

提升林业碳汇能力的策略探讨

刘 琼

甘肃省小陇山林业调查规划院 甘肃 天水 741020

摘 要：林业碳汇作为应对气候变化的重要途径，在全球碳达峰、碳中和目标中扮演关键角色。本文聚焦提升林业碳汇能力的策略，首先阐释林业碳汇的核心概念，分析当前面临的多重挑战，包括森林资源退化、管理效能不足、监测计量技术滞后及市场机制不完善等。在此基础上，从森林质量提升、技术创新应用、多元化价值实现路径及风险管理四大维度，提出具体策略，如天然林保护、遥感技术监测、碳汇交易市场培育等，旨在为增强林业碳汇功能、推动绿色低碳发展提供理论参考与实践路径。

关键词：提升林业；碳汇能力；策略探讨

引言：全球气候变化加剧背景下，林业碳汇因其兼具生态效益与碳汇功能，成为实现“双碳”目标的重要抓手。森林通过光合作用固定二氧化碳的特性，使其不仅是陆地生态系统的核心，更是天然的“碳库”。然而，当前林业碳汇发展面临多重瓶颈：森林砍伐与退化导致碳汇能力下降，粗放式管理制约资源效益释放，监测计量技术短板影响碳汇核算准确性，市场机制缺失则限制了生态价值转化。如何突破这些困境，系统性提升林业碳汇能力，已成为学术界与政策界共同关注的焦点。通过剖析现状问题，结合技术创新与制度设计，探索符合中国国情的林业碳汇提升策略，为生态文明建设与应对气候变化提供科学支撑。

1 林业碳汇的概念

林业碳汇是指森林植物通过光合作用吸收大气中的二氧化碳，并将其固定在植被和土壤中，从而减少大气中二氧化碳浓度的过程、活动或机制。这一概念不仅强调森林的自然生态功能，还将其纳入到应对气候变化的全球行动框架之中，赋予了森林生态资源新的经济价值和社会意义。从生态学角度来看，树木从空气中吸收二氧化碳，利用光能将其转化为碳水化合物，用于自身生长和发育，这个过程就实现了碳的固定。而当树木死亡腐烂、遭受火灾或病虫害侵袭时，固定的碳又会重新释放到大气中。林业碳汇的目标，就是通过科学的森林经营管理，最大限度地增加碳固定量、减少碳释放，提升森林生态系统的碳汇能力。在国际应对气候变化的进程中，林业碳汇逐渐演变为一项重要的环境政策工具。《京都议定书》首次将林业碳汇纳入清洁发展机制，允许发达国家通过在发展中国家实施林业碳汇项目，获得核证减排量（CERs），用于抵消本国部分温室气体排放，从而推动了全球林业碳汇市场的形成和发展^[1]。

2 当前林业碳汇面临的挑战

2.1 森林资源减少与退化

森林资源总量不足与质量退化并存，严重制约林业碳汇能力提升。一方面，部分地区受经济发展需求驱动，过度开发林地用于农业种植、城市建设或工业开发，导致森林面积持续缩减；另一方面，森林生态系统面临病虫害、森林火灾等威胁，人工纯林比例偏高引发的生态脆弱性问题突出，导致森林固碳效率下降，难以充分发挥碳汇潜力。据统计，退化林分的碳储量远低于健康森林，且频繁的灾害事件加剧了碳释放，削弱了林业碳汇的稳定性。

2.2 森林管理不善

传统林业管理模式重采伐轻培育、重数量轻质量的问题长期存在。部分地区缺乏科学规划，造林过程中忽视适地适树原则，盲目引进外来树种，导致林木生长不良；森林抚育、间伐等经营措施落实不到位，林分密度过大、生长空间受限，影响树木碳吸收效率。此外，基层林业管理部门专业人才匮乏、资金投入不足，难以开展常态化森林健康监测与精准化经营，使得森林资源质量提升缓慢，限制了林业碳汇能力的持续增强。

2.3 林业碳汇监测与计量困难

林业碳汇监测与计量具有空间范围广、时间跨度长、影响因素复杂的特点，现有技术手段难以满足高精度需求。传统人工调查效率低、误差大，难以实现动态监测；卫星遥感虽能覆盖大面积林区，但分辨率不足，无法精准识别微地形变化与单木生长状态。同时，不同森林类型、土壤条件下的碳储量计算模型存在差异，缺乏统一标准，导致碳汇计量结果可比性差，影响项目碳汇量核证的权威性与公信力，阻碍林业碳汇市场规范化发展。

