

美丽海湾建设背景下考洲洋海岸带整治与生态修复实践

Practice of Coastal Zone Regulation and Ecological Restoration in Kaozhouyang under the Background of Beautiful Bay Construction

鄢春梅 李文凤 谢绍茂

YAN Chun-mei, LI Wen-feng, XIE Shao-mao

摘要: 惠州市考洲洋海岸带作为自然滩涂及围网养殖水域, 生态环境破坏较为严重, 面临红树林退化严重、水体富营养化、航道堵塞、海岸景观缺乏等问题, 其海岸整治、生态修复面临一定的技术难点如红树林成活率提升、滩涂整治、红树林栽植等。基于“美丽海湾建设”背景, 针对生态环境问题及工程技术难点, 提出整治及修复策略, 包括加强陆源污染控制、堆填整治滩涂、科学合理栽植及养护、营造多功能红树林生境、建设海洋环境观测设施以及构建海岸带生态湿地公园。并对项目实施之后产生的生态效益、社会效益和经济效益进行总结与评价。

关键词: 美丽海湾建设; 生态修复; 红树林

中图分类号: TU986

文献标志码: A

文章编号: 1671-2641 (2021) 03-0061-05

收稿日期: 2021-01-15

修回日期: 2021-05-28

Abstract: As a natural beach and purse seine aquaculture water area, the ecological environment of Kaozhouyang coastal zone in Huizhou City is seriously damaged. It is faced with serious mangrove degradation, water eutrophication, channel blockage, lack of coastal landscape and other problems. Its coastal regulation and ecological restoration are faced with certain technical difficulties, such as the improvement of mangrove survival rate, beach regulation, mangrove planting and so on. Based on the background of Beautiful Bay Construction, aiming at the ecological environment problems and engineering technical difficulties, some remediation and restoration strategies are proposed, including strengthening the control of land-based pollution, reclamation of tidal flats, scientific and reasonable planting and maintenance, creating multi-functional mangrove habitat, constructing marine environment observation facilities and coastal ecological wetland park. And the ecological benefits, social benefits and economic benefits after the implementation of the project are summarized and evaluated.

Key words: Beautiful bay construction; Ecological restoration; Mangrove

海岸带是指以海岸线为基线分别向陆地和海洋延伸一定宽度的带状区域, 包括陆域与近岸海域, 是重要的生态过渡带、资源富集区和人类海洋利用活动的集聚区^[1]。由于受到陆域及海洋环境在交互过程中产生的影响, 海岸对环境变化更为敏感, 其生态系统也更为脆弱^[2]。海岸带生态系统具有提供生境、防灾减灾、景观文化等多重生态、经济和社会功能^[3], 对受损海岸进行生态恢复, 保护海岸生态资源, 在当前逐渐受到全球关注^[4]。

2013年, 广东省对“美丽海湾”建设进行了总体的规划与部署。2015年, 原国家海洋局印发了《海洋生态文明建设实施方案(2015—2020年)》, 提出“蓝色海湾”“南红北柳”等工程, 对海岸带生态修复区域

进行布局。同年, 广东省海洋局与渔业厅印发《广东省海洋生态文明建设行动计划(2016—2020)》, 并编制了《广东省“美丽海湾”总体规划实施方案》, 全面启动“美丽海湾、美丽海岸、美丽海岛、美丽滨海湿地”的“四美”海洋生态文明建设工程, 以实际行动为海洋经济发展构建“蓝色屏障”。广东省率先在全国实施美丽海湾建设, 确定在汕头青澳湾、惠州考洲洋和茂名水东湾开展建设试点, 下达补助资金9 200万元, 为落实十八届五中全会提出的“蓝色海湾整治行动”进行探索^[5]。

惠州考洲洋—罟洲至赤岸区域海岸带整治、生态修复工程是广东省实施美丽海湾建设工程的重要试点项目, 从2015年项目申报立项到2019

年项目竣工, 历时5年, 通过改善红树林生境和群落, 恢复生态系统多样性, 建设观景平台、生态科普长廊、亭落栈道等措施, 营造出自然与人文和谐共生的生态环境。

1 工程概况

1.1 地理位置

考洲洋位于惠州市惠东县稔平半岛南部, 其主要为海湾向内陆延伸的溺谷湾, 属于半封闭水体。其海岸线长65.3 km, 具有极为丰富的滩涂资源以及优越的水域条件, 滩涂主要是泥质, 面积1 373 hm², 水域面积28.6 km²。考洲洋被称为稔平半岛之“心”, 惠州“城市之肾”。

