

# 南京都市区人口空间扩张与多中心化

秦贤宏<sup>1,2,3</sup>, 魏也华<sup>4</sup>, 陈 雯<sup>1</sup>, 段学军<sup>1</sup>

(1. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008; 2. 中国科学院大学, 北京 100039;  
3. 江苏省工程咨询中心, 南京 210003; 4. 美国犹他大学地理系, 美国盐湖城 84112-9155)

**摘要:** 20世纪90年代以来, 中国进入了前所未有的快速城市化阶段, 大城市人口增长和空间演变剧烈, 值得进行深入研究。以南京市为研究对象, 先采用地理图形分析方法对都市区人口空间扩张过程进行了分析, 后又采用数学模型方法对都市区人口分布多中心化趋势进行了系统研究。结果显示: 在总人口持续快速增长的背景下, 南京都市区人口高密度空间已延伸到近郊区, 且远郊区中的区县政府驻地和一些优先开发区域的人口密度也已很高; 城市人口空间分布已出现多中心化趋势, 除了老城区北部的山西路已发育成都市中心新街口之外的人口次中心以外, 郊区人口集聚最强的热点——河西新城区的万达广场也有望发育成另一个人口次中心。

**关键词:** 快速发展期; 大城市; 人口空间扩张; 多中心; 南京市

## 1 引言

城市人口地理研究可以追溯到人文地理学大师拉采尔的《人类地理学》和白兰士的《世界人口的分布》。20世纪50年代左右, 西方学者经过大量的研究实践, 逐渐摸清了城市人口密度往往随“至城市中心距离”的增加而呈减小趋势的规律, 提出了单核心城市人口空间模型<sup>[1]</sup>。之后, 随着西方城市人口和就业的空间扩张, “边缘城市”<sup>[2]</sup>、“郊区磁力中心”<sup>[3]</sup>、“郊区次级就业中心”<sup>[4,5]</sup>等不断兴起, 有的大城市还表现出明显的多核心特点, 人口地理学家们又将注意力转移到基于城市人口分布的多中心空间结构, 出现了一系列单核心修正模型和多中心模型<sup>[6-11]</sup>。80年代之后, 这一研究逐渐在全球范围内展开, 除美国和西欧外, 以色列、墨西哥等国的大城市也成为研究焦点<sup>[12,13]</sup>。

当前, 中国正处在快速城市化阶段, 大城市凭借其在经济社会生态系统中的“顶端优势”, 已成为中国人口增长最热的区域<sup>[14]</sup>。然而大量新增人口的涌入, 使得它们早已突破传统的人口集中阶段, 越来越多的人口不得不选择在郊区定居, 导致其人口高密度空间也由市中心不断向外扩张<sup>[15-19]</sup>。那么, 中国大城市是否会出现类似西方大城市的多中心化现象呢? 目前关于这方面的定量研究还较少, 除了北京、上海、杭州等大城市外<sup>[20-24]</sup>, 其他城市的案例研究还尚未见报导。基于此, 本文以南京都市区为例, 分析其近十余年来人口空间扩张趋势及多中心化特征, 以求加深对我国城市化进程中的大城市人口空间分布演变规律的认识和了解, 为结合实际制订大城市人口空间发展战略提供科学依据。

收稿日期: 2012-07-25; 修订日期: 2012-12-12

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41130750); 中国科学院知识创新工程重要方向项目 (kzcx2-yw-321)

作者简介: 秦贤宏 (1982-), 男, 湖北十堰人, 博士生, 中国地理学会会员, 主要从事区域发展与城市规划中的模型应用研究。E-mail: qinxh-1982@163.com

