

工业铂热电阻计量比对及结果分析

李姣姣 高旭辉 董宏斌 路宗敏 周艺 杨超 张禹 山涛

陕西省计量科学研究院 西安 710100

摘要: 为保证工业铂热电阻的量值一致、准确、可靠, 计量行政部门组织实施了工业铂热电阻计量比对。本文介绍了比对的基本情况、传递标准、结果评价等内容, 通过比对发现计量技术机构在工业铂热电阻检定/校准过程中存在的问题并加以解决。

关键词: 计量比对; 铂电阻; 示值误差

0 引言

工业铂热电阻是利用金属导体在不同温度下的电阻值变化来反应温度变化的计量器具, 广泛应用于工业生产、机械制造、航空航天、医药卫生、节能环保等领域的温度测量及控制。为保证工业铂热电阻的量值一致、准确、可靠, 考察各计量技术机构的技术能力, 计量行政部门组织实施了工业铂热电阻计量比对, 通过各参比实验室对工业铂热电阻检定/校准结果的一致性程度来评价及验证其开展检定/校准工作的能力, 包括实验室环境条件、人员资质、计量标准器具、技术水平及数据处理能力。已获得工业铂热电阻检定/校准授权的25家法定计量检定机构作为参比实验室参加了计量比对, 其中依法设置的技术机构6家, 依法授权的技术机构19家。

1 比对的实施

1.1 比对技术依据

比对技术方案依据JJF 1117-2010《计量比对》; 比对步骤依据JJG 229-2010《工业铂、铜热电阻》; 测量不确定度的评定方法依据JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》。

1.2 比对项目

比对按照JJG 229-2010《工业铂、铜热电阻》检定规程中后续检定温度偏差的要求, 对传递标准工业铂热电阻0℃、100℃的温度偏差进行校准, 给出各点温度偏差测量结果及其扩展不确定度。

1.3 比对方式

比对方式采用花瓣式。所有参比实验室分为5组, 以字母A~E表示; 每组5家, 以数字1~5表示, 每组使用同一支工业铂热电阻进行比对。传递顺序均为从主导实验室出发, 每组依次从参比实验室1~5传递后返回主导实验室, 主导实验室对工业铂热电阻进行稳定性核查及复核, 如图1所示。



图1 工业铂热电阻比对方式

1.4 传递标准

比对的传递标准为工业铂热电阻, 由主导实验室提供并对其进行标识; 其型号为Pt100, 长350mm, 直径5mm。在传递前, 主导实验室对工业铂热电阻的温度偏差进行了60日的稳定性监测, 监测数据显示所有工业铂热电阻的温度偏差最大变化量均小于JJG 229-2010《工业铂、铜热电阻》检定规程中规定的允差绝对值的1/3, 表明所选工业铂热电阻的稳定性良好。

1.5 比对步骤要求

各参比实验室提前做好比对准备工作, 保证符合要求的比对环境条件、标准器、人员等要素; 在规定时间内完成比对实验, 按照实施方案的要求传递和交接工业铂热电阻; 实验完成后5个工作日内将比对所需材料报告主导实验室。

为确保比对的真实性与公正性, 在比对总结报告尚未正式公布前, 主导实验室、所有参比实验室的相关人员均应对比对结果保密, 不允许出现任何形式的数据串通, 不得泄露任何与比对结果有关的信息, 以确保比对数据的严密与公正^[1]。

2 比对结果

2.1 参考值

比对的参考值取主导实验室递送前测得温度偏差和返回主导实验室后测得温度偏差的平均值，参考值的不确定度取该平均值的测量不确定度，详见表1。

表1 参考值及不确定度

组别	0℃		100℃	
	参考值 (℃)	U (℃) ($k=2$)	参考值 (℃)	U (℃) ($k=2$)
A	0.015	0.021	0.074	0.042
B	-0.008	0.021	0.050	0.042
C	-0.022	0.022	0.028	0.042
D	-0.066	0.020	-0.046	0.042
E	-0.136	0.023	-0.147	0.055

