

文章编号: 1674—8247(2023)05—0081—07

DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2023.05.015

## 成都都市圈铁路公交化品质提升研究

胡晓丹 杨成和 任 冲

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

**摘 要:**聚焦新型城镇化发展要求,应积极有序推进都市圈市域(郊)铁路高质量发展。立足成都都市圈发展阶段,市域(郊)铁路发展仍应以利用铁路资源开行市域(郊)列车为主,新建市域(郊)铁路为辅。通过实地调查和分析,剖析目前成都铁路公交化面临的关键问题,借鉴国内外铁路公交化运营实践案例,从网络化构建、优化开行方案、枢纽交通衔接一体化、乘客出行便捷度以及票务互联互通等方面提出建议,以期探索出适应都市圈铁路公交化高质量、可持续发展的服务模式。

**关键词:**成都都市圈;铁路公交化;品质提升;优化建议

**中图分类号:** U293.1

**文献标志码:** A

## A Study on Quality Improvement of High-frequency Operation of Railways in Chengdu Metropolitan Area

HU Xiaodan YANG Chenghe REN Chong

(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

**Abstract:** Focusing on the requirements of new urbanization development, it is necessary to actively and orderly promote the high-quality development of suburban railways in the metropolitan area. In line with the development stage of the Chengdu Metropolitan Area, the utilization of the existing railway resources for the operation of suburban trains shall be prioritized during the development of the suburban railways, with the construction of new suburban railways as a secondary consideration. With on-site investigations and analysis, this paper analyzed the key issues faced by the Chengdu railway system in its transformation into a high-frequency bus-like service. Drawing lessons from the practices of railway high-frequency operation both in and out of China, suggestions were proposed in terms of network construction, optimization of operation plans, integration of hub transportation connections, passenger convenience, and promotion of ticket interconnectivity, aiming to explore a high-quality and sustainable service model for railway high-frequency operation suitable for metropolitan area development.

**Key words:** Chengdu Metropolitan Area; railway high-frequency operation; quality improvement; optimization suggestions

2021年,《成都都市圈发展规划》指出,推进成德眉资同城化发展是推动成渝地区双城经济圈建设的支撑性工程。该规划将打造轨道上的都市圈作为都市圈立体交通体系建设的首要目标,并强调优化铁路

列车开行方案和提升铁路公交化服务水平的重要性。近年来,成都都市圈利用铁路资源开行市域列车经历了“利用干线铁路富余能力加密开行列车”、“成灌(彭)铁路全面实现公交化运营”和“现状铁路公交化运营

收稿日期:2022-08-31

作者简介:胡晓丹(1986-),女,高级工程师。

基金项目:中铁二院工程集团有限责任公司2021年科技开发计划项目(KSNQ212032)

引文格式:胡晓丹,杨成和,任冲.成都都市圈铁路公交化品质提升研究[J].高速铁路技术,2023,14(5):81-87.

HU Xiaodan, YANG Chenghe, REN Chong. A Study on Quality Improvement of High-frequency Operation of Railways in Chengdu Metropolitan Area [J]. High Speed Railway Technology, 2023, 14(5): 81-87.

系统的建设”3个阶段,现已步入“量”和“质”的全面提升阶段,存量优化项目与提质的高质量发展时期。在该阶段对已运营的铁路公交化项目进行审视与问题诊断,对提升成都都市圈铁路公交化系统高质量发展具有重要意义。

本文基于成都都市圈的发展阶段及市域轨道交通的发展要求,探讨铁路公交化的发现现状及存在的问题,并结合国内外铁路公交化的经验,从网络化构建、优化运营组织、实现枢纽交通衔接一体化、缩短旅客全出行链时间和推动票务互联互通等方面提出建议,以期促进成都都市圈铁路公交化的高质量、可持续发展,同时也为其他都市圈铁路公交化研究提供借鉴。

## 1 成都都市圈发展特征及对市域铁路的要求

### 1.1 成都都市圈发展特征

成都都市圈具有引领中西部地区的经济实力,其发展水平位居全国都市圈的中上游。2021年,成都都市圈常住人口2 989万人,常住人口城镇化率71.2%,分别比四川和全国平均水平高出13.4个百分点和6.5个百分点,GDP达25 012亿元。成都都市圈以全省6.82%的幅员面积承载了全省35.7%的人口,创造了全省46.4%的经济总量。成德眉资四市各有优势产业,并已初步形成产业协作、优势互补的局面。在交通发展方面,已初步形成了以成都综合性国际交通枢纽为中心的立体交通网络。

