

林业生物多样性保护与生态修复策略研究

常春有 李玉文*

文山州林业和草原科学研究所 云南 文山 663099

摘要: 林业生物多样性面临自然干扰与人为活动的复合压力,亟需构建系统性保护与修复策略。本文从遗传、物种与生态系统三个层面分析现状问题,以保护生物学理论为基础框架,提出生态修复的完整性优先原则与功能导向目标。系统阐述土壤修复、植被重建及生态廊道等关键技术,并设计空间耦合、时序衔接与功能协同的整合机制,为提升森林生态系统稳定性、增强生态服务功能提供实施路径。

关键词: 林业生物多样性;生态修复;保护理论;协同机制

引言:林业生物多样性作为地球生命支持系统核心,在物质循环、能量流动及文化价值方面作用关键。然而,自然干扰如火灾、病虫害、气候变化,与人为活动中的过度开发、栖息地碎片化、污染输入等,形成复合压力,加速生态系统退化。这不仅破坏生态平衡,还威胁人类生存发展。在此背景下,深入研究林业生物多样性保护与生态修复策略,构建科学理论框架与技术体系,实现保护与修复协同,成为维护地球生态安全的关键课题。

1 林业生物多样性现状与威胁分析

1.1 林业生物多样性内涵

林业生物多样性涵盖遗传、物种与生态系统三个层级,三者相互关联形成动态网络。遗传多样性是物种适应环境变化的内在基础,不同基因组赋予个体抵御病害、适应气候波动的能力^[1]。物种多样性通过群落中物种组成与数量差异体现,从乔木、灌木到草本植物,从昆虫、鸟类到哺乳动物,各层级生物通过食物链与生态位关联,共同维持森林生态系统的稳定性。生态系统多样性则体现为不同类型森林的分布格局,如热带雨林、温带落叶林、寒带针叶林等,每种类型在物质循环、能量流动中发挥独特作用。森林生态系统服务功能贯穿生物圈各环节。在物质循环层面,植物通过光合作用固定碳元素,土壤微生物分解有机质释放养分,形成闭合循环链条。能量流动方面,太阳能经生产者、消费者、分解者逐级传递,驱动生态系统运转。文化价值体现于人类对森林的精神依赖,从宗教信仰到艺术创作,从生态旅游到自然教育,森林承载着超越物质层面的精神意义。这种多维度价值使林业生物多样性成为地球生命支持系统的核心组成部分。

1.2 主要威胁因素

自然干扰以突发性和不可控性为特征。森林火灾在干旱季节易引发连锁反应,破坏植被覆盖与土壤结构,导

致物种栖息地丧失。病虫害通过扩散机制威胁特定树种,如松材线虫病可造成大面积松林枯死,打破原有群落平衡。气候变化通过温度升高、降水模式改变等途径,迫使物种分布范围向高纬度或高海拔迁移,部分物种因迁移速度滞后面临灭绝风险。人为活动对林业生物多样性的影响更具持续性。过度开发表现为森林面积缩减与资源过度利用,单一树种人工林取代天然林,导致遗传资源单一化。栖息地碎片化将连续生态系统分割为孤立斑块,阻断物种迁移与基因交流通道,降低群体抗风险能力。污染输入通过大气沉降、水体渗透等途径,改变土壤化学性质,影响植物根系吸收与微生物活性,间接威胁整个食物链安全。自然与人为因素常形成复合压力。气候变化加剧干旱频率,为火灾与病虫害爆发创造条件;污染输入削弱植物抗逆性,使其更易受自然干扰影响。这种协同效应加速生态系统退化,使修复难度呈指数级增长。

2 林业生物多样性保护理论框架

2.1 保护生物学基础理论

岛屿生物地理学理论为林业保护提供空间规划依据,揭示了物种丰富度与岛屿面积、隔离程度的关系^[2]。大尺度连续森林可视为“大陆型岛屿”,能维持更多物种和基因流动;而孤立小斑块易因边缘效应导致物种流失。该理论应用时需结合具体场景调整,因其未充分考虑人类活动干扰、物种迁移能力差异及生态廊道作用。景观生态学强调空间配置对生物多样性的影响,通过优化景观格局可提升生态系统服务功能。核心保护区应保持足够面积与连通性,缓冲带需兼顾生态与人类活动需求,生态廊道则促进物种扩散与基因交流。多层级空间配置应平衡生态效益与土地利用冲突。生态系统完整性依赖于结构与功能的协同,完整森林需具备多层次植被、复杂食物网和稳定物质循环。关键环节受损可能引发系统退

