

大模型技术在铁路智能客站的应用研究

李 洁

北京国铁华晨通信科技有限公司 北京 100000

摘 要：铁路智能客站传统智能技术存在泛化能力弱、多源数据融合困难、复杂场景决策滞后等问题，难以适配现代化客站运营发展需求。本文以大模型核心技术为支撑，分析其与铁路客站业务的适配优势，围绕旅客服务、客流调度、安全管控、设备运维四大场景展开应用研究，总结当前技术、数据、落地层面的现存问题，提出针对性优化对策，并展望技术发展趋势，为铁路智能客站数字化、智能化升级提供理论与实践参考。

关键词：大模型技术；铁路智能客站；应用

引言：随着铁路客运体系高速发展，智能客站建设成为轨道交通数字化转型的核心重点。传统智能化系统业务协同性差、应急研判能力不足，无法应对大客流、突发故障等复杂运营场景。大模型具备多模态识别、智能决策、数据推演等突出能力，可有效弥补传统技术短板。基于此，本文探究大模型在铁路智能客站的适配应用方式，剖析应用痛点并优化落地路径，助力客站实现高效运营、安全管控与高品质旅客服务。

1 相关理论与核心技术基础

1.1 铁路智能客站概述

(1) 智能客站是基于新一代信息技术，实现旅客服务、生产组织、安全管控智能化协同的现代化车站。核心功能为精准服务、高效运营、主动安全。建设遵循《铁路旅客车站设计规范》及国铁集团技术规范，突出数字化、网络化、智能化。(2) 核心业务模块：旅客服务、安全管控、设备运维、客流调度。覆盖进站至出站全流程：旅客服务含导向、问询、售检票等自助交互；安全管控包括视频监控、入侵检测与应急管理；设备运维对电梯、闸机等关键设施实施状态监测与预测维护；客流调度基于实时数据优化运力与流线^[1]。(3) 智能化升级核心需求为提升效率、降低风险、改善体验。技术痛点集中为多源数据融合难、业务协同弱、复杂场景实时决策不足，以及AI模型泛化性差，难以应对超大客流、突发事件等极端情况。

1.2 大模型核心技术原理

(1) 大语言模型、多模态大模型的基础架构与运行机制。大语言模型基于Transformer的深度神经网络，通过海量文本自监督预训练掌握语义与知识，经微调适应下游任务。多模态大模型扩展至视觉、音频等多通道输入，采用对齐与融合机制实现跨模态理解。(2) 大模型核心能力：自然语言交互、多模态识别、智能决策、

时空数据推演。其核心能力涵盖：流畅的拟人化自然语言对话；图像、视频、语音等多模态联合识别；基于复杂上下文生成优化策略的智能决策；以及对时序与空间数据的模式识别与趋势推演。(3) 行业大模型微调、RAG检索增强等轻量化适配技术。为降低落地成本，采用领域数据微调实现垂直场景适应，并通过检索增强生成(RAG)引入外部知识库，减少幻觉、提升回答准确性，无需全量重训即可快速适配行业需求。

1.3 大模型适配铁路智能客站的技术适配性分析

(1) 数据适配性：铁路客站多源异构数据与大模型数据处理能力匹配性。客站数据涵盖结构化运营记录、半结构化日志和非结构化监控图像、文本报告，规模大且格式多样。大模型具备多模态统一表示与大规模特征提取能力，可有效融合异构数据，但需解决实时性约束与数据质量问题。(2) 场景适配性：大模型智能交互、预测、研判能力适配客站业务场景的优势。大模型可赋能智能客服机器人，缓解人工压力；通过多模态监控实现安全异常自动预警；基于历史客流与天气等外部信息进行短时客流预测，辅助调度决策；在应急事件中快速检索预案并提供处置建议，提升研判效率^[2]。(3) 落地适配性：现有铁路智能化系统与大模型的融合兼容基础。既有系统已建立数据采集网络与业务信息化平台，具备API接口与数据中台，为大模型提供输入通道。通过微调与RAG技术，可在不推翻现有架构前提下嵌入大模型能力，实现渐进式智能化升级，具备较好的兼容基础。

2 大模型技术在铁路智能客站的典型应用

2.1 智能旅客服务场景应用

(1) 大模型智能问答咨询系统：旅客出行答疑、业务指引、异常情况解答。基于大模型自然语言交互能力，构建覆盖购票、退改签、乘车规定、站内导航等全场景的智能问答系统。系统可理解旅客模糊口语化提

