

# 陇中黄土丘陵区县域村落居住适宜性评价及 优化发展布局 ——以甘谷县为例

谢爱萍<sup>1,2</sup>, 陈玉玲<sup>1</sup>

(1. 甘肃林业职业技术大学, 甘肃 天水 741020; 2. 甘肃农业大学 资源与环境学院, 兰州 730070)

**摘要:** [目的] 构建甘谷县村落宜居性评价体系, 为地方政府推进乡村振兴提供决策依据。[方法] 研究确定地质灾害、海拔、坡度、坡向、河网影响度(RNWAI)、建筑密度、建筑结构、村落面积、村落人口、交通通达度、耕地等级、人均耕地面积和人均园地面积 13 项因素作为评价指标。采用 AHP-EWM 法确定指标权重, 以 ArcGIS 为平台, 以村落地块为评价单元, 利用 DEM 数据和各类调查数据获得评价单元各指标分级值, 建立县区宜居性评价数据库, 计算每一个村落地块的宜居性综合指数, 并将其分为极、高、中、低和不宜居村落 5 类。[结果] 甘谷县村落面积为 8 479.65 hm<sup>2</sup>, 极宜居村落面积为 1 961.51 hm<sup>2</sup>, 高宜居村落面积为 2 487.31 hm<sup>2</sup>, 中宜居村落面积为 2 637.38 hm<sup>2</sup>, 低宜居村落面积为 1 244.85 hm<sup>2</sup>, 不宜居村落面积为 148.60 hm<sup>2</sup>, 分别占总村落面积的 23.13%, 29.34%, 31.10%, 14.68% 和 1.75%。村落宜居性分布呈现从两河川区向南北两山逐渐降低的趋势, 海拔梯度升高而降低的趋势, 沿河路和公路距离越远越低的趋势, 不宜居村落主要分布在地质灾害高发区和偏远山区的零星小村落。[结论] 提出了县区不宜居村落全部搬迁撤并, 低、中、高宜居村落集聚提升, 极宜居村落高质量发展, 特色村落保护发展, 城郊村落融合发展的差异化策略; 所采用的指标体系和 AHP-EWM 组合赋权法有效提升了评价成果质量。

**关键词:** 县域村落; 居住适宜性; AHP-EWM; 影响指标; 发展策略

中图分类号: K928.5

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2026)02-0386-10

## Livability evaluation and development layout optimization for county-level villages in loess hilly region of central Gansu Province —A case study of Gangu County

Xie Aiping<sup>1,2</sup>, Chen Yuling<sup>1</sup>

(1. Gansu Forestry Voctech University, Tianshui, Gansu 741020, China;

2. College of Resources and Environmental Sciences, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** [Objective] This study constructs a village livability evaluation system for Gangu County, aiming to provide a decision-making basis for local governments to promote rural revitalization. [Methods] Thirteen evaluation indicators were selected: geological hazards, elevation, slope, aspect, river network water availability index (RNWAI), building density, building structure, village area, village population, transportation accessibility, cropland grade, per capita cropland area, and per capita garden land area. The AHP-EWM method was used to determine indicator weights. Using ArcGIS as the platform and village plots as evaluation units, DEM data and various survey data were employed to obtain graded values of each indicator for evaluation units. A county-level livability evaluation database was constructed, and the comprehensive livability index for each village plot was calculated and classified into five categories: extremely livable, highly livable, moderately livable, lowly

收稿日期: 2025-05-07

修回日期: 2025-05-26

接受日期: 2025-06-04

资助项目: 甘肃省科技厅科技专员项目(24CXGE006); 2022 年甘肃省教育科技创新项目(2022A-257)

第一作者: 谢爱萍(1973—), 男, 甘肃甘谷人, 硕士, 教授, 主要从事地理信息科学教研工作。E-mail: 1098107403@qq.com

通信作者: 陈玉玲(1976—), 女, 甘肃会宁人, 学士, 教授, 主要从事资源环境科学教研工作。E-mail: 710135829@qq.com

<https://stbeyj.publish.founderss.cn>

livable, and non-livable villages. [Results] The total village area in Gangu County is 8 479.65 hm<sup>2</sup>, with extremely livable villages covering 1 961.51 hm<sup>2</sup>, highly livable villages 2 487.31 hm<sup>2</sup>, moderately livable villages 2 637.38 hm<sup>2</sup>, low livable villages 1 244.85 hm<sup>2</sup>, and non-livable villages 148.60 hm<sup>2</sup>, accounting for 23.13%, 29.34%, 31.10%, 14.68%, and 1.75% of the total village area, respectively. The distribution of village livability exhibited a gradual decreasing trend from the two-river plain areas toward the northern and southern mountainous areas and a decline with increasing elevation gradients, and a reduction with greater distance from rivers and roads. Non-livable villages were predominantly distributed in zones prone to geological hazards and scattered in small villages in remote mountainous areas. [Conclusion] Differential strategies are proposed, including the complete relocation and consolidation of non-livable villages in the county, clustering and upgrading of lowly, moderately, and highly livable villages, high-quality development of extremely livable villages, protection and development of distinctive villages, and integrated development of suburban villages. The adopted indicator system and the AHP-EWM combined weighting method effectively improve the quality of evaluation results.

**Keywords:** county-level villages; livability; AHP-EWM; influencing indicators; development strategies

全面乡村振兴是解决我国“三农”问题,实现农业农村现代化的重大战略决策,村落宜居性是实现这一目标的重要基础,对村落进行宜居性评价及优化其发展布局,能够让农民舒适生活,安心生产,是破解“三农”问题的关键举措,所以对村落研究也成为研究热点之一。村落即乡村聚落,是由房屋、道路、绿地及其他生产生活设施等要素构成的具有一定空间结构和功能、自然和人文属性的乡村居民点<sup>[1]</sup>,它是具有社会特征的地域综合体,其形成是随着人类社会的变革,人们不断从生态、生产、生活、文化等方面选择适宜居住地聚落的结果。国内外对乡村聚落的研究由来已久,早期主要探讨村落的形成、分布和演替等方面的定性研究,如20世纪70年代以来,我国地理学者金其铭<sup>[2]</sup>对乡村聚落的空间分布、景观类型、结构形态作了系统科学的研究。近年来随着计算机技术的发展,乡村聚落研究主要转向多因素、多维度和复杂模型应用的定量综合分析研究,如2015年,马利邦等<sup>[3]</sup>应用景观格局分析模型以甘肃省天水市为例研究乡村聚落空间格局。陇中黄土丘陵区地处甘肃中部干旱区,地形支离破碎,生态环境脆弱,人口较多,生产条件差,经济落后,该区域乡村长期处于贫困状态,是各级政府扶贫的重点对象<sup>[4]</sup>。党的二十大提出全面推进乡村振兴,《乡村全面振兴规划(2024—2027年)》中明确提出要“优化城乡发展格局,分类有序推进乡村全面振兴”,按照集聚提升、城郊融合、特色保护、搬迁撤并等细化分类标准,制定科学发展目标。如何按照中央政策有效推进陇中黄土丘陵区乡村振兴至关重要。本文利用甘谷县第三次土地调查数据、农房调查数据和人口普查数据,结合该区域DEM,分析县域村落分布特征,确定该县乡村居民点适宜性影响指标,应用

