

DOI:10.13869/j.cnki.rswc.2023.04.009.

张新鼎, 崔文刚, 韩会庆, 等. 基于“三生”适宜性的典型喀斯特乡村土地利用冲突识别及分析[J]. 水土保持研究, 2023, 30(4): 412-422.

ZHANG Xinding, CUI Wengang, HAN Huiqing, et al. Identification and Analysis of Land Use Conflicts in Typical Karst Villages Based on ‘Production-Living-Ecology’ Suitability[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2023, 30(4): 412-422.

基于“三生”适宜性的典型喀斯特乡村 土地利用冲突识别及分析

张新鼎¹, 崔文刚¹, 韩会庆², 梅艳¹, 汪田归², 潘杉¹

(1. 贵州师范大学 地理与环境科学学院, 贵阳 550025; 2. 贵州理工学院 建筑与城市规划学院, 贵阳 550003)

摘要: [目的] 科学地识别喀斯特乡村生产-生活-生态(“三生”)用地冲突, 分析其区域差异特征, 为优化国土空间布局, 推动乡村振兴提供理论参考。[方法] 以贵州省喀斯特中山、喀斯特盆地、喀斯特槽谷、低山丘陵 4 种喀斯特地貌的典型乡村为例, 构建了“三生”适宜性评价体系及用地冲突识别矩阵, 并探讨“三生”用地冲突在不同地形梯度上的分布格局。[结果] (1) 4 个典型喀斯特乡村的“三生”适宜性用地空间分布和结构组成存在明显差异, 且在空间上存在重叠等突显土地利用冲突现象的特征; (2) 土地利用冲突以“生产-生活冲突”和“生产-生态冲突”为主, 前者主要分布于地势起伏小的生产-生活热点区, 后者主要分布于坡地及生态脆弱区; (3) 随着地形梯度增加, 冲突强度逐渐降低, 即冲突激烈区主要集中于低地形位, 冲突微弱区和用地适宜区在高地形位上分布更显著。[结论] 典型喀斯特地貌背景下, 人类活动受到严重制约, 喀斯特乡村土地利用冲突特征明显, 亟需因地制宜地优化区域发展空间布局。

关键词: 生产-生活-生态; 适宜性评价; 冲突识别; 地形梯度; 喀斯特乡村

中图分类号: F301.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2023)04-0412-11

Identification and Analysis of Land Use Conflicts in Typical Karst Villages Based on ‘Production-Living-Ecology’ Suitability

ZHANG Xinding¹, CUI Wengang¹, HAN Huiqing², MEI Yan¹, WANG Tianguai², PAN Shan¹

(1. College of Geography and Environmental Science, Guizhou Normal University, Guiyang 550025, China;

2. College of Architecture and Urban Planning, Guizhou Institute of Technology, Guiyang 550003, China)

Abstract: [Objective] Accurate and rapid identification of production, living and ecology land use conflicts and analysis on its regional differences characteristics in karst villages can provide reference for optimize the spatial layout of land and implement the rural revitalization strategy. [Methods] In order to explore the characteristics of the ‘Production-Living-Ecology’ conflicts of different landforms in small scale, the typical towns in four different karst landforms (karst mid-mountain, karst basins, karst troughs and low hills) of Guizhou Province as examples, were used as the examples to construct a ‘Production-Living-Ecology’ suitability evaluation model and a land use conflict identification matrix, and to explore the spatial distribution of land use conflicts on different terrain gradients. [Results] (1) The spatial distribution and structural composition of the ‘Production-Living-Ecology’ suitable land in the four different karst villages were obviously different, and there were spatial overlaps and other characteristics that characterized conflicts in land use. (2) Land use conflicts were mainly ‘production-living conflicts’ and ‘production-ecological conflicts’, the former mainly distributed in production and living hotspots with small topographic relief, and the latter mainly distributed in slopes and ecologically fragile areas. (3) As the topographic gradient increased, the intensity of conflict decreased, i. e., the conflict-intense areas mainly concentrated in the low

收稿日期: 2022-05-12

修回日期: 2022-06-06

资助项目: 国家自然科学基金(61540072); 贵州省教育厅自然科学研究项目(黔教合 KY 字[2021]075)

第一作者: 张新鼎(1997—), 男, 贵州盘州人, 硕士研究生, 研究方向为测绘与地理信息系统。E-mail: zxinding1997@qq.com

通信作者: 崔文刚(1975—), 男, 贵州贵阳人, 硕士, 副教授, 主要从事测绘工程研究。E-mail: 849028074@qq.com

<http://stbcj.paperonce.org>

terrain, while the conflict-weak areas and land-use suitable areas more significantly distributed in the high terrain. [Conclusion] Under the background of typical karst landform, human activities are severely restricted, and land use conflicts in karst villages are obvious, so it is urgent to optimize the spatial layout of regional development according to local conditions.

Keywords: production-life-ecology; suitability evaluation; conflict identification; terrain gradient; karst villages

国土空间(生产、生活、生态空间,简称“三生”空间)作为自然、人文要素及其相互作用的主要载体,具有生产、生活、生态等多种功能^[1-3]。随着城镇化的快速发展,在取得巨大发展成就的同时,资源衰竭、生态失衡、人地矛盾等问题日益突出^[4-5],经济生产导向的土地利用模式引发“三生”用地的争夺与冲突,严重阻碍国土空间的可持续发展^[6]。因此,探究“三生”空间冲突特征是区域协调发展的重要保障,更逐渐成为学术界的研究热点。

“三生”空间冲突实质上是土地利用冲突,表现为同一区位上由于不同利益主体不和谐、不协调地使用土地资源,从而产生土地利用方式与空间资源的竞争与博弈现象^[7]。近些年来,国内外学者从多方面对土地利用冲突进行分析研究,如在研究内容上,从理论基础^[8]、土地利用适宜性评价^[9]、土地利用冲突识别^[10]、治理机制与管理措施等^[11]方面展开研究;研究方法上,包括 F-H 法^[12]、景观格局分析法^[13]、最大熵模型^[14]、灰靶模型等^[15]定性或定量方法;研究尺度上,针对国家^[16]、城市群^[17]、省^[18]、市^[19]、县等^[20]区域的研究较多,也有部分针对特殊区域的研究^[21-22]。尽管基于土地利用冲突的研究在不断深入,但这些研究鲜有采用“三生”适宜性评价方法进行探索,且研究尺度多为大中尺度,很少涉及乡村小尺度的研究,更鲜有针对不同喀斯特地貌的土地利用冲突研究。因此,探析典型喀斯特乡村“三生”用地适宜性及其土地利用冲突特征,对优化喀斯特地区国土空间合理布局,制定科学合理的土地利用对策具有重要意义。

贵州省作为我国典型喀斯特生态脆弱省份,喀斯特地貌类型众多,在特殊的地质地貌背景下,强烈的人类活动对其脆弱环境产生巨大影响^[23]。因此,选取贵州省4个不同喀斯特地貌的乡村,通过构建其“三生”适宜性评价体系及冲突识别矩阵,评价不同喀斯特乡村土地利用适宜性,并在此基础上识别其潜在土地利用冲突,探讨不同地形梯度上土地利用冲突分布特征,以期对喀斯特地区国土空间资源优化及乡村振兴提供相关参考。

