

# 环状轨道交通廊道网络效能与枢纽体系解析\* ——以东京山手线为例

## Analysis of Loop Rail Transit Corridor Network Efficiency and Hub System: A Case Study of the Tokyo Yamanote Line

张依婧 谢乐龙 汪涛 张毅 李朝阳 ZHANG Yijing, XIE Lelong, WANG Tao, ZHANG Yi, LI Chaoyang

**摘要** 日本东京都市圈的永续发展依赖于以山手环线为核心的东京轨道交通系统的强有力支撑。通过梳理山手线环状轨道交通廊道和枢纽体系的形成机理与发展历程,剖析环状廊道的特征和网络效能,解析枢纽体系对于城市空间结构的影响,总结归纳其成功经验,并结合我国城市特点得出对我国轨道交通发展的有益启示,包括突出环状轨道交通廊道与枢纽体系对多模式轨道交通网络的整合作用、强化分散化枢纽体系对城市空间布局的优化作用等,以落实公交优先,构建我国城市高质、高效、便捷的轨道交通系统。

**Abstract** The sustainable development of the Tokyo Metropolitan Area relies on the strong support of the Tokyo rail transit system with the Yamanote Loop Line as the core. This article studies the formation mechanism and development process of the Yamanote Line Loop rail transit corridor and hub system, dissects the characteristics and network efficiency of the loop corridor, analyses the influence of the hub system on city spatial structure, and summarizes its successful experiences. Some beneficial enlightenments are put forward to the development of China's rail transit combined with the characteristics of China's cities, such as the integration role of loop line corridor and hub system on the multi-modal railway network and the optimization role of decentralized hub system on urban spatial structure, in order to give priority to public transportation and build a high-quality, efficient and convenient rail transit system in China.

**关键词** 轨道交通;轨道交通枢纽;城市空间结构;东京山手线

**Key words** rail transit; transportation hub; urban spatial structure; Tokyo Yamanote Line

文章编号 1673-8985 (2023) 01-0128-06 中图分类号 TU984 文献标志码 A

DOI 10.11982/j. supr. 20230119

### 作者简介

#### 张依婧

上海交通大学船舶海洋与建筑工程学院  
硕士研究生, yijingz@sju.edu.cn

#### 谢乐龙

中国建筑上海设计研究院有限公司 高级工程师

#### 汪涛

上海交通大学船舶海洋与建筑工程学院  
助理研究员, 硕士生导师

#### 张毅

上海交通大学船舶海洋与建筑工程学院  
副教授, 硕士生导师

#### 李朝阳

上海交通大学船舶海洋与建筑工程学院  
系主任, 研究员, 博士生导师

### 0 引言

发展轨道交通是解决大城市病、建设绿色城市与智能城市的有效途径<sup>[1]</sup>。轨道交通环线由于形态的特殊性,对整体轨道网络构架和城市空间结构具有重要影响<sup>[2]</sup>。一方面,轨道交通环线的周向联系和衔接换乘功能可以很好地调节线网客流分布,使整体轨道网络形成体系,提升轨道交通网络的整体运输效能和轨道交通分担率;另一方面,环线与径向线路交叉可以提高线网体系的联通性,增大轨道交通出行的可达范围,线路相交处的交通枢纽易发展形成城市副中心,引导城市资源集聚和城市功能布局调整<sup>[3-4]</sup>。2019年9月,中共中央下发《交通强国建设纲要》,针对轨道交通提出“推进多模式轨道交通融合发

展”“提升城市轨道交通衔接换乘水平”“构筑多层次、一体化的综合交通枢纽体系”<sup>[5]</sup>。因此,研究环状轨道交通廊道对轨道交通系统的网络效能和枢纽体系的作用具有重要意义。

东京被誉为“轨道上的城市”,其高效、集约、经济、便捷的轨道交通系统是全球轨道交通系统的典范。山手环线作为东京都心的交通命脉,集结众多不同制式线路,串联众多重要交通枢纽,日均客流量超过400万人次<sup>[6]</sup>,扮演着环状轨道交通廊道和枢纽体系的重要角色,有力支撑了东京轨道交通系统的高效运转,促成了东京都市圈集约型城市空间形态,加速了东京都市圈的现代化。当前我国不少城市正在进行轨道交通建设,借鉴东京轨道交通的发展经验显得尤为重要。

\*基金项目:国家社会科学基金一般项目“‘健康中国’战略下适老交通系统规划策略研究”(编号18BSH143);上海市科技创新行动计划“交通需求预判驱动下的地铁精准建造技术研究与示范”(编号20DZ1202900);“市域铁路长隧道段智能防灾救援关键技术及装备研究与示范”(编号21DZ1200800)资助。