## 2 研究区概况与数据来源

### 2.1 研究区概况

南京是江苏省会,长三角西部中心城市,下辖玄武、白下、建邺、鼓楼、秦淮、下关6个城区,雨花台、栖霞、江宁、浦口、六合5个郊区和高淳、溧水2个郊县,总面积6000多 $\text{km}^2$ 。20世纪90年代以来,南京市户籍人口保持年均约10‰的增长速度,而外来暂住人口也一跃增长到2005年的90多万人。在空间上,南京市通过调整行政区划,使得六个城区的面积由76.3  $\text{km}^2$ 扩大为186.7  $\text{km}^2$ ,城市开发重心开始跳出老城并不断向外转移。新世纪以来,南京又以“十运会”为契机,实施了“一疏散、三集中”(疏散老城人口、工业向园区集中、建设向新区集中、大学向大学城集中)行动,“一城三区”(河西新城、仙林新市区、江宁新市区和浦口新市区)成为南京城市发展的重点区域。

### 2.2 空间划分

大城市在空间上通常可以划分为中心区、近郊区、远郊区等地域圈层,有时还包括一部分乡村地区。其中除去乡村以外的城市地域又可称为都市区,是城市人口分布变化最剧烈的区域,也是本文的重点研究范围。三大圈层中最难确定的是中心区,中心区的确定应减少任意性,并且要能与西方的中心城市概念基本接轨。按照周一星等<sup>[25,26]</sup>的界定,中国大城市的中心区应当是当地人们概念里的老城区或1949年前夕的建成区,或与原城墙包围的地域相当。南京拥有中国保存最完好的城墙,它所包围的区域是南京人心中“老城”的地域范围。因此,本文将城墙以内的老城作为南京市的中心区(图1)。

(1) 中心区:由于南京市城墙横跨鼓楼、玄武、白下、秦淮4个城区,故中心区的确定必须打破现有的区级行政界线,以街道为单元进行重新组织。这样,中心区就包括了鼓楼区的华侨路、宁海路、中央门、挹江门、湖南路5个街道,玄武区的新街口、梅园新村、玄武门、后宰门4个街道,白下区的淮海路、洪武路、建康路、瑞金路、五老村、大光路、朝天宫、止马营8个街道,秦淮区的夫子庙、双塘2个街道,共19个街道,面积为43.6  $\text{km}^2$ 。

(2) 近郊区:参考最新一轮南京市城市总体规划中主城区的规划范围,结合南京市2000年城市建设用地分布情况,近郊区外限是长江和绕城公路,大致与距离市中心新街口10 km的缓冲区相符,包括下关区全部6个街道,建邺区除江心洲乡以外的4个街道,雨花台区除板桥、西善桥、铁心桥3个卫星镇以外的5个街道,以及鼓楼区的江东、莫愁2个街道,玄武区的锁金村、玄武湖、红山、孝陵卫4个街道,白下区的光华路、苜蓿园2个街道,秦淮区的中华门、秦虹、红花3个街道和栖霞区的迈皋桥街道,



图1 南京市地域圈层划分示意图

Fig. 1 Different zones of Nanjing

共27个街道,面积为972 km<sup>2</sup>。

(3) 远郊区: 参考最新一轮南京市城市总体规划中的规划区范围,远郊区外限基本上与距离市中心新街口30 km的缓冲区相吻合,包括浦口区的全部11个街镇,栖霞区除迈皋桥以外的8个街道,江宁区除南部4镇以外的14个街镇,六合区南部的12个街镇,雨花台区的板桥、西善桥、铁心桥3个街道以及建邺区的江心洲乡,共49个街镇,面积约为3000 km<sup>2</sup>。

### 2.3 数据来源与处理

本文中的人口是指常住人口<sup>①</sup>,主要采用南京市第四次人口普查(1990年)、第五次人口普查(2000年)以及2005年的人口抽样调查数据。由于不同年份的街道数量在不断变化,为便于对比,本文以2005年行政区划为标准,以街道和乡镇(统称“街镇”)为基本单元,并分别对1990年和2005年的街道面积和人口数量进行相应合并或分割处理。采用ArcGIS 9.1提取各街镇的面积、质点坐标<sup>②</sup>以及各街镇距人口核心的距离;采用软件Sufer 8.0绘制人口密度等值线图;在人口密度单中心模型分析部分,采用软件Excel 2003进行回归;在多中心模型分析部分,采用统计软件SAS8.0进行回归。