1 研究区概况

贵州省位于云贵高原东部,是我国典型的西南喀斯特山区,全省岩溶地貌分布广泛,类型齐全,地域分

布明显。依据喀斯特主要地貌分布特征,选取龙场镇(喀斯特中山地貌)、刘官乡(喀斯特盆地地貌)、贤昌镇(喀斯特槽谷地貌)、闵孝镇(喀斯特低山丘陵地貌)4个不同地貌的喀斯特乡村作为研究区(图1)。龙场镇位于北纬 $26^{\circ}34'$ — $26^{\circ}44'$,东经 $104^{\circ}26'$ — $104^{\circ}37'$,地势东北高、西南低,平均海拔2 026 m,人口密度265人/ km^2 ,境内地貌以高原面为主,包含少量山河谷地貌,水土流失严重,石漠化问题突出;刘官乡位于北纬 $26^{\circ}13'$ — $26^{\circ}19'$,东经 $106^{\circ}09'$ — $106^{\circ}15'$,地势西北高、东南低,中部开阔平坦,地形起伏小,平均海拔1 288 m,人口密度430人/ km^2 ,农业经济发展水平较高;贤昌镇位于北纬 $26^{\circ}20'$ — $26^{\circ}28'$,东经 $107^{\circ}30'$ — $107^{\circ}37'$,地势呈现东、西部高,中部低的槽谷地貌,平均海拔985 m,人口密度165人/ km^2 ;闵孝镇位于北纬 $27^{\circ}33'$ — $27^{\circ}46'$,东经 $108^{\circ}32'$ — $108^{\circ}46'$,地处国家级自然保护区梵净山境内,丘陵地貌特征明显,平均海拔707 m,人口密度59人/ km^2 ,森林覆盖率较高,生物多样性丰富,自然生态系统保育良好。

2 数据与方法

2.1 数据来源及处理

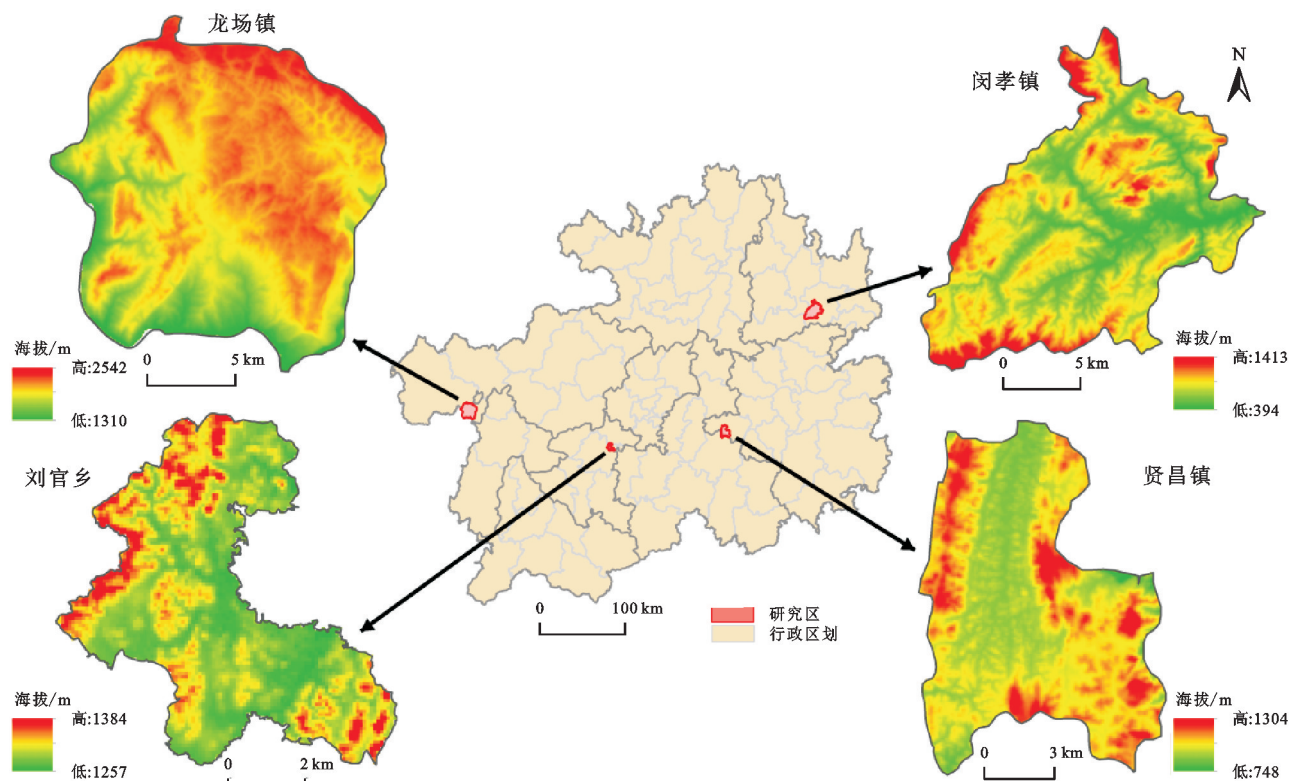
数据来源主要包括:(1)龙场镇、刘官乡、贤昌镇和闵孝镇4个乡镇的土地利用数据来源于2020年法国Pleiades卫星的遥感影像,空间分辨率0.5 m,基于ArcGIS 10.2,采用人机交互目视解译,结合土地利用分类体系将地块划分为耕地、林地、灌草丛、水域、建设用地以及未利用地,并对其进行野外调查检验,发现其平均分类精度达到90%以上,可满足研究需要;(2)DEM、植被指数等数据来源于地理空间数据云,空间分辨率为 $30\text{ m}\times 30\text{ m}$;(3)气温、降雨量等数据来源于中国气象科学数据共享服务网,并利用ArcGIS空间分析工具中的克里金(Kriging)插值法获取其空间分布图;(4)土壤有机质含量等数据来源于地理科学数据网;(5)道路、城镇中心、教育基础设施等数据来源于百度地图,并通过ArcGIS 10.2进行地理配准、矢量化后获得。

2.2 “三生”适宜性评价指标体系构建

2.2.1 生产适宜性指标 生产适宜性指标主要考虑对农业生产影响较大的气候、地形、土壤以及生产便

利度等因素^[20-21,24-25]。由于研究区地处亚热带湿润季风气候区,年均温和年均降雨量对农业发展影响较大,因此选取这两个指标;喀斯特山区乡村农业发展深受地形地貌的影响,尤其是坡度较大区域,易水土流失,耕作不便,因此重点考虑坡度指标;耕地质量严

重制约农作物产量,因此选取土壤有机质含量作为生产适宜性指标之一;拥有交通设施等便利区位条件的产业发展往往更高效、有利,因此选取距主干道距离和耕作距离两个指标;另外,用地集中也能很大程度上提高生产效率,也是影响生产适宜性的指标之一。



注:基于标准地图服务系统下载的审图号黔S(2021)011号的标准地图制作,底图未做修改,下图同。

图1 研究区地理位置示意图

2.2.2 生活适宜性指标 生活适宜性指标主要考虑自然和社会等因素对居民日常生活的适宜性和便利性^[20-21,24,26]。地形起伏度是衡量地形起伏复杂的程度,描述区域内高程差,其值越大越不适宜生活场所的布设,计算方法参见文献^[27]。此外,坡向也影响生活场所建设的朝向,因此选取坡向和地形起伏度两个指标来衡量地形地貌对生活场所的建设制约;社会因素中,往往距离城镇中心和基础设施等越近、交通路网越发达、人口集中的区域生活适宜性越高,因此选取距城镇中心距离、距教育基础设施距离和人口集中度3个指标。

