

DOI: 10.11830/ISSN.1000-5013.202312008



天山北坡经济带城乡聚落格局 变化与影响因素分析

郑旭东^{1,2}, 王宏卫^{1,2}, 罗魁^{1,2}, 吴常蕊^{1,2}, 闫晓梅^{1,2}

(1. 新疆大学 地理与遥感科学学院, 新疆 乌鲁木齐 830017;

2. 新疆大学 新疆绿洲生态自治区重点实验室, 新疆 乌鲁木齐 830017)

摘要: 以天山北坡经济带城乡聚落为研究对象,采用景观格局指数、地理信息系统(GIS)空间分析、位序-规模法等分析 1980—2020 年间城乡聚落格局的变化,结合地理探测器从自然、区位及社会经济因素探究城乡聚落格局的影响因素。结果表明:1980—2020 年间,城乡聚落数量、规模持续扩张且趋于集聚,前 20 a 扩张以耕地、草地为主,后 20 a 以未利用地为主;城乡聚落密度变化显著,高密度区主要集中在各绿洲呈现“多核集中分布”特征,中密度区沿高密度区周围扩张,低密度区沿绿洲边缘分布并在非绿洲区有扩张;首位聚落规模发展较好,趋于位序-规模曲线,中型聚落略微发育,小型聚落数量持续减少;交通等区位因素是天山北坡城乡聚落格局的首位影响因素,社会经济因素次之,自然地理因素影响较小,各影响因素差异显著。

关键词: 城乡聚落; 景观格局; 位序-规模法; 地理探测器; 天山北坡经济带

中图分类号: TU 98; K 901.8

文献标志码: A

文章编号: 1000-5013(2024)03-0383-11

Analysis on Changes and Influencing Factors of Urban and Rural Settlements in North Slope Economic Belt of Tianshan Mountains

ZHENG Xudong^{1,2}, WANG Hongwei^{1,2}, LUO Kui^{1,2},
WU Changrui^{1,2}, YAN Xiaomei^{1,2}

(1. College of Geography and Remote Sensing Sciences, Xinjiang University, Urumqi 830017, China;

2. Key Laboratory of Xinjiang Oasis Ecological Autonomous Region, Xinjiang University, Urumqi 830017, China)

Abstract: Taking the urban and rural settlements of the north slope economic belt of Tianshan Mountains as the research object, the changes of urban and rural settlement pattern during 1980-2020 are analyzed by using landscape pattern index, geographic information system (GIS) spatial analysis and ranking-scale method, and the influencing factors of urban and rural agglomeration pattern are explored from the nature, location and socio-economic factors using geographical detectors. The results show that the number and scale of urban and rural settlements have continued to expand and tend to gather during 1980-2020. In the first 20 years, the expansion is mainly cultivated land and grassland, and in the second 20 years, the expansion is mainly unused land. The density of urban and rural settlements changes significantly. The high-density areas mainly concentrate in

收稿日期: 2023-12-05

通信作者: 王宏卫(1967-),男,教授,博士,博士生导师,主要从事干旱区生态环境与城乡发展研究。E-mail: wanghw@xju.edu.cn.

基金项目: 新疆第三次综合科学考察项目(2021xjkk0902)

the oases showing the characteristics of “multi-core concentrated distribution”, the medium density areas expand along the high-density areas, and the low density areas distribute along the edge of the oasis and expand in the non-oasis areas. The scale of the first settlement has developed well, tending towards a ranking-scale curve, medium sized settlements have slightly developed, while the number of small settlements continues to decrease. The location factors such as traffic are the first influencing factors of urban and rural settlement pattern in the north slope of Tianshan Mountains, followed by socio-economic factors, and the influence of natural geographical factors is relatively small. The differences in various influencing factors are significant.

Keywords: urban and rural settlement; landscape pattern; ranking-scale method; geographic detector; north slope economic belt of Tianshan Mountains

城镇化的快速推进使得区域人居环境发生剧变,长期以来的城乡二元结构带来了诸多的“城市病”、“乡村病”和城乡发展失衡问题^[1],如乡村人口减少而建设用地持续增加的用地不协调^[2]、城乡聚落双扩张对耕地的侵占^[3]等问题。城乡融合战略为我国新时代重构城乡关系,破解城乡发展不平衡不协调问题提供了政策支持。未来我国将进一步全面推进城乡融合发展^[4]。推动城乡融合发展是当前地理学的重要任务^[5],构建合理的城乡聚落规模体系是实现城乡融合的重要抓手,探究城乡聚落演变特征,理清城乡聚落分布的驱动因素,对当前阶段继续推进城乡融合发展具有重要意义。

聚落作为人们居住、从事生产、进行各种日常社会活动的聚居点,是人地关系的复合系统^[6],包括城市聚落和乡村聚落。城乡聚落规模体系是由一定范围内一系列不同规模、等级的城市、集镇、乡村等通过各种组合形式构成的独立且紧密联系的有机整体^[7]。不同地区的地理、社会、经济和政策不同导致城乡聚落差异化发展^[8],其规模、结构、形态的分布与变化能揭示不同阶段、不同地区的人地地域系统的地域发展特征^[9]。从人地关系角度看,城乡融合就是在新的发展阶段使城市与乡村的人口数量、各生产要素、各类经济活动逐步走向协调的过程^[10]。国外学者对城乡聚落的研究代表性理论有 1933 年 Christaller 提出的中心地理论、20 世纪中叶 Doxiadis 提出的人类聚居学理论^[11]等。随着地理信息系统(GIS)空间信息和计量革命的兴起,研究逐渐向定量和多学科交叉转变,研究内容上多关注聚落形态、结构和演化^[12]、城镇规模的位序规模结构、等级划分^[13]、城乡关系^[14]、时空演化^[15-16]等,研究方法以数理统计、网络分析和数学模型为主,研究对象多以国家和省市为主^[17]。随着 20 世纪 80 年代中国社会快速发展重构,国内相关研究主要集中在城镇规模等级^[18]、聚落空间体系^[19]、模拟预测^[20]等内容,研究方法主要有位序-规模法^[15]、空间自相关^[21]、网络分析^[22],研究区域主要集中在东部沿海地区^[23]、中部地区^[24]、干旱区绿洲^[25]等,研究尺度涉及省、市、县、流域等多尺度^[26]。

天山北坡经济带是新疆政治、经济和文化的核心地带,是新疆人口最密集、人类活动最活跃的区域^[27]。当前有关天山北坡的研究主要集中在城市群发展^[28]、聚落融合发展^[29]、聚落地名文化^[30],对天山北坡城乡聚落的研究较少。在全面推进城乡融合战略的关键时期,理清城乡聚落的发展规律、演变原理、布局特征,才能更好地布局未来城乡聚落格局,实现土地集约化发展^[31]。因此,本文以天山北坡经济带为研究区,采用景观格局指数、GIS 空间分析、位序-规模法、地理探测器等方法,从时间、空间等维度分析天山北坡经济带城乡聚落格局变化的趋势,总结城乡聚落发展规律,理清聚落格局影响因素。

