

发展海洋碳汇 推动形成碳中和“厦门样板”

张佳欣

气候变暖是全球面临的共同挑战。实现 2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和(简称“双碳”目标)是党中央作出的重大战略部署,也是摆在全国人民面前的一场硬仗。实现“双碳”目标,其中一个重要途径是增加碳汇。海洋是地球上最大的碳库,也是碳汇的重要来源。当前,厦门市正大力加快海洋强市建设,将“建设国际特色海洋中心城市”纳入厦门市海洋经济发展“十四五”规划,并提出在建设国际特色海洋中心城市的征程中“率先开展海洋碳汇交易”。在发展海洋碳汇这片蓝海领域,厦门敢闯敢试,拥有全国首个海洋碳汇交易服务平台、首个“蓝碳基金”等多个“首创”。未来建议充分发挥厦门市政策优势、海洋资源和已有经验,加大力度发展海洋碳汇经济,完善海洋碳汇交易市场,争取更多海洋碳汇改革试点落户厦门,推动形成可复制推广的碳中和“厦门样板”。

海洋碳汇——实现“双碳”目标的有力支撑

1. 海洋碳汇简介

实现“双碳”目标主要有两条途径:一是从源头减少碳排放;二是在末端增加碳吸收(即增加碳汇)。碳汇(Carbon Sink)一词源于 1997 年《联合国气候变化框架公约》缔约国签订的《京都议定书》,指从空气中清除 CO_2 的过程、活动、机制。陆地(包括森林、草地、耕地等)和海洋是地球重要的碳汇,每年吸收全球约一半的碳排放量^[1]。但相较于依靠植树造林等方式吸碳释氧的陆地碳汇(又称绿碳),海洋碳汇对大众来说显得陌生许多。海洋碳汇(又称蓝碳)的概念最早出现在联合国环境规划署、粮农组织和教科文组织政府间海洋学委员会等组织 2009 年共同发布

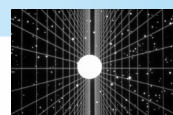
的《蓝碳:健康海洋对碳的固定作用——快速反应评估报告》中,指由海洋生物捕捉的碳。红树林、盐沼、海草床这三大海岸带生态系统是典型的储碳能手,此外,海洋微生物、藻类、鱼类、贝类等也在固碳储碳方面也具有不容小觑的作用。

2. 海洋碳汇优势

相较于陆地碳汇,海洋碳汇主要有以下优势。一是储碳量巨大。海洋是地球上最大的碳储存库,其容量约是大气碳库的 50 倍、陆地碳库的 20 倍,储存了地球上约 93%(40 万亿吨)的 CO_2 ,吸收了工业革命以来人类活动产生的约 30%的 CO_2 ^[2]。二是储碳效率高。尽管海洋中的植物生物量只占陆地的 0.05%,但每年循环的碳量与陆地上的几乎相同。单位海域中生物固碳量是森林的 10 倍,草原的 290 倍^[3]。三是碳储存周期长。许多海洋生物捕获的碳储存周期可达数千年之久,而陆地碳汇通常只有几十年。海洋碳汇在碳循环过程中发挥着重要作用,“负排放”潜力巨大,已成为全球应对气候变化的重要手段,是实现“双碳”目标的有效路径和有力支撑。

持续发力——我国在海洋碳汇领域的发展历程

海洋碳汇在碳排放领域的重要作用使之成为近年来各国政府和学界业界共同追逐的热点。我国是海洋大国,海洋和海岸带生态系统丰富多样,是少数几个同时拥有红树林、盐沼和海草床三大生态系统的国家之一,具有巨大的海洋碳汇发展潜力和自然基础。“双碳”目标的提出,让我国更加认识到海洋在增加碳汇、减缓气候变化方面的重要作用,在该领域持续发力。



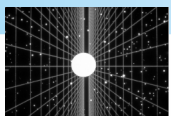
1. 多项政策文件对发展海洋碳汇作出部署

2015 年,《生态文明体制改革总体方案》等多项文件对发展海洋碳汇作出强调。2017 年我国倡议发起“21 世纪海上丝绸之路蓝碳计划”,加强蓝碳国际合作。2020 年“双碳”目标的提出让海洋碳

