

全国物理化学计量技术委员会（MTC17）

高温温湿度传感器校准规范

编制说明

福建省计量科学研究院

2026 年 08 月

一、任务来源

为了保障高温温湿度传感器的量值溯源及仪器性能计量评价、满足各实验室对高温温湿度传感器的计量需求以及政府管理和监督需要，急需制定该类仪器的计量校准规范。高温温湿度传感器校准规范起草任务由国家市场监督管理总局 2025 年下达（市监计量发〔2025〕45 号文），归口单位为全国物理化学计量技术委员会。起草单位为福建省计量科学研究院、中国计量科学研究院，以及北京长城计量测试技术研究院等。

二、目的意义

随着我国制造业的转型升级，企业对产品质量控制的要求越来越严格，可靠性试验的重要性日益凸显。湿热试验作为可靠性试验的重要组成部分，是产品设计和定型中的重要试验项目。根据现行国标或行标的要求（包括 GB/T 2423.3-2016《环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验》、GB/T 2423.4-2008《电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Db：交变湿热（12h+12h 循环）》、GB/T 2423.34-2024《环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Z/AD：温度/湿度组合循环试验》、GB/T 2423.50-2025《环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Cy：恒定湿热 主要用于元件的加速试验》、GB/T 42006-2022《高原光伏发电设备检验规范》，以及 NB/T 32004-2018《光伏并网逆变器技术规范》等），湿热试验的温度范围一般为（25~90）℃，相对湿度范围一般为（80~95）%，主要集中在高温高湿段。所以，工业企业大量使用温湿度传感器对环境试验设备（恒温恒湿箱、交变湿热试验箱等）高温高湿环境进行监测；省、市、县法定计量机构及第三方校准机构也大量依据 JJF 1101-2019《环境试验设备温度、湿度参数校准规范》对高温湿度环境试验设备进行校准。因此，近年来温湿度传感器在高温下的湿度溯源需求越来越大，包括华为、富士康、大疆、华星光电等知名大厂在内的许多用户都提出了高温湿度溯源的需求，主要需求是（40~90）℃下的湿度溯源。

目前，温湿度传感器主要依据 JJF 1076-2020《数字式温湿度计校准规范》或 JJF 1171-2024《温湿度巡回检测仪校准规范》进行校准，但 JJF 1076、1171 适用温湿度范围窄，无法覆盖 40℃ 以上的湿度校准，湿度校准一般在温度 20℃ 或 25℃ 下进行，因此会产生以下问题：

（1）在实际工作中发现，在常温下标定的温湿度传感器在高温环境下使用湿度

示值会出现明显的偏差。这是因为湿度传感器主要是电容或电阻式湿敏元件构成，元件的电容（或电阻）—湿度特性曲线随温度的不同而变化，而且这种变化不是线性的，所以在不同温度下湿度传感器测量误差也不同。

（2）校准机构依据 JJF 1101-2019《环境试验设备温度、湿度参数校准规范》对环境试验设备（包括高温高湿设备）进行校准，但其湿度测量标准（一般为温湿度巡检仪）未在高温条件下进行湿度校准，无法保证其湿度测量准确性。

因此，迫切需要规范和统一高温条件下温湿度传感器的校准方法；迫切需要解决 JJF 1101-2019《环境试验设备温度、湿度参数校准规范》作为温湿度专业应用范围最广、创收量最大的校准规范，其所使用的湿度测量标准无法有效溯源的问题，保证其在高温条件下的湿度测量准确性。

三、 规范制定过程

2025 年 5 月，高温温湿度传感器校准规范编制工作组正式成立；

2025 年 6 月～2025 年 9 月，对国内部分高温温湿度传感器的生产企业和使用单位进行调研，就技术指标和校准需求进行沟通；

2025 年 10 月，根据调研结果，编制工作组对校准规范的适用范围、校准项目等主要技术内容进行了讨论，并明确了下一阶段工作安排；

2025 年 11 月～2026 年 4 月，完成初稿，试验验证有关内容；

2026 年 5 月～2026 年 7 月，编制工作组召开专题研讨会，对初稿进行讨论和修改；

2026 年 8 月～2026 年 9 月：征求意见。

四、 规范制定的主要技术依据及原则

4.1 主要技术依据

本规范编制过程中，主要技术依据如下：

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》

JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》

JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》

JJF 1076—2020《数字式温湿度计校准规范》

JJG 499—2021《精密露点仪检定规程》

JJF 1012—2007《湿度与水分计量名词术语及定义》

4.2 编制原则

4.2.1 编写原则：本规范严格按照 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》进行编制。

4.2.2 计量特性的确定原则：以高温温湿度传感器的出厂指标和用户对高温温湿度传感器所允许的测量误差作为参考，根据实际测量结果进行总结，并参考同类仪器计量校准规范讨论制定。

