

文章编号: 1674—8247(2024)06—0051—06

DOI:10.12098/j.issn.1674-8247.2024.06.009

# 多层次轨道交通一体化运营策略和标准体系研究

李宝银

(江苏省铁路办公室, 南京 210004)

**摘 要:**从国内现阶段区域多层次轨道交通建设的新需求出发,以城际铁路进入市中心、衔接交通枢纽和地铁、实现公交化运营为目标,深入分析区域多层次轨道交通客流特征及功能定位,研判制约城际铁路、市域(郊)铁路与城市轨道交通互联互通的关键因素。在此基础上,统筹考虑区域多层次轨道交通的建设运营体制机制、社会经济发展、先进技术应用和先进模式探索等,研究提出了涵盖城市群多网融合及一体化发展、一体化轨道交通客流预测、多网融合规划评价指标体系、多目标多维度的一体化运营管理方法、运营规则与管理方案、融合运营管理体制与协调机制及融合发展的技术保障措施等,以高度适应于区域多层次轨道交通的运营策略。以“网络化运行、互联互通、资源共享、集约利用”为核心,探索建立自主化建设、管理及运营背景下,涵盖运营、管理、服务标准的多层次轨道交通一体化运输服务技术标准体系。

**关键词:**多层次轨道交通;一体化运营;城际铁路;市域(郊)铁路

中图分类号:U239.5

文献标志码:A

## Study on Integrated Operation Strategies and Standard Systems for Multi-level Rail Transit

LI Baoyin

(Jiangsu Provincial Railway Office, Nanjing 210004, China)

**Abstract:** Proceeding from the new requirements of regional multi-level rail transit construction at the current stage in China, with the goal of intercity railways entering the city center, connecting transport hubs and subways, and realizing public transport operation, the characteristics and functional positioning of regional multi-level rail transit passenger flow were analyzed in depth, and the key issues that hinder the interconnection between intercity railways, urban (suburban) railways, and urban rail transit were studied. Considering the construction and operation system and mechanism of regional multi-level rail transit, social and economic development, application of advanced technology and exploration of advanced modes, this paper proposed operation strategies highly suitable for regional multi-level rail transit. These strategies include the multi-network integration and integrated development of urban agglomeration, integrated rail transit passenger flow forecasting, a planning and evaluation index system for multi-network integration, multi-objective and multi-dimensional integrated operation management method, operational rules and management schemes, integrated operation management system, coordination mechanism and technical support measures for integrated development. With a focus on “networked operation, interconnection and interoperability, resource sharing, and intensive utilization”, this paper explores the establishment of a technical standard system for integrated transport services in multi-level rail transit,

收稿日期:2024-05-08

作者简介:李宝银(1987-),男,工程师。

引文格式:李宝银.多层次轨道交通一体化运营策略和标准体系研究[J].高速铁路技术,2024,15(6):51-56.

LI Baoyin. Study on Integrated Operation Strategies and Standard Systems for Multi-level Rail Transit[J]. High Speed Railway Technology, 2024, 15(6):51-56.

covering operational standards, management standards, and service standards, against the backdrop of independent construction, management, and operation.

**Key words:** multi-level rail transit; integrated operation; intercity railway; urban (suburban) railway

多层次轨道交通网是指现阶段提出的基于“四网融合”背景下的包含国家干线铁路网、城际铁路网、市域(郊)铁路网、城市轨道交通网的网络体系<sup>[1-3]</sup>。2019年以来,国家、部委及地方政府颁布多项政策、法规等文件,对多层次轨道交通互联互通提出了新的建设要求<sup>[4-6]</sup>,为打造轨道上的城市群与都市圈指明了新的发展方向<sup>[7]</sup>。文件提出立足于区域的多层次轨道交通一体化运营,以城市群城际铁路和市域(郊)铁路为主要载体<sup>[8-10]</sup>,突破既有地方行政区划管理,放眼构建都市圈和城市群轨道交通融合。

多层次轨道交通一体化运营管理包括运营、调度、票务、运维和安全管理5个领域,现阶段要实现多层次轨道交通一体化运营还存在较多关键技术和矛盾问题<sup>[11-13]</sup>。随着区域自主化城际铁路技术的持续进步和运营模式的不断创新,城际铁路运营管理正面临着前所未有的挑战和机遇<sup>[14-15]</sup>。在这一背景下,系统化、规范化和简约化的需求显得尤为迫切<sup>[16-18]</sup>。本文提出系统化研究以城市群城际铁路和市域(郊)铁路为核心纽带的多层次轨道交通运营,特别是跨行政区线路的一体化运营管理策略和标准体系构建已迫在眉睫<sup>[19-20]</sup>。

