

引用格式: 程学洁, 施超, 赵宇鸾, 等. 三生空间视角下花江喀斯特风景道空间适宜性评价[J]. 浙江农林大学学报, 2026, 43(3): 630-639. CHENG Xuejie, SHI Chao, ZHAO Yuluan, et al. Space suitability evaluation of the karst scenic byway in Huajiang under perspective of production-living-ecological space[J]. Journal of Zhejiang A&F University, 2026, 43(3): 630-639.

## 三生空间视角下花江喀斯特风景道空间适宜性评价

程学洁<sup>1</sup>, 施超<sup>1</sup>, 赵宇鸾<sup>1,2,3</sup>, 周鸾宇<sup>1</sup>

(1. 贵州师范大学 地理与环境科学学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州师范大学 贵州省喀斯特山地生态环境国家重点实验室培育基地, 贵州 贵阳 550025; 3. 自然资源部 贵州喀斯特山地国土生态与土地利用野外科学观测研究站, 贵州 关岭 561301)

**摘要:** 【目的】探究喀斯特风景道三生空间(生态、生活和生产空间)的合理布局, 对促进生态脆弱区风景道高质量发展 and 国土空间优化具有重要意义。【方法】以北盘江花江段喀斯特山区为研究区域, 构建涵盖生态、生活、生产空间维度的喀斯特风景道空间适宜性评价框架, 在对花江喀斯特风景道空间要素进行识别与分类后, 确立其空间适宜性评价标准。应用 GIS 空间叠加分析技术对花江喀斯特风景道的空间开发建设适宜性展开评估, 并据此提出针对性的景观规划策略。

【结果】①花江喀斯特风景道空间开发建设的最适宜和高适宜区域占比较小, 中低适宜及不适宜开发区域占比较大。②建议不适宜及低适宜区域严格限制开发并建立生态保育廊道, 对生态脆弱区进行优先修复。③规划在生态功能高适宜区构建喀斯特生态展示廊道, 在生活优势区建设游憩观光廊道, 在生产潜力区发展喀斯特生态农业。④采用主题分段式设计, 将花江喀斯特风景道划分为田园屋舍、峰丛沃野、山野峡谷、山峦叠嶂、乡野河谷 5 段景观道。在此基础上, 合理规划道路文化赛事路线, 并在适宜区域设置 14 处驿站节点。【结论】揭示了花江喀斯特风景道空间开发建设适宜性及其空间分布特征, 并提出促进生态保护、生活游憩与农业生产协调发展的景观规划策略。基于三生空间适宜性评价的喀斯特风景道规划方法, 能有效指导生态脆弱区风景道功能空间的合理布局与保护性开发。图 6 表 4 参 25

**关键词:** 喀斯特风景道; 空间适宜性; 三生空间; 生态脆弱区; 山地发展

中图分类号: S701 文献标志码: A 文章编号: 2095-0756(2026)03-0630-10

## Space suitability evaluation of the karst scenic byway in Huajiang under perspective of production-living-ecological space

CHENG Xuejie<sup>1</sup>, SHI Chao<sup>1</sup>, ZHAO Yuluan<sup>1,2,3</sup>, ZHOU Luanyu<sup>1</sup>

(1. College of Geography and Environmental Science, Guizhou Normal University, Guiyang 550025, Guizhou, China; 2. Key Laboratory of Karst Mountain Ecosystem in Guizhou Province, Guizhou Normal University, Guiyang 550025, Guizhou, China; 3. Guizhou Karst Mountain Land Ecology and Land Use Wild Scientific Observation and Research Station, Ministry of Natural Resources, Guanling 561301, Guizhou, China)

**Abstract:** 【Objective】 It is of great significance to explore the rational layout of ecological-living-production space in the karst scenic byway to promote the high-quality development of scenic byway in ecologically fragile areas and optimize the national space. 【Method】 This study focused on the karst mountainous area of the Huajiang section of the Beipan river, and constructed a spatial suitability evaluation framework for the karst scenic byway that encompassed ecological, living, and production spaces. After identifying and categorizing the spatial elements of the karst scenic byway, the criteria for spatial suitability evaluation were established. Using GIS spatial overlay analysis technology, the study evaluated the spatial development and construction suitability

收稿日期: 2025-06-05; 修回日期: 2026-03-06

基金项目: 贵州省自然科学基金重点项目(黔科合基础-ZK〔2023〕重点027); 国家自然科学基金资助项目(41771115)

作者简介: 程学洁 (ORCID: 0009-0008-2272-9560), 从事喀斯特山地规划设计研究。E-mail: 15285086228@163.com。通信作者: 施超 (ORCID: 0009-0006-8385-9065), 讲师, 从事风景园林、绿地系统规划设计研究。E-mail: schao@gznu.edu.cn

of the karst scenic byway and proposed targeted landscape planning strategies accordingly. [Result] (1) The most suitable and highly suitable areas for the development of the karst scenic byway account for a small proportion, while the moderately suitable, low suitable and unsuitable areas account for a large proportion. (2) It is suggested that the development of unsuitable and low suitable areas should be strictly restricted, and ecological conservation corridors should be established, and priority should be given to the restoration of ecologically fragile areas. (3) It is planned to build karst ecological display corridor in the area with high ecological function, recreational and sightseeing corridor in the area with living-function suitability, and develop karst ecological agriculture in the area with production potential. (4) The theme segmentation design divided the Huajiang karst scenic byway into 5 sections: pastoral cottages, peak cluster and fields, mountain and valley, mountain range, and rural river valleys. On this basis, the route of road culture event was planned reasonably, and 14 station nodes are set up in suitable areas. [Conclusion] This study reveals the suitability of spatial development and construction along the Huajiang karst scenic byway, along with its spatial distribution characteristics. It also proposes landscape planning strategies aimed at promoting the coordinated development of ecological protection, recreational activities, and agricultural production. The planning method for the karst scenic byway, based on the suitability evaluation of production-living-ecological spaces, can effectively guide the rational layout and protective development of functional spaces in ecologically fragile areas. [Ch, 6 fig. 4 tab. 25 ref.]

