

# 城市轨道交通客流高峰期调度组织策略探讨

陈 炜

重庆轨道交通运营有限公司 重庆 401120

**摘要：**针对城市轨道交通高峰时段潮汐客流集中、运力与需求错配、换乘枢纽拥堵等突出问题，本文梳理通勤双峰特征与枢纽脉冲式客流压力，构建“智能预判—动态调度—协同管控”一体化体系。结合多源客流数据监测与AI预测技术，提出梯度加车、快慢车组合、分区限流及多渠道信息引导等优化策略，通过仿真验证调度冗余与站车协同的有效性，为提升高峰运营效率、保障客运安全、改善乘客出行体验提供量化方案与实践参考。

**关键词：**城市轨道交通；客流高峰期；调度组织策略

引言：随着城市化进程加快，轨道交通已成为城市通勤主力，工作日早晚高峰断面客流常突破设计运力阈值，换乘枢纽易形成拥堵瓶颈，严重影响运营效率与出行安全。传统固定运行图难以适配客流潮汐波动，现场组织与行车调度协同不足、应急响应滞后等问题，进一步加剧了高峰运营压力。本文立足调度组织核心，融合智能监测与弹性运力配置，探讨分级响应、线网联动及应急接驳策略，以期破解高峰调度难题，完善城轨高峰运营理论与实操体系。

## 1 城市轨道交通客流高峰期相关理论与特征分析

### 1.1 核心概念界定

(1) 城市轨道交通客流高峰期：指一天中特定时段，城市轨道交通客流量显著高于日常平均水平，超出正常运输承载阈值，需通过专项调度保障运营秩序的时段，主要集中在早晚通勤时段及节假日高峰，是调度组织的核心管控阶段。(2) 调度组织的核心内涵：基于客流变化规律，对线路、车辆、人员等运营资源进行科学配置、动态调整，通过优化行车组织、客流疏导等措施，实现轨道交通高效、安全、有序运营的综合性管理活动。(3) 调度组织的核心目标：首要保障运营安全，其次提升运输效率，减少乘客候车及出行时间，平衡运力与客流需求，降低运营成本，同时提升乘客出行体验，维护轨道交通运营秩序。

### 1.2 客流高峰期的形成机理

(1) 通勤出行主导因素：城市职住分离格局下，上班族、学生群体出行时间高度集中，早晚固定时段形成客流潮汐高峰，是客流高峰期最主要的形成原因，且高峰时段稳定、客流规模大。(2) 城市土地利用影响因素：商业中心、交通枢纽、产业园区等区域人口集聚度高，出行需求集中，周边站点易形成局部客流高峰，加剧区域线路的运输压力。(3) 节假日及大型活动诱发因素：节

假日居民出行、旅游客流激增，大型赛事、展会等活动导致短时间内大量人员集中往返，形成突发性客流高峰，对调度灵活性要求较高。

### 1.3 客流高峰期的核心特征

(1) 时间分布特征：呈现明显双峰特性，即早7-9时、晚17-19时的通勤高峰，且高峰时段集中，持续时间短但客流强度大，非高峰时段客流量显著回落。(2) 空间分布特征：站点集聚明显，交通枢纽、商业中心、学校周边站点客流高度集中，而郊区线路及非核心站点客流量较低，线路间、站点间客流分布不均衡。(3) 客流特性：具有显著潮汐性，早晚高峰客流流向相反，通勤高峰尤为突出；同时存在突发性，节假日、大型活动期间客流骤增，超出预期，易引发拥堵<sup>[1]</sup>。

### 1.4 调度组织的基础条件与约束因素

(1) 线路与车站设施约束：线路运能固定，车站站台容量、出入口数量及通道宽度有限，高峰时段易出现客流滞留，设施承载能力直接限制调度优化的空间与效果。(2) 车辆与设备能力约束：车辆数量、发车间隔存在上限，车辆检修周期、信号系统稳定性等直接影响运力供给，设备故障易导致调度紊乱，影响运营连续性。(3) 人员配置与管理制度的约束：调度人员、站务人员数量及专业能力需匹配高峰需求，管理制度的完善性、应急处置流程的合理性，直接影响调度组织的效率与安全性，制约调度优化落地。

## 2 城市轨道交通客流高峰期调度组织现状、问题及成因分析

### 2.1 客流高峰期调度组织现状

(1) 现行调度组织模式：目前多数城市采用“固定基准+局部调整”的调度模式，以高峰时段固定发车间隔为基础，针对通勤高峰、节假日客流差异，适度调整列车编组和发车间隔，主要分为行车调度、车站客流调

