



· 黄河流域生态保护和高质量发展 ·

陇东黄土高原沟壑区乡村聚落空间特征及其驱动机制 ——以屯字镇为例

杨路, 惠策, 虞志淳

(西安交通大学 人居环境与建筑工程学院, 陕西 西安 710049)

摘要 乡村聚落是乡村地域人口聚集的主要形态,其空间布局受自然环境、社会文化、经济等多种因素的影响。运用GIS分析技术,通过定量分析的途径,研究甘肃省庆阳市镇原县屯字镇乡村居民点的空间分布格局,探索其影响因素及驱动机制。最后,评价该地区的居民点分布适宜性,进而提出乡村发展规划建议。研究发现:①屯字镇乡村居民点的分布为中部密度高、南北密度低的空间分布特点,总体呈现显著的聚集趋势;②海拔高度和地形坡度是影响乡村居民点分布和生态环境质量的主要因素;③屯字镇适宜居住面积仅占9.86%,适宜性分布以基本适宜为主,面积占比接近40%。建议屯字镇建设发展以塬面为主,川道、沟坡以恢复生态为主;优化基础设施配置,推动土地集约、节约利用。

关键词 陇东黄土高原沟壑区;乡村聚落(乡村居民点);空间特征;驱动机制;GIS空间分析技术

中图分类号: TU984 DOI: 10.16152/j.cnki.xdxzbzr.2025-04-011

The spatial characteristics and driving mechanism of rural settlements in loess plateau gully region in eastern Gansu: Taking Tunzi Town as an example YANG Lu, HUI Ce, YU Zhichun

(School of Human Settlements and Civil Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract Rural settlement is the main form of rural spatial population settlement, and its spatial layout is affected by natural, social, and economic factors. The research applies GIS spatial analysis technology to quantitatively study the spatial distribution pattern of rural settlements in Tunzi Town, Zhenyuan County, Qingyang City of Gansu Province, and analyzes its influencing factors and driving mechanism, and finally evaluates the suitability of the distribution of rural settlements in this area, and puts forward suggestions for rural development planning. The results show that: ① The distribution of rural settlements in Tunzi Town is characterized by high density in the middle and low density in the north and south. ② Elevation and topographic slope are the main factors affecting the distribution of rural settlements and the quality of ecological environment. ③ The suitable living area of Tunzi Town only accounts for 9.86%, and the suitability distribution is mainly suitable, accounting for nearly 40% of the area. It is suggested that table-land should be the main part of the town con-

收稿日期: 2025-03-20

基金项目: 陕西省自然科学基金(2023-JC-YB-394)

第一作者: 杨路, 讲师, 硕士生导师, 从事地域建筑理论研究, yang-lu@xjtu.edu.cn。

通信作者: 虞志淳, 教授, 硕士生导师, 从事乡村规划、绿色建筑、地域性建筑研究, yu.zhichun@xjtu.edu.cn。

struction development, while the ecological restoration should be the main part of the river road and gully slope. It needs to improve the allocation of infrastructure and promote the intensive and economical use of land.

Keywords loess plateau gully region; rural settlements; spatial characteristics; driving mechanism; GIS spatial analysis technology

党的十八大以来,习近平总书记多次实地考察黄河流域生态保护和经济社会发展情况。国家高度重视黄河流域发展情况,于 2021 年 10 月发布了《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》。黄河是我们的母亲河,黄河流域的绿色发展具有重要意义,需要我们齐心协力,共同建设。在纲要实施过程中,需要重点关注生态、经济和文化等多个方面,从而保障黄河安全,提高人民生活水平,让黄河真正造福人民^[1]。

至 2024 年,我国城镇化率已达到 67%^[2],城镇化进入以提升质量为主、弥补城乡发展不平衡的转型发展新阶段,乡村振兴将成为实施新时期城镇化的重要抓手。

党的二十大和中央乡村工作会议着重强调全面推进乡村振兴战略,为农业乡村改革发展明确了方向^[3]。同年国家发布《乡村建设行动实施方案》,旨在推动乡村振兴,提高乡村人居环境品质,乡村公共基础设施全覆盖,提升乡村基本公共服务水平。

陇东黄土高原沟壑区是黄河流域生态环境极其脆弱的一段,也是国家重点生态功能区中重要的一环。在该地区内,存在着各不相同的地形地貌,因此,在自然环境和资源方面存在较大差异,土地资源承载力也大不相同。

在当前乡村振兴和黄河流域高质量发展的背景下,研究该地区的乡村聚落,对黄河流域生态保护与高质量发展具有重要的推动作用,对该地区村镇建设有较大的现实意义。

乡村聚落,也称为乡村居民点,是乡村人口的主要聚集地和生产生活的场所^[4]。国外乡村聚落的研究开始较早,研究初期是对聚落和环境的描述,计算机广泛应用后逐渐趋向计量化研究,并且向社会人文方面转型^[5]。20 世纪 30 年代,我国开始对聚落进行研究^[6],虽然相较其他国家起步较晚,但是在乡村发展战略下,乡村聚落研究进展迅速,研究范围同比扩大,如今已涉及各种地貌类型区。伴随地理信息技术的成熟,借助其优秀的空间整合能力,对乡村聚落演变的时空过程、演变路径和作用机制研究等也展开了深入地探讨。

目前,我国已有研究主要以东部平原^[7]、山区^[8]及中西部河谷地区^[9]为主,且具有以较大行政区为空间单元、精度有待提高的特点表征^[10]。地理信息系统能有效整合空间数据并进行分析,研究者都借助 GIS 有效识别聚落空间特征^[11-16]。汤国安等利用 GIS 技术,探讨了陕西榆林地区的乡村居民点分布特征^[16]。研究表明该地区乡村的分布既受各种自然条件的制约,又受到人为因素的影响。吕鑫源借助 GIS,采用多距离空间聚类工具和平均最近邻方法,将海拔、坡度等环境因素进行叠加,研究了这些环境因素对该流域乡村聚落分布的影响^[15]。

