标准下载站 http://www.anystandards.com

JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1262—2010

铠装热电偶校准规范

Calibration Specification for Sheathed Thermocouples

2010－09－06 发布　　2010－12－06 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

标准下载站 http://www.anystandards.com

铠装热电偶校准规范

Calibration Specification for Sheathed Thermocouples

JJF 1262—2010

本规范经国家质量监督检验检疫总局于2010年9月6日批准，并自2010年12月6日起施行。

归 口 单 位：全国温度计量技术委员会

主要起草单位：辽宁省计量科学研究院

参加起草单位：东北大学

丹东市计量测试技术研究所

锦州市计量检定测试所

本规范由全国温度计量技术委员会负责解释

标准下载站 http://www.anystandards.com

本规范主要起草人：

侯素兰（辽宁省计量科学研究院）

徐宏光（辽宁省计量科学研究院）

邢志红（辽宁省计量科学研究院）

参加起草人：

王　浩（东北大学）

宋光远（丹东市计量测试技术研究所）

赵玉柱（锦州市计量检定测试所）

标准下载站 http://www.anystandards.com

目　　录

1　范围……（1）
2　引用文献……（1）
3　概述……（1）
4　计量特性……（1）
4.1　常温绝缘电阻……（1）
4.2　示值允差……（1）
5　校准条件……（2）
5.1　环境条件……（2）
5.2　校准用标准器及配套设备……（2）
6　校准项目和校准方法……（3）
6.1　校准项目……（3）
6.2　校准方法……（4）
6.3　数据处理……（5）
7　校准结果的表达……（5）
8　复校时间间隔……（6）
附录A　校准铠装偶参考温度点的选择……（7）
附录B　铠装热电偶热电动势和对分度表的偏差计算……（8）
附录C　铠装热电偶校准记录参考格式……（11）
附录D　铠装热电偶校准结果参考格式……（13）
附录E　K、N、E、J、T型铠装热电偶热电动势允差表……（14）
附录F　K、N、E、J、T型铠装热电偶整百度点微分热电动势表……（16）
附录G　铠装热电偶热电动势测量结果不确定度评定实例……（17）

标准下载站 http://www.anystandards.com

铠装热电偶校准规范

1 范围

本规范适用于测量范围（−40～1 100)℃，金属套管长度不小于500 mm的廉金属铠装热电偶的校准。

2 引用文献

GB/T 18404—2001 铠装热电偶电缆及铠装热电偶

GB/T 16839.1—1997 热电偶 第1部分：分度表

GB/T 16839.2—1997 热电偶 第2部分：允差

GB/T 4989—1994 热电偶用补偿导线

使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 概述

铠装热电偶（以下简称铠装偶）是由热电偶丝用无机物绝缘的、金属套管封装的铠装偶电缆制成的适用于各种工业过程温度测量的热电偶。按测量端结构形式分为绝缘型、露端型、接壳型及分离式绝缘型。按感温元件材料分为铠装镍铬-镍硅热电偶（K型）、铠装镍铬硅-镍硅镁热电偶（N型）、铠装镍铬-铜镍热电偶（E型）、铠装铁-铜镍热电偶（J型）及铠装铜-铜镍热电偶（T型）。

4 计量特性

4.1 常温绝缘电阻

铠装偶的常温绝缘电阻应符合表1。

表1 铠装偶常温绝缘电阻

项目 / 试验温度	分度号	长度	最小绝缘电阻要求
(20±15)℃	K，N，E，J，T	不小于1 m	$R_r \cdot L \geqslant 1\,000\ M\Omega \cdot m$
		小于1 m	$R_r \geqslant 1\,000\ M\Omega$

4.2 示值允差

铠装偶的示值允差见表2。

标准下载站 http://www.anystandards.com

表 2　铠装偶示值允差

名　　称	分度号	1 级	2 级
		允差及其适用温度范围	允差及其适用温度范围
铠装镍铬-镍硅热电偶	K	(−40～+375)℃ ±1.5 ℃ (375～1 000)℃ ±0.004 · |t|	(−40～+333)℃ ±2.5 ℃ (333～1 100)℃ ±0.007 5 · |t|
铠装镍铬硅-镍硅镁热电偶	N		
铠装镍铬-铜镍热电偶	E	(−40～+375)℃ ±1.5 ℃ (375～800)℃ ±0.004 · |t|	(−40～+333)℃ ±2.5 ℃ (333～900)℃ ±0.007 5 · |t|
铠装铁-铜镍热电偶	J	(−40～+375)℃ ±1.5 ℃ (375～750)℃ ±0.004 · |t|	(−40～+333)℃ ±2.5 ℃ (333～750)℃ ±0.007 5 · |t|
铠装铜-铜镍热电偶	T	(−40～+125)℃ ±0.5 ℃ (125～350)℃ ±0.004 · |t|	(−40～+133)℃ ±1 ℃ (133～350)℃ ±0.007 5 · |t|
注：以上所有指标不是用于合格性判别，仅供参考。			

