

文章编号:2095-6134(2018)04-0506-09

1982—2010 年乌鲁木齐市主城区人口 时空分布特征及模拟^{*}

杨 振^{1,2}, 雷 军^{1†}

(1 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011; 2 中国科学院大学, 北京 100049)

(2017 年 2 月 16 日收稿; 2017 年 5 月 8 日收修改稿)

Yang Z, Lei J. Spatial-temporal distribution characteristics and simulation of population in the main urban area of Urumqi City from 1982 to 2010[J]. Journal of University of Chinese Academy of Sciences, 2018,35(4):506-514.

摘 要 城市人口空间分布是影响社会经济活力、公共服务配置、基础设施建设以及城市生态环境、交通、住宅等方面的重要因素之一,是科学开展城市规划的前提和基础。从主城区人口集中指数、人口集聚度指数、不同圈层人口密度分布变化、单中心与多中心人口密度分布模拟及主城区人口密度空间重构角度探讨 1982—2010 年乌鲁木齐市主城区人口空间分布规律。结果如下。1)近 30 年来主城区人口分布的集中程度一直在增加,人口分布的向心性较强,人口郊区化现象不明显。人口分布集中速度具有明显的阶段性特征:1982—2000 年为高速增长阶段,2000—2010 年为低速增加阶段。从人口集聚度指数来看,人口分布集聚特性明显且人口集聚沿主要交通走廊呈条带状特征。2)各年份人口密度随离城市中心的距离增加趋于减小,人口密度在 0~3 km 最大,在 3~6 km 处出现快速下降趋势;高人口密度街道分布有渐趋内移之势,低人口密度街道有渐趋外移趋势。3)单核心模型的回归表明:主城区 4 个年份的人口密度分布模型不尽相同,1982 年与 2000 年反函数模型模拟效果较好;而 1990 年和 2010 年三次函数模型模拟更优。多核心模型的回归表明:2010 年主城区双中心结构初露端倪,主中心在影响人口分布方面起到重要作用,而次中心在集聚人口能力方面较弱。

关键词 人口分布;人口密度;人口密度模拟;乌鲁木齐

中图分类号:TU984.2 文献标志码:A doi:10.7523/j.issn.2095-6134.2018.04.013

Spatial-temporal distribution characteristics and simulation of population in the main urban area of Urumqi City from 1982 to 2010

YANG Zhen^{1,2}, LEI Jun¹

(1 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China;

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract Spatial distribution of population in the main urban area of Urumqi City was studied from the perspectives of concentration index, population agglomeration index, population density changes in different spheres, monocentric and polycentric population density simulations, and space

^{*} 国家自然科学基金面上项目(41671168)资助

[†] 通信作者, E-mail: leijun@ms.xjb.ac.cn

reconstruction. This work reveals the characteristics and laws of the population growth and distribution in the main urban area of Urumqi City. The main conclusions are given as follows. 1) The concentration degree of population distribution could be divided into two stages, the rapid growth stage from 1982 to 2000 and the slow growth stage from 2000 to 2010. From the viewpoint of the population agglomeration index, the agglomeration characteristics of population distribution were obvious, and the agglomeration presented a band feature along the main traffic corridor. 2) The population density maintained a centralized regular pattern. 3) Based on the regression of monocentric model, population density models of the main city area were different for the four years. The inverse function model was better for 1982 and 2000 while the cubic function model was fit for 1990 and 2010. Based on the regression of polycentric model, the authors found that a double-center structure appeared in the main city area in 2010. The main center played an important role in affecting the population distribution, and the subcenter was weak in the agglomeration population capacity.

Keywords population distribution; population density; population density simulation; Urumqi

人口作为城市发展中最为活跃的要素之一^[1-3],是城市空间的重要组成部分^[3]。人口分布及其变化改变了城市内部各种要素的结构和布局^[1]。在国外,城市人口空间分布一直是城市地理学研究的重要内容^[4-7],研究揭示了城市人口郊区化和城市空间结构多核心特征^[7-9]。20世纪50年代初,国外学者开展了城市人口密度分布模拟的相关模型研究,如假定城市存在唯一的中心,人口密度从城市中心到城市外围不断降低^[10-15]。代表性的模型有 Clark 模型、Smeed 模型、Newling 模型。一般认为 Clark 模型对早期的城市人口密度模拟效果较好;Smeed 模型对城市发展中期的人口分布模拟较优;而 Newling 模型较适合模拟城市后期发展的人口分布特征^[15-16]。随着城市化的快速发展、城市空间扩张、城市人口集聚和扩散、城市空间结构由单中心发展成多中心结构。在国内,随着中国人口地理研究的复兴和发展,自20世纪80年代以来^[17],中国学者广泛开展了对人口城镇化、人口分布、人口迁移和人地关系研究,取得了丰硕成果^[18]。国内对城市人口密度分布模型的研究开展较晚,始于20世纪90年代^[15]。在城市单中心结构的假定下,周春山和许学强^[19]对广州市人口密度分布进行研究,认为1982年广州市人口密度分布符合 Clark 模型,到1994年则演化为二次函数模型;冯健^[20]对杭州市人口密度空间分布及模型进行研究,认为加幂指数模型对杭州市人口分布模拟效果较好;此外冯健和周一星^[7]对近20年北京都市区人口分布变化进行模拟研究,认为中心城区 Clark 模型模

