

doi: 10.3969/j.issn.1672-6073.2026.01.004

都市圈轨道交通四网融合的内涵、问题及对策研究

王超, 杨乐, 罗依宁, 刘宸卓

(北京交通大学经济管理学院, 北京 100044)

摘要: 现有文献缺乏对四网融合理论层面, 特别是内涵上的系统性梳理, 针对此问题, 首先, 提出四网融合内涵主要包括多层次轨道交通划分和多层次轨道交通融合, 二者相辅相成。多层次轨道交通划分的深层次要求为确保“四网”协同高效, 其层级结构要有利于客流结构均衡发展的需求; 多层次轨道交通融合发展的重点根据实施路径可细分为规划建设融合、运营服务融合和管理体制机制融合, 进而实现时间融合、空间融合和功能融合; 其次, 在此基础上选取国内成都犀浦站同台换乘和重庆江跳线与地铁5号线跨线运营进行分析; 再次, 审视当前我国在推进四网融合过程中所面临的挑战, 具体包括“四网”网络结构担当不合理、“四网”协同规划建设滞后、“四网”协同运营服务水平不足和“四网”协同体制机制不完善; 最后从“四网”轨道交通服务分界、规划建设融合、运营服务融合和管理体制机制融合4个方面提出针对性策略建议, 旨在为我国轨道交通四网融合的持续健康发展提供理论支撑与实践指导。

关键词: 四网融合; 轨道交通; 都市圈; 内涵

中图分类号: U231

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2026)01-0025-09

Connotation, Issues, and Countermeasures of Four-Network Integration of Rail Transit in Metropolitan Areas

WANG Chao, YANG Le, LUO Yining, LIU Chenzhuo

(School of Economics and Management, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044)

Abstract: Addressing the lack of systematic review in existing literature on the theoretical aspects of four-network integration, particularly its connotation of four-network integration, this study first proposes that the connotation of four-network integration mainly includes multi-level rail transit classification and multi-level rail transit integration, which complement each other. The deep requirement of multi-level rail transit classification is to ensure efficient coordination of the “four networks,” with a hierarchical structure that facilitates the balanced development of passenger flow. The focus of multi-level rail transit integration development can be subdivided according to the implementation path into planning and construction integration, operational service integration, and management mechanism integration, ultimately achieving temporal, spatial, and functional integration. Secondly, based on the connotation, this paper analyzes two domestic cases: the cross-platform interchange at Chengdu’s Xipu Station and the cross-line operation between Chongqing Rail Transit Jiangtiao Line and Metro Line 5. Thirdly, it examines the challenges currently faced in promoting four-network integration in China, specifically including unreasonable network structure

收稿日期: 2025-03-08 修回日期: 2025-08-05

第一作者: 王超, 男, 博士, 教授, 从事国家综合交通运输和都市圈城市(群)交通运输领域的经济理论与政策研究, chaowang@bjtu.edu.cn

通信作者: 杨乐, 男, 本科, 从事交通运输经济学领域的研究, 15108307309@163.com

基金项目: 国铁集团重大科技项目(B24D00020)

引用格式: 王超, 杨乐, 罗依宁, 等. 都市圈轨道交通四网融合的内涵、问题及对策研究[J]. 都市快轨交通, 2026, 39(1): 25–33.

WANG Chao, YANG Le, LUO Yining, et al. Connotation, issues, and countermeasures of four-network integration of rail transit in metropolitan areas[J]. Urban rapid rail transit, 2026, 39(1): 25–33.

allocation, lagging planning and construction coordination, insufficient coordinated service levels, and deficient coordinated institutional mechanisms. Finally, targeted strategic recommendations are proposed in four aspects: rail transit service demarcation for the “four networks,” planning and construction integration, operational service integration, and management mechanism integration, aiming to provide theoretical support and practical guidance for the sustainable and healthy development of four-network integration in China’s rail transit.

Keywords: four-network integration; rail transit; metropolitan area; connotation

为推动新型城镇化建设,早在2014年我国便开始规划“培育通勤高效、一体发展的都市圈”^[1],2019年国家发展改革委发布了《关于培育发展现代化都市圈的指导意见》^[2](以下简称《意见》)。《意见》中将“都市圈”定义为城市群内部以超大特大城市或辐射带动功能强的大城市为中心、以1 h通勤圈为基本范围的城镇化空间形态。

我国都市圈由中心城市功能外溢以及乡村城镇化两大机制演化而来^[3],其核心为城市一体化,其中包括交通一体化。而实现“1 h通勤”的交通一体化是实现新型城镇化目标的重中之重,同时也符合“经济发展,交通先行”这一客观规律。《意见》指出都市圈建设过程中存在“城市间交通一体化水平不高”等问题,反映在轨道交通上则体现为层次单一、功能单一、互联互通不足等问题^[4]。鉴于轨道交通相较于其他运输方式具有速度快、运量大等优势,对城镇化发展有更深远的影响^[5],《意见》表明要“打造轨道上的都市圈”,并首次提出“推动干线铁路、城际铁路、市域(郊)铁路、城市轨道交通‘四网融合’”。在此之后,“四网融合”这一理念在《交通强国建设纲要》^[6]、《国家综合立体交通网规划纲要》^[7]及十四五规划^[8]等多项重要文件中被反复强调,已成为推动轨道交通融合发展进而实现交通强国的重要举措。

中国城市轨道交通协会在《中国城市轨道交通融合城轨发展指南》(以下简称《指南》)中对“四网融合”的概念做出了清晰的界定。“四网融合”指城市轨道交通网与干线铁路网、城际铁路网和市域(郊)铁路网之间的统筹协调发展的模式。融合重点一是通过交通枢纽、换乘站实现城轨与其他铁路网之间的高效换乘和便捷服务;二是市域(郊)铁路的公交化运营和服务。四网融合通过推动干线铁路网、城际铁路网、市域(郊)铁路网、城市轨道交通网之间深度融合,构建高效、便捷的一体化轨道交通网络,实现“四网”间规划、运输、服务、信息和管理等协同,全面提升轨道交通客运服务品质和运输组织效率。

