

# 基于Webmap的多中心城市空间发展评估方法 ——以上海主城区为例

## Study on Polycentric Urban Spatial Development Evaluation Approaches Based on the Webmap: A Case of Shanghai Main Urban Area

陈映雪 CHEN Yingxue

**摘要** 多中心化是发达国家城市发展到城市化中后期应对单中心结构负外部性的重要空间策略。随着我国越来越多的城市尝试以多中心引领空间发展,亟需探索一套可监测和评估其演化动态的支撑方法,网络新数据的应用为此提供了可行性。以上海主城区为例,借助百度地图的海量时空数据,着眼于服务可及性和要素建成情况,引入可达性格局分析、等时圈分析和基于POI分类的统计分析,从服务范围、服务时效和服务能力3个维度定量考察多中心空间发展特征,探索了多中心城市空间发展评估的新方法。实证结果印证了该方法较旧有基于经济、人口等视角的评估既有延续性又更为丰富、直观,也为特大城市以及城市连绵区的可持续空间发展研究提供了有益思路。

**Abstract** Polycentric is a major spatial strategy for cities of developed countries to deal with negative externalities resulted from single center agglomeration. As more and more Chinese cities attempt to follow the polycentric spatial pattern, it is pressing to find out ways to grasp those urban spatial evolution characteristics dynamically. Thus, the application of big data on the Internet provides probability for this demand. Taking the main urban area of Shanghai as an example and obtaining massive time-space data from the Baidu Webmap, this paper adopts accessibility spatial-temporal analysis and statistical analysis based on POIs to quantitatively observe current features of polycentric urban area in three aspects as urban-server area, efficiency and capability, which established a new framework for urban spatial development assessment. The empirical results show that the method this paper presented is more abundant and observable than general researches based on economy or population angles. Thereby, this exploration offers further thoughts for the sustainable spatial development of metropolises and megalopolises.

**关键词** 多中心城市 | 空间发展 | Webmap | 动态评估 | 上海

**Keywords** Polycentric city | Spatial development | Webmap | Dynamic evaluation | Shanghai

文章编号 1673-8985 (2017) 06-0096-07 中图分类号 TU981 文献标识码 A

### 作者简介

陈映雪  
上海市规划编审中心  
助理规划师,硕士

### 1 研究背景

近20年来,我国城市经历了快速的城市化过程。一方面使人口、就业及各类公共资源向城市中心大量集聚<sup>[1]</sup>,建成空间快速扩张;另一方面,当这种集聚和扩张超过一定程度,就会产生负的外部性<sup>[2]</sup>,表现为交通拥堵、环境污染等各类城市问题<sup>[3]</sup>。中央城市工作会

议提出,要防止城市“摊大饼”式扩张,形成绿色低碳的生产生活方式和城市建设运营模式。国内外学者对高度城市化地区空间组织的理论<sup>[4-7]</sup>和实证<sup>[8-9]</sup>研究表明,合理的空间布局能够有效抑制“摊大饼”式扩张、预防城市病。多中心、集聚与分散相结合<sup>[10]</sup>是疏解单中心压力<sup>[11]</sup>、提升空间绩效<sup>[12]</sup>、实现可持续发

展<sup>[13]</sup>的重要空间策略。以上海为代表的我国城市自20世纪末开始以多中心引领空间发展的探索。起始阶段中心城徐家汇、五角场等副中心迅速崛起,而后外围莘庄、金桥等组团逐渐承担起就业与服务中心的职能,再到新一轮上海市城市总体规划提出主城区形成中央活动区和9个主城副中心的多中心格局。然而,由于我国城市化的空间机制具有本土特点,且多中心策略在我国城市的实践时间尚不长,对于其究竟在何种程度上有助于优化功能布局和提升空间绩效,亟需开展大量的评估实证予以观察,进而形成可广泛适用于我国城市的评估方法体系。

以往学者开展的评估方法及实证研究主要采用统计口径的人口、就业等数据<sup>[14]</sup>以及用地现状等相对静态的空间数据,且多从经济性、生产性的视角切入,围绕产业<sup>[15]</sup>、交通<sup>[16]</sup>、人口与就业<sup>[17]</sup>等内容展开。而城市多中心格局的形成与完善是长期的、渐进的过程,需跟踪评估其发展演化情况以便及时甄别问题,进而有针对性地优化空间策略。故而,以往基于静态的、统计口径数据的评估思路已不能满足该需求。近年来,随着信息和通信技术 (Information Communications Technologies, ICTs) 的飞速发展,空间数据的开放性、共享性获得极大提升,为空间研究提供了海量的数据支持<sup>[18]</sup>。本文就以上海主城区为例,从城市中心的公共性这一视角出发,尝试引入百度地图的实时交通数据和兴趣点 (Point of Interest, POI) 数据,围绕服务范围、服务时效和服务能力3个维度,综合考察城市总体规划提出的多中心结构的发展情况,探索利用网络地图 (Webmap) 的时空数据对多中心城市空间发展进行动态评估与监测的新模式。