## 1 建设背景

随着中国经济的快速发展和城市化进程的加速,城市群和都市圈已经成为推动新型城镇化的主要力量。近几年,城市群、都市圈发展规划不断被批复。截至2022年底,国家对南京、福州、成都、长株潭、西安、重庆、武汉等都市圈及长江中游城市群、北部湾城市群、关中平原城市群的规划做了批复。基于国家政策影响,各省份和地区的“十四五”规划重点针对多层次轨道交通多网融合重点项目和节点进行了重要部署,旨在统筹干线铁路、高速铁路、城际铁路、城市群城际铁路与市域(郊)铁路、城市轨道交通建设,构建多层次轨道交通一体化融合、互联互通、便捷通勤的轨道交通客运体系<sup>[21-22]</sup>。

从现阶段路网布局来看,城市群城际铁路、都市圈市域(郊)铁路及市域快线成为国家铁路和城市轨道交通深度融合的关键节点和重要纽带<sup>[23-25]</sup>,其中城市群城际铁路、市域(郊)铁路主要作为城市群及都市圈通勤的有效补充,是有效弥补速度100~200 km/h范围的轨道交通速度体系。

截至目前,现有国家铁路网工程建设和运输服务技术标准体系较为全面,但在以城市群城际铁路、市域(郊)铁路为代表的多层次网络系统在系统兼容性和协调性方面适用性较差,无法满足深度互联和高效换乘的运输需求,主要表现为:(1)多种轨道交通网络并存,跨层级融合不足;(2)多层次轨道交通线网初步互联,跨区域整合不足;(3)多种制式并存,设施资源统筹及共享不足;(4)多主体建设运营,协同服务不足;(5)新技术快速迭代发展,轨道交通技术准备更新不足。

## 2 多层次轨道交通一体化运营策略

以国家铁路为代表的传统城际铁路及市域(郊)铁路一般局限于与国家铁路的规划和运输协同统一,仅在城市重要综合枢纽与城市轨道交通形成“点”状衔接,导致客流量、运营效率和经济效益不理想。区域自主化城市群城际及市域(郊)铁路的运输服务须面向“四网融合、一体化运维”的运营策略,才能获得较好的效益<sup>[26-27]</sup>。

现阶段需基于“一体化运营、一体化管理、一体化服务”,重点研究城市群轨道交通多网融合及一体化发展、一体化轨道交通客流预测、多网融合规划评价指标体系、多目标多维度的一体化运营管理方法、运营规则与管理方案、融合运营管理体制与协调机制及融合发展的技术保障措施等,以形成一套适应于区域多层次轨道交通的运营策略。

### 2.1 城市群轨道交通多网融合理念

依据客流量预测,充分借鉴国内外轨道交通融合发展案例,以互联、互通、互运、互维等为需求导向,以通达性、衔接性、共享性、运营性为目标导向,推动多层次、多制式、多运营主体的轨道交通融合,最终形成“规划一张网、出行一张票、联通一串城”的“多网融合金字塔”线网规划理念。城市群多层次轨道交通一体化融合如图1所示。

### 2.2 多网融合一体化轨道交通客流量预测

充分借鉴既有城际铁路、城市轨道交通、公路的客流量预测方法,将城市群、都市圈和市域长途等不同出行方式交通需求预测模型融合为一个整体,建立公路、铁路、城市轨道交通等多模式的客流竞争模型<sup>[28]</sup>。多网融合一体化轨道交通客流量预测模型如图2所示。

