

国内外提升生态碳汇贡献的经验比较

关宝珠 徐晋涛*

摘要:生态碳汇是实现“双碳”目标不可或缺且具有成本优势的碳移除手段,其在全球气候治理中的作用逐渐受到各国政府的重视,各国相继出台相关支持政策。本文对中国和美国、欧盟、日本、新西兰等发达国家的碳汇政策进行了梳理和对比,发现提升生态碳汇能力和贡献的措施包括保护、管理和恢复生态系统等供给端措施,以及扩大对木质林产品需求等需求端措施。欧美日新等发达国家侧重于成本分担的管理恢复措施和需求端措施,而中国侧重于以中央投资的大规模生态工程为主的保护和恢复措施,在管理和需求端措施方面有较大的增汇潜力。此外,中国碳市场中的生态碳汇项目虽然在开发形式上处于世界领先水平,但也面临方法学有待改进、开发成本高风险大、政策支持不足等挑战。本文提出了提升中国生态碳汇贡献的政策建议,包括扩大增汇路径、加大对管理和需求端措施的政策支持力度以及改进生态碳汇项目的方法学和开发技术等。

关键词:生态碳汇;基于自然的解决方案;碳市场;气候变化

一、引言

气候变化的威胁日益凸显,中国作为全球最大碳排放国,面临极为严峻的减排任务。联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)第六次评估报告指出,迫切需要全球采取立即、迅速和大规模的行动来减少温室气体排放,以实现将升温限制在 2°C 甚至 1.5°C 的目标(IPCC, 2021)。据中国碳核算数据库数据显示,2019年中国的二氧化碳排放总量高达98亿吨,位居世界之首。为了减少温室气体排放、承担气候治理责任,习近平总书记于2020年9月在第七十五届联合国大会一般性辩论上承诺,中国将提高国家自主贡献力度,二氧化碳排放力争于

*关宝珠,北京大学国家发展研究院,邮政编码:100871,电子邮箱:guanbaozhu@pku.edu.cn;徐晋涛(通讯作者),北京大学国家发展研究院,邮政编码:100871,电子邮箱:xujt@nsd.pku.edu.cn

本文系中国国际知识发展中心旗舰研究交流项目“生态系统碳汇的发展规划”(CIKDF2022040)的阶段性成果。感谢匿名审稿专家的修改建议。文责自负。

2030年前达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和。“双碳”目标已被确立为国家战略目标。值得注意的是,中国从碳达峰到碳中和的缓冲期约有30年,仅相当于主要发达国家的一半,因此中国的减排增汇任务尤为艰巨(谢高地,2023)。

提升生态碳汇是应对气候变化、实现“双碳”目标不可或缺且具有成本优势的重要途径。生态碳汇是指生态系统从大气中清除温室气体、气溶胶或温室气体前体的任何过程、活动或机制(IPCC,2021)。具有固碳能力的陆地生态系统包括森林、草地、农田、湿地、岩溶等(Keenan & Williams,2018);IPCC认可的蓝碳为红树林、海草床和盐沼三种滨海湿地(IPCC,2019)。每年全球约14%的人为温室气体排放来自土地利用变化(主要为毁林);同时,陆地和海洋生态系统分别能吸收31%和23%的温室气体排放(Friedlingstein et al.,2020)。其中,森林作为陆地生态系统最重要的碳库,年固碳量约占整个陆地生态系统的三分之二(Keenan & Williams,2018;杨元合等,2022)。中国2018年土地利用、土地利用变化和林业共净吸收约12.57亿吨二氧化碳当量,其中,林地、草地、农田和湿地分别净吸收9.66、1.02、0.78和0.03亿吨二氧化碳当量(生态环境部,2023)。据估计,到2060年,由于在技术上难以减排或减排成本非常高,中国能源活动仍然产生17亿吨左右的碳排放,需要通过碳移除技术产生负排放来予以消纳(中国石化集团经济技术研究院有限公司、中国石化咨询有限责任公司,2024)。提升生态碳汇的成本仅是直接空气碳捕集与封存等技术减排的五分之一,是国际社会公认的未来30~50年减缓和适应气候变化成本较低、经济可行的重要措施;同时,发展生态碳汇还具备涵养水土资源、促进生物多样性、助力乡村振兴等协同效应(Jin et al.,2020;徐晋涛、易媛媛,2022)。

生态碳汇在气候变化治理中的作用逐渐被各国政府重视,然而,有关巩固提升生态碳汇的措施和支持政策的研究基础还很薄弱,尤其缺少国内外碳汇支持政策的比较分析。基于自然的解决方案(Nature-based Solutions, NbS)在2019年被联合国列入应对气候变化的九大项优先行动之一,目前超过75%的国家自主贡献(Nationally Determined Contributions, NDCs)提到了与NbS有关的政策、措施或项目(张小全等,2020)。中国在《2030年碳达峰行动方案》中,将“碳汇能力巩固提升行动”列为“碳达峰十大行动”之一。2022年,中国气候变化事务特使解振华在达沃斯世界经济论坛上提出,中国争取在未来十年内植树700亿株,以进一步推动生态碳汇在气候变化治理中的贡献。目前各国已经为保护生态环境付出了长期努力,然而,由于生态碳汇的相关政策分散在不同的职能部门,尚未形成系统的支持政策体系,有关提升生态碳汇的措施和支持政策还有待进一步梳理(安岩等,2021)。已有研究对中国巩固提升生态系统碳汇能力的措施与支持政策进行了总结(张小全等,2020;安岩等,2021;于贵瑞等,2022;谢高地,2023),尤其关注森林碳汇提升措施(田惠玲等,2021;徐晋涛、易媛媛,2022;胡原等,2022;吴伟光等,2022),但是对提升生态碳汇的国际经验总结不多。总结国际经验并分析其对中国的启示对完善中国碳汇支持政策具有重要参考价值。

