

三江平原农村居民点时空格局演变

——以富锦市为例

殷嘉迪¹, 雷国平^{1,2}, 乐容潮¹, 丁雪¹, 马鑫鹏¹, 杨欢¹

(1. 东北农业大学 资源与环境学院, 哈尔滨 150030; 2. 东北大学 土地管理研究所, 沈阳 110819)

摘要:科学辨识三江平原农村居民点空间分布变化规律及影响因素对于推进乡村体系演化具有重要意义。采用空间韵律测度、空间洛伦兹曲线、核密度估计及地理探测器等方法,从规模、分布及形态演变三方面测度2009—2016年富锦市农村居民点空间格局演变特征,探讨区位条件、自然环境、农村经济发展水平与农业生产要素投入及产出效益等影响因素对富锦市农村居民点空间分布的决定力。研究表明:富锦市农村居民点规模演变整体呈现“低密度稀疏分散式”布局,大型斑块逐渐主导;空间布局理性发展,均衡分布;空间形态稳定性进一步增加。富锦市农村居民点空间分布主要受区位条件和农村经济发展水平的影响,另外农业生产要素投入及产出效益对农村居民点空间分布也有一定影响,自然环境因素对富锦市农村居民点空间分布影响较小。

关键词:农村居民点; 时空格局演变; 地理探测器; 三江平原; 富锦市

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2017)06-0300-05

Spatiotemporal Evolution of Rural Settlements in Sanjiang Plain

—A Case Study in Fujin City

YIN Jiadi¹, LEI Guoping^{1,2}, LE Rongchao¹, DING Xue¹, MA Xinpeng¹, YANG Huan¹

(1. College of Resources and Environment, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China;

2. Institute of Land Management, Northeast University, Shenyang 110819, China)

Abstract: It is of great significance to scientifically identify the spatial distribution of rural settlements and its influencing factors in order to optimize the evolution of rural system in Sanjiang Plain. Spatial prosodic measure, spatial Lorenz curve, kernel density estimation and geophysical detector were used in this study. We analyze the evolution characteristics of rural settlement spatial pattern in Fujin from 2009 to 2016 in three dimensions: scale, distribution and morphological evolution, and discussed the influence factors such as location condition, natural environment, rural economic development level and agricultural production factor input and output benefit on the spatial distribution of rural settlement in Fujin. The results show that the size of rural settlements in Fujin has a "low-density, sparse and decentralized" pattern, and the large-scale patch gradually dominates. Spatial distribution rationally distributed and balanced; spatial form stability further increased. The spatial distribution of rural settlements in Fujin is mainly affected by location conditions and the level of rural economic development. In addition, the input and output of agricultural production factors also have certain influence on the spatial distribution of rural settlement, the spatial distribution of rural settlements in Fujin city is less affected by natural environment factors.

Keywords: rural settlements; spatial evolution; geogdetector; Sanjiang Plain; Fujin City

随着工业化与城镇化的快速推进,城乡人口流动和社会经济发展要素不断交互重组,影响着乡村地区社会经济形态和区域空间格局的重构,以传统乡村聚

落为代表的乡土世界濒临失守。农村居民点作为我国乡村土地利用的重要组成部分,其空间格局演变与区域社会经济发展过程具有相似性,同时受地域发展

水平及转型内外推力的影响。农村居民点是社会经济发展到一定历史阶段的产物,是农业劳动者进行经济、政治和文化等活动而聚集和定居的场所。开展农村居民点时空格局演化及空间分布影响因素研究对于乡村用地合理利用及村庄布局优化具有重要意义。

