

基于百度热力图的中国多中心城市分析

China Polycentric Cities Based on Baidu Heatmap

李娟 李苗裔 龙瀛 党安荣

文章编号1673-8985 (2016) 03-0030-07 中图分类号TU981 文献标识码A

摘要 以市民借助互联网的活动为出发点重新定义城市中心,采用百度热力图数据以自下而上的方式识别全国658个城市的城市中心,其中69个城市表现出多中心性。基于识别出的多中心城市,进一步研究中国城市多中心发展的一般规律。依据城市中心的数量,将多中心城市划分为起步型多中心城市、成长型多中心城市以及成熟型多中心城市3类;分析了城市中心面积、城市中心之间的平均距离、城市活动强度等,以此考察中国多中心城市的多中心特征。其中,中国大城市表现出明显的多中心性,而小城市尤其是县级市的中心发育极其滞后;各城市中心面积的差距悬殊,但总体上都有层级化发展的趋势;随着多中心城市由起步到成熟,中心间的沟通距离会逐渐增大,但中心对于城市活力的带动作用也比较明显。回归分析的结果表明,就业人数和人均GDP与城市中心的形成与发展显著相关。最后,从中心培育的重要性、中心网络效率以及中心识别方式3方面给出了建议。

Abstract This paper redefines urban center based on the activities which are carried out through Internet, and identifies all urban centers of 658 cities utilizing Baidu heatmap. We take the new method of recognizing urban centers as a bottom-up pattern which will assist the traditional top-down method. Among 658 cities, there are 69 polycentric cities; and we focus on them to explore the general law of Chinese polycentric cities. All polycentric cities are classified into three categories according to the number of urban centers, which are primary polycentric city, growing polycentric city, and mature polycentric city. We further analyze areas, average distance and activity intensity of all polycentric cities on the basis of these three categories. According to our analysis, Chinese big cities perform significant polycentric city, while development of small cities (especially county-level city) are extremely lagging. Disparities among all polycentric cities in areas of centers are huge; Generally, they all tend to develop a hierarchical structure. As the polycentric cities keep developing from primary level to mature level, the communication distance will increase gradually, but the improvement of centers to city dynamic is also remarkable. At last, the regression analysis indicates that the number of employment and GDP per capita have significant correlation with the formation and development of urban centers. Accordingly, we provide three suggestions for Chinese cities regarding to the importance of developing center, the efficiency of centers' network, and the new method of identifying centers.

关键词 城市空间结构 | 多中心 | 百度热力图 | 人群聚集

Keywords Urban spatial structure | Polycentric | Baidu heatmap | Human aggregation

作者简介

李娟

清华大学建筑学院

博士研究生

李苗裔 (通讯作者)

日本金泽大学环境设计学院

博士研究生

龙瀛

清华大学建筑学院

副研究员,博士

清华大学恒隆房地产研究中心数据增强设计研究室

主任

党安荣

清华大学建筑学院

教授,博士生导师

0 引言

城市空间结构一直以来都是国内外城市规划学、地理学等领域的研究热点。基于西方国家城市化进程远早于中国的客观事实,城市空间结构理论同许多其他城市理论一样也经历了先引入后本土化的过程。自20世纪80至90年代中期,中国学者们开始学习西方城市空间结构理论^[1],并伴随着城市化进程的推进,对中国城市空间结构的演变和发展趋势做了大量的实证研究。渠涛等以不同历史时期特殊事件为切入点,

综合分析了经济、社会、政策等多方面的因素,发现天津市城市空间结构从最初的同心圆逐渐演变为双核心结构^[2]。张水清等通过上海市中心的各项职能转移,包括传统制造业转移、人口与居住职能转移以及服务业转移,发现上海的城市结构也由同心圆的单中心模式发展为多中心模式,形成了“多功能、多极核”的城市空间结构^[3]。李传斌重点研究了建国以来西安城市空间结构的演替过程,认为西安未来的空间结构应朝着“一核三副多组团”的模式发展^[4]。叶强等

剖析了长沙的城市空间结构演变,发现商业空间的发展对其有较大影响,进而阐述了长沙长久以来的单中心结构的弊端,建议将长沙打造成多中心网络状结构^[5]。余颖等^[6]在紧凑城市的理念下,对比了重庆、香港、上海等城市的空间结构形态,认为坚持“多中心、多组团”的空间结构是最适合重庆的发展模式^[7]。赵燕菁更是将深圳市高速发展下的强耐压能力归功于其富有弹性的带状组团式空间结构^[8]。

已有的研究成果表明,中国的城市空间结构有朝向多中心发展的趋势。孙斌栋等甚至断言多中心式的空间结构是中国特大城市未来形态的必然选择^[9]。与此同时,随着中国城市发展进入转型期,以多中心城市发展为目的的规划和政策也逐渐增多^[10]。国家发改委城市和小城镇改革发展中心于2013年对辽宁等12个省区进行调研发现,12个省会城市均提出建设新城新区,144个地级市中的133个和161个县级市中的67个也相继开展新城新区建设计划^[9]。可见,无论出于何种原因,多中心式空间结构模式正在中国受到追捧。而在世界范围内多中心模式也被广泛认可,享誉世界的城市与区域规划大师彼得·霍尔就曾带领团队对西北欧8大都市区多中心空间结构进行研究,论证了多中心的发展趋势和重要性^[11]。

