

文章编号: 1008 - 2786 - (2016) 4 - 485 - 11

DOI: 10.16089/j.cnki.1008 - 2786.000154

# 赣南山地丘陵区城市人口增长 与建成区扩张耦合关系

钟业喜<sup>1</sup> 冯兴华<sup>1\*</sup> 宋丽<sup>1</sup> 吴巍<sup>2</sup>

(1. 江西师范大学地理与环境学院/鄱阳湖湿地与流域研究教育部重点实验室 江西 南昌 330022;

2. 江西师范大学城市建设学院 江西 南昌 330022)

**摘 要:** 随着中国经济发展逐步进入转型期,新型城镇化的深入推进成为区域经济持续发展的强大引擎,但在城镇化进程中产生的耕地安全、空间冲突等问题日益突出。分析山地丘陵城市人地关系,有利于把握城市发展质量、为山地丘陵区深入推进新型城镇化战略提供认识基础。研究以赣南原中央苏区为例,在 2001 年、2012 年城市人口与建成区面积数据基础上,通过修正集中度构建了基于山地丘陵地区人口增长-建成区扩张耦合指数模型,利用数理统计及空间分析方法对其进行深入分析。结果表明:2001—2012 年,城市人口及建成区集中度呈现出典型的幂分布特征,空间分布上则形成核心-边缘结构。城市人口与建成区集中度间的关联性显著增强,空间布局均以东北-西南方向为主,但二者由不均衡逐步趋于拟合,城市人口增长-建成区扩张的空间格局、规模差异均较大;趋势线在东西方向上变化十分显著,南北方向上起伏度变化则进一步增大。2001—2012 年,赣南苏区主导城市类型由人口增长型转变为人地协调型;而人口增长-建成区扩张耦合格局则以建成区扩张型城市为主,城市蔓延式扩张现象明显。研究立足各级城市人地发展现状,提出促进赣南苏区城市人地协调发展差别化建议及措施。

**关键词:** 山地丘陵; 人口增长-建成区扩张; 空间分析; 赣南

中图分类号: K901.8

文献标志码: A

随着中国社会进入转型发展期,以人为核心的新型城镇化战略的推进成为拉动内需的最大潜力点<sup>[1]</sup>。而从当前的城镇化现状来看,不少地区偏向片面、高速的城镇化建设,而忽略了城镇发展质量,呈现出“冒进型”、“驱赶型”城镇化现象<sup>[2]</sup>。具体表现在:建成区利用低效粗放,建成区扩张速度远快于人口增长;城镇空间建设无序、失控,“空城”、“鬼城”频现;城镇规模结构不合理;资源与生态约束性因素往往受到忽视,城镇生态安全格局不容乐观。《国家新型城镇化规划(2014—2020 年)》指出:2000—2011 年,中国城镇建成区面积增长 76.4%,远高于城镇人口 50.5% 的增长速度,“建成区城镇

化”快于“人口城镇化”,二者比例的失调直接导致城镇蔓延式、低密度发展,加重了耕地保护与城市用地扩张之间的矛盾,给新型城镇化的深入推进带来了诸多隐患。

近年来,着眼于新型城镇化战略,学者们从不同视角对城镇化中人口-建成区协调关系进行了相关研究。既有成果主要集中在以下几方面:1) 人口增长与建成区扩张协调发展指数的测定<sup>[3-5]</sup>:杨艳昭等<sup>[3]</sup>利用城区人口和建成区面积数据,在构建人地协调模型基础上对 2000—2010 年中国城市建成区扩张与人口增长之间的协调性进行了评价;董立峰等<sup>[4]</sup>利用异速生长模型结合人口密度分析方法对

收稿日期(Received date): 2015 - 07 - 16; 改回日期(Accepted): 2015 - 10 - 23。

基金项目(Foundation item): 国家自然科学基金(41161021),江西省重大生态安全问题监控协同创新中心资助项目(No. JXS - EW - 00)。

[Supported by National Natural Science Foundation(41161021), Major ecological safety monitoring collaborative innovation center funded Foundation(No. JXS - EW - 00).]

作者简介(Biography): 钟业喜(1973 -),男,江西赣州人,博士,教授,主要从事经济地理与空间规划研究。[Zhong Yexi(1973 -), male, born in Ganzhou Jiangxi Province, Ph.D., professor engaged in Economic geography and spatial planning.] E-mail: zhongyexi@126.com

\* 通信作者(Corresponding author): 冯兴华(1990 -),男,江西九江人,硕士,主要从事经济地理与空间规划研究。[Feng Xinghua(1990 -), male, born in Jiujiang of Jiangxi, Master engaged in research on Economic geography and spatial planning.]

1990—2010年山东省城市人口与建成区面积的异速生长关系进行了定量研究。2) 人口增长与建成区扩张的因果关系及空间分异<sup>[1,6-8]</sup>: 潘爱民<sup>[1]</sup>运用离散系数,研究了湘江流域人口-建成区城镇化失调程度及其时空特征;陈凤桂等<sup>[6]</sup>通过构建人口-建成区城镇化指标体系对我国人口-建成区城镇化协调发展水平进行空间差异分析。3) 人口增长与建成区扩张协调发展影响因素及策略制定<sup>[9-11]</sup>: 陆大道<sup>[9]</sup>、姚士谋<sup>[10]</sup>分析中国城镇化进程和空间扩张现状,并提出相关的政策措施;李宝礼<sup>[11]</sup>从我国现存的外部制度和内在的经济发展方式两个层面,分析了人口-建成区城镇化失调原因,并提出了相关建议。从研究区域来看,既有研究多立足于东部发达省份,而对丘陵山区的人地协调问题关注不足;研究方法上则多以传统的数理方法统计方法为主,较少结合GIS空间分析方法;研究尺度上则多集中在全国、省、地级市层面,而较少聚焦县域尺度。

我国是一个多山国家,山地丘陵面积约占全国总面积的2/3,且主要分布在中西部欠发达地区。推进山地丘陵区城镇化不仅关系到国家新型城镇化整体发展质量,而且关系到全面建成小康社会的发展进程。研究以赣南原中央苏区(简称苏区)为例,以城镇化过程中的人地失调问题为出发点,采用数理统计模型并借助GIS空间分析方法,对苏区53县市的人口增长-建成区扩张耦合关系进行深入分析,揭示区域人地发展空间格局,为苏区乃至中国山地丘陵区制定差别化的城镇发展路径与城镇发展方向提供参考。

## 1 数据来源及研究方法

### 1.1 数据来源

研究以2001年、2012年为基准年及目标年,以江西省城建部门提供的县级及以上城市人口数量、建成区面积为依据,其中:2001年以城市非农业人口为指标进行分析,2012年人口统计指标由“城市非农业人口”调整为“城区(县城)人口”,经国内学者研究分析,非农业人口约为市区人口的1.2倍<sup>[12-14]</sup>。因此,本文选取城区人口数据的1.2倍来计算2012年赣南原中央苏区各城市的非农业人口数;研究采用的图件数据来源于江西省1:25万基础地理数据。研究对象主要为苏区范围内的53个城市(地级市、县级市及县)。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 修正集中度

