文章编号：1003-1421(2026)11-0027-11
引用格式：李彪，陶思宇，彭其渊，等.互联互通背景下多层次轨道交通一体化运营管理体系研究[J].铁道运输与经济，2026，48(11)：27-37.
LI Biao，TAO Siyu，PENG Qiyuan，et al. Integrated Operation and Management System of Multi-Level Rail Transit under Interconnection Context[J]. Railway Transport and Economy，2026，48(11)：27-37.

互联互通背景下多层次轨道交通一体化运营管理体系研究

李 彪[1,2,3]，陶思宇[1,2,3]，彭其渊[1,2,3]，李 力[1,2,3]，强士盎[4]

(1.西南交通大学 交通运输与物流学院，四川 成都 611756；2.西南交通大学 综合交通运输智能化国家地方联合工程研究中心，四川 成都 611756；3.西南交通大学 综合交通大数据应用技术国家工程实验室，四川 成都 611756；4.中铁第一勘察设计院集团有限公司 陕西省铁道及地下交通工程重点实验室，陕西 西安 710043)

摘 要：在互联互通背景下，多层次轨道交通一体化发展已成为推动国家综合立体交通网和都市圈协同建设的关键任务。从运营管理的视角，系统梳理了我国干线铁路、城际铁路、市域(郊)铁路与城市轨道交通在一体化发展中的现状与突出问题，构建了多层次轨道交通一体化运营管理体系。在此基础上，进一步提出了一体化运营发展策略，涵盖规划建设标准一体化、管理体制机制一体化、运输组织模式一体化、资源调配体系一体化以及服务保障体系一体化5个方面。研究表明，多层次轨道交通一体化的实现不仅依赖于技术标准统一，更有赖于制度创新、组织协同与资源整合。研究可为区域轨道交通一体化运营的实践推进提供理论参考，对提升都市圈与城市群交通系统运行效率和居民出行体验具有重要意义。

关键词：互联互通；多层次轨道交通；四网融合；运营管理；一体化发展
中图分类号：U293.1 **文献标识码**：A **DOI**：10.16668/j.cnki.issn.1003-1421.20260106002

Integrated Operation and Management System of Multi-Level Rail Transit under Interconnection Context

LI Biao[1,2,3]，TAO Siyu[1,2,3]，PENG Qiyuan[1,2,3]，LI Li[1,2,3]，QIANG Shiang[4]

(1. School of Transportation and Logistics, Southwest Jiaotong University, Chengdu 611756, Sichuan, China; 2. National and Local Joint Engineering Research Center of Integrated Transportation Intelligence, Southwest Jiaotong University, Chengdu 611756, Sichuan, China; 3. National Engineering Laboratory of Integrated Transportation Big Data Application Technology, Southwest Jiaotong University, Chengdu 611756, Sichuan, China; 4. Shaanxi Railway and Underground Traffic Engineering Key Laboratory, China Railway First Survey and Design Institute Group Co., Ltd., Xi'an 710043, Shaanxi, China)

Abstract: Under the interconnection context, the integrated development of multi-level rail transit systems has become a key task in promoting the coordinated construction of the national

收稿日期：2026-01-06
通信作者：陶思宇(1980—)，男，黑龙江齐齐哈尔人，西南交通大学交通运输与物流学院副教授。
基金项目：重庆市交通科技项目(CQJT-CZKJ2025-16)；国家重点研发计划项目(2022YFB4300502-3)；广西创新驱动发展专项资金项目(AA21077011-2)

comprehensive three-dimensional transportation network and metropolitan areas. From the perspective of operation and management, this study systematically reviewed the current situation and major challenges in the integrated development of China's trunk railways, intercity railways, suburban railways, and urban rail transit. On this basis, an integrated operation and management system for multi-level rail transit networks is constructed. Furthermore, the paper proposed development strategies for integrated operation from five dimensions: integration of planning and construction standards, integration of management systems and mechanisms, integration of transportation organization modes, integration of resource allocation systems, and integration of service support systems. The results indicate that the realization of multi-level rail transit integration depends not only on the unification of technical standards but also on institutional innovation, organizational collaboration, and resource integration. This study provides theoretical insights to support the practical advancement of regional rail transit integration and has significant implications for improving the operational efficiency of metropolitan and urban agglomeration transportation systems as well as enhancing passengers' travel experience.

Keywords: Interconnection; Multi-Level Rail Transit; Four-Network Integration; Operation and Management; Integrated Development

0　引言

随着我国新型城镇化和区域一体化的不断推进，城市群与都市圈已成为经济社会发展的主要空间载体[1]。在此过程中，多层次轨道交通一体化发展和高效运营成为保障要素流动、提升交通效率和促进区域融合的重要途径[2]。《交通强国建设纲要》和《国家综合立体交通网规划纲要》中明确提出要充分利用干线铁路、城际铁路、市域(郊)铁路、城市轨道交通等多制式轨道交通优势，推动区域多层次轨道交通一体化高质量发展，提升多层次轨道交通的运输能力与服务水平，助力交通强国建设[3]。

