。

在 $0 \sim -182.962^\circ\text{C}$ 范围内，标准铂电阻温度计的电阻值与温度的关系式如下：

$$W(t) = W_{\text{CCT-88}}(t) + \Delta W(t) \quad (3)$$

$$\Delta W(t) = A_4 t + C_4 t^3 (t - 100) \quad (4)$$

式中 $W_{\text{CCT-88}}(t)$ 是参考函数， $\Delta W(t)$ 是偏差函数（见附录1）。常数 A_4 与 C_4 是由温度计在水沸点与氧沸点的电阻测定来确定。

一、技术要求

1 一等标准铂电阻温度计在 100°C 时的电阻 R_{100} 与 0°C 时的电阻 R_0 之比 W_{100} 不应小于 1.39250，二等标准铂电阻温度计的 W_{100} 不应小于 1.39230。

2 标准铂电阻温度计的示值稳定性应满足表1的要求。

3 标准铂电阻温度计的 R_0 应为 25 ± 1 欧姆或 10.5 ± 0.4 欧姆。

本规程颁布前生产的标准铂电阻温度计,其 R_0 不符合本条要求时,允许作标准铂电阻温度计使用。

4 标准铂电阻温度计的保护管应密封并充以干燥气体。以前生产的非密封式的温度计,允许作二等标准铂电阻温度计使用。

表 1

项 目 等 级 技 术 指 标	在检定中多次测得的 R_0 之间的最大偏差不得超过	检定结果与上一周期的检定结果之差不得超过			
		R_0	W_{100}	W_{2a}	W_{02}
一 等	$1.2 \times 10^{-5} R_0$	$3 \times 10^{-5} R_0$	2.5×10^{-5}	6×10^{-5}	5×10^{-5}
二 等	$3 \times 10^{-5} R_0$	$8 \times 10^{-5} R_0$	6×10^{-5}	12×10^{-5}	12×10^{-5}

5 温度计感温元件的骨架、保护管、毛细管应由石英或其它耐高温材料制成。温度计在上限温度使用时,不应有可察觉的漏电现象。

6 温度计保护管的长度应为460~500毫米,外径不大于8毫米。感温元件应位于保护管一端起50毫米的范围内。温度计应有标明制造厂的标志和出厂编号。温度计各部件之间的固定应牢固。

二、检定标准与设备

7 检定一等标准铂电阻温度计的标准为一组工作基准铂电阻温度计,检定二等标准铂电阻温度计的标准为一组一等标准铂电阻温度计。

8 检定中需下述检定设备:

(1) 精密测温电桥。电桥在引用更正值后其相对误差,对于检定一等标准铂电阻温度计不应超过 2×10^{-5} ,对于检定二等标准铂电阻温度计不应超过 5×10^{-5} ;

(2) 光电放大检流计;

(3) 铂电阻温度计专用四点开关。

(4) 水三相点瓶及保温容器;

(5) 金属水沸点炉。其四孔间的最大温差对于检定一等标准铂

电阻温度计不应超过 0.001K ，对于检定二等标准铂电阻温度计不应超过 0.002K ；

(6) 锌点定点炉。高纯锌(99.999%按重量)放在石墨(99.99%按重量)坩锅中。坩锅的内径为35~40毫米，高度不小于220毫米。坩锅放在硬玻璃杯中，玻璃杯外放置铝(或铜)块，用热电偶测量铝(或铜)块的温度。定点炉的轴向温场，在放置石墨坩锅处220毫米的范围内，任意两点间的最大温差不应超过1度。锌凝固温度应定期用高一级的标准温度计检查，实际测得的 W_z 和原证书上的 W_z 之差，对于检定一等标准铂电阻温度计不应超过 3.5×10^{-5} ，对于检定二等标准铂电阻温度计不应超过 8×10^{-5} ；

(7) 氧沸点比较槽；

(8) 退火炉。

9 整套检定装置在各个分度点上的重复性，用不少于六次系列测量的均方根误差表示，其值不得超过表2所列数值。

表 2

分度点 \ 等级	重 复 性 (K)	
	一 等 标 准	二 等 标 准
氧 沸 点	± 0.003	± 0.008
水 三 相 点	± 0.0008	± 0.002
水 沸 点	± 0.002	± 0.005
锌 凝 固 点	± 0.003	± 0.008