拟效果较优,而 Smeed 模型更适合模拟都市区人口密度分布^[7,15-16];高向东和吴文钰^[21]利用统计数据对上世纪90年代上海市人口分布变动及模拟进行研究,认为上海市人口密度分布的最优模型是三次模型。此外廖邦固等^[22]、韩杰等^[3]、张岸和齐清文^[1]分别对上海、兰州、深圳市人口密度分布进行模拟。对国内大城市、特大城市的模拟研究表明中国大城市逐渐显现出多核心结构的态势^[15]。

由于城市形成和发展存在着较大的差异使得城市人口时空分布特征及人口密度分布模型存在较大差别。本文通过对中国西部大城市乌鲁木齐市的人口空间分布及模型进行研究,以期揭示转型时代背景下中国西部城市人口空间分布特征,同时为乌鲁木齐市人口空间再分布及老城区功能疏解,打造城市新的增长极,实现联动发展提供决策参考。

1 研究区域与数据来源

1.1 研究区域

乌鲁木齐市是新疆维吾尔自治区的首府,全疆的政治、经济、文化中心,市辖7区1县,市域行政区面积 $1.489 \times 10^4 \text{ km}^2$,规划区面积 $1.09 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。1982年至今,乌鲁木齐市行政区划发生了较大变化,包括街道行政单元数量的增加和范围的变化,考虑到数据的完整性及连续性,本文以乌鲁木齐市主城区为研究对象,主城区范围的界定依据是:1)街道办事处所辖居民委员会地域,2)涵盖城市主要建成区范围,3)人口数量和国内生产总值占市域相应值的85%以上。在此基础上,具体包括天山区、沙依巴克区、高新区(新市

区)、经开区(头屯河区)和水磨沟区的主城区。1982 年的研究范围包括 27 个街道,1990 年包括

38 个街道,2000 年包括 51 个街道,2010 年包括 61 个街道(图 1)。

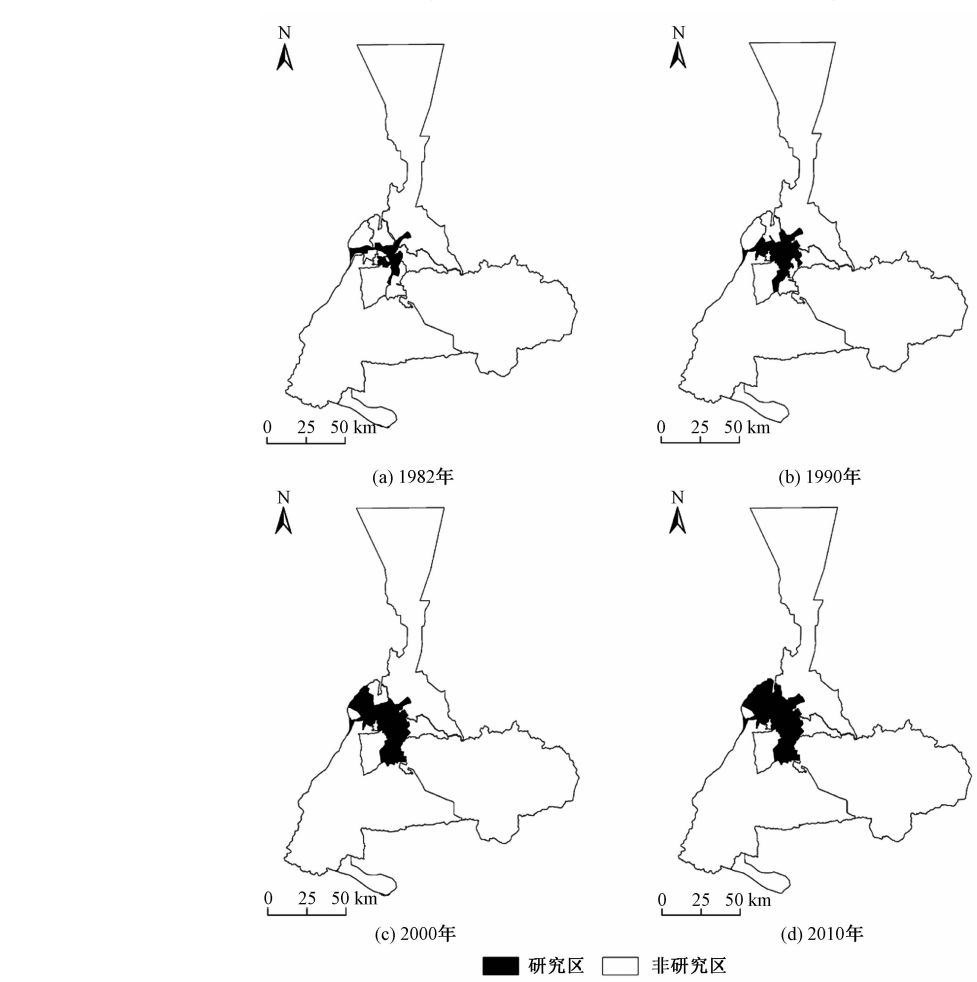


图 1 1982—2010 年研究区范围
Fig.1 Study areas in 1982, 1990, 2000, and 2010 in Urumqi

1.2 数据来源

文中所用到的人口数据来源于 1982、1990、2000、2010 年乌鲁木齐市人口普查数据、乌鲁木齐市统计年鉴及新疆人口与计划生育委员会提供的相关统计资料,但不同时期的人口普查采用的人口统计标准不同,本文中用到的人口数据均指街道常住人口数据。街道行政图来自乌鲁木齐市行政区划图和乌鲁木齐城市总体规划相关图件。各年份街道面积数据利用 ArcGIS 10.2 提取得到。