度两大板块,明确各岗位基础职责,保障高峰时段基本运营秩序。(2)调度技术应用现状:已初步引入智能调度系统、客流监测设备,实现对车站客流、列车运行状态的实时监控,部分城市应用大数据技术进行客流初步分析,借助广播、导向标识等手段辅助客流疏导,调度技术逐步从人工主导向半智能化过渡。(3)现有调度组织的实施效果:基本满足日常通勤高峰的客流运输需求,有效缓解了核心线路的客流压力,减少了极端拥堵情况的发生;通过规范调度流程,提升了列车运行的准点率,保障了运营安全,为乘客出行提供了基本保障,但在应对突发情况时仍有明显不足。

## 2.2 调度组织存在的核心问题

(1)行车调度灵活性不足,难以应对突发客流:调度方案多基于历史客流数据制定,调整滞后于客流变化,面对节假日突发客流、大型活动客流骤增等情况,无法快速调整发车间隔、列车编组,易导致客流滞留。(2)车站客流组织疏导效率偏低,存在瓶颈效应:部分车站站台容量有限、出入口设计不合理,高峰时段客流疏导缺乏针对性,引导标识不够清晰,站务人员疏导方式单一,易在站台、换乘通道形成客流瓶颈,影响出行效率。(3)调度协同机制不完善,各部门联动不足:行车调度、车站客流调度、设备维护、应急处置等部门缺乏高效协同,信息传递不及时,出现客流拥堵或设备故障时,各部门衔接不畅,处置效率低下。(4)智能调度技术应用不深入,预测精度不足:智能调度系统的功能未充分发挥,大数据、人工智能技术应用流于表面,客流预测多依赖历史数据,对突发客流、极端天气等变量考虑不足,预测精度难以满足动态调度需求。

## 2.3 问题产生的成因分析

(1)客流预测与分析体系不健全:缺乏完善的客流数据采集机制,对客流的动态变化、影响因素分析不够全面,未建立精准的客流预测模型,难以提前预判突发客流,导致调度调整被动。(2)调度组织方案缺乏动态优化机制:调度方案多为固定模板,未结合实时客流数据、设备状态进行动态调整,方案的针对性和灵活性不足,无法适应客流的复杂变化。(3)技术支撑体系不完善,设备兼容性不足:智能调度相关设备更新不及时,不同系统间兼容性差,数据无法实现高效共享,技术投入不足,导致智能调度技术难以深度应用,无法为调度优化提供有力支撑<sup>[2]</sup>。(4)人员专业能力与应急处置水平有待提升:调度人员、站务人员的专业技能和应急处置能力不足,缺乏系统的培训和实战演练,面对突发客流、设备故障等紧急情况时,应对不及时、处置不规范,加

剧问题影响。

## 3 城市轨道交通客流高峰期调度组织优化策略

### 3.1 行车调度优化策略

(1)基于客流预测的动态发车间隔调整:依托大数据技术整合历史客流数据、实时客流变化、气象信息及大型活动安排等多类数据,构建精准的多维度客流预测模型,提前预判高峰时段客流峰值、持续时长及空间分布。早高峰7-9时、晚高峰17-19时核心时段,根据实时客流强度动态压缩发车间隔,将高峰最小发车间隔控制在合理区间,最大化提升运力;非核心高峰时段灵活放宽间隔,避免运力浪费与客流滞留,实现运力与客流需求的精准匹配,提升行车效率。(2)列车编组灵活调整与备用车投放优化:针对不同线路、不同时段的客流差异,采用大小编组结合的灵活模式,核心骨干线路高峰时段启用最大编组全力提升运力,郊区线路及客流较少路段根据实际情况采用小编组,降低运营成本。科学规划备用车停放站点,优先布局在客流枢纽及易出现突发客流的路段,在客流骤增、列车故障等突发情况时,快速投放备用车,及时缩短发车间隔,缓解客流压力,保障运营连续性与稳定性<sup>[3]</sup>。(3)行车交路优化与跨线协同调度:结合客流空间分布不均衡特征,优化行车交路模式,采用“直达交路+区间交路+支线交路”相结合的方式,减少核心线路换乘压力,缩短乘客出行时间,提升出行体验。建立跨线路协同调度机制,加强相邻线路调度中心的沟通联动,实现列车运行信息、客流数据实时共享,在换乘枢纽精准优化列车衔接时间,减少乘客换乘等待时长,提升线网整体运营效能。

### 3.2 车站客流组织疏导优化策略

(1)车站空间布局与通道分区优化:对客流瓶颈站点进行针对性改造,拓宽站台、换乘通道宽度,合理增设出入口及扶梯数量,优化站内导向标识布局,清晰划分客流行进路线,避免客流交叉拥堵。明确划分候车区、换乘区、疏散区,设置隔离护栏、临时引导标识引导客流有序流动,高峰时段启用临时疏散通道,进一步提升站内客流疏导能力,消除拥堵隐患。(2)客流分级引导与限流措施优化:建立科学的客流分级机制,根据客流强度将车站划分为一般、较重、严重拥堵三级,针对不同等级制定差异化引导方案。当出现较重及以上拥堵时,采用“远端限流、近端疏导、分层管控”的模式,在车站入口、换乘通道合理设置限流点,科学控制进入站台的客流数量,同时通过车站广播、官方APP、短信等渠道及时告知乘客客流情况,引导乘客错峰、错站出行。(3)站务人员配置与岗位分工优化:根据高峰时段客流分布

