



中华人民共和国国家标准

GB/T 16701—2010
代替 GB/T 16701.1—1996, GB/T 16701.2—1996

贵金属、贱金属热电偶丝热电动势 测量方法

Methods for measuring the thermoelectric force of noble metal and base metal
thermocouple wires

2010-12-01 发布

2011-05-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

前 言

本标准代替 GB/T 16701.1—1996《热电偶材料试验方法 第1部分:贵金属热电偶丝热电动势测量方法》和 GB/T 16701.2—1996《热电偶材料试验方法 第2部分:廉金属热电偶丝热电动势测量方法》。

本标准与 GB/T 16701.1—1996 和 GB/T 16701.2—1996 相比,除了编辑、文字、格式上的修订外,其主要变化如下:

——增加了比较法的术语和定义;

——删除了有关测试数据记录表的附录。

在贵金属热电偶丝热电动势测量方法方面:

——测量温度范围为 300 °C~1 600 °C;

——测量温度点中以铝凝固点(660.323 °C)代替铈凝固点(630.63 °C);

——B 型偶丝的检测温度点修改为:1 100 °C、1 300 °C、1 500 °C;

——增加了 S、R、B 型标准级偶丝检测温度点并在标准器的选择上进行了相应的规定;

——将高温管形检定炉炉长修改为 600 mm,对后面装炉中规定的 B 型热电偶丝插入深度修改为 300 mm;

——增加了 S、R 型和 B 型标准级偶丝的稳定度退火时间和温度。

在廉金属热电偶丝热电动势测量方法方面:

——对参考纯铂丝的要求修改为其在 0 °C~100 °C 温度范围内的平均电阻温度系数值应 $\geq 0.003\ 920$;

——管状检定炉的轴向温场修改为最高均匀温场中心与检定炉的几何中心沿轴线上偏离不应超过 10 mm,并增加了径向温场的规定;

——增加了检测 I 级偶丝应采用等级不低于一等的标准铂铑 10-铂热电偶的要求;

——在捆扎的要求中取消了对支数的规定,修改为:包括标准在内捆扎成束的热电偶总数应以满足管形检定炉的尺寸和对温场的规定要求为宜。

本标准的附录 A 和附录 B 为资料性附录。

本标准由机械工业联合会提出。

本标准由全国仪表功能材料标准化技术委员会(SAC/TC 419)归口。

本标准负责起草单位:重庆仪表材料研究所。

本标准参加起草单位:宁波奥崎自动化仪表设备有限公司、中国测试技术研究院、绍兴春晖自动化仪表有限公司、昆山万通仪表材料有限公司、重庆川仪十七厂有限公司、重庆川仪自动化股份有限公司金属功能材料分公司、常州市潞城伟业合金厂、江苏华鑫合金有限公司、乐清市华东仪表厂、安徽鑫国仪表有限公司、安徽天康(集团)股份有限公司、安徽蓝德集团股份有限公司、甘肃白银西北铜加工有限责任公司、辽宁省计量科学研究院、上海嘉翎电子科技有限公司、昆明大方自动控制科技有限公司、德州群力合金材料有限公司。

本标准主要起草人:吴承汕、唐锐、何伦英、孙炯、付志勇、邹华、余大才、康文捷、万伟建、王伯伟、袁勤华、吴兴华、潘百来、周步余、殷成楼、杨永刚、侯素兰、王沁、李福洪、张力群。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB/T 16701.1—1996;GB/T 16701.2—1996。

贵金属、廉金属热电偶丝热电动势 测量方法

1 范围

本标准规定了用比较法测量贵金属和廉金属热电偶丝热电动势的方法。

本标准适用于分度号为 S、R 和 B 的贵金属热电偶丝(以下简称 S 型、R 型和 B 型热电偶丝)在 300 °C~1 600 °C 各段温度范围内的热电动势测量以及分度号为 K、T、E、J 和 N 的廉金属热电偶丝(以下简称 K 型、T 型、E 型、J 型、N 型热电偶丝)在 -196 °C~1 200 °C 各段温度范围内的热电动势测量。对于其他类型的贵金属、廉金属热电偶丝亦可参照采用。本标准不适用于铠装热电偶材料的热电动势的测量。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 1598 铂铑 10-铂热电偶丝、铂铑 13-铂热电偶丝、铂铑 30-铂铑 6 热电偶丝

