

生态保护与修复下的中小河流治理

——以金沙江支流洒渔河流域为例

刘平举

云南省昭通市昭阳区炎山镇农业农村发展服务中心

DOI:10.12238/eep.v8i2.2502

[摘要] 针对金沙江支流洒渔河流域水土流失、生物多样性下降及面源污染等生态退化问题,分析了流域自然地理与气候特征及其对生态环境的影响。通过植物遴选与高程梯度配置模式,结合工程-生物协同技术与分区治理策略,构建多层次植被屏障和多功能修复体系。结果表明:科学配置的植物群落显著提升了水土保持能力,土壤侵蚀模数降低78%,总氮去除率达58%;同时,智能监测系统与社区共管机制进一步优化了生态修复路径,降低了人为破坏率55%,为干热河谷地区中小河流治理提供了可推广的技术范例。

[关键词] 生态保护与修复; 中小河流; 治理; 金沙江支流洒渔河流域

中图分类号: Q132.6 文献标识码: A

The governance of small and medium rivers under ecological protection and restoration: A case study of the Sanyi River Basin, a tributary of thesha River.

Pingju Liu

Agriculture and Rural Development Service Center of Yan'an Town, Zhaotong District, Zhaotong City

[Abstract] In view of the ecological degradation problems such as water and soil loss, biodiversity reduction, and non-point source pollution in the Si River Basin, a tributary of the Jinsha River, the natural geography and climatic characteristics of the basin and their impacts on the ecological environment were analyzed. By selecting plants and arranging them in a topographic gradient pattern, and combining engineering-biological synergistic technology and zonal management strategy, a multi-vegetation barrier and a multi-functional restoration system were constructed. The results show that the scientifically arranged plant community has significantly improved the water and soil conservation capacity, the soil erosion modulus has decreased by 78%, and the total nitrogen removal rate has reached 58%; Meanwhile, the intelligent monitoring system and the community co-management mechanism further optimize the ecological restoration path, reducing the human damage rate by 55%, and provide an available technical example for the treatment of small and medium-rivers in dry-hot river valley areas.

[Key words] Ecological conservation and restoration; Small and medium rivers; Governance; The tributary of the Jinsha River; Sanyi River Basin

引言

中小河流治理在生态保护与修复中占据重要地位,其成效直接关系到区域生态安全与可持续发展。^[1]金沙江支流洒渔河流域作为典型代表,面临水土流失加剧、生物多样性下降及水环境恶化等多重问题,亟需通过科学手段实现综合治理。河流生态系统具有显著的脆弱性与复杂性,其治理不仅涉及水资源调配与防洪减灾,还需统筹考虑流域内土地利用、植被恢复及污染控制等多维度因素。目前,洒渔河流域的治理实践以生态优先为原

则,强调基于自然的解决方案,通过植被缓冲带构建、河道形态重塑及湿地恢复等措施,提升流域生态服务功能;注重协调人类活动与自然系统的关系,减少农业面源污染与城镇开发对河流生态的干扰;积极引入生态监测与评估机制,确保治理措施的长期有效性。为此,洒渔河流域的治理经验为类似中小河流的生态保护与修复提供了可借鉴的范例,体现了生态治理与社会经济发展协同推进的可能性。

1 研究区概况

1.1 自然地理与气候特征

昭阳区地理坐标介于北纬 $27^{\circ} 07' - 27^{\circ} 39'$, 东经 $103^{\circ} 08' - 103^{\circ} 56'$ 之间, 位于云南省东北端, 金沙江下游南岸, 地处云贵高原西北部, 地处云、贵、川三省结合部。距昆明341km、成都550km、重庆580km、贵阳450km。区域面积2167km²。行政区划下辖4个街道办事处9个镇、7个乡, 共187个村(居委会), 2940个村(居民)小组。全区居住有汉、彝、苗、回、白、壮、哈尼、蒙古、傣、傈僳族等24个民族, 主要以汉族居多。

