

# 城市连绵地区轨道交通服务层级构建

Service Hierarchy of Rail Transit in Megalopolis

欧心泉, 周乐, 张国华, 李凤军

(中国城市规划设计研究院, 北京 100037)

Ou Xinquan, Zhou Le, Zhang Guohua, Li Fengjun

(China Academy of Urban Planning & Design, Beijing 100037, China)

**摘要:** 面向城市连绵地区构建与之适应的轨道交通系统, 关键在于提供具有针对性的服务层级, 满足区域范围内不同的出行需求, 应对出行链的复杂性和多样性。从城镇群、都市区、中心城市三个层面分析城市连绵地区的典型空间形态, 并探讨与之对应的城际出行、城郊出行、城市内部出行活动特征。提出构建差异化的轨道交通层级, 即区域轨道交通、市域轨道交通、市区轨道交通, 重点探讨各个层级轨道交通的构成、作用、线路技术特征等, 以及不同层级的衔接关系。

**Abstract:** To develop effective rail transit system in megalopolises, it is important to establish a clear service hierarchy to meet travel demands within different regions with comprehensive and diversified characteristics of trip chains. By analyzing the typical spatial structure of megalopolis at three levels: urban cluster, metropolitan area, and major city, this paper discusses the corresponding characteristics of intercity travel, travel in suburban areas and within cities. Then the paper proposes a service hierarchy of rail transit including regional rail, metropolitan railway, and urban rail transit. The paper also elaborates the component, functionality, and technology characteristics of different rail transit levels, as well as the connection between the three levels of rail transit.

**关键词:** 交通规划; 轨道交通; 服务层级; 城市连绵地区; 区域轨道交通; 市域轨道交通; 市区轨道交通

**Keywords:** transportation planning; rail transit; service hierarchy; megalopolis; regional rail; metropolitan railway; urban rail transit

中图分类号: U491.2\*27 文献标识码: A

收稿日期: 2012-11-25

作者简介: 欧心泉(1986—), 男, 湖南邵阳人, 硕士, 工程师, 交通运输规划与管理。E-mail:unn1986@163.com

## 0 引言

城市连绵地区(Megalopolis)是对连片的都市区集聚并行变成有机整体的描述。自20世纪50年代文献[1]研究美国东北海岸城市聚集现象并提出城市大范围连绵发展的概念以来, 城市连绵地区在全球范围内已广泛出现。这些地区不断聚集各类生产和生活要素, 成为全球社会与经济最具活力的区域。2010年, 中国约43.4%的GDP贡献自城市连绵地区, 如京津冀、长三角、珠三角、成渝等, 相比2000年提高近5个百分点<sup>[2]</sup>。

作为城镇化的高级形式, 城市连绵地区引发所在区域资源的重新组合, 带来活动效率的大幅提升, 形成一些相较其他地区不同的典型特征。在此类地区构建全面、协调的公共交通系统, 特别是大容量的轨道交通系统, 已成为实现可持续发展的共识。而考虑其空间结构和出行活动的差异性, 面向城市连绵地区构建与之适应的轨道交通系统, 关键在于提供具有针对性的服务层级, 满足区域范围内不同的出行需求, 应对出行链的复杂性和多样性。本文从城市连绵地区空间形态的分析切入, 判断不同背景下出行活动的诉求, 继而衍化得到与之对应的“区域轨道—市域轨道—市区轨道”服务层级构建模式。

## 1 城市连绵地区典型空间特征

城市连绵地区作为大尺度范围内城市群体的

拓展与联合,从不同的层面考察,具有不同的空间形态和结构特征。

### 1.1 城镇群的多核星云形态

从城市连绵地区整体层面观察,通过合作与竞争,区域范围内密集的活动要素可实现资源配置的集中与分散,促使活动的承载者——城市群,在向心与离心的双重趋势下,空间上构筑形成以枢纽为主导的多核星云形态。经过长期的磨合与演变,连绵地区的城市根据自身的比较优势开展广泛的分工协作,结构上体现为特色鲜明、功能镶嵌的“马赛克”组织<sup>[3]</sup>。典型案例如美国东北海岸城市连绵地区,纽约作为经济中心和航运中心存在,华盛顿表现鲜明的政治特色,费城、巴尔的摩等则承担区域的产业职能<sup>[4]</sup>,见表1。