## 2 研究方法

### 2.1 研究范围

分别选取《上海市城市总体规划 (1999—2020年)》确定的上海中心城和《上海市城市总体规划 (2017—2035年)》确定的上海主城

区范围作为本文的比较分析范围 (图1)。上海市中心城以外环线为界,范围面积约664 km<sup>2</sup>。主城区包括中心城和虹桥、川沙、宝山、闵行4个主城片区,范围面积约1 161 km<sup>2</sup>。

### 2.2 研究方法

建立200 m×200 m的空间分析网格,基于对实时交通出行和POI两类数据的挖掘分析,对上海主城区在多中心的规划结构引导下的现状空间发展情况进行综合评估 (图2),主要包括对3个方面的分析。

#### (1) 可达性格局分析

以出行时间表征交通可达性,划分研究范围内各中心的服务范围,分析空间格局特征。本文对覆盖研究范围的每个空间网格的起始点到达各中心的时间值进行比较,筛选出到达某一中心时间最短的所有网格,即为该中心的服务范围。本文分别基于驾车和公共交通两类主要的城市出行方式来研究多中心的可达性格局。

#### (2) 时间—空间效率分析

在可达性空间分析的基础上,以一定的时间间隔分别划出研究范围内每个中心基于驾车和公共交通两类出行方式的等时圈,直观呈现上海各中心基于不同出行方式的服务时效空间衰减特征和形态特点,从而进一步探讨城市多中心空间形态的培育与交通格局及出行方式之间的关系。

#### (3) 功能布局与结构分析

基于网络地图POI数据,从每个中心的各类服务功能POI数量构成,以及每类服务功能POI中各中心的数量占比这两个维度进行比较分析,考察中心的服务能力。综合可达性格局、时间—空间效率评估结果,剖析多中心的功能布局与结构特征,总结多中心发展的阶段性特征。

### 2.3 研究数据

本文在上海主城区各中心及副中心选取空间代表点<sup>①</sup>以便数据采集和分析。借助百度地图开放API平台,主要采集两类数据。



图1 上海主城区及中心城范围  
资料来源:作者自绘。

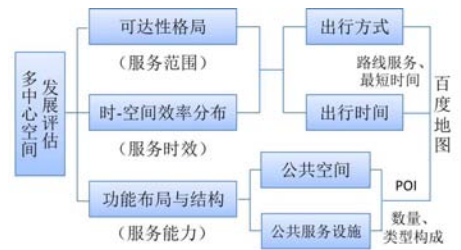


图2 评估方法框架  
资料来源:作者自绘。

#### (1) 最短出行时间

在研究范围内生成200 m间隔的正方形网格,提取网格的几何中心作为起始点。在主城区范围内共提取起始点28 044个,其中位于中心城范围内的为16 522个。分别记录通过驾车和公共交通两种出行方式从每个起始点到达城市各中心的最短时间 (2016年3月)。最终,共获取有效的出行时间数据约53万条。

#### (2) 服务要素兴趣点 (POI)

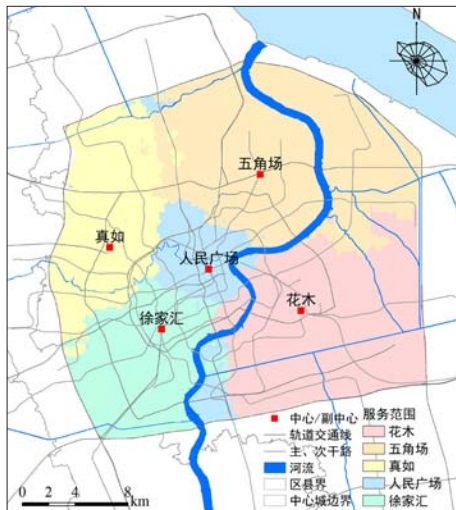
抓取每个中心代表点周边1 km范围内16个大类140个中类的城市公共服务设施以及公共空间等服务要素POI数据 (2017年3月)。最终,共获取有效的POI数据19.4万条,并根据功能重新分为商业、商务、文化、体育、教育、医疗、行政、交通和公共空间9类。