本文的研究目标是梳理和比较国内外提升生态碳汇能力的有效措施和支持政策。为此,本文总结归纳中国和美国、欧盟、新西兰、日本等发达国家提升生态碳汇能力的具体措施,并比较中国和这些国家在碳汇支持政策方面的异同之处,最后总结国外经验对中国提升生态碳汇能力提出政策建议。从而为充分发挥生态碳汇在实现“双碳”目标(尤其碳中和目标)中的作用提供决策支持,同时促进生态系统的实现多重效益,助力实现共同富裕和“两个一百年”奋斗目标。

二、国内外提升生态碳汇能力的管制手段

提升生态碳汇的措施可分成供给端措施(如减少毁林、植树造林)和需求端措施(如扩大对清洁能源、木材的消费,减少食物浪费等),并且从措施种类和实施规模上看,以供给端的措施为主(Bustamante et al., 2014)。供给端措施遵循 NbS 的发展理念,该理念由国际自然保护联盟(IUCN)在2016年的世界自然保护大会上提出,是指采取行动保护、可持续管理和恢复自然或改良的生态系统,以有效和适应性地应对社会挑战,同时提供人类福祉和生物多样性收益(United Nations Environment Programme & International Union for Conservation of Nature, 2021)。

推进减排增汇措施的政策工具大致可分为管制手段和经济手段两大类。典型的管制手段包括原始森林禁伐、森林可持续经营等生态工程;经济激励手段包括碳市场、碳税以及生态补偿措施等。其中,碳市场被广泛认可为低成本、高效率的碳减排工具之一(陈骁、张明, 2022)。本章和下一章将分别分析国内外巩固提升生态系统碳汇能力的管制手段和碳市场手段。鉴于森林是最主要的陆地碳库,本文根据纬度与中国相近、森林质量更好的原则,选定美国、欧盟、日本和新西兰作为对比的代表性国家或地区,以确保其经验对中国具有实际借鉴意义。

(一) 欧美日新等发达国家的碳汇管制政策

欧美日新等发达国家均在 NDCs^①或气候变化长期战略(long-term strategies)^②中提出了生态碳汇方面的措施,以助力实现温室气体减排目标,以森林为基础的选择是最普遍的,其次是草地和农田,最后是滨海湿地等各类湿地。尽管各种增汇路径在各国均有推进,但是通过对政策文件的梳理可以看出各国对增汇路径的政策支持各有侧重。

表1总结比较了各国提升生态碳汇贡献的支持政策,发现美国在森林、农田、草地和蓝碳等方面均制定了相关政策。其中,在森林碳汇方面,美国对供给端的保护、管理和恢复措施以及需求端的措施都很重视,供给端措施尤其强调防范野火风险和恢复被火灾破坏的林地,需求端的措施侧重对木结构建筑和新型木材的支持。此外,在农田和草地碳汇方面则依赖于可持续管理措施;在蓝碳方面依靠生态恢复工程(The White House, 2021; The White House, 2022)。

①网址:<https://unfccc.int/NDCREG>。

②网址:<https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/long-term-strategies>。

欧盟为提升森林、农田和湿地的碳汇能力制定了多项支持政策。在森林碳汇方面,在供给端,欧盟首先加大了对造林的资金投入;其次,鼓励森林可持续管理,尤其是推动农林业的发展;此外,还提出对森林资源丰富的成员国(如芬兰)提供补偿。在需求端,欧盟提出促进对采伐木材的可持续利用,以及重视对林木生物质的需求。在农田碳汇方面,欧盟提出通过种植豆科植物和发展有机农业,以提高土地的碳汇能力。在湿地保护方面,欧盟特别重视保护和恢复湿地,尤其是泥炭地(European Commission, 2022; European Commission, 2024)。

日本的碳汇支持政策主要聚焦在森林、农田和蓝碳。在森林碳汇方面,在供给端,日本首先强调保护原始天然林;其次,在森林管理方面,提出培育优质幼苗、增强人工林的多样性以及发展农林业,日本提出发展农林业与其人均耕地面积少的基本国情有关。最后,需求端的措施与美国相似,日本鼓励木结构建筑的使用、研发新型木材和防火木材。在农田碳汇方面,日本实施稻田休耕计划,以提高土壤的固碳能力。在蓝碳领域,日本建立国家公园保护区、恢复滩涂生态系统以及扩大海洋海底自然保护区(The Government of Japan, 2018; Ministry of the Environment of Japan, 2021)。

新西兰重视森林和农田的碳汇支持政策。在森林碳汇方面,在供给端,新西兰严格监管对1990年前森林实施的毁林行为,同时积极推动乡土树种造林、为造林提供资金补贴和技术支持。在需求端,新西兰提高社会对低碳木质林产品和生物燃料的需求,以替代高排放材料。在农田碳汇方面,新西兰大力发展可再生农业,包括免耕、作物覆盖、提升作物多样性以及种养结合等(New Zealand Government, 2022)。

