

引用格式: 商冉, 曲衍波, 姜怀龙. 人地关系视角下农村居民点转型的时空特征与形成机理[J]. 资源科学, 2020, 42(4): 672-684. [Shang R, Qu Y B, Jiang H L. Spatiotemporal characteristics and formation mechanism of rural residential land transition from the perspective of human-land relationship[J]. Resources Science, 2020, 42(4): 672-684.] DOI: 10.18402/resci.2020.04.07

# 人地关系视角下农村居民点转型的 时空特征与形成机理

商冉<sup>1</sup>, 曲衍波<sup>2</sup>, 姜怀龙<sup>3</sup>

(1. 山东农业工程学院资源与环境工程学院, 济南 250100; 2. 山东财经大学公共管理学院, 济南 250014; 3. 山东省土地调查规划院, 济南 250010)

**摘要:** 土地利用转型(LUT)对调节社会经济发展过程中出现的“人地关系”冲突提供了理论和实践指导。农村居民点作为农村土地利用的重要组成部分,其变化过程与农村人口迁移与流动密切相关,系统认识农村人地关系转型规律及其形成机理,可以为农村转型发展提供理论依据。本文从人地关系变化的视角刻画了农村居民点转型的理论过程,以人均农村居民点用地面积(PCRA)为表征指标,利用空间自相关、最小线性二乘回归(OLS)与地理加权回归(GWR)模型,揭示了农村居民点转型的时空特征及其影响因素和作用机理。通过山东省1996—2016年的实证分析发现:①PCRA整体转型趋势不显著,具有明显的区域不充分和不均衡性,仅在局部地区呈现出倒“U”型演变特征,原因在于被动性的农村居民点规模缩减滞后于主动性的农村人口流动。②PCRA空间分布存在明显的异质性,整体趋向高值簇或低值簇集聚,以青岛和济南为核心的两大经济区附近呈冷点先收缩后扩张之势,而广阔的一般地区呈热点先扩张后收缩之势。③农村居民点转型受地形、经济、城镇化和政策等因素综合影响,不同时段的主导因素作用力和不同区域的因素作用敏感性均有所差异,且作用过程带有一定的不稳定性。④不同地区农村居民点转型具有明显的时空异质性且驱动因素也有所不同,政府管理部门应因地制宜地施策促进“以人为本”的城镇化发展,并加快农村居民点用地规模缩减进程,助推农村转型发展。

**关键词:** 土地利用转型; 农村居民点; 时空格局; 机理; 山东

DOI: 10.18402/resci.2020.04.07

## 1 引言

土地利用转型是指区域土地利用由一种形态(含显性和隐性)转变为另一种形态的过程,通常与一定的经济社会转型发展阶段相对应<sup>[1]</sup>,通过规范和调节土地利用转型过程和趋势,可以调控不同土地利用形态之间的矛盾,保持经济社会和生态环境系统的良性发展<sup>[2,3]</sup>,业已成为国际土地变化科学(Land Change Science, LCS)的重点研究主题<sup>[4]</sup>。土地利用转型的概念最早由英国利兹大学的Grainger在其研究森林为主国家的土地利用时提出,随后该

概念逐渐扩大到耕地、建设用地等其他土地利用形态变化的研究,并得以迅速发展,研究内容涉及到土地利用转型的基本理论<sup>[5,6]</sup>、假说与框架<sup>[7,8]</sup>、模型与检验<sup>[9,10]</sup>、应用与效应<sup>[3,11]</sup>等方面。

农村居民点作为农村地区广泛存在且十分重要的一种土地利用类型,也是乡村发展的空间载体,在特定的自然和人文环境中产生以来,受农村人口自然增减和乡村经济缓慢增长的影响,一直处于平缓的演变状态<sup>[12]</sup>。随着城镇化进程的加快,农村人口外迁导致的村庄空心化现象显现并加剧,受

收稿日期: 2019-08-19; 修订日期: 2019-11-26

基金项目: 山东省社会科学基金一般项目(17CGLJ17); 山东省高等学校青年创新团队发展计划(2019RWG016); 国家自然科学基金项目(41771560; 71704094)。

作者简介: 商冉,女,山东济南人,讲师,研究方向为农村人居环境与土地利用。E-mail: sr1982@sdaeu.edu.cn

通讯作者: 曲衍波,男,山东龙口人,特聘教授,研究方向为土地可持续利用与乡村发展。E-mail: yanboqu2009@126.com

2020年4月

政府和市场调控下的农村宅基地退出、城乡用地统筹配置、土地综合整治等制度政策与工程措施的影响,农村居民点在局地已经发生了或即将发生剧烈的减量变化,具有土地利用转型的基本特征和一般规律<sup>[13]</sup>。但是农村居民点转型不同于最早发生的森林转型,因为农村居民点与人类生活和生产的关系比森林更密切,人均农村居民点面积及其变化是反映农村地区人类活动强度的主要指标,也是土地利用转型研究的核心内容之一,它既可以反映出农村居民点规模的变化趋势,也可以衡量社会经济转型发展过程中城乡人口的流动趋势,进而可以揭示农村地区人地关系的演化过程。通过分析城镇化进程中人均农村居民点面积变化及其影响因素与作用机理,可为节约集约利用土地资源和开展农村土地整治活动提供理论指导。目前,农村居民点研究主要集中在农村居民点数量变化<sup>[14,15]</sup>、空间分布<sup>[16,17]</sup>、利用状态<sup>[18,19]</sup>、整治方式<sup>[20,21]</sup>等方面,属于早期的土地利用/覆被变化研究范畴。仅有的少量农村居民点转型研究在用地规模增量转型、结构转型、功能转型及空间分异特征等方面取得了标志性成果<sup>[22-25]</sup>,但这些研究主要偏重于农村居民点自身的数量、结构和布局等单形态转变过程分析,多以经济发展差异化梯度显著的长江经济带和北京中心城区向郊区过渡带等特殊区域为研究对象,对与农村居民点用地密切相关的行为主体以及关系形态还缺少深刻认识,同时提出的研究理论和方法在一般地区的普适性也有待检验。

新时期,实现农村地区的美好生活是解决中国社会矛盾根本所在,党的十九大也提出农村三产融合发展和土地制度改革等促进乡村振兴的若干措施与手段,而农村居民点作为农村地区的最基本土

地利用类型和农村生产与生活的空间载体,其转型利用是激活农村发展要素和转换新旧动能的关键,对于推进农村可持续发展具有重要意义。鉴于此,本文基于人地关系视角对农村居民点转型过程进行理论认识,以山东省为研究区域,对城镇化进程中人均农村居民点面积转型格局进行系统分析,综合应用OLS和GWR模型对人均农村居民点面积转型的影响因素及作用机理进行探讨,以期更清晰地揭示人均农村居民点面积转型的内在机制,补充农村居民点转型研究的相关成果,并提供方法借鉴。

## 2 研究方法、研究区域与数据处理

### 2.1 研究方法

#### 2.1.1 人地关系视角下农村居民点转型的理论过程

农村地区人地关系密切,农村居民点用地变化与人口变化存在高度的耦合关系,这为农村居民点转型研究提供了一个新的视角。一般来讲,城镇化进程中,农村人口向城镇流动,人口规模不断减少,在达到高度城镇化水平后趋于稳定;而农村居民点用地面积则受多种因素影响,经历一定时期的增长过程才开始减少(图1a)。从具体过程来看:

在城镇化早期,农村人口出生率较高,但农村人口迁移规模较少,农民购买城镇住房的能力低,农村建房需求较大,在许多地区缺乏村庄建设规划的情况下,村民依靠与村干部之间以亲情或邻里情谊关系,总会想方设法在村庄周边或自家农用地里建设房屋,加上宽松的农村宅基地管理环境,导致农村居民点用地不断增长,农村地区“人减地增”的变化过程导致人均农村居民点用地面积(PCRA)不断增加。

