

一种数字式温湿度计相对湿度的修正方法

刘宇明, 邬 昕

上海市计量测试技术研究院, 上海

收稿日期: 2024年2月19日; 录用日期: 2024年2月29日; 发布日期: 2024年3月15日

摘 要

本文针对温湿度标准箱温度均匀性对湿度校准结果的影响, 提出一种通过露点温度修正相对湿度的方法, 采用精密数字温湿度计、湿度发生器验证该方法的合理性, 验证且提升湿度校准的工作的准确性。

关键词

温度均匀性, 相对湿度, 露点

A Correction Method for the Relative Humidity of a Digital Thermohygrometer

Yuming Liu, Xin Wu

Shanghai Institute of Metrology and Testing Technology, Shanghai

Received: Feb. 19th, 2024; accepted: Feb. 29th, 2024; published: Mar. 15th, 2024

Abstract

This paper studies the influence of temperature uniformity of temperature and humidity standard box on humidity calibration results, and proposes a method to correct relative humidity through dew point temperature. It uses precision digital hygograph and humidity generator to verify the rationality of the method and verify and improve the accuracy of humidity calibration.

Keywords

Temperature Uniformity, Relative Humidity, Dew Point

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

温湿度标准箱为数字式温湿度的校准工作提供指定的温度、湿度环境。《JJF1076-2020 数字式温湿度计校准规范》[1]规定了温湿度标准箱的温度、湿度均匀性。基于温度均匀性的影响,无法保证箱体每个位置的温度相同,温度的偏差会改变湿度的示值误差,本文提出一种通过露点温度修正相对湿度的方法,研究箱体温度均匀性对湿度示值误差的影响。

2. 研究背景

在日常工作中,部分温湿度标准箱的温度均匀性随相对湿度的减小而增大。该标准箱使用《JJF1564-2016 温湿度标准箱校准规范》进行校准时,符合《JJF1076-2020 数字式温湿度计校准规范》的技术要求。但实际在低湿工况(例如 10% RH)进行校准工作时,均匀性远大于技术要求,温度偏差引入湿度的校准误差。

校准工作中,精密露点仪[2]和铂电阻温度计[3]作为标准设备,放置在温湿度标准箱的中心位置,被校准的仪器摆放在精密露点仪和铂电阻温度计的周围。对于温湿度标准箱温度均匀性过大、温湿度计距离标准设备较远,需要对测得的相对湿度修正,以减小温度均匀性产生的影响。

3. 试验与结果分析

3.1. 试验设计与参数选择

本文选用相对湿度精度为 2% RH 数字温湿度计作为被校准仪器,20℃条件下 20% RH、30% RH、40% RH、50% RH、60% RH、70% RH、80% RH 和 90% RH 作为试验工况。将数字温湿度计放置在温湿度标准箱内,该温度均匀性大、温湿度计距离标准设备较远,分别依次设定上述试验工况,待温湿度标准箱和数字温湿度计达到稳定后 30 min,每隔 2 min 记录温度和相对湿度标准值、仪器温度和相对湿度示值,每个工况记录三组数据并取平均值。

温度、露点温度和相对湿度三者呈函数关系[4],可通过其中两个数值查得第三个参数的值,拟通过露点温度不变,将温湿度标准箱的温度均匀性作为修正值,被校准仪器的温度测得值加入修正值,重新换算后得到新的相对湿度值。

湿度发生器的校准室体积小、温湿度均匀性极小。将被校准仪器放置在湿度发生器内,依次设定上述工况,达到稳定后 30 min,每隔 2 min 记录的校准数据作为标准值。对比被校准仪器在温湿度标准箱中测得值、修正后的换算值、湿度发生器中的测得值三个湿度数据,分析该修正方法的合理性和准确性。

3.2. 试验结果

不同温度工况点,相对湿度与温度的试验数据如表 1、表 2、表 3 所示。

Table 1. Temperature and humidity standard box test data statistics

表 1. 温湿度标准箱测试数据统计

| 湿度点 | T 标 | T 仪器 | Td | % RH 标 | % RH 示 | % RH 换算 |
|--------|-------|------|------|--------|--------|---------|
| 20% RH | 19.91 | 20.3 | -4.0 | 18.82 | 17.9 | 19.26 |

续表

| | | | | | | |
|--------|-------|------|------|-------|------|-------|
| 30% RH | 20.12 | 20.5 | 1.6 | 29.12 | 28.0 | 28.70 |
| 40% RH | 20.12 | 20.4 | 5.8 | 39.16 | 38.5 | 39.17 |
| 50% RH | 20.18 | 20.3 | 9.2 | 49.22 | 48.5 | 49.16 |
| 60% RH | 20.10 | 20.2 | 12.2 | 60.40 | 59.7 | 60.44 |
| 70% RH | 20.05 | 20.2 | 14.6 | 70.85 | 70.2 | 70.85 |
| 80% RH | 20.03 | 20.2 | 16.7 | 81.15 | 80.1 | 80.95 |
| 90% RH | 20.04 | 20.2 | 18.4 | 90.29 | 89.3 | 90.19 |