当前国内对城市多中心性的实证研究中,多以单个城市为研究对象,且都集中于对大城市的研究。此类分析固然对特定城市的发展具有指导意义,然而其他城市对其分析结果的借鉴性往往受到城市间差异性的极大限制,因而就城市发展的一般规律而言,多个城市的类比也十分必要。同时,当前研究多以定性分析为主,少数的定量分析其数据来自于人口普查和调查问卷,分析结果很大程度上依赖于研究者的个人经验。

本文试图弥补当前多中心性研究中缺少规律性和缺乏定量分析的不足。在已有研究成果的基础上,从研究对象的广度和研究方法的深度上改进研究思路,创新研究范式。在数据爆炸的时代,我们的研究已经从传统小数据范式进阶到大数据范式。大数据和开放数据给我们

的研究创新提供了机遇,使我们能够进行大范围乃至全国尺度上的分析。龙瀛等在利用大数据进行大尺度研究上已经有了多次尝试,如进行了全国城市地块尺度建成区界定,从地块尺度模拟全国城市扩张过程,全国街道尺度人口对PM2.5的人口暴露评价,全国城市增长边界评价等^[12]。在多年的实践中,龙瀛等进一步提出了“大模型”范式,其本质是在一个大地理区域上建立的相对精细尺度的城市—区域分析与模拟模型,能够同时兼顾大尺度范围和精细化研究单元。本文的研究思路即借鉴了大模型的基本理念,将研究范围扩大至整个中国,研究粒度精细到人,回避了单个城市研究的局限性,对全国城市同时展开研究,探究中国城市多中心发展的一般规律。“大模型”作为一种新的研究范式,在城市研究中的有效性不言而喻,而规划学科的本质需要在研究的基础上对未来的规划与设计做出响应。因而,龙瀛等提出了一种面向未来的新的设计范式:数据增强设计(Data Augmented Design),即以定量城市分析为驱动,通过数据分析、建模、预测等手段,为规划设计的全过程提供调研、分析、方案设计、评价、追踪等支持工具,以数据实证提高设计的科学性,并激发规划设计人员的创造力^[13]。本研究即在揭示规律、阐释现象的基础上尝试实践数据增强设计,期望能够将研究方法、研究结果应用于未来的规划与设计。

在城市形态研究中,通常中心是指分析单元中在人口、就业或者商业活动上具有明显高于周边的密度的片区^[14]。同时,由于人口迁移是城市空间结构变化的基本原因之一^[15],本研究即选取了体现人群活动的百度热力图(Heatmap)作为研究数据,采用量化的分析方法研究中国城市的多中心性。

1 城市中心新定义

在城市规划中,对于城市空间结构的设计,中心的确定是必要的,它既要作为城市的主要标签创造吸引力,也要承担着发挥城市凝聚力的职能。城市中心可以从不同的角度来理解,从功能划分上看,有经济中心、行政中心、商业中

心等;从层级结构上看,有城市中心、社区中心等。在传统理解的基础上,确定一个城市的中心,无论是单中心、双核心还是多极核、多中心,往往基于其功能分布和规模两大因素考虑。如北京市2004版城市总体规划提出要在市域范围内构建“两轴—两带—多中心”的城市空间结构,其中8大职能中心包括:中关村高科技园区核心区、奥林匹克中心区、中央商务区、海淀区后地区科技创新中心、顺义现代制造业基地、通州综合服务中心、亦庄高新技术产业发展中心和石景山综合服务中心^[16]。很显然,北京城市中心结构的确立充分考虑了当下经济社会发展中各功能已经形成的聚集点和规模效应,以功能组团的方式划定各个中心,这是典型的自上而下式城市规划机制。

在信息时代,数据的爆炸式增长启发了多个学科的研究创新,弥补了许多学科传统研究手段的不足。在城市规划中,大数据的应用让设想多年的自下而上式规划机制有了切实可行的实现路径。目前城市研究中常用的大数据包括兴趣点(POI)、导航数据、手机定位数据、公交卡数据、社交网络数据等。这类数据的共同特点是都直接来源于个人,并汇集成为足够规模的量,兼具了微观与宏观的特征。当我们汇集大量个人的数据时,并不会对人的属性进行过多假设,个人偏好或者群体偏好都需要经过分析之后才能揭示。应用这类大数据的城市研究,其研究对象实质上是大量的个人行为,研究结果则是现实世界中客观现象的反映。当大数据支持的城市研究成果用于规划决策时,实际上是在实现间接的公共参与,并且是不带有主观意识形态的行为参与。在充分考虑利益相关者对于决策的期望和主观经验的同时,将行为主体所反映客观规律而非决策者的个人意志作为主要决策依据,这样的决策过程就是自上而下机制与自下而上机制的有效结合。本文正是基于这样的思路,希望将传统的自上而下确定城市中心的方法与自下而上的分析方法相结合,为城市规划决策提供新思路。

