



山东青岛鳌山湾海域的人工上升流增汇示范工程

受访者供图

促进蓝碳增汇 给海洋牧场装上巨型“气泵”

◎洪恒飞 高楚清 本报记者 江耘

湛蓝的海面上，数千只聚乙烯(PE)塑料浮球如稻田中的秧苗般整齐排列，将载有控制中心的供能浮台围在中间；海面下，一台巨型“气泵”将海底富营养盐的海水输送到海面，辅助浮球下的海带生长……

截至1月底，位于山东青岛的鳌山湾海域，国内首个人工上升流增汇示范工程(以下简称上升流工程)已运行41个月，该工程通过提升上升流涌升效率，使海带等海藻类养殖增产，同时有效修复海洋生态环境并提高海洋吸收二氧化碳的能力，促进蓝碳增汇。

上升流工程项目团队根据国际通用计算方

法估测，若在我国14万公顷海藻养殖区推广实施上升流工程，每年可获增碳汇总量(按二氧化碳计)490万吨以上，同时移除氮元素1.39万吨以上，移除磷元素2130吨以上。

上升流工程应用了由多所高校科研团队和海水养殖企业合作完成的“人工上升流技术与应用”成果，不久前，该成果通过了中国科学院院士陈大可担任鉴定委员会主任，由自然资源部第二海洋研究所、中国科学院海洋研究所、浙江海洋大学、中国地质大学等单位专家组成的鉴定委员会的鉴定。鉴定委员会对该成果在促进海洋生态环境改善、生产力提升和碳增汇等方面的应用前景给予了充分肯定。同时，该成果已被联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)列入海洋增汇方案，面向全球推广。

技术集成，提升人工上升流效率

温室气体浓度的逐年增加，引发了全球气候变暖问题。世界气象组织(WMO)2021年发布的《温室气体公报》数据显示，二氧化碳的全球平均浓度从工业革命前的280ppm(百万分比浓度)增长到了2020年的413.2ppm。

针对经济发展现状与国情，我国已提出碳达峰、碳中和目标。此前，《“十四五”控制温室气体排放工作方案》《“十三五”控制温室气体排放工作方案》等，也将“增加生态系统碳汇”作为低碳

产业体系的重要组成部分，提出要探索开展海洋等生态系统碳汇试点。

“人工上升流增汇”这一概念，最早由中国科学院院士、厦门大学焦念志教授和浙江大学海洋学院院长唐教授于2015年提出。

上升流是指海水从底层至表层的涌升现象。自然上升流区占全球海洋面积的0.1%，常伴有低温、高盐等特征。上升流会把海洋深层富含营养的物质带至海洋表层或近表层，促进饵料

生物繁殖，有利于形成渔场。记者了解到，上升流工程应用的人工上升流技术是通过海洋能自供给，将压缩空气均匀注入海底，形成大面积气泡幕，将深层营养盐海水带到海洋表层，并在海流的作用下覆盖整个养殖海区。

“人工形成的上升流持续时间更长、效率更高，但是实现‘人工上升流增汇’，存在工程选址、保证技术装备效率和可靠性等问题。”浙江大

减污降碳，加大藻类营养供给

“上升流工程项目团队在鳌山湾海域搭建的示范工程，包含人工上升流、海洋环境与碳汇监测和大型海藻养殖等复合系统，占海域面积500亩。”樊炜介绍，实践表明，其中的人工上升流系统可在潮流作用下有效提升至少5000亩海域的表层营养盐浓度，并调整氮磷比，使之有利于大型藻类的光合作用。

截至2021年11月底，通过实施上升流工程，区域范围内海带每株平均增产了36.1克，每亩增加碳汇1.6吨。

另外，由于近岸工农业发展与人口高密度增长，造成我国近海存在富营养化现象，由此引发的赤潮、绿潮、海水缺氧与酸化等问题同样亟待

调节生态，刺激地球自愈能力

“世界著名渔场基本上都分布在自然上升流区。”樊炜说，海洋表层浮游植物的增加，能够为鱼类提供大量的食物，海洋中的自然上升流区虽仅占全球海洋面积的0.1%，却能提供44%的渔获量。

记者了解到，通过应用上升流工程项目团队研发的海洋大型人工上升流装置，青岛悦海蓝天水产有限公司开拓了5000亩养殖海域，2020年增加效益3500万元。

“现有的研究已经表明，人工上升流技术在增加海洋碳汇、渔业产值方面极具潜力。已有若干沿海城市的相关部门同我们联系，尝试推广该系列技术。”樊炜说，不止于此，在海洋生态调节

