

智能计量检定综合管控装置的设计与系统实现

黎静, 李冰, 朱小超, 杜鹏, 廉宁

国网宁夏电力有限公司银川供电公司计量中心, 宁夏 银川 750004

DOI:10.61369/EPTSM.2025050010

摘 要 : 智能计量检定综合管控装置通过表计收发平台与智能存储单元的协同工作, 实现了对计量检定过程的全程管控。该装置采用基于 Linux 平台的 OpenCloudOS Server 8 系统, 并结合 SpringBoot、MyBatis 框架进行开发, 利用 RFID 技术实现表计的智能存储与管理。表计收发平台通过条形码扫描和数据智能统计, 实现表计信息的高效录入与存储; 智能存储单元则通过 RFID 技术实现对表计的自动识别与管理, 确保表计全生命周期的高效管控。系统实时监测并提醒检定状态, 保障计量检定过程的数字化、自动化与高效性。该装置不仅提升了计量检定工作效率, 还确保了数据的准确性和安全性, 为计量管理提供了创新的解决方案。

关 键 词 : 智能计量; 检定管控; RFID 技术; 存储单元; 数字化

Design and System Implementation of Integrated Smart Metering Verification Control Device

Li Jing, Li Bing, Zhu Xiaochao, Du Peng, Lian Ning

Metrology Center, Yinchuan Power Supply Company, State Grid Ningxia Electric Power Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia 750004

Abstract : The integrated smart metering verification control device achieves full control over the metering verification process through the coordinated work of the meter receiving and dispatching platform and the smart storage unit. The device utilizes the OpenCloudOS Server 8 system based on the Linux platform, combined with the SpringBoot and MyBatis frameworks for development. It employs RFID technology to enable intelligent storage and management of meters. The meter receiving and dispatching platform facilitates efficient meter information entry and storage through barcode scanning and intelligent data statistics. The smart storage unit automatically identifies and manages meters using RFID technology, ensuring efficient control over the entire lifecycle of the meters. The system monitors and alerts the verification status in real-time, guaranteeing digitization, automation, and efficiency in the metering verification process. This device not only enhances metering verification efficiency but also ensures data accuracy and security, providing innovative solutions for metering management.

Keywords : smart metering; verification control; RFID technology; storage unit; digitization

引言

随着科技的进步, 传统的计量检定方法逐渐暴露出效率低、数据管理不便等问题。智能化、数字化的技术发展为计量检定提供了新的解决方案。通过引入表计收发平台与智能存储单元, 结合 RFID 技术和智能感知技术, 计量检定过程得以实现全面数字化管控。这一创新系统不仅提高了检定工作的效率, 还优化了数据存储和管理, 确保了数据的实时性和准确性。在计量行业日益复杂的需求下, 如何实现更高效、更精确的检定管理, 成为亟待解决的关键问题。该系统的设计与实现正是应对这一挑战, 推动计量检定技术的全面升级。

一、计量检定综合管控装置的设计思路

(一) 系统需求分析

智能计量检定综合管控装置的核心功能需求首先体现在表计的高效管理上。装置需要能够支持大规模表计的实时信息录入与管理, 确保表计从入库到使用、从检定到出库的全过程数据追踪。通过条形码或 RFID 技术, 实现表计的自动识别与信息录入, 每个表计的唯一身份信息(如型号、生产日期、检定结果等)需

准确存储于数据库中, 精度要求达到 0.01mm 的高水平, 以确保检定数据的准确性。此外, 系统还需提供信息检索和查询功能, 支持用户快速找到所需表计, 提升检定工作的效率^[1]。

其次, 系统的状态监控功能是保证整个检定过程顺利进行的关键。通过智能感知技术与传感器, 实时监测表计的检定状态和环境条件, 如温度、湿度、压力等, 确保检定过程中的外部环境不会影响到检定结果的准确性。系统需提供报警机制, 当检测到异常情况时, 能够及时通知相关人员, 并对表计进行相应的维护和调整^[2]。

例如，当环境温度超过标准范围时，系统应能够自动停止检定并提醒操作人员进行调节，精确度要求控制在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 以内。

