

基于GIS的滩区型农村居民点格局演变

——以黄河中游汾渭平原为例

赵秦怡, 王昱之

(兰州交通大学建筑与城市规划学院, 兰州 730070)

摘要:以黄河中游汾渭平原地区农村居民点为例,利用单一动态度、景观指数、核密度分析、缓冲区分析等方法,研究近30年黄河中游汾渭平原地区农村居民点格局的演变。结果表明:近30年汾渭平原地区农村居民点用地规模逐渐扩大,经历了从多样化到单一化再到集聚多样化的发展过程,主要分布在西安、渭南、太原、运城和洛阳周边,成为人口和经济发展的核心地带;地理条件方面,农村居民点主要集中在海拔 <800 m、坡度 $<12^\circ$ 的平原和缓坡地区,沿道路和河流带状分布;农村居民点的演变受地理条件、政策和经济利益调控的影响,导致空间格局不断变化,自然地形、交通、经济水平和生态政策是主要影响因素。

关键词:汾渭平原地区;景观格局;核密度;滩区型农村居民点;居民点格局演变

中图分类号: F301.2; K901.8; X87 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2024)21-0247-07

黄河流域是中国重要的生态屏障和经济发展区,其沿岸村庄发展具有重要的经济和生态意义^[1]。作为水资源与土地资源丰富的黄河流域型城市,其滩区村庄发展是促进乡村振兴、协调城市区域发展的重要平台。

农村居民点是农村人口从事生产和生活的场所,也是农村人地关系的核心体现^[2]。滩区型农村居民点是指位于滩地、河滩或河岸等水域附近的农村聚落。这些地区通常容易受到河流泛滥、洪水和其他自然灾害的影响,但同时也因为水资源丰富、土壤肥沃等特点,吸引了人们在此定居、生活和开展农业生产。

国内外学者对农村居民点格局演变进行了大量研究。国内研究主要集中在东部沿海地区、长江中下游平原等地,研究内容涵盖了农村居民点的空间分布特征、演变规律及其驱动机制。例如,李春华等^[3]通过遥感影像数据分析了长江中下游平原农村居民点的空间格局变化,发现经济发展和政策变化是主要驱动因素。国外研究则更多关注农村居民点的生态环境影响及其可持续发展。例如,Silverman^[4]通过实地调研和空间分析,探讨了美国农村地区居民点的扩展及其对生态系统的影响。

地理信息系统(geographic information system, GIS)技术在土地利用变化研究中得到了广泛应用。通过遥感影像和GIS技术,可以对土地利用类型进行分类和变化检测,揭示土地利用变化的时空特征。张伟等^[5]利用遥感数据分析了华北平原近30年的土地利用变化,发现耕地面积显著减少,建设用地迅速扩张;Johnson^[6]则利用GIS技术研究了欧洲农业土地的利用变化,提出了基于生态保护和土地可持续利用的规划建议。

滩区型农村居民点位于河流冲积平原,地势低洼,易受洪水影响。其空间布局和演变受自然地理条件和社会经济因素双重影响。王斌等^[7]研究发现,黄河滩区的农村居民点分布具有明显的聚集性,且随着防洪工程的建设 and 农业结构调整,其空间格局发生了显著变化。

尽管已有大量关于农村居民点格局演变的研究,但针对黄河中游汾渭平原滩区型农村居民点的研究仍较为不足。现有研究多集中于宏观尺度的土地利用变化,缺乏对微观尺度上居民点空间格局及其演变的深入分析。此外,研究中对自然因素的考虑较少,未能充分揭示滩区型居民点的特殊演变规律。

收稿日期: 2024-05-31

作者简介: 赵秦怡(2000—),女,陕西渭南人,硕士研究生,研究方向为城乡规划与建筑学;王昱之(1975—),男,甘肃白银人,博士,副教授,硕士研究生导师,研究方向为城乡规划与建筑学。

因此,本文基于长时间序列尺度,利用单一动态度、GIS空间分析、景观格局分析方法,对黄河中游滩区农村居民点的时空变化特征及其影响因素进行研究,以期为黄河流域高质量发展及乡村振兴战略提供科学依据。

