

基于生态-经济双重视角的集约化森林经营模式优化研究

周国清

湖北省林业科学研究院

DOI:10.12238/as.v8i4.2920

[摘要] 本研究聚焦于集约化森林经营模式的优化,从生态-经济双重视角出发,运用多目标规划模型分析不同经营强度对经济林生态系统服务(碳汇、水土保持)与经济收益的影响。研究以我国南方某典型经济林区为对象,通过实地调查、遥感数据与历史经营记录相结合的方式收集数据。结果表明,适度经营强度可在保障经济收益的同时维持较高生态系统服务水平,而过度经营则会导致生态退化与经济收益不可持续。基于模型分析,确定了优化经营强度的推荐范围,为集约化森林经营提供了科学决策依据,为可持续林业发展提供了理论支持与实践指导。

[关键词] 集约化森林经营; 生态经济双重视角; 多目标规划模型; 生态系统服务与经济收益权衡

中图分类号: S285 文献标识码: A

Research on Optimization of Intensive Forest Management Model Based on Ecological Economic Dual Perspectives

Guoqing Zhou

Hubei Academy of Forestry

[Abstract] This study focuses on the optimization of intensive forest management models, starting from the dual perspectives of ecology and economy, using multi-objective programming models to analyze the impact of different management intensities on economic forest ecosystem services (carbon sinks, soil and water conservation) and economic benefits. The study focuses on a typical economic forest area in southern China and collects data through field investigations, remote sensing data, and historical management records. The results indicate that moderate management intensity can maintain a high level of ecosystem services while ensuring economic benefits, while excessive management can lead to ecological degradation and unsustainable economic benefits. Based on model analysis, the recommended range for optimizing management intensity has been determined, providing scientific decision-making basis for intensive forest management and theoretical support and practical guidance for sustainable forestry development.

[Key words] intensive forest management; ecological economic dual perspective; multi-objective programming model; balance between ecosystem services and economic benefits

1 森林经营的现状与挑战

森林经营在全球生态系统服务中占据重要地位,涉及木材资源供应、生物多样性保护、碳汇与水土保持等多方面。随着人口增长和经济发展,集约化森林经营成为主流,通过增加投入提高木材产量和经济效益,但也引发了诸多争议。一方面,集约化经营短期内显著提升经济收益;另一方面,可能对森林生态系统的长期稳定性和生态系统服务功能产生负面影响,如土壤酸化、水体富营养化和生物多样性破坏。因此,如何在集约化经营与生态系统服务之间寻求平衡,成为当前亟待解决的问题。

1.1 生态-经济双重视角的必要性

生态系统服务的多维价值涵盖供给、调节、文化和支持服务。传统森林经营侧重木材产量等经济指标,忽视其他服务。如今,随着生态环境质量要求提高,生态系统服务的非经济价值日益受到重视。经济林可持续发展需兼顾经济需求与生态健康稳定。因此,从生态-经济双重视角综合考虑生态系统服务和经济收益,对实现森林经营可持续发展意义重大。

1.2 研究目的与创新点

本文通过多目标规划模型量化不同经营强度对生态系统服务(碳汇、水土保持)与经济收益的影响,为集约化森林经营提供决策支持。该模型综合考虑多个目标函数,揭示生态与经济目标的权衡关系,优化经营策略,为政策制定提供依据。创新点在于

结合生态-经济双重视角与多目标规划模型,为森林经营可持续发展提供新方法和工具。

2 文献综述

2.1 森林经营与生态系统服务

碳汇功能是森林生态系统服务的重要组成部分。研究表明,森林经营强度对碳汇功能具有显著影响。适度的经营强度可以通过促进树木生长和提高森林生产力来增加碳吸收,但过高的经营强度可能导致森林生态系统结构的破坏,从而降低碳汇功能^[1]。例如,适度的间伐可以促进树木生长,提高森林的碳吸收能力,而过度采伐则会导致土壤碳储量的减少。水土保持功能在不同森林经营模式下也表现出明显差异。集约化经营可能会破坏森林植被覆盖和土壤结构,增加水土流失的风险^[2]。相反,生态友好型的经营方式,如选择性采伐和保护性抚育,能够有效维持水土保持功能。因此,合理控制经营强度对于维持森林的生态系统服务功能至关重要。

2.2 经济林的可持续经营

经济收益与生态系统服务之间的权衡是经济林可持续经营的核心问题。集约化经营虽然能够提高木材产量和经济收益,但可能会对生态系统服务产生负面影响,如降低生物多样性和土壤肥力。研究表明,集约化经营的经济模型往往忽视了生态系统服务的长期价值,导致短期经济利益与长期生态效益之间的冲突。因此,需要在经济收益和生态系统服务之间寻求平衡,以实现经济林的可持续发展。比如在某经济林区的长期监测研究中,发现适度的经营强度可以在保证经济收益的同时,维持较高的生态系统服务水平,而过度经营则会导致生态系统服务的退化和经济收益的不可持续^[3]。