GB/T 2614 镍铬-镍硅热电偶丝

GB/T 2903 铜-铜镍(康铜)热电偶丝

GB/T 4993 镍铬-铜镍(康铜)热电偶丝

GB/T 4994 铁-铜镍(康铜)热电偶丝

GB/T 17615 镍铬硅-镍硅镁热电偶丝

JB/T 6819.2 仪表材料术语:测温材料

3 术语

JB/T 6819.2 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

允差 tolerance

当热电偶的参考端温度为 0 °C 而测量端温度为某一设定温度时,所测得的实际热电动势-温度关系偏离分度表在该温度点标称值的最大允许范围。

3.2

比较法 compare test methods

在恒定的温度内,用标准器的指示值与被测热电偶的指示值进行比较来确定被测热电偶的实际值。

4 方法原理

4.1 双极比较法

双极比较法的连接线路如图 1、图 2 所示:

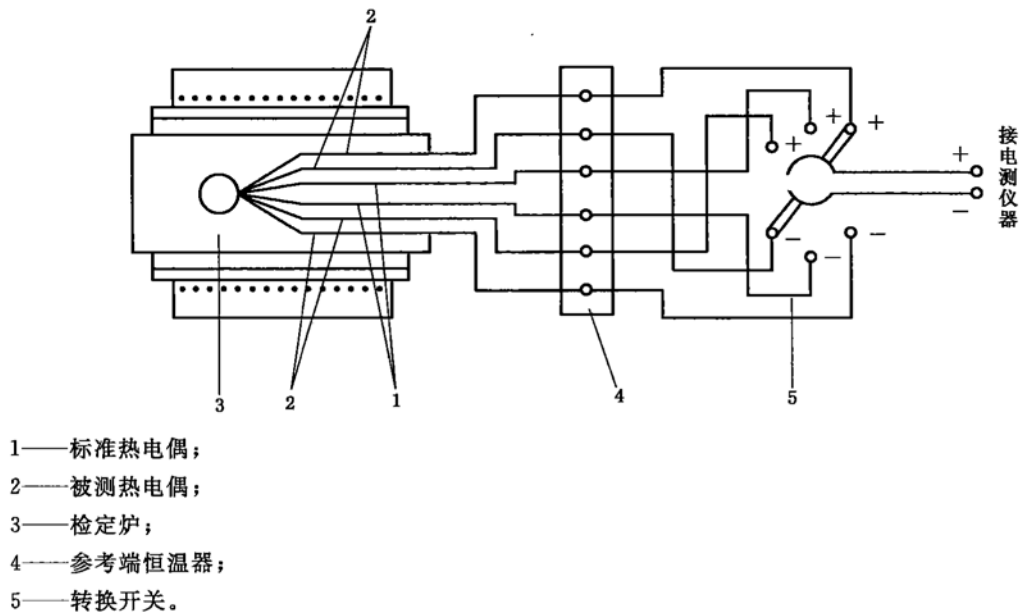


图 1 双极比较法接线示意图(高温部分)

