

# 吉林省人口老龄化时空分异特征及成因

梅 林<sup>1,2</sup>, 郭艳花<sup>1</sup>, 陈 妍<sup>1</sup>

(1. 东北师范大学地理科学学院, 长春 130024; 2. 东北师范大学人文学院, 长春 130017)

**摘 要:**本文基于地理信息软件ArcGIS 10.1,选取老年人口系数为人口老龄化指标,运用人口重心模型、空间自相关和半变异函数等分析方法,对吉林省第四次、第五次、第六次人口普查数据进行分析,探讨1990–2010年吉林省人口老龄化时空分异特征,并采用多元线性回归方法解释其形成原因。研究结果表明:①吉林省各县市人口老龄化差异明显,进程加快,重心由西北向东南方向移动,但移动速度减缓;②吉林省人口老龄化存在正的空间自相关性,在空间的集聚呈现先弱后强的变化趋势;③人口老龄化高一高区向东部集聚,低—低区向西部集聚的趋势比较明显;④总体上吉林省人口老龄化空间的结构化分异较为明显,随机性因子引起的空间异质性程度较弱,人口老龄化的空间差异主要体现在东—西方向上;⑤出生率始终是影响吉林省人口老龄化的主要因素,迁出率对人口老龄化发展起关键作用,人均GDP年对人口老龄化呈负相关,城市化率对人口老龄化的推动作用愈发显著。

**关键词:**人口老龄化;老年人口系数;时空分异;影响因素;吉林省

## 1 引言

人口老龄化是指年轻人口占总人口比例减少,老年人口占总人口比例增加的动态过程。联合国和世界卫生组织规定,一个国家或地区60岁及以上人口占总人口的比例超过10%,或65岁及以上人口占总人口的比例超过7%,该国家或地区就进入人口老龄化社会;65岁以上人口比例在4%~7%为成年型社会,低于4%为年轻型社会(张善余, 2013)。人口老龄化是人口发展到一定阶段的产物,对区域劳动力供给、产业结构调整和社会经济可持续发展产生重要影响,随着中国劳动年龄人口“拐点”的出现,“未富先老”现象突出,人口红利逐渐消失,人口老龄化问题日趋严重,对正处在经济社会发展转型时期的中国形成严峻的挑战。研究区域人口老龄化时空分异特征及其成因,有利于探讨区域人口老龄化发展轨迹,揭示区域人口老龄化时空分布特征及规律,促进区域人口、经济、社会协调可持续发展,从而为制定合理的人口老龄化发展战略提供科学依据。

国外人口老龄化研究与地学领域结合较少,多

从社会学、人口学角度研究,如人口老龄化现象描述、成因结果分析及应对政策等。Bloom等(2011)分析了人口老龄化的趋势和类型,以及对劳动适龄人口素质及数量的影响,提出了政府与企业应对人口老龄化的政策;Heleniak(2003)对俄罗斯城乡和民族地区人口老龄化的人口因素、人口结构进行了研究,并测度了人口老龄化对俄罗斯养老金和选举制度的影响;Yenilmez(2015)从劳动力参与、养老保险制度、退休年龄和劳动力供给等方面分析对社会经济的影响,提出针对老年人数急剧增加的相应政策。国内人口老龄化空间分布研究始于20世纪90年代,现已成为人文地理学及人口地理学的研究热点问题,受到学术界广泛关注和重视(高晓路等, 2015)。人口地理学者强调从人口老龄化现象与空间互动关系入手,主要进行人口老龄化水平测度、区域差异、分异特征及城乡差异等方面的研究。地理学者多从国家和区域层面对人口老龄化进行分析(冯健, 2012),在国家层面上,姚静等(2000)将全国老龄化省区划分6个人口类型;刘华军等(2014)对中国人口老龄化空间分布动态演进开展实证研究;王志宝等(2013)基于一系列数据研究了全国人

收稿日期:2017-04-14;修订日期:2017-12-27。

基金项目:国家自然科学基金项目(41471111)[Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41471111]。

通讯作者:梅林(1962-),女,吉林长春人,教授,研究方向人文地理、旅游管理和城乡区域规划,E-mail: meil682@nenu.edu.cn。

引用格式:梅林, 郭艳花, 陈妍. 2018. 吉林省人口老龄化时空分异特征及成因[J]. 地理科学进展, 37(3): 352-362. [Mei L, Guo Y H, Chen Y. 2018. Spatiotemporal characteristics and influencing factors of population aging in Jilin Province[J]. Progress in Geography, 37(3): 352-362.]. DOI: 10.18306/dlkxjz.2018.03.006

口老龄化演变阶段差异特征并将人口老龄化分为4种类型;王泽宇等(2013)对人口老龄化多项指标进行综合测度,对全国人口老龄化水平空间规律进行了分析。在区域层面上,林琳等(2007)分析得出广州市人口老龄化空间分布呈现3个圈层特征,不同圈层人口老龄化空间分布上具有集聚趋势,时间上具有由集聚区向外扩散的趋势;李扬等(2011)从县域尺度研究发现,北京市人口老龄化呈现明显圈层结构特征,对中心老城区、近郊区和远郊地区人口老龄化差异进行了分析,得出中心老城区人口老龄化水平较高、近郊较低、远郊有所回升的结论;张开洲等(2014)研究发现福建省县域人口老龄化空间格局虽然存在较强空间正相关性,但集聚性逐渐减弱,并对格局演变驱动机制进行了分析。关于人口老龄化主要研究方法包括泰尔指数(陈明华等, 2014)、基尼系数(刘华军等, 2014)、Q型聚类分析(姚静等, 2000)、模糊聚类分析(林琳等, 2007)、核密度估计(刘华军等, 2014)、空间自相关(李扬等, 2011)、空间半变异(张开洲等, 2014)、趋势面分析(王录仓等, 2016)等方法,在对人口老龄化成因、动力机制及驱动因素的探讨方法上,逐步从定性分析走向定量分析,选用相关指标对影响因素进行代替,运用较多的方法有FGLS估计(陈明华等, 2014)、地理加权回归(王志宝等, 2013)、通径分析(周春山等, 2016)、索洛模型分析(杨玲等, 2016)等,这些方法在一定程度上丰富和深化了人口老龄化时空分异成因理论研究。

有关吉林省人口老龄化的研究中,多偏重于人口老龄化发展趋势、老年人口预测、养老模式、社会影响以及政策建议(尹豪等, 1998; 衣保中等, 2008; 刘国斌等, 2013)。本文综合国内外研究成果,通过借鉴前人研究方法,以吉林省各县市区为研究单元,结合1990—2010年3次人口普查数据,从地域空间视角对吉林省人口老龄化时空分异特征及成因进行分析,试图揭示吉林省人口老龄化的时空演变特征,并对人口老龄化时空演变主要影响因素进行探讨,进而为吉林省各区域人口发展战略及养老事业发展提供参考。

