

第六章 绿色海岸就是黄金海岸

缺少经济上可行的红树林合理利用技术,是我国和发展中国家将大量红树林湿地转化为农田、盐田、养殖塘、港口码头、临海工业用地的根本原因。因此,红树林生态系统的可持续利用模式、方法和技术是全世界滨海湿地保护的焦点。在环保问题高于天的今天,我们不能仅仅停留在保护上,更不能将生态文明精深思想简化为绝对保护。遵循自然规律与原理,恢复红树林滨海湿地,通过科技创新建立人工生态系统,形成红树林海洋农场或自然工厂,发展低碳蓝色产业,促进经济社会发展,是生态文明思想在更高层面上的体现,也是全球红树林可持续发展的关键。

一、时代呼唤红树林生态工厂

(一) 鱼与熊掌可以兼得

缺少经济上可行的红树林合理利用技术,是我国和很多发展中国家将大量红树林湿地转化为农田、盐田、养殖塘、港口码头、临海工业用地的根本原因。

长期以来,专家学者们重视的是红树林生态系统的生态服务“价值”,诸如释放氧气、净化水质、孕育生物等,而红树林周边社区和地方政府关心的是红树林生态系统的“价格”,即能带来多少经济收入。前者是共享的、免费的公共服务,后者是排他性的、小众的经济收入。正是由于两者的不统一,于是在保护红树林问题上形成了貌合神离的局面:社会舆论上要保护,可行动上被动保护或边恢复边破坏的现象层出不穷。在生态保护补偿和生态损失赔偿制度尚未普遍建立并切实执行之前,“保护红树林就是保护钱袋子”的可持续利用技术与激励机制已逐渐成为全球共识。联合国环境规划署认为,中国南海周边国家的红树林社区普遍贫闲,缺乏合理利用技术与模式,侵占红树林地进行海水养殖是该区域红树林退化的重大原因,因此应该将保护导向更加可持续的利用方式。

在环保问题高于天的今天,我们不能将生态文明精深思想简化为绝对保护。原生红树林与人工营造的红树林之间的差别如同珍品与复制品之间的不同,前者生长了数十年甚至上百年,结构和功能稳定,不可多得;后者年代短、可扩种,而且还有部分是外来种。前者应该严格保护,进行生态利用;后者可以根据需要进行规划与种植,可高效利用。

在保护的前提下,还应该遵循自然原则,建立高效可控的人工生态系统,合理利用红树林资源,改善人民生活水平,促进经济社会健康发展。绝对保护是局部的,通过保护的传承,然后才能推陈出新、发展生产。绝对保护是针对稀有的、相对完整的、

生物多样性丰富的原生红树林，而不是针对所有红树林。对于未列入自然保护区范围的红树林也不是不闻不问、听之任之，而是需要管护，可以在保护的同时加以合理利用，也就是国际上推崇的“保育”，类似我国的“生态经营”。党中央在2018年的全国环保大会上明确提出了“产业生态化和生态产业化”的正确道路。

(二) 生态工厂需要接地气的理论指导和技术创新

要将生态保护、生态恢复与经济社会发展有机地结合起来十分不容易，不仅需要具体可行的技术支撑，还需要政策配套和资金扶持。目前，我国真正成功、可持续的生态恢复范例不多，在生态恢复中缺少合理利用的颠覆性技术，生态恢复对当地社会经济的贡献尚不够显著，基层干部和群众自觉走生态发展道路的意识并不强烈。在一些地方，生态恢复没有给群众带来实实在在的经济利益，管理难度大，最后功亏一篑。

在重学术轻技术的今天，有多少专家学者愿意深入基层、潜心攻克技术瓶颈？技术研发是“真枪实弹”的，资金需求大、涉及面广、风险高，而学术论文可以天马行空，自圆其说、自主性强。基础研究重在原始发现，技术研发重在发明创造，如今我们将两者混合为“原始创新”。创新是外来语，“原始发现”为 original discovery，“创新”为 innovation，前者是思辨与认知的科学范畴，后者是工程技术范畴。原始发现为创新开拓新领域，提供原理和规律；创新反过来可以为原始发现提供技术手段和战略需求。学术研究十分重要，是跃升、是引领，需要天赋，但国家也需要大批的上问学术、下接地气的复合型人才。

(三) 红树林滨海湿地一体化生态保育技术体系

红树林及其邻近滩涂、海堤内侧海水可以影响到的虾塘、沟渠、零星陆地和灌丛植被等可统称为红树林滨海湿地。由海向陆，我国的红树林滨海湿地基本上可分为四个关键带：红树林、海堤、紧挨海堤陆侧的蓄水池或虾塘、广阔的虾塘养殖场。如何对滨海湿地进行全面生态修复，发展生态经济，是一个世界性难题。

广西红树林研究中心经过10年的探索，提出了“合理利用红树林滨海湿地的一体化生态保育技术体系”，使生态恢复由以往单纯的植被恢复向海洋生态农场建设迈进成为可能。根据滨海湿地的位置，“合理利用红树林滨海湿地的一体化生态保育技术体系”由四个模式组成(图6-1)。



图6-1 合理利用红树林滨海湿地的一体化生态保育技术体系示意图

(1)海堤海侧的潮间带：地理管网原位生态养殖模式。

(2)海堤：生态海堤模式。

(3)紧挨海堤陆侧蓄水池或虾塘：纳潮生态混养模式。

(4)虾塘：虾塘红树林生态农场模式。

地理管网原位生态养殖和纳潮生态混养一般结合使用，因为前者需要后者提供潮汐储蓄能量。通过以上四个模式的组合，将调动广大干部群众的积极性，大幅增加红树林面积，改善近海生态环境，美化滨海景观，为生态旅游和滨海城镇建设奠定良好的基础，从而实现“绿色海岸就是黄金海岸”的伟大梦想。

二、地理管网红树林原位生态养殖

(一) 毁林养殖是中国南海周边国家红树林减少的罪魁祸首

中国南海周边国家消失的红树林中至少有 90%起因于围垦和对虾养殖。1980~2000 年，我国共消失了 12923.7 公顷的红树林，其中 97.6%用于修建虾塘。泰国自 1975 年起有 50%~60%的红树林被转化为养虾场。菲律宾有约 50%的红树林已被改造成半咸水鱼塘和虾池。

印度尼西亚是全球红树林最多的国家。2002~2011 年，印度尼西亚全国拥有 92.65 万公顷的红树林虾塘，其中 27.39%已经毁弃，年生产对虾 30 万~40 万吨。印度尼西亚红树林虾塘的单位年产出不高，在 60~2216 公斤/公顷之间波动，全国平均约 520 公斤/公顷。为了满足巨大的市场需求，印度尼西亚政府提出红树林对虾生产倍增计划，即到 2030 年全同年产红树林对虾 60 万吨。这一宏大计划，将迫使对虾生产商在 2012~2030 年再毁灭大约 60 万公顷的红树林开辟新虾塘。

自 20 世纪 50 年代以来，越南失去了 50%的红树林。越南的红树林 28%分布于北部，70%分布于南部，中部只有 2%。2015 年 11 月，笔者在越南考察时，据当地官员介绍，越南广宁省拥有海岸线 250 公里，辖区面积 6500 平方公里，70%为农村，是北越红树林的主要分布区，其中广安县 1965 年有红树林 10107 公顷，到 1993 年只剩 2969 公顷，消失的红树林中有相当大的一部分用于海水养殖，水产养殖业对当地经济的贡献率为 12%~13%，是出口创汇的重要产业。广宁省广安县咸安镇就是一个有代表性的例子。该镇原有 100 公顷高约 4.5 米的原生红树林，为了发展经济，他们于 2000 年在红树林外缘修建了堤坝，砍伐了大部分红树林进行基围养殖。2015 年，该区域红树林的覆盖度仅为 25%左右，树高约 3.8 米，红树林生境被严重破坏。

在不破坏红树林的前提下，还能进行养殖，解决红树林周边农场的生计问题，岂不是一举两得？这也是数十年来国际社会梦寐以求的。为了不破坏红树林，或少破坏红树林，大家“八仙过海，各显神通”，尝试了很多生态养殖方法。

(二) 已有红树林原位养殖模式及其特点

因为空间分隔，在红树林周边海区的海水养殖不会对红树林造成直接影响，所以不是我们重点关注的问题。在红树林下进行养殖，即原位养殖，由于养殖空间与红树林生长空间重叠，因此决定了红树林的命运。已有的红树林原位养殖可分为四类模式：毁林养殖、基围养殖、围网养殖、增殖保育。

(1) 毁林养殖。

毁林养殖通过彻底清除红树林来修建单纯的虾塘，是一种毁灭性的破坏活动，是我国及太平洋、印度洋沿海国家红树林大幅减少的最主要原因。此外，毁林养殖还会产生高浓度养殖污水，污水的集中排放会严重影响近岸水质。

(2) 基围养殖。

起源于我国珠江三角洲的基围养殖，实际上是通过移除部分红树林，并在林内挖掘池塘而建立起来的模式。香港米埔红树林基围养殖被认为是红树林生境可持续利用最成功的模式。基围养殖在东南亚被称为“红树林友好养殖”或“环境友好养殖”，并得到一定范围的推广。近年来，广东大围湾红树林传统和粗放式基围养殖，海上田同红树林海水种植集约式养殖系统的实质均是基围养殖。基围塘内的红树林存在不同程度的退化、稳定性差，且养殖产量低（每公顷几十到几百公斤）。基围养殖需要砍掉40%~80%的红树林建造养殖塘，实质是在红树林内镶嵌虾塘并进行纳潮养殖。前文提到的越南咸安镇就是红树林基围养殖，基围虾塘水深1.5米，纳潮换水时水面的升降幅度为0.4米。自然纳苗不投饵料，全年产出为100~300公斤/公顷；补充虾苗和鲜杂鱼饵料，全年产出可达400公斤/公顷。而同地点高位池虾塘的年产量平均可达10吨/公顷。越南政府将红树林平均分配给农户管理和使用，每户4~5公顷。然而，当地农户认为红树林基围养殖不好，来钱太慢，如果有资本他们更愿意将红树林清除，进行高位池养殖。

