一种汽车衡防作弊监管平台

□彭乐　丁镜嘉

上海耀华称重系统有限公司

【摘　要】随着 GB/T 7724−2023《电子称重仪表》的实施，汽车衡仪表安全要求显著提高。针对网络化、隐蔽性作弊难题，本文设计基于仪表的汽车衡防作弊监管平台。平台采用三层架构，通过Modbus 协议采集防作弊状态，集成阻抗匹配、电子铅封、传感器匹配、加密通信、状态监测五大技术，实现实时监测、主动预警、全程可追溯。实际应用表明，该平台可有效阻断计量作弊行为，满足新标准要求，保障贸易计量公平。

【关键词】汽车衡；防作弊；Modbus 协议；物联网；监管平台

文献标识码：A　　**文章编号：**1003−1870（2026）07−0022−05

An Anti−cheating Supervision Platform for Truck Scale

【Abstract】With the implementation of GB/T 7724−2023 "Electronic Weighing Ind:cator", the instrument se−curity requirements for truck scales have been significantly increased. To address the challenges of networked and covert cheating, an anti−cheating supervision platform based on the instrument is proposed in this paper. The platform adopts a three−tier architecture, which collects anti−cheating status via the Modbus protocol, and integrates five key technolo−gies: impedance matching, electronic seals, sensor matching, encrypted communication, and status monitoring, achieving real−time monitoring, proactive warning, and full−process traceability. Practical application shows that this platform can effectively block metrological cheating, meet new standard requirements, and ensure the fairness of trade metrology.

【Keywords】truck scale; anti−cheating; Modbus protocol; Internet of Things (IoT); supervision platform

引言

当前，电子衡器已广泛应用于众多关乎国计民生的重要领域，尤其在贸易结算中承担着关键计量依据的角色。然而，部分不法分子通过各种手段在电子衡器上进行称重作弊，既损害消费者权益、侵吞企业资产，又严重破坏了公平、公正的市场秩序，给社会带来重大经济损失。汽车衡作弊手段往往隐蔽性高且随着科技发展不断更新迭代，新型作弊方式层出不穷。这给消费者的识别与防范、以及市场监管部门的查处工作带来显著挑战。与传统防作弊仅针对外部遥控器不同，本方案以仪表为核心，实现设备健康、计量安全、云端监管三位一体防护，具备对已知/ 未知作弊的广谱防御能力。

1　系统需求与分析

近年来，虽然市场上陆续出现了多种防作弊技术装备与方法，由于其自身存在一定的局限性，实际防作弊效果未达预期。主要体现在以下几个方面：

第一，部分防作弊设备存在技术缺陷，监测准确率低，可靠性不足；

第二，防作弊功能需在前台手动配置和启用，

易被人为关闭或停用，难以保证持续运行；

第三，监测设备与计量管理人员之间信息不互通，形成“信息孤岛”，导致防作弊监管效率低下、响应滞后；

第四，防作弊重点多集中于防范遥控器等外部作弊手段，往往忽视衡器自身健康状况对计量准确性的影响。

1.1　全方位防作弊体系与物联网监管

DS12 集成秤体健康检测与多重防作弊技术，构建了以仪表为核心的全方位防作弊体系，具备多项安全检测与异常报警功能。异常报警信息通过 Modbus 协议对外开放，并依托物联网技术，打造多秤台、跨地域的防作弊监管平台。通过汽车衡防作弊监管平台，结合高水平的防作弊技术与衡器健康状况监测手段，可实现跨地域、全天候、实时化的汽车衡防作弊精准监管。

1.2　平台架构设计

防作弊监管平台为全链路一体化解决方案，采用分层解耦、标准化互通的三层架构设计，自上而下划分为：上层平台监管与应用服务层、中层防作弊信息采集与传输层、底层称重感知与业务执行层。底层保障称重计量的法定合规性与业务执行的稳定性；中层实现数据的标准化采集与可靠传输；上层实现防作弊能力的集中管控与价值输出。各层通过工业级标准协议与通用接口实现数据双向互通、模块化解耦，构建了从称重数据源头采集、防作弊特征提取、全流程智能监管到跨系统能力开放的完整业务与数据闭环。汽车衡防作弊平台整体架构如图1 所示。

