



# 中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 141—2000

---

## 工作用贵金属热电偶

Working Noble Metal Thermocouples

2000-07-09 发布

2000-09-15 实施

---

国家质量技术监督局 发布

# 工作用贵金属热电偶检定规程

Verification Regulation of the

Working Noble Metal Thermocouples

JJG 141—2000  
代替 JJG 141—1988  
JJG 290—1982

---

本规程经国家质量技术监督局于 2000 年 07 月 09 日批准，并自 2000 年 09 月 15 日起施行。

归口单位： 全国温度工作器具计量技术委员会

起草单位： 中国测试技术研究院

本规程委托全国温度工作器具计量技术委员会负责解释

**本规程主要起草人：**

仲扶云 （中国测试技术研究院）

敬文淑 （中国测试技术研究院）

# 目 录

1 概述	( 1 )
2 技术要求	( 1 )
3 检定条件	( 2 )
4 检定方法	( 3 )
5 检定结果处理和检定周期	( 5 )
附录 A 铂铑 10-铂热电偶整百度和检定点的热电动势值及微分热电动势值	( 8 )
附录 B 铂铑 13-铂热电偶整百度和检定点的热电动势值及微分热电动势值	( 9 )
附录 C 铂铑 30-铂铑 6 热电偶整百度热电动势值及微分热电动势值	( 10 )
附录 D 工作用贵金属热电偶 ( 双极法 ) 检定记录	( 11 )
附录 E 工作用贵金属热电偶 ( 同名极法 ) 检定记录	( 12 )
附录 F 工作用贵金属热电偶检定结果整理表	( 13 )
附录 G 检定证书 ( 背面 ) 格式	( 14 )

## 工作用贵金属热电偶检定规程

本规程适用于长度不小于 700 mm 的 I、II 级工作用铂铑 10-铂、铂铑 13-铂及长度不小于 450 mm 的 II、III 级工作用铂铑 30-铂铑 6 热电偶的首次检定、后续检定和使用中的检查。

### 1 概述

铂铑 10-铂、铂铑 13-铂和铂铑 30-铂铑 6 热电偶是国际电工委员会 (IEC) 颁布的 8 种通用热电偶型号中的 3 种贵金属热电偶。

铂铑 10-铂热电偶的正极名义成分含量为铂 90%、铑 10%；铂铑 13-铂热电偶正极名义成分含量为铂 87%、铑 13%；负极均为纯铂。它们长期使用温度上限为 1 300 ℃，短期使用温度上限为 1 600 ℃。铂铑 30-铂铑 6 热电偶正极名义成分含量为铂 70%、铑 30%；负极名义成分含量为铂 94%、铑 6%。长期使用温度上限为 1 600 ℃，短期使用温度上限为 1 700 ℃。热电偶两电极直径均为  $\phi 0.5^{-0.02}$  mm。

### 2 技术要求

2.1 热电偶参考端为 0 ℃ 时的热电动势，对分度表的示值允许误差换算成温度时，铂铑 10-铂、铂铑 13-铂热电偶不得超过表 1 规定；铂铑 30-铂铑 6 热电偶不得超过表 2 规定。

表 1 (℃)

级 别	温 度 范 围	示 值 允 许 误 差
I	0~1 100	±1
	1 100~1 600	$\pm [1 + (t - 1 100) \times 0.003]$
II	0~600	±1.5
	600~1 600	$\pm 0.25\% t$

注：t 为测量端温度

表 2

(℃)

级 别	温 度 范 围	示 值 允 许 误 差
Ⅱ	600~1 700	$\pm 0.25\% t$
Ⅲ	600~800	$\pm 4$
	800~1 700	$\pm 0.5\% t$
注： $t$ 为测量端温度		

## 2.2 外观

2.2.1 新制的热电偶电极应平滑、光洁、线径均匀。测量端焊接应牢固、圆滑、无气孔，直径为(1.1~1.3) mm。

2.2.2 使用中的热电偶电极允许稍有弯曲，表面允许稍有暗色斑点，经清洗后若仍有发黑、腐蚀斑点和明显的粗细不均匀等缺陷时，不予检定，并作不合格处理。

## 3 检定条件

### 3.1 环境要求

3.1.1 检定炉可放置在常温实验室内。

3.1.2 电测设备环境条件应符合使用要求。

### 3.2 标准器

检定时所用的标准器由表 3 列出。

表 3

型号	级别	标 准 器
S	Ⅰ	1 等标准铂铑 10-铂热电偶
	Ⅱ	
R	Ⅰ	1 等标准铂铑 13-铂或 1 等标准铂铑 10-铂热电偶
	Ⅱ	
B	Ⅱ	1 等标准铂铑 30-铂铑 6 热电偶
	Ⅲ	2 等标准铂铑 30-铂铑 6 热电偶

