

基于长三角一体化的上海轨道交通融合发展策略<sup>\*</sup>

胡康琼

(上海申通地铁集团有限公司, 201103, 上海)

**摘要** [目的] 随着区域一体化融合发展日益深入, 为了提高城市轨道交通服务水平、缓解交通出行压力、整合区域资源, 需要构建一体化运营体系, 实现上海轨道交通一体化融合发展。对此, 提出基于长三角一体化的上海轨道交通融合发展策略。[方法] 从当前上海轨道交通线网发展历程与远期规划出发, 结合上海都市圈和市域范围通勤的需要, 剖析轨道交通存在的问题, 提出上海轨道交通融合发展寻求各种运输方式最优配置的内涵, 并从“统一规划、运营协同、机制联合”等层面提出融合策略。[结果及结论] 上海轨道交通存在的网络结构功能尚不完善, 不同层次的轨道交通之间衔接程度不充分, 运营管理多层次主体缺乏联动性等问题。上海轨道交通融合发展策略为: 优化既有网络, 完善结构功能; 规划网络融合, 建立多层次区域线网; 分线建立市域线运营公司管理模式和调度中心; 规划与产业联盟, 建运主体联动制度; 制定区域融合法制保障。融合策略以“规划一张网、运营一体化、乘客一张票”为标志, 能实现“点—线—面”统筹, 确保多层次轨道交通系统衔接有序、运行顺畅, 为乘客提供高质量运输服务, 进而实现上海轨道一体化融合高质量发展。

**关键词** 上海轨道交通; 融合发展策略; 长三角一体化

**中图分类号** TU984.191

**DOI**: 10.16037/j.1007-869x.2024.01.002

## Shanghai Rail Transit Integration Development Strategy Based on Yangtze River Delta Integration

HU Kangqiong

(Shanghai Shentong Metro Group Co., Ltd., 201103, Shanghai, China)

**Abstract** [Objective] With the deepening integration of regional development, it is essential to enhance the service level of urban rail transit, alleviate transportation pressure, and integrate regional resources. To achieve integrated development of Shanghai rail transit, the construction of an integrated operation system is necessary. In this context, a development strategy for the integration of Shanghai rail transit based on Yangtze River Delta integration is proposed. [Method] Starting from

the historical development and the long-term planning of Shanghai rail transit network, in conjunction with the commuting needs within the Shanghai metropolitan area and the city scope, an analysis of the existing issues in rail transit is conducted. The connotation of Shanghai rail transit integration development seeks to optimize the allocation of various transportation modes, and strategies for integration are proposed from the perspectives of 'unified planning, coordinated operation, and institutional collaboration.' [Result & Conclusion] The network structure and functionality of Shanghai rail transit are not yet fully developed, with inadequate connectivity between different levels of rail transit and a lack of linkage among multi-level entities in operational management. The development strategy for Shanghai rail transit integration involves optimizing the existing network and improving the structural functionality. It also includes planning network integration to establish a multi-level regional line network, establishing a city-level line operation company management mode and dispatch center, creating a linkage mechanism for main operators based on planning and industrial alliance, and formulating legal safeguards for regional integration. The integration strategy, characterized by 'planning as a unified network, operation as an integrated entity, one ticket for passengers to the end' aims to achieve coordinated 'point-line-plane' development, ensuring the smooth connection and operation of multi-level rail transit systems, providing passengers with high-quality transportation services, and realizing high-quality development of Shanghai rail transit integration.

**Key words** Shanghai rail transit; integrated development strategy; Yangtze River Delta integration

当前, 随着长三角一体化进程的加快、区域融合的日益密切, 构建区域内轨道交通一体化运营体系, 能兼顾市区轨道交通线路与市域轨道交通线路的优势, 对提高服务水平、缓解轨道交通压力及整合区域资源具有重要现实意义。《上海贯彻〈长江三角洲区域一体化发展规划纲要〉的实施方案》已

<sup>\*</sup> 上海市科委项目(20dz1202902)

明确,上海都市圈覆盖“1+8”区域<sup>[1]</sup>。

目前,对上海轨道交通而言,线路结构功能尚不完善,不同层次线路间的衔接程度不高,多层次轨道交通的规划、建设及运营随主体分割而治,难以实现“一网多模”的整体效益,限制了长三角一体化和上海都市圈的共建共享,大大降低了上海的整体竞争力。对此,本文立足于长三角一体化背景,对上海轨道交通融合发展策略进行研究。