成都都市圈整体发展水平仍有较大提升空间,多网融合未成体系,动车公交化开行方案仍需优化,“断头路”、“瓶颈路”依然存在,跨区域公交仍然处于点对点阶段,区域快速通道能力不足。区域产业协作体系远未完善,尚未形成具有国际影响力的都市圈产业集群,尚未形成以上、下游产业协作为主要特征的产业联系<sup>[1]</sup>。综上所述,成都都市圈现状属于发展型都市圈。

其次,成都都市圈属于典型的中心集聚型都市圈。2021年,成都市的人口、地区生产总值、货物贸易进出口总额均占都市圈七成以上,地区生产总值占比高达79.6%。2000—2021年,成都占成都都市圈人口比重由45.6%上升至70.9%,GDP比重由71.3%上升至79.6%。从动态发展趋势来看,成都都市圈正处于快速发展时期,成都市在成都都市圈的首位度将进一步提升,人口和经济比重将保持持续上升态势。因此,成都市“一核独大”的格局仍然显著,中心城市和外围地区仍然处于虹吸和被虹吸的关系。

### 1.2 成都都市圈发展市域铁路的要求

立足成都都市圈发展阶段,聚焦新型城镇化发展要求,在都市圈发展层面,应以市域铁路为都市圈发展的重要纽带,通过提升轨道交通覆盖广度和深度,支撑城市空间的扩展和优化。“十四五”期间仅成资铁路通车,成眉、成德铁路计划在2026年底开通。因此,利用既有铁路资源开行市域列车,是现阶段解决成都都市圈市域客流出行的经济可行途径。

## 2 铁路公交化运营现状及存在的问题分析

铁路公交化为利用既有铁路资源富余能力加密开行列车,都市圈铁路公交化根据线路性质不同,其要求也不同。一类为受干线列车影响小的线路,包括成灌(彭)、成蒲、成都枢纽环线等线路,该类线路以服务于通学、通勤、旅游、生活等客流,开行公交化列车需满足“不定车次、不定座位、随到随走、快进快出、票价优惠”等要求。另一类为受干线列车影响大的线路,包括成绵乐城际铁路、成渝高速铁路等。该类线路具备通道和城际复合功能,都市圈承担客流以商务客流为主,通勤客流为辅,因此,开行公交化列车应满足定制化出行需求,即在早中晚高峰时段加密停站或加开小交路列车,提升重点时段铁路服务水平。根据实际调研,目前成都铁路公交化存在以下问题:

### 2.1 成灌(彭)、成蒲铁路公交化分析

#### (1) 存在问题

成灌(彭)铁路客运分担率为9.1%,沿线车站日发送量分布极不均衡。成灌(彭)全线日均发送量为2.63万人次/d,直达比例较大,客流主要集中在犀浦、都江堰、青城山、离堆公园、彭州5个车站,合计占全线客流的92%,其他车站旅客发送量低,如图1所示。

