DOI: 10.3724/j.1007-6336.2025-0160

CCER机制赋能海岸带蓝碳:市场潜力、挑战与前景探究

邢庆会[1]，程 浩[1]，米 文[1,2]，张传奇[3]，沈 阳[4]，
丛丕福[1]，韩建波[1]，杨正先[1]

（1.国家海洋环境监测中心 国家环境保护海洋生态环境整治修复重点实验室, 辽宁 大连 116023; 2.上海海洋大学 海洋生态与环境学院, 上海 201306; 3.辽宁绿管家环保科技有限公司, 辽宁 沈阳 110179; 4.江苏香河农业开发有限公司, 江苏 连云港 222000）

摘 要: 蓝碳生态系统作为重要的碳汇资源，其在碳交易市场中的战略价值日益凸显。随着中国温室气体自愿减排交易机制及国家核证自愿减排量（China Certified Emission Reduction, CCER）体系的逐步完善，蓝碳项目的开发与交易迎来前所未有的发展机遇，同时也面临多重挑战。本研究系统评估了中国蓝碳生态系统的碳汇基础与增汇潜力，阐明了蓝碳项目参与碳市场的战略意义；梳理了 CCER 机制及蓝碳项目方法学的发展历程，明确了自愿减排项目的核心开发与交易流程，并以红树林营造项目为例进行分析。在此基础上，结合实践案例总结当前蓝碳项目开发交易面临的关键挑战。最后，针对上述挑战，从完善立法保障市场稳定、构建与国际接轨的标准体系、创新交易机制激发市场活力、优化项目成本与增强项目可持续性等方面提出对策建议，以期为蓝碳项目服务国家“双碳”战略目标提供科学依据与实践参考。

关键词: 海岸带蓝碳；碳市场；碳交易；自愿减排；温室气体
中图分类号: **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-6336(2027)01-0001-11

CCER mechanism empowering coastal blue carbon: an exploration of market potential, challenges and prospects

Xing Qinghui[1], Cheng Hao[1], Mi Wen[1,2], Zhang Chuanqi[3], Shen Yang[4],
Cong Pifu[1], Han Jianbo[1], Yang Zhengxian[1]

(1.State Environmental Protection Key Laboratory of Marine Ecosystem Restoration, National Marine Environmental Monitoring Center, Dalian 116023, China; 2.College of Marine Ecology and Environment, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 3.Liaoning Green Butler Environmental Technology Co., Ltd., Shenyang 110179, China; 4.Jiangsu Xianghe Agricultural Development Co., Ltd., Lianyungang 222000, China)

Abstract: As critical carbon sinks, blue carbon ecosystems are playing an increasingly prominent strategic role in the carbon trading market. The progressive refinement of China’s greenhouse gas voluntary emission reduction trading mechanism, particularly its core component, the China Certified Emission Reduction (CCER) mechanism, presents unprecedented opportunities for the development and trading of blue carbon projects, while also introducing significant challenges. This study systematically assessed the carbon sink base and enhancement potential of China’s blue carbon ecosystems, elucidating the strategic significance of their

收稿日期: 2025-09-17, **修订日期:** 2026-06-09
基金项目: 生态环境部海洋生态环境整治修复重点实验室基金项目（20240201）；国家重点研发计划项目（2022YFE0209300）；中海油海洋环境与生态保护公益基金项目（CF-MEEC/TR/2023-19）
作者简介: 邢庆会（1987—），女，山东济宁人，高级工程师，主要研究方向为滨海湿地碳循环，E-mail: qhxing@nmemc.org.cn
通信作者: 丛丕福（1972—），男，辽宁大连人，研究员，主要研究方向为资源环境遥感研究，E-mail: congpifu@163.com

participation in the carbon market. It reviewed the development trajectory of both the CCER mechanism and blue carbon project methodologies, clarifying the core development and trading processes for voluntary emission reduction projects. A case study of a mangrove restoration project was employed for in-depth analysis. Based on this, the study synthesized practical experiences to identify key challenges currently facing the development and trading of blue carbon projects. Finally, in response to these challenges, it proposed countermeasures and recommendations encompassing several areas: perfecting legislation to ensure market stability, establishing an internationally aligned standard system, optimizing project costs to enhance sustainability, and innovating trading mechanisms to stimulate market vitality. This research aimed to provide a scientific basis and practical reference for blue carbon projects to effectively support China's national "dual carbon" goals.

Key words: coastal blue carbon; carbon market; carbon trading; voluntary emission reductions; greenhouse gases

随着全球气候变化形势的日益严峻，温室气体减排增汇已成为国际社会普遍关注的重大议题。在此背景下，蓝碳生态系统（Blue Carbon Ecosystems, BCE），以其单位面积碳储量大、固碳效率高、储碳周期长的显著特点，逐渐成为全球气候变化减缓和适应策略的关键一环[1]。蓝碳生态系统，涵盖盐沼、红树林、海草床以及大型海藻等类型，是自然界中极为宝贵的“碳汇银行”[2]。然而，在气候变化和人类活动的双重压力下，海岸带蓝碳生态系统遭受了前所未有的破坏，面积急剧缩减，蓝碳资源的保护与修复工作迫在眉睫。鉴于此，蓝碳项目的开发与交易应运而生，旨在通过市场机制促进蓝碳生态系统的保护、恢复和可持续管理，从而有效增加并长期维持碳库储量，直接降低大气中 CO_2 等温室气体浓度[3]，达到应对全球变暖的目的。蓝碳项目的实施，不仅是对《联合国气候变化框架公约》及国家自主贡献承诺的积极响应，更是基于自然的解决方案（Nature-based Solutions, NbS）的生动实践，对于推动全球气候治理进程具有重要意义。