(3) 围网养殖。

围网养殖即用网圈围红树林，在围成的红树林内进行养殖。围网养殖对红树林生态系统的干扰很小，但产量和捕获率比基围养殖还低。此外，红树林的落叶会遮蔽网眼，提高围网的张力，在台风、暴潮时存在崩网、养殖对象逃逸的风险，在实际中很少应用。

(4) 增殖保育。

增殖保育不需要任何设施，投放的苗种自生自灭，最为生态，但产量极低，适合公益保护和生物多样性的恢复，不适合经营生产。例如，在我国红树林内赶小海，一年的收入为200~500元/亩，这么低的效益很难满足农户的基本生活，更何况我国人均红树林资源少得可怜。在东南亚地区，由于人均红树林资源占有量大，如越南每户4~5公顷，因此勉强可以低水平维持生计。

已有的原位养殖模式都存在着各种不足，因此不毁林、干扰度小、产出较高、可控性好的原位生态养殖模式，就成为合理利用红树林的一项关键技术（表 6-1）。

表 6-1 红树林原位养殖模式的比较

| 指标 | 毁林养殖 | 基围养殖 | 围网养殖 | 增殖保育 | 地埋管道 |
|----------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------|---------------------------|
| 建设成本 | ○○○○○ | ○○○○ | ○○ | — | ○○○○ |
| 饵料成本 | ○○○○○ | ○○○○ | ○○ | — | ○○○○ |
| 能耗 | ○○○○○ | ○○○ | ○ | — | ○ |
| 毁灭红树林程度 | ○○○○○ | ○○○ | ○○ | — | ○ |
| 日常管护对红树林生境干扰强度 | — | ○○○○ | ○○ | — | ○ |
| 养殖污染生态效应 | ○○○○○ | ○○○ | ○ | — | ○ |
| 养殖自然风险 | ○○○○ | ○○○ | ○○○○○ | — | ○ |
| 产值 | ○○○○○ | ○○○ | ○○ | ○ | ○○○○ |
| 可控性 | ○○○○○ | ○○○ | ○○ | ○ | ○○○○○ |
| 回捕率 | ○○○○○ | ○○○○ | ○○ | ○ | ○○○○○ |
| 产品品质 | ○ | ○○○ | ○○○○ | ○○○○○ | ○○○○ |
| 综合评价 | 高投入，高产 出，毁灭 100% 红树林，污染严 重 | 较高投入，中 等产出，毁灭 40%~80%红 树林 | 低投入，低产 出，不毁灭红树 林 | 适合于公益性 保护，产值极低 | 较高投入，较高 产出，促进红树 林恢复 |

注：“○”越多表示数值越大，“—”表示无此项内容

（三）艰难的探索历程

红树林被公认为幼鱼的育苗场所和维持高渔业产量的主要因素，国内外许多学者早就提出了在红树林内进行生态养殖的设想。然而，由于退潮后红树林滩涂暴露、缺少海水，因此在红树林内养殖底栖游泳鱼类的梦想从来没有实现过。

2003 年，笔者向联合国项目专家提出了开展红树林生态养殖的建议。2007 年，联合国环境规划署全球环境基金(UNEP/IGEF)“扭转南中国海与泰国湾环境退化”项目特别资助广西红树林研究中心探索红树林生态养殖技术。随后，研究团队在广西防城港市珍珠湾红树林区开展了围网、模拟巢穴、底播、沉箱等养殖方法试验。通过分析逃逸率、成活率、生长速率、回捕率、生物量和市场价格、设施与管理、自然风险等因素后，研究团队越来越清晰地意识到，名贵底栖鱼类的沉箱养殖方式极可能是大幅度提高单位面积产值、减少养殖对红树林生态系统干扰、便于实际应用的突破口，并提出了“沉箱+管道+管道流水”的构思和初步设计。

为了满足研究条件，研究团队又在广西防城港市小龙门红树林区进行了约 2300 平方米的小规模实验，并于 2010 年取得成功，形成了“地埋管网红树林原位生态养殖”

的关键技术，实现了滩涂地下部培育鱼类，地上部生长红树林，滩涂表层保育和增殖软体动物的目标，同时申请了国家和国际发明专利。

为了进一步验证和完善该系统，十分有必要建立中等规模研发与示范平台。在广西财政厅和科技厅的支持下，研究团队在广西防城港市珍珠湾约 5.3 公顷的次生红树林滩涂上，建立了“地理式管道红树林动物原位生态保育研究及示范基地”。国内外专家学者纷纷慕名前来参观考察，并认为这是全球环境基金资助的成千上万个项目中最可持续的一个典范。

通过 2011~2015 年的示范与研究，科研人员深切认识到原理与推广应用之间存在巨大的差距，如果要推广则迫切需要解决以下问题：可用潮汐能量、环境承载力与生态养殖规模的符合性问题；构件与系统的科学性问题；施工工艺与日常管理的有效性问题；降低成本提高效益的经济性问题；推广应用的关键技术与政策需求问题，等等。这些问题成为 2015 年国家海洋局公益性行业科技专项“基于地理管道技术的受损红树林生态保育研究及示范”的研究内容。

（四）地理管网红树林原位生态养殖模式的创建

“地理管网红树林原位生态养殖系统”由五个主要部分组成（图 6-2 至图 6-4）：①蓄水区。通常为陆侧虾塘，用于涨潮时蓄积潮水，低潮时放水，驱动地理管道系统内水体流动，提供溶解氧。在蓄水区可开展纳潮生态混养。②管理窗口。埋在滩涂内，每个面积为 3~5 平方米，深 1.0~1.5 米，用于投苗，投喂饵料，日常管理和收获。③交换管。露出滩涂表面，高 60 厘米，直径 20 厘米，管体密布直径 2 厘米的小孔约 100 个，退潮时通气，涨潮时海区的小鱼小虾可通过小孔进入管道内，成为管道内所养鱼类的活饵。④地下管道。为直径 20 厘米的 PVC 管，埋在红树林滩涂 30~40 厘米深处，为系统提供水流通道和养殖鱼类活动空间。⑤组合栈道式青蟹养殖箱。管理窗口流出的水体直接供给后端的青蟹养殖箱，充分利用潮汐能量。此外，红树林生态养殖区的海上栈道也是重要的组成部分，其作用在于提供进出养殖管理窗口的便利通道，极大降低日常管护的劳动强度，避免对滩涂红树林幼苗和底栖动物生境的人为踩踏与干扰，有利于红树林的生长和生物多样性的恢复。每亩红树林可布置 1~4 个管理窗口。以每亩布设 4 个管理窗口计（通常 1~2 个），管理窗口和管道的面积合计不超过林地面积的 5%，不改变红树林滩涂的地形地貌。

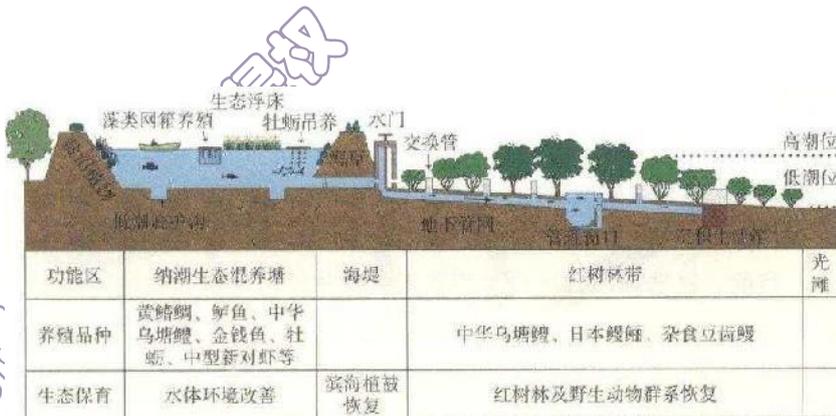


图 6-2 地理管网红树林原位生态养殖系统剖面结构



图 6-3 地理管网红树林原位生态养殖系统

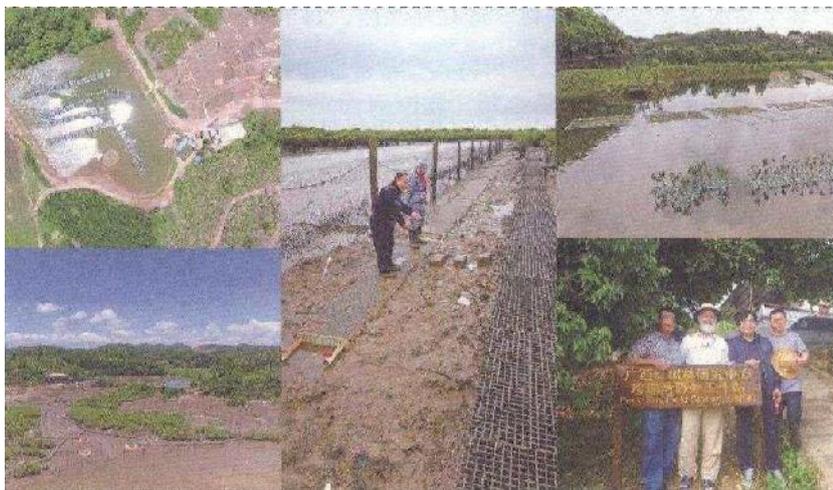


图 6-4 地理式管道红树林动物原位生态保育研究及示范基地

(五) 地理管网红树林原位生态养殖品种

目前，已选择出的适合地理管网红树林原位生态养殖的物种有 11 种，其中昆虫 1 种、贝类 5 种、甲壳类 1 种、鱼类 4 种（表 6-2）。底栖鱼类是地理管网养殖的关键，已筛选出的适合物种为中华乌塘鳢、日本鳗鲡和杂食豆齿鳗（图 6-5）。



