

文章编号: 1009-6000(2011)04-0073-05

中图分类号: U49 文献标识码: B

基金项目: 城市交通与土地利用的互动作用关系研究 (编号: 2006BAJ18B01)

作者简介: 杨明, 东南大学交通学院, 博士研究生;
杨涛, 南京市城市与交通规划设计研究院有限责任公司, 董事长、博导、教授;
凌小静, 南京市城市与交通规划设计研究院有限责任公司, 副所长;
邬岚, 南京林业大学汽车与交通学院, 副系主任。

大都市区轨道交通线网体系与衔接模式研究

——以扬州为例

Research on Rail Transit Network System and its Connection Model in the Metropolitan Area: A Case Study of Yangzhou City

杨明 杨涛 凌小静 邬岚

YANG Min YANG Tao LING Xiao-jing WU Lan

摘要:

分析都市区空间结构与用地布局特征, 在借鉴国外大都市区轨道交通线网体系构建模式的基础上, 提出我国大都市区轨道交通线网层次体系与技术特性建议。综合考虑大都市区的用地布局、客流分布以及走廊特征, 以扬州市为案例, 提出带状用地布局的大都市区市郊轨道不适合直接穿越中心城区, 而应该在中心城外围设置终点站与城区轨道衔接的模式。

关键词:

都市区; 轨道交通; 线网规划; 衔接模式

Abstract: In order to guide rail transit network planning in the metropolitan area, the article firstly analyzes metropolitan space structure and features of land layout, then proposes rail transit network system and technical suggestions in China's metropolitan area drawing on the experience of rail transit network system and its connection model in foreign metropolitan areas. Considering the land layout, passenger flow distribution and the corridor characteristics and taking Yangzhou as an example, the article suggests the suburban transit with ribbon land layout in the metropolitan area is not suitable for direct entrance into the city center, in stead, a mode that a terminal station should be set up in the periphery of the city center connected with urban rail transit network system has to be established.

Key words: metropolitan area; rail transit; planning of network system; connection model

1 引言

都市区是指一个大的城市人口核心以及与其有着密切社会经济联系的具有一体化倾向的邻接地域的组合, 它是国际上进行城市统计和研究的基本地域单元, 是城市化发展到较高阶段时产生的城市空间组织形式。成熟都市区通常都由核心地区(或称为中心城区)、边缘地区和郊野地区构成, 人口

分布呈圈层状格局, 人口高密度连续分布空间一般达 20km 半径(密度在 5000 人/km² 及以上), 该地区是城市化程度最高、城市功能最集中的中心城区。20km 以外人口密度快速下降, 但以与中心城(20km 圈层)的高通勤率(一般不低于 10%)为标志, 与中心城在经济社会发展上高度一体化的区域可达到 50km 圈层。都市区不同圈层内除

存在用地性质、人口密度以及交通可达性的差异，交通出行强度、方式结构等特征也存在较大差异，需要差别化配置合理的交通运输系统。

不同形式轨道交通具有不同的运输技术特性，服务于不同区域层次的交通运输需求。传统的城市轨道交通（地铁、轻轨等）主要服务于都市区核心城区，运量大、站距短、速度较慢；更广的都市区范围则有速度较快的高速铁路、城际轨道或者市郊铁路等区域快速轨道交通形式。由于现状管理体制和建设模式等原因，对于都市区轨道交通体系的整体认识和一体化构建还存在不足，区域铁路与城市轨道交通在规划、建设以及运营管理上缺乏有效的衔接与协调。国内既有关于轨道交通线网体系及布局方法的研究主要集中在传统的城市地域范围内，缺乏对大都市区的空间结构、用地布局以及交通特征的深入研究，大都市区内的轨道交通线网层次体系、衔接模式以及布局方法有待进一步探讨。因此，针对都市区圈层式、差别化的交通需求特征，分析各种类型轨道交通的适用

