

中国城市人口密度分布模型研究进展及展望

吴文钰, 高向东

(华东师范大学中国现代城市研究中心 上海 200062)

摘 要:城市人口密度分布及模拟是城市空间结构、郊区化研究中的重要内容。经济学和区域科学学者对城市人口密度分布模型研究文献很多,揭示了发达国家城市人口分布经历了从单中心到多中心的演变。本文从单中心城市和多中心城市 2 种研究假设,梳理了中国城市人口密度模型研究进展。从已有研究看,中国城市人口密度模型的研究主要集中在对北京、上海等个别大城市的研究上,多为个案研究。这些研究表明中国城市人口密度分布存在共性特征:①单中心人口密度模型能够较好的描述中国的紧凑性的城市人口分布;②负指数函数在模拟中国城市人口密度时有较好的优度;③同国外相关研究结论一致,中国城市的人口密度模型中,人口密度梯度逐渐变小,密度曲线变得更为平缓。④多中心模型研究表明,部分大城市的人口密度分布已经符合多中心模型分布特征,大城市次中心已经初步发育。纵观中国城市人口密度模型的研究,发现存在数据质量差、研究方法滞后、研究城市少、可比性差等问题,针对这些问题,提出应该在未来应努力利用 GIS 等提高数据质量,创新研究方法,对中国城市密度模型研究进行更深入的研究,加强比较研究,从而构建中国城市密度模型的相关理论,进而推动中国城市空间结构及郊区化研究。

关 键 词:城市人口密度模型;中国;郊区化;评述

1 引言

城市人口密度分布是城市空间结构和郊区化研究中的重要内容。国外大量的文献探讨了城市人口密度分布,针对单中心和多中心城市的不同特征,揭示了城市人口密度分布的一般规律^[1-4]。然而大多数研究集中于发达国家城市尤其是美国城市的研究,关于发展中国家城市人口密度模型的研究,则屈指可数。在中国,20 世纪 80 年代以来,国内也有不少研究对部分大城市的郊区化做了很多的探讨,但大多是定性研究,定量研究的还在少数,其中对中国城市人口密度模型的研究,数量还比较有限。国外关于城市人口密度模型研究大多是对发达国家市场经济条件下的城市规律的探索,在中国转型的时代背景下,其结论是否适合中国城市?中国城市人口密度分布有何特殊规律?中国城市人口密度研究中还存在哪些问题?为了回答如上问题,本文在回顾国内有关研究的基础上,总结已有中国城市人口密度模型的研究进展,讨论研究中存在的问题,并提出了进一步研究的建议,从而为推动中国城市相关研究提供有益思路。

本文内容分为 4 个部分,第一部分回顾单中心

城市假定下中国城市人口密度模型研究;第二部分分析多中心城市假定下的人口密度模型研究;第三部分为研究评价,指出中国人口密度模型研究中存在的主要问题;第四部分提出进一步研究的建议。

2 单中心假设下中国城市人口密度模型研究

改革开放后以来中国城市获得了快速发展,对城市内部空间结构研究文献很多,对城市内部人口变动和郊区化的研究文献也不断增加。从 20 世纪 90 年代开始,随着研究水平的提升(逐步引进国际研究方法)、研究方法和手段的改进如 GIS 技术的采用以及统计数据获得性的提升,不少研究探讨了中国部分大城市的人口密度分布,主要是在单中心条件下对城市人口密度模型的模拟研究。

2.1 单中心城市的人口密度分布

在经典的单中心城市假定即城市存在唯一 CBD 的理想条件下,人口密度分布从 CBD 向外逐渐减小;而且,随着城市的不断发展扩大,城市中心人口密度峰值降低,郊区人口密度增高,城市地域扩大。单中心城市模型的理论基础是杜能的农业区

收稿日期:2009-09;修订日期:2010-03.

