

中 华 人 民 共 和 国

国家计量检定规程汇编

温度（一）

（光学、辐射高温计，热电偶类）

1987

国家计量局

该标准、规范汇编，供设计人员参考，如做设计依据，其受控状态请以标准规范单行本的标识为准。

设计院总工程师室 院办公室

1996年11月20日

国家计量检定规程汇编

温 度 (一)

(光学、辐射高温计，热电偶类)

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 (一)

(光学、辐射高温计, 热电偶类)

1 9 8 7

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 11.125 字数 320 千字

1988 年 6 月第 1 版 1988 年 6 月第 1 次印刷

印数 1—25 000

ISBN 7-5026-0105-8/TB·86

定价 3.80 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。本册为温度部分第一分册，汇编了截止到 1986 年底（1987 年未颁布 87 年号的本类规程）批准的现行有效的有关光学、辐射高温计和热电偶类的 15 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

目 录

1	JJG	227—80	标准光学高温计检定规程.....	(1)
2	JJG	110—79	标准温度灯检定规程.....	(23)
3	JJG	68—76	工业用隐丝式光学高温计检定规程.....	(35)
4	JJG	67—85	工作用辐射感温器检定规程.....	(79)
5	JJG	415—86	工作用辐射温度计检定规程.....	(107)
6	JJG	75—82	标准铂铑 10-铂热电偶检定规程.....	(123)
7	JJG	167—75	标准铂铑 30-铂铑 6 热电偶试行 检定规程.....	(161)
8	JJG	143—84	标准镍铬-镍硅热电偶检定规程.....	(169)
9	JJG	115—81	标准铜-康铜热电偶检定规 程.....	(183)
10	JJG	344—84	镍铬-金铁热电偶检定规 程.....	(205)
11	JJG	141—83	工作用铂铑 10-铂热电偶检定规程.....	(237)
12	JJG	290—82	工业用铂铑 30-铂铑 6 热电偶检定 规程.....	(259)
13	JJG	351—84	工作用镍铬-镍硅、镍铬-考铜热电 偶检定规程.....	(279)
14	JJG	364—84	表面温度计试行检定规程.....	(313)
15	JJG	368—84	工作用铜-康铜热电偶检定规程.....	(329)

标准光学高温计检定规程

Verification Regulation of
the Standard Optical Pyrometer

JJG 227—80

本检定规程经国家计量总局于1981年1月10日批准，自1981年12月1日施行。

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分院
中国计量科学研究院

主要起草人：崔志尚

本规程技术条文由起草单位负责解释。



标准光学高温计检定规程

本规程适用于新制造、使用中和修理后的测量亮度温度范围为800—3200℃的标准光学高温计的分度和检定。

一、概 述

标准光学高温计(以下简称高温计)是用来复现亮度温度的标准计量仪器,可作为检定标准温度灯和其它辐射源的标准器。高温计主要由物镜系统、目镜系统、红色滤光片、吸收玻璃以及高温计灯泡所组成。高温计的分度与检定,是为了确定在各量程确定的有效波长下,高温计灯泡的亮度温度与电流的关系特性。

高温计在各整百度温度点下复现国际实用温标的不确定度列于表1。

表 1

温度(℃)	不确定度(℃)	温度(℃)	不确定度(℃)	温度(℃)	不确定度(℃)
800	±4.5	1600	±5.0	2400	±10.0
900	±3.5	1700	±5.0	2500	±11.0
1000	±3.0	1800	±5.5	2600	±14
1100	±3.0	1900	±6.0	2700	±15
1200	±3.0	200	±6.5	2800	±16
1300	±5.5	2100	±8.0	2900	±17
1400	±5.5	2200	±8.5	3000	±18
1500	±4.5	2300	±9.0	3100	±19
				3200	±21

二、技 术 要 求

1 组成高温计光学系统的各玻璃件,在瞄准区域内不得有气泡、节点、斑点、条纹和擦伤。

2 高温计的光学系统,应能保证物镜与目镜均匀而平滑地沿着高温计的光轴移动,并成像清晰。

3 高温计高低调节机构,应能保证主体处于水平位置上。旋转机构应能保证主体在水平方向上平稳而相应地旋转。

4 红色滤光片转盘和吸收玻璃转盘,应具有不同使用范围的标记,并能自由地引入或引出视场以及在规定的位上固定。

5 红色滤光片应采用国产 HB-13 型玻璃,厚度为 2 毫米。高温计的两块红色滤光片,应具有相同的光谱透过特性。标记为 (·) 的红色滤光片,应在 1200℃ 以下的视在亮度温度下使用;标记为 (··) 的红色滤光片应加入孔径为 2 毫米的黑色光栏,在 1200℃ 以上 (包括 1200℃) 的视在亮度温度下使用。