范围、运送能力、车辆制式、线路特征、设计车速、运行空间、环境影响、经济指标和技术兼容性等相关参数，梳理都市区轨道交通功能层次体系，并深入研究相互之间的衔接模式，对于构建一体化轨道交通线网，充分发挥轨道交通的运输效能，促进都市区交通运输体系的可持续发展具有重要意义。

2 大都市区轨道交通线网层次体系

2.1 国内外城市发展经验

国外发达大都市区轨道交通体系丰富，功能分级也非常明晰。传统的城市轨道交通主要服务于中心城区，中心城区以外则由相应的市郊轨道系统服务，比如法国巴黎的都市区快速轨道（RER）和市郊客运铁路、日本的国铁JR线和私营铁路、德国的地区间快速列车（Regional Express）和地区间普速列车（S-BAHN）、美国的通勤铁路服务，等等。大都市区中长距离对外交通出行一般通过国土层面的区域铁路网作为支撑。以巴黎为例，巴黎地铁主要为中心城区范围服务，部分线路向外围

延伸，中心城区面积仅105km²，地铁线路共14条长210km，线路平均长约15km，地铁服务半径在10km以内；大都市区快速轨道（RER）和市郊铁路共同将通勤范围拓展至巴黎大区60km半径，大区含巴黎市、近郊三省以及远郊四省，其中巴黎市与近郊三省构成的中心城约762km²，中心城全部出行中约23%来自于远郊四省；RER系统集中服务于巴黎聚集区（30km左右半径）。

我国城市化以及轨道交通建设起步较晚，围绕几个特大城市的大都市区空间正在逐步成长，在新一轮城市规划中特别强调了发展现代化大都市区，轨道交通线网规划范围也相应扩大，在吸取国际经验的基础上规划形成了较为完备的轨道交通线网体系。如北京类似伦敦、莫斯科模式，轨道线网由市郊铁路和中心城地铁、轻轨构成，市郊铁路接入城市中心边缘火车站；上海、广州、武汉、南京等城市类似巴黎、东京模式，轨道线网由市郊铁路、市域快轨和中心城地铁、轻轨构成，其中市域快轨贯穿城市中心，联系城区与近郊新城组团。

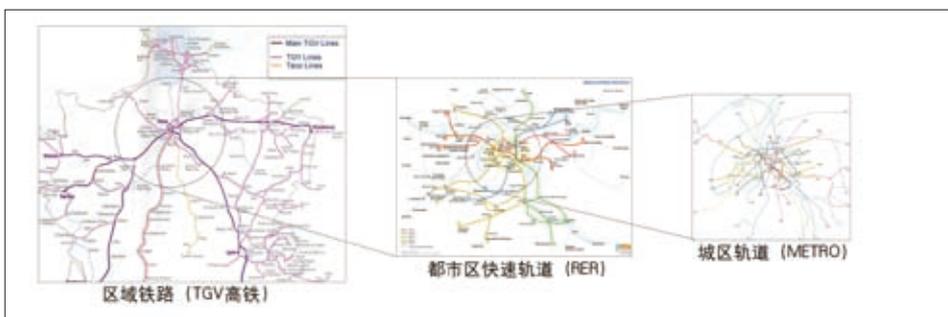


图1 巴黎大都市区区域铁路与城市轨道交通网

表1 国内、国外城市轨道交通线网体系对应关系与功能特性

	新干线/高速铁路/ 欧陆高铁等	JR线/国家铁路	民铁线/区域轨道	城市轨道交通
国家铁路	○	○	—	—
城际铁路	○	○	—	—
市郊轨道/ 组团快轨	—	○	○	—
城市轨道交通	—	○	○	○
特征	最高速度200km/h以上； 站间距20~50km左右	最高速度120~200km/h； 站间距3~5km左右	最高速度70~160km/h； 站间距2~3km左右	最高速度70~120km/h； 站间距1km左右