学海洋学院教授樊炜说。

据了解，上升流工程项目团队研发的浅层注气式气力提升技术有效提高了系统可靠性。“此外，针对潮流过大，导致气泡和营养盐羽流过早分离、无法确保营养盐羽流被有效提升至海洋表层的难题，团队研发出了羽流轨迹控制及智能注气策略。”樊炜介绍，集成系列技术，团队通过控制最优注气量，将注气式人工上升流效率提升了12.38%。

“获得上升流供给的营养盐后，浮游植物和藻类可通过光合作用将海水中的营养盐和溶解二氧化碳转换为有机质。”樊炜表示，这在一定程度上可减少海藻养殖中的肥料使用，缓解近海富营养化问题。

2019年9月，IPCC发布的《气候变化中的海洋与冰冻圈特别报告》中也倡导：用人工上升流替代传统的挂袋施肥用于筏式海藻养殖，避免向海洋生态系统添加任何外源物质，通过调节生态系统内部不同时空中的物质余缺达到增加碳汇、降低人类活动对自然生态系统不利影响的目的。

上，它还有更多的应用场景，是可以用于刺激地球自愈能力的地球工程手段。

比如，当海水温度升高时珊瑚就会产生白化现象，进而导致珊瑚排斥体内共生的藻类。樊炜表示，人工上升流可以将海洋深层冷水提上来，冷却珊瑚群落周围水体温度，从而减轻珊瑚的热应力。类似的应用场景，还有待于科研人员持续挖掘。

“下一步，我们准备从气幕式人工上升流系统的小型化、智能化、一体化着手研究，提高涌升的效率并压缩成本。”樊炜表示，如利用海洋地形、洋流等条件，尝试达到“四两拨千斤”的效果，这也是今后要深入研究的方向。

这152公里长江岸线藏着怎样的生态密码

◎新华社记者 刘彬 郭杰文

石钟山下，鄱阳湖与长江交汇，江湖两色，千载悠悠。由此向上下游延伸，江西南境152公里长江岸线宛如一张蓄势的弓。

近年来，江西将岸线整治与生态保护相结合，着力打造长江“最美岸线”。春节前夕，记者来到这里，探寻当地经济社会发展背后的生态密码。

拆建：非法码头变身公园 长江岸线“颜值在线”

从石钟山出发，顺流而下，江西湖口段长江大堤犹如龙侧卧，堤内绿化带生意盎然，不时看到有人在堤上散步。

“原来这一带有很多非法码头，我们把它拆除、整合、规范。”湖口高新技术产业园区管委会主任周红斌说，非法码头拆除后，部分江岸重新复绿，成了居民休闲的好去处。

“以前这里很杂乱，现在干净整洁，像个公园，我们都喜欢来散步。”附近居民徐先生说。

这处长江大堤的变化，是江西长江岸线整治的一个缩影。记者了解到，近年来江西累计在长江岸线拆除码头74座、泊位87个，恢复岸线7.5公里。

江面船舶往来，江岸车辆穿行……位于

九江彭泽的红光综合枢纽码头一片繁忙景象。江西以岸线整治为契机，推进港口建设提质升级。

“这个码头拥有4个5000吨级泊位，年设计吞吐量65万标箱。”九江长江港口集团运营管理部工作人员于丽江说，这是江西规模最大、设备最齐全的集装箱专用码头，已成为周边货物的中转集散地之一。

治污：“0.75>2.89”“经济账”里有“生态账”

走进位于江西湖口的方大九钢深度水处理站，记者看到，污水经数道工序处理后，不仅可以养鱼，甚至达到直饮标准。

“公司废水循环利用率达97.4%，天气晴好时能实现零排放。”方大九钢动力厂供水车间副主任谢海洪给记者算了一笔账，如果从长江取水，每吨成本不到0.75元，而废水循环利用的成本高达2.89元/吨。尽管如此，企业依然坚定走绿色发展的道路。

除污水循环利用外，高炉废气也被回收利用。方大九钢动力厂运行一车间副主任王敬告诉记者，仅高炉废气回收利用发电这一项，公司一年就能节省标准煤40万吨，减少二氧化碳排放104万吨。

