

## 探索海洋碳汇发展之路

本报记者 王金虎

生态谈

城

“扑通”一声，带着装满鳗草幼苗的托盘，潜水员潜入位于山东省威海市荣成的桑沟湾海底，将幼苗一棵一棵种下，后续定期记录、观察它们的生长状况。通过水下摄像实时视频可以看到，海底深处在由石头、废旧渔船、水泥桩构筑的海底生态系统中，绿色海藻附着其上。

费尽周折地“海底种草”，其因何在？原来，除了茂密的森林，浩瀚的海洋居然也可以“吃掉”很多碳。海洋作为全球气候系统中的一个重要部分，固碳效果十分显著，对全球环境和气候有巨大调节作用。

碳汇，是指通过植树造林、植被恢复等措施，吸收大气中的二氧化碳，从而减少温室气体在大气中浓度的过程、活动或机制。2009年联合国发布了《蓝碳：健康海洋固碳作用的评估报告》，海洋作为一个特定载体吸收大气中的二氧化碳，并将其固化的过程和机制就是海洋碳汇（又称蓝碳）。在我国，渔业碳汇潜力不可忽视，科学研究已证明，通过微生物作用，非投饵型贝藻养殖有助于海水中碳元素捕获固定封存。

近年来，山东威海市充分发挥得天独厚“碳库”资源优势，在全国率先出台《蓝碳经济发展行动方案》，从科研攻关、机制探索、价值实现等方面着手，全力打造海洋碳汇研究、供给体系、生态经济三大体系，全面搭建海洋碳汇发展的基础架构。

## “双核”优势助力

“海底种草对提升海滨生态系统的碳汇能力可以起到重要作用。简单说，海底种的海草越多，就将有更多的碳在海底实现‘安眠’。”中国水产科学研究院黄海水产研究所博士房景辉说，作为海洋碳汇重要的组成部分，海草床的固碳能力已得到全球认可。藻类通过光合作用将产生的氧供给鱼类、贝类，而海洋动物排出的碳再回送给藻类用于光合作用，从而达到生态平衡。更令人称道的是，它们在生长过程中，还能“吃掉”空气中的碳，“吐出”颗粒有机碳，在微生物作用下，变成惰性碳，由此也就完成了固碳的过程。

有研究表明，人类排放的三分之一二氧化碳是被海洋所吸收的，海洋是地球上最大的碳库和碳汇。中国科学院院士、厦门大学教授焦念志发现，海洋微生物能够将活性溶解有机碳转化为惰性溶解有机碳，使得有机碳长期储存。他提出的“微型生物碳泵”理论认为，把活



良好的海洋生态环境吸引成群大天鹅每年到威海越冬。  
孙大伟摄(中经视觉)

性有机碳转化为惰性有机碳从而使碳长期保存在海洋里，正是“微型生物碳泵”的储碳作用。

同时，中国工程院院士唐启升也把海洋作为一个吸收大气中二氧化碳的特定载体。他通过研究发现，近海的藻类、贝类等海洋生物通过光合作用、贝壳钙化和促进有机碳沉降等方式，可以吸收并固定二氧化碳。他提出了碳汇渔业理论，碳汇渔业是指通过渔业生产活动促进水生生物吸收水体中的二氧化碳，并通过收获把这些已经转化为生物产品的碳移出水体的过程和机制。

如今，唐启升院士设立的海草床生态系统碳汇观测站、山东省海洋负排放重点实验室工作站两大高端平台相继落地威海，使威海蓝碳研究建立起“双核”优势。两个院士工作站在不同的研究方向上共同发力，成为威海蓝碳最宝贵的科研财富。近年来，随着一系列研究中心、创新中心、试验站等接连在威海落地，威海成为国内最早开展海洋碳汇研究、研究团队最多的地区之一，走出了一条独具特色的海洋碳汇的威海“碳”索之路。

## 探索未知领域

谁说盐碱滩涂上“寸草不生”？驱车行驶在威海海岸带上，一排排郁郁葱葱。威海市蓝色经济研究院用4年时间，先后选育出了碱蓬、柶柳、藜麦、狗牙根、月见草等20多个适合盐碱地生长的新品种。如今，最早一批种植的柶柳平均树高达3米，最高的一株已长至5米。

在全球，海草床、红树林、盐沼这三大海岸带生态系统虽然面积不到海床的0.5%，其碳储量却达到海洋碳储量的50%以上。在3种海洋碳汇生态系统中，除红树林外，海草床和盐沼

湿地在威海都有广泛分布。

近日，山东省首个海洋牧场“零碳”智慧用能示范区在威海建成投运，预计每年可减少煤炭消耗1万吨，降低二氧化碳排放100吨以上。近年来，威海市不断加大海洋生态修复工作力度，坚持保护与生态整治并举，坚持问题导向、注重科学修复，实施了“蓝色海湾”“南红北柳”“生态岛礁”等51个修复整治项目，修复沙滩100万平方米、湿地1.2万多亩，恢复植被40.9万平方米，投放藻礁2万立方米，修复受损岸线超过100公里，年固碳量近千吨。