1956 年至今,上海轨道交通经历了筹备研究—初期建设—快速成网—持续发展 4 个阶段,早已成为市民出行首选。其日均客运量已突破 1 000 万乘次,在公共交通中占比达 66%。如今,上海已投运 20 条地铁线路,总长度达 831 km,实现了超大规模的网络运营。未来,按“一张网、多模式、广覆盖、高集约”规划理念<sup>[2]</sup>:主城区的地铁线路将增至 25 条(总长度为 1 043 km),形成“一环十九射六切”的网络布局;市域轨道交通线路达 21 条(总长度为 1 157 km),形成“九射十三联”的网络布局;在铁路网中,在既有沪宁(上海—南京)高速铁路和沪杭(上海—杭州)高速铁路的基础上,新增沪苏湖(上海—苏州—湖州)高速铁路、北沿江(上海—南京—合肥)高速铁路及沪舟甬(上海—舟山—宁波)高速铁路,形成“五个方向”的网络布局,大大加强近沪区域联动发展。

在铁路(含高速铁路与城际铁路)、市域轨道交通及市区轨道交通(主要为地铁)3 个层次中,铁路线网已站位区域一体化。在上海大都市圈有限范围内的发展中,对于位于上海市中心城区内的城市轨道交通线(以下简称“市区线”)及提供区域间快速通勤服务的市域轨道交通线(以下简称“市域线”),应重点关注二者网络的相互融合。

## 1 上海轨道交通发展中存在的问题

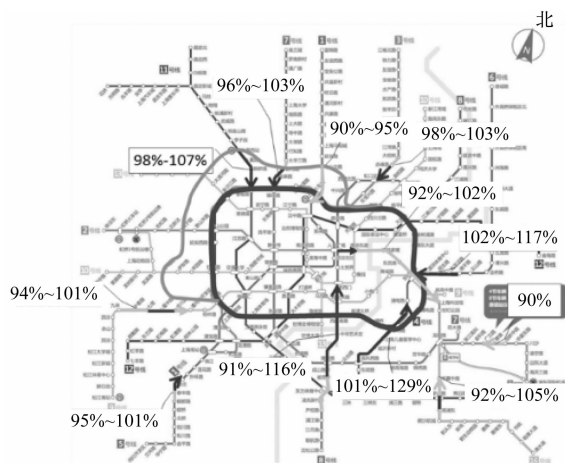
在上海都市圈基础上,综合市区线和市域线的服务范围,聚焦至上海市域范围和近沪城镇的融合。从现状来看,市区线主要承担上海市中心城区内的通勤客流,而市域线则依靠中长途客流带来的机遇和发展。盲目单方面发展势必会阻碍服务水平,需充分发挥不同层次自身优势,更要实现多方面的融合。现实中仍存在诸多问题与挑战。

### 1.1 交通结构功能尚不完善

#### 1.1.1 网络客流不均衡,且结构功能不完善

根据文献[3],全网早高峰时段拥挤段集中在

上海轨道交通 4 号线环线外 2~5 站,主要由于外围无切向线路,大量乘客绕行(如图 1 所示)。此时,一旦既有线网中的射线运营中断,则线网内大量客流无法疏解,存在重大安全隐患。例如,上海轨道交通 1 号线上海南站站—漕宝路站区间曾在早高峰时段发生接触网供电中断事故,列车迫停区间隧道,造成沪闵路路面客流突增。



注:图中数据为拥堵指数。

图 1 全网客流拥堵图

Fig. 1 Diagram of network passenger flow congestion

1.1.2 市域线基础网尚未建立,重点区域服务不足  
现阶段市域线建设较滞后,仅上海轨道交通 16、17 号线,以及上海磁浮列车示范运营线(以下简称“磁浮线”)、金山铁路已运营,上海市域铁路机场联络线(以下简称“机场联络线”)和上海市域铁路嘉闵线(以下简称“嘉闵线”)仍处在建阶段<sup>[4]</sup>。五大新城(即嘉定新城、青浦新城、松江新城、奉贤新城、南汇新城,以下简称“新城”)之间和临港新片区等均缺乏对外或对内联络线路,难以满足都市圈通勤快捷高效的要求。

### 1.2 不同层次间的衔接程度有待提升

市区线与市域线无隶属关系,在规划建设阶段尚未充分体现统筹意识,仅考虑自身标准和制式,由此造成个体与整体的资源配置最优目标不一致,进而造成车站硬性设施的人为分割。如在机场联络线的虹桥站和七宝站等站,市域线同地铁均通过冗长的付费区通道换乘,极为不便。远期规划的 1 157 km 新建市域线均为铁路制式,建成后将主要服务于上海市域内的常驻通勤人口,少量服务于商务通勤人口。此外,由于新城的常驻人口可通过市域线组团出行,再至市区内与地铁线路换乘,故届

