

引用格式: 吴成凤, 闵婕, 翁才银, 信桂新. 生态脆弱山区农村居民点安全韧性评价及空间优化——以重庆市秀山县土家族苗族自治县隘口镇为例[J]. 山地学报, 2023, 41(2): 266-279.

WU Chengfeng, MIN Jie, WENG Caiyin, XIN Guixin. Safety resilience and spatial optimization of rural settlements in ecologically fragile mountainous areas: A case study of Aikou town, Xiushan Tujia and Miao Autonomous County, Chongqing, China [J]. Mountain Research, 2023, 41(2): 266-279.

生态脆弱山区农村居民点安全韧性评价及空间优化 ——以重庆市秀山土家族苗族自治县隘口镇为例

吴成凤^{1a}, 闵婕^{1a,1b,1c*}, 翁才银^{1a,1b,1c}, 信桂新²

(1. 重庆师范大学 a. 地理与旅游学院; b. GIS 应用研究重庆市高校重点实验室; c. 三峡库区地表过程与
环境遥感重庆市重点实验室, 重庆 401331; 2. 长江师范学院 武陵山区特色资源开发与利用研究中心, 重庆 408100)

摘要: 生态脆弱山区农村居民点空间布局优化, 是巩固脱贫攻坚成果与乡村振兴有效衔接的重要路径。目前生态脆弱山区中的集中连片特困区缺乏相关研究以供参考, 且已有关于乡村韧性的研究较少以安全韧性为视角对农村居民点的空间布局进行优化, 缺乏对安全韧性概念的解析以及对特色区域的研究。本文以生态脆弱山区的秀山县隘口镇为例, 基于 ArcGIS 和 Fragstats4.2 平台, 运用景观格局指数、核密度分析法和安全韧性评价模型, 分析农村居民点空间分布现状, 测度农村居民点安全韧性等级, 结合安全韧性等级、村规、地灾防范点及村域实际情况, 优化农村居民点空间布局, 提出发展建议。结果表明: (1) 隘口镇农村居民点分布现状与地势走向基本一致, 且数量多、面积小、集中度低; (2) 农村居民点安全韧性水平整体较高, 呈东北高、西南低的分布态势, 韧性水平为极安全和安全的斑块 744 个, 占斑块总数的 41.10%; (3) 优化后的隘口镇农村居民点可分为城乡融合型、集聚提升型、保留发展型、特色保护型(生态保护和特色产业)及搬迁撤并型等 5 种类型。将安全韧性评价方法与研究区农村居民点空间优化分区相结合, 可为提升生态脆弱山区农村居民的居住安全、有效巩固脱贫攻坚成果提供科学参考。

关键词: 脱贫攻坚; 安全韧性; 农村居民点; 空间优化; 重庆隘口镇

中图分类号: K901.8

文献标志码: A

农村居民点承载着农村人口的社会经济活动, 是乡村人地关系的核心^[1], 其空间布局优化有利于提高农村土地集约化水平, 对脱贫攻坚成果的巩固与乡村振兴有效衔接具有重要作用^[2]。中国农村地区面积广阔、农村人口众多, 农村居民点是农村社会组织和经济发展的基本空间单元, 其安全韧性与农村居民点的发展布局、农村人口的生存及生活质量紧密关联, 是巩固脱贫攻坚成果面临的重要挑战

之一^[3]。近年来, 通过脱贫攻坚战, 广大生态脆弱山区尤其是深度贫困地区摆脱了长期贫困, 但由于其抗干扰能力和恢复能力较差^[4], 当地农户的生产生活仍然面临着内外部风险扰动和经济社会转型变化等多重考验, 需要综合研究其所受风险冲突, 提升抵御和转化风险的能力^[5]。在生态脆弱山区开展农村居民点安全韧性评估与空间布局优化, 对提升其独立应对风险挑战的能力具有重要意义。

收稿日期 (Received date): 2022-07-27; **改回时间** (Accepted date): 2023-04-21

基金项目 (Foundation item): 国家自然科学基金(42071277, 41501582); 重庆市教委科学技术研究项目(KJQN201800519)。[National Natural Science Foundation of China (42071277, 41501582); Science and Technology Project Affiliated to the Education Department of Chongqing Municipality (KJQN201800519)]

作者简介 (Biography): 吴成凤(1999-), 女, 重庆开州人, 硕士研究生, 主要研究方向: 乡村地理。[WU Chengfeng (1999-), female, born in Kaizhou, Chongqing, M. Sc. candidate, research on rural geography] E-mail: 2021110514070@stu.cqnu.edu.cn

*** 通讯作者** (Corresponding author): 闵婕(1978-), 女, 博士, 教授, 主要研究方向: 土地利用与地理信息系统应用。[MIN Jie (1978-), female, Ph. D., professor, research on land use and application of geographic information system] E-mail: tmtminjie@cqnu.edu.cn

国外学者较早对农村居民点进行研究,研究视角主要为空间布局与重构,研究区主要集中在近郊地区,注重其对随着经济社会发展而亟需解决的“城市病”的缓冲作用^[6]。国内相关研究起步较晚,研究方向包括农村居民点空间分布^[7-8]、空间发展变化的驱动因子^[9-11]、空间演变格局^[12-14]、空间重构^[15-16]、空间布局优化^[4,17]等;研究方法有点轴理论^[18]、空间分析^[3,13]、引力模型^[19]、Voronoi 图^[20]、居住场势^[21]等;研究尺度囊括了村、镇、县、市域等层级,极大的丰富了农村居民点相关研究。目前国内学者已将韧性理论与乡村地理相关研究相结合^[3,22-23],安全韧性理论作为一种新的视角也被引用到农村居民点布局优化中来^[24],这为优化农村居民点空间布局、提升农村居民点抗风险能力、促进农村居民点转型发展有重要作用。但仍存在以下不足:(1)目前国内关于乡村地理的韧性研究,多聚焦于乡村地域的经济韧性^[4]、生产空间系统韧性^[25]、地域系统韧性、综合韧性^[22,26]等视角,较少从安全韧性视角对农村居民点展开研究;(2)现有对农村居民点安全性相关的研究,多将自然灾害防护与治理等同于安全韧性,对安全韧性概念内涵的深层解析不够,对二者的差异考虑较少。

重庆秀山土家族苗族自治县(简称秀山县)位于武陵山区集中连片特困地区,1986 年被确定为国家定点贫困县,2017 年正式退出国家扶贫工作重点县,迈入稳定脱贫与乡村振兴有效衔接的行列。隘口镇是秀山县脱贫工作中的重点镇、特色镇,得益于国家扶贫工作的扶持,依托“电商+产业”的发展模式摆脱了长期贫困,但由于其身处武陵山区生态脆弱区,稳定脱贫的道路上面临着诸多风险和挑战,亟待提升农村居民点安全韧性以应对内外部冲击和扰动。本研究以重庆市秀山县隘口镇为例,引入安全韧性理论,基于已有研究^[24]从安全韧性理论内涵和特征的重构视角构建评价指标体系,结合村规划及农民主体意愿,优化农村居民点空间布局,针对不同优化类型,提出相关建议,以期为提升生态脆弱山区农村居民居住安全、巩固脱贫攻坚成果、助力乡村振兴提供借鉴。

1 研究区概况

隘口镇位于渝东南武陵山区,曾是重庆市 18 个

深度贫困乡镇之一,该地区山高、坡陡,土地石漠化严重,是重庆生态环境最脆弱的区域,也是生态脆弱山区中典型的深度贫困镇。隘口镇位于秀山县西南部、武陵山二级隆起带南段,地势西南高、东北低,海拔 500~800 m,为石灰地质,褶皱断层明显。具有显著的亚热带季风性气候区的特点,气候温和多雨,动植物资源丰富。该镇距县城 25 km,幅员面积 133.5 km²,辖 11 个村(居)、81 个村(居)民小组、7479 户 24 607 人,外出半年以上务工人口约 13 077 人,以发展农副产品加工业和乡村休闲旅游为主。人口流动较大,农村“空心化”、人口老龄化问题严重,加之农村居民点分布较零散、连接度较差,生态环境脆弱,导致隘口镇农村居民点易受突发风险影响,亟待提升其安全韧性水平。