### 1.2 都市区的圈层扩散结构

都市区是构成城市连绵地区的基本单元。围绕富有生命力的枢纽城市,相关要素持续同化,城市的规模和尺度不断生长。与此同时,不同区位根据其接受都市核心辐射及自身设施服务的不同,结合主导产业繁荣与更替等周期性影响,人口和产业分布往往沿都市的拓展半径趋于异化,形成空间上圈层扩散的梯度结构。在东京都市

区,千代田区、中央区和港区构成其城市核心,都属其他20区围绕核心形成内部圈层,市部、郡部和岛部环抱内部圈层组成外部圈层,远郊区、县分布四周形成通勤圈层并与都市区发生通勤联系<sup>[5-6]</sup>。东京都市区圈层人口、产业分布见表2<sup>[7]</sup>。

### 1.3 中心城市的强大集聚势能

中心城市作为城市连绵地区的发展极核,处于都市区的内层。历史的发展和传承使得其具备成熟的基础设施和完善的服務功能,能够充分满足现代专业分工下的规模集聚要求。中心城市通过对外辐射,影响并带动周边地区,体现都市在城市连绵地区范围内的功能定位。一些发展成熟地区受产业转移和优势扩散的影响,中心城市的职能在特定时期可能出现一定程度的弱化,但作为发展的高地,都市核心的极化效应毋庸置疑。纽约的曼哈顿以60 km<sup>2</sup>(7.5%的面积)创造纽约全市71%的GDP;东京的都心三区以42 km<sup>2</sup>(2%的面积)吸纳东京都近1/4的就业人口;巴黎的核心区以9 km<sup>2</sup>(8.5%的面积)解决巴黎市30%的就业<sup>[5]</sup>。

## 2 连绵态势下的多样化出行诉求

面向多样的空间形态和结构特征,围绕“通

表1 美国东北海岸核心城市典型职能

Tab.1 Typical functionality of major cities located at northeast coast of the United States

职能	纽约	华盛顿	费城	波士顿	巴尔的摩	里士满
政治		○				
商业	○	○				
教育				○		
科技		○		○		
交通	○		○			
制造业			○		○	○

表2 东京都市区圈层人口、产业分布

Tab.2 Distribution of population and industry in different zones of Tokyo metropolitan area

圈层	面积/km <sup>2</sup>	人口/万人	岗位/万个	昼夜人口差额/万人	产业布局
城市核心	42	35	250	208	服务、批发零售、金融保险、出版
内部圈层	580	804	471	85	服务、批发零售、出版、机械制造
外部圈层	1 565	405	149	-37	电气制造、农业
通勤圈层				-256	

商、通勤、通行”等核心活动，城市连绵地区存在多样化的出行需求。

### 2.1 日常化的城际出行

城市与城市之间的旺盛出行是城市连绵地区出行活动区别于其他区域的主要特征。由于广泛的分工与合作，结构与功能独立的个体城市在城市连绵地区已不复存在，在区域活动主导的组织模式中，城市与城市的依存度提高，城际间的需求联系增强，相互的人员交换和货物流通趋于频繁。

城市连绵地区不仅具备庞大的城际出行量级，其出行结构与其他区域也存在差异。

1) 出行目的。日常的商务、公务出行取代传统的探亲、访友成为主导，调查发现，京津冀核心城市北京与天津间的商务出行已接近其出行总量的50%，见图1<sup>[8]</sup>。

2) 出行服务。出行者对时效性和舒适性的要求越来越高，根据城市连绵地区的尺度，200~300 km 距离的活动往往要求单日内实现往返，“即到即走”和“朝发夕归”成为习惯。

3) 出行分布。出行者的行为不再局限于特定的地区或者时间，分布更加随机和分散。但是，通勤联系的城市间则存在明显的早晚高峰现象。

### 2.2 通勤化的城郊出行

城市与郊区之间的出行是城市连绵地区出行

活动的重要组成。随着都市规模的扩大与产业发展的更迭，大量人口和岗位迁往都市区的外围，见图2<sup>[9]</sup>，而以服务业为代表的新一轮主导产业兴起使中心城市的活力得以持续。在相互吸引的作用下，城市与郊区的联系越发紧密，城、郊间的大量通勤需求成为都市发展过程中的典型现象。

