

上海都市区就业—人口空间结构演化特征

孙斌栋^{1,2}, 魏旭红^{1,2}

(1. 华东师范大学中国现代城市研究中心, 上海 200062;

2. 华东师范大学城市与区域科学学院, 上海 200241)

摘要: 研究以非参数模型计量为基础, 从集聚—分散维度和单中心—多中心维度刻画了上海都市区就业、人口空间演化特征, 并与北京都市区的研究结果进行了横向比较。研究表明, 上海都市区的就业和人口不断向外扩散, 同时近、远郊均出现了稳定的再集中, 就业和人口的空间多中心性都在增强。而北京只存在人口的分散化和多中心化, 就业却呈现集中化和单中心化的态势。因而, 上海都市区的就业—人口空间匹配程度高于北京。产业结构差异是造成北京、上海两地就业空间演化特征分异的原因之一, 上海制造业比重高于北京, 郊区的制造业集聚强化了近、远郊吸纳就业能力, 促进了多中心空间结构的形成。北京和上海中心城区的就业、人口规模仍在扩张, 导致近邻地区被包络在内, 原有的次中心逐渐消失, 因而, 科学确定中心城区的增长边界, 有效防止邻近蔓延, 应当成为特大城市未来发展的关注重点。

关键词: 就业与人口空间分布; 城市空间结构; 分散; 多中心; 上海都市区

DOI: 10.11821/dlxb201406003

1 引言

随着市场经济体制的深化以及城市化进程的推进, 中国特大城市内部空间结构发生了很大变化。城市空间结构的转型成为学术研究聚焦的重点之一。城市空间结构一个重要的变化特征是要素的空间分散化。国内早期的研究主要集中于对人口等要素在城市空间内分散现象的界定和阐释, 研究方法上以描述性分析为主^[1-8]。西方社会郊区化现象出现较早, 因此对城市空间结构的研究更为深入具体, 比如包括对在要素分散化的总体趋势下是否存在局域中心再集聚的研究。藤田的早期研究提出, 在考虑经济活动内生性集聚的情况下, 城市空间组织可以呈现单中心、多中心或一般分散化(无中心)的多重均衡结构^[9], 在这样的理论假说导向下, 关于城市次中心的探讨也逐渐盛行, 研究主要内容包括城市次中心的界定^[10-13]、城市次中心的识别^[14-19]。近些年, 国内关于城市多中心空间结构的研究也逐渐丰富, 研究区域主要集中在北京、上海、广州、南京等规模较大的城市^[20-27]。这些研究大多数以人口密度空间分布的参数模型拟合为主。随着就业普查数据的丰富, 在近新研究中, 孙铁山等运用非参数建模方法对北京都市区的就业和人口空间演变进行了综合分析^[28]。

综合国内的研究成果, 基本可以将关于城市空间结构的研究内容分成两类维度, 一类是以要素在空间整体内分布为基础的集聚—分散维度, 另一类是以要素在空间局部集中为

收稿日期: 2013-09-29; 修订日期: 2014-01-09

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40971103); 教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目 (11JZD028); 教育部人文社科重点研究基地重大项目 (11JJDZH004) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.40971103; The Key Project of Social Science by China Ministry of Education No.11JZD028; The Key Research Project in Social and Humanity by Ministry of Education of China, No.11JJDZH004]

作者简介: 孙斌栋 (1970-), 男, 河北人, 博士, 教授, 博导, 中国地理学会会员 (S110006693M), 主要研究方向为城市地理、城市规划和区域地理。E-mail: bdsun@re.ecnu.edu.cn

通讯作者: 魏旭红 (1989-), 女, 吉林长春人, 硕士研究生, 主要研究方向为城市空间结构。

E-mail: xhwei0925@gmail.com

基础的单中心—多中心维度,后者成果还较少。在研究方法上,逐渐由定性分析向参数模型、非参数模型等定量分析转变,其中,非参数建模近年来在国外被广泛应用,在国内还用得很少。衡量城市空间结构的“多中心性”在已有成果中有所涉及,但如何科学测度还处于起步阶段。关于特大城市空间结构演化转型特征的比较研究,还几乎没有。基于此,本文以上海都市区为例,运用比较前沿的非参数建模方法以及多中心性定量测度方法,从集聚—分散和单中心—多中心两个维度,对上海都市区就业—人口空间的时空演化进行系统的研究,并与孙铁山等关于北京都市区的研究结果进行比较分析,以期探寻我国特大城市空间结构转型的一般性规律,深化我国城市空间结构的研究体系。

2 技术路线与研究方法

2.1 研究技术路线

2.1.1 就业—人口空间结构“集聚—分散”的测度 一定区域空间由若干子区域构成,若每一个子区域中的就业密度、人口密度水平基本一致,则可以认为就业与人口在区域空间内的分布是分散的;若子区域之间的就业密度、人口密度水平差异很大,说明就业和人口倾向于在一些子区域集聚分布。基于这一思想,本文将上海都市区按照一定规则划分为若干子区域,分析就业、人口在这些子区域中集聚与分散特征。

在子区域划分上采用两种方法,一种是把发展水平、社会经济特征相似的区域进行合理合并,划分成若干圈层。本文采用的圈层划定参考了高向东、吴文钰的成果^[20],将上海都市区划分为四个层次,即中心城核心区、中心城边缘区、近郊区和远郊区^①。研究将重点观察上海都市区各圈层就业、人口的密度和比重份额的演变。另一种划分方法是基于现有的街道、镇、乡的划分,以就业密度、人口密度最高的空间单元为主中心,刻画就业密度、人口密度随到主中心距离变化而发生的演变。研究将采用非参数计量方法中的局部加权回归定量得出就业密度与人口密度平面的拟合曲线,与传统的建模方法相比,非参数计量方法的优点在于不要求预先设定全局函数对数据进行拟合,这样可以更准确地反映一定区域空间结构的复杂特征,同时也可以更好地反映区域空间内不同方向的空间结构特征。在进行局部加权回归过程中,需要对每个观测点的局域回归范围进行界定,并选择空间加权函数。本研究选用FIXED AICc标准确定局域回归范围,空间加权函数为常用的三次方距离权重函数^[14-18, 28-29],具体公式如下:

$$w_i = \frac{32}{5} \left(1 - \left(\frac{d_i}{d_{\max}} \right)^3 \right)^3 \quad (1)$$