2 研究方法及数据处理

2.1 人口集中指数

对人口分布集中程度进行分析常用的研究方法为人口集中指数。人口集中指数是指人口在研究区域内的整体集中程度,该指数越小说明研究区域内人口分布越均衡,反之越不均衡^[23-24],其

公式为

$$C = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|, \tag{1}$$

式中: n 为地域单元个数; x_i 为 i 行政单元人口占研究区总人口的比重; y_i 为 i 行政单元面积占研究区总面积的比重。

2.2 人口集聚度指数

人口集聚度指数定义为人口的地理集中程度与土地面积的集中程度的相对比例。目的是为了表征人口和承载人口的土地面积在空间分布上的协调与离散程度,一定程度上也隐含研究区人口密度的高低,与人口-土地非一致指数具有同等意义^[25]。其公式为

$$JJD_i = \frac{p_i/A_i}{p_n/A_n} = \frac{p_i/p_n}{A_i/A_n}, \tag{2}$$

式中: p_i 与 p_n 分别是第 i 个地域单元的人口和研

究区的总人口; A_i 和 A_n 分别是第 i 个地域单元的土地面积和研究区总土地面积。

2.3 数据的转换与提取

文中单中心人口密度函数的建立是基于圈层距离来获得距离和人口密度数据的^[2-3,16,20],具体的操作过程为:1)首先确定城市的中心,本文以乌鲁木齐市最大的商业中心“大十字”为城市的中心区;2)以城市中心点为核心,利用GIS中的多环带缓冲区工具对1982、1990年的电子地图作以 $r=3i$ ($i=1,2,\cdots,10$) km为半径的缓冲区,而对2000、2010年的电子地图作以 $r=3i$ ($i=1,2,\cdots,12$) km为半径的缓冲区;3)用不同半径的缓冲区切割相应年份乌鲁木齐市主城区行政区划图并对切割出的不同范围图的属性表进行计算,以确定切割后以不同半径圆的面积及人口数,最后计算出各圈层的人口密度,各年份各圈层人口密度。

3 主城区人口时空分布及变化

3.1 主城区人口空间分布的整体不均衡性分析

由公式(1)计算出乌鲁木齐市主城区1982、1990、2000、2010年的人口集中指数。1982—1990年人口集中指数由1982年的0.4036增加到2010年的0.5714,年均增加0.006,其中1982—2000年为高速增加时期,从1982年的0.4036提高到2000年的0.5672,年均增加0.0091;2000—2010年为低速增加时期,从2000年的0.5672提高到2010年的0.5714,年均增加0.001,前一阶段是后一阶段的9.1倍。人口集中指数的增加说明研究时段内乌鲁木齐市主城区人口集中程度在提高,人口分布的向心性较强。集中的速度存在差别,前一阶段人口集中的速度较快,比较而言,后一阶段人口集中的速度较慢。这是因为在西部大开发之前,新疆人口流动主要体现在省内人口迁移,表现为南疆三地州大量维吾尔族人口流向乌鲁木齐,这些民族人口主要定居在维吾尔族集聚的天山区,这不仅提高了人口分布的集中程度,而且在一定程度上提高了人口集中的速度;而在西部大开发之后,大量疆内外人口流入乌鲁木齐,这些人口在流入地上实现了分流,表现为疆外流入人口主要定居在新市区、头屯河区、水磨沟区等汉族人口聚居的地区;疆内流入人口除主要定居在天山区之外,其他区也有分布。这在一定程度上缓慢提高人口集中程度的同时,

也减缓了人口集中的速度。

3.2 主城区人口空间分布的局部非均衡性分析

人口分布集中指数是从整体上研究人口分布的集中程度,但不能观察到区域内部人口分布状况,且计算结果缺乏空间视角。人口集聚度指数却能很好地弥补上述不足,人口集聚度指数表征的是人口与承载人口的土地面积之间的离散程度,在人口均匀分布的情况下二者的比值为“1”,越接近“0”说明土地的极化程度越强,越接近无穷大说明人口的极化程度越强,即人口全部分布在某一点上。由公式(2)计算出1982、1990、2000、2010年的乌鲁木齐主城区各个街道的人口集聚度指数,根据指数的特点,将乌鲁木齐主城区人口空间分布划分为5种类型(图2):1)土地极化型:集聚度指数 $<1/2$;2)土地超前型: $1/2\leq$ 集聚度指数 $<2/3$;3)人口-土地协调型: $2/3\leq$ 集聚度指数 $\leq3/2$;4)人口超前型: $3/2<$ 集聚度指数 ≤2 ;5)人口极化型:集聚度指数 >2 。基于上述划分标准利用GIS进行空间可视化表达,1982—2010年乌鲁木齐主城区人口空间分布类型表现出如下特征:1)土地极化型区域主要分布在主城区外围街道,这些街道土地面积相对较大、人口较少、人口分布分散。2)各年份土地超前型街道数目均较少,1982、1990年各有1个街道,2000年有4个街道,至2010年变为3个街道,这些街道在空间分布上远离中心城区。3)人口-土地协调型街道数目较多,在空间分布上比邻主城区人口极化型街道。4)人口超前型街道数目较少,这些街道在空间分布上与人口-土地协调型街道一样靠近主城区人口极化型街道分布,但2000、2010年出现所谓的“飞地”现象,即远离主城区,如头屯河街道和友好路街道,这是因为头屯河街道是乌鲁木齐重要的钢铁工业基地,是八一钢铁集团及钢铁上下游企业的所在地^[26],吸引大量的务工人群到此集聚;而友好路街道作为米东区的中心城区,人口密度较高。5)人口极化型街道在数量上不仅较多,而且这些街道分布在城市的中心城区且呈组团式分布。

