

同城化视域下长株潭城市群人口空间动态格局的模式选择

曾群华, 聂 筱

湖南科技大学建筑与艺术设计学院, 湖南 湘潭

收稿日期: 2022年6月10日; 录用日期: 2022年7月11日; 发布日期: 2022年7月19日

摘 要

通过GIS技术手段对长株潭城市群2000年、2005年、2010年、2015年四个时间截面的人口密度进行空间自相关分析, 探讨长株潭城市群的人口空间动态格局与模式选择。结果表明: 长株潭地区的人口空间分布呈现周边城市向中心城市集聚的现象, 属于“外围-中心聚集型”, 而且聚集程度越来越高。

关键词

人口空间动态格局, 模式选择, 长株潭城市群, 同城化视域

The Mode Selection of Population Spatial Dynamics on the Perspective of the Cities' Synchronization of the Changsha-Xiangtan-Zhuzhou Agglomeration

Qunhua Zeng, Xiao Nie

School of Architecture and Art, Hunan University of Science and Design, Xiangtan Hunan

Received: Jun. 10th, 2022; accepted: Jul. 11th, 2022; published: Jul. 19th, 2022

Abstract

By means of GIS technology, spatial autocorrelation analysis is conducted on the population density in the cities' synchronization areas of Changsha-Xiangtan-Zhuzhou agglomeration in the four time sections in 2000, 2005, 2010 and 2015, so as to discuss the population spatial dynamic pat-

tern and mode selection in these cities' synchronization areas. The results show that the population spatial distribution of Changsha-Xiangtan-Zhuzhou agglomeration presents the phenomenon that the surrounding cities cluster to the central cities, which belongs to the "peripheral-central clustering" type, and the clustering degree is getting higher and higher.

Keywords

Population Spatial Dynamic, Mode Selection, Changsha-Xiangtan-Zhuzhou Agglomeration, Perspective of Cities' Synchronization

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 研究区域界定

国家“十三五”、“十四五”规划纲要明确规定中部地区应重点推进太原城市群、皖江城市带、鄱阳湖生态经济区、中原经济区、武汉城市圈、环长株潭城市群等区域发展。2021年7月,国务院批复《关于新时代推动中部地区高质量发展的意见》进一步明确中部地区城市群是支撑中部崛起、增强区域竞争力的重要增长极。长株潭城市群地处湖南核心区,联南继北,承东启西,是中部崛起战略的重要节点。本文以长株潭城市群交通可达性与邻域空间距离为基础,以区域之间的经济联系度为支撑,探讨在同城化发展态势下的人口空间动态格局的模式选择,以期从更微观的要素视角为中部崛起战略提供现实借鉴。

2. 同城化视域下人口空间动态格局变化的缘由

随着同城化城市之间社会公共服务隔阂的逐渐消失,跨区域的时空距离以及心理距离也随之缩短。同城化“力场”下人口空间迁移流动涉及人们跨城居住生活、跨城购物消费、跨城养生养老、跨城教育医疗等生活的方方面面,显得更为活跃与多样化。同时,由于各个同城化区域中心城市与周边城市经济发展水平的差异及其同城化程度的不同,同城化“力场”下的形成人口空间动态的空间响应与表现形式也不一样,根据中心城市的集聚与辐射能力以及中心城市与周边城市的同城化度,人口空间动态过程在同城化中心城市与周边城市的利益博弈中表现为不均匀性与均衡变动性,具体表现为三种模式:

1) 人口空间分布呈现周边城市向中心城市集聚的现象,称为“外围-中心聚集型”,在空间上呈现出向心型的空间表征;

2) 人口空间分布呈现出高低间隔分布的状态,即表现出中心-外围的空间离散特征,在空间上呈现出离心型的空间表征;

3) 人口空间分布有一定相关性,但相关性较低,呈随机分布的状态,这里将这种具有相关性的但高低不规则分布的人口空间分布状态近似于人口迁移流动过程中的“钟摆”模式。

3. 同城化视域下长株潭城市群人口空间动态格局的模式

为了更好地描述长株潭城市群同城化区域2000~2015年的人口分布与地理空间的关联性,以及人口聚集性的变化,本研究引入空间自相关模型进行分析。作为空间统计方法的一种,空间自相关主要是反映一个区域单元上的某种地理现象或某一属性值与邻近区域单元上同一现象或属性值的相关程度[1],简而言之,就是测度地理实体的空间分布状况,分析地理空间上的某种现象是集聚式或是离散的,还是随

