

近30年来兰州市人口密度空间演变及其形成机制

张志斌, 潘 晶, 李小虎

(西北师范大学地理与环境科学学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要:以街区层面的人口统计数据为基础, 综合应用 ArcGIS 和 GS+Version7 软件对近 30 a 来兰州市人口密度空间演变进行分析。结果表明: 1982~2009 年, 随着空间距离的增加, 人口密度的正相关性逐渐削弱, 负相关性逐渐增强。人口密度总体上呈不断增大的趋势, 人口分布不均衡性和聚集性逐年增强, 整体呈现出东高西低格局, 以城关区和西固区为增长顶点形成“双核心”空间结构。高密度人口分布偏东, 主要集中在城关区和七里河区。人口重心级别不同, 所在街区面积不同, 高人口密度街区面积小, 低人口密度街区面积大。其形成机制主要缘于自然因素、历史因素、政策因素和经济因素等方面。

关 键 词: 人口密度; 空间演变; 形成机制; 兰州市

中图分类号: K901.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2013)01-0036-09

人口作为一个内容复杂、属性多样和综合多种社会关系的社会实体, 和资源、能源、粮食、环境共同构成了当今世界面临的五大问题, 对其密度进行研究, 一方面可反映人口分布的地区差异, 另一方面也代表着区域经济活动的强弱程度^[1]。人口密度的时间演变和空间分布往往是研究社会经济现象及其地理规律的逻辑起点, 是区域规划的重要内容 and 区域经济研究的重要课题^[2]。

纵贯西方文献, 自 20 世纪 50 年代以来, 西方学者就对城市人口密度进行了探讨, 并提出了一系列模型, 主要有指数密度模型^[3]、正态密度模型^[4,5]、二次指数模型^[6]、单中心模型^[7]和多中心模型^[8]等模型, 另有学者利用经济模型^[9,10]将人口密度函数的应用由城市内部推广到城市区域。20 世纪 80 年代以来, 国内学者分别对南京、沈阳、成都、杭州、北京等城市的人口密度数据进行了模型匹配和分析, 较为系统地探讨了人口空间分布及其演化的内在规律^[2,11~16]。但国内研究成果多针对东部经济发达城市, 对西部欠发达地区的城市人口密度微观研究尚属空白。

本文利用街道层面的人口数据对典型的西部中心城市——兰州市的人口密度空间演变格局进

行分析, 一方面有助于更加深入地认识兰州市人口密度空间演变规律, 另一方面有助于把握西部城市人口空间分布的变化趋势, 为制定相关的人口优化措施和城市规划调控政策提供依据。

1 研究区概况与数据处理

1.1 研究区概况

兰州市位于甘肃省中部、中国陆域版图的几何中心, 地处青藏、黄土、内蒙古三大高原交汇地带, 是甘肃省省会和全省政治、经济、文化中心, 在西北处于“座中四联”的位置, 背倚甘、青、藏, 连接川、黔、滇广大地区。兰州市现辖城关、七里河、安宁、西固、红古 5 区及永登、皋兰、榆中 3 县。受到河谷地形及南北两山的限制, 兰州城市空间扩展受到很大制约, 地域空间狭窄且完整性差, 是西北典型的河谷型城市。城市地域结构经过漫长的演化, 逐渐形成了以政治、商业、科教为主导职能的城关区, 以轻工业、机械、铁路交通枢纽为主的七里河区, 以石油化工为主的西固区, 以电子仪表、教育科研为主的安宁区^[17~19]。本文选取 1982 年、1990 年、2000 年和 2009 年 4 个年份为时间断面, 以主城区内的城关、七里河、安宁和西固 4 个区作为

收稿日期: 2012-05-05; 修订日期: 2012-09-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(41161028)、甘肃省属高校基本科研业务费专项资金(2010-003)、西北师范大学青年骨干项目(SKQNGG10028)资助。

作者简介: 张志斌(1965—), 男, 甘肃会宁人, 博士, 教授, 主要从事城市与区域规划研究。E-mail: zbzhang@nwnu.edu.cn

研究区域,以街道和乡镇作为最小研究单元,对其人口密度空间演化进行系统分析。截止 2009 年底,主城区 4 区共有街道、乡镇 61 个,总人口 233 万人,总面积 1 038.41 km²。为了描述和分析方便,文中以“街区”概念统指街道办事处和乡、镇一级行政地域单元^[13]。

1.2 数据来源和街区处理

本文的基础数据包括兰州市第三、四、五次人口普查数据,2009 年兰州市人口统计数据,兰州市区第二次全国土地调查数据以及城市基础地理信息数据等空间数据。人口普查数据由兰州市相关人口统计部门提供,空间数据由相关测绘部门提供。由于兰州市街区层面的第六次人口普查数据还未公布,本文采用 2009 年的街区人口数据进行对比分析。