汇迎来重大发展机遇。2021 年,国务院接连发布两份“双碳”指引文件均将发展海洋碳汇纳入其中,强调持续巩固提升碳汇能力。2022 年 1 月,《“十四五”海洋生态环境保护规划》印发,强调开展海洋碳源汇监测评估,有效发挥海洋固碳作用。

表 1 我国海洋碳汇相关政策和重要会议汇总表

时间	政策/会议	发布方	相关内容
2015. 4	《中共中央 国务院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、海洋碳汇等手段,有效控制二氧化碳、甲烷、氢氟碳化物、全氟化碳、六氟化硫等温室气体排放”
2015. 8	《全国海洋主体功能区规划》	国务院	“积极开发利用海洋可再生能源,增强海洋碳汇功能”
2015. 9	《生态文明体制改革总体方案》	中共中央、国务院	“建立增加森林、草原、湿地、海洋碳汇的有效机制”
2016. 10	《“十三五”控制温室气体排放工作方案》	国务院	“探索开展海洋等生态系统碳汇试点”
2017. 8	《关于完善主体功能区战略和制度的若干意见》	中共中央、国务院	“探索建立蓝碳标准体系及交易机制”
2017. 11	《“一带一路”建设海上合作设想》	国家发展和改革委员会、国家海洋局	“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检测、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. 5	《国家生态文明试验区(海南)实施方案》	中共中央办公厅、国务院办公厅	“开展海洋生态系统碳汇试点”“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,依法依规探索设立国际碳排放权交易场所”
2020. 9	第七十五届联合国大会	-	二氧化碳排放力争于 2030 年前达到峰值,努力争取 2060 年前实现碳中和
2020. 9	联合国气候行动峰会	-	海洋方面,开展海平面监测评估工作,开展蓝色碳汇研究及试点工作,开展海洋生态修复
2021. 3	中央财经委员会第九次会议	-	要提升生态碳汇能力,强化国土空间规划和用途管控,有效发挥森林、草原、湿地、海洋、土壤、冻土的固碳作用,提升生态系统碳汇增量
2021. 9	《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》	中共中央、国务院	强调“持续巩固提升碳汇能力”,“整体推进海洋生态系统保护和修复,提升红树林、海草床、盐沼等固碳能力”



(接上表)

时间	政策/会议	发布方	相关内容
2021. 9	《2030 年前碳达峰行动方案》	国务院	强调“巩固生态系统固碳作用、提升生态系统碳汇能力、加强生态系统碳汇基础支撑、推进农业农村减排固碳”
2022. 1	《“十四五”海洋生态环境保护规划》	生态环境部等 6 部门	强调开展海洋碳源汇监测评估, 推进海洋应对气候变化的响应监测与评估, 有效发挥海洋固碳作用, 提升海洋适应气候变化的韧性

2. 海洋碳汇科学研究位居世界前列

2012 年, 由厦门大学牵头, 协同同济大学、中国地质大学(武汉)、中国科学院南海海洋研究所、中国环境科学研究院等高等院校和科研单位成立“海洋碳汇与未来地球协同创新中心(SCO-CAFE)”, 广泛汇聚国内外海洋碳汇优势科研力量开展协同创新。2013 年, 全国 30 多个涉海单位的科技人员共同组建成立“全国海洋碳汇联盟(CO-CA)”, 制定三大战略任务: 建设我国的海洋碳汇国际监测站、打造常设我国的海洋碳汇国际论坛、研制海洋碳汇国际标准(草案)。2014 年, “中国未来海洋联盟(CFO)”揭牌, 正式推出“中国蓝碳计划”, 助推中国海洋科技的创新驱动, 努力提升我国在国际学术界的地位。2016 年, “戈登论坛”海洋生物化学与碳汇分论坛第一次会议召开并被设为永久论坛, 标志我国在海洋碳汇领域走在国际前沿。

