

引用格式: 米丹丹, 斯琴朝克图, 乌兰图雅, 红英, 王永芳. 蒙东地区乡村聚落空间演变特征及其影响因素[J]. 山地学报, 2023, 41(6): 863-878.
MI Dandan, SIQIN Chaoketu, WULAN Tuya, HONG Ying, WANG Yongfang. Spatial evolution and influencing factors of rural settlements in eastern Inner Mongolia, China [J]. Mountain Research, 2023, 41(6): 863-878.

蒙东地区乡村聚落空间演变特征及其影响因素

米丹丹^a, 斯琴朝克图^{a,b,c*}, 乌兰图雅^a, 红英^a, 王永芳^{a,b,c}

(内蒙古师范大学 a. 地理科学学院; b. 内蒙古自治区蒙古高原灾害与生态安全重点实验室;
c. 蒙古高原气候变化与区域响应自治区高等学校重点实验室, 呼和浩特 010022)

摘要: 中国乡村发展进入转型发展的关键时期, 呈现更加复杂和多元化的发展态势。乡村聚落的用地类型与空间布局是推进乡村振兴急需解决的关键科学问题。蒙东农牧交错区自然地理格局复杂、经济地理区位特殊, 但该区域乡村聚落的空间演变规律及其驱动机理研究不足。本文基于 1990 年、2000 年、2010 年和 2020 年 4 期蒙东地区土地利用数据, 借助 GIS 空间分析和地理加权回归等方法分析乡村聚落空间演变及其影响因素。结果表明: (1) 蒙东地区乡村聚落规模差异显著, 微、小型聚落居多。(2) 乡村聚落核密度的空间分布非常相似, 具有“南密北疏”的分布特征。(3) 乡村聚落的规模和密度分布具有负相关的局部特征, 聚落具有高密度-小规模集聚和低密度-大规模集聚的特征;(4) 乡村聚落空间分异受自然和人文综合影响, 空间差异显著。其中, 人口密度和人均耕地面积呈正相关; 距河流距离和乡村人口比重呈负相关; 人均大家畜数量正负作用均存在, 区域差异显著。研究结果可为内蒙古农牧交错区乡村聚落空间格局的优化及乡村振兴战略的实施提供科学依据。

关键词: 乡村聚落; 空间演变; 地理加权回归; 蒙东地区

中图分类号: K901.8

文献标志码: A

工业化、城镇化和现代化进程持续推进, 中国乡村发展进入转型发展的关键时期, 呈现复杂和多元化的发展态势^[1], 乡村聚落的用地类型与空间布局已成为推进乡村振兴急需解决的重要问题^[2]。研究农牧交错区域乡村聚落的空间演变规律及其驱动机理, 对于该区三生空间的布局优化和空间重构具有重要意义。

乡村聚落又称为农村居民点, 是农村生产生活的复合型空间场所, 乡村聚落的空间分布和发展, 主要受到自然、经济、社会、文化和政策等要素驱

动^[3]。宏观尺度上, 中国东部沿海地区乡村聚落在空间分布呈现集聚性, 在现代交通和城市扩张的影响下, 聚落规模和密度发生变化^[4-5]; 中部地区乡村聚落空间分布受地形、区位和社会经济等因素^[6]的影响, 其特征呈现从“沿河平原线状”到“平原—丘陵片状”的模式变化^[7-8]; 在西部地区, 山区、干旱区、沙漠绿洲^[9-13]等区域乡村聚落演变、空间分布等受到河流、地貌以及道路等因素的影响^[14-15]。在微观尺度上, 有关研究重点探讨了乡村聚落优化重组模式^[16]、乡村聚落类型划分^[17]和村域“生态-社

收稿日期 (Received date): 2023-03-14; 改回日期 (Accepted date): 2023-10-30

基金项目 (Foundation item): 内蒙古自然科学基金 (2021BS04001, 2021BS04008); 内蒙古自治区高等学校科学技术研究项目 (NJZZ21006); 国家自然科学基金 (41861024); 内蒙古师范大学研究生科研创新基金 (CXJJS21155)。[National Natural Science Foundation of Inner Mongolia (2021BS04001, 2021BS04008); Science and Technology Research Project of Colleges and Universities in Inner Mongolia Autonomous Region (NJZZ21006); National Natural Science Foundation of China (41861024); Research and Innovation Fund for Postgraduates of Inner Mongolia Normal University (CXJJS21155)]

作者简介 (Biography): 米丹丹 (1997-), 女, 内蒙古乌兰察布人, 硕士研究生, 主要研究方向: 乡村地理与牧区发展。[MI Dandan (1997-), female, born in Ulanqab, Inner Mongolia, M. Sc. candidate, research on rural geography and pastoral development] E-mail: 1939767018@qq.com

* 通讯作者 (Corresponding author): 斯琴朝克图 (1987-), 男, 博士, 讲师, 主要研究方向: 乡村地理与牧区发展。[SIQIN Chaoketu (1987-), male, Ph. D., lecturer, research on rural geography and pastoral development] E-mail: chogoo2020@imnu.edu.cn

会-经济”立体耦合发展模式等^[18]。中国乡村聚落空间演变及影响因素的研究多集中在某类自然经济地理单元内部或不同自然经济地理单元之间的差异,而对交错带,尤其是农牧交错区乡村聚落的研究相对较少^[19]。

内蒙古东部农牧交错区隶属三北防护林地区,是重要的生态防线和生态保障,具有贫困地域化、多民族聚集化、生态系统脆弱化的地域特征。区内农牧业交错分布,乡村人口比重高,乡村聚落面积广,自然地理格局复杂和经济地理区位特殊^[20]。随着工业化、城市化的不断推进,蒙东农牧交错区乡村聚落演化呈现出独特的空间特征。本文以蒙东地区为研究对象,基于 1990 年、2000 年、2010 年和 2020 年蒙东地区乡村聚落斑块数据,运用 GIS 空间相关分析和地理加权回归分析方法,探究该区域乡村聚落空间演变的规律,定量识别影响乡村聚落空间分布的驱动因素,为蒙东地区乡村聚落发展与规划提供理论依据,并为内蒙古乡村振兴战略的实施提供科学参考。

1 研究区与方法

1.1 研究区概况

蒙东地区主要包括内蒙古呼伦贝尔市、兴安盟、通辽市和赤峰市,共包含 39 个县级行政单元,土地面积 45.23 万 km²。经纬度范围为 41°17'N ~ 53°20'N、115°21'E ~ 126°04'E,东西宽约 750 km,南北长约 1330 km。蒙东地区位于蒙古高原的东部边缘,地貌形态主要由山地过渡到低山丘陵、高平原和平原。该区属温带大陆性气候,年降水量约 450 mm,年平均温度 0℃ ~ 5℃;主要植被为森林和草原,土壤类型主要为灰色森林土、黑钙土、栗钙土。2020 年,该区总人口 1054.83 万人,农村人口 456.94 万人,占总人口的 43.32%。根据蒙东地区县域民族人口比值、畜牧业与种植业产值比值、人均草场与人均耕地比值、人均牲畜数量与人均生猪数量比值^[20],将蒙东 39 个县分为 4 个乡村区域,即农区、牧区、半农半牧区和农林区(图 1)。

1.2 数据来源

1990 年、2000 年、2010 年和 2020 年蒙东地区 4 期土地利用矢量数据来自中科院资源环境科学与数据中心(<http://www.resdc.cn>)。基于现行土地利用现状分类(GB/T 21010—2017)和国家基础资源

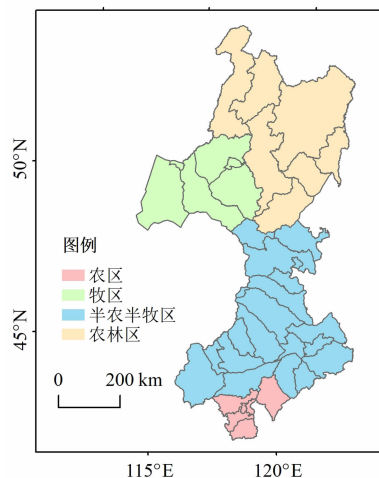


图 1 研究区位置

Fig. 1 Location map of study area

(审图号: GS(2016)2885 号)

与环境本底动态遥感调查数据库的土地利用分类体系^[21],本研究将地类划分为 8 类,即耕地、林地、草地、水域、城镇用地、农村居民点、工矿用地和未利用地,用农村居民点表征乡村聚落,以研究区实际情况确定最小聚落面积为 0.01 km²。DEM 数据来自地理空间数据云平台(<http://www.gscloud.cn>),并从 DEM 数据中提取坡度信息。年降水量、年均气温数据来自中科院资源环境科学与数据中心,河流数据来自全国地理信息资源目录服务系统(1:25 万)。社会经济数据来自《内蒙古统计年鉴》^[22]。

1.3 研究方法

1.3.1 核密度分析

核密度分析是一种非参数的估计方法,用于分析乡村聚落空间的分布特征和变化趋势^[23],计算公式为:

$$f(a, b) = \frac{1}{ng^2} \sum_{i=1}^n k\left(\frac{d_i}{n}\right) \quad (1)$$

式中, $f(a, b)$ 为位置 (a, b) 的核密度值; n 为聚落斑块数; g 为带宽; k 为核函数; d_i 为位置 (a, b) 距第 i 个观察点之间的距离。

1.3.2 空间自相关模型

(1) 全局自相关。全局空间自相关模型用于测量蒙东地区聚落规模,即确定聚落空间分布中是否存在集聚^[24],常用指标 Moran's I 指数的计算公式为:

$$\text{Moran's } I = \frac{m \sum_{a=1}^m \sum_{b=1}^m W_{ab} (x_a - \bar{x})(x_b - \bar{x})}{\left(\sum_{a=1}^m \sum_{b=1}^m W_{ab} \right) \sum_{a=1}^m (x_a - \bar{x})^2} \quad (2)$$

