

市域轨道交通快线规划与建设

——中国城市交通发展论坛第22次研讨会

陈小鸿¹, 刘 迁², 何志工³, 景国胜⁴, 郑 猛⁵, 杨 涛⁶

(1.同济大学铁道与城市轨道交通研究院, 上海 201804; 2.中国地铁工程咨询有限责任公司, 北京 100034; 3.中铁第四勘察设计院集团有限公司, 湖北 武汉 430063; 4.广州市交通规划研究院, 广东 广州 510300; 5.北京市城市规划设计研究院, 北京 100045; 6.南京市城市与交通规划设计研究院股份有限公司, 江苏 南京 210008)

摘要:为探讨在中国新型城镇化和轨道交通发展大背景下, 如何推动市域轨道交通快线规划建设与落地实施, 中国城市交通发展论坛2019年第2次(总第22次)研讨会于2019年5月23日在南京召开, 本次会议由南京市城市与交通规划设计研究院股份有限公司承办, 主题为“市域轨道快线规划与建设”。因篇幅有限, 本刊编选部分专家发言, 以飨读者。

关键词:轨道交通; 市域轨道交通快线; 规划建设; 多网融合

Express Rail Transit Planning and Construction: Highlight of the 22nd Urban Transportation Development Forum in China

Chen Xiaohong¹, Liu Qian², He Zhigong³, Jing Guosheng⁴, Zheng Meng⁵, Yang Tao⁶

(1.Institute of Rail Transit, Tongji University, Shanghai 201804, China; 2.China Metro Engineering Consulting Corporation (CMECC), Beijing 100034, China; 3.China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd., Wuhan Hubei 430063, China; 4.Guangzhou Transport Planning Research Institute, Guangzhou Guangdong 510300, China; 5.Beijing Municipal Institute of City Planning & Design, Beijing 100045, China; 6.Nanjing Institute of City & Transport Planning Co., Ltd., Nanjing Jiangsu 210008, China)

Abstract: Promoting express rail transit planning, construction and implementation under new urbanization and rapid rail transit development, the 22nd Urban Transportation Development Forum in China took place in Nanjing on May 23, 2019. Organized by Nanjing Institute of City & Transport Planning Co., Ltd, the themes of the forum is on the Express Rail Transit Planning and Construction. Due to the space limitation, only several speeches from the experts are selected in this month publication.

Keywords: rail transit; express rail transit; planning and construction; integration of different networks

收稿日期: 2019-06-11

作者简介: 陈小鸿(1961—), 女, 浙江永嘉人, 博士, 教授, 主要研究方向: 区域与城市交通规划方法、交通政策、公共交通规划与非机动交通规划。E-mail: tongjicxh@163.com
(作者按发言先后排序)

基于市域轨道交通快线功能的系统适用制式探讨

市域轨道交通快线在技术型制上没有非常明确的限定。轨道交通快线在《城市综合交通体系规划标准》(GB/T 51328—2018)中有此概念, 但市域轨道交通快线是一个什么概念? 是不是强调行政区域范围? 还是因为城市群、都市圈发展而产生的新一类系统需求? 其中三个问题: 第一, 为什么现在关注这一类市域轨道交通快线; 第二, 针对新的交通服务需求和功能层次, 已有案例可能会给我们带来什么启示和可用经验; 第三, 市

域轨道交通快线适用场景、规划的意图和手法。

市域与都市圈交通的发展需求及趋势

近年对于中国城镇化进入新阶段已经达成共识。这个新阶段使城市间关系、交通联系产生新的交通服务需求。所以, 必然导致新的技术形式和新的运输组织模式出现。市域交通是指在传统的中心城区之外的密集城镇区各类交通的叠合, 包括向心交通、城际交通和城镇地方交通, 高于一般城市间交通需求的强度和服务品质要求, 既不是传统概念上的城市间交通, 又不是城区交通, 是新的交通联系需求。都市圈作为一种具有特殊

结构的城市群，除核心区外其大部分空间都具有市域空间特征，但并不受制于行政区划。这也是讨论市域交通复杂性所在。

所以，不能限于行政区划考虑轨道交通快线规划，对长期运营管理和建设投融资也带来新的挑战。针对市域交通，交通设施类型、系统服务模式、城市与枢纽关系，甚至载运工具体都要有创新。

如果将市域交通界定为密集城镇区域的交通活动，这一类需求就存在于可能超出行政边界的更大空间范围，必然导致更高的运输时效性要求。归纳一下，市域交通是密集城镇区域的交通联系，远高于一般城市间交通需求强度和时空可达性要求。通常的市域城镇空间基本结构为强核心+外围组团簇状分布，大部分区域超出传统地铁制式能够有效组织的15 km半径尺度，但城镇化水平和活动模式又需要有集约度、速度的运输方式。正因为如此，2017年国家发展改革委颁布了《关于促进市域(郊)铁路发展的指导意见》(发改基础〔2017〕1173号)，在布局上要求能够服务5万人口的城市组团、旅游景点等，设计时速100~160 km·h⁻¹。市域轨道交通、市域轨道交通快线等概念和基本技术要求正逐渐明晰。

市域轨道交通快线界定的服务区域与服务质量，丰富了城市群多尺度空间和多种方式交通的功能层次，满足两类基本交通需求：都市圈1 h高频度联系和城市群3 h规律性移动，对应同城化通勤交通和当日往返商务出行，使交通强度产生跃变。也就是说，时间约束决定交通强度，运送速度决定市域轨道交通快线服务的空间范围。例如，高铁网络使得长三角城际客流90%全程时间在3 h以内，多方式、网络化交通系统推动空间的集中与分散，交通便利性成为区域一体化的基础和推动力。多尺度的交通需求从单点、通道向网络化叠加演化，形成了以上海为核心的多中心走廊+圈层结构。此外，交通枢纽网络对于城市群的服务均衡覆盖，也高度依赖市域轨道交通快线。中心城市的枢纽设施对周边地区的服务能力成为确定该城市在区域中功能与地位非常重要的因素。

市域、都市圈交通需求与发展趋势呈现四个方面的特点：

1) 格局的转变：大城市及城镇密集区已经由单一城市区演化为多城市集群的空间

格局。都市圈与城市群的发育产生出与传统城市交通具有地域、强度、模式差异的一类市域交通，承担核心辐射、外围连接功能，并逐步向网络化交通格局转变。

2) 模式的转变：强度、速度、可靠度决定支撑区域一体化发展的交通方式逐步由公路转向铁路，并且要求多样化、高效能的技术形式满足不同层次需求。

3) 深度的转变：由高等级公路设施的对接向分层次的综合交通体系构建转变，要求通达性深入到城市内、联系大部分市镇和枢纽。

4) 作用的转变：综合交通将成为空间结构重组和城市更新最重要以及最有利的战略手段。未来区域交通布局的改变将直接影响城市结构的重组；区域交通模式将影响城市能级和增长潜力；区域交通服务水平将决定城市的生活质量和活力。