由此可见,欧美日新等发达国家的碳汇政策有两个明显的特点:第一,在供给端,保护、管理和恢复措施多措并举,其中,造林是最主要的措施,造林的成本通常由中央政府、地方政府和林农共同分担;第二,注重需求端的措施,例如发展木结构建筑、研发新型木材、发展生物质能等,这一方面充分发挥了木质林产品的固碳作用、材料替代效应和能源替代效应,另一方面,还通过市场机制促进了木材供给,提高了林农的营林积极性,有利于森林的可持续经营。

表1 国外代表性国家提升森林碳汇的支持政策比较

政策 国别	具体举措	政策文件
美国	森林:加大对森林保护、森林管理以及再造林的投资,尤其保护全球原始森林,加强对野火的防范和恢复被火灾破坏的林地;延长轮伐期;打击非法木材交易;发展木结构建筑;加强对新型木材市场的支持 农田:扩大气候智慧型农业实践(如作物覆盖) 草地:开展轮牧 蓝碳:继续支持海岸带恢复工程;增强水体和海洋的固碳能力	《美国国家自主贡献》(2021) 《美国长期战略:2050年温室气体净零排放实现路径》(2021) 《保护全球森林计划:关键碳汇》(2021) 《关于加强国家森林、社区和地方经济的行政命令》(2022)

续表 1

国外代表性国家提升森林碳汇的支持政策比较

政策 国别	具体举措	政策文件
欧盟	森林:加大对造林的资金投入;森林可持续管理,例如发展农林业;对森林资源丰富国家提供补偿(如芬兰);促进对采伐木材可持续利用;重视对林木生物质的新需求 农田:种植豆科植物,发展有机农业 湿地:保护和恢复湿地,尤其是泥炭地	《欧盟及其成员国长期温室气体低排放发展战略》(2020) 《共同农业政策 2023—2027》(2022) 《欧盟及其成员国国家自主贡献》(2023) 《自然恢复法》(2024)
日本	森林:保护原始天然林;培育优质幼苗;增强人工林的多样性;间伐;发展农林业;发展木结构建筑;研发新型木材和防火木材 农田:稻田休耕计划 蓝碳:建立国家公园保护区;恢复滩涂生态系统;扩大海洋海底自然保护区	《日本国家自主贡献》(2021) 《巴黎协定下的长期战略》(2021) 《气候变化适应法案》(2018) 《气候变化适应规划》(2021)
新西兰	森林:严格监管对 1990 年前森林实施的毁林行为;为造林提供资金补贴和技术支持;推动乡土树种造林;推动林业产业化发展;促进对低碳木质产品 and 生物燃料的需求 农田:发展可再生农业,包括免耕、作物覆盖、提升作物多样性,以及种养结合等	《新西兰国家自主贡献》(2021) 《向低排放和气候适应型未来转型:新西兰长期低排放发展战略》(2021) 《减排计划》(2022)

资料来源:作者依据各国碳汇支持政策文件整理。

(二)中国的碳汇管制政策

2021年9月颁布的《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》以及2021年10月相继出台的《中国应对气候变化的政策与行动》白皮书和《2030年前碳达峰行动方案》，均强调要将“提升生态系统碳汇能力”作为实现“双碳”目标的关键路径。例如，《2030年前碳达峰行动方案》将“碳汇能力巩固提升行动”作为“碳达峰十大行动”之一。此外，政府部门还将“提升生态系统碳汇能力”写进了十四五规划和2022年的中央一号文件。

表2总结了我国巩固提升碳汇能力的措施，从生态系统的类别来看，涉及森林、草原、湿地、耕地、矿山和岩溶等陆地生态系统，以及红树林、海草床和盐沼等滨海生态系统；从措施类别上来看，保护、管理和恢复三类措施均有涉及；从具体措施来看，主要以各种项目、行动和工程的形式来开展。具体而言，有以下四个主要特点：第一，碳汇能力提升的工作重点在森林、草原和农田这三个生态系统。第二，以保护和恢复措施为主，管理措施主要为森林质量精准提升工程和耕地质量提升行动。第三，各种措施多以国家工程和项目的形式开展，研究表明，中国六大生态修复工程，包括天然林保护、退牧还草、三北防护林、京津沙源治理、退耕还林、长江和珠江防护林，覆盖了中国44.8%的森林和23.2%的中国草原，年碳汇总量为132 Tg C yr⁻¹，其中超过一半归功于项目实施(Lu et al., 2018)。然而，当工程或项目结束时，政策的可

持续性可能面临较大的挑战。最后,一些措施如退耕还林、耕地质量提升行动等,并非以增加碳汇为主要目的,这是由于生态系统具备多重效益。

此外,中国在提交给《联合国气候变化框架公约》秘书处的《中国本世纪中叶长期温室气体低排放发展战略》中指出,将大力发展生态旅游、森林草原康养、新材料、生物制药、生物质能源等新兴产业作为加强生态系统碳储存的手段,但在当前国内已出台的“双碳”顶层政策设计中,并未提及这方面的内容。