## 2 数据来源与研究方法

### 2.1 数据来源

本文的研究区域为吉林省行政范围,包括20个县级市,17个县,3个自治县以及8个地级市市辖

区,共48个地域单元。以老年人口系数(65岁及以上人口占区域总人口的比重)测度吉林省48个县市区人口老龄化,分析其空间分异特征。人口数据为吉林省第四次、第五次、第六次人口普查数据,统计口径为常住人口,来源于《中国人口统计年鉴》,成因分析所需的社会经济数据来源于1991年、2011年《吉林省经济统计年鉴》。

### 2.2 研究方法

#### 2.2.1 人口重心模型

人口重心模型最早由美国学者F.Walker引入人口地理学研究中,是指基于某区域人口分布在空间平面上力矩达到平衡的点,通过与区域几何中心的对比测定该区域人口分布的均衡状况(张岸等, 2007)。老年人口系数重心由人口重心概念演化而来,用来表示一个地区人口老龄化的空间分布及其发展态势。老年人口系数重心的计算仿照重力分解与合成法则进行,其计算公式如下:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i p_i}{\sum_{i=1}^n p_i}, \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i p_i}{\sum_{i=1}^n p_i} \quad (1)$$

式中:  $\bar{x}$ 、 $\bar{y}$  分别表示老年人口系数重心坐标;  $x_i$ 、 $y_i$  表示第  $i$  个县市区几何中心的坐标;  $p_i$  表示第  $i$  个县市区的老年人口系数。

#### 2.2.2 空间自相关

空间自相关分析是反映空间属性值与其相邻区域之间空间关联性的一种统计分析方法,包括全局空间自相关分析和局部空间自相关分析(Anselin, 1988),用来测度地理实体的空间分布状况,可以揭示某种地理现象分布的内在联系。

(1) 全局空间自相关。全局自相关常采用全局Moran's  $I$  指数进行分析, Moran's  $I$  指数指空间邻近地域单元属性值的相似程度,可以研究人口老龄化的空间分布模式。用如下公式计算:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad (2)$$

式中:  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ ,  $S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ ,  $n$  为研究区域单元个数;  $x_i$  和  $x_j$  分别表示在空间单元  $i$  和  $j$  上的属性值,  $\bar{x}$  是所有研究对象属性  $x$  的平均值;  $w_{ij}$  为空间单元  $i$  与  $j$  的权重。  $I$  指数的取值一般在-1~1之间,当  $I$  值为正且越接近1时,表示空间单元趋于集聚;当  $I$  值为负且越接近-1时,表示空间单元趋于分散;

当 $I$ 值为0时,表示空间单元不存在相关性或随机分布。对于Moran's  $I$ 结果,可采用 $Z$ 值检验,当 $|Z| > 1.96$ 时,通过显著性检验,即存在显著的空间自相关。

(2) 局部空间自相关。局部空间自相关是指每一空间单元与邻近单元就某一属性的相关程度。与全局空间自相关相比,具有能区分区域单元与其邻近单元之间的空间联系形式的优势。常用局部Moran散点图表示,Moran散点图分为4个象限,第一、二、三、四象限分别为高一高区、低—高区、低—低区、高一低区,代表4种局部空间自相关类型。横坐标为老年人口系数,纵坐标为空间滞后向量;其计算公式如下:

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{S^2} \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_j - \bar{x}) \quad (3)$$

式中:相关参数与式(2)相同。

### 2.2.3 半变异函数

半变异函数又称空间变差函数,是研究区域化变量随机性与结构性的函数,能很好表达地理随机变量的空间变异规律,是地统计学中分析变异规律最常用的工具(栾福明等, 2013)。假设区域化变量满足二阶平稳性和正态分布假设,其通常定义为:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (4)$$

式中: $h$ 为样点间隔距离,即采样步长; $N(h)$ 为间隔距离为 $h$ 的样本量; $Z(x_i)$ 和 $Z(x_i + h)$ 分别是 $Z(x)$ 在空间单元 $x_i$ 和 $x_i + h$ 上的取值( $i=1, 2, \dots, N(h)$ )。图1中 $C_0$ 为块金值,表示变量受随机因素影响的程度; $C$ 为结构方差,表示受结构性因子的影响程度; $C_0 + C$ 为基台值,表示变异函数增加一定距离后出现的平稳值; $C_0/(C_0 + C)$ 为块金系数,反映块金值占空间异质性变异的大小,值越高,表明随机因素引起的空间异质性程度较高,值越低,表明由结构性因子引起

的空间变异较高。如果块金系数 $< 0.25$ ,说明空间相关性强;在 $0.25 \sim 0.75$ 之间,表明具有中等空间相关性; $> 0.75$ ,说明空间相关性弱。 $A$ 为变程,表示区域化变量作用范围的大小; $D$ 为分维数,是半变异函数与间隔距离的函数,关系式为 $2\gamma(h) = h^{(4-2D)}$ ,用来表示空间均质程度,其值越接近2,均质程度越强,通过分维数对比分析,来反映空间变异性的程度。

## 3 吉林省区域人口老龄化时空分异特征

### 3.1 人口老龄化时空特征

#### 3.1.1 人口老龄化时间进程加快,各县市差异明显

1990年吉林省老年人口系数低于7%,全省还未进入老龄化社会,2000年成年型县域比重达到93.75%,只有东部延边州的和龙市、龙井市和图们市三市的老年人口系数超过了7%,进入老年型社会。这一时期,全国平均老年人口老龄化系数为6.96%,吉林省平均老年人口系数为6.04%,吉林省整体老龄化程度在全国中尚未显现出来。2010年各县市区老年人口数量基本呈上升的态势,人口老龄化县域比重达到89.58%。并且各县市的老年人口系数差异较大,老年人口系数极差从1990年的1.71%增加到2010年的6.62%,与1990年老年人口系数相比,极差值有所扩大,说明吉林省人口老龄化进程不断加快。

#### 3.1.2 人口老龄化空间分布由不均衡到均衡

1990年人口年轻型县市区呈团状分布,分别是以乾安县、前郭县、长岭县为主的西北团状地区,以桦甸市、安图县、靖宇县、抚松县、长白县为主的东南团状地区,团状外围县市区都为成年型;2000年成年型县市区呈面状分布,老年型县市区范围较小,人口老龄化集中在东南部;2010年人口老龄化区域向西北扩大,呈面状分布,只有吉林省西部的松原市辖区及其前郭县、乾安县、长岭县以及通榆县还未进入老龄化阶段(图2),整体上,吉林省的老龄化空间分布经历了不均衡到均衡的过程。