图 6-5 适合地理管网红树林原位生态养殖的底栖鱼类

表 6-2 地理管网红树林原位生态养殖适合物种

| 种名 | 俗名 | 英文名 |
|---------------------------------------|--------|------------------------|
| 可口蕈囊星虫 Phascolosoma esculenta | 泥丁、土丁 | Peanut worm |
| 泥蚶 Tegillarca granosa | 血蚶、红螺 | Blood shell, Ark shell |
| 近江牡蛎 Planostrea pestigris | 大蚝 | Southern oyster |
| 红树蚶 Geloina erosa | 牛屎螺 | Mangrove clam |
| 文蛤 Meretrix meretrix | 车螺 | Asiatic hard clam |
| 青蛤 Cyclina smensis | 红口螺、铁蛤 | Chinese cyclina |
| 锯缘青蟹 Scylla serrata | 青蟹 | Mud crab |
| 杂食豆齿鳗 Pisodonophis boro | 土龙、榄鳝 | Boro snake eel |
| 日本鳗鲡 Anguilla japonica | 白鳝 | Japanese eel |
| 中华乌塘鳢 Bostrychus sinensis | 土鱼、泥鱼 | Chinese black sleeper |
| 大弹涂鱼 Boleophthalmus pectinirostris | 跳鱼、星跳 | Bluespotted mud hopper |

(六) 地理管网红树林原位生态养殖综合效益

1. 经济效益

迄今已筛选出适合管道养殖的主要鱼类有中华乌塘鳢、日本鳗鲡和杂食豆齿鳗，它们可以在管道内混养。2016年3月，它们的市场价格为120~600元/公斤。以中华乌塘鳢为例，一般4月投放越冬人工苗，苗种规格为30~40尾/公斤，饵料为鲜杂鱼，10~11月进入收获期，生物量可提高3~.5倍，养殖成活率约80%，捕获率为95%，产品质量接近野生。日本鳗鲡非常适合在管道内生长，生长快，品质远远高于池塘养殖产品，但苗种供给是制约瓶颈。杂食豆齿鳗为功能性动物，价格昂贵，可在管道内生活，但生长速率低，其辅助性养殖设施有待研发。在每亩红树林布设2个管理窗口的条件下，目前已实现平均年产75公斤/亩中华乌塘鳢（低盐度区可达100公斤/亩）的阶段性目标，产值9000元/亩，是同面积红树林林下天然海产品产出价值的22.5~45倍，比2015年越南广宁省红树林基围养殖平均年产值高8.4倍（以每年基围养殖对虾平均产出200公斤/公顷计）。组合栈道式青蟹养殖于2017年底获得初步成功，预计可提升系统经济效益50%以上（图6-6）。



图 6-6 地理管网红树林原位生态养殖收获

以每亩布设 2 个管理窗口计, 2015 年原位生态养殖系统设施的材料成本费用为 2.5 万~3 万元/亩(可使用 10 年左右), 是毁林修建虾塘建设成本的 50%~60%。随着技术的优化和产量的提高, 原位生态养殖系统的推广应用价值会进一步提高。以上生态养殖的产值未包括青蟹养殖和滩涂贝类增殖的产值。

实际上, 地理管网原位生态养殖系统主要依靠管道内的鱼类和青蟹获得经济效益, 滩涂增殖的意义侧重于生物多样性的恢复及动物对红树林生长的促进作用。例如, 红树林内底播可口革囊星虫苗, 个体和种群恢复良好, 可自行繁殖, 维持合理的种群密度。可口革囊星虫进行底内生活, 可以加快红树林立地土壤养分的循环, 改善红树林根系氧气供给, 促进红树林幼苗和幼树的生长。虽然可口革囊星虫经济价值高, 但一般不进行收获, 因为挖捕活动会伤害红树林根系。

2. 生态效益

广西防城港珍珠湾生态养殖基地原是覆盖度仅为 10% 的次生红树林地, 2012 年进行了恢复造林, 2015 年苗木保存率超过 65%, 林子覆盖度高达 75%, 次生红树林得到快速恢复(图 6-7)。

实践证明, 地理管网原位生态养殖从三个方面促进了红树林的快速恢复。①稳定的生境。生态养殖设施施工期一般不超过 2 个月, 管道和作业面的合计面积不超过红树林林地面积的 5%, 没有改变红树林地有的地形地貌。施工完成后所有的生产活动在栈桥上进行, 再加上人员管护, 周边群众很少到生态养殖区挖捕动物, 这为红树幼苗、增殖贝类和天然底栖动物的生长和繁衍创造了条件。②适宜的养分。不同于虾塘养殖清塘时高浓度污染物的集中排放, 管道生态养殖的残饵和排泄物浓度很低, 并随着潮汐不断排放到海区, 其中绝大部分被潮水带走(物理净化); 少部分沉积到土壤中, 为林下藻类的生长提供养分; 还有一部分被红树幼苗吸收。其原理如同种植蔬菜, 一次性高浓度施肥会烧死蔬菜, 多次低浓度施肥则促进蔬菜的生长。③生物多样性恢复。林地底栖动物群落的恢复提高了系统的多样性和生态功能, 降低了脆弱性, 改善了红

树林根际氧化条件。



图 6-7 地理管网红树林原位生态养殖区红树林的恢复情况

已有评估结果表明，广西红树林生态系统服务功能价值为每年 74.82 万元/公顷，即 4.99 万元/亩。地理管网原位生态养殖模式没有破坏红树林，反而促进了红树林的生长，其商业价值与生态服务价值合计达到每年 5.89 万元/亩。生态文明建设已成为我国的基本国策，在维护生态服务价值的前提下获取经济利益是“生态经济化、经济生态化”的最好诠释。

3. 社会效益

虽然地理管网原位生态养殖技术目前还在优化完善中，但它为我国乃至东南亚地区红树林的可持续保护提供了一条崭新途径。地理管网原位生态养殖为潮汐能驱动，低碳环保；该系统在 2014 年的 17 级台风中只受到很小的影响，自然风险低。从目前掌握的技术程度来看，该系统适合在平均潮差 1.5 米以上海区的红树次生林改造、光滩造林、互花米草整治中应用，尤其适合于高潮差河口区。

中华乌塘鳢为特种海洋滋补鱼类，除了沿海当地人知道其功效外，很少被外界所了解。2018 年，中华乌塘鳢的市场零售价格为 120~160 元/公斤。在没有形成产业规模的情况下，地理管网生态养殖的一次性投入较高。根据多年经验，我们预测：200 元/公斤左右的中华乌塘鳢收购价格是技术推广应用的暴发临界点。若国家出台政策，运用地理管网生态养殖技术进行红树林恢复和养殖生产，可获得 20~30 年的滩涂免费使用权的话，则社会资本就可能主动融入海岸红树林生态恢复中，为全球树立红树林生

态经济榜样。

三、虾塘红树林生态农场

(一) 虾塘红树林生态农场的战略需求

(1) 增加红树林面积，有助于增加应对全球气候变化的国家话语权。

海洋中的浮游生物和海岸带红树林、盐沼草、海草床等是“蓝碳”的主力军。有报道指出，同面积的热带原生红树林碳储能力是亚马孙热带雨林的6倍。“蓝碳”的存在形式有很多，但已经被国际公认、没有争议、技术上能计量、经济上可交易的却很少，目前只有红树林成为“蓝碳国际硬通货”。在碳汇问题上，我国提出了“参与、贡献、引领”的战略方针。

(2) 退塘还林是增加我国红树林面积的重要途径。

红树林碳汇能力强，可林子面积相对较小。为了增加海岸“蓝碳”，国家海洋局提出了“蓝色港湾”“南红北柳”生态工程。国家林业局的《全国沿海防护林体系建设工程规划（2016-2025年）》提出全国新造红树林48650公顷的新目标，其中广西新造红树林16500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2.28倍。然而，我国既符合海洋功能规划，又适合乡土红树林生长的宜林滩涂只有约6000公顷。为了完成国家红树林新造林任务，《全国湿地保护“十三五”实施规划》鼓励退养还湿、退塘还林。

(3) 近海环保与养殖业自身发展的需要。

沿海虾塘是广西北部湾的面上污染源，养殖污水和池塘底泥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，往往是港湾和浅海生态灾难的导火索。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无法进行养殖而撂荒；2016年，广西合浦县党江镇的虾塘养殖成功率不到15%，养殖污染已严重制约虾塘养殖的自身发展，严重影响群众生活。从历史发展过程看，我国的海水池塘养殖已走过了粗放的传统养殖模式、环境友好养殖模式阶段，在国家对生态环境高度重视的今天必将迎来生态养殖新阶段（图6-8）。

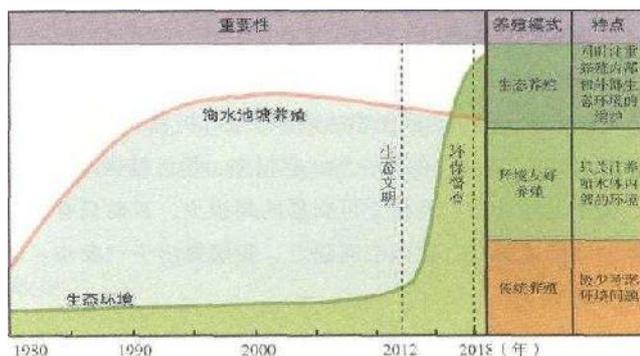


图 6-8 海水池塘养殖模式的历史选择过程

退塘还林的最大难点是虾塘所有权的变更、巨额的财政补偿和养殖户再就业问题。变更使用权、保就业的新生产模式是我国和东盟沿海国家的共同需求。为此，2017年3月28日发布的《全国湿地保护“十三五”实施规划》明确指出：“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。”