4.2.3 测量标准的选择原则：标准器选择严格遵循计量量值传递基本要求，所选温度、湿度标准器量值可溯源至国家计量标准，保障校准结果准确可靠。

五、 主要技术内容的说明

校准规范制定组通过查阅相关技术文献和标准等资料、对高温温湿度传感器生产厂家及使用单位进行调研，经充分讨论后制定了本校准规范。技术规范主要内容包括范围、引用文件、概述、计量特性、校准条件、校准项目和校准方法、校准结果、复校时间间隔、附录共九部分。

5.1 仪器厂家调研

编制组对国内市场主流高温温湿度传感器生产厂家进行了调研，收集产品说明书、技术手册，梳理产品测量范围、准确度、稳定性等关键技术指标。经过调研，目前在计量技术机构、工业环境监测等使用中，高温温湿度传感器的选用以进口产品为主，主流品牌包括 Rotronic、Vaisala、E+E 等，大多采用高分子薄膜电容式湿敏元件搭配铂电阻实现温湿度测量。国内产品分为两类：第一类为采用进口传感器（如 Sensirion 芯片、rotronic 探头等）组装整机，此类产品较多，第二类为自研产品，以广州奥松电子、昆仑中大等品牌为代表，其产品在常温下性能指标能够达到工业要求，但在高温下的性能指标和进口产品相比还存在差距。各厂家传感器技术指标汇总如表 1。

表 1 各厂家传感器技术指标汇总

名称	厂家	型号	测量范围	测量误差	相对湿度稳定性
工业湿度探头	Rotronic	HC2A-IC/IM/IE	温度： (-100~+200)℃ 相对湿度： (0~100)%	温度：(0~100)℃： ±(0.1~0.25)℃ 相对湿度：(40~100)℃： ±(1.3~2.8)%	<1%/y

温湿度探头（高湿型）	Vaisala	HMP7	温度： （-70~+180）℃ 相对湿度： （0~100）%	温度：（0~100）℃： ±（0.1~0.3）℃ 相对湿度：（0~90）%@（40~90）℃： ±（1.1~1.8）% （90~100）%@（40~90）℃： ±（1.7~2.5）%	/
湿度模块 （用于环境试验箱）		HMM100	相对湿度： （0~100）%	相对湿度：（0~90）%@（40~180）℃：±2.5% （90~100）%@（40~180）℃： ±3.5%	
温湿度模块（用于环境试验箱）	Vaisala	HMP170 HMT314/3 15/317/3 18	温度： （-70~+180）℃ 相对湿度： （0~100）%	温度：（0~100）℃： ±（0.2~0.4）℃ 相对湿度：（40~90）℃： ±（1.5 + 0.015 × 读数）%	/
工业温湿度探头	E+E	EE23	温度： （-40~+180）℃ 相对湿度： （0~100）%	温度：（0~100）℃： ±（0.2~0.4）℃ 相对湿度：（40~90）℃： ±（1.5 + 0.015 × 读数）%	/
高端工业温湿度探头	E+E	EE310	温度： （-70~+190）℃ 相对湿度： （0~100）%	温度：（0~100）℃： ±（0.1~0.3）℃ 相对湿度：（40~90）℃： ±（1.15 + 0.013 × 读数）%	/
温湿度传感器	Sensirion	SHT40	温度： （-40~+125）℃ 相对湿度： （0~100）%	温度：（0~90）℃： 典型误差±（0.2~0.35）℃ 最大误差±（0.4~0.7）℃ 相对湿度：（0~80）℃： 典型误差±（1.8~3）%	常规温湿度下 <0.2%/y
温湿度传感器	Sensirion	SHT45	温度： （-40~+125）℃ 相对湿度： （0~100）%	温度：（0~90）℃： 典型误差±（0.1~0.2）℃ 最大误差±0.3℃ 相对湿度：（0~80）℃： 典型误差±（1~1.75）%	常规温湿度下 <0.2%/y
宽温型温湿度传感器	昆仑中大	KZWS/GW	温度： （-70~+230）℃ 相对湿度： （0~100）%	温度：（0~50）℃： ±0.5℃ 相对湿度：25℃： ±3%	≤1%/y
温湿度传感器	奥松电子	AHT20	温度： （-40~+120）℃ 相对湿度：	温度：（0~80）℃： 典型误差±（0.3~0.6）℃ 相对湿度：（0~100）%@（0~80）℃：	<1%/y