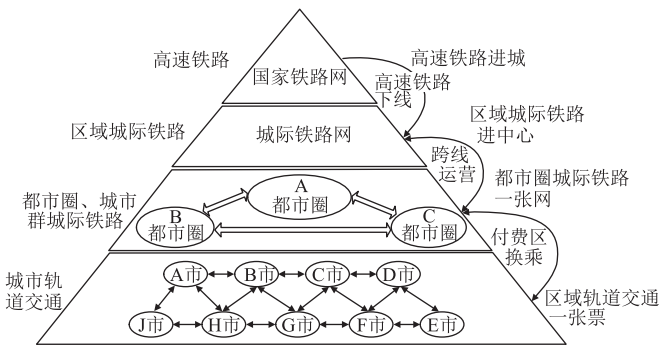


图1 城市群多层次轨道交通一体化融合模型图

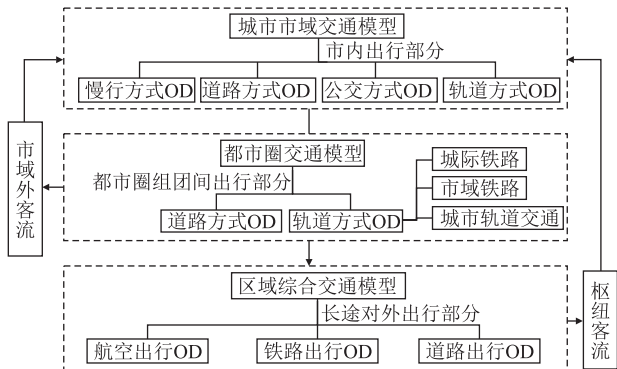


图2 多网融合一体化轨道交通客流量预测模型图

### 2.3 城市群一体化与中心城市共同发展

城市群社会经济一体化与中心城市的协同发展将促进城市群城际铁路和市域(郊)铁路实现枢纽和城市中心的双覆盖,提供与城市轨道交通同等品质的运营服务。通过综合线网的优化布局,将提升城市核心区与枢纽的时空通达性,同时大幅增加轨道交通的出行比例。

### 2.4 多网融合规划评价指标体系

区域多层次轨道交通在规划、建设和管理方面的总体要求是实现有机衔接换乘、跨线运行和一体化运营管理。以区域高速铁路网、市域(郊)铁路网、城际铁路网及轨道交通网一体化布局为目标,实现线站位方案设置及枢纽布局的“四网融合”规划设计,以提升规划方案的科学性、合理性,深化规划指导作用,统筹新建铁路与利用既有铁路,立足城市规划,科学制定新建铁路布局方案,实现土地和城镇空间的高效利用和节约。

构建区域城市群及都市圈的多层次线网规划评价体系,探索形成以交通可达性、方式分担率、出行便利度、联通性和客流效益为评估目标,多维度指标协同评价的线网规划评价指标体系。满足从效率到公平,从低碳到效益的多维度多层次线网规划方案评价体系。

多网融合规划评价体系如图3所示。

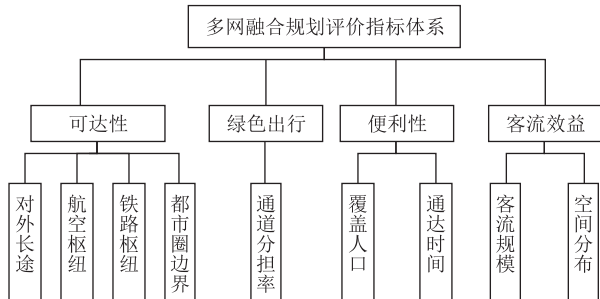


图3 多网融合规划评价指标体系图

### 2.5 多目标多维度的一体化运营管理规划路线与方法

围绕“一张网、一张票、一串城”目标,聚焦乘客与运营单位,基于统一规划、统一标准与统一管理,“互联”“互通”“互运”与“互维”的一体化运营管理规划技术路线与方法。一体化运营管理规划路线与方法如图4所示。

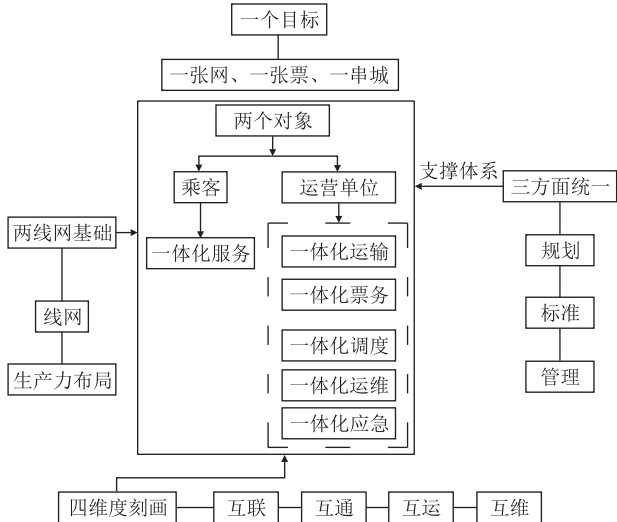


图4 一体化运营管理规划路线与方法图

### 2.6 基于聚焦对象,协调多维度的运输服务标准与运输管理规则体系

针对部分地区自管自营区域城际铁路、市域(郊)铁路及完全主导的城市轨道交通运营管理模式现状,着力构建完善打破行政和管理壁垒的运营管理规则体系和协同运输服务标准体系,实现跨越“行政区域边界”和“技术等级边界”的双重融合运营管理体制与协调机制,多层次轨道交通运营管理规则体系及协同运输服务标准体系框架分别如图5、图6所示。运营管理规则体系主要包括运输、票务、调度、应急及运维,协同运输服务标准体系主要包括运营服务时间协同服务标准、运输能力协同服务标准、票务服务协同标准、乘