AHP-EWM法确定指标权重,根据综合指数法和自然断点法对县域村落现状进行评价分级,然后结合国家全面乡村振兴规划,提出优化城乡空间发展布局,为县域乡村振兴规划和决策提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

研究区甘谷县隶属甘肃省天水市,地处甘肃省东南部黄土丘陵区,位于东经104°58′—105°31′,北纬34°31′—35°03′,海拔1 228~2 717 m,土地总面积为1 582 km<sup>2</sup>。甘谷县下辖13镇2乡,人口为50.68万人。地貌特征主要为山地、丘陵、河谷,渭河东西横贯全境,南北两山均由高到低,向渭河河谷倾斜,属陇中黄土梁峁沟壑山区。属北温带大陆性季风气候,年日照时数2 009.3 h,年平均气温12.1℃,极端最低气温为-19.2℃,年降水量466 mm,其平均变化率为14%。全县耕地面积83 920 hm<sup>2</sup>,森林面积30 860 hm<sup>2</sup>,森林覆盖率19.5%。全县主河道总长131.1 km,年平均径流量8 660.4万m<sup>3</sup>。县内铁路公路通畅,405个行政村全部通硬化农村公路,公路通车总里程3 020 km。2024年甘谷县地区生产总值110.9亿元。

### 1.2 数据来源及处理

研究数据来源:地形数据来源于地理空间数据云(<https://www.gscloud.cn>)GDEM V230 M数字高程模型,乡村居民点和部分评价指标数据来源于2018年甘谷县农村地籍和房屋调查、耕地质量等级成果数据库、全国第三次土地调查数据库部分数据和第七次人口普查数据,地质灾害数据来自甘肃省崩塌滑坡泥石流隐患点分布图。

### 1.3 研究方法

1.3.1 评价指标体系 对于村落居住适宜性,主要

通过环境生态条件、生活条件、生产条件和社会文化等因素评价,按照显著性原则筛选,甘谷县域范围内,气候和社会文化等差异小,可不作为评价指标,所以准则层评价指标为自然环境生态条件、生活条件和生产条件<sup>[5]</sup>,进一步分析因子层的评价指标,对于甘谷县宜居性,影响自然环境生态条件的主要指标有地质灾害、海拔、坡度、坡向、可利用水资源,可利用水资源用河网影响度量化表达;影响生活条件的主要指标有坡度、坡向、河网影响度、建

筑密度、建筑结构、村落面积、村落人口、交通通达度;影响生产条件的主要指标有坡度、河网影响度、交通通达度、耕地等级、人均耕地面积和人均园地面积;由此确定 13 项因素为评价指标,具体层次关系见图 1。执行层评价指标存在交叉,如坡向和坡度既是自然环境生态条件的因子,又是人们生活条件向阳性和便利性的指标,河网影响度同时对环境生态、生活和生产都有影响。交叉指标按照 AHP 法进行矩阵叠加求权重。

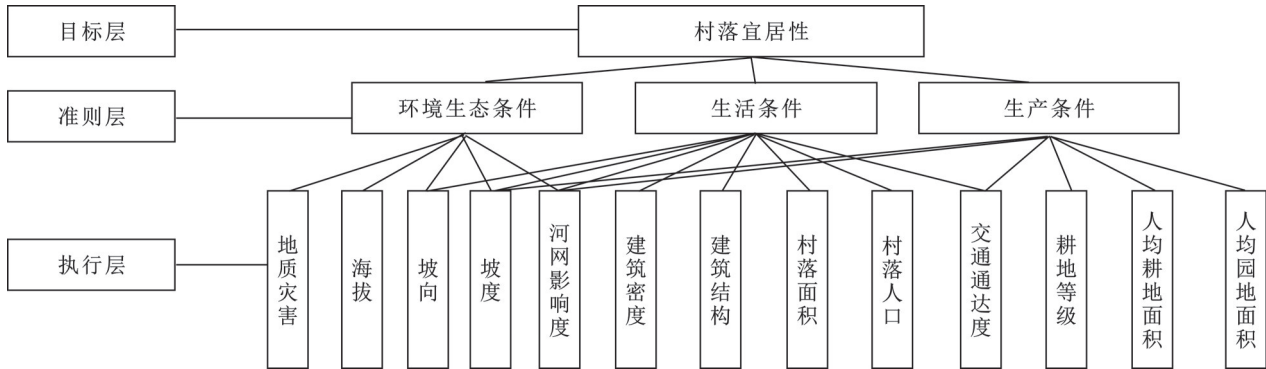


图 1 甘谷县村落宜居性评价指标的层次结构图

Fig. 1 Hierarchical structure of village livability evaluation indicators in Gangu County

1.3.2 评价指标权值 为了让评价指标权重具有一定的数理依据,又兼顾知识和经验,使评价结果更加科学准确,本文选择 AHP-EWM 相结合的主客观赋权法计算各评价指标的权重<sup>[5]</sup>。

(1) 层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 是建立在经验基础之上的权重分析方法,通过分析指标之间的层次关系,建立评价指标结构体系,一般为三层,分别是目标层、准则层和执行层;然后建立准则层和各目标层的判断矩阵,计算各指标的相对权重<sup>[6]</sup>。具体如下<sup>[7]</sup>:

每个矩阵评价指标的几何平均数:

$$\omega_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n \alpha_{ij}} \quad (1)$$

评价指标的权重为:

$$W_i = \omega_i / \sum_{i=1}^n \omega_i \quad (2)$$

接着对每个矩阵获得的结果进行一致性检验,要求一致性指标  $CR < 0.1$ 。具体算法如下:

判断矩阵最大特征值:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(\alpha_{ij} \times W_j)}{W_i} \quad (3)$$

