

守护“蓝色海湾” 再造“海上森林”

◎本报记者 刘昊 通讯员 张婷

近日，记者走进广西壮族自治区钦州市孔雀湾，蓝天白云下，蜿蜒的海岸线上分布着绿意盎然的红树林湿地，几只白鹭飞过水面，一幅水净、滩美、岛绿的美丽生态画卷跃然眼前。

很难想象，曾经的孔雀湾自然岸线受损，红树林生境破碎，海水污染严重。如今，经过系统性生态修复的孔雀湾，新种红树林和原生红树林在金鼓江两岸连片成带，种类繁多的底栖生物物种在此安家落户，海湾生态系统得到重塑。孔雀湾海洋生态保护修复案例也由此入选2024年海洋生态保护修复典型案例。

治理海洋受损生态

孔雀湾位于广西钦州市钦州港的金鼓江畔。

“以前金鼓江两边是一个个荒凉的山头，除了在海边做渔业养殖的人家外，没有其他人会来。”在钦州市钦南区大番坡镇六村村民陆春娟的印象中，曾经的金鼓江，水面上只有成片的生活垃圾和荒废的船只。

从20世纪80年代中期起，由于不合理的开发和利用，孔雀湾一度失去了自然生态的底色。“孔雀湾所在的湾区为半封闭式海湾，海流较弱，海水交换速度缓慢，污染物容易在此沉积，加上无序养殖、挖砂采石以及近年来湾区工业快速发展等多种因素，导致孔雀湾自然岸线受损、附近滩涂被占用、垃圾堆积、海水污染，海域和红树林生境破碎严重。”钦州市海洋局海洋预警监测科科长韦雷雷告诉记者。

孔雀湾的变化始于2020年7月。当年，钦州市申报的2020年钦州市“蓝色海湾”整治行动项目获得国家海洋生态保护修复资金支持，致力于推动受损海洋生态的治理修复，改善亲海环境景观。

多年来，当地以“蓝色海湾”整治行动为依托，实施退养还林，修复受损岸线5.3千米，恢复红树林90.12公顷。坚持源头治理，系统修复，创新红树林育苗技术，恢复湿地，改善红树林生境，红树林种植存活率达到了

90%以上。打造研学旅一体化机制，挖掘红树林生态效益，实现广西首宗红树林蓝碳交易，促进区域土地价值和海洋经济提升，成功引导产业聚集，将生态优势转化为具体经济优势，实现绿色可持续发展。

如今的孔雀湾，红树林连片分布，翠绿连绵、高低错落的草海桐、桐花、秋茄与白骨壤等海洋植物在江畔扎根，成群的白鹭在此翩翩起舞……一片生机盎然的生态景象。

突破育苗技术瓶颈

“孔雀湾红树林修复与岸线生态化项目是2020年钦州市‘蓝色海湾’整治行动项目的重要组成部分，其建设内容包括岸滩整治、红树林自然恢复与次生林改造、红树林宜林地生态重塑、岸线生态化、鸟类栖息地保护、海湾水质净化等指标。”负责项目建设的中交城市投资广西中马钦州产业园区有限公司副总经理张振京介绍。

“孔雀湾红树林所在的金鼓江片区，是未来钦州港水网、绿网及交通网的核心，也是红树林保护的难点地区。”张振京介绍，项目注重生态修复工作的系统性、整体性和科学性，采用岸线与滩涂、河流与海域同步整治的系统治理方法。

从清退红树林恢复区内养殖塘，到采取依山修复海岛；从微地形改造提升鸟类栖息地面积和质量，到采用海绵城市修复方法开展流域水质净化，在源头杜绝污水入海，项目多管齐下，实现综合治理。

再造红树林并非易事。“红树林通过根系进行呼吸，每天必须经历涨潮落潮。如果一直在海水里‘泡澡’，它活不了；但如果没有海水，也活不了。”韦雷雷说。最初，项目团队对红树林进行了人工定植修复，但面对潮汐冲刷、滩涂淤积、高温暴雨、虫害病害及复杂海域环境等，再加上种植修复技术知识的匮乏，试验种植的红树林存活率只有不到30%。

为突破育苗技术瓶颈，项目团队实地考察种植案例，聘请专家开展技术培训，在滩涂高程、生境改造育苗和后续管护上狠下功夫，建立了2个育苗基地，通过保育结合、育苗一体技术和保根壮苗技术等使红树林种植成活率提高至90%左右。