3. 沿海多地积极开展海洋碳汇实践

2017 年, 我国部署开展了第一批海洋生态系统碳汇试点, 并组织开展海洋碳汇相关标准的立项编制工作, 目前已出台《养殖大型藻类和双壳类碳汇计量方法 碳储量变化法》(HY/T 0305—2021) 行业标准。在厦门和威海分别组织召开了“2017 年国际蓝碳论坛”和“蓝碳倡议 2018 年科学工作组会议”, 发布了“厦门蓝碳合作倡议”和“威海倡议”。“双碳”目标提出后, 山东、广东、福建、浙江、海南等沿海省份加快部署发展海洋碳汇, 做出了积极尝试。2020 年 6 月, 深圳大鹏新区发布全

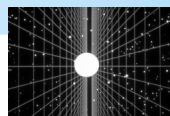
国首部《海洋碳汇核算指南》; 2021 年, 威海市发布全国首个蓝碳经济发展行动方案《威海市蓝碳经济发展行动方案(2021—2025)》; 2021 年, 广东湛江红树林造林项目成为我国开发的首个蓝碳交易项目; 2021 年 7 月, 厦门产权交易中心组建全国首个海洋碳汇交易服务平台, 并设立全国首个“蓝碳基金”。

先试先行——厦门在海洋碳汇领域的良好基础

作为滨海城市, 厦门具备发展海洋碳汇得天独厚的区位优势。在“双碳”目标的引领下, 厦门敢闯敢试, 向海洋碳汇领域迈出坚实步伐, 已跻身国内海洋碳汇探路者的第一梯队。

1. 政策支撑, 积极推动海洋碳汇发展

厦门高度重视海洋工作, 通过强有力的政策支撑, 加快海洋碳汇发展步伐, 有力推动海洋经济高质量发展。2021 年 8 月, 厦门市政府办公厅印发《厦门市海洋经济发展“十四五”规划》, 明确指出“探索开展‘蓝碳’交易, 推动海洋碳汇交易平台发展”, 同时, 对“制定海洋碳汇观测方案、核算标准、海洋碳汇交易规则”和“推动开展海水养殖增汇、滨海湿地和红树林增汇、海洋微生物增汇等试点工程”作出强调。2021 年 9 月, 厦门市人民政府印发的《加快建设“海洋强市”推进海洋经济高质量发展三年行动方案(2021—2023 年)》进一步强调要“抢占海洋碳汇制高点”, 具体包括“深入开展海洋碳汇科学研究”和“推动海洋碳中和试点工程”。



2.科研加持,着力开发海洋碳汇方法学体系

厦门大力支持科学研究,着力推动海洋碳汇方法学体系构建,为海洋碳汇交易提供重要参照。厦门大学被誉为中国“蓝色摇篮”,是国内外海洋碳汇科学研究的“重镇”,其海洋学科是我国海洋学研究的发祥地。厦门大学戴民汉院士等杰出教授领衔组建蓝碳交易产学研团队,积极开展产学研协同创新研究,构建蓝碳资产核算方法体系。团队中陈鹭真

教授研发了我国第一个红树林海洋碳汇方法学《红树林造林碳汇项目方法学》,具有重要的科学意义和市场导向价值,福建省首宗海洋碳汇交易——泉州洛阳江红树林生态修复项目正是依据该方法学进行碳汇测算。近年来,厦门大学有效发挥高校基础研究主力军作用,为实现“双碳”目标提供强有力的科技人才支撑(详见表2)。

