

Analysis of Train Running Chart Adaptability and Optimization Adjustment Plan Discussion——Urban Rail Transit in Hohhot, China Based on Passenger Flow Distribution Characteristics

Peng Lu

Hohhot Metro Operation Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010010, China

Abstract

This paper proposes the formation and characteristics of urban rail transit passenger flow, analyzes the passenger flow characteristics and the time distribution of passenger flow in Hohhot city, China, makes an adaptation analysis of the train operation diagram of urban rail transit on weekdays and double-holidays, concludes that there are different periods of excess capacity and shrinking capacity of urban rail transit lines on double-holidays, and proposes an operation diagram optimization and adjustment plan for better operation management of urban rail transit.

Keywords

rail transit; passenger flow characteristics; operation map; adaptability analysis

列车运行图适应性分析与优化调整方案探讨——基于客流分布特征的中国呼和浩特市城市轨道交通

陆鹏

呼和浩特市地铁运营有限公司, 中国·内蒙古 呼和浩特 010010

摘要

论文提出了城市轨道交通客流的形成和特征, 通过分析中国呼和浩特市城市轨道交通的客流特征以及客流的时间分布, 对城市轨道交通平日、双休日列车运行图进行适应性分析, 得出城市轨道交通线路双休日存在不同时间段的运力过剩和运力萎缩的情况, 提出运行图优化调整方案, 以便更好地对城市轨道交通进行运营管理。

关键词

轨道交通; 客流特征; 运行图; 适应性分析

1 引言

在实际运营过程中, 针对客流情况进行阶段性分析, 及时掌握客流变化趋势是行车组织和客运服务顺利开展的基础。城市轨道交通列车运行图是企业实现列车安全正点运行、经济有效地组织运输工作的重要生产计划, 也是联系运输企业和乘客的纽带, 为乘客合理安排出行计划提供依据^[1]。实时开展运行图适应性分析, 对于保障列车行车安全, 提高运输能力和效率, 适应城市经济发展需要具有重要意义。

2 中国呼和浩特市城市轨道交通发展现状

中国呼和浩特市城市轨道交通 1 号线一期工程沿市区主干道新华大街自西向东布置, 线路西起伊利健康谷站, 东至坝堰(机场)站, 正线全长 21.719km, 共设置车站 20

座, 包括 16 座地下站, 3 座高架站和 1 座地面站, 线路西端设三间房车辆段, 东端设白塔停车场。城市轨道交通 2 号线一期工程沿锡林郭勒南路、成吉思汗大街, 贯穿都市区南北向“L”型骨干线, 与 1 号线在新华广场站实现十字相交换乘, 线路南起阿尔山路站, 北至塔利东路站, 正线全长 27.3km, 工程共设置车站 24 座, 全地下线敷设。线路南端设置喇嘛营车辆段, 北端设置塔利停车场。

2023 年 2 月份以来, 城市轨道交通客流的明显增长给大系统高效运转带来了较大的压力。通过对城市轨道交通的客流特征以及客流在时间分布进行分析探讨的基础上, 提出运行图调整方案, 有利于更好地对城市轨道交通进行运营管理, 促进城市更快速、高效、安全的发展^[3,4]。

