



喀斯特地区贫困乡村景观格局及生态风险分析

韩会庆, 李金艳, 陈思盈, 马淑亮, 张新鼎, 任月倩

引用本文:

韩会庆, 李金艳, 陈思盈, 等. 喀斯特地区贫困乡村景观格局及生态风险分析[J]. 农业资源与环境学报, 2020, 37(2): 161-168.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13254/j.jare.2019.0328>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

西南丘陵山区农村宅基地复垦景观格局和生态效应研究

罗友进, 余端, 韩国辉, 王武, 胡佳羽, 谢永红, 廖敦秀

农业资源与环境学报. 2015, 32(5): 429-435 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2015.0036>

乡村环境保护和管理的景观途径

张鑫, 李朋瑶, 宇振荣

农业资源与环境学报. 2015(2): 132-138 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2015.0051>

“美丽乡村”建设所面临的生态景观问题及对策——对全国乡村生态景观问卷调研结果的思考

张茜, 韩乐然, 赵英杰, 何明婵, 宇振荣

农业资源与环境学报. 2015(2): 121-131 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2015.0050>

基于MCE-CA耦合模型的嘉兴市土地利用预测情景下生态敏感性评价

荣月静, 张慧, 赵显富

农业资源与环境学报. 2015(4): 343-353 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2014.0359>

我国农村厕所改造的区域特征及路径探析

王永生, 刘彦随, 龙花楼

农业资源与环境学报. 2019, 36(5): 553-560 <https://doi.org/10.13254/j.jare.2019.0245>



关注微信公众号, 获得更多资讯信息

韩会庆, 李金艳, 陈思盈, 等. 喀斯特地区贫困乡村景观格局及生态风险分析[J]. 农业资源与环境学报, 2020, 37(2): 161-168.

HAN Hui-qing, LI Jin-yan, CHEN Si-ying, et al. Landscape pattern and ecological risk analysis of poor rural areas in karst regions[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2020, 37(2): 161-168.

## 喀斯特地区贫困乡村景观格局及生态风险分析

韩会庆, 李金艳\*, 陈思盈, 马淑亮, 张新鼎, 任月倩

(贵州理工学院建筑与城市规划学院, 贵阳 550003)

**摘要:**为揭示喀斯特不同地貌乡村景观格局及生态风险的差异,以贵州省石门乡(喀斯特中山)、宗地镇(峰丛洼地)、周覃镇(低山丘陵)、掌布镇(峰丛峡谷)4种典型喀斯特地貌的贫困乡村为例,利用 ArcGIS 10.1、Fragstats 4.2 软件对乡村景观格局进行分析,并定量评价景观生态风险。结果表明,不同地貌乡镇的各斑块面积占比(PLAND)、斑块数量(NP)、斑块密度(PD)、斑块形状指数(LSI)存在较大差异。掌布镇景观水平上指标特征与石门乡相反,而宗地镇和周覃镇景观水平上指标特征介于掌布镇和石门乡之间。周覃镇与掌布镇景观生态风险低于石门乡以及宗地镇。石门乡中北部景观生态风险高于东部和西南部,与中北部以未利用地和建设用地景观为主、东部和西南部以灌草丛和林地景观为主有关。宗地镇中部比重较大的未利用地使其景观生态风险较高,而东部和西部比重较大的灌草丛使其景观生态风险较低。除西部地区外,周覃镇大部分地区耕地、林地和灌草丛的连片分布使得景观生态风险较低。中北部占主导地位的林地以及南部各地类的镶嵌分布,使掌布镇中北部景观生态风险明显低于南部。研究结果可为喀斯特地区乡村土地利用调控及生态风险管理提供科学依据。

**关键词:**喀斯特乡村;景观格局;生态风险;土地利用

中图分类号:X144

文献标志码:A

文章编号:2095-6819(2020)02-0161-08

doi: 10.13254/j.jare.2019.0328

### Landscape pattern and ecological risk analysis of poor rural areas in karst regions

HAN Hui-qing, LI Jin-yan\*, CHEN Si-ying, MA Shu-liang, ZHANG Xin-ding, REN Yue-qian

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

**Abstract:** In order to demonstrate the distinctions of rural landscape and ecological risks in different karst land forms, an analysis of the landscape pattern was conducted using ArcGIS 10.1 and Fragstats 4.2 software. In addition, landscape ecological risk was assessed quantitatively using data collected from Shimen Town (mid-mountain karst), Zongdi Town (peak-cluster depression), Zhouqin Town (low hills), and Zhangbu Town (peak-cluster canyon). We found that the proportion of patch area (PLAND), number of patches (NP), patches density (PD), and landscape shape index (LSI) varied among towns. The landscape index characteristics of Zhangbu Town in a peak-cluster canyon contrasted with those of Shimen Town in a mid-mountain karst, while the landscape index characteristics of Zongdi Town in a peak-cluster depression and of Zhouqin Town in low hills were intermediate between those of Zhangbu and Shimen Town. The landscape ecological risk for Zhouqin Town in low hills and for Zhangbu Town in a peak-cluster canyon was lower than that for Shimen Town in a mid-mountain region and for Zongdi Town in a peak-cluster depression. The landscape ecological risk for the north of Shimen Town was higher than that for the east and southwest regions because the northern region was dominated by undeveloped land and construction land, whereas the eastern and southwestern regions were dominated by brush/grass land, and woodland. In the center of Zongdi Town, undeveloped land resulted in increased landscape ecological risk, whereas brush/grass land with a large proportion in the east and west reduced the landscape ecological risk. The concentration of contiguous distribution of farmland, woodland, and brush/grass land in most parts of Zhouqin Town

收稿日期:2019-06-18 录用日期:2019-08-20

作者简介:韩会庆(1983—),男,山东济南人,博士,教授,从事生态系统服务、土地资源利用与保护研究。E-mail:hhuiqing2006@126.com

\*通信作者:李金艳 E-mail:290857583@qq.com

基金项目:教育部人文社会科学研究项目(18YJCZH042,19YJC760135)

Project supported: The Humanity and Social Science Youth Foundation of the Ministry of Education(18YJCZH042,19YJC760135)

seemed to mitigate the landscape ecological risk, which were in lower landscape ecological risk with the western region as an exception. The landscape ecological risk posed to the middle and north of Zhangbu Town was significantly lower than in the south owing to the concentration of woodland in central and northern areas as well as the mosaic distribution of each type of land use in the south. The study provide a scientific basis for land use control and ecological risk management for rural karst areas.