### 3.2 区域人口老龄化的重心迁移分析

以ArcGIS为平台,提取各县市区几何中心坐标,作为老年人口系数重心坐标,根据1990、2000、2010年各县市区老年人口系数,应用理论模型计算公式得到3个时点老年人口系数分布重心(图3)。结果表明,吉林省老年人口系数重心接近几何中心,几何中心位于永吉县南部( $126^{\circ}6'1''E, 43^{\circ}29'2''N$ )。

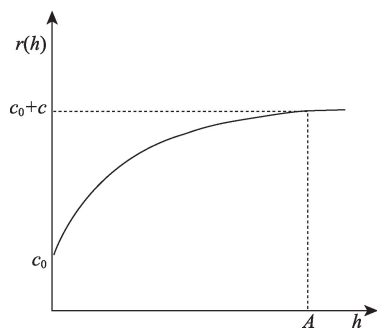


图1 理论半变异函数图

Fig.1 Model semi-variogram



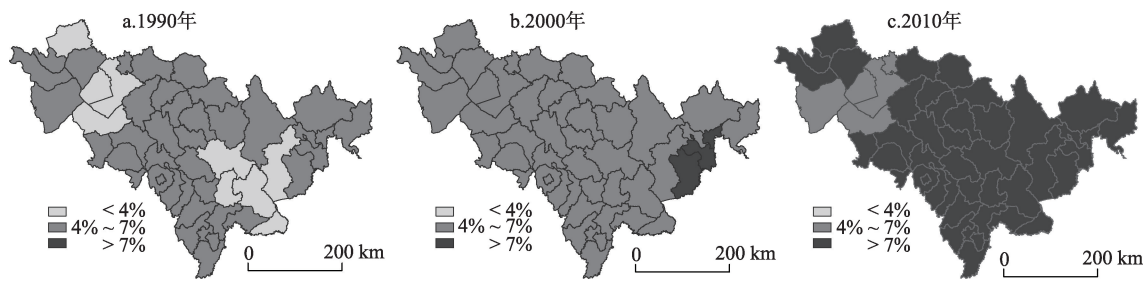


图2 1990、2000、2010年吉林省老年人口系数分布图

Fig.2 Aging population coefficient distribution in Jilin Province, 1990, 2000, and 2010

1990–2010年老年人口系数重心一直位于永吉县南部与磐石市、桦甸市交界处,几何中心与老年人口系数重心最近距离是2113 m,最远距离是20213 m,老年人口系数重心与几何中心接近,表明吉林省人口老龄化发展态势比较均衡。从迁移方向来看,1990–2010年吉林省的老年人口系数重心迁移总趋势是由西北向东南方向直线性移动,逐步远离几何中心。1990–2000年向东南迁移10195 m,2000–2010年继续向东南方向迁移达7975 m,迁移速度有所减缓,说明吉林省人口老龄化呈现由中部向东南方向逐渐演变的趋势。

3.3 区域人口老龄化的空间聚类格局分析

3.3.1 总体空间聚类格局及演变

利用 GeoDA 空间分析软件,选取 queen 邻近原则建立空间权重,分别计算吉林省 1990、2000、2010 年老年人口系数的全局 Moran's  $I$  值及相关指数(表1)。

结果表明,1990、2000、2010 年年吉林省 48 个县市区老年人口系数全局 Moran's  $I$  值均为正值,在正态分布假设之上,均通过较高的显著性检验。说明 1990–2010 年吉林省区域人口老龄化水平在空间

上集聚分布较为显著,集聚水平较高,具有较强的空间正相关性,即老年人口系数高的县市区相比邻,老年人口系数低的县市区相比邻。从时间演变来看,吉林省人口老龄化水平的空间格局呈现出不稳定性,总体呈现集聚态势增强的趋势。其中 1990 年、2000 年、2010 年的全局 Moran's  $I$  值分别为 0.462、0.416、0.480。在 1990–2000 年时段,全局 Moran's  $I$  值有所下降,相邻地区的老年人口系数差异减小,人口老龄化空间集聚性减弱;2000–2010 年时段,全局 Moran's  $I$  值有所增长,相邻地区老年人口系数差异扩大,人口老龄化空间集聚性增强。

3.3.2 局部空间聚类格局及演变

全局空间自相关方法仅仅从区域整体角度把握吉林省人口老龄化的相关态势,并没有对局部地区进行解释,因此需要采用局部空间自相关进行进一步分析。运用 GeoDA 软件,得到吉林省老年人口系数 Moran 散点图及 LISA 集聚图(图 4-5),可以看出 3 个年份吉林省人口老龄化局部地区不同类型区集中分布的趋势,以高一高区和低—低区为主,低—高区和高—低区区域数量较少,高一高区和低—低区域数量占区域总数的 75%~83%,表明人口老龄化的局部空间集聚性较强。

LISA 集聚图可以进一步揭示人口老龄化局部空间自相关的显著区域。1990 年,高一高集聚区主要分布在长春市辖区及周边的九台市、德惠市、舒兰市、伊通县、梨树县及四平市辖区;低—低集聚区主要分布在西部的乾安县和周边的大安市、前郭尔

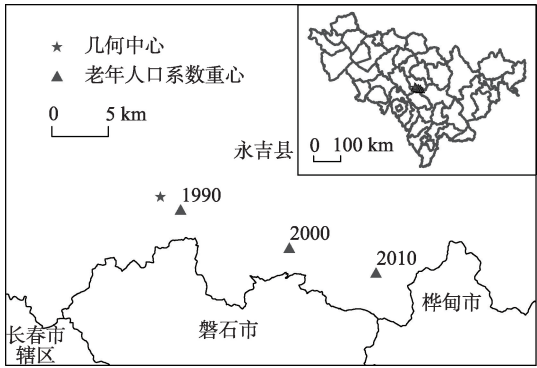


图3 1990–2010年吉林省人口老龄化重心迁移图

Fig.3 Dynamic evolution of the population aging gravity center in Jilin Province, 1990-2010

表1 1990-2010年吉林省老年人口系数 Moran's  $I$  估计值

Tab.1 Estimation of Moran's  $I$  for the coefficient of aging population in Jilin Province, 1990-2010

年份	Moran's $I$	$E(I)$	$Z(I)$	$P$ 值
1990 年	0.462	-0.021	4.750	<0.001
2000 年	0.416	-0.021	4.737	<0.001
2010 年	0.480	-0.021	5.336	<0.001

罗斯蒙古族自治县、通榆县以及东部的敦化市、抚松县、靖宇县、临江市和长白朝鲜族自治县。2000年,人口老龄化的局部空间集聚分布区发生明显变化,高一高集聚区从中部的长春市辖区及周边地区转移到了东部的安图县、和龙市和龙井市,东部的低—低集聚区消失,而西部的低—低集聚区范围有所扩大,松原市辖区、扶余县及长岭县从不显著类型区发展为低—低区;开始出现低—高集聚区,分布在延吉市辖区和珲春市。2010年,人口老龄化局部空间集聚分布区有所扩张,高一高集聚区范围向南北2个方向不断延伸,南部增加了延吉市辖区和图们市,北部增加了临江市、抚松县和长白县,形成人口老龄化的扩散效应;低—低集聚区域已扩大至长春市周边地区的农安县及公主岭市;延吉市辖区从低—高区发展为高一高区,低—高集聚区只剩下珲春市。总体上,吉林省人口老龄化的扩散效应区由中部长春市地区转向延边朝鲜族自治州和白山市地区,西北地区逐渐成为吉林省人口老龄化低速增长区。