3 中国呼和浩特市城市轨道交通客流分布情况

3.1 城市轨道交通线网客流分布

2023 年 2 月 1 日至 3 月 19 日, 随着疫情防控措施调整, 轨道交通线网客流基本恢复至正常水平并有持续增长的趋

【作者简介】陆鹏(1986-), 男, 中国甘肃武威人, 本科, 工程师, 从事交通运输管理与行车组织研究。

势。线网日均客运量为 17.10 万人次，1 号线日均客运量为 8.76 万人次，2 号线为 8.34 万人次。

3.2 城市轨道交通线网工作日客流分布

工作日线网日均客运量为 16.64 万人次，1 号线日均客运量为 8.59 万人次，2 号线日均客运量为 8.05 万人次。

3.3 城市轨道交通线网双休日客流分布

双休日日均客运量为 18.21 万人次，1 号线日均客运量为 9.18 万人次，2 号线日均客运量为 9.03 万人次。

4 工作日较大断面和进站客流分布与运力适应性分析

4.1 1 号线工作日较大断面和进站客流分布与运力适应性分析

城市轨道交通 1 号线工作日上行与下行各时段较大断面客流占比与客流变化趋势对比如图 1 所示。

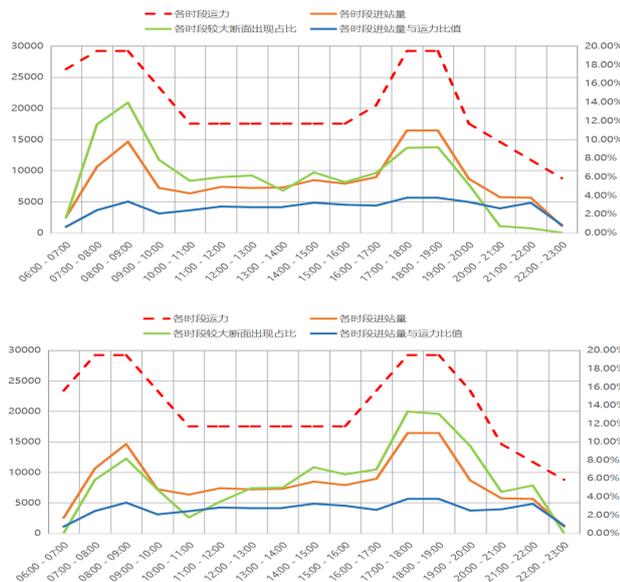


图 1 1 号线工作日上行与下行各时段较大断面客流占比与客流变化趋势对比

图 1 中，红色虚线表示列车运行图各时段运力分布；橙色实线表示各时段客流；绿色实线表示各时段较大断面出现概率；蓝色实线表示各时段客流与运力的比值。

对 2 月 1 日至 3 月 19 日城市轨道交通 1 号线各区间单日分时断面流量进行逐小时、逐区间的数据筛选，筛选出每日排名前 90 的断面数据，对筛选后的每日较大小时断面客流在各个时段的分布情况进行分析。图 1 中，左纵坐标表示进站量（人次），右纵坐标表示较大断面客流在对应时段出现次数在全天中的占比（%）。

由图 1 较大断面和进站量在每日运营时间内分布情况可知，上下行的早高峰较大断面和进站量集中于 7:00—9:00，晚高峰集中于 17:00—19:00，与现行平日运行图高峰时段设置吻合。21:00—22:00 进站量在全天进站量占比处于中等偏下水平，进站量与运力比值有些许上升且下行较大断面客流占比呈现回升趋势。结合现场实际情况，商圈车站乘客在站

台候车人数较多且等待时间较长。

城市轨道交通 1 号线工作日运力安排与进站客流特征象匹配，但夜间个别车站站台候车人数较多且等待时间较长，且其较大断面在时间上的分布呈现不均衡性，有明显潮汐客流特征，即早高峰上行区间较大断面出现频率较下行区间更高，晚高峰下行区间较大断面出现频率较上行区间更高。

