

云南省林业碳汇潜力评估与经济价值实现研究

——基于双案例的多主体协作模式分析

岩庄风¹, 李克松², 肖珍¹, 詹瑞谊², 张照山¹

¹中央民族大学经济学院, 北京

²中央民族大学法学院, 北京

收稿日期: 2025年8月21日; 录用日期: 2025年10月2日; 发布日期: 2025年10月15日

摘要

在全球气候变暖背景下, 林业碳汇作为应对气候变化的重要手段, 其经济价值实现受到广泛关注。云南省凭借丰富的森林资源和多样的自然地理条件, 在林业碳汇开发中展现出巨大潜力, 但其碳汇价值向经济价值转化的路径仍需进一步探索。本文选取腾冲市和元谋县的碳汇项目, 对比分析多主体协作模式下云南省林业碳汇项目的经济价值实现路径及其制约因素。研究发现: 一是多主体协作模式有利于整合林地资源, 推动碳汇项目实施, 但不同模式的实施效果存在差异; 二是碳汇项目实施过程中的成本投入、市场成熟度以及收益模式也在不同程度上制约了碳汇经济价值的实现。最后从开发、交易、分配三个阶段以及每个阶段可能面临的法律风险提出相关优化路径, 进一步提升碳汇经济价值的实现程度。

关键词

双碳, 云南省, 碳汇潜力, 多主体协作, 经济价值实现

Evaluation of Forestry Carbon Sequestration Potential and Realization of Economic Value in Yunnan Province

—A Multi-Stakeholder Collaborative Model Analysis Based on Dual-Case Studies

Zhuangfeng Yan¹, Kesong Li², Zhen Xiao¹, Ruiyi Zhan², Zhaoshan Zhang¹

¹School of Economics, Minzu University of China, Beijing

²School of Law, Minzu University of China, Beijing

Received: August 21, 2025; accepted: October 2, 2025; published: October 15, 2025

文章引用: 岩庄风, 李克松, 肖珍, 詹瑞谊, 张照山. 云南省林业碳汇潜力评估与经济价值实现研究[J]. 社会科学前沿, 2025, 14(10): 167-179. DOI: 10.12677/ass.2025.1410882

Abstract

Under the global warming context, forestry carbon sinks, as a critical tool for addressing climate change, have garnered widespread attention for their economic value realization. Leveraging abundant forest resources and diverse natural geographical conditions, Yunnan Province demonstrates significant potential in developing forestry carbon sinks. However, pathways for translating carbon sink value into economic benefits require further exploration. This paper examines carbon sink projects in Tengchong City and Yuanmou County, conducting a comparative analysis of the economic value realization pathways and constraints of forestry carbon sink projects in Yunnan Province under multi-stakeholder collaboration models. Key findings include: (1) Multi-stakeholder collaboration models facilitate the integration of forest resources and promote project implementation, yet effectiveness varies across models; (2) Cost investments, market maturity, and revenue models during project implementation constrain the economic value realization of carbon sinks to varying degrees. Finally, optimization pathways are proposed across the development, transaction, and distribution stages—together with the legal risks inherent in each—to further enhance the realization of carbon-sink economic value.

Keywords

Dual Carbon, Yunnan Province, Carbon Sink Potential, Multi-Stakeholder Collaboration, Economic Value Realization

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

21 世纪人类面临着全球气候变暖的重大挑战。其中，人类活动排放温室气体是全球气候变暖的主要原因，而在人类应对气候变暖的方法中，碳汇政策发挥着极其关键作用。

以《联合国气候变化框架公约》《京都议定书》《巴黎协定》等政策文件的印发为标志，国际碳汇政策经历从国际气候公约到国内政策体系再到市场化机制的三个重要发展阶段。1992 年，《联合国气候变化框架公约》诞生，该公约首次提出通过碳汇政策来减缓气候变暖，由此奠定碳汇政策的法律基础，并且明确发达国家的减排义务及对发展中国家的发展支持。1997 年通过的《京都议定书》确立清洁发展 (CDM)、联合履行 (JI)、排放交易 (ET) 三种灵活机制，允许通过造林、再造林等碳汇项目抵消排放，将碳汇纳入国际规则。不过，这一协定书的范围主要限于陆地生态系统，项目推进较为缓慢。2015 年，第二十一届联合国气候变化大会上通过《巴黎协定》，提出将 21 世纪末全球平均气温较工业化前水平的升温幅度控制在 2℃ 以内。

相较于国际社会在碳汇政策领域的较早探索，我国碳汇制度体系建设起步相对较晚，但在政策框架构建和市场机制完善方面逐步取得显著进展。随着碳汇政策的不断完善，我国碳汇交易市场也逐渐成熟。2011 年，国家发展和改革委员会发布《关于开展碳排放权交易试点工作的通知》，批准北京、上海、天津、重庆、广东、湖北和深圳等七省市开展碳排放权交易试点[1]。2017 年，国家发展改革委发布《全国碳排放权交易市场建设方案(发电行业)》，标志着全国碳市场建设正式启动[2]。2021 年 7 月 16 日，全国碳排放权交易市场正式上线交易。林业碳汇项目逐步纳入国家核证自愿减排量 (CCER) 体系，为林业碳汇

交易提供广阔的市场空间[3]。随着林业碳汇进入碳市场，林业碳汇的经济价值实现也成为学者们研究的重点。林业碳汇是指利用森林的储碳能力，吸收和固定大气中的二氧化碳，从而减少温室气体排放的过程。林业碳汇经济价值实现是指将森林碳汇的生态效益转化为经济价值，通过碳交易、生态补偿等机制，为森林资源的保护和可持续发展提供经济支持[4]。林业碳汇经济价值实现的研究主要包括林业碳汇量的核算与评估、林业碳汇交易机制、林业碳汇经济价值实现的路径等。林业碳汇量的核算方法主要包括生物量法、蓄积量扩展法、遥感技术法等。近年来，随着碳交易市场的逐步完善，市场价值法成为主流方法[2][3][5]。

