



碳桥

为您提供新兴碳市场的形势政策和深度解读

环保桥季刊-2023 第二季度
Climate Bridge Quarterly – Q2 2023

本期导览

政策聚焦	1
市场动态	13
低碳前沿	16
国际洞见	18
环保桥观察	35
海洋碳汇-从首笔交易落地到实现市场化要走多远	28
泥炭地修复困难重重，但至关重要	35

国家政策

生态环境部公开征集温室气体自愿减排项目方法学建议

2023/04/03

3月30日，生态环境部发布《关于公开征集温室气体自愿减排项目方法学建议的函》，向全社会公开征集温室气体自愿减排项目方法学建议。为激励更广泛的行业、企业参与温室气体减排行动，支持可再生能源、林业碳汇、甲烷利用等对减碳增汇有重要贡献的项目发展，生态环境部正在积极推动建设全国统一的温室气体自愿减排交易市场。自愿减排交易市场与碳排放权交易市场互为补充，共同构成完整的碳交易体系。全国温室气体自愿减排交易市场启动后，各类社会主体可以在生态环境部发布的方法学领域内，按规定自主自愿开发温室气体减排项目，项目的减排效果经过科学方法量化核证，可以在市场出售并获取相应的减排贡献收益。

《2023年能源工作指导意见》发布

2023/04/06

4月12日，国家能源局发布《2023年能源工作指导意见》。

深入推进能源绿色低碳转型。谋划启动建设海上光伏。大力推进分散式陆上风电和分布式光伏发电项目建设。推动绿证核发全覆盖，做好与碳交易的衔接，完善基于绿证的可再生能源电力消纳保障机制，科学设置各省（区、市）的消纳责任权重，全年风电、光伏装机增加1.6亿千瓦左右。

健全能源法规政策体系。加快《能源法》立法进程，做好《电力法》《可再生能源法》《煤炭法》《石油储备条例》《核电管理条例》《石油天然气管道保护法》《电力监管条例》制修订工作，研究起草《能源监管条例》。加强新型电力系统、储能、氢能、抽水蓄能、CCUS等标准体系研究，重点支持能源碳达峰碳中和相关标准立项，加快重点标准制修订。

国家发展改革委印发投资项目可行性研究报告编写大纲及说明

2023/04/07

4月7日，国家发展改革委印发投资项目可行性研究报告编写大纲及说明，自5月1日起施行。

政府投资项目应阐述项目与扩大内需、共同富裕、乡村振兴、科技创新、节能减排、碳达峰碳中和、国家安全和应急管理等重大政策目标的符合性。对于高耗能、高排放项目，在项目能源资源利用分析的基础上，预测并核算项目年度碳排放总量、主要产品碳排放强度，提出项目碳排放控制方案，明确拟采取减少碳排放的路径与方式，分

政策聚焦

析项目对所在地区碳达峰碳中和目标实现的影响。政府投资项目可研报告作为各级政府及有关部门审批该项目的依据。

财政部修改《节能减排补助资金管理暂行办法》

2023/04/07

2023年4月7日，财政部印发通知，对《节能减排补助资金管理暂行办法》（财建〔2020〕10号）作出修改（以下简称《暂行办法》），将《暂行办法》实施期限延续至2025年，并对“节能减排补助资金重点支持范围”修订予以明确。通知自2023年1月1日起施行。

与2020年修订后的暂行办法相比，本次修订后“节能减排补助资金重点支持范围”包括：新能源汽车推广应用补助资金清算；充电基础设施奖补清算；燃料电池汽车示范应用；循环经济试点示范项目清算；节能降碳省级试点；报经国务院批准的相关支出。与此前相比，支出范围更加明确具体。

新修订的《固定资产投资项目节能审查办法》颁布

2023/04/10

为进一步促进固定资产投资项目科学合理利用能源，4月6日，国家发改委公布了新修订的《固定资产投资项目节能审查办法》（以下简称《办法》），自今年6月1日起施行。《办法》进一步明确节能审查工作导向，在节能报告编制和审查中对项目的化石能源和可再生能源消费、原料用能、碳排放等数据提供和应用提出要求；二是补充完善制度要求，明确部门管理职责，加强协调联动；三是调整优化重点环节，将省级节能审查管理权限由5000吨标准煤提高至1万吨标准煤，提升高耗能项目节能审查工作质量和效率，确保管精管好；四是加强事中事后监管，将节能审查有关情况作为节能监察和节能目标责任评价考核的重要内容，形成闭环管理。

《碳达峰碳中和标准体系建设指南》发布

2023/04/21

国家标准委、国家发展改革委、工信部、生态环境部等11部门联合发布《碳达峰碳中和标准体系建设指南》（以下简称《指南》）。

《指南》包含基础通用标准、碳减排标准、碳清除标准和市场化机制标准4个一级子体系、15个二级子体系和63个三级子体系，细化了每个二级子体系下标准制修订工作的重点任务。此外，《指南》明确了到2025年，制修订不少于1000项国家标准和行业标准（包括外文版本），与国际标准一致性程度显著提高，主要行业碳核算核查实现标准全覆盖，重点行业和产品能耗能效标准指标稳步提升。

《生态系统碳汇能力巩固提升实施方案》发布 生态碳汇行动开始

2023/04/24

自然资源部、国家发改委、财政部、国家林草局近日联合印发《生态系统碳汇能力巩固

提升实施方案》（以下简称《方案》）。“十四五”期间，初步建立与国际接轨的生态系统碳汇计量体系，加快构建有利于碳达峰碳中和的国土空间开发保护格局，促进生态修复取得明显成效。

《方案》明确，统筹布局和实施生态保护修复重大工程，持续提升生态功能重要地区碳汇增量，突出森林在陆地生态系统碳汇中的主体作用，增强草原碳汇能力，整体推进海洋、湿地、河湖保护和修复等5项内容，提升生态系统固碳增汇。

国家能源局：一季度全国可再生能源新增装机同比增长 86.5% 2023/04/28

国家能源局近日召开例行新闻发布会，介绍了2023年一季度可再生能源发展情况。2023年一季度，全国可再生能源新增装机4740万千瓦，同比增长86.5%，占新增装机的80.3%。全国可再生能源发电量达到5947亿千瓦时，同比增长11.4%，其中风电光伏发电量达3422亿千瓦时，同比增长27.8%。

国资委推动央企发行碳中和碳达峰债券 2023/05/06

4月26日，国资委印发《中央企业债券发行管理办法》（以下简称《管理办法》）。《管理办法》中提到，中央企业应当积极利用债券市场注册制改革、债券市场基础设施互联互通、债券品种创新等资本市场重大改革举措，通过发行科技创新债券、碳中和碳达峰债券、乡村振兴债券、资产支持证券等创新品种，有效服务国家重大战略。

自然资源部：印发实施6项蓝碳系列技术规程 2023/05/17

从自然资源部获悉：自然资源部办公厅印发实施6项技术规程（以下称“蓝碳系列技术规程”），对红树林、滨海盐沼和海草床3类蓝碳生态系统碳储量调查评估、碳汇计量监测的方法和技术要求作出规范，用于指导蓝碳生态系统调查监测业务工作。

2021年，自然资源部海洋预警监测司组织启动了蓝碳生态系统碳储量调查试点工作；2022年，又启动了蓝碳生态系统碳汇监测试点工作，历时近两年编制完成红树林、滨海盐沼、海草床碳汇计量监测技术规程（试行）。蓝碳系列技术规程对3类蓝碳生态系统的调查内容、碳储量计算等提出了明确要求，填补了蓝碳生态系统业务化调查监测技术规程的空白，为摸清我国蓝碳生态系统碳储量本底和碳汇潜力，充分发挥海洋的固碳作用，实现国家“双碳”目标做出贡献。

生态环境部：年内争取重启 CCER 2023/05/30

5月30日，在中关村论坛林草碳汇创新国际论坛上，全国人大环资委委员、生态环境部气候司司长李高表示，目前正在抓紧启动全国统一的温室气体自愿减排交易系统各项工作，争取今年内重启CCER（国家核证自愿减排量）。

李高表示，目前正在抓紧推动启动全国统一的温室气体自愿减排交易各项工作，出台自愿减排交易管理办法和配套制度规范。将继续支持林业碳汇等项目的核定自愿排放量进入全国碳交易市场参与交易，进行配额的清缴抵消，更好发挥市场作用和碳定价功能。

生态环境部等五部门联合发布《公民生态环境行为规范十条》 2023/06/05

生态环境部、中央精神文明建设办公室、教育部、共青团中央、全国妇联等五部门联合发布新修订的《公民生态环境行为规范十条》。具体包括关爱生态环境、节约能源资源、践行绿色消费、选择低碳出行、分类投放垃圾、减少污染产生、呵护自然生态、参加环保实践、参与环境监督、共建美丽中国等十条内容。

碳排放权交易管理暂行条例列入国务院 2023 年度立法工作计划 2023/06/06

《国务院 2023 年度立法工作计划》提出，突出立法重点，以高质量立法服务保障党和国家工作大局。在推动绿色发展、促进人与自然和谐共生方面，提请全国人大常委会审议矿产资源法修订草案、能源法草案。制定生态保护补偿条例、节约用水条例。预备提请全国人大常委会审议进出境动植物检疫法修正草案、国家公园法草案。预备制定碳排放权交易管理暂行条例，预备修订消耗臭氧层物质管理条例。

国家市场监督管理总局：完善碳排放领域计量数据建设和应用 研究建立碳计量标准参考数据库 2023/06/14

国家市场监督管理总局6月13日发布的《关于加强计量数据管理和应用的指导意见》指出，完善碳排放领域计量数据建设和应用，研究建立碳计量标准参考数据库，加强重点用能单位能耗在线监测系统建设，推动能源计量数据与碳计量数据的有效衔接和综合利用。

工信部：推动新能源汽车碳排放、碳足迹核算体系国际互认 2023/06/21

6月21日，在国务院新闻办公室举行的政策例行吹风会上，工业和信息化部副部长辛国斌表示，下一步将促进新能源汽车领域的标准和法规协同，其中将加强与相关国家和地区低碳发展合作，推动形成互相认可的碳排放、碳足迹核算体系。

工业和信息化部将会同有关部门，加强新能源汽车领域高水平开放合作，主要将进一步推动以下三项工作。一是深化投资和技术合作，支持各国企业与我国企业在固态电池、自动驾驶等领域开展形式多样的合作，同时，支持中国企业走出国门到境外投资设厂，把先进技术、先进产品带到国外去；二是促进标准和法规协同，要发挥联合国世界车辆法规协调论坛、国际标准化组织作用，加快新能源汽车、智能网联汽车相关标准制定；三是共同维护产业链供应链稳定，支持各国企业加强分工协作和高效协同，推动产业链上下游贯通，促进资源要素和基础设施互联互通、高效运行。

地方政策

黑龙江：加强碳达峰碳中和标准化建设

2023/04/03

3月31日，《黑龙江省开展国家标准化创新发展试点工作方案》印发，文件指出加强碳达峰碳中和标准化建设，制定实施《黑龙江省建立健全碳达峰碳中和标准计量体系实施方案》，全面推进碳达峰碳中和标准体系建设，助力走出一条生态优先、绿色低碳、高质量发展的新路子。

京津唐绿电交易正式开市

2023/04/14

国家能源局华北监管局发布《关于完善绿电交易机制推动京津唐电网平价新能源项目入市的通知》（以下简称《通知》），标志着京津唐区域绿电交易全面铺开。根据《通知》要求，为有序衔接现有市场，保证交易平稳起步，京津唐绿电交易发电侧仅纳入华北直调平价新能源机组。北京电力交易中心已发布绿色电力交易公告，正式拉开京津唐地区绿电交易序幕。

《武汉市碳普惠体系建设实施方案（2023—2025年）》发布

2023/04/14

4月14日，《武汉市碳普惠体系建设实施方案（2023—2025年）》发布。力争到2025年，探索形成10个以上碳普惠方法学和碳减排场景评价规范，招引落地20家以上碳普惠技术服务机构，开发构建50个以上重点领域碳减排项目和场景。

重点任务中提出，拓展碳普惠消纳体系。推动各类主体消纳碳普惠减排量；开展大型活动碳中和行动；推动碳普惠减排量与湖北碳交易市场衔接，适时探索将碳普惠减排量纳入湖北省碳排放权交易试点市场的交易品种体系，推动纳入碳排放配额管理的单位购买碳普惠减排量用于履约。

《甘肃省供用电条例》首次在地方立法中明确“新能源优先入网”

2023/04/19

新修订的《甘肃省供用电条例》5月1日正式实施，首次在地方立法中明确“新能源优先入网”，为推动碳达峰碳中和目标在甘肃省实际落地，促进该省电力产业健康发展提供了法律支持。该条例还明确，新建、改建住宅小区、办公楼、商业综合体等场所应同步建设充电设施或者预留充电设施建设条件；鼓励已投用的住宅小区、办公楼和商业综合体建设充电设施，鼓励和支持在电动自行车集中停放的场所设置智能充电设施。

北京：重点碳排放单位通过市场化手段购买使用的绿电碳排放量核算为零

2023/04/21

北京市生态环境局发布关于做好 2023 年本市碳排放单位管理和碳排放权交易试点工作的通知。通知提到，免费发放配额分行业核定，其中交通运输行业中出租车客运行业重点排放单位首次纳入配额分配和清缴范围，按照 2023 年发布的基准值执行。重点碳排放单位设置配额富余和亏缺 20% 上限。重点碳排放单位通过市场化手段购买使用的绿电碳排放量核算为零。鼓励具备条件的机构根据方法学开发运行项目，经审定签发的项目减排量可用作碳排放抵销产品。