2.1.2 就业—人口空间结构“单中心—多中心”的测度 测度城市空间结构的“单中心—多中心”,首先要对城市主中心以外的次中心进行识别判定,然后根据主、次中心的空间位置、属性特征等进行多中心性的综合研判。就业/人口主中心被定义为就业/人口密度最高的空间单元。次中心沿用McMillen的定义,即就业/人口密度显著高于其周边区域、且对区域总体的就业/人口密度函数构成显著影响的地区。对于诸如北京、上海这样体量与规模的特大城市来说,随着人口与经济活动布局的分散,或将在城市主中心之外形成新的集聚中心,也就是所谓的“次中心”。本研究进行次中心识别的方法与McMillen保持一

① 这种划分方法基本上反映了各行政区域与城市中心的空间距离关系,中心城核心区大部分位于内环线以内,中心城边缘区位于内外环线之间,近郊位于外环以外并与外环相邻,远郊则指不与外环线相邻的更远行政区。中心城核心区包括黄浦区、虹口区、卢湾区、静安区;中心城边缘区包括徐汇区、长宁区、杨浦区、闸北区和普陀区;近郊区包括浦东新区、闵行区、宝山区和嘉定区;远郊区包括松江区、金山区、青浦区、南汇区和奉贤区。

致，即第一阶段采用非参数方法 (局部加权回归) 识别出回归残差显著的备选次中心，第二阶段采用半参数模型甄别出对城市就业、人口总体分布存在显著影响的严格意义上的次中心。半参数模型形式如下：

$$D_i = g(x_i) + \sum_{j=1}^n (\delta_{1j} x_{ij}^{-1} + \delta_{2j} x_{ij}) \quad (2)$$

该模型中， D_i 代表的是主中心、备选次中心以外的街道 (镇、乡) 就业/人口密度。 $g(x_i)$ 估计的是城市就业/人口空间整体分布，考虑到上海都市区就业、人口空间复杂的多中心结构特征，需要选择更为灵活的模型形式估计都市区就业、人口整体分布，因此这里采用了McMillen所建议的Anderson的三次样条函数对 $g(x_i)$ 进行估计^[30]。样条函数节点的确定首先考虑了就业、人口空间局部加权回归的结果 (图1，图2)，即主中心以外就业、人口聚集变动较为明显的地区所对应的距主中心距离，同时考虑到节点个数不宜过多且尽量对都市区整体空间等距划分，最终选择距主中心15 km、30 km、45 km和60 km处作为节点。模型参数部分估计的是备选次中心对于观测单元就业/人口密度的影响，这部分假定，观测单元*i*距离次中心越近，其就业与人口分布所受影响越明显。遂引入观测点*i*与备选次中心*j*的距离作为变量，变量形式包括距离本身 (符号预期为负) 和距离的倒数形式 (符号预期为正)，则每个备选次中心*j*对应两个待估系数 δ_{1j} 和 δ_{2j} 。为避免回归方程中多个距离变量可能带来的多重共线性，这里沿用McMillen的倒逐步回归方法，直到结果中全部的距离变量系数估计值均显著 (5%水平)。结果中待估系数符号与预期一致的距离变量 (x_{ij}^{-1} 或 x_{ij} 或者两个变量) 所对应的备选次中心，则为真正意义上的次中心。

在识别出次中心的基础上，进一步展开多中心性的测度。空间多中心性，可从多个角度考察，次中心的数目增加以及次中心区位远离主中心都可以认为多中心性在增强。更为一般的观点是，多中心性可理解为主中心与次中心在就业、人口分布上的平衡程度，越不平衡则表明该区域越趋于单中心结构，反之则趋于多中心结构。因此，主中心与次中心的位序—规模分布是一种较好的测度城市空间多中心性的方法，Burger和Meijers曾运用这一方法测度城市区域的多中心性^[19]。本文沿用这一基本思想，对主中心和次中心的规模分布进行线性拟合，不过本文这里的规模大小是指密度高低。多中心性的判断标准是，拟合直线斜率绝对值越小，即直线越趋于平坦，则多中心性越强，反之则单中心越强。由于排序在前面的主要次中心对多中心性的影响更大，主要对排序前两位、前三位和前四位的中心分别进行拟合，取三者斜率的平均值作为多中心性的判断标准。考虑到距离对多中心性的影响，横坐标可以换成距主中心距离，即若就业密度较高的城市中心越远离主中心，则

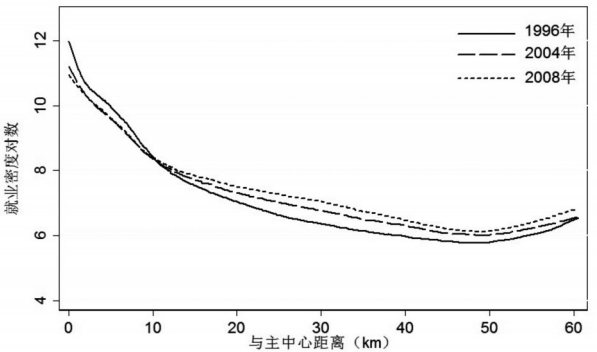


图1 上海都市区就业密度分布的局部回归拟合
Fig. 1 LOWESS fit of the employment density functions in Shanghai Metropolitan Area

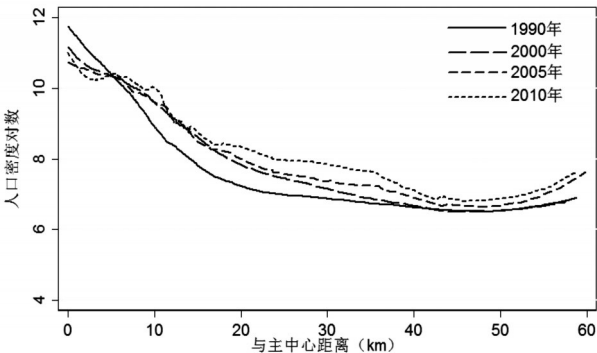


图2 上海都市区人口密度分布的局部回归拟合
Fig. 2 LOWESS fit of the population density functions in Shanghai Metropolitan Area

