

闫东升, 孙伟, 孙晓露. 长江三角洲人口时空格局演变及驱动因素研究 [J]. 地理科学, 2020, 40(8): 1285-1292. [Yan Dongsheng, Sun Wei, Sun Xiaolu. Spatial-temporal pattern evolution and driving factors of population in the Yangtze River Delta. Scientia Geographica Sinica, 2020, 40(8): 1285-1292.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2020.08.007

长江三角洲人口时空格局演变及驱动因素研究

闫东升¹, 孙伟², 孙晓露³

(1. 南京大学长江产业经济研究院, 江苏 南京 210093; 2. 中国科学院流域地理学重点实验室/中国科学院南京地理与湖泊研究所, 江苏 南京 210008; 3. 南京大学经济学院, 江苏 南京 210093)

摘要: 运用重心、人口密度及相对变化率、空间计量等方法, 对长江三角洲人口分布格局演变、驱动因素进行研究。结果表明: ① 2000—2018年人口重心迁移方向的变化, 表征人口分布格局转变, 而迁移速度趋缓表征了区域发展向稳态的转变; ② 在人口密度分布呈现相对稳定的区域差异基础上, 时空演变从2000—2012年上海、苏南显著的增加与苏中、苏北、安徽部分城市的下降, 向2012—2018年部分欠发达城市人口快速增长转变。③ 空间计量回归表明, 在人口集聚的“马太效应”下, 驱动因素的变化主要表现为市场力量的趋强、政府影响的弱化, 另一方面区域一体化的推进也带来空间溢出效应的增强。

关键词: 人口; 时空格局; 驱动因素; 长江三角洲

中图分类号: K901.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2020)08-1285-08

研究人口集散格局、揭示人口时空演变驱动因素等, 对全面把握人口分布规律及人地关系、引导人口合理分布、推动国家战略稳步实施, 进而实现区域高质量发展, 都有重要的现实意义^[1,2]。

改革开放以来, 长江三角洲经济社会快速发展, 人口快速集聚同时时空格局也发生着较大变化, 部分城市资源环境承载能力面临巨大挑战, 区域可持续发展受到严峻考验, 对这一区域的相关研究更为迫切^[3-5]。学者采用密度、重心、基尼系数、网络分析、耦合模型和空间自相关等方法, 对长江三角洲人口时空格局、人口迁移规律、人口与其他要素耦合状况等问题, 进行了深入研究^[3-9]。研究发现, 在人口密度“核心-边缘”差异、北高南低等格局下, 长江三角洲人口向首府城市、发达城市集聚态势十分明显^[6-8]; 随着内外部环境等的变化, 部分欠发达城市也从人口持续流出, 转变为人口较为明显的回流^[5,6,9]。定性方法为主的驱动因素研究表明, 在自然环境这一长期决定因素下, 人口格局演变是经济社会发展、政策等综合作用结果, 特别

是就业机会、收入水平、产业结构、交通状况和户籍制度等, 成为人口演变关键驱动因素^[3-7]。相关研究为优化人口布局、推动区域经济社会发展等提供了指导, 也为本文研究提供了参考; 然而, 相关研究在数据、方法等方面都存在一定提升空间: 一方面对更大范围、连续年份的分析相对欠缺, 另一方面对驱动因素研究较多采用定性分析, 部分定量研究由于忽视人口分布较强的空间相关性, 可能造成模型设定误差带来估计结果的偏误^[6,7,10]; 相关问题都是本文研究深化、创新的方向。

在长江三角洲区域一体化上升为国家战略等背景下, 区域人口时空格局演变及驱动因素研究, 对推动城市群更高质量发展、加快国家战略实施等, 有重要现实意义。本文在相关研究基础上, 对2000—2018年长江三角洲人口分布格局演变规律进行研究, 并基于空间计量方法, 探讨不同时期人口时空格局演变驱动因素, 为制定区域人口政策、推进一体化进程和实现区域高质量发展等提供科学依据, 也为其他城市群发展提供借鉴。

收稿日期: 2019-06-18; **修订日期:** 2019-09-28

基金项目: 国家自然科学基金项目(41871119)资助。[Foundation: National Natural Science Foundation of China (41871119).]

作者简介: 闫东升(1990-), 男, 河南周口人, 助研, 研究方向为城市发展与区域规划。E-mail: yds1223@163.com

通讯作者: 孙伟。E-mail: wsun@niglas.ac.cn

1 研究区域、数据来源及研究方法

1.1 研究区域及数据

考虑到近年来跨区域合作的深化、区域一体化推进带来的人口与要素流动频繁及国家战略的转变等,本文依据《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》,将江浙沪皖三省一市(下称长江三角洲)作为研究区域。

本文数据主要包括:① 相关数据来自上海、江苏、浙江、安徽统计年鉴^[11-14]、《国民经济和社会发展统计公报》(<http://www.tjcn.org/tjgb/>)等,经济数据是以 2000 年为基期的可比数;② 空间数据是国家基础地理信息中心提供的 1:100 万行政区划图,行政区划信息来自中华人民共和国全国行政区划信息查询平台(<http://xzqh.mca.gov.cn/map>)。以 2000 年城市行政区划为基础,将相应社会经济数据归并调整;部分缺失、统计口径变更的数据,采用前后 2 a 平均值、增长趋势法等进行估计。