成都印发政策“真金白银”支持外贸转型发展

2023/04/23

成都市商务局网站发布《成都市推动外贸转型发展支持政策》指出，自 2023 年 1 月 1 日—2023 年 12 月 31 日，支持出口企业开展碳足迹核查，对取得碳足迹核查证书或报告的，给予核查、认证及相关服务费用 100% 支持，每个企业每年不超过 10 万元。

云南省发改委等六部门印发《云南省促进绿色消费实施方案》

2023/04/26

云南发改委等六部门发布《云南省促进绿色消费实施方案》。到 2025 年，形成一批绿色示范公路、示范场站、示范港口、示范航道和示范企业。以昆明、玉溪、保山及普洱 4 个州市为试点，打造云南省绿色出行示范。深入推进绿色产品和低碳产品认证，开展出口型产品碳足迹标识标签认证，增加绿色产品有效供给，培育“滇字号”绿色品牌。

《内蒙古自治区工业领域碳达峰实施方案》发布

2023/05/04

《内蒙古自治区工业领域碳达峰实施方案》发布。其中提出六项重点行动：实施重点行业达峰行动，全面推行绿色制造行动，促进资源利用增效降碳行动，强化技术创新行动，数字化智能化绿色化融合赋能行动，强化绿色低碳产品供给行动。

宁夏出台碳排放权改革全面融入全国碳市场实施意见

2023/05/11

5 月 10 日，宁夏回族自治区出台《关于开展碳排放权改革全面融入全国碳市场的实施意见》（以下简称《实施意见》）。

《实施意见》明确，2023 年宁夏全面启动碳排放权改革，自治区碳排放权交易管理等制度机制基本建立，重点排放单位参与全国碳排放权交易和配额履约更加顺畅；2024 年监管执法、质押融资等制度机制不断健全，交易范围有序扩大；2025 年全区碳排放权交易管理法规、政策制度和运行保障机制更加完备，碳排放强度明显下降，全区单位地区生产总值能源消耗、二氧化碳排放下降幅度分别达到 15%、16%。

《实施意见》结合宁夏实际，从建立健全法规体系、规范配额交易和履约、丰富配额分配方式、规范配额交易和履约、提升绿色低碳发展和增汇水平等 10 个方面明确了重点任务，有效推进碳排放权改革全面融入全国碳市场。

《美丽山西建设规划纲要》印发

2023/05/11

山西省政府近日印发《美丽山西建设规划纲要（2023—2035年）》，提出深入实施黄河流域生态保护和高质量发展战略，协同推进降碳、减污、扩绿、增长，积极稳妥推进碳达峰碳中和山西行动，加快发展方式绿色低碳转型，统筹推进山水林田湖草沙一体化保护和系统治理，加快推进生态环境治理体系和治理能力现代化，努力蹚出一条北方生态脆弱地区和资源型地区生态文明建设新路径。

甘肃省印发碳达峰实施方案

2023/05/12

《甘肃省碳达峰实施方案》近日印发。建立健全市场化机制。积极参与全国碳排放权市场交易，根据国家部署逐步扩大市场覆盖范围，丰富交易品种和交易方式，做好纳入全国碳市场重点排放单位的碳排放报告核查、配额分配、清缴履约等工作，建立健全生态产品价值实现机制。总结天水用能权交易试点经验，推动建立全省用能权有偿使用和交易制度，做好与能耗双控制度的衔接。积极推行合同能源管理。

黑龙江开展省级森林碳汇试点建设

2023/05/15

黑龙江省林草局日前启动省级森林碳汇试点建设项目，将给予全省 5 个首批国家级碳汇试点和 6 个省级森林碳汇试点建设单位林业专项资金支持，通过先行先试，构建森林碳汇数据库，探索森林固碳增汇经营模式和关键技术、林业碳汇经济价值实现路径，提升全省森林生态系统碳汇能力。

深圳发布《红树林保护项目碳汇方法学》

2023/05/24

5 月 24 日，深圳市规划和自然资源局正式发布《红树林保护项目碳汇方法学》。该方法学是全国首个以保护生物多样性和应对气候为目的的红树林保护项目碳汇方法学。

该方法学以自愿碳标准（VCS）管理委员会备案的最新版 REDD+方法学为主体框架，在参考 VCS REDD+方法学相关模块和工具、政府间气候变化专门委员会（IPCC）《2006 年国家温室气体清单指南（2019 修订版）》及《土地利用、土地利用变化与林业优良做法指南》相关内容的基础上，借鉴气候、社区和生物多样性标准（CCB）和 Plan Vivo 标准关于生物多样性保护和促进乡村社区可持续发展的做法，结合我国红树林保护经验，经有关领域的专家学者及利益相关方反复研讨后编制而成。

新疆印发《自治区建立健全碳达峰碳中和标准计量体系实施方案》 2023/06/01

6月1日，新疆维吾尔自治区出台了《自治区建立健全碳达峰碳中和标准计量体系实施方案》（以下简称《实施方案》）。《实施方案》由自治区市场监管局会同自治区发展和改革委员会、工业和信息化厅、自然资源厅、生态环境厅等9部门研究制定，聚焦经济社会高质量发展，统筹大气、水、土壤、固废与温室气体等多领域减排要求，将标准计量体系建设的目标和各领域目标有机衔接。

到2025年，自治区碳达峰碳中和标准计量体系基本建立。到2030年，碳排放基础通用标准、碳减排标准、碳清除标准、碳市场标准等国家标准实施全覆盖。《实施方案》围绕建立完善碳达峰碳中和计量体系，提出了5项重点工程，包括实施碳计量科技创新工程，实施碳计量基础能力提升工程，实施碳计量标杆引领工程，开展碳计量精准服务工程，实施碳计量对外交流合作工程。

《杭州市碳达峰三年行动计划（2023—2025）》印发 2023/06/02

日前，《杭州市碳达峰三年行动计划（2023—2025）》印发，提出到2025年，实现生活垃圾资源化利用率达到100%，森林覆盖率66.8%，建成低碳生态农场150家，万元工业增加值能耗较2020年下降18%以上，新建建筑全面推行低能耗建筑标准等目标。

京津冀三地银保监局联合发文推动绿色金融发展 2023/06/15

6月14日，北京银保监局、天津银保监局、河北银保监局联合印发《关于协同推动绿色金融助力京津冀高质量发展的通知》（以下简称《通知》），明确三地协同推动绿色金融发展的指导思想和主要目标，从体制机制、重点区域、产业项目、改革探索、风险防控、信息共享等方面提出重点任务，助力京津冀协同降碳、减污、扩绿、增长，实现高质量发展。

《通知》以支持京津冀实现高质量发展、推动京津冀绿色金融协同合作为蓝图，明确该项工作时间节点和预期目标。即到“十四五”末，京津冀银行保险机构基本建成与“双碳”目标相匹配的体制机制。从现在起到2030年，努力实现京津冀银行业绿色信贷年均增速不低于各项贷款平均增速，绿色保险、绿色信托等业务规模稳健增长。京津冀三地监管部门在统筹推动绿色金融发展、加强风险联防联控、信息共享等方面实现跨越式进步。

贵州印发《贵州省全面深化价格机制改革助力实现碳达峰行动方案》

2023/06/19

6月1日，贵州省省发展改革委同省能源局、省水利厅、省交通运输厅、省生态环境

厅、省自然资源厅等 6 部门联合印发《贵州省全面深化价格机制改革助力实现碳达峰行动方案》（以下简称《方案》）。

《方案》围绕能源、工业、水务、城乡建设、交通运输、生态产品价值实现、居民消费 7 大重点行业、领域，在价格手段可以发挥作用的环节，提出健全完善有利于绿色低碳发展的资源环境价格政策体系的目标，遵循充分体现资源稀缺程度、生态损害成本、环境污染代价和市场供求关系的原则，制定 20 个方面共 40 项价格改革措施。

山东印发《山东省科技支撑碳达峰工作方案》

2023/06/21

6 月 21 日，山东省科技厅会同省发展改革委等九部门研究制定了《山东省科技支撑碳达峰工作方案》，明确了山东省绿色低碳技术创新近远期目标。突出实施基础前沿创新行动、核心技术创新行动、创新平台引领行动、低碳人才引育行动、创新企业培育行动、创新示范推广行动、区域创新建设行动、创新战略研究行动、低碳开放合作行动、全民绿色低碳行动等 10 大行动。行动内容与行业、领域、部门以及地方需求相结合，并与我省科技计划部署的任务紧密衔接。

国际政策

联合国通过“气候正义”决议 首次在法律上明确各国气候责任 2023/04/02

根据联合国近日通过的一项决议，国际法院将首次在法律上明确各国促进气候公正的责任。这意味着国家将有可能因为气候行动不力而被起诉。

联合国秘书长古特雷斯表示，他希望该决议一旦发布，将鼓励各国“采取我们这个世界迫切需要的更大胆、更有力的气候行动。”

日本碳定价计划将于 4 月启动

2023/04/06

日本将从 4 月份开始分阶段实施碳定价计划，以鼓励企业减少排放，并到 2050 年实现碳中和的目标。该国是最新制订计划建立碳定价机制和排放交易体系的亚洲国家。

日本经济产业省（METI）环境政策司司长 Shigeki Ohnuki 表示，该计划基于 METI 的提案，并于今年获得内阁批准，包括排放交易和碳税。

七国集团就汽车领域二氧化碳减排目标达成一致

2023/04/17

在日本北海道札幌市举行的七国集团（G7）气候、能源和环境部长会议 4 月 16 日通过一份共同声明后宣布闭幕。本次会议为期两天，各方就实现脱碳社会和加强经济安全等议

题进行了探讨。

关于汽车领域的二氧化碳减排，各国一致同意，将根据燃油车等本国的汽车保有量，争取在 2035 年之前实现二氧化碳排放量较 2000 年减少 50%，每年对减排进展加以确认。

共同声明没有提及欧美国家之前要求的电动车的引入目标，而是将脱碳对象扩展到包括混动车在内的多种车型。

此外，关于废除煤炭火力发电站的时期，共同声明也未予明示，与此同时，各国一致同意，如不能就煤炭和天然气等化石燃料采取二氧化碳减排措施，将分阶段地予以关闭。

另一方面，在环境领域，共同声明写入了以下新的目标：关于稀有金属等重要矿物，七国集团将身先力行，对国内外废弃的电子仪器等进行回收，在全球增加循环再利用数量；到 2040 年之前将塑料垃圾造成的进一步的海洋污染等降低为零。

德国：禁止大多数新的石油和天然气供暖系统

2023/04/19

德国经济部长表示，德国内阁在周三批准了一项法案，从 2024 年起禁止大多数新的石油和天然气供暖系统，这项政策旨在减少温室气体排放，但批评人士警告称，这项政策可能会让较贫穷的家庭付出高昂的代价。柏林执政联盟在上个月同意，从 2024 年起，德国几乎所有新安装的供暖系统都应该使用 65% 的可再生能源，无论是在新老建筑中。

欧盟通过多项立法新提案，涉及海运排放、航空排放

2023/04/26

欧盟理事会 4 月 25 日通过了关于应对气候变化的 5 项立法提案。欧盟理事会当天发表声明说，这 5 项提案涉及欧盟碳排放交易体系、海运排放、航空排放、碳边境调节机制和社会气候基金。欧盟理事会的表决是欧盟立法程序的最后一步。

根据新规，欧盟碳排放交易体系涵盖的行业到 2030 年的总减排量应较 2005 年水平减少 62%；海洋运输排放将首次被纳入欧盟碳排放交易体系；航空业的免费碳排放配额将逐步取消，并从 2026 年开始实行全面拍卖。

这些立法将促进主要经济部门减少温室气体排放，同时确保一些个人、小微企业或部分行业在减排过程中得到有效支持。

这些立法提案是欧盟委员会于 2021 年 7 月提出的名为“适应 55”的应对气候变化一揽子提案的一部分，旨在实现到 2030 年欧盟温室气体净排放量较 1990 年水平至少减少 55%，并到 2050 年实现碳中和。

日本将要求纯电动汽车厂商公开电池碳排放量

2023/05/09

据日经中文网消息，日本经济产业省将要求纯电动汽车制造商计算和公开蓄电池制造等产生的二氧化碳排放量。将此作为消费者购买纯电动汽车时获得补贴的发放条件的方案最具可能性。欧盟计划自 2024 年起强制公布排放量，日本也将敦促企业采取应对措施。

美国环境保护署推出史上最激进汽车碳减排提案

2023/05/09

近日，美国环境保护署（EPA）推出史上最激进汽车碳减排提案——计划大幅限制汽车领域的碳排放，并将平均温室气体排放目标水平降低 56%。此举意味着，到 2032 年，电动汽车将占全美新车销量的 2/3，相当于目前的市场份额翻 10 倍。这项提案相当于正式宣告内燃机时代的结束，也将彻底颠覆美国汽车行业的格局。

印度尼西亚碳交易所将于今年 9 月运行

2023/05/10

金融服务管理局委员会主席马亨德拉称，碳交易将于今年 9 月运行，之后该机构将在 6 月首先颁布规则。全国碳登记系统也将与碳交易所需的信息系统进行对接。马亨德拉表示，碳交易的准备工作也在等待财政部长授权征收碳税，目前正在敲定中。碳税旨在为碳市场的发展提供刺激和抑制。

