

四网融合条件下以客流需求为导向的市域铁路 运输组织优化建议*

柏 成^{1,2} 刘裕行^{1,2} 张炜晗^{1,2} 朱 炜^{1,2} 滕 靖^{1,2}

(1. 同济大学交通运输工程学院, 201804, 上海; 2. 上海市轨道交通结构耐久与系统安全重点实验室, 201804, 上海)

摘 要 [目的] 区域一体化建设对区域多层次轨道交通网络的融合发展提出了更高的要求。在四网融合趋势下, 应充分考虑客流需求, 以客流需求为导向进行市域铁路的运输组织优化。[方法] 从长江三角洲等区域轨道交通四网融合背景和市域铁路在其中的功能定位出发, 明确了轨道交通互联互通的内涵。从客运需求总量、市域铁路客流分担率、运力供给和客运需求的匹配性 3 个方面阐述了当前市域铁路面临的运输组织困境。以客流需求为导向, 从战略层、策略层及运营层 3 个层面提出了市域铁路运输组织的优化建议。[结果及结论] 当前市域铁路运输组织的 3 大制约因素分别为线路规划建设与客运需求的差异、市域铁路与其他运输方式竞争优势不明显、缺少客流导向的列车开行方案调整机制及方法。从战略层角度应强化顶层设计, 形成一体化运输组织体系; 从策略层角度应化竞为合, 发挥多模式轨道交通网络化效应; 从运营层角度应以人为本, 实行多样化行车组织模式。

关键词 市域铁路; 四网融合; 区域交通一体化; 客流需求导向; 运输组织优化

中图分类号 U293.1⁺3; U239.5

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2024.04.001

Recommendations for Passenger Flow Demand-oriented City Railway Transportation Organization Optimization under Four-network Integration

BAI Cheng^{1,2}, LIU Yuxing^{1,2}, ZHANG Weihang^{1,2}, ZHU Wei^{1,2}, TENG Jing^{1,2}

(1. College of Transportation Engineering, Tongji University, 201804, Shanghai, China; 2. Shanghai Key Laboratory of Rail Infrastructure Durability and System Safety, 201804, Shanghai, China)

Abstract [Objective] The construction of regional integration places higher demands on the integrated development of multi-level rail transit networks in the region. Following the trend of four-network integration, it is crucial to fully consider

passenger flow demand and optimize city railway transportation organization oriented by passenger flow demand. [Method] Starting from the context of four-network integration and the functional positioning of city railway within these networks particularly in Yangtze River Delta region, the connotation of rail transit interoperation is clarified. The current transportation organization challenges faced by city railway are elaborated from three aspects: the total passenger transport capacity demand, the market share of city railway, and the matching of transportation capacity supply and passenger transport demand. Oriented by passenger flow demand, recommendations for optimizing city railway transportation organization are proposed from the three strategic, tactical, and operational levels. [Result & Conclusion] The three main constraining factors on current city railway transportation organization are identified as the disparity between route planning/construction and passenger transport demand, unclear competitive advantages of city railway compared to other transportation modes, and the lack of train timetable adjustment mechanism and method oriented by passenger flow. From strategic level perspective, strengthening top-level design is proposed to form an integrated transportation organization system. From the tactical level perspective, transforming competition into collaboration and leveraging the network effects of multimodal rail transit are suggested. From the operational level perspective, prioritizing people and implementing diverse train operation organization modes is recommended.

Key words city railway; four-network integration; regional transportation integration; passenger flow demand-oriented; transportation organization optimization

近年来, 长江三角洲地区的交通网络持续完善, 运输服务水平显著提升, 交通一体化取得了明显成效。但是, 在高质量发展要求下, 该地区的交通一体化水平仍有待进一步提升, 其主要问题包括运输服

* 中国国家铁路集团有限公司科技研究开发计划课题(2021F023)

务一体化水平不够高、一体化体制机制有待健全^[1]。在国家明确提出要推动干线铁路、城际铁路、市域(郊)铁路及城市轨道交通“四网融合”的背景下^[2],多层次轨道交通的一体化融合发展是当前推动长江三角洲区域一体化建设的重要途径。目前,我国主要大城市的轨道交通线网规划大多以增大线网密度、优化交通衔接为基础,以提高快线层次为导向,致力于向多层次、多制式网络融合和一体化运营方向发展。

市域铁路是“四网”中的重要层级。在区域多层次轨道交通网络中,市域铁路的功能向上同干线铁路和城际铁路网络、向下同城市轨道交通网络均存有部分重叠功能,为此,可以认为市域铁路是“四网”中功能定位最为多变的层级,也是互联互通需求较高的层级^[3]。通过市域铁路网络和其他轨道交通网络的互联互通,可实现“四网”内乘客高效、便捷、舒适地出行,这也是区域轨道交通多网融合的需要。