现有文献的研究对象多为“四网”中的某一层级或者某两个层级,或是某一具体都市圈的“四网融合”

情况,研究结论多为某一案例的问题及策略^[12-16],缺乏理论层面,特别是“四网融合”内涵上的系统性梳理。因此,本文在《指南》的基础上,进一步详细阐释“四网融合”内涵,并围绕该内涵全面总结国内“四网融合”先进案例、“四网融合”面临的挑战及解决策略,对丰富轨道交通融合相关理论及推动都市圈一体化有重要意义。

1 “四网融合”内涵

“四网融合”内涵可分别从“四网”和“融合”两个角度进行阐释。“四网”强调的是多层次轨道交通划分,而“融合”则强调的是多层次轨道交通融合,具体如图1所示。多层次轨道交通划分是多层次轨道交通融合的前提和物质基础,而多层次轨道交通融合是多层次轨道交通划分的目标和必然趋势,二者相辅相成,缺一不可。因此,“四网融合”强调的是构建层次多元且融合一体的轨道交通体系,从而满足不同层次的客流需求,促进都市圈一体化发展。

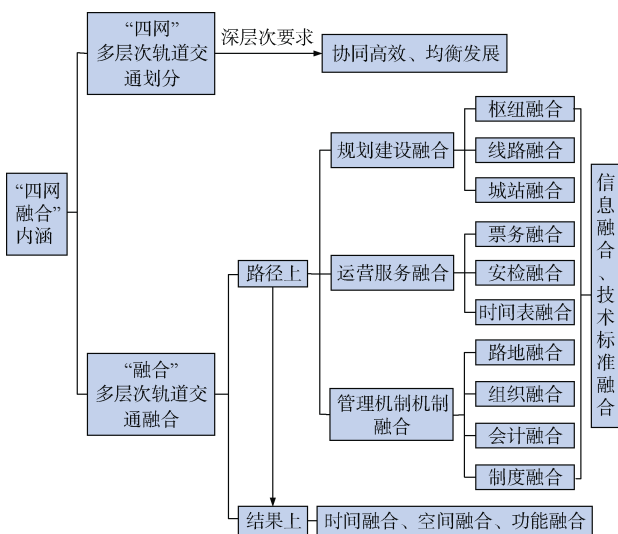


图1 “四网融合”内涵

Figure 1 Connotation of “Four-Network Integration”

1.1 多层次轨道交通划分

伴随城镇化进程,都市圈内各区域联系日益紧密,我国轨道交通出行特征也实现了由低频次、长距离、

低时间价值向高频次、中短距离、高时间价值特征的转变^[9, 13]，形成了出行目的多样、客运需求多元的多层次轨道交通客流^[10]。多层次的轨道交通客流使得单一层次的轨道交通网络运力逐渐趋于饱和且难以在都市圈范围内向乘客提供满足其多样化需求的交通服务，这使得划分和发展多层次的轨道交通成为关注焦点。

1.1.1 中国轨道交通“四网”特征

“四网融合”中的“四网”，即城市轨道交通、市域(郊)铁路、城际铁路、干线铁路，是我国轨道交通基于我国国情分化出的四大轨道交通网络层次。城市轨道交通指服务于中心城区的轨道交通系统，主要制式有地铁、轻轨、单轨、有轨电车等，服务半径一般小于 30 km，主要解决大中城市市区内部的客运交通需求，是城市公共交通的重要组成部分，在承担城市出行需求功能上处于十分重要的地位；市域(郊)铁路负责连接城市市区与郊区，以及城市周围几十千米甚至更大范围的卫星城镇，服务半径在 30~80 km 内，覆

盖都市圈范围，对城市中心与郊区和周围卫星城间的人口流动作用明显，市郊旅客中通勤乘客占很大比例；城际铁路是相邻城市之间或城市群内专门开行城际列车、运输城际旅客的铁路，它的服务半径在 80~300 km，是服务于都市圈和城市群的快速、便捷、高密度客运专线铁路；而干线铁路指国铁干线，是铁路系统的大动脉，服务半径大于 300 km，连接着全国各大城市 and 城市群。现已有多部国家级、团体级技术标准颁布，现有文献也针对此进行了较为全面地梳理，但仍存在标准不统一的问题。另外，由于对轨道交通“四网融合”的需求日益迫切，国家铁路局对各网络的标准也进行了修订。本文根据国家铁路局最新修订发布的《城市轨道交通工程项目规范》(GB 55033—2022)、《市域(郊)铁路设计规范》(TB 10624—2020)、《城际铁路设计规范》(TB 10623—2014)和《铁路线路设计规范》(TB 10098—2017)等文件整理了轨道交通“四网”特征，具体情况如表 1 所示。

表 1 轨道交通“四网”特征

Table 1 Characteristics of the “four networks” of rail transit

特征	城轨交通	市域(郊)铁路	城际铁路	干线铁路	
				高速铁路	客货共线铁路
设计速度/(km/h)	80~100	100~160	120; 160; 200	250; 300; 350	80; 100; 120; 160; 200
平均站间距/km	1~2	3~5	5~20	30~60	单线不宜小于 8 km, 双线不宜小于 15 km
运营速度/(km/h)	20~40	50~120	120~200		>200
线路长度/km	<50	50~100	100~300		>300
铺设方式	地下线为主	地面或高架为主	地面或高架为主		地面或高架为主
供电制式	直流为主	交流或直流等供电制式, 当设计速度 140 km/h 及以上时, 宜采用交流牵引供电制式	牵引供电宜采用带回流线的直接供电方式		交流
管理主体	城市政府	城市政府	国家铁路部门		国家铁路部门
服务对象	主城区通勤	都市圈/市域内通勤	商务、旅游		商务、旅游、务工、探亲
公交化水平	高	较高	较低		低