这一轮整个市域和都市圈发展要通过区域空间格局协同规划、交通一体化的规划建设和区域协调机制以及平台的构建，来推动城市群和都市圈一体化发展。

市域轨道交通的功能层次与应用案例

通过3个市郊铁路案例说明其功能层次和运营管理特点。随着城镇化发展，中国铁路与轨道交通呈现出区域、市域、市区到局(部)域多层次格局。区域交通从多模式综合交通、到多模式公共交通、再到多模式轨道交通，适应不同空间、需求而支持城际、市域一体化，要根据交通功能设计系统结构和空间组织模式，通过区分活动特征来设计这种既是多模式又衔接紧密的综合性体系，体现铁路与轨道交通网络的功能层次。在既有系统持续改造和新系统整体设计中都有成功案例。

1) 纽约：基于枢纽功能再造提升系统能级。

纽约市域铁路与城市轨道交通网络的形成有百年历史。由于区域间职住特定功能的互补性，市域铁路形成了中心敷设格局。北部通勤铁路、东部长岛铁路和新泽西铁路3个网络，均衔接市区半径15 km圈层范围的地铁系统，构成核心+区域完整的轨道交通网络。26条通勤铁路运营里程1 602 km，地铁31条线路、运营里程368 km。这是一个有历史、陈旧甚至看来破破烂烂的铁路，但在衔接处几乎原址重建的枢纽，在交通功能

与服务、活动功能汇聚与城市空间营造方面,近乎完美地实现了对于枢纽功能、TOD的期望。枢纽位于曼哈顿下城最为核心的区域,枢纽主体部分建于地下,衔接陆上与海上交通,集聚铁路、轨道交通和各类地面交通方式。交通极其便利,交通服务水准之高、功能空间设计之精美,中国枢纽无出其右。既有网络通过枢纽更新可以持续提升网络功能;郊区铁路网络深入城市核心,通过功能强大的枢纽衔接轨道交通网络,完成市域—城市地区的客流集散服务,是保持两个网络运行效率的关键之一。

2) 东京:环向换乘组织的高客流密度网络。

东京的郊区铁路、城市地铁网络也具有服务通勤的基本特征,但是交通服务功能和高强度土地开发更为多样,形成外围网络、核心网络以环向换乘衔接支撑的高客流密度网络。城市地铁集中在0~15 km圈层范围,17条线路运营里程332.6 km,日客流量约1 765万人。铁路大多以山手环线为起点,2 401.3 km运营里程为大都市圈提供了日均5 793.5万人次客流服务,客流的通勤上学比例在70%左右,客运强度比许多城市的地铁都高,山手线高峰高断面客流达到5~8万人次·h⁻¹。市域铁路可以服务更大客流密度、承担更高客运强度,但枢纽与换乘须延伸到城市核心地区,才能提供更大范围、更好的可达性。不可否认,东京市域线路具有先建优势而占据合理区位,但也是轨道交通引导地区发展的长期累积效果。系统仍在持续改造,通过枢纽功能提升焕发系统活力,同时注重环境影响。值得一提的是,铁路枢纽内部的空间功能改造完全地铁化,几乎不再有铁路站的固定候车空间,改造为城市服务功能汇聚之地,为财务的可持续提供了解决方案,如东京站、新宿站等。此外,日本城市的铁路站均有丰富的站前功能空间,也使得交通融入城市而成为日常生活的一部分。

3) 上海:“一张网、多模式、全覆盖、高集约”“3个1 000 km”轨道交通网络。

在《上海市城市总体规划(2017—2035年)》中,针对服务区域差异、功能与客流差异,但城镇化水平提升要求广覆盖的网络布局,提出了市域线、市区线、局域线多层次3个1 000 km轨道交通网络构架,要求市域铁路联网,形成效率与运量并重的1 h交

通圈,市域基本实现10万人以上新市镇轨道交通车站全覆盖。市域铁路已经成为新一轮轨道交通建设规划中重要的组成部分,并形成新的建设营运主体,承担外围轨道交通快线的交通服务功能,改善城市核心区与外围功能区、新城、临沪地区的交通时空可达性。市域铁路的规划、建设和运行,可能成为突破行政壁垒、推动城市群实现区域一体化的抓手。

功能导向的市域轨道交通快线制式与规划探讨

市域轨道交通快线的主要作用是达成三个方面的交通服务:改善区域的商务便利性,服务于邻市通勤,增强地区性重要枢纽与各个城市的联系。对应的规划要点是:1)通过城际走廊复合化和轨道交通优先建设,服务经济一体化区域的空间协同规划及公共交通导向发展,提升商务、产业、旅游休闲的便利性;2)针对稳定并具有一定稠密度的出行需求,提供市域乃至跨区域的公交化城际客运服务,连接城市核心区、支持城市延绵区邻接城市的跨城通勤与游憩等功能;3)联系交通枢纽与城市中心,提供城市间多枢纽—多中心的网络化运输服务,提高城际出行的直达性。

国家发展改革委指导性文件提出了市域轨道交通快线的设计速度和站间距建议,实质上是要保证比城区更高的运送速度。能满足三类需求、三种功能的系统技术形式多样,从设计时速160~200 km·h⁻¹,80~120 km·h⁻¹有不同的技术形式可以选择。本次会议的同时,青岛正在举行600 km·h⁻¹磁浮车辆的下线仪式,中国即将具备时速80~120 km·h⁻¹,200 km·h⁻¹,600 km·h⁻¹不同速度区段的磁浮系统,适应不同的空间尺度,为城际铁路、市郊铁路、轨道交通快线提供新的选择。市域线比城市轨道交通服务范围广,因此有更高的速度要求,对已建成区域希望比大铁路有更高的覆盖度且站间距小,不仅要考虑设计速度也要考虑加减速性能。特别是市域轨道交通快线,由于服务区域差异化大、需要进入建成区甚至中心区,对速度、环保、环境影响、适应复杂建成环境的能力以及客运强度对应的运行经济性提出更多要求。

各种技术制式有各自优势。针对市域轨道交通快线的预期功能,近期可能的应用场景大致有三类:

1) 在密集城镇区域参与城市群—枢纽群空间塑造, 构建珠链式、网络化城镇格局。

市域轨道交通快线在密集城镇地区的主要职能和应用场景是通过走廊与其他地区交通便利性的差异, 加速沿线城镇节点与交通节点的发育, 构建珠链式、网络化的城镇格局。市域轨道交通快线可延伸中心城市1 h 站到站可达的城镇数量, 在更大范围而不仅仅是城市中心区提供快速、直达、可靠的服务, 提高区域核心城市主要辐射方向的运输集约化程度。轨道上的京津冀、长三角城际铁路网均体现了塑造城市群—枢纽群空间格局的意图, 也因此形成了上接国家层面铁路网、下衔城市轨道交通网的第三个完整的区域性轨道交通网络。由于其功能相对独立、系统相对完整, 布局于大城市和特大城市郊区也可能延伸到相邻城市, 可以是铁路或城市轨道交通快线。这样的网络也能满足城市间连绵发展区域的跨界职住联系以及新城、新区与城市中心区之间的通勤联系, 如上海嘉定和昆山、太仓。

2) 提升城市核心地区交通能级。

第二种应用场景是作为轨道交通快线, 延伸城市主要功能区的辐射范围。在区域一体化发展背景下, 核心城市的中心、副中心以及城市群内各个城市的功能中心, 会由城市相对独立发展时期的城市中心承担, 成为区域级的核心地区, 如长三角CBD、珠三角CBD、京津冀CBD等。各类功能中心要服务的不是单一城市而是整个地区, 城市与城市之间的交通连接需求不是一对一, 而是多对多, 才能提升区域的一体化程度。以《上海市城市总体规划(2017—2035年)》的重点之一上海张江科学城为例, 作为上海建设具有全球影响力科创中心最重要的载体, 科技人才对外联系频次高于全市平均水平, 使用铁路的出行频次高30%, 使用航空的出行频次高150%~200%。这个功能区块要求与枢纽、与外部城市直接连接, 目前已经进入实施阶段的上海机场快线设站迪士尼—科学城副中心, 使得这一片区一举具备均衡使用浦东、虹桥两机场航空资源的优势, 至浦东机场、虹桥枢纽30 min内可达, 交通可达性显著提升。

3) 实现远节点、强时效交通枢纽之间的联运。

第三个应用场景是实现远节点、强时效交通枢纽之间的联运。典型案例是联系长沙

机场与高铁车站、全长18.5 km的长沙中低速磁浮线, 香港机场快线等。通过轨道交通快线实现主要节点间连接的时效性。

市域快线规划: 要点与建议

结合市域轨道交通快线实现其运输服务性能的技术选择可能性、区域空间格局特征以及交通服务需求, 确定市域轨道交通快线的基本要求。规划层面坚持三个原则: 有客流、沿轴线、串节点。线路布局于城市核心对外的放射轴线上, 连接不小于3个不同功能类型的节点: 城市中心、新城中心、至少1个交通枢纽。线位选择、节点串联与运送速度是客流基本保障的三要素。这些基于一些线路不成功教训的考虑, 已经纳入《城市综合交通体系规划规范》(GB/T 51328—2018)对轨道交通快线的规划要求。本文所用的“市域轨道交通快线”与“城市轨道交通快线”在功能要求上并无根本性差异, 也不局限于行政概念的城市边界内。

在目前市域快线很热的情况下, 还是要承认, 对于首末站未抵达核心区的郊区射线或无法衔接核心区轨道交通的线路, 客流会在较长时间内持续偏弱, 并可能呈现有别于其他线路(日变特征)的周变特征。如果不能把市域线路延伸到城市建成地区与既有网络便捷衔接, 而只是在外围形成枢纽, 其时效性与客流值得担忧。但等待区域发展成熟再选择有需求的路径, 不仅失却发展导向作用, 也大大增加建设成本与难度。这是市域快线在城市衔接点与建设时间的“二难选择”。

第二个是系统制式与敷设方式决定环保性、经济性。世界各大城市的市域轨道交通快线基本采用地面或高架敷设方式, 可大大节省建设时间和成本。东京大都市区38条共1 154 km私铁, 地下线仅占总里程的2%。市域轨道交通快线进入中心城区需对环境影响慎重评测, 应基于客流—经济性—环境影响予以综合考虑。以地面或高架实现建设成本的经济性, 就需要系统更高的环保性来保障。因此, 寻求更为适宜的铁轮技术型制而不局限于传统轮轨是一种解决思路。

最后讲一点上海经验。在上海现有17条线+磁浮线组成的轨道交通网络里, 以快线标准建设、营运的只有16号线, 59 km、13个车站、平均站间距4.9 km, 具备大站车和站站停的设施条件。2018年日均客运量

23万人次·d⁻¹，平均乘距24.3 km。站站停平均运营速度61 km·h⁻¹，大站车单程运行时间可缩短12 min、时速达到77 km·h⁻¹。这是上海最初轨道交通网络规划的4条区域快线(R线)唯一实现快速运行的一段。因此，市域轨道交通快线规划设计、运营组织模式与线路建设标准共同决定了线路营运服务性能。规划走向、运输组织、建设标准最终还是要服务于地区发展，表现为客流需求。

(陈小鸿)

中国城市轨道交通市域快线发展的实践与思考

随着近10年中国城市轨道交通的迅速发展，一些特大规模城市的市区轨道交通网络已经基本形成。这些城市在网络规划中，也曾经以前瞻性的眼光着手构建包括市域轨道交通快线体系在内的多层次轨道交通网络，而且一些城市已经率先进行了不同类型的市域轨道交通快线建设运营的尝试。由此，市域轨道交通快线技术问题越来越成为各城市关注的热点问题。在最新颁布的《城市轨道交通线网规划标准》(GB/T 50546—2018)中明确：城市轨道交通快线为“旅行速度为45 km·h⁻¹及以上的城市轨道交通线路，简称快线。”

市域快线概念提出的原因

1) 巨型城市是市域快线形成的主要动因。

市域快线是中国城市迅速扩张形成巨大规模和实现城市全域发展意图的必然产物。轨道交通得天独厚的技术特点，不但可以满足城市运量的份额要求，还能满足出行速度的保障要求。

2) 巴黎RER快线体系经验分析。

国外市域快线发展已成规模，例如东京JR系统、柏林S-Bahn系统、巴黎RER系统，有着丰富的经验教训可以借鉴。其中，巴黎RER系统对中国影响最大，这不仅是因为法国公司早年曾参与中国城市轨道交通网络规划，更因为在这些系统中，RER表现出规划理论的科学性、网络的完整性和运营效果突出。RER是在旧式市郊铁路的基础上改造和新建的区域快速轨道交通线路，主要服务于巴黎大区60 km的半径范围，成为巴黎新城发展的关键。RER整个建设思路是以铁路制式为主、在已有地铁网络基础上进行“打补丁”，建设顺序先普后快，即所有快线