生态文明建设不仅仅是自然保护，更是建设高效、可控的人工生态系统，促进经济可持续发展的创新过程。在长期研究试验的基础上，广西红树林研究中心于2017年正式提出的“虾塘红树林生态农场”理论模式，可以在虾塘内局部扩展红树林增加“蓝碳”，进行生态养殖确保就业，减少养殖污染排放，减轻近海环保压力，符合同家退塘扩种红树林的战略需求（图 6-9）。

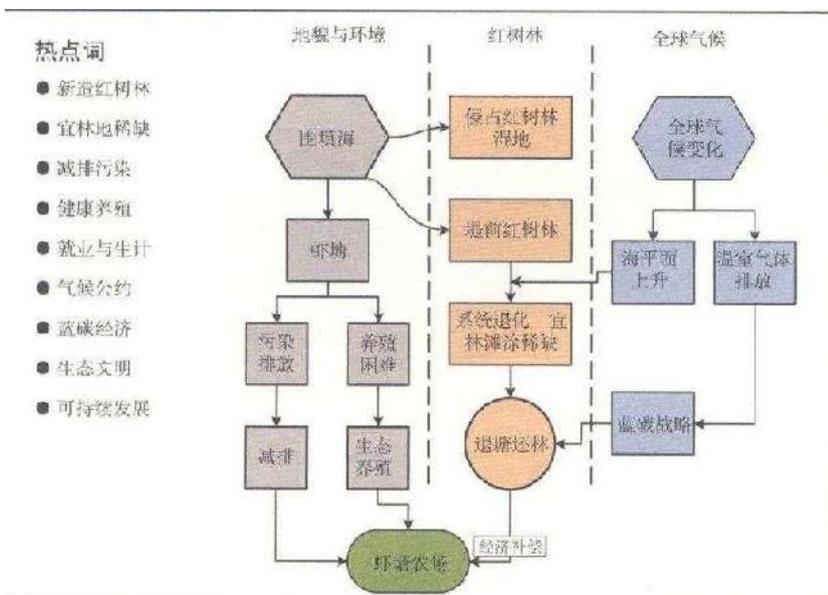


图 6-9 虾塘红树林生态农场战略需求因果分析

（二）虾塘红树林生态农场的基本原理

生态养殖是根据物种共生互补和自然界物质循环原理，使不同生物在同一空间和环境中共同生长，以期提高养殖效益、减少养殖污染物排放的一种养殖方式。

针对目前传统虾塘养殖缺少植被、养殖品种单一、生物多样性简单、污染突出、风险较高等问题，广西红树林研究中心提出将 40%~60%的虾塘水面用于重建红树林湿地，剩余水面用于养殖，湿地进行野生动物增殖保育，水体内循环，实现传统虾塘养殖的生态改造与产业升级的基本技术路线（图 6-10）。

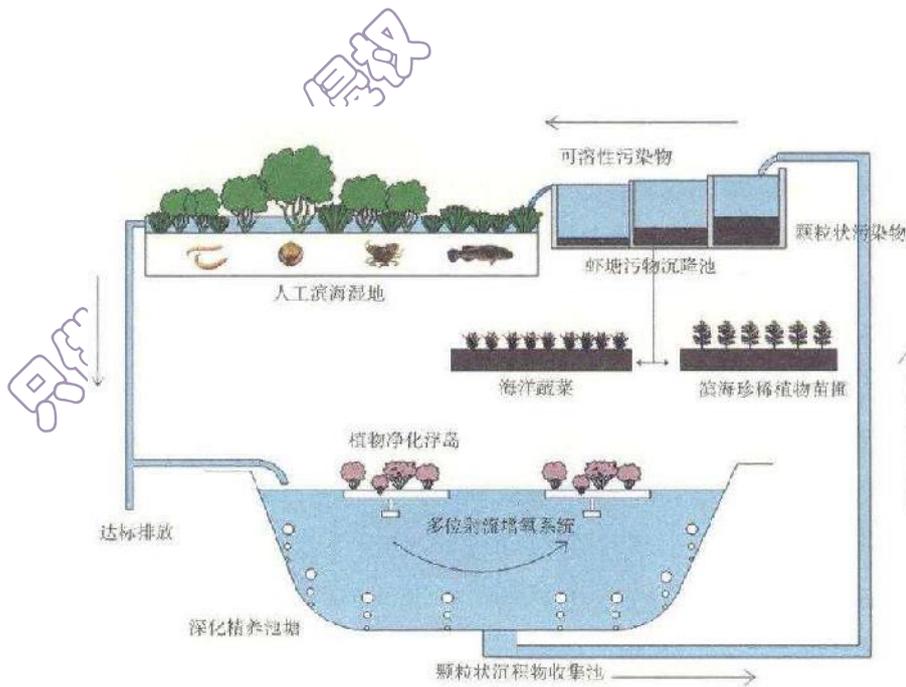


图 6-10 虾塘红树林生态农场基本原理示意图

一般而言，养殖污染物中颗粒状悬浮污染物占 90%，可溶性污染物占 10%。前者可用物理沉淀方法移除，剩余的可被底栖动物滤食；后者可被湿地微生物降解、被植物部分吸收。物理沉淀得到的沉积物富含氮、磷，可用于培育耐盐海洋植物，发展海洋绿色产业。与传统虾塘相比，虾塘红树林生态农场将“养殖—增殖—种植”同时配置在原有的虾塘内，延长了食物链，增加了产出环节，提高了物种多样性，增强了系统稳定性，降低了生产风险，减少了污染排放，提升了滨海景观价值。

虾塘红树林生态农场不同于砍伐 40%~80% 红树林以后建立起来的粗放的基围养殖模式，后者破坏滩涂红树林、污染大、产量低。生态农场的本质是在没有红树林的毁弃虾塘内重建人工生态系统，其特征突出表现为植被重建、恢复物种多样性、污染减少、产品多样、经济效益稳定、生态效益显著、可持续发展。

(三) 虾塘红树林生态农场的设计蓝图

1. 地形与水系统改造

在现有虾塘塘底的基础上再挖深 0.5~1.5 米，创建红树林人工湿地。挖掘出的底泥用于修建比人工湿地高的集约化池塘塘堤。通过加高塘堤，尽可能增加养殖水体。通过水位控制，可创造红树林和盐沼植物生长所需的间歇性水淹条件和养殖水体湿地滞留净化时间。从虾塘底部引出养殖污水到物理沉淀池，经过物理沉淀后的水体流入红树林人工湿地进行生物净化，净化后的水体进入净化水体收集池，尔后通过收集池内的水泵再次进入集约化养殖池塘循环利用，也可以部分排放到海区（图 6-11）。在能量驱动方面，在条件满足的环节中优先利用潮汐能，鼓励使用风能和太阳能，公共电网提供关键性和保障性电能。为了提高能量利用效率，尽可能使用低扬程水泵。

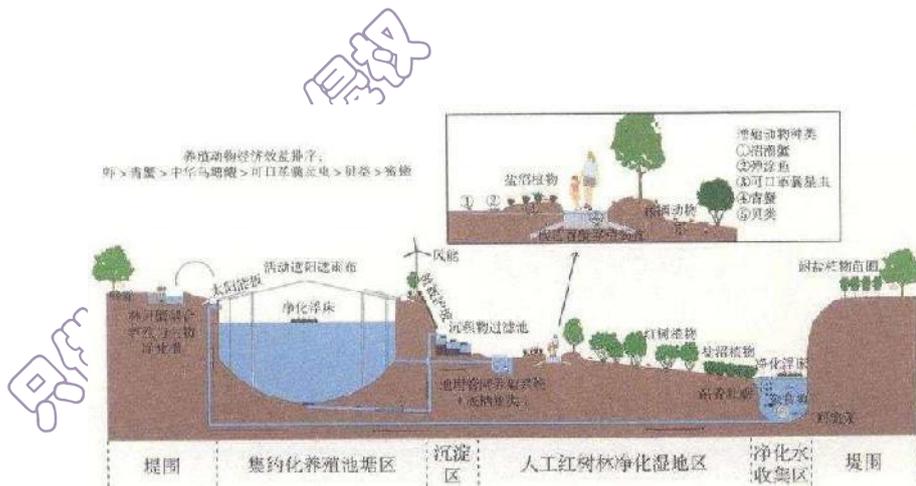


图 6-11 虾塘红树林生态农场基本结构与过程示意图

2. 养殖系统配置

集约化对虾养殖池塘水体，通过埋设在地下水管到达地理管网鱼类养殖系统，养殖中华乌塘鳢。此后，接驳到移动式滩涂步道青蟹养殖箱，供养殖青蟹使用。其后，水体通过青蟹养殖箱喷淋口进入湿地，供红树林生长和动物增殖。水体经过湿地漫流净化后进入低洼的净化后水体收集池。在净化后水体收集池，净化水体被电力提升，回流到集约化养殖池塘里被重复利用，系统最大高程差控制在 6 米以内。配置多物种养殖，可有效避免以往单一物种养殖时可能发生的全军覆没的巨大风险，确保最低收益。

3. 增殖系统配置

拟在红树林人工湿地滩涂增殖野生蟹类、经济贝类和市场需求量巨大的可口革囊星虫；在水体收集池底播贝类，吊养牡蛎，放养少量的杂食性鱼虾（图 6-12）。增殖保育的作用：①增殖的低品质动物可作为肉食性高品质鱼类和青蟹的补充饵料，减少系统对外界饵料的依赖程度，提高整体经济效益；②充分利用贝类的滤食性净化水体，提高系统水质安全度；③多物种增殖延长了系统食物链，显著增加系统物种多样性，在促进红树林生长、增强系统复杂性与稳定性、提高系统生态健康水平的同时，获得部分经济收益。

