

城市轨道交通突发事件应急调度与协同联动机制优化研究

周 权

芜湖市运达轨道交通建设运营有限公司，安徽 芜湖 241000

[摘要]城市轨道交通网络规模不断扩大使得突发事件频发且变得更加复杂,传统应急调度模式和联动机制已难以满足高效处置需求。文中基于典型突发事件特征分析当前轨道交通应急调度与协同联动存在的问题,进而提出用智能化手段提高调度响应效率、增强多部门协作能力的系统性路径,通过机制重构、技术集成和流程再造构建高效、联动、智能且能有力支撑城市交通安全运行的一体化应急响应体系。

[关键词]城市轨道交通;突发事件;应急调度;协同联动;机制优化

DOI: 10.33142/sca.v8i7.17140

中图分类号: TU984

文献标识码: A

Research on the Optimization of Emergency Dispatch and Collaborative Linkage Mechanism for Urban Rail Transit Emergencies

ZHOU Quan

Wuhu Yunda Rail Transit Construction and Operation Co., Ltd., Wuhu, Anhui, 241000, China

Abstract: The continuous expansion of urban rail transit network has led to frequent and more complex emergencies, and traditional emergency dispatch models and linkage mechanisms are no longer able to meet the needs of efficient disposal. Based on the characteristics of typical emergencies, this article analyzes the problems existing in the current emergency dispatch and collaborative linkage of rail transit, and proposes a systematic path to improve dispatch response efficiency and enhance multi departmental collaboration capabilities through intelligent means. Through mechanism reconstruction, technology integration, and process reengineering, an efficient, interconnected, intelligent, and powerful integrated emergency response system that can support urban traffic safety operation is constructed.

Keywords: urban rail transit; emergencies; emergency dispatch; collaborative linkage; mechanism optimization

引言

近年来,城市轨道交通迅猛发展,各类突发事件如设备故障、火灾、安保事件等对其安全运行发起挑战,现有的应急体系大多存在响应慢、部门协同差、信息传递不通畅等问题,严重影响应急效率和乘客安全,本文打算从机制、技术、组织协作等层面系统探究应急调度与联动机制的优化路径,为城市轨道交通应急管理能力的提升提供理论依据和实践指导。

1 城市轨道交通突发事件特征分析

1.1 突发事件类型分类与演化趋势

城市轨道交通系统复杂且高密度运行,这使得其突发事件趋于多样化、快速演化,常见突发事件有设备故障类(像信号系统故障、供电中断、制动失灵)、自然灾害类(如地震、台风、洪涝)、人为事件类(像恐怖袭击、乘客恶意阻断、群体性事件)以及火灾事故等,城市化进程加快、城市人口密度升高,近年来突发事件频率变高、影响范围扩大、处置难度加大,外部环境多变、内部系统交互复杂等因素让部分突发事件诱因变得复合、隐蔽且事件发生往往快速扩展,传统单一应对模式面临挑战,早晚高峰时段尤其如此,轻微事件若应对不当很可能演变成大规模运营中断事件,可见轨道交通系统对突发风险既敏感又

脆弱。

1.2 突发事件对交通运行的影响机制

轨道交通突发事件发生后连锁性、系统性地影响系统运行,一方面事件发生点也许使列车运行中断、车辆滞留、乘客疏散困难,另一方面信息传递的延迟、应急响应的不及时易引发乘客恐慌、人员聚集甚至次生事故,设备故障类事件往往让列车运行图大幅调整影响列车间隔与发车频率,火灾或人为事件则直接威胁人员安全必须马上组织停运、疏散和警戒,部分事件还会干扰运营控制中心、调度指令、现场执行等环节造成多点位资源调配混乱,媒体和网络的传播效应也可能使舆情升级迫使运营单位在应急处置时兼顾舆情管理使管理压力进一步加大,可见突发事件对轨道交通系统运行的影响有突发性、复杂性、扩散性三个特征急需系统化、快速化、联动性的应对机制来支撑。