### 3.3 其它设备

3.3.1 检定Ⅰ级铂铑 10-铂、铂铑 13-铂热电偶和Ⅱ级铂铑 30-铂铑 6 热电偶，需配准确度等级不低于 0.02 级的低电势直流电位差计及配套设备；检定Ⅱ级铂铑 10-铂、铂铑 13-铂热电偶和Ⅲ级铂铑 30-铂铑 6 热电偶，需配准确度等级不低于 0.05 级，最小步进值为  $1\ \mu\text{V}$  的低电势直流电位差计及配套设备。或相当于以上同等准确度的其它电测设备。

3.3.2 寄生热电势不大于  $0.5\ \mu\text{V}$  的多点转换开关。

3.3.3 检定铂铑 10-铂、铂铑 13-铂热电偶需卧式检定炉一台及卧式退火炉一台。检定炉长度约 600 mm，常用最高温度为  $1\ 100\ ^\circ\text{C}$ ，炉腔内同轴加装一支清洁瓷管，最高均匀温场中心偏离炉子几何尺寸中心不超过 20 mm，并有 20 mm 长、 $\pm 1\ ^\circ\text{C}$  的均匀温场；退火炉长度不小于 1 000 mm，温度达到  $1\ 100\ ^\circ\text{C}$  时应有  $\pm 20\ ^\circ\text{C}$  的均匀温场，均匀温场的长度应大于 400 mm，温场的一端距炉口应小于 100 mm。

3.3.4 检定铂铑 30-铂铑 6 热电偶需高温检定炉一台，炉长约 500 mm，当温度达到  $1\ 500\ ^\circ\text{C}$ ，最高均匀温场中心偏离炉子几何尺寸中心沿轴线方向不超过 20 mm，并有 20 mm 长、 $\pm 1\ ^\circ\text{C}$  的均匀温场。

3.3.5 热电偶热电退火装置一套。

3.3.6 千分尺、米尺等。

3.3.7 参考端恒温器，恒温器内温度为  $(0\pm 0.1)\ ^\circ\text{C}$ 。

3.3.8 其它辅助设备如控温设备、热电偶焊接装置、冰柜、电炉等。

## 4 检定方法

4.1 外观检查应符合本规程第 2 条要求。

4.2 检定前的清洗和退火。

4.2.1 将使用中的热电偶卷成直径不小于 80 mm 的圆圈放入约 30%（容积比）的化学纯盐酸溶液中浸渍 1 h 或煮沸 15 min，取出后用蒸馏水煮沸数次清除酸性。再将热电偶悬挂在带有铂钩的支架上，铂铑 10-铂、铂铑 13-铂热电偶通入 10.5 A 电流，铂铑 30-铂铑 6 热电偶通入 11 A 电流，用化学纯的硼砂接触电极上端，使硼砂溶化顺电极流下，除去电极上的污垢，然后再用蒸馏水煮沸数次清除硼砂。

将清洗后的热电偶悬挂在支架上，铂铑 10-铂、铂铑 13-铂热电偶通入 10.5 A 电流，铂铑 30-铂铑 6 热电偶通入 11 A 电流，通火 1 h，退火时两电极夹角应尽量小。

4.2.2 新制的热电偶清洗退火时，先将偶丝放入约 30%（容积比）的化学纯盐酸溶液中浸渍 1 h 或煮沸 15 min，再用蒸馏水煮沸数次清除酸性。然后将偶丝分别挂在带有铂钩的支架上通电退火。通电电流和退火时间按表 4 规定进行。

退火后用无水酒精浸过的脱脂棉将电极清洗理直，穿入清洁的双孔绝缘管中，再焊接热电偶测量端。

4.2.3 Ⅰ级铂铑 10-铂、铂铑 13-铂热电偶，需装入退火炉中使其从测量端起不小于 400 mm 的一段处在  $(1\ 100\pm 20)\ ^\circ\text{C}$  的温场中退火 3 h。

表 4

电 极	电 流 (A)	退火时间 (h)	对应亮度温度 (℃)
铂	10.5	3	1 050
铂铑 10	11.5	2	1 250
铂铑 13	11.5	2	1 250
铂铑 6	11.0	2	1 170
铂铑 30	12.0	1.5	1 250

