

基于区域密度函数的兰—西城市区域人口聚散研究

黄永斌，白永平，李建豹

(西北师范大学 地理与环境科学学院,兰州 730070)

摘要：以兰州—西宁城市区域县级行政单元三普四普五普以及2009年人口数据为依托,运用探索性空间数据分析技术研究了兰州—西宁城市区域人口分布,发现该区域存在3个人口高密度中心。根据单中心密度函数与多中心密度函数拟合结果的比较,发现采用基于平方根负指数模型的多中心区域密度函数能够很好地阐述研究区域的人口集聚与扩散。研究发现,区域内存在两种人口集聚与扩散模式,兰州城区与西宁城区呈现出向心集聚的特征,而临夏市则为弱中心式扩散。

关键词：人口集聚与扩散;区域密度函数;兰州—西宁城市区域

中图分类号：K901.3

文献标志码：A

文章编号：1003-2363(2011)05-0030-06

0 前言

人口分布是一定时期内人口的空间表现形式,一个地区人口的迁入与迁出不仅表现在数量变化上,更重要的是人口算术密度的空间分异。这种分异反映出区域中心城市与外围地区之间人口集聚与扩散模式的不同,对其研究能很好地揭示区域空间结构及其演变趋势,也可为区域空间组织和结构调整提出方向和建议^[1]。区域密度函数能够很好地阐释区域的人口分布状况和演变趋势,长期以来国外对区域密度函数的研究更多侧重于单中心区域密度函数。1951年Clark提出距离衰减模型,认为随着距市中心距离的增加,人口密度呈现指数下降^[2]。Newling于1966年提出负指数模型的二次方程形式,指出随着距市中心距离的增加,人口对数密度的衰减更符合二次方程,后经过多位学者的研究,单中心区域密度函数有了更为多样的形式^[3,4]。国内王法辉,陆玉麟等曾对我国东部主要平原地区的人口分布进行了基于单中心区域密度函数的探讨^[5-6]。但是,单中心模型应用到非城市区域(non-metropolitan area)时有诸多缺陷,这一点为区域学者诟病。孙铁山、李国平等针对京津冀都市圈的多中心空间结构,运用多中心区域密度函数,发现区域内存在多种人口集聚与扩散模式^[7,8],但这种研究多是针对东部经济较发达地区,而对于西部经济发展较落后地区而言并没有前人进行研究。本研究对西部特殊地形条件下兰州—西宁城市区域人口集聚与扩散特征及趋势进行研究。

1 研究区概况

兰—西城市区域位于黄土高原与青藏高原交汇的河湟谷地,属于农牧区交错地带。研究区域以兰州、西宁两个省会城市为核心,沿黄河河谷及兰青铁路线、109国道等交通干线分布的农牧交错地带,它位于甘肃、青海两省的交界地带,同时也是西陇海—兰新经济带和包兰—兰青经济带的交汇地区^[9]。兰—西城市区域总面积87 193 km²,占甘青两省总面积的7.44%,2009年底人口总数为1 305万,约占甘青两省人口总数的40%,在如此小比例的国土面积上却居住着两省如此大比例的人口,说明该区域在甘青两省有至关重要的地位。

2 人口分布的探索性空间数据分析

为了识别兰—西城市区域人口分布特征,本研究使用Geoda 095i进行探索性空间数据分析,即ESDA(exploratory spatial data analysis)技术分析兰—西城市区域人口密度分布。人口数据来自1988与1991年《中国人口统计年鉴》,2001与2010年《甘肃省统计年鉴》与《青海省统计年鉴》中各县级行政区的人口统计资料;行政边界数据来自国家基础地理信息系统1:400万数据。研究区域包括35个研究单元,本研究将兰州市所辖远郊区(红古区)列为一个研究单元,其余四区(城关区、七里河区、西固区、安宁区)构成一个研究单元;西宁市区(至2009年包括四区)作为一个研究单元。白银市1985年恢复建制,采用1986年《白银市统计年鉴》中各区县人口数据代替其1982年三普数据。