6 吸收玻璃应采用国产原 HB-17 型玻璃,吸收玻璃的量程、使用温度范围、标记以及厚度列于表 2。

表 2

量 程	温度范围 (°C)	转 盘 上 标 记	厚 度 (毫米)
I	800—1400	(·) *	2.8
II	1400—2000	(··)	2.2
III	2000—3200	(...)	3.8

* 标记为 (·) 的为透明玻璃。

7 高温计灯泡引出导线的焊接必须牢固,铜片与铜刷之间必须保证良好的电接触。高温计接线柱的极性应有明显的标记。

8 高温计至少应有两个灯泡,以便交替使用和进行比对。

9 高温计灯泡灯丝在瞄准区域内应有良好的亮度均匀性和隐灭性。

10 新分度灯泡必须进行稳定性试验,以保证灯泡特性的稳定。高温计灯泡的稳定性由通电前后两次分度的差值进行考核。通电电流应是第一量程上限的电流,通电时间为 8 小时。通电前后在 900℃、1100℃、1300℃ 温度点上两次分度的差值不得超过 1.5℃。

11 高温计应标有制造厂名 (或商标)、型号、编号和出厂年月。

三、检 定 设 备

12 检定标准光学高温计应具备下列设备:

12.1 工作基准温度灯组 (800—1400℃真空灯; 1400—2000℃充气灯; 2000—2500℃充气灯) 两套。

12.2 安装温度灯的支架, 应保证温度灯在任意方向和位置上均匀地调节和固定。

12.3 0.01级直流低电阻电位差计以及配套使用的检流计和标准电池; 或具有同等精度的直流数字电压表, 以及配套使用的转换开关。

12.4 用于温度灯和高温计回路的0.01级标准电阻。通过标准电阻的最大电流不得大于标准电阻的额定电流。

全套电流测量装置应保证最小电流测量值是: 对温度灯电流不大于 1×10^{-4} 安, 对高温计灯丝电流不大于 1×10^{-5} 安。

12.5 工作基准温度灯用直流稳流电源或蓄电池组。

12.5.1 稳流电源的技术指标:

- a 输入电压: 50赫, 220伏 $\pm 10\%$;
- b 输出电流: 0—30安并连续可调;
- c 最大输出电压: 12伏;
- d 20分钟电流稳定度: $< 0.02\%$;
- e 纹波系数: $< 0.1\%$;
- f 电流最小调节量: $< 1 \times 10^{-4}$ 安。

12.5.2 蓄电池组的技术指标:

- a 电压: 12—18伏;
- b 容量: ≥ 540 安时。

12.6 高温计用直流稳流电源或蓄电池组。

12.6.1 稳流电源的技术指标:

- a 输入电压: 50赫, 220伏 $\pm 10\%$;
- b 输出电流: 0—1安并连续可调;
- c 最大输出电压: 4伏;

d 0—600毫安的20分钟电流稳定度： $<0.005\%$ ；

e 纹波系数： $<0.1\%$ ；

f 电流最小调节量： $<1 \times 10^{-5}$ 安。

12.6.2 蓄电池组的技术指标；

a 电压：4—6伏；

b 容量： ≥ 100 安时。

12.7 温度灯电流调节电阻和高温计灯泡电流调节电阻（此系在蓄电池供电时使用）。

温度灯的电流调节电阻的额定电流不小于30安，电流最小调节量不大于 1×10^{-4} 安；高温计灯泡电流调节电阻的额定电流不小于1安，电流最小调节量不大于 1×10^{-5} 安。

四、检定方法

13 高温计的检定应在室温为 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 的暗室中进行。检定前，高温计放在恒温室内的时间不应少于24小时。

