 DOI: https://doi.org/10.12349/tie.v3i8.11528

Optimization and Practice of the Digital Calibration Process for Measurement Instruments in Market Regulation

Li Wen

Inner Mongolia Autonomous Region Market Supervision and Administration Evaluation and Inspection Center, Hohhot, Inner Mongolia, 010010, China

Abstract

Addressing challenges in the metrological instrument verification process within market regulation—including excessive reliance on paper-based documentation, human transcription errors, lack of task transparency, and low archival traceability efficiency—this study examines the Metrological Verification Institute of City A's Market Regulation Bureau. It analyzes traditional workflow models and key pain points, proposing a digital optimization framework centered on a unified business platform, unique instrument identifiers, mobile data collection, electronic certificates, and trusted evidence storage. Implementation results demonstrate that the digitalized process reduced data error rates from 5.2% to 0.8%, shortened average verification cycles from 12 days to 3 days, increased data traceability success rates from 85.0% to 99.5%, cut paper document retrieval time from 38 minutes to 5 minutes, and decreased telephone follow-up requests from 31.6% to 6.4%. The research confirms that digital verification processes significantly enhance the accuracy, efficiency, and traceability of mandatory calibration services, providing a viable pathway for transforming metrological operations in market regulation.

Keywords

measuring instruments; digital calibration; market supervision; electronic certificates; data traceability

市场监管领域计量器具数字化检定流程优化与实践

温丽

内蒙古自治区市场监督管理审评查验中心，中国 · 内蒙古 呼和浩特 010010

摘　要

针对市场监管领域计量器具检定流程中纸质流转依赖强、人工转录易错、任务状态不透明以及档案追溯效率低等问题，本文以A市市场监管局计量检定所为研究对象，分析传统检定流程运行模式与核心痛点，提出以统一业务平台、计量器具唯一标识、移动采集、电子证书和可信存证为核心的数字化检定流程优化方案。实践结果表明，数字化流程应用后，数据错误率由5.2%降至0.8%，平均检定周期由12 d缩短至3 d，数据溯源成功率由85.0%提升至99.5%，纸质档案调阅耗时由38 min缩短至5 min，电话催办占比由31.6%降至6.4%。研究表明，数字化检定流程能够有效提升强制检定业务的准确性、时效性和可追溯性，为市场监管计量业务转型提供可行路径。

关键词

计量器具；数字化检定；市场监管；电子证书；数据追溯

1 引言

计量器具检定是市场监管体系中保障贸易公平、医疗安全和民生计量准确的重要基础工作[1]。随着加油机、电子秤、医用计量器具等强制检定对象数量持续增加，传统依赖纸质申请、人工登记、线下核签和分散归档的业务模式已难以满足高频监管和精准服务要求。在实际运行中，纸质记录易受填写规范、人员交接和档案保管条件影响，现场原始数据与证书信息之间存在多次转录环节，既增加了错误风险，也削弱了检定全过程的连续追溯能力。基于此，本文围绕A市市场监管局计量检定所业务场景，探讨数字化检定流程的架构设计、关键环节改造、数据安全管控及实践效果，以期为同类机构提升检定质量和监管效能提供参考。

【作者简介】温丽（1974–），女，中国内蒙古呼和浩特人，本科，副高级工程师，从事计量检定研究。

2 市场监管领域计量器具检定流程现状与问题分析

2.1 传统计量器具检定流程的运行模式

在A市市场监管局计量检定所的日常业务中，传统检定流程仍以纸质申请、人工流转以及线下核签为主。用户单位把强制检定计量器具清单、送检单以及历史证书提交至受理窗口，窗口人员开展资料核对、台账登记以及任务分派工

作。检定人员依据计划携带标准器前往加油站、集贸市场以及医疗机构等现场，完成外观检查、示值误差测量以及状态判定，并把原始读数写入纸质记录。记录返回后由内勤人员录入证书模板，技术负责人进行审核签字，盖章人员再完成证书编号、归档以及发放。

