

巩义市农村居民点空间格局演变及其影响因素

海贝贝¹, 李小建^{1,2,3}, 许家伟³

(1. 河南大学环境与规划学院, 开封 475001; 2. 河南大学黄河文明与可持续发展研究中心, 开封 475001;
3. 河南财经政法大学区域与可持续研究中心, 郑州 450002)

摘要:综合运用GIS技术、景观指数定量分析方法以及空间统计方法,分析河南省巩义市1990-2010年农村居民点规模结构、空间分布、形态结构的演变特征,探索地形因素、区位因素以及社会经济因素对农村居民点发展变化的影响。结果表明:在快速城镇化背景下,巩义市农村居民点规模扩张明显,集约用地程度较低;居民点斑块形态趋于规则,规划管理效果已开始有初步体现;聚落斑块空间分布聚集特征明显,呈现大斑块低密度分布与小斑块高密度分布格局;但巩义市农村聚落近20年来整体空间格局变化不大,只是局部集中趋势进一步增加,不仅在平原与丘陵地区具有集中趋势,在其之外的经济快速发展地区的集中趋势亦较为明显。居住空间格局变化与自然条件有关,但在时间与空间的微观层面上区位条件、社会经济因素具有更大的影响。本文对农村居民点的空间布局调整具有一定的政策指导意义。

关键词:农村居民点;空间格局;演变;巩义

DOI: 10.11821/dlyj201312008

1 引言

农村居民点是农村人口居住与活动的空间单元,是农村经济和社会主要景观之一。中国目前仍有超过一半的人口居住于农村,农村居民点是中国农村人口聚居的主要形态^[1]。对于乡村聚落的研究一直都是聚落地理学和乡村地理学的重要内容。随着农村地区经济社会的快速发展,农村居民点的分布特征和空间结构在不断的演化与变迁,并且存在着数量多,规模小,布局分散,缺乏规划,用地结构单一等问题,甚至已经威胁到耕地数量的维持^[2],政界、学界都十分关注这种现象的进一步发展。

关于乡村聚落研究国外起步较早,研究领域也较为广泛,涵盖乡村聚落的形成、区位、职能、土地利用等方面^[3]。近年来,国外乡村聚落研究更注重运用各学科综合的方法,关注文化、社会、经济因素对乡村聚落发展的影响^[4-7],研究视角也更加多元化,对于乡村聚落生态、聚落空间和景观特征的关注不断增加^[8-11]。随着中国城市化和新农村建设的进程,国内学者们对于农村居民点的研究逐渐增多,近年来在农村居民点空间结构^[12-15]、聚落景观^[16-18]、聚落演变^[19,20]以及农村居民点空心化^[21,22]和农村居民点整理^[23-25]等方面研究均有重要成果。研究方法逐步向综合方向发展,对GIS、RS以及景观方法等的综合应用增加^[15,26,27]。当前,中国正处于经济社会转型期,工业化与城镇化的快速推进将会带来

收稿日期: 2013-03-26; 修订日期: 2013-09-14

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41071082, 41201131)

作者简介: 海贝贝 (1986-), 女, 河南郑州人, 博士研究生, 主要从事村镇体系研究。E-mail: plbeibei2005@163.com

通讯作者: 李小建 (1954-), 男, 河南孟津人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为经济地理学。

E-mail: xjli@henu.edu.cn

农村地区居民点结构、形态、分布的剧烈转变,进行农村居民点空间格局的演变研究,探索其影响因素,不仅对于乡村聚落理论发展,而且对于中国经济社会建设具有重要意义。巩义市是人口大省河南经济实力最强的县级市,本文以巩义市为研究区域,综合运用GIS空间分析技术、景观定量分析方法,研究1990-2010年巩义市农村居民点规模结构、空间分布、形态结构变化特征,以期揭示农村居民点空间格局变化的一般规律和特征,并为农村居民点规划和新农村建设提供科学依据。

2 研究区概况与数据来源

巩义市位于河南省中西部(图1),南依嵩山,北临黄河,总面积1041 km²,南部和东部为山地,中部和北部为丘陵,伊洛河、黄河沿岸为冲积平原。现辖15个镇、5个街道办事处,2个园区管委会,292个行政村,常住人口80.7万。2010年农村居民点用地面积占全市总面积的13.2%,1992年以来综合经济实力连续18年位居河南省首位,连续九届为全国百强县,是乡村城市化试点县(市)。在巩义市进行农村居民点研究具有以下特点:① 地貌多样,含平原、丘陵、山地,利于考查自然因素对农村居民点空间格局变化的影响。② 地处伊洛河谷地,为中华民族较早的居住地区,现在的聚落格局是长期演变的结果,有助于研究其演化过程。③ 巩义市在中部县市中经济发展和社会发展均处于较高水平,其现今遇到的发展问题表现更加突出,对探寻解决途径的需求也更加迫切,更能代表土地利用的演变趋势。



图1 研究区位置图
Fig. 1 Location of the study area

研究使用了空间数据和社会经济数据,其中空间数据包括:来自巩义市国土资源局的1990年和2010年两期土地利用现状数据(1:5万)、来源于美国地质调查局(USGS)的巩义市DEM数据(90 m空间分辨率)、从巩义市政府获取的巩义市1990年与2010年行政区划图(1:5万)、从巩义市交通局获取的巩义市2010年交通图(1:5万)。社会经济数据

由相应年份的巩义市统计年鉴整理而得。

对空间数据的预处理包括：① 将所有空间数据统一投影，进行空间配准；② 利用 ArcGIS 10.0 软件从土地利用现状数据中提取 1990 年和 2010 年巩义市农村居民点用地信息，并将这两期居民点用地图转化为 ESRI GRID 格式，使其能够在 Fragstats 4.0 软件中计算各种景观指数。研究中的农村居民点包括农村居住用地，村内基础设施用地和公共设施用地。

