

轨道交通车站信息服务系统智能化升级路径

苒一川 赵睿楠

郑州交通发展投资集团有限公司 河南 郑州 450000

摘要：随着城市化进程的加速和智慧城市建设的深入推进，作为城市公共交通骨干的轨道交通系统正面临前所未有的客流压力与服务挑战。传统的车站信息服务系统在信息精准度、交互体验、应急响应及运营协同等方面已显乏力。本文旨在系统性地探讨轨道交通车站信息服务系统的智能化升级路径。文章首先剖析了当前系统存在的核心痛点，继而界定了智能化信息服务系统的内涵与特征，并在此基础上，从“感知层-平台层-应用层”三个维度构建了智能化升级的技术架构。随后，文章详细阐述了涵盖数据融合治理、智能算法驱动、人机交互革新、系统韧性提升及生态协同发展的五大核心升级路径。最后，本文对升级过程中可能面临的挑战进行了前瞻性思考，并提出了相应的对策建议，以期为我国轨道交通行业的高质量、可持续发展提供理论参考与实践指导。

关键词：轨道交通；车站信息服务；智能化；升级路径；人工智能；数字孪生

引言

城市轨道交通以其大运量、高效率、低能耗和准点率高等优势，已成为现代大都市公共交通体系的核心支柱。然而，伴随着客流量的持续攀升、乘客需求的日益多元化以及突发事件的频发，传统车站信息服务模式——主要依赖静态标识、广播和基础电子显示屏——已难以满足新时代下乘客对安全、便捷、舒适、个性化出行体验的追求。信息滞后、内容单一、交互缺失、应急响应迟缓等问题，不仅降低了乘客满意度，也制约了运营效率的进一步提升。在此背景下，推动车站信息服务系统向智能化、智慧化方向转型升级，已成为全球轨道交通行业的共识与战略重点。智能化信息服务系统不仅是提升乘客服务水平的关键抓手，更是实现精细化运营、保障运营安全、优化资源配置的核心基础设施。它通过深度融合物联网（IoT）、大数据、人工智能（AI）、5G通信、数字孪生等新一代信息技术，旨在构建一个能够“感知、认知、决策、执行”的闭环服务体系。本文将系统梳理当前车站信息服务系统的瓶颈，明确智能化升级的目标与内涵，并提出一条清晰、可行、分阶段的升级路径，为行业实践提供理论支撑。

1 当前轨道交通车站信息服务系统的核心痛点

当前轨道交通车站信息服务系统距“智能化”差距大，存在诸多痛点：信息孤岛现象严重，众多信息源因不同厂商建设、数据标准和接口协议有别，导致数据壁垒，关键信息难汇聚共享，信息服务缺乏全局视角；服务模式被动单一，多采用“广播式”推送统一内容，无法满足不同乘客群体差异化需求，缺乏智能识别理解能力；应急响应能力不足，突发状况下信息发布依赖人工

手动操作，存在延迟等问题，缺乏智能预警等能力；人机交互体验不佳，传统交互界面功能有限、操作复杂且多为单向输出，特殊群体信息获取有障碍；系统协同性弱，与运营、维保等核心业务系统协同不足，信息服务难反向驱动运营优化，信息价值未最大化。

2 智能化车站信息服务系统的内涵与特征

针对上述痛点，智能化车站信息服务系统应超越传统信息发布的范畴，成为一个集感知、分析、决策、服务于一体的智慧中枢。其核心内涵与特征可概括为以下几点：（1）全域感知，数据驱动。系统能够通过遍布车站的各类传感器（视频、红外、Wi-Fi探针、蓝牙信标、环境传感器等）和业务系统接口，实时、全面地采集车站内外的人、车、物、环境等多维动态数据，形成车站运行的“数字镜像”。（2）智能认知，精准服务。基于强大的数据处理与AI算法（如计算机视觉、自然语言处理、机器学习），系统能够深度理解乘客的行为意图、情感状态和个性化需求，并结合列车运行、设备状态、突发事件等上下文信息，实现信息的精准匹配与主动推送^[1]。（3）主动交互，体验至上。系统提供自然、便捷、多模态的人机交互方式，如语音交互、AR（增强现实）导航、智能客服机器人等，使乘客能够以最舒适的方式获取所需信息。同时，充分考虑无障碍设计，确保服务的普适性。（4）韧性可靠，安全高效。系统具备高可用性和强韧性，能在各种复杂甚至极端场景下稳定运行。在应急状态下，能够快速生成并执行最优的信息发布与客流引导策略，最大限度保障乘客安全和运营秩序。（5）开放协同，生态融合。系统不仅是面向乘客的服务窗口，更是连接运营、维保、商业、城市大脑等多