2.2 结果评价方法及判定原则

参比实验室工业铂热电阻温度偏差的测量结果及其相应的不确定度的一致性通过归一化偏差 E_n 进行评价。

$$E_n = \frac{y - y_0}{\sqrt{U^2 + U_0^2}}$$

式中： y ——参比实验室的测量结果，℃；

y_0 ——参考值，℃；

U ——参比实验室测量结果的扩展不确定度，℃；

U_0 ——参考值的扩展不确定度，℃；

若 $|E_n| \leq 1$ ，参比实验室的测量结果与参考值之差在合理的预期之内，比对结果可接受；若 $|E_n| > 1$ ，参比实验室的测量结果与参考值之差未达到合理的预期，应分析原因。

2.3 比对结果

主导实验室对所有参比实验室提交的比对数据进行整理汇总，各参比实验室的工业铂热电阻温度偏差测量结果列于表2。

表2 各参比实验室测量结果

结果代码	温度偏差 (℃)		结果代码	温度偏差 (℃)	
	0℃	100℃		0℃	100℃
A1	0.01	0.06	B1	-0.02	0.04
A2	0.01	0.04	B2	-0.01	0.06
A3	0.01	0.07	B3	-0.01	0.04
A4	0.02	0.09	B4	-0.02	0.02
A5	0.01	0.06	B5	0.001	0.003
C1	-0.03	0.03	D1	-0.06	-0.03
C2	-0.03	0.04	D2	-0.07	-0.03
C3	-0.02	0.04	D3	-0.06	-0.04
C4	-0.01	0.05	D4	-0.07	-0.05
C5	-0.03	0.03	D5	-0.07	-0.05
E1	-0.14	-0.13	/	/	/
E2	-0.13	-0.13	/	/	/
E3	-0.13	-0.13	/	/	/
E4	-0.18	-0.19	/	/	/
E5	-0.14	-0.14	/	/	/