时可能会形成大客流安全隐患。

1.3 运营管理主体独立分散化缺乏联动性

新建市域线和市区线的运营单位均为上海申通地铁集团有限公司,现已成立市域铁路运营筹备组负责今后市域线日常运营管理和日常维护。

由于市域线和市区线制式不同,故管理制度有较大差别,导致乘客实际出行链的服务欠妥。例如,市域线和市区线换乘通道内设有闸机,乘客无法连续性出行,究其原因两线的票务系统与清分方法独立。与之相比,我国成灌(成都—都江堰)铁路犀浦站已实现了高铁地铁同站台换乘,同一售检票系统,其乘客通过地铁安检后无需再次高铁安检,实现了真正意义的“零”距离换乘。

可见,上海轨道交通在交通结构功能、衔接程度及运管主体联动等方面存在诸多不足,大大阻碍了为乘客提供畅达、安全、高效、舒适的出行需求。由此综合来看,实现上海轨道交通融合发展的实质内涵是打破行政区划约束,寻求各种运输方式最优配置,利用有限交通资源,发挥最大经济和社会效益,实现空间和轨道交通的一致性、互相支撑。

一体化融合内涵如图 2 所示。在内部整合和外部关联的指导思想下,进行统一规划建设线网、整合基础设施、信息协同服务、统一运营管理,实现集约外部资源、促进产业发展、提升服务水平、保护生态环境的目的。进而体现“运营组织多样化、资源集约化、信息协同化、服务人性化”的特征,以出行需求为出发点,为上海市民创造宜人的城市轨道交通出行体验。

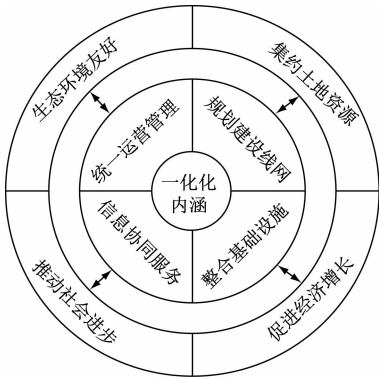


图 2 一体化融合内涵示意图

Fig. 2 Diagram of integration connotation

2 融合策略

基于长三角一体化的上海轨道交通融合发展

策略归结可分为规划设计、工程建设和运营维护三个阶段的融合。

2.1 统一规划,分步实施

2.1.1 既有网络优化,完善结构功能

1) 采用快慢车和灵活编制等多样化运营模式。上海轨道交通非高峰时段运能与最大断面客流量如表 1 所示。结合客流数据可知,既有线网早晚高峰时段长大线路运能不足,且运营组织模式单一,非高峰时段网络运能利用率较低(仅 25%),尤其是上海轨道交通 1、2、8、9、10、11 号线最为明显。规划层面应充分考虑工作岗位和住宅需求,结合客流和时空特征,对既有网实施改造,探索快慢车和灵活编制等多样化的运营组织模式服务,提升网络运能利用率,进一步提升网络综合效益。

表 1 上海轨道交通非高峰时段运能与最大断面客流量  
Tab. 1 Shanghai rail transit off-peak hour transport capacity and maximum sectional passenger flow volume

线路	最大运能/ (万人次/h)	最大断面客流量/ (万人次/h)	最大运能与最大断面 客流量的比值
1 号线	3.80	1.20	3.17
2 号线	3.80	1.20	3.17
3 号线	3.20	0.50	6.40
4 号线	3.20	0.50	6.40
5 号线	1.30	0.50	2.60
6 号线	1.20	0.45	2.67
7 号线	2.10	0.60	3.50
8 号线	2.10	0.90	2.33
9 号线	2.10	1.00	2.10
10 号线	3.00	1.20	2.50
11 号线	1.90	0.90	2.11
12 号线	1.90	0.50	3.80
13 号线	1.90	0.45	4.22
16 号线	0.70	0.65	1.08
17 号线	1.50	0.35	4.29

2) 整合铁路资源挖掘和释放既有运能。通过整合区域内现有铁路资源,加速推进既有铁路改造,实现市域铁路列车的开行条件实施,铺开上海金山铁路的运营管理经验,通过优化运输组织和补强既有铁路等方式,充分挖掘和释放既有运能,在较少投入和短时间内,利用既有国家铁路干线开行公交化市域列车,改善区域交通一体化的服务水