## 3 多中心服务范围与时间—空间效率

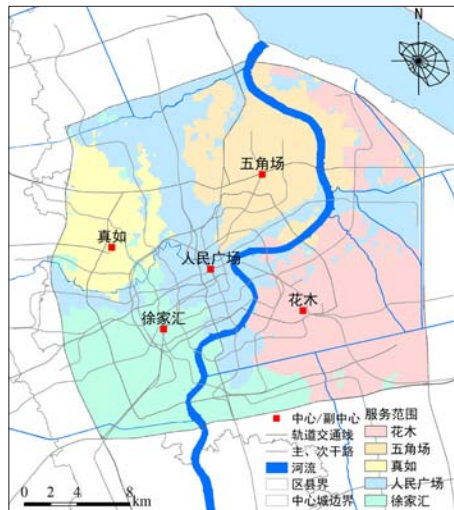
### 3.1 中心数量增加后服务范围格局的均衡性增强

注释 ①中央活动区根据规划空间组团选取10个点,其他中心/副中心选取1个点。





驾车



公共交通

图3 中心城“1主4副”的服务范围格局  
资料来源:作者自绘。

驾车



公共交通

图4 主城区“1主9副”的服务范围格局  
资料来源:作者自绘。

在多中心趋势渐强的空间发展背景下,对上海中心城“1主4副”和主城区“1主9副”<sup>②</sup>的服务可达性进行比较分析。不同出行方式下的差异化交通设施格局对中心城“1主4副”的服务腹地范围产生了极大的影响(图3)。其中,基于驾车的服务范围格局呈现与中心地理理论趋同的“蜂窝状”结构。在服务范围面积上则呈现“1主”显著小于“4副”的特点。可见,中心城内道路的通行效率呈现“内低外高”的特征。一方面以人民广场为中心的核心区域多支路、密路网,另一方面该区域

还汇集了各方向的过境交通,均降低其周边的道路通行效率。以人民广场中心为轴心的“轴—辐”式轨道交通网络则打破了驾车方式下相对均衡的服务范围格局。人民广场中心的服务范围面积较驾车扩大了约2倍,覆盖了途经该中心的轨道交通线路的中、远端站点周边区域,且呈现越远端站点周边的辐射范围越大的趋势。4个副中心中,徐家汇副中心的服务范围显著扩大,沿轨道交通线路延伸到浦东前滩、三林地区;真如副中心的服务范围则较驾车方式下缩小了近一半。

主城区“1主9副”的多中心结构下,服务范围格局更加趋于非均衡(图4)。各中心的服务腹地形态更加无规则化,且基于公共交通的服务范围边界与行政边界的耦合性显著强于驾车方式。中央活动区内部组团式、分散化的结构使其作为城市中心的服务范围明显扩张,且较“1主4副”结构下的单一主中心而言对轨道交通的依赖性减弱。副中心由4个增至9个后,服务范围最小是花木副中心,其四周由小陆家嘴、金桥、张江、前滩等多个中心包围,服务空间较为受限。新增副中心大多位于主城区的外围地区,服务范围面积普遍大于原有副中心,尤其是莘庄、吴淞和金桥副中心,空间发展潜力更加充足。从中央活动区各组团的服务范围分布来看(图5),出行方式对南北向的服务范围划分影响显著。主城区南部的黄浦江西岸和轨道交通1号线北段周边地区在驾车和公共交通两种出行方式下分别位于中央活动区不同组团的服务范围,公共交通显著扩大了人民广场组团、徐家汇组团的服务范围,这与“1主4副”结构下公共交通对其服务范围的影响结果具有相似性。

### 3.2 中心布局增密后服务时间—空间效率的均质性增强

基于不同的出行方式,进一步探究中心城“1主4副”和主城区“1主9副”提供服务的时间—空间效率。由图6可见,在不同的出行方式下,中心城“1主4副”的服务等时圈形态差异显著。在驾车这一出行方式下,5个中心的服务等时圈呈现环绕中心的圈层结构,并分别形成了相对独立的高时间—空间效率组团,组团的平均半径约2.5 km。在组团规模上,五角场副中心、花木副中心相对更大,表明这两个副中心周边区域的道路交通更为高效。公交出行方式下“1主4副”的时间—空间高效率区域在形态上则连成一片,且总体向中心城西侧倾斜。高密度的轨道交通网络显著提高了中心与每个副中心之间距离为2.5 km—5 km范围内的时间—空间效率,使得浦西内环线以内地区成为均质化的时间—空间高效

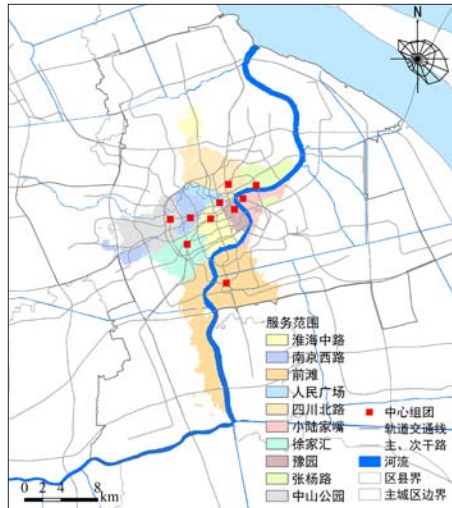
注释 ②1999年版总体规划以人民广场为城市中心,徐家汇、五角场、真如、花木为4个城市副中心。新一轮总体规划划出中央活动区作为城市中心,江湾—五角场、真如、花木—龙阳路、金桥、张江、虹桥、川沙、宝山、闵行为9个主城副中心。

