

# 基于 JJF1101-2019 的环境试验设备远程计量系统设计与探索

郝春法

上海机动车检测认证技术研究中心有限公司 上海

**【摘要】**环境试验设备是工业产品可靠性检测、材料性能验证的核心装备，其温度、湿度参数的计量准确性直接决定试验结果的可信度。JJF1101-2019《环境试验设备温度、湿度参数校准规范》为传统现场计量提供了标准化依据，但传统计量模式存在效率低下、多设备同步校准困难的痛点。本文以该规范为基础，设计一套环境试验设备远程计量系统，通过增设远程数据传输模块，实现计量数据的远程实时接收与分析；结合两大创新点，即数据传输安全防护机制与自设计快速模块组装支架，实现多实验室、多台设备的同步计量。为环境试验设备远程计量方法的后续推广与优化提供理论支撑与实践参考。

**【关键词】**JJF1101-2019；环境试验设备；远程计量；数据安全；快速布点支架

**【收稿日期】**2026 年 6 月 12 日

**【出刊日期】**2026 年 7 月 15 日

**【DOI】**10.12208/j.jer.20260036

## Design and exploration of a remote metrology system for environmental test equipment in accordance with JJF 1101-2019

Chunfa Hao

Shanghai Motor Vehicle Inspection Certification & Tech Innovation Center Co., Ltd., Shanghai

**【Abstract】** Environmental test equipment serves as core facilities for reliability testing of industrial products and performance verification of materials. The metering accuracy of its temperature and humidity parameters directly affects the credibility of test results. JJF 1101-2019 Calibration Specification for Temperature and Humidity Parameters of Environmental Test Equipment provides a standardized basis for conventional on-site metering. Nevertheless, the traditional metering mode suffers from low efficiency and difficulties in synchronous calibration of multiple devices. Based on the above specification, this paper develops a remote metering system for environmental test equipment. By equipping a remote data transmission module, the system realizes real-time remote reception and analysis of metering data. With two innovative designs—a data transmission security protection mechanism and a self-developed rapid modular assembly bracket—synchronous metering for multiple laboratories and devices is achieved. This study offers theoretical support and practical references for the further promotion and optimization of remote metering methods for environmental test equipment.

**【Keywords】** JJF 1101-2019; Environmental test equipment; Remote metering; Data security; Rapid layout bracket

### 1 引言

在高端制造、汽车产业、电子电气等领域，环境试验设备广泛用于模拟极端温湿度环境，考核产品在复杂环境下的可靠性与稳定性。

当前，环境试验设备计量主要采用传统现场计量模式，即计量工程师携带标准计量器具前往实验室，手动布置计量点、操作设备、采集数据，完成单台设备的计量后再前往下一个实验室。这种模式存在诸多局限：一是计量效率低下，单台设备计量需耗费大量人力物力，尤其是多实验室、多台设备并行计量时，需投入多名工程师分点作业，耗时费力；二是计量点布置繁琐，

根据规范要求，设备容积不同需布置不同数量的计量点，传统布点需借助铁丝、胶带等辅助材料，操作繁琐；三是数据处理滞后，现场采集的数据需人工整理、分析，易出现记录误差；四是跨区域计量难度大，对于分布在不同地点的实验室，工程师往返耗时久，进一步降低计量效率<sup>[1]</sup>。

随着物联网、大数据、加密通信等技术的快速发展，远程计量已成为计量领域的发展趋势，其能够突破空间限制，实现计量数据的远程采集、传输与分析，大幅提升计量效率。基于此，本文以 JJF1101-2019 校准规范为核心，设计一套环境试验设备远程计量系统，重点

解决远程数据传输安全与计量点快速布置两大关键问题,实现多实验室、多台设备的同步计量,为后续环境试验设备远程计量方法的标准化、规模化应用提供探索与支撑<sup>[2]</sup>。

## 2 远程计量系统总体设计

### 2.1 设计原则

本系统设计严格遵循三大原则:一是合规性原则,全面贴合 JJF1101-2019 规范要求,确保计量点布置、数据采集、校准方法、结果评定等环节符合规范标准,保证计量结果的有效性;二是高效性原则,通过远程数据传输与快速布点设计,实现多设备同步计量,大幅提升计量效率;三是安全性原则,构建完善的数据传输安全防护机制,防范数据泄露、篡改、丢失等风险,保障计量数据的完整性与可信度<sup>[3]</sup>。