1 研究区概况与数据来源

1.1 研究区概况

天山北坡经济带位于亚欧大陆腹地,北部为准噶尔盆地,南部为天山山麓地带,位于 42°78'N~45°59'N, 84°33'E~90°32'E,海拔介于 105~5 252 m,属于温带大陆性气候,常年气温日较差和年较差均相差较大^[32]。研究区示意图,如图 1 所示。图 1 基于国家测绘地理信息局标准地图服务网站下载的审图号为 GS(2019)1822 号的标准地图制作,底图无修改。根据《新疆主体功能

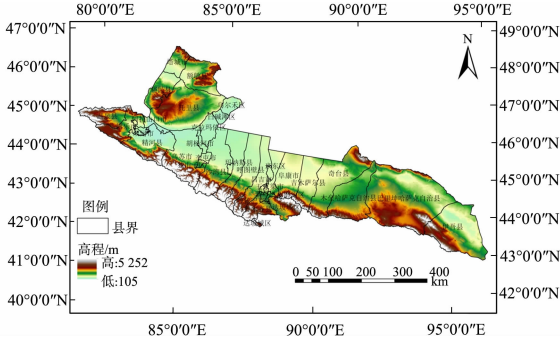


图 1 研究区示意图

Fig. 1 Schematic diagram of research area

区规划》,该区是我国面向中亚、西亚地区对外开放的门户和枢纽,位于丝绸之路经济带建设的核心区,是国家西部地区重点发展的综合经济带^[33],在兴疆固边中发挥着不可替代的作用。研究的行政区划主要包括乌鲁木齐市、昌吉回族自治州、吐鲁番市、克拉玛依市、伊犁州奎屯市、塔城地区、乌苏市、沙湾县、五家渠市,共 24 个市县,总面积 24.48 万 km²,占新疆面积的 15.1%,城乡聚落面积 1 302.60 km²。根据第七次人口普查数据,2020 年底天山北坡经济带总人口为 866.6 万人,占新疆人口的 33.55%。

1.2 数据来源

研究使用的数据包括:1) 1980 年、1990 年、2000 年、2010 年、2020 年城乡聚落数据、地质灾害点数据、人口密度、人均国内生产总值(GDP)、年均降水量、年均气温栅格数据,来源于中国科学院资源环境科学数据中心(<http://www.resdc.cn>);2) 河流、交通数据等基础地理信息数据,来源于 1:100 万全国基础地理数据库;3) 数字高程模型(DEM)数据,来源于地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn>),用于提取天山北坡经济带的高程、坡度等要素;4) 景区兴趣点(POD)数据,来源于高德地图。

2 研究方法

研究技术路线,如图 2 所示。

2.1 景观格局空间分析

景观格局是人类活动和环境干扰促动下的结果^[34],其变化在一定程度上能反映聚落的空间格局特征。参考文献[35],借助 Fragstats 4.2 软件测度天山北坡经济带 1980 年、1990 年、2000 年、2010 年、2020 年各个时期城乡聚落的景观格局变化特征。选取斑块个数、斑块总面积、平均斑块面积、斑块密度测度城乡聚落规模变化特征;景观形状指数测度城乡聚落形态变化特征;斑块聚合度测度城乡聚落集聚程度变化特征。

2.2 土地利用转移矩阵

GIS 平台的可视化分析只能显示城乡聚落不同阶段的分布变化特征,却无法定量分析各个时期城乡聚落用地的转化特征^[36]。因此,为反映城乡聚落内部结构的用地变化特征,采用土地利用转移矩阵的方法定量分析不同阶段城乡聚落的用地变化特征,即

$$A_{i,j} = \begin{pmatrix} S_{1,1} & S_{1,2} & S_{1,3} & \cdots & S_{1,n} \\ S_{2,1} & S_{2,2} & S_{2,3} & \cdots & S_{2,n} \\ S_{3,1} & S_{3,2} & S_{3,3} & \cdots & S_{3,n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ S_{n,1} & S_{n,2} & S_{n,3} & \cdots & S_{n,n} \end{pmatrix} \quad (1)$$

式(1)中: $A_{i,j}$ 为不同土地利用类型转入、转出的城乡聚落土地利用类型面积, i 为研究初期土地利用类型, j 为研究末期土地利用类型; S 为城乡聚落面积; n 为土地利用类型。

2.3 核密度分析法

核密度分析是一种用于统计非参数密度的方法,能够反映地理现象的空间距离衰减效应^[37]。该方法可用于分析城乡聚落密度分布特征,并在地图上实现可视化。核密度分析的表达式为

$$f(x,y) = \frac{1}{cb^2} \sum_{i=1}^c K\left(\frac{x-x_i}{b}\right) \quad (2)$$

式(2)中: $f(x,y)$ 为位于 (x,y) 位置的密度值; c 为城乡聚落数量; b 为带宽; K 为核函数; $x-x_i$ 为样点 x 到 x_i 的距离。

2.4 位序-规模法

研究城乡聚落规模演变可采用位序-规模法测度城乡聚落的规模分布及动态过程^[15]。采用改进后

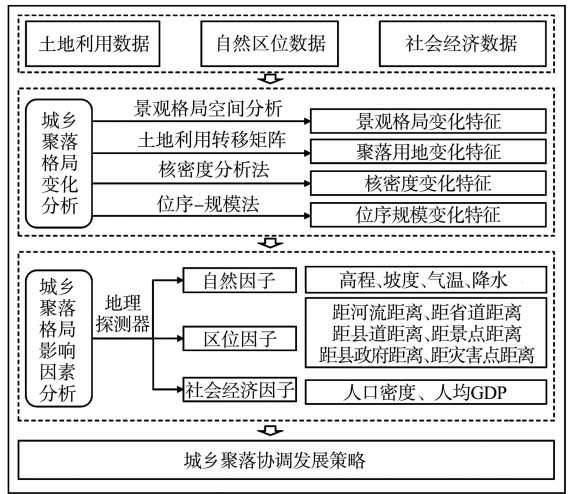


图 2 研究技术路线
Fig. 2 Research technical route

的位序-规模法测度研究区城乡聚落位序规模的发展特征,其表达式为

$$P_r = P_1 r^{-q}。$$

(3)

式(3)中: r 为城乡聚落斑块面积的位序; P_r 为排序 r 位的城乡聚落规模; P_1 为城乡聚落中首位聚落规模; q 为齐夫指数,表征聚落规模分布结构,当 $q=1$ 时,表明城乡聚落体系处于均衡发展状态,当 $q>1$ 时,表明城乡聚落规模分布较为集中,首位聚落优势明显,位序靠后的中小型聚落有待提升,当 $q<1$ 时,表明城乡聚落规模分布相对集中,首位聚落优势不突出,中小型规模聚落规模适度。

