

doi: 10.3969/j.issn.1672-6073.2017.01.026

国外市域快轨实施经验 及其对北京的启示

鲁放¹, 郎静², 万传风¹, 李娟¹, 卢恺¹

(1. 北京交通大学, 北京 100044; 2. 北京市市政工程设计研究总院有限公司, 北京 100080)

摘要: 分析巴黎、伦敦、东京、柏林等国外典型城市在市域快轨实施方式方面的经验, 包括3种线网结构形态、换乘衔接方式、车站形式、站线设置、运行速度等方面。结合北京的轨道交通网特点, 借鉴国外经验, 提出市域快轨尽量深入市中心并多点衔接, 选择较高速度的市域快轨车辆, 注重车站的衔接设置, 为灵活运营组织方式预留条件等建议。

关键词: 市域快轨; 运营组织; 实施方式; 国外经验; 北京

中图分类号: U231; F530.7

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2017)01-0125-04

Implementation Modes of Foreign Urban Rapid Rail Transit and Their Inspirations for Beijing

LU Fang¹, LANG Jing², WAN Chuanfeng¹, LI Juan¹, LU Kai¹(1. Beijing Jiaotong University, Beijing 100044; 2. Beijing General Municipal
Engineering Design & Research Institute Co., Ltd., Beijing 100080)

Abstract: Beijing will soon shift its focus on rail transit development from the construction of metro systems to the building of urban rapid rail transit systems. Therefore, it is of great necessity to learn from its foreign counterparts. Implementation modes used by urban rapid rail transit in foreign cities, such as Paris, London, Tokyo, Berlin, etc., were studied and their practice were summarized in terms of the three major forms of network structures, connection modes with other rail transit systems, station types and line layout in stations, train speeds and so on. Inspirations of their practice for Beijing to develop urban rapid rail transit systems are stressed in accordance with the real condition of Beijing. It is recommended that Beijing urban rapid rail transit should be located as near as possible to the city center with multi-point connection, that the EMU train of higher speeds should be used, and that great attention should be paid to the convergence settings in stations, flexible operation and organizational reservations.

Keywords: urban rapid rail transit; implementation mode; experience from abroad; Beijing

经过数十年的迅速发展,中国特大城市的轨道交通网络系统已经具备相当规模,但其线路大多采用地铁制式,城市轨道交通网络的层次还比较单一。随着中心城区房价的不断攀升,职住分离现象愈发严重,存

在大量远郊乘客进城工作的通勤交通需求。同时,特大城市的中心城区线网规划已实现大半,下一步发展重点将逐步转移到市域快轨(又称“市域快线”、“区域快线”、“市郊铁路”等)、中低运量轨道交通系统等其他制式上。以北京为例,原有轨道交通发展规划制定了“双1000(地铁和市域快轨各1000 km)”目标,其中1000 km的地铁里程将于2020年基本完成,而市域快轨的发展尚处在起步阶段。因此,有必要及时开展市域快轨相关研究,以应对下一步实施中需要解决的问题。

国外部分典型城市(巴黎、伦敦、东京、柏林等)的

收稿日期: 2016-12-26 修回日期: 2016-12-27

第一作者: 鲁放,男,博士,高级工程师,主要研究方向为城市轨道交通规划与运营组织,flu@bjtu.edu.cn

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助(2011JBM337); 国家科技支撑计划项目(2011BAG01B01);

中央高校基本科研业务费专项资金资助(C15JB00180)

轨道交通发展历史较早,已经形成了较为成熟的轨道交通网络,在市域快轨方面也有很多值得借鉴之处。针对北京市域快轨实施方式方法上可能会遇到的问题,可以从分析总结国外经验中获得一些启示。

1 市域快轨的线网结构形态

从国外发展经验来看,由于城市扩张、卫星城的发展和城市规划等原因,城市规模不断扩大,需要合理引导城市的扩张,多数城市的市域快轨正是在这种背景下应运而生。市域快轨主要承担通勤职能,因此其在城市轨道交通网络系统中的主要形态基本以放射线为主,需要考虑的主要是如何衔接中心城区的轨道交通网。目前主要分为3种形态:1)穿城而过;2)接入中心城市边缘;3)终止于市中心。

第1种形态以巴黎 RER 线为主要代表。巴黎既有的5条呈放射形的市郊铁路以市内的5个火车站为终点,分别服务于不同的方向。后修建的 RER 线以地下线形式穿过城市中心区,连接贯通两端的市郊铁路线路,建立了郊区与市中心区之间的快速通道,同时为乘客提供便捷的换乘条件。伦敦的市域快轨也是这种形态。