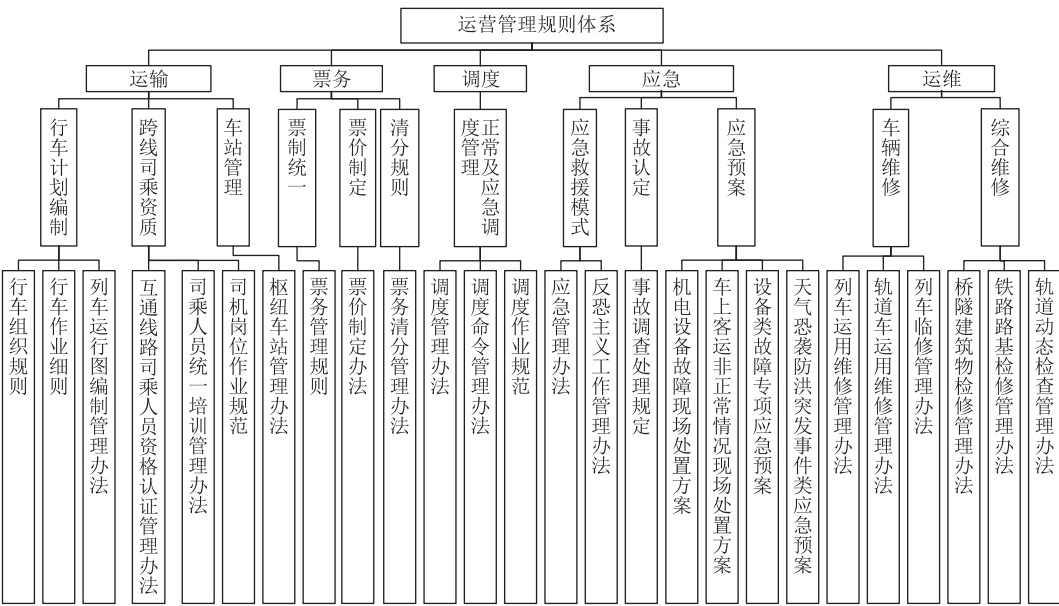


图 5 运营管理规则体系图

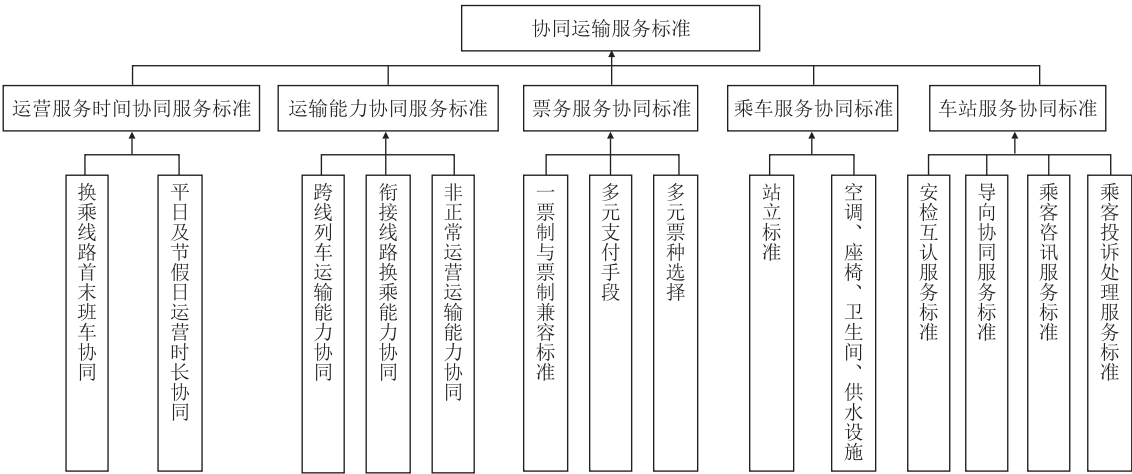


图 6 协同运输服务标准体系图

车服务协同标准、车站服务协同标准。

2.7 基于多目标的协同运营管理方案

根据区域时空目标、发展目标及乘客服务目标等的战略规划要求与多因素客流出行需求,分别研究跨线运营、快慢车运营、公交化运营及 24 h 运营的多方式、多目标运营模式。研究解决包括运输组织方案、调度指挥方案、票务管理方案、乘务管理方案、养护维修方案等方面的技术要求。基于多目标的协同运营管理方案如图 7 所示。