在国家战略和政策的引领下，我国多层次轨道交通一体化正进入快速发展阶段。目前，京津冀、长三角、粤港澳大湾区及成渝都市圈等区域已率先开展多层次轨道交通一体化建设与运营实践，国家发展和改革委员会相继印发《长江三角洲地区多层次轨道交通规划》(发改基础〔2021〕811号)和《成渝地区双城经济圈多层次轨道交通规划》(发改基础〔2021〕1788号)规划文件[4-6]。这些地区以城际铁路和市域(郊)铁路为核心枢纽，通过推进线路建设的属地化管理，初步形成了符合区域特点的多层次轨道交通基础框架。在运营组织方面，相关线路普遍采用公交化运行模式，以高密度、高频次、规律化的运输组织方式提升都市圈范围内的通勤效率；在枢纽衔接方面，各地着力强化城际、市域(郊)铁路与城市轨道交通之间的深度换乘衔接，通过优化枢纽站布局、完善换乘流线与提升设施兼容性，实现不同制式轨道交通系统的高效衔接；在网络协同方面，部分地区进一步探索实施跨线、共线等运营组织方式，推动运行图编制、区间能力分配等关键环节的协同优化，从而提高网络整体运行效率；在出行服务方面，票务一体化、安检互信、信息共享和调度协同等实践不断深化，为我国多层次轨道交通一体化运营模式的理论发展和工程落地提供了重要经验支撑[7]。由此可见，当前多层次轨道交通互联互通的发展，已不再局限于单一线路之间的物理连接，而是逐步拓展为涵盖设施衔接、运营协同与服务整合的系统性协同过程。

基于上述发展趋势，互联互通背景下的多层次轨道交通一体化运营管理，实质上涉及规划建设、管理体制、运输组织、资源调配和服务保障等多个层面的协同优化。尽管我国在该领域已开展了积极探索，但现有轨道交通系统仍存在不同层级之间衔接不畅、技术标准协同不足、资源利用效率不高、跨区域组织协调机制不健全以及关键技术支撑能力有待提升等问题，多层次轨道交通一体化运营仍面临较大挑战[8-10]。在此背景下，亟需从运营管理视角系统梳理多层次轨道交通一体化发展面临的主要问题，探索适应互联互通发展需求的运营管理体系框架与协同发展思路。基于此，从现状分析、体系架构与运营策略3个层面展开研究，系统梳理我国多层次轨道交通一体化发展面临的主要问题，以

“规划建设一体化、管理体制一体化、运输组织一体化、资源调配一体化和服务保障一体化”为目标，构建多层次轨道交通一体化运营管理体系框架，并提出相应的发展策略。

1　多层次轨道交通一体化发展现状及存在的问题

1.1　多层次轨道交通特征概述

多层次轨道交通体系按照功能定位可以分为干线铁路、城际铁路、市域(郊)铁路和城市轨道交通4个层次[11]。国家干线铁路以高速铁路和普速铁路为主体，承担跨区域、长距离旅客和部分货运运输任务，是国家综合立体交通网的核心骨架；城际铁路被界定为城市群节点城市间的骨干旅客运输方式，主要连接城市群内中心城市及城区常住人口50万以上的大中城市，采用高密度、小编组的灵活运输组织模式，重点满足1~2 h通勤、休闲、商务等中短途旅客出行需求；市域(郊)铁路面向中心城市及其外围卫星城镇居民的通勤与基本出行需求，通常采用100~160 km/h的设计速度；城市轨道交通包括地铁、轻轨、有轨电车等多种形式，承担城市内部高密度客流的短距离出行服务，其运行组织特征表现为高发车频次、密集站点布局和较强的运能供给能力，是缓解城市交通拥堵、支撑城市内部空间结构优化和推进公共交通导向型发展的关键基础设施。4个层次构成了我国多层次轨道交通体系的完整结构，各层级在服务范围、运行速度、运能规模与网络定位方面分工明确、互为补充，共同支撑区域与城市群交通体系的高效运行。各层级轨道交通主要特征与典型指标如表1所示。

1.2　一体化发展现状分析

1.2.1　国外多层次轨道交通一体化发展现状

国外部分城市的轨道交通发展起步较早，网络体系和运营组织已较为成熟。东京、巴黎、伦敦和纽约在网络结构、线路衔接和运营组织方面形成了不同的一体化路径。其中东京轨道交通系统由地铁、JR线和私铁共同构成，其一体化发展的突出特点是地铁与市郊铁路之间形成了较大范围的贯通运营关系，部分市郊列车可直接进入地铁线路运行，扩大了服务范围，也提高了中心城区与外围地区之间的直达能力；巴黎形成了以区域快铁(RER)为骨架、地铁和有轨电车相配合的多层次轨道交通体系，一体化发展的主要特点是区域快速铁路穿越中心城区并向外围延伸，形成中心城区与郊区之间的快速联系，不同层次线路之间依靠大型枢纽实现高效换乘，并通过主支线列车和多样化停站方案满足差异化出行需求；伦敦通过不同轨道方式之间的网络衔接和换乘组织，市域铁路被引入中心城区，并与地铁形成较为密集的多点换乘关系，为不同方向客流提供了灵活的转换路径，通过较均衡的枢纽布局和统一票务支付体系，实现多种轨道方式之间较高水平的服务协同；纽约都市圈则以地铁与市域铁路分层运行、枢纽换乘为主要特征，市域铁路从不同方向进入中心城区并终到铁路枢纽，外围客流通过枢纽站与地铁系统完成集中转换，这种模式下不同层级线路之间的物理贯通程度较低，但依靠主支线布局和大型枢纽组织，仍能够支撑大范围通勤出行需求。这4个城市在网络结构、线路衔接方式和运营组织模式上各有特点，分别体现了贯通运营、枢纽换乘、多点衔接和分层组织等不同路径[12]。

表1　各层次轨道交通主要特征与典型指标

Tab.1　Main characteristics and typical indicators of different levels of rail transit

线路类型		服务范围	速度等级/(km/h)	运营特征		车站间距/km
				运营主体	运营模式	
干线铁路	高速铁路 普速铁路	全国	250~350 120~160	铁路局集团公司	成网运行、开行跨线列车	30~60
城际铁路	城市群城际铁路	城市群内中心城市及城区常住人口50万以上大中城市	120~200	铁路集团公司、地方铁路集团、地铁集团	高密度、小编组、公交化运营，可根据条件组织本线或跨线运行	5~20
市域(郊)铁路	市域快线 都市圈市域(郊)铁路	都市圈中心城区和周边城镇	100~160	铁路集团公司、地方铁路集团、地铁集团	公交化运营	3~8
城市轨道交通	城市轨道交通普线	城区通勤	80~120	地铁集团	公交化运营	1~2