1.2 研究方法

1) 人口时空格局演变。本文采用重心、人口密度及其相对变化率等方法,对长江三角洲人口时空格局演变进行研究。其中,重心表征区域人口简明而准确的总体分布状况,其迁移规律表征人口分布整体动态演化过程^[9];人口密度表征了城市人口集聚差异和区域人口分布格局,人口密度相对变化率表征不同城市人口密度演变差异^[1,2]。

2) 驱动因素研究方法。空间计量回归通过将空间权重矩阵引入普通计量模型来测度空间效应,常见模型包括空间滞后模型(Spatial Lag Model, SLM)、空间误差模型(Spatial Error Model, SEM)、空间杜宾模型(Spatial Durbin Model, SDM),且后者是比前两者更为一般的形式;借鉴已有研究^[10,15-19],对相关模型进行设定。

在采用空间计量模型估计之前,本文采用 ESDA(Exploratory Spatial Data Analysis)分析中的全局自相关方法,检验长江三角洲人口分布的空间依赖性^[15-17]。此外,空间权重矩阵设定是空间计量的关键,本文利用城市地理中心之间的距离构建空间权重矩阵 w_{ij} 。具体方法为:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1/d_{ij} & i \neq j \\ 0 & i = j \end{cases}$$

式中, d_{ij} 为 i, j 2 个城市地理中心间的欧氏距离。

2 长江三角洲人口分布格局时空演变规律研究

2.1 基于重心的总体分布格局演变

与长江三角洲的几何中心(118°56'2"N、31°50'17"N)相比,2000—2018 年人口重心总体偏向于东北部,这表明东部和北部是长江三角洲人口高度集聚区(图 1)。从重心迁移看,2000—2012 年人口重心向东南迁移 15.81 km,2012—2018 年向西南迁移 2.02 km;与此同时,重心迁移速度也发生由慢而快进而转慢的转变。考虑到区域人口总体分布格局的转变,本文以 2012 年为界,对长江三角洲不同时期人口时空演变进行对比研究。

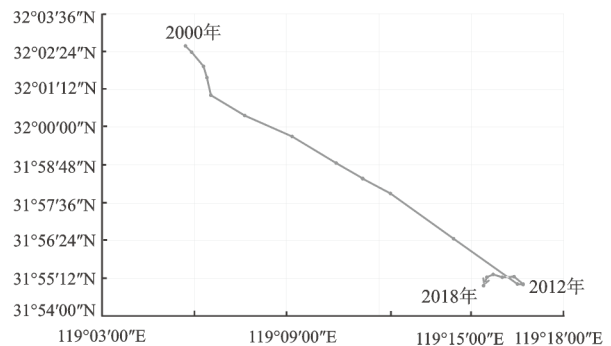


图 1 2000—2018 年长江三角洲人口重心分布演变

Fig.1 The population gravity evolution of the Yangtze River Delta in 2000-2018

1) 2000—2012 年,城市间禀赋等差异带来区域不均衡发展格局,人口向沪宁沿线、浙东南等发达城市集聚。尽管 2008 年后部分发达城市经济增长有所放缓,但城市综合实力差距、人口流动惯性等因素,导致人口流动总体格局并未发生明显改变。这一时期,人口重心持续向东南方向迁移;2005 年以来,人口向东南集聚速度加快,与一体化过程中部分发达城市交通状况持续改善等有一定关系^[5-8]。

2) 2012—2018 年,在内外部因素综合作用下,部分边缘、欠发达城市经济增速加快并超过核心发达城市,持续推动经济格局转变^①。边缘区部分城市经济快速增长、城市设施完善,显著提升城市的人口吸引力,推动区域人口重心迁移方向的转变。总体上,人口重心演变表现为西北-西

① 城市间经济增速、长江三角洲经济格局的转变,基于区域经济重心持续、快速向西北方向迁移的趋势判断。

南方向波动迁移的态势,重心迁移速度的趋缓在一定程度上表明区域发展格局趋于稳定状况。

2.2 基于人口密度的空间分布格局演变

图 2 看出:一方面,上海、江苏沿江城市、浙东北和皖江等发达城市及沿海、皖北等城市,是人口密度相对高值区,但前者受经济发达带来的强劲人口引力影响,而后者主要是户籍人口数量较大所致;另一方面,皖南、浙西南等区域人口密度相对较低,这与区域地理环境有一定关系。2000—2018 年主要表现为发达城市明显增长,苏中、苏北和皖西南等城市明显下降。其中,2000—2012 年苏南、浙东北和上海等城市人口密度均有不同程度增加,明显下降城市集中在苏北、苏中及安徽部分城市;2012—2018 年除盐城外城市人口密度均有不同程度增加,其中芜湖、阜阳、淮南和淮北等城市人口增长超过苏南、浙东北等发达城市。人口密度演变印证了重心迁移表征的人口分布整体格局,但人口密度分布的不均衡格局依然相对稳定。