云南省作为我国四大重点林区省份之一，森林资源丰富，森林覆盖率高，在林业碳汇发展方面具有显著特殊性。学界现有研究主要以定性研究为主，研究表明，云南省林业碳汇潜力巨大[6]-[8]，但是其经济价值的实现现状与其碳汇潜力并不相匹配，国内碳市场中，CCER 交易的地域分布集中在上海、广州等地，云南碳汇交易市场整体上处于发展阶段，碳交易活跃度较低，交易规模较小¹。“双碳”背景下，进一步评估云南省林业碳汇潜力和经济价值并探索如何将其潜在价值转变为现实经济价值，具有重要意义。本文运用市场价值法和蓄积量扩展法对云南省森林碳汇潜在的经济价值进行评估，并基于对腾冲小规模再造林景观恢复项目和元谋县光伏电站碳足迹自愿减排交易项目的双案例分析，深入剖析云南省林业碳汇项目实施情况和效果，分析项目实施过程中的优势和制约因素，提出相关优化路径，以促进当地林业碳汇经济价值的实现。

2. 云南省碳汇潜力评估与价值估算

2.1. 云南省林业碳汇资源现状

云南省位于中国西南部，气候多样且森林资源丰富，地形地貌复杂，多个民族聚居于此[9]。据国家统计局森林资源(2023)最新清查数据：云南省森林覆盖率达 55.0%，仅次于福建省；森林蓄积量为 19.73 亿立方米，仅次于西藏自治区；林业用地面积达到了 2599.44 万公顷，其中森林面积为 2106.16 万公顷，仅次于内蒙古自治区，三项指标均位于全国第二。2005~2023 年度森林资源数据清查数据统计结果显示²，云南、西藏、四川三个省区森林资源丰富，其中云南的森林积蓄量为 19.73 亿吨，约占西南地区的 30%。进一步对比西南地区历年森林蓄积量数据发现，2005~2023 年，云南省的森林蓄积量增加了 4.19 亿吨，明显高于西南地区其他省份，尤其在 2015 年之后，云南省的森林碳汇量增长尤为显著，与其他省份的差距进一步扩大。这一趋势反映了云南省在碳汇政策的实施和林业碳汇上森林资源规模和质量提升方面取得的实际成绩，同时凸显了云南省在西南地区乃至全国林业碳汇领域的代表性与可研究性。

2.2. 森林碳汇经济价值估算方法

森林碳汇经济价值估算即把森林固定的碳汇量予以货币化，使森林的生态效益更加直观化。森林碳汇的经济价值由 2 个因素决定：① 森林碳储量，② 森林碳汇单位价格。森林碳汇的经济价值等于森林碳储量与森林碳汇单位价格的乘积，即表达公式为：

$$V = C \times P \quad (1)$$

式(1)中， V 表示森林碳汇的经济价值， C 表示森林碳储量， P 表示森林碳汇单位价格。

2.2.1. 森林碳汇量计量方法

森林碳汇量的评估方法多样，如碳密度法、生物量法、森林蓄积量扩展法、模型模拟法和遥感估算

¹参见中央财经大学绿色金融国际研究院：《IIGF 年报 | 2024 中国碳市场年报》，<https://iigf.cufe.edu.cn/info/1013/9570.htm>。

²数据来源国家统计局，网址：<https://data.stats.gov.cn/easyquery.htm?cn=E0103>。

法等,近年来综合方法也不断涌现[10][11]。蓄积量扩展法原理是利用森林蓄积量数据求得生物量,再通过生物量与碳质量的换算系数得出森林固碳量,能综合考虑林木、林下植物和林地的碳汇量。相较于微气象学法,它无需昂贵精密仪器,操作简便、实用性强;对比样地勘测法中的生物量法和蓄积量法,其对大面积森林资源清查数据的宏观估算更具优势,且在一定程度上克服了参数不统一、计量精度不高的问题;和生物清单法相比,减少了大量人力耗费和数据获取难度。森林碳汇能力与活立木蓄积量密切相关,而云南省活立木蓄积量中森林蓄积占到90%以上,其他蓄积类型在云南省活立木蓄积中占比小,远低于森林蓄积量。疏林、散生林、四旁树等分布零散,代表性差。因此,本文借鉴马楠,张娟和陈钦等学者对于森林碳汇经济价值评估的研究[12],选取蓄积量扩展法对云南碳汇量进行评估,计算方法具体如下:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = V \times \varepsilon \times \rho \times \gamma + \alpha(V \times \varepsilon \times \rho \times \gamma) + \beta(V \times \varepsilon \times \rho \times \gamma) \quad (2)$$

其中, C 表示森林总的蓄积量; C_1 表示林木碳汇量; C_2 表示林下植物碳汇量; C_3 表示林地碳汇量; V 表示森林蓄积量; ε 表示蓄积扩大系数; ρ 表示容积密度; γ 表示含碳率; α 表示林下植物碳转换系数; β 表示林地碳转换系数。各系数采用国际通用的IPCC(联合国政府间气候变化专门委员会)默认值, ε 取1.9, ρ 取0.5, γ 取0.5, α 取0.195, β 取1.244 [11]。

2.2.2. 森林碳汇价格确定

目前,森林碳汇单位价格的计量方法多样,学者们通常采用造林成本法、人工固定二氧化碳法、碳税法、碳税率法、市场价格法、均值法等进行评估[11]。其中,市场价值法选取多个碳交易市场形成的碳汇项目交易均价作为森林碳汇单位价格,能直接反映森林碳汇在市场上的经济价值。本文采用市场价值法,选取4个交易日形成的碳汇项目交易均价作为森林碳汇单位价格,具体为广州碳排放权交易所(GZEEX)、上海环境能源交易所(SEE)及海峡股权交易中心(福建)(HXEE)的公开市场交易数据。

