

# 海洋碳汇标准体系框架研究

李海晏

(福建省标准化研究院)

**摘 要:** 海洋碳汇具有储碳量大、储存时间长等特点,发展海洋碳汇是实现碳达峰、碳中和目标,应对气候变化的重要举措。尽管我国发布了《海洋碳汇核算方法》等标准,但海洋碳汇在开发、认证、交易、抵消等关键环节仍然存在“堵点”。开展海洋碳汇标准化建设,建立海洋碳汇标准体系,发挥标准引领作用为解决这些“堵点”的有效手段。基于海洋碳汇相关政策要求、实践经验和标准化成果,结合海洋碳汇标准化建设需求,构建了包括基础通用、碳汇调查与评估、增汇技术与管理、碳汇监测与计量、核算与认证、碳汇交易、减缓与适应措施、管理配套8个二级标准子体系的海洋碳汇标准体系。提出了完善海洋碳汇法规政策、开展海洋碳汇标准化研究和建立健全标准体系、开展海洋碳汇标准化相关应用试点示范、加强海洋碳汇国际标准化交流与合作等建议。以推动海洋碳汇核算技术、标准的应用实践,打通海洋碳汇从开发、认证、交易到抵消的关键环节,促进海洋碳汇开发及其生态产品价值实现。

**关键词:** 海洋碳汇, 蓝碳, 标准化, 标准体系

**DOI编码:** 10.3969/j.issn.1674-5698.2024.12.016

## Study on the Construction of Ocean Carbon Sink Standards System

LI Hai-yan

(Fujian Institute of Standardization)

**Abstract:** Ocean carbon sink has the characteristics of large carbon storage and long storage time. The development of ocean carbon sink is an important measure to achieve the goals of carbon peak and carbon neutrality and to cope with climate change. Although China has issued standards such as the sectoral standard HY/T 0349-2022, Accounting methods for ocean carbon sink, there are still blocking points in the key links of ocean carbon sink such as development, certification, transaction and offset. It is an effective means to solve these problems by carrying out the standardization work of ocean carbon sink, establishing the standards system of ocean carbon sink and giving full play to the leading role of standards. Based on the relevant policy requirements, practical experience and standardization achievements of ocean carbon sink, combined with the needs of ocean carbon sink standardization work, the ocean carbon sink standards system has been established, including eight secondary standard subsystems, including basic general standards, carbon sink investigation and evaluation, sink enhancement technology and management, carbon sink monitoring and measurement, accounting and certification, carbon sink trading, mitigation and adaptation measures, and management support. Some suggestions are put forward such as improving the laws and policies of ocean carbon sink, carrying out research on ocean carbon sink standardization, establishing and improving the standards system, carrying out pilot demonstration of ocean carbon sink standardization related applications, and strengthening international standardization communication and

**基金项目:** 本文是国家市场监督管理总局科技计划项目“海洋碳汇标准化研究”(项目编号: 2022MK063)研究成果。

**作者简介:** 李海晏, 博士, 高级工程师, 主要研究方向为生态文明、知识产权标准化。

cooperation of ocean carbon sink. The objective is to promote the application of ocean carbon sink accounting technology and standards, open up the key links of ocean carbon sink from development, certification, transaction to offset, and promote the development of ocean carbon sink and the realization of the value of ecological products.

**Keywords:** ocean carbon sink, blue carbon, standardization, standards system

## 0 引言

联合国政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 指出人类活动排放温室气体导致全球变暖, 极端天气和气候事件频发<sup>[1]</sup>。预计全球温升在2021–2040年达到1.5℃, 且难以控制在2℃以内, 实现二氧化碳净零排放是将温升水平控制在1.5℃或2℃以内的关键<sup>[1]</sup>。2020年9月, 习近平主席在75届联大上宣布, 中国力争在2030年前二氧化碳排放达到峰值, 努力争取在2060年前实现碳中和目标<sup>[2]</sup>。相比陆地上的“绿色碳汇”, 海洋碳汇具有储碳量大、储存时间长等特点。发展海洋碳汇是实现“碳中和”目标的重要路径。《联合国气候变化框架公约》(以下简称《公约》)第24次缔约方大会(COP24)将基于自然的解决方案(Nature-based Solutions, NBS)与能源转型、产业转型、城市与地方行动、气候融资与碳定价和气候变化复原力一起被列为应对气候变化的六大措施。海洋碳汇属于《公约》及其《巴黎协定》(以下简称《协定》)中“包括沿海和海洋生态系统在内的所有温室气体的汇和库”的范畴。尽管我国发布了《海洋碳汇核算方法》等海洋碳汇相关标准, 沿海省市也进行了相关探索实践, 但海洋碳汇开发仍存在“堵点”, 开展海洋碳汇标准化, 发挥标准引领作用解决这些“堵点”的有效手段。赵鹏等指出建立我国碳汇标准体系并制定相应标准既是履行《公约》及其《协定》的义务, 获得可比蓝碳数据和深化科学认知的需要, 也是采取有效措施减缓和适应气候变化, 探索开展蓝碳交易的需要<sup>[3]</sup>。我国应率先建立健全海洋碳汇标准体系, 形成海洋碳汇交易规则, 在国际舞台上拥有更多的话语权和主动权。

## 1 海洋碳汇标准化政策

政府部门积极发布政策引导推动海洋碳汇标准化工作。2017年10月, 中共中央 国务院印发《关于完善主体功能区战略和制度的若干意见》, 要求探索建立蓝碳标准体系及交易机制。2019年5月, 中共中央办公厅、国务院办公厅印发《国家生态文明试验区(海南)实施方案》, 要求开展蓝碳标准体系和交易机制研究。2021年9月发布的《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》, 要求巩固海洋生态系统碳汇能力, 提升海洋生态系统碳汇增量, 稳定海洋固碳作用, 提升红树林、海草床、盐沼等固碳能力。2018年, 国务院机构改革后, 海洋碳汇监测调查评估和标准化体系建设相关工作分别纳入生态环境部和自然资源部。2020年8月, 自然资源部、国家林业和草原局出台《红树林保护修复专项行动计划(2020–2025年)》, 要求健全红树林保护修复标准体系, 制修订相关标准规范。2023年4月, 自然资源部等四部委联合印发了《生态系统碳汇能力巩固提升实施方案》, 要求在“十五五”期间, 生态系统碳汇标准体系逐步健全, 国际影响力持续提高。2024年3月, 市场监管总局等十八部门联合印发《贯彻实施〈国家标准化发展纲要〉行动计划(2024–2025年)》, 要求制定海洋生态系统碳汇监测核算标准。

