



# 多方协作 打赢珊瑚保护战

## 深瞳工作室出品

采写：本报记者 王祝华  
策划：赵英淑 滕继濮

家住广州的唐峰一家原本计划暑假前往泰国皮皮岛潜水，不得已改了行程。

作为全球潜水爱好者的热门选择，皮皮岛国家公园近期宣布，由于海域内珊瑚白化现象严重，暂停部分浮潜项目。

近年来，珊瑚礁经历了前所未有的生存挑战。面对这一严峻形势，从基础研究，到创新应用，从无性繁殖技术，到基因改良工程，科研人员正努力探索。

与此同时，政府、企业与公益组织等多方力量也纷纷加入，让珊瑚礁保护工作未来可期。

## 多重诱因，珊瑚白化加剧

珊瑚礁在保护海岸线、维持生物多样性、促进全球碳循环等方面发挥着重要作用。

珊瑚与其组织内的虫黄藻，存在着共生关系。一旦虫黄藻离开或死亡，珊瑚便会因缺乏营养而失去色彩直至死亡，这一现象被称为白化。

“白化最大的诱因是全球变暖。”中国科学院南海海洋研究所博士张浴阳接受科技日报记者采访时说，只要珊瑚的生长环境温度比适宜水温的上限高出2℃至3℃，就会发生白化现象。张浴阳10多年来活跃在珊瑚研究和科普一线。他告诉记者，若环境条件逐步改善，且保护得当的话，珊瑚礁也能恢复健康。

然而，珊瑚所处的环境并不乐观。根据国际珊瑚礁倡议组织发布的卫星遥感监测结果，自1985年以来，全球海水表面温度总体呈上升趋势，海洋面临较高的热压力。特别是近5年来，海洋“最热”纪录被不断刷新。

“除了温度，珊瑚对污染也特别敏感。”长期从事海洋生物与生态学的基础和应用基础研究的海南大学海洋科学与工程学院副院长周智说，“海水富营养化是导致珊瑚礁退化的重要因素之一。”

海水富营养化是指海洋水体中氮、磷等含量过多而引起的水质污染现象。谈及该现象，就不得不提起两大威胁——微塑料和防晒霜。前者被视为海洋中最恐怖的垃圾，后者则是最容易被忽视的污染源。

“微塑料被称为‘海洋PM2.5’，或海洋雾霾。”周智解释道，在海浪和太阳紫外线等作用下，塑料会被分解成颗粒状的微塑料，直径最小可达纳米级，且密度极高。“其危害性比真正的雾霾有过之而无不及，会破坏珊瑚和虫黄藻的共生关系。”

防晒霜中的紫外线吸收剂带来的污染也不容小觑。海南大学原副校长、南海海洋资源利用国家重点实验室教授刁晓平带领课题组曾开展此类研究。

该团队在选取了20多种珊瑚进行检测后发现，所有样品中均检出不同类别的紫外线吸收剂。

“海洋中紫外线吸收剂浓度过高，会导致珊瑚的免疫力下降，加速珊瑚死亡。”刁晓平说。

此外，天敌数量的暴发，也是珊瑚白化的重要原因之一。如被称为珊瑚“杀手”的长棘海星，平均一只一天能吃掉2平方米的珊瑚。这种长满尖刺、长得像仙人球的海底生物，通常会爬到珊瑚上，啃食珊瑚虫，导致珊瑚死亡，留下一片“白骨”。

## 多技并施，研究走向深入

在菲律宾潘加塔兰岛周围的珊瑚礁上，有一个人工智能驱动的数据收集平台，使科研人员能更好地监测和分析珊瑚礁的恢复能力。

该平台搭配智能水下摄像机，可对珊瑚进行计数和分类，为研究人员提供实时动态信息。

记者了解到，随着珊瑚礁退化形势的日益严峻，珊瑚礁生态修复已成为学界研究热点。记者梳理发现，国内外的研究人员已经在珊瑚礁生态系统、与珊瑚相关的环境因子以及气候变化对珊瑚礁影响等方面，进行了持续深入的研究。

近年来，科学家研究的重点已逐步转向珊瑚白化和珊瑚礁退化原因的探究。其中，我国更加聚焦于珊瑚礁的造礁能力以及珊瑚礁生态系统修复等方面。

新技术尤其是DNA测序技术的发展，以及基因数据的积累，为珊瑚和虫黄藻共生关系的相关研究，打下了坚实基础。国际上也有科学家尝试使用基因工程技术改良珊瑚，以增强其抗逆性，使珊瑚能更好地适应环境变化。例如，美国科学家已开始利用先进的珊瑚基因库，筛选出耐热和耐病的珊瑚品种进行杂交。随着人工智能技术的快速发展以及在珊瑚礁研究中的广泛应用，新的科研成果也不断涌现。