注：表中“○”表示具有对应关系。

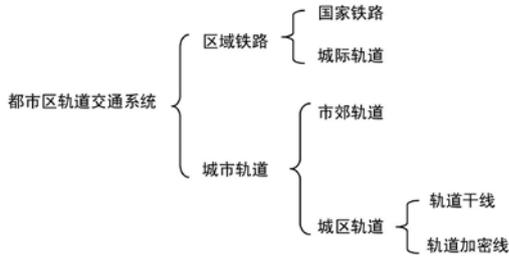


图2 大都市区轨道交通线网层次体系

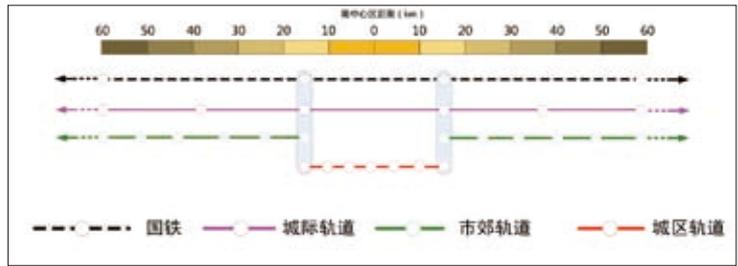


图3 大都市区轨道交通线网层次体系示意图

总结国际发达城市大都市区轨道交通层次体系与服务特征，可以总结如下：首先，城市轨道交通系统通常为高度城市化的中心城区提供服务，服务范围一般集中在15~20km半径以内；其次，市郊轨道一般服务于外围新城、新区与中心城的通勤出行联系，通勤范围通常在50km以内；再次，区域铁路一般服务于国土层面或者城际之间交通联系，结合城市用地组团布局，部分城际间运营的区域铁路同时服务于大都市区内部组团之间长距离出行。

2.2 我国大都市区轨道交通线网层次体系

当前阶段，我国城市统计和研究的基本地域单元一般为中心城区和更广范围的市域两个层次。在市域范围内服务的轨道交通设施一般包括两个层次：以服务于城市对外交通出行行为为主的区域铁路系统（国家铁路和城际轨道等）和服务于城市居民出行需求的城市轨道交通系统。由于不同国家和地区对于轨道交通线网层次与功能特性各

不相同，为了便于吸收和借鉴国外的先进经验，将国内、国外城市线网体系对应关系与功能特性整理如表1所示。

从表1中国内、国外城市轨道交通线网对应关系可以看出，由于目前我国尚未形成真正意义上的大都市区，城市居民的日常通勤出行行为仍然集中于较小范围的中心城区内部，现状还没有形成对市郊轨道的客流需求，线网体系中也缺乏市郊轨道这一层面。参考前文国际经验，国际大都市地区均有发达的市郊轨道联系中心城区与外围郊区，其站距、速度等介于城市轨道交通与城际轨道之间，具有一定的客流规模。因此，随着我国城市大都市化不断推进，中心城外围居民向心通勤出行比例将逐步增加，市郊轨道的建设需求将越来越强烈，目前北京、上海、南京等城市在相关规划中已经有所应对，例如北京规划6条市郊通勤铁路，总长430km，北京铁路局负责运营。

综上所述，建议我国大都市区轨道交通层次体系总体分为区域铁路与

城市轨道交通两个层次，其中区域铁路主要服务于大都市区对外客流联系需求，具体按服务范围又可以分为国家铁路和城际轨道两个层级；城市轨道交通服务于大都市区范围内的居民出行需求，按照服务范围又可以分为市郊轨道系统和城区轨道系统。轨道线网层次体系与服务范围具体如图2、3所示。

区域铁路层面与功能特性基本与我国铁路系统相关技术标准一致，不再赘述。城市轨道交通层面分为市郊轨道和城区轨道两类，其中市郊轨道系统服务于市郊与中心城区之间的长距离出行（主要为通勤出行需求），站距大、速度快，旅行速度一般在45km/h以上，服务范围较广。城区轨道系统服务于城市20km半径以内的城市化高度密集地区（中心城区）的出行，运量大、站距短、速度较慢。城区轨道按照服务功能又分为城区干线和加密线。各级轨道具体功能特性如表2所示。