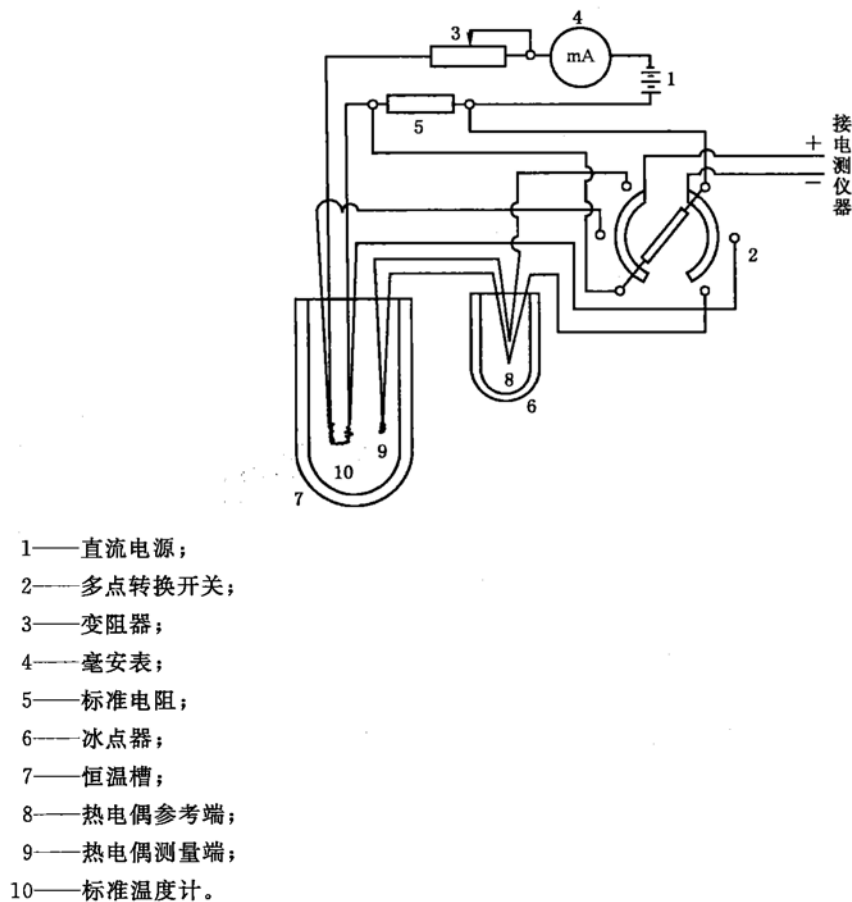
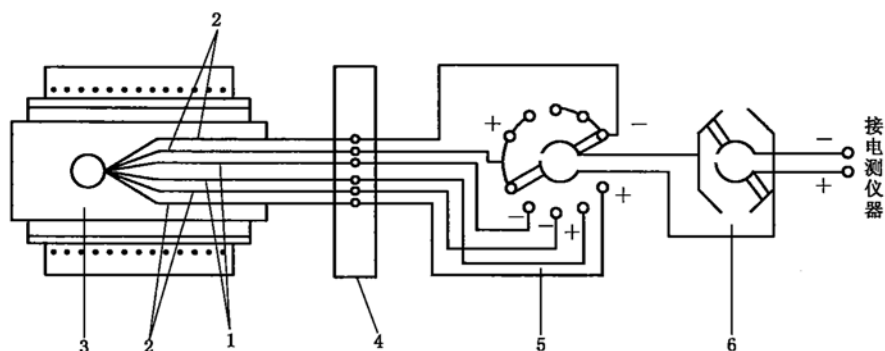


图 2 双极比较法接线示意图(低温部分)

4.2 同名极比较法

同名极比较法的连接线路如图 3 所示：

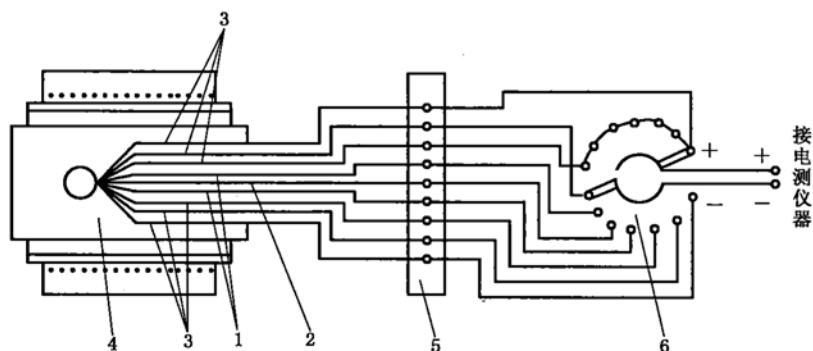


- 1——标准热电偶；
2——被测热电偶；
3——检定炉；
4——参考端恒温器；
5——转换开关；
6——转向开关。

图3 同名极比较法接线示意图

4.3 单极比较法

将被检热电偶丝与参考铂丝焊在一起，与标准器进行比较，测量正极对铂与铂对负极的热电势值。连接线路如图4所示：



- 1——标准热电偶；
2——参考铂丝；
3——被测热电偶丝；
4——检定炉；
5——参考端恒温器；
6——转换开关。

图4 单极比较法接线示意图

5 贵金属热电偶丝测量

5.1 测量方法

采用双极比较法或同名极比较法。它们的测量结果具有同等效力。

5.2 测量温度点

S型、R型和B型的热电偶丝，其测量温度如表1所示：

表 1 贵金属热电偶丝测量温度点

分度号	允差等级	测量温度点 ℃
S	标准级(一、二等)、I级、II级	419.527、660.323、1 084.62
R	标准级(一、二等)、I级、II级	419.527、660.323、961.78、1 084.62
B	标准级	1 100、1 300、1 500
	II级、III级	1 100、1 300、1 500

5.3 允差

由贵金属热电偶丝构成的热电偶,当参考端温度为 0℃时,其允差应符合 GB/T 1598 的规定。

5.4 测量仪器、设备

测量仪器和设备应满足下列要求:

- a) 标准器:标准器的选择应不低于表 2 的规定;

表 2 贵金属热电偶丝允差等级与标准器的选用要求

分度号	允差等级	选用的标准器
S	一等	标准组铂铑 10-铂热电偶
	二等、I级、II级	一等标准铂铑 10-铂热电偶
R	一等	标准组铂铑 10-铂热电偶或标准组铂铑 13-铂热电偶
	二等、I级、II级	一等标准铂铑 10-铂热电偶或一等标准铂铑 13-铂热电偶
B	一等	高一等级的标准铂铑 30-铂铑 6 热电偶
	二等、II级	一等标准铂铑 30-铂铑 6 热电偶
	III级	二等标准铂铑 30-铂铑 6 热电偶

- b) 电测仪器:准确度不低于 0.01 级低电势直流电位差计及其相应的配套装置,或同等准确度的其他电测仪器;
- c) 多点转换开关:寄生电势应小于 0.4 μV ;
- d) 参考端恒温器:一般用冰点来实现,0℃恒温器深度应不小于 200 mm,工作区域温度变化不得大于 0.1℃;
- e) 检定炉:
管形检定炉:炉长约 600 mm,常用最高温度为 1 200℃,温度最高区域偏离炉中心不得超过 20 mm,并不小于 20 mm、温度差不大于 1℃的均匀温场;
高温管形检定炉:炉长约 600 mm,常用最高温度为 1 600℃,温度最高区域偏离炉中心不得超过 20 mm,并不小于 20 mm、温度差不大于 1℃的均匀温场;
- f) 退火炉:炉长约 1 000 mm,常用最高温度为 1 100℃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,均匀温场一端离炉口应小于 100 mm。

5.5 试样及其制备

5.5.1 试样要求

试样长度为 800 mm~1 200 mm。

5.5.2 清洗

将试样放入 30%~50%(按容积比)的盐酸或硝酸溶液中,煮沸 15 min 或浸泡 1 h,取出后用蒸馏水煮沸数次,直至清除试样上的酸液为止。

5.5.3 退火

5.5.3.1 通电退火

将偶丝悬挂在退火架上通电退火,退火规范:铂铑 10 合金丝及铂铑 13 合金丝退火温度为 1 400 °C (直径为 0.5 mm 的偶丝通入电流为 11.5 A,亮度温度为 1 250 °C),退火时间为 2 h。铂丝退火温度为 1 100 °C (直径为 0.5 mm 的偶丝通入电流为 10.5 A,亮度温度为 1 000 °C),退火时间为 3 h。铂铑 30 合金丝退火温度为 1 450 °C (直径为 0.5 mm 的偶丝通入电流为 12 A,亮度温度为 1 250 °C),退火时间为 1.5 h。铂铑 6 合金丝退火温度为 1 250 °C (直径为 0.5 mm 的偶丝,通入电流为 11 A,亮度温度为 1 170 °C),退火时间为 1.5 h。

5.5.3.2 稳定性退火

S 型 I 级允差偶丝、R 型 I 级允差偶丝和 B 型标准级偶丝按 5.5.4 规定穿上清洁的绝缘瓷管,焊接成热电偶后,放进退火炉中,试样从测量端起其 400 mm 长一段应处在 1 100 °C ± 20 °C 均匀温场内,其中 S 型、R 型退火时间为 4 h, B 型退火时间为 6 h。

5.5.4 焊接

先将正、负极偶丝用清洁的双孔高温绝缘瓷管穿好,然后将一端的两极焊成球形的测量端,球形表面应光洁、牢固、无划痕,其直径约为偶丝的 2 倍~3 倍。

5.5.5 捆扎

先将被测热电偶与标准热电偶用直径为 0.3 mm~0.5 mm 铂铑合金丝或铂丝捆扎成束,每束热电偶的总数(包括标准热电偶)不应超过五支,然后再用直径为 0.2 mm~0.3 mm 清洁铂铑丝或铂丝将其测量端捆扎在一起。捆扎时被测热电偶与标准热电偶的测量端应在同一垂直平面上。

5.6 试验程序

5.6.1 装炉

将捆扎好的热电偶束置于管形检定炉中,使测量端处于炉轴心最高温区,插入深度约 300 mm。

5.6.2 热电偶参考端连接导线要求及其连接

5.6.2.1 检测时参考端不得使用补偿导线连接,应直接用一卷铜导线连接。铜导线在 20 °C 时的电阻率应不大于 $0.018 \mu\Omega \cdot m$ 。