美国强制火电厂减排 90%，否则将被关闭

2023/05/18

拜登政府 5 月 11 日公布了一项碳排放新提案，要求大多数化石燃料发电厂在 2035 年至 2040 年间将其温室气体排放减少 90%——否则将关闭。

该提案设定的标准将推动化石燃料发电厂安装碳捕获设备（CCS），可以在电厂烟囱排放的二氧化碳到达大气之前将其吸走，或者推动发电厂使用超低排放的氢气作为燃料。

美国环保署预计，该提案将在 2028 年至 2042 年期间，使燃煤电厂和新建燃气电厂的碳排放量减少 6.17 亿吨，相当于每年减少 1.37 亿辆乘用车的排放量。

欧盟 9 国同意建立地中海绿色能源枢纽

2023/05/19

5 月 18 日，地中海地区的 9 个欧盟成员国能源部长 18 日在马耳他首都瓦莱塔举行会议，同意建立地中海绿色能源枢纽，以加快欧盟实现脱碳、能源独立的步伐。这 9 国包括马耳他、克罗地亚、塞浦路斯、法国、希腊、意大利、葡萄牙、斯洛文尼亚和西班牙。

在当天会议结束后发布的联合声明中表示，地中海地区可以成为可再生能源投资中心，通过推动该地区欧盟与非欧盟国家间海上可再生能源和新能源的互联互通，促进欧洲在绿色能源领域的投资。他们同意优先投资海上可再生能源、太阳能光伏发电系统、可再生能源制氢等领域。

瑞典成为全球首个将进口商品碳足迹纳入减排责任的國家

2023/06/07

为实现 2045 年实现净零排放这一雄心目标，瑞典近日宣布将把消费排放纳入国家减排责任。迄今为止还没有其他任何国家做出这样的承诺——这意味着在海外制造并进口到瑞典的商品碳排放将被添加到该国的总排放量中。

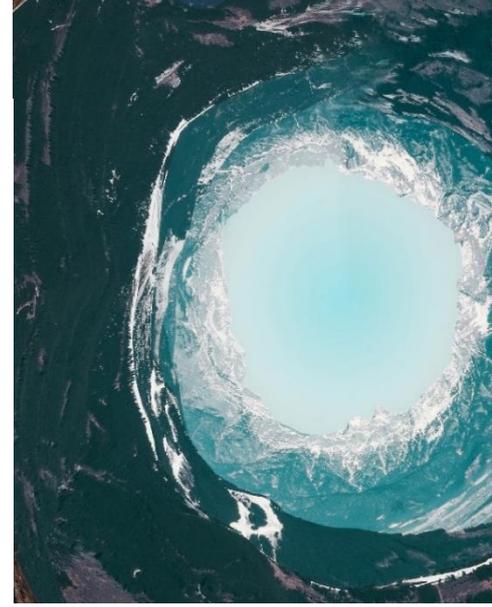
研究表明，全球范围内超过五分之一的二氧化碳排放来自国际贸易产品，而这一比例在瑞典高出近 3 倍。数据显示，2019 年该国 60% 以上排放量均来自进口商品。

阿联酋独立气候变化加速器（UICCA）宣布成立阿联酋碳联盟 2023/06/07

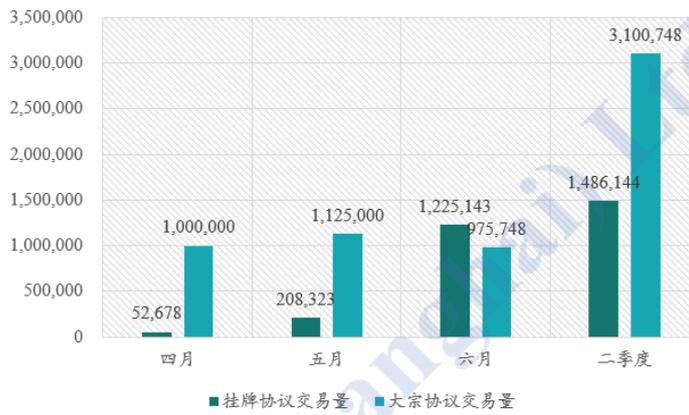
阿联酋独立气候变化加速器（UICCA）近日宣布成立阿联酋碳联盟，旨在推动碳市场生态系统的发展。联盟的成员代表了阿联酋在碳市场上的主要力量，其目标是推动国家合作，在去碳化努力中创新碳融资标准和框架，增加对碳市场的认识，并支持温室气体减排项目。联盟将遵循阿联酋 2050 年零排放战略、《联合国气候变化框架公约》以及《巴黎协定》的指导，推动各方对话，实施强大的碳市场框架和行动计划。

日本修订氢能战略 2023/06/16

6 月 6 日，日本政府召开部长会议对 2017 年制定的《氢基本战略》进行修订。日本政府设定目标，计划 2040 年氢用量增长 6 倍至 1200 万吨；同时，公共和私营部门也将在未来 15 年共同投资 15 万亿日元推广氢能应用。此外，包括燃料电池、电解水制氢设备在内的 9 项技术被列为“战略领域”，获重点支持。为协助氢能“降本增需”，日本政府将加快制定支持政策，建立氢能和化石燃料间的价差补贴机制，以求缩小氢能和化石燃料之间的价格差距。日本政府还表示，将为氢能相关研究及大规模生产提供支持。业界普遍认为，日本旨在通过本次对《氢基本战略》的修订，将氢能打造为日本的支柱产业，并以此为基础实现向海外扩张。

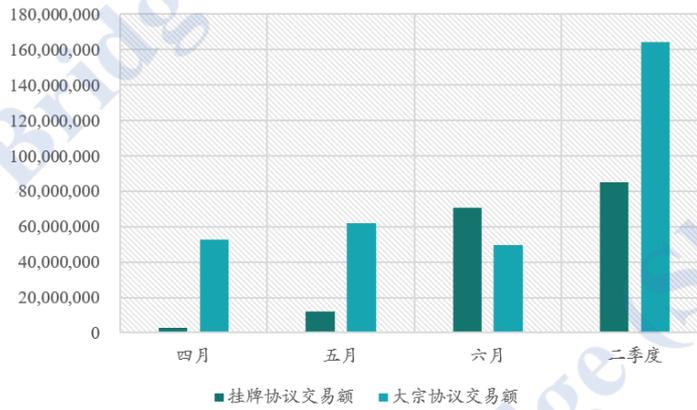


2023年第2季度全国配额CEA成交量



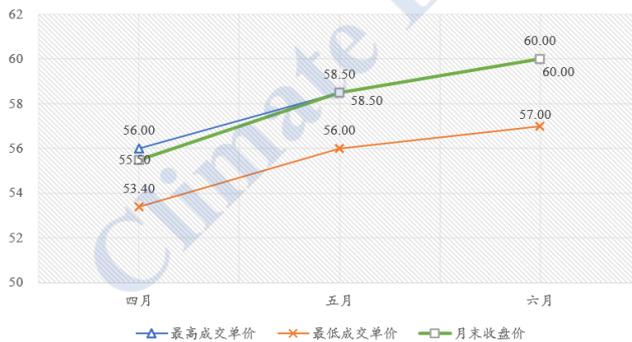
(单位：吨) (数据来源：全国碳交易公众号)

2023年第2季度全国配额CEA成交额



(单位：元) (数据来源：全国碳交易公众号)

2023年2季度CEA成交单价走势图



(单位：元/吨) (数据来源：全国碳交易公众号)

市场动态

2023年第二季度全国碳市场碳排放配额（CEA）挂牌协议交易成交量 148.61 万吨，总成交额 3.16 亿元，最高成交价 60.00 元/吨，最低成交价 53.40 元/吨。第二季度季末收盘价为 60.00 元/吨，环比增长 2.56%，同比增长 7.14%。大宗协议交易成交量 310.07 万吨，成交额 1.64 亿元。二季度碳市场碳排放配额（CEA）总成交量 458.69 万吨，总交易额 4.81 亿元。

截至 2023 年 6 月 30 日，全国碳市场碳排放配额（CEA）累计成交量 2.38 亿吨，累计成交额 109.11 亿元。2023 年第二季度全国碳市场碳排放配额（CEA）累计成交量增长 458.70 万吨，累计成交额增长 2.49 亿元。

2023年第2季度全国各试点成交量



2023年第2季度全国各试点成交额



（数据来源：北京绿色交易所、天津排放权交易所、上海环境能源交易所、重庆碳排放权交易中心、湖北碳排放权交易中心、福建海峡交易中心、广州碳排放权交易中心、深圳碳排放权交易中心）

2023年第二季度全国 8 个碳排放权交易试点的碳排放配额总成交量为 1,613 万吨，配
额成交额为 6.72 亿元。

2023年第2季度全国各试点CCER成交量



(单位: 吨)

(数据来源: 北京绿色交易所、天津排放权交易所、上海环境能源交易所、重庆碳排放权交易中心、湖北碳排放权交易中心、福建海峡交易中心、广州碳排放权交易中心、深圳碳排放权交易中心)

CCER 交易活跃度较上季度有所回落, 第一季度 CCER 总成交量为 151 万吨, 较上季度下降 13.71%。

CCER 累计公示已通过审定项目 2,871 个, 已获批备案项目总数 1,315 个, 已签发项目总数为 391 个, 签发 CCER 总量约 7,700 万吨。

以地表变化为主导的全球径流量预计增加 2023/04/17

大气 CO₂ 浓度增加通过影响大气辐射强迫和植被生理活动来调节大陆径流。然而，气候和地表变化，特别是它们的相互作用，如何调节全球径流的变化在很大程度上仍未解决。来自北京师范大学地理科学系的研究团队研究发现：地表变化能够解释 73~81% 的全球径流预计增长。这源于植被对二氧化碳浓度上升的生理反应与土地表面对辐射驱动的气候变化（例如植被类型和土壤湿度）的反应之间的协同效应。研究结果发表于期刊《自然-气候变化》。

树种多样性提高森林土壤碳氮增长 2023/04/26

加拿大阿尔伯塔大学的研究者研究发现，更多的树木多样性与更高的土壤碳和氮积累有关。具体而言，在十年尺度上，将物种均匀度从最小值增加到最大值会使有机层中的土壤碳和氮增加 30% 和 42%，而增加功能多样性会使矿物层中的土壤碳和氮分别增加 32% 和 50%。作者强调，保护和促进功能多样化的森林可以促进土壤碳和氮的储存，增强碳汇能力和土壤氮肥力。研究结果发表于《自然》。

全球首个氢燃料电池汽车碳减排方法学获批 2023/04/27

在近期于德国柏林召开的联合国清洁发展机制执行理事会（CDM EB）第 117 次会议上，全球首个氢燃料电池汽车碳减排方法学获批通过，正式成为 CDM 第 101 个小方法学，填补了全球氢燃料电池汽车碳减排方法学的空白。该方法学由上海环境能源交易所联合 REFIRE 重塑集团、中石化资本、环保桥（上海）环境技术有限公司等共同开发。

该方法学将把氢能汽车的减排效果转化为可以被出售或应用于企业碳中和计划的碳信用，使氢能汽车的减排效果得到认可。

碳税和通货膨胀 2023/05/09

瑞士日内瓦研究生院的学者研究了总体通胀和价格对碳定价的反应。根据欧洲和加拿大在过去三十年中颁布的 18 项碳税，研究发现，平均而言，碳税并未导致通货膨胀加剧。相反，它们表明碳税改变了相对价格，增加了能源成本，但其他消费品和服务的价格不受影响。

卫星显示全球湖泊储水量普遍下降 2023/05/18

美国俄勒冈大学地理系学者 Sarah Cooley 在国际期刊《科学》上发



低碳前沿

表文章，认为全球湖水储存量正在经历损失，干燥趋势在世界范围内盛行。当前湖泊维持着各种各样的生态系统，为农业、水电和其他人类活动提供重要的水源。湖泊通常被称为“气候变化的哨兵”，它整合了多个气候过程，包括降水、径流和蒸散。因此，湖泊中储存的水量反映了短期和长期的气候波动。然而，将湖泊储水量的变化归因于气候是复杂的，因为水库管理、取水和土地利用变化等直接人类活动也会影响湖泊储水。

一项由科罗拉多大学博尔德分校环境科学研究合作研究所开展的研究表明，在 1992-2020 年，由于人为和气候因素影响，全球 1972 个大型湖泊中，有 53% 的湖泊都表现出了显著的储水量下降现象，同时预估世界上大约四分之一的人口居住在干涸的湖泊盆地中。该研究成果发表在国际学术期刊《全球水文》上。

微生物碳利用效率促进全球土壤碳储存

2023/05/24

一项由清华大学全球变化研究院和康奈尔大学的研究者组成的国际团队研究发现，在确定土壤有机碳储存 (SOC) 及其在全球的空间变化方面，碳利用效率 (CUE) 的重要性至少是其他评估因素 (如碳输入，分解或垂直运输) 的四倍。此外，CUE 与 SOC 含量呈正相关。作者指出，微生物 CUE 是全球 SOC 储存的主要决定因素。了解 CUE 背后的微生物过程及其环境依赖性有助于预测 SOC 对气候变化的反馈。上述成果以“微生物碳利用效率促进全球土壤碳储存”为题，成果发表在《自然》杂志上。