2.5 地理探测器分析法

地理探测器是一种探测因变量与自变量空间分布格局是否一致性的方法,目前已被学者应用于聚落的研究^[38]。地理探测器模型如下

$$d = 1 - \frac{1}{N\sigma^2} \sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2 = 1 - \frac{SSW}{SST}。$$

(4)

式(4)中: d 表示因子的解释力, $d \in [0, 1]$; h 为被解释变量的分层; N_h 和 σ_h^2 分别表示整个区域的单元数和方差; N 和 σ^2 分别表示探测区域的单元数和方差; SSW 为层内方差之和; SST 为整个区域总方差。

不同分类方法和分类等级对地理探测器的结果影响较大,相较于传统的地理探测器,借助理地探测器 R 语言中的 GD 包对参数进行筛选能避免主观判断对结果的影响^[39]。因此,采用 2 km×2 km 格网对天山北坡经济带城乡聚落相关影响因素进行提取分析,采用最优参数的地理探测器将各驱动因子的分类级别划分为 3~12 类,结合等距分类法、自然断点法、分位数分类法、标准差分类法、集合间隔分类法,选择出各因子最大的 d 值作为地理探测器的分析结果。

2.6 变量的选择

聚落形成、分布、变化是自然地形、地貌、气候及区位交通、人口、社会经济及政策多种因素综合作用的结果。地形如高程、坡度等要素为聚落形成和发展提供空间,但也制约着聚落的空间格局^[40]。已有研究表明,天山北坡乡村聚落具有交通、河流及城镇指向性^[29],景点可以带动地方经济的发展。因此,在结合天山北坡经济带区域特征,并参考已有研究^[26, 29, 39-41]的基础上,考虑到数据的可获取性、科学性、系统性等原则,从自然、区位、社会经济维度综合选取 12 个影响因素,变量选择及计算方法,如表 1 所示,以 2020 年城乡聚落核密度值作为因变量,探究城乡聚落空间分布的驱动力。

表 1 城乡聚落格局影响因素的变量选择及计算方法

Tab. 1 Variable selection and calculation methods of influencing factors of urban and rural settlement pattern			
维度	影响因素	变量内涵	计算方法
自然	海拔(X_1)	城乡聚落所在地的高程值	通过 DEM 数据集计算提取
	坡度(X_2)	城乡聚落所在地的坡度值	
	年均气温(X_3)	城乡聚落所在地的年均气温值	利用数据集提取至点
	年均降水(X_4)	城乡聚落所在地的年均降水量	
区位	距河流距离(X_5)	距河流的最短距离	ArcGIS 10.8 中的 Euclidean Distance 工具计算
	距省道距离(X_6)	距省道的最短距离	
	距县道距离(X_7)	距县道的最短距离	
	距灾害点距离(X_8)	距灾害点的最短距离	
	距景点距离(X_9)	距景点的最短距离	
	距县政府距离(X_{10})	距县政府的最短距离	
社会经济	人口密度(X_{11})	城乡聚落所在地的人口密度	利用数据集提取至点
	人均 GDP(X_{12})	城乡聚落所在地的人均 GDP	

3 研究结果与分析

3.1 城乡聚落景观格局变化特征

通过土地利用数据提取得到 1980 年、1990 年、2000 年、2010 年、2020 年的城乡聚落图斑数据,不同时期天山北坡经济带城乡聚落景观格局指数,如表 2 所示。表 2 中: N_P 为斑块个数; S_T 为斑块总面积; S_{ave} 为平均斑块面积; I_{LS} 为景观形状指数; D_P 为斑块密度; I_A 为斑块聚合度。

1980—1990 年间,斑块个数增加 3 个,增加较少,斑块总面积增加 73.18 km²,增幅达到 5.33%,平均斑块面积增加 0.04 km²,增幅达到 5.16%,景观形状指数增加了 0.28%,斑块密度未变化,斑块聚合度增加,该阶段城乡聚落规模、形状和集聚度略微增加,但变化强度不大。

表 2 不同时期天山北坡经济带城乡聚落景观格局指数

Tab. 2 Landscape pattern index of urban and rural settlements in north slope economic belt of Tianshan Mountains in different periods

年份	N _P /个	S _T /km ²	S _{ave} /km ²	I _{LS}	D _P /个·km ²	I _A
1980	1 843	1 372.17	0.74	51.68	0.007 5	93.15
1990	1 846	1 445.35	0.78	51.83	0.007 5	93.30
2000	2 454	1 796.01	0.73	61.35	0.010 0	92.87
2010	3 104	2 665.90	0.86	65.37	0.012 7	93.76
2020	3 708	3 530.81	0.95	72.22	0.015 2	94.00

1990—2000 年间,斑块个数增加 608 个,增幅达到 32.94%,斑块总面积增加 350.66 km²,增幅达到 24.26%,平均斑块面积减少了 6.53%,景观形状指数增加了 18.36%,斑块密度增加了 33.33%,斑块聚合度减少了 0.47%,该阶段城乡聚落规模形状变化增量明显,但集聚度变小,聚落斑块趋于分散。

2000—2010 年间,斑块个数增加 650 个,增幅达到 26.49%,斑块总面积增加 869.89 km²,增幅达到 48.43%,平均斑块面积增加 0.13 km²,增加了 17.35%,景观形状指数增加了 6.56%,斑块密度增加了 27.00%,斑块聚合度增加了 0.96%,该阶段城乡聚落规模变化增量和变化率均较大,聚落形状特征、密度特征、集聚特征逐渐增大。

2010—2020 年间,斑块个数增加 604 个,增幅达到19.46%,斑块总面积增加 864.91 km²,增幅达到 32.44%,平均斑块面积增加 0.09 km²,增加了10.87%,景观形状指数增加了 10.47%,斑块密度增加了 19.69%,斑块聚合度增加了 0.26%,该阶段城乡聚落规模变化增量和变化率相较于前一阶段均有所降低,聚落形状特征、密度特征、集聚特征也逐渐增大。

3.2 城乡聚落用地变化特征

40 年间天山北坡经济带城乡聚落变化,如图 3 所示。从空间变化特征来看,天山北坡经济带城乡聚落扩张主要集中在乌鲁木齐市、昌吉市、乌苏市、博乐市、塔城市、奇台县、巴里坤哈萨克自治县等市域周边,此外,在吉木萨尔县、奇台县、巴里坤哈萨克自治县、伊吾县四县北部乡村聚落也有较明显增加。聚落减少区域主要集中在克拉玛依市、胡杨河市、吉木萨尔县等地区,以及靠近古尔班通古特沙漠边缘地带和天山北坡绿洲南部边缘。结合土地利用转移矩阵定量分析城乡聚落用地变化特征,得到天山北坡经济带城乡聚落用地变化转移表,如表 3 所示。

