

# 基于轨道交通网络的大城市综合交通规划理念

Comprehensive Transportation Planning Based on Rail Transit Network in Large Metropolitan Area

陆锡明, 陈必壮, 王 祥

(上海市城市综合交通规划研究所, 上海 200040)

LU Xi-ming, CHEN Bi-zhuang, WANG Xiang

(Shanghai City Comprehensive Transportation Planning Institute, Shanghai 200040, China)

**摘要:** 针对大城市轨道交通大规模网络化建设的新特点,提出基于“轨道交通网络的综合交通规划(Rail Base Planning, RBP)”理念。首先简要回顾了城市交通规划理念的发展,分析RBP与传统交通规划的区别。结合世界城市轨道交通百余年演进历程,提出“优化用地布局、优化交通结构、优化生态环境”的RBP“三优论”,以及“轨道交通网络引导圈层用地格局、轨道交通线路引导复合客流通道、轨道交通车站引导高强度用地开发”的RBP“三导法”。在此基础上,结合上海市10余年的综合交通规划和轨道交通规划建设经验,探讨上海市在优化城市用地布局、加强轨道交通导向作用过程中对RBP理念的实践。

**Abstract:** Aiming at the new development trend of massive rail transit network construction in large metropolitan area, this paper introduces a rail network-based comprehensive transportation planning framework (Rail Base Planning, RBP). The paper first reviews the development of urban transportation planning and discusses the difference between the RBP and conventional transportation planning. A three-optimization concept and a three-directing plan for RBP

城市轨道交通的发展已有100多年历史。发达国家的大城市基本形成了适合各自用地布局和交通特征的轨道交通网络,在土地利用规划、综合交通体系规划与建设等方面积累了许多宝贵经验。我国城市轨道交通建设起步较晚,随着21世纪以来出现的轨道交通大规模网络化建设新局面,传统交通规划的理论和技术方法越来越难以适应轨道交通快速发展的新要求。国内近20年的轨道交通规划建设积累了不少成功经验,同时也存在一些问题。分析总结国内外轨道交通规划建设的成功经验,提炼形成基于轨道交通的规划理论和技术方法,对指导我国大城市轨道交通及综合交通规划建设、推动大城市交通规划事业发展具有十分重要的意义。

are then introduced. The three-optimization concept focuses on how to optimize land use development, travel modes and ecological environment. The three-directing plan stresses how the developments of rail transit network lead the surrounding land use patterns, formation of intermodal transit corridors, and the high-density land use development. Based on above analysis and the more than 10 years experience in comprehensive transportation planning and rail transit planning in Shanghai, this paper explores the practice of RBP in optimizing urban land use pattern and enhancing the effect of rail transit in Shanghai.

**关键词:** 交通规划; 轨道交通; RBP; 线网; 车站; 土地利用

**Keywords:** transportation planning, rail transit; RBP, rail transit network, land use

中图分类号: U491.1<sup>+</sup>2

文献标识码: A

收稿日期: 2009-05-04

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划重点项目“新型城市轨道交通技术”子课题二“城市综合交通与轨道交通规划关键技术研究”与示范”(2006BAG0206(2007-2))

作者简介:陆锡明(1950—),男,上海人,硕士,所长,教授级高级工程师,博士生导师,主要研究方向:城市交通规划。

E-mail:lxm@scctpi.sh.cn

## 1 交通规划理念的发展

### 1.1 传统交通规划

传统交通规划<sup>[1]</sup>一般包括基于道路网络的交通规划和基于公交网络的交通规划,前者亦称基于小汽车的交通规划(Car Base Planning, CBP),后者又称基于公共汽车的交通规划(Bus Base Planning, BBP)。

CBP是20世纪初期随着机动化发展而形成的,其对象主要是小汽车使用者,是以解决小汽车出行问题为主的道路网络发展规划。但是,CBP并没有很好地解决城市交通问题,小汽车的快速增长使大城市道路交通拥堵日益严重。于是,公共交通逐渐受到重视,各国纷纷通过制定政策甚至法律确定公共交通的地位。BBP的对象主要是公共汽车乘客,是以解决公交优先问题为主的公交网络发展规划。