表2 厦门大学海洋碳汇领域科研建设情况

时间	科研建设情况
2005年	厦门大学近海海洋环境科学国家重点实验室获批建设
2007年	滨海湿地生态系统教育部重点实验室(厦门大学)获批建设
2008年	厦门大学海洋科学入选“国家理科基础科学人才培养基地”
2010年	福建省滨海湿地保护与生态恢复工程技术研究中心获批建设
2012年	厦门大学牵头成立“海洋碳汇与未来地球协同创新中心”
2014年	厦门大学焦念志院士发起组建“中国未来海洋联盟”,推出“中国蓝碳计划”
2016年	焦念志院士推动3个海洋碳汇相关国家重点研发计划项目纳入国家“十三五”规划,其中2个落户厦门大学
2016年	焦念志院士作为首创发起人成功主持召开“戈登论坛”海洋生物化学与碳汇分论坛
2016年	厦门大学林森杰特聘教授牵头筹建厦门市海湾生态保护与修复重点实验室
2019年	厦门大学申报建设海洋碳汇与气候变化前沿科学中心
2020年	厦门大学先后成立福建省海洋碳汇重点实验室、厦门大学碳中和创新研究中心
2021年	厦门大学申报的海洋领域首个国家基金委基础科学中心“海洋碳汇与生物地球化学过程”正式获批
2022年	由厦门大学、自然资源部第三海洋研究所等单位共同发起的福建海洋创新实验室建设通过可行性专家论证

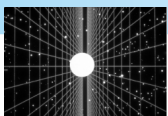
3.实践探索,加速抢占海洋碳汇制高点

厦门积极探索抢占海洋碳汇制高点,在碳中和尤其是海洋碳汇领域走在全国前列。早在2011年,厦门市下潭尾建成13333m²红树林湿地固碳能力提升技术应用示范区,是我国首批滨海湿地固碳示范区。此外,厦门还拥有多个“首创”经验。2021年7月,厦门产权交易中心设立了全国首个海洋碳汇交易服务平台,与兴业银行合作设立全国首个“蓝碳基金”,并于同年9月完成首宗海洋碳汇交易。另外,厦门还建立了全国首个碳中和服务平台,发布了全国首份《个人助力碳中和行动纲领》,签订全国首个跨区域碳中和服务合作协议,完成全国首宗海洋渔业碳汇交易。厦门国贸天成小区成为全国首个运用海洋碳汇实现社区碳中和

的“零碳小区”。金砖国家领导人会晤、中国金鸡百花电影节等多项在厦门举行的大型会议活动实现“零碳排放”。依海而生的厦门在海洋碳汇方面特色鲜明、优势显著,具备良好的发展基础。

多措并举——推动形成碳中和“厦门样板”

尽管海洋碳汇已经展现出了广阔的应用前景,但囿于海洋碳储量和通量的测算难度大、完整数据缺乏、碳汇核算标准尚不完善、相关法律法规不健全等因素,当前国内碳汇市场仍主要集中在陆地碳汇方面,海洋碳汇交易尚处在探索阶段,市场体系较不完善。虽然包括厦门在内的青岛、威海、深圳等滨海城市已着手开展交易试点工作,但



也只是刚刚迈出了第一步。另外,由于近海富营养化、填海造林、沿海开发等一系列人类活动影响,我国海洋和海岸带生态系统遭到严重破坏,红树林面积丧失了60%,珊瑚礁面积减少了80%,海草床绝大部分消失^[4]。作为海洋碳汇的重要组成部分,对其开展保护修复已刻不容缓。厦门未来应从优化顶层设计、构建标准体系、完善交易平台、强化科技支撑、加强生态保护、促进国际交流等方面入手,建立健全海洋碳汇交易市场,推动形成碳中和“厦门样板”,助力海洋生态与经济高质量、可持续发展。

1. 优化顶层设计,促进海洋碳汇稳步发展

海洋碳汇在我国尚处起步阶段,发展需要强有力的政策支撑。一方面,厦门市应认真研究国家关于“碳中和”及海洋碳汇发展的战略规划和既定政策,寻找借力点和结合点,将支持海洋碳汇交易市场的发展及相关配套政策纳入市区两级发展规划之中,构建具有厦门特色的海洋碳汇发展政策体系。同时,可参考威海做法(威海已印发全国首个蓝碳经济发展行动方案),探索绘制针对海洋碳汇经济发展的专业“线路图”,明确近五年发展的重点任务和目标。另一方面,由于工业污染、过度捕捞、生态入侵等多方面因素,近年来海洋生态系统遭受了极大破坏,作为海上花园城市的厦门,应率先建立并完善与海洋碳汇保护相关的地方性法规,从前期预防海洋碳汇污染的做法和后期破坏海洋碳汇行为的惩处等方面入手,从法律层面保障海洋碳汇可持续发展。

