

林业碳汇空间占用补偿机制实践分析

——以元谋县试点为例

段映丞, 张伟*, 陈云刚

楚雄州森林和草原资源监测站(楚雄州碳汇研究院), 云南 楚雄 675000

DOI:10.61369/EAE.2026010009

摘 要 : 在全球气候变化应对与“双碳”目标推进的背景下, 森林碳汇功能的保护与增强成为关键路径。然而, 林地占用导致的碳汇能力损失, 难以通过传统生态补偿机制弥补。本文以云南省元谋县林业碳汇空间占用补偿机制试点为研究对象, 基于习近平生态文明思想和碳达峰碳中和战略要求, 整合试点政策文件与第一批碳汇量核算实证数据, 系统分析试点政策依据、技术路线与实践路径。研究表明, 元谋县通过“政府引导+市场运作+主体参与”模式, 构建“碳汇储备-空间占用-补偿核销”闭环机制, 创新“抵消+购买”补偿方式与动态定价机制, 首批321.7011hm²碳汇林3年碳汇量2471.275tCO₂e实现收储核算及交易, 既保障了生态产品价值实现, 又为同类生态脆弱地区开展类似实践提供了可复制的经验和参考。

关 键 词 : 林业碳汇; 空间占用补偿机制; 生态产品价值; 碳汇核算

Practical Analysis of the Spatial Occupancy Compensation Mechanism for Forest Carbon Sinks —A Case Study of the Yuanmou County Pilot Program

Duan Yingcheng, Zhang Wei*, Chen Yungang

Chuxiong Forest and Grassland Resources Monitoring Station/Chuxiong Prefecture Carbon Sink Research Institute,
Chuxiong, Yunnan 675000

Abstract : Against the backdrop of global climate change mitigation and the advancement of the dual carbon goals, protecting and enhancing forest carbon sink functions has become a critical pathway. However, the loss of carbon sink capacity resulting from forest land occupation is difficult to compensate through traditional ecological compensation mechanisms. This paper examines the pilot forest carbon sink spatial occupancy compensation mechanism in Yuanmou County, Yunnan Province. Guided by Xi Jinping's Thought on Ecological Civilization and the strategic requirements for carbon peaking and carbon neutrality, it integrates pilot policy documents with empirical data from the first batch of carbon sink quantity calculations to systematically analyze the policy basis, technical approach, and implementation pathways of the pilot program. The study reveals that Yuanmou County has established a closed-loop mechanism—“carbon sink reserve-spatial occupancy-compensation cancellation”—through a “government guidance + market operation + stakeholder participation” model. It innovates “offset + purchase” compensation methods and dynamic pricing mechanisms. The first batch of 321.7011 hectares of carbon sink forests achieved storage accounting and trading for 2,471.275 tCO₂e of carbon sinks over three years. This approach not only ensures the realization of ecological product value but also provides replicable experience and reference for similar practices in other ecologically fragile regions.

Keywords : forest carbon sinks; spatial occupancy compensation mechanism; ecological product value; carbon sink accounting

全球气候变化下, 碳达峰碳中和成为重要战略导向, 中国明确“2030年前碳达峰、2060年前碳中和”目标, 要求建立体现碳汇价值的生态保护补偿机制, 林业碳汇是破解生态保护与经济发展矛盾的关键路径。刘海燕等^[1]指出CCER备案暂停导致项目备案占比仅2%, 市场“有价无市”凸显行政补偿与市场激励需并轨; 秦国伟等^[2]强调产权、标准、金融分割是释放碳汇潜力最大瓶颈; 金鑫等^[3]率先将“空间占用补偿”理念引入林业碳汇治理, 提出以碳汇价值为基准、以指标交易为通道的“损失—补偿—核销—交易”闭环机

作者简介: 段映丞(1996.12-), 男, 汉族, 云南昆明人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 林草湿资源监测、碳汇资源监测。