我国城市综合交通规划始于20世纪80年代,各大城市通过进行大规模的道路基础设施改造以适应机动车快速增长的要求,当时交通规划的重点是道路网络的建设规划。20世纪90年代,公交网络规划成为交通规划的重点之一,公共交通运营明显提高,适应了城市拓展带来的出行需求。由于机动化程度不高,20世纪末我国交通规划的思想和技术方法受CBP和BBP的影响较深,当时的技术规范也反映了这一时期交通规划的状况,指标体系主要以道路网络和公交网络为主。

### 1.2 基于轨道交通网络的城市综合交通规划

基于轨道交通网络的城市综合交通规划(Rail Base Planning, RBP),亦称轨道交通导向的城市综合交通规划,与传统交通规划有显著区别。RBP的对象不再是单一的小汽车使用者或公共汽车乘客,也不仅仅是单一的轨道交通乘客,而是采用不同交通方式的全体出行者。RBP不再是单一的道路网络或公交网络规划,也不是单纯的轨道交通网络规划,而是基于轨道交通网络的综合交通体系发展规划。RBP有两大重要特征:

1) 交通方式有机衔接以及交通系统高效整合。RBP强调各种交通方式都能充分发挥各自在时间和空间上的优势,并与轨道交通形成有效衔

接与组合,形成基于轨道交通的出行方式链,提高出行效率。因此,围绕轨道交通的综合交通体系功能优化、网络布局优化、枢纽规划等是RBP的重要内容。

2) 更加强调交通系统与土地利用、生态环境等方面的广义综合。传统交通规划侧重于交通系统本身的规划,强调交通系统内部的综合。RBP则是更加广义的综合规划,不仅要求交通系统内部各种交通方式之间、交通子系统之间进行全面整合,而且要求交通与经济社会发展、城市用地规划、城市生态环境、能源发展规划、行政管理体制等进行全面综合与协调。

## 2 RBP“三优论”

### 1) 优化用地布局。

#### ① 轨道交通网络促进城市用地组团集约化。

通过轨道交通网络结构引导城市形成多中心组团式的用地格局,从而优化城市空间布局。一方面,通过高密度的轨道交通网络促进城市中心区进一步保持强大;另一方面,通过轨道交通网络结构规划引导多中心组团式的城市用地布局。轨道交通对城市用地布局的优化不仅限于中心城区,而是包括整个市域范围甚至突破行政边界的交通圈。例如,日本东京交通圈借助轨道交通网络形成中心、副中心、新城等各级城市中心。

#### ② 轨道交通线路促进城市用地轴向集中拓展。

轨道交通线路既可以引导城市建成区用地布局轴向集中,又能推动城市形成轴向线性发展结构。建成区用地轴向集中表现为围绕轨道交通线路形成岗位或人口高密度集中的走廊,如上海市地铁1号线沿线淮海路商业与商务走廊、2号线沿线南京路商业与商务走廊、1号线南段以高密度住宅为主的沪闵路走廊等。城市的线性结构主要表现为沿轨道交通线路轴向发展,著名的丹麦哥本哈根手指状结构就是基于轨道交通线路的城市用地发展。再如,东京是典型的建成区沿轨道交通呈轴向集中拓展的城市,从都心三区至区部、再到东京交通圈,城市用地完全由轨道交通线路主导,见图1<sup>[2]</sup>。

③ 轨道交通车站优化城市用地性质。

轨道交通车站对用地布局的优化主要表现为对用地性质的优化，以轨道交通车站为中心，形成客流产生量较高的商业、商务和居住用地。国内外大城市围绕轨道交通车站或枢纽站开发的经验表明，城市中心区基于轨道交通车站应以商业、商务等综合性开发为主，外围区、郊区应以居住开发为主。

2) 优化交通结构。

轨道交通是城市机动化和综合交通体系发展的重要基础，小汽车、公共汽车、自行车、出租汽车等其他交通方式，与轨道交通紧密结合，通过轨道交通实现出行功能转换，发挥各自独特的优势，形成新的综合交通体系，构建更符合人的交通需求的出行方式结构，实现交通模式的优化。例如，英国伦敦基于地铁网络形成了稳定的交通模式及换乘体系，见图2<sup>[3]</sup>。

