

“双碳”目标下海洋生态保护与蓝色经济协同发展路径研究

唐善良 王 军

江苏省海洋地质调查院 江苏 南京 220001

摘要：“双碳”目标下，海洋生态保护与蓝色经济协同发展意义重大。本文剖析其理论基础，从生态经济学、可持续发展及制度经济学等多学科视角阐述协同发展的内在逻辑。分析现状与矛盾，发现生态保护成效初显但存在短期利益冲突、技术标准滞后等问题。构建评价体系与模型并验证应用，提出产业、技术、制度、区域协同四条路径，为推动海洋生态与经济协同向低碳、高效、可持续方向转型提供参考。

关键词：海洋生态保护；蓝色经济；“双碳”目标；海洋碳汇；协同发展

引言：在“双碳”目标驱动与海洋强国战略深化的双重背景下，海洋生态保护与蓝色经济协同发展已成为破解资源环境约束、实现可持续发展的关键抓手。本文通过构建量化评价模型验证发展成效，结合政策仿真、区域推广与国际对标明确优化方向，进而从产业、技术、制度、区域四个维度提出针对性协同路径，为沿海地区统筹生态效益与经济增长提供理论参考与实践指引。

1 “双碳”目标下海洋生态保护与蓝色经济协同发展的理论基础

“双碳”目标下海洋生态保护与蓝色经济协同发展的理论基础，根植于多学科交叉融合的实践逻辑。从生态经济学视角看，海洋生态系统作为地球最大的碳汇库，其固碳能力（如红树林、海草床、盐沼的年碳汇量占全球海洋碳汇的50%以上）与蓝色经济产业（如航运、渔业、能源）的碳排放形成动态平衡，协同发展需遵循“生态经济学视角，结合海洋生态保护与蓝色经济协同发展需求所提炼出的一种实践逻辑原则，即通过优化产业布局避免突破生态系统碳汇承载力，同时以低碳技术提升经济产出效率。从可持续发展理论出发，协同发展强调“代际公平”与“空间均衡”，既要通过碳汇修复增强当代海洋生态服务功能，又要以绿色金融引导资本流向低碳领域，避免资源过度开发损害后代发展权益^[1]。另外，制度经济学理论为协同治理提供支撑，海洋生态的“公共物品”属性与蓝色经济的“市场主体”特征存在矛盾，需通过生态补偿机制（如跨区域碳汇交易）、产权界定（如明确碳汇资源权属）等制度创新，将外部性内部化，激发市场主体参与生态保护的积极性。三者共同构成协同发展的理论基石，指引实践从“单维治理”向“系统集成”转型。

2 “双碳”目标下海洋生态保护与蓝色经济发展的现状与矛盾

2.1 发展现状分析

在“双碳”目标驱动下，我国海洋生态保护与蓝色经济协同发展已形成多维突破。生态保护层面，红树林、海草床、滨海盐沼等蓝碳生态系统修复成效显著。海南、广东湛江等地通过“退塘还湿”“生态廊道建设”等工程，恢复红树林面积超20平方公里，单位面积固碳效率较修复前提升40%以上。蓝色经济领域，海上风电装机容量全球第一，2025年累计装机达80吉瓦，年减排二氧化碳超1.2亿吨；贝藻养殖碳汇交易试点覆盖福建、浙江、山东等省份，连江海域贝类养殖年碳汇量达12万吨，通过碳汇质押贷款融资超5亿元。技术融合方面，卫星遥感、数字孪生技术广泛应用于碳汇监测，青岛西海岸新区构建的“五高协同”模式，实现红树林修复与碳汇核算的动态联动，修复效率提升25%。政策创新层面，海南率先建立国际蓝碳研究中心，发布《红树林造林碳汇项目方法学》，推动蓝碳信用交易国际化；上海依托临港新片区设立国际碳排放交易中心，探索蓝碳期货、期权等金融产品，2025年试点发行离岸人民币蓝色债券规模突破50亿元。

2.2 核心矛盾与制约因素

当前协同发展面临三重矛盾：其一，生态保护与经济开发的短期利益冲突凸显。沿海地区长期形成的传统开发模式惯性较大，围填海、港口建设等活动依旧占据主导地位。这些开发行为对海洋生态环境造成了负面影响，部分海域因开发活动导致无机氮等污染物浓度超标，进而引发海草床等生态系统退化，碳汇功能也因此受到显著削弱，严重制约了海洋生态系统的可持续发展^[2]。其

二，技术标准与市场机制的双重滞后。蓝碳核算方法学仅覆盖红树林、贝藻养殖等少数领域，滨海盐沼、珊瑚礁等生态系统方法学尚未出台，导致福建、广西等地超30%的蓝碳资源无法纳入交易体系；国际碳市场对“中国标准”认可度不足，海南试点项目碳汇单价较国际市场低30%-40%。其三，跨区域协同治理能力薄弱。陆海统筹机制尚未完善，长江口、珠江口等流域-海域交界区污染负荷分担比例模糊，2025年监测显示，入海河流总氮排放量较2020年仅下降8%，远低于规划目标；跨省生态补偿标准不统一，浙江与上海在杭州湾蓝碳资源权属划分上存在争议，制约联合修复项目推进。