集中度可以反映地理要素在某一地域上的集中程度,其在衡量某一区域要素的空间分布情况,反映某一产业部门的集中度,以及某一区域在高层次区域的地位和作用等方面具有重要作用<sup>[15]</sup>。传统集中度计算方法:

$$Rm_i = \frac{m_i \sum m_i}{ter_i \sum ter_i}$$

式中  $Rm_i$  为  $i$  地区要素  $m$  的集中度,  $m_i$  为  $m$  要素指标在  $i$  地区的分布数量,  $ter_i$  为  $i$  地区行政区划面积。

地理要素的空间分布具有非均衡性特征,其中地形对地理要素分布的影响十分显著,尤其是山地丘陵区城市发展状况。山地丘陵区城市多分布在海拔小于500m,相对高度较小的地区;高海拔地区城市分布相对较少,而传统集中度未能考虑地形因素影响下城市适建区范围及人口集聚适宜区。基于此,研究在传统集中度基础上引入地形阻抗区,地形阻抗区是指山地丘陵地海拔大于500m且相对高度超过200m的范围,其区域面积可通过ArcGis空间分析模块进行栅格提取并进行相关计算。修正后集中度计算方法为:

$$Rm_i = \frac{m_i \sum m_i}{(ter_i - tbz_i) \sum (ter_i - tbz_i)}$$

式中  $Rm_i$  为  $i$  地区要素  $m$  的集中度,  $m_i$  为  $m$  要素指标在  $i$  地区的分布数量,  $ter_i$  为  $i$  地区行政区划面积,  $tbz_i$  为  $i$  地区地形阻抗面积。

基于修正集中度可计算赣南原中央苏区城市人口及其增长集中度、建成区及其扩张集中度,具体计算方法为:

$$R_{pi} = \frac{pi \sum pi}{(ter_i - tbz_i) \sum (ter_i - tbz_i)}; R_{li} = \frac{li \sum li}{(ter_i - tbz_i) \sum (ter_i - tbz_i)}$$

式中  $R_{pi}$  为人口(人口增长)集中度,利用城市非农人口指标计算得出;  $R_{li}$  为建成区(建成区扩张)集中度,通过城市建成区指标计算得出;  $pi$ 、 $li$ 、 $ter_i$ 、 $tbz_i$  分别表示区域的人口数、建成区面积、国土面积和阻抗区面积。

#### 1.2.2 Kernel 空间密度分析

将Kernel密度估计方法应用于城市人口及其建成区分析,可以直观的表达城市人口、建成区在空间上集聚与扩散的连续变化趋势,用以识别城市人口、建成区发展的密集区及其空间扩散特征。Kernel密度分析根据输入的要素数据计算整个区域的

数据集聚状况,从而产生一个连续的密度表面。在 Kernel 密度分析中可用连续的密度曲线描述随机变量的分布形态。设随机变量  $x$  的密度函数为  $f(x)$ , 在点  $x$  处的概率密度为<sup>[16]</sup>:

$$f(x) = \frac{1}{Nh} \sum_{i=1}^N \frac{K(x_i - x)}{h}$$

其中  $N$  为研究的区域个数,  $h$  为带宽,  $i=1, 2, \dots, N$ ,  $K(x_i - x)$  是随机核估计的核函数。

### 1.2.3 标准差椭圆(SDE 空间分析)

标准差椭圆(Standard Deviation Ellipse, SDE)是空间统计方法揭示地理要素空间分布整体特征的有效方法之一<sup>[17]</sup>。SDE 可以通过中心、转角  $\theta$ 、沿主轴(长轴)的标准差和沿辅轴的标准差等要素进行多视角反映地理要素的空间分布的中心性、展布性、方向性、空间形态等特征<sup>[18]</sup>。在 ArcGis 9.3 软件平台下通过空间统计模块,对赣南原中央苏区人口增长、建成区扩张的标准差椭圆各参数进行计算,以识别人口增长、建成区扩张的空间分布、移动变化等趋势。

### 1.2.4 人口增长-建成区扩张耦合指数

传统城市人地弹性系数多采用人口增长率与建成区扩张率间的比例关系,不仅忽视了地形因素影响,而且较难表征人口等要素在地域上的集中状况。为此,研究在集中度基础上,通过地形阻抗系数对人地弹性系数进行修正,构建了人口增长-建成区扩张耦合指数。计算方法为:

$$C_i = \frac{R_{pi}}{K_i * R_{li}}$$

式中  $C_i$  为  $i$  区域人口增长-建成区扩张耦合指数;  $K_i$  为  $i$  区域地形阻抗系数;  $R_{pi}$  为人口增长集中度;  $R_{li}$  为建成区扩张集中度。通过 ArcGis 空间分析模块计算得出  $i$  区域海拔小于 500 m 且相对高度小于 200 m 的区域面积  $mter_i$ , 利用  $mter_i$  与县域国土面积  $ter_i$  的比率关系计算地形阻抗系数  $K_i$ 。

### 1.2.5 地统计趋势分析法

在 ArcGis 软件平台下,运用地统计分析模块,通过对样带协调性指数正交面投影方法进行透视分析,通过投影得到的最佳拟合线用以模拟东西方向和南北方向上的变化趋势,用以反映城市人地耦合空间分布状况,有助于深入分析城市人地耦合性的分异规律<sup>[19]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 人口集中度与建成区集中度的总体分析

2001年、2012年,苏区人口集中度值域区间分别为 [0.051, 2.633]、[0.323, 14.138], 两个时间断面下人口集中度最高值与最低值分别相差 51 倍和 44 倍,变异系数由 2.04 下降至 1.51,表明人口分布的相对差异逐步缩小;苏区建成区集中度值域区间为 [0.105, 3.432]、[0.407, 21.403],最高值与最低值分别相差 33 倍和 53 倍,变异系数由 1.37 增长至 1.89,建成区分布差异呈扩大趋势;受行政因素影响,赣州市、萍乡市等地级市人口和建成区地理集中度均位于高水平层次。从人口增长及建成区扩张集中度来看,赣州市、新余市、宜春市等城市人口与建成区得到显著增长,集中度均位于前列,也是苏区人口增长和建成区扩张集聚区;人口增长与建成区扩张集中度的变异系数分别为 1.2、2.4,表明建成区扩张空间分布不均衡性更加显著。

在城市人口及建成区集中度基础上剔除异常值后进行曲线拟合分析,结果显示:城市人口、建成区均呈现出典型的幂分布特征。人口集中度的拟合度由 0.764 1 增长到 0.791 2,而建成区集中度的拟合度则由 0.886 1 降至 0.711 8,表明人口的幂分布特征得到强化、建成区的幂分布特征显著弱化,城市人口趋于集中、建成区则稍有分散趋势。2001—2012 年人口增长集中度、建成区扩张集中度拟合度分别达到 0.827 9、0.849 1,表明二者的空间分布均相对趋于集中,其中赣州市、萍乡市对人口集聚和建成区扩张作用尤为明显。