## 3 人口空间扩张的图形分析

### 3.1 分街镇

从分街镇人口密度分布图来看(图2),近15年来人口高密度区的扩张主要发生在近郊区以内。1990年,郊区人口密度超过10000人/km<sup>2</sup>的街道数只有9个,除六合区的山潘街道外,均位于近郊区,分别是建邺区的南湖街道,秦淮区的中华门街道和秦虹街道,雨花台区的雨花新村街道,玄武区的锁金村街道,下关区的建宁路街道,阅江楼街道和热河南路街道;郊区人口密度处于5000~10000人/km<sup>2</sup>的街道数有9个,除六合区的卸甲店街道,白下区的苜蓿园街道、莫愁街道,以及建邺区的滨湖街道以外,其余5个均位于近郊区北部,分别是下关区的宝塔桥街道、幕府山街道和小市街道,栖霞区的迈皋桥街道,玄武区的红山街道。到2000年,郊区人口密度超过10000人/km<sup>2</sup>的街镇数增加了6个,分别是下关区的小市街道,鼓楼区的江东街道、莫愁街道,建邺区的滨湖街道、南苑街道,白下区的苜蓿园街道;郊区人口密度处于5000~10000人/km<sup>2</sup>的街镇数增加了建邺区的兴隆街道和雨花台区的赛虹桥街道。到2005年,郊区人口密度超过10000人/km<sup>2</sup>的街镇数又增加了1个,即下关区的宝塔桥街道;郊区人口密度处于5000~10000人/km<sup>2</sup>的街镇数又增加了白下区的光华路街道和雨花台区的宁南街道。总的来看,人口高密度区主要是以“圈层式”方式向近郊区扩张。

人口中密度区(低于5000人/km<sup>2</sup>,但大于1000人/km<sup>2</sup>)的扩张主要发生在远郊区的区县政府驻地和优先开发区域。1990年,江宁区政府驻地东山镇、栖霞区政府驻地尧化

① 按照第五次全国人口普查的统计口径,常住人口包括:(1)除离开本地半年以上(不包括在国外工作或学习的人)的全部常住本地的户籍人口,或称人户一致人口;(2)户口在外地,但在本地居住半年以上者,或离开户口地半年以上而调查时在本地居住的人口;(3)调查时居住在本地,但在任何地方都没有登记常住户口,如手持户口迁移证、出生证、退伍证、劳改劳教释放证等尚未办理常住户口的人。其中(2)和(3)又可以合称为外来暂住人口。与四普相比,五普把常住人口的界定时限从一年修改到半年。

② 质点坐标取各街镇的空间几何中心,但必须保证它位于该街镇内部。

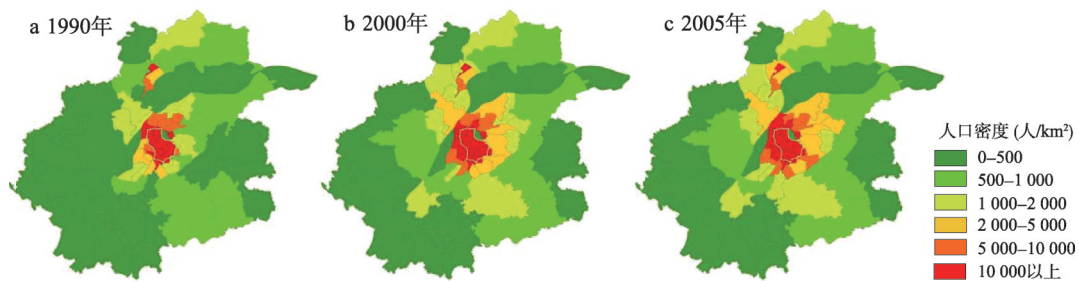


图2 南京都市区分街镇常住人口密度分布图  
Fig. 2 Population density distribution of Nanjing (divided by streets)