本文基于大数据通过自下而上的方法分析识别城市中心,使用的大数据为百度热力图

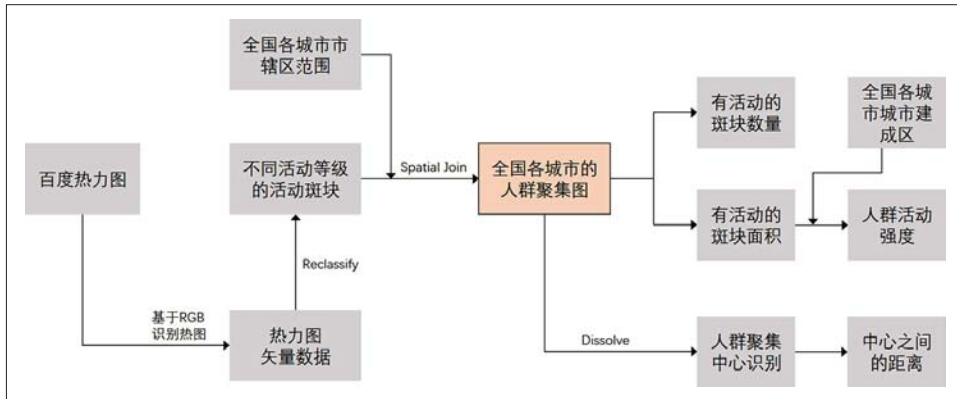


图1 百度热力图处理流程

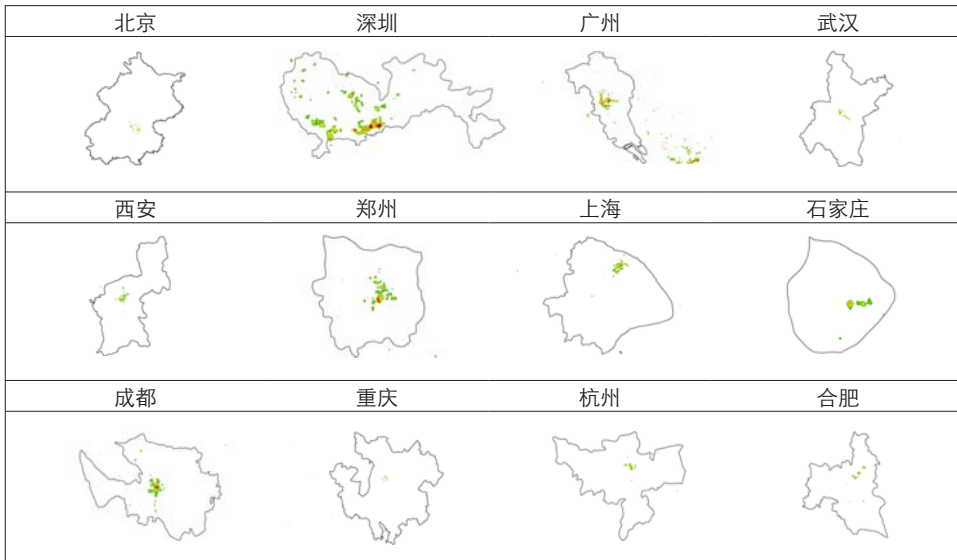


图2 百度热力图示意

(Heatmap),它是基于智能手机使用者访问百度产品(如搜索、地图、天气和音乐等)时所携带的位置信息,按照位置聚类,计算各个地区内聚类的人群密度和人流速度,综合计算出聚类地点的热度,计算结果用不同的颜色和亮度反映人流量的空间差异^[17],这一数据基本能够涵盖所有的智能手机用户。同时,根据中国互联网络信息中心(CNNIC)发布的《中国互联网络发展状况统计报告》显示,截至2014年12月,中国网民规模达6.49亿,其中,手机网民规模5.57亿,因此百度热力图覆盖人群量之大能够满足本研究的要求。区别于传统城市中心的定义,本文基于大数据的特点对城市中心有新的理解:我们认为人的活动才能够最真实地反映

城市中的活力点。因此,基于人的活动我们对城市中心重新定义,即一个城市在特定时间段人群相对聚集的地方即为城市的(潜在)中心节点。基于城市中心的新定义,本文自下而上识别城市中心,即通过百度热力图所反映的人群聚集度来识别,具体做法将在后文详细描述。

2 研究数据与方法

2.1 数据

本研究以全国658个城市为研究对象,主要关注城市市辖区。所使用的基础数据包括:①百度热力图,获取时刻为2014年11月12日(周三)15时15分,范围包括全国658个城市。数据特点是粒度精细到个人,规模覆盖到全国,满足

大模型思路对于数据的要求,同时数据的时间属性是工作日的工作时间段,因而是对城市中社会经济活动分布的直观反映。②全国658个城市的市辖区范围,包括城市名称和行政等级。③全国658个城市的城市建设用地。④2014年中国城市统计年鉴。

基于ArcGIS平台对获取的百度热力图数据进行预处理(图1),将热图信息标识为人群聚集程度,划分不同密度等级,并结合城市市辖区范围识别出热图所对应的城市。

2.2 方法

2.2.1 基于百度热力图的城市中心节点(人群聚集区)识别

百度热力图用不同的颜色和亮度反映人流量的空间差异(图2),其中颜色越趋近于红色表示人群密度相对越高,越趋近于蓝色表示人群密度相对越低,从红到蓝连续变化。基于研究目的,我们将百度热力图划分为7个等级,并赋值以表征不同的人群密度等级(赋值以Value表示),密度等级最高的区域Value值为7,最低的区域Value值为1。经过预处理后得到了不同密度等级的人群聚集区。

通过分析发现,任一聚集区(特指密度等级最少有两个等级的聚集区)都呈现同心圆分布模式,即人群密度由中心向外围逐渐降低。基于本研究对城市中心的定义,取Value值大于1的片区集合作为人群聚集区(如一个聚集区包含了Value值从1到5五层等级,则取Value>1的其他四层等级作为人群聚集区),并基于ArcGIS平台求得聚集区的质心点作为最终的城市中心(图3)。