### 2.2 城市人口、建成区集中度的空间演化

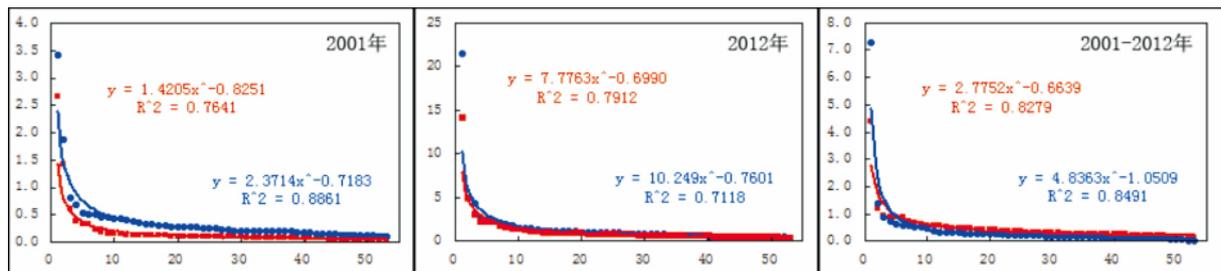
为探究城市人口、建成区集中度的空间分布及其演变状态,研究基于区域栅格精度(1 km × 1 km)并覆盖区域内研究对象所在空间点,以人口集中度、建成区集中度为分析指标,设置 50 km 为搜索半径进行 Kernel 密度分析,并对 2001 年密度值进行 Natural Breaks(Jenks)分类,将其分为 6 类,以此为依据分别对 2012 年密度图进行分层,制成专题图(图 2、3)。Kernel 密度演化结果显示,城市人口及城市建成区在空间上均逐步形成典型的多核心-边缘结构。

从城市人口集中度格局来看:2001 年,以萍乡-宜春-新余市、吉安市、赣州市、弋阳-横峰为中心的城市区域形成苏区内四个人口集聚区,且四者在空间分布上基本呈独立状态;苏区大部分区域密度值均较低,成为苏区人口空间规模的边缘地带;龙

表1 2001—2012年赣南苏区人口及建成区集中度

Tab.1 Concentration index of people and land in Southern Jiangxi during 2001—2012

县(市)	2001年		2012年		2001—2012年		县(市)	2001年		2012年		2001—2012年	
	Rpi	Rli	Rpi	Rli	Rpi	Rli		Rpi	Rli	Rpi	Rli	Rpi	Rli
赣州市	2.663	3.432	14.138	21.403	4.389	7.304	广昌县	0.062	0.173	0.689	0.562	0.328	0.108
广丰县	0.123	0.514	2.240	2.075	1.198	0.523	宁都县	0.079	0.131	0.724	0.550	0.321	0.145
新余县	0.602	0.815	3.126	4.348	0.949	1.363	黎川县	0.093	0.293	0.730	0.752	0.302	0.081
瑞金市	0.102	0.267	1.700	1.183	0.894	0.325	弋阳县	0.156	0.417	0.897	1.048	0.300	0.104
宜春市	0.325	0.526	2.242	2.833	0.860	0.893	新干县	0.157	0.433	0.888	1.137	0.292	0.133
樟树市	0.324	0.521	2.231	2.241	0.854	0.601	赣县	0.060	0.117	0.594	0.710	0.272	0.239
萍乡市	1.420	1.866	4.993	4.929	0.745	0.587	芦溪县	0.103	0.232	0.709	1.453	0.271	0.496
南康县	0.125	0.338	1.436	1.837	0.690	0.583	全南县	0.074	0.154	0.624	0.821	0.267	0.257
龙南县	0.132	0.396	1.338	1.489	0.617	0.347	余江县	0.139	0.301	0.796	1.071	0.266	0.234
横峰县	0.231	0.697	1.556	1.920	0.588	0.258	乐安县	0.061	0.215	0.585	0.483	0.264	0.025
上犹县	0.081	0.287	1.148	1.070	0.583	0.248	莲花县	0.096	0.255	0.677	0.774	0.262	0.131
崇仁县	0.123	0.336	1.246	1.114	0.574	0.219	会昌县	0.056	0.123	0.553	0.573	0.252	0.163
吉安市	0.374	0.452	1.874	2.374	0.546	0.737	石城县	0.094	0.150	0.649	0.605	0.248	0.153
上饶县	0.051	0.217	0.922	0.807	0.493	0.186	万安县	0.068	0.190	0.576	0.600	0.248	0.110
定南县	0.082	0.349	0.978	1.028	0.475	0.163	寻乌县	0.094	0.148	0.640	0.768	0.243	0.236
于都县	0.088	0.142	0.957	1.195	0.452	0.458	安远县	0.074	0.196	0.573	0.593	0.236	0.099
兴国县	0.079	0.192	0.929	0.972	0.450	0.295	南丰县	0.115	0.288	0.672	0.826	0.228	0.124
金溪县	0.095	0.244	0.956	1.117	0.440	0.315	吉水县	0.117	0.132	0.670	0.554	0.224	0.145
信丰县	0.113	0.219	0.982	0.977	0.425	0.270	永新县	0.080	0.207	0.568	0.681	0.222	0.133
铅山县	0.096	0.123	0.897	0.904	0.401	0.331	永丰县	0.071	0.139	0.544	0.500	0.221	0.110
南城县	0.128	0.277	0.983	1.022	0.401	0.234	崇义县	0.086	0.105	0.568	0.537	0.211	0.164
泰和县	0.086	0.198	0.849	0.755	0.388	0.180	资溪县	0.097	0.205	0.559	0.529	0.188	0.059
分宜县	0.144	0.270	0.987	0.938	0.377	0.198	井冈山市	0.076	0.451	0.505	1.473	0.188	0.284
吉安县	0.118	0.298	0.897	0.850	0.364	0.126	贵溪市	0.147	0.424	0.680	1.363	0.180	0.256
大余县	0.184	0.290	1.059	1.119	0.355	0.269	安福县	0.066	0.204	0.452	0.491	0.173	0.040
宜黄县	0.066	0.211	0.718	0.791	0.339	0.184	峡江县	0.059	0.211	0.323	0.407	0.104	-0.009
遂川县	0.052	0.152	0.670	0.502	0.332	0.098							



注: 红色要素代表城市人口(增长)集中度, 蓝色要素代表城市建成区(扩张)集中度。

图1 2001—2012年赣南苏区人口及建成区集中度分布特征

Fig.1 Characteristics of concentration index of people and land in Southern Jiangxi

南、南城成为人口集聚区的趋势较为明显。2012 年 区域整体密度显著提高,多核心 - 边缘结构形成 边缘区范围集聚缩小;苏区西北部以萍乡、宜春 - 新余为核心形成人口分布的“双核结构”,东北部 主要以弋阳 - 横峰 - 铅山 - 上饶一线为中心形成条 带状核心区,中部以吉安市为核心沿吉泰盆地形成 纵向条带式展布区,南部形成以赣州市为核心、龙南 和瑞金为副核的“一核两翼”人口分布格局;永丰南 部、吉水东部地区形成人口分布塌陷区。由 2001— 2012 年增长密度图可知:赣州区域人口增长十分显 著,基本形成以赣州为核心增长极,新余 - 宜春 - 萍 乡、吉安市、崇仁、弋阳 - 横峰 - 铅山、瑞金、龙南为 次级核心的“众星拱月”格局;受地形影响,人口增 长低密度区大部分处于苏区边缘或起伏较大区域。

