|  |  |
| --- | --- |
| ICS |  |
| CCS | 点击此处添加CCS号 |

|  |
| --- |
| 46 |

海南省地方标准

DB 46/T Z043—2023

代替 DB 46/T

废弃塘红树林恢复与经济生物增殖技术规程

Technical code of practice for propagation of cashew seedlings

（本草案完成时间：2024-09-06）

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

海南省市场监督管理局  发布

目次

[前言 III](#_Toc201133909)

[1 范围 1](#_Toc201133910)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc201133911)

[3 术语和定义 1](#_Toc201133912)

[4 基本原则 1](#_Toc201133913)

[4.1 自然性原则 1](#_Toc201133914)

[4.2 可行性原则 1](#_Toc201133915)

[4.3 系统性原则 2](#_Toc201133916)

[4.4 多层利用原则 2](#_Toc201133917)

[5 方案设计 2](#_Toc201133918)

[5.1 基本要求 2](#_Toc201133919)

[5.2 方案目标 2](#_Toc201133920)

[5.3 方案内容 2](#_Toc201133921)

[5.4 前提调查 3](#_Toc201133922)

[6 废弃塘改造 4](#_Toc201133923)

[6.1 空间布局 4](#_Toc201133924)

[6.2 水域改造 4](#_Toc201133925)

[6.3 池塘改造 4](#_Toc201133926)

[6.4 进水口 5](#_Toc201133927)

[7 环境修复 5](#_Toc201133928)

[7.1 水环境修复 5](#_Toc201133929)

[7.2 水质标准 5](#_Toc201133930)

[7.3 沉积物修复 5](#_Toc201133931)

[8 红树种植 6](#_Toc201133932)

[8.1 树种选择 6](#_Toc201133933)

[8.2 苗种选择 6](#_Toc201133934)

[8.3 植被恢复 6](#_Toc201133935)

[8.4 造林密度 6](#_Toc201133936)

[8.5 种植方式 6](#_Toc201133937)

[9 经济生物增殖 7](#_Toc201133938)

[9.1 环境 7](#_Toc201133939)

[9.2 物种选择 7](#_Toc201133940)

[9.3 苗种选择 7](#_Toc201133941)

[9.4 苗种密度 7](#_Toc201133942)

[10 监测与效果评估 7](#_Toc201133943)

[10.1 定期监测 7](#_Toc201133944)

[11 经营与经济生物采捕 8](#_Toc201133945)

[11.1 经营 8](#_Toc201133946)

[11.2 经济生物采集和捕捞 8](#_Toc201133947)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由海南大学提出

本文件由海南省市场监督管理局归口

本文件起草单位：海南大学、国家海洋信息中心、中海油能源发展股份有限公司、交通运输部天津水运工程科学研究院、海南省林业科学研究院（海南省红树林研究院）、浙江大学。

本文件主要起草人：赵鹏、宋莎莎、张健、叶伟、曹宏梅、钟才荣、肖溪、李仲娟。

废弃塘红树林恢复与经济生物增殖技术规程

* 1. 范围

本文件规定了废弃塘内红树林造林的方案设计，包括地形改造和红树种植，以及经济动物种类选择和增殖模式等技术要求。

本文件适用于沿海废弃塘红树林恢复与经济生物增殖。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 11607 渔业水质标准；

GB 18668 海洋沉积物质量；

GB/T 41339 海洋生态修复技术指南；

GB/T 44592 红树林生态修复技术规程。

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

废弃塘abandoned ponds

沿海地区曾用于水产养殖，但因经济效益下降、环境污染等原因停止使用的人工水体或自然水体。

红树林经济生物 economic organisms in mangroves

在红树林内完成部分或全部生活史，且有经济价值的动物和植物。

恢复rehabilitation

通过一系列科学与技术手段，人为干预和自然过程相结合，修复受损或退化的生态系统，使其恢复到原有或接近原有的健康状态的过程。

* 1. 基本原则
     1. 自然性原则

按照自然演替理论，重建包括滩涂、水域、潮沟和红树群落的湿地生态系统，增殖乡土经济生物。

* + 1. 可行性原则

综合考虑项目地的自然条件、经济社会环境、废弃塘现状及利益相关者的意愿，因地制宜制定修复方案。

* + 1. 系统性原则

综合考虑区域废弃塘的分布、数量及地形地貌特征，结合生态环境和资源现状，统筹水产养殖、生态旅游规划及碳交易项目开发需求，制定系统性、全局性和可操作性强的修复方案。

* + 1. 多层利用原则

按照红树林生态系统的结构和功能特征，以藻类和滤食性贝类等初级生产者为基础，充分利用水面、滩涂及红树冠层空间，促进海洋经济生物的增殖。

* 1. 方案设计
     1. 基本要求

1. 符合国土空间生态修复规划、海洋生态环境保护规划等相关规划的管控要求；
2. 充分利用现有的地形、水文、生物等环境和资源条件；
3. 选用本土红树植物和本地经济物种，注重贴近自然修复；
4. 应符合滩涂养殖规划和生态环境分区管控的相关要求；
5. 最大限度减少对自然生态空间的占用，避免产生不利影响；
6. 优先选择节能环保型材料、工艺和技术；
7. 设计与施工应符合国家和部门相关法律法规的规定及要求。
   * 1. 方案目标