2 数据与方法

2.1 数据来源

本研究使用的数据主要有以下 5 个方面:(1)土地利用数据来源于秀山县隘口镇“第三次全国国土调查”数据库,以数据库中的斑块利用分类属性为对象提取隘口镇农村居民点基础数据,共 1810 个图斑;(2)学校、卫生室、产业和政府驻地等 POI 数据利用高德地图获取;(3)通过地理空间数据云获取秀山县 DEM 数据,精度为 30 m,对研究区高程、坡度和坡向数据进行提取;(4)规划数据来源于秀山土家族苗族自治县人民政府以及隘口镇政府^[27-29];(5)农村居民点相关的社会经济数据通过 2021 年秀山县统计年鉴、隘口镇镇村现状报告和农经报表整理得到。

2.2 评价指标体系构建及赋权

2.2.1 评价指标体系构建

韧性概念最初由生态学家 HOLLING^[30]应用于生态学领域,后来逐渐延伸至工程学、城乡规划学、地理学等学科中。近年来,学者对乡村地区的韧性关注度上升,乡村韧性可作为乡村发展的“质检仪”和可持续发展的“导向标”^[31]。安全韧性理论强调系统在抵抗外来风险不被损毁的基础上,能够自我调适和学习,进而提升系统的自组织能力和抵御能力,实现新一轮的发展^[22],能够很好地诠释乡村地域在面对内外部扰动和冲击时的反应与转化能力,为研究乡村系统转变与乡村振兴和可持续发展的关

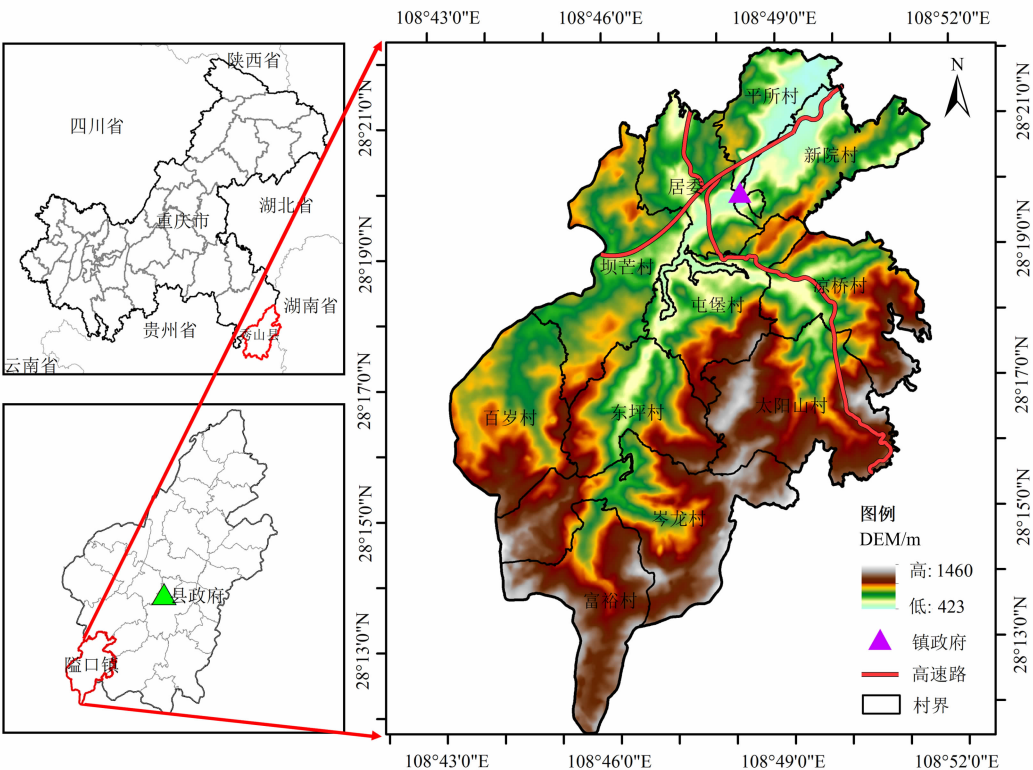


图 1 研究区示意图

Fig. 1 Diagram of study area

系提供新视角^[23]。

当前,国内外风险事件频发,更多学者开始关注社区安全韧性问题,生态脆弱山区的农村居民点,较其他地区的农村居民点和城市社区来说,内外部环境更加复杂,当地生态系统结构不稳定,对环境变化的承受能力较弱,外界扰动容易造成地域环境和社会经济的退化演替,加之修复能力弱,修复时间长^[32],对居民点的自身条件、发展潜力、适应能力和当地居民的组织能力提出了更高的要求。现有研究多以乡村社区等单一要素为研究对象,从乡村发展“能力”和修复“过程”等视角对安全韧性进行定义,对其内涵解析尚未达成共识。因此,本文结合生态脆弱山区的典型特征,对安全韧性理论进行定义,即农村居民点系统在面对内外部风险扰动时,其自身发展条件和潜力能够满足当地农户和社会组织独立采取措施以应对冲击,化风险扰动为机遇,对系统进行修复和发展,主要包括防御、适应、恢复和再发展 4 个阶段。本文参考邹亚锋等^[24]对农村居民点安全韧性的定义及解析,结合数据的可获得性,从农村居民点防御

阶段的适宜性、恢复阶段的冗余度、适应阶段的适应性以及贯穿全过程的自组织性 4 个维度构建评价指标体系(表 1),以探析生态脆弱山区农村居民点在面对内外风险时的独立自主和危机转化能力,进而促进系统的发展转型。

防御阶段着重考验系统在生产、生活和自然环境等方面的适宜性。其中生产适宜性以影响农村居民点生产活动的耕地、产业和水源为对象,测算其与农村居民点的距离;以距卫生室、学校、道路和建制镇距离表征生活适宜性;自然环境适宜性必须关注坡度、植被覆盖度和自然灾害情况。其中植被覆盖度为正向指标,指标数值越高,其适宜性程度越高;其他指标均为负向指标,值越小,适宜性程度越高。

恢复阶段的冗余度主要体现为系统的恢复力和抗干扰性,其中农户收入来源多样性、人均粮食产量、村镇人民可支配收入越高,应对外界变化和风险的能力越强,恢复正常生产生活活动的速度越快;同时,农村居民点连接度越高、交通网络密度越大,其抗干扰能力越强。

表 1 农村居民点安全韧性评价指标
Tab. 1 Evaluation index of safety resilience of rural settlements

目标层	准则层	因素层	指标层	熵值法权重	层次分析法权重	最终权重	指向
农村居民点安全韧性评价	适宜性	生产适宜性	距耕地距离	0.022	0.022	0.022	-
			距产业距离	0.031	0.017	0.024	-
			距水源距离	0.024	0.021	0.023	-
		生活适宜性	距卫生室距离	0.036	0.009	0.023	-
			距学校距离	0.036	0.009	0.023	-
			距道路距离	0.031	0.024	0.028	-
			距建制镇距离	0.034	0.018	0.026	-
		自然环境适宜性	坡度	0.048	0.032	0.040	-
			植被覆盖度	0.030	0.024	0.027	+
			自然灾害	0.029	0.024	0.026	-
	冗余度	恢复力	农户收入来源多样性	0.043	0.060	0.052	+
			人均粮食产量	0.033	0.045	0.039	+
			村镇居民人均可支配收入	0.116	0.045	0.081	+
		抗干扰性	农村居民点连接度	0.060	0.090	0.075	+
			交通网络密度	0.029	0.060	0.045	+
	适应性	可变性	未利用地面积	0.090	0.165	0.127	+
		创新性	高中文化水平率	0.077	0.054	0.066	+
			教育、科技、文体和传媒支出占比	0.020	0.081	0.050	+
	自组织性	开放性	村民上访数	0.042	0.060	0.051	-
		协同性	社会组织对农村公共事务影响状况	0.076	0.080	0.078	+
		非线性	村民公共事务参与度	0.065	0.060	0.062	+

注：- 为负向指标，指标数值越大，其负向影响越大；+ 为正向指标，指标数值越大，其正向影响越大。

适应阶段的适应性主要体现为系统的可变性和创新性，其中未利用地面积越大，在面对外界环境变化时，所能做出的随机变动行为越强，高中文化水平率越高、用于文娱传媒费用越多，其所接触到的创新性信息越多，创新能力越强。

作为贯穿系统生存发展全过程的自组织能力，主要体现在村民主体的行为上，包括村民上访数、社会组织和村民主体对村内公共事务的影响程度，强调村民在安全韧性系统中的主体性、积极性、协同性和自组织能力。