### 4.3 捆扎和装炉

4.3.1 用铂丝或铂铑丝将标准热电偶和被检热电偶捆扎成束，每束热电偶总数包括标准在内不超过 5 支，并将各测量端用直径为 (0.2~0.3) mm 的清洁铂丝或铂铑丝捆扎在一起 (扎 2~3 圈)，同轴置于检定炉最高温处。

4.3.2 标准热电偶与被检热电偶的参考端对铂铑 10-铂、铂铑 13-铂热电偶应插在同一冰点恒温器内，插入深度相同，约为 (100~150)mm；对铂铑 30-铂铑 6 热电偶可置于 (0~40)℃ 的同一恒温器内。

4.4 铂铑 10-铂热电偶的检定在锌凝固点 (419.527 ℃)，铝凝固点 (660.323 ℃) 和铜凝固点 (1 084.62 ℃) 3 个点进行；铂铑 13-铂热电偶的检定在锌、铝、银凝固点 (961.78 ℃) 和铜 4 个点进行；铂铑 30-铂铑 6 热电偶的检定在 1 100 ℃、1 300 ℃ 和 1 500 ℃ 3 个点进行，测量时炉温偏离检定点温度不得超过 10 ℃。

4.5 检定方法可采用双极比较法或同名极比较法

#### 4.5.1 双极比较法

双极比较法是最基本的比较检定方法，适用于各种型号热电偶的检定，其检定原理图如图 1 所示。检定时，把炉温升到预定的检定点时，保持数分钟，使热电偶的测量端

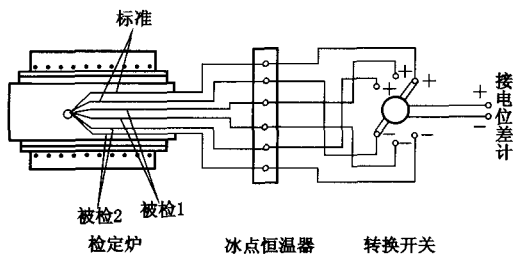


图 1 双极比较法检定原理示意图



达到热平衡后再开始测量。测量顺序为：

标准 → 被检 1 → 被检 2 → 被检 3 → 被检 4

标准 ← 被检 1 ← 被检 2 ← 被检 3 ← 被检 4

检定 I 级铂铑 10-铂、铂铑 13-铂热电偶、II 级铂铑 30-铂铑 6 热电偶，每支测量次数不少于 4 次；检定 II 级铂铑 10-铂、铂铑 13-铂热电偶与 III 级铂铑 30-铂铑 6 热电偶，每支测量次数不少于 2 次，整个测量过程中炉温变化不得超过 0.5℃。

#### 4.5.2 同名极比较法

该方法适用于同型号热电偶的检定，其检定原理图如图 2 所示。

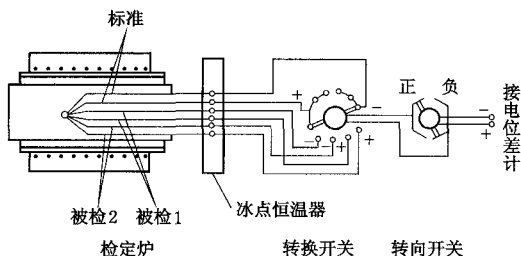


图 2 同名极法检定原理示意图

在图 2 线路中，被检热电偶的电极与电测仪器的“+”端相接，标准热电偶的电极与电测仪器的“-”端相接，整个测量过程中炉温变化不得超过 5℃。测量每组电极的热电动势 I 级铂铑 10-铂、铂铑 13-铂热电偶、II 级铂铑 30-铂铑 6 热电偶不少于 4 次；II 级铂铑 10-铂、铂铑 13-铂热电偶和 III 级铂铑 30-铂铑 6 热电偶不少于 2 次。

4.5.3 I 级铂铑 10-铂、铂铑 13-铂热电偶完成各检定点的第一组测量后将热电偶取出，重新捆扎装炉检定，以测得各检定点上的第二组数值。两次测量值的差不应超出 4 μV。如超出应继续再检，选其连续两组测量值之差不超过 4 μV 的算术平均值作为检定结果。

4.5.4 II 级铂铑 30-铂铑 6 热电偶完成各检定点的第一组测量后将热电偶取出，重新捆扎装炉检定，以测得各检定点上的第二组数值。两次测量的差不应超出 8 μV。如超出应继续再检，选其连续两次测量值的差不超过 8 μV 的算术平均值作为检定结果。