1.1.2 我国轨道交通“四网”发展不足之处

具备“四网”的四个层级仅能达到多层次轨道交通划分的基本要求，多层次轨道交通划分更深层次的要求在于确保“四网”协同高效，其层级结构相对于客流结构均衡发展，进而构建出能匹配客流需求的有机轨道交通体系，实现都市圈轨道交通供求均衡。

潘昭宇^[16]全面总结了我国都市圈轨道交通规划建设的发展历程：20 世纪 80 年代至 20 世纪末，市郊铁路运量逐步萎缩，并逐步退出历史舞台；21 世纪初至 2019 年，城市轨道建设起步，并逐渐关注都市圈轨道交通规划，并重新提出了市郊铁路的规划布局模式；

2019 年至今，都市圈轨道交通规划由先前侧重于自身线路规划及技术标准转变为聚焦于多网融合、多层次轨道交通协同。由历史进程可以看出，我国多层次轨道交通划分的协同高效意识萌芽较晚，并且中间层次的市域(郊)铁路和城际铁路发展相对滞后，难以应对快速增长的中短距离客流，存在较为明显的结构性短板^[17]。

1.2 多层次轨道交通融合

划分多层次轨道交通后，如果各层级轨道交通相互独立、缺少联动联通，将导致乘客进行跨线旅行时需要经过复杂的换站、换乘、安检、候车等程序，在非旅行环节花费大量时间精力，使得都市圈内人员流

动的效率大大降低，不利于实现都市圈在空间范围上的扩大和产业布局的调整以及各区域分工协同发展。因此，只有在多层次轨道交通划分的基础上促进多层次轨道交通融合，才能避免都市圈的整体性发展受到约束。

1.2.1 文献回顾

事实上，国外针对多层次轨道交通融合方式早有探索。国内在 2019 年以前，伴随着多层次轨道交通融合意识逐渐萌芽，也有相关探讨。

基础设施方面。设施融合被认为是狭义的轨道交通融合发展中最主要关注的层面，通过硬件设施融合能够打破制式壁垒，是实现跨制式融合的前提条件^[18]。现有基础设施融合经验包括制式融合、既有轨道利用、枢纽融合 3 方面。制式融合方面：潘昭宇等^[19]提出多层次轨道交通在规划层面应确保不同层级轨道线路的设施兼容、互联互通；张嘉敏等^[20]提出需推动各种制式轨道交通设备系统之间的互联互通，将不同系统的功能、接口标准化。既有轨道利用方面：PRIEMUS 等^[21]通过研究荷兰城市轨道交通线路得出利用既有铁路发展是提高铁路客运站换乘效率和促进城市公共交通一体化的重要途径；胡康琼^[14]根据上海金山铁路经验，得出通过优化运输组织和补强既有铁路等方式，可以充分挖掘和释放既有运能。枢纽融合方面：孙宝^[15]以无锡硕放机场枢纽布局为例，提出通过在硕放机场枢纽引入市域(郊)铁路、城市轨道，对有条件的线路设立接轨站，可实现枢纽体系从“两级”向“多心”“单一功能”向“复合功能”的转变。

运营组织与服务方面。陈青云等^[22]提出目前国内城市间轨道交通应采取一票制换乘，其中票价补贴、票卡互通、ITP 互通、清分系统互联等是具体应用要考虑的要素。GUO 等^[23]学者认为由于乘客通常需要多次换乘才能到达目的地，因此换乘站的火车时刻表同步

非常重要，需要运营商进行格外关注。YANG 等^[24]提出减少换乘次数和提高运营速度是提高城市铁路运输系统竞争力的关键因素，而运营跨线列车在减少乘客的换乘次数和车内时间方面具有优势。同时，任艾等^[25]通过构建双目标非线性整数规划模型，验证了贯通运营模式能够降低企业的总运营成本，并且通过结合快慢车模式还能进一步降低列车停站成本及跨线客流出行时间。而为实现贯通运营：徐成永等^[26]针对北京一号线和八通线直通需求强、换乘压力大和出行体验差等问题，提出了相应的改造技术标准、改造方案和工程实施方案；王菁菁等^[27]则考虑到乘客有限理性，构建混合出行选择模型和多制式轨道交通客流分配模型，为实现不同制式轨道交通贯通一体化运营奠定了基础。

管理体制机制方面。不同制式轨道交通管理主体不同，其中城际铁路与高速铁路管理主体为国家铁路部门，城市轨道交通与市域(郊)铁路管理主体为城市政府。对于管理体制机制制约“四网融合”的问题，陈丽^[28]提出可鼓励运营主体多元化发展，有条件的线路探索网运分离、所有权与经营权分离等模式。杨永平等^[29]针对我国铁路发展机制提出统筹体制机制的多方面政策建议，包括规划审批机制、跨地区及跨行业协调机制、行业管理机制、投融资机制等。也有相关文献提出随着都市圈半径扩大，应将都市圈周边铁路等事业管理逐步转移给地方政府，从而实现交通服务都市圈的目标。

1.2.2 融合路径

“四网融合”是在吸取国内外多层次轨道交通融合理论和实践经验基础上进一步地深化和创新，其所代表的多层次轨道交通融合思想在实施路径视角下包含规划建设融合、运营服务融合、管理体制机制融合三重含义，如表 2 所示。在规划建设方面，主要是多制式

