ICS 35.240.60
CCS L 79

T/HEBQIA

团　　体　　标　　准

T/HEBQIA XXXX—2026

高速公路自由流收费智能感知技术规范

（征求意见稿）

2026－XX－XX 发布　　2026－XX－XX 实施

河北省质量信息协会　　发 布

目　　次

前　言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由石家庄泛安科技开发有限公司提出。

本文件由河北省质量信息协会归口。

本文件起草单位：石家庄泛安科技开发有限公司、河北欣胜项目管理有限公司、XXXXX。

本文件主要起草人：张薇、刘熠睿、张迎迎、XXXXX。

高速公路自由流收费智能感知技术规范

1 范围

本文件规定了高速公路自由流收费智能感知系统的总体架构、智能感知设备、数据传输与处理、系统安全与可靠性、系统测试与验收和运行维护与管理。

本文件适用于新建和已建高速公路项目中自由流收费智能感知系统的规划与建设。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自由流收费 free-flow tolling

通过电子识别、视频识别及移动通信等手段，实现车辆信息的自动采集与处理，并结合云端支付平台完成费用的实时结算。

3.2

智能感知技术 intelligent sensing technology

利用多种传感器设备对车辆信息进行高效采集、传输与处理的技术体系。

注：在高速公路自由流收费系统中，智能感知技术主要包括电子识别技术和视频识别技术两大类。

3.3

电子识别 electronic identification

一种基于射频通信技术的车辆身份识别方法。

注：主要包括机动车电子标识和移动通信终端近场身份识别两种形式。

3.4

视频识别 video recognition

一种基于计算机视觉与机器学习算法的目标检测与跟踪技术，通过摄像头、雷视一体机等设备对车辆进行实时监控，提取车牌号码、车身颜色、轮轴信息等关键特征，并结合路径跟踪算法还原车辆的行驶轨迹。

4 总体架构

4.1 系统组成及功能

4.1.1 自由流收费智能感知系统由感知设备层、数据传输层、数据处理层和应用层等部分组成。

4.1.2 感知设备层主要包括电子识别设备（如 ETC 天线）、视频识别设备（如高清摄像头和雷视一体机）以及其他辅助感知设备（如温度传感器和湿度传感器）。

4.1.3 感知设备层对车辆的身份信息、行驶路径、外部环境等数据进行实时采集，并将其上传至后续层级进行处理。

4.1.4 数据传输层将感知设备层采集的数据传递至数据处理层。该层宜采用有线网络与无线网络相结合的方式，利用 TCP/IP、HTTP 等协议确保数据在不同设备间的可靠传输，同时通过端口隔离和安全防护机制降低数据串扰风险。

4.1.5 数据处理层应对采集到的车辆信息进行存储、分析和挖掘，通过门架工控机或云端服务器进行多维度匹配与融合，生成包含车辆特征、行驶路径等信息的完整数据集，基于 AI 技术的车辆 Re ID（Re-Identification）算法对数据展开聚类处理。