沿海省市高度重视海洋碳汇发展及其标准化工作, 多个地方政府出台了促进海洋碳汇发展的专项政策文件, 并将加强海洋碳汇标准化工作纳入其中。如: 2021年4月, 山东省威海市人民政府办公室印发《威海市蓝碳经济发展行动方案(2021–2025)》, 要求建立海洋碳汇调查评估方法, 建设蓝碳方法学矩阵, 完善蓝碳技术标准, 开展渔业碳汇方法学、滨海盐沼湿地碳汇方法学、海洋牧场碳汇方法学等系列方法学研究, 开展海洋负排放核算机制与方法学研究, 建立海洋碳指纹、碳足迹、碳

标识相应的方法与技术、计量步骤与操作规范、评价标准<sup>[4]</sup>。2022年5月,山东威海乳山市人民政府办公室印发《乳山市蓝碳经济发展行动方案(2022–2025年)》,要求编制《牡蛎养殖碳汇项目碳计量和监测技术规范》,积极参与渔业碳汇方法学、海洋牧场碳汇方法学等系列方法学研究<sup>[5]</sup>。

2023年3月,浙江省发展和改革委员会、自然资源厅、生态环境厅印发《浙江省海洋碳汇能力提升指导意见》,要求开展固碳增汇标准基础研究,探索建立海洋碳汇项目方法学,建立浙江典型生态系统海洋碳汇标准体系。要求探索制定沿海湿地等生态系统碳汇能力调查监测地方标准,制定淤泥质光滩碳汇计量方法学与标准,形成完备的海洋碳汇调查、监测标准和评估规程<sup>[6]</sup>。2022年7月,浙江舟山市碳达峰碳中和工作领导小组办公室印发《舟山市蓝碳经济发展行动方案(2022–2025)》,要求加快推进碳汇渔业方法学、滨海盐沼湿地碳汇方法学等系列方法学研究,制定海洋碳汇渔业评估标准体系,构建蓝碳核算和价值评估标准体系,通过试点建设推动建立健全标准体系<sup>[7]</sup>。2022年10月,浙江温州市委科技强市建设领导小组办公室印发《温州市科技兴海暨蓝碳创新行动方案》,要求重点突破不同种类典型海岸带蓝碳生态系统(人工红树林生态系统、浅海渔业碳汇等)储量、增量、通量的监测评价方法,加强渔业养殖增汇减排技术研究,选育高效固碳的贝藻类养殖品种,总结形成渔业碳汇监测与评估方法体系<sup>[8]</sup>。

2022年7月,海南省自然资源和规划厅发布《海南省海洋生态系统碳汇试点工作方案(2022–2024年)》,要求围绕海洋生态系统碳汇资源的调查、评估、保护和修复,以试点项目为抓手,切实巩固和提升海洋生态系统碳汇,探索海洋自然资源生态价值实现路径,创新海洋生态系统碳汇发展模式和途径。以发展海洋碳汇为抓手,积极参与国际海洋碳汇标准体系建设,争取国际海洋碳汇市场的主导权与国际气候治理话语权<sup>[9]</sup>。

目前,虽然国家和大部分地方政府没有出台专门针对海洋碳汇标准化工作的文件,但涉及海洋碳汇开发的政策文件较多,加强海洋碳汇标准化工

作,建立健全海洋碳汇标准体系引领海洋碳汇开发已形成共识。

## 2 海洋碳汇标准化现状

### 2.1 相关研究

原国家海洋行政主管部门自2008年以来组织开展了海–气二氧化碳交换通量遥感监测、现场监测试点和断面走航监测,建立了海–气二氧化碳通量监测体系。2011年以来,科技部、中国科学院、国家自然科学基金委、原国家海洋局等资助了30余项蓝碳研究项目,推动了蓝碳基础科学研究,取得了丰硕成果。中国学者提出渔业碳汇、微生物碳泵等概念,并对大型藻类和贝类养殖、海洋微生物的固碳机制和潜力开展了深入研究,拓展了海洋碳汇的范畴。

海洋碳汇相关研究蓬勃发展。如:曹港程等指出海洋牧场建设是中国扩增海洋碳汇,实现碳中和战略目标的有效途径<sup>[10]</sup>。胡田等建议深入研究贝、藻养殖过程中碳循环的关键过程和机制,解析贝、藻养殖过程中的固碳、储碳机理,建立统一且较为完善的养殖系统渔业碳汇计量和评估方法<sup>[11]</sup>。但海洋碳汇标准化研究报道较少,主要集中在海洋碳汇标准体系构建探讨上。赵鹏等提出我国海洋碳汇标准体系在内容上应包括红树林、海草床、滨海沼泽和海藻场等海岸带蓝碳生态系统,养殖贝类、藻类等“渔业碳汇”在内的海洋资源生物以及“微型生物碳汇”3部分,在结构上可划分为基础通用、碳储量调查、碳通量监测、碳储量和碳通量评估与报告以及减缓措施和适应措施6个子体系<sup>[3]</sup>。黄祥燕梳理了海洋碳汇现有标准,介绍标准的适用性和内容,建议制定渔业碳汇技术规定、渔业碳汇计量与监测指南以及渔业碳汇项目方法学等标准,为开展海洋碳汇自愿交易提供技术规范;在典型近海区域创立渔业碳汇示范区,实施海洋碳汇示范工程,建立渔业碳汇数据库,运用并完善渔业碳汇标准<sup>[12]</sup>。海洋碳汇核算体系尚不完善,严重影响着后续工作的开展,建立健全海洋碳汇标准体系是一项重要任务<sup>[13]</sup>。