意味着城市空间结构的多中心化程度越高，此时拟合曲线斜率绝对值也应该越小。

2.2 研究区域与数据

本文研究区域为上海都市区，即上海市域范围去除崇明县以后的空间范围，地域面积约为5349.8 km^②。进行数据处理与分析的基本空间单元为街道、镇和乡。由于20世纪90年代行政区划调整较大，因此本文根据行政变动过程对研究单元进行了一定调整，使各年份之间样本数量相差不至太大，以利于后期定量结果分析与时间序列比较。文中提到的单元之间的距离系基本空间单元几何中心之间的直线距离。采用的就业数据为1996年上海市基本单位调查的二、三产业法人单位从业人员数量以及2004年和2008年上海市经济普查中的二、三产业法人单位从业人员数量；人口数据为常住人口口径，来自1990年、2000年、2010年上海市人口普查资料及2005年上海市1%的人口抽样调查。研究希望将都市区就业空间、人口空间发展演化特征综合对比分析，以考察就业空间与人口空间的匹配程度。受数据可得性限制，只能采用相近年份的就业、人口进行比对，即2004年就业与2005年人口、2008年就业与2010年人口，故此处在普查口径外加入了2005年1%人口抽样调查。

表1 上海都市区就业—人口密度描述性统计

Tab. 1 Descriptive statistics of employment and population in Shanghai Metropolitan Area							
	年份	样本数 (个)	平均值 (千人/km ²)	最大值 (千人/km ²)	最小值 (千人/km ²)	标准差	变异系数
人口密度	1990	215	16.97	136.32	0.15	25.67	1.51
	2000	218	15.35	75.86	0.13	18.18	1.18
	2005	203	15.30	71.99	0.33	16.19	1.06
	2010	198	15.53	58.79	0.16	15.00	0.97
就业密度	1996	231	12.57	345.85	0.07	28.21	2.24
	2004	214	8.19	84.59	0.04	12.97	1.70
	2008	202	8.45	81.42	0.14	12.36	1.59

1990年到2010年，上海都市区街道、镇、乡就业密度和人口密度标准差与变异系数均不断下降，说明就业和人口分布的空间差异不断缩小(表1)。

3 就业空间结构的演化特征

表2 上海都市区分圈层就业密度和就业份额的变化

Tab. 2 Employment density and share among different rings in Shanghai Metropolitan Area						
所在圈层	就业密度 (千人/km ²)			就业份额 (%)		
	1996年	2004年	2008年	1996年	2004年	2008年
中心城核心区	43.6	26.33	26.01	24.0	15.7	13.6
中心城边缘区	11.93	8.58	9.49	31.0	23.3	22.7
近郊区	1.41	1.72	2.16	28.0	37.3	37.9
远郊区	0.47	0.64	0.77	17.0	23.7	25.8

3.1 就业空间的集聚—分散

从都市区分圈层就业密度分布来看(表2)，中心城核心区始终是就业高值区域。从动态变化来看，中心城核心区就业密度始终呈下降趋势，中心城边缘区就业密度虽在2008年有小幅回升，但是就长期来看还是下降的，而近郊区、远郊区的就业密度则始终在上升。从就业份额的变化来看，1996年中心城边缘区与近郊区是就业的主要贡献区域，两者就业份额之和达到59%；而后由于核心区和边缘区就业份额不断降低，近郊区与远郊区

② 2009年，南汇区并入浦东新区；2011年，黄浦区与卢湾区合并成为新的黄浦区。由于研究中涉及绝大多数年份的行政区划依然遵循原行政区划划分，因此研究基本沿用18市辖区划分方式。基本研究范围包括黄浦区、静安区、卢湾区、虹口区、闸北区、徐汇区、普陀区、杨浦区、长宁区、闵行区、嘉定区、宝山区、浦东新区、青浦区、奉贤区、金山区、南汇区、松江区。

就业份额不断上升,从2004年开始,近郊区与远郊区开始成为都市区就业的主要贡献区域,两区就业份额之和超过60%。

运用非参数的局部加权回归方法对城市就业空间进行平面拟合,得到与城市就业主中心不同距离下的就业密度空间分布,其结果支持就业向郊区分散的趋势。如图1所示,纵轴是就业密度对数,横轴是各基本空间单元到就业主中心的距离。1996年到2008年,外滩街道始终就业密度最高,因而被确定为就业主中心。就业主中心及其周边半径约2 km以内的地区就业密度始终下降。距主中心2~10 km的地区就业密度在1996年到2004年间明显下降,在2004年到2008年基本保持平稳。而距就业主中心10 km以外的地区,就业密度则持续上升。其中,距主中心20~40 km之间的地区,就业密度增长幅度最为明显。总体上,都市区就业呈现分散化趋势,距主中心10 km以内的地区就业密度趋于下降,而距主中心10 km以外的区域就业密度不断上升。

3.2 就业次中心的识别

以1996年到2008年间就业密度最高的外滩街道作为就业主中心,基于就业空间局部加权回归的结果,确定了残差显著区域(备选就业次中心),然后利用半参数模型进一步识别出真正意义上的就业次中心。从表3可以看出,所识别出来的就业次中心显著程度均较高,说明它们确实对都市区整体的就业空间分布产生了较为显著的影响。

上海就业中心空间分布的变化如图3所示,就业次中心始终在近郊、远郊有所分布。透视就业次中心的发展演化过程,1996到2004年间的稳定就业次中心包括宝山杨行镇、闵行莘庄镇、嘉定安亭镇、青浦盈浦街道一带、奉贤南桥镇和南汇惠南镇。2004年到2008年间,稳定的次中心主要包括嘉定安亭镇、新成路街道一带、闵行莘庄镇、颀桥镇一带以及浦东新区潍坊新村街道。基于这样的发展演化过程,可以归纳得到这样几点结论:近郊区稳定次中心在空间分布上与主中心距离逐渐拉大,这一点主要体现在宝山的就业次中心不再明显,而闵行、嘉定的就业次中心在三个时点都保持相对稳定;远郊区(如青浦、奉贤、南汇、金山)的就业次中心仍不稳定。需要指出的是,松江区具有形成稳定次中心的潜力,从1996年到2008年,松江区都有街道被识别为就业次中心,包括车墩镇、松江镇(今岳阳街道)和松江工业区,这些区域在空间上是相邻的,可以被近似看作是相对稳定的就业高值区域,也是稳定的就业次中心逐渐向部分远郊推进的重要依据。应该说,上海都市区就业次中心的形成具有较强的规律,与交通设施和产业布局密切相关,即主要在上海西南和西北两个交通走廊上分布,同时也围绕在一些工业园区周边分布,如松江工业区、安亭汽车城等等。