化,维持完整性需保护关键物种、恢复生态过程并增强系统韧性,以保障系统在受到干扰后通过自我调节恢复稳定。

2.2 保护目标体系构建

旗舰物种与指示物种的协同保护能提升保护效率。旗舰物种因高关注度吸引资源投入,其保护间接惠及共生或依赖物种;指示物种对环境变化敏感,其生存状况可反映生态系统健康程度。二者结合可避免单一物种保护导致的资源错配,形成从旗舰到普通物种的覆盖网络。关键生态过程维持是保护的核心任务。传粉、种子扩散等过程直接影响物种繁殖与分布,若中断可能导致局部灭绝。保护需关注过程参与者的生存需求,如为传粉昆虫提供花蜜资源,为种子扩散动物保留栖息地与迁徙通道。遗传资源保存与适应性进化潜力关注物种长期生存能力。遗传多样性是物种适应环境变化的基石,需通过原地保护、迁地保护及种子库建设等方式保存关键遗传材料。同时需保留足够种群规模与基因交流机会,避免近亲繁殖导致适应性下降,为未来气候变化或新干扰提供进化缓冲空间。

3 生态修复技术体系

3.1 修复目标设定原则

生态修复目标的确定需兼顾生态完整性维护与生态系统服务功能提升的双重需求。生态完整性优先原则强调以恢复自然演替进程为核心,通过重建生物群落结构与功能联系,维持系统内在稳定性。功能导向原则侧重于针对特定生态服务需求设计修复方案,如水源涵养、碳固定或生物栖息地供给。两者平衡需基于区域生态本底条件,在保护关键物种生存环境的同时,提升系统对人类活动的承载能力。历史参照系与现实约束的协调是目标设定的关键维度。以区域未受干扰时期的生态系统特征为基准,结合当前土地利用格局、气候变化趋势及社会经济条件,构建动态修复目标框架。对于受人类活动影响显著的区域,需承认部分生态功能不可逆损失,转而通过优化剩余生态要素配置实现功能补偿^[3]。例如在退化森林修复中,可放弃恢复原始顶极群落的目标,转而构建具有相似生态服务价值的混交林系统。

3.2 关键修复技术

土壤修复技术的核心在于重建微生物驱动的养分循环系统。通过接种功能微生物群落激活土壤生物活性,促进有机质分解与养分转化效率。采用有机物料梯度添加策略,逐步改善土壤物理结构,增强水分保持能力。针对养分贫瘠区域,实施矿物风化加速技术,利用特定植物根系分泌的有机酸促进岩石矿物分解,释放有效养

分。植被重建技术强调本土物种的适应性筛选与功能群配置优化。建立种子库动态监测网络,筛选抗逆性强、生态位互补的物种组合。采用群落式种植模式,通过乔木-灌木-草本分层配置模拟自然植被结构。引入先锋物种加速演替进程,同时保留部分自然再生区域,促进天然更新与人工种植的协同作用。对濒危物种实施迁地保护与就地回归相结合的保育策略,扩大其种群分布范围。生态廊道构建技术着重提升景观连接度与边缘效应。基于物种扩散路径分析,识别关键生态节点与连接通道。采用植被带状修复方式,构建多物种共享的迁移通道。在廊道设计中融入微地形改造技术,创造多样化的栖息地类型。通过植被垂直结构优化,增加廊道截留降水与净化径流的能力,形成兼具生态与水文功能的复合型生态网络。

3.3 修复过程管理

修复阶段划分依据系统响应特征实施差异化管理。急迫干预阶段针对严重退化区域,采取人工辅助再生措施快速稳定生态系统,防止进一步退化。中期调控阶段通过适度干扰维持系统开放性,促进物种自然扩散与群落演替。长期监测阶段建立生态指标动态评估体系,根据系统发展轨迹调整管理强度,避免过度干预抑制自然恢复潜力。干扰梯度响应策略针对不同退化程度制定差异化方案。轻度退化区域实施保护性管理,限制人类活动强度,依靠自然力恢复。中度退化区域采用补植补种与土壤改良相结合的复合修复技术,加速系统恢复进程。重度退化区域需进行生态重置,通过彻底清除退化因子后重新构建生态系统基础框架,为后续自然演替创造条件。各梯度管理措施均需预留生态弹性空间,应对气候变化等不确定性因素影响。

