

长春市乡村聚落空间分异特征及影响因素分析

刘军杰, 郅瑞卿, 王婉谕

(吉林农业大学 经济管理学院 土地资源管理系, 长春 130118)

摘要:为探究长春市各县(市、区)乡村聚落的空间格局特征和差异性,基于长春市各县(市、区)2017 年度土地调查的矢量数据,以长春市乡村聚落为研究对象,综合运用 GIS 空间统计分析、邻域分析等研究方法,对长春市各县(市、区)内的乡村聚落进行了空间特征分析,探究长春市各县(市、区)乡村聚落的空间格局特征和差异性,并分析了各种因素对乡村聚落影响程度。结果表明:长春市的乡村聚落均呈现聚集分布,但聚集程度具有差异,长春市的乡村聚落主要分布在长春市城区及邻近长春市城区的周边地区,聚集程度高,规模大,其他地区乡村聚落聚集规模小,空间分布稀疏,乡村聚落多分布在水系充足和交通便捷等自然条件优越的地区或社会经济发达的地区。

关键词:乡村聚落; 空间格局; 最邻近指数; 空间热点探测; 长春市

中图分类号:C912.81

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2019)06-0334-05

Spatial Differentiation Characteristics and Influencing Factors of Rural Settlements in Changchun City

LIU Junjie, QIE Ruiqing, WANG Wanyu

(Department of Land Resources Management, College of Economics and Management, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: In order to explore the spatial characteristics and differences of rural settlements in Changchun City, based on the vector data of the land survey of various counties, cities and districts in Changchun City in 2017, rural settlements in Changchun City were taken as the research samples, the GIS spatial statistics analysis, neighborhood analysis and other research methods were comprehensively used to analyze the spatial characteristics of the rural settlements in each area, to explore the spatial characteristics and differences in the rural settlements in counties, cities and districts of Changchun, and to analyze the influencing causes. The results show that the rural settlements in Changchun City are aggregated, but the degree of accumulation in each area is different; the rural settlements in Changchun City mainly distribute in the surrounding areas of Changchun City and the regions adjacent to Changchun City with a high degree of aggregation and large scale, and the degree of aggregation and scales are small, and the spatial distributions are sparse in the other areas; the rural settlements mostly distribute in areas with favorable natural conditions such as adequate water system and convenient transportation.

Keywords: rural settlement; spatial pattern; nearest neighbor index; space hotspot detection; Changchun City

乡村聚落是指乡村地区人类聚集生产生活的一般场所^[1]。一个地区乡村聚落的空间分布或结构变化在一定程度上可以映射该地区的社会经济活动的空间组织形式和相互关系,也对该地区经济发展规模与发展方向有着一定的影响^[2]。随着我国城镇化不断发展,乡村聚落的外在特征和空间结构也在不断演变,它的演变在一定程度上反映了农村地区人地关

系、社会经济的变化^[3-5]。在十九大报告提出“实施乡村振兴战略”的背景下,乡村聚落作为农村建设用地的主体,控制好乡村聚落合理的规模和利用方向,对农村可持续发展有着非常重大的作用。

在研究乡村聚落空间分布格局的文献中,大多学者研究南方地区乡村聚落的分布特征较多,而对于东北地区特别是吉林省内乡村聚落的研究较少。本文

收稿日期:2018-12-21

修回日期:2019-01-14

资助项目:吉林省科技发展计划项目(20180418105FG);吉林省社会科学基金(2017B66)

第一作者:刘军杰(1994—),男,河南新乡人,硕士研究生,研究方向为农业农村发展。E-mail:980421245@qq.com

通信作者:郅瑞卿(1972—),男,内蒙古察右中旗人,博士,教授,主要从事土地利用与规划研究。E-mail:qieruiqing@126.com

以长春市的乡村聚落为研究对象,通过分析长春市乡村聚落空间分布及差异性,了解乡村聚落聚集与分散程度,不仅有利于因地制宜地进行乡村聚落的整理,而且在一定程度上决定着长春市城镇建设用地供给的来源指标^[6-7]。