1 研究区概况及数据来源

1.1 研究区概况

黄河中游汾渭平原是中国重要的农业生产区之一,毗邻黄土高原,横跨山西、陕西、河南等省份,地处中国的中西部地区,地理位置十分重要。汾渭平原地势平坦,地形开阔,主要为黄河及其支流河流冲积而成的平原地貌,土地肥沃,适宜农业生产。汾渭平原区属于暖温带半湿润大陆性气候,夏季炎热多雨,冬季寒冷干燥。降水主要集中在夏季,春季风沙较大。土地利用主要以农业用地为主,包括耕地、林地、草地等,其中耕地面积较大。此外,近年来随着城市化进程加快,工矿用地和城镇建设用地逐渐增加。区域人口密集,主要分布在县城和乡镇,农村居民点分散,以村庄为主,形成了独特的农村人居环境。经济发展以农业为主导,种植业和畜牧业是当地主要的经济支柱。近年来,随着经济的发展,工业、服务业也在逐渐壮大。

1.2 数据来源

土地利用数据来源于中国科学院地理科学与资源研究所 1:100 万全国土地利用矢量数据。利用该矢量数据,并结合遥感影像进行数据预处理,通过人机交互解译方法,对各类型土地利用图斑形状及标志进行边界核查及修改,形成居民点分布图斑数据。河流、道路数据来源于 2022 年 OpenStreet-Map 矢量数据。地理高程、坡度数据来源于 GSCloud 地理空间数据云下载的数字高程模型(digital elevation model, DEM)。

2 研究方法

2.1 单一动态度

单一动态度(K)描述了在特定时间段内,区域内各种土地利用类型面积变化的幅度和速度,这有助于揭示研究期间不同土地利用类型的总量变化和演变趋势。当 K 大于 0 时,意味着某一种土地类型正处于扩张的阶段,而在相反的情况下,它处于萎缩的状态。 K 的绝对值越高,则变化越剧烈^[8]。

2.2 景观格局分析

为了深入了解高程、河流等自然和地理因素对农村居民点的分布的影响,采用景观格局中的斑块面积(CA)、平均斑块大小(MPS)和斑块密度

(PD)作为研究指标。斑块总面积(PA)一般表示用地面积总和;平均斑块大小(MPS)被用作衡量农村居民点用地规模的指标;而斑块密度(PD)和景观破碎度(F_n)则主要用来描述农村居民点在地理空间上的密集程度,斑块密度数值越大、景观破碎度数值越小,该地区农村居民点在空间上分布越稠密。

2.3 缓冲区分析

采用 ArcGIS 软件叠加分析工具,在居民点属性数据的周围,将道路、河流、高程、坡度数据进行叠加,建立一定宽度的缓冲多边形实体,对居民点的布局情况进行空间分布特征的统计计算。

2.4 核密度分析

核密度分析是针对空间分布的点状要素,通过斑块转换为点,进而研究居民点在空间上的集聚程度。以研究区样本点为圆心,靠搜索半径产生圆,离圆心越近,栅格单元的密度值就越高。如果没有点落入特定像元的邻域范围内,则该像元处的密度值为零^[9]。

3 分析与结果

3.1 农村居民点景观格局分析

通过对农村地区中人类居住点的空间分布、形态、组合及其与周围环境的关系进行系统研究和评价,可以深入了解农村地区的人类活动与自然环境之间的相互作用,以及这种相互作用对农村景观的影响。使用 GIS 软件中的景观分析工具,运用 Fragstats 软件计算每年的景观指标,得到面积(CA)、数量(NP)、密度(PD)、最大连通度指数(LPI)、斑块聚集度指数(PAFRAC)、聚集度指数(AI)等^[10-12]。

对比不同年份的景观指标,观察其变化趋势。随着农村居民点日益扩大,其空间分布、形态、数量、组合等方面均发生不同程度变化。表 1 为 1990—2020 年居民点用地 7 种景观格局指数及动态度指数。

表 1 显示,1990—2020 年,CA 逐年增长,增长幅度为 35.68%,说明农村居民点的扩张面积逐渐增

表 1 1990—2020 年汾渭平原地区农村居民点景观指数

年份	斑块面积 CA/km ²	单一动态 度 $K/\%$	斑块数 量 NP	斑块密 度 PD	最大连 通度 LPI	周长面积 分维数 PAFRAC	聚集指 数 AI
1990	4 859.76	—	27 681	0.18	0.10	1.28	82.96
2000	5 466.09	2.50	27 615	0.18	0.14	1.28	84.39
2010	7 742.12	8.33	30 438	0.20	0.25	1.33	85.54
2020	8 761.76	2.63	30 944	0.20	0.29	1.35	86.11