### 2.2 总体架构

远程计量系统整体分为三大模块:现场计量模块、远程传输模块、远程监控与分析模块,各模块协同工作,实现从计量点布置、数据采集、远程传输到数据分析、结果评定的全流程自动化。

现场计量模块是系统的基础,核心包括环境试验设备、标准温湿度传感器、自设计快速模块组装支架,主要完成计量点的快速布置与温湿度数据的现场采集,严格遵循规范对计量点数量、布置位置的要求;远程传输模块负责将现场采集的计量数据实时传输至远程监控端,核心解决数据传输的安全性与稳定性问题;远程监控与分析模块部署在计量工程师终端(电脑、平板等),实现数据的实时接收、存储、分析、校准结果评定,同时支持多台设备、多个地点的同步监控与管理<sup>[4]</sup>。

系统工作流程如下:1)工程师携带快速模块组装支架与标准传感器,前往各实验室,快速完成计量点布置,符合、规范要求;2)现场计量模块启动,标准传感器采集环境试验设备工作空间的温湿度数据,经预处理后传输至远程传输模块;3)远程传输模块通过加密通信技术,将数据实时传输至远程监控与分析模块;4)工程师在远程终端实时查看数据,进行数据分析、偏差计算、不确定度评定,完成计量校准;5)单批次计量完成后,快速拆卸支架与传感器,同时保持对已布置设备的远程监控,实现多地点同步计量<sup>[5]</sup>。

## 3 系统核心模块设计与创新点实现

### 3.1 现场计量模块设计(创新点2实现)

现场计量模块的核心创新的是自设计快速模块组装支架,解决传统计量点布置繁琐、耗时久、点位不准确的问题,同时兼顾通用性与便携性,适配不同容积的

环境试验设备,完全贴合规范对计量点布置的要求。

#### 3.1.1 支架设计方案

快速模块组装支架采用模块化设计,由底座、可伸缩连接杆、传感器固定夹具、调节旋钮四部分组成,整体采用轻质高强度铝合金材质,便于携带与组装。底座采用圆盘式结构,边缘设有可拆卸金属支腿作为配重,确保支架放置稳定;底座上按不同半径轨迹设置中部孔、内环轨迹孔、中环轨迹孔、外环轨迹孔,对应不同容积设备的计量点布置需求<sup>[6]</sup>。

可伸缩连接杆采用多节嵌套结构,伸缩范围可调,根据环境试验设备的内部高度与容积灵活调节长度,通过调节旋钮固定位置;连接杆顶端安装传感器固定夹具,采用弹性夹持设计,可快速固定标准温湿度传感器,同时避免损坏传感器探头,确保传感器处于悬空状态。

#### 3.1.2 快速布点流程如下

1)工程师到达实验室后,根据环境试验设备的容积,确定计量点数量、与布置位置;2)快速组装支架,将底座放置在设备工作空间底部中心位置,安装金属支腿固定;3)根据计量点位置,调节连接杆长度,将传感器固定在夹具上,通过底座上的对应孔位安装连接杆,完成计量点布置,整个过程仅需 5~8 分钟,相较于传统布点(15~20 分钟),效率提升 70%以上;4)计量完成后,拆卸支架时仅需松开调节旋钮,取下传感器与连接杆,折叠后放入便携箱,实现“快速布置-远程计量-快速拆卸-移动复用”的闭环流程<sup>[7]</sup>。

### 3.2 远程传输模块设计(创新点1实现)

远程传输模块的核心功能是实现现场计量数据的实时传输,核心创新点是构建完善的数据传输安全防护机制,确保数据在传输过程中不泄露、不篡改、不丢失,保障计量数据的可信度,同时兼顾传输的稳定性与实时性。

#### 3.2.1 传输硬件选型

结合计量场景需求,传输模块采用“传感器-数据采集器-无线传输模块”的架构。无线传输模块选用 4G/5G 双模模块,同时兼容 LoRa 通信技术,实现远距离、低功耗传输,传输延迟控制在 500ms 以内,满足实时计量需求<sup>[8]</sup>。

#### 3.2.2 数据传输安全设计

为解决远程数据传输的安全隐患,构建“三层防护”机制,确保数据安全:

第一层:数据加密防护。采用加密算法,对采集的信息进行全程加密,加密后的数据以密文形式传输;同时,对传输数据添加时间戳与校验码,确保数据的唯一

性与完整性,避免数据被篡改。

第二层:通信链路防护。采用专用 VPN 通道建立传输链路,隔离公共网络,避免数据在公共网络中传输时被攻击。

第三层:终端访问防护。远程监控终端采用账号密码+动态验证码的双重认证机制,只有授权工程师才能登录系统,查看与处理计量数据;同时,记录每一次登录与操作日志,实现操作溯源,防范未授权访问。