1 研究区概况与数据处理

1.1 研究区概况

长春市地处东北地区中部的松辽平原腹地,西北与松原市毗邻,西南和四平市相连,东南与吉林市相依,东北同黑龙江省相接,地形西高东低,水资源和土壤资源丰富,作为吉林省的省会,是吉林省重要的经济、政治、文化中心,全市辖 3 个县(市)7 区,行政区域土地总面积 20 565 km²,排名全省第 4 位。2017 年,长春市地方生产总值达到 6 530 亿元,同比增长 8%,总人口 753.72 万人,乡村聚落总面积 1 636 km²,占城乡居住用地的 74.05%,整理潜力巨大。

1.2 数据处理

研究数据主要来源于:长春市各县(市、区)2017 年度土地调查期末数据库、《吉林统计年鉴》,保证了数据的真实和准确性。

数据处理主要为:(1) 拼接长春市各县(市、区)的原始矢量数据;(2) 提取地类图斑图层中二级地类的建制镇(地类代码 202)和村庄(地类代码 203)作为本文研究对象——乡村聚落;(3) 通过 GIS 空间分析对长春市各县(市、区)内乡村聚落的数量特征、聚类程度、规模分异进行研究;(4) 通过 GIS 邻域分析和叠加分析探究各个因素对乡村聚落分布的影响程度。

2 研究方法

2.1 平均最近邻分析

平均最邻近分析(Average nearest neighbor analysis)是通过计算某一评价要素与其最邻近评价要素之间的平均距离来求得平均最邻近比率(ANN)、Z 值和 *p* 值^[8]。ANN 可判断某一评价要素的聚类情况,Z 值和 *p* 值表示统计显著性的量度,来判定是否拒绝零假设,计算公式如下:

$$ANN = \frac{\overline{D_o}}{\overline{D_e}} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i / n}{0.5 / \sqrt{n / A}}$$

(1)

式中: $\overline{D_o}$ 为平均观测距离; $\overline{D_e}$ 为预测平均距离; d_i 为距离; n 为斑块数量; A 为斑块总面积。若计算 $ANN < 1$,则说明乡村聚落空间为聚类;ANN 越小,表明乡村聚落空间越聚集,若计算 $ANN > 1$,则说明乡村聚落空间为离散或竞争;ANN 越大,表明乡村聚落空间越分散。

2.2 热点探测分析

热点探测分析(Getis-Ord G_i^*)是对某一地区是否存在显著的高值和低值的检验,可以用空间可视化表达来揭示出“热点区”和“冷点区”^[9]。通过计算可求出的置信区间字段,来表示某一地区高聚集或低聚集的统计显著性,其计算公式为:

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

(2)

式中: x_j 表示要素 *j* 的属性值; w_{ij} 表示要素 *i* 和 *j* 之间的空间权属; n 表示斑块数量,当置信区间分别为 +3 或者 -3;+2 或者 -2;+1 或者 -1 时,分别表示具有 99%,95%,90% 的统计显著性;当置信区间为 0 时,表示不具有统计显著性,在这里主要对乡村聚落的规模分异进行研究。

2.3 邻域分析

对于要素数据,邻域分析(Neighbourhood analysis)能够挖掘某些单个要素或者多个要素相互之间的邻近性关系。本文研究乡村聚落差异因素分析时运用到邻域分析中的缓冲区分析和近邻分析,缓冲区工具一般用于描述某一要素对周围区域的影响范围,近邻分析工具用于描述某一要素与另一要素之间的最近距离^[10]。根据不同的缓冲区距离、近邻距离,来分析区域内某一因素对乡村聚落空间分布的影响程度。

3 结果与分析

3.1 长春市乡村聚落空间特征

3.1.1 数量特征 通过计算由表 1 可看出,长春市各县(市、区)乡村聚落分布较广,数量上有着明显的差异。长春市城区、双阳区、九台区乡村聚落的整体规模相比较其他地区整体规模较小,图斑面积差异较小,密集程度较高;德惠市、榆树市、农安县乡村聚落的整体规模较大,图斑面积差异较大,密集程度较低。