小学生在广西钦州孔雀湾红树林湿地开展研学活动。受访单位供图

如今的金鼓江畔，大片人工种植的红树林在潮起潮落间茁壮生长，犹如“绿毯”沿着海岸线绵延向前。水鸟、招潮蟹等生物在红树林下不断穿梭。

截至目前，孔雀湾项目累计完成红树林自然恢复与改造面积41.25公顷、红树林宜林地生态重塑面积53.24公顷。

推动区域绿色发展

绿影婆娑，海风阵阵。在孔雀湾红树林修复与岸线生态化项目的支持下，如今的孔雀湾已成为多种生物的家园。

目前，孔雀湾区域的底栖生物物种由原来的28种增加到34种，还吸引了北红尾鸲、远东山雀、树鹊等鸟类在修复区域内停歇觅食。随着生态恢复，孔雀湾不仅成为生物的天堂，也逐渐成为人们亲近自然、了解自然的窗口。

每到周末或者节假日，位于孔雀湾的金鼓江海洋生态环境科普馆都会迎来众多学生和家。他们将在这里开启生态研学之旅。

“我感觉很好玩，很新奇。来这里可以学习到很多有关海洋和红树林的知识。我

了解到红树林是‘海洋卫士’，在改善环境、抵御风浪、净化空气、保护地球等方面有着重要作用。”钦州师范学校附属小学学生柯彦冰说。

“展馆生动展示了红树林的生态修复过程，在促进社会各界对红树林保护方面发挥了积极作用。”中交城市投资广西中马钦州产业园区有限公司综合管理部副经理张婷介绍，截至目前，该展馆入选第二批“广西海洋科普和意识教育基地”，获评“广西壮族自治区生态环境科普基地”“广西生态环境宣传教育实践基地”，累计接待观众2万多人。

保护生态就是发展生产力。孔雀湾的生态效益正在转化为经济优势，赋能当地绿色发展。

据测算，项目建设种植红树林所带来的碳汇交易指标换算成碳汇交易价值每年约为345.11万元；先后培育红树林苗圃400万株，产生直接经济价值千万元以上。2023年，孔雀湾区域内的红树林蓝碳项目实现了广西首宗红树林蓝碳交易。

“孔雀湾只是金鼓江岸线的一部分，下一步我们还将对金鼓江西边半岛片区进行整体修复提升，推行绿色城市建设，在完善区域基础设施的同时，重点打造三江六岸景观，提升区域价值。”张振京说。

新疆越冬水鸟数量超28万只

科技日报讯（记者梁乐）记者2月17日从新疆林业和草原局获悉，今年新疆范围内共记录到越冬水鸟56种，数量超28万只。白头硬尾鸭、天鹅等国家重点保护野生动物在新疆频繁现身，成为当地生态环境持续向好的生动注脚。

据了解，今年初，新疆草原生物灾害防控中心（新疆野生动植物保护监测中心）联合观鸟专家组建了6支监测队伍，会同新疆各地州市技术人员，针对全疆44个监测单元、75个监测分区以及179个监测点的越冬水鸟，展开了全面细致的同步监测工作。本次工作监测面积约6.7万公顷，共监测到7目12科56种28万余只越冬水鸟，较上一年度同期监测结果有大幅提高。

此次新疆越冬水鸟同步监测共发现13

种国家重点保护野生动物，包括白头硬尾鸭、黑鹇、卷羽鹈鹕3种国家一级重点保护野生动物，疣鼻天鹅、大天鹅、斑头秋沙鸭、花脸鸭等10种国家二级重点保护野生动物，其中花脸鸭为新疆鸟类新纪录种。同时，当地还监测到2种自治区重点保护野生动物，其中自治区二级重点保护野生动物1种（朱鹀）、自治区二级重点保护野生动物1种（白眼潜鸭）。

新疆玛纳斯国家湿地公园是候鸟迁徙途中重要驿站。当地监测数据显示，今年以来，玛纳斯湿地越冬的大天鹅数量达到943只，创历史最高纪录。

春节期间，共有600多只天鹅飞临新疆库尔勒市。2006年起，“居住”在天山南麓巴音布鲁克草原上的野生天鹅就一直选

择库尔勒作为冬季安居地，至今已有19个年头。当地还设立了天鹅护卫中队，负责投食喂养、关爱救助等工作，为这些“水中精灵”营造安全的生活环境。

在此次越冬水鸟监测中，位于喀什市阿克喀什乡的中水利用生态造林基地给观测人员带来不少惊喜。“经过观测，我们在该基地发现了25种、近1万只野生鸟类，其中就有国家一级重点保护野生鸟类白头硬尾鸭，国家二级重点保护野生动物斑头秋沙鸭。”新疆动物学会理事丁鹏说。

