

DOI: 10.20152/j.np.202404250060

赵阳,刘艳青,万霞,丁黎明.探索国家公园生态产品市场化新路径——以生物多样性抵消和信用机制为例.国家公园(中英文),2024,2(5):

Zhao Y, Liu Y Q, Wan X, Ding L M. Study on market-based realization of ecosystem product value in national parks: taking biodiversity offsets and credits as an example. National Park, 2024, 2(5):

探索国家公园生态产品市场化新路径 ——以生物多样性抵消和信用机制为例

赵 阳¹, 刘艳青¹, 万 霞², 丁黎明^{2,*}

1 生态环境部对外合作与交流中心, 北京 100035

2 四川省生态环境对外交流合作中心, 成都 610041

摘要: 国家公园提供数量最多、价值占比最大的生态产品是生态系统的调节服务, 其生产供给主要依赖于生物多样性存量的稳定性和持续性。由于生物多样性的价值(如清洁的空气、干净的水)具有公共性和外部性, 难以分清具体的权利人与受益者, 因此受到“度量难”“交易难”“抵押难”“变现难”的“四难”制约, 这使国家公园依靠财政支出的压力得不到有效缓解。根据“昆明-蒙特利尔全球生物多样性框架”提供的“生物多样性抵消和信用”方法和英美澳等国的成功经验, 建议我国将国家公园作为生物多样性信用提供方, 通过与企业开展“横向”价值交换, 创新使用将开发项目的生态环境影响抵消净零的指标交易模式, 并通过绿色金融支持信用质押贷款、提升企业 ESG 评级等激励优化, 辅以强制信息披露、市场准入许可等硬性约束, 合力加速形成生物多样性信用投融资惠益国家公园并惠及周边社区的市场机制。

关键词: 国家公园; 生态产品价值实现; 多元创新资金机制; 生物多样性抵消; 生物多样性信用; 昆明-蒙特利尔全球生物多样性框架(“昆蒙框架”)

Study on market-based realization of ecosystem product value in national parks: taking biodiversity offsets and credits as an example

ZHAO Yang¹, LIU Yanqing¹, WAN Xia², DING Liming^{2,*}

1 Foreign Environmental Cooperation Center, Ministry of Ecology and Environment, Beijing 100035, China

2 Department of Ecology and Environment of Sichuan Province, Chengdu 610041, China

Abstract: The Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity (CBD) adopted a new global biodiversity strategy—the Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (GBF). This paper provides a systematic review of the international practice of “biodiversity offsets and credits” proposed in the 19th Action Target of the GBF, divided into three implementation steps: (1) scientific quantification of biodiversity credit valuation; (2) policy promotion of biodiversity credit certification; (3) market realization of biodiversity credit transactions. The policy environment and market mechanisms in the United Kingdom (UK), the United States (USA), Australia, and other countries that implemented the Business & Biodiversity Offsetting Program (BBOP) were analyzed to draw successful experiences and lessons learned, providing insights for China on the prospects of applying these practices in national parks to realize the value of ecosystem products better. The main ways of realizing the value of ecosystem products in national parks in China were summarized, followed by the analysis of why the value of biodiversity, as the most prominent ecosystem product in both amount and value, suffers from the “four difficulties”, namely, “difficult to measure”, “difficult to trade”, “difficult to mortgage”

基金项目: 联合国全球环境基金(GEF)长江经济带生物多样性主流化项目(10753/P04148)

收稿日期: 2024-04-25; **采用日期:** 2024-06-04

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: 46886890@qq.com

and “difficult to encash”, two primary causes were discovered: First, there is no such mandatory “No Net Loss” requirement in China compelling developers to mitigate and offset negative biodiversity impact; and second, institutions dedicated to nature reserve conservancy are not entitled with the rights of generating incomes from managing the credits based on increasing biodiversity net gains. It is recommended that China capitalize on the opportunity provided by the preparation of national park legislation to promulgate a biodiversity impact offsetting policy, adopt a biodiversity credit accounting methodology, and pave the way for implementing biodiversity offsets and credits in practice.

Key Words: National Park; value realization of eco-products; innovative financing mechanism; biodiversity offsets; biodiversity credits; Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework

2021年,三江源、大熊猫、东北虎豹、海南热带雨林和武夷山首批五个国家公园正式设立。它们代表我国生物多样性最富集的精华部分,包含最重要的自然生态系统,拥有最宝贵的自然资源,为人类不仅提供食品、药材、能源等物质产品,还提供水源涵养、气候调节、水土保持、防风固沙等调节服务产品,以及休闲旅游、美学体验等文化服务产品^[1]。国家公园在实行严格保护的同时,通过开发生态产业、完善商品交易机制、采用特许经营和生态旅游等方式将生态价值转化为经济效益,努力探索生态产品价值实现路径,取得了积极成效。

然而,国家公园资金来源主要依靠财政支出的局面仍未改善,企业与公众付费占比很低,有偿使用制度还不完善,绿色产业还没有形成规模,特许经营还不规范,市场化程度还有欠缺,公益组织参与案例较少,国家公园品牌价值还没有充分体现^[2]。我国在建立国家公园多元化资金机制方面,有哪些国际经验与模式可以效仿,在哪些国家开展了什么活动、有何经验教训、从立法强制、政策保障与市场激励的角度分析还存在哪些问题等,目前国内还缺少深入研究。2022年《国家公园空间布局方案》发布,提出到2035年将遴选出49个国家公园候选区,使我国建成全世界最大国家公园体系的宏伟目标。这无疑对拓宽融资渠道、增加资金投入提出更高要求,同时也使借鉴国际经验、发挥市场作用的需求变得更为迫切。

本文梳理多个国家应用“生物多样性抵消和信用”方法的实践模式,总结经验(主要分科学量化信用价值、政策推行信用认证、市场实现信用交易三个发展阶段),分析该方法应用于我国国家公园市场化实现生态产品价值的机制构建,为通过政策创新,使生物多样性价值得以真实反映,解决外部性问题提供理论指导,为国家公园立法推动新建机制促进生物多样性信用标准化、企业信用交易和银行信用质押提供参考依据,为促进多元化生态保护补偿制度实施提供有益的方法补充及借鉴。

1 我国国家公园生态产品价值实现的主要方式与问题

1.1 国家公园生态产品价值实现的主要方式

1.1.1 国家不断加大生态补偿财政转移支付力度

开展国家公园实施天然林保护、退耕还林、森林生态效益补偿等重点生态工程,增加中央向地方“纵向”转移支付投入,扩大补偿范围,提高补偿标准,增设公益岗位,妥善安置当地居民和森工企业职工;部分试点实施跨流域、跨区域的“横向”生态补偿,体现了“谁受益、谁补偿”的公平发展原则,激励地方政府间协作保护生态环境^[3]。

1.1.2 公园管理方不断完善生态产品价值实现机制

发展生态旅游,设计景观资源有偿利用制度,用极小面积的非资源消耗型发展换取大面积保护;开辟景区将运营特许给国有旅游公司,每年特定比例的门票收入用于对当地社区直接经济补偿,使景区反哺社区^[4];居民还可经营摊位售卖土特产,通过资源入股获得分红,参与环卫、巡护、解说、项目建设等服务获得劳动报酬,将生态“高颜值”转化为经济“高价值”^[5]。