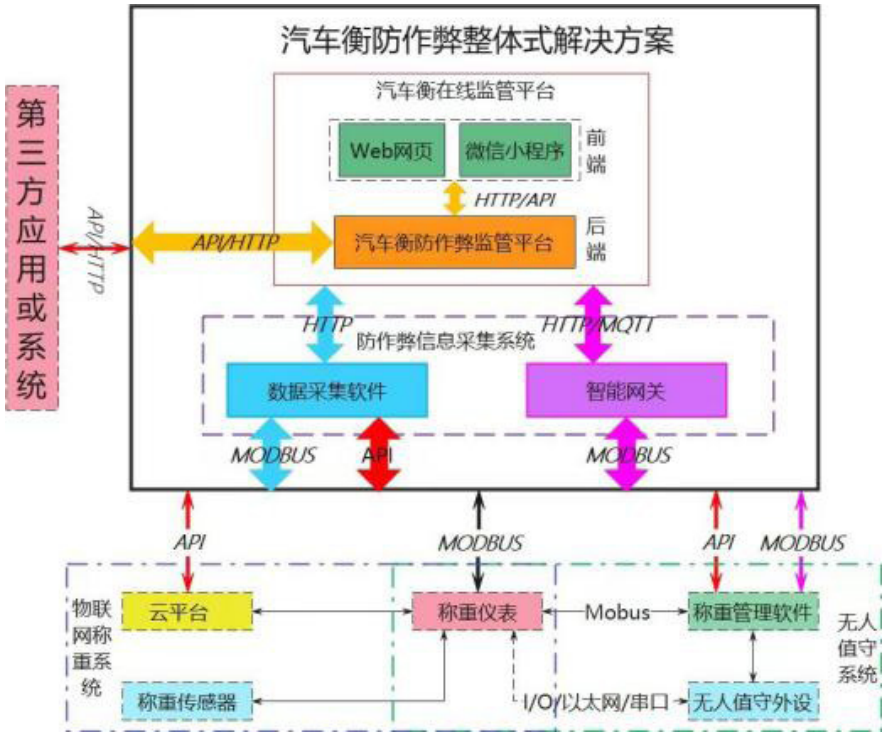


图1　汽车衡防作弊平台整体架构

1.2.1　称重感知与业务执行层

底层是方案的数据源头与业务执行终端，是实现称重计量原始数据生成、称重功能实现、称重业务闭环执行的核心载体，可为中上层系统提供可信、合规的基础称重数据与设备状态数据源，同时承担无人值守称重业务的现场执行职能。本层以称重仪表为核心控制单元，向下对接称重传感器，横向双向联动云平台、称重管理软件，末端延伸至无人值守外设，形成两大独立运行的子系统。

1.2.2　防作弊信息采集与传输层

中层是连接底层终端与上层平台的数据枢纽与处理核心，承担底层多源异构数据的标准化采集、

防作弊特征信息提取、安全加密传输的核心职能，是实现防作弊能力的关键中间环节，同时实现终端设备与上层平台的解耦，保障数据传输的实时性、可靠性与安全性。本层由数据采集软件、智能网关两大核心单元组成，共同构成防作弊信息采集系统，双链路并行实现数据采集与传输。通过分布式计算能力实现数据预处理，降低上层平台计算负载，提升系统整体响应速度。

1.2.3　平台监管与应用服务层

上层是整个方案的核心管控与能力输出层，承担防作弊数据的集中存储、智能分析、风险预警、全流程可视化监管，同时面向用户提供多端交互服务，面向第三方系统提供标准化开放能力，实现防作弊能力的集中化管控、数字化呈现与生态化延伸。本层采用前后端分离的物联网平台架构设计，分为后端服务核心、前端应用入口、开放接口三大模块，构建汽车衡在线监管平台。

汽车衡防作弊监管平台后端是整个平台的业务与数据中枢。平台提供多终端远程监管入口，支持设备运行状态实时监测、称重数据可视化查询、防作弊异常告警与溯源、历史数据统计分析，实现集中式监管与便携式远程运维的全场景覆盖。

2　防作弊系统架构与开放Modbus 协议

系统架构设计灵活，受外部环境影响小，适配性强，支持大规模集群化部署，能够实现高效实时监管。仪表具备多项突出的防作弊技术手段，可系统化、全方位保障汽车衡称重设备的称重安全。仪表通过Modbus 协议对外开放防作弊报警状态，使其安全防护能力便于集成与调用。部分防作弊报警Modbus 寄存器地址定义如表1 所示。