特点,科学调配站务人员力量,在客流密集的站台、换乘通道、出入口增设引导人员,明确各岗位职责,实现“专人引导、分工协作、无缝衔接”。加强站务人员专业培训,重点提升客流疏导、应急处置、沟通协调能力,确保高峰时段客流引导高效有序,快速响应各类突发情况,保障乘客出行安全<sup>[4]</sup>。

### 3.3 智能调度技术应用优化策略

(1)大数据与人工智能在客流预测中的应用:整合城市轨道交通客流数据、居民出行数据、气象数据、大型活动信息等多维度数据,运用人工智能算法不断优化客流预测模型,提升短期、实时客流预测精度,重点强化突发客流的预判能力,提前研判客流变化趋势,为动态调度决策提供精准、高效的数据支撑,实现调度决策的科学性与前瞻性。(2)智能调度系统升级与全流程可视化管控:升级完善智能调度系统,整合行车调度、客流监测、设备运行、应急处置等多方面信息,实现列车运行状态、客流实时变化、设备运行参数的全流程可视化管控。优化系统操作界面,简化操作流程,提升调度人员操作效率,实现调度指令的快速下达与精准执行,同时增设自动预警功能,及时发现运营异常并提醒工作人员快速处置。(3)5G与物联网技术在实时监控中的应用:依托5G高速传输、低延迟、广连接的特性,结合物联网技术,在车站、列车、轨道沿线部署更多智能监测设备,实现客流密度、列车运行状态、设备运行参数的实时采集与高速传输。通过数据共享平台,让调度人员实时掌握现场运营情况,为快速调整调度方案、高效处置突发情况提供强有力的技术保障,提升调度组织的智能化水平。

### 3.4 调度协同与应急处置优化策略

(1)多部门协同联动机制构建:建立行车调度、车站管理、设备维护、应急处置、公安安保等多部门协同联动机制,明确各部门的沟通流程、职责分工与协作标准,实现运营信息实时共享、高效传递。定期召开协同调度工作会议,协调解决运营中的难点问题,加强日常协同配合,提升高峰时段调度组织的协同效率与整体效

能。(2)应急调度预案完善与实战演练优化:完善突发客流、列车故障、设备故障、极端天气等各类突发事件的应急调度预案,明确处置流程、责任分工、应对措施及资源调配方案,增强预案的针对性、可操作性与实用性。定期组织实战演练,模拟各类突发事件场景,提升调度人员、站务人员、设备维护人员的应急处置能力与协同配合能力,确保突发情况发生时能够快速响应、科学处置、高效恢复运营<sup>[5]</sup>。(3)跨线路与多交通方式协同调度:加强城市轨道交通与公交、出租车、共享单车等地面交通方式的协同调度,优化换乘枢纽衔接布局,实现轨道交通与地面交通时刻表联动,缩短乘客换乘时间。高峰时段,协调公交、出租车增加接驳运力,优化接驳路线,引导乘客多元化出行,有效分流轨道交通客流压力,提升城市综合交通系统的整体运营效率与服务水平。

### 结束语

城市轨道交通高峰调度组织的核心的是实现运力与客流的精准匹配、站车与线网的高效协同。智能监测与预测技术为主动调控奠定了坚实基础,梯度加车、动态运行图调整与分区限流等策略的落地,可显著提升系统运营韧性与应急处置能力。未来需深化线网级调度一体化建设,强化与地面公交的应急联动,结合客流大数据持续优化调度预案,推动高峰运营从被动应对向主动预判转型,实现安全、有序、高效、便捷的运营目标。

### 参考文献

- [1]李伟.城市轨道交通高峰期客流控制策略研究[J].城市轨道交通,2022,20(4):15-22.
- [2]张敏.动态客流监测技术在地铁系统中的应用与实践[J].交通运输工程学报,2021,18(6):56-64.
- [3]王强.智能调度系统在城市轨道交通中的应用研究[J].智能交通,2023,11(2):28-35.
- [4]张方冰,李金龙.基于云平台架构的城市轨道交通实时客流监测系统[J].城市轨道交通研究,2024,27(12):135-139.
- [5]陈鹏,尹彦博.基于智能体仿真的城市轨道交通客流评估及发车间隔优化方法[J].机电工程技术,2024,53(11):269-273.