根据通勤的要求，这种城、郊间的出行存在明显的高峰性和潮汐性，大量人群在清晨或傍晚呈特定方向流动成为都市空间形态下的固有特征，而且在相当长的时间内难以改变。随着都市尺度的扩大，城、郊间的通勤距离和通勤时间也不断增加，在纽约、东京等大都市区，部分人群居住和就业的距离已达到50 km 甚至更多<sup>[10]</sup>。

### 2.3 丰富的城市内部出行

城市内部出行是城市连绵地区出行活动的基

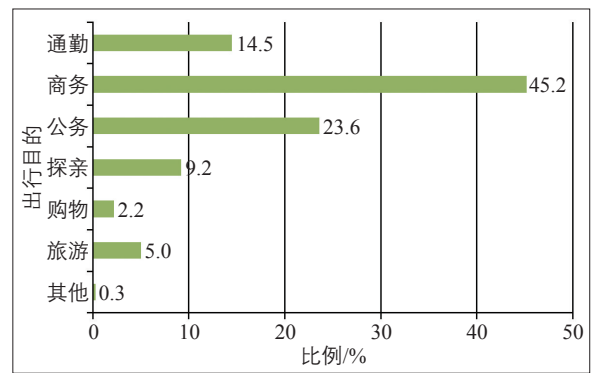


图1 京津城际间出行目的分布

Fig.1 Distribution of travel purpose between Beijing and Tianjin

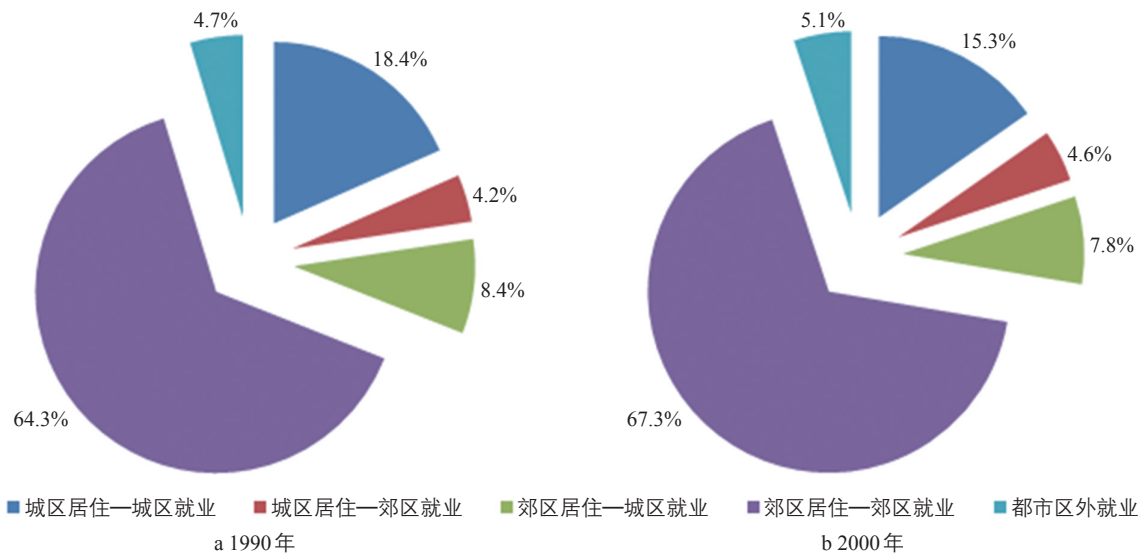


图2 费城都市区居住—就业空间分布

Fig.2 Spatial distribution of residential and employment areas in Philadelphia

基础。一般而言,地区的出行活动强度与其经济活力呈正相关关系,中心城市由于汇聚大量的生产与生活设施,能够为居民出行提供丰富的源动力。此外,伴随城市的发展和生活水平的提升,通勤、通学等刚性出行率趋于下降,商务、休闲等弹性出行率趋于上升,见图3<sup>[11]</sup>。

中心城市的出行活动在空间分布上也趋于丰富:核心区功能分区的细化导致其对区内交通服务的覆盖性和可达性提出更高要求;组团间吸引力的提升诱发跨组团的长距离出行增加;城市边缘地带的发展促使外围片区间的联系增多等。

