

轨道交通四网融合规划关键问题

刘 勇

(长沙市规划勘测设计研究院, 410001, 长沙)

摘 要 [目的]推动轨道交通四网融合发展是我国推进以都市圈为主要空间载体的新型城镇化的迫切需求,因此有必要研究轨道交通四网融合规划关键问题。[方法]基于轨道交通技术经济属性和四网融合核心目标,提出四网融合规划的概念;在系统梳理都市圈范围界定的基础上,从轨道交通的维度明确了四网融合规划的范围;根据各层次轨道交通的功能目标和客流需求特征,明确了四网融合的主要形式;从网络、线路、节点三个层面结合实际案例提出四网融合的基本方法和技术要点。[结果及结论]轨道交通四网融合规划是契合城市及交通发展阶段所做的科学的建设实施安排。四网融合规划的范围是都市圈范围内建成区连片开发,且交往联系相互渗透的核心区域,一般是都市圈中心城市半径30~40 km的空间尺度。四网融合的形式主要有互补融合和代偿融合两种类型。对于融合技术方法,网络层面以功能为导向,线路层面以通道为重点,节点层面以枢纽为抓手。

关键词 轨道交通;四网融合规划;融合对象及方法

中图分类号 F572

DOI:10.16037/j.1007-869x.2024.12.002

Key Issues in Rail Transit Four-network Integration Planning

LIU Yong

(Changsha Planning & Design Survey Research Institute, 410001, Changsha, China)

Abstract [Objective] Advancing urban rail transit four networks (mainline railways, intercity railways, suburban railways, and urban rail transit) integration is an urgent need for China to promote new urbanization with metropolitan areas as the main spatial carrier. Therefore, it is necessary to study the key issues in planning for the integration of four networks.

[Method] Based on the technological and economic attributes of urban rail transit and the core objectives of network integration, the concept of four-network integration planning is proposed. The scope of the integration planning is defined from the dimension of urban rail transit on the basis of a systematic metropolitan area scope sorting. The primary forms of four-network integration are clarified according to the functional means and passenger flow characteristics of various levels of urban rail transit. The basic methods and technical points for

four-network integration are presented at three levels: network, line, and node, with practical case studies. [Result & Conclusion] The planning for the four-network integration is a scientifically sound implementation arrangement aligned with the stages of urban and transport development. The scope of four-network integration planning typically covers contiguous developed areas within metropolitan regions, with core areas of mutual connectivity and permeability generally within a 30 to 40 km radius spatial coverage from metropolitan area central city. The main forms of four-network integration are complementary integration and compensatory integration. Regarding the integration techniques, the network levels focus on functionalities, the line levels emphasize corridors, and the node levels target hubs.

Key words rail transit; four-network integration planning (mainline railways, intercity railways, suburban railways, and urban rail transit); integration object and method

推动轨道交通一体化融合发展一直以来是学术界及轨道交通建设实践中的研究热点。从“多层次轨道”“轨道交通一体化”“轨道交通协同发展”到“轨道交通四网融合”的概念演变,也是学术研究和实践探索过程中结合时代发展需求逐步明晰的过程。2019年,发改规划[2019]328号《国家发展改革委关于培育发展现代化都市圈的指导意见》中,首次明确提出需推动四网融合发展。至此,轨道交通四网融合发展已上升为一种国家政策,包括长三角地区、成渝地区、长株潭都市圈、南京都市圈等相继编制了轨道交通四网融合的相关规划并得到了国家批复,部分省、市也将推动轨道交通四网融合建设纳入地方“十四五”重点项目清单,轨道交通融合发展经过了数十年的探索即将进入大规模建设实践阶段。

由于各个都市圈、城市的城建发展阶段不一致,轨道交通系统本身的建设阶段和发展重点也千差万别,导致对于多层次轨道交通融合发展的出发点和建设目标并不相同,“市域铁路城市轨道交通化”