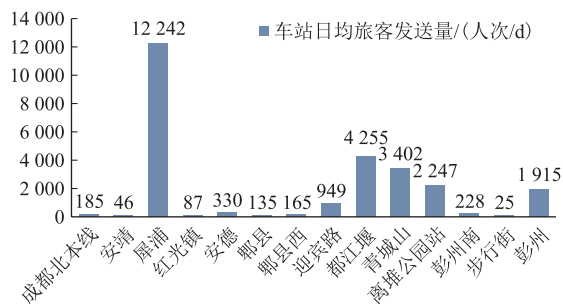


图1 2021年成灌(彭)铁路各站日均旅客发送量示意图

成蒲铁路客运分担率为4.4%,2021年全线日均发送量为1.3万人次/d,客流主要集中在始发站成都

西,崇州、大邑、邛崃、蒲江等主要县城站,而温江、羊马、朝阳湖等车站占比均小于 1%。2021 年成蒲线各站日均旅客发送量如图 2 所示。

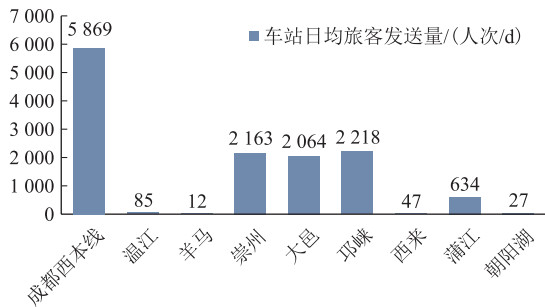


图 2 2021 年成蒲铁路各站日均旅客发送量示意图

(2) 原因分析

一是其他交通方式出行更方便,例如成都至彭州间小汽车出行时间优于高速铁路+地铁+大巴;二是

车站沿线综合开发缓慢,例如,成彭支线步行街站周边未见开发,日发送量仅为 25 人次/d。三是成蒲铁路仍采用国铁票价标准,铁路出行费用较高,对通勤、生活等客流吸引有限。四是因地铁的安检标准低于铁路,现改为实行铁路至地铁的客流单向免检进站,导致地铁至铁路方向旅客换乘时间较长,不利于吸引客流出行。

2.2 成德眉资铁路公交化分析

(1) 存在问题

目前,德阳、眉山、资阳至成都动车组日均发送人数分别为 4 000、5 000、3 200 人次/d,成都至德阳、眉山、资阳动车组日均发送人数分别约为 3 900、4 800、5 200 人次/d。德眉资与成都间的铁路早高峰通勤时段发车频次高,但旅客发送量少,晚高峰发车频次少,但旅客需求旺盛。以眉山 2022 年 6 月 10 日运行图为例,如图 3、图 4 所示。

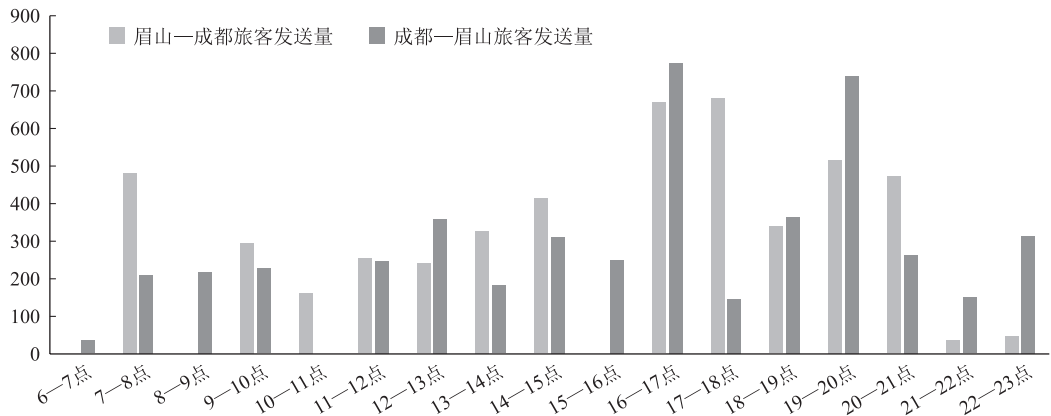


图 3 眉山与成都间全日各时段发送量示意图(人次/h)

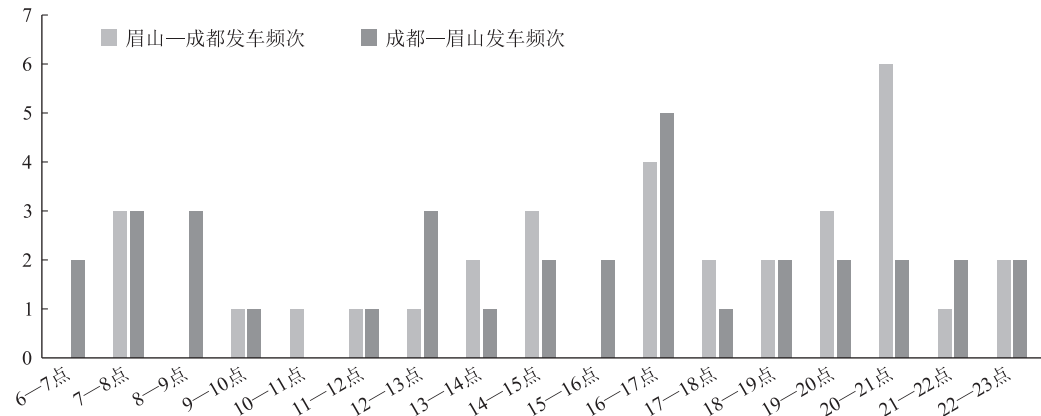


图 4 眉山与成都间全日各时段服务频次示意图(列/h)