3 研究方法

空间韵律指数 农村居民点景观是由不同大小、形状、组合的自然及人文斑块组成的镶嵌体^[28]。空间韵律指数来自于景观生态学，能够高度浓缩景观格局信息，反映其结构组成和空间配置某些方面特征^[29]。选取斑块总面积（TA）、斑块占景观面积比例（PLAND）、斑块个数（NP）、斑块密度（PD）、最大斑块指数（LPI）、平均斑块面积（MPS）、斑块面积标准差（PSSD）、平均斑块形状指数（SHAPE_MN），平均斑块分维数（FRAC_MN）和聚集度（AI）等指标用于研究农村居民点的规模与形态结构变化。各指标的计算方法在 Fragstats 4.0 软件中有详细的介绍，本文不再赘述。

平均最邻近指数 用于判定农村居民点整体分布模式，通过测量每个居民点斑块质心与其最近邻斑块质心位置之间的距离，计算所有这些最近邻距离的平均值，并将其与假设随机分布中的平均距离进行比较从而判断居民点是否为聚集分布。计算公式如下：

$$ANN = \frac{\overline{D_0}}{\overline{D_e}} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i/n}{\sqrt{n/A}/2} = \frac{2\sqrt{\lambda}}{n} \sum_{i=1}^n d_i \tag{1}$$

式中： $\overline{D_0}$ 是每个居民点斑块质心与其最近邻斑块质心的观测平均距离； $\overline{D_e}$ 是假设随机模式下斑块质心的期望平均距离； n 为斑块总数； d 为距离； A 为研究区面积；如果 $ANN < 1$ ，则居民点为集聚分布；反之，则趋向于随机分布。

核密度估计 一种非参数的表面密度计算方法，测度农村居民点空间分布密度。核密度值越高，居民点分布密度越大。其表达式如下：

$$f(x,y) = \frac{1}{nh^2} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{d_i}{h}\right) \tag{2}$$

式中： $f(x,y)$ 为位于 (x,y) 位置的密度估计； n 为观测数量； h 为带宽； k 为核函数； d_i 为位置距第 i 个观测位置的距离。

全局聚类检验（Getis-ord General G ） 用于检测居民点规模的全局性空间分布模式，即高值集聚或低值集聚，其表达式为：

$$G(d) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}(d) x_i x_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j} \tag{3}$$

式中： $w_{ij}(d)$ 为以距离规则定义的空间权重； x_i 和 x_j 分别是 i 和 j 区域的变量值；对 $G(d)$ 进行标准化 $Z(G) = (G - E(G)) / (\text{var}(G))^{1/2}$ ，其中： $E(G)$ 和 $\text{var}(G)$ 分别为 $G(d)$ 的期望值和方差，根据 $Z(G)$ 值可判断 $G(d)$ 是否满足某一指定的显著性水平以及是存在正的还是负的空间相关

性^[18]。当 $G(d)$ 为正, 且 $Z(G)$ 统计显著时, 表示区域内出现居民点斑块规模高值簇群; 当 $G(d)$ 为负, 且 $Z(G)$ 统计显著时, 则表示存在低值簇群。

空间热点探测分析 (Getis-Ord G_i^*) 用来检验居民点规模在局部地区是否存在统计上显著的高值和低值, 可以用可视化的方法揭示“热点”区和“冷点”区, 用于农村居民点规模分异研究。其计算式为:

$$G_i^*(d) = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij}(d) x_j}{\sum_{j=1}^n x_j} \tag{4}$$

式中: 参数 $w_{ij}(d)$ 、 x_i 和 x_j 含义与 (3) 式相同。利用与 (3) 式相同的方法进行标准化处理, 若 $Z(G_i^*)$ 为正, 且统计显著, 则属于高值聚集“热点”区, 即居民点呈现局部的大规模斑块集聚; 若 $Z(G_i^*)$ 为负, 且统计显著, 则属于低值聚集“冷点”区, 居民点斑块规模低值集聚。

4 巩义市农村居民点空间格局演变特征

4.1 用地规模扩展显著, 空间扩展形式多样

农村居民点的规模变化包括总体用地规模变化与斑块自身规模变化, 以 TA 、 NP 、 MPS 和 LPI 表征农村居民点的规模特征。表 1 为 1990 年和 2010 年巩义农村居民点斑块的相应景观指数计算结果。1990-2010 年间, 巩义市农村居民点的总体用地规模与斑块平均规模均在不断增加。LPI 增加了 0.9%, 表明居民点发展有集中的趋势。同时, 农村居民点总面积占全市总面积的比例由 9.8% 上升至 13.2%, 人均用地规模由 167 m^2 增至 224 m^2 。巩义市农村居民点空间扩张明显, 集约用地程度低。

表 1 1990-2010 巩义市农村居民点
规模变化

Tab. 1 The change of the rural settlements' size in Gongyi from 1990 to 2010		
指标名称	1990	2010
$TA(\text{km}^2)$	102.44	137.44
$NP(\text{个})$	4071	4525
$MPS(\text{m}^2)$	25164	30375
$LPI(\%)$	6.87	7.75

图 2 表示 1990-2010 年间巩义市农村居民点用地变化的空间分布情况, 图中红色部分为由其他土地利用类型转变为农村居民点用地, 蓝色部分为由农村居民点用地转化为其他土地类型, 其余为未变化部分。减少部分最为明显的位于巩义市区, 这主要是农村居民点转化为城市建设用地。而由土地利用转移矩阵看出, 全市增加的农村居民点用地则主要来自于耕地。巩义市农村居民点扩展形式大体可分为三种类型 (图 2): 第一类是块状扩展, 主要分布在巩义市西部地区, 特点是沿原有斑块向四周蔓延式向外扩展; 第二类是带状扩展, 特点是沿某类带状地物 (如交通干线) 向两侧或某侧扩展; 第三类是分散扩展, 基本特征是新增斑块与原有斑块无空间邻接, 主要分布于东南部山区。

4.2 聚落保持集聚分布模式, 密度空间分布局部变化

利用 ANN 指数表征 1990 年与 2010 年巩义是农村居民点斑块的分布模式 (表 2), 其值两年均小于 1, 表明 1990 年与 2010 年巩义市农村居民点空间分布均呈现集聚分布特征, 尽管经过 20 年的经济社会发展, 该种特征依然保持。