通过上述对主城区人口集聚度指数的现状分析可以看出,主城区人口分布具有如下特征:1)人口分布集聚特性明显。从主城区内部看,天山区、沙依巴克区、新市区人口极化型街道分布较多。这是因为天山区和沙依巴克区是乌鲁木齐市

的中心城区,是乌鲁木齐市最早开发的城区之一,同时也是全市最繁华的商业区之一,人口数量多,人口密度相对较大;新市区作为乌鲁木齐市重要的产业园区,就业机会多,吸引大量较高素质的劳动人口到此集聚,同时来自疆外以经商和务工为主的大量汉族人口倾向于在该区定居。2) 人口集聚沿主要交通廊道呈条带状发展,在城市南北

交通走廊带上,人口集聚程度明显高于周边地区,整体呈现条带状分布。未来城市用地将遵照“南控、北扩、先西沿、后东进”的原则进行。在此规划的指导下,在新市区和米东区等地沿主要交通干线,大量的聚居区被规划建设,将吸引大量城市新增人口和老城疏散人口,逐步形成新的人口集聚区。

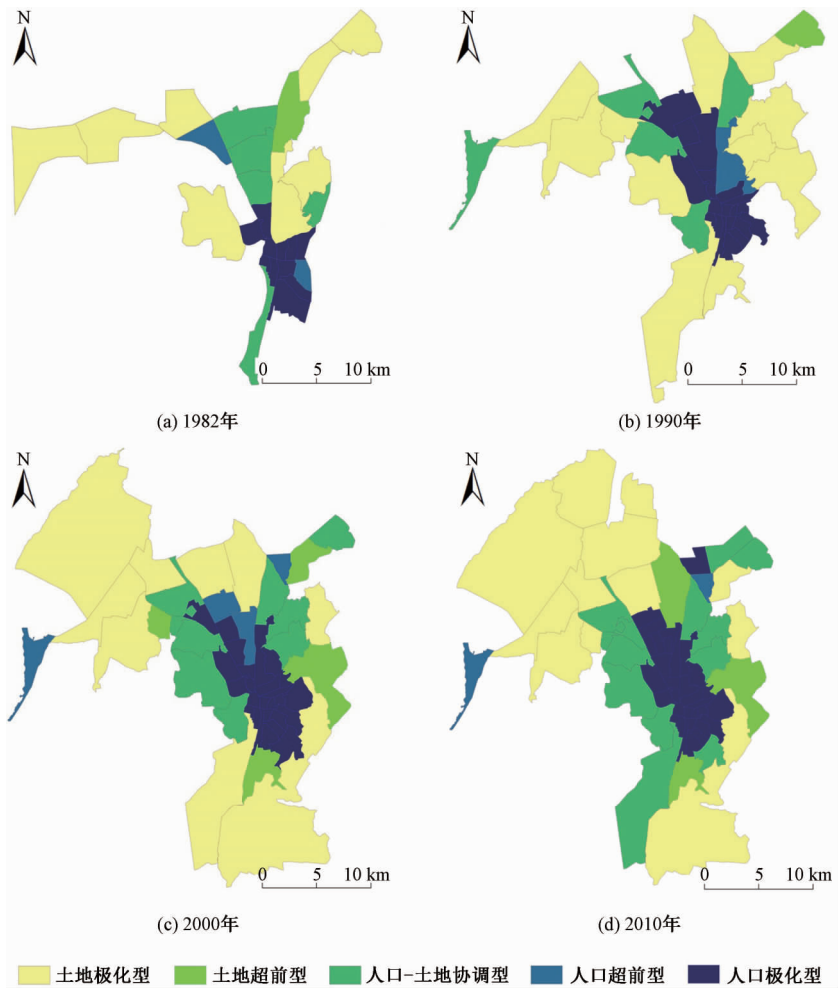


图 2 1982—2010 年乌鲁木齐市主城区人口集聚度指数空间分布模式
Fig.2 Spatial distribution patterns of population agglomeration index in the main urban area of Urumqi City from 1982 to 2010

4 主城区人口密度空间分布模型研究

4.1 主城区人口密度圈层结构特征

从图 3 可以看出,1982—2010 年乌鲁木齐市主城区人口密度变化表现出如下特征:1) 各年份人口密度随着距离城市中心的增加,人口密度趋于减小,人口密度在 0~3 km 最大,在 3~6 km 处出现快速下降趋势。2) 以 0~3 km 为例,人口密度总体上呈现出增加的趋势,1982 年的人口密度为 12 319 人/km²,1990 年人口密度略微下降到 11 116 人/km²,之后逐步由 2000 年的 14 718 人/km²

