



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 858—1994

标准铑铁电阻温度计

Standard Rhodium - Iron Resistance
Thermometer

1993-11-27 发布

1994-06-01 实施

国家技术监督局 发布

标准铑铁电阻温度计

检 定 规 程

Verification Regulation of

Standard Rhodium - Iron Resistance

Thermometer



JJG 858—1994

本检定规程经国家技术监督局于 1993 年 11 月 27 日批准，并自 1994 年 06 月 01 日起施行。

归口单位： 中国计量科学研究院

起草单位： 中国计量科学研究院

本规程技术条文由起草单位负责解释

本规程主要起草人：

王梓林 （中国计量科学研究院）

参加起草人：

刘 扬 （中国计量科学研究院）

目 录

| | |
|----------------------|-------|
| 一 概述 | (1) |
| 二 技术要求 | (1) |
| 三 检定条件 | (2) |
| 四 检定项目和检定方法 | (2) |
| 五 检定结果的处理和检定周期 | (3) |

标准铂电阻温度计检定规程

本规程适用于新制造和使用中的温度范围为 0.65~27 K 的标准铂电阻温度计的检定。

一 概 述

铂电阻温度计是根据铂-铁合金(铁含量为 0.5% 原子百分比)的电阻值随温度而变化的特性来测量温度的。

铂电阻温度计在温度范围为 0.65~27 K 作为标准用温度计。其分度数据通常用切比雪夫多项式最小二乘法拟合, 给出:

$$T = \frac{a_0}{2} + \sum_{j=1}^n a_j F_j(x) \quad (1)$$

式中: $F_j(x) = \cos(j \cos^{-1} x)$ 是 n 阶切比雪夫多项式的项, a_0 和 a_j 是切比雪夫多项式的系数, x 是变量, 根据下式把电阻 R 变换成 x :

$$x = (R - R_1) - (R_u - R) / (R_u - R_1) \quad (2)$$

式中: R_u 和 R_1 分别为温度计在分度范围内电阻值的上界和下界, R 是温度计在温度 T (K) 时的电阻值。通过上式的变换, 使 x 的值在 -1 到 $+1$ 之间。

二 技 术 要 求

1 外观

温度计外径 ≤ 5 mm, 长度 ≤ 60 mm。四根铂引线的长度 ≥ 60 mm, 铂外壳表面应光滑, 不得有磕碰的痕迹, 铂外壳上注明编号。

2 结构

2.1 温度计感温元件的结构必须无应力。温度变化时感温铂铁丝应能自由膨胀和收缩。

2.2 温度计感温元件为四端电阻器, 即从感温元件两端各引出两根铂引线。

2.3 温度计封头的密封性要好, 保护管内要充入干燥的氮气。

3 稳定度

温度计本次检定结果与上一周期的检定结果之差不大于 2 mK。

4 自热效应

温度计在 4.2 K 时, 通过 0.3 mA 电流引起的自热效应不应大于 0.5 mK。

5 绝缘电阻

在温度为 15~35 °C, 相对湿度不超过 80% 的环境下, 温度计铂外壳与引线之间的绝缘电阻大于 70 M Ω 。

三 检 定 条 件

6 标准仪器

检定标准铱铁电阻温度计的标准器是标准铱铁电阻温度计组（3支）。标准铱铁电阻温度计组年稳定度 ≤ 0.5 mK。

7 检定设备

7.1 低温绝热恒温器及配套的控温仪，整套装置的控温稳定度优于 ± 0.5 mK/30 min。有小液池的低温恒温器，检定温度下限为2 K。有 ^3He 恒温器的，检定温度下限为0.65 K。

