Journal of Low Carbon Economy 低碳经济, 2025, 14(2), 219-224
Published Online May 2025 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/jlce
https://doi.org/10.12677/jlce.2025.142024

Hans汉斯

“碳中和”驱动下的“蓝碳”经济影响分析

李碧英[1*]，梁雨轩[2]

[1]中国船级社科技和信息处，北京
[2]中国石油大学(北京)安全与海洋工程学院，北京

收稿日期：2025年3月20日；录用日期：2025年4月10日；发布日期：2025年5月28日

摘　要

“碳达峰”尤其是“碳中和”目标的提出，把生态系统的固碳作用凸显出来，以海岸带生态系统为代表的“蓝碳”和“蓝碳经济”逐渐走入人们的视野，为世界应对气候变化提供了新的思路和机遇。本文通过对“蓝碳”提出的背景、起源、发展历程及发展趋势的分析，提出了需加强对海岸带生态系统进行保护、发展蓝碳经济需遵循海岸带生态系统内在规律的建议。

关键词

碳中和，蓝碳，蓝碳经济，气候变化，固碳

Analysis of the Impact of “Blue Carbon” Economy Driven by “Carbon Neutrality”

Biying Li[1*], Yuxuan Liang[2]

[1]Technology & Information Department, China Classification Society, Beijing
[2]School of Safety and Ocean Engineering, China University of Petroleum, Beijing

Received: Mar. 20th, 2025; accepted: Apr. 10th, 2025; published: May 28th, 2025

Abstract

The proposal of the goals of “carbon peaking” and especially “carbon neutrality” has highlighted the carbon sequestration role of the ecosystem. “Blue carbon” represented by coastal zone ecosystems and “blue carbon economy” have gradually come into people’s vision, providing new ideas and opportunities for the world to cope with climate change. Through the analysis of the background, origin, development process and development trend of “blue carbon”, this paper puts forward the suggestions that the coastal zone ecosystem needs to be protected and the inherent laws of the coastal zone ecosystem should be followed in the development of the blue carbon economy.

*通讯作者。

文章引用: 李碧英, 梁雨轩. “碳中和”驱动下的“蓝碳”经济影响分析[J]. 低碳经济, 2025, 14(2): 219-224.
DOI: 10.12677/jlce.2025.142024

Keywords

Carbon Neutrality, Blue Carbon, Blue Carbon Economy, Climate Change, Carbon Sequestration

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

2020 年 9 月 22 日，中国在第七十五届联合国大会上宣布，力争在 2030 年前二氧化碳排放达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和目标。

“碳达峰”是指二氧化碳排放总量在某一特定时期达到历史最高点，随后开始稳步下降的现象。这一目标的实现，意味着我们需要在预定的年份内，将碳排放量推至顶峰，从而开启由增转减的拐点。碳达峰不仅是实现碳中和的先决条件，其实现的时间点和峰值水平更是直接影响着碳中和目标的难易程度。其实现机理主要依赖于对化石能源消费总量的控制、煤炭发电与终端能源消费的优化，以及推动能源的清洁化与高效化利用。

“碳中和”是指人类活动产生的二氧化碳排放量与通过各种途径吸收的二氧化碳量在某一时期内达到动态平衡。人类活动主要指化石燃料燃烧、工业过程以及农业和土地利用等活动，而吸收途径则主要通过生态系统或碳的捕集、利用与封存(CCUS)等方式实现。据研究测算[1]，中国 2020 年全国能源相关 CO_2 排放约 113 亿吨(含工业过程排放)，2030 年达峰时能源相关(含工业过程排放)为 117 亿吨~127 亿吨，2060 年考虑进行了充分的能源转型，且非化石能源在一次能源消费中的占比超过 80%的情况下，能源相关(含工业过程) CO_2 排放可降至 21 亿吨左右。这 21 亿吨 CO_2 只能通过碳的捕集和固碳增汇的方式进行消除。因此，为了实现碳中和目标，除了通过碳的捕集、利用与封存(CCUS)技术来减少大气中的二氧化碳外，固碳增汇(碳汇)是实现碳中和的有效途径之一。据估算，实现碳中和目标时生态系统的固碳增汇(碳汇)能力至少需达到 10 亿吨/年。