4.2 2 号线工作日较大断面和进站客流分布与运力适应性分析

城市轨道交通 2 号线工作日各时段较大断面客流占比与客流变化趋势对比如图 2 所示。

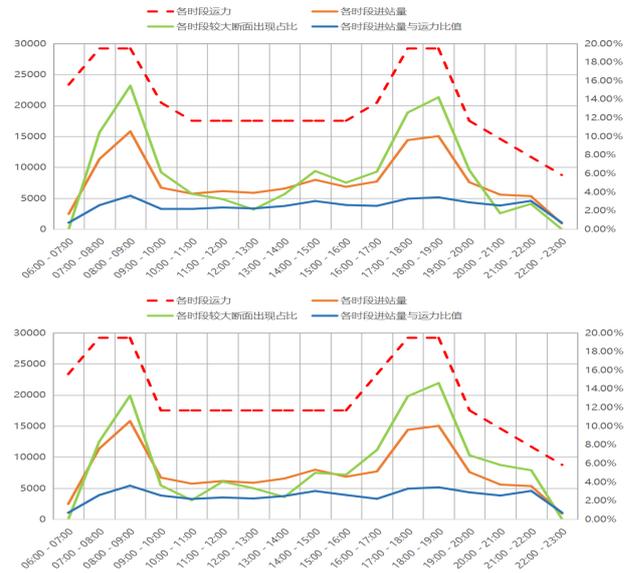


图 2 2 号线工作日上行、下行各时段较大断面客流占比与客流变化趋势对比

对城市轨道交通 2 号线各区间单日分时断面流量进行逐小时、逐区间的数据筛选，筛选出每日排名前 90 的断面数据，对筛选后的每日较大小时断面客流在各个时段的分布情况进行分析。

由图 2 较大断面和进站量在每日运营时间内分布情况可知，上下行的早高峰较大断面和进站量集中于 7:00—9:00，晚高峰集中于 17:00—19:00，与现行平日运行图高峰时段设置吻合，且其较大断面出现频率在方向上的分布也未呈现出明显的不均衡性，与现行的城市轨道交通 2 号线平日运行图在早晚高峰时段的上下行提供相同的运力的情况吻合，且无明显潮汐客流特征，故 2 号线工作日高峰时段安排合理。21:00—22:00 进站量在全天进站量占比处于中等偏下水平，进站量与运力比值有些许上升且下行较大断面客流占比呈现回升趋势，2 号线商圈及接驳车站站台候车人数较多且等待时间较长。

2 号线工作日运力安排与进站客流特征象匹配，但夜间个别车站站台候车人数较多且等待时间较长。

5 双休日较大断面和进站量分布情况

5.1 1 号线双休日较大断面和进站客流分布与运力适应性分析

城市轨道交通 1 号线双休日各时段较大断面客流占比

与客流变化趋势对比如图3所示。

由图3较大断面和进站量在每日运营时间内分布情况可知,进站量分布总体呈现单峰型,进站量6:00—9:00上升速度较快,后随时间推移逐渐上升,在16:00—19:00时段达到高峰。21:00—22:00进站量在全天进站量占比处于中等偏下水平,且1号线下行较大断面客流占比呈现回升趋势,结合现场实际情况,1号线商圈车站乘客在站台候车人数较多且等待时间较长。



图3 1号线双休日上行、下行各时段较大断面客流占比与客流变化趋势对比

上行的较大断面分布在8:00—9:00出现突增并达到高点,且在9:00—10:00迅速下降,后与进站客流变化趋势一致。由此可以得出,1号线双休日在8:00—9:00上行区间总体进站量较小但在时间与空间上较为集中。

1号线现使用双休运行图的早高峰运力没有得到充分利用造成运力过剩,而晚高峰则时长不够导致18:00—19:00运力萎缩,且夜间个别车站站台候车人数较多且等待时间较长。

5.2 2号线双休日较大断面和进站客流分布与运力适应性分析

城市轨道交通2号线双休日各时段较大断面客流占比与客流变化趋势对比如图4所示。

由图4较大断面和进站量在每日运营时间内分布情况可知,进站量分布总体呈现单峰型,上下行进站量6:00—9:00上升速度较快,后随时间推移逐渐上升,在16:00—19:00时段达到高峰。21:00—22:00进站量在全天进站量占比处于中等偏下水平,且1号线下行较大断面客流占比呈现回升趋势。结合现场实际情况,2号线商圈车站及接驳车站乘客在站台候车人数较多且等待时间较长。

2号线现使用双休运行图的早高峰运力没有得到充分利用造成运力过剩,而晚高峰则时长不够导致18:00—19:00运力萎缩,且夜间个别车站站台候车人数较多且等待时间较长。