方案目标的制定宜以关键的生态结构、生态功能和生态服务为核心以及兼顾社会需求，内容包括一下：

1. 消除生态系统的于扰因素及潜在威胁；
2. 改善和恢复生态系统的非生物环境条件,扩大生境规模,提升生境质量；
3. 保护和恢复目标物种或生物群落,维持和提高生物多样性；
4. 恢复关键生态过程和功能,提高生态完整性,提升生态系统的自我恢复能力；
5. 提升抵御台风、风暴潮等海洋灾害能力；
6. 提升生态系统服务,增加生态效益、社会效益和经济效益；
7. 制定的生态修复目标切合实际,综合考虑生态修复区的生态现状、参照生态系统的属性特征、生态修复技术水平、区域社会经济等多方面因素；
8. 制定的生态修复目标可量化、可考核。
   * 1. 方案内容

方案包括以下内容：

1. 生态环境现状：调查废弃塘的废弃原因、物种组成等；
2. 经济社会现状：分析当地经济状况，包括渔民收入水平、文化程度等；
3. 项目位置和范围：明确项目的地理位置、面积等；
4. 项目内容和工程量；明确项目的具体内容和所需工程量，包含种植红树林、增殖经济生物等；
5. 红树林修复技术和措施：选择适宜的树种、池塘改造方案、红树植物的种植方案等；
6. 经济生物增殖技术和措施：选择适宜的动植物种植和增殖方法等；
7. 生态和环境影响评价：对项目的生态和环境影响进行评估，并实施相应的保护措施；
8. 气候变化适应性分析：评估海平面上升对红树林恢复的影响；
9. 财务分析：对项目的投资回报率、成本效益等指标进行可行性分析；
10. 资金来源和经费预算：列出项目各项资金来源，对现有经费进行合理规划；
11. 组织实施和进度安排：明确项目的组织实施方及其职责，并制定详细的安排；
12. 风险分析与应急管理：识别项目实施过程中可能存在的风险，提出相应的管理措施和应急预案。
    * 1. 前提调查

设计项目方案前，应通过资料收集、走访、现场调查等方式进行前期准备调查，调查内容包括：

1. 历史及现在红树林分布、面积和树种；
2. 红树林退化或损毁原因；
3. 项目地及周边区域的水系、潮汐、降雨、盐度特征；
4. 废弃塘位置、范围、面积、类型、地形地貌、底质类型、权属、废弃时间和废弃原因；
5. 废弃塘内是否存在入侵物种或有害物种，及其类型、面积和生长情况；
6. 废弃塘内及毗邻海域海水水质及污染源，具体指标按GB 11607相关规定执行；
7. 废弃塘内及毗邻海域、河道的沉积物质量及污染源，具体指标按GB 18668相关规定执行；
8. 项目地及周边海域浮游植物、游泳生物、底栖生物生物多样性；
9. 项目周边区域鸟类、陆生生物的多样性、珍稀濒危生物及保护生物；
10. 项目地及周边海域红树林经济生物种类和市场价格；
11. 项目地及周边地区经济社会发展水平、人口数量、人均收入、产业现状及发展方向、利益相关者意愿。
    1. 废弃塘改造
       1. 空间布局

将塘坝及塘内地势较高的区域改造为红树林种植区，低洼区域则宜保留或挖深为水域。废弃塘的空间布局改造应从以下方面进行考虑：

1. 因地制宜布置红树林种植区、水域和滩涂；
2. 红树林种植面积比例应大于60%；
3. 改造区域内应构建红树林种植区、水体、经济动物增殖区交错的合理布局；
4. 对废弃塘进行清理，包括清除杂草、垃圾和有害物质；
5. 根据红树植物的生长需求和塘的地形特点，合理规划种植区域；
6. 根据潮汐影响，将地块划分为不同的潮位带，以适应不同植物的生长；
7. 应考虑鸟类和海洋生物对滩涂、岩礁等栖息地的需求；
8. 对种植区域的边界进行明确标示。
   * 1. 水域改造