2.4 市场机制不完善

当前林业碳汇市场机制不健全,严重制约其生态价值转化。交易规则与标准尚未统一,不同地区碳汇项目的开发、审定、交易流程存在差异,增加了项目参与成本与市场不确定性;市场供需失衡,买方市场主导导致碳汇价格长期偏低,难以体现森林生态服务价值,挫伤经营主体积极性。此外,碳汇产品类型单一,缺乏衍生品创新,且市场监管不足,存在重复计算、虚假交易等风险,削弱了市场信任基础,阻碍林业碳汇产业规模化、可持续发展^[2]。

3 提升林业碳汇能力的关键策略

3.1 森林质量提升策略

3.1.1 天然林保护与恢复

天然林是陆地生态系统的精华,具有生物多样性丰富、碳储量高且稳定性强的优势。加强天然林保护与恢复,需严格落实禁伐、限伐政策,通过设立自然保护区、生态红线等制度,杜绝非法采伐与林地侵占。对已退化的天然林,可采取封山育林、补植乡土树种等措施,逐步修复生态功能。例如,在我国东北林区,通过长期封育与人工辅助更新,使落叶松、红松等原始林群落得以恢复,其碳储量显著提升。此外,建立天然林动态监测网络,实时掌握森林健康状况,能及时应对病虫害、火灾等威胁,确保天然林持续发挥固碳核心作用。

3.1.2 森林抚育与经营

科学的森林抚育与经营是提升森林质量、增强碳汇能力的关键。针对郁闭度过高的林分,通过间伐移除生长不良、病弱林木,为优势木创造充足生长空间,促进林木快速生长与碳吸收。同时,实施修枝、割灌等措施,优化林内光照与通风条件,减少林下可燃物积累,降低火灾风险。在南方杉木人工林经营中,合理间伐使林分年均生长量提高 20% 以上,碳汇效率显著提升。此外,定期开展森林质量评估,依据不同林龄、林分结构制定差异化经营方案,将粗放式管理转向精细化培育,推动森林从“数量增长”向“质量提升”转变。

3.1.3 高固碳树种选择与配置

合理选择高固碳树种并优化配置,可显著提升单位面积森林碳汇能力。在造林与森林改造中,优先选用生长迅速、生物量大、寿命长的乡土树种,如榕树、樟树、桉树等阔叶树种,其光合效率高且碳储量积累快。同时,根据立地条件进行乔、灌、草多层次混交配置,构建复杂稳定的森林群落结构。例如,在沿海防护林建设中,将红树林、木麻黄与灌木结合,形成防风固沙、固碳能力更强的生态系统。此外,结合气候变化趋势,

前瞻性引入适应性强的固碳树种,增强森林生态系统对环境变化的韧性,实现长期稳定的碳汇功能提升

3.2 技术创新与应用策略

3.2.1 遥感与大数据技术在林业碳汇监测中的应用

遥感与大数据技术为林业碳汇监测提供了高效、精准的解决方案。高分辨率卫星遥感可穿透云层,周期性获取大面积森林影像,通过光谱分析识别林木覆盖变化、病虫害分布及火灾隐患,及时发现非法毁林等行为。无人机遥感则能深入复杂地形,以厘米级精度获取单木信息,实现林木生长动态监测。结合大数据技术,将海量遥感数据与气象、土壤、地形等多源信息融合,构建森林碳汇动态模型,可模拟不同经营措施下的碳储量变化趋势。例如,我国利用高分系列卫星与云计算平台,实现重点林区碳储量的年度更新评估,显著提升监测效率与数据可靠性。

3.2.2 先进造林与抚育技术的推广

先进造林与抚育技术是提升林业碳汇能力的重要支撑。容器育苗技术可有效保护苗木根系,提升造林成活率;免耕造林、抗旱保水剂等应用,能适应干旱、瘠薄立地条件,扩大造林范围。在抚育环节,精准施肥技术通过测定土壤养分,按需补充肥料,促进林木快速生长;生物防治技术利用天敌昆虫、微生物制剂控制病虫害,减少化学药剂污染,保障森林生态健康。此外,推广机械化作业,如无人机播种、割灌机抚育,可降低人力成本,提高作业效率。例如,南方油茶林采用机械化修剪与配方施肥,单位面积产量与碳汇量同步提升,示范效应显著。