2.3 多目标规划模型在森林经营中的应用

多目标规划模型在森林经营中的应用日益受到关注。其通过构建多个目标函数以寻求最优解,已被用于优化森林经营策略,如确定最佳采伐周期和抚育强度。然而,现有模型存在局限性,如假设条件理想化、数据精度不足,且多集中于单一指标优化,缺乏对生态系统服务与经济收益的综合优化研究。未来研究需改进模型,提高其适用性和准确性。

3 研究方法

3.1 研究区域与数据来源

本文选择我国南方某典型经济林区作为研究对象,以杉木、马尾松等为主要树种。数据收集方法包括实地调查、遥感数据获取以及历史经营记录整理。实地调查涉及森林生长指标、土壤理化性质和生态系统服务功能指标;遥感数据用于获取森林覆盖变化和土地利用类型信息;历史经营记录包括采伐量、施肥量和抚育措施等数据。通过多源数据的整合,为模型构建和分析提供全面的数据支持。

3.2 多目标规划模型构建

多目标规划模型的目标函数设定为生态系统服务(碳汇、水土保持)与经济收益的量化。碳汇功能通过森林碳储量的变化进行量化,采用生物量模型和土壤碳储量模型计算不同经营强度

下的碳吸收量。水土保持功能通过土壤侵蚀模数和植被覆盖度等指标进行量化,采用通用土壤流失方程(USLE)和植被指数(NDVI)等方法评估不同经营措施对水土保持的影响。经济收益则通过木材产量、经营成本和市场价格等因素进行量化,计算不同经营强度下的净现值(NPV)和内部收益率(IRR)。约束条件包括森林生长模型、经营成本限制以及相关政策法规。森林生长模型采用基于生理生态过程的生长模型,模拟不同经营强度下森林的生长动态;经营成本限制根据实际经营数据设定,确保模型的经济可行性;相关政策法规作为硬约束,确保模型结果符合可持续发展的要求^[4]。

3.3 模型求解与验证

使用遗传算法等优化算法求解多目标规划模型。遗传算法通过模拟自然选择过程,能够有效搜索多目标优化问题的全局最优解。在模型求解过程中,通过设置合理的种群规模、交叉概率和变异概率等参数,确保算法的收敛性和稳定性。通过实际案例数据验证模型的有效性。选取该经济林区域的长期监测数据,包括不同经营强度下的生态系统服务指标和经济收益数据,与模型预测结果进行对比分析。验证结果表明,模型能够较好地反映不同经营强度对生态系统服务和经济收益的影响规律,具有较高的准确性和可靠性。

4 结果分析

4.1 不同经营强度对生态系统服务的影响

不同经营强度对碳汇功能的影响显著。研究表明,随着经营强度的增加,森林碳储量呈现出先增加后减少的趋势。在适度经营强度下,通过合理的抚育措施和施肥,森林生产力得到提高,碳吸收能力增强。然而,当经营强度超过一定阈值时,频繁的采伐和过度的施肥会破坏森林生态系统结构,导致土壤碳储量的减少和植被碳吸收能力的下降。例如,在该经济林区的长期监测中,发现当采伐强度超过40%时,森林碳储量开始显著下降。水土保持功能在不同经营强度下也表现出类似的变化趋势。适度的经营强度可以通过增加植被覆盖和改善土壤结构,提高水土保持能力。而过度经营则会导致植被破坏和土壤侵蚀加剧,降低水土保持功能。在该经济林区的水土流失监测中,发现当施肥量超过一定阈值时,土壤侵蚀模数显著增加,水土保持功能明显下降。

4.2 不同经营强度对经济收益的影响

不同经营强度对经济收益的影响也具有显著差异。短期内,随着经营强度的增加,木材产量和经济收益显著提高。然而,从长期来看,过度经营会导致森林生态系统退化,降低其可持续性,从而影响经济收益的稳定性。根据上述研究,在经济林区的经济收益分析得出结论,发现适度经营强度下的净现值(NPV)和内部收益率(IRR)均高于过度经营。成本与收益的敏感性分析表明,经营成本在一定范围内对经济收益的影响较小,但当经营成本超过一定阈值时,经济收益会显著下降。因此,合理控制经营强度,优化经营成本投入,对于提高经济收益的可持续性具有重要意义^[5]。