2.3. 云南省森林碳汇经济价值评估

2.3.1. 数据来源

本文采用的森林碳汇量基础数据源自国家统计局2005~2023年云南省森林资源连续清查数据集³,包含林业用地面积、森林覆盖率、森林蓄积量、活立木总蓄积量等指标。通过整合国内四大碳交易市场——广州碳排放权交易所、上海环境能源交易所及海峡股权交易中心(福建)及重庆碳排放交易中心2023年度公开交易数据确定碳汇单价,具体是从2023年的每个月份上、中、下旬的交易数据中各选取一组,共计48组高频交易数据,求均值得到2023年全国碳市场均衡价格水平⁴。基于前文公式 $V = C \times P$,将森林碳汇量、全国碳市场均衡价格水平两个指标代入森林碳储量核算体系,以2023年全国碳市场均衡价格评估当前存量价值,实现林业碳汇价值的市场化估算。

2.3.2. 云南省森林碳汇量测算

据表1可知,2005~2023年期间,云南省森林碳汇量呈现出持续增长趋势,这与云南省近几年在国内碳汇政策的大框架下积极制定并实施适合自身的碳汇政策密切相关。在政策架构层面,云南省确立了分阶段实施的三级目标体系。2022~2025年,构建绿色低碳循环经济体雏形,建立清洁能源体系基础框架,实现城乡生态空间扩容增效;2030年前,完善城乡建设低碳发展制度体系,将建筑能耗强度与碳排放强度控制在国家基准线以下;2060年前,全面实现城乡建设方式低碳转型,建立全域建筑绿色运营体

³森林碳汇量基础数据时间范围补充说明:2005~2023年数据序列中,2019~2022年无独立统计数据,且2023年数据为当前公开最新数据。经对比2018年、2023年核心指标(森林蓄积量、活立木总蓄积量等),此期间数据无波动,数据连续性未受实质影响,可通过前后年度趋势衔接;国家统计局最新公开的云南省森林资源连续清查数据更新至2023年度,为当前可获取的最新官方成果。

⁴数据来源于碳排放交易网,网址:<http://www.tanpaifang.com/>。

系。在实践层面，云南省采用多维度推进策略。构建林业碳汇试点网络，确立红河哈尼族彝族自治州为州级示范区，选取玉溪市红塔区等 12 个县(市、区)作为县级试点单元；创新碳汇产品开发机制，重点推进 CCER(中国核证自愿减排量, China Certified Emission Reduction)和 HFCER(云南省森林碳汇项目, Yunnan Forest Carbon Emission Reduction)等市场化项目的开发备案；拓展碳汇应用场景，探索建立“碳汇 + 生态补偿”、“碳汇 + 乡村振兴”等跨领域协同机制。

Table 1. Forest data and carbon sequestration over the years in Yunnan Province

表 1. 云南省历年森林数据与碳汇量

年份	森林蓄积量(亿 m ³)	活立木总蓄积量(亿立方米)	森林碳汇量
2005	15.54	17.12	19.83
2006	15.54	17.12	19.83
2007	15.54	17.12	19.83
2008	15.54	17.12	19.83
2009	16.93	18.75	19.83
2010	16.93	18.75	21.72
2011	16.93	18.75	21.72
2012	16.93	18.75	21.72
2013	16.93	18.75	21.72
2014	19.73	21.32	21.72
2015	19.73	21.32	24.70
2016	19.73	21.32	24.70
2017	19.73	21.32	24.70
2018	19.73	21.32	24.70
2023	19.73	21.32	24.70

2.3.3. 云南省森林碳汇量经济价值估算

依据市场价值法，以 2023 年价格评估当前存量价值，选取广州、上海、福建及重庆四大交易市场 2023 年度公开交易数据所确定的碳汇单价代入公式(1)计算得出云南省森林碳汇经济价值。从表 2 数据可得，随着森林碳汇量增加和碳交易市场发展，云南省森林碳汇经济价值总体呈上升趋势。2010~2014 年，云南森林碳汇经济价值显著上升，主要原因是森林碳汇量的增加，使得在相同市场价格体系下，其经济价值得以提升，体现了森林碳汇量对经济价值的正向影响。2015~2023 年，碳汇经济价值持续上升，一是森林碳汇量持续增加有关，二是随着碳交易市场的发展和完善，市场对森林碳汇的定价可能更加合理，交易活跃度提高，也推动了经济价值的增长。

本文借助国家统计局 2005~2023 年云南省森林资源的清查数据，采用蓄积扩展法和市场价值法对云南省碳汇潜力进行评估与价值估算，可以发现，云南省拥有丰富的森林资源禀赋，森林碳汇潜在价值较大，在西南地区乃至全国林业碳汇领域具有一定代表性与可研究性。下文将聚焦腾冲 CDM 再造林、元谋“光伏 + 碳汇”双案例，按“成效评估 - 全流程制约拆解 - 针对性优化”的逻辑展开：先明确两案例定位差异，再从项目的社会效益中分析其经济价值何以实现，接着按“开发 - 交易 - 收益”分析制约因素，最后结合问题提出优化路径，为林业碳汇实践提供参考。

Table 2. Forest data and carbon sequestration over the years in Yunnan Province**表 2.** 云南省历年森林碳汇量经济价值评估结果

年份	森林碳汇量/亿 t	广州碳排放交易所 (2023)/亿元	上海能源交易所 (2023)/亿元	(福建)海峡股权交易 中心(2023)/亿元	重庆碳排放交易中 心(2023)/亿元
2005	19.83	1500.239827	1225.142968	652.7352287	610.8855984
2006	19.83	1500.239827	1225.142968	652.7352287	610.8855984
2007	19.83	1500.239827	1225.142968	652.7352287	610.8855984
2008	19.83	1500.239827	1225.142968	652.7352287	610.8855984
2009	19.83	1500.239827	1225.142968	652.7352287	610.8855984
2010	21.72	1643.078081	1341.789173	714.8823328	669.0481875
2011	21.72	1643.078081	1341.789173	714.8823328	669.0481875
2012	21.72	1643.078081	1341.789173	714.8823328	669.0481875
2013	21.72	1643.078081	1341.789173	714.8823328	669.0481875
2014	21.72	1643.078081	1341.789173	714.8823328	669.0481875
2015	24.70	1868.289317	1525.703743	812.8688712	760.7523924
2016	24.70	1868.289317	1525.703743	812.8688712	760.7523924
2017	24.70	1868.289317	1525.703743	812.8688712	760.7523924
2018	24.70	1868.289317	1525.703743	812.8688712	760.7523924
2023	24.70	1868.289317	1525.703743	812.8688712	760.7523924

