

创建红树林生态经济系统 促进高层次经济发展

● 范航清

地球有三大自然生态系统，即海洋、陆地和湿地。红树林就是分布在这三种生态系统边界上的特殊森林，它生长在浅海滩涂上，涨潮时被海水浸泡甚至淹没，退潮时挺立在松软的滩涂上。红树林并不是单一的树种，世界上有 70 多种植物组成了不同类型的红树林，全球红树林总面积在 1 700 万公顷左右。统计结果表明，2013 年我国有 3.45 万公顷的红树林湿地，其中红树林有林面积 2.53 万公顷，广西红树林有林面积为 7 327.86 公顷。

一、生态卫士——红树林

海洋的碳称为蓝碳，红树林是地球上效率最高的固碳能手，也是至今为止得到国际公认、可以交易的蓝碳。有报道指出，热带原生红树林碳储能力是亚马孙热带雨林的 6 倍，是海洋蓝色碳汇的重要组成部分，关系到全球气候变化。2005 年 12 月 25 日，美国 BBC 电视台科学与自然频道报道，世界保护联盟（IUCN）在印度洋海啸之后对比了斯里兰卡被海啸巨浪袭击的两个村庄的死亡人数，发现有茂密红树林和灌木庇护的村庄仅死亡 2 人，而没有类似植被庇护的村庄死亡 6 000 人。可见红树林是消浪护岸、防灾减灾的生态卫士。此外，红树林在降解污染净化环境、提供海洋动物繁殖场、维持滨海湿地生物多样性、美化海岸、休闲旅游和科学研究等方面具有陆地森林不可替代的重要作用。

二、深陷困境的中国红树林

然而，红树林的生存受到人类活动、病虫害

侵袭等的影响，其重要性与其生存状况之间的巨大反差引起了国家的高度重视。2017 年 4 月 19 日，习近平总书记视察广西北海金海湾红树林区时，对红树林湿地保护工作提出了严格要求：“一定要尊重科学，落实责任，把红树林保护好。”

笔者认为，我国的红树林面临着两大困境。

（一）“宅基地”的丧失

红树林对生长滩涂具有严格的要求，一般生长在风平浪静、有淡水补充的海区，如河口、海湾、海汊等，它们是红树林的“宅基地”，而这些地方在近 40 年来被大量围填。2000 年全国红树林调查结果显示，我国 1980—2000 年间红树林面积减少了 1.29 万公顷，其中 97.6% 的红树林因为建塘养殖而消失。1999 年广西合浦县闸口镇围垦 133.3 公顷红树林修建虾塘，成为 2000 年中国十大环境破坏重大事件之一。

近年来，不少地方认为修建港口码头、建设滨海新城是事关经济发展的大事，少量砍伐红树林没有必要小题大做、兴师动众，因为还有那么多滩涂，人工异地种植补偿就可以了。这种认识是极其错误的，因为那些滩涂的地势太低，绝大部分都无法种植红树林，如果一定要种，则成本高昂，而且林子稳定性较差。据专家们估测，目前我国适合乡土红树林生长，同时还符合海洋功能区划的宜林滩涂只有 0.6 万公顷左右。

（二）无路可退

红树林“宅基地”的地理位置总体上由海平

面来决定，海平面低时它向海的方向迁移，海平面高时它往陆地方向发展，这是一个地貌动态过程。例如，在广西合浦县城郊区的稻田里，人们曾经挖掘到红树林树桩，说明该地曾经为红树林海岸，如今变成了稻田，可见沧海桑田万物轮回。1990—2010年间，我国海堤海岸线长度增加了3.4倍，2010年达到11 000千米，占中国180 000千米海岸线总长度的61%，而20年前仅占18%。如今生长在海堤前面的红树林约占中国红树林总面积的80%。沿着红树林海岸向前走，映入眼帘的基本是“虾塘-海堤-红树林”的景观。在全球海平面每年升高2~3毫米的大背景下，生长在海堤前面的红树林已没有后撤之路，随着“宅基地”的丧失，绝大部分海湾已经很难找到适合种植乡土红树林的滩涂了，由此可见，我国的红树林陷入了“腹背受敌”的困境中。