**Key words:** karst scenic byway; space suitability; production-living-ecological space; ecologically fragile area; mountain development

随着中国经济结构转型升级与交通运输行业的不断变革，以风景道为代表的新型道路发展模式，突破了传统交通固有的建设理念，受到国家层面高度重视。《交通强国建设纲要》等政策文件明确提出：要强化交通生态环境保护修复<sup>[1]</sup>，着力构建“安全、便捷、高效、绿色、经济”的现代化综合交通体系，将风景道纳入交通和旅游建设的重要内容，充分发挥其对区域经济与生态协同发展的积极促进作用。

风景道起源于美国，在北美、西欧地区已有百余年的发展历史<sup>[2]</sup>。国外研究聚焦于风景道治理体系<sup>[3]</sup>、旅行者行为<sup>[4]</sup>、选线模型构建<sup>[5]</sup>等领域，地理信息系统技术、定性访谈等方法在研究中的应用较为广泛。此外，研究者对海岸沿线景观和地质遗址景观资源的可持续性也有所关注<sup>[6-7]</sup>。国内研究则始于余青等<sup>[8]</sup>对国外风景道理论的引介，早期聚焦于概念界定与国外经验的借鉴，2010年后逐渐转向本土化实践探索。目前，国内风景道研究以规划设计<sup>[9]</sup>、选线<sup>[10]</sup>及其算法研究<sup>[11-13]</sup>、线性文化遗产保护<sup>[14]</sup>、城市绿道优化<sup>[15-16]</sup>等为主要方向，侧重于解决以具体问题为主旨的实践性研究。研究区域多集中于平原<sup>[17]</sup>、滨水区域<sup>[18]</sup>或一般山地环境<sup>[19]</sup>，对西南喀斯特地区的关注相对不足。虽有诸如 ZHOU 等<sup>[20]</sup>对南北盘江喀斯特风景道选线的探索研究，但尚缺乏对沿线空间的统筹规划。

综上所述，现有研究在理论框架、技术方法和区域适配性方面仍不够完善，尤其是在生态脆弱区风景道空间规划及景观资源可持续利用方面仍较为薄弱。当前风景道评价与规划研究聚焦于一般风景道，而喀斯特风景道作为自然型风景道在生态脆弱区地域化实践中的特殊类型，鲜少受到关注。喀斯特风景道指位于典型喀斯特地貌区内，具有交通运输、景观观赏、地质科普、休闲游憩和生态保护等复合功能的景观道路，包括道路本身及其视域廊道。相较于一般自然型风景道，喀斯特风景道更强调通过适应性规划建设，推动喀斯特山地生态保护、生活游憩和产业振兴的协同发展。

在生态脆弱的喀斯特地区，环境可持续承载能力较弱，亟需通过科学规划来协调公路建设与生态保护、经济发展之间的关系。因此，从国土空间层面建立一套适用于喀斯特地区发展实际的风景区评价体系，具有一定的必要性和现实意义。本研究以花江喀斯特风景道为研究对象，提出基于三生空间视角的喀斯特风景道空间适宜性评价体系，探究其生态、生活、生产空间的合理布局，从而更好地促进喀斯特地区生态保护与社会经济的协调发展。

## 1 研究区概况

贵州省喀斯特地貌占全省面积的73%，被列为全球生态脆弱典型区<sup>[21]</sup>。近年来，贵州省以“山地公园省”为全域旅游发展目标，依托风景道这一线性空间载体，整合交通与喀斯特旅游资源，打造国际山地旅游目的地。花江位于北盘江中段，地处贵州关岭县与贞丰县交界处，属于中亚热带季风湿润气候区的干热河谷带，区域内岩溶地貌发育典型，峡谷、峰丛、洼地等地貌景观富集<sup>[22]</sup>，在发展山地旅游方面具有得天独厚的优势。选取花江地区作为喀斯特风景道案例区，对生态脆弱区风景道建设具有重要参考价值。本研究以风景道规划建设为目的，根据游客行车途中的视域范围划定设计红线，总面积约7 745 hm<sup>2</sup>，规划风景道全长为61.5 km(图1)。



基于贵州省地理信息公共服务平台网站黔(2023)005号的标准地图制作，底图边界无修改。

图1 花江喀斯特风景道区位

Figure 1 Location of the karst scenic byway in Huajiang

规划场地内保留了独特的岩溶地貌景观、丰富的生物群落和完整的农田肌理，已具备风景道开发的基本条件。然而，场地内城镇、农业与生态空间之间缺乏统筹规划。一方面，在局部生态脆弱区，旅游设施建设和耕地扩张加剧了生态压力，不仅使其面临水土流失与生境破碎化风险，也制约了区域旅游品质的提升；另一方面，因缺乏高效生态产业支撑，区域石漠化治理成果的可持续性面临挑战，风景资源的潜在价值也难以转化。以上矛盾已成为制约区域社会经济和自然生态可持续发展的关键因素。因此，亟需以生态保护、生活游憩、生产发展为目标导向，从三生空间视角对花江喀斯特风景道进行空间适宜性评价。

## 2 数据与方法

### 2.1 数据来源及处理

遥感数据集包括：(1) 国家青藏高原科学数据中心2023年发布的植被覆盖度产品；(2) 地理空间数据云平台2024年发布的数字高程模型(DEM)及2016年发布的归一化植被指数(NDVI)数据集；(3) Google Earth Engine平台2019年发布的全球土壤剖面数据集；(4) 基于91卫图平台2024年的5 m分辨率遥感影像，通过目视解译矢量化得到的路网及土地利用数据。基于ArcGIS平台，通过DEM数据分析得到地形因子(坡度、坡向)，运用视域分析法进行景观可见性评估；采用邻域分析法处理NDVI数据，实现景观醒目程度量化；通过点密度和核密度分析法，评估聚落和景观资源的空间集聚特征。

