

2000—2023 年沂蒙山区县域乡村韧性 时空格局及驱动因素

侯登登¹, 马可心¹, 孙丕苓^{1,2,3}, 李楠¹, 刘庆果¹

(1. 曲阜师范大学 地理与旅游学院, 山东 日照 276826; 2. 中国农业大学 土地科学与
技术学院, 北京 100193; 3. 日照市国土空间规划与生态建设重点实验室, 山东 日照 276826)

摘要: [目的] 分析沂蒙山区县域乡村韧性时空格局及驱动因素, 为判定差异化韧性提升策略, 推动山区乡村全面振兴提供科学参考。[方法] 以沂蒙山区为研究对象, 基于社会、经济、生态 3 个维度构建乡村韧性评价指标体系, 采用熵值法、最优参数地理探测器等方法, 系统分析 2000—2023 年沂蒙山区县域乡村韧性时空格局及驱动因素。[结果] ① 2000—2023 年沂蒙山区县域乡村韧性水平呈现先下降后提升的波动态势, 总体处于中等水平; 基本呈现东西高、中部低的空间格局, 高和较高韧性区向西部收缩, 而低和较低韧性区由中部向四周扩散。② 2000—2023 年沂蒙山区社会韧性呈现先下降后上升的变化趋势, 经济韧性呈现先降后升、西高东低的分布格局, 生态韧性呈现持续衰减态势, 且衰减速率显著加快。③ 沂蒙山区乡村韧性时空分异受到自然环境、社会经济、区域政策等因素的共同影响。地均固定资产投资和地均财政收入的影响程度最高, 路网密度、建设用地比重、人均耕地面积的影响程度持续增强, 各驱动因素的交互作用呈现非线性增强或双因子增强效应。[结论] 乡村韧性提升需突破单一维度优化局限, 构建以生态韧性为基础、经济韧性为关键、社会韧性为根本的协同提升机制, 全面提升山区乡村应对内外部扰动的可持续发展能力。

关键词: 乡村韧性; 时空格局; 驱动因素; 沂蒙山区

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2025)06-0344-13

中图分类号: F327, D422.6

文献参数: 侯登登, 马可心, 孙丕苓, 等. 2000—2023 年沂蒙山区县域乡村韧性时空格局及驱动因素[J]. 水土保持通报, 2025, 45(6): 344-356. Hou Dengdeng, Ma Kexin, Sun Piling, et al. Spatial-temporal pattern and driving factors of rural resilience in Yimeng mountainous counties from 2000 to 2023 [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2025, 45(6): 344-356.

DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2025.06.014

CSTR: 32312.14.stbctb.2025.06.014

Spatial-temporal pattern and driving factors of rural resilience in Yimeng mountainous counties from 2000 to 2023

Hou Dengdeng¹, Ma Kexin¹, Sun Piling^{1,2,3}, Li Nan¹, Liu Qingguo¹

(1. School of Geography and Tourism, Qufu Normal University, Rizhao, Shandong 276826,
China; 2. College of Land Science and Technology, China Agriculture University, Beijing 100193, China;
3. Rizhao Key Laboratory of Land Spatial Planning and Ecological Construction, Rizhao, Shandong 276826, China)

Abstract: [Objective] The spatio-temporal pattern and driving factors of rural resilience in counties within the Yimeng Mountain region were analyzed in order to provide scientific reference for formulating differentiated resilience enhancement strategies and advancing the comprehensive revitalization of mountainous rural areas. [Methods] Using the Yimeng Mountain District as a case study, this study constructed a rural resilience evaluation index system based on the three sustainability dimensions of society, economy, and ecology, and adopted the entropy weighting method, optimal parameter geodetector, and other methodological models to

收稿日期: 2025-06-19

修回日期: 2025-08-01

采用日期: 2025-08-01

资助项目: 山东省自然科学基金面上项目“基于多尺度视角的沂蒙山区耕地非粮化时空格局、驱动机制与动态管控研究”(ZR2024MD073); 国家自然科学基金青年项目“黄河流域山东段‘三生’空间功能冲突诊断、格局及权衡机理研究”(42101258)

第一作者: 侯登登(2002—), 男(汉族), 山东省青岛市人, 硕士研究生, 研究方向为乡村地理。Email: houdd0606@163.com。

通信作者: 孙丕苓(1984—), 女(汉族), 山东省泰安市人, 博士, 副教授, 主要从事土地利用与国土空间综合治理等方面的研究。Email: spling86@qfnu.edu.cn。

systematically analyze the spatio-temporal pattern and driving factors. [Results] ① From 2000 to 2023, the resilience level of rural county areas in the Yimeng mountainous area showed a fluctuating trend of first decreasing and then increasing, which was generally at a medium level. The spatial pattern was high in the east and west, and low in the middle. The high-toughness areas shrank to the west, while the low-toughness areas expanded from the center to the periphery. ② From 2000 to 2023, the social resilience of the area first decreased and then increased. Economic resilience exhibited a distribution pattern that first decreased and then increased, with higher values in the west and lower values in the east. Ecological resilience exhibited a continuous attenuation trend, with a significantly accelerated attenuation rate over time. ③ The spatial and temporal differentiation of rural resilience in the Yimeng mountainous area was influenced by the natural environment, social economy, regional policy, and other factors. Average fixed asset investment and average fiscal revenue had the highest degree of influence. The influence of road network density, proportion of construction land, and per capita cultivated land area continued to increase. The interactions of various driving factors showed a nonlinear enhancement or two-factor enhancement effect. [Conclusion] Enhancing rural resilience requires moving beyond single-dimensional optimization. A coordinated enhancement mechanism should be established, with ecological resilience as the foundation, economic resilience as the core, and social resilience as the cornerstone, to holistically strengthen the sustainability of mountainous villages in coping with both internal and external disturbances.

Keywords: rural resilience; spatio-temporal pattern; driving factors; Yimeng mountainous area

韧性是乡村地域系统的基本属性,乡村韧性体现了乡村在面对不同扰动与冲击时的适应与恢复能力^[1],是乡村地理学研究的热点问题。第七次人口普查结果显示,目前中国仍有5.10亿人口生活在乡村地区,乡村地域的可持续发展仍是国家关注的重点之一。近年来,全球气候变化引起自然灾害频发,城镇化的快速推进导致乡村地区出现人口老龄化、空心化、空巢化等诸多问题,山区乡村由于地理位置偏远、地形地貌复杂、经济基础薄弱,发展不平衡与不充分问题尤为突出。随着乡村振兴战略纵深推进,如何提升山区乡村韧性逐渐成为社会各界关注的重要内容和学术界研究的热点问题^[2]。沂蒙山区不仅是中国革命老区之一,更是生态文明建设的重要载体。随着工业化、城镇化的发展,沂蒙山区乡村人口大量外流,导致乡村社会结构失衡。截至2023年末,兰陵县、平邑县等传统农业大县乡村人口外流率达到20%以上,五莲县、莒南县等地乡村65岁以上人口占比超过19%。人口结构性流失和老龄化态势引发乡村空心化、耕地撂荒与宅基地闲置等问题,使区域生态连通性下降,形成大面积的“生态孤岛”,对山区乡村的自我维持与适应能力产生渐进式冲击。因此,科学厘清沂蒙山区乡村韧性时空格局及驱动因素对提升该区域乡村活力,推动乡村全面发展具有重要意义。

国内外学术界对于乡村韧性的研究主要集中于乡村韧性概念、乡村韧性评价、类型识别与驱动因素等方面,研究方向不断由自然扰动转向人为干扰以及人与自然的耦合作用。20世纪70年代,美国生态学