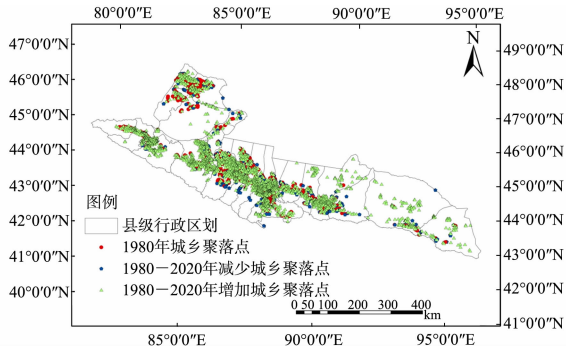


图 3 天山北坡经济带城乡聚落变化图
Fig. 3 Urban and rural settlement change map in north slope economic belt of Tianshan Mountains

表 3 天山北坡经济带城乡聚落用地的变化转移

Tab. 3 Change and transfer of urban and rural settlement land in north slope economic belt of Tianshan Mountains

研究期	转移方式	S/km ²					合计
		耕地	林地	草地	水域	未利用地	
1980—1990 年	转入	16.88	6.62	24.26	20.98	5.77	74.51
	转出	0.29	0.16	0.29	0.41	0.08	1.22
1990—2000 年	转入	363.89	12.53	120.95	0.24	31.02	528.63
	转出	136.41	2.12	37.97	0.17	0.86	177.53
2000—2010 年	转入	588.08	48.02	396.67	22.50	460.79	1 516.07
	转出	401.61	5.13	108.18	3.81	126.48	645.22
2010—2020 年	转入	316.23	6.45	487.60	18.54	218.36	1 047.18
	转出	27.01	0.98	22.52	4.88	127.01	182.41

由表 3 可知:1990—2000 年,天山北坡经济带城乡聚落用地扩张迅速增加,聚落用地面积增加 528.63 km²,主要为耕地、草地转入,减少面积达 177.53 km²,主要为耕地、草地,转入面积大于转出面积;2000—2010 年,天山北坡经济带城乡聚落用地扩张进一步增加,聚落用地面积增加 1 516.07 km²,主要为耕地、草地、未利用地,未利用地转入急速增加,减少面积达 645.22 km²,主要为耕地、草地、未利用地;2010—2020 年间,该时期城乡聚落用地扩张开始放缓,但聚落用地面积仍增加了 1 047.18 km²,主要为草地、耕地、未利用地,转出面积迅速减少了 182.41 km²,主要为未利用地、耕地、草地。

3.3 城乡聚落核密度变化特征

利用 ArcGIS 10.8 软件,将 1980 年、1990 年、2000 年、2010 年、2020 年城乡聚落图斑转化为点状数据,采用 Kernel 工具,分别生成 5 个时期的天山北坡经济带城乡聚落核密度图,如图 4 所示。

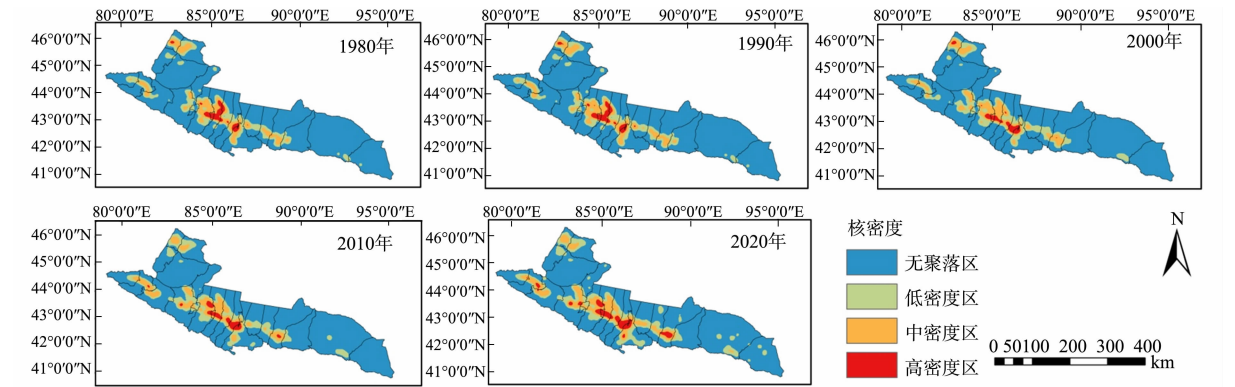


图 4 天山北坡经济带城乡聚落核密度变化图

Fig. 4 Change maps in core density of urban and rural settlements in north slope economic belt of Tianshan Mountains

由图 4 可知:1980 年、1990 年城乡聚落核密度变化较小,高密度区主要集中分布在塔城市、石河子市、昌吉市、乌鲁木齐市、阜康市、呼图壁县等地,集中连片分布,中密度区主要集中在博乐市、额敏县、乌苏市、吉木萨尔县、奇台县、木垒哈萨克自治县及高密度地区周边,低密度区主要沿绿洲周围及巴里坤哈萨克自治县、伊吾县等地分布;2000 年、2010 年、2020 年城乡聚落高密度区扩张且有连片分布的趋势,在博乐市、乌苏市、玛纳斯县、石河子市、乌鲁木齐市等地高密度区增大,中密度区在博乐市增加明显,低密度区除在各大绿洲边缘增加之外,在克拉玛依市、吉木萨尔县、木垒哈萨克自治县有增加趋势。

总体来看,1980—2020 年,城乡聚落整体密度中心向东部地区发展,其高值区主要集中分布在塔城-额敏盆地绿洲、博尔塔拉绿洲、天山北坡中段绿洲、巴里坤绿洲等区域,城乡聚落高值区呈现“多核分散”的特征。天山北坡经济带城乡聚落高密度区集中分布在各个绿洲各大城市周边,中密度区主要分布在高密度区周围,中密度区在非绿洲区域有“多点零星连片分布”的特征,低密度区主要分布在绿洲外围区域的沙漠地区及高山地带。

3.4 城乡聚落位序规模特征分析

采用位序-规模法分别对 1980 年、1990 年、2000 年、2010 年、2020 年各个时期天山北坡经济带城乡聚落位序(X)和规模(Y)进行拟合,得到不同时期拟合曲线(图 5)的优势度 R^2 分别为 0.587, 0.616, 0.728, 0.821, 0.830, 可知该方法的拟合效果较好。结果表明,天山北坡经济带城乡聚落基本符合位序规模法则。

由图 5 可知:除 2000 年齐夫指数 $q < 1$ 外,其他年份的 q 均大于 1,1980 年齐夫指数($q = 1.22$)大于 2020 年($q = 1.07$),表明近 40 a 来,城乡聚落斑块规模差异先减后增,但整体呈现减少趋势;首位聚落的规模居垄断地位并逐渐贴合拟合曲线,趋于理论值接近最优聚落规模特征;中位聚落的数量逐渐减少且位于拟合曲线下方,其规模逐渐增大,