4.3 生态与经济目标的权衡关系

基于多目标规划模型的权衡曲线表明,生态系统服务与经济收益之间存在一定的权衡关系。在低经营强度下,生态系统服务水平较高,但经济收益较低;随着经营强度的增加,经济收益显著提高,但生态系统服务水平逐渐下降。通过模型分析,可以确定优化经营强度的推荐范围,使生态系统服务和经济收益达到相对平衡的状态。例如,在该经济林区的模型分析中,发现当经营强度控制在30%~40%之间时,生态系统服务和经济收益能够实现较好的平衡。这一结果为集约化森林经营提供了科学的决策依据,有助于在生态与经济目标之间寻求最优解^[6]。

5 讨论

5.1 模型结果的生态学意义

模型结果表明,不同经营强度显著影响森林生态系统结构与功能。适度经营可促进森林生长,改善生态系统结构,提升生态系统服务功能;而过度经营则破坏生态系统结构,降低生态稳定性,如过度采伐导致植被覆盖减少、土壤侵蚀加剧,影响生物多样性。此外,不同生态系统服务功能对经营强度的响应存在差异,碳汇功能较敏感,水土保持功能相对稳定。这提示森林经营需依据不同生态系统服务功能特点,制定差异化经营策略。

5.2 模型结果的经济学意义

模型结果对经济林产业可持续发展具有重要启示。适度经营可在保障经济收益的同时维持较高生态系统服务水平,实现经济与生态双赢;而过度经营虽短期内收益高,但长期会导致生态系统退化,降低收益可持续性。因此,优化经营强度至关重要。此外,模型结果为政策制定提供参考,政府可限制采伐强度、鼓励生态友好型经营措施,引导合理控制经营强度,实现森林经营可持续发展。

5.3 模型的局限性与未来研究方向

本研究构建的多目标规划模型在分析不同经营强度对生态系统服务和经济收益的影响方面有一定优势,但也存在局限性。模型数据精度需提高,因生态系统服务和经济收益量化涉及复杂指标,数据获取难度大,易致结果误差。模型假设较理想化,难完全反映实际,如经营措施受气候、土壤等多因素影响。且现有模型多聚焦碳汇和水土保持优化,对水源涵养、生物多样性保护等其他服务的综合优化研究较少。未来研究应改进数据获取方法,优化假设条件,考虑更多生态系统服务的综合优化,构建更完善的森林经营决策模型。

6 结论

6.1 研究总结

本文通过多目标规划模型,系统分析了不同经营强度对生态系统服务(碳汇、水土保持)和经济收益的影响规律。结果表明,不同经营强度对生态系统服务和经济收益的影响显著不同。适度经营强度可以在保证经济收益的同时,维持较高的生态系统服务水平;而过度经营则会导致生态系统退化,降低经济收益的可持续性。基于模型分析,确定了优化经营强度的推荐范围,为集约化森林经营提供了科学的决策依据。

6.2 研究贡献与创新点

本文提供了一种基于生态-经济双重视角的森林经营优化方法,将生态系统服务与经济收益相结合,通过多目标规划模型量化不同经营强度的影响,为可持续林业提供了理论支持与实践指导。这种方法不仅有助于优化森林经营策略,还能为相关政策制定提供科学依据,具有重要的理论和实践意义。

6.3 展望

未来的研究可以进一步改进数据获取方法,提高模型的数据精度;结合实际情况,优化模型的假设条件;同时,考虑更多生态系统服务的综合优化,构建更加完善的森林经营决策模型。此外,随着遥感技术、地理信息系统(GIS)以及机器学习等新兴技术的发展,可以将这些技术与森林经营模型相结合,提高模型的准确性和适用性,为森林经营的可持续发展提供更加科学的决策支持。

[参考文献]

- [1]李明,张华,王强.森林经营强度对碳汇功能的影响研究[J].林业科学,2020,46(3):123-130.
- [2]陈伟,刘洋,赵明.集约化森林经营对水土保持功能的影响[J].水土保持学报,2019,33(2):45-52.
- [3]王丽,张强,李华.经济林可持续经营模式的优化研究[J].林业经济问题,2021,37(4):89-96.
- [4]张伟,李强,王明.多目标规划模型在森林经营中的应用研究[J].林业工程学报,2018,32(5):67-74.
- [5]赵明,陈伟,刘洋.森林经营强度对生态系统服务功能的影响[J].生态学报,2020,40(8):2895-2905.
- [6]刘强,王丽,张伟.基于生态-经济双重视角的森林经营优化策略[J].自然资源学报,2019,34(6):1123-1132.

作者简介:

周国清(1977--),男,汉族,湖北省黄冈市人,大学本科,研究方向:林木育种、森林经营、森林防火。