2.2.3 生态适宜性指标 生态适宜性指标主要选取用地类型、景观破碎化、植被指数、人为干扰度、生境质量和地形位指数5个指标^[21,24-26]。不同的用地类型具有不同的功能,对生态的影响程度也各不相同,因此选取用地类型这一指标;基于Fragstats模型的景观破碎化指数(FN)可反映景观空间结构的复杂性,其计算公式为^[28]:

$$FN = \frac{N_p - 1}{N_c} \quad (1)$$

式中: N_p 为研究区各斑块的总数; N_c 为研究区总面积。植被指数指标选取基于归一化后的植被指数;人为干扰度(P)是基于区域景观类型体系,及其表层面权重计算的人为干扰度指数,旨在反映对生态环境的综合影响,计算公式为^[29]:

$$P = \sum_{i=1}^n \frac{M_i}{M} H_i \quad (2)$$

式中: M 为样方总面积; M_i 为样方内景观 i 的面积; H_i 为景观 i 的干扰指数,由Fragstats4.2提供的景观指标分别计算景观分离度、景观破碎度和景观优势度,并进行加权所得,计算方法详见文献^[30]。生境质量(Q)是生态系统为个体和种群提供适的生存条件的能力,生境质量的退化表明土地利用强度增加,基于InVEST模型的生境质量模块量化区域自然生境质量空间格局动态,计算公式为^[31]:

$$Q = H_j \left(1 - \frac{U_j^z}{U_j^z + k^z} \right) \quad (3)$$

$$U_j = \sum_{r=1}^R \sum_{y=1}^{Y_r} \left(\frac{W_r}{\sum_{r=1}^R W_r} \right) r_{y,i} \beta_x S_j \quad (4)$$

$$i_l = \exp[-\frac{2.99}{d_{rmax}}d_{xy}]$$

(5)

式中: H_j 为 j 类用地的生境适宜性; U_j 为 j 类用地受到总的胁迫水平; k 为半饱和常数,通常取 U_j 最大值的一半; z 为归一化常量; R 为胁迫因子总数; W_r 为受威胁影响的权重; Y_r 为栅格总数; β_x 为可达性; S_j 为敏感性; i_r 为某一像元中威胁因子 r_y 对另一像元的威胁类型; d_{xy} 为像元 x 与像元 y 的距离; d_{rmax} 为威胁因子的最大影响距离。地形位指数是通过通过对高程和坡度进行组合,进而体现其变化对用地分布特征的影响,其计算方法参见文献[32]。

由于指标性质、数据来源以及研究区地域的差异,本文采用差异量化与逐级赋值的方法。(1) 多年平均气温、多年平均降雨量、地形起伏度、植被指数、景观破碎化、人为干扰度、生境质量、地形位指数等指标依据研究区现状及参考有关文献采取自然间断点分级法分级赋

值;(2) 距主干道距离、耕作距离、距城镇中心距离、距教育基础设施距离等指标考虑其功能的辐射范围,采用等间距利用 ArcGIS 10.2 做多环缓冲区分析,并参考已有研究^[20-21]对其进行等级划分;(3) 用地集中度、人口集中度、路网密度等指标分别通过核密度分析或线密度分析获取相应空间分布图,并采用自然间断点分级法分级赋值;(4) 坡度、坡向、用地类型和土壤有机质含量等指标依据已有研究成果及专家经验等进行分类赋值,其中坡度、坡向通过 ArcGIS 10.2 对 DEM 数据分别进行坡度与坡向计算,同时将坡向划分为阴坡($0^{\circ}\sim 45^{\circ}$, $315^{\circ}\sim 360^{\circ}$)、半阴坡($45^{\circ}\sim 90^{\circ}$, $270^{\circ}\sim 315^{\circ}$)、阳坡($135^{\circ}\sim 225^{\circ}$)、半阳坡($90^{\circ}\sim 135^{\circ}$, $225^{\circ}\sim 270^{\circ}$),并依据《中华人民共和国水土保持法》将坡度大于 25° 赋为 0^[20]。各指标均划分为 4 个等级,1—4 级分别赋值 10,7,4,1,并基于层次分析法(AHP),且在专家意见基础上,计算各指标所对应的权重(表 1)。

表 1 “三生”用地适宜性评价指标体系

目标层	指标	I (10)	II (7)	III (4)	IV (1)	权重
生产适宜性	多年平均气温*/ $^{\circ}\text{C}$	高	较高	一般	低	0.0213
	多年平均降雨量*/mm	多	较多	一般	少	0.0240
	坡度/ $^{\circ}$	≤ 6	6~12	12~18	18~25	0.0831
	距主干道距离/m	500	1000	1500	2000	0.0344
	耕作距离/m	500	1000	1500	2000	0.0579
	土壤有机质含量/%	≥ 4.0	3.0~4.0	2.0~3.0	≤ 2.0	0.0706
	用地集中度*	集中度高	集中度较高	集中度一般	集中度低	0.0420
生活适宜性	坡向	阳坡	半阳坡	半阴坡	阴坡	0.0231
	地形起伏度*	低	一般	较高	高	0.0410
	距教育基础设施距离/m	500	1000	1500	2000	0.0619
	距城镇中心距离/m	500	1000	1500	2000	0.0492
	路网密度*	高	较高	一般	低	0.0842
	人口集中度*	集中度高	集中度较高	集中度一般	集中度低	0.0740
	用地类型	林地	灌草丛、水域	耕地	建设用地、未利用地	0.0304
生态适宜性	景观破碎化*	规则	一般破碎	较破碎	极破碎	0.0779
	植被指数*	高	较高	一般	低	0.0618
	人为干扰度*	轻度	中度	重度	极重度	0.0772
	生境质量*	优	良	中	差	0.0569
	地形位指数	≤ 4.5	4.5~6.0	6.0~7.0	≥ 7.5	0.0291

注: * 表示由于各研究区的差异,其对应指标均采用自然断点法分级赋值。

2.2.4 土地利用“三生”适宜性等级划分 综合考虑土地利用影响因素的多样性,其适宜性评价采用多因素加权求和法计算,具体公式为^[33]:

$$F = \sum_{i=1}^n W_i f_i$$

(6)

式中: F 为生产、生活、生态适宜性分值; W_i 为 i 指标的权重; f_i 为 i 指标的分级值。根据研究区特点,采用自然间断点分级法划分土地利用“三生”适宜性评价等级,依据适宜性分值由高到低依次划分为高度适宜、中度适宜、低度适宜和不适宜区。

2.3 土地利用冲突识别矩阵

基于 Carr 等^[26]提出的土地利用冲突识别模型

以及“三生”适宜性评价结果,通过不同的“三生”适宜性组合方式,得到相应土地利用冲突类型区(表 2)。

2.4 地形梯度等级划分

基于地形对土地利用变化的影响,分别从坡度、地形位指数、地形起伏度分析地形因子对“三生”用地冲突类型变化的影响。

当坡度大于 25° 时,对土地利用限制作用将增大,因此将坡度划分为 5 个等级($0^{\circ}\sim 6^{\circ}$, $6^{\circ}\sim 12^{\circ}$, $12^{\circ}\sim 18^{\circ}$, $18^{\circ}\sim 25^{\circ}$, $>25^{\circ}$)^[34]。地形位指数和地形起伏度因子基于研究区现状,均采用自然间断点分级法进行分级。

地形分布指数(C)用于描述研究区不同土地利

用类型在不同地形梯度上的分布情况,它能有效地消除地形区段和土地利用面积差异带来的影响,表示不同土地类型的分布优势状况,计算公式为^[35]:

$$C = (S_{ie}/S_i)/(S_e/S) \quad (7)$$

式中: S_{ie} 为 e 地形区间上第 i 类土地面积; S_i 为第 i

类土地面积; S_e 为 e 地形位的总面积; S 为研究区总面积。若 $C=1$,表示某地形区间上某地类的比重与研究区内该地类的比重相等;若 $C>1$,表示某地形区间上某地类的比重大于研究区内该地类的比重,该类在此地形区间上具有优势位。