当识别了所有城市的中心之后,经过统计,百度热力图所反映的中心出现在152个城市中,进一步将出现中心的城市划分为单中心城市和多中心城市。因而依据热力图识别的中心将城市划分为无中心城市、单中心城市和多中心城市(表1)。

其中,无中心城市的出现存在两种可能情况,一是该城市在百度热力图上不存在(经济较落后的城市比较多,尤其是县级市),二是该

表1 按照中心个数的城市分类

城市类型	城市数量
无中心城市	506
单中心城市	83
多中心城市	69
总计	658

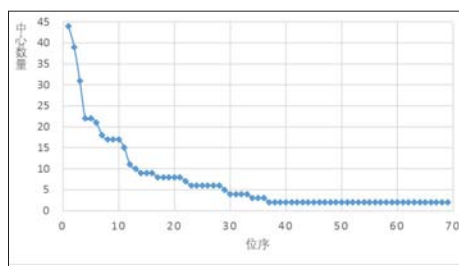


图4 各城市中心数量的位序分布

城市活动等级只有一级 (Value=1),没有突出的聚集点,说明城市发展均质,没有核心地带。单中心城市与多中心城市数量相当,本研究聚焦于多中心城市的分析,将在下文展开。

2.2.2 基础指标计算

(1) 多中心城市中心之间平均距离计算

对于多中心城市,计算各个中心之间的平均距离。在ArcGIS中首先应用PointDistance工具求得两两中心之间的距离,然后统计得到所有中心之间的平均距离(双中心城市则直接取两中心之间距离作为最终结果)。

(2) 城市中心面积计算

由于每一个人群聚集区都呈同心圆状分布,因此在计算中心面积时,将密度等级即Value值大于1的部分融合为一个面,作为面积统计的基准面(若一个中心的密度等级只有两级,则取Value值等于2的面作为基准面)。

(3) 城市活动强度计算

城市活动强度计算以城市中心面积(多中心城市,取多个中心面积的总和)占城市建成区的比例来表示。

3 结果分析

3.1 多中心城市分类

3.1.1 按照行政等级分类

基于百度热力图分析,全国658个城市中,多中心城市数量为69个,占比10.5%。其中按照

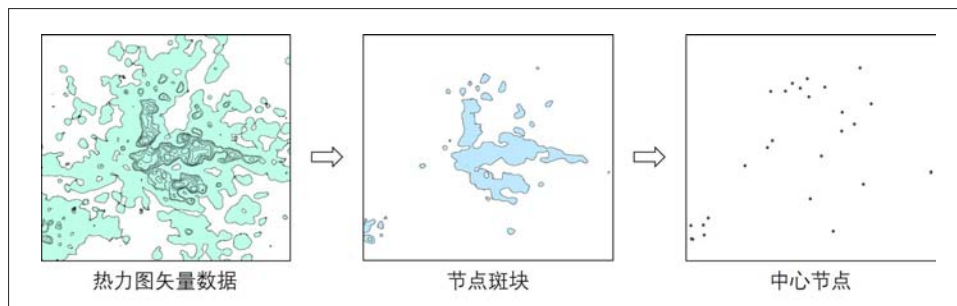


图3 城市中心识别

表2 多中心城市按照行政等级划分占比

名称	行政等级				总计
	直辖市	副省级城市	地级市	县级市	
多中心城市数量	4	14	48	3	69
全国 ^①	4	15	271	368	658
多中心城市比例 (%)	100	93.3	17.7	0.8	10.5

表3 多中心城市按中心数量分类

中心个数	城市类型	城市数量 (个)	行政等级
2	起步型多中心城市	33	3个省会城市(贵阳、西宁、呼和浩特) 27个地级市 3个县级市
3—10	成长型多中心城市	24	1个直辖市(天津) 8个副省级城市(沈阳、青岛、济南、厦门、南京、大连、哈尔滨、长春) 9个省会城市(合肥、南宁、南昌、太原、兰州、石家庄、福州、海口、乌鲁木齐) 6个地级市(东莞、襄阳、珠海、衡阳、洛阳、苏州)
>10	成熟型多中心城市	12	3个直辖市(北京、重庆、上海) 6个副省级城市(深圳、广州、武汉、西安、成都、杭州) 3个省会城市(郑州、长沙、昆明)

行政等级统计分别有4个直辖市、14个副省级城市、48个地级市和3个县级市,在相应等级的城市中占比分别为100%、93.3%、17.7%和0.8%(表2)。根据结果可知,中国多中心城市的比例较低,而已有的多中心城市,几乎都属于地级以上行政等级。因此就多中心而言,中国大城市表现出较明显的多中心性,而小城市(尤其是县级市)的中心发育极其滞后。

3.1.2 按照中心数量分类

在全国69个多中心城市中,各城市的中心数量表现出明显的长尾分布(图4),说明只有少数城市的中心数量较多,多数城市虽然是多中心但中心数量很少。进一步细分发现(表3,图5),有接近一半的城市为双中心(33个城市),24个城市的城市中心数量为3—10个,