### 3.4 区域人口老龄化格局演变的机理分析

借助GS<sup>+</sup> 10.0软件,引入半变异函数进一步分

析1990–2010年吉林省人口老龄化的空间差异。半变异函数分析前提条件是数据呈正态分布,因为非正态分布的数据可能会导致半变异函数的波动变大,增大估计误差。经SPSS 18.0软件检验表明,1990、2000、2010年吉林省各县市老年人口系数均呈正态分布。将上述老年人口系数作为空间变量并赋予各县市区的几何中心,再借助ArcGIS 10.1软件的平均最近邻工具,根据多次试验确定采样步长为48.3 km,分别对数据采用球体模型、高斯模型、指数模型和对数模型进行拟合,首先选择决定系数最高即拟合效果最好的模型(表2),其次计算3个年份不同方向上的分维数(表3),最后对其进行克里格插值模拟生成三维图(图6)。

(1) 从块金值、基台值和块金系数变化来看,块金值由1990年的0.0146降低到2000年的0.0001,再提高到2010年的0.0233,说明从1990–2010年吉林省人口老龄化的空间差异随机变异程度先减弱后增强;块金值与基台值之比即块金系数均小于0.25,可见吉林省人口老龄化具有较强的空间相关性,空间结构性较好,与前面Moran's *I*统计分析结果一致,其空间变异主要受结构性因子的影响(梅

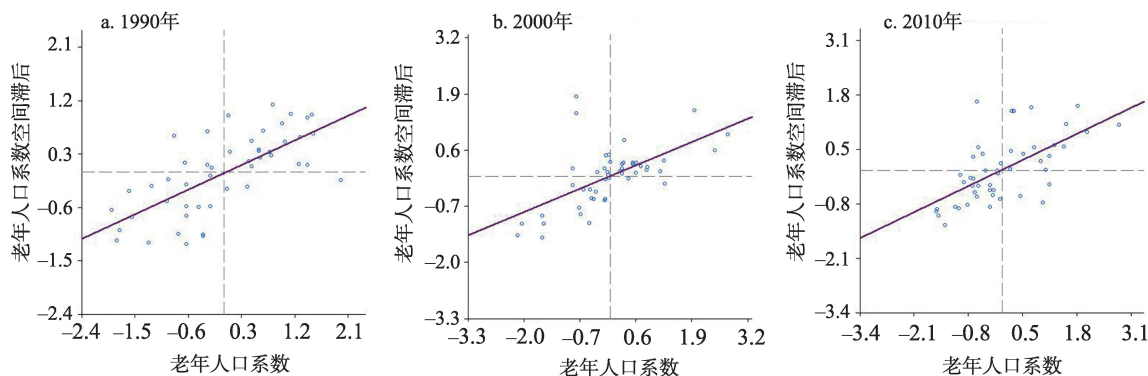


图4 1990、2000、2010年吉林省老年人口系数空间Moran散点图

Fig.4 Moran scatter plot for the coefficient of aging population in Jilin Province, 1990, 2000, and 2010

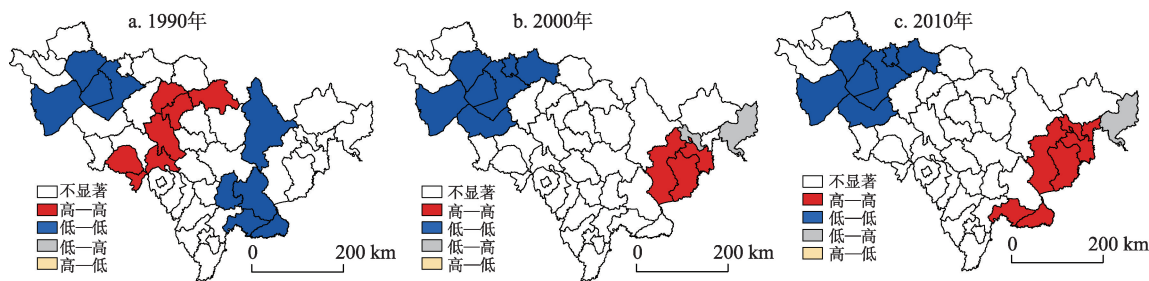


图5 1990、2000、2010年吉林省老年人口系数空间LISA图

Fig.5 Local indicators of spatial association (LISA) cluster map of the coefficient of aging population in Jilin Province, 1990, 2000, and 2010

表2 吉林省人口老龄化半变异函数拟合参数  
Tab.2 Parameters of semi-variogram model on population aging in Jilin Province

年份		1990年	2000年	2010年
变程/km	$A$	203.5	281.4	655.3
块金值	$C_0$	0.0146	0.0001	0.0233
基台值	$C_0+C$	0.0788	0.0384	0.1592
块金系数	$C_0/(C_0+C)$	0.1852	0.0026	0.1463
拟合模型	Model	球体模型	指数模型	高斯模型
决定系数	$R^2$	0.865	0.988	0.955

志雄, 2008)。在吉林省人口老龄化空间总变异中, 由空间自相关引起的结构化分异较为明显, 而随机因素造成的空间变异在不断地降低。

(2) 从方差拟合图中可以看出, 在既定采样步长下, 老年人口系数的变程不断增大, 由 203.5 km 增长为 655.3 km, 反映了吉林省人口老龄化空间相关性的空间作用范围在不断地增大。通过最小二乘法选择的空

型分别为球体模型、指数模型和高斯模型, 可见吉林省人口老龄化程度在不同时期具有不同的结构形态特征, 空间格局具有较好连续性和稳定性; 模型的决定系数较高, 表明吉林省人口老龄化空间格局自组织性较强。

(3) 从半变异函数的分维数值来看, 全方向上分维数值趋向增大, 逐渐接近均质理想值 2, 可知吉林省人口老龄化空间差异程度在减小; 决定系数较高, 拟合效果较好, 说明吉林省人口老龄化总体上空间均质性较高。从各方向的分维数值来看, 3 个年份中东—西方向上分维数与其他 3 个方向上的分维数变化呈相反的趋势, 加强了人口老龄化的均质性; 南—北、东北—西南、东南—西北方向上的分维数先减小后增大, 呈减小的趋势, 总体上这 3 个方向上人口老龄化异质性呈增强趋势。其中, 东北—西南方向上分维数值出现严重下滑, 远离均质分布的理想值, 表明该方向上人口老龄化水平空间差异程度加速扩大; 3 个年份中, 南—北、东南—西北方向