应系统考虑恢复项目区的水域和潮沟，通过增强水体连通性以促进水体交换，具体应包括以下内容：

1. 应依据项目区域天然红树林的潮汐范围、潮流速度、水深变化等水文特征，以及潮沟的分布、宽度、深度及其连通性，科学制定修复区水域的改造方案，必要时应开展数值模拟；
2. 可通过开挖或拓宽潮沟，设置涵洞或桥梁，拆除障碍物的方式改善水体连通性；
3. 应考虑污染物的种类和迁移转化特征，必要时可考虑设置生态塘、生态沟渠、生态浮床和人工湿地净化水质；
4. 应在养殖塘塘坝打开一定数量的缺口，实现废弃塘和潮沟间海水自由流动，应根据池塘蓄水量确定塘坝缺口数量和宽度，确保塘内水位变化与潮位变化基本同步；
5. 宜利用池塘内低洼水域，水域的深度和面积应有利于红树林区域快速排水；
6. 应考虑极端天气事件引发的风暴潮、大量淡水汇入等因素的影响，必要时可设置防潮闸。
   * 1. 池塘改造
        1. 废弃塘的类型
7. 根据塘底高程分为废弃低位塘和废弃高位塘，不宜将高位塘改造为红树林修复区；
8. 根据塘底类型，可划分为土塘（泥质底、砂质底）、水泥硬化塘和覆膜塘。为恢复其自然状态，水泥硬化塘和覆膜塘应拆除水泥层及覆盖物。
   * + 1. 塘坝改造
9. 宜保留与海域、河道相邻的塘坝，并适当加固；
10. 应拆除覆盖在塘坝表面的水泥层或覆盖物；
11. 宜利用修复区域内部塘坝向两侧推开修建滩涂，形成中间高、两边低的缓坡；
12. 滩涂高程应在当地平均高潮位和平均低潮位之间，且应考虑拟种植红树植物的适宜高程。
    * + 1. 塘底改造
13. 塘底高程低于红树林适宜高程下限的区域，可通过抬升局地高程后再进行红树林修复；
14. 低洼区域宜保留或挖深为水域；
15. 塘底高程在红树林适宜生长高程区间的养殖塘，可在塘底开挖一定数量的排水沟或推成缓坡，排水沟或坡的走向应朝向排水口一侧；
16. 在面积较大的池塘内，可将塘坝推成岛状地块；
17. 对于含沙量大、易流动的土质，可在边坡设置木桩或石块；
18. 应尽量避免大规模的土石方开挖。
    * 1. 进水口
19. 进水口应设置在有利于塘内外水体交换的位置，可设置多个进水口；
20. 进水口内侧宜设置围网，网眼大小以避免经济生物逃逸为宜；
21. 围网高度应高于最高潮位或将围网上沿固定于浮球顶部；
22. 围网的截面积应数倍于进水口截面积，使通过围网的水流速度小于增殖动物的游泳速度。
    1. 环境修复
       1. 水环境修复

宜采取促进水交换、设置浮床或筏架增养殖大型藻类、盐生植物或滤食性贝类等生态修复手段改善水质。

* + 1. 水质标准

系统的修复与维持依赖于良好的水质条件，不达标的水质将限制生物多样性恢复、生态过程重建及系统稳定性提升，海水水质应符合GB 3097—1997海水水质标准的相关要求。

* + 1. 沉积物修复
       1. 物理修复

1. 对于沉积物污染程度较重，污染分布相对均匀，无法通过局部清除方式治理，且污染物存在深层堆积或具有较强持久性时，可采用抽排与换土相结合的修复手段，以有效削减污染物负荷并恢复底质环境质量；
2. 对于沉积物有机物含量高、硫化物含量高和缺氧的情况，可通过曝气的方式进行修复；
3. 对于沉积物深层污染、大面积污染的情况，可通过更换或者抽排的方式进行修复。
   * + 1. 化学修复
4. 可通过施加铁盐等途径降低沉积物硫化物含量；
5. 可以使用铁锰盐等还原剂还原重金属离子，使其沉淀或形成难溶化合物，减少其毒性和迁移性；
6. 可利用氧化铁等吸附剂吸附沉积物中的有害物质，降低其浓度和毒性。
   * + 1. 沉积物质量

沉积物物质量应符合GB 18668关于海洋沉积物质量分类第一类的要求。

* 1. 红树种植
     1. 树种选择

根据退化区域的区域、潮位、盐度等条件选择乡土树种，具体要求按照GB/T 44592相关规定执行，且不应选用外来树种和海桑属植物。

* + 1. 苗种选择

选择无病虫害的、在与种植地盐度相近的苗圃培育的本地苗种，具体要求按照GB/T 44592相关规定执行。

* + 1. 植被恢复

修复前清除外来物种和对红树林生长有害的物种，修复过程中定期监测并及时清除外来物种。

* + 1. 造林密度

栽植密度行距×株距为（1.0~2.0）m×（1.0~2.0）m适宜，具体根据树种，种植地环境等进行调节，管护期应根据相关标准及时补植死亡苗木，确保植被恢复效果，避免密度过大，影响正常生长。