街道、浦口区政府驻地珠江镇、仙林大学城所在地仙林街道、江宁经济技术开发区所在地板桥街道的人口密度均低于1000人/km<sup>2</sup>，浦口国家高新区所在地泰山街道的人口密度略高于1000人/km<sup>2</sup>；到2000年，东山镇、板桥街道、仙林街道、尧化街道的人口密度增加到1000~2000人/km<sup>2</sup>之间，而泰山街道的人口密度已增长到2000人/km<sup>2</sup>以上；到2005年，仙林街道和尧化街道的人口密度继续增长到2000人/km<sup>2</sup>以上。总的来看，人口中密度区在空间上并不完全连续，呈现“蛙跳式”扩散的方式。

3.2 分圈层

从分圈层人口密度分布图来看（图3），城市发展初期的人口密度分布多从城市中心向外围逐级递减，基本上呈圈层式分布。从图3可以看出，1990年南京都市区人口密度最高（10000人/km<sup>2</sup>以上）的圈层基本都在距市中心4 km以内的缓冲区内；人口密度次高（5000~10000人/km<sup>2</sup>）的圈层大多分布在距市中心4~6 km的范围内；人口密度中等（2000~5000人/km<sup>2</sup>）的地区，则基本上在距市中心6~10 km的范围内；人口密度较低（小于2000人/km<sup>2</sup>）的地区，则基本分布在10 km以外的地区。

而随着城市人口规模的扩大，这种圈层式人口空间也在不断向外扩散。到2005年，南京人口密度最高（10000人/km<sup>2</sup>以上）的圈层已扩散到距市中心6 km左右的缓冲区内；人口密度次高（5000~10000人/km<sup>2</sup>之间）的圈层已扩散到距市中心6~10 km的范围内；人口密度中等（2000~5000人/km<sup>2</sup>之间）的圈层，则移至距市中心10~16 km的范围内；人口密度较低（小于2000人/km<sup>2</sup>）的圈层则基本在16 km以外的地区。

不同方向的人口增长情况有着一定差异。从图3还可以看出：1990-2000年，NNW

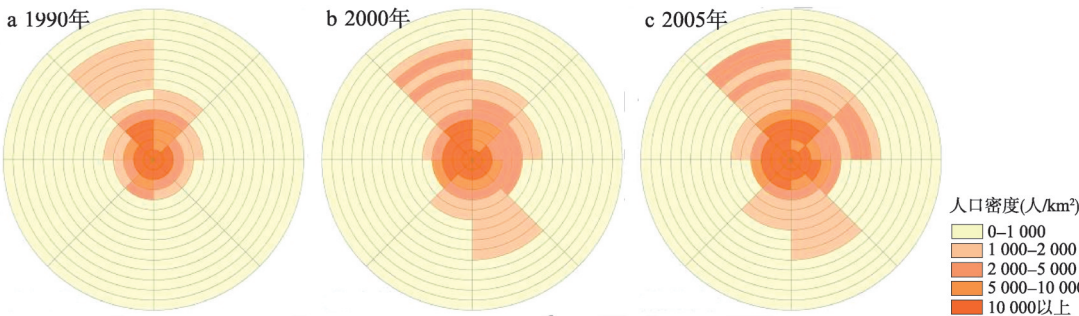


图3 南京都市区分圈层常住人口密度分布图  
（注：圈层间距为2 km）  
Fig. 3 Distribution of population density in Nanjing (divided by rings)



和SSE两个方向的人口增长比较明显,这主要是因为江宁经济技术开发区和浦口国家高新区在这一时期的经济发展较快,带动大量外来人口向这两个区域集聚。2000-2005年,NEE和SSW两个方向的人口增长比较明显,前者是因为仙林新市区迁入了大量高校人口,后者是因为河西奥体中心吸引了很多城区外迁的人口。人口增长在空间上的这种差异显然是因为城市各个方向并非均质的空间,它们在自然、经济、交通等方面都存在着一定差异,使得各个方向上的人口增长不可能是同一进度,但是各个方向都有不同幅度的扩张。

