

许昕, 赵媛, 张新林, 等. 江苏省人口老龄化空间分异演变及影响因素[J]. 地理科学, 2017, 37(12): 1859-1866. [Xu Xin, Zhao Yuan, Zhang Xinlin et al. Spatial Variation of Population Aging and Associated Factors in Jiangsu Province. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, 37(12): 1859-1866.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2017.12.009

江苏省人口老龄化空间分异演变及影响因素

许昕¹, 赵媛^{1,2}, 张新林¹, 张秀改¹

(1. 南京师范大学地理科学学院/江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心,
江苏 南京 210023; 2. 南京师范大学金陵女子学院, 江苏 南京 210097)

摘要: 基于街镇尺度, 运用2000和2010年全国人口普查资料, 对江苏省人口老龄化空间分异演变特点及其影响因素进行分析。结果表明: ① 老龄化整体上呈现“E”字型分布格局; 区域老龄化类型差异变化显著; “乡镇-街道逆二元结构”凸显。② 空间集聚效应进一步“强化”, 空间总体变异程度增强, 结构性因素是引起空间变异的主要原因, 随机性因素影响程度在增强。③ 成长型、老年型初期与老年型中期、老年型后期、超老年型表现出相反的重心偏移轨迹, 成长型、老年型中期、老年型后期在空间上出现扩散效应, 老年型初期出现极化效应。形成机制主要缘于自然因素、经济因素和社会因素。

关键词: 人口老龄化; 街镇尺度; 空间演变; 江苏省

中图分类号: K902 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2017)12-1859-08

进入21世纪以来, 中国人口年龄结构发生巨大变化, 由“金字塔”型转变为“菱形”结构。江苏省早在1986年60岁以上老年人口占总人口比例已超过10%, 标志着进入老龄化社会, 较全国提前了4 a。截至2015年, 江苏省65岁以上老年人口1 115.08万人, 占常住人口7 973万人的13.99%, 居全国之首, 已步入老年型中期阶段。老年人口的迅速增长, 不仅对国家和地区经济发展产生深刻影响, 同时也改变着城市的社会形态和空间组织^[1]。

1978年以来, 国内外学者对人口老龄化的研究越来越重视, 但方向各异。国外学者更多从社会学、人口学、经济学及心理学等学科出发, 在宏观层面上研究老龄化对经济社会影响^[2]、养老保障对策研究^[3], 在微观层面上研究老年群体心理需求^[4,5]、社会支持^[6,7]、行为活动^[8,9]等方面, 也有部分地理学者对老龄化空间分异进行研究^[10-12]。国内学者从地理学视角研究老龄化空间差异的也不少。区域性是人口老龄化最为显著的特征。人口老龄化区域差异包括区域间差异和区域内差异。对区

域间差异的研究多是从国际、国内及典型地区展开, 且尺度多以省域、市域、县域为单元, 如单良、丁莉从省域尺度对2000~2010年中国与日本老龄化国际间差异进行分析^[13]。王志宝、孙铁山等采用统一指标对中、美、日、韩四国省际老龄化区域类型进行划分, 以此对比国家间老龄化区域差异及演变特征^[14]。陈明华、郝国彩采用定量分析方法测算了中国东中西三大地区老龄化差异及影响因素^[15]。王录仓、武荣伟从县域尺度出发对中国人口老龄化空间分布、区域差异及影响因素进行研究^[16]。康江江、丁志伟等从多尺度对中原地区老龄化时空格局进行分析^[17]。区域内差异研究包括两类, 一是从市域、县域尺度研究某省老龄化空间分异^[18,19], 二是从县域、乡镇街道(简称街镇)尺度研究某市人口老龄化^[20], 而从街镇尺度研究某省老龄化空间分异的较少。

老龄化问题属于社会性问题, 对街镇尺度老龄化空间分布重塑符合社会问题研究的基本范式, 即从更微观更个体角度进行现象与本质的研

收稿日期: 2016-12-26; **修订日期:** 2017-06-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(41371518)、江苏省高校优势学科建设工程资助项目(地理学)资助。[Foundation: National Natural Science Foundation of China (41371518), A Project Funded by the Priority Academic Program Development of Jiangsu Higher Education Institutions (geography).]