1982~2009 年,兰州市主城区的行政区划进行了 4 次调整,前 3 次调整变动不大,主要以乡改镇(或街道)为主,2004 年和 2005 年间,为加快城乡一体化发展、强化城市管理服务功能,进行了第四次大范围调整。截至 2009 年,城关区辖 24 个街道和 1 个高新区;七里河区辖 9 个街道、6 个乡镇。西固区辖 7 个街道、6 个乡镇;安宁区辖 9 个街道。

由于 1982~2009 年,街区范围调整较大,导致 3 次人口普查数据和 2009 年人口数据不能直接进行对比分析,需要根据行政区划调整的具体情况,对相关数据和研究单元进行空间化处理。综合应用 ArcGIS 和 GS+Version7 软件,依据行政区划代码将研究区人口普查数据和行政区划空间数据相关联,通过空间插值实现人口密度数据的空间化,打破行政界线,最大限度的消除街区划分对人口密度分布的影响,进而对 4 个典型年份的人口密度进行对比分析。

2 研究方法

2.1 空间相关性和变异性

(1) 空间相关性

空间自相关分析是用来衡量不同空间单元相互关联性的主要方法,是区域某一要素与其相邻空间点上的属性值相关联的整体表现形式,度量指标是 Moran's I ,其计算公式为:

$$I = \frac{[N \sum_i \sum_j W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})]}{[(\sum_i \sum_j W_{ij}) \sum_i (x_i - \bar{x})^2]} \quad (1)$$

式中, N 是研究区内地区总数, W_{ij} 是空间权重, x_i 和

x_j 分别是区域 i 和 j 的属性, \bar{x} 为属性的平均值。Moran's I 的取值范围在 -1 和 1 之间。接近 1 时,表明相似属性集聚在一起;接近 -1 时,表明相异属性集聚在一起;接近于 0,则表示是随机分布,不存在空间自相关性^[20,21]。

(2) 空间变异性

区域化变量的空间变异分析是描述区域化变量随机性和结构性特有的基本手段。假设有一组空间样本(s_1, s_2, \dots, s_n),则半变异函数 $\gamma(h)$ 为:

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

式中, h 为样本距; $N(h)$ 为间距,为 h 的样本对的总个数; $Z(s_i)$ 是样本空间样本 s_i 的属性值, $(s_i + h)$ 是距样本 s_i 距离为 h 处的样本的属性值^[22]。

半变异函数的参数:基台值($still, C+C_0$)、块金值($nugget, C_0$)、自相关尺度(a)和结构方差比 $[C/(C_0 + C)]$ (图 1)。当变异函数 $\gamma(h)$ 随着间隔距离 h 的增大,从非 0 值达到一个相对稳定的常数时,该常数称为基台值,其表示系统内总的变异。当间隔距离 $h=0$ 时, $\gamma(0)=C_0$, 该值称为块金值,它表示随机变异的大小。变异函数 $\gamma(h)$ 达到基台值时的间隔距离 a 称为变程,它表示具有区域化变量影响范围的大小。结构方差比用来衡量空间自相关程度,当结构方差比大于 75% 时,系统具有强烈空间自相关;在 25%~75% 之间时,系统具有中等自相关性;小于 25% 时,自相关性较弱^[1,23]。

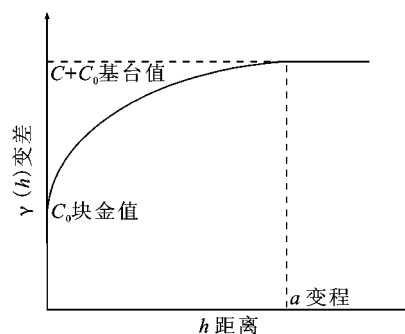


图 1 理论方差图

Fig. 1 Model variogram

2.2 人口重心

人口重心是度量人口分布的一个重要指标^[24],常被用来测度某一区域人口分布变迁情况。人口重心是假设某区域是由 n 个基本单元组成,各个单元的地理中心或行政中心为 (x_i, y_i) ,该单元人口总

数为 P_i , 则研究区域人口重心坐标的计算公式为:

$$X = \sum P_i x_i / \sum P_i, \quad Y = \sum P_i y_i / \sum P_i \quad (3)$$

式中, X, Y 分别为人口重心的横坐标和纵坐标。各基本单元人口数量的变化, 将引起人口重心的移动, 研究人口重心的移动方向和距离, 有助于了解人口再分布的方向和强度。

3 兰州市人口密度的时空演变

3.1 相关性和变异性分析

3.1.1 人口密度相关性分析

1982年、1990年和2000年的 Moran's I 指数由正值变为负值后又趋于0值, 说明随着滞后距离的增加, 人口密度在空间上的正相关性逐渐减弱, 随机成分对人口密度分布的影响逐渐增强; 而2009年 Moran's I 指数随滞后距离的增大不断减小, 其值由正值变为负值, 表明随着空间距离的增加, 兰州市人口密度分布的正相关性逐渐削弱, 负相关性则逐渐增强(图2)。