更清洁的氨途径

2023/05/24

氨对于生产合成肥料至关重要，世界依靠合成肥料种植农作物。自 1900 年以来，氨一直由哈伯-博世工艺制成，但它十分依赖于化石燃料，原因在于打破氮的分子键需要高温高压，这一过程极其耗能，对合成化肥进行脱碳就显得尤为重要。当与锂原子一起反应时，它们可以破坏已知最强的化学键之一。锂可以吸收三键氮分子，并在环境条件下将其一分为二。来自澳大利亚墨尔本莫纳什大学的木星离子公司，旨在利用锂制造氨。能源领域绿色氨的新兴市场也即将出现，越来越多的可再生能源产生的氨被认为是一种潜在的能源载体——一种将可再生能源转化为易于储存运输甚至船运的化学形式的方法。

兰大研究成果为评估沙漠固碳总量提供新方案

2023/06/06

近日，世界环境领域期刊《环境科学与技术》发表了兰州大学黄建平院士团队的题为《降水导致沙漠非生物碳固存衰减》的研究成果，并将其作为封面论文进行推介。该团队建立了同时考虑水热交互作用及土壤性质因子的沙漠流沙 CO₂ 通量估算方案，深化了对沙漠固碳机制的理解，并为评估沙漠固碳总量及其对全球碳循环的贡献提供了一种新方案。

此前，学界对沙漠土壤水热如何协同影响 CO₂ 收支过程还缺乏深入了解，这导致沙漠生态系统在全球碳循环中的贡献和地位无法准确确定。该研究通过对流沙样品 CO₂ 通量连续监测，揭示了水热联合调控对于沙漠流沙 CO₂ 通量的影响机制，并通过建立的流沙 CO₂ 通量经验估算方案，发现短期内随着全球变暖且沙漠极端降水事件的增加，塔克拉玛干沙漠流沙的非生物固碳能力和碳汇稳定性均将逐渐降低。然而，随着沙漠降水的进一步增加，将利于沙漠植被的生长，加入植物光合作用的沙漠碳汇过程将逐渐增强。

“蓝碳”增汇新途径——海草床保护项目

严帅

近日，EcoAct、Digital Realty France、Schneider Electric France 和 Calanques National Park 联合公布欧洲第一个致力于保护海草床的碳核算方法学，用于保护在缓解气候变化方面发挥关键作用的海草床^[1]。

海草床储碳能力和储碳方式

海草床在调节气候和保护海洋生物多样性方面发挥着重要作用，是地球上分布最广泛的沿海栖息地之一。这一生态系统具有高度多样性和生产力，提供重要的生态功能，如稳定底质、净化水体、为海洋生物提供栖息繁育场所、为海洋生物提供食物来源、存储有机碳，以及通过消减波浪能、减缓海浪冲击等发挥防护功能等。

我国的海岸线总长为 32,000 千米（含岛屿岸线），海岸带碳汇潜力巨大。近年来随着“蓝碳”的关注度越来越高，海岸带生态系统的“蓝碳”也逐渐受到重视，而海草床生态系统是滨海“蓝碳”的重要组成部分。研究显示，全球海草生长区占海洋总面积不到 0.2%，但每年海草床生态系统封存的碳占全球海洋碳封存总量的 10% 至 15%。Fourqurean 等（2012）的研究表明，全球海草床沉积物有机碳的储量约为 98 亿至 198 亿吨碳，相当于全球红树林与潮间带盐沼植物沉积物碳储量之和^[2]。

海草床生态系统内的碳储量主要以生物质碳储量和沉积物碳储量两种方式存在。海草床是极富生产力的生态系统，全球海草平均年初级生产力为每平方米 0.5~1.0 吨碳，高于生物圈其他大部分类型生态系统，为陆地生态系统平均每平方米年初级生产力的 10000 倍^[3]。

除了海草植物本身，海草植物上的附着生物对海草床碳循环的贡献也不容忽视，其贡献可达海草植物地上部分生产力的 20% 至 60%。此外，海草床中生长的大型藻类也是生态系统中碳储量的重要来源。海草植物、附着生物和大型藻类等通过光合作用固定的碳存储在生物体内，成为海草床生态系统中碳库的重要组成部分。除生物体有机碳外，海草床生态系统中的有机碳大部分存储于沉积物中。其沉积物有机碳的储存也是其“蓝碳”功能的重要体现。

人类活动对海草床储碳的影响

随着近年来海岸带经济的强劲发展，人类对海岸带影响越来越大，



如围垦、码头建设、船舶运输、海水养殖以及陆源污染等，海岸带的生态系统遭受越来越严重的破坏。人类活动以及全球气候变化使全球海草床加速衰退，使之成为地球生物圈中退化速度最快的生态系统之一。这不仅威胁着环境，也威胁着数百万依赖健康海洋维持生计的人们。

Waycott 等（2009）综合全球 215 项研究的评估发现，自 1980 年以来，海草床以每年 110 平方公里的速度迅速消失^[4]。自 1879 年有记录以来，全球海草床已知面积的 29% 已经消失。全球海草床的年退化速率已增至 7%，超过三分之一的海草床已完全消失，然而只有 26% 的海草床属于海洋保护区（Marine Protected Areas, MPAs），相比之下 40% 的珊瑚礁和 43% 的红树林则属于海洋保护区。我国的海草床也遭到了严重的破坏，面积急剧减少。随着海岸带地区人类影响强度的不断增大，海草床的恢复率降低，近岸海草生态系统衰退已不可逆转。

海草床的保护：一种具有多重挑战和好处的方法

名为 Prométhée-Med 的碳汇研究项目产生了第一个专门用于保护海草床的低碳方法学，其实施意味着平均每年可减少 24,000 tCO_{2e}。该方法学已获得法国能源和气候总局（Direction Générale de l'Énergie et du Climat, DGEC）的批准，在未来可有效保护重要的碳储量和地中海的重要自然栖息地——法国波西多尼亚草甸。

该项目试点的波西多尼亚草甸（*Posidonia Oceanica*）是地中海的特有种，固碳能力卓越，在维持地中海这个半封闭海的生物物理平衡方面起着关键作用。每公顷固碳量高达 700 吨^[5]，是热带森林的 3 至 5 倍，是法国落叶林的 7 倍^[6]。然而自 1960 年代起，13% 至 38% 的海草床表面已经消失。即使有相关法律保护，波西多尼亚草甸仍以每年 1.5% 的速度消失。

根据该项目的预测，保护波西多尼亚草甸以实现碳中和的潜力相当大。在普罗旺斯-阿尔卑斯-蓝色海岸、奥克西塔尼亚和科西嘉岛的南部地区，有待保护的面积超过 80,000 公顷（Medtrix (2019).）；波西多尼亚草甸目前的退化速度估计平均每年为 0.29%；需要保护的碳储量（以碳吨计）为每公顷 327 吨碳（保守值）^[7]；碳减排潜力估计平均为 24,000 tCO_{2e}/年^[8]。

该方法学使项目负责人实施海草床保护的同时，还将带来若干社会经济层面的益处，例如：创造就业机会，特别是水体监测和海上作业相关的就业，在当地组织培训，以及提高民众保护海草床的意识。

发展方向

蓝色碳汇具有重要的环境、经济、社会和科学价值，对于中国而言，蓝色碳汇的潜在规模和价值是巨大的。中国拥有丰富的海洋生态系统，如海草床、珊瑚礁、海洋湿地和海洋深层沉积物等，它们是蓝色碳汇的重要组成部分。保护和利用蓝色碳汇不仅具有经济价值，还可以为社会带来生态价值。例如，海草床可以减缓海岸侵蚀，珊瑚礁可以维护海洋

生态系统的稳定性和多样性。此外，蓝色碳汇的保护和利用还可以促进海洋生态系统的恢复和修复，提高生态系统的健康状况和生态服务能力。

然而，当前我国需要加强滨海湿地的研究和保护工作，停止破坏性的滨海湿地开发活动，避免其蓝碳功能的快速损失。通过推进滨海湿地的生态恢复工作，重建和新建滨海湿地生态系统，恢复并增强其蓝碳功能，可以让滨海湿地蓝碳为我国的碳中和战略做出更大贡献。

近日，为充分发挥蓝碳资源优势，促进蓝碳资源到资产转化，我国山东省海洋资源与环境研究院联合中国海洋大学编制完成“海草床碳汇项目方法学”。山东省海洋局表示该方法学结合山东省实际，充分借鉴国内外相关方法学案例，利用山东省前期基础研究和典型区域蓝碳试点调查成果，明确了海草床碳汇项目核算的术语和定义、适用条件、基线碳汇量、项目碳汇量及项目减排量核算方法、监测程序、质量和精度控制等的技术要求，内容全面，技术方法科学，具有可操作性。通过不断地推进相关研究和技术创新，蓝色碳汇未来的发展潜力将会更加可观。

参考文献

- [1]Jennifer L. First Carbon Credit Methodology for Seagrass Developed in France [EB/OL]. 2023-04-11 [2023-06-26] <https://carboncredits.com/first-carbon-credit-methodology-for-seagrass-developed-in-france/>
- [2]Fourqurean J W , Duarte C M , Kennedy H , et al. Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock[J]. Nature Geoscience, 2012, 1(7):297-315.
- [3]Terrestrial Primary Production: Fuel for Life | Learn Science at Scitable (nature.com)
- [4]Waycott M, Duarte CM, Carruthers TJ, et al. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems.[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2009. 106(30): 12377-12381.
- [5]Monnier B., Pergent G., Mateo M.Á., Clabaut P., Pergent-Martini C., 2022. Quantification of blue carbon stocks associated with Posidonia oceanica seagrass meadows in Corsica (NW Mediterranean). Science of The Total Environment, 838, 155864, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.155864.
- [6]To give an order of magnitude, based on data from the French Environment and Energy Management Agency (ADEME) Aldo tool, we can estimate that one hectare of seagrass stores up to 7 times more carbon than a French hardwood forest.
- [7]Monnier, B., Pergent, G., Mateo, M. Á., Clabaut, P., & Pergent-Martini, C. (2022). Quantification of blue carbon stocks associated with Posidonia oceanica seagrass meadows in Corsica (NW Mediterranean). Science of The Total Environment, 155864.
- [8]Ministry for the Ecological Transition in France.

碳移除主力军——自然还是工业

谷佳忆

二氧化碳的增加是当前全球气候变化的主要推动力之一，因此减少大气中的二氧化碳是应对气候变化的重要措施。本文通过查阅和对比国外新闻、组织报告、学术文献等文字材料，对比了两类二氧化碳移除（CDR）技术——自然的和工业的。在未来几十年内，工业碳移除方法预计将会占据主要市场，但以百年的时间长度来看，自然方法将造福整个生态系统，但需要从此刻着手布局 and 推动。

碳移除的定义及术语辨析

二氧化碳是最重要的温室气体之一，工业革命以来，人为活动导致二氧化碳排放增加，进而引起大气中二氧化碳浓度的不合理上升。二氧化碳在大气中停留时间较长，可达几十年甚至上百年。因此，一旦释放到大气中，二氧化碳会对气候系统产生长期的影响。二氧化碳的增加会导致其他气候变化的正反馈效应，例如，温度升高导致冰雪融化，进一步减少地表的反射能力，从而加速地球的加热。

学界目前还没有官方统一的中文术语词典或定义，因此，在开始正文的讨论之前，需要明确本文提及的术语的意思。本文提到的二氧化碳去除（CDR），被政府间气候变化专门委员会（IPCC）定义为“从大气中去除二氧化碳并将其长期储存在地质、陆地或海洋水库或产品中的人为活动”，CDR 技术可分为两类：一类是增强自然过程如树木、湿地或微生物吸收利用二氧化碳的能力；另一类是利用化学过程直接捕获并储存二氧化碳^[1]。CDR 基本等同于碳移除（carbon removal）、碳减少（carbon drawdown）、碳封存（carbon sequestration）和温室气体去（greenhouse gas removal）这几个概念，CDR 技术也即负排放技术（negative Emissions Technologies）。这些术语中所指的“碳”不仅仅是二氧化碳，还包括其他温室气体，如甲烷。不过，世界范围内还没有成熟的方法来去除非二氧化碳温室气体。需要特别说明的是，NbS 可吸收多种不同的温室气体，如二氧化碳、甲烷甚至含氟的温室气体，因此减排潜力一般以“吨碳当量”或“吨二氧化碳当量”计算，1 吨碳在氧气中完全燃烧后能产生大约 3.67 (=44/12) 吨二氧化碳，二氧化碳量（CO₂）和碳量（C）之间是可以转换的，即减排 1 吨碳就相当于减排 3.67 吨二氧化碳。而碳捕获与封存（CCS）技术一般都是针对性地捕获二氧化碳，不涉及其他温室气体。

基于自然的解决方法（NbS）被 IUCN 定义为“采取行动保护、可持续管理和恢复自然或经改造的生态系统，有效和适应性地应对社会挑战，同时提供人类福祉和生物多样性效益”。这个定义比较模糊，为了澄清 NbS 的概念，IUCN 全球标准^[2]列举了 8 个条件，根据这些条件将“绿色”（即陆地生态系统）和“蓝色”（即海洋生态系统）的干预手段纳入 NbS 的范畴，涉及以下方面：(1) 应对社会挑战；(2) 大范围/景观尺度的干预；(3) 生物多样性增益；(4) 经济可行性；(5) 治理能力；(6) 公平性；(7) 弹性管理；(8) 合法。此外，欧洲委员会关于 NbS 的文件^[3]提出了五个问题来定义一个行动是否可以被视为 NbS：

- (1)它是否利用自然/自然过程?
- (2)它是否提供/改善社会福利?
- (3)它是否提供/提高经济效益?
- (4)它是否提供/改善环境效益?
- (5)它是否对生物多样性有净效益?

