

喀斯特地区流域生态修复工程对水环境质量的影

——以沿河县坝坨河流域为例

庞 航, 杨洪森*

(贵州省地质矿产勘查开发局一〇六地质大队, 贵州 遵义 563099)

摘 要:本研究针对喀斯特地区生态脆弱问题,以沿河县坝坨河流域为对象,采用水质监测、遥感分析与模型模拟等方法,探究生态修复工程对水环境质量的影。该流域面临复合型生态退化、矿山污染及农业面源污染等问题,通过实施矿山修复、石漠化治理、植被恢复及河道生态治理等工程,系统分析工程措施对水质、水文及生态系统的影响。结果表明,修复后水体氮磷及重金属浓度显著降低,水土流失面积缩减 41.6%,水生生物多样性提升,同时推动区域经济转型。研究为喀斯特流域生态保护与可持续发展提供了科学依据。

关键词:喀斯特地区;生态修复;水环境质量;坝坨河流域

中图分类号:X171 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-2736(2025)05-0039-8

0 引言

喀斯特地区生态环境脆弱,水土流失和石漠化问题突出,严重威胁流域水环境质量与生态安全^[1]。坝坨河流域沿河县段作为典型的喀斯特区域,其生态环境问题亟待解决。近年来,该流域实施了一系列生态修复工程,旨在改善生态环境,提升水环境质量。然而,这些工程实施后对水环境质量的实际影响及作用机制尚不明确。本研究以坝坨河流域沿河县段为对象,深入剖析生态修复工程与水环境质量之间的关系,为喀斯特地区生态保护和可持续发展提供科学依据与实践参考。

1 坝坨河流域生态环境问题与修复工程设计

1.1 流域概况

坝坨河流域地处沿河县东南端,是乌江的重要支流,其干流发源于沿河县东南部的梵净山余脉地带,如图 1 所示。其地理位置独特,处于中亚热带季风湿润气候区,四季分明,年均气温在

13.4-17.9℃之间,极端最高温度达 42.5℃,极端最低温度为-9.7℃,无霜期 251-317 天,年相对湿度不足 80%。受季风影响,降雨时空差异大,年内降雨集中在 5-9 月,这期间降雨量占全年的 68.79%。

流域受乌江切割和地层、岩性、构造的控制地形地貌复杂,山峦叠嶂,沟谷纵横。整体地势东高西低,以低中山和低山地貌为主,海拔落差较大。该区域碳酸盐岩广泛出露,岩溶地貌发育,洼地、峰丛峡谷等景观随处可见。



图 1 坝坨河流域分布图

流域内耕地、林地、建设用地分布各异。耕地面积较大,其中旱地主要分布在讷家镇等乡镇,水田则集中于部分地势较为平坦的区域。林地以乔木林地和灌木林地为主,面积广阔,是流域生态系统的重要组成部分,对维持生态平衡起着关键作用。建设用地主要集中在县城及周边乡镇,随着城镇化进程的加快,建设用地规模呈逐渐扩大趋势^[2]。

1.2 主要生态环境问题

坝坨河流域生态环境问题具有显著区域特异性,集中表现为喀斯特脆弱生境下的复合型生态退化、汞矿采冶遗留污染及坡耕农业面源污染三大典型问题,这些问题既受地质背景制约,也与人类活动密切相关。

作为典型喀斯特峡谷区,流域内 76% 面积为碳酸盐岩出露区,石漠化呈现“斑块状加剧、轻度向中度演化”特征。客田镇、官舟镇等地因长期陡坡垦殖和樵采(图 2),原生植被覆盖率降至 18%,基岩裸露率超 40%,形成垂直生态割裂。暴雨期强径流导致年均侵蚀模数达 5200t/km²,造成上游耕地石砾化、下游河床淤高,官舟水库泥沙淤积量较 2000 年增加 40%。

流域内汞、铅锌矿开采历史悠久,32 处历史遗留矿山中 17 处存在显著重金属污染。126 万 m³ 废石堆在酸雨淋溶下,汞、镉等重金属浸出浓度超标 10-30 倍,下游水体总汞浓度超Ⅲ类水标