3 大都市区轨道交通线网衔接模式

3.1 区域铁路与城市轨道交通的衔接

不同层次的轨道交通线网是否能够发挥最大效能，除了线网本身的因素以外，不同层次线网的衔接模式也是起决定作用的要素。区域铁路与城市轨道交通的衔接主要通过城市综合客运枢纽。综合客运枢纽是不同客运网络的交会点和运输转换处，是实现客运“零换乘”和一体化运输的核心。根据区位条件、服务范围以及承担客运量，综

表2 我国大都市区建议轨道交通层次体系与功能特性

层级	区域铁路		城市轨道交通		
	国家铁路	城际铁路	市郊轨道系统	城区轨道系统	
				城区干线	加密线
服务范围	国土层次远程交流	50~300km 紧密联系圈及更远	中心城外围郊区新城与中心城市之间的联系	中心城区高强度、高密度客流走廊服务	中心城区局部次级客流走廊服务
服务半径	>200km	50~300km	20~100km	20km左右	20km以下
车站间距	50km	10~20km	2~5km	0.8~2km	0.8~1.5km
最高时速	350km/h	250km/h	120~160km/h	80~100km/h	70~80km/h
旅行时速	80~350km/h	160~250km/h	45~60km/h	35~40km/h	25~35km/h

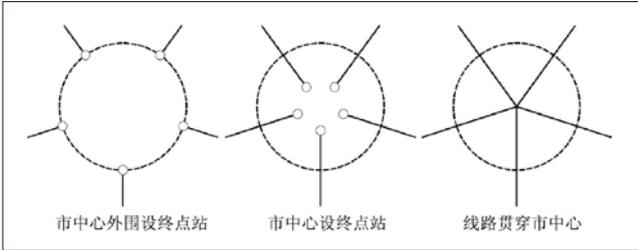


图4 市郊轨道交通系统布局模式

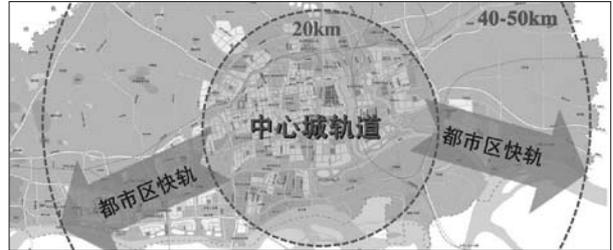


图6 扬州都市区城市轨道交通构成与覆盖范围

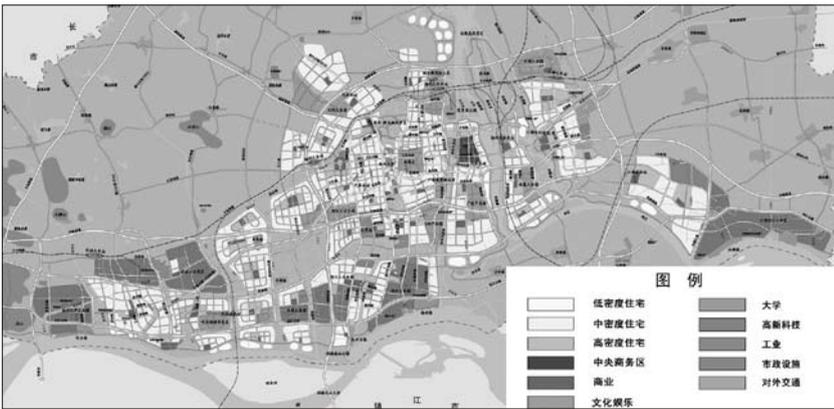


图5 扬州市都市区远景规划用地布局图

纽约、莫斯科等城市，中心城规模较大（超过1000km²），地铁与市郊轨道共同兼顾近郊新城轨道服务，远郊新城通过市郊轨道系统提供快速联系，市郊轨道一般接入城市中心。纽约的Grand Central Terminal、芝加哥、华盛顿的Union Station，均深入城市核心地带，服务于中心城外围地区的通勤客流。巴黎、柏林、慕尼黑等欧洲城市，以及日本东京、大阪等城市，区域轨道交通系统（巴黎的RER、德国城市的S-Bahn、日本民铁、JR与地铁线路直通运行）则贯穿城市中心，为大都市区范围服务。