作者简介: 许昕(1990-), 女, 江苏省镇江人, 博士研究生, 主要研究方向为人口地理学与城市地理学。E-mail: xuxin199010@126.com

通讯作者: 赵媛, 教授。E-mail: zhaoyuan@njnu.edu.cn

究,以此弥补大尺度分析存在的难以清晰刻画老龄化细节特征与规律的缺陷^[4]。江苏省区域社会经济发展不均衡,自然地理环境差异显著,准确刻画街镇老年人口的空间分布状况,可深入剖析老年人口空间分布规律及动力机制,对指导人居环境特别是健康长寿地区的空间选择,协调区域经济、资源、生态、环境可持续发展同样具有重要的研究意义与实践价值^[21]。而国内目前从街镇尺度研究省域人口老龄化差异还很缺乏,本文运用2000和2010年全国人口普查数据,从街镇尺度对江苏省人口老龄化分布格局及空间异质性进行研究,以期为各地制定人口老龄化应对策略提供科学依据。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区域与数据来源

本文采用的人口统计口径是常住人口,数据资料来源于全国第五、六次人口普查资料^[22,23],其中包括乡镇和街道的总人口数据和老年人口数据。乡镇街道矢量数据来源于长三角科学数据共享平台。由于乡镇街道区划每年都在发生变化,为保持行政单元空间一致性,对一些“撤县设区”和“镇改市”的单元,按照2010年的行政区划进行调整,部分风景区、盐场、农场、原种场、管理委员会则将其人口归并到所在或邻近的行政区域中。据此,共统计了1341个乡镇街道行政单元。

1.2 研究方法

1) 探索性空间数据分析。区域差异分析常用的方法有统计法、公理法、社会安全系数法以及模型法,然而前3种方法缺乏对空间视角差异的分析^[24],为明晰空间上老年人口的分布格局,本文引入GIS中的ESDA方法测度全局和局部空间关联特征。由于此方法已较为成熟,具体计算公式详见文献^[25]。

2) 半变异函数。半变异函数是关于数据点的半变异值(或变异性)与数据点间距离的函数,是描述区域变量随机性和结构性特有的基本手段^[26]。假设区域化变量满足二阶平稳和本征假设,则半变异函数可以表达为:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

式中, h 是样点间隔距离, N 是分隔距离 h 的样点量, $Z(x_i)$ 和 $Z(x_i + h)$ 分别为区域化变量 $Z(x)$ 在空间

位置 x_i 和 $x_i + h$ 上的观测值 $[i=1,2,3,\dots,N(h)]$ 。以此可以绘制半变异函数曲线图,其中包含4个变量:块金值 C_0 、基台值 $C_0 + C$ 、块金系数 $C_0/(C_0 + C)$ 、变程 A_0 。块金值 C_0 的大小可以反映区域变量随机性大小,即受不确定因素影响的程度。基台值 $C_0 + C$ 反映了变量变化幅度大小或系统总变异程度。块金系数 $C_0/(C_0 + C)$ 反映了随机因素引起的空间变异占系统总变异比例,反映空间相关程度,通常认为,比例小于25%,说明变量具有强烈的空间自相关性;25%~75%之间变量具有中等的空间相关性,大于75%时变量空间相关性很弱^[27]。变程 A_0 表示半变异函数达到基台值时的间距,反映变量自相关变化的尺度。

3) 重心及标准差椭圆。标准差椭圆由3个主要要素组成:转角、沿长轴的标准差和沿短轴的标准差。长半轴表征空间要素主要分布方向,短半轴表征空间要素的分布范围。长短半轴比值越接近于1表明空间要素离散程度越大,反之方向性越明显。具体公式见文献^[28,29]。

2 空间分异演变

2.1 总体分异特征

本文以老龄化系数 P 作为衡量地区人口老龄化差异的指标。老龄化系数也称老龄化率,指一定时期内,某一区域老年人口数量(65岁及以上)占总人口数的百分比。根据联合国的标准,65岁及以上老年人口占总人口比重低于4%的地区为年轻型;4%~7%的地区为成年型,7%以上地区为老年型。结合江苏省实际情况及相关学者对老龄化划分标准的细化,将人口老龄化划分为以下几种阶段类型:当 $P < 7\%$ 时为成长型(G);当 $7\% \leq P \leq 10\%$ 时为老年型初期(A1);当 $10\% < P \leq 14\%$ 时为老年型中期(A2);当 $14\% < P \leq 16\%$ 时为老年型后期(A3);当 $P > 16\%$ 时为超老年型阶段(S)^[30]。按此标准绘制2000和2010年江苏省街镇老龄化空间分布图(图1),图中显示,江苏省人口老龄化具有以下特征:

1) 老龄化整体呈现“E”字型分布格局。从苏南(南京、苏州、无锡、常州、镇江)、苏中(南通、泰州、扬州)、苏北(徐州、连云港、盐城、淮安、宿迁)三大区域来看,街镇老龄化水平2000年苏中最高、苏南次之、苏北最低,2010年中部高南北低的“E”

