

Doi: 10.11840/j.issn.1001-6392.2019.06.002

国际蓝碳合作发展与中国的选择

赵鹏^{1,2}, 胡学东³

(1. 国家海洋信息中心, 天津 300171; 2. 自然资源部第四海洋研究所, 广西 北海 536000;
3. 中国大洋矿产资源研究开发协会办公室, 北京 100049)

摘 要: 海洋储存了地球上 93 % 的 CO₂, 是全球最大的碳库。发挥海洋固碳、储碳作用, 对应对全球气候变化具有重要意义。《联合国气候变化框架公约》和《巴黎协定》是 2020 年后国际气候治理的基础, 为国际蓝碳合作指明了方向, 也提供了国际法依据。当前, 国际蓝碳合作从科学研究向纳入国际气候治理方向不断推进, 不少国际组织和国家已着手推动蓝碳国际规则制定。中国蓝碳资源分布广泛, 特色鲜明, 蓝碳发展起步阶段里中国的参与不仅是对全球应对气候变化的重要贡献, 更有助于通过蓝碳合作增强我国在全球气候治理和海洋治理领域的影响力和话语权。我国蓝碳发展应从国内、国际两个方面着手。在国内夯实基础、补足短板, 加强蓝碳基础研究和实践, 建立蓝碳评估标准, 加快蓝碳人才队伍建设。在国际上积极参与现有国际蓝碳计划, 在“21 世纪海上丝绸之路”等机制框架下开展双、多边蓝碳合作, 推动全球蓝碳治理, 从积极参与向适时引领发展。

关键词: 蓝碳; 国际合作; 《巴黎协定》; 气候变化; 海洋

中图分类号: D813 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-6932(2019)06-0613-07

International blue carbon cooperation and China's choice

ZHAO Peng^{1,2}, HU Xue-dong³

(1. National Marine Data and Information Service, Tianjin 300171, China; 2. Fourth Institute of Oceanography, Ministry of Natural Resources, Beihai 536000, China; 3. China Ocean Mineral Resources R&D Association, Beijing 100049, China)

Abstract: The ocean is the largest carbon pool of the world. It stores 93 % of the CO₂ of the world, and plays a significant role in adapting to global climate change. The United Nations Framework Convention on Climate Change and the Paris Agreement will be the basis for international climate governance after 2020. They have pointed out the direction for international blue carbon cooperation and also will be the basis of international laws. At present, international blue carbon cooperation has been continuously promoted from scientific research to international climate governance. Many international organizations and countries have begun to promote blue carbon international rules. China's blue carbon resources are widely distributed with distinctive features. Participation in the initial stage of blue carbon development is not only an important contribution to global climate change, but also contributes to strengthening China's influence in global climate governance and ocean governance through blue carbon. China shall develop blue carbon from both domestic and international aspects. On the one hand, strengthen the basic research and practice of blue carbon, establish blue carbon assessment standards and train the blue carbon expertise. On the other hand, as actively participate in the existing international blue carbon mechanisms and enhance bilateral and multilateral blue carbon cooperation under the framework of the "21st Century Maritime Silk Road".

Keywords: blue carbon; international cooperation; Paris Agreement; climate change; ocean

工业革命以来, 二氧化碳等温室气体在大气中的浓度呈显著上升趋势, 造成全球气候变化, 引发了一系列全球性环境和社会问题 (Pachauri et al, 2014)。控制大气中温室气体的浓度是减缓气候变

收稿日期: 2019-05-06; 修订日期: 2019-08-03

基金项目: 国家自然科学基金 (41606192); 中国科学院海洋生态与环境科学重点实验室、青岛海洋科学与技术国家实验室海洋生态与环境科学功能实验室开放基金 (KLMEES201607)。