2.2.2 评价指标权重确定

由于安全韧性指标数量多、维度广，需要采用极差标准化法对指标进行无量纲处理。为了降低层次分析法赋权的主观性和熵值法关于数据缺失的影响，结合两种方法加权确定权重，进一步保证农村居

民点安全韧性度计算结果的客观性和合理性。

(1) 指标标准化

正向指标：

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \min X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} \quad (1)$$

负向指标：

$$Z_{ij} = \frac{\max X_{ij} - X_{ij}}{\max X_{ij} - \min X_{ij}} \quad (2)$$

式中， Z_{ij} 为第 j 个评价对象第 i 项指标标准化后的值； X_{ij} 为第 j 个评价对象第 i 项指标的初始值。

(2) 确定指标权重

本文从主客观两个层面对指标确权，对于两种方法无偏好性，可采用偏好系数 $\mu = 0.5$ 计算各项指标：

$$W_j = \mu L_j + (1 - \mu) Q_j \quad (3)$$

式中， W_j 为最终确定权重； j 为第 j 项指标； Q_j 为层

次分析法所得的 j 指标的权重; L_j 为熵值法计算所得的 j 项指标的权重。

2.3 研究方法

2.3.1 核密度分析法

利用 ArcGIS 核密度分析工具计算要素在一定范围内的密度,以表征农村居民点空间布局特征,核密度值越高,居民点分布密度越大。表达式为:

$$k(x) = \frac{1}{nk} \sum_i k\left(\frac{x - x_i}{h}\right) \quad (4)$$

式中, $k(x)$ 为核函数; $x - x_i$ 为估计点 x 到样本 x_i 处的距离(m); h 为搜索半径(m),恒大于 0, h 值越大,密度的光滑度越高, h 越小,密度变化越不平整; n 为斑块数量(个)。

2.3.2 景观格局指数分析

景观格局指数通过对图斑面积、周长、位置等基本属性进行分析,进而描述研究对象的形态特征及分布规律等地理意义,利用景观格局指数可定量计算研究区农村居民点的空间结构及特征, Fragstats 4.2 软件有大量可供选择的指标,结合隘口镇农村居民点具体情况,选取了斑块面积(CA)和斑块数量(NP)、斑块密度(PD)、斑块分维数(PAFRAC)和景观形态(LSI)分别表征农村居民点规模特征、分布特征及斑块形状特征。

2.3.3 农村居民点安全韧性度评价模型

(1) 准则层指标包括适宜性 F_i 、冗余度 R_i 、适应性 T_i 、自组织性 U_i , F_{ij} 、 R_{ij} 、 T_{ij} 、 U_{ij} 分别表示适宜性、冗余度、适应性和自组织性的指标经过标准化后的

加权总和, W_j 表示各指标层的权重,表达式如下:

$$F_i = \sum_{j=1}^m F_{ij} W_j \quad (5)$$

$$R_i = \sum_{j=1}^m R_{ij} W_j \quad (6)$$

$$T_i = \sum_{j=1}^m T_{ij} W_j \quad (7)$$

$$U_i = \sum_{j=1}^m U_{ij} W_j \quad (8)$$

(2) 本文从安全韧性四大特征出发构建评价指标体系,且与其成正相关,各准则层指标权重为 S_{ij} , 因此农村居民点安全韧性度等级 Q_i 计算如下:

$$Q_i = S_{ij}(F_i + R_i + T_i + U_i) \quad (9)$$

2.3.4 农村居民点空间布局优化

在确定各指标权重的基础上,利用 ArcGIS10.2 对基础数据进行空间处理,得到农村居民点安全韧性值,利用自然断点法划分 4 个等级,分别为极安全、安全、一般安全、不安全。基于农村居民点斑块安全韧性等级,结合《国家乡村振兴战略规划(2018—2022 年)》,充分考虑隘口镇村庄现状和发展规划内容,对农村居民点空间布局进行优化,划分为 5 种优化类型。划分原则如图 2 所示。

3 结果分析

3.1 农村居民点现状分析

3.1.1 空间布局分析

本文基于 ArcGIS10.2 平台的核密度分析工具,

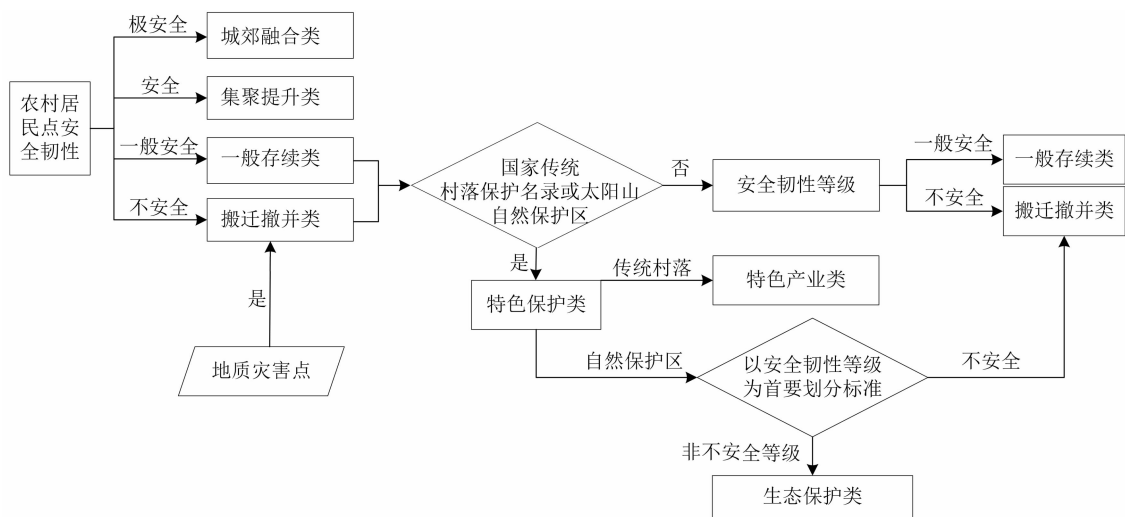


图 2 农村居民点空间布局优化流程

Fig. 2 Rural residential space layout optimization flow chart

以 1000 m 为搜索半径对隘口镇农村居民点现状空间布局形态进行研究,对核密度分析结果以自然断点法划分为 0 ~ 8、8 ~ 16、16 ~ 27、27 ~ 43、43 ~ 70 个/hm² 5 个级别,分析结果如表 2 和图 3 所示。从总体看,隘口镇农村居民点分布较为集中,多分布于镇域以北的镇区附近,布局形态与线状地物形态基本一致,呈现明显的交通指向和中心地指向分布^[33]。从空间形态看,核密度分布呈现出北高南低的特点,北部和西南部为集中分布区,东部太阳山村、岑龙村、东坪村和富裕村由于临近太阳山保护区,农村居民点相对较少。具体看,平所村与新院村交界处核密度最大,大多为 43 ~ 70 个/hm²,居委、凉桥村和百岁村核密度较大,主要为 27 ~ 43 个/hm²,太阳山村和东坪村核密度最小,多数为 0 ~ 8 个/hm²。

3.1.2 景观形态分析

整体来说,隘口镇农村居民点数量多、面积小。由图 1 和表 2 可知,在地形条件的制约下,农村居民点集中分布于东北部的建制镇附近,西南部呈零散分布状态。从具体看,平所村、新院村和坝芒村紧邻建制镇,位于秀山县县道两侧,临近河道,地形平坦,居民点的斑块总面积较大、斑块数量最多、斑块密度高,且斑块分维数均为 1.5 以上,斑块形状较为规整,表明此区域农村居民点分布集中且规模相对较大;屯堡村、太阳山村、富裕村和岑龙村距离建制镇较远,地势较高,隘口镇西南部为全镇生态保护重要