2.3 基于人口密度相对变化率的空间类型研究

参考相关研究^[1,2],将城市划分为快速增加(人口密度相对变化率 ≥ 1)、缓慢增加($0 \leq$ 人口密度相对变化率 < 1)、缓慢降低($-1 \leq$ 人口密度相对变化率 < 0)和快速降低(人口密度相对变化率 < -1)4 种类型(图 3)。2000—2018 年,除苏中、苏北及安徽部分城市属密度降低型外,其余城市均有不同程度增长,以上海、苏南、浙东北和合肥、芜湖、淮南等城市增长最为明显。从不同时期对比看:2000—2012 年,人口密度增加城市集中在上海、苏南、浙东北、安徽沿江城市带、淮北等城市;人口密

度下降城市均属于缓慢降低型,集中在苏中、苏北及皖北、皖南等欠发达地区。2012—2018 年除盐城外的城市人口密度均有不同程度增加,人口密度快速增加城市不仅有上海、宁杭合、宁波、无锡等发达城市,皖北、皖江部分城市也表现为快速增加型,这表明部分欠发达城市在承接产业转移推动经济快速增长的同时,人口快速增加态势显现。

对不同时期长江三角洲城市人口密度、相对变化率的研究表明,伴随着区域发展格局等转变,长江三角洲人口时空演变从以发达城市快速增长为主,向部分欠发达城市增长显现转变。尽管人口演变格局转变并未明显改变区域人口不均衡分布格局,但这一变化也表征未来相关政策调整的迫切需求,而因地制宜地制定相关政策基础在于,深刻把握人口分布格局演变的驱动因素。

3 长江三角洲人口分布格局演变驱动因素研究

3.1 驱动因素的理论分析与选择

长期看,自然环境在人口空间分布格局塑造方面有决定性作用^[3];短期内,更多关注区域人口时空演变规律,即人口跨区域转移规律及对人口总体分布格局的影响等;总体上作为一种要素转移过程,人口流动是多重因素综合作用的结果^[9,10]。基于新经济地理学相关理论,本文在人口分布差异基础上,重点探究市场、政府等对人口演化的影响^[9,10,20-22]。市场机制追求利益最大化,人口同样基于“成本-收益”法则实现自身预期收益最大化;发展初期随着经济聚集而集中,但一定程度后“扩散