“城际轨道市域化”的趋势又有兴起之势。在多层次轨道规划编制上,部分都市圈或城市将四网融合规划片面理解为将四个层次的轨道交通拼合规划,导致一个客流通道内在需求规模不大的背景下布局了功能重叠、走向大致相同的两种轨道交通形式,背离了融合规划“节约通道资源和工程投资,发挥网络综合效益”的初衷。

相较于业界的势头正盛,学术界对于推动轨道交通四网融合发展显得谨慎。文献[1-2]从构建多层次轨道交通体系的角度提出了“网络整合、枢纽衔接、运营一体、站城融合”等关键技术要点。文献[3]认为四网融合的内涵是集约化构建多层次、一体化的轨道交通网络,最大化消除全过程出行链中的各类障碍,同时也将四网融合工作细分为功能融合、枢纽融合、站城融合及运管融合四个方面。文献[4]提出了四网融合的公平性、连续性、集约性三大融合目标,并总结了都市圈核心城市及中小城市的不同融合策略。总体而言,对轨道交通四网融合的研究关键是明确融合发展的概念及目的,界定融合的范围和对象,提出融合的形式和方法。

基于此,本文针对上述四网融合的关键研究问题,结合我国相关规划实践,进一步明确了四网融合的概念内涵、研究主体对象和范围,提出了融合的主要形式和技术方法要点。本文研究可为相关研究和实践提供技术参考。

1 融合规划概念

四网融合概念的提出本质上是由于新型城镇化背景下,现阶段轨道交通的服务供给模式难以满足国土空间发展新阶段的交通需求,“供需结构上的失衡”是衍生四网融合的根本出发点。因此,四网融合的核心落脚点是如何更加高效便捷地提供轨道交通服务^[4],融合的最终目的是轨道交通出行服务的融合,其实现的途径是以融合设施为基础、功能融合为导向、运营融合为表征的一体化融合。

轨道交通作为一种高度集约化、大规模投资的交通方式,其技术经济特征注定了其从规划、建设到运营的各个环节需要将公众利益放在首位,其公益性要求四网融合规划要从乘客出行需求出发,围绕功能最优、投资最省、效益最大的核心目标,促使四个层次的轨道交通网络科学、有序地发展。融合的目的既不是简单的四网拼合,更不是相互取代,而是在准确把握各层次轨道交通系统特性、技

术要求的基础上,从系统整体效益最大化的角度出发,结合城市群和都市圈的城市及交通发展特征规律和未来趋势,为当下的发展提供经济、有效的轨道交通基础支撑,同时,为未来的发展趋势预留基础保障而进行的一种近远结合的、科学的规划安排。

四网融合规划有别于传统意义上的轨道交通网络规划,传统的线形基础设施规划重点是预控线路通道和大宗用地设施条件,在规划的导向上是“控大”。而四网融合规划侧重的是契合城市及交通发展阶段所做的科学的“建设实施安排”,规划的导向是“适合”。两种不同的规划导向在规划的价值目标和技术手段上存在差异。

2 融合规划范围及对象

2.1 融合规划范围

目前,学界和业界关于四网融合规划的范围基本达成一致,普遍认为都市圈是四网融合规划的主体研究范围^[2-3]。都市圈作为承载新型城镇化的主要空间载体,也是四个层次轨道交通相互交叉、融合的主要物理空间,但由于都市圈并未对应一个具象的行政区域范围或行政管理主体,只是作为一个区域一体化协同发展的物理空间概念,此外由于受到行政管理体制、城镇化发展阶段差异、主要通勤交通方式等影响,其本身范围的界定还尚待研究论证。根据中华人民共和国国家发展和改革委员会已批复的南京、西安、成都、福州及长株潭五个都市圈规划,都市圈空间规模达到 2 万 km² 以上,边界范围距离中心城市的半径约 80 km 以上,已超出了城市轨道交通和市域(郊)铁路的有效服务空间范畴。通过对不同层次轨道交通规划和建设技术指标的分析,可以有效地研判出四网融合规划的研究主体范围。