			(0~100) %	最大误差± (3~8) % 其中 (30~90) % @ (0~75) °C: 最大误差± (3~6) %	
温湿度试验设备自动校准系统	微测仪器	Vtest-11 01X	温度: (-100~+200) °C 相对湿度: (0~100) %	温度: (0~100) °C: ±0.2°C 相对湿度: (40~100) °C: ±2.0%	/

5.2 校准用标准及设备情况

5.2.1 温度测量标准：参考 JJF 1076-2020《数字式温湿度计校准规范》，选择温度测量范围为 (0~100) °C，最大允许误差为 ±0.05°C 的数字温度计，其最大允差不大于被检传感器温度允差的 1/3，能保障温度量值传递准确性。该类设备量值可溯源至国家基准，各级计量机构基本具备。

5.2.2 湿度测量标准：本规范适用的范围是 (40~90) °C 下的湿度校准，对应的露点温度为 (-30~90) °C，因此选择露点温度测量范围为 (-30~90) °C，最大允许误差为 ±0.2°C 的精密露点仪作为湿度测量标准，可以满足校准要求。该类设备量值可溯源至国家标准，各省级计量机构大多具备，从市场上也容易购得。

5.2.3 温湿度发生器：用于提供稳定、均匀的温湿度场。温湿度发生范围覆盖校准范围，温度范围为 (40~90) °C，相对湿度范围为 (5~95) %。整套装置的扩展不确定度不大于被校温湿度传感器最大允差绝对值的 1/2，因此发生器在有效工作区域内温度均匀度不大于 0.1°C，波动度不大于 0.1°C/10min，相对湿度均匀度不大于 0.5%，波动度不大于 0.3%/10min。该类设备各省级计量机构大多具备，从市场上也容易购得。

5.2.4 压力计：根据相对湿度计算公式，相对湿度由露点温度、环境温度，以及气体压力计算得到，选择压力计用于测量气体压力。测量时，温湿度发生器与环境大气相通，发生器测试室中压力与环境大气相同，因此压力计测量范围应满足当地大气压要求。选择最大允许误差：±200Pa，换算成相对湿度误差 < 0.01%，可以满足本规范校准要求。该类设备各级计量机构基本具备。

测量标准及其他设备技术要求见表 2。

表2 测量标准及其他设备技术要求

设备名称	技术要求
精密露点仪	露点温度测量范围为 (-30~+90) °C，最大允许误差为 ±0.2°C。

数字温度计	温度测量范围为（0~100）℃，最大允许误差为±0.05℃。
温湿度发生器 (包含温湿度标准箱)	温度范围为（40~90）℃，有效工作区域内，均匀度≤0.1℃，波动度≤0.1℃/10min； 相对湿度范围为（5~95）%，有效工作区域内，均匀度≤0.5%，波动度≤0.3%/10min。
压力计	测量范围应满足当地大气压要求，最大允许误差：±200Pa。

5.3 计量特性的选择

高温温湿度传感器的计量特性参考指标见表3。

表3 计量特性参考指标

计量特性	技术指标	
	精密级	普通级
温度示值误差	不超过 $\pm(0.15^{\circ}\text{C}+0.002 t)$	不超过 $\pm(0.3^{\circ}\text{C}+0.005 t)$
相对湿度示值误差	不超过 $\pm 2.0\%$	不超过 $\pm 6.0\%$
湿度稳定性	不超过相对湿度示值最大允许误差的绝对值	
湿度一致性 (适用于温湿度巡检仪)	不超过相对湿度示值最大允许误差的绝对值	
注：1 t 为温度实测值，单位为 $^{\circ}\text{C}$ ； 2 以上指标仅供参考，不做符合性判定。		

说明：

(1) 将高温温湿度传感器划分为精密级与普通级两个等级，主要考虑到 JJF 1101《环境试验设备校准规范》对温湿度测量标准的要求，因此精密级的计量特性与 JJF1101 对温湿度测量标准的技术要求相一致，温度示值误差不超过 $\pm(0.15^{\circ}\text{C}+0.002|t|)$ ，相对湿度示值误差不超过±2.0%。普通级则面向一般工业过程监测、环境监控等对测量准确度要求相对宽松的应用场景。