率区。在距离每个中心超过5 km的区域中,时间—空间效率得到显著提升的范围也明显向中心城西侧倾斜,主要包括轨道交通1号线北段、8号线南段和9号线西段周边地区。

主城区范围内“1主9副”结构下的服务等时圈时间值区间与中心城范围内的“1主4副”基本相同(图7)。副中心增加后,中心城范围内时间—空间效率分布的均质性显著提升,基于两种出行方式的时间—空间低效率区均移至外环线以外。不同出行方式下主城区时间—空间效率分布的差异性在于,基于公共交通的时间—空间高效率区分布更为集中,外围地区的时间—空间效率分布极不均衡。在9个副中心中,张江、虹桥等外围副中心基于公共交通的高服务时效范围较驾车显著缩小,虹桥在公交出行方式下甚至未形成明显的时间—空间高效率区。由此可知,主城区外围地区公共交通的发展相对滞后,虹桥副中心的发展亟待突破交通瓶颈。图8为假设仅以中央活动区作为主城区发展中心的单中心结构下的服务时间—空间效率分布。与“1主9副”多中心结构相比,主城区服务等时圈的时间值增加约40%。主城区时间—空间效率总体呈“摊大饼”式圈层递减分布,外围地区服务时效的提高对快速公共交通的依赖性显著增强,中环线以外仅有轨道交通沿线地区的服务时效相对较高。

### 3.3 基于上海主城区多中心空间分析的启示

进一步总结上海主城区多中心空间分析结果,得出4点关于多中心布局结构对服务范围格局以及时间—空间效率分布影响的有益推论。第一,现状不均衡的区域路网服务水平和围绕主城中心西密东疏的轨道交通骨架,使得中心数量越多,服务腹地划分越趋于非均衡。第二,中心布局密度增加后,轨道交通对服务时效格局的影响降低,不同出行方式下的服务时效分布差异缩小,服务时效的空间均质性增强。第三,中心数量和密度增加后,虽然服务范围分区的均衡性降低,但各中心服务范围的边缘地带

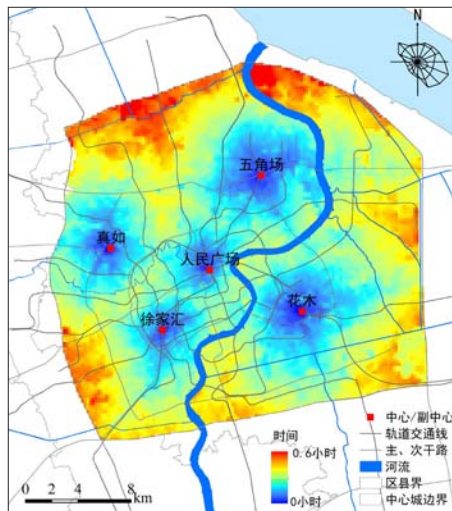


驾车

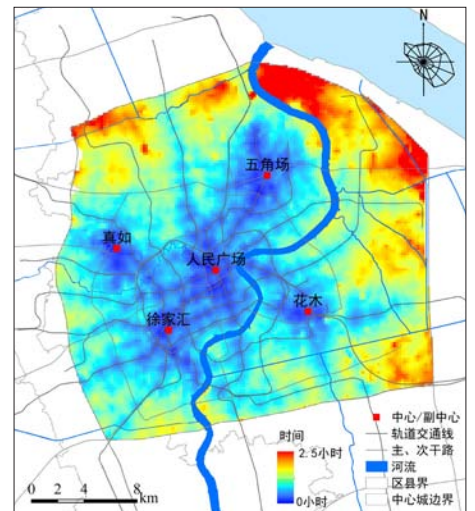


公共交通

图5 中央活动区各组团的服务范围格局  
资料来源:作者自绘。



驾车



公共交通

图6 中心城1主4副的服务时间—空间效率分布  
资料来源:作者自绘。

获得相邻中心服务的时间差也缩小;考虑到服务能级及功能构成等其他因素的影响,多中心服务范围边界将趋于模糊化。第四,多中心布局及分布密度的合理性对其结构优势的发挥影响显著。布局越合理,越能使每个中心兼顾较高的服务时效和较大的服务空间,从而使其服务能力获得最大限度的发挥和发展。