家Holling首次将“韧性”引入生态学领域,将其界定为生态系统抵御干扰并维持结构功能稳定性的能力,为现代韧性理论奠定了科学基础。此后,韧性概念逐步从单一学科研究向复杂系统分析拓展,研究内容涉及社会韧性^[3-4]、经济韧性^[5-6]、生态韧性等^[7-8]方面。乡村韧性基于动态演进与可持续发展视角,主要强调乡村地域系统是一个可以自我修复的系统,其对外界扰动冲击的抵御、适应与转型发展能力共同构成了乡村地域系统的综合响应机制^[1]。韧性水平测度作为乡村韧性研究的关键环节,是开展乡村韧性时空变化、驱动因素、动态治理研究的基础。近年来,诸多学者基于不同视角运用综合指数法^[2-4]、社会调查法^[3,9]、突变级数法等^[10]方法定量评估国家^[4]、省域^[5]、市域^[2]、县域^[9]、村庄^[7]、农户等^[11]尺度的乡村韧性水平,结合地理加权回归^[2,7]、障碍度模型^[2,12]、结构方程模型^[3,11]、空间杜宾模型^[6,8]、地理探测器等^[10,13]方法探究乡村韧性的影响因素,指出地理环境基础^[4,10]、产业发展动能^[2,5]、基础设施建设^[6,13]、经济发展水平^[8,14]、公共服务保障等^[12,15]因素共同影响乡村韧性时空分异。中国是一个多山国家,山区面积约占国土总面积的69%,是乡村振兴战略重点突破的关键区域^[16]。将韧性理论引入山区乡村地域系统研究,剖析山区乡村韧性时空演化特征及影响机理,是对国家关于“特殊类型地区振兴发展”“山区可持续发展”等战略部署的学术响应。从经济韧性^[9,17]、灾害韧性^[18-19]、生计韧性等^[20-21]不同维度韧性视角,测度分析不同区域乡村韧性水平并制定差异化韧性提升策略,可为提升山区乡村抗风险能力,促

乡村社会韧性。城镇化率表征城乡要素流动情况,适度城镇化能够促进人口合理流动,使乡村更易获取城市技术、资本和信息资源;粮食单产是衡量农业生产水平的核心指标,稳定且较高的粮食单产能够保障居民基本生活需求,是乡村社会稳定的物质基础;医疗卫生床位数表征乡村医疗服务能力,充足的

医疗资源能够降低因病致贫风险,提升乡村民生福祉;高中及以上学历人口比重表征乡村教育资源和人力资本质量,高学历人口能够为乡村发展提供智力支持,推动农业现代化转型和非农产业发展;农村用电量表征基础设施完善水平,体现乡村农业机械化和居民生活现代化程度。

表1 数据来源与处理
Table 1 Data source and processing

数据类型	格式	分辨率	数据来源
气象数据		1 km×1 km	中国气象科学数据共享服务网(http://cdc.cma.gov.cn/)
地形数据		30 m×30 m	地理空间数据云平台(http://www.gscloud.cn)
土壤数据	栅格	1 km×1 km	世界土壤数据库中的中国数据集(http://www.cgiar-csi.org)
NDVI数据		30 m×30 m	中国科学院资源环境科学与数据中心(http://www.resdc.cn)
土地利用数据			
社会经济数据	面板数据	—	2000—2023年《中国县域统计年鉴》《中国人口普查年鉴》《山东省统计年鉴》以及临沂市、日照市等地级市的统计年鉴和部分县(市、区)的国民经济和社会发展统计公报
自然保护区边界	矢量	—	中国自然保护区标本资源共享平台(http://papc.cn)
行政区划边界			国家基础地理信息中心(https://www.ngcc.cn/ngcc/)

表2 沂蒙山区县域乡村韧性评价指标体系
Table 2 Evaluation index system of rural resilience in Yimeng mountainous counties

目标层	维度层	指标层	性质	权重
乡村韧性水平	社会韧性	X_1 城镇化率/%	+	0.064
		X_2 粮食单产/(t·hm ⁻²)	+	0.064
		X_3 医疗卫生床位数/张	+	0.061
		X_4 高中及以上学历人口比重/%	+	0.064
		X_5 农村用电量/10 ⁴ kWh	+	0.064
	经济韧性	X_6 二、三产业产值比重/%	+	0.066
		X_7 农林牧渔业总产值/亿元	+	0.069
		X_8 人均社会消费品零售额/元	+	0.059
		X_9 农村居民人均可支配收入/元	+	0.074
		X_{10} 城乡收入比	+	0.067
	生态韧性	X_{11} NDVI	+	0.061
		X_{12} 单位面积化肥使用强度/%	-	0.074
		X_{13} 单位面积农药使用强度/%	-	0.060
		X_{14} PM _{2.5} 浓度/(μg·m ⁻³)	-	0.074
		X_{15} 工业固体废物综合利用率/%	+	0.079

经济韧性是指乡村面对内外部经济风险因子干扰时实现风险抵御、结构调适与创新发展的综合能力^[24]。选取二、三产业产值比重、农林牧渔业总产值、人均社会消费品零售额、农村居民人均可支配收入和城乡收入比表征乡村经济韧性。二、三产业产值比重表征乡村产业结构的多元化程度,农产品加工、乡村旅游等产业发展能够分散单一产业风险,展现更强的抵御、适应及恢复能力;农林牧渔业总产值表征乡村农业的生产规模和发展水平,是维系乡村

基本功能、保障民生底线的关键支撑;人均社会消费品零售额表征乡村居民的消费能力和市场活力,较高的零售额意味着乡村内部市场需求旺盛,进而拉动经济增长;农村居民人均可支配收入是乡村经济韧性的微观基础,收入的稳定增长使农户具有更强的储蓄和投资能力,在面临自然灾害、农产品价格下跌等风险时,能通过自身经济储备维持生产生活;城乡收入比表征城乡发展差距和要素流动情况,较大的收入差距会导致乡村优质要素持续流失,削弱经济活力与创新能力。

生态韧性是指乡村生态系统受到环境破坏、资源枯竭等风险冲击后调整生产、生活、环境要素的关系并重新达到平衡状态的能力^[9]。选取NDVI、单位面积化肥使用强度、单位面积农药使用强度、PM_{2.5}浓度和工业固体废物综合利用率表征乡村生态韧性。NDVI表征植被覆盖度和生态基底,体现乡村生态系统的结构稳定性和恢复潜力;化肥、农药的过量使用是农业面源污染的主导诱因,化肥过量会导致土壤酸化、水体富营养化,农药残留则会破坏农田生物链,二者的使用强度表征乡村农业生产对生态环境的压力和扰动程度;PM_{2.5}浓度是区域大气污染的核心指标,较高浓度会影响土壤理化性质,破坏乡村生态系统的物质循环与能量流动;工业固体废物综合利用率表征乡村对工业废弃物的处理和循环利用能力,较高的利用率可减少环境污染和资源浪费。

1.3.2 乡村韧性评价方法

为消除指标数据量纲对乡村韧性评价的影响,

运用极差标准化法进行指标标准化处理,以确保评价结果的客观性。熵值法是一种基于数据本身特征的客观赋权方法,通过熵值法确定沂蒙山区乡村韧性各指标权重,采用线性加权法测算乡村韧性水平。

$$\text{正向指标: } X_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_j}{\max x_j - \min x_j} \quad (1)$$

$$\text{负向指标: } X_{ij} = \frac{\max x_j - x_{ij}}{\max x_j - \min x_j} \quad (2)$$

$$e_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m X_{ij} \quad (3)$$

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (X_{ij} - e_j)^2} \quad (4)$$

$$W_j = \sigma_j / \sum_{j=1}^n \sigma_j \quad (5)$$

$$F_i = \sum W_j \times X_{ij} \quad (6)$$

式中: X_{ij} 为各评价指标标准化值; x_{ij} 为各评价指标实际值; e_j, σ_j 表示各评价指标标准化值的均值和均方差; $\max x_j, \min x_j$ 为第 j 项评价指标的最大值、最小值;

$i (i=1, 2 \dots m)$ 为县(市、区)个数; $j (j=1, 2 \dots n)$ 表示指标个数; W_j 为各评价指标权重; F_i 表示各县(市、区)乡村韧性综合值。参考已有研究^[25],运用自然断点法将乡村韧性水平划分为低韧性水平、较低韧性水平、中等韧性水平、较高韧性水平、高韧性水平 5 个等级。

1.3.3 驱动因素分析方法

(1) 变量选取。乡村韧性是自然环境、社会经济和区域政策等多方面因子综合作用的结果,结合沂蒙山区县域乡村韧性的衡量维度和综合评价指数,从自然环境、社会经济和区域政策等因素选取乡村韧性时空分异的驱动因子,选取年平均气温、年均降水量、海拔高程、坡度、土层厚度表征自然环境因素;选取非农从业人口比重、农业机械化水平、路网密度、建设用地比重、人均耕地面积表征社会经济因素;选取地均固定资产投资、地均财政收入、造林面积、自然保护区面积表征区域政策因素。采用最优参数地理探测器模型探究沂蒙山区县域乡村韧性的驱动因素及其驱动力(表 3)。