4 人口多中心化的模型分析

4.1 人口空间分布的数学模型

关于城市人口空间分布,西方学者们曾提出了很多种不同的数学模型,并试图通过模型参数变化来分析研究各个城市的人口分布特征及演变规律<sup>[27]</sup>。1951年,美国人口学者Clark等<sup>[11]</sup>首次提出城市人口密度随“至城市中心距离”的增加而呈减小的单核心负指数模型;之后,由于郊区化的影响,很多大城市开始出现中心区人口密度降低而郊区人口密度隆起的现象,这使得负指数函数不再适用,因此,便又出现了线性模型、对数模型等修正模型<sup>[6-11]</sup>。伴随着城市空间的扩展,大城市内部往往会形成多个城市次中心,在其周围往往也集聚着较多的人口,于是Heikkila等<sup>[11]</sup>又提出了新的多中心模型(表1)。

4.2 人口分布单中心模型拟合

根据西方城市人口地理学理论,单核心城市建成区人口密度分布多符合Clark模型,而都市区人口密度分布多符合Smeed模型<sup>[28]</sup>。表2、表3和表4显示,1990年、2000年和2005年南京市近郊区以内街道的人口密度分布都基本符合Clark模型,并且随着时间的推移,其模型斜率系数不断减小,由1990年的0.315减至2000年的0.240,再减至2005年的0.208,这与国内其他大城市的发展规律相似<sup>[22,23]</sup>。但是多个单核心模型在2005年的拟合优度与2000年相比都在下降,这说明南京已开始出现多中心化的端倪。

表1 城市人口密度分布的几种常见模型

Tab. 1 Models of distribution of urban population density

模型类型	函数形式	参数意义	参数设定
		$r$ 为距城市中心的距离; $D(r)$ 为 $r$ 处街镇的人口密度; $a$ 是表示城市中心人口密度理论值的参数, $b$ 是反映人口密度递减快慢的斜率参数。	
Clark 模型	$D(r)=ae^{-br}$		$a>0, b>0$
线性模型	$D(r)=a-br$	同上	$a>0, b>0$
对数模型	$D(r)=a-b\ln(r)$	同上	$a>0, b>0$
Smeed 模型	$D(r)=ar^{-b}$	同上	$a>0, b>0$
Newling 模型	$D(r)=ae^{br-cr^2}$	$D(r)$ 、 $r$ 、 $a$ 和 $b$ 同上, $c$ 为参数。	$a>0, b>0, c>0$
Heikkila 多中心模型	$D(r)=\sum_{n=1}^N a_n e^{-b_n r_n}$	$N$ 为城市中心数量, $r_n$ 为街镇到中心 $n$ 的距离; $a_n$ 及 $b_n$ 为针对中心 $n$ 的参数; $D(r)$ 为人口密度。	$a_n>0, b_n>0$

表 2 1990 年南京市单核心常住人口空间分布模型的回归

模型类型	近郊以内				都市区			
	参数 $a$	参数 $b$	参数 $c$	测定系数 $R^2$	参数 $a$	参数 $b$	参数 $c$	测定系数 $R^2$
线性模型	37104	4472.2		0.581	18530	714.8		0.380
对数模型	39752	17149		0.640	31260	10197		0.664
Clark 模型	54699	0.315		0.656	12572	0.119		0.590
Smeed 模型	58200	1.3054		0.523	61291	1.4578		0.757
Newling 模型	52842	0.283	-0.005	0.656	52802	0.281	-0.006	0.786

表 3 2000 年南京市单核心常住人口空间分布模型的回归

模型类型	近郊以内				都市区			
	参数 $a$	参数 $b$	参数 $c$	测定系数 $R^2$	参数 $a$	参数 $b$	参数 $c$	测定系数 $R^2$
线性模型	41468	4625.3		0.663	22308	855.9		0.469
对数模型	42785	16658		0.650	36220	11609		0.741
Clark 模型	52796	0.240		0.684	19953	0.1352		0.705
Smeed 模型	59520	1.0188		0.582	98385	1.5620		0.808
Newling 模型	46032	0.127	0.017	0.695	45833	0.122	0.018	0.842