三、检定及数据处理

10 标准铂电阻温度计的检定周期为两年。检定后未使用的温度计，其检定证书的有效期可延长两年。如果发现温度计的 R_0 有变化，对于一等标准超过 $2.5 \times 10^{-5} R_0$ ，对于二等标准超过 $6 \times 10^{-5} R_0$ ，则应提前送检。

11 标准铂电阻温度计检定时，先退火两小时，退火温度约为 450°C 。

12 标准铂电阻温度计的检定,包括分度和示值稳定性检查。温度计的分度就是决定温度计在锌凝固点、水沸点和氧沸点三个固定点上的电阻比 W_{Zn} 、 W_{100} 和 W_{O_2} 。使用温度范围为 $-30\sim 630^\circ\text{C}$ 的温度计,不检氧点;仅用于 0°C 以下的温度计,不检锌点。

13 测量温度计的电阻时,通过温度计的电流应为1毫安。

14 测定 W_{Zn} 可采用如下方法:当锌完全熔化后,将石英保护管插至坩锅底部,然后提起10毫米,并固定。使炉温比凝固点高 $2.5\sim 3\text{K}$, (即 $2.5\sim 3^\circ\text{C}$; K是温度的基本单位开尔文的符号,温度间隔可用K表示)保持10分钟,此时温度的波动不应超过 $\pm 0.2\text{K}$,然后使熔锌以每分钟 0.1K 的速度冷却。当控温的铂电阻温度计的电阻停止下降并回升时,取出控温温度计,将被分度的温度计插入,同时根据控温热电偶的示值,将铝(或铜)块的温度控制在比锌凝固点低 $2\sim 3\text{K}$ 。铂电阻温度计达到热平衡后,即开始测量其电阻值,如果在不少于十分钟内的数个读数之差不超过 0.001K ,则可由这些读数的平均值计算 R_{Zn} 。每次锌点测量完毕后,应立即测量 R_0 并计算 W_{Zn} 。 R_0 根据温度计在水三相点时测得的电阻 R_{tp} ,按下式计算:

$$R_0 = \frac{R_{tp}}{1.00003986} \quad (5)$$

由不在同一天测得的两次以上的 W_{Zn} 取平均值,作为 W_{Zn} 的最后测定结果。数次 W_{Zn} 之间的最大偏差,不应超过表3的规定。

表 3

分度点	等 级	一 等 标 准	二 等 标 准
	最大偏差($\times 10^{-5}$)		
锌 凝 固 点		2.5	5.0
水 沸 点		1.5	3.0
氧 沸 点		2.5	5.0

15 测定 W_{100} 。金属水沸点炉达到稳定的沸腾状态后,将被检温度计和标准温度计分别插入水沸点炉的插管中(为了改善热交换条件,插管中注入少许甘油或变压器油),待温度计达到热平衡后,先

测量标准,再依次测量各被检温度计,然后以相反的顺序进行测量,最后测量标准温度计,这样一组测量为一个循环。由不少于两个循环的测量值,计算温度计的 R_t ,测量完毕后,再次测量 R_0 。按下式计算在检定温度时的电阻比 W_t :

$$W_t = \frac{R_t}{R_0} \quad (6)$$

为了化整到100℃时的 W_{100} ,可按下式计算:

$$W_{100} = W_t + K_1(W_{100}^* - W_t^*) \quad (7)$$

式中 W_{100}^* 与 W_t^* 分别为标准温度计检定证书上的 W_{100} 与在检定温度时的电阻比,系数 K_1 可由附录2查得。

如果被检温度计的 $W_{100} \geq 1.39250$,而测得的标准温度计的 W_t^* 与原证书上的 W_{100}^* 之差小于0.0045,或被检温度计的 W_{100} 满足 $1.39230 \leq W_{100} < 1.39250$,而 W_t^* 与 W_{100}^* 之差小于0.0030,则(7)式简化为:

$$W_{100} = W_t + (W_{100}^* - W_t^*) \quad (8)$$

也可采用其它方法将 W_t 化整为 W_{100} 。

这样求得的 W_{100} 作为一次测定值。如果不在同一天的两次测定值之差不超过表3的规定,则可由其平均值作为 W_{100} 的最后测定结果。

16 测定 $W_{0.2}$ 。在杜瓦瓶中注满液氧,温度计插进氧槽前须经预冷,检定时浸入液氧中的深度不应少于350毫米。测量方法与测定 W_{100} 相似。

为了将 W_t 化整到-182.962℃时的 $W_{0.2}$,可按下式计算:

$$W_{0.2} = W_t + K_2(W_{0.2}^* - W_t^*) \quad (9)$$

式中 $W_{0.2}^*$ 与 W_t^* 分别为标准温度计检定证书上的 $W_{0.2}$ 与在检定温度时测得的电阻比,系数 K_2 按下式计算:

$$K_2 = 1 - 6.098(W_{100} - W_{100}^*) - 4.592(W_{0.2} - W_{0.2}^*) \quad (10)$$

如果 W_t^* 与 $W_{0.2}^*$ 之差小于0.0040,则 $W_{0.2}$ 可直接由下式计算:

$$W_{0.2} = W_t + (W_{0.2}^* - W_t^*) \quad (11)$$

由不在同一天测得的两次 $W_{0.2}$ 取平均值,作为 $W_{0.2}$ 的最后测定结果。两次 $W_{0.2}$ 之间的最大偏差,不应超过表3的规定。

17 根据下列公式计算温度计的常数 α 、 δ 、 A_1 与 C_1 。

$$\alpha = \frac{W_{100} - 1}{100} \quad (12)$$

$$\delta = \frac{419.58 - \left(\frac{W_{2.2} - 1}{\alpha} \right)}{13.40894} \quad (13)$$

$$A_1 = 0.01(W_{100} - 1.39260) \quad (14)$$

$$C_1 = [10.56(W_{100} - 1.39260) + 5.77(W_{0.2} - 0.24380)] \times 10^{-10} \quad (15)$$

18 分度中多次测得的 R_0 之间的最大偏差,以及 R_0 、 W_{100} 、 $W_{0.2}$ 和 $W_{2.2}$ 的平均值与上一周期的检定结果之差,不应超过表1的规定,否则温度计应降等。分度中数次 $W_{2.2}$ 、 W_{100} 与 $W_{0.2}$ 之间的最大偏差,经过重复测量,仍超过表8的规定,则温度计也应降等。

四、检定结果的处理

19 经检定合格的温度计,发给检定证书。检定证书上应写明温度计的等级,对于不符合二等标准要求的水银温度计,应写明只作一般测试用。检定证书上给出以下数据: R_0 、 W_{100} 、 $W_{2.2}$ 、 $W_{0.2}$ 、 δ 、 A_1 和 C_1 。 R_0 的数值给到小数点后第四位, W_{100} 、 $W_{2.2}$ 和 $W_{0.2}$ 给到小数点后第五位,对于二等标准 $W_{2.2}$ 和 $W_{0.2}$ 的最后一位数字应小写,对一等标准给到小数点后第四位,对于二等标准给到小数点后第三位, A_1 给到小数点后第七位, C_1 给到小数点后第十五位。(见附录B)

附 录

1 标准铂电阻温度计在 $-182.962 \sim 0^\circ\text{C}$ 范围内计算温度的方法与表格

在 $-182.962 \sim 0^\circ\text{C}$ 范围内电阻比 W 与温度 t 的关系由下式确定:

$$W(t) = W_{\text{scr}}(t) + \Delta W(t) \quad (1)$$

式中 $W_{\text{scr}}(t)$ 是标准参考函数(见附录1表1), $\Delta W(t)$ 是偏差函数:

$$\Delta W(t) = A_1 t + C_1 t^3 (t - 100) \quad (2)$$

在检定证书上给出每支温度计的 A_t 与 C_t 的数值。为了测温时便于计算温度,可事先在使用的温度范围内编制 $t_s - W_{ts} - \left. \frac{dW}{dt} \right|_{t_s}$ 的对照表