1.3 城轨应急处置的特殊要求

城市轨道交通是个半封闭系统,其应急处置与其他城市公共系统相比有一定特殊性,城市轨道交通列车运行环境封闭、隧道多、乘客密集,一旦出事故疏散路径受限且逃生通道复杂,应急方案要有很强的可行性并精确匹配,并且轨道交通运营组织高度集中,调度控制系统应急时要

快速切换到应急模式以实现多点联动、统一指令来防止现场决策冲突,像地铁这样的轨道交通有公安、消防、医疗、交管等多个协同单位参与,需要形成高效协同响应机制来统一协调调配人力物力资源,还有运营安全与大量专业设备有关,应急处置人员要有专业操作能力才能确保故障排查、设备切换、紧急撤离等过程高效完成。

2 应急调度体系现状与问题识别

2.1 应急调度组织架构的薄弱环节

多数城市轨道交通系统目前已初步构建起应对突发事件的组织架构,不过整体存在着职责交叉、层级模糊、决策链条过长等结构性薄弱之处,实际操作里应急调度机构大多由运营单位主导,缺乏统一的跨部门协同组织,在涉及公安、消防、医疗等外部单位时容易出现响应主体不明确、沟通通道不畅等状况,部分单位内部应急职责划分不明,存在信息层层上报、调度命令反复确认等情况,决策响应效率因此低下,并且调度指令多靠人工判断和口头传达,缺乏系统化、流程化的信息推送机制,有误传、延误或者执行力不足等风险,关键岗位人员配置不合理、轮班机制不完善、应急操作权限未能及时下放等问题也使组织架构的实战能力被削弱。

2.2 指挥响应效率滞后的成因

轨道交通突发事件发生后,应急指挥系统即时响应、精准调度往往难以做到,效率滞后主要有三方面原因:其一为信息获取迟滞,事件刚发生时现场相关信息难马上传回指挥中心,靠人工汇报则判断依据不够,难以迅速反应;其二是调度流程繁杂,多数运营单位内部调度层级多,事件要经多部门汇总、评估、确认才交决策层处理,从而实际响应滞后;其三应急决策凭主观经验,缺乏数据支撑和智能辅助工具,遇复杂事件常“信息过载”或者“决策犹豫”,并且部分调度人员应急处置训练不足,临场应变能力差,对突发事件应对方式不熟,指令传达不及时,行动不果决。

2.3 应急预案缺乏系统演练与更新

城市轨道交通突发事件应对的应急预案是重要指导文件,其处置成效直接由科学性和实用性决定,但实际工作中部分运营单位的预案存在不少问题,如内容陈旧、针对性不强、操作性差等,编制预案大多为符合监管要求,缺乏基于实际风险评估和历史案例复盘的动态修订机制,不能满足多场景、多类型事件应对需求,尤其预案演练机制不健全,缺乏跨部门、多频次、实战化的联动演练,相关单位之间默契不足、程序衔接不顺畅,有些演练仅是走形式,未暴露和解决预案中的问题,存在纸上演练和实战脱节情况,并且演练后的评估和反馈机制不完善,发现的问题未及时反馈到预案修订中,未形成闭环管理,再者预案更新频率低,未及时融入新技术、新装备和新制度要求,降低了预案实用性和前瞻性。

3 多部门协同联动机制存在的主要问题

3.1 指挥体系与职责划分不清晰

城市轨道交通突发事件应急处置常牵涉运营公司、公安、消防、交警、医疗、应急管理等诸多单位,但实际联动响应时指挥体系层级交叉、责任模糊、权责不对等,这使得指挥协调效率很低,应急状态下一些部门决策权限划分不明确,不晓得啥时候哪个部门牵头响应、谁能调配资源和发出关键指令,指令容易重叠甚至冲突,像火灾或恐怖事件中公安与运营单位、消防没有统一指令源就会协调混乱、延误救援,并且应急响应存在“行政主导”和“专业主导”失衡的状况,关键时候专业调度人员没决策权而指挥官又不了解现场真实情况,这会影响处置事件的及时性和准确性。

