

# 智慧交通背景下高速公路机电设备智能化升级路径与性能验证

陈奕霖

云南云交科智慧园区科创产业发展有限公司 云南 昆明 650101

**【摘要】**：在智慧交通技术深度渗透的背景下，高速公路机电设备作为核心支撑载体，其智能化升级是提升路网运行效能的关键。本文聚焦“系统性适配不足与效能转化不畅”这一核心问题，剖析了设备接口不统一、数据采集标准各异、技术与业务需求脱节三大子问题。针对这些痛点，提出推行接口标准化改造、建立统一数据采集规范、构建需求导向技术融合方案三大实施路径，并配套针对性性能验证机制。研究旨在通过可落地的方案，破解系统衔接难题、提升协同效率、强化技术适配性，为高速公路机电设备智能化升级提供实践参考，助力智慧交通系统落地见效。

**【关键词】**：智慧交通；高速公路机电设备；智能化升级

DOI:10.12417/2811-0528.26.05.018

随着5G、物联网、人工智能等技术在交通领域的普及，智慧交通已成为高速公路发展的必然方向<sup>[1]</sup>。机电设备作为数据采集、信息传输、指令执行的核心载体，直接决定智慧交通系统运行质量，承担车流监测、收费管理、应急处置等关键职能<sup>[2]</sup>。当前传统机电设备与智慧交通需求的适配差距愈发明显，智能化升级面临多重现实阻碍，导致升级效能难以充分释放。在此背景下，深入剖析升级核心矛盾与衍生问题，探索科学可行的实施路径与性能验证方案，对推动高速公路智慧化转型、提升路网运营管理水平意义重大，本文围绕该议题展开研究，为相关实践提供理论与技术支撑<sup>[3]</sup>。

## 1 智慧交通发展态势与高速公路机电设备升级诉求

随着5G、物联网、边缘计算等技术在智慧交通领域的深度渗透，高速公路正朝着全域感知、智能调度、精准服务的方向转型。机电设备作为交通数据采集、信息传输、指令执行的核心载体，其性能直接决定智慧交通系统的落地效能，承担着车流监测、路况预警、收费管理等关键职能。当前传统机电设备普遍存在接口协议零散、数据处理能力薄弱、智能化交互不足等问题，难以适配车路协同、自动驾驶配套等新兴场景的需求，无法充分发挥智慧交通技术的协同价值，因此推动机电设备智能化升级成为破解功能瓶颈、提升路网运行效率的必然选择。

## 2 机电设备智能化升级的系统性适配不足与效能转化不畅

### 2.1 设备接口规格不统一导致新旧系统衔接受阻

不同厂商、不同年代的机电设备接口标准存在显著差异，早期设备多采用RS485、CAN等传统接口，而新增智能设备多依赖以太网、5G等新型接口，接口类型混用现象突出。同时，部分设备厂商采用私有通信协议，与行业通用的GB/T

28181、JT/T 808等标准协议不兼容，导致升级时新旧设备无法直接建立数据传输通道。例如部分路段新增的智能监测设备与原有收费系统接口协议不匹配，需额外部署网关进行协议转换，不仅增加了硬件成本，还存在数据传输延迟、指令响应卡顿等问题，直接影响系统衔接的稳定性与流畅性。

### 2.2 数据采集标准各异造成跨设备协同效率低下

机电设备的数据采集缺乏统一规范，不同类型设备在采集维度、精度标准、传输频率上存在明显分歧。交通流量监测设备中，线圈检测器与视频检测器的采集精度分别为±5%和±3%，数据更新频率从1分钟到5分钟不等；路况感知设备对降雨、能见度等参数的判定阈值不统一，导致同一路段的环境数据出现矛盾。这些差异使得数据进入后台系统后，需耗费大量资源进行清洗、校准，难以快速整合形成有效决策依据。跨设备协同场景中，监测设备、调度设备、应急设备的数据无法实时互通，例如车流拥堵数据未能及时同步至收费系统，导致ETC车道放行策略调整滞后，进一步降低了路网整体运行效率。

### 2.3 智能化技术应用与业务需求匹配度偏低

部分升级方案盲目追逐技术热点，未结合高速公路运营管理实际需求针对性设计。部分路段引入的AI视频分析技术仅能实现基础车流计数，未能适配长下坡车速管控、隧道异常识别等特殊场景；智能巡检机器人路径规划未覆盖桥梁伸缩缝等关键点位，巡检覆盖率不足，无法替代人工核心运维。同时，技术升级未兼顾基层运维人员操作习惯，部分设备操作界面复杂、故障排查繁琐，反而增加运维成本。这种技术与需求的脱节，使得升级仅停留在设备替换层面，未解决核心痛点，效能转化效率低下。