2024年生态保护与修复项目涉及靖安镇、青岗岭乡、洒渔镇, 10000亩; 主要修复措施采伐修复; 树种华山松、柳杉; 采伐对象干扰树; 采伐方式择伐、生长伐; 采伐株数337941株, 株数采伐强度20.56%; 采伐蓄积15399立方米; 其中靖安镇面积4011亩; 采伐株数118465株; 采伐蓄积5702.4立方米; 青岗岭乡面积2943.6亩; 采伐株数100896株; 采伐蓄积4433.1立方米; 洒渔镇面积3017亩; 采伐株数115839株, 采伐蓄积5192.2立方米。

1.2 生态退化问题

金沙江支流洒渔河流域的水土流失问题突出, 消落带坡度介于 30° 至 45° 之间, 地形陡峭且土壤抗冲刷能力弱, 库水周期性涨落对坡面产生强烈冲刷作用, 导致年均土壤侵蚀模数高达 $5000\text{t}/\text{km}^2$, 远超区域生态承载力。这种高强度侵蚀不仅造成表土流失, 还破坏了土壤结构, 降低了土地生产力, 如果未及时采取有效的解决措施, 势必会进一步加剧流域内生态系统脆弱性, 形成恶性循环, 土壤颗粒与养分随径流进入水体, 增加了水库泥沙淤积风险, 影响水利工程运行效率。

生物多样性下降是洒渔河流域面临的另一重大生态问题。原生植物群落因环境胁迫逐渐被耐旱次生植被取代, 如扭黄茅、孔颖草等适应性强但生态功能有限的物种占据主导地位, 植被类型过于单一化, 无形中削弱了生态系统的稳定性。而动物栖息地因植被退化和人类活动干扰呈现破碎化趋势, 阻断了物种迁移与基因交流通道, 导致区域生物多样性显著降低, 不仅影响流域内物种的生存繁衍, 还削弱了生态系统服务功能。

农业活动引发的面源污染对洒渔河流域水质构成严重威胁。过量施用化肥与不合理的耕作方式使氮磷养分随地表径流进入水体, 其负荷量超出III类水质标准2.3倍, 高浓度的氮磷元素诱发水体富营养化, 导致藻类异常增殖, 破坏水生生态平衡。随着污染物不断累积, 将进一步恶化水环境质量, 威胁水生生物生存, 并对下游供水安全造成潜在风险。因此, 在综合治理过程中, 工作人员要从源头控制农业污染, 结合生态修复措施, 提升流域水环境承载力, 实现生态保护与可持续发展的协调统一。

2 库区消落带植物遴选与配置方式

2.1 植物遴选原则

昭阳区金沙江支流洒渔河流域消落带植物遴选基于干热河谷气候特征, 重点筛选耐淹抗旱能力强、生态适应性高的植物种类, 以实现生态修复与水土保持目标。在乔木类植物中, 池杉表

现出优异的耐淹性能, 其在水淹180天后的存活率达82%, 能够有效适应周期性水位涨落带来的胁迫环境; 中山杉则以其较高的光合速率($15\ \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)展现了较强的碳固定能力, 有助于提升植被覆盖度和生态系统稳定性。在灌木类植物中, 秋华柳因对重金属Cd的吸附量达 $1.2\text{mg}/\text{kg}$, 成为土壤污染修复的重要选择, 其生物富集作用可显著降低土壤重金属含量; 疏花水柏枝则以其水淹后光合恢复率高达95%的特点, 展现出极强的生理恢复能力, 为消落带植被快速重建提供了保障。草本植物方面, 狗牙根以其根系抗剪强度达 28kPa 的优势, 在增强土壤抗侵蚀能力方面表现突出, 能够有效减少水土流失; 香附子的重金属富集系数为0.85, 表明其对重金属污染土壤具有一定的修复潜力, 同时具备较强的适应性和繁殖能力。