5月12日，随着马达声响起，缆绳解开，两艘船向着威海海域的深处进发，接着只见船上人员向海中投放着成片的碱性矿物质……前不久，焦念志院士工作站“海洋负排放大科学计划海水碱性矿物固碳试验”项目在威海正式启动，该项目通过研究在海水中添加碱性矿物，以提升海水微生物对二氧化碳的捕获和封存能力。“我们现在正在进行小范围海域和海水环境模拟池试验，获取基础数据，如果可行的话，将推广到更大海域，在更大范围内实现近岸海域海洋碳汇能力提升。”威海市蓝色经济研究院院长赵明波说。

在威海市桑沟湾海域，唐启升院士团队形成了藻、参、贝、鱼立体化的多营养层综合健康养殖模式，被联合国开发计划署等机构推广。同时，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，为推动海洋生态资源生态价值向经济价值的转变奠定了基础；海草床修复纳入全国海洋碳汇能力评估试点；全国首个《蓝碳经济发展行动方案》在威海发布，威海正在争创渔业碳汇示范区，打造全国渔业碳汇工作样板。

## 向着“有价”冲刺

“大天鹅是‘挑剔’的，只有一个区域真正展现出生态善意，它们才会呼朋唤友，翩翩而至。这几年，大天鹅的活动范围从偏僻的烟墩角等地，扩展到了威海市区，这是大天鹅给我

们生态修复打的高分。”长期跟踪拍摄大天鹅的摄影爱好者马世民说。

得益于海草在威海桑沟湾、天鹅湖、东楮岛等海域不断蔓延，2500亩海草床得到了持续修复，还吸引了万里之外的大天鹅。原来，海草不仅可以提升固碳能力，还是大天鹅越冬栖息的主要食物。因此，到威海越冬的大天鹅总数逐年增多、种类日益丰富。

与大天鹅一起来的，还有国内外摄影、绘画、科普等游客。数据显示，威海市“天鹅经济”年旅游收入超过2亿元。

当然，威海打开绿水青山到金山银山的转化通道，路子还有很多。

2000万元！日前，威海长青海洋科技股份有限公司拿到了国内第一笔“渔业碳汇贷”，质押物是42.5万吨碳排放权。由此，蓝碳从“无价”变“有价”，在威海迈出了第一步。

在碳达峰、碳中和目标下，看不见、摸不着的“蓝碳”“绿碳”在威海都能变成“真金白银”。近日，威海奥孚苗木繁育有限公司同样收到了来自银行发放的2500万元“林业碳汇贷款”。

碳汇交易不仅可以实现生态效益，还可以创造经济效益。而对海洋生物碳收支、碳循环的计量，涉及多种基础科学，如何计算一定海区内海带、贝类等渔业碳汇的储量？威海市委书记张海波表示，在海洋碳汇方面威海先行先试，并取得了不少成绩。但是想要入局碳交易市场，却面临着无规则、无认证的“瓶颈”，这急切需要开发碳汇方法学，只有这样才能将碳汇量进行计算，纳入到碳交易体系中。

目前，威海正全力加快建设海洋碳汇交易平台建设。同时，山东省海洋负排放院士工作站已经在桑沟湾养殖海域完成碳汇摸底调查首航，围隔海上实验平台也已在威海万亩海带养殖码头下水。两项活动，目的一致——为海洋碳汇实验提供数据基础，最终实现碳汇交易。下一步，威海市蓝色经济研究院的科研人员将配合院士工作站建设，联合山东大学海洋研究院等科研院所，继续加强海洋负排放领域理论研究和实践探索，开发不同类型的海洋负排放技术。

“目前，我国尚未对海洋碳汇核算系统理论方法进行备案，没有将海洋碳汇资源与陆地碳汇资源统筹纳入排放交易体系，实现碳汇资源资本化进程受阻。”在威海市海洋发展研究院副院长王吉明看来，海洋碳汇交易涉及科技、产业、资本、管理等诸多领域，在方法学备案、市场交易等方面缺乏标准，工作推进受到很大限制。他认为，开展海洋碳汇交易，必须有可以交易的产品，所交易的产品能够通过科学规范的标准和程序进行合理定价。“比如，在理论上，非投饵型海水养殖具有碳汇功能，但不同品种、不同海域、不同养殖方式和不同时间周期内，能够形成多少碳汇量，必须制订一套科学、规范、严谨的标准体系。”王吉明说。

## 湖南省生态保护志愿服务联合会秘书长盛凯：

## 守护候鸟，是我们的责任

本报记者 谢瑶

5月14日是“世界候鸟日”，早在几天前，盛凯就开始着手准备这一季“熄灯，让候鸟安全回家”主题宣传活动，通过设置宣讲台、发放鸟类宣传挂图、爱鸟护鸟标识等提醒人们关注光污染对候鸟的影响。