从城市建成区集中度格局来看:2001 年,以萍 乡 - 新余、吉安、赣州、为中心形成四个建成区扩张

区,萍乡 - 宜春 - 新余呈明显的条带状发展趋势,四 大建成区扩张区分布于苏区西北部、中部、南部及东 北部地区,地域性较为显著;受地形影响,低密度地 区多分布在省际边缘山区。2012 年,核心区范围进 一步扩大,萍乡 - 宜春 - 新余形成带状核心区;南部 形成“赣州核心突起,龙南、瑞金两翼齐飞”的空 间格局。总体来看,区域密度值受交通影响显著呈典 型的条带状分布,交通枢纽多为核心区,这成为苏区 城市建成区规模结构演变的重要特征。基于 2001—2012 年扩张密度图分析可知:区域边缘地带 建成区受地形影响扩张趋势并不明显,而吉泰盆地 基本连接北部带状核心区及南部赣州建成区扩张 区;受行政、交通多重因素影响,萍乡 - 新余 - 宜春、 吉安和赣州等区域形成典型的建成区扩张增长极, 其中尤以赣州区域十分明显;北部受交通影响形成 带状扩张格局,中部及南部地区受行政等级、地形等

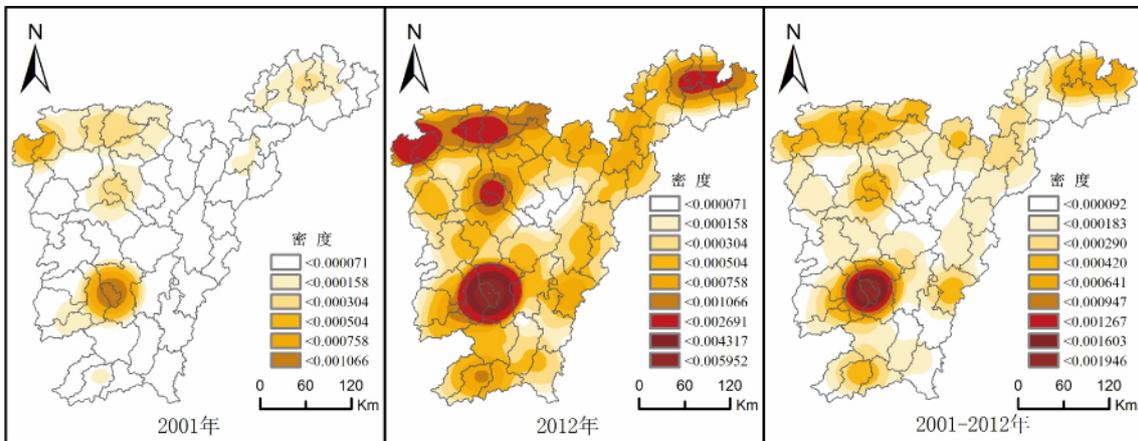


图 2 2001—2012 年赣南苏区人口集中度 Kernel 空间演化图

Fig. 2 Kernel density on Spatial Distribution of population concentration index in Southern Jiangxi

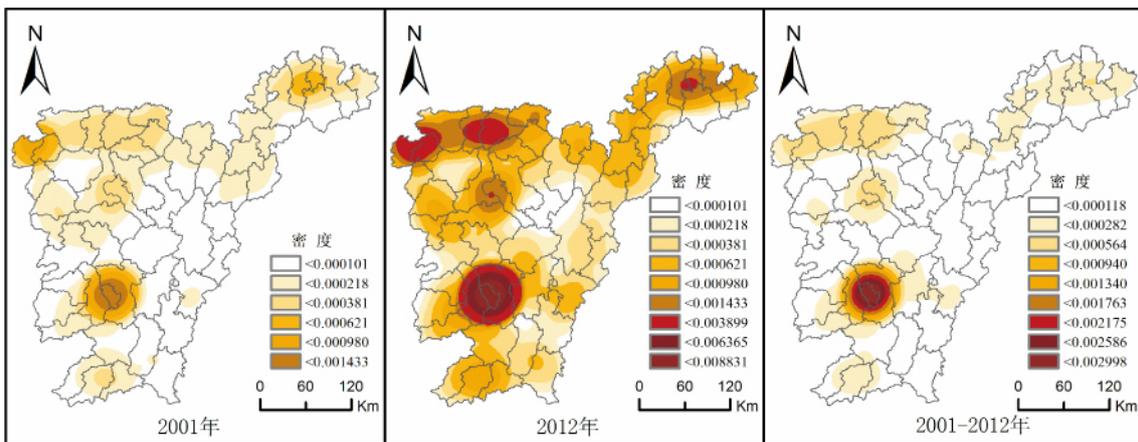


图 3 2001—2012 年赣南苏区建成区集中度 Kernel 空间演化图

Fig. 3 Kernel density on Spatial Distribution of land concentration index in Southern Jiangxi

多因素影响形成核心 - 边缘式的扩张格局; 寻乌受东西两侧均为山脉的地形影响成为建成区扩张的孤立岛。

### 2.3 城市人口增长 - 建成区扩张耦合特征

#### 2.3.1 城市人口集中度与建成区集中度的关联性特征

整体来看, 苏区城市人口集中度与建成区集中度具有一定的关联性。在集中度的数据基础上, 对 2001 年、2012 年、2001—2012 年人口与建成区进行回归分析, 以说明人口与建成区的辩证关系。以建成区为自变量, 人口为因变量进行回归分析, 得到回归方程及复相关系数分别为:  $Y_{2001} = 0.7825X - 0.0923 (R^2 = 0.9687)$ ;  $Y_{2012} = 0.6636X + 0.2699 (R^2 = 0.9761)$ ;  $Y_{2001} - Y_{2012} = 0.574X + 0.25 (R^2 = 0.9279)$ 。复相关系数由 2001 年的 0.969 7 增长至 2012 年的 0.976 1, 说明人口与建成区呈显著的相关性, 且这种相关性在逐步增长; 2001—2012 年的人口增长与建成区扩张复相关系数达到 0.927 9, 则进一步表明苏区人口与建成区的空间分布及扩张增长具有相关性。

#### 2.3.2 城市人口增长与建成区扩张空间耦合形态特征

从空间重心来看, 苏区人口重心由西北逐步向东南方向偏移, 偏移距离达到 21 km, 年平均迁移 1.75 km; 建成区重心由北向南步偏移, 偏移距离为 19 km, 年平均迁移 1.16 km; 人口重心的移动幅度略大于建成区重心, 表明人口重心的移动更具有敏感性。2001 年, 人口重心位于几何重心西部约 34 km, 建成区重心位于几何重心西北方向 20 km 处,