单一小汽车方式的出行将由工作出行向休闲出行转换，工作出行中的小汽车交通将向停车换乘(P+R)转换。随着大城市轨道交通网络不断扩展、轨道交通与地面公交线网资源充分整合、公共交通运营效率整体提升，自行车将主要为区域内部出行或轨道交通换乘衔接服务，以增强轨道

交通的可达性。随着轨道交通系统的扩展，大城市的出租汽车将从长距离的单一出行为主转换为轨道交通重要的换乘方式之一，发展出租汽车停靠换乘将是整合轨道交通与出租汽车交通、实现二者协调发展的重要途径。

基于轨道交通网络扩展，同步优化调整地面公交线网，围绕轨道交通形成三个功能层次的公交线路：填补型线路覆盖轨道交通网络比较薄弱的区域，补充型线路为轨道交通走廊提供短距离服务，接驳型线路为轨道交通车站提供接驳服务。

3) 优化生态环境。

发展轨道交通可以减缓小汽车交通增长，减少道路交通出行量，实现交通节能，优化城市生态环境。

国内外城市交通能耗表明，小汽车是单位能耗最高的交通方式。澳大利亚小汽车的单位人公里能耗是轨道列车的50倍左右，美国小汽车单位人次能耗是公共交通的70多倍。通过发展轨道交通可以延缓小汽车的增长速度，降低小汽车出行强度，鼓励小汽车停车换乘，实现小汽车与轨道交通协调发展。香港在限制私人小汽车拥有量增长的同时，加快城市轨道交通设施建设，见图3<sup>[4]</sup>；20世纪末，韩国首尔加快了地铁网络的建设步伐，实现了在小汽车增长至200万辆的同时建成200 km地铁网络的目标；伦敦地铁车站小汽车换乘平均比例达16%，与公共汽车换乘比例持平。

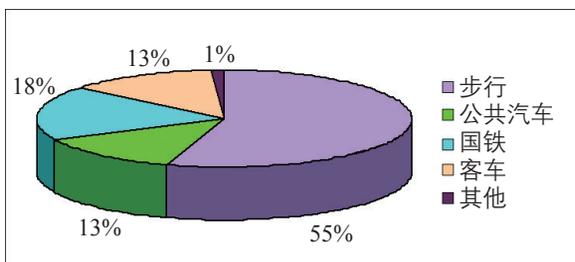


图2 伦敦地铁系统的换乘方式构成  
Fig.2 Type of transfer in London rail transit system

3 RBP “三导法”

1) 轨道交通网络引导圈层用地格局。

圈层式轨道交通网络一般包括三个层次(见

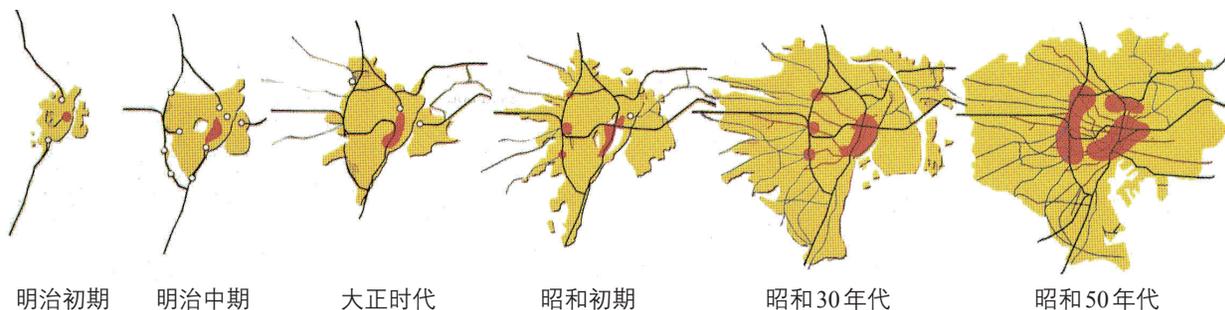


图1 东京轨道交通对用地优化的历程  
Fig.1 The evolution of rail transit and land use in Tokyo

图4): ①高密度、小站距的市区轨道交通, 主要为高密度、高容量的中心城区服务; ②长放射、支线型的市域轨道交通, 主要为中密度、走廊式的市域范围服务; ③通道型、大站距的区域轨道交通, 主要为低密度、松散型的都市圈其他地区服务。大巴黎地区高密度、短站距的地铁网络主要为面积约105 km<sup>2</sup>的市中心服务, 而长放射的区域快速铁路RER重点为市区外围的城市化地区提供至市中心的通勤服务, 国铁SNCF则主要为广大郊区、巴黎盆地地区提供至市区的通勤出行服务。东京交通圈的地铁系统主要为中心城区内部提供服务, 私铁主要为外围及近郊城市化地区服务, JR则主要为近远郊区提供通勤服务。