大。各时段农村居民点用地单一动态指数显示了不同年份农村居民点景观变化的速率, K 值均为正, 表明居民点一直在扩张。2000—2010 年 K 值大幅增长, 然后在 2020 年略微下降, 反映了居民点用地的变化情况。2000 年的 K 值为 2.50, 表明该地区的居民点用地相对较为多样化, 存在一定程度的多样性。而到了 2010 年, K 值增加到 8.33, 说明居民点用地越来越单一化, 可能出现了某种程度的城市化或者用地开发集中化现象。但到了 2020 年, K 值下降至 2.63, 表明居民点用地的单一程度有所减弱, 可能是由于城市规划、土地利用政策或者其他因素的影响导致了用地结构的调整和多样化。

NP 从 1900 年到 2020 年逐年增加, 说明农村居民点的数量在不断增加。PD 逐年增加, 说明在相同面积内农村居民点的数量增加, 表明了人口聚集的趋势。LPI、AI 和 PAFRAC 从 2000 年到 2020 年均增加, 说明居民点斑块聚集且空间分布紧凑, 农村居民点的连通程度和聚集程度都在逐渐增强^[13]。

总的来说, 研究区农村居民点的规模逐年扩大, 同时个体斑块面积变大, 斑块聚集程度增强。其边界形状愈加规整, 整体结构更为紧凑。

3.2 农村居民点空间特征分析

3.2.1 空间集聚特征

表 2 显示, 农村居民点在空间上呈现不同的集聚特征。随着时间的推移, 各类别的面积占比发生了变化。1990—2020 年, 极稀疏区面积占比从 54.55% 增至 60.76%, 虽然面积增加但增幅小。稀疏区和较稀疏区的面积在 1990—2000 年减少, 但随后增加, 总体呈增长趋势。较密集区和密集区的面积占比均增加, 尤其是密集区, 从 1990 年的 0.72% 增至 2020 年的 6.33%, 显示农村居民点在这些区域的集聚程度显著增强, 人口和资源向中心地区聚集趋势明显。

总体来看, 随着时间的推移, 农村居民点在极

稀疏区、较密集区和密集区的面积占比逐渐增加, 而在稀疏区和较稀疏区的面积占比下降。这反映了农村居民点空间集聚特征的变化, 整体上呈现向中心地区集聚的趋势, 人口和资源向中心区域集中的现象更加明显。

3.2.2 空间集聚趋势

之前的研究通常只关注居民点数量的变化, 忽略了面积的增加。本文通过格网化思想, 将居民点斑块放置在格网单元内, 并提取中心点进行核密度估算, 分析黄河流域汾渭平原段农村居民点的密集程度, 识别出集聚的热点和稀疏的冷点区域^[14]。

如图 1 所示, 黄河流域汾渭平原是中国的重要农业区域之一, 近年来也成为工业和城市化集中的地区。1990—2020 年, 农村居民点密集区面积增加了 88.67%, 集中在西安、榆林、太原、运城和洛阳等城市。这些城市在快速城市化和经济发展中吸引了大量人口和资金, 形成了相互支撑的城市群, 成为汾渭平原地区经济发展的重要引擎, 推动了周边地区的城镇化进程和区域协调发展。