表 4 2005 年南京市单核心常住人口空间分布模型的回归

模型类型	近郊以内				都市区			
	参数 $a$	参数 $b$	参数 $c$	测定系数 $R^2$	参数 $a$	参数 $b$	参数 $c$	测定系数 $R^2$
线性模型	45829	4878.5		0.624	25661	983.2		0.489
对数模型	46587	17091		0.574	40966	13030		0.738
Clark 模型	54922	0.208		0.610	24492	0.1401		0.727
Smeed 模型	62471	0.9243		0.522	119694	1.5889		0.803
Newling 模型	45639	0.067	0.019	0.628	45308	0.060	0.776	0.825

南京都市区范围内的人口密度分布基本符合 Smeed 模型，但其模型中的斜率系数并没有像处在郊区化阶段的西方大城市一样呈减小趋势<sup>[6]</sup>，而是逐渐增加，市域人口密度衰减梯度总体上趋向悬殊，这主要是由于南京都市区人口集聚的热点区域仍主要位于近郊区。不过，都市区范围内的人口密度分布越来越符合 Clark 模型，表明南京都市区城市人口空间仍在不断向外扩展，是大都市区化越来越明显的体现。

4.3 人口分布多中心模型拟合

按照国外相关文献和国内同类文献中关于城市人口分布核心的确定方法<sup>[21]</sup>，首先根据南京近郊区以内的人口密度等值线图（图 4），确定市内人口密度最高同时又地处市中心的新街口作为南京市第一级别的城市中心；然后选取人口密度较高（大于 25000 人/km<sup>2</sup>）且离第一级别城市中心较远（大于 3 km）的等值线峰顶作为城市人口分布的次中心。经

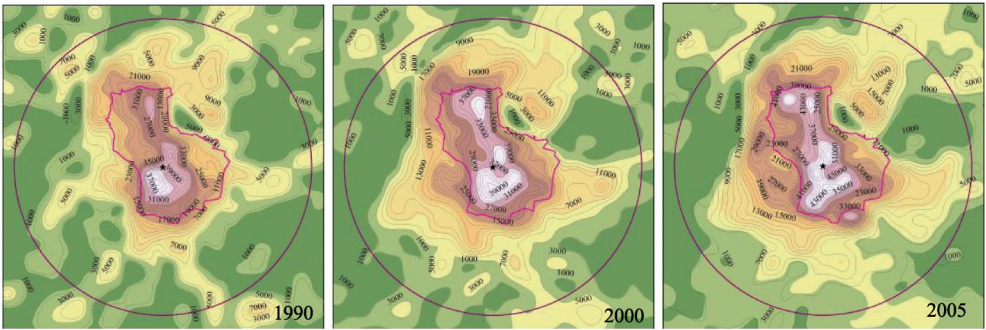


图4 南京都市区常住人口密度等值线图  
Fig. 4 Population density contour of Nanjing

观察，老城区北部的山西路商业街和河西新城区的万达广场是南京市最有可能形成的两个次中心，东山、仙林和浦口三个新市区由于现状人口密度较低，尚不足以形成次中心。

本文选取山西路与中山北路交汇点和河西新城区滨湖街道的万达广场作为待评估的次中心，采用Heikkila多中心模型进行回归模拟，得到表5所示的模拟结果。根据参数 $a_1$ 显著大于0和参数 $b_1$ 小于0的特征，可以得知：山西路商业街已经成为城市人口空间分布的次中心，南京市人口空间分布已出现多中心结构。根据参数 $a_2$ 小于0的特征，可以得知：河西新城区尚未发育成南京市人口空间分布的次中心。然而根据参数 $a_2$ 不断向正数方向前进的趋势，可以判断河西新城区的万达广场在未来一定时期内非常可能发育成南京市人口空间分布的另一个次中心。

表5 南京都市区常住人口空间分布多中心模型的回归（1990年、2000年和2005年）  
Tab. 5 Regressions for multi-core population spatial distribution model in Nanjing (1990, 2000 and 2005)

	参数 $a$	参数 $b$	参数 $a_1$	参数 $b_1$	参数 $a_2$	参数 $b_2$	测定系数 $R^2$
1990	59934	0.333	33307	1.031	-5986	0.251	0.829
2000	56376	0.262	34344	0.867	-3464	0.141	0.881
2005	57305	0.235	36056	0.865	-1618	0.095	0.852

