



杨越,陈玲,薛澜. 中国蓝碳市场建设的顶层设计与策略选择[J]. 中国人口·资源与环境, 2021, 31(9): 92-103. [YANG Yue, CHEN Ling, XUE Lan. Top design and strategy selection of blue carbon market construction in China[J]. China population, resources and environment, 2021, 31(9): 92-103.]

中国蓝碳市场建设的顶层设计与策略选择

杨越^{1,2}, 陈玲^{1,2}, 薛澜^{1,2,3}

(1. 清华大学公共管理学院, 北京 100084; 2. 清华大学产业发展与环境治理研究中心, 北京 100084;
3. 清华大学苏世民书院, 北京 100084)

摘要 挖掘蓝碳资源的固碳增汇潜力,有助于完善国际气候治理体系,保证气候行动的生态完整性,实现生物多样性保护和海洋可持续发展等多重效益联动。我国亟需通过蓝碳市场的建设,推动蓝碳资源资本化进程,以解决蓝碳资源保护修复领域长期的资本误置和融资约束。为此,文章在生态资源资本化理论的基础上,提出系统建设蓝碳市场的总体思路,为指导产权确权、技术创新、价值核算、交易机制、运营投资等核心制度安排提供理论支撑,为处于不同发展阶段或不同产品/服务类型的项目提供差异化的交易机制选择,为蓝碳市场建设的政策制定提供决策参考;尽早形成我国蓝碳市场建设的战略决策和总体思路;加快海域使用权立体分权制度改革,探索相应产权激励机制;加大蓝碳科学的基础研究和技术创新,形成与市场需求相匹配的技术供给;完善蓝碳资源动态监测体系,建立相关资产核算和管理台账制度;发挥政府市场培育优势,推进蓝碳示范项目和案例研究;推进蓝碳纳入碳交易体系,探索更多蓝色金融创新模式。

关键词 蓝碳;生态资源资本化;市场建设;交易机制;制度保障

中图分类号 X22;X55;D601 **文献标志码** A **文章编号** 1002-2104(2021)09-0092-12 **DOI:10.12062/cpre.20210835**

海洋作为地球生态系统中最大的碳库,是维持全球碳收支平衡和应对气候变化的关键,相较于陆地生态系统参与碳循环形成的“绿碳”,海洋碳库中由生物驱动且易于管理的那部分碳通量和储量被形象地称为“蓝碳”(Blue Carbon)^[1]。红树林、海草床、滨海盐沼、大型海藻等作为典型的蓝碳生态系统,其碳汇能力和效率远高于其他生态系统,仅以传统的红树林、滨海盐沼、海草床组成的海岸带蓝碳生态系统为例,全球已探明的覆盖面积虽然仅有陆地生态系统的1.5%,其固碳增汇能力和效率却是陆地生态系统的10倍以上,而这一比例将随着大型藻类和珊瑚礁等碳汇潜力相关研究的深入进一步扩大^[2]。除了增汇固碳以外,健康的蓝碳生态系统还可以提供资源养护、灾害防范、发展生态产业以及改善人居环境等重要生态服务,因而其被看作是实现应对气候变化、生物多样性保护和海洋可持续发展等多目标最具有发展潜力的生态资源^[3-4]。

自 IPCC《蓝碳:健康海洋固碳作用的评估报告》^[1]发

布以来,国际社会不断推动气候变化框架下的蓝碳议程,中国作为较早开始了解并重视蓝碳及其生态系统的国家之一,也不断推进自己的“蓝碳计划”。但在实践的过程中,蓝碳资源的保护和修复效果始终受到来自生态资源资本化进程缓慢的制约,具体表现为生态与经济利益权衡、保护与生计冲突、融资约束和资本误置造成的资金短缺等现实阻碍,长期依赖公共财政主导的生态补偿机制,内生激励和长效机制严重缺失。作为资本运营和价值增值的重要载体,生态市场的建设是加快生态资源资本化进程的关键,不仅可以为生态资源的保护和修复提供信息公示与价格商议的平台,亦可以成为生态产品或生态服务的交易平台。因此,有必要尽早国家层面形成蓝碳市场建设的战略决策和总体思路,通过蓝碳市场的建设,实质性推动蓝碳资源资本化进程,撬动更多的私人部门投资进入生态修复领域,增加蓝碳资本累积,保护修复的良性循环,最终释放更多的“生态-经济-社会”效益。

值得注意的是,蓝碳市场的建设是一项复杂的系统

收稿日期:2021-08-21 修回日期:2021-09-10

作者简介:杨越,博士,博士后,主要研究方向为资源环境经济与政策、政策创新与公共治理。E-mail: yangyue87@tsinghua.edu.cn。

通信作者:陈玲,博士,长聘副教授,博导,主要研究方向为决策理论与政策过程、科技与产业创新政策。E-mail: chenling@tsinghua.edu.cn。

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金项目“基于适应性主体动态博弈的蓝碳交易机制研究”(批准号:72004114);国家社会科学基金项目“基于市场导向的创新体系中政府作用边界、机制与优化”(批准号:18ZDA115);中国博士后科学基金面上项目“中国开展蓝碳交易的现实路径与制度设计”(批准号:2020M670370)。



工程,需要强有力的理论基础作为支撑,并指导相关制度安排的整个过程。为此,文章尝试以生态资源资本化理论为基础,提出蓝碳市场建设的总体思路 and 理论框架,并进一步探讨市场建设过程中有关制度保障与机制选择等关键策略问题,旨在为我国蓝碳市场的建设提供智力支持和决策参考。

1 蓝碳市场建设的重要意义

1.1 阻止海洋生态系统退化,降低海洋成为排放源的风险

全球至少有 151 个国家包含一种蓝碳资源,71 个国家包含三种以上蓝碳资源,但其中 20%~50% 已经遭到破坏或正在退化^[1],海洋的碳汇能力持续衰退,甚至开始出现向碳源转化的风险,这给全球气候治理带来难以预估的挑战。据估计,退化的蓝碳生态系统每年释放出 10 亿 t 二氧化碳,相当于全球热带森林砍伐排放的 19%^[2]。降低和修复人类活动对海洋生态环境的破坏是当前阻止蓝碳生态系统退化、防止海洋成为排放源的主要思路:一是减少陆地施肥及营养盐入海,阻止近海水体富营养化导致的呼吸作用加剧,防止营养盐刺激海洋微生物降解更多有机质;二是保护和修复蓝碳生态系统,包括土壤和相关生物的恢复。有研究表明,恢复那些已经遭到破坏或正在退化的蓝碳资源及其生态系统可以为控制 2℃ 温升提供约 14% 的减排潜力^[5]。

1.2 为减缓气候行动提供机会,保障应对气候变化的生态系统完整性

减缓和适应气候变化需要完整的生态系统,《巴黎协定》重申了《联合国气候变化框架公约》序言中“维护和加强包括生物圈、森林和海洋以及其他陆地、沿海和海洋生态系统在内的所有温室气体的汇和库”^[6]。森林等陆地碳汇项目的开发为各国自主减排做出了卓越的贡献,但受到作物耕种、城市建设、工业发展等刚性用地的限制,以及来自不同地区土壤植被承载力差异的制约,完全依靠基于陆地的生态系统增汇方案存在着诸多局限,通过大范围新增造林面积的增汇行动逐渐乏力。相较于森林、草原、湿地生态系统的增汇方案,目前围绕海洋生态系统的增汇方案和行动远远不够,而这些方案被看作当前各国应对气候变化行动中最需要弥补的缺口之一^[7]。蓝碳市场建设在确保生态系统完整性的同时,为促进某些国家或地区减少温室气体排放的全球努力提供最佳行动机会^[8]。