碳汇(Carbon Sink)是指通过植树造林、植被恢复等措施，吸收大气中的二氧化碳，从而减少二氧化碳在大气中浓度的过程。碳汇除了维护生态系统的稳定性外，对于未来实现碳中和的作用举足轻重。天然的二氧化碳汇包括森林、土壤和海洋等。通俗地说，碳汇通常包括绿碳和蓝碳，绿碳指的是通过植被特别是森林、草原等陆地生态系统，来吸收并固定大气中的二氧化碳，从而达到减少温室气体排放的目的。蓝碳也称海洋碳汇，是利用海洋和海岸带生态系统吸收大气中的二氧化碳，并将其固定和储存的过程、活动和机制。与绿碳相比，蓝碳的开发潜力更大。因为海洋储存了地球上约 93%的二氧化碳，据估算为 40 万亿吨，是地球上最大的碳汇体。而且，蓝碳有着更大的碳吸收速率和更高的储存密度，蓝碳中的海岸带植物生物量虽然只有陆地植物生物量的 0.05%，但每年的固碳量却与陆地植物相当，因此是最有效的碳汇之一。另外，蓝碳的固碳时间可达数千年，而绿碳只有几十年[2]。

2. 蓝碳的提出

2009 年，联合国环境规划署、粮农组织和教科文组织政府间海洋学委员会联合发布《蓝碳：健康海洋对碳的固定作用——快速反应评估报告》，在这份报告里首次提出了“蓝碳”的概念——世界上捕获的生物碳中，超过一半(55%)是由海洋生物捕获的，这种碳被称为“蓝碳”。蓝色碳汇通过空气和水的光合作用捕获二氧化碳并将其以碳的形式储存。蓝碳范围上涵盖了海岸带、湿地、沼泽、河口、近海、浅海

和深海等区域，其中的海草、红树林和盐沼生物群落，覆盖面积不到海床的0.5%，但其固碳能力却占整个海洋生态系统固碳能力的50%以上，甚至可高达71% [2]。

在我国[3]，蓝碳的提出始于2015年。2015年出台的《中共中央国务院关于加快生态文明建设的意见》中正式指出要将增加海洋碳汇作为应对气候变化的方式之一。2016年，国务院发布“十三五”“控制温室气体排放工作方案”，提出“探索开展海洋等生态系统碳汇试点”的工作部署；原国家海洋局成立“蓝碳工作组”，完成《国家蓝色碳汇研究报告：国家蓝碳行动可行性研究》报告。2017年初，我国向联合国提交了《中国气候变化第一次两年更新报告》，该报告阐述了我国在应对气候变化方面所做出的努力，包括通过保护海洋碳汇方式。2017年6月，我国发起“蓝碳计划”倡议，与21世纪海上丝绸之路沿线国家共同加强蓝碳国际合作。2017年8月，中央全面深化改革领导小组通过了《关于完善主体功能区战略和制度的若干意见》，意见中提出“探索建立蓝碳标准体系及交易机制”。

3. 蓝碳经济的兴起

所谓蓝碳经济，即以蓝碳为核心，通过保护和恢复海洋生态系统，提高其碳汇功能，降低大气中的二氧化碳浓度，从而实现经济效益的一种新兴经济形态。

3.1. 蓝碳经济的理论基础

蓝碳经济的核心是对海洋生态系统所实现的固碳量进行估算并通过第三方进行验证。其理论基础为联合国气候变化框架公约(UNFCCC)《京都议定书》提出的清洁发展机制(CDM)和联合履行机制(JI)。CDM机制允许发展中国家碳减排项目经过核证的碳减排量，可以交易或出售给发达国家用于抵消《京都议定书》所规定的部分强制减排量，即发展中国家和发达国家间进行碳排放交易；JI是发达国家通过减排项目所形成的经过核证的减排量，转让给其他需要履约的发达国家，即发达国家之间碳排放的相互交易。除CDM和JI两种强制性的市场机制外，在《京都议定书》之后的《巴黎协定》阶段，通过自愿交易以抵消减排额度的自愿碳交易市场对当时的减缓气候变化行动起到了至关重要的作用。

强制碳交易市场和自愿碳交易市场均开发了计算碳减排量的方法学。其中自愿碳交易市场开发的碳减排量认证标准(VCS)在全球使用广泛。就蓝碳生态系统而言，方法学主要集中于红树林、湿地等项目，且比陆地林业碳汇方法学少很多。

