

Study on the optimization path of forest and grass allocation based on ecological restoration goal

Baojun Zhang¹ Ya Tu²

1. Helan Mountain National Nature Reserve Administration, Alashan League, Inner Mongolia, 750300, China

2. Alashan Left Banner Agricultural and Animal Husbandry Comprehensive Administrative Law Enforcement Team, Alashan League, Inner Mongolia, 750300, China

Abstract

This study focuses on optimizing forest and grassland configurations in the context of ecological restoration. Through theoretical analysis and model construction, it systematically explores the ecological function synergy mechanisms and optimization paths of forest and grassland configurations. The study examines the impact of forest and grassland configurations on soil and water conservation, biodiversity maintenance, and carbon sequestration capabilities from dimensions such as regional ecological foundation, species adaptability, and community structure. It proposes a three-dimensional optimization framework based on 'goals, constraints, and benefits.' The research indicates that scientific forest and grassland configurations should integrate site conditions with ecological function requirements, achieving the maximum ecological restoration efficiency through species combination screening, spatial layout optimization, and dynamic management strategies. This provides theoretical references and practical guidance for regional ecological restoration projects.

Keywords

ecological restoration; forest and grass configuration; optimization path; community structure; ecological function

基于生态恢复目标的林草配置优化路径研究

张宝军¹ 图雅²

1. 内蒙古贺兰山国家级自然保护区管理局, 中国·内蒙古 阿拉善盟 750300

2. 阿拉善左旗农牧业综合行政执法大队, 中国·内蒙古 阿拉善盟 750300

摘 要

本研究聚焦生态恢复背景下的林草配置优化问题, 通过理论分析与模型构建, 系统探讨林草配置的生态功能协同机制与优化路径。研究从区域生态基底、物种适应性、群落结构等维度, 剖析林草配置对水土保持、生物多样性维持及碳汇能力的影响机制, 提出基于“目标-限制-效益”的三维优化框架。研究表明, 科学的林草配置需结合立地条件与生态功能需求, 通过物种组合筛选、空间布局优化及动态管理策略, 实现生态恢复效能的最大化, 为区域生态修复工程提供理论参考与实践指导。

关键词

生态恢复; 林草配置; 优化路径; 群落结构; 生态功能

1 引言

生态恢复作为应对生态退化的重要途径, 重点在于借助植被重建实现生态系统功能的修复与完善。林草植被身为陆地生态系统的核心组成, 其配置模式直接关乎生态恢复的实际成效。我国生态修复工程中林草配置面临物种单一、结构错乱、功能低效等困境, 迫切要从生态功能协同角度去探索科学的优化举措。本文以达成生态恢复目标为基, 对林草配置的生态功能机制、限制因子及优化策略这三个维度进行研究, 其目的是为不同区域生态修复给出可实施的配置范式。

【作者简介】张宝军(1972-), 男, 中国内蒙古阿拉善左人, 本科, 从事森林资源保护研究。

2 林草配置的生态功能机制与限制因子

2.1 生态功能协同机制

2.1.1 水土保持功能

林草植被借助冠层截留、枯落物覆盖以及根系固土构建起复合防护体系, 乔木冠层可抑制降水对地表的直接冲刷作用, 草本植物根系所形成的密集层可增进土壤抗侵蚀能力, 二者联合起来可降低土壤侵蚀量。

2.1.2 生物多样性维持

林草复合群落构建起由乔木层、灌木层、草本层组成的垂直分层结构, 为不同物种给予栖息空间, 和单一林分比, 乔灌草结合配置模式能提升物种丰富度, 尤其在为中小型动物及昆虫供应栖息地方面效果突出^[1]。