据了解，喀什中水利用生态造林基地使用城市生活污水处理后的中水进行生态造林。经过多年努力，这里已经从一片荒芜的盐碱地变成了一个拥有3.8万亩林地和1万亩湿地的生态绿洲。丰富的生态环

境每年都吸引了大量鸟类在此栖息和越冬，这里也成为喀什市生物多样性最具代表性的区域。

新疆草原生物灾害防控中心相关负责人说，从数量上看，今年监测到的新疆越冬水鸟数量较上一年大幅提升，增长了115%。这反映出新疆环境越来越好，吸引了更多水鸟前来越冬，生态建设取得显著成效。

新疆是我国候鸟迁徙的重要通道，全国4条候鸟迁徙通道中有3条与新疆有关。开展越冬水鸟同步监测，可以进一步掌握越冬水鸟种类、种群数量、分布、栖息地类型、受干扰因素等基础数据，有助于科学评估全国及新疆鸟类保护成效，为加强保护管理提供科学依据。

环保时空

◎本报记者 朱虹

在全球气候变化日益严峻的背景下，森林作为地球的“绿色肺叶”，能够吸收大气中的二氧化碳，减缓全球变暖的步伐。然而，近年来，极端气候事件，如干旱、火灾和病虫害等频繁发生，严重威胁着森林的健康与稳定。如何在充分发挥森林碳汇功能的同时，保证其健康与可持续发展？气候智慧林业正成为应对这一挑战的新方案。

气候智慧林业是一个新兴的概念，旨在通过科学管理和技术创新，利用现代信息技术和人工智能等前沿技术，构建起更加科学高效的森林管理和决策体系，从而实现对气候变化的适应与减缓。不久前，中国工程院院士、中国科学院沈阳应用生态研究所所长朱教君团队发表在《林业研究（英文）》的文章，深入探讨了气候智慧林业的最新进展与实践案例，为这一领域的未来发展描绘了蓝图。

核心在于提升森林生态系统的韧性

朱教君团队认为，气候智慧林业的核心在于提升森林生态系统的韧性，使其能够更好地适应气候变化，提升其碳汇功能。

传统的森林管理方法往往依赖于经验和历史数据，而气候智慧林业则引入了数字孪生、人工智能、大数据和物联网等先进技术，实现了对森林动态的实时监测和潜在风险的精准预测。这不仅增强了森林的韧性，还优化了其碳汇功能，推动了林业的可持续发展。

朱教君团队介绍，气候智慧林业从数据采集与监测、分析和决策支持三个方面改变传统研究范式；在人工智能技术的加持下，为森林管理提供了前所未有的精准度和效率。

在数据采集与监测方面，卫星遥感、无人机激光雷达和物联网传感器等技术的应用，使得森林监测变得更加精准和高效。例如，通过激光点云数据，研究人员可以精确获取每一棵树的高度、冠层结构等信息，从而大幅提升了对森林蓄积量和碳储量的估测效率与准确性。

在数据分析方面，人工智能算法能够分析海量的监测数据并获取趋势，采用数字孪生技术实时展示森林状态，并预测森林的未来变化趋势。这些预测结果为森林管理者提供了科学依据，使他们能够提前采取应对措施，有效预防火灾、病虫害等潜在风险。

在决策支持方面，基于人工智能的决策支持系统能够为森林管理者提供优化方案。无论是选择造林树种、制定管理策略，还是模拟不同管理方案的效果，系统都能够提供科学、精准的建议，减少试错率，帮助管理者做出最佳决策。

相关研究在全球范围内取得显著进展

朱教君团队调研发现，欧洲多国已经开始利用人工智能技术优化森林管理策略，以应对气候变化的挑战；美国也开发了基于人工智能的森林火灾预测系统，显著提升了火灾预警的准确性。

在我国，气候智慧林业的实践也如火如荼地展开。例如，辽宁清原森林生态系统国家野外科学观测研究站利用物联网、人工智能和大数据分析等手段，实时感知和记录森林微气象环境、植被光合作用和碳水循环过程，为优化森林管理提供了宝贵的数据支持和决策依据。