当前,快速城镇化背景下的农村居民点相关研究已经成为聚落地理学和乡村地理学的重点研究领域之一^[1-2]。众多学者采用地理综合分析方法,在省域^[3],区县^[4],乡镇^[5],村域^[6]等不同尺度下,对农村居民点变化特征^[7-8],影响因素^[9-10]及转型重构^[11-12]等方面进行分析研究。李冬梅等^[13]基于空间分析和数理统计方法,分析吉林中部低山丘陵区农村居民点时空演变特征;任国平等^[14]运用多元 Logistic 回归模型和因子分析法,探究大都市城郊乡村聚落景观空间格局特征及影响因素;陈永林等^[15]以江南丘陵区的赣南地区为研究区,分析农村居民点空间分布与演化规律并探讨其基本模式。但总体来看,研究区域多选在东部发达地区、中部传统农区及西部生态脆弱区等,而着眼于东北平原地区农村居民点时空格局及空间分布影响因素的研究尚少。

三江平原自建国以来其土地利用/覆被历经相当复杂的变化过程^[16],沼泽湿地不断退化,生态环境与社会经济发展互不协调且矛盾日益突出。富锦市地处三江平原腹地,研究其农村居民点空间布局具有区域典型性和借鉴性。本文依据空间韵律测度、空间洛伦兹曲线、核密度估计及地理探测器等方法,揭示 2009—2016 年富锦市农村居民点时空格局及空间分布影响因素,探究三江平原农村居民点空间分布变化规律,为湿地退化地区农村居民点布局规划、推进乡村体系演化提供参考借鉴。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

选取黑龙江省富锦市为研究区,富锦市位于松花江下游南岸,地处三江平原腹地,是三江平原粮食主产区,典型的农业大县(图 1)。富锦市地域自然环境与社会经济发展水平异质性均较小,符合规模化农业生产经营需要,2016 年耕地总面积达 6 133.33 km²,实现粮食总产量 2.05 × 10⁹ kg,商品化率超过 90%。富锦市农村居民点总面积 114.46 km²,平均斑块面积 0.15 km²,总体呈现农村居民点“大块化”理性分布特征,其规划布局顺应农业现代化、产业化发展方向,具有区域典型性。富锦市共划分为两大区域:地方政府管辖区域(共 11 个乡镇)和国营农场(共 6 个农场)管辖区域,由于富锦市实行场县共建管理

体制,故本文将政府管辖区域于国营农场管辖区域合并进行研究,探究富锦市农村居民点时空格局演变特征及影响因素。

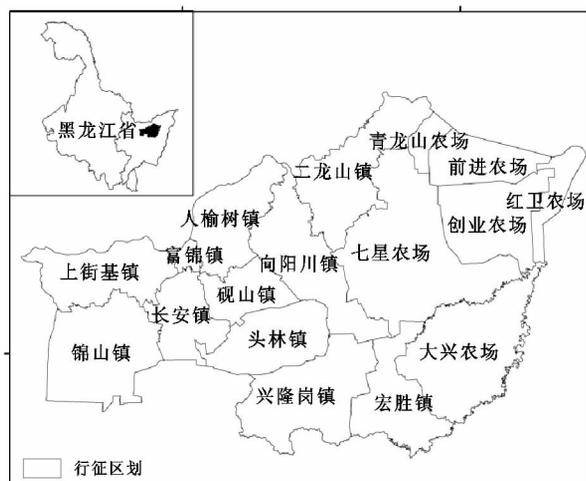


图 1 研究区概况

1.2 数据来源与处理

本文基础数据主要来源为 2009 年 Landsat 7 TM 影像(分辨率 15 m)以及 2016 年 Landsat 8 OLI 影像(分辨率 15 m),经几何校正、坐标配准、影像融合后,在 GIS10.2 软件支持下,采用人机交互目视判别方法提取富锦市农村居民点信息,并于 2016 年进行野外抽样检查及属性信息校正,图斑解译准确率达 91.5%,剔除 0.001 km² 以下的零星地块^[17](实际为鱼塘及耕地看守房、养殖场),作为本次研究的数据源。统计农村居民点斑块数量及面积,分析富锦市农村居民点规模、分布及形态演变特征,结合富锦市自然环境、生产状况及社会经济发展水平,对农村居民点空间格局变化影响因素进行探测识别。研究所涉及社会经济数据来源于富锦市历年统计年鉴及相关部门统计资料。