第2种形态以日本东京市郊铁路为典型代表。东京轨道交通总体布局为环线加放射线,山手环线与武藏野环线将地铁和市郊铁路有机衔接。柏林的 S-Bahn 也是这种形态。

第3种形态以纽约市郊铁路为典型代表。纽约市郊铁路的长放射网络主要以中心区的3座车站(纽约中央站、宾州站和大西洋站)为起点向长岛、纽约北部郊区和新泽西3个方向辐射。

3种线网结构形态的对比分析如表1所示。

北京已经建成了相当规模的城市轨道交通网络,将市域快轨引入既有线网的外围显然具有成本和建设时间上的优势。但是,由于北京“摊大饼”式城市发展格局,造成郊区和市中心之间通勤客流巨大,市域快轨在线网外围引入显然会导致大量换乘,并且会加剧市内线路负担。因此,借鉴国外经验,市域快轨应尽量深入市中心接入线网,使其与既有线网有多个衔接点。

2 市域快轨与其他轨道交通的衔接方式

巴黎市域快线 RER 车站共78座,没有任何轨道交通衔接方式的车站只占15%,与轨道交通衔接的车站比例高达73%,可分别与高铁、城际铁路、市郊铁路、地铁、有轨电车这5种轨道交通进行衔接。例如:在夏特尔广

表1 3种线网衔接形态对比
Tab.1 Comparison of three kinds of network connection

类别	穿城而过	终止于中心城市外围区	终止于市中心
特点	两端连接均为城市副中心、卫星城、对外交通枢纽	一端连接城市副中心、卫星城、对外交通枢纽;另一端连接城市轨道交通	一端连接城市副中心、卫星城、对外交通枢纽;另一端连接市中心
代表城市	法国巴黎(RER)	东京(JR)	纽约(通勤铁路)
优点	副中心之间,副中心与城市中心无需换乘,直达性高	充分发挥轨道交通环线及市内轨道交通线的作用	副中心与城市中心无需换乘,直达性高
缺点	线路太长,运输不经济,运行组织复杂	副中心到城市中心需要通过换乘实现,直达性不高	中心区客流过大

场(Chatelet - les - Halles)车站, RER 的 A、B、D 线可以与地铁1、4、7、11、14号线直接换乘;在拉德芳斯(La Defense)车站, A 线可以与地铁1号线、有轨电车 T2 线、中心城区以外区域铁路直接换乘;在里昂(Gare de Lyon)车站, A 线可以与高铁 TGV 以及地铁1、14号线直接换乘;在奥奈丛林(Aulnay - sous - Bois)车站可以与有轨电车换乘。

日本的市域快轨在同一座车站能同时与多条轨道交通线路衔接,部分还能实现同台换乘。

北京市域范围广阔,很多新居民点距离市中心长达数十千米,现有铁路和地铁均无法满足居民上班通勤需要。因此,市域快轨应当承担远郊居民出入市中心通勤的骨干作用,并与其他轨道交通方式良好衔接。同时,由于轨道交通客流较大,应当借鉴国外经验,尽量能够同时与其他轨道交通方式方便地衔接和换乘。

3 市域快轨的车站站线设置和工程实施

国外市域快轨的站线为了满足方便换乘的需要,往往设置得比较复杂。以巴黎 RER 线为例(见图1),巴黎火车北站(Gare du Nord)站(欧洲最繁忙的铁路车站);两车站区间内 B 和 D 线列车共线运行。夏特尔广场(Chatelet - les - Halles)站(巴黎最大的地下车站)位于巴黎的市中心地区,在夏特尔广场(Chatelet - les - Halles)站, A、B、D 3 条线路均从此通过,各条线路之间行车干扰少,运行径路顺畅,各条线间可实行“平面门