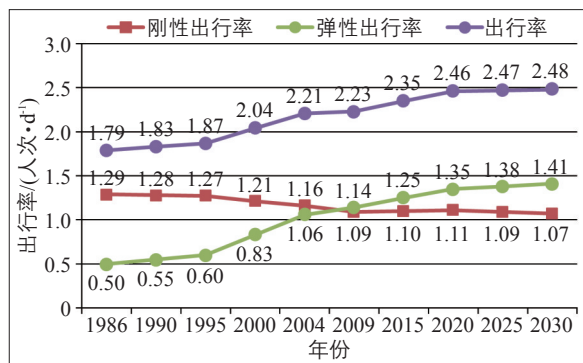


图3 上海市常住人口出行率增长趋势

Fig.3 Growth trend of permanent residents' trip frequency in Shanghai



图4 长三角地区区域轨道交通线网规划

Fig.4 Regional rail network planning in Yangtze River Delta Area

### 3 面向城市连绵地区的轨道交通服务层级

由于城市连绵地区空间结构与出行特征的差异化要求,其轨道交通服务层级的构建应服务有别、功能清晰。

#### 3.1 区域轨道交通层级

区域轨道交通作为城市连绵地区轨道交通服务的顶层系统,承担中心城市之间以及与外部腹地城市间的联系。通过提供高速、高效的公共交通出行服务,区域轨道交通立足满足城际间大规模的人员流动和交换需求,是区域枢纽城市连绵发展的黏合剂和催化剂。

区域轨道交通的线路系统可由高速客运专线(国家级)、城际骨干线路(区域级)、普通干线铁路等构成,见图4<sup>[12]</sup>。随着轨道交通装备技术的发展和出行者对时效性的要求,高速轨道交通逐渐成为区域轨道交通线网构建的主导,速度达到250~350 km·h<sup>-1</sup>或者更高的线路和机车得以广泛运用。中国高速铁路、日本新干线、德国ICE和法国TGV即为该层级轨道交通系统的典型代表。

对城市连绵地区而言,区域轨道交通由于注重通过性的要求,体现为点到点的联系,线路途经城市并形成相对独立的对外交通枢纽。鉴于高速运营的需要,其设站间距通常大于10 km(200 km·h<sup>-1</sup>动车组加减速周期的走行距离即已达到9 km)。此外,区域轨道交通的服务品质也应有别于旧式普通铁路,在城际出行日常化的背景下,多采用公交化的运营模式,缩短发车间隔至10~20 min,并提供高效的集疏运衔接和高水平的出行服务体验。

#### 3.2 市域轨道交通层级

市域轨道交通作为城市连绵地区轨道交通服务的中间系统,主要承担中心城市与都市区外围的联系。相比其他层级的轨道交通系统,市域轨道交通突出对都市区范围内连绵城镇组团的服务,可以说,通勤是其功能的核心,协调为布局的关键。

通勤联系方面，通过引导公共交通走廊沿线居住、商业、产业用地的布置，市域轨道交通于城、郊之间形成辐轴式的格局，在提高都市区集约发展水平的同时，也提供良好的出行服务，如巴黎RER线路，东京通勤铁路，纽约、伦敦的市郊铁路等。

协调关系方面，市域轨道交通的存在更多是为填补区域轨道交通与市区轨道交通之间的服务空白，同时还承担着联系并统筹都市区范围内下层级轨道交通网络的职能，使之成为统一的整体。在都市区边界附近，不同都市区的市域轨道交通通过互联互通，能够为连绵成带发展的都市之间提供以连通为目的、就近出行为诉求的跨区轨道交通服务。

考虑都市区范围的通达性要求，同时出于对相关时间目标的控制，市域轨道交通的速度往往高于中心城市内部的轨道交通系统。通过选取城轨快线、郊区铁路等制式，调整并扩大设站间距(中心城区1.5~2.0 km，城镇稀疏地区5~10 km)，其运营速度为60~80 km·h<sup>-1</sup>。布局上，市域轨道交通可以采用“干线+支线”的模式(见图5)，消除都市区范围内需求分布的不均匀性，扩大线网的