不一致程度的指标:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (4)$$

一致性指标:

$$CR = CI / RI \quad (5)$$

式中: $n$ 为矩阵阶数; $\alpha_{ij}$ 为矩阵元素; $RI$ 为平均随机一致性的标准值,具体对应值:3阶  $RI$ 为 0.58,4阶为 0.90,5阶为 1.12,6阶为 1.24等。通过一致性检验后,对两级影响指标权值进行合并,从而确定执行层影响指标的总权值。该方法适合没有样本或样本很少的预测,具有一定的实用性,但其主观性强。

(2) 熵权法 (Entropy Weight Method, EWM) 是一种客观赋权的方法,熵值表示系统指标的离散程度,对于一个信息系统的某项指标,离散程度越大,则熵值越小,该指标对综合评价的影响权重就越大<sup>[8]</sup>,计算熵权时,先要对指标数据进行标准化处理。用  $x_{ij}$  表示第  $i$  个样本的第  $j$  个指标的数值,共  $n$  个样本,  $m$  个指标。通过以下公式计算熵权值:

第  $j$  项指标的熵值:

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n P_{ij} \ln(P_{ij}) \quad (6)$$

式中: $P_{ij} = x_{ij} / \sum_{i=1}^n x_{ij}$   $k = 1 / \ln(n)$

第  $j$  项指标的权值:

$$W_j = (1 - e_j) / \sum_{j=1}^m (1 - e_j) \quad (7)$$

(3) 层次分析法与熵权法相结合<sup>[9]</sup>

第  $j$  项指标的综合权值为:

$$W_{jz} = w_{jA} w_{jS} / \sum_{j=1}^m (w_{jA} w_{jS}) \quad (8)$$

式中:  $W_{jA}$  为层次分析法所得的权值;  $W_{jS}$  为信息熵权法所得的权值。

1.3.3 线性加权综合指数 根据评价指标体系, 计算居住适宜性评价综合指数<sup>[10]</sup>。

综合评价指数:

$$F = \sum W_i X_i \quad (9)$$

式中:  $W_i$  为指标的综合权值;  $X_i$  为评价指标的分级等级值。

## 2 结果与分析

### 2.1 村落地适宜性评价

2.1.1 评价指标处理方式及得分值 根据地质灾害调查数据, 县域内主要分布的地质灾害有滑坡、崩塌和泥石流3种, 分为大、中、小三级, 以点的形式分布, 通过 ArcGIS 核密度分析<sup>[11]</sup>, 将县域地质灾害风险分级, 核密度高, 赋分低, 宜居性就差; 坡度是根据县域的 DEM 数据, 通过 ArcGIS 坡度分析分级, 坡度越大, 赋分越低, 宜居性越差; 坡向是通过 DEM 数据进行坡向分析, 划分为平地、阳坡、半阳坡、半阴坡和阴坡等5级, 根据宜居的向阳习惯依次赋分; 海拔是将县域 DEM 高程值, 按照高程范围等分, 海拔越高, 宜居性越差; 由于全县饮用自来水通达全部村落, 地表水资源仅考虑在自然状态下村落水资源状况, 用河网影响度作为自然状态下河流水资源可利用程度, 由河网级别和到河流的最短距离决定, 通过 DEM 数据进行水文分析, 根据县域内河网级别确定系数, 然后根据系数进行加权距离缓冲分析, 依乡村坐落位置的缓冲区间赋值<sup>[12]</sup>; 村落建筑状况是宜居性评价的重要因素, 主要通过建筑密度和建筑结构两个指标去评价, 建筑密度是指村落建筑面积占村落面积的比率<sup>[13]</sup>, 在研究区域的农村, 建筑密度代表着村落土地的利用率, 建筑密度高, 说明宜居性好; 建筑结构是指村落砖以上结构房屋占村落建筑面积的比率, 砖以上结构房屋占比高, 说明宜居性好; 村落面积按照调查数据库投影进行分级, 面积越大, 宜居性越高; 交通通达度根据村落到达县城的时间评价, 时间越短, 宜居性越好, 通过 ArcGIS 道路网络分析, 建立车行时间的 OD 成本矩阵, 然后计算出可达性, 根据反距离权重法生成可达性分级图<sup>[14]</sup>; 人口根据第七次人口普查县级数据库, 按照实际赋值到相应的村落中, 人口越多的村落, 宜居性越好; 耕地等级应用县域耕地质量评价数据库的耕地质量自然等级; 人均耕地面积和人均园地面积根据第三次土地调查数据库以行政村为单位进行分级, 同一行政村的自然村落人均耕地面积和人均园地面积相同, 具体见表1。

2.1.2 评价指标权值分析 依据评价因素的层次关系, 建立两级层次结构村落居住适宜性指标评估模型, 规定统一准则, 专家根据评价指标的相对重要性评分, 采用 AHP 法, 建立各单层次矩阵, 计算单层次因素的权值, 对每个矩阵和权值进行一致性检验, 各层次一致性检验值 CR 均小于 0.1, 通过检验, 最后将单层次因素权值根据结构模型计算出评价因素的 HAP 法总权重, 计算方法见式(1)~(5); 根据评价指标在每块村落的赋分, 应用 min-max 标准化方法将原始赋分数据映射到 [0, 1] 区间, 对于 ArcGIS 坡向数据, 先进行光向性处理, 即:  $|180^\circ - \text{Asp}|$ , 然后标准化处理, 最后采用熵权法计算各指标的权值, 计算方法见式(6)、(7); 然后应用式(8)计算出宜居性评价的各因素综合权值, 详见表2。

2.1.3 评价结果 利用 ArcGIS 软件, 根据全国第三次土地调查县级数据库, 提取村庄图斑作为村落评价的基本单元, 根据图斑所在的空间位置, 将评价指标得分值赋在评价村落上, 得到每一个村落图斑上的指标得分值; 然后应用计算好的评价因素权值, 根据线性加权综合指数法, 计算出综合指数 F 值, 用自然断点法 (Jenks) 将甘谷县村落居住适宜性评判为五级, F 值在 (7.6, 9.1] 区间为极宜居村落, 在 (6.6, 7.6] 区间为高宜居村落, 在 (5.8, 6.6] 区间为中宜居村落, 在 (5.1, 5.8] 区间为低宜居村落, 在 (3.5, 5.1] 区间为不宜居村落, 详见表3。建立的 GIS 数据库可查询每一个村落的居住适宜性程度和每一个村落的影响因素得分, 为县区乡村振兴分类治理提供参考。