1.3 提升自然增汇能力,助力碳中和目标达成

依靠自然力量应对气候风险为限制全球变暖和实现温控目标提供了巨大动能,提升自然生态系统增汇能力

逐渐成为各国减缓气候变化行动方案的题中之义和有效路径。越来越多的国家和地区将实现碳中和作为长期发展战略和愿景,但在实际的生产生活中,即使大规模应用可再生能源、储能等关键技术瓶颈得到突破,实现能源供给体系的全部电力化,仍有部分能源消费及碳排放是无法替代的,即无法真正做到“净零”排放,这就凸显了通过生态系统碳汇增量抵消排放或实现负排放的重要性。有效开发和利用蓝碳资源,通过保护、修复或人工技术干预提升海洋生态系统碳汇能力,不仅可以为碳中和目标的实现提供更多的生态系统碳汇增量,也为能源系统改革、交通系统电气化等去碳化转型保有更多的灵活性。与此同时,作为自然生态系统碳汇的有益补充,蓝碳将进一步丰富国家核证自愿减排机制下核证减排量的有效供给,满足国际航空碳抵消与减排机制(CORSIA)以及全国碳交易市场抵消机制下对碳汇项目核证减排量的大量需求和抵消缺口。

1.4 实现多重效益联动,推动海洋生态文明建设

蓝碳生态系统可以提供支持、供给、调节、文化等多种重要的生态服务功能^[9-15]:滨海蓝碳生态系统能够缓冲洪水和潮汐运动的影响,抵御风暴潮,增强沿海的复原力和减少海平面上升的影响,有助于适应气候变化;其捕获和稳定沉积物的能力具有改善和保持水质的功能,在污水处理系统中也发挥着重要作用;保护和修复植被覆盖的沿海栖息地,有助于恢复海洋生物量提高生物多样性;贝藻类养殖在保障全球粮食安全,调节膳食结构,替代高碳排放蛋白质方面也有突出贡献;从渔业、水产养殖和旅游活动中支持区域经济和沿海生计,在发展中国家和新兴市场鼓励海藻养殖业,可能创造就业机会,改善本地生计,减轻贫困,促进海洋经济增长。可见,保护和修复蓝碳资源的价值不仅停留在固碳增汇方面,还有利于发挥防风固浪、缓冲海平面上升、涵养水源、养护资源、保持生物多样性、降低灾害风险、发展生态产业以及改善人居环境等生态服务价值,实现“生态-经济-社会”效益的多重联动,推动海洋生态文明建设。

2 蓝碳市场建设的现实基础和内在需求

自 IPCC《蓝碳:健康海洋固碳作用的评估报告》^[1] 发布以来,国际社会不断推动气候变化框架下的蓝碳议程:鼓励将蓝碳列入国家自主贡献^[8],引入市场机制倡议全球碳市场背景下的蓝碳交易^[16],不断探索其他形式的金融创新以促进保护修复蓝碳资源的项目投资^[17-18]。我国作为较早开始了解并重视蓝碳及其生态系统的国家之一,也不断推进自己的“蓝碳计划”:积极参与国际蓝碳议程,扎实推进自然科学和社会科学领域的科研攻关^[19-27],

相关政策制定和行动实践也为蓝碳市场建设的探索提供了良好的制度基础和丰富的经验积累,结果见表1。

表1 中国蓝碳相关政策文件

年份	政策文件	部门	关键内容
2007	《关于海洋领域应对气候变化有关工作的意见》	原国家海洋局	充分认识海洋领域应对气候变化的重要意义,切实提高海洋环境观测预警和监测能力,全面推进海洋保护区建设管理和海洋生态建设,完善海洋领域应对气候变化的组织领导、制度建设和公众宣传
2011	《山东半岛蓝色经济区发展规划》	国家发展改革委	作为深化区域发展总体战略、加快实施海洋发展战略、拓展国民经济发展空间、推进陆海统筹发展的重大举措,坚持科学发展,积极促进经济发展方式转变,提升海洋经济综合竞争力,推动这一地区又好又快发展
2012	《全国海洋经济发展“十二五”规划》	国务院	推进滨海湿地生态修复与保护,构建潮间带和滩涂生态屏障;充分发挥其蓝色碳汇功能,实现经济效益、社会效益和生态效益的有机统一
2015	《关于加快推进生态文明建设的意见》	中共中央、国务院	增加森林、草原、湿地、海洋碳汇等作为有效控制温室气体排放方式
2015	《生态文明体制改革总体方案》	中共中央、国务院	逐步建立全国碳排放总量控制制度和分解落实机制,建立增加森林、草原、湿地、海洋碳汇的有效机制,加强应对气候变化国际合作
2015	《全国海洋主体功能区划》	国务院	积极开发利用海洋可再生能源,增强海洋碳汇功能
2016	《“十三五”控制温室气体排放工作方案》	国务院	加强湿地保护与恢复,稳定并增强湿地固碳能力,探索开展海洋等生态系统碳汇试点
2016	《关于健全生态保护补偿机制的意见》	国务院	完善生态产品价格形成机制,使保护者通过生态产品的交易获得收益,明确了交易机制是把绿水青山变为金山银山的有效途径
2016	《湿地保护修复制度方案》	国务院	提出一套完善湿地保护管理体系制度:实行湿地面积总量管控,实施湿地保护修复工程,增强湿地碳汇功能,探索建立湿地生态效益补偿制度
2016	《关于加强滨海湿地管理与保护工作的指导意见》	原国家海洋局	加强重要自然滨海湿地保护,开展受损滨海湿地生态系统恢复修复,严格滨海湿地开发利用管理,加强滨海湿地调查监测
2016	《关于中央财政支持实施蓝色海湾整治行动的通知》	财政部、原国家海洋局	促进近海水质稳中趋好,受损岸线、海湾得到修复,滨海湿地面积不断增加,围填海规模得到有效控制;逐步实现“水清、岸绿、滩净、湾美、岛丽”的海洋生态文明建设目标
2017	《“一带一路”建设海上合作设想》	国家发展改革委、原国家海洋局	发起21世纪海上丝绸之路蓝碳计划,与沿线国共同开展海洋和海岸带蓝碳生态系统监测、标准规范与碳汇研究,联合发布21世纪海上丝绸之路蓝碳报告,推动建立国际蓝碳论坛与合作机制
2018	《加强滨海湿地保护严格管控围填海》	国务院	要求加强海洋生态保护修复,对湿地保护、利用、权属、生态状况及功能等进行准确评价,分析制定滨海湿地生态损害鉴定评估、赔偿、修复等技术规范
2018	《关于支持长江经济带农业农村绿色发展的实施意见》	农业农村部	推动水产养殖结构调整,支持发展碳汇渔业
2019	《国家生态文明试验区(海南)实施方案》	中共中央、国务院	调查研究省蓝碳生态系统分布状况以及增汇路径和潜力,在部分区域开展不同类型的碳汇试点;保护修复现有蓝碳生态系统;开展蓝碳标准体系和交易机制研究,依法合规探索设立国际碳排放权交易场所
2020	《2020年农业农村绿色发展工作要点》	农业农村部	大力发展大水面生态渔业,鼓励发展碳汇渔业,支持深远海养殖业发展
2020	《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划(2021—2035年)》	国家发展改革委、自然资源部	以红树林、珊瑚礁、海草床等典型生态系统为重点,加强综合整治和重要生境修复,强化自然岸线、滨海湿地保护和恢复
2020	《红树林保护修复专项行动计划(2020—2025年)》	自然资源部、国家林业和草原局	明确采用自然恢复和适度人工修复相结合的方式实施生态修复;优先在红树林自然保护地内开展修复,逐步扩大到其他适宜恢复区域;健全红树林保护修复的责任机制,积极引导社会力量参与保护修复工作;到2025年,目标营造和修复红树林面积18 800 hm ² ,其中营造红树林9 050 hm ² ,修复现有红树林9 750 hm ²