1 市域铁路运输组织面临的“客流困境”

目前,我国大多数已建成运营的市域铁路都面临着不同程度的“客流困境”,其共性问题主要表现在以下三个方面:沿线客流需求总量不足、市域铁路客流分担率低、运力供给与客流需求不匹配。

1.1 线路规划建设与客运需求间存在差异

目前市域铁路的建设模式大致可以分为两种:第一种模式是在既有铁路线基础上改造完善,开行市域列车;第二种模式是新建市域铁路线。第一种模式在发展时普遍面临铁路线位、站点同沿线客流需求间存在差异的问题,具体表现为:既有铁路线线位与市郊间通勤客流、商务客流的发生地不匹配;站点设置不合理,市区段既有铁路线站间距过大,无法满足沿线乘客的出行需求;既有铁路沿线客流的培育难度大。

对于新建市域铁路项目而言,由于其规划设计建立在较为充分的可行性研究和客流调查基础之上,对于第一种模式存在的问题,第二种模式下这些问题有所改善。但第二种模式也存在着其他问题,例如:多数新建线路游离在城市外围,与城市轨道交通、道路公交等其他公共交通方式间形成明显界限,造成乘客在不同交通方式间的换乘不便;新线在建设时站点设置往往过于密集,无法满足长距离通勤乘客的出行需求。

1.2 市域铁路与其他运输方式相比竞争优势不明显

当前我国市域铁路仍处于发展的初级阶段,与

其他轨道交通制式、道路公交等运输方式相比,其竞争优势并不明显,具体表现如下:

1) 市域铁路列车开行频次相对较低,与通勤客流、商务客流的高密度、公交化出行需求脱节。尤其对于潮汐式的市域铁路通勤任务,低密度的列车开行难以满足早晚高峰的海量出行需求,致使市域铁路运力供给与沿线居民的通勤需求不匹配。

2) 部分由既有线改建的市域铁路与城市轨道交通线路、BRT(快速公交)线路的线路走向相近,难以体现长距离直达运输的优势,且不同运输方式间的竞争激烈。例如,绍兴城际铁路与绍兴地铁1号线之间、连云港市域铁路与连云港快速公交B1主线、B13支线之间均存在明显的竞争关系。

3) 市域铁路与城市轨道交通间缺少良好的综合规划、建设和衔接机制。我国的市域铁路、城市轨道交通均各自独立运营,市域铁路在车站设计和运营管理上偏向于国铁模式,与城市轨道交通的差别较大,这导致乘客在市域铁路和城市轨道交通间换乘时安检、验票等流程不一致,而一票通达模式的普及度又不高,影响了乘客换乘的便捷性。

1.3 缺少客流导向的列车开行方案调整机制及方法

如上文所述,市域铁路的功能定位决定了其主要服务于以通勤为主的中短途旅客出行,且在工作日、周末、节假日等不同特征日期其客流总量及构成呈现出明显不同于干线铁路、城市轨道交通的规律性变化。在此情况下,需要对列车开行方案进行规律性调整,例如在工作日、周末、节假日采用不同的列车运行图。

实际上,目前“每日一图”模式在干线铁路和城际铁路层面已经取得了较为深入的研究成果,并在一定程度上得以应用^[4]。通过现场调研与实践经验发现,我国市域铁路实施差异化运行图的主要限制因素在于现阶段的市域铁路行车组织制度。

具体而言,地方市域铁路公司(即运营委托方)与地方铁路局集团公司(即运营受托方)之间缺乏高效的行车组织协调机制,这是列车开行方案难以灵活调整的重要原因。图1为国铁上海局集团公司的行车组织模式。地方市域铁路公司难以融入该运输组织体系,进而导致其在列车开行方案编制层面失去主导地位,在运输组织上参与度不足。地方铁路局集团公司需要负责所辖范围所有线路的运输组织工作,但对地方市域铁路的客流状况、线路设备状况掌握不够全面,因此难以基于客流特征针对性地

设计列车开行方案,进而导致列车开行方案与客运需求匹配度不高。

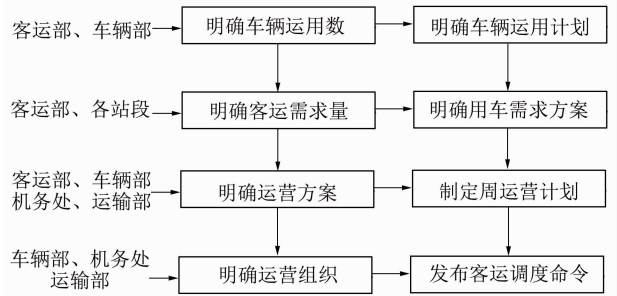


图 1 国铁上海局集团公司的行车组织模式

Fig. 1 Operation organization mode of China Railway Shanghai Group Co., Ltd.