2.1 ESDA 分析技术

ESDA提供对研究区域全局和局部空间自相关(global and local spatial autocorrelation)的测度,将描述数据的空间分布加以可视化,以识别空间集聚与空间离群。人口分布的结构特征需要进行局部空间自相关分

收稿日期:2011-04-12;修回日期:2011-07-07

基金项目:国家自然科学基金项目(40771054);教育部高等学校博士学科专项科研基金联合项目(20106203110002);西北师范大学知识与科技创新团队项目(NWNU-kjexqc-03-50)

作者简介:黄永斌(1986-),男,山东青岛人,硕士研究生,主要从事区域发展与区域管理研究,(E-mail) nomand1122@hotmail.com。

析。使用 Moran 显著性地图 (Moran significance map) 直观反映统计上显著的局部空间自相关及其类型。Moran 显著性地图按局部空间自相关类型将研究单元划分为高-高、低-低、高-低、低-高 4 种类型。高-高或低-低是指具有较高或较低观测值的单元,其相邻区域的观测值也较高或较低,代表高值或低值局部空间集聚。而高-低或低-高则反映局部空间分异^[10]。Anselin 指出,对空间分布显著性的检验使用 LISA (local indicator of spatial association), LISA 是对用于分析局部空间自相关的一类统计量的总称^[11]。本研究使用 local Moran's I 统计量,具有以下形式,即

$$I_i = \frac{X_i - \bar{X}}{S} \sum_{j=1}^N W_{(i,j)} (X_j - \bar{X}) \quad .$$

式中: I_i 为区域 i 的 I 统计量; X_i 或 X_j 为空间单元 i 或 j 的观测值,在本研究中为人口密度的对数^①; $S = \frac{\sum_{i=1, j=i}^N X_j^2}{N-1} - \bar{X}^2$; N 为空间单元个数; $W_{(i,j)}$ 为空间权重矩阵第 i 行第 j 列的元素。空间权重矩阵是定义空间对象的相互邻近关系,以捕捉 GIS 数据库中有关数据的空间联系。本研究中

的研究单元多为不规则面状区域,各空间单元之间的空间联系可以采用邻接标准和距离标准来判定。本研究采用距离标准,即给定临界距离 d (threshold distance),当区域 i 和区域 j 之间距离小于 d 时,空间权重 $W_{(i,j)}$ 取 1,否则为 0^[12]。

2.2 Moran 显著性分析结果

兰—西城市区域 1982, 1990, 2000 与 2009 年 Moran 显著性地图差异很小,说明兰—西城市区域人口密度空间分布格局非常稳定(图 1)。从图 1 中可以看出,局部空间自相关显著的区域主要以高-高类型与低-低类型区域为主。显著的高-高类型区集中在兰州市区与临夏市及其周边的东乡族自治县、广河县、康乐县。显著的低-低类型区位于贵德县与尖扎县,两县的人口密度都低于 30 人/km²。空间异质性反映在低-高类型区与高-低类型区。显著的低-高类型区位于永靖县,属于兰州市区与临夏市两个人口高密度区域之间的中间地带。典型的高-低类型区只有西宁市区一个,说明西宁市区与外围县在人口密度上有很大的差异,西宁市区人口高度集中,而周边县人口密度普遍很低。