机的。

空间自相关可以通过全局自相关和局部自相关加以度量。全局空间自相关分析研究某种现象或某种属性值在整个区域空间的空间模式与分布态势, 即判断某种现象在空间上是否具有集聚性特征。最常用的度量空间自相关全局指标主要为 Moran's I 系数。Moran's I 系数用来衡量空间要素的相互关系, 计算公式为:

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

式中, I 指莫兰指数(Moran's Index), x_i 代表区域观测值, W_{ij} 是权重矩阵。在空间自相关分析报告中, Moran 指数 I 取值在-1 到 1 之间(如果没有进行数据标准化处理, I 就可能不在区间内)。当 $I < 0$ 时为负相关(dispersed), 表明区域内的现象观测值有不同的趋势; $I = 0$ 说明空间相关性为 0 (random), 表明不存在空间相关性, 属于随机现象; $I > 0$ 说明两个变量为正相关, 表明观测值具有某种趋同趋势。 I 值趋近于-1 说明研究区域空间趋异性显著, I 值趋近于 1 说明研究区域空间集聚性显著[2]。

这里首先引入空间自相关分别对中部新型城市群的同城化区域的人口空间集聚情况及其人口分布的相互影响, 旨在解析同城化中心城市对于周边城市的人口引力是呈集聚向心吸引作用还是离心带动效应, 即外围 - 中心集聚还是中心 - 外围扩散。

3.1. 数据来源

因进行人口空间自相关分析时, 需要先对人口数据进行标准化处理, 因此这里采取的基础数据为人口密度, 本研究采用长株潭城市群区域各区县 2000 年、2005 年、2010 年和 2015 年四个时间截面的人口密度。数据分别来源于 2001 年、2006 年、2011 年、2016 年湖南省统计年鉴, 部分区县综合考虑各市统计年鉴和各区县统计公报。其中发生行政区划调整的区域根据实际变化情况统计。

人口分布指人口数量规模在地域空间上的分布, 与人口数量、空间分布和一定地域内的人口密度紧密相关[3]。人口密度, 是指单位土地面积上分布的人口数量, 又称人口算术密度。在研究区域人口分布状态时, 将人口数与地理面积进行标准化处理的常用方法是计算人口密度。设研究地域的人口数为 P , 面积为 M , 人口密度 D 可表示为:

$$D = P/M \quad (2)$$

3.2. 研究对象处理

根据同城化各区县之间的区域相邻关系, 采用二进制邻近权重矩阵, 通过对 6 个同城化地区 2000~2015 年的年末常住人口进行分析处理, 在 ArcGIS 10.3 中选取全局 Moran's I 指数, 选择二进制邻接矩阵方法来确定空间权重矩阵(空间权重矩阵表示研究对象之间的空间邻近关系, 一般采用邻接标准和距离标, 这里采用距离标准, 如果 i 区域与 j 区域之间的距离在一个给定的距离之内, W_{ij} 取 1, 反之取 0); 空间关系的概念化参数的选择为 INVERSE_DISTANCE 方法¹, 选择欧式距离作为计算距离的方法, 对数据进行标准化处理后计算全局 Moran's I 指数度量人口空间自相关, 分析同城化各区县人口密度的空间关联程度, 从而得出同城化视域下的人口空间分布变化特征。分析结果以正态分布图和各类指数的表格形式呈现(图 1, 表 1):

¹这里采用 INVERSE_DISTANCE, INVERSE_DISTANCE 方法最适合对连续数据, 或最适合对符合“两个要素在空间上越靠近, 它们彼此交互/影响的可能性就越大”这种情形的对象进行建模, 这种方法适合空间邻近的同城化区域。