表 3 沂蒙山区县域乡村韧性驱动因素选取

Table 3 Selection of driving factors of rural resilience in Yimeng mountainous counties

驱动因素	驱动因子(单位)	变量获取方式
自然环境因素	X_1 平均气温/°C	基于 ArcGIS 空间插值法获取各地域单元的年平均气温
	X_2 年均降水量/mm	基于 ArcGIS 空间插值法获取各地域单元的年均降水量
	X_3 海拔高程/m	基于 ArcGIS 分析工具获取各县域单元 DEM 数据
	X_4 坡度/(°)	基于 DEM 数据提取各县域单元坡度均值
	X_5 土层厚度/cm	基于 ArcGIS 分析工具获取各地域单元的土层厚度
社会经济因素	X_6 非农从业人口比重/%	乡村非农从业人口/乡村从业总人口,统计年鉴数据
	X_7 农业机械化水平/kW	各区县的统计年鉴、国民经济和社会发展统计公报
	X_8 路网密度/(m·km ⁻²)	道路通车里程/区域总面积,统计年鉴数据
	X_9 建设用地比重/%	基于 ArcGIS 分析工具获取各地域单元的建设用地比重
	X_{10} 人均耕地面积/hm ²	耕地面积/总人口,统计年鉴数据
区域政策因素	X_{11} 地均固定资产投资/万元	各区县的统计年鉴、国民经济和社会发展统计公报
	X_{12} 地均财政收入/万元	各区县的统计年鉴、国民经济和社会发展统计公报
	X_{13} 造林面积/hm ²	各区县的统计年鉴、国民经济和社会发展统计公报
	X_{14} 自然保护区面积/hm ²	中国自然保护区标本资源共享平台

(2) 模型构建。运用地理探测器的因子探测及交互探测对沂蒙山区县域乡村韧性时空分异的驱动因素以及各因素之间的交互作用进行定量分析,不同分类方法会影响空间分异性最佳尺度的确定。本研究借助 R 语言 GD 包,运用标准差分类、自然断点分类、几何间隔分类、分位数分类、相等间隔分类等方法,将各驱动因子划分为 2~8 类,筛选出最佳参数组合,以优化对变量的离散化处理。模型如下^[20]:

$$q = 1 - \frac{1}{N\sigma^2} \sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2 \quad (7)$$

式中: q 值为驱动因子对沂蒙山区县域乡村韧性的影响程度, q 值越大,说明该因子对乡村韧性时空分异的驱动力越强; $h (h=1, 2 \dots, L)$ 为指标分类数; N 和 σ^2 分别为研究区的单元数及其方差; N_h 和 σ_h^2 分别表示 h 的单元数及其方差。

2 结果与分析

2.1 沂蒙山区县域乡村韧性总体时空演变特征

2000—2023 年,沂蒙山区县域乡村韧性水平呈现先下降后提升的波动态势,总体处于中等水平(图 2)。

平均韧性水平从2000年的0.486下降到2010年的0.452再上升到2023年的0.467,新泰市平均乡村韧性水平最高,凭借鲁中腹地交通枢纽的优势,社会、经济与生态维度韧性发展均衡且协同性强;山亭区最低,受限于多丘陵地形与交通末梢区位,且较高的农业占比使得产业结构相对单一,社会、经济和生态韧性发展均较为滞后。高和较高韧性区呈现向西部收缩态势,集中分布于济宁市和枣庄市,而低和较低韧性区由中部向四周扩散,主要在山亭区和沂源县等山地丘陵区集聚。

2000—2023年,沂蒙山区县域乡村韧性空间格局差异明显(图3),基本呈现东西高、中部低的格局。2000年沂蒙山区各区县乡村韧性以中等水平为主,主要分布于日照市境内。高、较高韧性区空间分布较为集中,主要分布在鲁中交通廊道沿线,涵盖新泰市以及枣庄市中区、滕州市等经济发展水平较高的县区;低、较低韧性区集中分布于沂源县、蒙阴县等蒙山北麓县区以及枣庄山亭区、峯城区等山地边缘县区。2010年,沂蒙山区乡村韧性水平较前期减小,各维度韧性水平均有所下降。高和较高韧性区范围收缩,主要集聚在曲阜市、邹城市和新泰市等资源型

地区;低和较低韧性区向枣庄市、临沂市的西南部县区集聚,其中罗庄区以及济宁市微山县、泗水县均由中等韧性水平下降至低和较低韧性水平。相较于2010年,2023年沂蒙山区乡村韧性水平有所提升,其中社会韧性维度的贡献度最突出,为整体韧性提升提供了核心动力。兰山区、枣庄市中区和滕州市均跃居较高韧性水平,较低及以下韧性区向四周扩散,临沂市平邑县、莒南县均由中等韧性水平下降至较低韧性水平。

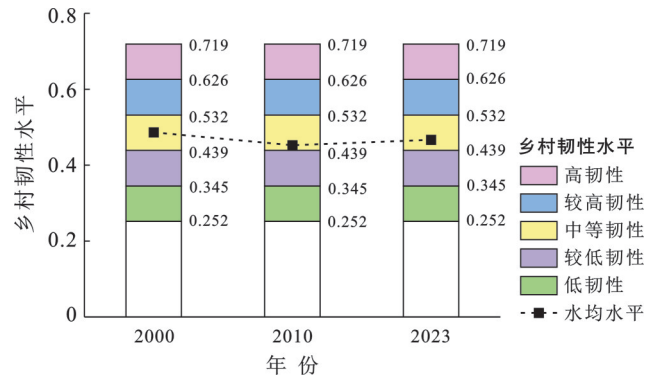


图2 2000—2023年沂蒙山区乡村韧性水平变化特征
Fig.2 Change characteristics of rural resilience in Yimeng mountainous area from 2000 to 2023

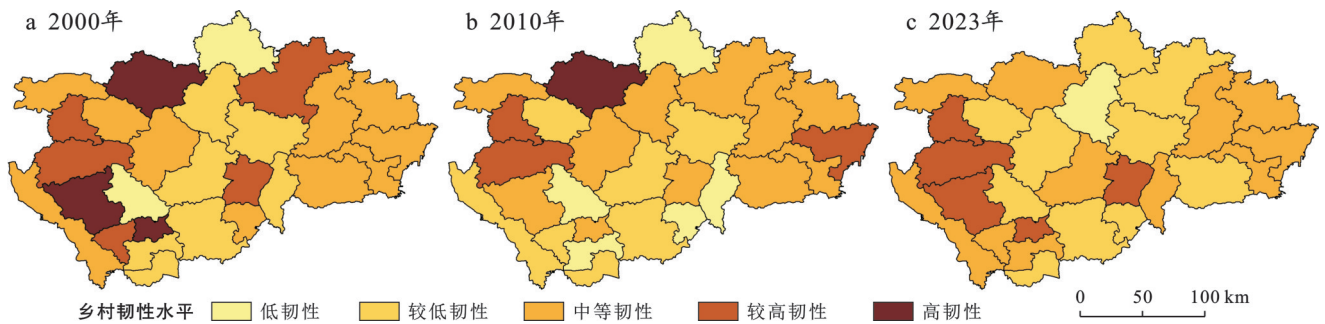


图3 2000—2023年沂蒙山区乡村韧性水平空间格局
Fig.3 Spatial patterns of rural resilience in Yimeng mountainous area from 2000 to 2023

2.2 沂蒙山区县域乡村韧性分维度时空演变特征

2.2.1 社会韧性时空演变特征

2000—2023年沂蒙山区社会韧性时序变化显著,呈现先下降后上升的变化趋势(图4)。其中农村用电量在社会韧性评价体系中中长期处于低位,反映了乡村基础设施建设滞后是制约社会子系统抗风险能力的关键短板。高和较高韧性区主要在枣庄市中区、滕州市集聚,低和较低韧性区集中分布于临沂市河东区、沂南县。枣庄市中区平均社会韧性水平最高,沂南县最低。2000年沂蒙山区各区县社会韧性以较低水平为主,零散分布于日照市岚山区、莒县和枣庄市山亭区、薛城区在内的10个县区。高和较高韧性区较少,仅有枣庄市中区、滕州市等4个县区;低