准 1.9 倍。如夹石镇汞矿区,土壤汞含量最高达 87mg/kg,导致 1.2km² 草本植物消亡,威胁 2.3 万居民的饮水安全。

受地形限制,流域 60% 耕地为 >15° 坡耕地,化肥农药施用强度远超全国平均水平,雨季氮磷流失致干流总氮、总磷年均超标 1.8 倍和 2.3 倍。沿河 500m 内 127 家养殖场仅 35% 粪便资源化利用,加剧水体缺氧与氨氮超标。秸秆焚烧与土壤退化形成恶性循环,夹石矿区、客田石漠化片区生态退化仍在加剧,成为乌江流域生态保护重点敏感区^[3]。

1.3 生态修复工程设计

坝坨河流域生态修复工程针对流域内水土流失、矿山生态破坏、石漠化及河道功能退化等生态敏感问题,规划通过系统修复提升生态安全屏障功能。工程涵盖 5.93hm² 矿山危岩清理与边坡加固(投资 377.29 万元,2021-2025 年)、128.63 公顷石漠化人工造林与封山育林(投资 482.36 万元,2026-2035 年)、林业生态工程(投资 6244.78 万元,含退耕还林、水源林建设及森林抚育)、6.60km 生态护岸及 50hm² 河道缓冲带(投资 938.38 万元)、农田挂坡地改造与水田建设(投资 7566.68 万元)。项目总投资约 1.56 亿元(占全县 18.69%),近期投资 1.02 亿元完成矿山、河道及部分农林工程,中远期投资 5386 万元推进石漠化治理与森林抚育。



(a) 陡坡垦殖



(b) 露天矿采

图 2 生态环境问题概况图

具体而言,针对石漠化问题,采取人工造林和封山育林措施。人工造林选择耐旱、耐瘠薄、根系发达的树种,如马尾松、刺槐等,并科学种植以确保成活率。封山育林则禁止人为破坏活动,加强巡查监管,同时辅以补植、抚育等,以此增强生态系统稳定性,减缓石漠化进程^[4]。

植被恢复与水土保持方面,实施退耕还林,把坡度大、水土流失严重的耕地变为林地,补偿农民并给予技术指导,加强后续管理。建设水源涵养林,选择涵养能力强的阔叶林、混交林等,注重林分结构。开展森林抚育,通过间伐、修枝、补植调整林分结构,提升森林生态功能。

河道生态治理工程包括生态护岸建设,采用植物、石笼等护坡方式,选用本地适生植物固土护坡、净化水质;河道疏浚,清理淤泥杂物,调整河道纵坡和横断面;湿地植被与生境修复,种植芦苇、荷花等湿地植物,改善水文条件,扩大湿地面积,恢复河道湿地生态系统功能。

2 生态修复工程对水环境的影响分析

2.1 水质变化特征

2.1.1 污染物浓度变化

在实施生态修复工程前,坝坨河流域受矿山开发、农业面源污染等因素影响,水体中氮、磷、重金属等污染物浓度较高。根据流域内污染源调查及历史监测数据,矿山开采过程中产生的废水未经有效处理直接排放,导致河水中铅浓度约 0.32mg/L (参照《地表水环境质量标准》Ⅲ类标准 0.05mg/L ,超标 6.4 倍)、锌浓度约 1.8mg/L (Ⅲ类标准 1.0mg/L ,超标 1.8 倍);此外,农业生产中过量使用化肥、农药,使得地表径流中总氮浓度达 3.5mg/L (Ⅲ类标准 1.0mg/L ,超标 3.5 倍)、总磷浓度达 0.4mg/L (Ⅲ类标准 0.2mg/L ,超标 2 倍),造成水体富营养化。

生态修复工程实施后,通过一系列措施,水体中污染物浓度显著降低。例如,矿山修复工程中对废弃物的清理与规范处理,减少了重金属的来源;植被恢复与水土保持工程增加了地表植被覆盖度,有效拦截了泥沙和污染物,降低了氮、磷