3.2 信息共享与决策联动机制缺失

在应急联动里,保障快速响应的关键在于信息共享效率,但现有协同机制下多部门的信息却“孤岛化”,运营单位虽常最先掌握事件信息,却因流程、系统或保密制度受限而不能马上共享给公安、消防等单位,这使外部部门在响应前期信息滞后或误判并影响资源调度和战术安排;不同部门的应急管理系统各自独立,没有统一平台和数据接口,信息传输依靠电话、微信、传真等传统方式,难以做到信息对接的标准化、结构化、实时化,并且联动单位缺乏常态化联合决策机制,应急时各自为战、单线推进的情况很常见,缺少基于统一数据的联合会商机制,很多应急调度会在高压时才临时召开,无法支持快速判断和协调,由于决策流程不透明、信息反馈不及时,下级执行单位难以精准理解上级意图,调度行动执行就会有偏差。

3.3 联动单位间通信与协调障碍

在突发事件应急时,处置速度和效果直接受多单位协作是否顺畅的影响,可当前城市轨道交通联动单位间通信手段落后、协调机制缺失这一问题仍很严重。先从技术方面说,各单位大多用自家的通信系统,运营单位靠轨道专网通信,公安消防则用政务无线系统或指挥平台,相互之间互联互通差且没有统一通信频段或跨部门通信终端,这就使得现场协调只能靠人跑腿或者临时打电话,效率低还容易出错。再从机制方面看,联动单位在应急状态下缺少快速联络和调度优先机制,跨单位调度请求常得层层报批,从而错过最佳干预时机,协作时各单位一般按自己职能独立行事,缺乏协同操作流程、指令标准和任务分工,很难同步执行,有些单位对轨道交通系统运行机制了解不多且缺少针对性培训和常态化沟通,实战中在语言、术语、执行方式等方面就有了“沟通壁垒”。

4 智能化应急调度系统优化路径

4.1 构建基于 GIS+AI 的决策支持平台

要让城市轨道交通应急调度智能化,构建一个集成地理信息系统(GIS)与人工智能(AI)技术的决策支持平

台很重要, GIS 技术能精确提供地理空间定位服务, 将车站、隧道、疏散通道等关键基础设施可视化, 让调度人员实时感知空间态势, 而 AI 技术融合历史数据分析、机器学习模型、图像识别等手段后, 可智能识别事件类型、自动判断影响范围、推荐调度策略等, 并且平台要汇聚列车运行数据、乘客流量、设备状态、监控视频和报警信号等多种数据源, 依靠规则库与推理机制实现辅助决策功能, 火灾预警触发时, 平台能自动推演受影响区域、预判人员密集程度, 给出最优疏散路径和调度措施方面的建议。

4.2 引入大数据辅助风险预警与响应调度

城市轨道交通突发事件的早期识别和动态调度能从大数据技术的引入得到强有力支持, 建立分析模型, 涵盖历史事件、运行日志、设备故障记录、客流动态、气象信息等多维度数据, 就能提前识别出潜在风险点并生成预警信号。好比在大数据平台上, 区间车速变化、电压异常、乘客滞留量等参数可被实时监测, 异常组合模式一出现就会触发联动预警, 提示可能存在设备异常或者乘客滞留事件。大数据模型还能根据事件类型、发生时间、地点等特征动态调整应急资源配置策略, 实现精准化调度, 将深度学习和行为预测算法相结合, 可预测人群行为趋势, 从而为疏散路线规划、人员引导配置提供决策参考。

4.3 智能调度算法与应急资源快速匹配策略

突发事件特点复杂多变, 传统人工调度难以快速匹配资源并部署响应, 得靠智能算法来提升调度效率和精度, 智能调度算法有不少可用的, 像基于图论的路径优化算法、用蚁群算法优化资源分配、靠遗传算法处理多目标调度问题之类的, 这些算法能短时间计算多个资源点, 快速弄出多方案调度策略, 还能根据实时反馈动态修正, 让调度措施在时间、空间和效果上达到最优, 系统要预设各种应急资源数据库, 应急列车、疏散引导员、医疗器械、消防设备啥的都得有, 再结合 GIS 定位和事件类型, 自动匹配最优响应单元, 匹配机制也得考虑响应时间、到达路径、当前占用状态等多方面因素, 把调度精细化水平提上去, 通过算法平台连入“应急资源共享池”和多部门资源库, 这样就能跨单位调用资源, 提高整体应急效率。