式中, x_a 和 x_b 分别为 a 和 b 观测值; m 为观测值次数; W_{ab} 为空间权重矩阵。利用标准化 Z 值对 Moran's I 指数进行显著性检验。计算公式为:

$$Z(I) = I - E(I) / \sqrt{VAR(I)} \quad (3)$$

式中, $\sqrt{VAR(I)}$ 和 $E(I)$ 分别是 $Z(I)$ 的期望值和方差。

(2) 局部空间自相关。空间热点探测工具 (Getis-Ord G_i^*) 用于测试乡村聚落规模中存在显著的高值簇 (热点区) 和低值簇 (冷点区)^[25], 计算公式为:

$$G_i^*(d) = \sum_{j=1}^n w_{ij}(d) \cdot x_j / \sum_{j=1}^n x_j \quad (4)$$

式中, $w_{ij}(d)$ 为 x_i 和 x_j 间的距离权重; x_j 为聚落斑块面积。对 $G_i^*(d)$ 进行标准化, 计算公式为:

$$Z(G_i^*) = [I - E(G_i^*)] / \sqrt{VAR(G_i^*)} \quad (5)$$

式中, $Z(G_i^*)$ 是 $G_i^*(d)$ 的标准化值; $E(G_i^*)$ 为 $G_i^*(d)$ 的数学期望值; $\sqrt{VAR(G_i^*)}$ 为 $G_i^*(d)$ 的数学方差。当 $Z(G_i^*) > 0$ 时, 属于高值聚集的热点区, 反之为低值聚集的冷点区。

1.3.3 数据标准化处理

利用对数变换处理指标, 并采用极值法进行标准化^[26], 计算公式为:

$$\text{正向指标 } X'_{\theta cd} = \frac{\ln X_{\theta cd}}{\ln X_{d\max}} \quad (6)$$

$$\text{负向指标 } X'_{\theta cd} = \frac{\ln X_{d\min}}{\ln X_{\theta cd}} \quad (7)$$

式中, $X_{\theta cd}$ 为指标数据, 表示在第 θ 年第 c 个县域第 d 项指标数据值; $X'_{\theta cd}$ 为标准化后的指标数据值; $X_{d\max}$ 、 $X_{d\min}$ 分别为第 d 项指标的最大值和最小值。

1.3.4 地理加权回归模型 (Geographically Weighted Regression, GWR)

Fotheringham^[27] 等提出的空间回归模型, 随着空间位置的变化, 影响因素回归系数也会发生变化。计算公式为:

$$y_a = \beta_0(u_a, v_a) + \beta_1(u_a, v_a)x_{1a} + \beta_2(u_a, v_a)x_{2a} + \dots + \beta_p(u_a, v_a)x_{pa} + \varepsilon_a \quad (8)$$

式中, y_a 为样本 a 的因变量; β_0 为截距; x_{pa} 为样本 a 的第 p 个自变量; (u_a, v_a) 为样本 a 的空间坐标; $\beta_p(u_a, v_a)$ 为样本 a 的第 p 个自变量的系数; ε_a 为随机误差项。

1.4 理论框架

在梳理乡村聚落相关理论基础, 为实现农牧交错区乡村可持续发展和人地协调目标, 构建具有地域特征的乡村聚落演变理论框架 (图 2)。乡村聚落空间演变是在人文和自然综合驱动下发生转变的复杂过程, 也是乡村地理研究的重要内容。在中国快速工业化和城镇化进程中, 广大乡村地区发生了转型和变化, 尤其在乡村振兴战略背景下, 蒙东地区作为典型的农牧交错区域, 乡村聚落发生了显著变化。本文从乡村聚落数量、规模、密度以及空间分布特征四个方面分析了蒙东地区乡村聚落空间演变规律, 并从自然地理和社会经济两个方面建立乡村聚落演变的影响因素指标体系, 运用多因素综合评价法测定了乡村聚落空间演变的主要驱动因素, 针对农牧交错区不同区域特征提出了优化对策建议。

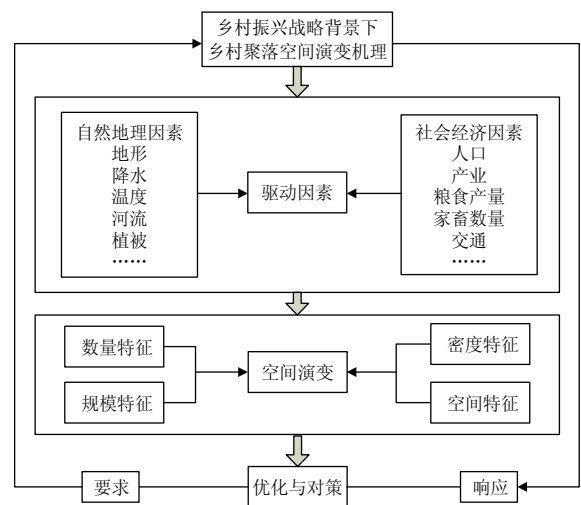


图 2 理论研究框架

Fig. 2 Theoretical research framework

2 乡村聚落空间演变特征

2.1 数量与规模变化

根据前人研究^[12,28] 和研究区实际情况, 将蒙东地区乡村聚落规模划分为 4 个等级, 包括微型聚落 ($< 0.1 \text{ km}^2$)、小型聚落 ($0.1 \sim 0.5 \text{ km}^2$)、中型聚落 ($0.5 \sim 1 \text{ km}^2$) 和大型聚落 ($> 1 \text{ km}^2$) (表 1 和图 3)。总体来看, 蒙东地区乡村聚落规模分异显著, 以微型和小型聚落为主, 共计占 89.48%。1990—2020 年, 蒙东地区乡村经济和社会快速发展, 乡村人口增长较快, 建设乡村居民用地的意愿不断增

加,期间乡村聚落总数由 14 688 个增至 19 251 个,年均增长 147 个,年均增长率 0.91%;乡村聚落总面积由 3989.5 km² 增加到 4305.45 km²,年均增长 10.19 km²,年均增长率 0.25%。从聚落规模变化来看,30 年间微型聚落数量和面积总体呈快速增长态势;小型聚落总体呈缓慢增长态势;中型聚落总体呈缓慢减少态势;大型聚落总体呈波动增长态势。说明蒙东地区聚落增长与分布受到中国城市化进程推进和生态工程建设的影响,大型聚落对中小型聚落的辐射和虹吸效应加强。

各区变化情况如下。(1)农区以微型和小型聚落为主,1990 年和 2000 年小型聚落居多,2010 年和 2020 年微型聚落居多。(2)牧区聚落变化较大,1990 年和 2000 年以小型和大型聚落为主,2010 年和 2020 年以微型和小型聚落为主。30 年间牧区聚落数量和面积快速增加,分别高于整个蒙东地区 2.9 倍和 4.1 倍。究其原因,1997 年牧区实施草场承包分草场^[29],逐步实现定居定牧,牧户在自家草场建房形成新的单户聚落,由大型聚落转为微型和小型聚落。(3)半农半牧区的小型聚落居多,30 年间乡村聚落数量缓慢增加,聚落面积有所减少。

(4)农林区聚落变化较大,1990 年和 2000 年以小型聚落居多,2010 年和 2020 年以小型和微型聚落为主。30 年间乡村聚落数量和面积较快增长,高于整个蒙东地区 2 倍。究其原因,2000 年以后,“退耕还林”等生态政策以及林场体制变化^[30],林场人口减少,聚落规模逐渐变小。

2.2 密度与分布变化

2.2.1 密度特征

如图 4 所示,1990 年、2000 年、2010 年和 2020 年 4 期蒙东地区乡村聚落密度空间分布呈现“南密北疏”的空间分布格局,具有显著的空间差异。由于乡村聚落斑块密度较低,根据相关研究并结合该区实际情况^[31],将研究区乡村聚落密度划分为低密度区(<1 个/100km²)、次低密度区(1~5 个/100km²)、中密度区(5~10 个/100km²)、次高密度区(10~15 个/100km²)和高密度区(>15 个/100km²)5 个等级区域。

总体来看,乡村聚落高密度区主要集中在农区,另有部分分散分布于半农半牧区(如奈曼旗、林西县等)和农林区东部(扎兰屯市),其范围逐年扩大;次高密度区呈多核点状式分布特征,主要分布于半农半牧区(如巴林左旗、科尔沁区等);中密度区多

表 1 蒙东地区乡村聚落规模变化特征

Tab. 1 Change in scale of rural settlements in eastern Inner Mongolia, China

年份	微型聚落		小型聚落		中型聚落		大型聚落	
	数量/个	面积/km ²	数量/个	面积/km ²	数量/个	面积/km ²	数量/个	面积/km ²
1990 年	3198	224.33	9706	2207.64	1401	937.13	383	620.40
2000 年	2937	212.30	9872	2245.78	1441	962.76	395	641.86
2010 年	6531	412.33	11 004	2419.62	1267	850.57	382	584.02
2020 年	6802	418.69	10 756	2374.55	1272	856.98	421	655.23

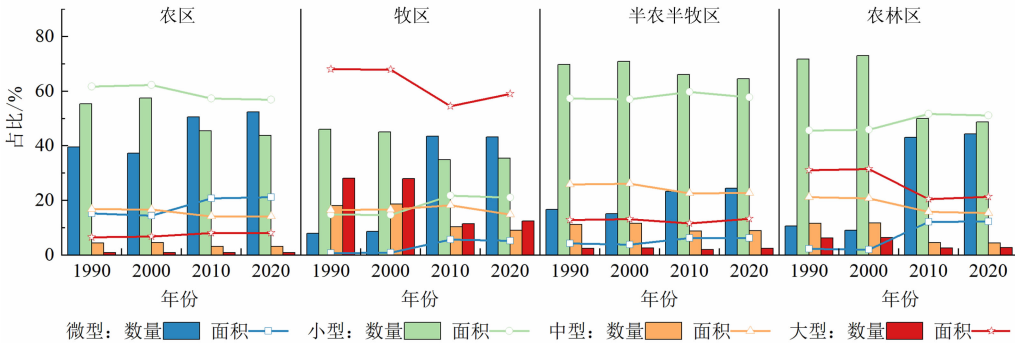


图 3 蒙东各区乡村聚落规模变化特征

Fig. 3 Change in scale of rural settlements in different zones of eastern Inner Mongolia, China