2.1 政策环境

早在2007年,原国家海洋局就制定了《关于海洋领域应对气候变化有关工作的意见》,强调了海洋领域应对气候变化的重要意义,并提出了推进海洋保护区建设管理和海洋生态建设,完善海洋领域应对气候变化的组织领导、制度建设和公众宣传等方面的工作意见。2011年国家发展改革委印发了关于《山东半岛蓝色经济区发展规划》的通知,发挥藻类、贝类等海洋生物固碳、汇碳功能,大力发展海洋碳汇产业。2012年,国务院印发了关于《全国海洋经济发展“十二五”规划》的通知,要求充分发挥其蓝色碳汇功能,实现经济效益、社会效益和生态效益的有机统一。2015年,由中共中央、国务院共同印发的《关于加快推进生态文明建设的意见》和《生态文明体制改革总体方案》中指出,将增加森林、草原、湿地、海洋碳汇等作为有效控制温室气体排放的方式,并逐步建立增加森林、草原、湿地、海洋碳汇的有效机制。至此,海洋碳汇正式纳入我国应对气候变化及经济社会发展政策规划体系中,且基本确立了海洋碳汇在气候变化应对、海洋经济发展、生态文明建设等方面的要素地位。

2016年国务院颁布《“十三五”控制温室气体排放工作方案》中正式提出要探索开展海洋等生态系统碳汇试点,积极探究设立蓝碳标准体系及买卖机制。2017年修正的《中华人民共和国海洋环境保护法》正式将蓝碳资源保护和修复的重要性提升至法律层面,要求国务院和沿海地方各级人民政府应当采取有效措施,保护红树林、珊瑚礁、滨海湿地、海岛、海湾、入海河口、重要渔业水域等具有典型性、代表性的海洋生态系统。2019年,中共中央、国务院发布的《国家生态文明试验区(海南)实施方案》中再次指出,要在海南省调查研究蓝碳生态系统的分布状况以及增汇的路径和潜力,在部分区域开展不同类型的碳汇试点,保护修复现有的蓝碳生态系统,开展蓝碳标准体系和交易机制研究,依法合规探索设立国际碳排放权交易场所。

2.2 行动实践

十八大以来,党中央、国务院高度重视蓝碳在应对全球气候变化中的重要作用,做出了“增加海洋碳汇”“探索开展海洋等生态系统碳汇试点”和“探索建立蓝碳标准体系和交易机制”等一系列重要部署。原国家海洋局也会同相关部门,积极推进蓝碳工作,支持地方探索开展蓝碳研究和试点。国内在一系列政策指导下加速推进各类蓝碳资源的本底调查、功能监测以及保护修复工作,积极开展“蓝色海湾”整治、渤海综合治理生态修复、“南红北柳”湿地保护恢复、红树林保护和修复等专项行动。在湿地保护修复实践中,相关部门不断完善有关蓝碳资源保护、

修复、产权、利用、生态功能评估等技术规范和标准,并逐渐形成完善湿地保护管理体系的一系列制度,包括实施湿地面积总量管控、生态效益补偿制度等。

此外,我国也积极参与国际蓝碳议程,推动蓝碳国际合作。2017年,由国家发展改革委、原国家海洋局印发的关于《“一带一路”建设海上合作设想》的通知提出,中国政府倡议发起21世纪海上丝绸之路蓝碳计划,与沿线国共同开展海洋和海岸带蓝碳生态系统监测、标准规范与碳汇研究,联合发布21世纪海上丝绸之路蓝碳报告,推动建立国际蓝碳论坛与合作机制。2019年,中共中央、国务院在《粤港澳大湾区发展规划纲要》中再次强调要加强湿地保护修复,全面保护区域内国际和国家重要湿地,开展滨海湿地跨境联合保护。

2.3 内在需求

无论是相关政策制定还是行动实践,我国在蓝碳资源保护和修复方面做了许多有益尝试,但有关项目始终面临着资金短缺、生态与经济利益权衡、保护与生计冲突等现实阻碍,长期依赖公共财政主导的生态补偿机制,给财政带来巨大压力的同时,很难形成真正的内生激励,加上地方政府对于空间发展权的利益博弈,蓝碳资源保护和修复项目的实际效果也差强人意。究其根本在于我国蓝碳资源资本化进程缓慢。作为一种优质的生态资源,蓝碳没有表现出应有的投资增值吸引力,使其保护与修复领域长期存在融资约束和资本闲置:一方面,以经济收益为导向的传统海洋开发利用过程没能将海洋资源的生态服务价值纳入其效益核算体系,低估了海洋生态资源的资本化增值潜力,使得以资源养护和生态保护修复为主要目标的蓝碳项目并不受到投资者的青睐,项目开发环境相对复杂、预期利润率低、后期维护成本大、额外收益显现慢、不可抗力导致的项目终止风险等,都导致这类项目在成本收益分析阶段就丧失了融资优势。另一方面,缺少丰富而顺畅的价值转化机制,使其长期依赖公共财政主导的生态补偿,很难弥补其开发过程中产生的全部建设成本和机会成本,无法形成对私人部门具有吸引力的资本回报率^[28-29]。

作为加快生态资源资本化进程的关键,生态市场的建设不仅可以为生态资源的保护和修复提供信息公示与价格商议的平台,亦可以成为生态产品或生态服务的交易平台,是资本运营和价值增值的重要载体。因此,有必要尽早在国家层面形成蓝碳市场建设的战略决策和总体思路,通过蓝碳市场的建设,实质性推动蓝碳资源资本化进程,加快实现蓝碳资源资本化闭环,从而发掘蓝碳资源的投资增值潜力,拓宽融资渠道,撬动更多的私人部门投资进入生态修复领域,在弥补项目开发成本和机会成本

的同时,实现更多的经济收益用在蓝碳项目所在社区居民的生计改善方面,形成资源保护修复的良性循环,实现蓝碳资本累积,最终释放更多的“生态-经济-社会”效益。

3 蓝碳市场建设的总体框架

蓝碳市场的建设是一项复杂的系统工程,需要强有力的理论基础作为支撑,接下来以生态资源资本化理论为基础,提出蓝碳市场建设的总体思路和理论框架,用以指导相关制度安排的整个过程。所谓生态资源资本化,就是指将具有稀缺性和明确产权归属的生态资源通过市场化资本运营的方式实现价值增值的整个过程,始终要遵循从“生态资源-生态资产-生态产品-生态资本”的演化逻辑^[30-33]。蓝碳市场建设的过程本身就是推动蓝碳资源资本化闭环形成的过程,因此建设蓝碳市场,实现蓝碳从生态资源向生态资本的跨越,同样需要经历从“蓝碳资源-蓝碳资产-蓝碳产品/服务-蓝碳资本”的全部演化过程,如图1所示。

首先是蓝碳资源的资产化过程(见图1中①),即通过产权确权将蓝碳资源转化为一种产权明晰的蓝碳资产的过程。明晰的产权是实现蓝碳资源资本化闭环的前提,权责不清晰常导致自然资源保护的“公地悲剧”,产权安排是一种有效的激励,为所有者提供一种稳定的经济预期,只有建立起以产权约束为基础的资产管理体制,才能按照市场规律,将蓝碳资源及其产权作为一种资产进行投入产出管理,实现其存在价值向使用价值的转化。

其次是蓝碳资产的产品化过程(见图1中②),即将蓝碳资产作为一种生产要素,与其他生产要素相结合,投入到社会经济生产过程中,开发出具体蓝碳产品/服务。例如,滨海湿地修复、蓝碳生态系统涵养等生态工程,废弃虾塘再造林、立体综合性海洋牧场、藻类生物医药等高

附加值产品开发,自然教育、休闲垂钓、生态旅游等服务形式。实现这一过程的关键在于生态技术的创新和应用,它决定了生产要素多大程度上能够转化凝结到这些产品/服务中去。

再次是蓝碳产品的市场化过程(见图1中③),即通过价值核算和市场化交易实现上述蓝碳产品/服务的价值转换。这一过程的重要基础在于蓝碳产品/服务的价值核算和交易机制的选择两个环节,只有经过真实可靠的价值核算并选择恰当的机制完成交易,才能使得包含在产品或服务中的直接和间接使用价值全部转化为交换价值,并在市场上完成价值实现,形成稳定的价格和收益预期,使得蓝碳成为能够产生未来现金流的、具有价值增值属性的蓝碳资本。

最后是蓝碳资本的运营过程(见图1中④),即通过生态投资将整个市场化过程实现的价值增值反哺到更多的蓝碳资源保护和修复中去,实现蓝碳资本存量的积累。这一过程需要通过生态补偿机制或其他激励机制的设计将所获得的生态收益中的一部分以实物、技术、资金和劳动力等形式再投入到蓝碳资源及其生态系统的保护与开发中去,从而实现蓝碳资本运营的良性循环。