作者简介: 赵鹏 (1983-), 博士, 助理研究员, 主要从事海洋生态学和蓝碳科学与政策研究。电子邮箱: zp-zp@l63.com

通讯作者: 胡学东, 博士。电子邮箱: xuedonghu1@sina.com。

化的关键。植物通过光合作用将二氧化碳转化为有机物储存在生态系统中,起到了碳汇的作用,在全球碳循环中扮演重要角色,通常被称为“绿碳”。全球每年产生的绿碳中,一半以上(55%)由海洋生物捕获,这部分被称为“蓝碳”(Nellemann et al, 2009)。2009年,联合国环境规划署(UNEP)、联合国粮农组织(FAO)和联合国教科文组织政府间海洋学委员会(IOC/UNESCO)联合发布《蓝碳:健康海洋固碳作用的评估报告》(以下简称《蓝碳》报告),确认了海洋在全球气候变化和碳循环过程中至关重要的作用,并重点关注海草床、红树林、滨海沼泽三大海岸带蓝碳生态系统,指出它们具有固碳量巨大、固碳效率高、碳存储周期长等特点。在国际组织和相关国家的积极推动下,国际社会已经认识到蓝碳在应对气候变化方面的重要作用并着手推动蓝碳纳入2020年后国际气候治理体系。蓝碳国际合作发展呈现阶段性特点,国际气候规制和蓝碳科学发展影响和指引着蓝碳国际合作的方向和内容,研判蓝碳国际合作的特点和趋势,提出我国蓝碳政策的选择对于推进我国海洋生态文明建设,深入参与全球气候和海洋治理是十分必要和紧迫的。

1 蓝碳国际合作发展路径研究:合作方式和推动力的转换

从2009年至今不到十年时间里,国际社会在蓝碳领域开展了广泛合作,在科学研究、政策制定和管理实践等方面取得了大量成果(Murray et al, 2012),蓝碳发展经历了概念提出、科学认识深化和纳入政治议题三个阶段,联合国相关机构、非政府组织、主权国家政府分别在这三个阶段扮演了重要角色。

由于蓝碳是应对全球气候变化、生物多样性保护和可持续发展等全球治理热点领域的汇聚点,许多以生态环境保护、可持续发展等为宗旨的国际组织认识到蓝碳对于推动自身工作的重要作用,通过发布报告,举办研讨会和实施示范项目等手段积极宣传和推动国际蓝碳合作。《蓝碳》报告发布不久,全球100家环保组织和43个国家的150名科学家发起了“蓝色气候联盟”(Blue Climate Coalition)活动,通过向美国白宫、参议院、全球环境基金(GEF)等发出公开信,呼吁通过保护海洋减缓气

候变化影响。“蓝色气候联盟”在蓝碳议题出现之际迅速地扩大了蓝碳的舆论影响,但由于其成员组成庞杂、组织方式松散,无实际经费,难以开展实质工作,2011年以后即处于停滞状态。2010年,保护国际(CI)、IOC/UNESCO和世界自然保护联盟(IUCN)共同发起了科学家间交流合作平台“蓝碳倡议”(Blue Carbon Initiative, BCI),推动将蓝碳纳入全球气候治理体系及相应融资方案。“蓝碳倡议”设立了科学工作组和政策工作组,每个工作组由25名相关领域专家组成,科学工作组每年召开一次会议,政策工作组近年来则未召开会议。通过在不同国家举办会议并广泛邀请各国科学家、政府官员和非政府组织代表参会,“蓝碳倡议”扩大了蓝碳影响力,使更多国家意识到蓝碳的重要性,同时还促成科学家们合作发表了多篇蓝碳科学论文和技术指南。然而,由于国际组织的资金来源并不稳定,“蓝碳倡议”虽然持续运行,但推动实质性工作的能力有限,同时两个工作组人员组成长期没有更新和扩大,随着各国对蓝碳重要性认识的提高,“蓝碳倡议”越来越难以满足蓝碳国际合作发展的需要。

2016年,《巴黎协定》(以下简称《协定》)在巴黎气候变化大会(COP 21)通过,“国家自主贡献”(Nationally Determined Contributions, NDC)取代《京都议定书》(以下简称《议定书》)的强制减排机制,全球气候治理进入了新的时代(巢清尘等, 2016)。在下一阶段国际气候治理体系确定之际,主权国家政府开始出面推动蓝碳发展,蓝碳议题也从科学认识转向纳入《协定》相关机制。澳大利亚是全球蓝碳资源最为丰富的国家,三种蓝碳生态系统在全球均占有重要位置,积极推进国际蓝碳合作和发展符合其自身利益。在《2006年IPCC国家温室气体清单指南的2013年补充版:湿地》(以下简称《补充版》)发布不久,澳大利亚就率先将海草床、红树林和滨海沼泽纳入其国家温室气体清单。在COP 21期间,澳大利亚政府发起了包括国家政府、政府部门、政府间国际组织、非政府组织、研究机构、国际计划等(表1)在内的“国际蓝碳伙伴”(International Blue Carbon Partnership)倡议,在马拉喀什气候变化大会(COP 22)和波恩气候变化大会(COP 23)期间召开蓝碳问题边会,并已分别在印度尼西亚、阿联