“监管部门对重点企业制定‘一企一策’整改方案，以最严要求促进环保标准提升。”九江

千百年来，长江哺育着两岸居民，生生不息。如今，在江西152公里长江岸线，秉持人与自然和谐共生的发展理念，这条“母亲河”与两岸居民，正续写着新的故事。

转产：从捕鱼到护鱼 老渔民获“国际巡护员”奖

家住江西省九江市濂溪区的王第友打了

30多年鱼，几年前，他有了新身份——江豚协巡队队长。

“我在2016年加入协巡队，主要工作是沿着长江岸线和鄱阳湖巡护。”前几年看着水里的鱼越来越少，打了一辈子鱼的王第友觉得很痛心，转行做巡护员。老王觉得这是在“还债”。

2021年，王第友获得世界自然保护联盟颁发的“国际巡护员”奖。他告诉记者，随着禁捕和巡护力度加强，明显感到长江水生生物物种在增加，江豚不时聚集浮现，鳊鱼等一度绝迹的鱼类也“重出江湖”。

实施“十年禁渔”，江西出台多项政策，已帮扶5万多名渔民转产就业。禁渔禁的不是生计。在江西省瑞昌市，当地上岸渔民成立渔业公司，开展人工养殖，不仅让自己富起来，还带动村集体经济的发展。

“公司提供鱼苗和技术，还帮着销售，这鱼养起来轻松，收入也有保障。”瑞昌市码头镇赤庄村村民何忠良告诉记者，以前捕鱼年收入在5万元左右，现在养鱼收入实现翻番。

记者了解到，当地渔民还对鱼进行深加工，做成鱼干、酒糟鱼等，打响品牌、壮大产业。

千百年来，长江哺育着两岸居民，生生不息。如今，在江西152公里长江岸线，秉持人与自然和谐共生的发展理念，这条“母亲河”与两岸居民，正续写着新的故事。

环保时空

西北地区

摸清“五河四湖”渔业资源家底

科技日报讯(记者李丽云 通讯员李绍戌 霍堂斌)近日，农业农村部财政专项“西北地区重点水域渔业资源与环境调查”项目(以下简称调查项目)通过验收。该项目历经两年多的调查与总结，基本摸清了西北地区“五河四湖”渔业资源家底和生态环境状况，填补了西北地区渔业资源调查的空白，将为政府科学有效制定渔业水域资源养护措施起到重要支撑作用，对保护流域水生生物多样性具有重要意义。

调查项目于2019年4月正式启动，由中国水产科学研究院牵头，黑龙江水产研究所联合14家水产研究单位共同参与。调查区域覆盖新疆、青海、甘肃、宁夏和内蒙古5省区重点水域。任务涵盖“五河四湖”，即额尔齐斯河、伊犁河、塔里木河、黑河、疏勒河、青海湖、乌伦古湖、艾比湖、博斯腾湖，以及塘巴湖水库、恰布其海、温泉电站水库、东方红水库等西北地区重要水域的渔业资源调查、渔业环境调查、渔业资源与环境保护策略3个方面内容。

调查项目取得了丰富的基础数据，为西北地区渔业资源保护、特色资源可持续利用和生态环境可持续发展提供了第一手资料和重要的科技支撑。

调查项目形成了《西北地区重点水域渔业资源与环境调查报告》《西北地区重点水域渔业资源与环境遥感监测报告》等一系列报告，编制了《西北地区鱼类保护名录》，提出了《西北地区重点水域渔业资源保护策略与规划建议》；集成了西北重点河流生态系统网格化管理、自动化数据采集与分析的空间模型模拟预测技术，以及针对山区型卵石河床宏观—中观—微观相结合的土著鱼类关键栖息地遥感监测理论的技术方法；构建了西北地区重点水域渔业资源与环境调查数据汇交共享平台，在线数据汇交总量达到40512条；专项采集和保存珍稀濒危野生鱼类活体8300余尾，为今后珍稀濒危野生鱼类的科学研究和开发利用提供了珍贵的实验材料；开展了科技援疆，首次实现了额尔齐斯河哲罗鲑人工繁殖，为新疆水域生态保护发挥了积极作用；完成了细鳞鲑、北极茴鱼、斑重唇鱼等濒危鱼类的人工繁育，为珍稀物种的种群恢复打下了坚实基础。