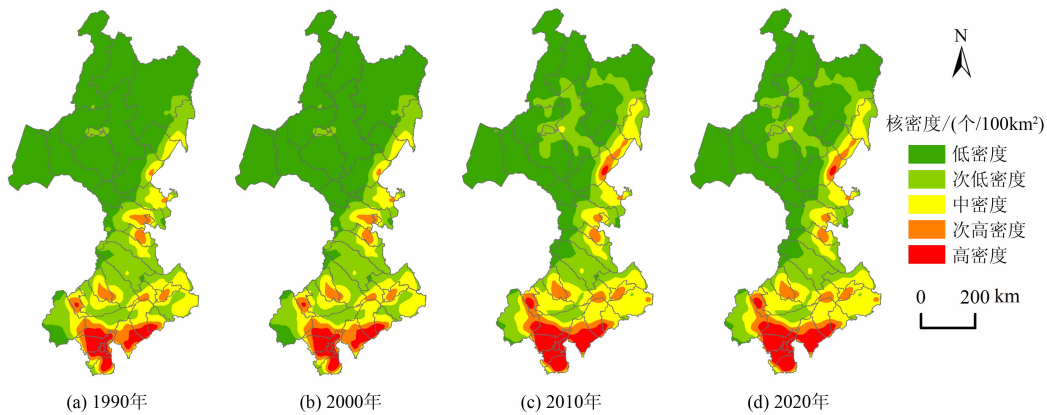


图4 蒙东地区乡村聚落核密度分布

Fig. 4 Distribution of rural settlements kernel density in eastern Inner Mongolia, China

分布于次高密度区周围片状扩散分布,包括半农半牧区东南部、西部、东北部(如科尔沁左翼后旗、巴林右旗等)和农林区东部(如莫力达瓦旗等);低和次低密度区呈片状扩散分布于高、中密度区外部,包括整个牧区、农林区西部和半农半牧区西北部。

2.2.2 空间特征

根据 Moran's *I* 指数和 *Z* 值的结果(表 2),蒙东地区乡村聚落规模在 1990 年、2000 年、2010 年和 2020 年呈现空间集聚特征。使用“热点”空间探测工具,分析乡村聚落规模局部特征(图 5)。总体来看,30 年间蒙东地区乡村聚落在空间上呈现显著的热点区(高值聚集)或冷点区(低值聚集)的特征,且随着时间推移热点和次热点区范围扩大,冷点和次冷点区范围由南向北扩展,乡村聚落热点区和冷点区在空间分布上呈现集中连片的特征。

从各区域来看,农区逐渐形成小规模聚集冷点区;牧区逐渐形成大规模集聚的热点区;半农半牧区

表 2 蒙东地区乡村聚落空间自相关全域分析结果

Tab. 2 Results of spatial autocorrelation analysis of rural settlements in eastern Inner Mongolia, China

年份	Moran's <i>I</i> 指数	<i>P</i>	<i>Z</i>	<i>Z</i> -score
1990 年	0.11	0.01	134.74	>2.58
2000 年	0.11	0.01	135.63	>2.58
2010 年	0.12	0.01	162.60	>2.58
2020 年	0.10	0.01	228.47	>2.58

西部(克什克腾旗和林西县)逐渐形成小规模聚集的冷点区,北部、南部外缘地区由次热点逐步向大范围热点转变;农林区热点区成为次热点区,次热点区成为次冷点区和冷点区。因此,相对于乡村聚落核密度的空间分布,乡村聚落的规模和密度分布具有负相关的局部特征,聚落具有高密度-小规模集聚和低密度-大规模集聚的特征。

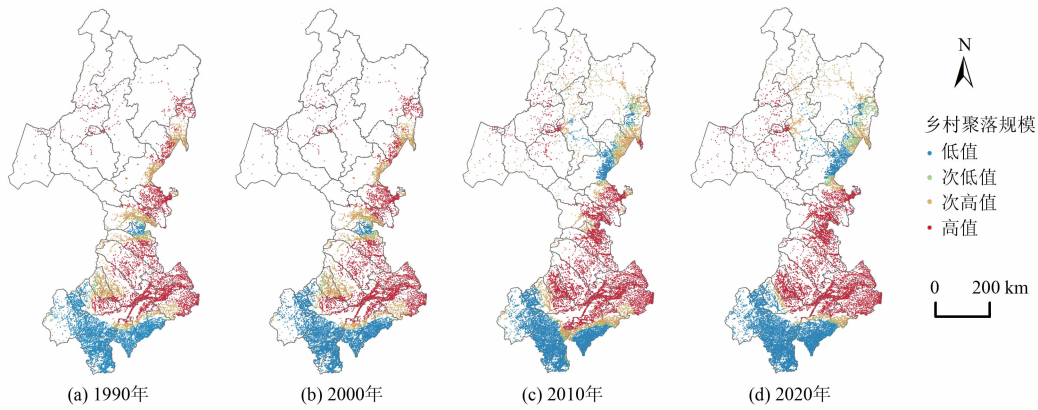


图5 蒙东地区乡村聚落冷热点分布

Fig. 5 Distribution of cold and hot spots in rural settlements in eastern Inner Mongolia, China

3 乡村聚落空间演变影响因素分析

3.1 影响因素选取

乡村聚落演变是自然地理和社会经济因素综合作用的结果,根据前人研究^[2,7,12,32-34],综合考虑蒙东区域性特点以及选取有代表性的指标数据,从自然地理和社会经济两个方面选取 18 个指标要素(表 3)。

3.1.1 自然地理因素

蒙东地区乡村聚落自然地理因素分布特征整体上表现为,乡村聚落主要分布在丘陵和低山平坦、水资源丰富、气候宜居、植被覆盖度高的地区,其聚落邻水性分布特征明显(图 6)。(1)从高程来看,该

区乡村聚落主要在低山和丘陵地区分布,其中农区和牧区聚落主要分布在低山区,农林区和半农半牧区聚落主要分布在丘陵区。(2)从坡度来看,该区乡村聚落主要分布在 $<5^{\circ}$ 的平坡地区,聚落数量和面积占比均高于 65%。(3)从降水来看,农区和农林区聚落主要分布在 350 ~ 500 mm 和 >500 mm 的降水区。(4)从气温来看,农区和半农半牧区聚落多分布在年均气温 $>5^{\circ}\text{C}$ 的地区,农林区聚落主要分布在 0°C ~ 5°C 的地区,牧区聚落多分布在 -5°C ~ 0°C 的地区。(5)从距河流远近来看,该区邻水乡村聚落分布明显,主要分布在距河流 <10 km 以内。(6)从植被覆盖度来看,农区和半农半牧区聚落主要分布在中、高覆盖度区,牧区聚落主要分布在高覆盖度区,农林区聚落主要

表 3 蒙东地区乡村聚落的影响因素指标

Tab. 3 Influencing factors' index of rural settlement in eastern Inner Mongolia, China

目标层	指标名称(单位)	指标解释	正逆	分级	指标来源
自然地理因素	X_1 高程(m)	县域平均高程,利用 DEM 在 ArcGIS 中分区统计提取	-	平原 <200 ;丘陵 200 ~ 500;低山 501 ~ 999;中山 >999	刘彦随 ^[32] 等
	X_2 坡度($^{\circ}$)	县域平均坡度,利用 ArcGIS 坡度分析,分区统计提取	-	<5 ; 5 ~ 15; 15 ~ 25; >25	
	X_3 年降水量(mm)	县域年降水量	+	<200 ; 200 ~ 350; 350 ~ 500; >500	林金萍 ^[12] 等
	X_4 年均温度($^{\circ}\text{C}$)	县域年平均温度	+	<-5 ; $-5\sim0$; $0\sim5$; >5	
	X_5 距河流距离(km)	ArcGIS 邻域分析	-	<10 ; 10 ~ 25; 25 ~ 50; >50	孙贵艳 ^[33] 等
	X_6 植被覆盖	NDVI	+	低覆盖度 <0.4 ;中覆盖度 0.4 ~ 0.6;高覆盖度 0.6 ~ 0.8;极高覆盖度 >0.8	
社会经济因素	X_7 人口密度(人/ km^2)	县域总人口/县域面积	+	<20 ; 20 ~ 50; 50 ~ 100; 50 ~ 100	杨凯悦 ^[2] 等
	X_8 乡村人口比重(%)	县域乡村人口/县域总人口	+	<25 ; 25 ~ 50; 50 ~ 75; >75	
	X_9 非农产业产值比重(%)	(第二产业 + 第三产业)/国内生产总值	+	<25 ; 25 ~ 50; 50 ~ 75; >75	
	X_{10} 城乡收入差距	在岗职工平均工资/农牧民人均纯收入	-	<2 ; 2 ~ 4; 4 ~ 6; >6	
	X_{11} 人均粮食总产量($\text{t}/\text{人}$)	县域粮食总产量/县域总人口	+	<0.5 ; 0.5 ~ 1; 1 ~ 2; >2	杨忍 ^[34] 等
	X_{12} 人均大家畜数量(头/人)	县域大家畜总数/县域总人口	+	<0.2 ; 0.2 ~ 0.5; 0.5 ~ 1; >1	段小微 ^[7] 等
	X_{13} 人均小家畜数量(只/人)	县域小家畜总数/县域总人口	+	<0.5 ; 0.5 ~ 1; 1 ~ 3; >3	
	X_{14} 人均猪数量(头/人)	县域猪总数/县域总人口	+	<0.1 ; 0.1 ~ 0.2; 0.2 ~ 0.5; >0.5	林金萍 ^[12] 等
	X_{15} 人均耕地面积($\text{hm}^2/\text{人}$)	县域耕地面积/县域总人口	+	<0.5 ; 0.5 ~ 1; 1 ~ 1.5; >1.5	
	X_{16} 人均草地面积($\text{hm}^2/\text{人}$)	县域草地面积/县域总人口	+	<1 ; 1 ~ 5; 5 ~ 10; >10	
	X_{17} 距县城距离(km)	ArcGIS 邻域分析	-	<10 ; 10 ~ 25; 25 ~ 50; >50	
	X_{18} 路网密度(km/km^2)	县域公路总里程/县域面积	+	<0.1 ; 0.1 ~ 0.2; 0.2 ~ 0.4; >0.4	