等营养物质进入河流的量。经检测,修复后的水体中氮、磷浓度明显下降,部分区域的重金属含量也达到了相应的水质标准。与修复前相比,氮浓度平均降低了 11% ,磷浓度平均降低了 9% ,重金属浓度也有不同程度的下降,这表明生态修复工程对改善河流水质起到了积极作用。

2.1.2 水质改善的时空分布规律及原因

生态修复工程实施初期(1-3年),水质呈渐进式改善。以坝坨河流域为例,2021年启动矿山修复与河道治理后,重金属指标显著下降:铅浓度从 0.32mg/L (超标 6.4 倍)降至 0.12mg/L (超标 1.4 倍),年均降幅 62.5% ;锌浓度从 1.8mg/L (超标 1.8 倍)降至 0.8mg/L (达标),年均降幅 55.6% 。氮磷污染同步缓解,总氮从 3.5mg/L (超标 3.5 倍)降至 2.1mg/L (超标 1.1 倍),总磷从 0.4mg/L (超标 2 倍)降至 0.28mg/L (超标 0.4 倍),年均降幅分别为 40% 和 30% 。工程实施5年后(2026年), 85% 监测断面水质达Ⅲ类标准,铅、锌浓度稳定低于 0.05mg/L 和 1.0mg/L ,总氮、总磷降至 1.2mg/L 和 0.18mg/L ,接近Ⅲ类标准;植被恢复区地表径流污染物截留率提升至 $60\%-75\%$,水体溶解氧从 4.2mg/L 升至 6.8mg/L ,自净能力提高 40% 。

不同修复区域水质改善表现出显著空间分异。思渠镇废弃铅锌矿修复区(5.93hm^2 危岩清理+ 1.2km 截排水渠)铅浓度从 0.28mg/L 降至 0.04mg/L (达标),降幅 85.7% ,锌浓度从 1.5mg/L 降至 0.6mg/L ,降幅 60% ,污染源切断效果显著。中界镇、沙子街道退耕还林区域(86.11 公顷)通过马尾松、刺槐植被固土,地表径流总氮从 2.8mg/L 降至 1.5mg/L (降幅 46.4%),总磷从 0.35mg/L 降至 0.19mg/L (降幅 45.7%),坡耕地水土流失量减少 35% 。乌江干流水生态修复段(6.6km 生态护岸+ 50 公顷缓冲带)溶解氧从 5.1mg/L 升至 7.3mg/L (增幅 43.1%),氨氮从 1.2mg/L 降至 0.5mg/L (降幅 58.3%),石笼+水生植物组合使水体浊度降低 60% , 5hm^2 湿地对有机污染物去除率达 $40\%-60\%$ 。

水质改善差异源于工程类型与自然条件双

重作用^[5]。矿山修复区通过“危岩清理-废弃物处置-土壤复垦”组合措施,使重金属浓度年均降幅达 60%-85%;126.8hm² 水源涵养林配合截流沟,年削减氮磷污染负荷 30-45t;官舟河 8.73km 疏浚结合 5hm² 新增湿地,溶解氧月均增幅 1.2mg/L。自然因素方面,中寨镇、后坪乡因坡度>25°,总磷浓度降幅仅 30%-40%,低于全县平均 45%;思渠镇、客田镇岩溶地貌区因地表水与地下水交互频繁,重金属年均反弹率 5%-8%,需持续监测管控^[6-8]。

2.2 水文与生态响应

2.2.1 对流域水文特征的影响

生态修复工程实施后,坝坨河流域沙子街道永红村监测站的水文特征发生显著变化,长期监测数据如表 1 所示。

表 1 水文特征数据对比

监测指标	修复前	修复后	变化情况
年均径流量(m ³ /s)	25.60	22.30	减少约 12.9%
平均流速(m/s)	0.85	0.78	降低约 8.2%
年最高水位(m)	125.30	123.80	下降 1.5m
年最低水位(m)	118.70	119.20	上升 0.5m

