

智慧高速背景下高速公路机电系统智能化升级改造研究

王洪诚

中咨泰克交通工程集团有限公司 北京 100000

摘要:智慧高速建设是交通领域发展的重要趋势,高速公路机电系统作为其关键支撑,其智能化升级改造意义重大。本文先阐述升级改造的必要性,包括适应智慧高速发展、提高运行效率、增强安全性、降低运营成本。接着介绍物联网、大数据、人工智能、云计算等关键技术。最后从收费、监控、通信、供配电四个系统提出升级改造策略,如推广ETC技术、安装高清摄像头、升级通信网络、安装智能电表等,以推动高速公路机电系统智能化发展,提升高速公路管理与运营水平。

关键词:智慧高速;高速公路;机电系统;智能化;升级改造

引言

在智慧高速蓬勃发展的时代背景下,高速公路机电系统的智能化升级改造已成为提升交通运营效率与安全性的关键所在。传统机电系统在信息实时性、运行效率、安全性及运营成本等方面面临诸多挑战,难以满足智慧高速建设需求。本文将深入探讨高速公路机电系统智能化升级改造的必要性,剖析物联网、大数据、人工智能、云计算等关键技术的作用,并从收费、监控、通信、供配电四个系统提出具体升级改造策略,以推动高速公路管理与运营水平迈向新台阶。

1 高速公路机电系统智能化升级改造的必要性

(1) 适应智慧高速发展需求。智慧高速建设旨在达成全面感知、互联互通与智能决策目标。当前,高速公路机电系统多采用传统技术设备,在信息实时性与准确性上难以契合智慧高速要求。智能化升级改造可提升机电系统信息采集、传输及处理能力,实现与智慧高速其他系统无缝对接,为智慧高速建设筑牢基础。(2) 提高高速公路运行效率。智能化升级改造推动高速公路机电系统向自动化运行与智能化管理转变。智能收费系统实现不停车收费,减少车辆排队等待,提升收费环节效率;智能监控系统实时监测交通状况,快速察觉并处理交通事故与拥堵,保障道路通行顺畅,提高整体运行效率。(3) 增强高速公路安全性。高速公路安全关乎交通运营核心。智能化机电系统借助安装各类传感器与监测设备,实时掌握道路状况、车辆行驶状态及气象信息等,及时察觉安全隐患并采取措施。智能照明系统依据车流量与天气自动调节亮度,保障夜间行车安全;智能

交通诱导系统实时发布交通信息,引导车辆合理行驶,降低事故发生概率^[1]。(4) 降低运营成本。传统机电系统维护管理需投入大量人力物力。智能化升级改造后,可实现远程监控与故障诊断,减少现场维护次数与工作量,降低维护成本。同时,通过优化系统运行模式与能源管理,减少能源消耗,进一步压缩运营成本。

2 高速公路机电系统智能化升级改造的关键技术

2.1 物联网技术

物联网技术作为高速公路机电系统智能化升级改造的根基,通过在机电设备与设施上部署各类传感器,能够实时采集设备运行状态、周边环境等多方面数据,并借助网络将这些数据传输至监控中心,为后续的分析处理提供依据;该技术可实现不同类型、不同位置的机电设备间的互联互通与信息共享,让设备构建成一个有机的整体网络,摆脱孤立存在的状态而相互交流信息;在收费系统中,物联网技术使收费设备与监控中心紧密相连,监控中心能随时获取收费设备的运行参数,判断设备是否正常、收费数据是否准确,设备异常时可迅速定位并通知维护人员维修,保障收费工作连续准确;在监控系统、照明系统等其他机电系统中,物联网技术同样能够实现数据实时采集与传输,为整个高速公路机电系统的智能化管理筑牢坚实基础。

2.2 大数据技术

高速公路机电系统运行过程中会源源不断地生成海量数据,这些数据广泛涉及交通流量、设备运行状态以及气象状况等多个维度。大数据技术拥有强大的数据处理能力,能够对各类数据进行妥善存储、深入分析以及