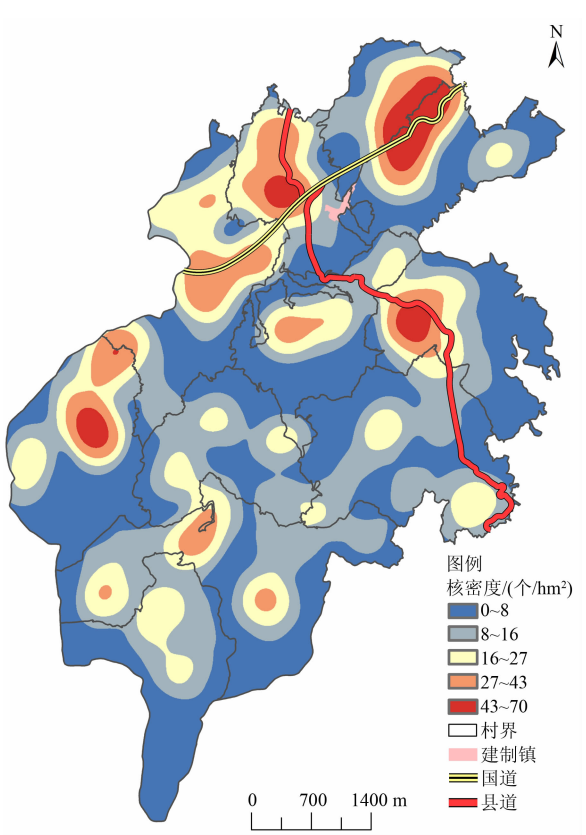


图3 农村居民点空间核密度分布

Fig.3 Spatial nuclear density distribution of rural settlements

区和特色产业集中发展区,其农村居民点数量、斑块面积和密度均较小,表明这些区域农村居民点斑块规模小、分布较为零散,且斑块破碎度较高。整体来看,隘口镇农村居民点斑块分维数大多为 1.5 左右,

表2 农村居民点景观指数分布

Tab.2 Landscape index distribution of rural residential areas

村名	斑块面积/hm ²	斑块数量/个	斑块密度/(个/100hm ²)	斑块分维数	景观形态
居委	24.120	54	25.231	1.537	9.515
平所村	26.730	23	10.747	1.518	8.171
新院村	32.040	59	27.568	1.578	10.395
屯堡村	8.910	41	19.157	1.533	7.300
凉桥村	11.340	35	16.354	1.521	7.217
东坪村	10.260	32	14.952	1.480	6.591
岑龙村	19.800	77	35.978	1.560	10.400
富裕村	11.790	39	18.223	1.558	7.783
坝芒村	33.120	78	36.445	1.559	11.231
百岁村	23.490	56	26.166	1.486	9.182
太阳山村	12.420	59	27.568	1.612	9.000

斑块形状较规则。

3.2 农村居民点安全韧性评价测度

在确定各指标权重的基础上,利用 ArcGIS10.2 对基础数据进行空间处理,得到各农村居民点安全韧性值,采用自然断点法^[34]将初始结果划分为 4 个等级,分别为安全韧性极安全、安全、一般安全和不安全,以表征隘口镇农村居民点安全韧性水平的空间分布情况。从总体来看,隘口镇农村居民点安全韧性水平较高,空间上呈东北高西南低的分布特征。具体情况如图 4、图 5、表 3 所示。

农村居民点安全韧性等级为极安全的斑块数为 331 个,面积 45.78 hm²,占隘口镇农村居民点斑块总面积的 21.53%。此级别的农村居民点紧邻建制镇分布。其农村居民点分布集中,临近水源和交通干线,生产、生活和自然条件均较优越,在防御阶段适宜性高,能够有力抵抗外来风险和冲击;临近建制镇,能够获得完备的基础设施服务,且农村居民点连接度高,邻里关系和睦,在恢复阶段冗余度水平高,在受到外界风险扰动后能快速恢复至原有状态;在适应阶段,该区域地理区位条件优越,能提供灵活的应对措施,善于从风险中发现机遇,促成新一轮发展;自组织性水平高,可确保在系统全生命周期中对各要素起到积极的联动作用。

农村居民点安全韧性等级为安全的斑块数为 413 个,面积 56.17 hm²,占隘口镇农村居民点斑块总面积的 26.42%。主要分布在临近建制镇的新院村、拥有金银花产业的百岁村和东坪村,该区域内农村居民点地形地势条件相对较好,且有特色产业支

撑,区内整体安全韧性等级较高。其中,防御阶段的适宜性水平偏低,对未知风险的预测和抵抗能力较弱;恢复阶段的冗余度水平较高,能够较好的适应外来风险变化,并恢复到初始状态;适应阶段的适应性水平较高,系统的灵活性高,创新性强,在面对外部扰动时,能够激发内生动力,进而提升系统防御能力;自组织性水平最高,表明系统独立自主能力较强,在系统全生命周期中发挥积极领导和统筹作用。

农村居民点安全韧性等级为一般安全的斑块数为 606 个,面积为 73.05 hm²,占隘口镇农村居民点斑块总面积的 34.36%。主要分布在坝芒村和富裕村,零星分布在平所村、凉桥村和百岁村。其中坝芒村和富裕村存在地质灾害易发点,对农户生计安全产生负面影响,降低了其防御阶段适宜性等级;受到村内人口流动和地形地貌的影响,其农户收入来源多样性和人均粮食产量均较低,致使其恢复阶段冗余度等级降低,受到外界扰动时弹性不足,灵活性低;村域内的特色产业发展态势较好,进而提升了其农村居民点的发展转变潜力,适应阶段适应性高;在面对自然或人为扰动时,缺乏独立自主能力,其自组织能力较弱。

农村居民点安全韧性等级为不安全的斑块数为 460 个,面积为 37.58 hm²,占隘口镇农村居民点斑块总面积的 17.68%。主要分布在坝芒村北部、岑龙村西部和太阳山村南部地区。大部分地区位于地质灾害高发区,大大降低了其在防御阶段抵抗外界风险的能力;在恢复阶段,冗余度水平中等,能在一定程度上保证系统面临风险时不至于陷入瘫痪状

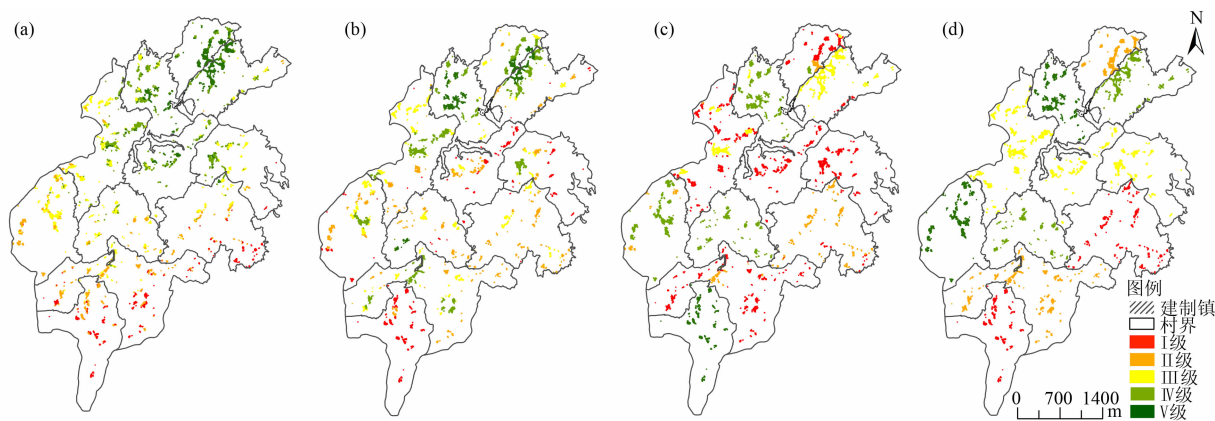


图 4 评价体系准则层计算结果空间分布: (a) 适宜性; (b) 冗余度; (c) 适应性; (d) 自组织性

Fig. 4 Spatial distribution of calculation results of evaluation system criterion level:

(a) suitability; (b) redundancy; (c) adaptability; (d) self-organization

表 3 农村居民点图斑韧性度空间分布

Tab. 3 Spatial distribution of spot toughness of rural residential areas

村名	极安全		安全		一般安全		不安全	
	面积/hm ²	图斑数/个	面积/hm ²	图斑数/个	面积/hm ²	图斑数/个	面积/hm ²	图斑数/个
坝芒村	0.000	0	0.010	1	25.380	205	8.180	56
百岁村	1.170	8	21.120	177	0.800	9	0.000	0
岑龙村	0.000	0	0.000	0	1.390	13	18.620	203
东坪村	1.070	21	8.830	78	0.290	6	0.000	0
富裕村	0.000	0	7.170	47	4.250	48	0.000	0
居委	23.040	188	0.000	0	0.000	0	0.000	0
凉桥村	0.000	0	0.020	1	10.270	108	2.340	37
平所村	0.820	3	7.280	29	16.550	81	0.900	13
太阳山	0.000	0	0.000	0	6.390	60	4.960	105
屯堡村	0.000	0	0.000	0	7.550	72	2.580	46
新院村	19.680	111	11.730	80	0.180	4	0.000	0
总计	45.780	331	56.170	413	73.050	606	37.580	460