表1　防作弊报警Modbus寄存器地址定义

协议地址	数据格式	寄存器定义
0x0200	Short	错误信息
0x0201	Short	错误传感器编号

3　五大防作弊检测

阻抗匹配检测、电子铅封检测、传感器匹配检测、加密通信实时检测、工作状态实时监测（包括超载、负向超载、CPU 异常等）及多重冗余防护机制，共同构成五大安全防作弊检测报警类别。这五大防作弊检测功能相互协同、联动运作，能够全方位防范各类技术性作弊行为。

3.1　阻抗匹配检测

汽车衡称重系统以DS12 称重仪表、接线盒与电阻应变式称重传感器为三大核心部件。系统装配定型后，接线盒与多只传感器形成固定并联电路，整体物理阻抗特性基本保持稳定。仪表完成安全阻抗匹配采样后，将系统整体阻抗作为基准阈值存入系统，正常运行工况下，通过传感器总线定时、分级监测回路阻抗，并将实时检测值与基准阈值实时比对。一旦回路因传感器故障、线路破损、非法加装作弊装置等导致阻抗变化超出预设门限，仪表便立即触发阻抗匹配报警，实现故障提前预警与快速定位。阻抗匹配检测是主动式通用防作弊手段，有效性不受作弊装置协议或版本限制，可识别所有已知作弊装置，对未知作弊手段也具备强防范能力。仪表完成阻抗采样后，三者构成阻抗恒定的完整称重系统，任何非法外接设备接入都会改变系统阻抗，仪表可通过阻抗异常变化及时察觉遥控作弊行为，从源头保障称重计量的准确性与系统运行稳定性。阻抗匹配检测架构如图2 所示。

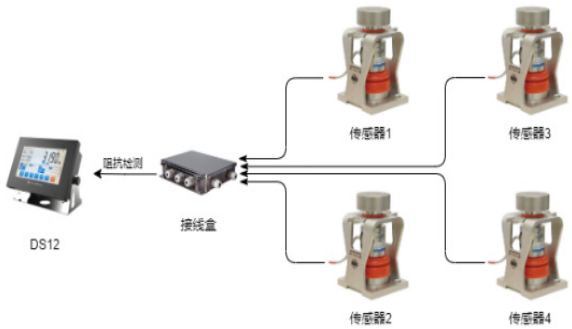


图2　阻抗匹配检测架构

仪表配备多路高精度阻抗检测电路，可实时监管系统阻抗状态。一旦检测到异常阻抗变化，系统将根据用户预设的策略触发报警。通过这一机制，最终可有效防止在总线、接线盒、传感器内部非法加装遥控作弊装置的行为。

3.2　电子铅封检测

仪表内置电子铅封检测电路，能够自动检测仪表的开壳操作。该电路具备自检测功能，可有效抵御通过拆除电池、更换芯片等暴力手段破坏检测电路的行为，从而显著提升电子铅封的可靠性。

即使电池被强行拆除，自检电路仍能检测并记录相关报警信息。不受通电状态限制，仪表内置专用检测电路持续实时监管外壳状态。一旦检测到外壳被非法打开，事件将被记录在内部非易失存储器中。待仪表恢复正常工作后，系统将按照用户预设的方式触发报警。该功能可与物理铅封配合使用，共同防止擅自打开仪表外壳、加装作弊设备或篡改仪表结构与参数的行为。

3.3　传感器匹配检测

仪表在完成采样后会存储连接传感器的相关信息，不仅会对所连接的传感器进行本地数据校验，同时还能联网将传感器信息上传至云端，与生产信息进行匹配验证。通过这种双重检测与校验机制，一方面避免了因仪表参数丢失导致的称量失准，另一方面也能有效识别违规更换或拆除传感器的行为，从而触发防作弊检测报警。

仪表会记录每只传感器的ID 号、标定参数、协议版本、动态密码等关键信息，并在使用过程中实时比对。一旦发现信息不一致，系统将根据用户预设的报警方式发出防作弊警报，以此防止通过私自修改传感器参数或违规替换传感器进行的作弊行为。