表3 吉林省人口老龄化半变异函数分维数值  
Tab.3 Fractal of semi-varigram on the spatial pattern of population aging in Jilin Province

参数	全方位		南—北		东北—西南		东—西		东南—西北	
	$D$	$R^2$	$D$	$R^2$	$D$	$R^2$	$D$	$R^2$	$D$	$R^2$
1990年	1.802	0.754	1.888	0.214	1.932	0.104	1.646	0.776	1.905	0.469
2000年	1.742	0.926	1.826	0.213	1.573	0.892	1.787	0.810	1.390	0.676
2010年	1.834	0.779	1.830	0.421	1.744	0.447	1.721	0.938	1.899	0.229

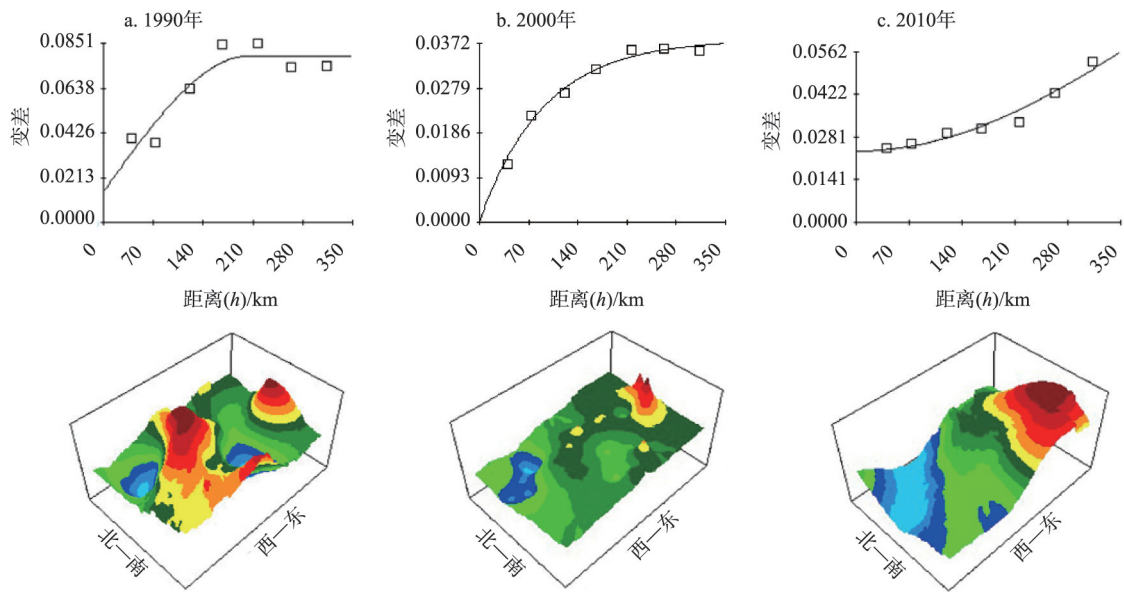


图6 1990、2000、2010年吉林省人口老龄化半变异函数演化图(上:同向方差拟合图;下:克里格插值三维图)  
Fig.6 Evolvement of semi-varigram on the spatial pattern of population aging in Jilin Province, 1990, 2000, and 2010  
(in the figure, top for the fitting chart of synthetic variance, bottom for the Kriging 3D figure)



分维数值较高,但拟合效果较差,而东—西方向拟合效果越来越好,且分维数值是4个方向中最小的,说明该方向上吉林省人口老龄化水平的空间差异性最为明显。

(4) 从克里格插值三维空间拟合图来看,1990年人口老龄化水平空间分布形态存在3个“高峰”和2个“洼地”,“地表崎岖不平”,随着时间的推移,峰值高度增加而峰值数量减少,坡面变得越来越陡,不断向东部、南部集中,即向东部的延边自治州偏离,“洼地”数量减少到1个,即西北部的白城市。

## 4 吉林省区域人口老龄化时空分异成因

### 4.1 变量选取与模型构建

人口老龄化受诸多因素的影响,主要包括人口发展因素、经济因素、社会因素等(赵荣等, 2006)。根据已有研究成果,定量分析一些变量时常采用相关指标进行近似刻画:出生率和死亡率可以反映一个地区的人口自然增长情况;人口迁出率反映人口的机械变动情况,文中采用当年常住人口中外出一年以上人口占当年平均总人口的比重表示;人均GDP可以代表一个地区的经济发展水平;居民生活消费水平反映该地区人们生活水平状况;城市化率代表一个地区的非农人口比重情况;人口密度侧面反映了人口活跃程度以及人与社会、经济、环境的压力的关系;每万人拥有大学文化程度人数一定程度上能够反映人们传统思想观念变化及对医疗保健的重视程度。因此,本文选取人口出生率、死亡率以及迁出率为指标表征人口发展因素;人均GDP

和居民生活消费水平反映经济因素;城市化率、人口密度以及每万人拥有大学文化程度人数表征社会因素;为减弱变量的异方差,对相关变量进行自然对数处理,建立如下模型:

$$\ln Y = a_0 + a_1 \ln X_1 + a_2 \ln X_2 + \cdots + a_8 \ln X_8 + b \quad (5)$$

式中: $a_0$ 为常数项, $a_1$ 、 $a_2$ ... $a_8$ 为各影响因素的回归系数估计值, $b$ 为随机扰动项。将各个县市区对应影响因素数据导入SPSS 18.0,以吉林省各县市区的出生率( $X_1$ )、死亡率( $X_2$ )、迁出率( $X_3$ )、人均GDP( $X_4$ )、居民生活消费水平( $X_5$ )、城市化率( $X_6$ )、人口密度( $X_7$ )及每万人拥有大学文化程度人数( $X_8$ )等8个指标作为自变量,以同期各县市区老年人口系数( $Y$ )作为因变量,进行多元线性回归分析。

### 4.2 模型结果分析

本文选取1990年和2010年作为时间节点,分析吉林省人口老龄化时空分异成因变化。经过多元线性回归分析分别得到1990年和2010年回归模型的拟合系数 $R^2$ 分别为0.687和0.671,表明模型模拟程度较好; $F$ 值分别为10.711和9.947,回归方程显著成立;回归方程 $D-W$ 检验值分别为1.658和2.141,表明回归方程不存在空间自相关,两个年份 $VIF$ 值均小于10,自变量之间没有明显多重共线性。其回归系数及显著性检验结果如表4—5所示。

从表4可见,只有自变量 $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_7$ 回归系数显著,可知1990年吉林省人口老龄化水平的主要影响因素为人口出生率、死亡率、迁出率和人口密度,而人均GDP、居民生活消费水平、城市化率以及每万人拥有大学文化程度人数对人口老龄化并没有显著影响。从表5可得出,回归模型中自变量 $X_1$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_6$ 的回归系数显著,可知2010年吉林省人口