3.2.3 林业碳汇计量与核算技术的完善

林业碳汇计量与核算的准确性直接影响项目交易与政策制定。目前,需整合生物量调查、通量观测、模型模拟等多种方法,构建标准化计量体系。针对不同森林类型,细化碳储量计算参数,如建立区域尺度的生物量异速生长方程,提高核算精度。同时,开发智能化核算工具,利用区块链技术确保数据不可篡改,实现碳汇量从监测、报告到核查(MRV)的全流程透明化。此外,加强国际技术交流,借鉴 IPCC(政府间气候变化专门委员会)指南,结合我国森林特点完善核算方法,为林业碳汇项目开发、市场交易及生态补偿提供科学依据,增强碳汇数据的国际互认性。

3.3 多元化价值实现路径策略

3.3.1 林业碳汇交易市场的发展

林业碳汇交易市场是释放森林生态价值的核心平台。当前需着力完善市场顶层设计,统一交易规则与项

目开发标准,消除区域间制度差异,降低交易成本。通过丰富市场参与主体,吸引企业、金融机构、公益组织等多元化买家,提升市场活跃度;同时,创新碳汇产品类型,推出远期合约、期权等衍生品,增强市场流动性与价格发现功能。此外,搭建全国统一的林业碳汇交易信息平台,实现项目注册、核证、交易全流程线上化,提高透明度与监管效率。

3.3.2 生态产品价值实现机制的探索

探索生态产品价值实现机制,需跳出单一碳汇交易模式,构建多维度价值转化路径。一方面,依托森林生态系统服务功能,开发森林康养、生态旅游、林下经济等绿色产业,将生态资源转化为经济收益;另一方面,建立生态产品认证体系,对优质林产品、生态景观等进行品牌化打造,提升市场溢价能力。此外,通过“生态+”融合发展,推动林业与文化、教育、科技等产业跨界联动,拓展价值实现渠道。

3.3.3 碳汇补偿与赔偿机制的建立

建立碳汇补偿与赔偿机制是平衡生态保护与发展利益的关键。在补偿机制方面,需明确中央与地方、生态受益区与保护区的权责关系,通过财政转移支付、横向生态补偿协议等方式,对承担森林保护任务的地区给予经济补偿,激发基层保护积极性。同时,建立碳汇损害赔偿制度,对非法毁林、林地侵占等行为,依法追究责任的碳汇损失赔偿义务,将碳汇价值量化纳入生态损害评估。

3.4 风险管理与应对策略

3.4.1 自然灾害的预防与应对

自然灾害是威胁林业碳汇稳定性的重要因素。在预防层面,需构建多部门协同的灾害预警体系,整合气象、林业、应急管理等部门数据,利用卫星遥感、物联网等技术实时监测森林火险、病虫害等风险,提前发布预警信息。同时,优化森林结构,营造混交林、防火林带,增强森林抵御灾害的能力。在应对环节,建立专业化应急队伍,配备先进灭火、除虫设备,确保灾害发生时快速响应。此外,推广森林灾害保险,引导林农、企

业参与投保,降低灾害损失对林业碳汇项目的冲击,保障森林生态系统持续固碳能力。

3.4.2 气候变化对林业碳汇的影响评估与适应

气候变化导致极端天气频发、病虫害北移等问题,直接影响林业碳汇功能。需建立气候变化对林业碳汇影响的动态评估模型,结合历史数据与气候预测,模拟不同情景下森林生长、碳储量变化趋势。在适应策略上,调整造林规划,优先选择耐旱、抗病虫害的树种,增强森林生态系统韧性;优化森林经营措施,通过科学抚育提升林木抗逆性。

3.4.3 土地权属与社会稳定风险的管控

土地权属不清、利益分配矛盾易引发社会风险,阻碍林业碳汇项目推进。需全面开展林地确权登记,明确集体与个人、企业与农户的权属边界,妥善解决历史遗留问题。在项目实施过程中,建立公开透明的利益分配机制,通过签订合同、协议等方式保障各方权益。同时,加强政策宣传与公众参与,通过社区共管、合作造林等模式,让当地居民深度参与林业碳汇项目,共享生态红利^[3]。

结束语

提升林业碳汇能力是一项系统性、长期性工程,关乎全球气候治理与生态文明建设。上述从森林质量提升、技术创新、价值实现及风险管控等多维度提出的策略,需政策、技术、市场与社会力量协同发力。通过强化天然林保护、推广先进技术、完善市场机制、防范潜在风险,不仅能充分释放森林固碳潜力,更能推动林业从传统资源开发向生态价值多元转化转型。

参考文献

- [1]张军.林业碳汇现状分析及未来发展策略[J].建筑技术科学,2025.104-105
- [2]漆平.旺苍林业碳汇开发思考[J].建筑技术科学,2022.207-208
- [3]朱兴能.基于碳汇功能的林业草原培育策略分析[J].2025.175-176