

城市轨道交通智能化运营管理研究

梁健龙

南宁轨道交通运营有限公司 广西 南宁 530000

摘要:城市轨道交通作为大运量、高效率、低能耗的公共交通方式,已然成为缓解城市交通困境的关键举措。本文聚焦城市轨道交通智能化运营管理,阐述其概念,介绍物联网、大数据、云计算和人工智能等关键技术。分析这些技术在智能列车运行调度、设备智能维护管理、客流智能分析与预测、智能化乘客服务等方面的应用。探讨智能化运营管理面临技术标准不统一、数据安全与隐私保护、专业人才短缺、建设和运营成本高等挑战,并提出相应应对策略,旨在推动城市轨道交通智能化发展。

关键词:城市轨道交通;智能化运营;管理研究

引言:随着城市化进程加速,城市轨道交通成为重要公共交通方式。传统运营管理模式难以满足日益增长的出行需求和服务质量要求。智能化运营管理作为提升城市轨道交通效率、安全性和服务水平的有效途径,受到广泛关注。本文深入研究城市轨道交通智能化运营管理,剖析关键技术、应用场景、面临挑战及应对策略,为行业发展提供参考。

1 城市轨道交通智能化运营管理概述

城市轨道交通作为城市公共交通体系的关键构成,在缓解城市交通拥堵、提升出行效率方面发挥着举足轻重的作用。在科技飞速发展的当下,智能化运营管理已成为城市轨道交通发展的必然趋势。城市轨道交通智能化运营管理,是综合运用物联网、大数据、云计算、人工智能等先进技术,对轨道交通运营的各个环节进行智能化升级与优化。通过构建全方位、多层次的智能感知体系,实现对列车运行状态、设备设施工况、客流分布变化等信息的实时采集与精准传输。利用大数据分析技术深度挖掘海量数据价值,为运营决策提供科学依据;借助云计算强大的计算能力,保障系统高效稳定运行;依靠人工智能技术实现列车自动驾驶、智能调度、设备故障诊断等功能自动化。这种智能化运营管理模式,不仅能够显著提高运营效率,降低运营成本,还能大幅提升服务质量与安全性,为乘客带来更加便捷、舒适、高效的出行体验,对推动城市交通可持续发展具有重要意义^[1]。

2 城市轨道交通智能化运营管理关键技术

2.1 物联网技术

物联网技术是通过射频识别、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议,把任何物品与互联网连接起来,进行信息交换和通信,以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种

网络技术。在城市轨道交通中,物联网技术让各类设备“开口说话”。例如,在列车、轨道、供电系统、信号系统等设施上部署大量传感器,实时采集温度、压力、振动、电流等运行数据。这些数据被传输至后台管理系统,实现对设备状态的实时感知,一旦发现异常,能及时预警,有效保障轨道交通系统的稳定运行,为智能化运营提供基础数据支撑。

2.2 大数据技术

大数据技术涵盖了对海量、高增长率和多样化的数据进行采集、存储、管理、分析和可视化的一系列技术。在城市轨道交通领域,它可收集整合票务数据、客流数据、设备运行数据等。通过对这些数据的深度挖掘,能够分析出不同时段、不同站点的客流规律,进而优化列车运行时刻表,合理安排运力。同时,利用大数据分析设备故障模式,提前预测设备故障,降低突发故障带来的运营风险,提高运营效率和服务质量,为精细化运营管理提供有力依据。

2.3 云计算技术

云计算技术基于互联网的相关服务的增加、使用和交付模式,通常涉及通过互联网来提供动态易扩展且经常是虚拟化的资源。城市轨道交通运营管理涉及大量数据处理和复杂计算任务,云计算强大的计算能力和存储能力,能够轻松应对。它可以整合分散的计算资源,为实时监控、智能调度、设备状态评估等系统提供高效的运算支持。通过云计算平台,各子系统之间的数据交互更加流畅,系统响应速度更快,有效提升整个轨道交通运营管理系统的运行效率和稳定性,实现资源的高效利用。

2.4 人工智能技术

人工智能技术是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技

术科学。在城市轨道交通中,人工智能技术大放异彩。比如列车自动驾驶系统(ATO),利用人工智能算法实现列车自动启动、加速、巡航、惰行、制动等操作,使列车运行更加精准、平稳,减少人为驾驶误差。在设备故障诊断方面,通过机器学习算法对设备运行数据进行分析,能快速准确识别故障类型和故障位置,实现故障的智能诊断和预测。此外,人工智能还应用于智能客服,通过自然语言处理技术,快速解答乘客咨询,提升乘客服务体验^[2]。