表 2 中国巩固提升碳汇能力的措施

类别	措施	保护措施	管理措施	恢复措施
综合		国土空间规划 严守生态保护红线 严控生态空间占用 自然保护地(以国家公园为主) 严控新增建设用地规模	推广节地技术和节地模式	开展山水林田湖草沙一体化保护和修复 国土绿化行动
森林		天然林保护工程	森林质量精准提升工程	退耕还林
草原		加强草原生态保护修复		退耕还草、退牧还草
湿地		强化湿地保护		
农田		国家黑土地保护工程	耕地质量提升行动	加强退化土地修复治理 开展荒漠化、石漠化、水土流失综合治理
矿山				历史遗留矿山生态修复工程
岩溶			积极推动岩溶碳汇开发利用	
红树林、海草床、盐沼		整体推进海洋生态系统保护和修复		

注:“综合”表示相应措施对应多个生态系统;资料由作者依据《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》和《2030年前碳达峰行动方案》整理。

(三)国内外碳汇管制政策的比较

国内外碳汇政策的差异主要体现在以下三个方面:

首先,在供给端,中国以保护措施为主,恢复措施次之,对管理措施的重视不足,尤其是对森林的可持续经营关注不够。中国的政策多集中于大规模的生态修复工程,这些措施虽然在短期内显著提升了碳汇能力,但在可持续经营方面仍显不足。相比之下,欧美日新等发达国家在供给端的碳汇政策则以管理和恢复措施为主,通过可持续森林管理、生态补偿等手段,确保森林和其他生态系统的长期生产力和碳汇能力。

其次,中国对需求端的措施重视不足,这与其对生态系统以保护恢复为主有关。虽然中

国提出了发展生物质能和木竹建材的研发,但这些措施并没有与本国林业的发展紧密结合,导致在需求端未能充分发挥木材的替代效应和能源效应。而欧美日新等发达国家在需求端的政策更为积极,通过市场机制促进木材和生物质能的使用,以此带动供给端的可持续经营,不仅提升了碳汇能力,还推动了相关产业的发展,形成了供需两端的良性循环。

最后,中国的碳汇政策主要靠政府“有形的手”来干预,通过退耕还林还草、天然林保护等国家主导的措施来提升森林、草原等生态系统的碳汇功能。这些措施通常由政府直接规划和执行,旨在短期内实现显著的环境效益、迅速增加生态系统的固碳能力。与此不同,欧美等发达国家的碳汇政策更多地依赖市场“无形的手”来配置资源,强调市场机制和技术创新的作用,提高森林和其他生态系统的综合碳汇能力。

与此同时,国内外碳汇管制政策也存在一些共性特征:首先,尽管各国因自然资源禀赋的差异,在固碳生态系统的侧重上有所不同,但森林碳汇普遍被视为主要关注点,其次是农田碳汇。其次,各国的政策框架通常遵循基于自然的解决方案的发展理念。最后,各国碳汇政策正处于持续发展的过程中,政策目标逐步向高质量碳汇转变,即不仅关注碳汇效益,同时重视社区福利、生物多样性等协同效益。这些共性反映了全球在应对气候变化方面的共同努力和方向。

三、国内外碳市场中的生态碳汇

碳市场可分为强制碳市场和自愿减排市场。自愿减排市场属于激励机制,通过交易碳信用来抵销企业的温室气体排放,以助力企业完成履约或实现碳减排、碳中和目标,生态碳汇通常活跃在自愿减排市场中。强制碳市场属于类约束机制,政府强制高排放企业履行减排义务,交易的主要产品为碳配额,新西兰碳市场体系是唯一覆盖生态碳汇的强制碳市场。本章将分别介绍并比较国内外自愿减排市场中的生态碳汇项目,随后探讨新西兰将林业部门纳入强制碳市场的实践。

(一)国际自愿碳市场中的生态碳汇项目

国际自愿减排市场存在种类繁多的自愿减排标准,在发起者、方法学、项目规模、交易方式等方面不尽相同。其中,中国参与的四种国际主要的碳信用机制分别为清洁发展机制(CDM)、国际核证碳标准(VCS)、黄金标准(GS)和全球碳理事会(GCC)。这些自愿减排市场的概况和碳汇模式如表3所示,VCS是目前最大的独立温室气体碳信用机制,也是森林保护、可持续管理和增加森林碳汇(REDD+)与林业碳信用的最大签发者,目前已经注册2272个项目,签发1541个项目,已签发碳信用12.67亿吨。在其他三种碳信用机制中,林业碳汇参与自愿减排市场的模式均是造林再造林(梅德文等,2022;何晓贝等,2024)。

表 3 国际自愿减排市场的碳信用机制

市场	概况	交易产品	林业碳汇模式
清洁发展机制 (CDM)	发达国家通过资金支持或者技术援助等形式,与发展中国家开展减少温室气体排放的项目开发与合作,取得相应的减排量,这些减排量被核实认证后,成为核证减排量(CERs),可用于发达国家履约	核证减排量 (Certified Emission Reductions, CERs)	造林再造林
国际核证碳标准 (VCS)	是特别针对减少毁林和森林退化的排放领域的减排标准	核证减排量 (Verified Carbon Units, VCU)	造林再造林和植被恢复;改善森林管理;减少毁林和森林退化
黄金标准 (GS)	39个方法学涵盖土地利用、林业和农业,能源效率,燃料转换,可再生能源,航运能源效率,废弃物处理和处置,用水效益和二氧化碳移除八个领域	自愿减排量 (Voluntary Emission Reductions, VERs)	造林再造林
全球碳理事会 (GCC)	是中东和北非地区第一个自愿碳抵销项目,备案的方法学包括所有 CDM 备案的方法学和三个自行备案开发的方法学(非碳汇项目)	核证碳信用 (Approved Carbon Credits, ACCs)	造林再造林