5　校准条件

5.1　环境条件

电测设备工作的环境应符合其相应规定的要求；恒温设备的环境应无影响校准的气流扰动。

5.2　校准用标准器及配套设备

5.2.1　校准用标准器见表 3。

表 3　校准用标准器

序号	标准器名称	测量范围	技术要求	备　　注
1	标准水银温度计	(−30～+300)℃	二等	1. 一等标准铂铑 10-铂热电偶用于对 1 级铠装偶的校准 2. 扩展不确定度不大于技术要求中标准器扩展不确定度的其他标准器
2	标准铂电阻温度计	(−200～+419.527)℃	二等	
3	标准铜-铜镍热电偶	(−200～+100)℃	标准	
4	标准铂铑 10-铂热电偶	300 ℃以上	一等 二等	

标准下载站 http://www.anystandards.com

5.2.2 配套设备见表4。

表4 配套设备

序号	设备名称	技术要求	用 途	备 注
1	电测设备	准确度等级不低于0.01级、分辨力不低于0.1 μV	用于校准1级铠装偶时，测量热电动势	—
		准确度等级不低于0.02级、分辨力不低于1 μV	用于校准2级铠装偶时，测量热电动势	
		如果用二等标准铂电阻温度计时，应配备准确度等级不低于0.02级、分辨力不低于0.1 mΩ	用于校准铠装偶时，测量标准器的电阻值	
2	恒温设备	(−40～+300)℃ 有效工作区域任意两点温差小于0.2 ℃	提供恒定的均匀温场	根据不同的校准温度范围，选择与其相对应满足该技术要求的恒温设备
		(300 ℃以上) 配置均温块（包括热管）的恒温设备，温度范围满足校准的要求；热电偶插入均温块的深度与孔径之比大于10∶1 从孔底算起轴向30 mm内温差不大于0.5 ℃ 孔底部同一截面任意孔间的温差绝对值不大于0.25 ℃		
3	多点转换开关	接触电势不大于0.5 μV	多通道转换	测量热电动势用两点转换开关
				测量电阻值用四点转换开关
4	冰点恒温器	允差：±0.1 ℃	为参考端提供0 ℃的恒温场	—
5	补偿导线	经过校准的补偿导线	将铠装偶参考端引至冰点恒温器	—
6	绝缘电阻测试仪器	准确度等级不低于10级	用于绝缘电阻的测量	—

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

6.1.1 常温绝缘电阻

绝缘型铠装偶的常温绝缘电阻在热电极与套管之间测量。一对以上热电极的铠装

标准下载站 http://www.anystandards.com

偶，还应测量每对热电极之间的绝缘电阻。绝缘电阻应符合表 1 的要求。

6.1.2 示值

铠装偶的热电动势和对分度表的偏差。

6.2 校准方法

6.2.1 常温绝缘电阻

根据铠装偶的直径，选择绝缘电阻测试仪器。如果套管外径不大于 1.5 mm，测量电压（d.c.）为（75±25）V；套管外径大于 1.5 mm，测量电压（d.c.）为（500±50）V。在环境温度（20±15）℃，相对湿度不大于 80%下进行。按照表 1 的规定将铠装偶的热电极与外套管或不同对的热电极，用测量线分别连接在绝缘电阻测试仪器上，并施加试验电压，记录 1 min 时的绝缘电阻示值。

6.2.2 示值校准

6.2.2.1 校准温度点

在铠装偶测量温度范围内，至少校准三个温度点，通常选取测量范围的上、下限和中间点，也可根据客户要求选择其他校准温度点（也可参照附录 A 选取校准温度点）。

6.2.2.2 参考端的连接方法

校准铠装偶时，热电偶参考端应置于冰点恒温器内。

如果铠装偶带接插座，参考端无法插入冰点恒温器内，可用补偿导线（约 500 mm）的一端连接热电极信号输出端，另一端与铜导线连接后，置入装有酒精或变压器油的玻璃试管内，再均匀地插入冰点恒温器中；标准热电偶参考端与铜导线的一端连接后，也插入冰点恒温器，插入深度均不小于 150 mm。铜导线的另一端通过转换开关与电测设备连接。如果校准带有较短引线的铠装偶，应从引线信号输出端连接补偿导线，并在校准结果里加以注明。