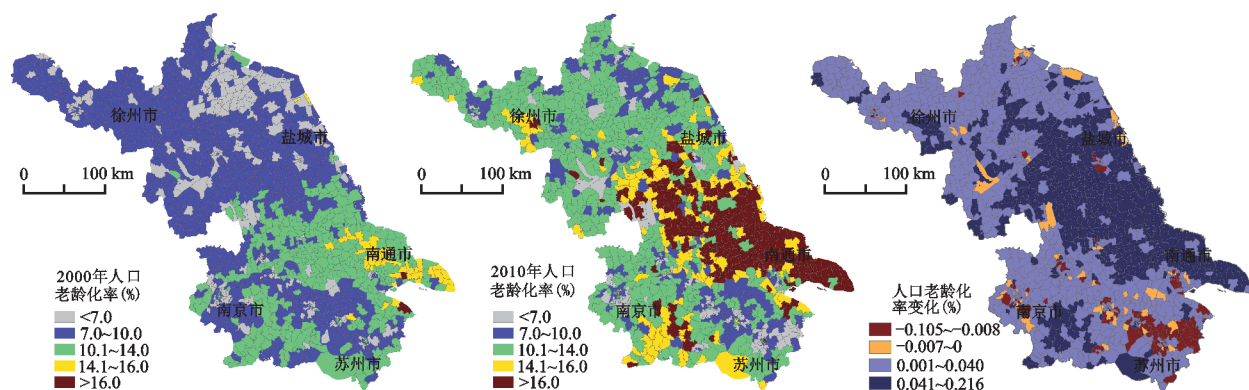


图1 2000~2010年江苏省各街镇人口老龄化空间分布及变化

Fig.1 Spatial distribution and change of population aging in the township-street of Jiangsu Province in 2000-2010

字型较2000年更为显著。2000年苏中老龄化系数为10.93%,高于苏南(9.15%)和苏北(7.75%),2010年苏中老龄化系数为15.71%,显著高于苏南(10.34%)和苏北(11.40%)。从时间上看,2000~2010年,人口老龄化最高的苏中地区并不是增速最快地区,年均增长率3.69%,低于老龄化较低的苏北(3.94%),但明显高于苏南(1.22%),由此可见,10 a间,苏北老年人口增长迅速,老龄化现象凸显,苏南老龄化变化微弱,增速渐缓,苏中仍呈高速增长态势。

2) 区域老龄化类型变化显著。10 a间,苏南A1型街镇减少显著(减少了5.9%),其他各类型都有所增加,其中增幅最大的为A3型,苏南老龄化正向中后期发展。苏中G型、A1型、A2型街镇都有所减少,A2型减幅巨大(减少了8.12%),A3型和S型街镇数量增加,增幅分别为1.12%和12.16%,S型增幅显著,苏中地区正向超老年型为主过渡。苏北地区G型和A1型街镇在减少,其中G型减幅显著(减少了8.72%),A2、A3、S型街镇增加,增幅最大为A2型(增加了25.58%),可见苏北老龄化向以老年型中期为主过渡。

3) “乡镇-街道逆二元结构”凸显。10 a间,老龄化空间分布呈现显著“乡镇-街道逆二元结构”,即13个市域街道层面老龄化水平均低于乡镇层面。从各类型老龄化分布的区域来看(图1),2000年苏州浮桥镇和南通常乐镇为超老年型地区;无锡通江、安镇街道,苏州平江路等37个乡镇为老年型后期;老年型中期位于以南通为主的绵延片区及苏南乡镇地区,共324个;老年型初期集聚于苏北五市及苏南都市区,共729个;成长型集中分布

于市辖区街道及部分乡镇,共242个。2010年超老年型集聚于南通片区,共233个乡镇;老年型后期零散分布于苏中和苏南乡镇,共141个;老年型中期分布于苏北及苏南街镇,共579个;老年型初期零散分布于都市区及部分乡镇,共269个,市辖区街道及部分乡镇为成长型阶段,共计119个,可见老年型中后期地区均以乡镇为主。

2.2 空间相关性和空间变异性

1) 空间相关性。以街镇行政区为研究单元,计算得到2000与2010年老龄化率的全局Moran's I 估计值分别为0.629 0和0.640 4,且2个年份正态统计量值均大于0.05置信水平临界值(1.96),表明江苏街镇单元老龄化水平存在空间自相关特征,即高老龄化与高老龄化区域趋于集聚,低老龄化与低老龄化区域趋于集聚。从时间序列变化上看,Moran's I 值有增大趋势,表明空间集聚效应进一步“强化”,区域差异增大,空间发展不均衡态势凸显。

2) 空间异质性。为明晰江苏省内部老龄化空间格局演化内在机理,选择老龄化系数作为变量,利用半变异函数模型考察其空间异质性。在进行半变异函数模型拟合之前,首先需检验数据是否呈正态分布,并对其进行对数转换使其符合正态分布。运用SPSS对数据进行描述性统计,发现2000年人口老龄化率偏度为0.357,且均值(0.088 9)和中值(0.085 5)极为相近,基本服从正态分布,2010年老龄化率偏度0.415,均值(0.121 0)和中值(0.115 6)同样非常接近,服从正态分布,因此无需对数据进行对数转换。模型拟合时,将步长设定为12 500,步长数为12,保证步长乘以步长