此外,部分市域铁路(尤其是既有线改造而来的市域铁路)在开行市域铁路客运列车的同时,还要承担开行普速旅客列车和货物列车的任务,如宁波城际铁路和连云港市域铁路(连云港市域铁路目前已停止运营,其中一项原因是受铁路陇海线通过能力影响,导致该市域铁路的列车开行密度偏低,且发车时刻规律性弱,进而导致上座率低)。多种类别的列车在市域铁路上开行,不仅对市域客运列车的公交化运行造成阻碍,也挤压了列车开行方案的调整空间。此外,由于天窗设置机制问题,当前部分市域铁路的天窗时间为 12:00—17:00,这对多样化列车开行方案的实施同样不利。

2 客流导向的市域铁路运输组织优化建议

在上文所述市域铁路运输组织问题的基础上,结合国内外典型的区域多层次轨道交通协同运营模式的经验(如东京都市圈的过轨运营模式^[5]、巴黎都市圈的多样化换乘衔接模式^[6]),建议对四网融合条件下以客流需求为导向的市域铁路运输组织进行优化,可从战略层、策略层、运营层 3 个层次上予以优化。这 3 个层次分别涉及了市域铁路运输组织的顶层设计、优化思路和具体实施方法。

2.1 战略层:强化顶层设计,形成一体化运输组织体系

当前,除了一些新建的都市快线(采用地铁制式)外,我国大多数市域铁路采用的是委托运营模式。该模式下,市域铁路列车开行组织的实施主体基本限定为地方铁路局集团公司,市域铁路因此也被纳入地方铁路局集团公司所辖的包含国铁干线、城际铁路的轨道交通运营网络中。由于地方铁路局

集团公司拥有一套较为完善的运营管理机制,能够承担运营管理职责,委托运营模式能够较为明确地厘清铁路局集团公司与地方政府之间的权责,因此该模式被广泛采用。

采用委托运营模式时,需要在运输组织方面加强地方市域线路公司与地方铁路局之间的合作,应在保持委托运营主体模式的基础上提高地方市域线路公司的参与度,必要时可由铁路局集团公司与地方政府双方各派代表组成专门的线路运营企业(运营子公司),以更好地设计出满足客流特征及客流需求的有针对性的列车开行方案。运营子公司还应协调各层次轨道交通的运营,通过多层次轨道交通有机衔接和高效配合,产生较大规模的协同效应,进而实现由多个独立轨道交通系统向综合轨道交通系统的转变。

2.2 策略层:化竞为合,发挥多模式轨道交通网络效应

市域铁路的服务圈层和主要功能对其与城市公共交通系统的换乘接续性提出了较高要求。同样地,为了适应城市群商务圈乘客的出行需求,加强市域铁路与城际铁路网络之间的时刻表衔接也是当务之急。当前,由于市域铁路、城际铁路、城市公共交通系统的运营组织均各自独立,不同网络列车时刻表之间的匹配性不强,这极大地增加了乘客在不同网络间的换乘等待时间,降低了市域铁路对乘客的吸引力。该问题在商务出行和通勤出行的乘客中体现得尤为明显。

未来,四网融合的趋势凸显,这将对各相关运营主体之间的协同合作提出更高的要求。为了加强市域铁路、城际铁路和城市公共交通系统之间时刻表的合理衔接,需要相关运营主体加强合作,对多个网络的列车开行组织进行协同优化。此外,还应对于市域铁路的大站快车开行交给给予更多关注,例如在精准研判客流构成的基础上,安排定制化 BRT 将乘客迅速送达城市核心区,从而增强市域铁路的吸引力。这些调整策略的实施,可将市域铁路与城市轨道交通、城市轨道交通系统间一部分的竞争关系转变为合作关系,达成共赢局面。

此外,针对市域铁路与城市公共交通系统(地铁、BRT 等)间线位重叠所带来的竞争问题,需要发挥市域铁路在长距离直达运输方面的优势,采取优化停站、延长运行区段等方式,实现各交通方式的多层次错位发展,借助时刻表协同优化实现多模式轨

道交通的网络效应。

2.3 运营层:以人为本,实行多样化行车组织模式

市域铁路的客流以通勤、商务出行特征为主,对列车开行的公交化程度要求高,因此应以周期开行模式为主。但是,由于市域铁路还具有跨线列车比例较高、客流层次复杂、不同时段客流需求差异较大等特点,并不适宜采用严格的周期化开行模式。因此需要结合非周期开行模式,形成“周期+非周期”的列车开行模式,这对于我国市域铁路的运营现状及未来四网融合的发展趋势具有更好的适应性。