均建设于普速地铁之后。主要模式特点如下：具有同时为中心城区和郊区服务的双重功能；采用共线运营模式；外围设有较多支线；通过大站间距和越行实现较高旅行速度；所有线路到达并穿越中心城区。

3) 北京、上海市域快线的研究历程及经验。

市域快线的研究经过了规划和实践的反复过程，尤以北京和上海的尝试最有特点。北京和上海在很早的线网规划阶段就有市域轨道交通的理论研究和网络规划层次，例如北京市郊铁路研究提出的S线体系以及上海城市轨道交通线网规划中提出的R线体系。而在之后几轮建设规划的实践过程中，因各自原因，市域快线的层次始终没有按规划设想完整实现。可以说，北京是认识到了快线的作用但迟迟没有落在规划中；上海是最早落在规划中但迟迟没有认识到快线的作用。现在，两个城市都充分认识到快线对各自城市发展的巨大作用，但面对各自接近1 000 km的已建和在建轨道交通网络，如何进行快线体系层次的重塑，成为两个城市巨大的难题。

市域快线发展的主要技术特征

市域快线最明显的特征反映在制式选择的技术标准上。目前中国各城市市域快线的发展属于探索阶段，各个城市根据自身特点进行了实践，主要体现在制式选择的差异性上，大致可以分为三大类：铁路制式、城市轨道交通制式、中间制式。

总体来看，北京和成都是市域快线制式选择相对高标准的城市。根据各城市多年的研究经验，不管采用何种制式标准，市域快线应满足以下技术要求：

1) 服务城市、通勤为主。技术条件尽可能适应城市工况，并且具备一定量级的运输能力尤其是高峰运输能力。

2) 相对快速、频繁起停。应保持与其他交通方式有竞争优势的旅行速度，车辆起制动性能具备适应性。

3) 客流波动巨大、特征复杂。应具有灵活的运营组织模式，应对更为复杂的客流特征，配线应满足复杂灵活的运营组织方案。

4) 标准灵活、兼容并蓄。应结合区域轨道交通规划、城市轨道交通网络规划统筹考虑制式选择，因地制宜。

市域快线的规划特征

以成都市域快线网络的构建过程为例，

提出市域快线在规划阶段的3个关键特征。

1) 体系性。

市域快线规划并不是孤立存在的，由于其在服务功能和空间上与区域轨道交通、城市普速轨道交通都有一定的交叉关系，规划中需要注意整体的系统性，应以统筹的思路进行市域快线网络规划。以成都为例，市域快线网只是成都市域轨道交通网络的一部分，成体系化规划之后形成的三网融合、全域覆盖、互联成网、普快结合的网络才是符合城市长远发展的网络构架。

2) 直达性和穿越性。

市域快线另一个关键的规划特征是直达性和穿越性。所谓直达性也称为中心性，即要求市域快线必须直达城市中心。试图把快线断在城市外围，依靠普线衔接换乘，这种线路在中国很多，实践证明基本上是失败的。穿越性指市域快线直达城市中心后不能简单以半径线截止于市中心某点，而是尽量以直径线形式穿越市中心并留有多点换乘条件。当市域快线客流巨大时，直径穿越是必需的。直达性和穿越性的根本原因是适应客流需求。市域线的主要服务对象有两类：一类是外围组团进入中心城区的超长距离出行客流；一类是中心城区内长距离出行客流。对于第一类服务对象，其出行方向在中心城是发散型的，市域快线需要与中心城内其他轨道交通网络具备多点、多方向的换乘条件，方可降低乘客换乘次数、提高可达性、降低出行时间；第二类服务对象是很多特大规模城市更容易忽视的客流，特大规模城市的中心城区及边缘组团的同城化效应已非常明显，以成都为例，四环直径近30 km，同城化明显，而二圈层直径更达到50~60 km左右，针对这个尺度上产生的长距离需求，普速轨道交通的服务水平已经明显不具备优势。这两类客流出行特征在交通方式供给选择上具有相似性，再考虑中心城区轨道交通廊道的有限性，可以判断市域快线在城市中心城区具备直达穿越的规划特征是必要的。

3) 渐进性。

市域快线在实际建设中存在很多障碍，例如政府要求在沿线增加车站导致快线功能丧失，线路走廊的缺失导致贯穿中心城区的快线工程代价巨大，甚至难以实施等。根据中国市域快线的实践，科学把握市域快线建设实施的渐进性一般应遵循以下原则：

① 先普后快：宜首先以建设普线为

主，构建中心城区基本网来解决最主要的基本交通需求问题，然后再根据需求进行市域快线建设。

② 先外后内：在市域快线服务对象中，相对最紧迫的是外围组团进入中心城区的客流，也就是说快线的需求从空间上是从外向内的。所以在建设过程中，首先要保证与内部普线网具备换乘条件，以解决外部进入中心城的基本需求为重。

③ 先断后联：市域快线最终是满足进城后多方向和长距离出行需求，必要时甚至是成网互联互通运营，所以快线分期建设，最后互联成网是重要一环。

市域快线的实践在中国刚刚起步，存在争议在所难免，就目前来看主要集中在技术标准选择、快线穿越中心的必要性、站间距的控制等方面。这些争议有些受制于城市发展过程中的遗留问题，也有全网统筹后各城市不同角度的思考，很难形成具有普遍意义的结论。但是，坚持工程服务于功能，站在人和城市的立场，采用规划的视角，统筹功能定位、服务水平、技术标准和财务可持续性之间的关系，是规划建设市域快线的关键。

(刘迁)

市域轨道交通快线功能特点与实现案例

近2年，中国铁道学会《市域铁路设计规范》(T/CRS C0101—2016)、中国土木工程学会《市域快速轨道交通设计规范》(TCCES2—2017)、住房城乡建设部《市域快速轨道交通规划与设计导则》(RISN-TG032—2018)，对市域铁路或者市域快速轨道交通的功能均有描述。总结几个关键特征：1)中心城区与周边城镇组团间、城镇组团间以及城市圈范围，有同城化要求但不一定在城市管辖范围；2)通勤化、公交化、快速度；3)速度100~160 km·h⁻¹；4)出行范围1 h；5)服务城市客运、城市综合运输体系的组成部分。

国家发展改革委《关于促进市域(郊)铁路发展的指导意见》(发改基础〔2017〕1173号)(以下简称《指导意见》)批准的第一批市域铁路建设试点项目，以其中3个项目为例进行介绍。