### 2.2 村落居住适宜性分布特征

甘谷县村落极适宜地主要分布在渭河和散渡河流域两侧河谷冲击平地区域, 这一区域地势平坦、海拔低, 土壤肥沃, 用水便捷, 交通便利, 村落面积大, 人口多, 呈现聚集分布; 高适宜地主要分布在南北两山海拔低于 1 600 m 的主要公路沿线和两河主要支流的河谷地区, 这一区域交通基本便利或者用水相对便捷, 村落面积较大, 人口较多, 呈现带状分布; 中适宜地主要分布在南北两山海拔低于 1 800 m 的地形条件相对较好的地域, 这些地域交通状况一般, 但农用地面积大, 小环境温润, 生产生活条件良好, 在全县呈现分散分布; 低适宜地分布在南北两山海拔高于 1 800 m 的地形条件相对较差的地域和村落面积小的零星村落, 这些地域交通状况差, 生产生活条件较差, 在全县呈现分散分布; 不适宜地主要分布在地质条件差, 或交通不便或地形条件差的面积小的零星村落。详见图2。

表 1 甘谷县村落宜居性评价指标的分级体系  
Table 1 Grading system of village livability evaluation indicators in Gangu County

评价指标	处理方式	分级	等级值	评价指标	处理方式	分级	等级值
地质灾害/ (点·km <sup>-2</sup> )	核密度分级按照自然断点法分为 5 级	[0.597,0.740]	10	村落 面积/ hm <sup>2</sup>	根据土地调查数据村落 在国家 2000 坐标系上的 椭球投影面积,按照自然断 点法分级	[26.40,69.37]	10
		[0.444,0.597)	8			[13.39,26.40)	8
		[0.296,0.444)	6			[7.17,13.39)	6
		[0.148,0.296)	4			[2.84,7.17)	4
		[0.000,0.148)	2			[0.05,2.84)	2
海拔/m	根据 DEM 高程值,按照平均 相等间隔分为 5 级	<1400	10	村落 人口/ 人	根据行政村人口调查数据按 户数比例分配到具体村落,按 照自然断点法分级	[2293,4378]	10
		[1400,1600)	8			[1150,2293)	8
		[1600,1800)	6			[522,1150)	6
		[1800,2000)	4			[168,522)	4
		≥2000	2			[1,168)	2
坡度/(°)	ArcGIS 坡度分析,按照地形 坡度常用的平地、缓坡地、中 坡地、陡坡地和急陡坡地分为 5 级	[0,2)	10	交通 通达度/ min	根据公路路网,设定主要到 达的目标为县城,进行网络分 析计算出节点可达时间,按照 自然断点法分级	[0,10)	10
		[2,5)	8			[10,30)	8
		[5,15)	6			[30,60)	6
		[15,25)	4			[60,90)	4
		≥25	2			[90,133.8)	2
坡向/(°)	ArcGIS 坡向分析,按照坡向常 规分级,分为平地、阳坡、半 阳坡、半阴坡和阴坡 5 级	[-1,0]	10	耕地 等级	根据县级耕地质量分等数据 库自然质量等级指数,按照自 然断点法分级	[1094,1434]	10
		(135,225]	8			[781,1094)	8
		(90,135];(225,270]	6			[607,781)	6
		(45,90];(270,315]	4			[484,607)	4
		(0,45];(315,360]	2			[322,484)	2
河网 影响度/m	以河网等级为缓冲系数,按照 一定距离乘以系数进行缓冲分 析,形成河网影响区间分级	<100	10	人均耕地/ (m <sup>2</sup> /人)	根据行政村耕地面积和人口, 计算人均耕地面积,同一行政 村的自然村落人均耕地面积 相同,按照自然断点法分级	[5147,8951]	10
		[100,200]	8			[3336,5147)	8
		(200,300]	6			[2189,3336)	6
		(300,400]	4			[1059,2189)	4
		>400	2			[0,1059)	2
建筑 密度/%	统计农房调查数据中村落建筑 面积,计算其占村落面积的百 分比,按照自然断点法分为 5 级	[34,55)	10	人均园地/ (m <sup>2</sup> /人)	根据行政村园地面积和人口, 计算人均园地面积,同一行政 村的自然村落人均园地面积 相同,按照自然断点法分级	[966,1657]	10
		[21,34)	8			[542,966)	8
		[13,21)	6			[269,542)	6
		[7,13)	4			[93,269)	4
		(1,7)	2			[0,93)	2
建筑 结构/%	统计农房调查中村落砖以上结 构的房屋建筑面积,计算其占 村落总建筑面积的百分比,按 照自然断点法分级	[60.3,100]	10				
		[38.5,60.3)	8				
		[25.6,38.5)	6				
		[13.5,25.6)	4				
		[1,13.5)	2				

### 2.3 不同指标对村落居住适宜性的影响分析

通过适宜性等级与不同指标分级透视分析,不宜居村落影响大的指标有地质灾害、村落面积和村落人口,地质灾害点核密度在 2 分区间内的村落面积占该区间村落总面积的 24.19%,村落面积在 2 分区间内的小村落总面积占该区间村落总面积的 21.15%,村落人口在 2 分区间的村落总面积占该区间村落总面积的 49.04%,其他指标区间占比均小于 10%,如图 3A 所示。对于低宜居村落,影响大的指标有地质灾害、海拔、交通通达度、村落面积和村落

人口,地质灾害在 2 分区间内的村落面积占该区间村落总面积的 47.91%,海拔在 2 分区间和 4 分区间内的村落面积分别占该区间村落总面积的 56.01% 和 33.18%,交通通达度在 2 分区间和 4 分区间内的村落面积分别占该区间村落总面积的 51.70% 和 41.89%,村落面积在 2 分区间和 4 分区间内小村落面积分别占该区间村落总面积的 63.54% 和 57.11%,村落人口在 2 分区间和 4 分区间内的小村落面积分别占该区间村落总面积的 47.99% 和 61.36%,如图 3B 所示。对于中宜居村落,各指标的影响分级区间相对均匀,

地质灾害 10 分区间和人均耕地 10 分区间相对其他指标 10 分区间影响较大,如图 3C 所示。对于高宜居村落,各指标的影响分级区间均匀,村落面积、交通通达度、村落人口 2 分区间相对其他指标 2 分区间分布较低,其负向影响大,如图 3D 所示。对于极宜居

村落,除地质灾害、人均园地和人均耕地以外,各指标的分级均呈现出 10 分区间和 8 分区间,表明地质灾害、人均园地和人均耕地的极宜居村落影响小,各指标均需在高得分区间才能满足极宜居村落的条件,如图 3E 所示。