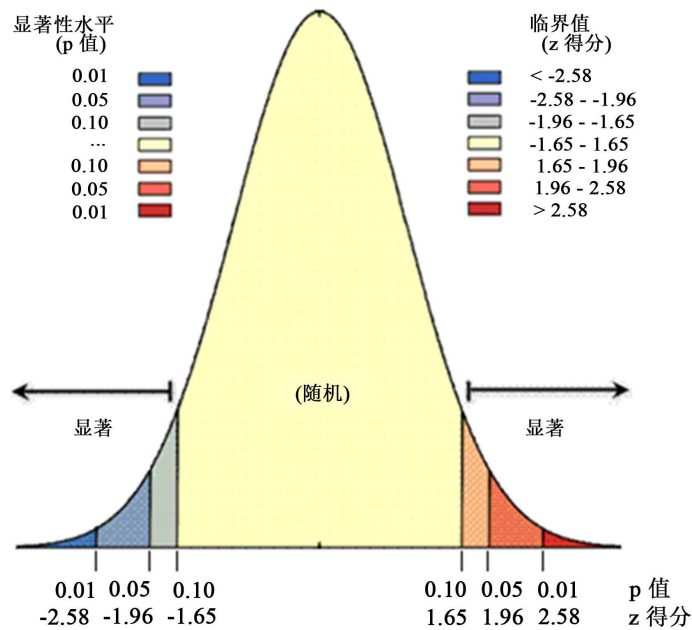


Figure 1. The result of spatial autocorrelation analysis
图 1. 空间自相关分析结果图

Table 1. The range of the receptive field of the Z value under the commonly used confidence level α

表 1. 常用的置信水平 α 下, Z 值的接受域的范围

置信水平 α	Z 值的接受域
0.1	$-1.65 < Z < 1.65$
0.05	$-1.96 < Z < 1.96$
0.01	$-2.58 < Z < 2.58$

基于 ArcGIS 10.3 的空间自相关模型 Moran's I, 是通过计算 Moran 指数(Moran's I)、z 得分和 p 值来对该指数的显著性进行评估, 如果 Moran's I 指数值为正则指示聚类趋势, 如果 Moran's I 指数值为负则指示离散趋势。在给定人口密度这一要素的情况下, 来分析人口与空间地域的关系是聚类模式 (clustered)、随机模式(random)还是离散模式(dispersed)。z 得分和 p 值的大小都和正态分布有关, 是用来指示要素值与均值的偏差的大小, 以此来指示差异是否具有统计学上的显著性。大多数统计检验在开始的时候都首先确定一个零假设, 所以数值不能直接进行解释, 而只能在零假设情况下解释。p 值表示显著性水平, p 值越小, 随机概率越小, 结果的可信度就越高。z 得分是标准差的倍数, 如果 z 得分在[-1.65, 1.65]区间内, 表明观测值在空间上表现为独立随机分布; 如果 z 得分 Z 值大于 1.65 且 p 值显著时表明观测值在空间上的分布表现为集聚型(高值或低值), 如果 z 得分小于-1.65 且 p 值显著时表明观测值在空间上的分布趋于分散为离散型。在 p 值很小, z 得分为较大的正数时, Moran's I 越大, 要素的聚集程度越高[4]。基于此, 对长株潭城市群区域人口密度的空间自相关分析的结果归为为外围 - 中心集聚型。