1.1.3 地方政府不断探索开发生态产业方式方法

依托环境优势,将闲散的山、水、林、田、民居等资源整合成资产包向市场招商,申报地理标志或绿色认证,

形成生态友好的品牌效应,实现市场溢价、企业盈利和居民增收“三赢”;挖掘国家公园品牌价值,拓宽公益渠道,实施“蚂蚁森林”试点,借助移动互联网平台,引导公众在支付宝中认领“虚拟”的公益保护地,企业根据累积的公众认领积分,向保护地捐资植树造林^[6]。

1.1.4 社区生计福祉通过资源统筹管理不断增加

村民集体表决形成决议,将集体林地通过签署赎买、租赁和托管协议,委托国家公园管委会统一管理,形成对核心保护区更大范围的缓冲屏障;村民因放弃经济开发权利而获得补偿,资金来源纳入省级公益林补偿财政预算;村民仍可作为集体林地权利人,将补偿收益权作为质押担保向银行贷款,贷款最高可达年度补偿收益的 20 倍,期限最长为 5 年,这是我国国家公园对“保护地役权”国际方法的创新^[7]。

1.2 我国国家公园生态产品价值实现面临的突出问题

1.2.1 市场机制还不健全

2020 年海南热带雨林国家公园“生态产品总值”(GEP)核算为 2051.43 亿元,物质产品、调节服务、文化价值分别占比 2.37%、83.72%和 13.91%。其中,调节服务既是海南国家公园提供最多的生态产品,也是所有国家公园最主要的生态产品,其生产供给主要依赖于自然生态系统的多样性、稳定性和持续性。但由于生物多样性(如清洁的空气、干净的水)作为公共性生态产品,具有外部性,难以分清具体的权利人与受益者,因此大大限制了其价值的市场化实现手段,使国家公园依靠财政支出的压力得不到有效缓解^[8]。2019 年,海南国家公园施行以断面水质作为流域上下游“横向”生态补偿标准,4 个上游县市共获得 2304 万元省级奖补资金,这对传统的中央向地方“纵向”财政转移支付是一种创新,但仍属于行政系统内的指标互换:政府既是运动员又是裁判员,补偿资金来源单一,周边社区惠益分享不透明、不充分,缺少市场激励和企业参与。

1.2.2 硬性约束仍待增强

我国没有从生物多样性角度,向开发者提出“将负面影响抵消净零”的专门规定,虽已出台《耕地占补平衡考核办法》《湿地保护修复制度方案》《生态环境损害赔偿管理规定》,从占地面积和生态功能上,提出了“先补后占、占补平衡”、“替代修复,等量恢复”等类似要求,但在实施中面临着开发者不具备生态修复所需技术和时间,“占多少、补多少”凭何标准、如何实现、由谁核证等实际困难^[9]。

1.2.3 激励手段急需优化

我国没有赋予保护者将其所实现的“生物多样性净增益”用于经营获利的权利,虽通过施行《森林植被恢复费征收使用管理暂行办法》《生态环境损害赔偿制度改革方案》,形成了向企业征收、由政府管理的专项保护基金,可以算是开发指标置换的一种体现,但没有进一步推动将“生物多样性信用”创建为类似于“碳汇”的新型交易标的物,用于企业付费、银行质押贷款、基金信托保险等市场服务^[10]。

从 2017 年《建立国家公园体制总体方案》要求“探索多渠道多元化投融资模式”,2021 年《关于建立健全生态产品价值实现机制的意见》提出“让保护修复生态环境获得合理回报,让破坏生态环境付出相应代价”,到 2022 年《关于推进社会信用体系建设高质量发展促进形成新发展格局的意见》倡导“推动完善生态环保信用制度,创新信用融资服务和产品”,表明我国鼓励引导金融资本与企业投资参与国家公园建设,建立市场机制所需的政策环境日渐完善,可借鉴“生物多样性抵消和信用”的国际经验,把开发者(企业)原本不计后果的生物多样性损害,科学规制成为一种稀缺的“指标配额”,用于与保护者(国家公园)进行“横向”等价交换(易)的机制创新,使生物多样性作为全民公益性生态产品的价值得以真实反映,解决外部性问题,促进资源优化配置^[11]。

这是一个创建新产品、新市场的过程,需要发挥多种政策工具的激励、约束作用与合力干预,包括在供给端,通过颁布生物多样性或国家公园的专门法律,允许保护者(国家公园)出售作为抵消额度的生物多样性信用以获得经济收益;在需求端,通过发布生物多样性影响抵消政策,强制开发者(企业)通过认购信用额度,满足“零净损失”的监管要求。国际经验表明,为对接、巩固上述供需关系,还需要其他部门参与进一步赋能市场。例如,环境部门制定、发布生物多样性信用核算方法学,并作为独立的信用核证机构;生产部门加强实施

生物多样性“零净损失”“占补平衡、先补后占”“零毁林”“自然受益”等行业转型标准;金融部门在开发项目审核中纳入生物多样性信用指标,与信贷评级、贷款额度及优惠利率挂钩等。这些举措使生物多样性信用兼具生态量度、交易单位、投融资标的三种功能,既可视作为对现有生态补偿方法的有益补充,也可作为绿色金融的创新形式,成为国家公园资源权益的组成部分,用于银行质押贷款,发行绿色债券,支持生态认证,吸引责任投资,还能公益捐赠提供标准化、便利性和透明度。

2 生物多样性抵消和信用的国际实践与经验

《生物多样性公约》第十五次缔约方大会(COP15)通过了新的全球生物多样性战略,即《昆明-蒙特利尔全球生物多样性框架》(简称“昆蒙框架”)。其中,行动目标 19 提出的“生物多样性抵消和信用”(Biodiversity Offsets and Credits),指的是彼此关联但相互独立的两种市场机制,推荐作为增加全球生物多样性保护资金的潜在手段^[12]。

2.1 生物多样性抵消和信用的国际实践

2.1.1 生物多样性抵消

生物多样性抵消是指开发项目在采取了适当预防及缓解措施后,仍须对残余的生物多样性损失进行足额补偿,旨在实现“零净损失”(No Net Loss, NNL);其规定最早可追溯至 1976 年德国《联邦自然保护法》(FNCA),该法第 13—19 条也被称为《影响缓解条例》(Impact Mitigation Regulation, IMR),要求避免重大生态环境损害,补偿人类活动对自然及其功能的残留影响;1985 年加拿大《渔业法》(Fisheries Act)“禁止有害地改变、破坏或毁坏鱼类栖息地”,除非得到联邦渔业和海洋部(DFO)颁发的许可证;1990 年美国修订后的《清洁水法》(Clean Water Act)派生出“404 许可证”制度,强制企业满足“占补平衡”要求,以抵消证明作为获得开发许可证的前提条件;2012 年英国环境、食品及农村事务部(DEFRA)开始实施生物多样性抵消国家试点项目;2017 年澳大利亚《新南威尔士州生物多样性保护法》出台,以替代在该州施行的《濒危物种保护法 1995》。新法将生物多样性抵消由“自愿性”修改为“强制性”^[13];2019 年英国生态学会(CIEEM)发布《生物多样性净增益(BNG)认证指南》,要求“净增益”须至少保持 30 年;2020 年《欧盟生物多样性战略 2030》(EU 2030 Biodiversity Strategy)^[14]与后续颁布的《欧盟企业可持续发展报告指令》(EU Corporate Sustainability Reporting Directive, CSRD)^[15]作为“欧盟绿色新政”(EU Green Deal)一揽子方案的组成部分,均对生物多样性“零净损失”提出明确要求;2022 年英国环境部制定《全国生物多样性指标》^[16],着重强调了“层级缓解”“净零损失”“净增益”等方法及指标对于达成本国生物多样性战略目标的重要性;2022 年“昆蒙框架”行动目标 15 呼吁所有企业监测、评估和批露对生物多样性依赖及影响带来的风险,逐步减少不利影响,增加有利影响,并在行动目标 19 提出:“激励具有环境和社会保障的创新计划,如生态系统服务付费、绿色债券、生物多样性抵消和信用、惠益分享机制等”,作为推荐方法。