表3 就业次中心的半参数模型回归结果

Tab. 3 Employment subcenters and estimation results of semiparametric regression

街道、镇、乡	1996年	2004年	2008年
杨行镇(宝山)	0.214***	0.314***	
定海路街道(杨浦)		0.139***	
江浦路街道(杨浦)	0.131***		
潍坊新村街道(浦东)		0.218**	0.292***
沪东新村街道(浦东)			-3.203***
南翔镇(嘉定)		0.384***	
安亭镇(嘉定)	0.218**	0.203***	0.143***
黄渡镇(嘉定)	0.364**		
徐行镇(嘉定)		-2.492***	
新成路街道(嘉定)		0.259***	0.174***
嘉定镇(嘉定)	-3.569***		
颀桥镇(闵行)		0.471***	0.416***
江川路街道(闵行)	0.187**		-3.13***
吴泾街道(闵行)	0.403***		
莘庄镇(闵行)	-5.074***	-7.876***	-5.477***
柳港镇(松江)	0.296***		
松江镇(松江)	0.250***		
车墩镇(松江)		-0.678***	
松江工业区(松江)			0.327***
石湖荡镇(松江)			0.226***
盈浦街道(青浦)		-0.491**	
青浦镇(青浦)	-3.054***		
南桥镇(奉贤)	-2.486***	-1.055***	
惠南镇(南汇)	-0.662***	-0.754***	
廊下镇(金山)			-0.624**
朱泾镇(金山)	-0.971**		
调整R ²	0.913	0.913	0.879

注:****、***、**分别为显著性小于0.001、小于0.01和小于0.05。结果中仅列出通过显著性检验且符号符合预期的距离变量估计系数。

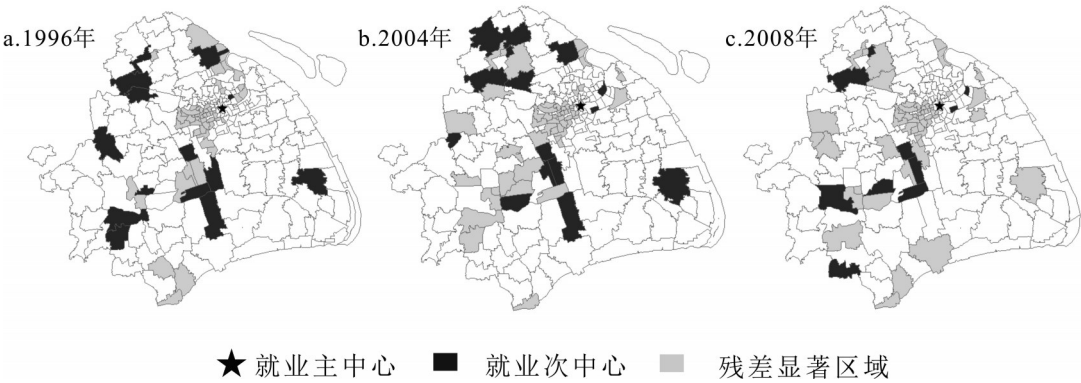


图3 上海都市区就业次中心识别结果

Fig. 3 Identifications of employment subcenters in Shanghai Metropolitan Area

注：图中仅包括研究区域范围，即上海市域去除崇明县行政管辖范围，2008年时长兴横沙已划归给崇明县管辖，故图中未表。

3.3 就业空间多中心性研判

1996年、2004年和2008年上海都市区就业次中心个数分别为14个、13个和10个，这些就业次中心距主中心平均距离分别为29.09 km、24.27 km和26.26 km。就业次中心个数有所减少，就业次中心距主中心的平均距离经历了先降低又上升的波动。虽然这些特征在一定程度上似乎暗示上海就业空间结构多中心化发展趋势趋缓，但1996-2008年间，由于行政区划调整，计量的空间单位即街道数量大幅下降，而且街道范围和几何中心的位置都发生变化，因此，单凭次中心数量以及距主中心距离来测度城市空间结构的多中心性存在一定偏差。基于此，本研究借鉴规模一位序分布方法对就业空间的多中心性进行测度。

该方法以城市中心之间的密度相对关系来反映城市空间结构的多中心化程度。以图4为例来说明这种方法，纵坐标是就业中心的就业密度，横坐标是就业中心的密度位次，图中分布各点分别代表2008年密度排序前两位、前三位和前四位的就业中心，以这3个口径下拟合直线斜率的平均值作为2008年多中心性的判断标准。2008年两中心、三中心、四中心拟合斜率分别为-49.76、-36.27和-24.66，平均值为-36.87。据此方法计算，1996年、2004年和2008年拟合直线斜率的均值分别为-194.40、-40.98和-36.87，斜率绝对值是下降的。进一步将横坐标换成就业次中心所对应的距主中心距离，发现三个口径拟合直线斜率均值的绝对值仍然呈下降趋势。此外，研究也尝试将参与拟合的就业中心数量扩大，即测度密度前10位就业中心的发展均衡程度，发现结果一致。据此判断，上海都市区就业空间的多中心性是在增强的，就业主中心与次中心之间的发展趋于均衡。

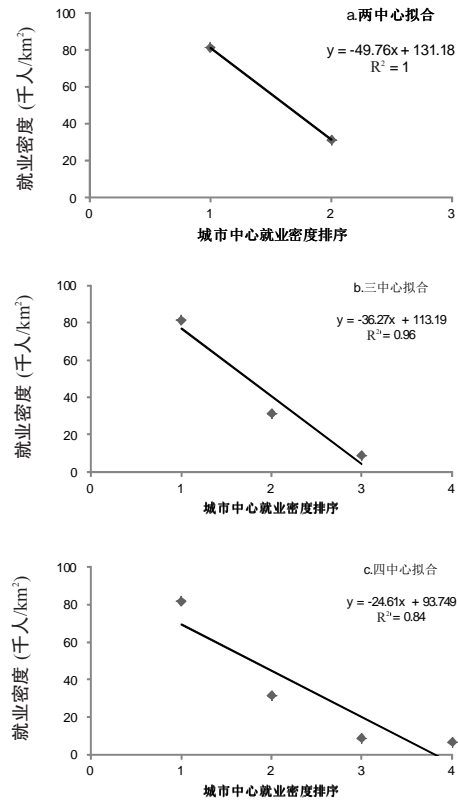


图4 2008年上海都市区就业多中心性测度
Fig. 4 Measurement of employment policentricity in Shanghai Metropolitan Area (2008)

图4 2008年上海都市区就业多中心性测度
Fig. 4 Measurement of employment policentricity in Shanghai Metropolitan Area (2008)