平,更好适应中心城市、新城、周边市镇等通勤需求。

### 2.1.2 规划网络融合,建立多层次区域线网

1) 加快市域线延伸段建设,并将大架修功能外移至近沪地区。探索即将启动的上海市域铁路嘉闵线北延伸、沪平(金山卫—海盐东)城际铁路、沪苏嘉(上海—苏州—嘉兴)城际铁路等跨省市的铁路研究,延伸至近沪地区线路对该地区轨道交通制式的影响,以及跨区域线路的运营组织模式。可考虑在行政分界设置前后折返线,便于独立与融合的运营灵活性。此外,市域线的 63 个停车场与市区线车辆基地可合址共建,以满足独立运营的条件。可将大架修等功能外移至太仓等近沪区域,加强产业融合。

2) 完善和构建“多环+射线+穿心快线”的网络格局:结合上海轨道交通 26 号线与浦东新区轨道交通规划预留通道,建设服务范围更大的市区联络环,并作为第四期建设规划储备项目。结合上海市域铁路宝嘉(宝山—嘉定)线和上海市域铁路曹奉(曹路—奉城)线等串联新城的线路基础上,开展增设联络线形成贯通的市域高速环的研究,视客流情况开行具体方案。文献[5]研究显示,早高峰新城直达中心城客流量占总客流量的比例超过 50%,其中南汇新城客流占新城的总客流比例达 80%,长距离出行客流占比大,快速直达需求高,需开展在主要发展轴规划轨道交通快线建设,实现重点区域的快速直达,应对网络客流不均衡等问题。

3) 地铁末端线路互通运营,有效提升新城服务水平。在《上海市城市轨道交通调整第三期建设规划》中,新增上海轨道交通 12 号线西延伸工程、上海轨道交通 15 号线南延伸工程及上海轨道交通 13 号线东延伸工程等末端线路。其客流效益并非很好,考虑市区线的末端线路在规划设计阶段,并在衔接处设置联络线,可实现末端线路之间互联互通,有限发挥资源效益提升。末端线路的互联互通如图 3 所示。例如,12 号线西延伸与 9 号线的洞泾站贯通衔接,23 号线与 15 号线的紫竹高新区站贯通衔接。在新城内部,地铁末端线路同局域线(指服务于局部区域的其他地铁线路及有轨电车线路)衔接融合,进一步提升末端线路利用率和服务综合性节点新城的内循环。

4) 新城和重点区域增设辅客站。面对主客站容量日趋饱和,以及新城居民乘坐铁路列车的接驳时间长等问题,可在市域线途经的新城和重点区域

增设辅客站,加强新城和重点区域辅客站外联内聚的锚固作用。市域线新增辅客站如图 4 所示。



图 3 末端线路互联互通

Fig. 3 Interoperability of line terminal segments



图 4 市域线新增辅客站图

Fig. 4 Diagram of supplementary passenger stations for city lines

通过联络线,国家铁路、城际铁路与市域线实现了互联互通、引入新城,能减少新城居民乘坐铁路交通的接驳距离与时间,提高旅客出行的便利性和通达性。将传统的集中枢纽承接客流模式转变为网络棋盘式枢纽对接模式,为乘客进出上海市域出行节省大量接驳时间,也缓解主客站的大客流压力和安全风险。

## 2.2 运营协同,便捷服务

1) 分线建立市域线运营公司管理模式。借鉴上海轨道交通从单线运营至成立运营中心、维保中心、5 家运营公司及 5 家维保公司等机构,再到网络

级统一运营指挥调度(C3 大楼)的发展经验,市域铁路运营筹备组成运营公司的分线管理模式,实现“本线运营阶段→网络内部跨线阶段→跨运营主体阶段”的发展转变。

2) 建立市域线调度中心,跨区域跨制式联合办公。基于 C3 网络级的调度大楼内,形成上海市域线调度指挥中心,同时成立跨制式合署办公模式,避免系统之间运能与客流不匹配、时刻表不同步、安全应急不联动等问题。此外,建立统一信息平台,实现内部信息交互和外部信息同步发布。

3) 票务清分先采用虚拟换乘标签,后创新技术实现无感换乘。利用现行公交卡、二维码自带虚拟换乘功能实现换乘需求,同时进行技术升级实现对旅客路径的定位并在换乘通道处无感识别乘客信息及走行方向,实行付费区无感换乘互通。持续探索一票通模式的适度超前深入研究。