截至目前,42 个国家已制定生物多样性抵消政策,或实施了“企业与生物多样性抵消项目”(Business & Biodiversity Offsetting Program, BBOP)^[17],逐步确定了“BBOP 十项科学原则”,以确保生物多样性抵消项目的设计及实施:(1)遵循“层级缓解”的优先序列,即避免、最小化、修复、抵消;(2)承认抵消的限制性,在某些情况下,由于受影响生物多样性的不可替代性或脆弱性,残余的负面影响可能无法得到完全补偿;(3)基于景观尺度,发挥生态遥感科技和互联网大数据优势,采用自然资本方法,既对物种和栖息地给予权重赋值,又考虑到生物多样性在生物、社会和文化等方面的多重价值;(4)将“零净损失”作为目标,强调“就地保育”,即在原地(on-site)实现可衡量的保护成果,可合理预期不会造成生物多样性净损失;(5)实现额外的保护成果,即“净增益”或“净正面影响”,抵消的设计应避免将对生物多样性有害的活动转移到其它地方,抵消所取得的保护成果应超过如果不进行抵消所取得的成果;(6)重视利益相关方参与,在受项目影响和生物多样性补偿惠及的区域,确保目标群体有效参与抵消项目决策,包括地址选择、监测与评估、活动设计和实施等;(7)促进公平公正,尊重东道国法律和当地传统,应特别考虑原住民与当地社区的经济和文化权利;(8)增强可持续性,

实施适应性管理方法(Adaptive Management),包括监测与评估(M&E),确保抵消取得的保护成果是永久性的,至少也要与开发活动造成影响的持续时间相等;(9)提高透明度。项目进展、成果应及时通过各种形式的报告向社会公布;(10)应用科学与传统知识,采用“基于自然的解决方案”、“自然资本核算”等科学方法开展项目活动,包括借鉴当地与生物多样性可持续利用和惠益分享的传统知识^[18]。

以在澳大利亚开展的 BBOP 项目为例,环境部根据《环境保护与生物多样性保护法 1999》^[19]和《环境抵消政策 2012》,于 2015 年制定、发布了《生物多样性抵消银行认证评估方法学》(Bio-Banking Certification Assessment Methodology,BCAM),将生物多样性影响的抵消额度分为生态系统与物种两个方面,用来量化开发活动造成生物多样性损失的价值,以及保护行动实现的净增益,并提供“损益等价相抵”的评估标准^[20],用来指导开发项目通过以下三个步骤实施。

(1)遵循减缓生物多样性影响的优先序列原则。首先“避免”,即禁止涉足开发世界自然保护联盟(IUCN)在全球范围划定的“关键生物多样性区域(KBA)”^[21];其次,施工范围“最小化”;第三是生态“修复”;如环境部门提供位于新南威尔士州的 Warkworth 煤矿报告^[22]显示,政府要求该矿山在关闭十年内完成 2100 hm²的生态修复。最后,“抵消”项目造成的遗留影响,即遵循“层级缓解”的国际准则(图 1)。步骤 1—3 是常规的预防及减缓措施,如实施后仍存在显著且不可逆转的生物多样性丧失,则须通过步骤 4 将残余的不利影响抵消,满足“零净损失”(NNL)监管要求,实现“净正面影响”(Net Positive Impact)目标(图 1)。

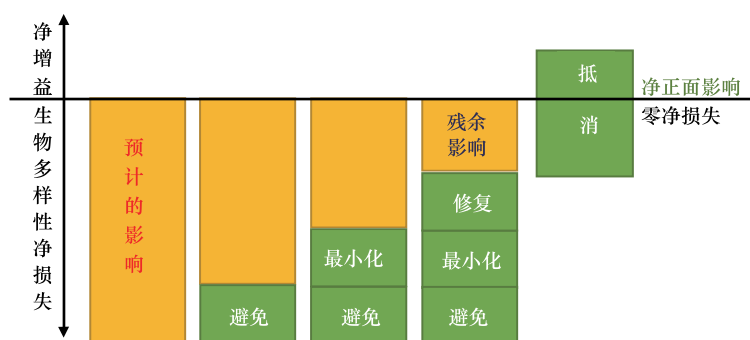


图 1 生物多样性影响“层级缓解”的优先序列^[23](避免、最小化、修复、抵消)

Fig.1 “Hierarchy Mitigation” strategy comprised of 4 consecutive steps of avoidance, minimization, restoration and offsetting to mitigate impact on biodiversity

(2)量化受项目影响的生物多样性价值量。首先,定性评估受开发活动影响的生物多样性,包括受威胁的生态群落、动物物种和植物物种,以及重要的本土动植物、生态系统和栖息地;其次,计算遭受扰动或影响的物种栖息地(如繁育与觅食)及生态群落的面积(hm²);最后,基于生态系统和物种两类,将这些面积分别换算为受威胁的生物多样性价值,以“抵消额度”表示。所有额度数值相加即代表受项目影响导致生物多样性丧失的总价。在 Warkworth 煤矿案例中,受采矿活动影响的 72.12 hm²沙林地与 0.67 hm²沙草地所换算的额度分别为 3043 和 16,基本按照“额度与生境面积成正比”的比例进行核算;而受影响物种的额度量化则需要考虑野生动物数量和其他因素,如大食蜜鸟觅食栖息地(709.5 hm²)是鼠耳蝙蝠繁殖栖息地(237 hm²)面积的三倍大,而二者额度却相差无几(18932 与 18223),这主要是因为相同面积区域内,鼠耳蝙蝠的数量远远超过大食蜜鸟(表 1)。

(3)实施损益等价交换,作为项目获得许可证的前提条件。首先,要求项目采取一系列预防性措施,包括土地整理、植被和土壤的调查数据记录,动植物、土壤和覆盖物资源的移植(包括表层土、覆盖层、木材和物种),杂草与野火防控相关的灌木管理,害虫和外来物种入侵防治,地下水侵蚀、土地沉降等,将生态扰动和社会风险控制到最小程度。其次,根据科学评估,划定“生物多样性重建区”(biodiversity area),分为本地(local)与周边(regional)两类,是指位于项目开发范围和临近的自然保护地缓冲区内,作为将项目移植土壤、动植物