2.2 标准化组织

与海洋碳汇相关国际标准化组织ISO/TC 265 Carbon dioxide capture, transportation, and geological storage (二氧化碳捕集、运输和地质封存) 专注于与碳捕集、利用和封存(CCUS)相关的国际标准制定, 所属多个标准化工作组涉及海洋碳汇相关标准的制修订工作。ISO/TC 8/SC 25 Maritime GHG reduction (海事温室气体减排) 隶属于ISO/TC 8 (海洋技术), 专注于制定与减少海上运输和相关活动中温室气体排放的国际标准。ISO/TC 8/WG 15 Ocean Negative Carbon Emissions and Carbon Neutrality (海洋负碳排放与碳中和, ONCE-CN工作组隶属于ISO/TC 8 (海洋技术), 专注于与海洋相关的负碳排放技术和实现碳中和目标。中国是ISO/TC 8、ISO/TC 8/SC 25等标准化技术组织的秘书处承担国, 相关从业人员积极参与到国际海洋碳汇相关标准的制修订过程中。我国TC 156 (水产)、TC 156/SC 2 (海水养殖)、TC 156/SC 10 (渔业资源)、TC 283 (海洋)、TC 283/SC 2 (海洋调查观测监测)、TC 283/SC 3 (海洋生物资源开发与保护)、TC 548 (碳排放管理) 等标准化(分)技术委员会虽然不是专门的海洋碳汇标准化组织, 但其各自所负责的专业领域可能涉及到海洋碳汇。

2.3 试点示范

我国已开展少量海洋碳汇相关标准化试点示范。2021年9月, 国家生态环境部印发《碳监测评估试点工作方案》, 要求选取盘锦、南通、深圳和湛江作为海洋试点城市, 在盐沼、红树林、海草床、海藻养殖等试点内容中选取一种或多种类型开展监测评估。对海岸带生态系统碳储量、海岸带生态系统碳通量、海岸带生态系统植被状况、海岸带生态系统气象及水文状况、海藻养殖固(储)碳参数、海藻养殖状况进行监测。宁波市2022年启动了杭州湾南岸海岸带碳汇调查、评估与价值核算项目, 提出了海岸带三级碳库体系、海岸带碳汇制图-价值核算技术、“碳储量-碳增量-价值量”清单编制方法的海岸带碳汇全链条技术方案<sup>[14]</sup>。厦门大学承担了福建省市场监管局批准实施的两岸蓝碳交易标准化试点, 建立了“两岸共通蓝碳标准体系”, 为海洋碳汇

发展提供关键技术支撑, 助推两岸在蓝碳交易标准方面的共通和交流<sup>[15]</sup>。广东省、海南省等将开展海洋碳汇相关试点示范纳入了有关政策要求。

表1 海洋碳汇相关试点示范项目

序号	年份	项目名称	单位名称 (地区)	所属省份/ 推荐单位
1	2024年	两岸蓝碳交易标准 共通试点	厦门大学	福建省
2	2022年 -2023年	杭州湾南岸海岸带 碳汇调查、评估与 价值核算项目	宁波市自然 资源和规 划局	浙江省
3	2021年	碳监测评估试点 (海洋试点城市)	盘锦	辽宁省
4	2021年	碳监测评估试点 (海洋试点城市)	南通	江苏省
5	2021年	碳监测评估试点 (海洋试点城市)	深圳	广东省
6	2021年	碳监测评估试点 (海洋试点城市)	湛江	广东省

2.4 标准体系

我国积极开展海洋碳汇标准体系建设探索。2022年, 自然资源部发布的《自然资源标准体系》, 要求通过碳汇及碳循环标准, 提升应对气候变化能力<sup>[16]</sup>, 其结构图中涉及碳汇的相关部分如图1所示。在国土空间生态保护与修复一级标准子体系下设置生态系统碳汇标准二级子体系, 包括生态系统碳汇计量监测核算、生态系统增汇技术、生态系统碳汇交易方法3个三级子体系<sup>[16]</sup>。在地质与矿产资源标准一级子体系下设置地质灾害防治与土工环地质调查二级子体系, 并在其下设置熔岩地质与岩溶碳汇三级子体系<sup>[16]</sup>。在海洋标准子体系下设置海洋预警监测二级子体系, 并在其下设置海洋碳汇三级子体系<sup>[16]</sup>, 海洋碳汇相关标准主要放置在该子体系下面。受山东省海洋标准化技术委员会委托, 山东省海洋资环院开展了《山东省海洋碳汇标准体系制定研究》, 明确了山东省海洋碳汇未来标准化建设重点方向, 对保护和修复海洋生态系统, 推动山东省海洋碳汇的发展, 促进“双碳”目标实现具有重要意义<sup>[17]</sup>。

2.5 标准研制

海洋碳汇相关国际标准主要涉及温室气体排放和清除、大型藻类产品碳足迹、温室气体通量测

量、海洋生物调查、气候变化相关的投融资活动、二氧化碳捕获、封存、运输、森林碳平衡等领域。这些标准大多数不是专门针对海洋碳汇制定的,但在进行海洋碳汇开发过程中也可参考应用。在遵守有关标准化组织的标准版权规则的情形下可将其转化为国内适当层级的标准加以推广应用。

海洋碳汇现行相关行业标准主要包括海洋碳汇核算、大型藻类和双壳贝类碳汇计量方法、碳汇项目审定和核证、红树林造林、红树林植被恢复、海草床建设、海洋碳汇相关生态监测等方面的标准。除HY/T 0349-2022《海洋碳汇核算方法》、HY/T 0305-2021《养殖大型藻类和双壳贝类碳汇