理论创新：基于生境异质性和生物多样性的红树林生态养殖技术创新；兼容的能量梯级利用养殖设施与管理方法



图 6-12 虾塘红树林生态农场养殖和增殖的能量梯级利用

4. 净化系统

(1)物理沉淀池。对传统虾塘进行形态和结构改造，水下多位喷射既可增加溶解氧，又可驱动水体回旋，促使颗粒状污染物汇集到塘底，通过底排管道进入物理沉淀池进行水体与底泥的分离。沉淀池中沉淀的富含氮、磷的池塘底泥用于栽培耐盐植物（图 6-13、图 6-14），水体则进入净化湿地。耐盐植物包括盐角草（*Salicornia europaea* subsp. *europaea*）、番杏（*Tetragonia tetragonioides*）等海水蔬菜，绿化植物和药用植物，创建耐盐植物产业。人工湿地主要种植红树植物，可局部配置茭苳（*Cyperus malaccensis*）、短叶茭苳（*C. malaccensis* var. *brevifolius*）、芦苇（*Phragmites* spp.）和南水葱（*Scirpus validus* var. *laeviglumis*）等多年生耐盐植物，增加碳汇。

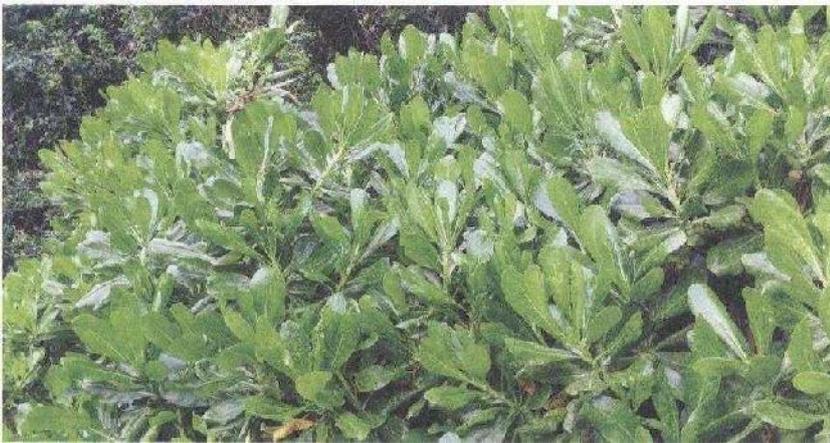


图 6-13 耐盐植物草海桐



图 6-14 耐盐植物海边月见草

(2)湿地净化。湿地滩涂表面进行贝类、蟹类增殖。在集约化对虾养殖池塘水面设置一些海马齿（*Sesuvium portulacastrum*）净化浮岛或藻类网箱，在吸收养殖水体可溶性污染物的同时，为对虾提供生物鱼礁和庇护空间。

(3)林贝蟹耦合养殖与生物净化槽。它是组合红树林、贝类、青蟹形成的一种新装置。该装置可直接抽取虾塘里的水体，净化槽中的贝类滤食虾塘养殖水体中过多的浮游生物，红树幼苗根系吸收水体中的氨氮，青蟹则直接生活在净化槽的蟹笼内。虾塘

内的水体经过净化槽后返回到虾塘，实现水体净化与养殖生产空间的统一。

总之，养殖水体通过物理沉淀、湿地降解、贝类滤食、净化浮床等四个途径净化水体，确保系统水质，最终达到减少虾塘红树林生态农场系统污染排放的目的。虾塘植被的重建将美化滨海景观，促进滨海休闲渔业的发展。

5. 辅助系统

实践表明，夏季强降雨导致的盐度急剧下降和强辐射造成的水体异常升温，是海水养殖的最大风险。为了确保生态养殖系统环境的稳定性，降低自然风险，拟在集约化养殖池塘水面的上方修建活动式遮雨遮阳篷。该设施除满足春季、夏季、秋季的生态养殖条件外，还可以在冬季用于重要养殖物种种苗的越冬培育，提高虾塘红树林生态农场单位空间的经济产出。

为了确保人工湿地红树林的快速恢复和林下生物多样性的形成，必须尽可能减少人为踩踏活动的干扰。为此，拟在人工红树林湿地内布设主栈桥，组合步道式滩涂养殖箱为辅栈道，一箱多用，降低成本。步道不仅可以减少人为干扰，也可以为生态养殖日常管护、监测、现场科普提供通道。

太阳能和风能是绿色能源，是利用新式能源的发展趋势。虾塘红树林生态农场拟设置太阳能和风能设施，电能主要用于系统不同环节的充氧，为系统运行提供清洁的补充能源，同时起到探索、示范、科普的作用。

6. 监测与信息系统

虾塘红树林生态农场涉及水量、水质、植物、动物、气象、生态环境等要素。系统拟设置一系列因子探头，收集相关视频，集成到中央处理器，建立数据库和查询界面。这些数据和信息为阐明农场科学原理奠定基础，为系统优化和管理优化提供依据，同时逐步实现自动化或智能化管理，减少管理人数。

7. 科普教育

虾塘红树林生态农场是合理利用红树林，促进蓝色经济发展的一个大胆创新，包含了多学科的科学原理、技术手段及管理方法，是公众科普教育的优良平台及应用推广的培训基地。根据习近平总书记的指示，博物馆不必要千篇一律。虾塘红树林生态农场就是一个建立在大地上的、开放的、生动活泼的实景红树林科普馆，兼顾向公众和专家学者开放的功能。

综上所述，虾塘红树林生态农场是一个新陈代谢的有机体(图 6-15)。如果以人体来形容，在这个系统中：①回流泵相当于心脏，为湿地模拟潮汐和整个系统的运行提供循环动力；②物理沉淀池相当于排泄系统，定期清除池塘沉积的底泥；③湿地、红树林、林贝蟹耦合养殖与生物净化槽相当于肾脏，分解和吸收可溶性氮氮及多余的浮游生物；④湿地步道、自然繁衍的生物等相当于免疫系统，可降低人为干扰，提高系统

抗干扰能力和生态健康水平；⑤多种能源驱动的充氧设备相当于呼吸系统，增加水体溶解氧含量，加快污染物的降解；⑥监测与信息网络是农场的神经系统，发挥感知、决策、反馈的功能。



图 6-15 虾塘红树林生态农场新陈代谢系统

（四）虾塘红树林生态农场的理论目标

生态文明不是单纯的自然保护，而是在保护前提下的经济发展与文化进步，因此符合自然法则、高效可控的人工生态系统是其科学本质。虾塘红树林生态农场构思遵从“道法自然”之理，采用生态化改造方案，将自然保育、养殖与滨海湿地恢复有机结合起来，既造福沿海人民，又符合区域减排和海洋生态文明建设战略。该模式不改变虾塘所有权，保护群众生计，同时增加红树林面积，提高湿地同碳能力，改善近海环境质量，发展“蓝碳”经济，符合退塘还林政策，值得研发示范。具体来讲，虾塘红树林生态农场的建设目标：①将 40%~60%的虾塘重建为红树林湿地，扩大红树林面积，增加碳汇；②生态升级传统虾塘，建立生态工厂，实现红树林“自然银行”功能；③减少养殖污染排放 25%以上，保护近岸海洋环境；④改善滨海景观，促进滨海休闲。

虾塘红树林生态农场完全是理论推导出来的新模式，迄今在国内外还没有任何一个先例。在广西壮族自治区党委和政府的重视下，在广西创新驱动发展重大项目的支持下，广西红树林研究中心的科研人员正努力将之变为现实。

（五）虾塘红树林生态农场的应用潜力

据报道，广西北部湾滨海养殖用地由 1995 年的 9024.03 公顷增加到 2010 年的 41153.58 公顷。《2014 中国渔业统计年鉴》表明：2013 年广西海水虾塘养殖的面积为 2.07 万公顷。广西红树林研究中心遥感调查结果显示，截至 2013 年底，广西沿海的海水虾塘土地总面积约 4.68 万公顷，去除池塘堤围和道路后的实质性养殖水体面积约 3.76 万公顷(表 6-3)。如果国家统计的 2.07 万公顷为广西虾塘土地面积，则广西虾塘的利用率为 44.23%；如果为养殖水体面积，则虾塘利用率为 55.05%，其余虾塘因为污染、病害等问题被闲置或毁弃。

表 6-3 广西沿海虾塘面积遥感解译结果统计 (2013 年 12 月至 2014 年 1 日)

| 行政区 | | 虾塘土地面积 (公顷) | 虾塘水体面积 (公顷) |
|------|------|-------------|-------------|
| 防城港市 | 东兴市 | 2962.1100 | 2394.9966 |
| | 防城区 | 1829.0864 | 1470.1280 |
| | 港口区 | 2897.8157 | 2329.1191 |
| | 小计 | 7689.0121 | 6194.2437 |
| 钦州市 | 钦南区 | 10315.7250 | 8291.2631 |
| | 小计 | 10315.7250 | 8291.2631 |
| 北海市 | 合浦县 | 22354.6762 | 17967.5690 |
| | 海城区 | 202.0442 | 162.3930 |
| | 银海区 | 3939.3028 | 3166.2143 |
| | 铁山港区 | 2251.6099 | 1809.7312 |
| | 小计 | 28747.6331 | 23105.9075 |
| 总计 | | 46752.3702 | 37591.4143 |

毁弃虾塘在我国东南沿海地区及东南亚红树林国家普遍存在。根据我国东南沿海红树林各省 (区) 虾塘养殖面积的国家统计资料, 我们假设了虾塘使用率, 粗略估算出 2014 年中国东南沿海虾塘总面积为 240324 公顷, 为中国现有红树林总面积的 9 倍以上 (表 6-4)。从沿海围垦历史看, 东南沿海现有虾塘中至少有 10% 源自红树林, 即 2.4 万公顷。而我国现有红树林仅 2.53 万公顷, 如果在沿海虾塘建设 2.4 万公顷红树林湿地生态农场, 将会产生巨大的经济效益、生态效益和社会效益, 也为东南亚红树林国家毁弃虾塘的再利用提供核心技术。例如, 印度尼西亚全国 92.65 万公顷的红树林虾塘中, 能够进行养殖的占 72.61%, 其余的已经毁弃。

表 6-4 2014 年中国东南沿海地区虾塘面积估算

| 省 (区) | 实际养殖虾塘面积 (公顷) | 实际养殖虾塘面积占虾塘总面积百分率 (%) | 虾塘总面积 (公顷) |
|-------|--------------------|-----------------------|------------|
| 浙江 | 32025 | 70 | 45750 |
| 福建 | 29949 | 65 | 46075 |
| 广东 | 72641 | 85 | 85460 |
| 广西 | 20307 | 44 | 46152 |
| 海南 | 12665 | 75 | 16887 |
| 合计 | 167587 | — | 240324 |
| 资料来源 | 农业部渔业渔政管理局, 2015 年 | 笔者 | |

四、生态海堤

海堤人工岸线已占我国大陆岸线的 80%。传统海堤是物理海堤，要么为冰冷的钢筋水泥，要么是荒芜的砌石泥沙，缺少生机。海堤建设在取得重大减灾效果和经济效益的同时，也产生了不少生态问题。例如，海堤建设改变了自然海岸线，侵占了红树林湿地，切断了堤前红树林随海平面上升的后撤之路，破坏了海陆过渡带生物廊道，简化了海岸景观和生物多样性，近年来已引起众多专家学者的质疑。

在广西海洋局的支持下，广西红树林研究中心的科研人员在 2012 年提出了集物理、生态和文化功能于一体的生态海堤概念，主持完成了概念性规划，指导了广西防城港市西湾红沙环生态海堤整治创新示范工程一期工程。在概念性规划中，科技人员充分利用了广西的红树林、盐沼、滨海耐盐植物和海岸植物资源，遵循植物群落生态学理论，配合海洋工程，提出了我国东南沿海第一条生态海堤的建设蓝图(图 6-16、图 6-17)。



图 6-16 生态海堤主体模式剖面图



图 6-17 物理海堤、自然海岸和生态海堤的景观比较

广西防城港市西湾红沙环生态海堤一期工程于 2013 年开工,2014 年基本建成,2015 年工程验收。与砌石陡墙、钢筋混凝土结构的传统海堤相比，防城港市西湾红沙环生态海堤兼顾了物理抵御、生态防护、文化宣教、休闲娱乐功能，成为防城港市海湾整治的一张名片，也成为市民滨海休闲的一道风景线（图 6-18）。



1. 2012年

2. 2017年

图 6-18 广西防城港市西湾红沙环生态海堤一期工程实施前后的海岸景观

防城港市生态海堤的成功建设，在生态理念指导海岸整治实践方面迈出了坚实的一大步，为国家海洋局《围填海工程生态建设技术指南（试行）》的编制和发布提供了一个成功范例。防城港西湾红沙环岸线经过此番整治修复，恢复了自然海岸形态特征和生态功能，因此该岸段被列为《广西海洋生态红线》的重点保护自然岸线，这与国家海洋局《海岸线保护与利用管理办法》强调的“整治修复后具有自然海岸形态特征和生态功能的海岸线纳入自然岸线管控目标管理”精神相符。

生态海堤工程极大地提高了人工岸线的景观水平，生态效益和社会效益显著，得

到了国家的充分肯定。在2017年“砥砺奋进的五年”大型成就展上，广西防城港生态海堤被选入“构建美丽海洋”成果展出(图6-19)。

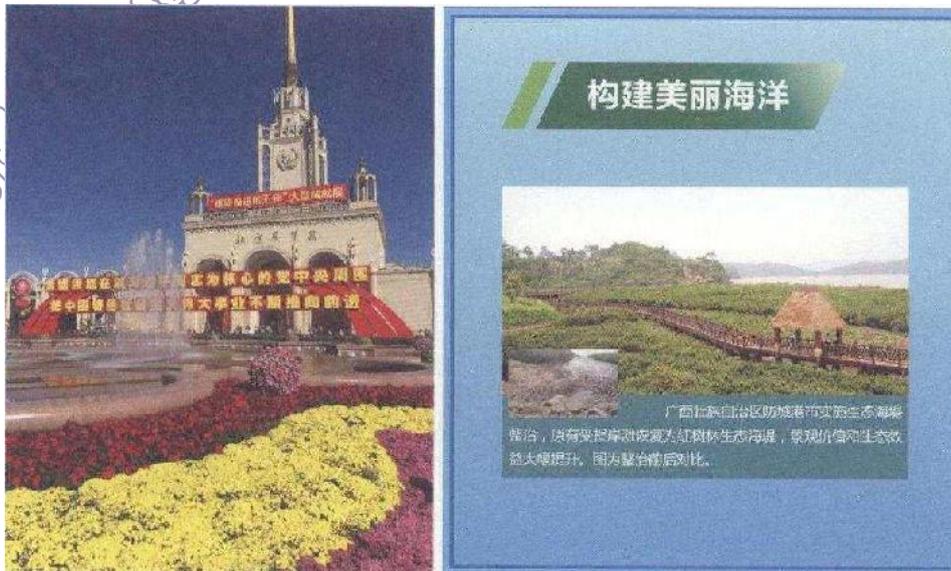


图6-19 2017年“砥砺奋进的五年”大型成就展上的广西生态海堤

海堤前连潮间带，后接虾塘，是“合理利用红树林滨海湿地的一体化生态保育技术体系”的一个重要环节，是海陆物种交流的界线。生态海堤的成功经验为塘堤建设的生态化、景观化提供了经验。

五、广西红树林旅游

如果红树林是生态工厂，那么旅游就是推销工厂产品的一个重要平台，是公众加强海洋意识、提高自然保护参与能力的大课堂，还是可持续利用红树林的重要形式。广西红树林旅游目前尚处于粗放阶段，除北海金海湾红树林生态旅游区初具规模外，其余红树林区很少甚至没有开展有组织和管理的旅游活动。

(一) 北海金海湾红树林生态旅游区

北海金海湾红树林生态旅游区地处北海市银海区，位于北海市东南隅的西村港出海口，背靠“中信国安北海第一城”，为北海滨海国家湿地公园的一部分，是典型的城市红树林(图6-20)。

北海金海湾红树林生态旅游区拥有4.5公里长的海岸线，面积约5平方公里，其中红树林面积约2平方公里，为我国典型的沙滩白骨壤纯林，零星散生秋茄、桐花树、木榄、海桑、卤蕨、红海榄，局部引种无瓣海桑和拉关木。景区修建了1.3公里长红树林木栈桥(投资200多万元)、蛋家民俗表演区、近5公里长的生态彩色自行车道(投资900多万元)和拓展训练区，设置了近100个垃圾箱。

旅游区制定并实施《北海金海湾红树林生态旅游区关于红树林保护的规定》，禁止砍树、挖沙、电鱼、高压水枪捕沙虫等行为，维持金海湾红树林原生态性；在每年的3~

6月、9~10月候鸟迁徙、繁殖期间，谨慎使用保护区广播喇叭。



图 6-20 北海金海湾红树林生态旅游区景观

据景区工作人员介绍，2013年景区接待游客13万人次，综合收入450万元；2016年接待游客28万人次；2017年接待游客38万人次，综合收入1600万元；2018年上半年接待游客20万人次，比上年同期的16万人次增加4万人次，增长25%。

北海金海湾红树林生态旅游区自2008年5月对外开放以来，先后获得“广西生态旅游示范区”“中国十大魅力湿地”“广西壮族自治区科普教育基地”“全国青少年户外体育活动营地”“香港青少年同情体验和创新创业基地”“AAAA国家级旅游景区”“全国生态文化示范基地”“广西壮族自治区文化产业示范基地”等荣誉称号。如今旅游区已成为国家、广西壮族自治区等各级领导了解北海生态的绿色窗口。2017年4月19日，习近平总书记视察金海湾红树林生态旅游区后，游客数量迅速增长。

由于财力有限，该旅游区目前以观光为主，缺少科普教育和游客生态保护体验设施，基本上没有开展红树林保护与恢复工作。近年来，由于没有执法权，海区污染和违规挖掘海洋经济动物得不到遏制，旅游区红树林及邻近滩涂的海洋动物生物量锐减，

团水虱和浒苔暴发，导致局部红树林成片死亡。此外，在原先连片天然白骨壤林内引种拉关木外来树种，形成了鹤立鸡群、色彩唐突的林斑，影响了整体景观，引起专家学者和部分游客的担忧。

（二）钦州仙岛公园

为纪念孙中山先生规划建设“南方第二大港”钦州港，由钦州市委、市政府于1995年9月开始建设钦州仙岛公园。公园与钦州港中心广场遥相呼应，面对钦州港，背靠我国唯一的七十二泾岛群红树林区。公园内已建成广场、环岛路、环山路、花岗岩台阶、风轮台、金鼎坛、聚英台（可容纳500人）、烧烤场，铺设了面积约8000平方米的草地。仙岛公园通过木栈道延伸到红树林内。该地红树林为“桐花树+秋茄”群落，混生白骨壤，长势良好，为广西茅尾海红树林自然保护区的一部分。不过，该地的红树林旅游尚不成规模，基本以零星散客为主。

（三）广西国家级自然保护区的红树林旅游

广西山口国家级红树林生态自然保护区是我国唯一的既是世界生物圈保护区，又是国际重要湿地的红树林自然保护区，名声远扬。这里古老连片的红海榄林、密织的支柱根、遍布滩涂的招潮蟹、星星点点的白鹭给游客留下了深刻记忆。山口红树林热带形态特征突出，是广西红树林的典型代表。尽管该保护区早就提出生态旅游，但由于远离市区、交通不便、设施简陋等原因，旅游业务一直没有得到应有的发展。近年来保护区修缮栈道，基本上终止了观光活动。

广西北仑河口国家级自然保护区位于我国最西端海岸线，毗邻越南，自然资源丰富，景观多样，鸟类繁多，人文气息浓厚，交通便利，又处于东兴国际旅游线路上，是旅游开发的理想地。近年来，保护区陆续建成了5栋大楼，拥有办公、科普、管护和野生动物救护的良好基础设施。保护区的巫头岸段曾经有红树林海鲜大排档，中央环保督导检查之后已拆除整改。防城港市政府曾经计划在该保护区周边建设AAAA级景区，目前看来政策压力不小。