表 2 AHP-EWM 评价指标权值分析表  
Table 2 Analysis of weights of AHP-EWM evaluation indicators

评价指标	环境生态条件	生活条件	生产条件	AHP 权	熵权 EWM	综合权 AHP-EWM
	0.413	0.327	0.260			
地质灾害	0.428			0.177	0.077	0.187
海拔	0.276	0.088		0.143	0.021	0.041
坡度	0.103		0.050	0.055	0.035	0.027
坡向	0.074	0.030		0.040	0.049	0.027
河网影响度	0.119	0.088	0.113	0.107	0.059	0.087
建筑密度		0.105		0.034	0.045	0.021
建筑结构		0.133		0.044	0.054	0.032
村落面积		0.145		0.048	0.150	0.098
村落人口		0.196		0.064	0.204	0.180
交通通达度		0.214	0.231	0.130	0.068	0.122
耕地等级			0.248	0.065	0.081	0.072
人均耕地			0.148	0.038	0.055	0.029
人均园地			0.209	0.054	0.102	0.076

表 3 评价结果统计表  
Table 3 Statistics of evaluation results

分级	F 值区间	村落地块数	村落面积/hm <sup>2</sup>	占比/%
不宜居村落	(3.5,5.1]	372	148.60	1.75
低宜居村落	(5.1,5.8]	822	1244.85	14.68
中宜居村落	(5.8,6.6]	804	2637.38	31.10
高宜居村落	(6.6,7.6]	483	2487.31	29.34
极宜居村落	(7.6,9.1]	176	1961.51	23.13
合计		2657	8479.65	100.00

2.4 不同宜居性分区分类推进发展对策

2.4.1 不宜居村落搬迁撤并 不宜居村落共 372 处,总面积 148.60 hm<sup>2</sup>,总共 1 253 户,建议全部搬迁撤并,主要有以下几类:(1) 距离地质灾害多发地很近的村落,存在地灾风险大,同时路陡坡急,不利生活,地陡土薄,不利生产,如马耳峪村、下山庄村和二家坪村,建议整村搬迁,重新选址,总体规划。(2) 村落位于海拔大于 2 000 m,地形陡峭,山大沟深,自然条件恶劣,交通不便,年平均气温低,不利于生产生活,宜居性差,这些村落面积小,分布零散,多地处南部山区,建议撤并搬迁。(3) 面积小的零星村落,一般 1~4 户,距离行政村主村落较远,分布零散,交通不便,有些没有通达自来水,生活不便,建议搬迁至行政村主村落。

(4) 受地灾风险、坡向、人口和面积等指标综合影响得分较低的村落,如常家庙村的东庄和蒋家岷,椿树岷的堡子湾和阴岷,金家湾村的曳山湾,移家湾村的高家湾和黄家湾等自然村落,建议向本村指标条件较好的村落搬迁。所有搬迁要对居民点土地整理进行测算,注重遗址的生态修复<sup>[15]</sup>。

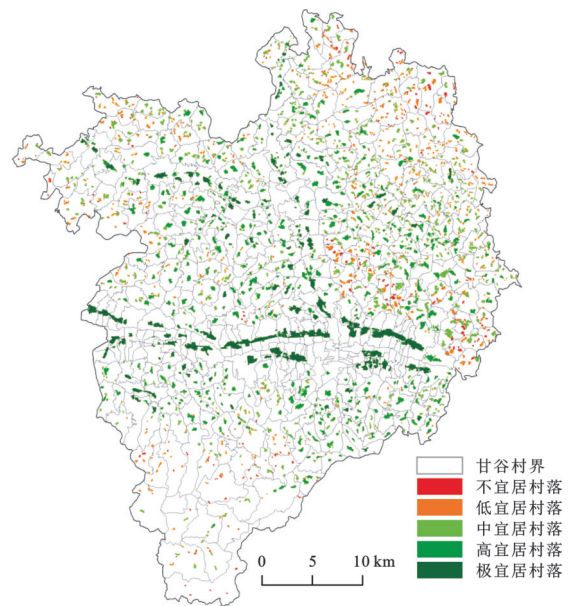


图 2 甘谷县村落宜居性评价分布图  
Fig. 2 Distribution of village livability evaluation in Gangu County