随着城镇化、工业化、信息化的发展和市场经济的引入,农民进城务工的机会增多,更多的青年

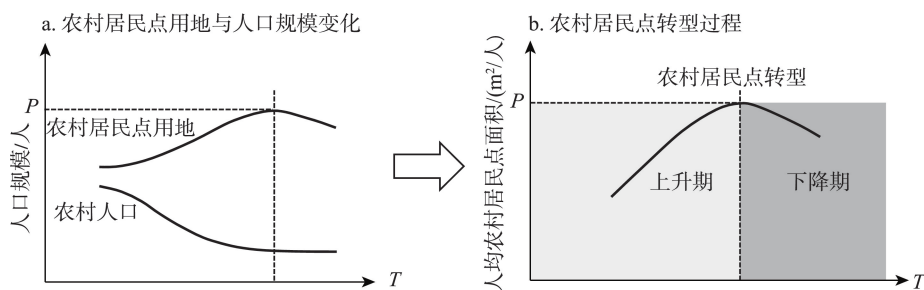


图1 农村居民点转型的理论过程

Figure 1 Theoretical process of rural residential area transition

人向往城市生活,人口迁移规模不断扩大,农民收入也明显增加,很多家庭搬到城镇居住生活,职住关系逐渐由城乡分离转为融合,农村建房需求降低,居民点用地规模增长减缓。然而,进城人口的原有房屋由于长期无人居住且未进行有效的流通,农村房屋出现大规模空闲;与此同时,随着农村老龄化的加剧,农村发展缺少活力,基础设施陈旧破败,老房屋年久失修,子女继承后大多废弃,农村空心化与一户多宅现象并存,人均农村居民点用地面积进一步增加,农村土地资源严重浪费。

随着社会经济发展和土地管理制度改革,人口城乡流动加速了农村居民点利用方式的变化,城中村改造、中心村建设、新型农村社区建设等一系列活动的开展,促进城郊地区农村居民点用地逐渐转为城镇或其他建设用地,远郊区农村宅基地则流转趋势明显,成片的大量闲置房屋通过土地整治工程被复垦为耕地,农村居民点用地规模减少的趋势不断加强,随着农村人口减少的趋势,人均农村居民点用地面积由增加转为减少。

可见,在城镇化发展进程中,农村居民点用地规模的减量变化滞后于农村人口规模的减少变化,两者关系是一个由脱钩向挂钩转型的过程,受此影响,人均农村居民点用地面积呈现先上升后下降的倒“U”型转型轨迹(图1b)。

### 2.1.2 农村居民点转型指数计算

本文以PCRA作为人地关系视角下的农村居民点转型计量指数,其代表着各单元内承载的农村居民点用地面积与农村人口数的比值,公式如下:

$$PCRA = \frac{RRLA}{RP} \quad (1)$$

式中:RRLA代表农村居民点用地面积,  $m^2$ ; RP代表农村人口数量,人。按照不同单元PCRA变化过程中出现拐点的时间及其相对稳定性,可划分为稳定转型、相对稳定转型、不稳定转型和未转型4种类型。

### 2.1.3 农村居民点转型格局分析模型

#### (1) 全局空间自相关

全局空间自相关是衡量某一地理事物或现象的属性值在空间分布上呈集聚还是离散的一种方法。本文采用全局Moran's I指数(式2)分析PCRA的空间差异程度。I的取值在[-1, 1]之间,若  $I \in [0,$

1],表示空间分布正相关,即PCRA分值趋于空间聚集分布;若  $I \in [-1, 0]$ ,则表示空间分布负相关,即PCRA分值趋于空间离散分布;I值越接近1或-1,表示空间分布差异性越大,I值越接近于0,表示空间随机分布越强,甚至不存在空间自相关性。

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \right) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

式中:n为研究区基本单元数量; $x_i$ 和 $x_j$ 为单元i和j的PCRA分值; $\bar{x}$ 为PCRA的平均值; $w_{ij}$ 为空间权重矩阵,是PCRA在i和j单元之间的链接关系,采用Queen邻接关系确定,空间相邻时 $w_{ij}=1$ ,空间不相邻时 $w_{ij}=0$ 。

#### (2) 热点分析

热点分析用来揭示地理事物和现象的空间异质性特征,即识别不同空间单元PCRA分值高值簇和低值簇的分布位置,弥补全局空间自相关对空间局部关系特征分析的不足,常用Getis-Ord  $G_i^*$ 指数(式3)测度,并以 $G_i^*$ 指数标准化后的Z值和P值作为热点区识别的依据。Z值高、P值小的单元即为PCRA高值集聚的热点区;Z值低并为负数、P值小的单元即为PCRA低值集聚的冷点区。Z值的绝对值越高,说明空间集聚程度越大<sup>[33]</sup>。

$$G_i^* = \left( \sum_{j=1}^n w_{ij} \times x_j \right) / \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) \quad (3)$$

### 2.1.4 农村居民点转型机理分析模型

#### (1) 模型选择

传统回归模型(OLS模型)可以对样本和参数进行全局性估计。但受空间格局关系的影响,如果自变量存在空间自相关性就无法满足OLS模型残差项独立的假设,普通最小二乘法的参数估计将不再适用。地理加权回归(GWR)模型可以对不同区域的影响进行估计,能够反映不同空间的参数估计的非平稳性,使得结果更为符合实际<sup>[26]</sup>。因此,为综合分析PCRA时序变化的影响因素及其空间分异性,本文在OLS模型分析的基础上引入GWR模型,以求更具体地反映影响因素在不同空间对PCRA的影响作用大小,模型结构表达式为:

$$y_i = \beta_0(\mu_i, v_i) + \sum_{k=1}^n \beta_k(\mu_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i \quad (4)$$



2020年4月

式中: $y_i$ 是第*i*个空间单元的PCRA分值; $\beta_0(u_i, v_i)$ 是第*i*个空间单元的回归系数,表示自变量对因变量的影响程度; $(u_i, v_i)$ 是第*i*个空间单元的地理中心坐标; $\beta_k(u_i, v_i)$ 是连续函数 $\beta_k(u, v)$ 在第*i*个空间单元的分值; $x_{ik}$ 为第*i*空间单元上的第*k*个解释变量的分值; $\varepsilon_i$ 为随机误差。GWR模型的精度受到权重和带宽影响较大,考虑不同模型存在不同自由度的差异,本文采用高斯加权法和“Optimization to Minimize AICc”带宽方法进行局域估算。

## (2) 变量选取

首先,参照农村人口和土地利用变化相关研究文献<sup>[10,14,27,28]</sup>,按照基础性、主导性及数据可获取性等原则,初步选取地形坡度( $x_1$ )、交通通达度( $x_2$ )、距离城镇距离( $x_3$ )、人均GDP( $x_4$ )、人均公共财政收入( $x_5$ )、人均固定资产投资( $x_6$ )、农村居民人均收入( $x_7$ )、城镇化率( $x_8$ )、行政等级( $x_9$ )、人均耕地面积( $x_{10}$ )、农村居民点规划控制规模( $x_{11}$ )、城乡建设用地增减挂钩规模( $x_{12}$ )共12个解释变量作为自变量。

然后,为了避免解释变量之间的多重共线性对估计结果的影响,在运行OLS和GWR模型之前,对全省137个县级单元的各项解释变量进行探索性回归分析(exploratory regression),结果显示当最优组合变量为4个时,最大校正 $R^2$ 接近0.8,VIF值为6.42,不存在多重共线性且模型拟合优度较好。所以,确定地形坡度、农村居民人均收入、城镇化率和城乡建设用地增减挂钩规模作为最终解释变量,分别代表区域自然条件、经济发展、人口流动和政策环境,与因变量*y*值(PCRA值)进行回归分析,各变量计算及其释义如表1所示。

