

前 言

为深入贯彻落实习近平生态文明思想和习近平总书记关于生物安全的重要指示批示精神，落实省委省政府的部署要求，按照“清存量、遏增量”和“一年明显见效、二年基本清除、三年完成修复、长期加强管护”的目标要求，坚决打赢互花米草除治攻坚战，更好地指导全省互花米草除治滩涂的生态修复工作，切实维护福建省滨海湿地生态多样性、稳定性、连续性和生态系统安全，福建省林业局组织相关专家编写了《福建省互花米草除治攻坚行动生态修复技术指南（V01）》。因时间紧、任务重，疏漏与不足在所难免，恳请大家批评指正，我们将在以后的版本中予以修改完善。

目 录

1 适用范围	1
2 引用规范	1
3 修复原则	1
3.1 生态优先、绿色修复	1
3.2 因地制宜、科学修复	2
3.3 分区施策、精准修复	2
4 修复工作流程	2
5 前期调查	4
6 修复方式选择	5
7 植物种类选择	5

7.1 红树植物选择	5
7.2 盐沼植物选择	8
8 植物种植技术	9
8.1 整地	9
8.2 苗木准备	9
8.3 种植技术	10
9 植被管护	16
9.1 封滩保育	16
9.2 抚育	17
9.3 补植	17
10 有害生物防治	17
10.1 病虫害防治	17

10.2 污损生物防治	19
11 检查验收	19
11.1 检查验收时间	19
11.2 检查方法与指标	19
11.3 检查验收报告	20
12 建档	21
附表 1 现场检查验收一览表	22
附表 2 生态修复完成情况档案表	23

1 适用范围

本《指南》适用于福建省内互花米草除治滩涂的生态修复实践。其它沿海湿地生态修复可参照执行。

2 引用规范

HY/T 081—2005 红树林生态监测技术规程

LY/T 1938—2011 红树林建设技术规程

HY/T 214—2017 红树林植被恢复技术指南

LY/T 2853—2017 红树林主要食叶害虫防治技术规程

DB35/T 1619—2016 秋茄造林技术规程

《红树林生态修复手册》（自然资办函〔2021〕1809号）

3 修复原则

3.1 生态优先、绿色修复

根据互花米草除治后滩涂现状，选择适宜的植被修复方案，不对现有地形地貌进行大规模的重塑造改造，选择经济可行的绿色修复方案。

3.2 因地制宜、科学修复

宜林则林、宜草则草、宜滩则滩。根据不同修复植物的适宜生境要求，进行修复方案的制定，从系统的角度保障修复植物地理空间的完整性与连通性。

3.3 分区施策、精准修复

根据不同生态功能分区，科学统筹修复策略。自然保护区采用保护优先、适度干预的策略；航道、港口码头港池水域按通航和经营要求，采用人工疏浚、保证生产的策略；其他区域根据资源禀赋，采用生态修复、适度留白的策略。