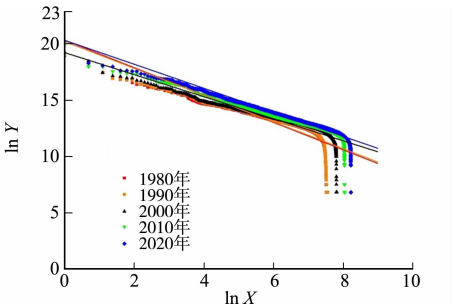


图 5 天山北坡经济带城乡聚落位序-规模拟合曲线

Fig. 5 Ranking-scale fitting curves of urban and rural settlements in north slope economic belt of Tianshan Mountains

表明中位聚落发展缓慢, 仍有持续发展的潜力; 末尾聚落的数量逐渐减少, 但整体分布特征垂直于拟合曲线, 不符合位序规模法则, 表明零星聚落仍具有优化重构的潜力。

基于马晨等^[15]关于城乡聚落的研究, 筛选出 2020 年位于位序-规模拟合曲线之下的零星聚落共 369 个, 理论整治面积达到 2 430. 63 hm²。首先, 选取 4 个典型区域对零星聚落进行重构, 以城乡聚落规模代表聚落活跃度, 基于引力模型构建引力线, 将各城市间的引力值划分为高引力值、中引力值、低引力值, 以表征各城市间的引力值大小; 其次, 将优化零星聚落向中心城镇迁移来进行优化(图 6)。

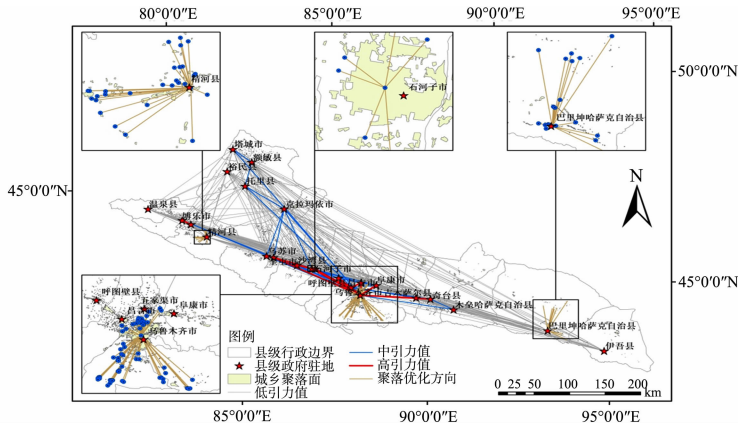


图 6 零星聚落优化

Fig. 6 Optimization of scattered settlements

从整体来看, 天山北坡经济带城市聚落间高引力值主要集中在乌鲁木齐市、昌吉市、五家渠市、石河子市、乌苏市、奎屯市、吉木萨尔县、奇台县及精河县、博乐市等区域; 中引力值集中在克拉玛依市和托里县, 其他城市聚落间吸引力较低, 表明社会经济发展条件较好的聚落规模较大, 对周围城市有较强的吸引力。此外, 以精河县、石河子市、乌鲁木齐市、巴里坤哈萨克自治县为例, 零星聚落整治应向中心县市集聚整治优化, 精河县有待优化零星聚落达到 28 个, 可整治零星聚落面积为 194. 31 hm²; 石河子市有待优化零星聚落达到 6 个, 可整治零星聚落面积为 46. 62 hm²; 乌鲁木齐市有待优化零星聚落达到 63 个, 可整治聚落面积为 348. 84 hm²; 巴里坤哈萨克自治县有待优化零星聚落达到 21 个, 可整治零星聚落面积为 165. 78 hm²。

表 4 天山北坡经济带城乡聚落分布特征

单因子探测与驱动力排序

Tab. 4 Single factor detection and driving force ranking of urban and rural settlement distribution characteristics in north slope economic belt of Tianshan Mountains

影响因素	<i>q</i>	<i>p</i>	影响力排序
海拔(<i>X</i> ₁)	0.164	<0.01	8
坡度(<i>X</i> ₂)	0.095	<0.01	11
年均气温(<i>X</i> ₃)	0.173	<0.01	6
年均降水(<i>X</i> ₄)	0.104	<0.01	10
距河流距离(<i>X</i> ₅)	0.129	<0.01	9
距省道距离(<i>X</i> ₆)	0.246	<0.01	5
距县道距离(<i>X</i> ₇)	0.421	<0.01	1
距灾害点距离(<i>X</i> ₈)	0.017	<0.01	12
距景点距离(<i>X</i> ₉)	0.282	<0.01	4
距县政府距离(<i>X</i> ₁₀)	0.165	<0.01	7
人口密度(<i>X</i> ₁₁)	0.332	<0.01	2
人均 GDP(<i>X</i> ₁₂)	0.303	<0.01	3

3.5 城乡聚落空间分布特征影响因素分析

3.5.1 单因子探测 天山北坡经济带城乡聚落分布特征单因子探测与驱动力排序, 如表 4 所示。由表 4 可知: 各个驱动因子的 *p* 值均小于 0.01, 通过 0.01% 显著性检验, 表明各因子对天山北坡经济带城乡聚落分布特征均具有显著影响。各因子驱动力大小排名为 *X*₇ > *X*₁₁ > *X*₁₂ > *X*₉ > *X*₆ > *X*₃ > *X*₁₀ > *X*₁ > *X*₅ > *X*₄ > *X*₂ > *X*₈。

从总体来看, 社会经济因子对城乡聚落空间分布影响程度较大, 人口密度和人均 GDP 两者的 *q* 值分别为 0.332, 0.303, 影响力排名为第 2 和第 3。经济水平的影响力仅次于人口密度的影响力, 表明人口密度影响着城乡聚落的规模分布, 各地区的 GDP 水平同样不同程度地影响着天山北坡经济带城乡聚落规模分布, 人口密集和经济水平较发达的地区推动着城乡聚落规模的发育。此外, 区位因素对城乡聚落规模的影响程度也较深, 距县道的距离影响力最大, *q* 值为 0.421, 表明县级道路的发展对区域城乡聚落的影响程度最大, 交通道路引导着城乡聚落的空间分布, 道路交通的发展有利于农村物质、产品与人口的流动, 使得聚落间互联互通。其他区位