14 检定前，应按本规程的技术要求第1—9条对高温计进行检查。凡不符合上述要求的高温计应予修理。损坏严重不能修理者或经修理后仍不符合要求者，则不予检定。

对新制高温计，应按第10条要求进行稳定性试验，符合要求后再进行分度。

15 检定前的准备工作

15.1 卸下吸收玻璃转盘与滤光片转盘，取出各块玻璃，用镜头纸或干净的绸布擦去玻璃表面的污垢。擦净后，按原位装上。

15.2 将工作基准温度灯玻璃泡壳，用蘸有酒精的棉花或镜头纸擦洗，再用干净的绸布擦净。

在进行以上两项操作时应带白细纱手套。

16 在分度与检定高温计时，须按图1或图2所示的电路连接。

17 分度和检定步骤

17.1 将工作基准温度灯安装在温度灯支架上，温度灯灯头外壳（或注明“+”的接头）应与电源正极连接，接通电源后，应在2—3

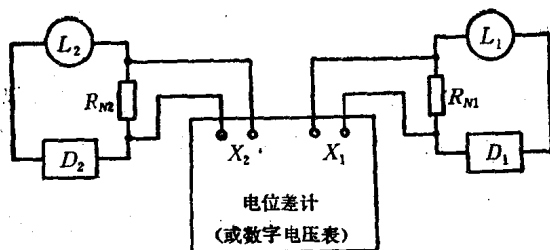


图 1 用稳流电源供电

L_1 —工作基准温度灯;
 R_{N1} 、 R_{N2} —标准电阻;

L_2 —被检高温计灯泡;
 D_1 、 D_2 —稳流电源

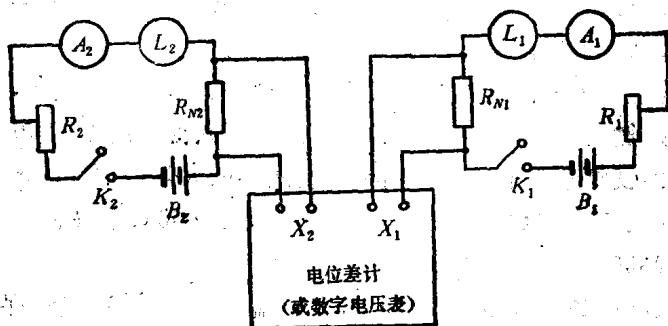


图 2 用蓄电池组供电

L_1 —工作基准温度灯;
 R_1 、 R_2 —调节电阻;
 A_1 、 A_2 —1.5~2.5 级安培表;
 K_1 、 K_2 —电源开关;

L_2 —被检高温计灯泡;
 R_{N1} 、 R_{N2} —标准电阻;
 B_1 、 B_2 —蓄电池组

分钟内缓慢地升到1100℃左右的亮度温度。

17.2 调整高温计和温度灯，以使高温计主体处在水平位置上，并从高温计目镜观察，使高温计灯泡灯丝的工作部分与钨带标记处的影像清晰地重合、温度灯前后指针处在同一水平面上，以及后指针刚好接触钨带一侧的边缘。然后将高温计的红色滤光片和吸收玻璃置于规定位置。

17.3 根据工作基准温度灯的检定证书，调节温度灯的电流，使其接近温度灯起始温度的电流值，并稳定20分钟。与此同时，调节高

温计灯丝电流,使灯丝亮度与温度灯灯带亮度大致平衡,而且也使高温计灯丝在此亮度温度上稳定20分钟。

17.4 稳定后,再调节工作基准温度灯电流,使其尽可能接近起始整百度温度的电流值,偏离一般不得超过 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。然后测出温度灯电流值,记入附录3。

17.5 调节高温计灯丝电流,使灯丝亮度与钨带亮度相平衡,然后用电测装置测出高温计灯丝电流值,记入附录3。

17.6 由一个检定者,按17.5步骤连续进行五次观测。进行亮度平衡时,应由低到高,由高到低交错进行。完成五次观察后,再测量一次温度灯的电流值,记入附录3。五次观测前后,温度灯电流变化不得超过0.005安。

17.7 在另一检定者观察时,再测量一次温度灯电流值,并记入附录3,然后重复17.5、17.6步骤。至此,共得到高温计10次观测值和测得温度灯电流值4次。高温计观测的最大分散值在 $800-1400^{\circ}\text{C}$,不得超过 2°C (800°C 为 3°C);在 $1400-2000^{\circ}\text{C}$ 不得超过 3°C ;而 $2000-2500^{\circ}\text{C}$ 不得超过 4°C 。