群落和土地覆盖物等抢救资源的生态搬迁安置点。最后,加大自然资本投资,使在多个重建区实现的生物多样性净增益总和,大于项目预期将造成生物多样性丧失的总价。如 Warkworth 煤矿报告评估预计,在项目周边 Goulburn 流域和 Bowditch 保护地,以及矿区南部(Southern)及北部(Northern)共 4 个生物多样性重建区,可针对生态系统和物种分别实现 37463 与 56630 个新增的抵消额度,大于采矿将造成的 31700 和 37293 个额度损失,证明项目能够超额实现“零净损失”目标(表 2)。

表 1 Warkworth 矿区受影响的生态系统及物种栖息地面积与生物多样性抵消额度之间的换算

Table 1 Conversion between the area of affected ecosystems and species habitat and biodiversity offsets at the Warkworth mine site		
生态系统 Ecosystem	影响面积/hm ² Affected area	抵消额度 Offsets
沙林地 Sands woodland	72.12	3043
沙草地 Sands grassland	0.67	16
灰铁树林 Grey box-ironbark woodland	614.64	23384
修复的澳洲灰铁树林 Regenerating grey box-ironbark woodland	6.43	108
铁皮斑点灰箱林 Ironbark-spotted gum grey box forest	16.61	633
灰铁树林衍生草地 Grey box-ironbark woodland derived grassland	378.6	4516
水坝 Dam	0	0
受采矿影响的生态系统价值(总计) Ecosystem values affected by mining (total)	1089.1	31700
物种 Species	影响面积/hm ² Affected area	抵消额度 Offsets
大食蚁兽觅食栖息地 Regent honeyeater feeding habitat	709.5	18932
大耳蝙蝠繁殖栖息地 Large-eared pied bat breeding habitat	10.5	139
南方鼠耳蝠繁殖栖息地 Southern myotis breeding habitat	237	18223
受采矿影响的物种价值(总计) Species values affected by mining (total)	957	37294

表 2 用抵消额度量化生物多样性损益——受影响生态系统和物种遭受的额度损失与生物多样性重建区新增额度对比

Table 2 Quantifying the value of biodiversity gain and loss in terms of offsets-Losses of affected ecosystems and species versus gains to the biodiversity areas

Warkworth 矿区 Warkworth mine	抵消额度 Offsets	生物多样性重建区 Biodiversity areas			
		Southern	Northern	Goulburn	Bowditch
被影响生态系统的价值量 Value of affected ecosystems	31700				
在 4 个生物多样性重建区新增生态系统的价值量 Increased ecosystem value in the four biodiversity areas	37463	11231	4214	16717	4985
净差额(净增益) Net difference (net gain)	5763				
被影响物种的价值量 Value of affected species	37293				
在 4 个生物多样性重建区新增物种的价值量 Increased species value in the four biodiversity areas	56630	3845	895	30001	20498
净差额(净增益) Net difference (net gain)	19337				

2.1.2 生物多样性信用

在发展初期,生物多样性信用用来代表开发活动对生物多样性造成的损害规模^[24],即“抵消额度”(Offsets);中期还可用来表征生态保护行动产生的生物多样性贡献程度,即“净增益”(Net Gain)。因此,它既是一种生态学领域的度量,也是市场体系中的交易单位;最新进展是作为一种经济工具和金融产品,即使在暂无相关法律强制要求的情况下,也可由规避商业风险、履行社会责任、吸引责任投资、获得市场许可、申请生态认证、提升 ESG 评级、改进环境绩效、提高信息透明度等企业及金融机构的市场自愿行为拉动,增加自然资本投资^[25]。自此,生物多样性信用兼具生态量度、交易单位、投融资标的三种功能,既可视作为对现有生态补偿方

法的有益补充,也可作为绿色金融的创新形式,有效解决生物多样性作为公益性生态产品的外部性问题。鉴于英澳美在该领域具有的成功经验,以下主要从信用应用的角度(主要分为信用量化、信用认证、信用交易三个发展阶段),对三国的相关实践进行总结。

(一)科学量化信用价值。(1)英国“乘法法”。Scheiner(2012)制定了一个整合丰度、系统发育和生态功能三要素的复合指标,将栖息地根据物种多样性、稀缺性、原真性等条件,定性为高、中、低三个生境类型,分别赋分,生境类型与生境条件分值的乘积为净增益,即生物多样性信用^[26];(2)澳大利亚“当量法”。针对生态系统与濒危物种,以积分方式分别衡量对受威胁植物群落、受威胁物种个体及栖息地范围影响的补偿当量需求,再乘以权重系数(An Australian Biobank Certification Scheme: a Study of Economic Costs to Participating Biobank, 2017);(3)美国“变量法”。Weissgerber等(2019)提出“关键生物多样性变量”(Essential Biodiversity Variables, EBVs)标准,包含物种种群、性状、遗传组成、群落组成、生态功能与结构等主要指标,能够多重比较多个生态系统实物量及价值量的“净增益”或“净损失”^[27],是较为公认可以协调统一不同评估框架的有效工具。三种方法都支持从多维度进行生物多样性估值或比较结果,但由于在实践中面临时间及空间管理,恢复或保护的难易程度等众多不确定性,因此英澳美三国原则上均要求,异地重建的生境必须等同于或优于受损的栖息地^[28]。

(二)政策推行信用认证。《生物多样性公约》第十四条强调,“采取适当程序,要求就其可能对生物多样性产生严重不利影响的拟议项目进行环境影响评估,以期避免或尽量减轻这种影响”;“昆蒙框架”也提出,“采取法律、行政或政策措施,鼓励和推动商业,确保所有大型跨国公司和金融机构定期监测、评估和透明地披露其对生物多样性的风险、依赖程度和影响…,以逐步减少对生物多样性的不利影响,增加有利影响”(行动目标 15)。美国 1990 年通过修订《清洁水法》(Clear Water Act),针对湿地侵占增加了“404 条款”,强制开发者为抵消产生的生物多样性影响,预先认购与造成损失相等的信用额度,作为获得开工许可证的前提条件。澳大利亚 1999 年颁布《环境与生物多样性保护法》(Environmental Protection and Biodiversity Conservation Act),规定房地产、采掘业和路桥港口等基建项目,如涉及国家公园、濒危种群与栖息地、世界与国家遗产地、国际重要湿地、受公约保护的迁徙物种、英联邦海域和大堡礁海洋公园等,首先要“避免”这些区域,其次要施工范围“最小化”,第三是实施生态“修复”,最后“抵消”遗留的负面影响,即遵循“层级缓解”的国际准则;英国国家标准机构(BSI)2021 年根据英国生态学会制定的《生物多样性净增益(BNG)认证指南》(CIEEM, 2019),发布《商业开发项目纳入生物多样性净增益设计和实施的过程规范》(BS 8683 Process for Designing and Implementing Biodiversity Net Gain-Specification)^[29-30],规定项目开发不仅要满足生物多样性“零净损失”要求,而且还要实现至少 10%的“净增益”,并提供了核算生物多样性损益的技术方法、项目施工标准、绩效指标和报告要求。