3.4　加密通信实时检测

仪表采用多层数据通信保护机制，有效防止仪表与传感器通信过程中重量数据被非法篡改。通过一系列安全技术手段，系统大幅提高了通信协议的破解成本与实施作弊的难度，从而对不法分子形成有力威慑。破解通信协议是针对数字式称重系统的常见攻击手段。各厂商采用的通信与加密协议已实现差异化，迫使不法分子必须针对不同系统逐一破解，极大增加了其攻击成本。

目前，通信加密技术已发展至云加密阶段，结合最新版本的数字传感器，可实现极高的防作弊等级。仪表不仅能动态加载和更新仪表与传感器间的通信加密算法，有效规避常规破解手段，确保通信安全，还可依托物联网大数据分析技术，对仿冒原厂指令、伪装通信等行为进行识别，并通过原始信息匹配予以拦截，从而进一步杜绝违规替换数字传感器实施作弊的可能，全面提升系统的防作弊能力。

3.5　实时工作状态及多重冗余防护措施

仪表的实时工作状态检测功能涵盖超载、负向超载、CPU 异常等关键指标的持续监管。在称重过程中，系统动态监测载荷数据，一旦发现超载即生成记录并本地保存。此类实时监测机制在保障秤体健康运行的同时，也能有效识别重量信息的突发异常与设备非常规工作状态。只要触发用户预设的检测阈值，仪表便会及时发出超载或异常防作弊预警，并同步生成安全报警日志存储于仪表内部。基于长时间、规律性的数据分析，还能对不符合称重过程一般规律的记录进行预警提示。

4　平台应用与效果验证

通过整合多种防作弊技术，构建了主动式、全方位防作弊体系，具备对已知与未知作弊手段的防御能力。DS12 以此实现了真正可靠、全面的防作弊保护。

防作弊信息采集平台基于汽车衡仪表开放的Modbus 协议，不仅实时采集仪表监测到的防作弊报警信息，实现对整套称重设备的动态防作弊监管，还能通过该协议获取仪表的实时重量信息、称重记录等业务数据。同时，平台可读取每只传感器的地址、版本信息、零点AD 码及实时AD 码，进而分析称重过程中的受力结构，全面掌握设备工作状态。此外，防作弊系统可采用大规模集群化部署，其集群拓扑如图3 所示。

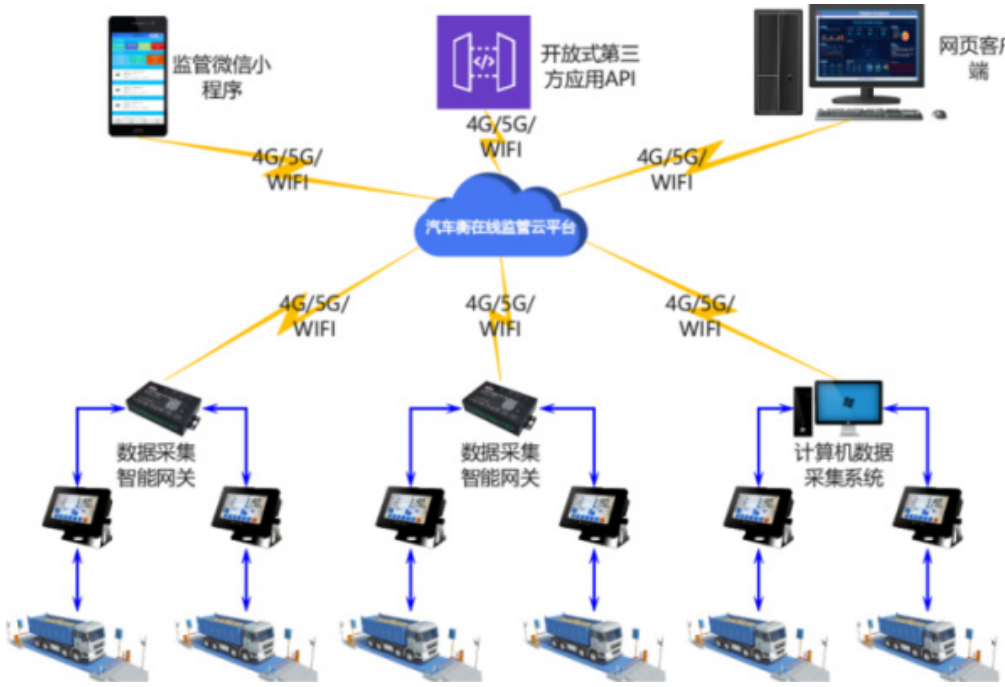


图3　汽车衡防作弊系统集群拓补图

4.1　汽车衡防作弊监管平台可视化

通过防作弊信息采集系统，平台能够实时监测仪表的工作状态及称重设备全方位的防作弊情况。通过平台集群的物联网能力，可将多台汽车衡设备统一接入防作弊监管平台，实现集中化、跨地域的实时监管。