12个城市的中心数量超过10个,其中北京(44个)、深圳(39个)、广州(31个)的城市中心数量位居前三,均超过30个。

本研究聚焦于中国城市,在不与世界城市相比较的情况下,将国内各城市作为参照系,基于中心数量将城市划分为3类:起步型多中心城市(中心数量2)、成长型多中心城市(中心数量3—10个)以及成熟型多中心城市(中心数量10个以上)。在12个成熟型多中心城市中有3个直辖市(北京、重庆、上海),6个副省级城市(深圳、广州、武汉、西安、成都、杭州)及3个省会城市(郑州、长沙、昆明)。成长型多中心城市以地级市和部分副省级城市为主,而大部分的地级市和全部县级市都属于起步型多中心城市。可以看到行政等级高低与中心数

注释 ^①数据来源于《2014年中国城市统计年鉴》,主编单位:国家统计局城市社会经济调查司,出版者:中国统计出版社,出版日期:2014.12, ISBN:978-7-5037-7350-1。

量有一定的相关性,行政级别越高,中心数量越多。

3.2 多中心性分析

3.2.1 多中心城市中心面积分析

(1) 多中心城市中心面积分布规律

对多中心城市中心面积(总和)和中心数量进行相关性分析,相关系数为0.852,二者显著相关,且中心面积也表现出明显的长尾分布(图6)。一般情况下中心数量越多,中心总和面积越大,但也存在中心数量较少而中心总和面积较大的城市,如贵阳(中心数量2,中心面积13.26 km²),以及中心数量较多而中心总和面积较小的城市,如珠海(中心数量6,中心面积1.79 km²)。

成熟型多中心城市中,中心面积最小为昆明14.2 km²,最大为广州107.9 km²(深圳仅次于广州,达105.6 km²),各城市中心面积标准差为30.65;成长型多中心城市中,中心面积最小为苏州0.8 km²,最大为南宁19.2 km²,各城市中心面积标准差为3.96;起步型多中心城市中,中心面积最小为包头0.04 km²,最大为贵阳13.3 km²,各城市中心面积标准差为2.28。可见同类型的城市间存在较大差距,尤其在成熟型多中心城市中,差距更为悬殊,说明各城市之间发展实力十分不均衡,当跃入成熟阶段后分化程度更严重。而在33个起步型多中心城市中,虽然差距相对较小,但只有10个城市的中心面积超过1 km²,说明这类城市的中心十分微小,处于起步的边缘,后续的成长动力十分关键,否则很容易退回单中心甚至无中心状态。

(2) 多中心城市中心差异分析

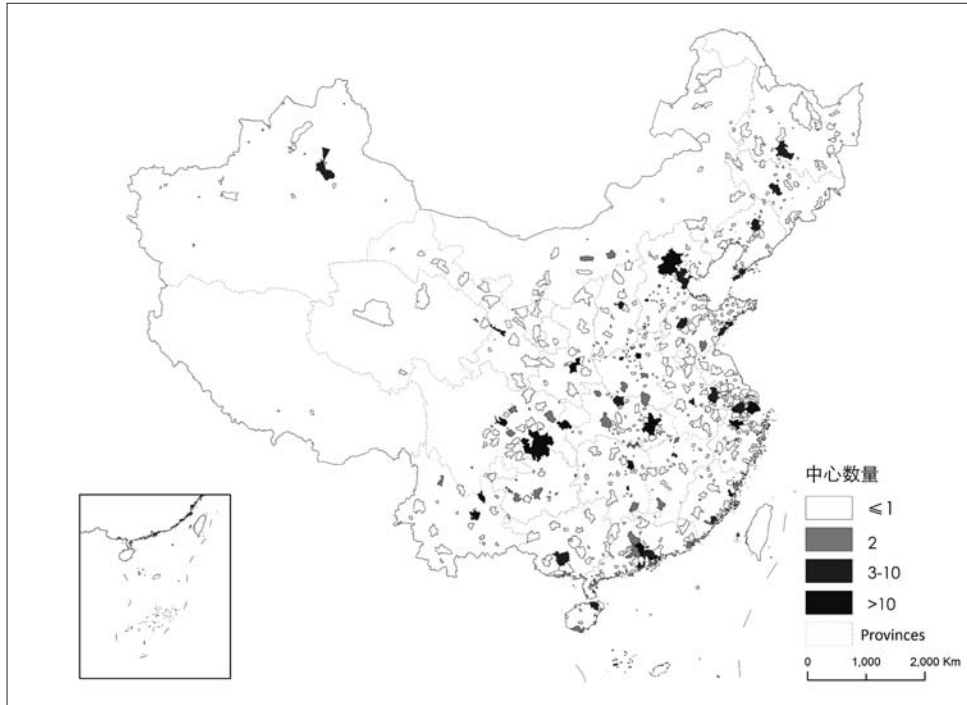


图5 多中心城市分布

尽管城市之间差距较大,但是对于一个城市而言,其本身的中心发育程度更为重要。为了探究城市内各中心的发育情况,本研究计算了每个多中心城市的中心面积之间的标准差(图7),以此反映城市各中心之间的差异。总体来看,城市中心发育程度越趋向于成熟,中心之间的差异越大,而起步型多中心城市的中心普遍比较均质。说明在中心逐渐成长的过程中,出于各种外部因素如区位、职能、政策导向等,中心的发展会逐渐分异,即形成城市空间结构中的主中心、次中心,因而城市空间结构的层级化发展是主要趋势。