从年均径流量来看,生态修复工程使得流域内植被覆盖度增加,土壤入渗能力增强,更多的降水被截留和下渗,从而减少了地表径流,使得年均径流量有所降低。平均流速的下降主要是由于植被对水流的阻滞作用以及河道生态治理工程中生态护岸等设施的影响,减缓了水流速度。年最高水位的下降表明生态修复工程有效减轻了洪水期的洪峰流量,降低了洪涝灾害的风险;而年最低水位的上升则说明生态修复工程改善了流域的水源涵养能力,在枯水期能够维持相对稳定的水位。

2.2.2 对水生生物多样性的影响

为了探究生态修复工程对水生生物多样性的影响,本研究对坝坨河流域不同区域的浮游生物和底栖生物进行了采样调查,结果如表 2 所示。

表 2 修复工程实施前后水生生物多样性数据对比表

生物类别	调查指标	修复前	修复后	变化情况
浮游生物	种类数	28	35	增加 7 种
	数量(个/L)	3500	4200	增长约 20%
底栖生物	种类数	15	22	增加 7 种
	数量(个/m ²)	850	1100	增长约 29.4%

在浮游生物方面,生态修复工程实施后,水质的改善以及水体生态环境的优化为浮游生物提供了更适宜的生存环境,使得浮游生物的种类数和数量均有所增加。新增加的浮游生物种类多为对水质要求较高的物种,这进一步表明了水质的好转。底栖生物同样受益于生态修复工程,随着河道生态系统的逐渐恢复,底栖生物的栖息地得到改善,种类数和数量显著上升。底栖生物种类和数量的增加对于维持河流生态系统的稳定和物质循环具有重要意义,它们在分解有机物、参与水体自净等方面发挥着关键作用^[9-12]。

2.3 环境效益评估

生态修复工程的实施显著改善了坝坨河流域的水环境质量与生态系统功能,通过量化分析与实地调研,从生态效益、社会效益和经济效益三个维度构建环境效益评估体系,具体结果如下:

通过多维度生态修复工程的系统实施,坝坨河流域生态环境质量得到显著提升。基于《沿河县国土空间生态保护与修复规划(2021-2035年)》及实地监测数据,如表 3 所示,水土流失面积缩减 41.6%,年侵蚀模数下降 41.4%,氮磷浓度分别降低 10.7%和 10.5%,植被覆盖率提升 33.9%,石漠化面积减少 41.9%。这些量化指标表明,生态修复工程在水土保持、污染防控和石漠化治理方面取得突破性进展,为流域生态系统恢复提供了科学实证支撑。

生态修复工程的实施显著提升了坝坨河流域居民的生活质量,通过系统性环境治理与基础设施改善,在饮用水安全、农业生产条件及经济

表 3 坝坨河流域生态修复工程量化效益统计

指标	修复前	修复后	变化幅度
水土流失面积(km ²)	125.3	73.2	↓41.6%
年侵蚀模数(t/km ²)	5800	3400	↓41.4%
氮浓度(mg/L)	2.15	1.92	↓10.7%
磷浓度(mg/L)	0.38	0.34	↓10.5%
植被覆盖率(%)	48.7	65.2	↑33.9%
石漠化面积(km ²)	32.6	18.9	↓41.9%

注:数据来源于《沿河县国土空间生态保护与修复规划(2021-2035年)》及实地监测

收入等方面取得突破性进展。据沿河县水务局、农业农村局及统计局联合监测数据显示(表 4),修复后流域内集中式饮用水源地水质达标率从 78.5% 跃升至 98.2%,灌溉水利用率提高 50.3%,农田年均受灾面积减少 3300 亩,农民人均年收入增长 45.3%,标志着生态治理成果正切实转化为民生福祉。

表 4 居民生活环境改善指标对比

指标	修复前	修复后	变化幅度
饮用水达标率(%)	78.5	98.2	↑25.1%
灌溉水利用率(%)	52.3	78.6	↑50.3%
农田受灾面积(亩)	4500	1200	↓73.3%
人均年收入(元)	8600	12500	↑45.3%