表 2 轨道交通“四网”融合路径

Table 2 Integration path of the “four networks” of rail transit

视角	融合目标	评价指标	细分融合
规划建设融合	布局合理、互联互通，兼容兼备	各制式轨道交通运营里程、各制式轨道交通线网密度、与都市圈的协调性、线网连通度、综合枢纽数、直通线路数、功能兼顾线路数等	枢纽融合：不同层次网络设立同一换乘枢纽；站台融合是更高级的枢纽融合，可实现同台换乘 线路融合：不同制式交通车辆可在同一线路运营，即跨线运营 城站融合：轨道交通网络与城市空间协同
运营服务融合	降低出行成本，提高出行效率	运行快捷度、运行密集度、运能匹配度、接驳时间衔接度、换乘便捷度、票制票价一体化、信息共享程度等	安检融合：安检互信 票务融合：票制互通 时间表融合：发车时间、换乘时间等匹配
管理体制机制融合	提高一体化发展统筹性，并实现不同投资主体之间利益融合	上层组织机构效能、政策力度、规划力度、合作交流机制完善度、利益平衡机制完善度等	路地融合：铁路方同地方政府合作 组织融合：管理部门融合 会计融合：不同机构财务、账目、投资等融合 制度融合：多部门合作制度或规划建设制度等融合

轨道交通之间的不同台换乘、同台换乘向跨线运营发展,并兼顾轨道交通网络与城市空间的协同;在运营服务方面,是安检、票务和时间表的融合;在管理机制方面,是从一事一议到从上至下统筹组织,再到市场化自觉融合。规划建设融合和管理体制机制融合是根基,运营服务融合是生命线,处理好三者之间的关系,促进上下联动,实现有效组织,提升轨道交通网络的发展质量。同时,信息融合与技术标准融合应贯穿各条实施路径,最终达成多层次轨道交通的时间融合、空间融合和功能融合。

1.2.3 融合阶段

根据多层次轨道交通融合的发展程度,又可将“四网融合”水平分为4个阶段。目前我国“四网融合”水平处于1.5阶段。

1.0阶段,线网接驳、换乘、安检等融合。此阶段需要枢纽融合,在同一车站或者临近车站进行不同轨道交通的接驳换乘,安检也可以根据实际情况进行互认。该阶段的一个成熟标志是同台、同平面换乘城轨与铁路,票制方面能够实现“一票到底”的清分核算。

2.0阶段,直通运营、互联互通服务运输融合。主要是需要基础设施、信号、轨道、车辆等技术标准一致或者兼容,运营上能够跨制式的贯通,调度、票制票价一体化。此阶段包括临近两种轨道制式的“功能性”融合,可以彼此兼容或者专门提供为对方的服务。长株潭城际轨道同时发挥城际、市域快线和地铁的功能,类似的线路在我国目前越来越多。

3.0阶段,管理体制机制的融合。成熟的都市圈多层轨道交通管理机构的融合。社会第三方组织参与。法规和政策形成顶层、中层、基层制度并可以执行。

4.0阶段,全域在意识和执行上对都市圈内的四网轨道交通出行和管理达到深度融合,消除“四网”区分的概念。相关基础产业链融合、全生命周期发展融合,实现人民追求美好出行的目标。

1.3 小结

“四网”在我国都市圈中分别承担着不同的功能定位。然而,在“四网融合”理念提出之前,由于管理主体不同等原因,各层次轨道交通网络在运营组织、行车计划、服务水平方面均缺乏协同,交通整体运输效率和服务质量亟待提升^[30],因此,“四网融合”的目标正是通过促进“一套体系、一网运营、一票通行、一站安检”式的多层次轨道交通融合,进而充分发挥轨道交通四网各自的定位功能,实现区域协同发展。

2 国内融合案例

2.1 枢纽融合——成都犀浦同台换乘

成都犀浦站于2017年启用了全国首例地铁(2号线)、动车(成灌快铁)同台换乘通道。同台换乘开通前,乘客换乘需历经地铁出站、铁路进站、铁路安检等复杂流程才能换乘动车,耗时15 min左右。而实行同台交互换乘后,乘客换乘时间可压缩至3 min以内。犀浦站同台换乘示意如图2所示。在站台布局方面,地面二层站台为双岛式站台,成灌快铁位于双岛站台外侧,分别开往都江堰、彭州方向和成都方向,地铁位于双岛站台内侧,分别开往犀浦方向和龙泉驿方向,快铁站台与地铁站台之间用隔板隔开。乘客从2号线换乘快铁时,在下车后需要先从地铁闸机出站,向前步行经过快铁安检,再沿反方向步行通过快铁闸机检票进站。乘客从快铁换乘2号线时,在下车后,需要先快铁检票出站,再通过闸机刷卡或刷码进入地铁站。随后,乘客可乘坐扶梯下行出站换乘6号线或同台换乘2号线,无需再次安检。

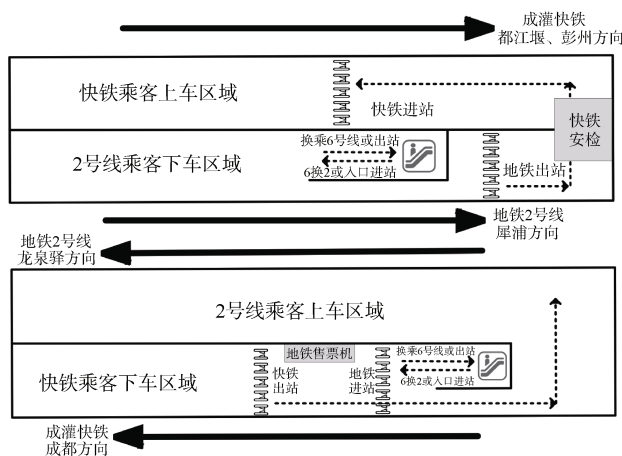


图2 犀浦站同台换乘示意

Figure 2 Schematic diagram of cross-platform transfer at Xipu Station

犀浦站在安检互信和票务一体方面还未完全打通,但在全国范围内仍然具有重大突破性意义。

2.2 线路融合——重庆江跳线与地铁5号线跨线运营

重庆市江跳线是国内首条商用双流制市域(郊)铁路,也是首条与城市轨道交通实现贯通运营的市域(郊)铁路,其运营模式标志着乘客换乘方式由传统的“人换乘”向“车换线”模式的升级。