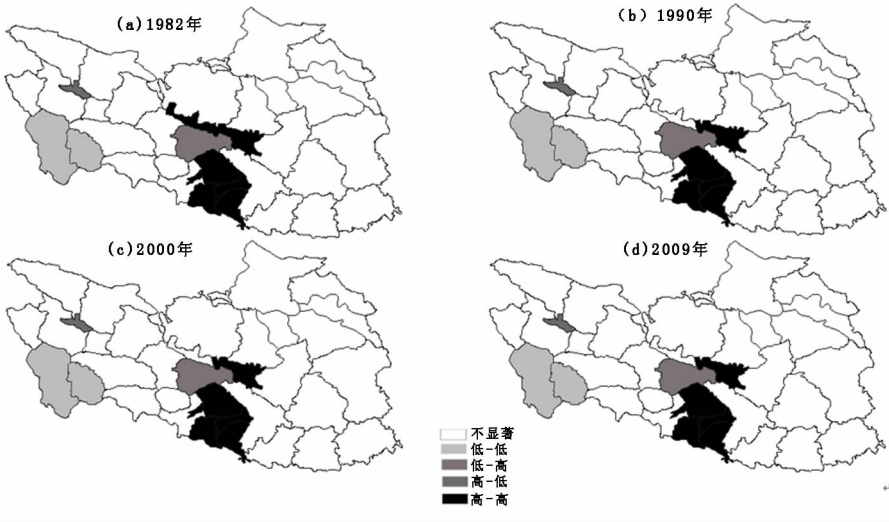


图 1 兰—西城市区域人口密度的 Moran 显著性地图 ($p = 0.05$)

Fig. 1 The Moran significance map for the population density of Lanzhou-Xining city region

局部空间自相关分析了兰—西城市区域存在 3 个统计上显著的人口高密度区,即以兰州市区,西宁市区与临夏市为中心的人口高密度区主导区域人口密度分布。这一结论为应用区域密度函数分析区域人口集聚与扩散提供了基础。

3 兰—西城市区域人口聚散

3.1 单中心区域密度函数

单中心区域密度函数假设区域内存在唯一的中心

城市,因此,在探讨研究区域适合哪种单中心区域密度函数前,需要将多中心区域划分为多个单中心区域。根据 ESDA 的分析,发现区域内存在 3 个人口高密度中心,首先应对这 3 个中心的城市吸引范围进行划定,然后运用单中心区域密度函数拟合各个中心的人口分布情况,发现最优模型并探讨人口集聚与扩散的特征。

① 根据该区域人口密度的统计性描述发现偏度系数远大于 0 (最小值为 8.213),为了使分析结果更加稳定,对人口密度数据进行了对数变换,发现变换后数据的偏度系数更接近于 0 (最大值为 1.116),更加接近正态分布。

本研究对城市吸引范围的划分基于场强模型,即

$$F_{ij} = P_i/d_{ij}^\beta$$

式中, P_i 为中心城市 i 的人口规模; d_{ij} 为中心城市 i 与空间单元 j 之间的距离(直线距离); F_{ij} 为空间单元 j 受到中心城市 i 的辐射强度; β 为距离弹性指数, 取经验值 $\beta = 2.1$ 。空间单元 j 受到不同中心城市的辐射, 选取辐射强度最大的中心城市作为空间单元 j 的中心城市, 也就是说空间单元 j 处在该中心城市的城市吸引范围内^[13]。

2009 年兰—西城市区域 3 个人口高密度中心的城市吸引范围与 2000 年情况完全一致(图 2), 而 1982, 1990 年吸引范围与图 2 所示类似, 唯一的差别是 1982, 1990 年东乡族自治县属于临夏市吸引范围, 2000 年兰州市对于此地的辐射强度已高于临夏市, 遂将东乡族自治县划归到兰州市城市吸引范围内。从图 2 中可以看出, 研究区域内 3 个人口高密度中心的城市吸引范围差别很大。兰州市的吸引范围最广, 其对青海省的民和回族土族自治县与循化撒拉族自治县的辐射强度要高于西宁市, 城市吸引范围已经跨越甘青两省省界; 西宁市的城市吸引范围主要涵括研究区域的青海省部分, 而临夏市的城市吸引范围非常有限, 并且受到兰州市吸引范围的挤压, 空间越来越小。

根据图 2 所示的范围, 可以就此运用单中心区域密度函数。国内外学者对于单中心区域密度函数的研究中有 3 种最为常见的区域密度函数形式^[14](表 1)。在这 3 个函数公式中, D_0 表示中心城市人口密度估计值; b 为人口密度梯度; $D_{(x)}$ 为距离中心城市 x 单位的空间单元人口密度。

