

智慧高速背景下联网收费系统优化与实践

刘 一 宋倩君 张素豪

云南省昆明市五华区环城西路 云南 昆明 650000

摘要：数字化转型浪潮下，智慧高速建设加速，全域感知等技术应用对联网收费系统提出更高高效、精准与服务性要求。当前联网收费系统虽全国联网运行，但在技术适配、管理模式、用户体验等方面存在短板，难以契合智慧高速发展。本文立足智慧高速建设背景，明晰二者核心内涵及适配关系，分析现有系统运行现状、问题与挑战，从技术、管理、用户体验三维度提出优化策略，结合实践案例阐述实施过程与效果评估，验证策略可行性，为联网收费系统智能化升级、高效运行提供参考与支撑，推动智慧高速全链条数字化转型。

关键词：智慧高速；联网收费系统；系统优化；实践应用

引言：我国交通运输行业数字化、智能化转型持续推进，智慧高速作为交通强国建设关键载体，正从“人工管控”向“智能协同”、“单一通行”向“综合服务”转变。联网收费系统是智慧高速核心配套，承担通行费收取等重要职能，其运行效率与服务影响智慧高速建设成效。取消省界收费站后全国联网收费体系初步形成，但面对智慧高速新需求，现有系统在技术融合等方面不足凸显。本文聚焦联网收费系统优化与实践，梳理理论现状，提出策略并案例验证，为行业发展提供借鉴，提升高速运营管理与公众出行体验。

1 智慧高速与联网收费系统概述

1.1 智慧高速的概念

智慧高速是以高速公路基础设施为载体，深度融合大数据、人工智能、物联网、北斗定位、5G通信等新一代信息技术，实现交通运行状态精准感知、信息高效交互、管理智能决策、服务个性化供给的新型高速公路运行模式。其核心特征体现为智能化感知、协同化管控、便捷化服务与绿色化发展，打破传统高速公路孤立运行、人工干预为主的管理模式，构建“感知—分析—决策—执行”的闭环管理体系。智慧高速聚焦车辆通行效率提升、交通安全保障、出行服务优化三大目标，实现高速公路从“人工管理”向“智能管控”、从“被动响应”向“主动服务”、从“单一通行”向“综合服务”的转型，为公众提供更安全、便捷、高效、绿色的出行体验，推动交通运输行业高质量发展。

1.2 联网收费系统的基本架构与功能

当前联网收费系统主要采用“云—边—端”三级架构，云端为省市级收费管理中心，承担着数据存储、费用核算、策略下发、全局管控等核心职能；边缘端为收费站级处理节点，负责车道数据采集、本地计费校验、特

情处置等工作；终端端包括ETC车载设备、车道识别设备、支付终端等，实现车辆身份识别、通行记录采集与费用支付等功能。系统核心功能涵盖车辆精准识别、通行费分级核算、多渠道支付、数据交互共享、特情应急处置等，其中车辆识别依托车牌识别、ETC感应等技术实现精准匹配，费用核算按照路段里程、车型分类等标准自动计算，支付方式支持ETC无感支付、移动支付、现金支付等多元化模式，数据交互实现与智慧高速其他系统的信息互通，保障收费工作高效有序开展^[1]。

1.3 智慧高速对联网收费系统的新要求

智慧高速的快速发展对联网收费系统提出了更高层次的新要求，核心聚焦智能化、协同化、便捷化与精准化四个方面。智能化要求系统突破传统人工辅助计费模式，依托人工智能、大数据技术实现车辆自动识别、路径精准还原、费用实时核算与特情智能处置，减少人工干预，提升运行效率。协同化要求联网收费系统与智慧高速的感知系统、管控系统、服务系统深度融合，实现数据互通、资源共享与协同联动，打破信息孤岛，支撑全局交通智能决策。便捷化要求优化支付流程与通行体验，实现“无感通行、无感支付”，简化缴费环节，缩短车辆通行时间，满足公众快速出行需求。精准化要求系统实现计费精准、数据精准与服务精准，杜绝计费偏差，精准匹配用户出行需求，提供个性化、差异化的收费服务与出行指引。

2 联网收费系统现状分析

2.1 现有联网收费系统的运行情况

目前，我国联网收费系统已实现省级乃至全国联网，形成了以ETC无感支付为主、多元化支付为辅的收费模式，大部分高速公路收费站已实现ETC专用车道全覆盖，人工收费车道逐步缩减，系统整体运行态势平稳。在技