江跳线的起点站为圣泉寺站,终点站为跳磴站。

而重庆轨道交通5号线的起点为跳磴站,与江跳线的终点站相同,终点为跃港北路站。江跳线分贯通列车和普通列车,乘客乘坐贯通列车时,无需在跳磴站换乘,可直达轨道交通5号线华岩中心站至石桥铺站的各个站点。但若乘坐普通列车,则需在跳磴站进行换乘。由于市域(郊)铁路与城市轨道交通通常隶属不同运营主体,且列车供电模式存在差异,跨线路运行在传统模式下难以实现。然而,江跳线通过交流与直流电无缝转换技术,与地铁的信号、供电制式和限界标准兼容,实现与地铁5号线跨线运营。

3 四网融合存在的问题

3.1 “四网”网络结构担当不合理

我国市域(郊)铁路和区域快线短板突出,本应由其承担的30~80 km圈层的出行职能,现在更多地由地铁和城际高铁代为履行担当。而地铁和城际高铁的技术特征决定了它们在该圈层范围并非性价比最高的模式,导致了轨道交通网络结构供需失衡和规模不经济。大规模需求端不能提高乘客通达速度,增加了出行时间,降低了出行效率;而供给端也带来高造价与源源不断的财政支出和补贴压力,隐藏着长期不可持续的风险^[31]。因此,单一化、均质化的轨道交通模式已无法解决都市圈交通整体效率低和城市可持续发展问题。

3.2 “四网”协同规划建设滞后

首先,我国轨道交通枢纽集散功能不足。这与目前我国轨道交通在规划时网络及站场资源兼容兼备程度不足有关,也与我国城市规划与交通规划不同步进行有关。另外,我国地铁属于城市轨道交通,由地方政府管辖,由上级单位住建部门审批;而市域(郊)铁路与区域快线大多由国家发展改革委审批和国家铁路管理部门管辖,二者资源无法共通。例如北京市目前只有西直门站提供能够换乘两种制式的5条轨道交通线路,其中3条属于城市管理的地铁线路,2条属于铁路运营管理的市域(郊)铁路和城际高铁线路。城市管理的线路与铁路管理的线路换乘需要的时间超过10 min。

其次,我国轨道交通目前跨市域快线不足,其节点、联络线组织也较为缺乏。例如京津冀目前的跨市域快线只经过廊坊,而周边人口较多的固安、涿州东等重要节点城镇的区块线组织不足,只能依赖城际高铁和既有普铁开行。

3.3 “四网”协同运营服务水平不足

首先,不同层级安检标准不统一,导致乘客需要经历二次安检,增加了安检成本;其次,票制一体化尚未实现,并且缺乏统一的票务管理制度,导致通勤人员满意度低^[32]。交通优惠连续票制力度也不够,如国外很多城市接驳城际列车和地铁几乎都免费,但我国基本都收费,且我国城市交通一日票基本不包含市域(郊)铁路出行;另外,城市外部交通与市内交通的时刻表匹配失衡,经常出现早班或者末班城际高铁到站后无公交接驳,乘客需要到达一个车站后咨询或者较长时间等待另一个单独的交通系统。

3.4 “四网”协同体制机制不完善

轨道交通分制式的运营管理协作不够。不同层级轨网运输管理主导机构一般根据服务区域和服务方式划分。城际高速铁路主要由国铁公司来运营组织;区域快线一般由国铁或者区域性地方轨道公司运营;市域(郊)铁路通常由区域性地方轨道公司和城市交通管理部门运营;城市轨道(地铁)交通由地方交通部门运营。前三种轨道模式地方政府基本无从参与,导致市郊列车开行效果差,出现“有需求没能力”和“有能力没需求”的尴尬局面。

路地合作机制仍需完善,共赢模式有待通过实践不断明朗、细化和稳定^[33]。一是解决既有国铁资产作价问题;二是委托运输费计算的科学合理问题,究竟该按照机会成本(损失),还是按照可避免成本计算委托费用是一个需要专门研究的问题;三是提升市域(郊)铁路服务竞争力与成本补偿的问题;四是需要进一步提升双方的互信度问题。

4 对策研究

4.1 “四网”轨道交通服务分界

确立中间圈层轨道交通有效服务理念。30~80 km,是都市圈轨道运输组织的短板环节,解决这个圈层的主要交通瓶颈是发展以“市域(郊)铁路+区域快线”为主,地铁与城际高铁功能服务为辅的运营供给方式。一是“市域(郊)铁路+区域快线”的模式需要攻坚克难,能利旧的尽量利旧,在铁路通道能力资源确实不足的廊道上考虑增加高架和多复线市域(郊)铁路与区域线路。二是充分利用城际高铁线网的后发优势,在优化组织方面突出轨网服务特色,在具有能力富余的情况下,开行低成本的小交路通勤城际高铁班列,地铁也要在此圈层发展大站快线的模式并保证接驳换乘的连

续性和高效率。

4.2 规划建设融合

积极推进既有线路与新建线路的融合发展。对于既有线路,主要通过换乘改造提升其融合程度,视线路条件,在邻近车站增建换乘廊道。对于新建线路,根据客流需求,考虑市域(郊)铁路与城市轨道交通之间的跨线运营。在市域(郊)铁路与城市轨道交通整体规划时,组织业内专家学者和社会民众参与跨线运营论证,针对具备需求和实施条件的线路,预留好跨线条件,包括:①统一技术标准,为符合地铁制式与铁路制式跨线运营提供技术条件;②增加联络线、复线、多复线、支线、配线、越行线等,为跨线运营实现灵活运营组织创造条件。然而值得注意的是,直通运输也需要分层次,功能存在临近兼容的可以直通运输,但应尽量避免跨越式的直通运输,例如,高铁和市域(郊)铁路不宜直通,但城际铁路和市域(郊)铁路可直通,同样地铁与市域(郊)铁路可以直通。