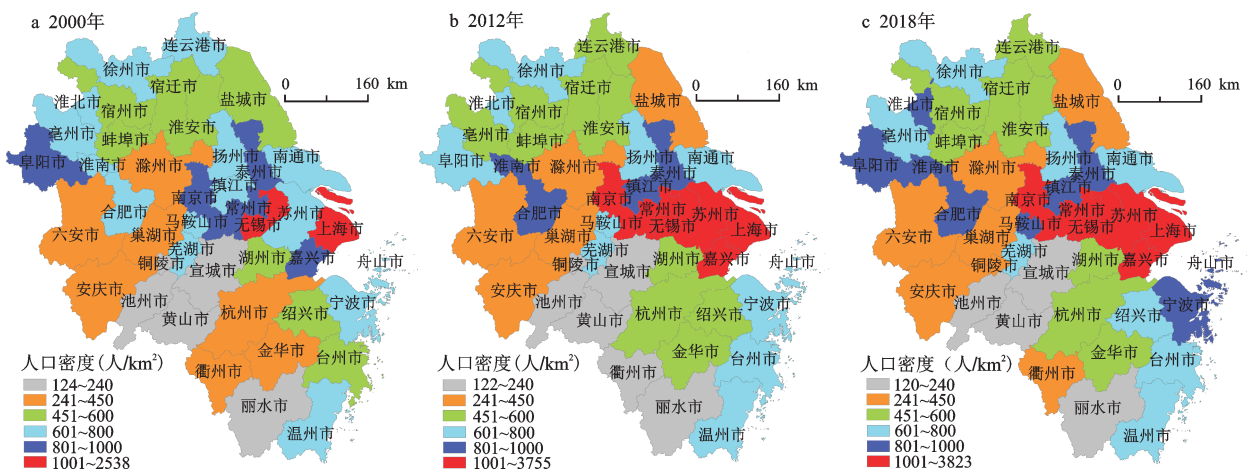


图 2 长江三角洲人口密度空间分布

Fig.2 Distribution of population density in the Yangtze River Delta

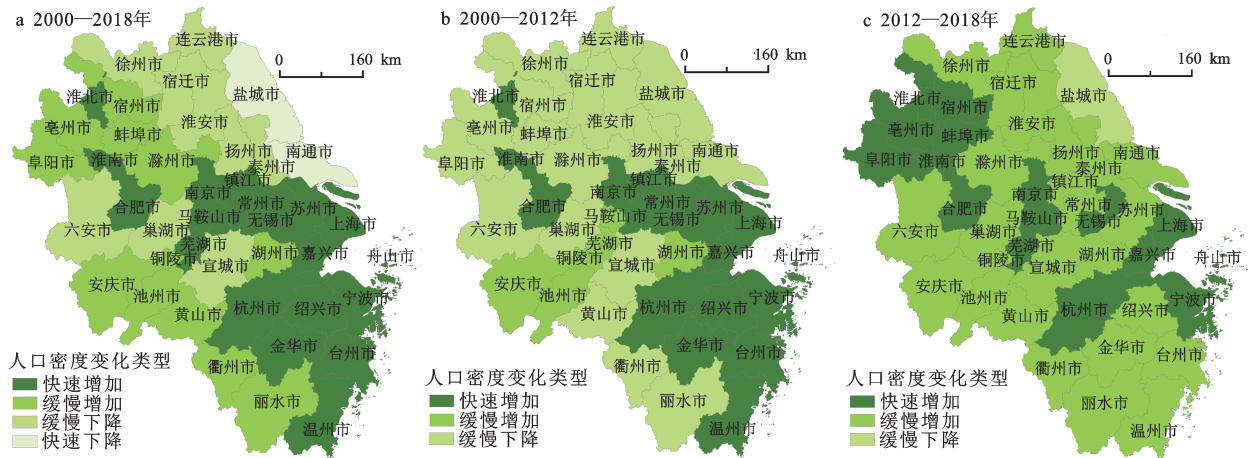


图 3 长江三角洲人口密度变化类型空间格局

Fig.3 Spatial pattern of population density change type in the Yangtze River Delta

效应”显现,推动人口向欠发达地区扩散,实现人口格局转变^[9,10,21]。由于垄断、信息不对称和外部性等现象,政府在推动城市发展和缩小区域差距上的干预是必要的:一面纠正市场失灵并制定政策引导城市发展,而公共物品提供更离不开政府力量;另一面通过行政手段进行资源合理调配,调节区域经济发展格局,推动区域均衡发展^[9,20-22]。在开放经济条件下,外部冲击的差异化力量,也会对区域人口空间格局及其演变产生重要影响。

因此,本文在已有研究基础上,结合数据可获得性,综合考虑自然环境、市场力量、政府影响及外部冲击等因素,对长江三角洲人口分布格局演变驱动因素进行研究,具体指标如表 1 所示。

3.2 模型选择的检验结果

在利用空间计量模型估计之前,本文基于 GeoDa 计算 2000—2018 年长江三角洲人口密度全局自相关指数,以此分析是否存在地理空间上的相关性^[18,19]。结果表明(表 2),Moran’s *I* 值均为正值,且在 1% 水平下通过显著性检验,表明长江

三角洲人口分布存在显著的空间集聚现象。2000—2018 年 Moran’s *I* 值总体上呈现下降趋势,特别是 2012 年以来人口密度演变格局的转变,推动全局 Moran’s *I* 值的显著下降。

在计量之前,甄选最适合本文研究的模型。首先,基于拉格朗日乘数(LM)、稳健拉格朗日乘数(Robust LM)检验表明,SEM、SLM 的 LM、Robust LM 统计量均在 0.1 水平上显著,表明 SLM 模型优于 SEM;其次,基于瓦尔德(Walds)、似然比(LR)的结果表明,除 2000—2018 年 Wald-spatial error 未通过显著性检验,其余统计量均通过了 0.1 显著性检验,即 SDM 不可简化为 SLM、SEM;Hausman 统计值均通过 0.01 显著性检验,即确定面板模型选择固定效应较为合适。此外,考虑到数据时间上连续性,本文主要采用空间固定效应对相关系数进行估计^[17-19]。

3.3 模型回归结果与分析

基于 Stata13.0 和极大似然法,对不同时期人口分布驱动因素参数进行估计^[15-18](表 3)。结果表

表 1 长江三角洲地区人口密度空间格局演化驱动因子

Table 1 Driving factors of population density spatial pattern in the Yangtze River Delta

指标类型	编号	名称	单位	指标类型	编号	名称	单位
自然环境	X_1	$t-1$ a人口密度	人/km ²	市场力量	X_3	城镇居民人均可支配收入	万元
	X_2	建成区绿化覆盖率	%		X_4	人均社会消费品零售总额	万元
政府影响	X_7	客运量	100万人	X_5	工业总产值	100亿元	
	X_8	万人公共图书馆藏书量	10 ³ 册/件	X_6	就业人口	100万人	
	X_9	人均地方财政支出	万元	外部冲击	X_{10}	进出口总额	亿美元

注: t 为年份。

表 2 长江三角洲人口密度全局自相关指标结果

Table 2 Results of Global Moran's I for population density of the Yangtze River Delta