2011年，《京都议定书》清洁发展机制中纳入造林、再造林、植被恢复项目，后续陆续推出了退化红树林生境的造林和再造林项目和在湿地上开展的小规模造林和再造林项目活动的方法学[4]。2014年[5]，联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)发布了《2006年IPCC国家温室气体清单指南的2013增补：湿地》，对人类活动导致的湿地温室气体的排放与吸收提供了较全面的方法学，也标志着蓝碳交易被正式纳入全球气候变化制度体系，蓝碳用于交易有了制度保障和方法学依据。

在我国，2022年[6]，自然资源部发布《海洋碳汇核算方法》，于2023年1月1日起正式实施，这是我国首部综合性海洋碳汇核算标准，解决了海洋碳汇的量化计算问题，为开展蓝碳碳汇用于交易提供了依据。标准里的碳汇包括红树林、盐沼、海草床、浮游植物、大型藻类、贝类等，目前我国的蓝碳交易主要集中在联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)所认可的三种蓝碳生态系统，即红树林、海草床和盐沼。

3.2. 蓝碳经济的发展现状

自2009年来，发展中国家如塞内加尔、马达加斯加、印度尼西亚和孟加拉等陆续开发了CDM和VCS认证的多个红树林碳汇项目，其中肯尼亚加济湾的红树林项目是第一个自愿碳市场的小规模红树林

保护项目，项目自 2013 年正式运营后的 20 年内预计可实现 2482 t/a CO_2 减排量[7]。

我国开发的第一个蓝碳碳汇项目为“湛江红树林造林项目”，该项目为广东湛江 380.4 hm^2 的红树林保护项目，截至 2020 年 5 月，该项目经核证共产生 5880 t/a 的 CO_2 减排量。2021 年[8]，广东省湛江市红树林国家级自然保护区管理局、自然资源部第三海洋研究所和北京市企业家环保基金会签署“湛江红树林造林项目”首笔 5880 吨的碳减排量转让协议；2022 年[9]，福建省连江县完成了全国首宗海洋渔业碳汇交易，经济收入累计超过 40 万元；同年，海南省首个蓝碳生态产品交易项目“海口市三江农场红树林修复项目”完成签约，预计可在未来 40 年产生 9 万余吨碳汇。

由于自愿碳交易市场碳汇项目存在认证成本低，时间消耗少等特点，目前为止，用于交易的蓝碳碳汇项目主要为自愿碳交易市场项目。尽管 CDM 机制已开发出蓝碳碳汇方法学，但由于 CDM 机制的审核流程过于繁杂和耗时，存在一定的管理成本负担，因此，目前还没有 CDM 机制下开发的蓝碳碳汇项目成功交易的记录。

同其他项目一样，蓝碳碳汇项目开发时需论证其“额外性”，以确保项目产生的减排量比在没有项目干预措施情况下所产生的减排量更高。当前，我国的蓝碳碳汇项目多依赖于国家财政资金的投入，在证明项目“额外性”时存在一定的不确定性。另外，根据目前开发的方法学，必须近 5 年内开展的修复项目才能作为碳汇项目进行开发，也限制了很多早已开始修复项目的申请。

3.3. 蓝碳经济的发展趋势

研究发现[7] [10]-[12]，海岸带生态系统中的红树林、海草床和盐沼地生态系统具有很高的固碳能力，其中红树林的平均固碳能力约为 1.24~2.26 t/(hm^2·a)，盐沼地的平均固碳能力约为 1.51~2.18 t/(hm^2·a)，海草床的平均固碳能力约为 0.43~1.38 t/(hm^2·a)。因此，基于蓝碳生态系统固碳能力的蓝碳经济，作为一种新兴的经济模式，在全球气候变化的大背景及世界各国寻求碳中和的情况下，正逐渐走入人们的视野，为世界应对气候变化提供了新的思路和机遇。

我国拥有近 300 万平方公里的海洋国土面积，总长约 1.8 万公里的大陆岸线，是世界上为数不多的同时拥有海草床、红树林、盐沼这三大海岸带蓝碳生态系统的国家之一，从渤海湾的芦苇荡、杭州湾以北的盐沼地、到珠江口的红树林等等，蕴藏着大量的“蓝碳”宝藏，在发展蓝碳经济方面具有很大潜力。