市郊轨道与城区轨道不同的衔接模式，对城市发展以及交通服务的影响也不同。市郊轨道在市中心设置终点站，或者直接穿越市中心，属于线路中心外延型模式，这一模式有助于促进市中心的功能高度集聚，减少乘客换乘需求；市郊轨道在外围设置终点站，能够围绕外围的轨道站点进行高强度开发，促进外围地区功能提升，依托综合客运枢纽形成反磁力中心，缓解市中心的交通压力。

近年来，随着大都市区的一体化发展，以及轨道交通运营管理水平提升，市郊轨道交通直接接入市中心的需求不断增强。但是，市郊轨道与城区轨道的衔接方案的最终确定应结合具体的城市空间形态、结构，以及用地布局，团块状、带状、星状等不同形态的城市，区域铁路在轨道交通系统中承担的作用大小，以及城市轨道可向外延伸的长度与运营效益之间的平

表3 市郊轨道与城区轨道衔接模式对比分析

衔接模式	对区域发展的影响			对交通服务的影响	
	城市功能	人口	疏散	缓解市中心交通拥挤	减少换乘次数
线路向外延伸型	促进市中心功能高度聚集	促进外围地区功能提升			✓
外围设终点站型		✓	✓	✓	

合客运枢纽可以进行分类和分级，例如上海市根据枢纽承担的交通功能和规模大小，将综合客运枢纽分为A、B、C、D四类，其中A类依托大型对外交通设施形成，主要服务于城市国际交流及区域中长距离出行，而区域铁路与城市轨道交通则主要依托A类枢纽进行客流的衔接转换。

3.2 市郊轨道与城区轨道的衔接

由于经历了不同的城市化发展过程，市郊轨道交通系统与城区轨道系

统的布局衔接模式也有所不同，总体上可以概括为三类：在市中心边缘设终点站、在市中心设终点站以及线路贯穿市中心。如图4所示。

伦敦、东京、大阪早期城市中心边缘有多个铁路车站，市郊轨道系统以其为起点向外围大都市区放射，服务于郊区居民与市中心的联系；车站通常有便捷的城区轨道线路相连，方便内外交通出行转换，如伦敦城区轨道环线都串联了6座以上的铁路车站。

均衡是影响衔接模式的关键因素。

4 案例分析

扬州位于长江下游,处在东部沿海经济带的中部,是历史文化名城、具有国际影响的旅游休闲与生态宜居城市。根据扬州市城市总体规划,未来扬州沿江范围内将形成带状组团式大都市区用地布局形态,建设用地总面积 995km²,规划人口约 350~400 万人。未来扬州大都市区呈现带状用地布局形态;从空间布局结构来看,远景规划形成六大板块结构,包括中心板块、西部板块、南部板块、仪征板块、东部板块和江都沿江板块。其中,围绕城市 CBD 约 20km 半径范围内形成的中心城区(包括中心板块、西部板块、东部板块和南部板块)将是扬州市高度城市化地区,是未来城市核心建设地区,规划人口规模超过 310 万人。

4.1 轨道交通线网层次体系

城市居民出行主要集中在 30 分钟的出行圈内,日本大阪市通勤的所需时间平均为 32 分钟。随着扬州城市规模逐步拓展、大都市区日趋成熟,城市居民主要依托城区轨道交通完成日常通勤出行,按照 30 分钟交通圈进行计算,城区轨道交通覆盖范围约 15~20km 半径,即对应于扬州大都市区中心城区范围,涵盖中心板块、西部板块、东部板块和南部板块。结合扬州大都市区城市空间层次特征与居民通勤出行范围,确定轨道交通线网层次体系总体分为区域铁路与城市轨道交通两个层次,其中区域铁路层面根据相关上位规划,主要包括“两横两纵”铁路网络,其中两横分别为宁启铁路、沪泰宁城际,两纵分别为淮扬镇铁路、扬马城际。