韧性区集中分布于临沂市河东区、兰陵县和枣庄市峯城区、台儿庄区等沂蒙山区南部区县。2010年沂蒙山区社会韧性水平略有下降,新泰市和日照市东港区均由较高韧性水平下降至中等水平。低、较低韧性区向沂蒙山区东部、北部扩展,集中连片分布在临沂市和日照市,平邑县和五莲县均由中等韧性水平下降至低韧性水平。2023年沂蒙山区社会韧性水平有所提升,较高及以上韧性区主要分布于日照市和枣庄市,较低及以下韧性区空间格局变化较小,仅有临沂市、日照市的部分区县由低韧性水平改善至较低水平。

2.2.2 经济韧性时空演变特征

2000—2023年,沂蒙山区经济韧性时空分异特征

显著,呈现先降后升、西高东低的分布格局(图5)。其中,人均社会消费品零售额在经济韧性评价体系中水平最低,表明研究区乡村消费市场规模与经济循环能力相对薄弱。高和较高韧性区向西部集聚态势明显,集中分布于邹城市、滕州市等地区;低和较低韧性区向中部收缩,主要集聚在临沂市蒙阴县、沂南县等传统农业区。邹城市平均经济韧性水平最高,山亭区最低。2000年沂蒙山区各区县经济韧性以较低水平为主,广泛分布于沂蒙山区中部区县,包括临沂市境内蒙阴县、沂南县等大部分县区。高和较高韧性区集聚分布于枣庄市中区、邹城市、微山县等传统工业县区。2000—2010年沂蒙山区经济韧性水平相对下降,高和

较高韧性区向西北收缩态势明显,主要分布于新泰市、邹城市等6个县市区;较低及以下韧性区呈团状扩张态势,在临沂市、枣庄市等沂蒙山区中部地区形成连续分布带,枣庄市薛城区、峰城区以及日照市莒县、五莲县均由中等韧性水平下降至较低水平。2023年沂蒙山区经济韧性呈现回升趋势,较高及以上韧性区由西部核心区向外延伸,微山县、沂源县均由中等韧性水平提升至较高水平;低和较低韧性区向沂蒙山区中部持续收缩,中等韧性区分别在兰山区和枣庄市中区形成小范围集聚,薛城区、峰城区和临沂市河东区、罗庄区均由较低韧性水平提升至中等水平,这可能受区域增长极的涓滴效应影响。

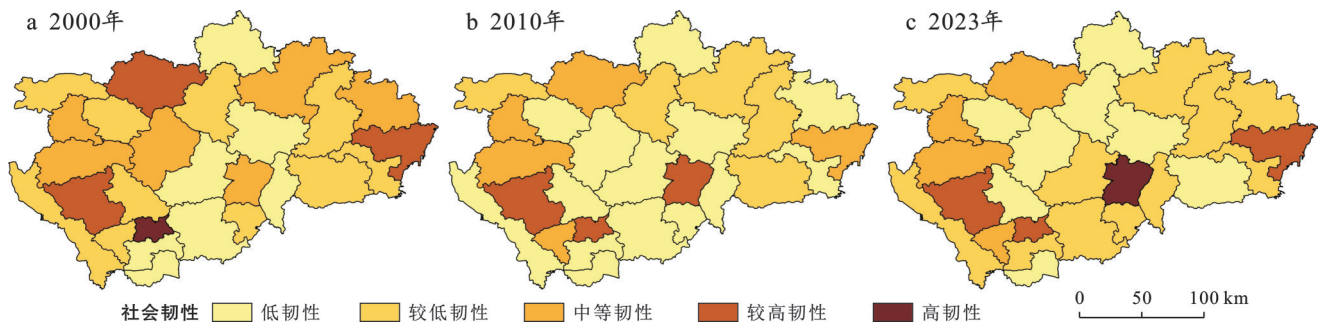


图4 2000—2023年沂蒙山区乡村社会韧性水平空间格局

Fig.4 Spatial patterns of rural social resilience in Yimeng mountainous area from 2000 to 2023

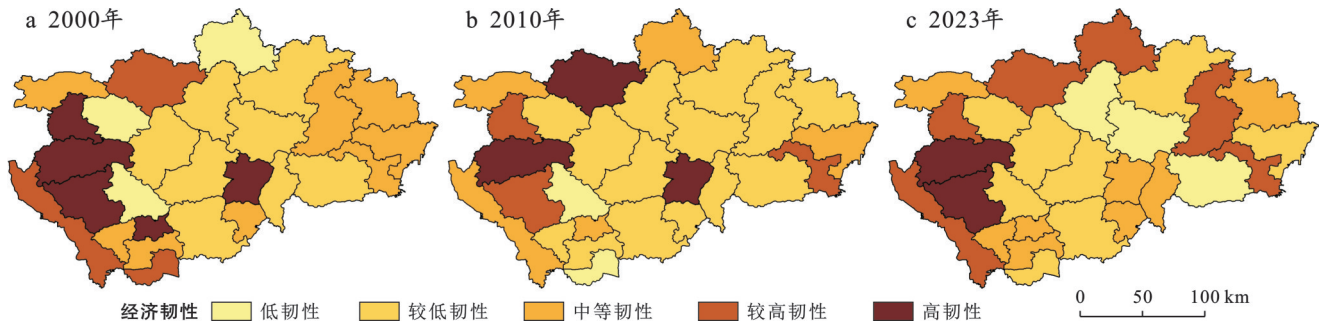


图5 2000—2023年沂蒙山区乡村经济韧性水平空间格局

Fig.5 Spatial patterns of rural economic resilience in Yimeng mountainous area from 2000 to 2023

2.2.3 生态韧性时空演变特征

2000—2023年,沂蒙山区生态韧性呈现持续衰减态势,且衰减速率显著加快(图6)。其中,PM_{2.5}浓度在生态韧性指标中水平最低。区域长期依赖钢铁、水泥等重工业,能源结构以燃煤为主导,多重污染源叠加使得PM_{2.5}持续累积;同时城镇化进程中建设用地扩张侵占生态空间,导致生态用地破碎化,削弱了乡村生态系统自我修复与调节功能。低和较低韧性区持续收缩,零散分布于沂源县、滕州市等近山区域,中等韧性区向中部、东部扩展,形成团块状集聚形态。五莲县平均生态韧性水平最高,沂源县最低。2000年沂蒙山区各区县生态韧性以中等水平为

主,在沂蒙山区边缘的13个县市区形成小尺度集聚格局。较高及以上韧性区沿沂河、沭河和泗河等水系呈“Y”型分布格局,较低及以下韧性区零散分布于枣庄市山亭区、台儿庄区等5个县区。2000—2010年,沂蒙山区生态韧性水平波动下降,高、较高韧性区向东北方向有所扩展,蒙阴县以及日照市莒县、岚山区均由中等韧性水平向较高水平跃升,临沂市沂水县和莒南县均跃居高韧性水平。较低及以下韧性区空间格局演化显著,微山县以及枣庄市中区、临沂河东区均由中等韧性水平下降至较低水平,滕州市以及临沂市兰山区、罗庄区均衰减至低水平,费县以及济宁市泗水县、曲阜市由较高韧性退化至中等水平。

