第45卷 第3期
2026年 5月

华 中 农 业 大 学 学 报
Journal of Huazhong Agricultural University

Vol.45 No.3
May 2026,182~195

黎明,秦响玲,朱玉茹,等.碳优先还是生物多样性优先?REDD+与OECMs框架下的策略权衡[J].华中农业大学学报,2026,45(3):182-195.DOI:10.13300/j.cnki.hnlkxb.2026.03.016

# 碳优先还是生物多样性优先?REDD+与OECMs框架下的策略权衡

黎明[1],秦响玲[1],朱玉茹[1],熊文[2]

1.湖北工业大学经济与管理学院,武汉 430068;
2.水环境污染监测先进技术与装备国家工程研究中心,武汉 430068

**摘 要** 减少毁林及森林退化所致排放(reducing emissions from deforestation and forest degradation,REDD+)与其他有效的区域保护措施(other effective area-based conservation measures,OECMs)作为全球生态治理的核心工具,在气候与生物多样性治理制度割裂的情况下面临"碳优先"或"生物多样性优先"的路径争议并影响到气候变化应对与生物多样性保护的生态成效。本文通过系统分析REDD+与OECMs在生物多样性保护工作中的协同基础与理念冲突,揭示REDD+与OECMs在多层次治理中的策略权衡机制,并针对性提出基于NbS(nature-based solutions)核心协调机制的管理框架、碳-生物多样性信用市场构建与全民生态共治机制构建等协同发展路径,以期为国际社会跨公约协同提供科学基础并推动全球生态治理系统整合范式的形成。

**关键词** 气候变化;生物多样性;REDD+;OECMs;策略权衡

**中图分类号** X32 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2026)03-0182-14

生物多样性丧失和气候变化是人类社会面临的最大挑战,迫切需要全球范围内大规模、协调一致的行动予以应对。处理这两大全球危机的战略由《生物多样性公约》与《联合国气候变化框架公约》分别构建[1],但生物多样性保护与气候变化应对之间存在明显的依存关系,寻求两者之间的协同基础成为兼具成本效益的关键路径[2]。随着应对这些挑战的全球政治意愿转化为具体的生物多样性保护和碳中和目标[3],气候与生物多样性治理的制度割裂导致生态修复工作陷入"碳优先"或"生物多样性优先"的路径争议,跨公约的协同机制成为国际社会最大化生态效益的解决方案[4]。

在全球气候治理与生物多样性保护双重危机叠加的背景下,减少毁林及森林退化所致排放(reducing emissions from deforestation and forest degradation,REDD+)与其他有效区域保护措施(other effective area-based conservation measures,OECMs)作为国际气候与生物多样性治理的核心工具,分别以碳汇增益和生态完整性为目标导向,深刻影响着全球生态系统工程建设路径。REDD+机制主要依托强制碳市场实现资金规模化,其项目设计、监测与交易核心均围绕可验证的森林碳汇增量展开,虽部分项目尝试纳入生物多样性考评,但整体仍从属于碳效益目标[5]。而OECMs等其他有效区域保护措施的资金规模通常有限,其绩效评估体系深度聚焦于特定栖息地完整性恢复与物种保护成效,形成了以生物多样性为核心的价值核算机制[6]。2种机制在主导资金渠道、核心估值模型(碳信用vs生态服务价值)及绩效评估标准上均存在结构性差异,这也导致"碳市场"与"生态保护市场"因目标与价值评估差异而彼此隔离,亟需通过跨公约整合机制推进气候变化与生物多样性保护的协同[4]。随着生态保护项目中多目标规划需求凸显,大量项目设计要求在碳固存的基础上兼顾生物多样性保护等生态系统服务[7]。但碳储与生物多样性的协同很大程度上取决于具体生态系统以及重点关注的特定生态系统服务[1],追求

收稿日期:2025-06-24
基金项目:国家社会科学基金项目(13BJY016);教育部人文社会科学研究项目(17YJC790176);国际合作项目(WWFPO3050);湖北商务服务发展中心开放基金重点项目(2017Z001);湖北省社科联思想库项目(HBSXK201612);湖北省教育厅人文社科项目(19Y043);中华环境保护基金会项目(ZXKY20250044);中国服务贸易协会项目(CATIS-PR-260201)
黎明,男,E-mail:dawn123456@163.com.

碳固存和物种保护可能需要差异化的设计方案，这就需要寻求碳效益与生物多样性效益优先性的系统博弈[8]。因此，本文通过分析REDD＋与OECMs在生物多样性保护工作中的理念冲突与协同基础，揭示REDD＋与OECMs在多层次治理中的策略权衡机制，以期为国际社会跨公约协同提供科学路径，从而推动全球生态治理系统整合范式的形成。

## 1　REDD+与OECMs制度设计溯源

### 1.1　REDD+

20世纪末，国际社会已普遍认识到全球森林管理在应对气候变化中的重要作用，但在1992年里约地球峰会、2000年（海牙）和2001年（波恩）的《京都议定书》森林谈判中均未就全球森林协调行动达成一致。直到2005年，巴布亚新几内亚和哥斯达黎加在《联合国气候变化框架公约》（united nations framework convention on climate change，UNFCCC）第11次缔约方大会上联合提出议程项目："减少发展中国家毁林所致排放量：激励行动之方法"[9]，其英文缩写为REDD（图1）。2007年，第二个"D"的含义从"developing countries"（发展中国家）调整为"degradation"（森林退化）；2009年，进一步添加"＋"号，以纳入"森林碳储量的保护、可持续森林管理及森林碳储量的增强"[10]。由此形成的REDD＋机制，其范围涵盖了发展中国家森林碳管理的大部分核心内容，未被包含在REDD＋内的"造林/再造林"活动，则归属于《京都议定书》的清洁发展机制（CDM）及其他碳融资体系。

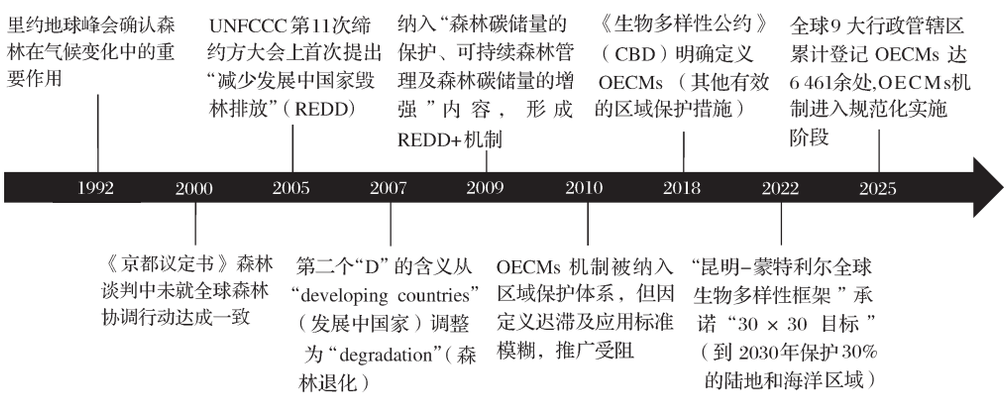



**图1　REDD+与OECMs概念形成与体系发展**

Fig. 1　Concept formation and system development of REDD+ and OECMs

《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）各缔约方将REDD＋视为兼具成本效益的气候解决方案，REDD＋推动发展中国家将毁林率降至基于现状设定的参考基准以下以获取资金补偿。依托庞大的资金支持，REDD＋通过碳货币化机制将森林固碳服务纳入全球气候行动，为热带森林保护及农村社区发展提供了重要的建设途径[11]。但REDD＋的发展并非一片坦途，REDD＋植根于《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）COP13的"巴厘路线图"，其首要目标是鼓励发展中国家的森林管理者维持乃至增加森林碳储量[12]，这也导致部分欠发达区域及国家可能为达成REDD＋目标而过度聚焦高碳森林的保护，单一目标导向的营林设计可能损害生物多样性及其他生态系统服务功能[13]。鉴于REDD＋框架产生的时间较晚，其子计划和项目成效难以在区位广度和时间跨度上全面评估，因此，需要从气候与生物多样保护协同的角度甄别负反馈特性以达成多规划目标的权衡。