4 蓝碳市场的交易机制选择

交易环节的缺失目前是制约蓝碳资源资本化闭环的最大障碍,如何选择恰当的交易机制直接决定了是否能够形成稳定的碳价激励,引导私人部门改变投资结构和方向,因此交易机制的选择成为推动蓝碳市场建设,实现蓝碳资源资本化的关键所在。

蓝碳交易的参与者包括购买者、供给者以及监管者。其中,购买者包括履约责任企业、非履约责任企业、符合规定的组织、机构和个人,供给者包括国有、集体、个人在

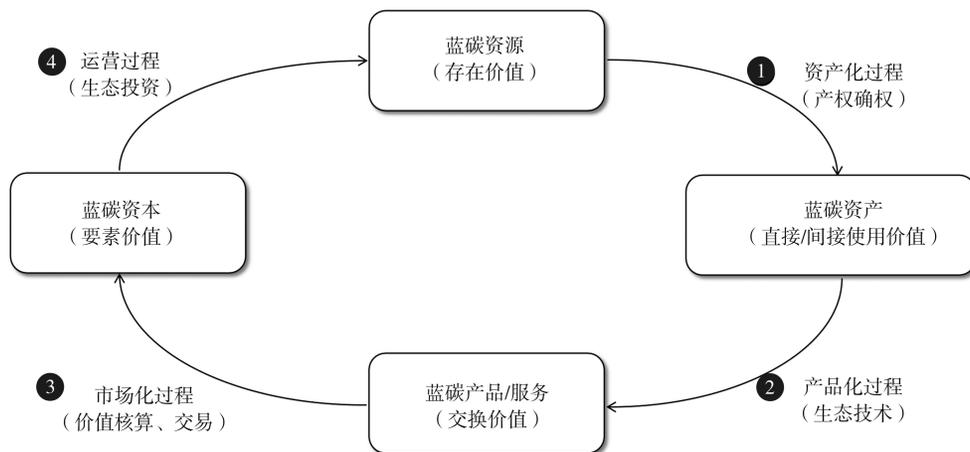


图1 基于生态资源资本化的蓝碳市场建设总体框架



内的蓝碳项目开发 and 所有者,监管者主要指政府、交易所和第三方机构。交易机制可以根据项目建设所处的发展阶段以及项目能够提供的生态产品/服务类型进行差异化安排。首先,依据核心交易标的物是否为碳汇,将交易机制分为基于碳的直接交易和非碳的间接交易。随后,根据参与交易的主体类型和交易动机的不同,将基于碳的直接交易分为自愿市场、履约市场和普惠市场;依据资本运营模式的不同,将非碳的间接交易分为国际气候资金机制、绿色金融服务创新、产权权能交割以及产业化运营。如图2所示,白底框格表示国际上已经存在的交易实践,灰底框格为尚未开展实践但理论上可行的交易机制。

4.1 基于碳的直接交易

引入碳交易机制被认为是利用市场手段实现减排成本最低、效率最明确的减缓气候变化行动方案,不仅能够运用资本市场解决碳资源需求,还能够为生态系统增汇行动提供融资渠道^[34-36]。因而,将蓝碳纳入应对气候变化背景下的碳交易体系,是目前补齐蓝碳交易环节,实现蓝碳资源资本化闭环最直接的路径。碳汇需求方向碳汇供给方购买通过投资增汇活动产生的碳汇指标,来中和抵消自身的碳排放量。大多学者支持将蓝碳纳入现有碳交易体系,刺激增加对沿海栖息地保护的投资,但就具体交易机制的选择存在不同的观点^[37-39]。具体而言,可供选择的交易机制根据参与交易的主体和动机的不同可以

分为自愿市场、履约市场和普惠市场。

4.1.1 自愿市场

自愿市场为蓝碳项目的碳信用开发和交易协定提供了良好的实践机会。自愿市场下的蓝碳交易卖家可以是红树林保护区、国家湿地公园的管理单位,可以是贝藻养殖基地、海洋牧场、海洋立体综合养殖等项目开发单位,也可以是拥有小规模蓝碳资源的当地社区,这些主体可以通过恢复、保护和增加蓝碳资源及其生态系统来获取新增碳汇,依据不同自愿市场下的碳信用核证方法和标准开发碳信用,进而在相应的碳汇市场上进行交易,交易所反哺回蓝碳资源的保护和恢复领域^[26,40]。买家一般来自承诺减排或碳中和的企事业单位,当这些单位或机构承诺减排或碳中和目标后,如果无法通过自身减排方式实现预期目标,可以通过自愿市场购买碳汇的方式抵消其排放。

目前国际自愿碳市场上存在不少与蓝碳相关的方法学和认证标准,例如政府间气候变化专门委员会(IPCC)发布的《红树林碳汇计量方法》、核证减排标准(VCS)发布的《滩涂湿地和海草修复方法学》,以及气候、社区和生物多样性联盟开发的项目设计标准(CCB)等。我国广东湛江红树林造林项目就是国内首个按照VCS和CCB双标准进行开发,并成功注册实现交易的蓝碳项目,为我国蓝碳交易示范提供了良好的实践案例^[41]。国内也发布了首个

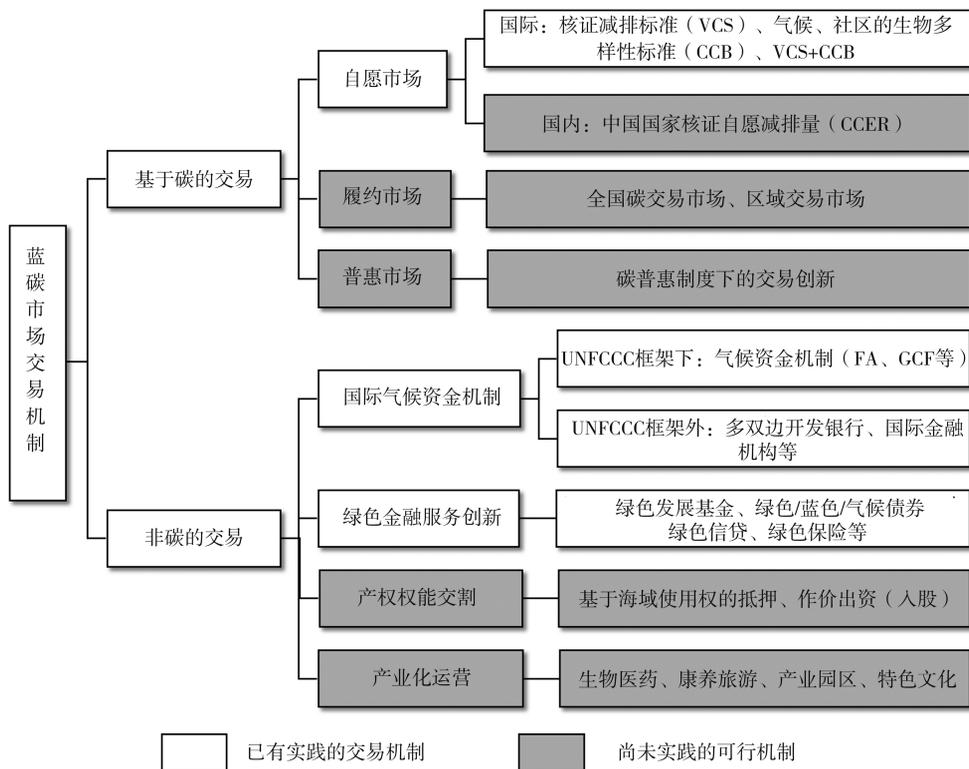


图2 蓝碳市场建设过程中可选择的交易机制

关于海带养殖的碳汇方法学,其他类型的方法学和相应的核证标准也在积极开发和审核过程中。可以预见的是,未来随着国家核证自愿减排量(CCER)备案的重启,更多的基于蓝碳的项目开发和核证标准将在自愿交易市场上涌现。

