

AFC系统在城市轨道交通中的智能化升级探索

刘智群

哈尔滨地铁集团有限公司 黑龙江 哈尔滨 150080

摘要：随着城市轨道交通的快速发展，自动售检票系统（AFC）作为其重要组成部分，面临着日益增长的运营需求和乘客服务期望。智能化升级成为AFC系统发展的必然趋势，旨在提升运营效率、优化乘客体验、加强安全管理等方面发挥关键作用。本文分析了当前AFC系统存在的问题与挑战，阐述了智能化升级的主要方向与技术应用，包括人工智能、大数据、物联网、云计算等，最后对未来AFC系统智能化升级的发展趋势进行了展望，为城市轨道交通AFC系统的进一步发展提供理论参考与实践指导。

关键词：AFC系统；城市轨道交通；智能化升级

1 引言

城市轨道交通是城市公共交通的“主动脉”，以大运量、高效准点、绿色环保等优势，对缓解拥堵、推动经济及提升生活品质意义深远。AFC系统作为轨交运营“中枢”，支撑票务、进出站管理及结算等核心业务，其效能直接关乎服务品质与运营效率。当下，信息技术迭代、轨交网络扩张、乘客需求个性化及企业降本增效压力交织，传统AFC系统在功能拓展、性能响应及管理模式上已显滞后，智能化升级成为破局关键。

2 当前 AFC 系统存在的问题与挑战

2.1 系统架构灵活性不足

传统AFC系统大多采用集中式架构，所有数据处理和业务逻辑都集中在中心服务器，导致系统扩展性较差，难以适应城市轨道交通网络快速发展的需求。当新增线路或车站时，需要对中心服务器进行大规模的改造和升级，不仅成本高昂，而且施工周期长，容易影响系统的正常运行。此外，集中式架构在面对大规模并发交易时，容易出现性能瓶颈，导致交易处理速度下降，影响乘客的出行体验。

2.2 数据处理能力有限

随着城市轨道交通客流量的不断增长，AFC系统产生的数据量呈爆炸式增长。传统AFC系统在数据存储、处理和分析方面能力有限，难以对海量数据进行实时处理和深度挖掘。这导致运营企业无法及时获取准确的运营数据，难以制定科学合理的运营决策。例如，在客流高峰时段，无法根据实时客流数据及时调整列车运行计划，导致车站拥挤，运营效率低下。同时，缺乏对乘客出行数据的深入分析，也无法为乘客提供个性化的服务和精准的营销推荐。

2.3 设备智能化程度低

目前，AFC系统中的部分设备智能化程度较低，功能相对单一。例如，自动售票机（TVM）主要提供现金购票功能，缺乏语音交互、无障碍服务、场景互展多模态功能，以及移动支付、数字人民币（无网络支付）、无感支付、电子票务等新型支付方式的支持；闸机（AGM）主要依靠简单的票卡验证实现乘客进出站管理，功能上不够丰富，不能实现自动识别、统计、报警等功能，此外，在安全性与现代化管理系统的兼容性方面也存在一定的不足，无法对乘客的行为进行智能识别和分析^[1]。这些设备在面对复杂多变的运营环境和乘客需求时，显得力不从心，容易出现故障，影响系统的稳定性和可靠性。

2.4 智能协同能力弱

城市轨道交通运营涉及多个系统，如信号系统、综合监控系统、通信系统等。AFC系统智能协同能力较弱，智能协同程度低。这导致在紧急情况过程中，各系统之间无法实现有效的联动和协同工作，难以应对突发事件和复杂运营场景。例如，当车站发生火灾等紧急情况时，AFC系统无法及时，部署边缘计算网关，集成AFC、CCTV、FAS数据。无法通过AI分析客流密度与火势蔓延趋势，动态调整闸机（AG）开放策略。影响了应急处置的效率。

3 AFC 系统智能化升级的主要方向与技术应用

3.1 智能化升级的主要方向

全流程智能化服务：实现从购票、进站、乘车到出站的全流程智能化服务体验。自动售票机（TVM）增加语音交互技术、多语言与无障碍服务，提供语音互动、手语翻译功能（如能够识别多种方言和口音，实现更自然的人机对话，集成手语翻译功能，服务外籍及特殊人群），提升操作便捷性更加方便乘客快速购票，乘客可

以通过手机APP、自助终端等多种渠道完成购票、选座、充值等操作,无需再到车站排队购票。在进站和出站环节,采用生物识别技术多模态身份验证(如人脸识别、指纹/声纹识别)或移动支付技术(如二维码扫码、NFC近场通信)人脸识别技术优化,人脸识别技术将进一步提升,即使在光线不足、佩戴眼镜或帽子等情况下,也能快速准确地识别乘客身份,实现无感支付,提高通行效率实现快速通行,减少乘客在车站的停留时间。

