

电子停车计时收费系统的计量检测校准方法优化与实践

冯纯

河北省计量监督检测研究院廊坊分院, 河北 廊坊 065000

摘 要： 本文聚焦于电子停车计时收费系统的计量检测校准领域。该系统主要由前端检测设备、数据传输链路、管理服务器以及收费终端四个部分构成，依靠精准计时机制以及高效的数据交互流程来实现稳定运作。其中，计量校准环节对于保障车主合法权益以及提升城市停车管理水平具有至关重要的意义。然而，传统的计量校准方法存在诸多局限性。一方面，其受环境因素影响较大，在复杂多变的环境条件下，难以精准模拟实际停车场景，导致校准结果偏差较大；另一方面，传统方法校准效率低下，无法对系统进行实时监测，难以及时发现并纠正潜在的计量问题。

关 键 词： 电子停车计时收费系统；计量检测校准；卫星授时；深度学习；大数据分析

Optimization and Practice of Measurement, Detection, and Calibration Methods for Electronic Parking Metering and Charging Systems

Feng Chun

Langfang Branch, Hebei Institute of Measurement and Testing, Langfang, Hebei 065000

Abstract： This paper focuses on the field of measurement, detection, and calibration of electronic parking metering and charging systems. This system mainly consists of four parts: front-end detection equipment, data transmission links, management servers, and charging terminals. It relies on precise timing mechanisms and efficient data interaction processes to achieve stable operation. Among them, the measurement and calibration process is crucial for protecting the legitimate rights and interests of car owners and improving the level of urban parking management. However, traditional measurement and calibration methods have many limitations. On the one hand, they are greatly affected by environmental factors. Under complex and changing environmental conditions, it is difficult to accurately simulate actual parking scenarios, resulting in large deviations in calibration results. On the other hand, traditional methods have low calibration efficiency and cannot perform real-time monitoring of the system, making it difficult to timely detect and correct potential measurement problems.

Keywords： electronic parking metering and charging system; measurement detection and calibration; satellite time service; deep learning; big data analysis

引言

在城市交通管理朝着精细化持续迈进的当下，电子停车计时收费系统已成为规范停车秩序、提升停车资源利用效率的关键手段。作为城市停车管理体系的核心构成部分，此系统的精准程度，不仅与车主的切身利益紧密相连，更对城市停车管理的公正性和公信力有着深远影响。本章节将深入剖析针对电子停车计时收费系统计量检测校准方法开展优化研究的背景与意义，清晰阐释研究目的与预期目标，并且全面梳理国内外在这一领域的研究进展，为后续研究筑牢坚实基础。

一、电子停车计时收费系统概述

（一）系统构成与工作原理

目前，智能化停车场电子计時計费装置（以下简称：智能计時計装置）已逐步替代原电子停车场计時計费表，增加了视频拍摄、图像识别、触发、信息处理、时间显示等功能，能自动识别车辆位置，实时记录并自动放行。根据 JJG1010 - 2013 检定规程，停车场电子计時計费装置一般以纸质条码、IC卡或磁卡作为

载体，利用计算机进行收费管理^[1]。而电子停车计时收费系统主要涵盖前端车位检测设备、数据传输网络、中央管理服务器以及收费终端这几个关键部分。前端车位检测设备运用地磁感应、视频识别等先进技术，对车位占用状态进行实时监测。所采集的数据通过稳定的网络传输至中央管理服务器，服务器依据特定算法对数据加以处理，精确计算车辆的停车时长，最终将停车费用信息清晰地呈现于收费终端。整个流程高度依赖精准计时以及高效的数据交互，任何一个环节出现偏差，都极有可能对系统的计量