酋和斐济召开了三次年度研讨会，将蓝碳纳入 NDC 成为历次会议的主题。从“蓝碳倡议”到“国际蓝碳伙伴”，蓝碳国际合作推动者悄然由国际组织转为澳大利亚政府。“国际蓝碳伙伴”政府成员既有美国、印度尼西亚等海洋大国，也有管辖海域面积相对较小的国家，它们都远离澳洲大陆，澳大利亚对它们施加影响的空间十分有限，从已召开的“国际蓝碳伙伴”年会看，相关国家成员参与的热情并不高，大多仅派科学家或大使馆官员与会。在此背景下，澳大利亚将目光转向数量众多的太平洋和印度洋岛国。

澳大利亚在 COP 23 期间联合斐济等国发起了“太平洋蓝碳倡议”，宣布出资 600 万美元推动太平洋岛国蓝碳发展，并于 2018 年 3 月在政府间地区组织环印度洋联盟 (IORA) 框架下组织印度洋蓝碳大会。选择太平洋和印度洋岛国作为合作伙伴的原因包括：第一，由于它们距离澳大利亚更近，在地缘政治上受澳大利亚影响更深，澳方在合作方向

和内容上能够掌握主导权；第二，小岛屿国家国土虽小但数量众多，是国际气候变化谈判的重要力量，太平洋和印度洋是小岛屿国家集中分布区域，通过该区域国家推动全球蓝碳发展；第三，气候变化对小岛屿国家影响深远，甚至关系到国家的生死存亡，发展蓝碳能够得到它们的共鸣和支持。因此，在继续推动无日常经费的“国际蓝碳伙伴”的同时，太平洋和印度洋岛国将成为澳方推动蓝碳国际合作的重点，并很可能在它们的支持下推动并领导全球蓝碳发展。

在蓝碳区域合作中，韩国的动向值得关注。2018 年 11 月，在韩国海洋与渔业部的支持下，韩国海洋环境管理公团 (KOEM) 于 2018 年 11 月第六届东亚海 (EAS) 大会期间组织了东亚海区域蓝碳研究网络研讨会，提出建立东亚海区域蓝碳研究网络，东亚海环境管理伙伴关系区域组织 (PEMSEA) 韩国籍顾问组织并引导会议议程，韩国海洋科学与技术研究所 (KOIST)、汉城城市大

表 1 国际蓝碳伙伴成员

类型	参加者
政府	澳大利亚、哥斯达黎加、印度尼西亚、韩国
政府机构	美国海洋大气局、阿联酋气候变化与环境部、塞舌尔环境能源和气候变化部、塞拉利昂农林和食品全部
政府间国际组织	联合国教科文组织政府间海洋学委员会 (IOC/UNESCO)、太平洋岛国论坛秘书处、《拉姆萨尔湿地公约》秘书处
国际非政府组织	保护国际 (CI)、世界自然保护联盟 (IUCN)、太平洋区域环境计划秘书处、大自然保护协会 (TNC)、世界自然基金会 (WWF)
研究机构	国际林业研究中心 (CIFOR)、昆士兰大学全球变化研究所、澳大利亚联邦科学和工业研究组织 (CSIRO)
国际计划	蓝碳倡议、阿布扎比全球环境数据倡议 (AGEDI)、联合国环境规划署全球资源信息数据库网络 (UNEP-GRID)、东亚海环境管理伙伴关系计划 (PEMSEA)

注：截至 2017 年 12 月

学等派员参加，会上韩方在会场上形成合力，并决心推动东亚海地区蓝碳发展。

2 蓝碳国际合作方向分析与预判：纳入国际气候治理体系的时机

《联合国气候变化框架公约》(以下简称《公约》)是首个为全面控制温室气体排放，应对气候变化不利影响的国际公约，也是国际气候治理的基本框架。《公约》及其《议定书》和《协定》构成了应对气候变化国际合作的法律基础(于宏源，2016)。在 2020 年以后，《协定》将取代《议定书》发挥作用，因此未来的国际蓝碳合作将围绕并按照《公约》和《协定》及其相关机制展开。

