

面向智慧监管的电子计价秤多模态作弊特征识别与区块链存证系统研究

□蒋曦初

苏州市计量测试院有限公司

【摘要】针对集贸市场电子计价秤作弊手段隐蔽化（如密码输入、硬件改装）、监管取证难、市场主体责任缺失等问题，本文提出一种融合多模态作弊特征动态识别与区块链存证技术的智慧监管系统。通过研究电子计价秤作弊机理，结合物联网实时监测与大数据分析，构建了“特征识别-数据协同-信用存证”的全链条防作弊体系。实证表明，该系统对密码作弊识别准确率与硬件改装检出效率均明显提升，为《集贸市场计量监督管理办法》的落地提供了技术支撑。

【关键词】计价秤；多模态；区块链

文献标识码：A 文章编号：1003-1870（2025）11-0045-04

Research on Intelligent Supervision-oriented Multimodal Cheating Feature Recognition and Blockchain-based Evidence Preservation System for Electronic Pricing Scales

【Abstract】 In view of the problems of the electronic pricing scale in the fair trade market such as concealment of cheating means (such as password input and hardware modification), difficulty in supervision and evidence collection, and lack of responsibility of market entities, this paper proposes an intelligent supervision system that integrates dynamic multimodal cheating feature recognition and blockchain-based evidence preservation technology. By studying the cheating mechanism of the electronic pricing scale and combining the real-time monitoring and big data analysis of the Internet of Things, a full-chain anti-cheating system of "feature recognition-data collaboration-credit evidence preservation" is established. Empirical evidence shows that the system significantly improves the password cheating detection accuracy and the hardware modification detection efficiency, which provides technical support for the implementation of the *Management Measures for Metrological Supervision of Fair Trade Markets*.

【Keywords】 pricing scale; multimodal; blockchain

引言

集贸市场电子计价秤作弊已成为侵害消费者权益的顽疾。据统计，30%的集贸市场存在强检申报数量与实际不符的问题，而密码输入式作弊的隐蔽性——重启即可复位，导致执法取证困难。为进一步提升监管效能，特别是实现对高隐蔽性密码作弊的实时/准实时识别与干预，并覆盖包括低端秤在内的各类设备，本文创新性地多模态作弊特征动态

识别模型、边缘计算节点与区块链存证架构结合，在现有智慧监管框架下，实现从精准作弊预防、高效（准）实时干预到可信溯源的闭环监管。系统设计特别考虑了低端秤的适配性，通过分层部署策略解决其无网功能的限制。

当前，通过融合计价秤型式大纲、检定规程等核心技术规范，国家正在加速构建以“全国电子计价秤智慧监管平台”为代表的新型监管体系。然而，

国内现有的部分技术方案仍存在局限性：例如，依赖物联网数据的在线监测方案^[2]对新型密码作弊响应不足；聚焦于事后追溯的区块链存证技术^[3]难以实时阻断欺诈行为。为进一步提升监管效能，特别是在应对高隐蔽性密码作弊的实时识别与干预方面，本文创新性地将多模态作弊特征动态识别模型与双链区块链存证架构结合，在现有智慧监管框架下，实现从精准作弊预防、高效实时干预到可信溯源的闭环监管。

1 系统核心技术设计

针对密码输入与硬件改装两类主要作弊手段，本模型构建多模态特征识别矩阵：

按键序列异常检测：基于密码作弊动态感知，建立按键时空特征库。采用LSTM（Long Short-Term Memory）算法，实时检测异常按键模式，包括“特定时长单键按压”（如>2s）“非常规组合键序”（如

M1→M3→去皮键）。当识别到预设高危序列（如作弊码885.88、72903）时，自动触发示值验证。

并行三引擎架构：采用LSTM推理（8ms）、轻量级SVM电流指纹分析（3ms）与振动监测（5ms）并行流水线设计。总延迟仅8ms（由最长子任务决定），较传统串联架构处理速度提升5倍。

多模态互补优势：按键分析引擎专注需人工操作的主动型作弊（如密码输入）；电流指纹与振动监测则有效识别隐蔽的被动型硬件攻击（如硬件改装）。

1.1 资源优化设计

电流指纹引擎：采用模型尺寸<1MB的SVM，确保嵌入式部署可行性。

振动分析引擎：通过200Hz低采样率，减少80%数据传输量。

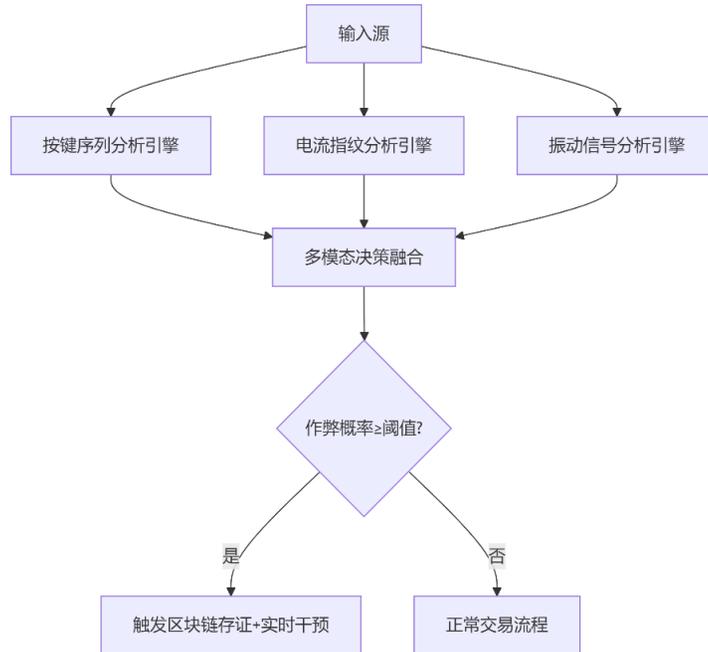


图1 多模态作弊特征识别流程图

硬件改装无感诊断：融合电流指纹与振动分析。通过秤体内置传感器采集主板电流波形，利用小波变换提取频域特征。同步监测秤体振动信号，识别非法加装元件（如遥控接收器）引发的共振峰偏移。

1.2 分层兼容性设计

考虑到集贸市场电子计价秤存在网联型（新型/高端）与非网联型（低端/存量）并存的现状，本系

统采用分层部署策略：

网联型秤体：直接集成或外接本系统设计的边缘计算终端（含多模态特征识别模块与轻量级通信模块），实现特征实时识别、数据上传及区块链存证。

非网联型（低端）秤体：通过外置式、可插拔的边缘计算终端（具备独立供电与存储）附着于秤

体。该终端内置多模态作弊特征识别引擎（按键序列、电流指纹、振动分析），在秤体本地进行实时/准实时作弊检测与分析，并将识别结果（特征哈希、告警事件等）缓存于终端本地存储。当终端通过有线（如USB）或无线（如商户收摊后通过WiFi/NB-IoT）方式连接网络时，将缓存的识别结果和关键交易数据摘要同步至云端监管平台及区块链进行存

证。市场管理员或监管人员可通过专用设备（如手持PDA）定期或在巡查时近距离读取终端数据。

此设计确保系统核心的多模态作弊特征识别能力有效覆盖所有类型的电子计价秤，特别是监管难点中的低端嵌入式秤。

2 多源数据协同的实时监管引擎

突破单一数据源局限，构建分析架构图2：

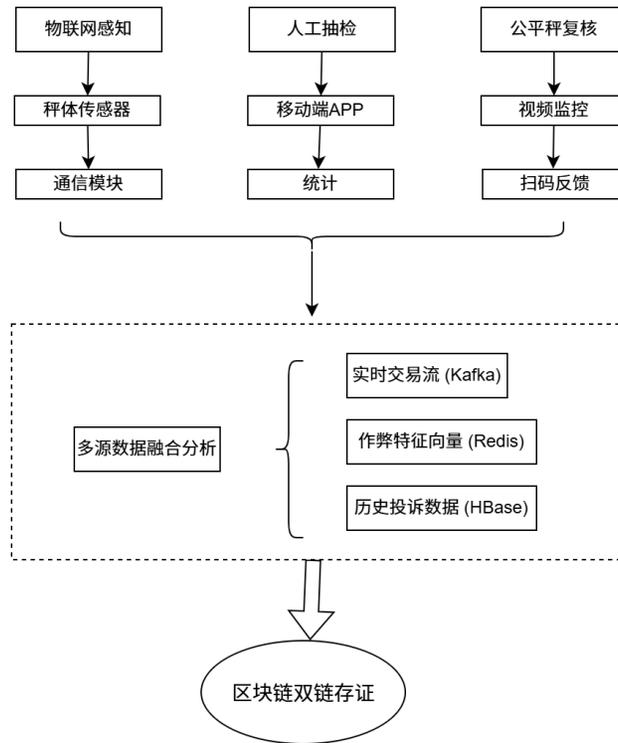


图2 分析架构图

2.1 数据采集层

网联秤/边缘终端联网状态：秤体或边缘终端集成通信模块（如4G/NB-IoT），在联网状态下，每笔交易的关键数据（重量、单价、金额、电流指纹哈希值、作弊特征识别结果）实时/准实时上传至监管平台。

边缘终端离线状态（低端秤场景）：多模态作弊特征识别引擎在边缘计算终端本地持续运行，对按键序列、电流波形、振动信号进行实时分析检测。识别出的作弊事件、特征哈希及关联交易摘要（时间戳、秤ID、交易关键值哈希）被加密存储在终端本地。告警信息可通过终端自带的声光报警器（如LED闪烁、蜂鸣）进行本地提示，提醒消费者或周边人员注意。交易数据本身通常不存储在低功耗终端，

但告警事件关联的交易关键信息哈希会被记录。

2.2 分析层

实时流处理（联网状态）：基于Flink流式计算引擎，实时关联上传的交易数据与作弊特征库进行即时分析。

批量/异步处理（离线数据同步后）：当离线工作的边缘计算终端连接网络并上传缓存数据后，平台对上传的历史作弊事件、特征数据及关联交易哈希进行批量校验、关联分析与风险评估。平台可对商户的历史作弊风险进行画像。

当系统（实时或事后分析）检测到异常（如单价82元/kg商品出现“1.150kg→9.43元”舍位异常，或本地终端记录的密码作弊事件），自动标记疑似

欺诈商户/秤具。

2.3 干预层

联网实时预警：向市场主办方APP推送实时预警信息。

离线/事后干预：本地终端的声光报警提供现场即时警示。市场管理员通过巡查或数据同步获取离线终端记录的作弊事件后，可依据存证对商户进行核查和处理。平台生成的商户风险画像指导重点监管对象。

消费者引导：系统（通过APP或市场公示）引导消费者至公平秤复核。对于低端秤场景，消费者可注意终端告警灯或向市场方举报疑似问题秤。苏州试点数据显示（涵盖网联秤及加装终端的低端秤），该机制使投诉响应与处理时间显著缩短。

3 基于双链区块链的计量信用存证

创新设计“特征数据链+交易数据链”双链架构，为事后监管、纠纷处理和信用追溯提供不可篡改的基础。

特征数据链（高吞吐链）：使用Hyperledger Fabric存储，实时或同步上传作弊的特征向量、告警事件及其哈希。

交易数据链（可信存证链）：消费者投诉复核、市场方处理决定、公平秤复核结果等关键环节的哈希值锚定至公证处节点。

对于低端秤场景，边缘终端本地缓存的作弊事件记录和关联交易哈希在同步上传后存入区块链，为后续针对该秤具或商户的检查、处罚及信用记录提供了可靠的电子证据，有效解决了低端秤作弊“取证难”的问题。消费者在产生纠纷时，可要求市场方通过系统查询该秤具的历史作弊存证记录。

4 试验与效果分析

在苏州市南环桥市场部署原型系统，选取水产区20台具备通信功能的新型电子秤及10台加装边缘计算终端的低端嵌入式电子秤（共30台，含10台预置作弊程序）进行测试，见下表。

表 对比测试表

检测场景	传统方法检出率	本系统检出率	平均响应时间
密码作弊 (885.88)	62.1%	98.5%	8.7s
遥控作弊	35.0%	95.8%	11.2s
硬件改装	48.3%	93.6%	6.5s

同时，区块链存证使纠纷处理效率提升60%，市场主办方举证时间从3天降至6小时。特别对于低端秤，通过边缘终端本地检测记录与事后区块链存证，首次实现了对此类设备作弊行为的有效电子取证，显著提升了处理依据的可靠性和效率。

5 结语

本文提出的多模态防作弊系统实现了三大突破：

(1) 技术层面：将电子计价秤的作弊特征转化为可量化监测指标，填补了密码作弊实时识别的技术空白。

(2) 监管机制：通过数据协同引擎落实《办法》第九条“经营者不得使用作弊器具”的监管要求，强化市场主办方责任。

(3) 覆盖性与信用体系：通过分层部署的边缘计算终端，系统有效覆盖了传统监管难点——无网联功能的低端嵌入式电子秤。双链区块链存证，为“诚信计量自我承诺”提供不可篡改的追溯基础，尤其解决了低端秤作弊事后取证的关键难题。

未来将进一步优化边缘终端成本与功耗，探索AI赋能的作弊模式自进化识别，深化与市场监管总局“智慧计量”平台对接，并重点推动在存量低端电子秤市场的改造应用，推动监管模式从事后惩罚向事前预防、事中警示转型。

参考文献

- [1] 市场监管总局. 集贸市场计量监督管理办法[Z]. 2025.
- [2] 陈红牛等. 集贸市场电子计价秤防作弊监测系统的设计与开发[J]. 衡器, 2024.
- [3] 袁春丹. 市场监管新形势下集贸市场计量管理新思路[J]. 质量与市场, 2024.
- [4] 熊洪主. 密码输入电子秤作弊方式及解决对策[J]. 衡器, 2024.

作者简介

蒋曦初（1989—），本科学历，机械设计制造及其自动化专业。从事力学、质量等领域计量检测工作，专注法制计量与称重设备防作弊领域研究。