此地历史上河道纵横, 多条河流

蜿蜒而过,海水与淡水的交汇,变为海中有岛(稔平半岛),岛中有洋(考洲洋),洋中有岛(盐洲岛)的极为特殊的地理环境。考洲洋是惠州市网箱养殖规模最大的一个基地,被列为广东省海洋渔业可持续发展示范区之一^[6]。

1.2 “美丽海湾”工程范围及现状

项目设计范围为考洲洋—罟公洲至赤岸区域长 8 km 的海岸带。项目地北靠广汕公路、深汕高速公路,南连海滨公路,具有极其优越的地理位置。其区位优势明显,是环大亚湾新区(惠东)未来的价值高地(图 1)。

项目内用地主要为自然滩涂和围网养殖水域,生态环境破坏严重,景观环境差;缺少完整的环湾道路,现有道路狭窄,路况较差。

1.3 建设目标与建设内容

项目以“建设广东海洋生态文明示范区,打造幸福广东滨海休闲岛”为总体目标,建设集红树林湿地景观美、古城古村人文美、海洋风光自然美、人与自然和谐美于一体的考洲洋美丽海湾。

工程规划分 3 年建设工期,在规划范围内堆填整治滩涂约 200 hm² (红树种植区 133 hm²,预留滩涂及水道 66.6 hm²),种植红树 800 万株,修建海洋环境监测观测站 600 m²、景观栈道 2 600 m²、生态观光及科普长廊 100 m、观景平台 500 m² 以及观鸟亭 200 m²。

2 海岸带生态环境面临的问题

考洲洋是一个半封闭性的海湾,特殊的构造使其物质交换较少,而近年来外源污染及水域生态问题,使得其生态环境堪忧,面临众多问题。

2.1 红树林退化严重

当地居民受“靠海吃海”的传统思想影响,砍伐红树林,围网养殖,无度无序开发滩涂,发展渔业;加之早期黄埠、吉隆等镇鞋类工业及生活污水等陆源污水倾入和固体废弃物无序排放,造成了考洲洋较为严重的生态环境问题。此外,当地建设有 8 项工程侵占了考洲洋红树林鸟类保护区红线内范围,占用土地面积达 1 470 hm²,占原整个保护区面积的 48.8%;共毁掉茂密红树林 35 hm²,占原红树林面积的 31.6%。其中还有不少项目往海湾里填土,使得红树林水域的海水交换率大大降低,水体净化能力下降。这些人类活动严重影响了红树林的生长环境,导致原有红树林退化严重,目前区域内的红树林面积仅不足 33.3 hm²。红树林的退化加大了赤潮的风险,削弱防波功能,影响海岸的生活生产安全。

2.2 水道堵塞,水体污染

考洲洋口窄内宽,最窄处仅为 253 m,属于半封闭水体,自我循环能力弱。之前长期过度无序的大面积围海养殖,导致考洲洋内航道日益变窄,水道堵塞,海水交换缓慢,大量的鱼药、饵料残留物不能随着水流进入外海,

无法快速稀释、降解。这使得考洲洋生态环境日益恶化,水体污染严重,呈现不同程度的富营养化,生物资源锐减,渔业效益低下^[7]。

2.3 海岸生态景观缺乏

考洲洋水域及其海岸带开发利用以养殖业为主,种植红树林为辅。堤坝采用的是土体填筑、混凝土局部护砌的传统修筑方式,沿岸堤坝内外生态环境有待改善,生态环境效益较低;游憩等公共服务设施欠缺,公众可达的岸线较少,不能满足公众的亲海需求。

3 “美丽海湾”工程的技术难点

3.1 提升红树林成活率

红树林生长于陆地与海洋交界带的浅滩,受周期性潮水浸淹,不断向海岸外缘扩展,是陆地向海洋过渡的特殊生态系统^[8]。其对滩涂这一生长环境有特殊要求,需要滩涂有符合对应红树种类的潮汐水位及合理的生长空间。