年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Moran's I	0.23986	0.22683	0.22426	0.21643	0.20863	0.20412	0.20500	0.20266	0.1992	0.19623
$Z(I)$	4.7268	4.5729	5.0233	4.3846	4.2291	3.9991	4.4449	3.9588	3.8744	4.4311
年份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Moran's I	0.20387	0.20231	0.20003	0.19708	0.19632	0.19691	0.19495	0.19491	0.19444	
$Z(I)$	4.4506	4.6231	5.0043	4.0206	4.0358	4.7407	3.3812	2.9317	2.8802	

明,在自然环境导致的人口分布差异基础上,市场力量、政府作用与外部冲击等,都是区域人口演变重要驱动力。2000—2018年,相关因素的增加均在不同程度上推动了城市人口密度增加;空间效应为正且在1%显著性水平下显著,表明城市人口分布存在较强空间溢出效应,但不同因素的空间效应存在显著差异。本文采用偏微分方法^[18],将回归系数分解为直接效应、溢出效应(表4),并对不同阶段驱动因素进行对比研究。

1) 2000—2012年,人均可支配收入、工业总产值、就业人口、进出口总额等的直接效应、溢出效应都显著为正,这表明经济发展是吸引人口流入重要力量,并通过示范效应、模仿效应等,促进临近城市发展、强化溢出效应; $t-1$ a人口密度效应的差异,表征了人口演变的“马太效应”;人均社会消费品零售总额、万人公共图书馆藏书量、人均地方财政支出等的效应表明,在发展差距扩大、竞争为主的策略下,具有明显边界壁垒的城市公共服务、

政府投资等,主要表现为吸引人口向发达地区集中的虹吸效应;建成区绿化覆盖率、客运量的效应表明,二者均对人口具有一定吸引力,但区域发展过程中相对较弱的联动性,导致溢出效应并不显著。GDP主导的竞争发展格局下,要素流动受到较多行政边界因素制约,这一时期空间溢出效应相对较小。

2) 2012—2018年, $t-1$ a人口密度、建成区绿化覆盖率、工业总产值、人均地方财政支出等的效应表明,这一时期不仅经济发展的示范效应成为推动临近城市人口增长的重要因素,区域合作也有效推动城市协同发展、人口吸引力同步增强;人均可支配收入、人均社会消费品零售总额、就业人口、万人公共图书馆藏书量等的效应说明,经济发展、社会保障等依然是吸引人口增长的重要动力,但伴随着区域向均衡状态转变、区域分工合作深化等,溢出效应变得不再显著;特别是伴随着区域交通网络完善等,交通状况已不再是人口流动关键驱动力;与此类似,发达城市发展转型及外向型

表 3 2000—2018年长江三角洲人口密度演变驱动因素的回归结果

Table 3 Regression results of factors affecting population density changes in the Yangtze River Delta, 2000-2018

变量	2000—2018年	2000—2012年	2012—2018年	变量	2000—2018年	2000—2012年	2012—2018年
X_1	0.900*** (77.64)	0.870*** (52.99)	0.980*** (51.76)	$W \times X_1$	-0.650*** (-6.35)	-0.540*** (-3.37)	0.420*** (3.45)
X_2	0.097* (1.92)	0.200* (1.81)	0.170*** (3.48)	$W \times X_2$	0.039(0.06)	1.050(1.520)	4.040*** (3.29)
X_3	3.380** (2.12)	3.120** (1.99)	4.160* (1.65)	$W \times X_3$	21.980** (2.03)	27.190* (1.87)	-8.260* (-1.87)
X_4	5.670*** (3.08)	0.500** (2.22)	11.560** (2.22)	$W \times X_4$	-4.840*** (-3.77)	-5.040*** (-3.41)	-32.990(-1.18)
X_5	0.370*** (7.47)	0.520*** (4.05)	0.150* (1.88)	$W \times X_5$	0.430* (1.68)	1.740** (2.01)	1.600** (2.01)
X_6	5.950*** (3.15)	1.540** (2.22)	6.970*** (2.75)	$W \times X_6$	-0.790(-0.78)	10.020(0.53)	12.740(0.48)
X_7	0.045** (1.99)	0.050** (2.28)	-0.036(-0.66)	$W \times X_7$	-0.024(-0.21)	-0.076* (-1.66)	-0.051(-0.59)
X_8	0.069*** (4.29)	0.270** (2.35)	0.260** (2.12)	$W \times X_8$	-0.730* (-1.79)	-1.350** (-2.30)	-1.030(-1.35)
X_9	4.380* (1.77)	19.400* (1.72)	15.790*** (3.92)	$W \times X_9$	0.930(0.04)	-25.230(-0.45)	19.030* (1.93)
X_{10}	0.045** (2.55)	0.004** (2.56)	0.140(1.54)	$W \times X_{10}$	0.670*** (2.71)	0.013** (2.54)	2.190(1.38)
$Adj.R^2$	0.999	0.998	0.995	ρ	0.450*** (4.69)	0.280*** (9.08)	0.730** (2.43)

注: *、**和***分别表示0.1、0.05和0.01显著性水平;括号内为 t 统计量; ρ 为空间溢出效应系数; W 为空间权重矩阵。

表 4 长江三角洲人口密度演变驱动因素的 SDM 空间固定效应分解结果

Table 4 Decomposed spatial effects of SDM with spatial fixed effects of factors affecting population density changes in the Yangtze River Delta