3 种函数在不同的地区表现出不同的适应性, 为了



图 2 兰—西城市区域人口高密度中心的城市吸引范围(2009 年)

Fig. 2 The radiation scope of high population density centers in Lanzhou-Xining city region (2009)

表 1 三种单中心区域密度函数形式

Tab. 1 Three kinds of monocentric regional density functions

模型名称	具体函数形式
负指数函数(NEF)	$D_{(x)} = D_0 \exp(bx)$, ($D_0 > 0$; $b < 0$)
Pareto 函数(Pareto)	$D_{(x)} = D_0 x^b$, ($D_0 > 0$; $b < 0$)
平方根负指数函数(SNEF)	$D_{(x)} = D_0 \exp(b/\sqrt{x})$, ($D_0 > 0$; $b < 0$)

清楚哪种模型能够更好地体现兰—西城市区域的人口分布, 分别对这 3 种函数模型进行了拟合(表 2)。根据 R^2 的值, 可以看出, 无论在哪个时间点上, 平方根负指数函数(SNEF) 都能更好地拟合研究区域的人口分布状况。从 D_0 和 b 的估计值变化来看, 3 个人口高密度中心的人口密度皆持续上升, 密度梯度也持续增大, 反映出 3 个中心呈现出人口集聚的趋势。

表 2 单中心区域密度函数拟合结果

Tab. 2 Regression results of mono-centric regional density functions

区域	函数形式	1982 年			1990 年			2000 年			2009 年		
		D_0	b	\bar{R}^2	D_0	b	\bar{R}^2	D_0	b	\bar{R}^2	D_0	b	\bar{R}^2
兰州	NEF	1 004.27	-0.038	0.74	1 308.87	-0.042	0.77	1 743.02	-0.049	0.81	1 872.99	-0.095	0.80
	Pareto	1 260.42	-0.570	0.43	1 576.95	-0.585	0.42	1 982.37	-0.609	0.43	2 105.99	-0.611	0.40
	SNEF	1 034.88	-0.262	0.88	1 335.39	-0.274	0.89	1 756.80	-0.296	0.90	1 886.16	-0.298	0.90
西宁	NEF	1 683.57	-0.096	0.98	1 991.41	-0.098	0.99	2 439.26	-0.103	0.99	2 540.65	-0.102	0.99
	Pareto	5 467.74	-1.165	0.82	6 357.74	-1.171	0.84	7 943.88	-1.208	0.84	7 883.55	-1.187	0.85
	SNEF	1 684.24	-0.496	0.99	1 992.15	-0.505	0.99	2 439.83	-0.528	0.99	2 541.23	-0.526	0.99
临夏	NEF	1 616.15***	-0.092*	0.98	1 902.85*	-0.093*	0.98	2 283.58	-0.097*	0.98	2 517.66***	-0.098*	0.98
	Pareto	4 237.16***	-0.985*	0.88	5 059.89*	-0.985*	0.89	6 305.17	-1.060*	0.91	5 059.89***	-0.998*	0.89
	SNEF	1 616.91***	-0.443**	0.99	1 903.68*	-0.449**	0.99	2 284.41*	-0.466**	0.99	2 519.18*	-0.032*	0.91

说明: 无标注的参数估计的显著性水平为 $P = 0.001$; *** 代表参数估计水平为 $P = 0.05$; ** 代表参数估计水平为 $P = 0.01$; * 代表参数估计不显著。

3.2 多中心区域密度函数

单中心区域密度函数确定了研究区域内的人口分布更符合平方根负指数函数, 但是单中心区域密度函数只是针对 3 个人口高密度中心的人口聚散特征的探讨, 对于整个区域的人口集聚与扩散并不能很好地阐释, 所