4.1.2 履约市场

相比于当前规模小、价格低的自愿碳市场,更具规模效益的蓝碳交易路径是通过抵消机制纳入仍在不断完善中的配额交易市场^[42]。该市场下的蓝碳交易卖家与自愿市场无明显差异,但蓝碳交易的买方则主要集中于那些被纳入配额市场需要强制性履约的排放企业。这类主体往往依靠自身减排努力的履约压力较大,需要通过购买一定量的碳信用实现配额清缴。2021年3月,生态环境部发布了《碳排放权交易管理暂行条例(草案修改稿)》,有关抵消机制的规定为包括蓝碳在内的生态系统碳汇增量通过抵消机制纳入全国碳市场释放了积极的政策信号。

4.1.3 普惠市场

碳普惠制一般是指为小微企业、社区、家庭和个人的节能减排行为进行具体量化和赋予一定价值,并建立以政策鼓励、商业激励和碳减排量交易相结合的正向引导机制。广州市碳普惠制核证减排量(PHCER)的林业碳汇交易、北京市的“我自愿每周再少开一天车”活动,以及阿里旗下的“蚂蚁森林”都是碳普惠制的典型案例和优秀实践。清华大学“中国绿色创新夏季学院”项目的创新团队针对生态友好型海洋牧场的融资困难问题,设计了基于普惠制的“海星海洋”创新方案^[43],对于探索普惠制在可持续渔业场景下的应用迈出可喜的一步,未来市场上有可能出现更多碳普惠制下的蓝碳交易案例。

值得注意的是,大部分蓝碳开发的固定成本是在项目登记之前发生的,而碳收入只有在项目注册和市场交易后才能获得,高昂的认证费用可能对项目构成另一个挑战^[44-45]。为了支付交易成本,项目必须达到一定规模才能产生足够的信用额度,意味着小型碳汇项目面临很大的资金压力,特别是对发展中国家的小型项目,需要出台合适的政策提供支持。

4.2 非碳的间接交易

随着蓝碳资源资本化过程的推动,蓝碳的资本属性得以显现,利用市场机制让生态资本成为一种新的投资领域,使得各类气候资金机制和金融工具出现在蓝碳市场成为可能,基于蓝碳的气候资金支持 and 金融创新将极大充实丰富市场主体,通过连贯的政策体系谨慎调配公共资本,也将催化和激发更多的私人资本投向蓝色经济领域。

4.2.1 国际气候资金机制

《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)下的“议定书”和“协定”为蓝碳项目资金支持提供了丰富的机制选择,包括适应基金(FA)、绿色气候基金(GCF)、全球环境基金(GEF)、最不发达国家基金(LDCF)和特别气候变化基金(SSCF)等专业气候资金^[46]。这些国际气候融资渠道近年来都支持了海洋气候项目,如2015年塞内加尔脆弱地区社区适应海岸侵蚀的项目和古巴基于生态系统的适应以减少沿海粮食供应脆弱性的项目,2018年印度有关保护和恢复红树林和海草床以提高沿海社群恢复能力的项目等。

近年来,UNFCCC框架以外的国际多双边气候投融资机制也成为蓝碳项目资金支持的重要来源。如多双边开发银行和发展金融机构提供的气候发展融资等,以亚洲开发银行(ADB)为例,2019年,ADB宣布了健康海洋和可持续蓝色经济行动计划,预计到2024年,将针对海洋健康和海洋经济项目的融资和技术支持增加到50亿美元,该计划的重点领域之一是“保护和恢复沿海和海洋生态系统以及关键河流”^[47]。

4.2.2 绿色金融服务创新

绿色金融服务创新包括绿色发展基金、绿色债券、绿色信贷、绿色保险等。

(1)绿色发展基金:蓝碳项目多数以轻资产为主,绿色发展基金对于投资周期长、回报率较低的生态保护修复领域更具有适应力,可以为蓝碳项目提供从项目建设到运营的长期稳定的资金支持。通过构建不同结构的绿色发展基金,包括中央财政专项支持、地方政府和社会资本支持、社会资本和国际资本支持等多种渠道,深化政府和社会资本合作模式,并鼓励沿海各地方政府通过放宽市场准入、完善公共服务定价、实施特许经营模式和落实财税土地政策等措施,完善收益和成本风险分担机制,支持由绿色发展基金做投资的蓝碳项目落地。

(2)绿色债券/蓝色债券/气候债券:债券被认为是获得影响投融资的一种常见机制,其优势在于投资者无需面临较高的兑付风险,发行方能够在不改变自身内部结构的前提下获得较低成本的资金支持。其中,绿色债券一般指的是其收益用于为具有明显环境效益的项目融资或再融资的债券,蓝色债券用来专门支持那些有助于蓝色经济的可持续活动,气候债券则专门侧重于气候缓解和/或适应投资^[46]。塞舌尔共和国于2018年10月推出了10年1500万美元的“塞舌尔蓝色债券”;北欧投资银行(NIB)发行了5年20亿瑞典克朗(2亿美元)的蓝色债券,以保护和修复波罗的海^[47];中国银行2020年9月定价发行双币种蓝色债券,是中资及全球商业机构首支蓝色债



券^[48]。尽管,目前境内贴标绿色债券募集资金也只有3%投向了生态保护和适应气候变化领域^[49],但可预见的是未来蓝色债券将为蓝碳保护和修复领域带来更多的资金活力。当然由于相关蓝色债券标准和认证体系尚不完善,蓝色债券发行仍然需要积极防范项目“漂蓝”等风险。

(3)绿色信贷:作为绿色项目融资的重要渠道,可利用金融杠杆对资金进行筹集和分配,调控信贷资金流向实体经济,推动绿色转型升级。根据中国人民银行《绿色贷款专项统计制度(2019年版)》的规定,国内绿色信贷业务主要投向于节能环保、清洁生产、清洁能源、生态环境、基础设施绿色升级及绿色服务等绿色产业领域。目前国内绿色信贷募投的重点仍然集中在绿色交通和可再生能源领域,但部分绿色金融改革创新试验区已经开始结合所在地产业发展特色及产业政策,创新绿色信贷产品,扩大绿色信贷范围^[50]。广州市创新建立以碳排放权为质押物的融资机制和实施标准,构建基于林业碳汇的生态补偿机制^[51]。部分地区也开始特许经营权质押、林地经营权质押、公益林和天然林收益权质押等信贷担保方式的一系列创新尝试,相信未来将会有更多资金投向自然保护和生态修复行业,特别是具有多重效益优势的蓝色领域。

(4)绿色保险:是市场机制下进行环境风险管理的基本手段,能够在支持环境改善、应对气候变化和资源节约高效利用方面提供保险风险管理服务及保险资金支持^[50]。基于蓝碳项目风险管理开发的绿色/蓝色保险项目也可以成为海洋生态系统保护和恢复工作的良好资金来源。太平洋共同体和联合国太平洋地区普惠金融方案目前正在研究为太平洋岛国设立渔业保险方案的可能性;加拿大、安盛集团(AXA XL)和海洋联合组织(Ocean Unite)共同开发了海洋风险与复原力行动联盟(OR-RAA)。尽管绿色保险具有长足的发展潜力,但在我国尚处于起步阶段,巨灾指数保险、船舶污染责任保险、海水养殖气象保险、碳保险等产品的开发和运营为更多基于海洋生态保护和修复领域的产品创新提供了良好丰富的实践经验,未来需要汇集公共部门、私营部门和社会组织,整合来自海洋界、气候界、保险业和更广泛金融界的经验和专业知识,制定有关蓝碳发展的风险管理战略和政策支持体系,引导和激励更多规范的绿色/蓝色保险产品创新。

4.2.3 产权权能交割

随着我国自然资源资产产权制度改革相关工作的推进和完善,依据法律规定通过权能交易实现资产增值成为可能。以招标、拍卖、挂牌等市场化方式出让、转让、抵押、出租、作价出资(入股)等形式丰富海域使用权权能,通过法律制度的健全明确蓝碳资源及其生态系统产生的碳汇