二者相距约 22 km; 2012 年, 人口重心及建成区重心均位于几何重心西南部, 其中人口重心距离几何重心约 20 km, 建成区重心约 28 km, 二者相距约 7 km; 重心的距离缩小表明苏区整体人口与建成区趋于拟合, 整体耦合程度良好。从 2001—2012 动态增长来看, 苏区人口重心位于几何重心的南部约 10 km 处, 建成区扩张重心位于几何重心西南部约 42 km 处, 二者相距达 32 km, 表明人口增长与建成区扩张的空间分布及增长速度差异较大。

从转角  $\theta$  来看: 城市人口与建成区的空间分布均呈东北 - 西南格局, 其中城市人口的东北 - 西南格局得到强化, 而建成区的东北 - 西南空间格局则出现弱化; 发展至 2012 年, 二者在空间格局分布上趋于吻合。2001、2012 年, 城市人口地理集中度转角由  $34.489^\circ$  增长至  $38.752^\circ$ , 而建成区地理集中度转角由  $42.76^\circ$  缩小至  $36.533^\circ$ , 二者间的转角差由  $8.3^\circ$  降低到  $2.2^\circ$ , 表明二者在空间格局上差异持续缩小。动态增长椭圆显示人口增长与建成区扩张的转角差达到  $8.4^\circ$ , 人口增长与建成区扩张空间分布格局间差异性较大。

从主轴方向来看, 城市人口主半轴标准差由 169.9 km 扩大至 188.2 km, 表明苏区城市人口在主要方向上出现分散, 建成区主半轴标准差由 193.1 km 缩小至 185.9 km, 建成区在主要方向上则出现极化现象; 二者的比值演变显示苏区人口与建成区面积在主要方向上逐步趋于拟合; 从辅轴方向上看, 城市人口及建成区辅半轴标准差均变化均较小, 但二者比值有所缩小, 表明二者在辅轴方向上存在不均衡性。从 2001—2012 年动态演变可知, 人口增长

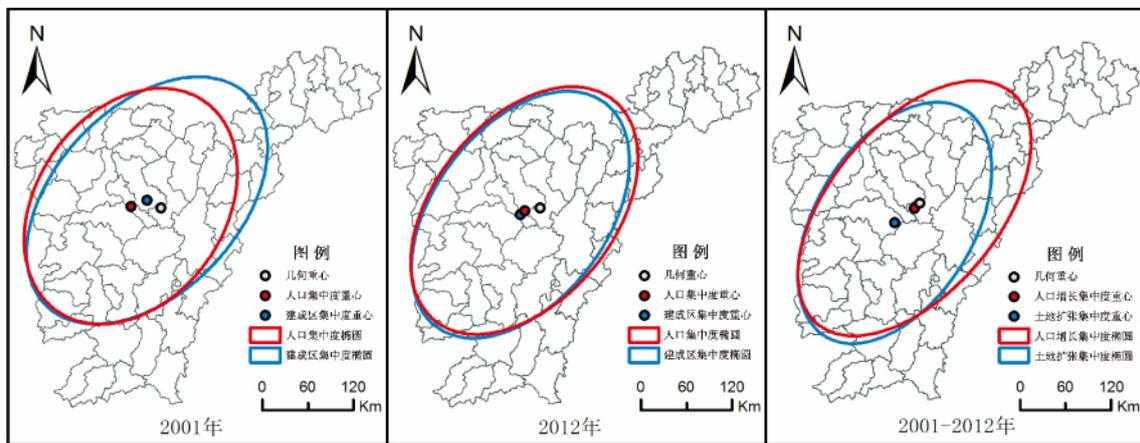


图 4 2001—2012 年赣南苏区人口(增长) - 建成区(扩张) 空间格局及其拟合

Fig. 4 Spatial pattern and fitting between population( growth) - land( expansion) in Southern Jiangxi during 2001—2012

与建成区扩张在主半轴方向上相差 23.7 km,在辅半轴方向上仅相差 6.6 km,说明在东北-西南方向上人口增长与建成区扩张间的不均衡相对显著。

SDE 从多视角说明人口与建成区的空间布局以东北-西南方向为主,空间分布的差异性明显;2001—2012 人口及建成区分布格局呈现出由不均衡逐步趋于拟合,其中人口格局的演变更具敏感;人口增长与建成区扩张的空间分布格局、规模和增长速度差异十分显著。

### 2.3.3 城市人口增长-建成区扩张耦合趋势分析

利用苏区城市人口增长-建成区扩张耦合指数,进行标准差系数及变异系数计算,探究区域耦合差异,结果表明:标准差系数由 2001 年的 0.24 上升至 2012 年的 0.31,区域绝对差异呈扩大状态;变异系数由 2001 年的 0.44 下降至 2012 年的 0.28,苏区耦合指数的相对差异呈缩小趋势;2001—2012 年,耦合指数的标准差系数及变异系数分别为 4.47、1.05,相对及绝对差异均较大,说明苏区人口增长与建成区扩张整体处于非均衡状态,分化趋势明显。

在耦合指数基础上,依据耦合指数( $-\infty, 0.75$ ], $(0.75, 1.25]$ , $(1.25, +\infty)$ )将研究单元划分为人口增长型、人地协调型及建成区扩张型等 3 种类型,设定 0.75 及 1.25 为三种城市耦合类型分界线,利用 Arcgis 地统计分析模块进行趋势分析,以探讨苏区城市人地耦合的空间分异规律。结果显示:2001 年,苏区耦合指数整体呈现出西高东低、南高北低趋势,趋势线基本处于人口增长区内;这一时期仅崇义县城落在建成区扩张区内;而受行政等级体系影响,苏区西北部有萍乡、宜春、新余等人口集聚中心,南部有赣州人口集聚中心,形成趋势曲线的两个高点;而苏区东北部虽位于人口增长区,但由于地处鄱阳湖平原外围,地势相对平坦,建成区规模相对较大,造成趋势线东部及北部的部分下陷。2012 年,苏区耦合指数整体提高明显,趋势线大部分处于人口协调区内,东西方向上呈现出东高西低格局,而南北方向上起伏变化进一步加大;瑞金、崇义、遂川、宁都等市县耦合指数较高,是导致趋势线南部进一步隆起的重要原因。2001—2012 年人口增长-建成区扩张耦合趋势图显示:东西、南北方向上的趋势线均处于建成区扩张区内;趋势线较为平稳,在南部及西部地区出现小幅度下降;其中乐安、安福、遂川等县城耦合指数较高,而赣州市、吉安市等城市耦合指数偏低。