由于考洲洋海岸长期围网养殖,红树林生长空间被大大压缩,且大部分滩涂遭受较严重的污染。其他不合理开发和海浪侵蚀,导致大多滩涂的滩面高程降低,受海水浸淹时间过长。滩涂空间不足、水质污染、潮汐水位不合理等问题,对红树植物种植存活率影响较大。如何改善滩涂空间,提高水质,营造适合红树林生长的潮汐水位,是保证红树植物种植存活率的首要环节,也是本项目的技术难点之一。

3.2 整治滩涂以满足鸟类栖息

鸟类栖息、捕食等需要不同的滩涂形式,不同鸟类涉水捕食对滩涂水深也有差异。考洲洋红树林滩涂的水鸟种类、数量都较丰富,主要属于鹈形目、雁形目、鸬形目、鸥形目等,常见的为小白鹭 *Egretta garzetta*、池鹭 *Ardeola bacchus*、大白鹭 *Egretta alba*、苍鹭 *Ardea cinerea*、绿头鸭 *Anas platyrhynchos*、金眶鸬 *Charadrius dubius*、红嘴鸥 *Larus ridibundus* 等。项目范围内用海现状大部分为围网、围塘养殖,在潮汐期间能提供适宜鸟类栖息的滩涂面积较少,致使考洲洋区域的生物多样性下降。通过对滩涂的整治和改造,营造满足不同鸟类栖息的生境空间成为本项目规划设计的重点之一,也是难点之一。

3.3 红树植物栽植与养护

部分区域的生态变化导致了红树林无法生长,因此应对考洲洋当地红树林植被进行修复。红树树种的气生根在移栽过程中很容易断,需要精准管护,且在种植前需施加“生根水”。红树植物生长在受海浪强烈影响的潮间带,未定根前易被海浪卷走,定植过程中需要采用特殊的技术,严格控制胚轴入土深度和顶端胚芽露出水面进行光合作用的长度,创造有利的生长条件。在定植过程中,需根据海滩的立地条件和树种的生物生态学特

性确定种植密度，并进行风浪防护。在种植完成后的2个月内需对未成活苗木进行第1次补植，次年3—4月再补植1次，保证苗木成活率3年后至少达到80%以上。可见，红树林的栽植与养护有着极高的要求（图2）。如何实现红树植物种植养护过程的系统性、精准性，为本次项目难点之一。

4 海岸带整治及生态修复策略

基于上述对考洲洋海岸带地区生态环境存在的问题及生态修复技术难点的分析，制定了6个方面的生态修复策略（图3），以此加强考洲洋地区海岸带生态整治及修复。

4.1 继续加强陆源污染控制

2014年惠东县政府清拆处理了考洲洋海面违规养殖设施，修建了铁涌生活污水处理厂，其污水处理能力覆盖考洲洋海域周边的铁涌镇、吉隆镇和黄埠镇。对环境的不断整治增强了考洲洋的水体交换能力，极大改善了生态环境^[9]。项目在建设之初对潮间带底泥进行清淤，减少内源污染；拓宽水道，改善水动力，提升水质；在筑岛种植半红树植物时，按照内陆和海域分隔带状特性，设计半红树植物和本地乡土景观植物种植带，形成陆源污染净化带，为后续红树林生长空间提供了一道保护屏障。

通过陆源污染控制，考洲洋海岸带生态修复取得重大效果，水质得到提升，水污染得到有效缓解，海水所含各类元素达到正常值（表1）。但由于周边城镇的工业较发达，考洲洋仍面临极大的排污压力。所以，当地政府应不断加大污水处理厂建设力度，提升城镇污水处理效率，改善水质，并严格控制污染物排放。