基金项目:国家自然科学基金项目(70873042);上海市哲学社会科学基金资助项目(2007BSH001)。

作者简介:吴文钰(1982-),男,博士研究生,研究方向为城市人口经济。E-mail:wingwooncn@126.com

位论,经过发展成为城市经济学研究领域中重要的一个研究内容^[5-9]。对单中心城市人口密度的研究主要有地理学和区域科学两个学科的理论 and 经验研究。公认的对城市人口模型的最经典研究来自于 Clark^[10],他提出单中心城市人口密度符合负指数函数模型;之后,Tanner、Smeed、Newling 等分别提出了改进或修正模型^[11-13]。一般认为,Clark 的模型反映了城市发展的早期的特征,而 Newling 模型则反映了城市后期发展阶段的发展特征。

中国城市人口密度模型研究相对较晚,始于 20 世纪 90 年代后期,主要是利用人口普查资料对若干大城市的分析,重在分析其单中心条件下的最优人口模型,从而归纳中国城市空间结构的特征和变动(表 1)。周春山和许学强^[14]对广州的研究是国内最早的关于城市人口密度模型的研究,他们认为 1982 年广州人口密度分布符合负指数函数模型,1994 年则演变为二次方函数模型;Wang 和 Zhou^[15]利用北京市第三次和第四次人口普查数据模拟了 1982-1990 年的人口密度分布,认为北京市人口分布符合负指数函数模型;沈建法和王桂新^[17]分析了 1990-1997 年上海不同方向的人口密度模型,认为上海人口分布基本符合负指数函数模型;冯健^[18]研究了杭州市 1982-2000 年的人口密度模型,认为加幂指数模型可以较好地拟合历年杭州城市人口密

度的空间分布;冯健和周一星^[19]研究了北京都市区 1982-2000 年间的人口密度分布并与核心区的人口密度分布进行比较,结论是 Clark 模型在模拟城市中心区的人口密度时占优,而 Smeed 模型拟合都市区人口密度模型效果更好;高向东和吴文钰^[20]模拟了上海市的人口密度模型,结论是上海人口分布的最优模型是三次方的 Cubic 模型。吴文钰和马西亚^[21]利用两次街道级的人口普查数据模拟了上海在 1990-2000 年间的人口密度模型,发现在城市中心区人口密度分布符合负指数函数模型,在中心近郊区的都市区内,人口分布模型却从 1990 年的 Smeed 模型转变为 2000 年的 Clark 模型,这同冯健和周一星^[19]对北京的研究结论一致。此外,谢守红和宁越敏^[22]、李俊莉等^[23]、张岸和齐清文^[24]、Luo and Wei^[25]分别对广州、西安、深圳、南京的人口密度分布进行了模拟。

可以看出,从 20 世纪 90 年代开始,中国学者对中国城市人口密度分布开始进行了研究,到 2000 年后,研究文献逐渐增多。从研究对象来看,主要集中于北京、上海、广州等中国特大城市,而且都是这些大城市的个案研究。从研究时间上看,主要集中于易于利用人口统计数据的年份,如人口普查实施的 1982、1990、2000 年,数据主要利用了三次人口普查数据,也有少部分研究采用户籍人口数据。

表 1 单中心条件下关于中国城市人口密度模型的主要研究

Tab.1 Main studies on population density functions of Chinese cities for monocentric cities

序号	作者	研究城市	研究年份	人口数据和来源	结论
1	周春山和许学强 ^[14]	广州	1982、1994	不详	1982 年符合 Clark; 1994 年接近 Newling 模型
2	Wang 和 Zhou ^[15]	北京	1982、1990	人口普查数据; 街道数据; 样本量为 82 和 93	Clark 模型较好地模拟了北京人口分布
3	Wang 和 Meng ^[16]	沈阳	1982、1990	街道数据, 样本量在 100 左右	Clark 模型模拟优度较低
4	沈建法和王桂新 ^[17]	上海	1990、1995、1997	年末户籍人口; 街道级数据; 距离数据从地图量算; 样本量为 98 和 120	上海中心城人口分布基本符合 Clark 模型
5	冯健 ^[18]	杭州	1964、1982、1990、2000	人口普查数据; 利用 GIS 生成密度和距离数据; 样本量为 26	杭州人口分布符合加幂指数模型
6	冯健和周一星 ^[19]	北京	1982、1990、2000	人口普查数据; 街道数据; 利用 GIS 提取人口密度、距离数据; 样本量为 128	Clark 模型能较好模拟中心城区的人口分布而 Smeed 模型则适合拟合都市区人口分布
7	高向东和吴文钰 ^[20]	上海	1990、2000	人口普查数据; 利用 GIS 生成距离和人口密度; 圈层距离; 样本数不详	最优模型为三次方的 Cubic 模型
8	吴文钰和马西亚 ^[21]	上海	1990、2000	人口普查数据; 利用 GIS 提取面积和距离数据; 街道数据; 样本量>81	中心区人口密度分布符合 Clark 模型; 中心近郊区则从 Smeed 模型转化为 Clark 模型
9	谢守红和宁越敏 ^[22]	广州	1980、1990、2000	人口普查数据, 利用 GIS 生成距离和人口密度; 圈层距离; 样本为 10	Clark 模型拟合程度最好
10	李俊莉等 ^[23]	西安	1982、1990、2000	人口普查数据; 利用 GIS 生成密度和距离数据; 样本量为 18	西安人口分布最优模型为 Newling 模型
11	张岸和齐清文 ^[24]	深圳	1990、2000	人口普查数据; 利用 GIS 生成密度和距离数据; 样本量为 12	深圳最优人口密度模型为反函数模型
12	Luo 和 Wei ^[25]	南京	2000	格网数据, 样本量不详	Clark 模型能较好模拟南京的人口分布, 但是分乡镇的原始数据拟合优度较低