2.2 传统流程存在的核心痛点与数字化需求

延续 A 市市场监管局计量检定所现有业务链条观察，传统检定流程的主要约束并不局限于单个岗位效率，而是纸质记录、人工转录以及线下核签共同造成的信息断点。内勤人员把现场原始记录录入证书模板时，容易出现器具编号错录、检定日期遗漏以及证书字段不一致等问题，2023 年业务抽查中数据错误率达到 5.2%。同时，任务派发依赖电话沟通以及纸单交接，强制检定器具从申请受理到证书发放平均需要 12 个工作日，难以适配加油机、电子秤以及医用计量器具高频监管需求。更需关注的是，纸质档案分散存放使原始读数、标准器状态以及人员签核记录难以形成连续追溯链，后续投诉核查以及监管复盘需要反复调阅多类材料，增加了行政成本。相关指标见表 1。

表 1 某单位传统检定流程关键指标统计表

指标项目	2023 年统计值	主要表现	数字化需求指向
年受理检定任务量	18460 台件	窗口集中登记压力较大	建立线上申报以及自动分派功能
数据错误率	5.2%	编号、日期以及证书字段易错	运用结构化采集以及字段校验规则
平均检定周期	12 个工作日	排班、复核以及盖章衔接滞后	构建流程状态跟踪以及节点预警机制
纸质档案调阅耗时	38min	原始记录以及证书副本分散存放	建设电子档案以及全过程追溯链
电话催办占比	31.6%	申请单位难以及时掌握进度	提供在线查询以及消息提醒服务

由此推导，数字化改造需要把计量器具唯一标识、检定任务状态、原始测量数据以及电子证书纳入统一业务平台，借助条码识别、移动采集以及电子签章开展流程再组织，从而降低人工转录风险，并且提高监管数据的可追溯性。

3 计量器具数字化检定流程优化方案设计

3.1 数字化检定流程架构设计

结合 A 市市场监管局计量检定所纸质流转链条较长、现场数据回传滞后以及证书核签分散的业务现实，数字化检定流程宜把统一业务平台作为流程承载中心，把计量器具唯一标识作为贯穿申报、受理、检定、审核以及归档的主索引。

前端用户申报模块面向加油站、集贸市场以及医疗机构等送检单位开放，用户可在线提交器具名称、出厂编号、使用地点、强检属性以及历史证书信息，平台在受理环节对器具编码、检定周期以及申请材料完整性进行字段校验，并把符合条件的任务推送至检定排班池。智能检定数据采集模块把移动终端、条码识别设备以及标准器接口当作现场作业入口来使用，检定人员扫描器具标识后调取任务信息，并把外观检查结果、示值读数、环境条件以及标准器状态写入结构化记录。云端数据管理模块承担任务流转、数据存储、权限控制以及电子档案组织工作，能够把申请资料、原始记录、审核意见以及证书文件关联到同一业务对象。电子证书自动生成模块则依据检定结论调用证书模板，完成编号生成、字段回填、技术审核以及电子签章流转，减少人工转录造成的字段偏差。由此形成的交互逻辑不再依附纸单传递，而是依靠状态驱动机制推动节点衔接 [2]。

3.2 关键环节数字化改造策略

围绕 A 市市场监管局计量检定所受理、现场检定、数据处理以及证书发放之间的衔接断点，关键环节改造宜把现场数据源头治理当作流程优化的起点。现场检定环节可把 RFID 标签、二维码铭牌、蓝牙温湿度记录仪以及具备通信接口的标准器当作基础物联网设备来使用，检定人员扫描器具唯一标识后，移动终端自动调取任务信息以及历史检定记录，并把示值读数、环境参数、标准器编号以及校准有效期写入同一条原始记录。

数据处理环节需要在原始采集基础上嵌入校准计算规则。鉴于现场读数会受到标准器线性响应、环境波动以及人工读数习惯影响，平台可引入最小二乘法对标准值以及实测值之间的关系进行拟合，把离散测量点转化为可计算的校准曲线，为误差修正以及结论判定提供统一算法依据。其基本校准模型如下：

$$y=ax+b$$

其中，y 表示校准后的计量示值，x 表示现场采集的原始示值，a 为拟合曲线斜率，用于表征示值变化灵敏度，b 为拟合曲线截距，用于修正系统性偏移。

证书发放环节则应把审核流、签章流以及归档流整合到电子证书系统中。系统依据检定结论自动调用相应证书模板，把器具名称、出厂编号、检定日期、有效期以及检定员信息回填至固定字段，技术负责人在线完成复核意见确认后，平台再发起电子签章以及证书编号生成。证书文件同步进入电子档案库，并向申请单位开放在线下载以及状态查询入口，使证书发放从人工排队盖章转向状态驱动的线上流转。