（二）系统架构设计

系统的总体架构包括表计收发平台和智能存储单元两大功能模块。表计收发平台是装置的核心部分，承担着表计信息的录入、管理、查询等任务。平台采用基于 Linux 的 OpenCloudOS Server 8 系统，结合 SpringBoot 与 MyBatis 框架，确保系统的高效性与稳定性。前端部分采用 Vue 框架进行开发，配合 ElementUI 样式组件库，确保用户界面简洁易用。后端通过 Tomcat 应用服务器、FTP 文件存储服务与 MySQL 数据库服务来保障数据的存储与传输效率。表计的条形码扫描功能使得每个表计在进入收发平台时能够迅速被识别，信息实时录入数据库，保障了数据的准确性与完整性^[3]。

智能存储单元是系统的另一个关键模块，主要用于对表计的智能化管理。该单元结合 RFID 技术与移动端技术，能够实现对表计的自动识别、存取及状态监控。采用 Android 框架与 Vant 样式组件库，通过移动设备对表计进行管理，实时获取表计的位置与状态信息。RFID 技术的应用不仅提高了表计管理的效率，还减少了人工干预的误差。存储单元支持对多个表计的集中管理，能够通过无线网络与表计收发平台同步数据，确保数据的一致性与准确性。硬件架构方面，系统支持高精度传感器与多重数据存储方案，精度要求可达到 0.001g 的级别，确保装置在高精度环境下运行的稳定性。此外，系统新增短信通知功能，当电表完成检定或状态发生变化（如检定失败、待处理等）时，可通过集成的短信网关服务（如阿里云短信服务或腾讯云短信平台）自动向用户发送状态提醒，确保用户及时掌握表计状态。该功能通过后端任务调度模块与短信 API 接口联动，实现状态变更的触发通知机制，提升了系统的用户服务能力与响应效率。

二、表计收发平台的研究与实现

（一）技术选型

在表计收发平台的设计中，操作系统选择了 OpenCloudOS Server 8，这是一个基于 Linux 的操作系统，具备高稳定性与高并发处理能力，能够满足大规模数据处理需求。OpenCloudOS Server 8 提供了良好的网络支持和系统资源管理功能，特别适用于云计算和大数据环境下的应用，能保证平台在长时间运行下的稳定性和高效性。

开发框架方面，后端选择了 SpringBoot 与 MyBatis 框架，SpringBoot 框架能够快速搭建一个独立的、基于 Java 的企业级应用，具备强大的扩展性与稳定性，适合处理大数据量和高频次的请求。而 MyBatis 作为数据持久层框架，能够高效地与数据库进行交互，简化了 SQL 语句的编写，并提升了系统性能。前端使用 Vue.js 框架，结合 ElementUI 组件库，实现了前后端分离的设计，提升了用户体验和平台的响应速度。该技术栈的选型保证了系统的高效性、灵活性和可扩展性^[4]。

（二）功能实现

表计收发平台的核心功能包括条形码扫描、表计信息录入、

文件存储与管理、数据在线预览和智能统计等。条形码扫描功能通过与扫描设备的接口对接，能够快速识别表计条形码，实现表计信息的自动录入。该过程确保了表计信息采集的高效性与准确性，能够极大地减少人工录入的错误。

平台还具备文件存储与管理功能，能够将检定数据、检验记录等信息进行存储，采用 FTP 文件存储服务与 Mysql 数据库存储方式相结合，保障数据的高效管理与访问。数据在线预览功能使得用户能够实时查看表计的检定状态，系统支持智能统计功能，能够根据表计检定的数据生成统计报表，支持按不同维度（如时间、地区、检定状态等）进行查询与筛选，进一步提升数据分析和决策支持能力。

（三）系统优化

为了提高表计收发平台的性能，首先在数据库查询效率方面进行了优化。通过 MyBatis 框架的缓存机制，减少了对数据库的频繁访问，降低了查询响应时间。同时，采用 SQL 语句优化技术，减少了冗余查询和不必要的数据加载，进一步提升了数据库的处理速度。在高并发情况下，系统能够支持每秒处理数百次请求，确保在高数据量的情况下，平台依然能够流畅运行，不受性能瓶颈的影响。尤其在大规模表计数据的处理过程中，系统响应时间得到了有效控制，最大查询响应时间缩短至 200 毫秒以内^[5]。

在安全性方面，平台采用了严格的权限控制和身份认证机制，保障了系统的安全性和数据的机密性。所有用户操作都需要经过身份验证与权限校验，确保只有授权用户才能访问敏感数据和执行特定操作。此外，为了保护数据传输的安全性，系统采用了 HTTPS 协议对数据传输进行加密，有效防止了数据在传输过程中的泄露。平台还定期进行安全漏洞扫描和修补，及时消除潜在的安全风险，防止恶意攻击和数据泄露，确保系统的长期稳定运行。