表 2 土地利用冲突分类

一级冲突 类型区	二级冲突 类型区	“三生”适宜性组合		
		生产适宜性	生活适宜性	生态适宜性
用地适宜区	生产适宜区	高度适宜	中度/低度/不适宜	中度/低度/不适宜
		中度适宜	低度/不适宜	低度/不适宜
	生活适宜区	中度/低度/不适宜	高度适宜	中度/低度/不适宜
		低度/不适宜	中度适宜	低度/不适宜
	生态适宜区	中度/低度/不适宜	中度/低度/不适宜	高度适宜
		低度/不适宜	低度/不适宜	中度适宜
冲突激烈区	生产与生活激烈冲突区	高度适宜	高度适宜	中度/低度/不适宜
	生产与生态激烈冲突区	高度适宜	中度/低度/不适宜	高度适宜
	生活与生态激烈冲突区	中度/低度/不适宜	高度适宜	高度适宜
	“三生”激烈冲突区	高度适宜	高度适宜	高度适宜
冲突中度区	生产与生活中度冲突区	中度适宜	中度适宜	低度/不适宜
	生产与生态中度冲突区	中度适宜	低度/不适宜	中度适宜
	生活与生态中度冲突区	低度/不适宜	中度适宜	中度适宜
	“三生”中度冲突区	中度适宜	中度适宜	中度适宜
冲突一般区	生产与生活一般冲突区	低度适宜	低度适宜	不适宜
	生产与生态一般冲突区	低度适宜	不适宜	低度适宜
	生活与生态一般冲突区	不适宜	低度适宜	低度适宜
	“三生”一般冲突区	低度适宜	低度适宜	低度适宜
冲突微弱区	冲突微弱区	不适宜	不适宜	低度/不适宜
		低度适宜	不适宜	不适宜
		不适宜	低度适宜	不适宜

3 结果与分析

3.1 三生空间适宜性分布特征

基于 ArcGIS 的数据处理及空间分析功能,对“三生”用地适宜性评价体系进行运算,得到龙场镇(喀斯特中山)、刘官乡(喀斯特盆地)、贤昌镇(喀斯特槽谷)以及闵孝镇(喀斯特低山丘陵)4个喀斯特山区的生产、生活、生态适宜性空间分布特征(图2)。

由图2A可知,龙场镇生产适宜性分布整体呈现由北向南递减,高度适宜区主要分布于北部和中东部等地势起伏相对较小的区域,不适宜区主要集中分布于西部和东部边缘等坡地上,且这些区域主要表现为坡度大于 25° ,地形起伏度大,水土流失严重,不利于农业生产;生活高度适宜区以“斑块状”由城镇中心向四周零散分布于靠近城镇、村寨中心或道路交通、教育基础设施等较为完善区域,随着距离增加,城镇中心功能和基础设施辐射力度逐渐衰减,生活适宜性也随之降低,而不适宜区主要为地形起伏度大的山地、陡坡等不适宜开发利用区域;生态高度适宜区主要分布于西

南和东南部等地形起伏大,植被指数高,受人为干扰程度较低的区域,不适宜区则集中于中北部、中南部等生产生活用地集中或石漠化程度较高的区域。

刘官乡生产高度适宜区主要集中于东部、北部和中南部等地势平坦、耕作便利的区域,不适宜区主要集中分布于西部和东南部的缓丘上;生活适宜性整体呈中部高、东南和西北低的特征,高度适宜区以城镇中心为核心向四周分散,呈“卫星城”状分布于地势平坦,交通、教育等基础设施较完善,利于生活发展的区域,不适宜区则集中于西北和东南地势较高的区域,中度适宜区、低度适宜区介于两者之间的过渡区域;生态适宜性整体呈中部向东南和西北递增的特点,其高度适宜区集中分布于西北和东南地形位较高、植被覆盖高的山地区域,不适宜区呈现由中心向东西南北4个方向延伸的特点,这些区域主要为地势平坦的生产生活集中布局区,详见图2B。

受地形地貌影响,贤昌镇生产适宜性整体上呈现东西部低、中部高的特征(图2C),且高度适宜区主要集中分布于北部和中东部等平坦、地块较为集中的区

域,中度适宜区则分布于高度适宜区外围的槽谷区域,低度适宜区分布于山脚的缓坡区域,不适宜区主要分布于东西两侧地形起伏度较大,不适宜开展生产活动的高山上;生活适宜性整体上呈现中部高、外围低的特点,其高度适宜区主要集中分布于贯穿南北的交通干道附近,以及中东部地形起伏度较小、地块集中、教育基础设施较为完善的区域,中度适宜区和低度适宜区分布其外围,不适宜区主要分布于外围林地资源丰富,地形起伏大,不宜开发建设的山地区域;生态适宜性整体上呈现四周高中部低的特征,高度适宜区集中分布于地形起伏度大,生产生活活动受到较大限制的四周山地区域,中部、北部以及中东部等生产建设用地集中区域为生态低度适宜和不适宜分布区。

由图 2D 可知,闵孝镇生产适宜性整体呈由西部向东、南、北递减的特征,其高度适宜区主要集中于西部地形起伏度相对较小的缓坡以及中东、中北部谷地,不适宜区则分布于北部、东部以及中南部等地形起伏度较大的陡坡;生活高度适宜区和中度适宜区主要沿谷地等地形起伏度较小的区域分布,且呈圈层递进,不适宜区多集中于坡度 25° 以上,地形起伏度大的林地保育区;生态适宜性整体上呈现由山地向谷地递进的特点,其北部、南部和东部局部等森林覆盖率较高,人为干扰度低,景观规则性较好的山地区域为高度适宜区,谷地则为不适宜区域。

3.2 三生适宜性地类面积构成

由图 3A 可知,龙场镇土地利用生产适宜性中土地利用面积占比中度适宜>高度适宜>低度适宜>不适宜,受传统农业及石漠化治理影响,其高度适宜区主要由耕地、林地构成;生活适宜性中低度适宜>中度适宜>不适宜>高度适宜,这与当地行政区面积较大,生活环境较差,且经济水平较为落后有关;生态适宜性中中度适宜>低度适宜>不适宜>高度适宜,龙场镇范围内石漠化严重,植被生长较为困难,因此大部分区域为旱地,森林覆盖面积相对较小。

刘官乡生产适宜性的面积占比为高度适宜>中度适宜>低度适宜>不适宜,高度适宜区主要由耕地构成,这与刘官乡地势平坦,用地集中,利于农业生产活动有关;生活适宜性中低度适宜>不适宜>中度适宜>高度适宜,高度适宜区主要由耕地和建设用地构成;生态适宜性中低度适宜区>中度适宜区>不适宜区>高度适宜区,喀斯特盆地的刘官乡由于地形起伏小,景观较规则,空间连通性好,农业生产适宜性更高(图 3B)。

贤昌镇生产适宜性中低度适宜区>中度适宜区>不适宜区>高度适宜区,高度适宜区主要由耕地和林地

地构成;生活适宜性中不适宜>低度适宜>中度适宜>高度适宜,高度适宜区土地利用构成主要为耕地和林地;生态适宜性中中度适宜>低度适宜>高度适宜>不适宜,高度适宜区主要由林地和灌草丛构成,贤昌镇东西两侧均为不宜开发的山地,中部槽谷区域景观规则性较差,因此农业生产发展受到一定限制(图 3C)。

闵孝镇土地利用生产适宜性中低度适宜>中度适宜>高度适宜>不适宜,高度适宜区用地构成主要为林地和耕地;生活适宜性中不适宜>低度适宜>高度适宜>中度适宜,高度适宜区用地构成主要为林地、耕地和建设用地;生态适宜性中高度适宜>中度适宜>低度适宜>不适宜,高度适宜区主要由林地和灌草丛构成,这与闵孝镇地处自然保护区内,地形起伏大,林地资源丰富有关(图 3D)。