注:作者根据有关文献整理。

2.2 主要研究结论

2.2.1 基本符合单中心城市模型假设

对中国城市人口密度分布的研究,基本假定条件是中国城市是单中心的,主要基于中国城市在改革开放后发展中,城市规模小,城市发展主要以城市中心向外扩展这种现状。对中国部分城市的实证研究表明,单中心假设下的人口密度函数基本能够较好地描述中国城市的人口密度分布;其中负指数函数的解释度最好,能够较好地描述大多城市的人口分布;个别城市最优模型虽然并非负指数函数,而是 Newling 模型等,但也是单中心城市的人口分布模型(表 2)。表明中国大部分城市的人口分布变动还处于集中在中心城市的发展阶段,尽管随着城市的扩展,部分人口和产业发生郊迁现象,但内城区人口的比例仍然非常高,城市中心依然非常拥挤,人口分布的单中心特征非常明显。

2.2.2 模型参数变化与国际有关研究基本一致

通过对城市人口密度模型中相关参数分布的分析可以知晓城市发展变化的特征。国外相关研究发现,随着城市的发展,城市人口密度模型中主要参数变化具有一定的规律:城市人口密度梯度(population density gradient)逐渐变小,中心人口密度理论值也不断变小,人口密度随离 CBD 距离的曲线变得更为平缓,人口郊区化明显。相关研究发现,在美国,小规模的城市拥有更陡峭的密度梯度,而且小城市空间形态上更紧凑;随着时间推移和城市发展,中心人口密度降低,梯度变缓,城市形态变得松散;人口密度梯度随着收入、城市规模的增大和运输成本降低而变平缓;不同制度下城市密度梯度也不尽相同,对城市规制较多的城市密度梯度更为平缓^[26-28]。

对中国城市人口密度模型的分析发现,相关参数变化特征与国际有关研究基本一致。表 2 列出了主要研究中负指数函数模型的基本参数。从表 2 可以看出:①几乎所有城市中城市人口密度梯度值 b 随着时间的变化,其绝对值逐渐变小,表明人口密度曲线变得更为平缓,人口郊区化明显;② Clark 模型即负指数函数模型的模拟优度也比较高,一般都能解释人口分布的 60%以上;③城市中心的人口密度峰值

D_0 呈下降趋势,表明城市中心人口密度有所下降;④1990-2000 年,人口密度梯度的变化值较 1982-1990 年大,表明在 1990 年代人口郊区化加快。这种参数变化表明,处于转型期的社会主义市场经济制度下的中国城市的人口分布也符合世界城市发展的普遍规律,表明中国城市人口郊区化已经比较明显而且速度在加快,城市发展处于集聚和扩散同时存在的阶段。

2.2.3 各个城市的最优人口密度模型并不一致

对各城市的人口密度模型模拟可以发现,各个城市的最优人口密度模型并不一致,部分城市符合 Clark 模型,有些城市则符合 Smeed、Newling 等模型;同一城市的不同区域,最优人口密度可能不相同;随着研究时段的变化,最优模型也不一致。如对上海的研究中发现,中心近郊区地域在 1990 年最优模型为负指数函数模型,2000 年则变为 Smeed 模型^[21]。在对北京的研究也发现,都市区和城市核心区的最优模型不一致^[19]。对南京的研究中情况也比较类似^[25]。表明中国各个城市具有独特的特征,并没有显示出完全的一致性,这些城市蕴含的独特性需要更深入的研究来进行解释。