3.3 农村居民点时空演变影响因素分析

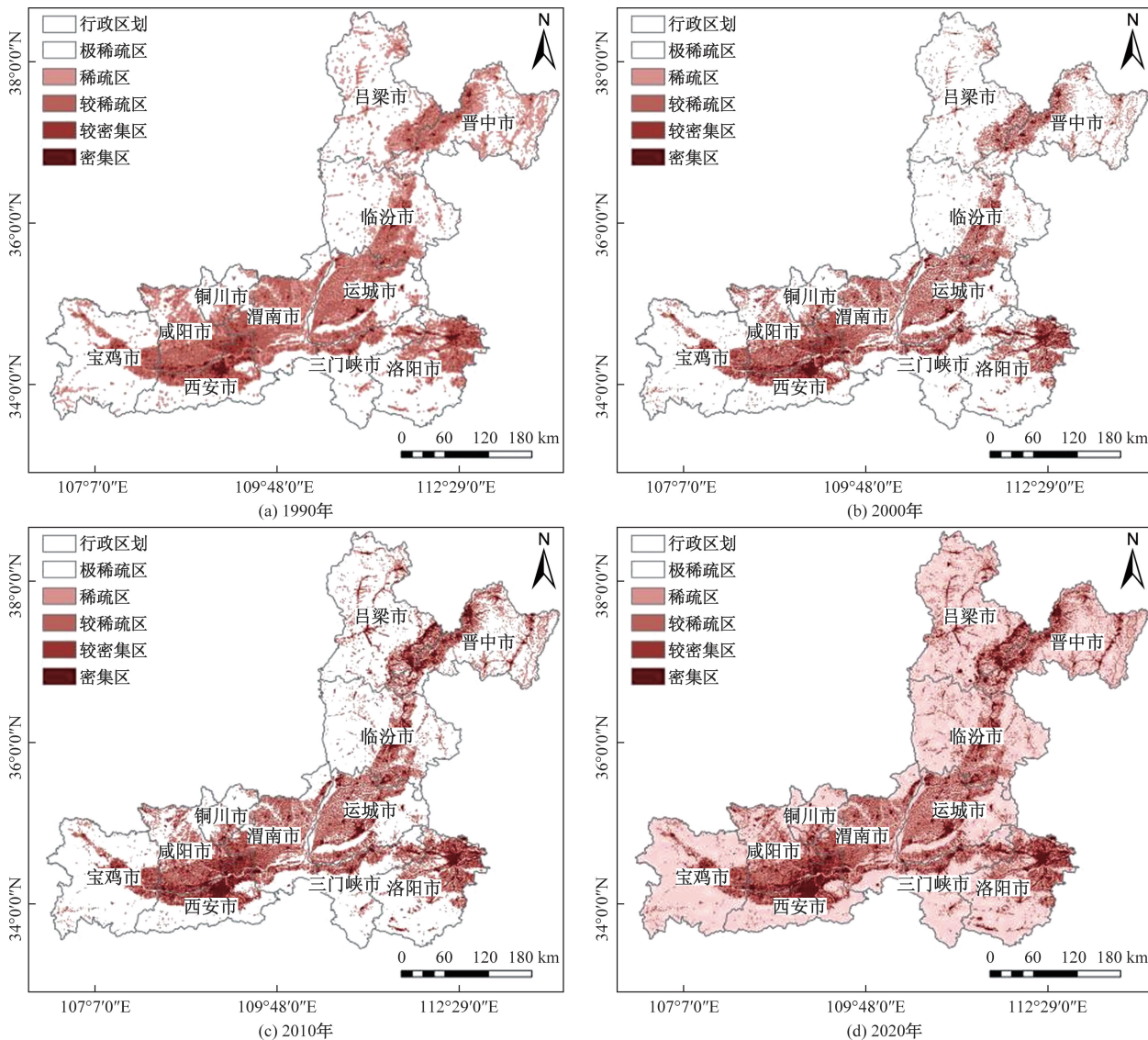
3.3.1 居民点分布与地形的关系

如图 2 所示, 根据地形结构和农村居民点的空间分布特点, 通过叠加分析农村居民点数据, 将高程和坡度分别分为 7 个和 5 个区间, 得到不同高程和坡度上的农村居民点空间分布情况, 以助于反映研究区农村居民点空间格局的地形分布特征^[15]。

由图 3 可知, 约 93% 的农村居民点分布在海拔 < 1 100 m 区域, 尤其是海拔 < 500 m 的平原区, 面积最大且变化最多。汾渭平原以肥沃的平原地貌为主, 适宜农业和城市发展, 低海拔区地势平缓、水源充足、交通便利, 居民点面积稳步增长。海拔 500~1 100 m 的中等海拔地区, 尤其是 800~1 100 m 范围内, 居民点面积也逐年增加。这表明居由于资源利用的变化或者城市发展的需要, 居民点逐渐向中