纪惠文等采用了景观格局指数、ArcGIS 空间模型等多种技术手段,对陕西省丹凤县乡村居民点的分布格局进行了时空动态分析,揭示了其演变特性^[4]。此外,根据空间布局特征和时代发展背景,针对乡村聚落空间的优化和重构也开展了诸多探讨^[17-20]。赵子玉借助 Python 数字分析平台,研究由黄河主导的多种环境因子对村落空间形态的影响及作用过程^[21]。苏雅、辛顺杰借助 ArcGIS 软件对黄河流域典型区域乡村聚落的空间分布特征和形态演变及机理进行研究^[22-23]。

综上所述,黄河流域黄土高原沟壑区聚落人居环境脆弱,生产生活受环境制约严重,存在生活与乡村空间互相冲突等现实问题。本文立足该地区发展现状,通过量化分析该地区乡村居民居住特征,总结居住格局的驱动机制,评价居住适宜性,进而实现对乡村居住空间的发展建设指引。

1 研究方法

1.1 研究区概况

屯字镇(见图 1),甘肃省庆阳市镇原县下辖镇,地处镇原县东南部,东接上肖乡,西连城关镇,南接泾川县,北与太平镇、临泾乡毗邻,行政区域总面积 237 km²。介于东经 107°26′~107°51′,北纬 35°48′~35°66′。区域内屯字镇属黄土高原沟壑区,境内山、川、塬兼有,以山、塬为主,总土地面积为 241.5 km²。

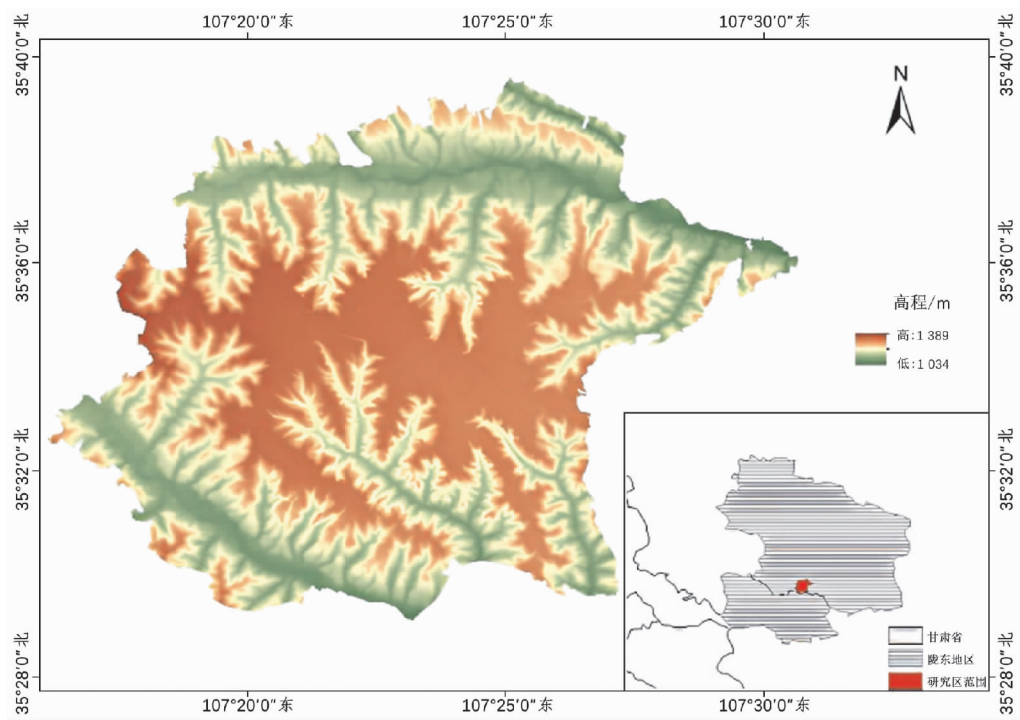


图 1 电子镇区位图
Fig. 1 Tunzi Town location

1.2 数据来源

屯字镇 DEM 数据(分辨率为 30 M)来源于地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn>),从 DEM 数据中提取屯字镇高程、坡度和地形要素(见图 2)。乡村居民点数据从国家地理信息公共服务平台卫星影像中通过人工目视解译获得。该镇河流、交通矢量数据来源于国家地理信息公共服务平台数据 API(1: 100 万地形数据),河流主要是一级河流洪河、二级河流茹河及其主要支流,交通路线包括国道 G327、省道 S202 和其他县道。

1.3 研究方法

通过核密度分析,能直观地展示乡村居民点在空间上的密度分布情况,有助于分析描述区域聚落的分布特征;平均最近邻分析可以反映聚落斑块的分布模式;Ripley's K 函数可以反应居民点聚集的尺度空间;景观格局指数是量化乡村聚落空间配置特征的简单量化指标,帮助分析不同要素对距离分布的影响。本文选取核密度分析、平均最近邻分析和 Ripley's K 函数分析探究屯字镇乡村居民点聚集性特征;选取部分景观格局指数定量分析空间格局,探究不同要素对居民点分布的影响。

1.3.1 核密度分析

核密度分析是一种密度估计方法,通过数值的大小可以显示居民点在空间上的密度分布情况。数值越大,表明乡村居民点在相应区域的分布越密集;反之,则越稀疏^[24-25]。

1.3.2 平均最近邻

平均最近邻距离是一种描述聚落斑块整体分布特征的方法。通过测量每个要素质心与其最近邻要素质心之间的距离,将这些距离进行累加,然后除以要素的总数,即可得到平均最近邻距离。该方法有助于了解聚落斑块的分布格局和空间结构^[26-27]。若平均最近邻 < 1,则显示空间集聚;如