总之, 1982~2009年兰州市人口密度的 Moran's I 指数随着滞后距离的增大不断减小, 正相关性不断降低。这是由于当空间距离较小时, 各个街区之间的人口流动就变得频繁, 互补性增强, 人口密度表现为正相关, 加之经济发达街区具有聚集人口的向心力和吸引力, 使得周边街区人口不同程度的增加。当空间距离增大时, 各街区人口流动所带来的成本就会增高, 互补性逐渐降低,

经济发达街区对人口的吸引力和向心力就降低, 人口密度表现为负相关。

3.1.2 人口密度变异性分析

利用1982年、1990年、2000年和2009年4个年份的人口密度格网数据, 对兰州市人口密度采用线性模型、高斯模型、指数模型和球状模型进行拟合。比较决定系数 R^2 发现, 把4个典型年份拟合度最高的高斯模型确定为空间变异模型, 形成人口密度变异演化图(图3)。

从表1中可看出: 4个典型年份的决定系数 R^2 整体呈不断增大的趋势, 其拟合系数都在90%以上, 且模型拟合度越来越高, 由0.930增至0.961, 说明兰州市人口密度的空间格局整体稳定性越来越显著, 具有越来越强的空间自组织性。变程呈不断增大的趋势, 从9.37 km增至10.12 km, 说明人口密度的空间自相关范围不断增大。人口密度的块金值、基台值和结构方差比都呈逐年增大的趋势, 说明引起人口密度空间差异的随机成分不断增大, 人口密度的空间异质性越来越高, 人口分布越来越不均衡。块金值由1982年的 9.0×10^5 增至2009年的 2.5×10^6 , 后者是前者的2.8倍, 说明随着时间的变化, 人口密度分布受不确定因素的影响愈发显著。1982年人口密度的基台值最小, 为 1.492×10^7 , 说明空间异质性最小; 2009年人口密度的基台值最大, 为 4.785×10^7 , 说明空间异质性最大。块金值和基台值的增大, 说明在兰州市整体

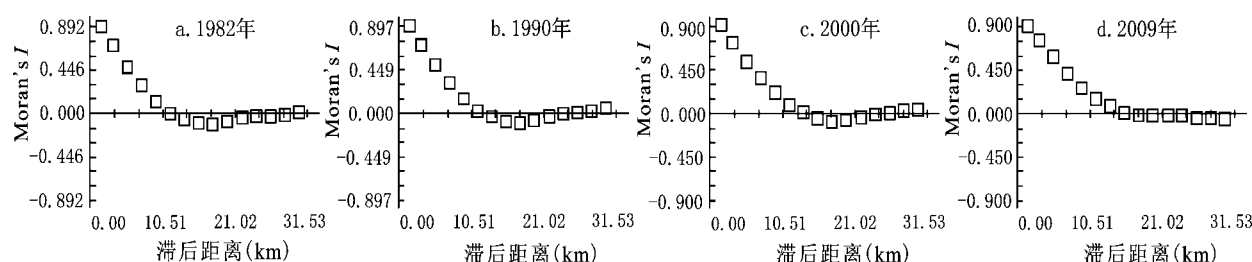


图2 兰州市人口密度的空间相关性

Fig.2 Spatial correlation of population density in Lanzhou City

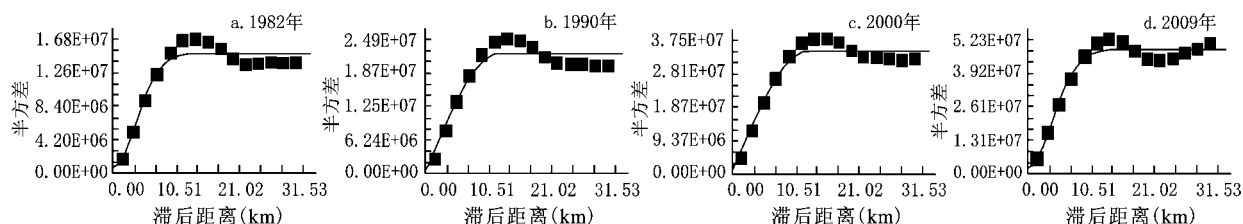


图3 兰州市人口密度半方差函数图

Fig.3 Variogram on spatial pattern of population density in Lanzhou City

表1 人口密度的半方差模型及其参数值

Table 1 Semi-variance function models of population density

年份(年)	理论模型	R^2	A_0	C_0	C_0+C	C/C_0+C
1982	高斯模型	0.930	9.3704	9.0×10^5	1.492×10^7	0.939
1990	高斯模型	0.922	9.4397	1.28×10^6	2.206×10^7	0.942
2000	高斯模型	0.953	9.9073	1.6×10^6	3.412×10^7	0.953
2009	高斯模型	0.961	10.1152	2.5×10^6	4.785×10^7	0.948

空间格局演化过程中,随机变异程度增大,人口密度的空间异质性越来越大,人口分布越来越不均衡。人口密度的结构方差比均超过 90%,说明人口分布均有强烈的空间自相关性。