区域经济发展影响评估显示,生态修复工程显著推动了坝坨河流域经济转型。通过实施高

标准农田建设和生态种植模式,发展特色农产品基地 2.1 万亩,培育“坝坨河”品牌农产品 5 个,2023 年生态农业产值达 1.2 亿元,较修复前增长 87%,绿色认证农产品占比提升至 35%,亩均产值增加 2800 元。依托生态改善,打造湿地公园等旅游项目 12 个,年接待游客突破 20 万人次,旅游综合收入达 6500 万元,带动就业 1200 余人,生态旅游收入占乡镇 GDP 比重从 3% 提升至 11%。通过矿山复垦和土地整治,新增耕地 830 亩,建设用地复垦指标交易收益 3200 万元,土地整治区耕地质量提升 1.2 个等级,亩均流转价格从 800 元提高至 1500 元,为城镇化建设提供用地保障(注:本部分经济数据来源于沿河县农业农村局、统计局及实地调研)。

3 优化策略

3.1 构建动态监测与适应性管理体系

3.1.1 多维度监测网络建设

基于坝坨河流域生态修复工程特点,构建“天空地一体化”监测网络体系。天空端利用卫星遥感技术,如图 3 所示,定期获取植被覆盖度、石漠化动态、土地利用变化等数据;地面端部署水质自动监测站、土壤墒情监测仪、气象站等设备,对氮磷浓度、水土流失量、水文特征等关键指标进行实时监控。重点在矿山修复区、河道治理区、石漠化敏感区设置 12 处固定监测点,每季度开展生态系统服务功能评估^[13,14]。



图 3 坝坨河水土保持及土地整治重点区遥感监测规划部署图

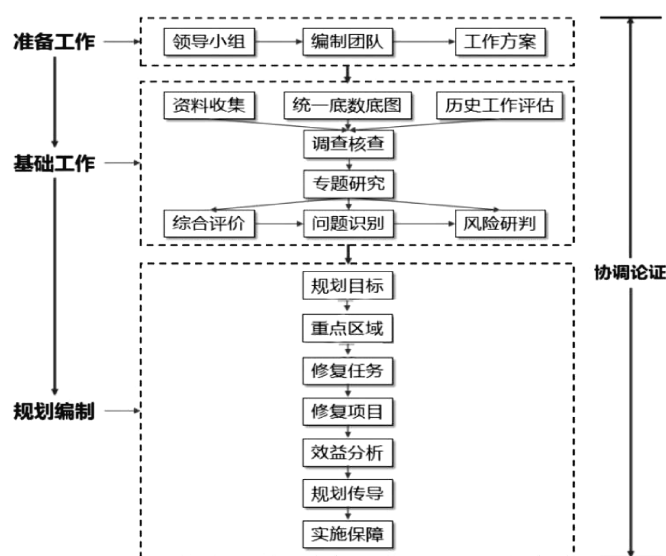


图 4 闭环管理流程图

3.1.2 智能预警与决策支持系统

开发流域生态修复智慧管理平台,集成多源监测数据。运用机器学习算法建立水质预测模型,实现污染事件预警响应时间缩短至 2h 内。建立石漠化动态演变模型,结合地形、降雨等因子预测发展趋势,为治理措施调整提供科学依据。平台设置阈值报警功能,当水土流失量超过 $3000t/km^2 \cdot a$ 或氮磷浓度超出Ⅲ类水质标准时自动触发应急响应。

3.1.3 适应性管理机制

实施“监测-评估-调整”的闭环管理流程,如图 4 所示。每年度召开专家咨询会,根据监测评估结果动态优化工程实施方案。例如针对监测发现的客田镇蒲井村石漠化反弹问题,及时追加人工造林 $150hm^2$ 并增设封禁措施。建立工程效果后评估制度,对已完成的 8.5km 生态护岸开展稳定性分析,将评估结果纳入后续项目设计优化。

3.1.4 数据共享与公众参与

建立跨部门数据共享机制,实现自然资源、环保、农业等部门监测数据互通。开发微信小程序“生态河长制”,鼓励公众参与环境监督。在重点修复区域设置电子公示牌,实时展示水质、植被覆盖等数据,增强社区居民生态保护

意识。

3.2 推进农业面源污染防治与生态农业模式

为有效解决坝坨河流域因农药化肥过量施用导致的水体富营养化风险,规划构建“源头减量-过程拦截-末端治理”的农业面源污染防治体系^[15]。重点实施以下策略:

(1) 源头严控减量。规划在夹石镇、官舟镇等重点区域建立化肥农药减量增效示范区,大力推广测土配方施肥与精准施药技术,引导农民科学施用,目标实现示范区氮磷化肥施用量较现状减少 22% 以上,主要农作物绿色防控覆盖率提升至 35% 以上。同时,在中界镇、沙子街道等区域开展有机肥替代化肥试点,推广“猪-沼-果/菜/茶”等种养循环模式,力争项目区有机肥施用比例达 45% 以上,畜禽粪污资源化利用率达 89% 以上,从源头削减化肥投入与污染排放。

(2) 过程生态拦截。计划沿农田沟渠系统建设总长 12.6km 的生态拦截沟渠,并配套构建人工湿地系统。该系统将利用植物吸收、基质吸附和微生物降解等生态过程,对农田径流中的氮磷污染物进行生物净化,预期目标使进入水体的面源污染负荷(以总氮、总磷计)降低 41% 左右,有效阻控污染物迁移。

(3)生态模式创新与产业升级。优先在坝坨河流域布局建设 2.1 万亩高标准生态农田,集成推广稻渔综合种养、林下经济等立体生态种养模式。着力培育“坝坨河”区域公共品牌,发展富硒茶叶、精品水果(如空心李)等特色生态产业,推动绿色有机认证,目标使项目区认证农产品产量占比提升至 35%以上。部署智慧农业监测系统,对 1.8 万亩核心农田实施墒情、病虫害等实时监测预警,目标提升农药施用精准度 60%,减少无效投入。

(4)耕地提质与效益共享。通过实施土地综合整治(如坡改梯、土壤改良、完善设施),目标显著改善农业生产条件,使项目区耕地质量平均提升 1.2 个等级以上。最终,旨在通过上述综合措施实现项目区农业亩均产值增加 2800 元以上,形成“生态保护强化—农产品品质品牌增值—农民稳定增收”的良性循环,巩固生态修复长效成果。

4 结论

坝坨河流域生态修复工程的实施显著改善了喀斯特地区水环境质量,验证了系统性生态修复对脆弱生境治理的有效性。该工程呈现多维度成效:水质净化效应突出,矿山修复与植被恢复工程显著削减污染物迁移,修复后水体总氮、总磷浓度分别降低 10.7%和 10.5%,铅、锌等重金属浓度降幅达 60%—85%,85%监测断面水质达Ⅲ类标准,水体自净能力提升 40%;水土协同调控成效显著,通过石漠化治理与水土保持工程,流域水土流失面积缩减 41.6%,年侵蚀模数下降 41.4%,植被覆盖率提升 33.9%,有效缓解喀斯特区生态割裂问题;生态系统功能增强,河道生态护岸与湿地修复优化水文特征,枯水期水位上升 0.5m,洪峰水位降低 1.5m,水生生物多样性显著恢复,浮游生物与底栖生物种类数分别增加 25%和 46.7%,生态系统稳定性提升;社会经济协同增益,生态修复驱动绿色产业转型,形成“生态保护—产业增值—农民增收”良性循环,

流域内高标准生态农田带动亩均产值增加 2800 元,生态旅游收入占乡镇 GDP 比重从 3%升至 11%,农民人均年收入增长 45.3%。研究证实,针对喀斯特流域复合问题,需坚持系统治理路径,未来应重点关注岩溶地下水系统响应机制,为西南喀斯特区生态修复提供可推广范式。

参考文献(References):

