

# 林下经济模式对森林生态系统稳定性的影响评估

李 萌 赵佳欣

唐河县林业局 河南 南阳 473400

**摘要：**林下经济模式对森林生态系统稳定性影响显著。合理模式如林下种植本土植物、低密度养殖，可提升生物多样性，改善土壤质量，增强抵抗力与恢复力稳定性；不当模式如过度养殖、引入外来物种，则破坏生态平衡，导致物种减少、土壤退化。其影响受模式类型、经营强度及地域特征制约。需科学规划，分区分类管理，推广生态友好技术，以实现林下经济与森林生态系统稳定性的协同发展。

**关键词：**林下经济模式；森林生态系统稳定性；影响评估

引言：在可持续发展理念日益深入人心的当下，林下经济作为一种融合林业与多产业的复合经营模式，在提升林区经济效益的同时，其生态影响备受关注。森林生态系统稳定性是维持生态平衡、提供生态服务的关键。林下经济模式多样，不同模式对森林生态系统的抵抗力、恢复力稳定性影响各异。深入评估其影响，有助于探寻兼顾经济发展与生态保护的有效路径，实现林下经济与森林生态系统和谐共生。

## 1 文献综述与理论基础

### 1.1 林下经济模式分类

(1) 种植型：该模式依托林地空间资源，在林下种植药用植物（如人参、黄精等喜阴品种）、食用菌（香菇、木耳等），或采用林粮间作（杨树与小麦、杉木与玉米搭配），实现林业与种植业资源互补，提升单位面积经济效益，是当前我国林下经济的主流模式之一。

(2) 养殖型：以林地生态环境为依托，开展林禽养殖（林下散养土鸡、鸭等）、林蜂养殖（利用林木花期培育蜜蜂），以及林下养殖鹿、兔等畜禽，借助林地天然饲料与活动空间，提高畜禽产品品质，同时减少养殖污染。(3) 采集与旅游型：包括非木质林产品采集（采摘野生菌类、坚果、野菜等）和生态旅游开发（打造林下观光、研学、康养基地），该模式对生态环境破坏较小，能直接转化生态价值，适合生态敏感区发展。

### 1.2 森林生态系统稳定性内涵

(1) 抵抗力稳定性：指森林生态系统抵御外界干扰（如病虫害、自然灾害、人类活动）的能力，健康的森林系统凭借复杂的物种关系与结构，可降低干扰带来的破坏程度。(2) 恢复力稳定性：即森林在遭受干扰后，恢复原有结构与功能的能力，其强弱与物种丰富度、土壤肥力等因素密切相关。(3) 指标体系：涵盖物种多样性（物种数量、种群结构）、土壤质量（有机质含量、

pH值、透气性）、微气候（温度、湿度、光照）、病虫害发生情况（病虫害种类、发生频率与危害程度），是评估森林生态系统稳定性的核心依据。

### 1.3 国内外研究进展

(1) 林下经济对生物多样性的影响：存在正、负效应双重性，合理模式（如林下种植本土植物）可增加物种栖息地，提升生物多样性；不当模式（如过度养殖、引入外来物种）则会破坏生态平衡，导致物种减少。

(2) 林下经济对土壤理化性质的作用：短期适度经营（如科学施肥、轮作）可提高土壤有机质含量，改善土壤结构；长期高强度利用（如过度开垦、滥用农药）会引发土壤退化、肥力下降等问题。(3) 现有研究的不足：多数研究为短期（1-3年）观测，缺乏长期（10年以上）动态监测数据；研究区域集中于平原与丘陵林地，山地、高原等特殊区域研究较少，区域差异分析不充分，难以形成普适性指导方案。

## 2 林下经济模式对森林生态系统稳定性的研究方法与技术路线

### 2.1 研究区域选择

(1) 典型林区案例分析：选取热带雨林（如云南西双版纳林区，气候湿热、物种丰富，林下经济以药用植物种植为主）、温带阔叶林（如东北长白山阔叶林区，四季分明，林粮间作与林禽养殖模式成熟）、针叶林（如新疆阿尔泰山针叶林区，气候干旱、植被单一，林下以采集非木质林产品为主要经济形式）三类典型林区，覆盖不同气候带与林下经济模式，确保研究样本的代表性与多样性，为后续对比分析提供基础。(2) 对照组设置：在各典型林区内，分别设置传统林业组（仅进行林木培育与采伐，无额外林下经济活动）与林下经济模式组（匹配对应林区主流林下经济类型，如热带雨林区设药用植物种植组），两组保持立地条件（海拔、