3.2.2 中心之间平均距离

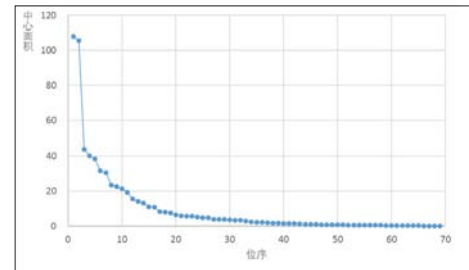


图6 各城市中心面积的位序分布

本研究以各中心之间的平均距离间接代表中心之间的联系,以此来考察多中心城市中心网络效率。基于计算结果,将中心之间的平均距离划分为5档:0—5 km、5—10 km、10—20 km、20—30 km、40 km以上,并按照城市类

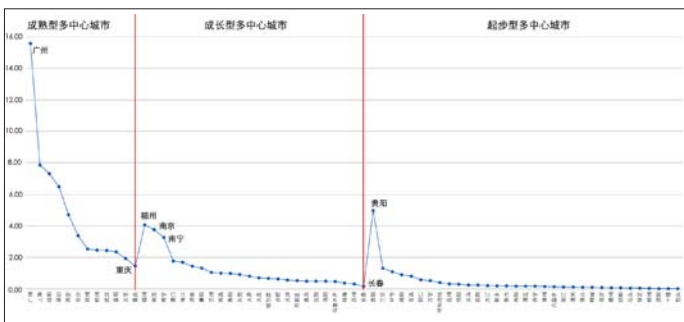


图7 多中心城市中心面积之间的标准差

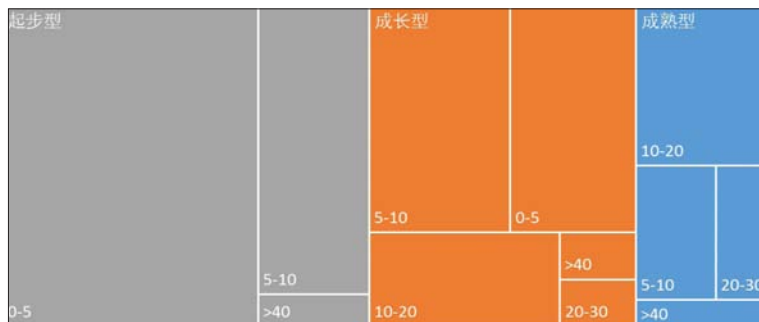


图8 中心之间的平均距离划分

型分别统计(图8)。可以看到多中心城市从起步到成熟的过程中,城市中心之间的平均距离绝对值基本上呈现逐渐增大的趋势。起步型城市除佛山(40.3 km)外中心距离均不超过10 km,且大多数(23个城市,占起步型多中心城市的70%)都不超过5 km;成长型城市的中心距离开始达到10 km以上;成熟型城市的中心距离基本都在10 km以上,且没有城市的中心距离低于5 km。参照城市通勤研究中对长距离通勤^[18]的界定(10—15 km为长距离通勤),中心距离超过10 km可视为较长距离,中心间的沟通成为长距离沟通,可见多中心城市越趋向于成熟型,其中心间的沟通距离越长,说明城市中心的产生和发展具有外向分散的特点,与当前中国扩张式的城市规划模式相契合。当然长距离沟通不一定是便捷的(这与交通状况、地形区位等多种因素有关),但一定是更费时的。

3.2.3 中心活动强度分析

本研究中,城市活动强度以城市中心面积(多中心城市,取多个中心面积的总和)占城市建成区的比例来表示(图9)。相对而言,成熟型多中心城市的活动强度较高,成长型和起步型城市中城市活动强度比较分散,高强度和低强度城市都存在(以成熟型多中心城市的最低活动强度为参照)。总体上看,城市活动强度有随着中心发育程度加深而增强的趋势,说明城市中心对于一个城市的发展起到了助推作用,能够增强城市活力、提高城市吸引力。

3.3 中心数量影响因素分析

本研究试图对多中心城市的形成及发展的影响因素进行探索。通过《2014年中国城市统计年鉴》选取了年末总人口、从业人员期末人数、人口密度、建成区面积、人均GDP、规模以上工业企业数等6项指标,采用多元线性回归模型,对以上指标进行回归分析,回归结果拟合度较好(R方为0.784)。结果显示从业人员总数、人均GDP以及规模以上工业企业数与城市中心数量的形成和发展有较大相关性,结合数据本身的获取时间为工作日的工作时间段这一限定条件,分析认为结果可信度较高(表4)。回归

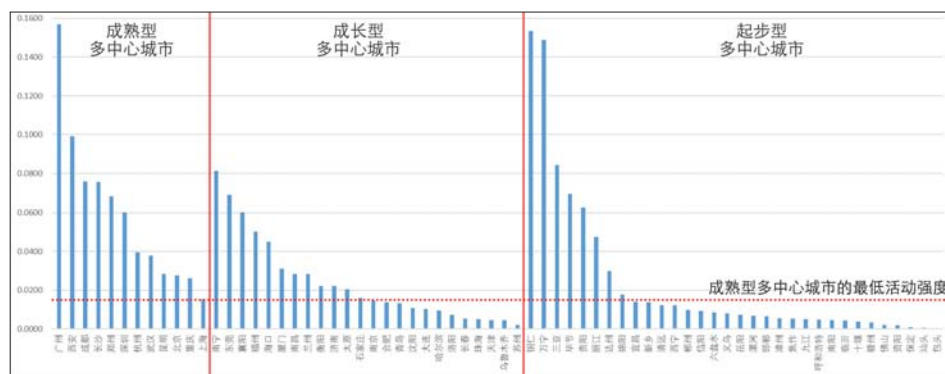


图9 城市活动强度

表4 中心数量影响因素回归分析

影响因素	标准化回归系数	t	Sig.
(常量)		-2.588	0.012
年末总人口	0.270	1.256	0.214
从业人员期末人数	0.520	4.237	0.000
人口密度	0.064	1.035	0.305
建成区面积	0.319	1.429	0.158
人均GDP	0.414	3.239	0.002
规模以上工业企业数	-0.516	-3.955	0.000