城市轨道交通层面包括市郊轨道与城区轨道。扬州中心城区以河东 CBD 为核心,以文昌路为主轴,向东、向南拓展,形成“一主三副”四大板块,约 20km 半径范围,是扬州市城市化高度密集

地区,通过高密度的城区轨道线网服务。两翼板块位于中心城两侧,距离中心城在 40~50km 半径范围内,针对大都市区近远郊新城的快速联系需求,以市郊轨道满足两翼板块与中心城的快速联系需求。

功能特性方面,城区轨道主要是服务于中心城范围,基于高强度、高密度的客流走廊布设轨道线路,紧密衔接中心城 CBD、各板块中心区以及各大枢纽站之间的联系,服务于城市化高度密集地区的出行,运量大、站距短、速度较慢,一般在 35km/h 左右,站间距为 0.8~1.5km,运营时速为 35~40km/h,车辆最高速度 80~100km/h。市郊轨道服务于两翼板块与中心城区的中长距离出行,站距大、速度快,站间距 2~3km 左右,运营时速为 45~60km/h,车辆最高速度 100~120km/h。

4.2 线网衔接模式

扬州区域铁路与城市轨道交通的衔接,主要依托大都市区内“一主三副”铁路客运枢纽,城市轨道交通的布局尤其加强了对扬州东站主枢纽的支撑。对于市郊铁路与城区轨道的衔接,由于带状用地布局的大都市区,其交通联系和走廊分布具有鲜明的个性特征,市郊轨道与城区轨道的衔接模式也不同于一般团块状用地布局大都市区。以扬州为例,我们认为对于这一用地布局形态的大都市区,市郊轨道不适合直接穿越中心城区,而应该在中心城外围结合综合客运枢纽设置终点站并与城区轨道衔接,主要考虑因素如下:首先,扬州市都市区带状用地布局形态导致了两翼板块与中心城区的客流联系强度不高;其次,区域铁路分担了一定规模的长距离跨区出行需求,尤其是沿着带状方向规划有宁启铁路和沪泰宁城际,狭长的带形城市用地布局特征使得区域铁路枢纽的覆盖区域较广;再次,相比团状放射形城市,带状组团式城市由于

纵向截面宽度有限,横向通道资源也相对有限,市郊轨道直接穿越中心城区的模式必然占用有限的通道资源,共线运行模式则会降低中心城区轨道线网的运行效率。

5 总结

大都市区的逐渐形成和发展是我国城市化进程中的一个重要特征,这与世界城市化发展的主导趋势是一致的。在新的城市空间形式下,轨道交通系统作为其基本功能要素之一,从结构模式到运营管理都面临新的要求。本文借鉴了国内外大都市区相关经验,结合我国铁路与轨道既有分类分级体系,初步提出了我国大都市区轨道交通线网体系与衔接模式,并以扬州为规划案例,提出带状用地布局的大都市区市郊轨道与城市轨道交通的衔接建议,对于指导我国大都市区轨道交通线网布局规划具有一定参考意义。

参考文献:

- [1] 谢守红. 大都市区空间组织的形成演变研究[Ph.D]. 华东师范大学博士学位论文, 2003.
- [2] 皇甫玥, 张京祥. 大都市区化:特大城市地区城市化的新特征——基于南京的实证研究[J]. 现代城市研究, 2008, (1): 27-33.
- [3] 周翊民, 孙章, 季令. 城市轨道交通市郊线的功能及技术特征[J]. 城市轨道交通研究, 2007, (8): 1-5.
- [4] 周一星. 城市地理学[M]. 北京: 商务印书馆, 1995.
- [5] 杨东援, 韩皓. 世界四大城市轨道交通与交通结构剖析[J]. 城市轨道交通研究, 2000, (4): 10-15.