举个例子，在城市环境的绿色垂直墙壁上种植开花植物，这有助于显著增加生物多样性，也兼具提升城市观赏性。这些公式化的问题集中于“效益”的概念，并特别强调环境效益。欧委会和 IUCN 全球标准都强调了生物多样性的重要性。目前主流的 NbS 包括造林和再造林、土壤固碳、海洋施肥、湿地修复，本文讨论的就是这几种自然类 CDR 技术。本文所指的工业类 CDR 技术是传统碳捕集与封存(CCS)和空气碳捕集与封存 (DACCS)。另外，生物碳捕集与封存 (BECSS) 是一种正在发展的一种 NbS 和工业技术相结合的技术类型，本文也将稍加讨论。

自然类项目类型和减排潜力

造林和森林恢复有助于减缓和适应气候变化。现有的造林和再造林土地每年会贡献 0.77~1.54 亿吨二氧化碳当量的移除^[4]，世界自然保护联盟 (IUCN) 发起的波恩挑战 (Bonn Challenge) 推测，如果在 2030 年恢复 3.5 亿公顷的森林砍伐和退化土地，那么每年可吸收多达 17 亿吨二氧化碳当量^[5]。入选联合国环境规划署 (UNEP) 首批世界十大“生态恢复十年旗舰项目”的“中国山水工程”^{[6][7]}自“十三五”以来，已在“三区四带”重要生态屏障区域部署实施了 44 个山水工程项目，累计下达中央财政奖补资金 794 亿元，完成生态保护修复面积 350 多万公顷。

改变农业管理方式可以增加土壤碳储量，许多欧盟国家正在大力开展农业固碳项目。据估计，增加土壤有机碳 (SOC) 每年可以从大气中去除高达 7 亿吨碳。最近的研究表明，随着有机碳水平接近饱和，有机碳的增加将在 10~20 年后达到峰值，但如果有机碳可以在土壤表层 1 米范围内增加，那么增加的有机碳每年有潜力吸收 20~30 亿吨碳。但也有研究表示从大气中去除碳的潜力很有限，土壤增汇的能力还需要更多科学研究。将有机碳增加纳入农业的激励政策还不多，毕竟政策出台还需依据学界一致的结论^[8]。

海洋施肥利用的自然过程是浮游藻类和其他微小植物吸收二氧化碳并将其转化为有机物，其中一些作为碎屑沉入海底并被隔离在深海中。这一过程的增强可能会在几十年到几个世纪内显著影响大气中的二氧化碳浓度，影响幅度可达数十至 100 ppm 以上^[9]。迄今为止的研究发现最有希望的微量营养素是铁，因为浮游生物中碳与铁的比例很大。然而，研究发现了几个可能的缺点：浮游生物的种类无法控制，添加铁可能会刺激硅藻物种的生长，其中一些有毒；难以预测对海洋食物网和渔业的生态影响，以及对营养供应、生产力的影响。理想情况下，海洋铁肥料应该促进浮游生物形成更大的细胞，这可能会促进更快的下沉，但这可能会以不可预测的方式影响更高营养水平的生物，包括鱼类、海鸟和海洋哺乳动物。此外，要实现大量的固碳，需要大量增加浮游生物的生产量，因为大部分固定碳是在浮游生物腐烂或消耗时释放的，只有一小部分到达深海因此，封存潜力不太可能超过每年 1

亿吨碳当量。

湿地修复也很有潜力，比如泥炭地只覆盖了地球陆地表面的 3%，但却是最大的陆地有机碳储存库，保护和恢复退化的泥炭地每年可以减少全球 8 亿吨温室气体排放^[10]。若想进一步了解请移步本期环保桥观察《泥炭地修复困难重重，但至关重要》。

联合国拉丁美洲和加勒比地区的经济发展委员会（UNECLAC）2022 年发布的报告《基于自然的解决方案和二氧化碳去除》^[11]总结了多种技术的碳减排潜力、固碳持续时间和当前实践程度等，如下表：

NbS 名称	技术描述	减排潜力 (亿吨碳/年)	固碳持续时间	实践程度	成本 (美元/吨)
造林和再造林	在原本没有森林覆盖的地区地方进行人工种植树木或在曾经有森林覆盖但被砍伐、采矿或其他活动破坏后进行重新种植	10~180	中长期	已被广泛实施。可以大规模部署，无需进一步发展技术。	15~30
土壤增汇	改变土地管理的方式（如：添加堆肥、农作物残留物或覆盖作物、农林复合种植、保护性农业）增加土壤中的有机物含量	10~110	中长期	无显著障碍，但在农业的实践中的研究还不够	12
海洋施肥	在海洋表层水中放置铁可以促进浮游生物的生长，而浮游生物在生长过程中会吸收碳	37	长期	技术上可行，所需的工业基础设施也很便于实施。	2~457
湿地修复	重新湿润和开垦湿地，例如泥炭地，以增强碳储存	12	中期	无需太多新技术	10~100

IPCC 报告称，从时间上讲，保护泥炭地、湿地、草场、红树林和森林等高碳生态系统会产生最快的结果。另一方面，植树造林、重新造林和恢复、农林业和开垦退化土壤可能需要几十年的时间才能实现。与工业方法相比，NbS 对气候变化具有更高的适应能力，因此减少了前期资本成本，减少了维护和运营费用。

工业类项目类型和减排潜力

碳捕获与封存 (CCS) 从大型点源 (如发电厂或钢铁厂) 的烟气中捕获二氧化碳, 然后利用捕获的碳制造新产品或将其封存在地质构造中。根据《CCS 全球现状报告 2022》^[12] (注: 该报告所指的 CCS 包括 CCUS、BECCS 和空气碳捕集与封存), CCS 处于一个飞速增长的状态, 2021 至 2022 年, CCS 设施的数量增长了 44%, 延续了自 2017 年以来正在开发的 CCS 项目的上升势头, 目前全球的捕获能力已达到每年 2 千万吨。国内项目是由大型国有能源公司主导项目开发。由中石化开发的中国首个综合百万吨 (100 万吨/年) CCUS 项目于 2022 年 8 月底全面投入运营。齐鲁石化厂捕集的二氧化碳被输送到胜利油田提高采收率。华能已开始在鄂尔多斯盆地建设一个 150 万吨/年的煤电 CCUS 项目, 该项目被广泛预计将成为世界上最大的煤电 CCUS 项目。中国海洋石油总公司 (CNOOC) 将在珠江口启动中国首个二氧化碳海上封存项目。2022 年 6 月 27 日, 埃克森美孚、壳牌和中海油与广东省政府签署了一份合作协议, 将在大亚湾石化工业园评估一个世界级的枢纽项目。此外, 包括广汇和恒力在内的几家私营公司已经宣布了 CCUS 项目。

从源头上捕获来自交通和住宅供暖等分散源的碳排放通常不切实际, 但可以直接从周围空气中回收二氧化碳, 这被称为“空气碳捕集与封存” (DACCS)。空气碳捕集与封存使用固体或液体吸附剂来结合二氧化碳, 结合后, 吸附剂再释放出可安全储存的高纯度二氧化碳, 之后将这些二氧化碳进行地质封存。然而, 由于空气中的二氧化碳浓度与工业源头产生的烟气中的二氧化碳浓度相比较低, 因此存在一些重要差异。空气碳捕集与封存技术与 CCUS 技术非常相似, 因为两者都涉及捕获气态二氧化碳, 但两者不能混为一谈, 因为前者是从环境空气中捕获碳而后者是从工业源头上捕获。

原则上, 空气碳捕集与封存在任何地方都能捕获二氧化碳, 这种碳移除方法具有很高的灵活性, 它可以在二氧化碳储存地点附近捕获, 从而将运输成本降至最低 (甚至可以在海上平台上捕获)。但是, 考虑到大气中 CO₂ 的浓度相对较低 (约 400 ppm, 相当于 0.04%), 分离 CO₂ 的最小理论功明显高于从点源捕获 (从空气中捕获 CO₂ 的最小理论功约为 20 kJ/mol, 而从烟气中捕获为 8.4 kJ/mol), 这种理论最小功的比较表明, DACCS 的实际能量需求将大大超过从点源捕获二氧化碳的能量需求。除了高能量需求外, 低二氧化碳浓度也增加了处理气流的规模, 这可能比传统 CCS 选项大 100~300 倍, 需要非常大的接触器, 这会导致诸如土地可用性、公众接受度和建筑材料可用性问题。捕获的二氧化碳的长期地质储存也是一项挑战。空气碳捕集与封存需要碳中和的能源和/或热源来运行, 这会限制场址的选择^[13]。经济方面, 空气碳捕集与封存成本从 137 美元到 412 美元/吨二氧化碳不等, 而从烟气中捕获二氧化碳的成本为 30~100 美元/吨二氧化碳。

到 2030 年, 全球碳排放量需要下降 43% 才能很好地实现 1.5°C 目标, 但几十年来, 全球碳排放量却一直在稳步上升。应对这样急迫的形势, 工业方法具有绝对的优势, 它可以迅速减少碳排放。

生物能源碳捕集与封存 (BECCS)

生物能源碳捕集与封存 (BECCS) 的概念相当简单。生物质利用二氧化碳完成生长,

将其以有机物质的形式储存到如树干、茎、根等部位。生物质随后在发电厂燃烧（或其他能源转化厂）来产生电力（或其他能源）。生物质用于 BECCS 不仅限于电力部门，还可以与其他部门相结合，如氢气、生物燃料或沼气生产。BECCS 的减排潜力有很大的不确定性，当前研究的结果显示每年的碳减排潜力从 10 亿吨到 850 亿吨不等，这取决于全球对 BECCS 的重视程度，当然还有经济因素，虽然 BECCS 已有很成熟的技术，但其费用仍然很高，范围是 65~240 美元/吨。而且 BECCS 需要非常大的土地面积（每年每清除一吨碳当量，森林生物质要占用约 1 至 1.7 公顷的土地，农业生物质需要约 0.6 公顷的土地，使用特定种植的能源作物时需要 0.1 至 0.4 公顷的土地）。与 NbS 相比，BECCS 费用高昂；与 CCS 相比，BECCS 周期长、回报慢，因此受到的关注较少，还需要更多的实践性探索。若想进一步了解 BECCS 的发展现状，请移步本季刊 2022 第三季度“国际洞见”栏目的文章《生物能源碳捕集与封存》。

总结

CDR 的使用降低了人类向大气中添加二氧化碳的总体速度。只有在全球排放量减少到净零之后，地球表面温度才会稳定下来，这将需要积极的减排努力和 CDR 的部署。由于某些类型的排放在技术上难以完全消除，如果没有 CDR，将净排放量降至零是不可行的。

CDR 技术在本文中被分为工业类和自然类两种。CCS 技术尤其是空气碳捕集与封存，减排成本已经从 2016 年的 200~1000 美元每吨，降至 2022 年的 137~412 美元每吨，但仍比大部分自然类方法高很多。相比于 NbS 方案动辄上万亩的面积，虽然 DACCS 占地面积相对较小，但需要可持续的能源、地质二氧化碳储存库来运行，这对选址方面也有很高的要求。另外，目前关于 DACCS 成本、性能和工厂选址影响的信息存在一些数据缺口和重大不确定性，关于 DACCS 的文献仅限于少数经验模型和技术开发人员共享的商业数据。CCS 依赖于使用一般不可回收不可再生的资源，而且往往是暂时性的方法（运营期限短），从整个生命周期来看，设备的使用、维护和废弃去向要为项目本身的碳排放记上一笔。

自然类技术的项目有着相对较低的成本、较低的技术要求和更多协同效益等优势，因此笔者认为在国内更适合广泛地开发 NbS 项目。目前的自然类技术更多应用在人迹罕至的地方，如森林、海洋、湿地，或者人口相对较少的农业土地，使用在人口密集的城市的技术还在缓慢的发展中，白宫 2022 年发布的《NbS 资源指南》^[14]提到，已有一些自然类技术在城市生活中出现，比如雨水管理——湿地和本地植物被用来捕获雨水，减少洪水和雨水管理系统的成本。社区设立雨水花园并种植防火带遮荫树，作为改善公共卫生的一部分，可以降低野火的风险。本土珍稀植物被保护性种植，将人们与重要的文化习俗重新连结。

工业和自然并不是非此即彼的关系，它们在不同阶段发挥的作用不一样。自然减碳成本低但成效慢，工业技术减碳效果快但成本高。IPCC 2021 年的报告称：“除非在未来几十年内大幅减少二氧化碳和其他温室气体排放，否则全球变暖幅度在 21 世纪将超过 1.5 摄氏度和 2 摄氏度。“迫在眉睫的形势下，为了达到巴黎协定中在 2100 年前升温控制在 1.5°C 以内的目标，工业技术方法将盛行起来；而 NbS 因为普遍需要几十年时间产生减排效果，需尽早布局。