支撑轨道交通规划布局的前提是沿线或车站辐射区域内需满足一定绝对量级的有效服务人口岗位指标。通过对各层次轨道交通系统的功能目标、规划建设指标及技术标准的梳理,四网融合规划的核心研究范围是都市圈范围内城市建成区连片开发,社会、经济、文化交往联系相互渗透的核心区域,该区域内人口岗位密度和交通联系强度的绝对量满足多层次轨道规划建设标准要求(见表 1)。以 1 h 门到门通勤圈的服务圈层为界,融合规划核心区域一般是都市圈中心城市半径 30 ~ 40 km 的空

表 1 四网融合轨道交通规划技术标准

Tab. 1 Technical standards of rail transit four-network integration planning

轨道交通层次	功能定位	规划建设标准	设计速度/(km/h)	旅行速度/(km/h)	门到门 1 h 通勤圈距离/km	服务空间尺度
干线铁路	主要串联常住人口为 50 万人及以上的城市	高速铁路近期双向客流 $\geq 1\,500$ 万人次/年(高速铁路)	250 ~ 350 (高速铁路)	160 ~ 200	80 ~ 100	区域城市群、都市圈
			≤ 160 (普速铁路)	60 ~ 100	30 ~ 50	区域城市群、都市圈
城际铁路	主要串联常住人口为 20 万人及以上的城市	初期客流密度 $\geq 1\,500$ 万人次 \cdot km/(km \cdot 年) ^[5]	120 ~ 200	80 ~ 160	40 ~ 80	城市群、都市圈
市域(郊)铁路	主要串联常住人口 5 万人及以上的城镇组团、重要工业园区、旅游景点等	初期客流密度 ≥ 4.0 万人次 \cdot km/(km \cdot d)	100 ~ 160	45 ~ 75	35 ~ 60	都市圈、市域近郊、中心城区
		初期客流强度 ≥ 0.2 万次/(km \cdot d) ^[2]				
城市轨道交通	服务于市区常住人口为 150 万人(轻轨)或 300 万人(地铁)的建成区	轻轨初期客流强度 ≥ 0.4 万人次/(km \cdot d) 地铁初期客流强度 ≥ 0.7 万人次/(km \cdot d) 线路两侧 1 km 范围内的现状人口岗位密度 ≥ 1.2 万人次/km ²	70 ~ 120	30 ~ 60	20 ~ 45	中心城区、市域近郊

间尺度;融合规划的扩展研究范围为整个都市圈,一般为都市圈中心城市半径为 80 km 的空间尺度。例如,长株潭都市圈的轨道四网融合规划的核心研究范围在都市圈 40 km 的核心区域内。

2.2 融合规划对象

轨道交通四网融合的主体包括国家干线铁路、城际铁路、市域(郊)铁路和城市轨道交通四个层次的轨道交通系统。其中:国家干线铁路包括高速铁路和普速铁路;城际铁路是指主要服务于城市群内部商务、旅游、探亲客流为主的铁路,既可以是新建运行速度为 200 km/h 以下的客运专线,也可以是提速改造后承担城际功能的普速铁路;市域(郊)铁路是指以服务于都市圈和市域范围内的通勤、商务客流为主的轨道交通系统,既包括新建的市域(郊)轨道交通,也包括既有线改造后服务于市域通勤的普线铁路;城市轨道交通包括城市轨道交通快线和普线,在制式系统上涵盖钢轮钢轨地铁、中低速磁悬浮和跨座式单轨系统,但导轨式胶轮系统、电子导向胶轮系统及自动导向轨道系统等服务于区域或接驳的轨道交通系统不作为四网融合的重点,仅作为融合规划统筹考虑的对象。

不同融合范围内的交通服务主体存在不同之处,同时各层次轨道交通系统间的技术经济特性导致了其具有不同的经济适用范围。轨道交通四网

融合空间范围示意图如图 1 所示。由图 1 可知:在不同的融合范围内存在不同的融合对象主体。在城市群层面,融合的对象主体是国家干线铁路和城际铁路;在都市圈层面,融合的对象主体是城际铁路和市域(郊)铁路;在中心城市市域层面,融合的对象主体是市域(郊)铁路和城市轨道交通。