数约等于城市间最大距离的 $1/2^{[31]}$ 。根据拟合模型应有平均误差更接近于0,均方根误差更小,标准均方根更接近1的评价标准,发现2000和2010年最佳拟合模型均为Exponential指数型,得到2个年份的基台值、块金值、块金系数和变程(表1)。

从表1可知,10 a间基台值变大,2010年(0.003 321)人口老龄化总体空间异质性大于2000年(0.001 487),表明空间总的变异程度变高。两个年份块金值小,说明变量内部随机性因素(区域内部因素)影响程度小,结构性因素(区域发展因素)影响度大。10 a间数值增大表明随时间的推移,人口老龄化受不确定因素影响程度在增大。块金系数均小于25%,表明变量具有强烈的空间相关性,这也印证了人口老龄化空间集聚性强的结论,同时,结构性因素引起的空间变异程度大于随机性因素;块金系数由2000年的18.16%增至2010年的24.99%,表明随时间推移,随机性因素造成的空间变异强度在增强,经济发展水平、产业结构、交通条件等结构性因素作用在减弱,但仍是主要影响因素。

2.3 重心及标准差椭圆

以街镇为研究单元对不同类型老龄化地区进行重心计算,在进行2000年超老年型重心计算时,研究单元仅有2个,分别是苏州浮桥镇和南通常乐镇,两地之间隔着长江,所得重心位于长江上,因此本文选择距离该重心较近区域作为重心所在地。

2000~2010年人口老龄化重心及标准差椭圆参数计算结果如表2所示,空间分布态势见图2。从图2可以看出,各类型标准差椭圆均以该类型的重心为中心,多位于苏中的南通至泰州沿线。从转角的变化范围来看,G型转角由2000年的 141.946° 缩小到2010年的 140.036° ,表明总体上仍呈东南-西北趋势,但东南-西北格局在弱化;A1、A2、A3型转角都有所增加,表明东南-西北分布格局有向正南-正北方向转变的趋势。X轴方向上G型标准差增幅最大,可见人口老龄化在X轴方向上出现扩散现象且变化趋势明显;A1型由1.196 km缩减到0.666 km,表明沿X轴方向上老龄化出现极化现象;A2、A3型同样出现扩散现象。Y轴方向上,G型标准差由2000年的0.904 km增加到2010年的1.347 km,可知Y轴也出现扩散效应,总体分布范围较2000年显著增加。A1型Y轴标准差下降至0.761 km,出现极化效应,总体分布范围在缩减。A2、A3型Y轴标准差都在增大,空间扩散显著。

3 影响因素

3.1 自然因素

自然因素直接影响人口在空间上的分布,适宜的气候条件、良好的水质条件、土壤中所含有的微生物元素影响人类健康,人类健康直接关系到人口的预期寿命,进而影响地区老龄化水平。10 a间,苏中超50%的街镇都进入超老龄化阶段与10 a

表1 江苏省人口老龄化半变异函数拟合参数值

Table 1 Fitting parameter values of population aging semi variation function in Jiangsu Province

年份	基台值($C_0 + C$)	块金值(C_0)	块金系数($C_0/(C_0 + C)$)	变程(A_0)	拟合模型
2000	0.001487	0.00027	0.181573	1891800	指数模型
2010	0.003321	0.00083	0.249925	1115100	指数模型

表2 2000~2010年各类型人口老龄化标准差椭圆参数变化

Table 2 SDE parameters variation of each types of population aging in 2000-2010

类型	2000年			2010年		
	沿X轴标准差(km)	沿Y轴标准差(km)	方位角($^{\circ}$)	沿X轴标准差(km)	沿Y轴标准差(km)	方位角($^{\circ}$)
G	0.797	0.904	141.946	1.364	1.347	140.036
A1	1.196	1.157	137.323	0.666	0.761	141.701
A2	0.614	0.743	112.345	1.314	1.319	139.913
A3	0.469	0.464	133.315	0.905	0.918	136.203
S	-	-	-	0.438	0.430	132.111