注:“+”表示正向指标,“-”表示逆向指标;大家畜指牛、马等,小家畜指山羊、绵羊。

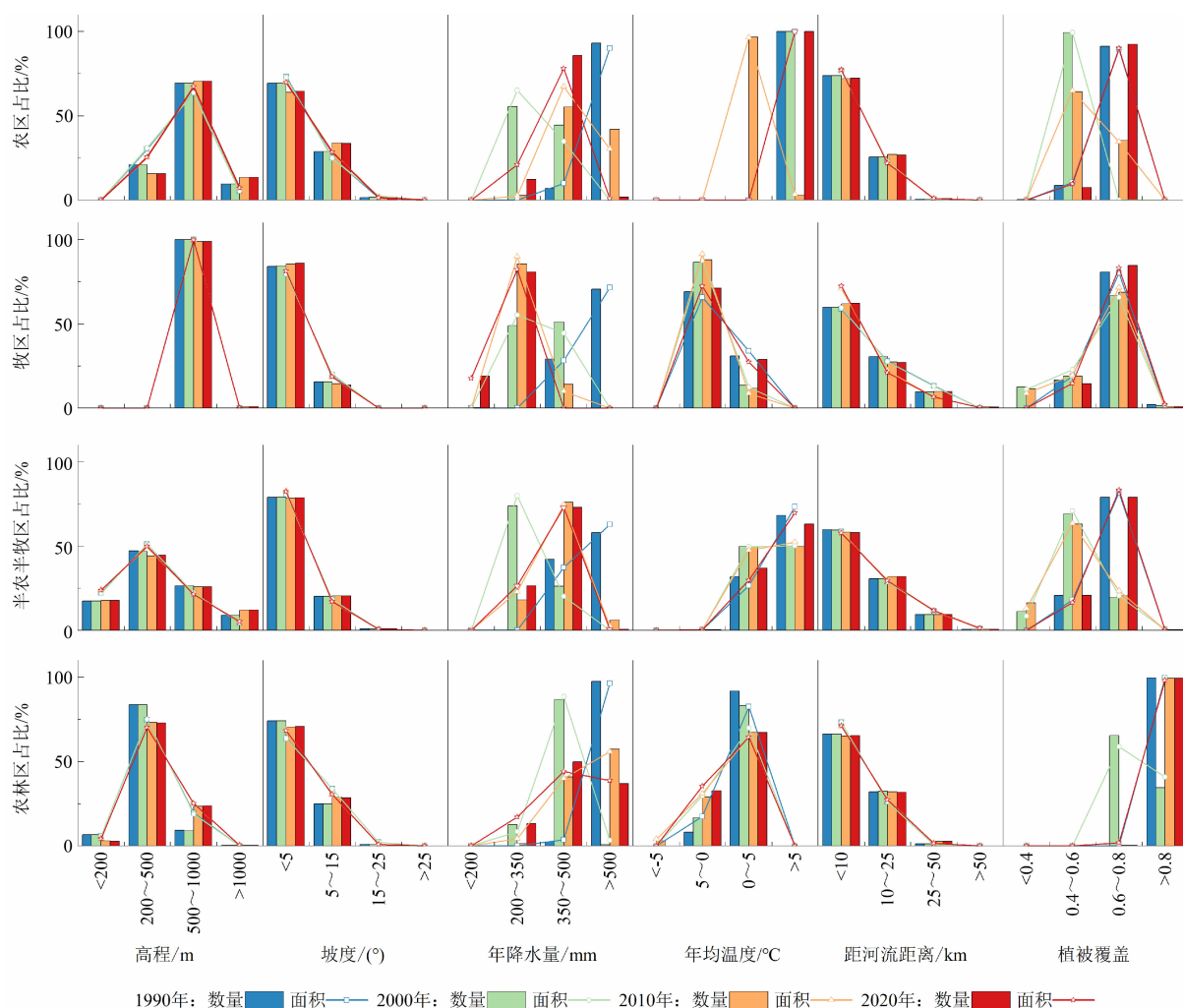


图6 自然地理因素下乡村聚落分布统计

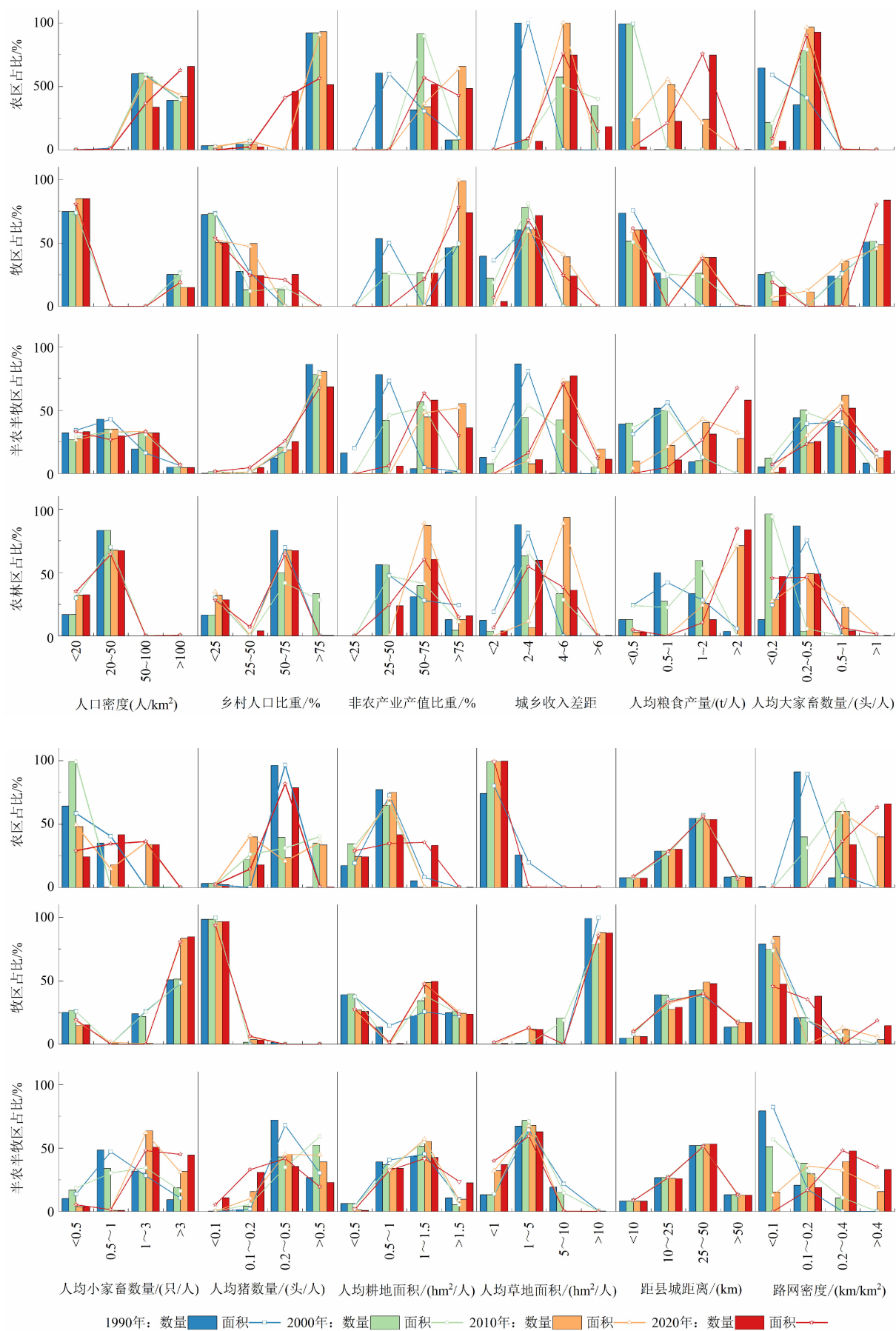
Fig. 6 Statistics of the distribution of rural settlements based on physical geography factors in eastern Inner Mongolia, China

分布在极高覆盖度区。

3.1.2 社会经济因素

蒙东地区乡村聚落社会经济因素分布特征整体上表现为,乡村聚落的人口分布相对较低,非农产业产值比重较高,城乡收入之间差距较大,人均粮食产量、家畜数量、人均耕地以及人均草地区域差异显著,聚落远离县中心城镇,路网密度低(图7)。(1)从人口密度来看,该区乡村聚落分布空间差异显著,其中农区聚落主要分布在 $50 \sim 100$ 人/ km^2 和 >100 人/ km^2 的地区;牧区聚落主要分布在人口密度在 <20 人/ km^2 的地区。(2)从乡村人口比重来看,该区乡村人口比重较大,区域差异明显,其中农区和半农半牧区聚落主要分布在乡村人口比重 $>75\%$ 的地区;农林区聚落主要分布在乡村人口比重为 $50\% \sim 75\%$ 的区域;牧区聚落主要分布在乡村人