1.2.2　国内多层次轨道交通一体化发展现状

截至2025年底，我国共有54个城市开通城市轨道交通运营线路343条，运营总里程11 710.3 km，车站6 680座，9座城市进入500 km以上超大规模网络运营阶段；2025年全年17个城市开通运营单轨、磁浮、市域快速轨道交通线路26条，运营里程1 011.3 km；19个城市开通运营有轨电车、自动导向轨道线路35条，运营里程556.7 km。在国家政策引导和区域协同发展需求推动下，我国多层次轨道交通一体化发展不断深化，国家层面相继出台相关的政策文件，逐步明确了干线铁路、城际铁路、市域(郊)铁路和城市轨道交通在规划、建设、运营和监管等方面的制度边界，进一步提出推动多层次轨道交通融合发展和构建“轨道上的都市圈”[13]。在此基础上，各地围绕公交化运营、跨线贯通、枢纽衔接、票务互通和安检互信等方面持续开展实践。

北京通过1号线与八通线改造实现由端部接线换乘向两线贯通运营转变[14]，列车最小发车间隔由2 min压缩至1.75 min，旅行时间压缩约5 min，城市中心区与副中心实现双向无换乘直达，线路组织方式由节点接续转向跨线连续服务，城市东部通勤走廊的网络联系强度明显提升，但也暴露出既有工程、信号、供电和车辆标准不统一所带来的改造成本高问题；上海3号线与4号线形成约11.7 km的共线共轨运营区段，提高了通道资源集约利用水平，但共线段通过能力约28对/h，线路间运能相互制约，且交替进站易引发乘客误乘；成都在犀浦站探索铁路与城市轨道同台换乘，借助安检互信将换乘时间由15~30 min压缩至3~5 min，但由于票制尚未统一，闸机组织仍较复杂；重庆则率先实现市域铁路江跳线(跳磴—圣泉寺)与城市轨道5号线贯通运营，并开行4号线、5号线与环线的跨线运营列车。部分城市城际铁路和市域(郊)铁路已呈现高频次、通勤化运行特征，京津城际铁路高峰期最小发车间隔已缩短至约5 min，上海金山铁路(上海南—金山卫)实行“随到随走”的公交化模式[15]。广东、北京等地在票务系统整合、安检互信和信息共享等方面也取得了积极进展，为多层次轨道交通由物理衔接走向运营协同奠定了实践基础。我国典型城市的轨道交通互联互通运营线路示例如表2所示。

表2　典型城市的轨道交通互联互通运营线路示例

Tab.2　Examples of rail transit interconnection and integrated operation lines in typical cities

城市	互联互通运营模式	线路
北京	贯通运营	地铁1号线和八通线
上海	贯通运营	上海金山铁路与沪平盐城际铁路(金山卫—海盐东)
上海	共线运营	地铁3号线和4号线
广州	贯通运营	地铁18号线北延段与广清城际铁路(广州白云—飞霞)
重庆	跨线运营	重庆轨道交通环线、4号线和5号线
重庆	贯通运营	市域铁路江跳线和轨道交通5号线
成都	共线运营	地铁18号线和19号线

1.3　一体化发展存在的问题

综合国内外典型都市圈现有实践可以看出，多层次轨道交通一体化发展的重点在于通过网络衔接、运营协同与服务整合提升整体运输效率。国外相关实践围绕贯通运营、枢纽换乘、票务衔接和分层组织等方面展开探索，已逐步形成了与城市空间结构、出行需求特征相适应的多样化组织方式。我国多层次轨道交通一体化在政策引导、网络建设和区域试点推动下，已由线路间的物理衔接逐步拓展至跨线运行、票务互通、安检互信等运营协同层面，正处于由局部探索向系统协同深化的发展阶段。尽管现有实践在部分城市已取得积极成效，但在规划实施、网络衔接、运营管理、标准协同与服务衔接等方面仍存在一些制约因素，主要体现在以下4个方面。

（1）跨层级协同实施机制不完善。近年来，国家层面已围绕城市轨道交通、市域(郊)铁路、城际铁路和干线铁路出台了相应政策文件和技术标准，对不同层级轨道交通的功能定位、建设边界和技术要求作出了较为明确的界定。但在多层次轨道交通一体化推进过程中，相关要求在区域层面和项目层面的实施转化仍存在不足，主要表现为跨层级规划衔接不够紧密、建设时序协调不足、枢纽与线路接口统筹不充分以及跨主体协同机制不够顺畅。受建设管理边界、投资主体和运营主体差异影响，不同层级轨道交通之间仍容易出现网络布局衔接不足、功能协同不强和资源配置分散等问题，影响一体化发展成效。

（2）网络衔接与枢纽功能不完善。尽管近年来综合交通枢纽建设步伐加快，但在网络衔接层面仍

存在诸多短板。一方面，部分枢纽站换乘效率不高，换乘通道过长、导向系统不清晰的问题依然突出，难以满足快速换乘需求；另一方面，不同层级线路之间的物理接口缺乏统一设计标准，导致网络连通性不足。尤其是在新建高铁站与城市轨道交通接驳方面，部分车站尚未实现同步规划与建设，乘客换乘体验不佳。这些问题削弱了枢纽在多层次轨道交通网络中的集聚和辐射功能，制约了一体化效能的发挥。