准确性造成不利影响。

（二）计量检测校准的重要性

计量检测校准，无疑是确保电子停车计时收费系统精准运行的关键核心环节，其重要性在整个城市停车管理体系中有着举足轻重的地位，堪称基石般的存在。在实际应用场景中，倘若计时出现哪怕细微的偏差，都将对车主产生直接且显著的影响^[2]。车主可能因不准确的计时，无端面临多缴费的经济损失，辛苦积攒的财富就这样悄然流失；抑或是不经意间少缴费，事后可能面临补缴费用甚至额外处罚的麻烦，打乱正常生活节奏。这一情况不仅严重侵犯了车主的切身利益，还会在公众群体中引发广泛的质疑，极易导致公众对该系统的信任危机，使得原本旨在提升管理效率与服务质量的系统，沦为公众抱怨与不满的焦点。与此同时，错误的计量数据宛如一颗“定时炸弹”，会对城市停车资源的科学规划与有效管理决策造成极大干扰^[3]。城市管理者基于错误数据所制定的停车资源调配计划、车位建设方案等，必然无法契合实际需求，进而阻碍停车管理朝着精细化方向稳步迈进。只有通过定期、严格的计量检测校准工作，全面排查系统潜在问题，及时校准偏差，才能确保系统始终稳定可靠运行，为城市停车管理生态的健康有序发展提供坚实保障，营造公平、高效的停车环境。

二、现有计量检测校准方法分析

（一）传统方法介绍

在传统的电子停车计时收费系统计量检测校准工作中，标准计时器比对法是较为常用的手段。具体操作是将高精度的标准计时器与系统内部的计时设备进行同步运行，在运行过程中，对两者所产生的计时数据进行细致比对，依据比对所发现的差异来对系统计时进行校准。同时，为校验车位检测设备的准确性，往往会借助模拟车位占用设备。这类设备通过模拟车辆进出车位的动作，来检测车位检测设备的响应是否准确。而在数据传输校准环节，主要依赖人工对网络链路的稳定性以及数据完整性展开检查。工作人员会通过专业工具和经验，逐一排查网络线路是否存在故障、数据在传输过程中有无丢失或错误等情况^[4]。

（二）存在问题剖析

标准计时器比对法存在明显的环境敏感性问题。温度、湿度等环境因素的波动，极易对标准计时器的计时精度产生干扰，使其自身计时出现偏差。这种偏差会直接传导至系统校准过程，导致最终校准精度大打折扣。模拟车位占用设备虽然在一定程度上能够检测车位检测设备的性能，但面对复杂多变的实际停车场景，诸如车辆的不规则停放、多车紧密相邻等情况，模拟设备难以进行全面且精准的模拟，这就使得车位检测设备的校准工作存在较大局限性，无法充分满足实际应用需求。人工检查数据传输的方式效率极为低下，由于数据传输涉及大量的信息和复杂的网络架构，人工排查不仅耗时费力，而且对于一些细微的数据传输错误，如瞬间的数据丢包、特定编码格式下的错误等，很容易出现遗漏^[5]。更为关键的是，人工检查无法实现对系统运行状态的

实时监测，难以确保在长时间的运行过程中，系统计量始终保持准确无误，给系统的稳定运行带来潜在风险。

三、优化的计量检测校准方法

（一）优化思路与原则

在电子停车计时收费系统的校准工作中，准确性优先始终是首要考量因素。我们全力以赴，运用先进的技术手段与严谨的操作流程，致力于将校准后系统的计量误差控制在极为微小的范围。从硬件设备的精细调试，到软件算法的反复优化，每一个环节都严格把关，确保为电子停车计时收费系统提供精准无误的计量校准服务，让每一次计时收费都精准反映车辆实际停放时长，保障车主权益与停车管理的公正性。