2.1.3 碳汇与气候调节

高大树干与多年生特性赋予乔木成为碳存储主体的地位,快速生长且周转率高的草本植物,可促进生态系统碳循环效率的提升,合理安排林草配比可提升生态系统碳汇能力。

2.2 配置限制因子分析

2.2.1 立地条件约束

区域气候(降水、温度)连同土壤特性(肥力、酸碱度)直接左右着植被适应性,若处于干旱半干旱区,需优先选定耐旱的草本,而在湿润区,可安排阔叶乔木(如栎类)与中生草本的配置。

2.2.2 生态功能目标冲突

水土保持需求跟碳汇目标或许会有矛盾:深根乔木利于实现碳存储,只是初期阶段植被覆盖度低,水土保持效果甚微;草本植物虽可迅速使地表被覆盖,然而碳存储能力的水平有限,要解决此类冲突,得优化时空配置。

2.2.3 人类活动干扰

农牧交错带林草的配置需把生产与生态功能兼顾好,可采用“林草牧”综合样式,保障生态效益的同时达成畜牧业需求,减小人为引发破坏的潜在风险。

3 基于生态恢复目标的林草配置优化框架

3.1 目标导向的配置原则

3.1.1 适应性优先原则

选择物种应达到“适地适树(草)”的要求,利用生态位分析判定物种与立地条件的契合度,于黄土高原沟壑区择取刺槐、柠条等耐旱品种,结合芨芨草等草本形成稳固的群落。

3.1.2 功能协同原则

按照生态恢复目标(如开展水土保持、提高生物多样性)确定林草的比例与结构,若以达成生物多样性为目标,必须加大灌木层的占比程度,创建复杂多样的垂直架构;若以达成碳汇为目标,着重高大乔木(像松类、栎类)的布局。

3.1.3 动态调整原则

按照植被演替的规律,初期依靠速生草本(像紫花苜蓿)与灌木(如胡枝子)来快速恢复地表覆盖程度,到中期引入杨树、桦树等乔木,进而形成异龄林草群落,长期达成自然演替驱动下的功能稳定^[2]。

3.2 三维优化路径设计

3.2.1 物种组合优化

其一为生态位的互补,挑选对光、水、养分需求各异的物种进行组合,就如同上层喜光的乔木和下层耐阴的草本彼此搭配,缓解资源竞争压力,其二是达成功能互补,固氮植物(如豆科草本之类)跟非固氮乔木组合,提高土壤的肥力水平;采用深根性乔木和浅根性草本搭配,调整优化根系层结构。

3.2.2 空间布局优化

结合地形地貌制定林草斑块镶嵌模式,好比在山地阴坡配置乔木林带,对阳坡配置灌草群落;针对河谷地带,采

用林带、草甸交替布局,增进水土保持功用,构建由乔木、灌木、草本组成的三层结构,像针阔混交林作为乔木层、胡颓子充当灌木层、羊草作为草本层,提高群落稳定性及生态功能水平。

3.2.3 时间序列优化

1-3年的短期时期,以草本、灌木为主体,迅速铺覆地表,杜绝水土流失隐患,就像种植沙打旺、沙棘之类的速生品类,中期(3-10年)引入诸如杨树、刺槐的先锋乔木,创建灌草和乔木的过渡群落,逐步强化碳汇与生物栖息功效,通过长期(超10年)的自然演替构建稳定的顶极群落,缩减人工的干预力度,实现生态系统的自我稳定维持。