2) 轨道交通线路引导复合客流通道。

轨道交通线路导向的复合通道包括轨道交通本身的复合通道, 以及轨道交通与道路交通的复合通道。

轨道交通本身的复合通道简称为“轨道交通宽通道”, 指双向布置4条及以上运营正线股道的线路或区段。它便于组织“大站快车”运营, 也提高了通道本身的轨道交通运能。东京的山手线就是一条宽通道环线, 区间运营最少4条正线股道, 某些区段有6~8条, 局部区段甚至有10条。山手线通道全长34.5 km, 运营正线(一线两股道)长度则高达100 km左右。另外, 东京的中央线、东海道线、东北线、总武线等JR放射线也是双向

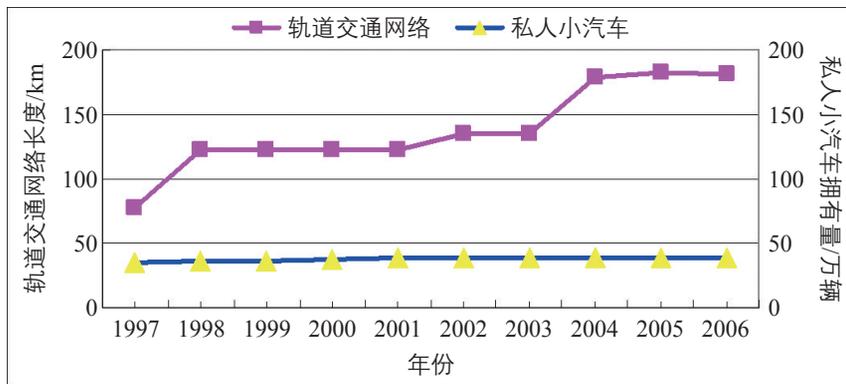


图3 香港轨道交通网络与私人小汽车发展比较

Fig.3 Comparison on the development of rail transit network and private cars in Hongkong

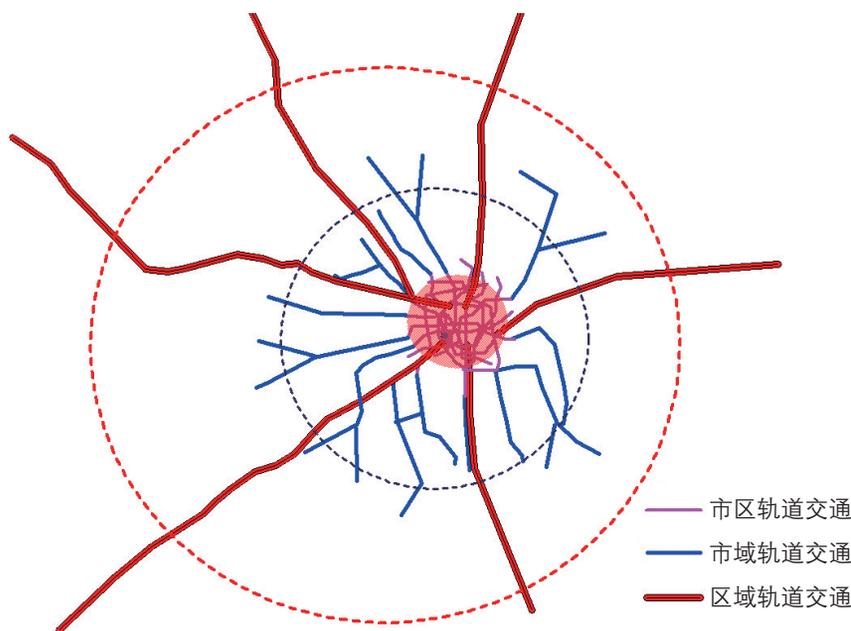


图4 圈层式轨道交通网络

Fig.4 The distribution of radial rail transit line by distance from the city center