虽然蓝碳的概念在 2009 年才得以提出，但海

洋生态系统在国际气候治理体系建立之初就已纳入其范畴。《公约》序言中确认“意识到陆地和海洋生态系统中温室气体汇和库的作用和重要性”，第 4.1 (d) 项强调“维护和加强包括生物质、森林和海洋以及其他陆地、沿海和海洋生态系统在内的所有温室气体的汇和库”。因此，蓝碳作为沿海和海洋生态系统的一部分属于公约所述的温室气体的汇和库，《公约》为蓝碳国际合作提供了国际法基础。《议定书》未像《公约》那样提及海洋和海洋生态系统以及草原、农田等生物质增汇，其第 2.1 (a) ii 项中虽强调保护和增加温室气体的汇和库，但范畴仅限于“促进可持续森林管理、造林和再造林”。这可能是由于在强制减排机制和当时的认知条件下，森林更符合《议定书》第 3.3 项可监测、

可核查、可报告的要求。随着减排机制由强制减排向自愿减排转变,《协定》序言中重申《公约》所述的温室气体的汇和库,强调必须确保包括海洋在内的所有生态系统的完整性。《协定》第5.1项对温室气体汇和库范畴的界定由《议定书》仅限于“促进可持续森林管理、造林和再造林”重新调整回“维护和加强《公约》第4.1(d)项所述的温室气体的汇和库,包括森林”。由此可见,在《协定》规制下,森林不再被视为唯一的温室气体的汇和库,包括蓝碳在内的海洋生态系统也纳入其中。因此,蓝碳国际合作的重点应从目前普及蓝碳知识,提升蓝碳意识及时调整到推动蓝碳纳入2020年后《协定》下的相关机制。

《协定》相关机制将在一定程度上承袭《公约》和《议定书》,目前蓝碳已经纳入或部分纳入其中。《公约》要求用可比方法编制并定期更新、公布国家温室气体清单。目前,IPCC国家温室气体清单专题组(TFI)已经编制了两个版本的《国家温室气体清单指南》,并将在2019年批准第三个版本。2013年《补充版》第4章滨海湿地给出了海草床、红树林、滨海沼泽等三大蓝碳生态系统清单编制方法,各缔约国可按照该方法将蓝碳纳入本国的温室气体清单。目前,澳大利亚、阿联酋阿布扎比酋长国和美国已按照《补充版》将蓝碳生态系统纳入国家温室气体清单。由于《补充版》给出的方法具有一定的技术复杂性,包括小岛屿国家、最不发达国家在内的不少发展中国家难以独立编制本国清单,将蓝碳编入国家温室气体清单将是蓝碳国际合作的重要领域,也将成为发达国家提高蓝碳领域影响力的重要手段。

《议定书》对附件一国家(发展中国家)提出了强制性减排要求,并明确可采取排放贸易(ET)、联合履约(JI)、清洁发展机制(CDM)三种“灵活履约机制”作为完成减排义务的补充手段,国际碳市场在此之后呈现爆发式增长。在CDM机制下已有《退化红树林生境造林和再造林》(AR-AM0014)和《在湿地实施的造林和再造林项目活动》(AR-AMS0003)两项与蓝碳相关的方法学,它们为后《议定书》时代将蓝碳纳入碳交易奠定了方法学基础。虽然国际社会尚未对《协定》机制下碳市场做出明确安排,但可以预见市场机制在2020年后仍将在温室气体减排中发挥重要作用。

因此,按照未来《协定》设立的自愿减排碳市场机制,构建蓝碳交易规则、方法学等也将成为蓝碳国际合作的重要内容。与《议定书》不同,《协定》采取自愿减排机制,要求各国应制定并每5年通报其NDC,并通过设置国家盘点和透明度等机制强化履约。到目前为止,NDC具体机制尚处于谈判之中,将蓝碳纳入其中的努力既面临契机也十分紧迫。因此,2020年前的蓝碳国际合作应重点推动蓝碳纳入NDC具体机制和安排并为之提供可靠的技术支撑。