1.3 研究方法

1.3.1 空间韵律测度 景观韵律指数即景观指数,是一种简单的定量指标,能够反映结构组成和空间配置的相关特征^[18]。在农村居民点规模演变特征方面,依据农村居民点斑块的景观生态学意义,选取农村居民点斑块总面积(Parcel area, PA),斑块数量(Number of parcels, NP),斑块密度(Patchdensity, PD),平均斑块面积(Mean parcel size, MPS)等景观韵律指数定量描述农村居民点规模演变特征。

1.3.2 空间洛伦兹曲线 利用空间洛伦兹曲线可以测度研究区农村居民点实际分布与其均匀分布的差异状况^[19]。首先求取各研究单元的区位熵,按区位熵的大小,以土地总面积累计百分比为横坐标,以农村居民点面积累计百分比为纵坐标,绘制坐标点,得

到农村居民点空间洛伦兹曲线。曲线越接近绝对均匀线,表明该研究单元分布越均匀;反之,则相对较分散。计算公式如下:

$$Q = \frac{A_1/A_2}{A_3/A_4} \quad (1)$$

式中: Q 为空间单元*i*区位熵; A_1 为空间单元*i*农村居民点面积; A_2 为农村居民点总面积; A_3 为空间单元*i*总面积; A_4 为研究区总面积。

1.3.3 核密度估计 核密度估计是属于非参数密度估计的一种统计方法,是热点和冷区识别与分析的一种有益的探测性方法^[20]。利用核密度函数估计结合 GIS 空间分析技术剖析农村居民点密度分布的空间特征及局部区域差异,农村居民点分布密集程度与核密度值呈正比。计算公式如下:

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

式中: $f(x, y)$ 为位于 (x, y) 位置的密度估计; n 为观测数值; h 为带宽或平滑参数; K 为核函数, d_i 为 (x, y) 位置距第*i*个观测位置的距离。

1.3.4 分形维数测度 基于分形理论测度农村居民点空间形态的分维值*D*、稳定性指数*S*,探究不同时期农村居民点空间形态演变过程^[21]。其中分维值*D*∈[1,2],*D*值越趋近于1,空间形态越趋于简单的方形,*D*值越趋近于2,空间形态越复杂。当分维值*D*=1.5时,表明农村居民点在空间上处于类似布朗运动的随机运动状态,即空间结构最不稳定时期。稳定性指数*S*越大,表示空间形态趋于稳定。计算公式如下:

$$\lg A = \frac{2}{D} \lg P + C \quad (3)$$

$$S = |1.5 - D| \quad (4)$$

式中: A 为农村居民点斑块面积; P 为农村居民点斑块周长。

1.3.5 地理空间探测器 运用地理探测器对农村居民点变化动态度的影响因素进行探测识别,通过地理探测器研究方法,分别计算出各影响因素对农村居民点变化动态度的决定力*P*值^[22]。 $P_{D,U} \in [0, 1]$, $P_{D,U}$ 值越大,说明影响因子对农村居民点空间分布的影响越大, $P_{D,U}=0$ 时,表明农村居民点空间分布呈现随机分布。模型公式如下:

$$P_{D,U} = 1 - \frac{1}{n\sigma_U^2} \sum_{i=1}^m n_{D,i} \sigma_{U,D,i}^2 \quad (5)$$

式中: $P_{D,U}$ 是影响因子*D*对农村居民点分布*U*的探测力指标; m 为 $n_{D,i}$ 为次一级区域样本数; n 为研究区样本数;为农村居民点变化动态度的方差;为次一级地区方差。综合考虑富锦市自然环境、生产状况及社会经济发展水平,遵照数据可获得性和学理判断原则,选取指标:坡

度、交通通达度、离水源距离、离湿地距离、离耕地距离、离中心城市距离、人均耕地面积、农民人均纯收入、粮食单产、农业机械总动力等 10 个指标,作为影响农村居民点空间分布的地理探测要素变量。