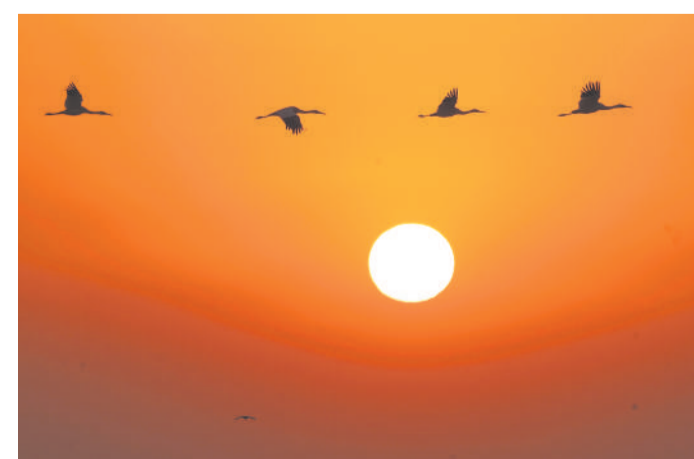
尽管气候智慧林业展现了巨大潜力，但其推广和应用仍面临一些挑战。团队认为，数据质量、技术成本以及生态保护与经济发展之间的平衡等问题，都需要进一步解决。

“我们未来的研究将更加注重多学科交叉，结合生态学、气象学、计算机科学等领域的最新成果，为气候智慧林业的发展提供更多支持。”朱教君说，相信未来气候智慧林业将成为全球应对气候变化的重要解决方案之一，为保护地球的“绿色肺叶”、实现可持续发展贡献力量。

森林是应对气候变化挑战的重要“武器”，而气候智慧林业则为这把“武器”注入了新活力。“在‘数字化—网络化—智能化’技术的加持下，气候智慧林业将在发展基于自然的气候解决方案和森林管理决策体系中发挥更加重要的作用。”朱教君说。

绿色视界

江西上饶：候鸟翩飞鄱阳湖



近年来，随着鄱阳湖湿地生态环境逐年向好，鄱阳湖成了各种候鸟的聚集地。越来越多候鸟来此越冬，成为鄱阳湖冬日一道亮丽的风景。图为在江西上饶市余干县白鹤洲拍摄的候鸟。新华社发（曹正平摄）

科技治水惠民生 安阳河畔焕新颜

创建美丽河湖

◎本报记者 孙越 实习生 谢文辉

不久前，河南省安阳市安阳河入选第三批美丽河湖优秀案例名单。这条蜿蜒了数千年的河流，经过安阳市的有效治理，流出了美丽的新姿态，成为造福人民的“美丽幸福河”。

智能监测助力污水治理

21世纪初，随着城市化进程加快，安阳河曾污染严重。河网箱养殖肆意扩张，河道

养鸭泛滥，加之部分工业企业污水和餐饮、生活废水未经处理直排入河……安阳河水质一度恶化为劣V类，下游经常出现断流。

为守护母亲河、重塑生态家园，安阳市按照“统一规划、分期实施、分段治理”的原则，制定了安阳河集中综合整治等方案，先后投入大量人力、物力、财力实施安阳河全面系统整治。

“我市共实施了90多个治理工程，封堵整治各类入河排污口1990余个，逐步恢复河流缓冲带30余公里，对‘两库一泉’周边1336.13公顷进行了山水林田湖草生态修复。”安阳市生态环境局生态环境科科长张小瑜介绍。

要想“治好病”，首先要做好“检查”。安

阳市聘请中国环境科学研究院和郑州大学开展安阳河水环境分析和研究，利用先进的光谱指纹溯源技术，对安阳河流域污染物进行溯源分析、水环境容量核算，明确精准治污对策。安阳市还构建了水质监测体系，成立水质自动检测站，每月开展一次全因子检测，在河流周边重点区域搭建监控摄像头70多个，实现了手工监测与自动监测相结合，重点区域全监测的监测体系，强化了科技保水。

“我们利用5G+无人机技术在河道及两侧50米范围内进行影像采集，然后实时传回云平台，同时建立AI人工智能分析模型，将巡查到的问题、位置点进行信息记录，数字化归档，并同步下达问题整改通知。”张小瑜介绍，安阳市还将督察系统、公安系统纳入“河长制”体系，显著提升了监管水平。通过循因控源、扩容增绿、科技监管等举措，安阳市奏响了以水惠民生、保生态的绿色发展乐章。

人与自然和谐共生

安阳河古称洹河，河畔的殷墟是我国首个有文献可考、经考古实证的古代都城，是重要的世界文化遗产。洹河流域的考古成果被列入“20世纪中国百大考古发现”。

如今，安阳河水清岸绿、鱼翔浅底。河沿岸建设了亲水平台、观景步道等设施，成



图为河南省安阳市安阳河。受访者供图