

温湿度表校准误差产生的原因分析及对策

欧安军

玉林市检验检测研究院 广西 玉林 537000

摘要：温湿度表校准误差会导致测量数据失真，影响生产工艺控制、科研实验准确性，还可能使医疗环境监测失效，引发产品质量问题或安全隐患，破坏各领域对温湿度监测的可靠性。本文阐述了温湿度表校准的概念及所遵循的标准与规范，随后从仪器自身、环境、操作因素剖析了校准误差产生的具体原因，最后针对性地提出了相应的控制对策，包括仪器选型与维护、环境优化、操作规范及标准器具管理等方面。研究旨在为提高温湿度表校准精度提供切实可行的方法，以保障各领域温湿度测量结果的可靠性。

关键词：温湿度表校准；误差产生的原因分析；对策

引言：温湿度表作为重要的测量工具，在生产、科研、医疗等领域应用广泛，其测量准确性直接影响相关工作的质量。校准是保证温湿度表测量精准的关键环节，但实际校准中误差难以避免，影响测量结果可信度。基于此，本文先明确温湿度表校准的概念与规范，再分析误差产生的各类原因，进而提出解决对策，为提升校准质量提供理论与实践支持。

1 温湿度表校准概述

1.1 温湿度表校准的概念

温湿度表校准是指在规定的条件下，通过将温湿度表的示值与已知准确度的标准器具所复现的量值进行对比，以确定其示值误差、修正值或其他计量特性的一系列操作过程。其核心目的是确保温湿度表测量结果的准确性和可靠性，为生产、科研、医疗等领域的温湿度监测提供可信依据。

从操作本质来看，校准并非简单的数值对比，而是一个系统性的技术活动。它需要在特定的环境条件（如温度、湿度、气压稳定的实验室）中进行，通过规范的操作流程，运用符合精度要求的标准设备（如标准温度计、湿度计），对被校温湿度表的多个测量点进行检测。例如，在温度校准中，需覆盖仪器的测量量程范围，从低温到高温选取若干关键节点；湿度校准则需针对对不同湿度区间（如低湿、中湿、高湿环境）分别开展比对。

1.2 校准的标准与规范

温湿度表校准要遵循统一的标准与规范，以保证校准结果的一致性和权威性。目前国际上通用的标准体系主要包括国际计量局（BIPM）制定的国际温标（如ITS-90）和湿度测量标准，以及国际标准化组织（ISO）发布的相关校准规范（如ISO17025《检测和校准实验室能力

的通用要求》）。在国内，校准工作要符合国家计量技术规范，例如JJF1101-2019《环境试验设备温度、湿度参数校准规范》对温湿度测量设备的校准条件、方法和数据处理做出了详细规定。行业内也可能存在特定标准，如医药行业对温湿度表的校准要求需符合GMP（药品生产质量管理规范）相关条款。

校准规范明确了标准器具的精度等级要求（通常应高于被校仪器一个等级）、环境条件控制范围（如温度波动不超过 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度控制在40%~60%）、校准点的选取原则、测量次数及数据处理方法等。例如，在湿度校准中，使用饱和盐溶液法时，要严格控制溶液浓度和平衡时间，确保标准湿度环境的稳定性^[1]。

2 温湿度表校准误差产生的原因分析

2.1 仪器自身因素导致的校准误差及分析

仪器自身的特性是引发校准误差的内在因素，主要有以下方面：（1）仪器精度等级不足。不同精度等级的温湿度表在设计和制造时，其测量范围、最小分度值以及允许误差范围存在差异。若所选用的温湿度表精度等级低于校准要求，其自身的示值误差就可能超出可接受范围，直接导致校准结果出现偏差。精度等级不足意味着仪器对温湿度细微变化的感知能力较弱，无法准确捕捉到校准过程中需要测量的精确数值，从而使校准得到的示值与实际标准值之间产生差距。（2）仪器零部件老化或损坏也。温湿度表的核心零部件，如传感器、显示屏、内部电路等，在长期使用过程中，会因环境因素、机械磨损、化学腐蚀等原因逐渐老化。传感器作为感知温湿度变化的关键部件，老化后其灵敏度会下降，对湿度的响应速度变慢，测量的准确性也会降低。内部电路若出现元件老化、接触不良等问题，会影响信号的传输和处理，导致测量值失真。（3）仪器设计缺陷。在仪

器设计阶段,若对温湿度测量原理的应用存在不足,或对零部件的匹配性考虑不周,会导致仪器在结构和功能上存在先天不足。如传感器的安装位置不合理,可能使其无法充分接触到被测环境的温湿度,导致测量值不能真实反映实际情况;仪器的通风结构设计不当,会影响温湿度的传递,使测量区域的温湿度与周围环境存在差异,从而在标定时产生误差。