2 农村居民点时空格局特征分析

2.1 农村居民点规模演变特征分析

由表 1 中可以看出,富锦市农村居民点总面积 CA 由 2009 年的 120.963 km² 减少至 2016 年的 114.464 km²,净减少量为 6.499 km²,年均减少率达到 0.77%。与此同时,富锦市农村居民点数量 NP 由 2009 年的 3 130 个减少至 2016 年的 749 个,减少幅度为 76.07%,年均减少量为 340 个。该阶段富锦市根据《黑龙江省撤并村屯规划纲要》等文件要求,对“细碎化”的小型农村居民点进行撤并,故农村居民点面积与数量趋于减小且减幅显著。2009—2016 年富锦市农村居民点密度 PD 由 25.876 个/km² 减少至 6.544 个/km²,净减少量为 19.332 个/km²,农村居民点空间布局由密集向稀疏转化,最终表现为“低密度稀疏分散式”布局。相较于 2009 年、2016 年富锦市农村居民点平均斑块面积 MPS 增加了 0.114 km²,增长幅度为 292.31%,平均斑块规模增大,大型斑块逐渐主导富锦市农村居民点空间布局。整体来看,随着富锦市农业机械化与现代化的不断推进,农村居民点在时间尺度上表现出规模与数量不断较少,斑块细碎化向斑块“大块化”转化,符合富锦市近 10 a 经济发展战略规划。

表 1 2009 与 2016 年富锦市农村居民点规模演变

指标	2009 年	2016 年
斑块面积 CA/km ²	120.963	114.464
斑块数量 NP	3130	749
斑块密度 PD/(个·km ⁻²)	25.876	6.544
平均斑块面积 MPS/km ²	0.039	0.153

2.2 农村居民点分布演变特征分析

从 2009 年与 2016 年富锦市农村居民点核密度分布(图 2)中可以看出,2009 年富锦市农村居民点绝大部分分布在富锦市东北部及大型农场附近,密度较大的区域主要在创业农场、前进农场、七星农场、红卫农场、大兴农场及富锦镇、锦山镇等地区,其他地区农村居民点分布密度均较低。此后经过大规模的农村居民点建设及农场的撤站并点,2016 年富锦市农村居民点分布发生较大变化,农村居民点高密度分布区域主要集中在在上街基镇、富锦镇、大榆树镇、二龙山镇、锦山镇、长安镇及砚山镇等富锦市西北部地区。黑龙江垦区于 2008 年提出了“抓城、强工、带农”的统