(三)市场实现信用交易。政府对保护者经营生物多样性信用获利的赋能赋权。美国《湿地抵消银行的规划和操作指南》(Planning and operational guidelines for mitigation banking for wetland impacts, 1995)、澳大利亚《生物多样性银行认证评估方法学》(Bio-Banking Certification Assessment Methodology, 2015)和英国《生物多样性净增益实践原则》(Biodiversity Net Gain. Good Practice Principles for Development. A practical guide, 2019)支持实施重大生态保护修复工程、可持续建设自然保护地体系的公共机构,负责任投资自然基础设施的金融组织和发展生态友好型绿色产业的私营部门,通过修复、新建和扩大保护地面积实现公共性生态产品大量增值,经环境部门量化、核证后成立“抵消银行”。它并不是真正的银行,而是作为用来提供抵消额度的信用储备库,采用信贷账户模式,基于损益相抵原则,将开发者(企业)的生态责任转嫁给自身的等价交换平台。各国根据对栖息地或物种侧重不同,又将抵消银行分为生境银行和物种银行。在美国,物种银行和生境银行由鱼类及野生动植物管理局负责,而湿地银行则由陆军工程兵团审批,这样分工能够保证监管机构的专业性^[31](表 3)。

表 3 比较分析国际主流的生物多样性信用市场交易模式

Table 3 Comparative analysis of international market-based biodiversity credit transaction models

信用交易模式 Model	美国湿地抵消银行 Wetlands Mitigation Banking	澳大利亚生物多样性银行 Bio-Banking
相关法律 Relevant laws	《农业法案》有关湿地保护的条款;《清洁水法》“404 条款”和派生出来的“404 许可证”制度。	《环境与生物多样性保护法 2016》《环境抵消政策》《生物多样性银行认证评估方法学》
适用范围 Scope of application	湿地作为政府应用许可证制度管理下的限额交易,主要包括 3 个层次:(1)采取措施避免湿地破坏;(2)尽量降低潜在的生态影响;(3)对于无法避免的负面影响,采取修复受损区域、新建区域、增强现有区域、保护现有区域 4 种方式进行保护。	强制要求缓解、抵消生物多样性影响,涵盖范围包括:(1)房地产、采矿工程到海洋天然气项目和道路港口等基建项目;(2)世界和国家遗产地、国际重要湿地、濒危种群和保护地;(3)受国际协定保护的迁徙物种、英联邦海洋领域和大堡礁海洋公园等多种土地类型,以及核电站。
信用标的 Quantifiable credit	湿地信用:基于可量化的抵消面积核算,并通过“高价值湿地”赋予权重 ^[32] 。	生物多样性信用:主要基于对栖息地和物种的实物量核算及加权 ^[33] 。
实施策略 Implementation strategy	(1)监管部门对将造成湿地损害的不合理开发申请予以否定;(2)如果项目开发和生态环境影响不可避免,则强制开发商事先认购与造成损失同等额度的湿地信用 ^[34] 。	遵循“层级缓解”的国际准则(避免、最小化、修复和抵消):(1)“避免”关键生物多样性区(KBA);(2)项目范围“最小化”;(4)作业面生态“修复”;(4)生物多样性影响“抵消”净零。
抵消方法 Offsetting approach	用于影响抵消的信用量化以湿地面积(hm ²)为主,包括生物多样性丰度、固碳、水文和土壤条件、物种引进数量和生态价值赋值等综合指标;开发商认购信用额度用于“抵消”项目开发造成的生物多样性损失。供需双方交易须符合“就近原则”,即尽量从被侵占地附近的湿地银行认购抵消信用额度,按照 1:1,占多少补多少;但如果开发项目所侵占的湿地经评估属于“较高价值”,则要求开发商从湿地银行购买的信用比例会达到 1:2 或 1:3 ^[35] 。	(1)识别、评估受项目开发影响的生物多样性,包括受威胁的植被群落(包括土壤)、生态系统和动物物种。植被群落须在作业面土地破坏之前就连同土壤一起整体处理,全部移植到政府指定的“生物多样性重建区”(BA);(2)根据项目将要造成生境和物种损失的信用,通常以 hm ² 计算,在 BA 中相应地修复、增加,使之大于等于项目造成的信用损失,并接受政府评估,定期发布报告;(3)为环保组织提供赠款,保护当地特有物种,确保实现“净增益” ^[36] 。
实现效益 Benefits realized	2016 年美国湿地信用销售总额达 36 亿美元,共登记了 3365 个湿地信用“贷方”账户。每年湿地缩减面积从 1980 年的 135000 hm ² 减少为 2017 年的 16000 hm ² ,几乎实现“零净损失” ^[37] 。	截至 2016 年,鱼类和野生动物联邦管理局已批准建立了超过 135 个用于提供信用积分的“生物多样性重建区”(BA),保护总面积超过 57465 hm ² ^[38] 。
劣势分析 Disadvantages	(1)从生态功能来看,仍有“就近原则”无法解决的缺陷。项目开发地与湿地恢复地处于不同区域,有时距离很远,本地失去的湿地生物价值和水文功能无法被异地生态重建所取代或缓解,原住民与当地社区的福祉受到影响;(2)只有不断扩大信用储备及来源渠道,监管机构才具备更大能力确保开发商认购的湿地信用与受影响湿地的类型、功能和价值更准确地匹配,提高抵消的生态效益 ^[39] 。	(1)抵消比率不够科学,无法证明损失与增益是等价的,没有很好地考虑间接和累积影响;(2)孤立的小块土地不足以支持物种生存繁衍,因此 BA 需要大片连续的土地,而且需要大量的管理维护以维持栖息地的生态功能,避免生境退化和物种迁移;(3)土地需求和永久保护的政府要求虽然增加了当地的生态系统服务盈余(价值量)和增量(实物量),但也推升了生物多样性银行的运行成本和管理难度 ^[40] 。
优势阐释 Advantages	(1)抵消可比性。损失与增益(损益)基本等价——这需要对相似类型及数量的生物多样性进行科学量化与信用核算,作为交易(交换)的基础 ^[41] 。 (2)抵消持久性。生物多样性净增益(BNG)的持续期限至少应与项目造成生态环境损害的影响时间一样长。 (3)规模效应。抵消银行能够以较低成本保护大片连续生境和野生物种,并采取“吸储”方式,将零散、孤立的生态价值通过开立“贷方”信用账户整合起来,聚沙成塔,提高信用储备,扩大信贷规模 ^[42] 。	

2.2 生物多样性抵消和信用的国际经验

2.2.1 生物多样性抵消和信用之间的关联与差异

2022 年底昆蒙框架正式发布,首次将“生物多样性抵消和信用”并列提出,这是深刻考虑到两种机制长期以来既相互区别、独立,又互有融合促进的发展背景。首先,抵消是一种生态补偿的市场机制,作为生物多样性影响“层级缓解”(Hierarchy Mitigation)优先序列(即避免、最小化、修复、抵消)的最后步骤,通常无法被单独实施,否则企业有被媒体或公众贴上“漂绿”标签的风险;生物多样性信用则主要作为一种金融衍生工具,重点在于创建和出售类似于“碳汇”的新型标的物,为产生可衡量的生物多样性“净增益”的保护行动提供资金。企业、金融机构、组织或个人可直接购买,对产生该信用的自然保护地进行反哺。其次,抵消强调“就近原则”,主张尽量“就地保护”,而信用则不受本地限制,异地甚至国外以标准化信用衡量的保护成果都可以通过绿色债券、绿色信贷资产证券化方式或互联网区块链技术得到交易。最后,就发展阶段而言,前期发展以抵