## 5 检定结果处理和检定周期

5.1 用双极比较法检定时，被检热电偶在各检定点上的热电动势  $E_{t\text{被}}$  可用下式计算：

$$E_{t\text{被}} = \bar{E}_{t\text{被}} + (E_{t\text{标}} - \bar{E}_{t\text{标}}) \quad (1)$$

式中： $\bar{E}_{t_{\text{被}}}$ ——检定时被检热电偶测得的热电势算术平均值；

$E_{t_{\text{标}}}$ ——标准热电偶证书上给出的热电势值；

$\bar{E}_{t_{\text{标}}}$ ——检定时标准热电偶测得的热电势算术平均值。

5.2 用同名级比较法检定时，被检热电偶在各检定点上的热电势  $E_{t_{\text{被}}}$  可用下式计算：

$$E_{t_{\text{被}}} = E_{t_{\text{标}}} + (\bar{E}_{pt} - \bar{E}_{Nt}) \quad (2)$$

式中： $\bar{E}_{pt}$ ——被检热电偶正极与标准热电偶正极在  $t$  温度点比较时测得的热电势算术平均值。

$\bar{E}_{Nt}$ ——被检热电偶负极与标准热电偶负极在  $t$  温度点比较时测得的热电势算术平均值。

5.3 计算被检热电偶热电势  $E_{t_{\text{被}}}$  与通用热电偶分度表  $E_{t_{\text{分}}}$  偏差值换算成的温差  $\Delta t$  可用下式计算：

$$\Delta t = \frac{E_{t_{\text{被}}} - E_{t_{\text{分}}}}{S(t)} \quad (3)$$

式中： $S(t)$ ——热电偶的微分热电势值 ( $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ )。

例1 检定Ⅱ级工作用铂铑13-铂热电偶，在锌点附近测得以下数值，判断该被检热电偶在锌点是否合格。

$$\bar{E}_{\text{锌被}} = 3.630 \text{ mV}$$

$$\bar{E}_{\text{锌标}} = 3.608 \text{ mV}$$

查标准热电偶证书得

$$E_{\text{锌标}} = 3.603 \text{ mV}$$

把以上数据代入式(1)得

$$\begin{aligned} E_{\text{锌被}} &= 3.630 + (3.603 - 3.608) \\ &= 3.625 \text{ mV} \end{aligned}$$

查铂铑13-铂热电偶的  $E(t)$  分度表得

$$E_{\text{锌分}} = 3.611 \text{ mV}$$

查铂铑13-铂热电偶的  $S(t)$  微分热电势表得

$$S_{\text{锌}} = 0.01048 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$$

则

$$\begin{aligned} \Delta t &= \frac{3.625 \text{ mV} - 3.611 \text{ mV}}{0.01048 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}} \\ &= 1.3^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

该热电偶在锌点符合Ⅱ级示值允许误差。

例2 检定Ⅲ级工作用铂铑30-铂铑6热电偶，在1500℃点测得以下数值，判断该热电偶在1500℃点是否合格。

$$\bar{E}_{1500\text{℃P}} = -0.067\text{ mV}$$

$$\bar{E}_{1500\text{℃N}} = -0.032\text{ mV}$$

查标准热电偶证书得

$$E_{1500\text{℃标}} = 10.112\text{ mV}$$

把以上数据代入式(2)得

$$\begin{aligned} E_{1500\text{℃被}} &= 10.112\text{ mV} + [-0.067\text{ mV} - (-0.032\text{ mV})] \\ &= 10.077\text{ mV} \end{aligned}$$

查铂铑 30-铂铑 6 热电偶  $E(t)$  分度表得

$$E_{1500\text{℃分}} = 10.099\text{ mV}$$

查铂铑 30-铂铑 6 热电偶  $S(t)$  微分热电势得

$$S_{1500\text{℃}} = 0.01156\text{ mV/℃}$$

$$\begin{aligned} \text{则 } \Delta t &= \frac{10.077\text{ mV} - 10.099\text{ mV}}{0.01156\text{ mV/℃}} \\ &= -1.9\text{ ℃} \end{aligned}$$

该被检热电偶在 1500℃ 点符合Ⅲ级示值允许误差。

5.4 经检定后符合本规程各项技术要求的热电偶发给检定证书, 不符合本规程要求的热电偶发给检定结果通知书。

5.5 使用中的热电偶检定周期, I 级铂铑 10-铂、铂铑 13-铂热电偶和 II 级铂铑 30-铂铑 6 热电偶一般不超过 1 年; II 级铂铑 10-铂、铂铑 13-铂热电偶和 III 级铂铑 30-铂铑 6 热电偶一般不超过半年。