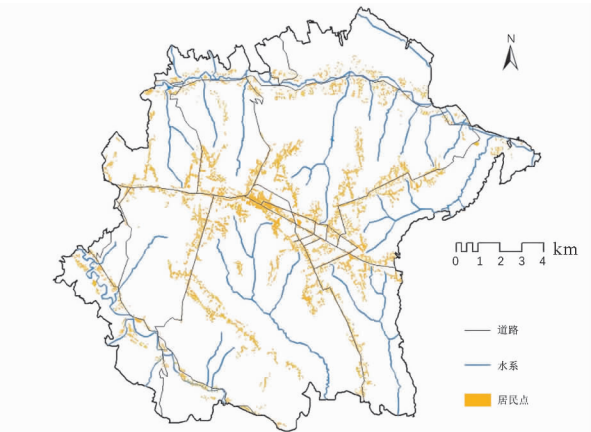


图 2 屯字镇乡村居民点分布图

Fig. 2 Distribution of rural residential areas in Tunzi Town

果该值>1,则显示空间分散。

1.3.3 Ripley’s K 函数

Ripley’s K 函数能对一定距离范围内的空间模式进行分析。模式会因为距离和空间比例的变化而发生变化,该变化会反映距离对空间模式的影响^[27]。

1.3.4 景观格局指数

乡村居民点的空间分布受坡度因素的影响较大,决定了乡村居民点的空间格局。同时,道路作为聚落形成的重要因素之一,通过改变其交通区位,进一步影响其空间分布格局^[28-29]。本研究选取部分景观格局指数定量分析空间格局,并探索各种因素的影响程度,具体选取因素为斑块数(NP)、斑块密度(PD)和斑块面积(CA)^[30]。

1.3.5 地理探测器

地理探测器是一种统计学方法,旨在通过探测和利用空间分异性揭示现象背后的驱动因素。该方法包括4个探测器,本研究使用其中的分异和因子探测,用于评估因子*X*对因变量*Y*的空间分异程度的影响^[31]。

2 研究结果与分析

2.1 屯字镇乡村居民点聚集性特征

使用 ArcGIS 10.7 软件的核密度分析工具得到屯字镇斑块空间核密度分析图。由图 3 可知,屯字镇乡村居民点的空间分布特点为中部密度高

呈放射分布、南北密度低呈带状分布,分布特征与屯字镇的海拔高度和地形坡度有一定的对应。其中,分布最密集的地方主要位于屯字街道中部,其次为茹河和洪河河谷内。两者之间分布的居民点不多,密度小且不连续。以国道 327 为界,将屯字镇分为南北镜像对称的两部分:镇域中部国道两侧分布密度高呈放射带状;北部为茹河川道带状中密度核聚集区;南部为洪河川道带状中密度核聚集区。

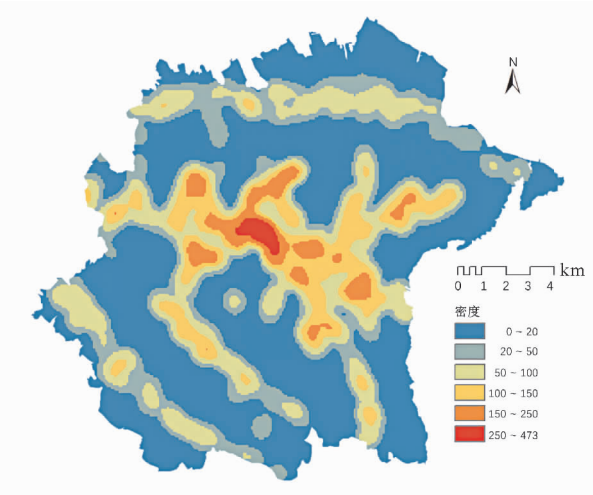


图3 核密度分析图

Fig.3 Kernel Density analysis

从表 1 可知,最近邻比率<1,表明乡村居民点的空间分布聚集;*Z*得分<-2.58,说明聚集的态势显著;*p*值<0.001,说明置信度超过 99%。

表1 平均最近邻统计表

Tab.1 Average nearest neighbor statistics

平均观测距离/m	预期平均距离/m	最近邻比率 ANN	<i>Z</i> 得分	<i>p</i> 值
35.398	84.612	0.418	111.405	<0.001

根据图 4 可知,镇域居民点 K 函数曲线的观测值均大于预期值曲线,表明该地区乡村居民点在空间上集聚,特别是在 0~1 300 m 的范围内。

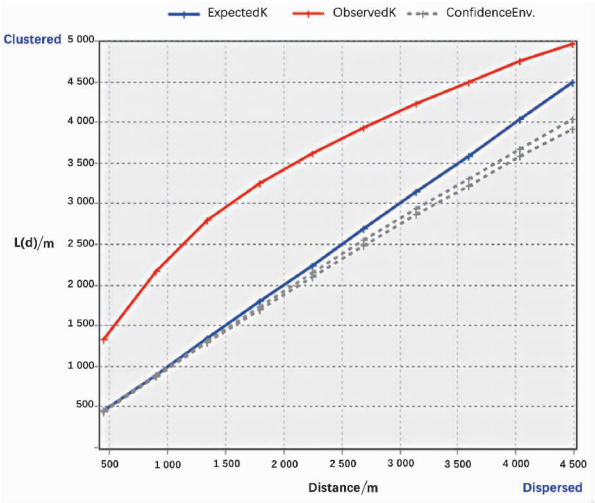
在 1 300 m 处,K 函数的观测值与预期值的差值最大,1 300 m 之后缓慢下降,说明随着距离的增大,乡村居民点越聚集,并在 1 300 m 处达到最高点,1 300 m 之外的聚集程度降低。

2.2 沿河流、道路空间分布特征

在 ArcGIS 10.7 环境中,首先对坡度进行了分级,选取 5°、10°、15°、25°为中断值,将其划分为 5 个等级。对道路和河流进行缓冲区分析,设定了 300 m、600 m、900 m、>900 m 的半径。再将上

述分级与乡村居民点进行叠加(见图 5~图 7)。利用 Patch Analysis 工具,计算乡村居民点受坡度、道路和河流影响的景观格局指数表(见表 2~表 5)。

