

北京轨道交通16号线开行方案效果及改善措施研究^{*}

刘雪鹏 宫振冲 杨宇航

(北京轨道交通路网管理有限公司, 100101, 北京)

摘要 [目的] 目前,北京轨道交通16号线工作日早高峰存在行车间隔大、列车满载率低、运营经济性差等现象,因此有必要对其现状开行方案效果进行分析,并从降本增效角度研究改善措施。[方法] 分析了当前16号线工作日早高峰车站乘降量及断面客运量分布,研究工作日早高峰客流特征,对照相关标准规范要求分析16号线工作日早高峰在列车满载率、乘客服务、车辆配置率及运力运量精准匹配方面存在的问题,得到当前开行方案效果。[结果及结论] 16号线工作日早高峰当前开行方案存在的乘客服务水平低、不符合标准规范要求、运力浪费等问题需要通过推进甩项工程建设、调整开行方案、向政府主管部门报告、公布列车时刻表、研究实现灵活编组等措施去解决,以确保在保障乘客服务水平的同时降低16号线运营成本。

关键词 城市轨道交通; 客流特征分析; 开行方案效果

中图分类号 U292; U293

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2025.04.013

Research on the Effect of Beijing Metro Line 16 Operation Plan and Improvement Measures

LIU Xuepeng, GONG Zhenchong, YANG Yuhang
(Beijing Metro Network Administration Co., Ltd., 100101, Beijing, China)

Abstract [Objective] At present, there are phenomena such as long running intervals, low train load rate, and poor operating economy during weekday morning rush hours of Beijing Metro Line 16. Therefore, it is necessary to analyze the effect of its current operation plan and study improvement measures from the perspective of cost reduction and efficiency improvement. [Method] The current station passenger on and off numbers and cross-section passenger volume distribution of Line 16 during weekday morning rush hours are analyzed, passenger flow characteristics in this scenario are studied. Then, based on the requirements of relevant standards and specifications, the train load rate, passenger service, train configuration rate, and precise matching of capacity and volume during weekday morning rush hours of Line 16 are analyzed, and the effect of the current operation plan is obtained. [Result &

Conclusion] Problems of low passenger service level, non-compliance with standards requirements, and transportation capacity underutilization in the current morning rush hour operation plan of Line 16 need to be solved through measures such as promoting the construction of abandoned projects, adjusting operation schedules, reporting to government regulatory departments, publishing train timetables, and studying flexible formations, to ensure operating cost reduction while maintaining passenger service levels.

Key words urban rail transit; analysis of passenger flow characteristics; effect of operation plan

2023年底,北京轨道交通16号线(以下简称“16号线”)全线贯通运营,成为继4号线-大兴线、5号线、8号线后北京市第4条贯穿南北的骨干线路。16号线连接中关村、丽泽商务区、丰台站站、丰台科技园区等重要城市功能区。线路全长48.9 km,设29座车站,其中9座为换乘站。列车编组为8节编组,车型为地铁A型车。工作日线路采用单一交路运营,全天运营时长19 h,2024年3月工作日的日均客运量达30.5万人次。

16号线工作日通勤特征显著,刚性出行需求高,运力与客流不匹配程度大,运营经济性差。对此,本文基于来源于北京市轨道交通指挥中心的客流数据,选取2024年3月的相关数据,分析16号线工作日客流特征,并从乘客服务、经济成本等方面分析当前开行方案的实施效果,结合北京轨道交通实际从符合规定、提升服务、节约成本等方面提出改善措施。

1 客流特征

1.1 车站乘降量

对16号线工作日的早高峰时段乘降量 Q_1 及晚高峰时段乘降量 Q_2 进行统计可得:苏州街站、二里沟站、达官营站、国家图书馆站及永丰站等10座车

^{*}北京市基础设施投资有限公司2020年度科研项目(2020-ZH-04)

站的 $Q_1 > 6\,500$ 人次,苏州街站、二里沟站、达官营站、国家图书馆站及永丰站等 5 座车站的 $Q_2 > 6\,500$ 人次;富丰桥站、丰台站及苏州桥站等 12 座车站的 Q_1 为 $4\,000 \sim 6\,000$ 人次;西苑站、东管头南站及红莲南路站等 8 座车站的 Q_2 为 $4\,000 \sim 6\,000$ 人次,屯佃站、宛平城站、万泉河桥站、洪泰庄站及看丹站等 7 座车站的 $Q_1 < 4\,000$ 人次;屯佃站、榆树庄站、洪泰庄站及看丹站等 16 座车站的 $Q_2 < 4\,000$ 人次。由此可见:苏州街站、国家图书馆站、二里沟站、达官营站等换乘车站,以及永丰站等办公区集中的车站,早晚高峰时段乘降量较高;洪泰庄站、榆树庄