注: -为缺失值。

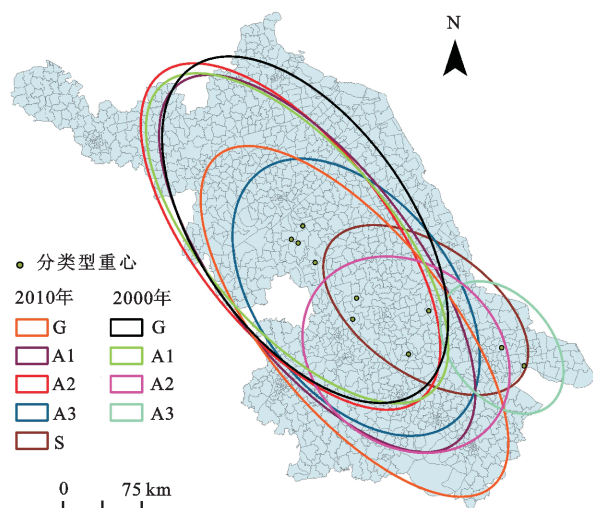


图2 2000~2010年人口老龄化率空间分布特征离散趋势

Fig.2 The spatial distribution discrete trend of population aging in 2000-2010

间高龄老人和长寿老人剧增有关。2000年苏中高齡老人(80岁及以上)占总人口比重1.76%,2010年该比例增至3.00%,其中南通市高龄化率(80岁及以上人口占总人口比重)始终大于2%,长寿指数(90岁及以上人口占65岁以上人口比重)1.83%远远高于全省其他地级市。全省老龄化水平最高的南通市素来都有“世界长寿之都”的美誉,与该地优越的地理位置及气候条件密不可分。南通市地处亚热带,三面环水,一面与邻市接壤,其东南角的江海交汇处,是江苏省最早见到日出的地方,日照充足、气候温和、雨水充沛,这样的地域特点适合农作物生长和老年人居住生活^[32]。研究表明,土壤和水质中所含有的微量元素影响长寿水平,当土壤水质较少受到重金属污染,且Fe、Cu、Se等含量丰富时,有益于地区老年人口健康长寿^[33]。如东的新店镇、如皋的雪岸镇均为全省超老龄型街镇,当地土壤水质中富含的Fe、Cu、Se等元素与90岁以上人口比例呈显著相关,土壤水质中微量元素的组合对地区健康长寿产生重要影响^[34]。

3.2 经济因素

经济因素作为主要结构性因素对老龄化格局演变产生重要影响。进入21世纪以来,随着工业化、城镇化进程的加快,人口区际流动性大大增强,大量的人口流动改变了流出区和流入区的人口年龄结构,城镇、乡村劳动力不断涌入附近中小城市,又与中小城市居民一道涌入更大的城市产

生人口“虹吸现象”。而老年人偏向于安享晚年,极少产生空间流动。2003年以来“南京都市圈”、“苏锡常都市圈”的建立,一方面苏南经济的发展对苏北青壮年劳动力产生吸引力,务工人员前往经济发达地区寻求发展机会,苏北空巢老人比例剧增。另一方面,大量苏中、苏北年轻劳动力涌入苏南大城市,稀释了当地老龄化水平,都市圈内部出现低龄化现象,形成低龄化中心。以上在造成苏北10 a间老龄化加剧的同时也形成了特有的城乡本末倒置现象:即农村乡镇老龄化高于城市街道老龄化。如苏州市城南街道10 a来均未进入老龄化地区,该街道位于吴中经济开发区,外来人口近15万,区内高端产业集聚化程度高,已有中外18个国家和地区投资企业2 000多家,吸引年轻科技人才集聚于此。再如2002年南京仙林大学城的建立吸引省内优秀学子在此求学,大量年轻人口的涌入延缓了该地老龄化进程,仙林街道成为全省老龄化水平最低的区域。老年型中后期、超老年型街镇重心向西北方向延伸,未进入老年型和老年型初期街镇重心向东南方向迁移,热点区和冷点区的同向变化都印证此结论。

3.3 社会因素

社会因素作为随机性因素通过社会氛围、代际关系影响长寿文化,政策导向作为外在随机因素间接影响区域老龄化进程。以孝道维系的社会氛围强调敬老爱老、和谐包容、淳朴厚善,使得老年人代际共融,儿孙满堂。南通市建成于后周年代,至今逾千年,东方文化底蕴深厚,素来都有敬老爱老的传统文化氛围。骑岸镇与三余镇为全省超老龄化街镇,与当地敬老爱老的社会环境密不可分。2000年以来,南通市又涌现出数以万计的“江海志愿者”为老年人和其他求助者提供物资、法律咨询、义务就诊和体力服务,社会上也实行了一系列优待老人的措施,对百岁老人逐月发放80~100元长寿补贴;在农村,通过多方筹措资金,纷纷帮助特困老人和“三老”翻建住房,结束他们代代住草房的历史^[32]。

政策导向对老龄化格局演变起到外在推力作用。其效应主要体现在以下两方面:①社会保障和福利制度影响老年人口空间集聚,医疗、养老保障是社会保障体系的重要内容,直接关系到地区老年人口规模,在其他条件不变情况下,老年人更倾向于向社会保障制度完善区域聚集。2009年无锡