3. 多主体协作下的碳汇经济价值实现

云南省具有较大的潜在碳汇经济价值，在“双碳”目标的背景下，进一步探索如何将云南省已有的森林碳汇资源禀赋转化为实际经济发展中的经济价值，实现生态与经济的双赢，为云南省的森林碳汇资源管理和经济发展提供科学依据和实践指导，具有较强的现实意义和研究价值。本部分以云南省腾冲市和元谋县的碳汇项目为例，分析多主体协作在碳汇经济价值实现过程中的作用，探讨不同主体协作模式的优势与不足。

3.1. 项目背景与成效分析

本文选取腾冲市和元谋县作为典型案例，分别代表不同生态背景和经济条件下的多主体协作碳汇开发模式。腾冲市地处高黎贡山生物多样性热点区，森林资源丰富，生态系统复杂多样，具有较高的碳汇潜力。元谋县位于滇中干热河谷生态脆弱带，历史上因自然条件恶劣和生态系统功能退化，森林覆盖率曾低至 5.2% (1985 年)，水土流失严重。两地区在生态背景上形成从山地到河谷的生态梯度对照。

3.1.1. 腾冲 CDM 再造林项目

腾冲 CDM 小型再造林景观恢复项目是全球首个小型再造林项目，于 2005 年 4 月启动。该项目由云南省林业厅(现云南省林业和草原局)、保护国际(CI)和美国大自然保护协会(TNC)共同倡导实施，项目地点位于腾冲市苏江国有林场、界头镇、猴桥镇和曲石镇，总面积 8512.5 亩，开发期为 2005 年 4 月至 2007 年 12 月，计量期为 2007 年 6 月至 2037 年 5 月，共计 30 年。项目总投资 350 万元，资金主要来源于云南省林业厅和保护国际(CI)等[13]。自 2005 年启动以来，项目在生态修复和碳汇效益方面取得了显著成果，为社区和社会经济发展贡献了重要作用。项目在 30 年的计入期内预计产生 151971 吨二氧化碳当量

的核证碳减排量，通过营造 467.6 公顷高质量森林，项目有效抑制了外来入侵物种紫荆泽兰的扩散，同时为珍稀濒危动植物提供了适宜生境，显著改善了高黎贡山周边的生态环境[14]。2012 年，项目以每吨 10 美元的价格成功在美国碳汇市场出售 5 万吨二氧化碳减排量，获得 50 万美元的收入[13]，为项目带来直接的经济收益，同时为国际碳交易市场提供成功范例。

3.1.2. 元谋县“光伏 + 碳汇”项目

元谋县光伏电站碳足迹自愿减排交易项目是全国首单“光伏 + 碳汇”全生命周期交易案例，于 2025 年 1 月 21 日成功签约。近年来，元谋县通过大规模造林和科学管护，森林覆盖率提升至 51.5%，累计造林面积达 39.7 万亩。同时，元谋县作为光伏资源富集区，2024 年新增光伏装机 187.7 万千瓦，但光伏全生命周期碳排放问题亟待解决。在此背景下，元谋县抓住林业碳汇开发模式创新试点县的机遇，促成此次交易。

项目的 704 公顷人工林碳汇由元谋县 4 个乡镇 21 个村民小组提供，华能新能源、三峡云能发电、元谋晶科电力三家光伏企业购买碳汇量 9257 吨，交易金额达 88.13 万元。此外，楚雄州碳汇研究院负责采用卫星遥感与地面样地抽样相结合的监测技术为项目提供了技术支持，碳汇量核算精度达 90%。交易活动为光伏企业提供了碳抵消的解决方案，帮助其实现全生命周期的“零碳电力”。在项目实施区，近几年来水土流失减少了 70%，空气质量优良率保持 100%，森林覆盖率提升至 51.5%，生态修复成效显著。此外项目也带来经济效益，参与项目的村民小组得分 53.88 万元，户均增收数千元，企业通过碳抵消提升 ESG 评级，实现乡镇、村委会、村民小组及林农“四方共赢”，增强基层治理凝聚力，为生态产品价值实现机制创新提供示范效应。⁵

3.2. 多主体协作与资源优势整合

腾冲小规模再造林景观恢复项目和元谋县光伏电站碳足迹自愿减排交易项目都是以多主体协作进行的碳汇项目，腾冲项目的实施主体主要有苏江林、当地社区、政府部门和其他非政府组织，苏江林场作为项目的主要实施主体，承担着项目实施的核心责任；元谋项目的实施主体主要包括当地政府、村民小组和技术支持机构，政府是该项目实施的核心主体。这种协作模式突破以前造林项目中完全由政府或者企业主导的局面。

多主体协作的模式对林业碳汇项目的实施的推动作用主要体现于对资源的整合以实现各主体之间的优势互补。通过资源整合与优势互补，多主体协作模式有力推动了林业碳汇项目实施。在腾冲小规模再造林景观恢复项目中，苏江林场凭借丰富的林业经验和专业技术，承担林地管理和碳汇监测工作，采用科学造林方式，预计 20 年项目期内产生约 10 万吨碳汇，保证项目专业性、降低项目风险的同时，保障项目的顺利推进。当地社区居民通过提供土地和劳动力参与项目，与林场签订土地使用合同，无偿提供土地，并参与整地、挖穴等劳动获取报酬。为保证项目实施，云南省林业厅成立“森林碳汇工作领导小组”，提供政策和技术支持，协调资源；腾冲市林业局负责项目监管，确保合规实施，增强项目可信度和市场认可度。非政府组织如保护国际和大自然保护协会提供技术指导和第三方核查服务，确保项目科学性和真实性。3M 公司等企业则提供资金支持，保障项目顺利开展。这种多主体协作模式整合各方优势资源，共同促进了碳汇项目的实施[14]。