表4 1990年回归系数及显著性检验结果

Tab.4 The regression coefficient and significance, 1990

模型	非标准化系数		标准化系数	<i>t</i>	<i>P</i>	共线性统计量	
	<i>B</i>	标准误差				容差	<i>VIF</i>
$a_0$	1.158	0.430		2.696	0.010		
$X_1$	-0.106	0.042	-0.252	-2.546	0.015**	0.820	1.219
$X_2$	0.295	0.073	0.478	4.026	0.000***	0.569	1.758
$X_3$	0.041	0.019	0.258	2.201	0.034**	0.583	1.716
$X_4$	0.041	0.060	0.123	0.689	0.495	0.251	3.990
$X_5$	-0.024	0.054	-0.065	-0.437	0.664	0.363	2.756
$X_6$	-0.052	0.033	-0.304	-1.566	0.125	0.213	4.694
$X_7$	0.036	0.011	0.354	3.404	0.002***	0.744	1.345
$X_8$	-0.007	0.023	-0.060	-0.308	0.760	0.210	4.768

注:\*\*\*、\*\*、\*分别表示变量在1%、5%、10%水平上显著。

表5 2010年回归系数及显著性检验结果  
Tab.5 The regression coefficient and significance, 2010

模型	非标准化系数		标准化系数	<i>t</i>	<i>P</i>	共线性统计量	
	<i>B</i>	标准误差				容差	<i>VIF</i>
<i>a</i> <sub>0</sub>	4.039	0.641		6.298	0.000		
<i>X</i> <sub>1</sub>	-0.298	0.108	-0.373	-2.771	0.009***	0.466	2.146
<i>X</i> <sub>2</sub>	-0.054	0.057	-0.098	-0.942	0.352	0.777	1.286
<i>X</i> <sub>3</sub>	0.065	0.034	0.208	1.908	0.064*	0.713	1.403
<i>X</i> <sub>4</sub>	-0.162	0.068	-0.316	-2.387	0.022**	0.482	2.075
<i>X</i> <sub>5</sub>	-0.069	0.069	-0.202	-1.009	0.319	0.209	4.777
<i>X</i> <sub>6</sub>	0.147	0.053	0.431	2.745	0.009***	0.342	2.921
<i>X</i> <sub>7</sub>	0.033	0.024	0.176	1.397	0.170	0.534	1.872
<i>X</i> <sub>8</sub>	0.017	0.047	0.064	0.366	0.716	0.278	3.601

注:\*\*\*、\*\*、\*分别表示变量在1%、5%、10%水平上显著。

老龄化水平的主要因素为出生率、迁出率、人均GDP和城市化率,死亡率、居民生活消费水平、人口密度、每万人拥有大学文化程度人数对人口老龄化影响不显著。

4.2.1 人口发展因素

出生率始终对人口老龄化发展起主要作用,出生率的标准回归系数从1990年的-0.252降到2010年的-0.373,出生率对人口老龄化起负向显著影响,影响程度一直在增强,由于计划生育政策的有效实施,1990、2010年吉林省人口出生率分别为1.84%、0.79%,出生率常年处于全国较低水平,较低的出生率降低少儿人口在总人口的比重,相应地限制了年轻人口增长,老年人口人数增加,人口老龄化现象更加明显。死亡率对人口老龄化的正向显著影响程度有所减弱,死亡率对人口老龄化发展影响作用由正向(正向影响意味着死亡率越低,人口老龄化越低)显著变为不显著,其原因为:死亡率的下降能够引起各年龄段人口比重的变动,尤其引起少儿人口比重和老年人口比重的增加,在吉林省人口发展过程中,死亡率对少儿人口比重的影响程度超过其他因素,少儿人口增长速度快于老年人口死亡人口速度和人口外迁的速度,使得少儿人口比重的增加超过其他年龄段人口比重的增加,导致人口老龄化水平较低,出现人口死亡率与人口老龄化呈正相关的情况。迁出率对人口老龄化发展起关键性作用,1990年人口迁出率对人口老龄化产生正向显著影响,迁出人口越多,人口老龄化越严重,20世纪90年代出现“东北现象”,传统工业经济发展缓慢,迁往东南沿海人数增多,多为劳动适龄人口,这些人口外迁加剧了人口老龄化进程,2010年迁出率仍对人口老龄化产生正向显著影响,但影响程度有所

减弱,随着国家振兴东北政策资金的投入,社会经济发展水平有所提高,人口迁出量的减少减缓了迁出率对人口老龄化的影响程度。

4.2.2 社会因素

回归结果中城市化率、人口密度与每万人大学文化程度人数是反映社会因素的指标,其中每万人拥有大学文化程度人数对人口老龄化的影响不显著,城市化率与人口密度在不同年份对人口老龄化产生不同的影响。城市化率对人口老龄化程度的推动作用愈发增强。1990年城市化率对人口老龄化具有负向不显著影响,主要是由于经济发展缓慢导致人口迁出的影响严重削弱了城市化率对人口老龄化的影响;2010年城市化率对人口老龄化的变为正向显著影响,且影响程度最大。伴随着吉林省各县市城市开发区建设、长吉一体化发展以及振兴东北政策的落实,各县市工、农、服务业发展增速,城市化率从1990年的39.0%增加到2010年的53.3%,城市化水平显著提高,非农业人口占总人口的比重上升,居民生活水平的提高,更多人口享受到城市的社会保障、公共设施以及医疗卫生服务,对人口老龄化促进作用加强;1990年人口密度对人口老龄化具有正向显著影响,人口密度高的地区,一般是吉林省重要的政治经济文化中心,能够提供更多的就业机会,人口集聚程度明显,对人口的吸引能力也强,人口老龄化程度较高。

4.2.3 经济因素

经济因素结果显示,居民生活消费水平未通过显著性检验,对人口老龄化没有产生显著影响,1990年人均GDP正相关性检验不显著,而2010年呈负相关,检验显著。人均GDP一定程度上代表了一个地区经济发展水平,一般情况下,经济发展水