# 1 东京都市圈及轨道交通系统概况

## 1.1 东京都市圈概况

东京由大至小可以划分为4个圈层,依次为首都圈、东京都市圈、东京都和东京都区部(见图1)。首都圈包含东京都市圈、栃木县、群马县、茨城县和山梨县,面积为36 889 km<sup>2</sup>,总人口为4 379万人;东京都市圈包含东京都、埼玉县、千叶县和神奈川县,面积为13 556 km<sup>2</sup>,总人口为3 609万人;东京都包含东京都区部、多摩地域和岛屿部,面积为2 193 km<sup>2</sup>,总人口为1 378万人;东京都区部包含23个特别区,面积为622 km<sup>2</sup>,总人口为926万人<sup>[7]</sup>。

## 1.2 东京都市圈轨道交通系统概况

东京都市圈轨道交通系统呈“环+放射”状,由新干线、JR(日本铁道)线、私铁、东京地下铁、都营地铁、中低运量轨道交通等系统组成(见图2),可以为东京都市圈中不同范围、不同距离的各类出行提供服务(见表1)。新干线具有高速、大容量、大站距等特点,以服务全国范围内城市之间的长距离出行为主。JR线和私铁呈放射状,具有高速、大容量、小站距、快慢线组合运营等特点,以服务东京都市圈中心城区与卫星城及卫星城之间的通勤为主。东京地下铁和都营地铁密布于东京都的中心区域,采用小站距,以服务东京中心城区内部的短距离出行为主。中低运量轨道交通系统包含有轨电车、AGT(无人驾驶轨道交通)等,作为地铁的补充分布于城市的各处。虽然JR线、私铁、东京地下铁和都营地铁属于不同运营公司,但是多年来东京都市圈广泛开通直通运营线路,实现了不同系统之间的互联互通。除早期建成的银座线、丸之内线和大江户线外,东京都市圈其余地铁线路均与JR线或私铁开通了跨线运营<sup>[8]</sup>。JR线和私铁依托地铁实现了城区内的直达服务,地铁的服务半径也依托JR线和私铁扩展到更大范围。

东京成为世界上典型的以轨道交通为主导的大都市有其特殊的历史原因。东京采用“先建轨道后发展城市”的战略,在机动化时代到来之前优先发展轨道交通,使轨道交通发展拥有引领城市发展的有利天时。东京轨道交通线路密集、

站点密度大、覆盖面广,居民采用轨道交通出行可达性极高。东京轨道交通系统具有多投资运营主体和清晰的层次结构,不同系统间互联互通,并采用多样化的运营组织方式,满足旅客的差异化需求,出行便捷性极高。东京倡导“站城一体化”发展模式,站点周边高强度开发,轨道交通与城市融合发展,为居民提供了极大的便利。东京轨道交通具有优越的服务水平,如准点率高、发车间隔短、运营时间长等,吸引了众多居民选择轨道交通出行。诸多因素造就了轨道交通在东京城市交通中根深蒂固的主体地位。

## 2 山手线环状轨道交通廊道形成与功能剖析

### 2.1 山手线环状廊道的形成与发展

#### (1) 山手线基本概况

山手线是在东京都区部的中心地区运营的一条椭圆形环线,连结都区部众多主要地区,全长34.5 km,内部围合面积约63 km<sup>2</sup>,共设30座车站(见图3)。山手线由东日本铁路公司(JR东日本)

运营,具有运能大、速度快、站距小、通勤化、发车频率高等特点。列车采用E235系11节编组,设计车速达120 km/h,平均站距1.15 km;列车在运营方向上划分为逆时针的内回和顺时针的外回,全部各站停靠,全程时间约60 min;列车每日运营时间超过20 h,高峰时段发车间隔低至2 min。

(2) 山手线成环运营以及环状轨道交通廊道的形成

串联成环阶段(1872—1925年):山手线并非规划成型,而是由不同时期修建的东北本线、东海道本线、山手线等线路拼接形成环线(见图4)。1872年开通的京滨铁路(后来归为东海道本线)上的新桥—品川段和1883年开通的东北本线上的上野—田端段成为后来山手线的一部分。1885年,连接东海道本线和东北本线的品川线(品川—赤羽)开通运营,该段线路是后来山手线的主要构成部分。1903年,丰岛线(池袋—田端)开通运营,并与品川线合并,称为山手线。1906年日本铁道国有化后,