（3）运营机制与管理模式分割。在运营管理层面，多层次轨道交通涉及国家铁路、地方铁路和地铁公司等多个主体，运营机制缺乏统一协调。目前，各运营主体在列车运行图编制、调度指挥、票务结算、应急救援等方面多以自身系统为中心，跨制式、跨区域的协同不足。例如，城际铁路和地铁在运营管理上往往由不同单位主导，缺乏高效的协调机制，导致资源利用率不高，乘客出行连续性受限。此外，收益分配和权责划分尚不明确，各方缺乏稳定的合作模式。这种治理结构的碎片化，不仅影响一体化运营的效率，也增加了制度实施的复杂性。

（4）标准体系与服务一体化水平不足。技术标准和乘客服务的一体化尚未全面实现。在标准方面，不同层级轨道交通在车辆制式、信号系统、安检流程和票务结算等环节存在较大差异，缺乏统一的接口规范和标准体系，造成建设与运维成本上升，也限制了跨制式直达运营的可行性。在服务方面，虽然部分地区探索了票务互通和安检互信，但整体范围有限，尚未实现全国普及；乘客仍需在换乘时多次购票、重复安检，出行便利性不足。同时，不同轨道系统间的信息平台缺乏深度整合，换乘引导和实时调度支持不够完善，难以满足“无缝出行”的要求。

2　多层次轨道交通一体化运营管理体系

2.1　理论体系分析

多层次轨道交通一体化发展的核心在于在保持干线铁路、城际铁路、市域(郊)铁路和城市轨道交通功能分工的基础上，实现不同层级轨道系统在运行过程中的协同耦合。从运行逻辑看，多层次轨道交通网络是由网络结构、枢纽节点、运输组织、资源配置和服务供给共同作用形成的复合系统。只有当不同层级轨道交通在规划实施、管理规则、运行组织和出行服务等方面形成有效协同，才能有效承担区域范围内多样化、连续化的出行需求。因此，多层次轨道交通一体化运营管理的本质，是在功能差异和层级分工客观存在的条件下，通过跨层级、跨主体和跨区域的协同治理，实现由局部最优向整体最优的转变。这一过程既涉及空间层面的网络衔接和枢纽组织，也涉及制度层面的规则统一、主体协调和利益平衡，还涉及运行层面的运力匹配、交路安排和服务链条整合，因而具有明显的系统性、综合性和动态性特征。本研究将多层次轨道交通一体化运营管理从传统的“设施衔接—技术兼容”分析框架，拓展到“管理体制—运输组织—资源调配—服务保障”的综合分析框架之中，将其视为一个以协同治理为基础、以系统集成为目标的复合型管理体系。

2.2　运营管理体系框架

在互联互通背景下，多层次轨道交通一体化运营管理体系旨在通过制度、组织与技术手段的系统化整合，突破不同层级、不同制式及多主体运营带来的边界限制，实现网络层面的统一运行、资源共享与服务协同[16–17]。本研究构建的多层次轨道交通一体化运营管理体系以运营职能为基础，涵盖运输、票务、调度、应急和运维5个方面，分别对应管理体制、运输组织、资源调配和服务保障4大核心运作模块。各模块下进一步细化为制度规范、运行组织、要素统筹、乘客出行服务与安全保障等具体内容。多层次轨道交通一体化运营管理体系框架如图1所示。

2.3　运营管理体系内涵

多层次轨道交通一体化运营管理的关键在于突破行政分割、主体分散和标准差异带来的约束，推动不同层级轨道交通在规则、组织和服务层面的协同衔接，形成跨越行政边界与技术边界的统一运行体系，并逐步完善适应多主体协同需求的运营协调机制。本研究将一体化发展中的关键矛盾转化为若干相互联系的治理维度，强调通过规则约束、组织协同与服务输出的联动，形成能够支撑跨层级轨道

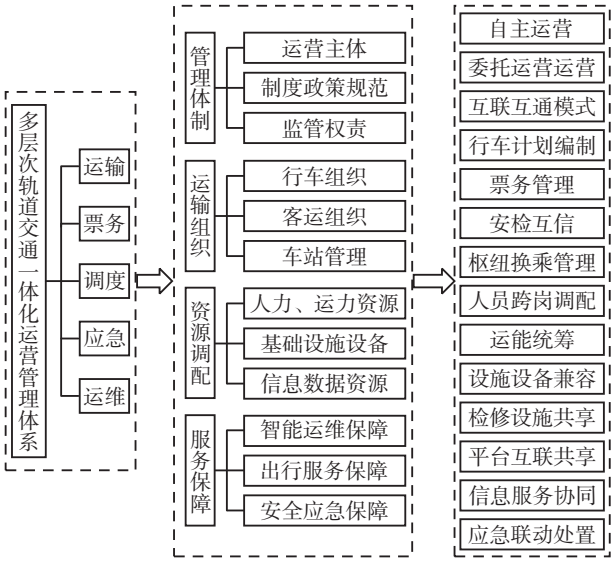


图1　多层次轨道交通一体化运营管理体系框架

Fig.1　Integrated operational management system for multi-level rail transit

系统协同运行的整体性框架。

从体系构成看，管理体制、运输组织、资源调配和服务保障共同构成多层次轨道交通一体化运营管理的核心链条。其中，管理体制是一体化运营管理的制度基础，其核心内容包括运营主体的界定、制度与政策规范的完善以及监管权责的明确，旨在通过厘清责任边界与优化治理结构，为跨层级、多主体的协同运营提供法律与组织保障。运输组织一体化强调从网络整体出发统筹不同层级轨道交通的运行安排，推动运能配置、时刻衔接、客流组织和客运服务的协同优化，其重点在于提高跨线路、跨制式运输组织的整体性，推动运行图协同编制、区间能力统筹分配和枢纽接续组织优化，提升系统运行效率和网络服务能力。资源调配主要包括人力资源统筹、运能资源协同、设施设备共享以及信息数据互联，其目标在于通过共享机制和统筹配置提升系统资源利用效率，降低分散运行条件下的重复投入。服务保障则涵盖乘客出行服务、应急安全保障与智能运维保障等内容，强调在全网范围内形成相对统一的服务标准和保障机制，以提升旅客全程出行体验并增强系统运行的安全性和稳定性。