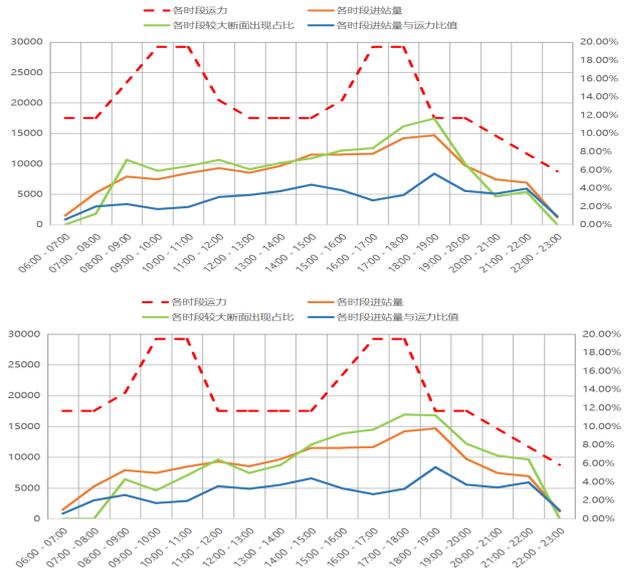


图4 2号线双休日上行、下行各时段较大断面客流占比与客流变化趋势对比

6 城市轨道交通列车运行图优化调整建议

6.1 工作日列车运行图优化调整方案

现行的1号、2号线平日列车运行图,可在20:00—22:00缩短列车运行间隔增加运力。可将20:00—22:00发车间隔调整至10min。按照此优化方案,可解决夜间站台候车人数较多且等待时间较长的问题,工作日运行图全天运力提升约1.73%,2023年将与原预测年度走行公里增加约22.78万车公里。

现行的1号线平日运行图在早晚高峰时段上下行提供相同的运力,可在下一步提升服务质量时在1号线早高峰上行加开列车缩短发车间隔,早高峰退峰后存放于白塔停车场,待晚高峰下行缩短发车间隔加开回段。

6.2 双休日列车运行图优化调整方案

根据双休日客流分布特征,1号、2号线现使用双休运行图的早高峰运力没有得到充分利用造成运力过剩,晚高峰则时长不够导致18:00—19:00运力萎缩。

6.2.1 方案一

将双休日运行图高峰时间安排调整为:6:00—9:00发车间隔10min,9:00—16:00发车间隔8min,16:00—19:00发车间隔6min,19:00—20:00发车间隔8min,20:00—22:00发车间隔10min。按照此优化方案,解决双休日18:00后运力萎缩的问题,双休日运行图全天运力提升约6.93%,2023年将与原预测年度走行公里增加约33.09万车公里。按此方案优化后,1号、2号线双休日各时段客流变化与运力安排趋势对比如图5所示。

6.2.2 方案二

在不增加开行列车前提下,将双休日运行图高峰时间安排调整为:6:00—11:00发车间隔10min,11:00—16:00发车间隔8min,16:00—19:00发车间隔6min,19:00—20:00发车间隔10min,20:00—22:00发车间隔10min。按照此优化方案,

可解决 18:00—19:00 运力萎缩问题, 全天运力提升约 1.73%, 2023 年将与原预测年度走行公里增加约 8.27 万车公里。按此方案优化后, 1 号、2 号线双休日各时段客流变化与运力安排趋势对比如图 6 所示。

6.2.3 方案三

在不增加开行列车前提下, 将双休日运行图高峰时间安排调整为: 6:00—11:00 发车间隔 10min, 11:00—17:00 发

车间隔 8min, 17:00—19:00 发车间隔 6min, 19:00—22:00 发车间隔 10min。按照此优化方案, 可解决 18:00—19:00 运力萎缩及夜间时段列车间隔较大的问题, 且年度走行公里不变, 年度运营成本保持不变, 论文推荐按方案四对运营图优化调整。按此方案优化后, 1 号、2 号线双休日各时段客流变化与运力安排趋势对比如图 7 所示。