以, 需要借助多中心区域密度函数。兰—西城市区域具有多个人口高密度中心, 应该综合考虑多个中心对人口分布的影响, 才能更准确地分析区域人口集聚与扩散情况。

多中心区域密度函数可以帮助揭示多个中心共同作用和相互影响下的区域人口分布及其变化趋势。

1989 年 Heikkila 等认为,多中心密度函数在形式上可以看作是对多个单中心密度函数的合并,在此假设基础上,他们提出了 3 种基于不同合并机制的函数形式。对兰—西城市区域而言,平方根负指数函数能够更好地拟合区域的人口分布状况,因此,多中心区域密度函数宜采用基于 SNEF 算术加和的形式^[15],即

$$D_{(x)m} = \sum_{n=1}^N D_{0n} \exp(b_n / \sqrt{X_{mn}}) \quad。$$

式中： n 代表中心的数量; m 代表空间单元的数量; D_{0n} 代表中心城区人口密度估计值; b_n 的绝对值为第 n 个中心的人口密度梯度; X_{mn} 代表空间单元 m 到中心 n 的距离; $D_{(x)m}$ 是空间单元 m 的人口密度。 D_0 的变化反映中心城市市区人口密度的变化趋势, b 的变化反映区域人口密度分布的变化趋势。 b 的绝对值越大,说明人口密度随着与中心城市距离的增加,衰减得越快。密度梯度变大,代表区域人口向心集聚的趋势,而梯度变小,则反映区域人口由中心城市向外扩散的趋势。因此,观察不同年份间 D_0 和 b 估计值的变化,可以看出区域人口集聚与扩散的动态过程。多中心区域密度函数是非线性的,参数估计时运用 EVIEWS5.0 软件的非线性最小二乘(NLS)估计方法。表 3 列出了主要的拟合结果。

\bar{R}^2 的大小,可以直观地显示两种模型对于研究区域的拟合优度。模型 1 使用兰州市区与西宁市区两个人口密度中心来拟合,其 \bar{R}^2 稳定在 0.54 之上,并不能够很好地拟合区域人口分布的状况。模型 2 对区域内 3 个人口高密度中心进行拟合, \bar{R}^2 提高到 0.97,此模型对于区域人口集聚与扩散的拟合效果非常好,说明临夏市对于研究区域的人口集聚与扩散的贡献率很大。

D_0 和 b 的估计值变化反映不同阶段区域人口集聚与扩散的特征。从市区人口密度的估计值(D_0) 来看,3 个中心城市的人口密度都有很大的提升,其中,以兰州市的提升速度最快。1982—1990 年兰州市区人口密度估计值的增长速度为 29.27%,1990—2000 年的增长速度为 31.64%,2000—2009 年增速为 7.31%,3 个阶段的增速说明兰州市区的人口集聚强度先急剧增强,2000 年过后人口增速放缓。西宁市区 1982—1990 年增速为 18.43%,1990—2000 年人口密度增速为 22.79%,2000—2009 年人口密度增速为 4.17%,3 个阶段增速变化与兰州情况相似,但增速值较之兰州更低。一方面说明人口呈现不断向市区集聚的趋势,另一方面说明在人口集聚强度上,西宁市弱于兰州市。临夏市 1982—1990 年之间人口密度增速为 17.96%,1990—2000 年的增速为 20.93%,2000—2009 年增速为10.50%,可以看出,临夏市的人口聚集强度保持了相对稳定。从人口密度梯度的变化来看,兰州市区与西宁市区的人口密度梯度越来越大,可以进一步说明两市区人口集聚强度的增强;临夏市的人口密度梯度在两个时间段内皆降低,说明该市人口上存在由中心不断向外扩散的趋势。