口比重 $<25\%$ 的地区。(3)从非农产值比重来看,该区乡村聚落的非农产业产值相对较高,其中牧区聚落主要分布在非农产值比重 $>75\%$ 的地区,农区、半农半牧区和农林区聚落多分布在非农产值比重为 $50\% \sim 75\%$ 的地区。(4)从城乡收入差距来看,该区大多数乡村聚落分布于城乡收入差距较大的地区。其中农区、半农半牧区和农林区聚落主要分布在城乡收入差距为 $4 \sim 6$ 的地区;牧区聚落主要分布在城乡收入差距为 $2 \sim 4$ 的地区。(5)从人均粮食产量来看,该区人均粮食产量在空间上分布不均,总体上随着时间的推移而增加。2000年以前,乡村聚落多分布于人均粮食产量 <0.5 t/人的地区;2000年以后,乡村聚落多分布于 $1 \sim 2$ t/人和 >2 t/人的地区。(6)从人均家畜来看,该区人均家畜分布差异显著,其中牧区聚落的大小牲畜较多,主要分布在人



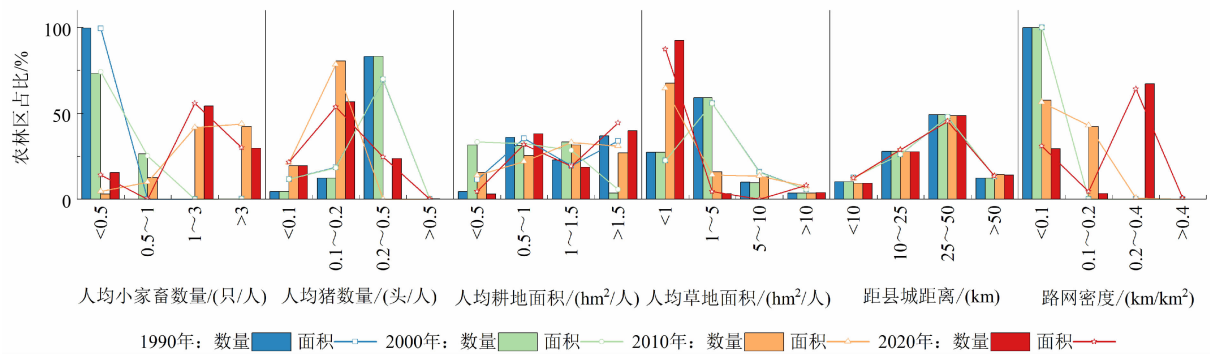


图 7 社会经济因素下乡村聚落分布统计

Fig. 7 Statistics of the distribution of rural settlements based on socioeconomic factors in eastern Inner Mongolia, China

均大畜 > 1 头/人和人均小畜 > 3 只/人的地区;同时,牧区聚落的人均猪数量最低,主要分布在人均猪数量 < 0.1 头/人的地区;农区和农林区聚落主要分布在人均猪数量 0.2 ~ 0.5 头/人的地区。(7)从人均土地资源来看,该区乡村聚落的人均耕地和人均草地分布各异。人均耕地而言,农区聚落主要分布在 0.5 ~ 1 hm^2 /人的地区,牧区和半农半牧区聚落主要分布在 > 1 hm^2 /人的地区;人均草地而言,牧区和半农半牧区的草地资源比较丰富,尤其是牧区主要分布在 > 10 hm^2 /人的地区;农区和农林区的草地资源较少,主要分布在 < 1 hm^2 /人的地区。(8)从交通网络来看,该区乡村聚落主要分布在距县城距离 25 ~ 50 km 地区。同时该区路网密度较低且分布不均,其中农区路网密度最高,主要分布在路网密度为 > 0.4 km/km^2 的地区;牧区路网密度最低。

3.2 影响因素分析

如表 4 所示,对蒙东地区 39 个县级单元进行多重共线检验,最好的组合是 5 个解释变量,并且使用 OLS 模型对这 5 个解释变量进行诊断,VIF 的结果

均低于 7.5,表明不存在全局多重共线性。因此,以蒙东地区乡村聚落斑块面积(农村居民点面积)为因变量,人口密度、人均耕地面积、乡村人口比重、距河流距离和人均大家畜数量为自变量。运用 ArcGIS10.7 中 GWR 分析模块进行空间回归分析,选择 GWR 模型的 R^2 和修正 R^2 均高于 OLS 模型,残差平方和与标准差小于 OLS 模型,说明 GWR 模型的拟合更为合理。模型残差的空间自相关测试显示,1990 年、2000 年、2010 年和 2020 年 Moran's I 的值分别为 -0.0991、-0.1055、-0.1582、-0.1650, p 值分别为 0.5147、0.4896、0.2414、0.2211,表明残差在空间上随机分布,模型整体效果良好。

1990 年、2000 年、2010 年和 2020 年蒙东地区回归系数的描述性统计(表 5),人口密度的回归系数和人均耕地面积的回归系数为正值,说明人口密度和人均耕地面积对乡村聚落面积变化具有正向促进作用;距河流距离和乡村人口比重的回归系数为负值,说明对乡村聚落面积变化具有负向作用;人均大家畜数量的回归系数有正有负,表明该因素对乡村聚落面积变化影响不稳定。

表 4 OLS 模型和 GWR 模型拟合参数比较

Tab. 4 Comparison of fitting results between OLS model and GWR model

年份	残差平方和		标准差		AICc		R^2		修正 R^2	
	OLS	GWR	OLS	GWR	OLS	GWR	OLS	GWR	OLS	GWR
1990 年	0.4599	0.2213	0.4538	0.1752	0.4209	0.1947	0.3491	0.1458	0.6285	0.7886
2000 年	0.1181	0.0891	0.1173	0.0813	0.1129	0.0884	0.1029	0.0746	0.6354	0.8247
2010 年	-44.8792	-62.0621	-45.4030	-66.9480	-48.3349	-57.6214	-55.6305	-73.0147	0.6631	0.7936
2020 年	0.6774	0.8447	0.6833	0.8777	0.7074	0.8646	0.7230	0.8843	0.6811	0.8323

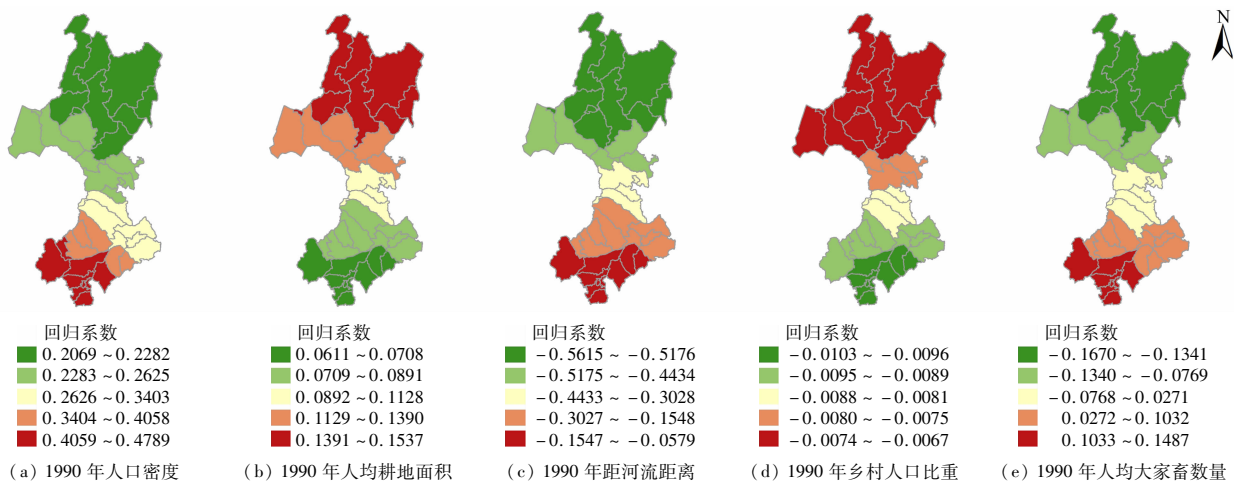
表 5 GWR 模型回归系数的描述性统计

Tab. 5 Descriptive statistical analysis of the regression coefficients in the GWR model

年份	影响因素	均值	最小值	上四分位值	中位值	下四分位值	最大值
1990 年	人口密度	0.3154	0.2069	0.2318	0.2986	0.3949	0.4789
	人均耕地面积	0.1030	0.0611	0.0719	0.0961	0.1379	0.1537
	距河流距离	-0.3142	-0.5615	-0.5107	-0.3028	-0.1410	-0.0579
	乡村人口比重	-0.0083	-0.0103	-0.0094	-0.0083	-0.0071	-0.0067
	人均大家畜数量	-0.0054	-0.1670	-0.1226	0.0020	0.0998	0.1487
2000 年	人口密度	0.2027	0.1201	0.1613	0.2098	0.2424	0.2732
	人均耕地面积	0.1130	0.0910	0.0954	0.1094	0.1307	0.1443
	距河流距离	-0.3603	-0.6902	-0.6583	-0.3589	-0.1030	-0.0046
	乡村人口比重	-0.0061	-0.0085	-0.0074	-0.0060	-0.0048	-0.0041
	人均大家畜数量	-0.0318	-0.1610	-0.1238	-0.0195	0.0489	0.0775
2010 年	人口密度	0.3365	0.1623	0.2767	0.3386	0.3962	0.4608
	人均耕地面积	0.1675	0.1017	0.1420	0.1723	0.1985	0.2057
	距河流距离	-0.3955	-0.7584	-0.6219	-0.4596	-0.1815	-0.0229
	乡村人口比重	-0.0058	-0.0123	-0.0077	-0.0040	-0.0035	-0.0030
	人均大家畜数量	-0.0496	-0.1569	-0.1358	-0.0306	0.0234	0.0294
2020 年	人口密度	0.3198	0.1916	0.2843	0.3233	0.3614	0.4033
	人均耕地面积	0.1033	0.0429	0.0803	0.1113	0.1283	0.1397
	距河流距离	-0.3181	-0.5870	-0.5585	-0.3677	-0.0997	-0.0411
	乡村人口比重	-0.0054	-0.0082	-0.0060	-0.0050	-0.0047	-0.0041
	人均大家畜数量	0.0004	-0.1031	-0.0860	-0.0025	0.0798	0.1006