当前,我国几条典型市域铁路的时刻表规律性均不强且不易查询,乘客的出行体验不佳。在客流大站采用整点时刻固定开行市域列车的做法,可以有效减少乘客查询时刻表的需求,进而起到吸引客流、提升客流满意度的作用。

基于以上论述,市域铁路在高峰时段需要通过相关手段来提升运能运量,满足客流的出行需求;在非高峰时段,列车的开行密度低,则要通过优化与道路公交、城市轨道交通的时刻表衔接,采取整点时刻固定开车等手段,提升市域铁路的服务品质,形成“高峰时段运能运量为重,非高峰时段以服务品质为重”的运输组织格局。

3 结语

目前我国区域交通一体化建设还处于起步阶段,市域铁路在其中的作用必不可少。在轨道交通四网融合的新条件下,借助多层次轨道交通互联互通带来的网络效应,通过优化运输组织来解决当前市域铁路面临的运营难题,是市域铁路建设、运营的重中之重。本文结合当前市域铁路的运营现状,分析了市域铁路存在的主要问题,并以客流需求为导向,就顶层设计、协调联动、灵活组织等关键问题提出了建立一体化运输组织体系、加强各层次轨道交通的运输接续性、实行多样化的行车组织模式等对策。未来,应结合区域一体化交通的需求及特征,在多层次轨道交通体系融合及体制机制创新等方面做更为深入的研究。

参考文献

- [1] 国家发展和改革委员会,交通运输部. 长江三角洲地区交通运输更高质量一体化发展规划[EB/OL]. (2020-04-02)[2022-09-17]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-04/29/5507368/files/a3b6b099_ebbf416985bf6b807a5a433f.pdf.

National Development and Reform Commission of the People's Republic of China, Ministry of Transport. Integrated development planning of higher quality transportation in Yangtze River Delta region[EB/OL]. (2020-04-02)[2022-09-17]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-04/29/5507368/files/a3b6b099_ebbf416985bf6b807a5a433f.pdf.

- [2] 国家发展和改革委员会. 关于促进市域(郊)铁路发展的指导意见[EB/OL]. (2022-07-26)[2022-09-17]. https://www.gov.cn/xinwen/2017-06/28/content_5206431.htm.
National Development and Reform Commission of the People's Republic of China. Guiding opinions on promoting the development of city (suburban) railways[EB/OL]. (2022-07-26)[2022-09-17]. https://www.gov.cn/xinwen/2017-06/28/content_5206431.htm.
- [3] 余攀,宋唯维,陈友文.“四网融合”条件下市域(郊)铁路互联互通模式及技术要求探讨[J]. 综合运输,2022,44(6): 44.
YU Pan, SONG Weiwei, CHEN Youwen. Modes and technical requirements of suburban railway interconnection under the urban-regional rails network convergence[J]. China Transportation Review, 2022, 44(6): 44.
- [4] 邵长虹,倪少权,景荟颖. 京沪高铁“每日一图”编制技术及实施方案研究[C]//中国铁道协会. 京沪高铁运营10周年学术论文集. 北京:中国铁道出版社有限公司,2022: 39.
SHAO Changhong, NI Shaoquan, JING Huiying. Research on compilation technique and implementation scheme of 'daily diagram' of Beijing-Shanghai High-speed Railway[C]//China Railway Society. Academic Proceedings of the 10th Anniversary of Beijing-Shanghai High-speed Railway Operation. Beijing: China Railway Publishing House Co., Ltd., 2022: 39.
- [5] 武剑红,沈砾子. 东京都市圈市郊铁路特点及对我国的启示[J]. 中国铁路,2017(9): 13.
WU Jianhong, SHEN Lizi. Characteristics of suburban railway in Tokyo and its inspiration to China[J]. China Railway, 2017(9): 13.
- [6] 汤莲花,徐行方. 国外典型都市圈市域铁路发展及启示[J]. 中国铁路,2018(9): 107.
TANG Lianhua, XU Xingfang. Development of suburban railways in typical metropolitan circles outside China[J]. China Railway, 2018(9): 107.

· 收稿日期:2022-10-19 修回日期:2022-11-21 出版日期:2024-04-10
Received:2022-10-19 Revised:2022-11-21 Published:2024-04-10
· 第一作者:柏成,硕士研究生,2133448@tongji.edu.cn
通信作者:朱炜,研究员,zhuweimail@tongji.edu.cn
· ©《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