问,精准匹配知识库,提供7×24小时即时答复。遇晚点、停运等异常情况时,可自动生成安抚话术与替代方案建议,减轻客服压力,提升服务响应速度与旅客满意度。(2)个性化出行服务推送:基于用户画像的班次、换乘、候车信息精准推送。融合旅客历史出行记录、偏好与实时位置数据,构建多维用户画像。大模型据此生成个性化推送内容,包括推荐最优班次、换乘路径、候车室拥挤度提示及检票提醒,通过小程序或短信主动触达,变被动查询为主动服务,提升旅客出行便利性与体验感^[3]。(3)多语种智能服务:涉外旅客翻译、跨境出行咨询服务。接入多语言大模型,支持中、英、日、韩、俄等主要语种的实时文本与语音翻译,为外籍旅客提供购票引导、站内问询等基础服务。同时结合跨境出行相关规则,提供签证提示、出入境注意事项等咨询服务,助力铁路客运服务国际化水平提升。

2.2 客流动态预测与智能调度场景应用

(1)基于大模型的时空客流数据挖掘与实时客流预测。利用大模型对历史票务数据、进出站闸机记录及外部天气、节假日等多维时序数据进行深度挖掘,捕捉客流变化规律。结合实时数据流,实现未来15分钟至2小时短时客流量的动态滚动预测,为运营决策提供量化依据。(2)高峰客流拥堵研判、客流趋势推演与预警提示。在预测基础上,大模型进一步推演客流空间分布趋势,识别售票厅、安检口、候车区等关键节点的拥堵风险。当预测客流即将超过阈值时,自动生成分级预警信号,并提示拥堵持续时长与影响范围,辅助管理人员提前部署疏导措施。(3)基于客流数据的检票口、扶梯、安保资源动态调度优化。结合实时预测结果,大模型生成资源调度建议方案,如动态增开检票口、调整扶梯运行方向、增派安保人员至重点区域等。通过模拟不同调度策略的效果,选取最优方案,实现运力资源与客流需求的精准匹配,提升枢纽运营效率。

2.3 车站安全智能管控场景应用

(1)多模态大模型异常行为识别:站台越线、滞留、奔跑等风险行为监测。融合视频监控与多模态识别技术,大模型可自动分析旅客行为,实时检测站台越线、扶梯摔倒、通道奔跑等危险行为。系统即时告警并截图存证,辅助安保人员快速响应,有效预防安全事故发生^[4]。(2)智能安检辅助研判:危险物品识别、安检数据智能分析与预警。将X光图像与违禁品样本库输入多模态大模型进行比对训练,辅助识别刀具、易燃液体等危险物品,降低漏检率。同时,大模型统计安检通过量、报警频次等数据,识别异常波动并推送预警,为安

检力量调配提供依据。(3)突发事件智能应急处置:突发险情、设备故障的智能研判与处置方案生成。当火灾、停电或大客流踩踏等突发事件发生时,大模型快速整合现场环境数据、设备状态与预案库,研判事件等级与可能影响范围,自动生成分步骤处置方案(如疏散路径、广播词、救援力量调度),辅助指挥人员高效决策,缩短应急响应时间。

2.4 车站设备智能运维场景应用

(1)客站机电设备运行数据智能监测与故障预判。通过IoT传感器采集电梯、票务闸机等关键设备的振动、温度、电流等运行参数,大模型学习正常工况模式,实时监测异常波动。当参数偏离预期时,提前预判潜在故障,生成维护提醒,变事后抢修为事前预防。(2)设备运维日志智能分析、故障原因溯源与维修方案生成。大模型对历史维修记录、故障报修文本进行语义挖掘,建立故障现象与成因之间的关联知识图谱。新故障发生时,系统自动比对相似历史案例,快速定位可能原因,并推荐对应的维修步骤与备件清单,提升维修效率。(3)运维人员智能培训、作业流程智能答疑与规范指导。构建运维知识库与大模型问答系统,新员工可通过自然语言提问获取设备原理、操作规范等知识。在作业过程中,系统可实时调取标准作业流程进行比对提醒,确保操作合规,同时为技能考核提供智能化辅助,促进运维团队专业能力持续提升。

3 大模型技术在铁路智能客站应用现存问题、优化对策与未来展望

3.1 大模型在铁路智能客站应用的现存问题

(1)技术层面:模型泛化能力不足、铁路专业场景适配度低、多源数据融合难度大。通用大模型缺乏铁路行业知识,面对站台越线识别、客流潮汐变化等专业场景时准确率下降明显。同时,文本、图像、传感器时序数据异构性强,融合训练时特征对齐困难,影响模型综合研判能力。(2)数据层面:客站数据标准化程度低、数据安全与隐私保护风险突出。各车站数据采集格式、接口协议不一,数据质量参差不齐,清洗标注成本高昂。此外,旅客生物特征、出行记录等敏感信息在模型训练与部署中面临泄露风险,合规管控压力较大。(3)落地层面:软硬件适配成本高、从业人员技术适配能力不足、应用场景覆盖面有限。大模型推理需GPU算力支撑,既有车站IT基础设施陈旧,改造投入大。一线运维人员缺乏AI知识,难以有效使用与维护系统。目前试点多集中于问答机器人等轻量场景,调度、应急等核心环节覆盖仍不足。