3.3. 长株潭同城化地区的人口空间分布模式：外围 - 中心集聚模式

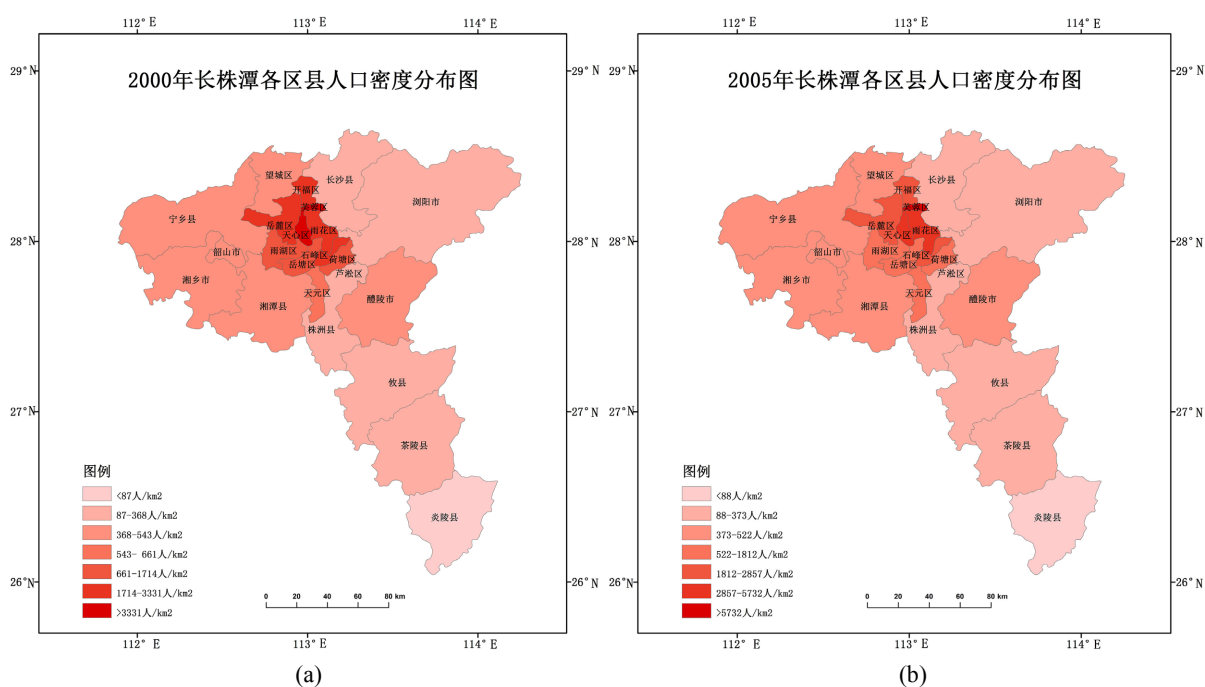
通过对长株潭 2000~2015 年人口密度空间自相关分析结果得 Moran's I 指数(表 2), 根据图 1、表 1 空间自相关分析结果图可知, 长株潭 p 值最大为 0.025, 运行结果的显著性水平很高, 达 95%以上。z 得

分都大于 1.96, 且 Moran's I 逐年增大, 2000 年 Moran's I 指数为 0.090676, 2015 年 Moran's I 增加到 0.170408, 对应的标准化统计量 z 由 2000 年的 2.240534 增加到 2015 年的 3.425210, 表明长株潭同城化地区的人口分布的空间结构较好, 具有明显的正相关, 人口分布在空间上呈现周边城市向中心城市集聚的现象, 分布模式属于外围 - 中心聚集型, 而且聚集程度越来越高。2000~2005 年、2005~2010 年、2010~2015 年的 Moran's I 变化量分别为 0.004、0.061、0.015, 这说明人口聚集速度在 2005~2010 年最快, 这与这个时间段长株潭同城化的进程加快紧密相关。

Table 2. Results of spatial autocorrelation analysis of population in Changsha-Xiangtan-Zhuzhou from 2000 to 2015
表 2. 2000~2015 年长株潭人口空间自相关分析结果

	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年
Moran's I	0.090676	0.094724	0.155353	0.170408
z 得分	2.240534	2.254739	3.189849	3.425210
p 值	0.025056	0.024150	0.001523	0.000614

从人口密度的空间分布可以更为直观地发现, 2000~2015 年长株潭区域人口呈现由周边地区向市辖区集聚的趋势(图 2), 市辖区和区县的人口密度均有不同程度地增加, 2005~2010 年这个时间段增长最快, 主要缘于这个时间段内交通、电力、金融、通讯、环保等的同城发展、“新五同”的逐步实施以及“全国资源节约型和环境友好型社会建设综合配套改革试验区”的获批等同城化的快速推进。从株洲与湘潭区县的人口密度时空变化看, 邻近长沙市的区县人口总量与密度均高于远离长沙市的区县, 2015 年醴陵市、湘潭县、湘乡市、韶山市的人口密度均在 400 人/平方千米左右, 而与长沙市不邻近的攸县、茶陵县、炎陵县的人口密度仅为 265 人/平方千米、235 人/平方千米、101 人/平方千米, 人口密度最小的炎陵县比人口密度最高的醴陵市人口少了 353 人/平方千米。