5 协同联动机制的系统重构策略

5.1 建立“平战结合”的协同作战体系

轨道交通应急联动机制系统重构的首要任务是建立“平战结合”的协同作战体系, 把日常运行状态和应急状态有效衔接起来形成常态准备、非常态联动的响应格局, 具体来讲, 构建以运营单位为核心、政府相关部门为支撑的联合指挥架构且日常运营时嵌入多部门协作演练机制, 以便一旦进入突发事件状态就能无缝切换到“战时”状态做到统一组织、调度、口径, 组织体系方面要明确各部门平时和应急状态下职责转化路径并优化岗位设置与权限分级制度以使响应快速有力, 资源上提前建立资源动态储备库和联

动调配平台让各类应急力量有随时响应的基础条件。

5.2 制定跨部门联合处置标准流程

联动效率要提升, 关键在于跨部门联合处置实现标准化, 这需从制度设计方面开始, 制定出统一、清晰且操作性强的应急处置流程规范, 明确各类突发事件的响应级别、启动条件、主责单位、协同机制、信息通报路径、现场指挥体系等关键环节内容, 尤其要强化“黄金十五分钟”快速响应机制, 设定应急任务节点时间要求, 列出各参与单位响应动作清单, 避免出现行动迟缓以及责任推诿的情况, 并且还得在流程标准里加入多部门协作模块, 如公安现场封控、消防灭火救援、医疗救护衔接、交通接驳等, 达成职责清楚、节点明确、路径闭环的协同操作体系。

5.3 构建多维信息融合与实时共享机制

多部门间要实现突发事件应急联动就得快速融合信息并实时共享, 这需要构建统一的信息集成平台, 打通现有系统间的技术壁垒以让视频监控、车站数据、客流密度、报警信息等多维数据实时接入并集中展示, 该平台要有数据标准化、接口通用化、权限分级化的功能才能保障信息可用、可控、可追溯, 各单位基于此共享决策依据和调度方案就能提升判断协同能力, 技术方面引入区块链、云计算和 AI 算法可保障数据可溯和智能研判, 这个平台有助于从“信息孤岛”转变为“智慧共享”从而全面增强应急联动效能。

6 结束语

城市轨道交通突发事件应急管理遭遇多元化、复杂化挑战, 传统调度和联动模式难以满足高效响应需求, 本文针对应急调度体系和协同机制的现状问题, 提出构建以 GIS、AI、大数据等技术为支撑的智能化应急调度平台以系统优化多部门联动协作体系, 通过“平战结合”、流程标准化、信息融合来实现现代化应急管理模式, 做到响应快、指挥有序、联动高效, 从而为提升城市轨道交通运营安全和应急处置能力提供系统性路径。

[参考文献]

- [1] 张克礼. 城市轨道交通行车调度优化与突发事件应急处置研究[J]. 人民公交, 2025(10): 176-178.
- [2] 赵媛. 高峰期城市轨道交通司机应急处理能力提升研究[J]. 人民公交, 2025(10): 182-184.
- [3] 穆云江, 吕丹. 地铁行车调度应急处理的原则和方法研究[J]. 中国储运, 2025(3): 78-79.
- [4] 李颖峰. 城市轨道交通调度应急处置能力综合评价研究[J]. 交通科技与管理, 2024, 5(24): 167-169.
- [5] 华夏. 应急情况下的快速响应机制及对地铁调度优化的影响研究[J]. 运输经理世界, 2024(35): 136-138.

作者简介: 周权 (1979.12—), 男, 江苏南京人, 本科, 现就职芜湖市运达轨道交通建设运营有限公司, 副总经理, 长期从事轨道交通运营安全生产(应急、消防、职业健康、环保、治安反恐等)管理工作。