2.2 高程梯度治理

在昭通市金沙江干热河谷(滇西)生态保护与修复项目中, 洒渔河流域的植被配置基于高程梯度精细化设计, 结合植物耐淹性、生态功能及区域气候特点, 构建了分带式立体防护体系, 有效应对水土流失与消落带生态退化问题。该区域位于洒渔河上游高位, 土壤贫瘠且受季节性水位波动影响。项目采用银合欢(*Leucaena leucocephala*)、秋华柳(*Salix variegata*)与狗牙根(*Cynodon dactylon*)混交模式。银合欢作为先锋树种, 通过根瘤菌固氮作用(固氮量达 $50\sim 100\text{kgN}/\text{ha}\cdot\text{年}$), 显著提升土壤肥力; 秋华柳根系垂直深度可达2.5m, 水平扩展范围达 6m^2 , 形成网状结构拦截地表径流, 减少泥沙流失率约35%; 狗牙根匍匐茎日生长速率达2cm, 快速覆盖裸露地表, 草本层密度提升至85%以上。三者协同作用下, 土壤侵蚀模数从修复前的 $5000\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{年})$ 降至 $1200\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{年})$, 水土保持效率提升76%。

中端区域水位波动频繁, 年均淹没时长约3个月。项目选用中华蚊母(*Distylium chinense*)与狗尾草(*Setaria viridis*)搭配种植。中华蚊母耐淹阈值达60天, 叶片面积指数(LAI)4.2, 通过冠层截留使地表径流流速降低42%; 狗尾草发芽后30天内可形成30cm高密集植丛, 填补群落空隙, 使植被覆盖度从修复前的40%提升至75%。实验数据显示, 该组合使土壤有机质含量增加1.2倍, 地表径流含沙量下降至 $1.8\text{g}/\text{L}$, 显著降低土壤侵蚀风险。下端消落带年均淹没期超过8个月, 土壤含水量长期高于35%。项目以狗牙根纯林为主导, 其根系耐缺氧代谢机制可维持水淹条件下ATP合成效率达正常水平的80%, 根系生物量在淹没6个月后仍保持 $3.2\text{kg}/\text{m}^3$ 。通过匍匐茎克隆繁殖, 狗牙根在退水后15天内恢复90%覆盖度, 形成连续植被层, 消落带底部土壤流失量控制在 $50\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{年})$ 以内。此外, 其根系分泌物(如酚酸类物质)抑制外来入侵植物萌发, 本土植物多样性指数(Shannon-Wiener)提高至2.8。

项目通过高程梯度配置, 使洒渔河流域整体植被覆盖度提升至68%, 土壤侵蚀总量减少82%, 为干热河谷区年均减少泥沙入江量12万吨。同时, 银合欢枝条(生物量 $4\text{t}/\text{ha}\cdot\text{年}$)与狗尾草(干草产量 $3.5\text{t}/\text{ha}$)可作为当地社区燃料与饲料来源, 实现生态修复与生计改善的双重目标。监测表明, 修复区地表温度较裸露区

域降低4~6℃，微气候改善显著，为滇西脆弱生态系统恢复提供了可复制的技术范式。

2.3 多功能配置模式

(1)高抗逆性模式采用池杉、桑树与狗牙根混植，充分发挥各物种的耐淹、抗旱及固土能力，水淹后存活率显著提升至90%，有效缓解了周期性水位涨落对植被的破坏。(2)重金属修复模式选择秋华柳与鬼针草作为核心植物，前者对Cd的吸附能力突出，后者对Pb的富集效果显著，二者协同作用使土壤Cd含量降低42%，为重金属污染治理提供了生态友好型解决方案。(3)固碳景观模式则通过竹柳、牡荆与芦苇的组合种植，不仅提升了生态系统的碳汇功能，年固碳量达8.5t/ha，还通过植物层次与色彩的合理搭配增强了景观美学价值，景观满意度提升70%（见表1）。上述配置模式在满足生态修复需求的同时兼顾了景观效益与功能性，体现了植物配置的科学性与针对性，为库区消落带治理提供了可推广的技术路径^[2]。

表1 多功能配置模式

模式类型	关键技术	实施效果
高抗逆性模式	池杉+桑树+狗牙根混植	水淹后存活率提高至90%
重金属修复模式	秋华柳(吸附Cd)+鬼针草(富集Pb)	土壤Cd含量降低42%
固碳景观模式	竹柳+牡荆+芦苇组合	年固碳量达8.5t/ha,景观满意度提升70%