对门”换乘。

而在里昂 (Gare de Lyon) 站, B 和 D 线呈立体布置, 可实现乘客“立体门对门”方式的便捷换乘, 这种布置形式大大减少了占地和相关设备的投入。

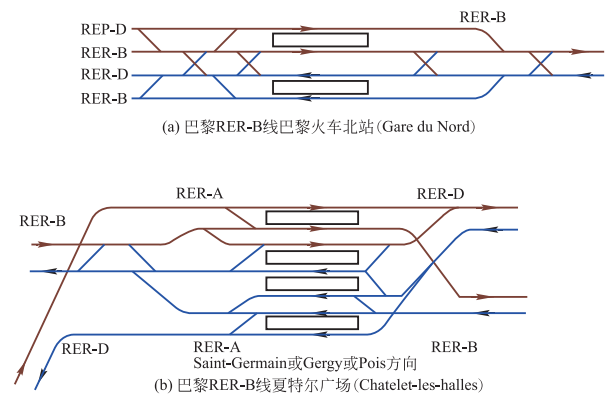


图1 巴黎 RER 线车站站线设置
Fig.1 Line layout of Paris RER stations

由于市域快轨一般要晚于中心城区地铁的发展, 并多由铁路改造而来, 其重要车站也面临着改造问题。以法国巴黎北站为例, 自 1846 年启用后, 100 多年来经历了数次改造和重建, 其站线数量、站台长度、衔接线路等都有彻底变化。借鉴国外经验可简单总结如下:

- 1) 为了增强线路通过能力和运营的灵活性, 车站辅助线如停车线、折返线等设置数量相对地铁车站站线较多, 最好留有一定余量;
- 2) 根据运营组织的不同, 市域快轨站线的设置相对地铁车站站线要复杂;
- 3) 市域快轨引入既有铁路车站时, 可以占用既有的铁路轨道, 经改造后使用;
- 4) 市域快轨车站站线要紧凑设计, 尽量减少土地占用数量。

北京目前的轨道交通换乘站, 为了降低实施难度, 站线设置较为简单, 让乘客通过通道换乘。北京在市域快轨车站工程实施时, 要注意吸取经验教训, 必须考虑与远期的规划连通, 加强各种交通方式的衔接与分工, 建立换乘方便的网络体系, 尽量减少后续施工对车站已有建筑的影响, 尤其要注意建设时序的优化, 减少工程投资。

4 市域快轨车辆类型和运行速度

市域快轨的列车速度直接决定了车辆制式和线路选择。国外典型城市的主要情况归纳如表 2 所示。

可见, 为了保证必要的通勤时间, 必须选择较高速度的列车, 最高速度通常在 120 km/h 以上。而速度过

表 2 国外典型城市市域快轨车辆情况
Tab.2 Foreign urban rapid transit vehicles in typical cities

城市	车辆类型	长 × 宽 × 高 (mm)	定员	设计最高速度/(km/h)
纽约	M-7	—	101 ~ 110	160
柏林	481/482	18 400 × 3 140 × 3 585	147	100
巴黎	Z 20900 (双层)	—	275	140
	M184	—	264 ~ 276	130
伦敦	Class313	19 800 × 2 820 × 3 580	76 (座位数)	120
	Class317	19 830 × 2 820 × 3 700	80 (座位数)	160
东京	京王 9000 系	20 000 × 2 845 × 4 100	141 ~ 152	120
	京王 30000 系	20 000 × 2 789 × 4 000	139 ~ 151	120

高会对车辆技术要求高, 造成生产成本的上升, 因此最高速度的选择需综合评估, 切忌盲目选择。市域快轨车辆外形尺寸、编组、控制方式、牵引方式的选择, 应根据线路功能定位、需求特征、客流特征及运营组织等方面综合考虑, 无需统一规定, 但考虑到未来互联互通的需要, 可在某些线路之间提前予以统一考虑。

5 市域快轨的灵活运输组织

国外市域快轨通常会采用灵活的运输组织模式, 包括列车灵活编组、快慢车结合运营、跨线 (共线) 运行等。

德国的柏林和慕尼黑等城市的市域快线 S - Bahn 大多采用动车组 (和 ICE 车型一致), 单组列车为 6 辆编组, 高峰时段可实现 3 组重联运行, 平峰时段在市郊铁路末端单组运行, 此外, 对于分支的市域快线, 列车可在郊区站连挂和拆解。

根据运营方式的不同, 快慢车运行分为两种模式: 一是快车与慢车在同一条线上运行, 如法国的 RER 市域快线, 主要服务于市域外围组团与市中心区之间的联系; 二是快车与慢车各自具备独立运行线路。

东京轨道交通网则是跨线 (共线) 运营的典型代表。10 余家不同运营公司的列车装备多种信号系统, 可以根据需要共享线路。

市域快轨的基础设施规划和设计必须与未来计划采用的运输方案结合起来, 否则建成后将导致设施浪

费或设施改扩建困难。考虑到北京不断增加的人口和建成区面积,在市域快轨硬件基础设施的规划设计方面应尽量预留更大余量,以便为未来运输方案的调整创造条件。在旅行速度、共线、灵活编组、快慢车运行等方面,应结合运输组织方案在基础设施条件上进行预留。