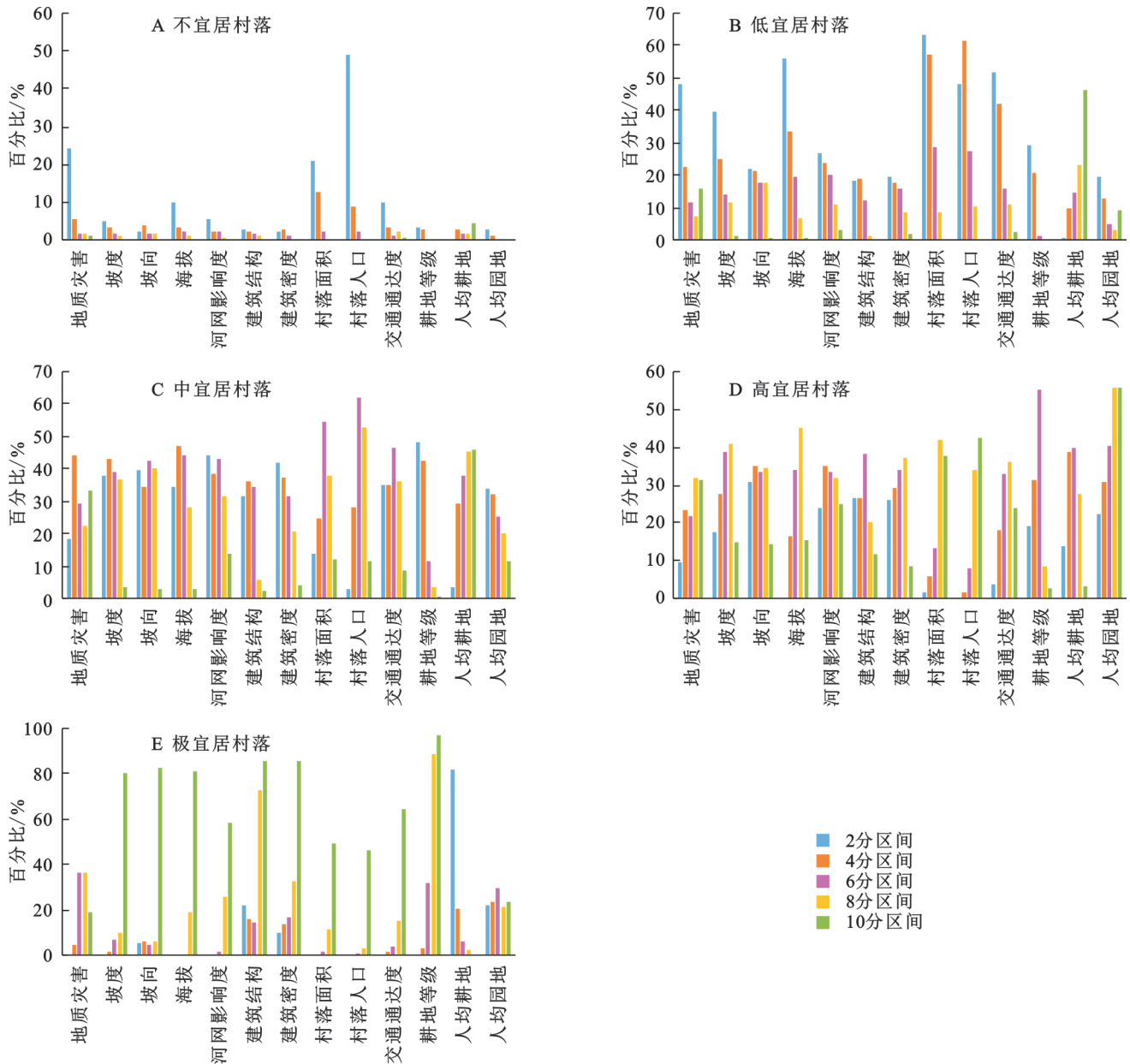


图3 不同指标对评价结果影响分析图

Fig. 3 Analysis of influence of different indicators on evaluation results

2.4.2 低、中、高宜居村落集聚提升 集聚提升的村落是县域乡村的主体,分布较广。(1)低宜居村落主要分布在距县城偏远村落,位于南北两山,地形条件较差,海拔较高,交通状况较差,发展相对落后;北部山区人均可耕作土地面积大,建议改善交通,加强土地整理,农业发展注重杂粮、中药材和油料植物种植;南部山区村落分布在古坡林草区,建议发展森林和草原旅游服务,改善交通,开发旅游康养服务项目,加强文旅宣传。(2)中宜居村落位于距县城较远的南北两山,与低宜居村落交错分布,这些村落环境条件相对较好,耕地园地面积大,建议在原来乡村风貌的基础上,进一步调研自然条件和经济基础,制定一村一策发展规划,重点发展绿色农业,注重高标准

果园建设。(3)高宜居村落在距渭河、散渡河较近的南北两山的公路沿线和河谷区域,村落规模较大,公路沿线村庄的村落通过“旅游+商业+产业”三网融合,将公路从“过境通道”转变为“经济走廊”,在旅游线路上建设农家乐和土特产销售等旅游服务项目,国道和省道沿线建设农产品储藏和深加工项目等;河谷沿线的村落,建议加强河道治理,择地筑坝,打造以“水”为脉、以“绿”为底的村美民富乡村,整理梯田改造水浇地,推广节水灌溉技术,发展设施农业,注重高标准菜园建设。

2.4.3 极宜居村落高质量发展 极宜居村落位于渭河和散渡河流域川区,该区域村落规模大,人口密集,渭河川区建议通过产业融合化提升经济韧性,治

理精细化增强活力,引进劳动密集型企业打造工业园区;散渡河流域建议加强防洪工程和水土保持工程建设,推广规模化种植和养殖,发展生态循环农业和智慧农业,实现人地相适宜的生产生活圈<sup>[16]</sup>。

2.4.4 城郊村落融合发展 位于县城和乡镇周边的村落,按照城镇规模和特色,实现城乡融合发展,甘谷县共有1城13镇2乡,大像山镇和新兴镇属于县城区,辐射半径大,可带动周边3~4 km内村庄发展;磐安镇和安远镇为大镇,可辐射带动周边1~2 km内村庄发展;六峰镇、金山镇、大石镇和礼辛镇为中等镇,可辐射带动周边1 km内村庄发展;武家河镇、大庄镇、古坡镇、八里湾镇和西坪镇为小镇,可带动相邻村落发展;谢家湾乡和白家湾乡只能根据其优势发展政府所在地的村落。在发展策略上,充分发挥城镇的教育、医疗、商业、产业和公务等优势资源,补充周边村落的空间、人口、特产和乡村环境资源,实现功能互补、产业协同、空间融合、服务共享的城乡一体化发展模式<sup>[17]</sup>。

2.4.5 特色文化村落保护发展 甘谷县拥有丰富的文化遗产,如先秦文化有毛家坪遗址,汉唐文化有汉简、凤壶,石窟文化有大像山石窟、华盖寺石窟等,古寺庙有天门山、蔡家寺、善华寺等,古代名人有石作蜀、姜维、巩建丰等,自然景观有古坡草原、尖山寺森林公园等,传统村落有中岔村和小庄村,传统工艺有麻鞋编织、脊兽工艺等,红色文化有红军长征纪念馆、礼辛红军广场和陈庄三烈士纪念馆。这些特色文化,分布在不同的城镇和村落,要根据特色做好调查,制定科学合理的规划,重点提升交通、居住和环境条件,加强数字化、品牌化建设,加大旅游宣传,多元融资,村民共治。要设计旅游创意主题、线路,打造优质旅游服务平台,让文化遗产促进当地经济和社会发展。同时要注重文化遗产的保护,核心文物严格保护,非遗技艺活态传承,传统村落保真留存<sup>[18]</sup>。

### 3 讨论

在全面乡村振兴战略的背景下,充分掌握村落条件,更加集约成本,科学布局,合理规划十分关键。根据村落的“三生”条件,对村落宜居性进行评价,探析村落质量及其分布特征和规律,对全面乡村振兴有现实意义。县是我国最基本的执政机构,本研究选择以县域为研究区域,其传统文化和政策执行同质性强,可减小政策性和社会文化对评价结果带来的影响,同时对提出的分类推进对策建议可执行力强。在建立评价指标上,通过多个专家咨询,从自然环境生态、生活和生产3个方面筛选了13项指标建立评价指标体系<sup>[19]</sup>,涵盖了村落宜居性评价的多方

面指标。在指标分级上,部分采用自然断点法分级,使类内差异最小化,类间差异最大化,力求减少主观性,对评价结果有一定程度的提高。在指标权重上,采用了“AHP-EWM”综合定权的方法,考虑了主客观相结合,弥补了单一方法带来的影响<sup>[20]</sup>,使得结果更加准确,具有一定的创新性。

