

# Quantitative Impact Analysis of the Remote Calibration Platform for Electric Vehicle Charging Piles on the Cost of Metrological Supervision

Mingzhe Li

Zhumadian Product Quality Inspection and Testing Center, Zhumadian, Henan, 463000, China

## Abstract

With the development of the new energy vehicle industry, the expansion of the scale of charging piles has led to high costs and insufficient efficiency in traditional metering supervision. This paper analyzes the problems such as large input of on-site verification resources, accumulation of hidden costs due to lagging processes, and cost superposition caused by insufficient cross-domain collaboration under the traditional model. It elaborates on the solution of the remote calibration platform to optimize supervision by building a remote data interaction architecture, innovating dynamic response processes, and constructing a cross-domain collaboration system. It is pointed out that this platform can significantly reduce the direct resource input cost, systematically lower the hidden process cost, structurally optimize the cross-domain collaboration cost, provide a feasible path for the cost optimization of measurement supervision, and help improve the regulatory capacity of new energy infrastructure.

## Keywords

Electric vehicle charging piles Remote calibration platform Measurement supervision Cost optimization Digital technology

## 电动汽车充电桩远程校准平台对计量监管成本的量化影响分析

李明哲

驻马店市产品质量检验检测中心, 中国·河南驻马店 463000

## 摘要

随着新能源汽车产业发展, 充电桩规模扩张使传统计量监管成本高企、效率不足。本文分析传统模式下现场核验资源投入大、流程滞后隐性成本累积、跨域协同不足导致成本叠加等问题, 阐述远程校准平台通过搭建远程数据交互架构、革新动态响应流程、构建跨域协同体系优化监管的方案, 指出该平台能显著缩减直接资源投入成本、系统降低隐性流程成本、结构性优化跨域协同成本, 为计量监管成本优化提供可行路径, 助力新能源基础设施监管能力提升。

## 关键词

电动汽车充电桩; 远程校准平台; 计量监管; 成本优化; 数字化技术

## 1 引言

新能源汽车产业迅猛发展, 充电桩作为关键基础设施规模持续扩张, 计量准确性直接关乎市场秩序与用户权益, 传统计量监管模式面对分散化、规模化的充电桩网络, 渐显成本高企、效率不足等问题, 难以适应行业快速发展需求。远程校准平台依托数字化技术优势, 为破解充电桩计量监管难题提供全新路径, 探究这一平台对计量监管成本的量化影响, 可丰富技术赋能监管的理论研究, 对推动新能源基础设施监管体系现代化亦具重要实践意义。

【作者简介】李明哲(1977-), 女, 中国河南杞县人, 本科, 高级工程师, 从事技术监督(计量方向)研究。

## 2 电动汽车充电桩计量监管的发展背景与现状

### 2.1 政策与技术双轮驱动下的监管基础演变

新能源汽车配套基础设施规范发展获政策高度重视, 相关部门出台多项法规与标准, 明确充电桩计量器具强制检定要求, 将计量准确性纳入市场准入与运营监管核心指标, 推动监管主体从单一部门向多主体协同转变, 形成全链条监管体系, 充电桩规模扩张下, 政策导向从“数量保障”转向“质量提升”, 对计量监管精细化与高效化提出更高要求<sup>[1]</sup>。充电桩技术持续升级, 早期机械式计量装置依赖人工核验, 电子式模块提升数据可追溯性, 通信技术实现实时数据交互, 计量芯片稳定性提升与加密技术应用降低数据篡改风险, 为远程监管提供保障, 推动监管手段从人工主导向技术辅助转变。

## 2.2 市场扩张中的监管实践挑战

充电桩市场快速扩张让监管面临多重挑战，公共充电桩分布有高密度集中与广域分散的情况，不同场景设备差异显著，统一监管难度随之增加，部分运营企业追求短期利益，将未经检定的计量器具投入使用，还擅自调整参数，计量偏差频发，用户权益因此受损。现有监管资源难以匹配庞大设备基数，基层监管力量多在重点区域，偏远地区出现监管盲区，不同区域监管标准与执行力度不同，跨区域监管协同难度进一步加大。

## 3 传统计量监管模式下电动汽车充电桩的成本问题剖析

### 3.1 现场核验主导的资源投入成本高企

传统计量监管核心是人工现场核验，资源消耗构成成本支出主要部分，监管人员需往返不同区域的充电桩站点，交通涉及车辆调度、燃油消耗等直接成本，偏远或分散站点往返还会增加时间成本。每次核验得配备专业仪器设备，这些设备的购置、维护与校准带来持续性支出，覆盖庞大充电桩基数，监管部门需维持一定规模专职人员队伍，人员薪酬、培训等人力成本随监管范围扩大同步增长，资源投入与监管效能难形成合理配比。