宁波—余姚线路

2009年，既有萧甬线电气化改造后与新

建的甬台温铁路连接，开行动车组列车。2012年杭甬高铁开通后，萧甬线能力有了一定的富余。

萧甬线宁波—余姚共49 km，现状运营存在三段不同的情况：第一段是庄桥—宁波，这段杭甬高铁与萧甬铁路普速共线运行，约有110对客车，其中杭甬高铁线的高铁列车93对；第二段是慈城—庄桥，只运行萧甬线的普速客车，萧甬线货车走北环线；第三段是慈城—余姚，运行萧甬线的客货列车约50对。

该项目利用既有萧甬铁路实现宁波—余姚30 min通勤圈。这条线也是宁波都市圈余姚—杭州湾新区市域铁路规划的组成部分。该项目对萧甬铁路宁波到余姚线路车站进行少量改造，对宁波站、余姚站候车室铁路客流与市域客流进出站流线进行隔离，市域客流可使用城市交通卡，不需要实名制验证。余姚站单独新建一条市域列车到发线，新建动车组存车线，改造工程量非常少。

市域车辆采用CRH6F型城际动车组，8辆编组，最高时速 $160\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ，每辆车厢设3个车门，委托上海铁路局进行运营管理，目前看来4辆编组效果可能更好。购票突破实名验证方式，采用地铁的购票乘车方式。目前每天开行8对，票价10元，客流量约3 000人次 $\cdot\text{d}^{-1}$ ，节假日约为5 000~6 000人次 $\cdot\text{d}^{-1}$ ，最高峰日为7 000人次 $\cdot\text{d}^{-1}$ 。

下一步是在庄桥站—宁波站现有两线基础上再增加3~4线，目前正在实施。另外，从慈城往杭州湾方向继续新建线路。

温州S1线

温州市呈沿江沿海布局，呈现很明显的块状+组团特点。市域铁路规划顺应空间要求，拉开城市框架、拓展城市空间布局。规划布局了3条线路，分别是沿江S1线、沿海S2线和中心城区—瑞安S3线，总长140.7 km。

S1线把沿江城市走廊东西向轴线连起来，串联温州南站、瓯海区、鹿城区以及机场组团。全长54 km，以高架为主，地下线约占19%。平均站间距3 km，两个车辆段，采用交流制式市域D型车，每辆车开4对车门。定员按照站立 $5\text{人}\cdot\text{m}^2$ 确定。车辆编组近期4辆，远期6辆。采用地铁的售检票体制。

设计荷载采用ZS荷载。ZS荷载约为ZC荷载的68%，相当于0.45 UIC，满足市域铁

路实用性和经济性要求。列车控制系统近期采用ATC系统，可平稳升级到CBTC系统而不影响线路的正常运行。通信系统采用TD—LTE系统。另外，牵引供电采用交流供电制式。

对《指导意见》“优先考虑利用既有铁路资源开行市域列车”的几点体会：既有铁路线位应在以通勤客流为主的客流走廊上；既有铁路区段应有开行市域列车的足够能力，满足市域客流公文化要求；既有铁路的技术标准、平纵断面条件、车站分布等，应符合市域铁路的通勤化要求，或有改造条件；铁路产权、管理单位要有为城市公共交通服务的理念；利用既有铁路开行市域列车与利用既有铁路改造成为市域铁路，是两种不同性质的项目，设计、建设、运营管理存在本质的不同。

上海轨道交通市域线机场联络线

上海机场联络线从虹桥枢纽经过张江高科技园区、迪士尼度假区再到浦东国际机场、沪通铁路的上海东站。第一个功能是连接虹桥和浦东两大交通枢纽的快速通道，希望两个枢纽时空距离能控制在40 min内，有利于整合两大综合交通枢纽航空对外服务功能。第二个功能是形成城市轨道交通网络市域东西向主轴的骨干通道，机场联络线与上海轨道交通6条既有轨道交通线、7条规划轨道交通线进行换乘和连通，这样有利于市中心与张江高科技园区和迪士尼度假区的快速联系。第三个功能提升浦东综合交通枢纽对长三角区域的服务功能，浦东地区至今还没有铁路进入，所有高铁系统均在浦西，所以利用机场联络线让高铁系统能够辐射到浦东地区，长三角的铁路能够向浦东延伸。

上海机场联络线长68.6 km，以隧道为主，设9个车站，平均站间距8.5 km。为了实现铁路车辆能够服务浦东，在上海南站修了联络线，衔接高铁与机场联络线。为了实现两大机场40 min联络，同时实现设计速度与运营速度的合理比值较高的目标，推荐最高运行速度 $160\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 。车辆选择也进行了传统地铁车辆和铁路动车组车辆的比较，最后选择交流25 kv动车组。动车组编组初期采用4辆，远期8辆，列控制式采用CTCS2+ATO。采用大站快车与站站停混合运行的列车开行方式。

(何志工)

广州市域轨道交通快线的创新实践

城市规模不断扩大和空间联系持续加强,要求轨道交通更加注重服务效率和高覆盖率,借助市域轨道交通快线城市可以在更广阔的空间谋划发展。目前,中国主要城市轨道交通线网中市域轨道交通快线的规划比例达30%~50%,且呈进一步增长趋势。

广州市域轨道交通快线的实践

以功能特征来划分,广州市域轨道交通快线发展大致经历了三个时代:

1) 城市空间外拓时期,站站停的传统模式。2000年,番禺、花都撤市设区,为贯彻落实“南拓、北优、东进、西联”的空间发展战略,规划7条城市轨道交通线路,总里程206 km,轨道交通模式主要为城市轨道+国铁(普铁)。其中,地铁3号线作为中国首条市域轨道交通快线,设计时速 $120\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$,连接白云机场、广州东站等重大交通枢纽,实现花都、天河、番禺区的快速联系。但受发展阶段限制,3号线站间距未能拉开(1.5~3.0 km),未能完全发挥快线应有功能。

2) 城乡一体化时期,快慢线的运营模式。2010年,城市空间结构调整为一主六副,构建了21条线路、总里程905 km的环+放射线网布局。环线的作用是提升中心区承接能力,放射线用于强化中心区与各区的联系,并通过城际铁路网与周边城市对接,形成城市轨道+城际铁路+国铁的轨道交通模式。地铁14, 21号线等设计时速 $100\sim 120\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$,均采用快慢线运营模式,满足城乡一体发展需要。

3) 枢纽型网络城市时期,高标准的高速直达模式。2016年,广州提出建设枢纽型网络城市目标,轨道交通重点从支撑和引领三大国际战略枢纽、城市副中心建设的角度出发,注重向周边城市延伸对接。南沙作为广州唯一的副中心,需要进一步加强与中心区的联系,提出建设地铁18号线(已于2017年动工),设计时速 $160\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$,平均站间距7.6 km,采用快慢线运营方式,快线可实现南沙与中心区30 min互达,并预留进一步向清远、珠海延伸的条件。