### 1.2　OECMs

2022年，《生物多样性公约》缔约方通过的"昆明-蒙特利尔全球生物多样性框架"（Kunming-Montreal global biodiversity framework，KMGBF）承诺：至2030年保护地球30%的陆地和海洋区域[3]，该目标意味着陆地与淡水保护地面积和区域保护投资的大幅增加[14]。其他有效的区域保护措施（OECMs）作为生物多样性保护成效最大化的关键途径，OECMs机制早在2010年已被纳入区域保护体系，但因定义迟滞及应用标准模糊，其推广进程长期受阻[15]。2018年，《生物多样性公约》将OECMs明确定义为"除保护地外，通过特定治理管理方式实现生物多样性长期有效原位保护、并维持相关生态系统功能与服务的地理界定区域"[16]。当前，世界自然保护联盟-世界保护地委员会（IUCN-WCPA）已发布筛选指南，为评估潜在OECMs提供CBD（Convention on Biological Diversity）参考标准，截至2025年6月，全球9大行政管辖区累计登记OECMs达6 461余

处[17]，标志着该机制进入规范化实施阶段（图1）。

OECMs源于《生物多样性公约》（CBD）爱知目标第11条的“其他有效保护措施”概念，旨在突破传统保护地范式，将土著领地和社区管理区纳入保护体系[18]。与保护地强调生物多样性保护的直接措施与管理体系不同，OECMs强调生物多样性原位保护的有效性[19]。根据《OECMs科学和技术建议》，其认定标准包括：（1）该区域未被划定为法定保护地；（2）具备明确的治理与管理机制；（3）能持续实现生物多样性原位保护的长期成效；（4）在保护生物多样性的同时，需支持并尊重相关生态系统功能、文化精神价值及社会经济利益[3]。在保护资金有限的背景下，保护地可通过生态旅游收入、碳市场交易、REDD+项目以及生物多样性投资等途径获取经济收益[20]。然而，欠发达地区的保护地系统因资源匮乏往往难以有效获取这些收益[21]。OECMs框架的提出为实现“30×30目标”提供了重要现实路径，通过大规模扩张保护地网络并确保其保护生物多样性的有效性，但经济可行性上面临严峻挑战。现有研究表明，75%的保护地因资金不足导致管理低效[22]，而在资金匮乏的区域扩大保护地范围，可能进一步稀释管理资源，降低整体保护成效[23]。相比之下，优先提升现有保护地的管理效能，既能促进实现“有效保护与管理”目标，又可通过提质增效获得相近的保育效益[24]。

## 2 REDD+与OECMs核心特征解析

基于自然资产理论的视角，REDD+与OECMs呈现不同的价值逻辑。REDD+深受新古典经济学与环境经济学的影响，其核心在于将森林生态系统中原本复合的碳汇功能剥离出来，通过建立清晰的产权界定与MRV技术体系，将森林的自然资本转化为能够在全球碳市场流通的金融资本，这本质上是一种“自然资本的商品化”，其治理效能高度依赖于碳价格的信号作用与规模化的监测成本分摊。相比之下，OECMs的理论基础更倾向于生态经济学与生态韧性理论。OECMs承认自然资本的多元价值，包括栖息地连通性、物种存续力、文化服务等非市场价值，更为强调自然资本中不可替代的“关键自然资本”。它通过维持生态系统的复杂性与适应性，强调对自然资本的“保有权”而非“交易权”，其治理效能依赖于治理主体的多元性、地方知识的融入以及生态过程的完整性而非简单的资产化变现。

### 2.1 REDD+与OECMs的目标导向

REDD+与OECMs的目标导向存在较为明显的优先设定，REDD+以碳密度为核心筛选标准，项目布局高度集中于高碳储量生态系统，导致38%的生物多样性热点区域未被覆盖[25]；而OECMs直接锚定生物多样性关键区，其83%的指定区域与全球濒危物种栖息地重叠，通过生态完整性评估强化多维保护目标[26]。此外，REDD+与OECMs在保护层级设计上呈现显著的治理结构差异，REDD+主要聚焦国家至区域层级的碳汇核心区，通过层级式MRV（measurement，reporting and verification）体系实现跨行政边界的碳储量管理[27]；而OECMs则侧重地方至社区尺度的灵活保护，其68%的区域为土著领地或社区管理区，通过分散化治理模式强化在地生态知识应用[18]。基于不同的目标导向框架，REDD+的项目收益约85%的资金流向国家林业部门主导的宏观规划，仅28%用于生物多样性措施[28]；OECMs则通过法律赋权和生态补偿协议将45%的资金投入生境连通性建设[17]。

### 2.2 REDD+与OECMs的空间选择

REDD+以碳储量最大化为导向，严格优选高碳密度森林，通过规模化保护降低监测成本与漏损风险[8]；而OECMs以生态完整性维护为核心，通过识别并修复关键栖息地廊道（如保留≥20%原生林作为物种迁徙跳板），显著提升生物移动性与种群存续力[29]。目标差异进而导致REDD+与OECMs的土地利用优先级冲突，REDD+因其碳汇效益边际成本过高排斥边缘低碳区域（如次生林、河岸带）；OECMs则优先选择此类过渡带，因其承载着连接栖息地孤岛的“生态桥梁”功能[15]。实践表明，刚果盆地若仅实施REDD+（聚焦50%高碳核心区），大猩猩（*Gorilla gorilla gorilla*）迁移成功率将下降60%，而嵌入OECMs廊道网络（覆盖20%边际林地）后，碳储量损失不足5%却使物种留存率恢复至基线水平[29]。

### 2.3 REDD+与OECMs的市场机制

REDD+依托碳信用市场将70%收益直接关联森林保护成效[27]，而OECMs通过生物多样性信用与自然资本融资机制帮助非传统保护地实现其非市场价值[30]。REDD+依托标准化碳信用交易体系，通过量化碳储量生成可跨境流通的金融产品，其融资依赖大规模国际资本注入（如自愿碳市场），但碳

权分配常由政府或开发商主导，导致本地社区仅获少量边际收益[31]；OECMs的市场运营依赖于在地化生态服务补偿机制，以栖息地连通性、特有种留存率等生物多样性指标为价值基础，通过社区信托基金实现惠益共享，因缺乏统一计量标准难以接入全球市场[32]。REDD＋的碳货币化机制导致生物多样性沦为“附加效益”，项目普遍因高交易成本排斥小微地块参与，而OECMs的多元目标设计面临数据碎片化挑战，加之其低金融兼容性使其难以吸引机构投资。国际实践显示，巴西碳市场中REDD＋项目均价达15美元/t $CO_2$eq，而同等规模的OECMs生物多样性信用估值不足2美元/$hm^2$[33]。

如图2所示，尽管气候变化可能加速生物多样性丧失，但保护和恢复自然生态系统亦有助于缓解全球变暖[34]。在制定气候变化减缓战略时，必须将自然生态系统及其服务纳入考量[35]。REDD＋本质上是基于碳信用的气候融资机制，其核心驱动力是固碳效率和碳收益最大化，这就导致脱离基于自然的解决方案设计可能偏离生物多样性保护及偏向碳收益最高的项目。各组织正积极寻求将资金同时投入碳减排与“自然向好”双重目标的机遇，自愿碳市场中的某些自然类项目有望提供碳与生物多样性双重成果。广义上讲，这是因为气候变化-生物多样性、碳-生物多样性的成效本就相互关联，这些项目为有意愿的买方提供了协同管理、收获多重成果的机会。然而，由于需要兼顾多重管理目标，追求可量化的双重成果可能会增加成本与复杂性，进而可能催生多种市场机制。