中国作为世界上最大的发展中国家和碳排放大国之一，致力于推动“双碳”目标的实现，以应对碳减排压力和可持续发展需求。当前，强制碳减排交易市场以纳入管控范围的重点排放主体为核心，聚焦减排责任的落实；而温室气体自愿减排交易机制则面向未纳入强制市场的更广泛主体，以差异化定位共同推进减排进程。作为温室气体自愿减排交易机制的核心组成部分，国家核证自愿减排量（China Certified Emission Reduction, CCER）机制是中国碳排放权交易市场的关键补充，旨在激励企业积极参与自愿减排行动，推动绿色低碳转型。CCER 的政策体系和技术方法不断完善。就方法学层面而言，清洁发展机制（Clean Development Mechanism, CDM）和核证碳标准（Verified Carbon Standard, VCS）等国际公认的自愿减排机制，已积累了较丰富的蓝碳项目开发与交易经验，并构建了一系列成熟的方法学框架[3]。CCER 项目方法学在借鉴国际经验的基础上，结合中国国情，不断进行创新和完善，为蓝碳项目的本土化开发和交易提供了有力支撑。中国在该领域的实践和探索，有望为全球气候治理提供有益借鉴。然而，蓝碳项目的开发与交易仍面临诸多挑战。基于此，有必要系统梳理中国蓝碳项目的市场潜力、CCER 机制及蓝碳项目方法学的发展历程、蓝碳项目的开发与交易流程，以及蓝碳项目开发交易面临的挑战和前景，以期为蓝碳项目的开发提供有益参考，助力中国“双碳”目标的实现。

1 蓝碳项目市场潜力

1.1 蓝碳生态系统增汇潜力

蓝碳生态系统的单位面积固碳速率是森林等绿碳生态系统的 3 ~ 15 倍，更是海洋生态系统的 50 倍[1]。据统计，全球典型海岸带蓝碳生态系统（盐沼、红树林和海草床）总面积约为 1.85×10^8 ha[4]，其年净吸收 CO_2 量高达 1.05×10^9 t[5]，占全球总碳排放的 3% 以上（以全球 CO_2 排放量 3.5×10^{10} t 计算）[6]。此外，每年尚有 7×10^7 ~ $9\times$

10^7 t 的蓝碳生态系统碳汇未被充分纳入核算[7]。保护现有的蓝碳生态系统，每年可避免 1.41×10^8 ~ 4.66×10^8 t CO_2 当量的排放[4]。全球范围内蓝碳生态系统的恢复潜力巨大，预计可恢复面积为 1×10^7 ~ 4.16×10^7 ha，其中盐沼为 2×10^5 ~ 3.2×10^6 ha，海草床为 8×10^5 ~ 2.54×10^7 ha，红树林为 9×10^6 ~ 1.3×10^7 ha[8-9]。预计到 2030 年，通过大规模恢复活动，每年可额外减少 6.21×10^8 ~ 1.064×10^9 t CO_2 当量排放[4]。在全球深度合作的情景下，沿海国家的蓝碳生态系统每年可新增 2.96×10^6 t 的碳固存量，并在 2030 年创造超过 1 亿美元的经济效益[10]。若将沿海湿地恢复至 1990 年的水平，其年固碳量将增加 4.4×10^8 t C，这大致相当于抵销 7.74×10^7 t 煤燃烧所产生的 CO_2 排放量[11]。就中国而言，蓝碳生态系统面积超过 3.5×10^5 ha（不含 1.10×10^6 ha 的滩涂）[7,12]。具体来说，中国红树林面积约为 3.5×10^4 ha[12]，年碳汇强度范围为−1156 ~ −387 g C/m^2 [13-16]，年碳汇量为 5×10^5 ~ 1.48×10^6 t CO_2；盐沼面积约为 3×10^5 ha[17]，年碳汇强度为−869 ~ −65 g C/m^2 [18-22]，年碳汇量为 7.2×10^5 ~ 9.56×10^6 t CO_2；海草床总面积约为 2.6×10^4 ha[11,23]，年碳汇强度为−472 ~ −100 g C/m^2[24]，年碳汇量为 1×10^5 ~ 4.5×10^5 t CO_2。综合以上 3 种典型蓝碳生态系统数据，中国蓝碳生态系统的年碳汇量估算值为 1.32×10^6 ~ 1.149×10^7 t CO_2，该推算结果与 Liu 等[25] 的研究结果（1.94×10^6 ~ 9.13×10^6 t CO_2）基本相符。然而，相较于中国 2018 年化石燃料排放量（9.588×10^9 t CO_2 当量）[26]，当前蓝碳年碳汇量仅占其 0.01% 至 0.12%，表明其现阶段尚不具备大规模对冲排放的体量效应。尽管如此，蓝碳在碳中和全局中的战略权重仍不容低估，这主要源于其显著的增量潜力。研究显示，通过积极的生态管理，中国海岸带蓝色碳汇近期增量为 3.40×10^6 ~ 5.16×10^6 t CO_2[27]。从更长时间尺度看，有模型预测表明，至 21 世纪末，中国海岸带蓝碳生态系统通过沉积物埋藏的年固碳量可能增长至 6.67×10^6 ~ 1.335×10^7 t CO_2[28]。此外，随着对大型藻类碳汇机理研究的深入以及生态系统修复工程的持续推进，蓝色碳汇的潜力有望得到进一步夯实与扩大。因此，尽管当前碳汇基础相对较小，但鉴于其可观的未来潜力与独特的生态协同效益，加强对蓝碳生态系统的保护与修复，对于充分挖掘其碳汇潜力及有效应对全球气候变化至关重要。