由表 2 可知,随着与水系距离的增加,乡村居民点的个数先增加后减少再增加,斑块密度先增加再减少,在距离水系 300 m 以内的乡村居民点相比最少,占总数的 20.28%,密度最小为 0.25 个/hm²,在距离水系 600~900 m 的乡村居民点密度最大,分布较密集,在距离水系 900 m 以上的区域乡村居民点最多,占总数的 28.88%。



注:ExpectedK 曲线为随机分布的 K 函数预期值曲线;ObservedK 曲线为观测的 K 函数曲线, Confidence Env. 为置信区间曲线,由 HiConfEnv 高置信曲线和 Lw-ConfEnv 低置信曲线组成。

图 4 Ripley's K 函数图
Fig. 4 Ripley's K function diagram

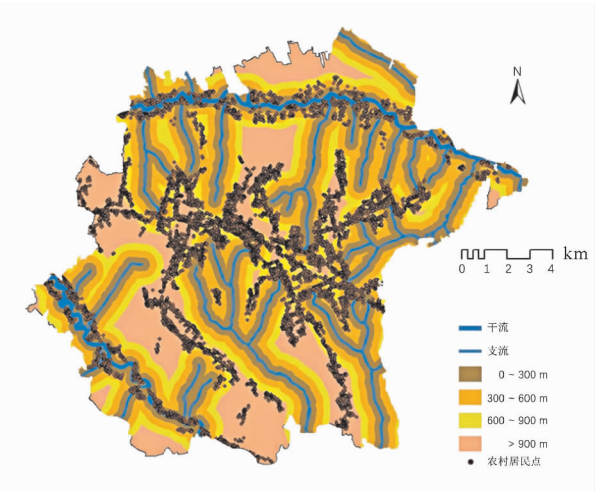


图 5 水系缓冲区乡村居民点分布图
Fig. 5 Distribution of rural settlements within buffers of river

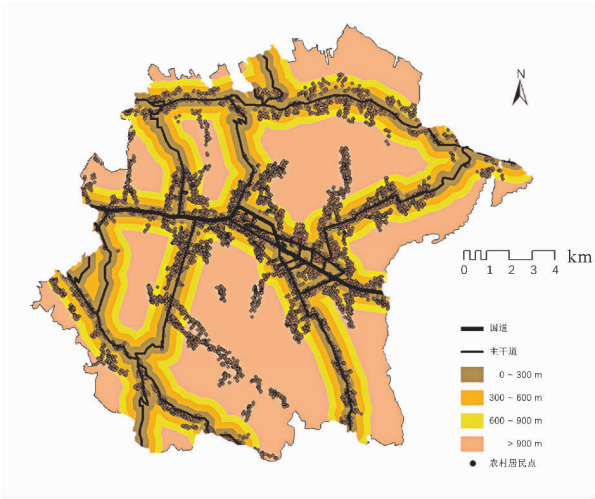


图 6 道路缓冲区乡村居民点分布图
Fig. 6 Distribution of rural settlements within buffers of road

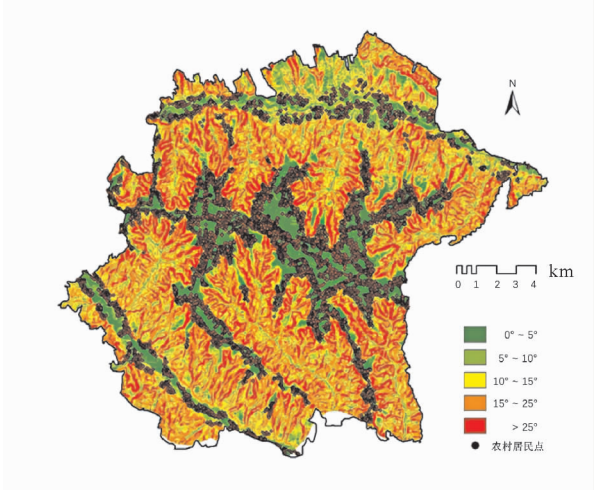


图 7 不同坡度乡村居民点分布图
Fig. 7 Distributions of rural settlements at areas with different slopes

由表 3 可知,距离道路 300 m 的缓冲区内的乡村居民点超过 50% 的,分布最密集,斑块数量最多,面积最大,平均每公顷 0.93 个。随着距离增加,居民点个数、面积聚集程度都不断减少,0 ~ 600 m 的范围内下降明显,600 m 以上的居民点分布变化小。

表 2 乡村居民点分布受水系影响的景观格局指数表
Tab. 2 Landscape pattern index of rural settlements affected by water system

距离/m	斑块数 NP/个	占斑块总数的 比重/%	斑块面积 CA/hm ²	占斑块总面积的 比重/%	斑块密度 PD/(个/hm ²)
0 ~ 300	2 029	20. 48	71. 48	20. 24	0. 25
300 ~ 600	2 564	25. 88	89. 39	25. 31	0. 40
600 ~ 900	2 454	24. 77	87. 77	24. 85	0. 58
> 900	2 861	28. 88	104. 53	29. 60	0. 51

表3 乡村居民点分布受道路影响的景观格局指数表
Tab. 3 Landscape pattern index of rural settlements affected by roads

距离/m	斑块数 NP/个	占斑块总数 的比重/%	斑块面积 CA/hm ²	占斑块总面 积的比重/%	斑块密度 PD/(个/hm ²)
0 ~ 300	5 349	53. 99	195. 15	55. 26	0. 93
300 ~ 600	2 054	20. 73	73. 25	20. 74	0. 48
600 ~ 900	1 156	11. 67	39. 91	11. 30	0. 32
> 900	1 349	13. 62	44. 85	12. 70	0. 13

表4 乡村居民点分布受坡度影响的景观格局指数表
Tab. 4 Landscape pattern index of rural settlements affected by slope