4.2 整治滩涂环境

在研究掌握潮汐规律的前提下，对每块滩涂进行精准的吹填设计，以营造适宜红树林生长的具有日间隔2次潮汐水位变化的环境空间。项目通过人工围堰堆填滩涂的方式，营造红



图1 项目范围

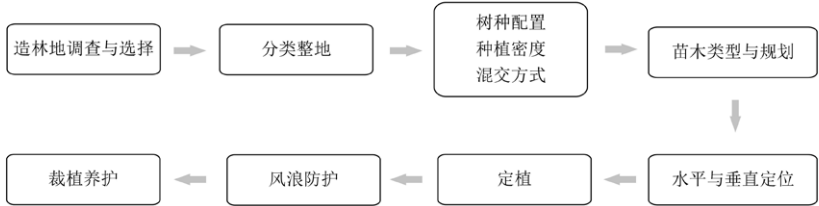


图2 红树林栽植实施步骤



图3 海岸带整治及生态修复策略

树林生境并种植红树植物（图4）。项目实施地点的海区平均水深小于2 m，退潮时最低水位0.5~1 m，为满足红树林的生长需求，必须堆填滩涂，加高0.8~1.5 m。因此必须对滩涂进行覆泥，并在外侧设挡泥防护土工

堰体。考虑到该区域滩涂开阔、受波浪影响弱，海底有淤泥层存在，故采用打木桩构筑防护堰体，然后利用绞吸船抽取海区淤泥填入围堰内的施工方式人工造滩。待堆填淤泥有一定固结度后，利用安全小木筏进

表1 修复前后水质变化状况

所含元素	修复前平均浓度	修复后平均浓度	标准浓度
Cl	0.94 g/kg	19.10 g/kg	11.03 g/kg
Na	6.23 g/kg	10.62 g/kg	7.42 g/kg
S	0.750 g/kg	0.904 g/kg	0.806 g/kg
Mg	1.03 g/kg	1.29 g/kg	1.12 g/kg
Ca	0.32 g/kg	0.41 g/kg	0.38 g/kg
K	0.33 g/kg	0.40 g/kg	0.36 g/kg
B	4.10 mg/kg	4.50 mg/kg	4.24 mg/kg
C	27.40 mg/kg	27.60 mg/kg	27.48 mg/kg
F	0.98 mg/kg	1.30 mg/kg	1.02 mg/kg
Si	2.34 mg/kg	2.80 mg/kg	2.52 mg/kg
Br	49 mg/kg	67 mg/kg	54 mg/kg
Sr	5.8 mg/kg	7.9 mg/kg	6.3 mg/kg

注：标准浓度数据来自参考文献[6]。

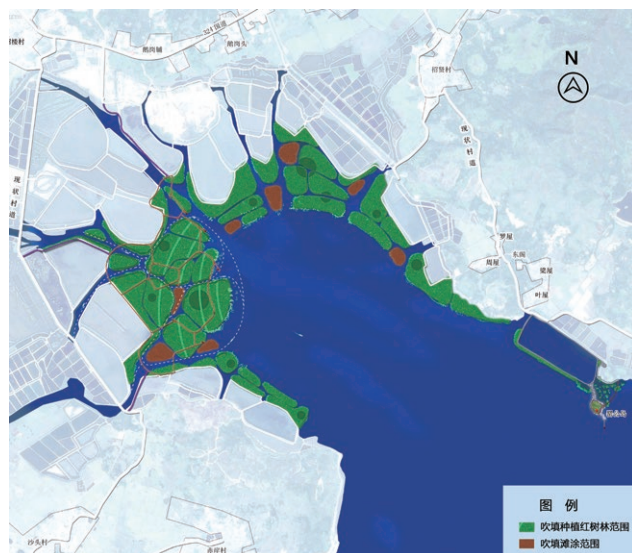


图4 围堰吹填示意图

场种植红树。该项目共整治滩涂 204.8 hm²，其中红树种植区约 134.3 hm²，预留滩涂及水道约 70.5 hm²，完成红树植物种植 800 万株。

4.3 选种适宜品种，合理养护

为保证红树植物种植的成活率，在种植前先对考洲洋的海域环境进行科学检测，并进行长期的种植试验，精心培育并筛选出秋茄树 *Kandelia obovata*、海榄雌 *Avicennia marina*、木榄 *Bruguiera gymnorhiza*、红海榄 *Rhizophora stylosa*、蜡烛果 *Aegiceras corniculatum* 5 个适合考洲洋海域种植的红树种类。

合理控制种植密度能有效提高红树成活率。根据以往工程经验，红树树种混种株距为 50 cm×50 cm 时成活率较为理想。本工程实施完成后红树植物存活率达 75% 以上。

