

# 广东省红树林生态修复技术指南

广东省自然资源厅

广东省林业局

2022年1月



# 编制机构和人员

## 组织机构

广东省自然资源厅 广东省林业局

## 技术指导机构

广东省林业局

## 编制单位

广东省林业调查规划院，中国林业科学研究院热带林业研究所，  
广东省海洋发展规划研究中心

## 编制人员

张春霞，刘新科，辛琨，华国栋，廖宝文，陈钰皓，陈玉军，  
熊燕梅，余瑞娟，姜仲茂，申键，熊兰兰，王喜平等

## 技术咨询专家

范航清	广西红树林研究中心	主任/研究员
王文卿	厦门大学	教授
王友绍	中国科学院南海海洋研究所	研究员
陈世清	华南农业大学	教授
钟才荣	海南省林业科学研究院	高级工程师
杨 锋	湛江市自然资源局	高级工程师
林文欢	汕头市林业科学研究所	高级工程师

# 目 录

1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 一般规定 .....	3
4.1 生态修复目标 .....	3
4.2 生态修复原则 .....	3
4.3 生态修复类型 .....	4
4.4 作业设计 .....	5
4.5 最佳修复时间 .....	5
4.6 空间布局 .....	5
5 种苗选用 .....	5
5.1 树种选择 .....	5
5.2 种苗分类 .....	5
5.3 苗木质量 .....	6
5.4 种苗选用原则 .....	6
6 营造红树林 .....	6
6.1 滩涂红树林营造 .....	6
6.2 退塘还林 .....	9
7 修复现有红树林 .....	11
7.1 退化红树林修复 .....	11
7.2 外来红树纯林改造 .....	12
8 有害生物防控 .....	12
8.1 鱼藤防控 .....	12
8.2 互花米草防控 .....	13
8.3 病虫害防控 .....	13
8.4 海洋污损生物防控 .....	13
9 生态功能修复与提升 .....	13

9.1 生物多样性保护提升 .....	13
9.2 固碳功能保护提升 .....	14
9.3 社会效益提升 .....	14
10 红树林管护 .....	14
10.1 管护期限 .....	14
10.2 管护措施 .....	15
11 工程造价 .....	15
12 验收评价 .....	15
12.1 验收评价类型 .....	15
12.2 验收评价方法 .....	16
12.3 验收评价标准 .....	17
12.4 管护措施验收 .....	18
12.5 档案验收 .....	18
附录A（资料性）主要红树植物及其适宜生境 .....	19
附录B.1（规范性）红树林苗木合格标准（低盐度苗） .....	20
附录B.2（规范性）红树林苗木合格标准（中盐度苗） .....	21
附录B.3（资料性）红树林苗木合格标准（半红树） .....	22
附录C（资料性）红树林主要虫害防治措施要点 .....	23
附录D（参考性）红树林生态修复工程造价 .....	24
附录E（资料性）红树林生态修复监测与评价内容 .....	26
附录F.1（资料性）营造红树林项目工程验收/成效评价调查表 .....	28
附录F.2（资料性）修复现有红树林项目工程验收/成效评价表 .....	29
附录F.3（资料性）红树林有害生物防治成效调查表 .....	30
附录F.4（资料性）红树林生态修复项目工程验收/成效评价汇总表 .....	31

## 1 范围

本文件为《广东省红树林保护修复专项行动计划实施方案》配套实施的技术指南，提供了广东省红树林生态修复的一般规定、种苗选用、营造红树林、修复现有红树林、有害生物防控、生态功能修复与提升、红树林管护、工程造价和验收评价的技术指导。

本文件适用于广东省内实施的红树林生态修复项目。

## 2 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/T 15776 造林技术规程

GB/T 15781 森林抚育规程

LY/T 1607 造林作业设计规程

LY/T 1829 林业植物产地检疫技术规程

LY/T 2972 困难立地红树林造林技术规程

LY/T 3179 退化防护林修复技术规程

HY/T 214 红树林植被恢复技术指南

山水林田湖草生态保护修复工程指南（试行）

造林绿化落地上图技术规范（试行）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

(1) 红树林 *mangroves*

分布于热带和亚热带地区潮间带以红树植物为主体的植物群落。

### **(2) 红树林生态系统 *mangrove ecosystem***

以红树植物为主体的，包含了其他植物、动物、微生物、土壤和水体之间相互依存相互制约，并与环境相互影响，形成的生态系统。

### **(3) 红树林生态修复 *mangroves ecological restoration***

在生态学原理指导下，通过将红树林植物繁殖体、幼苗引入退化的红树林区域，或者通过改善原有红树林的生境条件，使其可以形成稳定的红树林生态系统并具有与原生红树林生态系统相似的生态功能和服务。

