

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2015.02.18

湿度传感器能力验证活动误差来源分析

王传博, 贺胜

(天津市电子仪表实验所, 天津 300210)

摘 要: 本文主要阐述了本实验室在参加由 CNAS 组织的湿度传感器能力验证活动中, 当最终结果报告中出现临界值情况时, 应采取的措施: 包括分析误差的主要来源, 制定相应的纠正措施, 并验证结果的过程。

关键词: 湿度传感器; 能力验证; 误差分析; 改进措施

中图分类号: TB943

文献标识码: B

文章编号: 1674-5795(2015)02-0070-02

Analysis of Error Source of Humidity Sensors' Proficiency Testing

WANG Chuanbo, HE Sheng

(Tianjin Electronic & Instrumental Laboratory, Tianjin 300210, China)

Abstract: This paper describes what measures this laboratory should take after attending a verification activity of humidity sensors organized by CNAS and getting critical values in the final results report, including analyzing the main sources of errors, stipulating relevant correction measures, and verifying the results.

Key words: humidity sensor; proficiency testing; error analysis; improvement measure

0 引言

能力验证活动作为评价参与实验室技术和管理的重要手段, 越来越为计量行业所重视。我国的各级计量管理机构对能力验证的范围、频次等也都进行了相应的规定^[1-2]。能力验证活动主要包括能力验证计划、测量审核和实验室间比对三种形式。其中能力验证活动因为参与实验室数量多、组织与安排缜密而更为实验室所认可。能力验证的重要性、开展方式、组织和实施等问题在其他论文中都有涉及, 本文就本实验室参加湿度传感器能力验证活动的实例进行相关分析, 着重讨论在能力验证活动中, 当最终结果报告中出现临界值情况时, 如何分析问题、解决问题。

1 活动背景

本实验室参加了 CNAS 组织的相对湿度传感器校准能力验证活动。相关人员按照实施机构的作业指导书进行了试验, 提交了数据结果和相关资料。经过一段时间我们收到了最终结果报告: 在 20℃ 条件下, 10% RH, 30% RH, 50% RH, 70% RH, 90% RH 这 5

个校准点的标准化误差 E_n 值分别为 -0.8, 0.2, 0.4, 0.8 和 1.0。虽然该报告显示我实验室所提交的结果为满意, 但同时我们也发现在 10% RH, 70% RH, 90% RH 这三个校准点上, 用于判定结果的 E_n 值已接近或达到临界值 1, 这三个数据应为可疑数据。对此, 我实验室高度重视, 组成分析小组, 对误差的来源进行分析。

2 误差来源分析

首先对照作业指导书和规程规范^[3]对此次活动重新进行梳理。对原始数据、数据的处理、不确定度的评定等环节进行分析, 并进行了模拟实验。在排除了几个可能造成误差的因素之后, 重点怀疑下述几个因素:

2.1 露点仪修正值的使用问题

露点仪是该次实验所使用的主要标准器, 本实验室所用露点仪经上级溯机构溯源后, 证书给出露点温度的修正值为 0.2℃ (换算成相对湿度最大可达到 1.2% RH)。日常使用时, 我们直接读取露点仪上显示的经换算后的相对湿度值作为标准值, 将露点温度修正值的最大允许误差作为引入不确定度分量的一个来源。这样做可以满足日常工作要求, 但同时也会使测量误差和不确定度加大。露点仪的温度传感器也存在一定误差, 虽满足使用的要求, 但也会对结果产生影响。

收稿日期: 2014-11-09; 修回日期: 2015-03-10

作者简介: 王传博(1983-), 男, 工程师, 主要从事温湿度计量以及校准实验室管理工作。

利用原始记录对代入修正值后的 E_n 进行模拟计算，在 10% RH，70% RH，90% RH 这三个校准点上，用于判定结果的 E_n 值分别为 -0.8，0.4 和 0.7，较之前的数据有了一定的改善。计算结果见表 1。

表 1 修正前后的 E_n 值

校准点(20℃条件下)	E_n 值	代入露点温度修正值后的 E_n 值
10% RH	-0.8	-0.8
70% RH	0.8	0.4
90% RH	1.0	0.7