### 2.2 研究方法

2.2.1 评价要素识别与分类 结合研究区遥感影像、无人机航拍图片及现场踏勘资料，识别花江喀斯特风景道的生态、生活和生产型空间要素，并进一步细化一级要素与二级要素。研究区属高原峡谷地貌，

山地分布广泛，整体地势北高南低，河谷北侧主要为峰丛谷地与洼地，南侧则以峰丛洼地为主，河谷两岸视野开阔，且景观层次丰富。由表 1 和图 2 可知：生态型空间以灌木林地和草地为主，裸岩石砾地次之，有林地和河流用地较少。生活型空间以农村宅基地和道路用地为主，另含少量道路附属用地与其他用地类型。生产型空间以旱地、果园和其他园地为主，水田次之，设施农用地较少。

**2.2.2 喀斯特风景道空间适宜性评价体系** 在对花江喀斯特风景道空间要素进行识别的基础上，以其生态、生活、生产空间要素为对象，建立喀斯特风景道空间适宜性评价体系。通过对花江喀斯特风景道的生态、生活和生产型功能空间进行适宜性评价，确定其三生空间要素的合理布局。

在借鉴既有风景道与空间适宜性评价方法的基础上<sup>[9, 23]</sup>，结合规划场地的喀斯特地域特征与景观利用现状，依据国家行业规范、地方实证阈值、学术文献共识和统计特征分级方法，将单个要素因子的空间适宜性定量划分为最适宜、高适宜、中适宜、低适宜和不适宜区域 5 个梯度，建立喀斯特风景道空间适宜性评价标准(表 2)。在评价指标方面，进行了如下考量：(1)生态空间评价以生态风险防控为核心，除常规与林地、草地生长相关的坡度、植被覆盖度因子，以及衡量水域生态服务功能的距水域距离因子外，特别引入调控石漠化的坡度控制因子，以及影响植被恢复难度的坡向因子；(2)生活空间评价以评估宜居性、景观质量为核心，在常规指标(如景观可见性、距水域/风景道/风景名胜距离)基础上，新增评估视觉敏感度的坡度与醒目程度因子，并纳入路网密度、聚落分布密度、景观资源分布密度多个社会人文因子；(3)生产空间评价以评估土地可持续生产力与可达性为核心，除影响水土保持的坡度因子外，引入约束农业生产的土壤有机碳质量分数、高程及坡向微气候因子，并结合土地利用类型与距路网距离，综合反映土地的生产潜力与耕作效率。

**表 1 花江喀斯特风景道空间要素识别与分类表**

Table 1 Identification and classification of spatial elements of the karst scenic byway in Huajiang

空间类型	一级要素	二级要素	面积/hm <sup>2</sup>
生态型	林地生态空间	有林地	127.64
		灌木林地	2 640.30
	草地生态空间	其他草地	1 306.98
	水域生态空间	河流	116.00
	其他生态空间	裸岩石砾地	670.64
生活型	道路游憩空间	道路用地	118.14
		道路附属用地	10.67
		防护绿地	0.33
	乡村生活空间	观景台	0.27
		农村宅基地	275.80
其他生活空间	科教文卫用地	1.91	
生产型	农业生产空间	风景名胜设施用地	0.39
		水田	318.46
		旱地	859.05
		果园	652.32
		其他园地	640.10
		设施农用地	6.91

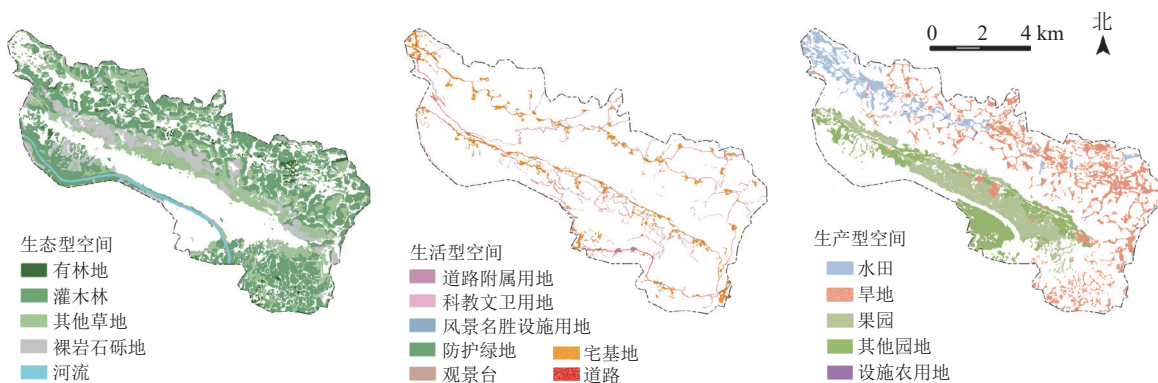


图 2 花江喀斯特风景道三生空间要素分布示意图

Figure 2 Distribution of spatial elements of the karst scenic byway in Huajiang

**2.2.3 适宜性评价结果计算** 依据表 2，采用优序图法<sup>[24]</sup>构建判断矩阵，邀请 10 位园林规划、生态学、地理学专家，对各指标的重要性进行两两比较，进而确定各评价因子权重(表 3)。在此基础上，通过 ArcGIS 进行加权叠加分析，计算喀斯特风景道单因子功能空间与综合功能空间的适宜性评价结果。根据评价结果明确喀斯特风景道的功能空间布局，并提出针对性的规划策略。

