

# 基于生态系统服务功能的水土保持生态修复模式优化

陈 浩

阜宁县水务局 江苏 盐城 224400

**摘要:** 本文聚焦基于生态系统服务功能的水土保持生态修复模式优化。先阐述水土保持与生态系统服务的耦合机制,接着分析我国水土流失与生态修复现状、现有典型修复模式及其基于生态系统服务功能的短板。随后构建包含优化目标、原则、流程的优化框架,并提出构建技术支持体系、完善管理机制、夯实实施基础等保障体系,旨在打破单一修复目标局限,实现服务功能综合提升与生态修复协同发展。

**关键词:** 生态系统服务;水土保持;生态修复模式;优化策略

引言:水土保持生态修复是维系生态系统稳定、保障区域可持续发展的核心举措,其价值不仅在于遏制土壤侵蚀,更体现在对生态系统多元服务功能的激活与提升。我国虽在水土流失治理中积累了丰富经验,但现有模式多聚焦单一防控目标,未能充分释放生态系统的供给、调节等综合效能。如何立足不同区域自然禀赋,以生态系统服务功能提升为导向重构修复逻辑,成为破解当前修复瓶颈的关键。因此,探索修复模式的优化路径,对实现生态保护与效益提升的双赢具有重要意义。

## 1 水土保持与生态系统服务的耦合机制

水土保持与生态系统服务耦合是多过程、多维度的协同体系,通过物质、能量循环和信息传递紧密关联。供给服务上,水土保持借修建梯田、种植固土植被等减少土壤侵蚀,维持耕地肥力,保障粮食生产,稳定粮食供给又为生态修复提供物质支撑。调节服务方面,水土保持调节区域水文,降低洪水径流、提升水资源涵养能力,植被增加还能增强碳汇、调节气候,生态系统水文与气候调节作用反哺水土保持,减少极端天气侵蚀。支持服务维度,水土保持优化土壤微生物群落,提升养分循环效率,为植被生长创造良好环境,健康生态系统强化植被固土能力,形成正向循环<sup>[1]</sup>。文化服务上,水土保持工程打造景观资源,提升生态旅游与科普价值,公众生态保护意识提升又推动水土保持措施落实,多维度耦合构成二者协同发展的内在逻辑。

## 2 我国水土保持生态修复现状与模式短板分析

### 2.1 我国水土流失与生态修复现状

我国是水土流失较严重的国家,虽多年治理成效显著,但现状仍复杂。近年数据显示,全国水土流失面积约270万平方公里,集中在黄土高原、南方红壤区等地,水力侵蚀占比最高,风力侵蚀次之,部分区域人为活动加剧了侵蚀。生态修复上,我国实施了三北防护林、退

耕还林还草等重大工程,累计治理水土流失面积超140万平方公里,重点区域植被覆盖率大幅提升,如黄土高原植被覆盖度从建国初期的10%左右升至如今的60%以上。此外,还构建了四级水土保持监测网络,对重点区域动态监控。不过,修复工作存在区域不平衡问题,中西部偏远地区治理进度慢于东部;部分修复成果稳定性欠佳,面临自然风险和人为破坏威胁;且成效评估多关注侵蚀量减少,对生态系统服务综合考量不够,整体“局部优化、全局待提升”。

### 2.2 现有典型修复模式

#### 2.2.1 黄土高原“工程+植被”模式

针对黄土高原沟壑纵横等特点,形成“工程+植被”修复模式。工程上,以梯田、淤地坝、谷坊为核心,梯田改变坡度减径流,淤地坝拦截泥沙成坝地,谷坊削弱洪水能量,构建协同防控体系。植被方面,退耕还林还草,选乡土耐旱物种,形成立体结构。该模式在延安等区域成效显著,土壤侵蚀模数大幅下降,坝地成粮食产区。不过,后期维护要求高,部分淤地坝老化渗漏;植被配置有单一化倾向,生物多样性低,抗干扰不足,工程与植被耦合协同有待优化。

#### 2.2.2 南方红壤区“林草复合”模式

南方红壤区高温多雨、红壤贫瘠,形成“林草复合”修复模式。根据坡度与立地条件差异化配置,缓坡“经济林+牧草”,陡坡“生态林+乡土草本”,还配套等高植物篱等措施。在江西赣南等区域,植被覆盖度提升超30%,土壤有机质增加10%-20%,遏制“红色沙漠”扩展。但存在短板,经济林与生态林比例易失衡,部分区域植被结构单一;养分循环调控技术不足,易土壤酸化,对极端暴雨径流调控能力需强化。