表 1 长春市乡村聚落数量特征

辖区	乡村聚落斑块 个数占比/%	乡村聚落 面积占比/%	乡村聚落面积 标准差/hm ²
城区	17.04	9.38	7.09
双阳区	12.44	7.95	5.59
九台区	25.18	15.79	6.18
德惠市	13.61	17.99	10.35
榆树市	12.65	20.10	12.75
农安县	19.09	29.79	11.91

3.1.2 聚类程度 由表 2 可知,长春市各县(市、区)乡村聚落的平均最邻近比率值均小于 1,表明长春市各县(市、区)乡村聚落均保持聚集分布,其中长春城区的整体聚集程度最高,平均最近邻比率远低于其他地区,值为 0.476 8%;双阳区、九台区、德惠市、农安

县聚集程度较接近,平均最邻近比率在 0.550 0%~0.650 0%变化;榆树市相比较其他地区聚集程度较低,平均最邻近比率(ANN)为 0.742 4%。

表 2 长春市乡村聚落最邻近指数

辖区	平均观测 距离/m	预测观测 距离/m	平均最 邻近比率/%	Z 值
城区	185.14	388.29	0.4768	-78.82
双阳区	218.45	339.63	0.6432	-45.94
九台区	218.33	390.32	0.5594	-80.70
德惠市	327.08	553.47	0.5910	-55.07
榆树市	431.53	581.3	0.7424	-33.44
农安县	335.21	582.6	0.5754	-67.71

3.1.3 规模分异特征 长春市各县(市、区)乡村聚落规模分异明显,主要聚集在长春城区及邻近长春城区周边的地区,但除了长春市城区外,其他地区聚集规模小,多分布在水系充足和交通便捷等自然条件优越的地区或社会经济发达的地区。长春市城区乡村聚落“热点”区有着分布广、连片性强的特征;双阳区乡村聚落“热点”区集中分布在邻近城区的奢岭街道,聚集程度高;九台区乡村聚落“热点”区主要分布在靠近城区的东湖街道、兴港街道、卡伦湖街道;农安县乡村聚落“热点”区分布较明显,主要位于农安镇和邻近城区的合隆镇;德惠市乡村聚落“热点”区主要围绕米沙子镇扩散分布的空间格局特征;榆树市乡村聚落“热点”区较分散,乡村聚落规模较大地区较多。

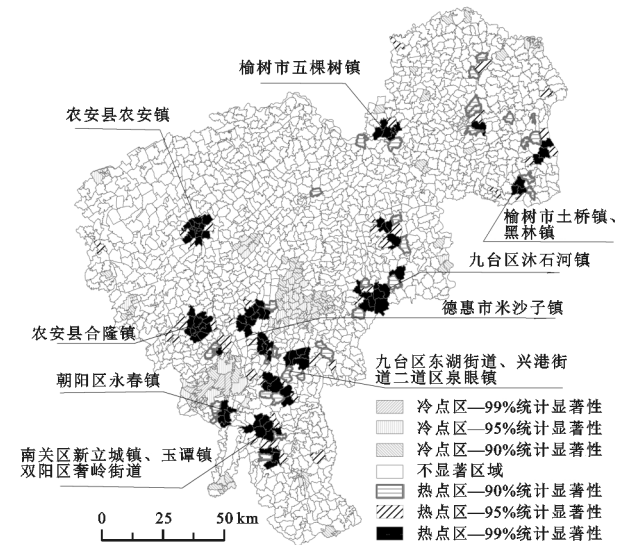


图 1 长春市乡村聚落规模差异

3.2 长春市乡村聚落空间分异影响因素分析

3.2.1 地形因素 长春市地形主要以山地、台地和平原为主,不同的地形对长春市乡村聚落分布起着不同的制约作用^[11-12]。一般地,地形越平坦,人类生产生活的活跃度越高,从而人类聚集生产生活的场所也越多^[13],长春市平原地区面积、台地地区面积分别占