表2 喀斯特风景道空间适宜性评价标准

Table 2 Evaluation criteria for spatial suitability of the karst scenic byway

空间类型	一级要素	评价因子	因子定量化描述				
			最适宜区域	高适宜区域	中适宜区域	低适宜区域	不适宜区域
生态型A	林地生态空间A1	坡度A1-1/(°)	[0, 5)	[5, 15)	[15, 25)	[25, 35)	[35, 90]
		植被覆盖度A1-2	(0.75, 1.00]	(0.55, 0.75]	(0.35, 0.55]	(0.20, 0.35]	[0, 0.20]
	草地生态空间A2	坡度A2-1/(°)	[0, 15)	[15, 25)	[25, 35)	[35, 45)	[45, 90]
		植被覆盖度A2-2	(0.9, 1.0]	(0.7, 0.9]	(0.5, 0.7]	(0.4, 0.5]	[0, 0.4]
	水域生态空间A3	距水域距离A3-1/m	[0, 100)	[100, 200)	[200, 300)	[300, 400)	≥400
	其他生态空间A4	坡度A4-1/(°)	[0, 10)	[10, 18)	[18, 25)	[25, 35)	[35, 90]
坡向A4-2		正北	东北、西北	正东、正西	东南、西南	正南	
生活型B	道路游憩空间B1	路网密度B1-1/(m·hm <sup>-2</sup> )	>250	(200, 250]	(150, 200]	(50, 150]	[0, 50]
		可见性B1-2	频繁可见	经常可见	偶尔可见	很少可见	不可见
		距水域距离B1-3/m	[0, 75)	[75, 150)	[150, 250)	[250, 350)	≥350
	乡村生活空间B2	距风景道距离B1-4/m	[0, 100)	[100, 200)	[200, 500)	[500, 1 000)	≥1 000
		坡度B1-5/(°)	(40, 90]	(30, 40]	(20, 30]	(10, 20]	[0, 10]
		醒目程度B1-6	(0.102, 1.000]	(0.056, 0.102]	(0.030, 0.056]	(0.013, 0.030]	[0, 0.013]
其他生活空间B3	聚落分布B2-1	非常聚集	比较聚集	一般聚集	比较离散	非常离散	
	坡度B2-2/%	[0, 8)	[8, 15)	[15, 25)	[25, 45)	[45, 100]	
生产型C	农业生产空间C1	距风景名胜区的距离B3-1/m	[0, 100)	[100, 200)	[200, 500)	[500, 1 000)	≥1 000
		景观资源分布B3-2	非常聚集	比较聚集	一般聚集	比较离散	非常离散
		土地利用类型C1-1	耕地	园地	设施农用地	其他非建设用地	非农建设用地
	其他生活空间B3	高程C1-2/m	[0, 700)	[700, 900)	[900, 1 200)	[1 200, 1 300)	≥1 300
		坡度C1-3/(°)	[0, 2.5)	[2.5, 5.0)	[5.0, 15.0)	[15.0, 25.0)	[25.0, 90.0]
		坡向C1-4	正北	东北、西北	正东、正西	东南、西南	正南
其他生活空间B3	15~30 cm深度土壤有机碳质量分数C1-5/(g·kg <sup>-1</sup> )	>40	(30, 40]	(20, 30]	(15, 20]	[0, 15]	
	距路网距离C1-6/m	[0, 50)	[50, 100)	[100, 150)	[150, 200)	≥200	

### 3 结果与分析

#### 3.1 喀斯特风景道空间适宜性评价

3.1.1 单因子功能空间适宜性评价 运用 ArcGIS 空间叠加分析技术, 分别对生态、生活和生产空间的评价因子进行加权叠加分析, 并基于数据固有分布特征, 采用自然断点法<sup>[25]</sup>将评价结果划分为5个梯度等级, 实现空间适宜性分区的可视化表达(图3), 为后续喀斯特风景道空间适宜性综合评价提供基础。

3.1.2 空间开发建设适宜性综合评价 在单因子功能空间适宜性评价的基础上, 通过 ArcGIS 对生态、生活和生产型功能空间适宜性评分进行叠加分析, 得出花江喀斯特风景道空间适宜性的综合布局模式, 并提出优化建议(图4)。根据评价结果可知: 花江喀斯特风景道空间开发建设的最适宜及高适宜区域约占规划场地面积的32.2%, 集中分布于高原面溶蚀洼地底部, 以及河谷缓坡耕地等地势平缓区域。该区域生态、农业资源富集, 景观价值突出, 交通可达性较好且聚落分布集中, 基础配套设施也较为完善, 具备驿站建设和农旅开发的必要条件; 中适宜区域约占24%, 呈点状分布于峰丛与洼地间的边坡过渡带, 虽具有一定的开发潜力, 但受道路连通度和生态敏感性制约, 适宜构建低干扰型立体农业种植景观; 低适宜及不适宜区域约占43.8%, 主要分布于地形陡峭、植被覆盖度低的岩溶峰丛区。该区域路网等基础设施覆盖不足, 生态及社会经济承载力薄弱, 不宜建设游憩设施, 但其蕴含的天坑、溶洞等地质遗迹, 具备一定的科考与文化价值。

#### 3.2 花江喀斯特风景道规划

3.2.1 空间规划 基于花江喀斯特风景道的空间适宜性条件, 提出针对性的规划策略。(1) 结合各段风景道的土地性质与景观特征进行设计, 如在生态功能高适宜区加强林地资源保护和水生态治理, 构建喀

表 3 喀斯特风景道空间适宜性评价因子权重

Table 3 Weight of spatial suitability evaluation factors of the karst scenic byway