红树种植后，合理的管养是其成活的重要保障。在种植区外围插入长 3 m 的篱竹，围上高 2 m 的围网，防止种植后海洋上的漂浮垃圾在水流作用下对幼苗造成机械伤害。同时，在种有红树林的区域内插上警示标牌，防止船舶在涨潮时误入种植区，对红树林造成破坏。另外，建立红树管养轮班机制，对红树种植区进行专人专班的日常性管理养护，确保红树健康成长。

在考洲洋海岸整治与修复中，通过科学确定红树林修复区域，合理筛选与配置红树种类，确定科学的造林密度，优选良种壮苗，精心种植施工与养护等措施，极大地恢复了当地红树林植物景观。修复的红树植物主要包括真红树物种海榄雌、海漆 *Excoecaria agallocha*、老鼠簕 *Acanthus ilicifolius*、卤蕨 *Acrostichum aureum*、木榄、秋茄树、红海榄、蜡烛果、无瓣海桑 *Sonneratia apetala*，以及半红树物种海杧果 *Cerbera manghas*、黄槿 *Hibiscus tiliaceus*、桐棉 *Thespesia populnea*、苦郎树 *Volkameria inermis*、阔苞菊 *Pluchea indica*、水黄皮 *Pongamia pinnata*。

4.4 营造多功能红树林生境

工程规划设计通过带状、条状、岛状、片状基围红树林，营造多功能的红树林湿地；采用不同的群落布置，使红树林的群落结构更加合理，增加其生态与景观价值。

项目将堤岸后移，打通原有河涌和果林之间的土堆，将土涌水体与该片区水文进行联系，水位随潮汐涨落。对原有成片的果林基面开挖水系，改造为多个相互隔离的岛状空间，作为红树林生态岛屿。岛屿高程不一，由北侧向河涌逐渐降低；岛屿间水系地形不一，中心形成水塘，底部高程 3.8 m 左右，高潮时平均水位 50 cm 左右，退潮后形成泥滩，清理其上草本植被，种植秋茄树、海榄雌、木榄等。同时结合考洲洋海域地形地貌特色，预留合理比例的裸滩便于鸟类降落和起飞，以及满足鸟类觅食和栖息需求。裸滩水域分为深水区（50 cm 以上）和浅水区（5~10 cm，10~15 cm，15~50 cm），水域缓坡入水（<45°），满足不同鸟类涉水捕食需求。

多功能红树林生境的营造提升了鸟类及其他生物的物种多样性（图 5），尤其对于候鸟，红树林湿地开阔的滩涂和丰富的底栖动物为迁徙鸟类提供了落脚歇息、觅食、恢复体力的一切优厚条件。红树林生境充分展示红树林的多样性和海洋湿地系统生物多样性。

4.5 建设海洋环境监测设施

为能收集考洲洋海洋环境保护、海域使用管理的科学数据，修建海洋环境监测观测站，进行考洲洋海域生态监测、赤潮监测、陆源入海污染监测等，降低赤潮、浪波、海洋污染加重的风险，提升海岸带安全水平和生态环境质量。

4.6 构建海岸带生态湿地公园

项目以海岸带整治及红树林生态修复、保育为重点，兼

顾海岸带景观品质提升，按园林式布局设计，打造集湿地生态系统、生态多样性保护和恢复、科研监测、科普宣教、生态旅游及湿地文化体验于一体的美丽海湾观光带。

红树林的生态修复使区域内的海洋生态系统得到了恢复，丰富了动植物群落，激发了红树林湿地的生态旅游观光和动植物资源的开发潜力。项目通过修建具有游览、科普等功能的景观设施，为人们提供游憩场所，使红树林湿地生态保护与适度开发相结合，发展生态旅游，弘扬生态文明，促进区域经济可持续发展。极其开阔的红树林景观，极为丰富的鸟类、底栖动物资源，展现出幽静、神奇、勃发的美感，使考洲洋海岸带成为极负盛名的旅游胜地（图6）。

5 结语

通过修复和保护考洲洋红树林湿地生态系统，有效净化了考洲洋海水水质，其近岸海域海水水质达标率超过85%，清洁及较清洁的海域面积比重达到80%；丰富了考洲洋的海洋生物资源和鸟类资源，极大优化了湿地生态系统的水平结构、垂直结构、营养结构，保证湿地生