Table 2. Wireless temperature and humidity data collector temperature and relative humidity difference statistics
表 2. 无线温湿度数据采集仪温度、相对湿度差值统计

| 湿度点 | ΔT (T 仪器-T 标) | $\Delta\%RH_1$ (% RH 仪器-%RH 标) | $\Delta\%RH_2$ (% RH 换算-% RH 标) |
|--------|-----------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 20% RH | 0.39 | 0.9 | 0.4 |
| 30% RH | 0.38 | 1.1 | 0.4 |
| 40% RH | 0.28 | 0.7 | 0.0 |
| 50% RH | 0.12 | 0.7 | 0.1 |
| 60% RH | 0.10 | 0.7 | 0.0 |
| 70% RH | 0.15 | 0.6 | 0.0 |
| 80% RH | 0.17 | 1.1 | 0.2 |
| 90% RH | 0.16 | 1.0 | 0.1 |

表 1 统计了温湿度标准箱测试的标准器温度与相对湿度和采集仪显示的温度与相对湿度, 以及未修正和修正相对湿度。温度与两种相对湿度与标准器标准值的差值如表 2 所示, 图 1 为差值折线图。

结合表 1 和表 2 可以发现, 湿度越高箱体实际温度越接近; 湿度低于 60% RH 的温度偏移 20℃ 超过 0.1℃, 且随着湿度降低采集仪的实际温度与标准器实际温度偏移温度 ΔT 越来越大, 20% RH 时达 0.39 摄氏度。未修正相对湿度的 $\Delta\%RH_1$ 基本高于根据露点修正的 $\Delta\%RH_2$, 且在低湿与高湿时差值较大。

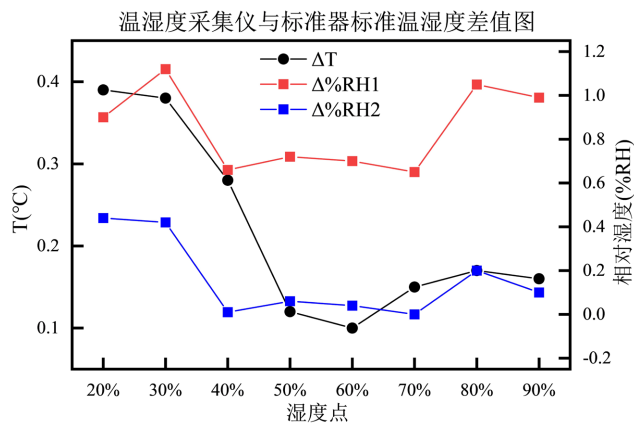


Figure 1. Wireless temperature and humidity data collector temperature and relative humidity difference chart

图 1. 无线温湿度数据采集仪温度、相对湿度差值图

Table 3. Test data of wireless temperature and humidity data collector in wet and dry separation method humidity generator
表 3. 无线温湿度数据采集仪在干湿分离法湿度发生器中测试数据

| T 发 | % RH 发 |
|------|--------|
| 20.1 | 19.8 |
| 20.1 | 29.8 |
| 20.1 | 39.8 |
| 20.1 | 49.5 |
| 20.1 | 59.2 |
| 20.1 | 68.8 |
| 20.0 | 78.5 |
| 20.0 | 88.4 |

表 3 是无线温湿度数据采集仪在干湿分离法湿度发生器中测试数据表, 采集仪的温度精度为 0.1℃, 相对湿度精度为 2% RH, 性能稳定。

4. 总结

本试验得出的结论如下:

(1) 该修正方法在相对湿度较低时变化较大, 20% RH 时修正值约为 1.4% RH, 相对湿度增大后变化趋势减小, 90% RH 时修正值约为 0.8% RH。

(2) 该修正方法无异常值出现, 修正前标准器与被校设备的误差在 0.6% RH~1.1% RH 范围内, 修正后误差在 0.0% RH~0.4% RH 范围内, 根据露点修正的相对湿度更接近标准器的值, 试验工况下最大误差为 0.4% RH; 根据标准器示数直接修正的最大误差为 1.1% RH。

(3) 未修正和修正相对湿度都在给定的 2% RH 不确定范围内, 因此对温湿度精度要求较高的仪器根据露点修正具有应用价值, 对于精度要求不高的仪器可直接通过标准器示数进行修正。

参考文献

- [1] JJF 1076-2020 数字式温湿度计校准规范[S]. 2020.
- [2] 高雅, 王毅, 胡艳青, 等. 冷镜式精密露点仪光电信号特征参数试验研究[J]. 计测技术, 2023, 43(6): 121-126.
- [3] 姚丽芳, 姜盈盈, 徐忠英. 精密铂电阻温度计校准装置的建立[J]. 上海计量测试, 2023, 50(3): 42-45.
- [4] 张文东, 崔体运, 沈淘淘, 等. 精密露点仪的露点与相对湿度换算及验证研究[J]. 计测技术, 2022, 42(2): 97-101.