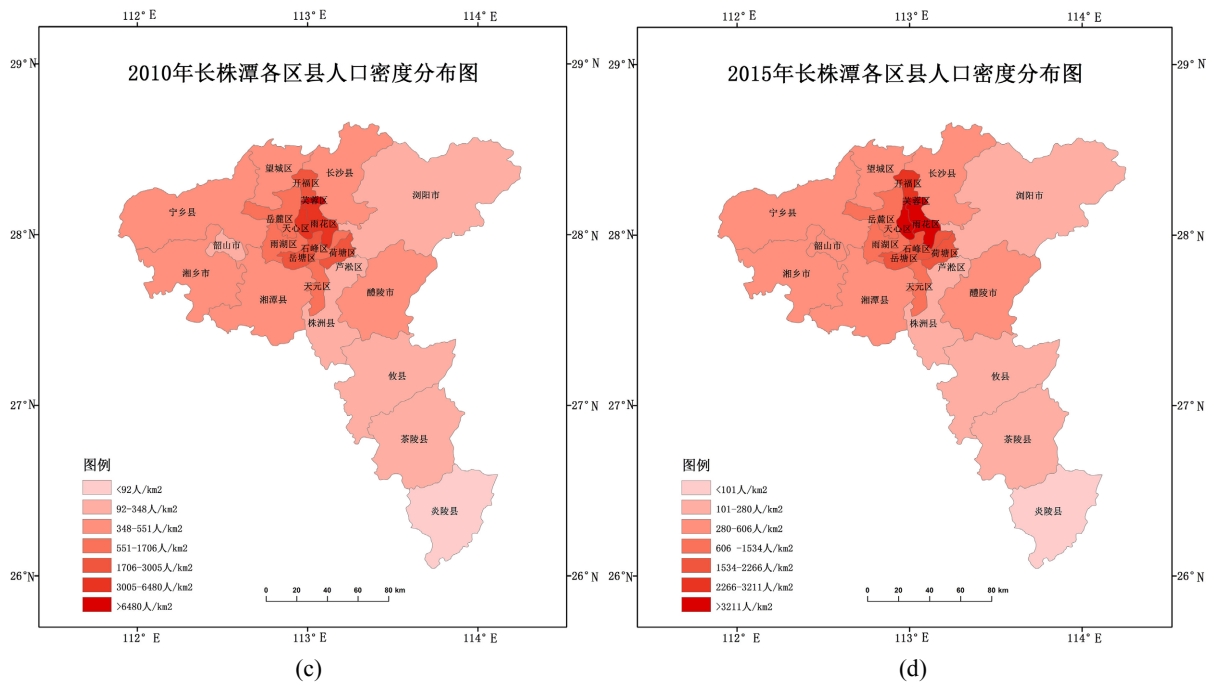


Figure 2. Changes in the spatial distribution of population density in Changsha-Xiangtan-Zhuzhou from 2000 to 2015 (self-drawn)
图 2. 2000~2015 年长株潭人口密度空间分布变化(自绘)

从人口密度的变化过程看,长株潭同城化区域内的总人口密度呈增长状态(表 3),由 2000 年的 444 人/平方千米,上升到 2015 年的 507 人/平方千米。但增长速度有所波动,2000~2005 年间增长 16 人/平方千米,2005~2010 年间增长 25 人/平方千米,到 2010~2015 年间增长 22 人/平方千米。就整个区域而言,人口密度变化不大,主要是由人口增长变化造成的。原因是长株潭地区人口基数大,而人口自然增长率逐渐降低。

相对于整体而言,长株潭各县、市、区内的人口密度变化则有很大的不同。就数量上而言,2000~2005 年间,长株潭同城化地区的人口密度变化量是 16 人/平方千米。人口密度变化量小于 16 人/平方千米的有 12 个县区,其中开福区、望城区、浏阳市、宁乡县、荷塘区、攸县、岳塘区这 6 个县区的人口密度为负增长,最低增长量是石峰区的-328 人/平方千米。人口密度变化量大于 16 人/平方千米的有 11 个县区,说明市辖区的人口变化量大于区县的人口变化量。变化量大于 600 人/平方千米的 3 个区是长沙市的芙蓉区、天心区和雨花区,其中又以芙蓉区的变化量为最,高达 1027 人/平方千米,年平均增长量为 205 人/平方千米。据相关文献中对长株潭地区 1990~2008 年人口重心转移因素的分析中,人口机械增长的影响程度比人口自然增长大[5]。由此可知,2000~2005 年长株潭地区的人口密度变化主要因素是人口迁移,而且人口迁移主要是由外围县市向长株潭的市直辖区转移。在同城化视域下,即为人口从郊区向市中心流动的过程。人口从城镇化率低的地方往城镇化率高的地方转移,是由城市化进程加快所带来的现象。