至少4条正线股道的“宽通道”，这些轨道交通线路的运能因“宽通道”而大幅提升。

轨道交通与道路交通的复合通道是指起讫点相同，由各类轨道交通和城市干路构成的平行通道。复合通道上轨道交通承担了主客流(尤其通勤客流)，同时道路交通与轨道交通发挥各自优势、功能互补。复合通道中的道路系统一般包括高速公路、快速路(汽车专用路)、城市主干路等，轨道交通包括城际铁路、市域轨道交通、通勤铁路、市区地铁等。东京交通圈内形成了5条对外复合通道。其中，东京与横滨之间的东海道走廊是东京最大的公轨客流复合通道，由轨道交通和道路交通两大系统组成：轨道交通系统包括5条线路，道路交通系统包括3条主要干路，见图5<sup>[2]</sup>。

3) 轨道交通车站引导高强度用地开发。

与传统道路交通不同，轨道交通导向的用地规划体现为，以轨道交通车站为中心，建筑密度和建筑容积率递远递减。轨道交通车站周边应以商务办公、居住类等高强度用地为主，围绕轨道交通车站的用地密度和建筑容积率呈现“同心圆金字塔”结构，见图7<sup>[5]</sup>，距离轨道交通车站越近，建筑密度和容积率越高，反之越低。基于轨道交通车站的用地规划应突破传统基于道路及行政区划的用地规划，城市外围区、郊区城镇化地区的用地性质、建筑密度和建筑容积率等，要充分体现轨道交通车站主导原则，适应以轨道交通为主导的用地规划要求。

### 4 RBP在上海的实践

过去10多年，RBP理念在上海综合交通规划和轨道交通规划建设实践中不断得到总结和运用。

#### 4.1 优化城市用地布局

1) 适时调整轨道交通网络规划，优化城市用地布局。

轨道交通在服务市中心主要就业岗位集中区的同时，使上海市商业商务中心进一步向轨道交通沿线聚集。2009年初，上海市运营轨道交通线路8条，总长约235 km，拥有换乘枢纽站11座(含交通卡站外虚拟换乘站)，非换乘站137座。2010年，上海市将运营轨道交通线路11条，总长超过420 km，轨道交通网络基本成型，基本覆盖以人

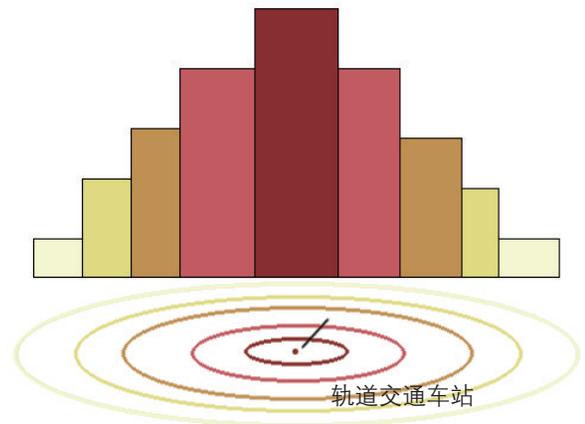


图6 轨道交通车站导向的用地密度与容积率概念规划  
Fig.6 Rail transit station oriented land-use density and floor ratio planning