## 4 多中心服务功能布局与结构

### 4.1 多中心功能集聚是长期外部作用的结果

按照商业、商务、文化、体育、教育、医疗、行政、交通和公共空间9类服务功能,对中心城“1主4副”和主城区“1主9副”的POI数据进行筛选和重新分类。由表1可见,中心城“1主4副”的主、副两个层级中心在2 km×2 km核心范围内各类服务功能的POI数量占比呈金字塔结构,4个副中心的POI数量达到中心的0.8—3.3倍。与经过近20年发展的“1主4副”相比,“1主9副”规划多中心结构的服务功能尚处于在中央活动区高度集聚的阶段,各主城副中心的POI数量较中央活动区差距显著。由



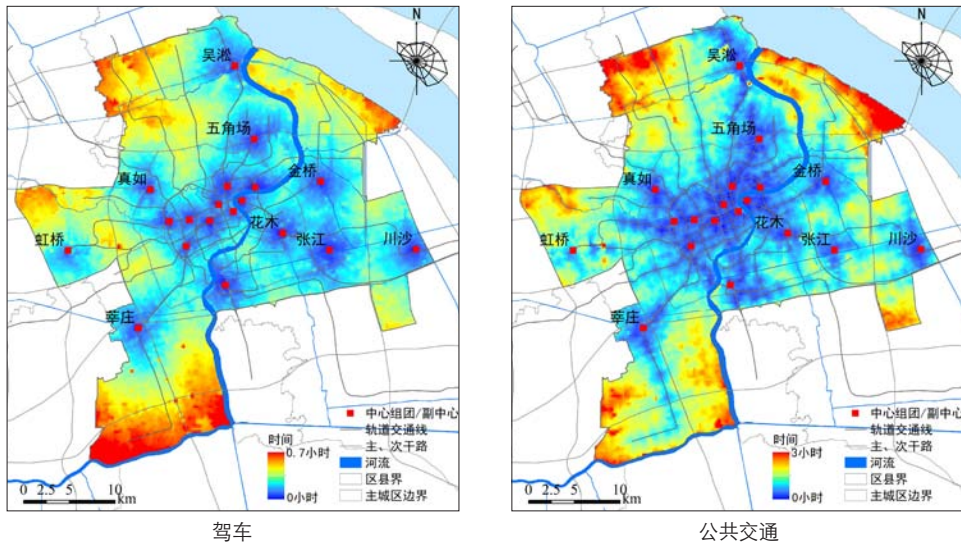


图7 主城区“1主9副”的服务时间—空间效率分布  
资料来源：作者自绘。

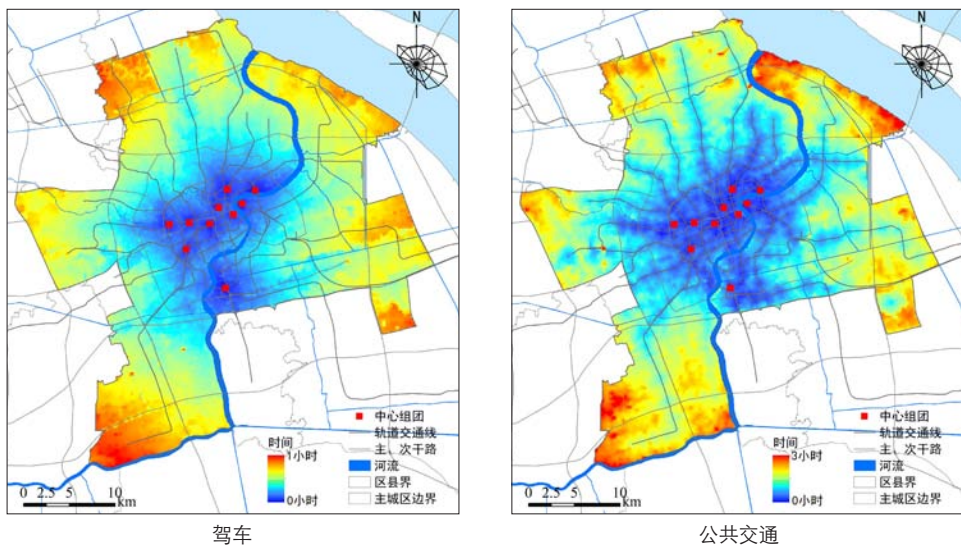


图8 中央活动区的服务时间—空间效率分布  
资料来源：作者自绘。

表1 多中心各类服务功能POI数量统计

POI类型/ 数量	商业	商务	文化	体育	教育	医疗	行政	交通	公共 空间
1主 4副	中心	12 236	5 721	391	504	443	1 860	299	139
	副中心	19 097	6 310	474	830	1 443	1 443	2 421	711
	总计	31 333	12 031	865	1 334	1 886	2 560	4 281	1 010
1主 9副	中央活 动区	78 603	35 430	2 434	3 210	3 597	6 666	12 036	2 181
	主城副 中心	21 069	5 479	432	814	1 425	1 428	2 618	1 075
	总计	99 672	40 909	2 866	4 024	5 022	8 094	14 654	3 256