2024 年 9 月[13]，中国海洋大学和中国自然资源部第一海洋研究所等机构发布了《中国蓝碳蓝皮书 2024》，“蓝皮书”指出，中国通过蓝碳吸收的二氧化碳量呈增长趋势，预计在 2023 年至 2035 年以平均每年约 2%的速度增长，2035 年将增长至 41.2 亿吨，吸收量将比 2022 年增长 20%，这些将为我国蓝碳碳汇进入市场化交易阶段打下基础，未来可通过进一步推广蓝碳交易区域试点的方式鼓励更多蓝碳碳汇项目的开发和发展。

4. 影响分析及建议

4.1. 海岸带生态系统保护的迫切性

蓝碳经济的兴起，引发了人们对海洋及海岸带生态系统的关注，更加意识到保护海洋及海岸带生态系统的重要性及迫切性。同时，我们也应该认识到，人类的各种活动，如不可持续的海岸带发展方式、粗放的渔业养殖模式等，使海岸生态系统正在迅速消失。目前我国滨海湿地的总面积有限，过去几十年海岸带地区的滩涂围垦、渔业养殖、城市化及工业化等土地开发活动导致海岸带碳汇面积急剧减少，其固碳功能和碳汇潜力下降。据统计，1975~2017 年间，我国天然湿地衰退率为 53.9% [10]。尤其是渔业养殖，我国原有的海水养殖主要集中在海岸带上，由于阶段性的无序发展和粗放、过度经营，导致沿海大量的滩涂湿地被占用，沿海生态系统的固碳能力大大降低，间接加剧了温室气体的排放。建议近岸海水

养殖转型发展，在离岸较远地区实行规模化养殖，例如海水牧场，或者借助海洋平台技术开展深远海养殖，从而把沿岸的空间腾出来因地制宜进行生态修复。

据资料[14]统计显示，2022 年我国海水养殖面积 2074.42 千公顷，到 2023 年我国海水养殖面积为 2214.87 千公顷，呈增长趋势，若实施规模化养殖，海岸带地区因地制宜进行生态系统恢复，初步估算固碳量约为 9700 万吨[15]。根据国际能源署(IEA)统计数据显示，1990~2021 年，我国交通领域碳排放量从 9400 万吨增至 9.6 亿吨左右，增长了 9 倍。按 2021 年交通运输碳排放量为 9.6 亿吨估算，水路交通运输碳排放量占交通运输碳排放量的 6.47% [16]，因此，水路交通运输碳排放量约为 6211 万吨。由此可见，若我国海水养殖进行规模化养殖或深远海养殖，对破坏的海岸带进行生态修复，退渔还海，则修复后的海岸带生态系统的固碳总量将大于整个水路交通运输的碳排放总量，相当于水路交通运输排放的 CO_2 可通过海岸生态系统进行完全吸收，因此，具有非常可观的减碳效果。

4.2. 海岸带生态系统保护需遵循生态规律，多部门联动

蓝碳经济的兴起，使正在努力减少碳排放的工业部门看到了曙光，可以通过恢复海岸带蓝碳生态系统对其超过的碳排放进行补偿；也使有关机构看到了商机，可将蓝碳作为商品进行交易。但我国的海岸带环境错综复杂，海岸带从南到北具有不同的底质类型、物质输入和动力条件，海岸带生态修复工程有着极大的挑战。从海岸带生态修复历史来看，整体成功率不高。根据 2005 年开展的多年回顾性评估，大多数的红树林修复案例最后都被判定为失败[17]。因此，在发展蓝碳经济并且把蓝碳作为“商品”进行交易时，要注重“质”而非“量”，需要真正地去恢复蓝碳生态系统，而不是为了恢复而恢复。需要制定一套行之有效的监测、核算、评估体系，以真正地体现蓝碳生态系统的固碳功能，从而对未来实现碳中和真正助力。在恢复蓝碳生态系统过程中，需要：

(1) 遵循海洋生态系统的内在发展规律，注重其自我修复能力，减少人类活动对生态系统的干扰；在自然恢复不能实现的条件下，可充分结合现有的自然条件采取适当的人工辅助措施，促进生态系统修复。