17.8 按17.3—17.7步骤,从起始温度起,对每一个整百度的温度点连续进行观测,直到温度灯上限为止。除起始温度外,以后各温度点的稳定时间不得少于5分钟。

17.9 若被检高温计须进行 2500°C 以上的分度,则应进行吸收玻璃高温减弱值A的测量。吸收玻璃(...)的A值应在 $1800, 1900, 2000^{\circ}\text{C}$ 或者 $2200, 2300, 2400^{\circ}\text{C}$ 时进行测量。

测量A值的实验方法如下:当温度灯处于上述温度时,引入被测吸收玻璃。在进行亮度平衡后得到高温计第一量程的读数。具体步骤与17.4—17.7相同。

17.10 检定完毕后,将高温计和温度灯的电流缓慢下降至零,然后切断电源。缓慢下降时间不得少于5分钟。

五、检定结果的处理

18 算出工作基准温度灯和高温计的电流平均值,记入附录3。

19 根据工作基准温度灯的证书,按下述方法求出每一个整百度温度点温度变化 1°C 时的相应电流变化值,即 di/dt 。

根据亮度温度和电流关系的经验公式:

$i = a + bt + ct^2$ (计算实例见附录5),由 i 对 t 取导数得到 $di/dt = b + 2ct$,代入各整百度温度值,即得到各温度点下的 di/dt 值。

也可采用简便方法,如:已知 $800-1400^{\circ}\text{C}$ 的由分度得到的各温度点下的电流值,依次计算温度变化 200°C 时相应的电流变化,然后以200除之。这样所得的结果,分别相当于 900°C 、 1000°C 、 1100°C 、 1200°C ……等温度点的 di/dt 值,而 800°C 和 1400°C 两点的 di/dt 值,可由已求得的 di/dt 值线性外推确定。

例:在工作基准温度灯的分度证书上指出:

温度 ($^{\circ}\text{C}$)	电流 (安培)
900	4.438
1100	5.896

则在 1000°C 时的

$$\frac{di}{dt} = \frac{5.896 - 4.438}{200} = 0.0073 \text{ 安/}^{\circ}\text{C}$$

20 根据工作基准温度灯电流平均值所对应的温度来确定该温度灯丝的亮度温度 t ,按下式计算:

$$t = t_1 + \frac{i_2 - i_1}{di/dt} \quad (1)$$

式中: t_1 ——温度灯整百度温度值;

i_1 ——与 t_1 对应的电流值(从工作基准温度灯的证书中查得);

i_2 ——实际测得的工作基准温度灯电流平均值;

di/dt ——工作基准温度灯在整百度 t_1 附近温度变化 1°C 时的相应电流变化值。

例: $t_1 = 1000^{\circ}\text{C}$, $i_1 = 5.093$ 安, 经计算 $di/dt = 0.0073$ 安/ $^{\circ}\text{C}$ 。实际测得的工作基准温度灯电流平均值 $i_2 = 5.092$ 安。则按(1)式计算。

$$t = 1000 + \frac{5.092 - 5.093}{0.0073} = 999.9 \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

21 根据高温计电流平均值及其对应的温度,按19条计算求得标准光学高温计各温度点的 di/dt 值。由于这些温度点偏离整百度很小,因而求得的 di/dt 值可作为整百度点的 di/dt 值。

然后按下式计算出高温计整百度的电流值:

$$i_s = i_1 + \Delta t \cdot \frac{di}{dt} \quad (2)$$

式中: i_s ——高温计整百度的电流值;

i_1 ——实测高温计电流平均值;

Δt ——所要计算的整百度温度值与相应实测温度的差值,等于第20条的 $t_1 - t$;

$\frac{di}{dt}$ ——高温计整百度附近温度变化 1°C 时对应的电流变化值。

例:被检高温计实测电流的平均值 $i_1 = 0.37542$ 安,其对应的亮度温度 $t = 999.9^{\circ}\text{C}$,高温计在 1000°C 附近的 $\frac{di}{dt} = 0.00028$ 安/ $^{\circ}\text{C}$ 。

则, $\Delta t = 1000 - 999.9 = 0.1^{\circ}\text{C}$

将 Δt 值代入 (2) 式,得:

$$i_s = 0.37542 + 0.1 \times 0.00028 = 0.37545 \text{ 安}$$

22 若被检高温计仅作为检定标准温度灯使用,则上面得到的数据是指在基准光学高温计极限有效波长下的检定结果。在对标准温度灯进行传递时,检定结果可以不作修正。

若被检高温计要用于测量其它辐射源的温度,而被检高温计与基准高温计极限有效波长的偏离又大于 0.005 微米,则须在检定前对工作基准温度灯的示值进行修正。也就是说,将工作基准温度灯在基准光学高温计极限有效波长下的示值修正到标准光学高温计极限有效波长下的示值。