### **(4) 红树林生境修复 *mangroves habitat restoration***

对因有害生物入侵或周边分布有原生红树群落、且具备自然恢复条件的生境退化区域，通过采用有害生物清除、威胁因素去除、生境恢复和营建等措施修复红树林适宜生境，促进红树植物天然落种恢复和人工辅助修复。

### **(5) 平均海平面 *mean sea level***

在一段时间内每小时潮位观测记录的平均值。本文件中的平均海平面是指多年平均海平面。

### **(6) 大潮平均高潮位 *mean high water springs***

在一段时间内，于大潮日观测记录的高潮潮位的平均值。本文件中的大潮平均高潮位是多年观测的大潮高潮潮位平均值。

### **(7) 退化红树林 *degraded mangroves***

由于生境退化、或受到自然灾害和人为干扰形成的平均盖度低

于40%或死亡植株超过20%，且功能衰退明显的红树林。

**(8) 低盐度苗 *low salinity seedlings***

年均海水盐度 $\leq 15\text{‰}$ 的育苗场出圃的苗木为低盐度苗。

**(9) 中盐度苗 *middle salinity seedlings***

平均海水盐度介于 $15\text{‰} \sim 25\text{‰}$ 之间的育苗场出圃的苗木为中盐度苗。

**(10) 高盐度苗 *high salinity seedlings***

年均海水盐度 $\geq 25\text{‰}$ 的育苗场出圃的苗木为高盐度苗。

**(11) 成活率 *survival rate***

修复区域苗木成活株数占设计种植株数的百分比。

**(12) 保存率 *preservation rate***

修复区域苗木种植2~3年后，仍正常生长的苗木株数占设计种植株数的百分比。

**(13) 红树林有害生物 *harmful biol in mangroves***

对红树林造成危害的植物、动物、微生物等。

## 4 一般规定

### 4.1 生态修复目标

以自然恢复、节约优先为宗旨，通过整体保护、生境修复、植被恢复等系统性措施，增强红树林湿地的生态功能，维护生物多样性，全面提升红树林生态系统健康水平。

### 4.2 生态修复原则

**(1) 自然恢复优先原则**

尊重红树林生态系统演替规律和内在机理，充分利用红树植物

繁殖体的扩散能力和生境条件，优先促进自然恢复；在自然恢复无法实现时，辅以适度人工措施进行生态修复。

## **(2) 系统性修复原则**

尊重红树林生态系统的完整性和地理空间的连通性，充分考虑潮沟、红树林周边滩涂和浅水水域的保护和生境修复，在修复红树林生境和植被的同时，注重红树林生态系统结构及生态功能的修复。

## **(3) 科学绿化原则**

科学开展红树林生态修复作业设计，尊重修复区域自然条件科学选址，优先选用本地乡土红树植物开展生态修复。制定适度、合理的修复措施，避免使用大规模地形改造等工程手段。

## **(4) 长效管护原则**

基于红树林生长特性及其生长环境，在营造和修复红树林工程实施后，应持续做好抚育管护，加大长效管护力度，确保修复成效。

# **4.3 生态修复类型**

## **4.3.1 营造红树林**

在宜林滩涂、宜林养殖塘及因生境退化导致红树林丧失、且经生境修复后可达到宜林条件的滩涂、养殖塘区域，通过人工恢复红树林植被、种养结合等方式，促进形成稳定红树林生态系统。营造红树林应充分考虑红树林生态系统完整性，将辅助红树林营造的生境修复区域、种养结合区域纳入项目范围统筹。

## **4.3.2 修复现有红树林**

对退化红树林以及部分区域的外来速生红树林，采用威胁因素去除、有害生物清除、生境恢复及营建等生境修复措施，通过补植

套种、树种更新等方式恢复乡土红树群落，提高红树林生态系统稳定性和完整性。

#### **4.4 作业设计**

面积15亩以上的红树林生态修复项目应进行作业设计，参照LY/T 1607要求执行。作业设计材料应包括作业设计书、现状调查材料和作业设计范围矢量数据材料。作业设计书内容应包括作业区域选择、现场调查情况、生态修复作业设计、抚育管护措施、辅助工程、种苗质量要求和需求量、工程量统计、工程进度安排、经费预算及相关图纸（含平面图、栽植配置图、辅助工程单项设计图等）。