2.8 多网融合需求下生产力设施一体化资源共享方法

多网融合需求下生产力设施一体化资源共享要求立足区域,统筹布局;分级共享、求同存异;检修集中,运用分散;车型趋同,统一修制;挖掘潜力,用好存量;

打通关节,取直送修;状态监测,智慧运维;依托社会,高效救援。

(1)立足区域,统筹布局。围绕“区域协同发展”“多级轨道交通综合运营”上位规划,以既有生产设备为基础,兼顾资源共享与利益最大化,对生产力设施布局进行统筹规划。

(2)分级共享、求同存异。按照自主化建设、管理及运营时序和权限,分步、分层对资源共享的范围和层级进行研究,求同存异,合力打造规划合理、设施共享、资源节约、运营灵活、服务周到、管理高效的模式。

(3)检修集中,运用分散。根据区域既有检修设施资源分布状况,区域所属动车组高级修作业集中在适配规模的动车段(所)进行,低级修作业则根据互联互通条件,以方便运用整备为前提,实现片区化管理。

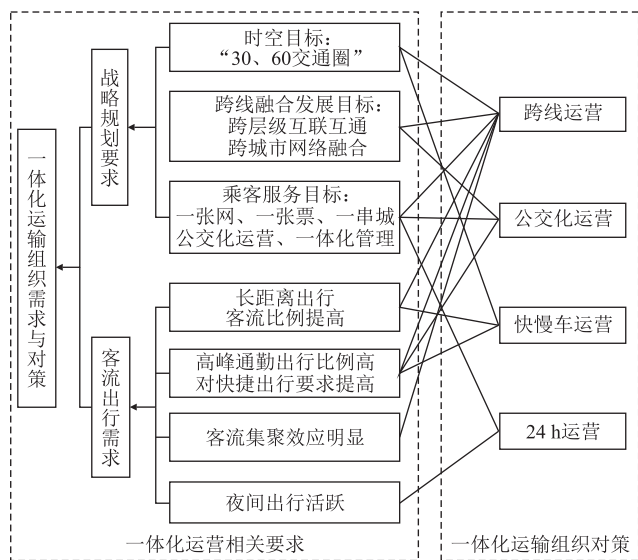


图7 基于多目标的协同运营管理方案图

(4) 车型趋同,统一修制。从区域多层次轨道交通互联互通、跨线运营的视角出发,在选择车型时,应该遵循精简的原则,在借鉴国家铁路、城际铁路动车组运用维修经验的基础上,将相同系统制式的车辆修程修制统一起来。

(5) 挖掘潜力,用好存量。对现有生产设施进行优化配置,强化薄弱环节,全面利旧,激活现有资源,同时,优化和调整生产设施的辐射区域,使过剩产能得到最大程度利用。

(6) 打通关节,取直送修。依据路网建设时序,以“通道取直、调度灵活”为指导,适时打通关节,合理布置联络线,并优化车辆送修路径。

(7) 状态监测,智慧运维。构建运、检、修一体化的运营模式,坚持自主修与委外修相结合的维修方式,以运营智能化、信息化、一体化发展为手段,深入推进智慧运维系统建设,实现生产力设施布局一体化可持续发展。

(8) 依托社会,高效救援。采用基本故障自我处理、重大事故充分依赖社会化力量及专业化团队的应急救援模式,形成运营单位与公安、武警、消防、安监的协调联动机制。

## 2.9 多网融合需求下应急救援管理体系

多网融合需求下应急救援管理体系包括救援模式、救援设备布局 and 应急救援制度3方面主要内容。

救援模式:参照京津冀地区、长江三角洲地区及粤港澳大湾区城际铁路及市域(郊)铁路行车密度大、车站配线少等特点,借鉴地铁救援方式,采用机动灵活的救援设备。

救援设备布局。应急救援线上设备结合城际铁路

及市域(郊)铁路车辆维修和综合维修布点考虑,地面设备按区域化布置,以实现救援设备的快速进场;针对救援工器具的配置,涵盖必要的功能模块,包括但不限于顶升、横移、牵拉、扶正、照明、轮对故障走行、气垫顶升、破拆、剪切以及辅助设备。