市编制《无锡市养老服务设施布局规划》，成为全省乃至全国最早出台的地市级专项规划，率先实现养老服务设施布局规划与城市建设总体规划的有机衔接。无锡市南禅寺街道、新庄街道、高桥镇均为该规划受益区域，老年人能够享受优质的养老服务，老龄化水平逐年走高。苏北各市由于经济条件限制，社会保障制度不健全，不能满足老年人基本养老需求，老龄化水平偏低，10 a间老龄化增速显著得益于苏南、苏中发达地区对其辐射吸引作用，农村空巢老人现象凸显。②地区社会经济政策的实施对人口具有正向引导作用，发达地区由于金融、文化、体育、商业、医疗保障机构分布于此，流动人口数量庞大，影响该区老龄化进程。苏南作为全省经济重心，得到更多政策支持，先后出现“新苏南模式”带动小城镇繁荣、交通等基础设施建设助兴中心城市发展、工业园区开发促进地方科技进步。2007年国家纳米技术国际创新园正式建立，园区布局在以娄葑镇、唯亭镇、胜浦镇为主的苏州工业园区内，是中国首个纳米技术国家级创新园，旨在建立一个集中高端共性技术开发、创新载体与孵化、产品研发与生产为一体的纳米技术领域创业产业化集群，该区对高新技术人才的引进使得平江区的娄葑镇、唯亭镇、胜浦镇2010年仍未进入老龄化地区。

4 结论与讨论

从街镇尺度出发研究江苏省人口老龄化空间分异演变特征及影响因素，得到以下结论：

1) 人口老龄化率在空间上的分布直观反映老龄化省内分布特征与区域差异。整体上看呈现“E”字型格局，苏中始终是老龄化严重地区，苏南、苏北次之。但随着时间的推移，苏中老龄化增速渐缓，苏北成为老龄化增速显著地区，苏南变化趋势不明显。从区域老龄化类型差异变化来看，苏南街镇由A1型为主向A3型为主转变，苏中由A2型为主向S型为主转变，苏北由G型为主向A2型为主转变，可见老龄化均跨越两个类型转变，变化显著。“乡镇—街道逆二元结构”凸显，出现城乡倒置现象。

2) 通过空间相关性与变异性对老龄化空间关联性进行分析。空间集聚效应进一步“强化”，区域差异增大，空间发展不均衡态势凸显。空间总体变异程度增强，结构性因素引起的空间变异程度大于随机性因素，但随着时间推移，结构性因素引起的

空间变异程度在减小，随机性因素在增大。

3) 重心及标准差椭圆反映了老年人口空间移动轨迹和移动速度。重心多位于苏中的南通至泰州沿线，G、A1型与A2、A3、S型表现出相反的重心偏移轨迹，G、A1型由西北向东南偏移，偏移距离小，A2、A3、S型由东南向西北大幅偏移。G、A2、A3型在空间上出现扩散效应，A1型出现极化效应；G型东南—西北格局在弱化，A1、A2、A3型东南—西北分布格局有向正南—正北方向转变的趋势。

参考文献(References):

- [1] 张景秋,刘欢,齐英茜,等.北京城市老年人居住环境及生活满意度分析[J].地理科学进展,2015,34(12):1628-1636.[Zhang Jingqiu, Liu Huan, Qi Yingxi et al. Living environment and life satisfaction of aged population in Beijing municipality. Progress in Geography, 2015,34(12):1628-1636.]
- [2] Blondal S, Scarpetta S. Falling participation rates among older workers in the OECD countries: The role of social security systems[C/OL]. [2015-11-04]. Reforming the social security system: An international perspective. Rome: Italy, 16-17 Mar 1998. <http://hdl.handle.net/10068/302175>.
- [3] Gonzalez-Eiras M, Niepelt D. Ageing, government budgets, retirement, and growth[J]. European Economic Review, 2012, 56(1):97-115.
- [4] Resnick B, Klindinst N J, Yerges-Armstrong L et al. The impact of genetics on physical resilience and successful aging[J]. Journal of Aging and Health, 2015, 27(6):1084-1104.
- [5] Woo J, Lynn H, Lau W Y et al. Nutrient intake and psychological health in an elderly Chinese population[J]. International Journal of Geriatric Psychiatry, 2006, 21(11):1036-1043.
- [6] Blazer D G. Social support and mortality in an elderly community population[J]. American Journal of Epidemiology, 1982, 115(5):684-694.
- [7] Krause N. Life stress, social support, and self-esteem in an elderly population[J]. Psychology & Aging, 1988, 2(4):349-356.
- [8] Schwanen T, Páez A. The mobility of older people—an introduction[J]. Journal of Transport Geography, 2010, 18(5):591-595.
- [9] Rosenbloom S. Sustainability and automobility among the elderly: An international assessment[J]. Transportation, 2001, 28(4):375-408.
- [10] Rogers A, Watkins J F, Woodward J A. Interregional elderly migration and population redistribution in four industrialized countries. A comparative analysis[J]. Research on Aging: An International Bimonthly Journal, 1990, 12(3):251.
- [11] Cowgill D O. Residential segregation by age in American metropolitan areas[J]. Journal of Gerontology, 1978, 33(3):446.
- [12] Goodman A C. Using lorenz curves to characterise urban elderly populations[J]. Urban Studies, 1987, 24(1):77-80.
- [13] 单良,丁莉.中日人口老龄化的空间分布特征比较研究[J].中国