空间类型	一级要素	权重/%	评价因子	权重/%
生态型A	林地生态空间A1	37.25	坡度A1-1 (适宜林地生长的坡度指标)	13.73
			植被覆盖度A1-2 (指示林地植被健康状况的植被覆盖度指标)	23.52
	草地生态空间A2	21.57	坡度A2-1 (适宜草地生长的坡度指标)	5.88
			植被覆盖度A2-2 (指示草地植被健康状况的植被覆盖度指标)	15.69
	水域生态空间A3	17.65	距水域距离A3-1 (衡量水域生态服务功能的指标)	17.65
	其他生态空间A4	23.53	坡度A4-1 (指示石漠化风险的坡度指标)	13.73
坡向A4-2 (适宜植被生长的坡向指标)			9.80	
生活型B	道路游憩空间B1	58.00	路网密度B1-1 (适宜游憩的路网密度指标)	15.00
			可见性B1-2 (指示景观在游客视域中出现频率的指标)	6.00
			距水域距离B1-3 (衡量水域空间视觉吸引力与游憩价值的指标)	14.00
			距风景道距离B1-4 (反映游客到达成本的指标)	13.00
			坡度B1-5 (反映视觉敏感度的坡度指标)	6.00
			醒目程度B1-6 (指示目标环境与背景环境间亮度差异, 衡量景观视觉吸引力的指标)	4.00
乡村生活空间B2	12.00	聚落分布B2-1 (反映地方社群活跃状态的指标)	5.00	
		坡度B2-2 (适宜城乡建设的坡度指标)	7.00	
其他生活空间B3	30.00	距风景名胜区的距离B3-1 (指示区域旅游经济价值的指标)	16.00	
		景观资源分布B3-2 (指示景观资源丰富程度的指标)	14.00	
生产型C	农业生产空间C1	100.00	土地利用类型C1-1 (适宜农业生产的土地利用类型指标)	25.00
			高程C1-2 (适宜农业生产的高程指标)	5.56
			坡度C1-3 (适宜农业生产的坡度指标)	19.44
			坡向C1-4 (适宜农业生产的坡向指标)	8.33
			15~30 cm深度土壤有机碳质量分数C1-5 (适宜农业生产的土壤固碳能力指标)	16.67
			距路网距离C1-6 (适宜农业生产的交通便捷度指标)	25.00

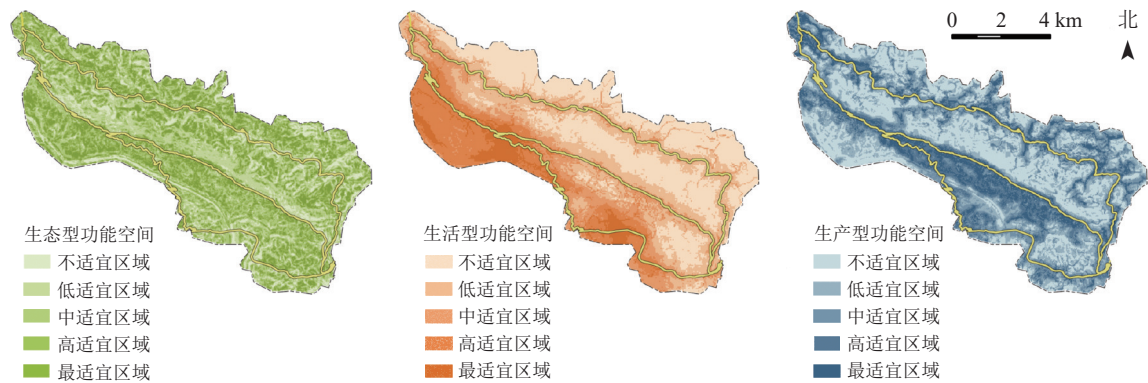


图 3 花江喀斯特风景道单因子功能空间适宜性评价结果

Figure 3 Evaluation result of single-factor functional space suitability of the karst scenic byway in Huajiang

斯特生态展示廊道；在生活优势区进行景观提质，建设游憩观光廊道；在生产潜力区重点优化农田肌理与土地利用模式，发展喀斯特生态农业。(2) 不适宜及低适宜区域严格限制开发并建立生态保育廊道，对生态脆弱区进行优先修复。(3) 在三生功能高适宜与最适宜区域，沿道路适地建设观景平台与休闲驿站，线性串联“峰丛峡谷—滨水景观—田园风光”等多维视景序列，实现动态观景体验。

3.2.2 主题风景道规划 通过问卷调查和社区座谈等形式，对在地社群开展风景道规划诉求调研，明确居民对农旅增收、文化展示、生态保护及校企合作的核心诉求。结合场地客观条件与居民发展意愿，遵循“生态保护、生活游憩、生产发展”的目标导向，采用主题分段式设计，将花江喀斯特风景道划分为田园屋舍、峰丛沃野、山野峡谷、山峦叠嶂、乡野河谷 5 段景观道 (表 4)，确定了风景道农耕文化体验、地质奇观展示、滨水休闲游憩、生态保育示范和生态农业观光的功能空间布局。同时，乡野河谷段

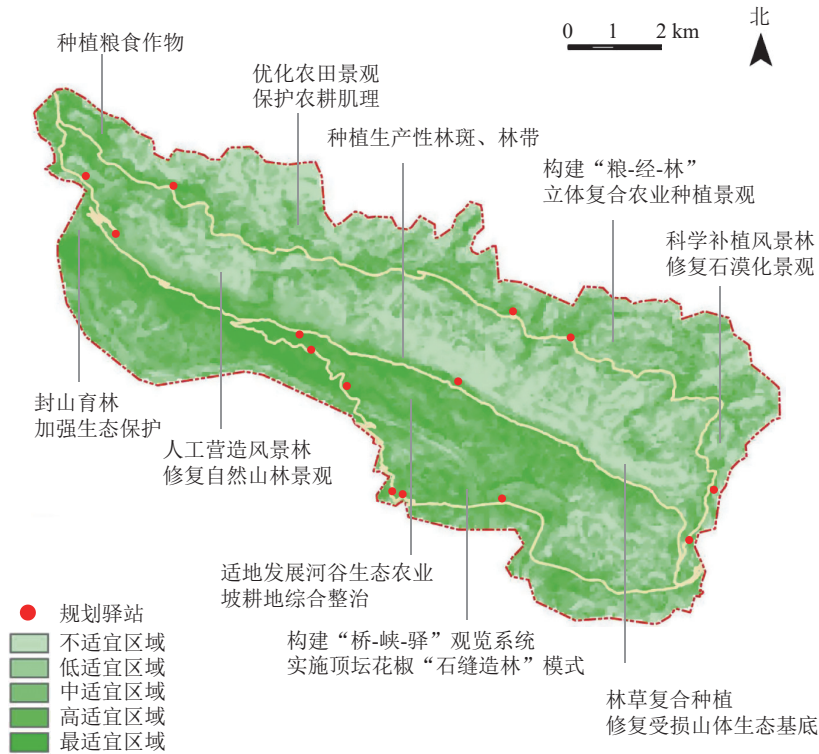


图4 花江喀斯特风景道空间开发建设适宜性综合评价与建议

Figure 4 Comprehensive evaluation and suggestion of the suitability of the karst scenic byway space development and construction in Huajiang