态系统不断进行物质循环、能量流动；还为当地百姓提供良好的生产、生活环境，极大提高其生活品质，同时带动当地生态农业、旅游业、餐饮业、房地产等产业发展，促进人民的生产、生活方式由单一传统水产养殖，向生态效益型养殖、体验式休闲旅游及相关服务业等多元化发展。

此外，本次海岸带整治及生态修复项目，将提升考洲洋湿地生态功能与减灾功能，保障考洲洋沿海地区人民生命财产安全，提升惠东县乃至惠州市的生态安全。通过红树林生态修复，充分发挥海岸带生态系统防潮御浪、固堤护岸等减灾功能；通过鸟类栖息地营造，吸引更多候鸟来考洲洋湿地越冬，增加生态系统多样性；通过海岸生态化改造，改变原有岸线生态防护能力差、景观差的现状，提高该段岸线抵御台风、风暴潮等灾害的能力和海岸带生态系统服务功能。同时，本项目的实施可以保护区域内海洋生态环境，发掘服务生态旅游功能，这不仅对惠东县的海洋环境保护和海洋经济发展具有重要意义，而且对惠州建设“海洋强市”起积极作用。

注：图片均为作者团队自绘自摄。

参考文献：

[1] 潘新春，杨亮．实行海岸线分类保护维护海岸带生态功能：《海岸带保护与利用管理办法》解读[J]．海洋开发与管理，2017，34（6）：3-6．
[2] 王琪，韩宇，陈培雄．海岸带整治修复评价标准探索[J]．海洋开发与管理，2017，34（3）：12-19．
[3] KALY U L, JONES G P. Mangrove Restoration: a Potential Tool for Coastal Management in Tropical Developing Countries[J]. AMBIO, 1998, 27（8）：656-661．
[4] 吴威，李彩霞，陈雪初．基于生态系统服务的海岸带生态修复工程成效评估——以鸕鹚洲湿地为例[J]．华东师范大学学报（自然科学版），2020（3）：98-108．
[5] “美丽”工程，让海洋迸发活力[J]．海洋与渔业，2016（12）：28-29．
[6] 蔡文贵，林钦，贾晓平，等．考洲洋重金属污染水平与潜在生态危害综合评价[J]．生态学杂志，2005，24（3）：343-347．
[7] 左娅，陈向明，康德礼，等．基于耗散结构理论的考洲洋生态修复研究[J]．生态科学，2015，34（4）：71-75．
[8] 何梅珺，白晶，孔祥川，等．基于蓝色海湾整治行动的滨海景观设计研究[J]．城市道桥与防洪，2019（12）：195-198．
[9] 马正波，梁浩亮，梁婷婷，等．考洲洋水环境质量现状及受潮汐影响变化分析[J]．环境保护科学，2017，43（4）：72-78．

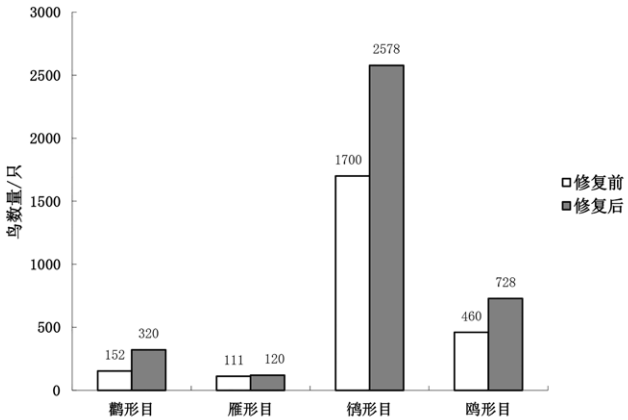


图5 修复前后鸟类数量变化



图6 考洲洋红树林修复后实景

作者简介：

鄢春梅/1977年生/女/江西新余人/硕士研究生/深圳文科园林股份有限公司（深圳518000）/高级工程师/主要从事园林景观与生态修复领域的研究

李文凤/1983年生/女/四川简阳人/硕士研究生/深圳文科园林股份有限公司（深圳518000）/高级工程师/主要从事生态修复领域的研究

谢绍茂/1982年生/男/广东茂名/本科/深圳文科园林股份有限公司（深圳518000）/中级工程师/主要从事园林景观与城市规划领域的研究