3.3 三生空间冲突分布特征

依据土地利用冲突识别矩阵,对“三生”空间适宜性用地进行识别,得到研究区潜在土地利用冲突类型区(图 4),以及各冲突区土地利用类型面积构成(表 3)。

龙场镇土地利用冲突类型区面积占比中用地适宜区>冲突中度区>冲突激烈区>冲突一般区>冲突微弱区,且各冲突类型区地类构成中面积占比最大均为耕地。其中用地适宜区分布较广,主要由耕地、林地和灌草丛构成,土地利用适宜性与开发利用现状相吻合,基本上不存在冲突对抗的情况;冲突微弱区和冲突一般区主要分布于中南部、西北部以及东部等零星区域,地类组成均主要由耕地组成,这些区域的开发利用程度相对较低,以简单的旱地作物种植为主,冲突相对较稳定;冲突中度区主要分布于东部、中西部以及东北部等区域,主要土地利用类型为耕地、林地和灌草丛,该区域大部分坡度均较大,农业生产效率低下;冲突激烈区主要集中分布于中部、中南部、北部等区域,现状用地构成主要为耕地、林地、建设用地,该区既是生产生活的热点区,也是生态保护脆弱区,土地利用多重适宜在该空间上叠加,导致冲突频繁发生(图 4A)。

刘官乡土地利用冲突类型区面积占比中用地适宜区>冲突中度区>冲突一般区>冲突激烈区>冲突微弱区,且各冲突类型区地类构成中面积占比最大均为耕地,其次为灌草丛。其中用地适宜区主要集中于中南部和西北部等区域,现状地类主要为耕地、林地、灌草丛等,土地利用的适宜功能与开发利用现状具有较好的一致性;冲突激烈区集中分布于中心城镇周围及南、北局部区域,是生活与生产的高适宜区,而刘官乡区域面积较小,城镇化发展必不可少的要占用耕地面积,从而导致冲突频发(图 4B)。