的所有权、使用权、收益权和转让权的归属、分割和流转等问题,辅以完备的海洋生态监测和价值核算体系,以市场交易方式实现蓝碳项目的资金供给成为可选择的机制。

4.2.4 产业化运营

产业化运营的优势在于能够将分散的生产经营集约起来,从质量、规模和结构上形成完整的产业链条和集聚效应,从整体上实现资源配置的优化,提升产品质量和服务能力。蓝碳资源相对丰富的地区可以以蓝碳资产存量为基础,充分发挥其生态位优势,通过产业化运营,培育蓝碳资源及其生态系统相关的特色产业,如废弃虾塘再造林及可持续利用、贝藻类立体综合养殖、融合生态修复和休闲垂钓为一体的综合性海洋牧场、海洋生物种质资源养护、海洋生物医药研发等,推动相关生态产业发展,优化产业布局发挥蓝色产业集聚效益,通过提高特色产品附加值来形成地区发展的新动能,提高地区生态红利和宜居效应。

5 蓝碳市场建设的制度挑战

从基于生态资源资本化的蓝碳市场建设总体框架可以看出,通过市场建设推动蓝碳资源实现资本化闭环,必须完整经历资产化过程、产品化过程、市场化过程和投资运营过程,而产权确权、生态技术的创新和应用、价值核算与评价、市场交易与监督管理、投资运营等相关制度的建立健全是保障上述过程顺利进行的核心。当前,上述制度基础还存在一些挑战。

5.1 海域使用与收益分配不明确,产权确权存在制度性障碍

明晰的产权是实现蓝碳资源资本化闭环的前提。2019年发布的《统筹推进自然资源资产产权制度改革的指导意见》为优化自然资源确权和资产运营的政策环境提供了良好的制度保障。但由于在我国海域及其自然资源属于国家所有,国家享有对海洋资源的绝对所有权和支配权,长期以来国家对于海洋资源的管理主要集中在空间资源、生物资源、种质资源、矿产资源等方面,对于蓝碳等生态资源的管理尚在摸索中。尽管为了满足不断增加的用海需求,法律已将海域的所有权和使用权剥离,允许民事主体通过行政审批许可的方式获得特定海域的使用权,但目前海域使用权允许的生产经营活动主要包括海洋养殖、拆船、旅游娱乐、盐业、矿业、公益事业、建设工程等。可以说,海域使用权的法律权益和管理实践为蓝碳资源产权确权提供了可行的制度基础^[52],但对于蓝碳资源及其生态系统产生的碳汇及其他生态服务价值的所有权、使用权、收益权和转让权的归属、分割和流转等问题仍然没有明确,导致蓝碳资源资产的产权确权存在制度性障碍。

5.2 技术创新和应用不足,生态产品/服务供给与市场需求不匹配

生态技术的创新和应用决定了生产要素多大程度上能够转化凝结到生态产品或生态服务中去。自然科学是人类认识海洋、利用海洋与海洋和谐共处的基础,随着蓝碳生态系统储碳机制方面研究的成熟^[19-22],对蓝碳的界定从红树林、滨海沼泽、海草床三大传统蓝碳生态系统,拓展到微型生物、大型海藻、贝类养殖等重要蓝碳形式。然而,和陆地碳汇相比,人类对海洋生态系统的碳汇储量、速率、过程机制和功能仍然缺乏足够的了解;海洋生态系统与大气、陆地等其他生态系统之间的碳循环机制也有待进一步研究;有关蓝碳的许多基础科学问题和技术应用的挑战尚未得到突破,相关标准制定尚在起步阶段;此外,哪些技术创新和科技成果有助于提升蓝碳生态系统的服务功能,在增加生态系统碳汇能力的同时,是否考虑到对海洋生态系统的额外影响;相关生态产品和生态服务的开发过程中,是否满足市场的需求,是否具备商业化的潜力等等都需要进一步的探索。

5.3 监测数据基础差,生态服务价值核算与评价体系尚未建立

能够通过交易实现生态产品/服务价值的蓝碳必须符合可识别监测、可溯源量化以及符合额外性原则等特征,因此科学的价值核算是实现蓝碳资源资本化闭环的基石。以碳汇交易为例,碳汇交易的对象必须是在特定海域里开发的新增碳汇^[53],为保证蓝碳项目所产生的碳信用额度符合碳汇核证要求,有必要在整个蓝碳产品/服务开发生命周期中,形成完备的监测、报告、核查标准和评估规程,对项目范围内蓝碳资源及其生态系统的固碳底数、碳汇增量、生物量变动以及其他生态服务进行动态监测。然而,目前我国尚未建立起专门针对蓝碳资源的监测和评估体系,难以做到“可衡量、可报告、可核查”。尽管我国海洋标准化技术委员会已经通过了《养殖大型藻类碳汇计量方法》和《养殖双壳贝类碳汇计量方法》,但对于其他蓝碳资源及其生态系统,尚未形成得到国际普遍认同的核算方法、技术规范 and 评价标准体系。自然资源部要求在2025年前完成包括蓝碳在内的10类典型生态系统的全国性调查,相信随着遥感技术以及物联网、区块链等新技术的普及和应用,生态系统监测技术的实时性和可靠性将大幅提升,进一步提高蓝碳项目监测、核算、评估的效率和质量。

5.4 交易机制选择具有多样性,机制间互认障碍制约了市场规模及有效性

蓝碳市场建设对于交易机制的选择可以根据项目所处的发展阶段以及项目能够提供的生态产品/服务类型进

行差异化安排。然而,目前不同机制间的互认互通仍存在限制和壁垒,交易机制选择的多样性以及机制间的“互认互通”障碍,可能导致对不同机制下的供需误判,从而影响投资主体的策略组合^[54-56],制约蓝碳市场规模及有效性。具体来说,由于生物碳汇具有管理流程繁、技术普及难、开发成本高以及现货周期长等特征,主体对交易机制的选择和该机制下碳汇需求空间可能存在误判,行为决策的有偏使得已完成大量前置投入的碳汇供给无法被市场消纳,造成供需失衡,很可能拉低交易价格,降低市场活性,阻碍发展潜力。

5.5 自然风险与交易风险并存,价格波动难以形成稳定的投资回报预期

目前关于蓝碳项目风险源识别方面的证据基础还不够充分,主要包括:植被成活率、极端天气和自然灾害带来的生态系统风险;项目周边工业农业等人为活动干扰和项目自身管理经验不足造成的运营风险;碳市场供求失衡造成的交易风险;改变当地社区传统营生和减少商业开发引起的社会环境风险;以及政府优先事项演变、法律法规修订和公共资金支持调整等带来的不确定性都可能造成蓝碳项目投资者的信心不足,难以形成稳定的投资回报预期,损害长期稳定的现金流并增加金融风险。此外,利益相关方的供给能力、支付意愿及交易动机等方面的差异,也可能导致碳价非周期性波动^[57-58]。每个主体都会依据市场上可获得的信息集合,包括他人的策略空间、效用函数等行为特征,以及宏观经济政策、国际市场、突发事件等外部因素,不断调整自身的行为决策^[59-60]。且主体之间信息交换并非是简单的线性关系,相互影响也不是简单的、被动的、单向的因果关系。供给能力、支付意愿以及交易动机方面的差异化将直接影响蓝碳交易的价格达成,造成碳价的非周期性波动,引起蓝碳项目投资的过热或遇冷。

6 蓝碳市场建设的应对策略

为了应对上述挑战,推动我国蓝碳市场的建设工作,提出以下政策建议:

(1) 尽早形成蓝碳市场建设的战略决策和总体思路,实质性推动相关工作。建立健全包括产权、技术、核算、交易、投资相关制度,保障蓝碳市场的良性有效运行。促进蓝碳资源资本化闭环形成,充分挖掘蓝碳资源的投资增值潜力,拓宽融资渠道,缓解现有生态补偿机制下的财政压力,撬动更多的私人部门投资进入生态修复领域,在弥补项目开发成本和机会成本的同时,实现更多的经济收益用以蓝碳项目所在社区居民的生计改善,最终形成资源保护修复的良性循环,实现蓝碳资本累积,释放更多