4) 科学布局安全检查设施,避免重复安检。借鉴和推广虹桥火车站一体化安检的案例和成灌线犀浦站同台换乘经验,科学布局进出站通道和安检口,双方制定统一标准,签订互信协议,实现乘客不同系统间的站内顺畅通行。

### 2.3 机制保障,分工明确

1) 规划与产业联盟。借鉴国际都市圈经验,均采用统一规划和管理的机构设置。如东京都市圈线网从国家层面、运输政策审议会、地域交通部会、地域交通部会小委员会等逐级开展线网规划工作。德国鲁尔都市区设置 RVR(鲁尔区域联合会),负责都市圈的规划、公共信息、工业文化等领域进行国家层面立法,从联邦州层面、行政区层面和地方层面开展都市区的空间规划。旧金山湾区建立 MTC(大都市区运输委员会)和 MPO(大都市区规划机构)等部门推动区域交通一体化的规划和协调。上海应基于上海大都市圈规划研究中心和上海大都市圈规划研究联盟基础上,完善形成上海都市圈轨道交通一体化的规划发展联盟小组,统筹进行线网规划方案研究和产业联合发展。

2) 建运主体联动制度。市域线、市区线和国铁干线的建立主体联动关系如图 5 所示。从上海申通地铁建设集团有限公司、上海申铁投资有限公司、中国铁路上海局集团有限公司等 3 个主体出发,综合考虑市域线、市区线和国铁干线的建设和运维两个维度:① 建立和完善市域线建设与市区线建设协同机制(A1)、国铁干线建设与市区线建设协同机制

(A6)、国铁干线建设与市域线建设协同机制(A7),考虑不同层次间建设时序,服务客流与匹配衔接;② 建立和完善市区线运维与市域线运维协同机制(A4),以及国铁干线、市域线和市区线的运维协同机制(A5),考虑不同层次线路的运能匹配和时刻表的同步,从多方面建立联动协同工作机制。

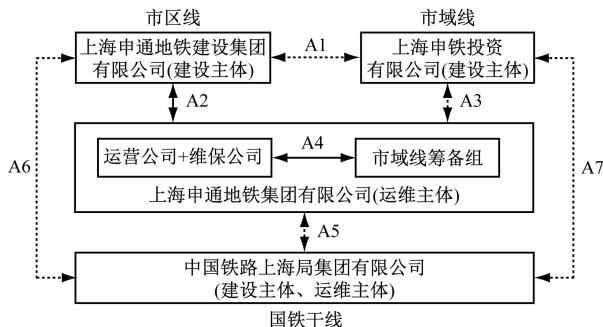


图 5 市域线、市区线和国铁干线的建运主体联动关系图  
Fig. 5 Interactive relationship diagram of city line, downtown lines and national railway main line construction and operation main bodies

3) 区域融合法制保障。不同层次轨道交通共同推出一体化制度创新,从基础设施规划审批建设到乘客服务运营维护等,推进区域法制化和标准化。对前期规划审批上,由沪、苏、浙等地进行协同制定相关的审批法律《条例》,实现同期审议、同时提交、同步实施。同时,在实际规划设计,重点关注设计标准和建设中的技术规范。对后期运营维护上,以“不破行政隶属、共同依法授权”的原则,制定公认与共同执行的运维《管理办法》,如《上海轨道交通条例》和《苏州轨道交通条例》等,其中各条例或管理办法内存在共认执法条款,实现车厢内的执法主体、执法事项和执法尺度统一。

### 3 结语

上海轨道交通一体化是以支撑和引导城市发展(空间)、快速便捷服务市民(时间)、满足多样出行客流需求(人)为源头,以规划一张网、运营一体化、乘客一张票为标志,协同搭建机制联合体,力求轨道交通各系统最大限度做到资源节约和人性化的服务。

规划一张网实质上是实现点一线一面的统筹规划;运营一体化实质上是突破管理机制与技术标准;乘客一张票实质上是实现乘客服务水平体现。今

(下转第 16 页)

城市流入,进一步发挥已建成城市轨道交通的规模效应。第三,由于城市轨道交通的前期投资大和后期维护成本高,限制了城市轨道交通的发展,国家应鼓励相关企业对城市轨道交通进行新的探索,推动研究降低城市轨道交通前期投资和后期维护成本的新技术和经营模式。