1.2　市场机制下的蓝碳战略

为积极应对全球气候变化，中国已将蓝碳提升至国家战略高度，明确将其纳入“双碳”目标及“1+N”政策体系，并推动其通过碳市场实现价值。这一战略布局具有多维深远意义。首先，这是激活市场机制、驱动保护修复的内生动力。碳市场为蓝碳保护引入了关键的资金与技术支撑，将生态要素转化为经济要素，从而优化资源配置，实现对蓝碳生态系统碳汇能力的最大化保护与提升。其次，这是培育碳市场与低碳经济的新增长极。蓝碳项目能有效补充碳汇供给，增强碳信用的可交易性与市场流动性，不仅为低碳经济发展注入新动能，也促进了碳市场自身的健全与活跃[29]。再次，这是履行国际承诺、协同治理的关键路径。将蓝碳纳入国家温室气体清单、国家自主贡献及碳市场，不仅是践行《巴黎协定》等国际义务的核心举措，更能通过市场机制协同推进碳汇增长、生物多样性保护与可持续发展。此外，这是提升国际影响力与国际合作的重要平台。通过蓝碳项目的开发与交易，中国能深化与国际社会的合作交流，增强在全球碳市场中的参与度与话语权，在全球气候治理中发挥更积极的引领作用。尽管中国在蓝碳方法学与交易体系建设上起步相对较晚，但凭借将蓝碳深度纳入国家治理体系的战略决心与持续创新，中国正稳步迈向全球蓝碳发展领域的前沿。推进蓝碳战略，不仅是中国实现“双碳”目标的内在要求，更是其对全球气候治理贡献中国智慧与中国方案的关键体现。

2　CCER 机制下蓝色碳汇项目的开发与交易

2.1　CCER 机制与项目方法学

CCER 机制的发展历经了探索、暂停与重启的关键阶段。在 2012—2017 年的探索期，中国建立了项目认证、核查体系，并拓展了国际合作，累计备案减排量约 7.8×10^7 t[30]，为市场奠定了初步基础。然而，因市场与规范性问题，备案

审批于 2017 年 3 月起暂停。2023 年成为制度重启的准备年(表 1),项目开发、审定、核查与交易等环节的制度得到统一完善。2024 年 1 月,CCER 机制正式重启,截至 2024 年 10 月 29 日,新市场已累计签发减排量约 1.504×10^7 t[31],标志着中国自愿减排市场进入新阶段。重启后的 CCER 机制,依据《温室气体自愿减排交易管理办法(试行)》[32] 运行,其核心定位是全国碳排放权交易市场的补充机制。该机制呈现以下核心特点:第一,项目需符合“降碳增汇”要求,其核证减排量可用于碳市场配额清缴、大型活动碳中和及企业自愿减排。第二,由生态环境部统一管理,具有广泛覆盖性和市场灵活性,允许减排量在二级市场多次流转。第三,明确禁止项目重复纳入其他减排机制,确保碳信用的环境完整性。根据《碳排放权交易管理办法(试行)》[33],重点排放单位可使用 CCER 抵销不超过 5% 的应清缴配额。这一制度安排为蓝碳等自愿减排项目创造了明确的刚性市场需求,使其有望成为企业竞相争取的新兴碳汇资产。由此可见,CCER 机制通过其重启后的制度完善,显著提升了蓝碳项目的市场吸引力、竞争力与风险抵御能力,使其经济与环境效益得以充分实现。未来,为提升自愿减排项目交易的灵活性,可在全国统一规则下,探索支持地方特色应用场景与配套服务,进一步挖掘其市场潜力。

表 1 CCER 市场重启与运行进展

Tab.1 Progress on the restart and operation of the CCER market

日期	内容	单位机构
2021年2月1日	施行《碳排放权交易管理办法(试行)》	生态环境部
2023年10月19日	施行《温室气体自愿减排交易管理办法(试行)》	生态环境部和国家市场监督管理总局
2023年10月24日	施行4项CCER项目方法学(含红树林营造)	生态环境部
2023年10月24日	发布《关于全国温室气体自愿减排交易市场有关工作事项安排的通告》	生态环境部
2023年11月16日	施行《温室气体自愿减排交易和结算规则(试行)》	北京绿色交易所
2023年11月16日	施行《温室气体自愿减排注册登记规则(试行)》和《温室气体自愿减排项目设计与实施指南》	国家应对气候变化战略研究和国际合作中心(简称“国家气候战略中心”)
2023年12月25日	施行《温室气体自愿减排项目审定与减排量核查实施规则》	国家市场监督管理总局
2024年1月22日	CCER市场正式重启	生态环境部和市场监管总局
2024年5月1日	施行《碳排放权交易管理暂行条例》	国务院
2024年6月11日	发布第一批温室气体自愿减排项目审定与减排量核查机构名单	国家市场监督管理总局
2024年9月3日	全国温室气体自愿减排注册登记系统及信息平台正式启动CCER项目公示(首批31个项目挂网公示),其中红树林营造项目2个	国家气候战略中心
2024年12月27日	发布《关于全国温室气体自愿减排交易市场交易主体、交易方式有关事项的公告》	北京绿色交易所
2025年1月2日	发布《关于全国温室气体自愿减排交易收费项目和收费标准的公告》	北京绿色交易所
2025年3月13日	首批CCER正式签发(9个项目,涉及海上风电和光热发电项目)	生态环境部
2025年5月24日	《关于推进绿色低碳转型 加强全国碳市场建设的意见》	中共中央办公厅 国务院办公厅
2025年10月10日	发布第二批温室气体自愿减排项目审定与减排量核查机构资质审批决定	国家认证认可监督管理委员会
2025年12月3日	施行12项CCER项目方法学(含滨海盐沼植被修复、海草床植被修复)	生态环境部等

注:本表为我国CCER相关碳市场发展关键时间线梳理,内容综合整理自官方政策文件与公告,网址如下:①《碳排放权交易管理办法(试行)》见参考文献[33];②《温室气体自愿减排交易管理办法(试行)》见参考文献[32];③CCER项目方法学、项目设计/审定核查/注册登记系列规则:http://www.ncsc.org.cn/xwdt/gnxw/202311/t20231117_1056637.shtml;④《温室气体自愿减排交易和结算规则(试行)》及北京绿色交易所交易、收费相关公告:https://www.cets.org.cn/;⑤《碳排放权交易管理暂行条例》《关于推进绿色低碳转型 加强全国碳市场建设的意见》等国家级政策文件:https://www.mee.gov.cn/;本表全部政策公告查阅访问日期:2026-06-16