应急救援制度:建立以地方自主化运营多层次轨道交通为核心的“一案三制”的应急救援模式——应急救援预案和强化应急救援能力的应急救援体制、法制、机制。

## 3 运营标准体系架构

研究基于多层次轨道交通“一体化运营、一体化管理、一体化服务”,提出了城市群多网融合与一体化发展、一体化轨道交通客流预测、多网融合规划评价指标体系、一体化运营管理规划路线与方法、多维度运输服务标准与运输管理规则体系、多目标协同运营管理方案、多网融合需求下生产设施一体化资源共享与应急救援管理体系构建技术保障措施等,以形成一套适应于区域多层次轨道交通的运营策略。在此基础上,以“网络化运行、互联互通、资源共享、集约利用”为核心,同时构建“互联互通、资源共享、集约利用”的技术标准体系。探索构建自主化建设、管理及运营背景下,涵盖运营标准、管理标准、服务标准的一体化运营标准体系,如图8所示。

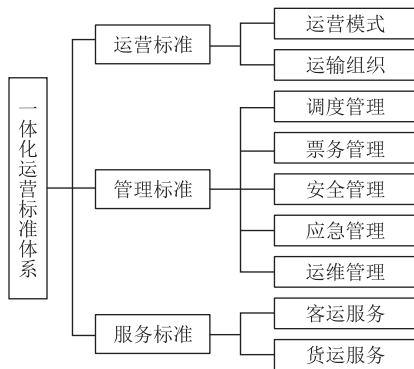


图8 一体化运营标准体系架构图

## 4 结论

以城市群城际铁路和市域(郊)铁路为关键纽带的多层次轨道交通是促进城市群、都市圈要素流动和互联互通的重要支撑。尤其是在城市群快速发展的背景下,城市间、城际、城郊、城市等不同空间尺度和不同规模的出行需求日益凸显,也陆续促成了公务、商务、通勤、休闲、旅游等多样化出行需求。

在此背景下,构建多层次轨道交通互联互通及运输服务技术标准体系已成为当务之急,下阶段需重点从区域多层次轨道交通建设的新要求出发,统筹考虑



区域多层次轨道交通的建设运营体制机制、社会经济发展、先进技术应用和先进模式探索等因素,践行“四网融合、互联互通与资源共享、绿色与低碳化、智能与数字化、站城与产城开发”科技创新的理念和技术路径,深度实践多层次轨道交通互联互通及一体化运营维护的技术标准体系建设。