## 2.2 研究区域与数据来源

### 2.2.1 研究区概况

考虑数据的可获取性和延续性,本文以山东省作为研究区域,以其包含的17地市和137个县区为

基本单元,分析1996年、2000年、2006年、2010年和2016年5个时期、4个阶段农村居民点转型的时空特征。在1996—2016年间,山东省人口总数从8747万增加到9822万,农村人口则从6482万减少到4402万,城镇化快速发展;与此同时,山东省农村居民点用地规模由1996年的 $122.87 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>增加到2000年的 $123.02 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>,再减少到2008年的 $120.48 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>,又逐渐增加到2016年的 $123.10 \times 10^4$  hm<sup>2</sup>,变化过程呈现明显的增减波动性。由此可见,在山东省经济稳定发展且存在区域差异的条件下,农村人口和居民点用地变化十分活跃,以此作为研究区具有代表性和重要的现实意义。

### 2.2.2 数据来源与处理

研究中涉及的农村人口、经济和社会数据来自山东省统计局1996—2016年各时期的统计年鉴(<http://www.stats-sd.gov.cn/col/col6279/index.html>)。农村居民点用地数据来自山东省自然资源厅1996—2016年各时期的土地利用变更调查数据库与统计年报([http://dnr.shandong.gov.cn/zwgk\\_324/xxgkml/tjsj/](http://dnr.shandong.gov.cn/zwgk_324/xxgkml/tjsj/))。山东省DEM数据和主要道路数据源自国家基础地理信息系统数据库。在此基础上,利用ArcGIS操作平台,通过属性数据与县区单元的空间匹配与链接,形成山东省农村居民点转型研究的基础数据库。

## 3 结果与分析

### 3.1 农村居民点转型的时空格局

#### 3.1.1 农村居民点转型的时序特征

从全省整体农村居民点转型来看(图2a),1996—2016年山东省PCRA呈现持续增加的态势,仅在2015—2016年才出现降低,山东省人均农村居民点用地面积的转型趋势还不显著,转型拐点刚开始出现,这与全国情况相似<sup>[29]</sup>,农村“人地分离、人走

表1 农村居民点转型格局演变的解释变量选取

Table 1 Selection of explanatory variables for the evolution of rural residential land transition pattern

初选变量	终选变量	变量计算	变量释义
地形坡度( $x_1$ )、交通通达度( $x_2$ )、距离城镇距离( $x_3$ )、人均GDP( $x_4$ )、人均公共财政收入( $x_5$ )、人均固定资产投资( $x_6$ )、农村居民人均收入( $x_7$ )、城镇化率( $x_8$ )、行政等级( $x_9$ )、人均耕地面积( $x_{10}$ )、农村居民点规划控制规模( $x_{11}$ )、城乡建设用地增减挂钩规模( $x_{12}$ )	地形坡度( $x_1$ ) 农村居民人均收入( $x_7$ ) 城镇化率( $x_8$ )、 城乡建设用地增减挂钩规模( $x_{12}$ )	根据DEM计算坡度值 农民总收入/农村人口数 非农人口数/总人口数 农村居民点实际拆旧规模/规划的挂钩指标规模	自然本底条件 经济发展水平 社会发展状况 政策制度环境



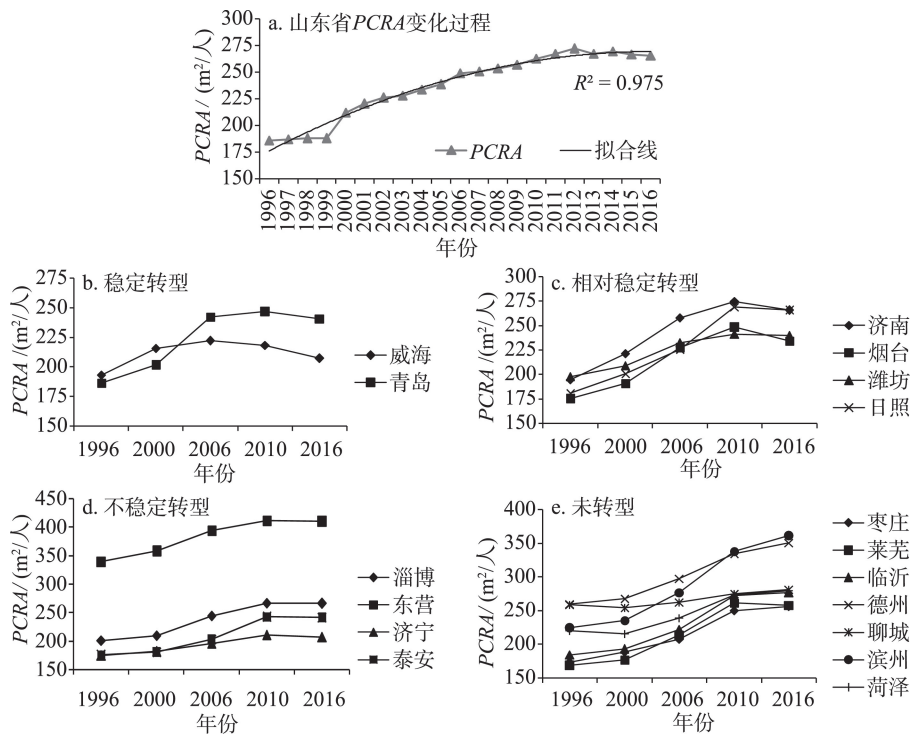


图2 1996—2016年山东省PCRA变化过程

Figure 2 Change of per capita rural residential area (PCRA) in Shandong Province, 1996-2016

地留”的现象仍占主导。

从地区分布来看,威海和青岛2个地区(图2b)在2006—2010年PCRA开始转向减少,每个阶段的减少速度维持在2%以上的稳定状态;济南、烟台、潍坊和日照4个地区(图2c)在2011—2016年PCRA才转向减少,减少速度处于1%~2%之间的相对稳定状态;淄博、东营、济宁和泰安4个地区(图2d)也是到2011—2016年PCRA才转向减少,但减少速度小于1%,处于不稳定状态。枣庄、莱芜等6个地区(图2e)在1996—2016年的PCRA持续增加,变化速度在2011—2016年较之前时段均呈现出降低的态势,表现出与已发生PCRA转型地区相似的演化过程,这些地区属于山东省的欠发达地区,城镇化进程中的“两栖”人口规模较大,农村人口缓慢外迁的同时,农村居民点用地也缓慢增长,其实质是农村人地关系相背离的演化过程,也是中国很多农村地区“人减地增”现象的集中体现<sup>[30]</sup>。总体上,1996—2016年山东省PCRA在60%左右的地区发生了不同程度的转型,表现出一定的理论假设态势,但同时也表露出农村居民点转型存在着明显的全域不充分性和地区不均衡性。

### 3.1.2 农村居民点转型的空间特征

#### (1) 全局趋势分析

从图3中的全局趋势透视图可知,在X轴方向和Y轴方向上,Z值均呈现递减趋势,说明山东省PCRA整体表现为西部地区高于东部地区、北部地区高于南部地区的空间特征,这与全域的地形地貌完全一致,即西部和北部的平原地区人均农村居民点用地面积较大,而南部和东部的低山丘陵地区人均农村居民点面积相对较小。从时序变化来看,在X轴的东西方向上,从2000年开始中部地区的PCRA逐渐高于西部地区,在2016年最为明显,并呈现出微弱的“倒U型”分布特点,但顶点处PCRA高值的县级单元数量很少。在Y轴的南北方向上,5个时点的PCRA均表现为北部地区最高、南部地区次之、中部地区最低的“U型”分布,其中以北部地区为顶点的PCRA高值县级单元数量最多,而南部地区的PCRA值呈现增长趋势。整体上,在X轴和Y轴上,PCRA分布分别从相对平缓转向中部隆起和两端增长。