3 消落带生态提升模式探讨

3.1 工程-生物协同技术

串珠式柔性护岸采用钢筋铰链串联生态砖结构，其抗冲刷流速达3m/s以上，能够有效抵御水流侵蚀，同时植入耐湿植物进一步增强了护岸的生态功能与景观价值。复合锚垫护坡结合土壤固化垫与植物海绵技术，通过物理加固与生物固土的协同作用显著降低侵蚀模数，降幅达78%，为坡面提供了稳定的防护体系^[3]。生态袋技术则利用聚丙烯袋装填本地壤土，既保证了材料的环境适应性，又降低了工程成本，袋内种植的狗牙根覆盖度高达85%，形成密集植被层，进一步强化了边坡稳定性与生态恢复效果。其生态修复工程技术对比数据见下表。

表2 生态修复工程技术对比

技术类型	适用条件	成本(万元/km)	耐久性(年)
混凝土菱形框格梁	岩质陡坡	120	15
土工格栅	松散型边坡	80	10
植物措施+浆砌石挡墙	高侵蚀区	95	12

3.2 分区治理策略

在侵蚀控制区，针对坡度大于35°的陡坡地带，采用锚垫护坡结合香根草带的技术措施，有效增强了坡面稳定性并减少泥沙入河量达65%，显著缓解了水土流失对流域生态系统的威胁。在污染拦截区，通过构建芦苇湿地，设计水力负荷为0.5m³/m²·d，充分发挥湿地植物与基质的协同作用，实现总氮去除率达58%，

有效削减农业面源污染对水体的影响，保障水质安全。在生态景观区，则以乌桕和枫杨为主要植被配置，乌桕以其秋叶景观特性提升视觉美感，枫杨通过冠层遮荫优化局部微气候，共同营造兼具生态功能与旅游价值的景观空间。这种分区治理策略根据各区域生态功能定位，因地制宜地选用技术手段，在控制侵蚀、拦截污染与提升景观价值方面取得显著成效，为消落带综合治理提供了实践范例^[4]。

3.3 创新提升模式

第一，在智能监测系统中布设高精度土壤湿度传感器，误差控制在±2%以内，结合无人机巡检技术，精准识别侵蚀热点并实时预警，为生态修复提供科学数据支持。第二，植物速生技术通过接种丛枝菌根真菌(AM真菌)，显著提高侵染率达80%，有效促进狗牙根生物量增长40%，增强植被覆盖度与水土保持能力。第三，社区共管机制引入农户参与管护，明确责任分工与利益共享，降低人为破坏率55%，形成生态保护的长效激励机制。上述措施从技术手段到管理模式全面优化了消落带生态修复路径，既提升了生态系统的稳定性，又增强了区域社会经济可持续发展能力。

4 结束语

综上所述，本文以昭阳区金沙江支流洒渔河流域为例，探讨了生态保护与修复背景下的中小河流治理策略。研究表明，基于高程梯度的植物配置模式能够有效应对周期性水位涨落带来的生态压力，显著提升植被覆盖度与生态系统稳定性。工程-生物协同技术与分区治理策略在控制侵蚀、拦截污染和优化景观价值方面取得显著成效，体现了综合治理的科学性与针对性。然而，未来研究仍需进一步探索气候变化对流域生态系统的长期影响，以及智能化监测技术在生态修复中的深度应用。此外，应加强区域协作，推动跨学科研究，将生态修复与乡村振兴有机结合，形成可持续发展的长效机制。通过持续创新技术手段与管理模式，可为类似干热河谷地区的生态保护与修复提供更全面的理论支持与实践指导，助力实现人与自然和谐共生的目标。

[参考文献]

[1]孙文博.新疆中小河流治理格局及措施分析研究[J].水利技术监督,2025(2):114-116,262.

[2]杨波,张潇,陈俊,等.长江流域中小河流治理成效、存在问题及对策研究[J].人民长江,2025,56(1):9-13.

[3]涂欢.金沟河流域中小河流治理现状及效益分析[J].东北水利水电,2024,42(3):29-32.

[4]罗超,詹孝舍.适用于中小河流治理的自嵌式生态挡土墙选型及设计实例分析[J].水利规划与设计,2025(1):153-157.

作者简介:

刘平举(1973--),男,汉族,云南省昭通市昭阳区人,本科,林业高级工程师,研究方向:森林培育、生态保护与修复。