3　多层次轨道交通一体化运营发展策略

针对跨层级协同实施机制不完善、网络衔接与枢纽功能不完善、运营机制与管理模式分割以及标准体系与服务一体化水平不足等问题，从规划建设标准一体化、管理体制机制一体化、运输组织模式一体化、资源调配体系一体化和服务保障体系一体化5个方面提出相应的解决措施。多层次轨道交通一体化运营发展的总体策略框架如图2所示。

3.1　规划建设标准一体化

多层次轨道交通一体化运营的前提在于规划与建设阶段的系统统筹。从当前发展趋势来看，规划建设标准一体化主要体现在发展战略协同、网络规划布局衔接、基础设施标准统一3个方面。

（1）发展战略协同。规划建设标准一体化首先体现为发展战略层面的统筹协调，为避免重复建设、功能交叉和资源浪费，干线铁路、城际铁路、市域(郊)铁路和城市轨道交通应统一纳入综合交通发展战略和国土空间规划体系，在重大通道布局、重点节点设置和建设时序安排上形成协调一致的发展导向。通过强化国家战略引导、区域统筹衔接和地方分类落实，不同层级轨道交通在功能定位和空间分工上的关系才能更加清晰，从而形成层次分明、优势互补的整体格局。

（2）网络规划布局衔接。当前多层次轨道交通网络加快形成，但不同层次之间仍存在布局脱节、功能重叠和枢纽接续不足等问题。因此，在规划过程中应统筹线路走向、站点层级和换乘节点布设，使干线铁路承担中长距离快速联系功能，城际铁路强化城市群节点间高效通达，市域(郊)铁路承担都市圈通勤客流集疏运功能，城市轨道交通突出城市内部高密度客流集散功能。与此同时，重点枢纽在设计阶段就应同步考虑多制式轨道交通的集约化布局、换乘流线优化和接驳空间预留，使线路衔接、站点换乘和建设时序之间形成统一安排。

（3）基础设施标准统一。长期以来，不同层次轨道交通在设计规范、技术参数和设备标准上存在差异，导致系统兼容性不足，为实现“四网融合”，需要逐步推进线路条件、车站设施、车辆系统、信号通信及安检流程的标准化与统一化。特别是在枢纽站、换乘节点和跨制式衔接线路中，应通过统一接口规范、协调设备选型和预留兼容条件，提高不同系统之间的适配能力，减少后续运营中的技术障碍和维护成本。例如，部分新建城际铁路与城市轨道交通衔接项目已在通信、信号和车站接口设计方



图2　多层次轨道交通一体化运营发展策略

Fig.2　Development strategies for integrated operation of multi-level rail transit

面开展协同探索，为跨制式换乘和后续一体化运营提供了条件。

3.2　管理体制机制一体化

管理体制机制一体化旨在构建“权责明确、协调有力、运行高效”的治理体系，其核心内容包括运营组织架构、制度与政策规范、监管权限与职责3个主要方面。

（1）优化运营组织架构。突破传统以线路或系统为单位的分散管理模式，构建“跨层级、跨区域、跨主体”的一体化组织体系。在宏观层面，成立由交通运输主管部门牵头，国家铁路、地方铁路和城市轨道交通运营企业共同参与的管理组织，负责审定重大规划、协调资源配置与解决运营矛盾。在运营层面，推动设立区域级一体化运营调度中心，作为日常运输组织的核心指挥机构，具备跨线调度、协同指挥、信息集成和应急联动等职能。在企业层面，鼓励通过股权合作、委托运营等方式成立运营共同体，探索市场化条件下多运营主体之间的协同机制，提升整体运作效率与服务一致性。

（2）完善制度与政策规范。围绕运输安全、服务标准、应急处置和运营管理等关键环节形成统一或协调的制度安排，有助于减少不同系统之间的制度摩擦；在技术与管理规则层面，车辆兼容、信号衔接、票务清分、安检互信等内容需要建立明确的制度依据；在利益协调层面，跨线运输收入分配、成本分担和公共补贴机制清晰化，保证一体化合作的稳定性和持续性。

（3）清晰界定监管权限与职责。明确政府与企业以及各运营主体之间的职责分工和责任边界，建立跨部门的联合执法与监督机制，加强对一体化运营中安全、服务、效率等方面的综合监管，确保各项制度有效落地。

3.3　运输组织模式一体化

运输组织模式一体化是在“时空资源可量化、

运力资产可调度、乘客行为可引导”3个维度上建立跨制式、跨产权、跨行政边界的协同机制。在此基础上，可实现网络级运行图的统筹编制、运力耦合投放、枢纽换乘时空协同，从而充分释放多层次轨道交通在运能利用、运行时效及乘客体验上的协同效益。多层次轨道交通一体化协同运输组织模式如图3所示。

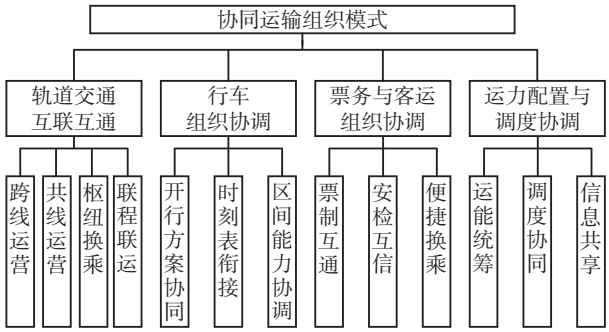


图3　多层次轨道交通一体化协同运输组织模式

Fig.3　Coordinated transportation organization model for multi-level rail transit

（1）轨道交通互联互通。从运营组织形式看，互联互通主要包括跨线运营、共线运营、枢纽换乘和联程运输等类型。其中，跨线运营和共线运营侧重于列车运行层面的连续组织，通过列车跨线行驶或多线共用区段，提高线路衔接效率和通道资源利用水平；枢纽换乘则依托综合枢纽的一体化布局与流线优化，实现不同系统之间的便捷转换；联程运输则通过票务互通、信息共享和时刻衔接，提升乘客跨层级出行的连续性。