因子距景点距离(X_9)、距省道距离(X_6)、距县政府距离(X_{10})、距河流距离(X_5), q 值分别为 0.282, 0.246,0.165,0.129,排名均较前,但距灾害点距离(X_8)的 q 值仅为 0.017,排名最后,这可能是由于地质灾害点易发生在山区,因此对城乡聚落的分布和规模影响最小。自然因素对城乡聚落的影响较小,年均气温、年均降水、海拔、坡度等因素的排名均靠后,海拔的 q 值大于坡度的 q 值,表明城乡聚落主要分布在低海拔地区。干旱区降水稀少,水系是绿洲居民生产、生活的基础,天山北坡经济带城乡聚落主要分布在山前绿洲,而绿洲的形成又与水系有很大的关系,因此水源影响着城乡聚落的发展。新疆农业的发展离不开水源的支撑,因此,水系的分布对城乡聚落的驱动力较高。综上所述,各驱动因子中城乡聚落空间分布的主要影响因素为区位中的距县道距离、人口密度和人均 GDP 等,这与张惠婷^[29],林金萍^[40]等学者的研究结果一致。

3.5.2 交互因子探测 基于单因子探测结果,对 12 个驱动因子进行交互因子探测,利用 Origin 中的热力图将各交互因子进行可视化,交互因子探测结果,如图 7 所示。由图 7 可知:各驱动因子对天山北坡经济带城乡聚落的交互作用呈现单因子增强或双因子增强的结果,说明各因子间的交互作用对城乡聚落分布特征能更好的解释其差异性。

从整体来看, $X_3 \cap X_7$ 因子的交互作用最强,两者交互作用 q 值达到 0.531,解释力约为 53%,表明气候和交通的作用对天山北坡经济带城乡聚落的规模具有很大的推动力,气温是城乡聚落规模建设与发展中的基础性要素,交通建设是城乡聚落规模发展和联通的基础性设施要素。除此之外, $X_1 \cap X_7$, $X_4 \cap X_7$, $X_9 \cap X_3$, $X_9 \cap X_7$, $X_{11} \cap X_2$, $X_{11} \cap X_3$, $X_{11} \cap X_7$, $X_{11} \cap X_9$, $X_{12} \cap X_3$, $X_{12} \cap X_7$, $X_{12} \cap X_9$ 等因子之间的交互作用也较强,交互作用对城乡聚落规模的驱动力大小解释力也达到了 40%以上,双因子相较于单因子对于天山北坡经济带城乡聚落的规模分布影响更突出。城乡聚落是城市人口和农业人口生活、生产的主要集聚之地,地形和坡度等自然要素构成了城乡聚落发展的基础本底;交通区位等因素有力地推动了城市和乡村各要素之间的流动;河流等要素在以农业生产为主的乡村聚落有较强的影响,对城乡聚落规模的扩张影响力不如交通因素的影响;区位和自然条件较好的城市和乡村的产业发展更具优势,对其他地区的极化效应较强,有利于人口的聚集,进而引起城乡聚落规模的持续扩张。

4 讨论

刘彦随等^[42]指出乡村和城市之间是母子关系,应该将城乡视为一个有机体,转变城乡关系中“城市中心主义”观念,树立乡村母体思维。传统的城市聚落研究偏重于对城市群内部之间的发展态势的研究,而乡村聚落的研究侧重于对农村居民点布局及优化等进行研究,多就城市论城市,就乡村论乡村^[43],将城市聚落与乡村聚落作为两个独立个体割裂研究对整体把握城乡聚落发展存在一定局限性。将城乡聚落作为一个有机体进行分析,能较好地从整体把握城乡发展的特征及驱动力,可为该地区城乡融合发展提供一定的参考。

城乡发展带动土地利用转型,不同时期土地利用转型能反映不同阶段土地利用政策和人类活动对土地的开发强度。从天山北坡经济带城乡聚落近 40 年间整体呈现的扩张态势来看,其城乡聚落主要侵占耕地和开发未利用地。在 2000—2010 年,城乡聚落的发展最为迅速,这主要是得益于 2000 年以后西部大开发战略的实施,国家对西部地区的投资加大,经济的发展、人口的增长对天山北坡经济带土地利用和城乡聚落发展产生了深远的影响^[44]。天山北坡存在大量的油气资源,随着技术水平的提升和能源需求的增加,原本不适宜人居住的荒漠地带也出现了一定的新兴聚落,进而导致未利用地的开发增强。在国土空间规划大背景下,天山北坡经济带城乡聚落的开发应严格遵守“三区三线”划定成果,禁止城乡聚落扩张侵占耕地资源,严守耕地红线。天山北坡经济带城乡聚落受干旱区独特气候和地理条件的影

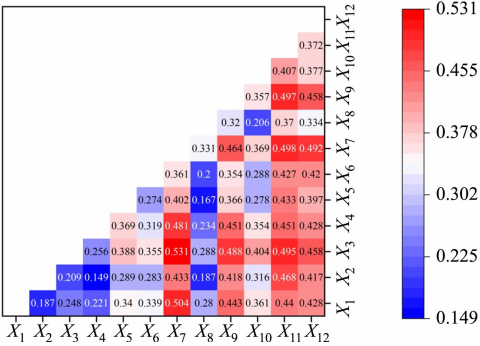


图 7 交互因子探测结果
Fig. 7 Interactive factor detection results

响,行成了独特风格的聚落类型^[45],城乡聚落的发展变化深刻反映了该地区城乡融合的态势,推进天山北坡经济带城乡融合战略要综合考虑该地区城乡聚落分布的自然、区位和社会经济因素。

天山北坡经济带作为中国西部对外开放的门户,绿洲是承载该地区聚落的核心区域,自然本底决定城乡聚落的分布态势,由不同水系形成的绿洲因区域尺度较广等因素导致绿洲间的联系较为薄弱。从研究结果来看,交通对城乡聚落的分布具有较强的吸引力,从而加强了绿洲间的区域联系,未来应进一步完善城乡基础网,强化聚落间社会经济联系。中高密度聚落集中密集分布在绿洲核心区域,区域沿高密度区持续扩张。低密度区主要集中分布在绿洲边缘地带,低密度地区地表径流较少,靠近沙漠边缘,环境恶劣,交通不便,不利于城乡聚落的形成,城乡聚落规模分布较为分散。随着对资源的开发,天山北坡经济带一些非绿洲区域也呈现聚落发展的态势。城乡聚落位序规模特征变化明显,大中型聚落持续发展,逐渐趋于位序-规模拟合曲线,小型聚落持续减少但仍有分布,表明小型聚落仍然有待优化的潜力。在未来城乡聚落体系布局中,应以城乡融合为导向,加强中心城市综合职能,调整优化聚落规模等级结构;构建以县域为载体城乡融合发展模式,以城市带县进而带动周边小城镇和乡村聚落发展;着力完善交通等基础设施,促进城乡资源要素流动与配置;积极探索在现行城乡融合背景下的城乡体制改革。同时,应严格“三区三线”划定成果,实行最严格的耕地保护政策,严禁将侵占耕地用于居民宅基地的修建;科学划定生态保护红线以构建合理的生态安全格局,提升人居环境质量;在划定城镇开发边界的基础上,限制城镇聚落对周边区域的扩张。