3.2 大模型赋能铁路智能客站的优化对策

(1) 技术优化: 研发铁路客站专属大模型、优化模型微调与轻量化部署技术。基于开源大模型, 注入铁路规程、站场结构等垂直知识, 构建专属基座模型。同时采用LoRA等参数高效微调与模型剪枝、量化技术, 降低部署门槛, 在保证性能前提下适配车站边缘设备。(2) 数据优化: 构建标准化客站数据集、建立数据安全管控与脱敏机制。建立车站本地部署的算法训练平台, 制定铁路客站数据采集与标注规范, 汇聚形成高质量训练基准库。引入联邦学习框架, 实现“数据不动模型动”, 并对敏感信息实施脱敏处理与访问分级管控, 确保合规使用。(3) 落地优化: 完善软硬件配套体系、开展人员专项培训、分场景逐步落地推广。为车站配备AI边缘一体机等算力设施, 构建统一模型管理平台。面向管理和运维人员开展阶梯式培训, 提升实操能力。按照“问答优先、预测跟进、控制谨慎”的策略, 分阶段推进场景覆盖, 降低试错风险^[5]。

3.3 应用发展趋势展望

(1) 多模态大模型深度融合, 实现客站全场景无人化智能服务与管控。未来将打通视频、语音、文本、传感器全模态, 由单一模型统一处理客站所有业务需求, 在旅客引导、安全巡检、应急指挥等环节实现端到端的无人化自主运行。(2) 端边云协同架构落地, 提升大模型客站实时响应与自主决策能力。云端承载大参数训练与全局优化, 边缘节点执行轻量化推理满足毫秒级响应, 端侧设备负责实时采集与快速反馈。三级协同架构将支撑客流调度、设备控制等低延时、高可靠场景的大模型自主决策。(3) 大模型与数字孪生结合, 构建全虚拟化智能客站运维管理体系。以数字孪生体为交互界面, 大模型充当“智能大脑”, 在虚拟环境中推演调度方案、模拟应急演练, 并将最优策略映射至物理车站, 实现虚实融合的全新运维管理模式。

3.4 研究结论与总结

(1) 全文研究成果总结, 梳理大模型在铁路智能客

站的核心应用价值。本文系统分析了基于大模型在旅客服务、客流预测、安全管控、设备运维四大核心场景的应用潜力。研究认为, 大模型能有效破解传统AI模型泛化性差、交互能力弱的瓶颈, 为客站智能化升级提供全新的技术路径, 尤其在提升服务体验与应急决策效率方面价值显著。(2) 研究存在的局限性与后续可深入研究的方向。当前研究侧重于应用框架分析, 尚缺乏大规模实测数据验证。后续可围绕大模型在铁路场景的实时推理性能优化、模型可解释性提升以及人机协同机制等方向开展深化研究。(3) 行业推广价值与应用落地启示。本研究表明, 通过微调与RAG等轻量化手段, 大模型已具备在交通枢纽落地的可行性。建议行业从标准化数据集建设与边缘算力部署起步, 以点带面推动大模型技术在轨道交通领域的广泛应用。

结束语

本文系统探究了大模型技术在铁路智能客站的适配性与典型应用场景, 验证了大模型在提升客站服务质量、运营效率、安全管控与运维水平方面的重要价值。同时梳理了技术适配、数据治理、落地推广等方面的现存难题, 提出科学可行的优化方案。后续可深入研究模型性能优化与人机协同机制, 推动大模型技术在铁路轨道交通领域规范化、规模化落地应用。

参考文献

- [1] 陆宽, 王军. 基于大语言模型的铁路车站非正常作业智能辅助系统[J]. 铁路计算机应用, 2025, 34(11): 56-61.
- [2] 史天运, 李新琴, 代明睿. 铁路自然语言大模型关键技术研究及应用展望[J]. 中国铁路, 2024, 26(07): 137-142.
- [3] 孔德越, 马小平, 王浩. 基于大语言模型的铁路车站客流预测优化方法研究[J]. 铁路计算机应用, 2025, 34(06): 61-67.
- [4] 张志科. 下一代铁路客站智能安检系统研究及设计[J]. 铁路计算机应用, 2025, 34(11): 237-242.
- [5] 刘畅. 基于大模型与RAG技术的铁路智能客站旅服系统构建[J]. 高速铁路技术, 2025, 16(03): 88-93.