在 CCER 机制中,项目方法学是项目开发与减排量核证的基石。生态环境部负责组织制定并发布这些方法学,截至 2026 年 1 月已正式生效 16 项。其中,《温室气体自愿减排项目方法学

红树林营造》(CCER-14-002-V01)作为首批公布的方法学之一，具有突出的示范与战略意义。该方法学不仅明确了在适宜的无植被潮滩及退养池塘通过人工种植营造红树林的适用情景，更在技术上进行了重要创新，例如，免予额外性论证，引入非持久性风险扣减机制，严格规定计入期，并增设“审定与核查要点”以提升可操作性。尤为重要的是，该方法学引入北斗卫星导航系统等新型技术，以提升项目实施的精准性与监管效率。这标志着蓝色碳汇在 CCER 市场中的战略地位获得明确认可，为后续蓝碳方法学开发树立了重要标杆。在政策推动下，我国正加快完善蓝碳方法学体系，以补充 CCER 市场供给，彰显了以市场机制协同推进海洋生态保护与气候治理的坚定决心。

2.2　CCER 机制下的项目开发与交易流程

CCER 机制建立了一套流程化的项目开发与交易流程，涵盖“四项规则、两个系统”（表 2）。该体系确保了项目的环境完整性和市场规范性。其中，四项规则覆盖设计与实施、审定与减排量核查、注册登记和交易核算，两个系统即国家温室气体自愿减排注册登记系统与交易系统，构成了项目减排量确权与流转的基础平台。依据《温室气体自愿减排交易管理办法(试行)》，项目申请登记需满足明确的时序条件(如开工、减排量产生时间等)，并规定了约 70 个工作日的登记周期。此外，《温室气体自愿减排项目审定与减排量核查实施规则》对项目审定与减排量核查的全流程(策划、评审和报告等)进行了严格规范。在交易环节，目前主要采用挂牌协议方式，并设有明确的费用标准。这套完整的体系设计，为自愿减排项目的规范运作提供了基础框架。然而，聚焦到蓝碳领域，其与 CCER 标准流程的深度融合尚处于初步阶段。一方面，沿海地区已涌现出一批以红树林为代表的蓝碳项目实践，如浙江苍南、福建泉州、广东湛江、广西钦州、海南海口等地的修复项目[34]，展现了其在生态与经济效益上的潜力，并受到广泛关注。但另一方面，这些项目目前多采用地方方法学或普惠市场标准进行开发与交易，其方法学、监测核查及交易流程尚未完全对接并纳入 CCER 统一机制[29]。目前，仅有福建霞浦县红树林项目完成全国温室气体自愿减排注册登记系统登记，正式获批为 CCER 项目。因此，推动蓝碳实践从地方探索向国家认证的跃升，关键在于实现方法学的适用性拓展、监测能力的标准化建设，以及与既有 CCER 流程的系统性整合。

3　蓝碳项目开发交易面临的挑战

3.1　监测核算的科学支撑不足

首先，机理认知不足制约蓝碳科学核算。具体而言，学界对沉积物碳积累速率、微生物代谢路径，以及沉积物−水界面的生物−物理耦合过程的认知仍不充分，致使模型模拟存在较大的参数不确定性，降低了核算结果的机理可信度。当前，碳在大气−植被−水体−沉积物等多界面间的迁移转化机制尚未完全明晰，表现出显著的非线性反馈与时空异质性。此外，针对碳库核算边界的完整性，诸如沉积物碳基线界定、溶解态与颗粒态有机碳(DOC/POC)的水平输移通量，以及非 CO_2 温室气体(CH_4/N_2O)的源汇平衡等关键要素是否纳入统一核算框架，目前在学界与标准制定层面仍存在显著争议。同时，蓝碳生态系统的碳储量本底不清，导致额外性论证、基准线确定等关键开发环节缺乏可靠的数据支撑[35]。这种资产的不确定性，从根本上制约了核算方法学从文本走向市场应用。其次，监测技术短板影响蓝碳核算精度。监测技术本身的局限性是制约核算精度的核心因素。现有技术(如地面调查、遥感反演、模型模拟)在精度、分辨率与适用性上仍存在短板。例如，Zhang 等[36] 对黄海滨海湿地的研究表明，仅依赖传统样地调查法对土壤有机碳的估算相对误差可达 30%，直接影响碳汇量核算的基础准确性。在遥感反演应用中，潮汐敏感区面临边界误判问题。研究表明，未考虑潮汐影响的遥感影像对海草床的分类误判率可达 35%；在潮汐高潮时，总体分类准确率仅约 76.2%，即便引入低潮影像进行校正，总体准确率仍难以突破 90%[37-38]。受多重因素制约，当前海岸带蓝碳核算结果的相对误差普遍为 10%～30%[35-36]。再次，环境干扰与校正不足降低数据可比性。气象、潮汐、人类活动等因素具有高度

表 2 CCER 机制下蓝碳项目开发与交易流程——以红树林为例

Tab.2 Development and trading process of blue carbon projects under the CCER mechanism: case study of mangrove