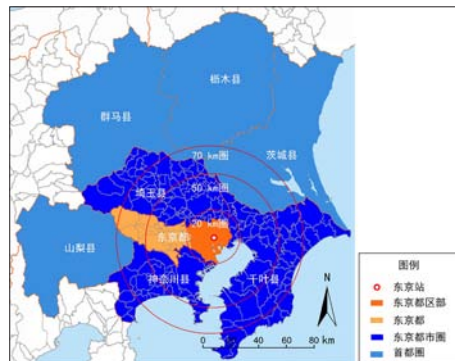


图1 首都圈、东京都市圈、东京都和东京都区部区位示意图  
Fig.1 Location of Greater Tokyo Area, Tokyo Metropolitan Area, Tokyo Metropolis and special wards of Tokyo  
资料来源:笔者自绘。

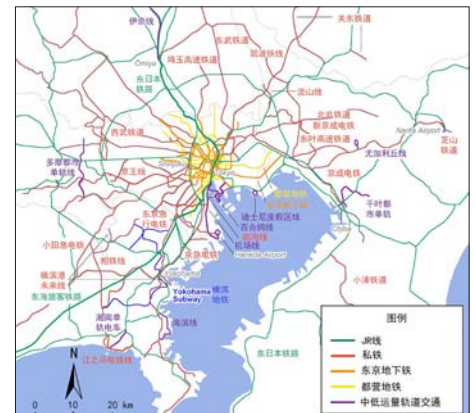


图2 东京都市圈轨道交通线网  
Fig.2 Tokyo Metropolitan Area rail transit network  
资料来源:根据[https://en.wikipedia.org/wiki/Transport\\_in\\_Greater\\_Tokyo](https://en.wikipedia.org/wiki/Transport_in_Greater_Tokyo)东京都市圈轨道交通改绘。

表1 东京都市圈各层级轨道交通主要指标

Tab.1 Main indicators of multi-level rail transit of Tokyo Metropolitan Area

系统组成	新干线	JR线	私铁	东京地下铁	都营地铁	中低运量轨道交通
服务范围	全国范围内城市之间	中心城区、中心城区与卫星城及卫星城之间	中心城区与卫星城及卫星城之间	中心城区	中心城区	分布于城市各处
编组/节	16	7—12	8—12	6—10	6—10	< 6
设计速度/(km/h)	160—320	80—160	80—160	65—80	70—75	40—60
典型站距/km	20.0—50.0	1.0—10.0	1.0—10.0	0.7—1.4	0.8—1.4	< 1.0

资料来源:笔者自制。

山手线开始运营客运线路。1919年,山手线与横贯东京的中央线在东京站相接,形成“の”字形的运行方式。1925年,山手线上的最后一段(上野—神田)完工,山手线成环运营,连接东北本线、常磐线、中央线、东海道本线等线路。

**放射线加密阶段(1925—1955年):**依托于环线形态的特殊性与地理位置的优越性,山手线能够与不同方向的线路有效衔接,实现客流在各交通走廊之间的换乘,吸引大量线路与之衔接。由于一般铁路不被允许进入东京市中心,东横线、小田原线、井之头线等私铁相继接入围绕市区的山手线,并将首末站设置于山手线环状廊道上。1950年代起,东京地铁快速发展,新宿线、丸之内线等地铁线路相继开通运营,并与山手线相交衔接。随着外围铁路线和中心区地铁线的加密,东京都市圈“环+放射”状的轨道交通网络骨架逐渐形成。

**环状廊道强化阶段(1955年至今):**东京自1950年代起开始执行“通勤五方面作战”计划,对东海道、中央、东北、常磐、总武5个方向的主干线路进行通勤化改造<sup>[9]</sup>。在此阶段,山手线通过多复线化、开设并线运行线路等方式逐渐扩大运量,实现客货分离和快慢分离。1956年,

山手线的双复线轨道增设完成,山手线与京滨东北线分离运行。1960年代至1990年代,东海道新干线、横须贺线、埼京线等铁路线相继接入山手线,与山手线并线运行;东北新干线、上越新干线、北陆新干线等6条新干线以共轨方式相继开通运营,环状廊道进一步拓宽。21世纪初期,依托与多条线路相互连通的条件,山手线环状廊道上开通了湘南新宿线、上野东京线等直通运营线路,进一步提升了廊道的运力和效率。

随着环状廊道的强化和东京轨道交通的发展,多达18条铁路线实现了与山手线共用环状廊道。除田端—驹込段和大崎—品川段为山手线自身复线外,其他区间均有不同数量的线路并行,其中多个区间轨道股数达到10条(见表2),区间日均客流量达到50万人以上(见图5)<sup>[6]103</sup>。经过100年的发展,山手线由最初的单环货运线路演变为多复线化的强大环状客运廊道,凭借其极高的交通密度和互联互通的轨道交通网络,满足了东京都市圈庞大的通勤交通需求和内外交通转换需求。