站、看丹站等南段新开通车站,以及屯佃站、万泉河桥站等周边缺少办公居住环境的车站,早晚高峰时段乘降量较低。

从车站乘降量分布看,16 号线工作日早高峰、晚高峰时段乘降量排名前 10 车站的累计乘降量占全线该时段总乘降量的比值分别为 55%、57%,16 号线早晚高峰客流空间分布不均衡性显著。

1.2 断面客流量

16 号线工作日早、晚高峰最大断面小时客流量及运能裕量分布如图 1 所示。

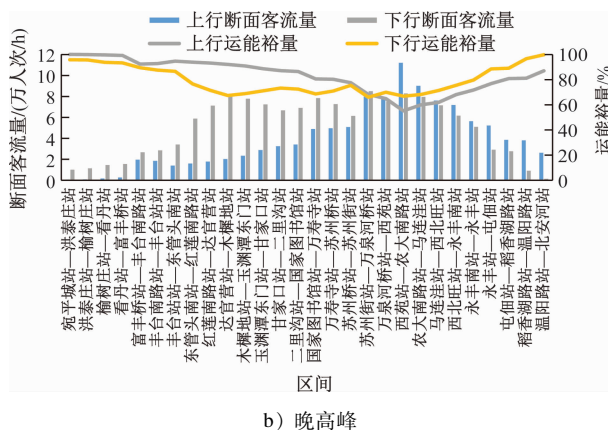
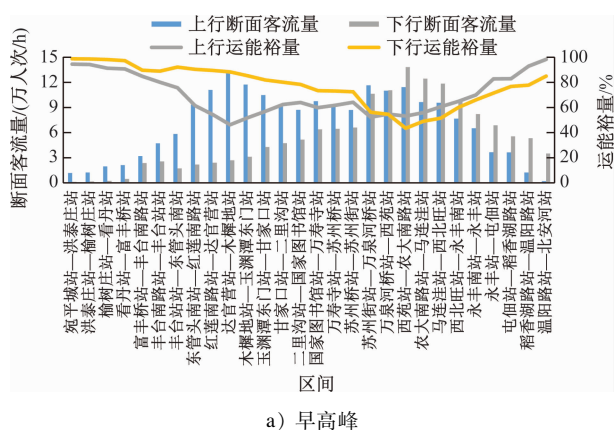


图 1 16 号线工作日早晚高峰小时断面客流量分布

Fig. 1 Cross-section passenger volume distribution of Line 16 during weekday morning/evening rush hours

由图 1 可得,16 号线工作日高峰时段断面客流特征为:

1) 早晚高峰上、下行断面客流量均呈现偏心分布特征,位于线路北部的西苑站—永丰站区段断面客流量高于位于线路南部的看丹站—红莲南路站区段断面客流量。

2) 早晚高峰时段上下行断面客流量分布相对均衡。早高峰时段上、下行断面客流量基本持平,方向不平衡系数约为 1.03;晚高峰时段上行断面客流量略高于下行断面客流量,方向不平衡系数为 1.14。

3) 早晚高峰时段断面客流量分布不均衡性明显。早高峰(07:30—08:30)上、下行断面客流量最大分别为 13 225 人次/h、13 925 人次/h,上、下行断面不平衡系数分别为 1.85、2.56;晚高峰(18:00—19:00)上、下行断面客流量最大分别为 11 155 人次/h、8 475 人次/h,上、下行断面不平衡系数分别

为 2.84、1.66。

2 开行方案效果

2.1 高峰断面满载率较低,运能裕量较大,运力存在浪费

根据《北京城市轨道交通列车运行图编制相关规定》^[1],高峰时段为满足通勤乘客出行需要,并兼顾乘客服务质量,断面满载率应不超过 100%。根据统计结果,在行车间隔为 6 min 的情况下,16 号线工作日早、晚高峰时段的最大断面满载率仅为 58%、45%,虽车厢舒适度高,但运营的经济性较差。