4 人口空间结构的发展演化特征

4.1 人口空间的集聚—分散

与就业情况类似，中心城核心区始终是人口密度高值区域(表4)。从动态变化来看，中心城核心区人口密度始终呈下降趋势；其他3个圈层人口密度整体呈上升趋势，从1990年到2010年，人口密度年均增长率分别为0.89%、5.99%和3.38%，近郊区人口密度增长最为明显。从人口份额的变化来看，中心城核心区和边缘区的人口份额持续下降，近郊区与远郊区人口份额变化虽有所波动，但总体上升，且近郊区增速最为明显。在2010年，近郊区与远郊区取代边缘区和近郊区成为都市区人口份额的主要贡献区域。这些趋势表明，上海都市区人口整体上由中心向外围分散。

表4 上海都市区分圈层人口密度和人口份额变化

Tab. 4 Population density and share among different rings in Shanghai Metropolitan Area

所在圈层	人口密度(千人/km ²)				人口份额(%)			
	1990年	2000年	2005年	2010年	1990年	2000年	2005年	2010年
中心城核心区	55.64	40.16	35.21	34.47	21.6	13.1	10.7	8.1
中心城边缘区	18.49	20.51	20.03	22.05	32.8	30.9	27.8	23.6
近郊区	1.69	3.18	3.56	5.43	23.8	35.5	39.1	43.4
远郊区	0.85	0.99	1.18	1.66	21.8	20.5	22.4	24.9

对上海都市区人口密度平面进行回归拟合，城市人口主中心被定义为人口密度最高的街道、镇或乡。从4个时期的拟合结果来看(图2)，上海人口从中心城区向外分散的趋势较为明显。从1990年到2010年，距人口主中心5 km以内的地区人口密度总体上是下降的，说明人口在逐渐向外围地区转移。这种转移是逐渐向外推进的，1990-2000年，距主中心5~30 km处人口密度上升幅度最为明显；2000年后，人口密度上升幅度明显的地区转移到距主中心20~40 km的地区和50 km以外的远郊区。这些地区也正是就业分散后的主要集聚区，表明人口与就业的分散具有较强的一致性和匹配性。

4.2 人口次中心的识别

识别人口次中心的半参数模型回归结果(表5)，拟合优度及通过检验的变量显著性均较高，说明模型较好地拟合了都市区人口空间结构，同时被识别的次中心确实对人口空间分布产生了较为显著的影响。

从人口次中心的空间位置变化来看(图5)，整体上有从中心城区向近郊区再向远郊区逐渐外移的趋势。1990-2000年，稳定的人口次中心(即两个时间点上都被识别为次中心)集中分布在都市区东北向与西南向的近郊，包括宝山区吴淞镇和闵行区龙柏街道。从2000年到2005年，虽然吴淞镇与龙柏街道未

表5 人口次中心的半参数模型回归结果

Tab. 5 Population subcenters and estimation results of semiparametric regression

街道、镇、乡	1990年	2000年	2005年	2010年
四川北路街道(虹口)	-2.747***			
嘉兴路街道(虹口)				-2.633***
临汾路街道(闸北)	0.141***			
殷行街道(杨浦)			-2.752****	
北新泾街道(长宁)			-1.200****	
凌云路街道(徐汇)			-1.013****	
吴淞镇街道(宝山)	-1.585***	-5.832****		
龙柏街道(闵行)	-1.015****	-4.315****		
莘庄镇(闵行)		0.165**		
嘉定工业区(嘉定)		0.079***		
新成路街道(嘉定)			0.168****	0.213****
浦兴路街道(浦东)				0.11***
大团镇(南汇)	0.152***			
祝桥镇(南汇)	0.194****			
惠南镇(南汇)		-4.013****	-0.845****	
泥城镇(南汇)		0.165**		
芦潮港镇(南汇)				
南桥镇(奉贤)		-3.825****		
松江镇(松江)		0.078***		0.068**
石化街道(金山)			-0.161**	
山阳镇(金山)				0.163**
调整R方	0.900	0.909	0.921	0.864

注：****、***、**分别为显著性小于0.001、小于0.01和小于0.05。
结果中仅列出通过显著性检验且符号符合预期的距离变量估计系数。

被识别为有效的人口次中心，但分别与两者邻近的徐汇区凌云路街道和杨浦区殷行街道被识别为次中心，因此都市区东北向与西南向仍然可以认为存在稳定的人口次中心。同时，都市区西北方向的嘉定工业区、新成路街道以及远郊惠南镇也都形成了稳定的人口次中心。2005年以后，稳定的人口次中心在近郊有所减少，有向远郊推进趋势，主要集中在金山区山阳镇一带。

纵观上海都市区人口空间的发展演变，1990年，都市区范围内局域回归残差显著的区域(备选次中心)分布相对分散，然而被识别的人口次中心绝大多数集中在中心城区及近郊，远郊(除南汇两街道外)人口密度高值区域更多为远郊县的镇区，仅在局部范围内集聚了一定数量人口，并不能对都市区整体人口空间产生显著影响。2000年以后，残差显著为正的区域开始在近郊、远郊的部分地区连片发展，都市区东北方向、西南方向、西北方向都是十分突出的扩展方向，这些连片地区主要沿交通走廊尤其是轨道交通沿线分布。2005年以后，中心城区人口规模的扩张使得中心城区残差显著区域数量增多，逐渐与周边近郊相连，原有人口次中心由于被包裹进去而不再显著。

与就业空间演化联系起来看，人口次中心与就业次中心在空间上具有较好的匹配性。在2005年，西南向的就业次中心和人口次中心主要集中于徐汇、闵行邻接地域，东北向集中于宝山、杨浦邻接地域，西北向则集中于嘉定工业区与其邻接的新成路街道。同时，由于郊区新城建设也在此期间蓬勃开展，部分制造业进一步向郊区转移，推动了郊区的人口集聚，匹配程度较高的就业—人口次中心开始逐渐向距主中心更远的地域推进，例如松江、金山等。

4.3 人口空间多中心性研判

1990年、2000年、2005年和2010年上海都市区内部被识别出的人口次中心数量分别为6个、8个、6个和5个，呈现先增加后减少的态势。从就业中心的空间分布来看(图5)，2005年以前，就业中心逐渐向近郊和远郊偏移，中心城区人口次中心逐渐消失；但到2010年逆势出现小幅向心集聚的动态，中心城区内部再次出现次中心，近郊区和远郊区人口次中心数量有所降低。各年份人口次中心距主中心平均距离分别为18.57 km、27.24