将日分时段服务频次与发送量对照来看,早 7—8 点成都至眉山发车频次 3 列/h,但实际发送量少,不到 100 人次/列;晚高峰 17—18 点眉山至成都发车频次 2 列/h,但发送量大于 300 人次/列,预留票额较难满

足旅客出行,存在买不到票的情况。

其次,眉山、德阳至成都南停站列车少,例如德阳—成都南上下行分别开行 3 列/d、1 列/d。但调查发现,期望在成都南站乘车的旅客需求旺盛。



## (2) 原因分析

①成都枢纽场站能力趋于饱和。成都动车段配属的动车数量已接近理论最大存放能力,成渝高速铁路与成贵高速铁路办理客运作业均占用了成都东站城际场南端的咽喉,使得咽喉能力受限,到发线能力紧张,早晚高峰加开列车受限。成都南站成贵场可利用到发线数量有限,加开停站或小交路列车的能力受限。

②乘客进出站时间较长。进出站乘车手续繁琐:除资阳北站已实现验检合一,其他车站仍使用传统模式,即票证齐全排队安检,进出站花费时间过长。成都枢纽主要客运站无专用公交化站台和通道,短距离出行旅客与长途客流采用同一方式进站候车,排队等待时间长,无法实现旅客快进快出。

③铁路公交化出行成本有待优化。成德眉资之间利用铁路加开市域列车采用国家铁路定价标准,票价较高,再加之换乘公共交通工具所需费用,现状出行成本高,对通勤客流出行吸引有限。例如,成都—德阳若乘坐地铁+高速铁路+公交,全程旅行时间2 h,出行成本31元;而乘坐摆渡车+地铁方式,旅行时间相当,但票价便宜一半,且发车频次高、摆渡车起点深入城区各客流集聚点,广受德阳市民欢迎。据统计,2020年7月—2022年6月,日均客流为3 500人次/d(往返)。

④车站周边配套不完善。德阳站、资阳北站沿线站点周边综合开发进度较慢,车站周边直接吸引范围的客流量有限。车站的换乘衔接有待优化。一是站前广场管理不足。如资阳北站广场中未考虑落客带设计,无法满足站前停车需求,部分车辆选择地面落客,占用车道容易造成拥堵。二是公交衔接有待提高。如德阳站距市区6 km,资阳北站距市区7 km,常规公交在途时间长,未开通社区快速巴士,公共交通未能给乘坐铁路的旅客提供便利。三是网络间运营兼容性有待提高。如德阳站、眉山站,部分公交车次服务时段不能覆盖高速铁路到发时段,且旅客经铁路换乘公交的等待时间超过10 min。四是场站设施有待优化。如眉山站公交场站能力趋于饱和,地下停车场能力已基本饱和,出租车与私家车停车场合并设置,影响交通安全和畅通。五是德阳、资阳北等车站共享单车摆放混乱<sup>[2]</sup>。

## 3 案例借鉴及建议

### 3.1 稳步推进铁路公交化开行,打造都市圈公交化系统,实现网络化开行需求

#### (1) 案例借鉴

20世纪60年代前后,日本东京所处的城镇化发

展阶段,无论在人口集中规模、城市蔓延范围,还是交通拥堵状况等方面与成都面临的问题类似。东京都市圈顺应城镇化进程,启动五方面作战计划,依托东京都市圈内“一环五射”铁路网络,优先使用占据核心通道资源的既有普速铁路服务都市圈通勤<sup>[3]</sup>。日本都市圈的市域(郊)铁路发展以利用或改造既有铁路作为开端,再逐步根据城市规模的扩大和客流的增长情况,延伸或新建线路。

#### (2) 建议

聚焦新型城镇化发展要求,在都市圈发展层面,以市域轨道交通发展为抓手,着力提升轨道交通覆盖广度和深度,支撑扩展、优化城市空间格局,形成广覆盖、高频次、高效率的“轨道上的都市圈”。成德眉资间有序推进利用干线铁路富余能力开行公交化列车,在重点时段加密开行市域列车,优化列车运行交路,加密成都南至眉山东、德阳的停站列车。加快推进成都枢纽环线公交化运营改造工程及崇州市域动车运用所的建设,尽快开展成昆铁路(成都南—花龙门段)利用铁路富余能力加开市域列车方案研究工作,加快推进成都外环铁路分期研究工作,完善成都都市圈“环+射”铁路公交化系统,满足未来开行网络化运输组织的需求。