表 3 多中心区域密度函数拟合结果

Tab.3 Regression results of polycentric regional density function					
中心	年份	模型 1		模型 2	
		D_0	b	D_0	b
兰州	1982	1 017.10* (3.84)	-0.195* (-4.21)	1 027.94 (15.50)	-0.277 (-11.31)
	1990	1 311.90 (4.18)	-0.206 (-4.56)	1 327.56 (16.34)	-0.291 (-11.17)
	2000	1 725.34 (4.54)	-0.222 (-4.87)	1 747.69 (18.08)	-0.318 (-10.94)
	2009	1 849.65 (4.41)	-0.220 (-4.47)	1 875.54 (17.71)	-0.321 (-10.54)
西宁	1982	1 622.56 (5.97)	-0.714** (-0.97)	1 664.57 (25.00)	-0.539 (-8.18)
	1990	1 924.39 (6.00)	-0.711** (-0.98)	1 971.35 (24.22)	-0.543 (-7.86)
	2000	2 368.71 (6.13)	-0.726** (-0.95)	2 420.76 (21.05)	-0.559 (-7.70)
	2009	2 463.78 (5.77)	-0.726** (-0.71)	2 521.75 (23.83)	-0.563 (-6.99)
临夏	1982			1 513.79 (21.94)	-0.640 (-5.33)
	1990			1 785.76 (21.15)	-0.632 (-5.25)
	2000			2 160.10 (21.53)	-0.619 (-5.52)
	2009			2 387.06 (21.73)	-0.615 (-5.55)
\bar{R}^2	1982	0.575 6		0.976 0	
	1990	0.589 1		0.975 1	
	2000	0.572 6		0.973 1	
	2009	0.546 2		0.971 9	

说明:无标注的参数估计的显著性水平为 $P = 0.001$; ** 代表参数估计不显著; * 代表参数估计水平为 $P = 0.01$; 括号内数值是各估计值 t 检验的统计量。

结合表 3 中 D_0 和 b 估计值的变化以及 ESDA 分析结果和场强模型对于研究区域的划分,可以总结区域人口集聚与扩散的形式。区域内的 3 个人口高密度中心表现为 2 种类型不同的人口集聚与扩散形式。第一种是向心集聚,以兰州与西宁市为例,表现为中心区人口密度持续上升,人口密度梯度逐渐变大,即人口增长集中在中心区,城市吸引范围内的人口也慢慢向中心区聚集。第二种是弱中心式扩散,以临夏市为例,表现为人口密度保持稳定,人口密度梯度持续下降,周边区县的人口密度在高值区保持相对稳定,理论上这是因为临夏市的人口扩散效应。但是,考虑到根据场强模型分析得出的临夏市吸引范围非常有限,受制于城市人口规模和城市辐射强度,临夏市的人口扩散效应是非常有限的,我们认为临夏市是一个很“弱”的中心。根据 ESDA 的分析结果可知临夏市与周围区县的人口密度属于高-高类型区,周边区县具有较高的人口密度值。临夏市人口

密度梯度的下降,更多地是因为该市较小的城市规模和人口承载力而导致的人口外迁。

3.3 两类密度函数结果比较

从单中心与多中心区域密度函数的结论来看,两者之间存在冲突。单中心区域密度函数认为 3 个人口高密度中心都呈现出人口集聚的特征,而多中心区域密度函数认为兰州市区与西宁市区呈现人口集聚的特征,而

临夏市表现为人口扩散的特征。为了验证单中心与多中心区域密度函数的结果优劣以及兰州—西宁城市区域空间增长模式,借助 ESDA 方法来分析区域人口增长的空间相关性。以 1982—1990 年、1990—2000 年、2000—2009 年 3 个时间段的研究单元人口密度的变化率为观测值,计算 local Moran's I 统计量,并绘制 Moran 散点图和显著性地图(图 3)。