## 2.2 山手线环状廊道特征与功能剖析

(1) 依托廊道非单线,提高网络运营效率

从世界范围来看,环线在成规模的城市轨道交通网络中应用非常广泛,例如莫斯科地铁5号线,北京地铁2号线、10号线,上海地铁4号线等。对于山手线而言,在传统的环状线路的基础

上,通过复线化改造,进一步发展形成了功能强大的环状轨道交通廊道,其案例在世界上是独一无二的。多复线化的环状轨道交通廊道相比单线运行的环线,发展模式更为成熟,极大提升了环线的运输能力和疏散外围放射线路向心客流的能力,提高了整个轨道交通系统的运营效率。

(2) 衔接放射线路,满足内外交通转换需求

截至目前,在东京都市圈轨道交通网络中,多达52条轨道交通线路与山手线实现衔接,包括7条新干线、13条JR线(不含新干线)、13条私铁、10条东京地下铁、4条都营地铁和5条中低运量轨道交通。基于强大的山手线环状廊道,东京都市圈形成了“环+放射”型的轨道交通网络结构。山手环线以外的放射线以新干线、JR线和私铁为主;以内的线路以东京地下铁和都营地铁为主。作为外部交通和内部交通的衔接通道,山手环线发展成为铁路和城市轨道交通的重要转换节点,有效解决了内外部交通快速转换的需求。新干线、JR线、私铁、地铁等不同层次的轨道交通通过环状廊道一体衔接,形成了高效协同的都市圈轨道交通网络,很好地调节了客流分布,提升了全网的时间可达性。

(3) 发挥铁路互联互通优势,实现铁路服务深入城区

与传统以地铁制式为主的城市轨道交通环线相比,依托铁路通道形成的山手线环状廊道,除了在均衡放射性轨道交通线路上的优势



图3 山手线线路图  
Fig.3 The route map of Yamanote Line  
资料来源: [https://en.wikipedia.org/wiki/Yamanote\\_Line](https://en.wikipedia.org/wiki/Yamanote_Line)  
山手线。

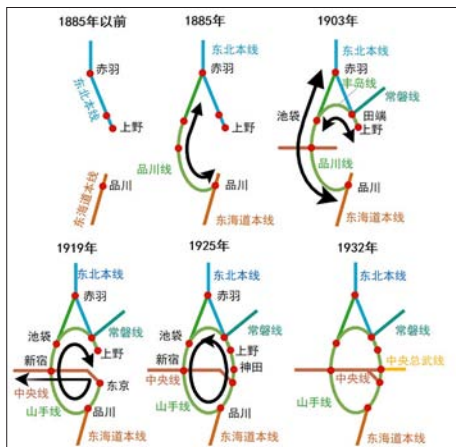


图4 山手线发展历程示意图  
Fig.4 The development history of Yamanote Line  
资料来源: 根据[https://en.wikipedia.org/wiki/Yamanote\\_Line](https://en.wikipedia.org/wiki/Yamanote_Line)山手线改绘。

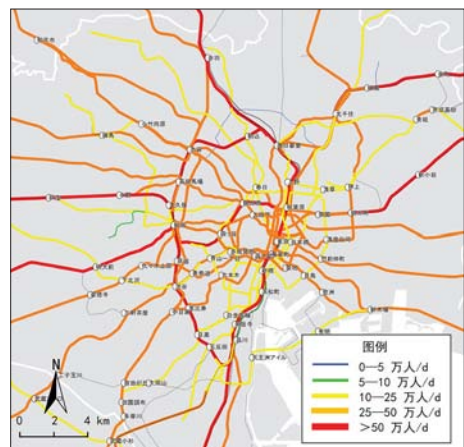


图5 东京主要轨道交通线路各区间日均旅客运输量  
Fig.5 The average daily passenger traffic volume of each section of Tokyo's main rail transit  
资料来源: 参考文献[6]103。

外,还具有铁路互联互通的优势。得益于山手线的建设起步早,该廊道深入东京区部核心区,拥有独一无二的区位优势。在随后新建的铁路中,通过与山手线直通运营,有效实现了铁路服务深入核心城区,缓解了换乘站点的压力(见图6)。例如,上野东京线就是利用东北本线、高崎线、常磐线、山手线和东海道本线的既有轨道开通的直通运营线路。

(4) 设置多样化运营组织方式,满足差异化客流需求

山手线多复线化的环状廊道为多交路组织和快慢车组合运行的开通创造了有利条件。根据客流需求,运营在山手线廊道上的JR线路一般设置有2种以上的交路,并利用快慢线组合运营模式实现长短途客运分离。列车可以分为普通、快速、通勤快速、急行、特急等多种组合。慢线站站停靠,服务短距离出行的群体,满足便捷出行需求;快线跨站停靠,服务中长距离出行的群体,节约行程时间。例如中央线(快速)有东京一大月、东京一青梅、东京一高尾等10余种交路,列车有普通、快速、通勤快速、青梅特快、中央特快、通勤特快6种停站方式(见