利用 Kernel 方法分别制作 1990 年和 2010 年巩义市的乡村聚落斑块分布密度图 (图 3)。在 Kernel 密度估计中, 搜索半径是一个重要的参数^[30], 本文经过多次实验选择搜索半径为 2.5 km, 能使巩义市农村居民点核密度分布图达到较好效果。从图中可以看出: ① 1990 年核密度最高值为 17.14 个/ km^2 , 2010 年为 19.89 个/ km^2 , 表明在某些地区单位面积内

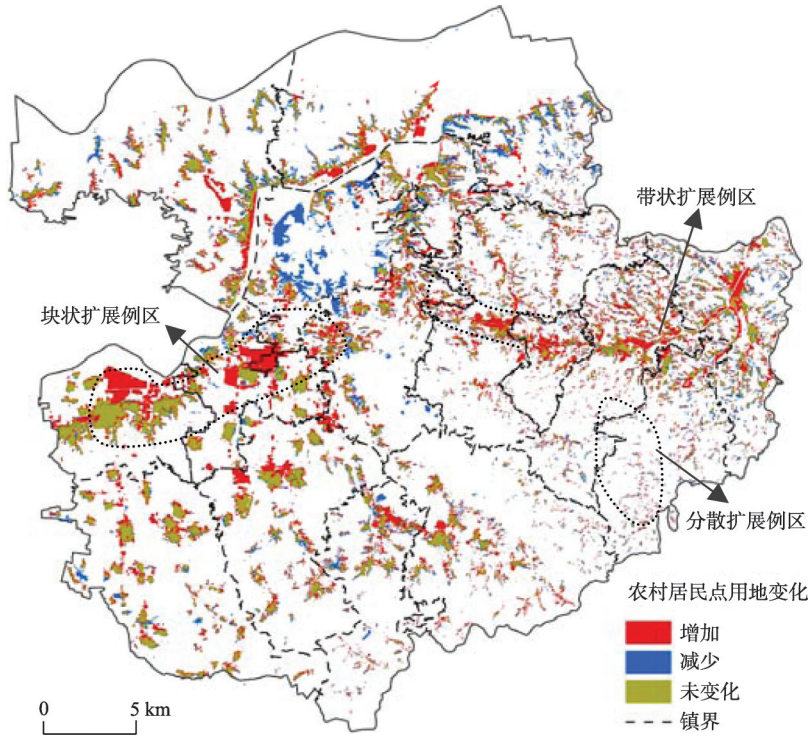


图2 1990-2010年巩义市农村居民点用地变化

Fig. 2 The change of rural settlement area in Gongyi from 1990 to 2010

居民点斑块数量增加明显；②从空间分布来看，两年的核密度图有较为相似的分布格局，呈现东密西疏的空间特征；③空间分布在原有基础上出现了多核破碎化的趋势，将核密度值大于12定义为核密度高值区，1990-2010年农村居民点的高密

表 2 巩义市农村居民点 ANN 分析
Tab. 2 The ANN analysis of rural settlements in Gongyi

年份	ANN	Z	P
1990	0.660316	-44.626516	0.000000
2010	0.635150	-52.213633	0.000000

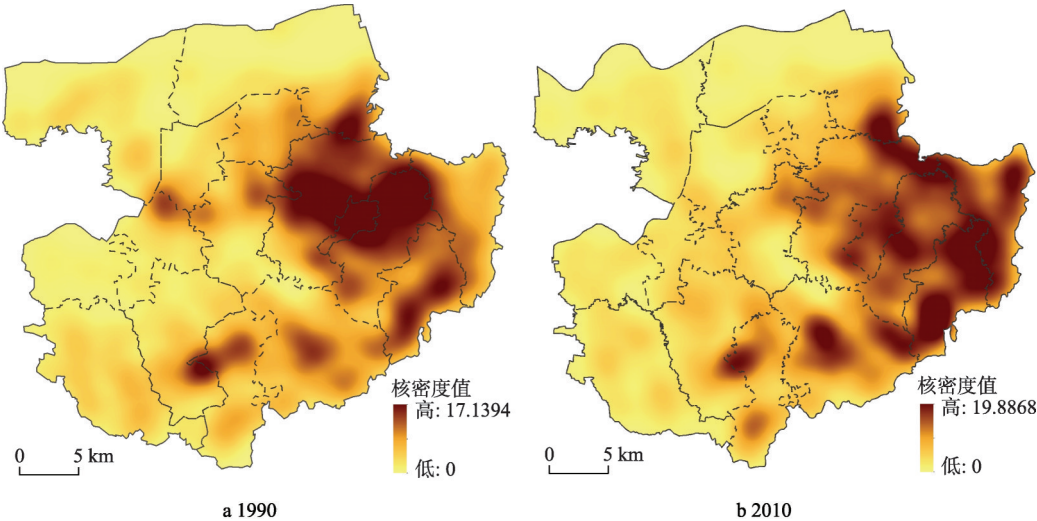


图3 1990年与2010年巩义市农村居民点 Kernel 密度分布图

Fig. 3 The density map of rural settlements in Gongyi in 1990 and 2010

度区从3个增加到5个, 高值区面积由42.42 km²增长到98.86 km², 增加了1.33倍, 表明在这些地区居民点斑块数量增加明显。同时, 核的分布位置也有所变化, 1990年跨越大峪沟镇、竹林镇、小关镇的高密度区在2010年变得分散。此外, 与1990年相比, 2010年高密度区的密度和面积均有增加, 并在米河镇东北角出现新的高密度区。这些高密度区的增加和空间分布变化与这些地区的交通条件和工业发展有关。