覆盖范围。

### 3.3 市区轨道交通层级

市区轨道交通即传统意义的城市轨道交通。作为城市连绵地区轨道交通服务的基础系统，其注重并服务中心城市的内部联系。鉴于城市核心区开发密集，考虑线网可达性的需要，市区轨道交通的设站间距通常较小(平均0.8~1.5 km)，运营速度也相对较低(30~40 km·h<sup>-1</sup>)，结合服务客流的量级和沿线环境的要求，可以灵活选用地铁、轻轨、有轨电车等多种制式。

市区轨道交通线网布局追求通畅、便捷，线路多结合建筑体设站以实现交通设施与用地开发一体化，香港地铁青衣站和西九龙站即为典型代表。同时，考虑线网形态和服务功能的不同，市区轨道交通可以进一步细分为骨干线、补充线、联络线：骨干线支撑城市的空间结构，服务客流主要走廊；补充线在骨干线的基础上加强对重要片区的的服务覆盖；联络线则分布在相对外围的片区，主要弥补轨道交通服务的缺失。

此外，一些城市在打造市区轨道交通系统的过程中，通过采用动力优异的车型(广州地铁3号

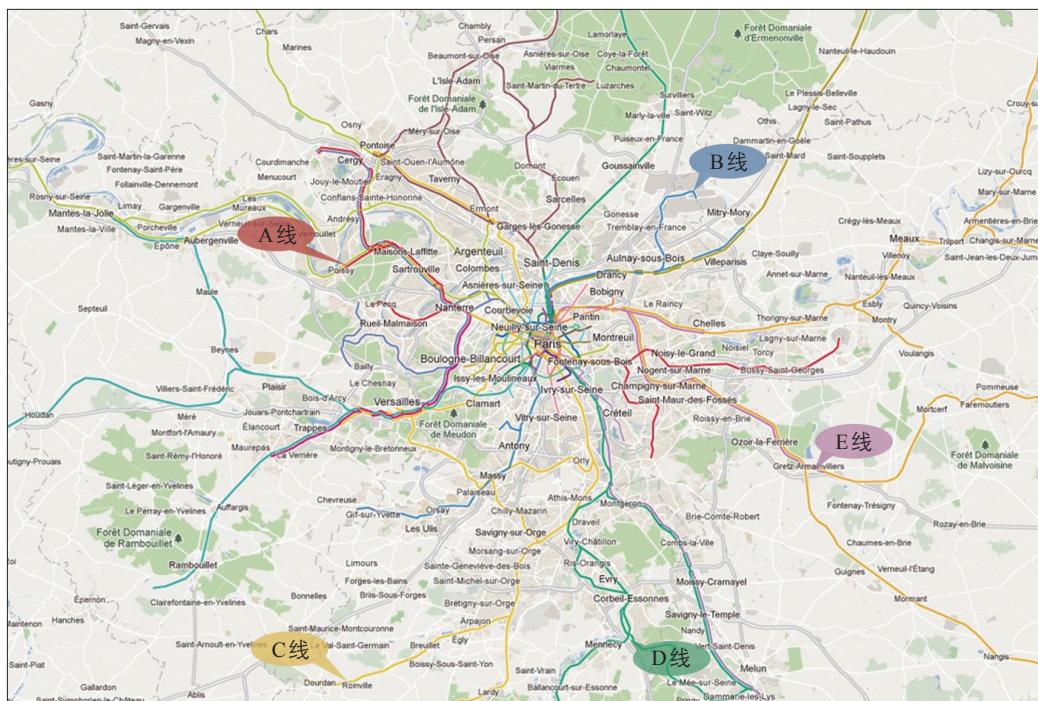


图5 “一线多支”的市域轨道交通布局(巴黎RER线网)  
Fig.5 Layout of multi-branch metropolitan railway network (RER, Paris)

线  $120 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  的 B 型车, 香港地铁东涌线  $135 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  的 A 型车) 和提高站间距(纽约地铁快线) 等办法, 形成市区范围内“快线+普线”的布局和运营模式(见图 6), 通过差异化的供给, 满足中心城市不同目的、不同群体日益丰富的出行需求。

### 3.4 不同层级的衔接

城市连绵地区在关注出行需求的差异性、分层构建轨道交通系统的同时, 还需注重出行行为的协同性, 加强不同轨道交通层级间的衔接, 见图 7。

区域轨道交通方面, 当采用与下层级轨道交通直通共线的衔接方式时, 考虑其实施与运营的独立性, 建设成本高昂、技术难度较大、线路组织复杂。建议在区域轨道交通枢纽引入市域轨道交通和市区轨道交通, 实现与下层级轨道交通系