2.2 环境因素引发的校准误差及分析

环境因素是影响温湿度表校准的重要外部条件,主要误差源有:(1)温度波动。在温湿度表校准过程中,要求环境温度保持稳定,因为温度的变化会影响仪器内部零部件的性能。温度升高或降低,可能导致传感器的特性发生改变,使其测量的温度值出现偏差。温度波动还会引起周围空气湿度的变化,进而间接影响湿度的校准结果。即使是微小的温度波动,在高精度校准中也可能被放大,导致校准误差的产生。(2)湿度变化。当环境湿度突然升高或降低时,被校湿度表的传感器需要一定时间才能响应这种变化,在响应过程中测量的数值往往不准确,导致校准误差。高湿度环境可能会使仪器内部产生凝结水,损坏零部件,影响仪器的正常工作;低湿度环境则可能导致仪器内部的绝缘性能下降,影响电路的正常运行,进而对校准结果产生不利影响。(3)振动、电磁干扰等。振动会使温湿度表的零部件产生位移或松动,影响传感器的稳定性和测量精度。持续的振动可能导致传感器与仪器内部的连接出现问题,使测量信号传输不稳定,从而产生示值波动。电磁干扰主要来自周围的电器设备、电源线路等,其会干扰温湿度表内部电路的信号处理,使测量值出现异常。

2.3 操作因素造成的校准误差及分析

操作因素与操作人员的专业能力和操作规范性密切相关,具体如下:(1)操作人员专业技能不足。温湿度表校准需要操作人员具备一定的专业知识,包括对校准原理、仪器特性、环境控制要求等方面的了解。若操作人员缺乏相关的专业培训,对校准过程中的关键环节把握不准确,就可能在操作中出现失误。如不了解温湿度表的正确使用方法,在安装、调试仪器时操作不当,会影响仪器的测量状态,导致校准结果出现误差。(2)操作流程不规范会直接影响校准的准确性。温湿度表校准有严格的操作流程,包括仪器的预热、校准点的选择、测量次数的确定、数据的记录等环节。若操作人员不按照规范流程进行操作,跳过某些必要步骤或随意改变操作参数,会导致校准过程不完整或不标准。如仪器未进行充分预热就开始校准,其内部温度尚未稳定,测量值

会出现较大波动;校准点的选择不符合要求,不能全面反映仪器的测量性能,会使校准结果的代表性不足。

(3)校准过程中的人为疏忽。在校准过程中,操作人员需要集中注意力,仔细观察仪器的示值、环境的变化等情况。若操作人员责任心不强,出现疏忽大意,如读数时看错刻度、记录数据时写错数值、忘记对环境条件进行监控等,都会直接影响校准结果的准确性^[2]。

3 解决温湿度表校准误差产生的对策

3.1 针对仪器自身因素的误差控制对策

针对仪器自身因素导致的校准误差,要从以下三个层面采取切实可行的措施。(1)在仪器选型方面,根据实际校准需求选择合适精度等级的仪器。全面评估校准工作对测量精度的要求,结合测量范围、环境条件等因素,确定仪器所需的精度等级。在采购过程中,要严格审查仪器的生产资质和计量认证证书,确保仪器的精度参数符合相关标准和规范。同时对仪器进行到货检验,通过初步的性能测试,验证其精度是否达到预期要求,避免因仪器本身精度不足而引入校准误差。(2)加强仪器的维护与保养。制定完善的维护保养计划,定期对仪器进行检查、清洁和调试。对于传感器等关键部件,要按照操作规程进行维护,避免因灰尘、污垢积累或机械损伤影响其性能。定期检查仪器的内部电路,确保各元件连接牢固、工作正常,及时更换老化或损坏的零部件。做好仪器的存放管理,将仪器置于干燥、通风、无振动的环境中,避免因存放不当导致仪器性能下降。(3)推动仪器设计的优化。生产企业加强对温湿度测量技术的研究,改进传感器的设计,提高其灵敏度和稳定性。优化仪器的结构布局,确保传感器能够充分接触被测环境,减少因设计不合理导致的测量偏差。注重仪器的抗干扰能力设计,增强其对温度波动、电磁干扰等因素的抵抗能力。