### 3.2 精准定制列车开行方案,提高与出行需求的匹配度

#### (1) 案例借鉴

京津城际铁路延伸线起于天津站,止于滨海站,全长45.1 km,设计速度350 km/h。通过大量客流出行调查和手机信令大数据分析,精准分析出双城通勤客流主要集中在MSD和开发区东区产业区,并对其出行期望时段进行统计分析,最终在开行方案、车站流线设计、交通衔接、慢行环境治理等方面提出了4个精准措施,旨在将津滨双城的全出行链时间控制在60~70 min内。其中,最核心的精准措施为:精准调整早晚高峰班次的发车时间,早高峰天津站发车时刻从07:52调整至07:45,晚高峰滨海站发车时刻从17:28调整至17:40,通过定制铁路公交化服务,为旅客出行提供了极大的便利。

#### (2) 建议

借鉴津滨城际铁路公交化案例,以全出行链时间控制为目标,开展成绵乐城际铁路客流出行调查及手机信令大数据分析,精准了解客流特征及需求,并对利用干线列车开行早晚高峰列车的开行时点及频次提出优化建议。

### 3.3 健全合作体制机制,明确列车开行时段及客票需求

#### (1) 案例借鉴

在利用既有资源发展市域(郊)铁路时,将涉及地方政府、项目出资人、国家铁路运营企业,以及既有铁路资产管理企业等多种主体。为确保合作顺利推进,须制定清晰的合作框架和责权机制,在改建资金投入、路权开放、资源共享、运营补贴和利益分配等问题上形成各方的共识。例如大波士顿地区通勤铁路运输服务运营协议中明确规定了运行权和运行时段、维护和派遣管理、责任分配和建设匹配等关键问题。Worcester 铁路在早晚高峰期间获得使用时段;在铁路运输服务供给方面也以上述思路设计相应协议,保障通勤服务网络持续发展,铁路运营单位获得相应资金回馈<sup>[4]</sup>。同样,上海金山铁路在部市联合签发《关于金山铁路支线改建工程项目建议书的批复》中,明确要求列车满足开行客车近期 36 对/d,远期 52 对/d 和高峰小时的运输能力。

#### (2) 建议

为提升铁路公交化服务品质,成都都市圈利用成贵、西成、成渝高速铁路等干线列车富余能力加开市域列车,应明确不同客流性质对时段及客票的需求。在制定铁路服务经营协议时,对利用既有铁路加开市域列车的时刻资源、列车开行方案、旅客组织方式等进行规定。

### 3.4 铁路公交化应与城市规划建设相协调

#### (1) 案例借鉴

上海金山铁路全线日均发送量由开通初期的 1.3 万人增至目前的 3 万人,取得了良好的社会效益和经济效益,但发送旅客量仍未达到规划运量的一半,且直达客流比重大<sup>[5]</sup>。2019 年,直达客流占全线客流的 84%,主要原因为原金山铁路支线主要解决石化货运以及金山石化公司与市区间点对点通勤旅客需求,在线路走向、沿线站点设置等方面未考虑客运需求。同时,由于线路在车墩、金山园区连接其他线路,在走向和站点设置上未能进行大的线路改造调整,新建客运站都在原站原址,沿线部分车站离居民区较远,客流吸引能力较差。为提高线路运输效能,促进沿线客流提升,目前正抓紧加快金山铁路沿线配套亭林、叶榭两个大社区项目的实施。

#### (2) 建议

一是成灌(彭)铁路需加强已开车站周边综合开发力度,结合车站周边沿线用地变化情况以及与周边城市功能和用地的关系<sup>[6]</sup>,有序启动既有车站站专

题研究工作。二是宝成铁路公交化及成昆铁路(成都南—花龙门段)加站方案 2 个项目,除研究运输能力与需求的时空匹配问题,还应系统研究既有和新增车站周边的城市功能配套、用地布局、综合交通配套等,以促进铁路系统与城市的融合发展。