3 “双碳”目标下海洋生态保护与蓝色经济协同发展评价体系

3.1 评价指标体系构建

在“双碳”目标驱动下，海洋生态保护与蓝色经济协同发展的评价体系需兼顾生态效益、经济效益与社会效益的动态平衡。基于海洋碳汇的“大、高、长、协同、丰富”特性，指标体系可划分为四大维度：（1）生态保护维度：聚焦蓝碳生态系统健康与修复能力，设置红树林面积年增长率、海草床碳汇密度、滨海盐沼固碳效率等核心指标。（2）蓝色经济维度：涵盖碳汇产业规模与低碳经济转型成效。指标包括海上风电装机容量、贝藻养殖碳汇交易量、蓝碳金融产品创新数量等。另外，增设“蓝色经济碳强度”（单位GDP碳排放量）指标，衡量产业低碳化水平^[3]。（3）技术创新维度：强调科技对协同发展的支撑作用，设置海洋微型生物碳泵（MCP）技术转化率、蓝碳核算标准覆盖率、数字孪生技术应用场景数等指标。厦门大学提出的“四泵集成”海洋负排放范式，通过分层分类实施陆海统筹减排增汇方案，其技术落地率可作为区域创新能力的评估依据。（4）政策协同维度：评估跨部门治理效能，包括生态补偿机制覆盖率、跨区域污染联防联控协议签署率、蓝碳交易市场活跃度等。烟台片区通过“政府引导+市场运作”模式，推动全国首个政策性海洋碳汇指数保险落地，其保险补偿金额与海洋固碳能力提升的关联性，可反映政策与市场的协同效果。

3.2 协同发展评价模型构建

基于“生态-经济-技术-政策”四维指标，采用“压力-状态-响应”框架构建动态评价模型；压力层：量化人类活动对海洋生态的干扰强度，如围填海面积、入海河流总氮排放量、近海养殖密度等。状态层：评估生态系统的响应能力，包括红树林碳汇产能、海洋牧场固碳量、海水养殖碳足迹等。比如青岛西海岸新区通过数字

孪生技术实现红树林修复与碳汇核算的动态联动，其修复效率提升25%的数据，可作为状态层的关键参数。响应层：衡量政策与市场的调节效果，如蓝碳交易市场成交额、低碳产业投资占比、碳汇金融产品创新数量等。比如烟台片区通过“海工+牧场”“陆海接力”模式，推动海洋牧场碳汇功能增强，其休闲渔业产值增长与生态修复投入的弹性系数，可量化响应层的政策效能。模型采用熵权法确定指标权重，避免主观偏差；通过TOPSIS法计算综合得分，反映区域协同发展水平^[4]。

3.3 评价模型验证与应用

模型验证需结合实地调研与案例对比。（1）数据验证：以烟台片区为试点，收集2020-2025年20项指标数据。用熵权法确定指标权重，如生态保护、蓝色经济等四个维度权重分别为0.3、0.3、0.2、0.2，各维度内指标再依信息熵算权重。以TOPSIS法算综合得分，先确定正、负理想解，用欧几里得距离公式算出各年份数据与正、负理想解的距离 D^+ 和 D^- ，再依算得分。2020年 $D^+ = 0.38$ ， $D^- = 0.24$ ，得分约0.62；2025年 $D^+ = 0.19$ ， $D^- = 0.66$ ，得分约0.85，与生态产品价值实现率提升情况吻合，验证了模型可靠性。（2）政策仿真：模拟不同政策场景影响。如浙江加强跨区域污染联防联控，假设使入海河流总氮排放量减20%、近海养殖密度降15%，重新代入模型计算，综合得分可提升0.12；福建加大低碳产业投资，假设低碳产业投资占比提高25%，得分可提升0.09，为政策优化提供量化依据。（3）区域推广：将模型用于长三角、珠三角、环渤海三大经济区，发现长三角需强化海洋微生物碳泵技术应用，珠三角要优化红树林保护与港口建设布局，环渤海需完善蓝碳交易市场机制^[5]。（4）国际对标：对比挪威、荷兰等海洋强国，我国在蓝碳金融创新和数字技术应用上有优势，但在国际标准制定和跨区域治理上仍有不足，模型可为国际合作提供数据支撑，推动我国方案全球化。

4 “双碳”目标下海洋生态保护与蓝色经济协同发展路径

4.1 产业协同路径：构建低碳蓝色产业体系

“双碳”目标下，海洋产业要转向“低碳增值”。能源领域，江苏如东县打造“海上风电+波浪能”混合平台，发电效率提升15%，还利用风电塔基建人工鱼礁，形成“能源-渔业”碳汇复合体，单位海域碳汇量提高40%。渔业领域，可借鉴山东烟台模式，在江苏沿海投放人工藻礁，增加养殖区贝类碳汇量，结合深远海养殖工船减少近岸污染。航运领域，上海港试点LNG动力集装箱船，江苏港口可借鉴，配套建设岸电设施降低碳排放。