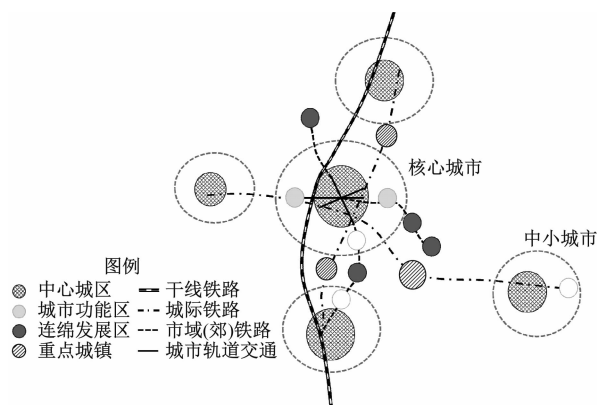


图 1 轨道交通四网融合空间范围示意图

Fig. 1 Spatial scale diagram of rail transit four-network integration

3 融合形式

四网融合的形式根据功能目标和客流需求特征可以分为代偿融合及互补融合两种基本形式^[6]。互补融合是指对于一个主要客流联系走廊,当城镇

化发展达到一定阶段或社会经济联系强度达到一定量级,针对多元化和差异性的交通需求,提供功能明确、层次清晰的轨道交通服务成为了提高轨道交通服务效率的必要举措,对于这类廊道上的轨道交通融合是多层次轨道交通间的互补融合,需重点研究通过轨道通道的分离和整合等方式合理安排各层次轨道交通线路布局和节点衔接要求。例如,粤港澳大湾区广深科技创新走廊内布局的广深铁路(设计速度为 200 km/h)、广深港高速铁路(设计速度为 350 km/h)、穗莞深城际铁路(设计速度 140 km/h)提供差异化的轨道交通服务,并规划深莞增城际、常平至龙华城际及深圳市域快线 6 号线、11 号线、13 号线、20 号线与东莞城市轨道交通衔接。通过不同层次的轨道交通布局,满足广深科技创新走廊内多样化的出行需求和精准化的轨道交通出行服务。广深科技创新走廊轨道交通布局示意图如图 2 所示。广深科技创新走廊轨道交通规划布局指标如表 2 所示。



图 2 广深科技创新走廊轨道交通布局示意图
Fig. 2 Layout diagram of Guangzhou-Shenzhen science and technology innovation corridor rail transit

表 2 广深科技创新走廊轨道交通规划布局指标

Tab. 2 Layout indexes of Guangzhou-Shenzhen Science and Technology Innovation Corridor rail transit planning

线路名称	线路起讫点	线路长度/km	车站设置/座	设计速度/(km/h)	服务定位
广深铁路	广州站—深圳站	147	7	200	城际客流为主
广深港高速铁路	广州南站—西九龙站	141	7	350	跨区域商务客流兼城际客流
穗莞深城际铁路	新塘南站—深圳机场站	76	15	140	城际、市域通勤客流

代偿融合是指对于客流走廊内城镇化发展尚未完全成熟、经济和交通联系的量级尚不足以支撑布局多条轨道交通线路,现阶段可以通过轨道层次间的功能代偿,减少走廊内轨道交通的布局通道,降低工程投资和运营客流风险。例如,长株潭都市圈内的长株潭城际铁路(设计速度为 200 km/h)承担了城际、市域(郊)及城市轨道交通快线的多重功能,通过运输组织优化来满足长株潭都市圈核心区内的商务、旅游、通勤等轨道交通服务需求。