3 多中心假设下人口密度模型

3.1 主要研究

随着城市发展,城市中往往会形成与城市中心发展相当的城市次中心,城市逐渐从单中心城市变化为多中心城市,人口和就业变得更为分散,这时,单中心密度模型如负指数函数模型越来越难准确

表 2 部分城市人口密度分布的 Clark(负指数函数)模型有关参数的比较

Tab.2 Exponential population density functions of some Chinese cities

序号	研究者	城市	1982 年		1990 年		2000 年	
			D_0	b	D_0	b	D_0	b
1	Wang 和 Zhou ^[15]	北京	70949 $R^2=0.671$	-0.2292	53938 $R^2=0.649$	-0.1677	/	
2	Wang 和 Meng ^[16]	沈阳	42222 $R^2=0.258$	-0.1349	36136 $R^2=0.14$	-0.0819	/	
3	沈建法和王桂新 ^[17]	上海	/		11.939	-0.333	11.409 $R^2=0.616$	-0.216
4	冯健 ^[18]	杭州	19493.1 $R^2=0.904$	-0.272	24875.2 $R^2=0.930$	-0.276	31849.9 $R^2=0.968$	-0.253
5	冯健和周一星 ^[19]	北京	41915.6 $R^2=0.754$	-0.186	42118.2 $R^2=0.665$	-0.183	47430.3 $R^2=0.692$	-0.163
6	李俊莉等 ^[23]	西安	/	-0.399	/	-0.351	/	-0.295
7	吴文钰和马西亚 ^[21]	上海	/		123268 $R^2=0.65$	-0.2496	68693.2 $R^2=0.424$	-0.1448
8	谢守红和宁越敏 ^[22]	广州	11.4568 (ln D_0) $R^2=0.967$	-0.426	9.7723 (ln D_0) $R^2=0.985$	-0.334	7.1561 (ln D_0) $R^2=0.987$	-0.2332
9	张岸和齐清文 ^[24]	深圳	/	/	6152.4 $R^2=0.89$	-0.0813	24114 $R^2=0.865$	-0.0826

* 沈文中未使用第五次人口普查数据,只估计了 1997 年人口密度模型。作者根据有关文献整理。

描绘这种城市的人口和就业的密度分布了,因此关于多中心城市密度模型就被发展起来。Heikkila 等^[30]提出了 3 种理论模型,其他经典研究有 Gordon 等^[29]、Small 和 Song^[31]对洛杉矶的研究以及 McMillen 和 McDonald^[32]对芝加哥的研究。研究表明多中心模型对多中心城市人口分布的模拟更具优势。

相比较而言,由于中国城市发展大多还处于单中心发展阶段,因而利用多中心模型对国内城市的研究为数不多,研究城市也只有沈阳、北京、上海、南京等几个特大城市。根据已有文献,Wang 和 Meng(1999)以沈阳为研究对象,最早开展了对中国城市多核心人口密度的研究^[16];冯健和周一星(2003)分析了多核心假设下 1982–2000 年北京人口密度模型^[19];吴文钰和马西亚(2007)分析了 1990–2000 年上海人口分布的多中心结构变动^[21];何健以多核心视角分析了南京城市人口分布变动^[33](表 3)。

3.2 主要结论

3.2.1 多核心模型能更好地刻画部分城市的人口密度分布

多核心模型假设城市中心存在多个 CBD,因而更能正确解释现代城市的人口和就业等分布。在中国,改革开放后,尤其是到 1990 年代后期,中国城市空间不断扩展,部分大城市中城市次中心正在不断发育,城市多中心态势逐渐出现,因而单中心城市人口模型已不能正确解释中国特大城市特别是北京、上海等大城市的人口分布,多中心城市模型则能更好地刻画多中心城市人口密度分布。Wang and Meng 对沈阳的研究就表明,单中心模型的解释力较低而多中心模型的解释力则提高很多。冯健、周一星(2003)对北京的研究发现,多核心模型对北京城市人口密度分布的解释力更好、吴文钰、马西亚(2007)对上海的研究也表明多中心模型能更好分析上海的人口密度分布^[21];何健(2007)对南京的研

