

引用格式:刘钰,詹晨霄,张鹏岩,等. 建设用地与城市人口的空间失调特征及其驱动机制分析——以台湾海峡西岸地区为例[J]. 资源科学, 2017, 39(8): 1497-1510. [Liu Y, Zhan C X, Zhang P Y, et al. Characteristics and driving forces of the spatial imbalance between construction land and urban populations[J]. *Resources Science*, 2017, 39(8): 1497-1510.] DOI: 10.18402/resci.2017.08.07

建设用地与城市人口的空间失调特征 及其驱动机制分析 ——以台湾海峡西岸地区为例

刘钰^{1,4,5}, 詹晨霄¹, 张鹏岩², 孙东琪³, 马海涛³, 王振波³, 张浩⁴

(1. 河南大学土木建筑学院, 开封 475003;

2. 河南大学黄河中下游数字地理技术教育部重点实验室, 开封 475003;

3. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 4. 复旦大学环境科学与工程系, 上海 200433;

5. 河南大学中原发展研究院, 开封 475003)

摘要:建设用地剧烈扩张和城市人口快速聚集是中国城镇化进程的重要特征,人地空间失调已成为城市和区域高效、可持续发展的重要制约。本文以城镇化快速推进中的台湾海峡西岸地区为案例,采用基尼系数、空间指向系数、比较优势指数和离差系数模型分析了建设用地和城市人口的空间失调和演化特征,使用OLS和GWR模型探讨了城市人地空间失调的驱动机制。研究结果表明:①城市人地空间分布失调的主要症结是建设用地扩张速度快、分布失衡、波动剧烈,并具有先扩大后缩小的动态特征;②城市人地空间格局失调的主导症结是建设用地向中心城市的聚集超前于城市人口聚集,表现为区域分异和空间极化特征,并伴随城市发展呈现“人口冒进-土地冒进-人地协调”的演化特征;③产业结构升级调整、土地城镇化水平、土地的经济效率和城市区位差异是建设用地和城市人口空间失调的重要驱动因素。相关结论可为优化土地资源分配、实现新型城镇化提供参考。

关键词:建设用地;城市人口;空间失调;驱动机制;离差系数模型;地理加权回归;台湾海峡西岸地区

DOI: 10.18402/resci.2017.08.07

1 引言

建设用地急剧扩张和城市人口大规模集聚是中国快速城镇化阶段的重要特征。2011年全国城镇化率达到51.27%,城市人口首次超过乡村人口^[1]。但是在土地财政和政府行政因素推动:以及户籍制度的约束下,中国建设用地的扩张速度远快于城市人口聚集,呈现失调乃至失控的态势^[2,3]。近年来的研究指出,建设用地和城市人口失调不仅体现在增速差异上,两者空间分布和格局的差异和失调开始引起关注^[1,4-7]。城市人地空间配置的失调会形成建

设用地无序蔓延,人地矛盾激化等一系列问题^[8],为城市人居环境造成了巨大压力^[9],并影响到城市和经济的发展效率^[10,11],从而威胁到城镇化的健康发展。因此,对建设用地和城市人口的空间失调进行测度、分析其失调特征、探明其驱动机制,对化解快速城镇化进程中的人地矛盾、优化人地资源配置,引导区域协调发展具有重要意义。

目前,关于建设用地扩张与城市人口增长的研究,主要集中在两个方面:

(1)两者协调性的研究,已有研究对人地规模

收稿日期:2017-03-08;修订日期:2017-06-19

基金项目:国家自然科学基金项目(41401183);河南大学省属高校基本科研业务费专项资金项目(0000A40454);河南大学大学生创新创业训练计划项目(16NA042)。

作者简介:刘钰,男,河北石家庄人,博士,副教授,主要研究方向为建设用地的空间调控。E-mail: microly@126.com

通讯作者:张浩, E-mail: zhokzhok@163.com

增速^[1,3]、人地城镇化水平^[8]、人地城镇化质量^[12]、人地城镇化效率^[13]、人地非农化^[14,15]等方面的协调性做了较为深入的分析;但是对建设用地和城市人口空间分布、格局的协调性缺乏深入研究。

(2)两者空间模式和时空动态的比较,涉及到集中度、首位度、规模-位序分布、等级结构、空间格局与结构特征等方面的比较^[6,7]。现有的比较研究虽然揭示了建设用地和城市人口的空间模式和时空动态普遍存在差异,但进一步对其空间失调进行定量测度的研究还不多,从而导致空间失调的演化和驱动机制的研究更为鲜见。

建设用地和城市人口空间失调相关研究的不足及趋势主要包括以下两个方面:

(1)在区域尺度,开始重视城市人地空间分布的差异,主要集中在两者重心的耦合及动态变化分析^[1,6,14]。除了重心体现的空间分布中心性,建设用地和城市人口的空间变动还具有明显的指向特征^[7],但现有研究对城市人地空间分布指向性的失调特征分析较少。标准距离椭圆是表征空间指向性的基本空间分析方法^[16],已广泛用于城市历史形态与城市环境分析^[17,18],在建设用地和城市人口空间失调中的应用还不多见,本文将尝试使用该方法。

(2)在城市尺度,对建设用地和城市人口空间格局失调进行测度的研究较少。已有学者通过两者在研究区域内规模排序的对比来分析其空间格局的差异^[7]。规模排序是定序变量(Ordinal Scale),定量水平不高,不能精确测度空间格局的失调程度,进而制约了对其驱动机制的深入分析。刘玉等在分析环渤海地区粮食占有量时提出了比较优势指数^[19],可用于在较高精度分析城市人地相对规模的差异和测度两者的空间失调程度,目前很少应用在建设用地与城市人口的协调性研究上,本文将尝试使用该方法。

本文基于增长速率、基尼系数、空间指向系数、比较优势指数与离差系数模型,对建设用地和城市人口的空间失调特征进行测度,识别空间失调的主要症结和演化特征;并采用普通最小二乘法(ordinary least square, OLS)和地理加权回归(Geographically Weighted Regression, GWR)模型,对建设用地和城市人口空间失调的驱动机制进行了分

析,以期能为统筹土地资源配置,引导人口有序流动,优化区域空间结构和实现新型城镇化提供参考。

2 研究区概况、数据来源与研究方法

2.1 研究区概况

本文选取台湾海峡西岸地区作为案例区开展实证研究(见图1)。案例区与台湾一水相隔,北承长三角、南连珠三角,是“一带一路”中的海上丝绸之路核心区,在全国区域经济发展布局中处于重要位置。在长三角、珠三角的带动下,海峡西岸地区城镇化开始快速推进,成为建设用地剧烈变动和人口迅速聚集的热点地区。《中国城市统计年鉴》^[20]数据显示,2003-2014年间,海峡西岸经济区涉及的四个省份,建设用地增加2998km²,增长了68%;城市人口增加1891万人,增长了32%;两者增速呈明显失调态势。深入分析海峡西岸地区城镇化进程中人地配置的失调特征、演化过程以及驱动机制,对科学引导海峡西岸城镇化健康发展和质量提升,探索国家级都市连绵区带动下的区域新型城镇化道路具有重要意义。

2.2 数据来源

采用的建设用地、城市人口,以及经济和产业发展数据,均来自《中国城市统计年鉴》^[20],其中城市人口数据为市辖区城市人口。由于建设用地面积数据从2004年起才开始被《中国城市统计年鉴

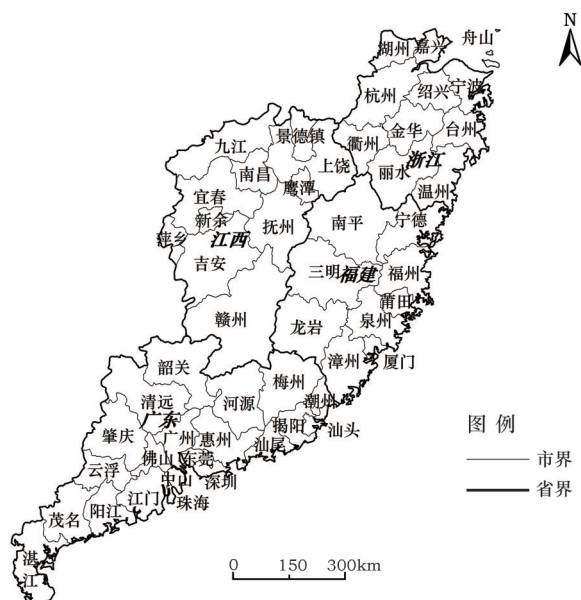


图1 研究区域

Figure 1 Study area

2017年8月

(2004年)》收录(收录的数据年份为2003),因此本文以2003年作为研究时段的起始年份。

2.3 研究方法

2.3.1 建设用地与城市人口空间分布的失调分析

在区域尺度,分别对建设用地和城市人口的空间分布进行分析,包括空间集中特征和空间指向特征;基于空间分布的差异可对两者的空间分布失调程度进行评价。

对于空间集中特征,采用基尼系数进行分析。基尼系数 G 的取值范围为0~1。 $G=0$,所有的城市规模分布达到了最大的分散程度; $G=1$,城市体系中的建设用地或城市人口集中在一个城市。因此,基尼系数越接近1,城市规模的分布越集中;基尼系数越小,城市规模分布越分散^[21]。基尼系数计算公式如下:

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

式中 G 为基尼系数; x_i 和 x_j 分别为 i 城市和 j 城市的建设用地面积(km^2)或城市人口数量(万人); \bar{x} 为其相应的区域均值; n 为城市数量。建设用地和城市人口基尼系数的差异反映了两者空间分布集中特征的失调程度。

对于空间指向特征,采用基于标准距离椭圆的指向性系数进行分析。首先,通过 ArcGIS 的 Standard Deviational Ellipse 工具分别计算建设用地和城市人口的标准距离椭圆。然后,分别计算相应椭圆的空间指向性系数(公式(2))。空间指向性系数 D 的取值最小为1,最高值在理论上可至无穷大。 $D=1$ 时,标准距离椭圆成为圆形,说明相应要素在空间上呈中心对称分布,其空间分布较为均衡; D 越大,说明建设用地或城市人口围绕标准距离椭圆中心,在各方向分布的差异越大,向特定方向集中的空间指向特征越明显,其空间分布呈现失衡特征^[16]。

$$D = L_i / L_j \quad (2)$$

式中 D 为空间指向性系数; L_i 和 L_j 分别为标准距离椭圆的长轴和短轴长度,均可由 ArcGIS 直接获取。建设用地和城市人口空间指向性系数的差异反映了两者空间指向特征的失调程度。

2.3.2 建设用地与城市人口空间格局的失调分析

在城市尺度,人地空间格局的失调可基于其相对规模的差异进行测度^[22]。对于特定城市,如果建设用地规模相对于区域整体处于较高水平,而城市人口规模相对于区域整体处于较低水平,则说明该城市处于土地扩张冒进状态;反之,则该城市处于人口聚集的冒进状态;两种状态都反映了建设用地和城市人口空间格局的差异及其空间失调特征。

建设用地和城市人口的相对规模可用比较优势指数来表征。比较优势指数越高说明其相对规模越大,越低其相对规模越小^[19],计算公式如下:

$$s = \frac{x_i}{\bar{x}} \quad (3)$$

式中 s 为比较优势指数; x_i 为 i 城市的建设用地面积(km^2)或城市人口数量(万人); \bar{x} 为其相应的区域均值。

引入离差系数模型^[3],定量分析建设用地和城市人口比较优势指数的差异,从而对两者空间格局的失调进行测度,计算公式如下:

$$C = \frac{s_l - s_p}{s_l + s_p} \quad (4)$$

式中 C 为建设用地和城市人口的失调系数; s_l 和 s_p 分别为建设用地和城市人口的比较优势指数。

失调系数大于0时,说明建设用地的相对规模高于城市人口,失调系数越大说明建设用地冒进越严重;失调系数小于零时,说明城市人口的相对规模高于建设用地,失调系数越小说明人口冒进越严重。参考相关研究成果^[3],制订基于失调系数的空间失调分级标准,见表1。

2.3.3 建设用地和城市人口空间失调的驱动机制分析

多元回归分析是定量分析社会经济现象驱动

表1 建设用地和城市人口空间失调的分级标准

失调等级	高度人口冒进	人口冒进	人地协调	土地冒进	高度土地冒进
C	< -0.4	-0.4~-0.2	-0.2~0.2	0.2~0.4	> 0.4

机制的常用方法,其中OLS是其参数估计的基础方法^[23]。ArcGIS的Ordinary Least Squares工具不仅提供了OLS回归分析的功能,还能报告较为完整的回归诊断结果,为驱动机制分析提供了便利。因此本研究采用ArcGIS的Ordinary Least Squares工具,对建设用度和城市人口空间失调的驱动机制进行分析。

OLS方法是对回归模型参数的全局估计,而城市人地空间失调的关键驱动因素、驱动因素的作用力大小可能因地而异。GWR对OLS进行了扩展,可在全局估计的基础上进行局部参数估计(公式(5)),进而直观地探索不同空间区位的驱动机制的差异^[23]。

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_k \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i \quad (5)$$

式中 y_i 为 i 城市的人地失调系数; (u_i, v_i) 为 i 城市的地理坐标; $\beta_0(u_i, v_i)$ 为 i 城市的统计回归常数项; x_{ik} 为影响失调系数的 k 个自变量; ε_i 为误差项; $\beta_k(u_i, v_i)$ 为 i 城市的第 k 个自变量的回归参数。如果 $\beta_k(u_i, v_i)$ 在研究区域全局保持不变,则GWR模型就成为普通的线性回归模型。

本研究在ArcGIS的Geographically Weighted Regression工具的支持下,选用固定距离高斯空间核函数进行GWR建模,基于赤池信息量(Akaike Information Criterion, AIC)确定空间核函数的带宽。

3 建设用度和城市人口变动的空间失调分析

3.1 建设用度和城市人口变动的整体态势

海峡西岸地区2003-2014年城市人口和建设用度规模都处于增长过程中,但建设用地扩张速度明显快于人口聚集(图2)。截至2012年,人口增速的均值仅为1.4%,而建设用地增速的均值达到7.5%,为前者的5倍多。2013年潮州、梅州、赣州、绍兴等多个城市进行了行政区划调整,使其统计数据发生了异常波动,而且人口波动高于建设用地。以潮州为例,行政区划调整后城市人口增加了362%,建设用地仅增加174%。到2014年,人口增速迅速回落,行政区划调整的影响逐渐平复。

城市人口和建设用地增速的失调呈现先扩大后缩小的特征。2004年两者增速差异为4.9%,到

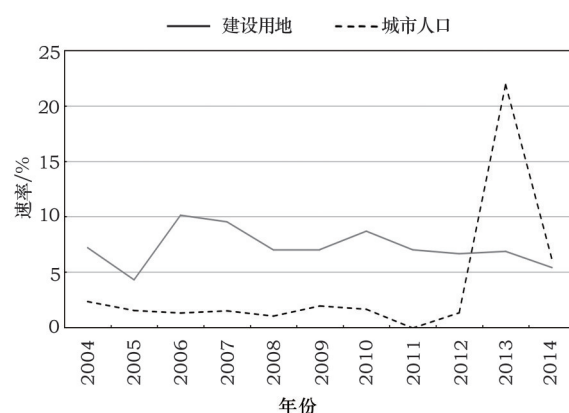


图2 2003-2014年台湾海峡西岸地区建设用地与城市人口的增长速率

Figure 2 Average annual rate of construction land and urban population in the West Coast of the Taiwan Strait Area from 2003 to 2014

2006年迅速扩大至8.8%,而后逐渐缩小,在2012年降至5.3%。经历了行政区划调整后,2014年两者增速趋于一致,仅相差0.7%。

由此可见,建设用地高速扩张,并远快于城市人口的聚集是海峡西岸地区城市发展的重要特征。究其原因:①城市非农产业扩张导致农业用地大量被建设用地侵占是城市发展的现实需求^[1,14,24];②分税制改革后,地方政府加大土地出让的力度以获取财政收入是建设用地急速扩张的制度根源^[7,25];③各类新城新区的涌现是建设用地扩张失控的突出表现^[26]。例如,广州、杭州、福州、南昌四个省会城市都先后设立了大学城或高教园,其中仅杭州就设有下沙、滨江、小和山等多个高教园区。随着经济进入新常态,“腾笼换鸟”等产业发展思路的转变,以及严格保护农田、严控新区的土地政策逐步落实,建设用地与城市人口的增速趋于一致。

3.2 建设用度和城市人口空间分布的失调特征

海峡西岸地区2003-2014年的建设用地和城市人口的空间集中和空间指向特征见图3a和图3b。建设用地的空间失衡程度明显高于城市人口,主要表现为建设用地集中度高而且空间指向性明显。对于基尼系数,城市人口历年均值为0.44,建设用地历年均值为0.51;说明两者都向大城市集中,但建设用地的集中度高于城市人口。对于空间指向性系数,城市人口历年均值为2.97,建设用地历年均值为3.35;表明建设用地和城市人口都具有空间

2017年8月

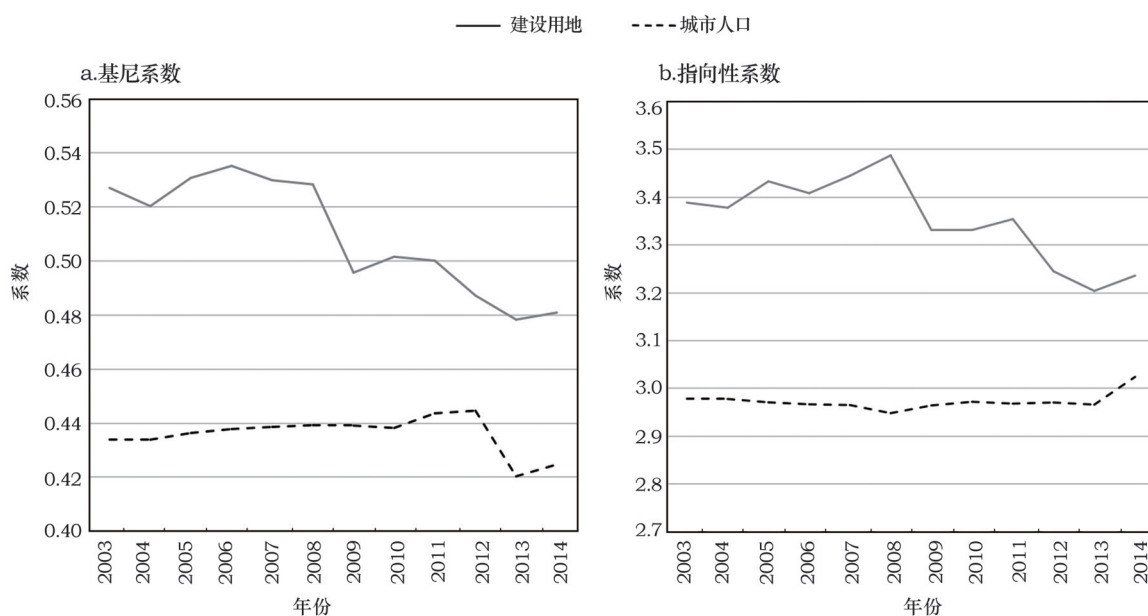


图3 2003–2014年台湾海峡西岸地区城市基尼系数和空间指向性系数

Figure 3 The urban Gini and spatial directivity coefficient in the West Coast of the Taiwan Strait Area from 2003 to 2014

指向性,而且建设用地空间分布的指向性更为明显。综合来看,建设用地和城市人口的空间分布存在较大差异和失调,其中建设用地空间分布的失衡是两者空间失调的主导因素。

建设用地空间分布波动剧烈,而城市人口空间分布除了2013年行政区划调整带来的波动外,其空间分布相对平稳。城市人口空间分布变动的值域分别为:基尼系数0.02,指向性系数0.08。建设用地空间分布变动的值域为:基尼系数0.06,指向性系数0.28,分别为城市人口变动的3倍和3.5倍。由此可见,建设用地空间分布的变动远比城市人口剧烈,建设用地空间分布的剧烈波动是城市人地空间失调变动的主要诱因。

城市人口和建设用地的空间分布失调呈现先扩大后缩小的趋势。对于基尼系数,2006年两者差异达到最大,相差0.10;到2014年,差异降到0.06。对于空间指向性系数,2008年两者差异最大,达0.54;到2014年,两者仅相差0.21。由此可见,虽然城市人口和建设用地的空间分布存在明显失调,但随着区域发展水平的提高,两者空间分布渐趋一致,空间分布的失调得到缓解。

综上所述,空间失衡而且变动剧烈是建设用地空间分布的主要特征,是其与城市人口空间分布失

调的主导症结;随着区域的发展,两者的空间分布趋向协调。这与两者空间分布的特征与演化有密切关系。

对于城市人口,2003-2012年空间分布相对均衡和稳定。广州、汕头、杭州、佛山是城市人口最多的城市,都达到了区域总人口的5.5%以上,而其他城市占比都在3.5%以下。在空间上,四个城市分别位于北、东南和西南方向,使得城市人口空间分布相对均衡。在时间变化上,4个城市人口占比一直维持在区域总人口的30%,而且人口排序前十位的城市及其位序基本维持不变,使得城市人口分布相对稳定。城市人口空间分布的波动主要来自2013年行政区划调整的扰动,但扰动持续时间较短,对两者空间失调演化的影响不大。

另一方面,建设用地空间分布失衡而且经由剧烈波动向空间均衡演化:

(1)广州和深圳作为建设用地规模最大的两个城市,其建设用地规模占比始终维持在区域总量的20%以上,使得建设用地空间分布的集中特征明显。此外,两个城市都位于区域南部,远离区域的空间分布中心,使得建设用地的空间分布具有明显的指向特征。

(2)随着沪杭甬产业带大开发的推进^[1],鄞阳湖

生态经济区规划的批复^[8],以及厦门市城市总体规划的修编^[27],这些政策的核心节点或主体城市宁波、南昌和厦门的建设用地开始急速扩张,2005-2009年均增长率分别达到了34.9%、17.7%、16.7%,而同期区域平均增速仅5.4%。这三个城市的交替快速扩张,导致这段时间成为建设用地分布变动最为剧烈的阶段,而且空间分布的集中程度和指向性有所下降,从而逐渐接近城市人口的空间分布。

(3)2013年行政区划调整对建设用地的空间分布特征也有所影响,但相对于整个研究时段的剧烈波动,其影响较小。

综合来看,建设用地空间集中度和指向性都明显高于城市人口,由此导致了两者空间分布的差异和失调;部分城市在政策刺激下建设用地急速扩张,使得建设用地空间分布从失衡快速而剧烈的向均衡演化,也使城市人地空间分布的失调得到缓解;建设用地空间分布的变动在城市人地空间分布失调的演化过程中具有主导作用。

3.3 建设用地和城市人口空间格局的失调特征

分析建设用地和城市人口规模比较优势的失调系数,发现两者空间格局的失调具有明显的区域分异和空间极化特征,而且中心城市对空间格局的失调具有主导作用(图4)。

3.3.1 区域分异特征

建设用地和城市人口空间格局失调的区域分异特征主要体现为,依据失调系数,研究区域可由北至南划分为四大版块:

(1)北部协调版块,包括浙江省和江西省的南昌、景德镇、九江、鹰潭、上饶五个城市。这些城市的失调系数在-0.26~0.31之间,大部分处于人地协调等级,即使个别城市在个别年份表现出土地或人口冒进的特征,也只是轻微偏移了人地协调的临界值。其中浙江的杭州、温州、嘉兴、湖州、台州,江西与浙江接壤的上饶,2003年、2006年、2010年、2014年四个年份都处于人地协调等级。综合来看,该版块以人地协调的浙江省为主体,并沿沪昆线向江西辐射,而且辐射效应受距离约束,向内地方向不断衰减。与浙江接壤的福建,受地形限制以及缺乏主干交通联系,没有城市位于该版块内。

(2)人口冒进版块,包括福建省的宁德、南平,

和江西省的抚州、宜春。该版块是区域内人口冒进程度高,分布集中而且连绵面积最广的地区,并且形成了横贯东西的人口冒进带,隔离了南北两个协调版块。以2006年为例,该版块4个城市中有3个处于高度人口冒进等级,失调系数平均值达到了-0.40,而区域均值仅为-0.08。究其原因,一方面本版块受到自然条件的限制,宁德和南平多山地丘陵、少平原,抚州境内东、南、西三面环山,宜春地形复杂多样,使得建设用地扩张受限。另一方面,该版块的福建部分,受地形限制交通不便;而江西部分,虽然有沪昆线通过,但与长三角地区距离较远;交通条件的限制使得本版块难以得到中心城市和发达地区的带动,导致城市建设较为落后。该版块建设用地扩张受限与城市建设滞后并存,但城市人口随着城镇化进程在不断集中,从而形成人口冒进突出的态势。

(3)南部协调版块,包括福建和江西在上述两个版块外的其余城市,以及广东的清远和韶关。该版块除莆田市受地形限制,形成明显的人口冒进态势外;其余城市失调系数的2003年、2006年、2010年、2014年四个年份均值在-0.04~0.02之间浮动,整体保持建设用地与城市人口的协调态势。

(4)珠三角混合版块,包括清远和韶关外的其余广东城市,这是人地失调的空间结构最复杂、变动最剧烈的版块。首先,该版块同时存在城市人口冒进与建设用地冒进的聚集区。人口冒进聚集区分别以东北的揭阳和汕头,西南的湛江、茂名和云浮为中心;用地冒进聚集区以中部的深圳、珠海为代表。其次,以广州、深圳和珠海为支撑的珠三角核心区经历了人地结构的剧烈变动。2003年,本地区为圈层结构,包括深圳、珠海为中心的建设用地冒进核心,过渡到东莞和中山的人口冒进内圈,最后过渡到人地协调的外圈(其中镶嵌了建设用地冒进的广州)。到2014年转为扇形结构,包括贯穿清远、广州、东莞、中山、珠海的人地协调中轴,以及东西两侧的建设用地冒进扇区,其中东部扇区由惠州和深圳组成,西部扇区以肇庆为主。上述空间结构的变动具有明显的“中心-外围”约束特征:广州为代表的中心城市发展到较高水平后逐步转向人地协调发展,其辐射效应逐渐扩散到周边城市;以惠州

2017年8月

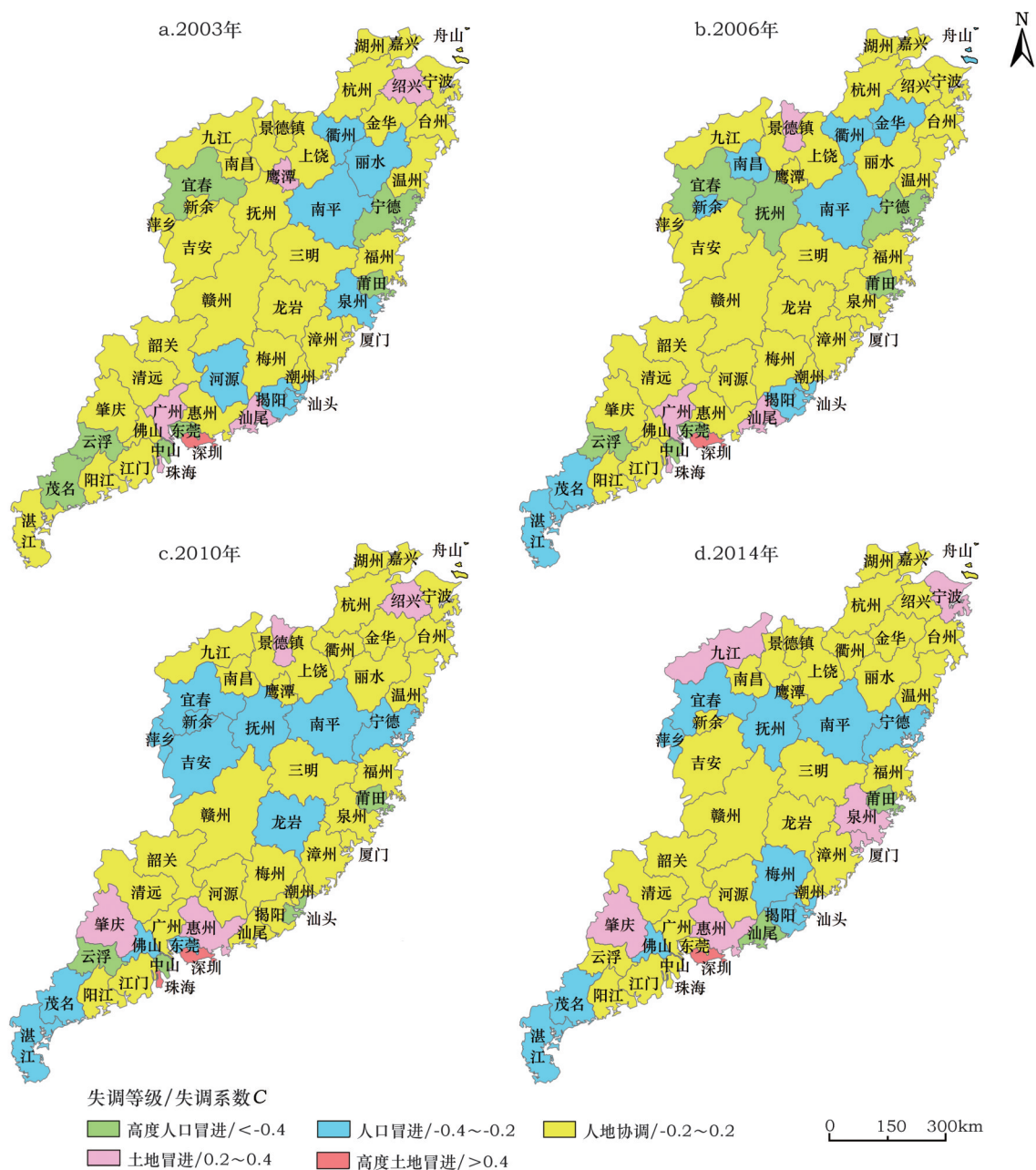


图4 2003–2014年台湾海峡西岸地区建设用地与城市人口的空间失调等级

Figure 4 The degrees of spatial imbalance between construction land and urban population in the West Coast of the Taiwan Strait Area from 2003 to 2014

和肇庆为代表的周边城市接受辐射带动进入快速发展阶段,进而形成土地冒进的态势。综合来看,本版块存在明显的空间分异,东北和西南偏远地区以人口冒进为主,中部的珠三角核心区以土地冒进为主;而且珠三角核心区的人地失调又经历了剧烈的空间结构变动。

3.3.2 空间极化特征

建设用地和城市人口空间格局的失调还呈现

中心城市主导下的空间极化特征,其中建设用地的极化超前于城市人口。

上海是区域北部建设用地的空间极化中心,其影响主要体现在紧邻上海的北部协调版块。从空间分布来看,该版块的土地冒进城市集中在北部的宁波、绍兴、景德镇和九江,与上海距离较近。而人口冒进的城市集中在南部的金华、衢州、丽水、南昌等城市,距离上海较远。从动态过程来看,随着极

化过程的深入,在2010-2014年间紧邻上海的该版块存在土地冒进的城市,但没有人口冒进的城市。这说明由于上海的空间极化作用,该版块的建设用地较为充裕。

深圳和珠海是区域南部建设用地极化的中心。在城市尺度,建设用地冒进是两个城市的共同特征,尤以深圳为代表,其2003年的失调系数为0.65,为研究区域的历年最高值。在省域尺度,形成以两个城市为中心,向东北和西南延伸的“建设用地冒进→人地协调→城市人口冒进”的梯度带。在区域尺度,也存在类似的梯度带:从建设用地冒进为主的珠三角核心区,过渡到福建和江西南部的人地协调版块,最后到福建北部和江西中部的人口冒进版块。

总体来看,建设用地有向中心城市聚集的趋势,而且超前于城市人口聚集,由此形成人地空间格局的错位和失调。这是由于人口在向中心城市聚集的同时,也伴随城镇化过程向边远地区的城市聚集,从而形成面向中心城市的相对聚集格局;而建设用地扩张主要受经济发展和产业活动驱动^[26-28],向区位优势突出的中心城市及其邻近周边聚集,从而形成中心城市导向的绝对聚集格局。两者聚集格局的差异导致以中心城市为起点,形成了“建设用地冒进→人地协调→城市人口冒进”的梯度结构,使城市人口和建设用地的失调系数呈现区域分异和空间极化特征。

3.4 城市人口和建设用地空间失调的演化特征

城市人口和建设用地失调系数的时空演化存在明显的类型分异,可分为核心型、土地集中型、波动型、稳定型、人口集中型;各类型城市的空间分布、城镇化水平、经济发展和产业非农化进程都存在较大差异(表2和图5)。

(1)核心型城市包括广州、深圳、珠海、佛山,其失调系数从土地冒进向人地协调演化。这些城市集中位于珠江口,是人口城镇化水平最高,GDP增长和产业非农化进程最快的聚集区。

(2)土地集中型城市的失调系数都有所提高,呈现土地扩张快于人口集聚的态势。这些城市的城镇化水平较高,GDP增长和产业非农化进程仅次于核心城市,其区位特征呈现向心和沿边的特征。向心性体现在紧邻核心型城市,或者自身就是局部地区的发展中心(厦门、泉州);沿边性体现在其集中于紧邻上海(宁波)或长江中游城市群的边缘(九江、宜春),或者处于人地失调版块的边缘(衢州、丽

表2 2003-2014年台湾海峡西岸地区建设用地与城市人口空间失调演化类型的比较

Table 2 Comparison of evolution types of spatial imbalance between construction land and urban population in the West Coast of the Taiwan Strait Area from 2003 to 2014

城市类型	2014年 城镇化率 /%	2003-2014年 GDP增加值 /万亿	2003-2014年农业 GDP占比的变化率 /%
核心型	95.63	0.85	-61.96
土地集中型	37.10	0.13	-47.76
波动型	44.92	0.12	-24.70
稳定型	32.99	0.09	-23.86
人口集中型	25.11	0.04	-41.05

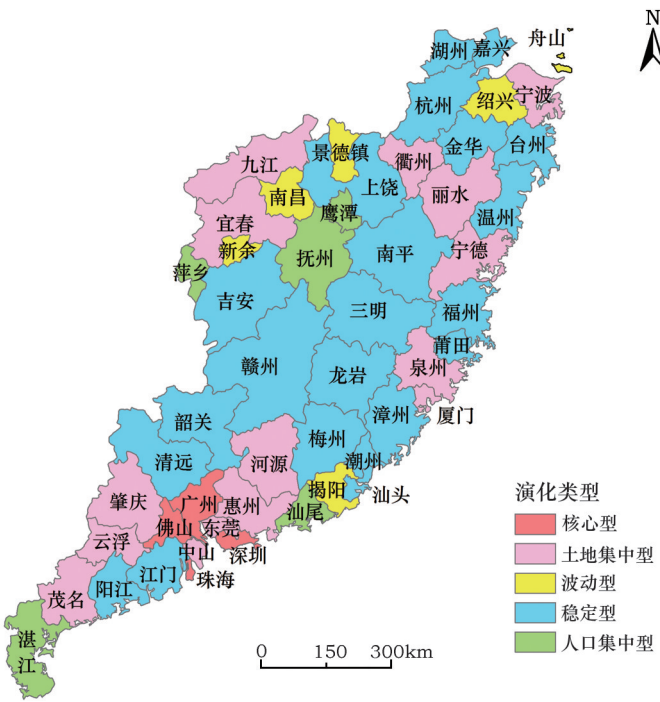


图5 2003-2014年台湾海峡西岸地区建设用地与城市人口空间失调的演化类型空间差异

Figure 5 The evolution types of spatial imbalance between construction land and urban population in the West Coast of the Taiwan Strait Area from 2003 to 2014

2017年8月

水、宁德),成为相关地域的关联纽带。

(3)稳定型城市的失调系数变动很小,在空间分布和城市发展上都呈现土地集中型和人口集中型城市之间的过渡特征。

(4)人口集中型城市的失调系数都有所降低,呈现人口集中快于土地扩张的特征。这些城市的城镇化水平和GDP增长最低,产业非农化进程慢于核心型和土地集中型城市;在空间分布上,集中在远离核心型城市、交通相对闭塞的区位。

(5)其余的少数城市为波动型城市,失调系数呈现起伏不定的特征,空间分布较为随机,城市间发展水平差异较大。这是各地区不同发展水平的、处于转型阶段的城市集合。

以上城市类型的对比可以发现,发展阶段和区位条件是建设用地和城市人口空间失调演化的关键驱动因素。首先,从城市发展阶段看。发展较为落后的城市,城镇化水平低,还未形成聚集效应,导致经济和产业发展较为缓慢,建设用地扩张的动力不足。随着城镇化进程的起步,以人口冒进为主要特征。处于快速发展阶段的城市,城镇化水平得到较大提高,聚集效应开始显现,人居空间、产业发展用地需求急剧提高,推动城市建设用地快速扩张,从而以土地冒进为主要特征^[28,29]。城市发展到较高阶段后,受城市外部可供开发的用地存量降低和城市内部用地效率提高的影响,建设用地快速扩张的势头得以遏制,从而又会向人地协调演化^[1,28]。其次,城市区位对人地失调的演化过程有重要约束。人口集中型城市随着城镇化进程实现了城市人口的增长,但区位条件较差,发展难以起步,导致建设用地扩张滞后。而土地集中型城市集中在区位条件好的地区,容易受中心城市带动^[6,15],或作为联系不同区域或板块的纽带^[26],经济得以率先发展,伴随产业非农化过程其建设用地得以快速扩张。

4 建设用地和城市人口空间失调的驱动机制分析

建设用地和城市人口的失调受到城镇化、经济发展、产业结构调整以及城市区位等条件的影响^[1,12,14]:

(1)中国的快速城镇化存在人为拉动和政策推动特征^[2],使得城镇化各要素的发展步调难以一

致。积极的土地出让行为和缓慢的市民化进程是建设用地和城市人口的失调的重要诱因^[1,8]。

(2)经济发展与建设用地扩张有直接关联,一方面城市建设用地的出让可直接促进财政收入的增长;另一方面,建设用地的扩张为生产企业提供了进驻和发展的空间,从而带动经济增长。同时,经济发展也在一定程度上提升了城市对人口的吸引和聚集能力。相关研究结果表明,经济发展虽然与两者都存在相关性,但其与建设用地的相关性要高于其与城市人口的关联^[1],使得经济发展成为建设用地与城市人口失调的诱因。