**Keywords:** rural karst areas; landscape pattern; ecological risk; land use

景观格局分析是景观生态学研究的核心问题,掌握景观各要素的相互作用关系及格局结构的发展,可以准确把握生态环境的变化趋势<sup>[1]</sup>。随着经济的快速发展,城市化、人口增长等人类活动会对景观格局产生一定的影响,而景观格局的改变直接影响生态系统,甚至会加速生态环境的恶化,从而加大生态风险<sup>[2]</sup>。景观格局及生态风险分析对促进地区可持续发展、建立风险预警机制及降低生态风险具有重要的意义<sup>[3-4]</sup>。

目前,国内外学者对景观格局特征的研究成果丰硕,其研究对象集中于流域<sup>[5-6]</sup>、森林<sup>[7-9]</sup>及湿地<sup>[10-11]</sup>等,如Estoque等<sup>[5]</sup>分析了加利福尼亚拉梅萨流域景观格局变化特征;同时,也有学者关注了旅游区及自然保护区景观格局<sup>[12-13]</sup>。景观格局变化在一定程度上影响生态环境,从而影响生态风险。因此,基于景观格局的生态风险评估受到学者的关注。目前,基于景观格局的生态风险评估对象一般集中于流域<sup>[14-17]</sup>、城市<sup>[18-19]</sup>等方面,如闻国静等<sup>[14]</sup>基于景观格局对普者黑湖的生态风险进行评估;刘焱序等<sup>[18]</sup>在生态适应性循环三维框架下,对城市景观生态风险进行评估,并提出相应对策;另外,甄江红等<sup>[20]</sup>、田鹏等<sup>[21]</sup>、奚世军等<sup>[21]</sup>利用GIS软件对草原、海岸及山区等景观生态风险进行了评估。然而,当前学者对景观格局及生态风险评估对象的尺度较大,而对乡村小尺度研究较少。喀斯特地貌景观明显有别于其他地貌景观特征,已有学者从喀斯特聚落(包括城市和乡村)<sup>[22-23]</sup>、喀斯特石漠化景观<sup>[24]</sup>、喀斯特景观粒度变化<sup>[25]</sup>、喀斯特景观格局提取<sup>[26]</sup>等方面进行了喀斯特景观格局研究。由于喀斯特地貌类型复杂多样,不同地貌的人类活动势必存在差异,这将对不同地貌的景观产生差异化影响。然而,当前对不同喀斯特地貌的景观格局及生态风险比较研究还鲜有报道。贵州省属典型的喀斯特地貌区,近年来复杂的人类活动对喀斯特贫困乡村的景观格局产生深刻影响,从而影响景观生态风险状况,对此还缺乏相关深入研究。因此,以贵州省4种不同喀斯特地貌的典型贫困乡村为例,对景观格局及其生态风险进行研究,以期对喀斯特地区乡村土地利用调控及

生态风险管理提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区概况

选取贵州省石门乡、宗地镇、周覃镇、掌布镇4个典型贫困乡镇为研究区,地形见图1。石门乡地处贵州西北部,为喀斯特中山地貌,平均海拔1900 m,山高坡陡,地势西南高、东北低,属长江上游生态环境重要监测和保护区,水土流失严重,生态脆弱性突出,总人口1.9万,人口密度为136人·km<sup>-2</sup>;宗地镇位于贵州西南部,地貌为峰丛洼地,地形破碎,平均海拔1040 m,裸岩面积大,生态环境较为恶劣,是石漠化重点整治地区,总人口3.4万,人口密度为107人·km<sup>-2</sup>;周覃镇位于贵州南部,属于低山丘陵地貌,平均海拔720 m,地形相对平坦,境内自然生态条件较好,是重要的粮食产区,总人口6.1万,人口密度为214人·km<sup>-2</sup>;掌布镇地处贵州南部,属峰丛峡谷地貌,地形起伏较大,平均海拔685 m,森林覆盖率为73%,拥有4A风景名胜区,自然生态条件优越,总人口1.5万,人口密度仅为69人·km<sup>-2</sup>。

### 1.2 数据来源及处理

4个研究区的数据来源于法国Pleiades卫星的遥感影像(空间分辨率0.5 m),石门乡的影像采集时间为2018年1月和3月,周覃镇采集时间为2018年4月和11月,宗地镇和掌布镇采集时间均为2018年11月。利用ArcGIS软件,采用人工目视解译方式将研究区分为耕地、林地、灌草丛、建设用地、水域、未利用地6种景观类型(图2)。通过实地验证,发现遥感解译精度较高(>90%),可以满足本研究需要。