究也表明南京也逐渐显现出多中心发展的态势^[33]。

3.2.2 部分大城市次中心已经初步发育

多中心城市特征是城市中存在多个人口和就业中心,它们的规模和引力已经足以对传统城市中心形成挑战,形成一个大城市或都市范围内多个中心竞争的格局。多中心模型的研究也证明了这一点。对几个大城市的研究表明,中国特大城市中城市次中心已经逐步发育。例如北京在 1990 年就初步出现双核心结构;2000 年多核心结构已经较为明显;而上海在 1990 年双核心结构刚刚发育,2000 年次中心已经能够明显地起到疏散市中心人口的作用。南京、沈阳的研究也证明了这一点;表明中国城市人口分布模式不再是市中心人口密度高度集中,逐步向外减少的单中心模式;在城市中心周围已经有一些足以削减中心人口的次中心发育,客观上降低了城市中心人口密度,促进了人口分布的均衡发展。

4 中国人口密度分布研究的评价

中国城市发展还处于集聚与扩散现象并存的阶段,从这一大背景来看,单中心城市的假设比较符合中国大部分城市的实际情况;但这也不能否认中国部分大城市已经出现初步的多核心结构态势。总结中国城市的人口密度模型的研究,可以发现有如下特点:

4.1 研究处于起步阶段,部分研究在国际上有重要影响

国外关于单中心城市人口密度模型的研究最早可以追溯到 20 世纪 50 年代,之后对世界不同国家的城市人口密度分布有大量实证研究。与国际同类研究相比,中国城市人口密度模型的研究还处于起步阶段,研究还相对比较滞后。同国外研究中动辄十几个或几十个城市研究相比,中国的研究中大多是对单个城市的人口密度模型的判定、估计的个案研究阶段,研究城市还较少,到目前为止,只有 10 多个城市的研究。造成这种情况的原因主要除了中国学者刚刚起步外,还与数据来源少有密切关系。尽管如此,部分对中国城市人口分布和郊区化的研究在国际上已经有了较大的影响^[15,34],表明只有采用国际研究视角和范式,中国的城市研究才能在国际上占有一席之地。

4.2 数据质量差,研究方法滞后,结论可比性差

人口普查中小尺度(街道、镇级)的数据是模拟人口密度模型最好的数据了,但这种数据也有本身

表 3 关于中国城市的多核心模型的主要研究
Tab.3 Main studies on Chinese cities for multi-centric cities

序号	研究者	城市	主要研究结论
1	Wang 和 Meng (1999) ^[16]	沈阳	5 个中心的多核心模拟,拟合优度达到 72%和 68%
2	冯健和周一星 (2003) ^[19]	北京	1982 年没有多核心结构;1990 年双核心结构刚刚发育,一个次中心;2000 年 6 个次中心;多核心结构比较明显,但未成熟
3	吴文钰和马西亚(2007) ^[21]	上海	1990 年两个次中心,双核心结构刚刚发育;2000 年特征明显,6 个次中心
4	何健(2007) ^[33]	南京	1990 年形成一主一次的双中心结构;2000 年仍只有一个次中心

作者根据有关文献整理。

的缺点如其假定人口在该普查区域内是连续均匀分布的(但从实际看,人口分布是非连续的),另外这种数据还受到频繁的行政区划变动的影响。即便如此,街道镇级的数据并非公开出版,利用这种数据的研究不多。从已有研究的数据获取看,主要有两种方法,一是利用 GIS 提取街道、镇的面积数据,再利用普查到的街区人口数据来获得人口密度数据,距离数据也是利用 GIS 计算生成^①。二是在没有上述小尺度人口数据的情况下,利用 GIS 技术切割电子地图生成圈层数据,进而得到面积、密度和距离数据。从样本量看,利用前一种方法提取的数据样本量较大,而利用后一种方法取得的数据样本量则偏小,最小的样本量只有 10,而且数据误差更大,以这样的数据量模型的模型可信度很低。此外在现有研究中,城市 CBD 和城市次中心的界定也存在比较随意的现象,可能影响模型的解释力度。