#### 2.2.3 西北干旱区“封禁+节水”模式

西北干旱区气候干旱,“封禁+节水”是关键修复路

径。封禁上,划定禁牧、休牧区,设围栏保护植被,退化严重区人工补播耐旱物种。节水方面,发展滴灌等技术,绿洲边缘建节水灌溉林带,农田推广“节水种植+覆盖保墒”。在内蒙古阿拉善等区域,封禁区植被覆盖度提升,荒漠化扩展速度减缓<sup>[2]</sup>。但面临挑战,长期封禁与牧民生活矛盾,后续产业支撑不足;节水设施成本高,偏远区难普及;人工补播物种单一,生态系统稳定性弱。

#### 2.2.4 东北黑土区“保护性耕作”模式

东北黑土区土壤退化,形成“保护性耕作”修复模式。关键技术有免耕或少耕播种、秸秆全覆盖还田、轮作休耕等,免耕减少土壤破坏,秸秆覆盖增有机质,轮作休耕缓解养分消耗。在黑龙江松嫩平原等区域,土壤侵蚀模数降低,黑土有机质增加,粮食产量提升。但存在局限,免耕播种对农机要求高,小型农户难承担;秸秆全覆盖易引发病虫害,影响播种;轮作休耕与农户收益矛盾;对生态系统服务功能关注不足,修复维度单一。

#### 2.3 基于生态系统服务功能的模式短板

从生态系统服务功能看,现有水土保持生态修复模式存在多维度短板,核心是修复目标单一,未综合提升服务功能。供给服务上,多数模式聚焦粮食或经济作物生产,如南方红壤区重经济林种植、东北黑土区重粮食增产,忽视药用植物、乡土物种等其他供给功能。调节服务方面,对单一功能关注及协同性不足,黄土高原“工程+植被”模式侧重土壤侵蚀防控,碳汇与生物多样性保护协同提升不够;西北干旱区“封禁+节水”模式水文调节精准性欠佳,未平衡水资源高效利用与生态需水。支持服务上,土壤养分循环、微生物群落优化等基础功能培育不足,南方红壤区忽视土壤酸化改良、东北黑土区对微生物多样性提升关注少,生态系统稳定性差。文化服务上,几乎所有模式都未充分挖掘生态旅游、科普教育等价值。此外,模式缺乏服务功能导向的动态评估机制,难精准识别成效与不足,优化调整滞后。

### 3 基于生态系统服务功能的水土保持生态修复模式优化框架

#### 3.1 优化目标:构建“四维协同”的服务功能提升体系

水土保持生态修复模式优化,核心是构建“供给-调节-支持-文化”四维协同的服务功能提升体系,打破单一修复目标局限。供给服务维度,要实现经济与生态产品协同供给,在保障粮食安全基础上,拓展药用植物等多元产品,如南方红壤区平衡经济林与药用植物种植。调节服务维度,强化多调节功能协同,聚焦土壤侵蚀防控等核心功能,如西北干旱区结合节水灌溉与碳汇林种

植。支持服务维度,夯实土壤养分循环等基础功能,通过乡土物种培育等提升稳定性,如南方红壤区改良土壤酸化。文化服务维度,挖掘生态文化价值,打造生态科普基地等,如黄土高原利用淤地坝等打造生态旅游线路,实现生态修复与文化传播协同。

#### 3.2 优化原则:锚定服务功能导向的核心准则

优化模式要锚定服务功能导向准则,协同提升各服务功能。一是地域性适配原则,依区域自然禀赋与需求设计模式,如黄土高原强化侵蚀防控与碳汇协同,避免“一刀切”。二是服务功能协同原则,统筹四维功能,如东北黑土区保护性耕作融入生物多样性保护。三是生态经济性原则,平衡生态修复与经济收益,发展生态产业实现良性循环,如南方红壤区发展林下经济。四是动态适应性原则,建立监测调整机制,依外部因素变化优化措施。五是整体性原则,将修复区域纳入更大生态系统考量,如黄土高原修复结合黄河流域生态保护,实现局部与全局协同<sup>[3]</sup>。

#### 3.3 优化流程:建立“评估-诊断-设计-实施”的闭环体系

为保障优化目标落地,需建立“评估-诊断-设计-实施”的闭环优化流程,实现修复模式的精准化与高效化。评估阶段,构建服务功能导向的综合评估指标体系,涵盖供给服务(如粮食产量、物种供给)、调节服务(如侵蚀模数、碳汇量)、支持服务(如土壤有机质、微生物多样性)、文化服务(如旅游人次、科普效益)四大维度,采用遥感监测、实地采样、问卷调查等多元方法,精准量化区域现有服务功能水平与修复基础。诊断阶段,基于评估结果识别核心问题,明确服务功能短板与制约因素,如某区域评估发现碳汇功能不足且经济收益低,诊断为植被配置单一、生态产业缺失。设计阶段,结合地域性原则与协同原则,针对性制定修复方案,优化措施组合与技术参数,如针对碳汇与经济双短板,设计“乡土碳汇林+林下经济”的配置模式,明确树种选择、种植密度、管理方案等。实施阶段,分阶段推进修复工程,配套建立动态监测网络,实时跟踪服务功能变化;同时加强技术指导与农户培训,保障措施落地质量。实施后返回评估阶段,对比修复前后服务功能变化,验证成效并识别新问题,形成闭环优化,确保模式持续适配服务功能提升需求。