互补融合和代偿融合是城市群或都市圈空间发展演变过程中两种不同的轨道交通系统发展应对策略。伴随着我国区域空间发展从独立发展、联动发展、协同发展到一体化发展的进阶过程,区域性轨道交通系统也存在“普速铁路-高速铁路-城际铁路-市域(郊)铁路”的网络叠加发展脉络,期间存在着各层次轨道交通系统“代偿融合-互补融合-代偿融合”的网络进化过程。从发展阶段来看,代偿融合是互补融合的中间状态,互补融合是区域空间

发展到成熟阶段后的轨道交通系统布局形态,二者相互演变的内在逻辑是精准化的轨道交通服务与轨道交通技术经济效益最大化间的动态平衡。

4 融合方法

4.1 网络层面——以功能为导向

不同层次轨道交通的功能定位和服务范围经过多年的发展探索在学术界、业界基本达成共识,所以网络层面的融合关键是解决不同层次轨道交通网络的相互关系。这种关系包括两个方面,一个是轨道交通物理实体的空间关系;另一个是轨道交通网络间的运输组织关系。运输组织关系建立在物理实体空间关系的基础上,同时也是物理实体空间关系在轨道交通服务体系中的具体表现形式。轨道交通网络层面的融合重点是在明确网络客流需求特征的基础上,从轨道交通供给服务效率的角度出发,提出轨道交通融合下的运输组织模式及相对应的互联互通和系统制式要求,建立客流需求特

征、运输组织模式、互联互通安排、系统制式要求的技术分析路线。

1) 客流需求特征。传统的轨道交通客流需求特征分析主要针对客流规模量级等宏观、中观指标,而四网融合下的客流分析应同时重点关注轨道交通的客流结构特征。其中:客流需求的规模量级决定了轨道交通系统提供的数量,即在一个客流走廊内需要规划布局几个轨道交通通道;而客流需求的结构特征决定了轨道交通系统采用的优先形式,即针对具体的轨道交通通道采用哪个层次的轨道交通系统。

2) 运输组织模式。根据国内外轨道交通建设运营经验,轨道交通系统运输组织模式包括跨线运营、共线运营、贯通运营及分线运营四种类型。四网融合规划下的轨道交通网络运输组织模式要根据不同客流走廊内的客流特征合理地选择服务效益较优的运输组织模式,并结合客流成长规律,合理安排不同运输组织模式间相互转换的时机和条件。

3) 轨道交通互联互通。轨道交通互联互通是根据网络运输组织模式要求所做出的设施安排,具体包括设施网络互联互通、运输组织互联互通、客运票价互联互通等方面。要结合网络运输组织模式合理地选择互联互通具体形式和建设时序安排,同时为未来提供规划弹性空间。

4) 轨道交通系统制式。统一或相互兼容的轨道交通系统制式是多层次轨道交通融合发展的基础保障。在网络规划阶段,对轨道交通系统制式的研究较少或规划刚性不足;而在工可研究阶段的制式选择往往受工程投资和地方产业需求等因素影响,对轨道交通功能定位的系统制式适应性缺乏统筹考虑,导致系统制式成为轨道交通规划功能定位实现的阻碍或关键因素。特别是对于四网融合起着关键衔接作用的市域(郊)铁路,其功能的实现是建立在网络综合布局和网络协同的基础上,系统制式的调整在一定程度上削弱了网络功能的实现。因此,在网络融合规划阶段要充分考虑轨道交通网络布局对于系统制式选择的适配性要求,在保留一定弹性空间的基础上,尽可能提高规划的控制刚性。

4.2 线路层面——以通道为重点

不同层次轨道交通系统对线路通道布局的适应性有所差异,导致不同轨道交通系统在通道选线逻辑的次序和关注的布局重点上有所区别。例如,

国铁干线和城际铁路是以点定线,先是关注点(车站)的锚固和决定性作用,以点为基础之后再开展线路通道的方案研究,以尽可能降低线路通道对城市空间的影响。而市域(郊)铁路和城市轨道交通是以线串点,优先考虑线路通道对城市空间的结构作用,以线为基础再考虑对沿线区域的站点设置,提高轨道交通服务覆盖水平。