4.3 运营服务融合

票务融合方面,首先要解决中国国家铁路集团有限公司范围内铁路与全国城市轨道交通之间的票务清算问题,可考虑围绕城际、市域(郊)铁路与地铁建立统一的城市服务结算体系。其次,铁路客票系统在售票、验票、检票等全过程采取了实名制方式,该方式可以向下兼容到城市轨道交通,以保证票、证、人合一的一致性数据和信息关联。最后要通过席位管理,在运力紧张通道和线路上让旅客对号入座并增加部分自由席,并控制车厢承运人数和列车最大输送人数^[27],能力不紧张的通道可以考虑不对号入座。在安检互认方面,全国铁路系统与城轨系统应商讨一致的国家轨道交通安检标准。时间表融合方面,已有学者在优化列车时刻表方面进行了大量理论研究。学界主要以列车出发时间为变量,采用最优化模型确定列车开通时刻的最佳方案,可以作为时刻表融合的理论依据^[34-38]。

4.4 管理体制机制融合

推动形成央、地、路“三位一体”协同治理体系。①建议中央从国家和都市圈层面设立运输政策审议会和专项基金,构建中央、都市圈和国铁“三位一体”的交通事权和财权协同管理机制,未来可进行一定的交通领域分税制改革来推动路市合作,强化中央政府对地方市域(郊)铁路的管理和支持力度;②建议在国铁集团或者地方路局集团公司成立市域(郊)铁路事业部,负责具体对接路市合作事宜,协同地方和铁路部

门成立都市圈常设性交通一体化管理协调机构,负责具体执行市域(郊)铁路等“四网融合”的相关投融资工作;③借鉴日本当初国铁改革为都市圈服务过程中设立铁道建设工团(参考《日本铁道建设公团(JRTT)事业法》,1964年)的经验,建议设立我国公益铁路投资建设集团,代表中央行使对包含市域(郊)铁路在内的公益性铁路规划、投融资、建设运营补贴职责;④建议国家在《中华人民共和国铁路法(修订草案)》中明确铁路服务城市的必要责任,并加强对国铁资产使用效率的绩效评价等内容。

着力研究“四网”管理的利益协调与融合机制,适时成立独立自主的都市圈铁路运营主体。短期来看,“四网融合”初期阶段仍然需要委托铁路部门。但在委托过程中要提升路地合作效率,着力研究对铁路利益反哺的机制建设,采取更多投融资合作开发沿线土地资源,比如联合开发TOD等方式^[39],将城市更新与铁路沿线结合,让铁路部门有所获得的同时,在运营机制上实现合作捆绑、收益共享。中长期来看,建议成立都市圈范围内的区域轨道运营管理公司,争取以地方运营管理为主,行业管理为辅。

5 结论

轨道交通四网融合即城市轨道交通、市域(郊)铁路、城际铁路和干线铁路的融合发展,现已成为推动铁路改革、实现区域一体化、服务交通强国建设、支撑新型城镇化高质量发展的重要驱动力和突破重点。本文针对现有文献缺乏对“四网融合”理论层面,特别是“四网融合”内涵上的系统性梳理的问题进行了深入分析,得出如下结论:

1) 四网融合内涵主要包括多层次轨道交通划分和多层次轨道交通融合。多层次轨道交通划分的深层次要求为确保“四网”协同高效,其层级结构要有利于客流结构均衡发展的需求;多层次轨道交通融合发展的重点根据实施路径可细分为规划建设融合、运营服务融合和管理体制机制融合,进而实现时间融合、空间融合和功能融合;

2) 审视当前我国在推进“四网融合”过程中所面临的挑战,具体包括“四网”网络结构担当不合理、“四网”协同规划建设滞后、“四网”协同运营服务水平不足和“四网”协同体制机制不完善,并从“四网”轨道交通服务分界、规划建设融合、运营服务融合和管理体制机制融合4个方面提出针对性策略。