2. 构建标准体系,制定海洋碳汇核算指南

当前我国乃至国际上尚缺乏对海洋碳汇计量的统一规范和标准。而科学规范的标准体系,是保证海洋碳汇市场交易稳定性和持久性的前提。从市场层面来说,制定海洋碳汇标准体系和交易规则是海洋蓝碳资产进行核算、交易的必要条件;从政治层面来说,此举能够为我国在海洋碳汇国际舞台赢得更多话语权和主动权。2021年5月,深圳大鹏新区推出全国首个《海洋碳汇核算指南》,为全国开展海洋碳汇核算提供了试点经验。同年8月,由自然资源部第一海洋研究所组织起草的海

洋行业标准《中国海洋碳汇经济价值核算标准》完成征求意见稿编制。建议厦门参考已有指南和标准,加快战略发展研究,建立全市海洋碳汇综合数据库,加快海洋碳中和核算机制与方法学研究,明确分类核算、监测的技术方法、操作规范和评价标准,加快建立健全海洋碳汇交易体系。值得一提的是,除了国际上公认的红树林、海草床与盐沼之外,渔业也具有强大的碳汇功能。2022年1月,厦门产权交易中心完成全国首宗海洋渔业碳汇交易,实现我国海洋渔业碳汇交易领域“零的突破”。厦门可借此契机,研制海洋渔业碳汇发展的标准和考核体系,精准衡量渔业碳汇的价值,使之成为厦门市经济发展新的增长点。

3. 完善交易平台,健全海洋碳汇交易机制

厦门产权交易中心设立的全国首个海洋碳汇交易服务平台,为厦门打造国家级海洋碳汇交易中心筑下了坚实基础。但作为该领域的先行者,平台建设尚处于“摸着石头过河”的阶段。建议参考借鉴上海环境能源交易所、北京市碳排放权电子交易平台、深圳排放权交易所等国内较为成熟的碳排放交易平台经验,建立并完善符合厦门实际情况的海洋碳汇交易模式和运行机制,加快出台相关交易细则及监督备案制度,对交易主体、客体、价格形成机制等方面做出具体规定。探索对接其他金融市场,推进海洋碳汇资产上市交易。进一步推动平台数字化建设,探索运用区块链技术,不断创新“互联网+交易”的数字化应用场景,助力形成多级市场交易平台。立足市场化需求,以全国首个“蓝碳基金”为发展基础,开发其他更具吸引力的蓝碳产品,如发行蓝碳债券、保险、期货期权等。以海洋碳汇交易市场形成示范带动效应,推动形成海上合作的利益共同体,在海洋碳汇交易试点工作中走在全国前列。

4. 强化科技支撑,推动海洋碳汇产学研合作

科技创新是海洋碳汇发展的关键路径。建议以建设“厦门科学城”为重要抓手,结合厦门市海洋碳汇发展的优势和潜力,深入开展海洋碳汇科学研究,加速推动产学研合作,促进海洋碳汇产业化、资本化。一是加强基础理论研究,支持自然资源

部第三海洋研究所、厦门大学等科研院所和高校的学科建设,聚焦海洋储碳新机制、近海碳通量立体监测系统、滨海盐沼湿地生态修复与功能提升等方向^[9],深化海洋负排放相关理论基础研究。二是加强技术发展研究。支持厦门市产权交易中心开展海洋碳汇方法学研究,探索建立海洋碳汇发展技术措施库,形成海洋碳汇发展重点关键技术目录,引导科研力量加大对海洋碳汇重点关键技术的投入。支持福建省海水养殖碳中和应用研究中心建设,探索建立海水养殖碳汇核算标准,开发海水养殖增汇技术^[9]。三是加快布局高能级创新平台。支持厦门大学碳中和创新研究中心与福建省海洋碳汇重点实验室建设,推动创建海洋碳汇国家重点实验室,策划布局海洋领域福建省创新实验室,探索开展海洋碳汇大科学装置可行性研究。