参考文献

- [1] IPCC. FAQ Chapter 4 [Z/OL]. IPCC [2023-6-10]. <https://www.ipcc.ch/sr15/faq/faq-chapter-4/>
- [2] IUCN. IUCN Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS. First edition [R/OL]. 瑞士格朗: IUCN (2020) [2023-6-10]. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-020-En.pdf>
- [3] European Commission. Science for Environment Policy, FUTURE BRIEF: The solution is in nature [R/OL]. (2021-2) [2023-6-10]. <https://knowledge4policy.ec.europa.eu/sites/default/files/issue-24-2021-02-the-solution-is-in-nature.pdf>
- [4] Timothy M Lenton. The potential for land-based biological CO₂ removal to lower future atmospheric CO₂ concentration [J/OL]. 2010. Carbon Management (2010) 1(1), 145–160. [2023-6-10]. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.4155/cmt.10.12?scroll=top&needAccess=true&role=tab>
- [5] IUCN. Forests and climate change [R/OL]. (2021-2) [2023-6-10]. https://iucn.org/sites/default/files/2022-04/forests_and_climate_change_issues_brief_2021.pdf
- [6] 中国自然资源报、联合国环境规划署. 中国山水工程入选首批世界十大生态恢复十年旗舰项目 [N/OL]. (2022-12-14) [2023-6-10]. https://www.eco.gov.cn/news_info/60633.html
- [7] UNEP. UN recognizes 10 pioneering initiatives that are restoring the natural world [N/OL]. Montreal. (2022-12-13) [2023-6-10]. <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/un-recognizes-10-pioneering-initiatives-are-restoring-natural-world>
- [8] EASAC. Negative emission technologies: What role in meeting Paris Agreement targets? [R/OL]. 德国托伊辰塔尔: Schaefer Druck und Verlag GmbH. (2018-2) [2023-6-10]. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/28_EASAC%20Report%20on%20Negative%20Emission%20Technologies.pdf
- [9] National Research Council. Climate Intervention: Carbon Dioxide Removal and Reliable Sequestration [J/OL]. 美国华盛顿特区: The National Academies Press. (2015) [2023-6-10]. <https://nap.nationalacademies.org/read/18805/chapter/2>
- [10] UNEP. Wetlands: the unsung heroes of the planet [N/OL]. (2022-2-1) [2023-6-10]. <https://www.unep.org/news-and-stories/story/wetlands-unsung-heroes-planet>
- [11] Joseluis Samaniego, Santiago Lorenzo, Estefani Rondón Toro 等. Nature-based solutions and carbon dioxide removal [R/OL]. 美国圣地亚哥: United Nations publication (2023) [2023-6-10]. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48691/1/S2201263_en.pdf
- [12] GCCSI. Global status of CCS 2022 [R/OL]. (2022) [2023-6-10]. https://status22.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2023/03/GCCSI_Global-Report-2022_PDF_FINAL-01-03-23.pdf

[13] EASAC. Negative emission technologies: What role in meeting Paris Agreement targets? [R/OL]. 德国托伊辰塔尔: Schaefer Druck und Verlag GmbH. (2018-2) [2023-6-10].
https://unfccc.int/sites/default/files/resource/28_EASAC%20Report%20on%20Negative%20Emission%20Technologies.pdf

[14] White House Council on Environmental Quality, White House Office of Science and Technology Policy, White House Office of Domestic Climate Policy. Nature-based solutions resource guide [R/OL]. 美国华盛顿特区. (2022-11) [2023-6-10].
<https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/11/Nature-Based-Solutions-Resource-Guide-2022.pdf>

海洋碳汇-从首笔交易落地到实现市场化要走多远

杨沁

一、前言

2021年4月，全国首个蓝碳碳汇项目——广东湛江红树林造林项目，在自然资源部第三海洋研究所、广东湛江红树林国家级自然保护区管理局、环保桥三方共同合作开发下成功注册，成为我国首个符合核证碳标准（VCS）和气候社区生物多样性标准（CCB）的红树林碳汇项目。2021年6月，广东湛江红树林造林项目首笔5880吨的碳减排量转让协议签署，这标志着我国首笔蓝碳交易正式完成，蓝碳开始迈入市场化交易的探索阶段。

目前在我国大力推进“双碳”和海洋强国战略目标的背景下，海洋碳汇——蓝碳的作用和意义正愈发凸显，然而与之同时，关于国内蓝碳市场、交易平台的建设却推进缓慢。虽然国际蓝碳市场和交易体系相对完善，但是国内各地方对于蓝碳的国际化合作意识不足，以及蓝碳量化、投资、政策方面的重重阻碍，这些都导致难以在短期内通过市场获得蓝碳项目开发的经济回报，进而难以赋能蓝碳生态价值的实现。

本文将试图探讨蓝碳的生态价值、潜力，以及蓝碳的开发、交易与市场化发展展望，并分析其发展存在的困境，给出解决问题的意见和建议。

二、蓝碳的定义与发展

1. 蓝碳的定义

蓝碳，也称海洋碳汇，指“红树林、盐沼、海草床、浮游植物、大型藻类、贝类等从空气或海水中吸收并储存大气中的二氧化碳的过程、活动和机制”。这些海洋生态系统能够吸收大气或海水中的二氧化碳，以碳酸盐等形式将其储存起来，且储碳周期可达数千年。

2. 蓝碳的潜力

海洋储存了地球上约93%（约为40万亿吨）的二氧化碳，是地球上最大的碳库，每年可清除30%以上排放到大气中的二氧化碳，对减少大气二氧化碳、缓解全球气候变暖、支持生物多样性起到至关重要的作用，是“减排”的另一条重要路径。而红树林、海草床和盐沼作为三大滨海蓝碳生态系统，具有极高的固碳效率。虽然这三类生态系统的覆盖面积不到海床的0.5%，植物生物量也只占到陆地植物生物量的0.05%，但其碳储量却高达海洋碳储量的50%以上^[1]。

环保桥观察

我国拥有近 300 万平方公里的海洋国土面积，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、盐沼这三大滨海蓝碳生态系统的国家之一，而滨海生态系统正是海洋碳循环活动极其活跃的区域^[2]。同时，中国海水养殖产量常年位居世界首位，贝类和大型藻类吸收了大量二氧化碳。可以说，我国可以发展的海洋碳汇基数十分庞大，对于实现碳中和目标的潜力不言而喻。

3. 我国蓝碳发展历程与相关政策、制度汇总

随着全球气候变暖，各国对海洋碳汇的重视程度逐渐提升，并相继出台相关政策和技术规范，蓝碳的科学体系正逐渐形成并不断完善。以下主要汇总国内蓝碳领域的制度建设。

表 1 国内蓝碳领域相关政策汇总

时间	发文机关	文件名	相关内容
2011.01.04	国务院	《山东半岛蓝色经济区发展规划》	提出发展海洋碳汇的省级海洋领域发展规划
2015.05.06	中共中央、国务院	《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》	提出增加森林、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
2015.09.21	中共中央、国务院	《生态文明体制改革总体方案》	要求增加海洋碳汇的有效机制
2016.11.04	国务院	《“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
2017.10.26	中共中央、国务院	《关于完善主体功能区战略和制度的若干意见》	提出探索建立蓝碳标准体系及交易机制
2019.05.12	中共中央办公厅、国务院办公厅	《国家生态文明试验区（海南）实施方案》	提出开展海洋生态系统碳汇试点，开展蓝碳标准体系和交易机制研究，依法合规探索设立国际碳排放权交易场所
2021.01.11	生态环境部	《关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见》	要求积极推进海洋及海岸带等生态保护修复与适应气候变化协同增效，实质指向了大力发展海洋碳汇
2021.06.16	浙江省发改委	《浙江省应对气候变化“十四五”规划》	提出探索发展碳排放权交易下的海洋碳汇核算方法学的研究
2021.07.26	自然资源部办公厅	《关于建立健全海洋生态预警监测体系的通知》	提出实施海洋碳汇监测评估

2021.09.27	天津市人民政府	《天津市碳达峰碳中和促进条例》	提出加强海洋生态环境监测、保护和生态修复，增强海洋碳汇能力
2021.10.24	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》	提出整体推进海洋生态系统保护和修复，稳定现有海洋固碳作用，提升红树林、海草床、盐沼等固碳能力，开展海洋碳汇本底调查和碳储量评估，实施生态保护修复碳汇成效监测评估
2021.10.26	国务院	《2030年前碳达峰行动方案》	要求开展森林、草原、湿地、海洋、土壤、冻土、岩溶等碳汇本底调查、碳储量评估、潜力分析，实施生态保护修复碳汇成效监测评估
2022.02.21	自然资源部	《海洋碳汇经济价值核算方法》	描述了海洋碳汇能力评估和海洋碳汇经济价值核算的方法，解决了海洋碳汇的量化问题和价值确定问题
2022.09.26	自然资源部	《海洋碳汇核算方法》	描述了海洋碳汇能力核算的方法，是我国首个综合性海洋碳汇核算标准
2023.02.07	广东省人民政府	《关于印发广东省碳达峰实施方案的通知》	提出大力发掘海洋碳汇潜力，推进海洋生态系统保护和修复重大工程建设，探索开展海洋生态系统碳汇试点

注：根据公开信息整理

由此可见，2015年后，我国加快推进生态文明建设，启动生态文明体制改革，对海洋碳汇建设的要求开始出现在国家级政策体系中。2020年“双碳”目标提出后，海洋碳汇的制度建设进入新阶段。海洋碳汇在国家“五位一体”总体布局中的定位更加清晰，即作为衔接海洋生态环境保护修复和应对与适应气候变化的关键环节^[3]。但以上政策大部分以指导性意见为主，缺乏实质性操作的指南，《海洋碳汇核算方法》的出现，起到了积极的规范和引领作用，填补了该领域核算方法行业标准的空白，使得海洋碳汇可以进行准确核算。有了该依据和标准，相关部门才能核发减排量，企业才能进行市场化交易，最终反哺海洋碳汇项目，促使其蓬勃发展。

三、我国蓝碳开发面临的问题和挑战

当前，我国海洋碳汇发展已进入新阶段，在海洋碳汇的理念宣传、海洋碳汇的理论研究、海洋碳汇的机制创新、海洋碳汇的市场建设等方面取得了一定进展，但同时也面临着不少问题。

1. 海洋生态系统结构和功能不稳定

从自身角度来看，海洋生态系统与陆地生态系统相比，有受气候影响大的特点，这可能会使得海洋碳汇的后期监测结果不达预期。由于沿海生态系统易受到气候变化的影响而导致海平面上升等问题，影响蓝碳的价值确定，故当前对现有气候数据分析和未来气候预测能力的缺乏也将影响蓝碳项目的长期稳定发展。

从外部影响来看，由于人类活动如填海造地、水产养殖、工业发展，不可避免的会影响生态系统的固碳能力，特别是我国人口和经济不断向沿海地区聚集，导致我国海洋生态系统服务不断退化，其对蓝碳存量的具体影响尚不明确。但可以明确的是，这种人为改造破坏海洋碳汇的行为是未来需要管理的重点。

2. 不同类型的海洋碳汇建设程度不一

由于海洋碳汇生物多样性较强，各类碳汇机理不同，碳汇量核算机制也不相同，虽然我国可以建设多种类型的海洋碳汇，但就当前研究成果来看，不同类型的海洋碳汇建设程度不一，且不同类型的海洋碳汇对“双碳”目标的贡献并不相同。部分海洋碳汇理论和实践都较为成熟，而部分新兴类型的海洋碳汇仅处于基础理论研究阶段，不同类型的海洋碳汇建设在不同时期的建设定位并不明确^[3]。这一方面可能导致大众对于某类海洋碳汇存在争议和误解，认为其不一定能长期有效固碳，从而影响其投资开发行为；另一方面，可能导致市场向成熟的海洋碳汇类型靠拢，而新型类型的海洋碳汇领域就会无人问津，即使它也有很大潜力待挖掘。未来若要满足海洋碳汇交易的实际需求，还需进一步完善各类海洋碳汇的理论研究。

3. 缺乏开发方法学

碳汇项目方法学可规范碳汇项目设计文件编制和计量监测工作，确保项目产生的减排量达到可测量、可报告、可核查的要求，是进行碳交易的必要条件^[4]。影响“碳”的其他海洋碳汇成分涉及地球系统的其他圈层，需要不同学科之间的整合研究，获取准确的数据及建立科学有效的计量模型难度较大，因此在确立符合海洋碳汇自身特点的方法学方面会面临很大挑战^[5]。

目前，国内开发的方法学较少，由于海洋碳汇具有空间分布不均衡、资金技术条件不完善等特点，我国海洋碳汇项目方法学多以地方为适用主体，如河北省白洋淀芦苇固碳生态产品项目方法学（版本号 V01），河北省海水养殖双壳贝类固碳项目方法学（版本号 V01），福建省修复红树林碳汇项目方法学等。目前国内还没有可适用方法学的蓝碳项目，可以按照其他国际标准的方法学来开发，如核证碳标准（Verified Carbon Standard, VCS）下的退化红树林生境的造林和再造林方法学（AR-AM0014）、在湿地上开展的小规模造林和再造林项目活动方法学（AR-AMS0003）、构建滨海湿地的方法学（VM0024）、潮汐湿地和海草恢复方法学（VM0033）等。由于方法学的缺失和缺乏市场验证，蓝碳项目国内外市场存量较少，市场上可流通的产品少就导致碳交易市场机制无法发挥作用，碳金融市场更

加无从发展。

4. 交易市场体系不完善

目前，我国的碳汇交易多以实施造林、再造林和森林管理等林业碳汇的形式出现，蓝碳交易工作起步较晚，与之相关的规章制度、行业规范相对缺乏，蓝碳市场还未形成^[6]。不只是蓝碳，整个碳汇交易目前都还处于探索和试验阶段，的确存在一定的象征性成分。虽然目前全国已有几笔蓝碳交易，但集中于红树林修复或红树林造林类项目，该类项目与林业碳汇项目较为接近，产权权属相对清晰，而其他形式的蓝碳交易更加困难。

生态环境部发布的《碳排放权交易管理办法（试行）》中规定重点排放单位每年可以使用国家核证自愿减排量（CCER）抵销碳排放配额的清缴，抵销比例不得超过应清缴碳排放配额的5%^[7]。随着CCER市场重启步伐加快，激发了企业的短期碳汇需求，国内碳汇市场也升温明显。但当前海洋碳汇还没有纳入CCER全国交易市场，无法实现真正意义上的碳交易，因此当前碳交易市场体系下，要通过市场获得开发海洋碳汇所需的资金和动力明显不足。