### 3.5 简化乘车手续,优化进站流线,缩短全出行链时间

#### (1) 案例借鉴

市域(郊)列车固定通道和固定站台的使用有利于旅客快进快出,缩短全程旅行时间。目前,国内上海金山铁路、郑开城际铁路已应用了专用通道和站台。上海南站设置了金山铁路旅客专用候车区域和进出站通道。该站原西南出口区域改建为单独的金山铁路旅客乘降区,列车固定停靠在 10 号、11 号站台,旅客可直接通过标识指引与南站的地铁 1 号、3 号线和其他公交便捷换乘。郑开、郑焦、郑机城际铁路实现公交化运营后,焦作站、南阳寨站、宋城路站、新郑机场站的进站口均设置了城际铁路进站专用通道,方便旅客快速进站乘车;郑州东站、焦作站、南阳寨站、新郑机场站为城际铁路设置候车专用站台,最大限度地为旅客候乘提供方便。

在安检互信方面,我国已有 12 个城市的 17 座火车站与城市轨道交通车站实现了安检互认,或单向免检进站。北京市公安局、北京市交通委共同制定《北京市轨道交通禁止携带物品目录(2020 修订版)》,确保北京西站、清河火车站等铁路与轨道交通安检互认车站的禁止携带物品相统一,保障安检互认有效实行。从北京的经验来看,推进多层次轨道交通之间的安检互信,关键要推行安检标准互认,构建车站封闭换乘环境,设立安检互认区、新增安检口,实施“一次性”安检模式。

#### (2) 建议

一是针对成都枢纽环线内的既有主要枢纽客运站(成都西、成都南、成都东)研究固定站台、固定通道开行市域列车的可行性,针对改造中的成都北站以及枢纽环线新增中间站(简州站、天府站),应在设计中优化进站流线,研究快进快出实施条件,为旅客进出车站提供高效便捷的服务。二是推动铁路和地铁安检互信。统一地铁和铁路的安检标准,为实施双向互认的“一次性安检”奠定基础。建议恢复犀浦站双向安检互信,满足旅客便捷高效出行需求。同时,系统研究成都都市圈范围内与地铁接驳的主要客运站旅客进出站通道和安检关口的位置,将“以人为本”的理念体现于设计中,以安检互认作为建筑设计的前



提,以满足乘客安全、便捷、舒适的出行愿景<sup>[7-8]</sup>。

### 3.6 强化枢纽节点交通衔接一体化

#### (1) 案例借鉴

京津城际铁路延伸线针对乘客需求提出了4个精准措施,旨在将津滨双城的全出行链时间控制在60~70 min内。除精准调整早晚高峰班次的发车时间、优化乘客进站的步行流线外,将公交接驳与铁路运营精确匹配。在早晚高峰,513路、939路公交车至MSD和开发区东区产业区的发车频次缩短5 min;根据车站周边共享单车的使用率情况,增加了西进站口共享单车的投放量,减少了东进站口投放量;在慢行交通接驳占比较高的塘沽站附近,加强道路乱停车治理,为通勤人员创造连续、便捷、舒适慢行的交通环境。

目前北京、雄安新区等城市均已试点化运营“定制公交”。北京推出以大型交通枢纽用户聚合出行的“合乘公交”,以及为大型综合社区提供微循环服务的“巡游小巴”等业务板块,全面提升地面公交运营服务模式的智能化水平。雄安行APP用户可通过“雄安行定制公交功能”发起定制,填写期望的出发地点、到达地点、抵达时间、返程时间等信息,专业人员根据收集到的需求规划线路、开通预售,预售达标后线路即可正式开行,实现按需定制、在线订票、一人一座、快速直达的服务效果。

#### (2) 建议

成都都市圈铁路公交化可借鉴京津城际延伸线案例,结合市域客流出行特点、性质和服务时段,强化枢纽节点交通衔接一体化。一是开展公交接驳专项研究。深入调研、准确掌握客流各时段流向和流量,结合公交开行实际,优化公交线网布局和方案,围绕铁路车站至城市核心区增开定制公交,实现站到门的共享、便捷服务。二是设置专用场地集中停放共享单车。引导出行旅客将共享单车停放至规定停放点,实施精细化管理,进一步优化站区环境。三是优化场站设施。在眉山东站站前广场对面的绿地规划地下停车场,解决停车难问题;四是尽快开放资阳北站西侧广场地下停车场,并对站前环路进行改造,增加社会车辆落客功能区。