术应用方面,多数系统已引入车牌识别、大数据核算等基础技术,实现费用自动核算与数据初步统计;在管理模式方面,建立了分级管理体系,明确了各级管理部门与运营单位的职责,制定了相应的收费管理制度与操作规范;在用户体验方面,多元化支付模式的推广有效缩短了车辆通行时间,提升了用户缴费便捷度。总体而言,现有联网收费系统基本满足高速公路收费工作的基本需求,为智慧高速建设奠定了一定的基础,但与智慧高速发展要求仍有差距。

2.2 存在的问题与挑战

尽管现有联网收费系统运行平稳,但在智慧高速背景下仍面临诸多问题与挑战。在技术层面,部分系统技术架构滞后,难以支撑大规模数据高速传输与处理,车辆识别准确率受恶劣天气影响较大,路径还原精度不足,易出现计费偏差,且系统兼容性较差,难以与智慧高速其他系统实现无缝融合。在管理层面,管理模式较为粗放,各级运营单位的协同管理机制不健全,数据共享不及时,特情处置流程繁琐、效率低下,收费人员专业技能参差不齐,难以适应智能化系统的操作需求^[2]。在用户体验层面,部分路段仍存在ETC识别失败、支付卡顿等问题,异常通行情况下的服务指引不足,用户咨询与投诉处理效率不高,多元化支付模式的覆盖度与便捷性仍需提升,难以满足公众快速、便捷的出行需求。

3 联网收费系统优化策略

3.1 技术优化

技术优化是联网收费系统与智慧高速深度融合的关键,涵盖设备、技术、架构三方面。设备升级上,全面替换老旧收费设备与ETC门架,升级高清摄像头、智能识别模块,融入北斗高精定位技术,构建全省标准化车型库,提升车辆识别精度与速度,保障复杂路段路径还原和车型识别准确率。技术融合方面,深度整合人工智能、大数据、区块链等技术,搭建统一数据管理平台,实现与智慧高速全域感知、车路协同系统的数据互通;借助区块链保障清分结算数据安全可溯,利用人工智能实现违规行为智能研判与特情自动处理。架构优化上,推广云边协同架构,采用“全省集中管理+边缘节点智能缓存”模式,省中心统一处理规则与数据分析,收费站边缘节点部署轻量化智能模块,提升计费响应速度与系统可靠性,为无感通行等场景提供支撑。

3.2 管理优化

管理优化从协同管理、流程优化、人员提升三维度入手,提升系统运营管理效率。协同管理上,建立跨区域、跨部门协同机制,明确职责分工,实现收费数据、

稽查信息等实时共享,构建联合稽查体系,提高违规逃费处置效率。流程优化上,简化清分结算流程,构建智能化体系,实现跨区域清分结算自动化、对账智能化,缩短对账周期;优化特殊车辆通行流程,采用“预约+车牌+信用”模式,减少人工干预;完善收费稽查流程,构建“智能研判+人工复核”模式,利用大数据识别违规行为,提升稽查精准度。人员提升上,开展管理人员智能化操作培训,重点培训云边协同系统等操作技能,建立常态化培训与考核机制,激励管理人员提升业务能力。

3.3 用户体验优化

用户体验优化紧扣公众出行需求,从便捷通行、高效服务、信息透明三方面提升用户出行满意度。便捷通行上,简化ETC激活与故障处理流程,开通线上线多渠道办理服务,支持ETC设备线上激活、故障线上报修及远程处置;全面推广无感支付与数电发票应用,实现通行费自动扣除、发票自动开具推送,减少用户等待;优化收费站车道配置,增加ETC专用车道数量,实现ETC与人工车道灵活转换,提高车辆通行效率。高效服务方面,开通多渠道用户反馈途径,整合手机APP、微信公众号、客服热线等平台,及时响应用户诉求,快速处理收费异常、设备故障等问题;结合用户出行数据,提供个性化通行建议、拥堵预警等服务,助力用户合理规划出行路线。信息透明上,通过收费站显示屏、手机APP、微信公众号等渠道,及时公示收费标准、清分规则、稽查结果等信息,明确收费争议处置流程与时限;建立收费异常主动告知机制,出现计费偏差、设备故障等影响通行情况时,主动推送信息并说明处置进度,保障用户知情权^[3]。