方主体的数据枢纽。通过开放的API接口，实现与外部生态的深度融合，共同为乘客提供“出行+生活”的一体化服务。

3 智能化升级的技术架构：“感知-平台-应用”三层模型

为实现上述目标，可构建一个清晰的“感知层-平台层-应用层”三层技术架构，作为智能化升级的基石。

3.1 感知层：构建全息感知网络

感知层是系统的“感官”，负责全面、实时地采集车站内外的各类数据。（1）人员感知：利用高清视频监控结合AI视觉算法，实现客流密度、流向、速度、聚集、异常行为（如摔倒、滞留）的实时监测与分析。通过Wi-Fi/蓝牙探针、手机信令数据（在合规前提下）进行匿名化客流轨迹追踪。（2）设备感知：对电梯、扶梯、闸机、售票机、照明、空调、消防等关键设备进行状态监测，实现故障预警与预测性维护。（3）环境感知：部署温湿度、PM2.5、CO2、噪音等环境传感器，营造舒适的候车环境，并为应急通风等提供数据支持。（4）列车与轨道感知：接入ATS（列车自动监控）系统，实时获取列车位置、到发时刻、运行状态等信息^[2]。

3.2 平台层：打造智能中枢引擎

平台层是系统的“大脑”，负责数据的汇聚、治理、分析与智能决策。（1）数据中台：建立统一的数据标准与治理体系，打破信息孤岛，将来自感知层和各业务系统的异构数据进行清洗、融合、存储，形成高质量的“车站数据湖”。（2）AI算法平台：集成各类AI模型，如客流预测模型、异常事件检测模型、个性化推荐模型、最优路径规划模型等，为上层应用提供智能决策能力^[3]。（3）数字孪生平台：构建车站的三维可视化数字孪生体，将物理世界的实时状态在虚拟空间中进行精准映射。这不仅为运营管理提供直观的可视化工具，更是进行仿真推演、预案演练和智能决策的绝佳载体。（4）业务协同平台：提供标准化的API接口，实现与调度、票务、维保、安防等系统的无缝对接，形成业务闭环。

3.3 应用层：呈现智慧服务场景

应用层是系统的“手脚”，直接面向乘客和运营人员，提供具体的服务功能。（1）面向乘客：智能导乘屏、AR导航小程序、个性化行程助手、无障碍信息服务、应急疏散引导、商业信息推送等。（2）面向运营：智慧调度看板、客流热力图、设备健康监测、应急指挥系统、服务质量评估等。

4 智能化升级的五大核心路径

基于上述架构，智能化升级可沿着以下五大核心路

径稳步推进：

4.1 路径一：深化数据融合治理，夯实智能化底座

这是智能化升级的前提和基础。必须打破部门壁垒和技术壁垒，建立覆盖全车站、全要素的数据资源目录和统一的数据标准。通过建设强大的数据中台，实现多源异构数据的实时接入、清洗、关联与融合。例如，将AFC刷卡数据与视频客流数据进行时空对齐，可以更精确地刻画乘客的进站、候车、乘车、出站全过程，为后续的精准确服务提供数据支撑。同时，要高度重视数据安全与隐私保护，确保所有数据处理活动符合《个人信息保护法》等相关法律法规。

4.2 路径二：强化智能算法驱动，实现认知与决策跃升

算法是智能化的灵魂。应重点研发和应用以下几类核心算法：（1）高精度短时客流预测算法：结合历史数据、天气、节假日、周边活动等多因素，对未来15-60分钟的客流进行精准预测，为运力调配和信息发布提供依据。（2）多模态乘客意图识别算法：融合视觉（姿态、方向）、音频（问询内容）、交互行为（屏幕点击）等多模态信息，智能判断乘客的出行目的和信息需求。（3）个性化信息推荐引擎：基于乘客画像（如常乘客、游客、特殊群体）和实时场景，动态生成并推送最相关的信息，如换乘建议、末班车提醒、附近商业优惠等^[3]。（4）智能应急决策算法：在突发事件下，能快速评估影响范围，自动生成包含信息发布内容、疏散路径、资源调配方案在内的综合应急预案，并通过数字孪生平台进行效果预演。