注：连接用导线应使用同一卷单股的铜导线。

6.2.2.3 300 ℃以下温区铠装偶的校准

采用比较法，将被校铠装偶与标准器进行比较。

将标准器感温点与被校铠装偶测量端置于恒温设备有效工作区域的同一水平位置，插入深度应不小于 200 mm。当标准器温度偏离校准温度点±2 ℃以内，温度变化每分钟不超过 0.1 ℃时，开始读数，读数顺序为

标→被 1→被 2→被 3→…→被 n

↓

标←被 1←被 2←被 3←…←被 n

每个校准点的测量次数应不少于四次，在每一温度点的整个读数过程中，温度的变化不得超过 0.2 ℃。

6.2.2.4 300 ℃以上温区铠装偶的校准

采用比较法，将被校铠装偶与标准器进行比较。

将标准偶套上高铝保护管和被校铠装偶分别插至均温块各孔底部，炉口处用绝缘耐火材料封堵。

校准应由低温向高温逐点升温进行。当标准器温度偏离校准温度点±5 ℃以内，温

标准下载站 http://www.anystandards.com

度变化每分钟不超过0.2 ℃时，开始读数。读数顺序与6.2.2.3相同，每个校准点的测量次数应不少于四次，在每一温度点的整个读数过程中，温度的变化不得超过0.5 ℃。

6.3 数据处理

6.3.1 被校铠装偶热电动势计算公式：

$$e_{被}(t)=\bar{e}_{被}(t)+S_{被}(t)\cdot\Delta t_{校}+e_{补} \tag{1}$$

其中：

$$\Delta t_{校}=t_{校}-t_{实} \tag{2}$$

式中：$e_{被}(t)$——被校铠装偶在某校准温度点的热电动势值，mV；

$\bar{e}_{被}(t)$——被校铠装偶在某校准温度点附近，测得的热电动势算术平均值，mV；

$S_{被}(t)$——被校铠装偶在某校准温度点的微分热电动势，mV/℃；

$\Delta t_{校}$——校准温度点与实际温度的差值，℃；

$t_{校}$——校准温度点，℃；

$t_{实}$——标准器测得的实际温度，℃（实际温度＝标准器读数平均值＋修正值）；

$e_{补}$——补偿导线修正值，mV。

6.3.2 被校铠装偶热电动势对分度表的偏差计算公式：

$$\Delta e_{被}(t)=e_{被}(t)-e_{分} \tag{3}$$

式中：$e_{分}$——被校铠装偶分度表上查得的某校准温度点的热电动势值，mV。

6.3.3 被校铠装偶偏差$\Delta t_{被}$的计算公式：

$$\Delta t_{被}=\frac{\Delta e_{被}(t)}{S_{被}(t)} \tag{4}$$

用不同标准器进行校准时，计算示例见附录B。

7 校准结果的表达

经校准的铠装偶出具校准证书，校准结果应在校准证书上反映（校准结果内容见附录D）。校准证书应包括以下信息：

a）标题“校准证书”；

b）实验室名称和地址；

c）进行校准的地点（如果不在实验室内进行校准）；

d）证书的唯一性标识（如编号），页码及总页数的标识；

e）送校单位的名称和地址；

f）被校对象的描述和明确标识；

g）进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

h）如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；

i）校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

j）本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

k）校准环境的描述；

l）校准结果及其测量不确定度的说明；

m）校准证书签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；

标准下载站 http://www.anystandards.com

n）校准结果仅对被校对象有效性的声明；

o）未经实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

8 复校时间间隔

铠装偶复校时间间隔可根据实际使用情况由送校单位自主确定。建议一般不超过半年。

标准下载站 http://www.anystandards.com

附录 A

校准铠装偶参考温度点的选择

表 A.1　校准温度点

铠装偶分度号	金属外套管材料	外径/mm	校准温度点/℃
K，N	NiCr 合金 0Cr25Ni20	0.5，1.0	300 (250)，400，500
		1.5，2.0	400，600，800
		3.0，4.0，4.5，5.0	500，700，900
		6.0，8.0	500，800，1 100
E	1Cr18Ni9Ti 18Cr-8Ni	0.5，1.0	200，300 (250)，400
		1.5，2.0	400，500，600
		3.0，4.0，4.5，5.0，6.0，8.0	400，600，800
J		0.5，1.0	200，300 (250)，400
		1.5，2.0	300 (250)，400，500
		3.0，4.0，4.5，5.0	400，500，600
		6.0，8.0	400，600，800
T		0.5，1.0	100，200，300 (250)
		1.5，2.0	200. 300 (250)，400
		3.0，4.0，4.5，5.0	300 (250)，400，500
		6.0，8.0	400，600，750
		0.5，1.0	100，200
		1.5，2.0，3.0，4.0，4.5，5.0	100，200，300 (250)
		6.0，8.0	200，300 (250)，350