2.4 比对结果评价

根据归一化偏差公式计算所有参比实验室测量结果的 E_n 值，各参比实验室 E_n 值见图2~图6。

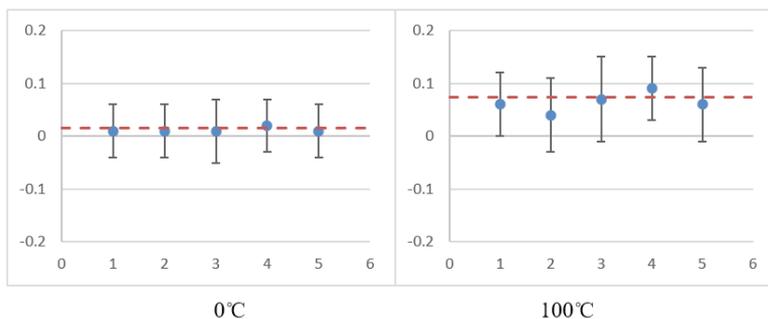


图2 A组 E_n 值

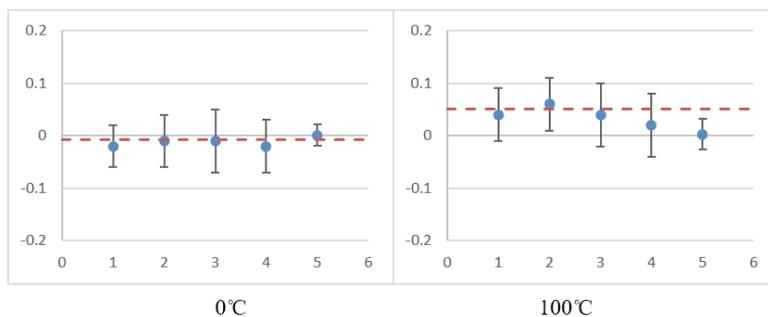
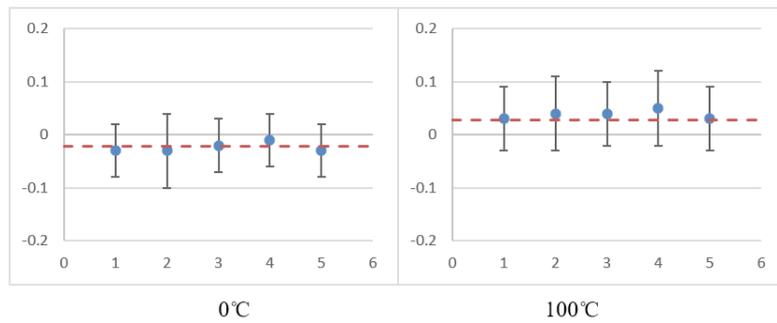
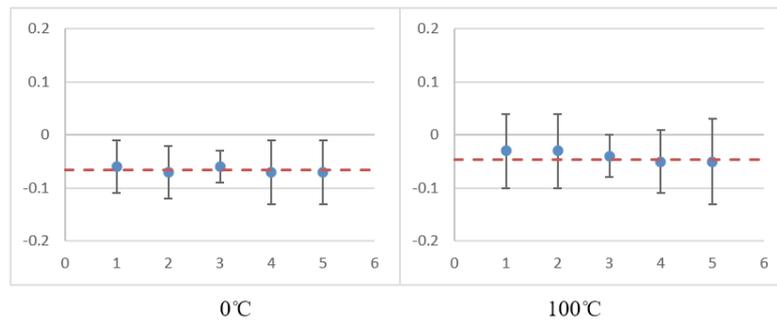
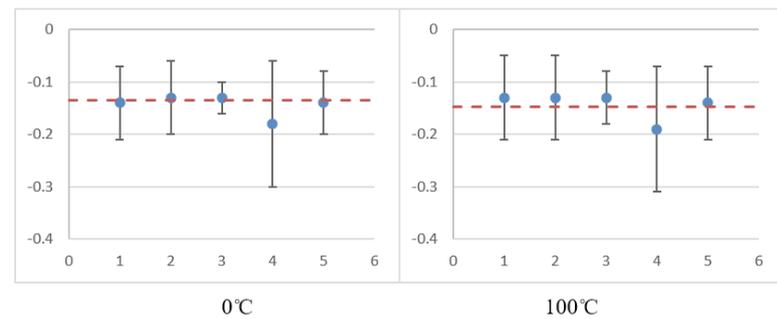


图3 B组 E_n 值

图4 C组 E_n 值图5 D组 E_n 值图6 E组 E_n 值

2.5 比对结果分析

所有参比实验室的工业铂热电阻温度偏差测量结果与参考值之差均在合理的预期内, E_n 值均小于1, 比对一致性可接受, 比对结果满意。但比对工作也反映了以下问题:

(1) 对检定规程理解不到位。部分参比实验室的不确定度分析中的单位、符号、换算表达不规范。

(2) 对实施方案理解不到位。B5实验室结果报告中的温度偏差数据和C1实验室结果报告中的不确定度数据未按要求修约。

(3) 为保证工业铂热电阻的稳定性, 并与检定规程要求一致, 以0°C和100°C作为比对点。参比实验室应充分考虑以此覆盖整个有效温度范围的风险。

3 结语

计量比对是计量行政部门加强计量基、标准监督管理的重要手段, 也是对计量技术机构对检定校准结果进行监控的有效方法^[1]。希望各实验室继续加强工业铂热电阻检定/校准人员的业务培训, 深化对检定规程的理解, 提高检定/校准操作的熟练程度; 加强不确定度评定等理论培训, 提高不确定度评定技术水平; 进一步加强各实验室间的相互联系和交流, 定期开展计量技术机构标准装置计量比对, 全面提升计量检定/校准机构的技术能力^[2]。

参考文献

- [1]JJF 1117-2010《计量比对》[S].
- [2]高旭辉, 龚敏珍, 李域, 等. 电导率仪计量比对[J]. 计量与测试技术, 2020, 47(08):60~63.