总的来说,推动蓝碳纳入国际气候治理体系是目前蓝碳国际合作的主要目标。主要工作包括:一是应密切跟踪《协定》谈判进程,积极参与历次气候变化大会,呼吁并推动各缔约方将蓝碳纳入NDC机制谈判,加强技术和政策合作为谈判提供技术支撑;二是推动更多的国家将蓝碳纳入本国国家温室气体清单,在《补充版》的基础上,开发出易于操作的清单编制方法,并为不发达国家和小岛屿国家提供技术援助;三是合作开发适用于自愿减排的蓝碳交易方法学,推动蓝碳纳入碳市场。

3 蓝碳国际合作内容:科学基础的制约要素

“蓝”和“碳”两个词连在一起将海洋与应对气候变化联系起来,为有效应对气候变化寻找海洋领域的解决途径。目前,海草床、红树林、滨海沼泽和海藻场在固定和储藏二氧化碳方面的重要性已受到科学界广泛认可(Nellemann et al, 2009)。《蓝碳》报告的主要作者,国际知名蓝碳科学家Duarte等(2013)指出全球大型藻类净初级生产力是全球海草床、红树林和滨海沼泽总和的2.36倍,这其中有5%~10%向深海输送并形成稳定碳库,呼吁将大型藻类作为第四类蓝碳。蓝碳的提出使海洋学家从应对气候变化的角度重新审视海洋生态系统,对蓝碳范畴的讨论也不仅仅局限于高等植物和大型藻类。我国科学家Tang等(2011)提出“渔业碳汇”,指出贝类、藻类养殖活动直接或间接地使用了大量的海洋碳,提高了浅海生态系统吸收大气CO₂的能力。Jiao等(2010)提出“微型生物碳泵”理论,指出微型生物能够利用海洋中活性有机质经过一系列转化形成难以被再次利用、能够储存几千年之久的惰性溶解有机碳(RDOC)。还有学

者提出了“鱼碳”概念 (Fish Carbon)，将蓝碳的范畴拓展到海洋脊椎动物 (Lutz et al, 2014)；世界自然保护联盟 (IUCN) 发布报告讨论了大洋中钙化者、硅藻、漂浮海藻、磷虾、鱼类，以及海底化能合成生物、深海微生物等固碳能力 (Laffoley et al, 2014)，将蓝碳由海岸带和近海拓展到大洋。

对于蓝碳的讨论已几乎涉及整个海洋，这既是海洋科研人员对气候变化这一关系人类命运热点话题的必然反应，也表明蓝碳科学体系尚不完善，例如，目前尚无广为各方接受的蓝碳科学定义。这一方面是由于蓝碳是由绿碳引申而来，形象化的描述背后的科学范畴模糊不定；另一方面，一些蓝碳研究是在既定研究范式下对海洋应对气候变化这一话题的重新审视，往往立足于各自相对微观的研究领域，缺乏对气候变化规则和蓝碳科学的深入了解。因此，科学、严谨地界定蓝碳的范畴，建立蓝碳科学体系对于蓝碳科学发展本身以及将蓝碳纳入全球气候治理体系是十分重要和紧迫的。在现有国际气候治理体系下，对自然生态系统碳汇的认识以高等植物组成的陆地森林、湿地、草原为主，因此由高等植物组成的海草床、红树林、滨海沼泽等海岸带生态系统更容易进入国际气候治理体系，甚至已经被接纳进入 IPCC《国家温室气体清单指南》。对于其他已提出的蓝碳类型而言，由于其并非仅包括维管束植物，可以是动物、原核生物乃至细菌、病毒，因此现有国际气候治理体系对于自然生态系统碳汇的方法难以适用。目前，蓝碳已纳入 IPCC《气候变化和海洋及冰冻圈特别报告》并将于 2019 年提交批准，该报告将为蓝碳纳入 NDC 等《协定》相关机制提供重要的科学支撑，可以预见其对蓝碳科学范畴的定义将在一定时期影响蓝碳国际合作的内容。