计量方法碳储量法》等少量行业标准外,大部分不是专门针对海洋碳汇开发而制定的,但在海洋碳汇开发过程中可能会用到。

HY/T 0349-2022《海洋碳汇核算方法》系统规范了海洋碳汇核算工作流程、内容、方法等,适用于海洋碳汇能力核算与区域比较。HY/T 0305-2021《养殖大型藻类和双壳贝类碳汇计量方法碳储量法》规定了基于碳储量变化的养殖大型藻类和双壳贝类碳汇计量方法,适用于所有海水养殖大型藻类和双壳贝类碳汇的计算。

海洋碳汇相关省、市地方标准主要涉及海草床恢复与建设、潮滩与盐沼生态系统碳储量调查、碳汇计量监测、红树林造林、红树林生态修复工程评价、红树林生态健康评价等方面的

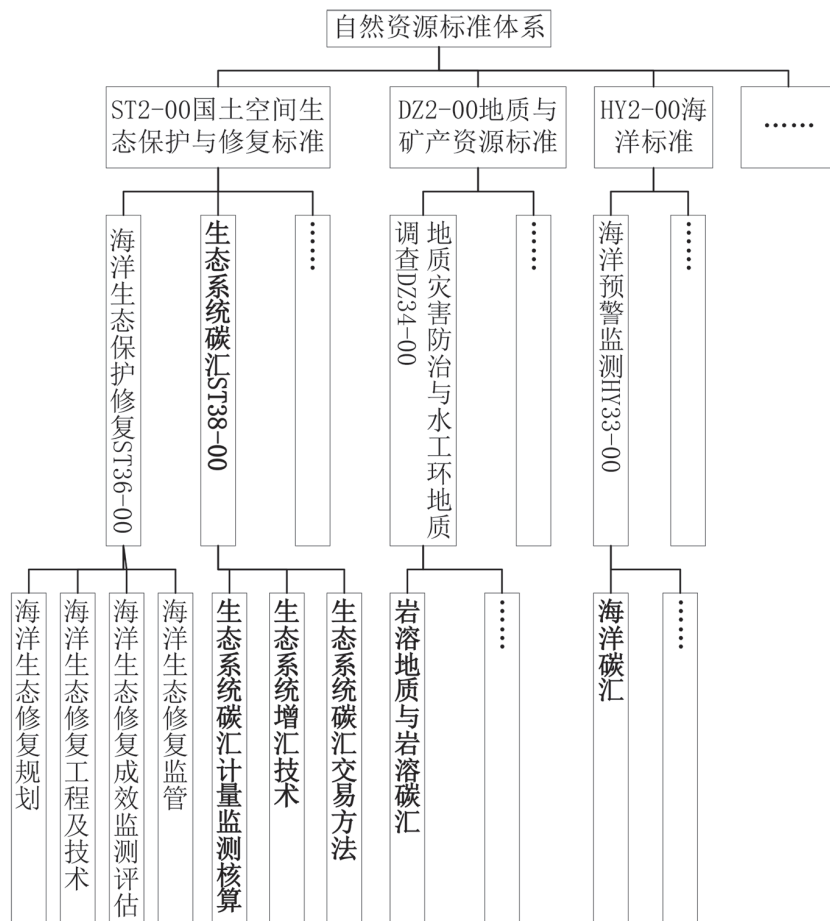


图1 自然资源标准体系涉及碳汇框架结构图

(字体加粗部分为碳汇相关部分,根据自然资源部《自然资源标准体系》整理)

我国已立项在研的海洋碳汇相关国家标准主要包括滨海盐沼生态修复、碳汇成效评估、蓝碳生态系统碳储量调查与评估、碳汇计量监测、碳汇核算、红树林生态保护修复、监测和效果评估、滨海盐沼湿地生态修复监测与效果、海草床生态修复监测与效果等方面的标准。海洋碳汇现行相关国家标准包括森林碳汇、林业碳汇项目审定和核证、海草床生态修复等方面的标准。

内容。DB45/T 1230-2015《红树林湿地生态系统固碳能力评估技术规程》,是目前开展红树林固碳储碳监测评估最直接的技术依据。DB32/T 4544-2023《潮滩与盐沼生态系统碳储量调查技术规范》和DB32/T 4545-2023《海岸线分类与调查技术规范》,首次明确了潮滩与盐沼生态系统中碳储量的调查方法和评估标准,规定了各类海岸线的调查评估方法。

海洋碳汇相关团体标准涉及内容主要包括红树林、盐沼、海草床等的现状调查、评估与生态减灾修复,海带养殖项目碳汇计量与监测、滨海蓝碳碳库增量监测,碳汇项目基线调查,碳汇监测,红

树林抗污染生态修复、抗低温生态修复、无人机遥感调查等。

此外,国内外已发布的用于测量、报告和验证海洋碳汇的相关方法学较多,可为我国建立海洋碳汇标准体系提供参考借鉴。在国家温室气体清单编制方面,《2006年IPCC国家温室气体清单指南的2013年补充版:湿地》第4章滨海湿地参考《2006国家温室气体清单指南》有关森林、泥炭地的方法给出了海草床、红树林、滨海沼泽等三大蓝碳生态系统的清单编制方法。在碳储量调查与监测方面,蓝碳倡议(Blue Carbon Initiative)科学工作组编制了《滨海蓝碳:红树林、滨海盐沼、海草床碳储量和排放因子的评估方法》。世界林业研究中心(CIFOR)出版了《红树林结构、生物量和碳储量调查、监测和报告技术规程》。碳交易方法学方面,在现有CDM方法学体系中AR-AM0014《退化红树林生境造林和再造林》和AR-AMS0003《在湿地实施的造林和再造林项目活动》因涉及红树林与蓝碳有关,核证减排方面有VM0033《滨海湿地和海草修复方法学》。2023年4月,广东省生态环境厅印发《广东省红树林碳普惠方法学(2023年版)》,规定了红树林生态修复过程中实施增汇行为产生的碳普惠核证减排量的核算流程和方法<sup>[18]</sup>。河北省生态环境厅等联合印发了《河北省海水养殖双壳类固碳项目方法学V1.0》<sup>[19]</sup>。海南省研究发布我国首个备案的红树林碳汇项目方法学HN2023001-V01《海南红树林造林/再造林碳汇项目方法学》<sup>[20]</sup>。厦门大学编制了《滨海盐沼生态修复项目碳汇计量与监测方法》,建立了以蓝碳增汇为目标的滨海盐沼生态修复项目的设计流程、碳汇计量和监测方法<sup>[21]</sup>。