### 1.3 研究方法

#### 1.3.1 景观格局分析

利用景观格局分析软件Fragstats 4.2对4个乡镇景观格局特征进行分析,从景观类型和景观2个水平选取10个指标(表1)。

#### 1.3.2 生态风险分析

通过综合考虑4个研究区范围,利用ArcGIS软件的格网工具,将石门乡、宗地镇、周覃镇、掌布镇4个

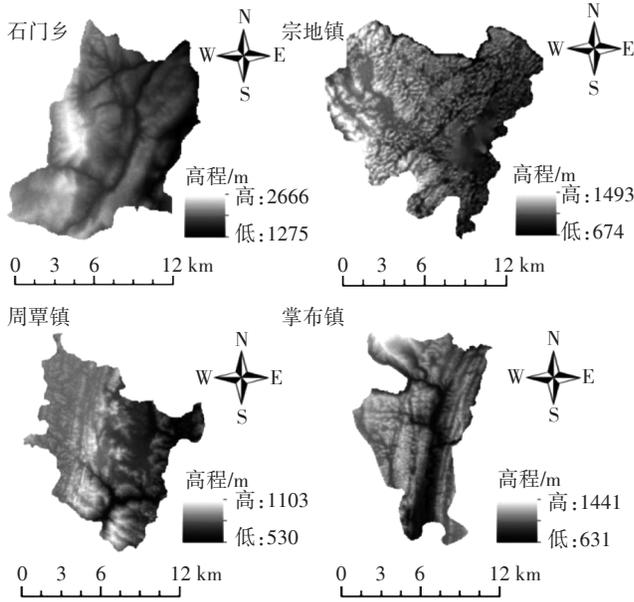


图1 研究区地形

Figure 1 Landforms of the study area

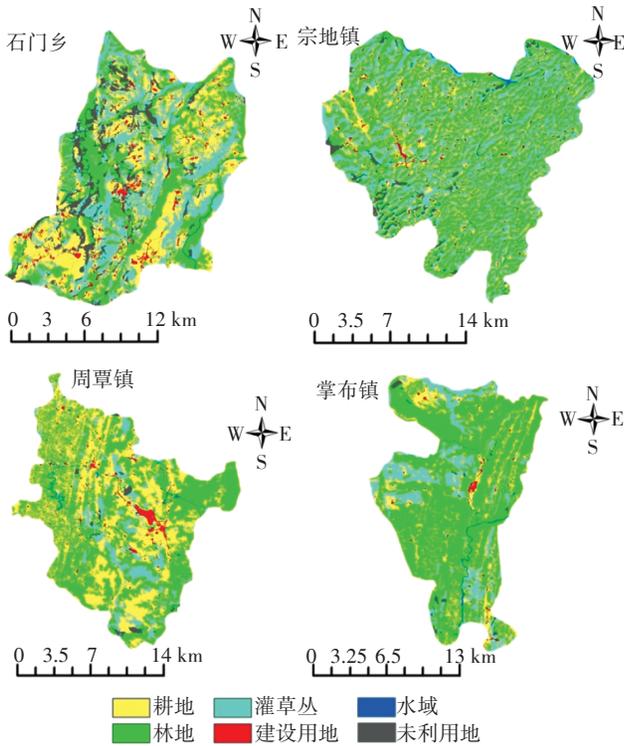


图2 研究区土地利用景观格局

Figure 2 Land use landscape patterns in the study area

乡镇分别划分出 1 km×1 km 单元大小的格网 167 个、1.5 km×1.5 km 单元大小的格网 157 个、1.5 km×1.5 km 单元大小的格网 148 个、1 km×1 km 单元大小的格网 160 个(图 3),再分别计算各地区每一风险格网的生

表 1 景观指标及概念

Table 1 Landscape indices and concepts

指标类型 Indicator types	含义 Meaning	
景观类型指标	斑块面积占比 (PLAND)	各斑块面积占总面积比例
	斑块数量 (NP)	表示景观破碎化程度
	斑块密度 (PD)	表示景观破碎化程度
	斑块形状指数 (LSI)	表示景观形状特征
景观水平指标	景观连通度 (COHESION)	表示景观连通性
	景观聚集度 (AI)	表示景观类型中斑块聚集度
	景观蔓延度 (CONTAG)	表示景观不同斑块聚集及延展趋势
	景观分离度 (DIVISION)	表示景观分离性
	景观香农多样性 (SHDI)	表示景观异质性
	景观香农均匀度 (SHEI)	表示景观多样性

态风险指数,得到样本中心点的风险值,进而利用 ArcGIS 软件空间插值工具,生成生态风险格局图。

基于景观分离指数、优势指数及破碎度指数 3 种指数计算得到景观干扰度指数,并结合景观脆弱度指数,建立景观生态风险指数,具体计算过程为:

景观干扰度指数 ( $U_i$ ) 表征不同景观受到外界干扰的程度<sup>[27]</sup>,其计算公式为:

$$U_i = bC_i + cF_i + aD_i \quad (1)$$

式中:  $C_i$  表示景观破碎度;  $F_i$  表示景观分离度;  $D_i$  表示景观优势度,其中  $a+b+c=1$ ,依据文献<sup>[28]</sup>,并参照专家打分法,分别赋值 0.5、0.3 和 0.2。

景观损失度 ( $R_i$ ) 表征在各种因素干扰下景观类型的损失程度<sup>[29]</sup>,其计算公式为:

$$R_i = U_i \times Q_i \quad (2)$$

式中:  $U_i$  表示景观干扰度指数;  $Q_i$  表示景观脆弱度指数。水域及未利用地的脆弱性最强,脆弱度指数赋以 5,建设用地较为稳定,其脆弱度为 1,而耕地、灌草丛、林地的脆弱度指数分别为 4、3 和 2。

利用景观各类型的面积比,构建景观生态风险综合指数计算模型:

$$ERI_i = \sum_{j=1}^n \frac{A_{ij}}{A_i} \times R_i \quad (3)$$

式中:  $ERI_i$  表示风险小区  $i$  的景观生态风险指数;  $A_{ij}$  是风险小区  $i$  内第  $j$  类景观斑块的面积;  $A_i$  是风险小区  $i$  的面积;  $R_i$  是损失度指数。

## 2 结果与分析

### 2.1 景观格局分析

#### 2.1.1 景观类型上的景观格局指数分析

4个不同地貌的乡镇PLAND整体上呈现林地>灌草丛>耕地>建设用地~未利用地>水域。从不同景观类型看,石门乡和周覃镇的耕地和建设用地PLAND高于宗地镇和掌布镇,林地PLAND呈现掌布镇>周覃镇>宗地镇>石门乡,灌草丛PLAND呈现宗地镇较高、石门乡居中、周覃镇和掌布镇较低特点,各乡镇水域PLAND差别较小,而石门乡的未利用地PLAND远高于其他乡镇(图4)。