在全线 28 个区间中,早高峰时段全线平均运能裕量达到 75%,晚高峰时段全线平均运能裕量达到 81%。可见,早晚高峰列车运输能力利用率较低,运力存在较大浪费。

2.2 高峰时段行车间隔较大,服务水平低

根据北京市地方标准《城市轨道交通运营服务管理规范》^[2],高峰时段核心区(东城区、西城区)内

的线路最小行车间隔应不大于 3 min。16 号线红莲南路站—甘家口站区段位于西城区,当前早晚高峰时段的最小行车间隔长达 6 min,不满足文献[2]的要求。北京轨道交通骨干线路高峰时段最小行车间隔具体见表 1。由表 1 可见,对比其他骨干线路,16 号线的高峰时段行车间隔明显偏大,服务水平较低。

表 1 北京轨道交通骨干线路高峰时段最小行车间隔

Tab.1 Rush hour minimum running intervals of Beijing rail transit backbone lines

线路走向	线路	高峰最小行车间隔
东西向	八通线	2 min
	6 号线	2 min 5 s
	7 号线	3 min
南北向	大兴线及 5 号线	2 min
	8 号线	2 min 30 s
	16 号线	6 min

2.3 车辆闲置率高,资源存在浪费

根据《2023 年路网运营年报》^[3],北京轨道交通 16 号线运营列车 38 列,而工作日最大上线列车数仅为 30 列,车辆闲置率达 21%,资源存在浪费。

2.4 单一交路开行,运力未根据客流精准配置

城市轨道交通的运力投放应首先满足大客流断面的运力需要,并尽量保证乘降量较大车站乘客的上下车需求^[4]。16 号线工作日早晚高峰车站乘降量分布不均衡,上、下行断面不均衡系数较大,断面客流不均衡性显著。当前 16 号线在高峰时段采取单一交路运营的行车组织方式,无法根据客流分布特征差异化精准配置运力,说明其运力运量匹配不够科学、精准。

3 对策措施

3.1 推动甩项工程尽快投入运营

目前,16 号线丽泽商务区站尚未开通,该站直接服务丽泽商务区,且与地铁 14 号线换乘,客流吸

引能力较强;此外,16 号线木樨地站也尚未实现与 1 号线的无障碍换乘,影响了客流集聚。对此,建议尽快推动 16 号线丽泽商务区站投入运营,尽快实现木樨地站与 1 号线的无障碍换乘,进而扩大线路覆盖范围,增强乘客可达性,更好地发挥客流集聚作用,提升客流吸引力。

3.2 开行方案优化调整

针对 16 号线客流分布特征及存在问题,建议采取大小交路套跑的行车组织方式。16 号线的小交路应以高峰时段断面客流量为依据^[5],尽量覆盖乘降量较大的车站。16 号线的屯佃站—永丰站、西北旺站—马连洼站、苏州街站—苏州桥站、甘家口站—玉渊潭东门站、丰台站站—丰台南路站、榆树庄站—洪泰庄站等 6 处区间设有存车线,可作为小交路折返线使用。结合乘降量,建议小交路为永丰站—丰台站站,大交路为北安河站—宛平城站。综合考虑 16 号线断面满载率及乘客服务要求,建议大小交路开行比例 3:1。为精准匹配客流、降低成本,应适当放大线路两端断面客流较小区段的行车间隔,而小交路区段行车间隔仍保持 6 min。16 号线大小交路列车运行方案如图 2 所示。

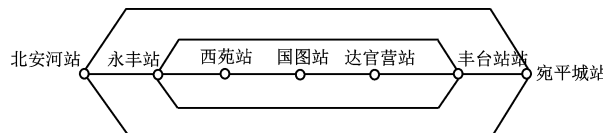


图 2 16 号线大小交路列车运行示意图

Fig.2 Train operation diagram of Line 16 full and part route

在交路调整后,大交路区段行车间隔由目前的 6 min 延长至平均约 8 min,且在小交路列车折返时将出现长达 12 min 的行车间隔,乘客等候时间略有增加,但小时最大断面满载率仅 35%;因开行小交路,高峰时段走行公里下降 7%,运营成本得到节省,同时全线各区间断面满载率更加均衡,运力得到更充分运用。具体情况见表 2。

表 2 不同开行方案断面满载率与走行公里对比

Tab.2 Comparison of section load rate and train travel kilometers under different operation schemes

区段	单一交路方案			大小交路方案		
	间隔/min	小时最大断面满载率/%	高峰走行公里/(车·km)	平均间隔/min	小时最大断面满载率/%	高峰走行公里/(车·km)
大交路区段(北安河站—宛平城站)	6	28	31 360	8	35	29 120
小交路区段(永丰站—丰台站站)	6	58	31 360	6	58	29 120