流程步骤				参与主体	主要内容	执行依据	执行单位/备注
成为核证自愿减排项目	项目审定与登记	项目设计		项目业主	项目开发实施	《温室气体自愿减排项目方法学 红树林营造》(CCER-14-002-V01)《温室气体自愿减排项目设计与实施指南》	中国境内依法成立的法人和其他组织
				咨询机构	协助业主编制项目设计文件; 处理公示、审定核查等期间的问题		技术支持机构
				有资质的审定与核查机构A	项目审定, 出具审定报告	《温室气体自愿减排项目审定与减排量核查实施规则》	市场监管部门、生态环境主管部门对审定与核查机构评审并监督管理其活动
		同步	项目公示	项目业主	通过注册登记系统公示项目设计文件与委托的审定核查机构名称(公示20个工作日)	《温室气体自愿减排注册登记规则》	注册登记系统由国家气候战略中心主导
				有资质的审定与核查机构A	上传审定报告至注册登记系统(原则上不超过100天)	《温室气体自愿减排项目审定与减排量核查实施规则》	/
			项目登记	项目业主	上传项目申请表、项目设计文件、项目审定报告、承诺书至注册登记系统	《温室气体自愿减排注册登记规则》	/
				注册登记机构	审核材料后登记项目(15个工作日内完成登记)		国家气候战略中心
产生核证自愿减排量	减排量核查与登记(可分期)	项目实施、监测与减排量核算		项目业主	实施运营监测	方法学《温室气体自愿减排项目方法学 红树林营造》	中国境内依法成立的法人和其他组织
				咨询机构	协助业主准备《减排量核算报告》等	《温室气体自愿减排项目设计与实施指南》	技术支持机构
		减排量公示		项目业主	通过注册登记系统公示减排量核算报告与委托的审定与核查机构(公示20工作日)		/
				有资质的审定与核查机构B	核查减排量核算报告, 出具减排量核查报告, 上传注册登记系统	《温室气体自愿减排项目审定与减排量核查实施规则》	市场监管部门、生态环境对审定与核查机构及其活动监督管理
		减排量登记		项目业主	上传减排量核算报告、减排量核查报告、承诺书至注册登记系统	《温室气体自愿减排注册登记规则》	/
				注册登记机构	审核材料后登记项目(15个工作日内完成登记)		国家气候战略中心
核证自愿减排交易	减排量交易	交易		交易主体	开设交易系统账户, 缴纳服务费		/
				交易机构	交易与结算; 交易方式采取挂牌协议、大宗协议、单项竞价及其他符合规定的交易方式	《温室气体自愿减排交易和结算规则(试行)》	交易机构为北京绿色交易所, 交易系统由其主导
		项目变更与结束		注册登记机构	变更减排量持有数量和状态等; 项目寿命结束; 计入期结束; 项目注销		国家气候战略中心
项目监管		监督管理		各级生态环境部门	对交易及相关活动进行监督管理和指导	《温室气体自愿减排交易管理办法(试行)》	/

注: 本表流程依据CCER官方政策文件与红树林营造项目方法学整理绘制, 文件官方网址: ①方法学: https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk06/202310/W020231024631537753613.pdf; ②项目设计指南、注册登记规则: https://www.ncsc.org.cn/xwdt/gnxw/202311/t20231117_1056637.shtml; ③审定核查规则: https://www.ncsc.org.cn/xwdt/gnxw/202312/t20231228_1060109.shtml; ④交易结算规则: https://www.ccer.com.cn/wcm/ccer/html/2311jygz/20231120/183432502.shtml; ⑤交易管理办法见参考文献[32]。全部文件访问日期: 2026-06-16

动态性与不确定性，其耦合效应难以从监测信号中有效分离。例如，红树林与盐沼的碳积累速率虽与潮差显著相关[39]，但现有方法尚缺乏系统性的环境校正机制，亦无统一的监测规范与数据质控标准，造成不同时相或区域间的数据难以直接比对。

3.2　标准与支撑平台体系不完善

数据平台与标准缺失制约核算支撑能力。蓝碳项目碳汇量的精准核算，依赖于对基础生态条件、碳储量基线、碳积累与损失速率及人类活动干扰等关键参数的长期动态监测。这一支撑体系的构建，亟需标准规范体系、立体监测网络与数据管理平台的协同推进。然而，在监测、报告与核证（MRV）层面，标准化、可操作的监测技术体系与共享数据库尚未建立[29]，使得项目层面的碳储量与碳汇量核查成本高、精度低、可比性差，制约了已开发项目碳汇量的可信核证。另外，现有方法学覆盖范围与适配性不足。现有方法学多聚焦特定修复场景，未能系统性地涵盖蓝碳生态系统从保护、修复到可持续管理的各类活动类型。同时，尚未纳入大型海藻养殖等其他重要蓝碳增汇类型，限制了可开发项目的多样性与市场参与广度。此外，中国蓝碳资源类型多样，除三大典型生态系统外，还涉及微型生物碳汇、大型海藻等类群，生态修复实践中亦涌现出微地形改造、退塘还湿、潮沟修复等多种技术路径。面对多样化的资源类型与修复方式，现有方法学在覆盖范围与适配性上明显不足，难以提供差异化的核算指引。

3.3　蓝碳政策和市场环境存在短板

当前，中国蓝碳交易领域面临政策与市场环境的双重挑战，在一定程度上制约了蓝碳项目的推进与交易活跃度。政策体系的不完善集中体现在监管与产权两方面。监管层面，《碳排放权交易管理暂行条例》主要面向全国碳市场，缺乏针对蓝碳的具体细则；同时，在全国统一市场框架下，地方试点探索中可能面临规则衔接不畅、标准不统一等挑战，这些均需从国家层面进一步统筹规范。在产权层面，尽管《海洋环境保护法》与《海域使用管理法》等提供了初步法律基础，但蓝碳资源及其生态服务价值的所有权、使用权、收益权和转让权等权属界定仍较模糊[40]。这削弱了蓝碳资产确权的基础，增加了交易的法律不确定性，直接影响了市场对其资产属性的认可。受上述政策不确定性的影响，蓝碳交易的市场配置也显得较为薄弱。一方面，碳金融市场的发展相对滞后，交易以现货为主，碳债券、碳基金、碳排放权抵押等衍生品应用有限[40]。另一方面，市场上可流通的蓝碳配额不足，限制了碳交易市场的运作效率与实践积累，阻碍公共资金优化配置及需求端金融创新。此外，蓝碳定价需综合考量 CO_2 价格、项目质量和可持续性等多重因素，目前缺乏科学统一的定价标准与规范流程，导致价值难以合理体现，直接影响市场参与意愿与交易潜力。

