

高速公路智慧收费站建设方案研究

朱东昱

杭州中威电子股份有限公司 浙江 杭州 310000

摘要：全国高速公路取消省界收费站后，车辆通过省界时无需降速停留，减少了油耗和时间成本，提升了通行车辆驾驶速度，降低物流成本，有利于商品的流通与高速公路的通畅度。然而，改革后收费站软硬件巡检种类繁多，当收费站车道设备、ETC门架系统、机房设备等处于无人化值守情况下，若出现故障不易被及时发现，导致故障点无法得到及时维护维修，可能造成严重拥堵。为改善高速公路收费站的服务水平以及管理水平，通过对易发生拥堵收费站的情况分析，提出高速公路智慧收费站建设方案。该方案提升了收费站通行能力、服务水平、精细化运营管理水平，可为同类工程提供參考。

关键词：高速公路；智慧；收费站；方案

引言

取消高速公路省界收费站后，在交通流量可能发生变化的区段设置ETC门架系统，实现分段计费，在入口识别车型，出口按车型、实际路径收费，收费通行介质使用ETC车载设备、CPC卡，收费车道以ETC收费为主、MTC收费为辅，设置ETC专用车道和ETC/MTC混合车道，支持多种支付方式；收费站出入口对货车称重检测，采用入口必检、出口抽查的模式。随着路网里程日益增加、车流量及ETC用户的日益增加，部分收费站出现大流量拥堵，收费站作为收费系统重要节点和基础设施，如何提升收费站通行能力、服务水平、管理水平成为当务之急。

1 系统概述

1.1 目前高速公路收费站监测系统存在的问题

高速公路收费系统主要包括ETC车道系统、ETC门架系统两大类机电设备。取消省界收费站实行新的收费模式后，这两大类机电设备处于无人值守环境下，而对其巡检要求却更高，如何让维护人员快速掌握了解设备故障点十分重要。传统的人工巡检准确度低、检查时间长，无法及时找到故障点，易造成交通拥堵。

1.2 收费站车道设备运维监测

收费站车道机电设备由雾灯、栏杆机、物联网智能车道控制器（含车道工控机）、自助缴费机、通行信号灯、抓拍摄像机、车道摄像机、自动栏杆、ETC天线、费率显示器、雨棚灯等设备组成。物联网智能车道控制器采集到各设备的具体参数，上传至智慧监测平台。当设备参数超过预警阈值之后，系统会向管理人员报警，以便在第一时间发现故障并排除。

1.3 ETC门架系统运维监测

ETC门架系统机电设备由路侧单元RSU、高清摄像机、交换机、防火墙、工控机、智能监测主机、UPS电源、空调等设备组成。ETC门架系统智能控制柜监测主机实时监控ETC门架系统机电设备状态及柜内环境参数。智慧监测平台通过ETC门架智能控制柜监测主机实时监控相应设备，高速公路运维人员通过B/S浏览器及手机App可查看设备实时运行状态，出现故障时第一时间推送给运维人员。

1.4 收费站机房运维监测

采用动环监测主机整合收费站机房门禁系统、安防摄像机、温湿度传感器、烟感火灾探测器等设备，保障机房的物理安全。

2 高速公路智慧收费站建设方案

2.1 云收费系统建设

收费站云智慧收费系统采用“车道智能终端+站级边缘计算节点+后台云服务”架构设计。“云”部署站级基础支撑、收费交易服务及运营管理系统，统一数据接入标准，提供基础支撑、收费交易管理、收费监测、运维监测等服务，实现对“边、端”全程统一配置、部署、升级、监控等。“边”采用集约化、高可用部署方案，主要由车道收费业务、设备控制服务及移动终端服务组成，实现“端”的业务需求服务，与云端进行数据交互。站级收费系统采用集约化架构，站级车道收费业务服务是站级收费体系的“边缘”侧，实现并行处理本站所有车道收费业务及车道外设控制、监测，主要功能包括车道外设接入标准化、标准化广场车道配置管理、标准化车道业务管理、标准化车道运维监测等。“端”包括站前预交易系统、ETC专用车道收费系统、自助收费系统、移动便携收费系统等，实现车道端系统轻量化部