就研究方法而言,在单中心条件下,要得到某个城市某个时间的人口密度梯度的主要有两种方法,即利用最小二乘法(OLS)估计和利用两点法^②(two-point method) 计算。这两个方法各有优缺点。OLS 对数据要求较高,估计结果也更准确;两点法则对数据要求不高,适用于小尺度数据不能获得的情况下。国际上最近利用这种方法估计密度梯度的是 Sridhar^[35]关于印度都市郊区化的研究。纵观中国人口密度模型研究,几乎所有的研究都利用了 OLS 法,但部分研究在数据不足的情况下仍然使用,得出的结论不能让人信服。而基于少量信息就可以估计城市人口密度梯度的两点法却没有人使用。此外,利用多中心城市模型以及更为现代的 Cubic 模型的研究还比较少见,研究方法较为落后。

就研究地域而言,在国外的研究中,研究对象一般都是统计准确的大都市统计区,由于中国并没有公认的大都市统计区的概念,一般都是以行政区域范围或环状道路等划分城市中心区和郊区,导致在关于中国郊区化的研究中,关于城市中心城区和郊区的划分存在一定的随意性;在具体的研究中,有的研究范围只是城市中心区,有的是中心区和近郊区的近似都市区范围,有的是整个城市行政地域范围。由于行政区域范围的划分是行政力量所为,并不能反映市场中人口等要素自发发展变化的规律,

因而,研究结论的与实际之间可能存在一定误差。各研究案例缺乏可比性,难以解释中国城市人口分布的整体规律特征。

4.3 缺乏对就业、居住等要素的密度模型研究

西方同类研究中,除了对人口密度分布的研究外,很重要的方面是对城市居住、就业等要素的密度模型的研究。由于就业人口密度统计数据在中国更难获得,因此类似的研究在中国还非常缺乏。虽然近年来已有部分研究涉及,如王桂新等^[36-37]利用基本单位普查数据对上海劳动力分布的研究,但总体而言,与大量人口分布的研究相比,这方面的研究亟待加强。

5 结论与建议

在中国城市转型的大背景下,对城市人口分布变动的研究具有重要的理论和现实意义。长期以来,中国城市发展模式是以城市中心城区为中心向外的摊大饼式的发展,从理论上分析,城市的这种发展是单中心的发展,其人口密度在城市中心城区最高,而后随着离中心越远,人口密度迅速下降。20 世纪 90 年代以来,中国城市地域面积不断扩大,就人口密度变动而言表现为中心城区人口密度值显著降低,从中心向外,人口密度随距离下降的程度(人口密度梯度)变小,人口密度曲线斜率降低,人口郊区化迅速发展。部分大城市的城市次中心已经初步发育,表现出一定的多中心特征。中国城市人口密度模型的相关研究表明,中国城市人口密度模型及揭示的城市发展特征与发达国家或者市场经济体制下的城市发展没有明显差异。中国城市人口密度模型的研究对国际学术界已经有一定的贡献,丰富了发展中国家的城市研究。从长远来看,随着中国城市发展的快速变化,中国城市人口密度模型研究仍然具有重要的学术和现实意义。要推进这方面的研究,应该注意以下方面:

5.1 提高数据质量,创新研究方法

公开的人口普查数据或者是统计年鉴中的数据尺度都比较大,而且由于人口数据非连续分布,误差较大,不适合利用来估算城市人口密度模型及梯度,在这种情况下,要借鉴先进的方法如利用 GIS

①一般假设街区的人口密度均匀分布,可以利用 GIS 软件计算出市中心离该街区的距离是中心到该街区几何中心的距离。

②两点法的一般模型如 $\frac{POP_c}{POP_m} = \frac{1-(1+gr)e^{\frac{r^2}{R^2}}}{1-(1+gR)e^{gR}}$, 其最近的推导可参见文献[35], 其中 POP_c 、 POP_m 是中心城市和都市区的人口; g 是人口密度梯度, r 和 R 分别是城市中心和都市区的半径, e 是自然对数; 在已知 POP_c 、 POP_m 、 r 和 R 四个参数的情况下, 可以利用牛顿迭代法求出人口密度梯度 g 。