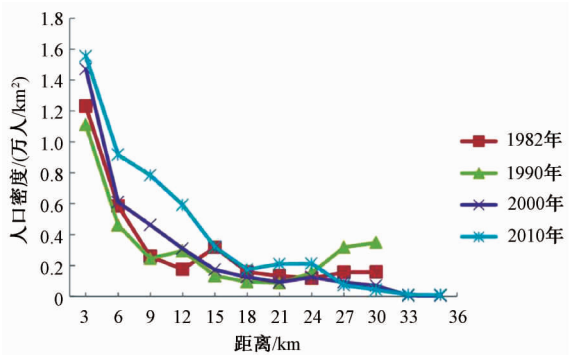


图 3 不同圈层结构人口密度变化
Fig.3 Population density changes in different spheres

上升到 2010 年的 15 556 人/km²。3)距离城市中心增加并不意味着人口密度的持续降低,在某些圈层上出现所谓的“异常点”,即人口密度没有下降反而上升,如 1982 年曲线在 15 km 处人口密度上升,1990 年曲线在 12 km 和 24 km 后人口密度上升,这些点可能受交通或其他经济因素影响而吸引众多人口向此集聚。

4.2 主城区单核心人口分布模型拟合

关于单核心人口密度空间分布模型,国外进行了许多有益的探讨,如 Clark 通过对 20 多个城市的深入分析及大量的实证研究,提出随着距离城市中心的增加,人口密度趋向于指数式衰减的 Clark 模型^[3],其模型表达式为 $d_x = d_0e^{-bx}$,模型中 d_x 为距离城市中心 x 处的人口密度, d_0 为城市中心的人口密度, b 为常数。Clark 模型提出以后,西方学者相继提出一些模型试图对经典的 Clark 模型进行修正和完善,比较经典的有 Smeed 模型和 Newling 模型,模型的数学表达式分别为 $d_x = kx^{-\theta}$ 、 $d_x = d_0e^{bx-cx^2}$ 。Smeed 模型中的 k 为比例系数, θ 为距离参数,该模型对城市中心的人口没有定义,较为适合描述包括边缘和城市腹地在内的人口密度分布规律^[7,16];Newling 模型用二次曲线代替 Clark 的一次变量,从模型的数学表达式中可以看出,Clark 模型是 Newling 模型的一个特例。上述模型是西方国家基于本国城市人口空间分布特点提出的,反映西方发达国家在不同发展阶段人口分布变动特点,是否适合中国城市人口空间分布特征还有待探讨。为进一步研究乌鲁木齐市主城区人口空间分布特征,找出适合乌鲁木齐市主城区人口密度分布模型,根据上述不同圈层的人口密度计算结果,运用 SPSS 中 11 种常用函数结合经典的函数模型对乌鲁木齐市主城区不同年份人口密度分布进行拟合,在进行拟合之前,首先利用散点图筛选出拟合程度较高的函数,从而剔除拟合效果不佳的函数,拟合结果见表 1。

表 1 1982—2010 年乌鲁木齐市主城区人口密度数学模拟
Table 1 Fitting results of mathematical models for population density in the main urban area of Urumqi City from 1982 to 2010

年份	模型方程式	R^2
1982	$y = -295.885 + \frac{36\,740.832}{x}$	0.960
1990	$y = 16\,105.852 - 2\,251.774x + 103.795x^2 - 1.429x^3$	0.925
2000	$y = -1\,103.037 + \frac{47\,018.521}{x}$	0.993
2010	$y = 20\,105.481 - 1\,960.621x + 69.668x^2 - 0.858x^3$	0.978

表中 R^2 表示判定系数,分析是在 $sig. = 0.05$ 的显著性水平下,基于判定系数最大的原则进行模型选取。从表 1 可以看出,1982 年人口密度的最优模型是反函数,1990 年的最优模型为三次函数,2000 年的最优模型为反函数,2010 年人口密度最优模型则又变为三次函数。

4.3 主城区多核心人口分布模型的拟合

多核心人口分布拟合首先要确定各级城市的中心。以“大十字”作为第一级别的城市中心,然后确定城市的次中心。绘制各年份的人口密度图(图 4),经过筛选、判断确定人口分布的次中心。1982、1990、2000 年城市人口密度明显地以“大十字”为中心的单核心分布,城市人口分布没有形成多核心形态,2010 年在“大十字”为核心的高密度高值区的西北方向形成一个人口密度相对较低的次密集区,这个次密区以南纬路街道为中心,该街道的峰值人口密度为 20 038 人/km²,围绕该街道周围是一些人口密度超过 15 000 人/km² 的街道,可以确定以该街道为中心的城市人口次密区为城市的次级中心区,城市人口分布次中心选出后,运用 SAS 软件编写多核心模型回归程序,2010 年只有一个城市人口分布次中心,因此按照多核心数学模型 $D(m) = a_1e^{b_1r_{m1}} + a_2e^{b_2r_{m2}}$ 进行回归拟合,见表 2。在人口密度多核心模型中,不同中心的截距 a 越大,表明此中心在集聚人口方面越强;而斜率 b 的绝对值表示离中心距离远近的人口密度衰减程度,即 b 的绝对值越大,表明随着距离城市中心的增加,人口密度衰减越快。从表中可知:2010 年城市中心“大十字”的截距远大于城市次中心“南纬路”的截距,表明在集聚人口方面“大十字”城市中心大于“南纬路”城市次中心,这时城市的双中心结构初现端倪或刚刚发育;而南纬路街道的斜率绝对值大于“大十字”,说明南纬路街道集聚人口的能力并不突出。随着乌鲁木齐市新一轮城市规划的实施,未来 5 年乌鲁木齐市将打造两个城市中心,即以天山区和沙依巴克区为中心的城市南部中心,该中心主要依托现状城市中心形成,对现状市中心进行改造和完善从而发挥全疆政务和金融中心职能;和以新市区为中心的城市北部中心,该中心以老城功能疏解和乌昌都市区同城化为契机,是城市空间新的增长极,将发挥着行政、会议、体育等职能,这将极大地增强该中心集聚人口的能力。