3.4　自然风险与交易风险并存

在市场化运行机制下，自然风险与交易风险共同作用于蓝碳项目的可持续发展与市场活力。自然风险主要体现在生态敏感性与人为干扰两方面。蓝碳生态系统对气候变化响应显著，海洋酸化、极端天气事件（如风暴潮）等直接威胁植被生存，降低成活率，进而削弱项目碳汇成效。此外，项目周边的工农业活动干扰、后期管护不足以及公众认知欠缺，也可能对蓝碳项目造成直接或间接的破坏，影响其长期可持续性。交易风险则集中表现为市场供求失衡。一方面，蓝碳作为新兴的细分领域，市场规模有限，前置投入的碳汇可能因市场需求不足而无法有效消纳。另一方面，项目开发运营具有资金密集型特征。研究表明，碳汇项目的培育养护成本可达收益的 2 倍至 3 倍，国际环保署估算的社会平均碳减排成本高达 41 美元/吨[30]。这种高成本特性可能导致部分蓝碳项目因资金不足而开发受阻，影响碳汇的有效供给。同时，两类风险是相互交织的，自然风险导致的蓝碳项目受损或产量波动，将直接传导至碳市场，若叠加未来需求的增长，则会加剧碳信用价格波动与市场活跃度的起伏。这种供需关系的紧张状态，不仅损害项目的经济效益，也制约碳市场的健康发展。以上风险的客观存在，无疑加剧了项目开发者与投资者对蓝碳项目的谨慎态度，进而限制了碳市场的活力与潜力。

4 前景研判与工作建议

4.1 前景研判

目前，全球蓝碳市场已进入规范化、规模化发展的关键窗口期，凭借碳汇减排、生态修复与生物多样性保护的多重复合价值，其已成为全球基于自然解决方案的核心赛道，市场增长动能足、发展潜力大。在《巴黎协定》和《昆明–蒙特利尔全球生物多样性框架》的双重规制下，全球蓝碳政策与交易标准持续完善，各国逐步将蓝碳核算纳入温室气体清单，Verra、黄金标准等国际主流体系不断细化项目开发与核证规则，显著提升了蓝碳信用的市场认可度。伴随全球碳中和推进，企业自愿减排需求持续激增，蓝碳因稀缺性与生态附加值优势，碳价有望稳步攀升，行业规模预计 2036 年迈入百亿美元量级[41]，成长为全球碳市场优质增量板块。相较于国际市场，我国依托全国 CCER 市场搭建的交易框架，国内持续迭代蓝碳计量、监测与核证技术标准，有效破解了生态碳汇量化难、资产化落地难的行业痛点，随着蓝碳交易项目的落地见效，逐步打通了从生态价值向经济价值的转化通道，市场内生增长动力持续增强。综合国内外市场态势研判，全球蓝碳市场整体长期向好，呈现标准统一化、项目多元化、交易国际化的发展特征，但目前仍存在上述现实挑战，制约了规模化扩容。国内市场将依托 CCER 机制持续深化改革，通过技术迭代、制度创新与标准完善，实现蓝碳产业提质增速，深度衔接全国碳市场，达成生态修复、碳汇增益与海洋经济的多维融合，逐步成长为全球蓝碳市场的核心引领力量。

4.2 完善立法，保障蓝碳交易市场稳定

通过立法手段来保障蓝碳交易市场的稳定性，对于降低市场风险、促进市场健康有序发展具有关键作用。蓝碳项目的全生命周期，从前期规划、开发审定，到实施监测、核证，再到后期签发交易，各环节都需要明确的法律法规提供指引与保障。当前，《碳排放权交易管理暂行条例》作为碳交易的纲领性文件，已为碳市场初步奠定了法律基础。然而，为了更有效地保障蓝碳市场稳定，仍需细化该条例并完善配套管理办法。其中，明确蓝碳资源的产权属性是立法保障蓝碳交易市场稳定的关键。通过法律手段，对蓝色碳汇的所有权、使用权、收益权和转让权进行清晰界定，明确其归属、分割及流转规则。这不仅有助于规范蓝碳项目的交易模式，确保市场参与者公平参与自愿减排交易，更能显著提升交易的公平性与透明度。在产权清晰的基础上，引入期货交易模式，能够辅助完善相关立法[42]。期货交易具备价格发现与风险管理的核心功能，与立法手段相辅相成，有助于提升市场透明度与监管效能，进一步完善蓝碳市场的运行机制。此外，面对蓝碳项目可能遭遇的自然、人为、政策及市场等多重风险，应积极加强与国际组织的合作，促进市场参与者协同应对，为蓝碳市场的长期稳定与可持续发展提供有力支撑。

4.3 构建与国际接轨的蓝碳项目标准体系

为了有效地推进温室气体自愿减排项目的实施并规范自愿减排交易市场运作，亟须开展方法学的系统性构建与迭代升级，紧密结合中国蓝碳实际特点与发展阶段，加快构建并完善蓝碳项目标准规范体系，形成一套完备且具国际认可度的碳汇计量与监测评估框架。精准的计量模型与可靠的数据库是上述体系建设的基础支撑。为此，需构建一套持续优化的数据库系统，涵盖蓝碳资源空间分布、植被物种与面积、单位面积碳储量和碳汇能力、固碳基数与增量、测树因子、生物量方程、排放因子及生物量变动等核心参数，确保计量模型始终基于最新、最准确的信息。围绕这一目标，应重点推进以下技术路径：一是推进多源数据融合技术应用，构建遥感监测、现场实测和模型模拟的协同核算体系，提升数据获取的全面性与精准性；二是强化关键参数本地化研究，针对潮汐、泥沙通量等区域特异性参数建立校正机制，降低模型模拟的不确定性；三是完善全国性蓝碳监测网络布局，提升监测覆盖的系统性与均衡性，为精准核算提供持续的基础数据支撑。在夯实国内基础的同时，还需积极融入全球蓝碳治理体系。通过参与国际顶层制度设计、加强国际合作与知识交流，引进或自主研发先进的监测与核算方法学，加速新型蓝碳项目方法学的研发进程，并推动其在国际市场获得更广泛应用，逐步提升中国蓝碳标准的国际话语