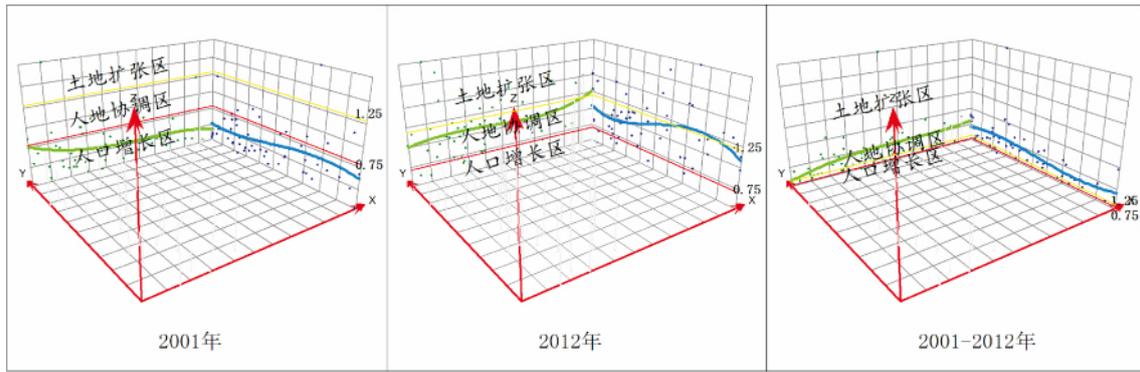
### 2.4 城市人口增长-建成区扩张耦合类型演变

在 2001 年、2012 年、2001—2012 年耦合指数基础上,依据耦合指数( $-\infty, 0.75$ ], $(0.75, 1.25]$ , $(1.25, +\infty)$ )将赣南原中央苏区 53 个研究单元划分为 3 种类型,根据其内涵分别命名为人口增长型、人地协调型及建成区扩张型,并进行空间可视化(图 6)。

1) 人口增长型:2001 年此类型城市有 44 个,占 83% 左右,这一时期苏区整体经济发展水平处于低水平阶段,城市建设进程相对缓慢,人口伴随着城镇化发展向城市集聚,二者的相互发展导致人口规模超过建成区面积。2012 年此类型县域急剧减少,仅有井冈山、芦溪、贵溪、赣州及新余 5 个县市,人口规模仍进一步扩大,形成这一时期的人口集聚区,而城市建设基本实行集约化发展,导致其扩张规模仍不及人口集聚。从城市动态耦合来看,2001—2012 年,人口增长型城市只有赣州和峡江两市县,赣州作为苏区核心增长极,受特色工业产业(有色金属开采及加工)发展,易于吸引人口,促进了城市人口规模的增长,而建成区扩张敏感性远不及人口增长,增速、规模均不及人口增长;峡江的城市建成区呈缩减状态,而人口则增长近一倍,二者共同作用导致峡江成为人口增长型县城。

2) 人地协调型:2001 年此类型城市共 8 个,其中萍乡、赣州受行政因素影响,建成区面积能较好的承载地区人口规模,属于高水平协调;而大余、石城、铅山等县城受地形因素影响,城市人口规模及建成区面积均较小,属于低水平协调发展。2012 年,此类型城市共 34 个,占据主导地位,这一时期苏区人口规模及建成区面积基本呈现出协调状态。2001—2012 年,此类型城市处于地市周边及边缘山区,受地市扩散作用及地形因素影响,城市建成区扩张规模基本与人口增长大体一致。

3) 建成区扩张型:2001 年此类型城市仅崇义 1 个,主要原因是受地形阻抗影响,适建区范围相对较小,而现实建成区规模所占比例较大,导致城市蔓延发展,人地关系失调。2012 年,建成区扩张型城市增加至 14 个,主要分布在区域边缘地区,人口增长较建成区扩张发展缓慢。2001—2012 年动态耦合格局图显示,苏区城市基本为建成区扩张型发展,主要原因在于新型城镇化深入发展、区域扶贫攻坚等政策对城市建成区扩张具有一定影响作用,而地方城市受制于经济发展水平影响对人口的集聚作用明



注: 坐标轴中 X、Y、Z 轴分别代表区域东西方向、南北方向及耦合指数值; 绿线为东西方向上耦合指数拟合曲线、蓝线为南北方向上耦合指数拟合曲线。

图 5 2001—2012 年赣南苏区人口及建成区集中度耦合趋势

Fig. 5 Coupled trend of concentration index of population and land in Southern Jiangxi

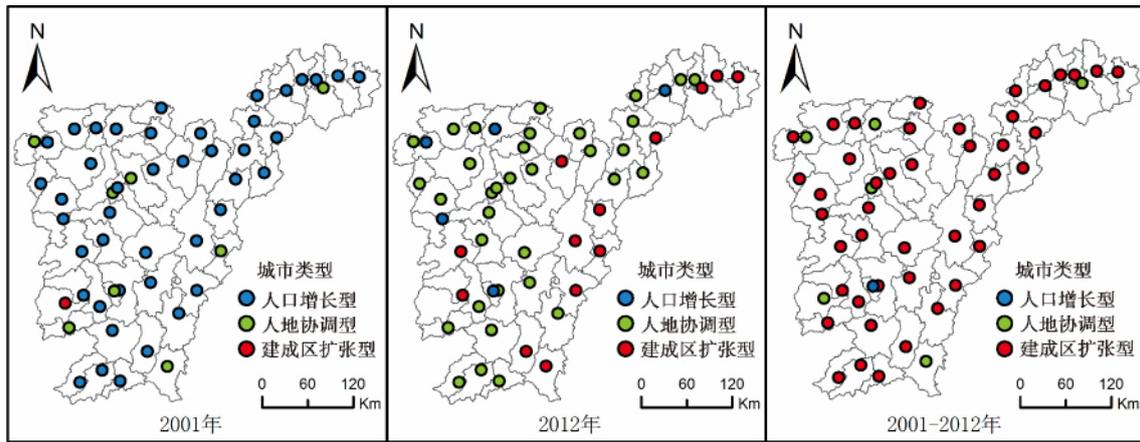


图 6 2001—2012 年赣南苏区城市类型动态演变

Fig. 6 Dynamic evolution of city type in Southern Jiangxi during 2001—2012

显不足;二者相互作用形成以建成区扩张发展为主导的人地关系格局。

总体来看,2001年,苏区整体经济发展水平较低,城市建设进程缓慢,基本以人口增长型为主;2012年,整体经济水平得到迅速发展,城市建设水平大幅度提高,而由于人口规模的基数较大,致使这一时期区域呈现以人地协调型为主的人地关系格局。而2001—2012年人口增长—建成区扩张耦合格局很好的解释了近12年来苏区城市人地发展状况,即以建成区扩张型关系占据主导地位;其发展格局表明城市建成区扩张速度明显快于人口增长速度,城市蔓延式扩张趋势将变的十分显著。

2.5 城市人地协调发展的探讨与建议

2001—2012年,苏区城市人地关系基本以建成区扩张型为主,城市发展呈现出“蔓延式”势头。在新型城镇化不断深入发展的背景下,利用科学思维

全面认识建成区扩张与人口增长的合理性,不仅关系到赣南苏区实现可持续发展和协调发展的效用,而且关系到苏区全面建成小康社会的进程。

2.5.1 立足生态保护、调整城市用地结构,优化城市主体功能区格局

苏区是我国南方地区重要的生态屏障,拥有高森林覆盖率,是赣江、东江等江河源头,生态地位突出;城市发展进程中应在生态保护前提下制定各级人均合理用地指标,进一步完善各级区域主体功能区区划,合理设定“耕地红线、生态绿线、建成区底线”,以防止城镇建设中建成区“冒进”现象的继续蔓延。赣江源水源涵养区(包括以崇义、大余、上犹为主体的章水水源涵养区及以瑞金市为核心涵盖会昌、石城、宁都等地的贡水水源涵养区)和东江源水源涵养区(以龙南为核心、涵盖全南、定南、寻乌等区域)两大区域应合理限制建成区开发,坚守耕地