### 3 海洋碳汇标准体系构建

#### 3.1 必要性和需求分析

海洋碳汇标准体系构建具有必要性。(1)落实法规、政策文件要求的需要。《关于完善主体功能区战略和制度的若干意见》《国家生态文明试验区(海南)实施方案》等,提出“探索建立蓝碳标准体系及交易机制”。《红树林保护修复专项行动计

划(2020–2025年)》要求,健全红树林保护修复标准体系,制修订相关标准规范。构建海洋碳汇标准体系是落实上述政策文件要求的应有之义。(2)促进海洋碳汇为碳达峰碳中和目标实现做出贡献的需要。探索建立海洋碳汇标准体系,有利于我国应对气候变化、绿色低碳发展、海洋生态产品价值实现。

(3)掌握海洋碳汇国际标准制定主导权的需要。率先建立海洋碳汇标准体系、形成海洋碳汇认证交易规则、建立海洋碳汇交易市场,是我国主导国际海洋碳汇发展走向、在国际海洋碳汇上拥有更多的话语权和主动权的需要。(4)支撑引领海洋碳汇发展的需要。建立海洋碳汇标准体系有利于发挥标准对海洋碳汇发展的支撑引领作用,促进海洋碳汇技术、产品、服务和应用标准化,促进海洋碳汇标准研制和实施。

#### 3.2 构建思路

(1)充分借鉴已有海洋碳汇相关标准化成果和政策要求。参考借鉴自然资源部发布的《自然资源标准体系》中海洋碳汇相关标准子体系,将其修改纳入拟构建的海洋碳汇标准体系。参考借鉴《红树林保护修复专项行动计划(2020–2025年)》《碳监测评估试点工作方案》《浙江省海洋碳汇能力提升指导意见》《海南省海洋生态系统碳汇试点工作方案(2022–2024年)》《威海市蓝碳经济发展行动方案(2021–2025年)》《温州市科技兴海暨蓝碳创新行动方案》等政策文件对海洋碳汇发展的要求,将这些要求转化为海洋碳汇标准体系所应涉及的标准化环节和标准化要素。

(2)充分总结参考海洋碳汇发展的实践经验。总结分析国外红树林保护修复经验和澳大利亚、日本、印度尼西亚等国家的蓝碳开发经验。总结提炼河北、江苏、浙江、福建、广东、海南等沿海省市在海洋碳汇开发认证、交易等方面的实践经验及形成的制度成果,为海洋碳汇标准体系构建提供实践基础。总结固化已有海洋碳汇发展实践经验,形成可复制、可推广的规范、指南。

(3)紧贴海洋碳汇标准化建设需求。对主要增汇品类的海洋碳汇数据获取、计量方法、碳汇能力评估、经济价值核算等进行细化、可操作化梳理,



形成闭环体系,对缺失的关键标准,探索制定的可行性。围绕增汇技术与管理、碳汇监测与计量、核算与认证、碳汇交易等需要规范的环节、要素建立海洋碳汇标准体系。

基于上述海洋碳汇相关标准化成果、政策要求和实践经验,结合海洋碳汇标准化建设需求,构建如图2所示的海洋碳汇标准体系框架,将标准分为基础通用、碳汇调查与评估、增汇技术与管理、碳汇监测与计量、核算与认证、碳汇交易、减缓与适应措施、管理配套等八大类。

### 3.3 标准体系框架图

海洋碳汇标准体系框架如图2所示。海洋碳汇标准体系包括基础通用、碳汇调查与评估、增汇技术与管理、碳汇监测与计量、核算与认证、碳汇交易、减缓与适应措施、管理配套8个二级标准子体系。海洋碳汇相关法律、政策、规章制度本身不属于海洋碳汇标准体系的内容,但海洋碳汇标准体系需遵循其相关要求,因此将“法律、政策、规章制度”作为一个模块用虚线箭头连接呈现在框架图上。海洋碳汇标准体系构建围绕碳汇调查与评估、增汇技术与管理、碳汇监测与计量、核算与认证、碳汇交易、减缓与适应措施、管理配套等环节和要素展开。海洋碳汇主要包括海岸带碳汇、渔业碳汇

和微生物碳汇,每类进一步细分为更具体的碳汇类型,每类碳汇的开发、交易都会涉及到上述相关环节和要素。

### 3.4 标准体系内容说明

#### (1) 海洋碳汇基础通用标准

该类标准为整个标准体系提供包括术语定义、通用方法、分类代码与编码、数据格式与获取、数据库、清单编制方法等基础性标准。为海洋碳汇标准体系其他部分的标准制定提供遵循,使相关方对海洋碳汇理解一致。

#### (2) 海洋碳汇调查与评估标准

该类标准基于系统的数据收集、实地测量、模型模拟和不确定性分析,对海洋碳汇调查、评估与报告等事项进行规定,对泥炭沼泽、红树林、牡蛎礁、海草床、盐沼、海洋牧场等蓝碳生态系统、海洋碳储存系统的二氧化碳吸收、释放、转移、储存能力进行量化和评价。

#### (3) 海洋碳汇增汇技术与管理

该类标准主要对为提高海洋碳汇量而采取的技术措施和管理措施进行规范。包括海洋肥化、改变海洋混合(人工上升流)、提高海洋碱度、二氧化碳海洋封存、海洋碳汇的保护和修复等方面的标准。