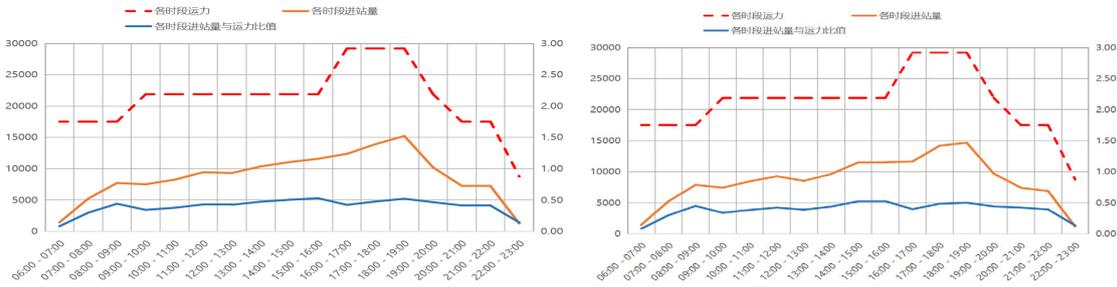


图 5 方案一优化后 1 号、2 号线双休日各时段客流变化与运力安排趋势对比

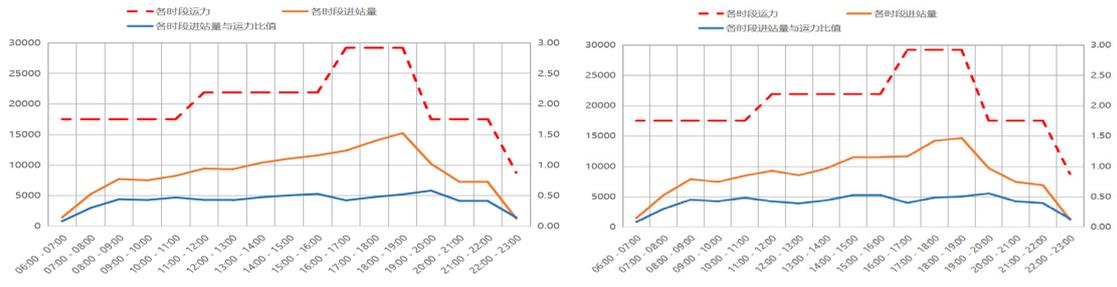


图 6 方案三优化后 1 号、2 号线双休日各时段客流变化与运力安排趋势对比

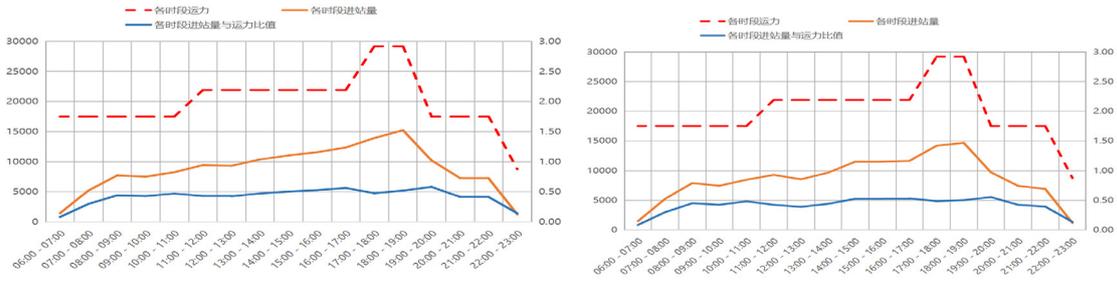


图 7 方案四优化后 1 号、2 号线双休日各时段客流变化与运力安排趋势对比

7 结语

通过上述一系列的分析可知, 中国呼和浩特市城市轨道交通线路双休日存在不同时段运力过剩, 但也存在运力萎缩的情况。在综合考虑客流分布特征及年度运营成本的基础上, 提出优化解决方案, 为今后运行图调整提供了重要的决策依据, 为保证城市轨道交通安全、高效、便捷、舒适提供了可靠的保障。由于轨道交通列车运行受社会经济活动、场站资源条件、居民出行需求等诸多因素^[4], 方案还存在一定的不足, 需要在今后的实践中加以不断改进和完善。

参考文献

- [1] 徐瑞华,江志彬,朱效洁,等.城市轨道交通列车运行图计算机编制的键问题研究[J].城市轨道交通研究,2005(5):31-35.
- [2] 王媛媛.城市轨道交通列车运行图编制理论与方法[M].成都:西南交通大学出版社,2015.
- [3] 张国宝.城市轨道交通运营组织[M].北京:中国铁道出版社,2000.
- [4] 王耀成.天津地铁网络化列车运行图适应性分析[J].市政技术,2013(12):66-70.