4 修复工作流程

互花米草除治滩涂生态修复的工作流程见图 1。

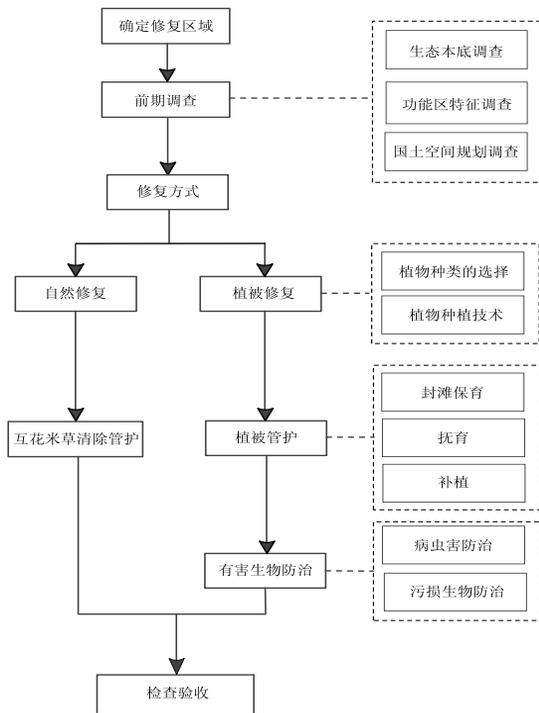


图 1 生态修复工作流程

5 前期调查

前期调查内容如表 1。

表 1 前期调查内容及指标

调查内容	调查指标
气候条件	最冷月平均气温、极端低温等
地形和水文动力条件	潮汐特征、高程、潮沟分布、淹水时间等
土壤环境	滩涂底质类型，如砂质海滩或泥质海滩等
水环境	盐度及典型污染物等
植被状况	原生植被分布、生长状况及种植历史等
国土空间规划	修复区域所有权属及国土空间规划情况
保护与管理状况	生境保护与管理现状及规划情况

6 修复方式选择

根据互花米草除治后滩涂的底质类型，按照“宜林则林、宜草则草、宜滩则滩”原则，主要采取植被修复方式，即种植红树林、芦苇、短叶荳苳、南方碱蓬等乡土植物，形成以红树植物或盐沼植物为主体的、具有区域特色的湿地植物群落，构建具有丰富生物多样性的海岸复合植被防护体系。对目前暂不适宜种植乡土植物的滩涂，按要求保留光滩，采取自然修复方式，加强管护，避免互花米草复发，发现新萌发的互花米草及时清除，适当人工投放鱼虾贝类，加快恢复滩涂生物多样性。

7 植物种类选择

参考除治区历史状态或周边自然状况相似的原生生态系统，根据滩涂底质、潮位、盐度、水文及其他自然条件，选择适宜的红树植物或盐沼植物进行修复。

7.1 红树植物选择

可选择秋茄、桐花树、白骨壤、木榄、老鼠簕等，其中秋茄适宜在我省中高潮位滩涂种植，

桐花树适宜在泉州湾以南中低潮位滩涂种植，白骨壤适宜在福清湾以南的中低潮位滩涂种植，老鼠簕适宜在泉州湾以南中高潮位滩涂种植。福建省主要红树植物的适宜造林地特征详见表 2。

表 2 福建省主要红树植物的适宜造林地特征

树种	适宜海水盐度 ‰	温度范围	适宜潮滩	底质类型	适宜地区
秋茄	7~20	年平均气温 18~25℃；最冷月平均气温 11℃	风浪小的中高潮位	淤泥质和泥砂质	宁德、福州、莆田、泉州、厦门、漳州
桐花树	<25	年平均气温 18~25℃；最冷月平均气温 11℃	中低潮位或河口海岸交汇处底质较为硬实、泥滩深厚的滩涂	淤泥质和泥砂质	泉州、厦门、漳州
白骨壤	<25	年平均气温 20~25℃；最冷月平均气温 12℃	中低潮位	淤泥质和泥砂质	莆田、泉州、厦门、漳州

树种	适宜海水盐度 ‰	温度范围	适宜潮滩	底质类型	适宜地区
木榄	<20	年平均气温 20~25 ℃；最冷月平均气温 12℃	中高潮位	淤泥质和泥砂质	泉州、厦门、漳州
老鼠簕	<15	年平均气温 20~25 ℃；最冷月平均气温 12℃	中高潮位	淤泥质和泥砂质	泉州、厦门、漳州
黄槿	<18	年平均气温 20~25 ℃；最冷月平均气温 12℃	海岸林缘或河口、海水可到达的高潮带坚实的泥土	淤泥质、泥砂质和砂质	福州、莆田、厦门、漳州

7.2 盐沼植物选择

可选择芦苇、短叶茳芏、南方碱蓬、海三棱藨草、海雀稗、盐地鼠尾粟等，其中短叶茳芏耐盐能力较差，适宜在河口低盐区种植；海三棱藨草适宜在中低潮位滩涂种植；其他盐沼植物适宜在高潮位滩涂上缘种植。福建主要盐沼植物的适宜种植地特征详见表 3。

表 3 福建主要盐沼植物的适宜种植地特征

盐沼植物种类	适宜海水盐度 ‰	适宜潮滩	底质类型	适宜地区
芦苇	<10	高潮位	淤泥质和泥砂质	宁德、福州、莆田、泉州、厦门、漳州
短叶茳芏	<10	高潮位	淤泥质和泥砂质	宁德、福州、莆田、泉州、厦门、漳州
南方碱蓬	<30	高潮位	淤泥质、泥砂质和砂质	宁德、福州、莆田、泉州、厦门、漳州
海三棱藨草	<21	中低潮位	淤泥质、泥砂质	宁德、福州、莆田、泉州、厦门、漳州