三、表计智能存储单元的设计与实现

（一）RFID 技术应用

RFID（射频识别）技术在表计智能存储单元中的应用，主要通过无线电波实现对表计的自动识别与智能化管理。在表计存储过程中，每个表计上都会附加一个 RFID 标签，内含唯一的识别信息。RFID 读写器在短距离内即可读取这些标签，读取距离可达 1.5 米以上，识别精度高达 99.9%。系统通过 RFID 读写设备自动识别表计标签，并将相关表计信息实时同步至后台数据库，实现表计的全过程追踪与管理^[6]。

RFID 技术的优势在于减少了人工干预并提高了数据录入的准确性，确保了表计管理的高效性。存储单元通过 RFID 系统实时记录每个表计的存储位置、检定状态及其他关键信息，每次操作和状态变化都会自动被记录和更新。与传统条形码扫描相比，RFID 技术支持批量识别，能够一次性读取多个表计的信息，极大提升了工作效率。尤其在处理大量表计的存储和检定过程中，RFID 技术能够显著减少操作时间，提高工作流程的流畅性和精确度。

（二）存储单元功能设计

表计智能存储单元的功能设计重点在于实现高效且智能的表

计信息管理。该存储单元通过 RFID 技术，自动识别和记录每个表计的存储信息、检定历史记录以及其他关键数据。每个表计的存储位置都可以通过系统的可视化管理界面精确标定，从而确保任何时候都能准确找到目标表计，避免因表计混乱存放而导致的查找困难或操作错误。系统通过实时更新存储信息，确保数据的及时性和准确性，进而提高管理效率。

此外，智能管控功能使得存储单元能够自动更新表计的检定状态和存储状态。系统通过实时监控表计的工作状态，能够自动判断表计是否处于有效使用状态。若检测到表计存在异常情况或超期未检定，系统会立即触发报警，提醒相关人员进行处理。这种自动化功能大大减少了人工干预，提升了工作效率和准确性^[7]。

为了进一步提升管理效率，存储单元还集成了快速信息读取和管理功能。通过扫描 RFID 标签，用户可以迅速获取表计的所有相关信息，包括设备类型、检定日期、状态更新等。存储单元还具备数据分析功能，能够统计和分析表计的使用频率与检定周期，帮助管理人员及时调整使用和存储策略，确保表计的合理使用、减少浪费，并提升设备管理的整体效率。

（三）系统实现

表计智能存储单元的软件实现结合了 HTML5、安卓框架和 Vant 样式组件库，以确保系统的高效、稳定和用户友好的操作体验。HTML5 作为前端开发技术，提供了强大的跨平台支持，使得存储单元的管理界面可以在不同设备上流畅运行，保证了用户在移动端与桌面端均能实现快速访问与操作。安卓框架则提供了稳定的操作环境，使得移动端设备能够通过安卓应用实现对存储单元的实时监控和管理^[8]。

Vant 样式组件库则进一步提升了用户交互界面的美观性与易用性。通过简洁的 UI 设计，用户能够方便地操作存储单元的各项功能，如查看表计信息、更新检定状态、执行 RFID 扫描等。此外，系统还支持数据的本地缓存和云端同步功能，确保在网络环境不稳定的情况下，数据依然能够顺利保存并同步到服务器。整个系统的设计注重了响应速度和稳定性，使得表计的智能存储和管理工作能够高效执行。

四、计量检定综合管控装置的应用与效能

（一）系统应用

计量检定综合管控装置在实际应用中的功能，主要体现在对检定过程的实时监控和全程状态跟踪。通过与表计收发平台和智能存储单元的协同工作，系统能够实时获取检定过程中每个表计的状态信息，包括检定开始时间、完成时间、状态更新等数据。平台通过无线网络与后台系统进行数据传输，使得检定数据能够在第一时间上传至中央服务器，实现数据的实时共享和同步。系统的实时监控功能使得管理人员能够随时查看表计的检定状态，及时发现潜在问题，避免延误和失误。

此外，综合管控装置的全程状态跟踪功能，能够在每个表计的检定过程中，准确记录所有操作与状态变化。每一个表计的工作周期、检定结果、存储位置、使用状态等信息都能在系统中查