4.3 斑块形态趋于规则, 聚集方向持续发展

农村居民点斑块的形态特征包括斑块形态与居民点类型整体形态, 可选取 *SHAPE_MN*、*FRAC_MN*、*PSSD* 和 *AI* 四个指标分析。其中, *SHAPE_MN*、*FRAC_MN* 表示斑块自身形态, 前者表征斑块的复杂程度, 值越大, 斑块形状越不规则, 边界曲折度越大。由表3可以看出, 相较1990年, 2010年的平均斑块形状指数有所减小, 这说明农村居民点斑块形状趋于规则; *FRAC_MN* 取值范围为 $1 \leq FRAC_MN \leq 2$, 其值为1代表形状最简单的正方形或圆形, 其值越大, 分形特征越明显, 2010年 *FRAC_MN* 值略有下降, 表明人类活动对于居民点发展的影响日渐增强, 形态朝向规则发展。*PSSD* 与 *AI* 揭示整个农村居民点景观的形态特征。*PSSD* 能够揭示斑块面积分布的均匀性程度, *PSSD* 的上升, 表明2010年的居民点斑块面积差异增加, 斑块面积有向两极扩展趋势, 且 *LPI* 增加, 表明居民点两级分化是由于大斑块面积不断增加。*AI* 则表示农村居民点斑块的聚集程度, *AI* 指数增加, 表明总体上巩义市居民点有聚集发展的趋势。

4.4 斑块规模分异明显, 但基本格局不变

运用全局空间聚类检验分析农村居民点规模全局集聚特征, 1990年与2010年的 *Z* 得分分别为-5.22 ($P=0.000000$) 和-3.18 ($P=0.001479$), 表明在两个年份中巩义市农村居民点都呈现全局的低值集聚特征。对局部的规模分异的分析利用“热点”探测工具, 以斑块面积为统计属性制作1990年与2000年的巩义市农村居民点的规模分布“热点”图(图4), 图中每个点在空间上代表巩义市1990年与2010年的农村居民点斑块质心, 在数值上代表“热点”分析的 *Z* 得分。红色区域为“热点”区, 代表居民点斑块的高值集聚, 不同饱和度代表不同的统计显著级别; 蓝色为“冷点”区, 代表居民点斑块的低值集聚, 黄色则为斑块规模随机分布区。“热点”与“冷点”分异明显。为了便于分析, 以图中一条东北-西南的线将巩义市划分为东部与西部。分析得出: ① 1990-2010年“热点”区分布范围基本未变, 而“冷点区”则减少显著。“热点”区基本分布于巩义市的平原与坡度平缓的丘陵地区, 受地形因素的限制, 没有向其他区域扩张; “冷点”区面积的减少, 一方面是由于居民点斑块自身规模的扩张, 另一方面则是由于公路等基础设施的建设, 图4中2010年两个“冷点”区之间的位置正是G310公路(东—西走向)的位置。② “热点”区密集化, 表明该区域居民点斑块数量增加; “热点”区的居民点用地增加面积占全部增加面积的63%, 表明巩义市农村居民点向西部集中的趋势明显。③ 对比图3、图4两年份的核密度分布图与“热点”探测图, 发现它们呈明显的负相关关系, 即巩义市农村居民点存在着高密度小规模集聚分布与低密度大规模的集聚分布的空间特征。

表3 1990–2010年巩义市农村居民点形态特征变化

Tab. 3 The change in shape of rural settlements in Gongyi from 1990 to 2010

指标名称	1990	2010
<i>SHAPE_MN</i>	1.4191	1.3625
<i>FRAC_MN</i>	1.068	1.057
<i>PSSD</i> (m ²)	143733	245063
<i>AI</i> (%)	74.10	77.92

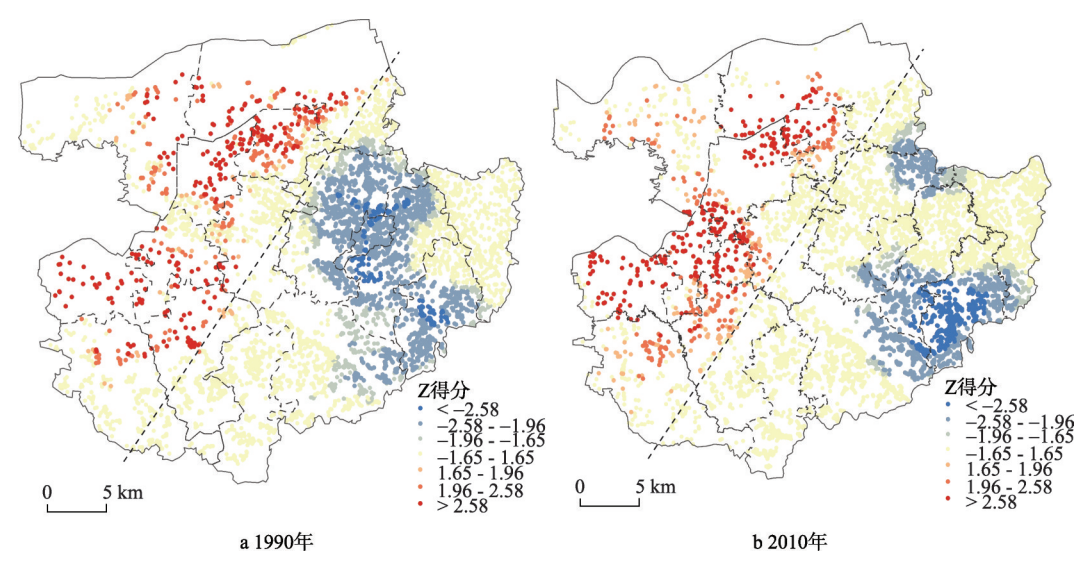


图4 巩义市1990年与2010年农村居民点规模“热点”分布图

Fig. 4 Map of hot spots in size of rural settlements in Gongyi in 1990 and 2010

5 农村居民点变化的影响因素分析

5.1 地形因素

自然因素是农村居民点形成和发展的基础，而地形因素又是其中的主导因素^[31]，既为居民点提供了存在与发展的空间，又限制着居民点的扩展。选取高程与坡度两个因子来探讨地形因素对农村居民点变化的影响。