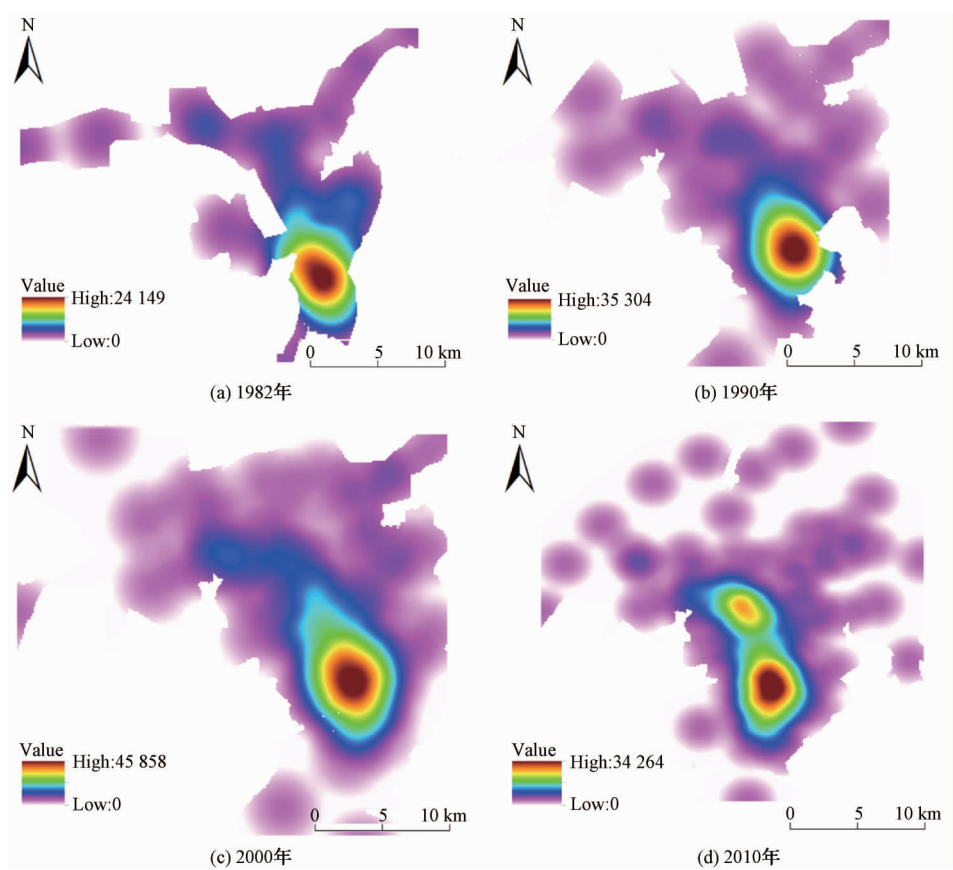


图 4 1982—2010 年乌鲁木齐市主城区人口密度图

Fig. 4 Population density in the main urban area of Urumqi City from 1982 to 2010

表 2 2010 年主城区多核心人口密度空间分布模型的回归
Table 2 Regressions for polycentric models of spatial distribution of population density in the main urban area of Urumqi City in 2010

城市中心及次中心	乌鲁木齐市主城区	
	参数 a	参数 b
城市中心(大十字)	34 470. 23 *** (12. 84)	-0. 432 1 *** (- 10. 26)
城市次中心(南纬路街道)	17 625. 04 ** (2. 11)	-0. 993 4 * (- 4. 34)
测定系数(调整后)	$R^2 = 0. 831$	

注:括号内的值为 t 值;* 为在 0.05 的水平下显著,** 为在 0.01 水平下显著,*** 为在 0.001 水平下显著。

5 主城区人口密度的空间重构

近 30 年来乌鲁木齐市主城区人口密度最大值呈现出先升后降的态势(1982 年人口密度的最高值为 24 149 人/km²→1990 年的 35 304 人/km²→2000 年的 45 858 人/km²→2010 年的 34 264 人/km²)(图 5)。1982—2000 年街道人口密度最大值处于上升阶段,这一时期由于中心城区交通便利、教育、卫生、文化等公共服务能力强,吸引外