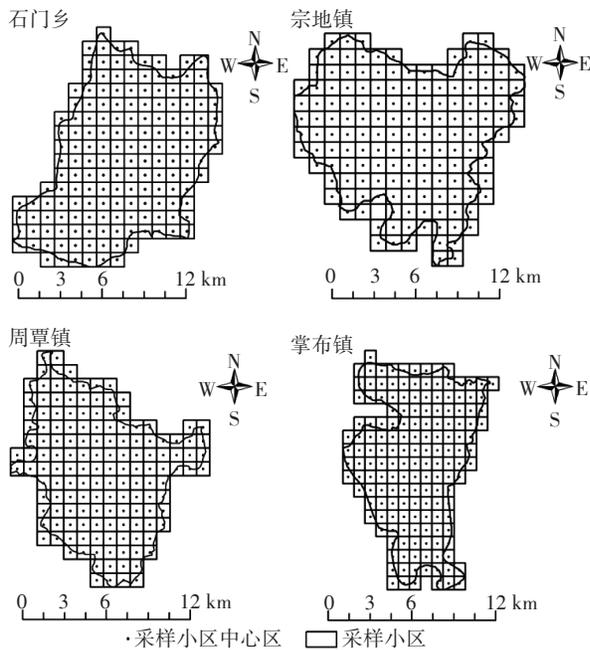


图3 生态风险小区的划分

Figure 3 Division of ecological risk regions

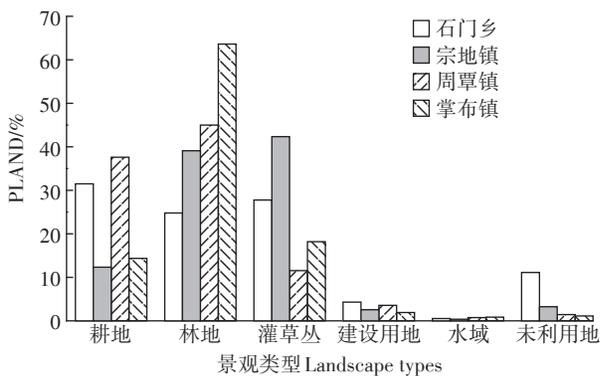


图4 研究区各景观类型的斑块面积占比(PLAND)

Figure 4 Percentage of landscape patch area(PLAND) of each landscape types in the study area

4个不同地貌的乡镇NP整体呈现建设用地和耕地较大、林地和灌草丛居中、水域和未利用地NP较小特点。从不同景观看,宗地镇的耕地和林地NP高于其他地貌的3个乡镇,石门乡和宗地镇的灌草丛和未利用地NP高于周覃镇和掌布镇,建设用地NP呈现宗地镇>石门乡~周覃镇>掌布镇,宗地镇水域NP远低于其他地貌的3个乡镇(图5)。

4个不同地貌乡镇的PD整体呈现建设用地>耕地>林地~灌草丛>水域~未利用地。从不同景观类型看,宗地镇和掌布镇的耕地PD高于石门乡和周覃镇,掌布镇林地PD和宗地镇水域PD远低于其他乡镇,而石门乡的灌草丛、建设用地、未利用地PD远高于其他乡镇(图6)。

4个不同地貌乡镇的耕地、林地、灌草丛、建设用地LSI较大,而水域和未利用地的LSI相对较小。从不同景观类型看,与其他3个地貌的乡镇相比,宗地镇的耕地、林地、灌草丛的LSI较大,景观形状较为不

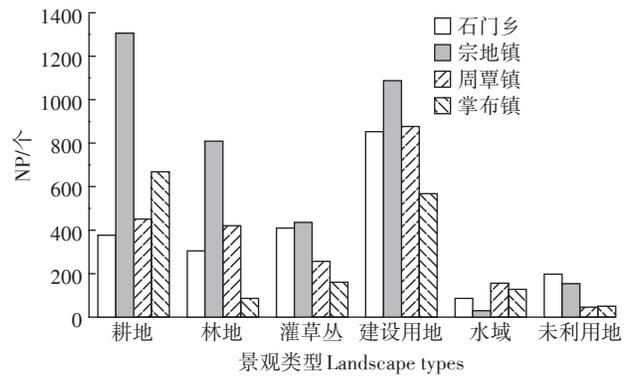


图5 研究区各景观类型的斑块数量(NP)

Figure 5 Number of patch (NP) of each landscape types in the study area

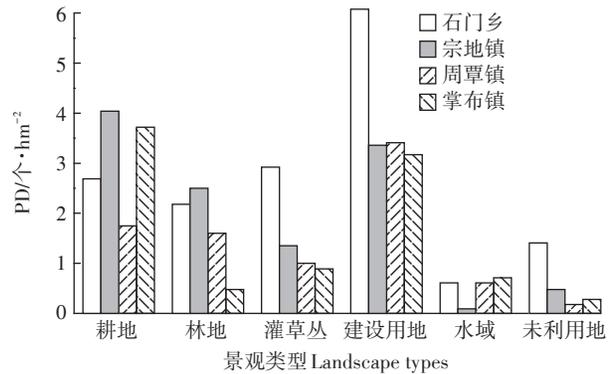


图6 研究区各景观类型的斑块密度(PD)

Figure 6 Patch density (PD) of each landscape types in the study area

规则,不同地貌乡镇的建设用地 LSI 较为接近,景观形状均较为一致,宗地镇的水域 LSI 低于其他 3 个乡镇,石门乡和宗地镇未利用地 LSI 高于周覃镇和掌布镇(图 7)。

2.1.2 景观水平上的景观格局指数分析

4 种地貌乡镇 COHESION 较为接近,相比而言,掌布镇、周覃镇和宗地镇 COHESION 稍高于石门乡;掌布镇 CONTAG 较高,不同斑块较集聚,优势斑块连接性较强,而石门乡 CONTAG 较低,景观较为分散破碎,优势斑块连通度较低;掌布镇 AI 较高, DIVISION 较低,其景观更为集中,而石门乡 AI 偏低, DIVISION 接近于 1,景观分布不集中,趋于破碎化,宗地镇和周覃镇 AI 和 DIVISION 介于石门乡和掌布镇之间;4 种地貌中,掌布镇 SHDI 和 SHEI 均较低,表明其存在优势斑块,多样性低,结构比较单一,石门乡 SHDI 和 SHEI 均最高,景观多样性较强,景观较为丰富,景观优势性较弱,呈异质化发展,而其他两个乡镇 SHDI 和 SHEI 介于石门乡和掌布镇之间(表 2)。