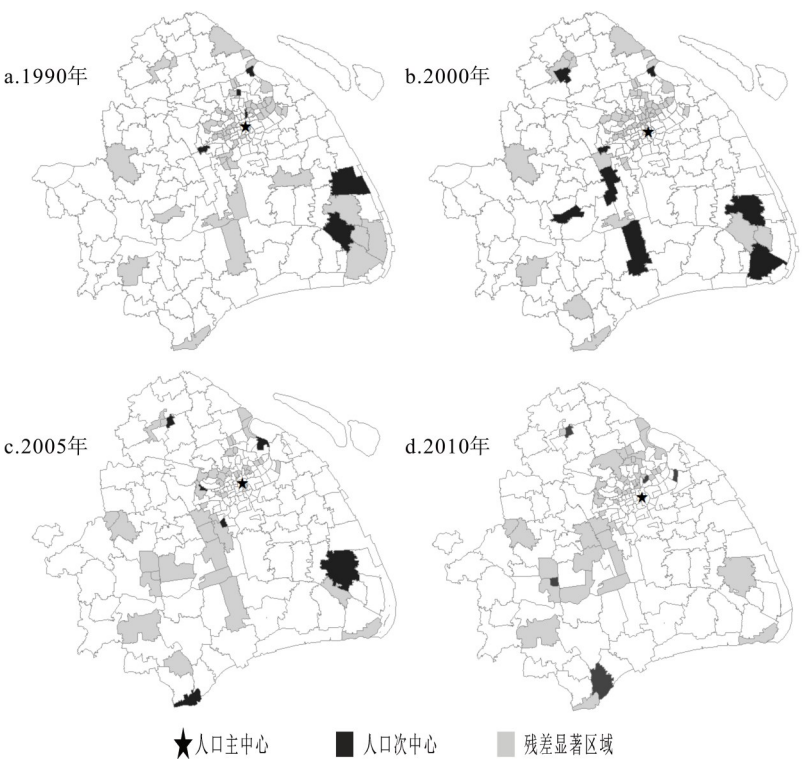


图5 上海都市区人口次中心识别结果

Fig. 5 Identifications of population subcenters in Shanghai Metropolitan Area
注：图中仅包括研究区域范围，即上海市域去除崇明县行政管辖范围，2010年时长兴、横沙已划归给崇明县管辖，故图中未表示。

km、26.23 km和26.04 km,即先远后近,但若只考察首末两期,总体上仍然是远离核心区的。

进一步采用规模—位序分布模型来测度上海人口空间多中心性的变化,以人口密度为纵坐标,分别以人口密度降序排序和与主中心距离为横坐标,线性拟合各年份排序前两位、前三位和前四位的人口中心。结果显示,拟合直线斜率的绝对值均值总体是下降的。由此得出结论,上海都市区人口空间的多中心性是不断加强的。

5 上海、北京都市区就业—人口空间特征比较

上海都市区就业和人口的分散化及多中心化,从现象上与西方发达国家的城市郊区化是相似的。但这并不意味着上海的特点代表了中国大城市的共同发展趋势。为了更深入地探寻中国特大城市就业—人口空间结构转型的一般规律,下面把上海都市区的研究结果与孙铁山等^[28]关于北京都市区就业—人口分布演化结果加以比较,找出共同点和不同处,并对其原因进行初步分析。在人口空间演化方面,上海和北京呈现出相同的分散化趋势和多中心化特征,微小的差异在于,北京远郊区人口也出现密度下降,近郊区成为人口集聚的主要区域,而上海近郊区和远郊区的人口密度都在上升。上海和北京在就业空间演化方面有很大不同,一方面上海都市区就业分散趋势明显,多中心化特征显著,而北京都市区的就业却呈现向距主中心35 km以内地区集中的态势,就业次中心也向中心城区集中,就业多中心化程度有所降低。

人口空间的分布与演变很大程度上受到区域可提供就业岗位的能力、区域综合服务水平等因素的影响,反过来,就业空间又会随着区域人口规模达到一定门槛,而具有更高的综合服务能力,进而吸纳更多的就业,因此,就业空间与人口空间相互影响,应将就业与人口空间的演变特征联系起来,两者在空间上的匹配程度也反映了都市区的要素配置效率。北京都市区的就业—人口空间失衡较为严重,人口向近郊、远郊的扩展与推进虽较为明显,然而产业经济活动却仍然呈现一定程度的向心集聚趋势。相比之下,上海的就业和人口分散化和多中心化趋势一致,就业、人口空间匹配程度更高。若近似将2008年的就业次中心与2010年的人口次中心置于同一时期进行比较,北京仅房山街道与朝阳区望京一带匹配程度较好,而上海西南向的松江工业区一带、西北向嘉定区新成路街道(同时也是2004年的就业次中心、2005年的人口次中心)、近郊浦东新区浦兴路街道一带、以及远郊金山区石化街道一带均形成了空间较为匹配的局域就业—人口中心。

市场主导下的产业结构升级、变迁对要素空间重构起到了重要的作用,这种市场作用可以体现在企业结合利润最大化目标灵活调整区位等,例如当制造业无法承受中心城区的土地成本、劳动力成本时,则会选择向外围地区迁移,又如服务业更看重面对面的交流而倾向于在空间集聚分布。政府推动下的“退二进三”加快和强化了这一空间重构过程。产业结构变动将带来就业、人口在城市内部空间的基本分布变化,因此产业结构差异或可看作是导致北京、上海当前就业空间特征存在分异的原因之一。2010年北京市服务业占GDP比重已达75.1%,制造业比重相对较低。在这样的背景下,北京城市空间结构开始更多地受到服务业发展布局的影响,而服务业更倾向于集聚布局,导致就业呈现再度向心集聚的发展特征。北京就业次中心的发展现状与我们的判断有一定吻合程度,目前,稳定的次中心主要分布在传统城市商业区(如公主坟街道、海淀永定路街道等)和科学技术园区(如中关村街道、上地街道),这些次中心以服务性职能为主;远郊的就业次中心数量在减少,与制造业企业、大型项目的迁移有一定关系,如首钢搬迁之后,石景山区古城街道在2008年不再是显著的就业次中心。上海的服务业比重低于北京,2010年上海第三产业比重为57.3%,制造业依然是上海城市经济的重要贡献力量。目前,上海近郊是重要的制造