大湾区时代交通需求态势

进入新时代,国家、广东省等对广州城市功能定位、空间发展格局提出了新要求,聚焦到交通系统包括三个方面:

1) 满足高频次、规模化的城际出行需求。粤港澳大湾区未来经济规模会不断增长,融合互补的现代化产业体系将逐步形成,各城市跨界商务往来及通勤需求将急剧增长,城市中心区、城市毗邻地区以及机场、火车站等重大交通枢纽成为客运需求新增长点,交通联系强度和服务品质要求更加趋向城市交通特征。

2) 满足各城市中心之间的直连需求。粤港澳大湾区发展要聚成一个整体,各城市的核心功能区就要首先形成有机整体。目前,广州中心区与大湾区内其他城市中心区的快速直达性不足,高铁、城际铁路仅接入到城市外围,以普速轨道交通接入中心区,出现了市内通行时间超过城际间的现象,与1 h交通圈的时间目标差距甚远。

3) 满足三网融合的需求。国家铁路、城际铁路、城市轨道交通(含市域轨道交通快线)是城市群、都市圈、市域三个不同层面空间组织的重要手段。长期以来,这三张网各自运营、难成一体。新时期的线网修编需要站在更大范围去构建整个线网,在同一个体系内确定路由、走廊和枢纽布局,促进不同轨道交通方式间贯通运营以及便捷换乘,提升轨道交通网络整体运输效率。

新一轮广州市域轨道交通快线布局思路

以市域轨道交通快线为切入点,促进国家铁路、城际铁路、城市轨道交通(含市域轨道交通快线)深度融合,形成广佛一张网、穗莞多通道、与其他城市中心直达的高快速轨道交通网络。重点提出湾区铁路和城市高速轨道交通的概念,湾区铁路包括国家铁路和城际铁路,重点将其引入市中心。城市高速轨道交通定位于中心区与副中心、外围城区及邻穗城市中心间的高快速联系,设计速度 $160\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上。

1) 以湾区铁路完善高铁和城际铁路网络。加强广州与粤港澳大湾区各城市基础设施互联,实现城市中心区间快速直达。重点规划5条湾区铁路,包括广深港广州南站至广州站联络线、广州站至广州东站III-IV线、广汕高铁新塘至广州东站V-VI线等,实现高铁、城际铁路进中心。

2) 以城市高速轨道交通组织重点功能区。广州新一轮空间结构将形成主城区-副中心-外围城区-新型城镇-乡村的网络体系,重点打造城市高速轨道交通,贯穿主城

区,与国家铁路、城际铁路、城市轨道交通普线相融合,线位走向更贴合主走廊,车站与城市功能区高度耦合。主要规划广从快线、知南快线、东西快线等6条市域高速轨道交通,同时加强多轨共走廊复合轨道交通模式运用,以更少的交通用地资源满足更大的客流运输需求。

3) 推行城际铁路公交化发展。到2019年底,广州地铁将承接大湾区4条城际铁路的运营管理,城际铁路城市化管理的目标就是要提高服务品质、实现铁路公交化。通过布局一张网,串联广州与周边佛山、东莞、中山、清远等城市中心,进一步探索构建与国家铁路、城际铁路、城市轨道交通相融合的市域轨道交通快线一张网,统一票务票制,推进安检互认,实现一站式安检服务。

市域轨道交通快线的选择既要考虑速度、能耗、经济等技术条件,也要考虑与既有系统的融合,更要考虑城市发展规模和建设时机。市域轨道交通快线布局最关键的问题是能有效地契合需求,必须适应不同层次的交通需求,在空间上形成聚合引领,在功能上实现协调统一。

(景国胜)

北京区域轨道交通快线规划的思考

区域轨道交通快线界定

新版《北京城市总体规划(2016年—2035年)》中圈层半径分别是30 km, 50 km, 300 km, 对应不同的轨道交通工具基本上是1 h交通的概念。在技术工作中还有半径20 km圈层,20 km圈层是城市轨道交通普线服务半径;30 km圈层主要是城市轨道交通快线和普线服务半径;50~70 km圈层是区域轨道交通快线服务半径;300 km圈层是城际铁路和高铁服务范围。

北京城市空间主要轴向是东、东南、南和西南方向,50 km半径已经突破城市行政边界,区域轨道交通快线也是服务跨界组团进出北京的主要轨道交通方式。区域轨道交通快线是面向首都地区的轨道交通快线系统,主要解决外围区域与中心城区之间的联系,在不同圈层提供差异化服务。解决长距离通勤问题,城市轨道交通快线应该起到主体作用,而区域轨道交通快线起到差异化服务的作用。

市郊铁路现状和问题分析

北京有3条市郊铁路,第一条是S2线,2008年开通。几年来经过票价调整、改善交通接驳及配套措施,从初始客流不足到2016年客流负荷已经超过100%。2016年由于始发站由北京北站调整至黄土店站,客流又下降,这说明市郊铁路要成功需要若干条件。另外2条市郊铁路线刚刚开通,运营状况不甚理想。主要问题根源一是市郊铁路服务水平不高,如旅行速度比较低、频次少、接驳水平低等;二是车站与城市融合度不够。

发展经验表明:公交化服务水平对客流效益影响较大,包括发车频次、票价及与城市轨道交通系统整合程度。线路与中心城区联系的便捷程度直接影响对客流的吸引力。对于服务长距离通勤客流的市郊铁路要直达中心城,最好直达功能区,具备一定车站密度且实现快捷直达服务的线路才具有生命力。

国际经验借鉴

东京通勤圈半径是50 km,其轨道交通系统呈现两个特点,一个特点是地铁服务半径基本上是15 km,突破这个圈层不多;私铁和JR线长度超过4 000 km,基本上都是地面线。另一个特点是东京轨道交通的盈利点不仅在于轨道交通票务收入,地面线形式,快慢运营、灵活编组、互联互通实现起来成本低,而用地一体化为轨道交通的可持续发展提供了保障。

巴黎的市域轨道交通快线是两套系统,一是RER,另一个是Transilien。RER地下贯穿城区,采用大站快车保证旅行速度、在车站与多条城市轨道交通线路换乘保证轨道交通网络的融合,郊区采用地面支线方式提高线路直接服务范围;Transilien是巴黎的市郊铁路,考虑历史城区保护,车站设于老城边缘。历史上伦敦与巴黎在轨道交通上的最大区别在于环线 and 穿城线,现在都在互相学习。伦敦正在建设的Crossrail类似于巴黎的RER,现状有一条铁路环线服务城市交通(地上铁),原来归属国家铁路,现在归伦敦交通署管理,就是城市来管理,主要为城市服务。