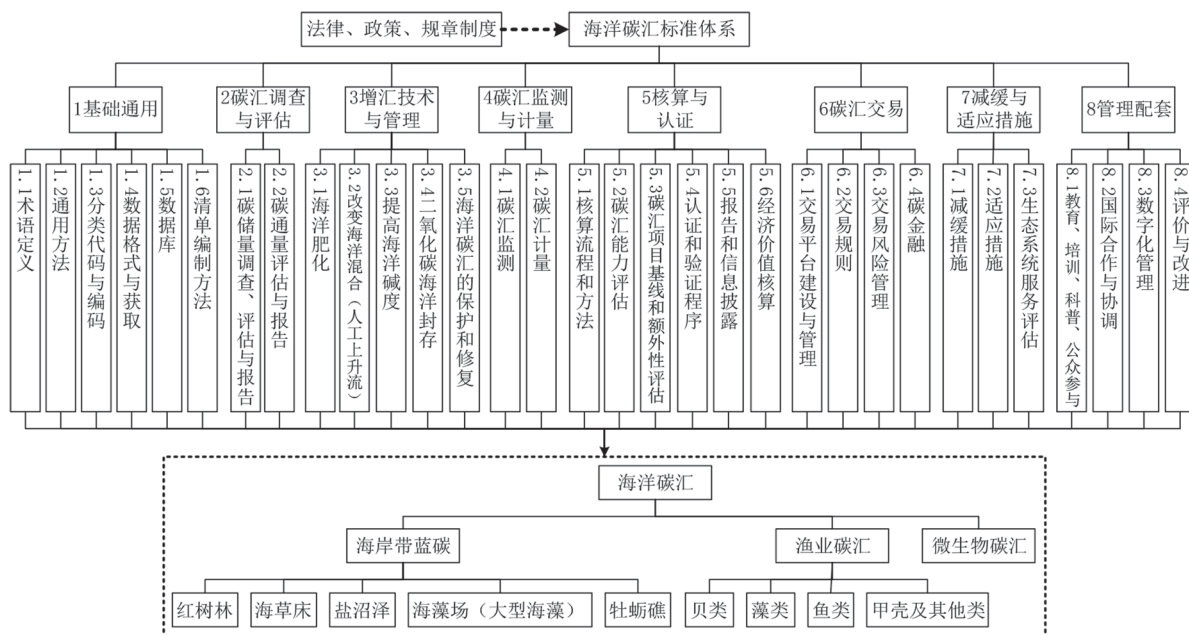


图2 海洋碳汇标准体系框架

#### (4) 海洋碳汇监测与计量

该类标准对泥炭沼泽、红树林、牡蛎礁、海草床、盐沼、海洋牧场等蓝碳生态系统的碳汇监测与碳汇计量进行规范。

#### (5) 海洋碳汇核算与认证

制定泥炭沼泽、红树林、牡蛎礁、海草床、盐沼、海洋牧场等蓝碳生态系统的碳汇核算流程、方法、评估方面的标准,对蓝碳生态系统吸收和储存大气中CO<sub>2</sub>的能力进行量化、验证、评估、认证。

#### (6) 海洋碳汇交易

该类标准对碳汇交易市场机制、平台建设管理、风险管理、碳金融等进行规范。包括碳汇交易平台建设与管理、交易规则、交易风险管理、碳金融等方面的标准。

#### (7) 海洋碳汇减缓与适应措施

针对旨在增加海洋碳汇储量、提高海洋吸收CO<sub>2</sub>效率的行动和策略制定减缓措施方面的标准。针对为了应对气候变化对海洋生态系统和碳汇功能的影响,采取的调整和应对策略制定适应措施方面的标准,保持海洋生态系统的稳定性和碳汇能力。对维持和增强海洋碳汇功能、保护生态系统服务功能进行评估,制定生态系统服务评估标准。

#### (8) 海洋碳汇管理配套

该类标准对海洋碳汇的管理、运营、宣传等进行规范。制定海洋碳汇教育、培训、科普、公众参与,国际合作与协调,评价和改进方面的标准。针对采用数字化技术提高海洋碳汇管理、运营效率和质量制定数字化管理标准。

## 4 海洋碳汇标准化建议

### 4.1 完善海洋碳汇法规政策

将海洋碳汇视为重要的公共资源纳入《海域使用管理法》,规范碳汇用海洋性质和期限。出台海岸带蓝碳资源管理相关法规、政策和方法体系。推动我国沿海省(市)参与海洋碳汇市场建设,将红树林、海草床、盐沼、大型海藻等海洋碳汇统计纳入到碳抵销登记注册系统。在《温室气体自愿减排交易管理办法》中将海洋碳汇项目纳入自愿减

排交易体系。将碳汇监测设备纳入海洋新基建范畴。出台蓝碳保护和发展规划、海洋碳汇创新发展指导意见、海洋碳汇标准化工作实施方案等政策文件,突出标准引领和标准化工作对海洋碳汇发展的促进作用。强化政策与标准的有效衔接,配套海洋碳汇标准化工作激励措施。推动海洋碳汇标准研究、编制、优化、验证、检测、评估、认证、溯源一体化发展。贴近海洋碳汇市场化需求,推进团体标准研制。

鼓励海洋碳汇标准化相关企事业单位工作人员积极加入海事温室气体减排(ISO/TC 8/SC 25)、海洋负碳排放与碳中和(ISO/TC 8/WG 15)、二氧化碳碳捕集、运输和地质封存(ISO/TC 265)、水产(TC 156)、海洋(TC 283)、碳排放管理(TC 548)等海洋碳汇相关标准化组织。加强海洋碳汇标准化平台建设和人才培养。鼓励引导碳排放管理、海洋等相关标准化技术委员会、社会团体、科研机构、企业协同开展海洋碳汇标准化工作。