筹发展方针,把加快城区建设作为带动城乡一体化发展的重要战略措施,推进垦区城镇化跨越式发展,由此富锦市大兴农场对中小型农村居民点进行撤并,仅

保留其农业生产功能,故富锦市垦区农村居民点密度对比农区有所减少,各乡镇(农场)之间的密度差异进一步缩小。

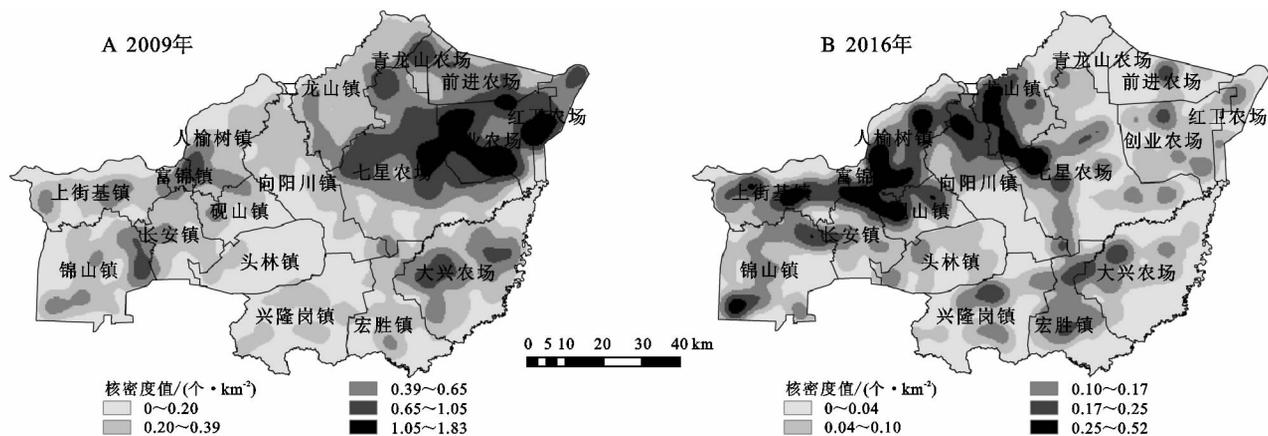


图 2 2009 年与 2016 年富锦市农村居民点核密度分布

2009 年与 2016 年富锦市农村居民点洛伦兹曲线见图 3。由图可以看出 2016 年富锦市农村居民点洛伦兹曲线与绝对均匀线(与横坐标成 45° 夹角)较为接近,说明该时点富锦市农村居民点分布较为均匀,即农村居民点在各乡镇的面积比例大致相等。相比之下,2009 年富锦市农村居民点洛伦兹曲线相对远离绝对均匀线,说明农村居民点在富锦市分布较为不均衡。说明 2009—2016 年,富锦市农村居民点空间布局趋于均衡分布,理性发展。

算结果见表 2。2009—2016 年富锦市农村居民点分维值 D 由 1.074 下降至 1.066,而稳定性指数 S 由 0.426 上升至 0.434,说明在该阶段富锦市农村居民点空间形态未有较大改变,并且有向类似布朗运动的随机运动状态趋近的态势,空间形态较为稳定且复杂性较低。

表 2 2009 年与 2016 年富锦市农村居民点分形计算结果

年份	周长—面积 对数关系式	R^2	分维值 D	稳定性 指数 S
2009	$\lg A = 1.876 \lg P - 3.094$	0.992	1.074	0.426
2016	$\lg A = 1.863 \lg P - 3.076$	0.963	1.066	0.434

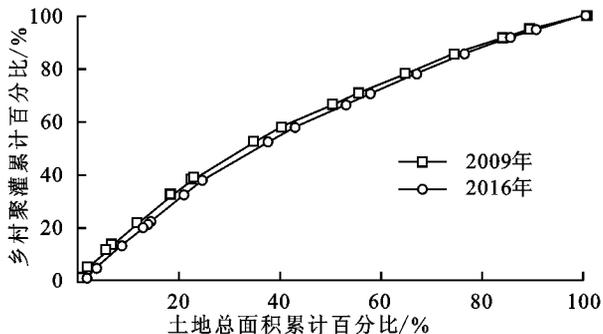


图 3 2009 年与 2016 年富锦市农村居民点洛伦兹曲线

整体来看,富锦市农村居民点分布变化趋势与富锦市发展路径具有一致性,2009 年富锦市农村居民点布局较为密集散乱,之后随着产业结构升级转型、空间布局不断优化才逐步向分散规则分布转化。随着时间发展富锦市农村居民点分布表现为良性的均匀化特征,布局逐步有效推进,农村居民点建设规划力度不断增强。

2.3 农村居民点形态演变特征分析

运用 SPSS 软件对 2009 年和 2016 年富锦市农村居民点周长—面积对数关系进行一元线性回归,得到富锦市农村居民点周长—面积对数关系线性回归方程,并通过 R 显著性检验 (R^2 均在 0.91 以上),计