W_{ts} 按 (1) 式和 (2) 式计算, $\left. \frac{dW}{dt} \right|_{t_s}$ 可用下式

计算出其近似值,

$$\left. \frac{dW}{dt} \right|_{t_s} \approx \frac{W(t_s + 5) - W(t_s - 5)}{10} \quad (3)$$

[例]某支温度计的 $A_t = 0.6 \times 10^{-6}$, $C_t = 4.1 \times 10^{-14}$, 需编制 $0 \sim -60^\circ\text{C}$ 范围内的 $t_s - W_{ts} - \left. \frac{dW}{dt} \right|_{t_s}$ 对照表。

$$W(0) = 1$$

$$W(-5) = W_{\text{GGT}}(-5) + A_t(-5) + C_t(-5)^3(-5-100) \\ \approx 0.980052 + 0.6 \times 10^{-6} \times 5 = 0.980049$$

$$W(-10) = 0.960074 - 0.6 \times 10^{-6} \times 10 = 0.960068$$

$$W(-55) = 0.778844 - 0.6 \times 10^{-6} \times 55 + 4.1 \times 10^{-14} \times 25.79 \times 10^9 \\ = 0.778812$$

$$W(-60) = 0.758540 - 0.6 \times 10^{-6} \times 60 + 4.1 \times 10^{-14} \times 34.56 \times 10^9 \\ = 0.758505$$

$$W(-65) = 0.738200 - 0.6 \times 10^{-6} \times 65 + 4.1 \times 10^{-14} \times 45.31 \times 10^9 \\ = 0.738163$$

$$\left. \frac{dW}{dt} \right|_{-5} = \frac{W(0) - W(-10)}{10} = \frac{1 - 0.960068}{10} = 0.0039932$$

$$\left. \frac{dW}{dt} \right|_{-10} = \frac{W(-5) - W(-15)}{10} = \frac{0.980049 - 0.940055}{10} = 0.0039994$$

.....

根据计算结果编成下表

温 度 $^{\circ}\text{C}$	W_{t_n}	$\frac{dW}{dt}$
0	1	
-5	0.980049	0.0039933
-10	0.969068	0.0039984
-15	0.940055	0.0040056
-20	0.920012	0.0040117
-25	0.899938	0.0040180
-30	0.879832	0.0040244
-35	0.859694	0.0040308
-40	0.839524	0.0040373
-45	0.819321	0.0040440
-50	0.799084	0.0040509
-55	0.778812	0.0040579
-60	0.758505	0.0040649
-65	0.738163	

编好表以后,对于中间温度,就可进行线性内插计算。测量中得到 W 后,在表中第二栏找到与 W 最接近的一个 W_{t_n} ,按下式计算温度:

$$t = t_n + \frac{W - W_{t_n}}{\frac{dW}{dt}|_{t_n}} \quad (4)$$

〔例〕用上例中那支温度计测量温度,测得 $W_t = 0.800254$,求所测之温度。

从上例的表中查得 $t_n = -50^{\circ}\text{C}$ 时的 $W_{-50} = 0.799084$ 与 W 最接近。

$$t = -50 + \frac{0.800254 - 0.799084}{0.0040509} = -50 + 0.042 = -49.958^{\circ}\text{C}$$