设计单位应具有相应资质，设计人员应具有红树林工作经验。

#### **4.5 修复时间**

红树林生态修复工程实施时间一般以3~11月为宜，尽量避开鸟类集中迁徙时间。

#### **4.6 空间布局**

为营造生境异质性和提高生物多样性，红树林生态修复项目范围内可按一定比例配置植被种植区、生境修复区、潮沟、滩涂和浅水水域，其中植被种植区比例一般不低于60%。

### **5 种苗选用**

#### **5.1 树种选择**

——优先选用乡土红树植物。

——结合修复区域的温度、潮位、盐度以及基质条件进行树种选择，树种选择参见附录A。

#### **5.2 种苗分类**

红树林种苗包括胚轴和苗木。根据育苗场地的盐度条件，将苗木分为低盐度苗、中盐度苗和高盐度苗。按照苗高、基径和土球直径指标分为小苗、中苗、大苗，参见附录B。

### 5.3 苗木质量

根据苗高、基径和土球直径评定苗木质量。合格苗必须同时满足苗高、基径和土球直径标准，苗木合格标准执行附录B。高盐度苗规格标准可参考中盐度苗。

红树林生态修复项目作业设计的苗木质量要求应符合附录B中合格苗木标准。

### 5.4 种苗选用原则

——修复条件良好区域，优先选择胚轴进行修复。

——修复条件一般的区域，宜采用容器苗，育苗容器宜采用可降解材料。

——修复条件较差的区域，宜选用大苗。

——种苗须经过检疫合格。

——尽量就近选择与修复地盐度相近的苗圃生产的种苗。

——低盐度苗木用于高盐度滩涂修复时，需进行炼苗。补植储备苗需进行假植炼苗。

## 6 营造红树林

### 6.1 滩涂红树林营造

#### 6.1.1 一般滩涂红树林营造

##### 6.1.1.1 区域选择

——红树林适宜生长区域为平均海平面至大潮平均高潮位之间

的潮滩，根据潮位可划分为高潮滩、中潮滩和低潮滩（图1）。不同潮滩适宜种植的红树植物种类不同，参见附录A。

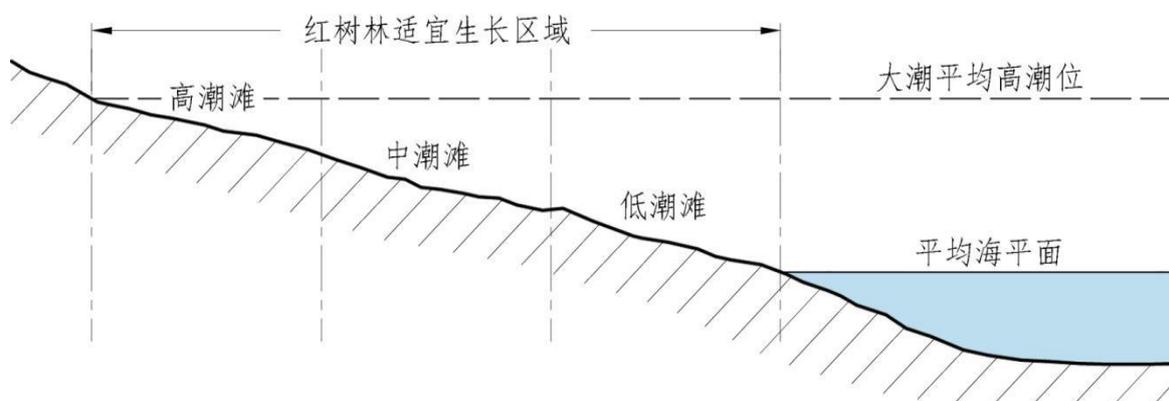


图1 红树林适宜生长区域示意图

——优先选择平缓的泥质、泥砂质、泥砾质（砂砾含量低于85%）滩涂。

——优先选择平均盐度低于25‰的区域。

——避免选择受强波浪作用的开阔海滩。

#### 6.1.1.2 生境修复

——地形修复：修复区域高程应达到适宜红树植物生长的滩涂高程。如修复区域高程不能满足红树林生长需求高程，则需适度进行地形改造，一般采用带状起垄、岛状整地等就地取土挖填方式（图2、图3）。为避免对原生境产生较大扰动，起垄、整地高程差（以原滩面高程为基准）平均不宜大于60cm。