3 城市轨道交通智能化运营管理应用

3.1 智能列车运行调度

3.1.1 基于实时数据的动态调度

基于实时数据的动态调度,借助先进的传感器和通信技术,实时采集列车位置、运行速度、客流变化等信息。系统根据这些数据,运用智能算法,对列车运行计划进行动态调整。当某时段某区域客流激增,系统能迅速调配列车,增加该线路的发车频率,合理安排列车停站时间,提高运能。同时,遇到突发状况,如设备故障、恶劣天气,也能及时调整运行方案,保障运营秩序,最大程度减少对乘客出行的影响,提升运营的灵活性与应变能力。

3.1.2 列车自动驾驶

列车自动驾驶是城市轨道交通智能化的重要体现。列车通过车载设备接收控制中心指令,结合轨道上的定位信息和传感器数据,实现自动启动、加速、匀速行驶、减速、停车等一系列操作。这一技术不仅使列车运行更加精准,减少了因人为操作差异导致的速度波动和停车误差,还能优化运行能耗,降低能源消耗。同时,降低人为驾驶疲劳和失误风险,提高行车安全性和可靠性,为乘客带来更平稳、舒适的出行体验。

3.2 设备智能维护管理

3.2.1 设备状态实时监测

设备状态实时监测依托物联网技术,在城市轨道交通的各类关键设备,如列车、信号系统、供电设备等上密布传感器,像温度传感器、振动传感器、压力传感器等。这些传感器如同设备的“神经末梢”,不间断收集设备运行中的各项参数,并借助高速通信网络,即时将数据传输至监控中心。在监控中心,专业运维人员通过智能监控平台,能直观查看设备的实时状态,一旦参数超出正常范围,系统即刻报警,实现对设备潜在问题的早发现,保障设备稳定运行,为轨道交通的安全运营筑牢基础。

3.2.2 故障预测与诊断

故障预测与诊断运用大数据分析和人工智能算法。系统对设备长期积累的运行数据进行深度挖掘,建立设备故障模型。通过对比实时数据与故障模型,提前预测设备可能出现的故障。当异常情况出现,人工智能算法能快速分析故障类型、定位故障点。例如,通过分析列车电机的电流、温度等数据,预测电机绕组短路故障的发生概率。相比传统的事后维修,这种方式变被动为主动,提前安排维修计划,减少设备停机时间,降低维修成本,提高运营效率。

3.3 客流智能分析与预测

3.3.1 客流数据采集与整合

客流数据采集与整合是实现客流智能分析与预测的基础。通过多种方式收集数据,在车站出入口设置闸机,记录进出站人数;利用视频监控设备,基于图像识别技术统计站内不同区域的客流密度;借助手机信令数据,分析乘客的出行轨迹和换乘信息。同时,整合票务系统数据,了解乘客的购票类型、乘车区间等。将这些多源数据汇总至统一的数据平台,进行清洗、分类和关联,消除数据冗余与错误,形成全面、准确的客流数据集,为后续的客流分析和预测提供可靠依据。

3.3.2 客流预测模型构建

客流预测模型构建旨在运用科学算法预测未来客流变化。基于采集整合的客流数据,采用时间序列分析、神经网络、机器学习等算法构建模型。例如时间序列分析,根据历史客流数据的时间特征,分析出每日、每周、每月的客流规律,以此预测未来时段的客流量。神经网络模型则模拟人脑神经元结构,对海量数据进行学习训练,挖掘客流与时间、天气、特殊事件等因素的复杂关系。通过不断优化模型参数,提高预测精度,为轨道交通运营部门合理安排运力、制定运营计划提供有力支持。

3.4 智能化乘客服务

3.4.1 智能信息服务系统

智能信息服务系统为乘客提供全流程出行信息。在出行前,乘客可通过手机APP或官方网站,查询线路规划、首末班车时间、实时路况等信息,合理规划行程。进入车站后,站内的电子显示屏、智能导览设备能精准展示列车到站时间、换乘路线、站台位置等。列车行驶过程中,车内显示屏和广播实时更新站点信息和换乘提示。此外,系统还能根据客流、设备故障等突发情况,及时推送动态信息,确保乘客随时掌握出行动态,提升出行体验。