表4 喀斯特风景道各风貌段规划策略

Table 4 Planning strategies for each scenic section of the karst scenic byway

风景道风貌	现状条件	规划策略
田园屋舍景观道 (农耕文化体验段)	自文山村至中寨村, 长约12.3 km, 沿线以水田、林地为主, 串联村庄和田园农耕景观, 视野变化丰富	保护传统农耕肌理, 依托梯田景观与原生田园生态系统, 规划农耕文化主题驿站与生态野趣体验驿站, 创新设计“山地骑行慢游路线”, 构建以慢游系统为纽带、文化体验为内核的生态游憩空间 构建峰丛洼地“粮-经-林”立体种植体系, 优选景观经济作物提升田园美学价值; 在生态脆弱区科学补植风景林, 实现石漠化景观修复与生态屏障构建; 设置“峰丛-石漠-山海”景观驿站群, 形成喀斯特地貌全景展示窗口
峰丛沃野景观道 (地质奇观展示段)	自花嘎村至新其村, 长约16.3 km, 用地类型多为旱地、林地, 以峰丛洼地景观为主, 景观层次丰富	注重北盘江水生态治理, 构建“桥-峡-驿”观览系统; 建立高校产学研示范基地, 布局“顶坛椒香-峡谷果香-文化溯源-地理研学”驿站群, 形成“崖上文旅-坡地农科-谷底生态”的农旅复合空间
山野峡谷景观道 (滨水休闲游憩段)	自新其村至三家寨村, 长约12.5 km, 地形起伏较大, 途经北盘江大桥与花江大桥两大跨江节点; 用地类型多为河流、园地、经济林地, 以峡谷景观和农业景观为主, 视野开阔	加强坡面水土流失综合治理, 通过封山育林和人工营造风景林对裸岩石砾地进行生态修复; 增设森林康养节点, 为游客提供生态疗愈空间; 完善现有“观山海”观景平台基础服务设施与景观导览系统, 将其打造为地理研学与休闲观光综合服务驿站
山峦叠嶂景观道 (生态保育示范段)	自三家寨村至文山村, 长约9.2 km, 地形起伏较大, 用地类型多为林地和稀灌草地, 以连绵的山峦景观为主, 视野开阔	重点发展火龙果、板贵花椒、有机蔬菜三大生态农业, 配套建设山地农园和板贵文化驿站, 构建喀斯特地貌农业示范体系; 加强受损山体生态基底修复, 重塑生态景观; 植入人文活动, 打造“秘境花江”山地马拉松IP
乡野河谷景观道 (生态农业观光段)	自三家寨村至新其村, 长约11.2 km, 地形起伏较小, 用地类型多为园地、经济林地、稀灌草地, 以村庄和河谷垂直农业景观为主, 视野开阔	

坡度平缓、游憩适宜性良好且开发敏感性低, 可引入低干扰型山地马拉松赛事; 田园屋舍与峰丛沃野段地质条件稳定、景观层次丰富, 具备开展体验式骑行活动的条件, 可依托生态适宜性良好的路段策划活

力骑行赛事。上述规划通过赛事活动激活线性空间活力，在保障生态效益的同时，带动沿线农旅产业品牌建设，促进三生空间协调发展。

3.2.3 节点布局 在综合评价结果的基础上，结合实地视域分析与资源禀赋评估并融合居民意愿，选取 14 处空间适宜性良好、视野开阔、景观价值突出的地点，布设 5 个一级驿站、9 个二级驿站(图 5~6)。其中，一级驿站服务半径为 5~8 km，作为区域综合服务枢纽，承担游客接待、农业观光、观景打卡等复合功能，且功能定位各有侧重；二级驿站服务半径为 3~5 km，作为主题特色节点，提供休憩补给、文化宣传、研学教育、农产品展销等定向服务。



图 5 花江喀斯特风景道规划结构示意图

Figure 5 Analysis of the planning structure of the karst scenic byway in Huajiang

## 4 结语

### 4.1 结论

本研究以喀斯特风景道规划建设为目的，基于三生空间视角，构建了喀斯特风景道空间适宜性评价体系与研究方法，并以花江喀斯特风景道为案例进行实证研究。主要成果包括：(1) 在方法层面，将三生空间理念引入喀斯特风景道规划，构建了涵盖生态、生活、生产空间维度的喀斯特风景道空间适宜性评价框架，克服了传统风景道规划偏重景观美学而忽视国土空间功能协调的局限，为生态脆弱区风景道的规划提供了技术思路；(2) 在实证层面上，通过定量分析，揭示了花江喀斯特风景道空间开发建设适宜性及其空间分布特征，为差异化规划策略的制定提供了科学依据；(3) 在应用价值层面，基于评价结果，提出在生态功能高适宜区构建喀斯特生态展示廊道，在生活优势区建设游憩观光廊道，在生产潜力区发展喀斯特生态农业，并将花江喀斯特风景道划分为 5 段主题景观道、布局 14 处驿站节点。该规划模式对于推动生态脆弱区国土空间的优化与风景道资源的合理开发，具有重要的实践价值。

### 4.2 建议

相比集中于单一维度及保护主导的风景道规划研究，本研究基于空间适宜性评价进行的适应性规划，有效协调了喀斯特地区生态保护、生活游憩与生产发展的需求。但目前喀斯特风景道研究尚处于探索阶段，评价体系与规划方法仍不完善。首先，基于评价方法的可操作性考量，未能将溶洞系统等地下空间要素纳入评价体系，可能忽视地下生态过程对地表开发的约束；其次，由于社会经济微观数据集难