2.2 景观生态风险分析

通过计算得到各个风险格网的生态风险指数,利用 ArcGIS 10.1 中的 Kriging 工具进行插值,得到生态风险分布图,并按照自然间断点分级法(Natural

break),将研究区的生态风险划分为 5 个等级:低生态风险区、较低生态风险区、中等生态风险区、较高生态风险区和高生态风险区(图 8)。

从图 8 可以看出,石门乡低生态风险及较低生态风险区主要集中于东部及西南部,此区域山高坡陡,人类活动对该区景观的改造有限,形成以灌草丛及林地为主的景观结构,加之林地和灌草丛的自身稳定性较好,抗外界干扰能力强,故而生态风险低;高生态风险及较高生态风险区主要集中于北部及中部,此区域地形起伏相对较小,人类在长期土地利用过程中,对景观的改造性较强,原始自然景观(如林地、灌草丛等)被破坏,形成以建设用地、未利用地为主的景观特征,景观破碎化加剧。加之建设用地属于人口密集区,人类活动使其风险升高,而未利用地植被覆盖面积较小,景观敏感脆弱,从而导致生态风险较高。

宗地镇低生态风险及较低生态风险区主要集中于西部及东部,此区域地形相对平坦,在此地貌背景下人类活动有利于使其形成较为单一的景观结构(即以灌草丛及林地为主),林地和灌草丛的稳定性较好,抵抗力强,因而生态风险低;高生态风险及较高生态风险区主要集中于中部和南部,由于该地区洼地和山地相间分布,地形破碎化严重,在此生态环境利用过

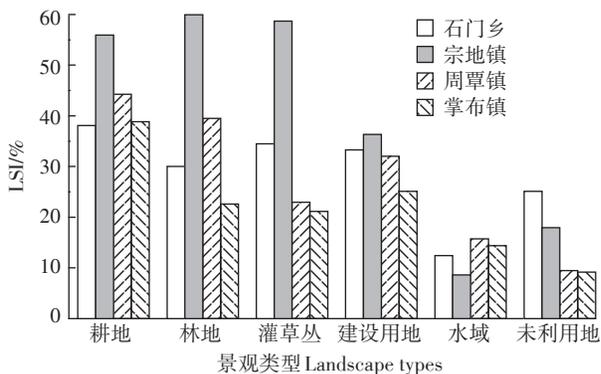


图 7 研究区各景观类型的斑块形状指数 (LSI)

Figure 7 Patch shape index (LSI) of each landscape types in the study area

表 2 研究区景观水平指数

Table 2 Landscape level index in the study area

乡镇 Town	COHESION	CONTAG	AI	DIVISION	SHDI	SHEI
石门乡	95.27	31.91	70.73	0.98	1.47	0.82
宗地镇	97.87	42.12	71.15	0.95	1.21	0.68
周覃镇	97.86	47.04	78.59	0.96	1.19	0.67
掌布镇	98.98	54.43	82.79	0.65	1.04	0.58

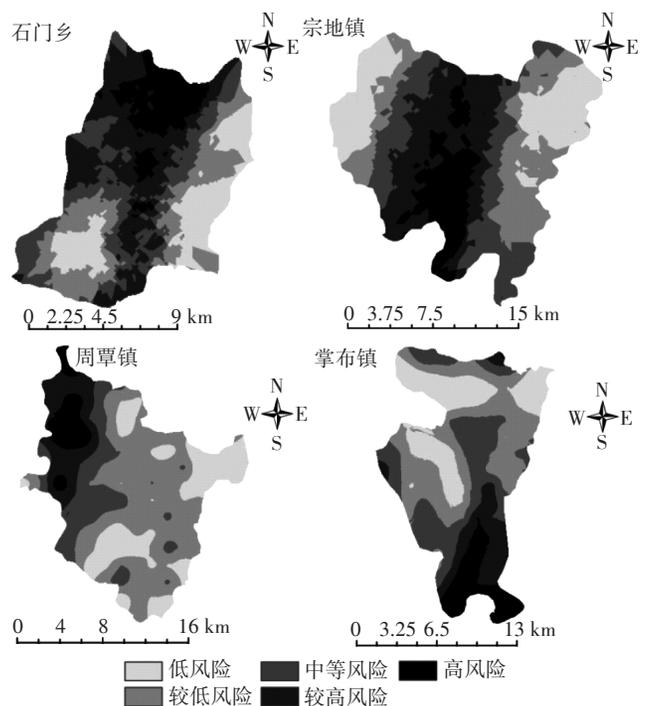


图 8 研究区景观生态风险空间格局

Figure 8 Spatial pattern of landscape ecological risk in the study area

程中,在洼地形成以耕地和建设用地的景观类型,在山地形成以灌草丛、林地、未利用地为主的景观类型,这使得耕地、灌草丛、林地、未利用地、建设用地等呈现复杂的镶嵌布局,景观破碎化严重。加之耕地及建设用地属于人口活动区,生态风险影响较大,未利用地生物种类少,抵抗力不强,导致生态风险较高。

周覃镇的景观生态风险以低生态风险区和较低生态风险区为主,主要分布南部和东部,且面积占比较大,究其原因,该区以平坦的坝子以及低缓的坡地为主,非常有利于人类开展各种活动,大片土地被开发,形成集中连片的耕地,加之自然条件优越,林地和灌草丛集中分布且较为茂盛,景观破碎化较低,故而生态风险较低。高生态风险和较高生态风险区主要集中于西部地区,该区坡度相对较大,谷地和山地纵列分布,在人类活动干扰下人为景观(如耕地、建设用地)逐渐成为谷地的主导景观,而在坡度较大的山顶保留原有景观(如林地),这导致该区景观镶嵌分布,破碎化突出,景观生态风险较高。