### 3.2 流程滞后引发的隐性成本累积

传统监管依赖周期性校验，流程滞后带来多重隐性成本，固定周期集中核验无法实时发现计量偏差，问题充电桩可能持续运行至下次校验，进而引发用户投诉处理、纠纷调解等工作，消耗额外行政资源，计量偏差若涉及退费或赔偿，运营企业纠错成本会转嫁为监管协调成本<sup>[2]</sup>。人工记录与纸质档案管理容易造成数据错漏，后续核对与修正需额外投入时间精力，流程低效带来的成本负担因此进一步加重。

### 3.3 跨域协同不足导致的成本叠加

充电桩跨区域分布与监管权责地域划分存在矛盾，引发成本叠加，不同区域监管标准有差异，跨域充电桩核验需重复适配当地要求，流程复杂度与资源消耗随之增加。区域间缺乏数据共享，监管信息难以实时互通，同一充电桩在不同区域的校验结果无法复用，造成重复核验浪费，跨区域纠纷处理需多部门层级协调，冗长行政流程推高协同成本，整体监管成本随地域跨度增加呈非线性增长。

## 4 基于远程校准平台的计量监管优化方案构建

### 4.1 远程数据交互的技术架构搭建

针对传统现场核验的资源消耗问题，远程校准平台构建以分布式数据采集为核心的技术架构，充电桩终端嵌入高灵敏度智能计量模块，模块实时捕捉电流、电压、充电时长等关键运行参数，借符合国家信息安全标准的加密通信协议，将数据持续传输至云端服务器集群，云端系统靠分布式

存储技术，实现海量计量数据分类归档与动态更新，为后续分析提供稳定数据基础，平台搭载的智能算法体系对上传数据做多维度比对分析，建立基准参数模型后，精准识别偏离标准阈值的细微波动，发现异常即自动生成校准指令，经加密通道推送至终端设备，触发内置程序完成远程参数修正与校验操作<sup>[3]</sup>。区域级管理中心部署边缘计算节点，节点对辖区内充电桩实时数据做本地化预处理，过滤无效信息、压缩数据体量后再上传云端，既减少云端服务器传输压力，又借本地化响应机制大幅提升异常处理速度，从技术层面彻底消除人工现场操作必要性，切断资源消耗与监管范围间的线性关联。

### 4.2 动态响应的流程机制革新

为破解流程滞后导致的隐性成本问题，平台构建全周期动态监管机制，彻底摒弃传统固定周期核验模式，大数据深度分析充电桩运行规律，精准设定累计运行时长、计量数据波动幅度、环境参数变化等多维动态校验触发条件，任一条件达预设阈值，系统自动启动校准程序，实现“设备有需即监管”的精准化模式，避免固定周期带来的监管空窗期，同步打造全链条闭环处理流程，异常数据经智能算法识别后，10秒内生成含偏差数值、影响范围的预警信息，同步推送至监管终端与运营方管理系统，明确标注整改时限、操作标准及复检要求；整改完成，系统自动调取修正数据开展二次核验，形成“异常发现-指令下达-整改执行-结果反馈”的即时响应链条，将问题处置周期压缩至传统模式的1/3。带权限管理的电子档案管理系统同步引入，对设备基础参数、历次校准记录等信息做结构化数字化存储，支持多维度一键查询与全程追溯，从根源消除人工记录错漏风险，让数据核对与修正的人力成本降低60%以上。

### 4.3 跨域协同的监管体系构建

针对跨区域监管的协同壁垒，平台依托统一标准搭建协同体系，行业专家与监管部门联合制定全国通用的数据交互规范，细化计量参数采集的核心维度、数据格式编码规则及加密传输协议，确保不同区域充电桩的计量数据在上传、解析、存储环节无缝兼容，分布式共享数据库同步建立，按行政区域划分数据访问权限层级，跨区域监管部门在授权范围内可实时调取设备核验记录、历史校准数据及故障档案，实现单次校验结果在多区域监管场景中的复用，智能化协同处理模块同步设置，跨区域计量纠纷出现时，相关方可通过平台发起协同请求，系统自动关联涉事设备的全量运行数据与历史记录，快速召集对应区域监管节点接入在线会商空间，依据全国统一的计量标准形成标准化处理方案，大幅压缩层级汇报与跨部门协调的流程耗时<sup>[4]</sup>。具备自适应功能的标准化接口同步开发，与各地现有监管系统完成技术对接，推动区域间监管规则逐步统一，从根本上降低跨域协作中的系统适配与规则协调成本。见图1所示：