土壤类型、坡度)一致,通过同期观测消除环境差异干扰,精准对比两种模式对森林生态系统稳定性的影响。

## 2.2 数据采集方法

(1)生物多样性调查:采用样方法(设置20m×20m乔木样方、5m×5m灌木样方、1m×1m草本样方),记录样方内物种数量、个体数量,计算物种丰富度与Shannon-Wiener多样性指数,同时通过红外相机监测野生动物活动,全面反映生物多样性变化。(2)土壤检测:在每组样地内按“S”型布点采集0-20cm、20-40cm土层土壤样品,采用电位法测pH值、重铬酸钾氧化-外加热法测有机质含量,借助高通量测序技术分析土壤微生物群落结构(如细菌、真菌种类与丰度),评估土壤肥力与生物活性。(3)微气候监测:在样地中心及四周布设自动气象站,连续监测空气温度、相对湿度、光照强度(每日记录8:00、12:00、16:00三个时间点数据),同步测量林内风速与土壤温度,获取微气候动态数据。(4)病虫害与森林健康评估:定期巡查样地,记录病虫害发生种类(如松材线虫病、美国白蛾等)、受害植株数量,计算病虫害发生率;结合林木胸径生长量、叶片叶绿素含量,综合评估森林健康状况<sup>[1]</sup>。

## 2.3 评估模型构建

(1)生态系统稳定性综合指数(ESI):选取物种多样性(权重0.3)、土壤质量(权重0.25)、微气候稳定性(权重0.2)、森林健康度(权重0.25)四类核心指标,采用层次分析法(AHP)确定指标权重,通过标准化处理后加权求和,构建ESI指数,量化评估不同模式下生态系统稳定性水平,指数越高表示稳定性越强。(2)结构方程模型(SEM)分析驱动机制:以林下经济活动强度(如种植密度、养殖数量)为外源潜变量,以生物多样性、土壤质量等为中介潜变量,以ESI指数为内生潜变量,构建SEM模型,揭示各因素间的因果关系,明确影响生态系统稳定性的关键驱动因子。(3)空间分析技术(GIS、遥感)辅助长期监测:利用GIS技术绘制样地空间分布图,整合土壤、气候等数据形成空间数据库;结合Landsat-8遥感影像,提取植被覆盖度、叶面积指数等参数,实现大尺度、长时间序列的生态系统变化监测,弥补地面短期观测的局限性。

## 3 林下经济模式对森林生态系统稳定性的影响分析

### 3.1 正向影响

(1)生物多样性提升:林下种植药用植物(如黄精、重楼)或食用菌时,作物与原有林木形成多层次片结构,为昆虫(如传粉蜜蜂、分解性甲虫)提供觅食与栖息空间,进而吸引鸟类(如麻雀、斑鸠)捕食昆

虫,促进“植物-昆虫-鸟类”食物链完善;同时,林下作物的凋落物为小型哺乳动物(如松鼠、野兔)提供食物来源,显著提升区域物种丰富度与Shannon指数,增强生态系统的物种互补性。(2)土壤改良:林下养殖(如林禽散养)中,禽类粪便可直接补充土壤氮、磷、钾等养分,促进有机质积累;林下种植豆科作物(如大豆、紫云英)时,根系根瘤菌能固氮,改善土壤肥力;此外,作物残体分解过程中会激活土壤微生物(如细菌、真菌)活性,提高土壤透气性与保水能力,降低土壤板结风险,为林木生长创造良好土壤环境<sup>[2]</sup>。(3)经济激励下的生态保护:林下经济(如生态旅游、非木质林产品采集)能为林区居民带来直接经济收益,替代传统依赖伐木的收入模式,从而减少乱砍滥伐、过度采伐等破坏行为;同时,经营者为维持长期经济收益,会主动采取林木养护、病虫害防治等措施,推动森林资源可持续管理,间接提升生态系统稳定性。

### 3.2 负向影响

(1)过度开发导致植被破坏:开展林下种植时,若使用大型机械平整土地、清理灌草,易碾压表层土壤,破坏原生植被根系,导致局部区域植被覆盖率下降;部分经营者为扩大种植面积,过度清除林下杂木,打破原有植物群落结构,削弱生态系统的自我调节能力。(2)单一物种种植引发的病虫害风险:长期单一种植某一经济作物(如连续多年林下种植人参),会导致作物专一性病虫害(如人参锈腐病)滋生,且病虫害易通过土壤、气流扩散至周边林木,增加森林病虫害发生频率;同时,单一作物会降低植物多样性,减少病虫害的自然天敌,进一步加剧病虫害危害。(3)养殖污染:高密度林下养殖(如每公顷超过500只林养鸡)时,禽类粪便若未及时清理,会在土壤表层堆积,导致氮、磷含量超标,引发土壤酸化;粪便中的病原体(如沙门氏菌)可能通过雨水渗透污染地下水,或通过昆虫传播给野生动物,威胁生物健康。(4)旅游活动对野生动物行为的干扰:林下生态旅游开发中,游客的脚步声、喧哗声会惊扰野生动物(如鹿、鸟类),导致其觅食范围缩小、活动节律改变;部分游客随意丢弃垃圾,可能导致野生动物误食,影响其生存繁殖,破坏生态平衡<sup>[3]</sup>。