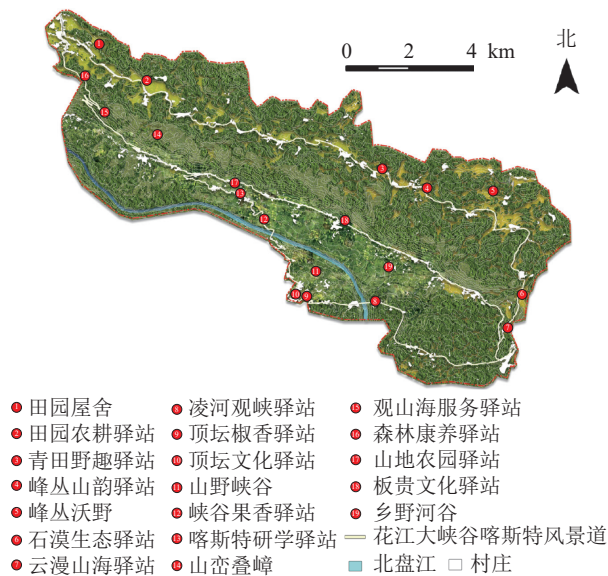


图 6 花江喀斯特风景道规划示意图

Figure 6 Plan of the karst scenic byway in Huajiang

以获取和量化, 研究主要依赖遥感数据集, 评价结果难以反映风景道空间人文社会因子的特征。此外, 评价体系依赖专家决策与 GIS 技术, 未嵌入社区参与式评估, 具有一定局限性。因此, 未来研究需引入机器学习算法优化评价因子选择模型和完善指标量化方法, 结合主客观赋权法增强因子权重的科学性, 并提升居民在整个评估过程中的参与度。同时, 需建立风景道空间利用的长期监测平台, 定期评估三生空间功能状态, 根据生态恢复状况与社会经济需求变化, 动态调整规划与管理策略。

## 5 参考文献

- [1] 肖雅丹, 韦宝婧, 黄泽斌, 等. 生态脆弱区公路选线优化及生态敏感性研究——以贵州省黔东南州玉屏至镇远公路为例[J]. *广西师范大学学报(自然科学版)*, 2024, 42(3): 219–233. XIAO Yadan, WEI Baojing, HUANG Zebin, *et al.* Optimization of highway route selection and ecological sensitivity in ecologically fragile areas: a case study of Yuping-Zhenyuan highway, Guizhou, China[J]. *Journal of Guangxi Normal University (Natural Science Edition)*, 2024, 42(3): 219–233. DOI: 10.16088/j.issn.1001-6600.2023070503.
- [2] 刘晗, 丁华. 陕西沿黄公路旅游风景道空间布局优化策略研究[J]. *城市建筑*, 2021, 18(1): 174–176. LIU Han, DING Hua. Research on the optimization strategy of the spatial layout of tourism scenic byway in Shaanxi along the Yellow River[J]. *Urbanism and Architecture*, 2021, 18(1): 174–176. DOI: 10.19892/j.cnki.csjz.2021.01.39.
- [3] CERVENY L K, DERRIEN M M, MEYER C, *et al.* Four dimensions of sustainable governance for National Scenic Trails[J]. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 2022, 39: 100518. DOI: 10.1016/j.jort.2022.100518.
- [4] HOSEN N, PAULINO I, HAMZAH A. Identifying self-drive tourists' main routes, motivations and decision-making in Peninsular Malaysia[J]. *Annals of Tourism Research Empirical Insights*, 2025, 6(1): 100180. DOI: 10.1016/j.annale.2025.100180.
- [5] ŁUKAWSKA M, PAULSEN M, RASMUSSEN T K, *et al.* A joint bicycle route choice model for various cycling frequencies and trip distances based on a large crowdsourced GPS dataset[J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2023, 176: 103834. DOI: 10.1016/j.tra.2023.103834.
- [6] BEN-HADDAD M, ABELOUAH M R, HAJJI S, *et al.* Scenic degradation and visual pollution along the Agadir coastline (Morocco): analysis and management[J]. *Marine Pollution Bulletin*, 2024, 205: 116629. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2024.116629.
- [7] CARRIÓN-MERO P, ARCENALES-ROSADO M, JAYA-MONTALVO M, *et al.* Assessment of geosites and geotouristic routes proposal for geoheritage promotion on volcanic islands[J]. *Geomorphology*, 2025, 472: 109606. DOI: 10.1016/j.geomorph.2025.109606.
- [8] 余青, 宋悦, 林盛兰. 美国国家风景道评估体系研究[J]. *中国园林*, 2009, 25(7): 93–96. YU Qing, SONG Yue, LIN Shenglan. Study of the national scenic byway assessment system of the United States[J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2009, 25(7): 93–96. DOI: 10.3969/j.issn.1000-6664.2009.07.021.
- [9] 曹胜昔, 赵艳, 杨昌鸣, 等. 三生空间视角下的生态风景道功能适宜性评价体系——以崇礼区冬奥风景道为例[J]. *风景园林*, 2022, 29(4): 121–127. CAO Shengxi, ZHAO Yan, YANG Changming, *et al.* Function suitability evaluation system of ecological scenic byways under the perspective of production-living-ecological space: a case study of the Winter Olympics Games scenic byway in Chongli District[J]. *Landscape Architecture*, 2022, 29(4): 121–127. DOI: 10.14085/j.fjyl.2022.04.0121.07.
- [10] DENG Yanping, HOU Miaole, ZHAO Beibei, *et al.* New tourism route planning for the Anyue grottoes in Sichuan, China: fusion of personalization and data analysis[J]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2025, 140: 104603. DOI: 10.1016/j.jag.2025.104603.
- [11] ZHANG Tao, GAO Fengzhen. A traditional cultural route planning and design system based on improved genetic algorithm[J]. *Procedia Computer Science*, 2024, 247: 211–217. DOI: 10.1016/j.procs.2024.10.025.
- [12] ZHENG Xiaoyao, YOU Hao, HUANG He, *et al.* Two-stage greedy algorithm based on crowd sensing for tour route recommendation[J]. *Applied Soft Computing*, 2024, 153: 111260. DOI: 10.1016/j.asoc.2024.111260.
- [13] GU Jiqing, SONG Chao, JIANG Wenjun, *et al.* Enhancing personalized trip recommendations with attractive route analysis and graph attention auto-encoder[J]. *Knowledge-Based Systems*, 2025, 319: 113639. DOI: 10.1016/j.knsys.2025.113639.
- [14] ZHANG Tianyi, CHEN Xinyi, LIU Tianqi. Linear cultural heritage eco-cultural spatial system: a case study of the Great Tea