业布局区域,主要以工业园区与专业性生产制造基地为主,远郊少数区域也布有重要的制造业企业,如金山石化。制造业的分散化加强了就业空间多中心性的发展趋势,也缓解了中心城区一定的就业压力。从目前上海就业次中心发展情况来看,稳定的次中心以生产制造性职能为主,例如嘉定安亭镇以汽车产业为主导,松江次中心依托松江工业园区,业已初具规模。需要指出的是,闵行区颞桥镇在2008年不再显著,或由于中心城区就业规模不断扩张,使得空间邻近地区的就业带动能力不再显著。

如何有效地缓解特大城市中心城区的人口、就业压力,始终是事关特大城市空间发展的重要议题。早在20世纪90年代,以北京、上海为代表的特大城市就开始提出多中心空间发展战略,即希望通过郊区新城建设分流中心城的就业和人口。这种政策引导在我国特大城市的发展过程中始终存在,在北京的研究成果以及本文关于上海的研究中,所识别的次中心与空间规划的引导意图有一定的吻合。例如,2010年北京被识别出的次中心,包括昌平城北街道、顺义石园街道、通州北苑和中仓街道以及房山拱辰街道,分别对应总体规划中的昌平新城、顺义新城、通州新城和房山新城。又如,上海在“十五”、“十一五”以及“十二五”时期,都把松江和嘉定确定为重点发展的新城,而本文研究结果显示,松江、嘉定区内部已初步形成了较为稳定的就业—人口局域集聚。

6 结论与启示

(1) 随着城市发展,上海都市区的就业和人口不断向外围扩散。同时,局部地域也呈现出了相对稳定的再集中,逐渐演化成就业次中心和人口次中心,也形成若干就业—人口综合次中心。就业次中心和人口次中心在近郊和远郊都有分布,与城市主中心共同构成多中心的城市空间体系,而且多中心性逐渐增强。

(2) 上海与北京的就业—人口空间演化既有共同特征,也有不同之处。在人口空间演化方面,上海和北京均呈现出相同的分散化趋势和多中心化特征,而在就业空间演化方面却有很大不同,一方面上海都市区就业分散趋势明显,多中心化特征显著,而北京都市区的就业却呈现集中的态势,多中心化程度降低。因而,上海都市区的就业—人口空间匹配程度也相对高于北京,这或许是两个城市通勤交通效率存在一定差异的重要原因之一。上海与北京就业空间演化的不同与二者产业结构差异有关。北京的服务业比重高以及郊区大工业的迁出导致就业岗位重心向中心城偏移,而上海郊区制造业的蓬勃发展是次中心形成的重要动力。

(3) 上海和北京均存在部分距离主中心较近的人口次中心随着时间发展而不再显著。重要原因在于,随着中心城区规模的不断扩张,这些地区逐渐被包络在内,对都市区整体人口空间结构的影响不再显著。这种蔓延值得警惕,如果要保持稳定的多中心结构,就应当加强中心城区增长边界的确定。

本文的局限在于,仅以人口密度分布来测度和识别就业中心和人口中心,对规模、流量等其他与中心相关的因素考虑不足;空间分析单位在面积上的差异、就业采用法人单位从业人数也都会影响测度的准确性;对次中心的形成机制只是进行了初步的经验描述,这是未来需要重点研究的方向。

参考文献 (References)

- [1] Wang Fahui, Zhou Yixing. Modeling urban population densities in Beijing 1982-90: Suburbanization and its causes. *Urban Studies*, 1999, 36(2): 271-287.
- [2] Feng Jian, Zhou Yixing. The latest development in demographic spatial distribution in Beijing in the 1990s. *City Planning Review*, 2003, 27(5): 55-63. [冯健, 周一星. 1990年代北京市人口空间分布的最新变化. *城市规划*, 2003, 27(5): 55-63.]