4 保护与修复的协同机制

4.1 空间协同

保护优先区与修复实施区的空间耦合,需基于生态敏感性评估与功能重要性识别。通过叠加生物多样性热点分布、生态系统服务价值及退化程度等图层,划定核心保护单元与周边修复区域。核心区实施严格保护措施,限制人类活动强度,维持自然演替进程;修复区采用主动干预手段,加速受损生态系统恢复^[4]。两者通过生态廊道连接,形成功能互补的空间网络,既保障关键物种生存安全,又扩大生态服务辐射范围。缓冲区网络构建,聚焦于减轻边缘效应负面影响。在保护单元外围设置多级缓冲带,通过植被密度梯度设计,降低外界干扰强度。缓冲带内采用半自然植被配置,模拟自然过渡区特征,为物种扩散提供临时栖息地。边缘效应利用策略,强调增

强边界区域生态功能,通过增加植物种类丰富度与垂直结构复杂性,提升边缘地带生产力与物种多样性。例如,在森林与农田交界处种植灌木隔离带,既减少农业面源污染,又为野生动物提供食物与庇护场所。

4.2 时间协同

短期应急保护与长期生态演替的衔接,需建立动态管理框架。针对突发生态危机事件,立即启动紧急保护措施,如濒危物种人工繁育、退化栖息地临时封闭等,防止系统崩溃风险。同时制定长期恢复计划,明确分阶段目标与实施路径,确保短期干预不阻碍自然演替进程。例如,在火灾后森林修复中,初期通过人工补植快速稳定群落结构,后期逐步减少人工干预,允许自然更新过程主导群落发展。修复措施的时效性匹配,要求根据生态要素响应规律设计干预节奏。种子库激活周期受土壤温度、湿度及微生物活动影响,需在适宜季节实施播种与土壤改良措施,确保种子萌发与幼苗建立同步。植被重建需考虑物种生长速率差异,通过先锋物种快速覆盖地表,防止水土流失,为后续物种定居创造条件。土壤修复中,微生物群落重构需持续投入功能菌剂,维持目标菌种竞争优势,直至形成稳定群落结构。各环节时序安排需预留弹性空间,应对气候变化等不确定性因素干扰。

4.3 功能协同

碳汇功能与生物多样性保护的协同增效,通过优化植被配置实现。混交林系统较单一树种林,具有更高碳储量与物种丰富度,其多层结构为不同生态位物种提供栖息空间,同时增强系统抗干扰能力。选择固碳能力强且具生态服务价值的乡土树种构建群落,如深根树种促进土壤碳封存,阔叶树种提供动物食物资源^[5]。通过合理密度控制与间伐管理,维持林分高生产力与高多样性平

衡状态。水土保持与物种栖息地营造的复合效益,依赖地形改造与植被恢复结合。在侵蚀沟壑区域构建阶梯式植被带,上层种植固土能力强的乔木拦截径流,中层布置灌木减缓水流速度,下层覆盖草本植物固定表土,形成立体防护体系。微地形塑造技术创造多样化栖息环境,如堆筑土丘为爬行动物提供晒背场所,挖掘浅坑形成小型水体供两栖类繁殖。植被恢复过程中,保留部分裸露岩石与倒木,增加生态系统结构复杂性,满足不同物种生态需求。

结束语

林业生物多样性保护与生态修复是长期且复杂的系统工程。通过构建保护理论框架与目标体系,明确保护方向与重点;完善生态修复技术体系与过程管理,提升修复成效;探索保护与修复协同机制,实现空间、时间、功能上的有机整合。未来需持续深化研究,结合前沿科技与实际需求,不断优化策略,推动林业生态系统可持续发展,为地球生态安全与人类福祉贡献力量。

参考文献

- [1]徐立胜.林业生态修复中的生物多样性保护与恢复策略研究[J].新农民,2025,(09):103-104.
- [2]王治齐.科学实施林业生态修复保护提升生物多样性[J].中国林业产业,2023,(08):72-73.
- [3]常亮.湿地生物多样性保护的生态修复策略研究[J].中国钓鱼,2024,(07):51-53.
- [4]刘树远.林业生态修复技术的应用与效果研究[J].新农民,2024,(05):47-49.
- [5]赵锦程.甘肃省林业资源现状及林业生态恢复与修复技术应用研究[J].造纸装备及材料,2024,53(05):116-118.