红线以维持水源地生态可持续发展;赣州、吉安、萍乡、新余等核心城市需正确处理旧城区改造与新区建设的关系,优化建成区利用结构、建设紧凑型城市以提升城市容积率;龙南、瑞金等中等城市在生态环境保护基础上提升建成区利用效率、注重城市增长质量,在城市空间发展格局内形成对大城市发展的有力支撑和补充;立足苏区国土空间开发适宜性,进一步优化主体功能区划,形成以苏区边缘地区为主的生态保育区、苏区中部的大城市发展区的空间格局。

### 2.5.2 强化城市质量、完善城市等级体系,合理引导城市人口迁移

新型城镇化背景下,苏区在完善城市规模结构方面应按照“合理发展大城市、做强中小城市、择优培育中心城镇”的原则,打造北部高铁沿线城镇带、中部吉泰盆地城镇带、南部“一核两翼”城镇群,逐步形成结构完善、布局合理、特色鲜明、发展协调的城镇体系。赣州、萍乡、新余等城市人口比例大、建设面积扩张也较为显著,其城市发展应实行集约化发展、在注重人口质量提升的基础上合理引导城市人口的增长;通过公共投资实现对城市建成区和空间开发的合理引导,通过税制设计实现对不同区位建成区开发强度的引导<sup>[20]</sup>,加强空间开发管制,健全规划管理体制机制;依据分步推进、因地制宜的原则有序推进农业转移人口市民化,加大生态屏障县域的人口迁移强度,利用多种途径适时引导农村居民向大城市集中,尤其是地市周边县城,如南康市、赣县等地;而县级城市注重城市质量,科学定位、持续发展,适时发展成为大中城市(如瑞金市、龙南县城);生态保育县市应合理培育中小城镇,引导城镇密集区的有序发展(如上犹县、大余县、上犹县),实现赣南苏区城市内涵特色化发展格局。

## 3 结论与讨论

以苏区为研究对象,在集中度基础上引入地形阻抗系数并构建人口增长-建成区扩张耦合模型,利用数理统计方法和空间分析方法从城市人地发展现状、人地耦合特征、城市耦合类型动态演变和城市人地协调发展建议等四个方面对山地丘陵区城市人地发展进行深入分析,主要结论有:

1) 2001—2012年,城市人口和建成区发展均呈现出幂分布特征,且人口幂分布特征进一步增强,而

建成区则具有弱化趋势。从空间格局来看,城市人口及城市建成区在空间上逐步形成典型的多核心-边缘结构,其中人口增长形成以赣州为核心增长极,新余-宜春-萍乡、吉安市、崇仁、弋阳-横峰-铅山、瑞金、龙南为次级核心的“众星拱月”格局;建成区扩张受行政、交通、地形等因素影响,苏区北部形成条带状扩张格局,而中部及南部地区则形成核心-边缘式扩张格局。

2) 2001—2012年,苏区城市人口集中度与建成区集中度具有一定的关联性,且关联性逐步增强;人口与建成区的空间布局以东北-西南方向为主,人口及建成区分布格局呈现出由不均衡逐步趋于拟合,其中人口格局的演变更具敏感性,人口增长与建成区扩张的空间分布格局、规模和增长速度差异显著;趋势线在东西方向上变化显著,南北方向上起伏度变化则进一步增大。

3) 根据耦合指数,将苏区划分为人口增长型、人地协调型和建成区扩张型。2001—2012年,苏区主导城市类型由人口增长型转变为人地协调型;而人口增长-建成区扩张耦合格局则以建成区扩张型城市为主,揭示了近12年来苏区城市人地发展状况,其发展格局表明城市建成区扩张速度快于人口增长速度,城市蔓延式扩张趋势将变的十分显著。

苏区整体处于快速城镇化发展阶段,而城镇化水平的提高并不一定能保证人地协调发展,尤其在城镇化快速推进的市县地区,各种要素流动和结构变化迅速,更容易发生人口与用地结构变化的矛盾与冲突,城市建设中需科学规划、合理引导。新型城镇化背景下,城市人地协调关系应从城市建成区利用集约化和城市人口流动两方面进行双向调控,将土地城镇化速度和人口城镇化速度控制在一个合理阈值区域内,以保证土地的集约和高效利用,而地方政府应将土地城镇化带来的“土地财政”投入基础设施、公共服务设施、社会福利等方面,反哺“人口城镇化”。

### 参考文献(References)

- [1] 潘爱民,刘有金. 湘江流域人口城镇化与建成区城镇化失调程度及特征研究[J]. 经济地理, 2014, 34(5): 63-68 [Pan Aimin, Liu Youjin. The degree of Imbalance between population urbanization and land urbanization of Xiangjiang River Basin[J]. Economic Geography, 2014, 34(5): 63-68]
- [2] 姚士谋,陆大道,陈振光,等. 顺应我国国情条件的城镇化问题的严峻思考[J]. 经济地理, 2012, 32(5): 1-6 [Yao Shimou, Lu Dadao, Chen Zhenguang, et al. The critical thinking of problems