### 3.3 影响因素的差异性

(1)模式类型:种植型(尤其是本土药用植物种植)对生态系统稳定性的正向影响更显著,而单一经济作物种植负向风险较高;养殖型中,低密度林禽养殖环境友好性较强,高密度养殖污染风险突出;旅游型对生态的影响取决于管理水平,规范的生态旅游(如限定游

客数量、划定游览路线)干扰较小,无序旅游则易引发严重生态问题。(2)经营强度:低密度开发(如林下作物种植密度低于3000株/公顷、养殖密度低于200只/公顷)时,经济活动与森林生态系统兼容性较高,对稳定性影响以正向为主;高密度开发会打破生态系统承载力,导致植被破坏、土壤退化等负向影响加剧,且恢复难度显著增加。(3)地域特征:热带雨林区气候湿热、物种丰富,林下经济(如药用植物种植)对生物多样性的正向提升效果更明显,但高温高湿环境也易加剧养殖污染扩散;温带阔叶林区土壤肥力较高,适合林粮间作,对土壤改良的正向作用突出,但冬季低温可能限制林下作物生长,影响经济收益与生态效益平衡;针叶林区气候干旱、植被单一,林下经济(如非木质林产品采集)需严格控制强度,否则易引发土壤沙化,对生态系统稳定性的负向影响更敏感。

#### 4 林下经济模式可持续发展的政策与管理建议

##### 4.1 分区分类管理

核心生态区(如热带雨林核心保护区、自然保护区核心区)全面禁止林下经济开发,严格保护原生生态系统;缓冲带(如核心区周边500-1000米范围、生态脆弱区边缘)限定发展低影响模式,例如仅开展非木质林产品采集(如野生菌类适度采摘)、低密度林蜂养殖,禁止大型机械作业与高密度种植,平衡生态保护与经济发展。

##### 4.2 技术规范制定

(1)明确关键技术阈值:种植密度上,温带阔叶林林粮间作中作物密度不超过3000株/公顷,热带雨林药用植物种植不超过2000株/公顷;养殖密度控制在林禽每公顷 $\leq 200$ 只、林蜂每公顷 $\leq 50$ 箱;农药使用严格限定为生物农药,禁止高毒、高残留化学农药,且施药频次每年不超过2次。(2)推广生态修复技术:种植型模式采用“本土作物+林木”间作轮作(如大豆与杉木轮作),避免单一物种连作;病虫害防治优先采用生物防治(如释放天敌昆虫、布设诱虫板),减少化学干预对生态系统的破坏<sup>[4]</sup>。

##### 4.3 补偿机制设计

(1)推进生态产品价值核算与交易:建立林下经济区

碳汇、水源涵养功能核算体系,将生态价值纳入经济收益评估;依托碳交易市场、生态产品交易平台,推动经营者通过碳汇交易、水源涵养服务售卖获取额外收益,弥补生态保护成本。(2)完善政府补贴与生态认证制度:对采用低影响模式的经营者给予每亩100-300元的年度补贴;推行“生态友好型林下经济”认证,通过认证的产品可获得市场溢价支持,激励经营者践行生态保护。

##### 4.4 社区参与与利益共享

(1)强化农民培训与生态意识提升:联合林业部门、科研机构开展专项培训,每年不少于2次,内容涵盖生态保护知识、科学经营技术(如合理种植密度、污染防治),提升社区居民生态认知与经营能力。(2)推广合作社模式下的可持续经营:引导社区成立林下经济合作社,统一规划经营方案、共享技术资源,将80%以上的经营收益分配给参与居民;合作社与科研机构、企业合作,建立“科研+生产+销售”产业链,保障社区长期稳定收益,推动可持续经营落地。

##### 结束语

林下经济模式对森林生态系统稳定性的影响利弊共存。合理开展能丰富生物多样性、改良土壤,为生态保护提供经济动力;但过度或不当开发也会造成植被破坏、引发污染等问题。未来,需依据分区分类管理原则,严格遵循技术规范,落实补偿机制,强化社区参与。通过科学规划与精细管理,实现林下经济可持续发展,让森林生态系统在经济发展中保持稳定,达成生态与经济双赢。

##### 参考文献

- [1]覃文学.浅谈林下经济模式研究及其产业发展对策[J].农业与技术,2019,39(7):99-100.
- [2]张敏.惠水县森林生态产业资源现状及发展分析[J].安徽农学通报,2021,27(14):67-68.
- [3]王梅,吴彪,杨勇,等.新经济形势下林业经济的创新管理思考[J].农家科技,2021,(3):73-75.
- [4]刘瑜洁,廖小锋,郭倩,等.福泉市森林生态产业资源普查分析[J].绿色科技,2021,23(9):53-55.