3.2 不同人口密度类型空间分布

选取 1982 年、1990 年、2000 年和 2009 年 4 个典型年份为时间断面,把面状图层以街区为单元提取出来作为图形数据,把人口属性数据输入数据库中作为属性数据,通过关键字段把图形数据和属性数据链接,将街区人口密度作为计算变异函数的空间变量赋予格网的中心点,将 4 个年份格网中心点数据作为空间变异分析的样方,定义采样步长为 100 m,生成覆盖整个区域的规则格网,颜色越深代表人口密度越大(图 4)。将人口密度根

据自然断点法分为高、中、低 3 级,把各个街区的人口密度高低在图上显示出来,利用 ArcGIS 技术手段,计算出不同年份的各类型的人口密度重心。通过人口重心移动轨迹及移动速度,揭示人口分布空间变化的特征和原因,为制定人口发展政策、区域社会经济发展规划提供决策依据。需要说明的是,文中所指的“高人口密度、中人口密度和低人口密度”是针对兰州市内部街道之间相对而言。

分析图 4 后发现,1982 年高人口密度街区 13 个,其面积占 1.29%,重心位于七里河区的西园街道;中人口密度街区 15 个,其面积占 3.63%,重心位于七里河区的敦煌路街道;低人口密度街区 36 个,其面积占 95.08%,重心位于西固区的金沟乡。1990 年高人口密度街区 15 个,其面积占 1.68%,重

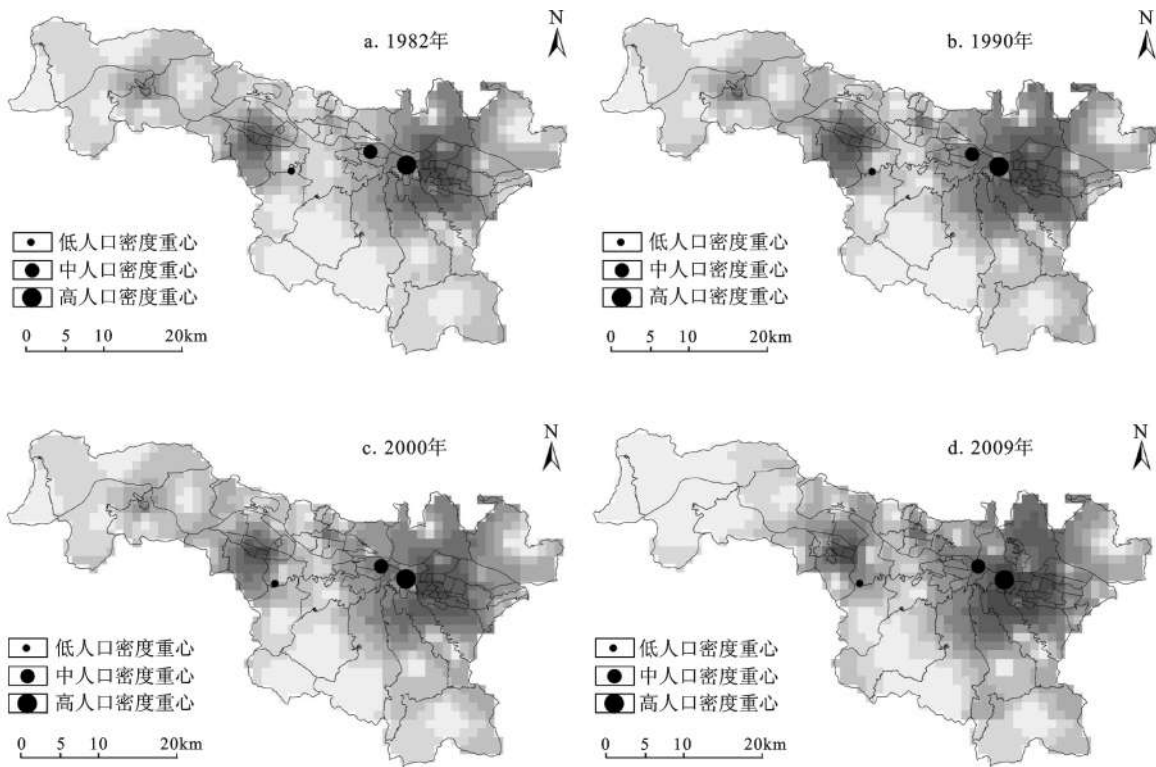


图4 人口密度重心演化

Fig.4 Evolvment of population density and population gravity centers

心仍位于七里河区的西园街道,但向东略有偏移;中人口密度街区20个,其面积占6.61%,重心位于七里河区敦煌路街道并继续向东移动;低人口密度街区29个,其面积占91.71%,重心位于西固区的金沟乡。2000年高人口密度街区减至14个,其面积占1.53%,重心位置继续向东移动,但仍在七里河区的西园街道;中人口密度街区减至14个,其面积占4.50%,重心位于七里河区西湖街道且继续向东移动;低人口密度街区36个,其面积占93.97%,重心移至西固区的金沟乡与陈坪街道交界附近。2009年高人口密度街区减至13个,其面积占1.76%,重心位置偏移至城关区的临夏路街道;中人口密度街区减至17个,其面积占4.6%,重心位于七里河区的西湖街道并继续向东移动;低人口密度街区31个,其面积占93.64%,重心移至西固区陈坪街道与金沟乡的交接处。