掌布镇低生态风险及较低生态风险区主要集中于中部和北部,此区域以峡谷地貌为主,人类难以进入,对其景观的干扰较小,形成了以林地为主的景观结构,单一的景观结构及林地的高稳定性使其生态风险较低;高生态风险区和较高生态风险区主要集中于南部,该区域位于掌布河南部,谷地展宽,有利于开展人类活动,人类对其干扰性增强,形成耕地、灌草丛、林地、建设用地镶嵌分布特点,破碎化突出,进而使得生态风险较高。

### 3 讨论

已有研究表明,地形是影响景观结构和布局的重要因素。地势低平地区适宜农业生产和生活,耕地和建设用地较为集中,而陡坡不利于开发利用,成为林地、灌草丛的集中分布区,故而陡坡的林地比重较高,破碎度较低,这与肖欢等<sup>[30]</sup>、王成等<sup>[31]</sup>的研究结论较为一致。然而,由于喀斯特地貌种类多样,人类在不同地貌背景下对各种景观格局的影响存在差异。如峰丛洼地的宗地镇,从微观地貌看,呈现中部地形平坦,周边峰丛坡度较陡特点,这导致耕地主要集中在洼地,这种散布的洼地使得耕地的NP和PD远高于其他地貌,破碎化严重。同理,掌布镇为峰丛峡谷地貌,地形坡度大,人类活动对景观干扰较小,林地占主导地位,进而导致林地景观分布集中(NP和PD均较小),这样的景观结构导致SHDI和DIVISION均较

低,AI较高。

此外,不同地貌的景观格局特点差异形成了生态风险的不同。如峰丛峡谷的掌布镇,峡谷地貌使其生态环境难以开发利用。同时该镇人口密度仅为69人·km<sup>-2</sup>,低人口密度导致人类对生态环境的压力较小,不需要进行强烈改造利用,大量林地被保留下来,使得景观的破碎度和脆弱性较低,进而景观生态风险整体较低。然而,喀斯特中山地貌的石门乡,坡高谷深,加之人口密度较高(136人·km<sup>-2</sup>),由于人类生存和发展需要,生态环境被过度开发利用,大量灌草丛和林地被开发成耕地、建设用地,同时受脆弱生态环境影响,水土流失严重,大量未利用地(裸地)出现,加之由于坡顶地区难以开发,仅保留了小部分林地和灌草丛。因此形成了各景观类型的复杂交错分布格局,破碎化严重,从而导致该区景观生态风险较高。

针对以上问题,为降低景观生态风险,对4个不同地貌的乡村景观优化提出以下建议:(1)喀斯特中山地貌的石门乡应重点加快退耕还林、还草工程实施,加速坡耕地向林地和灌草丛转移,并重点保护坡顶原有景观,加大石漠化治理,减少未利用地面积;(2)峰丛洼地的宗地镇应重点控制洼地的耕地扩张,确定扩张边界红线,保护峰丛原有景观,形成以灌草丛和林地为主的景观类型,同时减少南部地区未利用地(裸地为主)的面积;(3)低山丘陵的周覃镇应重点减弱耕地对周边林地和灌草丛的干扰,对耕地周边山体的景观(如林地)应重点保护,控制建设用地扩张,加强建设用地的节约集约利用;(4)峰丛峡谷的掌布镇应沿掌布河构建生态景观廊道,尤其是南部地区,减少耕地和建设用地等人为景观面积。

本研究从横向角度比较了不同地貌的乡村景观格局及生态风险特征,这对喀斯特贫困乡村的景观管理规划具有重要意义。值得注意的是,由于人类活动强度在不同历史时期存在差异,导致不同时期乡村景观格局及其生态风险有所不同。然而,本研究尚未进行不同历史时期的相关研究,这将是未来研究的重要方向之一。