2005~2010 年,长株潭同城化地区的人口密度变化量是 25 人/平方千米。相比于 2000~2005 年而言,人口流动的强度加大了。人口密度变化量小于 25 人/平方千米的有 14 个县区,其中 12 个县区的人口密度为负增长,较 2000~2005 年多了岳麓区、芦淞区、株洲县、醴陵市、雨湖区、湘潭县、湘乡市、韶山市。其中,岳麓区和芦淞区的人口密度减少量最大,这主要是两个区通过区划调整以及在城市化进程中城市区域面积大幅增加引起人口密度的降低。其他人口密度变化量为负的主要是邻近长沙的区县。湘潭市除了岳塘区人口密度变化量是增加外,其他邻近长沙市的区县人口密度变化量均为负值,2000~2005

年岳塘区人口密度为-162 人/平方千米, 而 2005~2010 年为 481 人/平方千米。雨湖区人口密度变化降低幅度最大, 由原来的 172 人/平方千米降低到了-700 人/平方千米, 湘潭县、湘乡市、韶山市的变化量分别由 36 人/平方千米、10 人/平方千米、15 人/平方千米降到了-56 人/平方千米、-62 人/平方千米、-147 人/平方千米。株洲市区县中除了荷塘区、天元区、茶陵县、炎陵县的人口变化量为正外, 其余 5 个区县的人口变化量均为负值, 主要为邻近长沙的区县。增幅变化量大于 600 人/平方千米的区从 3 个增加到了 4 个, 多了长沙市的开福区, 从 2000~2005 年的-211 人/平方千米增长到了 811 人/平方千米, 人口密度变化量最大的芙蓉区由 2000~2005 年的 1027 人/平方千米增长为 3539 人/平方千米, 雨花区人口密度变化量由 2000~2005 年的 943 人/平方千米增长为 2009 人/平方千米。相对于长沙市 5 个市辖区人口密度变化量增长幅度变大, 湘潭市株洲市的市辖区人口密度增长量都有所降低。

2010~2015 年, 长株潭同城化地区的人口密度变化量是 22 人/平方千米。相比于 2005~2010 年而言, 各县、市、区人口密度的变化量的极差减小。人口密度变化量小于 22 人/平方千米的有 11 个县区, 其中长沙县、荷塘区、天元区、株洲县和湘潭县 5 个县区的人口密度变化量为负增长。人口密度变化量大于 600 人/平方千米的区只有天心区和雨花区。长沙市的市辖区天心区、岳麓区和望城区的变化量有所增加, 芙蓉区、开福区、雨花区的变化量都降低了; 湘潭市雨湖区变化量由 2005~2010 年的-700 人/平方千米增加到 213 人/平方千米, 岳塘区的人口变化量有所降低。株洲市的市辖区荷塘区与天元区的人口密度变化量分别由 2005~2010 年的 536 人/平方千米、221 人/平方千米降到了-94 人/平方千米、-544 人/平方千米, 芦淞区与石峰区的变化量有较大幅度增加。2010 年长株潭三市实现了电话同网, 城际铁路正式开工建设等基础设施方面越来越完善, 尤其 2014 年开通了高铁。异地居住上班的成本降低, 如在住房费用较低的湘潭居住, 而在长沙上班的现象也逐渐增加, 同城化的趋势越来越凸显, 长株潭的同城化特征越来越明显。望城区人口密度增长速度加快是因为 2011 年望城县改设为望城区, 全区都属于长株潭“两型社会”综合配套改革的试验核心区[6]。结合望城区改县为区的人口密度变化量由 29 人/平方千米增长到 55 人/平方千米, 说明行政区的边界对人口有较大的抑制作用。绝大多数市市辖区人口密度增长幅度变小, 说明长株潭区域内人口迁移的速度在减慢。

Table 3. 2000~2015, changes in population density in counties and districts of Changsha-Xiangtan-Zhuzhou
表 3. 2000~2015 年长株潭各县区人口密度变化