消为主,在重大开发项目如采掘、水电、基建等部门得到广泛应用,信用在该阶段主要是作为抵消额度的量度,用来衡量开发导致的生物多样性“净损失”,以及生态保护修复活动实现的“净增益”;中期发展的标志是在各国成立的“抵消银行”(Mitigation Banking),如美国“湿地抵消银行”(Wetlands Mitigation Banking)、澳大利亚“生物多样性银行”(Bio-Banking)、德国“生态银行”(Eco-Banking)等。它们并不是真正的银行,而是作为用来提供抵消额度的“信用储备库”,采用信贷账户模式,基于“损益相抵”原则,将开发者(企业)的生态环境责任转嫁给自身的等价交换平台;后期发展是指近年来,尤其是 COP15 大会召开后,生物多样性信用越来越多地被当做一种有效的经济手段,不受“层级缓解”限制而独立实施,通过优化激励(如绿色信贷、责任投资)和强化约束(如信息披露、市场准入)促进私营部门交易经过可量化、可认证和可追溯的生物多样性信用,成为“企业回馈大自然并确保产生积极影响的一种方式”^[43],既是企业履行社会责任,展示向“自然受益”(Nature-Positive)转型的创新形式,也是一种由政府引导、市场赋能的生态补偿机制。

2.2.2 实施生物多样性抵消和信用的效益、问题及前景

(一)实施的主要效益。(1)增加生物多样性保护的额外资金。2019 年各国 BBOP 共产生了 63—92 亿美元的交易额。马来西亚的棕榈油企业向保护区内 100m²雨林恢复面积支付的信用价格为 10—30 美元;美国湿地研究协会致力于生态重建,根据《濒危动物法》,拥有通过环境部门认证的 739 个濒危青蛙和蝴蝶信用,每个用于抵消的信用平均售价逾 20000 美元^[44];(2)实现多利益相关方共赢。由公立或私人性质的保护地与开发商直接进行信用交易,前者彰显保护效果,获得经济收益,后者提升信用评级,满足监管要求,取得开发资质。同时,在整个过程中强调保护区周边社区的知情同意和惠益分享,改善居民的生计福祉。这样做可增加生物多样性信用估值,提高其市场售价;(3)提高保护成效的显示度。基金会、环保组织通过生态保护和修复产生的“净增益”,也可通过开设“贷方”信用账户参与抵消交易获利。该举措有利于将社会上零散的生物多样性信用以标准化形式打包,形成统一定价的生态资产;(4)为部门决策提供参考。在政府部门进行的商业开发审批、企业用地审核、行业资质许可证、处理违规侵占森林湿地草原等制度设计中融入生物多样性损益量化的信用指标,使决策程序、激励机制和评价体系更加完善^[45];(5)提升综合治理水平。生物多样性信用用途广泛,可为企业社会责任、环境绩效、生态认证与信息披露提供背书,还能为向保护区的公益捐款带来标准化、便利性和透明度,甚至被开发为区块链数字货币(如澳大利 BioToken)。

(二)存在的重要问题。(1)各国进展不均衡。42 个已制定抵消政策的国家中,BBOP 只在十几个法律强制或市场激励较为充分的国家得到了有效实施^[46];(2)抵消交易与信用融资发展不平衡。生物多样性信用更多地是作为抵消额度用于企业付费获利,而作为生态资源权益用于银行质押贷款,发行影响力债券、绿色保险和信托基金产品的案例较少^[47];(3)跨部门协同不够。抵消或信用只作为促进企业参与生物多样性保护修复的单一市场手段,没有与政府土地规划、产业生态化和金融绿色化等国家及地方经济政策有效衔接,或提供实施支撑^[48]。

(三)扩大应用的前景分析。2020 年,保尔森基金会发布《为自然融资:填补全球生物多样性资金缺口》报告指出,2019 年生物多样性抵消在全球共产生了 63—92 亿美元的保护资金,而优化该机制的政策环境,有望使之在 2030 年前,每年产生约 1650 亿美元的资金潜力,在预期增量规模上几乎等同于其他 6 种被该报告推荐的资金机制的总和,包括自然基础设施、绿色金融产品、国内财政预算及税收、基于自然的气候变化解决方案及碳市场、海外发展援助和可持续供应链,在推荐资金机制的总名单上位列第二(图 2),仅次于削减有害于生物多样性的农业补贴带来的资金增量(约 2000 亿美元),能够帮助缓解全球每年 7000 多亿美元的生物多样性保护资金需求压力。该报告对抵消机制未来资金潜力的估算是假设这 42 个国家完全实施了现有的生物多样性影响抵消政策,而且其他国家也采取了类似的抵消措施,按照 2030 年前世界范围内预计将进行的大型建设开发项目分析得出^[49]。鉴于城市及其配套的基础设施还会持续扩张,尤其在亚太地区,“未来十年,亚洲城市人口将新增 5.5 亿,在面临环境风险最严重的 100 个全球城市中,有 99 个位于该区域”^[50]。据此,预计加强实施生物多样性抵消和信用将在亚太乃至全球范围内,从各国的开发商及金融机构手中筹集到更多保护资金。

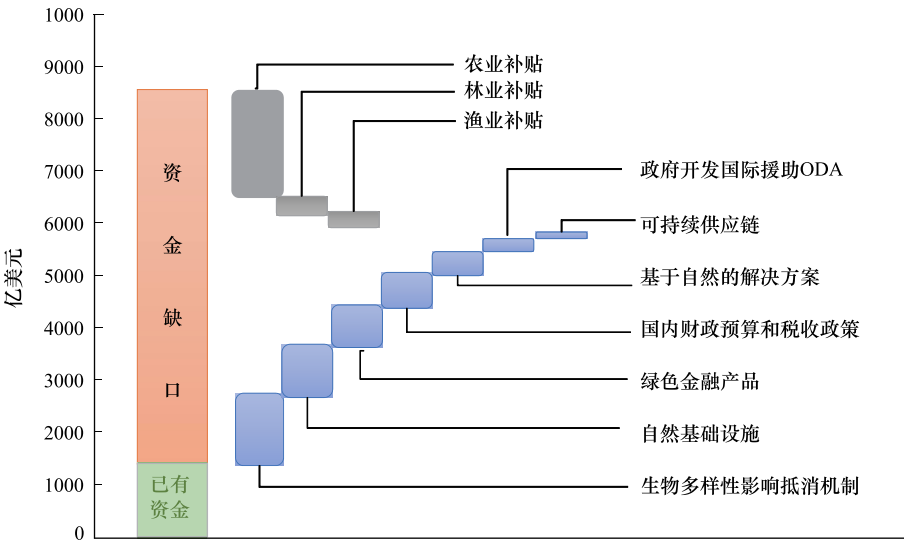


图 2 2030 年前通过各类资金机制将实现的生物多样性保护资金的预期增长/亿美元

Fig.2 Expected increase in funding for biodiversity conservation to be realized through various financial mechanisms by 2030 (in hundred millions of United States dollars)