5.6.2.2 将被测热电偶与标准热电偶的参考端与测量铜导线进行可靠连接后,插入同一个参考端恒温器中,插入深度约 100 mm~120 mm。各参考端之间的温差不得超过 0.1 °C。

5.6.2.3 在保证测量准确度的情况下,亦可采用其他方法连接。

5.7 测量

5.7.1 双极比较法

5.7.1.1 双极比较法测量系统线路按图 1 规定连接。

5.7.1.2 测量时炉温应控制在检测温度点的 ± 5 °C 以内,当炉温变化每分钟不超过 0.2 °C 时开始测量,整个测量过程炉温变化不得超过 0.5 °C,其测量顺序如下:

标 → 被 1 → 被 2 → 被 3... → 被 n

↓

标 ← 被 1 ← 被 2 ← 被 3... ← 被 n

S 型、R 型热电偶的 I 级允差、标准级和 B 型热电偶的 II 级允差、标准级每支测量次数不少于四次, S 型、R 型热电偶的 II 级允差和 B 型热电偶的 III 级允差每支测量次数不少于二次。

5.7.2 同名极比较法

同名极比较法测量仅适用于标准热电偶与被测热电偶为同种材料的热电偶。

5.7.2.1 同名极比较法测量系统线路按图 3 规定连接。在线路中应使被测的热电极与电测仪器“+”端相接,当换向开关处在“正”位置时,测得的组合热电动势值为正,换向开关处在“负”位置时,测得的组合热电动势值为负。

5.7.2.2 测量时炉温应控制在检测温度点的 $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以内,测量每组热电极的组合热电动势值对于 S 型、R 型热电偶的 I 级允差、标准级和 B 型热电偶的 II 级允差、标准级应不少于四次。S 型、R 型热电偶的 II 级允差和 B 型热电偶的 III 级允差应不少于二次。整个测量过程炉内温度变化不得超过 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.7.2.3 S 型、R 型热电偶的 I 级允差和 B 型热电偶的 II 级允差,按表 1 规定的检测温度点测量完成后,作为第一次测量数值,然后从炉内取出,再按 5.5.5 规定重新捆扎测量端,放进检定炉中,再按上述相同的测量方法进行第二次测量,测得的数值作为第二次测量数值。其两次测量之差,S 型、R 型、B 型热电偶在各测量温度点上应分别小于 $5\text{ }\mu\text{V}$ 、 $6\text{ }\mu\text{V}$ 、 $8\text{ }\mu\text{V}$,并以两次测量的算术平均值作为测量数值。若两次测量的差值大于上述规定,应重复再测量一次。作为第三次测量数值。在三组数值中选择两组不大于规定的数值的平均值作为测量数值。

6 廉金属热电偶丝测量

6.1 测量方法

采用双极比较法或单极比较法。

6.2 测量温度点

K、N、E、J 和 T 型的热电偶丝,一般测量温度点按表 3 规定。也可根据需要确定其他测量点。测量温度点的顺序由低温向高温逐点升温测量。

6.3 允差

由热电偶丝构成的热电偶,在规定的温度范围内,当参考端温度为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,K、T、E、J、N 型热电偶丝的允差应分别符合 GB/T 2614、GB/T 2903、GB/T 4993、GB/T 4994、GB/T 17615 的规定。

6.4 测量仪器、设备

测量仪器和设备的精度应满足下列要求:

a) 标准器:

标准铂铑 10-铂热电偶(其中检测 I 级偶丝应采用等级不低于一等的标准铂铑 10-铂热电偶);

标准铜-铜镍(康铜)热电偶;

标准水银温度计,可选用其他标准温度计(如标准铂电阻温度计)。

b) 参考铂丝:直径为 0.5 mm ,在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围内的平均电阻温度系数值应 $\geq 0.003\text{ }920$ 。

c) 电测仪器:准确度不低于 0.01 级低电势直流电位差计及配套装置,或具有同等准确度的其他电测仪器。

d) 管形检定炉:其长度约 600 mm ,常用最高温度为 $1\text{ }200\text{ }^{\circ}\text{C}$,最高均匀温场中心与检定炉的几何中心沿轴线上偏离不应超过 10 mm 。在均匀温场长度不小于 60 mm ,半径为 14 mm 范围内,任意两点温差不大于 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