纽约轨道交通的特点是线路以曼哈顿为中心向外放射;曼哈顿区域地下四线,在建设初始,地面开挖一次建成;能够做到中心地区快慢线有区别的运营和24 h轨道交通服

务，这是中国任何一个城市都做不到的。

国际经验的几点总结：1)区域轨道交通快线主要解决城市通勤问题，并兼顾其他功能。2)区域轨道交通快线提供大容量、高频率的服务，枢纽与城市重要功能节点相结合，与用地协调，引导沿线职住平衡。3)轨道交通在城市综合交通出行中占据重要地位，并在长距离出行中占据主体地位，而区域轨道交通快线是长距离轨道交通的主要载体。4)区域轨道交通快线在50~70 km圈层承担轨道交通的主体作用；30 km圈层内承担骨干作用，且点对点出行具有绝对优势。5)区域轨道交通快线充分利用铁路资源，对既有市郊铁路和干线铁路改造，以满足通勤需求；加强市郊铁路与中心城地铁联系，实现与地铁的直通运转。6)区域轨道交通快线以地面高架形式为主，保证系统的可拓展性、运营服务的多样性。

总结与思考

第一，中国正处于市域轨道交通发展的初期，规划、建设、运营均无标准，尤其缺乏系统的技术标准体系。因此，满足线路功能是第一，统一设计标准须在下步工作中尽快研究。

第二，区域轨道交通快线建设必要性问题。现状大城市规模不断扩大，中心城通勤距离逐步增长，在北京跨界通勤需求已经出现，如北京东部的燕郊地区，通勤率已经达到8%~10%，并且城市未来发展重点是非首都功能疏解和中心城减量提质，跨界通勤出行会进一步增加。所以北京区域轨道交通快线的建设十分必要，但如何保障区域轨道交通快线的可持续发展包括经济性问题，是一个值得深入研究的课题。北京有10条铁路干线，“八纵八横”高速铁路主通道中1/3的主通道由北京始发，铁路在北京占用的廊道非常宝贵，而且客流比较密集，其中几个廊道也是城市主要发展轴，如何与铁路深入合作成为北京区域轨道交通快线发展十分关键的一环。

第三，建设时机和建设方式。国外的区域轨道交通快线(市域铁路)系统以地面线为主，而在北京建成区基本失去了建设地面线的时机。这种情况下区域轨道交通快线建设应采用如下原则：1)区域轨道交通快线走廊尽量应快慢共线(复合廊道或越站运营)，普线收集客流，快线锚固功能节点同时保证速

度，提供差异化服务；2)在满足整体功能定位下，缩小建成区站间距；3)与城市主要功能区锚固，提高功能区车站周边用地强度，扩大直接受益人群；4)车站与尽量多的城市轨道交通线路实现换乘。

(郑猛)

对市域轨道交通快线规划建设若干关键问题的思考

市域轨道交通快线规划设计有3个关键问题：一是为什么要快？二是能不能快？三是如何快？回答这几个问题，需要建立一观、两论。一观就是时空观，是指在特定国土空间尺度背景下，城镇与人口分布、空间运输联系的时效性要求下，审视市域轨道交通快线的必要性和适宜性。两论，一是相对论，另一个是适度论。所谓相对论是指市域轨道交通快线的规模、制式、标准等选择具有相对性、相容性，而不是绝对的。所谓适度论是指市域轨道交通快线的规模、制式、标准以及建设时机等选择，应因地制宜、因时制宜。

国情背景与现实需求

中国市域轨道交通快线的规划建设成为当下热点，其宏观背景首先由国情决定。中国约14亿人口的总数，960万 km²的空间尺度，人口密度的差异化，国土资源和环境生态承载能力有限，以及因城镇化、机动化导致日益旺盛的交通需求，城际、城郊、城乡和城市的出行频度加大，出行距离增加等，这些因素综合起来决定轨道交通必须作为国土空间层面旅客运输、城际交流、都市圈联系的主要方式，成为大城市公共交通的骨干甚至主体。所以，要构建面向国土空间层面、大城市带、大城市群、大都市圈、大都市区，由超高速铁路，高速铁路、城际铁路、市域快速轨道交通(包含市郊铁路和城市快速轨道交通)，还有城市地铁、轻轨等组成，多元化、多层次、大规模、广覆盖、高密度的强大轨道交通网络。

国家实施新型城镇化战略需要市域轨道交通快线的支撑、引导和服务。一是坚持创新发展理念，着力推动新型城镇化高质量发展。中国国情决定新型城镇化必须尽快创新客运交通模式，尤其是广义轨道交通模式，从而摆脱过度依赖小汽车交通的高耗、高

排、低效的交通运输模式和土地开发模式，突破传统铁路与城市及城市轨道交通不相容、不协调的局面。新型城镇化如何高质量发展？主要还是围绕人的高质量发展，其中也包括广大人民群众向往的高质量出行供给与服务。二要坚持以人的城镇化为核心，加快农业转移人口市民化，使他们获得更多发展与享受的机会和空间。如果按国际标准达到真正意义上的70%~80%的城镇化率，中国可能至少还需要20~30年。中国东部和中部地区未来还需要承载更多的人口和就业，承担更多的通勤、生活、消费、商务等出行需求。三要坚持以城市群为主体形式，推动大中小城市协同发展、协调发展。以长三角、珠三角、京津冀城市群为先发和龙头，然后带动中部、中原、关中等一连串城市群跟进发展。城市群未来通勤圈扩大化，长距离生活联系出行的常态化、频繁化，意味着人们交往频率、强度会不断增长。四是坚持产城融合、促进城市集约紧凑发展。这无疑需要多层次轨道交通引导、支撑和服务，即广义的以公共交通为导向的开发(Transit-Oriented Development, TOD)。最后是坚持深化改革、破除阻碍新型城镇化发展的体制和机制障碍。这跟今天讨论的轨道交通四网融合、市域轨道交通快线规划建设与运营等均有极大关系，破解难题并找到最终解决方案，可能还在于深化改革。

时空尺度与理性抉择

有专家谈到职住平衡问题，职住平衡需要放在时空范围内审视。如果从整个地球角度看，我们都住在一个地球上，整个地球肯定是平衡的，不存在职住不平衡问题。但从小尺度、微尺度能不能做到职住平衡？一定是不平衡的。在一定时空范围内，尤其是在特定城市群、都市圈、都市区范围内要实现职住平衡，可能快速、高效、大容量的铁路和城市轨道交通是最重要的支撑手段与运输方式。而城市轨道交通支撑、引导和服务大城市群、大都市圈、大都会区的开发与发展的实现沿轨道交通走廊的职住平衡，离不开人适宜的时空尺度，尤其是时间尺度，也就自然而然要求规划建设相适宜的市域轨道交通快线。