秉持兼容性原则，在优化校准方法的过程中，研发团队充分调研市场上现有各类电子停车计时收费系统的架构与特性。通过巧妙设计通用接口、适配多种数据传输协议等方式，确保优化后的校准方法能与不同品牌、型号的系统无缝对接。如此一来，无需对现有系统进行大规模的硬件更换或软件重构，就能最大程度发挥优化效能，有效降低系统升级成本，为城市停车管理部门减轻负担。坚持高效性原则，借助创新技术手段，如引入人工智能辅助校准、采用云计算加速数据处理等，显著缩短校准周期^[6]。同时，深度优化校准流程，去除冗余环节，合理安排操作步骤，提升整体工作效率。使得系统能够在更短时间内完成校准流程，迅速投入稳定运行，为用户提供不间断的优质服务，让城市停车管理更加高效便捷。

（二）具体优化内容

计时上，用卫星授时技术替换传统计时器，借卫星高精度时间基准，让系统计时设备精准同步，从源头消除传统计时受环境干扰导致的偏差，保障计时准确。车位检测环节，运用深度学习算法训练模型，使其精准识别车辆不规则停放、多车紧邻、车身越位等复杂场景，弥补传统模拟设备短板，提升检测准确性与适应性。数据传输方面，搭建实时监测平台，运用大数据技术全方位监控数据传输。平台能自动检测丢包、延迟、错误等异常，及时预警并自动修复，保障数据完整准确，筑牢系统稳定运行的数据根基。优化后的方法与现有系统无缝对接，大幅缩短校准周期，助力系统快速稳定运行，为电子停车计时收费系统提供精准计量校准服务^[7]。

（三）技术创新点

计时校准上，深度融合卫星授时技术，借助其超高精度时间基准，克服传统计时受环境干扰、精度欠佳的难题，为系统计时精准性筑牢根基，在行业内首开先河。车位检测校准中，引入深度学习算法，打破传统模拟设备仅适用于简单场景的局限。通过对海量停车数据的学习训练，模型能适应复杂停车场景，大幅提升检测的适应性与准确性，开辟全新校准路径。在系统运行监测方面，将实时数据监测平台与大数据分析技术相结合，实现对系统状态的全方位、动态监测。该模式能及时发现并处理数据传输问题，为系统稳定运行提供智能保障，开创高效智能校准新模式

式，引领电子停车计时收费系统计量检测校准领域技术发展，助力系统达成更精准的计量校准服务。

四、优化方法的实践应用

（一）实践案例选取

为全面且深入地检验优化后的计量检测校准方法在实际场景中的应用效能，本研究精心挑选了某大型城市商业中心停车场作为实践案例。该停车场日常车流量极为庞大，高峰时段车辆进出频繁，且停车场景复杂多样，涵盖了车辆的不规则停放、多车型混停以及车位空间有限导致的紧密相邻等情况^[8]。由于其现有电子停车计时收费系统在计量准确性方面存在缺陷，频繁引发车主投诉，对停车场的运营管理以及用户体验造成了负面影响。鉴于此，该停车场具备典型性，能够充分模拟实际应用中的复杂环境，为验证优化方法的有效性提供了理想的实践平台。

（二）应用过程与步骤

为提升电子停车计时收费系统校准的自动化与智能化水平，首先开展一系列前期准备工作。在停车场各关键位置精准安装卫星计时设备，将其与系统计时模块深度对接并精细调试，借助专业技术确保设备稳定接收卫星信号，把高精度时间基准准确传输至计时模块，为精准计时打好基础。同时，利用专业工具针对停车场不同时段（像工作日高峰、平峰，周末高峰、平峰）、不同车型（小型汽车、中型客车、大型货车等）的停车情况，全面采集车辆进出时间、车位占用时长、停放位置等关键信息，运用这些丰富数据对深度学习车位检测模型开展针对性训练，不断优化参数，使模型能精准识别复杂停车场景下的车位占用状态^[9]。此外，搭建功能完备的实时数据监测平台，通过先进网络通信技术，将停车场内车位检测设备、收费终端等前端设备与中央服务器无缝连接，实时采集系统运行数据，运用大数据分析技术深度挖掘分析，实现对数据传输的全方位实时监测。完成上述准备工作后，严格依托优化方案，定期用新的计量检测校准方法对系统