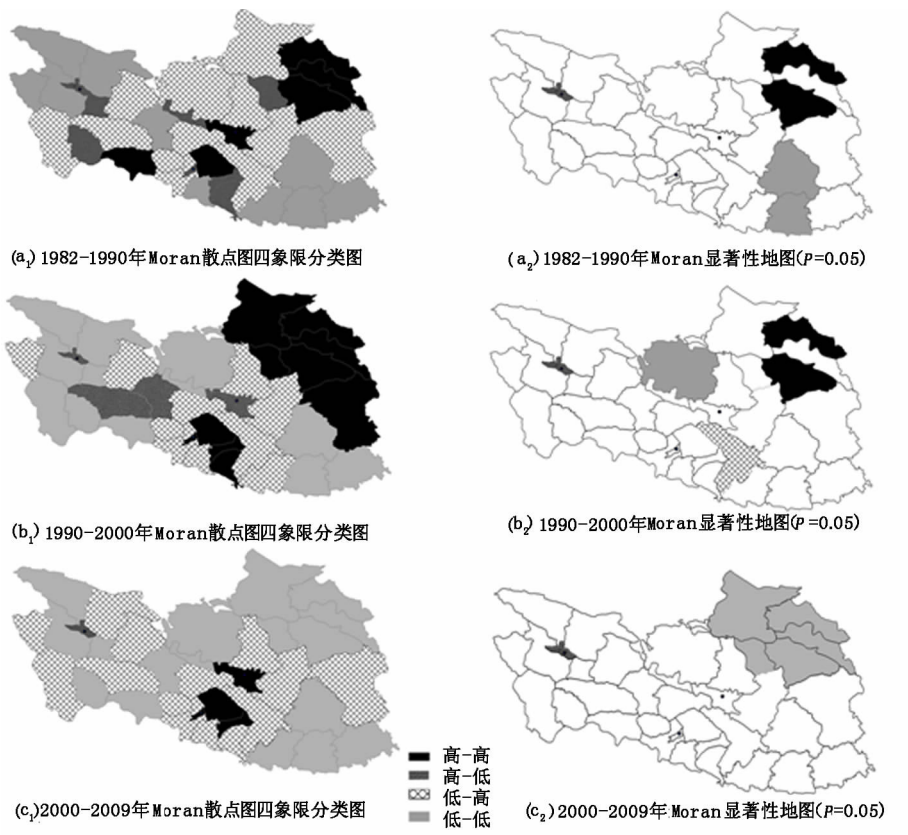


图 3 兰—西城市区域 3 个时段人口密度变化率的 Moran 散点图和显著性地图

Fig.3 Moran scatter plot and Moran significance map of the growth rate of population density in Lanzhou-Xining city region in three periods

如图 3 所示,从(a₁)、(b₁)与(c₁)可以看出,兰州城区与西宁城区皆属于高-低类型区,而周边县大多属于低-高类型或者低-低类型,这反映出兰州城区与西宁城区人口增长密度明显快于周边区县,表现出人口向心集聚的趋势。临夏市在第一个时段为高-低类型区,周边县为高-高类型区(东乡族自治县、广河县、康乐县)或者低-高类型区(积石山县、临夏县、和政县),反映出临夏及其周边区县在人口集聚与扩散上存在很大的空间离群。第二时段,临夏市为高-高类型区,周边县仍为高-高类型区与低-高类型区。综合两个时段来看,临夏市及其周边区县人口密度增长速度均衡,该市的人口密度增加速度与周边县相比并不显得很快,在人口集聚的吸引力上并没有很大的优势。因此,从对 3 个人口高密度中心的函数拟合结果来看,多中心密度函数能够更好地反映出兰州—西宁城市区域的人口集聚与扩散的特征与趋势。

4 结论

根据探索性空间数据分析,发现兰州—西宁城市区域存在 3 个人口高密度中心,分别是兰州市区、西宁市区与临夏市。分别运用单中心区域密度函数与多中心区域密度函数以比较两者在方法和结论上的差异,结果显示,单中心区域密度函数反映区域中心城市皆处于向心集聚的趋势,而多中心密度函数反映出兰州市区与西宁市区处于向心集聚的趋势,其中,兰州市区的集聚强度更大,而临夏市则表现出扩散的特性。结合对人口密度增长的空间统计分析和场强模型确定的临夏市狭小吸引范围可知,临夏市人口更趋向于扩散,但是这种扩散很微弱,是弱中心式扩散。由此可见,多中心区域密度函数由于综合考虑多个单中心对人口密度分布的影响,能够更准确地反映兰州—西宁城市区域人口密度的变化趋势。

