

全自动运行系统行车调度指挥功能提升探析

冯厚东

重庆市轨道交通（集团）有限公司 重庆 401120

摘要：随着轨道交通行业智能化发展，全自动运行系统已成为行业主流趋势。其行车调度指挥功能涵盖运行计划管理、列车运行监控及应急处置等核心模块，显著改变了调度人员角色与指挥流程，对技术要求也大幅提升。为进一步发挥全自动运行系统优势，需通过加强系统智能化建设、完善应急机制、强化人员培训及优化系统协同等策略，实现行车调度指挥功能的全面提升，保障轨道交通运行的高效性、安全性与可靠性。

关键词：全自动运行系统；行车调度指挥；功能提升

引言

在轨道交通行业智能化转型加速的背景下，全自动运行系统凭借高度自动化与智能化特性，逐步成为提升运营效率与服务质量的关键技术。然而，行车调度指挥作为保障系统稳定运行的核心环节，仍面临诸多挑战。本文聚焦全自动运行系统行车调度指挥功能，深入剖析其现有功能架构、对调度工作的影响，并针对性提出功能提升策略，旨在为行业优化运营管理、增强系统安全性提供理论参考与实践指导。

1 全自动运行系统概述

全自动运行系统（Fully Automatic Operation, FAO）是基于现代计算机、通信、控制及系统集成等技术，实现列车运行全过程自动化的新一代城市轨道交通系统。该系统引入自动控制、优化控制与人因工程等领域的最新技术，进一步提升自动化程度，具有更安全、高效、节能、经济及高服务水平的优势，已成为城市轨道交通技术的发展方向。全自动运行系统包含自动化等级GoA3（有人值守下的列车自动运行）和GoA4（无人值守下的列车自动运行）两个等级。在GoA4等级下，系统无需司机和乘务人员参与，车辆在控制中心的统一控制下实现全自动运营，自动完成列车休眠、唤醒、准备、自检、运行、停车、开关车门及故障恢复等功能。其核心组成包括综合监控系统、信号系统、车辆系统等，各系统深度集成，通过多系统联动实现信息反馈、监督与远程干预。全自动运行系统具有显著的技术特点。系统支持全自动运行与有人驾驶模式切换，通过网联化运营降低运维成本，提升运营可靠性；采用车辆段与正线一体化管理模式，在突发情况下实现多系统协同防护；通过ATO与牵引、网络、制动系统的融合控制，减少延时并提高命令执行效率，优化乘客舒适度；通过供电分区内列车协同控制提升再生能量利用率，实现单车及多车协同节

能降耗。在功能实现方面，系统可自动完成列车唤醒、库内发车、区间运行、站台停车与发车、折返、回库、洗车等作业，并具备列车火灾、异物入侵等应急事件的自动处理能力。系统还提供列车内外部及站台的视频监控、远程车辆监控与乘客服务功能，支持多种驾驶模式切换，并基于运行图实现设备状态监测、统计分析及综合运维管理。

2 全自动运行系统行车调度指挥功能分析

2.1 运行计划管理功能

全自动运行系统的运行计划管理功能依托强大的算法与数据分析能力，构建起精准的列车运行计划体系。系统可根据历史客流数据、实时交通状况及预测模型，自动生成科学合理的列车运行时刻表，精确规划列车的发车时间、到达时间、停站时长等参数。通过对线路运能与需求的动态匹配，实现列车运行密度的优化调整，在高峰时段增加发车频次以满足大客流需求，在平峰时段减少列车间隔降低能耗与运营成本。运行计划管理功能还具备强大的动态调整能力，当出现设备故障、突发客流等异常情况时，系统能够迅速重新计算并生成新的运行计划，确保列车运行的整体秩序与效率，使运营计划始终契合实际需求^[1]。

2.2 列车运行监控功能

列车运行监控功能是全自动运行系统保障行车安全与高效的关键环节。该功能通过先进的传感器技术与通信网络，实时采集列车运行的各类数据，包括位置、速度、运行状态等信息，并将这些数据快速传输至控制中心。控制中心借助高精度的可视化监控界面，可对全线列车进行全方位、无死角的动态监控，清晰呈现每列车的运行轨迹与实时状态。系统利用智能算法对采集到的数据进行深度分析，能够提前预测列车可能出现的异常情况，如设备故障、超速等，并及时发出预警信息。当检测到异