土地总面积的 50%,41%,长春市各县(市、区)乡村聚落基本分布在地形平缓、坡度较小的地区,形成了长春市乡村聚落分布较广的特点(表 3)。

表 3 长春市地形坡度与乡村聚落空间分布的关系分析

地形坡度	≤2°	2°~6°	6°~15°	>15°
布局特征	集中分布	首位度集中,小分散	均质分散	零星分散
乡村聚落占比/%	77.66	19.31	3.00	0.03

3.2.2 水系因素 人类生产生活离不开水源的供给,水系分布特征也一定程度上影响了乡村聚落空间格局特征,是乡村聚落分布的重要因素^[14]。以长春市水域数量与面积为数据基础,在一定范围内,计算各县(市、区)乡村聚落中的每个斑块与水域图层中的邻近区间 M,基于分析结果,选取最显著的 I 级(0 m≤M<1 000 m)、II 级(1 000 m≤M<2 000 m)、III 级(2 000 m≤M<3 000 m)进行分析,通过不同邻近区间内各个要素的数量变化,来探究长春市各县(市、区)内水域与其乡村聚落空间格局分布的耦合关系。

由表 4 可看出,随着邻近区间的不断增加,长春市乡村聚落的斑块个数和斑块面积、标准差均逐渐减小。研究区域的斑块总面积都超过了 10 000 hm²,各县(市、区)乡村聚落的标准差随着区间的增加,最大斑块和最小斑块面积差值越来越小,各斑块面积与斑块平均面积更接近,即各斑块乡村聚落面积更趋于均衡和稳定。从整体看,九台区内乡村聚落变化幅度大,说明水系因素对九台区的影响较大;农安县区乡村聚落变化幅度小,说明水系因素对农安县的影响较小。

表 4 乡村聚落数量与水系分布相关变化特征

辖区	近邻 区间/m	斑块 个数/个	斑块 总面积/hm ²	乡村聚落面积 标准差/hm ²
城区	0≤M<1000	3901	8160	5.70
	1000≤M<2000	2061	4655	5.52
	2000≤M<3000	672	1578	5.44
双阳区	0≤M<1000	2804	7659	5.33
	1000≤M<2000	1510	3712	4.85
	2000≤M<3000	570	1332	4.07
九台区	0≤M<1000	7141	21998	6.60
	1000≤M<2000	1658	3069	4.24
	2000≤M<3000	278	528	4.17
德惠市	0≤M<1000	2578	17221	11.12
	1000≤M<2000	1290	7281	9.95
	2000≤M<3000	626	3179	9.08
榆树市	0≤M<1000	1893	14679	15.23
	1000≤M<2000	1161	7980	11.06
	2000≤M<3000	722	4941	10.10
农安县	0≤M<1000	1496	12398	13.73
	1000≤M<2000	1421	9199	13.07
	2000≤M<3000	1185	7642	12.19

3.2.3 交通因素 交通是商品交换的先决条件,它对乡村聚落空间分布格局有着重要的影响^[15-16]。一定区域内新建或扩建道路,会影响道路周边人类的出行方式,增加人类生产生活的活跃度,并使附近农村人口居住的乡村聚落不断扩展。随着道路缓冲半径的增大,分析不同缓冲半径内乡村聚落的数量,建立了长春市各县(市、区)乡村聚落面积与道路缓冲区距离的线性回归方

程, R^2 越接近 1,说明拟合效果越好,相关性越强。

从图 2 可以看出,除长春市城区外,其他地区乡村聚落和道路均有较强的相关性, R^2 值均大于 0.9,其中榆树市乡村聚落与道路的相关性最强,即交通因素对榆树市乡村聚落影响程度最大,城区乡村聚落相对于其他地区与道路的相关性较弱,即交通因素对市区乡村聚落影响程度较小。