统的转换衔接。

市域轨道交通方面, 考虑其与市区轨道交通的技术差异相对较小, 运营和管理可以隶属同一部门, 建议灵活选用共线运营和车站换乘的衔接方式。同时, 考虑通勤出行的需求, 市域轨道交通宜直接深入中心城市就业岗位分布的密集区域, 减少多次换乘导致的出行效率降低。市域轨道交通与市区轨道交通的衔接不建议采用单点搭接的模式, 宜结合城市客流的分布, 选择合适的线路走廊, 实现多点多线的联系<sup>[13]</sup>。

## 4 结语

城市的连绵发展带来区域生产组织和空间结构的革新, 其复杂化与层次化的活动特征要求构建多层级的交通系统与之协调。“区域轨道—市域轨道—市区轨道”的轨道交通服务层级构建模式即为应对该要求而提出。实践方面, 美国东北海岸、日本沿海、德国莱茵鲁尔等发达国家城市连绵地区已建立起完备的多层级轨道交通服务系统。中国城市的发展在此方面仍存在缺失, 需要破除体制与机制的束缚, 摆脱当前过分倚重某种单一类型轨道交通服务(如城际铁路或者城市轨道交通)的倾向, 在城市连绵地区形成全面、协调、顺应发展要求的轨道交通服务系统。

### 志谢

感谢周干峙先生与沈景炎先生在技术构思与工作实践过程中给予的指导和帮助。

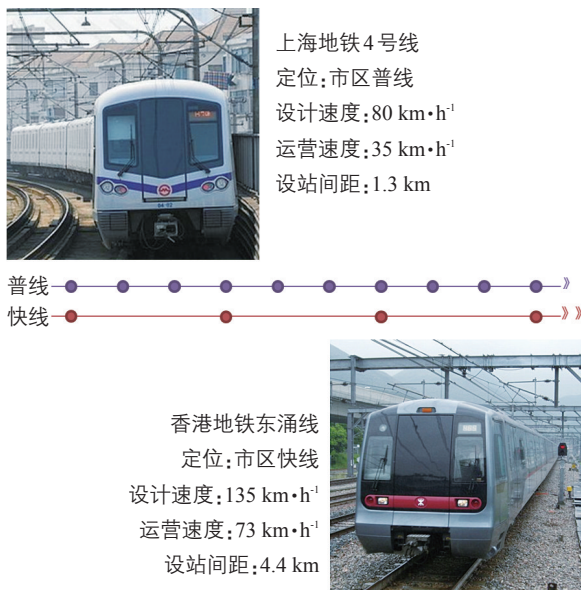


图 6 市区轨道交通典型线路技术特征

Fig.6 Technology characteristics of typical urban rail transit

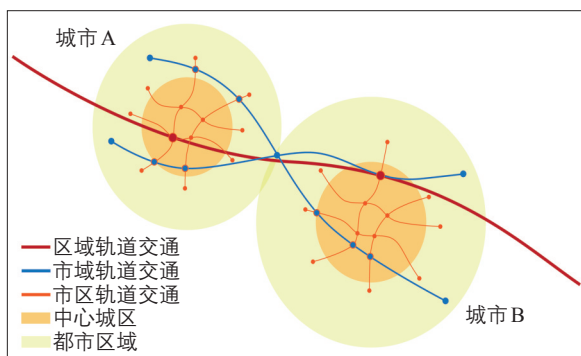


图 7 城市连绵地区轨道交通层级衔接关系

Fig.7 Connection of different level of rail transit in megalopolis

### 参考文献:

#### References:

- [1] Jean Gottmann. Megalopolis: Or the Urbanization of the Northeastern Seaboard[J]. Economic Geography, 1957, 33(3): 189-200.
- [2] 李晓江. “钻石结构”: 试论国家空间战略演进[J]. 城市规划学刊, 2012(2): 1-8.  
Li Xiaojang. The Diamond Structure: On the Evolution of the National Spatial Strategy[J]. Urban Planning Forum, 2012(2): 1-8.
- [3] 于峰, 张小星. “大都市连绵区”与“城乡互动