“在珊瑚基础研究、保育技术创新方面，中国从未缺席。通过不懈努力，我国学者的研究水平已开始步入国际前列。”周智介绍。

记者了解到，随着科技专项和经费投入增加，我国以自然资源部第三海洋研究所、中国科学院南海海洋研究所、海南大学、广西大学、广东海洋大学等为代表的科研院所，在《自然》《科学》等国际顶级科学期刊上发表的珊瑚研究论文，无论是数量还是影响力，都在持续提升。

这些基础研究的长足进步，为科研人员精准实施珊瑚礁修复提供了科学依据。

值得一提的是，在珊瑚修复攻关方面，经过多年的探索和实践，我国已经形成了具有近岸特色的珊瑚礁生态修复，珊瑚人工培育、移植、病害防控和人工礁水下工程的修复技术体系。特别是2022年我国首个海洋生态系统修复技术标准——《海洋生态系统修复技术指南》中第2部分“珊瑚礁生态修复”实施，确保了珊瑚礁生态修复工作有标可依，标志着我国整体珊瑚礁生态修复效率的进一步提升。

## 多管齐下，种出“热带雨林”

面对珊瑚保护和修复的复杂性和紧迫性，全球尤其是国内的科研团队之间，正积极开展研究合作。

“现在种珊瑚还‘挺卷’的。”张浴阳打趣地说。

在保育和修复过程中，人工培育珊瑚是至关重要的一环。目前，人工培育技术分为有性繁殖和无性繁殖两大类。有性繁殖是指在实验室中培育珊瑚受精卵，待其发育成幼虫后，放回或底播到自然环境中。而无性繁殖则类似于农业中的扦插技术，将珊瑚断枝在人工环境或野外条件下培育成珊瑚成体，而后再进行移植。

“有性繁殖成本和死亡率高。因此，在全面考量各种条件和成本后，国内外团队普遍采用无性繁殖的方法。”但张浴阳表示，当前有性繁殖技术的需求极为迫切，因为无性繁殖能够确保基因的多样性，而基因多样性正是构成珊瑚礁生态系统韧性的关键基础。

经过多年持续攻关，中国科学院南海海洋研究所已对10多种珊瑚开展了人工培育，对珊瑚进行有性繁殖，并掌握了人工控制条件下从珊瑚受精卵培育到珊瑚幼体的增殖技术。

“而在无性繁殖方面，不同研究团队的技术路线各异；针对不同海域的特定环境，技术手段也存在差别。”张浴阳介绍。以西沙海域独特的环境为例，他们着眼于提升珊瑚的抗台风和海浪能力，创新性地研发了一种浮床式珊瑚断枝培育苗圃。这种苗圃能让珊瑚断枝在其上生长，仅需8个月左右时间，珊瑚断枝的体积便能增长至原来的3到5倍。

“我们用绳索、浮球和PVC管架搭建起‘珊瑚树’，再把珊瑚断枝绑缚上去。”张浴阳说，“现在试验区的长势很好，就像海底的热带雨林。”

10多年来，中国科学院南海海洋研究所的一批青年科研人员，犹如潜入海底的植树造林者，深耕海底，专注于珊瑚礁的生态修复。“在导师黄晖的带领下，我们的足迹已遍布广东广州、海南三亚和万宁，以及西沙群岛、南沙群岛，成功修复了超过30万平方米的退化珊瑚礁。”张浴阳自豪地说。

在珊瑚种植领域，海南热带海洋学院生态环境学院教授王沛政是一位“红人”。“我们团队新研发出一种高效且环保的珊瑚断枝繁育技术，能够有效解决珊瑚移植后易于脱落的问题，可显著提高珊瑚礁生态修复的效率。”他说。

目前，王沛政团队正寻求与涉海企业的合作机会，以期将这一研究成果尽快投入应用。

利用科技手段开展全方位监测、早期预警、快速响应，为珊瑚抢出更多的避险时间，也是珊瑚保育工作的关键环节。目前，珊瑚监测手段越来越“硬核”。

广西大学海洋学院副教授王丽伟团队创新性地将DNA生物传感技术与环境DNA技术相结合，开发出一系列便捷且经济的珊瑚致灾生物与共生生物现场/原位监测传感器，可实现对珊瑚致灾生物与病原菌丰度的快速预警。