	年份	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
直接效应	2000—2018	0.900*** (76.23)	0.097** (1.98)	3.250** (2.55)	5.970*** (3.85)	0.390*** (7.99)	6.080*** (3.18)	0.046* (1.91)	0.093*** (3.66)	4.330* (1.83)	0.029** (2.48)
	2000—2012	0.870*** (53.53)	0.200* (1.84)	3.280** (2.11)	0.570** (2.29)	0.530*** (4.23)	1.580*** (2.73)	0.056** (2.32)	0.280** (2.40)	19.450* (1.79)	0.004*** (3.54)
	2012—2018	0.980*** (51.72)	0.150*** (3.03)	4.030** (2.07)	11.820** (2.29)	0.140* (1.89)	7.030*** (2.73)	-0.034 (-0.65)	0.260** (2.08)	15.840*** (3.90)	0.130 (1.27)
溢出效应	2000—2018	-0.430*** (-2.65)	0.006 (0.05)	21.950*** (3.21)	-5.230*** (-3.10)	1.110* (1.74)	-0.840 (-0.68)	-0.084 (-0.97)	-1.340 (-0.40)	-1.450 (-0.60)	1.220** (2.51)
	2000—2012	-0.520*** (-3.44)	1.140 (1.52)	29.350* (1.70)	-5.400** (-2.26)	1.850** (2.15)	10.940* (1.70)	-0.079** (-2.27)	-1.390** (-2.38)	-28.970 (-0.45)	0.015** (2.32)
	2012—2018	0.420** (2.08)	3.710** (2.29)	-7.200* (-1.70)	-37.500 (-1.26)	1.450* (1.91)	12.120 (0.48)	-0.045 (-0.10)	-0.950 (-1.19)	19.970** (1.98)	1.980 (1.40)
总效应	2000—2018	0.460*** (2.79)	0.100 (0.08)	25.200*** (3.34)	0.740*** (3.28)	1.510** (2.33)	5.240*** (2.92)	-0.038 (-0.81)	-1.250* (-1.92)	2.880 (0.72)	1.250** (2.41)
	2000—2012	0.350** (2.29)	1.340** (2.01)	32.630* (1.88)	-4.830* (-1.71)	2.380*** (2.79)	12.520* (1.67)	-0.023 (-0.51)	-1.110*** (-2.90)	-9.520 (-0.78)	0.019 (0.39)
	2012—2018	1.400*** (5.33)	3.870** (2.33)	-3.170* (-1.88)	-25.680* (-1.71)	1.600** (2.06)	19.150 (0.20)	-0.079 (-0.74)	-0.690 (-0.89)	35.810** (2.21)	2.110 (1.51)

注：*、**和***分别表示0.1、0.05和0.01显著性水平；括号内为t统计量。

经济驱动作用的弱化、产业转移带来的欠发达地区部分城市进出口的增长等，导致进出口总额对人口分布格局的影响不再显著。在一体化深化阶段，区域要素流动障碍进一步弱化，人口分布的空间溢出效应明显增强。

2000年以来，长江三角洲人口密度格局出现一定程度变化。对不同时期的驱动因素研究发现，市场机制在影响人口分布格局中的作用更显著，政府影响、外部冲击作用有所削弱，这表明应针对不同发展阶段，采取差异化手段调节区域人口格局。此外，随着要素流动加快等，人口分布空间溢出效应也有所增强；部分因素溢出效应不显著的状况，表征区域合作仍存在较大提升空间。因此，未来通过市场、政府等的有效配合，进一步完善基础设施、提升经济发展质量及提高社会福利等，推动经济增长的同时吸引人口汇集，这也是促进区域向均衡态势转变的重要方向之一。

4 结论与讨论

4.1 结论

文章运用重心、人口密度及相对变化率、空间

面板计量回归等方法，对2000—2018年长江三角洲人口分布格局时空演变规律及驱动因素进行定量分析。主要结论如下：

1) 随着经济发展格局转变，重心迁移表征的人口分布格局也有所转变：一方面人口重心迁移方向发生改变，另一方面人口重心迁移速度也经历了由慢而快进而转慢的历程。

2) 在长江三角洲人口总体分布格局空间差异下，基于人口密度演变的对比表明：2000—2012年主要表现为部分发达城市人口密度的明显增长、欠发达城市的下降，而2012—2018年区域发展格局的转变推动了人口分布的变化，即部分边缘城市人口回流效应开始显现，但并未明显改变区域人口密度的显著空间差异性。

3) 驱动因素的研究表明，伴随着经济发展格局的转变，不同阶段驱动因素也存在一定差异：一方面，表现为市场力量的趋强、政府影响的弱化；另一方面，随着一体化深入等，长江三角洲人口分布的空间溢出效应也有所增强。