从宏观层面分析了天山北坡经济带城乡聚落时空演变的特征,对于微观尺度城乡聚落发展特征的差异情况解释不足,未来可加强微观尺度区域城乡聚落发展的研究。其次,受制于历史时期数据的可获取性,研究未能揭示历史时期城乡聚落发展的驱动力。以往的“土地驱动发展”的模式在推动经济快速增长的同时,也导致了土地供需不匹配和城乡土地空间布局不合理等矛盾,政策因素是城乡发展中起到的作用也较大。由于政策因素难以量化,未定量分析政策因素等对城乡聚落发展的影响,未来可以融合多学科、多领域综合考虑将政策因素纳入到城乡聚落发展研究中,进而为未来实现城乡统筹发展和城乡土地可持续利用提供积极探索。最后,本研究仅以城乡聚落的引力来对零星聚落进行优化,对于农牧民而言,其生产生活随着乡村振兴战略的实施也逐渐转入定居生活,传统的逐水而居的农牧生活已不再是农牧民是主要生产生活方式,本研究中未考虑到农牧民发展意愿及聚落优化财政支撑等要素,未来的研究中可考虑结合实地调研数据及深度访谈等方法构建相关指标体系对城乡聚落进行优化。

5 结论

采用景观格局指数、GIS 空间分析、位序-规模法和地理探测器等方法,研究了天山北坡经济带1980—2020年近40年间城乡聚落的景观格局特征、密度特征、等级结构特征,并识别和探测了天山北坡经济带城乡聚落分布格局的影响因素,结论如下。

- 1) 1980—2020年,天山北坡经济带城乡聚落规模持续增加。城乡聚落斑块个数和面积前期增量少,后期增量变大,主要集中在沿天山北坡的各大绿洲内且趋于集聚。
- 2) 1980—2020年,天山北坡经济带城乡聚落用地变化特征明显。天山北坡经济带城乡聚落用地扩张主要以侵占耕地、草地,开发建设未利用地为主,城乡聚落扩张增量大于城乡聚落转出。
- 3) 1980—2020年,天山北坡经济带城乡聚落密度变化特征显著。高密度区域主要呈现多核集中分布各大绿洲核心区呈现“多核分散”的特征,中密度区域主要沿绿洲核心区扩散分布,聚落低密度区域分布在绿洲边缘并在部分非绿洲地区有增加态势。
- 4) 1980—2020年,天山北坡经济带城乡聚落规模体系变化特征较为明显。首位聚落规模持续增加,在城乡聚落体系中呈现“垄断地位”,其规模特征更贴近理论值;中位聚落的数量逐渐减少但规模逐渐增大,小型聚落“垂尾”特征明显但其数量减少,中小聚落均有优化提升的潜力。
- 5) 天山北坡经济带城乡聚落密度的分布不同因子和影响度不同。城乡聚落的规模受自然地理、区位因素、社会经济发展影响差异较大,社会经济因子对城乡聚落用地分布特征影响最大,其次是区位因子和自然地理因子。各因子的交互作用对城乡聚落的发展存在协同增强效应,道路交通是城乡聚落发展的主要驱动力,人口及社会的发展对城乡聚落的影响也较高。

参考文献：

[1] 刘彦随. 中国新时代城乡融合与乡村振兴[J]. 地理学报, 2018, 73(4): 637-650. DOI: 10. 3969/j. issn. 1007-7103. 2019. 06. 126.

[2] QU Yanbo, ZHAN Lingyun, JIANG Guanghui. How to address “population decline and land expansion (PDLE)” of rural residential areas in the process of urbanization: A comparative regional analysis of human-land interaction in Shandong Province[J]. Habitat International, 2021, 117: 102441. DOI: 10. 1016/j. habitatint. 2021. 102441.

[3] ZHU Congmou, YANG Lixia, XU Qiuyu. A comparative analysis of farmland occupation by urban sprawl and rural settlement expansion in China[J]. Land, 2022, 11(10): 1738. DOI: 10. 3390/land11101738.

[4] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗[N/OL]. 人民日报(2022-10-26)[2023-]. DOI: 10. 28655/n. cnki. nrmrb. 2022. 011568.

[5] 何仁伟, 陈国阶, 刘邵权, 等. 中国乡村聚落地理研究进展及趋向[J]. 地理科学进展, 2012, 31(8): 1055-1062. DOI: 10. 11820/dlkxjz. 2012. 08. 009.

[6] 李智, 张小林, 李红波. 县域城乡聚落规模体系的演化特征及驱动机理: 以江苏省张家港市为例[J]. 自然资源学报, 2019, 34(1): 140-152.

[7] 李智. 县域城乡聚落体系的演化路径及其驱动机制研究[D]. 南京: 南京师范大学, 2018.

[8] 陈春, 曹鑫. 沿海非传统农区县域聚落空间演化研究: 以浙江省宁海县为例[J]. 西部人居环境学刊, 2023, 38(1): 29-36. DOI: 10. 13791/j. cnki. hsfwest. 20230105.

[9] 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. DOI: 10. 11821/xb201204008.

[10] 李小建, 胡雪瑶, 史焱文, 等. 乡村振兴下的聚落研究: 来自经济地理学视角[J]. 地理科学进展, 2021, 40(1): 3-14. DOI: 10. 18306/dlkxjz. 2021. 01. 001.

[11] 耿洋. 基于知识图谱的城乡聚落相关理论研究进展分析[J]. 城市建筑, 2023, 20(5): 22-26. DOI: 10. 19892/j. cnki. csjz. 2023. 05. 05.

[12] 毛磊, 张岩, 龚绪龙, 等. 苏南地区城乡聚落空间演化过程及其格局特征[J]. 地质学刊, 2020, 44(3): 332-336. DOI: 10. 3969/j. issn. 1674-3636. 2020. 03. 016.

[13] YE Qingqing, LI Jiwei, KONG Xuesong. Identification and optimization of the spatial structure of urban and rural settlements from a hierarchical network perspective[J]. Land, 2021, 10(11): 1177. DOI: 10. 3390/land10111177.

[14] CYRIAC S, FIROZ C M. Dichotomous classification and implications in spatial planning: A case of the rural-urban continuum settlements of Kerala, India[J]. Land Use Policy, 2022, 114: 105992. DOI: 10. 1016/j. landusepol. 2022. 105992.

[15] 马晨, 王宏卫, 谈波, 等. 新疆典型绿洲城乡聚落规模体系特征及空间重构: 以渭干河-库车河三角洲绿洲为例[J]. 地理学报, 2022, 77(4): 852-868.

[16] 古丽娜尔·麦提提, 徐华君, 马鑫苗. 基于 GIS 分析的吐鲁番绿洲聚落空间分布格局: 以吐鲁番市高昌区为例[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 2022, 38(4): 106-115. DOI: 10. 12046/j. issn. 1000-5277. 2022. 04. 013.