深度挖掘,进而从中提炼出极具价值的信息。在交通管理层面,借助大数据技术对交通流量数据进行分析,可精准预判交通拥堵情况。交通管理部门能依据预测结果提前制定规划,采取有效的交通疏导举措,合理调配人力、物力等资源,引导车辆合理分流,防止拥堵状况进一步恶化,切实保障道路通行顺畅无阻。在设备维护方面,大数据技术对设备运行数据展开分析至关重要^[2]。通过对设备运行参数、故障记录等数据的深度剖析,能够清晰地掌握设备的运行规律与健康状态,从而实现设备的预防性维护。在设备尚未出现故障时,提前察觉潜在问题并及时处理,避免设备突发故障对高速公路正常运行造成干扰,有效提升设备的可靠性与使用寿命,降低设备维修成本以及因设备故障引发的运营损失。

2.3 人工智能技术

人工智能技术包含机器学习、深度学习、自然语言处理等多个领域,为高速公路机电系统智能化升级改造提供强劲动力。在交通流量管理上,机器学习算法依据历史交通流量数据与实时采集信息构建精准预测模型,不仅能准确预测不同时段、路段的交通流量,还可细致分类,区分正常与拥堵流量等类型。交通管理部门借此提前制定合理交通疏导方案,合理调配警力等资源,提升管理效率。于监控视频处理而言,深度学习算法优势突出,能高效识别并深入分析监控视频图像,准确识别车辆、行人等目标,判断车辆行驶状态与行人行为。系统据此自动检测交通事故、车辆违停、行人闯入高速公路等交通事件,及时报警通知相关人员处理,保障高速公路安全运行。自然语言处理技术则实现人机交互,让管理人员可通过语音指令等方式便捷操作和控制机电系统。

2.4 云计算技术

在数据存储上,把机电系统产生的各类数据存于云端,能实现数据集中管理与共享,让不同部门、区域的数据汇聚,便于统一调配使用,打破数据孤岛,提升数据利用效率,为全面智能化管理筑牢数据根基。在计算资源方面,云计算具备弹性提供能力,可依据机电系统实际需求动态调整。遇到数据处理高峰,如节假日车流量大增,需处理更多交通流量和监控视频数据时,它能迅速调配更多计算资源保障系统高效运行;在系统负载低时则减少分配,避免资源浪费,进而提高运行效率与可靠性,降低运营成本^[3]。而且,云计算的分布式架构和强大容错机制,可保障机电系统数据的安全稳定,即便部分节点故障,也不影响整体数据存储处理,确保系统持续稳定运行,为高速公路安全高效运营提供坚实技术支撑。

3 高速公路机电系统智能化升级改造策略

3.1 收费系统智能化升级改造

(1) 推广电子不停车收费(ETC)技术。加大ETC车道建设规模,逐步提高ETC车道在整体车道中的占比,以满足日益增长的ETC车辆通行需求。同时,对ETC收费流程进行全面优化,从车辆识别、信息读取到费用扣除等各个环节,精简操作步骤,减少不必要的等待时间,提高收费的效率与准确性,降低因人为操作或系统故障导致的收费错误率,确保收费工作快速、准确完成。(2) 实现移动支付功能。在收费系统中积极引入多种移动支付方式,涵盖支付宝、微信支付等主流支付平台。通过与相关支付机构合作,完成系统对接与调试,确保移动支付功能稳定可靠。车主在缴费时,可根据自身需求选择合适的移动支付方式,减少现金交易环节,避免现金找零、假币等问题带来的不便和风险,提升缴费的便捷性与安全性。(3) 建立收费数据管理系统。借助大数据技术构建完善的收费数据管理系统,对收费过程中产生的各类数据进行全面收集、存储与管理。该系统应具备强大的数据分析能力,能够对收费数据进行深度挖掘和分析,实现收费数据的实时查询和精准统计。通过分析收费数据,了解不同时段、不同路段的收费情况,为收费政策的制定、收费人员的调配以及收费设施的优化等提供有力的数据支持。

3.2 监控系统智能化升级改造

第一,安装高清摄像头与智能分析设备。于高速公路的关键路段以及重要节点处,大规模安装高清摄像头,以此达成对道路实时状况的全方位、无死角监测。高清摄像头所采集到的图像信息更为清晰、准确,能为后续的分析处理提供可靠数据。与此同时,引入先进的智能分析设备,该设备能够对监控视频进行实时且高效的分析。通过对视频中车辆、行人等目标的识别,以及对其运动轨迹、行为状态的判断,实现交通事件的自动检测。第二,建立交通信息发布系统。借助可变情报板、广播等多样化的信息发布设备,构建了一套完善的交通信息发布系统^[4]。该系统能够实时收集并整合各类交通信息,包括交通拥堵的具体路段和程度、事故发生的地点和影响范围、气象条件对道路通行的影响等。然后,将这些信息及时、准确地发布给过往车辆,引导驾驶员合理规划行驶路线,避开拥堵和危险路段,从而提高道路的整体通行效率。第三,实现远程监控和故障诊断。充分利用物联网技术,将监控设备与监控中心进行连接,实现对监控设备的远程监控。通过实时获取设备的运行状态、参数等信息,