区县	人口密度(人/km ²)				人口密度增减数(人/km ²)		
	2000	2005	2010	2015	2000~2005	2005~2010	2010~2015
芙蓉区	7711	8738	12,277	12,718	1027	3539	441
天心区	5064	5732	6480	8139	668	748	1659
岳麓区	2319	2843	1488	1534	524	-1355	46
开福区	2405	2194	3005	3211	-211	811	206
长沙 雨花区	3331	4274	6283	7156	943	2009	873
望城区	543	522	551	606	-21	29	55
长沙县	368	373	491	459	5	118	-32
浏阳市	275	269	256	262	-6	-13	6
宁乡县	463	455	400	424	-8	-55	24
长沙市	496	525	596	629	29	71	33

Continued

	荷塘区	1340	1497	2033	1939	157	536	-94
	芦淞区	2602	2857	1142	1360	255	-1715	218
	石峰区	2568	2240	1706	1722	-328	-534	16
	天元区	661	1215	1436	892	554	221	-544
株洲	株洲县	296	320	312	280	24	-8	-32
	攸县	310	282	262	265	-28	-20	3
	茶陵县	223	228	229	235	5	1	6
	炎陵县	87	88	92	101	1	4	9
	醴陵市	456	460	439	454	4	-21	15
	株洲市	330	335	343	354	5	8	11
	岳塘区	1714	1552	2033	2266	-162	481	233
	雨湖区	1640	1812	1112	1325	172	-700	213
湘潭	湘潭县	450	486	430	402	36	-56	-28
	湘乡市	446	456	394	408	10	-62	14
	韶山市	480	495	348	395	15	-147	47
	湘潭市	558	580	544	564	22	-36	20
	长株潭	444	460	485	507	16	25	22

资料来源：根据湖南省 2001~2016 年统计年鉴计算得。

4. 小结

通过对长株潭城市群 2000 年、2005 年、2010 年、2015 年四个时间截面人口密度的空间自相关分析得出：

1) 长株潭城市群的 Moran's I 指数为正值，长株潭 p 值最大为 0.025，运行结果的显著性水平很高，达 95% 以上，表明人口分布具有明显的正相关；

2) 长株潭城市群 2000 年 Moran's I 指数为 0.090676，2015 年 Moran's I 增加到 0.170408，对应的标准化统计量 z 由 2000 年的 2.240534 增加到 2015 年的 3.425210，表明长株潭同城化地区的人口分布的空间结构较好，具有明显的正相关，人口分布在空间上呈现周边城市向中心城市集聚的现象，分布模式属于外围 - 中心聚集型，而且聚集程度越来越高。

3) 长株潭 2000~2015 年人口密度空间自相关 Moran's I 指数逐年增大，2000~2005 年、2005~2010 年、2010~2015 年的 Moran's I 变化量分别为 0.004、0.061、0.015，这说明人口聚集速度在 2005~2010 年最快，人口呈现由周边地区向市辖区集聚的趋势，主要缘于这个时间段内交通、电力、金融、通讯、环保等的同城发展、“新五同”的逐步实施以及“全国资源节约型和环境友好型社会建设综合配套改革试验区”的获批等同城化的快速推进。

4) 从株洲与湘潭区县的人口密度时空变化看，邻近长沙市的醴陵市、湘潭县、湘乡市、韶山市等区县的人口总量与密度均高于远离长沙市的攸县、茶陵县、炎陵县等区县。

基金项目

湖南省自然科学基金面上项目(2020JJ4299)。

参考文献

- [1] 向丽华. 武汉城市圈人口空间均衡与区域可持续发展[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2013: 71-75.
- [2] 刘娜, 石培基, 李博. 甘肃省人口经济空间分异与关联研究[J]. 干旱区地理, 2014, 37(1): 179-186.
- [3] Wang, L. and Chen, L. (2016) Spatiotemporal Dataset on Chinese Population Distribution and Its Driving Factors from 1949 to 2013. *Scientific Data*, 3, Article ID: 160047. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.47>
- [4] 吴珣, 杨婕, 张红. 不同空间权重定义下中国人口分布空间自相关特征分析[J]. 地理信息世界, 2017, 24(2): 32-38.
- [5] 言迎. 长株潭城市群人口分布的变动特征及影响因素[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南师范大学, 2010.
- [6] 刘硕. 望城县农村土地集约利用的可持续性研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南农业大学, 2012.