总之，2017年中央环保督导检查以后，政府重申自然保护区以保护为主，慎重开发利用。自然保护区在实验区和缓冲区可以适度开展生态旅游，但不适合进行大规模的基础建设和公众旅游；即便开展生态旅游，也要在旅游设施、游客数量、旅游产品、游客行为等方面做出严格规定和监控。国家湿地公园和海洋公园不同于自然保护区，允许在保护前提下进行合理开发利用。从组织方式、旅游产品、科学理念、科普设施和管理能力等方面看，目前广西的红树林旅游基本上为观光旅游，还不是严格意义上的生态旅游。

(四) 区外红树林旅游的一些成功范例

1. 厦门筼筮湖人工红树林景观区

厦门金砖会议期间，习近平总书记主要会客点选在“筼筮书院”，这跟筼筮湖的红树林、白鹭和咸水潟湖的美丽风光及清新空气有直接关系。

筼筮湖旧称筼筮港，位于厦门岛西南部，原与大海相通，用作母港码头。后围海造田，筑起浮屿到东渡的西堤，从此，筼筮港成为内湖，水域面积为 1.7 平方公里。20 世纪 80 年代，筼筮港污染严重，臭气熏天，严重影响居民生活和城市形象。80 年代末期至 1999 年，厦门市政府共投入治湖资金 3.5 亿元进行筼筮湖一期、二期的综合整治，湖边种植红树林，吸引来大量的白鹭，如今闻名遐迩，游人如织。

2. 深圳福田红树林自然保护区

位于深圳湾北东岸深圳河口的福田红树林自然保护区成立于 1984 年，1988 年定为国家级自然保护区。福田红树林自然保护区面积为 368 公顷，有 70 公顷天然红树林，189 种鸟类，其中 23 种为国家保护的珍稀濒危鸟类。保护区缓冲区内的基围鱼塘、芦丛洼地等生境复杂多样，为鸟类盘旋飞翔和觅食提供了空间。

福田红树林自然保护区背靠美丽宽广的滨海大道，与滨海生态公园连成一体，面向深圳湾，不仅是生物的乐园，也是人们踏青、赏鸟、观海、体验自然风隋的好去处，已被命名为深圳市环境教育基地（图 6-21）。

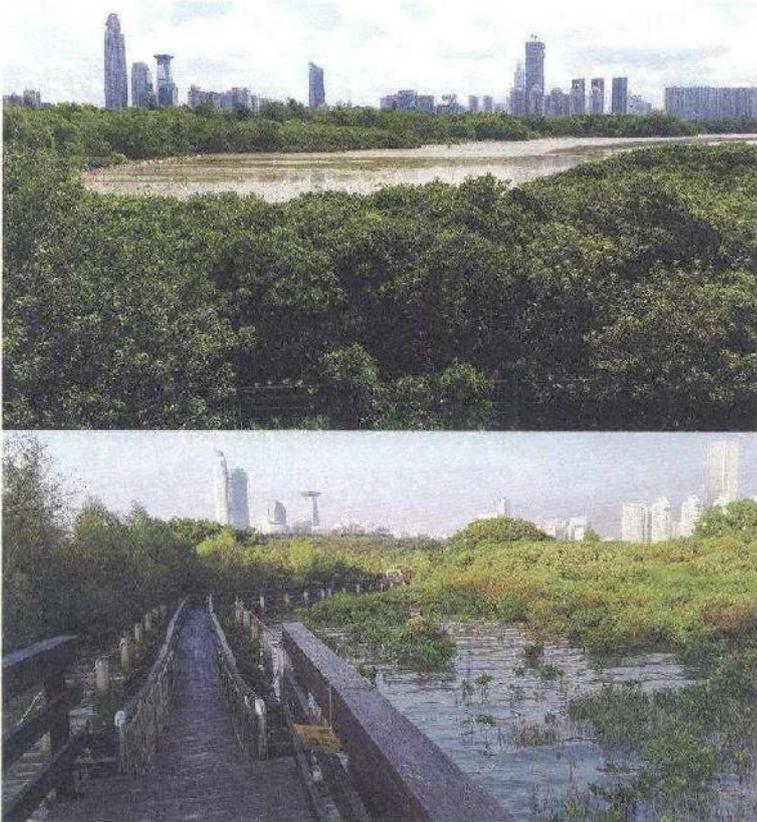


图 6-21 深圳福田红树林国家级自然保护区景观

深圳福田红树林自然保护区只对学生和科研人员开放，需预约才能进入，市民只可在紧邻自然保护区的滨海生态公园内活动，在视觉上享受自然保护区的景观福利。深圳福田红树林自然保护区虽然是中国面积最小的国家级自然保护区，但功能分区科学、基础设施完备、管理到位、理念先进。保护区的主要职责是自然保护宣传和环境保护意识教育，并不是旅游开发，但却极大促进了深圳旅游业的发展。为了进一步提升城市生态品牌，深圳市将建设中国红树林博物馆，原计划投资近5亿元，最近决定增加投资至20亿元左右。

（五）区外红树林旅游开发的一些启示

红树林旅游开发档次跟经济社会发展程度有直接关系。厦门市和深圳市地方财政情况良好，比起收费旅游带来的直接经济效益，更注重红树林在提高市民保护意识与科学素质、提升城市生态品牌中的作用。因此，他们的红树林旅游完全免费，可带来的间接效益却十分巨大。海南省海口市的东寨港国家级红树林自然保护区曾经引进专业旅游公司开展红树林收费旅游，但利益促使公司违规修建红树林栈道，最后被强行拆除。

诚然，广西是一个欠发达地区，政府支持公益的财力有限。“他山之石，可以攻玉”，兄弟省份的成功经验和教训对我们有很大的启示意义，与发达地区相比，广西红树林旅游方面确实存在较大差距，突出表现在以下几个方面。

(1)对红树林保护与利用之间的辩证关系认识不到位。过去认为红树林阻碍沿海发展，如今则认为要对红树林进行绝对保护，尤其是中央环保督导检查之后更是如此。没有摆正保护与开发利用的关系，思想不够解放。

(2)对红树林经济价值认识不足。旅游部门对红树林的价值了解不够，如在旅游评价中红树林的价值还比不上高尔夫球场。实际上，城市绿地造林与日常维护费用目前远远超过红树林，红树林不需要特别投入就可以白生长、自维持，美化海岸，净化环境，为海洋动物提供栖息地。例如，福建省泉州市一年城市绿化成本10亿多元，而泉州湾400多公顷固碳量超过全市的城市绿化森林的红树林，获得的投入却远远低于城市绿化投入。

(3)对生态旅游的误解。红树林旅游不能仅仅局限于狭义的收费旅游，更应该为市民免费提供优美海岸和亲海环境，是为民办实事的举措。随着经济发展，广大群众对海岸环境建设的要求越来越高，反过来会促进设施良好、产品丰富的其他收费旅游。

(4)忽视科技对生态旅游的支撑作用。突出表现为科技人员很少参与红树林生态旅游规划和旅游资源监测，旅游区管理往往落实在行政文件上而不是科学数据上，缺少着力点，不接地气，旅游产品单一。此外，忽视科技支撑作用还表现在对创新利用红树林的新技术、新模式重视不够，在引领“绿水青山就是金山银山”上的办法、模式、

举措不多。

(5)缺少战略定位。没有用好面向东盟的生态交流地理优势，没有在战略层面上树立具有国家或区域性号召力的旗帜。

(6)旅游可以跟其他产业相结合。随着“海上丝绸之路”建设的推进，广西作为我国面向东盟的桥头堡，在彰显我国应对全球气候变化和生态保护“负责任大国”形象、展示新发展理念和引领生态经济发展方面，有着不可替代的作用。

因此，建议在北海廉州湾打造“中国—东盟红树林滨海湿地生态产业示范园区”，在全球树立利用红树林发展经济的旗帜。其理由有四个：①廉州湾是广西规模最大的河口区，在广西海洋功能区划上以农渔业用海为主。河口区淡水资源和红树林资源丰富，退塘还林时在虾塘内种植红树林的难度较小。②廉州湾海岸目前不是自然保护区，不受自然保护法规的严格限制。该海湾尚未大规模布局工业，北海市拟在此区域建设滨海新区。③北海市沿海养殖池塘面积占广西沿海养殖池塘总面积的61.08%，主要集中在廉州湾沿岸，然而其养殖成功率在2016年不到15%，虾塘大量荒置，客观上具有寻求产业转型的内生动力。④廉州湾是古代“海上丝绸之路”始发港，如果在此湾打造“中国—东盟红树林滨海湿地生态产业示范园区”，可突显“海上丝绸之路”的生态环保理念。示范区可整合房地产、酒店、休闲旅游、环保型工业、新农村建设、生态养殖与种植等，将水系、红树林和陆岸植被与人们生活及生产要素有机耦合起来，形成一个人与自然和谐的田园复合体与休闲景观。政府在廉州湾开发顶层概念性规划时，如果考虑“红树林滨海湿地生态产业”概念，可以为廉州湾滨海新城增添一个亮点、一张名片。

六、红树林海岸房地产

近25年来，不断走高的滨海土地价格在充实了地方财政的同时，也导致了高房价，成为国家的调控重点。笔者无意为高房价加油，只是从滨海景观的角度探究红树林在海岸土地价格形成中的作用及程度，打消一些人“生态建设就是亏本买卖”的落后观念。当然，并非所有的红树林海岸都是发展房地产的好地方。城市可以借助红树林提升土地价值，农村可以利用红树林的优良环境打造生态海产品牌。