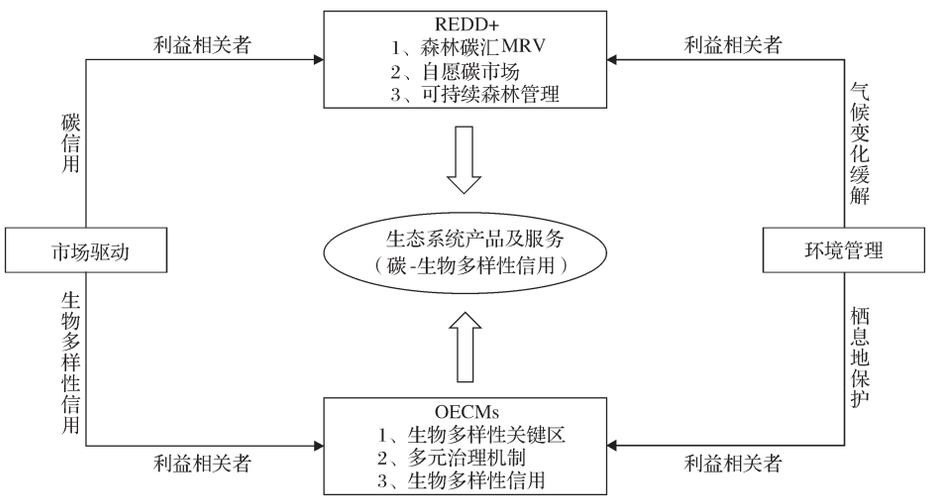



**图2　碳-生物多样性协同的多元利益驱动机制**

Fig. 2　Diverse interest-driven mechanism of carbon-biodiversity synergy

## 3　碳-生物多样性协同的复杂性

### 3.1　气候变化与生物多样性

全球格局下温室气体排放持续增长与各国国家自主贡献（nationally determined contributions，NDCs）呈现的气候减缓行动滞后正推动全球升温趋势加速突破2 ℃阈值[36-37]。极端气候事件正通过改变气候均态冲击生态系统结构与功能，物种多样性衰减与遗传多样性流失显著削弱了生态系统在气候减缓与适应中的核心功能[38]。在此背景下，既需基于气候情景客观评估《昆明-蒙特利尔全球生物多样性框架》（global biodiversity framework，GBF）目标达成的现实约束，更需聚焦可操作性响应路径的探索与实践。

大量研究围绕气候变化对生物多样性的影响展开，内容涵盖气候变化背景下全球生物多样性框架（GBF）的生物多样性目标的实现[36,39]以及减缓与适应气候变化措施与遏制生物多样性丧失行动之间的协同效应与权衡取舍[40-41]。数据分析表明，即使升温幅度控制在1.5 ℃以内，全球生物多样性框架（GBF）的大部分生物多样性目标仍可能受到威胁[39]。升温超过1.5 ℃，气候极端事件频率的增加进一步危及生物多样性目标的实现[42]。通常来讲，气候变化减缓与适应措施有助于遏制生物多样性丧失[1]，但大规模土地利用变化及规模能源植物栽植等减缓与适应措施均可对生物多样性保护产生负面影响[40]。

人类活动所致的土地利用变化不仅贡献了全球碳排总量的14％占比[43]，更是引起全球生物多样性损失的重要推手[44]。即便消除人类直接影响，气候

变化仍通过永久冻土融化、野火与虫害风险加剧、红树林退化/海带林衰退等途径持续威胁生态系统，唯有遏制全球变暖驱动因素方能缓解这些危机[39,45]。基于共同的驱动要素，气候变化与生物多样性丧失存在显著关联[46]，在生态环境退化与气候变化胁迫叠加的情况下，现代物种灭绝速率达到历史高位[47]。研究指出，气候变化是生物多样性丧失的重要因素，预计到2070年将超越土地利用变化成为生物多样性的最大威胁[48]。与此同时，生物多样性丧失正引发生态系统功能的急剧退化，进而影响碳循环进程，阻碍人类应对气候变化的努力[49]。因此，亟需采取紧急且协同的陆地行动，在遏制全球升温的同时阻止生物多样性丧失[40]。但大量生态项目中气候与生物多样性目标通常被割裂处理，其生态成效难以对标项目多目标规划预期[50]。考虑到气候变化对生物多样性的直接影响，必须同步实施化石燃料温室气体减排计划以达成自然生态系统的保护、可持续管理与恢复等目标[51]。

### 3.2 碳储与生物多样性

关于碳储-生物多样性分布关系研究并未取得相对一致的研究结论，这也导致碳管理与生物多样性之间的权衡缺乏理论借鉴[38]。Sollmann等[52]研究指出，全球尺度的碳储-生物多样性并未在国家和地区层面呈现一致的正相关关系，其相关强度呈现较大的空间异质性[53]。鉴于全球自然群落的地理分异性，且人类活动对局地生物多样性与生态系统服务产生显著影响[48]，特定区域分布格局可归因于区域生物区系特性与人类压力强度的共同作用[54]。

人类活动不仅是碳储-生物多样性分布的重要驱动要素，更是全球森林减碳效益与生物多样性保护复杂关系的重要影响因素[44]。据估算，370万$km^2$退化热带森林生态修复可实现每年55亿t $CO_2$eq的碳收益，同时有效保护依赖森林生态系统的脊椎动物群系[55]。本土物种在退化森林管理与林地再造林等生态修复中的广泛应用，有助于应对生物多样性丧失并降低自然资产的衰减速率，原生栖息地环境的再造不仅对生态系统土壤碳库贡献颇多[56]，又能通过选择关键空间节点重建森林生境连续性以增加生态韧性[57]。然而，以获取规模碳效益而采用单一外来物种的造林模式[58]以及生物多样性热点区域的大规模营林计划[59-60]被视为有效缓解气候变化的重要举措，潜在的生物多样性以及生态系统功能损失并未予以精准评估[61]。

现代森林管理中择伐作业依然会对森林结构和食物资源产生负面影响，采伐形成的冠层空隙会改变林下植被组成，降低依赖林下生境物种的栖息地质量，导致森林破碎化与边缘效应加剧，并为树栖生物的迁移制造障碍[62]。采用可持续的低影响采伐模式可以减轻土壤损伤，减少伐木相关的碳排放[63]，也可显著降低采伐对昆虫和脊椎动物种群的影响，从而保护土壤生物与树木根系并维持生态韧性[64]。生物多样性与森林碳储的协同管理主要针对高碳树木的保护，大型树木可通过提供相对于较小型树木更多的碳和系列微生境为多种脊椎和无脊椎物种创造结构多样性[65]。森林碳储量与物种多样性之间的正相关关系强度因研究空间尺度的不同而变化[53]，以地中海森林与寒带森林为例，即使采用相同度量指标，碳储量与生物多样性也呈现截然不同的关系模式[65]。多项研究证实，碳储量与生物多样性度量指标的选择亦会显著影响二者相关关系[66]。

## 4 REDD+与OECMs的协同与权衡

### 4.1 REDD+与OECMs的协同基础

尽管高碳储区域的保护直接关联区域生物多样性，但大量生物多样性丰富但碳储量较低区域并不会纳入碳汇保护区域[67]，普遍存在的生物多样性风险较高区域被忽视的“生物逆向性”问题导致学界对REDD＋气候解决方案中生物多样性保护的有效性表示担忧[41]。鉴于大量证据指向生物多样性崩溃与生态系统破坏与气候风险的高度关联[46]，协同管理策略应当建立在理解碳储存与生物多样性空间关系的基础之上[68]。

REDD＋与生物多样性保护的协同效益主要源于毁林进程的减缓及干预，但即使在同等REDD＋干预情况下，残余森林的破碎化程度亦会产生差异化的生态效益（表1）。森林边缘与内部的比例在森林破碎化及狭长型面积分布时达到高值[69]，这就导致需要较大生存空间的物种以及依赖原始栖息地的特有物种成为生境碎片化之后最先消失的类群[70]。同时森林碎片化之后物种种群规模趋小[71]，且种群分布格局呈碎片化，基因交流的限制进一步加剧了物种遗体多样性的丧失[72]。栖息地的丧失、改变和破碎化是全球范围内物种及种群数量下降的直接原因[73]。针对天然林的REDD＋干预应当有助于生物多样性保护，而人工林的建设与管理如果倾向于永

久性栖息地的持续发展，也可能在恢复退化土地生物多样性方面发挥重要作用[74]。REDD＋项目可通过保护传粉和种子传播等物种驱动的生态功能促进生物多样性恢复[75]。热带森林中脊椎动物的存续和迁移能力，对森林自然更新及碳汇能力维持具有关键意义。同时，REDD＋依托森林持续管理特别是林火防控等降低碳排放的干预措施，均可能对生物多样性产生协同保护效益[76]。