兰州市人口密度空间格局在4个典型年份的图形上表现出很大的相似性和一致性,整体呈现出东密西疏的格局,同时形成以城关区和西固区为增长顶点的“双中心”空间结构。1982年,城关区人口高密度中心以酒泉路街道、铁路东村街道、张掖路街道和七里河区的西湖街道为主;1990至2009年,七里河区的土门墩街道、西站街道、华坪街道、建兰路街道和西湖街道与安宁区的十里店街道和西路街道人口密度也迅速增长,并且与城关区人口高密度街区逐渐形成一个更大范围的人口密集区。西固区人口高密度中心以西固城街道、先锋路街道和福利路街道为核心,其形成得益于国家政策的强力支持。

人口密度重心直观的表达了兰州市人口分布的地理大势,其迁移方向说明了人口再分布的方向^[24]。兰州市人口密度重心的空间分布基本特征:①不同年份间同级别的人口重心位置偏移较小,3级人口重心在4个年份的迁移不明显,具有相似的空间分布特征。高人口密度重心由七里河区的西园街道向东移至城关区的临夏路街道,偏移距离较小且移动速度较慢。中密度人口重心在4个典型年份都集中分布在七里河区,由敦煌路街道偏移至西湖街道,与高人口密度重心的距离逐渐缩短,移动速度快于高人口密度重心。低人口密度重心都位于西固区,由金沟乡逐渐迁移至陈坪街道与金沟乡的交接处。②从不同人口密度的重心变化上可以看到:1982~2009年人口密度重心

移动速度缓慢,变化趋势不显著,人口空间格局较稳定。高、中密度重心都缓慢向东移动,说明兰州市近年来的人口分布偏东。低人口密度重心随着时间的演变自东向西偏移明显且速度较快,与高、中人口密度重心移动方向相反。4个典型年份人口密度重心的位移很小,说明兰州市人口分布的总体趋势并没有发生大的改变,人口集中分布在城关区和七里河区。

将人口密度与人口重心叠加分析后,发现二者具有空间匹配性。高、中人口密度重心的位置位于以城关区为增长重心的高人口密度区内。在以城关区和西固区为增长点的“双中心”附近,人口密度增长速度更快,上升趋势更明显,人口密度由“中心”向四周递减,遵循距离衰减规律。

4 人口密度空间演化机制分析

4.1 自然因素

人口的分布脱离不了自然环境的作用,自然因素是影响人口分布的直接因素。自然条件是兰州市地域结构形成与发展的最基本因素^[25,26]。影响其人口分布的自然因素主要是河流、地形和气候因素。

水是人们生活和生产活动最基本的物质条件之一,良好的水资源条件历来对人口的分布产生引力^[25]。在兰州河谷城邑的产生与缓慢发展时期,黄河一直作为首要的自然地理因素影响城市人口空间结构的形成与演化,人口分布以黄河河谷地带为主要的的发展和延伸主轴,从而构成带状组团式的空间结构。另外,河道的变迁也是影响兰州市人口分布的重要因素之一。历史上兰州城址的变迁和人口迁移都与河道的移动有重大关联。

地形对人口分布的影响很明显。宏观区域性地貌格局奠定了兰州城市发展的基础。兰州地形东北高、西南低,平均海拔在1400 m以上,地形高程差异悬殊,城市只能沿着黄河轴线纵向延伸,从而构成带状组团式的城市平面景观。地形对城市的影响不仅是直接的地形限制,更重要的是与其他要素组合,共同作用于城市区域的布局 and 整体发展。区位条件较好的河谷地带总是优先得到重视与发展,人口集中于此^[27]。

同时,区域性的气候条件等也会对城市人口的空间布局产生重大影响。如兰州常年盛行偏东风的气候特征,决定了将重化工业区布局在位于

市区下风向及黄河上游位置的西固区,使整个兰州市的人口空间分布格局发生了很大改变^[27]。

4.2 历史因素

人口分布在一定程度上受开发历史的影响,而开发历史与自然环境的优劣相联系。一般,开发历史悠久的地区,自然环境相对优越,人口长时间的持续增长,人口密度都比较高;相反,开发历史较短的地区人口就比较稀少^[25]。