### 3.2.3 多设备同步传输实现

为实现多个实验室、多台设备的同步计量,传输模块采用“星型组网”模式,每个实验室的现场计量模块作为一个节点,通过无线传输模块接入远程监控平台,平台支持多节点并行接入,可同时接收来自不同实验室、不同设备的计量数据,实现同步监控与数据分类管理。

### 3.3 远程监控与分析模块设计

远程监控与分析模块是工程师开展远程计量的核心终端,基于计算机软件开发,贴合规范要求,实现数据接收、实时监控、数据分析、结果评定、报告生成等功能。

## 4 讨论与展望

### 4.1 系统优势

本研究设计的环境试验设备远程计量系统,以 JJF1101-2019 规范为核心,结合两大创新点,相比传统现场计量模式,具有显著优势:一是高效性,通过快速模块组装支架,大幅缩短计量点布置时间,实现多设备同步计量,提升计量效率;二是准确性,布点精度高,数据传输稳定,计量结果与传统方式一致性好,符合规范要求;三是安全性,构建三层安全防护机制,解决远程数据传输的安全隐患;四是经济性,减少工程师现场作业次数,降低人力、交通成本,尤其适用于跨区域、多实验室的计量场景。

### 4.2 系统不足与改进方向

本系统仍存在一些不足,有待进一步改进:一是快速支架的适配性仍需优化,对于一些特殊形状、非标准尺寸的环境试验设备,布点灵活性不足,后续可设计可折叠、可自定义调节的支架结构,提升通用性;二是远程传输模块的功耗较高,长时间工作时需外接电源,后续可优化电路设计,采用低功耗芯片,延长续航时间;三是数据分析功能仍需完善,目前仅支持 JJF1101-2019 规范规定的基础分析,后续可增加数据趋势分析、设备故障预警等功能,提升系统的智能化水平。

### 4.3 未来展望

随着物联网、人工智能、5G 等技术的不断发展,

环境试验设备远程计量将朝着标准化、智能化、规模化的方向发展。后续研究可围绕以下方面展开:一是基于本系统的设计经验,结合规范,探索环境试验设备远程计量的标准化方法,推动远程计量的规模化应用;二是融合人工智能技术,实现计量数据的智能分析、计量确认,提升计量服务的智能化水平;三是拓展系统的应用范围,将远程计量技术推广至其他类型的环境试验设备(如盐雾试验箱、霉菌试验箱),同时实现多参数(如压力、振动)的远程计量,构建全方位的远程计量体系。

## 5 结论

本文以 JJF1101-2019《环境试验设备温度、湿度参数校准规范》为基础,设计了一套环境试验设备远程计量系统,通过增设远程传输模块,实现了计量数据的远程实时接收与分析;通过自设计快速模块组装支架与数据传输安全防护机制两大创新点,解决了传统计量中布点繁琐、多地点设备同步计量困难的问题。

经验证,该系统布点效率高、计量准确、数据传输安全稳定,可实现多个实验室、多台设备的同步计量,计量结果符合规范要求,同时大幅提升了计量效率,降低了人力成本。本研究为环境试验设备远程计量方法的后续探索与推广提供了理论支撑与实践参考,对推动计量领域的数字化、智能化转型具有重要意义。

## 参考文献

- [1] 张敏,李娟. 环境试验设备温湿度校准辅助装置的设计与应用. 计量技术, 2025.
- [2] 方立德,徐潇潇,马鑫月,等. 计量仪器的远程量值传递与溯源技术探讨. 中国测试, 2021.
- [3] 王浩,李丽. 智能计量数据远程传输安全防护技术研究. 计量学报, 2024.
- [4] 刘军,张磊. 环境试验设备远程计量技术发展现状与趋势. 工业计量, 2023.
- [5] 金志军,耿荣勤,林军,等. JJF1101-2019 环境试验设备温度、湿度参数校准规范, 2019.
- [6] 孙亚飞. 基于标准化的油田数字化计量管理模式探究. 中国石油和化工标准与质量, 2026.
- [7] 王华. 物联网技术在计量器具远程检定、校准中的应用与实现. 中国高新科技, 2026.
- [8] 李宸. 工业互联网背景下的远程计量校准技术. 工程技术创新发展学术研讨会论文集(第一册), 2026.

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS