

引用格式:王艳飞,张定祥,李婷婷.京津冀建设用地区人口密度变化格局及影响机制[J].资源科学,2023,45(4):872-883.[Wang Y F, Zhang D X, Li T T. Spatial pattern and mechanism of population density change in the built-up areas of the Beijing-Tianjin-Hebei region[J]. Resources Science, 2023, 45(4): 872-883.] DOI: 10.18402/resci.2023.04.15

# 京津冀建设用地区人口密度变化格局及影响机制

王艳飞<sup>1,2</sup>,张定祥<sup>3</sup>,李婷婷<sup>4</sup>

(1. 中国农业大学土地科学与技术学院,北京 100193;2. 中国土地政策与法律研究中心,北京 100193;3. 中国国土勘测规划院,北京 100035;4. 中国社会科学院农村发展研究所,北京 100732)

**摘要:**【目的】土地资源优化配置是协同社会发展、粮食安全与生态环境的重要议题。科学认知县域人口流动分异下人口与建设用地变化的耦合规律、空间特征及形成机制,完善多尺度多层次配置机制是集约利用土地资源的重要途径。【方法】以京津冀城市群为研究区域,借助GIS空间分析与计量经济模型,解析县级尺度建设用地人口密度变化格局、耦合类型及影响机制,探究区域城乡协同的集约用地应对路径。【结果】①2009—2018年京津冀人口增长格局向京津中心城市外围区县和河北中心城市集中;建设用地快速增长区主要位于京津廊道市县及河北中心城市,北京和天津建设用地增速持续下降。②京津冀建设用地人口密度平均下降323人/km<sup>2</sup>,85.2%的研究单元出现下降,大幅下降区集中在河北中心城市外围市县;人口和建设用地变化耦合类型以收缩粗放型为主,加剧了土地资源的配置矛盾。③人口流动和工业化模式显著影响建设用地人口密度变化;而受二元制度约束,城镇化率提高的节地效果还不显著。【结论】京津冀县级单元人口和建设用地变化关系差异明显,河北非中心城市县域土地集约利用压力增大,亟需创新省市县多尺度协同机制,健全城乡多层次闲置土地利用政策体系。

**关键词:**人口变化;建设用地变化;建设用地人口密度;耦合类型;影响机制;京津冀

DOI: 10.18402/resci.2023.04.15

## 1 引言

土地节约集约利用是协同经济发展与粮食和生态安全的重要支撑<sup>[1]</sup>。20世纪90年代中期以来,中国城镇化进程加快,推动了东部沿海和中西部中心城市城镇空间的快速扩张<sup>[2]</sup>。在全球化、分权化和市场化导向下,地方政府通过设立开发区、大学城和新城区等推动经济增长和城镇建设,出现了“土地城镇化”<sup>[3,4]</sup>,经济发展方式粗放<sup>[5]</sup>。与此同时,城镇化过程中乡村人口持续向城镇集中,农村空心化问题日益凸显<sup>[6]</sup>,但村庄居民点用地规模不减反增<sup>[7,8]</sup>,空间利用效率低下。为保障粮食安全和提高节约集约用地水平,中国自2004年便开始探索试点城乡建设用地增减挂钩机制,加强新增建设用地指标控制、农用地转用和土地用途管控<sup>[9]</sup>,但城乡建设用地资源粗放利用问题依然突出<sup>[10]</sup>。据自然资源部

统计,2018年全国人均城镇工矿建设用地146 m<sup>2</sup>、人均农村居民点用地317 m<sup>2</sup>,超过国家标准上限。创新城乡土地利用和管理制度,深化经营性土地要素市场化改革,健全城乡统一的建设用地市场,推动存量低效土地盘活利用,成为新时期提高土地资源支撑经济、粮食和生态空间需求的重要议题<sup>[11,12]</sup>。

人口和土地是反映城乡地域系统结构变化的关键指标,在工业化和城镇化过程中,伴随经济结构和就业结构转变,人地要素空间协同是城乡地域系统功能优化的内在要求。对人地要素空间变化的刻画和模拟,有助于理解人地系统变化及发现土地资源配置问题。城市扩张是城镇化过程中人类活动改变地表景观形态和生态过程的重要形式,大量学者开展了城市扩张的时空格局、异质性特点及驱动机制分析<sup>[13,14]</sup>,并涉及到国家<sup>[15]</sup>、省<sup>[16]</sup>、城市<sup>[17]</sup>等

收稿日期:2022-12-25;修订日期:2023-03-14

基金项目:国家自然科学基金项目(41901216);国家社会科学基金项目(21BJY132);中央高校基本科研业务费专项资金项目(2023TC049)。

作者简介:王艳飞,男,山东寿光人,博士,副教授,主要研究方向为城乡发展、土地利用与住房政策。E-mail: wangyf@cau.edu.cn

2023年4月

不同尺度。也有学者从城镇化过程视角,对土地城镇化与人口城镇化耦合关系进行分析,指出中国土地城镇化快于人口城镇化过程<sup>[18-20]</sup>;还有学者将研究拓展到乡村人口与建设用地的耦合关系,不同地区面临人减地增、人减地减等多种情形<sup>[8,21]</sup>,这些研究为深化理解城镇化和乡村发展过程中人口与建设用地关系动态特征和加强土地利用管控提供了支撑。随着中国城镇化迈入中后期,都市圈和大城市在人口集聚中作用提升的同时,大量县域单元已由人口增长转向人口收缩<sup>[22]</sup>,增大了土地资源集约利用的复杂性。已有相关研究大多集中在省级和地级市尺度<sup>[23]</sup>,对县域人口和建设用地变化规律揭示有待加强。县域是中国统筹土地资源利用和经济社会发展的基本单元,也是推进城乡融合发展和乡村振兴的重要载体。揭示县级尺度人地变化的基本态势和规律,有助于提高土地管理政策实施的有效性和针对性。此外,以往大多研究基于城市和乡村二分视角,忽略了城镇化过程城乡建设用地的联动性。实际上,城镇空间扩张、城乡建设用地增减挂钩及农村土地整治等,均促使城市与乡村建设用地间形成多种形式的联动<sup>[24-26]</sup>。在当前推动建设城乡统一用地市场,加强增量和存量用地联动管理背景下,有必要加强城乡一体视角的建设用地变化趋势和问题分析,为考虑区域城乡关系的经济社会发展与土地资源配统筹提出建议。鉴于此,本文选取京津冀城市群,利用人口普查和国土调查数据,构建建设用地人口密度变化度指数,在多尺度分析省市县建设用地和人口变化时空格局的基础上,以建设用地人口密度变化度揭示京津冀省市县人地关系变化耦合特征,从集约度视角探讨建设用地人口密度变化的作用机理,为统筹土地资源集约利用和区域协同发展提供参考。

## 2 研究区、数据来源与研究方法

### 2.1 研究区概况

京津冀城市群是中国沿海三大城市群之一,也是北方经济重要核心区(图1)。北京、天津和河北三省市地域相邻,河北长期为北京和天津提供矿产资源、工业原料、水资源、电力和农产品,对两地经济社会发展形成重要物质支撑<sup>[27]</sup>;受历史因素、经济基础和制度约束影响,河北经济社会水平滞后于北



图1 研究区域

Figure 1 The study area

京和天津<sup>[28]</sup>,2020年河北人均GDP不足天津的1/2、北京的1/3。在京津外围还出现相对贫困地带,阻碍了区域整体优势的发挥<sup>[28,29]</sup>。为加强区域协同发展,2014年以来中央国务院陆续提出推动北京城市副中心和雄安新区建设;2018年底以来开始以疏解北京非首都功能为重点推动京津冀协同发展,加强在产业发展、设施建设、生态环境治理等方面的协作,但京津冀多层次的利益协同机制仍待深化<sup>[29]</sup>。而伴随经济增长和城镇化进程,京津冀城乡建设用地空间持续扩张,耕地向建设用地非农化转移最为明显<sup>[30]</sup>。为提高土地利用效率,三省市加大土地节约集约利用管控,如北京2018年开始实施城乡建设用地减量,河北全面推动空心村治理工作。在京津冀协同发展过程中,加强人口流动、经济增长、粮食生产和生态功能协同的土地资源优化配套机制探讨,将有助于深化京津冀协同机制建设和改善区域城乡人地关系。

### 2.2 数据来源及处理

建设用地数据使用第二次全国土地利用调查及历年变更数据。相比于遥感解译数据,国土调查数据在县域尺度上具有更高的精度和时序可比性,可以更为准确地反映建设用地变化趋势与地区差

异。本文建设用地指城市、镇和村庄用地,不包含采矿、交通、水利设施等用地,是城乡居民进行生活、非农生产和休憩的主要场所<sup>[31]</sup>。由于第二次国土调查及变更数据为2009—2018年,为了保持研究中土地数据标准的一致性,本文将研究期设定为2009—2018年。人口与经济社会数据来自于北京、天津及河北统计年鉴及地方经济社会发展公报。人口数据采用第六次和第七次全国人口普查资料对京津冀县域各年城乡人口进行修正。此外,对研究单元和数据作以下调整:①为了反映人口和建设用地变化空间格局演进,对市辖区进行适当合并,合并为中心城市。河北各地级市中心城市分别由2000年行政区划的对应市辖区范围合并,北京中心城市由东城、西城、海淀、朝阳、丰台和石景山区6个区组成,天津中心城市包括和平、河东、河西、南开、河北和红桥区6个老城区;②因邯郸县和宣化县于2016年被撤销,故将之前年份的邯郸县和宣化县分别并入对应行政区。经处理得到京津冀地区169个县级尺度研究单元。

## 2.3 研究方法

### 2.3.1 建设用地变化度

建设用地变化度反映各单元在某一时段城乡建设用地增长速度,公式为:

$$RL_i^t = [(L_i^t - L_i^{t-1}) / L_i^{t-1}] \times 100\% \quad (1)$$

式中:  $RL_i^t$  为  $i$  单元  $t$  期建设用地变化度;  $L_i^t$ 、 $L_i^{t-1}$  分别为  $i$  单元  $t$  期、 $t-1$  期的建设用地规模。城乡建设用地变化度以年为间隔计算,为便于比较不同年份各地建设用地年均变化度实际差异,研究采用等间距方法划分增长区间,根据  $RL_i^t$  将各市县划分为城乡建设用地快增长区 ( $RL_i^t \geq 2.0\%$ )、较快增长区 ( $1.5\% \leq RL_i^t < 2.0\%$ )、中等增长区 ( $1.0\% \leq RL_i^t < 1.5\%$ )、较慢增长区 ( $0.5\% \leq RL_i^t < 1.0\%$ )、慢增长区 ( $RL_i^t < 0.5\%$ )。

### 2.3.2 建设用地人口密度变化度

耦合度模型常被用来分析各系统之间相互作用关系,但存在因研究区域范围变动带来的可比性不足问题<sup>[32]</sup>,降低了研究的现实指导性。为规避这一问题,本文构建建设用地人口密度变化度指数来揭示一定时期人口和建设用地的耦合关系。

建设用地人口密度是某一节点人口规模与建设用地的比值,是衡量建设用地集约利用程度的重要指标。而建设用地人口密度变化度反映某一时段建设用地上承载人口规模的变化程度,是前后时段建设用地人口密度的差值,是对集约利用程度变化的衡量,公式为:

$$PD_i = \frac{P_i^t}{L_i^t} - \frac{P_i^{t-1}}{L_i^{t-1}} \quad (2)$$

式中:  $PD_i$  为  $i$  单元在研究期建设用地人口密度变化度;  $P_i^t$ 、 $P_i^{t-1}$  分别为  $i$  单元  $t$  期、 $t-1$  期的人口规模。 $PD_i$  为正值,表示  $t-1$  期到  $t$  期的建设用地人口密度值提高,土地利用更为集约;  $PD_i$  值为负值,表示建设用地人口密度值下降,呈现粗放利用态势。将公式(2)进一步推导,可以得到建设用地人口密度变化度与人口和建设用地的研究期间变化情况的对应关系,公式为:

$$PD_i = \frac{RP_i - RL_i}{L_i^t / P_i^{t-1}}, \quad RP_i = \frac{\Delta P_i}{P_i^{t-1}}, \quad RL_i = \frac{\Delta L_i}{L_i^{t-1}} \quad (3)$$

式中:  $RP_i$ 、 $RL_i$  分别为人口增长率和建设用地增长率。由公式(3)可知,  $PD_i$  值为正或负值,取决于研究期间人口增长率与建设用地增长率的大小关系。为探讨研究单元人地变化耦合类型,将  $RP_i$  为正值命名为增长型,  $RP_i$  为负值命名为收缩型;  $PD_i$  为正值命名为集约型,  $PD_i$  为负值命名为粗放型。根据人口增长率和建设用地人口密度变化度的正值和负值组合关系,将研究单元人地变化耦合分为“增长集约型”“增长粗放型”“收缩集约型”“收缩粗放型”4类(表1)。

### 2.3.3 建设用地人口密度变化的模型与解释

城乡建设用地增长满足居住、产业、配套设施和服务等空间需求,是城乡人口和经济社会转型发展的空间响应。而建设用地人口密度变化度作为体现一定时期土地集约利用变化程度的指标,是经济社会发展、土地利用和人口空间重构等的综合体现。本文从人口因素、工业化模式、区域政策及地形条件方面对建设用地人口密度变化度进行影响因素和作用机理分析。以建设用地人口密度变化度作为因变量,借鉴相关研究成果选取解释变量<sup>[31]</sup>,构建以下计量经济模型,解释一定时期建设用地的



表1 基于建设用地人口密度变化的人地变化耦合类型

Table 1 Coupling types of human-land change based on population density change in the built-up areas			
类型	人口增长率( $RP_i$ )	建设用地人口密度变化度( $PD_i$ )	特征
增长集约型	正值	正值	人口增长且人口变化率高于建设用地变化率
增长粗放型	正值	负值	人口增长且人口变化率低于建设用地变化率
收缩集约型	负值	正值	人口减少且人口变化率高于建设用地变化率
收缩粗放型	负值	负值	人口减少且人口变化率低于建设用地变化率

地变化耦合关系的成因:

$$PD_i=f(IP_i, EM_i, Policy_i, G_i) \tag{4}$$

式中:  $IP_i$ 、 $EM_i$ 、 $Policy_i$ 、 $G_i$  分别为人口因素、工业化模式、区域政策及地形条件。

由于地区间经济社会发展差距较大,形成了较大范围的区域和城乡人口流动,导致既有人口增长空间,也有人口收缩空间出现。立足于县域人口流动分异的新趋势,本文将人口因素作为研究的关键变量,  $IP_i$  采用研究单元流动人口规模占比和城镇化率提高百分点来表示。流动人口规模占比用研究单元户口登记地在外乡镇街道人口占常住人口百分比表示,反映人口流入程度。由于土地供给缺乏弹性,在人口流入时并不能及时形成有效供给,且增加城市用地指标通常与落户人口规模挂钩,进一步降低了土地供给规模,从而使人口流入过程中建设用地人口密度值提高,因而预测流动人口占比对建设用地人口密度变化度形成正向影响。城镇化率提高百分点反映一定时期城乡人口布局结构的变化。近年来,中央和地方政府不断强化新增建设用地指标管控,并实施城乡增减挂钩政策,因此预测城镇化率提高同样产生正向影响。

工业化模式采用第二产业占比变化、第三产业占比变化和乡村非农就业占比表示。产业园区建设是城镇用地增长的重要原因,工业生产活动通常对土地和资本需求大而提供就业岗位相对较少,预测第二产业占比提高降低土地集约水平;而基于城镇生产和生活需求发展的第三产业,是城乡人口就业吸纳的主要部门,预测其占比提升将提高土地集约水平。乡村居民就业转换存在就近转移和向城市转移等不同路径,乡村非农就业占比高意味着农村有更多机会让居民就近参与非农生产。由于农村住宅和服务设施占地面积大,生活与工作在农村需要更多的建设空间,预测乡村非农就业占比产生

负向影响。

区域政策采用是否为中心城市作为替代变量,中心城市是直辖市或地级市的城市中心,政治、经济、社会服务等职能空间集中,就业岗位多,土地资源紧缺且地价房价高企,这都促使政府对建设用地利用的管控要求更高,预测区域政策对建设用地人口密度变化产生正向影响。

地形条件采用地形起伏度表示,较大地形起伏度地区对生产生活形成限制,不利于城镇和乡村建设与发展,可能因更多的人口流出而引起土地集约利用程度的下降,因此预测对建设用地人口密度变化形成负向影响(表2)。

表2 京津冀建设用地人口密度变化的解释变量

Table 2 Explanatory variables of population density change in the built-up areas in the Beijing-Tianjin-Hebei region

因素	指标	缩写	预期影响
人口因素	流动人口规模占比/%	$FPOPR$	+
	城镇化率提高百分点	$IURB$	+
工业化模式	第二产业占比变化	$ISEI$	-
	第三产业占比变化	$ITEI$	+
	乡村非农就业占比/%	$NRUR$	-
区域政策	是否为中心城市。若为中心城市赋值为1,其他市县单元赋值为0	$REG$	+
地形条件	地形起伏度	$RELIEF$	-

注:-表示负向影响,+表示正向影响。

3 结果与分析

3.1 人口与建设用地变化特征

3.1.1 人口变化特征

2009—2018年京津冀地区人口总量由1.04亿增长至1.09亿,增长5.1%。分省市看,北京、天津和河北人口分别增长10.6%、6.5%和3.5%,北京和天津增速高于河北。北京作为全国政治、文化、国际交往及科技创新中心,经济社会发展水平高,每年

吸纳大量新毕业学生和外来务工人员;天津作为北方航运和装备制造中心,工业和服务业发展也推动了人口的持续增长,但增速低于北京。河北经济水平较低且近年来受钢铁去产能和环境治理影响,新旧动能转换的经济转型压力较大,降低了人口增速。从169个研究单元看,66个研究单元人口数量上升,103个研究单元人口规模下降,分别占到39%和61%。将研究单元分为中心城市、县级市和县3类,可以发现人口规模下降地区大多为县单元。

为揭示空间集聚特征,区分中心城市和其他研究单元统计人口规模及变化。2009—2018年,北京和天津中心城市人口增速分别为-5.6%、-5.8%,中心城市人口规模下降;两市外围地区的人口分别增长38.1%和14.1%,均呈现出都市圈化发展,即人口布局由中心城市向外围区县的空间集聚。北京近年来通过疏解城区一般性产业及整治无证无照经营、“开墙打洞”和群租房等,加快中心城市人口向外围区县转移,形成内减外增的人口变化格局。天津加快老城区功能升级和新城区开发建设,特别是环中心城市4个区(东丽、西青、津南和北辰)的城市建设和产业发展,人口布局由中心城市向外围区县特别是环中心城市4个区集聚明显。与京津不同,河北中心城市人口增长了27.3%,而其他市县人口增长率为-1.9%,呈现出以地级市市辖区为中心的人口空间集聚态势,形成中心城市化集聚发展。

### 3.1.2 建设用地变化趋势

2009—2018年,京津冀城乡建设用地增加24.7万 $\text{hm}^2$ ,增长10.9%,高于同期人口增速。分省市看,北京、天津、河北建设用地分别增长7.2%、11.4%、13.2%,北京明显低于天津和河北。北京和天津早在2009年城镇化率便超过75%,已处于城镇化成熟阶段。近年来北京通过实施功能疏解和城乡建设用地减量化发展,以疏解工业园区和腾退空间再利用放缓了新增用地增长。天津加快环中心城市4个区及邻近北京的武清区建设,依然保持相对较快的建设用地增长。河北2009—2018年城镇化率由43.7%增长至56.4%,尚处于快速城镇化阶段,经济增长和人口集聚促使城乡建设用地较快增长。从变化过程看,2009—2018年京津冀地区建设用地增速经历先降低后升高再降低的过程(图2)。其中,

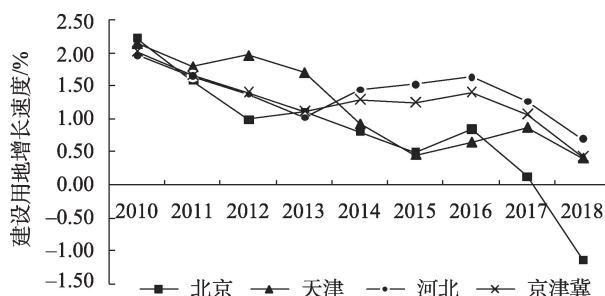


图2 2009—2018年京津冀及分省城乡建设用地增长速度

Figure 2 Increase rate of the built-up areas in the Beijing-Tianjin-Hebei region, 2009-2018

河北建设用地变化与京津冀趋势基本一致;北京和天津建设用地增速呈现持续下降趋势,特别是北京在实施城乡建设用地减量化发展后,2018年建设用地面积出现减少。

### 3.1.3 建设用地变化格局

利用ArcGIS平台制图,分析京津冀研究单元建设用地变化空间格局(图3)。2009—2018年,京津冀建设用地快速增长和较快增长地区主要分布在河北中心城市与廊坊的香河、大厂、固安、永清,以及位于京津连接通道的天津武清、北辰,这些地区是河北地级市市辖区或者是邻近北京承接首都疏解功能的重要区域,对建设用地形成较高的需求;慢增长和较慢增长地区主要位于北京的中心城区和南部的大兴、房山,天津中心城区、滨海新区和北部的宝坻、蓟州,以及河北保定、沧州、张家口、唐山等地的部分市县(图3c)。

分阶段看,2009—2013年,快速增长和较快增长区主要分布在北京和天津外围区及环北京的廊坊市县、河北地级市市辖区(图3a);2013—2018年,快速增长和较快增长区主要分布在环北京的河北相邻市县、河北地级市市辖区及相邻外围市县(图3b)。比较前后两个阶段,后一阶段北京、天津与唐山多数地区由较快和快速增长区转为慢增长或较慢增长区,反映以北京和天津为核心的两大都市圈用地扩张进入低速增长阶段。而河北中部、南部建设用地由慢增长、较慢增长转为中增长区数量增多。由于河北中部和南部是京津冀耕地资源分布和粮食生产的核心区域,该地区市县建设用地大规模扩张势必占用更多优质耕地<sup>[30]</sup>,加大经济发展与粮食安全的土地冲突。

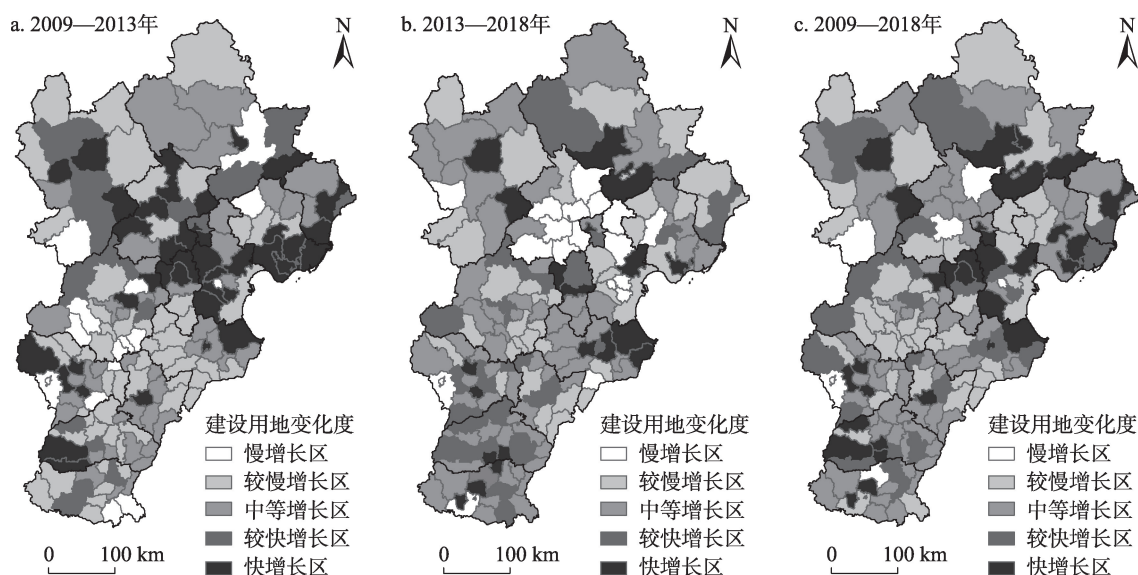


图3 2009—2018年京津冀建设用地增长速度分类格局

Figure 3 Spatiotemporal patterns of the built-up area change types in the Beijing-Tianjin-Hebei region, 2009-2018

### 3.2 建设用地人口密度变化度特征

#### 3.2.1 总体态势

计算得到2009—2018年京津冀分省、市、县的建设用地人口密度及变化度(图4)。将北京和天津与河北地级市建设用地人口密度值比较,2018年,北京市建设用地人口密度值最高,达到7562人/km<sup>2</sup>;其次是邯郸市和石家庄市;而河北衡水市数值最低,为3463人/km<sup>2</sup>。从建设用地人口密度变化度看,2009—2018年,京津冀地区建设用地人口密度平均降低323人/km<sup>2</sup>。除了北京和廊坊建设用地人口密度分别增长232人/km<sup>2</sup>、196人/km<sup>2</sup>外,天津及河北其他地级市建设用地人口密度均出现降低,承德市建设用地人口密度降幅最大,为832人/km<sup>2</sup>

(图4)。从169个研究单元看,2009—2018年建设用地人口密度出现下降的地区为144个,占比达到85.2%;增长的地区25个,仅占14.8%。从上述分析看,无论从地级单元还是从县级单元,京津冀大部分地区建设用地人口密度呈现降低趋势。

根据建设用地人口密度变化度,分析得到京津冀人地关系变化耦合类型。2009—2018年,京津冀人地关系变化类型分为收缩粗放型、增长集约型和增长粗放型3类,分别占到169个研究单元的61.2%、23.5%和15.3%,其中收缩粗放型占比最高。对于收缩粗放型研究单元,除天津中心城市外,其他研究单元2009—2018年建设用地规模在研究期均呈现增长,并不存在建设用地减少的情形。因

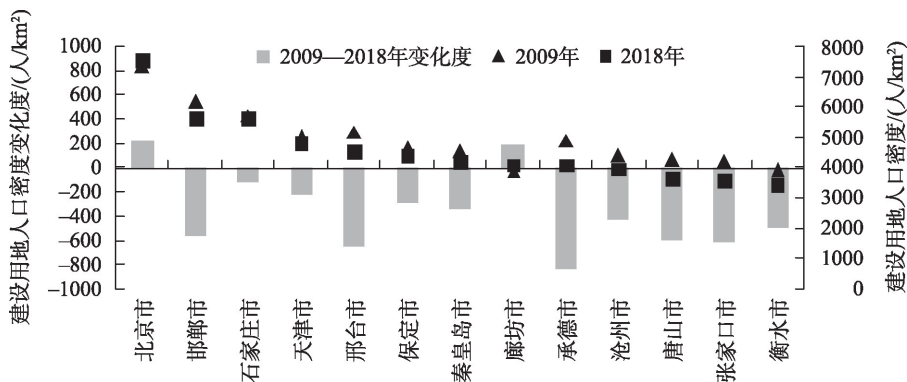


图4 2009年与2018年京津及河北地级市建设用地人口密度及其变化度

Figure 4 Population densities in the built-up areas and their changes in the Beijing-Tianjin-Hebei region, 2009 and 2018



此,收缩粗放型表现为人口减少和建设用地面积增长,形成了人口和建设用地变化方向相反的态势。

### 3.2.2 空间格局

基于 ArcGIS 平台,制作建设用地人口密度变化度与人地变化耦合类型图(图 5)。京津冀建设用地人口密度变化度空间分异特征明显,增长区呈现“大集中、小分散”格局,降低区呈现集中连片分布。增长区主要分布在北京中心城市外围区域、环天津中心城市的外围 4 区、邻近北京的廊坊以及河北部分地级市的中心城市。其中,人口密度变化度高于 500 人/km<sup>2</sup>的高增长区集中在环北京和天津中心城市的地区,反映了北京和天津都市圈人口向拓展区流动下土地集约利用的态势。建设用地人口密度下降地区集中在河北地区。河北 91% 的研究单元建设用地人口密度呈现下降,其中降幅在 (0, 500] 人/km<sup>2</sup> 区间的县域分布在河北地级市辖区及其周围县域,而河北大部分县域建设用地人口密度降幅超过 500 人/km<sup>2</sup>。

与建设用地人口密度变化度相对应,人地关系

变化耦合类型呈现较为一致的空间格局。增长集约型与建设用地人口密度变化度为正值区域范围完全一致,尽管这些地区经济增长和人口集聚产生大规模的土地需求,但地方政府通过加强新增建设用地强度管控、优化土地利用结构及盘活城乡闲置低效用地等措施,新增建设用地集约度提高,推动了该区域人地关系变化的改善。增长粗放型县域大体与建设用地人口密度降低(0, 500] 人/km<sup>2</sup> 的县域范围一致,该类地区处于工业化中期和城镇化加速阶段,城镇空间扩张明显,人地关系变化处于失衡阶段。大多数的收缩粗放型区域与人口密度降低超过 500 人/km<sup>2</sup> 的范围重合,这些市县人口减少但城乡建设用地持续增长,人地关系变化处于脱钩阶段。进一步分析收缩粗放型区域的人均 GDP 和人均粮食产量,发现 2018 年这类地区人均 GDP 为 3.3 万元/人,仅为京津冀地区平均水平的 43.6%;而人均粮食产量 680 kg/人,是京津冀平均水平的 1.9 倍,是京津冀粮食生产的主要区域。其中,河北中部和南部平原农区是收缩粗放型单元的集中区

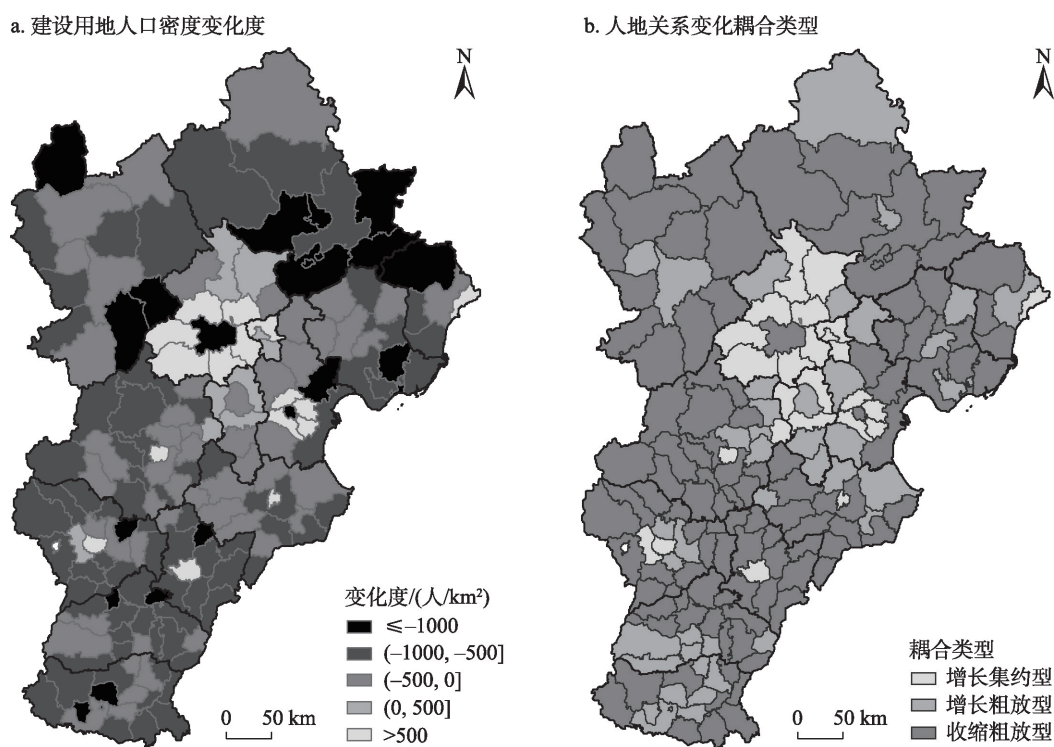


图 5 2009—2018 年京津冀建设用地人口密度变化度及人地关系变化耦合类型

Figure 5 Spatial patterns of population density in the built-up areas and the coupling types of change of population-land relationship in the Beijing-Tianjin-Hebei region, 2009-2018

2023年4月

域,经济发展和城镇化水平较低,而建设用地进一步扩展将占用更多的高产耕地。因此,该类地区在人口流出中迫切需要协同经济社会发展与粮食安全的用地需求。

4 影响机制分析

基于多元回归分析模型,对京津冀建设用地人口密度变化的影响因素和作用机制进行分析。对人口因素、工业化模式、区域政策及地形条件等进行OLS回归分析,得到模型I和模型II。同时,使用异方差稳健标准误OLS模型,避免截面数据异质性造成的系数不稳健,得到模型III和模型IV。经检验,各模型共线性统计量中容忍度(Tolerance)均大于0.1,表明解释变量间不存在显著多重共线性,模型设定合理(表3)。

在控制工业化模式等因素后,流动人口占比和城镇化率提高百分点两个因素对建设用地人口密度变化度的影响不同。模型I与模型III均显示,流动人口占比对建设用地人口密度变化产生显著正影响,与预期相符,意味着流动人口比重越高,越有

助于提高建设用地人口密度增加幅度,或者可以降低建设用地人口密度的下降幅度。2012年修订的《城市建设用地分类与规划建设用地标准(GB50137)》,依据城市所在的气候区和规划人口规模等制定严格的人均建设用地标准。而为了更好地保护耕地和保障粮食安全,土地管理部门对新增建设用地指标管控不断趋严,加强耕地占补平衡和城乡建设用地增减挂钩政策实施。在此背景下,大量人口流入有助于提升建设用地人口密度。都市圈和中心城市人口大量流入明显,而这些地区的经济增长规模贡献也更大。为了验证人口流入占比指标的结果稳健性,使用研究单元经济增幅指标进行替代,回归结果也显示了显著正向影响。

城镇化是人口向城市集中的过程,城镇化率提升有助于发挥城镇规模经济和集聚经济效应。模型II与模型IV均显示,城镇化率提升对建设用地人口密度变化度的影响不显著,这与预期不相符。这可能与中国城镇化的发展特征和城乡二元土地制度有关。20世纪90年代中后期以来,中国城镇化进程加快,呈现出明显的时空压缩特点。一方面,由于城乡社会保障制度改革滞后于人口转移需求,大量农业转移人口进入城市但未真正融入城市,形成大量“城乡双漂”的农民工群体。另一方面,农村宅基地承担一定的社会保障和福利作用,宅基地进行无偿、无限期使用,且宅基地退出和上市交易机制不健全,城镇化过程中不可避免出现农村转移人员城乡“两头占地”现象<sup>[3]</sup>。尽管城乡建设用地增减挂钩政策实施,在减缓建设用地扩张方面发挥了一定作用,但城镇化过程中仍呈现城乡建设用地空间持续扩张态势。此外,一些产业园区和新城建设中也存在低效用地现象,这些因素均导致城镇化率提升的节地效果还难以发挥。

分析控制变量,在4个模型中,工业化模式对建设用地的影响较为稳健,也与预期结果基本一致。第二产业占比变化提升对建设用地人口密度变化产生显著负影响。与服务业相比,制造业特别是资金密集型产业通常占用更多土地,但吸纳的就业人员较少。若地区经济发展更依赖第二产业,则经济结构中第二产业占比提高,会降低建设用地人口密度。乡村非农就业占比在4个模型中均呈现显著负

表3 影响因素回归估计结果

Table 3 Regression estimation results of influencing factors

	模型I	模型II	模型III	模型IV
FOPR	2163.7*** (6.15)		2163.7*** (5.74)	
IURB		-648.6 (-1.41)		-648.6 (-1.52)
ISEI	-1151.0*** (-2.66)	-1334.7*** (-2.80)	-1151.0*** (-3.32)	-1334.7*** (-3.00)
ITEI	-674.9 (-1.07)	-573.0 (-0.82)	-674.9 (-1.17)	-573.0 (-0.78)
NRUR	-568.8** (-1.98)	-1069.3*** (-3.52)	-568.8* (-1.82)	-1069.3*** (-2.95)
REG	158.7 (1.46)	478.3*** (4.58)	158.7 (1.50)	478.3*** (4.34)
RELIEF	-427.8*** (-3.55)	-159.5 (-1.27)	-427.8*** (-3.47)	-159.5 (-1.29)
_cons	-639.4*** (-3.61)	40.16 (0.24)	-639.4*** (-3.76)	40.16 (0.21)
N	168	168	168	168
R <sup>2</sup>	0.462	0.344	0.462	0.344
adj.R <sup>2</sup>	0.442	0.320	0.442	0.320

注: \*、\*\*、\*\*\*分别表示在10%、5%、1%的水平下显著;()内为t统计量。



影响,与预期结果一致。由于中国农村人均建设用地面积远高于城镇地区,依托乡村和乡镇实现就地就近城镇化并解决农村就业问题,产业发展、居住改善和设施配套等对建设用地空间的需求更大。这意味着在各地乡村振兴战略实施中,推动乡村建设和产业融合发展应当建立城乡用地联动机制,优先盘活利用村庄闲置低效用地,避免无序增大乡村建设用地规模。

区域政策和地形因素在不同模型中显著性不稳健,但系数方向与预测结果一致,即地方政府对土地集约利用政策的强化,可以帮助提升土地集约利用。而地形起伏程度大,不利于经济社会发展和人口集聚,一定程度上对土地集约利用形成制约。

## 5 结论与政策建议

### 5.1 结论

利用国土调查和人口普查数据,在解析京津冀人口与建设用地变化特征的基础上,对2009—2018年京津冀建设用地人口密度变化格局与人地关系变化耦合类型以及影响机制进行了研究。研究发现:

(1)京津冀人口增长格局向京津中心城市外围和河北地级市中心城市集中;有61%的研究单元人口规模降低,大多为河北县域单元。北京和天津建设用地规模增速大幅下降,环京市县及河北地级市辖区建设用地增长最快,河北中部和南部县域建设用地增速有加快趋势。

(2)京津冀建设用地人口密度平均降低323人/km<sup>2</sup>。地级及以上城市只有北京和廊坊建设用地人口密度增长,天津及河北其他地级市均下降。169个研究单元中有82.5%的区域建设用地人口密度降低,降低幅度高值区集中在河北中心城市外围市县。京津冀人地关系变化耦合类型表现为收缩粗放型、增长集约型和增长粗放型3类,其中收缩粗放型占比最高。收缩粗放型主要位于河北北部山地丘陵区及中部和南部的平原农区县域单元,这些地区经济水平较低,面临土地粗放利用与用地配置冲突的矛盾。

(3)计量回归模型结果显示,人口流入对建设用地人口密度变化具有显著正向影响,而城镇化率提升的节地作用因城乡二元制度约束未充分发挥;

工业化模式影响人口密度变化,第二产业扩张、本地非农就业比重高会降低建设用地人口密度。区域政策和地形因素影响方向与预期一致,但显著性不稳定。

### 5.2 政策建议

提高建设用地集约度是减少耕地占用和推动经济转型的重要措施。当前,随着中国城镇化进入加速期的后半段,城乡土地利用管理制度和政策导向由增量控制逐渐转为增量约束和存量盘活并重。研究发现,在人口流动分异影响下,都市圈、中心城市和外围县域单元面临建设用地人口密度变化的巨大差异,人地变化耦合类型不同,县域经济发展诉求增大了耕地占用和粮食安全压力,而较低的经济水平难以承担存量资源盘活的成本,建设用地利用粗放程度将进一步增大。显然,不同地区提高建设用地集约度面临差异化的经济发展、粮食安全、存量资源盘活的目标权衡,这导致以县域为单元统筹城乡建设用地资源配置,难以实现土地资源利用与经济社会协同发展。因而,在京津冀人口流动分化下,有必要健全多尺度的建设用地配置机制,以集约用地为手段推动城乡区域协同发展。

(1)深化京津冀土地资源权益协同机制。以京津冀协同发展引领,优先保障疏解功能和产业用地需求,支持北京和天津中心城区功能外溢和辐射带动;健全土地资源利用支撑经济发展、粮食生产和生态安全的功能协同机制,探索京津冀城市群城乡建设用地挂钩节余指标、耕地占补平衡指标乃至耕地保有指标的跨省交易机制,以创新土地发展空间转移,深化京津冀利益协同新机制。

(2)强化地级政府对辖区和市县经济社会发展与土地资源配置的统筹。在县域人口流出背景下,县域面临经济社会发展用地需求与耕地占用及建设用地人口密度继续下降间的矛盾,若单纯给予土地指标促进经济增长,既不符合转变资源依赖发展方式,也进一步加大了土地配置矛盾。因而,有必要强化地级市统筹,以产业分工和地域功能为基础,探索以土地要素指标分配为工具的跨域经济合作和财税共享机制。如将新增建设用地指标优先用于投资效益高的地区,同时建立产业园区共建、税收共享机制,既可以提升区域协同发展水平,

2023年4月

还可以支撑人口流出地基础设施和公共服务资金需求,同时,也为闲置土地整治提供资金。

(3)健全闲置低效用地的再利用机制。对于农村闲置低效建设用地,在国土空间规划引领下,统筹农用地整理、建设用地整理、生态空间修复与乡村文化保护等,有序推动全域土地综合整治;还要积极探索市场化方式盘活利用农村闲置用地用房,深化城乡统一的建设用地市场建设,以扩权赋能为导向深化农村宅基地制度改革<sup>[34]</sup>,优先支持乡村一二三产业融合发展。同时与城乡基础设施和公共服务配置结合,以县城和重点镇区的就业和服务支撑作用为重点,推动村镇空间重构,提高土地利用集约度。对于产业用地,既要纠偏对“平衡发展”政策误解造成的城市之间土地资源空间错配<sup>[35]</sup>;也要创新精细化、差别化的土地出让政策,在新增供地上探索实施产业用地弹性供应、先租后让的供应机制;在存量土地上探索建立政府引导、市场主导、企业主体的闲置工业用地用房租赁和转让机制,推动存量产业用地再利用。

### 参考文献(References):

- [1] 龙花楼,陈坤秋.基于土地系统科学的土地利用转型与城乡融合发展[J].地理学报,2021,76(2):295-309.[Long H L, Chen K Q. Urban-rural integrated development and land use transitions: A perspective of land system science[J]. Acta Geographica Sinica, 2021, 76(2): 295-309.]
- [2] 刘纪远,宁佳,匡文慧,等.2010-2015年中国土地利用变化的时空格局与新特征[J].地理学报,2018,73(5):789-802.[Liu J Y, Ning J, Kuang W H, et al. Spatio-temporal patterns and characteristics of land-use change in China during 2010-2015[J]. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(5): 789-802.]
- [3] 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.]
- [4] Lin G C S. China's landed urbanization: Neoliberalizing politics, land commodification, and municipal finance in the growth of metropolises[J]. Environment & Planning A, 2014, 46(8): 1814-1835.
- [5] 曲福田,高艳梅,姜海.我国土地管理政策:理论命题与机制转变[J].管理世界,2005,(4):40-47.[Qu F T, Gao Y M, Jiang H. China's policies of land administration: The theoretic proposition and system transformation[J]. Management World, 2005, (4): 40-47.]
- [6] 刘彦随,刘玉.中国农村空心化问题研究的进展与展望[J].地理研究,2010,29(1):35-42.[Liu Y S, Liu Y. Progress and prospect on the study of rural hollowing in China[J]. Geographical Research, 2010, 29(1): 35-42.]
- [7] 李婷婷,龙花楼,王艳飞,等.黄淮海平原农区宅基地扩展时空特征及整治潜力分析:以禹城市5个村庄为例[J].自然资源学报,2020,35(9):2241-2253.[Li T T, Long H L, Wang Y F, et al. The spatio-temporal characteristics and consolidation potential of rural housing land in farming area of the Huang-Huai-Hai Plain: The cases of five villages in Yucheng City[J]. Journal of Natural Resources, 2020, 35(9): 2241-2253.]
- [8] 刘继来,刘彦随,李裕瑞,等.2007-2015年中国农村居民点用地与农村人口时空耦合关系[J].自然资源学报,2018,33(11):1861-1871.[Liu J L, Liu Y S, Li Y R, et al. Coupling analysis of rural residential land and rural population in China during 2007-2015[J]. Journal of Natural Resources, 2018, 33(11): 1861-1871.]
- [9] Liu Y S, Fang F, Li Y H. Key issues of land use in China and implications for policy making[J]. Land Use Policy, 2014, 40: 6-12.
- [10] 苏红键,魏后凯.中国城镇化进程中资源错配问题研究[J].社会科学战线,2019,(10):79-87.[Su H J, Wei H K. A research on the misallocation and optimization of resources in China's urbanization[J]. Social Science Front, 2019, (10): 79-87.]
- [11] 朱道林,李瑶瑶.农村土地制度改革的经济考察[J].中国土地科学,2018,32(3):1-5.[Zhu D L, Li Y Y. Economic investigation on rural land institutional reform[J]. China Land Science, 2018, 32(3): 1-5.]
- [12] 刘彦随.中国新时代城乡融合与乡村振兴[J].地理学报,2018,73(4):637-650.[Liu Y S. Research on the urban-rural integration and rural revitalization in the new era in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(4): 637-650.]
- [13] Dadashpoor H, Azizi P, Moghadas M. Land use change, urbanization, and change in landscape pattern in a metropolitan area[J]. Science of the Total Environment, 2019, 655: 707-719.
- [14] Maimaitijiang M, Ghulam A, Sandoval J O, et al. Drivers of land cover and land use changes in St. Louis metropolitan area over the past 40 years characterized by remote sensing and census population data[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2015, 35: 161-174.
- [15] Li G D, Li F. Urban sprawl in China: Differences and socioeconomic drivers[J]. Science of the Total Environment, 2019, 673: 367-377.
- [16] Li Z Y, Luan W X, Zhang Z C, et al. Relationship between urban construction land expansion and population/economic growth in Liaoning Province, China[J]. Land Use Policy, 2020, DOI: 10.1016/j.landusepol.2020.105022.
- [17] Kovács Z, Farkas Z J, Egedy T, et al. Urban sprawl and land conversion in post-socialist cities: The case of metropolitan Budapest

