

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2015.01.13

工业 S 型热电偶 1100℃ 以上温度点校准方法

赵楠, 吴方, 刘丹英

(中航工业北京长城计量测试技术研究所, 北京 100095)

摘 要: 越来越多的单位要求对工业 S 型热电偶 1100℃ 以上温度点进行校准, 但目前没有任何技术规范可供参考。本文就这一需求提供了三种解决方案, 并对这三个方案的校准结果及不确定度进行对比分析, 为计量机构根据客户的需求制定科学合理的校准方案提供参考。

关键词: 工业 S 型热电偶; 1100℃ 以上温度点; 校准方案

中图分类号: TB942

文献标识码: A

文章编号: 1674-5795(2015)01-0052-02

Discussion of Calibration Method of Industrial Type S Thermocouple Above 1100℃ Temperature Point

ZHAO Nan, WU Fang, LIU Danying

(Changcheng Institute of Metrology & Measurement, Beijing 100095, China)

Abstract: A growing number of institutions require to calibrate industrial type S thermocouple above 1100 °C temperature points, but there is no specification for reference. This paper provides three solutions on this requirement, and makes comparison and analysis on the calibration results and uncertainties of the three schemes. This paper suggests measuring institutions to set up scientific and reasonable calibration scheme according to customer demands.

Key words: industrial type S thermocouple; above 1100℃ temperature point; calibration scheme

1 问题的提出

由于 S 型热电偶测温准确度高, 稳定性好, 使用寿命长, 可测量的温度范围宽, 高温下抗氧化性能好, 长期最高使用温度可达 1300℃, 短期最高使用温度可达 1600℃^[1], 因此越来越多的单位将工业 S 型热电偶用于 1100℃ 以上温度点的测量。目前, 针对 S 型热电偶的检定规程^[2]其测量温度范围为 300 ~ 1100℃, 无法满足工业计量的实际需求。如何对工业 S 型热电偶 1100℃ 以上温度点进行校准, 是目前热电偶检定工作的一个难题。

2 解决方案

本文针对 S 型热电偶高温校准问题提供以下几种解决方案:

方案一: 应用标准铂铑 10 - 铂热电偶组标准装置校准工业 S 型热电偶 Zn, Al, Cu 点的热电势值, 再通过外推计算^[3] 1100℃ 以上温度点的热电势值。

此方法具有校准工作量小, 对标准器的损耗小等特点, 可以满足对热电偶校准准确度要求不高的应用场合。

方案二: 以标准铂铑 10 - 铂热电偶组作为标准器, 利用标准铂铑 10 - 铂热电偶组证书给出的 Zn, Al, Cu 点热电势值外推计算得出标准器在 1100℃ 以上被校温度点的热电势值, 然后再采用双极比较法得出被校工业 S 型热电偶 1100℃ 以上相应温度点的热电势值。此方法具有检定准确度高特点, 可以满足各类应用场合, 但由于需要在高温下逐个温度点进行校准, 对标准器损耗大等因素, 校准成本较高。

方案三: 应用一等铂铑 30 - 铂铑 6 热电偶标准装置, 以之作为标准器, 采用双极比较法得出被校工业 S 型热电偶 1100℃ 以上温度点的热电势值。此方法具有校准成本低, 工作量小, 满足国家量传体系的特点, 但校准结果的不确定度较大, 此方法适用于对热电偶检定准确度要求较低的场合。