e) 水槽、恒温油槽,在有效工作区域内温差不大于 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

f) 液氮槽、干冰槽或低温槽。

g) 控温设备。

h) 多点转换开关:寄生电势应不大于 $0.5\text{ }\mu\text{V}$ 。

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

j) 读数望远镜(测高仪)。

表 3 廉金属热电偶丝测量温度点

分度号	偶丝直径 mm	测量温度 ℃				
K 或 N	0.3	—79	—196	400	600	700
	0.5	—79	—196	400	600	800
	0.8 1.0	400	600	800		
	1.2 1.6 2.0 2.5	400	600	800	1 000	
	3.2	400	600	800	1 000(1 200)	
E	0.3 0.5	—79	—196	100	200	250
	0.8 1.0 1.2	100	300	400		
	1.6 2.0 2.5	100	(300)	400	600	
	3.2	400	600	700		
J	0.3 0.5	100	200	250		
	0.8 1.0 1.2	100	200	400		
	1.6 2.0	(100)	300	400	500	
	2.5 3.2	(100)	300	400	600	
T	0.2 0.3 0.5	—79	—196	100	200	
	0.8	100	200			
	1.0 1.2 1.6 2.0	100	200	250		

注：括号内测量温度根据用户要求进行测量。

6.5 试样及其制备

6.5.1 试样要求

试样长度为 800 mm~1 100 mm。

6.5.2 校直、清洗、穿绝缘瓷珠

将试样校直,用砂纸清除试样两端约 20 mm 左右的表面氧化层,再用清洁的双孔(或单孔)瓷珠穿约 500 mm 左右,测量端露出 40 mm 左右,尾部穿塑料套管并在端部露出 20 mm 左右,以连接参考端引线。

6.5.3 焊接焊点表面应光洁、牢固、无划痕

双极比较法测量:将同种规格的正、负极偶丝焊接成热电偶。

单极比较法测量:将被检热电偶丝与参考铂丝焊在一起,焊接时直径为 3.2 mm 的偶丝总数不应超过七根(包括参考铂丝),直径小于 2.5 mm(含 2.5 mm)的偶丝总数不应超过九根(包括参考铂丝)。

6.5.4 退火

I 级允差和 II 级允差的偶丝应进行退火处理,III 级允差的偶丝不进行退火处理,将焊接好的热电偶或热电偶束放进热电偶退火炉或检定炉内退火 2 h。退火温度为被测热电偶最高检测点的温度。

6.5.5 捆扎

6.5.5.1 300 ℃ 以上各点的检测

6.5.5.1.1 双极比较法:选择标准铂铑 10-铂热电偶后,将标准热电偶套上高铝保护管,与已退火的被检热电偶用细镍铬丝或偶丝捆扎成束,捆扎时,应将被检热电偶的测量端围绕标准热电偶的测量端均匀分布一周,并处于同一垂直平面上。捆扎成束的热电偶总数应以满足管形检定炉的尺寸和对温场的规定要求为宜。

6.5.5.1.2 单极比较法:选择标准铂铑 10-铂热电偶后,用细镍铬或偶丝将已退火的被检热电偶束与标准热电偶捆扎在一起,且测量端均处于同一垂直平面上。

6.5.5.2 300 ℃ 以下各点的检测:试样的捆扎按水槽、油槽及低温槽的结构确定。

6.6 测量程序

6.6.1 装炉

6.6.1.1 0℃以下各点的测量,在液氮槽、干冰槽或低温箱中与标准器进行比较,插入深度不应小于200 mm。

6.6.1.2 300℃以下各点的测量,在水槽或油槽中与标准器进行比较,插入深度不应小于200 mm。

6.6.1.3 300℃以上各点的测量,在管形检定炉中与标准铂铑10-铂热电偶进行比较,插入深度约300 mm。调整好插入方向,炉口处沿热电偶束周围用绝热材料封堵。

6.6.2 热电偶参考端连接导线要求及其连接

6.6.2.1 将被检热电偶与标准热电偶的参考端插入同一个参考端恒温器中,各参考端之间的温差不得超过0.1℃。

6.6.2.2 检测时参考端不准使用补偿导线连接,应直接用同一卷铜导线连接。铜导线在20℃时的电阻率应不大于 $0.018\ \mu\Omega\cdot\text{m}$ 。

6.6.2.3 参考端与导线连接方法

先将铜导线二端各剥去约20 mm绝缘层,一端连接转换开关,另一端与热电偶参考端连接,连接时接触要良好,然后将被检热电偶和标准热电偶的参考端置于装有变压器油的玻璃试管中(或塑料管)再插入参考端恒温器内,插入深度应不小于200 mm。