四、展望与建议

本文对我国发展海洋碳汇提出以下建议。

1. 加强海洋碳汇生态保护

如何做好沿海经济发展对海洋的利用和保护海洋生态系统之间的平衡，是国内海洋碳汇发展的关键。一方面，要坚守海洋生态红线，要从土地的合理利用、保护海洋生态环境和防治自然灾害等角度统筹进行围海造地的规划和评估，在保护中发展，在发展中保护；另一方面，要严格反对掠夺性、破坏性的海岸带开发活动，避免蓝碳的大规模快速损失，可以通过立法鼓励保护性行为，严惩破坏性行为；另外，要合理保护和恢复海洋生态系统，保护盐沼湿地、红树林、海草床等海岸带生态系统结构与功能的完整性，恢复和重建已经被破坏的和退化的海岸带生态系统，恢复其蓝碳功能，以在保护自然的同时受惠于碳汇增益。

2. 加强海洋碳汇技术、理论和标准研究

应加强部分新兴类型的海洋碳汇理论研究，解决目前有关海洋碳汇的争议问题，为海洋碳汇项目开发方法学建立奠定理论基础，例如：弄清渔业活动会引起哪些碳库中的碳储量发生变化，变化的碳储量是作为碳汇还是碳源计入；或者，弄清在短时间尺度下，活体牡蛎的生物钙化作用过程到底是大气碳的“碳源”还是“碳汇”。

同时，加快建立蓝碳评估标准，借鉴吸收已有的标准和方法学，开发适用于我国国情的海岸带蓝色碳汇方法学。建立海草床、红树林、滨海沼泽等方面的调查、监测、评估标准和和方法学体系，加快建立对我国蓝碳生态系统面积、碳库储量、沉积速率等数据的观测方法和检测技术，摸清我国现有蓝碳存量 and 未来增量空间。完善海岸带蓝碳资源管理相关法规、政策和方法体系，这是海岸带蓝碳进入我国碳交易市场的基础。

3. 完善纳入交易市场的制度设计

全国人大代表，威海市委副书记、市长孔凡萍在《关于支持先行先试发展海洋碳汇经济的建议》中曾建议，尽快搭建海洋碳汇交易平台以探索蓝碳经济发展路径，将海洋碳汇纳入碳市场框架，与已有碳配额市场有机结合，以市场化手段激励海洋碳汇相关主体在技术、生产等环节，实现环境与经济效益的双赢。同时，孔凡萍建议通过立法确认海洋碳汇产权；加快建立一整套的海洋碳汇抵押、质押登记及公示制度。

目前国内碳交易市场仍以政府为主导，要促进交易市场的活跃度，一方面，政府应自上而下控制重点排放企业的配额量，提高控排企业进入市场参与交易的主动性；另一方面，可以通过环保奖励等政策，增加非控排企业参与交易的积极性和主动性。笔者认为，蓝碳交易最终还是要纳入全国碳交易市场的，可以采用“试点先行，循序渐进”的原则，在江苏、浙江、福建、广东、广西等生物多样性较高的区域试点开发海洋碳汇项目，优先推动已经被 IPCC 认可的红树林、海草床、盐沼三大蓝碳生态系统的开发，在充分吸收现有经验的基础上开展项目方法学和交易制度的研究，再逐渐完善其他海洋生态系统碳汇开发的顶层设计，为建立对接统一的碳汇交易市场提供经验与数据。

4. 积极探索开展海洋碳汇金融创新

发展海洋碳汇交易市场还应注重交易制度设计、交易产品设计、相关法律法规保障和投融资风险防控。在设计交易产品和交易制度时，适当考虑气候变化的因素，如气温上升对太平洋岛国的影响、气候变化对海岸带碳汇的影响。通过积极探索实施蓝色碳汇保险的可能性，开发蓝色碳汇保险，提升蓝色碳汇领域的风险管理能力，有助于健全和完善海洋碳交易市场机制^[8]。在市场投融资方面，可尝试鼓励包括国企、民企、私人资金等更多形式的资本进入交易市场。

五、 结论

尽管目前减排项目还处于大力发展的时期，但减排项目无法实现零碳乃至负碳，因此各类碳汇项目的开发对实现“双碳”目标具有重要的意义。从全球范围来看，海洋碳汇产业是当前碳交易市场中发展较快的行业，在中国也已成为“双碳”目标下新的增长点^[9]，同时目前我国蓝碳领域可拓展空间极大，应当更加重视蓝碳的研究和开发。

建议海洋碳汇市场其形成过程借鉴陆地碳汇市场的经验，通过海洋碳汇经济、技术、管理和政策等方面的创新，最终将海洋碳汇与陆地碳汇相结合，从而实现全球碳中和目标。

参考文献

- [1] 林伯强.保护和發展藍碳助力“碳中和” [N].第一財經日報,2021-03-24(A11).
- [2] 李政葳.农业农村部：我國海水貝藻養殖生態效益相當於每年造林 50 萬公頃[EB/OL]. (2021-07-30).

- [3] 毛竹,陈虹,孙瑞钧,赵化德,邢庆会.我国海洋碳汇建设现状、问题及建议[J].环境保护,2022,50(07):50-53
- [4] 张继红,刘毅,吴文广,王新萌,仲毅.海洋渔业碳汇项目方法学探究.渔业科学进展,2022,43(5)
- [5] 谢素美,罗伍丽,贺义雄等.中国海洋碳汇交易市场构建研究[J].科技导报,2021,39(24):84-95
- [6] 朱艳鑫.积极推动海洋碳汇发展[N].青岛日报,2021-06-25(007)
- [7] Karplus, V J.中国碳排放权交易制度:历史、现状与展望[R].剑桥:哈佛气候协议项目,2021.
- [8] 钱研玲,周洲.中央财经大学绿色金融国际研究院.“双碳”目标下碳保险发展路径研究[EB/OL].(2022-02-09).
- [9] 赵云,乔岳,张立伟.海洋碳汇发展机制与交易模式探索[J].中国科学院院刊,2021,36(03):288-295.

泥炭地修复困难重重，但至关重要

刘岩玉

前言

湿地是地球最重要的生态系统之一，在碳循环中占据独特的位置。湿地的类型丰富多样，分布在不同纬度、不同海拔的广大区域，主要可分为滨海湿地、河流湿地、湖泊湿地、沼泽湿地等。

滨海湿地固定的碳被称作“蓝碳”；滨海湿地的组成部分中，海草床、红树林、盐沼等具有较高的单位面积固碳能力。详情可查阅本刊文章《海洋碳汇-从首笔拍卖交易落地到实现市场化要走多远》。

泥炭地是沼泽湿地的特殊产物，其土壤有机质含量占比极高，一般在30%以上。1988年国家地质矿产部《全国泥炭资源报告》统计显示，我国泥炭地有机碳储量为46.8亿吨，绝大多数分布于裸露泥炭地，而深埋或浅埋于老底层或近代底层的泥炭占比较小，且基本不参与大气碳循环^[1]。

蓝碳和泥炭地保护都属于应对气候变化的基于自然的解决方案（Nature-based solution, NbS），与发展较为成熟、实施经验较多的森林生态系统相比，两者均处于初期阶段。蓝碳近年来在国内的热度有了明显的上升，应该是得益于我国广东湛江、浙江宁波等地的若干关键事件引发的持续性热议。相形之下，关于泥炭地和碳市场的讨论则寥寥无几。笔者从泥炭地与碳循环入手，分析全球和我国的泥炭地退化情况、修复保护措施以及学术和实践上的难点，并结合泥炭地的碳市场机制现状，展望未来趋势。

碳库、碳汇和碳源

从碳储量来看，尽管只占全球土地面积的3%到4%，但泥炭地储存了近三分之一的土壤碳，是森林生物量碳储量的两倍，是一个巨大的碳库。

作为全球碳循环的组成部分，泥炭地同时是重要的碳汇和碳源。泥炭地的植物通过光合作用吸收并固定大气中的二氧化碳。这些植物或其凋落物进入土壤后，在土壤微生物的作用下逐渐分解。由于泥炭地的土壤处在水分饱和的厌氧条件下，有机质分解速度与森林、草原等生态系统相比极为缓慢，远小于净初级生产力的累积速度，久而久之积累形成泥炭土，因而碳得以长期封存在土壤中。与此同时，泥炭地活跃的土壤微生物主要是厌氧菌，其不完全分解有机质的代谢过程释放大量甲烷。未退化的泥炭地是净碳汇，而退化或干涸可能导致泥炭地成为净排放源。

退化与保护

联合国环境规划署于2022年11月17日发布《全球泥炭地评估：世界泥炭地现状》报告称，地球每年丧失50万公顷泥炭地，接近上海直辖市的面积；全球累计约5000万公顷的泥

炭地已干涸，相当于整个四川省的面积，占当前泥炭地的 12% 左右。已干涸和退化的泥炭地造成的排放约为 19.4 亿 tCO₂e，占到每年全球人为温室气体排放量的 4% 左右^[2]。造成泥炭地干涸和退化的因素包括自然因素和人类活动，后者主要是排水疏干来发展农林业，此外还包括道路建设、采矿、过度放牧、污染排放等。发展农业导致的泥炭地退化主要发生在欧洲、中国东北、东南亚和美国中西部。气候变化对泥炭地的威胁在经受永久冻土融化、野火频率增加的高纬度地区尤为严重。

这份联合国报告所采信的中国泥炭地面积为 1288 万公顷，在全球位居第七。同时该报告也承认，由于缺乏统一的定义，面积估算存在较大的不确定性，例如，对于中国的泥炭地面积，不同文献给出了 52 万、335 万、839 万、1370 万公顷等大相径庭的数字，《全国泥炭资源报告》则显示我国泥炭地面积为 104 万公顷。泥炭地的定义中，最为重要的两个指标是泥炭层厚度和有机质含量，目前国际上较为通用的定义为有机质含量大于 30%（干重）、泥炭沉积厚度达到 30 cm。

根据国家林业和草原局的统计，我国泥炭地主要分布在大小兴安岭、长白山区、青藏高原、阿尔泰山等区域^[3]。该分布特性可总结为“两高”，即高纬度地区（以东北为主）、高海拔地区（青藏高原）。此外，零星的泥炭土分布于云贵高原以及洞庭湖、鄱阳湖等长江中下游地区，以埋藏泥炭为主，不属于典型的泥炭地。

我国东北泥炭地位于全球北方泥炭地南缘，毗邻俄罗斯东部广阔的永久冻土带。华东师范大学的一个研究团队基于长期泥炭藓物种多样性的调查，模拟了不同气候情境下 6 种泥炭地优势泥炭藓物种的全球分布，发现随着全球变暖泥炭藓潜在分布区呈向北移动的趋势，且移动距离随着温室气体排放的加剧而增加。一旦泥炭藓在泥炭地中失去优势或消失，就会导致泥炭地蓄水能力的大幅下降、优势生物种类和组成的变化、好氧微生物种群急剧扩张以及湿地植物凋落物加速分解，这都会加速二氧化碳和甲烷的释放，并很可能引发火灾。这项研究揭示了我国东北泥炭地在气候变化加剧时面临从碳汇向碳源转变的巨大风险^[4]。

位于青藏高原东北部的若尔盖泥炭地是我国最主要的一片高原泥炭地。中国科学院的研究员陈槐介绍说，近几十年来，气候变化和人为干扰作用使得若尔盖泥炭地发生了不同程度的退化；温度升高和水位降低形成有氧环境是退化的两个重要表现。深层古碳被暴露在有氧环境中，在微生物作用下参与碳循环，将封存了数百万年的碳释放到大气中^[5]。究其退化成因，由于缺少较长时间和多个空间尺度上的观测数据积累，学术界对于自然因素和人为因素哪个占主导仍存在争议。有学者认为，气候温、湿条件变化是主要原因，另一些学者则强调过度放牧在高原湿地退化中扮演的角色。21 世纪以来，若尔盖泥炭地的修复工作主要以抬升退化区水位为目标，对排水沟壑陆续实施了填、堵的措施，在短期内产生了一定的积极效果，但后期维护不足；构筑堤坝抬升水位这一措施则仅在较小的空间尺度上进行探索性试验，其生态效应暂时缺乏研究。若尔盖泥炭地的植被恢复以自然恢复为主、人工恢复为辅。目前已开展禁牧、轮牧、季节性放牧以及人工草场建设等生态修复工程，减轻放牧对植被的压力，促进植被的自然更新和演替^[6]。

欧洲和北美的原始泥炭地在近百年遭遇严重破坏，在英国，多达 80% 的泥炭地处于不同程度的受损状态。主要原因在于近代以来泥炭开采规模的扩大、排水用于扩大农林业生

产、基础设施的建设等。欧美于上世纪 80~90 年代开始泥炭地修复工作，主要从水文和植被这两个方面进行。基于水文修复目标的泥炭地修复主要采取筑坝、沟渠堵塞等技术，制定实施方案时需考虑坡度、水位、地貌、土壤类型等因素。在退化程度较严重、退化时间较久的泥炭地上，仅靠水文修复往往不能快速达到预期效果，还需人为地开展植被修复，具体措施包括移植或引入原生植物种子或营养繁殖体、增施有机或无机肥料、添加有机覆盖物等^[7]。