未来的“四网融合”研究可以朝着以下几个方向

拓展:首先,推动多维度综合性融合,即在规划建设、运营服务、管理体制等多个层面实现协同发展。其次,探索静态一致性融合与动态稳定性融合的可行方案。此外,跨越式的制式功能替代融合也是一个重要研究方向,其涉及如何通过创新技术实现不同轨道交通制式的互通互联。最后,利用组合赋权、聚类算法等方法,进一步优化“四网融合”的决策支持和资源配置,推动融合过程中各要素的协同效应最大化。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国务院. 国家新型城镇化规划(2014-2020年)[EB/OL]. (2014-03-16)[2025-01-07]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2014/content_2644805.htm.
- [2] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 国家发展改革委员会关于培育发展现代化都市圈的指导意见(发改规划[2019]328号)[EB/OL]. (2019-02-21)[2025-01-07]. https://www.gov.cn/xinwen/2019-02/21/content_5367465.htm.
- [3] 刘涛, 刘嘉杰, 曹广忠. 都市圈的概念内涵、演化机制与政策意义[J]. 城市发展研究, 2024, 31(3): 1-8.
LIU Tao, LIU Jiajie, CAO Guangzhong. Metropolitan area: concept, evolutionary mechanism and policy discussion[J]. Urban development studies, 2024, 31(3): 1-8.
- [4] 张宇, 林玉红. 都市圈轨道交通“四网融合”发展策略研究[J]. 铁道经济研究, 2022(4): 1-5.
ZHANG Yu, LIN Yuhong. Research on the development strategy of “four networks integration” of different urban rail transits[J]. Railway economics research, 2022(4): 1-5.
- [5] 陈卫, 王若丞. 高铁对中国城镇化发展的影响[J]. 人口研究, 2020, 44(3): 85-101.
CHEN Wei, WANG Ruocheng. The high-speed railway as a driving force of urbanization in China[J]. Population research, 2020, 44(3): 85-101.
- [6] 中华人民共和国国务院. 交通强国建设纲要[EB/OL]. (2019-09-19)[2025-01-07]. https://www.gov.cn/zhengce/2019-09/19/content_5431432.htm.
- [7] 中华人民共和国国务院. 国家综合立体交通网规划纲要[EB/OL]. (2021-02-24)[2025-01-07]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5593440.htm.
- [8] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要[EB/OL]. (2021-03-13)[2025-01-07]. https://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm.
- [9] 蔡润林, 何兆阳, 杨敏明. 轨道交通四网融合的发展需求、内涵和路径: 以长三角城市群为例[J]. 城市交通, 2022, 20(5): 13-22.
CAI Runlin, HE Zhaoyang, YANG Minming. Development demand, connotation and path of four-network integration of rail transit: a case study of Yangtze River Delta City cluster[J]. Urban transport of China, 2022, 20(5): 13-22.
- [10] 陈旭. 面向四网融合的大型铁路枢纽规划重点问题探讨[J]. 铁道运输与经济, 2024, 46(4): 68-74.
CHEN Xu. Discussion on key issues of large-scale railway hub planning for four networks integration[J]. Railway transport and economy, 2024, 46(4): 68-74.
- [11] 陈旭. 新时代都市圈市域铁路网规划研究[J]. 综合运
- 输, 2023, 45(2): 55-59.
CHEN Xu. Suburban railway network planning of metropolitan area in the new era[J]. China transportation review, 2023, 45(2): 55-59.
- [12] 于鑫, 张凌云. 北京市轨道交通与铁路四网融合发展研究[J]. 现代城市轨道交通, 2021(1): 1-6.
YU Xin, ZHANG Lingyun. Research on four-network integration of rail transit and railway in Beijing[J]. Modern urban transit, 2021(1): 1-6.
- [13] 王晨, 蔡润林. 长三角一体化下苏州四网融合策略与实施探索[J]. 城市交通, 2022, 20(5): 41-48.
WANG Chen, CAI Runlin. Rail transit four-network consolidation under the integration of the Yangtze River Delta: strategies and implementation in Suzhou[J]. Urban transport of China, 2022, 20(5): 41-48.
- [14] 胡康琼. 基于长三角一体化的上海轨道交通融合发展策略[J]. 城市轨道交通研究, 2024, 27(1): 6-10.
HU Kangqiong. Shanghai rail transit integration development strategy based on Yangtze River Delta integration[J]. Urban mass transit, 2024, 27(1): 6-10.
- [15] 孙宝. “四网融合”理念下无锡市域(郊)铁路规划研究[J]. 铁道运输与经济, 2024, 46(5): 183-191.
SUN Bao. Research on the urban (suburban) railway planning of Wuxi under the concept of “four networks integration”[J]. Railway transport and economy, 2024, 46(5): 183-191.
- [16] 潘昭宇. 都市圈轨道交通网络规划研究综述及展望[J]. 铁道运输与经济, 2024, 46(10): 61-72.
PAN Zhaoyu. Overview and prospect of urban rail transit network planning research[J]. Railway transport and economy, 2024, 46(10): 61-72.
- [17] 蔡润林. 四网融合: 新趋势、新导向、新机制[J]. 城市交通, 2022, 20(5): 11-12.
CAI Runlin. Rail transit four-network integration: new trends, new orientations and new mechanisms[J]. Urban transport of China, 2022, 20(5): 11-12.
- [18] 郭婷. 我国都市圈轨道交通“四网融合”发展程度评价研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2022.
GUO Ting. Research on the evaluation of the development degree of “four networks integration” of urban rail transit in China[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2022.
- [19] 潘昭宇, 唐怀海, 王亚洁, 等. 加快构建都市圈多层次轨道交通体系[J]. 宏观经济管理, 2020(11): 33-38.
PAN Zhaoyu, TANG Huaihai, WANG Yajie, et al. Speed up to establish a multi-tier rail transit system in metropolitan areas[J]. Macroeconomic management, 2020(11): 33-38.
- [20] 张嘉敏, 张嘉锐. 轨道交通系统四网融合规划与运营策略研究[J]. 铁道运营技术, 2022, 28(2): 47-50.
ZHANG Jiamin, ZHANG Jiarui. Research on the planning and operation strategy of rail transit system of four-network integration[J]. Railway operation technology, 2022, 28(2): 47-50.
- [21] PRIEMUS H, KONINGS R. Public transport in urbanised regions: the missing pursuit of the economic of cities link in the vitality[J]. Planning practice & research, 2000, 15(3): 233-245.
- [22] 陈青云, 顾洋, 李海博. 跨市域轨道交通一票制换乘应用探析[J]. 铁道运输与经济, 2020, 42(11): 12-16.
CHEN Qingyun, GU Yang, LI Haibo. A tentative study on application of one-ticket transfer in cross-city rail transit[J].