资料来源:作者依据文献资料整理。

(二)中国温室气体自愿减排市场中的生态碳汇项目

中国温室气体自愿减排市场建立于2012年,交易单元是国家核证自愿减排量(CCER),CCER涵盖林业碳汇、可再生能源、甲烷利用等项目。截至2017年,陆续公布了CCER方法学200余种,其中5种与生态碳汇相关,尤其是碳汇造林的方法学使用最为广泛,占总使用次数的60%以上。然而,由于交易量小以及个别项目不规范,国家发展改革委于2017年3月叫停了新项目的签发,已有项目仍可继续运行。2023年10月,在全国温室气体自愿减排交易市场即将重启之际,生态环境部公布了首批四项温室气体自愿减排项目方法学,其中,造林碳汇(CCER-14-001-V01)和红树林营造(CCER-14-002-V01)与生态碳汇相关。此前的200余种方法学已失效,仍在运行的项目也将于2025年1月1日起正式失效。

自愿减排市场是中国碳交易市场的补充机制,当控排企业配额不足时,可购买配额或采用CCER抵销。为了避免企业减排动力不足,政府部门对使用CCER抵销的比例有限制。在全国碳市场的规定中,抵销比例不得超过应清缴碳排放配额的5%。如表4所示,地方碳交易试点也对CCER的抵销比例实施了5%至10%的限制,一些试点还对项目地域设定了相应的限制。

表4 中国各碳交易试点 CCER 抵销政策

试点	抵销比例限制	地域限制	政策文件
北京	不得高于当年确认碳排放量的5%	无	《北京市碳排放权交易管理办法(试行)》(2024)
天津	不得超出其当年实际碳排放量的10%	优选京津冀地区	《天津市碳排放权交易管理暂行办法》(2013)
上海	不得超出当年核配额量的5%	无	《上海市碳排放管理试行办法》(2014)
深圳	不超过不足以履约部分的20%	无	《深圳市碳排放权交易管理办法》(2022)
广东	不得超过上年度实际碳排放量的10%	70%以上来自广东	《广东省碳排放管理试行办法》(2014)
湖北	不超过年度碳排放初始配额的10%	无	《湖北省碳排放权交易管理暂行办法》(2023)
重庆	上限为应清缴碳排放配额的10%	60%以上来自重庆	《重庆市碳排放配额管理细则》(2023)
福建	不得高于当年确认排放量的10%	全部来自福建	《福建省碳排放权抵消管理办法(试行)》(2016)

资料来源:作者根据地方最新的碳排放权交易管理办法、碳排放配额管理细则、碳排放权抵消管理办法等整理。

生态碳汇项目不仅可以开发CCER,还可以开发一些适合国内地方碳市场的项目,例如福建省FFCER、广东省PHCER、福建三明的林业碳票以及贵州单株碳汇等。其中,林业碳票是林地林木的碳减排量收益权的凭证,碳票是以林木生长量增量为测算基础换算成的碳减排量,以“票”的形式发给林木所有权人,从而把碳汇变成可交易、可收储、可贷款的金融产品。2021年5月,全国首批林业碳票在中国碳票“第一村”——三明常口村举行首发仪式。单株碳汇项目主要面向贵州省拥有林地且收入相对较低的林农,将其树木按照树种、大小和碳汇功能进行筛选,录入到大数据平台,按照3元/株/年的碳汇价值向全社会销售,收益全归林农所有。单株碳汇项目从2017年实施至今,已覆盖贵州35个县724个村的11920户林农,累计碳汇收益高达1347万余元(李黔渝,2023)。

(三)国内外自愿碳市场中的生态碳汇项目比较

国内外自愿碳市场中的生态碳汇项目有着类似的开发流程,都是基于方法学,并经过审定核查后形成减排量,才能在碳市场中进行交易。然而,两者在政策支持、投资者类型、市场敏感度和地域限制等方面存在明显差异(如表5所示):首先,国际碳市场中的生态碳汇项目通常依托非政府组织制定和管理的国际化标准,这些标准为项目的开发和交易提供了多样化的选择;而中国市场则以政策导向为显著特点,政府在项目审批和方法学制定中发挥了关键作用,以确保项目符合国家政策目标。其次,在生态项目开发过程中,VCS等标准更注重成本收益的最大化,即以最低成本实现最高碳汇收益,而CCER等项目开发可能受到一些政策因素影响。第三,国际自愿减排市场拥有成熟的交易机制和广泛的市场参与者,吸引了大量跨国企业和投资者参与生态碳汇项目的开发与交易,而中国自愿减排市场中生态碳汇项目的投资者主要是地方政府和国内企业。第四,国际市场的需求受全球经济和政策变化的影响较大,导致市场波动性较高,而中国生态碳汇项目的需求容易受到政策影响,政策的调节效应更