## 附录 A

铂铱 10-铂热电偶整百度和检定点的热电动势值及微分热电动势值

$t$ (°C)	$E$ (mV)	$S$ ( $\mu\text{V}/\text{C}$ )
300	2.323	9.13
400	3.259	9.57
419.527	3.447	9.64
500	4.233	9.90
600	5.239	10.21
630.630	5.553	10.30
660.323	5.860	10.40
700	6.275	10.53
800	7.345	10.87
900	8.449	11.21
1 000	9.587	11.54
1 084.62	10.575	11.80
1 100	10.757	11.84
1 200	11.951	12.03
1 300	13.159	12.13
1 400	14.373	12.13
1 500	15.582	12.04
1 600	16.777	11.85

## 附录 B

铂铑 13-铂热电偶整百度和检定点的热电动势值及微分热电动势值

$t$ (°C)	$E$ (mV)	$S$ ( $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ )
300	2.401	9.74
400	3.408	10.37
419.527	3.611	10.48
500	4.471	10.89
600	5.583	11.36
630.630	5.933	11.50
660.323	6.227	11.64
700	6.743	11.83
800	7.950	12.31
900	9.205	12.79
961.78	10.003	13.07
1 000	10.506	13.23
1 084.62	11.640	13.58
1 100	11.850	13.63
1 200	13.228	13.92
1 300	14.629	14.08
1 400	16.040	14.13
1 500	17.451	14.06
1 600	18.849	13.88

## 附录 C

铂铑 30-铂铑 6 热电偶整百度热电动势值及微分热电动势值

$t$ (°C)	$E$ (mV)	$S$ ( $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ )
600	1.792	5.96
700	2.431	6.81
800	3.154	7.64
900	3.957	8.41
1 000	4.834	9.12
1 100	5.780	9.77
1 200	6.786	10.36
1 300	7.848	10.87
1 400	8.956	11.28
1 500	10.099	11.56
1 600	11.263	11.69
1 700	12.433	11.67
1 800	13.591	11.48

## 附录 D

## 工作用贵金属热电偶（双极法）检定记录

分度号：

标准热电偶等级				编号		电位差计编号		室温 ℃	RH %
检定 点	分度 表值	微分 电势	标准 热电偶 的证书值	被检热电偶号					
				送检 单位	标准				
				项目					
				1					
				2					
				3					
				4					
				平均					
				$e_{\text{标}} - e_{\text{标}}$					
				$e_t$					
				$\Delta t$					
				1					
				2					
				3					
				4					
				平均					
				$e_{\text{标}} - e_{\text{标}}$					
				$e_t$					
				$\Delta t$					
				1					
				2					
				3					
				4					
				平均					
				$e_{\text{标}} - e_{\text{标}}$					
				$e_t$					
				$\Delta t$					
检定结果									
发给证书号									

检定员

日期

复核员

日期

## 工作用贵金属热电偶(同名极法)检定记录

分度号:

室温	℃	RH	%	标准热电偶等级				编号				电位差计型号				编号							
				被检热电偶号		送检单位		被检热电偶号		送检单位		被检热电偶号		送检单位		被检热电偶号		送检单位					
检定	点	证书值	测量值	$E_P$	$E_N$	$E_P - E_N$	$E_t$	$\Delta t$	$E_P$	$E_N$	$E_P - E_N$	$E_t$	$\Delta t$	$E_P$	$E_N$	$E_P - E_N$	$E_t$	$\Delta t$	$E_P$	$E_N$	$E_P - E_N$	$E_t$	$\Delta t$
			始																				
			终																				
			始																				
			终																				
			始																				
			终																				
检定结果																							
发给证书号				复核员																日期			
检定员				日期																日期			





## 附录 G

## 检定证书（背面）格式

## G.1 铂铑 10-铂热电偶

## 检定结果

$t$ (°C)	$E$ (mV)
419.527	
660.323	
1 084.62	
热电偶参考端温度为 0 °C	
注：下次送检必须带此证书	

## G.2 铂铑 13-铂热电偶

## 检定结果

$t$ (°C)	$E$ (mV)
419.527	
660.323	
961.78	
1 084.62	
热电偶参考端温度为 0 °C	
注：下次送检必须带此证书	

## G.3 铂铑 30-铂铑 6 热电偶

## 检 定 结 果

$t$ (°C)	$E$ (mV)
1 100	
1 300	
1 500	

热电偶参考端温度为 0 °C

注：下次送检必须带此证书