### 4 水土保持生态修复模式优化的保障体系

#### 4.1 构建服务功能导向的技术支撑体系

服务功能导向的技术支撑体系是模式优化的核心保障,需围绕四维服务功能提升构建多元技术集群。在关

键技术研发方面,聚焦服务功能协同提升技术,研发土壤侵蚀与碳汇协同监测技术、多元供给的林草配置技术、节水与碳汇结合技术等,如针对黄土高原研发“固土植被+碳汇林”混交技术,针对南方红壤区开发“土壤改良+药用植物种植”集成技术;同时强化智能化技术应用,构建基于物联网的服务功能动态监测平台,实现侵蚀量、碳汇量、水资源等数据的实时采集与分析。在技术转化与推广方面,建立“科研机构-政府-企业-农户”协同转化机制,通过技术示范基地建设展示优化模式成效,如在各典型区域建设省级示范园,直观呈现服务功能提升效果;组建技术服务团队,深入基层开展定制化培训,针对不同区域农户需求讲解关键技术,如向东北黑土区农户培训免耕播种与秸秆处理技术。加强技术标准体系建设,制定服务功能导向的修复技术规范,明确不同区域技术参数与验收标准,确保技术应用的标准化与规范化。

#### 4.2 完善服务功能导向的管理机制

完善的管理机制是模式优化落地的制度保障,需构建服务功能导向的多元协同管理体系。在考核评价机制方面,改革现有以侵蚀治理面积、粮食产量为核心的考核指标,建立涵盖四维服务功能的综合考核体系,将碳汇量、生物多样性、文化服务效益等纳入考核,差异化设置区域考核权重,如生态脆弱区侧重调节与支持服务,经济发达区增加文化服务权重;引入第三方评估机构,确保考核结果客观公正。在协同管理机制方面,建立跨部门协同平台,整合水利、林业、农业、生态环境等部门职责,避免多头管理与政策冲突;强化区域协同,如黄土高原区域省际协同推进修复工程,统筹调配技术与资金资源。在激励机制方面,完善生态补偿政策,将服务功能提升纳入补偿标准,对提升碳汇、生物多样性等功能的主体给予额外补偿;设立生态产业扶持基金,支持修复区域发展生态农业、生态旅游等产业,提升农户与企业参与积极性;推行生态产品价值实现机制,如碳汇交易、生态旅游收益分成等,让修复主体获得经济回报。

#### 4.3 夯实修复模式优化的实施基础

夯实实施基础需从资金、人才、公众参与三大维度

发力,为模式优化提供坚实保障。资金保障方面,构建“政府主导+市场补充+社会参与”的多元资金投入体系,加大中央与地方财政专项投入,重点支持技术研发、示范基地建设与监测平台搭建;引导社会资本参与,通过PPP模式、生态项目招商等吸引企业投资生态产业;设立小额信贷与补贴政策,降低农户参与修复的资金门槛,如对采用优化模式的农户给予农机购置补贴、种子补贴<sup>[4]</sup>。人才保障方面,构建多层次人才培养体系,高校与科研机构加强水土保持、生态系统服务等专业人才培养,定向输送技术研发人才;开展基层技术人员培训,提升其服务功能监测与模式优化指导能力;引进高端人才,设立专家工作站,为模式优化提供前沿技术支持。公众参与方面,加强生态科普宣传,通过媒体、科普馆、田间课堂等多种形式,普及水土保持与生态系统服务知识,提升公众认知;建立公众参与渠道,鼓励公众通过志愿服务、监督举报等方式参与修复过程;推行“生态积分”制度,对参与修复、保护生态的公众给予积分奖励,兑换生活用品或生态服务,激发公众参与热情。

#### 结束语

基于生态系统服务功能的水土保持生态修复模式优化是一项系统且长期的工程。通过构建“四维协同”优化框架与保障体系,有望打破传统模式局限,实现生态、经济与社会效益的多赢。未来,需持续加强技术研发、完善管理机制、激发公众参与,不断探索适应不同区域的优化模式,为我国水土保持与生态文明建设提供坚实支撑,推动生态系统服务功能持续提升。

#### 参考文献

- [1]林悦.生态系统服务价值评估在小流域水土保持中的应用研究[J].水土保持学报,2023,17(2):56-63.
- [2]张逸飞.小流域生态系统服务价值评估方法比较研究[J].生态环境学报,2025,22(3):89-96.
- [3]张强,刘欣.水土保持林的生态功能研究进展[J].水土保持研究,2021,28(2):55-60.
- [4]陈文军,杨晓春.不同林分结构对土壤保水保肥能力的影响分析[J].生态环境学报,2022,31(1):112-118.