坡度/(°)	斑块数 NP/个	占斑块总数 的比重/%	斑块面积 CA/hm ²	占斑块总面 积的比重/%	斑块密度 PD/(个/hm ²)
0 ~ 5	7 733	78. 05	278. 25	78. 79	1. 34
5 ~ 10	1 520	15. 34	52. 86	14. 97	0. 41
10 ~ 15	460	4. 64	15. 51	4. 39	0. 12
15 ~ 20	137	1. 38	4. 58	1. 30	0. 03
20 ~ 25	47	0. 47	1. 55	0. 44	0. 01
> 25	11	0. 11	0. 42	0. 12	0. 00

表5 不同地貌类型内的景观格局指数表
Tab. 5 Summary of landscape pattern index in different landform types

地貌类型	斑块数 NP/个	占斑块总数 的比重/%	斑块面积 CA/hm ²	占斑块总面 积的比重/%	斑块密度 PD/(个/hm ²)
塬	7 537	79. 10	279. 78	79. 22	0. 57
川道	2 042	20. 61	72. 60	20. 56	0. 45
沟坡	29	0. 29	0. 79	0. 22	0. 01

2.3 不同坡度、地貌空间分布特征

根据表4可知,78.05%的乡村居民点分布在0 ~ 5°坡度内,斑块密度达到1.34个/hm²;15.34%的乡村居民点分布在5° ~ 10°坡度内,随着坡度的增大,乡村居民点的分布数量、斑块面积和密度明显减少。坡度>15°的地面容易发生水土流失,条件不适合布置居民点,只有极少数居民点分布在该坡度上,占斑块总数的1.96%。

根据坡度和高程将屯字镇的地貌类型分为3类,镇域内坡度<10°,高程<1 100 m的为川道地貌;坡度<10°,高程>1 300 m的为塬地貌;坡度>10°,高程在1 100 ~ 1 300 m之间的为沟坡地貌。由表5可知,79.22%的居民点分布在塬上,分布最密集,斑块数量最多,面积最大,密度也最大。分布在川道内的乡村居民点密度为0.45个/hm²,分布在沟坡的居民点最少,密度最小。

2.4 影响乡村居民点空间格局的因素分析

运用地理探测器的因子探测器方法回归分析自变量,确定每个因子对居民点密度的影响力,在因子探测器的基础上,引入交互探测器来探索自变量之间的相互作用。

依据上文的分析,选取核密度为因变量(Y),选取居民点到公路距离(X₁)、到河流的距离(X₂)、坡度(X₃)、高度(X₄)为自变量。

表6因子探测结果显示,影响因子q值均较显著,但影响程度有差异,影响程度的具体排序为X₄>X₃>X₂>X₁。海拔高度和地形坡度的影响力最大,明显高于其他因素,q值分别为0.183和0.117,这表明主要影响居民点分布的是海拔和地形坡度。相比之下河流距离的影响力最弱,分别为0.078和0.093,可视为次要的影响因素。根据表7可知,各影响因素与居民点密度之间存在

交互作用,任意两个因子的综合影响力高于单因子。其中海拔高度和公路距离的综合影响力最大,达到了 0.296,海拔高度和地形坡度的交互作用影响力为 0.219。各种因子单向影响和两两交互作用影响机制逻辑图如图 8 所示。

表 6 影响因子 q 值

Tab.6 The q statistic of the impact factor

	X_1	X_2	X_3	X_4
q 值	0.077 851	0.093 311	0.117 462	0.182 546

表 7 乡村居民点交互作用探测分析

Tab. 7 Rural settlement interaction detection analysis

	X_1	X_2	X_3	X_4
X_1	0.077 851	—	—	—
X_2	0.242 949	0.093 311	—	—
X_3	0.187 868	0.183 834	0.117 462	—
X_4	0.295 789	0.211 828	0.219 388	0.182 546

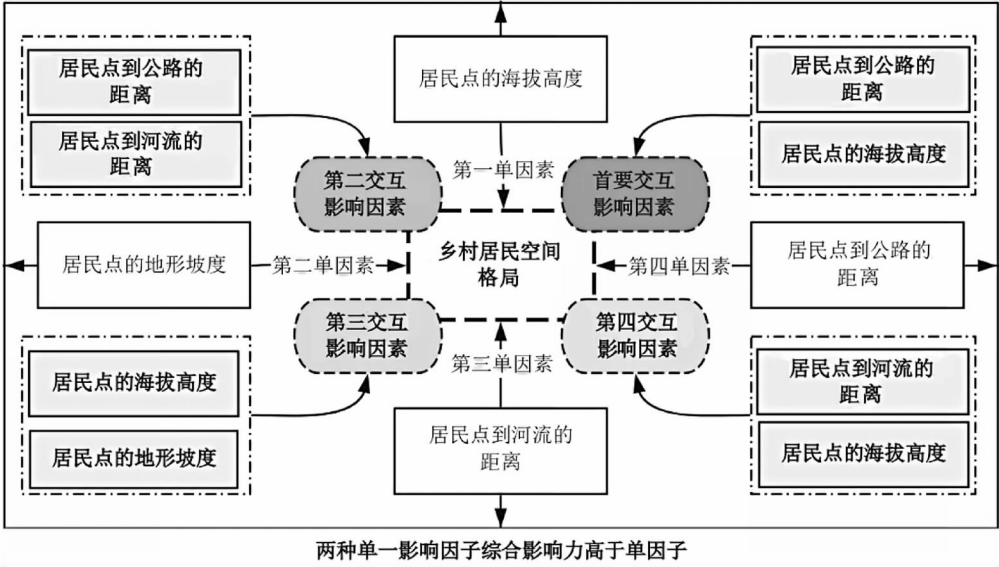


图 8 乡村居民点空间格局影响机制逻辑框图

Fig. 8 Logical framework of the mechanism influencing the spatial pattern of rural settlements

2.5 乡村居民点适宜性评价

在土地利用前,进行土地适宜性评价是至关重要的基础工作。在此背景下,基于先前分析得到的海拔、坡度、河流缓冲距离以及公路距离等数据,对电子镇乡村居民点进行适宜性评价。经过细致的评估,电子镇乡村居民点用地被划分为 4 类:适宜类、较适宜类、基本适宜类、不适宜类。