加显著。最后,国际碳市场中的生态碳汇项目通常无明显地域限制,各国均可参与开发,例如中国也参与了VCS等项目。然而,中国全国和地方碳市场存在地域限制,例如CCER项目须在国内开发,天津、重庆和福建等地方碳市场也更倾向于本地项目。

表5 国内外自愿碳市场中的生态碳汇项目比较

内容准则	国际自愿减排市场	中国温室气体自愿减排市场
政策支持	多样化的国际标准	政府主导、政策导向
实施原则	成本收益最大化	可能受到政策因素影响
投资者类型	国际组织、跨国企业	地方政府、国内企业
市场敏感度	受全球经济政策影响	政策调节效应明显
地域限制	通常无地域限制	有地域限制,尤其是地方碳市场

与此同时,国际和国内自愿减排市场中生态碳汇项目的市场份额相对较低,面临以下共同挑战:首先,现行方法学对项目选址要求严格,额外性论证复杂且监测和报告程序繁琐,方法学及其核算方法有待改进;其次,由于土地权属复杂、土地分散、自然灾害和气候风险加剧,生态碳汇项目开发通常面临高成本、长周期和高风险,导致政府和公众投资意愿不足;再次,受到经济、政策和社会因素的影响,生态碳汇的市场需求不稳定,从而影响项目的长期可持续性;最后,碳抵销机制由于额外性和持久性难以准确界定而备受争议,对生态碳汇项目开发的政策支持也不足(陆霁等,2013;谢和生等,2021)。

(四)唯一覆盖生态碳汇的强制碳市场:新西兰碳交易体系

新西兰于2008年启动的碳交易体系是全球覆盖行业最广泛的碳市场之一,尤其涵盖了林业和农业部门。与其他国家不同,新西兰碳市场体系不仅将生态碳汇作为碳抵销手段,还将林业部门纳入强制性碳市场的履约范围,目的是让砍伐行为承担责任,让造林行为得到补偿,体现了“谁排放、谁付费,谁吸收、谁受益”的原则。成为目前唯一覆盖林业部门的强制性碳市场。

新西兰林业部门参与碳排放交易体系有两种机制:一是对“1990年前的森林”进行毁林将纳入强制碳市场。“1990年前的森林(pre-1990 forest)”是指在1989年12月31日前造林,并且在2007年12月31日大部分保存完好的人工林,不包括1990年前的天然林。砍伐“1990年前的森林”且转换为非林业用地或未满足补种和再生的最低要求,则视为毁林,将被强制纳入新西兰碳交易体系。林地所有者或经营者砍伐“1990年前的森林”后,必须向新西兰第一产业部(MPI)报告森林砍伐情况,并清缴与砍伐碳储量相当的排放权,也可通过在非林业用地上重新造林或补种来进行抵销。

二是在“1989年后的森林”进行造林可纳入自愿碳市场。“1989年后的森林”是指目前是森林并且在1989年12月31日前不是林地,在1990年1月1日至2007年12月31日期间被砍伐或是“1990年前的森林”,但在2007年12月31日之后砍伐并且已清缴相应排放权的土地。

对2019年之前注册的“1989年后的森林”,采用碳储量变动法对其碳汇量进行核算。2020年的碳市场体系修改后,对2023年1月1日之后注册的“1989年后的森林”,提出了两种新的可选的林业分类以及新的核算方法。“标准1989年后的森林”将采用平均核算法;“永久1989年后的森林”要求在至少50年内禁止毁林和皆伐收获,并采用碳储量变动法对其碳汇量进行核算。在2019年至2022年的过渡期内注册的“1989年后的森林”,可以自行选择平均核算法或碳储量变动法。引入“永久1989年后的森林”和平均核算法旨在激励更大规模的植树造林,延长轮伐周期,增加对永久性森林的投资,以获得更多的碳汇(王祝雄等,2013;国际碳行动伙伴关系、市场准备伙伴关系,2016;Carver et al.,2022)。

四、政策建议

本文通过归纳提升生态系统碳汇能力的措施,以及分析中国和美国、欧盟、新西兰、日本等发达国家的碳汇支持政策,提出如下几点政策建议:

第一,除了持续强化森林碳汇外,我国还需采取进一步措施提升草原、农田和湿地的碳汇能力。目前我国的碳汇支持政策主要侧重森林碳汇领域,考虑到草原、农田和湿地也是重要的固碳生态系统,因而有必要采取行动提升这些生态系统的固碳能力。例如,合理放牧、推广保护性农业、优化稻田水分管理、加强对泥炭地和红树林的保护等。这些措施不仅有助于提升碳汇能力,而且往往能够带来一系列协同效益。

第二,我国需通过产权改革、生态补偿制度等手段,提升管理的积极性,充分发挥生态系统管理措施在提升碳汇能力方面的作用。首先,建设保护农户财产权利和保障其收益(尤其是对林农)的环境。其次,生态系统碳汇管理无疑存在正外部性,因此可通过给予生态补偿激励生态服务提供者,例如,对延长轮伐期的商品林、保护性农业实践、湿地保护行动给予一定经济补偿。