3.4.2 便捷支付与票务管理

便捷支付与票务管理极大简化了购票验票流程。乘客除传统购票方式外,可通过手机扫码支付、NFC 支付等多种无接触支付方式购票,方便快捷。支持电子车票,乘客无需排队取票,刷手机即可进站乘车。同时,票务系统与其他交通系统、商业机构实现数据共享和互联互通,推出联程票、月票、季票等多样化票种,满足不同乘客的出行需求。还能依据乘客出行习惯,提供个性化票务推荐,提升乘客出行效率和满意度^[3]。

4 城市轨道交通智能化运营管理面临的挑战及应对策略

4.1 面临的挑战

4.1.1 技术标准不统一

不同厂商、不同地区的城市轨道交通智能化系统技术标准差异大。通信协议、接口规范、数据格式等不统一,导致各系统间难以实现无缝对接与信息共享。新老设备兼容困难,系统集成复杂,增加建设与维护成本,阻碍智能化技术在轨道交通行业的广泛应用与协同发展,降低了整体运营效率与服务质量。

4.1.2 数据安全与隐私保护

城市轨道交通智能化运营中,海量设备运行数据、乘客信息被收集存储。数据传输与存储过程面临网络攻击、数据泄露风险。一旦数据安全事件发生,不仅会影响运营安全,还会损害乘客隐私,引发信任危机。如何在保障数据高效利用的同时,确保数据安全与隐私保护,成为亟待解决的难题。

4.1.3 专业人才短缺

智能化运营管理要求人才既懂轨道交通运营知识,又掌握物联网、大数据、人工智能等先进技术。目前,这类复合型专业人才稀缺。高校相关专业设置滞后,人才培养速度无法满足行业快速发展需求。现有从业人员技能更新缓慢,难以适应新技术带来的工作变革,制约了城市轨道交通智能化进程。

4.1.4 建设和运营成本高

引入智能化技术需大量前期建设投入,包括先进设备采购、系统研发与升级、基础设施改造等。运营阶段,要持续投入资金用于设备维护、软件更新、数据存储与处理。高昂成本给轨道交通运营企业带来巨大经济压力,尤其对于资金紧张的中小城市,智能化建设与推广举步维艰。

4.2 应对策略

4.2.1 加强技术标准制定

政府相关部门牵头,联合行业头部企业、科研院所,组建专业的标准制定小组。深入调研国内外城市轨

道交通智能化发展现状,结合实际需求,制定涵盖硬件设备、软件系统、通信网络等全方位的技术标准。明确各系统接口、数据交互规范以及设备兼容性要求,确保不同品牌和型号的设备能够无缝对接。通过标准推广与强制认证,促使企业遵循统一标准,提高行业整体智能化水平,降低系统集成与维护成本^[4]。

4.2.2 强化数据安全与隐私保护

运用先进的加密算法,对城市轨道交通运营中的各类数据进行加密存储与传输,防止数据泄露。构建严格的身份认证与访问控制体系,只有经过授权的人员和系统才能访问特定数据。定期开展数据安全审计,及时发现并处理潜在的安全隐患。同时,制定完善的数据隐私保护政策,明确数据收集、使用、共享的规则,保障乘客的个人隐私不被侵犯。

4.2.3 加大人才培养力度

高校增设城市轨道交通智能化相关专业,优化课程设置,融入物联网、大数据、人工智能等前沿技术课程,邀请行业专家参与教学,增强学生实践能力。企业与高校合作开展定制化人才培养项目,为学生提供实习和就业机会。定期组织内部员工培训,鼓励员工参加行业技术研讨会,提升员工专业技能。通过人才激励政策,吸引和留住优秀人才,为智能化运营提供坚实的人才保障。

结束语

综上所述,城市轨道交通智能化运营管理是行业发展的必然方向。物联网、大数据等关键技术的应用,极大提升了运营效率、服务质量与安全水平。尽管目前面临技术标准、数据安全等挑战,但通过制定统一标准、强化安全防护等策略,这些问题正逐步得到解决。未来,随着技术的持续创新与应用深化,智能化运营管理将不断完善,为城市交通的高效、便捷、绿色发展注入强劲动力,助力城市发展迈向新高度。

参考文献

- [1]张生.浅析“互联网+”交通工程对城市交通智能化的作用[J].中国高新区,2023(18):231-234
- [2]汪芯羽,李宇.以“互联网+”信息化建设助推城市轨道交通智能化思考[J].中国新技术新产品,2023(11):123-124.
- [3]涂晓燕.互联网背景下城市轨道交通AFC系统未来发展的探究[J].中国市政工程,2022(2):112-115.
- [4]张文韬,卢剑鸿,姜彦璘.智慧城轨发展现状分析及建议[J].现代城市轨道交通,2022(01):109-110.