图7)。多样化的运营组织方式进一步提升了东京轨道交通网络的整体运输效率和服务水平,促进人口在更大空间范围内流动和集聚。

### 3 山手线枢纽体系与城市空间一体化发展

#### 3.1 依托山手线引导枢纽分散化布局

山手线全线30个站点中可换乘的站点数高达28个,连接东京都市圈几乎所有的主要铁路线和地铁线,沿线诸多站点发展成为重要交通枢纽(见表3)。不同层次的轨道交通通过山手线上的站点互相换乘,实现外围区域和中心城区的分级换乘、快速联系。东京站、上野站、新宿站、涩谷站、池袋站5个大型交通枢纽衔接换乘的轨道交通线路数量分别多达19、15、11、9和8条。东京客流量排名前10名的车站中有7个位于山手线上,其中东京站、新宿站、涩谷站、池袋站4个车站的日均旅客发送量超过50万人次,位列前5名,说明环状廊道上的站点在整体轨道网络中承担着重要的客流转功能,构成了东京都市圈中强大的枢纽体系。

城市轨道交通网络在建设项目选择上,通常优先考虑建设中心放射线路,以满足强大的

向心通勤客流出行需求,随后再考虑环线或切线的建设,从而导致轨道交通枢纽往集中在城市最核心的区域,例如上海、北京、巴黎等。与传统国际大都市轨道交通建设时序不同,东京的轨道交通发展起源于山手线环状轨道交通廊道,随后再开展山手线内侧的地铁线路建设,因此,东京的主要轨道交通枢纽均依附于山手线环状轨道交通廊道,避免了换乘枢纽过于集中。

#### 3.2 围绕“多枢纽”体系构建“多中心”城市空间格局

1950年代至今,东京都市圈的演变经历了从无序到有序、从单核到网络的历程。1960年代,日本经济高速发展,大量人口和产业向东京都聚集,城市无序扩张,城市病凸显。东京政府提出设立近郊整备地带和多功能卫星城镇的策略,推动产业外移、功能疏解。由于当时近郊和卫星城镇的交通和生活设施尚不健全,未能形成相对独立的城市效应。1970年代,东京政府提出打造区域多中心城市的广域城市复合体设想,以交通枢纽为基础发展城市副

表2 山手线环状轨道交通廊道各区间并行线路

Tab.2 Parallel lines of each section of the Yamanote Line loop rail transit corridor

区间	并行线路	区间长度/km	轨道股数/条
品川—东京	山手线、京滨东北线、东海道本线、上野东京线、横须贺线、东海道新干线	6.8	8—10
东京—神田	山手线、京滨东北线、宇都宫线、上野东京线、中央线(快速)、东北/山形/秋田/北海道/上越/北陆新干线	1.3	10
神田—上野	山手线、京滨东北线、宇都宫线、上野东京线、东北/山形/秋田/北海道/上越/北陆新干线	2.3	8
上野—日暮里	山手线、京滨东北线、宇都宫线、上野东京线、常磐线、东北/山形/秋田/北海道/上越/北陆新干线	2.2	10
日暮里—西日暮里	山手线、京滨东北线、宇都宫线、东北/山形/秋田/北海道/上越/北陆新干线	0.5	10
西日暮里—田端	山手线、京滨东北线、东北/山形/秋田/北海道/上越/北陆新干线	0.8	10
田端—驹込	仅山手线复线	1.6	2
驹込—池袋	山手线、湘南新宿线	3.6	4
池袋—高田马场	山手线、埼京线、湘南新宿线	2.1	4
高田马场—新宿	山手线、埼京线、湘南新宿线、西武新宿线	2.7	6
新宿—代代木	山手线、埼京线、湘南新宿线、西武新宿线、中央线(快速)、中央线·总武线	0.7	10
代代木—大崎	山手线、埼京线、湘南新宿线、西武新宿线、中央线(快速)、中央线·总武线	7.9	4
大崎—品川	仅山手线复线	2.0	2

资料来源:笔者自制。



图6 JR南北向线路贯通示意图

Fig.6 Schematic diagram of JR north-south lines connection  
资料来源:根据<https://zh.wikipedia.org/wiki/东日本旅客铁道>资料改编。