通讯作者: 张伟(1991.03-), 男, 汉族, 云南昆明人, 本科, 工程师, 研究方向: 林草湿资源监测、碳汇资源监测。

制，为缓解建设用地刚性需求与森林碳汇刚性损失之间的结构性矛盾提供了制度原型；然而，该机制仍停留在政府主导、行政配给的“单轨”层面，缺乏具体实践。元谋县作为金沙江干热河谷核心区域，经数十年生态治理，2025年森林覆盖率从1985年历史最低点5.2%提升至31.80%，碳储量达146.51万吨，且作为云南林业碳汇创新试点县，率先探索空间占用补偿机制，目前已完成3个乡镇13个地块（总面积321.7011hm²）3年期2471.275tCO_{2e}碳汇收储核算及交易。本文采用多学科研究方法，依托政策、标准及试点数据，按“理论梳理→政策解析→数据整合→效果分析→价值总结→优化建议”展开研究，旨在丰富生态产品价值实现理论体系，验证补偿机制实操性，为干热河谷生态保护及全国相关实践提供可复制的“元谋经验”。

一、林业碳汇空间占用补偿机制的技术路线

试点依据生态产品价值理论、利益相关者理论、生态补偿理论等，基于“谁开发、谁保护；谁破坏、谁恢复；谁受益、谁补偿”的原则，通过“抵消+购买”的经济手段，实现生态损害的足额补偿^[4]。遵循“碳汇储备核算→空间占用申请→碳损失测算→补偿方式选择→指标核销→占补平衡”的核心逻辑，具体流程如下：

（1）前期碳汇收储。碳汇开发公司对林权所有者提供的意向地块，依据《温室气体自愿减排项目方法学造林碳汇》（CCER—14—001—V01）（以下简称“CCER方法学”）进行开发可行性评估。对符合方法学要求的林地，签订合作意向书，通过联合开发或出资购买方式收储碳汇林中和期内总碳汇量。元谋县林业碳汇空间占用补偿机制试点第一批碳汇林面积321.7011hm²，造林树种为台湾相思、印度黄檀和余甘子，中和期3年产生碳汇量2471.275tCO_{2e}^[5]。

（2）碳损失测算及告知。建设项目使用林地申报时，县林业和草原局依据《建设项目使用林地可行性报告》及CCER方法学测算碳汇损失量，并告知林业碳汇空间占用者^[6]。

（3）补偿方式选择。根据碳损失测算结果，由林业碳汇空间占用者自愿选择补偿方式完成碳汇补充。

（4）交易与核销。碳汇开发公司开发交易小程序，实现碳汇项目信息公开、便捷交易、证书发放、电子发票等功能，动态展示储备碳汇量与交易情况，完成指标交易与核销，确保区域林业碳汇总量不减少^[7]。

（5）后续监测与风险管理。中和期满后对碳汇林进行监测核算，对未完成指标提出解决方案。

二、元谋县林业碳汇空间占用补偿机制试点实践路径

（一）试点政策核心定位

元谋县试点以提升森林生态系统碳汇能力和促进生态产品价值实现为主线，立足干热河谷生态屏障区位特点，核心定位体现在三个维度：

（1）区位适配性：针对干热河谷生态脆弱、造林成本高的特点，选择人工造林3年以上的台湾相思、印度黄檀、余甘子等耐旱

耐瘠树种进行收储，在实现林业碳汇空间占补平衡的同时，建立健全管护措施，形成长效激励机制，不断巩固生态治理成果^[8]。

（2）模式创新性：融合政府监管与市场交易，构建“碳汇储备—占用补偿—指标核销”的闭环体系，碳汇林通过“联合开发+出资购买”模式收储，验证了林业碳汇空间占用补偿机制的可行性^[9]。

（3）价值导向性：推动林业碳汇从“生态公共品”向“经济商品”转化，实现生态效益与经济效益双赢。

（二）碳汇储备体系构建

试点明确元谋县国有资产投资控股集团有限公司为碳汇储备主体，构建“多元供给+规范开发+市场化交易”的碳汇储备体系（表1）。

表1 碳汇储备体系构建操作流程

环节	操作内容	责任主体	核心要求
地块选择	对林权所有者提供的造林地块进行符合性评价	县国有资产投资控股集团有限公司	选址3个乡镇13个村民小组，土壤为紫色土，属中山紫色土立地类型，符合金沙江水系生态保护要求
碳计量监测	委托第三方机构测算预开发地块碳汇量	县国有资产投资控股集团有限公司	由云南省农业科学院国际农业研究所、楚雄州碳汇研究院联合出具“碳计量核算报告”，采用16项标准核算
协议签订	基于测算结果签订碳汇开发协议	县国有资产投资控股集团有限公司、林权所有者（集体）	明确权利义务，集体林权所有者参与利益分配
审核公示	项目合法性、合规性审核及公示	县生态环境局、县林业和草原局	公示覆盖乡镇、村委会、村民小组，公示无异议后入库
入库交易	项目上架至“碳惠元谋”小程序	县国有资产投资控股集团有限公司	公开地块的造林树种、面积、碳汇总量、交易价格等信息
后期监测	交易期满后开展碳汇量复核	县国有资产投资控股集团有限公司、林权所有者	按3年周期开展监测，对比实测值与核算值，确保指标达标