6.6.3 测量

6.6.3.1 0℃以下各点的测量,按图2连接测试系统线路,测量时槽内温度应控制在检测点的 $\pm 1^\circ\text{C}$ 以内,待温度稳定后按5.7.1.2规定的顺序依次测量。每个检测点的测量次数应不少于四次,整个测量过程槽内温度变化应不大于0.1℃。

6.6.3.2 300℃以下各点的测量

6.6.3.2.1 双极比较法测量,按图1连接测试系统线路,直接测量标准与被检热电偶的热电动势值,测量时槽内温度控制在检测点 $\pm 1^\circ\text{C}$ 以内,测量顺序与6.6.3.1相同。整个测量过程槽内温度变化不得大于0.2℃。

6.6.3.2.2 单极比较法测量,按图4连接测试系统线路。I级允差偶丝每个检测点的测量次数不应小于4次,II级允差不应少于2次,测量顺序与6.6.3.1相同。

6.6.3.3 300℃以上各点的测量

按图1或图4连接测试系统线路,测量时炉温控制在检测点 $\pm 5^\circ\text{C}$ 以内,操作方法与6.6.3.2相同,当炉温变化每分钟不超过0.2℃时开始测量,整个测量过程炉温变化不得大于0.5℃。

6.6.3.4 原始测量数据应作详细记录。

7 数据处理

7.1 双极、单极比较法测量数据的处理

采用双极、单极比较法测量时,被测热电偶在各检定点上的热电动势值按公式(1)进行修正计算:

$$E_{t_{\text{被}}} = E'_{t_{\text{被}}} + \frac{E_{t_{\text{标}}} - E'_{t_{\text{标}}}}{S_{t_{\text{标}}}} \times S_{t_{\text{被}}} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$E_{t_{\text{被}}}$ ——被测热电偶在测量温度点 $t^\circ\text{C}$ 时的热电动势值,单位为毫伏(mV);

$E'_{t_{\text{被}}}$ ——被测热电偶在测量温度点 $t^\circ\text{C}$ 时测得的热电动势值,单位为毫伏(mV);

$E_{t_{\text{标}}}$ ——标准热电偶证书上检定温度点 $t^\circ\text{C}$ 时的热电动势值,单位为毫伏(mV);

$E'_{t_{\text{标}}}$ ——标准热电偶在测量温度点 $t^\circ\text{C}$ 时测得的热电动势值,单位为毫伏(mV);

$S_{t_{\text{标}}}$ ——标准热电偶在测量温度点 $t^\circ\text{C}$ 时的热电势率(塞贝克系数),单位为微伏每摄氏度($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$);

$S_{t_{\text{被}}}$ ——被测热电偶在测量温度点 $t^\circ\text{C}$ 时的热电势率(塞贝克系数),单位为微伏每摄氏度($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)。

贵金属热电偶的热电动势率参见附录 A, 廉金属热电偶的热电动势率参见附录 B。

若 $S_{\text{标}} = S_{\text{被}}$ (同种型号热电偶), 则公式(1)可简化为:

$$E_{\text{被}} = E'_{\text{被}} + E_{\text{标}} - E'_{\text{标}} \quad \dots\dots\dots(2)$$

示例 1: 在 1 084.62 °C 检测温度点附近, 二等标准铂铑 10-铂热电偶测得的热电动势算术平均值为 10.576 mV, 被测铂铑 13-铂热电偶测得的热电动势算术平均值为 11.650 mV, 求被测铂铑 13-铂热电偶在 1 084.62 °C 时的热电动势值。

测得 $E'_{1\,084.62\text{标}} = 10.576\text{ mV}$, $E_{1\,084.62\text{被}} = 11.650\text{ mV}$

查二等标准铂铑 10-铂热电偶检定证书 $E_{1\,084.62\text{标}} = 10.570\text{ mV}$,

查附录 A, $S_{1\,084.62\text{标}} = 11.80\text{ }\mu\text{V}/\text{°C}$

$S_{1\,084.62\text{被}} = 13.58\text{ }\mu\text{V}/\text{°C}$, 代入计算公式(1)求得

$$E_{\text{被}} = 11.650 + \frac{10.570 - 10.576}{0.011\,80} \times 0.013\,58 = 11.643(\text{mV})$$