（2）行车组织协调。其核心在于通过科学规划和动态管理，实现列车运行的高效衔接、运力资源的优化配置以及网络整体通行能力的最大化。实施的前提条件包括线路技术标准兼容、运力与客流信息可共享，以及各运营主体具备必要的调度协调机制。既涉及列车运行图的宏观统筹，也涵盖具体时刻表的精细调整，同时需充分考虑区间能力约束，以确保不同层级和制式的线路能够在同一网络中协同运行。

（3）票务与客运组织协调。票制互通通过构建跨层级、跨制式的统一票务体系，乘客可在一次购票后完成多段轨道行程，减少重复购票带来的时间损耗和组织复杂性。目前，部分地区已在联程票、一卡通和移动支付互认等方面开展探索，初步实现了城际铁路与城市轨道交通之间的票务协同。面向更大范围的一体化发展，还需进一步完善不同系统之间的票务清分机制和收益分配规则，增强各运营主体参与协同运营的稳定性和持续性。安检互信与流线优化是提升换乘效率的重要措施，通过建立跨层级安检互信机制，在关键枢纽实现“一次安检、多段乘车”，可显著提升乘客换乘效率。同时，科学设计枢纽换乘流线，设置清晰的导向系统和合理的空间布局，可以减少乘客步行距离与候车时间。

（4）运力配置与调度协调。在网络整体框架下，依据客流分布特征和出行需求，合理分配干线铁路、城际铁路、市域(郊)铁路与城市轨道交通的运能。例如通过引入大数据分析与客流预测技术，实现对不同时段、不同区段客流的精细化识别，并据此动态调整运能投放。调度协同强调在跨层级、跨制式运行环境下的实时协调与指挥。通过建设统一或互联互通的调度平台，各运营主体能够共享运力状态、客流信息与运行数据，实现跨线路、跨枢纽的动态调整与联动控制。在正常情况下，调度协同可保证运行图执行的稳定性与衔接性；在高峰客流或突发事件情境下，则能够通过列车加开、跨线路疏运和运行图动态调整，实现对异常客流的快速响应。

3.4　资源调配体系一体化

（1）统筹人力资源配置。不同层级轨道交通通常由不同运营主体分别管理，在人员培训标准、职业资格体系和岗位设置方面存在较大差异，制约了人力资源的跨系统流动和协同使用。推动人力资源统筹，需要在职业标准衔接、培训体系共建和岗位资质互认等方面形成统一规则，使调度、检修、服务等关键岗位人员能够在不同线路和不同系统之间实现合理流动和动态补充。通过建立跨层级的人才培养和协同保障机制，有助于提高人员配置弹性，缓解高峰时段和突发情形下局部系统人力不足的问题，也有利于降低重复培训和重复配置带来的成本消耗。

（2）推进设施设备共建共享。设施设备的集约化配置直接关系到一体化运营的经济性和可持续性。当前，不同层级轨道交通在检修基地、停车场、备品备件库以及轨道、车辆、信号、通信、安检等系统设施上往往各自建设、独立使用，容易造成资源闲置与重复投入。推动资源调配体系一体

化，应结合区域网络布局和线路运行需求，逐步提高检修基地、备品备件和相关配套设施的共享程度，并通过接口标准衔接和系统兼容条件控制，增强不同系统在设施设备层面的适配能力。

（3）强化信息数据资源共享。构建统一的信息共享平台，推动客流监测、运行状态、设备健康、票务结算和应急指挥等数据的互联互通，是提升整体运营协同能力的重要基础。依托大数据和人工智能技术，可以进一步开展跨层级客流预测、运力调整和应急响应，提高对乘客需求变化的动态识别能力和对系统运行状态的全局调控能力。

3.5　服务保障体系一体化

多层次轨道交通服务保障体系一体化不仅关系到乘客出行体验的改善，也关系到系统运行的安全韧性和运维效率。其核心在于通过服务协同和保障协同，推动多层次轨道交通由分散保障向连续化、系统化和智能化保障转变，从而为一体化运营提供稳定支撑。结合当前发展实际，服务保障体系一体化主要体现在乘客服务协同和安全运维保障2个方面。

（1）提升乘客服务协同水平。通过推进票务互通、安检互信和信息平台整合，能够减少乘客在跨层级换乘过程中的制度性障碍，提升全程出行的连续性和便捷性。在此基础上，结合枢纽站空间布局优化导向系统和换乘组织方式，并推动路径规划、列车时刻、运力变化和客流状态等信息的统一发布，有助于增强乘客对跨制式出行的预期稳定性和信息可达性。

（2）强化安全运维协同保障。多层次轨道交通网络一旦发生事故、灾害或大客流冲击，若不同主体之间缺乏统一预案和协同处置机制，容易造成应急响应迟缓和资源调配失衡。因此，有必要围绕重点场景建立跨层级、跨主体的联合预案、应急物资储备和协同指挥机制，提升系统在突发情况下的联动处置和快速恢复能力。同时，依托大数据、人工智能和物联网等技术开展设备状态监测、故障预警和预测性检修，可以提高关键设备运行状态识别的及时性和运维资源配置的精准性。