注： $a$ 、 $b$ 为新街口的参数， $a_1$ 、 $b_1$ 为山西路的参数， $a_2$ 、 $b_2$ 为河西的参数。

5 结论与讨论

(1) 在快速发展期，随着城市化的推进和总人口的增加，中国大城市人口空间也由市中心不断向外扩张。近郊区是都市区内人口增长最为迅速的区域，它呈现出“圈层式”片状扩张特征，这是城市规模扩张的自然结果；远郊区人口总体上也保持着较快的增长速度，但它的增长并非均衡，区县政府驻地和开发区的人口增长比较明显，呈现出“蛙跳式”点状扩张特征，是政府人为调控引导的结果，这与西方的“边缘城市”、“郊区磁力中心”、“郊区次级就业中心”有所不同。

(2) 与西方大城市发展历程相似，中国大城市随着城市人口空间的扩张，也出现了多中心化的趋势。其中，老城区的商业次中心和近郊区的新城区最有可能发展成城市人口分布的次中心。前者多因商业中心的便利性引起人口集聚，后者则主要是政府通过房地产开发和基础设施建设引导人口集聚。不过与西方不同的是，中国大城市在多中心化过程中，原有城市中心的人口密度依然很高。

外围人口次中心是中国大城市应对人口快速集聚的一个重要途径,它们对优化城市空间布局,促进人口和产业向郊区疏散,缓解城市中心的拥堵问题起到了一定作用。未来发展中,中国大城市应该尝试借鉴已有的成功经验,摆脱传统的单中心城市规划思想,走多中心的组团式发展模式,避免城市继续“摊大饼”蔓延扩张,实现中国大城市人口、经济和社会的可持续发展。

## 参考文献(References)

- [1] Clark C. Urban population densities. *Journal of Royal Statistics Society, Series A*, 1951, 114: 490-494.
- [2] Garreau J. *Edge City*. New York, NY: Doubleday, 1991.
- [3] Stanback T M. *The New Suburbanization*. Boulder, CO: Westview, 1991.
- [4] McDonald J F. Employment subcenters and subsequent real estate development in suburban Chicago. *Journal of Urban Economics*, 2000, 48: 135-157.
- [5] McDonald J, Prather P. Suburban employment centers: The case of Chicago. *Urban Studies*, 1994, 31: 201-218.
- [6] Smeed R J. *The Traffic Problem in Towns: Manchester Statistical Society Papers*. Manchester: Norbury Lockwood, 1961. 112-136.
- [7] Newling B E. The spatial variation of urban population densities. *Geographical Review*, 1969, 59: 242-252.
- [8] McDonald J, Bowman H. Some alternative urban population density functions. *Journal of Urban Economics*, 1976, 3: 241-252.
- [9] Sherratt G G. A model for general urban growth. In: Churchman C W, Verhulst M. *Management Sciences, Model and Techniques: Proceedings of the Sixth International Meeting of Institute of Management Sciences (Vol.2)*. Elmsford N Y: Pergamon Press, 1960.
- [10] Tanner J C. Factors affecting the amount travel. Road Research Technical Paper No.51, HMSO (Department of Scientific and Industrial Research). London, 1961.
- [11] Heikkila E, Gordon P, Kim J et al. "What happened to the CBD-distance gradient? Land values in a polycentric city". *Environment and Planning A*, 1989, 21: 221-232.
- [12] Aguilar A G. Mexico city growth and regional dispersal: The expansion of largest cities and new spatial forms. *Habitat Intl*, 1999, 23: 391-412.
- [13] Benguigui L, Czamanski D, Marinov M. City growth as a leap-frogging process: An application to the Tel-Aviv metropolis. *Urban Studies*, 2001, 38: 1819-1839.
- [14] 丁金宏, 吴艳青, 王琼. 论现阶段我国大城市人口宏观调控的必要性和可行性: 基于长三角和苏州市的调查. *中国城市研究*, 2006, 1(1): 30-36.
- [15] 俞路, 张善余. 近年来上海市人口分布变动的空间特征分析. *华东师范大学学报(哲学社会科学版)*, 2006, 38 (5): 10-16.
- [16] 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, 21(5): 55-62.
- [17] 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演化分析. *地理科学*, 2004, 24(6): 2-8.
- [18] 冯健, 周一星. 杭州市人口的空间变动与郊区化研究. *城市规划*, 2002, 26(1): 58-65.
- [19] 任远, 张放. 城市化阶段和大城市地区不同区域人口空间变动: 以上海静安区、浦东新区和南汇区为例. *人口学刊*, 2006, (4): 35-39.
- [20] 沈建法, 王桂新. 90年代上海中心城人口分布及其变动趋势的模型研究. *中国人口科学*, 2000, 5(5): 45-53.
- [21] 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.
- [22] 冯健. 杭州市人口密度空间分布及其演化的模型研究. *地理研究*, 2002, 21(5): 635-646.
- [23] 冯健, 周一星. 近20年来北京都市区人口增长与分布. *地理学报*, 2003, 58(6): 903-916.
- [24] 吴文钰. 1990年上海市人口分布与郊区化兼与北京的比较研究. 上海: 华东师范大学硕士学位论文, 2005.
- [25] 周一星, 孟延春. 北京的郊区化及其对策. 北京: 科学出版社, 2000.
- [26] Luo Jun, Wei Yehua. Population distribution and spatial structure in transitional Chinese cities: A study of Nanjing. *Eurasian Geography and Economics*, 2006, 47(5): 585-603.
- [27] Smith B E. A review of monocentric urban density analysis. *Journal of Planning Literature*, 1997, 12(2): 115-135.