表 2 1990—2020 年汾渭平原地区农村居民点空间集聚特征数量统计

类别	1990 年		2000 年		2010 年		2020 年	
	面积/km ²	面积占比/%	面积/km ²	面积占比/%	面积/km ²	面积占比/%	面积/km ²	面积占比/%
极稀疏区	83 255.98	54.55	102 297.63	67.03	95 157.69	62.35	92 737.19	60.76
稀疏区	33 728.18	22.10	18 242.47	11.95	18 689.39	12.25	18 829.92	12.34
较稀疏区	28 484.06	18.66	18 233.21	11.95	19 495.53	12.77	19 714.51	12.92
较密集区	6 063.19	3.97	9 163.16	6.00	11 261.63	7.38	11 687.86	7.66
密集区	1 094.42	0.72	4 689.35	3.07	8 021.59	5.26	9 656.33	6.33
合计	152 625.82	100.00	152 625.82	100.00	152 625.82	100.00	152 625.82	100.00



审图号:GS(2020)4619号

图1 1990—2020年汾渭平原地区农村居民点空间集聚趋势

等海拔地区扩展。而海拔 $>1\,100\text{ m}$ 的地区由于地形陡峭、气候条件恶劣以及不利于居民点建设和人口聚集等因素的影响,居民点面积相对较小且增长缓慢。

由图3可知,在汾渭平原地区,约48%的农村居民点主要集中分布在坡度 $<5^\circ$ 的平缓地带,而约41%的居民点则分布在坡度介于 $5^\circ\sim 12^\circ$ 。随着坡度的增加,居民点面积逐渐减小。随着时间的推移,居民点面积呈现逐年增长的趋势。在坡度 $<5^\circ$ 的地区,地形平缓,适宜人口居住和城市建设,居民点面积稳步增长。而在坡度 $>20^\circ$ 的高坡度地区,由于地形陡峭、不利于居民点建设和人口聚集,居民点面积相对较小且增长缓慢。

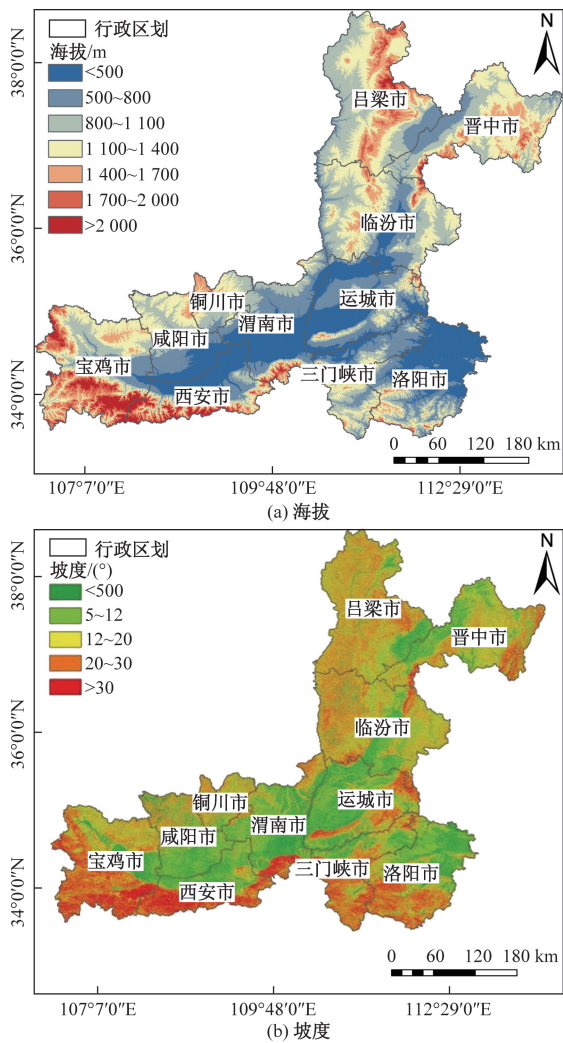
综上所述,汾渭平原地区的居民点分布受地形的影响,海拔较低、坡度较缓地区更容易吸引人口

聚集和城市发展,而海拔较高、坡度较大的地区则相对较少。海拔 $<500\text{ m}$ 、坡度 $<5^\circ$ 的区域是居民点选址的最佳地点。

3.3.2 居民点分布与道路的关系

交通条件的改善显著影响了居民点的空间分布。随着城市公路扩建和农村客运网络的全覆盖,大部分乡镇通过道路连接到主要交通干线,沿交通要道的居民点更加密集,成为扩展的主要方向^[16]。通过对主要交通要道进行0.5 km间隔的缓冲区分析,将研究区分为7个缓冲区间(图4),统计农村居民点面积,研究道路对其分布格局的影响。