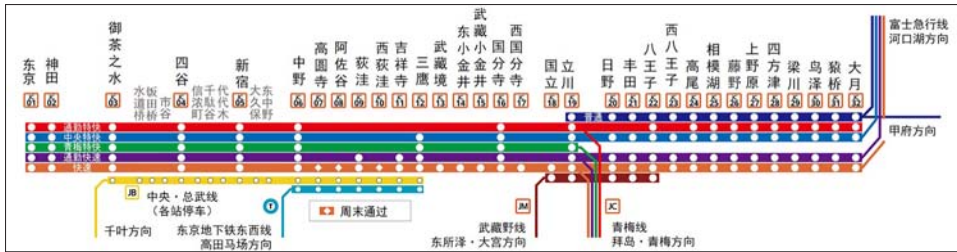


图7 中央线（快速）运营组织方式示意图

Fig.7 Chuo Line (rapid) operation mode

资料来源：根据[https://en.wikipedia.org/wiki/Chūō\\_Line\\_\(Rapid\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Chūō_Line_(Rapid))中央线资料改绘。

表3 山手线上主要枢纽站概况

Tab.3 Overview of the main hub stations on the Yamanote Line

站点	换乘线路	换乘线路数量/条	日均旅客发送量/(万人/d)	高峰小时旅客发送量/(万人/h)
东京站	新干线7条、JR线8条、东京地下铁3条、都营地铁1条	19	52.5	25.2
新宿站	JR线5条、私铁3条、东京地下铁1条、都营地铁2条	11	96.8	42.5
涩谷站	JR线3条、私铁3条、东京地下铁3条	9	51.4	21.1
池袋站	JR线3条、私铁2条、东京地下铁3条	8	63.0	27.1
上野站	新干线6条、JR线6条、私铁1条、东京地下铁2条	15	19.6	9.1
秋叶原站	JR线3条、私铁1条、东京地下铁1条、都营地铁1条	6	30.5	14.5
品川站	新干线1条、JR线5条、私铁1条	7	33.4	16.0
日暮里站	JR线3条、私铁1条、中低运量轨道交通1条	5	15.7	8.0
新桥站	JR线5条、东京地下铁1条、都营地铁1条、中低运量轨道交通1条	8	27.2	13.8

资料来源：笔者自制，旅客发送量数据来自参考文献[6]116。

都心，并在更广阔的范围内建立更多卫星城镇。山手线环状廊道上的重要交通枢纽由于汇聚线路数量众多，具有显著的交通和区位优势，成为发展城市副都心的最佳选址。1980年代，东京政府提出按圈层进行功能分工，构建外围自立型都市圈的理想。通过不断推进“站城一体化”开发，山手线上的新宿、涩谷、池袋、大崎、上野5个站点及外侧的锦糸町和临海发展成为各具特色的城市副都心，东京都市圈形成“一核七心”的城市格局（见图8）。东京都市圈经过不断探索，依托山手线交通枢纽形成多中心、多圈层的城市形态。各中心配套设施齐全，并且各具产业特色，保障了人们的生活和就业需求。这种城市形态有效分散了中心城区的职能，避免了城市“摊大饼”式蔓延，有利于中心城区功能升级和周边地区发展，实现整个都市圈均衡、有序、可持续发展的目标。

### 3.3 通过交通枢纽带动郊区卫星城快速发展

1990年代，在功能“一极集中”、自然灾害

威胁、老龄化严重、“空心化”显现等多元问题背景下，东京政府提出“分散型网络结构”的均衡化空间布局模式。以山手线环状廊道为起点的放射线上的枢纽站点建设推动沿线周边土地和郊区卫星快速发展，在东京都市圈内形成诸多具有特色的卫星城，如多摩新城、筑波科学城、千叶新城等，进一步强化了“都心—副都心—卫星城”的多中心、多圈层城市空间结构。

解决居民出行问题是影响卫星城发展的关键，提供连接中心城区和卫星城的轨道交通能满足大规模、中长距离的出行要求，对吸引人口起到极大的促进作用<sup>[10]</sup>。东京“环+放射”状的轨道交通网络与多层级的轨道交通系统为不同区域之间的紧密联系提供了有力保障，支撑了东京都市圈的持续繁荣发展。东京都心汇集新干线、JR线、私铁、地铁等多种轨道交通，可以便捷地到达东京都市圈的任何地方；副都心通过山手线环状廊道互相连通，与东京中心城区通过地铁紧密联系；郊区卫星城依靠大运力、高速、便捷的放射型铁路与中心城区实现快速