从历史发展来看,兰州市人口空间分布格局的形成有其历史的必然性。兰州地区的最早建制是在春秋战国时期,秦始皇为统一中国,在今兰州市东岗一带筑城,修建和设置榆中县城,对兰州城市的形成和发展起到重要作用。西汉武帝、昭帝时,先后设金城郡,兰州始有金城之名,城址约在今西固城一代。西魏时期选择在金城关对岸五泉山附近的鼓楼巷一带筑城,取代原西固城而成为整个兰州盆地的主要城市聚落。隋开皇元年(公元581年)设兰州总管府,始称兰州,城址约在今皋兰山下,人口集中分布于此。北宋时期,黄河河道北移,城池离黄河越来越远,不利据河而守,兰州城址也发生迁移,其位置大约在今市区西北方向黄河南岸地势较高的红砂岩石质岛屿上^[27]。清代以后,黄河河道再无较大摆动,兰州城址基本确定下来。康熙五年,陕甘分治,定兰州为甘肃省省会,其作为全省政治、经济和文化中心的地位逐渐形成,人口也逐渐集中于此。

兰州市于1941年设市,城市基本沿袭了清末的空间格局,确定市域面积仅16 km²,范围东起东稍门,西至七里河,南到皋兰山北麓,北到庙滩子^[19,27-29]。解放前夕,兰州市范围有所扩大,城市人口主要集中在以旧城为中心的城关区一带,安宁区、西固区和七里河区的人口只是零星地分散布局在沿河谷地势条件较好的地段,呈“向心集聚”特征。至今,从人口空间分布折射出的城市发展历史烙印非常明显。

4.3 政策因素

政治形势的演变和政府推行的政策对人口分布也产生重大影响,是人口发展过程中的“增长剂”,对人口空间格局的形成起外在推动作用。无论是计划经济体制还是市场经济体制,作为政府干预的主要手段,政策对城市人口空间结构演化均起着重要的控制和引导作用^[12,25,30]。

兰州解放前基本上没有现代大工业。城市建

设还主要集中在城关旧城区,其余地区绝大多数还是农地或未利用土地,呈以城关区为核心的单中心空间结构。20世纪50年代,为改变旧中国工业偏集沿海的不利局面,国家在西北进行了大规模的经济建设,兰州市被列为15个重点建设城市之一,进而展开了大规模的工业建设。由于工业性质多为大型重化工业,加之地形条件的限制,遂布局在距离老城区较远的西固区。其中,兰炼、兰化是国家“一五”期间156项重点工程项目,均为新中国第一个现代化的炼油和化工生产企业,成组布局在以先锋路街道和福利路街道为中心的区域;中国最早最大的浓缩铀生产基地——中核集团公司504厂布局在以新和路街道和新安路街道为中心的区域。这些大型企业在西固区落地后形成了统一规划的大规模工业区和工人新村,从东部地区支援西北建设的职工及其家属纷至沓来,使得西固区的人口快速机械增长,形成人口高密度组团。

总之,经过“一五”、“三五”时期的倾斜扶持和重点建设,逐渐建立了以石油化工为主导、以中央部委直属企业为骨干的新兴工业体系,兰州市也由一个落后的以自然经济为主的内陆城镇蜕化为以先进的大工业体系为主导的新兴工业城市。工业的发展带来了大批移民的迁入及城市规模的迅速扩大,原来以城关区为核心的单中心结构模式不能满足经济发展和工业建设要求,城市空间向外拓展^[18,19,27]。

4.4 经济因素

自然环境为人口的分布只是提供一些可能条件,生产力的发展水平和分布则决定着人口的分布。人口的发展与经济的发展和往往是同步的,一定时期的经济繁荣必将促使人口的增长,特别是城市人口的发展,与城市本身的经济、文化、科技、教育等项事业的发展有密不可分的关系。经济发展水平不同的地区,人口分布和人口密度也不同,生产力发展水平决定人口密度,生产布局在地域上的延伸和变化,也必然引起人口的再分布。因此,社会经济发展的过程也影响着人口变化的过程^[29-32]。

主城区中人口密度最大的是城关区,这是因为兰州市大部分行政、金融、商业、文化、体育、医疗保险机构分布于此,无论是经济发展还是城市建设,都吸引了大量人口不断聚集,流动人口数量

大。20世纪60年代,随着国家对西部城市投资力度的加强,兰州经济进一步快速发展,在距市旧城中心一定距离先后形成七里河组团和安宁组团,其中,七里河组团主要围绕着火车西站铁路枢纽、小西湖商贸中心等地发展起来,安宁组团则依托于长风、万里、兰新等几个大型国有企业发展起来。这两大组团的形成,既接应了旧城部分功能外溢,也截留了部分涌入市区的外来人口,导致七里河区和安宁区的人口迅速增加。

改革开放后,中国计划经济体制向市场经济体制过渡,兰州市实施了兴建西北商贸中心城市战略,社会经济迅速发展,投资环境显著改善,吸引了大量企业和人口,城市建设用地随之迅速扩张。2000年以后,兰州迎来了西部大开发、加入WTO及老工业基地改造等历史机遇,一批新兴高科技产业迅速崛起,工业化水平明显提高,人口增长的步伐加快。以安宁区为例,自1993年国家经济技术开发区创建以来,人居环境不断优化,软硬件基础设施日趋完善,吸引大量企业和人员入驻。与此同时,伴随着高等教育改革,尤其是1996年以后的连年扩招,使得作为兰州文教区的安宁,人口数量快速增长,人口增长率也是四区中最快的。而西固区作为兰州市的工业区,由于国企的普遍不景气,造成了人口在四区中增长最慢^[33,34]。