三、合理利用是恢复红树林的重要途径

红树林面积和碳储量的消长是衡量我国红树林生态建设的第一指标，因此红树林的扩种成为国家战略。2015年以来国家已开始实施海洋蓝碳战略和“蓝色港湾”“南红北柳”等重大生态工程。2017年5月国家林业局、国家发改委颁布了《全国沿海防护林体系建设工程规划（2016—2025）》，要求全国新造红树林4.86万公顷，其



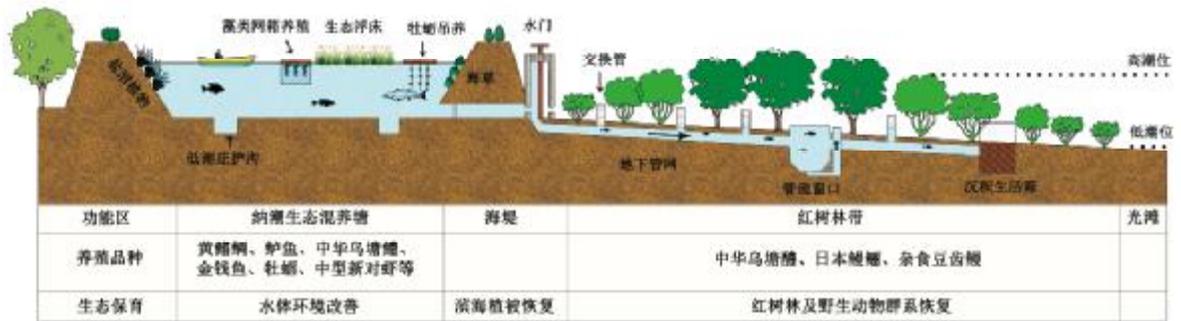
被传统海堤截断的红树林

中广西1.65万公顷。分别是全国现有红树林面积的1.92倍，广西现有红树林面积的2.25倍。

我国和东盟国家红树林“腹背受敌”的根本原因是经济利益。生态价值是公益性的、长期的、大众的；而经济收益却是时效性的、排他性的。保护是发展的前提，但生态文明的内涵不仅仅是指自然保护，还包括根据自然法则建立高效、可控的人工生态系统，构建更高层次经济形态的创新过程。因此，在何地扩种红树林，如何与经济利益结合、在红树林面积得到扩展的同时建立新的经济模式，转被动保护为主动保护就成为全球红树林保护的头号难题。我国针对海堤以外的滩涂和海堤以内虾塘的红树林可持续恢复难题，分别提出埋管网红树林原位生态养殖和虾塘红树林生态农牧场两种创新模式。

（一）埋管网红树林原位生态养殖系统

如果不砍伐红树林，在红树林内赶小海，一年下来能挣多少钱？眼下大约每公顷是3000~7500元。正是由于直接经济产出太低，大量的红树林才会被砍伐用于修建虾塘。埋管网红树林原位生态养殖系统由海堤内的蓄水池塘（毁弃虾塘）、地下管道、垂直花管、管理窗口、管护栈桥几个部分组成。养殖的关键是水质，为了维护良好的水质就需要能量。该系统分三级利用潮汐能量，第一级为海堤内蓄水池塘的纳潮生态混养；第二级为退潮时利用池塘中的海水驱动红树林埋管内的鱼类养殖；第三级为管道鱼类养殖流出的水用于养殖青蟹，养殖水体最后排放到红树林潮沟内。该系统不砍不围红树林，由潮汐能驱动，实现地上部分种植红树林，滩涂表面增殖贝类、育肥青蟹，地下部分养殖底栖鱼类的梦想。该系统还能抗击强台风侵袭，且养殖产品也接近野生品质，林区其它野生生物自由生活，红树林可得到快速恢复。