对于蓝碳科学范畴的讨论将随着蓝碳国际合作发展不断深化，并将影响着不同时期的合作内容。对于海草床、红树林和滨海沼泽三大蓝碳生态系统而言，纳入国际气候治理体系的技术条件和政治氛围已经成熟，因此推动它们纳入《协定》相关机制将成为今后一段时间蓝碳国际合作的重点内容。《公约》和《协定》并未排除其他蓝碳类型。在中国的推动下，国际社会已对将大型藻类、贝类纳入蓝碳的呼声有一定了解。大型藻类和贝类养殖以不投饵的方式在开放海域中生产食物，是人类可控的

碳汇和碳库，符合《协定》“认识到保障粮食安全和消除饥饿的根本性优先事项”和第 2.1 (b) 项“以不威胁粮食生产的方式增强气候抗御力和温室气体低排放发展”的要求，目前亟须按气候变化科学的思路阐明二者储碳的机制和能力。对于微型生物、各种大洋生物而言，进一步深化科学认识，探索量化方法和人为可控的增汇储碳技术将成为未来该领域科学合作的重点。而对于鲸豚类、鱼类等捕食者而言，则需要科学论证其对稳定碳库的贡献。

4 发展蓝碳的双重需求：中国生态文明建设和深度参与国际治理的政策分析

中国滨海湿地面积约为 670 万 hm^2 ，是世界上为数不多的同时具有海草床、红树林、滨海沼泽三大蓝碳生态系统的国家。其中，海草床面积超过 2 万 hm^2 (未公开数据)，广泛分布在全国沿海；红树林面积约 2.5 万 hm^2 ，分布于浙江以南海域；滨海沼泽面积约 1.2 万~3.4 万 hm^2 ，在全国范围内广泛分布 (牛振国等, 2012)。我国海水养殖产量约占世界的 70% 以上。贝类、藻类养殖是我国产量最大的海水养殖对象，2015 年我国的海水贝类养殖产量达到了 1 358.4 万吨，养殖面积 152.6 万 hm^2 ；大型藻类 209.8 万吨，养殖面积 13 万 hm^2 ，产量分别占我国海水养殖产量的 73% 和 11.1% (农业部渔业渔政管理局, 2016)。

然而，自 20 世纪 60 年代以来，中国相继经历了四次大规模围填海浪潮，约 219 万 hm^2 滩涂消失 (Zhao et al, 2016)，导致红树林、海草床、滨海沼泽面积大幅缩小，近海环境恶化加剧了这一趋势。这不但导致年碳汇量相对较小，也造成埋藏碳重新释放回大气。与 1950 年相比，超过 80% 的海草床消失；我国红树林面积历史上曾达 25 万 hm^2 ，20 世纪 50 年代为 4.2 万 hm^2 ，2013 年仅为 2.5 万 hm^2 (廖宝文等, 2014；但新球等, 2016)；20 世纪 50 年代，我国滨海沼泽面积曾达 76.5 万 hm^2 ，目前消失面积已超过 50% (Qiu, 2012)。

近几年，中国政府将生态文明建设放在前所未有的高度，蓝碳在应对气候变化和改善海洋生态环境等方面的重要作用也日益受到重视。蓝碳在《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》

《“十三五”控制温室气体排放工作方案》《全国海洋主体功能区划》等多份重要文件中得到部署(表2)，“十三五”规划《纲要》也提出实施“南红北柳”生态工程。“发展蓝色碳汇”内容也已纳入《中华人民共和国气候变化第一次两年更新报

告》，并于2017年1月12日提交《联合国气候变化框架公约》秘书处。

采取有效措施加强养护和恢复蓝碳生态系统，有效提升贝、藻类养殖碳汇规模是提高我国蓝碳碳汇能力的关键。十八大将生态文明建设放在前所未

表2 蓝碳相关政策文件

文件名称	相关内容
《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》	将增加海洋碳汇作为有效控制温室气体排放的手段之一。
“十三五”规划《纲要》	加强海岸带保护与修复，实施“南红北柳”湿地修复工程、“生态岛礁”工程、“蓝色海湾”整治工程。
《“十三五”控制温室气体排放工作方案》	探索开展海洋等生态系统碳汇试点。
《全国海洋主体功能区划》	积极开发利用海洋可再生能源，增强海洋碳汇功能”