5 结 论

1) 采用空间相关性和变异性来研究人口密度时空演变,可定量分析人口密度分布的关联程度,反映人口分布现象的内在联系,但不能直观、清晰地反映人口分布特征。人口重心直观地对人口数据进行可视化表征,分析其移动轨迹及移动速度,可简明又深刻地反映和解释人口分布空间变化的特征和原因,更深入地了解人口分布的空间规律。因此,在进行空间相关性和变异性分析的基础上分析空间关系,将二者兼顾,可科学揭示人口密度时空演变的特征,进一步解释人口密度分布的形成机理。

2) 对人口密度进行空间相关变异分析发现:近30 a来,在兰州市人口密度空间格局演化过程中,随着空间距离的增加,人口密度的正相关性逐渐削弱,负相关性则逐渐增强,空间自相关范围不断增大,高密度区对低密度区的影响范围逐年增加。引起人口密度空间差异的随机成分不断增

大,由空间相关引起的结构化分异越加显著。人口密度分布的区域差异总体上在扩大。可以预见,在今后一段时期内,这种差异将继续存在,短期内不会有大的改变。这说明兰州市人口分布一直处于不平衡状态。

3) 从不同年份的人口密度重心变化上可以看到:在近30 a内,兰州市人口分布偏东,人口密度空间格局走势具有规律性,整体呈东高西低,以城关区和西固区为增长顶点形成“双中心”空间结构,人口密度由“中心”向四周逐渐缩小。不同年份间人口分布的总体趋势并没有发生大的改变,高、中人口重心集中在城关区和七里河区,表现出缓慢、稳定地向东移动的趋势,低人口密度中心则相对快速的向西移动。高、中人口密度重心和低人口密度重心的移动方向相反,说明人口密度在区域之间的差异在拉大。同时,高人口重心和中密度中心不同级别人口重心所在研究单元的面积不同,高人口密度所在街区的面积普遍较小,低人口密度所在街区的面积一般较大。

4) 主城区各个街区间的人口密度差异在30 a前就已经存在,其演变受到自然因素、历史因素、政策因素和经济因素的综合影响。其中,自然因素是影响人口分布的直接因素;历史因素是影响人口密度差异的关键因素;政策因素对城市的空间结构演化起着控制和引导的作用;由于社会经济发展水平的差距直接影响人口的机械增长,促使人口重心迁移,因此,经济因素是影响人口密度分布的决定性因素。

参考文献:

- [1] 左永君,何秉宇,龙 桃.1949~2007年新疆人口的时空变化及空间结构分析[J].地理科学,2011,31(3):358~364.
- [2] 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):87~103.
- [3] Clark C.Urban population densities[J].Journal of Royal Statistics Society,1951,114:490-494.
- [4] Sherratt G G.A model for general urban growth[C].In:Churchman C W,Verhulst M,(eds.). Management Sciences,Model and Techniques:Proceedings of the Sixth International Meeting of Institute of Management science(Vol. 2). Elmsford N Y:Pergamon Press,1960:147-159.
- [5] Tanner J C.Factors effecting the amount of travel[J].Road Research Technical Papers,1961,51:46-73.
- [6] Newling B.The spatial variation of urban population densities