资料来源：作者整理。

此可见，自20世纪末至今，上海中心城在多中心规划结构的引导下基本达成了服务功能疏解的目的。在新一轮总体规划新增的6个主城副中心中，莘庄、金桥、川沙的各类服务功能POI集聚数量相对较多，但仍仅达到五角场、花木、真如副中心的50%—60%。这进一步表明空间规划对副中心功能培育的重要作用，且要达到预期的多中心空间发展目标不可缺少长期的外部引导和干预。

#### 4.2 多中心功能结构的阶段性特征显著

服务能力是奠定各中心服务范围的基础，也是体现不同时间—空间效率区服务差距的基础。分别从每类POI的各中心数量占比和每个中心的各类POI数量占比这两个维度来比较多中心的服务能力（图9-图11）。第一个维度呈现了多中心服务功能的能级结构，进而可以总结多中心的阶段性发展特征。第二个维度可用于比较各中心服务能力的优势劣势，并判读每个中心的功能发展特点。

从多中心的功能能级来看，主城区“1主9副”呈现出“1主”高度集聚且空间均衡性强、“9副”参差不齐且整体较弱的特点，与“1主4副”的金字塔结构差异显著。中央活动区的空间功能发展均衡性极强。在研究选取的中央活动区10个组团中，除前滩之外的9个组团在每类功能POI中的数量占比均在8%—18%之间。而9个主城副中心之间每类服务功能的能级差异显著，现状服务能力呈现整体弱、个别类型强的特征。这一方面体现在新增副中心的每类POI数量均明显少于原有副中心；另一方面，基于不同功能的各副中心POI占比结构也存在显著差异。例如，虹桥作为新增副中心，虽然在多数类型POI中的占比均低于5%，但文化服务类占到16%。

从各中心的功能结构来看，“1主4副”按功能构成明显分异为3类：人民广场、徐家汇作为中央活动区的一部分，功能构成已趋于一致，综合性强、商务功能POI占比高；真如、花木副中心的POI功能构成则与多数新增副中心更为相似，商业服务类POI数量占比超

过60%，商务集聚相对不足，其他服务功能也不突出，发展相对滞后；五角场副中心特殊性最强，虽然商务集聚不突出，但教育服务能力凸显，专业化发展特征鲜明。“1主9副”的各副中心与中央活动区相比，商业服务类POI占比普遍偏高，现状服务功能相对单一化。新增副中心中，张江副中心的功能构成最为特殊，商务类POI占到近30%，教育服务类则占近20%，远高于其他副中心。作为科技创新功能的集中承载区，其发展为专业化副中心的特征已经显现。

### 5 结论与讨论

本文从城市公共服务可获得性的视角出发，借助百度地图的开放API平台获取上海主城区范围内多中心的出行可达时间和兴趣点(POI)数据，尝试将可达性格局分析、等时圈分析等空间分析方法与基于POI分类的统计分析方法相结合，直观呈现服务范围、服务时效和服务能力3个维度的多中心发展特征，通过实证为多中心城市空间发展的动态评估提供了新的方法支撑。

基于本文数据和分析方法的上海主城区多中心服务范围格局、服务时效分布以及服务能力分异，与基于经济、人口、用地、基础设施规模及格局的感性认知既大致相似，又呈现出诸多特异性。第一，各中心服务范围的相对规模与基于用地、基础设施等建成要素的感性判断大体一致；但基于不同出行方式的多中心腹地边界形态存在差异，且这种差异性随着外围副中心的增加而显著弱化。第二，多中心服务时效分布形态与交通设施建成格局存在耦合性；但基于不同出行方式的多中心服务时效分布又有差异，且这种差异性随着中心布局密度的增加而趋于减小。第三，多中心的服务能级结构符合基于经济发展、就业分布的总体认知；但基于不同发展阶段的多中心服务功能格局以及各中心功能构成差异显著，体现出多中心格局发展的渐进性以及合理的空间规划等外部干预的积极作用。