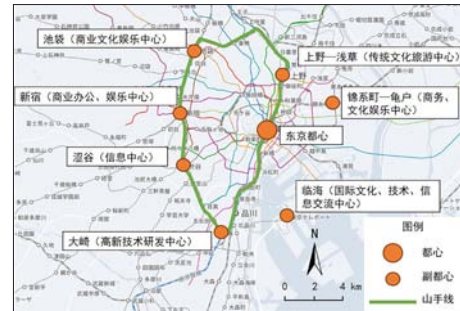


图8 东京“一核七心”的城市空间结构图

Fig.8 Map of Tokyo's urban structure

资料来源：笔者自绘。

连通。各节点通过轨道交通体系保持紧密联系，实现了城市中心体系与城市轨道交通枢纽体系的联动，带动城市综合效益提升。

## 4 对我国轨道交通发展的经验与启示

### 4.1 突出环状轨道交通廊道与枢纽体系对多模式轨道交通网络的整合作用

对于人口高度密集的大城市，以铁路环线为基础的环状轨道交通廊道与枢纽体系具有优越的能力容量、衔接功效、可靠性以及综合开发特性，其界面效率明显高于一般的轨道交通线路<sup>[11]</sup>。山手线环状廊道就是最好的印证。通过无缝换乘和互联互通等方式，将不同层次的轨道交通线路与山手线环状廊道衔接在一起，实现了多网融合，提升了网络的整体运输效率，保障了全网的时间可达性。

我国大城市的轨道交通模式与东京存在较大差异（见图9）。东京轨道交通系统由多部分构成，采用铁路作为通勤交通方式的重要组成部分，而我国铁路主要用于城市间客运，城市内部轨道交通以地铁和轻轨为主，市域铁路处于起步阶段，中心城区与郊区卫星城之间的时间可达性不足<sup>[12]51-52</sup>。当前，我国城市的轨道交通环线往往仅由单一的地铁线路构成，功能局限于本线上的旅客输送和地铁线路之间的换乘，很少考虑与其他层次轨道交通的衔接换乘，导致环状轨道交通廊道的作用十分有限。不同层次的轨道交通线路换乘通常只在城市大型铁路站点，而这些站点往往远离市中心，未能配置在环状廊道上，换乘城市轨道交通线路较少，导致城市对内交通和对外交通相对脱离、衔接不够顺畅。

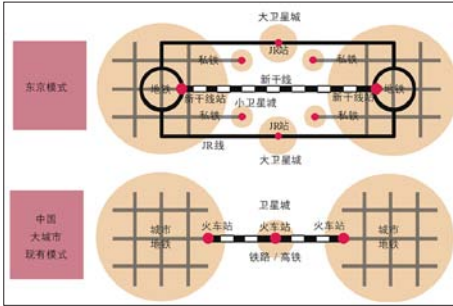


图9 东京轨道交通网络层次与我国大城市对比  
Fig.9 Comparison of Tokyo's rail transit network level and China's major cities

资料来源:参考文献[12][52]。

随着我国主要城市轨道交通建设由单一地铁模式迈入多模式发展阶段,需要在厘清城际铁路、市域铁路、地铁、轻轨等不同制式轨道交通的功能定位和服务范围的基础上,进一步统筹好不同层次轨道交通通道布局与枢纽体系,充分把握环线轨道交通廊道在新一轮市域铁路建设中的重要作用,通过建立大运力、互联互通的环线轨道交通廊道,形成一体衔接的轨道交通网络,解决大城市的通勤交通和内外交通衔接需求。

同时,在运营组织方式上,可以借鉴东京的经验,根据客流特点设置多交路组织和快慢线组合运营模式,精准区分乘客需求,从而提升运输效率。不同轨道交通之间应打破在行政和运营上的壁垒,在换乘量较大的站点开通直通运营线路,实现互联互通和资源共享。

#### 4.2 强化分散化枢纽体系对城市空间布局的优化作用

环线轨道交通廊道通道能级较高,站点汇聚线路众多,易发展形成重要交通枢纽。交通枢纽凭借其优越的可达性,将吸引大量人口和资源在站点周边聚集,具有发展形成城市副中心的天然优势。通过“站城一体化”开发,枢纽周边区域将逐步具有城市功能并发展成为城市副中心。城市副中心的形成又可以为轨道交通提供客流保障,形成相互促进的良性循环。东京都市圈在轨道交通建设和城市开发的相互促进下,依托山手线环线轨道交通廊道形成分散化的枢纽体系,并进一步促进多中心城市格局的形成,优化城市空间结构,支撑东京

都市圈的可持续发展。

我国大城市轨道交通建设和城市功能开发相对脱离,枢纽大多数依托放射线路相交换乘形成,对环线上枢纽站点的功能配置与综合开发等方面考虑较少。我国大城市应意识到环线轨道交通廊道强大的界面效益,对环状廊道上的枢纽站点进行重点建设,通过整合交通资源实现网络效益最大化,形成能够引领城市发展格局的环线轨道交通枢纽体系。