格网法获得理想的数据^[24,38]。在实在不能获取足够数据的情况下,可以采用其他方法如两点法计算多个城市或某个城市在一段时间内的人口密度梯度。此外,在研究过程中,城市 CBD 的选取也应该按照国外研究方法更加科学和慎重。中国部分大城市如北京、上海等,城市规模大,结构复杂,利用传统的人口密度模型可能不能准确反映城市的人口空间分布,因此应该加强利用多核心模型和现代人口密度模型对中国城市的研究^[39-40]。这对中国大城市的未来发展具有重要意义。

5.2 加强城市人口密度模型的比较研究

个案式的研究无法归纳和构建中国城市人口空间结构的特征,在研究若干城市时,数据收集和处理难度极大,但可以采用两点法进行研究,建议对若干大城市的人口密度或某个区域如长三角的城市人口密度进行模拟和比较研究,从而可以揭示和回答诸多关于中国城市人口密度模型的问题:如中国城市人口密度分布是否有统一特征?如果有,则为何种特征?中国不同城市的人口密度有何差异?这种差异与城市或区域的何种特征联系?等等,相信,通过对如上问题的回答,可以大大深化中国城市空间结构变动和郊区化的若干特征的认识,从而推动中国郊区化研究的进步。

5.3 加强对就业等要素的密度分布研究

中国城市发展除了人口数量的分布变动外,人口的其他方面如就业、居住、各种产业人口的分布变动及密度模型的研究也亟待展开,城市发展中这些要素分布变动之间的相关关系也是研究内容之一。对此方面的研究种我们可以尝试回答:中国城市就业和居住密度分布特征和模式如何?他们与人口密度分布有何关系?此外,这项研究对于对中国城市居住空间分异、城市贫困研究等都有一定的启示意义,对促进中国城市发展中城郊一体化和大都市发展具有借鉴作用。

参考文献

[1] McDonald J F. Econometric studies of urban population density: a survey. *Journal of Urban Economics*, 1989, 26 (3): 361-385.

[2] Smith B E. A review of monocentric urban density analysis. *Journal of Planning Literature*, 1997, 12(2): 115-135.

[3] Anas A, Arnott R, Small K A. Urban spatial structure. *Journal of Economic Literature*, 1998: 36(3):1426-1464.

[4] 李健, 中村良平. 城市空间人口密度模型研究综述. *国外城市规划*, 2006, 21(1): 40-47.

[5] Alonso W. *Location and Land Use: Toward a General Theory of Land Rent*. Cambridge: Harvard University Press, 1964.

[6] Muth R F. *Cities and Housing*. Chicago: University of Chicago Press, 1969.

[7] Muth R F. The spatial structure of the housing market. *Papers in Regional Science*, 1961, 7(1): 207-220.

[8] Mills E S. Urban density functions. *Urban Studies*, 1970, 7 (1): 5-20.

[9] Mills E S. *Studies in the Structure of the Urban Economy*. Baltimore: The Johns Hopkins Press, 1972.

[10] Clark C. Urban population densities. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 1951, 114 (4): 490-496.

[11] Tanner J C. Factors affecting the amount of travel. *Road Research Technical Papers*. London: Department of Scientific and Industrial Research, 1961: 46-73.

[12] Smeed R J. The effect of some kinds of routing systems on the amount of traffic in central areas of towns. *Journal of the Institution of Highway Engineers*, 1963, 10(1): 5-26.

[13] Newling B E. The spatial variation of urban population densities. *Geographical Review*, 1969, 59(2): 242-252.

[14] 周春山, 许学强. 广州市人口空间分布特征及演变趋势分析. *热带地理*, 1997, 17(1): 53-60.

[15] Wang F H, Zhou Y X. Modelling urban population densities in Beijing 1982-90: Suburbanisation and its causes. *Urban Studies*, 1999, 36(2): 271-287.

[16] Wang F, Meng Y C. Analyzing urban population change patterns in Shenyang, China 1982-90: Density function and spatial association approaches. *Geographic Information Sciences*, 1999, 5(2): 121-130.

[17] 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): 45-52.

[18] 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.

[19] 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.

[20] 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] 吴文钰, 马西亚. 1990年代上海人口密度模型及演变. *市场与人口分析*, 2007, 13(2): 40-47.

[22] 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] 李俊莉, 王慧, 曹明明. 西安市人口的分布变动研究. *人文地理*, 2005, 20(1): 121-125.