3.6　案例分析

选取重庆市域铁路江跳线与轨道交通5号线贯通运营案例进行分析，论证多层次轨道交通一体化运营体系和发展策略的适用性。江跳线起于轨道交通5号线跳磴站，止于圣泉寺站，设计最高运行速度120 km/h，于2022年8月开通运营，并于2023年11月与轨道交通5号线实现贯通运营。贯通后，乘客可由江跳线圣泉寺站乘车直达5号线石桥铺站，无需中途换乘。该项目采用“双流制”供电及相关成套技术，实现了市域(郊)铁路与城市轨道交通在不同供电制式条件下的连续运行，是国内首条与城市轨道交通贯通运营的市域(郊)铁路，具有较强的代表性。江跳线与轨道交通5号线贯通运营线路示意图如图4所示。

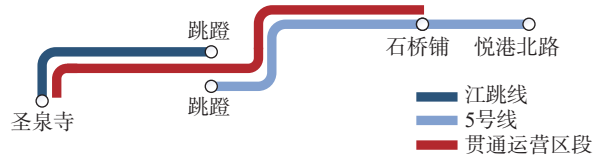


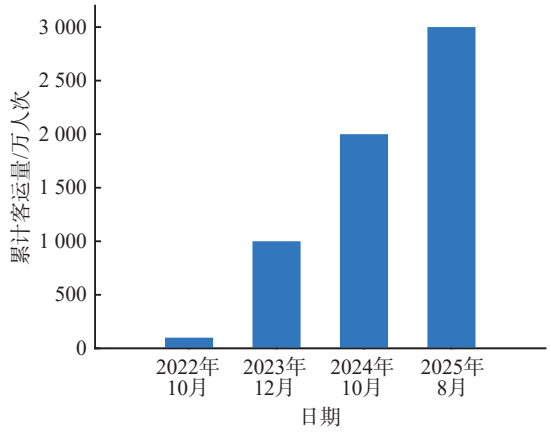
图4　江跳线与轨道交通5号线贯通运营线路示意图

Fig.4　Through operation between Jiangtiao Line and Chongqing Rail Transit Line 5

江跳线贯通运营前后累计客运量和日均客运量如图5所示。由图5可知，江跳线开通后形成了较为稳定的客流基础，并在贯通运营后表现出明显的增长趋势。江跳线开通运营初期日均客运量维持在1.4万人次，2022年10月线路累计客运量突破100万人次，开通运营一年后累计客运量突破670万人次；自2023年11月与轨道交通5号线贯通运营到2024年10月，该线日均客运量由2.51万人次提高至3.23万人次，增幅为28.72%，累计客运量突破2 000万人次，客流增长趋势持续显现，截至2025年8月，累计客运量已超过3 000万人次。

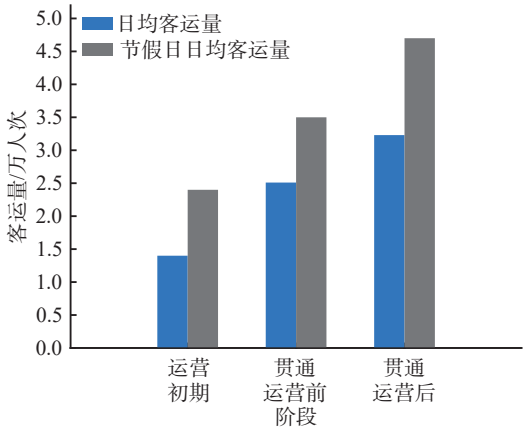
为进一步研究贯通运营前后的短期客流响应，选取2023年11月22日到12月15日江跳线与5号线日客运量数据进行对比分析，统计时段内5号线和江跳线日客运量数据如图6所示。贯通运营前，5号线日客运量主要分布在20余万人次至28万人次区间；贯通运营后的15 d内客运量均维持在30万人次以上，整体水平高于研究期内均值线，江跳线客流的导入扩大了5号线对外围出行需求的吸纳范围。

综合来看，贯通运营通过减少换乘环节、缩短出行链条、提高直达性和网络可达性，提升了线路客流吸引能力和线网整体运输效率，也增强了轨道交通在都市圈通勤出行中的分担作用，对重庆打造“轨道上的都市区”、构建“1小时通勤圈”具有开



a　累计客运量变化

a　Changes in cumulative passenger volume



b　日均及节假日日均客运量变化

b　Changes in average daily and holiday passenger volumes

图5　江跳线贯通运营前后累计客运量和日均客运量

Fig.5　Cumulative passenger volume and average daily passenger volume before and after through operation of Jiangtiao Line

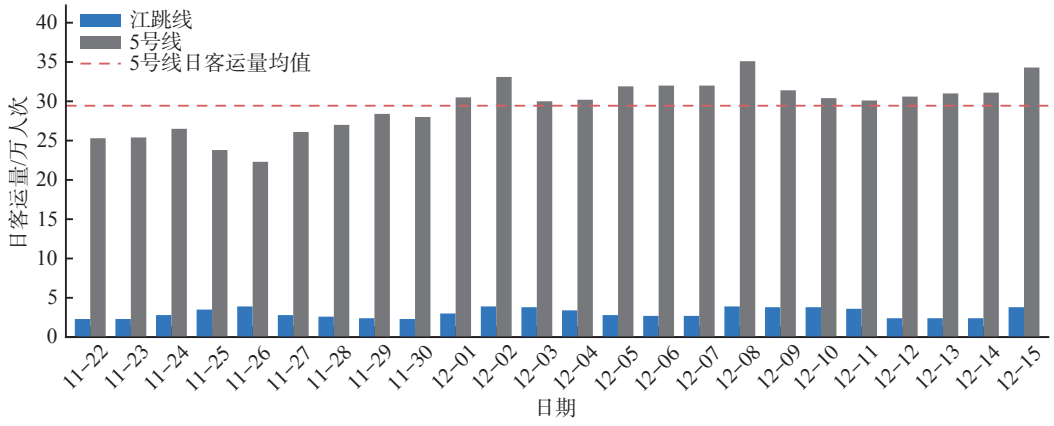


图6　统计时段内5号线和江跳线日客运量柱状图

Fig.6　Bar chart of daily passenger volume on Chongqing Rail Transit Line 5 and Jiangtiao Line during study period