* + 1. 种植方式

种植方式包括插值胚轴、种植容器苗等方式：

1. 繁殖体为胚轴且体积较大的种植体宜采用直接插植胚轴的方式种植；
2. 胚轴短小、繁殖体为种子、繁殖体微小等情况时宜采用容器苗种植方式；
3. 显胎生胚轴可采用插植胚轴或容器苗种植种植。
   1. 经济生物增殖
      1. 环境

应对水体中的细菌、寄生虫、病毒等病原体进行有效处理，确保水质达到良好标准；在实施过程中，注意协调养殖水位与红树林种植区域地形高程之间的关系，科学调控水位，保障水产养殖与红树生长的生态适宜性。

* + 1. 物种选择

1. 应综合考虑所选物种在恢复后生态系统中的生态位作用，优先选择生态兼容性好、与本地物种互补或能有效填补生态位的物种，促进生态系统结构和功能的重建与稳定；
2. 选择竞争捕食作用小的多营养级物种，对物种间的规格和密度进行合理搭配；
3. 依据自然区域存在的红树林生物，选择红树林特有经济生物；
4. 由于红树林生长环境的特殊性，选择物种时应考虑其对环境的耐受能力和对潮间带环境的适应性，优先选择能够适应潮间带生长条件的物种。
   * 1. 苗种选择
5. 苗体大小适中、无病、活力旺盛；
6. 选择苗种时，避免过度依赖单一基因型或种质资源；
7. 确保苗种的来源可追溯、合法合规，并具有健康检疫证明。
   * 1. 苗种密度
8. 考虑所选生物种群的自然生长和扩散能力，应根据各物种的生态特性和生长速度来确定密度，苗种密度不宜过大；
9. 考虑废弃塘的面积、水深、水质情况以及底质状况等因素，合理估算出废弃塘的最大可承载量，以此为依据确定苗种密度，确保生物之间的空间和资源利用均衡；
10. 考虑生态系统的稳定性和恢复能力，避免过度放养对生态平衡造成破坏，保障红树林生态系统的健康发展。
    1. 监测与效果评估
       1. 定期监测

应开展对修复区的生态监测工作，监测内容应该包括以以下方面：

1. 红树林植物生长状况：监测植株高度、冠幅、密度、成活率及物种组成变化，评估群落结构的稳定性和演替趋势；
2. 水质指标：定期检测水体的溶解氧、pH、盐度、化学需氧量（COD）、总氮（TN）、总磷（TP）等指标，判断水质是否满足红树林及经济生物生长需求；
3. 沉积物质量：采样分析表层沉积物中的有机质、硫化物、氨氮、重金属等含量，评估底质环境改善状况；
4. 生物多样性指标：监测修复区内典型指示物种（如底栖动物、滤食性贝类、小型鱼类、涉禽等）的种类组成和数量变化，反映生态系统恢复情况；
5. 生态环境因子：记录潮沟形态变化、水位波动情况和微地形变化，辅助分析水动力条件对系统结构稳定性的影响；
6. 修复区管护：禁止在修复区内开展与管护无关的任何作业活动，确保恢复过程不受干扰；
7. 防护设施管理：在修复区与外海水体连通处设置围网，用于拦截漂浮垃圾、海藻等，防止污染进入；对受损防护设施应及时检查并修复；
8. 苗木补植管理：定期监测红树林植株生长状况，若成活率未达到修复方案设定标准，应及时开展补植工作；
9. 积水排涝管理：利用自然潮汐和进排水管理，保障红树对于周期性浸淹和干露的需求，防止长时间淹水影响红树林正常生长。
   1. 经营与经济生物采捕
      1. 经营
10. 可在项目设计初期同步开展生态旅游规划设计，因地制宜开发生态旅游项目；
11. 可在项目设计初期同步开展碳交易项目开发；
12. 可定期开展可持续的捕捞活动；
13. 红树植物可用于药物开发和生物技术研究，以此开展相关研究和开发项目；
14. 可开展有关红树林保护和可持续利用的教育和培训项目，提高当地居民的环境意识和技能水平。
    * 1. 经济生物采集和捕捞

应设定捕捞配额，限制捕捞数量，并且规定捕捞季节和区域，设定休渔期和禁渔期，也可设立保护区和禁捕区；

禁止捕捞时使用破坏性捕捞工具；

制定和推广捕捞技术规范，以减少捕捞对生态系统的损害，提高捕捞效率。