由图4可知,农村居民点主要集中在距离道路1 km范围内,其中0.5 km以内的面积占总面积的54%,受交通便利影响,近30年变化最显著。距离道路0.5~0.8 km范围内的居民点面积占20%,受



审图号:GS(2020)4619 号

图 2 汾渭平原地区海拔与坡度分布

土地资源利用和人口增长影响,居民点规模随距离增加逐渐减小。超过 1 100 m 的远离道路区域,由于交通不便,居民点面积较小且增长缓慢,人口增长和居民点扩张受到限制。

3.3.3 居民点分布与河流的关系

汾渭平原地区位于中国的黄土高原之上,是一个地理环境复杂、水系发达的区域。在这一地区,农村居民点的分布与河流之间存在着密切的关系。采用与道路相同的处理方法对河流做缓冲区,统计各缓冲带农村居民点分布情况(图 5)。由图 5 可知,居民点集中分布在距河流距离 2~4 km 范围,且在距河流距离 1~4 km 范围内规模达到最大,近 30 年面积变化也最大;距河流距离>6 km 范围的农村居民点规模较小,且 30 年面积变化不大。

随着时间的推移,居民点离河流的距离整体上呈增加趋势。1990 年时,大多数居民点距离河流较

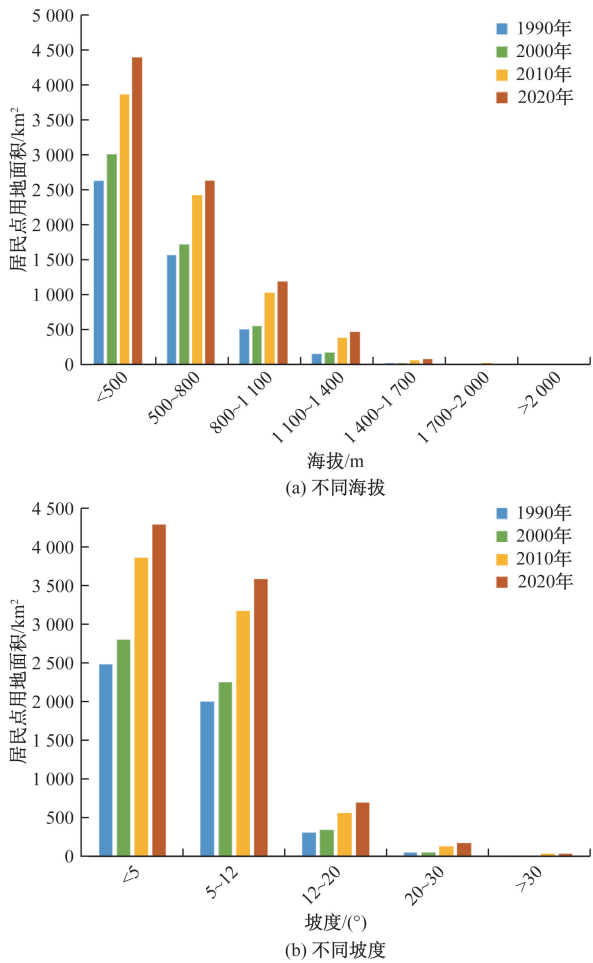


图 3 1990—2020 年汾渭平原地区农村居民点在不同海拔和坡度等级上的分布

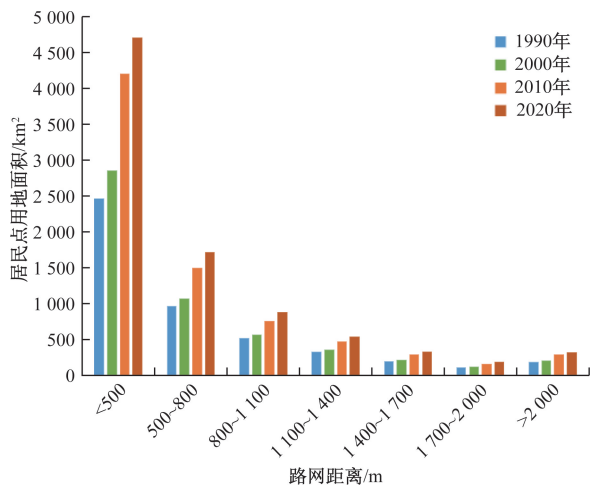


图 4 1990—2020 年汾渭平原地区农村居民点分布与道路的关系

近,主要集中在 500 m 以内和 500~1 000 m 范围内。到了 2020 年,500 m 以内和 500~1000 m 范围内的居民点数量有所减少,而 1 000 m 以上范围内的居民点数量则增加明显。尽管在不同年份,各个距离