标准下载站 http://www.anystandards.com

附录 B

铠装热电偶热电动势和对分度表的偏差计算

B.1　用标准水银温度计校准铠装偶时的计算公式及示例

B.1.1　被校铠装偶热电动势计算公式见规范 6.3 的内容。

B.1.2　示例

在 200 ℃校准温度点附近，参考端为 0.0 ℃，测得被校 E 型铠装偶的热电动势算术平均值 $\bar{e}_{被}(t)$ 为 13.452 mV；从分度表查得，在 200 ℃时铠装偶的热电动势值（$e_{分}$）为 13.421 mV，微分热电动势为 $S_{被}(t)=0.074$ mV/℃；二等标准水银温度计测得温场的温度为 200.10 ℃。求在 200 ℃时被校铠装偶热电动势和对分度表的偏差。（铠装偶未接补偿导线，$e_{补}=0.0$ mV）

在 200 ℃时，被校铠装偶热电动势为

$$e_{被}(t)=13.452+0.074\times(200-200.10)+0.0$$
$$=13.445\ \text{mV}$$

对分度表的偏差为

$$\Delta e_{被}(t)=e_{被}(t)-e_{分}$$
$$=13.445-13.421$$
$$=0.024\ \text{mV}$$

偏差 $\Delta t_{被}$ 为

$$\Delta t_{被}=\frac{\Delta e_{被}(t)}{S_{被}(t)}$$
$$=\frac{0.024}{0.074}=0.32\ ℃$$

B.2　用标准铂电阻温度计校准铠装偶时的计算公式及示例

B.2.1　被校铠装偶热电动势计算公式：

$$e_{被}(t)=e_{被}(t)+\frac{W_{t_n}-W_t}{\left(\frac{\mathrm{d}W_t}{\mathrm{d}t}\right)_{t_n}}\cdot S_{被}(t)+e_{补} \tag{B.1}$$

其中：

$$W_t=\frac{\bar{R}_t}{R_{tp}}$$

式中：t_n ——校准温度点；

W_{t_n} ——由标准铂电阻温度计分度表给出的温度 t_n 对应的电阻比；

W_t ——温度 t 时的电阻比；

$\bar{R}_t$ ——标准铂电阻温度计在温度 t 时，测得电阻的算术平均值，Ω；

R_{tp} ——标准铂电阻温度计在水三相点的电阻值，Ω；

$\left(\frac{\mathrm{d}W_t}{\mathrm{d}t}\right)_{t_n}$ ——由标准铂电阻温度计分度表给出的温度 t_n 对应的电阻比随温度的变化率，$℃^{-1}$。

标准下载站 http://www.anystandards.com

B.2.2 示例

在400 ℃校准温度点附近，测得标准铂电阻温度计电阻的算术平均值$\overline{R_t}$为248.902 0 Ω，被校E型铠装偶热电动势的算术平均值$\overline{e_{被}(t)}$为29.106 mV；从标准铂电阻温度计检定证书中查得，400 ℃水三相点的电阻值（R_{tp}）为99.435 2 Ω，分度表给出（W_{t_n}）为2.500 092 96，电阻比的变化率$(dW_t/dt)_{t_n}$为0.003 575 02 ℃$^{-1}$；从分度表中查得被校铠装偶的热电动势（$e_{分}$）为28.946 mV，微分热电动势$S_{被}(t)$为0.080 mV/℃。求在400 ℃时被校铠装偶热电动势和对分度表的偏差。（铠装偶未接补偿导线，$e_{补}$=0.0 mV）

在400 ℃时，被校铠装偶热电动势为

$$e_{被}(t)=29.106+\frac{2.500\,092\,96-248.902\div 99.435\,2}{0.003\,575\,02}\times 0.080+0.0$$

$$=29.037\ \text{mV}$$

对分度表的偏差为

$$\Delta e_{被}(t)=e_{被}(t)-e_{分}$$

$$=29.037-28.946$$

$$=0.091\ \text{mV}$$

偏差$\Delta t_{被}$为

$$\Delta t_{被}=\frac{\Delta e_{被}(t)}{S_{被}(t)}$$

$$=\frac{0.091}{0.080}=1.14\ ℃$$

B.3 用标准热电偶校准铠装偶时的计算公式及示例

B.3.1 被校铠装偶热电动势计算公式：

$$e_{被}(t)=e_{被}(t)+\frac{e_{标证}-e_{标}(t)}{S_{标}(t)}\cdot S_{被}(t)+e_{补} \tag{B.2}$$