#### (2) 全局空间自相关分析

从图3中的全局Moran's I指数分布来看,经蒙特卡洛模拟检验,在P值等于0.001的情况下,山东

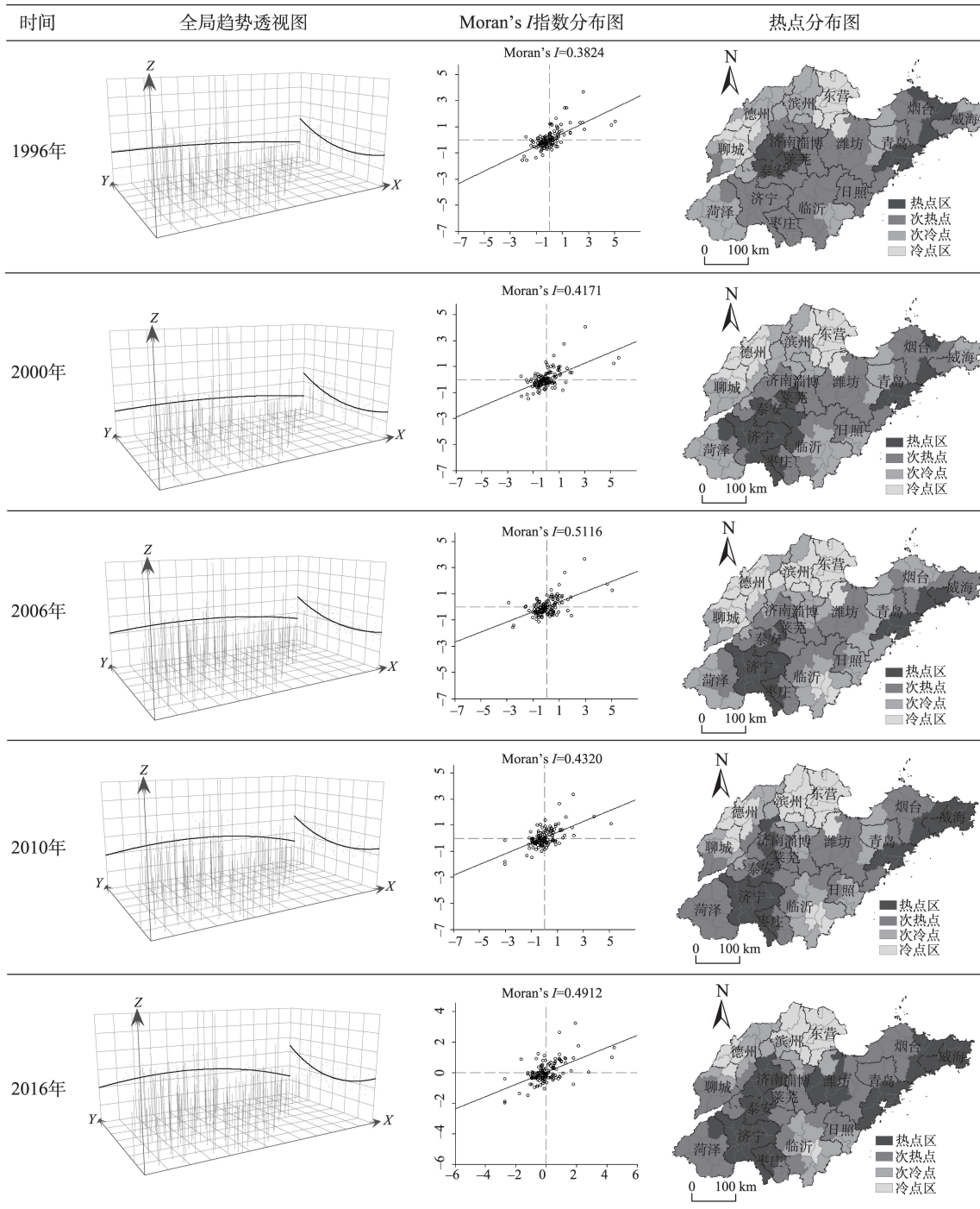


图3 1996—2016年山东省PCRA空间异质性分布图

Figure 3 Spatial heterogeneity distribution of per capita rural residential area (PCRA) in Shandong Province, 1996-2016

省5个时期PCRA的Moran's  $I$ 指数分别为0.3824、0.4171、0.5116、0.4320和0.4912,说明山东省不同时期人均农村居民点用地面积在99.9%置信度下均存在显著的空间正相关性,散点大部分位于第一、三象限内,即PCRA在空间分布上呈高值-高值、低值-低值的集聚状态,全域空间上表现出PCRA较高的

县级单元彼此相邻和较低的县级单元彼此相邻的现象,且集聚性越加明显。

### (3) 热点分析

从图3中的局部空间自相关分布来看,利用自然断裂点法将Getis-Ord  $G_i^*$ 统计量从高到低划分为4类,形成PCRA的冷热点分布格局。其中,山东省

PCRA 热点区呈现先扩大后收缩的态势,在 1996—2006 年东营—滨州—德州—聊城一带不断扩大,临沂则刚开始出现,到 2006—2016 年集中热点区逐渐缩减,而临沂地区基本保持稳定。冷点区呈现先收缩后扩大的态势,在 1996—2006 年青岛—威海—烟台地区、济南—莱芜—泰安地区均有所缩小,而济宁和枣庄地区有所扩张,到 2006—2016 年集中冷点区不断扩大,并辐射带动潍坊地区出现 PCRA 低值集簇,济宁和枣庄地区基本保持稳定。次热点区和次冷点区分布比较广泛,并与热点区和冷点区发生着相互转换。其中,次热点区一部分分布在热点区周围,与热点区交替变化;另一部分分布在菏泽、潍坊、烟台等地,随时间逐渐消减并转化为次冷点。次冷点区分布在次热点区的外围和冷点区周边,早期在全省范围广泛分布,随后在南部和中、东部地区与次热点区和冷点区不断转换,呈现逐渐缩减的态势。

值得注意的是,热点区和次热点区集中分布地区是山东省的农业主产区和重点生态功能区,社会经济基础和农村发展水平相对落后。在城镇化进程中虽然大量农村人口进城务工,但他们的收入还不足以达到在城市生活的水平,这些“两栖”类人口随着经济收入的提高,迫于对城市生活的向往和改善居住环境的需要,出现了回乡建造新房或改造旧房的热潮,这种行为促使了农村居民点用地面积减少缓慢甚至不减反增,造成 PCRA 呈现高值状态。而冷点区和次冷点区集中分布地区既是全国的优先开发和重点开发区,又是全省“四化”建设与协调发展的示范区,受优越的政策环境和发达的社会经

济条件等因素影响,在城镇化高速发展过程中,大量城市周边的村庄被划入城区进行改造,农村居民点用地规模急剧减少,在与人口城镇化同步的过程中 PCRA 保持稳定甚至降低。