3 农村居民点空间分布影响因素分析

农村居民点变化通常受社会经济、自然环境和土地管理的三维驱动作用^[23],其本质体现了农民生产、生活与周围环境的统一。由此本文选取坡度 (f_1),交通通达度 (f_2),离水源距离 (f_3),离湿地距离 (f_4),离耕地距离 (f_5),离中心城市距离 (f_6),人均耕地面积 (f_7),农民人均纯收入 (f_8),粮食单产 (f_9),农业机械总动力 (f_{10}) 等 10 个指标作为影响 2009—2016 年富锦市农村居民点空间分布的地理探测要素变量。并结合富锦市实际情况将各指标变量分成 5 级,通过地理探测器研究方法,分别计算出各要素变量的决定力 p 值。其中,坡度指标直接在 ArcGIS 中进行聚类分级为 5 级,区位条件指标则通过 ArcGIS 中 Euclidean Distance 获得,而对于农村经济发展水平、农业生产要素投入及产出效益指标则根据富锦市各乡镇统计数据获得。

根据模型计算结果可知,富锦市农村居民点空间格局分布主要受到离中心城市距离、离湿地距离、交通通达度、离水源距离的影响。

表 3 各影响因素对农村居民点空间分布的决定力地理探测结果

指标	$f_1/$ (°)	$f_2/$ km	$f_3/$ km	$f_4/$ km	$f_5/$ km	$f_6/$ km	$f_7/$ (10^{-2} km ² /人)	$f_8/$ (10^3 Yuan)	$f_9/$ (10^5 kg/km ²)	$f_{10}/$ (10^3 kW)
一级区	<3	<2	<2	<2	<2	<2	<1	<5	<4.5	<4
二级区	3~8	2~4	2~4	2~4	2~4	2~4	1~2	5~6	4.5~5.5	4~4.5
三级区	8~15	4~6	4~6	4~6	4~6	4~6	2~3	6~7	5.5~6.5	4.5~5
四级区	15~25	6~8	6~8	6~8	6~8	6~8	3~4	7~8	6.5~8	5~5.5
五级区	>25	>8	>8	>8	>8	>8	>4	>8	>8	>5.5
P 值	0.005	0.117	0.103	0.200	0.076	0.248	0.049	0.093	0.050	0.089

(1) 区位条件对富锦市农村居民点空间布局有主导作用,随着富锦市社会经济的不断发展,城市扩张现象严重,城市周边地价不断上涨,导致城市周边农村居民点数量猛增,故离中心城市距离(0.248)决定力最大。富锦市近年来湿地面积大幅减少,根据 2005 年出台的《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》,富锦市农村居民点选址多在远离湿地保护区范围,故离湿地距离(0.200)决定力较大。与此同时,富锦市水田分布众多,故耕地取水问题使得距水源距离(0.103)也成为影响农村居民点分布的较大决定力,富锦市农村居民点空间布局同时还表现出一定的交通指向性(0.117)。(2) 农业生产要素投入及产出效益对富锦市农村居民点决定力主要体现在农业机械总动力(0.089),粮食单产(0.050)及人均耕地面积(0.049)方面。由于工业化及城镇化的不断推进,近年来富锦市产业结构升级转型,农业生产不再是决定乡村经济状况的唯一标准,大量农民涌入城市进城务工。由此农业生产要素投入及产出效益对富锦市农村居民点空间布局影响较小。其中农业机械总动力较大,原因是随着富锦市规模化、现代化农业发展的需要,必然使得农业机械使用量增加。(3) 农村经济发展水平指农民农业生产所得以及务工所得两大部分,本文用农民人均纯收入(0.093)对农村经济发展水平进行衡量,大部分农民进城务工后仍将所得用于乡村房屋建设,故农民人均纯收入对农村居民点空间布局决定力较大,并由此衍生了一系列诸如农村空心化等问题。(4) 自然环境因素对富锦市农村居民点空间分布决定力较小,富锦市地势低平,地貌以平原为主,故坡度(0.005)对农村居民点分布决定力较小。

4 结论与讨论

(1) 富锦市农村居民点面积呈现出减少态势(6.499 km²),数量大幅减少(2 381 个),农村居民点密度增大(0.114 km²),规模演变整体呈现“低密度稀疏分散式”布局,大型斑块逐渐主导富锦市农村居民点空间布局;富锦市农村居民点空间分布由 2009 年的差异较大的不均分布转变为 2016 年的较为均衡分布,各乡镇(农