式中：$e_{标证}$——标准热电偶证书上某校准温度点的热电动势值，mV；

$e_{标}(t)$——标准热电偶在某校准温度点附近，测得的热电动势算术平均值，mV；

$S_{标}(t)$，$S_{被}(t)$——标准热电偶、被校铠装偶在某校准温度点的微分热电动势，mV/℃。

B.3.2 示例

在1 000 ℃校准温度点附近，测得标准铂铑10-铂热电偶热电动势的算术平均值$e_{标}(t)$为9.580 mV，被校K型铠装偶热电动势的算术平均值$e_{被}(t)$为41.310 mV；从标准铂铑10-铂热电偶检定证书中查得1 000 ℃时热电动势（$e_{标证}$）为9.595 mV，微分热电动势$S_{标}(t)$为0.012 mV/℃；从分度表中查得被校铠装偶的热电动势（$e_{分}$）为41.276 mV，微分热电动势$S_{被}(t)$为0.039 mV/℃。求在1 000 ℃时被校铠装偶热电动势和对分度表的偏差。（铠装偶未接补偿导线，$e_{补}$=0.0 mV）

在1 000 ℃时，被校铠装偶热电动势为

标准下载站 http://www.anystandards.com

$$e_{被}(t)=41.310+\frac{9.595-9.580}{0.012}\times 0.039+0.0$$

$$=41.359\ \text{mV}$$

对分度表的偏差为

$$\Delta e_{被}(t)=e_{被}(t)-e_{分}$$

$$=41.359-41.276$$

$$=0.083\ \text{mV}$$

偏差 $\Delta t_{被}$ 为

$$\Delta t_{被}=\frac{\Delta e_{被}(t)}{S_{被}(t)}$$

$$=\frac{0.083}{0.039}=2.13\ ℃$$

标准下载站 http://www.anystandards.com

附录 C

铠装热电偶校准记录参考格式

校 准 记 录

mV

委托单位					
分 度 号					
生产单位					
出厂编号					
证书编号					
流 水 号					

读数顺序	标准偶读数/mV	标准偶证书值 $e_{标证}$ = .mV 校准温度点： ℃				
1						
2						
3						
4						
平均						
差值						
结果						
示值/℃						
示值偏差/℃						

读数顺序	标准偶读数/mV	标准偶证书值 $e_{标证}$ = mV 校准温度点： ℃				
1						
2						
3						
4						
平均						
差值						
结果						
示值/℃						
示值偏差/℃						

标准下载站 http://www.anystandards.com

表（续）

读数顺序	标准偶读数/mV	标准偶证书值 $e_{标准}$ = mV			校准温度点：	℃
1						
2						
3						
4						
平均						
差值						
结果						
示值/℃						
示值偏差/℃						

室温 ℃ 湿度 %RH

校准员： 核验员： 年 月 日

第 页共 页

标准下载站 http://www.anystandards.com

附录 D

铠装热电偶校准结果参考格式

校 准 结 果

1 常温绝缘电阻

项目 / 试验温度/℃	分度号	长度/m	绝缘电阻/MΩ

2 示值

校准温度点 /℃	热电动势 /mV	对分度表的偏差 /℃	扩展不确定度 U /℃	包含因子 k

热电偶参考端温度为 0 ℃

（以下空白）

标准下载站 http://www.anystandards.com

附录 E

K、N、E、J、T 型铠装热电偶热电动势允差表

铠装镍铬-镍硅热电偶（K 型） mV

测量端温度/℃	热电动势标准值	1 级		2 级	
		允差	热电动势范围	允差	热电动势范围
100	4.096	±0.062	4.034～4.158	±0.103	3.993～4.199
200	8.138	±0.060	8.078～8.198	±0.100	8.038～8.238
300	12.209	±0.062	12.147～12.271	±0.104	12.105～12.313
400	16.397	±0.068	16.329～16.465	±0.127	16.270～16.524
500	20.644	±0.085	20.559～20.729	±0.160	20.484～20.804
600	24.905	±0.102	24.803～25.007	±0.191	24.714～25.096
700	29.129	±0.117	29.012～29.246	±0.220	28.909～29.349
800	33.275	±0.131	33.144～33.406	±0.246	33.029～33.521
900	37.326	±0.144	37.182～37.470	±0.270	37.056～37.596
1 000	41.276	±0.156	41.120～41.432	±0.292	40.984～41.568
1 100	45.119	±0.167	44.952～45.286	±0.312	44.807～45.431