常时,系统可自动采取相应的控制措施,如调整列车速度、变更运行路径等,确保列车运行安全、稳定。

2.3 应急处置功能

全自动运行系统的应急处置功能为列车运行安全提供了坚实保障。当发生列车火灾、异物入侵轨道、突发停电等紧急情况时,系统能够迅速感知并启动应急响应机制。通过多系统联动,快速定位故障位置与类型,自动生成最优的应急处置方案。例如,在列车火灾场景下,系统可自动控制列车停靠最近车站,开启车门疏散乘客,并联动消防系统进行灭火作业;对于异物入侵轨道情况,系统会立即触发紧急制动,同时通知相关部门进行异物清理。应急处置功能还具备应急通信能力,确保在紧急情况下,控制中心与列车、乘客之间的信息畅通,及时传达应急指令与安全提示,最大程度降低突发事件对运营的影响,保障乘客生命财产安全。

3 全自动运行系统对行车调度指挥的影响

3.1 对调度人员角色的转变

在全自动运行系统下,调度人员的角色发生了根本性转变。传统模式中,调度人员需时刻关注列车运行动态,手动下达各类调度指令,工作强度大且易受人为因素影响。在全自动运行系统中,列车运行的大部分操作由系统自动完成,调度人员不再承担具体的列车操控任务,转而成为系统运行的监控者与管理者。他们需要具备更敏锐的数据分析能力,从海量的系统运行数据中发现潜在问题与异常趋势,通过对系统运行状态的综合评估,进行宏观层面的决策与协调。调度人员还需负责与其他相关部门的沟通协作,如与车辆维护部门协调列车检修计划,与客运部门配合处理乘客服务相关事宜,从单纯的行车调度向综合性的运营管理角色转变。

3.2 对调度指挥流程的优化

全自动运行系统对调度指挥流程进行了全面优化与精简。传统调度指挥流程涉及多个环节与大量人工操作,信息传递效率低,决策速度慢。在全自动运行系统中,各子系统深度集成,信息实现实时共享与自动交互。运行计划的制定、列车运行状态的监控、应急处置等流程均实现自动化与智能化。例如,运行计划的调整不再依赖人工层层审批与传达,系统可根据预设规则与实时数据自动完成;列车运行监控信息直接在控制中心的综合平台呈现,无需人工汇总与上报。这种优化后的调度指挥流程大大缩短了信息传递时间,提高了决策效率,使调度指挥更加精准、高效,能够快速响应各种运营需求与突发状况,提升了整个系统的运行效率与可靠性^[2]。

3.3 对调度指挥技术要求的提高

全自动运行系统的应用对调度指挥的技术要求提出了更高标准。调度人员不仅要熟悉传统的行车调度知识,还需掌握计算机科学、通信技术、数据分析等多领域的专业知识。由于系统高度自动化与智能化,调度人员需要能够熟练操作复杂的监控与管理软件,理解系统运行的算法逻辑与数据模型,以便更好地分析系统运行状态与故障原因。在应急处置过程中,调度人员要具备快速解读系统生成的应急方案,并根据实际情况进行灵活调整的能力,这要求他们对系统各部分的功能与交互关系有深入的理解。随着系统的不断升级与新技术的应用,调度人员还需持续学习更新知识,以适应不断变化的技术环境,确保能够高效、安全地指挥列车运行。

4 提升全自动运行系统行车调度指挥功能的策略

4.1 加强系统智能化建设

(1) 深化人工智能技术在全自动运行系统中的应用,通过机器学习算法对海量历史运行数据进行深度挖掘,精准识别列车运行规律与潜在风险模式。构建智能预测模型,对设备故障、客流波动等因素进行提前预判,使系统能够基于预测结果主动调整运行计划,优化列车运行参数,实现更为高效的资源配置与动态调度,降低突发状况对行车秩序的干扰。(2) 引入智能决策支持系统,结合实时采集的列车运行状态、设备健康度、客流信息等多维数据,运用先进的算法和优化模型,自动生成科学合理的调度决策方案。该系统具备强大的自主分析与推理能力,能够在复杂场景下权衡多种因素,为调度人员提供全面、精准的决策依据,辅助其快速做出最优决策,提升调度指挥的科学性与准确性。(3) 推进系统的自适应控制技术发展,使全自动运行系统能够根据不同的运营环境和条件,自动调整控制策略与运行模式。例如,在不同的天气状况、时段特性下,系统自动优化列车的牵引、制动控制,实现节能降耗与高效运行的平衡;通过对列车运行状态的实时监测与反馈,动态调整列车运行间隔,确保在满足运输需求的前提下,最大限度提高运营效率。