8 植物种植技术

8.1 整地

互花米草除治后的当年，即可开展整地工作。整地时对潮滩进行平整，局部过低地段就近用海泥回填。整地时，应及时清理项目区内鱼网、漂杂物、杂草和海生动物硬质残骸等。整地后一周左右观察潮滩的积水状况，在有积水的位置开挖潮沟，以利于海水顺畅进入和退出。

8.2 苗木准备

8.2.1 红树植物

选择健康无病虫害的胚轴苗或容器苗。（1）胚轴苗：选择成熟、新鲜、健康、饱满、无病虫害的胚轴，其中，秋茄胚轴长度以 16~25 厘米为宜，木榄 12~28 厘米为宜；（2）容器苗：选择健康无病虫害、根系发达、生长健壮、苗高 30~80 厘米、苗龄 0.5~1 年的容器苗。苗木运输途中应遮光、保湿、防压。途中运输的时间以不超过 24 小时为宜。原则上采用省内种源，避免选择淡水容器苗造林。

8.2.2 盐沼植物

(1) **芦苇、短叶茳茳**: 在生长地挖取与收集根茎, 采用隔行或小斑块挖取, 深度 20~30 厘米, 保留一部分芦苇根茎, 收集装袋, 喷洒水分, 避免阳光直晒, 及时运输并栽植。

(2) **海三棱藨草**: 在生长地挖取和收集根状茎, 采用隔行或小斑块挖取, 用枝剪或快刀将地下茎切成若干块丛, 每丛 8~12 个茎芽, 收集装袋, 喷洒水分, 避免阳光直晒, 及时运输并栽植。

8.3 种植技术

8.3.1 红树植物种植

参照福建省主要红树植物的适宜造林地特征(表 2), 选择适宜树种进行修复种植。不同红树植物的种苗种植时间、种植方式等, 详见表 4。

表 4 红树植物种植时间及方式

树种	种植方式	种植时间	种植密度（株 / 公顷）	备注
秋茄	插植胚轴	4月~6月	27000~55000	应避免当月大潮日，选择退潮后栽植。 每隔 50 米左右预留一条 2 米宽的管理通道。
	种植容器苗	2月~10月	5000~20000	
桐花树	种植容器苗	3月~10月	27000~55000	
白骨壤	种植容器苗	3月~10月	5000~20000	
木榄	插植胚轴	6月~7月	15600~31200	
	种植容器苗	3月~10月	5000~20000	
老鼠簕	种植容器苗	4月~10月	5000~10000	
黄槿	种植容器苗	4月~10月	1666~3000	

胚轴栽植：将胚轴子叶部分朝上，顶端尖细部分朝下，垂直插入滩涂。在淤泥深厚、风浪较大的中潮位滩涂，秋茄胚轴插植深度约为其长度的 1/2~2/3；土质硬实、风浪较小的中高潮

位滩涂，秋茄胚轴插植深度约为其长度的 $1/3\sim 1/2$ ，木榄插植深度约为胚轴长度的 $1/4\sim 1/3$ 。



图 2 秋茄胚轴栽植后幼林生长情况

容器苗栽植：在种植点下挖约 20 厘米，划破或抠破容器苗袋底薄膜，将容器苗填入扶正，敷上淤泥略压实即可。在淤泥深厚的中、低潮位适当深植，淤泥覆盖高度不超过容器袋上表面 5 厘米；在土质较硬的中高潮位，以泥土刚好覆盖容器袋为准。



图3 秋茄容器苗栽植后幼林生长情况

种植辅助技术：风浪较大的修复区域，可采用插竿辅植的方式固定幼苗，以减轻风浪对幼苗造成的影响，提高种植的成活率。竹竿深入淤泥 50 厘米、露出滩面 150 厘米。对于滩涂略低于红树植物自然繁殖的适宜高程时，以使用 >60 厘米高的幼苗为宜，或采取支柱法，将下胚