- [J]. Cities, 2019, 92: 71–81.
- [18] 吴一凡, 刘彦随, 李裕瑞. 中国人口与土地城镇化时空耦合特征及驱动机制[J]. 地理学报, 2018, 73(10): 1865–1879. [Wu Y F, Liu Y S, Li Y R. Spatio-temporal coupling of demographic-landscape urbanization and its driving forces in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(10): 1865–1879.]
- [19] 杨忍, 刘彦随, 龙花楼. 中国环渤海地区人口-土地-产业非农业转型协同演化特征[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.]
- [20] 李智礼, 匡文慧, 赵丹丹. 京津冀城市群人口城镇化与土地利用耦合机理[J]. 经济地理, 2020, 40(8): 67–75. [Li Z L, Kuang W H, Zhao D D. Coupled mechanism of population urbanization and land use in Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration areas[J]. Economic Geography, 2020, 40(8): 67–75.]
- [21] 王婧, 方创琳, 李裕瑞. 中国城乡人口与建设用地的时空变化及其耦合特征研究[J]. 自然资源学报, 2014, 29(8): 1271–1281. [Wang J, Fang C L, Li Y R. Spatio-temporal analysis of population and construction land change in urban and rural China[J]. Journal of Natural Resources, 2014, 29(8): 1271–1281.]
- [22] 戚伟, 赵美凤, 刘盛和. 1982–2010年中国县市尺度流动人口核算及地域类型演化[J]. 地理学报, 2017, 72(12): 2131–2146. [Qi W, Zhao M F, Liu S H. Spatial statistics and regional types evolution of China's county-level floating population during 1982–2010[J]. Acta Geographica Sinica, 2017, 72(12): 2131–2146.]
- [23] 李牧, 郝晋珉, 陈丽, 等. 中国地级市城乡建设用地与人口增长脱钩分析[J]. 资源科学, 2019, 41(10): 1897–1910. [Li M, Hao J M, Chen L, et al. Decoupling of urban and rural construction land and population change in China at the prefectural level[J]. Resources Science, 2019, 41(10): 1897–1910.]
- [24] 张佰发, 苗长虹. 黄河流域土地利用时空格局演变及驱动力[J]. 资源科学, 2020, 42(3): 460–473. [Zhang B F, Miao C H. Spatio-temporal changes and driving forces of land use in the Yellow River Basin[J]. Resources Science, 2020, 42(3): 460–473.]
- [25] 杨忍. 广州市城郊典型乡村空间分化过程及机制[J]. 地理学报, 2019, 74(8): 1622–1636. [Yang R. Spatial differentiation and mechanisms of typical rural areas in the suburbs of a metropolis: A case study of Beicun village, Baiyun district, Guangzhou[J]. Acta Geographica Sinica, 2019, 74(8): 1622–1636.]
- [26] 张英男, 龙花楼, 屠爽爽, 等. 电子商务影响下的“淘宝村”乡村重构多维度分析: 以湖北省十堰市郧西县下营村为例[J]. 地理科学, 2019, 39(6): 947–956. [Zhang Y N, Long H L, Tu S S, et al. A multidimensional analysis of rural restructuring driven by E-commerce: A case of Xiaying Village in Central China[J]. Scientia Geographica Sinica, 2019, 39(6): 947–956.]
- [27] 陆大道. 京津冀城市群功能定位及协同发展[J]. 地理科学进展, 2015, 34(3): 265–270. [Lu D D. Function orientation and coordinating development of subregions within the Jing-Jin-Ji urban agglomeration[J]. Progress in Geography, 2015, 34(3): 265–270]
- [28] 李国平, 罗心然. 京津冀地区人口与经济协调发展关系研究[J]. 地理科学进展, 2017, 36(1): 25–33. [Li G P, Luo X R. Coordinated development between population and economy in the Beijing-Tianjin-Hebei region[J]. Progress in Geography, 2017, 36(1): 25–33.]
- [29] 刘秀杰, 万成伟, 叶裕民. 京津冀协同发展的制度困境与对策建议: 以通州与北三县协同发展为例[J]. 城市发展研究, 2019, 26(11): 5–10. [Liu X J, Wan C W, Y Y M. The institutional dilemma and countermeasures for the coordinated development of Beijing, Tianjin and Hebei: A case study of the coordinated development of Tongzhou District and three northern counties of Langfang[J]. Urban Development Studies, 2019, 26(11): 5–10.]
- [30] 鲍文楷, 杨园园, 邹利林. 快速城镇化地区土地利用变化强度及驱动力新特征: 以京津冀地区为例[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2021, 43(10): 124–134. [Bao W K, Yang Y Y, Zou L L. Land use change in rapid urbanization area and its driving forces based on intensity analysis: A case study of Beijing-Tianjin-Hebei Region[J]. Journal of Southwest University (Natural Science Edition), 2021, 43(10): 124–134.]
- [31] 刘涛, 史秋洁, 王雨, 等. 中国城乡建设占用耕地的时空格局及形成机制[J]. 地理研究, 2018, 37(8): 1609–1623. [Liu T, Shi Q J, Wang Y, et al. Urban-rural development and occupation of cultivated land in China: Trends, geography, and drivers[J]. Geographical Research, 2018, 37(8): 1609–1623.]
- [32] 王淑佳, 孔伟, 任亮, 等. 国内耦合协调度模型的误区及修正[J]. 自然资源学报, 2021, 36(3): 793–810. [Wang S J, Kong W, Ren L, et al. Research on misuses and modification of coupling coordination degree model in China[J]. Journal of Natural Resources, 2021, 36(3): 793–810.]
- [33] Long H, Li Y, Liu Y, et al. Accelerated restructuring in rural China fueled by ‘increasing vs. decreasing balance’ land-use policy for dealing with hollowed villages[J]. Land Use Policy, 2012, 29(1): 11–22.
- [34] 宋志红. 乡村振兴背景下的宅基地权利制度重构[J]. 法学研究, 2019, 41(3): 73–92. [Song Z H. Reconstruction of the rights system on the rural house sites against the background of rural revitalization[J]. Chinese Journal of Law, 2019, 41(3): 73–92.]
- [35] 彭山桂, 孙昊, 郭正宁, 等. 土地资源空间错配对城市产业转型升级的影响及作用机制[J]. 资源科学, 2022, 44(5): 871–885. [Peng S G, Sun H, Guo Z N, et al. Impact mechanism of land resources spatial mismatch on urban industrial transformation and upgrading[J]. Resources Science, 2022, 44(5): 871–885.]



# Spatial pattern and mechanism of population density change in the built-up areas of the Beijing–Tianjin–Hebei region

WANG Yanfei<sup>1,2</sup>, ZHANG Dingxiang<sup>3</sup>, LI Tingting<sup>4</sup>

(1.College of Land Science and Technology, China Agricultural University, Beijing 100193, China; 2. Center for Land Policy and Law, Beijing 100193, China; 3.China Land Surveying and Planning Institute, Beijing 100035, China; 4. Rural Development Institute, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China)

**Abstract:** [Objective] The objective of this study was to scientifically examine the coupling rule, spatial characteristics, and formation mechanism of population and built-up area changes under the differential population flow in county units, and improve the multi-scale and multi-level allocation mechanism for the intensive use of land resources. [Methods] Taking the urban agglomeration of the Beijing-Tianjin-Hebei region as the study area and using GIS spatial analysis and econometric models, this study explored the pattern, coupling relationship, and driving mechanism of population density change in the built-up areas at the county level. [Results] The study found that: (1) From 2009 to 2018, population of 61% of the areas in the Beijing-Tianjin-Hebei region decreased. The population growth was concentrated in peripheral districts of Beijing and Tianjin and municipal districts of Hebei Province. Meanwhile, the corridor between Beijing and Tianjin and the central urban areas of prefecture-level cities in Hebei were the high-growth areas of the built-up areas in the region, and the growth rate of the built-up areas of both Beijing and Tianjin slowed down significantly. (2) Population density in the built-up areas of the Beijing-Tianjin-Hebei region declined by 323 people per square kilometer, and substantial decline areas were concentrated in counties in Hebei Province. The coupling relationship between population and built-up area changes was dominated by the pattern of “shrinkage and extensive” type from 2009 to 2018, which increased pressure on land resource allocation. (3) Population flow and industrial development model significantly influenced population density change in the built-up areas, but the increase of urbanization rate did not exhibit a significant effect on land use efficiency. [Conclusion] The relationship change between the populations and built-up areas of county-level units in the Beijing-Tianjin-Hebei region is significantly different, and the pressure of intensive use of the built-up areas in counties surrounding central cities, especially located in the central and southern plain farming areas of Hebei Province is increasing. Therefore, it’s urgent to innovate the multi-scale coordination mechanism of provinces, prefectural cities and counties, and optimize the multi-level policy system for reusing idle land in urban-rural areas.

**Key words:** population change; built-up area change; population density in the built-up areas; coupling type; influencing mechanism; Beijing-Tianjin-Hebei region