根据上文地理探测器分析结果,得出影响因子的排序权重以及数值(见表 8),在 ArcGIS 中把海拔、坡度、河流、公路等因子进行重分类,并进行评级(见表 9)。然后获取它们的空间分布状况,

再利用栅格计算器获取乡村居民点适宜性评价图(见图 9)和乡村居民点在适宜性空间的分布表(见表 10)。

由图 9 和表 11 可知,适宜居住的乡村居民只占 9.86%,较适宜占比 29.15%,镇域内基本适宜的类型占比最大,占比接近 40%,不适宜居住的面积占比达到 21.23%。因此,镇域内的乡村居民点只满足基本的适宜性。结合镇域内“中部高、南北低”的地势分析,适宜居住的乡村居民点几乎分布在中部区域的高原上。根据表 11 可知,大部分村庄均建设在适宜区域。

表 8 量化评价因子

Tab. 8 Quantitative evaluation factors

因子类型	评价因子	5	4	3	2	1
区域因子	公路距离/m	<300	300 ~ 600	600 ~ 900	900 ~ 1 200	>1 200
	河流距离/m	<300	300 ~ 600	600 ~ 900	900 ~ 1 200	>1 200
自然因子	地形坡度/(°)	<2	2 ~ 6	6 ~ 15	15 ~ 25	>25
	海拔高度/m	<900	900 ~ 1 100	1 100 ~ 1 300	1 300 ~ 1 500	>1 500

表9 影响因子权重分布			
Tab.9 The weight distribution of the impact factor			
控制层	制层权重	指标层	指标权重层
区域因子	0.833 3	公路距离	0.166 7
		河流距离	0.164 8
自然因子	0.166 7	地形坡度	0.208 7
		海拔高度	0.459 8

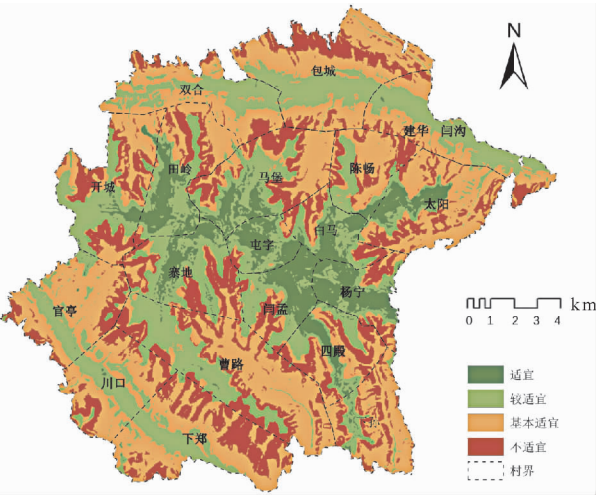


图9 屯字镇乡村居民点适宜性评价

Fig.9 Evaluation of suitability of rural settlements in Tunzi Town

表10 乡村居民点在适宜性空间内的分布

Tab.10 Distribution of rural settlements in suitable spaces

类型	居民点数/个	数量占比/%
适宜	4 007	40.03
较适宜	5 259	52.53
基本适宜	697	6.96
不适宜	48	0.48

表11 乡村居民点适宜性空间占比

Tab.11 Proportion of suitable space for rural settlements

类型	栅格数量	空间占比/%
适宜	26 188	9.86
较适宜	77 429	29.15
基本适宜	105 632	39.76
不适宜	56 398	21.23

3 讨论与结论

3.1 空间特征

本文运用 GIS 空间数据分析方法,借助最近

邻点、核密度、Ripley’s K 函数等技术手段,对甘肃省屯字镇乡村聚落的空间分布特征进行了深入研究。其次,使用景观生态学方法具体分析了坡度、道路及河流等要素对乡村居民点分布的影响。最后,根据地理探测器的结果,确定各要素的权重,评价该地区的乡村居民点适宜性。研究讨论与结论如下。

1)甘肃省屯字镇乡村居民点的空间分布特点为中部呈放射分布密度高、南北呈带状分布密度低。总体上呈现聚集趋势,并且空间尺度的不断增大,乡村居民点的聚集程度也不断增大。在1 300 m处聚集程度达到最大,之后不断减小。聚集是在局部尺度上出现的,公共服务等基础设施可以以1 300 m为空间尺度单位布置。

2)在屯字镇的乡村居民点布局中,超过90%的居民点都位于坡度在0~10°的范围内,表明地形坡度对居民点的分布具有显著的影响。随着坡度的增加,居民点的分布数量减少,这一观察结果在数据中得到了明确的体现。此外,道路要素也对屯字镇乡村居民点的布局产生了一定的影响。超过一半的居民点被发现距离道路300 m以内的范围内,并且随着距道路距离增加乡村居民点数量和面积显著减少。如果将屯字镇内的道路分类,其中起连接不同类型地貌作用的道路周围分布的居民点较少。水系要素对该区域乡村居民点布局影响不显著,距离水系300 m以内,300~600 m,600~900 m和900 m以上,每个范围内都分布着五分之一以上的居民点,并且随着距离增加,居民点分布数量和面积均有波动,除了川道河谷的水系周围分布较多居民点以外,屯字镇内其他水系沿岸坡度大,资源稀少,周围居民点较少。

3)由于黄土土质疏松的特质,受不同外力作用会产生不同的地形。塬受到的外力作用小,生态承载力较高,自然资源丰富,而且塬面完整度更高,地形起伏小,适合居民点分布,所以村落规模较大,并且在塬中心集中分布,密度大。川道受河流雨水冲刷,地势平坦,河流两侧河滩地土质肥沃,具有较好的生态环境和较高的土地承载力。屯字镇内北部有泾河川道,南部有黑河川道,川道内乡村居民点分布密度较大,一般靠山体建设聚居点,分布受限。沟坡由于河流、雨水以及地表径流常年侵蚀使得该地形较为破碎^[32]。沟坡地形起伏大,生态脆弱,不适合大面积建造和种植农作物,目前只有零星几户乡村居民点,规模较小,密