2023 年沂蒙山区生态韧性持续衰减,较高及以上韧性区仅分布于五莲县、费县和台儿庄区,低和较低韧性区范围收缩至沂源县、泰安市宁阳县和新泰市等

6 个县区。中等韧性区显著扩张并连接成片,临沂市、日照市、枣庄市的 14 个区县均由高、较高韧性和低、较低韧性调整至中等水平。

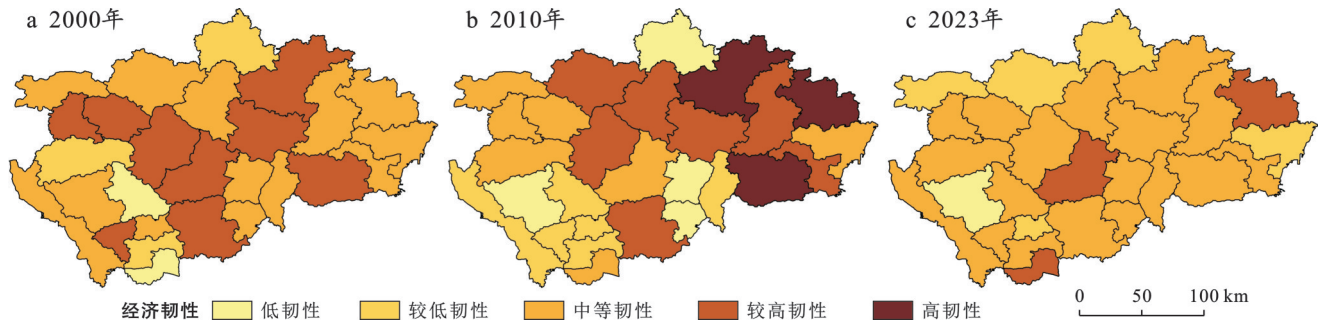


图 6 2000—2023 年沂蒙山区乡村生态韧性水平空间格局

Fig.6 Spatial patterns of rural ecological resilience in Yimeng mountainous area from 2000 to 2023

2.3 沂蒙山区县域乡村韧性时空分异的驱动因素

2.3.1 驱动因子探测

运用最优参数地理探测器模型因子探测模块分析 2000—2023 年沂蒙山区县域乡村韧性时空分异的关键驱动因子及其影响程度。研究结果(表 4)表明,沂蒙山区乡村韧性时空分异受自然环境、社会经济、区域政策等因素的共同影响,各驱动因子均通过 1% 水平的显著性检验。

表 4 2000—2023 年沂蒙山区乡村韧性驱动因子探测结果
Table 4 Detection results of rural resilience driving factors in Yimeng mountainous area from 2000 to 2023

驱动因子	2000 年		2010 年		2023 年	
	解释力	排序	解释力	排序	解释力	排序
年平均气温	0.421	9	0.538	5	0.467	10
年均降水量	0.350	14	0.485	9	0.352	13
海拔高程	0.405	10	0.491	8	0.454	11
坡度	0.486	6	0.595	3	0.502	7
土层厚度	0.359	13	0.257	13	0.469	9
非农从业人口比重	0.586	3	0.410	12	0.594	5
农业机械化水平	0.506	5	0.647	1	0.470	8
路网密度	0.427	8	0.458	10	0.540	6
建设用地比重	0.559	4	0.559	4	0.619	4
人均耕地面积	0.394	11	0.523	6	0.689	2
地均固定资产投资	0.623	2	0.510	7	0.706	1
地均财政收入	0.713	1	0.454	11	0.680	3
造林面积	0.473	7	0.640	2	0.349	14
自然保护区面积	0.366	12	0.215	14	0.438	12

(1) 自然环境因素。自然地理环境是沂蒙山区乡村韧性时空分异的宏观背景,确定了乡村韧性的初步格局。由表 4 可知,2000—2023 年,气候、地形、土壤条件均对沂蒙山区乡村韧性时空分异影响显著,其中坡度的影响强度最高。沂蒙山区以蒙山、沂

山为主体山脉,整体坡度多集中在 15°~45°,局部陡峭区域可达 70°以上,海拔高程与坡度因子通过改变水土资源的空间配置,对乡村“三生”空间的功能布局 and 承载能力具有显著的约束作用,在岱崮地貌区尤为突出。近山区域与平原过渡带在土壤肥力、植被类型和人类活动强度上存在显著差异,进一步加剧了乡村韧性的空间分异。

(2) 社会经济因素。社会经济因素是沂蒙山区乡村韧性时空分异的基本动力。表 4 表明,2000—2023 年,社会经济因素对乡村韧性的解释力最高,其中路网密度、建设用地比重、人均耕地面积的影响程度持续增强,驱动力分别由 2000 年的 0.427, 0.559, 0.394 提升到 2023 年的 0.540, 0.619, 0.689, 表明基础设施建设、人类活动强度和土地资源禀赋对乡村韧性发展具有重要作用。通过京沪高速改扩建及“村村通”工程建设,沂蒙山区乡村交通网络显著改善,加速了要素跨空间流动与整合;建设用地比重表征土地利用转型和城镇空间扩张,在快速城镇化驱动下,各县域因发展定位不同导致人类活动强度存在差异,进一步加剧了外部风险扰动分化,对乡村“三生”空间的无序挤压使其生态承载力下降;稳定的耕地资源禀赋不仅保障了农业生产稳定性和乡村经济基础韧性,还通过土地流转、规模经营等模式创新,促进乡村地域系统可持续健康发展。

(3) 区域政策因素。区域政策因素是沂蒙山区乡村韧性时空分异的重要推动力。2000—2023 年,政府财政支持和生态空间规模对沂蒙山区乡村韧性时空分异影响显著,地均固定资产投资和地均财政收入的影响程度最高,表明区域政策往往通过固定资产投资、政府财政收支以及扶贫助农政策的实施,影响乡村地区的服务供给能力和可持续发展潜力。2000—2023 年,沂蒙山区地均固定资产投资增长

28.4%，地均财政收入提升 16.1%，其中兰山区、罗庄区等产业集聚区因其区位优势，地均财政收入显著高于区域平均水平，为乡村韧性提升提供坚实的财政保障；而蒙阴县、平邑县等生态脆弱区，财政资金主要通过生态补偿、产业扶持等方式缓解资源匮乏对乡村发展的制约。

2.3.2 驱动因子交互探测

2000—2023 年，沂蒙山区自然环境因素与社会经济、区域政策因素的交互作用呈现非线性增强或双因子增强效应(图 7)。2000 年，年均降水量与坡度、年均降水量与路网密度、坡度与造林面积的交互作用对乡村韧性时空分异的解释力位居前三位，其影响力分别为 0.976,0.961,0.959。

沂蒙山区降水分布不均且暴雨频发，在坡度较大的岱崮地貌区，固体风化和高强度降水导致高坡度区域土壤流失。同时，山地丘陵区道路通达性不足，资源调配效率受限，进一步扩大了灾害损失。而在低坡度平原区，乡村具有排水系统和路网优势，可有效缓冲旱涝交替带来的扰动压力。在坡度较大的蒙阴县、沂源县，通过营造侧柏、刺槐为主的人工林，提高了土壤固持能力和生物多样性，形成差异化的韧性提升路径。

2010 年，年平均气温与年均降水量、年平均气温与地均固定资产投资、地均固定资产投资与造林面积的交互作用对乡村韧性时空分异的解释力位居前

三位，其影响力分别为 0.970,0.965,0.948。气候条件的胁迫效应对不同地区产生差异化影响，致使农业主产区作物减产风险上升；在生态保护区，加剧了植被生长的水分胁迫，引起乡村经济、生态子系统抗干扰能力的空间分化。而地均固定资产投资通过基础设施建设和生态修复工程，能够缓解农业损失，提高林地固碳能力和生态旅游收入，实现生态保护与经济发展的双赢。沂蒙山区财政支持呈现生态优先导向，重点实施荒山造林、水土保持和废弃工矿的生态复垦工程，这也与国家主体功能区规划中“重点生态功能区”的定位直接相关。

2023 年，年均降水量与土层厚度、路网密度与造林面积、非农从业人口比重与造林面积的交互作用对乡村韧性时空分异的解释力位居前三位，其影响力分别为 0.979,0.961,0.955。土层厚度的空间分异使得区域降水响应机制存在差异，土层较薄的山地丘陵区，降水集中时引发水土流失，干旱期土壤保水能力弱，导致林果减产；土层较厚的河谷平原区，降水盈余时通过地下水系统调蓄，干旱季节依托深厚土层保障作物产量稳定。高密度路网在推动生态旅游业发展的同时，通过旅游收益反哺森林管护，提升林地抚育强度和生态承载能力。非农从业人口比重体现乡村产业结构的转型程度，通过设立护林公益岗和引入企业碳汇造林项目，进而形成产业升级—生态投入—韧性增强的正向反馈循环。