围区人口向中心城区集聚,大量疆内流动人口涌入乌鲁木齐,其所从事的职业大多是商业活动,这部分人群在目的地选择上倾向于向人口稠密区集聚,加大了中心城区人口密集程度,造成人口密度最大值不断上升,人口集中程度增加。2000—2010 年人口密度最大值下降,这是由于随着人口不断向中心城区集聚,中心城区开始出现交通拥堵、住房价格上扬、环境质量变差的集聚不经济现象,迫使中心城区人口向外围迁居,从而使中心城区人口密度最高值出现下降,但由于这种移动多趋向于短距离的人口迁居,因此在中心城区较近的街道形成人口分布的相对高值区,人口短距离的迁居并没有使人口集中程度下降,反而由于形成了人口聚居的相对高值区从而使主城区的人口集中程度增加。以距离城市中心 5 km 为城市的中心城区^[7],在这一范围内人口密度升至 10 000 人/km² 以上的街道不断增多,高人口密度街道分布有渐趋内移之势,从而使得研究时段人口集中程度不断增加。由于距离城市中心 15 ~ 20 km 街道数量变化较大,这一距离内的街道人口密度的

可比性较差,但从图中还是可以看出,1982—2000 年街道人口密度逐渐降低,说明低密度人口街道有渐趋外移趋势,至于 2010 年在这一距离内人口密度相对较高是由于西部大开发以后,乌鲁木齐

市为吸引高素质的外来人口迁入而加大对市政基础设施的投资,极大地改善了交通状况,致使城市外围区人口密度增加,但通过分析可知乌鲁木齐市人口郊区化现象并不明显。

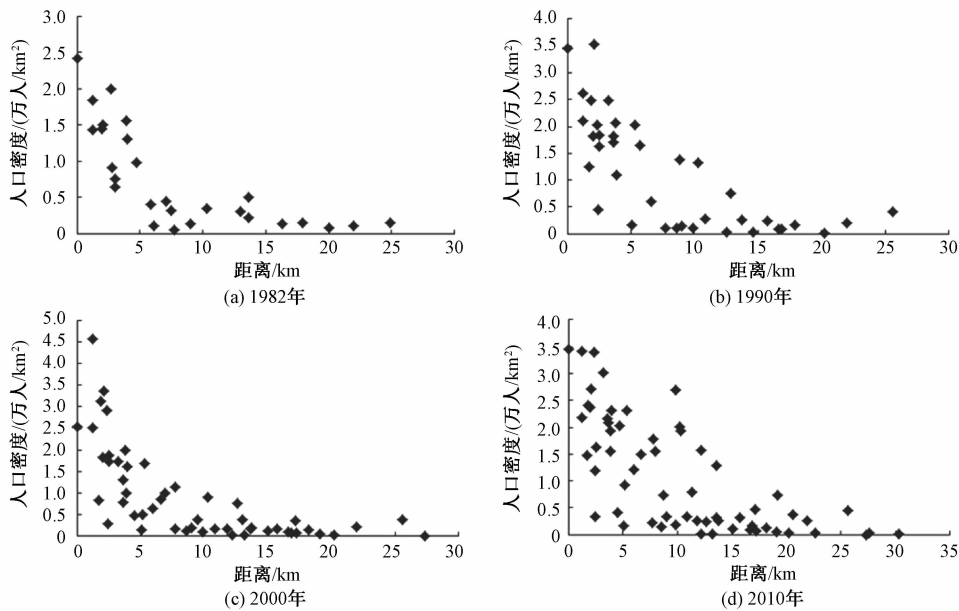


图 5 1982—2010 年主城区人口密度空间分布与距离之间的关系

Fig. 5 Relationship between spatial distribution of population density and distance in the main urban area of Urumqi City from 1982 to 2010

6 结论与讨论

1)乌鲁木齐市与东部大城市相比在自然环境条件、经济发展水平、社会公共服务质量、政府政策导向等因素存在着较大差异,使得二者在人口空间分布特征上存在着较大的异同,异表现在:①乌鲁木齐市作为中国西部大城市,尚处于城市化的加速阶段,城市内部发展差异明显。主城区作为乌鲁木齐市经济、社会和文化中心,对人口的吸引力在不断增强,研究时段内其人口分布的集中程度一直在增加,人口郊区化现象不明显;而东部大城市较早地出现城市人口郊区化现象,人口分布呈现出离心扩散态势^[7,20-21,27]。②与东部大城市相比,乌鲁木齐市双中心城市空间结构形成较晚,直到 2010 年才初露端倪;而东部大城市早在上世纪 90 年代就已经开始发育^[7]。同表现在:①随着城市的成长,人口向中心集聚,发展到一定阶段后必然造成中心城区集聚不经济现象,使得城市在单中心外,形成双中心或许多副中心,这是二者发展到一定阶段的共同特征。②并没有一个(几个)普适性的人口密度模型可以适用于所有城市,即人口密度空间分布模型并没有固定

的形式,而是随着研究时段的不同,研究区域的差异而发生变化。

2)近 30 年来乌鲁木齐市主城区人口集中程度一直在增加,由 1982 年的 0.403 6 增加到 2010 年的 0.571 4;人口分布集中速度存在着明显的阶段性特征:1982—2000 年为高速增长阶段,2000—2010 年为低速增加阶段。由人口集聚度指数的空间类型划分可知,人口分布集聚特性明显且人口集聚沿主要交通廊道呈条带状发展。

3)各年份的人口密度随着距离城市中心的增加,人口密度趋于减小,人口密度在 0~3 km 最大,在 3~6 km 处出现快速下降趋势。但从不同圈层人口密度变化图中可以看出一些人口密度分布的异常环带,这些点可能受交通或其他经济因素影响而吸引众多的人口向心集聚。