23 由有效波长偏离而引起的亮度温度示值的修正方法

23.1 测量被检高温计红色滤光片和吸收玻璃的光谱透过率。

23.2 按下列公式计算高温计在各整百度温度点下的极限有效波长，

$$\lambda_T' = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L(\lambda, T) \tau_1 V_\lambda d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{1}{\lambda} L(\lambda, T) \tau_1 V_\lambda d\lambda} \quad (\text{用于第一量程}) \quad (3)$$

$$\lambda_T'' = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L(\lambda, T) \tau_1 \tau_2 V_\lambda d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{1}{\lambda} L(\lambda, T) \tau_1 \tau_2 V_\lambda d\lambda} \quad (\text{用于引入吸收玻璃的量程})$$

式中：\$L(\lambda, T)\$——黑体在热力学温度\$T\$，波长为\$\lambda\$时的光谱辐射亮度，

$$T = t + 273.15;$$

\$\lambda_1\$和\$\lambda_2\$——分别为550和750纳米(nm)；

\$\tau_1\$——高温计红色滤光片的光谱透过率；

\$\tau_2\$——高温计吸收玻璃的光谱透过率；

\$V_\lambda\$——人眼的相对视见函数，\$r_0\$ (见附录1)

23.3 计算出各温度点下基准光学高温计的极限有效波长与相应的标准光学高温计极限有效波长的差值。然后用下式计算工作基准亮度灯的亮度温度修正值，

$$\Delta t_s = \frac{T_s^2}{c_2} \cdot \Delta \lambda_r \ln e \quad (5)$$

在(5)式中：\$\Delta t_s\$——亮度温度修正值；

\$T_s\$——整百度的亮度温度(K)；

\$c_2\$——第二辐射常数，等于1.4388厘米·K；

\$e\$——钨带的颜色辐射率，等于0.38；

\$\Delta \lambda_r\$——基准高温计和标准高温计之间极限有效波长之差值。

23.4 将亮度温度修正值\$\Delta t_s\$代入下式得出工作基准亮度灯在标准

光学高温计极限有效波长下的整百度电流示值:

$$i_s = i_i + \Delta t_s \cdot \frac{di}{dt} \quad (6)$$

式中: i_i ——修正前工作基准温度灯的整百度电流值;

i_s ——修正后工作基准温度灯的整百度电流值;

$\frac{di}{dt}$ ——工作基准温度灯整百度温度点附近温度变化 1°C 所对

应的电流变化值。

例: 由工作基准温度灯证书上查得 1400°C 在基准光学高温计极限有效波长 0.661 微米下的电流示值为 8.462 安培, 而被检高温计相应的极限有效波长为 0.651 微米。工作基准温度灯在该温度点上的

$$\frac{di}{dt} = 1.1 \times 10^{-2} \text{ 安}/^\circ\text{C} \text{。 则}$$

$$\Delta\lambda_T = 0.661 - 0.651 = 0.01 \text{ 微米}$$

由 (5) 式计算得出 $\Delta t_s = -1.88^\circ\text{C}$

将 Δt_s 代入 (6) 式得到

$$i_s = 8.462 - 1.88 \times 0.011 = 8.441 \text{ 安}$$

在此, 得到的是工作基准温度灯在标准光学高温计极限有效波长下的整百度电流示值。然后, 再对高温计进行检定, 检定得到的高温计示值即为在标准光学高温计极限有效波长下的整百度电流示值。

24 检定结果与上次证书的结果的差值不应超过下述范围:

$800-1400^\circ\text{C}$: $\pm 2^\circ\text{C}$ ($800^\circ\text{C} \pm 4^\circ\text{C}$);

$1400-2000^\circ\text{C}$: $\pm 4^\circ\text{C}$;

$2000-2500^\circ\text{C}$: $\pm 6^\circ\text{C}$ 。

若在多数温度点上超过上述范围, 则须对此高温计按第10条要求进行稳定性试验。若不满足第10条的稳定性要求, 则认为此高温计灯泡不合格, 不能作为标准。若仍然满足上述要求, 则须重新对该高温计灯泡进行分度。

若检定值与上次证书的相应值只是在少数温度点上超过上述范