(3)不同城市产业对建设用地和城市人口的需求存在差异,劳动密集型产业对劳动力的需求较大,但通过优化生产和场地布局可控制产业用地规模。而仓储等服务性产业,需要占用大量土地,但其劳动力密集程度却相对较低。城市产业结构的调整,会改变城市对建设用地和劳动人口的需求配比,从而对两者的失调产生影响。

(4)不同空间区位城市的自然环境和经济社会条件都有所差异。建设用地的扩张受地形等自然环境的约束较强,而城市人口的聚集更多是由于社会经济条件决定。因此,建设用地扩张与城市人口聚集的适宜区位在空间上可能存在错位,从而导致两者发展的失调^[3]。本文采用2014年的城镇化、经济和产业发展数据,采用人口城镇化率和土地城镇化率表征城镇化,用GDP总量、地均GDP、人均GDP表征经济发展的水平和效率,各产业GDP占比表征产业结构,基于OLS和GWR模型,对建设用地和城市人口空间格局失调的驱动机制进行了分析。其中土地城镇化率参考相关文献^[30],用建设用地占市辖区面积的比例进行表征。

在OLS模型中,以方差膨胀因子(VIF)为基准剔除存在共线性的驱动因素,以决定系数(R^2 和Adjusted R^2)为基准选取拟合效果最好的回归模型,结果见表3。模型的Joint F-Statistic统计量显著($P=0.00$)、Jarque-Bera、Koenker (BP)统计量不显著(P 值分别为0.75、0.07),这些回归诊断结果表明OLS模型整体上呈现统计显著性、回归系数为无偏估计且不存在显著的异方差影响。

回归结果显示城市人口和建设用空间失调的

表3 OLS回归结果

Table 3 Regression result of OLS model

参数	回归系数	t统计量	方差膨胀因子
常数项	-0.52	-4.36**	-
第三产业GDP占比	0.73	2.66**	1.23
土地城镇化率	2.35	4.86**	3.06
地均GDP	-6.99	-2.31*	3.01

注:**、*分别代表1%和5%显著水平。

显著驱动因素为第三产业GDP占比、土地城镇化率、单位面积GDP产值:

(1)第三产业GDP占比的回归系数为正值,说明第三产业的扩张会将城市向土地冒进方向推动。非农产业的发展是建设用地扩张的内在驱动因素^[14,24],但回归模型显示城市人地的空间失调只对第三产业敏感。可能的原因是,第二产业在推动建设用地扩张的同时也吸引了大量务工人员进驻,总体上维持了人地协调;而第三产业对从业人员的素质和专业技能要求较高,对外来务工人员的吸纳有限,从而成为土地冒进的显著驱动因素。

(2)土地城镇化率的回归系数为正值,而人口城镇化率不是显著驱动因素,说明城市土地扩张是建设用地和城市人口空间失调的主导因素,与前文的分析结果一致。

(3)单位面积GDP产值的回归系数为负值,说明提高土地的经济产出效率对建设用地冒进有遏制作用。GDP增长是建设用地快速扩张的主要动力,通过提高单位用地面积的经济产出,对GDP驱动下的建设用地快速扩张有延缓作用,从而有助于实现城市人地关系的协调^[1,12,28]。

对于GWR模型,其决定系数、赤池信息量准则(AIC)均与OLS模型一致($R^2=0.52$, Adjusted $R^2=0.49$, $AIC=-36.11$),说明两者的拟合效果相当。而GWR通过在各空间区位上采用局部估计,可对回归系数的空间异质性进行探索分析^[23]。图6显示,三个驱动因素的回归系数都呈北低南高的趋势(单位面积GDP的回归系数为负值,为便于比较,取其绝对值进行分析)。回归系数的低值区主要集中在北部协调版块,这可能是由于该地区人地失调程度较低,所以对驱动因素的响应也较低。高值区主要集中在南部的珠三角混合版块。该地区是建设用地和城市人口最为集中的地区,仅广州和深圳两个

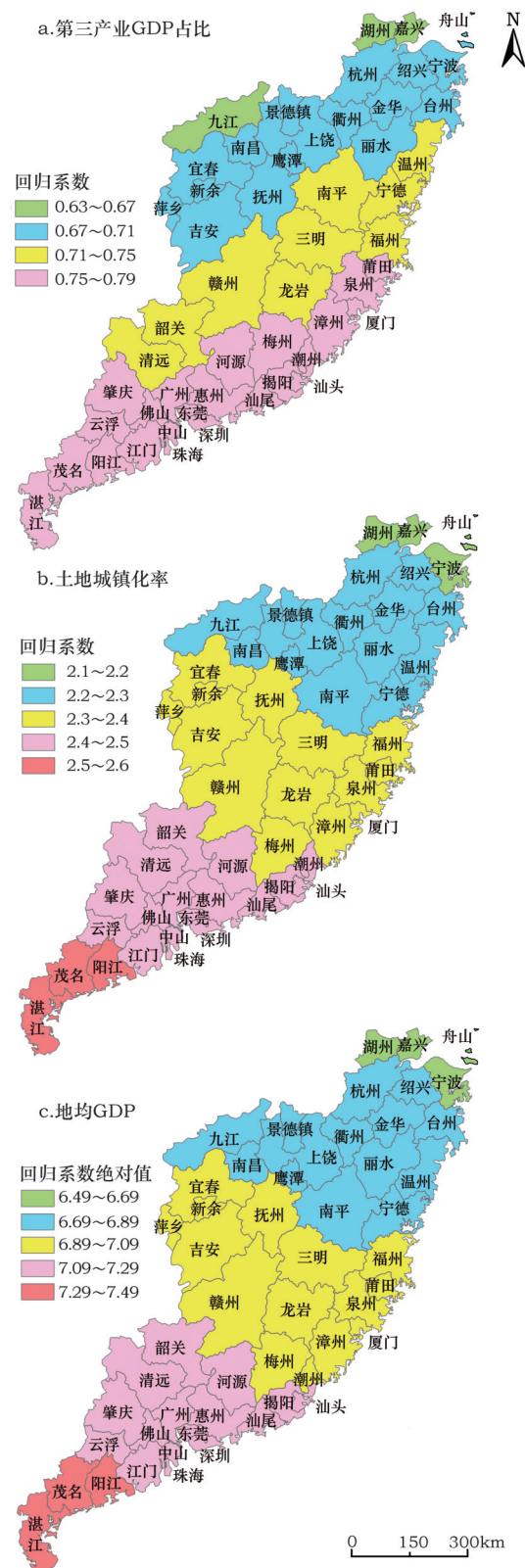


图6 建设用地与城市人口空间失调驱动因素的GWR回归系数空间格局

Figure 6 The spatial pattern of the coefficients of driving forces using GWR model

2017年8月

城市就集中了22%的建设用地和13%的城市人口;而且该地区人地失调空间结构复杂(参见3.3.1章节),所以对驱动要素的敏感性较高。具体来看,图6a第三产业GDP占比的回归系数高值区分布较广,范围从广东延伸到福建的新兴土地冒进中心城市泉州和厦门,体现了珠三角对福建的产业、乃至人地关系的辐射效应。图6b土地城镇化率和图6c单位面积GDP产值的回归系数高值区以广东为主体,体现了珠三角地区快速经济发展过程中土地利用的剧烈变化对建设用地和城市人口空间失调的强烈影响^[24]。

综合OLS和GWR模型的结果,产业是建设用地和城市人口空间失调的内在驱动因素,冒进的土地城镇化是城市人地失调的主导症结,土地利用效率是实现人地协调的有效抓手,空间区位对驱动因素的作用强度有重要影响。相关结论的政策意义在于,各地应针对本地的人地变动态势和区位特征有针对性的制订调控政策和优化调控力度;对于人口冒进的地区,应积极引导产业升级,在产业需求引导下适度推进土地城镇化;对于土地冒进的地区,应提高土地经济效率,遏制粗放式土地资源投放,以期实现建设用地和城市人口的协调健康发展。