如图 8 所示,运用 ArcGIS10.7 对 5 个影响因素进行可视化分析。(1)人口密度的回归系数为正值,说明人口密度对乡村聚落发展有正向的促进作用,回归系数由中部地区向南、北部地区逐渐减少。高值区主要分布在半农半牧区,该区人口密度较高,聚落较为集聚,聚落面积受人口密度影响较大;低值区主要分布在农林区,该区人口密度相对较低,乡村聚落较为分散,聚落面积受人口密度影响较小。(2)人均耕地面积的回归系数为正值,说明人均耕地面积对乡村聚落发展有正向的促进作用,回归系

数由南向北呈逐渐增加。高值区主要分布在牧区和农林区,随着定居定牧的实施,这些区域青贮饲料地扩展趋势较为显著,聚落面积受人均耕地面积影响较大;低值区主要分布在农区和半农半牧区,受退耕还林等生态政策的影响,耕地扩张不显著,聚落面积受人均耕地面积影响较小。(3)距河流距离的回归系数为负值,与乡村聚落面积变化呈负相关关系,说明聚落距河流距离越近,乡村聚落面积越大,回归系数的绝对值由南向北逐渐增加。高负值区主要分布在牧区和农林区,这些区域由于逐水草而居的传统



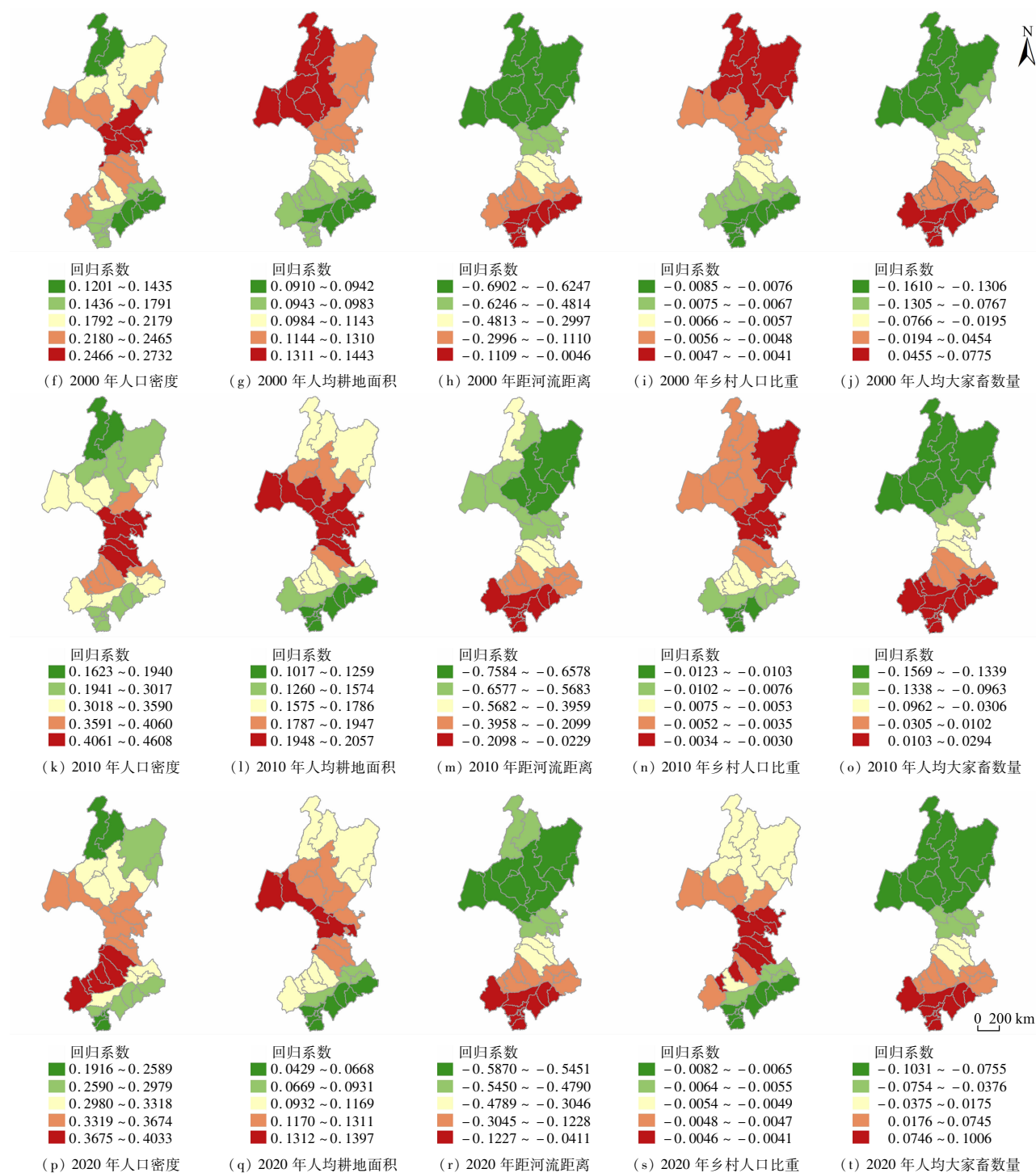


图8 蒙东地区 GWR 模型的回归系数空间分布

Fig. 8 Spatial distribution of regression coefficients in the GWR model in eastern Inner Mongolia, China

畜牧业生产方式以及水利工程覆盖率较低,聚落面积受河流影响较大;低负值区主要分布在农区和半农半牧区,这些区域农田水利设施密集,农业灌溉很少依靠河流,聚落面积受河流影响较小。(4)乡村人口比重的回归系数整体上为负值,与乡村聚落面积变化呈负相关关系,说明乡村人口比重越低,乡村

聚落面积越大,回归系数的绝对值由北向南逐渐增加。高负值区主要分布在农区和农林区,这些区域随着城市化、工业化以及农业现代化等原因,农户外出务工较多,乡村人口逐年减少,随着宅基地的扩建导致了“人减地增”现象较突出;低负值区主要分布于牧区和半农半牧区北部,这些区域受到定居定牧

政策的影响,农户居乡养牧较多,“人减地增”现象相对不明显。(5)人均大家畜数量的回归系数有正有负,与乡村聚落面积变化的关系较为复杂,回归系数绝对值由南向北逐渐增加。高值区主要分布于农区和半农半牧区东部,这些区域由于舍饲禁牧等原因,兴建棚圈饲养大牲畜,促进了乡村聚落的扩张;负高值区主要分布在农林区和牧区,这些区域大牲畜多为放养,圈养程度较低,对乡村聚落面积的影响不显著。

4 讨论与建议

4.1 讨论

目前,已有的乡村聚落演变研究多集中在单个类型区域^[10-11],本文将蒙东地区划分为农区、牧区、半农半牧区和农林区,分析了不同类型区域不同时期的乡村聚落空间分布格局,为不同类型区域乡村聚落空间演变提出针对性的空间布局与优化建议。

从乡村聚落数量与规模特征来看,1990—2020年蒙东地区乡村聚落数量和面积增加,呈现出以微型和小型聚落为主的规模特征,而且不同区域间乡村聚落规模差异显著。农区由小型聚落转为微型聚落,牧区由小型和大型聚落转为微型和小型聚落,与张海朋^[35]等研究结论基本一致,说明随着内蒙古牧区定居定牧政策的推进,多数牧户在自家承包草场建设房屋和棚舍,形成新的单户聚落,聚落模式趋于向心化,这一特征与东部发达地区乡村聚落快速城市化影响下的离心化发展模式形成明显对比^[5]。

从乡村聚落密度与分布特征来看,蒙东地区乡村聚落呈现高密度-小规模集聚和低密度-大规模集聚特征,与马晓冬^[5]等研究结论基本一致,但乡村聚落密度大小存在显著差异,因为蒙东地区地形复杂、生态环境脆弱、有限的区域资源难以满足高密度人口及高强度土地利用活动,研究结果与实际情况比较符合。

从乡村聚落空间演变的影响因素来看,本研究与前人研究^[14-15]一样,从自然地理和社会经济两个方面建立乡村聚落演变的影响因素指标体系,结合内蒙古农牧交错区的特殊性和复杂性,选取了具有针对性和代表性的指标,例如人均大家畜数量、人均小家畜数量和人均草地面积等因素。蒙东地区乡村聚落空间演变受自然、社会、人文、经济等多因素综

合驱动,不同区域在不同时期内主要影响因素也不尽相同。这与已有乡村聚落研究^[4,6]基本一致,乡村聚落主要分布在自然条件较好的地区,如地形平坦、水热条件较好、植被覆盖度高、靠近河流等。农区聚落主要受降水、人均粮食产量、人均猪数量、交通等因素影响,与尹婧博^[36]研究结论基本一致,原因是该区农业条件和人居环境较好,乡村聚落分布密集且规模较大;牧区聚落主要受植被覆盖、人均家畜数量、人均草地面积等因素影响。与张海朋^[35]等研究结论基本一致,半农半牧区聚落主要受地形、气候、乡村人口比重、人均粮食产量、人均大家畜数量等因素影响,与杨凯悦^[2]等研究结论基本一致,随着乡村人口数量的增加和社会经济水平的提升,乡村聚落数量随之增加。