线路层面融合规划的关键是处理好通道共享与通道分离的关系。不同层次轨道交通系统在规划技术方法,以及技术标准、系统制式、敷设方式等技术经济指标的适应性有所差异,这也就决定了通道共享和通道分离的适用范围。国铁干线和城际铁路间的融合,以及市域(郊)铁路与城市轨道交通间的融合更多地采用了通道共享形式,如成都地铁18号线与1号线通过通道共享形式,精准满足了中心城区与天府新区客流走廊内的多元化轨道交通服务需求。而干线铁路或城际铁路与市域(郊)铁路或城市轨道交通系统间更多的是采用通道分离的形式,融合的重点放在节点车站层面。例如,长株潭都市圈长沙—浏阳客流走廊中,城际客流需求通过渝长厦高铁及长浏市域(郊)铁路进行代偿服务,其中:城际商务出行需求由渝长厦高铁代偿;沿线市域通勤出行需求由长浏市域(郊)铁路代偿。在线路通道布局上,渝长厦高铁通道与长浏市域(郊)铁路通道采取通道分离的方式各司其职。

需要注意的是,通道共享和通道分离是多层次轨道交通线路布局的两种基本方式,在互补融合和代偿融合下又有不同的表现形式和适用场景。互补融合下的通道分离形式是最普遍的轨道交通网络布局,如干线铁路、城际铁路与城市轨道交通、市域(郊)铁路的布局等;互补融合下的通道共享形式一般是针对客流走廊内通道资源局促,或为减少对基本农田、生态敏感要素的侵占等进行的通道整合布局。代偿融合下的通道共享和通道分离形式常用于为满足近期客流需求而采取的多层次线路整合,也是现阶段轨道交通互联互通研究的重点形式,如市域(郊)铁路与城市轨道交通线路在中心区段的贯通运营、跨线运营等。轨道交通融合基本形式示意图如图3所示。

4.3 节点层面——以枢纽为抓手

轨道交通枢纽是多层次轨道交通系统提供多样化交通服务的终端核心点。目前,我国四网融合的主要形式以节点层面枢纽融合为主,对枢纽融合

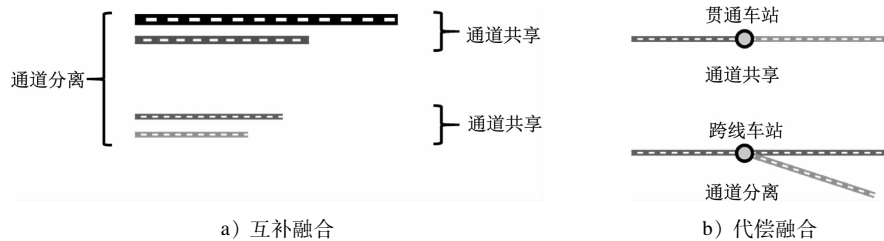


图3 轨道通道融合基本形式示意图

Fig.3 Diagram of rail transit corridor integration elementary forms

的研究也最为成熟充分。根据在城市空间和交通网络中的定位,轨道交通枢纽可以分为三个层次:区域枢纽、组团枢纽、片区枢纽。不同层次的枢纽在融合的主体和服务的圈层上有所差异,相应的规划技术要点也有所不同。

区域枢纽作为城市的主要综合性对外客运枢纽,承担着都市圈范围内的主要对外联系功能,在四网融合的技术要点上,以干线铁路和城际铁路为枢纽主体,市域(郊)铁路和城市轨道交通作为枢纽集疏运的主要方式主动融合,通过打造枢纽综合体、简化换乘组织、安检互信等措施提供便捷服务。

组团枢纽是服务于市域范围内中、短距离出行的枢纽,在技术要点上要结合枢纽所在区位进行差别化融合组织。对于外围组团或市域近郊的组团枢纽,重点加强市域(郊)铁路和城市轨道交通的融合组织,加强一体化换乘设计,有条件地打造成为互联互通衔接换乘点;对于中心城区范围内的组团枢纽,以城际铁路枢纽为主体,市域(郊)铁路和城市轨道交通作为组团枢纽的集疏运体系重要组成部分进行融合组织,包括打造一体化的换乘服务大厅、列车开行组织协同、通票制或换乘票价优惠等。