4.2 讨论

人口分布演变及驱动力的变化，预示着未来

相关政策的制定,要因地制宜地推动区域一体化高质量发展。为更好地推动长江三角洲一体化进程,结合文章研究,提出以下建议:

1) 人口分布是区域差异演变的重要表征。未来,不同城市应基于自身发展阶段、需求制定差异化的人口管理政策:如发达地区选择性吸引人口流入,并通过区域合作引导人口向周边城市转移,以缓解资源环境压力;欠发达城市通过完善基础设施、提升产业结构及提高社会福利等,在推动经济增长同时集聚需求的人口,协同引导区域的人口合理布局。

2) 未来,在城市发展过程中,不仅要进一步完善基础设施、深化对外开放等,更要通过加强顶层设计和健全保障机制、消除要素流动障碍、充分利用空间溢出效应等,加强与邻近地区的交流、合作等,推动区域一体化的深化、区域均衡的发展和人口的合理布局等。

3) 人口分布是多重因素综合作用结果,考虑到数据可获取性等现实困境,本文仍然存在一定的不足,特别是在研究尺度和交通联系、公共服务等指标的选取方面。未来,如何有效获取更加全面、精细化、针对性的数据,对不同尺度、不同时间段的人口分布演变、驱动因素等,进行更加深入、全面的探讨等,成为继续深化的重要方向。

参考文献(References):

- [1] 于婷婷,宋玉祥,浩飞龙,等. 东北三省人口分布空间格局演化及其驱动因素研究[J]. 地理科学, 2017, 37(5): 709-717. [Yu Tingting, Song Yuxiang, Hao Feilong et al. Space pattern evolution of population distribution and the driving factors in Northeast China. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(5): 709-717.]
- [2] 于婷婷,宋玉祥,阿荣,等. 东北地区人口结构与经济发展耦合关系研究[J]. 地理科学, 2018, 38(1): 114-121. [Yu Tingting, Song Yuxiang, A Rong et al. The coupling relationship between population structure and economic development in Northeast China. *Scientia Geographica Sinica*, 2018, 38(1): 114-121.]
- [3] 王书国,段学军,姚士谋. 长江三角洲地区人口空间演变特征及动力机制[J]. 长江流域资源与环境, 2007, 16(4): 405-409. [Wang Shuguo, Duan Xuejun, Yao Shimou. Evolutionary characteristics and driving mechanism of population distribution in Yangtze River Delta area. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2007, 16(4): 405-409.]
- [4] 杨艳昭,赵延德,封志明,等. 长三角都市区人口集聚过程及其空间格局变化[J]. 西北人口, 2013, 34(6): 34-39. [Yang Yanzhao, Zhao Yande, Feng Zhiming et al. Spatio-temporal variations of population distribution and population concentration & decentralization with data at county level in the Yangtze Delta megalopolis. *Northwest Population Journal*, 2013, 34(6): 34-39.]
- [5] 周艳,黄贤金,徐国良,等. 长三角城市土地扩张与人口增长耦合态势及其驱动机制[J]. 地理研究, 2016, 35(2): 313-324. [Zhou Yan, Huang Xianjin, Xu Guoliang et al. The coupling and driving forces between urban land expansion and population growth in Yangtze River Delta. *Geographical Research*, 2016, 35(2): 313-324.]
- [6] 段学军,王书国,陈雯. 长江三角洲地区人口分布演化与偏移增长[J]. 地理科学, 2008, 28(2): 139-144. [Duan Xuejun, Wang Shuguo, Chen Wen. Evolution of population distribution and growth shift in Changjiang River Delta. *Scientia Geographica Sinica*, 2008, 28(2): 139-144.]
- [7] 王珏,陈雯,袁丰. 基于社会网络分析的长三角地区人口迁移及演化[J]. 地理研究, 2014, 33(2): 385-400. [Wang Jue, Chen Wen, Yuan Feng. Human mobility and evolution based on social network: An empirical analysis of Yangtze River Delta. *Geographical Research*, 2014, 33(2): 385-400.]
- [8] 吴文钰. 2000年以来长三角人口分布变动研究[J]. 西北人口, 2017, 38(2): 39-45, 53. [Wu Wenyu. On the population distribution and changes of YRD region from 2000-2010. *Northwest Population Journal*, 2017, 38(2): 39-45, 53.]
- [9] 闫东升,杨槿,高金龙. 长江三角洲人口与经济的非均衡格局及其影响因素研究[J]. 地理科学, 2018, 38(3): 376-384. [Yan Dongsheng, Yang Jin, Gao Jinlong. Inequality pattern of population and economic and its influencing factors in the Yangtze River Delta. *Scientia Geographica Sinica*, 2018, 38(3): 376-384.]
- [10] 肖周燕. 中国人口与经济分布一致性的空间效应研究[J]. 人口研究, 2013, 37(5): 42-52. [Xiao Zhouyan. Spatial effect of population-economic distribution consistency in China. *Population Research*, 2013, 37(5): 42-52.]
- [11] 上海市统计局. 上海统计年鉴(2000-2018)[M]. 北京: 中国统计出版社. [Shanghai Statistical Bureau. *Shanghai statistical yearbook*. Beijing: China Statistics Press, 2000-2018.]
- [12] 江苏省统计局. 江苏统计年鉴(2000-2018)[M]. 北京: 中国统计出版社. [Jiangsu Statistical Bureau. *Jiangsu statistical yearbook*. Beijing: China Statistics Press, 2000-2018.]
- [13] 浙江省统计局. 浙江统计年鉴(2000-2018)[M]. 北京: 中国统计出版社. [Zhejiang Statistical Bureau. *Zhejiang statistical yearbook*. Beijing: China Statistics Press, 2000-2018.]
- [14] 安徽省统计局. 安徽统计年鉴(2000-2018)[M]. 北京: 中国统计出版社. [Anhui Statistical Bureau. *Anhui statistical yearbook*. Beijing: China Statistics Press, 2000-2018.]
- [15] Bailey T C, Gatrell A C. *Interactive spatial data analysis*[M]. Harlow: Longman, 1995.
- [16] Anselin L. *Spatial econometrics: Methods and models*, dordrecht[M]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998
- [17] 胡志强,苗健铭,苗长虹. 中国地市工业集聚与污染排放的空间特征及计量检验[J]. 地理科学, 2018, 38(2): 168-176. [Hu Zhiqiang, Miao Jianming, Miao Changhong. Spatial characteristics and econometric test of industrial agglomeration and pol-