### 3.2 农村居民点转型的影响因素与作用机理

#### 3.2.1 农村居民点转型的影响因素分析

利用 OLS 模型对 1996 年、2000 年、2006 年、2010 年与 2016 年山东省各县(市、区)的 PCRA 值与各项解释变量之间的关系进行运算,结果如表 2 显示,各阶段的 4 项解释变量的回归系数均通过显著性检验,且模型的校正决定系数调整  $R^2$  为 0.6202~0.7173,解释了 60% 以上县级单元农村居民点转型指数的变化。总体来看,山东省农村居民点转型的影响因素具有相对一致性。其中,地形坡度( $x_1$ )、农村居民人均收入( $x_7$ )、城乡建设用地增减挂钩规模( $x_{12}$ )均对 PCRA 的变化具有显著的负向作用,而城镇化率( $x_8$ )则表现为显著的正向作用。从各解释变量的作用程度来看,1996 年和 2000 年地形坡度( $x_1$ )和农村居民人均收入( $x_7$ )的回归系数较高,是该时段影响 PCRA 变化的主要因素;2000—2016 年农村居民人均收入( $x_7$ )的回归系数逐渐增大,而地形坡度( $x_1$ )的回归系数逐渐减小,并与城镇化率( $x_8$ )和城乡建设用地增减挂钩规模( $x_{12}$ )的回归系数趋向均衡,这也说明不同阶段农村居民点转型的主导作用力有所不同,作用过程由简单趋向复杂。即自然本底条件是农村居民点转型的基础性动力,长期影响着农村居民点的演变,对早期农村居民点转型起着决定性作用;随着经济发展和城镇化推进,自然条件的影响力在一定程度上被其他非自然因素所超越,

表 2 OLS 模型参数估计及检验结果

Table 2 Parameter estimation and test results of the ordinary least squares (OLS) model

解释变量	1996 年	2000 年	2006 年	2010 年	2016 年
地形坡度( $x_1$ )	-0.351***	-0.335***	-0.236***	-0.167***	-0.183***
农村居民人均收入( $x_7$ )	-0.387***	-0.417***	-0.438***	-0.511***	-0.503***
城镇化率( $x_8$ )	0.174***	0.203***	0.182***	0.143***	0.148***
城乡建设用地增减挂钩规模( $x_{12}$ )	-0.087***	-0.126***	-0.141***	-0.137***	-0.159***
常数项	321.67	342.09	332.45	393.35	391.39
$R^2$	0.6421	0.6495	0.5986	0.5399	0.5516
$R_{adj}^2$	0.7006	0.7173	0.6763	0.6202	0.6490
AICc	1499.37	1455.63	1532.92	1584.23	1619.66

注:\*\*\*为解释变量在  $p < 0.01$  下具有统计显著性。



2020年4月

受经济发展、人口流动和政府调控等多因素的复合作用影响,农村居民点转型程度也变得更为剧烈。

### 3.2.2 农村居民点转型的时序发生机理

从各项解释变量对PCRA时序变化的作用机理(图4)来看,自然本底条件是农村居民点选址和布局的直接影响因素,自然地理环境通过影响村庄的生态环境、自然资源禀赋条件等方式,对农村人口承载能力和农村建设用地的空间扩张具有稳定性效应;随着地形坡度的增加,农业生产环境弱化,农村居民点可建设空间受到限制、建设成本也提高,农村人口减少、农村居民点规模较小,有限的发展空间导致农村居民点利用比较充分、人均用地规模相对偏低。

经济发展水平是农村人地关系分化的关键因素。农村不同于城市,其主要以满足居民生活、居住的房屋为主,而农村居民收入的高低是影响农民居住地和住房形式选择的前提和基础,在不同时期对农村居民点转型发挥着双向效应。一般而言,早期农村地区以农业生产为主,随着人口增长和家庭分化,收入的增加会带动房屋扩建和新建,人均农村居民点用地面积呈现一定程度的增长;随着农民就业结构的多样化以及对城镇生活的向往,经济收入的稳定增加促使更多的居民选择进城务工和居住,农村居民点扩张现象逐步弱化、规模趋向稳定,人均用地规模也随之降低。

城镇化水平是社会状况的直接表现,对城乡要素流动具有直接影响,而城镇化的持续发展,对农村人地关系变化也必然产生持续性效应。在城镇化发展过程中,城镇化率越高,城乡人口流动

越强烈,对削弱农村居民扩建和新建住房的意愿与行为也更为明显,有助于控制农村居民点规模的扩张,但随着农村常住人口越来越少,村庄空心化趋于加剧,受资源调控与再开发利用的过程影响,被动性的农村居民点规模减少明显滞后于主动性的人口流动,人均用地规模将会扩大。当城镇化率达到高度稳定后,人口流动减缓,而政策性和工程性措施影响下的农村居民点规模缩减带动了人均用地规模的逐步降低。

制度政策环境是影响农村居民点转型较为深刻的因素。面对城镇人口承载空间扩张的用地需求和村庄空心化与闲置等问题,政府部门高度关注,利用法规的刚性约束对农村人地关系进行调控,城乡建设用地增减挂钩、农村土地利用规划等制度应运而生。在农村人口外流较多、农村居民点高度空心化的区域,通过农村居民点存量用地挖潜和空间置换,降低人均用地规模;对于农村人口比较稳定的广大农区,通过迁村并点和农村社区化等措施,按照统一标准将农村居住形式由平房改为楼房,降低人均用地规模。但是,制度政策往往具有一定的针对性和时效性,当农村居民点规模控制在合理范围时,有关制度和政策的效用将逐渐弱化,所以它们对农村居民点转型具有明显的阶段性效应。

### 3.2.3 农村居民点转型的空间分异机理

为了进一步探究山东省PCRA格局演变影响因素在空间上的差异特征及其作用机理,应用GWR模型对1996—2016年5个时段山东省137个县级单元PCRA转型影响因素的空间分异参数进行估计,

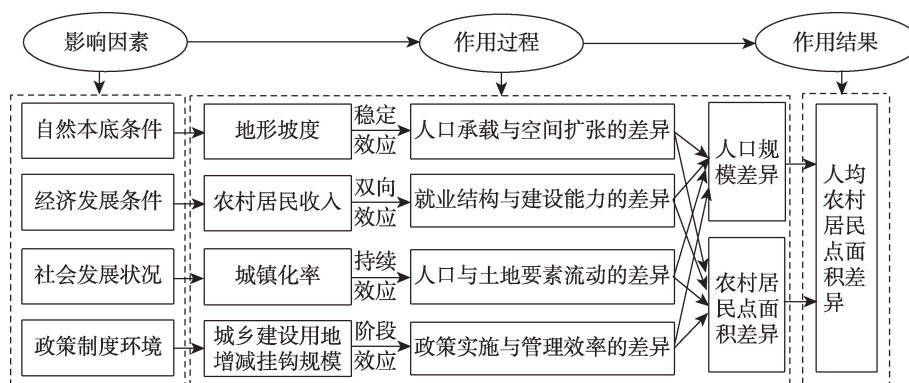


图4 山东省PCRA时序转型的形成机理

Figure 4 Mechanism of the temporal transition of per capita rural residential area (PCRA) in Shandong Province

并通过自然断裂法对结果进行可视化表达(图5)。计算结果显示,5个时期的GWR模型局部拟合优度均值分别为0.714、0.723、0.739、0.752和0.757,拟合程度较好,说明模型能够有力地解释山东省农村居民点转型的空间分异特征。

(1)地形坡度对于PCRA空间分异的影响整体上以负向作用为主,5个时段的回归系数在空间上差异较大,均呈现出以带状形态从中间向南部和北部递减的态势;仅1996—2006年在胶东半岛地区具有一定的正向作用且呈收缩之势,说明地形因素对PCRA空间分异的作用过程相对稳定。山东省中间带状区域的地形比较复杂,地势平坦区多受各级政府驻地的辐射影响,农村居民点用地优先扩张,农村人口也更便于外流,所以从平原到丘陵和山地,