**表 1　REDD+与 OECMs 的协同与潜在冲突**

**Table 1　Synergies and potential conflicts between REDD+ and OECMs**

| 维度<br>Dimension | 协同点<br>Synergies | 冲突点<br>Conflicts | 典型案例<br>Typical case analysis |
|---|---|---|---|
| 目标导向 | REDD＋通过固碳间接保护生物多样性；<br>OECMs 维护生物多样性增强碳储存韧性 | REDD＋侧重碳可测量性（$tCO_2eq$）；<br>OECMs 要求生物多样性长期成效（如物种恢复） | 热带雨林碳储量与物种丰富度呈正相关；但秘鲁项目因监测标准分歧延迟认证 |
| 空间规划 | 全球 86％高碳储量森林位于生物多样性热点区；<br>可整合为“碳-生物多样性双优区” | REDD＋优先碳密度高地；<br>OECMs 关注生态代表性区域（如濒危物种走廊） | 刚果盆地 REDD＋项目覆盖西部低地大猩猩（*Gorilla gorilla gorilla*）栖息地，但忽略东部山地低碳高生物多样性区[78] |
| 权利主体 | 传统领地占全球森林 80％<br>均依赖传统知识与管理能力 | REDD＋倾向国家主导权属认证；<br>OECMs 需社区自主治理证明（Indigenous and Community Conserved Areas，ICCAs 标准） | 巴西亚马逊区域 REDD＋政府碳权交易引发社区权属争议；OECMs 认证要求社区自决管理权[79] |
| 监测体系 | REDD＋的 LiDAR/遥感技术可评估 OECMs 栖息地质量；<br>AI 物种识别提升 MRV 效率 | REDD＋监测周期短（1～3 a）；<br>OECMs 需 5 a 以上的生物多样性趋势数据（IUCN 标准） | 印尼采用 REDD＋卫星系统监测猩猩栖息地，但因缺乏长期种群数据未获 OECMs 认证[80] |
| 资金机制 | REDD＋碳信用资助 OECMs 管理（如巡护、恢复）；<br>OECMs 认证提升 REDD＋项目溢价率[83] | REDD＋依赖市场融资（碳交易）；<br>OECMs 倚重公共资金/捐赠（可持续性弱） | 哥伦比亚 Chocó 项目中 REDD＋碳收益支撑 OECMs 社区监测，但 OECMs 缺乏独立融资致管理中断[81] |
| 治理框架 | 国家 REDD＋战略可纳入 OECMs 识别标准；<br>联合治理平台降低行政成本 | REDD＋归属气候部门管辖；<br>OECMs 属环保部门职责（机构壁垒） | 柬埔寨设立跨部门工作组；墨西哥因部门权责冲突导致标准互认失败[82] |

## 4.2　REDD+与 OECMs 的潜在冲突

REDD＋重新定义了森林经营与治理模式，不再以木材采伐、土地开发或民生利益为导向来管理森林，而是倡导以碳汇为核心的新型森林管理模式。虽然国际社会已形成了 REDD＋项目的运行规则，但其实际落地效果取决于不同地区对方案的理解和执行路径（表 1）。在缺乏国家层面规划的情况下，REDD＋干预措施可能导致泄漏风险，包括将毁林压力转移到未受保护的高生物多样性区域[84]。同时 REDD＋项目执行过程可能过分强调人工林开发的碳增量，在缺乏充分保障措施的情况下可能导致天然林的毁林风险[85]。因此各方普遍要求 REDD＋机制须包含防止生物多样性丧失的监管条例，其保障措施已在《联合国气候变化框架公约》中获得确认。

联合国气候变化框架公约（UNFCCC）于 2007 年采纳 REDD＋机制以减少发展中国家毁林及森林退化所致排放量，为国家层面协调气候变化减缓与生物多样性保护目标提供了重要机遇[86]。REDD＋项目在部分区域成效显著，但 REDD＋干预措施的长期持续性面临挑战。以非洲刚果盆地为例，该区域生物多样性热点承载了全球 65％的 REDD＋项目，但因规划实施过程中土地权属纠纷导致其严重偏离预期目标[78]。在缺乏监管的情况下，REDD＋项目极易倾向于清除生物量较低但生物多样性丰富的植被，从而导致严重的生物多样性损失。印度尼西亚泥炭地棕榈林转型项目优先保护高碳生态系统，采用单一速生林树种修复退化区，导致本地物种丧失率超 50％[80]。

尽管 REDD＋资金方已表现出为生物多样性协同效益支付的意愿[87]，澳大利亚的生物银行、美国的缓解银行以及巴西 FunBio 生物多样性基金等也为生物多样性市场机制提供了实践基础，但基于支付意愿的生态系统服务估值方法易受认知偏差影响，且难以充分纳入社会公平与生态可持续性等要素[88]。

因此，与碳价值或土地开发收益相比较，生物多样性货币价值需建立在可信的生物多样性需求基础之上，这也导致大量REDD+项目不用承担生物多样性监测等即时经济成本。因此，允许生物多样性丧失或未能最大化生物多样性效益的REDD+政策，其成本效益架构多聚焦于碳效益最大化，生物多样性MRV等内容成为干预项目效益最大化的潜在成本被排除或者选择性忽略[3]。

### 4.3 基于NbS核心的选择博弈

基于全球视角，国际公约倾向于气候变化与生物多样性丧失的协同治理，通用性生物多样性政策对于评估各类干预措施（再造林、栖息地修复、农林复合系统等）对生物多样性的影响至关重要[89]。人类活动是全球森林减碳效益与生物多样性保护复杂关系的重要影响因素，更是碳储-生物多样性分布的重要驱动要素[44]。人类活动对碳-生物多样性的分布格局、生物多样性与生态系统服务等持续施加影响[54]。人类作为生态系统的管理者和服务受益者，也是NbS的守护者和最终获益者[90]。值得注意的是，企业的气候足迹与生物多样性足迹存在深度关联，温室气体减排、森林持续管理和生态农业经营等诸多层面均能对生物多样性产生影响[91]，热带区域森林恢复的路径选择更是直接影响气候韧性、物种存续与社会公平。因此，生物多样性议题可通过多样化路径实现主流化整合，通过对自然资本核算机制提供数据支持，从而推进跨部门决策中生物多样性保护、气候变化减缓等环境议题的系统考量[92]。

研究指出，应对气候和生物多样性危机以及其他全球可持续性挑战的综合方案关键在于识别、设计和实施是否均基于NbS进行[93]。NbS涵盖多种生态学应用[94]，其核心理念是在自然和人工生态系统中采取行动，为气候变化与生物多样性保护等挑战提供解决方案。随着植物生态学理论与实践的快速发展，NbS在生态系统保护与恢复和韧性植物群落构建等方面发挥了积极作用[34]。NbS综合考虑了长效性、目标物种保护、栖息地现状及规模等诸多因素，实践表明，碳储存等特定生态系统功能的开发需要结合增强生态系统韧性的自然解决方案，才能保证农林应用背景碳-生物多样性效益的最大化。虽然不能帮助所有生产部门实现快速脱碳，但可以作为一种补充性措施在应对气候变化和生物多样性丧失的双重挑战时发挥积极作用[95]。NbS聚焦于保护现存完整生态系统、优化生产用地管理、恢复原生植被覆盖等方面内容，这些举措在减缓气候变化与提升生物多样性等方面具有显著的协同效益，且具备成本优势及规模化潜力。原生生态系统的保护不仅能够有效提供生物多样性增益，而且有助于维持现有碳汇并防止规模性的不可逆的碳排放，其多重协同效益使其相较于退化栖息地修复等生态工程更具有生态与成本效益[96]。因此，拓展原生生态系统的保护面积能够使国家和地方层面的战略更直接地最大化气候变化减缓与生物多样性目标之间的协同效益。

REDD+通过碳货币化机制已实现显著减排，但其碳效益偏向导致38%的高碳低生物多样性区域被优先覆盖[57]；OECMs虽突破传统保护地范式，但监测数据缺失与资金保障困难等现实原因制约了其生态成效[26]。OECMs以生态完整性为核心，通过生态廊道连接破碎化栖息地，碳密度虽低于REDD+项目，但物种留存率提升显著[29]。从气候变化减缓与生物多样性保护协同视角出发，保护和恢复高生物多样性-高碳汇生态系统具有优先级。碳与生物多样性协同的可行性很大程度上取决于具体的生态系统以及重点关注的特定生态系统服务，这就导致生物多样性保护与生态系统服务供给在空间上是协同目标，但在具体生态效益目标实现上涉及权衡取舍[1]。以植物种群为例，作为生态系统分类学中基数庞大的重要成员，众多的生物多样性评估案例并未就其潜在生态服务功能进行深入分析[97]。但NbS体系中植物作为生态系统初级生产者和优势生命形式处于核心位置[98]，通过介导陆地和海洋的生物地球化学循环过程，为气候变化的减缓和适应提供了基于自然的解决方案。未来气候变化情景下，树木所支持的生物多样性和大多数生态系统均可能衰退，这也意味着造林项目应聚焦于特定气候区域内具体生态系统服务功能的定向优化，而非强调同步提升多重生态服务功能[99]。