- Route in Shanxi[J]. *Frontiers of Architectural Research*, 2025, **14**(4): 1063–1075. DOI: 10.1016/j.foar.2024.11.002.
- [15] MU Wangshu, LI Changfeng. Optimization of urban greenway route using a coverage maximization model for lines[J]. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2024, **112**: 102155. DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2024.102155.
- [16] 杨务发, 余坤勇, 赵各进, 等. 基于热岛效应的福州市绿色廊道优化[J]. *浙江农林大学学报*, 2022, **39**(4): 876–883. YANG Wufa, YU Kunyong, ZHAO Gejin, *et al.* Optimization of greenways in Fuzhou based on heat island effect[J]. *Journal of Zhejiang A&F University*, 2022, **39**(4): 876–883. DOI: 10.11833/j.issn.2095-0756.20210672.
- [17] 唐晓岚, 张杰, 周铭杰, 等. 基于 GIS-AHP 与视域断面分析的浙西南自然保护区富集区游憩风景道规划[J]. *南京林业大学学报 (自然科学版)*, 2025, **49**(2): 221–232. TANG Xiaolan, ZHANG Jie, ZHOU Mingjie, *et al.* Planning of recreational scenic roads abundant region in southwest Zhejiang nature reserve based on GIS-AHP and longitudinal view section analysis[J]. *Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition)*, 2025, **49**(2): 221–232. DOI: 10.12302/j.issn.1000-2006.202302045.
- [18] 齐君, 罗咏菊, 肖妃欣. 基于环境可供性的骑行风景道规划设计研究——以昆明滇池骑行线路为例[J]. *中国园林*, 2021, **37**(2): 66–70. QI Jun, LUO Yongju, XIAO Qixin. Planning and design of scenic bikeway based on environmental affordances: a case study of Kunming Dianchi Lake cycling route[J]. *Chinese Landscape Architecture*, 2021, **37**(2): 66–70. DOI: 10.19775/j.cla.2021.02.0066.
- [19] 唐晓岚, 刘小涵, 刘政. 基于 GIS-AHP 的皖南山区风景道选线研究[J]. *内蒙古农业大学学报 (自然科学版)*, 2020, **41**(5): 25–31. TANG Xiaolan, LIU Xiaohan, LIU Zheng. Scenic byway selection in Southern Anhui mountain area based on GIS-AHP analysis[J]. *Journal of Inner Mongolia Agricultural University (Natural Science Edition)*, 2020, **41**(5): 25–31. DOI: 10.16853/j.cnki.1009-3575.2020.05.005.
- [20] ZHOU Luanyu, ZHAO Yuluan, ZHU Changli, *et al.* Route selection for scenic byways in karst areas based on the minimum cumulative resistance model: a case study of the Nanpan–Beipan River Basin, China[J]. *Ecological Indicators*, 2024, **163**: 112093. DOI: 10.1016/j.ecolind.2024.112093. DOI: 10.1016/j.ecolind.2024.112093.
- [21] 吕文强, 董天燕, 白富文. 喀斯特农田土壤呼吸对干湿交替的响应特征[J]. *浙江农林大学学报*, 2024, **41**(4): 760–768. LÜ Wenqiang, DONG Tianyan, BAI Fuwen. Response of soil respiration to dry-wet alternation in karst farmland[J]. *Journal of Zhejiang A&F University*, 2024, **41**(4): 760–768. DOI: 10.11833/j.issn.2095-0756.20230522.
- [22] 罗娅, 张荣星, 薛习习, 等. 基于正负地形的喀斯特地貌分类研究——以贵州喀斯特区为例[J]. *贵州师范大学学报 (自然科学版)*, 2024, **42**(5): 9–19. LUO Ya, ZHANG Rongxing, XUE Xixi, *et al.* Research on karst landform classification based on positive and negative terrains: taking the karst region of Guizhou Province as an example[J]. *Journal of Guizhou Normal University (Natural Sciences)*, 2024, **42**(5): 9–19. DOI: 10.16614/j.gznuj.zrb.2024.05.002.
- [23] 张云路, 李雄, 孙松林. 基于“三生”空间协调的乡村空间适宜性评价与优化——以雄安新区北沙口乡为例[J]. *城市发展研究*, 2019, **26**(1): 116–124. ZHANG Yunlu, LI Xiong, SUN Songlin. Evaluation and optimization of rural space suitability based on “the production, living and ecological space coordination”: take Beishakou Township, the Xiongan New Area as an example[J]. *Urban Development Studies*, 2019, **26**(1): 116–124. DOI: 10.3969/j.issn.1006-3862.2019.01.021.
- [24] 金发扬, 李文林, 古志斌. 基于优序图法的 CO<sub>2</sub> 驱防窜剂性能评价方法及其应用[J]. *大庆石油地质与开发*, 2026, **45**(2): 150–159. JIN Fayang, LI Wenlin, GU Zhibin. Method for CO<sub>2</sub> flooding anti-channeling agent performance evaluation based on precedence diagram method and its application[J]. *Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing*, 2026, **45**(2): 150–159. DOI: 10.19597/J.ISSN.1000-3754.202407030.
- [25] 陈宾, 李颖懿, 张联志, 等. 地质灾害易发性评价因子分级的 AIFFC 算法优化[J]. *中国地质灾害与防治学报*, 2024, **35**(1): 72–81. CHEN Bin, LI Yingyi, ZHANG Lianzhi, *et al.* Classification optimization of geological hazard susceptibility evaluation factors based on AIFFC algorithm[J]. *The Chinese Journal of Geological Hazard and Control*, 2024, **35**(1): 72–81. DOI: 10.16031/j.cnki.issn.1003-8035.202210048.