轴端与一固定竿捆绑后插入滩涂，抬高胚轴进行种植（图4）。

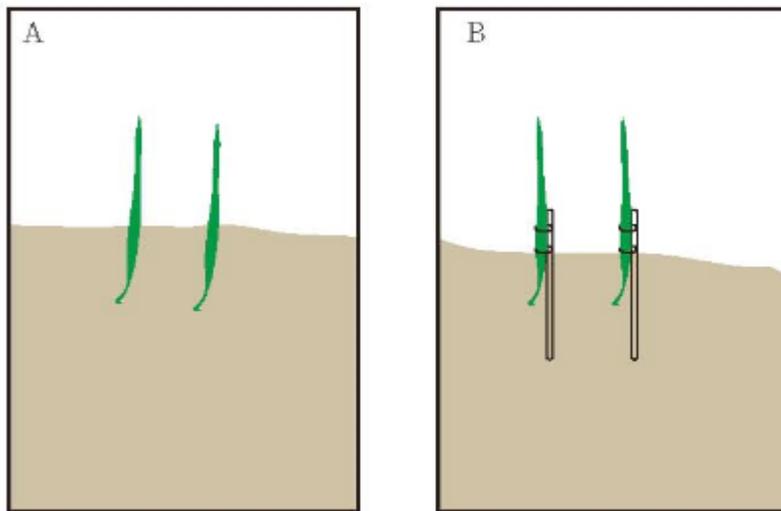


图4 胚轴插植（A），支柱法（B）

（图片摘自自然资办函〔2021〕1809号附件《红树林生态修复手册》）

8.3.2 盐沼植物种植

芦苇、短叶荇苳种植：挖穴 15~30 厘米深，将切好的根茎放入穴内，覆土。

海三棱藨草种植：挖穴 10~20 厘米深，将切好的根状茎平放入穴内，覆土。



图 5 芦苇栽植后生长情况



图 6 短叶荇苳栽植后生长情况



图7 海三棱藨草栽植后生长情况

9 植被管护

9.1 封滩保育

布设高度 150~200 厘米封的闭式可透水尼龙围网，网孔径约 3~6 厘米。加强管护，限制在

修复地块的滩涂从事与抚育和管理无关的人为活动。

9.2 抚育

根据实际情况，定期清除新长出的互花米草。种植当年9月~10月清除1次，第二年、第三年的5月~6月和9月~10月各清除1次，或者根据巡查监测情况，及时清除新萌生的互花米草植株，并清理缠绕在幼苗幼树上的垃圾杂物、海藻等。

9.3 补植

检查植株成活及倒伏情况，及时清理死亡或病害植株，当年成活率低于75%的应进行补植，对倒伏植株进行固定、扶正。

10 有害生物防治

10.1 病虫害防治

10.1.1 红树植物的病虫害防治

红树林常见的病虫害及其防治措施见表5；主要食叶害虫的防治参见LY/T 2853-2017。

表 5 红树林常见病虫害种类和防治措施

病虫害种类	防治措施
迹斑绿刺蛾	25% 灭幼脲悬浮剂 2000~2500 倍液
丽绿刺蛾	暴发初期, 采用喷雾喷粉机喷施苏云金杆菌粉剂; 对局部幼虫虫口密度高、发生面积大的可喷撒森得保粉剂
毛颚小卷蛾	(1) 引入螟黄赤眼蜂、茧蜂科或赤眼蜂科寄生性天敌; (2) 黑光灯诱捕
盾蚧	保护天敌、防止植被高密度种植
八点广翅蜡蝉	粘虫
多种红树林害虫	不同波长的诱虫灯

10.1.2 盐沼植物病虫害防治

芦苇: 主要虫害是蚜虫, 一般严重发生季节在 6 月~ 7 月, 5 月~ 6 月是蚜虫最佳防治期, 在严重发生年份用 40% 氧化乐果 800 ~ 1500 倍液喷杀。主要病害为芦苇锈病, 防治方法: 1) 采用育苗移栽避病; 2) 加强管理, 适当密植; 3) 发病初期喷洒 15% 三唑酮可湿性粉剂