3 建议

“昆蒙框架”明确要求各国政府在定期提交的国别报告中,阐述该国对所有行动目标的实施进展,以增强履约透明度。因此,行动目标 19 所包含的“生物多样性抵消和信用”将对各国相关法律、政策产生促进作用。(一)已制定了抵消政策的国家将通过监管要求、规划流程、立法执法等措施加强实施现有政策;尚未制定政策的国家应着手制定、实施这些政策。(二)各国政府应在土地利用规划中对关键栖息地作出识别,发布相关信息,信息包括监管机构、开发商、受影响社区等,作为项目规划参考和生物多样性抵消的实施依据。(三)我国应在相关政策与决策程序中加强融入生物多样性的价值考量,包括:(1)从绿色金融的角度,鼓励银行提供与生物多样性信用挂钩的企业信用评级、信贷准入、绿色信贷等优惠条件;(2)从空间管控的角度,要求开发商以报告和验证方式证明没有对生物多样性造成“净损失”;(3)从保护区融资的角度,允许国家公园作为生物多样性信用提供方,与抵消付费的企业建立市场关系,将生态效益转化为经济利益。具体实施可通过未来的国家公园综合立法、生物多样性专门立法、自然资源立法和生态补偿条例等法律法规,对约束激励进行具体规定,引导、规范生物多样性抵消和信用额度的科学核算与市场创建,促进区域间、跨部门横向价值交换(易),加快生态产品价值实现与国土空间规划、主体功能区、自然保护区、生态保护红线等重要制度设计统筹衔接,形成全国“一盘棋”的工作格局。这对其他国家将 BBOP 作为“单一”市场手段的局限性来说,既是协同创新,也是治理突破,体现了中国特色社会主义制度的优越性,为解决生态产品价值实现“四难”问题提供一条可行路径。

3.1 以自上而下的国家公园立法统筹生态产品经营开发与补偿的总体布局

3.1.1 优化激励——通过立法赋予国家公园经营生物多样性信用,获得交易性和投资性收益的权利。既向企业出售抵消额度,又向银行信用质押贷款,还可利用信用增值,采取债券、基金和保险等金融绿色化手段,吸引社会投资,使生物多样性作为公共性生态产品的价值得以实现,成为生态补偿传统模式(财政转移支付)的有益市场补充,践行“保护者获益、受益者付费,损害者赔偿”的公平理念。可借鉴英美澳三国通过立法促进生物多样性信用科学量化、政府认证和市场交易的成功经验,结合我国生态产品价值实现的实际情况加以本土化创新。

3.1.2 硬化约束——加速制定生物多样性影响抵消政策,强化落实“谁损害,谁赔偿”。推动遵循“层级缓解”的优先序列(即避免、最小化、修复、抵消)由行业偏好向法律强制转化。例如,借鉴英国《商业开发项目纳入生物多样性净增益设计和实施的过程规范》的实施经验,指导相关部门在国家公园产业准入清单、绿色产业指导目录、项目正面清单中提出“抵消净零”的行业适用范围和企业“占多少、补多少”的量化标准,发布“和谁补、怎么补”的流程办法,强化监督问责;通过 ESG 评级指数、社会责任报告指数等方式,引导企业生物多样性信息披露从自愿性向强制性过渡。

3.2 以自下而上的多样化经济手段拉动生物多样性抵消和信用的市场需求

3.2.1 金融扶持——提供生物多样性信用融资产品。2021 年昆明召开的《生物多样性公约》第十五次缔约方大会(COP15)第一阶段会议期间,60 家中外银行共同签署了《银行业支持生物多样性保护共同宣言》,承诺“确立生物多样性偏好”,“积极发展生态信贷”。据此,建议金融机构将生物多样性纳入《绿色债券支持项目目录》,在投融资决策与绩效评估中纳入避免、减缓和抵消生物多样性影响的指标要求,提高信息透明度,降低金融风险;丰富与生物多样性信用挂钩的产品类型,包括贷款、利率、债券、保险、信托和基金等,建立与国家公园作为生物多样性信用提供方的沟通、合作机制。

3.2.2 企业示范——开展生物多样性影响抵消行动。2024 年 1 月,生态环境部发布《中国生物多样性保护战略与行动计划(2023—2030 年)》(NBSAP),作为落实“昆蒙框架”的重要举措,着力推动创新生物多样性投融资和可持续利用机制,规范生态友好型经营活动,构建高品质、多样化生态产品体系。建议在 NBSAP 实施过程中,基于“优先行动 26:多元化投融资机制”关于“探索建立市场化生物多样性保护恢复补偿机制,深化生态系统服务付费机制,动员更多社会性资金支持生物多样性保护”等相关要求,加大对国家公园和试点企业合作开展生物多样性抵消的授权赋能,对提升生物多样性信用评级的企业给予用地指标、绿色信贷、市场准入、特许经营、生态认证、可持续消费与采购、招标、税收、贸易和价格等优惠,以点带面,扩大示范效应。

参考文献(References):

- [1] 欧阳志云,杜傲,徐卫华. 中国自然保护地体系分类研究. 生态学报, 2020, 40(20): 7207-7215.
- [2] 臧振华,徐卫华,欧阳志云. 国家公园体制试点区生态产品价值实现探索. 生物多样性, 2021, 29(3): 275-277.
- [3] 高晓龙,林亦晴,徐卫华,欧阳志云. 生态产品价值实现研究进展. 生态学报, 2020, 40(1): 24-33.
- [4] 张海霞. 中国国家公园特许经营机制研究. 北京:中国环境出版集团,2018.
- [5] 臧振华,张多,王楠,杜傲,孔令桥,徐卫华,欧阳志云. 中国首批国家公园体制试点的经验与成效、问题与建议. 生态学报, 2020, 40(24): 8839-8850.
- [6] 闫颜,唐芳林,田勇臣,金崑. 国家公园最严格保护的实现路径. 生物多样性, 2021, 29(1): 123-128.
- [7] 王宇飞,苏红巧,赵鑫蕊,苏杨,罗敏. 基于保护地役权的自然保护地适应性管理方法探讨:以钱江源国家公园体制试点区为例. 生物多样性, 2019, 27(1): 88-96.
- [8] “生态产品价值实现的路径、机制与模式研究”课题组. 生态产品价值实现:路径、机制与模式. 北京:中国发展出版社,2019.
- [9] 赵阳,刘援. 绿色金融与生物多样性保护(第九章). 中国绿色金融发展研究报告. 北京:中国金融出版社,2021.
- [10] 赵阳,李宏涛. 以经济手段促进生物多样性保护. 生物多样性, 2022, 30(11): 18-26.
- [11] 赵阳,刘援. 绿色金融与生物多样性保护(第十一章). 中国绿色金融发展研究报告. 北京:中国金融出版社,2022.
- [12] World Economic Forum (2022) Biodiversity Credits: Unlocking Financial Markets for Nature-positive Outcomes. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Biodiversity_Credit_Market_2022.pdf.
- [13] 新南威尔士州环境部. 新南威尔士州生物多样性保护法. <https://www.environment.nsw.gov.au/topics/animals-and-plants/biodiversity/overview-of-biodiversity-reform,2024-03-05>
- [14] Gatti R C, Iaria J, Moretti G, et al. EU2030 biodiversity strategy: Unveiling gaps in the coverage of ecoregions and threatened species within the strictly protected areas of Italy. Journal for Nature Conservation, 2024, 79. DOI:10.1016/j.jnc.2024.126621.
- [15] Andreja P, Jernej B. Sustainable CSR: Legal and Managerial Demands of the New EU Legislation (CSRD) for the Future Corporate Governance Practices. Sustainability, 2022, 14(24): 16648-16648.
- [16] Sarmiento M, Morgan S. Biodiversity Credits: An Opportunity to Create a New Financing Framework (Commentary). (2023-2-24) [2023-11-10]. [https://news.mongabay.com/2023/02/biodiversity-credits-an-opportunity-to-create-a-new-crediting-frame work-commentary](https://news.mongabay.com/2023/02/biodiversity-credits-an-opportunity-to-create-a-new-crediting-frame-work-commentary).
- [17] 胡远洋. 生物多样性抵消的研究进展. 生物多样性, 2022, 30(02): 148-157.
- [18] Trends F. To No Net Loss and Beyond: An Overview of the Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP). 2013.