### 3.7 积极推动票务互联互通、实施优惠票价

#### (1) 案例借鉴

日本JR东日本公司发行的Suica卡,除可在东京都市圈的私铁、市郊铁路应用外,在新干线、JR铁路和地铁等制式间均可通用,并且可在日本部分都市圈通用。我国首张应用于市郊铁路领域的实名制一卡通北京市郊铁路一卡通,卡面标有持卡人身份信息及

“交通联合”标识,可在支持互联互通的北京市郊铁路及地面公交、轨道交通使用,支持城市副中心线、怀柔—密云线实名刷卡进站乘车。

#### (2) 建议

一是受建设运营制度、技术体系、规模体量和政策因素制约,多网融合下票务票制研究建议针对成都都市圈范围内受干线列车影响较小的线路,包括成灌(彭)、成蒲、宝成(至金堂)、成昆铁路(成都南—花龙门)及成都枢纽环线等铁路。在清分结算、实名制化、席位管理和设备布置方面进行融合研究。在具备条件的前提下,优先采用铁路局地区客票中心与城市一卡通中心互联互通+实名制城市一卡通+席位管理+集成组网融合通道的技术方案。二是推进成蒲铁路公交化优惠票价。三是对成德眉资间跨城通勤客流进行大数据分析,结合分析结果,针对性地提出票价优惠措施。

## 4 结束语

市域(郊)铁路发展适逢其时,利用既有铁路开行市域(郊)列车已成为我国市域(郊)铁路发展的主要方向之一。为提升公交化列车服务对都市圈发展的支撑作用,应尽可能发挥既有铁路资源的经济优势,从优化运输能力与需求的时空匹配性、铁路运输服务与城市空间融合深度两个维度,关注优化列车开行方案、枢纽交通衔接一体化、提升乘客出行便捷度、推动票务互联互通等关键问题,综合评估列车服务质量及运营效益,以促进都市圈铁路公交化服务的高质量、可持续发展。

## 参考文献:

- [1] 杨开忠,姚凯. 成都都市圈建设报告[M]. 北京:社会科学文献出版社,2022:8-9.  
YANG Kaizhong, YAO Kai. Report on the Construction of Chengdu Metropolitan Area [M]. Beijing: Social Sciences Literature Publishing House, 2022: 8-9.
- [2] 中铁二院工程集团有限责任公司. 成都都市圈铁路公交化改造实施方案与运营服务品质提升研究[R]. 成都:中铁二院工程集团有限责任公司,2022.  
China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd. Study on the Renovation Plan and Operational Service Quality Improvement of the Transit-oriented Development of Railway in Chengdu Metropolitan Area [R]. Chengdu: China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., 2022.
- [3] 荣朝和,罗江. 日本铁路“东京都市圈通勤五方面作战”转型服务启示研究[J]. 铁道运输与经济,2020,42(3):1-6,23.  
RONG Chaohe, LUO Jiang. A Study on the Experiences of Japan

- National Railway's Tokyo Five-Prong Strategy for Commuting Service [J]. Railway Transport and Economy, 2020, 42(3): 1-6, 23.
- [4] 李连成. 现代化都市圈与市域(郊)铁路[M]. 北京: 中国市场出版社, 2020: 12-30.
- LI Liancheng. Modernized Metropolitan Area and Suburban Rail[M]. Beijing: China Market Press, 2020: 12-30.
- [5] 徐行方,戴凤,鲁海涛. 上海金山市郊铁路客流特征调查分析[J]. 城市轨道交通研究, 2013, 16(10): 99-102.
- XU Xingfang, DAI Feng, LU Haitao. Investigation of Passenger Flow Characteristics on Shanghai Jinshan Suburban Railway [J]. Urban Mass Transit, 2013, 16(10): 99-102.
- [6] 李星,谭月,向蕾,等. 基于实证研究的市域铁路发展思考: 以成灌铁路为例[J]. 城市交通, 2020, 18(1): 24-30.
- LI Xing, TAN Yue, XIANG Lei, et al. Metropolitan Rail Service Development: a Case Study of Chengdu-Duijiangyan Rail Transit [J]. Urban Transport of China, 2020, 18(1): 24-30.
- [7] 叶海昌. 京津城际延伸线开行市郊列车方案研究[J]. 高速铁路技术, 2019, 10(6): 58-62.
- YE Haichang. Study on the Suburban Railway Scheme of Extension Line in Beijing-Tianjin Inter-city Railway [J]. High Speed Railway Technology, 2019, 10(6): 58-62.
- [8] 张宁. 基于安检互认下的京张高铁清河站设计[J]. 铁道勘察, 2022, 48(1): 105-110.
- ZHANG Ning. Design of Qinghe Station of Beijing-Zhangjiakou High-speed Railway Based on Mutual Recognition of Security Inspection [J]. Railway Investigation and Surveying, 2022, 48(1): 105-110.