## 参考文献

- [1] DURANTON G, HENDERSON V, STRANGE W. Handbook of regional and urban economics[M]. Amsterdam: Elsevier, 2015.
- [2] MOHRING H. Optimization and scale economies in urban bus transportation[J]. The American Economic Review, 1972, 62(4): 591.
- [3] CHEN Y, WHALLEY A. Green infrastructure: the effects of urban rail transit on air quality[J]. American Economic Journal: Economic Policy, 2012, 4(1): 58.
- [4] GOEL D, GUPTA S. The effect of metro expansions on air pollution in Delhi[J]. The World Bank Economic Review, 2017, 31(1): 271.
- [5] ZHENG S Q. The effect of a new subway line on local air quality: a case study in Changsha[J]. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2019, 68: 26.
- [6] VICKREY W S. Congestion theory and transport investment[J]. The American Economic Review, 1969, 59(2): 251.
- [7] 肖挺. 地铁发展对城市人口规模和空间分布的影响[J]. 中国人口科学, 2021(1): 79.

## (上接第10页)

后,可结合“统一规划、协同运营、机制保障”等理念来指导策略,综合提出上海轨道交通一体化融合的指标体系,从线网层面、运营层面、城市发展层面等确立指标子系统和对应指标,综合评价轨道交通一体化融合发展的程度与提升策略。

## 参考文献

- [1] 上海市人民政府. 上海贯彻《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》的实施方案[R]. 上海:上海市人民政府,2020.  
Shanghai Municipal Government. Shanghai's implementation plan for implementing the Outline of the Regional Integration Development Plan of the Yangtze River Delta[R]. Shanghai: Shanghai Municipal Government, 2020.
- [2] 上海市人民政府. 上海市城市总体规划(2017—2035)[R]. 上海:上海市人民政府,2017.  
Shanghai Municipal Government. Shanghai Master Plan (2017—2035)[R]. Shanghai: Shanghai Municipal Government, 2017.
- [3] 上海申通地铁集团有限公司技术中心. 基于长三角一体化的上海轨道交通融合发展的策略研究[R]. 上海:上海申通地铁集团有限公司技术中心,2021.  
Technology Center of Shanghai Shentong Metro Group Co., Ltd.

XIAO Ting. Influence of subway development on urban population size and spatial distribution[J]. Chinese Journal of Population Science, 2021(1): 79.

- [8] 付明卫, 丛正龙. 地铁开通与城市绿色全要素生产率[J]. 产业经济评论, 2023(2): 167.  
FU Mingwei, CONG Zhenglong. Subway opening and city's green total factor productivity[J]. Review of Industrial Economics, 2023(2): 167.
- [9] 黎新伍, 黎宁, 谢云飞. 数字经济、制造业集聚与碳生产率[J]. 中南财经政法大学学报, 2022(6): 131.  
LI Xinwu, LI Ning, XIE Yunfei. Digital economy, manufacturing agglomeration and carbon productivity[J]. Journal of Zhongnan University of Economics and Law, 2022(6): 131.
- [10] 丛建辉, 刘学敏, 赵雪如. 城市碳排放核算的边界界定及其测度方法[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(4): 19.  
CONG Jianhui, LIU Xuemin, ZHAO Xueru. Demarcation problems and the corresponding measurement methods of the urban carbon accounting[J]. China Population Resources and Environment, 2014, 24(4): 19.

- 收稿日期:2023-02-22 修回日期:2023-06-30 出版日期:2024-01-10  
Received:2023-02-22 Revised:2023-06-30 Published:2024-01-10
- 第一作者:鲁靖,教授,lujing0808@126.com  
通信作者:牛子昂,硕士研究生,3462151272@qq.com
- ©《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

Strategy research on integrated development of Shanghai rail transit based on the Integration of Yangtze River Delta[R]. Shanghai: Technology Center of Shanghai Shentong Metro Group Co., Ltd., 2021.

- [4] 上海市发展和改革委员会. 上海轨道交通近期建设规划(2018—2023 年)[R]. 上海:上海市发展和改革委员会,2018.  
Shanghai Development and Reform Commission. Shanghai rail transit construction planning in the near future (2018—2023)[R]. Shanghai: Shanghai Development and Reform Commission, 2018.
- [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.

- 收稿日期:2021-12-31 修回日期:2022-02-07 出版日期:2024-01-10  
Received:2021-12-31 Revised:2022-02-07 Published:2024-01-10
- 作者:胡康琼,工程师,1012489833@qq.com
- ©《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