智能运维管理:借助物联网、大数据和人工智能技术,对AFC系统设备进行实时监测和故障预测。通过在设备上安装传感器,实时采集设备的运行状态数据,如温度、湿度、电流、电压等,利用大数据分析技术对数据进行挖掘和分析,提前发现设备潜在的故障隐患,并及时发出预警信息,指导运维人员进行精准维修,降低设备故障率,提高设备的可靠性和使用寿命。

智能票务清分与结算:构建基于云计算和大数据技术的智能票务清分平台,实现跨线路、跨运营商的票务数据实时采集、传输和处理。采用先进的清分算法和模型,准确计算各线路、各运营商的票务收入,提高票务清分的效率和准确性。同时,利用区块链技术确保票务数据的安全性和不可篡改,为票务结算提供可靠的依据。

智能决策支持:通过对AFC系统产生的海量运营数据(如客流数据、票务数据、设备运行数据等)进行深度挖掘和分析,为城市轨道交通运营企业提供智能决策支持。例如,AI驱动的智能协同技术,利用数字孪生技术模拟跨系统运行场景,预演应急响应流程(虚拟联锁,通过AI预测进路冲突并自动调整。紧急情况引导乘客快速疏散,加快了应急处置的效率。)根据客流时空分布规律,优化列车运行图和票务策略;根据设备故障数据,合理安排设备维护计划和备品备件库存;根据乘客反馈数据,改进服务质量和提升乘客满意度。

3.2 关键技术应用

3.2.1 人工智能技术

机器学习:在AFC系统中,机器学习算法可用于票务欺诈检测、客流预测和设备故障诊断等方面。例如,通过分析历史票务交易数据,建立票务欺诈检测模型,自动识别异常交易行为,有效防范票务欺诈;利用机器学习算法对客流数据进行建模和预测,为列车运行计划的调整提供依据;基于设备运行数据的机器学习模型,能够提前预测设备故障发生的概率和时间,实现设备的预防性维护。

计算机视觉:计算机视觉技术在AFC系统中的应用主要体现在人脸识别闸机和智能视频监控方面。人脸识

别闸机通过摄像头采集乘客的人脸图像,利用深度学习算法进行特征提取和比对,实现快速、准确的身份验证,提高乘客进出站的效率^[2]。智能视频监控系统则利用计算机视觉技术对车站内的视频图像进行实时分析,自动检测异常行为(如人员摔倒、非法闯入等),并及时发出警报,保障车站的安全运营。

3.2.2 大数据技术

数据采集与存储:AFC系统涉及多种类型的数据源,包括票务交易数据、设备运行数据、乘客行为数据等。大数据技术通过分布式文件系统(如HDFS)和分布式数据库(如HBase)等工具,实现对海量数据的高效采集和存储,确保数据的完整性和可扩展性。

数据分析与挖掘:利用大数据分析平台(如Hadoop、Spark)和数据分析工具(如Hive、Pig),对采集到的数据进行清洗、转换和挖掘。通过关联分析、聚类分析、分类分析等算法,发现数据中隐藏的规律和价值,为运营决策提供支持。例如,通过分析乘客的出行轨迹和消费习惯,为乘客提供个性化的服务推荐;通过分析设备故障数据,找出设备故障的共性原因,优化设备设计和维护策略。

3.2.3 物联网技术

设备互联互通:物联网技术通过在AFC系统设备上安装传感器、射频识别(RFID)标签等物联网终端设备,实现设备之间的互联互通和数据共享。例如,自动售票机、闸机、服务器等设备可以通过物联网网络实时传输设备的运行状态数据、票务交易数据等信息,使运营管理人员能够实时掌握设备的运行情况。

远程监控与管理:借助物联网平台,运营管理人员可以实现对AFC系统设备的远程监控和管理。通过物联网终端设备采集的数据,在物联网平台上进行集中展示和分析,管理人员可以远程对设备进行参数设置、故障诊断和软件升级等操作,提高运维效率,降低运维成本。

3.2.4 云计算技术

弹性计算资源:云计算技术为AFC系统提供了弹性的计算资源,能够根据系统的实际需求动态分配计算能力。在客流高峰时段,云计算平台可以自动增加计算资源,确保系统能够快速处理大量的票务交易请求;在客流低谷时段,则可以释放多余的计算资源,降低运营成本。