地理管网红树林原位生态养殖原理示意图

该系统目前已在广西防城港市广西红树林中心的滨海生态实验站内运行，主要养殖品种为中华乌塘鳢。以每公斤 120 元市场价格计算，目前已实现每公顷 13 500 元的产值，是红树林内赶小海产出价值的 18 ~ 45 倍。有养殖必有污水，但污水如果随潮汐不断低浓度释放，正好能满足养殖区红树林生长的营养需要，这样的污水就不是真正意义上的污染，而是生态系统各个环节的共赢。这个道理如同种菜，一次性施肥过重会烧死蔬菜，适当施肥则根深叶茂。

该系统遇到的主要问题是一次性投入较高，生产稳定性有待提高，但它的尝试让人们看到了希望的曙光。如果通过科普和产品推介，让红树林生态产品价格比工厂化和集约化人工养殖的产品价格高出一倍，那么就能实现成本的平衡。广西红树林生态系统服务功能价值为每年 4.99 万元，地理管道原位生态养殖系统没有破坏红树林，反而可促进红树林的生长，其商业价值与生态服务价值合计达到 88.35 万元 / 公顷。这套系统还可以用于高潮差海岸外来入侵物种互花米草滩涂的改造、裸滩红树林造林、次生红树林的保育等方面。

（二）虾塘红树林生态农牧场

1. 为什么要建设虾塘红树林生态农牧场

虾塘红树林生态农牧场建设是退塘还林、保护近海环境、发展生态养殖的战略需求。

我国东南沿海 24 万公顷的虾塘中至少有 10% 来源于对红树林湿地的围垦。一方面国家提出大面积营造红树林，另一方面我们又极度缺少宜林

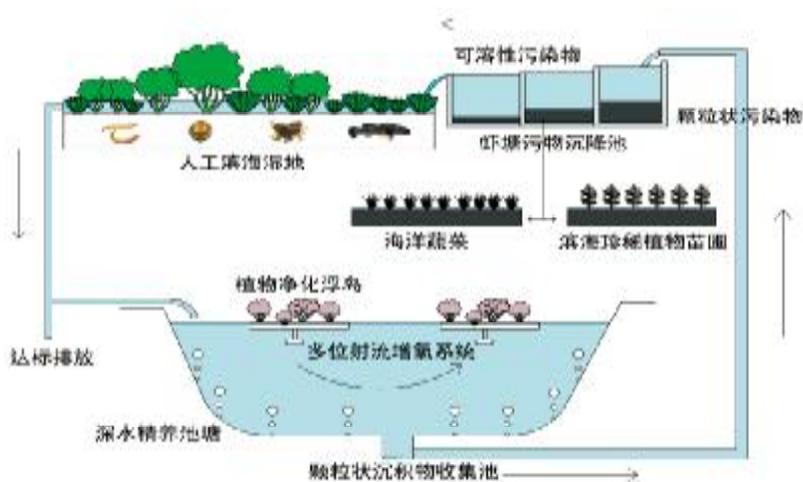
滩涂，在没有可造林滩涂的情况下退塘还林成为无奈的选择。退塘还林最大的难点在于群众的失地与再就业以及政府支付巨额的财政补偿金。为了落实退塘还林国策，《全国湿地保护“十三五”实施规划》提出在广西等地“传统虾塘内局部恢复红树林湿地，创建不同的生态养殖技术方法和示范基地”。

2014 年广西入海污染物中入海河流占了 86.74%，生活污水占 6.73%，虾塘养殖污水占 5.31%，其它合计占 1.22%。尽管虾塘污水中污染物绝对量仅占入海总量的 5.31%，但其排放具有明显的时空性，集中在每年 1 ~ 2 次的清塘期，污染物浓度是自然海水的数十倍到上百倍，往往是港湾和浅海生态灾难的导火索。例如，海区污染叠加动物粪便排放就可诱导海洋“白蚂蚁”团水虱的暴发，从而引起红树林的死亡。

随着海区和虾塘自身污染的加剧，鱼虾病泛滥，广西虾塘养殖成功率长期徘徊在 35% 左右，养殖风险突出。2014 年，广西 56% 左右的虾塘因为环境和病害等问题未进行养殖而撂荒。2016 年虾塘规模最大的合浦党江养殖成功率不到 15%，群众生产生活受到影响。因此，不论从环境保护还是养殖业的发展来看，我们都必须建立虾塘红树林生态农牧场，从而促进传统养殖业的改造升级。