## 5 全球REDD+与OECMs的协同路径

### 5.1 基于NbS核心协调机制的管理框架

REDD+框架下，森林经营管理被认为是具有较高成本效益的气候变化减缓方案，但大量REDD+项目并未纳入生物多样性量化指标，导致项目实施成效评估时生物多样性损失与生态功能失衡的风险权重偏低[80]。OECMs虽强调多目标协同，但大量申

报区域缺乏长期监测数据，导致生态成效存疑。为有效应对全球气候变化与生物多样性丧失的双重危机，亟需构建一个涵盖制度设计、政策制定、空间规划、市场运行等方面的协同管理框架，以促进REDD＋机制与OECMs的深度协同。在制度框架层，依托《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）的REDD＋机制与《生物多样性公约》（CBD）的OECMs建立双向交互机制，将REDD＋的碳计量MRV体系与OECMs的生态完整性评估整合为统一认证指标。明确将REDD＋的碳减排、增汇目标与OECMs的生物多样性保护及可持续发展目标（sustainable development goals，SDGs）进行一体化设定，确保国家自主贡献（NDCs）与“昆蒙框架”（KMGBF）目标的内在一致性。在空间规划层面，REDD＋的碳汇增益目标与OECMs的生物多样性维护功能进行地理空间耦合，形成“气候-生物多样性保护”用地优化方案。在市场运行层面，设计碳汇-生物多样性协同计量标准，建立捆绑式融资机制和多元化生态补偿市场，积极探索碳＋生物多样性信用产品创新，通过绿色气候基金发行“生态绩效债券”，将REDD＋碳信用收益与OECMs生态成效动态挂钩，将生物多样性要素纳入激励政策和税制改革设计中，从而保证生物多样性保护与气候变化减缓的协同效益。

协同管理框架的正常运行需建立在NbS为核心的协调机制之上，NbS可推进REDD＋的碳减排与增汇目标、OECMs的生物多样性保护目标和可持续发展目标在景观尺度上的一体化规划与实施，从而确保国家气候承诺与全球生物多样性框架目标的内在协同。2023年，全球气候融资达到1.9万亿美元，而自然融资仅为2 000亿美元。随着买方对纳入“自然向好”目标的自愿碳市场项目的需求日益增长，基于自然的解决方案（包括再造林和改进森林经营）占据了自愿碳市场碳信用供应量的一半以上，基于NbS设计的相关方法正推动气候与自然协同增效[100]。“昆蒙框架‘30×30’目标”的推进需要REDD＋项目与OECMs空间规划的协同进行[3]，但受制于土地权属冲突与核算标准差异，碳-生物多样性生态增益难以同时实现。NbS核心的植入有助于打破REDD＋与OECMs的制度壁垒与数据孤岛，推动形成“保护即减排、增汇即护生”的NbS实施范式，为提升全球森林治理的整体效能提供系统性解决方案。基于NbS对生态系统整体功能的强调，通过生物多样性热点分析精准识别并优先管理兼具高碳储与高生态价值的区域，依托OECMs的灵活治理模式构建空间置换机制，允许在REDD＋项目区域将受威胁物种栖息地纳入OECMs管理。此外，NbS强调社会包容性与公平，保障原住民与地方社区（indigenous peoples and local communities，IPLCs）的土地权属与传统知识在框架设计、OECMs认定及收益分享中的核心地位，构建适应性共管平台以确保持续有效性。

### 5.2　碳+生物多样性信用市场构建

世界范围内碳市场实践经验为构建生物多样性信用体系提供了重要借鉴，森林碳汇项目能够促进生物多样性保护，从而创造协同效益与环境综合解决方案的机遇，但生物多样性涉及物种多样性、栖息地完整性等更为复杂的动态系统，需要建立精密的量化与价值评估框架[33]。值得注意的是，REDD＋与OECMs两大框架均未解决生态不可逆性问题，热带雨林开发后的抵消修复仅能恢复原生物多样性水平的60%～75%[56]，且存在20～30 a时滞效应，将生物多样性明确纳入碳信用机制成为可以提升土地利用效率与实现社会可持续性的关键途径。碳＋生物多样性复合信用具有如下优势：（1）减少传统碳项目对生物多样性的潜在损害，例如过度施肥和种植严重偏向固碳却损害生物多样性的单一树种[67]；（2）从源头设计最大化双重效益的市场产品，即规划同时促进固碳与生物多样性行动，而非在最大固碳方案下寻求生物多样性补偿；（3）降低综合维护成本（如管理和监测）。

因此，基于REDD＋的全球性交易框架与OECMs的区域定价机制的兼容困境，针对兼顾碳-生物多样性收益的复合型生态项目的市场环境建设，构建跨尺度交易平台与自然资本核算标准成为提升市场流动性的关键。调查发现，碳信用买家普遍愿意为兼具生物多样性保护效益的碳信用支付溢价，在自愿碳市场中，经共同效益认证的项目交易份额已从2022年的22%上升至2023年的28%，其碳信用价格平均溢价高达37%[101]。当然，碳＋生物多样性复合信用的构建需要建立在稳定高效的量化体系基础之上[102]，同时碳信用与生物多样性信用的整合框架需具备可验证性与可操作特性[103]。当前普适性的生物多样性度量标准面临本底数据缺乏的现实困境，尽管环境DNA（environmental DNA，eDNA）与AI技术为生物多样性监测评估开辟了前景广阔的途径[104]，但这些技术需要在成本控制、分类学覆盖、数

据可获得性等方面全面发力，方能满足规模应用的需求。

### 5.3 全民生态共治机制构建

生物多样性协同效益的提升需要全面评估潜在成本及生物多样性价值等诸多要素，国家战略层面和利益相关方的考量均会影响项目执行的策略权衡[105]。融合REDD+的市场驱动机制与OECMs的社区赋权逻辑[106]，构建复合信用体系与适应性权属框架，有助于推动森林经营与林地管理的系统韧性。当然，国际社会生物多样性保护行动可能与区域发展目标存在冲突，在缺乏持续资金保障的情况下，发展中国家已有OECMs项目很可能难以保证其区域生物多样性保护目标甚至转变成生产性用地[107]。针对该种情况，REDD+与OECMs项目均需明确判定权益归属以及生态责任，并通过构建监管机制来处理碳减排与生物多样性保护之间的权衡取舍[84]。该过程涉及众多利益主体，区域生态工程的顺利推进需基于成熟的生态共治机制与当地政府及民众的生态意识基础，强化气候变化与生物多样性知识融合才能从根本上推进气候与生物多样性协同机制的建设。

综合保护与发展项目（integrated conservation and development projects，ICDPs）及社区共管倡议将生计改善与生物多样性保护相联结，通过发展可持续森林管理寻求森林经营经济收益与生物多样性保护的平衡[108]。生态系统服务付费机制（payments for ecosystem services，PES）的推进与发展进一步为生物多样性保护与减贫目标的协同提供了实践框架[18]。REDD+的碳融资可为OECMs提供长期资金支持，而OECMs的生态完整性保障可提升REDD+项目的协同效益，两者均强调社区在保护行动中的主体地位，REDD+通过结果导向支付激励社区参与森林管理，而OECMs依托传统知识构建适应性治理框架[109]。实践结果显示，在特定场景中可以实现碳收益与生物多样性增益等多重效益，但具体实施方案及考核目标偏向仍存在潜在冲突[105]。

## 6 结 语

REDD+构建于《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）下的碳货币化机制，通过国家、区域和项目层面三级MRV体系实现营林碳汇量化交易，其“结果导向支付”（RBP）制度保证了项目收益与可验证碳汇增量挂钩[27]；OECMs则根植于《生物多样性公约》（CBD）的“爱知目标”拓展框架，突破传统保护地范式，通过法律赋权和生态服务付费（PES）机制，将23%的全球陆域保护范围扩展至非正式保护地[18]。REDD+与OECMs分别代表了碳优先与生物多样性优先的治理范式，其治理路径在空间选择、目标导向和制度设计等方面均存在协同利益基础。目前，大量研究聚集于单一框架体系下的技术优化，却忽视了REDD+与OECMs在空间规划、权属分配与资金流动中的系统性策略博弈[110]。构建基于NbS核心理念的协同管理框架有助于打破REDD+与OECMs的制度壁垒，通过优化划定协同增益区、化解权属冲突等生态系统的整体性管理同时实现碳汇增强与生物多样性保护。未来可通过碳信用交易体系为生物多样性抵消提供市场化融资渠道，系统发掘生物多样性抵消“无净损失”与碳交易体系的目标兼容性，从而破解碳-生物多样性权衡困局以实现应对气候变化与生物多样性保护的协同生态增益。

## 参考文献 References


[1] SHIN Y J, MIDGLEY G F, ARCHER E R M, et al. Actions to halt biodiversity loss generally benefit the climate[J]. Global change biology, 2022, 28(9): 2846-2874.