数据存储与处理服务:云计算平台提供了大规模的数据存储和处理服务,AFC系统可以将海量的运营数据存储在云端,利用云计算平台强大的计算能力进行数据处理和分析。同时,云计算平台还提供了数据备份、容灾恢复等服务,保障数据的安全性和可靠性。

3.2.5 移动支付、数字人民币、无感支付技术

多样化支付方式：移动支付、数字人民币、无感支付技术的广泛应用为AFC系统带来了更加便捷的支付方式。乘客可以通过手机APP、二维码、NFC、人脸识别、指纹/声纹等支付手段完成票务交易，无需携带现金或实体票卡，大大提高了购票和进站的效率^[3]。例如，乘客可以使用支付宝、微信支付等第三方支付平台在自动售票机上购票，也可以通过手机APP生成二维码、录入人脸、指纹/声纹，以及无网络支付（碰一碰）。在闸机上扫码、刷脸、指纹/声纹进站。

与票务系统融合：移动支付、无感支付技术与AFC系统的融合需要解决支付安全、对账结算等问题。通过建立安全可靠的支付通道和完善的对账结算机制，确保移动支付交易的安全性和准确性。同时，将移动支付数据与AFC系统的票务数据进行整合，为运营企业提供更加全面的运营数据，支持运营决策和服务优化。

4 未来 AFC 系统智能化升级的发展趋势展望

4.1 与城市其他交通系统的深度融合

未来，AFC系统将不再局限于城市轨道交通领域，而是与城市其他交通系统（如公交、出租车、共享单车等）实现深度融合，构建城市综合交通一体化票务体系。乘客可以通过一张票或一个APP实现多种交通方式的无缝换乘和联合支付，享受更加便捷、高效的出行服务。这将需要AFC系统与其他交通系统的票务系统进行数据共享和业务协同，打破信息壁垒，实现跨系统的互联互通。

4.2 更加个性化与智能化的服务体验

随着人工智能和大数据技术的不断发展，AFC系统将能够更加精准地了解乘客的个性化需求，为乘客提供更加贴心的服务。例如，根据乘客的历史出行数据和偏好，为其推荐最优的出行路线和交通方式组合；在乘客出行过程中，实时提供周边商业信息、景点推荐等增值服务。同时，AFC系统将具备更强的智能交互能力，通过语音识别、自然语言处理等技术，实现与乘客的智能对话，解答乘客的疑问，提供更加人性化的服务。

4.3 绿色环保与可持续发展

在全球倡导绿色环保和可持续发展的背景下，AFC

系统也将朝着更加节能、环保的方向发展。低功耗硬件设计，例如，采用低功耗的硬件设备和智能节能算法，降低设备的能耗，采用LED背光屏幕与待机休眠模式，设备能耗降低30%，机身使用可回收材料，减少塑料污染。推广电子票务，减少纸质票卡的使用，降低对环境的影响^[4]。此外，AFC系统还将通过优化票务策略和运营调度，提高城市轨道交通的运输效率，减少能源消耗和尾气排放，碳足迹追踪，部分设备集成碳排放监测模块，向用户展示购票行为的环保贡献，推动绿色出行理念。为城市的可持续发展做出贡献。

4.4 基于5G技术的创新应用

5G技术的高速率、低延迟、大容量等特点将为AFC系统的智能化升级带来新的机遇。借助5G网络，AFC系统设备之间可以实现更加快速、稳定的数据传输，提高系统的响应速度和处理能力。例如，在高清视频监控、智能设备远程控制等方面，5G技术将发挥重要作用，进一步提升AFC系统的智能化水平和服务质量。

结语

AFC系统智能化升级是城轨适应发展、提升运营服务质量的必然选择。通过剖析现存问题，明确了全流程服务、智能运维、票务清分及决策支持等升级方向，探讨了人工智能等关键技术应用。未来，AFC将与其他交通深度融合，提供个性化智能体验，兼顾绿色环保，借5G创新发展。运营企业应加快升级，政府需政策引导、统一标准，多方协同共促其发挥更大效能。

参考文献

- [1]韩鹰.智慧化城市轨道交通AFC系统的应用研究[J].机械工程与自动化,2024,(02):155-156+159.
- [2]毕小玉.网络化运营背景下城市轨道交通换乘站AFC系统改造方案研究[J].城市轨道交通研究,2022,(S2):75-78.
- [3]谢南洋,袁震.城市轨道交通AFC系统网络升级改造方案[J].自动化应用,2022,(03):77-80.
- [4]张义鑫,林磊,张宁,等.基于云平台和微服务架构的城市轨道交通AFC系统[J].都市快轨交通,2021,34(06):131-139.