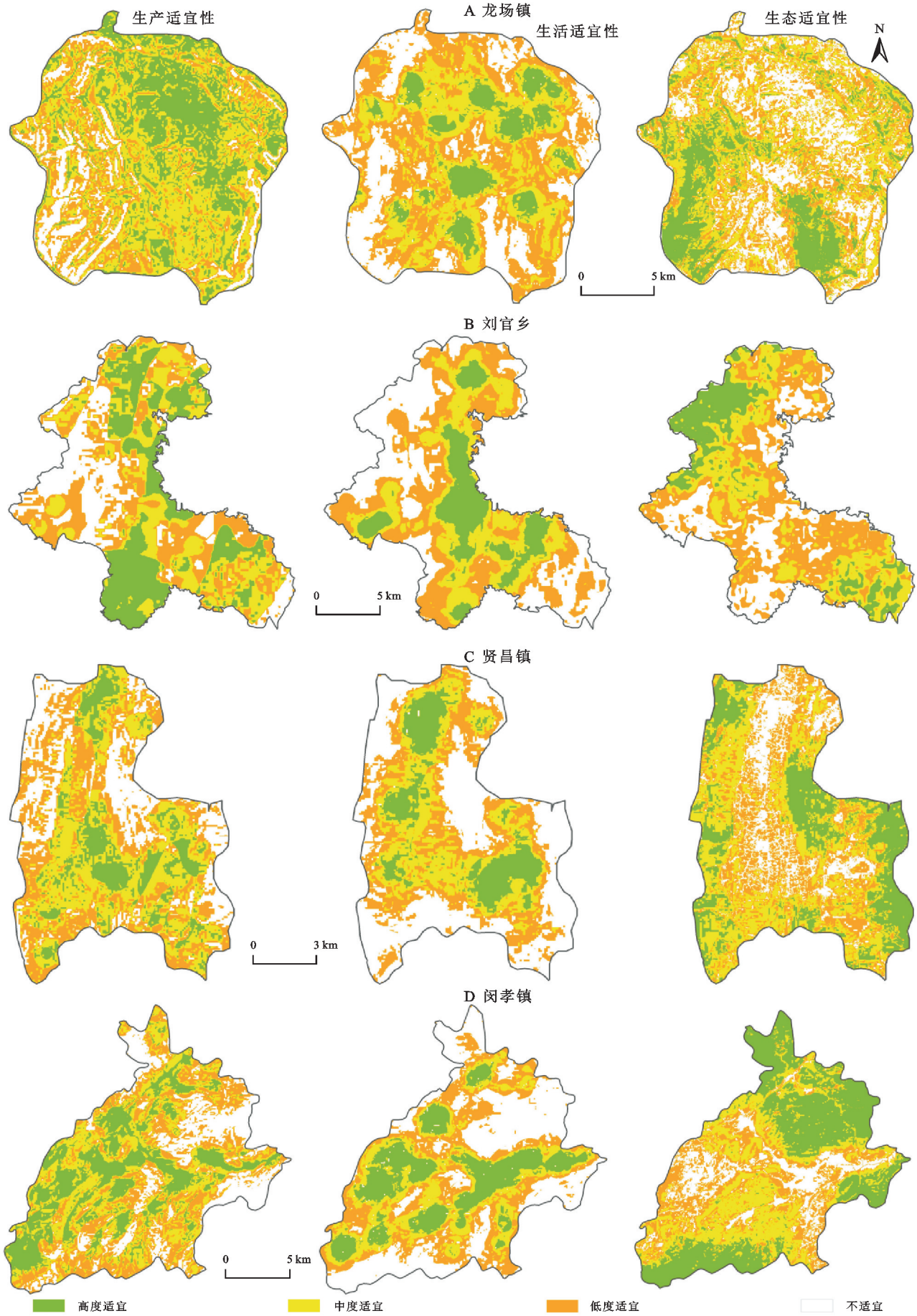


图 2 “三生”空间适宜性分布特征

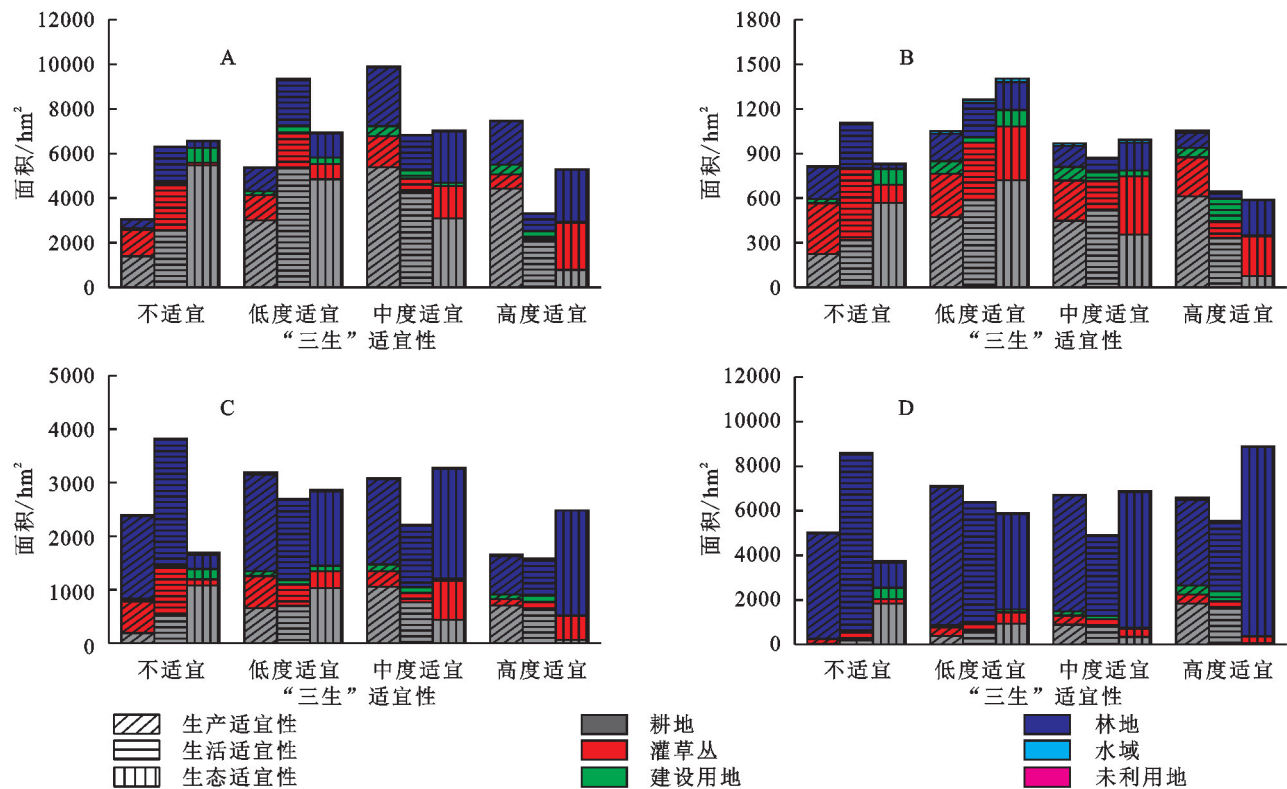


图 3 生产、生活与生态适宜性的面积构成

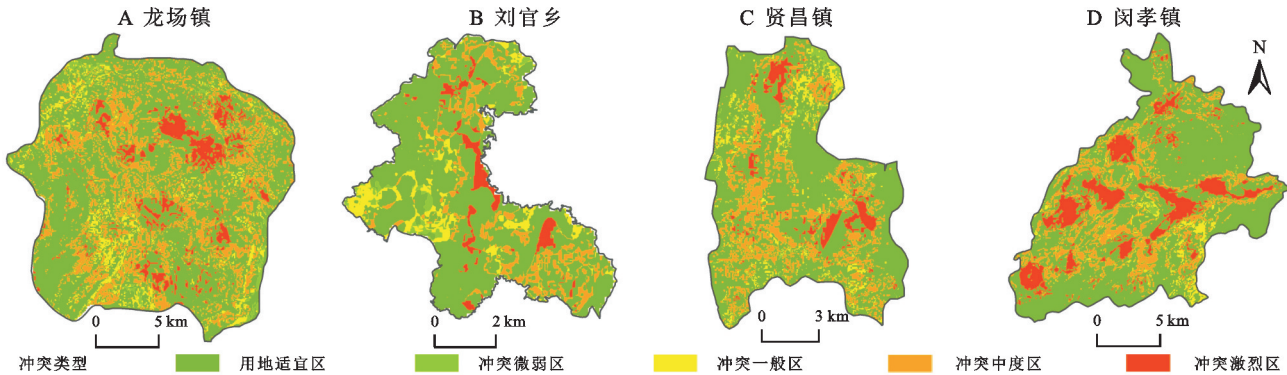


图 4 土地利用冲突类型空间分布

贤昌镇土地利用冲突类型区面积占比中用地适宜区>冲突中度区>冲突激烈区>冲突一般区>冲突微弱区,且冲突类型区地类构成中耕地面积占比逐渐增加,林地面积占比逐渐减少。其中用地适宜区主要集中于四周的山区以及北部槽谷区域,主要由林地、耕地和灌草丛构成,受地形破碎的影响,该区域土地利用的适宜功能主要为生态保护,与土地利用现状相一致,基本无冲突;冲突激烈区主要集中于中部、北部以及东部局部区域,主要是表现为生活与生产功能的冲突;其余冲突类型区主要分布于地形起伏度较小的槽谷区域,该区内存在大量低矮的缓丘,但由于经济发展水平较低,开发程度不高,土地利用的适宜功能未得到充分利用,因此存在用地冲突,但冲突仍处可控阶段(图 4C)。

闵孝镇土地利用冲突类型区面积占比中用地适宜区>冲突激烈区>冲突中度区>冲突一般区>冲

突微弱区,且各冲突类型区地类构成中面积占比最大均为林地。其中用地适宜区主要分布于南部和北部大部分区域,主要由林地构成,西部零碎区域则主要由耕地构成;冲突中度、一般、微弱区主要分布于峡谷附近,人类活动相对强烈,为坡耕地与林地的冲突,但冲突基本可控;冲突激烈区集中于中东部和西部等区域,该区人类活动强烈,冲突来源于山地地貌开发困难,用地紧张导致的生产与生活用地冲突(图 4D)。

3.4 不同地形梯度下三生空间冲突水平

“三生”冲突空间分布格局受到区域自然条件的影响,基于 ArcGIS 10.2,通过划分坡度、地形位指数和地形起伏度 3 种地形梯度等级,对不同冲突类型区在各地形梯度等级上的分布指数进行统计分析。

由图 5 可知,龙场镇土地利用冲突类型区在各地形因子等级梯度上的分布优势存在较大差异,冲突激

烈区集中于 1—2 人类活动强烈的低地形区间,在此区间上具有优势位,随地形梯度的增加,人为干扰减弱,其分布由优势变为劣势;冲突中度区和冲突一般区分布优势随地形梯度增加均呈现先上升后下降的趋势,不同之处在于冲突中度区在 2—3 地形梯度上具有较高优势度,冲突一般区在 4—5 地形梯度上具有较高优势度;随地形梯度增加,冲突微弱区的分布指数也随之增加,在 4—5 地形梯度上具有较高优势度;从 1—5 地形梯度,用地适宜区在各地形区间上的占比差异较小。

表 3 冲突类型区地类面积构成 hm²

冲突类型		耕地	灌草丛	建设用地	林地	水域	未利用地	总计
龙场镇	冲突激烈区	1016.58	103.59	183.74	607.90	0.87	1.88	1914.56
	冲突微弱区	269.50	9.57	16.75	5.53	0.57	0.00	301.94
	冲突一般区	957.61	71.93	50.87	38.45	0.18	1.40	1120.44
	冲突中度区	2739.52	744.78	200.30	1125.22	14.00	14.78	4838.59
	用地适宜区	9219.81	3436.81	693.04	4254.01	44.39	27.70	17675.75
刘官乡	冲突激烈区	114.16	45.30	30.32	23.26	3.46	0.16	216.66
	冲突微弱区	33.11	30.29	0.54	17.84	1.38	0.00	83.16
	冲突一般区	134.88	86.92	5.80	68.01	1.65	0.00	297.25
	冲突中度区	195.45	136.67	20.29	73.24	6.59	0.65	432.88
	用地适宜区	1290.17	871.65	210.09	466.38	38.78	0.64	2877.71
贤昌镇	冲突激烈区	256.50	41.58	38.83	214.20	7.47	8.15	566.73
	冲突微弱区	62.24	67.32	7.81	12.44	0.15	0.50	150.47
	冲突一般区	236.37	83.66	25.17	149.38	1.80	9.96	506.33
	冲突中度区	489.08	180.19	61.73	1091.08	3.30	3.86	1829.25
	用地适宜区	1562.83	1235.89	216.63	4209.26	21.42	38.72	7284.74
闵孝镇	冲突激烈区	1159.34	184.99	310.23	1841.85	64.26	10.88	3571.54
	冲突微弱区	9.75	1.96	3.83	56.05	0.70	0.00	72.29
	冲突一般区	105.69	46.81	16.66	407.88	1.98	0.54	579.56
	冲突中度区	362.43	222.87	66.89	2746.85	17.81	1.81	3418.66
	用地适宜区	1533.29	930.92	307.99	14944.50	119.70	12.51	17848.90