有的重要地位，强调要将生态文明建设融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程，不少沿海地方已认识到健康的海岸带生态系统对于经济发展的正面作用，积极保护和恢复海岸带生态系统。与此同时，在我国经济进入新常态、基础设施投资逐步回落的情况下，沿海地方对通过围填海扩张城镇和工业建设的需求已大幅降低，为保护和恢复蓝碳生态系统创造了有利条件。以红树林为例，得益于政府采取了有效保护措施，与全球红树林呈下降趋势相比，2013年我国红树林约为2.5万hm²，比2001年增加了15%。但受认知水平所限，我国对海草床和滨海沼泽的保护还十分有限，这两类蓝碳生态系统基础科学研究、保护和恢复工作亟待加强。贝类、藻类养殖增汇途径主要包括增加养殖面积和提高单位养殖面积碳汇量两个方面。一方面，目前的海水养殖主要集中在水深20m以浅的区域，-20~-40m等深线之间的养殖活动几乎为空白，可通过研发深水养殖技术，拓展贝、藻类养殖空间和面积。另一方面，还可通过筛选适宜不同区域的高固碳率的养殖品种、改进养殖技术，发展多营养层次综合养殖模式，提高单位养殖面积的产量，进而提高碳汇量。此外，海洋牧场建设也是提高局部海域碳汇能力的重要途径。

习近平主席在出席巴黎气候变化大会时，做出“CO₂排放2030年左右达到峰值并争取尽早达峰、单位国内生产总值CO₂排放比2005年下降60%~65%”的承诺。作为全球最大的温室气体排放国，中国实现减排承诺需要在加大减排力度的同时探索新的途径。在国际社会日益重视蓝碳的今天，中国

发展蓝碳不仅能为我国应对气候变化作出重要贡献，更对世界蓝碳发展具有重要意义。当前，将蓝碳纳入全球气候治理体系的工作刚刚起步，需要大国积极推进。随着美国总统特朗普正式宣布退出《巴黎协定》，国际社会在应对全球气候变化方面对中国寄予更多期望。中国领导人在多个国际场合提出“打造人类命运共同体”，推动“一带一路”愿景在全世界范围内得到积极回应。目前所处的国际环境和推动国际合作的意愿为中国推动世界蓝碳发展创造了条件。

蓝碳属于低敏感的环境和气候变化议题，有纳入国际气候变化治理体系的趋势，中国推动蓝碳国际合作将获得UNEP、FAO、IOC/UNESCO、IUCN、CI等政府间和非政府间国际组织的广泛支持，并将极大提升我国在这些组织中的影响力。广大发展中国家特别是小岛屿国家主要位于蓝碳生态系统集中分布，受气候变化影响严重的亚热带、热带区域；绝大部分发达国家是有蓝碳分布的沿海国家，可持续发展的理念已深深根植于社会之中，中国推动国际蓝碳发展符合各国利益，也将得到广泛支持。

然而，中国在蓝碳方面也存在一些亟须解决的问题。到目前为止，我国没有参与包括“蓝碳倡议”“国际蓝碳伙伴”等在内的国际蓝碳合作平台，缺乏与国际蓝碳科学界和相关国家交流的渠道，也正因为如此我国科学家提出的渔业碳汇、微型生物碳泵等对国际蓝碳科学和政策的影响力有待提升。与澳大利亚、美国、沙特阿拉伯和欧盟国家相比，我国蓝碳基础数据严重匮乏。直接影响到我

国蓝碳的发展，也制约了参与国际蓝碳事务。若不及时扭转这一局面，我国将错失引领国际蓝碳发展的机遇。

当前，我国推动国际蓝碳事务应从国内、国际两个方面双管齐下。在国内以夯实基础、补足短板为主，国际上以积极参与、适时引领为主。在国内方面，一是加强蓝碳基础研究和实践。积极推动蓝碳理论、评估方法、增汇技术的原始创新。在蓝碳汇/源形成与驱动机制、人类活动和气候变化对蓝碳的影响和作用机制、蓝碳政策体系和国际治理等研究领域取得突破。引导沿海地方保护、恢复红树林、海草床、滨海沼泽、海藻场等蓝碳生态系统，提高沿海地区减缓和适应气候变化能力和海岸带生态系统健康水平。二是建立蓝碳评估标准。借鉴吸收已有绿碳和蓝碳标准和方法学，建立海草床、红树林、滨海沼泽、藻类养殖等方面的调查、监测、评估标准和方法学体系。在此基础上开展我国蓝碳生态系统面积、碳库储量、沉积速率、通量数据调查和监测，推动将蓝碳纳入我国国家温室气体清单。三是加快蓝碳人才队伍建设。形成蓝碳调查、监测、统计技术支撑队伍。通过自主培养、国际合作、人才引进等方式，培养既掌握蓝碳理论方法，又熟悉可持续发展、生态环境保护和气候变化政策的复合型蓝碳人才。支持我国科学家参加国际蓝碳组织和计划。