(2) 与厂家技术指标对比

精密级温湿度传感器的典型应用为温湿度巡回检测仪，为了达到作为 JJF 1101《环境试验设备校准规范》测量标准的要求，温湿度巡回检测仪一般都会进行标定，保证整机的测量精度，结合厂家技术指标对比，且经实际测试验证，巡检仪的计量性能能够满足精密级指标要求。

普通级示值误差：温度示值误差参考 B 级铂电阻的允差值，和厂家技术指标对比，可以满足此要求。湿度测量性能方面，结合国内现有主流产品实际技术水平以及工业实际使用场景需求，本规范将普通级相对湿度示值允差定为 $\pm 6\%$ ，和厂家技术指标对比，市场主流产品可以满足此要求，国产产品在多数场景下也能满足此要求。

湿度稳定性：湿度稳定性不超过相对湿度示值最大允许误差的绝对值，和厂家技术指标对比，可以满足此要求。

湿度一致性：该项目仅适用于多通道温湿度巡回检测仪，指标参考 JJF 1171-2024《温湿度巡回检测仪校准规范》，一致性不超过相对湿度示值最大允许误差的绝对值。经实际测试验证，温湿度巡检仪可以满足此要求。

5.4 适用范围的说明

目前温湿度传感器在 40°C 以下的温湿度校准可以依据 JJF 1076-2020《数字式温湿度计校准规范》开展，而精密露点仪最高可溯源的露点温度为 90°C ，因此本规范适用于在 $(40\sim 90)^{\circ}\text{C}$ 温度范围内使用的电参数型温湿度传感器、温湿度计、温湿度记录仪、温湿度存储器，以及温湿度巡检仪等的校准。对于大于 90°C 温度使用的，以及采用其他原理的温湿度测量仪器，可参照本规范执行。

5.5 校准条件的说明

根据标准器和配套设备的使用要求，结合一般实验室的环境条件，确定环境温湿度条件为：温度： $15^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度： $10\%\sim 85\%$ 。

5.6 校准项目的说明

校准项目确定为温度示值误差、相对湿度示值误差、湿度稳定性，温湿度巡检仪还应考察其湿度一致性。

5.7 校准方法的说明

5.7.1 校准点

在温度 $(40\sim 90)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(5\sim 95)\%$ 范围内，点位众多，难以逐一覆盖，因此选择使用频次较高的点位作为校准点。近年来，客户对高温温湿度传感器的校准需求主要集中在湿热试验方面。据此，根据 GB/T 2423.3-2016《环境试验 第2部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验》、GB/T 2423.4-2008《电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Db：交变湿热（12h+12h 循环）》、GB/T 2423.34-2024《环境试验 第2部分：试验方法 试验 Z/AD：温度/湿度组合循环试验》，以及 GB/T 2423.50-2025《环境试验 第2部分：试验方法 试验 Cy：恒定湿热 主要用于元件的加

速试验》、GB/T9535.2-2025《地面用光伏组件 设计鉴定和定型 第2部分：试验程序》等标准，推荐校准点为：40℃时相对湿度93%、55℃时相对湿度93%、65℃时相对湿度93%、85℃时相对湿度85%。也可根据用户需要选择校准点。

5.7.2 校准方法

5.7.2.1 温度、相对湿度示值误差：高温温湿度传感器温度、相对湿度示值误差采用比较法进行校准，由温湿度发生器提供稳定均匀的温湿度试验场，以精密数字温度计、精密露点仪作为计量标准器，将被校传感器与标准器置于同一温湿度场中，待温湿度场稳定后，读取标准器与被校传感器的示值，完成示值误差的校准。

5.7.2.2 湿度稳定性：参考JJF 1076-2020《数字式温湿度计校准规范》的测量方法，考察高温温湿度传感器保持其计量特性随时间恒定的能力。

5.7.2.2 湿度一致性（适用于温湿度巡检仪）：参考JJF 1171-2024《温湿度巡回检测仪校准规范》的计算方法，在每个校准点，以所有湿度通道中相对湿度示值误差最大值与最小值的差值表征其湿度一致性。

5.8 复校时间间隔的说明

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议复校间隔一般不超过1年。

5.9 附录说明

本规范提供了校准记录式样、校准证书校准结果式样的格式样本，供技术人员方便使用，另提供高温温湿度传感器温度、湿度示值误差测量结果不确定度评定示例，以便技术人员参考。

以上是本次规范的编制说明，请各位专家提出宝贵意见。