[2] SEDDON N, SMITH A, SMITH P, et al. Getting the message right on nature-based solutions to climate change [J]. Global change biology, 2021, 27(8): 1518-1546.

[3] CBD. Kunming-Montreal Global Biodiversity: framework: draft decision submitted by the president [EB/OL]. (2022-12-19) [2025-06-24]. https://www.cbd.int/doc/c/7a5e/1d9a/f8718d1a5dd9828dba764053/cop-15-item9a-nonpaper-president-en.pdf.

[4] TEDERSOO L, SEPPING J, MORGUNOV A S, et al. Towards a co-crediting system for carbon and biodiversity [J]. Plants, people, planet, 2024, 6(1): 18-28.

[5] STIER A, CHEREL E, CLAUDET J, et al. Conserved areas: obligations, challenges, risks and opportunities for successful implementation of other effective area-based conservation measures (OECMs) in France[J]. People and nature, 2025, 7(9): 2154-2171.

[6] PÖRTNER H O, SCHOLES R J, AGARD J, et al. Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change [R]. Bonn: Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, 2021.

[7] DREISS L M, LACEY L M, WEBER T C, et al. Targeting current species ranges and carbon stocks fails to conserve biodi-

versity in a changing climate：opportunities to support climate adaptation under 30 × 30[J/OL].Environmental research letters，2022，17（2）：024033［2025-06-24］. https://doi. org/10.1101/2021.08.31.458416 .

［8］ RAYDEN T，JONES K R，AUSTIN K，et al.Improving climate and biodiversity outcomes through restoration of forest integrity［J/OL］.Conservation biology，2023，37（6）：e14163［2025-06-24］.https://doi.org/10.1111/cobi.14163.

［9］ UNFCCC.Reducing emissions from deforestation in developing countries：approaches to stimulate action［EB/OL］.（2005-12-06）［2025-06-24］. https://unfccc. int/sites/default/files/awg4_com_plus_red.pdf.

［10］ UNFCCC.Methodological guidance for activities relating to reducing emissions from deforestation and forest degradation and the role of conservation，sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries［EB/OL］.（2010-03-30）［2025-06-24］. https://unfccc. int/files/na/application/pdf/cop15_ddc_auv.pdf.

［11］ PESKETT L，YANDA P.The REDD＋ outlook：how different interests shape the future-ODI Background Notes［R］.London：Overseas Development Institute，2014.

［12］ WEAVER S. Practitioner perspective on REDD：commercial challenges in project-based rainforest protection financing in the Asia-Pacific Region［J］. Asia Pacific viewpoint，2015，56（1）：140-152.

［13］ DANIELSEN F，BEUKEMA H，BURGESS N D，et al.Biofuel plantations on forested lands：double jeopardy for biodiversity and climate［J］. Conservation biology，2009，23（2）：348-358.

［14］ MAXWELL S L，CAZALIS V，DUDLEY N，et al. Area-based conservation in the twenty-first century［J］. Nature，2020，586（7828）：217-227.

［15］ JONAS H，LEE E，JONAS H，et al.Will ‘other effective area-based conservation measures’ increase recognition and support for ICCAs?［J］.Parks，2017，23（2）：63-78.

［16］ CBD.Protected areas and other effective area-based conservation measures（Decision 14/8）［EB/OL］.（2018-11-30）［2025-06-24］. https://www. cbd. int/doc/decisions/cop-14/cop-14-dec-08-en.pdf.

［17］ Protected Planet. Discover the world’s protected and conserved areas［EB/OL］.（2025-06-01）［2025-06-24］.https://www.protectedplanet.net/en.

［18］ BROOME N P.Recognising territories and areas conserved by Indigenous peoples and local communities（ICCAs）overlapped by protected areas［M］.Switzerland：IUCN，2024.

［19］ IUCN-WCPA Task Force on OECMs. Recognising and reporting other effective area-based conservation measures［M］. Switzerland：IUCN，2019.

［20］ 黎明，秦响玲，朱玉茹，等.生物多样性金融发展运行机制、框架体系与模式探索［J］.林产工业，2025，62（12）：101-108.LI M，QIN X L，ZHU Y R，et al.Operational mechanisms，framework architectures，and paradigmatic exploration in biodiversity finance development［J］. China forest products industry，2025，62（12）：101-108（in Chinese with English abstract）.

［21］ WALDRON A，ADAMS V，ALLAN J，et al. Protecting 30% of the planet for nature：costs，benefits and economic implications［R］. Chicago ：Conservation Research Institute，2020.

［22］ COAD L，WATSON J E，GELDMANN J，et al.Widespread shortfalls in protected area resourcing undermine efforts to conserve biodiversity［J］. Frontiers in ecology and the environment，2019，17（5）：259-264.

［23］ 黎明，秦响玲，朱玉茹，等.自然保护区生物多样性抵消价值实现的理论框架与运行机制［J］.生物多样性，2026，34（1）：148-163.LI M，QIN X L，ZHU Y R，et al.Theoretical framework and operational mechanisms of value realization in biodiversity offsetting for nature reserves［J］.Biodiversity science，2026，34（1）：148-163（in Chinese with English abstract）.

［24］ KIM Y，KIM C K，LEE D K，et al.Quantifying nature-based tourism in protected areas in developing countries by using social big data［J］.Tourism management，2019，72：249-256.

［25］ STRASSBURG B B N，IRIBARREM A，BEYER H L，et al. Global priority areas for ecosystem restoration［J］. Nature，2020，586（7831）：724-729.

［26］ IUCN.Global standard for nature-based solutions［M］.Gland：IUCN，2019.

［27］ WEST T A P，BÖRNER J，FEARNSIDE P M.Climatic benefits from the 2006—2017 avoided deforestation in Amazonian Brazil［J/OL］.Frontiers in forests and global change，2019，2：52［2025-06-24］.https://doi.org/10.3389/ffgc.2019.00052.

［28］ UN-REDD Programme.UN-REDD 2026-2030 Strategy［R］. Geneva：UN-REDD Programme，2024.

［29］ POTAPOV A M，GUERRA C A，VAN DEN HOOGEN J，et al.Globally invariant metabolism but density-diversity mismatch in springtails［J/OL］.Nature communications，2023，14：674［2025-06-24］. https://doi. org/10.1038/s41467-023-36216-6.

［30］ UNDP. Creating a nature positive future：the contribution of protected areas and other effective area-based conservation measures［R］.New York：UNDP，2021.

［31］ VARGAS D B，DELAZERI L M M，FERREIRA V H P. Voluntary carbon market in Brazil in reality and in practice［R］. Rio de Janeiro：Fundação Getúlio Vargas，2021.

［32］ STEPHENSON P J. Technological advances in biodiversity monitoring：applicability，opportunities and challenges［J］.Current opinion in environmental sustainability，2020，45：36-41.

［33］ BARBOSA M L F，DE OLIVEIRA C D C，TONETTI V，et al. Brazil’s restoration blueprint for biodiversity credits［J/

OL]. Conservation biology, 2025, 39(4): e70063[2025-06-24].https://doi.org/10.1111/cobi.70063.

[34] MALHI Y, FRANKLIN J, SEDDON N, et al. Climate change and ecosystems: threats, opportunities and solutions[J/OL].Philosophical transactions of the Royal Society B: biological sciences, 2020, 375 (1794): 20190104 [2025-06-24]. https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0104.

[35] DEPREZ A, LEADLEY P, DOOLEY K, et al. Sustainability limits needed for $CO_2$ removal[J]. Science, 2024, 383(6682): 484-486.

[36] IPCC. Climate change 2023: synthesis report [R]. Geneva: IPCC, 2023.

[37] UNFCCC. Technical dialogue of the first global stock take [EB/OL]. (2023-09-08) [2025-06-24]. https://www. ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/.

[38] ARCHER E, ARNETH A, LEADLEY P, et al. Achieving the global biodiversity framework under climate change [J/OL]. Global change biology, 2025, 31(5): e70249[2025-06-24].https://doi.org/10.1111/gcb.70249.