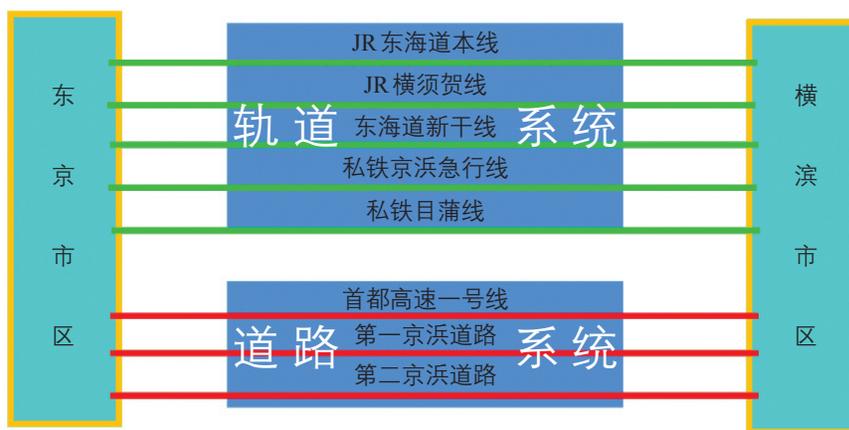


图5 东京东海道复合通道  
Fig.5 Tokyo-Yokohama comprehensive passenger travel corridors

民广场、陆家嘴为中心的市中心主要就业岗位集中区域。

随着城市外围区、郊区成片居住区的开发建设和居住人口的增加,上海市适时调整了轨道交通网络建设规划。配合市区西北部“四高”居住小区(顾村地区)以及罗店新市镇的开发建设,延伸了地铁7号线;配合浦江镇世博动迁基地建设,延伸了地铁8号线,这两条线路在2010年前先后开通运营。同时,为了给外围城市化地区的居民提供出行便利,轨道交通线路大多突破了城市外环线,伸向近郊的大型居住区,如规划延伸13,14号线服务西外环外的江桥地区,规划延伸9号线服务东外环外的曹路地区等。

2008年以来,针对国家对长三角地区的发展要求以及上海国际金融中心、国际航运中心的功能定位,上海市在加快轨道交通建设的同时,考虑了城市轨道交通与长三角城际轨道交通、既有

铁路的资源整合。金山铁路支线改造为城市轨道交通;地铁11号线将突破上海市行政边界向江苏昆山延伸3个车站;上海西站综合交通枢纽充分考虑了城际铁路与市区轨道交通的一体化换乘衔接等。为了适应2020年近2500万人口巨型城市的发展态势,上海市提出了2020年建成878 km轨道交通的目标,以适应两个中心建设和长三角区域交通一体化发展的新要求。与此同时,上海市将充分利用轨道交通网络的优化完善和规划建设,实现城市空间布局由单中心向多中心组团式发展,见图7。

2) 加快轨道交通建设,优化交通结构和生态环境。

上海市交通白皮书提出大力发展城市轨道交通,并实行小汽车牌照拍卖,成功减缓了小汽车快速增长的趋势。21世纪以来,上海市轨道交通年建设线路长度从1999年30 km增长至2008年突