权。在推进节奏上，有效遵循“成熟即发布”的原则，及时推动国内相关研究与审核工作有序开展，实现标准体系建设与项目实践的良性互动。

4.4　创新构建交易机制制度，激发市场活力与潜力

构建科学完备的交易机制制度，是维护蓝碳市场公平、公正与透明运行的基础保障，也是激发市场活力、释放蓝碳潜力的关键所在。这一制度体系的建设需从基础规则、监管保障、参与机制、金融创新与价值闭环五个层面系统推进。第一，夯实市场运行的基础规则。需建立涵盖涨跌幅限制、交易方式、结算规则等在内的基础交易制度，确保市场稳健运行。同时，建立、健全蓝碳产品价值实现机制与生态保护补偿制度，推动蓝碳生态系统服务付费的规范化发展，为蓝碳价值转化提供制度通道。第二，强化全过程市场监管保障。实施严格的市场监管与环境监管，制度设计需系统涵盖产权界定、技术标准、核算方法、交易规则、投资策略等关键环节，并与现行法律法规和道德准则有效衔接，确保制度执行的权威性与市场运作的规范性。第三，构建多元参与的市场激励机制。一方面，建立独立的第三方认证和注册机制，提升市场公信力与透明度，吸引更多企业和公众参与生态投资；另一方面，因地制宜实施蓝碳资源保护修复的产权激励措施，通过确权赋能等方式调动地方和社会主体的参与积极性，推动生态产品的有效供给与消费，增强生态资本的融资功能和市场吸引力。第四，拓展市场深度与资源配置效率。创新蓝碳资产金融化路径，建立蓝碳抵押、质押登记及公示制度，通过质押融资、担保交易、融资租赁等多种市场流通方式，盘活蓝碳资产，优化资源配置效率，为蓝碳市场注入流动性。第五，打通价值实现与政策闭环。强化生态系统碳汇的规范核算，积极推动蓝碳纳入区域及国家温室气体清单编制框架。依托清单碳汇数据，为相关产业和产品的碳足迹评估与管控提供基础支撑，使蓝碳价值在更广阔的政策与市场空间获得更广泛的认可和实质性体现。

4.5　优化项目成本，增强蓝碳项目可持续性

降低开发与运营成本是激发蓝碳市场活力、推动项目可持续发展的关键前提。实现这一目标，需从基础制度构建、实践模式探索与核算方法优化三个层面协同推进。首先，夯实成本核算的数据与制度基础。应研究建立蓝碳资源资产核算与管理台账制度，涵盖资源实物量统计与价值量核算方法，并探索编制蓝碳资源资产负债表，实现对蓝碳资源数量、质量与经济价值的系统掌握。在此基础上，构建统一的蓝碳数据共享平台，整合资源分布、碳汇计量、市场交易等核心信息，建立健全监测、报告与核算体系，以及评价信息发布与共享机制，提升数据透明度与可获得性，为成本测算提供可靠支撑。其次，通过试点实践探索成本优化的可行路径。选择蓝碳资源富集、基础条件较好的地区作为先行试点，在真实市场环境中检验项目开发与交易流程的效率瓶颈，积累低成本运作的实践经验，形成可复制、可推广的制度模式，为全国范围的蓝碳项目规模化推广提供范本。最后，实现基于精准数据的成本精细核算。在数据平台支撑与试点经验积累的基础上，结合蓝碳资源的实际状况与市场动态，运用多元统计分析方法和计量模型，对碳汇项目的全周期成本结构进行精细测算与动态评估。通过持续优化成本核算方法，为项目投资决策、政策设计与市场交易提供科学依据，增强蓝碳项目的长期可持续性。

参考文献：

[1] Nellemann C, Corcoran E, Duarte C M, et al. Blue carbon: the role of healthy oceans in binding carbon: a rapid response assessment[M]. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2009.

[2] 邢庆会, 于彩芬, 廖国祥, 等. 浅析我国海岸带蓝碳应对气候变化的发展研究 [J]. 海洋环境科学, 2022, 41(1): 1-7.

[3] 俞虹帆, 施志源. 红树林碳汇交易的市场化及其实现路径 [J]. 林草资源研究, 2023(5): 20-28.

[4] Macreadie P I, Costa M D P, Atwood T B, et al. Blue carbon as a natural climate solution[J]. Nature Reviews Earth & Environment, 2021, 2(12): 826-839.

[5] Ritchie H, Rosado P, Roser M. CO_2 and greenhouse gas emissions[EB/OL]. Our world in data, 2023[2026-06-30]. https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions.

[6] Friedlingstein P, O'Sullivan M, Jones M W, et al. Global car-

bon budget 2023[J]. Earth System Science Data, 2023, 15(12): 5301-5369.

[7] 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.

[8] Griscom B W, Adams J, Ellis P W, et al. Natural climate solutions[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2017, 114(44): 11645-11650.

[9] Worthington T, Spalding M. Mangrove restoration potential: a global map highlighting a critical opportunity[R]. Cambridge: University of Cambridge, 2018.

[10] Feng C C, Ye G Q, Zeng J N, et al. Sustainably developing global blue carbon for climate change mitigation and economic benefits through international cooperation[J]. Nature Communications, 2023, 14(1): 6144.

[11] Herr D, Landis E. Coastal blue carbon ecosystems: opportunities for nationally determined contributions-policy brief[R]. Gland, Switzerland: International Union for Conservation of Nature, 2016.

[12] 邢庆会, 程 浩, 李 凡, 等. 围塘养殖与“退塘还湿”对滨海蓝色碳汇的影响 [J]. 海洋环境科学, 2023, 42(3): 432-439.

[13] Cui X W, Liang J, Lu W Z, et al. Stronger ecosystem carbon sequestration potential of mangrove wetlands with respect to terrestrial forests in subtropical China[J]. Agricultural and Forest Meteorology, 2018, 249: 71-80.