第三,我国需要注重发展长期固碳的木材产品产业以及减少食物浪费等需求端的措施,以进一步发挥生态系统有效碳汇的潜力。研究表明,假设我国2050年森林单位面积蓄积能达到世界平均水平,森林覆盖率能达到28%,则新增年产木材量用作建筑材料,约可以替代三分之一的高碳材料,估计可减少约9亿吨的温室气体排放(徐晋涛、易媛媛,2022)。与此同时,建筑材料类产品具有长期固碳的性能,等于将森林产生的碳汇以固体形态长期储存。这样在采伐迹地上新造林产生的碳汇就是具有额外性的有效碳汇,解决了森林“碳汇中性”的潜在问题。此外,我国粮食供应链中的食物损失率约为19%,相当于约26万公顷耕地的产量,因此减少食物浪费既可以减少的温室气体排放,还能够节约土地以发展生态碳汇。

第四,生态碳汇项目的方法学及其核算方法还需进一步完善。首先,方法学在土地要求、经营范围管理和额外性论证方面还需要进一步完善和统一,以优化项目开发和交易的制度。其次,需要建立统一的、科学合理的生态碳汇估算标准,以确保对生态碳汇项目的精准评估,

尤其是在生态碳汇核算方面应与国际接轨,符合 IPCC 的核算原则,确保与其他国家的核算结果具有可比性。

最后,我国可进一步考虑把林业部门纳入强制碳市场的可能性。虽然目前来看在短期内我国把林业部门纳入强制碳市场的可能性不大,但随着国有林体制改革和特许经营的发展,未来可能有条件通过强制碳市场来巩固提升森林碳汇。新西兰的经验提供了两方面的重要启示:首先,除了林业碳汇能够自愿参与减排市场外,林业砍伐也有可能参与到强制碳市场中。建议根据木材的最终用途来决定是否加入强制碳市场,如果木材能实现长期的碳储存,则可能不需要纳入强制碳市场。其次,林业部门加入强制碳市场需要进行充分的准备工作,包括建立法律基础、清查森林资源的林分和林龄、建立 MRV(可测量、可报告、可监管)体系以及设计相关方法学等。

当然,中国作为大国,在政策工具选择方面可以有更多的灵活性。由于企业数量庞大,规模差异巨大,碳市场覆盖所有经济部门、所有企业不具备现实可能性。已经有专家提议重点行业、具备一定规模的企业进入碳市场,几千万家中小企业以碳税形式覆盖,由地方政府为主行使监管任务和收取碳税。我国森林经营者大部分是个体林农和稍具规模的林业经营主体,可以参照新西兰的思路,行使分类管理和政策。对符合毁林定义的经营行为征收碳税;具有森林恢复贡献的经营者,特别是其生产的木材进入长期固碳产业的,可与最终产品生产者分享与碳税相当的补贴。这对鼓励更多的林业经营主体转向高碳汇的大径材生产,以及有效的碳汇产业链的形成有很好的促进作用。

参考文献:

- [1] 安岩,顾佰和,王毅,等. 基于自然的解决方案:中国应对气候变化领域的政策进展、问题与对策[J]. 气候变化研究进展, 2021, 17(2): 184-194.
- [2] 陈骁,张明. 碳排放权交易市场:国际经验、中国特色与政策建议[J]. 上海金融, 2022(9): 22-33.
- [3] 国际碳行动伙伴关系,市场准备伙伴关系. 碳排放权交易实践手册:设计与实施(第二版)[R]. 2016.
- [4] 何晓贝,吴明华,张静依. 自愿碳市场:理想与现实[J/OL]. 气候政策与绿色金融(季报). 2024(07). <https://mgflab.nsd.pku.edu.cn/docs//2024-04/7a020e76afe34ae1b43429fb7351a485.pdf>.
- [5] 胡原,成莹,曾维忠. 中国森林碳汇发展现状、存在问题与政策建议[J]. 生态经济, 2022, 38(2): 104-109.
- [6] 李黔渝. 贵州:单株碳汇项目惠及上万户林农[EB/OL]. 新华网. (2023-04-27)[2024-09-09]. http://www.news.cn/2023-04/27/c_1129573755.htm.
- [7] 陆霁,张颖,李怒云. 林业碳汇交易可借鉴的国际经验[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(12): 22-27.
- [8] 梅德文,葛兴安,邵诗洋. 国际自愿减排市场评述与展望[J]. 中国财政, 2022(15): 27-29.
- [9] 生态环境部. 中华人民共和国气候变化第三次两年更新报告[R]. 2023.
- [10] 田惠玲,朱建华,李宸宇,等. 基于自然的解决方案:林业增汇减排路径、潜力与经济性评价[J]. 气候变化研究进展, 2021, 17(2): 195-203.
- [11] 王祝雄,吴秀丽,章升东,等. 新西兰碳排放交易制度设计对我国林业碳汇交易的启示[J]. 世界林业研

究,2013,26(5):81-87.

[12] 吴伟光,孙婷,许骞骞,等. 林业碳汇政策对林业增汇的影响与启示[J]. 林业经济问题,2022,42(6):659-665.

[13] 谢高地. 论我国生态系统碳汇能力及其提升途径[J]. 环境保护,2023,51(3):12-16.

[14] 谢和生,何亚婷,何友均. 我国林业碳汇交易现状、问题与政策建议[J]. 林草政策研究,2021,1(3):1-9.