场)之间的密度差异进一步缩小,理性发展,均衡分布;富锦市农村居民点形态并未有较大改善,空间形态稳定性进一步增加,形态复杂性有所降低。

(2) 根据地理空间探测器模型得到富锦市农村居民点空间分布影响因素,其中区位条件对富锦市农村居民点空间布局有主导作用,主要表现在离中心城市距离(0.248),离湿地距离(0.200),交通通达度(0.117)等,另外农村经济发展水平(0.093),农业生产要素投入及产出效益对富锦市农村居民点空间分布也具有一定影响,自然环境因素对富锦市农村居民点空间分布决定力较小。

(3) 本文仍存在不足之处:一是农村居民点并不是处在一个封闭的地域单元,对于农村居民点与研究区范围外的社会经济交换问题并未考虑,二是基础数据源不同会导致数据统计结果存在一定差异,但数据精度足以支撑本文整体结论。在后续的研究中会深入挖掘富锦市农村居民点长时间尺度时空演变特征及驱动机制,解构三江平原农村居民点人地关系地域系统发展要素、结构、功能所蕴含的机制,从而为重构湿地退化地区乡村体系提供借鉴。

参考文献:

- [1] 张小林,盛明. 中国乡村地理学研究的重新定向[J]. 人文地理, 2002, 17(1): 81-84.
- [2] Liu Y S, Hu Z C, Li Y H. Process and cause of urban-rural development transformation in the Bohai rim region, China [J]. Journal of Geographical Sciences, 2014, 24(6): 1147-1160.
- [3] 杜国明,刘彦随. 黑龙江省垦区居民点体系优化分析[J]. 中国土地科学, 2015, 29(4): 65-71.
- [4] 代雍楣,师学义,段文杰. 基于分形理论的农村居民点空间分布特征定量研究[J]. 水土保持研究, 2016, 23(6): 278-283.
- [5] 樊天相,杨庆媛,何建,等. 重庆丘陵地区农村居民点空间布局优化:以长寿区海棠镇为例[J]. 地理研究, 2015, 34(5): 883-894.
- [6] 冯应斌,杨庆媛. 1980—2012 年村域居民点演变特征及其驱动力分析[J]. 农业工程学报, 2016, 32(5): 280-288.