“应用这项技术，我们对中国南海海域的长棘海星种群密度进行了动态示踪研究，掌握了该地区长棘海星的暴发情况。”王丽伟说，这为解决长棘海星反复暴发导致珊瑚礁生态系统急剧退化的问题，提供了可靠的技术支持。

## 多点发力，保护更有力量

不久前，在三亚天涯海角景区世界海洋日主题宣传活动现场，一名潜水员背着沉重的水肺装备，携带培育好的珊瑚宝宝，在孩子们的惊叹声中，以一个潇洒的倒翻动作潜入水中，将珊瑚幼苗种植在海底。

“潜水员叔叔能像《海底总动员》中的尼莫一样，看见海底珊瑚梦幻世界吗？”一名7岁的小女孩问。

“当然可以，只要大家一起来保护海洋。”活动组织单位蓝丝带海洋保护协会（以下简称蓝丝带）的工作人员回答道。

三亚梅联社区副书记赵克攀介绍说：“梅联社区已经从一个垃圾遍地的小渔村，蜕变成了人人参与珊瑚保护的美丽社区。在这个过程中，蓝丝带对我们提供了很大帮助。”

蓝丝带海洋保护协会，是一家以海洋保护为主旨的民间公益社会团体。该协会秘书长蒲冰梅告诉记者：“从2007年起，我们通过与政府、企业、社区合作，开展海洋科普宣传教育活动超过1000次。”

作为补充力量，越来越多的机构和社会组织正积极投身于珊瑚保护行动。以蓝丝带、广东海洋协会、三亚珊瑚礁生态研究所为代表的组织，凭借其灵活性和点对点配置资源的优势，日益成为我国珊瑚礁保护领域的重要民间力量。

基于“在保护中受益”的理念，我国企业也走出了一条“双赢”之路。三亚蜈支洲岛旅游区是三亚热门的旅游胜地，也是浮潜和水肺潜水的好去处。

十几年前，这片海域的珊瑚礁生态系统因海水升温、渔业捕捞活动以及海岸建设等多重因素的冲击而遭受破坏，珊瑚覆盖率显著下降。2010年，时任海南大学海洋学院教授的王爱民，在初识“海洋牧场”概念后不久，便迎来了与三亚蜈支洲岛旅游区的合作契机。双方很快达成共识，联手建设“海洋牧场”。

自2016年起，蜈支洲岛旅游区又找来中国科学院南海海洋研究所帮忙，共同在岛北侧的夏季潜水观光区域深入开展珊瑚修复研究，并多次实施造礁石珊瑚移植及培育苗圃建设等工作。

时至今日，三亚蜈支洲岛海域的海洋牧场已成功获得海南首个国家级海洋牧场示范区的称号。截至今年4月，该海洋牧场已投放约8万空立方米的人工鱼礁和船礁，其中包括2586个水泥型人工鱼礁和22艘船型礁，成功构建了一个包含珊瑚礁、鱼虾贝等多种海洋生物的完整生态系统。

蜈支洲岛旅游区海洋部经理王丰国向记者介绍，最初移植到海洋牧场中的珊瑚断枝仅有7至8厘米长，而今最大的珊瑚直径已逾2米。珊瑚覆盖率也从不足15%大幅提升至29%。修复珊瑚也带来了可观的经济收益。以2023年为例，当地潜水游客数量增至30余万人，仅潜水项目一项就创收1.62亿元。

为保护珊瑚礁资源及其生物多样性，我国政府近年来实施了一系列保护措施。例如，将某些关键珊瑚礁生物列为海洋保护动物，同时，在南海区域设立了多个海洋保护区。今年6月，自然资源部办公厅发布了《关于加强珊瑚礁保护修复的通知》。这是我国针对珊瑚礁生态系统保护修复的又一重要文件。文件从国家层面为社会各界全方位、多角度共同参与珊瑚礁“呵护”行动，提供了更具前瞻性、科学性、精准性和安全性的指导与支持。

同样在6月发布的《2023年中国海洋生态预警监测公报》显示，我国海洋生态状况总体上保持稳定。

原准备去泰国潜水的唐峰接受采访时表示，在网上查阅了大量相关信息后，他已有带全家前往海南体验潜水的打算。

图① 移植在铁笼上的珊瑚生长良好。

图② 中国科学院南海海洋研究所研究人员在清理西沙珊瑚苗圃上的藻类，为珊瑚腾出生长空间。

图③ 三亚珊瑚礁生态研究所科研人员在海底开展珊瑚保育工作。

图④ 三亚珊瑚礁生态研究所科研人员在三亚海域拍摄到的生长状况良好的珊瑚礁。

本版图片由受访者提供