村落评价结果的分布特征是优化布局发展的重要依据,甘谷县极宜居村落的地域特性明显,基本分布在渭河流域川区,充分体现了其“三生”空间的优势,指标都在高分区间,但人均耕地面积出现异常,主要原因是高宜居村落分布在两河川区,人口多,人均耕地很少导致;其他村落分布的区位特性明显,高、中宜居村落基本分布在南北两山距县城相对较近的区域,有河流、公路的带状特征,表现出存在“三生”空间的某种优势,各指标的影响相对均匀;低宜居村落分布在地质灾害区和偏远山区,表现出在“三生”空间的多数指标劣势,指标地灾、海拔、交通、人均耕地、村落人口和面积劣势明显;不宜居村落主要分布在地质灾害高发区和偏远山区的零星小村落,表现出“三生”空间存在明显的短板指向,指标地灾、村落人口和面积的低得分区间特征明显。这些分布特征,与马邦利<sup>[3]</sup>、王全喜等<sup>[19]</sup>研究乡村宜居性的分布特征基本一致,也与实情基本吻合,但更加细化和具体。

村落是农民生产生活的重要场所,也是乡村全面振兴的主体,宜居性与村落发展变迁紧密相关,根据《乡村全面振兴规划(2024—2027年)》的分类推进方案,结合实际评价数据库,提出了细化分类推进对策。陇中黄土丘陵区历史悠久,经济落后,乡村振兴任务庞杂,地方政府可在对策的基础上,配套建立适合制度,全面掌握每户实际情况,要考虑村落的历史性和村民的意愿性<sup>[21]</sup>,通过宣传教育,引导村民提高认识,达到分类治理的目的。实施全面乡村振兴,要按照实际资源和经济现状,把握开发与保护的平衡,以生态保护、粮食安全保障优先,提出科学合理规划。

尽管县域内社会文化有同质性,但仍然存在部分差异,研究在指标体系上可能存在某些缺失和争议,有待进一步完善。后续研究需进一步研究村落宜居性的机理,提高评价的科学性和客观性。

### 4 结论

通过县域村落综合评价,掌握县域村落发展的基本状况,甘谷县村落面积为8 479.65 hm<sup>2</sup>,不宜居村落有372块,低宜居村落有822块,中宜居村落有804块,高宜居村落有483块,极宜居村落有176块,分别占总村落面积的1.75%,14.68%,31.10%,29.34%和

23.13%。村落宜居性分布呈现从两河川区向南北两山逐渐降低的总趋势,同时呈现村落宜居性随海拔梯度升高而降低的趋势,沿河路和公路距离越远宜居性越低的趋势,不宜居村落主要在地质灾害高发区和偏远山区的零星小村落。

根据宜居性的分布和国家规划,提出对不宜居村落搬迁撤并,低、中、高宜居村落集聚提升,极宜居村落高质量发展,特色村落保护发展,城郊村落融合发展。建成甘谷县村落宜居性评价数据库,可以查询每一村落地块的居住适宜程度,也可以查询每个村落地块的指标得分,以此找到短板弱项,根据每个村落优劣资源,提出改造一户一策提升方案,为政府扶贫、乡村振兴规划提供依据。

整体评价指标选择全面,部分指标采用自然断点法分级,符合数据聚类的客观特征,增强了分级的科学性;采用的“AHP-EWM”定权的评价方法,弥补了单一方法的不足,增强了权重的可靠性。总体提升了评价成果质量,对同类研究具有借鉴意义。

#### 参考文献(References):

- [1] 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.
- [2] 金其铭.农村聚落地理研究:以江苏省为例[J].地理研究,1982,1(3):11-20.  
Jin Q M. The geographic study of rural settlements: taking Jiangsu Province as an example [J]. Geographical Research, 1982, 1(3): 11-20.
- [3] 马利邦,范昊,石培基,等.陇中黄土丘陵区乡村聚落空间格局:以天水市为例[J].生态学杂志,2015,34(11):3158-3165.  
Ma L B, Fan H, Shi P J, et al. Spatial pattern of rural settlements in loess hilly area: a case study of Tianshui City, Gansu Province [J]. Chinese Journal of Ecology, 2015, 34(11): 3158-3165.
- [4] 李国柱,于歌,卢万合,等.陇中黄土丘陵区农村生活能源消费的村落差异研究[J].资源科学,2012,34(10):1839-1844.  
Li G Z, Yu G, Lu W H, et al. Differences in rural household energy consumption across the Loess Hilly Region of Gansu [J]. Resources Science, 2012, 34(10): 1839-1844.
- [5] 刘俊祥,张蕾,刘格格,等.湖北省国土空间“三生”功能权衡特征及影响因素分析[J].水土保持研究,2024,31(2):354-366,378.  
Liu J X, Zhang L, Liu G G, et al. Analysis of the trade-off pattern and influencing factors among production-living-ecological functions of territorial space in Hubei Province [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2024, 31(2): 354-366, 378.
- [6] 陈玉玲,谢爱萍.基于AHP+ArcGIS的大樱桃种植适宜性区划[J].经济林研究,2021,39(3):66-73.  
Chen Y L, Xie A P. Regionalization of planting suitability of cherry based on AHP+ArcGIS [J]. Non-wood Forest Research, 2021, 39(3): 66-73.
- [7] Wu S H, Xie J, Liu X D, et al. Marginal optimization method to improve the inconsistent comparison matrix in the analytic hierarchy process [J]. Journal of Systems Engineering and Electronics, 2017, 28(6): 1141-1151.
- [8] 王芳蕾,张磊,翟富祥.基于EWM-CRITIC-TOPSIS模型的新疆典型自然景观评估[J].自然资源遥感,2025,37(1):94-101.  
Wang F L, Zhang L, Zhai F X. Evaluation of typical natural landscapes in Xinjiang based on an EWM-CRITIC-TOPSIS model [J]. Remote Sensing for Natural Resources, 2025, 37(1): 94-101.
- [9] 蒋佳丽,刘婷,李宇浩,等.基于AHP-EWM结合Box-Behnken响应面法优化黄芩多指标成分的微波提取工艺[J].华东理工大学学报:自然科学版,2024,50(5):678-686.  
Jiang J L, Liu T, Li Y H, et al. Microwave extraction process optimization based on AHP-EWM combined with box-behnken response surface method for the multi-index components of *Scutellaria baicalensis* Georgi [J]. Journal of East China University of Science and Technology, 2024, 50(5): 678-686.
- [10] 吴后建,但新球,刘世好,等.湖南省国家湿地公园保护价值评价[J].应用生态学报,2017,28(1):239-249.  
Wu H J, Dan X Q, Liu S H, et al. Protection value evaluation of national wetland parks in Hunan Province, China [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2017, 28(1): 239-249.
- [11] 何雨枫,丁明涛,段钰,等.2000—2019年四川省滑坡灾害时空分布特征及影响因素分析[J].自然灾害学报,2024,33(6):17-26.  
He Y F, Ding M T, Duan Y, et al. Analysis of spatial-temporal distribution characteristics and influence factors of landslides in Sichuan Province from 2000 to 2019 [J]. Journal of Natural Disasters, 2024, 33(6): 17-26.
- [12] 张瑶,刘万青,龙永清,等.利用Sentinel-1 SAR数据测量河道地形的适用性评价[J].遥感信息,2025,40(1):114-122.  
Zhang Y, Liu W Q, Long Y Q, et al. Evaluating the applicability of measuring river topography based on sentinel-1 SAR data [J]. Remote Sensing Information, 2025, 40(1): 114-122.
- [13] 夏敏,刘岩,邹伟.“三生空间”相互作用视域下的南京市溧水区乡村宜居性评价[J].农业工程学报,2023,39(16):245-255.