平高的区域,人们生活质量较高,医疗卫生等机构公共服务设施较为健全,社会保障机制与措施较为完善,老年人口寿命延长,经济发展水平对人口老龄化发展起促进作用。2003年振兴东北老工业基地就被国家提上日程,吉林省经济得到了长足的发展,GDP经济总量10年间平均增速13.1%,产业结构有所调整,形成了以制造业、石化产业、高新技术产业、医药、服务业和农产品加工为主产业结构,带动了区域经济水平提高。但影响人口老龄化的因素是多元化的,该阶段,出生率、迁出率、城市化率和人均GDP标准回归系数分别为-0.373、0.208、0.431、-0.316,人口发展、社会因素为主导因素,经济发展对人口老龄化的影响还未超过人口发展、社会因素的影响;同时,迁出率对人口老龄化正向影响有所减弱,经济发展对人口老龄化的促进作用有所弱化,并转变为负向作用。由于不同发展阶段下经济发展水平的县域差异,人口老龄化显现出不同的特征:例如,东部龙井市、汪清县2010年人均GDP分别为13023、16169元,人口迁出率分别为13.87%、12.08%,其人口老龄化系数(12.84%、10.5%)超过全省平均人口老龄化系数(8.38%),这些县市位于边境山区,生态环境脆弱,经济发展缓慢,引发农村剩余劳动力跨县迁出到城市,人口的外流导致农村留守老人增多,加剧了人口老龄化的程度;而中部公主岭市、乾安县、梨树县等人均GDP较高的区域,迁出率较低,受长春市辖区、松原市辖区、四平市辖区经济辐射带动影响,人口城市化发展带来年轻人口集聚,吸引大批劳动力人口在当地就业和定居,大大减缓了人口老龄化趋势,从而改变经济发展对人口老龄化的促进作用。

## 5 结论与讨论

本文以吉林省48个县级单元为基本统计单位,以1990、2010、2010年老年人口系数为衡量人口老龄化基础数据,通过人口重心模型、空间自相关分析、半变异函数和多元线性回归模型分析探讨了吉林省20年来人口老龄化时空分异特征及形成原因。结果表明:

(1) 从人口老龄化时空特征及重心迁移分析角度看,1990-2010年吉林省人口老龄化各县市差异明显,进程加快,重心一直在永吉县内,但老年人口系数重心不断远离几何中心,由西北向东南方向移动且移动速度逐年减缓,表明吉林省东南部地区人

口老龄化程度不断加强,桦甸市可能是未来吉林省人口老龄化重心所在地。

(2) 从空间自相关分析可知,吉林省人口老龄化具有一定的空间联系,存在较强的空间正相关性,即老年人口系数相似的地区集聚分布较为显著,空间集聚态势先弱后强;局部空间自相关分析揭示了吉林省人口老龄化高一高集聚区、低—低集聚分布区域;2000年人口老龄化高值正相关区域从长春及周边县市转移到和龙市及周边县市,2010年人口老龄化高值正相关区域扩大至临江市周边县市,和龙市周边县市成为吉林省人口老龄化的核心区。

(3) 从半变异函数分析结果看,吉林省人口老龄化空间主要由空间自相关引起的结构化分异较为明显,随机成分引起的空间差异较弱;全方向上的均质程度趋向越来越好;空间分异度十分明显的方向为东—西方向,空间差异较大;东南—西北、南—北和东北—西南方向人口老龄化空间差异均质性较好,空间差异较小。

(4) 影响吉林省人口老龄化时空格局演变的因素主要有人口发展、社会、经济等因素。通过多元线性回归分析可见,1990年和2010年人口老龄化成因有所不同:1990年主要影响因子为人口死亡率、出生率、迁出率和人口密度;到了2010年,出生率、迁出率、城市化率和人均GDP成为吉林省人口老龄化的主要影响因素;其中人口出生率始终是吉林省人口老龄化的主要影响因素,迁出率是人口老龄化发展的关键性因素。人均GDP对人口老龄化影响由正向不显著变为负相关显著影响,城市化率对人口老龄化的推动作用愈发显著,人口密度与死亡率对人口老龄化的影响度有所减弱。

人口老龄化受诸多因素影响,本文侧重从社会经济方面剖析人口老龄化成因,虽然随着社会经济的发展,自然因素对人口老龄化的影响比较小而固定,但仍需进一步挖掘自然地理环境下人口老龄化的时空差异影响。此外,受数据限制,未将医疗卫生和教育水平指标纳入成因分析,有可能会造成人口老龄化成因的片面性,不能完整、全面揭示人口老龄化的成因机制。吉林省是中国计划生育政策影响较为深刻的省份,人口老龄化问题突出,人口老龄化时空分异特征及成因研究对该区域人口发展及优化养老资源布局尤为重要。在新的全面两孩政策下,各县市区应根据人口发展现状的需要,科学实施政策增加新生儿数量,促进人口结构优化,同时发展老年教育,充分利用老年人口人力资