[39] ARNETH A, SHIN Y J, LEADLEY P, et al. Post-2020 biodiversity targets need to embrace climate change [J]. PNAS, 2020, 117(49): 30882-30891.

[40] PÖRTNER H O, SCHOLES R J, ARNETH A, et al. Overcoming the coupled climate and biodiversity crises and their societal impacts [J/OL]. Science, 2023, 380 (6642): eabl4881 [2025-06-24].1https://doi.org/10.1126/science.abl4881.

[41] SMITH P, ARNETH A, BARNES D K A, et al. How do we best synergize climate mitigation actions to co-benefit biodiversity?[J]. Global change biology, 2022, 28(8): 2555-2577.

[42] VAN DEN HURK B J J M, WHITE C J, RAMOS A M, et al. Consideration of compound drivers and impacts in the disaster risk reduction cycle[J/OL]. iScience, 2023, 26(3): 106030 [2025-06-24].https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.106030.

[43] FRIEDLINGSTEIN P, O'SULLIVAN M, JONES M W, et al. Global carbon budget 2020[J]. Earth system science data discussions, 2020, 12(4): 1-3.

[44] BONGAARTS J. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services [J]. Population and development review, 2019, 45(3): 680-681.

[45] WATSON J E M, KEITH D A, STRASSBURG B B N, et al. Set a global target for ecosystems [J]. Nature, 2020, 578 (7795): 360-362.

[46] MORI A S. Advancing nature-based approaches to address the biodiversity and climate emergency [J]. Ecology letters, 2020, 23(12): 1729-1732.

[47] KREMEN C, MERENLENDER A M. Landscapes that work for biodiversity and people[J/OL]. Science, 2018, 362(6412): eaau6020 [2025-06-24]. https://doi. org/10.1126/science.aau6020.

[48] NEWBOLD T, HUDSON L N, CONTU S, et al. Widespread winners and narrow-ranged losers: land use homogenizes biodiversity in local assemblages worldwide [J/OL]. PLoS biology, 2018, 16(12): e2006841[2025-06-24]. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2006841.

[49] LECLÈRE D, OBERSTEINER M, BARRETT M, et al. Bending the curve of terrestrial biodiversity needs an integrated strategy[J]. Nature, 2020, 585(7826): 551-556.

[50] SABATINI F M, DE ANDRADE R B, PAILLET Y, et al. Trade-offs between carbon stocks and biodiversity in European temperate forests [J]. Global change biology, 2019, 25(2): 536-548.

[51] ANDERSON C M, DEFRIES R S, LITTERMAN R, et al. Natural climate solutions are not enough[J]. Science, 2019, 363 (6430): 933-934.

[52] SOLLMANN R, MOHAMED A, NIEDBALLA J, et al. Quantifying mammal biodiversity co-benefits in certified tropical forests [J]. Diversity and distributions, 2017, 23 (3): 317-328.

[53] DI MARCO M, WATSON J E M, CURRIE D J, et al. The extent and predictability of the biodiversity-carbon correlation [J]. Ecology letters, 2018, 21(3): 365-375.

[54] OSURI A M, MACHADO S, RATNAM J, et al. Tree diversity and carbon storage cobenefits in tropical human-dominated landscapes [J/OL]. Conservation letters, 2020, 13 (2): e12699[2025-06-24].https://doi.org/10.1111/conl.12699.

[55] KEMPPINEN K M S, COLLINS P M, HOLE D G, et al. Global reforestation and biodiversity conservation [J]. Conservation biology, 2020, 34(5): 1221-1228.

[56] EDWARDS D P, CERULLO G R, CHOMBA S, et al. Upscaling tropical restoration to deliver environmental benefits and socially equitable outcomes [J]. Current biology, 2021, 31 (19): R1326-R1341.

[57] STRASSBURG B B N, BEYER H L, CROUZEILLES R, et al. Strategic approaches to restoring ecosystems can triple conservation gains and halve costs [J]. Nature ecology & evolution, 2019, 3(1): 62-70.

[58] LEWIS S L, WHEELER C E, MITCHARD E T A, et al. Restoring natural forests is the best way to remove atmospheric carbon[J]. Nature, 2019, 568(7750): 25-28.

[59] MUSTIN K, CARVALHO W D, HILÁRIO R R, et al. Biodiversity, threats and conservation challenges in the Cerrado of Amapá, an Amazonian savanna[J]. Nature conservation, 2017, 22: 107-127.

[60] PISTORIUS T, CARODENUTO S, WATHUM G. Implementing forest landscape restoration in Ethiopia [J/OL]. Forests, 2017, 8(3): 61[2025-06-24]. https://doi.org/10.3390/

f8030061.

[61] REISMAN-BERMAN O, KEASAR T, TEL-ZUR N. Native and non-native species for dryland afforestation: bridging ecosystem integrity and livelihood support[J/OL]. Annals of forest science, 2019, 76(4): 114[2025-06-24]. https://doi.org/10.1007/s13595-019-0903-2.

[62] COSTA F, MAGNUSSON W. Selective logging effects on abundance, diversity, and composition of tropical understory herbs[J]. Ecological applications, 2002, 12(3): 807-819.

[63] PUTZ F E, SIST P, FREDERICKSEN T, et al. Reduced-impact logging: challenges and opportunities[J]. Forest ecology and management, 2008, 256(7): 1427-1433.

[64] POULSEN J R, CLARK C J, MAVAH G, et al. Bushmeat supply and consumption in a tropical logging concession in northern Congo[J]. Conservation biology, 2009, 23(6): 1597-1608.

[65] LECINA-DIAZ J, ALVAREZ A, REGOS A, et al. The positive carbon stocks-biodiversity relationship in forests: co-occurrence and drivers across five subclimates[J]. Ecological applications, 2018, 28(6): 1481-1493.

[66] STRASSBURG B B N, KELLY A, BALMFORD A, et al. Global congruence of carbon storage and biodiversity in terrestrial ecosystems[J]. Conservation letters, 2010, 3(2): 98-105.

[67] LINDENMAYER D B, HULVEY K B, HOBBS R J, et al. Avoiding bio-perversity from carbon sequestration solutions [J]. Conservation letters, 2012, 5(1): 28-36.

[68] LIU B X, SCHERER L, VAN BODEGOM P M, et al. Exploring the spatial relationship between carbon storage and biodiversity: a systematic review and meta-analysis[J]. Land degradation & development, 2025, 36(8): 2786-2797.

[69] FISCHER J, LINDENMAYER D B. Beyond fragmentation: the continuum model for fauna research and conservation in human-modified landscapes[J]. Oikos, 2006, 112(2): 473-480.

[70] LAURANCE W F, COCHRANE M A, BERGEN S, et al. The future of the Brazilian Amazon [J]. Science, 2001, 291 (5503): 438-439.

[71] BAGUETTE M, SCHTICKZELLE N. Local population dynamics are important to the conservation of metapopulations in highly fragmented landscapes [J]. Journal of applied ecology, 2003, 40(2): 404-412.

[72] COOK W M, LANE K T, FOSTER B L, et al. Island theory, matrix effects and species richness patterns in habitat fragments [J]. Ecology letters, 2002, 5(5): 619-623.

[73] CUMBERLIDGE N, NG P K L, YEO D C J, et al. Freshwater crabs and the biodiversity crisis: importance, threats, status, and conservation challenges[J]. Biological conservation, 2009, 142(8): 1665-1673.

[74] BARLOW J, HAUGAASEN T, PERES C A. Effects of ground fires on understorey bird assemblages in Amazonian forests[J]. Biological conservation, 2002, 105(2): 157-169.

[75] RICKETTS T H. Tropical forest fragments enhance pollinator activity in nearby coffee crops [J]. Conservation biology, 2004, 18(5): 1262-1271.

[76] PERES C A, BARLOW J, HAUGAASEN T. Vertebrate responses to surface wildfires in a central Amazonian forest [J]. Oryx, 2003, 37(1): 97-109.

[77] DUPUITS E, CRONKLETON P. Indigenous tenure security and local participation in climate mitigation programs: exploring the institutional gaps of REDD＋ implementation in the Peruvian Amazon [J]. Environmental policy and governance, 2020, 30(4): 209-220.

[78] GIZACHEW B, ASTRUP R, VEDELD P, et al. REDD＋ in Africa: contexts and challenges [J]. Natural resources forum, 2017, 41(2): 92-104.

[79] ANGELSEN A. REDD＋ as result-based aid: general lessons and bilateral agreements of Norway [J]. Review of development economics, 2017, 21(2): 237-264.