- Xia M, Liu Y, Zou W. Evaluating rural livability in Lishui District of Nanjing under the interaction of "Production-Living-Ecological Space" [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2023, 39(16):245-255.
- [14] 刘建浩, 胡培滨, 谢汪容. 基于“O-D成本矩阵”与sDNA模型的贵阳市中心城区街道网络可达性研究[J]. *城乡规划*, 2022(3):106-118.
- Liu J H, Hu P B, Xie W R. Accessibility research of street network in central urban area of Guiyang based on O-D cost matrix and sDNA model [J]. *Urban & Rural Planning*, 2022(3):106-118.
- [15] 张红伟, 王占岐, 李秋, 等. 高山区村域尺度农村居民点整理潜力测算研究[J]. *农业工程学报*, 2019, 35(22):38-46.
- Zhang H W, Wang Z Q, Li Q, et al. Potential evaluation of rural residential consolidation in village scale of mountain region [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2019, 35(22):38-46.
- [16] 卢一乾, 余敦, 王检萍, 等. 国土空间规划中县域农村居民点布局与优化: 以江西省德兴市为例[J]. *水土保持研究*, 2022, 29(4):329-335, 343.
- Lu Y Q, Yu D, Wang J P, et al. Optimizing the layout of rural settlements in county under the background of land spatial planning: a case study of Dexing City of Jiangxi Province [J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2022, 29(4):329-335, 343.
- [17] 朱小会, 于法稳. 县域城乡融合发展的演变特征、区域差异及影响因素研究: 以武陵山区64个县为例[J]. *自然资源学报*, 2025, 40(5):1386-1411.
- Zhu X H, Yu F W. Evolution characteristics, regional differences and influencing factors of urban-rural integrated development at the county scale: Take 64 counties in Wuling Mountain Area as examples [J]. *Journal of Natural Resources*, 2025, 40(5):1386-1411.
- [18] 牛彦龙, 王毅. 海河流域传统村落与非物质文化遗产空间关联机制研究[J]. *干旱区资源与环境*, 2025, 39(5):119-129.
- Niu Y L, Wang Y. Spatial correlation mechanism between traditional villages and intangible cultural heritage in the Haihe River Basin [J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2025, 39(5):119-129.
- [19] 王全喜, 孙鹏举, 刘学录, 等. 黄土丘陵沟壑区“三生”空间的功能权衡与协同时空格局分析: 以武山县为例[J]. *中国农业资源与区划*, 2020, 41(11):122-130.
- Wang Q X, Sun P J, Liu X L, et al. Analysis on spatial-temporal pattern of trade-offs and synergies of "production-living-ecological" function in loess hilly and Gully Region: A case study of Wushan county [J]. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2020, 41(11):122-130.
- [20] 李凤, 张来斌, 董绍华, 等. 基于EWM-AHP-云模型的站场法兰系统密封失效风险评估[J]. *中国安全科学学报*, 2023, 33(9):150-156.
- Li F, Zhang L B, Dong S H, et al. Research on sealing failure risk assessment of station flange system based on EWM-AHP-cloud model [J]. *China Safety Science Journal*, 2023, 33(9):150-156.
- [21] 马利邦, 豆浩健, 谢作轮, 等. 基于整合驱动因素和适宜性评价的乡村聚落重构模式研究[J]. *农业工程学报*, 2019, 35(3):246-255.
- Ma L B, Dou H J, Xie Z L, et al. Research on rural settlement reconstruction model based on integration drivers and suitability evaluation [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2019, 35(3):246-255.

(上接第385页)

- [26] Ran Y J, Lei D M, Li J, et al. Identification of crucial areas of territorial ecological restoration based on ecological security pattern: a case study of the central Yunnan urban agglomeration, China [J]. *Ecological Indicators*, 2022, 143:109318.
- [27] 张伟, 龙闹, 李盛港, 等. 基于生态本底-格局-潜力框架的国土空间生态修复分区研究: 以粤港澳大湾区为例[J]. *热带地理*, 2024, 44(2):212-225.
- Zhang W, Long N, Li S G, et al. Zoning of territorial space for ecological restoration based on potential ecological background pattern framework: a case study of the Guangdong-Hong Kong-Macao greater bay area [J]. *Tropical Geography*, 2024, 44(2):212-225.
- [28] 孙传谔, 王梓辰, 李景刚, 等. 基于生态系统多维特征的粤港澳大湾区国土空间生态保护修复分区研究[J]. *生态学报*, 2023, 43(5):2061-2073.
- Sun C Z, Wang Z C, Li J G, et al. Ecological protection and restoration zoning of territorial space in Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area based on multidimensional ecosystem features [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2023, 43(5):2061-2073.
- [29] 高彬, 吴映梅, 李琛, 等. 滇中城市群城市扩张动态演变对生态系统健康的影响[J/OL]. *环境科学*, 2025:1-15. (2025-04-03). <https://link.cnki.net/doi/10.13227/j.hjxx.202410275>.
- Gao B P, Wu Y M, Li C, et al. Effects of urban sprawl dynamics on ecosystem health in the central Yunnan urban agglomeration [J/OL]. *Environmental Science*, 2025: 1-15. (2025-04-03). <https://link.cnki.net/urlid/11.1895.X.20250403.1424.007>.