参考文献:

- [1] 陆大道. 区域发展及其空间结构[M]. 北京:科学出版社,1995.
- [2] Clark C. Urban Population Densities[J]. Journal of Regional Statistics Society,1951,114(4):490-496.
- [3] Betty E S. A Review of Monocentric Urban Density Analysis[J]. Journal of Planning Literature,1997,12(2):115-135.
- [4] Muniz I, Galindo A. Cubic Spline Population Density Functions and Satellite City Delimitation: The Case of Barcelona[J]. Urban Studies, 2003,40(7):1303-1321.
- [5] 王法辉,金凤君,曾光. 区域人口密度函数与增长模式:兼论城市吸引范围划分的GIS方法[J]. 地理研究,2004,23(1):97-103.
- [6] 李平华,陆玉麟,于波. 20世纪90年代江苏省中心城市的增长模式和集聚扩散特征研究[J]. 人文地理,2005,20(2):49-53.
- [7] 孙铁山,李国平,卢明华. 基于区域密度函数的区域空间结构与增长模式研究——以京津冀都市圈为例[J]. 地理科学,2009,29(4):500-507.
- [8] 孙铁山,李国平,卢明华. 京津冀都市圈人口集聚与扩散及其影响因素——基于区域密度函数的实证研究[J]. 地理学报,2009,64(8):956-966.
- [9] 张志斌,赵睿琪. 兰州—西宁城镇密集区经济联系的空间分析[J]. 干旱区地理,2009,32(3):462-469.
- [10] 何江,张鑫之. 中国区域人均GDP增长速度的探索性空间数据分析[J]. 统计与决策,2006,22(22):72-74.
- [11] Anselin L. Local Indicators of Spatial Association: LISA[J]. Geographical Analysis,1995,27(2):93-115.
- [12] 刘峰,马金辉,宋艳华,等. 基于空间统计分析与GIS的人口空间分布模式研究——以甘肃省天水市为例[J]. 地理与地理信息科学,2004,20(6):18-21.
- [13] Berry B, Lamb R R. The Delineation of Urban Spheres of Influence: Evaluation of An Interaction Model[J]. Regional Studies,1974,8:185-190.
- [14] Parr J B. A Population-Density Approach to Regional Spatial Structure[J]. Urban Studies,1985,22(4):289-303.
- [15] Heikkila E, Gordon P, Kim J, et al. What had Happened to the CBD-Distance Gradient? Land Values in A Polycentric City[J]. Environment and Planning A,1989,21(2):221-232.

Study on Concentration and Decentralization of Population in Lanzhou-Xining City Region Based on A Regional Density Function Approach

Huang Yongbin, Bai Yongping, Li Jianbao

(School of Geography and Environmental Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: The distribution of population is of great importance to regional economic studies, which helps to reveal the characteristics and the development trends of regional spatial structure. This paper takes samples of thirty five counties in Lanzhou-Xining city region, which is the only one comparative integrated river basin units in the northern west part of China. Exploratory spatial data analysis was used to examine the population distribution characteristics of research units, and three high population density centers were found. To make sure which regional density function is more appropriate for Lanzhou-Xining area, firstly the gravity-based model is used to delineate the radiation scope of those three high population density centers and then the square-root negative exponential density function is found out to be the best one in explaining the population distribution of research units. Since the monocentric regional density have limits in polycentric regions, such as Lanzhou-Xining city region, the polycentric regional density based on the square-root negative exponential density function is used to examine the characteristic and the development trends of concentration and decentralization of population in this area. And we find there are two different models of concentration and decentralization of population in research units, namely, the concentration pattern, such as Lanzhou downtown area and Xining downtown area, and the dispersion pattern through weaken center such as Linxia City.

Key words: concentration and decentralization of population; regional density function; Lanzhou-Xining city region