[80] EKAWATI S, SUBARUDI, BUDININGSIH K, et al. Policies affecting the implementation of REDD＋ in Indonesia (cases in Papua, Riau and Central Kalimantan)[J/OL]. Forest policy and economics, 2019, 108: 101939 [2025-06-24]. https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.05.025.

[81] WUNDER S, ENGEL S, PAGIOLA S. Taking stock: a comparative analysis of payments for environmental services programs in developed and developing countries [J]. Ecological economics, 2008, 65(4): 834-852.

[82] WALDRON A, JUSTICIA R, SMITH L E. Making biodiversity-friendly cocoa pay: combining yield, certification, and REDD for shade management [J]. Ecological applications, 2015, 25(2): 361-372.

[83] PASGAARD M. Lost in translation? How project actors shape REDD＋ policy and outcomes in Cambodia[J]. Asia Pacific viewpoint, 2015, 56(1): 111-127.

[84] HIRSCH P D, ADAMS W M, BROSIUS J P, et al. Acknowledging conservation trade-offs and embracing complexity [J]. Conservation biology, 2011, 25(2): 259-264.

[85] HARVEY C A, DICKSON B, KORMOS C. Opportunities for achieving biodiversity conservation through REDD [J]. Conservation letters, 2010, 3(1): 53-61.

[86] JOHNSON B A, DASGUPTA R, MADER A D, et al. Understanding national biodiversity targets in a REDD＋ context [J]. Environmental science & policy, 2019, 92: 27-33.

[87] CERBU G A, SWALLOW B M, THOMPSON D Y. Locating REDD: a global survey and analysis of REDD readiness and demonstration activities[J]. Environmental science & policy, 2011, 14(2): 168-180.

[88] 黎明，朱玉茹，秦响玲.生物多样性绿色投资发展的内在逻辑与实现路径[J].海南金融，2025(8)：34-41.LI M，ZHU Y R，QIN X L.The internal logic and realization path of green investment and development of biodiversity [J]. Hainan finance，2025(8)：34-41(in Chinese).

[89] OTERO I，FARRELL K N，PUEYO S，et al. Biodiversity policy beyond economic growth[J/OL].Conservation letters，2020，13(4)：e12713[2025-06-24].https://doi.org/10.1111/conl.12713.

[90] STANDISH R J，PARKHURST T.Interventions for resilient nature-based solutions：an ecological perspective[J].Journal of ecology，2024，112(11)：2502-2509.

[91] MA J，QUE Y，GAO D，et al.Green credit interest subsidies and corporate biodiversity attention：insights from financial and fiscal coordination[J/OL]. International review of economics and finance，2026，109：105391[2025-06-24].https://doi.org/10.1016/j.iref.2026.105391.

[92] SMITH P，CALVIN K，NKEM J，et al.Which practices co-deliver food security，climate change mitigation and adaptation，and combat land degradation and desertification? [J]. Global change biology，2020，26(3)：1532-1575.

[93] BUCKLEY Y M，AUSTIN A，BARDGETT R，et al. The plant ecology of nature-based solutions for people，biodiversity and climate[J].Journal of ecology，2024，112(11)：2424-2431.

[94] SEDDON N，CHAUSSON A，BERRY P，et al.Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges[J/OL].Philosophical transactions of the Royal Society B：biological sciences，2020，375(1794)：20190120 [2025-06-24]. https://doi. org/10.1098/rstb.2019.0120.

[95] GIRARDIN C A J，JENKINS S，SEDDON N，et al.Nature-based solutions can help cool the planet：if we act now[J].Nature，2021，593(7858)：191-194.

[96] DREVER C R，COOK-PATTON S C，AKHTER F，et al. Natural climate solutions for Canada[J/OL].Science advances，2021，7(23)：eabd6034[2025-06-24]. https://doi. org//10.1126/sciadv.abd6034.

[97] SOTO-NAVARRO C，RAVILIOUS C，ARNELL A，et al. Mapping co-benefits for carbon storage and biodiversity to inform conservation policy and action[J/OL].PNAS，2020，375(1794)：20190128 [2025-06-24]. https://doi. org/10.1098/rstb.2019.0128.

[98] BAR-ON Y M，PHILLIPS R，MILO R.The biomass distribution on earth[J].PNAS，2018，115(25)：6506-6511.

[99] DING J Y，ELDRIDGE D. Intensifying aridity induces tradeoffs among biodiversity and ecosystem services supported by trees[J/OL].Global ecology and biogeography，2024，33(10)：e13894[2025-06-24].https://doi.org/10.1111/geb.13894.

[100] JPMorganChase.Optimizing for biodiversity with nature-based projects in the voluntary carbon market：principles for pursuing dual outcomes [EB/OL]. (2025-10-16) [2026-02-10]. https://www. jpmorganchase. com/content/dam/jpmorganchase/documents/impact/optimizing-for-biodiversity-in-vcm.pdf.

[101] PONCE DE LEÓN BARIDÓ P，NIELSEN J，PORSBORG-SMITH A，et al.In the voluntary carbon market，buyers will pay for quality[EB/OL].(2023-09-12)[2025-06-24]. https://www. bcg. com/publications/2023/why-vcm-buyers-will-pay-for-quality.

[102] COLES T.Identifying an agreed unit of biodiversity change for inclusion in a biodiversity definition [R]. Lincolnshire：rePLANET，2023.

[103] DI SACCO A，HARDWICK K A，BLAKESLEY D，et al. Ten golden rules for reforestation to optimize carbon sequestration，biodiversity recovery and livelihood benefits [J]. Global change biology，2021，27(7)：1328-1348.

[104] ULLAH F，SAQIB S，XIONG Y C.Integrating artificial intelligence in biodiversity conservation：bridging classical and modern approaches[J].Biodiversity and conservation，2025，34(1)：45-65.

[105] MCSHANE T O，HIRSCH P D，TRUNG T C，et al.Hard choices：making trade-offs between biodiversity conservation and human well-being[J]. Biological conservation，2011，144(3)：966-972.

[106] GOPAL D，VON DER LIPPE M，KOWARIK I.Sacred sites as habitats of culturally important plant species in an Indian megacity [J]. Urban forestry & urban greening，2018，32：113-122.

[107] AWONO A，ASSEMBE M S.Restauration des paysages forestiers et régimes fonciers au Cameroun：acquis et handicaps [M].South Tangerang：Center for International Forestry Research，2023.

[108] CHAZDON R，BRANCALION P. Restoring forests as a means to many ends[J].Science，2019，365(6448)：24-25.

[109] STUDLEY J.Indigenous sacred natural sites and spiritual governance：the legal case for juristic personhood[M].Abingdon：Routledge，2019.

[110] CHAZDON R L，WILSON S J，BRONDIZIO E，et al.Key challenges for governing forest and landscape restoration across different contexts[J/OL].Land use policy，2021，104：104854 [2025-06-24]. https://doi. org/10.1016/j. landusepol.2020.104854.

# Carbon priority or biodiversity priority? Strategic trade-offs in REDD+ and OECMs frameworks

LI Ming[1], QIN Xiangling[1], ZHU Yuru[1], XIONG Wen[2]

1.*School of Economics and Management, Hubei University of Technology, Wuhan 430068, China*;
2.*National Engineering Research Center of Advanced Technology and Equipment for Water Environment Pollution Monitoring, Wuhan 430068, China*

**Abstract**　Reducing emissions from deforestation and forest degradation (REDD＋) and other effective area-based conservation measures (OECMs), as core tools of the global governance of ecology, face debates over whether to prioritize carbon or biodiversity under the fragmented governance systems for climate and biodiversity, which affects the ecological effectiveness of mitigating climate change and conserving biodiversity. This article systematically analyzed the synergistic foundations and conceptual conflicts between REDD＋ and OECMs in biodiversity conservation to reveal the strategic trade-off mechanism between REDD＋ and OECMs across multi-level governance. A targeted path of collaborative development including the construction of management framework, the development of integrated credit markets of carbon-biodiversity, and the establishment of ecological co-governance mechanisms with public participation was proposed based on the core coordination mechanisms of nature-based solutions (NbS). It will provide a scientific basis for the cross-convention collaboration within the international community and promote the formation of integrated paradigms for the global governance of ecology.

**Keywords**　climate change; biodiversity; reducing emissions from deforestation and forest degradation (REDD＋); other effective area-based conservation measures (OECMs); strategic trade-off

（责任编辑：张志钰）