表 1

$-t(^{\circ}\text{C})$	W_{cct}	$\Delta W/\Delta t$	$-t(^{\circ}\text{C})$	W_{cct}	$\Delta W/\Delta t$
0	1.00000000	0.00398712	33	0.85777310	0.00402828
1	0.99801288	0.00398834	34	0.85374482	0.00402958
2	0.99202454	0.00398958	35	0.85971524	0.00403087
3	0.98803496	0.00399079	36	0.85568437	0.00403218
4	0.98404417	0.00399202	37	0.85165219	0.00403349
5	0.98005215	0.00399324	38	0.84761870	0.00403481
6	0.97605891	0.00399447	39	0.84358389	0.00403613
7	0.97206444	0.00399570	40	0.83954776	0.00403744
8	0.96806874	0.00399692	41	0.83551032	0.00403879
9	0.96407182	0.00399814	42	0.83147163	0.00404011
10	0.96007388	0.00399938	43	0.82743142	0.00404148
11	0.95607430	0.00400060	44	0.82338986	0.00404280
12	0.95207370	0.00400184	45	0.81934718	0.00404415
13	0.94807186	0.00400306	46	0.81530301	0.00404550
14	0.94406880	0.00400432	47	0.81125751	0.00404687
15	0.94006448	0.00400553	48	0.80721064	0.00404822
16	0.93605895	0.00400678	49	0.80316242	0.00404960
17	0.93205217	0.00400801	50	0.79911282	0.00405098
18	0.92804416	0.00400926	51	0.79506184	0.00405236
19	0.92403490	0.00401052	52	0.79100948	0.00405374
20	0.92002438	0.00401175	53	0.78695574	0.00405515
21	0.91601263	0.00401301	54	0.78290059	0.00405654
22	0.91199962	0.00401426	55	0.77884405	0.00405795
23	0.90798536	0.00401551	56	0.77478610	0.00405936
24	0.90396985	1.00401677	57	0.77072674	0.00406078
25	0.89995308	0.00401804	58	0.76666596	0.00406220
26	0.89593504	0.00401931	59	0.76260376	0.00406363
27	0.89191573	0.00402058	60	0.75854013	0.00406507
28	0.88789515	0.00402185	61	0.75447506	0.00406652
29	0.88387330	0.00402312	62	0.75040854	0.00406798
30	0.87985018	0.00402441	63	0.74634058	0.00406942
31	0.87582577	0.00402569	64	0.74227116	0.00407089
32	0.87180008	0.00402698	65	0.73820027	0.00407237

续表

$-t(^{\circ}\text{C})$	W_{cct}	$\Delta W/\Delta t$	$-t(^{\circ}\text{C})$	W_{cct}	$\Delta W/\Delta t$
66	0.73412790	0.00407384	101	0.59059964	0.00413268
67	0.73005406	0.00407532	102	0.58646798	0.00413358
68	0.72597874	0.00407682	103	0.58233440	0.00413547
69	0.72190192	0.00407832	104	0.57819893	0.00413739
70	0.71782360	0.00407984	105	0.57406154	0.00413932
71	0.71374376	0.00408136	106	0.56992222	0.00414128
72	0.70966240	0.00408287	107	0.56578094	0.00414326
73	0.70557953	0.00408441	108	0.56163768	0.00414524
74	0.70149512	0.00408596	109	0.55749244	0.00414726
75	0.69740916	0.00408750	110	0.55334518	0.00414929
76	0.69332166	0.00408907	111	0.54919589	0.00415136
77	0.68923259	0.00409063	112	0.54504454	0.00415342
78	0.68514196	0.00409222	113	0.54089112	0.00415551
79	0.68104974	0.00409380	114	0.53673561	0.00415763
80	0.67695594	0.00409541	115	0.53257798	0.00415978
81	0.67286053	0.00409701	116	0.52841820	0.00416194
82	0.66876352	0.00409862	117	0.52425626	0.00416412
83	0.66466490	0.00410026	118	0.52009214	0.00416634
84	0.66056464	0.00410190	119	0.51592580	0.00416858
85	0.65646274	0.00410354	120	0.51175722	0.00417082
86	0.65235920	0.00410521	121	0.50758640	0.00417312
87	0.64825399	0.00410688	122	0.50341328	0.00417543
88	0.64414711	0.00410857	123	0.49923785	0.00417777
89	0.64003854	0.00411026	124	0.49506008	0.00418012
90	0.63592828	0.00411197	125	0.49087996	0.00418262
91	0.63181631	0.00411369	126	0.48669744	0.00418494
92	0.62770262	0.00411544	127	0.48251250	0.00418738
93	0.62358718	0.00411716	128	0.47832512	0.00418986
94	0.61947002	0.00411894	129	0.47413526	0.00419235
95	0.61535108	0.00412072	130	0.46994291	0.00419489
96	0.61123036	0.00412250	131	0.46574802	0.00419744
97	0.60710786	0.00412431	132	0.46155058	0.00420004
98	0.60298355	0.00412613	133	0.45735054	0.00420264
99	0.59885742	0.00412796	134	0.45314790	0.00420530
100	0.59472948	0.00412982	135	0.44894260	0.00420796