(2) 海岸带生态系统的修复是个系统工程，涉及海陆交界地带和多个相关方，与当地人们的生产、生活息息相关，因此，需要包括海洋管理部门、渔业部门、交通运输部门、旅游部门和环境生态部门等多个部门同时联动，共同努力方可实现。

5. 结语

“碳中和”目标凸显了海岸带生态系统碳汇功能的地位和作用，把蓝碳和蓝碳经济推到人们应对全球气候变化的洪流之中，使其成为除节能、减碳、碳捕集技术外实现碳中和目标的有效措施，为我们应对气候变化提供了新的思路。但我们应清醒地意识到，蓝碳生态系统还在遭受着破坏，我国现有的海水养殖基本集中在海岸带上，对海岸带生态系统造成了重大影响，成为红树林等海岸带生态系统减少的重要原因，因此，需通过规模化的海水养殖或深远海养殖措施，同时对破坏的海岸带生态系统进行因地制宜地恢复，才能发挥其碳汇的重要功能。另外，蓝碳经济的兴起，人们在恢复海岸带生态系统碳汇功能的同时，可带来一定的经济效益，这为海岸带生态系统恢复工程提供了动力。但在恢复海岸带生态系统功能的过程中，不能为了经济效益而盲目进行恢复，需注重“质”而非“量”，需要遵循海岸带生态系统的内在发展规律，同时，需要多部门联动，以真正体现海岸带蓝碳生态系统的碳汇功能，为实现“碳中和”目标助力。

参考文献

[1] 魏一鸣, 余碧莹, 唐葆君, 等. 中国碳达峰碳中和时间表与路线图研究[J]. 北京理工大学学报(社会科学版),

2022, 24(4): 13-26.

[2] Nelleman, C., *et al*. (2009) Blue Carbon: The Role of Healthy Oceans in Binding Carbon. Birkeland Trykkeri, 5-35.

[3] 朱晖, 李梦言. 碳中和背景下蓝碳保护制度建构研究[J]. 浙江海洋大学学报(人文科学版), 2022, 39(2): 1-8.

[4] 张继红, 刘毅, 吴文广, 等. 海洋渔业碳汇项目方法学探究[J]. 渔业科学进展, 2022, 43(5): 151-159.

[5] 张称意, 巢清尘, 袁佳双, 等. 《对 2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南的 2013 增补: 湿地》的解析[J]. 气候变化研究进展, 2014, 10(6): 440-444.

[6] 全国海洋标准化技术委员会. HY/T0349-2022 海洋碳汇核算方法[S]. 北京: 标准出版社, 2022.

[7] 陈光程, 王静, 许方宏, 等. 滨海蓝碳碳汇项目开发现状及推动我国蓝碳碳汇项目开发的建议[J]. 应用海洋学学报, 2022, 41(2): 177-184.

[8] 冯建奎. 打造红树林营造修复的“湛江范本” [EB OL]. 2024-04-08. https://ecs.mnr.gov.cn/zt/sjhyr/hdbd/202404/t20240408_27971.shtml, 2025-02-18.

[9] “蓝碳”经济成为新“蓝海” [N]. 人民日报海外版, 2023-04-05(011).

[10] 段克, 刘峥延, 李刚, 等. 滨海蓝碳生态系统保护与碳交易机制研究[J]. 中国国土资源经济, 2021, 34(12): 37-47.

[11] 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.

[12] 仝川, 罗敏, 陈鹭真, 等. 滨海蓝碳湿地碳汇速率测定方法及中国的研究现状和挑战[J]. 生态学报, 2023, 43(17): 6937-6950.

[13] 李建平. 中国蓝碳蓝皮书 2024[M]. 青岛: 中国海洋大学出版社, 2024.

[14] 农业农村部渔业渔政管理局. 全国渔业经济统计公报[Z]. http://www.yyj.moa.gov.cn/gzdt/202407/t20240705_6458486.htm

[15] 郭媛媛, 曾群安, 吴雪. 浙江的蓝色“碳”索之路[J]. 国土资源, 2024(9):23-24.

[16] 李晓易, 谭晓雨, 吴睿, 等. 交通运输领域碳达峰、碳中和路径研究[J]. 中国工程科学, 2021, 23(6):15-21.

[17] 李加林, 沈满洪, 马仁锋, 等. 海洋生态文明建设背景下的海洋资源经济与海洋战略[J]. 自然资源学报, 2022, 37(4): 829-849.