态,但其恢复能力较低;在适应阶段的适应和学习能力较弱,系统处于机械运转的状态;自组织能力表现差,难以使系统内部各要素有效衔接;太阳山村农村居民点受自然条件限制较大,位于秀山县生态保护

核心区,开发程度较低,自然和社会经济条件相对较差,在各个阶段的能力均较弱,整体安全韧性水平低。

3.3 农村居民点空间布局优化类型

在安全韧性度评价结果的基础上,将隘口镇农村居民点空间布局优化类型划分为 5 类;最后以城乡融合类和集聚提升类农村居民点为对象做 Voronoi 图,并在此基础上结合各村村规划、地质灾害防范点以及各村实际情况确定具体优化迁移方向,隘口镇农村居民点布局优化方案如表 4 和图 6 所示。

(1) 城乡融合类

隘口镇城乡融合类的农村居民点所占面积为 45.78 hm²,斑块数量共 331 个。该类型农村居民点分布集中,位于居委和新院村交通干线两侧区域。距离建制镇较近,交通条件优越,既可为现状建制镇发展承接压力,又有作为新区发展的潜力,需根据发展现状和需求统一规划管理,推进基础设施与公共服务的互联互通与共建共享。政府要合理管控,引导村庄空间有序开发建设,促进城郊协调发展,推进土地集约合理利用;对农村居民点做到精准详细定位,做好承接工作,积极主动配合,促进居民点职能改革,推动区域产业结构调整;进一步提升居民点空间连接度,优化居民自我管理、自我服务的能力,促进系统内部变革,优化与城镇区域的交通条件适

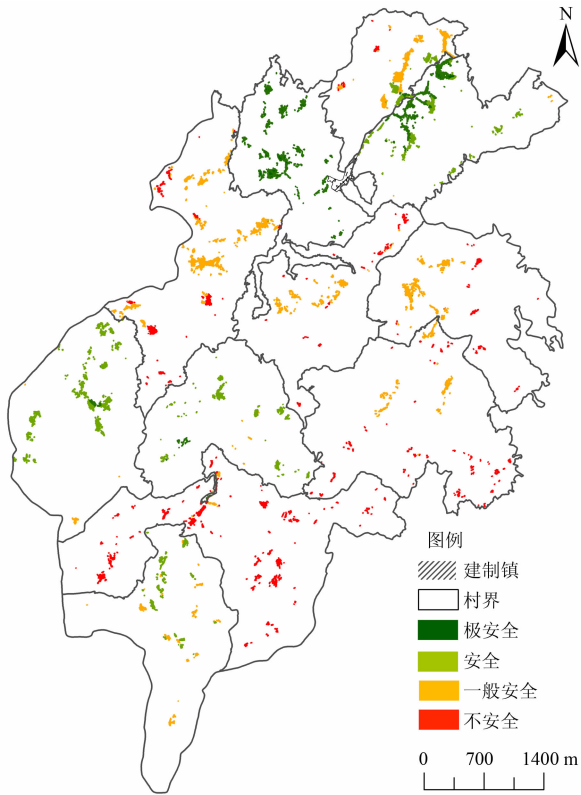


图 5 农村居民点斑块安全韧性度结果

Fig. 5 Results of patch safety toughness of rural residential areas

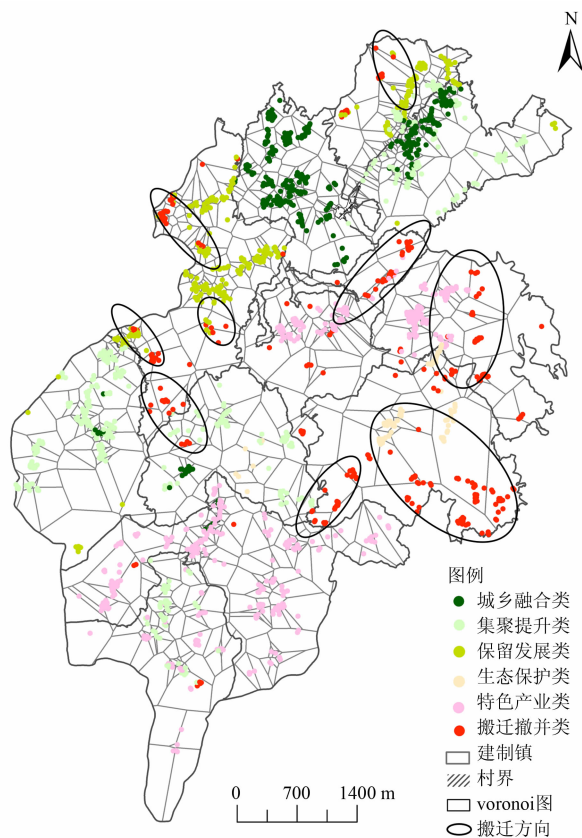


图 6 农村居民点空间布局优化类型分布

Fig. 6 Distribution of optimized types of spatial layout of rural settlements

配度。

(2) 集聚提升类

隘口镇集聚提升类的农村居民点所占面积为 56.07 hm², 斑块数量共 409 个。该类型农村居民点位于新院村和百岁村, 是乡村振兴发展的重点类型。要科学定位农村居民点所在村庄的发展类型, 充分依托原有资源, 合理有序推进产业改造升级, 同时还要强调保存原有乡村风貌; 推进一二三产业有效联动, 以产业发展多样化带动当地居民收入来源多样性; 同时, 结合实际需求与发展规划, 进一步完善区内基础设施配套、提升公共服务水平, 加强道路网络建设, 改善农户生产生活条件。

(3) 保留发展类

隘口镇保留发展类的农村居民点面积为 42.91 hm², 斑块数量共 299 个。该类型农村居民点在未来发展中要进一步加强控制和规划, 注重集约用地, 对空废化、闲置化的农村居民点有序和有偿退出, 提升土地利用效率, 整合乡村景观和乡村生活环

境, 改善空心化问题; 此外, 在发展过程中不仅要注重居民点内部连接, 还要注重同相邻村庄优势互补, 促进共同发展; 加强对基础服务设施的完善, 增添满足居民归属感和幸福感的文化活动, 提升区内人们生活水平。

(4) 特色保护类

隘口镇特色保护类的农村居民点面积为 48.04 hm², 斑块数量共 502 个。其中生态保护类 66 个, 特色产业类 436 个。据中华人民共和国住房和城乡建设部公示数据, 隘口镇岑龙村、富裕村和东坪村属于国家第五批传统村落保护对象, 太阳山村、屯堡村和凉桥村位于秀山县太阳山生态保护区内。按照划定标准和原则, 太阳山村中部和东坪村西部农村居民点优化类型为生态保护, 岑龙村、富裕村、屯堡村、凉桥村内大部分农村居民点优化类型主要为特色产业。

岑龙村和屯堡村主要种植金银花、猕猴桃和茶叶, 以此发展现代特色农业, 对农业旅游发展起到支撑作用, 其临近地质灾害易发区, 未来发展要注意防范地质灾害, 保障村域内人民生命财产安全, 在保护当地特色文化不受威胁的同时, 促进农村居民点空间优化整合; 富裕村和凉桥村以肉牛养殖、核桃种植和粮食作物种植为主, 可发展特色农业和现代农业, 其农村居民点安全韧性度大部分为一般安全, 发展潜力有待提升, 未来可加强产业联动水平, 实现村落保护与经济发展的良性循环, 在保护原有“土家木屋, 小青瓦风貌”的前提下, 优化村容村貌, 优化旅游品质; 东坪村大部分农村居民点安全韧性为安全, 相对具有发展潜力, 可以当地特色为突破点, 进一步开发和拓展名牌, 促进原有产业发展转型,