注:①所有指标统计范围均为市辖区。②由于统计口径差异,回归分析中剔除了3个县级市(增城、义乌、万宁),最终回归样本量为66。

分析的结果说明,人群聚集的中心与城市就业中心具有一定的重合性,人们大量聚集的原因之一是为了满足就业需求,这对职能中心的规划和调整有一定的参考意义。

4 结论与讨论

在大量的对单个城市空间结构的研究中,多中心通常情况下被认为是一种理想的城市形态,能够产生更大的外部聚集性,有助于实现城市的社会、经济、环境目标^[19],因而成为许多城市战略规划的目标^[20]。本研究在此观点基础上,聚焦于多中心城市的多中心性,基于“大模型”的思路,利用百度热力图数据在全国尺度上展开研究。传统的自上而下式城市规划机制,在确定城市中心时往往只考虑到了功能的集聚,然而人的集聚往往才是中心能够持续发展的必要条件,因此本文对城市(潜在)中心的定义是特定时间段人群相对聚集的地方,而自下而上识别中心的方法也是对传统规划机制的补充与拓展。

基于百度热力图,在工作日的工作时间段识别全国范围内各城市的中心。结果显示在658个城市中,152个城市在热力图上表现出

中心,其中69个城市为多中心城市,仅占全国的10.5%,对于多中心城市,本文基于中心数量将城市划分为起步型多中心城市、成长型多中心城市以及成熟型多中心城市。在此基础上开展的多中心性研究表明,起步型多中心城市的中心十分不稳定,需要着力培养才能推动其成长;进入稳定期的多中心城市会趋向于层级化发展,无论是自动力还是外界引导都会促使城市中心产生分异,形成主中心、次中心等层级结构。整体而言,城市空间结构会由单中心发展到多中心,中心数量逐渐变多,中心面积也会逐渐增大。在中国当前仍然以外向扩张型城市规划为主的背景下,新的中心往往与原有中心相距较远,城市内的中心之间,距离会越来越大,使得中心网络之间的沟通成本增加。尽管对中心活动强度的分析揭示了城市中心对城市活力的促进作用,但在培育中心的过程中,必须谨慎衡量成本的增加、效率的损耗等负面因素,否则会得不偿失。

本研究识别出的多中心城市几乎都是地级以上城市,在影响因素的分析中,就业人口、人均GDP与中心数量的高相关性证明,经济越发达,多中心性越明显。大量的无中心、单中心城

市的出现,多中心城市普遍的高行政等级,进一步结合中心数量的分布情况,反映了中国城市体系的发展极度不均衡。对于行政等级较高、经济实力较好的城市,往往能够与多中心发展成良性互动的关系;相反,行政等级较低、经济欠发达地区想要培育中心则十分困难。

基于以上结论对城市发展有以下建议:

(1) 城市中心的培育是必要的。城市发展要有节奏地逐步推进,大跨度的扩张往往会遭遇后续动力不足的困境,因此中心的培育十分重要,而这既需要时间也需要社会资源的倾斜。当城市实力不足以支撑快速扩张时,不妨由点及面地从培育城市中心开始着手,一个有着持续发展动力的中心,对城市的带动作用往往更大。

(2) 多中心城市要关注中心网络的效率。中心数量并不是越多越好,城市发展有一定的承载力,过多的中心也会过多地分散城市的资源,使城市中心陷入此消彼长的恶性循环中。因而,要有意识地引导城市中心的层级化发展,功能互补才能充分发挥中心网络的效益。通过对多中心城市中心平均距离的分析发现,成熟型多中心城市在拥有较多中心的同时,中心沟通成本也较高。因此建议城市在培育新的中心时尽可能地紧凑布局,并充分考虑现状城市的潜力,发现潜在的中心节点,不轻易扩大城市建设用地。

(3) 将人的聚集与功能的集聚相结合共同确定新的城市中心。本文在全国尺度上识别城市中心,其方法在城市尺度中同样适用。当城市需要规划新的或者调整已有的城市空间结构时,基于数据增强设计(DAD)的思路,应用大数据将人的活动纳入影响因子中,与功能分布和集聚等因素一起作为规划依据,真正地体现以人为本的规划思想。

由于研究数据本身的精度以及研究方法存在一定的局限性,本研究对中国多中心城市的一般规律总结也未尽完善,对于特定现象的产生原因与深层的动力机制并没有展开研究,这在一定程度上也限制了本文对规律的揭示效力。以上不足之处有待后续研究进一步改进。

(致谢:本研究数据获取过程中得到清华同衡规划设计研究所技术创新中心王鹏副总工、张彦军工程师和田可嘉规划师的大力技术支持,在此一并表示感谢。)