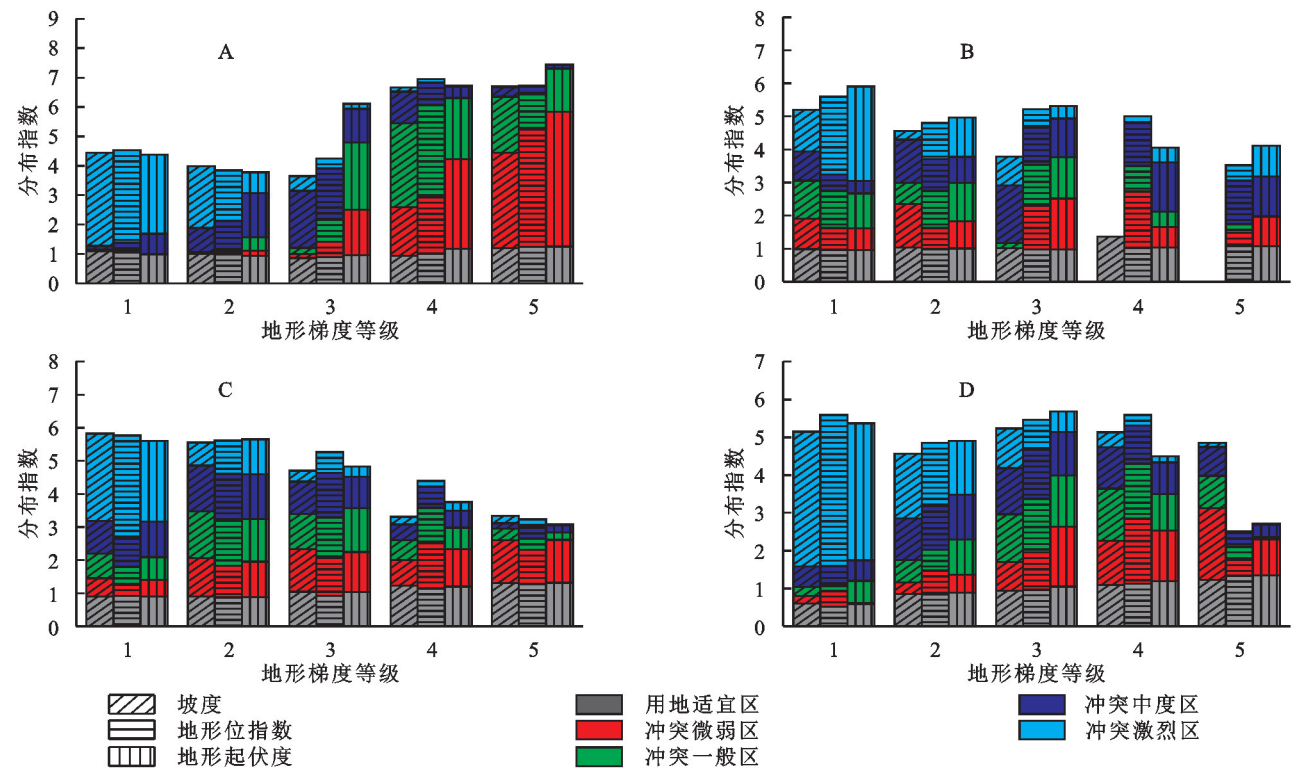


图 5 冲突类型区在地形梯度等级上的分布指数

刘官乡作为喀斯特盆地地貌,地势平坦,其冲突类型区在各地形梯度上分布指数变化不大,如坡度第1地形梯度和地形起伏度第2地形梯度上,不同冲突类型区在此区间上无明显的优势地形位,但总体上冲突激烈区仍集中于低地形位区间,尤其是在地形位指数和地形起伏度两个地形因子上的第1地形梯度上具有较高优势度。

从1—5地形梯度,贤昌镇整体上冲突激烈区分布优势逐渐降低,在第1地形梯度上优势度最高;冲突中度区和冲突一般区分布指数均呈先增加后降低趋势,在2—3地形梯度上具有较高优势度,该区主要分布于槽谷内的缓丘及周围地形起伏略大的区域,同时,在该区间上不同冲突类型区的分布优势差异较小;冲突微弱区和用地适宜区的分布优势则呈不同程度的增加趋势,在4—5地形梯度上优势度最高。

闵孝镇土地利用冲突激烈区在第1地形梯度上具有较高的优势度,随着地形梯度增加其优势度逐渐降低,在第3地形梯度时,不同冲突类型区分布优势差异较小,在高地形位区间时,用地适宜区和冲突微弱区分布优势度较高,尤其是在坡度地形因子上较为明显,这与该区地形起伏较大密切相关。

4 讨论与结论

4.1 讨论

随着乡村振兴和生态文明建设的不断深入,对区域“三生”用地进行适宜性评价,是实现喀斯特山区国土资源持续、高效利用的重要基础。本文基于“三生”适宜性评价体系,分析“三生”用地冲突分布特征,同时基于不同地形地貌对“三生”空间冲突分布做进一步探析,发现冲突表现为生产与生活冲突、生产与生态冲突,且随着地形位的增加,冲突强度逐渐降低,这表明地形地貌直接或通过干扰人类活动间接影响土地利用冲突的分布,这与李阳兵^[36]、王权^[37]等研究结果相似。基于土地利用冲突程度及分布特征,可采取高效集约利用用地适宜区和冲突微弱区、整合零散的冲突一般区、防治冲突中度区、重点改善冲突激烈区等措施进行国土空间优化。

通过对不同喀斯特地貌区土地利用冲突分析,进一步深化喀斯特山区“三生”空间的研究,但仍有尚待提升、完善的地方。本文基于研究现状,从客观角度出发,仅选取部分具有代表性的指标进行指标体系的构建,但土地利用的影响因素具有多样性,未来将选取包含生产技术、商业网点密度、水土流失程度等重要指标来构建较为全面的指标体系,进一步提高研究的科学性、合理性;4个不同喀斯特地貌区现状条件存在一定地域

差异,因地制宜地完善评价指标体系,科学地推动喀斯特山区国土空间优化,是今后研究的方向。

4.2 结论

(1) 4个典型喀斯特乡村的生产、生活与生态适宜性空间分布和结构组成存在显著差异。其中,龙场镇生产适宜性整体呈现东北高西南低的特点,高度适宜区集中分布于地势较平坦的“高原面”,生活适宜性围绕城镇中心、教育基础设施、道路等呈圈层递减,生态适宜性呈现西南、东南高,北部低的特点,高度适宜区集中于地势高的“中山河谷”;刘官乡生产适宜性呈南、北高,东、西低的特点,生活高度适宜区呈“星状”分布,生态适宜区呈东西高、中部低的特点;贤昌镇景观规则性较差,“三生”适宜性中高度适宜区面积占比生态适宜性>生产适宜性>生活适宜性,其中生产、生活高度适宜区集中于槽谷区域,生态高度适宜区则集中于槽谷周围的山地区域;闵孝镇地形起伏大,生产与生活高度适宜区主要集中分布于谷地或缓坡上,生态高度适宜区主要分布于南部和北部的山地。