将巩义市依据高程分为DEM<200 m（Ⅰ）、200 m≤DEM≤500 m（Ⅱ）、DEM>500m（Ⅲ）三区（图5a），并计算不同高程级别1990年与2010年农村居民点斑块的各项指标（表4）。发现随着高程上升，1990年和2010年农村居民点总体规模、斑块平均规模均减小，两级分化趋势降低，斑块密度增加，聚集度降低而斑块形态趋于简单。两个年份的农村居民点随高程变化的分布特征一致，但在各级高程区内的变化却十分不同，从变化数量上看，1990-2010年增加数量和比例最多的都是Ⅱ级区，Ⅰ级区次之，Ⅲ级区最少。从各

表4 1990–2010年不同高程范围内农村居民点分布特征

Tab. 4 The rural settlements in different elevation zones in 1990 and 2010

指标名称	级别Ⅰ(DEM<200m)		级别Ⅱ (200m≤DEM≤500m)		级别Ⅲ (DEM>500m)	
	1990	2010	1990	2010	1990	2010
TA(km²)	46.69	54.21	50.94	77.47	4.81	5.76
PLAND(%)	13.2	15.3	9.8	14.9	2.4	2.9
NP(个)	634	679	2671	2887	766	959
PD(个/km²)	13.58	12.52	52.43	37.27	159.25	166.49
MPS(m²)	73643	79838	19072	26834	6279	6006
SHAPE_MN	1.67	1.54	1.41	1.36	1.21	1.24
PSSD(m²)	333900	517500	61500	160600	14700	20100
AI(%)	80.97	83.98	69.87	75.54	54.21	54.73

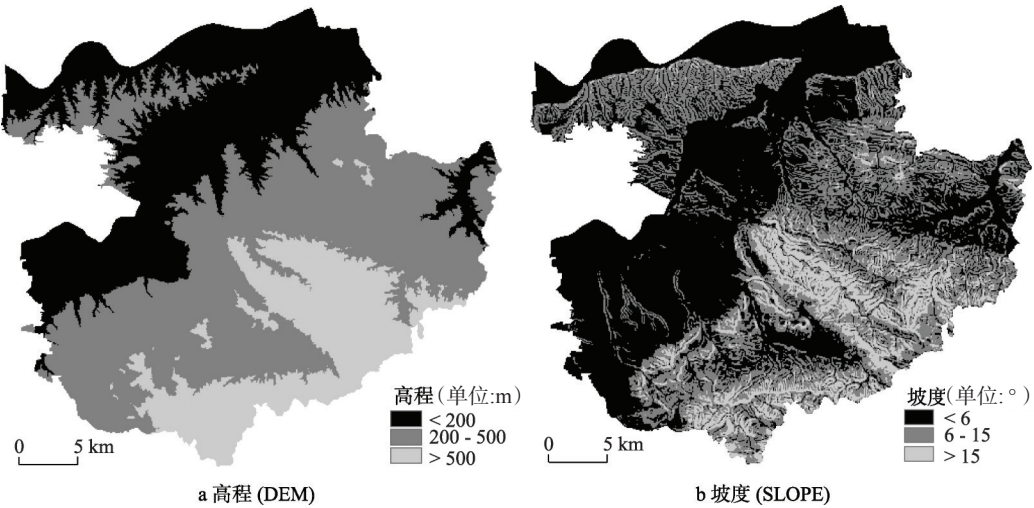


图5 巩义市高程与坡度图
Fig. 5 DEM and slope map in Gongyi

级区TA占总体居民点面积的比例来看,仅有Ⅱ级区增加,Ⅲ级区保持不变,而Ⅰ级区有所减少。从各级区TA所占相应区的全部景观面积比例来看,三区均有所增加,但以Ⅱ级区增加最为明显。因此,在1990-2010年间,农村居民点用地面积的增加主要发生在DEM≤500 m的地区。从其余的指标来看,三区在1990-2010年变化的趋势相似,基本朝着斑块规模增加,密度降低,形态规则的方向发展,但是Ⅲ级区密度有明显的增加,与核密度分析体现出一致性,表明该区斑块数量增加快于居民点面积增加。在整个居民点演变过程中,Ⅱ级区剧烈变化,Ⅰ、Ⅲ级区则缓慢发展。

根据第二次土地调查坡度分级标准与研究需要,将巩义市分为SLOPE<6°(Ⅰ)、6°≤SLOPE≤15°(Ⅱ)以及>15°(Ⅲ)三个级别(图5b),分析不同坡度范围内农村居民点的发展变化(表5)。结果表明:随坡度的增加,1990年与2010年农村居民点的总体规模与斑块平均规模减小,均匀程度增加,密度增加,聚集度降低而斑块形态趋于简单。1990-2010年期间,TA的增加几乎全部位于Ⅰ级区,Ⅱ级区减少,Ⅲ级区基本不变;从密度、形态等指标变化来看,Ⅰ级区变化显著,Ⅱ、Ⅲ级区处于基本停滞状态,表明坡度对

表5 1990-2010年不同坡度范围农村居民点分布特征
Tab. 5 The rural settlements in different slope zones from 1990 to 2010

指标名称	级别Ⅰ (SLOPE<6°)		级别Ⅱ (6°≤SLOPE≤15°)		级别Ⅲ (SLOPE>15°)	
	1990	2010	1990	2010	1990	2010
TA(km ²)	60.11	97.01	38.79	36.79	3.54	3.64
PLAND(%)	11.7	18.9	10.3	9.8	2.3	2.4
NP(个)	2169	2380	1528	1640	374	505
PD(个/km ²)	36.09	24.53	39.39	44.58	105.65	138.73
MPS(m ²)	27709	40761	25386	22432	9465	7208
SHAPE_MN	1.46	1.43	1.39	1.33	1.26	1.23
PSSD(m ²)	205600	384200	76600	54100	19600	20700
AI(%)	79.01	82.72	68.03	67.64	58.31	56.06

居民点的发展限制作用明显。

地形因素是在一定时期内保持相对稳定的影响因素，是农村居民点初始区位形成的基础。对于乡村聚落的演化来说，它的作用时间较长，影响范围较广，能够影响到居民点的规模、形态、分布等方面。如巩义市平原区居民点斑块大而密度小，山地则相反，这种以地形因素为基础的空间格局在近20年的巩义市居民点发展过程中基本保持不变。但是地形因素影响程度会随着其他影响力的变化而发生相对变化。随着社会经济发展，农村居民点的分布向低海拔坡度平缓的平原丘陵地区集中趋势明显。应当注意的是这些地区也同时是农业耕作基础条件较好的地区，居民点的集中发展占用耕地现象明显，如1990-2010年居民点增加的77%来自于对耕地的占用。