5 结论与讨论

5.1 结论

以城镇化快速推进中的海峡西岸地区为研究对象,以建设用地和城市人口的空间失调为切入点,分别从整体态势、空间分布和空间格局等方面揭示了海峡西岸地区城市人地发展的空间失调和演化特征,并探讨了建设用地和城市人口空间失调的驱动机制,结果表明:

(1)海峡西岸地区建设用地和城市人口的空间分布呈明显失调特征,而且失调主要受建设用地影响,主要表现为建设用地扩张速度过快、空间分布失衡和波动剧烈。从规模增速来看,2003-2012年人口增速的均值仅为1.4%,而建设用地增速的均值达到7.5%,是人口增速的5倍多。从空间分布看,城市人口集中在位于北、东南和西南方向的广州、汕头、杭州、佛山,四个城市人口占比维持在区域总人口的30%,使得人口分布相对均衡。但建设用地

集中在区域南部的广州和深圳,两个城市的建设用地规模占比始终维持在区域总量的20%以上,使得建设用地空间分布明显失衡。从动态变化来看,城市人口的空间分布较为稳定;但是,建设用地受区域和城市发展政策的显著影响,位于区域北、西、东部的宁波、南昌和厦门交替进入急速扩张阶段,导致建设用地的空间分布剧烈地由失衡向均衡演化,成为建设用地和城市人口空间分布失调演化的主要诱因。总体上,建设用地主导了城市人地空间分布的失调,而且失调呈现出缓解趋势。

(2)海峡西岸地区建设用地和城市人口空间格局的失调受区域中心城市主导,而且建设用地向中心城市聚集超前于城市人口聚集。从而以中心城市为起点,形成了“建设用地冒进→人地协调→城市人口冒进”的梯度结构。具体表现为空间失调系数的区域分异和空间极化特征:由北向南研究区域分异为北部协调版块、人口冒进版块、南部协调版块和珠三角混合版块;北部的上海和南部的深圳、珠海是建设用地空间极化的中心。

(3)海峡西岸地区建设用地和城市人口的空间格局失调的演化受城市发展阶段和区位条件影响。发展较为落后的城市,城镇化、经济发展和产业非农化进程都相对滞后,建设用地扩张的动力较弱,以人口冒进为主;处于快速发展阶段的城市,城镇化的聚集效应显现,在经济和产业发展驱动下,形成建设用地冒进态势;城市发展到较高阶段后,又转为人地协调发展。区位条件的影响体现在,经济发展区位较好的城市大多向土地冒进演化,区位条件较差的城市以向人口冒进演化为主。

(4)从驱动机制来看,建设用地和城市人口的空间失调是多种因素共同作用的结果,而且不同区位对驱动因素的响应强度有所差异。综合来看产业结构调整 and 升级、土地城镇化、土地的经济效率是城市人地空间失调的主要驱动因素。第三产业的扩张会显著地将城市向土地冒进推动,冒进的土地城镇化是城市人地失调的主导症结,提高土地利用效率可有效遏制土地冒进的态势。

5.2 政策建议

基于上述结果,为引导建设用地与城市人口的协调发展,可在以下几个方面进行调控:

(1)城乡规划、国家或区域级重大开发战略对建设用地的扩展有着直接引领作用,应科学地制订相关规划和战略,避免在土地财政和盲目的新区开发驱动下的建设用地无序蔓延。

(2)中心城市及其周边城市是调控的重点,应加强其土地开发规模的控制,在优化建设用地布局的同时实现城市空间内的人口等要素聚集程度的提升,依托聚集经济效应,实现集约导向的经济发展模式转变。

(3)以产业和土地经济效益为抓手,以人口城镇化为参照,合理推进土地城镇化,引导人口城镇化推进和建设用地的协调发展。

(4)调控政策应因时、因地制宜,对于发展起步阶段的城市应对人口聚集因势利导,防范城市人口冒进;对于快速发展阶段的城市,应着力控制建设用地扩张的节奏,杜绝建设用地的粗放型增长。不同区位的城市,对人地失调驱动因素的响应程度有所差异;应依据本地特点优化调控强度。

5.3 研究展望

(1)城市发展阶段对建设用地与城市人口的空间失调有重要影响,伴随城市的发展呈现“人口冒进-土地冒进-人地协调”的阶段过程。这对调控城市的人地资源配置有重要参考价值。但限于篇幅,对城市人地空间失调阶段转变的条件和阈值未做深入分析,有待未来研究中进一步探讨。

(2)区域和城市发展政策对建设用地和城市人口的空间失调有重要影响。但政策因素相对于经济和产业发展,难以进行定量描述和分析,所以本文在空间失调驱动机制的回归模型中并未纳入政策变量。采用适当的回归模型,实现政策因素对城市人地空间失调的驱动机制的定量分析,可作为进一步研究的探索方向。

参考文献(References):

[1] 周艳,黄贤金,徐国良,等.长三角城市土地扩张与人口增长耦合态势及其驱动机制[J]. 地理研究, 2016, 35(2): 313-324. [Zhou Y, Huang X J, Xu G L, et al. The coupling and driving forces between urban land expansion and population growth in Yangtze River Delta[J]. *Geographical Research*, 2016, 35(2): 313-324.]

[2] 陆大道. 我国的城镇化进程与空间扩张[J]. 城市规划学刊, 2007, (4): 47-52. [Lu D D. Urbanization process and spatial sprawl in China[J]. *Urban Planning Forum*, 2007, (4): 47-52.]

[3] 尹宏玲,徐腾. 我国城市人口城镇化与土地城镇化失调特征及差异研究[J]. 城市规划学刊, 2013, (2): 10-15. [Yin H L, Xu T. The mismatch between population urbanization and land urbanization in China[J]. *Urban Planning Forum*, 2013, (2): 10-15.]

[4] Haase D, Kabisch N, Haase A. Endless urban growth? On the mismatch of population, household and urban land area growth and its effects on the urban debate[J]. *Plos One*, 2013, 8(6): e66531.

[5] Salvati L. Population distribution and urban growth in Southern Italy, 1871-2011[J]. *Urban Geography*, 2014, 35(3): 440-453.

[6] 冯兴华,钟业喜,吴巍,等. 新型城镇化背景下江西省城市人口增长与土地扩张协调性研究[J]. 地理与地理信息科学, 2016, 32(3): 81-88. [Feng X H, Zhong Y X, Wu W, et al. Coordination between urban land expansion and population growth under the background of the new urbanization in Jiangxi Province [J]. *Geography and Geo-Information Science*, 2016, 32(3): 81-88.]

[7] 杨洋,李雅静,黄庆旭,等. 中国城市用地与人口规模分布时空动态比较-以环渤海地区为例[J]. 地理研究, 2016, 35(9): 1672-1686. [Yang Y, Li Y J, Huang Q X, et al. Comparison on spatio-temporal dynamics of urban land and population size distribution in China: a case study of the Bohai Rim[J]. *Geographical Research*, 2016, 35(9): 1672-1686.]

[8] 吕添贵,吴次芳,李洪义,等. 人口城镇化与土地城镇化协调性测度及优化-以南昌市为例[J]. 地理科学, 2016, 36(2): 239-246. [Lv T G, Wu C F, Li H Y, et al. The coordination and its optimization about population and land of urbanization: a case study of Nanchang City[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2016, 36(2): 239-246.]

[9] Small C. Global population distribution and urban land use in geophysical parameter space[J]. *Earth Interactions*, 2004, 8: 1-18.

[10] 陆铭,张航,梁文泉. 偏向中西部的土地供应如何推升了东部的工资[J]. 中国社会科学, 2015, (5): 59-83. [Lu M, Zhang H, Liang W Q. How the bias toward central/western land supplies boosts wages in the East[J]. *Social Science in China*, 2015, (5): 59-83.]