- 区”:关于戈特曼与麦吉城市理论的比较分析[J]. 城市发展研究, 2010, 17(1): 46-59.
- Yu Feng, Zhang Xiaoxing. Megalopolis and Desakota: the Comparative Analysis of Urban Theory Between Gottmann and Mc Gee[J]. Urban Studies, 2010, 17(1): 46-59.
- [4] 郭九林. 美国大都市连绵带的综合考察及启示[J]. 经济地理, 2008, 28(2): 235-238.
- Guo Jiulin. Comprehensive Study of American Megalopolises and Its Enlightenment[J]. Economic Geography, 2008, 28(2): 235-238.
- [5] 车春鹂, 高汝熹, 刘磊. 基于国际比较的上海市圈层结构研究[J]. 上海交通大学学报(哲学社会科学版), 2009, 17(3): 36-44.
- Che Chunli, Gao Ruxi, Liu Lei. An Empirical Comparative Study of the Ring Structure of Shanghai[J]. Journal of Shanghai Jiaotong University (Philosophy and Social Sciences), 2009, 17(3): 36-44.
- [6] 冯建超. 日本首都圈城市功能分类研究[D]. 长春: 吉林大学, 2009.
- Feng Jianchao. Distribution of Cities to Functions in the Capital Circle of Japan[D]. Changchun: Jilin University, 2009.
- [7] Statistics of Tokyo. Tokyo Statistical Yearbook[EB/OL]. 2010[2012-08-16]. <http://www.toukei.metro.tokyo.jp/tnenkan/tn-eindex.htm>.
- [8] 侯雪, 刘苏, 张文新, 胡志丁. 高铁影响下的京津城际出行行为研究[J]. 经济地理, 2011, 31(9): 1573-1579.
- Hou Xue, Liu Su, Zhang Wenxin, Hu Zhiding. Characteristics of Commuting Behaviors between Beijing and Tianjin Influenced by High Speed Train [J]. Economic Geography, 2011, 31(9): 1573-1579.
- [9] United States Census Bureau. Census 2000, Transportation Planning Package[EB/OL]. 2004 [2012-08-20]. <http://www.census.gov/mp/www/spectab/specialtab.html>.
- [10] 朱杰. 美国东北部大城市带人口空间分布特征及产业变动规律[J]. 国际城市规划, 2012, 27(1): 58-63.
- Zhu Jie. The Characteristic of Population Spatial Layout and Industry Evolvment Law of Megalopolis in Northeast Part of United States[J]. Urban Planning International, 2012, 27(1): 58-63.
- [11] 陈必壮, 陆锡明, 董志国. 上海交通模型体系[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
- Chen Bizhuang, Lu Ximing, Dong Zhiguo. Shanghai Transportation Model System[M]. Beijing: China Architecture and Building Press, 2011.
- [12] 中铁第四勘察设计院集团有限公司. 长三角地区城际轨道交通线网规划[R]. 武汉: 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 2010.
- [13] 张国华, 周乐, 欧心泉, 陈丽莎. 苏州市轨道交通线网规划修编[R]. 北京: 中国城市规划设计研究院, 2012.

(上接第48页)

- [10] 郑健. 中国铁路发展规划与建设实践[J]. 城市交通, 2010, 8(1): 14-19.
- Zheng Jian. Railway Passenger Transportation Development in China[J]. Urban Transport of China, 2010, 8(1): 14-19.
- [11] 北京市交通委员会, 北京交通发展研究中心. 探寻北京交通[R]. 北京: 北京交通发展研究中心, 2011.
- [12] 全永燊, 潘昭宇. 建国60周年城市交通规划发展回顾与展望[J]. 城市交通, 2009, 7(5): 1-7.
- Quan Yongshen, Pan Zhaoyu. Development of Urban Transportation Planning: Looks Back & Ahead at 60th Anniversary of P.R. China[J]. Urban Transport of China, 2009, 7(5): 1-7.
- [13] 佚名. 中国轨道交通: 十二五地铁投资超万亿, 运营线将达3000公里[EB/OL]. 2012[2012-11-02]. <http://info.machine.hc360.com/2012/02/021337342967.shtml>.
- [14] 北京交通发展研究中心. 综合交通枢纽布局规划优化研究[R]. 北京: 北京交通发展研究中心, 2012.