### 4 结论

(1)耕地、林地和灌草丛在4不同地貌乡镇的景观中占主要地位。掌布镇的林地、宗地镇的灌草丛、石门乡的耕地是各自区域的优势景观。

(2)喀斯特中山地貌的石门乡景观破碎度高于其他乡镇,峰丛洼地地貌的宗地镇景观形状不规则性较

强,低山丘陵地貌的周覃镇景观破碎度较低。

(3)喀斯特中山地貌的石门乡景观分布分散,连通性不高,抗干扰度低,呈异质化发展;而峰丛峡谷地貌的掌布镇优势景观突出,景观集中度较高,呈同质化发展。

(4)峰丛峡谷地貌的掌布镇和低山丘陵地貌的周覃镇景观生态风险整体较低,而喀斯特中山地貌的石门乡及峰丛洼地地貌的宗地镇景观生态风险相对较高。

#### 参考文献:

- [1] 姜 坤, 陈 娟, 戴文远, 等. 福州鼓岭避暑旅游区景观格局及生态风险分析[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 2019, 35(1): 102-109.  
JIANG Kun, CHEN Juan, DAI Wen-yuan, et al. Analysis on landscape pattern and ecological risk of Guling summer resort in Fuzhou City[J]. *Journal of Fujian Normal University (Natural Science Edition)*, 2019, 35(1): 102-109.
- [2] 田 鹏, 龚虹波, 叶梦姚, 等. 东海区大陆海岸带景观格局变化及生态风险评价[J]. 海洋通报, 2018, 37(6): 695-706.  
TIAN Peng, GONG Hong-bo, YE Meng-yao, et al. Landscape pattern change and ecological risk assessment of the continental coast of the East China Sea[J]. *Marine Science Bulletin*, 2018, 37(6): 695-706.
- [3] 黄日鹏, 李加林, 叶梦姚, 等. 东南沿海景观格局及其生态风险演化研究——以宁波北仑区为例[J]. 浙江大学学报(理学版), 2017, 44(6): 682-691.  
HUANG Ri-peng, LI Jia-lin, YE Meng-yao, et al. Research on landscape pattern and ecological risk evolution in southeastern China: Taking Beilun District of Ningbo for example[J]. *Journal of Zhejiang University (Science Edition)*, 2017, 44(6): 682-691.
- [4] 康 璇, 王雪梅. 基于景观格局的新疆渭干河-库车河三角洲绿洲的生态风险评价[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2017, 45(8): 139-146.  
KANG Xuan, WANG Xue-mei. Assessment of ecological risk of Weigan-Kuqa River delta oasis in Xinjiang based on landscape pattern[J]. *Journal of Northwest A&F University (Natural Science Edition)*, 2017, 45(8): 139-146.
- [5] Estoque R C, Murayama Y, Lasco D, et al. Changes in the landscape pattern of the La Mesa Watershed: The last ecological frontier of Metro Manila, Philippines[J]. *Forest Ecology and Management*, 2018, 430: 280-290.
- [6] 闭 璐, 付波霖, 周 静, 等. 2005—2015年漓江流域景观格局动态变化定量研究[J]. 国土与自然资源研究, 2019(2): 28-34.  
BI Lu, FU Bo-lin, ZHOU Jing, et al. Quantitative study on landscape pattern change in the Lijiang River basin during 2005—2015[J]. *Territory & Natural Resources Study*, 2019(2): 28-34.
- [7] 孟 超, 王计平, 支晓蓉, 等. 乡镇尺度森林景观格局特征与影响因素定量分析[J]. 农业机械学报, 2019, 50(3): 212-220.  
MENG Chao, WANG Ji-ping, ZHI Xiao-rong, et al. Quantitative analysis of forest landscape pattern and its influencing factors in township scale[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery*, 2019, 50(3): 212-220.
- [8] 王计平, 支晓蓉, 黄继红, 等. 基于GIS和PCA降维的森林景观格局等级特征分析[J]. 农业机械学报, 2019, 50(1): 195-201.  
WANG Ji-ping, ZHI Xiao-rong, HUANG Ji-hong, et al. Hierarchical characteristics analysis of forest landscape pattern based on GIS and PCA dimension reduction method[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery*, 2019, 50(1): 195-201.
- [9] 王佐霖, 黄钰辉, 杨 一 龙, 等. 深圳森林生态系统类型自然保护区近20年土地利用与景观格局变化[J]. 林业与环境科学, 2019, 35(2): 1-6.  
WANG Zuo-lin, HUANG Yu-hui, YANG Long, et al. Dynamics of land use and landscape pattern of forest ecosystem nature reserve in Shenzhen in recent 20 years[J]. *Forestry and Environmental Science*, 2019, 35(2): 1-6.
- [10] 王 立, 李 敬, 孔志红, 等. 近20年阿哈湖国家湿地公园景观格局动态演化分析[J]. 安徽师范大学学报(自然科学版), 2019, 42(1): 40-45.  
WANG Li, LI Jing, KONG Zhi-hong, et al. Dynamic evolution of landscape pattern in Aha Lake national wetland park in recent 20 years[J]. *Journal of Anhui Normal University (Natural Science)*, 2019, 42(1): 40-45.
- [11] 马 骅, 王义飞, 宁 宇, 等. 若尔盖县高原湿地景观格局动态分析研究[J]. 林业资源管理, 2019(1): 109-115.  
MA Hua, WANG Yi-fei, NING Yu, et al. Dynamic analysis of landscape pattern of the plateau wetland of Zoige County[J]. *Forest Resources Management*, 2019(1): 109-115.
- [12] 胡秋风, 陈 娟, 戴文远, 等. 快速城镇化下旅游海岛景观格局梯度分析——以福建省平潭岛为例[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 2019, 35(2): 109-116.  
HU Qiu-feng, CHEN Juan, DAI Wen-yuan, et al. Gradient analysis of landscape pattern of tourism island with rapid urbanization: A case study of Pingtan Island[J]. *Journal of Fujian Normal University (Natural Science Edition)*, 2019, 35(2): 109-116.
- [13] 张 莹, 雷国平, 林 佳, 等. 扎龙自然保护区不同空间尺度景观格局时空变化及其生态风险[J]. 生态学杂志, 2012, 31(5): 1250-1256.  
ZHANG Ying, LEI Guo-ping, LIN Jia, et al. Spatiotemporal change and its ecological risk of landscape pattern in different spatial scales in Zhalong nature reserve[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2012, 31(5): 1250-1256.
- [14] 闻国静, 刘云根, 王 妍, 等. 普者黑湖流域景观格局及生态风险时空演变[J]. 浙江农林大学学报, 2017, 34(6): 1095-1103.  
WEN Guo-jing, LIU Yun-gen, WANG Yan, et al. Temporal and spatial evolution of landscape patterns and ecological risk in the Puzhehei Lake basin[J]. *Journal of Zhejiang A&F University*, 2017, 34(6): 1095-1103.
- [15] 郑 杰, 王志杰, 喻理飞, 等. 基于景观格局的草海流域生态风险评价[J]. 环境化学, 2019, 38(4): 1-8.  
ZHENG Jie, WANG Zhi-jie, YU Li-fei, et al. Ecological risk assessment of forest landscape pattern and its influencing factors in township scale[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery*, 2019, 50(3): 212-220.