- [19] 新南威尔士州环境部. 生物多样性银行. <https://www.environment.nsw.gov.au>, 2024-03-10
- [20] 新南威尔士州环境部. 新南威尔士州环境与评估法. <https://legislation.nsw.gov.au/view/html/inforce/current/act-1979-203>, 2024-03-10
- [21] 黄波, 李天娇, 李烨. 澳大利亚生物多样性保护经验及其对我国的启示. 农业资源与环境学报, 1-11 [2021-09-15]. <https://doi.org/10.13254/j.jare.2020.0505>.
- [22] 兖矿澳大利亚公司. Warkworth 煤矿. <https://insite.yancoal.com.au>, 2023-07-05
- [23] Hrabanski M. The biodiversity offsets as market-based instruments in global governance: origins, success and controversies. *Ecosystem Services*, 2015, 15: 143-151.
- [24] Scheiner S M. A metric of biodiversity that integrates abundance, phylogeny, and function. *Oikos*, 2012, 121(8): 1191-1202.
- [25] 赵阳, 丁黎明, 刘艳青. 绿色金融与生物多样性保护(第九章第一节). 中国绿色金融发展研究报告. 北京: 中国金融出版社, 2023
- [26] White T B, Bull J W, Toombs T P, Knight A T. Uncovering opportunities for effective species conservation banking requires navigating technical and practical complexities. *Conservation Science and Practice*, 2021, 3(7): e431.
- [27] Weissgerber M, Roturier S, Julliard R, Guillet F. Biodiversity offsetting: certainty of the net loss but uncertainty of the net gain. *Biological Conservation*, 2019, 237: 200-208.
- [28] Buschke F T, Sinclair S P. Adding ecological and evolutionary processes to restoration biodiversity offset models using neutral theory. *Diversity and Distributions*, 2019, 25(9): 1351-1361.
- [29] Mehrabi Z, Naidoo R. Shifting baselines and biodiversity success stories. *Nature*, 2022, 601, E17-E18.
- [30] Manuell R. Feature: Biodiversity Crediting to Imminently Face up to the Challenges of Bundling and Stacking with Carbon. (2023-1-31) [2023-11-10]. <https://carbon-pulse.com/212820/>.
- [31] 陈妍, 周妍, 周旭. 生物多样性抵偿的内涵、途径与启示. 中国土地, 2021(12): 33-36.
- [32] Moreno-Mateos D, Power M E, Comín F A, Yockteng R. Structural and functional loss in restored wetland ecosystems. *PLoS Biology*, 2012, 10(1): e1001247.
- [33] 刘金森, 孙飞翔, 李丽平. 美国湿地补偿银行机制及对我国湿地保护的启示与建议. 环境保护, 2018, 46(8): 75-79.
- [34] 胡远洋. 生物多样性抵消的研究进展. 生物多样性, 2022, 30(2): 148-157.
- [35] 李京梅, 张慧敏, 王娜. 生物多样性产品价值实现的路径与制度安排——国外生物多样性银行经验借鉴与启示. 生态学报, 2023, 43(01): 198-207.
- [36] 赵阳, 孙祯, 王影. 力拓集团: “生物多样性银行”的创意. *WTO 经济导刊*, 2018(3): 45-46.
- [37] 马朋林, 郝欣欣. 生物多样性信用在矿山生物多样性补偿中的应用——以新南威尔士州煤矿生物多样性补偿为例. 自然资源情报, 2022(3): 24-32.
- [38] Levrel H, Scemama P, Vaissière A C. Should we be wary of mitigation banking? evidence regarding the risks associated with this wetland offset arrangement in *Florida*. *Ecological Economics*, 2017, 135: 136-149.
- [39] Howard B. Biodiversity offsetting: the science behind the policy. NERC/Centre for Ecology & Hydrology, 2013.
- [40] Brown M A, Clarkson B D, Barton B J, Joshi C. Ecological compensation: an evaluation of regulatory compliance in New Zealand. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 2013, 31(1): 34-44.
- [41] Grimm M. Conserving biodiversity through offsets? Findings from an empirical study on conservation banking. *Journal for Nature Conservation*, 2020, 57: 125871.
- [42] Jones, K., "New market to help restore and protect natural ecosystems", *Stuff*, 6 July 2022, <https://www.stuff.co.nz/environment/129060315/new-market-to-help-restore-and-protect-natural-ecosystems>
- [43] World Economic Forum (2020) Nature Risk Rising: Why the Crisis Engulfing Nature Matters for Business and the Economy. https://www3.weforum.org/docs/WEF_New_Nature_Economy_Report_2020.pdf.
- [44] Verra. Nature Credits: Financing Nature Conservation and Restoration. https://verra.org/wp-content/uploads/Verra_NatureCredits_Overview_2022.pdf. (accessed on 2023-12-17)
- [45] Porras I, Steele P. Making the Market Work for Nature: How Biocredits can Protect Biodiversity and Reduce Poverty. International Institute for Environment and Development (IIED), London & Edinburgh. (2020-5-31) [2023-11-10]. <https://www.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/16664IIED.pdf>.
- [46] 彭昀月, 靳彤, 张小全. 生物多样性信用的概念、原则、交易和挑战. 生物多样性, 2024, 32(2): 154-164.
- [47] Iris H, Anne-Marie B, Anita H, EU Business@ Biodiversity Platform, Finance@ Biodiversity Community (2022) Finance for Biodiversity Guide on Biodiversity Measurement Approaches, 2nd edn, pp. 15-24. <https://www.financeforbiodiversity.org/publications/guide-on-biodiversity-measurement-approaches/>.
- [48] JNCC (2021) Expenditure on UK and International Biodiversity. <https://jncc.gov.uk/our-work/ukbi-e2-biodiversity-expenditure/>.
- [49] Deutz A, Heal G, Niu R, Swanson E, Townshend T, Zhu L, Delmar A, Meghji A, Sethi S, Tobinde J (2020) Financing Nature: Closing the Global Biodiversity Financing Gap. The Paulson Institute, The Nature Conservancy, and the Cornell Atkinson Center for Sustainability, Chicago.
- [50] 朱春全. 迈向自然受益的商业未来——新自然经济的进展和趋势. 可持续发展经济导刊, 2022(S2): 48-51.