4.1.6 数据处理层还宜支持大数据分析功能，为运营管理提供决策支持。

4.1.7 应用层是面向用户的最终服务接口，将数据处理结果转化为实际应用场景。

5 智能感知设备技术要求

5.1 电子识别设备

5.1.1 类型与功能

5.1.1.1 电子识别设备主要包括机动车电子标识和移动通信终端近场身份识别设备。

5.1.1.2 机动车电子标识应实现车辆身份的精准识别，精确记录车辆通行路径，支持分段计费。

5.1.1.3 移动通信终端近场身份识别应在特定区域内对射频信号进行约束，从而提取终端的国际移动用户识别码（IMSI）、业务 ID 等关键信息。

5.1.2 性能

5.1.2.1 识别准确率应达到 99%以上。

5.1.2.2 响应时间应控制在毫秒级范围内。

5.1.2.3 工作频率应采用 2.45 GHz 或 5.8 GHz 频段。

5.1.2.4 覆盖半径应为 30 m～100 m。

5.1.2.5 平均无故障时间（MTBF）应不低于 10,000 h。

5.2 视频识别设备

5.2.1 类型与功能

5.2.1.1 视频识别设备主要包括摄像头和雷视一体机等类型。

5.2.1.2 摄像头应对视频中的车辆目标进行识别、跟踪和分类，从而实现对车辆信息的全面采集，宜精确记录车辆行驶路径并还原收费路径。

5.2.1.3 雷视一体机应能够在复杂环境下实现更高精度的车辆检测与跟踪，尤其适用于高速公路出入口及互通匝道等关键位置。

5.2.2 性能指标

5.2.2.1 分辨率应达到 1080P 或以上。

5.2.2.2 帧率应不低于 30 帧/秒。

5.2.2.3 识别准确率应达到 95%以上。

5.2.2.4 平均无故障时间（MTBF）应不低于 8,000 h。

6 数据传输与处理技术要求

6.1 数据传输

6.1.1 传输网络

6.1.1.1　传输网络主要包括有线和无线两种类型。
6.1.1.2　有线传输网络应采用光纤通信技术，具有高带宽、低延迟和抗干扰能力强的特点。
6.1.1.3　无线传输网络应包括蜂窝网络（如 4G/5G）、Wi-Fi 和专用短程通信（DSRC）等技术，部署灵活、覆盖范围广。
6.1.1.4　网络稳定性应采用冗余设计以避免单点故障
6.1.1.5　可靠性网络层应支持数据包的自动重传机制和错误检测功能，以减少数据传输过程中的丢包率和误码率。
6.1.1.6　传输网络应配备加密算法和身份认证机制，防止数据在传输过程中被窃取或篡改。

6.1.2　传输协议

6.1.2.1　传输协议应包括 TCP/IP、HTTP 以及 MQTT。
6.1.2.2　TCP/IP 协议宜用于大规模数据传输场景。
6.1.2.3　HTTP 协议宜用于前端设备与应用层之间的数据交互
6.1.2.4　MQTT 协议宜用于资源受限的感知设备与云端平台之间的通信需求。

6.2　数据处理

6.2.1　数据存储

6.2.1.1　数据存储方式包括关系型数据库、非关系型数据库以及云存储。
6.2.1.2　关系型数据库（如 MySQL、Oracle）宜应用于收费交易记录、车辆信息等结构化数据的存储和管理。
6.2.1.3　非关系型数据库（如 MongoDB、Redis）宜应用于处理半结构化和非结构化数据。
6.2.1.4　云存储宜应用于大规模数据存储场景。

6.2.2　数据分析与挖掘

6.2.2.1　数据分析与挖掘包括数据预处理、特征提取、模型构建以及结果可视化等步骤。
6.2.2.2　数据预处理阶段应对原始数据进行清洗和归一化处理，以消除噪声和异常值的影响，从而提高数据质量。
6.2.2.3　特征提取阶段应从原始数据中提取出与收费业务相关的关键特征
6.2.2.4　模型构建阶段应根据具体业务需求选择合适的算法模型。
6.2.2.5　结果可视化阶段应将数据分析结果以图表、仪表盘等形式直观呈现。

7　系统安全与可靠性要求

7.1　系统安全

7.1.1　数据安全

7.1.1.1　数据传输过程中应采用高级加密标准（AES）或 RSA 等算法对敏感信息进行加密处理，以确保数据在公网传输中的安全性。
7.1.1.2　数据存储阶段应采用哈希函数对关键字段进行摘要处理，并结合访问控制机制，限制非授权用户对数据的访问权限。
7.1.1.3　定期备份数据并存储于异地服务器。
7.1.1.4　备份恢复策略应包括但不限于增量备份、差异备份和全量备份，同时应定期验证备份数据的完整性和可恢复性，以确保在紧急情况下能够快速恢复系统运行。
7.1.1.5　访问控制应通过身份认证和权限管理实现精细化的安全管理。