2.2 露点仪漂移产生的影响

本实验室开展能力验证试验的时间为 2012 年 8 月，在 2012 年 3 月露点仪的溯源证书中其最大露点示值误差为 -0.2℃，而在 2013 年 3 月的溯源中，证书体现其最大露点示值误差为 0.3℃，且其中 3 个温度点示值误差为 0.3℃，该数值已超出精密露点仪指标要求。故有可能在两次溯源之间，即能力验证时数值已经漂移，可能对能力验证结果造成了影响。

2.3 露点探头自热产生的影响

最终结果报告^[4]在技术建议中提出主标准器最好选用抽气式的精密露点仪，以避免露点探头在工作过程中产生热量对湿度发生器测量室的温度场产生影响。而我室使用的为投入式精密露点仪，需将整个探头投入湿度发生器内，其测量湿度的原理为通过露点探头上的半导体冷阱将空气中水分凝结成露，利用感光元件监视结露情况。达到平衡点后，再通过测温元件测量露点，配合铂电阻传感器测得的温度，换算出相对湿度。一般情况下，校准点的选择应接近环境温，而本实验室收到湿度传感器样品的时间为 8 月 21 日，地理位置又处于沿海地带，环境温湿度较高，实验室环境(开空调的情况下)调节为 25℃，50% RH 左右，而能力验证作业指导书要求测试温度为 20℃。在能力验证的测量要求下，将 20℃ 样气中水分冷凝势必需要更多的冷量，同时散发较大热量。投入式露点仪可能导致冷镜头部局部温度略高，影响了湿度发生器测量室的温度场均衡，也在一定程度上影响了读取数据的真实性。

2.4 环境对湿度发生器内湿度场的影响

本实验室使用的湿度发生器的端盖上有直径 $\phi 7.5 \sim 25$ 不同孔径的测试孔若干。但此次能力验证活动中所传递的湿度传感器样品，其前端部分并不十分规则，外径略小于本实验室发生器与其尺寸接近的孔径，因为相差很小，当时并未进行进一步的密封处理。同时，为了使传感器尽可能的靠近露点仪，插入发生器的深度较浅，样气泄露后，湿度场发生变化，使得

传感器周围部分的湿度与场内湿度有些差别。在校准低湿时，传感器周围湿度较高；校准高湿时，传感器周围湿度较低。从数据上来看，10% RH 校准点 E_n 值为 -0.8，根据 E_n 值计算公式说明本实验室提供的传感器湿度修正值小于参考实验室修正值，倒推出被校传感器的读数可能偏大。同样 70% RH，90% RH 校准点时， E_n 值分别为 0.8 和 1.0，倒推出被校传感器的读数可能偏小。而在 30% RH，50% RH 校准点上，由于和环境湿度接近，漏气的干扰并不明显。

3 改进措施

针对上述可能产生误差的原因，本小组提出了相应的改进措施：

对于高准确度的湿度传感器测量，采用代入修正值的做法，修改相应的作业文件。在提高测量准确度的同时，减小测量不确定度的结果表达。通过合理有效的手段，利用现有仪器设备，提高校准数据的准确性。

加强对精密露点仪的日常监测，关注其期间核查、质控图的数据。对于发生漂移等问题要尽早发现，及时进行校准调整，避免校准结果偏离。

在规程允许的范围内根据环境温度的不同调整校准点。尽可能保证校准的温湿度点接近实际环境条件，避免由于湿度发生器内外环境差异过大带来的影响。

使用密封塞等工具将传感器探头与测试腔端盖密封好，减少漏气所带来的对测量结果的影响。

在今后的能力验证活动中，积极研究测量结果的验证方法。使用合理有效的方法对校准结果进行验证，以佐能力验证结果，降低离群的可能性。

4 结束语

本文以一个实例介绍了能力验证中得到不良结果应该如何分析解决问题。而最终的验证工作还需通过能力验证活动来实现。本实验室随后将该项目与其他实验室进行了测量审核，得到了满意的结果。说明改进措施取得了预期的效果。

参 考 文 献

[1] 中国合格评定国家认可委员会. CNAS - RL02: 2010 能力验证规则[S]. 北京: CNAS, 2010.

[2] 中国合格评定国家认可委员会. CNAS - AL07: 2011 能力验证领域和频次表[S]. 北京: CNAS, 2011.

[3] 国家质量监督检验检疫总局. JJF 1076 - 2001 湿度传感器校准规范[S]. 北京: 中国计量出版社, 2001.

[4] 中国合格评定国家认可委员会. CNAS M0054 相对湿度传感器校准能力验证计划最终结果报告[R]. 北京: CNAS, 2013.