7.2 直流比较仪电桥，准确度不低于 1×10^{-6} （读数）+ 10个最小步进值。或不低于此准确度的其他电测仪器。

7.3 名义值为：0.1 Ω ，1 Ω 和 10 Ω 的标准电阻各一只，准确度不低于 5×10^{-6} 。

7.4 电阻温度计专用转换开关，其余散热电势不大于0.4 μV 。

四 检定项目和检定方法

8 外观检定，按第1条的要求进行。

9 按第5条的要求测量温度计外壳与引线之间的绝缘电阻。

10 新制造的温度计，应在室温与液氮温度之间做不少于5次热循环。

11 安装温度计时，温度计插入铜块孔中，通常要包裹一层铝箔或在孔中加少许真空油脂，使温度计与铜块之间有良好的热接触。要特别注意温度计的引线热锚，以避免热传导直接到达温度计的感温元件。温度计引线要牢固地焊接在恒温器的接线端钮上。

12 标准铱铁电阻温度计检定时，可分为两种情况处理：只有 ^4He 小液池的恒温器，分度范围为2~27 K；有 ^3He 恒温器的，分度范围为0.65~27 K。在测量过程中，温度漂移不大于0.5 mK。

13 检定点数

从0.65~27 K范围，检定点数不应少于37个。从0.65~4.2 K范围，检定点数为15个。从4.2~27 K范围，检定点数为22个。

14 检定时，按照下列次序测量：

顺序：标准 \rightarrow 被检1 \rightarrow 被检2 $\cdots\cdots$ 被检n

反序：标准 \leftarrow 被检1 \leftarrow 被检2 $\cdots\cdots$ 被检n

往返测量2次，计算各支温度计的测量平均值。

15 测定自热效应

温度计的自热效应在4.2 K的真空条件下测量，先通过0.3 mA的工作电流测量温度计的电阻值为 R_1 ，再通过 $0.3\sqrt{2}$ mA的工作电流测量温度计的电阻值为 R_2 ，则0.3 mA工作电流引起的自热效应 ΔR ：

$$\Delta R = R_2 - R_1 \quad (3)$$

如果电测仪器无 $\sqrt{2}$ 挡,则改用0.6 mA的工作电流测量温度计的电阻值 R_2 。这时,0.3 mA工作电流引起的自热效应 ΔR 为:

$$\Delta R = (R_2 - R_1)/3 \quad (4)$$

自热效应 Δt 按下式计算:

$$\Delta t = \Delta R / (dR/dT) \quad (5)$$

式中: dR/dT 是温度计在4.2 K时的电阻变化率,可以在4.1 K至4.3 K间测定。

16 为避免引起过大的自热误差和保证温度计有足够的电压灵敏度,通过温度计的电流为:1 K以下为0.1 mA,1 K以上为0.3 mA。

17 检定数据的多项式拟合

标准铱铁电阻温度计的检定数据用切比雪夫多项式最小二乘法拟合。根据标准温度计测得的电阻值,得出对应的温度值。把被检温度计的电阻值 R_i 逐一代入(2)式,求出 x_i ,这样, $T_i \sim R_i$ 的对应关系就转换成 $T_i \sim x_i$ 的对应关系。然后,把 T_i 和 R_i 值代入(1)式,用最小二乘法求出多项式的系数 $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ 。切比雪夫多项式取11阶为宜。

18 计算温度计的分度表

把温度计0.65~27 K(或2~27 K)范围内设定步距的电阻值 R 代入(2)式求出 x ,再代入(1)式求出对应的温度 T 。

19 数据拟合的标准偏差按下式计算:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{1}{(m-n)} V_i^2} \quad (6)$$

式中: S ——标准偏差;

V_i ——剩余偏差, $V_i = R_c - R_m$;

R_m ——某一温度点检定时被检温度计的测量值;

R_c ——该温度点的计算电阻值;

m ——检定温度点的个数;

n ——自由度(切比雪夫多项式的阶)。

检定数据拟合的标准偏差不大于1 mK。

五 检定结果的处理和检定周期

20 经检定符合本规程技术要求的标准铱铁电阻温度计发给检定证书。不合格的铱铁电阻温度计发给检定结果通知书。

- 21 检定证书和检定结果通知书中给出切比雪夫多项式的阶、系数、数据拟合的标准偏差和检定的不确定度，并附温度计的 $T \sim R$ 分度表。
 - 22 标准铯铁电阻温度计的检定周期最长不超过 3 年。
-