## 参考文献:

- [1] 刘伟. 多层次轨道交通枢纽中地铁车站客运能力仿真评估方法[J]. 城市轨道交通研究, 2022, 25(S1): 37-41.  
LIU Wei. Simulation Evaluation of Passenger Transport Capacity of the Metro Station in Multi-level Rail Transit Hub[J]. Urban Mass Transit, 2022, 25(S1): 37-41.
- [2] 赵丁. 杭州都市圈城际铁路与城市轨道交通互联互通研究[J]. 铁道勘察, 2023, 49(2): 64-68.  
ZHAO Ding. Study on Intercity Railway and Urban Rail Transit Interconnection in Hangzhou Metropolitan Area[J]. Railway Investigation and Surveying, 2023, 49(2): 64-68.
- [3] 周予婷, 柳峰, 于剑. 市域(郊)铁路的车站综合开发思路探究[J]. 铁道经济研究, 2022(5): 21-25.  
ZHOU Yuting, LIU Feng, YU Jian. Research on the Comprehensive Development of Urban and Suburb Railway Stations[J]. Railway Economics Research, 2022(5): 21-25.
- [4] 李晓玉, 苏跃江, 胡郁葱, 等. “四网融合”背景下粤港澳大湾区轨道交通票价一体化研究[J]. 城市轨道交通研究, 2022, 25(10): 14-19.  
LI Xiaoyu, SU Yuejiang, HU Yucong, et al. Integration of Rail Transit Fares in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area under the Background of “Four-network” Integration[J]. Urban Mass Transit, 2022, 25(10): 14-19.
- [5] 光振雄. 多层次轨道交通融合规划促进区域一体化发展[J]. 城市轨道交通研究, 2022, 25(9): 6, 260.  
GUANG Zhenxiong. Multi-level Rail Transit Fusion Planning Advancing Regional Integrated Development[J]. Urban Mass Transit, 2022, 25(9): 6, 260.
- [6] 赵书毅, 姬燕男, 杨林, 等. 市域(郊)铁路与其他轨道交通融合模式及选择决策方法研究[J]. 都市快轨交通, 2022, 35(4): 106-113, 134.  
ZHAO Shuyi, JI Yannan, YANG Lin, et al. Integration Mode and Selection Decision-making Method of Suburban Railway and Other Rail Transit[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2022, 35(4): 106-113, 134.
- [7] 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.
- [8] 侯悦. 上海市市域(郊)铁路多元化运营模式探讨[J]. 城市轨道交通研究, 2022, 25(6): 1-4, 8.  
HOU Yue. Discussion on Diversified Operation Mode of Suburban Railway in Shanghai[J]. Urban Mass Transit, 2022, 25(6): 1-4, 8.
- [9] 曹震, 熊舒威, 俞天韵. 江苏省都市圈市域(郊)铁路发展对策研究[J]. 现代城市轨道交通, 2022, (5): 1-6.  
CAO Zhen, XIONG Shuwei, YU Tianyun. Study on the Development Countermeasures of Urban Region (Suburban) Railway for Metropolises of Jiangsu Province[J]. Modern Urban Transit, 2022, (5): 1-6.
- [10] 王修华. 多层次轨道交通互联互通研究[J]. 铁道勘察, 2022, 48(3): 22-25.  
WANG Xiuhua. Research on Interconnection of Multi-level Rail Transit[J]. Railway Investigation and Surveying, 2022, 48(3): 22-25.
- [11] 何永发, 闫俊俊, 张昱. 利用既有铁路开行市域(郊)列车信号制式研究[J]. 铁道标准设计, 2023, 67(2): 161-165.  
HE Yongfa, YAN Junjun, ZHANG Yu. Research on Signal Mode of Running Suburban Trains on Existing Railway[J]. Railway Standard Design, 2023, 67(2): 161-165.
- [12] 张昱, 何永发, 武长海. 利用既有铁路开行市域(郊)列车调度集中系统信息交互研究[J]. 铁道标准设计, 2023, 67(2): 166-170.  
ZHANG Yu, HE Yongfa, WU Changhai. Research on Information Interaction of Centralized Traffic Control System in Running Suburban Trains by Using Existing Railway[J]. Railway Standard Design, 2023, 67(2): 166-170.
- [13] 李明. 对我国市域(郊)铁路的概念及若干问题思考[J]. 铁道工程学报, 2022, 39(3): 107-111.  
LI Ming. Thoughts on the Concept and Some Problems of Urban (Suburban) Railway in China[J]. Journal of Railway Engineering Society, 2022, 39(3): 107-111.
- [14] 潘昭宇. 多层次轨道交通规划技术体系研究[J]. 铁道标准设计, 2022, 66(5): 7-14.  
PAN Zhaoyu. Research on Multi Level Rail Transit Planning Technology System[J]. Railway Standard Design, 2022, 66(5): 7-14.
- [15] 肖慎, 胡俊豪, 吴迪. 我国区域多层次轨道交通融合发展研究[J]. 现代交通技术, 2021, 18(4): 82-86.  
XIAO Shen, HU Junhao, WU Di. Research on the Integration and Development of Multi-level Rail Transit in China[J]. Modern Transportation Technology, 2021, 18(4): 82-86.
- [16] 孔圣丹. 南京都市圈市郊轨道站点站域空间一体化设计策略研究[D]. 南京: 东南大学, 2021.  
KONG Shengdan. Research on Spatial Integration Design Strategy of Suburban Rail Stations in Nanjing Metropolitan Area[D]. Nanjing: Southeast University, 2021.
- [17] 陶志祥, 陈旭. 长三角市域(郊)铁路发展现状及规划研究[J]. 城市轨道交通, 2021(2): 37-39.  
TAO Zhixiang, CHEN Xu. Research on Development Status and Planning of Urban (Suburban) Railways in Yangtze River Delta[J]. China Metros, 2021(2): 37-39.
- [18] 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): 1-8.  
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): 1-8.

(下转第63页)