[17] 杨慧敏, 李小建. 豫东平原地区县域聚落变化特征的一般性及差异性分析[J]. 河南大学学报(自然科学版), 2022, 52(3): 253-265. DOI: 10. 15991/j. cnki. 411100. 2022. 03. 007.

[18] 王海军, 王惠霞, 邓羽, 等. 武汉城市圈城镇用地扩展的时空格局与规模等级模式分异研究[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 27(2): 272-285.

[19] 黄亚平, 郑有旭. 江汉平原乡村聚落形态类型及空间体系特征[J]. 地理科学, 2021, 41(1): 121-128. DOI: 10. 13249/j. cnki. sgs. 2021. 01. 013.

[20] HENG Jiayao, WANG Hongwei, FAN Ying. Simulation and optimization of urban-rural settlement development from the perspective of production-life-ecology space: A case study for Aksu City[J]. Sustainability, 2021, 13(13): 7452. DOI: 10. 3390/su13137452.

[21] 孔雪松, 朱芷晴, 刘殿锋. 江苏省乡村聚落演化的多尺度特征与空间关联性分析[J]. 农业工程学报, 2020, 36(12): 247-256. DOI: 10. 11975/j. issn. 1002-6819. 2020. 12. 030.

[22] 关中美, 杨贵庆, 职晓晓. 基于社会网络分析法的乡村聚落空间网络结构优化研究: 以中原经济区 X 乡为例[J]. 现代城市研究, 2021(4): 123-130.

[23] 李红波, 张小林, 吴启焰, 等. 发达地区乡村聚落空间重构的特征与机理研究: 以苏南为例[J]. 自然资源学报, 2015, 30(4): 591-603. DOI: 10. 11849/zrzyxb. 2015. 04. 006.

[24] 朱纪广,李小建,王德,等. 传统农区城乡体系空间结构演变及其形成机制研究:以河南省周口市为例[J]. 人文地理,2019,34(4):126-134. DOI:10.13959/j.issn.1003-2398.2019.04.015.

[25] 古丽娜尔·麦麦提,徐华君,马鑫苗. 吐鲁番绿洲聚落与耕地的空间关系分析[J]. 华侨大学学报(自然科学版),2022,43(4):535-543. DOI:10.11830/ISSN.1000-5013.202201001.

[26] 侯志华,刘敏,樊晓霞,等. 汾河流域城乡聚落体系发展潜能测度及空间模式探究[J]. 地理科学,2020,40(12):1978-1989. DOI:10.13249/j.cnki.sgs.2020.12.004.

[27] 管延龙,王让会,李成,等. 基于 MODIS 数据的天山区域地表温度时空特征[J]. 应用生态学报,2015,26(3):681-688. DOI:10.13287/j.1001-9332.20141223.027.

[28] 方创琳,高倩,张小雷,等. 城市群扩展的时空演化特征及对生态环境的影响:以天山北坡城市群为例[J]. 中国科学(地球科学),2019,49(9):1413-1424.

[29] 张惠婷,马利刚,王宏卫,等. 新疆乡村聚落特征及其区域融合发展探析[J]. 干旱区地理,2020,43(6):1667-1678. DOI:10.12118/j.issn.1000-6060.2020.06.28.

[30] 胡昂. 藏族历史文化名村的空间格局特征分析[J]. 华侨大学学报(自然科学版),2022,43(2):271-278. DOI:10.11830/ISSN.1000-5013.202012051.

[31] 李建梅,李蕊蕊,章梦,等. 典型土地整治县农村聚落时空演变特征分析:以安徽定远县为例[J]. 江苏农业科学,2021,49(17):202-208. DOI:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.17.036.

[32] 田浩,刘琳,张正勇,等. 天山北坡经济带关键性生态空间评价[J]. 生态学报,2021,41(1):401-414. DOI:10.5846/stxb201912042636.

[33] 邓铭江. 天山北坡经济带“三生空间”发展格局与智能水网体系建设[J]. 干旱区地理,2020,43(5):1155-1168.

[34] 纪惠文,查小春. 秦岭东部乡村聚落空间演变特征及其影响因素研究:以商洛市丹凤县为例[J]. 生态与农村环境学报,2022,38(1):32-42. DOI:10.19741/j.issn.1673-4831.2021.0294.

[35] 刘春艳,张继飞. 基于生态位模型的岷江上游典型县域乡村聚落用地适宜性评价[J]. 农业工程学报,2021,37(14):266-273. DOI:10.11975/j.issn.1002-6819.2021.14.031.

[36] 李媛媛,李锋,陈春. 青藏高原地区农村居民点空间演化特征及驱动力研究[J]. 农业现代化研究,2021,42(6):1114-1125. DOI:10.13872/j.1000-0275.2021.0111.

[37] 史焱文,李小建,张少楠,等. 农业产业化典型区聚落空间演变及驱动机理:基于河南省鄢陵县的案例研究[J]. 地域研究与开发,2022,41(1):139-144. DOI:10.3969/j.issn.1003-2363.2022.01.023.

[38] 王劲峰,徐成东. 地理探测器:原理与展望[J]. 地理学报,2017,72(1):116-134. DOI:10.11821/dlxb201701010.

[39] 李琛,吴映梅,高彬嫔,等. 高原湖泊乡村聚落空间分异及驱动力探测:以环洱海地区为例[J]. 经济地理,2022,42(4):220-229. DOI:10.15957/j.cnki.jjdl.2022.04.024.

[40] 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. DOI:10.11821/dlyj020190368.

[41] 翟梦瑶,徐丽萍,冶建明. 新疆阿勒泰地区城乡聚落演变影响因素及重要度分析[J]. 上海国土资源,2023,44(2):76-84. DOI:10.3969/j.issn.2095-1329.2023.02.012.

[42] 刘彦随,龙花楼,李裕瑞. 全球乡城关系新认知与人文地理学研究[J]. 地理学报,2021,76(12):2869-2884. DOI:10.11821/dlxb202112001.

[43] 朱纪广,李小建,王德,等. 传统农区城乡体系空间结构演变及其形成机制研究:以河南省周口市为例[J]. 人文地理,2019,34(4):126-134. DOI:10.13959/j.issn.1003-2398.2019.04.015.

[44] 雷军,张雪艳,吴世新,等. 新疆城乡建设用地动态变化的时空特征分析[J]. 地理科学,2005(2):161-166. DOI:10.3321/j.issn:1000-6060.2005.04.026.

[45] 买买提·古力孜热,马利刚,王宏卫,等. 孔雀河流域聚落分布特征及驱动力解析[J]. 江苏农业科学,2020,48(16):25-31. DOI:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.16.005.

(责任编辑:黄晓楠 英文审校:吴逢铁)