4)单核心模型的回归表明:主城区 4 个年份的人口密度分布模型不尽相同,1982 与 2000 年反函数模型模拟效果较好;而 1990 和 2010 年三次函数模型对主城区人口密度分布模拟更优。多核心模型的回归表明:2010 年主城区双中心结构初露端倪,主中心在影响人口分布方面起到重要作用,而次中心在集聚人口能力方

面较弱。

本文虽然对乌鲁木齐市主城区人口分布进行了一些有意义的探究,并对西部其他城市人口空间分布特征及人口密度分布模拟研究提供一定的借鉴意义。但也存在一些问题需要解决及某些不足之处需要完善,如対人口密度模拟研究运用圈层距离法,这使得圈层的边界之处存在较大过渡,与实际状况不相符合;另外,本文重点是揭示分布特征,但在变化机理方面研究不足,也是今后研究的重要方向;再则,随着城市不断发展、城市空间的扩张、城市人口集聚和扩散,主城区在各个研究时段发生了空间范围的变化,此时再以某个时段的研究区矢量边界为标准对其他研究时段矢量边界进行归并和处理不仅在技术上难以实施,而且也忽视了主城区空间范围变化的特征,但这样也造成了不同空间范围内人口数据的可比性差,因此如何获取全面及时空一致性较好的人口统计数据,建立完善的人口时空数据库也是今后需要努力的方向。

参考文献

[1] 张岸,齐清文. 基于 GIS 的城市内部人口空间结构的研究 [J]. 地理科学进展,2007,26(1):95-105.

[2] 陈红娟,冯文钊,彭立芹. 基于 GIS 的石家庄市人口空间分布变动研究 [J]. 湖北农业科学, 2014, 53 (12):2 951-2 954.

[3] 韩杰,李丁,崔理想,等. 基于 GIS 的兰州市人口空间结构的研究 [J]. 干旱区资源与环境,2015,29(2):27-32.

[4] Bontje M. Dealing with deconcentration: population deconcentration and planning response in polynucleated urban regions in North-west Europe [J]. Urban Studies, 2001,38(3):769-785.

[5] Tammaru T. Suburban growth and suburbanization under central planning; the case of Soviet Estonia [J]. Urban Studies, 2001,38(8):1 341-1 357.

[6] Coffey W J, Shearmur R G. Agglomeration and dispersion of high-order service employment in the Monstreál Metropolitan Region,1981-96 [J]. Urban studies, 2002,39(3):359-378.

[7] 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):903-916.

[8] Coffey W J, Drolet R, Polese M. The intrametropolitan of high order services: patterns, factors and mobility in Montreal

[J]. The Journal of Regional Science Association International, 1996,5(3):293-323.

[9] Champion A G. A changing demographic regime and evolving polycentric urban regions: consequences for the size, composition and distribution of city populations [J]. Urban Studies, 2001,38(4):657-677.

[10] Muth R F. The spatial structure of the housing market [J]. Papers in Regional Science, 1961,7(1):207-220.

[11] Alonso W. Location and land use: toward a general theory of land rent [M]. Cambrige:Harvard University press,1964.

[12] Muth R F. Cities and housing [M]. Chicago: University of Chicago press,1969.

[13] Milles E S. Urban density functions [J]. Urban Studies, 1970,7(1):5-20.

[14] Milles E S. Studies in the structure of urban economy [M]. Baltimore:The Johns Hopkins press,1972.

[15] 吴文钰,高向东. 中国城市人口密度分布模型研究进展及展望 [J]. 地理科学进展, 2010,29(8):968-974.

[16] 谢守红,宁越敏. 广州市人口密度分布及演化模型研究. 数理统计与管理 [J]. 2006,25(5):518-522.

[17] 刘劲松. 中国人口地理研究进展 [J]. 地理学报, 2014,69(8):1 177-1 189.

[18] Zhu Y, Ding J H, Wang G X, et al. Population geography in China since the 1980s: Forging the links between population studies and human geography [J]. Journal of Geographical Sciences,2016,26(8):1 133-1 158.

[19] 周春山,许学强. 广州市人口空间分布特征及演变趋势分析 [J]. 热带地理, 1997,17(1):53-60.

[20] 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.

[21] 高向东,吴文钰. 20 世纪 90 年代上海市人口分布变动及模拟 [J]. 地理学报, 2005,60(4):637-644.

[22] 廖邦固,徐建刚,韩雪培,等. 1990—2000 年上海中心城区人口密度模拟与时空变化分析 [J]. 华东师范大学学报 (自然科学版), 2008(4):130-139.

[23] 李鹏,徐跃通. 山东省人口空间分布特征分析 [J]. 鲁东大学学报 (自然科学版), 2011,27(3):274-278.

[24] 张丽,高敏华. 基于 GIS 的新疆人口分布特征研究 [J]. 中国农学通报, 2014,30(32):301-307.

[25] 杨振,雷军,段祖亮,等. 新疆人口的空间分布特征 [J]. 地理研究,2016,35(12):2 333-2 346.

[26] 英成龙,雷军,段祖亮,等. 1982—2010 年乌鲁木齐市民族居住格局及其演变 [J]. 中国科学院大学学报, 2016,33(3):396-406.

[27] 周春山,罗彦,陈素素. 近 20 年来广州市人口增长与分布的时空演化分析 [J]. 地理科学进展, 2004,24(6):641-647.