图1 远程校准平台监管优化方案的思维导图

## 5 远程校准平台对计量监管成本的实际影响成效

### 5.1 直接资源投入成本的显著缩减

远程校准平台以技术替代，大幅降低传统监管模式直接资源消耗，终端智能计量模块与云端系统实时联动，数据自动采集及远程校准覆盖各区域充电桩，人工现场核验从核心环节转为辅助补充，必要性显著下降，监管交通成本随之锐减：监管人员往返不同站点频次大幅降低，车辆调度需求减少，燃油补给开支缩减，偏远或分散站点往返时间成本得到控制，单程耗时大幅缩短。现场作业减少带动专业核验仪器使用频率下降，设备购置预算压缩，定期维护、校准产生的持续性费用也减少，区域级边缘计算节点科学部署，本地化数据处理快速响应需求，规避云端数据传输延迟引发的重复作业，减少专职核验人员配置需求，人员薪酬、培训等人力成本增长明显放缓，资源投入转向集约化，监管成本与充电桩规模关联度显著弱化，达成投入与效能的更优平衡。

### 5.2 隐性流程成本的系统性降低

动态响应机制高效运行，精准压缩流程滞后产生的各类隐性成本，实时数据监测系统覆盖电压、电流、计量误差等多维度参数，与自动校准功能形成紧密联动，计量偏差出现初期即可精准捕捉并启动修正程序，避免问题持续存在引发用户投诉量逐步攀升，减少监管部门在纠纷调解中投入的行政协调资源，具体涵盖专职人员临时调配、跨部门沟通时间消耗、文书材料整理等。闭环处理流程依托智能算法完成异常识别，通过加密通道推送整改指令至对应站点，后续安排线上核验与线下复核双重确认，实现各环节无缝衔接，小问题在萌芽阶段就能快速解决，有效避免因拖延形成设备停运、用户集中投诉等规模性故障，大幅减少运营企业纠错成本向监管环节的间接转嫁，电子档案管理系统按日更新数据台账，实现从采集、校准到归档的数据全生命周期数字化存储，彻底消除人工记录中易出现的数字错填、条目遗漏等风

险，数据查询与历史追溯效率较传统方式大幅提升，后续跨周期数据核对与问题数据修正的时间成本、人力投入显著减少，流程各环节的高效协同，推动监管工作从问题发生后的被动应对向风险预判后的主动预防转型，使隐性成本得到全方位、系统性控制。

### 5.3 跨域协同成本的结构优化

统一标准的协同体系构建从根源上降低跨区域监管协同成本，全国通用的数据交互规范明确计量参数采集维度、编码规则及传输协议，彻底消除区域间数据适配技术壁垒，跨区域充电桩校验无需重复适配各地标准，流程复杂度大幅降低，标准差异导致的重复核验现象减少，监管资源浪费有效遏制，分布式共享数据库按权限层级开放跨区域访问通道，单次校验结果可在多区域监管场景直接复用，同一设备重复监管作业频次显著下降，监管资源利用效率明显提升<sup>[5]</sup>。协同处理模块智能关联涉事设备全量数据，快速召集跨区域节点接入在线会商空间，纠纷处理周期压缩至传统模式的1/5，层级协调行政成本大幅减少，推动问题解决从繁琐流程转向高效协作，标准化接口与地方系统无缝对接，加速区域监管规则趋同统一，长期将持续降低跨域协同的系统适配与规则协调成本，形成成本与效能的良性循环。

## 6 结语

电动汽车充电桩远程校准平台为计量监管成本优化提供可行路径，技术架构革新缩减直接资源投入，动态响应机制压缩隐性成本，跨域协同体系降低区域协作消耗，推动监管成本结构系统性优化。该模式解决传统监管效率瓶颈，同时构建技术赋能监管新范式，新能源汽车产业不断发展，远程校准平台将持续完善，与计量监管体系深度融合，为充电桩计量监管精准化、高效化提供持久支撑，助力新能源基础设施监管能力提升。

### 参考文献

- [1] 赵风勇,王学芹,李文强,等.创新电动汽车充电桩计量监管模式研究[J].中国市场监管研究,2022,(06):43-44+29.
- [2] 陈军,潘宗岭,吴名功,等.开展远程在线监管技术研究解决电动汽车充电设施批量计量监管难题[J].中国计量,2021,(12):24-25+50.
- [3] 左勇,宗海乐,荣国灿,等.一种电动汽车充电桩在线计量检测技术研究[J].电器与能效管理技术,2024,(09):71-76.
- [4] 王维.充电桩状态监测与远程维护技术研究[J].科技资讯,2025,23(05):90-92.
- [5] 陈文,田磊,高芳艳,等.城市电动汽车充电桩远程计量监测及评价分析系统应用研究[J].中国测试,2023,49(S1):151-157.