### 3 高速公路机电设备智能化升级的实施路径与性能验证方案

#### 3.1 推行设备接口标准化改造,保障新旧系统顺畅衔接及兼容性验证

先开展全域机电设备接口现状摸排,专项工作组逐一登记存量设备接口类型、通信协议等信息,建立含28项核心参数的接口档案,明确RS485、以太网等接口分布比例及协议适配短板。基于摸排结果制定《高速公路机电设备接口标准化实施细则》,严格参照行业标准,统一接口技术要求,明确新购设备需支持以太网+5G双模接口及通用协议,禁止私有协议。存量设备实行“分类改造”:服役≤5年、硬件尚可的加装协议转换模块,通过固件升级兼容新系统;老旧失修的纳入年度更新计划替换。搭建模拟环境,选取3个路段设备组合开展1个月联调测试,检测核心指标达标后再全域推广。

#### 3.2 建立统一数据采集规范体系,提升跨设备协同运行效能及效率验证

以业务需求为导向,联合运营管理、运维服务、技术研发三方团队制定《高速公路机电设备数据采集统一规范》,明确23项核心数据采集标准:交通流量数据采集精度控制在±2%以内,更新频率为30秒/次;降雨、能见度等环境数据采用国标分级标准,传输格式统一规范为JSON格式。在数据采集端,对现有设备开展参数校准,通过加装高精度传感器、升级数据采集软件等方式,保障线圈检测器、视频检测器等不同类型设备的数据一致性;新设备采购时,将数据采集标准符合性列为首要准入条件,要求供应商提供第三方检测机构出具的精度验证报告。搭建一体化数据治理平台,部署实时数据清洗模块,自动识别并修正异常数据,通过关联分析实现跨设备数据实时整合。效率验证环节选取高峰时段、恶劣天气等典型场景,监测数据从采集到整合的全流程耗时,评估拥堵预警、车道调控等协同决策响应速度,对比升级前后跨设备协同任务完成率,确保协同效能提升≥30%。

#### 3.3 构建需求导向技术融合方案,强化智能化应用适配程度及适配性验证

建立常态化需求调研机制,每季度组织运营、运维一线人

员访谈,梳理出车速管控、隧道应急等6大类18项核心业务需求清单,明确各场景技术适配标准。技术选型采用“场景化试点+迭代优化”模式,避免盲目追热点:针对长下坡车速管控,选用支持实时识别、自动预警的AI视频分析技术,定制分级预警算法;针对隧道异常识别,优化智能巡检机器人路径规划,新增关键点位巡检,核心区域覆盖率达100%。技术融合中同步优化设备操作界面,以模块化设计简化故障排查流程,平均故障处理时间≤30分钟。适配性验证通过“业务指标+用户反馈”双维度评估,监测故障发生率、应急效率改善情况,收集运维人员评价,确保技术适配满意度≥90%,实现技术与业务深度契合(见图1)。

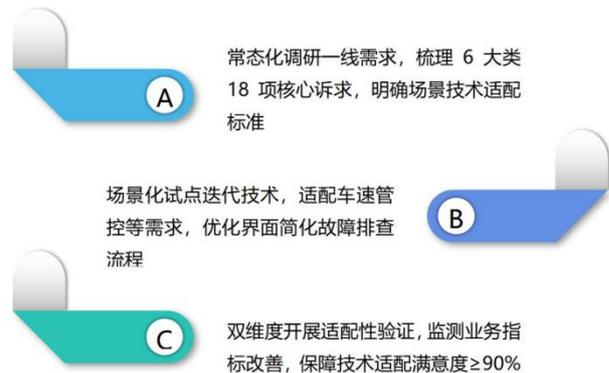


图1 高速公路机电设备智能化技术需求适配流程图

## 4 结语

本文针对智慧交通背景下高速公路机电设备智能化升级核心问题,构建“问题剖析—路径设计—性能验证”完整研究框架。聚焦接口标准化、数据规范化、技术需求融合三大维度,提出可落地升级方案,精准回应新旧系统衔接、跨设备协同、技术适配性等实践痛点。三大路径相互支撑,配套性能验证机制保障方案可行有效,为升级工作提供清晰实践指引,助力提升针对性与实效性,推动设备从“功能替换”向“效能提升”转变。未来可进一步关注长期运维优化与技术迭代适配,持续赋能智慧交通高质量发展。

#### 参考文献:

- [1] 王涛静.智慧交通在高速公路预防性养护中的应用与效果评估[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(30):147-149.
- [2] 陈志林.基于人工智能的高速公路机电设备故障预测研究[J].石河子科技,2025,(05):68-69.
- [3] 杨京生,杨德仁,姜广财,等.智慧高速公路机电设备智能化管理策略分析[J].运输经理世界,2024,(18):60-62.