注:走行公里测算中,16 号线全线长度按 49.0 km 进行计算;其中,洪泰庄站—丰台站长度为 8.2 km,永丰站—北安河站长度为 9.3 km,永丰站—丰台站长度为 31.5 km。

3.3 向政府有关部门报备

针对 16 号线高峰时段红莲南路站—甘家口站区段的行车间隔不满足要求的情况,结合《城市轨道交通运营管理规定》,建议运营企业结合 16 号线客流规模及特点,以及 8 节编组 A 型车的列车定员大等实际情况,从保障乘客出行及降低运营成本等方面说明原因,向城市轨道交通运营主管部门报备。

3.4 加强客运组织,多渠道公布列车时刻表

建议运营企业通过官网、微博、微信、标志标识等多种途径,在车站出入口及站台等多个位置,公布列车时刻表^[6],扩大信息的覆盖面,便于乘客在大间隔情况下规划出行时间。此外,还应针对大小交路套跑做好车站现场的宣传引导和乘客解释工作,避免引发负面舆情。

3.5 研究实现灵活编组

16 号线可研究 6 节与 8 节灵活编组,在高峰时段开行 6 节编组列车,既能降低运能损耗,又能维持断面满载率在合理的区间范围;运量增长后,建议压缩行车间隔、增加 8 节编组列车上线数量,进而提高运力,满足运量需求。对当前客流及开行方案测算可得,6 节编组列车及 8 节编组列车的高峰时段最大断面满载率分别为 76% 及 58%,二者高峰小时走行公里分别为 5 880 车·km 及 7 840 车·km。由此可见,灵活编组既能减少降低走行公里、节约运营成本,又能保证乘客服务水平。

4 结语

本文对北京轨道交通 16 号线车站乘降量、断面客流量等客流特征以及线路运营服务、经济成本等方面进行分析,结果表明,当前开行方案在工作日高峰时段存在行车间隔大、断面满载率低、运能浪费、不符合地标规定、运力未精准配置等问题。本文从开行方案优化调整、向政府有关部门报备、加强客运组织方面提出现阶段可采取的措施,以及推动甩项工程建设、实现灵活编组等下一阶段研究推进事项。未来随着客流的逐步增长,企业需要结合

客流变化对行车组织方案进行动态调整,以满足乘客服务及政府降本增效的要求。

参考文献

- [1] 北京市轨道交通指挥中心. 北京城市轨道交通列车运行图编制相关规定[R]. 北京:北京市轨道交通指挥中心,2024.
Beijing Rail Transit Command Center. Timetable scheduling regulations for Beijing urban rail transit lines[R]. Beijing: Beijing Rail Transit Command Center, 2024.
- [2] 北京市市场监督管理局. 城市轨道交通运营服务管理规范: DB11/T 647—2021[S]. 北京:北京市市场监督管理局, 2022:2.
Beijing Municipal Administration for Market Regulation. Specification for management of urban rail transit services: DB11/T 647—2021[S]. Beijing: Beijing Municipal Administration for Market Regulation, 2022: 2.
- [3] 北京市轨道交通指挥中心. 2023 年路网运营年报[R]. 北京:北京市轨道交通指挥中心,2023.
Beijing Rail Transit Command Center. Metro network operation annual report of 2023[R]. Beijing: Beijing Rail Transit Command Center, 2023.
- [4] 李俊辉,郭英明. 城市轨道交通行车组织[M]. 成都:西南交通大学出版社,2015.
LI Junhui, GUO Yingming. Traffic organization of urban rail transit[M]. Chengdu: Southwest Jiaotong University Press, 2015.
- [5] 刘峻峰,程涛. 基于客流特征分析的西安地铁 2 号线行车组织优化措施[J]. 城市轨道交通研究,2019,22(1): 120.
LIU Junfeng, CHENG Tao. Traffic organization optimization of Xi'an Metro Line 2 based on passenger flow characteristics analysis[J]. Urban Mass Transit, 2019, 22(1): 120.
- [6] 王洋,赵利. 石家庄地铁 1 号线大小交路开行方案研究[J]. 现代城市轨道交通,2020(7): 86.
WANG Yang, ZHAO Li. Research on long and short route connection operation of Shijiazhuang Metro Line 1[J]. Modern Urban Transit, 2020(7): 86.

· 收稿日期:2023-01-16 修回日期:2023-05-10 出版日期:2025-04-10
Received:2023-01-16 Revised:2023-05-10 Published:2025-04-10
· 通信作者:刘雪鹏,高级工程师,liude-feng@163.com
· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

欢迎投稿《城市轨道交通研究》

投稿网址:tougao. umt1998. com