表 4 农村居民点空间优化类型统计

Tab. 4 Statistics of spatial optimization types of rural residential areas

优化类型	总面积/ hm ²	图斑总数/ 个	最大面积/ hm ²	平均面积/ hm ²
城乡融合类	45.780	331	1.410	0.140
集聚提升类	56.070	409	2.460	0.140
保留发展类	42.910	299	2.240	0.140
生态保护类	6.680	66	0.750	0.100
特色产业类	41.710	436	1.340	0.100
搬迁撤并类	19.410	269	2.190	0.070
总计	212.570	1810	2.460	0.120

在保护村落原貌的同时,带动旅游业发展,达到保护与发展共促的和谐局面;太阳山村中部地区农村居民点安全韧性为一般安全,有一定发展条件,但其位于太阳山生态保护区的核心区域,所以要注意保护与开发并行,积极引导南部零星居民点搬迁撤并,着重保护生态环境和村落原有风貌,适当开发作为教育示范区。

(5) 搬迁撤并类

隘口镇搬迁撤并类的农村居民点所占面积为 19.41 hm^2 。斑块数量共260个。主要分布在坝芒村北部和太阳山村南部,搬迁撤并类农村居民点优化方式多为整区搬迁,以便促进生态保护的同时统筹解决农户生计问题。在进行搬迁撤并时,必须充分考虑农民意愿,经村民会议审批同意,最大程度保留原有生产、生活和邻里模式,以降低农民对新环境的陌生感,提升融入度。本文借助Voronoi图,基于《重庆市秀山村布局规划(2019—2035年)》中各村庄的建设用地弹性区域和集中发展区域分布情况和空间辐射范围,确定搬迁撤并类农村居民点的迁移方向和迁移方案,实现农村居民点优化整合,在保留村域特色和农民习惯的同时,进一步提升土地利用效率,完善公共服务设施优化配置水平。

4 结论与研究展望

本文针对生态脆弱山区生态系统的低稳定性、低抗干扰能力和低自我恢复能力致使的乡村贫困问题,从隘口镇实际情况出发,结合安全韧性理论,构建农村居民点在适宜性、冗余度、适应性和自组织性4个维度的评价指标体系,测度其农村居民点安全韧性等级,根据评价结果及隘口镇相关规划文本,运用定性定量相结合的方法,优化农村居民点空间布局现状,提出优化发展策略。主要结论如下:

(1) 隘口镇农村居民点主要集中分布在紧邻建制镇的居委、平所村和新院村,其分布走势与区内地形地势走势大致相同。镇域内农村居民点数量多、面积小、分布较为零散,仍有大部分农村居民点位于地质灾害易发区,且居民点形状不规则,集中度低,连接度弱。

(2) 隘口镇农村居民点斑块安全韧性整体水平较高,空间上呈东北高西南低的分布特征。其中,斑块安全韧性等级为极安全和安全的农村居民点共

744个,占隘口镇农村居民点斑块总数的41.10%。具体来看,安全韧性等级为极安全的农村居民点面积达 45.78 hm^2 ,紧邻建制镇分布,占隘口镇农村居民点斑块总面积的21.53%。安全韧性等级为安全的农村居民点面积达 56.17 hm^2 ,主要分布在新院村、百岁村和东坪村,占隘口镇农村居民点斑块总面积的26.42%。安全韧性等级为一般安全的农村居民点面积达 73.05 hm^2 ,主要分布在富裕村,零星分布在平所村、凉桥村和百岁村,占隘口镇农村居民点斑块总面积的34.36%。安全韧性等级为不安全的农村居民点面积为 37.58 hm^2 ,主要分布在坝芒村北部和岑龙村西部地区,占隘口镇农村居民点斑块总面积的17.68%。

(3) 隘口镇农村居民点斑块优化布局可划分为5类,分别对其提出针对性优化建议。其中,城乡融合类居民点要为现状建制镇发展承接压力,促进城乡发展协调化、交通和物流等基础设施连贯化、公共服务一体化,提升与城镇区域交通条件的适配度;集聚提升类居民点是乡村振兴发展的重点类型,要充分依托原有资源,合理有序推进产业改造升级,同时还要强调保存原有乡村风貌,进一步完善区内基础设施配套,改善农户生产生活条件;保留发展类居民点在未来发展中要进一步加强控制和规划,注重集约用地,对空废化、闲置化农村居民点有序和有偿退出,提升土地利用效率,整合乡村景观和农户生活环境,改善空心化问题;特色保护类居民点要处理好农村居民点优化整理与特色文化保留之间的关系,充分发掘村域内现有特色产业,加强产业联动水平,实现村落保护、文化传承与经济良性循环;搬迁撤并类居民点要统筹解决农户生计和生态保护问题,进一步提升土地利用效率,完善公共服务优化配置水平。

生态脆弱山区受限于自然环境,生态系统抗干扰性和恢复能力弱,基础设施建设与社会经济发展水平较低,发展动力不足,贫困问题严重,系统面对风险扰动的韧性能力不足。本研究旨在评估生态脆弱山区农村居民点的安全韧性,基于安全韧性等级、现状、发展规划及地质灾害情况,提出空间优化建议,以提高居民点的安全性和可持续性,可以为实现经济发展、产业转型、生产空间优化提供新视角,促进脱贫攻坚任务与乡村振兴事业有效结合。

已有关于农村居民点的研究集中在传统农

区^[10]、秦巴山区^[12]、三峡库区^[13]、高山贫困山区^[14,20-21,28]、丘陵区^[15-16,19,31],大多是基于单个或少数个案的研究,较少将生态环境脆弱性与地区贫困性相联系。本文以重庆市秀山县隘口镇为例,系统探究生态脆弱山区集中连片特困区的农村居民点安全韧性,提出空间布局优化建议,研究区的选择考虑了对安全韧性影响较大的生态环境脆弱性、地区社会经济、空间条件的限制性,能较为准确的表征生态脆弱山区集中连片特困区中农村居民点的安全韧性水平,空间布局优化建议能够对同类型地区起到一定的借鉴作用。

已有研究评价指标体系存在差异,有从三生空间^[15,19]、社会经济条件^[21,28]、自然及社会经济条件^[12,14,16,20,31]等单个角度出发进行评价,本文则结合安全韧性的概念内涵,从系统的防御、恢复、适应和再发展4个阶段出发,考虑农村居民点系统的适宜性、冗余度、适应性、自组织性,建立了包括研究区自然本底状况、社会经济条件、农村社区及居民实际情况、自然灾害现状等多个角度的评价指标体系,更加全面、系统地评价了生态脆弱山区农村居民点的安全韧性。

农村居民点安全韧性评价是一个动态的过程,区域的自然环境、社会经济条件以及农村地区人口的变动情况均会对研究结果产生一定的影响。本文将安全韧性理论的特征与研究区实际情况相结合,提出农村居民点布局优化类型建议,可以适应和指导部分实际工作,但对于指标的可迁移性与完整性还有待进一步提升。未来对生态脆弱山区的研究,可以融入政府“自上而下管理”与农民“自下而上需求”的博弈平衡关系,将更多地方实际因素纳入农村居民点安全韧性评价指标体系中,优化农村居民点韧性度水平,进一步提升对策措施的精准性和可操作性,可为我国生态脆弱山区中贫困地区农村居民点的布局、系统韧性能力的提升、发展潜力的挖掘提供一定思路。

参考文献(References)