3.3 技术支撑体系

3.3.1 立地条件评估模型

基于GIS平台把气候、土壤和地形数据整合起来,建立立地质量评判体系,把不同植被配置单元进行划分,采用降水-温度阈值界定干旱区、半干旱区植被类型的边界^[3]。

3.3.2 生态功能模拟

采用InVEST、ARCGIS等模型对不同林草配置方案生态效益进行模拟,诸如水土保持成效量、碳蓄积量、物种多样程度等,为方案对比筛选提供数据依据。

3.3.3 智能决策系统

开发实现“目标-条件-方案”匹配的算法,如碳输入汇增加20%的生态恢复目标以及年降水量400mm的立地条件,自动生成最优林草配置方案。

4 林草配置优化的实施策略

4.1 区域差异化配置范式

4.1.1 干旱半干旱区:防风固沙与水土保持协同

年降水量<400mm的干旱半干旱区,凸显出明显的生态脆弱性,植被配置要把“快速覆盖、具备强抗逆性、耗水较低”当作核心原则,优先采纳蒸腾系数低的旱生植物,像在灌木层,主要采用梭梭、沙柳、柠条,其根系能够下伸至地下5-8米汲取水分,且枝条存在沙埋后生根的特性,可高效稳固流动沙丘;草本层采用沙蒿、冰草、针茅等植物,叶片多演变成针状或者呈卷曲态,减少水分的蒸腾流失,局部地区若地下水埋深<5米,仅点状种植樟子松、胡杨等耐旱乔木,防止深层水资源的过量消耗。

空间布局采用“窄林带、小网格”样态的带状配置模式,5-8米带宽的灌木带与10-15米带宽的草带交错排列,构建起防风固沙的网络体系,就流动沙丘而言,起始在迎风坡下部栽植沙米、沙竹等先锋草本,造就1-2年生的植被覆盖局面,再逐渐引入灌木以稳定沙丘。使灌木“阻沙堤”效应与草本“固沙毯”效应相结合,既可以减缓风力,又可以拦截流沙,还可借助凋落物改善土壤结构,为后续植被演替铺设条件基石。

4.1.2 湿润山地丘陵区:实现生物多样性、碳汇双向上提升

有着优越水热条件的湿润区,年降水量>800mm,配

置要点是构建繁杂的群落结构,带动自然演替演变和碳储量积聚,组建“乔木层-亚乔木层-灌木层-草本层-地被层”的五级层级结构,就亚热带山地而言,上层引入常绿乔木,像马尾松、青冈栎之类,其树高为20到30米,年碳固定量可达到15-20吨/公顷;中层植入如野樱、光皮桦这类落叶亚乔木,造就季节性的光线通透层,促进下层植被的繁衍生长;选用耐阴的杜鹃、山茶等物种布置灌木层,其高度达2-3米,为鸟类开辟栖息的天地;以芒萁这类蕨类及沿阶草这类耐阴草本为主,抑制水土流失;地被层留存苔藓与地衣,推动微生境的多样化^[4]。

依据海拔梯度差异化配置:于海拔800米以下河谷处种植经济乔木,构建起“林牧复合”模式;800-1200米阴坡处安排针阔混交林,于阳坡种植由映山红和胡枝子组成的灌木林;1200米以上的山顶处保留原生草甸,成为珍稀物种栖息的净土。

初期(1-5年)借助人工助力种植速生先锋树种,像杨树、桉木这类,迅速构建郁闭度超0.6的植被层;于中期阶段(5-15年),通过间伐作业(让保留密度处于1500-1800株/ha)来促进亚乔木与灌木生长,构建起异龄的复层森林结构;长期(15年起)逐渐将先锋树种淘汰,让诸如楠木、檫木的原生阔叶树成为优势种群,最终造就顶极群落格局,达成碳汇跟生物多样性协同增长。

4.1.3 农牧交错带:生态功能跟生产功能相耦合

年降水量300-500mm的农牧交错带要兼顾生态保护与农业生产需求,搭建“林草牧”复合体系,于农田周边设置2-3行杨树、榆树构成的乔木防护林,株行距采用2×3米标准,各林带的间距在150至200米,于田间采用“草田轮作”制,3-4年的周期里种一季豆科牧草,依靠根瘤进行固氮以提升土壤的氮含量,同时为畜牧业增添饲料来源。

在坡耕地推进“等高线林草带”工程实施:依着等高线,以10-15米的间距种植1行灌木,于灌木带的间隔地带种植披碱草、羊草牧草,建成生物阻隔篱,依靠“林网庇护、草田固土、畜牧转化”功能链路,既抑制土地退化现象,进而提升系统的生产能力。