- [3] Feng Jian, Zhou Yixing, Wu Fulong. New trends of Suburbanization in Beijing since 1990: From government-led to market-oriented. *Regional Studies*, 2008, 42(1): 83-99.
- [4] Ning Yuemin. The anylasis on floating population of Shanghai in 1990s. *Population and Economics*, 1997, (2): 9-16. [宁越敏. 90年代上海流动人口分析. *人口与经济*, 1997, (2): 9-16.]
- [5] Chen Xianyi, Ning Yuemin. Research on the urbanization of suburban and rural place of metropolitan cities: The case of Shanghai. *Urban Problems*, 1997, (3): 27-31. [陈先毅, 宁越敏. 大城市郊区乡村城市化研究: 以上海为例. *城市问题*, 1997, (3): 27-31.]
- [6] Xie Shouhong, Ning Yuemin. Urbanization and suburbanization: The dual engines to spatial change of Chinese metropolis under transitional era: A case study of Guangzhou. *City Planning Review*, 2003, 27(11): 24-29. [谢守红, 宁越敏. 城市化与郊区化: 转型期都市空间变化的引擎: 对广州的实证分析. *城市规划*, 2003, 27(11): 24-29.]
- [7] Yan Xiaopei, Xu Xueqiang. Changes of the basic-nonbasic economic activities in Guangzhou: A re-consideration of the economic base theory of urban development. *Acta Geographica Sinica*, 1999, 54(4): 299-308. [闫小培, 许学强. 广州城市基本-非基本经济活动的变化分析. *地理学报*, 1999, 54(4): 299-308.]
- [8] Tang Lu, Xue Desheng, Xu Xueqiang. Review and prospect: The research on the metropolitan area since 1990s. *City Planning Review*, 2006, 30(1): 80-87. [唐路, 薛德升, 许学强. 1990年代以来国内大都市区研究回顾与展望. *城市规划*, 2006, 30(1): 80-87.]
- [9] Fujita M, Ogawa H. Multiple equilibria and structural transition of non-monocentric urban configurations. *Regional Science and Urban Economics*, 1982, 12(2): 161-196.
- [10] Forstall R L, Greene R P. Defining job concentrations: The Los Angeles case. *Urban Geography*, 1997, 18(8): 705-739.
- [11] Giuliano G, Small K A. Subcenters in the Los Angeles region. *Regional Science and Urban Economics*, 1991, 21(2): 163-182.
- [12] Bogart W T, Ferry W C. Employment centres in greater Cleveland: Evidence of evolution in a formerly monocentric city. *Urban Studies*, 1999, 36(12): 2099-2110.
- [13] Anderson N B, Bogart W T. The structure of sprawl: Identifying and characterizing employment centers in polycentric metropolitan areas. *American Journal of Economics and Sociology*, 2001, 60(1): 147-169.
- [14] McMillen D P. One hundred fifty years of land values in Chicago: A nonparametric approach. *Journal of Urban Economics*, 1996, 40(1): 100-124.
- [15] McMillen D P, McDonald J F. A nonparametric analysis of employment density in a polycentric city. *Journal of Regional Science*, 1997, 37(4): 591-612.
- [16] McMillen D P. Nonparametric employment subcenter identification. *Journal of Urban Economics*, 2001, 50(3): 448-473.
- [17] McMillen D P, Smith S C. The number of subcenters in large urban areas. *Journal of Urban Economics*, 2003, 53(3): 321-338.
- [18] Lee B. "Edge" or "Edgeless" cities? Urban spatial structure in US metropolitan areas, 1980 to 2000. *Journal of Regional Science*, 2007, 47(3): 479-515.
- [19] Meijers E J, Burger M. Spatial structure and productivity in US metropolitan areas. *Environment and Planning A*, 2010, 42(6): 1383-1402.
- [20] Gao Xiangdong, Wu Wenyu. Population redistribution and modelling of Shanghai city in the 1990s. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(4): 637-644. [高向东, 吴文钰. 20世纪90年代上海市人口分布变动及模拟. *地理学报*, 2005, 60(4): 637-644.]
- [21] Wu Wenyu, Ma Xiya. Polycentric population density functions and modeling: The case of Shanghai. *Modern Urban Research*, 2006, (12): 39-44. [吴文钰, 马西亚. 多中心城市人口模型及模拟: 以上海为例. *现代城市研究*, 2006, (12): 39-44.]
- [22] Xie Shouhong, Ning Yuemin. Modeling the spatial distribution of urban population density and its evolution in Guangzhou. *Application of Statistics and Management*, 2006, 25(5): 518-522. [谢守红, 宁越敏. 广州市人口密度分布及演化模型研究. *数理统计与管理*, 2006, 25(5): 518-522.]
- [23] Liu Xiaoquan, Sun Tieshan, Li Guoping. Research on the spatial structure of employment distribution in Beijing. *Geographical Research*, 2011, 30(7): 1262-1270. [刘霄泉, 孙铁山, 李国平. 北京市就业密度分布的空间特征. *地理研究*, 2011, 30(7): 1262-1270.]
- [24] Gu Yizhen, Zheng Siqi, Cao Yang. The identification of employment centers in Beijing. *Urban Studies*, 2009, 16(9): 118-124. [谷一桢, 郑思齐, 曹洋. 北京市就业中心的识别: 实证方法及应用. *城市发展研究*, 2009, 16(9): 118-124.]
- [25] Zhou Chunshan, Luo Yan, Chen Susu. Spatial-temporal evolvement of growth and distribution of population in Guangzhou in recent twenty years. *Scientia Geographica Sinica*, 2004, 24(6): 641-647. [周春山, 罗彦, 陈素素. 近20年来广州市人口增长与分布的时空间演化分析. *地理科学*, 2004, 24(6): 641-647.]
- [26] Jiang Li, Wu Fulong. A study on Guangzhou's employment subcentres and polycentricity. *Urban Planning Forum*, 2009, (3): 75-81. [蒋丽, 吴缚龙. 广州市就业次中心和多中心城市研究. *城市规划学刊*, 2009, (3): 75-81.]

- [27] Qin Xianhong, Wei Yehua, Chen Wen et al. Population expansion and polycentric development of Nanjing city in a period of hyper-growth. *Geographical Research*, 2013, 32(4): 711-719. [秦贤宏, 魏也华, 陈雯, 等. 南京都市区人口空间扩张与多中心化. *地理研究*, 2013, 32(4): 711-719.]
- [28] Sun Tieshan, Wang Lanlan, Li Guoping. Distributions of population and employment and evolution of spatial structures in the Beijing metropolitan area. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(6): 829-840. [孙铁山, 王兰兰, 李国平. 北京都市区人口—就业分布与空间结构演化. *地理学报*, 2012, 67(6): 829-840.]
- [29] Cleveland W S. Robust locally weighted regression and smoothing scatterplots. *Journal of the American Statistical Association*, 1979, 74(368): 829-836.
- [30] Muniz I, Galindo A, Garcia M A. Cubic spline population density functions and satellite city delimitation: The case of Barcelona. *Urban Studies*, 2003, 40(7): 1303-1321.

Spatial distribution and structure evolution of employment and population in Shanghai Metropolitan Area

SUN Bindong^{1,2}, WEI Xuhong^{1,2}

(1. Center for Modern Chinese City Studies, East China Normal University, Shanghai 200062, China;

2. School of Urban and Regional Science, East China Normal University, Shanghai 200241, China)

Abstract: The paper aims to generalize the characteristics and evolution of spatial structure in Shanghai Metropolitan Area, and also to compare the basic results with those of Beijing Metropolitan Area. To demonstrate the spatial evolution of both employment and population distribution in Shanghai, we have applied nonparametric methods to the analysis, which contains two perspectives of 'agglomeration-dispersion' and 'monocentricity-polycentricity'. Our study has concluded that there is a continuous and evident dispersion in both population and employment distribution since the 1990s, and our study has identified the significant concentrated sub-centers in peripheral areas, which strengthened the polycentricity of the metropolitan area. As for Beijing, the overall trend of population evolution tends to be dispersed and polycentric, but the spatial distribution of employment is generally concentrated in central areas, which is contrary to the decentralization of population. According to our comparative analysis, the employment and population spatial distributions match better in Shanghai. We have also discussed about the reasons for different phenomena in Shanghai and Beijing. Differences of industrial structure between Beijing and Shanghai may be one of the most important causes for the employment distribution disparity, owing to the fact that Shanghai's manufacturing share is higher than Beijing's and the industrial dispersion helps promote the ability of absorbing employment in suburban areas and form the polycentric urban spatial structure. As for Beijing, service industry plays a significant role in recent years. Service industry often requires face-to-face communication, as a result, enterprises tend to form an agglomeration and reinforce the centralization, leading to a much more monocentric urban spatial structure. Meanwhile, in both Beijing and Shanghai, the population and employment sizes in central districts still matter a lot, which has already made some employment sub-centers not significant. Therefore, it is necessary for megacities to restrict the growth boundaries in central districts, so as to prevent inefficient spatial extension. Also, it is worthwhile to reinforce the agglomeration economies of sub-centers in peripheral areas to relieve the crowded effect in central areas.

Key words: spatial distribution of employment and population; urban spatial structure; dispersion; polycentricity; Shanghai Metropolitan Area