### 4.2 开展海洋碳汇标准化研究和建立健全标准体系

目前海洋碳汇理论与增汇关键技术有待突破。建设蓝碳标准化实验室,搭建蓝碳野外定位观测系统和海洋碳汇数据平台;探索“实体+联盟”的合作机制,联合研究机构共同开展蓝碳标准化研究。厘清海洋碳汇范围,加强陆海统筹增汇模式研究,不断深化研究红树林、海草床、盐沼、大型海藻等海岸带蓝碳,贝类、藻类、鱼类等渔业碳汇,微生物碳汇的分布、固碳机制、增汇途径和评估方法。建立蓝碳监测和调查研究的技术方法和标准,利用卫星遥感等数字化技术,统筹开展蓝碳储量、碳汇速度和增汇潜力底数调查,摸清蓝碳资源底数以及增汇潜力,建立蓝碳资源数据库。开展基于海洋增汇技术的滨海滩涂湿地修复技术研究,开展修复技术适应性评估、增汇成效评估,完善增汇路径、方式,优化规划布局。建立海洋碳指纹、碳足迹、碳标识相应的方法与技术、计量步骤与操作规范、评价标准。及时将海洋碳汇相关科研成果转化为技术标准。

根据海洋碳汇发展政策导向和实际需求,依托标准化研究机构和海洋、渔业相关企业,结合海



洋碳汇发展现状、特点和需求做好标准化顶层设计研究,建立健全海洋碳汇标准体系。为海洋碳汇标准化工作奠定基础、规划蓝图、确定主要范围和重点领域,为标准制修订计划提供依据,填补实践相关标准领域的空白,增强我国海洋碳汇国际标准话语权。征集海洋碳汇标准制修订项目,形成标准制修订建议目录并动态更新。建立海岸带蓝碳评估标准,借鉴吸收已有绿碳和蓝碳标准与方法学,开发适用于我国国情的海岸带蓝色碳汇方法学。健全红树林保护修复标准体系,完善渔业碳汇标准体系,制修订相关标准规范。研制海洋碳汇增汇技术与管理、碳汇监测与计量、核算与认证、碳汇交易、抵消、评价与改进等方面的关键缺失标准。推进海藻场、海草床和盐沼碳储量调查评估等相关技术标准制定,建立蓝碳项目的监测、报告和核查方法学体系。

#### 4.3 开展海洋碳汇标准化相关应用试点示范

建设海洋碳汇科普基地,结合世界标准日、世界海洋日、全国海洋宣传日,加大海洋碳汇领域标准的宣贯、培训、实施力度。将海洋碳汇先进技术、先进理念、先进方法以标准形式导入海洋碳汇开发、交易过程中,提质增效,打通海洋生态产品价值实现通道。开展渔业碳汇标准化试点,推动渔业碳汇核算技术、方法学、标准的应用实践。引入碳汇金融,打造海洋碳汇经济全产业链,建设渔业碳汇综合示范区,打通渔业碳汇从开发、认证、交易到抵消的关键环节。研发海洋“负排放”技术,试点蓝碳捕获与封存技术。

积极探索开展海洋碳汇交易标准化试点。明晰产权归属、健全交易模式,支持蓝碳信贷、债券、保险、基金、期货、期权的发展。开展将经过科学评估和相应程序的海洋碳汇纳入国家核证自愿减排、全国碳排放权交易的抵销机制和自愿减排交易试点,通过市场机制推动海洋碳汇开发,助力“双碳”目

标实现。

#### 4.4 加强海洋碳汇国际标准化交流与合作

我国应积极推动将海洋碳汇纳入国际气候治理体系和“国家自主贡献”机制谈判,推动将海洋碳汇引入联合国、G20、“一带一路”等多边机制议题。积极与“一带一路”国家,开展海洋碳汇生态系统保护、修复、技术等合作,形成“一带一路”海洋碳汇合作机制。推动中国蓝碳项目入选联合国教科文组织的海洋世界遗产地项目。

积极参与海洋碳汇国际规则 and 标准制定等国际合作。深化与沿海国家和地区在碳汇调查与评估、增汇技术与管理、碳汇监测与计量、核算与认证、交易等领域的合作,逐步建立被国际认可的海洋碳汇增汇理论、标准体系。积极推动我国蓝碳标准“走出去”,带动我国蓝碳方面的研究成果、技术、经验“走出去”,让我国在海洋碳汇国际标准化方面拥有更多话语权和主动权。

## 5 结 论

建立健全海洋碳汇标准体系并动态调整优化,是助力“双碳”目标实现、促进海洋碳汇生态价值实现的需要。基于已有海洋碳汇相关标准化成果和实践经验,紧贴海洋碳汇标准化建设需求,构建了包括基础通用、碳汇调查与评估、增汇技术与管理、碳汇监测与计量、核算与认证、碳汇交易、减缓与适应措施、管理配套8个二级标准子体系的海洋碳汇标准体系,为标准制修订计划提供依据。提出了完善海洋碳汇法规政策、开展海洋碳汇标准化研究和建立健全标准体系、开展海洋碳汇标准化相关应用试点示范、加强海洋碳汇国际标准化交流与合作等海洋碳汇标准化建议。为加快海洋碳汇关键缺失标准研制,持续提升海洋碳汇标准化水平,实现标准化支撑引领海洋碳汇高质量发展提供参考。