5.2 区位因素

随着经济社会的发展，区位成为影响土地利用变化的越来越重要的因素，距离交通线和城镇远近影响着农村居民点的分布和发展。居民点的分布形态直接影响着交通线路的走向和交通流量；交通线路的分布格局也会改变居民点空间结构的重组^[31]。城镇的辐射作用使得距离城镇较近的地区具有更好的区位条件，也使居民点布局集中。

以500 m为半径建立交通线的多级缓冲区，并分析各级缓冲区内农村居民点的发展变化情况（表6、图6）。由于铁路是封闭式交通线，对除站点以外的地点影响不大，故仅选用高速公路、国道、省道级别道路。研究表明，随着距交通线距离的增加，1990年和2010年的农村居民点总面积和斑块数量在递减。参与分析的交通线都是1990年以后才建设的，居民点原本的分布影响了交通线的走向，交通线的建设进一步的加强了居民点沿交通线的分布的趋势，仅在道路500 m缓冲带内增加的居民点面积就占全部增加面积的73%。从各缓冲区的变化来看，1500 m以内的各区，变化的趋势相同，1500-2000 m缓冲区则出现了相反的发展趋势，表明道路对居民点布局的影响仅限于一定的范围。另外，1500 m内的各缓冲区，在1990-2010年间斑块数量均有所减少，这与整个巩义市的居民点发展不相一致，表明交通线周围布局的居民点有聚集且朝大规模斑块发展的趋势。

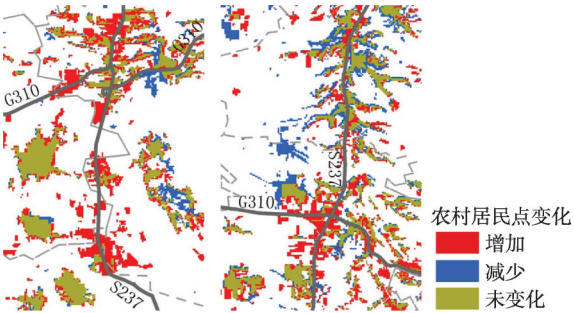


图6 农村居民点沿交通线变化

Fig. 6 The change of rural settlements along the main roads

表6 1990–2010年距离交通线不同范围内农村居民点分布特征

Tab. 6 The rural settlements in different distance zones to main roads in 1990 and 2010

指标名称	0-500m		500-1000m		1000-1500m		1500-2000m	
	1990	2010	1990	2010	1990	2010	1990	2010
TA(km ²)	36.96	63.23	15.63	18.64	14.14	19.18	10.26	9.17
NP(个)	1010	984	653	576	467	441	390	416
PD(个/km ²)	27.32	15.56	41.78	30.90	33.03	22.99	38.01	45.37
MPS(m ²)	36594	64258	23936	32361	30278	43492	26308	22043
SHAPE_MN	1.48	1.43	1.41	1.36	1.44	1.42	1.42	1.39
PSSD(m ²)	15400	41600	103600	198300	134900	351300	164700	72900
AI(%)	77.62	83.53	75.10	79.57	76.86	81.82	75.96	72.64

但距离道路越近的斑块平均形状指数较大，虽然在1990-2010年间略有下降，但仍表明，道路两旁的居民点发展随意性大，缺乏整体的规划管理。

交通线的建设能够快速改变农村居民点局部分布格局和形态特征。1990-2010年间，随着G310与S237这两条公路的修建，道路两侧新增与扩建居民点急剧增加，形成带状扩展区，改变了原有居民点的形态与格局。巩义居民点的规模分异中“冷点”区面积的减少(图4)也与G310的修建有很大关系。

以1000 m为缓冲半径作城镇缓冲区，各级缓冲区内农村居民点有明显分异(表7)：随着距城镇距离的增加，农村居民点呈规模递减特征。① 新增农村居民点用地主要集中于近城镇区：0-1000 m缓冲区与1000-2000 m缓冲区新增居民点用地分别占到增加总量的49%和30%；② 农村居民点在近城镇区规模较大：表现为近城镇区斑块数量较少，规模较大，随着距离的增加，居民点斑块数量在1990年与2010年呈上升趋势。其中，2000 m范围以内的缓冲区变化更为明显，2000-3000 m范围内则变化缓慢。这说明城镇发展对农村居民点的吸引作用的距离衰减明显。

表 7 1990–2010 年距离城镇不同范围内农村居民点分布特征
Tab. 7 The rural settlements in different distance zones to towns in 1990 and 2010

指标名称	0-1000m		1000-2000m		2000-3000m	
	1990	2010	1990	2010	1990	2010
TA(km ²)	24.11	41.74	20.66	31.57	28.85	33.94
NP(个)	554	497	694	767	875	1050
PD(个/km ²)	22.98	11.91	33.59	24.30	30.33	30.94
MPS(m ²)	43520	89983	29769	41160	32971	32324
SHAPE_MN	1.55	1.50	1.48	1.40	1.45	1.40
PSSD(m ²)	145700	464200	108300	296900	160900	158200
AI(%)	76.59	83	74.45	81.49	77.06	77.37

区位优势是一种空间特质，将不同的地点区别开来，它对农村居民点的布局具有强烈的吸引力，是当前改变农村居民点空间分布的最为活跃的力量之一。区位优势具有动态性，当具有区位优势的地点出现后，使得农村居民点迅速聚集，并显著改变农村居民点局部空间结构。区位优势还具有明显的距离衰减效应，作用空间尺度较小。此外，在具有明显区位优势的地区，农村居民点形态更加不规则，也表明在居民点的迅速集中过程中发展随意，缺乏管理。