在元谋县光伏电站碳足迹自愿减排交易项目中，政府的主导作用尤为突出。当地政府为项目实施提供政策引导和财政支持，通过制定详细实施方案，简化审批流程，有效降低项目风险。同时，政府提供财政补贴支持造林和监测技术研发，为项目实施提供资金保障。此外，村民小组作为碳汇的直接提供者，

⁵参见元谋县人民政府：《元谋县用“含绿量”提升“含金量”》，<http://www.yncxym.gov.cn/info/1040/62760.htm>。

通过“造林-管护-收益”模式参与项目，分享碳汇收益。项目收益按照村民小组 60%、村委会 20%、乡镇 20%的比例进行分配⁶，保障了直接参与者的经济利益，提升了村民参与意愿。村民小组每年通过碳汇交易可获得约 120 万元收益，其中 72 万元用于社区建设和发展，显著改善了社区基础设施和公共服务。在项目的碳汇监测与核算方面，楚雄州碳汇研究院通过卫星遥感与地面样地抽样相结合的技术进行，确保碳汇量核算精度达 95%以上。

3.3. 不同协作模式的效益差异分析

多主体协作的模式虽然有利于资源的整合，但项目中核心主体的不同却造成项目实施效果的差异。腾冲项目以苏江林场为主导，并与第三方组织组成项目开发团队，包括大自然保护协会、保护国际组成专家团队等，林场在项目实施和收益分配中占据主导地位。这种模式的优势在于林场具备较强的专业能力，能够保障项目的专业实施。项目开发团队中的大自然保护协会是中国最早从事林业碳汇开发的机构，曾开发过全球第一个基于 CDM A/R 的退化土地造林方法学，开发出全球第一个在 CDM 注册的林业碳汇项目，项目成员都参与过项目培训和野外工作，对项目的开发和执行有丰富的经验，确保了项目的顺利推进[14]。但是项目执行过程中也遇到一些问题。土地权属不明确导致社区居民在土地所有权方面纠纷不断，增加了项目的执行风险和成本。林场主导的实施模式下，项目规定 90%归苏江林场，10%划分给土地所有者[14]，界头镇周家坡村磨盘石村民小组的李升华在 2006 年参与项目后，每年投入的管护费用约为 2000 元，但在 2012 年仅获得 2150.4 元的碳汇收益，与林场的收益差距较大。这种利益分配不均可能导致社区居民对项目的长期支持度下降，影响项目的可持续发展。这种现象反映了目前我国林业碳汇预期收益权的法律属性模糊的问题，一些学者指出，碳汇权从森林资源所有权中剥离后，由于农户在项目实施中处于谈判弱势地位，其归属常常缺乏清晰的法律界定[1]，这种模式虽然具有一定实施效率，但如果注重分配公平性，则可能受到可持续性的挑战。

元谋县项目由政府主导，通过政策引导、财政支持和制度建设，推动项目实施。这种模式的优势在于政府能够有效整合资源，推动项目的整体进展。此外，村民小组在收益分配中占比较高，收益分配机制按照村民小组 60%、村委会 20%、乡镇 20%的比例进行分配，保障了直接参与者的经济利益。“政府主导”虽然在政策上保证了土地所有者的利益，但是相关的研究表明，林业碳汇项目开发涉及复杂的方法学应用、监测、报告与核查(MRV)体系，这些环节专业性强、成本高昂，地方政府和社区往往缺乏相关能力和资源，必须依赖外部技术支持机构[15]，因而技术机构的意愿也将限制着项目的实施，这种模式具有较强的外部依赖性，使得项目的长期稳定运行存在不确定性。

以林场为主导的腾冲模式和以政府为主导的元谋模式各有优劣，腾冲的“林场主导”模式在专业能力上更能保障项目的实施，元谋的“政府主导”模式在利益分配上更能保障土地所有者的利益，从而促进社区的参与。两种模式均存在不足，如利益分配不均、监测成本高等问题。

4. 碳汇项目全流程中经济价值实现的制约机理分析

碳汇经济价值实现的过程即是森林的自然固碳功能转化为可量化、可交易的市场化碳信用产品[4]。在这过程中涉及技术、政策、市场及管理等多方面的协同推进，通过标准化方法学将自然碳汇转化为可交易的资产，并依托完善的监测、核证及交易体系实现生态效益的经济价值转化。碳汇经济价值的实现需要历经项目开发、运营维护与市场交易全周期，受制于成本投入、市场成熟度及收益模式创新的三重约束。

⁶参见楚雄日报：《全国首单光伏电站碳足迹 自愿减排交易在元谋完成》，<https://www.cxz.gov.cn/info/1026/56224.htm>。

4.1. 成本沉没与规模悖论：开发运营的资本约束

4.1.1. 全周期成本分解与资金压力

由于林业碳汇项目具有“长周期”、“高投入”的特点，项目普遍需要 15 年以上的时间才能回本，同时，资金压力的缓解又高度依赖规模化开发形成的边际成本递减效应。云南腾冲“小型”再造林项目实际造林面积达 467.7 公顷，覆盖 3 个乡镇、5 个行政村及 1 个国有林场，元谋县的造林规模则涉及 4 个乡镇 21 个村民小组共计 704 公顷⁷，发现两个项目均具有规模化开发的特点，且更大规模化的开发使得单位面积成本降低。所形成的规模经济源于降低边际成本的考量。规模化的开发一是可分摊技术咨询、MRV 体系等固定成本，二是可有效地提升机械化作业效率，三是提高政府补贴资金利用效率，使得单位面积补贴流失率下降。规模化运营已成为破解林业碳汇项目经济可行性的关键路径，这是一个通过要素投入的集约化重构，实现边际成本曲线右下方移动的经济优化过程。