6 结语

与国外典型城市相比,我国的轨道交通起步较晚,北京的市域快轨发展目前尚处在起步阶段。此时更应该提前做好谋划,充分考虑到市域快轨假设中可能会遇到的各种问题,借鉴国外经验,并结合北京的实际情况,保证北京市域快轨的健康有序发展。

参考文献

- [1] 樊佳慧,张琛,卢恺,等. 2015 年中国城市轨道交通运营线路统计与分析[J]. 都市快轨交通,2016,29(1):1-3.
FAN Jiahui, ZHANG Chen, LU Kai, et al. China's operational urban rail transit lines, 2015: statistics and analysis [J]. Urban rapid rail transit, 2016, 29(1): 1-3.
- [2] 中国城市轨道交通年度报告课题组. 中国城市轨道交通年度报告 2015[M]. 北京:北京交通大学出版社,2016.
The Research Group of China Urban Rail Transit Annual Report. 2015 annual report of China urban mass transit [M]. Beijing: Beijing Jiaotong University Press, 2016.
- [3] 冯爱军,李忍相. 市域快轨发展研究及技术分析[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2016.
FENG Aijun, LI Renxiang. Development and technical analysis of fast track in city [M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2016.
- [4] 朱志国,杨晓. 市郊铁路与中心城市的衔接形式研究[J]. 铁道运输与经济,2011,33(10):87-89.
ZHU Zhiguo, YANG Xiao. Research on the connection form of suburban railway and central city [J]. Railway transport and economy, 2011, 33(10): 87-89.
- [5] 邵伟中,刘瑶,陈光华,等. 巴黎市域轨道交通线路及车站布置特点分析[J]. 城市轨道交通研究,2006,9(1):62-64.
SHAO Weizhong, LIU Yao, CHEN Guanghua, et al. Characteristics and station distribution on regional express rail line in Paris [J]. Urban mass transit, 2006, 9(1): 62-64.
- [6] ZACHARIAS J, MUNAKATA J, 许玫. 东京新宿车站地下和地面步行环境[J]. 国际城市规划,2007,22(6):35-40.
ZACHARIAS J, MUNAKATA J, XU Mei. Underground and surface pedestrian environments at Shinjuku station, Tokyo [J]. Urban planning international, 2007, 22(6): 35-40.
- [7] 帕顿. 巴黎区域快线(RER)手册[M]. 北京:中国铁道出版社,2010.
PATTON B. Paris RER handbook [M]. Beijing: China Railway Press, 2010.
- [8] 郑猛,茹祥辉. 北京市郊铁路发展初探[J]. 城市交通,2014,12(6):37-44.
ZHENG Meng, RU Xianghui. Discussion on Beijing suburban railway development [J]. Urban transport of China, 2014, 12(6): 37-44.
- [9] 颜颖,方奕,李得伟. 德法市郊铁路运营管理特点分析[J]. 都市快轨交通,2012,25(4):123-126.
YAN Ying, FANG Yi, LI Dewei. Analysis of the characteristics of operation management of suburban railways in Germany and France [J]. Urban rapid rail transit, 2012, 25(4): 123-126.

(编辑:郝京红)

(上接第109页)

- [6] 王阳阳. 基于 NFC 的手机支付平台的设计与实现[D]. 北京:北京工业大学,2015.
WANG Yangyang. Design and research of platform for mobile phone payment based on NFC technology [D]. Beijing: Beijing University of Technology, 2015.
- [7] 张向军,陈克非. 基于 PBOC 智能卡的匿名可分电子货币协议[J]. 计算机应用,2009,29(7):1785-1789.
ZHANG Xiangjun, Chen Kefei. Anonymous divisible cash protocol based on PBOC IC card [J]. Journal of computer applications, 2009, 29(7): 1785-1789.
- [8] 叶国庄. PBOC3.0 在行业支付机构中的应用[J]. 金融电子化,2014(8):58-60.
YE Guozhuang. The application of PBOC3.0 in industry payment institutions [J]. Financial computerizing, 2014(8): 58-60.
- [9] 毕宇航. PBOC3.0 标准金融 IC 卡应用于宁波轨道交通案例浅析[J]. 中国信用卡,2014(9):69-70.
BI Yuhang. PBOC3.0 Standard financial IC Card application in Ningbo rail transit case analyses [J]. China credit card, 2014(9): 69-70.
- [10] 黄健明. 肇庆金融 IC 卡多行业推广应用方案[J]. 金融科技时代,2012,20(1):87-92.
HUANG Jianming. Zhaoqing financial IC card industry to promote the application of multi industry [J]. Financial technology time, 2012, 20(1): 87-92.

(编辑:王艳菊)