7.1.2 网络安全

7.1.2.1 应部署防火墙、入侵防御系统（IPS）和虚拟专用网络（VPN）等设备，以过滤非法流量、阻断未授权访问并加密重要数据传输通道。
7.1.2.2 感知设备与云端服务器之间的通信链路中，应采用双因子认证和 SSL/TLS 协议，确保数据在传输过程中不被窃取或篡改。
7.1.2.3 入侵检测系统（IDS）应通过实时监控网络流量和系统日志，识别异常行为并触发告警机制。
7.1.2.4 宜结合行为分析技术对历史数据进行回溯分析，挖掘潜在的安全隐患。
7.1.2.5 应定期对网络设备、操作系统和应用程序进行漏洞扫描，并根据扫描结果及时安装补丁或更新版本，以消除潜在的安全风险。

7.2 系统可靠性

7.2.1 在硬件层面应引入冗余机制以增强系统的抗风险能力。
7.2.2 在软件层面应能够实时监控各组件的运行状态，并在检测到异常时自动触发告警流程。
7.2.3 宜结合自动化运维工具实现故障的快速定位和自动修复。

8 系统测试与验收

8.1 测试内容

8.1.1 智能感知设备的测试内容主要包括电子识别设备和视频识别设备的功能完整性及性能稳定性。
8.1.2 数据传输测试内容主要包括传输网络的稳定性、可靠性及安全性。
8.1.3 数据安全测试内容主要包括数据加密机制、访问控制策略及备份恢复方案
8.1.4 网络安全测试内容主要包括网络防护措施的有效性、入侵检测系统的灵敏度以及漏洞修复机制的及时性。

8.2 验收内容

8.2.1 电子识别设备的识别准确率应不低于 99%，响应时间不应超过 100 毫秒；
8.2.2 视频识别设备的车牌识别率在白天和夜间环境下分别应达到 95%和 90%以上，且需适应各种复杂天气条件。
8.2.3 数据传输网络的稳定性：网络丢包率不应超过 0.1%，延迟不应超过 50 ms。
8.2.4 智能门架感知系统应实现车辆信息的精准采集与上传。
8.2.5 云端路径还原系统应完成车辆轨迹的准确还原与聚类分析。

9 运行维护与管理

9.1 日常维护

9.1.1 日常巡检应对电子识别设备、视频识别设备以及其他辅助感知设备进行全面检查，确保其硬件功能完好且软件运行正常。
9.1.2 应对有线及无线通信链路进行信号强度测试与连通性验证，避免因网络故障导致数据传输中断或延迟。
9.1.3 应定期检查数据库服务器与云存储平台的运行状态，确保数据存储的完整性与可访问性。
9.1.4 应对温度感知系统、网络交换设备等辅助设施进行监测，防止因环境温度过高或硬件老化引发系统异常。

9.1.5　宜采用星形网络结构连接各子系统，并通过专用网络汇聚设备实现数据的高效传输，从而降低单点故障风险。

9.1.6　日常维护还应包括对安全防护措施的更新与优化。

9.2　数据管理

9.2.1　车辆特征信息、交易流水记录等动态数据，应每间隔固定时间（如每小时或每日）进行一次全面更新，以确保数据的实时性

9.2.2　基础配置信息（如设备参数、路段划分等）应在变更发生后及时同步至所有相关子系统。

9.2.3　应定期对历史数据进行清理与归档操作，仅保留必要的信息用于长期分析与查询。

9.2.4　数据应采用多重备份机制，同时存储于本地数据库与云端服务器中，并通过加密算法对备份文件进行保护

9.2.5　宜每季度至少执行一次数据恢复演练，检查备份文件是否能够成功还原至原始状态

9.2.6　数据管理过程中应注重访问权限的控制，仅允许授权用户对特定数据进行操作，从而最大限度地降低数据泄漏风险。