4.1.2. 时间贴现效应与土地机会成本

在云南省腾冲市的小规模再造林景观恢复项目中，其全周期长达 30 年，易出现两种价值损耗问题。一是由于项目周期过长，资金的时间贴现效应导致项目末期的收益现值大幅缩水，使得投资回报率远低于预期。再者，土地机会成本问题也较为突出。项目区内有相当比例的地块处于城镇扩展边界内，这些土地在项目实施过程中可能因政府的交通基建需求而被调整用途，进而导致碳汇量核证的减少。这种长周期的林业碳汇项目与地方政府短期 GDP 导向之间存在冲突，可能抑制企业的投资意愿，阻碍项目的持续发展。林业碳汇项目的长回报周期特性与企业常规的投资回报预期之间存在显著矛盾，这进一步制约了行业的投资意愿。

4.2. 市场失灵与价格震荡：交易环节的价值耗散

4.2.1. 交易体系碎片化与流动性不足

我国碳汇交易市场包括强制配额市场(CEA)、国家核证自愿减排市场(CCER)与国际核证减排市场(VCS)，它们是三个相互独立的体系，相互之间存在制度壁垒，导致碳汇产品难以跨市场流通[15]。云南腾冲再造林项目受先前国内 CCER 市场暂停备案的限制，其碳汇产品被迫通过国际 VCS 机制进行交易。然而，这样的单一路径依赖会使得项目暴露于双重外部风险，汇率波动可能引致价值折损，2012 年该项目以 10 美元/吨的价格达成交易，2012 年之时，美元兑换人民币的汇率为 6.3125，而 2013 年、2014 年的汇率分别为 6.1932 和 6.1428，汇率的下降使得碳汇经济价值减损；另外地缘政治冲击加剧市场准入条件的不确定性，如欧盟碳边境调节机制(CBAM)对发展中国家碳汇产品的歧视性认证标准，这也会进一步加剧交易摩擦成本。

4.2.2. 碳汇交易价格不稳定

碳定价机制会受到许多内部和外部因素的影响，如全球经济的起伏、气候政策的不断变化，还有能源结构转型的推进速度等等。2012 年腾冲市小型再造林项目在美国碳市场实现 5 万吨 CO₂当量交易，参照中国人民银行公布的年度中间汇率(USD/CNY=6.3125)，单位减排量价格为 63.125 元/吨，而元谋县光伏电站配套林业碳汇项目在自愿减排市场达成交易时，单位减排量的价格为 95.45 元/吨。⁸两项目虽同处云南省域，但单位碳汇价格差异幅度却达 51.35%之多，这种非理性价差现象体现了碳市场定价机制存在

⁷参见腾冲市人民政府：《保山市生态环境局腾冲分局关于腾冲市林业碳汇工作推进情况、存在的困难问题及有关倡议》，<https://www.tengchong.gov.cn/info/1014/5414863.htm>。

⁸参见元谋县人民政府：《元谋县用“含绿量”提升“含金量”》，<http://www.yncxym.gov.cn/info/1040/62760.htm>。

结构性缺陷, 市场价格失稳已成为制约生态产品价值实现的关键制度瓶颈。这种价格的差距与不稳定也反映了目前我国国内碳市场所存在的市场分割、价格形成机制不完善等问题[15][16]。

4.3. 收益路径单一化: 模式创新的制度困局

4.3.1. “碳汇+”模式探索迟滞

造林碳汇项目的投资回收周期长, 要是想在短期内回本, 主要依靠提前售卖碳汇, 以及多开发些相关的收益渠道; 而从长远来看, 能否获得资本回报与碳市场以及政策的稳定息息相关。目前, 已有的“碳汇+产业”协同发展的创新做法将碳汇资产和当地特色产业结合起来, 这样一来, 项目从开始到结束整个过程中的收益, 就会稳定不少。云南省的腾冲市和元谋县的碳汇项目都存在生态效益转化成经济效益的效果在一定程度上有所欠缺的问题, 即使两个项目都达到了基准线要求, 都能进入碳汇交易市场, 然而这样的收益来源过于单一, 既没有开发林下经济、生态旅游等项目, 也欠缺进一步挖掘生态服务的价值。单一的收益结构, 不利于缩短项目投资回收的时间。造成这个问题的重要原因, 一方面是目前国家备案的 CCER 林业碳汇方法学主要关注纯粹的碳汇功能, 对林下经济、生态旅游等可能影响碳储量计量准确性的经营活动有严格限制[15]; 另一方面, 林业项目本身投资回收周期长、风险高, 而碳汇收益又具有不确定性, 导致社会资本对开发此类“碳汇+”复合型项目的意愿不强。

4.3.2. 利益分配机制的普惠性缺失

由于协同机制和多元收益模式的探索不足, 社区参与程度有限, 使得利益分配系统不能够有效关照到社区居民。腾冲碳汇项目的收益分配机制呈现出显著的“管护优先”结构性特征, 苏江林场作为项目实施主体, 获取 90% 的碳汇收益, 这些收益主要用于生态基础设施建设和管护能力提升, 例如修建防火隔离带与生物阻隔网、购置无人机巡护系统、红外监测设备等智能化管护工具等。这种资金配置模式在客观上降低了火灾、病虫害等生态风险, 项目运行期间也的确未发生过重大生态安全事故, 但同时, 也造成了社区经济激励严重不足的问题。直接提供土地资源与劳动力支持的社区居民群体, 他们的收益分配比例被压缩至 10%。如果单靠碳汇收入, 这一收入水平是难以覆盖家庭基本生活成本的。加之当地社区居民还需要承担林地管护的连带责任, 影响了社区居民参与项目的积极性, 这种模式不利于该项目经济价值普惠性的实现。利益分配不均背后反映的是项目参与方谈判地位的不对等, 一些研究表明, 有效的利益共享机制依赖于清晰的产权界定和透明的决策程序[16], 因此必须要明确好“谁做什么、谁应该获得什么”, 而且需要一定的外部制度干预, 例如通过政府指南明确收益分配的最低比例原则, 或引入第三方机构对项目的公平性进行评估认证[1]。