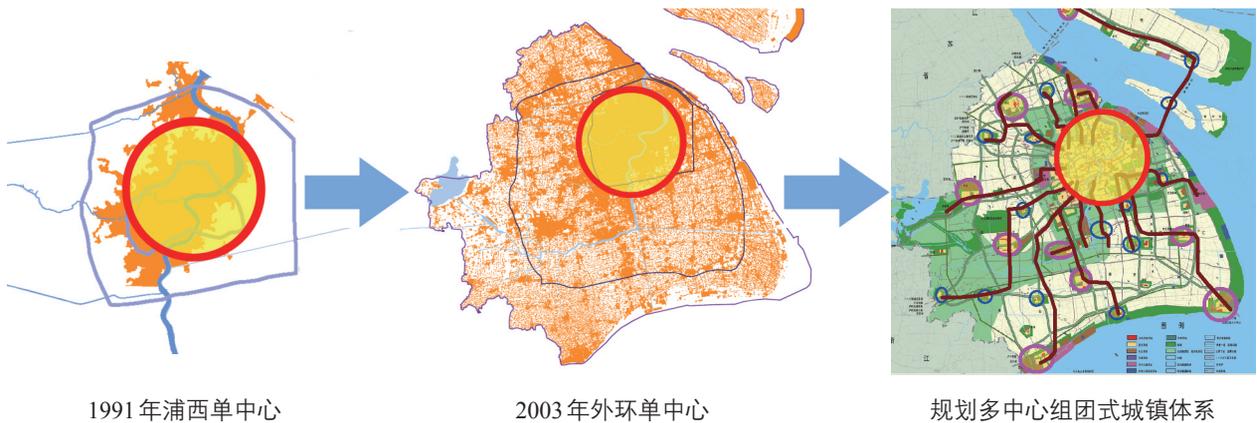


图7 上海市城市用地布局演化  
Fig.7 The evolution of urban land use pattern in Shanghai

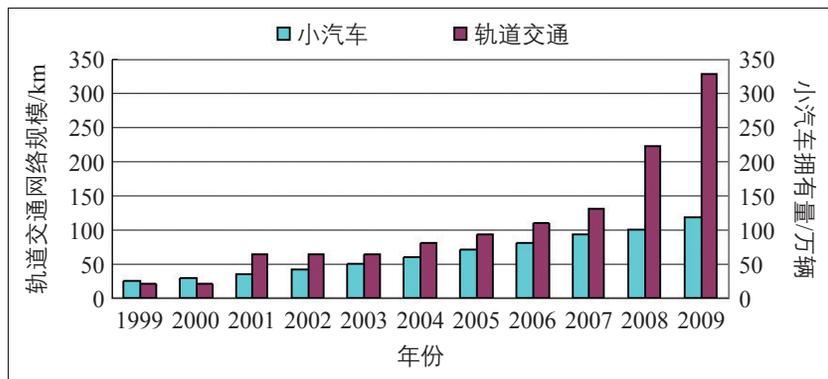


图8 上海市小汽车与轨道交通网络发展比较  
Fig.8 Comparison on the development of cars and rail transit network in Shanghai

破 200 km, 见图 8<sup>[6]</sup>。2010 年, 上海市轨道交通日均客流量已突破 600 万人次, 高峰日接近 650 万人次, 占公共交通客流比例的 1/3 以上。2013 年, 将有超过 100 km 的新线路建成运营, 并计划在 2020 年基本建成中心城区的轨道交通网络。轨道交通的快速发展大大提升上海市公共交通的吸引力, 支撑上海市控制小汽车增长的交通政策。

与此同时, 上海还借助世博会契机, 在城市外围区、郊区的轨道交通车站建设 P+R 枢纽, 以减少进入市中心的小汽车交通量。地铁 2 号线终点站淞虹路站、9 号线松江大学城站、8 号线航天博物馆站等世博 P+R 枢纽均已建成使用。

#### 4.2 加强轨道交通的导向作用

##### 1) 轨道交通网络引导组团式空间发展。

中心城区构筑高密度的轨道交通网络, 确保“一主四副”组团结构(见图 9), 主导 10 个现代服务业集聚区, 支撑 1 000 万人口和 1 000 万个就业岗位的功能; 郊区支线型轨道交通网络引导 9 个新城和 60 个中心镇, 支撑 1 500 万人口和 500 万个就业岗位的功能。

##### 2) 轨道交通线路促进形成复合走廊。

地铁 1 号线引导形成了上海西南城市发展轴线, 并与沪闵高架路、沪闵路共同构成复合通

道。1 号线北段与南北高架路北延伸工程实施一体化规划建设, 构筑了城市北中轴复合通道, 见图 10。

3) 轨道交通车站引导集聚空间和上盖经济发展。

轨道交通规划建设不仅强化了传统城市商圈并实现功能整体升级, 同时也促进了新的商圈形成与发展, 见图 11。地铁人民广场站使人民广场市中心商圈得到发展壮大, 陆家嘴站促进了浦东陆家嘴商务中心的发展成形, 中山公园换乘站促进了中山公园商圈的繁荣发展, 徐家汇站的建成促成了徐家汇副中心商圈的形成。基于地铁 2 号线娄山关路的天山路商圈即将实现升级换代, 9 号线打浦桥站将促成打浦桥商圈的形成与发展。

## 5 结语

我国大城市轨道交通和综合交通规划已发展多年, 基于轨道交通网络的综合交通规划理念, 是在深入剖析上海市城市轨道交通和综合交通规划的实践经验、结合世界城市轨道交通百余年演进历程的基础上总结提炼形成的。然而, RBP 的理论方法研究仍处于起步阶段, 技术层面还需要进一步细化、深化。



图 9 上海市中心城区轨道交通网络及客流

Fig.9 Rail transit network and passenger volumes within the central district in Shanghai

参考文献:

References:

[1] GB 50220 - 95 城市道路交通规划设计规范[S].

[2] 王祥. 东京交通圈[R]. 上海: 上海市城市综合交通规划研究所, 2009.