- ment of Caohai watershed based on landscape pattern[J]. *Environmental Chemistry*, 2019, 38(4):1-8.
- [16] 巩杰, 赵彩霞, 谢余初, 等. 基于景观格局的甘肃白龙江流域生态风险评价与管理[J]. *应用生态学报*, 2014, 25(7):2041-2048.  
GONG Jie, ZHAO Cai-xia, XIE Yu-chu, et al. Ecological risk assessment and its management of Bailongjiang watershed, southern Gansu based on landscape pattern[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2014, 25(7):2041-2048.
- [17] 许妍, 高俊峰, 郭建科. 太湖流域生态风险评价[J]. *生态学报*, 2013, 33(9):2896-2906.  
XU Yan, GAO Jun-feng, GUO Jian-ke. The ecological risk assessment of Taihu Lake watershed[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2013, 33(9):2896-2906.
- [18] 刘焱序, 王仰麟, 彭建, 等. 基于生态适应性循环三维框架的城市景观生态风险评价[J]. *地理学报*, 2015, 70(7):1052-1067.  
LIU Yan-xu, WANG Yang-lin, PENG Jian, et al. Urban landscape ecological risk assessment based on the 3D framework of adaptive cycle[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(7):1052-1067.
- [19] 高宾, 李小玉, 李志刚, 等. 基于景观格局的锦州湾沿海经济开发区生态风险分析[J]. *生态学报*, 2011, 31(12):3441-3450.  
GAO Bin, LI Xiao-yu, LI Zhi-gang, et al. Assessment of ecological risk of coastal economic developing zone in Jinzhou Bay based on landscape pattern[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2011, 31(12):3441-3450.
- [20] 甄江红, 银山, 刘果厚, 等. 草原文化遗址区景观格局变化及其生态风险评估——以元上都为例[J]. *干旱区资源与环境*, 2014, 28(12):159-165.  
ZHEN Jiang-hong, YIN Shan, LIU Guo-hou, et al. Landscape pattern change and ecological risk assessment on the grassland culture relics area: A case of Yuanshangdu[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2014, 28(12):159-165.
- [21] 奚世军, 安裕伦, 李阳兵, 等. 基于景观格局的喀斯特山区流域生态风险评估——以贵州省乌江流域为例[J]. *长江流域资源与环境*, 2019, 28(3):712-721.  
XI Shi-jun, AN Yu-lun, LI Yang-bing, et al. Ecological risk assessment of Karst mountain watershed based on landscape pattern: A case study of Wujiang River basin in Guizhou Province[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2019, 28(3):712-721.
- [22] 任梅, 包玉, 何立影. 喀斯特山地城市绿地景观格局研究——以安顺市为例[J]. *山地农业生物学报*, 2018, 37(6):54-62.  
REN Mei, BAO Yu, HE Li-ying. Analysis of landscape pattern of urban greenland in Karst mountainous region: A case study of Anshun City[J]. *Journal of Mountain Agriculture and Biology*, 2018, 37(6):54-62.
- [23] 罗光杰, 李阳兵, 谭秋, 等. 岩溶山区聚落格局变化及其LUCC响应分析——以贵州省为例[J]. *资源科学*, 2010, 32(11):2130-2137.  
LUO Guang-jie, LI Yang-bing, TAN Qiu, et al. Analysis of changes in settlement patterns and its LUCC response in Karst mountainous areas: A case on Guizhou Province[J]. *Resources Science*, 2010, 32(11):2130-2137.
- [24] 冉晨, 白晓永, 谭秋, 等. 典型喀斯特地区石漠化景观格局对土地利用变化的响应[J]. *生态学报*, 2018, 38(24):8901-8910.  
RAN Chen, BAI Xiao-yong, TAN Qiu, et al. Response of landscape pattern of karst rocky desertification to land-use change in a typical karst area[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2018, 38(24):8901-8910.
- [25] 任梅, 王志杰, 王志泰, 等. 黔中喀斯特山地城市景观格局指数粒度效应——以安顺市为例[J]. *生态学杂志*, 2018, 37(10):3137-3145.  
REN Mei, WANG Zhi-jie, WANG Zhi-tai, et al. Grain size effect of karst mountainous urban landscape pattern indices in the central Guizhou: A case study of Anshun City[J]. *Chinese Journal of Ecology*, 2018, 37(10):3137-3145.
- [26] 赵银军, 曾兰, 何忠, 等. 基于多源遥感影像的喀斯特地貌景观解译及格局研究[J]. *水土保持研究*, 2017, 24(4):158-162.  
ZHAO Yin-jun, ZENG Lan, HE Zhong, et al. Interpretation and landscape pattern of karst landform based on multi-source remote sensing image[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2017, 24(4):158-162.
- [27] 赵筱青, 王兴友, 谢鹏飞, 等. 基于结构与功能安全性的景观生态安全时空变化——以人工园林大面积种植区西盟县为例[J]. *地理研究*, 2015, 34(8):1581-1591.  
ZHAO Xiao-qing, WANG Xing-you, XIE Peng-fei, et al. Spatio-temporal changes of landscape eco-security based on structure and function safety: A case study of a large artificial forest planted area in Ximeng County, China[J]. *Geographical Research*, 2015, 34(8):1581-1591.
- [28] 谢花林. 基于景观结构的土地利用生态风险空间特征分析——以江西兴国县为例[J]. *中国环境科学*, 2011, 31(4):688-695.  
XIE Hua-lin. Spatial characteristic analysis of land use eco-risk based on landscape structure: A case study in the Xingguo County, Jiangxi Province[J]. *China Environmental Science*, 2011, 31(4):688-695.
- [29] 许学工, 林辉平, 付在毅, 等. 黄河三角洲湿地区域生态风险评估[J]. *北京大学学报(自然科学版)*, 2001, 37(1):111-120.  
XU Xue-gong, LIN Hui-ping, FU Zai-yi, et al. Regional ecological risk assessment of wetland in the Huanghe River delta[J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 2001, 37(1):111-120.
- [30] 肖欢, 李成英, 冉港雄, 等. 剑门关丹霞地貌类型景观格局时空变化研究[J]. *地理空间信息*, 2019, 17(4):75-78.  
XIAO Huan, LI Cheng-ying, RAN Gang-xiong, et al. Study on spatio-temporal variation of landscape pattern of Jianmen pass Danxia landform[J]. *Geospatial Information*, 2019, 17(4):75-78.
- [31] 王成, 魏朝富, 袁敏, 等. 不同地貌类型下景观格局对土地利用方式的响应[J]. *农业工程学报*, 2007, 23(9):64-71.  
WANG Cheng, WEI Chao-fu, YUAN Min, et al. Response to the landscape pattern on the land use pattern under the different types of geomorphology[J]. *Transactions of the CSAE*, 2007, 23(9):64-71.