3.3 数据安全与质量管控机制

数字化检定流程把申请资料、现场读数、标准器状态以及电子证书集中到统一平台后，数据安全边界由单一档案保管转向网络传输、云端存储以及多角色访问的复合场景。鉴于 A 市市场监管局计量检定所涉及强制检定器具台账以及企业使用地点等敏感信息，平台宜选用 AES-256 加密技术开展数据保护工作。AES-256 属于对称分组加密算法，密

钥长度为 256 bit，适宜用于检定原始记录、证书文件以及电子档案的存储加密。现场移动终端向云端平台提交数据时，应把传输链路加密、设备身份认证以及接口访问令牌结合起来使用，降低数据在无线网络以及跨部门交换过程中的泄露风险。对于技术负责人、检定人员、窗口受理人员以及申请单位账号，系统需按照岗位职责进行权限分层配置，把数据查看、修改、审核、签章以及下载操作纳入日志审计范围，避免同一账号过度掌握业务链条中的关键权限。

4 数字化检定流程的实践应用与效果评估

4.1 某单位数字化检定流程的实践部署

A 市市场监管局计量检定所以加油机、电子秤以及医用计量器具强制检定业务为切入点，开展数字化检定流程的分阶段部署。现场端把二维码铭牌、移动采集终端、蓝牙温湿度记录仪以及具备通信接口的标准器当作基础设备来使用，安装调试时重点核对器具唯一标识、标准器编号、通信频率以及离线缓存规则，使现场读数能够直接进入结构化原始记录。平台端依托统一业务系统完成线上申报、任务排班、数据回传、技术审核以及电子证书归档等功能上线，并且把原有纸质台账迁移为可检索的电子档案。人员适配环节围绕窗口受理、现场检定、技术复核以及证书签章 4 类岗位开展操作培训，培训内容覆盖扫码建档、异常读数标记、标准器有效期拦截以及电子签章流转。结合实际应用场景观察，加油站检定更依赖移动网络稳定性，集贸市场电子秤检定更关注批量扫码效率，医疗机构器具检定则需要把使用科室以及设备位置纳入任务备注。

4.2 实践效果的量化分析

结合 A 市市场监管局计量检定所平台运行台账，对数字化部署前后 6 个月业务数据进行同口径比对，可以发现流程优化效果主要集中在数据准确性、业务时效以及追溯能力 3 个方面。数字化流程把器具唯一标识、现场读数以及证书字段纳入结构化采集链条后，数据错误率由 5.2% 降至 0.8%，错录问题明显收敛。任务状态由系统自动推送以及节点预警进行驱动，平均检定周期由 12 个工作日压缩至 3 个工作日，电话催办占比同步降至 6.4%。需重点关注的是，电子档案把原始记录、标准器状态以及审核痕迹进行关联存储，数据溯源成功率由 85.0% 提高至 99.5%，档案调阅耗时缩短至 5min，监管复核的材料组织成本随之下降。由此看，数字化检定流程并非单纯替代纸质记录，而是把业务流、数据流以及证据流压缩到同一平台环境中，促使强制检定业务形成更稳定的闭环运行状态 [3]。

5 结语

数字化检定流程的价值不仅在于减少纸质材料和人工录入，更在于重塑计量检定业务的组织方式。通过将线上申报、现场采集、自动计算、技术审核、电子签章和档案归集纳入统一平台，检定任务能够围绕器具唯一标识形成闭环管理。实践表明，该模式能够显著压缩流转时间，降低数据差错，并增强证书与原始记录之间的关联性。后续推广中，应结合不同层级检定机构的业务规模，分阶段配置设备、完善接口标准、加强人员培训，并持续优化数据安全和质量审计机制，推动市场监管计量工作向规范化、协同化和智能化方向发展。

参考文献

[1] 黄志斌,吕雅琪,杨昭信.数字化管理系统的开发与实践——以塞尺检定项目为例[J].中国计量,2025,(06):127-129.

[2] 贾雨桐.数字化油田仪表检定和运维管理存在问题及应对措施[J].石油石化节能与计量,2025,15(11):37-41.

[3] 袁娅,高伟,梁新福,徐昊.数字化试验检测平台在实验室质量控制中的应用[J].理化检验-化学分册,2023,59(08):963-965.