5. 加强生态保护,助力海洋碳汇可持续发展

红树林、盐沼和海草床是典型的海岸带蓝碳生态系统,仅占全球海床面积的 0.2%,却贡献了海洋沉积物碳总储量的 50%,是潜力巨大的碳汇资源。然而,由于气候变化和人类活动的双重压力,自 1950 年以来,我国这三大蓝碳生态系统已损失约 9236~10059km²^[7]。保护蓝碳生态系统,开展生态修复行动,已迫在眉睫。首先,加强对红树林和滨海盐沼的保护修复,扩大海草床面积、提高海草覆盖率,通过“南红北柳”湿地修复、“退塘还红”、减少围耕、可持续海水养殖等具体措施,提升蓝碳潜力^[9];其次,划定海洋生态红线,严格控制围填海和生态红线区的开发强度,加快渔业碳汇等蓝碳生态监测系统建设,促进海洋可持续发展;最后,建立入海排污标准,提高达标率,设立专门资金,加大对污染物处理设备的投入力度。

6. 促进国际交流,探索海洋碳汇合作路径

气候变化是人类面临的全球性问题。厦门作为“一带一路”海上战略支点城市和国际门户枢纽城市,要充分发挥对外优势,促进海洋碳汇领域国际交流合作。建议利用厦门国际海洋周、“蓝碳国际论坛”等平台,围绕海洋碳汇标准体系、科学研究、交易模式、生态保护等方面进行专题讨论,交流发展经验,加强科研合作,推动建立海洋碳汇的

国际评估标准和方法体系,提升厦门在海洋碳汇领域的国际话语权。支持厦门大学建立蓝碳研究国家重点实验室,推动建设高标准的海洋碳汇院士工作站,建立国际学术交流基金,加强与“一带一路”沿线国家及港澳台地区海洋人才的交流合作,推动开展联合办学,培养海洋碳汇研究和产业方面的重点人才,开展海峡两岸海洋碳汇学术研讨,探索两岸海洋碳汇交流合作新路径。

结语

向海而兴是厦门实现高质量发展的必由之路。在实现“双碳”目标的战略背景和建设“国际特色海洋中心城市”的发展目标下,厦门市要围绕“抢占海洋碳汇制高点”的任务,发挥海洋优势,大力支持科研创新,继续探索开展海洋碳汇交易。在科技不断赋能下,着力做好“减排”和“固碳”两篇文章,努力发挥先行先试“探路者”作用,加快推动厦门成为国际海洋碳中和先行示范区,力争为全省、全国提供碳中和“厦门样板”,为实现海洋可持续发展作出应有贡献。

(作者单位:厦门市科学技术信息研究院)

参考文献

- [1] 本刊特约评论员.推动海洋碳汇成为实现碳中和的新力量[J].中国科学院院刊,2021,36(03):239-240.
- [2] 焦念志.蓝碳行动在中国[M].北京:科学出版社,2018.
- [3] 同[2].
- [4] 同[1].
- [5] 自然资源部.自然资源部官方答复《关于我国抢占海洋碳汇国际制高点的建议》[EB/OL].(2021-07-01)[2022-02-28].https://www.sohu.com/a/481254767_726570.
- [6] 厦门市人民政府.厦门市人民政府关于印发加快建设“海洋强市”推进海洋经济高质量发展三年行动方案(2021—2023年)的通知[EB/OL].(2021-09-23)[2022-02-28].http://www.xm.gov.cn/zwgk/flfg/sfwj/202109/t20210923_2586253.htm.
- [7] 朱或,刘川.碳中和的“蓝色方案”——聚焦我国蓝色碳汇的现状与研究[EB/OL].(2021-04-21)[2022-02-28].<http://oc.zju.edu.cn/2021/0421/c29862a2308161/page.htm>.
- [8] 王法明.挖掘“蓝碳”大潜力——全球加快低碳技术研发应用③[N].人民日报,2022-01-27(17).