- ranges in Patagonia [J]. *Regional Environmental Change*, 2015, 15(6):1121-1132.
- [15] Fagre D B, Peterson D L, Hessl A E. Taking the Pulse of Mountains; Ecosystem Responses to Climatic Variability[J]. *Climatic Change*, 2003, 59(1/2):263-282.
- [16] Chen J, Yang Y A, Sun H. Advances in the Studies of Responses of Alpine Plants to Global Warming [J]. *Chinese Journal of Applied & Environmental Biology*, 2011, 17(3):435-446.
- [17] Dai S P, Zhang B, Wang H J, et al. Vegetation cover change and the driving factors over northwest China [J]. *Journal of Arid Land*, 2011, 3(1):25-33.
- [18] Nemani R R, Keeling C D, Hashimoto H, et al. Climate-driven increases in global terrestrial net primary production from 1982 to 1999 [J]. *Science*, 2003, 300(5625):1560-1563.
- [19] Fang J, Shilong P, He J, et al. Increasing terrestrial vegetation activity in China, 1982—1999 [J]. *Science in China*, 2004, 47(3):229-40.
- [20] 崔林丽, 史军, 杨引明, 等. 中国东部植被 NDVI 对气温和降水的旬响应特征 [J]. *地理学报*, 2009, 64(7):850-860.
- [21] Dai Shengpei, Zhang Bo, Wang Qiang, et al. Variation in grassland vegetation NDVI and its ten-day response to temperature and precipitation in the Qilian Mountains [J]. *Resources Science*, 2010, 32(9):1769-1776.
- [22] Zeng B, Yang T B. Impacts of climate warming on vegetation in Qaidam Area from 1990 to 2003 [J]. *Environmental monitoring and Assessment*, 2008, 144(1):403-417.
- [23] 张微笑. 地形因子对山区植物生长的影响 [J]. *华夏地理*, 2015(3):76-77.
- [24] Zhang H, Qian Y, Wu Z, et al. Vegetation-environment relationships between northern slope of Karlik Mountain and Naomaohu Basin, East Tianshan Mountains [J]. *Chinese Geographical Science*, 2012, 22(3):288-301.
- [25] 何其华, 何永华, 包维楷. 干旱半干旱区山地土壤水分动态变化 [J]. *山地学报*, 2003, 21(2):149-156.
- [26] 刘旻霞, 王刚. 高寒草甸植物群落多样性及土壤因子对坡向的响应 [J]. *生态学杂志*, 2013, 32(2):259-265.
- [27] 王礼先. 水土保持学 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1995.
- [28] 严岳鸿, 何祖霞, 苑虎, 等. 坡向差异对广东古兜山自然保护区蕨类植物多样性的生态影响 [J]. *生物多样性*, 2011, 19(1):41-47.

~~~~~

(上接第 304 页)

- [7] 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.
- [8] 李胜坤, 张毅, 闫欣, 等. 竹溪县农村居民点景观格局及空间分布特征 [J]. *水土保持研究*, 2014, 21(4):203-207.
- [9] 郭晓冬, 马利邦, 张启媛. 基于 GIS 的秦安县乡村聚落空间演变特征及其驱动机制研究 [J]. *经济地理*, 2012, 32(7):56-62.
- [10] 朱彬, 张小林, 马晓东. 苏北地区乡村聚落的空间格局及其影响因子分析 [J]. *农业现代化研究*, 2014, 35(4):453-459.
- [11] 荣连伟, 师学义, 李炳意, 等. 黄土山丘区农村居民点类型划分与优化策略 [J]. *水土保持研究*, 2016, 23(6):271-277.
- [12] 郑文升, 姜玉培, 罗静, 等. 平原水乡乡村聚落空间分布规律与格局优化 [J]. *经济地理*, 2014, 34(11):120-127.
- [13] 李冬梅, 王冬艳, 李红, 等. 吉中低山丘陵区农村居民点时空演变 [J]. *经济地理*, 2016, 36(5):143-151.
- [14] 任国平, 刘黎明, 付永虎, 等. 都市郊区乡村聚落景观格局特征及影响因素分析 [J]. *农业工程学报*, 2016, 32(2):220-229.
- [15] 陈永林, 谢炳庚. 江南丘陵区乡村聚落空间演化及重构: 以赣南地区为例 [J]. *地理研究*, 2016, 35(1):184-194.
- [16] 宋开山, 刘殿伟, 王宗明, 等. 1954 年以来三江平原土地利用变化及驱动力 [J]. *地理学报*, 2008, 63(1):93-104.
- [17] 鄂施璇, 雷国平, 宋戈. 松嫩平原粮食主产区农村居民点格局及影响因素分析 [J]. *农业工程学报*, 2016, 32(18):234-240.
- [18] 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):260-270.
- [19] 边静, 何多兴, 田永中. 基于信息熵与空间洛伦兹曲线的土地利用空间结构分析: 以重庆市合川区为例 [J]. *水土保持研究*, 2011, 18(5):201-211.
- [20] 李寿国, 石培基, 刘春芳. 黄土丘陵区乡村聚落时空演变特征及格局优化: 以七里河区为例 [J]. *经济地理*, 2015, 35(1):126-133.
- [21] 张珂, 赵耀龙, 付迎春, 等. 滇池流域 1974—2008 年土地利用的分形动态 [J]. *资源科学*, 2013, 35(1):232-239.
- [22] 杨忍, 刘彦随, 龙花楼, 等. 基于格网的农村居民点用地时空特征及空间指向性的地理要素识别: 以环渤海地区为例 [J]. *地理研究*, 2015, 34(6):1077-1087.
- [23] 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.