农村人地关系变化对地形条件的敏感性逐渐降低。鲁北滨海和鲁南淮海地区的地形条件简单、地势起伏极小、全部为平原,地形条件对PCRA空间分异的影响基本相似。鲁东半岛地区以低山丘陵和平原为主,受沿海经济发展影响,较早出现了山地区农村人口迁移和平原地带村庄改造整治的现象,以至于早期PCRA值在该区域随坡度升高而增加。

(2)农村居民人均收入对于PCRA空间分异的影响均为负向作用,5个时段的回归系数均呈现自南向北逐渐增加、胶东半岛地区整体偏小且收缩的趋势,整体作用过程相对稳定。鲁南和胶东半岛地区分别属于山东省经济发展的2个极点,前者的农村发展比较落后,农村人口多外出就业,整体表现为“人减地增”的演化关系;后者的农村经济十分发

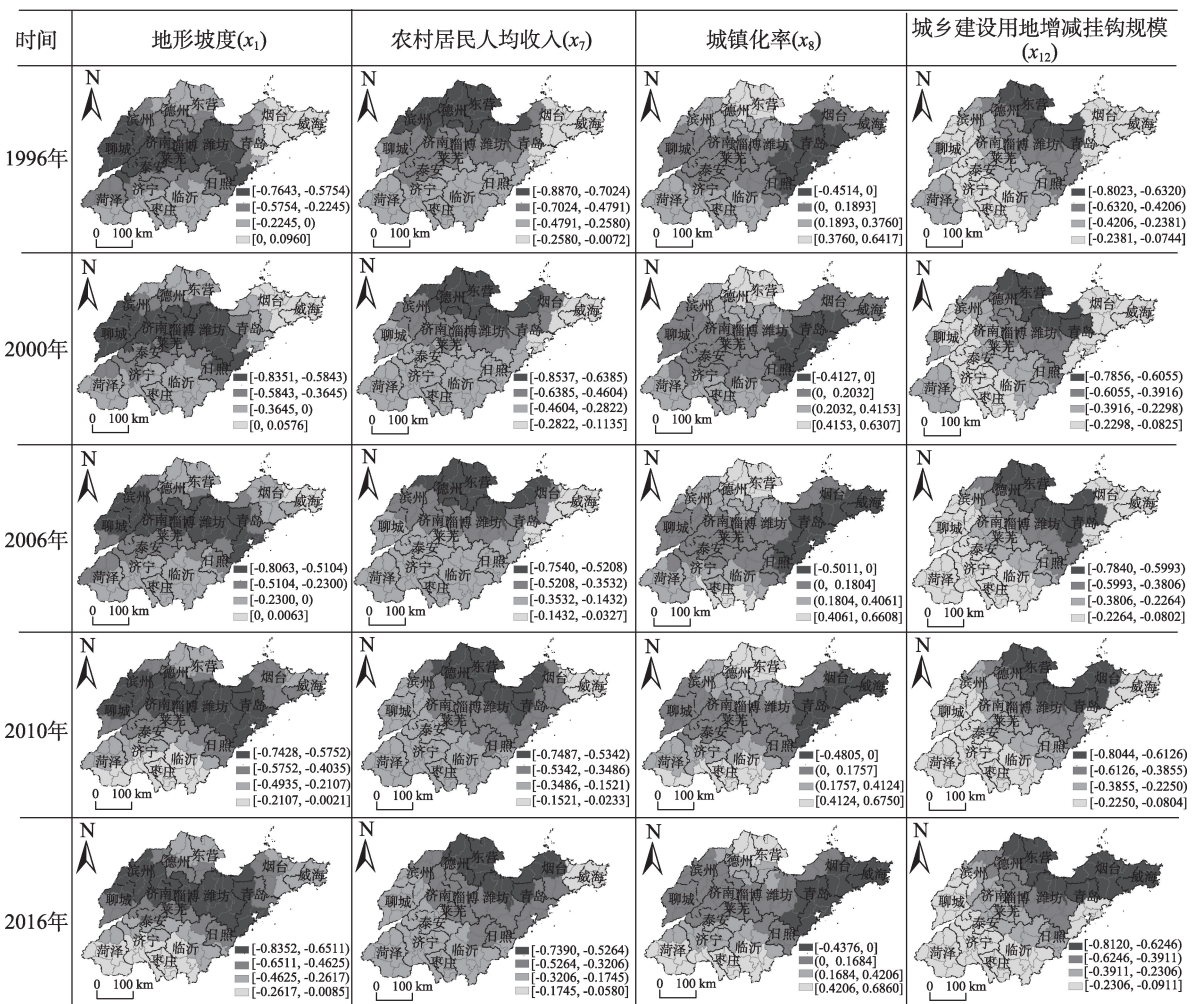


图5 1996—2016年山东省农村居民点转型影响因素的回归系数分布汇总

Figure 5 Distribution of influencing factor regression coefficients of rural residential land transition in Shandong Province, 1996-2016



2020年4月

达,农村人口多本土化就业,人地关系比较稳定。鲁北和鲁中地区的经济发展分化明显,鲁北内陆与滨海交错带自东向西的经济发展逐渐降低且差异较大,*PCRA*空间分布对农村居民人均收入的敏感性较强;鲁中地区受省会经济圈发展的辐射带动作用,区域农村居民就业方式和收入水平相差微弱,并带动*PCRA*空间分异的敏感性有所降低。

(3)城镇化率对于*PCRA*空间分异的影响在不同地区分别呈正相关和负相关的趋势。其中,胶东半岛地区的回归系数为负值,空间上呈现扩张之势,该区域城镇化水平较高,农村人口流动缓滞,高度城镇化地区相对完善的城乡土地市场促使农村居民点规模逐渐缩减,带动了*PCRA*的降低。鲁北和鲁中地区的回归系数分别表现为正向高值集聚和正向低值集聚,并与*PCRA*的热点区和冷点区基本对应,全局上表明为城镇化率对*PCRA*高值区的高敏感性和低值区的低敏感性。鲁南地区表现为回归系数正向高值扩张的趋势,表明局部*PCRA*高值区的城镇化率影响力逐渐增强。综合来看,5个时段不同地区城镇化率对*PCRA*空间分布的影响具有明显的波动性。

(4)城乡建设用地增减挂钩政策对*PCRA*空间分异的影响均为负向作用,5个时段的回归系数空间差异较大,作用过程带有一定的不稳定性。其中,高值区由鲁北滨海地带向胶东半岛延伸,中值区在中部地带基本稳定,低值区在胶东半岛地区缩减的同时在鲁西南地区呈现扩大趋势,这与山东省不同地区实施城乡建设用地增减项目(简称“挂钩项目”)的数量和规模密切相关。胶东半岛地区经济发达,新增建设用地计划指标配置比较充裕,开展挂钩项目的数量较少;相反,鲁西北和鲁西南地区的经济基础薄弱,新增建设用地的计划指标配置相对较少,加上农村居民点用地大规模闲置,区域经济和城乡转型发展的用地需求促使该地区大范围开展挂钩项目。这导致普遍开展挂钩项目的区域*PCRA*空间分异的敏感性降低,而开展挂钩项目数量相差较大的区域*PCRA*空间分异的敏感性有所加强。

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

本文以人均农村居民点用地面积为切入点,通

过农村居民点转型的理论过程认识,利用GIS空间计量分析方法探讨了农村居民点转型的时空特征及其驱动因素。研究表明:

(1)1996—2016年山东省整体上的*PCRA*转型拐点刚开始出现且不稳定,其中胶东半岛、省会经济圈附近和其他部分市辖区先后于2006年和2010年出现了转型现象,其他约有40%的地区农村居民点尚未发生转型,仍处于缓慢增长过程。从人地关系演变的同步性来看,农村居民点用地规模缩减的滞后性起到决定作用。