- HUANG Chengming, BAO Huiming, ZHANG Jipeng, et al. Study on Planar Design Parameters for High-speed and Ultra-high-speed Maglev Lines[J]. High Speed Railway Technology, 2024, 15(1): 17-22, 28.
- [7] 姚航. 城市轨道交通 PPP 项目超投资风险与对策[J]. 智能城市, 2020, 6(7): 182-183.
- YAO Hang. Risk and Countermeasures of Over-investment in PPP Project of Urban Rail Transit[J]. Intelligent City, 2020, 6(7): 182-183.
- [8] 王义强. 工程总承包模式下铁路建设项目投资管理研究[J]. 铁路工程技术与经济, 2022, 37(3): 60-62.
- WANG Yiqiang. Research on Railway Construction Project Investment Management under EPC Mode[J]. Railway Engineering Technology and Economy, 2022, 37(3): 60-62.
- [9] 汪洋, 张威, 李亚东. 城市轨道交通 BT 项目投资风险评价方法探究[J]. 项目管理技术, 2016, 14(2): 27-31.
- WANG Yang, ZHANG Wei, LI Yadong. Research on Investment Risk Evaluation Method of BT Project in Urban Rail Transit[J]. Project Management Technology, 2016, 14(2): 27-31.
- [10] 李林卿, 吕敏, 刘艳华, 等. “一带一路”沿线基础设施投资风险评估[J]. 综合运输, 2024, 46(2): 3-10.
- LI Linqing, LU Min, LIU Yanhua, et al. Infrastructure Investment Risk Assessment along the “Belt and Road” [J]. Integrated Transportation, 2024, 46(2): 3-10.
- [11] 齐锡晶, 赵磊, 张铂洋. 基于 SD 的建设项目工程进度风险分析与仿真[J]. 建筑经济, 2022, 43(S1): 376-383.
- QI Xijing, ZHAO Lei, Zhang Baifeng. Risk Analysis and Simulation of Construction Projects Based on SD [J]. Construction Economy, 2022, 43(S1): 376-383.
- [12] 佟来生. 长沙磁浮快线列车概述[J]. 电力机车与城轨车辆, 2020, 43(4): 1-5.
- TONG Laisheng. Summary of Changsha Maglev Express Train [J]. Electric Locomotives & Mass Transit Vehicles, 2020, 43(4): 1-5.

# (上接第56页)

- [19] 张玉娇. 中运量城市轨道交通系统及其在我国的适用性研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2020.
- ZHANG Yujiao. Study on Urban Rail Transit System with Medium Volume and Its Applicability in China[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2020.
- [20] 郑丽杰. 都市圈轨道交通互联互通实施条件及开行方案研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2020.
- ZHENG Lijie. Study on Implementation Conditions and Operation Scheme of Rail Transit Interconnection in Metropolitan Area[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2020.
- [21] 徐攀. 江苏省多层次轨道交通国际对标研究[J]. 现代城市轨道交通, 2020(2): 95-99.
- XU Pan. Research on the International Bench-marking of Multilevel Rail Transit in Jiangsu Province [J]. Modern Urban Transit, 2020(2): 95-99.
- [22] 王家乐. 多层次多制式轨道交通要点探究[J]. 铁道标准设计, 2019, 63(5): 31-36.
- WANG Jiale. Discussion on Key Points of Multi-level and Multi-standard Rail Transit[J]. Railway Standard Design, 2019, 63(5): 31-36.
- [23] 张凌翔. 城市轨道交通运营风险分析与评价研究[D]. 南京: 东南大学, 2018.
- ZHANG Lingxiang. Risk Analysis and Evaluation of Urban Rail Transit Operation[D]. Nanjing: Southeast University, 2018.
- [24] 杨珂. 都市圈多层次轨道交通系统规划研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2017.
- YANG Ke. Study on the Planning of Multi-level Rail Transit System in Metropolitan Area[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2017.
- [25] 吴小萍. 可持续发展战略指导下的轨道交通规划与评价方法研究[D]. 长沙: 中南大学, 2003.
- WU Xiaoping. Research on Planning and Evaluation method of Rail Transit under the Guidance of Sustainable Development Strategy[D]. Changsha: Central South University, 2003.
- [26] 任冲, 胡晓丹. 重庆都市圈轨道交通网络化规划: 市域(郊)铁路发展战略研究[J]. 高速铁路技术, 2023, 14(6): 68-71.
- REN Chong, HU Xiaodan. Rail Transit Network Planning of Chongqing Metropolitan Area—A Study on the Development Strategy of Suburban Railways[J]. High Speed Railway Technology, 2023, 14(6): 68-71.
- [27] 林建平. 铁路 GSM-R 系统国际互联互通技术方案研究[J]. 高速铁路技术, 2023, 14(3): 6-10.
- LIN Jianping. A Study on International Interoperability Technical Scheme of Railway GSM-R System[J]. High Speed Railway Technology, 2023, 14(3): 6-10.
- [28] 李剑飞. 基于深度学习的轨道交通客流检测方法研究[D]. 南昌: 华东交通大学, 2021.
- LI Jianfei. Research on Passenger Flow Detection Method of Rail Transit based on Deep Learning[D]. Nanchang: East China Jiaotong University, 2021.