## 参考文献

- [1] LEE H, CALVIN K, DASG D, et al. Climate change 2023: AR6 synthesis report[EB/OL]. IPCC. [2024-08-22]. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>.
- [2] 习近平. 习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上的讲话[EB/OL]. 新华网. (2020-09-22) [2024-08-22]. [http://www.xinhuanet.com/world/2020-09/22/c\\_1126527652.htm](http://www.xinhuanet.com/world/2020-09/22/c_1126527652.htm).
- [3] 赵鹏, 汤玉婧, 宋文婷, 等. 我国蓝碳标准体系的需求和设计[J]. 中国标准化, 2021(17): 68-73+78.
- [4] 威海市人民政府办公室. 威海市人民政府办公室关于印发威海市蓝碳经济发展行动方案(2021—2025年)的通知[EB/OL]. 威海市人民政府门户网站. (2021-04-04) [2024-09-16]. [https://www.weihai.gov.cn/art/2021/7/7/art\\_59749\\_8811.html](https://www.weihai.gov.cn/art/2021/7/7/art_59749_8811.html).
- [5] 乳山市人民政府办公室. 乳山市人民政府办公室关于印发乳山市蓝碳经济发展行动方案(2022—2025年)的通知[EB/OL]. 乳山市人民政府门户网站. (2022-05-05) [2024-09-16]. <http://www.rushan.gov.cn/attach/0/6a5d03d09f5349f89e870a57a3335655.pdf>.
- [6] 浙江省发展和改革委员会. 省发展改革委 省自然资源厅 省生态环境厅关于印发《浙江省海洋碳汇能力提升指导意见》的通知[EB/OL]. 浙江省人民政府门户网站. (2023-03-06) [2024-09-16]. <http://zhengce.zj.gov.cn/policyweb/httpservice/showinfo.do?infoId=51837245307f4b208f65c2995a762982>.
- [7] 舟山市发展和改革委员会. 我市发布蓝碳经济发展行动方案[EB/OL]. 舟山市发展和改革委员会政务网. (2022-07-19) [2024-09-17]. [http://zsfwg.zhoushan.gov.cn/art/2022/7/19/art\\_1297631\\_58717262.html](http://zsfwg.zhoushan.gov.cn/art/2022/7/19/art_1297631_58717262.html).
- [8] 温州市委科技强市建设领导小组办公室. 关于印发《温州市科技兴海暨蓝碳创新行动方案》的通知[EB/OL]. 温州市科学技术局政务网. (2022-10-14) [2024-09-16]. [http://wzkj.wenzhou.gov.cn/art/2022/10/14/art\\_1229203966\\_4109476.html](http://wzkj.wenzhou.gov.cn/art/2022/10/14/art_1229203966_4109476.html).
- [9] 海南省自然资源和规划厅. 海南出台海洋生态系统碳汇试点工作方案(2022—2024年)[EB/OL]. 海南省自然资源和规划厅政务网. (2022-08-02) [2024-09-17]. [https://lr.hainan.gov.cn/ywdt\\_312/zwdt/202208/t20220802\\_3240824.html](https://lr.hainan.gov.cn/ywdt_312/zwdt/202208/t20220802_3240824.html).
- [10] 曹港程, 沈金生. 海洋牧场碳汇资源生态补偿标准[J]. 自然资源学报, 2022, 37(12): 3153-3166.
- [11] 胡田, 苏洁, 邵魁双, 等. 贝藻养殖碳汇过程、机制与增汇模式研究进展[J]. 水产科技情报, 2024, 51(3): 194-200.
- [12] 黄祥燕. 海洋碳汇标准浅析[C]// 标准化助力供给侧结构性改革与创新——第十三届中国标准化论坛论文集. 中国山东济南, 2016: 1418-1421.
- [13] 赵建东. 规范核算标准赋能蓝碳经济[N]. 中国自然资源报, 2023-01-10(5).
- [14] 宁波市林业局. 提供“宁波方案”! 宁波首个蓝碳试点通过专家验收[EB/OL]. 浙江省林业局政务网. (2023-02-28) [2024-09-17]. [http://lyj.zj.gov.cn/art/2023/2/28/art\\_1229001954\\_59046805.html](http://lyj.zj.gov.cn/art/2023/2/28/art_1229001954_59046805.html).
- [15] 何可, 江岱. 市场监管部门开展两岸蓝碳交易标准共通试点[EB/OL]. 中国质量新闻网. (2024-07-01) [2024-09-16]. [https://www.cqn.com.cn/zgzlb/content/2024-07/01/content\\_9055478.htm](https://www.cqn.com.cn/zgzlb/content/2024-07/01/content_9055478.htm).
- [16] 自然资源部办公厅. 自然资源部办公厅关于印发《自然资源标准体系》的通知[EB/OL]. (2022-05-09) [2024-06-20]. [https://gi.mnr.gov.cn/202206/t20220602\\_2738327.html](https://gi.mnr.gov.cn/202206/t20220602_2738327.html).
- [17] 山东海洋资源与环境研究院. 省海洋资环院组织召开“山东省海洋碳汇标准体系制定研究”专家咨询会[EB/OL]. 山东省自然资源厅政务网. (2023-09-27) [2024-09-16]. [http://dnr.shandong.gov.cn/xwdt\\_324/zwdt/202309/t20230927\\_4419204.html](http://dnr.shandong.gov.cn/xwdt_324/zwdt/202309/t20230927_4419204.html).
- [18] 广东省生态环境厅. 广东省生态环境厅关于印发《广东省红树林碳普惠方法学(2023年版)》的通知[EB/OL]. 广东省生态环境厅. (2023-04-04) [2024-09-16]. [https://gdee.gd.gov.cn/shbtwj/content/post\\_4148716.html](https://gdee.gd.gov.cn/shbtwj/content/post_4148716.html).
- [19] 河北省生态环境厅, 河北省自然资源厅, 河北省农业农村厅. 关于印发《河北省海水养殖双壳贝类固碳项目方法学》的通知[EB/OL]. 河北省生态环境厅. (2023-01-31) [2024-09-16]. <https://hbepb.hebei.gov.cn/hbhjt/zwgk/fdzdgnr/zdlyxxgk/ydqhbh/tanshichang/101665709146033.html>.
- [20] 莫华, 陈永梅, 王旭涛, 等. 从海南实践看我国的蓝碳保护和发展[N/OL]. 中国环境报. 2024-01-16(3).
- [21] 陈鹭真, 等. 滨海盐沼生态修复项目碳汇计量与监测方法[EB/OL]. 广州碳排放权交易中心. (2023-09-25) [2024-09-16]. <https://ecovalue.cnemission.com/PrjMethodDetails?refDetailsIdx=ff8080818aca6b03018aca6cf73e0000>.