(2)1996—2016年山东省农村居民点转型存在明显的全域不充分性和局部不均衡性特征,*PCRA*整体表现为省域西部地区高于东部地区、北部地区高于南部地区,并由相对平缓转向中部隆起和两端增长。全局Moran's *I*指数逐渐增加,*PCRA*空间分布更加趋向高值-高值、低值-低值的空间集聚模式。*PCRA*热点区主要分布在东营—滨州—德州—聊城地区和临沂,呈先扩大后收缩的态势;冷点区主要分布在青岛—威海—烟台地区、济南—莱芜—泰安地区和济宁—枣庄地区,呈先收缩后扩大的态势。

(3)1996—2016年山东省不同阶段农村居民点转型的主导作用力有所不同,由1996—2000年的地形条件和经济因素影响占据主导,逐步演化为2000—2016年经济发展主导下的地形条件、城镇化水平和土地管控政策等综合因素的均衡作用,并带动农村居民点转型由简单趋向复杂。与此同时,各项影响因素与*PCRA*空间分异具有一定的关联性,并在不同区域表现出影响程度和作用敏感性的差异,地形条件和经济发展水平的作用过程相对稳定,而城镇化率和土地管控政策的作用过程具有一定的波动性。

### 4.2 讨论

转型表现的是一种变向或变速演变,是对动态演变过程中某个特征性时段或断面的分析,实质上对动态演变过程的规律性发现。为从理论和实证方面丰富土地利用转型研究内容,本文得出几点启示如下:

(1)本文从农村人口和农村居民点用地之间关系视角探讨农村居民点转型,实质上是广义人地系统内容的微观表现,属于狭义的人地系统范畴,所以采用了“人地关系”作为表征农村人口和农村居民



点用地之间关系的代名词,而未采用人地系统关系。这种狭义层面上的农村人地关系变化是在中国的人口城镇化过程中,由于早期农村建设用地节约集约管理制度的缺失,农村居民点用地长期处于一种自发缓慢增长的状态,导致人均农村居民点用地面积逐年增加,而随着城市规划区的中心村改造、城乡建设用地增减挂钩政策实施、农村宅基地审批收紧和农村土地制度改革不断推进,部分地区农村居民点用地规模逐渐减少,在高度城镇化地区农村人口相对稳定的情况下,人均农村居民点用地规模出现了转折拐点,即从持续增长转向逐渐降低。

(2)农村居民点转型是农村人地关系由分离转向融合的过程,利用人均农村居民点用地面积的趋势性变化规律能够有效揭示中国人口与土地城镇化的协调关系及其存在的差异化表现模式,将有利于土地利用转型理论研究的深化,并为深入推进农村土地资源集约利用和综合整治等活动提供指导意义。山东省农村居民点转型的空间差异显著,这与全国的情况基本相似<sup>[29,30]</sup>,在同一时期不同地区存在着不同的农村居民点转型模式(图6),其中,模式A证实本文提出的农村居民点转型理论模型,人均农村居民点用地面积经历增加后缩减到 $P_1$ 位置,但只有局部地区发生了这种现象;更多地区表现出的还是模式B和模式C的转型趋势,即人均农村居民点面积并未出现明显的缩减甚至并未出现触顶反弹的情况,仍然处于高水平的 $P_2$ 和 $P_3$ 位置,如平原地区和城镇化水平较低的地区,这实质上也是被动性的农村居民点用地规模缩减滞后于主动性的农村人口流动的表现。在城镇化、工业化和土地利用管理政策等外部因素的影响下,农村人口流动和农村居民点用地缩减的同步性和交互性是能否实

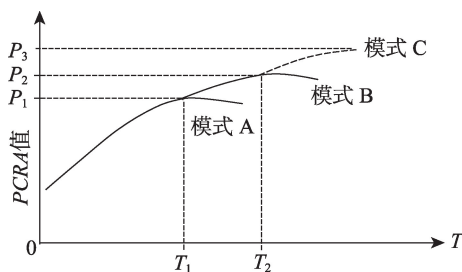


图6 农村居民点转型差异化模式

Figure 6 Different modes of rural residential land transition

现农村人地关系稳定转型的关键。

(3)目前,研究区乃至全国大部分地区,随着农村人口的减少,农村居民点刚开始发生转型甚至尚未发生转型,即使已经转型的地区也存在一定的不稳定性,要实现农村居民点彻底转型,需要在未来的城镇化发展进程中对人口和土地要素进行综合调控。一方面必须破除城乡二元结构壁垒,解决农村剩余劳动力的非农就业和城市农民工住房及其子女教育问题,保证农村外迁人口“离土又离乡”,减少城乡两栖人口规模;另一方面应深化农村土地制度改革,积极探索适应不同地域环境和经济社会发展的多元化农村居民点退出模式,例如经济较发达和快速城镇化地区可以推行外援驱动影响下的“就地城镇化”、城市近郊地区可以推行内核驱动影响下的“撤村并居”、远郊地区则可以推行内外驱动综合作用下的“城乡用地增减挂钩与统筹配置”等,因地制宜加快不同类型农村居民点规模的缩减进程<sup>[31]</sup>,逐步推动面向全域范围的农村人地关系协调发展。

#### 参考文献(References):

- [1] Grainger A. National land use morphology: Patterns and possibilities[J]. *Geography*, 1995, 80(3): 235-245.
- [2] Rudel T K, Schneider L, Uriarte M. Forest transitions: An introduction[J]. *Land Use Policy*, 2010, 27(2): 95-97.
- [3] Long H L, Qu Y. Land use transitions and land management: A mutual feedback perspective[J]. *Land Use Policy*, 2018, 74: 111-120.
- [4] Future Earth. Future Earth Initial Design: Report of the Transition Team[R]. Paris: International Council for Science (ICSU), 2013.
- [5] Foley J A, De F R, Asner G P, et al. Global consequences of land use[J]. *Science*, 2005, 309(5734): 570-574.
- [6] Lambin E F, Meyfroidt P. Land use transitions: Socio-ecological feedback versus socio-economic change[J]. *Land Use Policy*, 2010, 27(2): 108-118.
- [7] Mather A S, Needle C L. The forest transition: A theoretical basis[J]. *Area*, 1998, 30(2): 117-124.
- [8] 宋小青. 论土地利用转型的研究框架[J]. *地理学报*, 2017, 72(3): 471-487. [Song X Q. Discussion on land use transition research framework[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(3): 471-487.]
- [9] Yeo I Y, Huang C Q. Revisiting the forest transition theory with historical records and geospatial data: A case study from Mississippi (USA) [J]. *Land Use Policy*, 2013, 32: 1-13.
- [10] 戈大专, 龙花楼, 杨忍. 中国耕地利用转型格局及驱动因素研究: 基于人均耕地面积视角[J]. *资源科学*, 2018, 40(2): 273-