度极低。因此,自然因素塑造了屯字镇乡村居民点集中在高地塬面、沿低谷川道分布的空间格局。

4)通过上述对屯字镇乡村居民点的适宜性评价,可以看出该地区适宜居住的面积不大,仅占 9.86%,主要分布在中部塬地,较适宜的区域占 29.15%,约 40% 的区域仅仅只满足基本适宜的条件,还有超过五分之一的地方不适宜居住。

3.2 空间格局优化建议

根据上文的分析结果,对乡村居民点的规划布局提出一些优化建议。

1)塬面的土地适宜性高,对该区域的乡村居民点进行有序合并,充分利用集聚效应,进行质量提升,加大聚落规模、完善配置,集中建设乡村社区、安置点等。

2)对处于较适宜区的村庄进行结构优化,实施更合理的空间分布布局规划,优化居住需求的同时提升便利性。对于低适宜性区域的乡村居民点,因其分布在各高适宜区之间,所以强化该区域的非居住属性,改善区域内生态,并加强各高适宜区之间的联系,优化道路景观。

3)对于不适宜区域以恢复生态为主,减少人类活动对脆弱生态的影响,加大区域内居民腾退力度,继续实施退耕还林等措施。

4)镇域内高适宜区较少,应结合人口发展趋势研究,合理确定镇域人口规模与乡村居民点数量与分布。

3.3 研究价值和局限性

本研究采用了地理信息技术和空间分析技术两种技术路径,对黄土丘陵沟壑区乡村居民点的空间格局特征进行了深入研究,揭示了该地区乡村居民点的空间分布特征。从景观格局的视角出发,在微观尺度上详细描述了自然因素对屯字镇乡村聚落空间格局的重要作用。通过量化分析,从空间特征入手,探索以屯字镇为代表的黄土高原沟壑区乡村居民点空间格局优化路径。

基于陇东黄土高原沟壑区自然生态环境脆弱的现状,将地理信息与人的生产生活相关联,依托适宜性分析,为居民点分布、基础设施布局等研究提供数据支持和科学依据。这些研究为制定科学的乡村规划,尤其是当前国土空间系列规划、实用性村庄规划提供理论支撑。

乡村聚落格局的形成不仅仅受到自然地理要素的影响,同时也是多种因素共同作用所产生的衍生结果。除了自然因素之外,社会、经济因素也

是影响该区域村落布局的重要因素。因此,关于社会经济等因素对该区域村落布局的影响还有待进一步探讨,以期更为全面、系统的分析。

参考文献

- [1] 中共中央,国务院. 黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要[EB/OL]. (2021-10-08)[2025-03-20]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5647346.htm.
- [2] 国家统计局. 中华人民共和国 2024 年国民经济和社会发展统计公报[EB/OL]. (2025-02-28)[2025-03-20]. https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202502/t20250228_1958817.html.
- [3] 张晓荣. 农业生产方式转型下陕北黄土丘陵沟壑区现代乡村聚居空间模式研究[D]. 西安:西安建筑科技大学, 2023.
- [4] 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.
JI H W, CHA X C. Spatial evolution characteristics and influencing factors of rural settlement in eastern Qinling mountains: A case study of Danfeng County in Shangluo City, China[J]. Journal of Ecology and Rural Environment, 2022, 38(1): 32-42.
- [5] 陈宗兴,陈晓键. 乡村聚落地理研究的国外动态与国内趋势[J]. 世界地理研究, 1994, 3(1): 72-79.
CHEN Z X, CHEN X J. Geographical researches on rural settlements: Review and prospect[J]. World Geographic Research, 1994, 3(1): 72-79.
- [6] 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.
HE R W, CHEN G J, LIU S Q, et al. Research progress and tendency of Chinese rural settlements geography[J]. Progress in Geography, 2012, 31(8): 1055-1062.
- [7] 沈陈华. 丹阳市农村居民点空间分布尺度特征及影响因素分析[J]. 农业工程学报, 2012, 28(22): 261-268.
SHEN C H. Spatial distribution scale characteristics of rural settlements and analysis on influencing factors in Danyang City[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2012, 28(22): 261-268.
- [8] 姜广辉, 张凤荣, 陈军伟, 等. 基于 Logistic 回归模型的北京山区农村居民点变化的驱动力分析[J]. 农业工程学报, 2007, 23(5): 81-87.
JIANG G H, ZHANG F R, CHEN J W, et al. Analysis of the driving forces of change of rural residential