- of urbanization in comply with the conditions of China's national conditions[J]. *Economic Geography* 2012, 32(5): 1-6
- [3] 杨兆昭, 封志明, 赵延德, 等. 中国城市建成区扩张与人口增长协调性研究[J]. *地理研究*, 2013, 32(9): 1668-1678 [Yang Yanzhao, Feng Zhiming, Zhao Yande, et al. Coordination between urban land expansion and population growth in China [J]. *Geographical Research* 2013, 32(9): 1668-1678]
- [4] 董立峰, 王林林, 李德一. 近 20 年来山东省城市异速生长分析[J]. *城市问题*, 2012, 205(8): 47-51 [Dong Lifeng, Wang Linlin, Li Deyi. Cities of algometric growth analysis in Shandong province during the past 20 year [J]. *Urban Problems* 2012, 205(8): 47-51]
- [5] 王家庭, 张俊韬. 我国城市蔓延测度: 基于 35 个大中城市面板数据的实证研究[J]. *经济学家*, 2010, (10): 56-63 [Wang Jiating, Zhang Juntao. Measurement on the urban spreading in China: Empirical study based on the panel data of 35 large and middle cities [J]. *Economist* 2010, (10): 56-63]
- [6] 陈凤桂, 张虹鸥, 吴旗韬, 等. 我国人口城镇化与建成区城镇化协调发展研究[J]. *人文地理*, 2010, 115(5): 53-58 [Chen Fenggui, Zhang Hong'ou, Wu Qitao, et al. A study on coordinate development between population urbanization and land urbanization in China [J]. *Human Geography* 2010, 115(5): 53-58]
- [7] 尹宏玲, 徐腾. 我国城市人口城镇化与建成区城镇化失调特征及其差异研究[J]. *城市规划学刊*, 2013, 207(2): 10-15 [Yin Hongling, Xu Teng. The mismatch between population urbanization and land urbanization in China [J], *Urban Planning Forum*, 2013, 207(2): 10-15]
- [8] 杨丽霞, 苑韶峰, 王雪禅. 人口城镇化与建成区城镇化协调发展的空间差异研究—以浙江省 69 县市为例[J]. *中国土地科学*, 2013, 27(11): 18-22 [Yang Lixia, Yuan Shaofeng, Wang Xuechan. Spatial pattern disparity of coordinating the population urbanization and land urbanization in 69 counties of Zhejiang Province [J]. *China Land Sciences* 2013, 27(11): 18-22]
- [9] 陆大道, 姚士谋, 李国平, 等. 基于我国国情的城镇化过程综合分析[J]. *经济地理*, 2007, 27(6): 883-887 [Lu Dadao, Yao Shimou, Li Guoping et al. Comprehensive analysis of the urbanization process based on China's conditions [J]. *Economic Geography*, 2007, 27(6): 883-887]
- [10] 姚士谋, 管驰明, 王书国, 等. 我国城市发展的新特点及其区域空间建设策略[J]. *地球科学进展*, 2007, 22(3): 271-280 [Yao Shimou, Guan Chiming, Wang Shuguo, et al. The research on new characteristics of urbanization and the strategy of regional space construction in China [J]. *Advances in earth science* 2007, 22(3): 271-280]
- [11] 李宝礼, 胡雪萍. 我国人口与建成区城镇化的协调性测定与影响因素研究[J]. *昆明理工大学学报(社会科学版)*, 2014, 14(5): 62-68 [Li Baoli, Hu Xueping. A study on the coordination testing and influence factors of population urbanization and land urbanization in China [J]. *Journal of Kunming University of Science and Technology* 2014, 14(5): 62-68]
- [12] 刘耀彬, 王英, 谢非. 环鄱阳湖城市群城市规模结构演变特征[J]. *经济地理*, 2013, 33(4): 70-76 [Liu Yaobin, Wang Ying, Xie Fei. The evolution characteristics of city size distribution of urban agglomeration around Poyang Lake [J]. *Economic Geography* 2013, 33(4): 70-76]
- [13] 刘耀彬, 陈志, 杨益明. 中国省区城市化水平差异分析[J]. *城市问题*, 2005, 123(1): 16-20 [Liu Yaobin, Chen Zhi, Yang Yiming. Analysis of provincial urbanization level variance [J]. *Urban Problems* 2005, 123(1): 16-20]
- [14] 李建新, 钟业喜, 冯兴华. 2000 年以来江西省城市规模体系与空间体系的时空演变[J]. *热带地理*, 2014, 34(5): 655-662 [Li Jianxin, Zhong Yexi, Feng Xinghua. Spatio-temporal evolution of urban size system and its spatial system in Jiangxi Province since 2000 [J]. *Tropical Geography* 2014, 34(5): 655-662]
- [15] 钟业喜, 陆玉麒. 鄱阳湖生态经济区人口与经济空间耦合研究[J]. *经济地理*, 2011, 31(2): 195-200 [Zhong Yexi, Lu Yuqi. The coupling relationship between population and economic in Poyang Lake Ecological Economic Zone [J]. *Economic Geography*, 2011, 31(2): 195-200]
- [16] 文玉钊, 陈文峰, 钟业喜, 等. 赣南原中央苏区中心城市的选择与培育[J]. *热带地理*, 2014, 34(4): 568-576 [Wen Yuzhao, Chen Wenfeng, Zhong Yexi, et al. Selection and cultivation of central cities in Former Central Soviet Area of Southern Jiangxi [J]. *Tropical Geography* 2014, 34(4): 568-576]
- [17] 方叶林, 黄震方, 陈文娣, 等. 2001-2010 年安徽省县域经济空间演化[J]. *地理科学进展*, 2013, 32(5): 831-839 [Fang Yelin, Huang Zhenfang, Chen Wendi, et al. Spatial evolution of county economy in Anhui Province during 2001-2010 [J]. *Progress in Geography* 2013, 32(5): 831-839]
- [18] 赵璐, 赵作权. 基于特征椭圆的中国经济空间分异研究[J]. *地理科学*, 2014, 34(8): 979-986 [Zhao Lu, Zhao Zuoquan. Projecting the spatial variation of economic based projecting based on the specific ellipses in China [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2014, 34(8): 979-986]
- [19] 刘彦随, 杨忍. 中国县域城镇化的空间特征与形成机理[J]. *地理学报*, 2012, 67(08): 1011-1020 [Liu Yansui, Yang Ren. The Spatial Characteristics and Formation Mechanism of the County Urbanization in China [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(08): 1011-1020]
- [20] 陆大道, 姚士谋. 中国城镇化进程的科思辨[J]. *人文地理*, 2007, 96(4): 1-5 [Lu Dadao, Yao Shimou. A Scientific thought about urbanization progress in China [J]. *Human Geography* 2007, 96(4): 1-5]

## Coupling of Urban Land Expansion and Population Growth in Mountain and Hilly Region of Southern Jiangxi

ZHONG Yexi<sup>1</sup>, FENG Xinghua<sup>1</sup>, SONG Li<sup>1</sup>, WU Wei<sup>2</sup>

(1. Key laboratory of Poyang Lake Wetland and Watershed Research, Ministry of Education/School of Geography and Environment, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022, Jiangxi, China;

2. College of city Construction, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022, Jiangxi, China)

**Abstract:** With the development of China's economy into a transition period, new urbanization has become a powerful engine to further promote sustainable development in the local, but arable land security, space conflict and other issues arising increasingly predominate in the course of urbanization; analysis of the coupling of land and population to grasp the quality of urban development to provide a basis understanding for advancing new urbanization strategy. Study of Gannan, for example, based on the data of urban population and built-up area in 2001 and 2012, constructed by modifying the concentration hilly region based on population growth-coupled land expansion index model, the use of mathematical statistics and spatial analysis method of its in-depth analysis. The results show: 2001—2012, the urban population and land concentration showing typical power distribution, the spatial distribution of the form core-periphery structure. The relevance of the urban population and land concentration among significantly enhanced spatial layout are northeast-southwest oriented, but they gradually become fit by the uneven, urban population growth-spatial pattern of land to expand the size difference compared Great; trend line in the direction of change is very significant thing, the ups and downs of the north-south direction change is further increased. During 2001—2012, the Gan South Sioux City area transformed from the type of human population growth into human-earth coordination model; and population growth-coupled land expansion pattern places dilated predominantly urban land, urban sprawl-type expansion phenomenon is obvious. This research is based on the current situation of urban development at all levels, and promote differentiated proposals and measures for urban harmonious development of Jiangxi South Sioux District.

**Key words:** mountain and hilly region; population growth-land expansion; Spatial analysis; Southern Jiangxi