3.2 针对标准器具因素的误差控制对策

标准器具作为校准的基准,其自身的准确性直接影响校准结果,因此要采取以下严格的控制措施。(1)确保标准器具自身精度符合要求。在选择标准器具时,应使其精度等级高于被校温湿度表,且满足相关标准和规范的要求。采购标准器具时,要选择具有良好信誉和资质的生产厂家,确保其经过严格的计量检定,具备有效的检定证书。(2)定期对标准器具进行校准。按照相关规定和标准器具的使用说明书,制定详细的校准计划,定期将标准器具送交由法定计量技术机构或具有资质的校准实验室进行校准。校准周期的确定需考虑标准器具的稳定性、使用频率和环境条件等因素,确保在校

准有效期内标准器具的示值误差在允许范围内。(3) 加强对标准器具的使用和管理。操作人员在使用标准器具前,应仔细阅读使用说明书,熟悉其操作方法和注意事项,避免因操作不当导致标准器具损坏或精度下降。使用过程中,要严格遵守操作规程,防止标准器具受到碰撞、振动、电磁干扰等影响^[3]。

3.3 针对环境因素的误差控制对策

环境因素对温湿度表校准的影响较大,需通过以下有效的控制措施营造稳定的校准环境。(1) 优化校准环境的温度条件。将校准实验室的温度控制在规定范围内,并尽量减小温度波动。可采用高精度的空调系统对实验室进行温度调节,配备温度监测设备,实时监控室内温度变化。在进行校准工作前,应提前启动空调系统,使实验室温度达到稳定状态,避免在温度未稳定时开始校准。(2) 控制校准环境的湿度在合适范围内。可根据校准要求,使用加湿器或除湿器对实验室湿度进行调节,配备湿度监测设备,实时掌握室内湿度情况。在湿度校准过程中,要确保实验室湿度的稳定性,避免因湿度急剧变化而影响校准结果。对于对湿度敏感的校准项目,可在校准区域内设置局部湿度控制装置,进一步提高湿度控制的精度。(3) 减少振动、电磁干扰等其他环境因素的影响。将校准实验室设置在远离振动源和强电磁干扰的区域,如避开大型机械设备、高压线路等。对于无法避免的振动,可采取安装减震装置的措施,如在实验台下方安装减震垫,减少振动对仪器和标准器具的影响。为降低电磁干扰,可对实验室进行电磁屏蔽处理,使用屏蔽电缆连接仪器和标准器具,避免电磁信号对测量信号的干扰。

3.4 针对操作因素的误差控制对策

操作因素引发的误差可通过以下提升操作人员素质和规范操作流程来有效控制。(1) 提升操作人员的专业素养。加强对操作人员的培训,使其具备扎实的专业知识和熟练的操作技能。培训内容应包括温湿度表校准的基本原理、标准与规范、仪器和标准器具的使用方法、

数据处理方法等。可通过理论培训、实操训练、考核等方式,确保操作人员能够熟练掌握校准工作的各个环节。(2) 规范操作流程。根据相关标准和规范,结合校准工作的实际情况,制定详细、可操作的校准操作规程,明确校准过程中的各个步骤和要求,如仪器的预热时间、校准点的选择、测量次数、数据记录方式等。操作人员进行校准工作时,必须严格按照操作规程进行操作,不得随意更改操作步骤或参数。同时加强对操作过程的监督和检查,确保操作规程得到有效执行,及时发现和纠正不规范操作行为。(3) 加强校准过程中的质量控制。在校准过程中,要做好详细的记录,包括校准日期、环境条件、使用的仪器和标准器具、测量数据、操作人员等信息,确保记录的完整性和准确性。对测量数据要及时进行及时的处理和分析,判断其是否合理,若发现异常数据,应及时查找原因并采取措施进行处理^[4]。

结束语

本文系统分析了温湿度表校准误差的成因,并提出了针对性对策。通过科学应对仪器自身、环境、操作及标准器具等因素,可有效降低校准误差。但校准技术不断发展,未来还需持续研究新问题、探索新方法,进一步完善校准体系,以更好地满足各领域对温湿度测量精度日益提高的需求,为相关行业的发展提供更坚实的技术保障。

参考文献

- [1] 李晓兰. 温湿度计工作原理及校准方法的分析与探究[J]. 大众标准化, 2024(24): 162-164.
- [2] 焉峰, 姚志. 探究温湿度表在检定过程中的现存问题[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2020(11): 258-259.
- [3] 史逸群, 杨琳, 马志锦, 等. 温湿度对数字化电能表校准误差的影响分析[J]. 工业计量, 2020, 30(4): 10-12.
- [4] 卓华, 王栋. 数字式温湿度计相对湿度修正值的不确定度评定[J]. 计量与测试技术, 2024, 50(10): 29-32.