4 联网收费系统优化实践案例分析

4.1 案例选取与背景介绍

本次选取湖南高速公路联网收费系统优化实践作为案例进行分析,该案例具有较强的代表性与借鉴意义。湖南高速公路路网密集,涵盖山区、平原、长隧道等多种复杂路段,现有收费站561个,是我国中部地区重要的交通枢纽,智慧高速建设起步较早,具备良好的技术基础与运营条件。优化前,湖南高速联网收费系统存在诸多问题:部分路段ETC门架识别精度不足,复杂路段计费偏差频发;特情处理效率偏低,人工干预过多,车道特情处理量较大;系统与智慧高速技术融合不足,未能实现无感通行全覆盖;用户反馈渠道不够畅通,ETC故障处置繁琐,用户满意度有待提升。为破解上述困境,适配智慧高速建设需求,湖南高速启动联网收费系统优化工程,重点围绕云边协同架构搭建、技术融合、管理提升、用户服务优化等方面开展工作,打造“无感通行”智慧

收费模式，为全国同类系统优化提供参考。

4.2 优化方案实施过程

湖南高速联网收费系统优化方案实施过程分为前期准备、方案部署、试运行优化、正式运行四个阶段，有序推进优化工作落地。前期准备阶段，成立专项优化小组，完成现有系统运行现状调研、数据收集与问题梳理，结合智慧高速建设要求，制定针对性的优化方案，明确实施步骤、责任分工与时间节点；完成设备采购、技术研发与管理人员培训，采购高清识别设备、边缘计算模块等相关硬件，研发路径智能拟合算法，开展管理人员云边协同系统操作、智能稽查等技能培训。方案部署阶段，按照优化方案，逐步完成系统架构升级，搭建“云一边一端”三级协同计费体系，在省中心构建统一数据管理平台，在各收费站部署边缘智能模块；完成ETC门架设备升级与替换，融合北斗高精定位、多源车牌识别技术，构建全省标准化车型库；优化清分结算、稽查管理等相关流程，开通线上用户服务渠道。试运行优化阶段，选取部分核心收费站与路段启动试运行，实时监测系统运行状态，收集运行数据与用户反馈，及时发现并解决试运行过程中出现的技术适配、流程执行等问题，优化方案细节。正式运行阶段，完成试运行优化后，在全省561个收费站全面上线优化后的联网收费系统，建立长效监测与优化机制，持续跟踪系统运行效果^[4]。

4.3 优化效果评估

从运行数据、管理效率、用户体验三个维度，对湖南高速联网收费系统优化效果进行全面评估，验证优化方案的可行性与实用性。在运行数据方面，优化后系统运行稳定性显著提升，全省高速公路收费秩序和通行效率得到明显改善，运行期间累计处理正常通行车辆1184.46万台次，路径还原准确率保持在99.99%以上；自动纠正异常行程9884笔，有效处置计费偏差1693起，车道特情处理量与优化前同期相比降低69.74%，收费站运

营压力大幅缓解。在管理效率方面，智能化稽查模式有效提升稽查精准度与效率，违规逃费行为识别率显著提高；清分结算流程优化后，对账周期大幅缩短，异常交易处理效率提升70%以上；跨区域协同管理机制的建立，实现了数据实时共享，特情处置响应时间大幅缩短，管理人员工作效率提升50%以上。在用户体验方面，ETC激活、故障处理流程简化后，用户办理效率提升80%以上；无感支付、数电发票全面应用，用户通行等待时间大幅缩短；多渠道用户反馈渠道的开通，用户诉求响应时间控制在2小时内，用户满意度从优化前的82%提升至96%以上，优化效果显著，为全国高速公路收费系统的智能化升级打造了可复制、可推广的实践方案。

结束语

智慧高速建设的不断深化，推动联网收费系统进入智能化升级的关键阶段，优化联网收费系统是实现智慧高速“无感通行、精准管控、优质服务”目标的重要支撑，也是提升高速公路运营管理水平、优化公众出行体验的必然要求。未来，需持续跟踪智慧高速技术发展趋势，不断优化完善联网收费系统，深化技术融合与实践创新，推动系统向更智能、更高效、更便捷的方向发展，为智慧高速建设与交通运输行业高质量发展提供更有力的支撑。

参考文献

- [1]李成.智慧高速公路云收费系统的应用[J].交通世界,2025(24):1-3.
- [2]钟林,刘伟东,张娜,等.智慧收费云客服系统在高速自助化车道中的应用[J].中国交通信息化,2022(6):93-95.
- [3]吴珠森.高速公路智慧收费站建设及应用探析[J].交通企业管理,2024,39(6):74-76.
- [4]孙华月.高速公路车道收费系统信创改造实践与创新[J].中国交通信息化,2025,315(10):72-75.