[3] 顾煜. 大伦敦交通[R]. 上海: 上海市城市综合交通规划研究所, 2007.

[4] 香港运输署. 运输资料年报[EB/OL]. 2009[2009 -

05 - 04]. [http://www.td.gov.hk/mini\\_site/atd/2009/index.htm](http://www.td.gov.hk/mini_site/atd/2009/index.htm).

[5] 上海市城市综合交通规划研究所. 上海市综合交通发展战略[R]. 上海: 上海市建设和交通委员会, 2007.

[6] 上海市城市综合交通规划研究所. 上海市综合交通年度报告[R]. 上海: 上海市城市综合交通规划研究所, 2008.

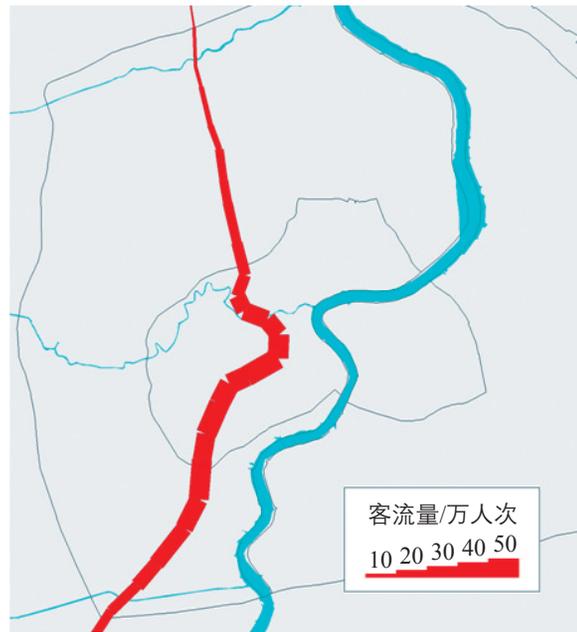


图 10 上海市北中轴(共和新路)复合通道及一号线客流  
Fig.10 North-central Axis (Gonghexin Rd.) intermodal corridor in Shanghai

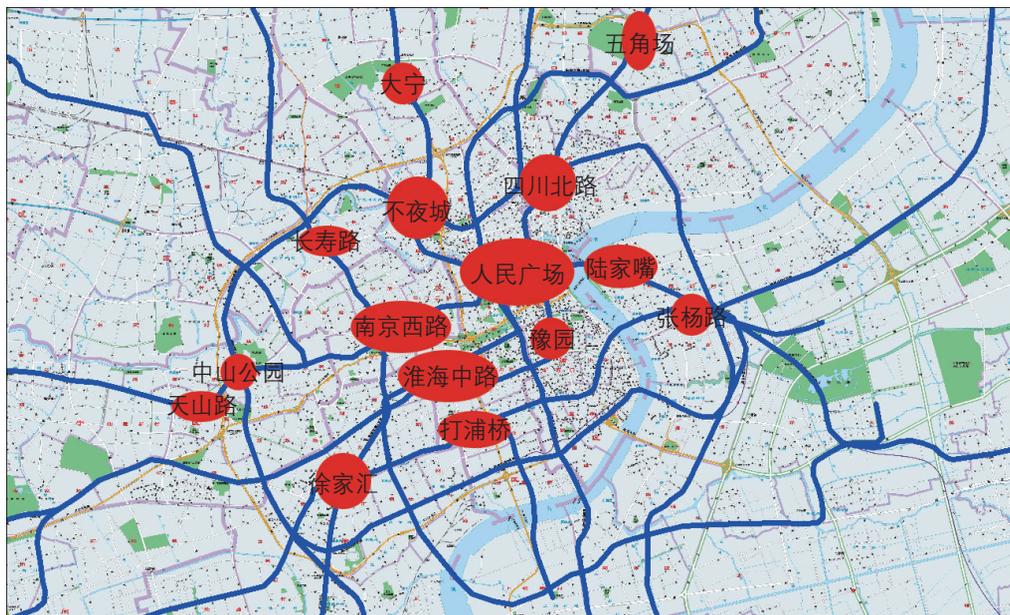


图 11 上海市现状轨道交通网络与主要商圈分布  
Fig.11 Existing rail transit network and the distribution of main commercial areas in Shanghai