的生态-经济-社会效益。

(2)加快海域使用权立体分权制度改革,探索产权激励机制。在海域使用权的基础上进行制度创新,在法律层面对包括蓝碳资源及其生态系统产生的碳汇的所有权、使用权、收益权和转让权的归属、分割和流转等问题进行明确界定。鼓励地方因地制宜地开展促进蓝碳资源保护修复的产权激励机制,吸引社会资本参与蓝碳资源的保护修复,充分积累实践经验,围绕国家公园、保护地(区)、海洋牧场、海洋立体综合养殖等试点示范项目建立与当地社区和其他私营部门的合作伙伴关系,使其在项目实施、项目监测以及持续运营方面发挥关键性作用。

(3)加大蓝碳科学的基础研究和技术创新,形成与市场需求相匹配的技术供给。加大海洋科学领域的基础研究,通过重点实验室的建设加强相关基础设施和研发平台投入,鼓励技术创新,营造良好的创新环境和生态,是实现海洋碳汇重大技术突破的基础;与此同时,加强蓝碳资源保护和修复相关的应用研究和工程示范项目的重要性也不容忽视,加大应用研究的投入力度,配套完善的科技成果转化与评价机制,包括科技体制改革和创新环境政策等,通过完善相关知识产权和专利保护制度,更加有效地将科学知识转化为工程技术,加速科技成果转化和推广应用,设立重大工程示范项目,匹配技术供给与市场需求。

(4)完善蓝碳资源动态监测体系,建立相关资产核算和管理台账制度。加快完善我国蓝碳资源调查与动态监测体系,充分利用已有自然资源调查成果,统一组织实施全国蓝碳资源调查,掌握重要蓝碳资源的数量、质量、分布、权属、保护和开发利用状况,及时跟踪掌握各类蓝碳资源变化情况。与此同时,加快国内蓝碳方法学的研究和审核工作,尽快建立并完善能够覆盖全部蓝碳生态系统类型的方法学体系,形成系统完备以及获得广泛国际共识的蓝碳项目的监测、报告、核查规范和标准体系;研究建立蓝碳资源资产核算和管理台账制度,开展实物量统计,探索价值量核算,编制蓝碳资源资产负债表,建立统一权威的蓝碳资源监测、报告、核算评价信息发布和共享机制。

(5)发挥政府市场培育优势,推进蓝碳示范项目和案例研究。政府在前期市场培育的过程中发挥着重要作用,通过制度创新和管理创新,引导更多的企业和社会公众进入生态投资领域,带动更多的生态产品供给和消费,增强生态资本的融资功能。蓝碳示范项目有利于积累有关成本、收益和风险方面的经验,验证项目开发运营的技术可行性和经济可行性,相关案例研究有助于建立投资者信心,提供动员私人投资和公共投资以及加快监管框架调

整所需的证据支持。因而,有必要加快推进和扩大蓝碳示范项目建设和相关案例研究,形成相关示范项目案例库,收集整理有关生物地球化学循环、项目运营管理和经济社会影响等方面数据,生成基于蓝碳项目的碳生产函数,为项目成本收益和投资风险预测提供决策模型。

(6)推进蓝碳纳入碳交易体系,探索更多蓝色金融创新模式。以自愿交易市场为切口,尽快将蓝碳纳入我国碳交易体系,选择部分蓝碳资源丰富的地区或城市,加快推进相关项目开发平台建设,率先开展蓝碳交易试点,强化试点工作统筹协调,及时总结试点经验,形成可复制可推广的制度成果;与此同时,借鉴已有绿色金融和气候投融资方面信贷、债券、保险、基金的经验,积极开发更多基于蓝碳的金融衍生品和市场服务,同时注重相关风险防范。

参考文献

- [1] IPCC. IPCC special report on the ocean and cryosphere in a changing climate[R].Geneva: IPCC, 2019.
- [2] NELLEMAN C, CORCORAN E, DUARTE C M, et al. Blue carbon: the role of healthy oceans in binding carbon [R].United Nations Environment Programme, GRID-Arendal, 2009.
- [3] JAKOBSEN I U. Marine protected areas and climate change [M]// JOHANSEN E, BUSCH S, JAKOBSEN I U. The law of the sea and climate change. Cambridge: Cambridge University Press, 2020: 234-262.
- [4] UNFCCC. Climate change mitigation activities in coastal ecosystems [R]. 2011.
- [5] HIRAISHI T, KRUG T, TANABE K, et al. 2013 supplement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: wetlands [R].IPCC, 2014.
- [6] UNFCCC. Paris Agreement [EB/OL]. (2015-12-12) [2021-07-10]. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf.
- [7] HERR D, LANDIS E. Coastal blue carbon ecosystems: opportunities for nationally determined contributions [R].Gland, Switzerland: IUCN; Washington, DC, USA: TNC, 2016.
- [8] NORTHRUP E, RUFFO S, TARASKA G, et al. Enhancing nationally determined contributions: opportunities for ocean-based climate action [R]. Washington, DC: World Resources Institute, 2021-1-19.
- [9] 许冬兰. 蓝色碳汇: 海洋低碳经济新思路 [J]. 中国渔业经济, 2011, 29(6): 44-49.
- [10] DUARTE C M, WU J P, XIAO X, et al. Can seaweed farming play a role in climate change mitigation and adaptation? [J]. Frontiers in marine science, 2017, 4: 100.
- [11] THOMPSON B S, PRIMAVERA J H, FRIESS D A. Governance and implementation challenges for mangrove forest Payments for Ecosystem Services (PES): empirical evidence from the Philip-