则被测铂铑 13-铂热电偶在 1 084.62 °C 时其热电动势为 11.643 mV。

示例 2: 在 1 000 °C 检测温度点附近, 测得二等标准铂铑 10-铂, 被检镍铬-铂的热电动势算术平均值, 分别是为 9.571 mV 和 32.421 mV, 参考端为 0 °C, 标准热电偶证书中 1 000 °C 的热电动势为 9.587 mV, 求被检镍铬-铂在 1 000 °C 时的热电动势值。

测得 $E'_{1\,000\text{标}} = 9.571\text{ mV}$, $E'_{1\,000\text{被}} = 32.421\text{ mV}$,

查 $E'_{1\,000\text{被}} = 9.587\text{ mV}$, 查附录 B, $S_{1\,000\text{标}} = 0.011\,53\text{ mV}/\text{°C}$, $S_{1\,000\text{被}} = 0.030\,75\text{ mV}/\text{°C}$ 。

将上述代入公式(1)即得:

$$\begin{aligned} E_{\text{被}} &= E'_{\text{被}} + \frac{E_{\text{标}} - E'_{\text{标}}}{S_{\text{标}}} \times S_{\text{被}} \\ E_{1\,000\text{被}} &= 32.421 + \frac{9.587 - 9.571}{0.011\,53} \times 0.030\,75 \\ &= 32.421 + 0.043 = 32.464\text{ mV} \end{aligned}$$

则镍铬-铂在 1 000 °C 时的热电动势值为 32.464 mV。

7.2 同名极比较法测试数据的处理

采用同名极比较法测量时, 被测热电偶在各检定点上的热电动势值, 按公式(3)进行计算:

$$E_{\text{被}} = E_{\text{标}} + E_{\text{tP}} - E_{\text{tN}} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

$E_{\text{被}}$ ——被测热电偶在测量温度点 t °C 时的热电动势值, 单位为毫伏(mV);

$E_{\text{标}}$ ——被测热电偶在测量温度点 t °C 时测得的热电动势值, 单位为毫伏(mV);

E_{tP} ——被测热电偶正极与标准热电偶正极在测量温度点 t °C 时进行比较所测得的热电动势, 单位为毫伏(mV);

E_{tN} ——被测热电偶负极与标准热电偶负极在测量温度点 t °C 时进行比较所测得的热电动势, 单位为毫伏(mV)。

示例 3: 用同名极比较法测量, 铂铑 10-铂热电偶在 660.323 °C 附近测得热电动势的算术平均值为:

$E_{660.323\text{P}} = 0.004\text{ mV}$ $E_{660.323\text{N}} = 0.008\text{ mV}$

求被测热电偶在 660.323 °C 时的热电动势值:

查 $E_{660.323\text{标}} = 5.864$, 代入公式(3): $E_{660.323\text{被}} = 5.864 + (0.004 - 0.008) = 5.860(\text{mV})$

则被测热电偶在 660.323 °C 时 $E_{660.323} = 5.860\text{ mV}$ 。

8 检测报告

检测报告应至少包括下列内容:

- 产品名称、分度号及规格;
- 样品编号;
- 委托单位;
- 测量结果和测量依据;
- 测量人、复核人及批准人签名;
- 测量日期。

附录 A

(资料性附录)

贵金属热电偶热电动势率

A.1 贵金属热电偶热电动势率(塞贝克系数)如表 A.1 所示。

表 A.1 贵金属热电偶在各温度点热电动势率(塞贝克系数)

温度/℃	热电动势率/($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)		
	铂铑 10-铂	铂铑 13-铂	铂铑 30-铂铑 6
100	7.39	7.48	0.90
200	8.46	8.84	2.00
300	9.13	9.74	3.05
400	9.57	10.37	4.06
419.527	9.64	10.48	4.26
500	9.90	10.88	5.03
600	10.21	11.36	5.96
630.63	10.30	11.50	6.23
660.323	10.40	11.64	6.48
700	10.53	11.83	6.81
800	10.87	12.31	7.64
900	11.21	12.78	8.41
961.78	11.42	13.07	8.85
1 000	11.54	13.23	9.12
1 084.62	11.80	13.58	9.67
1 100	11.84	13.63	9.77
1 200	12.03	13.92	10.36
1 300	12.13	14.08	10.87
1 400	12.13	14.13	11.28
1 500	12.04	14.06	11.56
1 554.8	11.95	13.98	11.65
1 600	11.85	13.88	11.69

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
贵金属、廉金属热电偶丝热电动势
测量方法

GB/T 16701—2010

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 24 千字
2011年4月第一版 2011年4月第一次印刷

*

书号: 155066·1-41945 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 16701—2010

打印日期: 2011年5月3日 F008