- [28] Parr J B, Neill G J. Aspects of lognormal function in the analysis of regional population distribution. *Environment and Planning A*, 1989, 21: 961-973.

## Population expansion and polycentric development of Nanjing city in a period of hyper-growth

QIN Xianhong<sup>1,2,3</sup>, WEI Yehua<sup>4</sup>, CHEN Wen<sup>1</sup>, DUAN Xuejun<sup>1</sup>

(1. Nanjing Institute of Geography and Limnology, CAS, Nanjing 210008, China;

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China;

3. Jiangsu Engineering Consulting Center, Nanjing 210003, China;

4. Department of Geography, University of Utah, Salt Lake City, Utah 84112-9155, USA)

**Abstract:** Since the 1990s, China has been entering into a hyper-growth period, and urbanization in China is developing rapidly. Many large cities in China are also undergoing significant population growth and thus their spatial structures have been changed a lot. Previous studies showed that a few large cities had stepped into suburbanization process. For example, development in cities of Shanghai, Beijing and Guangzhou tends to form a polycentric pattern. However, case studies of other Chinese large cities have not been unfolded yet. It is very worth to explore more Chinese large cities for geographical scholars with the perspectives of population growth and spatial structure evolution. Based on existing theory and analysis method, this paper takes Nanjing city as a case study. The paper firstly analyzes the population spatial expansion process in Nanjing city by using geographical analysis methods, including street zoning method and circle division method. Then it simulates the polycentric development of urban population distribution through statistical models. The results show that: along with the total population growth, Nanjing's high population density areas have extended to inner suburban areas, forming a circled spatial expanding approach, which is the result of natural urban population growth. At the same time, the population densities of district-governments' seats and prioritized development areas in outer suburban areas also become very high, forming a fog-jumping spatial expanding approach. Population growth in these places has a close relationship with the government regulations and policies. The government-led population growth in urban China is different from that in edge city, suburban magnetic center and rural secondary employment center in the Western countries. Moreover, we also find that population spatial distribution in Nanjing has also been experiencing a tendency of polycentric development. Except the downtown area, Shanxi Road Street has become a population growth center, and the Wanda Plaza of Hexi New City Zone is becoming another population growth hot spot as well. This paper makes a good foundation forward to summarizing population spatial evolution theory in Chinese large city. Besides, it also provides some important experiential evidences for levels of government on optimization and regulation of Nanjing city's population distribution.

**Key words:** large city; population distribution; spatial expansion; polycentric development; Nanjing