4.3 路径三：革新多模态人机交互，提升服务体验

交互方式的革新是乘客最能直接感知的智能化体现。（1）推广AR/VR导航：乘客通过手机摄像头即可看到叠加在真实场景上的虚拟箭头和信息，解决复杂换乘站的迷路问题。（2）部署智能语音助手：在服务台或自助终端集成支持自然语言对话的AI语音助手，24小时解答乘客问询，尤其方便视障人士和不熟悉操作的老年人。（3）建设无障碍信息环境：为听障人士提供实时字幕和手语视频服务；为视障人士提供语音导航和触觉引导；确保所有信息界面符合无障碍设计规范。（4）发展无感交互：通过人脸识别（在授权前提下）或手机定位，实现“无感通行”和“无感服务”，例如，当系统识别到常乘客进入车站，可自动在其手机APP上推送今日的个性化出行建议。

4.4 路径四：构建韧性信息系统，筑牢安全运营防线

智能化系统必须具备强大的抗风险能力和快速恢复

能力。(1)建立多级冗余与灾备机制:确保在网络中断、服务器故障等极端情况下,关键的信息发布功能(如应急广播、疏散指示)仍能通过本地边缘计算节点或备用系统正常工作。(2)打造“平急结合”的信息发布体系:日常模式下提供温馨、便捷的服务信息;一旦触发应急阈值,系统能瞬间切换至应急模式,自动执行预设的、经过反复演练的应急信息发布流程,确保指令清晰、权威、一致^[4]。(3)强化网络安全防护:采用零信任架构、数据加密、入侵检测等多重安全措施,防范网络攻击,保障系统稳定和乘客信息安全。

4.5 路径五:推动业务生态协同,释放数据融合价值

智能化信息服务不应孤立存在,而应成为连接内外部生态的桥梁。(1)对内协同:将客流热力图、乘客满意度等数据实时反馈给调度中心,用于动态调整行车间隔;将设备故障预警信息同步给维保部门,实现精准维修;将商业区域的客流数据提供给商业管理部门,优化业态布局。(2)对外融合:与城市交通大脑对接,实现轨道交通与公交、共享单车、出租车等其他交通方式的一体化联程规划与信息发布。与文旅、商业平台合作,为乘客提供“出行+旅游”、“出行+购物”的一站式服务,将车站从单纯的交通节点转变为城市活力中心。

5 挑战与对策

智能化升级之路并非坦途,仍面临诸多挑战:挑战一:高昂的初期投入与投资回报周期长。对策:采取“总体规划、分步实施、小步快跑”的策略,优先在客流大站、枢纽站进行试点,验证效果后再逐步推广。探索政府引导、企业主导、社会资本参与的多元化投融资模式。挑战二:标准体系不健全,互联互通困难。对策:积极推动行业标准和地方标准的制定,鼓励采用开放、通用的技术协议和数据接口,从源头上避免新的信息孤岛产生。挑战三:数据安全与个人隐私保护风险。对策:坚持“最小必要”原则,严格规范数据采集、存

储、使用和销毁的全生命周期管理。加强技术防护的同时,完善内部管理制度和员工培训,提升全员数据安全意识。挑战四:复合型人才短缺。对策:加强与高校、科研院所的合作,培养既懂轨道交通业务又精通信息技术的跨界人才。同时,建立灵活的人才引进机制,吸引AI、大数据等领域的顶尖人才加入。

6 结语

轨道交通车站信息服务系统的智能化升级,是顺应时代发展、回应乘客期待、提升核心竞争力的必然选择。这并非简单的技术叠加,而是一场深刻的业务流程再造和管理模式变革。通过构建“感知-平台-应用”三层技术架构,并沿着数据融合、算法驱动、交互革新、韧性构建和生态协同五大路径系统推进,方能打造出一个真正以乘客为中心、以数据为驱动、以智能为内核的现代化信息服务体系。未来,随着技术的不断迭代和应用场景的持续深化,智能化车站将不仅仅是信息的发布者,更将成为城市智慧生活的入口和美好出行体验的缔造者,为建设人民满意、保障有力、世界前列的交通强国贡献关键力量。

参考文献

- [1]孟晨,杨婉秋,李永菲,等.基于城市轨道交通车站智能化改造的相关分析[J].汽车周刊,2025,(11):228-230.
- [2]沈梦露,田野.轨道交通车站智能化创新探索:基于技术融合与管理重构的范式变革[C]//广西网络安全和信息化联合会.第七届工程技术管理与数字化转型学术交流会论文集.浙江海宁轨道交通运营管理有限公司;沈阳地铁集团有限公司运营一分公司,;2025:385-387.
- [3]赵凯强,张健.智能化趋势下城市轨道交通车站客流态势感知系统建设[J].智能建筑与智慧城市,2024,(06):166-168.
- [4]张立麟.轨道交通车站智能化运营管理研究[J].隧道与轨道交通,2021,(S1):166-169.