- [1] 龙花楼. 中国农村宅基地转型的理论与证实[J]. 地理学报, 2006, **61**(10): 1093-1100. [LONG Hualou. Rural housing land transition in China: Theory and verification [J]. Acta Geographica Sinica, 2006, **61**(10): 1093-1100] DOI: 10.3321/j.issn:0375-5444.2006.10.009
- [2] 龙花楼, 屠爽爽. 论乡村重构[J]. 地理学报, 2017, **72**(4): 563-576. [LONG Hualou, TU Shuangshuang. Rural restructuring: Theory, approach and research prospect [J]. Acta Geographica Sinica, 2017, **72**(4): 563-576] DOI: 10.11821/dlxb201704001
- [3] 王兆林, 杨庆媛, 李计, 等. 山地都市边缘区农村居民点布局优化策略——以重庆渝北区石船镇为例[J]. 经济地理, 2019, **39**(9): 182-190. [WANG Zhaolin, YANG Qingyuan, LI Ji, et al. Optimization strategy of rural settlement layout in mountainous urban fringe area: A case study of Shichuan town in Yubei district of Chongqing [J]. Economic Geography, 2019, **39**(9): 182-190] DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2019.09.022
- [4] 李玉恒, 黄惠倩, 王晟业. 基于乡村经济韧性的传统农区城乡融合发展路径研究——以河北省典型县域为例[J]. 经济地理, 2021, **41**(8): 28-33+44. [LI Yuheng, HUANG Huiqian, WANG Shengye. Path of urban-rural integrated development in traditional agricultural zones based on rural economic resilience: The study of typical counties of Hebei province [J]. Economic Geography, 2021, **41**(8): 28-33+44] DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2021.08.004
- [5] 李玉恒, 阎佳玉, 刘彦随. 基于乡村弹性的乡村振兴理论认知与路径研究[J]. 地理学报, 2019, **74**(10): 2001-2010. [LI Yuheng, YAN Jiayu, LIU Yansui. The cognition and path analysis of rural revitalization theory based on rural resilience [J]. Acta Geographica Sinica, 2019, **74**(10): 2001-2010] DOI: 10.11821/dlxb201910004
- [6] 刘立文, 段永红, 李丽丽, 等. 山西省农村居民点空间分布特征及其适宜性评价[J]. 中国农业资源与区划, 2022, **43**(1): 100-109. [LIU Liwen, DUAN Yonghong, LI Lili, et al. Spatial distribution characteristics and suitability evaluation of rural residential areas in Shanxi province [J]. China Agricultural Resources and Regional Planning, 2022, **43**(1): 100-109] DOI: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20220111
- [7] 曲衍波. 论乡村聚落转型[J]. 地理科学, 2020, **40**(4): 572-580. [QU Yanbo. Transition of rural settlements: Concept, feature, mechanism and path [J]. Scientia Geographica Sinica, 2020, **40**(4): 572-580] DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2020.04.009
- [8] 魏璐瑶, 陈娱, 张正方, 等. 多情景视角下基于空间组合识别的农村居民点布局优化研究——以江苏省新沂市为例[J]. 地理研究, 2021, **40**(4): 977-993. [WEI Luyao, CHEN Yu, ZHANG Zhengfang, et al. Rural settlements layout optimization based on spatial combination identification from a multi-scenario perspective: Taking Xinyi city of Jiangsu province as an example [J]. Geographical Research, 2021, **40**(4): 977-993] DOI: 10.11821/dlyj020200170
- [9] 周扬, 黄晗, 刘彦随. 中国村庄空间分布规律及其影响因素[J]. 地理学报, 2020, **75**(10): 2206-2223. [ZHOU Yang, HUANG Han, LIU Yansui. The spatial distribution characteristics and influencing factors of Chinese villages [J]. Acta Geographica Sinica, 2020, **75**(10): 2206-2223] DOI: 10.11821/dlxb202010012

- [10] 王介勇, 刘彦随, 陈玉福. 黄淮海平原农区典型村庄用地扩展及其动力机制[J]. 地理研究, 2010, **29**(10): 1833 – 1840. [WANG Jieyong, LIU Yansui, CHEN Yufu. sSpatial expansion pattern and its dynamic mechanism of typical rural settlements in Huang-Huai-Hai Plain [J]. Geographical Research, 2010, **29**(10): 1833 – 1840] DOI: 10.11821/yj2010100011
- [11] 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 Shuangshuang, ZHOU Xingying, LONG Hualou. Research progress and prospect of spatial evolution and optimization of rural settlements [J]. Economic Geography, 2019, **39**(11): 142 – 149] DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2019.11.017
- [12] 马晓蓉, 查小春. 秦巴山区乡村聚落空间格局演变及影响因素——以陕西宁强县为例[J]. 山地学报, 2020, **38**(5): 726 – 739. [MA Xiaorong, ZHA Xiaochun. Spatial structure evolution and impact factors of rural settlements in the Qinba Mountain area: A case study of Ningqiang county in Shaanxi province, China [J]. Mountain Research, 2020, **38**(5): 726 – 739] DOI: 10.16089/j.cnki.1008-2786.000550
- [13] 闵婕, 杨庆媛, 唐璇. 三峡库区农村居民点空间格局演变——以库区重要区万州为例[J]. 经济地理, 2016, **36**(2): 149 – 158. [MIN Jie, YANG Qingyuan, TANG Xuan. Spatial pattern evolution of rural settlement in the Three Gorges Reservoir area: A case in Wanzhou county [J]. Economic Geography, 2016, **36**(2): 149 – 158] DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2016.02.021
- [14] 杨斌, 王占岐, 张红伟, 等. 高山贫困地区农村居民点空间格局演变特征及驱动机制[J]. 农业工程学报, 2021, **37**(4): 285 – 293. [YANG Bin, WANG Zhanqi, ZHANG Hongwei, et al. Spatial pattern evolution characteristics and driving mechanism of rural settlements in high mountain areas with poverty [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2021, **37**(4): 285 – 293] DOI: 10.11975/j.issn.1002-6819.2021.04.034
- [15] 唐玉萍, 潘洪义, 张之凤, 等. 山地丘陵区乡村类型划分及乡村振兴路径研究——以绵阳市为例[J]. 山地学报, 2022, **40**(5): 764 – 777. [TANG Yuping, PAN Hongyi, ZHANG Zhifeng, et al. Classification of village types and the corresponding path of rural revitalization in mountainous areas: A case study of Mianyang city, Sichuan province, China [J]. Mountain Research, 2022, **40**(5): 764 – 777] DOI: 10.16089/j.cnki.1008-2786.000710
- [16] 谢作轮, 赵锐锋, 姜朋辉, 等. 黄土丘陵沟壑区农村居民点空间重构——以榆中县为例[J]. 地理研究, 2014, **33**(5): 937 – 947. [XIE Zuolun, ZHAO Ruifeng, JIANG Penghui, et al. The rural residential space reconstruction in Loess Hilly Regions: A case study of Yuzhong county in Lanzhou [J]. Geographical Research, 2014, **33**(5): 937 – 947] DOI: 10.11821/dlyj201405012
- [17] 璩路路, 李裕瑞, 刘彦随. 基于村镇空间“物—场”模型的乡村聚落布局优化研究[J]. 经济地理, 2019, **39**(4): 174 – 181. [QU Lulu, LI Yurui, LIU Yansui. Study on layout optimization of rural settlements based on the “substance-field” model of village and town space [J]. Economic Geography, 2019, **39**(4): 174 – 181] DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2019.04.021
- [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 Xuesong, JIN Lulu, QIE Yu, et al. Layout optimization of rural settlements based on point-axis theory [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2014, **30**(8): 192 – 200] DOI: 10.3969/j.issn.1002-6819.2014.08.023
- [19] 邹起鑫, 张安录, 赵可, 等. 目标差异化导向下南方丘陵地区农村居民点空间重构[J]. 农业工程学报, 2022, **38**(17): 273 – 283. [ZOU Qixin, ZHANG Anlu, ZHAO Ke, et al. Spatial reconstruction of rural settlements in the hilly areas of southern China under the guidance of target differentiation [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2022, **38**(17): 273 – 283] DOI: 10.11975/j.issn.1002-6819.2022.17.030
- [20] 钟紫玲, 王占岐, 李伟松. 基于 Voronoi 图与景观指数法的山区农村居民点空间分布特征及其影响因素[J]. 水土保持研究, 2014, **21**(2): 211 – 216. [ZHONG Ziling, WANG Zhanqi, LI Weisong. Spatial distribution characteristics and affecting factors of rural residential land in the mountainous area based on Voronoi and landscape indices [J]. Research of Soil and Water Conservation, 2014, **21**(2): 211 – 216] DOI: 10.13869/j.cnki.rswc.2014.02.039
- [21] 李君, 陈长瑶. 村域“居住场势”非均衡态势下的山区农户移民搬迁研究——基于河南省义马市温堂村 69 户搬迁农户的实证分析[J]. 经济地理, 2010, **30**(7): 1164 – 1169. [LI Jun, CHEN Changyao. The research of the mountain households residential relocation on the basis of village residential field and power [J]. Economic Geography, 2010, **30**(7): 1164 – 1169] DOI: 10.15957/j.cnki.jjdl.2010.07.014
- [22] 李红波. 韧性理论视角下乡村聚落研究启示[J]. 地理科学, 2020, **40**(4): 556 – 562. [LI Hongbo. Rural settlements research from the perspective of resilience theory [J]. Scientia Geographica Sinica, 2020, **40**(4): 556 – 562] DOI: 10.13249/j.cnki.sgs.2020.04.007
- [23] 邱明丽, 刘殿锋, 刘耀林. 乡村韧性理论框架与测度体系[J]. 中国土地科学, 2021, **35**(8): 107 – 114. [QIU Mingli, LIU Dianfeng, LIU Yaolin. Review on theoretical framework and evaluation system of rural resilience [J]. China Land Science, 2021, **35**(8): 107 – 114] DOI: 10.11994/zgtdkx.20210812.094413
- [24] 邹亚锋, 谷香香, 罗艺婷, 等. 采用安全韧性理论的农村居民点空间布局优化[J]. 农业工程学报, 2021, **37**(12): 271 – 279. [ZOU Yafeng, GU Xiangxiang, LUO Yiting, et al. Spatial layout optimization of rural settlements based on the theory of safety resilience [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural

- Engineering (Transactions of the CSAE), 2021, **37**(12): 271 – 279] DOI: 10.11975/j.issn.1002-6819.2021.12.031
- [25] 王成, 任梅菁, 胡秋云, 等. 乡村生产空间系统韧性的科学认知及其研究域[J]. 地理科学进展, 2021, **40**(1): 85 – 94. [WANG Cheng, REN Meijing, HU Qiuyun, et al. Rural production space system resilience and its research domains [J]. Progress in Geography, 2021, **40**(1): 85 – 94] DOI: 10.18306/dlkxjz.2021.01.008
- [26] 胡霄, 李红波, 李智, 等. 河北省县域乡村韧性测度及时空演变[J]. 地理与地理信息科学, 2021, **37**(3): 89 – 96. [HU Xiao, LI Hongbo, LI Zhi, et al. Measurement and spatial-temporal evolution of rural resilience at county level in Hebei province [J]. Geography and Geographic Information Science, 2021, **37**(3): 89 – 96] DOI: 10.3969/j.issn.1672-0504.2021.03.013
- [27] 重庆市秀山土家族苗族自治县隘口镇人民政府. 秀山土家族苗族自治县隘口镇总体规划(2018—2035)[R]. 重庆: 重庆市秀山土家族苗族自治县隘口镇人民政府, 2020. [Aikou Town People's Government, Xiushan Tujia and Miao Autonomous county, Chongqing. Development planning report of Aikou town, Xiushan Tujia and Miao Autonomous county [R]. Chongqing: Aikou Town People's Government, Xiushan Tujia and Miao Autonomous county, Chongqing, 2020]
- [28] 重庆市秀山土家族苗族自治县隘口镇人民政府. 隘口镇镇村规划(2019—2035年)[R]. 重庆: 重庆市秀山土家族苗族自治县隘口镇人民政府, 2019. [Aikou Town People's Government, Xiushan Tujia and Miao Autonomous county, Chongqing. Aikou town village planning (2019—2035) [R]. Chongqing: Aikou Town People's Government, Xiushan Tujia and Miao Autonomous county, Chongqing, 2019]
- [29] 重庆市秀山土家族苗族自治县人民政府. 秀山自治县隘口镇脱贫攻坚工作规划(2017—2020)[R]. 重庆: 重庆市秀山土家族苗族自治县隘口镇人民政府, 2017. [People's Government of Xiushan Tujia and Miao Autonomous county, Chongqing. Poverty alleviation work report [R]. Chongqing: Aikou Town People's Government, Xiushan Tujia and Miao Autonomous county, Chongqing, 2017]
- [30] HOLLING C S. Resilience and stability of ecological systems [J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1973, **4**: 1 – 23. DOI: 10.1146/annurev.es.04.110173.000245
- [31] 李玉恒, 黄惠倩, 宋传垚. 贫困地区乡村经济韧性研究及其启示: 以河北省阳原县为例[J]. 地理科学进展, 2021, **40**(11): 1839 – 1846. [LI Yuheng, HUANG Huiqian, SONG Chuanyao. Rural economic resilience in poor areas and its enlightenment: Case study of Yangyuan county, Hebei province [J]. Progress in Geography, 2021, **40**(11): 1839 – 1846] DOI: 10.18306/dlkxjz.2021.11.004
- [32] 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. [LIU Yansui. Research on the urban-rural integration and rural revitalization in the new era in China [J]. Acta Geographica Sinica, 2018, **73**(4): 637 – 650] DOI: 10.11821/dlxh201804004
- [33] 杨忍, 刘彦随, 龙花楼, 等. 基于格网的农村居民点用地时空特征及空间指向性的地理要素识别——以环渤海地区为例[J]. 地理研究, 2015, **34**(6): 1077 – 1087. [YANG Ren, LIU Yansui, LONG Hualou, et al. Spatial-temporal characteristics of rural residential land use change and spatial directivity identification based on grid in the Bohai Rim in China [J]. Geographical Research, 2015, **34**(6): 1077 – 1087] DOI: 10.11821/dlyj201506007
- [34] 樊天相, 杨庆媛, 何建, 等. 重庆丘陵地区农村居民点空间布局优化: 以长寿区海棠镇为例[J]. 地理研究, 2015, **34**(5): 883 – 894. [FAN Tianxiang, YANG Qingyuan, HE Jian, et al. Spatial distribution optimization of rural residential land in hilly areas: A case study of Haitang town in Changshou district [J]. Geographical Research, 2015, **34**(5): 883 – 894] DOI: 10.11821/dlyj201505008

Safety Resilience and Spatial Optimization of Rural Settlements in Ecologically Fragile Mountainous Areas: A Case Study of Aikou Town, Xiushan Tujia and Miao Autonomous County, Chongqing, China

WU Chengfeng^{1a}, MIN Jie^{1a,1b,1c*}, WENG Caiyin^{1a,ab,1c}, XIN Guixin²

(1. a. College of Geography and Tourism; b. The Key Laboratory of GIS Application Research;

c. Key Laboratory of Surface Process and Environment Remote Sensing in the Three Gorges Reservoir Area,

Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China; 2. Research Center for Development and Utility of

Unique Resources in the Wulingshan Region, Yangtze Normal University, Chongqing 408100, China)

Abstract: Rural settlements in ecologically fragile mountainous areas of China are vulnerable to external

disturbances. Optimizing the spatial layout of rural settlements and enhancing their safety resilience would consolidate poverty alleviation achievements and promote rural revitalization. Unfortunately, there was neither attention to the concentrated contiguous destitute areas in ecologically fragile mountainous areas for the purpose of optimization of the spatial layout of local rural settlements from a perspective of safety resilience, nor was there any conceptual examination of the safety resilience, particularly for certain a special area in the exceedingly indigent areas.

In this study, it took Aikou town of Xiushan county, Xiushan Tujia and Miao Autonomous County, Chongqing, China as case study. Based on ArcGIS and Fragstats4.2 platforms, it used landscape pattern index, kernel density analysis, and safety resilience evaluation model to analyze the spatial distribution of rural settlements; measured the safety resilience level of rural settlements; optimized their spatial layout, and proposed development suggestions.

We have the following results: (1) The layout of rural settlements at Aikou was governed by local terrain, with a scattered distribution and low concentration. (2) The overall level of safety resilience in settlements was relatively high, with a distribution pattern of high in the northeast and low in the southwest. 744 patches of extremely safe and safe levels accounted for 41.10% of the total number of patches. (3) In terms of evolution, the rural settlements at Aikou can be optimized and sorted into five types of communities, urban-rural integration type, agglomeration-upgrading type, retention-development type, characteristic protection type (ecological protection and characteristic industries), and relocation type. For the urban-rural integration type community, the priority should be given to enhancing their industrial economy and public service system to achieve coordinated development in the region. As for the agglomeration-upgrading type, it is expected to strengthen the infrastructure construction and integrated economic development. The retention-development type settlements should focus on intensive land use and improving farmers' residential well-being. Characteristic protection type villages should aim to establish distinctive tourism that can boost revenue and enhance living circumstances, while preserving their distinctive features. Relocation type settlements must be resettled or merged into other types due to multiple concerns. This study offer scientific insights to decision-makers for improving the living safety of rural residents in ecologically fragile mountainous areas and effectively consolidating the achievements of poverty alleviation.

Key words: poverty alleviation; safety resilience; rural settlements; space optimization; Akou town, Chongqing

(责任编辑 李嵘)