询到。这些信息能够帮助管理人员更好地掌握表计的使用情况和维修需求，从而提升计量检定的精度与效率。

（二）用户交互与体验

为提升用户体验，系统在设计上特别考虑了交互性和便捷性。通过短信提醒功能，用户可以实时接收到表计检定过程中的关键状态更新，包括检定开始、完成、异常等信息。例如，当表计的检定状态发生变化时，系统会立即通过短信向相关人员发送提醒，确保信息及时传递。此举能够有效减少人工疏漏，保证每个环节都能按时完成。短信提醒功能的加入大大提高了系统的响应速度和用户的便捷性^[9]。

系统还通过精简的操作界面和简化的流程设计，提升了用户的操作效率。用户可以通过手机、平板等移动终端随时访问系统进行操作，不仅提升了灵活性，还进一步优化了现场工作的效率。此外，表计信息的在线预览和智能统计功能，帮助用户快速查看数据并做出决策，进一步优化了用户体验，增强了操作的可行性和透明度^[10]。

（三）实际效能评估

对计量检定综合管控装置的应用效果进行了详细评估，结果显示系统在提升工作效率和减少错误率方面具有显著的优势。首先，表计信息的自动录入和管理显著缩短了检定准备时间，系统能够在扫描条形码或读取 RFID 标签后，迅速自动识别表计并进行数据录入。根据实际应用数据，检定流程的时间缩短了约 30%。此外，自动化的数据管理大大降低了人工操作的误差，检定错误率降低了 20% 以上，确保了数据的准确性和完整性。

通过系统的实时监控和状态跟踪，管理人员能够及时发现并纠正操作中的问题，减少了因人为疏忽造成的设备损坏和数据遗漏。综合来看，该装置的应用不仅提高了计量检定工作的效率，还保障了数据质量和系统安全，推动了检定工作的智能化发展。如表 1 所示。

表 1：系统效能评估

项目	检定时间减少	错误率减少	工作效率提升
系统应用前	100%	5%	1X
系统应用后	70%	4%	1.3X
时间节省与效率提升	30%	20%	30%

数据表展示了系统应用前后在检定时间、错误率以及工作效率方面的变化，进一步证明了系统优化的效能。

五、结语

智能计量检定综合管控装置的设计与实现，通过表计收发平台与智能存储单元的协同工作，成功提升了计量检定过程的效率与精准度。系统通过 RFID 技术和智能感知技术，实现了对表计的全程监控和自动化管理，大幅减少了人工操作的误差，保障了数据的准确性和可靠性。系统的实时监控、状态跟踪及数据传输功能，使得管理人员能够随时掌握表计的检定状态，有效提升了工作效率与管理水平。同时，短信提醒等人性化设计增强了用户

体验。实际应用结果表明，系统的实施不仅减少了检定时间，提升了检定精度，还为计量管理的数字化转型提供了有力支持。未来，随着技术的不断发展，该系统有望进一步优化，推动更广泛领域的智能化管理应用。

参考文献

[1] 刘昌鲁, 吕鲁望, 杨颖. 计量检定误差理论方面的应用趋势分析 [J]. 中国质量监管, 2024, (11): 102-103.

[2] 张永芹. 计量检定测试在质量控制中的应用与发展 [J]. 大众标准化, 2024, (16): 4-6.

[3] 王韵龙, 郑琳. 计量在人工智能与大数据分析中的角色 [J]. 模具制造, 2024, 24(09): 240-242. DOI: 10.13596/j.cnki.44-1542/th.2024.09.079.

[4] 黄汀汀. 计量检定在食品质量控制中的应用与挑战 [J]. 食品安全导刊, 2024, (32): 41-43. DOI: 10.16043/j.cnki.cfs.2024.32.004.

[5] 胡雪斌, 沈丹, 甘建红. 数字化智能化助推天然气计量工作的思考 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024, 44(20): 94-96.

[6] 陈德坚. 燃油加油机计量检定管理中存在的问题和对策研讨 [J]. 大众标准化, 2023, (19): 188-190.

[7] 郭玉华. 物联网的智能化计量检定技术方法分析 [J]. 仪器仪表标准化与计量, 2019, (06): 29-30+42.

[8] 张毅, 梁艳, 张楠, 等. 计量检定全过程智慧监管探索 [J]. 中国计量, 2021, (11): 24-26. DOI: 10.16569/j.cnki.cn11-3720/t.2021.11.010.

[9] 门平, 毕俊杰, 古兆兵, 等. 国内外指针式压力表智能计量检定技术 [J]. 计测技术, 2021, 41(05): 114-119.

[10] 余铎. 智能计量器具的远程检定与监管技术研究 [J]. 中国质量监管, 2024, (12): 70-71.