源头主动防控优于事后处置。防作弊监管平台从数据源头实现主动防控，进一步杜绝作弊行为的发生，大幅提升防作弊响应的实时性，从而实现称重过程中确保更高水平的安全性与可靠性。平台实现防作弊状态全域可视化监管，监管界面效果如图4所示。



图4　汽车衡防作弊监管平台可视化和小程序

4.2　防作弊监管平台案例

防作弊监管平台已在某地区完成四十余套系统部署。部署运行1 个月内，累计处理安全报警事件13起，防作弊有效率≥99.5%；误报率≤0.1%；报警响应时间≤5s，满足实时监管要求，防控效果经实测验证有效。平台针对隐蔽性强、技术手段复杂的作弊行为，展现出显著的预防与干预能力。平台基于物联网技术构建，能够从数据源头有效阻截作弊行为。一旦监测到异常或疑似作弊信号，系统立即触

制平台，通知相关业务人员及时介入处置。通过这一流程，平台显著改善了传统汽车衡防作弊中存在的响应延迟与反馈滞后问题，有力保障了称重系统持续、健康、安全、可靠运行。

4.3　智能纵深防御体系

汽车衡称重仪表的智能纵深防御体系为全链路报警闭环管理提供了坚实的底层技术支撑，端到端的技术链路具备成熟的工业级落地可行性。在源头端，仪表内置的阻抗匹配、电子铅封、实时状态监测等防作弊技术，可精准识别线路篡改、参数非法修改等常见作弊行为，触发分级报警的同时，大幅降低误报率，确保报警事件的真实性与有效性。平台软件可依托物联网平台的大数据处理能力，完成报警事件的全量统计、类型归类、趋势分析与溯源定位，既能实现单台设备报警事件的全生命周期记录，也可完成广域分布汽车衡集群的异常数据聚合分析，为事件处理与风险预判提供精准的数据依据，从传输协议、数据安全到大数据分析各环节，均具备成熟的技术落地条件。

在此基础上，整套闭环体系依托物联网标准化开放接口，实现报警事件实时可视化展示与分级预警推送。报警事件触发后，平台端自动生成处置工单并固化日志数据。责任人完成源头问题排查与整改，彻底消除报警根因后，需上传整改凭证至平台，最终完成“报警触发—整改处置—核验闭环—全程追溯”的全流程管理。整套机制基于现有成熟的工业物联网、移动互联网技术搭建，无需大规模改造现有设备架构，即可实现从单点被动报警到全流程主动闭环治理的升级，具备极强的技术可行性与

5　结语

防作弊监管平台凭借多重防作弊技术的深度融合，成功打破了传统汽车衡监管的信息孤岛壁垒，实现了从单点被动防护到广域集群系统化、平台化主动治理的跨越式升级。未来，随着物联网、大数据、人工智能技术与工业计量场景的深度融合，汽车衡防作弊监管将持续向智能化、集成化、全场景协同化方向进阶。后续将进一步探索深度融合视频监控、AI 算法识别异常过磅等隐蔽性作弊行为，与仪表端的现有数据形成多源数据交叉验证，构建起“数据+ 视觉”双维度的全域防御体系。为称重行业的数字化转型与高质量发展提供长效、可靠的技术支撑。

参考文献

[1] 全国衡器标准化技术委员会.GB/T 7724−2023 电子称重仪表[S]. 北京：中国标准出版社，2023.

[2] 全国工业过程测量控制标委会.GB/T 19582.1−2008 Modbus 应用协议[S]. 北京：中国标准出版社，2008.

[3] 乔星南. 云加密在衡器中的应用[J]. 衡器，2022, 51(12):31−34.

作者简介

彭乐（1991—），男，本科，工程师，上海耀华称重系统有限公司。研究方向：智能称重仪表、物联网称重系统。

丁镜嘉（1992—），男，本科，工程师，上海耀华称重系统有限公司。研究方向：智能称重仪表、物联网智能称重。