4.2 建议

(1)整合聚落规模大小。蒙东地区乡村聚落以微、小型为主,且呈增加趋势,尤其是农区和半农半牧区的微小聚落居多,需遏制零碎微小聚落数量,进行整合归并。

(2)优化聚落空间布局。由于蒙东地区自然地理条件和资源禀赋差异等原因,乡村聚落空间分异显著,需进一步优化聚落空间布局,进行合理规划,提高土地利用效率。

(3)提升基础设施建设。蒙东地区乡村聚落密度低且分散,需提高乡村交通、通讯、电力等基础设施水平,增进城乡相互联系,改善乡村聚落基本条件。

(4)促进特色产业发展。蒙东地区处于乡村性显著的农牧交错区域,应针对不同的乡村区域发展特色农牧产业,提高种养结合的绿色产业,促进乡村可持续发展。

(5)加强生态修复与保护。蒙东乡村区域属于生态脆弱区,耕地和草场是当地主要的生产空间,维持着农牧民生计,同时维护着生态安全。因此,需合理利用耕地和草场资源,及时修复退化耕地和草场。

5 结论

(1)蒙东地区乡村聚落规模差异显著,主要以微型和小型聚落为主,占聚落总数的 89.48%。1990—2020 年微、小型聚落数量和面积呈增长态势,大、中型聚落总体呈减少态势。

(2)蒙东地区乡村聚落的核密度分布具有显著的空间差异,总体上具有“南密北疏”的分布特征。高和次高密度区的乡村聚落主要分布在农区和半农半牧区;中密度区呈多核扩散式分布特征,多分布在高和次高密度区周围;低和次低密度区多分布在牧区和农林区,呈片状扩散分布特征。

(3)蒙东地区乡村聚落冷热点空间分布明显,随着时间推移热点和次热点区范围扩大,冷点和次冷点区范围从南向北扩展。乡村聚落的规模和密度分布具有负相关的局部特征,即高密度-小规模集聚和低密度-大规模集聚的特征。

(4)蒙东地区乡村聚落空间差异受到自然地理和社会经济等多种因素的影响。地理加权回归模型显示,人口密度、人均耕地面积、乡村人口比重、距河流距离和人均大家畜数量是影响乡村聚落面积变化的主要影响因素,且影响程度存在明显的空间差异。人口密度和人均耕地面积对乡村聚落面积变化呈正相关;距河流距离和乡村人口比重对乡村聚落面积变化呈负相关;人均大家畜数量与乡村聚落面积变化的关系较为复杂,正负作用均存在。

参考文献(References)

- [1] 李红波,胡晓亮,张小林,等. 乡村空间辨析[J]. 地理科学进展, 2018, **37**(5): 591 - 600. [LI Hongbo, HU Xiaoliang, ZHANG Xiaolin, et al. On the analysis of rural space [J]. Progress in Geography, 2018, **37**(5): 591 - 600] DOI: 10.18306/dlkxjz.2018.05.003
- [2] 杨凯悦,宋永永,薛东前. 黄土高原乡村聚落地时空演变与影响因素[J]. 资源科学, 2020, **42**(7): 1311 - 1324. [YANG Kaiyue, SONG Yongyong, XUE Dongqian. Spatiotemporal change of rural settlement land in the Loess Plateau and influencing factors [J]. Resources Science, 2020, **42**(7): 1311 - 1324] DOI: 10.18402/resci.2020.07.08
- [3] 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. [YANG Ren, LIU Yansui, LONG Hualou, et al. Spatial-temporal characteristics of rural residential land use change and spatial directivity identification based on grid in the Bohai Rim in China [J]. Geographical Research, 2015, **34**(6): 1077 - 1087] DOI: 10.11821/dlyj201506007
- [4] 李红波,张小林,吴江国. 苏南地区乡村聚落空间格局及其驱动机制[J]. 地理科学, 2014, **34**(4): 440 - 444. [LI Hongbo, ZHANG Xiaolin, WU Jiangguo. Spatial pattern and its driving mechanism of rural settlements in southern Jiangsu [J]. Scientia Geographica Sinica, 2014, **34**(4): 440 - 444]
- [5] 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. [MA Xiaodong, LI Quanlin, SHEN Yi. Morphological difference and regional types of rural settlements in Jiangsu province [J]. Acta Geographica Sinica, 2012, **67**(4): 516 - 525]
- [6] 谭雪兰,张炎思,谭洁,等. 江南丘陵区农村居民点空间演变特征及影响因素研究——以长沙市为例[J]. 人文地理, 2016, **31**(1): 89 - 93. [TAN Xuelan, ZHANG Yansi, TAN Jie, et al. Study on the spatial evolution characteristics and influent factors of rural residential area in the south of Yangtze River: A case study of Changsha [J]. Human Geography, 2016, **31**(1): 89 - 93] DOI: 10.139598.issn.1003-2398.2016.01.012
- [7] 段小薇,李小建. 山区县域聚落演化的空间分异特征及其影响因素——以豫西山地嵩县为例[J]. 地理研究, 2018, **37**(12): 2459 - 2474. [DUAN Xiaowei, LI Xiaojian. Spatial differentiation and its influencing factors of settlements evolution in mountainous counties: A case study of Songxian county in western Henan province [J]. Geographical Research, 2018, **37**(12): 2459 - 2474] DOI: 10.11821/dlyj201812008
- [8] 李小建,许家伟,海贝贝. 县域聚落分布格局演变分析——基于1929—2013年河南巩义的实证研究[J]. 地理学报, 2015, **70**(12): 1870 - 1883. [LI Xiaojian, XU Jiawei, HAI Beibei. The changing distribution patterns of rural settlements during the process of urbanization: The case of Gongyi (1929 - 2013), China [J]. Acta Geographica Sinica, 2015, **70**(12): 1870 - 1883] DOI: 10.11821/dlxb201512002
- [9] 李骞国,石培基,刘春芳,等. 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. [LI Qianguo, SHI Peiji, LIU Chunfang, et al. Spatial-temporal evolution characteristic and pattern optimization of rural settlement in the Loess Hilly region—take Qilihe district for example [J]. Economic Geography, 2015, **35**(1): 126 - 133] DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2015.01.018
- [10] 马晓蓉,查小春. 秦巴山区乡村聚落空间格局演变及影响因素——以陕西宁强县为例[J]. 山地学报, 2020, **38**(5): 726 - 739. [MA Xiaorong, ZHA Xiaochun. Spatial structure evolvement and impact factors of rural settlements in the Qinba Mountain area: A case study of Ningqiang county in Shanxi province, China [J]. Mountain Research, 2020, **38**(5): 726 - 739] DOI: 10.16089/j.cnki.1008-2786.000550
- [11] 师满江,颜耀文,曹琦. 干旱区绿洲农村居民点景观格局演变及机制分析[J]. 地理研究, 2016, **35**(4): 692 - 702. [SHI Manjiang, XIE Yaowen, CAO Qi. The landscape evolution and mechanism analysis of rural settlements in the oasis of arid region [J]. Geographical Research, 2016, **35**(4): 692 - 702] DOI: 10.11821/dlyj201604008
- [12] 林金萍,雷军,吴世新,等. 新疆绿洲乡村聚落空间分布特征及其影响因素[J]. 地理研究, 2020, **39**(5): 1182 - 1199.