5.3 社会经济因素

农村居民点的发展与诸多社会经济因素有关，其中人口、经济、政策等在巩义农村居民点演化中起明显影响作用：第一，人口数量与居民行为等。是农村居民点演化的内生动力。农村居民点的建设首先是要满足人们的居住需求，因此人口增加是居民点发展的直接动力。在乡镇尺度上，巩义市农村居民点用地面积的增加数量与农村人口增加数量相关系数为显著的正相关，相关系数为0.692 ($P=0.01$)。此外，居民作为聚落空间演化的行为主体，其行为，例如居住偏好、消费模式、就业选择等能够直接影响农村居民点规模与形态。

第二，经济发展是农村居民点演化的外部动力。巩义市乡镇工业发展良好，为居民点的扩展提供了现实基础，也为新农村规划建设顺利进行提供经济保障。1990-2010年，除

河洛镇和站街镇由于工程移民、行政区划调整等原因造成农村居民点面积非正常状态锐减之外, 其他乡镇工业产值变化与农村居民点总面积变化的相关系数为0.629 ($P=0.05$), 表明经济水平越高的乡镇, 居民点规模扩张越明显。另外, 巩义市在工业化发展过程中形成了各类产业集聚区, 也使原有居民点迁出、合并, 改变了聚落局部格局变化。

第三, 政策制度是农村居民点演化的外部环境与控制力。政策制度可以通过直接的行政机制作用于空间结构要素, 并进一步影响居民点空间分布格局, 也可以间接作用于农户行为主体, 规范其居住选址行为。对于巩义市而言, 政府政策与扶持对村庄发展移民、扶贫移民、工程移民和生态移民产生了积极的影响。目前, 新农村建设中的迁村并镇、土地整理, 不断完善农村土地宅基地划拨和使用制度, 无形中对农村居民点的规模、分布、形态等方面发生着影响。

由分析可知, 社会经济因素是一种综合性力量, 具有动态性、周期性, 会推动农村居民点波浪状向前发展。其作用的空间尺度在一定程度上受行政范围的影响。但随着时间的发展, 其应是农村居民点演化的最重要的动力。

6 结论与讨论

① 巩义市农村居民点总体用地规模、人均用地规模、平均斑块规模均增加显著, 居民点扩张明显, 集约用地程度低。② 斑块形态上趋于简单规则, 人为调控作用初步体现, 但从整体的聚落空间形态来看, 居民点两极分化趋势加剧, 斑块蔓延扩张趋势依然存在。③ 农村居民点的密度分布与规模分布在空间上呈负相关格局, 西部大斑块低密度聚集, 东部小斑块高密度聚集, 且小规模斑块聚集区域明显减少, 大规模斑块聚集区密集化发展。④ 巩义市农村居民点近20年来整体空间格局变化不大, 但局部集中趋势进一步增加, 不仅在平原与丘陵地区具有集中趋势, 在其之外的经济快速发展地区居民点集中趋势亦较为明显, 表明居住空间格局变化与自然条件有关, 但在时间与空间的微观层面上区位条件、社会经济因素具有更大的影响。⑤ 地形因素对巩义市农村居民点的基本格局与演变有重要影响, 随着社会发展, 农村居民点逐渐向平坦地形区集中, 而在山区居民点发展基本处于停滞状态。区位因素的对居民点布局的吸引力不断加强, 使农村居民点发生小范围的迅速聚集, 改变居民点局部的分布与形态。相较于自然因素, 它对居民点的影响作用体现在更为微观的时间与空间尺度上。社会经济因素既能为农村居民点提供内生动力(人口居住需求), 又能提供现实基础(经济实力的提升), 还能直接作用于居民点本身(政策指导)。地形因素、区位因素、社会经济因素对农村居民点演化的影响相互交织, 在社会经济发展的不同时段, 这些因素具有不同的耦合方式。

由于历史原因, 乡村聚落的规划建设一直处于弱势地位, 中国农村居民点还缺乏统一规划, 处于一种盲目无序的发展状态, 在新时期城乡统筹发展的背景下, 应加强乡村聚落规划管理与调控工作。但在调控的过程中, 应充分尊重乡村聚落的演进规律, 重视影响其发展的各种因素, 建立适宜聚落等级规模体系, 改善聚落人居环境, 加强基础设施建设, 形成自发的集聚力量与行政规划力量相结合, 促进农村居民点集约化、内涵式发展, 改善农村地区人地关系, 实现可持续发展。

致谢: 感谢河南省巩义市政府办、国土局、统计局等相关部门为本研究提供的数据支持; 感谢河南大学环境与规划学院乔家君教授在本文写作中给予的指导帮助。

参考文献(References)