[11] Han L, Lu M. Housing prices and investment: an assessment of China's inland-favoring land supply policies[J]. *Journal of the Asia Pacific Economy*, 2017, 22(1): 106-121.

[12] 李涛,廖和平,杨伟,等. 重庆市“土地、人口、产业”城镇化质量的时空分异及耦合协调性[J]. 经济地理, 2015, 35(5): 65-71. [Li T, Liao H P, Yang W, et al. Urbanization quality over time and space as well as coupling coordination of land, population and industrialization in Chongqing[J]. *Economic Geography*,

2017年8月

- 2015, 35(5): 65-71.]
- [13] 王兴杰. 中国土地城镇化和人口城镇化相对效率评价[J]. 生态经济, 2016, 32(4): 14-17. [Wang X J. Relative efficiency evaluation of land urbanization and population urbanization in China[J]. *Ecological Economy*, 2016, 32(4): 14-17.]
- [14] 沈孝强, 吴次芳, 方明. 浙江省产业、人口与土地非农化的协调性分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(9): 129-134. [Shen X Q, Wu C F, Fang M. Coordination of industry, population and land deagriculturalization during the rapid process of urbanization in Zhejiang Province[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2014, 24(9): 129-134.]
- [15] 杨忍, 刘彦随, 龙花楼. 中国环渤海地区人口-土地-产业非农化转型协同演化特征[J]. 地理研究, 2015, 34(3): 475-486. [Yang R, Liu Y S, Long H L. The study on non-agricultural transformation co-evolution characteristics of "population-land-industry": case study of the Bohai Rim in China[J]. *Geographical Research*, 2015, 34(3): 475-486.]
- [16] Mitchell A. ESRI Guide to GIS Analysis: Spatial Measurements & Statistics[M]. Redlands: ESRI Press, 2009.
- [17] Johnson D P, Wilson J S. The socio-spatial dynamics of extreme urban heat events: the case of heat-related deaths in Philadelphia [J]. *Applied Geography*, 2009, 29(3): 419-434.
- [18] Ayhan I, Cubukcu K M. Explaining historical urban development using the locations of mosques: a GIS/Spatial statistics-based approach[J]. *Applied Geography*, 2010, 30(2): 229-238.
- [19] 刘玉, 刘彦随, 郭丽英. 环渤海地区县域人均粮食占有量空间格局演化[J]. 地理科学, 2011, 31(1): 102-109. [Liu Y, Liu Y S, Guo L Y. Evolvement of spatial pattern of per capita grain possession at county level in the area along Bohai Rim of China [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2011, 31(1): 102-109.]
- [20] 国家统计局. 中国城市统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2004-2015. [National Bureau of Statistics of China. China City Statistical Yearbook [M]. Beijing: China Statistics Press, 2004-2015.]
- [21] 贺灿飞, 潘峰华, 孙蕾. 中国制造业的地理集聚与形成机制[J]. 地理学报, 2007, 62(12): 1253-1264. [He C F, Pan F H, Sun L. Geographical concentration of manufacturing industries in China [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2007, 62(12): 1253-1264.]
- [22] Martin R W. Spatial mismatch and the structure of American Metropolitan Areas, 1970-2000[J]. *Journal of Regional Science*, 2004, 44(3): 467-488.
- [23] 王珂靖, 蔡红艳, 杨小唤. 多元统计回归及地理加权回归方法在多尺度人口空间化研究中的应用[J]. 地理科学进展, 2016, 35(12): 1494-1505. [Wang K J, Cai H Y, Yang X H. Multiple scale spatialization of demographic data with multi-factor linear regression and geographically weighted regression models[J]. *Progress in Geography*, 2016, 35(12): 1494-1505.]
- [24] Yeh A, Li X. Economic development and agricultural land loss in the Pearl River Delta, China[J]. *Habitat International*, 1999, 23(3): 373-390.
- [25] 彭代彦, 彭旭辉. 财政分权对人口城镇化与土地城镇化的影响-基于1981-2013年数据的分析[J]. 城市问题, 2016, (8): 58-66. [Peng D Y, Peng X H. The influence of fiscal decentralization on population urbanization and land urbanization: the analysis based on the data from 1981 to 2013[J]. *Urban Problems*, 2016, (8): 58-66.]
- [26] 顾朝林, 于涛方, 李王鸣. 中国城市化: 格局·过程·机理[M]. 北京: 科学出版社, 2008. [Gu C L, Yu T F, Li W M. Urbanization in China: Pattern, Process and Mechanism[M]. Beijing: Science Press, 2008.]
- [27] Li X, Lin T, Zhang G, et al. Dynamic analysis of urban spatial expansion and its determinants in Xiamen Island[J]. *Journal of Geographical Sciences*, 2011, 21(3): 503-520.
- [28] Kuang W, Chi W, Lu D, et al. A comparative analysis of megacity expansions in China and the U.S.: patterns, rates and driving forces[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2014, 132: 121-135.
- [29] 陈永林, 谢炳庚, 李晓青, 等. 2003-2013年长沙市土地利用变化与城市化的关系[J]. 经济地理, 2015, 35(1): 149-154. [Chen Y L, Xie B G, Li X Q, et al. The preliminary research on relationship between the change of land use and urbanization in Changsha from 2003 to 2013[J]. *Economic Geography*, 2015, 35(1): 149-154.]
- [30] 王洋, 王少剑, 秦静. 中国城市土地城市化水平与进程的空间评价[J]. 地理研究, 2014, 33(12): 2228-2238. [Wang Y, Wang S J, Qin J. Spatial evaluation of land urbanization level and process in Chinese Cities[J]. *Geographical Research*, 2014, 33(12): 2228-2238.]

Characteristics and driving forces of the spatial imbalance between construction land and urban populations

LIU Yu^{1,4,5}, ZHAN Chenxiao¹, ZHANG Pengyan², SUN Dongqi³, MA Haitao³, WANG Zhenbo³, ZHANG Hao⁴

(1. School of Civil Engineering and Architecture, Henan University, Kaifeng 475003, China;

2. Key Laboratory of Geospatial Technology for Middle and Lower Yellow River Regions, Henan University, Kaifeng 475003, China;

3. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

4. Department of Environmental Science and Engineering, Fudan University, Shanghai 200433, China;

5. Research Institute for Development in the Central Plains Region, Henan University, Kaifeng 475003, China)

Abstract: Construction land expansion and urban population aggregation are two critical and interactive processes during urbanization. The spatial imbalance between them has become a constraint of healthy urbanization. This study analyzed the characteristics of the spatial imbalance between construction land and the urban population on the West Coast of the Taiwan Strait Area, using spatial distribution index, comparative advantage index, and deviation coefficient modeling. Driving forces of the spatial imbalance were explored based on OLS and GWR models. We found that the main sticking points driving the spatial imbalance between construction land and the urban population were spatial sprawl, uneven distribution and violent fluctuation of construction land. The imbalanced spatial distribution has experienced a phased process, and the gap expanded at first and then narrowed. Construction land shows significant central city oriented spatial aggregation, and spatial aggregation far outstripped spatial aggregation of the urban population. This spatial imbalance exhibited significant regional differences and a spatial polarization pattern, and was closely related to city development. Along with city development, the imbalance evolved from aggressive expansion of construction land to aggressive aggregation of urban population and eventually to the balance of spatial patterns. Changes in industrial structure, land urbanization level, economic efficiency of land and geographical positions were identified as main driving forces of the spatial imbalance between construction land and urban populations. These findings will help optimize the allocation of land resources, and facilitate implementation of new urbanization.

Key words: construction land; urban population; spatial imbalance; driving mechanism; deviation coefficient model; geographically weighted regression; the West Coast of the Taiwan Strait Area