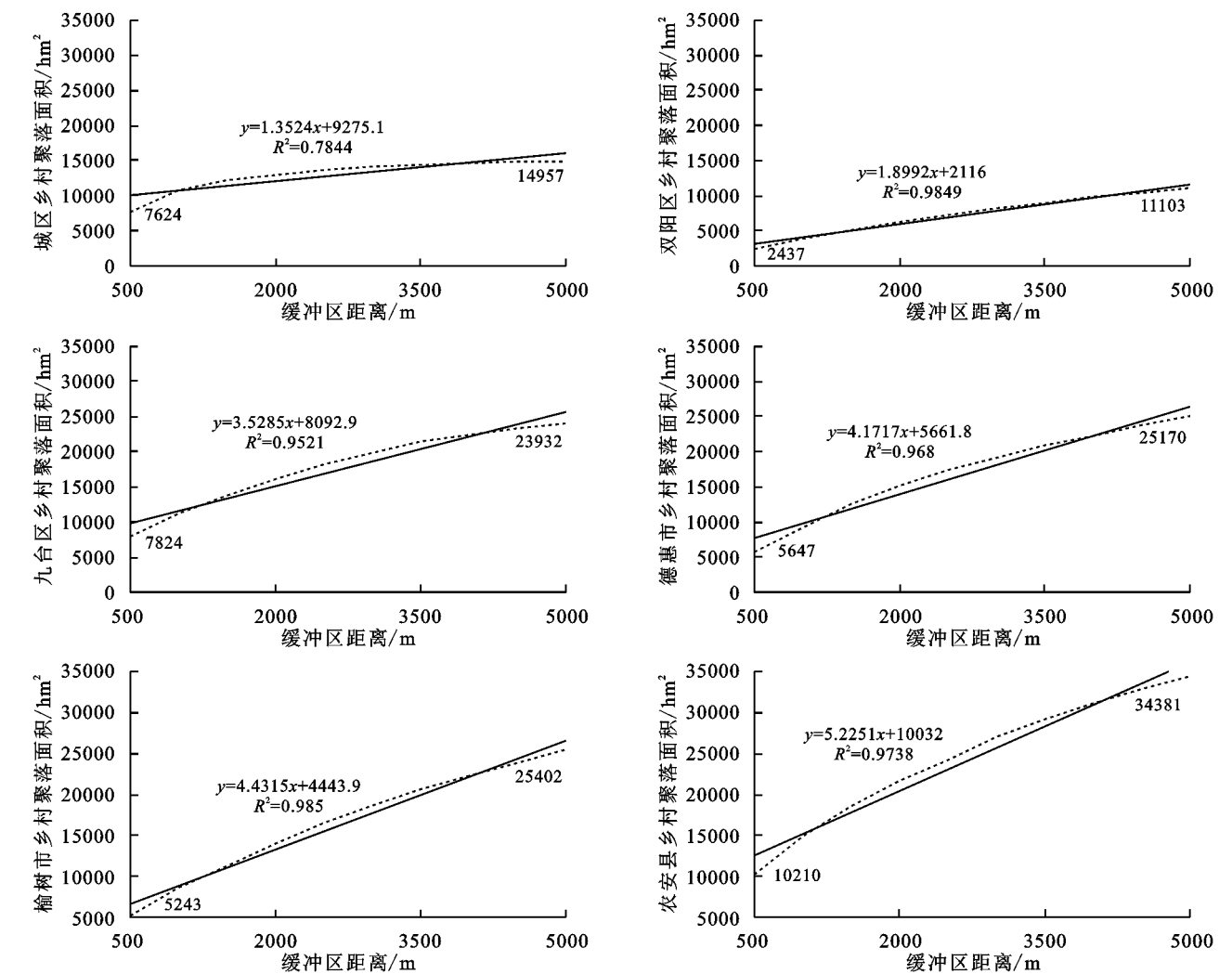


图 2 乡村聚落与交通用地缓冲距离线性回归

3.2.4 耕地空间分布因素 乡村聚落是农业人口生产聚居的地方,耕地是农业人口从事农业生产生活的载体,农业人口大多依赖耕种来维持生存且获得经济来源,所以在实际的生活,乡村聚落围绕着田间坐落,因此可以通过长春市各县(市、区)耕作半径来反映乡村聚落与耕地空间分布的相互关系^[17]。从理论上来说,当某一地区的耕地面积与该地区乡村聚落缓冲区面积相等时,可视为该乡村聚落缓冲区的面积为该地区乡村聚落的耕作半径^[18-19],当缓冲区半径分别到达 187,185,348,553,639,554 m 时,长春城区、双阳区、九台区、德惠市、榆树市、农安县缓冲区总面积与该地区的耕地面积最接近,即为各县(市、区)的耕作半径,其中长

春城区的缓冲区内与实际耕地比值最低,为 47.15%,榆树市的缓冲区内与实际耕地比值最高,为 81.59%。

耕作半径与平均最邻近比率的关系十分密切,在平均最邻近比率的指数较高时,缓冲区内与实际耕地比值也越大,相反的,在平均最邻近比率的指数较低时,缓冲区内与实际耕地比值也越小,这表明耕地空间分布对乡村聚落空间分布格局有着十分重要的影响,是乡村聚落分布的重要的影响因子^[20]。

3.2.5 社会经济因素 乡村聚落的不断发展与 socioeconomic factors 有着密切的联系,主要通过农业人口、当地产业、国家政策制度等方面来体现。不断增加的农业人口会使得农村居住用地需求增加,在一定程度上会

促进农村居住用地向外扩散^[21],一个区域内农村人口越多,所对应的居住空间需求也会越大,从而乡村聚落面积也会扩大且聚集;若一个地区有一定的特色产业,在产业带动下会使一定的人口聚集在此,使得生活居住的乡村聚落不断扩大;与此同时,城市相关政策也是乡村聚落空间格局分布重要因素,近几年来