关于如何快的问题，一定是在综合考虑供、需、环境等多因素、多层面上协同解决。供给层面上，毫无疑问城市轨道交通需

要多元化、层次化、网络化、协同化、共享化，这也是未来城市轨道交通发展的总趋势。需求层面上，城市、土地、产业、消费、人群等产生的多元化、多层次交通出行需求，需要对此做十分精细的调查研究、仿真模拟和分析预测。高速公路建设当年争议很大，高速铁路建设当年争议也很大，现在市域轨道交通快线争议同样很大。我们需要解放思想，认识到许多出行需求是引导和创造出来的。江苏省20年前高速公路、跨江通道跨越式发展，大大促进了苏南、苏中、苏北的协同、协调发展；高速铁路时代到来后，城际人口流动性明显加大，预期的民航客流减少并没有发生，说明大量的高铁客流是诱增出来的。而环境层面上更需要从制度、组织、价格等方面综合考虑改革创新，以促进市域轨道交通快线健康发展。

关于如何认知市域轨道交通快线的规划与实施问题，政治理性和技术理性需要协同。今天更多是专业讨论，认知专家角色有主动一面，也有被动一面。主动一面就是专业人士首先应该发挥主动引导和启蒙作用，把市域轨道交通快线的科学概念、科学原理、科学理论、科学方法、科学标准等讲清楚。被动一面就是在具体的政治决策层面上，专业人士往往可能是被动的。面对不同决策者在不同环境下所做出的决策，有的是采纳、吸收专业人士的规划方案、成果及咨询建议，但有的可能是不完全采纳专业规划成果和咨询意见，领导们的决策可能并不完全符合专业理性，但未必完全是错误的，甚至有的比我们更超前。所以，专业人士往往会担当起为领导决策作被动解释和专业补课、补台的角色。但是，大家的目标是一致的，都是为城市、为市民做好服务。

技术模式与合作共赢

目前国内讨论的市域轨道交通快线有两套体系。一套体系是以铁路模式主导的体系，包括既有铁路利用和新建铁路，主导所谓铁路模式下的通勤化、公交化、市郊化。国内已经有一些尝试和推动，包括北京、上海、宁波、温州等城市，有些取得了一定成效，也有不少失败的教训。另一套体系是基于城市轨道交通制式和模式的市域轨道交通快线，国内也已经有了许多很好的实践。南京是全国第一个实现区区通轨道交通的城市，已经建成了5条时速100 km·h⁻¹的市域

和都市圈轨道交通快线。广州、成都等正在建设时速140~160 km·h⁻¹的交流供电的市域轨道交通快线。不管是铁路为主导还是城市轨道交通为主导，这两套体系都有成功也有不足，需要进一步融合、更新和优化。

当前，围绕市域轨道交通快线的国家铁路、市郊铁路、城市轨道交通的制式之争，各种概念、模式、理论、技术，可以说精彩纷呈，争论和争议也很激烈。还有市域轨道交通快线的模式、速度、运营之争，现在都有非常多的困惑和难题要解决。听了专家们的精彩演讲和交流发言大大增强了信心，只

要回归初心，回到以人为本，最终为乘客服务，把各自的政治角色、技术角色回归到普通的公民角色层面来思考，很多问题就没有想象的那么难。回归初心也就是回归到本源，无非就是利益和技术如何协同、协调。我们需要以合作共赢的意识和思维来面对市域轨道交通快线规划建设、决策和运营中遇到的诸多难题与困惑，其核心在于回归初心、解放思想，改革引领、创新突破，最终定能实现轨道交通的四网融合、互联互通、资源共享，让广大乘客满意。

(杨涛)

(上接第66页)

- [32] 日本国土交通省. 道路周辺の土地利用による影響の予測手法、対策メニュー、モニタリング[R]. 东京: 日本国土交通省, 2016.
- [33] Taniguchi Ayako, SASAKI Hironori, SASAKI Ayaha. Relationship Between Travel Behavior and Body Mass Index: Analysis on Japanese Nationwide Person Trip Survey in 2015[J]. Journal of Transport & Health, 2018, 9: 51-52.
- [34] 黒川洸, 石田東生, 谷口守, 等. 開発の連担を考慮した交通影響評価の重要性の検討[J]. 日本都市計画学会学術研究論文集, 1997, 32: 85-90.
- Kurokawa Takeshi, Ishida Haruo, Taniguchi Mamoru, et al. A Study on Transportation Impact Assessment Focusing on Accumulation Effects of Development Projects[J]. Journal of the City Planning Institute of Japan, 1997, 32: 85-90.
- [35] 長田哲平, 森本章倫, 古池弘隆, 等. 統合型データベースシステムを用いた交通影響評価に関する研究[J]. 土木情報利用技術論文集, 2005, 14: 137-144.
- Osada Teppei, Morimoto Akinori, Koike Hirotaka, et al. Research on Traffic Impact Assessment with Integrated Database System [J]. Doboku Gakkai Ronbunshuu F, 2005, 14: 137-144.
- [36] 松並貴志, 川村顕大, 吉澤覚, 等. 新潟都市圏における道路交通アセスメントの取り組み[EB/OL]. 2013[2017-08-01]. http://cde.nagaokaut.ac.jp/niiigata_form/symposium2013_ronbun/4-214.pdf.
- [37] 林雄斌, 杨家文. 城市交通拥堵特征与治理策略的多维度综合评述[J]. 综合运输, 2015, 37(8): 55-61.
- Lin Xiongbin, Yang Jiawen. Multidimensional Reviews on Characteristics and Solutions of Urban Congestion[J]. China Transportation Review, 2015, 37(8): 55-61.
- [38] 曹国华, 王树盛. 《江苏省建设项目交通影响评价编制要点》关键点解析[J]. 规划师, 2013, 29(S2): 100-104.
- Cao Guohua, Wang Shusheng. Transportation Impact Analysis of Construction Projects, Jiansu Province[J]. Planners, 2013, 29(S2): 100-104.
- [39] Shoup D. The High Cost of Free Parking[J]. Journal of Planning Education and Research, 1997, 17(1): 3-20.
- [40] Chatman D G. Does TOD Need the T? On the Importance of Factors Other than Rail Access[J]. Journal of the American Planning Association, 2013, 79(1): 17-31.
- [41] 《中国公路学报》编辑部. 中国交通工程学术研究综述·2016[J]. 中国公路学报, 2016, 29(6): 1-161.
- Editorial Department of China Journal of Highway and Transport. Review on China's Traffic Engineering Research Progress: 2016 [J]. China Journal of Highway and Transport, 2016, 29(6): 1-161.