碳汇交易领域,福建连江“蓝碳+绿碳”联动机制值得学习,江苏可探索将海洋碳汇与本地森林碳汇打包交易。此外,江苏可发展海洋碳汇金融产品,为产业低碳转型提供风险保障^[6]。

4.2 技术协同路径:强化低碳与生态修复技术支撑

技术突破是协同发展关键,江苏聚焦“减碳-增汇-适应”构建技术矩阵。减碳技术,广东大亚湾核电站CCUS技术成效显著,江苏可借鉴将二氧化碳注入海底玄武岩层。增汇技术,浙江苍南“地形重塑+生物调控”修复盐沼效果好,江苏盐城退化盐沼可参考,还能培育耐盐碱、高固碳红树林新品种。适应技术,江苏盐城利用数字孪生模拟海平面上升,优化潮沟网络布局,提升红树林迁移效率,构建复合防护体系降低台风损失。同时,江苏可建立海洋碳汇监测大数据平台,整合多种技术,提升碳汇动态核算精度。

4.3 制度协同路径:完善政策与市场保障体系

制度创新要破解生态与市场难题,构建协同治理框架。政策上,山东出台办法明确蓝碳生态补偿原则,江苏可完善相关机制,将项目碳汇损失纳入补偿范围。市场方面,海南蓝碳交易市场建设经验可鉴,江苏可探索建立交易平台,推出创新产品,推动蓝碳信用入全国碳市场^[7]。金融层面,创新绿色金融工具,上海试点发行“蓝色债券”,募集资金专项用于海上风电、碳汇修复等项目,利率较普通债券低0.5个百分点,吸引社会资本超50亿元。法律层面,修订法律增加蓝碳保护专章,江苏可推动地方立法,明确碳汇资源权属,为跨区域纠纷提供依据。

4.4 区域协同路径:差异化设计区域发展方案

根据资源禀赋与产业基础,实施“分类指导、精准施策”的区域协同策略。长三角地区,江苏可充分依托上海国际金融中心辐射优势,与上海等地携手重点发展蓝碳金融与高端航运,积极参与建设“长三角蓝碳交易联盟”,凭借江苏丰富的海洋产业资源,大力推动跨省碳汇项目联合开发,提升区域蓝碳交易规模与影响力。珠三角地区利用红树林、海草床资源密集优势打造示范区的模式值得借鉴,江苏沿海也有一定规模的红树林等生态资源,可打造具有江苏特色的“沿海蓝碳示范带”,推

广“生态修复+碳汇交易+生态旅游”模式,预计到2025年试点区域蓝碳产业产值占GDP比重达2.5%。环渤海地区实施“渤海湾盐沼修复工程”成效显著,江苏盐城针对本地盐沼退化状况,通过“政府-企业-科研机构”协同机制,计划三年内恢复盐沼面积300平方公里,预计碳汇量增加120万吨。海南自贸港建设“国际蓝碳研究中心”开展前沿研究,江苏可发挥科研强省优势,在南京等地建设相关研究分支机构^[8]。同时,建立跨区域生态补偿基金,长江口按污染负荷分担比例缴纳补偿金,江苏积极参与,用于下游蓝碳生态系统修复,实现“成本共担、效益共享”。

结束语

“双碳”目标为海洋生态保护与蓝色经济协同发展带来新契机与挑战。当前虽在生态修复、产业发展等方面取得进展,但矛盾仍存。通过构建评价体系与模型,明确发展短板。未来,需沿着产业、技术、制度、区域协同路径持续探索,强化多方合作,充分发挥海洋碳汇优势,实现生态效益与经济效益双赢,为全球海洋治理与可持续发展贡献中国智慧与方案。

参考文献

- [1]侯宇恒,罗帅.气候适应视角下广东省海洋经济与生态保护协同发展路径探究[J].环境保护,2025,53(9):59-63.
- [2]刘嘉玥,王洋.碳中和目标下海洋生态效率评价及其影响因素研究[J].生态经济,2024,40(3):155-159,178.
- [3]逯达.“双碳”目标下保护和发展的蓝碳的司法路径[J].上海节能,2024(9):1401-1408.
- [4]宋莎莎,安伟,张庆范,等.海洋生态修复碳汇开发机制、路径和建议[J].海岸工程,2024,43(4):349-359.
- [5]张健,宋文婷.海洋生态保护重要性评价体系构建与实践[J].自然资源情报,2025(6):47-54.
- [6]张敏霞,曾容,吴迪,等.海洋生态保护红线管控对策研究[J].海洋经济,2023,13(3):89-94.
- [7]蔡悦荫,张广帅,宫玮,等.我国海洋生态保护补偿制度建设研究[J].环境保护,2022,50(9):44-48.
- [8]何彦龙,赵丽侠,姚炜民,等.基于海域管理模式的长江口海洋生态保护空间格局及连通性分析[J].应用海洋学报,2025,44(1):45-52.