(上接第17页)

## 参考文献:

- [1] 王继军,韩自力,江成,等. 中国高速铁路线路工程技术发展现状与展望[J]. 铁道建筑, 2023, 63(5): 1-6.
- WANG Jijun, HAN Zili, JIANG Cheng, et al. Current Development and Prospect of High Speed Railway Line Engineering Technologies in China [J]. Railway Engineering, 2023, 63(5): 1-6.
- [2] 陈良江,阎武通. 我国铁路桥梁建造技术的成就与展望[J]. 高速铁路技术, 2022, 13(4): 1-7.
- CHEN Liangjiang, YAN Wutong. Achievements and Prospects of Railway Bridge Construction Technology in China [J]. High Speed Railway Technology, 2022, 13(4): 1-7.
- [3] 县勇,吴亮,杜文举. 中国高速铁路网络拓扑特性分析[J]. 兰州交通大学学报, 2021, 40(4): 37-42.
- XIAN Yong, WU Liang, DU Wenju. Topological Characteristics Analysis of China Railway High-speed Network [J]. Journal of Lanzhou Jiaotong University, 2021, 40(4): 37-42.
- [4] 王继军,姚力,王梦. 中国高速铁路无砟轨道的发展及应用[J]. 高速铁路技术, 2020, 11(4): 33-35.
- WANG Jijun, YAO Li, WANG Meng. Development and Application of Ballastless Track of High-speed Railway in China [J]. High Speed Railway Technology, 2020, 11(4): 33-35.
- [5] 韩安平,阚佳钰,姜锡义,等. 中国高速铁路电务安全指数指标体系构建[J]. 中国铁路, 2020(5): 33-38.
- HAN Anping, KAN Jiayu, JIANG Xiyi, et al. Building of Indicator System for Communication & Signaling Safety Indexes of HSR in China [J]. China Railway, 2020(5): 33-38.
- [6] 赵勇,田四明,孙毅. 中国高速铁路隧道的发展及规划[J]. 隧道建设, 2017, 37(1): 11-17.
- ZHAO Yong, TIAN Siming, SUN Yi. Development and Planning of High-speed Railway Tunnels in China [J]. Tunnel Construction, 2017, 37(1): 11-17.
- [7] 高显平. 某深基坑施工对临近高速铁路路基影响的研究[J]. 高速铁路技术, 2018, 9(3): 31-35.
- GAO Xianping. Study on the Influence of Deep Foundation Pit Construction on nearby High-speed Railway Subgrade [J]. High Speed Railway Technology, 2018, 9(3): 31-35.
- [8] 顾津申. 地面堆载对临近高速铁路桥墩沉降影响分析[J]. 铁道勘察, 2017, 43(1): 41-44.
- GU Jinshen. Analysis of Influence of Adjacent Surcharge on Settlement of High-speed Railway Bridge Pier [J]. Railway Investigation and Surveying, 2017, 43(1): 41-44.
- [9] 孙宗磊. 石济客专临近既有高速铁路桥梁设计[J]. 铁道工程学报, 2016, 33(2): 37-42.
- SUN Zonglei. Bridge Design near Existing High-speed Railway in Shijiazhuang-Jinan Passenger Dedicated Line [J]. Journal of Railway Engineering Society, 2016, 33(2): 37-42.
- [10] 曹全. 下穿高速铁路工程防护设计及沉降评估技术研究[J]. 高速铁路技术, 2015, 6(2): 19-23.
- CAO Quan. Research on Engineering Protection Design and Subsidence Evaluation Technology for Underpassing High-speed Railway [J]. High Speed Railway Technology, 2015, 6(2): 19-23.