在国际方面，一是积极参与现有国际蓝碳计划。通过申请加入国际蓝碳伙伴会议、推荐科学家进入蓝碳倡议科学工作组和政策工作组，积极介入国际蓝碳事务，宣传中国蓝碳立场，与相关国家政府、国际组织、研究机构建立联系。二是开展双边、多边蓝碳合作。与发达国家针对蓝碳保护、修复、增汇技术进行交流，提高我国蓝碳科学研究、标准制定和政策制定水平。在中国气候变化南南合作基金框架下，深化与发展中国家在蓝碳调查、保护和碳汇渔业等领域合作；将蓝碳纳入“21世纪海上丝绸之路”建设，积极与小岛屿国家开展蓝碳生态系统保护恢复技术合作。三是推动全球蓝碳治理。推动将蓝碳引入联合国、G20、APEC等多边机制议题，例如通过中国与新西兰共同主持的2019年联合国气候行动峰会“基于自然的解决措施”（Natural Based Solutions）工作组，提出蓝碳

领域倡议和措施；利用2020年《生物多样性公约》缔约方大会在中国举办的契机，提出相关方案。

参 考 文 献

- Duarte C M, Losada I J, Hendriks I E, et al, 2013. The role of coastal plant communities for climate change mitigation and adaptation. *Nature Climate Change*, 3(11):961-968.
- Jiao N Z, Herndl G J, Hansell D A, et al, 2010. Microbial production of recalcitrant dissolved organic matter: Longterm carbon storage in the global ocean. *Nat Rev Microbiol*, (8): 593- 599
- Laffoley D, Baxter J M, Thevenon F, et al, 2014. The Significance and Management of Natural Carbon Stores in the Open Ocean. A Summary. Gland, Switzerland: IUCN. 16 pp.
- Lutz S J, Martin A H, 2014. Fish Carbon: Exploring Marine Vertebrate Carbon Services. GRID-Arendal, Arendal, Norway.
- Murray BC, Vegh T, 2012. Incorporating Blue Carbon as a Mitigation Action under the United Nations Framework Convention on Climate Change: Technical Issues to Address. Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions, Duke University.
- Nellemann C, Corcoran E, Duarte C M, et al, 2009. Blue Carbon: a rapid response assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal, 80.
- Pachauri R K, Meyer L, Plattner G K, et al, 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC.
- Qiu J, 2012. Chinese survey reveals widespread coastal pollution: massive declines in coral reefs, mangrove swamps and wetlands. *Nature*, (6): 3.
- Tang Q S, Zhang J H, Fang J G, 2011. Shellfish and seaweed mariculture increase atmospheric CO₂ absorption by coastal ecosystems. *Marine Ecology Progress Series*, 97-104.
- Zhao P, Lu W H, Song J, et al, 2016. Natural Coast Protection and Use in China: Implications of Resource Protection “Redline” Policies. *Coastal Management*, 44(1), 21-35.
- 巢清尘, 张永香, 高翔, 等, 2016. 巴黎协定——全球气候治理的新起点. *气候变化研究进展*, (1): 61-67.
- 但新球, 廖宝文, 吴照柏, 2016. 中国红树林湿地资源、保护现状和主要威胁. *生态环境学报*, (7): 1237-1243.
- 廖宝文, 张乔民, 2014. 中国红树林的分布、面积和树种组成. *湿地科学*, (4): 435-440.
- 牛振国, 张海英, 王显威, 等, 2012. 1978-2008年中国湿地类型变化. *科学通报*, (16): 1400-1411.
- 农业部渔业渔政管理局, 2016. 2016中国渔业统计年鉴. 北京: 中国农业出版社.
- 于宏源, 2016. 《巴黎协定》新的全球气候治理与中国的战略选择. *太平洋学报*, (11): 88-96.

(本文编辑：袁泽轶)