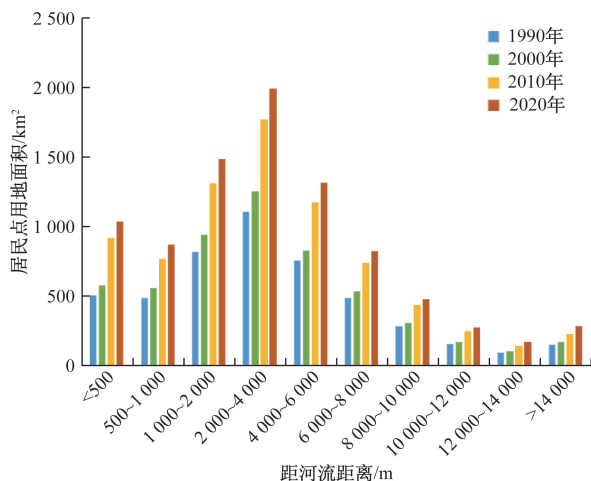


图5 1990—2020年汾渭平原地区农村居民点分布与河流的关系

范围内的居民点数量有所波动,但总体趋势是离河流距离增加。这些变化可能受到多种因素的影响,包括城镇化、农村经济结构变化、环境保护政策等。

3.3.4 居民点分布与政策的关系

由于时间序列较短,农村居民点受自然地貌与河流分布等要素影响相对较小,短期内,农村居民点分布受政策影响相对较大^[17]。黄河流域汾渭平原的居民点空间集聚趋势受城镇化政策、农业结构调整、交通建设和生态保护政策等多种因素共同影响,塑造了该地区的空间分布格局。

近年来,汾渭平原通过生态保护和现代农业高质量发展措施,限制了生态脆弱区的居民点扩张,促使人口向适宜区域集聚。自然保护区和水源涵养区的划定限制了这些区域的开发,推动人口迁移。农业转型促进了人口双向流动,现代农业的发展要求部分农村劳动力向城市转移,经济发展和农业结构调整为城乡居民提供了更多选择,影响了居民点的分布。政府的生态恢复工程和生态新区建设减少了人口密度,导致居民点的调整或迁移。

生态补偿与生态移民政策保护了生态环境,鼓励居民迁出脆弱区域,重新布局居民点。现代农业和城乡一体化发展促进了人口流动和资源配置,土地流转形成了大规模农业区,导致农村居民点稀疏化或转移聚集。现代农业政策通过产业扶持和就业政策,推动农村居民点集聚或分散。特色农业或现代农业产业区域吸引更多居民聚集,形成集约化的农村居民点。因此,受到不同政策的影响,农村居民点呈现相对集聚化和活力发展的特征。

4 结论

(1)近30年来,汾渭平原地区农村居民点的用地规模逐渐扩大,经历了从相对多样化到单一化再到集聚多样化的发展过程。居民点的斑块结构逐渐紧凑,聚集性增强,呈现出集约化发展的趋势。这些农村居民点主要集中在西安市、渭南市、太原市、运城市和洛阳市等汾渭平原地区的重要城市,这些城市也是人口集聚和经济发展的核心地带。

(2)农村居民点主要集中在海拔 <800 m、坡度 $<12^\circ$ 的走廊平原和缓坡地区,海拔较高和坡度较大的陡坡地区居民点较少,整体分布格局相对稳定。道路和河流沿线依然是居民点分布的首选条件,多数农村居民点分布在距离道路0.5 km、距离河流2~4 km的范围内,呈现出带状分布的特征。

(3)农村居民点的演变受地理条件影响,同时也受政策和经济利益调控影响,这导致了居民点格局的不断变化。汾渭平原地区农村居民点的发展受自然地形、道路河流、农业经济发展水平和生态政策的影响。早期,自然地形决定了居民点的分布和规模,而随着河流滩区治理、土地流转和农业现代化,居民点规模和功能不断优化。生态政策的实施也在改变农业生产和土地利用方式,进而影响居民点的布局和发展方向。