4.2 完善应急处置机制

(1) 构建全方位、多层次的应急事件感知体系,依托先进的传感器技术与智能监测设备,对列车运行过程中的各类潜在风险因素进行实时、精准监测。除常规的火灾、异物入侵等监测外,进一步拓展监测范围,涵盖车辆关键部件故障、供电系统异常等方面,确保能够及时、准确地捕捉到任何异常情况,并快速触发应急响应流程。(2) 优化应急处置方案的生成与执行机制,建立动态的应急方案库,结合不同类型的突发事件特点与历

史处置经验,运用大数据分析与仿真技术,对方案进行持续优化与更新。当应急事件发生时,系统能够迅速根据事件类型、现场状况等因素,从方案库中筛选出最优处置方案,并通过多系统联动,实现方案的快速、精准执行,确保应急处置措施的有效性与及时性。(3)加强应急演练与评估体系建设,定期组织模拟不同类型的应急场景开展实战演练,检验和提升系统的应急响应能力与调度人员的应急处置水平。通过对演练过程的详细记录与分析,总结经验教训,发现应急处置流程中存在的问题与不足,针对性地进行改进与完善,不断优化应急处置机制,提高系统在面对突发事件时的应对能力与恢复效率^[3]。

4.3 强化人员培训与管理

(1)构建系统化培训课程体系。依据全自动运行系统调度岗位需求,结合系统技术特点与运行原理,设计涵盖计算机技术、通信技术、数据分析、调度业务等多领域知识的培训内容。培训注重理论与实践结合,采用案例分析、模拟操作等方式,助力调度人员深入理解系统运行机制,熟练掌握监控与管理软件操作技能,提升专业素养与实操能力。(2)建立科学的人员能力评估与发展机制。定期对调度人员的业务水平、技术能力、应急处理能力等进行全面评估,根据评估结果制定个性化职业发展规划。为优秀人员提供晋升机会与广阔发展空间,激励其持续进步;针对评估中的薄弱环节,提供针对性培训与指导,助力调度人员补齐短板,实现整体素质提升。(3)营造良好团队协作与学习氛围。组织调度人员开展经验交流活动,分享成功案例与实践经验,促进知识共享与技能提升。鼓励团队成员协作学习,共同解决问题,培养团队凝聚力与战斗力,打造一支专业素质高、协作能力强的调度队伍,为系统安全高效运行提供坚实人力保障。

4.4 优化系统间的协同与集成

(1)打破系统间的信息壁垒,建立统一的数据标准与接口规范,实现综合监控系统、信号系统、车辆系统等各子系统之间的数据无缝对接与高效共享。通过构建

集成化的数据平台,整合各系统的运行数据,为调度指挥提供全面、准确的信息支持,确保各系统之间能够及时、准确地获取所需信息,实现协同工作。(2)加强系统间的功能协同设计,在系统规划与建设阶段,充分考虑各子系统之间的功能互补与协同需求,优化系统架构与工作流程。例如,实现信号系统与车辆系统的深度融合,使信号控制指令能够直接、高效地作用于车辆运行控制,减少中间环节的延时与误差;加强综合监控系统与其他系统的联动,实现对整个运营系统的统一监控与协调管理,提升系统的整体运行效率。(3)持续推进系统的升级与优化,随着技术的不断发展与运营需求的变化,及时对系统进行升级改造,引入新的技术与功能模块,增强系统间的协同能力与集成水平。通过定期对系统进行评估与优化,解决系统运行过程中出现的兼容性问题,确保各子系统之间始终保持良好的协同工作状态,为全自动运行系统的稳定、高效运行提供坚实的技术支撑^[4]。

结语

综上所述,对全自动运行系统行车调度指挥功能的深入研究与优化提升,有效推动了轨道交通运营管理的智能化进程。通过强化系统智能化建设、完善应急机制、优化人员管理及系统协同,显著提升了调度指挥的效率与安全性。未来,随着技术的持续发展,需进一步探索新技术在行车调度指挥中的应用,不断完善系统功能,以适应轨道交通行业日益增长的运营需求。

参考文献

- [1]陈人杰.全自动运行系统行车调度指挥功能提升探讨[J].人民公交,2024(24):149-151.
- [2]邓金柱.全自动运行系统行车调度指挥功能提升探讨[J].技术与市场,2023,30(9):58-61.
- [3]钟杰,梁琦.全自动运行系统线路车载综合监控视频联动功能设计方案[J].现代信息技术,2024,8(3):59-63.
- [4]李德堂.全自动运行线路智能运控系统设计方案[J].城市轨道交通研究,2024,27(10):290-293.