片区枢纽是深入中心城区为乘客日常通勤提供出行服务的枢纽,作为城市轨道交通网络中的重要换乘节点,技术要点是通过打造同台换乘或节点换乘形式,最大程度地便捷化乘客的出行组织,将该类型枢纽置于城市轨道交通线网规划中统筹考虑,有条件地提前预留好换乘结构。

4.4 不同层次融合关系

网络层面融合的核心目的是在一定国土空间范围内提供系统效能综合最优的轨道交通服务,需要在网络功能层级厘清各层次轨道交通网络的服务边界,构建功能融合的多层次轨道交通网络。

通道层面融合的核心目的是合理利用关键通道资源,为同一客流走廊内的各层次轨道交通线位布局提供最高效的空间布局形式,构建站城融合的

通道布局体系。

节点层面融合的核心目的是消除各方式轨道交通间的衔接障碍,构建零换乘衔接体系,打造一体化融合枢纽。

网络-通道-节点三个层次的融合更多关注的是设施规划布局层面,轨道交通作为一种高度组织化的交通运输方式,各层次间还需以一体化运营融合为保障。通过四位一体融合才能有效推动四网融合的高效发展。

5 结语

轨道交通四网融合规划的目的是为乘客提供精准、高效、便捷的一体化出行服务,融合的实质是设施供给加法与减法间的动态平衡过程。四网融合规划在由传统的“网络终态规划”向“网络成长路径规划”转变过程中,聚焦于都市圈内交融渗透的连绵建成区域,重点把握不同客流廊道内四个层次轨道交通互补融合和代偿融合的适用场景和空间范围,通过网络、线路、节点及运营组织的协同融合,共同促进一体化轨道交通服务体系的形成。我国轨道交通四网融合发展的技术理论和方法体系尚处于探索阶段,还需结合实践探索和新时代发展要求进一步深化完善。

参考文献

- [1] 潘昭宇,张天齐,唐怀海,等.多层次轨道交通“四网融合”体系研究[J].交通工程,2020,20(4):1.
PAN Zhaoyu, ZHANG Tianqi, TANG Huaihai, et al. Research on the 'four-network integration' system of multi-level rail transit[J]. Journal of Transportation Engineering, 2020, 20(4): 1.
- [2] 潘昭宇.都市圈轨道交通规划建设关键问题研[J].都市轨道交通,2020,33(6):7.
PAN Zhaoyu. Key issues in rail transit planning and construction in metropolitan areas[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2020, 33(6): 7.

(下转第17页)

3 结语

城市轨道交通环线和快线是线网规划中两种重要的结构性线路。环线以服务沿线客流及本线到发客流为主体,其次是过境客流,环线位置靠近中心城区,分流效果差;远离中心城区的径向客流没有必要过境环线。环线需要对三类客流做好协调组织,才能得到一个理想的环线效果。快线应视新城和中心城区联系紧密程度,选择合理的车内乘车时间计算标准。快线入城有直通入网和枢纽入网两种形式,入网枢纽应选择到中心城区便捷的枢纽车站。方案选择需要在入网形式、枢纽选择、城区设站之间相互协调,综合客流和工程设计选择适宜的方案。

参考文献

- [1] 毕湘利. 加快建设上海轨道交通多层次线网的思考[J]. 城市轨道交通研究, 2022, 25(8): 1.
BI Xiangli. Insight on prompting construction of Shanghai urban rail transit multi-layer line network[J]. Urban Mass Transit, 2022, 25(8): 1.
- [2] 上海市人民政府. 上海市城市总体规划(2017—2035年)报告[R]. 上海:上海市城市规划设计研究院, 2018.
Shanghai Municipal Government. Shanghai master plan (2017-2035) report[R]. Shanghai: Shanghai Urban Planning and Design Research Institute, 2018.
- [3] 上海市综合交通体系规划编制工作组. 上海市综合交通体系规划(2010—2020)规划文本[R]. 上海:上海市城市综合交通规划研究所, 2012.
Shanghai City Comprehensive Transportation Planning Working Group. Shanghai city comprehensive transportation planning (2010-2020) [R]. Shanghai: Shanghai City Comprehensive

Transportation Planning Institute, 2012.