随着城镇化的不断推进，生活在钢筋水泥的高楼大厦里的人们越来越需要大自然的心灵滋润，修复其疲惫的身心，这一现象跟城市规模成正比。城市越大、越发达，则红树林海岸的土地价格越高。从购买者的经济收入情况看，低收入者购房看空间，中等收入者看配套，高收入者看环境。红树林共同大部分分布在经济发达的城市及其周边地区，红树林已成为众多楼盘促销的卖点。

近3年来，笔者先后对广西、海南、广东和福建的红树林保护与开发利用情况进行

了调研，发现在欠发达地区红树林海岸的楼盘比一般滨海楼盘贵 20%左右，而在深圳、厦门等发达地区一般贵 80%，甚至一倍以上，“绿色海岸就是黄金海岸”得到充分的诠释。这一判断得到当地专家学者、政府官员及市民的普遍认同。

此外，红树林和海岸生态整治是一个带，而沿岸的土地却是一个大面，用小面积的带状小投入来撬动大面积的滨海土地的大增值，其机理就是“生态杠杆”。在美丽中国建设中，“生态杠杆”可以起到四两拨千斤的作用，也是一种供给侧结构性改革，有利于提高全民的环保意识和国民素质。

深圳湾的房地产、海南富力地产、福建泉州湾和厦门的房地产均是这一定律的典型案例。由于案例众多，这里仅以厦门和广西为例说说红树林海岸房地产升值的故事。

（一）厦门红树林房地产

厦门市对恶臭的筓筓港整治以后，形成了水域面积约 1.7 平方公里，绿化面积约 31.5 万平方米，红树林郁郁葱葱的美丽湖景(图 6-22)。如今筓筓湖周边已成为厦门市政治、金融、文化中心，高楼林立，房价从每平方米数千元一路飙升到现在的每平方米 8 万元左右。



图 6-22 厦门筓筓湖景观

厦门下潭尾滨海湿地公园位于环东海域东北角、厦门市翔安区火炬大桥东西两侧海域，历史上沿岸均为养殖滩涂和池塘。为了整治海湾，在国家海洋局 2.8 亿元海湾整治专项资金及厦门市政府的巨资配套下，政府征用了滩涂和养殖池塘种植红树林，建设总面积为 404 公顷的湿地公园，其中计划种植人工红树林面积 80 公顷。2010 年，一期工程启动，2017 年已种植红树林 44 公顷。湿地公园规划建设观鸟亭、景观木栈道、码头、长廊、特色景亭、停车场等附属设施，串联起水上和岸上的风景。据悉，下潭尾滨海湿地公园项目预计于 2019 年 12 月完成主体施工，之后会局部开放(图 6-23)。

作为今后厦门面积最大的红树林湿地，下潭尾滨海湿地公园不仅能有效改善周围环境的生态系统，未来还将建成集科普、环保、旅游、休闲、观赏、健身为一体的滨海湿地公园。据厦门市领导和专家介绍，修建的湿地公园营造了绿色海湾，景观迷人，



图 6-23 建设中的厦门下潭尾滨海湿地公园

为海洋生物提供了理想的发育、生长、栖息、避敌场所，吸引了大量海鸟、鱼、虾、蟹、贝等生物来此觅食栖息，繁衍后代。湿地公园才完成一期工程，周边的房地产价格就因此涨了一倍以上。地价的提高不仅可以平衡财政的巨大投入，而且极大提升了厦门作为“碳中和”城市的国际地位，实现了习近平总书记提出的“绿水青山就是金山银山”的理念，受到参加金砖会议各国元首的称赞。

厦门市将蓝色海湾、城市生态品牌与经济效益结合起来，海岸和海湾片区开发成本（包括红树林修复的费用）由片区开发得到的收益来平衡，同时增强市民对红树林生态海岸价值的认同感与支付意愿，形成财政良性循环，值得广西借鉴。

（二）广西红树林海岸房地产

作为欠发达地区，红树林作为楼盘卖点的潮流正在北海、防城港形成，其突出的代表是“中信国安北海第一城”和防城港两湾。这两处的房价在过去一年多的时间里从每平方米 4000 元左右起步直逼万元，实现了翻番。尽管这里有海南全域限购后的人为炒作因素和金融因素，但不可否认红树林海景房升值快的事实。

1. 中信国安北海第一城

北海中信国安实业发展有限公司是中信国安集团公司全资子公司。中信国安北海第一城项目是“央企广西行”重大签约项目、北海市重大项目，预计开发建设周期为 10 年，分三期建设。

该项目位于广西北海市主城区东南侧，银滩旅游度假区以东，规划中的文化教育旅游新城区内，占地面积约 445 公顷，规划建筑面积约 329 万平方米，居住人口约 4.7 万，享有 7.9 公里海岸线，总投资近 300 亿元，是北海市乃至广西区内规模最大、海岸线最长的一线生态海景旅游度假项目。项目背靠我国典型的沙滩白骨壤红树林，清新的空气、飞翔的白鹭、广阔的沙滩是其不可复制的环境优势（图 6-24、图 6-25）。北海中信国安实业发展有限公司深刻认识到海岸景观对产业的促进作用，积极协助金海湾

红树林公司完成了红树林景区 AAA 升 AAAA 景区相关改造工程；与中国科学院合作，完成了中信国安北海第一城项目生态保护总体规划，积极实施“生态导向型发展”模式（EOD 模式），在开发中保护好生态环境，守护好北海的碧海蓝天，努力将中信国安北海第一城项目区域建设成为国家级景观生态示范区。



图 6-24 中信国安北海第一城前白鹭成群

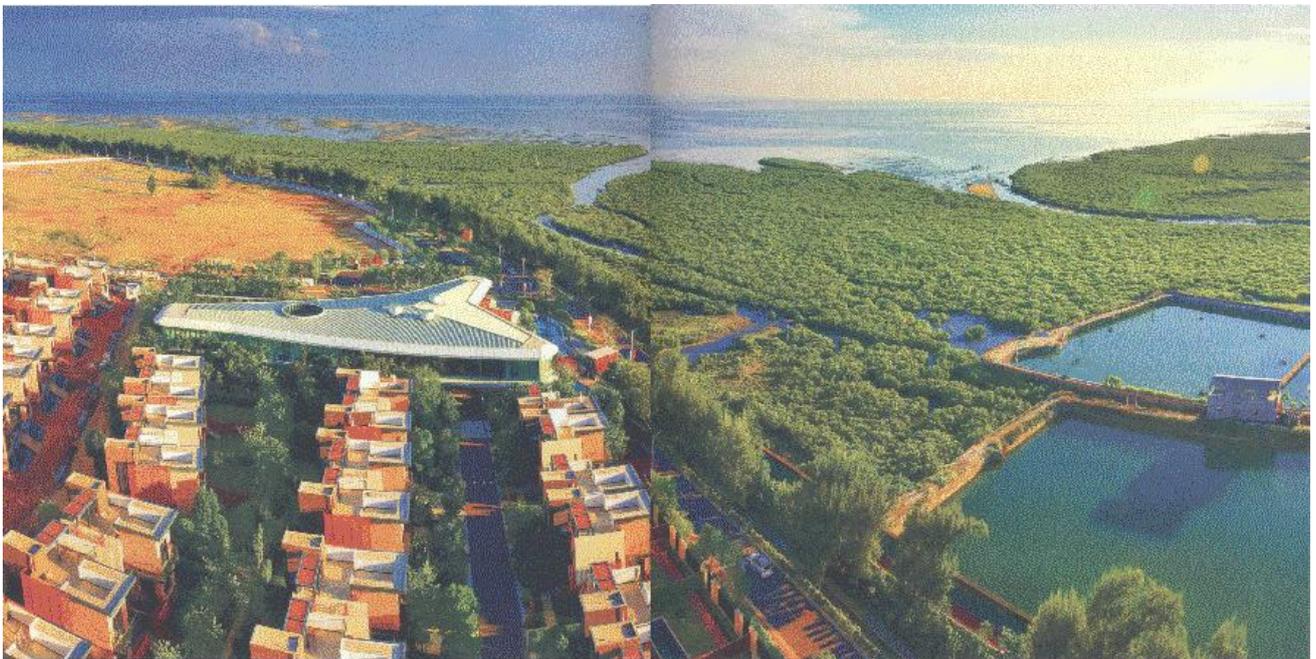


图 6-25 中信国安北海第一城

目前看，虽然中信国安北海第一城远离北海主城区，较为偏僻，但南下的“候鸟一族”还是被红树林海岸深深吸引，纷纷购房置业，房价已由 3 年前的每平方米 4000 元不到升至 2018 年上半年的每平方米 9000 元左右。

2. 防城港西湾

防城港西湾也是广西红树林海岸房地产暴发的一个典型。西湾分布着 162.19 公顷的红树林。2002 年，防城港马正开行政新区开发伊始，政府没有将沿岸的红树林一网打尽，而是通过涵洞保留了如今行政区前的红树林，现已成为全国唯一的相对封闭的红树林大型园林景观(图 6-26)。此外，西湾还进行了超过 3000 米长的海岸整治和生态海堤建设。所有这些都极大提升了周边房地产的环境品质。由于人口少，地处祖国边陲，防城港市一度被认为是“死城”“鬼城”，海景房房价长期徘徊在每平方米 3500 元左右。随着过去几年海湾和海岸整治的不断推进，城市配套日趋完善，再加上宜人的环境、优美的景观，房价终于迎来了 2018 年上半年的春天。据说，恒大地产集团防城港有限公司的楼盘已突破每平方米 1 万元大关。



图 6-26 防城港西湾行政新区前的红树林

决定房地产价格的因素众多而复杂，红树林在房地产增值中的作用只是其中的一部分。但是，在只要资金充足，所有的基础设施和配套都可以被奇迹般创造出来的今天，红树林却不是有钱就可以解决的问题，它的生长需要海水和适宜的海岸地形地貌。因此，在其他条件都满足的前提下，红树林就成为房地产定价不可取代的关键变量。如何合理利用红树林资源，促进滨海生态恢复和城镇现代化建设值得广西深思。