参考文献

- [1] 左其亭,秦西,马军霞. 黄河模拟器建设框架设计及发展布局[J]. 人民黄河, 2023, 45(9): 18-23.
- [2] 陈萌萌,李阳兵,周亚琳. 三峡库区腹地农村居民点空间分布特征及其自然背景影响:以奉节县为例[J]. 热带农业科学, 2017, 37(5): 125-133.
- [3] 李春华,王磊,张伟,等. 长江中下游平原农村居民点的空间格局变化及其驱动机制[J]. 地理学报, 2010, 65(4): 475-488.
- [4] SILVERMAN R M. Rural residential development and the impact on local ecosystems: a spatial analysis[J]. Environmental Management, 2005, 35(3): 312-325.
- [5] 张伟,李晓华,王敏,等. 华北平原近30年土地利用变化及其驱动因素分析[J]. 遥感学报, 2012, 16(5): 1072-1080.
- [6] JOHNSON M P. Land use change in European agriculture: implications for environmental and economic sustainability[J]. Land Use Policy, 2011, 28(4): 674-684.
- [7] 王斌,刘芳,陈伟,等. 黄河滩区农村居民点空间分布特征及其演变研究[J]. 地理科学, 2015, 35(2): 129-136.
- [8] 姜转芳,颜耀文,李汝嫣,等. 基于GIS的干旱区绿洲农村居民点格局演变研究:以甘肃河西地区为例[J]. 生态与农村环境学报, 2019, 35(3): 324-331.

- [9] 刘焱序,王仰麟,彭建,等. 城郊聚落景观的集聚特征分析方法选择研究[J]. 地理科学, 2015, 35(6): 674-682.
- [10] 代绍奇. 福清市农村居民点空间格局演变及其整理对策研究[D]. 福州: 福建师范大学, 2017.
- [11] 殷嘉迪,雷国平,乐容潮,等. 三江平原农村居民点时空格局演变: 以富锦市为例[J]. 水土保持研究, 2017, 24(6): 300-304, 312.
- [12] 郭敏. 珲春市农村居民点时空动态变化与影响因素分析[D]. 长春: 吉林大学, 2017.
- [13] 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[J]. 地理科学进展, 2008(6): 25-31.
- [14] 张蔚晶,王雨萌,李鹏宇. 南京市浦口区蓝绿空间格局演变及土地利用变化分析[J]. 建筑与文化, 2023(1): 227-229.
- [15] 宋洋,朱道林,张立新,等. 2000 年以来黄河流域土地市场化时空格局演变及驱动因素[J]. 自然资源学报, 2020, 35(4): 799-813.
- [16] TIAN L, MA W. Government intervention in city development of China: a tool of land supply[J]. Land Use Policy, 2009, 26(3): 599-609.
- [17] MANSOUR S. Spatial concentration patterns of South Asian low-skilled immigrants in Oman: a spatial analysis of residential geographies [J]. Applied Geography, 2017, 88: 118-129.

Evolution of Rural Settlement of Russia Pattern Based on GIS: A Case Study of the Fenwei Plain in the Middle Reaches of the Yellow River

ZHAO Qinyi, WANG Yuzhi

(School of Architecture and Urban Planning, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: Taking the fenwei plain in the middle reaches of the Yellow River as an example, using the methods of single dynamics, Landscape Index, nuclear density analysis and buffer zone analysis, the evolution of rural settlement of Russia patterns in the fenwei plain in the middle reaches of the Yellow River over the past 30 years was studied. The results show that the scale of rural settlement of Russia land in the fenwei plain has gradually expanded in the past 30 years, and experienced a process from diversification to monoculture and then to agglomeration and diversification. It is mainly found in and around Xian, Weinan, Taiyuan, Yuncheng and Luoyang, and has become a core area of population and economic development. In terms of geographical conditions, the rural settlement of Russia are mainly concentrated in plains and gentle slopes with an elevation of less than 800 m and a slope of less than 12°, and are distributed along roads and rivers. The evolution of rural settlement of Russia is influenced by geographical conditions, policies and economic interests, leading to changing spatial patterns, with natural topography, transport, economic levels and ecological policies being the main factors.

Keywords: Fenwei plain area; landscape pattern; nuclear density; beach-type rural settlement; residential pattern evolution