2020年4月

283. [Ge D Z, Long H L, Yang R. The pattern and mechanism of farmland transition in China from the perspective of per capita farmland area[J]. *Resources Science*, 2018, 40(2): 273-283.]
- [11] Jepsen M R, Kuemmerle T, Muller D, et al. Transitions in European land-management regimes between 1800 and 2010[J]. *Land Use Policy*, 2015, 49(4): 53-64.
- [12] Qu Y B, Jiang G H, Yang Y T, et al. Multi-scale analysis on spatial morphology differentiation and formation mechanism of rural residential land: A case study in Shandong Province, China[J]. *Habitat International*, 2018, 71(1): 135-146.
- [13] Qu Y B, Jiang G H, Zhao Q L, et al. Geographic identification, spatial differentiation, and formation mechanism of multifunction of rural settlements: A case study of 804 typical villages in Shandong Province, China[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2017, 166(11): 1202-1215.
- [14] 姜广辉, 张凤荣, 陈军伟, 等. 基于 Logistic 回归模型的北京山区农村居民点变化的驱动力分析[J]. *农业工程学报*, 2007, 23(5): 81-87. [Jiang G H, Zhang F R, Chen J W, et al. Analysis of the driving forces of change of rural residential areas in Beijing mountainous areas based on Logistic regression model[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2007, 23(5): 81-87.]
- [15] 李换换, 宋伟, 张艳. 农村居民点演化数据制备综述[J]. *资源科学*, 2019, 41(4): 689-700. [Li H H, Song W, Zhang Y. Review of data preparation for rural settlement evolution research[J]. *Resources Science*, 2019, 41(4): 689-700.]
- [16] 宿瑞, 王成. 基于网络中心点辐射导向的农村居民点体系重组与优化: 以重庆市江津区燕坝村为例[J]. *资源科学*, 2018, 40(5): 958-966. [Su R, Wang C. Rural settlement spatial layout optimization using network center radiation guidance for Yanba Village in Chongqing[J]. *Resources Science*, 2018, 40(5): 958-966.]
- [17] Yang R, Xu Q, Long H L. Spatial distribution characteristics and optimized reconstruction analysis of China's rural settlements during the process of rapid urbanization[J]. *Journal of Rural Studies*, 2016, 47: 413-424.
- [18] 曲衍波, 魏淑文, 商冉, 等. 基于“点-面”特征的农村居民点空间形态识别[J]. *资源科学*, 2019, 41(6): 1035-1047. [Qu Y B, Wei S W, Shang R, et al. Spatial morphology of rural settlements based on site and functional characteristics[J]. *Resources Science*, 2019, 41(6): 1035-1047.]
- [19] 曲衍波, 姜广辉, 商冉, 等. 基于投入-产出原理的农村居民点集约利用评价[J]. *农业工程学报*, 2014, 30(6): 221-231. [Qu Y B, Jiang G H, Shang R, et al. Intensive using evaluation of rural residential land based on input-output theory[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2014, 30(6): 221-231.]
- [20] 徐枫, 王占岐, 张红伟, 等. 随机森林算法在农村居民点适宜性评价中的应用[J]. *资源科学*, 2018, 40(10): 2085-2098. [Xu F, Wang Z Q, Zhang H W, et al. Application of random forest algorithm in suitability evaluation of rural residential land[J]. *Resources Science*, 2018, 40(10): 2085-2098.]
- [21] 张凤荣, 周建, 张佰林. 基于内部用地结构及其功能的农村居民点整理潜力辨析[J]. *中国农业大学学报*, 2016, 21(5): 155-160. [Zhang F R, Zhou J, Zhang B L. Construction land consolidation potential analysis for rural settlements from aspects of land use structure and their functions[J]. *Journal of China Agricultural University*, 2016, 21(5): 155-160.]
- [22] 龙花楼. 中国农村宅基地转型的理论与证实[J]. *地理学报*, 2006, 61(10): 1093-1100. [Long H L. Rural housing land transition in China: Theory and verification[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2006, 61(10): 1093-1100.]
- [23] 曲衍波, 姜广辉, 张佰林, 等. 山东省农村居民点转型的空间特征及其经济梯度分异[J]. *地理学报*, 2017, 72(10): 1845-1858. [Qu Y B, Jiang G H, Zhang B L, et al. Spatial characteristics of rural residential land transition and its economic gradient differentiation[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(10): 1845-1858.]
- [24] Qu Y B, Jiang G H, Li Z T, et al. Understanding rural land use transition and regional consolidation implications in China[J]. *Land Use Policy*, 2019, 82: 742-753.
- [25] Ma W Q, Jiang G H, Wang D Q, et al. Rural settlements transition (RST) in a suburban area of metropolis: Internal structure perspectives[J]. *Science of Total Environment*, 2018, 615: 672-680.
- [26] Su S L, Lei C R, Li A Y, et al. Coverage inequality and quality of volunteered geographic features in Chinese cities: Analyzing the associated local characteristics using geographically weighted regression[J]. *Applied Geography*, 2017, 78: 78-93.
- [27] 龙花楼, 李秀彬. 长江沿线样带农村宅基地转型[J]. *地理学报*, 2005, 60(2): 179-188. [Long H L, Li X B. Rural housing land transition in transect of the Yangtse River[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(2): 179-188.]
- [28] Qu Y B, Jiang G H, Tian Y Y, et al. Urban-rural construction land transition(URCLT) in Shandong Province of China: Features measurement and mechanism exploration[J]. *Habitat International*, 2019, 86(3): 101-115.
- [29] 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.]
- [30] Li Y R, Liu Y S, Long H L, et al. Community-based rural residential land consolidation and allocation can help to revitalize hollowed villages in traditional agricultural areas of China: Evidence from Dancheng County, Henan Province[J]. *Land Use Policy*, 2014, 39: 188-198.
- [31] 龙花楼. 中国乡村转型发展及土地利用[M]. 北京: 科学出版社, 2012. [Long H L. *Land Use and Rural Transformation Development in China*[M]. Beijing: Science Press, 2012.]

# Spatiotemporal characteristics and formation mechanism of rural residential land transition from the perspective of human-land relationship

SHANG Ran<sup>1</sup>, QU Yanbo<sup>2</sup>, JIANG Huailong<sup>3</sup>

(1. School of Resources and Environmental Engineering, Shandong Agriculture and Engineering University, Jinan 250100,

China; 2. School of Public Management, Shandong University of Finance and Economics, Jinan 250014, China;

3. Shandong Land Survey and Planning Institute, Jinan 250010, China)

**Abstract:** Land use transition (LUT) provides theoretical and practical guidance for the regulation of the conflicts in human-land relationship in the process of social and economic development. As an important part of rural land use, rural residential areas are closely related to the migration and movement of rural population. Systematically understanding the transition of rural human-land relationship and its formation mechanism can provide a theoretical basis for rural transition and development. In view of the reality of the loss of rural population and the hollowing of rural residential areas in the process of urbanization, this study depicted the theoretical process of rural residential area transition (RRAT) from the perspective of the changing human-land relationship. Then, per capita rural residential area (PCRA) was used as the characterization index of RRAT, and spatial autocorrelation least linear quadratic regression model (ordinary least squares) and geographically weighted regression (GWR) models were used to reveal the spatial and temporal characteristics of RRAT and its influencing factors and mechanisms. The empirical analysis of Shandong Province from 1996 to 2016 shows that: (1) The PCRA transition trend was not significant, with obvious regional incompleteness and imbalance, but only in some areas it showed an inverted U-shaped transition process from rising to falling. The reason is that the passive reduction of rural residential land lagged behind the active rural population movement. (2) The spatial distribution of PCRA showed clear heterogeneity and tended to gather in high or low value clusters as a whole; the Jiaodong Peninsula and the vicinity of the provincial capital economic circle showed a tendency of contraction and expansion of cold spots, while the vast plain showed a tendency of contraction and expansion of hot spots. (3) The transition of rural residential areas is affected by factors such as topography, economy, urbanization, and policy, the main factors in different time periods and the sensitivity of factors in different regions are different, and the process of influence has some instability. (4) The linkage between rural population movement and rural residential land change determines the process of accelerating the coordinated development of rural human-land factors. There are differences in the RRAT in various areas as well as in the driving factors. Relevant government departments should promote the people-oriented urbanization and accelerate the process of scale reduction of rural residential land use to achieve rural transition and development.

**Key words:** land use transition; rural residential areas; spatiotemporal pattern; mechanism; Shandong