4.2 动态管理机制

4.2.1 群落健康监测体系

实施多维度指标的设计工作,结构指标里有植被盖度(目标数值为:干旱区域应超40%,湿润地区要求大于70%,物种丰富度的目标值:每100平方米有超过15种、垂直分层完整性设定目标:功能指标囊括土壤侵蚀模数(预定目标:<500t/km²·a、碳储量年增量(所设目标:>1.5吨/公顷·年)、水源涵养量(既定目标:湿润区每年水源涵养量超500mm;胁迫指标包含病虫害发生率。

通过分辨率1-5m的无人机遥感,对植被盖度与群落结构实施定期监测,搭配地面样地调查,每100公顷布置1个20×20米的乔木样方、5个10×10米的灌木样方和10个1×1米的草本样方,依靠ARCGIS空间分析生成以优、良、中、差分级的群落健康图,为管理决策给予关键依据^[5]。

4.2.2 适应性干预策略

要是监测到群落进入退化状态(像盖度<30%、物种丰富度<10种的情形)时,采用“空缺补植、群落结构改良、生态功能强化”三步举措,若干旱区的灌木林开始退化,率先把枯死植株清除掉,往空缺处补栽成活率达85%以上的沙柳扦插苗,进行平茬(留茬高度控制于10-15cm)以刺激灌木萌发新枝芽,末尾按照1-2kg/ha播种量撒播沙蒿种子恢复草本层。

若碳汇能力未达成既定目标,对湿润区树木进行15%-20%强度间伐以淘汰劣势树种,增添栎类、松类等高大乔木的补植,加大群落碳的储存潜力;若生物多样性呈现不足态势,在林缘周围营造面积0.5-1公顷的灌木斑块,为鸟类营造觅食与繁衍的空间。

针对降水量较均值降低30%以上的极端干旱年份,针对干旱区,采用“滴灌+保水剂”技术,实现新植苗木成活率提高20%-30%;若湿润区碰到持续不停的强降水,借助在林下开挖30-50cm深的沟渠来排水,杜绝根系出现霉变腐烂,维持群落的稳定情形。

4.2.3 政策保障支撑

实施“生态功能目标责任制度”,把林草配置成效(如碳汇量、物种丰富度)纳入地方政府考评体系;完备生态补偿的机制体系,对运用优化配置模式进行林草种植的农户予以补贴,开展3年连续的补贴);研发《林草配置技术规范》,厘清不同区域物种抉择、密度约束、管理行为等的技术标准。

5 结论

优化林草配置是生态恢复核心环节,本质是凭借物种组合、空间布局及时序设计的协同操作,达成多重生态功能的最大程度彰显,本研究构建起的“目标-限制-效益”三维优化格局,为不同区域的生态恢复构建了可操作的实施路径:从立地条件的评定到物种组合的挑拣,由空间布局设计过渡到动态管理策略,构建起一套完整的技术体系。未来研究需进一步结合遥感监测、大数据分析等技术,提升配置方案的精准性与适应性,同时加强林草配置对气候变化响应的研究,为全球生态恢复提供更科学的理论支撑。

参考文献

- [1] 漆喜林.横山区退化林草修复模式探析[J].榆林学院学报,2024,34(05):60-66.
- [2] 彭兴松,马娟.新质生产力助力林草产业高质量发展浅析[J].现代园艺,2024,47(16):54-56.
- [3] 刘强,修建冰,石娟,等.肥城市林草资源保护的现状与对策研究[J].林业科技情报,2024,56(03):109-111.
- [4] 张耀方,常国梁,黄炳彬,等.基于SWAT模型以北运河上游流域氮负荷削减为重点的山水林田湖草修复措施配置研究[J].环境科学学报,2022,42(02):13-22.
- [5] 张耀方,常国梁,叶芝茵,等.基于磷负荷削减的沙河水库流域生态修复措施配置研究[J].水土保持学报,2021,35(06):302-309.