(三) 空间占用补偿方式

补偿以“碳汇量”为核算单位，补偿方式采用“抵消+购买”的组合方式，林业碳汇空间占用者可根据条件自由选择补偿方式。

(1) 抵消。林业碳汇空间占用者持元谋县境内合法有效的碳汇票证（如碳票、绿电绿证等），最高可抵消应补偿碳汇量的80%，剩余20%需通过购买补足。

(2) 购买。抵消后的剩余碳汇量，占用者通过“碳’惠’元谋”小程序购买等额碳汇量。交易单价采用市场化动态定价，交易价格按全国碳排放权交易网前一日平均交易价格×30%为当天交易价格^[10]。

(四) 空间占用补偿机制实施流程

元谋县林业碳汇空间占用补偿机制实施流程（图1），核心可分为“收储”+“交易”两部分，整个流程可分解为并行的“碳汇储备”与“占用补偿”两条主线，最终通过统一的数字化平台（“碳’惠’元谋”小程序）实现交汇与闭环管理。

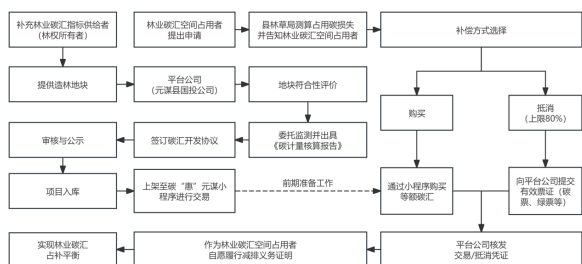


图1 元谋县林业碳汇空间占用补偿机制实施流程图

(五) 保障措施

(1) 组织保障。成立由县政府牵头，多部门组成试点工作领导小组，统筹协调碳汇储备、核算、交易全流程。

(2) 技术保障。组建由云南省农业科学院国际农业研究所、楚雄州碳汇研究院组成的技术支撑团队，建立碳汇数据动态更新机制。

(3) 监督保障。所有补偿活动通过“碳’惠’元谋”小程序公开进行，对收储碳汇林实行禁伐令，建立“遥感监测+地面巡查+公众举报”的多元监督网络。

三、元谋县试点的创新价值与实践启示

(一) 创新价值

(1) 模式创新。首次在县级层面将“碳汇空间”作为可占用、需补偿的稀缺资源进行制度化定价，使生态成本显性化。构建“政府引导+平台运作+集体参与”的市场化补偿模式，从“行政补偿”向“市场补偿”转型。碳汇林通过集体林权合作开发，破解了传统生态补偿“政府单一投入”的困境，使2471.275tCO_{2e}碳汇量实现生态产品价值量化。

(2) 机制创新。首创林业碳汇空间占用补偿机制。该机制的

核心创新在于，将因占用林地而损失的碳汇能力，量化为可交易的碳汇指标，并倡导占用主体自愿通过“先补后占、占一补一”的方式进行等量置换。该实践为县域尺度上破解林业碳汇保护与经济发展用地矛盾提供了宝贵的“基层样本”。

(3) 技术创新。开发“碳’惠’元谋”小程序，该程序不仅是交易工具，更是核心的治理界面，它将信息公开（项目地点、权属、碳汇量）、流程执行（在线交易、证书生成）、行政监管（数据留痕、资金透明）和公众参与（信息可查）等功能集成于一体，实现了治理过程的透明化、流程化和可追溯性，极大地降低了制度运行的成本，提升了公信力，实现碳汇核算、交易、核销全流程线上化。

(4) 激励机制创新。机制通过“资源变资产、资产变资本”的逻辑激励林农参与。核心在于将林木的碳汇功能转化为可交易的碳汇指标，并通过平台公司实现变现，平台公司承担前期碳计量成本和部分开发风险，降低了林农的参与门槛。同时明确集体林权所有者在碳汇开发中的收益权，村民小组通过碳汇交易获得经济回报，实现“生态保护→碳汇增值→集体受益”的良性循环。