以上结论既印证了本文数据的可靠性，

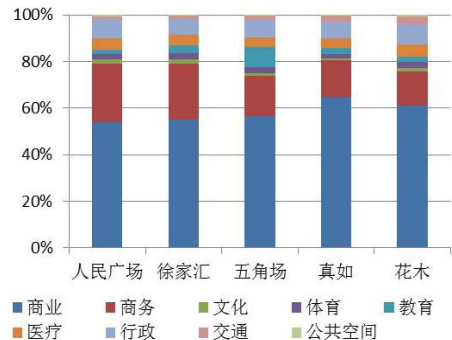
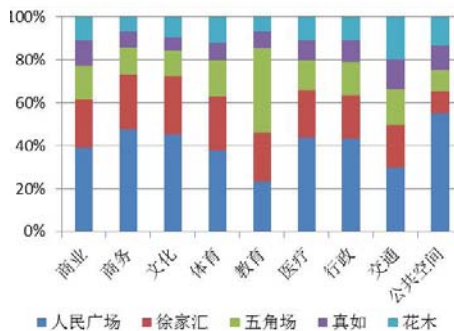


图9 中心城“1主4副” POI功能布局与结构  
资料来源：作者自绘。

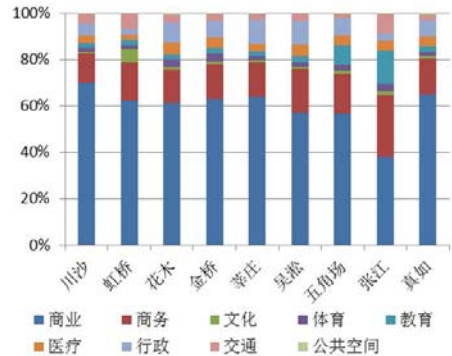
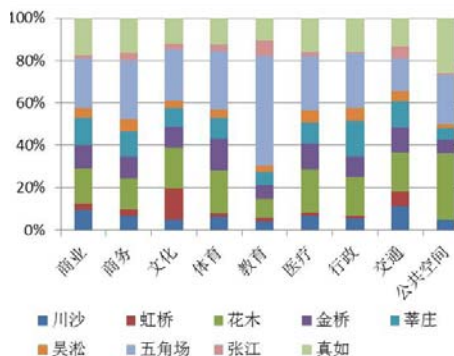


图10 主城副中心POI功能布局与结构  
资料来源：作者自绘。

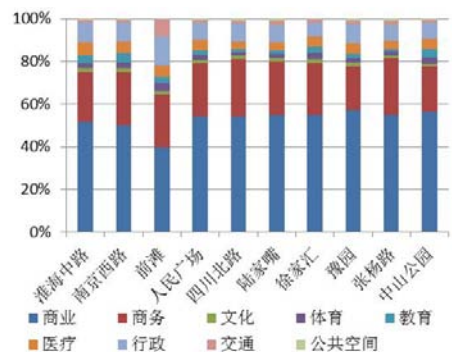
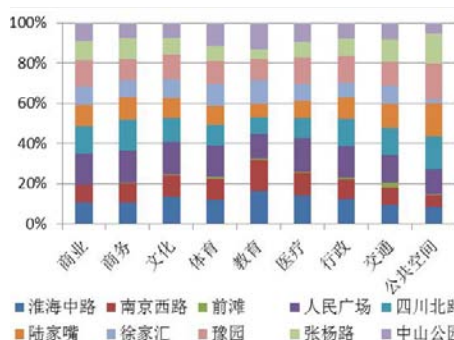


图11 中央活动区各组团POI功能布局与结构  
资料来源：作者自绘。

又表明基于本文的切入视角和分析方法能够深入考察多中心城市空间发展的多个侧面，并反映出大量可供研判的细节特征。以海量实时的出行时间数据代替空间距离，充分考虑交通运行情况的影响，客观反映多中心服务可及性，提供了基于Webmap大数据的城市空间评估新思路。在对服务能力的评估中，

侧重关注与服务范围相关的服务设施及空间布点情况，以尽可能规避单个设施规模对评估结果的影响。尝试基于不同阶段的空间规划对多中心的发展进行比较评估，为动态监测和评价多中心城市空间规划的实施情况提供了新手段。本文的评估方法亦可应用于城市化率较高的城市全域以及连绵城市化地