(2) “三生”用地适宜性在空间上存在交叉、重叠,同时,部分土地利用适宜性功能与现状用地分类之间存在较大差异,从而导致土地利用存在冲突,且主要表现为生产-生活冲突和生产-生态冲突。生产-生活冲突主要分布于地形起伏较小的生产生活热点区,如龙场镇东北部的高原面、刘官乡中部的盆坝地、贤昌镇中部的槽谷和闵孝镇中东部的谷地等区域较为突出;生产-生态冲突则主要分布于地形起伏较大的坡地及生态脆弱保护区,如龙场镇西南部的谷坡、闵孝镇中西部的山地、刘官乡北部及东部的坡地、贤昌镇中西部及中东部的缓坡等需退耕还林区域。

(3) 在不同地形因子等级梯度上,冲突类型区分布存在较大差异。冲突激烈区主要集中于低地形位上,高地形位上则以用地适宜区和冲突微弱区为主。此外,在部分地形梯度区间,各冲突类型区的分布指数较均匀,如刘官乡的盆坝和贤昌镇的槽谷(第1—2地形梯度)以及闵孝镇的坡地(第3地形梯度)等区域。

参考文献:

- [1] 金贵,郭柏枢,成金华,等.基于资源效率的国土空间布局及支撑体系框架[J].地理学报,2022,77(3):534-546.
- [2] 李晓青,刘旺彤,谢亚文,等.多规合一背景下村域三生空间划定与实证研究[J].经济地理,2019,39(10):146-152.
- [3] 刘春芳,王奕璇,何瑞东,等.基于居民行为的三生空间识别与优化分析框架[J].自然资源学报,2019,34(10):2113-2122.
- [4] 林佳,宋戈,张莹.国土空间系统“三生”功能协同演化机制研究:以阜新市为例[J].中国土地科学,2019,33(4):9-17.

- [5] 金贵,邓祥征,张倩,等.武汉城市圈国土空间综合功能分区[J].地理研究,2017,36(3):541-552.
- [6] 康庆,郭青霞,丁一,等.山西省“三生”功能协同/权衡关系分析[J].自然资源学报,2021,36(5):1195-1207.
- [7] 廖李红,戴文远,陈娟,等.平潭岛快速城市化进程中三生空间冲突分析[J].资源科学,2017,39(10):1823-1833.
- [8] 于伯华,吕昌河.土地利用冲突分析:概念与方法[J].地理科学进展,2006,25(3):106-115.
- [9] Ristić V, Maksin M, Nenковиć-Riznić M, et al. Land-use evaluation for sustainable construction in a protected area: A case of Sara mountain national park[J]. Journal of Environmental Management, 2018,206:430-445.
- [10] Ma B, Xie Y, Zhang T, et al. Identification of conflict between wildlife living spaces and human activity spaces and adjustments in/around protected areas under climate change: A case study in the Three-River Source Region[J]. Journal of Environmental Management, 2020,262:110322.
- [11] Matseketse G, Muboko N, Gandiwa E, et al. An assessment of human-wildlife conflicts in local communities bordering the western part of Save Valley Conservancy, Zimbabwe[J]. Global Ecology and Conservation, 2019,20:e00737.
- [12] 王奥枫,陈世恒,韦彦章,等.基于 F-H 方法的漓江流域土地利用冲突识别[J].山地学报,2021,39(4):506-514.
- [13] 蒙吉军,江颂,拉巴卓玛,等.基于景观格局的黑河中游土地利用冲突时空分析[J].地理科学,2020,40(9):1553-1562.
- [14] Hill N J, Tobin A J, Reside A E, et al. Dynamic habitat suitability modelling reveals rapid poleward distribution shift in a mobile apex predator[J]. Global Change Biology, 2016, 22(3):1086-1096.
- [15] 赵杰,罗志军,赵越,等.基于改进灰靶模型的区域土地利用冲突强度诊断:以南昌市为例[J].江西农业大学学报,2017,39(6):1256-1263.
- [16] 邹利林,刘彦随,王永生.中国土地利用冲突研究进展[J].地理科学进展,2020,39(2):298-309.
- [17] 张潇,谷人旭.土地利用冲突的时空格局刻画与多情景模拟研究:以长江三角洲城市群为例[J].地理研究,2022,41(5):1311-1326.
- [18] 迪力沙提·亚库甫,严金明,李强.基于生态导向与自然条件约束的青海省国土空间开发适宜性评价研究[J].地理与地理信息科学,2019,35(3):94-98,111.
- [19] 焦欢,肖禾,丁忆,等.基于“三生空间”的农村居民点空间布局优化研究:以重庆市长寿区为例[J].贵州师范大学学报:自然科学版,2022,40(1):34-42.
- [20] 王检萍,余敦,卢一乾,等.基于“三生”适宜性的县域土地利用冲突识别与分析[J].自然资源学报,2021,36(5):1238-1251.
- [21] 王建英,邹利林,李梅淦.基于“三生”适宜性的旅游度假潜在土地利用冲突识别与治理[J].农业工程学报,2019,35(24):279-288,328.
- [22] 宋振江,李争,杨俊.矿粮复合区土地利用冲突强度测算研究:以江西省德兴铜矿和永平铜矿污染区域为例[J].中国农业资源与区划,2018,39(3):78-85,200.
- [23] 韩会庆,马淑亮,邵红娟,等.喀斯特乡村土地利用景观的粒度效应[J].地域研究与开发,2020,39(4):127-133.
- [24] 纪学朋,黄贤金,陈逸,等.基于陆海统筹视角的国土空间开发建设适宜性评价:以辽宁省为例[J].自然资源学报,2019,34(3):451-463.
- [25] 朱康文,周梦甜.中国山地城镇的土地适宜性评价研究:以重庆市武隆县为例[J].水土保持研究,2015,22(2):178-183,345.
- [26] Carr M H, Zwick P. Using GIS suitability analysis to identify potential future land use conflicts in North Central Florida[J]. Journal of Conservation Planning, 2005,1(1):89-105.
- [27] 应奎,李旭东,程东亚.贵州人口老龄化空间格局演变及环境成因[J].长江流域资源与环境,2020,29(2):334-345.
- [28] 郑新奇,付梅臣.景观格局空间分析技术及其应用[M].北京:科学出版社,2010.
- [29] 刘吉平,董春月,盛连喜,等.1955—2010 年小三江平原沼泽湿地景观格局变化及其对人为干扰的响应[J].地理科学,2016,36(6):879-887.
- [30] 王有小,刘少坤,陆汝成,等.“三生”空间视角下近 40 年广西边疆地区景观生态风险及地形梯度分析[J].生态与农村环境学报,2021,37(12):1586-1595.
- [31] 聂宇,杨彦敏,王一航,等.拉萨市城关区近 50 年城市扩展过程对自然生境质量的综合影响[J].生态学报,2022,42(6):2202-2220.
- [32] 韩会庆,杨建强,刘悦,等.喀斯特山区贫困乡村土地利用的地形梯度特征[J].中国农机化学报,2020,41(2):224-230.
- [33] 肖练练,刘青青,虞虎,等.基于土地利用冲突识别的国家公园社区调控研究:以钱江源国家公园为例[J].生态学报,2020,40(20):7277-7286.
- [34] 汤国安,宋佳.基于 DEM 坡度图制图中坡度分级方法的比较研究[J].水土保持学报,2006,20(2):157-160,192.
- [35] 刘纯军,周国富,黄启芬,等.基于地形梯度的贵州乌江流域土地利用时空演变分析[J].贵州师范大学学报:自然科学版,2020,38(6):45-54.
- [36] 李阳兵,李珊珊,徐倩,等.西南岩溶山地石漠化近 50 年演变:基于 5 个地点的案例研究[J].生态学报,2019,39(22):8526-8538.
- [37] 王权,李阳兵,刘亚香,等.基于地形梯度的岩溶槽谷区土地利用空间格局分析[J].生态学报,2019,39(21):7866-7880.