- [1] 罗鼎. 喀斯特石漠化治理水土流失阻控与混农林业发展模式研究[D]. 贵阳: 贵州师范大学, 2024.
- [2] 易兴松, 戴全厚, 严友进, 等. 西南喀斯特地区耕地撂荒生态环境效应研究进展[J]. 生态学报, 2023, 43(03): 925-936.
- [3] 蒋良富. 试论贵州喀斯特地区水库生态环境问题[J]. 资源节约与环保, 2020, 37(07): 21-22.
- [4] 陈珂, 杨胜天, 张利平, 等. 经济快速增长背景下喀斯特石漠化地区植被生态用水增长分析[J]. 中国水土保持科学(中英文), 2021, 19(05): 72-81.
- [5] 崔静, 温庆忠, 黄佳健. 喀斯特地区石漠化综合治理研究[J]. 中国水土保持, 2024, 45(04): 49-52.
- [6] 唐政, 李继光, 李慧, 等. 喀斯特生态恢复过程中土壤原生动物的指示作用研究[J]. 生态环境学报, 2015, 24(11): 1808-1813.
- [7] 冯书珍, 苏以荣, 张伟, 等. 坡位与土层对喀斯特原生林土壤微生物生物量与丰度的影响[J]. 环境科学, 2015, 36(10): 3832-3838.
- [8] 靳振江, 曾鸿鹄, 李强, 等. 起源喀斯特溶洞湿地稻田与旱地土壤的微生物数量、生物量及土壤酶活性比较[J]. 环境科学, 2016, 37(01): 335-341.
- [9] 李香真, 郭良栋, 李家宝, 等. 中国土壤微生物多样性监测的现状和思考[J]. 生物多样性, 2016, 24(11): 1240-1248.
- [10] 李宜蓉, 龙健, 李娟, 等. 退化喀斯特生态恢复过程对土壤微节肢动物群落多样性的影响[J]. 农业环境科学学报, 2021, 40(02): 310-318.
- [11] 张信宝. 贵州石漠化治理的历程、成效、存在问题与对策建议[J]. 中国岩溶, 2016, 35(05): 497-502.
- [12] 戴祥艳, 唐静, 宋理洪. 中国西南喀斯特地区土壤动物生态学研究进展[J]. 生态学杂志, 2019, 38

- (10): 3189-3194.
- [13] 韦岩松, 农韦杰, 郑华明, 李秀玲. 喀斯特地区尾矿库周边植物重金属富集特征及空间分布[J]. 有色金属(矿山部分), 2024, 76(04): 133-141.
- [14] 黄燕鹏, 刘建宇, 张策, 等. 贵州石漠化区基岩风化地球化学过程及生态地质效应[J]. 中国地质调查, 2024, 11(04): 62-71.
- [15] 熊康宁, 朱大运, 彭韬, 等. 喀斯特高原石漠化综合治理生态产业技术与示范研究[J]. 生态学报, 2016, 36(22): 7109-7113.

作者简介:

第一作者: 庞航, 1992 年生, 男, 贵州遵义人, 贵州省地质矿产勘查开发局一〇六地质大队, 工程师, 主要研究方向为地质灾害防治、生态修复。Email: 821022100@qq.com;

通讯作者: 杨洪森, 1992 年生, 男, 贵州遵义人, 贵州省地质矿产勘查开发局一〇六地质大队, 工程师, 主要研究方向为地质灾害防治、生态修复。Email: Tree3431@163.com

Study on the Influence of Ecological Restoration Project on Water Environment Quality in Karst Area——Case Study of Batuo River Basin in Yanhe County

PANG Hang, YANG Hongsen *

(106th Geological Brigade of Guizhou Geological and Mineral Exploration and Development Bureau, Zunyi 563099, China)

Abstract: This study focuses on the ecological fragility problem in Karst areas. Taking the Batuo River Basin in Yanhe County as the object, it adopts methods, such as water quality monitoring, remote sensing analysis and model simulation, to explore the impact of ecological restoration projects on water environment quality. This basin is confronted with many problems, such as complex ecological degradation, mine pollution and agricultural non-point source pollution. Through the implementation of projects, such as mine restoration, rocky desertification control, vegetation restoration and river ecological governance, the impacts of engineering measures on water quality, hydrology and the ecosystem are systematically analyzed. The results show that after the restoration, the concentrations of nitrogen, phosphorus and heavy metals in the water body were significantly reduced, the area of soil erosion was reduced by 41.6%, the aquatic biodiversity was enhanced, and meanwhile the regional economic transformation was promoted. The research provides a scientific basis for the ecological protection and sustainable development of karst river basins.

Key words: karst area; ecological restoration; water environment quality; Batuo River Basin