铠装镍铬硅-镍硅镁热电偶（N 型） mV

测量端温度/℃	热电动势标准值	1 级		2 级	
		允差	热电动势范围	允差	热电动势范围
100	2.774	±0.044	2.730～2.818	±0.074	2.700～2.848
200	5.913	±0.040	5.864～5.882	±0.082	5.831～5.995
300	9.341	±0.053	9.288～9.374	±0.089	9.252～9.430
400	12.974	±0.059	12.915～13.033	±0.111	12.863～13.085
500	16.748	±0.076	16.672～16.824	±0.143	16.605～16.891
600	20.613	±0.094	20.519～20.707	±0.175	20.438～20.788
700	24.527	±0.110	24.417～24.637	±0.206	24.321～24.733
800	28.455	±0.126	28.329～28.581	±0.235	28.220～28.690
900	32.371	±0.140	32.321～32.511	±0.264	32.107～32.635
1 000	36.256	±0.154	36.102～36.410	±0.290	35.966～36.546
1 100	40.087	±0.167	39.920～40.254	±0.313	39.774～40.400

标准下载站 http://www.anystandards.com

铠装镍铬-铜镍热电偶（E型） mV

测量端温度/℃	热电动势标准值	1级		2级	
		允差	热电动势范围	允差	热电动势范围
100	6.319	±0.101	6.218～6.420	±0.169	6.150～6.488
200	13.421	±0.111	13.310～13.532	±0.186	13.236～13.606
300	21.036	±0.117	20.919～21.153	±0.195	20.841～21.231
400	28.946	±0.128	28.818～29.074	±0.240	28.706～29.186
500	37.005	±0.162	36.843～37.167	±0.303	36.702～37.308
600	45.093	±0.194	44.899～45.237	±0.363	44.730～45.456
700	53.112	±0.223	52.889～53.335	±0.418	52.694～53.530
800	61.017	±0.251	60.766～61.268	±0.471	60.546～61.488
900	68.787	—	—	±0.519	68.268～69.306

铠装铁-铜镍热电偶（J型） mV

测量端温度/℃	热电动势标准值	1级		2级	
		允差	热电动势范围	允差	热电动势范围
100	5.269	±0.082	5.187～5.351	±0.136	5.133～5.405
200	10.779	±0.083	10.696～10.862	±0.139	10.640～10.918
300	16.327	±0.083	16.244～16.410	±0.138	16.189～16.465
400	21.848	±0.088	21.760～21.936	±0.165	21.683～22.013
500	27.393	±0.112	27.281～27.505	±0.210	27.183～27.603
600	33.102	±0.140	32.962～33.242	±0.263	32.839～33.365
700	39.132	±0.174	38.958～39.306	±0.326	38.806～39.458
750	42.281	±0.191	42.090～42.472	±0.358	41.923～42.639

铠装铜-铜镍热电偶（T型） mV

测量端温度/℃	热电动势标准值	1级		2级	
		允差	热电动势范围	允差	热电动势范围
100	4.279	±0.024	4.255～4.303	±0.047	4.232～4.326
200	9.288	±0.043	9.245～9.331	±0.080	9.208～9.368
250	12.013	±0.056	11.957～12.069	±0.105	11.908～12.118
300	14.862	±0.070	14.792～14.932	±0.131	14.731～14.993
350	17.819	±0.084	17.735～17.903	±0.158	17.661～17.977

标准下载站 http://www.anystandards.com

附录 F

K、N、E、J、T 型
铠装热电偶整百度点微分热电动势表

μV/℃

微分热电动势 温度/℃ \ 分度号	分度号				
	K	N	E	J	T
0	39.45	26.16	58.67	50.38	38.75
100	41.37	29.64	67.52	54.36	46.78
200	39.97	32.99	74.03	55.51	53.15
250	40.71	34.31	76.24	55.51	55.80
300	41.45	35.42	77.91	55.35	58.09
350	41.91	36.35	79.15	55.19	60.16
400	42.24	37.13	80.06	55.15	61.80
500	42.63	38.27	80.93	55.99	—
600	42.51	38.96	80.66	58.49	—
700	41.90	39.26	79.65	62.15	—
750	41.47	39.29	79.05	63.70	—
800	41.00	39.26	78.43	—	—
900	40.00	39.04	76.83	—	—
1 000	38.98	38.61	—	—	—
1 100	37.85	37.98	—	—	—

标准下载站 http://www.anystandards.com

附录 G

铠装热电偶热电动势测量结果不确定度评定实例

G.1 校准方法

采用比较法中的双极法，在管式炉中放置金属均温块，将二等标准铂铑 10-铂热电偶（以下简称标准偶）套上陶瓷保护管与铠装偶，分别插入金属均温块中进行比较，测量标准热电偶和被校铠装偶的热电动势值。

G.2 数学模型

分度时，被校铠装偶在某点上的热电动势采用下式计算：

$$e_{被}(t)=\bar{e}_{被}(t)+\frac{e_{标证}-\bar{e}_{标}(t)}{S_{标}(t)}\cdot S_{被}(t)+e_{补} \qquad (G.1)$$