及时发现设备存在的潜在问题。同时,运用故障诊断算法对设备故障进行精准定位和原因分析,以便维修人员能够迅速到达现场进行维修。

3.3 通信系统智能化升级改造

一是升级通信网络。积极引入先进的通信技术来改造高速公路通信系统,重点采用光纤通信与5G通信技术。光纤通信具备大容量、低损耗、抗干扰能力强等显著优势,能极大提升通信网络的带宽,为海量数据传输提供坚实基础;5G通信则以其高速率、低时延的特性,保障各类信息在通信网络中能够实时、准确地传输。通过这两种技术的综合应用,可满足高速公路日益增长的通信需求,确保监控视频、交通流量数据、设备运行状态等信息及时传递。二是建立应急通信系统。考虑到高速公路可能面临自然灾害、突发事件等特殊情况,建立一套可靠的应急通信系统至关重要。该系统可运用卫星通信和短波通信技术。卫星通信不受地理条件限制,能在地面通信设施受损时迅速建立与外界的联系;短波通信具有较强的穿透能力和绕射能力,可在复杂环境下实现远距离通信。三是实现通信设备的智能化管理。借助物联网技术,对高速公路上的通信设备进行全面实时监控。通过在设备上安装传感器,实时采集设备的运行参数、状态信息等,实现对设备的自动配置和动态调整。同时,利用数据分析算法对设备运行数据进行挖掘,提前发现设备潜在故障并发出预警,以便及时进行维护和修复,提高通信系统的运行效率和可靠性。

3.4 供配电系统智能化升级改造

(1) 安装智能电表和监测设备。在高速公路供配电系统的各个环节,全面安装智能电表以及各类监测设备。智能电表能够精准、实时地记录电能的消耗情况,包括不同时段、不同区域的用电量,为后续的能源管理提供详细的数据基础。监测设备则可对供配电设备的运行状态进行实时监测,涵盖电压、电流、温度、湿度等关键参数。(2) 建立能源管理系统。借助大数据和人

工智能技术构建能源管理系统。该系统能够对收集到的能源消耗数据进行深度分析和挖掘,找出能源消耗的规律和潜在问题。基于分析结果,系统可以制定出科学合理的能源配置方案,根据不同路段、不同时段的用电需求,动态调整能源供应,实现能源的优化配置^[5]。(3) 实现供配电设备的远程监控和故障诊断。利用物联网技术,将供配电设备与监控中心进行连接,实现设备的远程监控。监控人员可以实时获取设备的运行状态信息,无需到现场即可对设备进行全面了解。当设备出现故障时,系统能够自动进行故障诊断,快速定位故障原因和位置,并及时发出报警信息。

结语

综上所述,智慧高速背景下,高速公路机电系统智能化升级改造势在必行。通过物联网、大数据、人工智能、云计算等关键技术的运用,从收费、监控、通信、供配电等系统入手实施升级改造策略,可有效提升机电系统信息处理能力,提高高速公路运行效率、增强安全性并降低运营成本。这不仅满足了智慧高速建设需求,也为未来交通发展奠定坚实基础,推动高速公路向更智能、高效、安全的方向持续迈进。

参考文献

- [1] 蒋锦泉. 高速公路机电系统智能化升级研究 [J]. 通讯世界, 2025, 32(4): 109-111.
- [2] 王辉, 闫照亮. 高速公路机电系统智能化升级与运维效率提升策略研究 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2025(1): 001-004.
- [3] 钱超. 基于智能感知与数据融合的智慧高速公路机电系统优化研究 [J]. 交通世界, 2025(9): 183-186.
- [4] 肖建涛. 智慧高速公路机电工程建设项目管理研究 [J]. 移动信息, 2025, 47(7): 143-145.
- [5] 寇文德. 论新时期高速公路机电系统维护信息化管理的对策 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2025(2): 112-115.