- lutant emissions in China. *Scientia Geographica Sinica*, 2018, 38(2): 168-176.]
- [18] 贾占华, 谷国锋. 东北地区经济结构失衡水平评价及其对经济增长的影响研究——基于空间计量模型分析[J]. *地理科学*, 2019, 39(4): 636-643. [Jia Zhanhua, Gu Guofeng. The evaluation of imbalance of economic structure and its influence on economic growth: Based on the spatial econometric model. *Scientia Geographica Sinica*, 2019, 39(4): 636-643.]
- [19] 徐冬, 黄震方, 黄睿. 基于空间面板计量模型的雾霾对中国城市旅游流影响的空间效应[J]. *地理学报*, 2019, 74(4): 814-830. [Xu Dong, Huang Zhenfang, Huang Rui. The spatial effects of haze on tourism flows of Chinese cities: Empirical research based on the spatial panel econometric model. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(4): 814-830.]
- [20] Krugman P. *Development, geography and economic*[M]. Cambridge, UK: MIT Press, 1995.
- [21] 杨振. 中国人口与经济空间分布关系研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2008. [Yang Zhen. Study on relationship between population and economic spatial distribution in China. Lanzhou: Lanzhou University, 2008.]
- [22] 肖周燕. 政府调控、市场机制与城市发展[J]. *中国人口·资源与环境*, 2016, 26(4): 40-47. [Xiao Zhouyan. Market mechanism, government regulation and city development. *China Population Resources and Environment*, 2016, 26(4): 40-47.]

Spatial-temporal Pattern Evolution and Driving Factors of Population in the Yangtze River Delta

Yan Dongsheng¹, Sun Wei², Sun Xiaolu³

(1. *Yangtze Industrial Economic Institute, Nanjing University, Nanjing 210093, Jiangsu, China*; 2. *Key Laboratory of Watershed Geography, Nanjing Institute of Geography Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, Jiangsu, China*; 3. *School of Economics, Nanjing University, Nanjing 210093, Jiangsu, China*)

Abstract: The population distribution spatial-temporal pattern is an important indicator of the regional economic development pattern, as well as an important basis for relevant policy formulation. Under the background of the integration of the Yangtze River Delta into a national strategy, studying the regional population spatial-temporal pattern evolution and driving factors has important theoretical and practical value for better promoting regional high-quality development. With the methods of gravity analysis, population density and relative change rate of population density, we study the spatial-temporal pattern evolution of population distribution about the Yangtze River Delta from 2000 to 2018. Subsequently, based on the space panel regression method, natural and economic as well as social indicators are recognized to make quantitative analysis on the driving factors of spatial-temporal pattern evolution of population distribution in the Yangtze River Delta. The major conclusions can be drawn as follows: 1) Change in the direction of population gravity center from 2000 to 2018 reflects the change of population distribution pattern driven by regional development pattern, and the slowdown in migration speeds represents a shift in regional development to steady state. 2) On the basis of the relatively stable regional differences in the population density distribution of the Yangtze River Delta, the spatial-temporal evolution are a significant increase in Shanghai, South-Jiangsu and a decline in some cities in Mid-Jiangsu, North-Jiangsu as well as Anhui province from 2000 to 2012, but a significant change of the population density growth among some underdeveloped cities from 2012 to 2018. 3) The space panel regression of driving factors shows that under the ‘Matthew effect’ of population pattern evolution, the changes of driving factors are the enhancement of market power and the weakening of government influence, as well as the advancement of regional integration has also brought about the enhancement of spatial spillover effect.

Key words: population; spatial-temporal pattern; driving factors; the Yangtze River Delta