区,以期为特大城市以及城市连绵区绿色低碳、可持续的空间发展研究提供有益探索。

## 参考文献 References

- [1] 布莱恩·贝利. 比较城市化[M]. 顾朝林, 等译. 北京: 商务印书馆, 2008.  
BERRY B J L. Comparative urbanization-divergent paths in the twentieth century[M]. GU Chaolin, et al, translate. Beijing: The Commercial Press, 2008.
- [2] 石忆邵. 从单中心城市到多中心城市——中国特大城市发展的空间组织模式[J]. 城市规划汇刊, 1999 (3): 36-39.  
SHI Yishao. From a single center city to a multi-center city: spatial organization pattern of metropolitan development in China[J]. Urban Planning Forum, 1999(3): 36-37.
- [3] 林恩全. 北京中心城功能疏解方略[J]. 城市问题, 2013 (5): 36-40.  
LIN Enquan. Beijing center city function organization strategy[J]. Urban Problems, 2013(5): 36-40.
- [4] 胡波, 王姗, 喻涛. 协同发展视角下的首都特大城市地区分圈层空间布局策略[J]. 城市规划学刊, 2015 (5): 68-74.  
HU Bo, WANG Shan, YU Tao. Spatial strategy of the capital region under collaborative development perspective[J]. Urban planning forum, 2015(5): 68-74.
- [5] 丁成日. 城市空间结构和用地模式对城市交通的影响[J]. 城市交通, 2010 (5): 28-35.  
DING Chengri. The impact of urban spatial structure and land use pattern on urban transportation[J]. Urban Transport of China, 2010(5): 28-35.
- [6] 谷凯. 北美的城市蔓延与规划对策及其启示[J]. 城市规划, 2002, 26 (12): 67-69.  
GU Kai. Planning measures and enlightenments towards urban sprawl in north America[J]. Urban Planning, 2002, 26(12): 67-69.
- [7] 朱杰. 抑制城市蔓延的可持续发展路径及对中国的启示[J]. 国际城市规划, 2009, 24 (6): 89-94.  
ZHU Jie. Progress of sustainable development research against urban sprawl and its inspirations to China[J]. Urban Planning International, 2009, 24(6): 89-94.
- [8] GIULIANO G, SMALL K A. Sub-centers in the Los Angeles region[J]. Regional Science and Urban Economics, 1991, 21(2): 163-182.
- [9] 孙斌栋, 王旭辉, 蔡寅寅. 特大城市多中心空间结构的经济绩效——中国实证研究[J]. 城市规划, 2015, 39 (8): 39-45.  
SUN Bindong, WANG Xuhui, CAI Yinyin. An empirical study on the economic performance of polycentric spatial structure of mega-cities in China[J]. City Planning Review, 2015, 39(8): 39-45.
- [10] UNMAN E L, HARRIS C D. The nature of cities[J]. Annals of the American Academy of Political and Social Science, 1945, 242: 7-17.
- [11] ME MILLEN P, SMITH S C. The number of subcenters in large urban areas[J]. Journal of Urban Economics, 2003, 53(3): 321-338.
- [12] 高慧智, 张京祥, 胡嘉佩. 网络化空间组织: 日本首都圈的功能疏散经验及其对北京的启示[J]. 国际城市规划, 2015, 130 (5): 75-82.  
GAO Huizhi, ZHANG Jingxiang, HU Jiabei. Network spatial organization: the experience of Japanese functional decentralization of national capital region and its revelation to Beijing[J]. Urban Planning International, 2015, 130(5): 75-82.
- [13] 汪芳, 王晓洁, 崔友琼. 韩国首都功能疏解研究——从三个空间层次分析韩国世宗特别自治市规划[J]. 现代城市研究, 2016 (2): 62-69.  
WANG Fang, WANG Xiaojie, CUI Woo Kyung. Capital functional dispersion in south Korea: study of Sejong special self-governing city planning based on three spatial scales[J]. Modern Urban Research, 2016(2): 62-69.
- [14] 孙斌栋, 石巍, 宁越敏. 上海市多中心城市结构的实证检验与战略思考[J]. 城市规划学刊, 2010 (1): 58-63.  
SUN Bindong, SHI Wei, NING Yuemin. An empirical study on the polycentric urban structure of Shanghai and strategies in future[J]. Urban Planning Forum, 2010(1): 58-63.
- [15] GILLI F. Sprawl or agglomeration? the dynamics of employment deconcentration and industrial transformation in Greater Paris[J]. Urban Studies, 2009, 46(7): 1385-1420.
- [16] 孙斌栋, 涂婷, 石巍, 等. 特大城市多中心空间结构的交通绩效检验——上海案例研究[J]. 城市规划学刊, 2013 (2): 63-69.  
SUN Bindong, TU Ting, SHI Wei, et al. Test on the performance of polycentric spatial structure as a measure of congestion reduction in megacities: the case study of Shanghai[J]. Urban Planning Forum, 2013(2): 63-69.
- [17] 张纯, 夏海山, 宋彦. 轨道交通带动下的城市形态演变——以北京为例[J]. 城市发展研究, 2016, 23 (9): 107-112.  
ZHANG Chun, XIA Haishan, SONG Yan. Urban metro transit lead urban form changes: a case study of Beijing[J]. Urban Studies, 2016, 23(9): 107-112.
- [18] 陈映雪, 甄峰. 基于居民活动数据的城市空间功能组织再探究——以南京市为例[J]. 城市规划学刊, 2014 (5): 72-78.  
CHEN Yingxue, ZHEN Feng. Further investigation into urban spatial function organization based on residents' activity data: a case study of Nanjing[J]. Urban Planning Forum, 2014(5): 72-78.