- [4] 徐成永, 叶轩, 任兵杰, 等. 城市轨道交通环线规划研究[J]. 城市交通, 2023, 21(2): 73.
XU Chengyong, YE Xuan, REN Bingjie, et al. Research on planning urban rail transit circular line[J]. Urban Transport of China, 2023, 21(2): 73.
 - [5] 毕湘利. 上海推动五大新城高质量建设背景下的轨道交通发展策略[J]. 城市轨道交通研究, 2021, 24(8): 1.
BI Xiangli. Rail transit development strategy in the context of Shanghai promoting high quality construction of five new towns [J]. Urban Mass Transit, 2021, 24(8): 1.
 - [6] 上海市城乡建设和交通发展研究院. 新城-中心城轨道客流特征分析及延伸建议[R]. 上海:上海市城乡建设和交通发展研究院, 2023.
Shanghai Urban-Rural Construction and Transportation Development Research Institute. Passenger flow character analyses and suggestion to rail transit planning of new cities to central city[R]. Shanghai: Shanghai Urban-Rural Construction and Transportation Development Research Institute, 2023.
 - [7] 上海市城乡建设和交通发展研究院. 2021上海市综合交通发展年度报告[R]. 上海:上海市城乡建设和交通发展研究院, 2022.
Shanghai Urban-Rural Construction and Transportation Development Research Institute. 2021 Shanghai city comprehensive transportation annual report [R]. Shanghai: Shanghai Urban-Rural Construction and Transportation Development Research Institute, 2022.
- 收稿日期:2023-11-20 修回日期:2023-12-21 出版日期:2024-12-10
Received:2023-11-20 Revised:2023-12-21 Published:2024-12-10
· 第一作者:王忠强,高级工程师, wqzqw2013@163.com
通信作者:吕正昱,高级工程师, lv.zhengyu@stedi.com.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

(上接第12页)

- [3] 凌小静, 滕爱兵. 对推进轨道交通“四网融合”发展的思考[J]. 交通工程, 2020, 20(4): 21.
LING Xiaojing, TENG Aibing. Thoughts on promoting the development of 'four-network integration' of rail transit[J]. Journal of Transportation Engineering, 2020, 20(4): 21.
- [4] 张杰. 对“四网融合”基本问题的探讨[J]. 交通工程, 2020, 20(4): 9.
ZHANG Jie. Integration of state railway, intercity express railway, suburban railway, and urban rail transit[J]. Journal of Transportation Engineering, 2020, 20(4): 9.
- [5] 刘永欣, 崔雪梅, 唐甜甜, 等. 城际铁路建设条件基础指标研究[J]. 交通科技与经济, 2021, 23(4): 51.
LIU Yongxin, CUI Xuemei, TANG Tiantian, et al. Research on basic index of construction conditions of intercity railway [J].

Technology & Economy in Areas of Communications, 2021, 23(4): 51.

- [6] 全永攀, 刘剑锋. 区域轨道交通规划若干问题与思考[J]. 城市交通, 2017, 15(1): 12.
QUAN Yongshan, LIU Jianfeng. Issues and thoughts on regional rail transit planning [J]. Urban Transport of China, 2017, 15(1): 12.

- 收稿日期:2022-10-10 修回日期:2022-11-12 出版日期:2024-12-10
Received:2022-10-10 Revised:2022-11-12 Published:2024-12-10
· 通信作者:刘勇,工程师, 09221071@bjtu.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