长春市为了打造市场经济增长极,长春市高新区和德惠市经过多次协商,在德惠市米沙子镇创建了长德新区,交通便捷,条件优良;再如建成的改革开放主导区——长春合隆高科技产业开发区,其为新兴产业的聚集地,人流、物流、信息流高度聚集,这些区域在空间热点探测分析中均为高聚集“热点”区。

表 5 乡村聚落耕地空间分布和最近邻指数关联

辖区	$S_{\text{耕地}} / \text{km}^2$	耕作半径/ m	$S_{\text{缓冲区}} / \text{km}^2$	$S_{\text{缓冲区内耕地}} / \text{km}^2$	缓冲区内与 实际耕地比值/%	平均最邻近 比率/%
城区	778.70	187	774.12	367.13	47.15	0.4768
双阳区	1147.34	185	1146.34	712.20	62.07	0.6432
九台区	2252.89	348	2251.52	1519.45	67.44	0.5594
德惠市	2820.51	553	2821.72	2235.53	79.26	0.5910
榆树市	3919.05	639	3919.20	3197.67	81.59	0.7424
农安县	4017.25	554	4016.62	2986.97	74.35	0.5754

4 结 论

(1) 长春市乡村聚落分布较广,各县(市、区)均呈现聚集分布状态,乡村聚落主要聚集在长春市区及邻近市区周边的地区,空间密集程度较高,但除了市区及市区周边外,其他地区的聚集规模较小且分散,空间密集程度也较低。

(2) 长春市乡村聚落的分布特征是地形地貌、水系条件、交通区位、耕作距离等自然因素和社会经济因素相互作用的结果,各县(市、区)与这些因素有着不同的耦合方式。长春市得天独厚的地形特征和水系分布使得乡村聚落的分布更广,其中水系因素对长春市区和九台区影响程度较大;作为农业大省,交通的便利程度和耕作距离对每个辖区的乡村聚落都有着不同程度影响,其中交通因素对榆树市乡村聚落影响程度较大;当地特色产业与政策扶持使长春市区周边乡村聚落向市区方向聚集,且聚集程度越来越强。从整体看,长春市区及周边地区乡村聚落的分布受社会经济因素影响较大,其他地区受自然因素影响较大。

