

# 地铁列车运行间隔调整对高峰时段拥挤度的作用研究

陈崇养

西安市轨道交通集团有限公司 陕西 西安 710016

**【摘要】**：合理调整地铁列车运行间隔是缓解高峰时段车厢拥挤的关键举措，对提升运营服务质量具有重要意义。本文聚焦地铁高峰时段运行场景，探讨运行间隔调整与拥挤度变化的内在关联，分析不同调整策略对拥挤度的影响机制，提出适配高峰客流特征的运行间隔优化方向。研究表明，科学的运行间隔调整可有效降低高峰时段拥挤程度，改善乘客出行体验。通过梳理运行间隔调整的实施逻辑与实践要点，为地铁运营方优化高峰调度方案提供理论与实践参考。

**【关键词】**：地铁运行间隔；高峰时段；拥挤度；调度优化；出行体验

DOI:10.12417/2811-0528.26.08.039

高峰时段地铁拥挤已成为城市公共交通运营中的突出问题，不仅影响乘客出行舒适度与安全性，还可能降低地铁运输效率，制约公共交通服务品质提升。地铁列车运行间隔作为直接影响单位时间内运力供给的核心调度参数，其调整是否科学合理，直接关系到高峰时段拥挤度的缓解效果。当前，如何通过优化运行间隔实现高峰运力与客流需求的精准匹配，成为地铁运营管理领域亟待解决的重要课题。本文围绕运行间隔调整对高峰时段拥挤度的作用展开研究，先厘清二者内在关联，再探寻优化调整策略，最终为提升地铁高峰运营效能提供可行路径，衔接后续对核心问题的深入剖析与解决方案探讨。

## 1 地铁高峰时段拥挤度与运行间隔的关联及问题表征

地铁高峰时段的客流呈现出集中性、短时性与方向性的显著特征，早高峰以通勤客流为主，晚高峰则叠加通勤与消费客流，形成单向或双向的客流高峰潮汐。这种客流特征直接与列车运行间隔产生关联，运行间隔的长短决定了单位时间内列车的载客容量，进而影响车厢内的拥挤度水平。当运行间隔过长时，单位时间内投入的运力不足，无法及时疏散集中到达的客流，导致站台客流积压与车厢内乘客密度过高，形成拥挤状态；而运行间隔过短，虽能提升运力，但可能引发列车运行效率下降、信号系统压力增大等问题，反而影响整体运营秩序。二者之间的平衡关系，是保障地铁高峰时段平稳运营的核心前提。

当前地铁高峰运营中，运行间隔与拥挤度适配失衡的问题较为突出，具体表现为多个层面。在客流预判层面，部分线路对高峰客流的时段分布、断面客流峰值把握不够精准，导致运行间隔调整缺乏针对性，往往采用固定的高峰间隔方案，无法应对突发的客流波动，出现部分时段运力过剩、部分时段运力严重不足的情况<sup>[1]</sup>。在间隔调整执行层面，现有调整机制较为僵化，对高峰期间的临时客流变化响应滞后，难以快速通过缩短或延长间隔来疏散拥挤区域的客流。这种适配失衡不仅降低

了乘客的出行体验，还可能因拥挤引发上下车秩序混乱、乘车安全隐患等连锁问题，制约了地铁公共交通服务功能的充分发挥。

从运营实践来看，运行间隔调整与拥挤度的关联还受到线路硬件条件、运营组织模式等多种因素的影响。不同线路的车站布局、站台容量、列车编组数量存在差异，相同的运行间隔在不同线路上产生的拥挤度效果也有所不同。地铁运营中的折返效率、停站时间控制等运营组织环节，也会间接影响运行间隔的稳定性，进而作用于高峰时段的拥挤度。这些因素相互交织，使得运行间隔与拥挤度之间的关联更为复杂，也凸显了深入研究二者关系、厘清问题根源的必要性，为后续制定科学的调整策略奠定基础。

## 2 适配高峰客流的地铁运行间隔调整策略构建

构建适配高峰客流的地铁运行间隔调整策略，首要前提是开展精准的高峰客流特征分析。通过建立完善的客流监测体系，全面采集高峰时段各车站的进站量、出站量、断面客流等核心数据，梳理客流的时间分布规律、空间分布特征以及客流峰值的持续时长。在此基础上，划分不同的高峰客流等级，明确各等级对应的客流规模与分布范围，为运行间隔的差异化调整提供依据。针对不同客流等级制定对应的基准间隔方案，确保调整策略能够精准匹配客流需求，避免盲目调整带来的运力浪费或拥挤加剧问题。