- [J].Geographical Review,1969,**59**:242-252.
- [7] McDonald J F.Econometric studies of urban population density: a survey[J].Journal of Urban Economics,1989,**26**:361-385.
- [8] Berry B, Kim H.Challenges to the monocentric model[J].Geographical Analysis,1993,**25**:1-4.
- [9] Parr J B.The development of spatial structure and regional economic growth[J].Land Economics,1996,**72**(3):336-357.
- [10] Barkley D L, Henry M S, Bao S. Identifying “spread” versus “backwash” effects in regional economic areas: a density functions approach[J].Land Economics,1996,**72**(3):336-357.
- [11] 林柄耀. 计量地理学概论[M]. 北京: 高等教育出版社, 1982.
- [12] 冯 健, 周一星. 北京都市区社会空间结构及其演化(1982~2000)[J]. 地理研究, 2003,**22**(4):465~483.
- [13] 冯 健, 周一星. 近 20 年来北京都市区人口增长与分布[J]. 地理学报, 2003,**58**(6):904~916.
- [14] 冯 健. 杭州市人口密度空间分布及其演化的模型研究[J]. 地理研究, 2002,**21**(5):635~646.
- [15] 陈彦光, 刘继生. 城市人口分布空间自相关的功率谱分析[J]. 地球科学进展, 2006,**21**(1):1~9.
- [16] 杜国明, 张树文, 张有全. 城市人口分布的空间自相关分析: 以沈阳市为例[J]. 地理研究, 2006,**26**(2):383~390.
- [17] 董晓峰, 魏彦强. 中国中西部河谷型城市人口容量研究_以典型河谷型城市兰州为例[J]. 干旱区资源与环境, 2009,**23**(3):1~7.
- [18] 杨永春. 论典型河谷盆地型城市兰州的发展模式[J]. 人文地理, 2000,**15**(1):10~19.
- [19] 陈建杰, 叶智宣. 兰州城市地域结构特点及其合理发展[J]. 经济地理, 1996,**16**(3):37~40.
- [20] 张善余. 人口地理学概论[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1999.
- [21] 伍世代, 王 强. 中国东南沿海区域经济增长差异及经济增长因素分析[J]. 地理学报, 2008,**63**(2):123~134.
- [22] 王法辉, 姜世国, 滕俊华. 基于 GIS 的数量方法与应用[M]. 北京: 商务印书馆, 2009.
- [23] 张学良. 探索性空间数据分析模型研究[J]. 当代经济管理, 2007,**29**(2):26~29.
- [24] 俞 路, 张善余. 近年来北京市人口分布变动的空间特征分析[J]. 北京社会科学, 2006,(1):7~12.
- [25] 周之桐, 王桂新. 人口地理学简明教程[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1992.
- [26] 杨永春, 曾尊固. 兰州市地域结构分析[J]. 地理科学, 2002,**22**(4):468~475.
- [27] 靳美娟. 兰州城市空间结构演化与持续性发展研究[D]. 兰州: 西北师范大学, 2005:36~44.
- [28] 兰州市地方志编纂委员会, 兰州市城建综合志编纂委员会. 《兰州市志第十二卷城建综合志》[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 2002.
- [29] 鲜肖威, 张林源, 艾南山, 等. 自然环境、人文因素演变与城市聚落发展的关系[J]. 地理研究, 1988,**8**(4):311~320.
- [30] 方创琳. 中国城市群形成发育的政策影响过程与实施效果评价[J]. 地理科学, 2012,**32**(3):257~264.
- [31] 谷国锋, 解瑯卓. 东北三省区域经济增长的趋同性研究[J]. 地理科学, 2011,**31**(11):1307~1312.
- [32] 赵建利. “三普”到“四普”期间兰州市人口变化分析[J]. 兰州学刊, 1991,(6):53~56.
- [33] 张治国, 周洪波. 改革开放以来的兰州市人口演变的特点[J]. 西北人口, 2002,**87**(1):52~54.
- [34] 周 静, 段汉明. 西北地区城市发展中空间不连续问题剖析——以兰州城市为例[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2008,**8**(5):69~74.

The Spatial Evolution and Formation Mechanism of Population Density in Lanzhou City Over the Past 30 Years

ZHANG Zhi-bin, PAN Jing, LI Xiao-hu

(College of Geography and Environment Science, Northwest Normal University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: Base on the demographic data at a district level, the article analyzed the spatial evolution of population density in Lanzhou in recent 30 years, by a comprehensive application of software ArcGIS and GS+ Version7. The result shows that: 1) in the evolution of spatial pattern in population density of Lanzhou, with the growth of spatial distance, the positive correlation of population density was gradually weakening and the negative correlation was gradually strengthening in 1982-2009. The spatial autocorrelation range has been continuously increased. The influence coverage of the high density area on the low density area has been increasing year by year. The random elements that arouse the spatial difference in population density are increasing continuously, and structure differentiation that space correlation causes is more and more outstanding. The region-

al difference in population density distribution was enlarging as a whole. It can be predicted that, in the near future, the difference remains and in a short term there will no any great changes. This illustrates that population distribution in Lanzhou is always in an imbalanced state. 2) From the changes of population density gravity in different years, it can be seen that, the population distribution is partially on the east. The tendency of space pattern in population distribution shows its regularity, which is high on the east and low on the west as a whole. In two-center space pattern formed by increase peak in Chengguan District and Xigu District, the population density is gradually reducing from center to the surrounding. The general tendency of population density in different years changes little. The high and low population gravities focus on Chengguan District and Qilihe District, which shows the gradual and stable eastward tendency and low population density center is moving at a relatively speed. The moving directions of the gravity of high and medium population density and low population density are opposite, which shows that the difference of population density in districts is enlarging. Meanwhile, as for high population gravity and medium density center, the area of research units of population gravity at the different levels is different. The district area which is high in population density is commonly small, and the district area that is low in population density is generally large. 3) The differences in population density of the districts in main urban areas existed in 30 years ago. And the revolution is under combined influences by nature element, history element, policy element and economy element. Among them, nature element is the direct factor that influences population density; history element is the key factor that influences the difference in population density; policy element plays a controlling and leading role in the revolution of space structure in a city; the difference in social and economic development directly influences mechanical growth of population, and makes population gravity transfer. Therefore, economy element is the decisive factor that influences population density distribution.

Key words: population density; spatial evolution; formation mechanism; Lanzhou City