式中：$e_{被}(t)$——被校铠装偶在某校准温度点附近，测得的热电动势算术平均值，mV；

$e_{标证}$——标准热电偶证书上某校准温度点的热电动势值，mV；

$\bar{e}_{标}(t)$——标准热电偶在某校准温度点附近，测得的热电动势算术平均值，mV；

$S_{标}(t)$，$S_{被}(t)$——标准热电偶、被校铠装偶在某校准温度点的微分热电动势，μV/℃；

$e_{补}$——补偿导线修正值，mV。

G.3 合成方差和灵敏系数

$$u_c^2=[c_1u(\bar{e}_{被})]^2+[c_2u(e_{标证})]^2+[c_3u(\bar{e}_{标})]^2+[c_4u(e_{补})]^2 \qquad (G.2)$$

其中：$c_1=\partial e_{被}(t)/\partial e_{被}(t)$

$c_2=\partial e_{被}(t)/\partial e_{标证}(t)=S_{被}(t)/S_{标}(t)$

$c_3=\partial e_{被}(t)/\partial e_{标}(t)=-S_{被}(t)/S_{标}(t)$

$c_4=\partial e_{被}(t)/\partial e_{补}(t)$

G.4 计算标准不确定度分量（以 K 型铠装偶校准温度点 400 ℃，微分热电动势 42.24 μV/℃为例）

G.4.1 被校铠装偶输入量 $\bar{e}_{被}(t)$ 带来的不确定度 $u(e_{被})$

输入量 $e_{被}(t)$ 的标准不确定度 $u(e_{被})$，其来源有被校铠装偶的重复性测量、电测设备测量误差、炉内金属均温块径向温场的不均匀性、炉温的波动、转换开关接触电势、参考端温度不等于 0 ℃、补偿导线等。

G.4.1.1 被校铠装偶重复测量带来的不确定度 $u(e_{被1})$

用标准偶对被校铠装偶（K 型）在 400 ℃共进行 6 组独立重复测量，测量值是每一组校准记录 4 次数据的平均值。测量值及计算结果见表 G.1，按 A 类方法评定，服从正态分布。

标准下载站 http://www.anystandards.com

表 G.1　测量值及计算结果　　mV

组数	1	2	3	4	5	6
测量值 x_i	16.392	16.400	16.401	16.397	16.391	16.398
$\bar{x}=16.396$						
$s_1=\sqrt{\dfrac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}=0.004\ 171$						

平均值的标准不确定度：

$$u(e_{被1})=s_1/\sqrt{6}=1.703\ \mu V$$

G.4.1.2　电测设备测量误差引入的不确定度 $u(e_{被2})$

校准铠装偶热电动势使用的数字表为 KEITHLEY 2010，量程为 100 mV，它的测量值的误差按一年内的准确度得到，为±(37×10⁻⁶读数+9×10⁻⁶量程)，按对应校准点，读数取 16.5 mV，量程 100 mV，误差±1.510 μV。按均匀分布考虑，包含因子 $k=\sqrt{3}$，半宽为 1.510 μV。则标准不确定度为

$$u(e_{被2})=1.510/\sqrt{3}\approx 0.872\ \mu V$$

G.4.1.3　金属均温块径向温场不均匀引入的不确定度 $u(e_{被3})$

校准时，由于炉内放置的金属均温块径向温场不均匀，经测试最大差值为 0.21 ℃，换算成热电势值为 8.870 μV。按均匀分布考虑，包含因子 $k=\sqrt{3}$，取半宽为 4.435 μV。则标准不确定度为

$$u(e_{被3})=4.435/\sqrt{3}\approx 2.561\ \mu V$$

G.4.1.4　炉温波动引入的不确定度 $u(e_{被4})$

每一组独立测量时，由标准偶测得温场实际变化最大不超过 0.4 μV，以微分热电势 9.567 μV/℃计算（相当于为 0.042 ℃），再以微分电势 42.24 μV/℃计算其带来的最大误差为 1.774 μV。按均匀分布考虑，包含因子 $k=\sqrt{3}$，取半宽为 0.887 μV。则标准不确定度为

$$u(e_{被4})=0.887/\sqrt{3}\approx 0.513\ \mu V$$

G.4.1.5　转换开关接触电势引入的不确定度 $u(e_{被5})$

转换开关接触电势允许误差±0.5 μV。按均匀分布考虑，包含因子 $k=\sqrt{3}$，半宽为 0.5 μV。则标准不确定度为

$$u(e_{被5})=0.5/\sqrt{3}\approx 0.289\ \mu V$$

G.4.1.6　参考端不等于 0 ℃引入的不确定度 $u(e_{被6})$

经测量参考端不为 0 ℃，误差为 0.05 ℃，以微分电势 39.45 μV/℃计算，换算成热电势值为 1.972 μV。按均匀分布考虑，包含因子 $k=\sqrt{3}$，则标准不确定度为