[24] 张岸, 齐清文. 基于GIS的城市内部人口空间结构研究. *地理科学进展*, 2007, 26(1): 95-105.

[25] Luo J, Wei Y D. Population distribution and spatial structure in transitional Chinese cities: A study of Nanjing. *Eurasian Geography and Economics*, 2006, 47 (5): 585-603.

- [26] Jordan S, Ross J P, Usowski K G. US suburbanization in the 1980s. *Regional Science and Urban Economics*, 1998, 28(5): 611–627.
- [27] Mills E S, Tan J P. A comparison of urban population density functions in developed and developing countries. *Urban Studies*, 1980, 17(3): 313–321.
- [28] Bertaud A, Malpezzi S. The spatial distribution of population in 48 world cities: Implications for economies in transition. Research Working Paper (03–05), University of Wisconsin, Center for Urban Land Economics, 2003.
- [29] Heikkila E, et al. What happened to the CBD–distance gradient? Land values in a polycentric city. *Environment and Planning A*, 1989, 21(2): 221–232.
- [30] Gordon P, H W Richardson, Wong H L. The distribution of population and employment in a polycentric city: the case of Los Angeles. *Environment and Planning A*, 1986, 18(1): 161–173.
- [31] Small K A, Song S. Population and employment densities: structure and change. *Journal of Urban Economics*, 1994, 36: 292–292.
- [32] McMillen D P, McDonald J F. Suburban subcenters and employment density in metropolitan Chicago. *Journal of Urban Economics*, 1998, 43(2): 157–180.
- [33] 何健. 1990 年代南京市人口的分布变动与郊区化研究. 南京师范大学硕士学位论文, 2007.
- [34] Feng J, Zhou Y X. Suburbanization and the changes of urban internal spatial structure in Hangzhou, China. *Urban Geography*, 2005, 26(2): 107–136.
- [35] Sridhar K S. Density gradients and their determinants: Evidence from India. *Regional Science and Urban Economics*, 2007, 37(3): 314–344.
- [36] 王桂新, 魏星. 上海从业劳动力分布变动与城市空间重构. *人口研究*, 2006, 30(5): 64–71.
- [37] 王桂新, 魏星. 上海从业劳动力空间分布变动分析. *地理学报*, 2007, 62(2): 200–210.
- [38] 廖邦固, 徐建刚, 韩雪培, 等. 1990–2000 年上海中心城区人口密度模拟与时空变化分析. *华东师范大学学报: 自然科学版*, 2008(4): 130–139.
- [39] Griffith D A. Modelling urban population density in a multi-centered city. *Journal of urban economics*, 1981, 9(3): 298–310.
- [40] Anderson J E. Estimating generalized urban density functions. *Journal of Urban Economics*, 1985, 18(1): 1–10.

Population Density Functions of Chinese Cities: A Review

WU Wenyu, GAO Xiangdong

(Center for Modern Chinese City Studies, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: Researches on distribution and modelling of urban population density exist vastly in English literatures in the discipline such as urban economics, regional science and urban study. Substantive studies reveal that as urban develops, distribution of urban population density evolves from monocentric to polycentric, and functions which can describe urban population density also vary from simple negative functions to modern complicated functions. In recent years, researches on population density function of Chinese cities enriched. Most studies focus on large cities like Beijing and Shanghai. Some conclusions from those studies are consistent with the findings from foreign cities. (1) Monocentric population density functions can describe population density distribution of Chinese cities well. (2) The exponential density function also fits the population density distribution in most Chinese cities. (3) The density gradient is getting small and the city-center intercept drops over time. (4) Multi-centric functions can fit the density distribution in some big cities like Beijing and Shanghai. Those findings reveal that population suburbanization of Chinese cities develops rapidly, and the spatial structures of Chinese cities experience great changes from compact to decentralized. Studies on Chinese cities have some shortcomings. Most studies are confronted with poor quality data. There are fewer studies on cities. In the future studies, GIS should be applied to obtain high quality data, and research method should be enriched. Comparable studies or regional studies should also be launched.

Key words: urban population density function; China; suburbanization; review

本文引用格式:

吴文钰, 高向东. 中国城市人口密度分布模型研究进展及展望. *地理科学进展*, 2010, 29(8): 968–974.