我国目前的泥炭地修复实践处在摸索阶段，且可直接借鉴的经验较少。尤其是青藏高原这个被称为世界屋脊的生态敏感区，其气候条件、水文状况、植被类型在世界范围内都颇具独特性。尽管有其他国家的经验可作为参考，仍需探索适合我国泥炭地特点的修复和管理模式。

泥炭地修复效果的监测和评估是另一大难点。人工干预的泥炭地修复距今仅数十年历史，而由于生态系统响应的滞后性，监测和评估需要在更长的时间尺度上进行。即使是在欧洲、北美等修复经验较多、开展较早的地区，评估修复成效也依然缺乏足够信息。Andersen 等分析了欧盟 1993~2015 年来 80 多个泥炭地修复项目之后认为，由于许多项目没有明确的修复目标或参照标准，尚缺乏一套共同的评估标准来确定是否已达到修复目标。尽管英国在排水泥炭地的水文和植被修复方面积累了 30 多年的经验，但有学者认为沟壑堵塞的方法依然处于开发完善阶段，对其整体效果的评估还为时尚早^[7]。另外，目前的修复项目重视目标物种尤其是植被的监测和评估，对于其他生态系统服务功能的评估较少。

公共投资和私有投资及自愿碳市场

泥炭地修复所需的资金主要用于再湿润、再造林、泥炭藓移植和其他修复手段所需的资本投入。刊登于世界经济论坛（World Economic Forum）的一篇文章表示，公共投资不太可能提供足够的额外资金，但在吸引私有投资的体系和制度建设方面起到关键作用；需要创建能产生收益、可自我维持的融资机制，为私有资本参与泥炭地修复提供有利可图的机会。该文提出了一种联合公共投资和私有投资的融资机制：公共投资为前期修复费用提供大部分资金，具有长期投资视野且愿意承担流动性不足风险的私有投资者则承担剩余的资本投入；为收回融资成本，主要收入来自出售泥炭地修复产生的温室气体减排和/或移除，考虑到碳价的上涨趋势，碳收入将成为泥炭地修复实现商业运行的关键因素；除了碳收入以外，由于泥炭地提供净化水源、防洪等生态服务，可通过生态服务付费（payments for ecosystem services, PES）机制，让水务部门、地方政府、保险公司为泥炭地修复支付部分费用；泥炭地提供的娱乐服务可通过向游客出售门票来获得额外收入^[8]。

通过碳市场来为泥炭地获得私有资金支持的机制，在少数国家已初步建立。英国是泥炭地退化最为严重的国家之一。英国《泥炭地守则》（Peatland Code）作为一项自愿认证标准，旨在量化泥炭地修复所产生的气候效益，并向自愿碳市场买家保证所出售的气候效益是真实的、额外的、永久的^[9]。泥炭地修复产生的减排量参考“泥炭地守则排放计算器”（Peatland Code Emissions Calculator）计算。该标准认证的气候效益以“泥炭地碳单位”（peatland carbon unit）的形式在自愿碳市场上出售，1 个泥炭地碳单位代表 1 吨被避免排放

至大气中的二氧化碳当量温室气体。

美国东南部沿海平原的“波可辛”（在北美原住民阿尔冈昆人的语言中意为“山丘上的沼泽”，指的是从弗吉尼亚州延伸至佐治亚州的独特泥炭地，在北卡罗来纳州最为常见）有潜力在不远的将来从碳市场获得资金。美国碳登记处（American Carbon Registry）于2017年批准了由大自然保护协会（The Nature Conservancy）和 TerraCarbon 合作开发的“波可辛湿地恢复”方法学，用于测量和验证泥炭土恢复带来的温室气体减排量。该方法学是多年以来北卡罗来纳州东北部泥炭地保护工作的成果之一^[10]。

核证碳标准（Verified Carbon Standard, VCS）也为泥炭地修复项目融资提供了渠道。VM0027“排干的热带泥炭地还湿的方法学”（仅适用于东南亚部分国家）和 VM0036“排干的温带泥炭地还湿的方法学”分别于2014年和2017年通过了Verra的批准^[11]；截至2023年6月，这两个方法学在全球范围内均无已成功注册的项目。此外，另一个方法学VM0004“避免在泥炭沼泽森林中进行计划中的土地利用转换的保护项目方法学”已有一个印度尼西亚的REDD项目成功注册和签发。

将目光转向国内。万众期待但尚未重启的国家核证自愿减排量（CCER）目前没有与湿地相关的方法学。若参与VCS机制，由于我国不存在符合VM0027的热带泥炭地或符合VM0004的泥炭沼泽森林，目前可直接使用的方法学仅剩VM0036。根据该方法，计算减排量所需要的主要泥炭地排放数据需来源于文献或实地测量，且应考虑项目区涉及的各种“温室气体排放场地类型”（GEST）。考虑到国内缺乏相关文献和实测数据，VM0036的应用也困难重重。实际上，从碳市场获取资金来支持我国泥炭地修复，在减排量的计算方面主要面临着知识有限、成本高昂两方面的阻碍。

一方面，实地测量耗费巨大的人力和财力。泥炭地主要分布在地广人稀、开发程度较低的地区，基础设施建设较为薄弱，进入项目区在交通、通讯等方面的难度不小。森林项目一般只考虑植被生物量，草原项目则往往忽略植被生物量而考察土壤碳的变化；而湿地项目的计算需纳入植被和土壤两大碳库，这无疑更是增添了监测成本。即便如此，基准线排放，即在无修复措施情形下泥炭地产生排放，也依然存在较大的不确定性。

另一方面则是知识层面的障碍。如果科学界对泥炭地碳排放过程和机理有更为精细的定量描述，那么可通过引用经同行评议的文献来规避一部分实地测量的成本，尤其是涉及到基准线排放的计算。尽管科学界已经认识到泥炭地的碳储量巨大且在陆地生态系统碳循环中扮演重要角色，但由于其面积相对较小、其参与碳循环的机制较为独特复杂，对泥炭地的研究一直以来都不够深入。例如，第六次国际耦合模式比较计划（CMIP6）中的大多数地球系统模型尚未将泥炭地碳循环纳入其中，由此可见该研究领域的不成熟度。再加上不同地区的泥炭地植被类型、地貌、水文、参与碳循环的过程存在较大差异，排放计算的准确性有赖于针对特定类型泥炭地的深入研究，而不能假定全球所有泥炭地是类似的或同质化的。

展望和建议

结合上述讨论，对我国的泥炭地保护和修复提出以下几点建议。

加强泥炭地保护的法制建设和法律实施。目前我国在湿地保护方面的法制建设还较为薄弱。于2022年6月正式施行的《中华人民共和国湿地保护法》，是我国首部针对湿地保护的专门法律，其中第三十五条、第四十一条、第五十七条特别提到了泥炭沼泽湿地，规定“泥炭沼泽湿地所在地县级以上地方人民政府应当制定泥炭沼泽湿地保护专项规划，采取有效措施保护泥炭沼泽湿地”、“应当因地制宜，组织对退化泥炭沼泽湿地进行修复，并根据泥炭沼泽湿地的类型、发育状况和退化程度等，采取相应的修复措施”，并提出“符合重要湿地标准的泥炭沼泽湿地，应当列入重要湿地名录”，同时“禁止在泥炭沼泽湿地开采泥炭或者擅自开采地下水；禁止将泥炭沼泽湿地蓄水向外排放，因防灾减灾需要的除外”。《中华人民共和国湿地保护法》从顶层设计上填补了我国湿地生态系统方面的立法空白，为强化湿地保护和修复提供了法律依据和法治保障。该法的实施面临的主要难点在于湿地协同保护机制的建立和完善。虽然该法律在诸多方面就林业草原部门与其他部门之间的分工合作作了规定，为湿地协同保护提供了一定依据，但该法并未明确规定由各主管部门参加的湿地保护协调机制，因此在法律实施过程中，需要有关主管部门就湿地保护方面的重大政策与规划、跨地区跨部门重大事项等积极地进行协调和沟通，以确保法律的有效落实^[12]。

深化对泥炭地的学术研究。以可持续发展研究为导向，在研究经费上重视环境及气候变化下泥炭地的反馈以及泥炭地保护及大自然贡献提升等泥炭地研究课题，尤其是泥炭地碳汇和碳源的机制探讨和模型建立。同时，倡导学术界与市场主体加深合作，加快研究成果转化为碳市场、生态服务付费市场可使用的计量标准、方法学。

鼓励不同的资本合作模式参与泥炭地保护修复。除了公共投资外，可鼓励私有资本参与泥炭地保护修复，并探索私有资本自主投资、与政府合作等多种不同的参与方式，同时建立并完善多样化的激励机制。重点研究碳市场框架下的泥炭地融资模式，建立科学、完备的泥炭地碳减排和碳汇计量方法学，确保泥炭地修复项目碳减排和碳汇的准确性、额外性和永久性，完善泥炭地纳入碳市场交易的制度设计，促进碳市场资金支持泥炭地修复。探索可支持泥炭地修复的其他融资模式，例如多样化的生态服务付费机制，并建立生态服务定量化研究，促使不同种类的投资主体、不同来源的资金投入到泥炭地修复和保护中。

综合而言，要充分保护现有泥炭地和修复受损泥炭地，大量工作仍有待推进，法制建设的完善、学术研究的深入、碳市场和其他融资体系的建立，这些结合在一起，才能让这一重要的生态系统更好地创造包括减缓气候变化在内的生态服务价值。

参考文献

[1]张骁栋、朱建华、张小全、闫钟清、康晓明.中国湿地碳汇功能的提升途径[J].自然保护地, 2022, 2(3):17-23.

[2]Global Peatlands Assessment: The State of the World's Peatlands[EB/OL]. UN Environment Programme. 2022-11-17 [2023-06-21]. <https://www.unep.org/resources/global-peatlands-assessment-2022>

- [3]央视新闻客户端.继续加大保护力度 我国将实施 30 个重点湿地工程[EB/OL].国家林业和草原局. 2022-11-14 [2023-06-21].
- [4]张双.北方泥炭地南缘是碳汇向碳源转变风险区[EB/OL].科学网.2022-10-10 [2023-06-21].
<https://news.sciencenet.cn/htmlnews/2022/10/487424.shtm>
<https://www.forestry.gov.cn/main/216/20221123/161019644445195.html>
- [5]新华网 吴晓颖.研究发现：“高原绿洲”若尔盖泥炭地部分退化[EB/OL].中国科学网. 2016-02-25 [2023-06-21]. https://www.cas.cn/cm/201603/t20160302_4541381.shtml
- [6]朱耀军、马牧源、赵娜娜.若尔盖高寒泥炭地修复技术进展与展望[J].生态学杂志, 2020, 39(12):8
- [7]朱耀军、马牧源、赵娜娜.欧洲和北美地区退化泥炭地修复技术与借鉴[J].世界林业研究, 2020, 33(6):7
- [8]Labanya Prakash Jena, Jolly Sinha. Peatland restoration is crucial but how do we pay for it? [EB/OL]. World Economic Forum. 2023-02-14 [2023-06-21].
<https://www.weforum.org/agenda/2023/02/peatland-restoration-is-crucial-but-how-do-we-pay-for-it/>
- [9]Peatland Code[EB/OL].IUCN. [2023-06-21] <https://www.iucn-uk-peatlandprogramme.org/peatland-code-0>
- [10]Restoration of Pocosin Wetlands[EB/OL].American Carbon Registry. [2023-06-21]
<https://americancarbonregistry.org/carbon-accounting/standards-methodologies/greenhouse-gas-benefits-of-pocosin-restoration>
- [11]Methodologies[EB/OL].Verra. [2023-06-21] <https://verra.org/methodologies-main/>
- [12]【专家解读】中华人民共和国湿地保护法[EB/OL].天长市自然资源和规划局. 2022-06-01 [2023-07-17] <https://www.tianchang.gov.cn/public/161054606/1110104376.html>

【免责声明】

本刊转载、引用部分内容来自互联网，版权归原作者所有，本刊内容仅供学习参考，不存在任何商业利益，如您发现有涉及著作权的侵犯，请及时与我们联系删除，本公司将不承担任何责任。

环保桥(上海)环境技术有限公司

Climate Bridge (Shanghai) Ltd.

碳资产开发、交易及碳中和综合服务的领军企业

环保桥始于2006年，是中国最早从事碳资产开发和碳中和解决方案的企业之一，是国内和国际碳交易市场最为活跃的开发商和贸易商之一。

- 环保桥的愿景：连接东西，绿色未来；
- 环保桥的价值观：创新、专业、高效、诚信、赋能；
- 环保桥的使命：通过信息、资金、技术和碳信用的高效及低成本交互，为个人、企业和政府应对气候变化提供最优的解决方案。

公司业务范围

- 🌳 林业、农业、草原、湿地及海洋等生态系统碳汇项目开发
- 🗑️ 填埋场、煤矿瓦斯、养殖粪便、污水处理等甲烷回收利用碳减排项目开发
- ⚡ 风电、光伏、生物质、氢能、地热等可再生能源碳减排项目开发
- 🏢 重点企事业单位温室气体碳排放核查咨询
- 🏠 企业、园区、地方政府碳达峰及碳中和解决方案
- 📄 产品碳足迹核算咨询及碳中和综合服务
- 🤝 碳交易、碳资产管理、碳金融解决方案

联系我们

网址：www.climatebridge.com

地址：上海市浦东新区福山路33号建工大厦24楼B

Block B, Level 24, Jiangong Mansion, 33 Fushan Road,
Pudong New Area, Shanghai

邮件：business@climatebridge.com

电话：021-6246 2036