3 结果分析

针对以上三种方法, 分别对被校准工业 S 型热电偶 (编号分别为 1 #、2 #) 进行 1100, 1200, 1300,

收稿日期: 2014-08-17

作者简介: 赵楠 (1985 -), 女, 山东平度人, 工程师, 硕士, 从事热电偶检测、校准及研究工作。

1313, 1315, 1330, 1335℃ 的热电势值校准, 结果如图 1、图 2 所示。

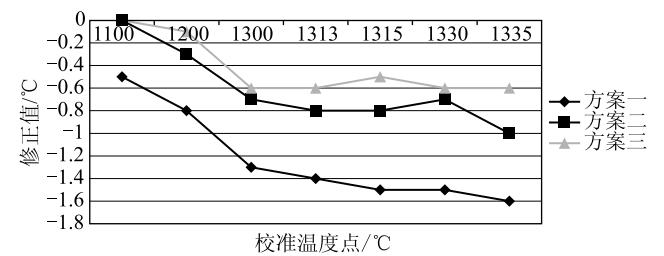


图 1 1#工业 S 型热电偶各温度点修正值

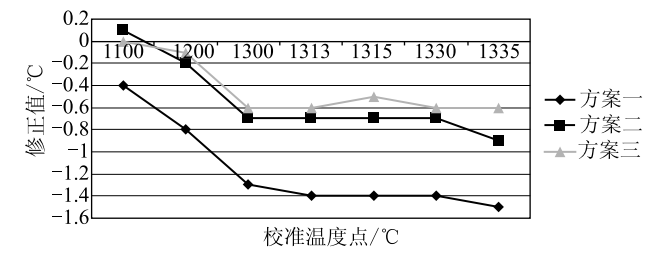


图 2 2#工业 S 型热电偶各温度点修正值

由图 1~2 可以看出, 以上三个方案得到的校准温度点修正值曲线的趋势基本一致, 说明这三种方案均可作为校准工业 S 型热电偶 1100℃ 以上温度点热电势值的方法。所不同的是, 方案二和方案三的 S 型热电偶各温度点修正值较小, 而方案一的 S 型热电偶各温度点修正值略大。

由于校准结果的应用必须兼顾校准结果的不确定度, 因此对以上三个方案的校准结果进行不确定度评估^[4], 其结果见表 1。

表 1 应用不同方案得到的校准温度点校准结果不确定度

校准温度	测量结果的不确定度		
	方案一	方案二	方案三
1100	0.4	0.5	1.8
1200	0.7	0.7	1.8
1300	1.1	0.8	1.8
1313	1.1	0.9	1.8
1315	1.1	0.9	1.8
1330	1.2	0.9	1.8
1335	1.2	0.9	1.8

由表 1 可以看出, 方案二的校准结果不确定度最小, 方案三的校准结果不确定度最大。校准方案的选取, 需要计量单位根据客户的需求进行科学合理的选择。

例如, 针对 I 级工业 S 型热电偶, 当温度范围为 1100~1600℃ 时, 最大允许误差为 $\pm [1 + 0.003(t -$

1100)], 方案一和方案二校准结果的不确定度均小于被校热电偶的最大允许误差, 可以从准确度和校准成本方面考虑选择方案一还是方案二。

而针对 II 级工业 S 型热电偶, 当温度范围为 (600~1600)℃ 时, 最大允许误差为 $\pm 0.25\% t$, 三种方案校准结果的不确定度均小于被校热电偶的最大允许误差, 三个方案均可使用, 但推荐采用方案三。因为方案三是在实际温度点下校准的, 可以避免百度计算外推带来的风险。

由此可见, 在选择或制定 S 型热电偶高温校准方案前, 首先应该跟客户充分沟通, 了解客户的需求和被校热电偶的应用场合, 然后制定一个科学合理的校准方案, 使之既能满足使用需求, 又能降低校准成本。

4 结论

本文就工业 S 型热电偶 1100℃ 以上温度点如何进行校准的问题展开讨论, 提出三个解决方案, 通过对这三个方案校准结果的对比分析, 得出这三个方案校准结果具有一致性, 均可作为校准工业 S 型热电偶 1100℃ 以上温度点的热电势值的方法。通过对三个方案的校准结果不确定度分析, 针对被校热电偶要求的最大允许误差及应用场合进行校准方案优化, 为相关计量部门针对客户不同需求制定科学合理的校准方案提供了理论指导, 具有实际应用价值。

参 考 文 献

[1] 廖理. 热学计量[M]. 北京: 原子能出版社, 2002.
[2] 国家质量监督检验检疫总局. JJG141-2013 工作用贵金属热电偶检定规程[S]. 北京: 中国计量出版社, 2013.
[3] 国家技术监督局. JJG351-1996 工作用廉金属热电偶检定规程[S]. 北京: 中国计量出版社, 1996.
[4] 赵楠, 吴方, 刘丹英. 最小二乘法在热电偶热电势校准中的应用[J]. 计测技术, 2013, 33(6): 62-64.
[5] 李江蛟, 崔志尚. 热电偶超上限温度测试的研究[J]. 计量学报, 2000, 21(1): 40-42.

全国惯性技术计量技术委员会审议 5 项技术法规

在 2014 年 12 月 3 日召开的全国惯性技术计量技术委员会 2014 年年会上, 审议了《惯性技术计量术语及定义》、《微机电 (MEMS) 陀螺仪校准规范》、《陀螺仪动态特性校准规范》、《钻孔倾斜仪校准规范》和《三轴转台校准规范》5 个技术法规, 其中《惯性技术计量术语及定义》等 4 个技术法规已通过评审, 《三轴转台校准规范》需要完善后再次提交委员会审查。目前, 各技术法规的主要编写人正在准备技术法规报批稿等材料, 近期将完成上报。

(董雪明 报道)