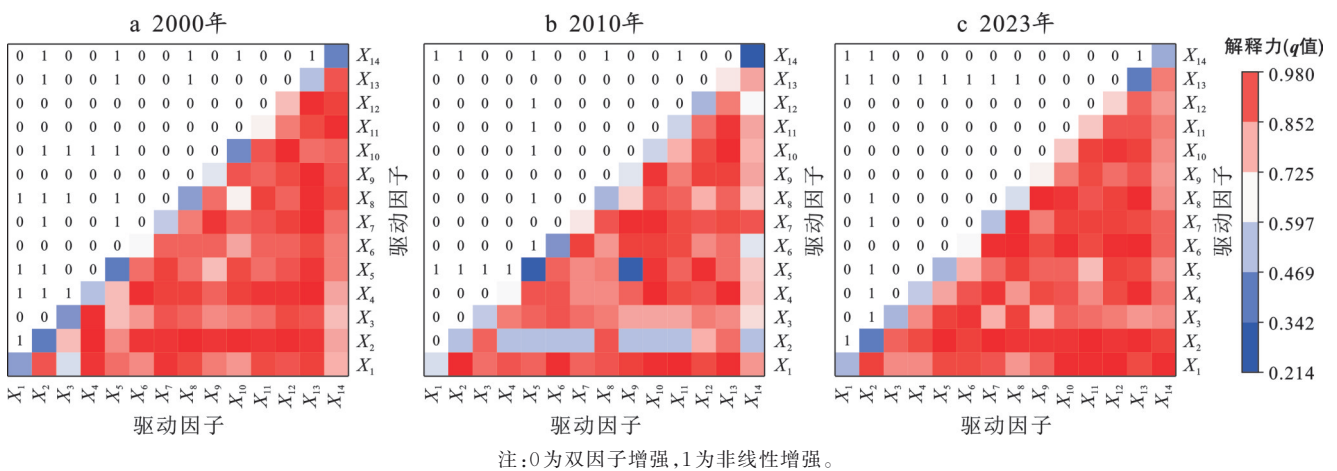


图 7 2000—2023 年沂蒙山区驱动因子交互作用探测结果

Fig.7 Driving factor interaction detection results in Yimeng mountainous area from 2000 to 2023

沂蒙山区县域乡村韧性时空分异受自然环境、社会经济、区域政策等因素的共同影响，自然环境因素与人文因素(社会经济因素、区域政策因素)的交互作用是驱动乡村韧性时空格局演化的关键动力(图 8)。沂蒙山区乡村韧性初期格局的形成，本质上是自然资源禀赋与早期人类活动适应性选择的耦合结果。随

着时间推移，社会经济因素的主导作用逐渐增强，通过影响乡村人口、产业、环境等要素之间的逻辑关系，推动韧性格局发生阶段性跃迁。而乡村振兴战略、生态修复工程等区域政策的介入，加速了要素重组与功能重构，持续改变乡村系统的抗干扰能力与自我修复路径，最终形成末期韧性的异质性特征。

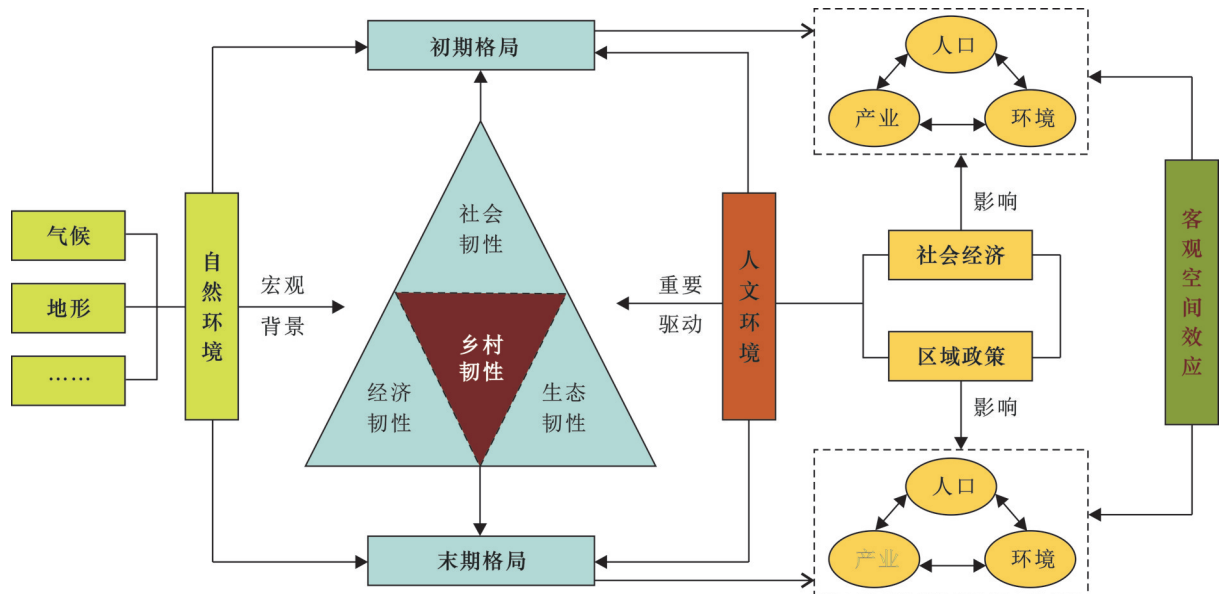


图8 2000—2023年沂蒙山区乡村韧性时空分异的驱动机制

Fig.8 Driving mechanism of spatio-temporal differentiation of rural resilience in Yimeng mountainous area from 2000 to 2023

3 讨论

改革开放以来,乡村地区受全球化、城镇化、工业化与市场化影响,必然要经历外部环境变化与内部要素重组的交织扰动。脆弱山区乡村在发展过程中虽已摆脱长期贫困的桎梏,但由于其抗干扰能力和恢复能力较差,仍面临着更为广泛、深刻的持续性风险^[26]。乡村韧性作为理解乡村“社会-经济-生态”系统可持续性的重要工具,生态持续、经济高效与社会和谐是其不可或缺的关键要素,为区域可持续发展提供新的研究视角。自然本底条件是构成乡村韧性的基础要素,对山区乡村韧性空间分异起到基础性作用^[26-27],这与本究中“自然地理环境是沂蒙山区乡村韧性时空分异的宏观背景”的观点基本一致。由于山区腹地环境封闭、交通不便,农户生计方式较为单一,乡村韧性水平相较其他地区偏低,这与白玉玲等^[28]所得出的结论一致。在区域工业化与生态文明建设协同作用下,沂蒙山区乡村韧性演变呈现阶段性波动特征。2000—2010年处于区域工业化初期,受粗放型发展模式影响,沂蒙山区社会、经济、生态韧性呈现同步下降态势。而2010—2023年,资源型产业的大规模扩张与快速城镇化推动区域发展模式深度转型,矿产资源高强度开发,建设用地无序扩张,加剧了资源消耗。虽然社会、经济韧性有所提高,但生态韧性急剧下降,凸显出经济增长与生态保护之间的权衡困境。这与杨桂红等^[29]提出的经济增长对环境发展的促进作用呈“N”形动态演进的观点相契合,即工业化中期阶段经济增长往往伴随环境质

量的加速恶化,需跨越“环境库兹涅茨曲线”拐点后方能实现协同发展。由此可见,乡村韧性提升需突破单一维度优化局限,构建以生态韧性为基础、经济韧性为关键、社会韧性为根本的协同提升机制(图9)。同时,各因素对乡村韧性的作用路径与影响程度存在显著差异,最终致使乡村区域发展呈现不平衡态势。祝文婷等^[30]提出受自然本底条件、经济发展水平及政策制度因素的综合影响,生产韧性与生态韧性呈现空间“错位”分布特征,这与本研究结论大致相同。资明贵等^[26]指出乡村内生动力是韧性水平空间分异的关键因素,乡村发展潜力是推动系统潜能持续提升、能力强化的核心动力。然而,革命老区因其独特的发展历史与功能定位,区域政策因素在韧性水平的空间分异中发挥着更为显著的作用。区域政策在资源配置、产业扶持、基础设施建设等方面的导向,与社会经济因素相辅相成,可全方位提升革命老区背景下的山区乡村韧性。