参考文献 References

- [1] 周春山,叶昌东. 中国城市空间结构研究评述[J]. 地理科学进展, 2013, 32(7): 1030-1038.
ZHOU Chunshan, YE Changdong. Progress on studies of spatial structure in China[J]. Progress in Geography, 2013, 32(7): 1030-1038.
- [2] 渠涛,张理茜,武占云. 不同历史时期特殊事件影响下的城市空间结构演变研究[J]. 地理科学, 2014, 34(6): 656-663.
QU Tao, ZHANG Liqian, WU Zhanyun. City spatial structure evolution affected by special events in different historical periods: a case study of Tianjin[J]. Scientia Geographica Sinica, 2014, 34(6): 656-663.
- [3] 张水清,杜德斌. 上海中心城区职能转移与城市空间结构优化[J]. 城市发展研究, 2001, 8(6): 44-49.
ZHANG Shuiqing, DU Debin. Function change of Shanghai's central urban area and urban spatial restructure[J]. Urban Studies, 2001, 8(6): 44-49.
- [4] 李传斌. 西安市城市空间结构演替研究[D]. 西安: 西北大学硕士学位论文, 2002.
LI Chuanbin. Research on evolution of Xi'an urban spatial structure[D]. Xi'an: The Dissertation for Master Degree of Northwest University, 2002.
- [5] 叶强,鲍家声. 论城市空间结构及形态的发展模式优化——长沙城市空间演变剖析[J]. 经济地理, 2004, 24(4): 480-484.
YE Qiang, BAO Jiasheng. Research on optimizing the development model of the urban spatial structure and form: an analysis of the urban spatial development of Changsha[J]. Economic Geography, 2004, 24(4): 480-484.
- [6] 余颖,扈万泰. 紧凑城市——重庆都市区空间结构模式研究[J]. 城市发展研究, 2004, 11(4): 59-63.
YU Ying, HU Wantai. Compact city: a study on the space structure pattern of Chongqing urban area[J]. Urban Studies, 2004, 11(4): 59-63.
- [7] 罗显正. 多中心城市空间结构的演化及规划干预研究[D]. 重庆: 重庆大学硕士学位论文, 2014.
LUO Xianzheng. Research on evolution and planning intervention of the polycentric urban spatial structure[D]. Chongqing: The Dissertation for Master Degree of Chongqing University, 2004.
- [8] 赵燕菁. 高速发展与空间演进——深圳城市结构的选择及其评价[J]. 城市规划, 2004, 28(6): 32-42.
ZHAO Yanjing. Rapid development and spatial extension: a case study of Shenzhen[J]. City Planning Review, 2004, 28(6): 32-42.
- [9] 孙斌栋,魏旭红. 多中心结构: 我国特大城市的未来形态[J]. 人民论坛·学术前沿, 2015(17): 4-15.
SUN Bindong, WEI Xuhong. Multi-centered structure: the future pattern of mega-cities in China[J]. People's Tribune·Frontiers, 2015(17): 4-15.
- [10] Liu X, Derudder B, Wu K. Measuring polycentric urban development in China: an intercity transportation network perspective[J]. Regional Studies, 2015: 1-14.
- [11] Hall P G, Pain K. The polycentric metropolis: learning from mega-city regions in Europe[M]. London: Routledge, 2006.
- [12] 龙瀛,吴康,王江浩,等. 大模型: 城市和区域研究的新范式[J]. 城市规划学刊, 2014(6): 55-63.
LONG Ying, WU Kang, WANG Jianghao, et al. Big models: a novel paradigm for urban and regional studies[J]. Urban Planning Forum, 2014(6): 55-63.
- [13] 龙瀛,沈尧. 数据增强设计——新数据环境下的规划设计回应与改变[J]. 上海城市规划, 2015(2): 81-87.
LONG Ying, SHEN Yao. Data Augmented Design: urban planning and design in the new data environment[J]. Shanghai Urban Planning Review, 2015(2): 81-87.
- [14] Leslie T F. Identification and differentiation of urban centers in Phoenix through a multi-criteria kernel-density approach[J]. International Regional Science Review, 2010, 33(2): 205-235.
- [15] 张庭伟. 1990年代中国城市空间结构的变化及其动力机制[J]. 城市规划, 2001, 25(7): 7-14.
ZHANG Tingwei. The urban restructuring of Chinese cities in 1990s and its dynamic mechanism[J]. City Planning Review, 2001, 25(7): 7-14.
- [16] 杨明. 北京城市空间结构调整的实施效果与战略思考[C]//中国城市规划年会论文集: 城市总体规划. 昆明: 云南科技出版社, 2012.
YANG Ming. The strategy reflection from the implementing effect of adjusting Beijing's urban spatial structure[C]//Proceedings of Annual National Planning Conference: Urban General Planning. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 2012.
- [17] 冷炳荣,余颖,黄大全,等. 大数据视野下的重庆主城区职住关系剖析[J]. 规划师, 2015, 31(5): 92-96.
LENG Bingrong, YU Ying, HUANG Daquan, et al. Big data based job-residence relation in Chongqing metropolitan area[J]. Planners, 2015, 31(5): 92-96.
- [18] 张艳,柴彦威. 基于居住区比较的北京城市通勤研究[J]. 地理研究, 2009, 28(5): 1327-1340.
ZHANG Yan, CHAI Yanwei. Characteristics of commuting pattern in Beijing: based on the comparison of different urban residential areas[J]. Geographical Research, 2009, 28(5): 1327-1340.
- [19] Parr J. The polycentric urban region: a closer inspection[J]. Regional Studies, 2004, 38(3): 231-240.
- [20] Qin B, Han S S. Emerging polycentricity in Beijing: evidence from housing price variations (2001-2005)[J]. Urban Studies, 2013, 50(10): 2006-2023.