包头

“数字陆港”减煤污

◎新华社记者 贾立君

一辆拉煤卡车，缓缓停靠在场站内。等候在这里的吊车，伸出长长的“臂膀”，将卡车上的全封闭集装箱抓起，稳稳地码在货物区，然后抓起一只空箱放置在卡车拖挂上，短短几分钟就完成了卸煤流程，而整个场站内干干净净不见煤渣粉尘。

这是内蒙古自治区包头市九原区新近建成的“数字陆港”的作业场景。包头市是内蒙古重要的工业城市，市区9个燃煤电厂年耗煤4000万吨。之前，每逢冬季用煤高峰期，每天有上万辆运煤大卡车进城，沿途撒煤现象严重，所经道路黑尘弥漫，特别是运煤主干道南绕城公路经常是环保督察通报对象。2021年10月，九原区“数字陆港”建成运行，给这座重工业城市治理运煤污染带来全新的希望。

“我们叫它‘甩箱’，具有许多数字化功能。”九原区“数字陆港”负责人史震中指着一排集装箱说，此项目将海港码头的集装箱模式移植过来用于陆路煤炭运输。每只“甩箱”都有“身份证”——其二维码包含物联技术，在哪里拉煤、走到了什么地方、运到哪个电厂，场站监控大屏一目了然；同时，运输车辆到煤矿拉煤，还非常方便，能够扫码结算。

史震中介绍，这里所用的卡车也是“绿色”的，是包头本地企业生产的新能源电车，每次卸箱后，在场站内换一块电池，可跑250公里以上。

“太方便了。”刚从鄂尔多斯市境内拉煤回来的驾驶员巴特尔说，之前他开传统柴油卡车，到煤矿排队长装煤，回到电厂排队卸煤，“经常等到凌晨三四点”，且怠速排队，耗油劳神，平均1天最多跑一趟，非常累；现在到煤矿拉上“甩箱”就能走，一天能跑4趟。

“提高效率，降低成本。”包头市生态环境局副局长张进忠说，这一“散改集+新能源”数字“甩箱”绿色物流新业态场站，目前在为市内4家大型企业电厂供煤，月接驳电煤30万吨；还能为电厂暂存燃料，一旦电厂缺煤，随时可将“甩箱”拉去，将煤卸到抑尘棚里，全程无污染。

张进忠说，包头市正在全面推广此智能高效的电煤运输模式。市区9个电厂全部使用“甩箱”后，每年可减少近4万吨低空扬尘颗粒物污染。他介绍说，一辆传统柴油卡车相当于150辆小轿车的排污量，新能源车则是零污染；九原区“数字陆港”正在建太阳能换电站，全市1万多辆柴油卡车全部被新能源车替代后，可减少二氧化碳100万吨，低碳效益十分可观。

观音山

从无名荒山到广东绿色生态屏障

◎本报记者 李禾

即使寒冬时节，位于广东省东莞市的广东观音山国家森林公园，依然层峦叠翠、绿树茵茵。20多年来，广东观音山国家森林公园持续发力生态资源保护和建设，成为广东重要的绿色生态屏障和生态旅游之地。

20多年前，观音山只是东莞一座名不见经传的荒山。那时山上无路，也无任何基础设施。广东观音山国家森林公园管委会(以下简称管委会)主任陈景玉说，1999年建园初期，管委会就对观音山18平方公里的生态资源进行了区域规划，根据山体走势、植被生长环境等划定重点保护区、生态核心区、适度开发区三大区域，加大对生态核心区的保护和修复力度。

据统计，为保护生态，广东观音山国家森林公园分时节进行园内土壤改良和绿植改造。2020年，又进行林相改造和特色花草种植，打造彩色森林带。同时加强各景观树种及生态篱笆的种植，丰富了林相结构，实现了青山常绿。为保护园内国家级的濒危植物和动物，园内安装了视频监控、护栏和百余块宣传警示牌，监控装置全天候对山林进行安全监控。

“公园始终坚持生态优先、绿色发展战略，先后投入10多亿元，用于园区的美化、绿化、用行动践行绿水青山就是金山银山的理念。”陈景玉说。

2005年，广东观音山国家森林公园成为全国首家民营的国家森林公园，2010年又被评为国家4A级旅游风景区。如今，广东观音山国家森林公园拥有东莞市内最大最完整的原始次生林，其造林的成活率和保存率达到92%以上，公园内有近千种野生植物和300余种野生动物。