源;建立和完善可持续的养老保险体系和保障制度,合理分配养老资源,从而推动全省人口、社会、经济的可持续发展。

### 参考文献(References)

- 陈明华, 郝国彩. 2014. 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, 24(4): 136-141. [Chen M H, Hao G C. 2014. Research on regional difference decomposition and influence factors of population ageing in China[J]. China Population, Resources and Environment, 24(4): 136-141.]
- 冯健. 2012. 基于地理学思维的人口专题研究与城市规划[J]. 城市规划, 36(5): 27-37. [Feng J. 2012. Demographic research based on geographic viewpoint and urban planning[J]. City Planning Review, 36(5): 27-37.]
- 高晓路, 吴丹贤, 许泽宁, 等. 2015. 中国老龄化地理学综述和研究框架构建[J]. 地理科学进展, 34(12): 1480-1494. [Gao X L, Wu D X, Xu Z N, et al. 2015. A review and frame-work setting of geographical research on aging in China[J]. Progress in Geography, 34(12): 1480-1494.]
- 李扬, 刘慧, 金凤君, 等. 2011. 北京市人口老龄化的时空变化特征[J]. 中国人口·资源与环境, 21(11): 131-138. [Li Y, Liu H, Jin F J, et al. 2011. Spatiotemporal transition of the aging population based on ESDA-GIS in Beijing City [J]. China Population, Resources and Environment, 21 (11): 131-138.]
- 林琳, 马飞. 2007. 广州市人口老龄化的空间分布及趋势[J]. 地理研究, 26(5): 1043-1054. [Lin L, Ma F. 2007. Spatial distribution and trends of the aging of population in Guangzhou[J]. Geographical Research, 26(5): 1043-1054.]
- 刘国斌, 王卓识. 2013. 城镇化进程中吉林省农村就业人口老龄化问题研究[J]. 人口学刊, 35(5): 89-96. [Liu G B, Wang Z S. 2013. Study on rural employment aging of Jilin Province in the process of urbanization[J]. Population Journal, 35(5): 89-96.]
- 刘华军, 何礼伟, 杨骞. 2014. 中国人口老龄化的空间非均衡及分布动态演进: 1989-2011[J]. 人口研究, 38(2): 71-82. [Liu H J, He L W, Yang Q. 2014. Spatial inequality and distributional dynamics of population ageing in China, 1989-2011[J]. Population Research, 38(2): 71-82.]
- 栾福明, 张小雷, 杨兆萍, 等. 2013. 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, 32(6): 940-949. [Luan F M, Zhang X L, Yang Z P, et al. 2013. Temporal-spatial variability of tourism festivals and its mechanism in Shandong Province during 1990-2011[J]. Progress in Geography, 32(6): 940-949.]
- 梅志雄. 2008. 基于半变异函数的住宅价格空间异质性分析: 以东莞市为例[J]. 华南师范大学学报: 自然科学版, (4): 123-128. [Mei Z X. 2008. Spatial heterogeneity analysis of houses' prices based on semi-variogram: Taking Dongguan City as a case[J]. Journal of South China Normal University: Natural Science Edition, (4): 123-128.]
- 王录仓, 武荣伟, 刘海猛, 等. 2016. 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, 35(8): 921-931. [Wang L C, Wu R W, Liu H M, et al. 2016. Spatial patterns and regional differences of population ageing in China based on the county scale[J]. Progress in Geography, 35(8): 921-931.]
- 王泽宇, 孙然, 韩增林, 等. 2013. 中国人口老龄化水平测度与空间关联研究[J]. 地域研究与开发, 32(3): 138-143, 153. [Wang Z Y, Sun R, Han Z L, et al. 2013. Research on the measure of Chinese population aging level and spatial correlation[J]. Areal Research and Development, 32(3): 138-143, 153.]
- 王志宝, 孙铁山, 李国平. 2013. 近20年来中国人口老龄化的区域差异及其演化[J]. 人口研究, 37(1): 66-77. [Wang Z B, Sun T S, Li G P. 2013. Regional differences and evolutions of population aging in China[J]. Population Research, 37(1): 66-77.]
- 杨玲, 张新平. 2016. 人口年龄结构、人口迁移与东北经济增长[J]. 中国人口·资源与环境, 26(9): 28-35. [Yang L, Zhang X P. 2016. Age structure, population migration and economic growth in Northeast China[J]. China Population, Resources and Environment, 26(9): 28-35.]
- 姚静, 李爽. 2000. 中国人口老龄化的特点、成因及对策分析[J]. 人文地理, 15(5): 24-29. [Yao J, Li S. 2000. Study on characters, cause of formation and countermeasures of population aging in China[J]. Human Geography, 15(5): 24-29.]
- 衣保中, 张凤龙. 2008. 吉林省人口老龄化的特点及其对策[J]. 人口学刊, (6): 37-39. [Yi B Z, Zhang F L. 2008. Features of population aging in Jilin Province and its counter measures[J]. Population Journal, (6): 37-39.]
- 尹豪, 王晓峰. 1998. 吉林省人口老龄化趋势预测与分析[J]. 人口学刊, (4): 14-19. [Yin H, Wang X F. 1998. Jilinsheng renkou laolinghua qushi yu ceyu fenxi[J]. Ren Kou Xue Kan, (4): 14-19.]
- 张岸, 齐清文. 2007. 基于GIS的城市内部人口空间结构研究: 以深圳市为例[J]. 地理科学进展, 26(1): 95-105. [Zhang A, Qi Q W. 2007. GIS based analysis on spatial structure urban internal population: A case study in Shenzhen City[J]. Progress in Geography, 26(1): 95-105.]
- 张开洲, 陈楠. 2014. 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, 33(5): 605-615. [Zhang K Z, Chen N. 2014. Characteristics of spatial-temporal evolution in population aging and driving mechanism at county level in Fujian Province during 1990-2010 [J]. Progress in Geography, 33(5): 605-615.]
- 张善余. 2013. 人口地理学概论[M]. 3版. 上海: 华东师范大

- 学出版社. [Zhang S Y. 2013. Renkou dilixue gailun[M]. 3rd ed. Shanghai, China: East China Normal University Press.]
- 赵荣, 王恩涌, 张小林, 等. 2006. 人文地理学[M]. 2版. 北京: 高等教育出版社. [Zhao R, Wang E Y, Zhang X L, et al. 2006. Renwen dilixue[M]. 2nd ed. Beijing, China: Higher Education Press.]
- 周春山, 李一璇, 童新梅. 2016. 2000-2010年广州市人口老龄化空间变动及其影响因素研究[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 55(1): 114-122. [Zhou C S, Li Y X, Tong X M. 2016. Spatial change and influence factors of population aging in Guangzhou during 2000- 2010[J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 55(1): 114-122.]
- Anselin L. 1988. Spatial econometrics: Methods and models [M]. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Bloom D E, Boersch-Supan A, McGee P, et al. 2011. Population aging: Facts, challenges, and responses[R]. PGDA Working Papers. No. 71.
- Heleniak T. 2003. Geographic aspects of population aging in the Russian Federation[J]. Eurasian Geography and Economics, 44(5): 325-347.
- Yenilmez M I. 2015. Economic and social consequences of population aging the dilemmas and opportunities in the twenty- first century[J]. Applied Research in Quality of Life, 10(4): 735-752.

## Spatiotemporal characteristics and influencing factors of population aging in Jilin Province

MEI Lin<sup>1,2</sup>, GUO Yanhua<sup>1</sup>, CHEN Yan<sup>1</sup>

(1. College of Geographical Sciences, Northeast Normal University, Changchun 130024, China;

2. College of Humanities and Sciences of Northeast Normal University, Changchun 130017, China)

**Abstract:** Rapid population aging has a broad and profound impact on the sustainable development of China's economy, and the country has implemented some policies and measures to tackle the problem of rapid population aging. Using ArcGIS 10.1, this study analyzed the spatiotemporal differentiation and influencing factors of population aging in Jilin Province by selecting the coefficient of aged population as the indicator of aging population. Data from the fourth, fifth, and sixth population census of Jilin Province were analyzed by using quantitative methods such as population gravity model, spatial autocorrelation, semi-variant function, and multiple linear regression. The results indicate that: (1) The difference of population aging in the counties and cities of Jilin Province is significant, and the progress is accelerating. The barycenter of population aging in had been moving from northwest to southeast of the province, but at a decreasing speed; (2) Through global spatial autocorrelation analysis, the population aging of Jilin Province presents a positive and enhancing spatial autocorrelation characteristics and trend; (3) Local spatial autocorrelation analysis indicates that the high-value areas of population aging cluster in the east of the province and low-value areas cluster in the west; (4) The spatiotemporal differentiation of aging in Jilin Province was mainly caused by structural factors, while random factors contributed less to the overall variation. In the other words, the spatial heterogeneity caused by spatial autocorrelation is more intense than that caused by random factors in the population aging. The eastern-western difference is the primary contributor to the spatial differentiation of population aging. (5) The main structural factors influencing population aging in the province were birth rate, per capita GDP, migration rate, and urbanization rate. The birth rate and per capita GDP factors have negative impacts on the population aging, however, migration rate and urbanization rate have positive impacts on population aging. Birth rate is the leading factor, and migration rate plays a key role in prompting population aging. Urbanization rate is increasingly more significant for population aging.

**Key words:** population aging; coefficient of aging population; spatiotemporal differentiation; influencing factors; Jilin Province