本研究选取2000,2010和2023年作为关键时间节点测度沂蒙山区乡村韧性水平,深度契合国家区域发展战略演进轨迹与沂蒙山区乡村转型的阶段性特征,旨在通过中长时间序列分析揭示不同县域乡村韧性的时空格局和演进趋势,厘清乡村发展困境的同时,利用最优参数地理探测器识别不同地理要素对乡村韧性时空分异的影响,探析自然环境、社会经济和区域政策等内外部要素相互作用机理,为揭示脆弱山区乡村抵御内外部扰动的响应方式、调控方向提供理论依据和实践思路。基于数据精度差异,本研究仍存在一些不足。①韧性评价体系缺乏对农户

个体或家庭层面等微观主体的具体分析,如农户生计方式、受教育水平、健康状况等对乡村韧性的影响,未来将通过实地调研和居民访谈对评价指标体系加以修正。②缺乏对沂蒙山区的自然灾害、历史文化以及人口结构等指标的评估,未具体探讨互联网普及、电商平台应用等信息化建设对乡村韧性的重要作用。随着数字乡村的发展,信息技术已成为提升乡村韧性的关键因素之一,未来将针对不同类型、功能的乡村进行韧性异质性分析。

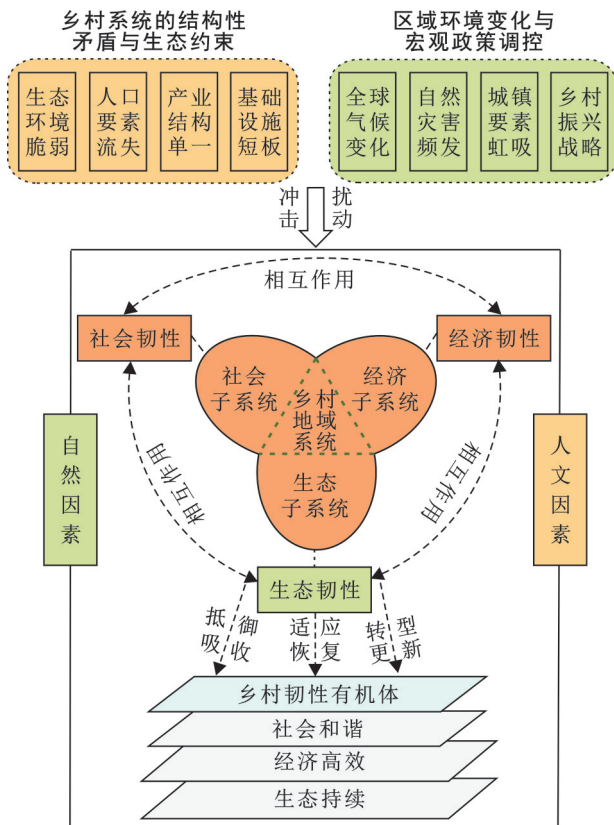


图9 沂蒙山区乡村韧性发展框架图

Fig.9 Frame diagram of rural resilience development in Yimeng mountainous area

4 结论与建议

4.1 结论

(1) 2000—2023年沂蒙山区县域乡村韧性水平呈现先下降后提升的波动态势,总体处于中等水平;基本呈现东西高,中部低的空间格局,高和较高韧性区向西部收缩,而低和较低韧性区由中部向四周扩散。

(2) 2000—2023年沂蒙山区社会韧性呈现先下降后上升的变化趋势,经济韧性呈现先降后升,西高东低的分布格局,生态韧性呈现持续衰减态势,且衰减速率显著加快。

(3) 沂蒙山区乡村韧性时空分异受自然环境、社会经济、区域政策等因素的共同影响。地均固定资产投资和地均财政收入的影响程度最高,路网密度、建设用地比重、人均耕地面积的影响程度持续增强,各驱动因素的交互作用呈现非线性增强或双因子增强效应。

4.2 建议

沂蒙山区地理环境复杂,生态敏感度高,乡村经济发展滞后、动力欠缺,亟待系统性韧性提升策略以打造社会、经济、生态三者协同发展的“韧性有机体”。结合沂蒙山区县域乡村社会、经济、生态韧性的协调状况与影响因素。

(1) 对于微山县、岚山区等经济韧性较高、社会韧性较低的地区,应当培育农产品加工龙头企业,延伸产业价值链条,引导产业收益反哺农村公共服务;加大县域医疗共同体建设投入,通过完善基层医疗机构基础设施,建立城乡医疗人才对口帮扶机制等措施,提升医疗卫生服务可及性与质量;实施农村电网升级改造工程,为乡村产业升级和人居环境改善提供能源保障。

(2) 对于滕州市、邹城市等经济韧性较高,生态韧性较低的地区,应当推动传统农业向生态循环农业转型,培育有机农产品加工、生态观光农业等低污染产业;重点管控农业秸秆焚烧,畜禽养殖废弃物无序排放及县域工业散源污染,从源头降低产业活动的生态干扰。

(3) 对于沂南县、莒南县等生态韧性较高、社会韧性较低的地区,应当推进城乡融合发展,通过产业园区共建、公共服务共享,提升城镇集聚能力;构建城乡教育协同发展机制,定向培养适应乡村产业发展的技术人才;依托生态资源禀赋,发展绿色农产品加工、生态旅游等特色产业,以产业升级吸纳人口集聚。

(4) 沂蒙山区乡村生态韧性总体较高,社会、经济韧性偏低。在区域政策方面,应重点支持乡村公共服务升级、数字乡村建设及民生保障项目,以财政投入撬动社会资本参与乡村发展。在社会经济方面,推动城乡交通一体化网络建设,在保障生态空间的前提下优化城乡建设用地结构,促进产村融合发展;通过土地流转规模化经营、农业科技推广及产业链延伸,提升耕地资源对乡村经济韧性的支撑能力,构建生态优势转化为社会、经济韧性的可持续路径。

参考文献(References)

[1] Li Yuheng. A systematic review of rural resilience [J].