- areas in Beijing mountainous areas based on logistic regression model[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2007, 23(5): 81-87.
- [9] 马利邦, 郭晓东, 张启媛. 甘谷县乡村聚落时空布局特征及格局优化[J]. 农业工程学报, 2012, 28(13): 217-225.
- MA L B, GUO X D, ZHANG Q Y. Spatio-temporal distribution and optimization of rural settlements in Gangu county of loess hilly area [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2012, 28(13): 217-225.
- [10] 陈宗峰, 李裕瑞, 刘彦随. 黄土丘陵沟壑区乡村聚落分布格局特征与类型[J]. 农业工程学报, 2017, 33(14): 266-274.
- CHEN Z F, LI Y R, LIU Y S. Distribution pattern characteristic and type classification of rural settlements in loess hilly-gully region [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2017, 33(14): 266-274.
- [11] 廖军, 吴彩燕, 吕波, 等. 基于 GIS 的北川县乡村聚落空间分布及演变特征[J]. 西南科技大学学报, 2019, 34(3): 61-67.
- LIAO J, WU C Y, LYU B, et al. Spatial distribution and evolution characteristics of rural settlements in Beichuan County based on GIS [J]. Journal of Southwest University of Science and Technology, 2019, 34(3): 61-67.
- [12] 刘军杰, 郗瑞卿, 刘大平, 等. 基于 GIS 的乡村聚落空间分布特征与优化模式研究——以吉林省农安县为例[J]. 土壤通报, 2020, 51(4): 816-823.
- LIU J J, QIE R Q, LIU D P, et al. Spatial distribution characteristics and optimization model of rural settlements based on GIS: A case study of Nongan, Jilin Province [J]. Chinese Journal of Soil Science, 2020, 51(4): 816-823.
- [13] 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.
- SONG X Y, LI R J, FU X Q, et al. The spatial pattern evolution and driving mechanism analysis of Yuxian rural settlements based on GIS [J]. Human Geography, 2015, 30(3): 79-84.
- [14] 王海燕. 基于生活质量导向的黄河口地区乡村聚落空间驱动机理与布局优化[D]. 杭州: 浙江大学, 2021.
- [15] 吕鑫源. 基于 GIS 的黄洋河流域乡村聚落空间分布特征研究[J]. 建筑与文化, 2019(2): 196-197.
- LYU X Y. Study on spatial distribution characteristics of rural settlements in Huangyang River basin based on GIS [J]. Architecture & Culture, 2019(2): 196-197.
- [16] 汤国安, 赵牡丹. 基于 GIS 的乡村聚落空间分布规律研究——以陕北榆林地区为例[J]. 经济地理, 2000, 20(5): 1-4.
- TANG G A, ZHAO M D. A GIS based research on the distribution of rural settlements: Taking Yulin area as an example [J]. Economic Geography, 2000, 20(5): 1-4.
- [17] 冯应斌, 龙花楼. 中国山区乡村聚落空间重构研究进展与展望[J]. 地理科学进展, 2020, 39(5): 866-879.
- FENG Y B, LONG H L. Progress and prospect of research on spatial reconstruction of rural settlements in mountainous areas of China [J]. Progress in Geography, 2020, 39(5): 866-879.
- [18] 孔雪松, 金璐璐, 郗昱, 等. 基于点轴理论的农村居民点布局优化[J]. 农业工程学报, 2014, 30(8): 192-200.
- KONG X S, JIN L L, QIE Y, et al. Layout optimization of rural settlements based on point-axis theory [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2014, 30(8): 192-200.
- [19] 屠爽爽, 周星颖, 龙花楼, 等. 乡村聚落空间演变和优化研究进展与展望[J]. 经济地理, 2019, 39(11): 142-149.
- TU S S, ZHOU X Y, LONG H L, et al. Research progress and prospect of spatial evolution and optimization of rural settlements [J]. Economic Geography, 2019, 39(11): 142-149.
- [20] 孔敏婕, 李同昇, 杨华, 等. 乡村振兴背景下秦巴山区农村居民点整理潜力与分区研究——以陕西省山阳县为例[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2019, 49(5): 781-790.
- KONG M J, LI T S, YANG H, et al. Consolidation potential and zoning for rural residential land in Qinling-Daba Mountains area based on rural vitalization: A case study of Shanyang County in Shaanxi Province, China [J]. Journal of Northwest University (Natural Science Edition), 2019, 49(5): 781-790.
- [21] 赵子玉. 黄河下游村落空间形态形成机制研究——以东平湖至涿口段为例[D]. 济南: 山东建筑大学, 2023.
- [22] 苏雅. 黄河流域典型区域乡村聚落形态演变及影响因素研究: 以长垣市孟岗镇为例[D]. 开封: 河南大学, 2020.
- [23] 辛顺杰. 甘南州黄河流域传统聚落人地耦合系统的空间分异研究[D]. 兰州: 兰州交通大学, 2022.

- [24] 隋虹均, 张慧, 刘浩然, 等. 黑龙江省现代与传统农业区域农村居民点格局差异分析[J]. 中国农业大学学报, 2019, 24(8): 168-178.
- SUI H J, ZHANG H, LIU H R, et al. Analysis on the difference of rural residential area patterns between modern and traditional agriculture in Heilongjiang Province[J]. Journal of China Agricultural University, 2019, 24 (8): 168-178.
- [25] 薛明月, 王成新, 窦旺胜, 等. 黄河流域传统村落空间分布特征及其影响因素研究[J]. 干旱区资源与环境, 2020, 34(4): 94-99.
- XUE M Y, WANG C X, DOU W S, et al. Spatial distribution characteristics of traditional villages in the Yellow River Basin and influencing factors[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2020, 34 (4): 94-99.
- [26] 海贝贝, 李小建, 许家伟. 巩义市农村居民点空间格局演变及其影响因素[J]. 地理研究, 2013, 32(12): 2257-2269.
- HAI B B, LI X J, XU J W. Spatio-temporal evolution of rural settlements in Gongyi[J]. Geographical Research, 2013, 32(12): 2257-2269.
- [27] 闫庆武, 卞正富. 基于 GIS-SDA 的居民点空间分布研究[J]. 地理与地理信息科学, 2008, 24(3): 57-61.
- YAN Q W, BIAN Z F. Study on distribution patterns of settlements based on GIS-SDA[J]. Geography and Geo-Information Science, 2008, 24(3): 57-61.
- [28] 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.
- REN P, HONG B T, LIU Y, et al. A study of spatial evolution characteristics of rural settlements and influences of landscape patterns on their distribution using RS and GIS[J]. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(12): 3331-3340.
- [29] 姜广辉, 张凤荣, 秦静, 等. 北京山区农村居民点分布变化及其与环境的关系[J]. 农业工程学报, 2006, 22(11): 85-92.
- JIANG G H, ZHANG F R, QIN J, et al. Relationship between distribution changes of rural residential land and environment in mountainous areas of Beijing[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2006, 22(11): 85-92.
- [30] 陈文波, 肖笃宁, 李秀珍. 景观指数分类、应用及构建研究[J]. 应用生态学报, 2002, 13(1): 121-125.
- CHEN W B, XIAO D N, LI X Z. Classification, application, and creation of landscape indices[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2002, 13(1): 121-125.
- [31] 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.
- WANG J F, XU C D. Geodetector: Principle and prospective[J]. Acta Geographica Sinica, 2017, 72(1): 116-134.
- [32] 祁飞飞. 陇东黄土高原沟壑区乡村聚落居住形态研究[D]. 西安: 长安大学, 2019.

(编辑 张 欢)