1000~1500 倍液或 50% 萎锈灵乳油 800 倍液，隔 15 天一次，防治 1 次或 2 次。

10.2 污损生物防治

红树林污损生物主要有藤壶和牡蛎等，其中藤壶最为常见。可在幼树茎干上涂抹生漆或用竹签进行人工清除。

11 检查验收

11.1 检查验收时间

种植当年检查，第 2 年和 3 年后分别进行复查。

11.2 检查方法与指标

11.2.1 面积的认定

根据作业设计图、表资料，采用 GPS 定位测量或丈量方法计算，检查面积与上报面积误差在 $\pm 5\%$ 以内的（含 5% ），认可上报面积；面积误差 $> \pm 5\%$ 的，以检查面积为准。

11.2.2 样地设置

调查面积比例：当种植面积小于 10 公顷时，调查面积不少于总面积的 1%；种植面积在 10~30 公顷时，调查面积不少于总面积的 0.8%；种植面积大于 30 公顷时，调查面积不少于总面积的 0.5%。样地设置为 10 米 × 10 米。

11.2.3 验收标准

红树植物造林当年成活率达 75% 以上为合格，三年后保存率达 75% 以上，成活（保存）率为每公顷成活（保存）株数与初植株数比值。

盐沼植物覆盖度 75% 以上为合格，覆盖度为样地内盐沼植物覆盖面积与总面积比值。

11.3 检查验收报告

检查验收报告应包括但不限于以下内容：

（1）项目概况

项目由来、建设单位、建设内容、地理位置、范围与面积、修复方式等。

(2) 检查情况

检查区域、时间、内容、方法及结果等。

(3) 效果评估

项目工程进展、任务完成情况、成活（保存）率或覆盖度等。

(4) 附图和附表

项目地理位置平面图、修复植被分布图、现场检查一览表（见附表1）。

12 建档

植被修复后及时建档，档案内容包括行政区域、小地名、地块编号，地貌类型、潮滩（潮位）、滩面高程、经度、纬度、土壤类型等，种植密度、时间、面积、方式、种苗来源地等以及经营活动、面积变动、植物生长、互花米草复侵、有害生物危害等历年变化情况，每年12月进行续档，具体见附表2。

附表 1 现场检查验收一览表

_____县(市、区) _____乡(镇、街道) _____村(社区)

种植地点	图斑号	种植时间	初植面积 (亩)	红树林		生长情况		盐沼覆盖面积 (亩)	红树林成活率/ 保存率 (%)	盐沼植物覆盖度 (%)	是否合格
				初植株数 (株)	保留株数 (株)	高度 (厘米)	胸径 (地径) (厘米)				

检查人：

检查时间：

附表 2 生态修复完成情况档案表

(正面)

____县(市、区) ____乡(镇、街道) ____村(社区) 小地名____ 代码

地块编号 _____

1. 地貌类型 _____ 潮滩(潮位) _____ 滩面高程 _____ 米 纬度 _____ 经度 _____ 土壤名称 _____ 土壤厚度 _____ 厘米
立地亚区号 _____ 立地类型号 _____ 立地质量等级 _____

灌木名称 _____ 灌木高度 _____ 厘米 灌木盖度 _____ % 草本名称 _____ 草本高度 _____ 厘米 草本盖度 _____ %
海权 _____ 林权 _____ ; 地类 _____ 林种 _____

2. 种植密度 _____ 种植时间 _____ 种植面积 _____ 公顷

3. 树种组成 _____ 种植方式 _____ 种苗来源地 _____ 投资费用 _____ 元, 建设方式 _____

经营类型 _____ 经营措施类型 _____ 经营实体类型 _____

经 营 活 动 情 况	时间	项目	规格质量及投资费用	时间	项目	规格质量及投资费用	

(背面)

项目名称	项目内容	调查情况			
面积变动情况	调查日期				
	原地块面积(公顷)				
	现地块面积(公顷)				
	原种植面积(公顷)				
	现保存面积(公顷)				
	变化原因				
生长情况	植物种类组成				
	年龄				
	单位株数(株/公顷)				
	成活率(保存率%)				
	平均树高(米)				
	平均胸径(厘米)				
	覆盖度				
经营措施类型					
互花米草复侵情况	分布面积(公顷)				
有害生物危害情况	灾害种类				
	受害面积(公顷)				
	损失株数(百株)				