5. 优化路径与展望

针对云南省林业碳汇项目经济价值实现全流程的制约因素, 本文提出相关优化建议, 为林业碳汇项目经济价值的进一步实现提供切实可行的路径。

5.1. 开发阶段——解决“钱从哪来、风险谁担”

5.1.1. 政府整合零散资源, 助力项目规模化开发

在林业碳汇项目的开发阶段, 在各个村庄地块各自为政, 信息不通的情形之下, 如何保障项目的规模化开发成了亟待解决的关键难题。以乡镇作为单位来整合林地, 不失为削减开发成本的一个行之有效的办法。乡镇政府发挥统筹协调的作用, 把零零散散的林地, 集中整合为面积达 500 亩以上的碳汇地块, 再由统一去申报项目。例如, 腾冲项目涉及的 5 个村子联合起来, 把总共 467.7 公顷的林地打包用于项目申报, 将省下许多散户单独申报时产生的重复开销, 实实在在地提高项目开发的经济效益。

5.1.2. 推动社区与企业股权合作，增强社区参与

针对“社区参与不足”等问题，可以推动社区与企业股权合作模式，通过清晰的产权界定和股份合作形式，使农户从被动的参与者转变为主动的投资者和收益共享者。产权不清晰、利益联结机制弱是导致社区参与度低、项目可持续性差的核心原因[17]。一些学者指出[16]，一个设计良好的机制必须在项目初期就明确各方的贡献度与对应的收益权，而股权合作制正是将这种贡献度量化并资本化的有效手段。可以由政府或第三方机构对农户林地资源进行评估折股，颁发股权凭证，确保资源能够合理转化为资产。也可以鼓励农户组建林业合作社，以合作社为主体与项目业主谈判，降低单个农户的谈判成本，提升整体议价能力。

5.1.3. 引入绿色金融与社会资本，拓展融资渠道

针对“政府主导”模式下财政压力大、可持续性差的问题，应积极拓展多元化融资渠道，吸引社会资本与绿色金融工具参与，减轻政府负担，提升项目市场化运作水平。龚荣发、张湖川[15][17]等学者指出，政府单一推动容易导致项目后期动力不足，应通过市场化手段增强可持续性。可以通过由地方政府发行专项绿色债券、设立碳汇信托产品吸引社会投资者认购、推广 PPP (政府与社会资本合作)模式等途径来拓展融资渠道。

5.2. 交易阶段——打通“本地销路、多元变现”

5.2.1. 省内配额互济机制

在林业碳汇项目进入交易阶段时，打开本地市场销路，探索多种多样的变现途径，是促使项目向前发展的关键所在。从省内资源互通互助的角度来看，可以考虑专门增设“林业碳汇专场”，要求本省那些需要控制碳排放的企业，按照年度配额的一定比例，来购买本地产出的碳汇，价格可参照全国 CCER (国家核证自愿减排量)的平均价格来定。这样做一方面能够促进本地碳汇的交易活动，让碳汇资源流动起来；另一方面，还能在一定程度上稳住碳汇价格，不至于出现大幅波动，这对于本地碳汇项目的开发者而言，就相当于有了一条稳定可靠的销售渠道。

5.2.2. 社会化认购渠道拓展

拓宽碳汇交易的渠道，除了考虑有减排需求的企业以外，还可以探索个人认购碳汇的渠道[18]。如开展个人认购一棵树一年的碳汇量的活动，认购成功后，还能拿到电子证书，并且享受景区门票的折扣优惠。可以借鉴“碳汇 + 旅游”的成功经验，把碳汇交易和旅游消费融合在一起。通过碳汇社会化认购一方面能让公众更加了解碳汇项目，吸引更多人参与进来；另一方面，借由旅游消费，还能带动地方经济发展，给碳汇项目找到了多元化的变现方式，让碳汇资源在经济层面发挥出更大价值。

5.3. 收益阶段——做到“村民分钱、生态生钱”

鼓励在碳汇林地中发展中药材、食用菌种植、生态养殖等林下经济，缩短投资回报周期，提升项目综合收益[17]。林下经济通过在林地中开展林下种植、养殖等活动，实现土地资源的多层次利用，可以产生额外的经济效益。在林下种植中药材、食用菌，或者养殖家禽、家畜等方式不仅能够增加项目的短期收益，另一方面，多种收益来源加在一起，能够弥补林业碳汇项目长期收益来得慢的问题，缩短项目回本的时间，提高经济效益和可持续发展能力。

5.4. 法律规制与刑事风险防控：构建碳汇项目的刑法合规机制

在项目开发、核证、交易、分配各环节引入法律与合规审查，防止土地侵占、数据造假、收益挪用等风险，保障项目合法合规运行。

5.4.1. 各阶段的犯罪风险

首先,在项目开发阶段可能产生在项目未经政府机关批准情况下私自占用土地、滥砍滥伐和伪造森林面积,因而违反《刑法》第342条(非法占用农用地罪)和第345条(滥伐林木罪)。其次,在项目交易阶段也存在经济等犯罪的可能性。根据我国刑法第229条(提供虚假证明文件罪)的规定,如果虚报碳汇量、伪造监测数据,极有可能构成此罪。再进一步,如果再利用伪造文件骗取政府补贴或交易收入,将可能构成第266条(诈骗罪)。另外,当前我国排放权交易市场处于起步阶段,监管体制尚未成熟,一些不法人员会利用市场的不成熟进行洗钱、非法商业行为或市场操纵等犯罪活动。最后,收益阶段涉及多个利益相关方,包括政府、企业、乡村社区和农民,应当加强利益分配的监督。实践中,一些人员可能利用权力挪用公款、甚至实施贪污等犯罪行为,可能构成我国《刑法》第384条(挪用公款罪)、第382条(贪污罪)和第271条(职务侵占罪)等犯罪。如果项目管理不善导致环境破坏,例如森林火灾或病虫害蔓延,责任人可能会因造成严重事故或忽视环境监管职责而受到刑事起诉。