创性意义。该案例在规划建设层面体现为市域(郊)铁路与城市轨道交通的衔接预留和技术兼容，在管理体制层面体现为跨主体、跨系统的协同推进，在运输组织层面体现为由“人换乘”向“车换线”的组织方式转变，在资源调配层面体现为车辆、供电及运行组织资源的统筹配置，在服务保障层面则体现为“一车直达”条件下旅客出行链条的压缩和全程服务体验的改善。该案例从工程实施到运营组织的全过程，较为集中地反映了多层次轨道交通一体化发展策略在实际场景中的落地路径。

4　结束语

规划建设标准、管理体制机制、运输组织模式、资源调配体系与服务保障体系的协同推进构成多层次轨道交通一体化运营的系统性治理闭环与决策基础。这一闭环将技术兼容转化为跨主体稳定协作并促进全网效能、资源利用效率和旅客服务质量同步提升。其理论贡献在于将技术约束与制度安排纳入涵盖运营目标及协同机制的统一分析视角，为跨制式运营中的权责配置和协同决策提供解释依据。未来研究应依托多区域长期运营数据建立覆盖5个维度及客流变化的协同绩效评价体系，识别不同网络规模和治理结构下的制度适用边界与长期影响。

参考文献：

[1] 李　琬，李如茵，孙斌栋，等．中原城市群中心城市对周边经济的影响效应分析[J]．地理学报，2025，80(8)：2143-2158.

LI Wan，LI Ruyin，SUN Bindong，et al. The Economic Impact of Central City within the Central Plains Urban Agglomeration on Its Surrounding Cities[J]. Acta Geographica Sinica，2025，

80(8)：2143-2158.

[2] 黄　超. 城际与市域(郊)铁路高质量融合发展规划研究[J]. 铁道工程学报，2023，40(10)：1-5.
HUANG Chao. Research on High-Quality Planning for the Integrated Development of Intercity and Urban(Suburban) Railway[J]. Journal of Railway Engineering Society，2023，40(10)：1-5.

[3] 王　睿，刘启钢，杨　晓，等. 我国轨道交通“四网融合”发展战略研究[J]. 中国工程科学，2025，27(4)：187-198.
WANG Rui，LIU Qigang，YANG Xiao，et al. Integrated Development of Urban and Regional Rail Transit Networks[J]. Strategic Study of CAE，2025，27(4)：187-198.

[4] 国家发展和改革委员会. 关于印发《长江三角洲地区多层次轨道交通规划》的通知(发改基础〔2021〕811号)[EB/OL]. (2021-07-02)[2026-10-09]. https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/tzgg/202107/t20210702_1285353.html.

[5] 国家发展和改革委员会. 关于印发《成渝地区双城经济圈多层次轨道交通规划》的通知(发改基础〔2021〕1788号)[EB/OL]. (2021-12-23)[2026-10-09]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-12/23/content_5664118.htm.

[6] 余　攀. 基于互联互通的市域铁路网络节点模式选择[J]. 铁道工程学报，2024，41(4)：1-6，12.
YU Pan. Node Mode Selection for Urban Railway Network Based on Interconnection[J]. Journal of Railway Engineering Society，2024，41(4)：1-6，12.

[7] 蔡君君. 多网融合下市域铁路互联互通关键技术研究[J]. 铁道工程学报，2024，41(6)：93-97.
CAI Junjun. Research on the Key Technologies for Interconnection and Interoperation of Suburban Railway under Multi-Network Integration[J]. Journal of Railway Engineering Society，2024，41(6)：93-97.

[8] 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.

[9] 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)：51-56，63.
LI Baoyin. Study on Integrated Operation Strategies and Standard Systems for Multi-Level Rail Transit[J]. High Speed Railway Technology，2024，15(6)：51-56，63.

[10] 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.

[11] 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.

[12] ZHOU L，LIU Y J，YU L，et al. Research on the Spatial-System-Based Rail Transit Systems of the World Cities[J]. Procedia Engineering，2016，137：699-708.

[13] 杨立新，王腾龙，魏　征，等. 市域(郊)铁路与多层次轨道交通互联互通原则与技术要点[J]. 城市轨道交通研究，2025，28(9)：1-6.
YANG Lixin，WANG Tenglong，WEI Zheng，et al. Principles and Technical Key Points of Inter-Operation between City (Suburban) Railways and Multi-Level Rail Transit[J]. Urban Mass Transit，2025，28(9)：1-6.

[14] 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.

[15] 朱昌锋，安　醇，唐兆鑫，等. 基于时空网络的城际公交化列车开行方案优化[J]. 交通运输工程学报，2025，25(6)：157-168.
ZHU Changfeng，AN Chun，TANG Zhaoxin，et al. Optimization of Intercity Public Transportation Train Operation Plan Based on Spatio-Temporal Network[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering，2025，25(6)：157-168.

[16] FENG F L，ZOU Z H，LIU C G，et al. Forecast of Short-Term Passenger Flow in Multi-Level Rail Transit Network Based on a Multi-Task Learning Model[J]. Sustainability，2023，15(4)：3296.

[17] 胡叙洪. 区域轨道交通四维度规划理念研究[J]. 铁道工程学报，2021，38(10)：1-4.
HU Xuhong. Research on the Planning Concept of Four Dimensions of Regional Rail Transit[J]. Journal of Railway Engineering Society，2021，38(10)：1-4.

(责任编辑　刘宁馨)