[14] Liu J G, Schäfer K V R, Lai D Y F. Biosphere-atmosphere exchange of CO_2 and CH_4 in mangrove forests and salt marshes [M]//Ouyang X G, Lee S Y, Lai D Y F, et al. Carbon mineralization in coastal wetlands. Amsterdam: Elsevier, 2022: 93-132.

[15] 李 森, 蔡厚才, 陈万东, 等. 海岸带生态恢复区不同林龄红树林对 CH_4 和 CO_2 排放通量的影响 [J]. 生态环境学报, 2020, 29(12): 2414-2422.

[16] 孙 明, 莫伟华, 谢 敏, 等. 广西红树林净生态系统碳交换变化特征及影响因子研究 [J]. 生态与农村环境学报, 2021, 37(7): 909-916.

[17] Mao D H, Wang Z M, Du B J, et al. National wetland mapping in China: a new product resulting from object-based and hierarchical classification of Landsat 8 OLI images[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2020, 164: 11-25.

[18] Han G X, Xing Q H, Yu J B, et al. Agricultural reclamation effects on ecosystem CO_2 exchange of a coastal wetland in the Yellow River Delta[J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2014, 196: 187-198.

[19] 郭海强. 长江河口湿地碳通量的地面监测及遥感模拟研究 [D]. 上海: 复旦大学, 2010.

[20] 陈梓涵. 九段沙潮汐盐沼湿地 CO_2 通量及影响机制研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2020.

[21] Cheng H, Xing Q H, Chen H, et al. The complex underlying surface underestimates the carbon sink capacity of reed salt marsh wetlands: a case study from the Liaohe River Estuary, China[J]. Journal of Environmental Management, 2025, 380: 124968.

[22] 刘思琪, 陈 虹, 邢庆会, 等. 辽河口“退塘还湿”修复区生态系统 CO_2 交换及其环境调控 [J]. 环境科学, 2024, 45(2): 920-928.

[23] Wang F M, Liu J H, Qin G M, et al. Coastal blue carbon in China as a nature-based solution toward carbon neutrality[J]. The Innovation, 2023, 4(5): 100481.

[24] Van Dam B, Polsenaere P, Barreras-Apodaca A, et al. Global trends in air-water CO_2 exchange over seagrass meadows revealed by atmospheric eddy covariance[J]. Global Biogeochemical Cycles, 2021, 35(4): e2020GB006848.

[25] Liu C, Liu G Y, Casazza M, et al. Current status and potential assessment of China’s ocean carbon sinks[J]. Environmental Science & Technology, 2022, 56(10): 6584-6595.

[26] 中华人民共和国生态环境部. 中华人民共和国气候变化第三次两年更新报告 [EB/OL]. (2023)[2026-06-30]. https://www.mee.gov.cn/ywdt/hjywnews/202312/W020231229717236049262.pdf.

[27] 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.

[28] 王法明, 唐剑武, 叶思源, 等. 中国滨海湿地的蓝色碳汇功能及碳中和对策 [J]. 中国科学院院刊, 2021, 36(3): 241-251.

[29] 董敬明, 刘子飞, 陈丽梅. 我国海洋碳汇交易政策、实践及展望 [J]. 中国科学院院刊, 2024, 39(3): 519-527.

[30] 全国碳市场信息网. 中国温室气体自愿减排交易体系情况介绍 [EB/OL]. (2024-01-26)[2026-03-03]. https://www.cets.org.cn/kptw/6224.jhtml.

[31] 李昱璇. 探讨: 2025 年我国 CCER 与绿证体 [EB/OL]. (2025-08-25)[2026-06-30]. https://www.ditan.com/carbon/ccer/8214.html.

[32] 生态环境部, 市场监管总局. 温室气体自愿减排交易管理办法 (试行)[EB/OL]. (2023-10-19)[2026-06-30]. https://www.mee.gov.cn/gzk/gz/202310/P020231025493784521814.pdf.

[33] 生态环境部. 碳排放权交易管理办法 (试行)[EB/OL]. (2020-12-31)[2026-06-30]. https://www.mee.gov.cn/xxgk2018/xxgk/xxgk02/202101/t20210105_816131.html.

[34] 陈靖夫, 孟 仪, 王可昳, 等. 面向碳中和: 我国蓝碳交易现

状、挑战与展望 [J]. 北京大学学报 (自然科学版), 2025, 61(6): 1218-1226.

[35] Williamson P, Gattuso J P. Carbon removal using coastal blue carbon ecosystems is uncertain and unreliable, with questionable climatic cost-effectiveness[J]. Frontiers in Climate, 2022, 4: 853666.

[36] Zhang S, Lu X, Zhang Y Z, et al. Estimation of soil organic matter, total nitrogen and total carbon in sustainable coastal wetlands[J]. Sustainability, 2019, 11(3): 667.

[37] Hossain M S, Bujang J S, Zakaria M H, et al. The application of remote sensing to seagrass ecosystems: an overview and future research prospects[J]. International Journal of Remote Sensing, 2015, 36(1): 61-114.

[38] Tamondong A M, Blanco A C, Fortes M D. Comparative assessment of water column correction techniques for seagrass mapping using worldview-2 image[J]. Philippine Engineering Journal, 2017, 38(2): 43-62.

[39] Wang F M, Sanders C J, Santos I R, et al. Global blue carbon accumulation in tidal wetlands increases with climate change [J]. National Science Review, 2021, 8(9): nwaa296.

[40] 梅　宏. 基于气候与海洋协同治理的蓝碳法治进路 [J]. 中软国科学, 2025(12): 12-23.

[41] Future Market Insights. Blue carbon market: global industry analysis 2016—2025 and opportunity assessment 2026—2036 [EB/OL]. (2026-02-24)[2026-06-30]. https://www.futuremarketinsights.com/reports/blue-carbon-market.

[42] Li P, Liu D H, Liu C, et al. Blue carbon development in China: realistic foundation, internal demands, and the construction of blue carbon market trading mode[J]. Frontiers in Marine Science, 2024, 10: 1310261.