- 人口科学,2013(4):89-96.[Shan Liang, Ding Li. Comparative Research on the feature of spatial distribution of aging population between China and Japan. Chinese Journal of Population Science, 2013(4):89-96.]
- [14] 王志宝,孙铁山,张杰斐.人口老龄化区域类型划分与区域演变分析——以中美日韩四国为例[J].地理科学,2015,35(7):822-830.[Wang Zhibao, Sun Tieshan, Zhang Jiefei. Regional type's division of population aging and analysis on population aging regional evolution: Based on China, American, Japan and R O Korea. Scientia Geographica Sinica, 2015, 35(7):822-830.]
- [15] 陈明华,郝国彩.中国人口老龄化地区差异分解及影响因素研究[J].中国人口·资源与环境,2014, 24(4):136-141.[Chen Minghua, Hao Guocai. Research on regional difference decomposition and influence factors of population aging in China. China Population, Resources and Environment, 2014,24(4):136-141.]
- [16] 王录仓,武荣伟,刘海猛,等.县域尺度下中国人口老龄化的空间格局与区域差异[J].地理科学进展,2016, 35(8):921-931.[Wang Lucang, Wu Rongwei, Liu Haimeng et al. Spatial pattern and regional difference of population ageing in China based on the county scale. Progress in Geography, 2016,35(8):921-931.]
- [17] 康江江,丁志伟,张改素,等.中原地区人口老龄化的多尺度时空格局[J].经济地理, 2016, 36(4):29-37.[Kang Jiangjiang, Ding Zhiwei, Zhang Gaisu et al. Multi-scale spatio-temporal pattern of aging population in central plains region. Economic Geography,2016,36(4):29-37.]
- [18] 张开洲,陈楠.1990~2010年福建省县域人口老龄化时空演变特征及其驱动机制[J].地理科学进展,2014, 33(5):605-615.[Zhang Kaizhou, Chen Nan. Characteristics of spatial-temporal evolution in population aging and driving mechanism at county level in Fujian province during 1990-2010. Progress in Geography, 2014,33(5):605-615.]
- [19] 陈毅华,苏昌贵.基于六普数据的湖南省人口老龄化发展态势与对策研究[J].经济地理,2013, 33(1):21-26.[Chen Yihua, Su Changgui. The trend and policy analysis on population aging in human province based on the sixth national population census. Economic Geography, 2013,33(1):21-26.]
- [20] 林琳,马飞.广州市人口老龄化的空间分布及趋势[J].地理研究, 2007,26(5):1043-1054.[Lin Lin, Ma Fei. Spatial distribution and trends of the aging of population in Guangzhou. Geographic Research, 2007,26(5):1043-1054.]
- [21] 方瑜,欧阳志云,郑华,等.中国人口分布的自然成因[J].应用生态学报,2012,23(12):3488-3495.[Fang Yu, Ouyang Zhiyun, Zhen Hua et al. Natural forming causes of China population distribution. Chinese Journal of Applied Ecology, 2012, 23(12):3488-3495.]
- [22] 国务院人口普查办公室,国家统计局人口和就业统计司.中国2000年人口普查分乡、镇、街道资料[M].北京:中国统计出版社,2002.[Population Census Office Under the State Council Department of Population,Employment Statistics National Bureau of Statistics. Tabulation on the 2000 Population Census of the People's Republic of China By Township, Town, Street. Beijing: China Statistics Press,2002.]
- [23] 国务院人口普查办公室,国家统计局人口和就业统计司.中国2010年人口普查分乡、镇、街道资料[M].北京:中国统计出版社,2012.[Population Census Office Under the State Council Department of Population, Employment Statistics National Bureau of Statistics.Tabulation on the 2010 Population Census of the People's Republic of China By Township, Town, Street. Beijing: China Statistics Press,2012.]
- [24] 潘竞虎.中国地市级以上城市GDP含金量时空分异格局[J].地理科学,2015,35(12):1502-1510. [Pan Jinghu. Spatio-temporal pattern of gold content of GDP at prefecture level or cities above in China. Scientia Geographica Sinica,2015,35(12):1502-1510.]
- [25] 马晓东,马荣华,徐建刚.基于ESDA-GIS的城镇群体空间结构[J].地理学报,2004,59(6):1048-1057.[Ma Xiaodong, Ma Ronghua, Xu Jiangang. Spatial structure of cities and towns with ESDA-GIS framework. Acta Geographica Sinica, 2004,59(6):1048-1057.]
- [26] 徐建华,岳文泽,谈文琦.城市景观格局尺度效应的空间统计规律[J].地理学报,2004,59(6):1058-1067.[Xu Jianhua, Yue Wenzze, Tan Wenqi. Spatial statistical regularity of scale effect of urban landscape pattern: A case study of central urban area of Shanghai. Acta Geographica Sinica, 2004,59(6):1058-1067.]
- [27] 栾福明,张小雷,杨兆萍,等.1990~2011年山东省旅游节庆的时空变异特征及机理[J].地理科学进展,2013,32(6):940-949.[Luan Fuming, Zhang Xiaolei, Yang Zhaoping et al. Temporal-spatial variability of tourism festivals and its mechanism in Shandong province during 1990-2011. Progress in Geography, 2013, 32(6):940-949.]
- [28] 褚艳玲,宫之光,杨忠振.21世纪以来中国航空货运空间变化研究[J].地理科学,2016,36(3):335-341.[Chu Yanling, Gong Zhi-guang, Yang Zhongzhen. The spatial pattern of China air cargo transportation in 21st century. Scientia Geographica Sinica, 2016,36(3):335-341.]
- [29] 胡宇娜,梅林,陈妍.中国5A级旅游景区网站质量测度及空间特征研究[J].地理科学, 2016, 36(4):548-554.[Hu Yuna, Mei Lin, Chen Yan. Quality assessment and spatial feature of portal websites in China's 5A rated tourism attraction. Scientia Geographica Sinica, 2016,36(4):548-554.]
- [30] 许昕,赵媛,郭爱妹.基于街道尺度的南京市老年人口空间分布演变研究[J].人文地理, 2016, 31(6): 88-94+129.[Xu Xin, Zhao Yuan, Guo Aimei. Spatial distribution of the elderly population in Nanjing based on the street scale.Human Geography, 2016,31(6):88-94+129.]
- [31] 王洋,王德利,王少剑.中国城市住宅价格的空间分异格局及影响因素[J].地理科学,2013,33(10):1157-1165.[Wang Yang, Wang Deli, Wang Shaojian. Spatial differentiation patterns and impact factors of housing prices of China's cities. Scientia Geographica Sinica, 2013,33(10):1157-1165.]
- [32] 顾嘉禾.优良的生存环境是孕育百岁老人的基本条件——兼