[15] 徐晋涛,易媛媛. “双碳”目标与基于自然的解决方案:森林碳汇的潜力和政策需求[J]. 农业经济问题,2022(9):11-23.

[16] 杨元合,石岳,孙文娟,等. 中国及全球陆地生态系统碳源汇特征及其对碳中和的贡献[J]. 中国科学:生命科学,2022,52(4):534-574.

[17] 于贵瑞,朱剑兴,徐丽,等. 中国生态系统碳汇功能提升的技术途径:基于自然解决方案[J]. 中国科学院院刊,2022,37(4):490-501.

[18] 张小全,谢茜,曾楠. 基于自然的气候变化解决方案[J]. 气候变化研究进展,2020,16(3):336-344.

[19] 中国石化集团经济技术研究院有限公司,中国石化咨询有限责任公司. 中国能源展望2060[R]. 2024.

[20] Bustamante, M., C. Robledo-Abad, R. Harper, et al. Co-benefits, Trade-offs, Barriers and Policies for Greenhouse Gas Mitigation in the Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) Sector[J]. Global Change Biology, 2014, 20(10): 3270-3290.

[21] Carver, T., P. Dawson, S. O'Brien, et al. Including Forestry in an Emissions Trading Scheme: Lessons from New Zealand[J]. Frontiers in Forests and Global Change, 2022, 5: 956196.

[22] European Commission. Common Agricultural Policy 2023-2027[EB/OL]. (2022-12-14)[2024-09-09]. https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-2023-27_en.

[23] European Commission. Nature Restoration Law[EB/OL]. (2024-08-18)[2024-09-09]. https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/nature-restoration-law_en.

[24] Friedlingstein, P., M. O'Sullivan, M. W. Jones, et al. Global Carbon Budget 2020[J]. Earth System Science Data, 2020, 12(4): 3269-3340.

[25] IPCC. Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate[R]. 2019.

[26] IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[R]. 2021.

[27] Jin, L., Y. Yi, J. Xu. Forest Carbon Sequestration and China's Potential: The Rise of a Nature-based Solution for Climate Change Mitigation[J]. China Economic Journal, 2020, 13(2): 200-222.

[28] Keenan, T. F., C. A. Williams. The Terrestrial Carbon Sink[J]. Annual Review of Environment and Resources, 2018, 43(1): 219-243.

[29] Lu, F., H. Hu, W. Sun, et al. Effects of National Ecological Restoration Projects on Carbon Sequestration in China from 2001 to 2010[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2018, 115(16): 4039-4044.

[30] Ministry of the Environment of Japan. Climate Change Adaptation Plan[EB/OL]. (2021-10-22)[2024-09-09]. <https://www.env.go.jp/en/earth/cc/adaptation.html>.

[31] New Zealand Government. Emissions Reduction Plan[EB/OL]. (2022-06)[2024-09-09]. <https://environment.govt.nz/assets/publications/Aotearoa-New-Zealands-first-emissions-reduction-plan.pdf>.

[32] The Government of Japan. Climate Change Adaptation Act[EB/OL]. (2018-06-13)[2024-09-09]. <https://www.japaneselawtranslation.go.jp/en/laws/view/3212/en>.

[33] The White House. Plan to Conserve Global Forests: Critical Carbon Sinks[EB/OL]. (2021-11)[2024-09-09].

https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/11/Plan_to_Conserve_Global_Forests_final.pdf.

[34] The White House. Executive Order on Strengthening the Nation's Forests, Communities, and Local Economies[EB/OL]. (2022-04-22)[2024-09-09]. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2022/04/22/executive-order-on-strengthening-the-nations-forests-communities-and-local-economies/>.

[35] United Nations Environment Programme, International Union for Conservation of Nature. Nature-based Solutions for Climate Change Mitigation[R]. 2021.

The Comparison of Domestic and International Experiences in Enhancing Ecological Carbon Sink Contributions

Guan Bozhu, Xu Jintao

(National School of Development, Peking University)

Abstract: Ecosystem carbon sinks are an indispensable and cost-effective means of carbon removal to achieve the carbon neutrality. Their role in global climate governance is increasingly recognized by governments worldwide, and countries have successively introduced relevant support policies. This paper reviews and compares carbon sink policies in China, the United States, the European Union, Japan, New Zealand, and finds that measures to enhance ecosystem carbon sinks include supply-side actions such as protecting, managing, and restoring ecosystems, as well as demand-side actions such as expanding the consumption for new wood products and forest biomass, with supply-side actions dominating in terms of both variety and scale. Developed countries such as Europe, America, Japan and New Zealand emphasize policy support for management and demand-side measures, while China remains focused on protection and restoration measures characterized by large-scale ecological programs, offering significant carbon enhancement potential in management and demand-side measures. China leads the world in carbon sequestration project development. It is, however, challenged in methodological deficiency, high project risk and ensuing management costs, and lack of systematic policy support. This paper proposes policy recommendations to enhance China's ecological carbon sink contribution, including expanding enhancement pathways, increasing policy support for management and demand-side measures, and improving the methodology and development technology of ecosystem carbon sink projects.

Keywords: Ecosystem Carbon Sinks; Nature-based Solutions; Carbon Market; Climate Change

JEL Classification: Q20, Q54, Q57

(责任编辑:朱静静)