“光污染对候鸟来说是一个重大威胁，会导致它们在夜间飞行时迷失方向、与建筑物相撞等等，对许多鸟类造成不利影响。”一聊到鸟，盛凯就打开了话匣子。他介绍说，迁徙是鸟类生命周期中最为艰苦和死亡率最高的阶段，过程艰辛万分，既要克服长途飞行的辛劳，也要克服大自然严峻的挑战。湖南地处东亚—澳大利西亚候鸟迁徙路线，候鸟迁徙主要是沿着雪峰山脉和罗霄山脉、武陵山脉行进，洞庭湖更是国际候鸟重要的越冬地、繁殖地和停歇地。

“动员更广泛的社会力量参与鸟类保护工作，为候鸟安全护航，是我们共同的责任！”2013年，刚入读中南林业科技大学森林保护专业的盛凯观看了学校“绿源”环保协会拍摄的纪录片《鸟之殇，千年鸟道上的大屠杀》后，深受触动。“成群候鸟自北翻

翩飞来，准备去南方过冬，途经桂东县‘千年鸟道’时误入捕鸟者架设的‘天罗地网’，顿时，哀鸣阵阵，响彻长空。”回忆起纪录片中的场景，盛凯仍心有余悸，“鸟是人类的朋友，是大自然的精灵，不应该遭受这样的伤害，我要用自己所学和所能保护它们！”2014年夏天，盛凯主动申请加入湖南省大学生护鸟营，用行动实践护鸟诺言。

盛凯与伙伴们多次深入雪峰、罗霄、武陵等山脉和洞庭湖周边等10余县市开展候鸟救助调研，从高山到平地，从林区到乡村，从乡村到校园，他们挨家挨户做宣传、撤鸟网，守护候鸟平安迁徙。

护鸟旅程，充满危险和艰辛。2016年11月，盛凯从长沙赶往娄底市新化县山区的雪峰山脉鸟道上拍摄纪录片《候鸟和候鸟守护者》，并开展巡护拆网行动。一个深夜，寒风呼啸，天空飘着小雨，盛凯与新化县森林公安局民警收到消息称“有人用诱鸟器播放鸟声捕鸟”。他们蹲守在湿漉漉的草地里，准备抓捕不法分子。几小时后，大家鞋子湿了，腿脚冻得冰凉，但提前得到风声的捕鸟人却没有出现。盛凯和民警拆除了捕鸟人架设的三

面包围大网，解救了一只黑水鸡。“第二天又接到反映，有一个比较大的捕鸟网，我们迅速赶往现场拆除，发现网上有一只还活着的麻雀，顺利把它放生放归。当大家缓口气时，远处模糊的一个身影拿着火铳，随着一声枪鸣，一只国家二级保护动物阿穆尔隼直挺挺地掉落在我们面前。”盛凯说，这件事情让他深感个人力量的单薄和无助，也坚定了他将保护候鸟进行到底的决心。“只有动员大家都参与到爱鸟护鸟的行动中来，才能真正守护候鸟。”盛凯说。

2017年，盛凯大学毕业后，全职加入湖南省生态保护志愿服务联合会，负责湖南护鸟营等项目的推广和运行。作为一名全职公益人，盛凯推动成立了“省护鸟营—县级护鸟营—村级护鸟队（候鸟守护者）—候鸟守护者”四级联动体系，带领全省56支护鸟营5000多名候鸟守护者5年来累计行动3000余次，拆除鸟网、地笼网等1.3万余张，发放宣传手册70.8万册。

他组织调研撰写亮化工程对野生动物的影响、《关于〈关于中华人民共和国野生动物保护法〉修订意见》等，推动了野生动物保护的法治进程，并组织来自9个省、32所大学的719名

大学生加入护鸟营团队，运用行为艺术、城市宣传、摄影展、环境教育等多种形式开展爱鸟护鸟等科普知识宣传213场次，并建立起全国大学生护鸟营人才培育基地。2021年，盛凯联合律师、检察院提起56起公益诉讼案例，涉及野生动物保护、非法捕捞、滥伐林木等领域，收缴赔偿国家野生动物资源和渔业资源损失费共10万多元。他和团队直接从鱼类良种场购买青、草、鲢、鳙鱼苗，在湘江流域投放合计12444千克，修复渔业资源与生态环境。

“如今，越来越多的社会力量加入到候鸟保护队伍中来。”盛凯欣喜地说，近年来，通过立法护鸟、科学护鸟、协同护鸟、巡护值守等综合施策，湖南候鸟数量及种类不断丰富，候鸟栖息地环境不断改善。今年初，湖南省林业局组织开展的洞庭湖水鸟同步调查显示，在洞庭湖等4个自然保护区调查记录的候鸟数量达29.8万只，创历史新高。

奋斗者正青春