(3) 长春市的乡村聚落分布基本符合国内乡村聚落的分布特征,在实施乡村振兴发展战略的背景下,长春市应加快“热点”区乡村聚落的发展,激活当地自然环境和产业优势,推进乡村聚落可持续发展,带动当地人口就业;对于乡村聚落低聚集区,进行拆并和整理,促进农村土地的集约利用、保障城乡建设用地的合理供需调控。

参考文献:

[1] 郭晓东,张启媛,马利邦.山地—丘陵过渡区乡村聚落空间分布特征及其影响因素分析[J].经济地理,2012,32(10):114-120.

[2] 任平,洪步庭,刘寅,等.基于 RS 与 GIS 的农村居民点空

间变化特征与景观格局影响研究[J].生态学报,2014,34(12):3331-3340.

[3] 李小建,杨慧敏.乡村聚落变化及发展型式展望[J].经济地理,2017,37(12):1-8.

[4] Paul Oldeld. Rural settlement and economic development in Southern Italy: Troia and its contado[J]. Journal of Medieval History, 2009,31(4):327-345.

[5] Marjanne Sevenant, Marc Antrop. Settlement models, land use and visibility in rural landscapes: two case studies in Greece[J]. Landscape and Urban Planning, 2007,80(4):362-374.

[6] 李佳薇,李晓燕,康鑫,等.吉林省通榆县农村居民地空间演变特征及影响因素[J].水土保持研究,2017(3):221-226.

[7] 张英男,李晓燕.基于 GIS 的农村居民点空间模式的区域差异性研究[J].广东农业科学,2015,42(23):151-158.

[8] 王曼曼,吴秀芹,吴斌,等.盐池北部风沙区乡村聚落空间格局演变分析[J].农业工程学报,2016,32(8):260-271.

[9] 张贝贝,王宏卫,何珍珍,等.新疆绿洲内乡村聚落空间格局特征及类型划分:以泽普县为例[J].新疆大学学报:自然科学版,2018,35(2):235-242.

[10] 曲衍波,姜广辉,张风荣,等.城乡建设用地增减挂钩项目区的时空联建[J].农业工程学报,2013,29(6):232-244.

[11] 宋晓英,李仁杰,傅学庆,等.基于 GIS 的蔚县乡村聚落空间格局演化与驱动机制分析[J].人文地理,2015,30(3):79-84.

[12] 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[J].地理学报,2012,67(4):516-525.

[13] 许建和,柳肃,熊鹰,等.南方山地乡村聚落空间分布及其格局优化调整:以临武县西山瑶族乡为例[J].经济地理,2017(10):221-227.

[14] 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[J].地理学报,2009,64(10):1203-1213.