(二) 实践启示

(1) 政策衔接是前提。碳汇补偿机制需紧密衔接国家双碳政策、林地管理法规和碳汇计量标准，确保成果的合规性与权威性。

(2) 技术适配是核心。针对区域特有树种和立地条件，优化碳计量方法，元谋县对小众树种的模型适配经验，为同类地区提供了技术参考。

(3) 市场驱动是关键。通过市场化定价和交易机制，激发各方参与积极性，第一批碳汇储备的潜在经济价值，验证了市场驱动的可行性。

(4) 主体协同是保障：明确各方权责，构建协同共治的利益联结机制，确保机制长效运行。

四、结论与讨论

元谋县林业碳汇空间占用补偿机制是一次颇具前瞻性的政策创新，其核心价值在于在县域尺度上，设计并实践了一套“可测量、可报告、可交易、可补偿”的生态占补平衡机制。本研究立足于金沙江干热河谷生态屏障的区位特征，以习近平生态文明思想为指导，构建“碳汇储备-空间占用-补偿核销”的闭环机制，创新“抵消+购买”的补偿方式和市场化动态定价机制，并取得了显著成效。首批321.7011hm²碳汇林3年碳汇量2471.275tCO_{2e}实现收储核算入库交易的实践，验证了机制的实操性与科学性，实现了生态保护与经济发展的协同推进。研究表明，通过政府引导、市场运作、集体参与的创新模式，能够有效破解生态产品价值实现的难题，将抽象的生态服务转化为具象的

资产和交易载体，实现生态效益、经济效益和社会效益的协同增效，为同类生态脆弱地区的绿色发展提供了可复制的路径和模式参考。未来，随着技术标准的完善、交易市场的拓宽和利益联结

机制的健全，林业碳汇空间占用补偿机制将成为推动双碳目标实现、促进生态产品价值变现的重要制度创新。

参考文献

- [1] 刘海燕, 郑爽, 孙艺珈, 于胜民. 基于塞罕坝 CCER 项目视角的林业碳汇市场发展问题及对策 [J]. 气候变化研究进展, 2023, 19 (03): 381-388.
- [2] 秦国伟, 田明华. “双碳”目标下林业碳汇的发展机遇及实施路径 [J]. 行政管理改革, 2022, (01): 45-54.
- [3] 金鑫, 林涛, 赵雅曼, 邹朝晖. “双碳”目标下林业碳汇空间占用补偿机制研究 [J]. 中国国土资源经济, 2025, 38 (04): 31-40.
- [4] 王金南, 蒋洪强. 生态补偿机制与政策设计 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2020.
- [5] 云南省农业科学院热区生态农业研究所, 楚雄彝族自治州森林和草原资源监测站 (楚雄彝族自治州碳汇研究院). 元谋县林业碳汇空间占用补偿机制试点项目碳汇量核算报告 (第一批) [R]. 楚雄: 云南省农业科学院热区生态农业研究所, 楚雄彝族自治州森林和草原资源监测站 (楚雄彝族自治州碳汇研究院), 2025.
- [6] 肖文发, 朱建华, 曾立雄, 简尊吉, 雷蕾. 森林碳汇助力碳中和的几点认识 [J]. 林业科学, 2023, 59(3): 1-11.
- [7] 徐晋涛, 易媛媛. “双碳”目标与基于自然的解决方案: 森林碳汇的潜力和政策需求 [J]. 农业经济问题, 2022, 43(9): 11-23.
- [8] 曹先磊, 任云鹤, 许赛赛, 吴伟光. “双碳”背景下林业碳汇项目经营不确定性对投资者投资门槛的影响——以4省份林业碳汇项目为例 [J]. 中国农业大学学报, 2023, 28(12): 177-193.
- [9] 盛春光, 朱琦琦, 齐雅萱, 闫琦, 王光玉. VCS 市场运营对中国国家温室气体自愿减排交易市场的启示 [J]. 林业科学, 2022, 58(12): 141-154.
- [10] 盛春光, 刘宗焯, 赵晓晴. 国际核证碳标准林业碳汇项目运行机理、开发现状及经验借鉴 [J]. 世界林业研究, 2023, 36(1): 14-19.