- [LIN Jinping, LEI Jun, WU Shixin, et al. Spatial pattern and influencing factors of oasis rural settlements in Xinjiang, China [J]. *Geographical Research*, 2020, **39**(5): 1182–1199] DOI: 10.11821/dlyj020190368
- [13] 马利邦, 田亚亚, 郭晓东, 等. 基于格网的河西绿洲乡村聚落时空演变及其与水土资源的空间耦合关系[J]. *自然资源学报*, 2018, **33**(5): 775–787. [MA Libang, TIAN Yaya, GUO Xiaodong, et al. Spatial-temporal change of rural settlements and its spatial coupling relationship with water and soil resources based on grid in the Hexi Oasis [J]. *Journal of Natural Resources*, 2018, **33**(5): 775–787] DOI: 10.11849/zrzyxb.20170562
- [14] 王正伟, 马利刚, 王宏卫, 等. 干旱内流区绿洲乡村聚落空间格局及影响因素分析——以塔里木河流域为例[J]. *长江流域资源与环境*, 2020, **29**(12): 2638–2640. [WANG Zhengwei, MA Ligang, WANG Hongwei, et al. Spatial pattern and influencing factors of oasis rural settlements in inland river basin: A case study in Tarim River Basin [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2020, **29**(12): 2638–2640] DOI: 10.11870/cjlyzyhj202012007
- [15] 刘香云, 王宏卫, 杨胜天, 等. 艾比湖流域绿洲乡村聚落空间格局及其驱动力分析[J]. *干旱区地理*, 2018, **41**(4): 859–866. [LIU Xiangyun, WANG Hongwei, YANG Shengtian, et al. Spatial pattern and driving force of oasis rural settlements in Ebinur Basin [J]. *Arid Land Geography*, 2018, **41**(4): 859–866] DOI: 10.12118/j.issn.1000-6060.2018.04.23
- [16] 李静, 张平宇, 郭蒙. 吉林省村域尺度下居民点空间分布特征及优化重组模式[J]. *地理科学*, 2021, **41**(5): 842–850. [LI Jing, ZHANG Pingyu, GUO Meng. Spatial distribution and optimized reconstructing mode of rural settlement at the village scale of Jilin province [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2021, **41**(5): 842–850] DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2021.05.012
- [17] 李智, 张小林, 李红波, 等. 基于村域尺度的乡村性评价及乡村发展模式研究——以江苏省金坛市为例[J]. *地理科学*, 2017, **37**(8): 1194–1202. [LI Zhi, ZHANG Xiaolin, LI Hongbo, et al. Research on rurality at village scale and rural development model: A case of Jintan city, Jiangsu province [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2017, **37**(8): 1194–1202] DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2017.08.009
- [18] 宋永永, 薛东前, 米文宝, 等. 宁夏限制开发生态区区域发展的模式与机理[J]. *经济地理*, 2017, **37**(4): 167–175. [SONG Yongyong, XUE Dongqian, MI Wenbao, et al. Village development mode and mechanism of limited development ecological zones in Ningxia [J]. *Economic Geography*, 2017, **37**(4): 167–175] DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2017.04.021
- [19] 斯琴朝克图, 房艳刚, 乌兰图雅. 内蒙古农牧交错带聚落的格局特征及其形成过程研究——以扎鲁特旗为例[J]. *干旱区资源与环境*, 2016, **30**(8): 76–79. [SIQIN Chaoketu, FANG Yangang, WULAN Tuya. The pattern characteristics and formation processes of rural settlements in the agro-pastoral zone—the case of Jarud Banner, Inner Mongolia, China [J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2016, **30**(8): 76–79] DOI: 10.13448/j.cnki.jalre.2016.252
- [20] 斯琴朝克图. 蒙东地区土地利用变化与乡村发展转型[D]. 长春: 东北师范大学, 2019: 24–31. [SIQIN Chaoketu. Land use change and rural development and transformation in eastern Inner Mongolia area [D]. Changchun: Northeast Normal University, 2019: 24–31]
- [21] 刘纪远, 匡文慧, 张增祥, 等. 20 世纪 80 年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J]. *地理学报*, 2014, **69**(1): 3–14. [LIU Jiyan, KUANG Wenhui, ZHANG Zengxiang, et al. Spatiotemporal characteristics, patterns and causes of land use changes in China since the late 1980s [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2014, **69**(1): 3–14] DOI: 10.11821/dlxb201401001
- [22] 内蒙古自治区统计局. 内蒙古自治区统计年鉴(1990—2020) [M/OL]. 北京: 中国统计出版社 [2023-02-25]. <https://tj.nmg.gov.cn/datashow/index.htm> [Inner Mongolia Province Bureau of Statistics. Inner Mongolia Province Statistical Yearbook (1990–2020) [M/OL]. Beijing: China Statistics Press [2023-02-25]. <https://tj.nmg.gov.cn/datashow/index.htm>]
- [23] 廖艳梅, 兰安军, 尹林江, 等. 喀斯特山区农村居民点空间分布特征及其影响因素[J]. *水土保持研究*, 2021, **28**(6): 234–240. [LIAO Yanmei, LAN Anjun, YIN Linjiang, et al. Spatial distribution characteristics and influencing factors of rural settlements in Karst mountainous areas [J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2021, **28**(6): 234–240] DOI: 10.13869/j.cnki.rswc.20210425.002
- [24] 宋伟, 程叶青, 林丹, 等. 快速城镇化背景下乡村居民点时空演变及其驱动因素——以海口市为例[J]. *经济地理*, 2020, **40**(10): 183–190. [SONG Wei, CHENG Yeqing, LIN Dan, et al. Spatio-temporal evolution and driving forces of rural settlements under the background of rapid urbanization: A case study of Haikou city [J]. *Economic Geography*, 2020, **40**(10): 183–190] DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2020.10.022
- [25] 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 Ran, QU Yanbo, JIANG Huailong. 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
- [26] 徐凯, 房艳刚. 辽宁省乡村多功能评价和演变特征分析[J]. *经济地理*, 2021, **41**(1): 961–970. [XU Kai, FANG Yangang. Rural multi-function evaluation and evolution characteristics in Liaoning province [J]. *Economic Geography*, 2021, **41**(1): 961–970] DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2021.01.017
- [27] 武鹏, 李同昇, 李卫民. 县域农村贫困化空间分异及其影响因素——以陕西山阳县为例[J]. *地理学报*, 2018, **37**(3):

- 594 – 602. [WU Peng, LI Tongsheng, LI Weimin. Spatial differentiation and influencing factors analysis of rural poverty at county scale: A case study of Shanyang county in Shanxi province, China [J]. Geographical Research, 2018, **37**(3): 594 – 602] DOI: 10.11821/dljy201803011
- [28] 闵婕, 杨庆媛. 三峡库区乡村聚落空间演变及驱动机制[J]. 山地学报, 2016, **34**(1): 100 – 109. [MIN Jie, YANG Qingyuan. Spatial evolution and driving mechanism of the rural settlement in the Three Gorges Reservoir area: A case in Wanzhou county [J]. Mountain Research, 2016, **34**(1): 100 – 109] DOI: 10.16089/j.cnki.1008-2786.000106
- [29] 褚力其, 张志涛, 姜志德. 草场细碎化如何影响牧户实现草畜平衡——以内蒙古与青海典型牧区为例[J]. 农业技术经济, 2022(8): 83 – 96. [CHU Liqi, ZHANG Zhitao, JIANG Zhide. How does the fragmentation of pasture affect herders' balance between grass and livestock? [J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2022(8): 83 – 96] DOI: 10.13246/j.cnki.jae.20210713.001
- [30] 田晓宇, 徐霞, 江红蕾, 等. 退耕还林(草)政策下土地利用结构优化研究——以内蒙古太仆寺旗为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, **28**(12): 25 – 30. [TIAN Xiaoyu, XU Xia, JIANG Honglei, et al. Optimization of land use structure under grain for green project: A case study in Taibus Banner in Inner Mongolia [J]. China Population, Resources and Environment, 2018, **28**(12): 25 – 30]
- [31] 魏佳轩, 程武学, 王永祥, 等. 巴中市乡村聚落空间分布特征及影响因素[J]. 水土保持研究, 2022, **29**(4): 286 – 290. [WEI Jiaxuan, CHENG Wuxue, WANG Yongxiang, et al. Spatial distribution characteristics and influencing factors of rural settlements in Bazhong city [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2022, **29**(4): 286 – 290] DOI: 10.13869/j.cnki.rswc.2022.04.005
- [32] 刘彦随, 李进涛. 中国县域农村贫困化分异机制的地理探测与优化决策[J]. 地理学报, 2017, **72**(1): 161 – 173. [LIU Yansui, LI Jintao. Geographic detection and optimizing decision of the differentiation mechanism of rural poverty in China [J]. Acta Geographica Sinica, 2017, **72**(1): 161 – 173] DOI: 10.11821/dlxb201701013
- [33] 孙贵艳, 王传胜, 肖磊, 等. 快速城市化地区农村居住用地布局变化及其影响因素研究——以深圳市龙岗区为例[J]. 地理科学进展, 2011, **30**(3): 352 – 360. [SUN Guiyan, WANG Chuansheng, XIAO Lei, et al. Rural residential land use change and its influencing factors in the rapid-urbanization region: A case study of Longgang district, Shenzhen [J]. Progress in Geography, 2011, **30**(3): 352 – 360]
- [34] 杨忍. 基于自然主控因子和道路可达性的广东省乡村聚落空间分布特征及影响因素[J]. 地理学报, 2017, **72**(10): 1862 – 1867. [YANG Ren. An analysis of rural settlement patterns and their effect mechanisms based on road traffic accessibility of Guangdong [J]. Acta Geographica Sinica, 2017, **72**(10): 1862 – 1867] DOI: 10.11821/dlxb201710010
- [35] 张海朋, 樊杰, 何仁伟, 等. 青藏高原高寒牧区聚落时空演化及驱动机制——以藏北那曲县为例[J]. 地理科学, 2019, **39**(10): 1642 – 1653. [ZHANG Haipeng, FAN Jie, HE Renwei, et al. Spatio-temporal evolution of settlements and its driving mechanisms in Tibetan Plateau pastoral area: Taking Nagqu county in the northern Tibet as an example [J]. Scientia Geographica Sinica, 2019, **39**(10): 1642 – 1653] DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2019.10.013
- [36] 尹婧博. 生态脆弱区乡村聚落空间布局优化研究——以吉林省西部地区为例[D]. 长春: 吉林大学, 2020: 49 – 56. [YIN Jingbo. Optimization of the spatial layout of rural settlements in ecologically fragile areas: A case study in western Jilin province [D]. Changchun: Jilin University, 2020: 49 – 56]

Spatial Evolution and Influencing Factors of Rural Settlements in Eastern Inner Mongolia, China

MI Dandan^a, SIQIN Chaoketu^{a,b,c*}, WULAN Tuya^a, HONG Ying^a, WANG Yongfang^{a,b,c}

(Inner Mongolia Normal University a. College of Geographic Science;

b. Inner Mongolia Key Laboratory of Disaster and Ecological Security on the Mongolian Plateau;

c. Provincial Key Laboratory of Mongolian Plateau's Climate System, Hohhot 010022, China)

Abstract: Rural areas in China have entered a critical phase of transformation and development, presenting a more complex and diversified development situation. Land-use types and spatial layout of rural settlements is a key issue that urgently needs to be addressed for promoting rural revitalization, particularly in some of geographic transitional

zones in China. The agricultural-pastoral transition regions in the eastern Inner Mongolian Plateau of China, characterized by their intricate natural geographic patterns and special economic and geographic locations, had not received sufficient research attentions by scholars particularly to rural settlements-related subjects.

In this study, it analyzed the evolution pattern and influencing factors of rural settlements in eastern Inner Mongolia based on four periods of land-use data of 1990, 2000, 2010 and 2020. GIS spatial analysis, Geographically Weighted Regression models, etc. were used to interpret the data. It found that (1) there were significant differences in the scale of rural settlements in eastern Inner Mongolia, with the majority being micro and small size settlements. (2) By the spatial distribution of Kernel density, rural settlements had a high similarity in regional layout, with a pattern of “intensive in the south and dispersal in the north”. (3) There was a negative correlation between the scale and the density distribution of rural settlements. It exhibited a pattern of small-scale agglomerations characterized by high density and large-scale agglomerations characterized by low density. (4) The spatial differentiation of rural settlements were influenced comprehensively by natural factors and human factors, and it was significant; Among them, population density and per capita arable land were positively correlated; The distance from rivers and the proportion of the rural population were negatively correlated; The number of large livestock per capita had both positive and negative effects, with significant regional differences.

The research results provide a scientific foundation for optimization of spatial pattern of rural settlements and implementation of strategy of rural revitalization in the agricultural and pastoral areas of Inner Mongolia.

Key words: rural settlements; spatial evolution; Geographically Weighted Regression; eastern Inner Mongolia

(责任编辑 钟雨倩)