署。车道外设采用标准化网络通信接口,具备网络监测功能;外设可采用一体集成设计,减少车道设备数量,提升收费站系统运行稳定性,降低运维复杂度。总体架构可以划分为基础设施层、平台层和应用层。基础设施层除了现有的车道设备外,需要在站级配套相应的计算资源、存储资源和网络资源。建立云平台层,具备自动化、远程、统一运维能力。应用层基于微服务架构实现车道的收费场景,每个服务运行在其独立的进程中,服务与服务间采用轻量级的通信机制互相协调完成整个收费业务。

2.2 站前预交易系统建设

(1) 站前出口预交易系统

在匝道/主线末端与收费站广场衔接处直线段处设置ETC门架,与站云智慧收费系统配套,配置交易天线、车牌识别设备、闪光灯等设备,并在来车方向设置断面交通监控设备、机柜监控设备,实现按现有ETC交易流程的ETC车辆预交易、前车牌信息自动识别、识别一车多介质车辆、北斗校时或接收站级北斗授时等功能,并将相关数据传至站级系统。结合收费站实际情况,可设置雷达、AI摄像机等车辆定位追踪设施,用于车辆的定位、追踪,在互通立交匝道、收费广场渐变段前可多级或单独设置的可变信息诱导设施,实现对提示匝道预交易失败的ETC车辆、一车多介质车辆进入E/M混合车道处理。对现有站级、收费车道收费软件进行升级,实现数据联动,并在收费站部署交易查询服务系统、车辆诱导系统、匝道预交易监控系统,交易查询服务系统实现与广场收费车道及收费站车辆交易信息共享及联动,匝道预交易监控系统实现门架运行状态监测、交易状态检测、交易统计、交易查询。

(2) 站前入口预交易系统

在地方路平交口与收费站广场之间设置高速不停车称重检测系统、车牌照识别及图像抓拍系统,实现对货车重量自动检测、车辆号牌自动识别及图像自动抓拍,入口称重检测数据包括检测时间、收费站名称、称重检测设备编号、车辆号牌、车型、车货总质量、最大允许总质量、超限量、超限超载率、车辆轴数等,入口称重图像数据包括车辆正面照、车辆尾部照、车辆侧面照3张检测照片和长度不少于5s的视频记录等。RSU天线系统可与车牌照识别及图像抓拍系统同址门架设置,设置于高速不停车称重检测系统后侧约50m,一方面实现对安装OBU的客货车进行车载装置车辆信息读取,结合称重检测数据进行信息比对,可有效检测异常车辆,并通过信息诱导系统引导至混合车道进行人工处理,另一方面

实现ETC车辆收费站入口信息预写入。信息诱导系统设置于RSU天线系统门架后约150m,实现车辆智能诱导分流,对称重检测数据正常且安装OBU的货车,可引导驶入ETC车道通行;对于称重检测数据正常且未安装OBU的货车,可引导驶入非称重检测的混合车道通行;对于OBU检测异常车辆,引导驶入混合车道人工处理;对超载车辆,提示在入口广场掉头;也可通过智能OBU进行信息提示。

2.3 收费车道集约化及性能优化设计

(1) ETC专用车道

采用车牌识别、费额显示器、栏杆机等多合一设备,简化设备布设。结合云收费,ETC专用车道不设置收费亭,智能外设作为收费系统的智能节点设备,实现车道端系统轻量化部署。为实现车道性能提升,采用双天线布设方案,前置天线、折叠双屏设置在雨棚入口侧,沿行车方向设置1套车牌识别、费额显示器二合一设备,在岛尾附近设置1套后置天线、1套车牌识别、费额显示器、栏杆机三合一设备,结合站前预交易系统,可实现三次交易验证机会。通过多合一外设、去亭、车道设置的特情处置智能设备,可实现多条ETC车道去岛、瘦岛,拆除收费岛的车道间采用0.2m宽标线、0.5m宽隔离岛(布置三合一栏杆机)和警示柱隔离,并可对应缩减部分收费岛宽度,增加ETC专用收费车道数及车道宽度,通过收费车道智能灯光系统引导、车道类型及车道状态双屏显示、与收费广场广播系统联动等措施,实现对车辆的有效分类诱导,增加通行能力。通过优化算法、调整线圈判别逻辑等方式解决ETC车道邻道干扰问题。