- Biology, 1999, 5(S1): 46-55.
- [3] 陶波, 李克让, 邵雪梅, 等. 中国陆地净初级生产力时空特征模拟[J]. 地理学报, 2003, 58(3): 372-380.
- [4] 崔林丽, 杜华强, 史军, 等. 中国东南部植被 NPP 的时空格局变化及其与气候的关系研究[J]. 地理科学, 2016, 36(5): 787-793.
- [5] 戴尔阜, 黄宇, 吴卓, 等. 内蒙古草地生态系统碳源/汇时空格局及其与气候因子的关系[J]. 地理学报, 2016, 71(1): 21-34.
- [6] 王新闯, 王世东, 张合兵. 基于 MOD17A3 的河南省 NPP 时空格局[J]. 生态学杂志, 2013, 32(10): 2797-2805.
- [7] 陈雅如. 三峡库区森林生产力与碳储量对景观格局变化的响应[D]. 北京: 中国林业科学研究院, 2017.
- [8] 雷延鹏, 孙智辉, 蒋小莉, 等. 基于 MOD17A3 的陕北植被净初级生产力变化特征研究[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(36): 55-57.
- [9] 王轶虹, 史学正, 王美艳, 等. 2001—2010 年中国农田生态系统 NPP 的时空演变特征[J]. 土壤学报, 2017, 54(2): 319-326.
- [10] 吴珊珊, 姚治君, 姜丽光. 基于 MODIS 的长江源植被 NPP 时空变化特征及其水文效应[J]. 自然资源学报, 2016, 31(1): 39-51.
- [11] 朱玉果, 杜灵通, 谢应忠, 等. 2000—2015 年宁夏草地净初级生产力时空特征及其气候响应[J]. 人生态学报, 2019, 39(2): 1-12.
- [12] 王亚林, 龚容, 吴凤敏, 等. 2001—2013 年中国灌木生态系统净初级生产力的时空变化特征及其对气候变化的响应[J]. 植物生态学报, 2017, 41(9): 925-937.
- [13] 荣检, 胡宝清, 闫妍, 等. 广西西江流域植被净初级生产力时空分布特征及其影响因素[J]. 生态学杂志, 2017, 36(4): 1020-1028.
- [14] 孙庆龄, 冯险峰, 肖潇. 武陵山区植被净第一性生产力的时空格局及其与地形因子的关系[J]. 地球信息科学学报, 2014, 138(4): 140-145.
- [15] 姜春, 吴志峰, 程炯, 等. 广东省土地覆盖变化对植被净初级生产力的影响分析[J]. 自然资源学报, 2014, 16(6): 915-924.
- [16] Pei F, Li X, Liu X, et al. Assessing the differences in net primary productivity between pre- and post-urban land development in China[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2013, 171/172(Complete): 174-186.
- [17] 赵晓, 周文佐, 田罗, 等. 土地利用变化对三峡库区重庆段植被净初级生产力的影响[J]. 生态学报, 2018, 38(21): 1-11.
- [18] 朱玉果, 杜灵通, 谢应忠, 等. 2000—2015 年宁夏草地净初级生产力时空特征及其气候响应[J]. 生态学报, 2019, 39(2): 1-12.
- [19] 王亚林, 龚容, 吴凤敏, 等. 2001—2013 年中国灌木生态系统净初级生产力的时空变化特征及其对气候变化的响应[J]. 植物生态学报, 2017, 41(9): 925-937.
- [20] 吴晓全, 王让会, 李成, 等. 天山植被 NPP 时空特征及其对气候要素的响应[J]. 生态环境学报, 2016, 25(11): 1848-1855.
- [21] 陈晓玲, 曾永年. 亚热带山地丘陵区植被 NPP 时空变化及其与气候因子的关系: 以湖南省为例[J]. 地理学报, 2016, 71(1): 35-48.

~~~~~

(上接第 338 页)

- [15] 张荣天, 张小林. 镇江市丘陵区乡村聚落空间格局特征及其影响因素分析[J]. 长江流域资源与环境, 2013, 22(3): 272-278.
- [16] 王叶峰, 蒋巍. 如皋市农村居民点空间分布特征分析[J]. 江西农业学报, 2015, 27(8): 120-126.
- [17] 李翔, 张毓涛, 王慧杰, 等. 泽普县农村居民点空间格局演变及其影响因素[J]. 中国农业资源与区划, 2017, 38(4): 108-116.
- [18] 李学东, 杨玥, 杨波, 等. 基于耕作半径分析的山区农村居民点布局优化[J]. 农业工程学报, 2018, 34(12): 275-281.
- [19] 赵元, 胡月明, 张新长, 等. 农村居民点耕作距离空间分布特征估测分析[J]. 地理科学, 2016, 36(5): 760-765.
- [20] 石诗源, 鲍志良, 张小林. 村域农村居民点景观格局及其影响因素分析: 以宜兴市 8 个村为例[J]. 中国农学通报, 2010, 26(8): 290-293.
- [21] 谢玲, 李孝坤, 余婷. 基于 GIS 的三峡库区低山丘陵区乡村聚落空间分布研究: 以忠县涂井乡、石宝镇为例[J]. 水土保持研究, 2014, 21(2): 217-222.