基于精准的客流分析，可构建动态化的运行间隔调整机制，实现对高峰客流变化的实时响应。依托地铁运营调度指挥系统，整合客流监测数据、列车运行状态数据等多源信息，建立客流-间隔动态匹配模型，实时计算最优的运行间隔时长。针对高峰时段内不同断面的客流差异，实施断面差异化间隔调整，对客流密集的核心断面适当缩短运行间隔，提升局部运力；对客流较少的断面则合理延长间隔，优化整体运营效率<sup>[2]</sup>。建立高峰时段临时客流应急预案，针对大型活动、恶劣天气等引

发的突发客流高峰,制定快速间隔调整流程,确保能够在短时间内增投运力,疏解客流。

在调整策略的实施过程中,还需兼顾运行安全性与运营经济性,实现多方效益的平衡。运行间隔的调整不能仅以缓解拥挤为单一目标,还需考虑列车运行的安全间距要求,避免因间隔过短导致的运行风险。通过优化信号系统参数、提升列车折返效率等技术手段,在保障安全的前提下压缩可行的最小间隔。综合考量调整策略带来的运营成本变化,合理规划列车运行班次,在满足客流需求的基础上,降低车辆运维、能源消耗等运营成本。还应加强与乘客的信息沟通,通过车站广播、手机APP等渠道及时发布高峰时段列车运行间隔调整信息,引导乘客错峰出行,提升调整策略的实施效果。

### 3 运行间隔调整对高峰拥挤度的作用效果验证与实践完善

运行间隔调整对高峰拥挤度的作用效果,需要结合实际运营场景进行多维度验证。选取不同线路、不同高峰时段的运营案例,对比调整前后车厢内乘客密度、站台等待时间、列车满载率等核心指标的变化,明确不同调整策略的适用场景与实施效果。对于采用缩短间隔策略的线路,重点验证运力提升幅度与拥挤度降低的对应关系;对于实施差异化间隔调整的线路,则关注各断面拥挤度的均衡改善效果。通过案例验证,可直观呈现运行间隔调整对缓解高峰拥挤的实际作用,为策略的优化完善提供实践依据。

#### 参考文献:

- [1] 黄宗志,李纵然,陈垚,等.地铁早高峰时段车辆基地一体化发车能力计算方法研究[J].城市轨道交通研究,2025,28(07):149-156.
- [2] 李泓毅.考虑不均匀发车与换乘衔接的地铁列车时刻表协调优化[D].大连交通大学,2025.
- [3] 蓝钦凌.考虑高峰时段下地铁列车延误传播预测及行车调整研究[D].华东交通大学,2024.

在效果验证的基础上,针对调整策略实施过程中出现的问题进行针对性完善。部分线路可能出现调整后列车运行稳定性下降、部分车站上下车秩序混乱等问题,需深入分析问题成因,优化调整方案<sup>[3]</sup>。对于因间隔缩短导致的列车折返压力增大问题,可通过优化折返作业流程、增加折返线运力等方式提升折返效率;对于上下车秩序混乱问题,可配合实施站台客流组织优化,增设引导标识、安排工作人员疏导等措施,提升客流集散效率,配合间隔调整实现拥挤度的有效缓解。

运行间隔调整策略的实践完善,还需要建立长效的动态优化机制。城市发展进程中,地铁沿线的客流需求会随着城市规划调整、人口分布变化、商业设施布局等因素发生动态变化,原有的调整策略可能逐渐无法适配新的客流特征。需定期对高峰客流特征进行重新评估,结合运营数据反馈持续优化运行间隔调整方案,更新客流等级划分标准与对应的间隔方案。加强运营经验的总结与推广,将效果显著的调整策略标准化、规范化,形成可复制的运营管理模式,为更多地铁线路的高峰运营优化提供参考,持续提升地铁高峰时段的运营服务水平。

### 4 结语

本文围绕地铁列车运行间隔调整对高峰时段拥挤度的作用展开研究,厘清了二者内在关联,提出适配高峰客流的动态调整策略,经实践验证与完善形成可行优化路径。研究证实科学调整运行间隔可有效缓解高峰拥挤、提升运营效能。后续需持续跟进客流动态,优化策略以实现运力精准匹配,为地铁高峰调度优化提供思路,助力提升城市公共交通服务品质。