$$u(e_{被6})=1.972/\sqrt{3}\approx 1.139\ \mu V$$

标准下载站 http://www.anystandards.com

因此，输入量 $\bar{e}_{被}(t)$ 的标准不确定度 $u(\bar{e}_{被})$ 的合成为

$$u(\bar{e}_{被}) = \sqrt{\sum_{i=1}^{6} u_i^2(e_{被i})}$$

$$= \sqrt{u^2(e_{被1}) + u^2(e_{被2}) + u^2(e_{被3}) + u^2(e_{被4}) + u^2(e_{被5}) + u^2(e_{被6})}$$

$$\approx 3.445(\mu V)$$

G.4.2 输入量 $e_{标证}$ 带来的不确定度 $u(e_{标证})$

标准偶在 400 ℃温度点热电动势的标准不确定度 $u(e_{标证})$：

$$u(e_{标证}) \approx 3.634\ \mu V$$

G.4.3 输入量 $\bar{e}_{标}(t)$ 带来的不确定度 $u(\bar{e}_{标})$

标准偶重复测量引入的不确定度 $u(\bar{e}_{标})$：标准偶在 400 ℃共进行 6 组独立重复测量，测量值是每一次校准记录 4 次数据的平均值。测量值及计算结果见表 G.2，按 A 类方法评定，服从正态分布。

表 G.2 测量值及计算结果 mV

组数	1	2	3	4	5	6
测量值 x_i	3.253	3.255	3.255	3.254	3.254	3.255
$\bar{x} = 3.254$						
$s_1 = \sqrt{\dfrac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.000\ 894$						

平均值的标准不确定度：

$$u(\bar{e}_{标}) = s_1/\sqrt{6} = 0.365\ \mu V$$

G.4.4 补偿导线引入的不确定度 $u(e_{补})$

经测量，K 型补偿导线在 35 ℃时引入的扩展不确定度为 3.307 μV，包含因子 $k=2$，则不确定度为

$$u(e_{补}) = 3.307/2 \approx 1.654\ \mu V$$

G.5 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{[c_1 u(\bar{e}_{被})]^2 + [c_2 u(e_{标证})]^2 + [c_3 u(\bar{e}_{标})]^2 + [c_4 u(e_{补})]^2} \quad (G.3)$$

$$\approx 16.572\ \mu V$$

G.6 扩展不确定度

$$U = k \cdot u_c$$

$$= 2 \times 16.572 \approx 33\ \mu V;\ k=2(相当于\ 0.78\ ℃)$$

G.7 标准不确定度分量汇总

K 型铠装偶 400 ℃温度点标准不确定度分量汇总见表 G.3。

标准下载站 http://www.anystandards.com

表 G.3　标准不确定度分量汇总

序号	不确定度的来源		类别	标准不确定度/μV	灵敏系数 c_i
1	$u(\bar{e}_{被})$	输入量 $\bar{e}_{被}(t)$ 带来的不确定度		3.445	1
1.1	$u(e_{被1})$	重复测量	A	1.703	
1.2	$u(e_{被2})$	电测设备	B	0.872	
1.3	$u(e_{被3})$	径向温场不均匀	B	2.561	
1.4	$u(e_{被4})$	炉温波动	B	0.513	
1.5	$u(e_{被5})$	转换开关接触电势	B	0.289	
1.6	$u(e_{被6})$	参考端不等于 0 ℃	B	1.139	
2	$u(e_{标证})$	标准偶 $e_{标证}$ 带来的不确定度	B	3.634	4.415
3	$u(\bar{e}_{标})$	标准热电偶 $\bar{e}_{标}(t)$ 重复测量	A	0.365	−4.415
4	$u(e_{补})$	补偿导线	B	1.654	1

标准下载站 http://www.anystandards.com

JJF 1262—2010

中华人民共和国
国家计量技术规范

铠装热电偶校准规范

JJF 1262—2010

国家质量监督检验检疫总局发布

×

中国计量出版社出版
北京和平里西街甲2号
邮政编码 100013
电话(010)64275360
http://www.zgjl.com.cn
北京市迪鑫印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
版权所有 不得翻印
×

880 mm×1230 mm 16开本 印张 1.5 字数 29千字
2010年10月第1版 2010年10月第1次印刷
印数 1—1 000
统一书号 155026—2536 定价：28.00元