- pinus[J].Ecosystem services, 2017, 23: 146-155.
- [12] BENSON L, GLASS L, JONES T, et al. Mangrove carbon stocks and ecosystem cover dynamics in southwest Madagascar and the implications for local management[J].Forests, 2017, 8(6): 190.
- [13] VANDERKLIFT M A, MARCOS-MARTINEZ R, BUTLER J R A, et al. Constraints and opportunities for market-based finance for the restoration and protection of blue carbon ecosystems [J]. Marine policy, 2019, 107: 103429.
- [14] VIERROS M. Communities and blue carbon: the role of traditional management systems in providing benefits for carbon storage, biodiversity conservation and livelihoods [J]. Climatic change, 2017, 140(1): 89-100.
- [15] 李捷, 刘译蔓, 孙辉, 等. 中国海岸带蓝碳现状分析[J]. 环境科学与技术, 2019, 42(10): 207-216.
- [16] IOC/UNESCO, IMO, FAO, UNDP. A blueprint for ocean and coastal sustainability[R]. Paris: IOC/UNESCO, 2011.
- [17] Global Impact Investment Network. Financing the sustainable development goals: impact investing in action[R]. New York: The GIIN, 2018.
- [18] IUCN. Blue natural capital financing facility: a new facility to advance financially viable coastal climate resilience projects with clear ecosystem service benefits[R]. IUCN, 2018.
- [19] 章海波, 骆永明, 刘兴华, 等. 海岸带蓝碳研究及其展望[J]. 中国科学: 地球科学, 2015, 45(11): 1641-1648.
- [20] 张永雨, 张继红, 梁彦韬, 等. 中国近海养殖环境碳汇形成过程与机制[J]. 中国科学: 地球科学, 2017, 47(12): 1414-1424.
- [21] 唐剑武, 叶属峰, 陈雪初, 等. 海岸带蓝碳的科学概念、研究方法以及在生态恢复中的应用[J]. 中国科学: 地球科学, 2018, 48(6): 661-670.
- [22] 焦念志. 微生物碳泵理论揭开深海碳库跨世纪之谜的面纱[J]. 世界科学, 2019(10): 38-39.
- [23] 赵鹏, 胡学东. 国际蓝碳合作发展与中国的选择[J]. 海洋通报, 2019, 38(6): 613-619.
- [24] 邱广龙, 林幸助, 李宗善, 等. 海草生态系统的固碳机理及贡献[J]. 应用生态学报, 2014, 25(6): 1825-1832.
- [25] 王秀君, 章海波, 韩广轩. 中国海岸带及近海碳循环与蓝碳潜力[J]. 中国科学院院刊, 2016, 31(10): 1218-1225.
- [26] 易思亮. 中国海岸带蓝碳价值评估[D]. 厦门: 厦门大学, 2017.
- [27] 周晨昊, 毛覃愉, 徐晓, 等. 中国海岸带蓝碳生态系统碳汇潜力的初步分析[J]. 中国科学: 生命科学, 2016, 46(4): 475-486.
- [28] 白煜琦, 郑明明, 卢洪刚. 青岛西海岸蓝碳生态系统综述[J]. 世界环境, 2019(1): 38-40.
- [29] 张文明, 张孝德. 生态资源资本化: 一个框架性阐述[J]. 改革, 2019(1): 122-131.
- [30] COSTANZA R, D'ARGE R, DE GROOT R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital [J]. Ecological economics, 1998, 25(1): 3-15.
- [31] DAILY G C, SÖDERQVIST T, ANIYAR S, et al. Ecology-the value of nature and the nature of value [J]. Science, 2000, 289(5478): 395-396.
- [32] 严立冬, 谭波, 刘加林. 生态资本化: 生态资源的价值实现[J]. 中南财经政法大学学报, 2009(2): 3-8, 142.
- [33] 高吉喜, 李慧敏, 田美荣. 生态资产资本化概念及意义解析[J]. 生态与农村环境学报, 2016, 32(1): 41-46.
- [34] 张希良. 国家碳市场总体设计中几个关键指标之间的数量关系[J]. 环境经济研究, 2017, 2(3): 1-5, 48.
- [35] 段茂盛. 我国碳市场的发展现状与未来挑战[N]. 中国财经报, 2018-03-24(2).
- [36] YANG Y, CHENG L W. Operational efficiency evaluation and system design improvements for carbon emissions trading pilots in China [J]. Carbon management, 2017, 8(5/6): 399-415.
- [37] SUTTON-GRIER A E, MOORE A K, WILEY P C, et al. Incorporating ecosystem services into the implementation of existing US natural resource management regulations: operationalizing carbon sequestration and storage [J]. Marine policy, 2014, 43: 246-253.
- [38] SUTTON-GRIER A E, MOORE A. Leveraging carbon services of coastal ecosystems for habitat protection and restoration [J]. Coastal management, 2016, 44(3): 259-277.
- [39] 林婧. 蓝碳保护的理论基础与法治进路[J]. 中国软科学, 2019(10): 14-23.
- [40] 刘明明. 论促进山东半岛蓝色经济区建设的财产权路径: 以温室气体排放权交易为视角[J]. 山东科技大学学报(社会科学版), 2011, 13(6): 69-75.
- [41] 赵磊. 国内首个“蓝碳”项目交易正式完成[N/OL]. 北京: 中国日报, 2021-06-09 [2021-08-11]. <https://cn.chinadaily.com.cn/a/202106/09/WS60c0595ca3101e7ce97541a2.html>.
- [42] SAPKOTA Y, WHITE J R. Carbon offset market methodologies applicable for coastal wetland restoration and conservation in the United States: a review [J]. Science of the total environment, 2020, 701: 134497.
- [43] 中国绿色创新夏季学院. 海星海洋小程序: 休闲型海洋牧场的创新与推广[R]. 北京: 清华大学中国绿色创新夏季学院, 2020.
- [44] LOCATELLI T, BINET T, KAIRO J G, et al. Turning the tide: how blue carbon and payments for ecosystem services (PES) might help save mangrove forests [J]. Ambio, 2014, 43(8): 981-995.
- [45] ULLMAN R, BILBAO-BASTIDA V, GRIMSDITCH G. Including blue carbon in climate market mechanisms [J]. Ocean & coastal management, 2013, 83: 15-18.
- [46] 丁辉. 中国气候投融资政策体系建设的要素研究[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2020.
- [47] 师龙, 陶茜, 李菁. 蓝色债券市场发展研究: 基于蓝色债券创新驱动蓝色经济高质量发展视角[J]. 中国市场, 2020(34): 1-3.
- [48] 中国银行境外成功发行中资首支蓝色债券[EB/OL]. 2020-09-15 [2021-08-30]. https://www.boc.cn/aboutboc/bi1/202009/20200915_18410367.html.
- [49] 王瑶, 徐洪峰. 中国绿色金融研究报告[M]. 北京: 中国金融出版社, 2020.
- [50] 朱信凯, 周月秋, 王文. 中国绿色金融发展研究报告 2020[M]. 北京: 中国金融出版社, 2020.
- [51] 中国人民银行研究局. 绿色金融改革创新案例汇编[M]. 北京: 中国金融出版社, 2020.
- [52] 潘晓滨. 中国蓝碳市场建设的理论同构与法律路径[J]. 湖南大



- 学学报(社会科学版),2018,32(1):155-160.
- [53] 刘芳明,刘大海,郭贞利.海洋碳汇经济价值核算研究[J].海洋通报,2019,38(1):8-13,19.
- [54] 武曙红.CDM林业碳汇市场前景及碳信用的交易策略[J].林业科学,2010,46(11):152-157.
- [55] 何桂梅,徐斌,王鹏,等.全国统一碳市场运行背景下林业碳汇交易发展策略分析[J].林业经济,2018,40(11):72-78.
- [56] 李佐军,俞敏.拓展碳汇市场交易,助力生态文明建设[J].重庆理工大学学报(社会科学),2019,33(4):1-6.
- [57] CUI L B, FAN Y, ZHU L, et al.How will the emissions trading scheme save cost for achieving China's 2020 carbon intensity reduction target?[J].Applied energy,2014,136:1043-1052.
- [58] OBENG E A, AGUILAR F X, MCCANN L M.Payments for forest ecosystem services: a look at neglected existence values, the free-rider problem and beneficiaries' willingness to pay[J].International forestry review,2018,20(2):206-219.
- [59] 汪鹏,成贝贝,任松彦,等.碳价格的传导机理及影响研究:以广东碳市场为例[J].生态经济,2017,33(3):57-60.
- [60] 沈金生,梁瑞芳.海洋牧场蓝色碳汇定价研究[J].资源科学,2018,40(9):1812-1821.

Top design and strategy selection of blue carbon market construction in China

YANG Yue^{1,2}, CHEN Ling^{1,2}, XUE Lan^{1,2,3}

(1. School of Public Policy and Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China; 2. Center for Industrial Development and Environment Governance, Tsinghua University, Beijing 100084, China; 3. Schwarzman Scholars, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract Exploring the potential of blue carbon sequestration and increase sink will help improve the international climate governance system, ensure the ecological integrity of climate action, realize the linkage of multiple benefits, including biodiversity conservation and marine sustainable development. Market mechanism is an effective way to accelerate the capitalization process of ecological resources. China urgently needs to promote the capitalization process of blue carbon resources through the construction of the blue carbon market, so as to solve the long-term capital misplacement and financing constraints in the field of blue carbon resource conservation and restoration. Therefore, based on the capitalization theory of ecological resources, this paper puts forward the general idea of systematic construction of the blue carbon market. This general framework provides theoretical support for guiding core institutional arrangements such as the confirmation of property rights, technological innovation, value accounting, transaction mechanism, and operating investment. It also attempts to arrange differentiated trading options for projects at different stages of development or different types of products and services, and to provide practical reference for policy suggestions on the construction of the blue carbon market. First of all, the strategic decision and overall framework for the construction of China's blue carbon market should be formed as soon as possible. Secondly, it is necessary to speed up the reform of the three-dimensional decentralization system of maritime space use rights and explore the incentive mechanism of property rights. Thirdly, it is necessary to strengthen the basic research and technological innovation of blue carbon science, and form the technological supply matching the market demand. Fourthly, it is of great importance to improve the dynamic monitoring system of blue carbon resources, establish the accounting and management ledger system of related assets, give full play to the advantages of government market cultivation, and promote blue carbon demonstration projects and case studies. Finally, we should promote the inclusion of blue carbon in the carbon trading system and explore more blue financial innovation models.

Key words blue carbon; capitalization of ecological resources; market construction; trading mechanism; institutional guarantee

(责任编辑:刘呈庆)