- 析南通市长寿现象之由来[J].中国人口科学,2001(C00):89-91.
[Gu Jiahe.An excellent living environment is the basic condition for the development of centenarians—An analysis of the origin of longevity in Nantong.Chinese Population Science, 2001(C00):89-91.]
- [33] 王五一, 李永华,李海荣,等.中国区域长寿的环境机制[J].科学决策,2015(1):1-12.[Wang Wuyi, Li Yonghua, Li Hairong et al. Environmental mechanism of regional longevity in China. Scientific Decision Making,2015(1):1-12.]
- [34] 杨荣清,黄标,孙维侠,等.江苏省如皋市长寿人口分布区土壤及其微量元素特征[J].土壤学报,2005,42(5):753-760.[Yang Rongqing, Huang Biao, Sun Weixia et al. Soils and trace elements in the distribution area of longevous people in Rugao county of Jiangsu province. Acta Pedologica Sinica, 2005,42(5): 753-760.]

Spatial Variation of Population Aging and Associated Factors in Jiangsu Province

Xu Xin¹, Zhao Yuan^{1,2}, Zhang Xinlin¹, Zhang Xiugai¹

(1. *Jiangsu Center for Collaborative Innovation in Geographical Information Resource Development and Application, School of Geographic Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, Jiangsu, China*; 2. *Jinling College, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, Jiangsu, China*)

Abstract: Jiangsu is the first province to enter the aging society, and aging system has become one of the important topics for scholars in various fields to explore the aging system in China. Based on township-scale data in the 2000 and 2010 censuses, this study analyzed the spatial variation characteristics of population aging. The results are as follows. Firstly, the population aging of Jiangsu Province was characterized by “E” shaped structure. In the 10 years, the elderly population in the north of Jiangsu was growing rapidly, aging phenomenon has become increasingly prominent, the population aging in the south of Jiangsu has slight change and grow slowly, in the middle of Jiangsu was growing at a high speed. The differences of regional aging types change significantly, south of Jiangsu change from the early stage of the elderly to the late stage of the elderly, the middle of Jiangsu change from the middle stage of the elderly to the super aging stage, the north of Jiangsu change from not aging to the middle stage of the elderly. “Township-Street” inverse dual structure become prominent, the level of street is lower than the level of township. Secondly, the effect of spatial agglomeration is further strengthened, spatial development is not balanced. Nantong is the hottest zone which expand to northwest, and the cold zone evolve toward to Southeast then meet in the Nanjing metropolitan area and Suzhou Wuxi Changzhou metropolitan area. The degree of spatial variation is enhanced. The structural factors are the main reasons of spatial variability. The random factors are enhanced. Thirdly, the not aging, early stage of the elderly showed the opposite of the center of gravity migration trajectory to the middle stage of the elderly, the late stage of the elderly. The not aging, middle stage of the elderly, late stage of the elderly have the diffusion phenomenon, the early stage of the elderly has the polarization phenomenon. The formation mechanism is mainly due to natural factors, economic factors and social factors.

Key words: population aging; township-street scale; spatial evolution; Jiangsu Province