- China Agricultural Economic Review, 2023, 15(1): 66-77.
- [2] 田健, 眭长清, 曾穗平, 等. 山地乡村人居环境系统韧性的空间分异机制与优化策略: 以西藏昌都为例[J]. 上海城市规划, 2023, 2(2): 29-37.
Tian Jian, Sui Changqing, Zeng Suiping, et al. Spatial differentiation mechanisms and optimization strategies of mountainous rural human settlements system resilience: A case study of Changdu, Tibet [J]. Shanghai Urban Planning Review, 2023, 2(2): 29-37.
- [3] Valizadeh N, Ghazani E, Akbari M, et al. How do collective efficiency and norms influence the social resilience of Iranian villagers against the COVID-19? the mediating role of social leadership [J]. Frontiers in Public Health, 2022, 10: 861325.
- [4] 李琳, 朱玉春. 中国数字乡村治理韧性的时空演变与影响因素研究[J]. 统计与决策, 2024, 40(18): 52-57.
Li Lin, Zhu Yuchun. Temporal and spatial evolution and influencing factors of the resilience of digital village governance in China [J]. Statistics & Decision, 2024, 40(18): 52-57.
- [5] 曹开军, 龙顺发. 新疆乡村经济韧性时空演变及影响因素研究[J]. 人文地理, 2025, 40(1): 89-100.
Cao Kaijun, Long Shunfa. Spatial-temporal pattern and influencing factors of rural economic resilience in Xinjiang Uygur Autonomous Region [J]. Human Geography, 2025, 40(1): 89-100.
- [6] 唐欣, 谢诗蕾. 乡村经济韧性的时空分布及组态影响因素[J]. 深圳大学学报(人文社会科学版), 2023, 40(5): 78-87.
Tang Xin, Xie Shilei. Spatio-temporal distribution and configuration influencing factors of rural economic resilience [J]. Journal of Shenzhen University (Humanities & Social Sciences), 2023, 40(5): 78-87.
- [7] Xie Xiaoling, Zhou Gaonan, Yu Shibao. Study on rural ecological resilience measurement and optimization strategy based on PSR: Taking Weiyuan in Gansu Province as an example [J]. Sustainability, 2023, 15(6): 5462.
- [8] 任洪杰, 李辉尚. 中国乡村生态韧性时空演变特征及影响因素探究[J]. 干旱区地理, 2024, 47(11): 1915-1923.
Ren Hongjie, Li Huishang. Spatial and temporal evolution characteristics and influencing factors of rural ecological resilience in China [J]. Arid Land Geography, 2024, 47(11): 1915-1923.
- [9] 李东麟, 廖和平, 郑萧, 等. 西南丘陵山区乡村经济韧性测度及空间格局研究: 以重庆市为例[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2022, 44(11): 13-24.
Li Donglin, Liao Heping, Zheng Xiao, et al. Study on the measurement and spatial pattern of rural economic resilience in hilly and mountainous areas of southwest China: A case study of Chongqing [J]. Journal of Southwest University (Natural Science Edition), 2022, 44(11): 13-24.
- [10] Li Hanbing, Jin Xiaobin, Liu Jing, et al. Analytical framework for integrating resources, morphology, and function of rural system resilience: An empirical study of 386 villages [J]. Journal of Cleaner Production, 2022, 365: 132738.
- [11] 王亚男, 吕晓, 张学波. 农户视角下乡村感知韧性的作用机制及提升路径: 以山东省曲阜市为例[J]. 地理学报, 2024, 79(2): 321-336.
Wang Yanan, Lyu Xiao, Zhang Xuebo. The mechanism and improvement path of rural perceived resilience from the perspective of farmers: A case study of Qufu City, Shandong Province [J]. Acta Geographica Sinica, 2024, 79(2): 321-336.
- [12] 王彩丽, 闫绪娴. 中国乡村韧性时空分异及障碍因子诊断[J]. 经济问题, 2022(10): 91-97.
Wang Caili, Yan Xuxian. Spatio-temporal variation of rural resilience in China and diagnosis of its obstacle factors [J]. On Economic Problems, 2022(10): 91-97.
- [13] 王成, 吴昕玥. 重庆市乡村生产空间系统韧性扰动因素的空间效应及作用关系[J]. 资源科学, 2022, 44(8): 1604-1614.
Wang Cheng, Wu Xinyue. Spatial effect and relationship of disturbances to the resilience of rural production spatial system in Chongqing Municipality [J]. Resources Science, 2022, 44(8): 1604-1614.
- [14] 宋关东, 唐承丽, 周国华. 基于县域尺度的乡村韧性测量及其影响因素分析: 以湖南省为例[J]. 世界地理研究, 2024, 33(6): 128-140.
Song Guandong, Tang Chengli, Zhou Guohua. Analysis of rural resilience measurement and its influencing factors based on county scale: A case study of Hunan Province [J]. World Regional Studies, 2024, 33(6): 128-140.
- [15] Levesque V R, Bell K P, Johnson E S. The role of municipal digital services in advancing rural resilience [J]. Government Information Quarterly, 2024, 41(1): 101883.
- [16] 张少尧, 邓伟, 胡茂桂, 等. 山区过渡性地理空间人文自然交互性识别与分异解析[J]. 地理学报, 2022, 77(5): 1225-1243.
Zhang Shaoyao, Deng Wei, Hu Maogui, et al. Identification and differentiation of human-nature interaction in mountainous transitional geospace of China [J]. Acta Geographica Sinica, 2022, 77(5): 1225-1243.
- [17] 李晋, 戴旭宏. 脱贫摘帽后原深贫山区乡村的经济韧性建构: 以四川省凉山州卢家营盘村为例[J]. 农村经济, 2021(11): 45-52.

- Li Jin, Dai Xuhong. Construction of economic resilience in the former deep-poor mountainous villages after getting rid of poverty: A case study of Lujiayingpan village in Liangshan Prefecture, Sichuan Province [J]. *Rural Economy*, 2021(11):45-52.
- [18] 吴元飞,刘梦颖,田兵伟,等.山地乡村社区灾害韧性评价:以凉山州安宁河流域典型代表性乡村为例[J].*热带地理*,2025,45(4):704-718.
- Wu Yuanfei, Liu Mengying, Tian Bingwei, et al. Disaster resilience evaluation of mountainous rural communities: A case study of representative villages in the Anning River basin, Liangshan Prefecture [J]. *Tropical Geography*, 2025,45(4):704-718.
- [19] García I. Beyond urban-centered responses: Overcoming challenges to build disaster resilience and long-term sustainability in rural areas [J]. *Sustainability*, 2024, 16(11):4373.
- [20] Zhu Siji, Sun Jun, Wu Yingmei, et al. Vertical spatial differentiation and influencing factors of rural livelihood resilience: Evidence from the mountainous areas of southwest China [J]. *Agriculture*, 2024, 14(8):1295.
- [21] Lecegui A, Olaizola A M, López-i-Gelats F, et al. Implementing the livelihood resilience framework: An indicator-based model for assessing mountain pastoral farming systems [J]. *Agricultural Systems*, 2022, 199: 103405.
- [22] 齐斐,张春强,刘霞,等.基于M-K检验和地统计分析的沂蒙山区降雨侵蚀力时空变化趋势研究[J].*水土保持通报*,2021,41(5):146-153.
- Qi Fei, Zhang Chunqiang, Liu Xia, et al. Spatiotemporal variation trend analysis of rainfall erosivity in Yimeng Mountain Region based on M-K test and geostatistical analysis [J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2021,41(5):146-153.
- [23] Zhang Ruoyan, Yuan Yuan, Li Hongbo, et al. Improving the framework for analyzing community resilience to understand rural revitalization pathways in China [J]. *Journal of Rural Studies*, 2022, 94:287-294.
- [24] Cui Zhizhen, Li Erling, Li Yuheng, et al. The impact of poverty alleviation policies on rural economic resilience in impoverished areas: A case study of Lankao County, China [J]. *Journal of Rural Studies*, 2023, 99: 92-106.
- [25] 高钰桔,毛志睿,陈笑葵,等.元阳哈尼梯田遗产乡村聚落韧性测度及优化策略:以多依树村为例[J].*经济地理*,2023,43(8):220-228.
- Gao Yujie, Mao Zhirui, Chen Xiaokui, et al. Resilience measurement of rural settlement in Hani terrace field heritage in Yuanyang and its optimization strategy: A case study of Duoyishu village [J]. *Economic Geography*, 2023,43(8):220-228.
- [26] 资明贵,周怡,罗静,等.山区乡村地域系统韧性测度及影响因素研究:以大别山区罗田县为例[J].*地理科学进展*,2022,41(10):1819-1832.
- Zi Minggui, Zhou Yi, Luo Jing, et al. Measurement and influencing factors of rural regional system resilience in mountainous areas: A case study of Luotian County in the Dabie Mountains [J]. *Progress in Geography*, 2022,41(10):1819-1832.
- [27] 李诗涵,陈秋霞,许章华,等.福州都市圈社会经济水平与生态环境韧性的时空演化及耦合协调性[J].*水土保持通报*,2023,43(6):311-323.
- Li Shihan, Chen Qiuxia, Xu Zhanghua, et al. Spatio-temporal evolution and coupling coordination of socio-economic level and ecological resilience in Fuzhou metropolitan area [J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2023,43(6):311-323.
- [28] 白玉玲,陈佳,尹莎,等.乡村振兴背景下脱贫山区乡村韧性演变及影响因素:以陕南秦巴山区为例[J].*生态学报*,2024,44(19):8798-8811.
- Bai Yuling, Chen Jia, Yin Sha, et al. Evolution and influencing factors of rural resilience in poverty alleviation Qinling-Daba Mountains areas under the background of rural revitalization [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2024,44(19):8798-8811.
- [29] 杨桂红,彭立,张慧娟,等.“经济-绿色-环境”协调发展水平测度及动态交互关系:基于四川省21个市州数据的实证分析[J].*山地学报*,2024,42(6):865-879.
- Yang Guihong, Peng Li, Zhang Huijuan, et al. On the measurement of coordinated development level of economy-green-environment and their dynamic interaction relationships: An empirical analysis of 21 cities/prefectures in Sichuan Province, China [J]. *Mountain Research*, 2024,42(6):865-879.
- [30] 祝文婷,韦燕飞,李文辉,等.“三生”视角下的西江流域(广西段)乡村韧性时空分异特征[J].*水土保持研究*,2023,30(4):438-446.
- Zhu Wenting, Wei Yanfei, Li Wenhui, et al. Spatio-temporal differentiation characteristics of rural resilience in the Xijiang River basin (Guangxi section) from the perspective of production-living-ecology [J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2023,30(4):438-446.