5.4.2. 各阶段犯罪风险的防范

首先在开发阶段,涉及的各项可能涉及的刑事犯罪,应联合司法行政部门的林业机关对项目的合法性进行审查,还应对森林所有权和使用权等证明性材料进行核实,同时保障所涉及的村民集体以及村民个人的利益。在一定条件之下,可制定“碳汇项目的刑事风险清单”向有关人员发布,起到预防犯罪的作用。

其次,在项目的交易阶段,应尤为注意森林的开发和使用。我国设立碳排放权制度,是基于国家对于生态环境保护的政策目的[19]。因而,在交易阶段应加强森林的保护,以实现长远持续的经济开发。所以,应针对本项目设立大数据刑事核查体系,对于碳封存、监测报告和第三方报告进行严格的核查,同时引进第三方机构的反洗钱机制,避免这一新兴平台陷入洗钱陷阱。

最后,在项目的收益阶段,需加强利益分配机制中可能存在的犯罪行为。对这一类犯罪行为应在企业内成立专业的机构,或者利用相关部门加强反腐建设。此外,为保护村集体和村民个人等的利益,同时保障企业持续健康经营,应建设“碳汇生态损害刑事赔偿机制”,以便村集体和村民等利益损害时,能及时向企业请求赔偿,有必要时可对相关责任人员和部门提起诉讼。

需要注意的是,森林碳汇项目以“碳排放权”为交易基础,在我国目前的立法中,仅有一部行政法规以及一些部门规章对“碳排放权”进行法律规定[20]。对于这一问题,首先应当明晰的是碳排放权的性质。有的学者认为应从应对气候变化治理制度的宏观视角下将其视作“公权”,也有的学者以“碳排放权”的经济性和可转让性,将其看作准物权和发展权[21]。可见,也即当前我国对于“碳排放权”的法律定位尚不清楚。由此,基于“碳排放权”产生的各种权利的界定难以清晰,存在模糊。为保障全国碳市场的健康发展,建议以立法的形式对碳排放权以及在其基础上衍生的各类产权进行法律一级的立法和解释。

参考文献

- [1] 杨博文. “生态”何以“富农”: “双碳”目标下林业碳汇产品价值化规范的理路[J]. 青海社会科学, 2023(5): 37-45.
- [2] 黄宰胜, 陈钦. 林业碳汇经济价值评价及其影响因素分析——基于碳控排企业支付意愿的调查[J]. 统计与信息论坛, 2017, 32(6): 113-121.
- [3] 张吉统, 麦强盛. 云南省森林碳汇经济价值评估研究[J]. 绿色科技, 2022, 24(17): 264-268.
- [4] 郝晓琳. 西藏林业碳汇经济价值评估和开发对策研究[J]. 产业创新研究, 2024(14): 54-56.
- [5] 李微, 陈湘. 重点国有林区林业碳汇经济价值实现路径研究[J]. 林业经济问题, 2023, 43(4): 359-368.
- [6] 官波, 施择, 宁平. 云南森林碳汇制度发展研究[J]. 学术探索, 2012(11): 81-83.
- [7] 吴家琛. 云南省林业碳汇项目发展潜力分析[J]. 现代农业科技, 2013(8): 144-145.

-
- [8] 梁瑄, 李春波. 云南省森林碳汇现状与潜力分析[J]. 中国农学通报, 2023, 39(30): 47-53.
- [9] 刘兴良, 刘杉, 包维楷, 等. 西南地区森林生态安全屏障构建途径与对策[J]. 陆地生态系统与保护学报, 2022, 2(5): 84-94.
- [10] 姜霞, 黄祖辉. 经济新常态下中国林业碳汇潜力分析[J]. 中国农村经济, 2016(11): 57-67.
- [11] 徐新良, 曹明奎. 森林生物量遥感估算与应用分析[J]. 地球信息科学, 2006(4): 122-128.
- [12] 张娟, 陈钦. 森林碳汇经济价值评估研究——以福建省为例[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2021, 43(5): 121-128.
- [13] 段毅. 林业碳汇云南从青山到“金山”的变现实践[N]. 云南日报, 2023-02-09(005).
- [14] 吕植, 主编. 中国森林碳汇实践与低碳发展[M]. 北京: 北京大学出版社, 2014.
- [15] 张湖川, 师远, 李南林. 我国林业碳汇项目发展现状、问题与建议[J]. 福建林业科技, 2023, 50(4): 135-140.
- [16] 芮晓东, 杨红强, 聂影. 林业碳汇项目的利益共享机制: 基于利益来源与分配的研究综述[J]. 林业经济, 2017, 39(12): 72-79.
- [17] 龚荣发, 曾维忠. 政府推动背景下森林碳汇项目农户参与的制约因素研究[J]. 资源科学, 2018, 40(5): 1073-1083.
- [18] 郭晴, 黄雅屏. “双碳”目标下“认购碳汇”司法适用的困境与完善[J]. 湿地科学与管理, 2024, 20(3): 88-91, 96.
- [19] 李剑. 论碳排放权的公法属性[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版), 2025, 27(1): 52-62.
- [20] 倪受彬. 碳排放权权利属性论——兼谈中国碳市场交易规则的完善[J]. 政治与法律, 2022(2): 2-14.
- [21] 田丹宇. 我国碳排放权的法律属性及制度检视[J]. 中国政法大学学报, 2018(3): 75-88, 207.