(2) E/M混合车道

采用双天线方案,岛头设置1套雾灯、手动栏杆机二合一设备,沿行车方向设置1套车型识别设备,用于车辆车型、轴型自动检测,前置天线、折叠双屏可吊装在雨棚入口侧,在岛尾附近设置1套ETC天线、1套车牌识别、费额显示器、栏杆机三合一设备,简化设备布设。

(3) 自助式收费车道

自助发卡、缴费机作为云收费的智能节点,实现去亭化设置。岛头设置1套雾灯、手动栏杆机二合一设备,沿行车方向设置1套车型识别设备,用于车辆车型、轴型自动检测,折叠双屏可吊装在雨棚入口侧,自助发卡或缴费机设置在原收费亭位置,在岛尾附近设置1套ETC天线、1套车牌识别、费额显示器、栏杆机三合一设备,简化设备布设。

2.4 智能收费设备应用

智能收费设备主要包括自助发卡机、自助缴费机、

ETC特情处置智能设备、手持式收费机及手持天线等。在ETC专用出口车道的栏杆前加装ETC特情处置终端,用于未缴费成功的再次申请缴费,具备ETC刷卡支付、移动支付、求助、显示提示信息等功能,特情车辆在车道内可高效、快速处理,无需倒车、变道,解决因ETC特情影响车道快速通行问题。手持式收费机可配合手持天线使用,进行人工特情处理,支持ETC车辆入口信息写入和清除、CPC卡发放;支持ETC、CPC卡、纸质通行券、无通行介质车辆的收费和特情处理;支持ETC、移动支付等多种支付方式及缴费凭证打印等。

2.5 收费数字化运营管理

除对收费车道、站前预交易系统进行系统软件、设备运行状态监测、关键性能指标监测外,建设ETC车道分析系统、多车道协同业务处理平台,提升收费站数字化运营管理水平。ETC车道分析系统利用大数据技术,实时采集和深度挖掘ETC车道交易数据,实现对ETC交易通过率影响因素的趋势及分布进行全面统计分析,以采取针对性措施提高ETC交易通过率。多车道协同业务处理平台提供对所管辖车道的实时状态监控、自动识别车辆信息核实确认、异常事件处理等功能。通过该平台实现一人控制多条车道,完成车道的自助发卡和自助缴费业务流程。后续可依托数字孪生技术,基于高精度地图,通

过全景摄像机、事件检测设备、雷达设备等全域感知设备,通过感知、建模、仿真、控制等技术将物理空间数字化,将收费广场运营管理场景、设备设施运行状态采用一张图展示,并叠加数据、视频等动态信息,形成虚拟+现实的双向互动,以支撑运营管理决策。

结束语

针对不同的收费站,通过有针对性地实施云收费系统、站前预交易系统、收费车道集约化及性能优化设计、智能收费设备、收费数字运营管理等措施,可提升收费站通行效率。

参考文献

- [1]张涛,张燕,张文坤.基于科技接受模型的ETC用户使用行为研究[J].公路交通科技,2020,37(7):122-128.
- [2]钱超,李思言,王彦锋.高速公路收费广场车道合理化配置研究[J].交通运输系统工程与信息,2021,21(2):231-237.
- [3]麦超武.移动支付在高速公路收费中的应用分析[J].公路,2019,64(7):234-237.
- [4]李丹.基于车牌识别+移动支付的高速公路收费系统设计及实现[J].软件导刊,2020,19(8):173-177.
- [5]邓超.基于物联网的高速公路不停车收费系统的设计与实现[J].西部交通科技,2021(9):172-175.