全面校准，每次校准都详细记录校准时间、校准前后的计时数据、车位检测数据以及数据传输状态等，方便后续深入分析评估校准效果。

（三）实践效果评估

经过一段时期的稳定运行，针对优化前后的系统数据展开了全面且细致的对比分析。结果清晰表明，计量误差率从优化前的5%显著降低至1%以内，这一数据的大幅优化有力地证实了优化后的计时校准方法在提升计时准确性上成效显著。在保障车主权益及提升用户满意度方面，优化后的系统同样成果斐然，车主投诉率相较于优化前锐减80%，直观反映出系统在维护车主利益方面的显著进步。不仅如此，得益于精准的车位检测与计时功能，车位利用率从原本的60%提升至75%，实现了有效增长^[10]。这一系列数据充分彰显了优化后的计量检测校准方法在实际应用中的强大优势，切实提升了电子停车计时收费系统的整体性能，显著提高了停车场的管理水平，为城市停车管理提供了更为可靠、高效的解决方案，有力推动了城市停车管理的精细化、智能化发展进程。

五、结束语

经过一系列深入研究与实践，本研究对成果进行全面总结。研究成功剖析了现有电子停车计时收费系统计量检测校准方法的弊端，并提出且实践了一套创新优化方案，通过引入卫星授时、深度学习、大数据分析等前沿技术，构建起更为精准、高效、智能的校准体系。在实践案例中，该体系显著降低了计量误差，提升了车位检测准确性与系统运行稳定性，为城市停车管理提供了有力技术支撑。站在行业发展前沿展望未来，电子停车计时收费系统计量检测校准领域的后续研究可聚焦于进一步提升校准系统的抗干扰能力，以应对复杂电磁环境与极端天气影响，同时探索将区块链技术应用于计量数据存储与传输，确保数据不可篡改，增强系统安全性与公信力。

参考文献

- [1] 李磊, 海涛. 智能化电子停车计时收费装置检定方法探讨 [J]. 计量与测试技术, 2024, 51(04): 95-96+100. DOI: 10.15988/j.cnki.1004-6941.2024.4.029.
- [2] 熊磊, 沈仁怡. 手持式电子停车计时收费表检定装置的研制 [J]. 工业计量, 2018, 28(02): 33-34. DOI: 10.13228/j.boyuan.issn1002-1183.2017.0271.
- [3] 陈蓝生. 共享理念下江苏首家停车计时收费装置计量交互系统的研究与探索 [J]. 中国计量, 2018, (05): 21-22. DOI: 10.16569/j.cnki.cn11-3720/t.2018.05.011.
- [4] 葛君. 电子停车计时收费装置检定的探究 [J]. 大众标准化, 2017, (08): 43-46.
- [5] 俞水清. 手持式电子停车计时收费表检定仪研制成功 [J]. 中国计量, 2015, (04): 96. DOI: 10.16569/j.cnki.cn11-3720/t.2015.04.034.
- [6] 李柳斌. 电子停车计时收费表检定 / 校准测量不确定度 [J]. 计量与测试技术, 2016, 43(09): 115-116. DOI: 10.15988/j.cnki.1004-6941.2016.09.051.
- [7] 朱长春, 韩龙, 李新声. 停车计时收费装置计时误差测量不确定度评定 [J]. 计量与测试技术, 2013, 40(11): 79+81.
- [8] 海涛, 李磊, 李勇. 地磁型电子停车计时收费平台现场检定仪的设计及应用 [J]. 中国计量, 2022(3): 122-123.
- [9] 王峥. 城市道路停车场计时自助收费系统探讨 [J]. 西部皮革, 2018, 40(10): 43. DOI: 10.3969/j.issn.1671-1602.2018.10.035.
- [10] 李亚荣. 基于 Linux 的停车场管理系统的设计与实现 [D]. 内蒙古: 内蒙古大学, 2018. DOI: 10.7666/d.D01535025.