此外,尽管环线轨道交通廊道具有各种发展优势,但同时也应认识到环线轨道交通廊道存在的缺陷,如占地面积大,易对城市造成分隔;开发建设需要较多政策支撑;廊道上的枢纽站点由于汇聚多条线路,换乘压力较大等。不同城市需要结合城市自身特点和轨道交通发展阶段,分析环线轨道交通廊道发展的必要性与适应性,形成与之相适应的轨道交通建设模式。

#### 5 结语

通过山手线环线轨道交通廊道和枢纽体系的建设经验可以看出,以轨道交通环线为基础建设环线轨道交通廊道可以最大程度地实现线路之间的贯通,促进多网融合发展,提升轨道交通网络的整体效率;环线廊道上的轨道交通站点区位优势明显,易发展成为城市副中心,引导城市向多中心体系发展,从而优化城市空间结构。我国大城市正处于轨道交通和轨道交通枢纽建设的快速发展期,应充分意识和发挥环线轨道交通廊道强大的功能和效益,优化轨道交通运营组织方式,使轨道交通系统效率最大化;积极发展以综合交通枢纽为基础的城市副中心和郊区卫星城,推进轨道交通与城市融合发展。

#### 参考文献 References

[1] 中国城市轨道交通协会. 中国城市轨道交通智慧城轨发展纲要[J]. 城市轨道交通, 2020 (4): 8-23. China Association of Metros. Outline of smart urban rail development for China's urban rail transit[J].

China Metros, 2020(4): 8-23.  
 [2] 杨东援,王文聪. 东京轨道环线的客流构成分析[J]. 交通与港航, 2016, 3 (6): 4-7. YANG Dongyuan, WANG Wencong. Analysis of passenger flow composition of Tokyo Rail Loop[J]. Communication & Shipping, 2016, 3(6): 4-7.  
 [3] 王文聪,杨东援,李玮峰,等. 东京轨道交通双环线特征分析及其对上海的启示[J]. 都市轨道交通, 2017, 30 (2): 125-129. WANG Wencong, YANG Dongyuan, LI Weifeng, et al. Characteristics of double loop lines for URT in Tokyo and enlightenment to Shanghai[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2017, 30(2): 125-129.  
 [4] 于玥. 城市轨道交通环线的空间组织效应研究[D]. 天津:天津大学, 2020. YU Yue. Study on the spatial organization effect of urban rail transit loop[D]. Tianjin: Tianjin University, 2020.  
 [5] 中共中央国务院印发《交通强国建设纲要》[N]. 人民日报, 2019-09-20 (004). The Communist Party of China Central Committee and the State Council issued Outline for Building a Country with Strong Transportation[N]. People's Daily, 2019-09-20(004).  
 [6] 国土交通省. 平成27年大都市交通センサス・首都圏報告書[R]. 2017.  
 [7] Greater Tokyo Area[EB/OL]. [2022-02-14]. [https://en.wikipedia.org/wiki/Greater\\_Tokyo\\_Area](https://en.wikipedia.org/wiki/Greater_Tokyo_Area).  
 [8] 贺鹏. 东京轨道交通直通运营特征分析及启示[J]. 都市轨道交通, 2021, 34 (5): 155-160. HE Peng. Characteristics of rail transit through operation in Tokyo and their implications for China[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2021, 34(5): 155-160.  
 [9] 沈砾子. 日本国铁东京通勤五方面作战实施影响分析及启示[J]. 中国铁路, 2020 (5): 22-28. SHEN Lizi. Implementation effect analysis and enlightenment on JR's Tokyo commuting line expansion strategy[J]. China Railway, 2020(5): 22-28.  
 [10] 岑敏. 基于交通系统视角的东京地区新城研究[J]. 上海城市规划, 2014 (3): 92-97. CEN Min. Research of new-town in Tokyo based on the traffic system perspective[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2014(3): 92-97.  
 [11] 王晓荣,荣朝和,盛来芳. 环线铁路在大都市交通中的重要作用——以东京山手线铁路为例[J]. 经济地理, 2013, 33 (1): 54-60. WANG Xiaorong, RONG Chaohe, SHENG Laifang. Enlightenment of Yamanote Loop Line in Tokyo: an important role of rail loop line in metropolitan transportation[J]. Economic Geography, 2013, 33(1): 54-60.  
 [12] 曹哲静. 城市商业中心与交通中心的叠合与分异: 基于复杂网络分析的东京轨道交通网络与城市形态耦合研究[J]. 国际城市规划, 2020, 35 (3): 42-53. CAO Zhejing. Configuration of urban commercial centers and transport centers: evidence from Tokyo transit network and urban morphology based on the complex network analysis[J]. Urban Planning International, 2020, 35(3): 42-53.