2. 如何建设虾塘红树林生态农牧场

根据养殖的集约化程度，可将 25% ~ 50% 的虾塘水面转化为红树林湿地：挖深塘底 0.5 ~ 1.5m，确保养殖水体体积不变；挖掘出的底泥用于修建比养殖水面略高的人工湿地，种植



虾塘红树林生态农牧场原理示意图

红树和盐沼植物。反之，也可以挖低虾塘周边的地势，在低地营造人工红树林湿地。随后，定期从虾塘底部用提水泵抽水进入物理过滤池，去除大部分颗粒状污染物后的水体流入湿地，被湿地降解吸收后再回流虾塘。过滤池中富含氮、磷的沉淀物可用于栽培盐角草、番杏等海洋蔬菜，或培育耐盐的绿化、药用、能源等植物；湿地中可放养市场需求量巨大的可口革囊星虫（俗称泥丁）、青蟹和贝类等经济动物。此外，在虾塘水面设置海马齿植物浮岛或藻类网箱，在实现净化水体的同时为养殖动物提供庇护空间。综上所述，该模式就是通过物理沉淀、湿地降解、浮岛吸收三个环节形成内循环、可控、高效的人工生态系统，来提高养殖产量与质量，进而减少污染排放。该模式即将在广西北海海洋科技园区内进行系统性的实验验证。

虾塘红树林生态农牧场是一个有机的整体。如果用人来做比喻，在这个系统中：提水泵相当于心脏，为整个系统提供循环动力；水体相当于血液，为湿地和养殖动物提供运输物质的载体；太阳能风能充氧设备相当于呼吸系统，增加水体溶解氧含量；物理沉淀池相当于排便，定期清除颗粒状污染物；湿地相当于肾脏，吸收可溶性氮；虾塘水面可控遮阳网相当于皮肤系统，在夏季减缓暴晒导致的水体急剧升温。

3. 虾塘红树林生态农牧场的效益

一是经济经济效益。在理论上，生态改造后

养殖成活率可提高 20%，产品质量显著提高，经济效益可提高 1.2 ~ 2 倍。通过虾塘植被重建，美化海岸景观，构成了田园复合体，可促进滨海休闲渔业的发展。通过打造生态与健康品牌，还可提升牧场动植物的市场价格，提高全民环保意识。生态农场建设需要电能、太阳能、风能和相关设施，而农牧场建设为这些产业提供了消化过剩产能的海洋空间。

二是环境效益。建设虾塘红树林生态农牧场，理论上可将养殖氮的年排海量减少 28.51% ~ 56.39%，磷的年排海量减少 25.63% ~ 88.13%。如果将平均 30% 虾塘的水面恢复为红树林，那么广西可增加 13 845 公顷的红树林，相当于目前广西红树林面积的 1.89 倍，广西海洋蓝色碳汇将显著增加。

三是社会效益。红树林区的虾塘问题是中国及越南、泰国、菲律宾、印尼、柬埔寨等东盟国家遇到的共同问题。虾塘红树林生态农牧场模式的建立将为我国和东盟海洋国家虾塘的生态改造与产业升级提供战略性示范平台，显著提升我国原始创新、科技引领发展的对外形象。

虾塘红树林生态农牧场跟地理管网红树林原位生态养殖系统相比，最大的差别在于，前者为封闭系统，电能驱动水体内循环，绝大部分污染物在系统内得到净化，为生态种养工厂，适用于海堤内的虾塘；后者为开放系统，潮汐能驱动，适用于海堤外的滩涂。两者的共同点是：都有助于红树林的重建和恢复，创造了较好的生态经济和社会效益，为人类历史上未曾有过的红树林利用新模式。^[N]

（作者为联合国环境署全球环境基金红树林专题中国首席专家，中国太平洋学会红树林海草研究分会会长）