- [1] 金其铭. 我国农村聚落地理研究历史及其近今趋向. 地理学报, 1988, 43(4): 311-317.
- [2] 邓南荣, 张金前, 冯秋扬, 等. 东南沿海经济发达地区农村居民点景观格局变化研究. 生态环境学报, 2009, 18(3): 984-989.
- [3] 李红波, 张小林. 国外乡村聚落地理研究进展及近今趋势. 人文地理, 2012, 27(4): 103-108.
- [4] Kiss E. Rural restructuring in Hungary in the period of socio-economic transition. *GeoJournal*, 2000, 51(3): 221-233.
- [5] Thorsen I, Ubøe J. Modeling Residential Location Choice in An Area with Spatial Barriers. *Regional Society*, 2002, 36(6): 13-64.
- [6] Sanjay K. Tourism and rural settlement Nepal's Annapurna region. *Annals of Tourism Research*, 2007, 34(4): 855-875.
- [7] Martins P F D, Pereira T Z D. Cattle-raising and public credit in rural settlements in Eastern Amazon. *Ecological Indicators*, 2012, 20: 316-323.
- [8] Paquette S, Domon G. Changing ruralities, changing landscapes: Exploring social recomposition using a multi-scale approach. *Journal of Rural Studies*, 2003, 19(4): 425-444.
- [8] Carrión-Flores C, Irwin E G. Determinants of residential land-use conversion and sprawl at the rural-urban fringe. *American Journal of Agricultural Economics*, 2004, 86(4): 889-904.
- [10] Sevenant M, Antrop M. Settlement models, land use and visibility in rural landscapes: Two case studies in Greece. *Landscape and Urban Planning*, 2007, 80(4): 362-374.
- [11] Bański J, Wesołowska M. Transformations in housing construction in rural areas of Poland's Lublin region-Influence on the spatial settlement structure and landscape aesthetics. *Landscape and Urban Planning*, 2010, 94(2): 116-126.
- [12] 王成, 武红, 徐化成, 等. 太行山区河谷内居民点的特征及其分布格局的研究: 以河北省阜平县为例. 地理科学, 2001, 21(2): 170-176.
- [13] 李君, 李小建. 综合区域环境影响下的农村居民点空间分布变化及影响因素分析. 资源科学, 2009, 31(7): 1195-1204.
- [14] 刘明皓, 戴志中, 邱道持, 等. 山区农村居民点分布的影响因素分析与布局优化. 经济地理, 2011, 31(3): 476-482.
- [15] 李全林, 马晓冬, 沈一. 苏北地区乡村聚落的空间格局. 地理研究, 2012, 31(1): 144-154.
- [16] 蔡为民, 唐华俊, 陈佑启, 等. 近20年黄河三角洲典型地区农村居民点景观格局. 资源科学, 2004, 26(5): 89-97.
- [17] 于森, 李建东. 基于RS和GIS的桓仁县乡村聚落景观格局分析. 测绘与空间地理信息, 2005, 28(5): 50-54.
- [18] 马晓冬, 李全林, 沈一. 江苏省乡村聚落的形态分异及地域类型. 地理学报, 2012, 67(4): 516-525.
- [19] 邢谷锐, 徐逸伦, 郑颖. 城市化进程中乡村聚落空间演变的类型与特征. 经济地理, 2007, 27(6): 932-935.
- [20] 韩非, 蔡建明. 我国半城市化地区乡村聚落的形态演变与重建. 地理研究, 2011, 30(7): 1271-1284.
- [21] 龙花楼, 李裕瑞, 刘彦随. 中国空心化村庄演化特征及其动力机制. 地理学报, 2009, 64(10): 1203-1213.
- [22] 刘彦随, 刘玉. 中国农村空心化问题研究的进展与展望. 地理研究, 2010, 29(1): 35-42.
- [23] 杨庆媛, 张占录. 大城市郊区农村居民点整理的目标和模式研究. 中国软科学, 2003, (6): 115-119.
- [24] 王婷, 周国华, 杨延. 衡阳南岳区农村居民点用地合理布局分析. 地理科学进展, 2008, 27(6): 26-29.
- [25] 余劲, 孙春阳. 中国农村居民点土地整理研究评述. 中国土地科学, 2008, 22(5): 69-71.
- [26] 田光进, 刘纪远, 庄大方. 近10年来中国农村居民点用地时空特征. 地理学报, 2003, 58(5): 651-658.
- [27] Tian G J, Qiao Z, Zhang Y Q. The investigation of relationship between rural settlement density, size, spatial distribution and its geophysical parameters of China using Landsat TM images. *Ecological Modelling*, 2012, 231(24): 28-37.
- [28] Urban D L, O' Neill R V, Shugart H H. Landscape Ecology. *Bioscience*, 1987, 37(2): 119-127.
- [29] 朱彬, 马晓冬. 苏北地区乡村聚落的格局特征与类型划分. 人文地理, 2011, 26(4): 66-72.
- [30] 蔡雪娇, 吴志峰, 程炯. 基于核密度估算的路网格局与景观破碎化分析. 生态学杂志, 2012, 31(1): 158-164.
- [31] 李小建, 等. 农户地理论. 北京: 科学出版社, 2009. 112-114.

Spatio-temporal evolution of rural settlements in Gongyi

HAI Beibei¹, LI Xiaojian^{1, 2, 3}, XU Jiawei³

(1. College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng 475001, Henan, China; 2. Research Institute of Yellow River Civilization and Sustainable Development, Henan University, Kaifeng 475001, Henan, China; 3. Institute of Regional Sustainable Development, Henan University of Economics and Law, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Gongyi is the top county of Henan Province in economic development. By using GIS technology, landscape indices and spatial statistical methods, this paper aims to analyze the evolution of the rural settlements, and their spatial distribution and rank-size distribution of landscape patterns from 1990 to 2010, and to investigate the influence of landform, location, social and economic factors on the development of rural settlements in Gongyi. The landscape indexes used in this paper consist of total area (TA), percentage of landscape (PLAD), number of patches (NP), patch density (PD), largest patch index (LPI), mean patch size (MPS), patch size standard deviation (PSSD), mean shape index (SHAPE_MN), mean fractal dimension index (FRAC_MN) and aggregation index (AI). With these indexes, this paper characterizes the scale and shape of rural settlement patches. Kernel density estimation method is used to show the density distribution of rural settlements. Then, some spatial methods, e.g. average nearest neighbor, Getis-ord General G and Getis-Ord Gi* are used to explore the distribution pattern and size distribution of rural settlements. The effect factors behind rural settlement changes are divided into three types: geomorphology factors, location factors and socio-economic factors, and then we discuss the influences on the spatial pattern evolution of rural settlements. The main findings of this study are drawn as follows. (1) The size of rural settlements in Gongyi expanded significantly and the level of intensive land use was low. (2) The shape of rural settlement patches appeared to be regular, implying that the effect of planning and management was emerging. (3) In spatial distribution, the rural settlement patches were characterized by agglomeration. There was a general negative correlation between the density distribution and the size distribution, indicating that there was a high density distribution of small rural settlements and vice versa. (4) There was little change in the entire spatial pattern of rural settlements in Gongyi during 1990-2010, but a concentration in local areas was observed. This is true not only for plain and hilly areas, but also for the regions with rapid economic development. (5) These spatial patterns were affected by physical conditions, but in a micro-level spatio-temporal context, location factors and socio-economic factors played an even bigger role. The results of this study may provide policy guidance for restructuring spatial patterns of rural settlements.

Key words: rural settlement; spatial pattern; evolution; Gongyi county in Henan province