- Railway transport and economy, 2020, 42(11): 12-16.
- [23] GUO Xin, WU Jianjun, SUN Huijun, et al. Scheduling synchronization in urban rail transit networks: Trade-offs between transfer passenger and last train operation[J]. Transportation research part A: policy and practice, 2020, 138: 463-490.
- [24] YANG Anan, WANG Bo, HUANG Jianling, et al. Service replanning in urban rail transit networks: Cross-line express trains for reducing the number of passenger transfers and travel time[J]. Transportation research part C: emerging technologies, 2020, 115: 102629.
- [25] 任艾, 孟令云, 王义惠, 等. 面向客流的市域与城轨贯通运营下快慢车开行方案优化[J]. 北京交通大学学报, 2024, 48(4): 153-163.
- REN Ai, MENG Lingyun, WANG Yihui, et al. Optimization of express/slow train operations in integrated suburban and urban rail systems based on passenger demand[J]. Journal of Beijing Jiaotong University, 2024, 48(4): 153-163.
- [26] 徐成永, 李天石, 张小伟. 市区线与郊区线贯通运营实践与思考: 以北京地铁1号线与八通线为例[J]. 都市快轨交通, 2023, 36(4): 136-145.
- XU Chengyong, LI Tianshi, ZHANG Xiaowei. Pass-through operation implementation plan for urban and suburban metros: practice and thoughts from Beijing metro line 1 and batong line[J]. Urban rapid rail transit, 2023, 36(4): 136-145.
- [27] 王菁菁, 彭其渊. 考虑有限理性的多制式轨道交通客流分配研究[J]. 铁道运输与经济, 2024, 46(12): 216-226.
- WANG Jingjing, PENG Qiyuan. Passenger flow assignment of multi-system rail transit considering bounded rationality[J]. Railway transport and economy, 2024, 46(12): 216-226.
- [28] 陈丽. 轨道交通四网融合探讨[J]. 铁道工程学报, 2022, 39(6): 1-3.
- CHEN Li. Discussion on the four networks integration of rail transit[J]. Journal of railway engineering society, 2022, 39(6): 1-3.
- [29] 杨永平, 赵东, 边颜东, 等. 中国区域轨道交通发展的宏观政策思考[J]. 城市交通, 2017, 15(1): 7-11.
- YANG Yongping, ZHAO Dong, BIAN Yandong, et al. Macropolicy of regional rail transit development in China[J]. Urban transport of China, 2017, 15(1): 7-11.
- [30] 王涛, 王伟, 谢红太. 四网融合下城市群城际铁路一体化运营标准体系研究[J]. 铁道标准设计, 2024, 68(7): 19-25.
- WANG Tao, WANG Wei, XIE Hongtai. Research on the integrated operation standard system of intercity railway in urban agglomeration under the integration of four railway networks[J]. Railway standard design, 2024, 68(7): 19-25.
- [31] 王超, 王文杉, 武剑红, 等. 北京市利用国铁资源发展都市圈市郊铁路构想研究[J]. 铁道运输与经济, 2020, 42(5): 92-96.
- WANG Chao, WANG Wenshan, WU Jianhong, et al. A concept of developing metropolitan suburban railway using national railway tracks in Beijing[J]. Railway transport and economy, 2020, 42(5): 92-96.
- [32] 王超, 苏琪, 唐锐, 等. 首都都市圈高速铁路通勤服务满意度评价及对策[J]. 中国铁路, 2024(3): 78-86.
- WANG Chao, SU Qi, TANG Rui, et al. Satisfaction evaluation and countermeasures for high speed railway commuter service in capital metropolitan area[J]. China railway, 2024(3): 78-86.
- [33] 王超, 郭婷, 武剑红, 等. 北京市发展市郊铁路双环线构想研究[J]. 铁道运输与经济, 2021, 43(6): 74-79.
- WANG Chao, GUO Ting, WU Jianhong, et al. Conception of developing suburban double loop lines in Beijing[J]. Railway transport and economy, 2021, 43(6): 74-79.
- [34] 杨立兴, 田小鹏, 周厚盛. 城市轨道交通列车时刻表和车底运用计划研究进展与综述[J]. 兰州交通大学学报, 2024, 43(6): 1-14.
- YANG Lixing, TIAN Xiaopeng, ZHOU Housheng. Review on train timetabling and rolling stock circulation planning problems for urban rail transit systems[J]. Journal of Lanzhou Jiaotong University, 2024, 43(6): 1-14.
- [35] 梁辉, 景云, 孙国锋, 等. 考虑过轨运营模式的市域铁路时刻表优化研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2024, 24(6): 126-134.
- LIANG Hui, JING Yun, SUN Guofeng, et al. Suburban railway timetable optimization based on through operation mode[J]. Journal of transportation systems engineering and information technology, 2024, 24(6): 126-134.
- [36] 田小鹏, 牛惠民, 韩瑛. 面向需求的城际列车时刻表与停站方案同步优化[J]. 交通运输系统工程与信息, 2023, 23(2): 197-207.
- TIAN Xiaopeng, NIU Huimin, HAN Ying. Collaborative optimization of demand-oriented train timetabling and stop planning for intercity railways[J]. Journal of transportation systems engineering and information technology, 2023, 23(2): 197-207.
- [37] 卢亚茜, 杨立兴, 孟凡婷, 等. 城轨线路列车时刻表与车站客流控制协同优化方法[J]. 交通运输系统工程与信息, 2021, 21(6): 195-202.
- LU Yahan, YANG Lixing, MENG Fanting, et al. Collaborative optimization of train timetable and passenger flow control strategy for urban rail transit[J]. Journal of transportation systems engineering and information technology, 2021, 21(6): 195-202.
- [38] 孙会君, 代佩伶, 郭欣. 考虑换乘异质性的城市轨道交通时刻表协同优化模型[J]. 交通运输系统工程与信息, 2022, 22(5): 125-134.
- SUN Huijun, DAI Peiling, GUO Xin. Train timetable collaborative optimization model considering transfer heterogeneity for urban rail transit system[J]. Journal of transportation systems engineering and information technology, 2022, 22(5): 125-134.
- [39] 武剑红, 王璞玉, 王超, 等. 国铁参与市域(郊)铁路发展的机遇与路地合作机制创新[J]. 铁道运输与经济, 2016, 38(10): 59-63.
- WU Jianhong, WANG Puyu, WANG Chao, et al. The opportunity and cooperation mechanism between the national railways and the local governments in the development of the suburban railways in China[J]. Railway transport and economy, 2016, 38(10): 59-63.

(编辑: 王艳菊)