——水系修复：水系连通及潮沟走向应综合考虑潮汐水文过程和出海通行。

——清除修复区域内外来植物、有害生物、垃圾等。

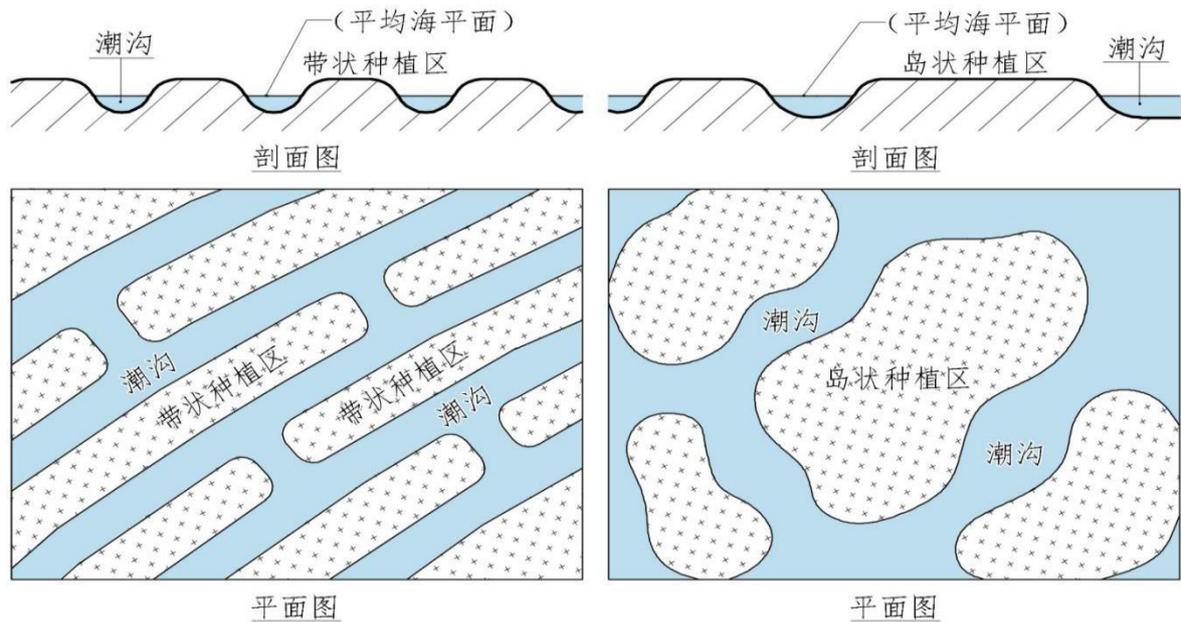


图2 带状起垄示意图

图3 岛状整地示意图

### 6.1.1.3 植被修复

——苗木种植需待整地区域泥土沉降稳定后方可进行，种植穴大小以放入土球不损伤根系为宜；土球应埋入地表以下5~10cm，淤泥较深厚的低潮滩可适当深植。

——初植密度：小苗（株距×行距）0.5 m×0.5 m~1.0 m×1.0 m，中苗为1.0 m×1.0 m~1.5 m×1.5 m，大苗为1.5 m×1.5 m~2.0 m×2.0 m。可根据树种、种植地生境条件进行适当调整，胚轴应密植。

## 6.1.2 困难滩涂红树林营造

### 6.1.2.1 区域选择

从维护区域生态安全、岸线生态修复等需求考虑，选择在砂砾质含量较高、盐度较高、水位较深、风浪较强的滩涂或冲刷严重的海岸开展红树林修复。

### 6.1.2.2 生境修复

可适当利用牡蛎礁、抛石、围堰等工程措施进行风浪防护，缓解

风浪对红树林幼苗的冲击，营建适宜红树林生长的生境。

### 6.1.2.3 植被修复

——选择抗逆性较强的红树植物进行植被修复，如白骨壤、桐花树、红海榄等。

——在红树林修复区域回填10~20 cm厚的泥质土，或在种植穴中回填泥质土，并对单株苗木设立支撑杆。

——初植密度：小苗（株距×行距）0.5 m×0.5 m~0.5 m×1.0 m，中苗0.5 m×1.0 m~1.0 m×1.0 m，大苗1.0 m×1.0 m~1.5 m×1.5 m。

## 6.2 退塘还林

### 6.2.1 区域选择

——优先选择历史上曾经有红树林分布、且自然条件可以满足恢复为红树林的养殖塘。

——以周边分布的较完整现有红树林为参考，确定红树林适宜种植的养殖塘及高程范围（图4）。

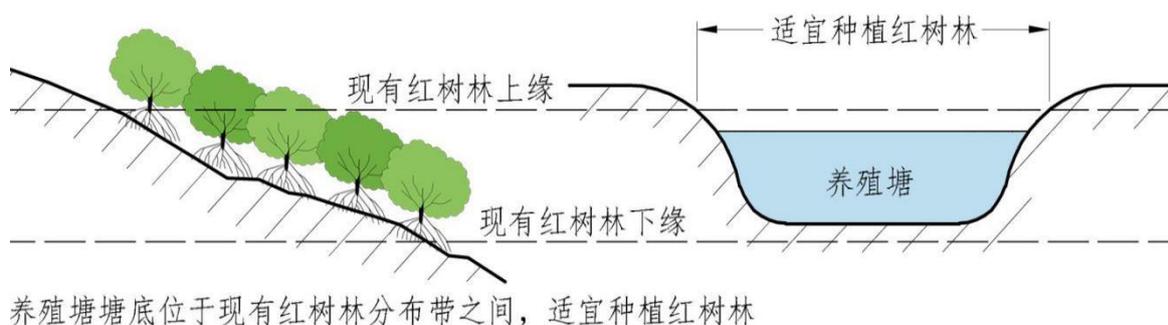
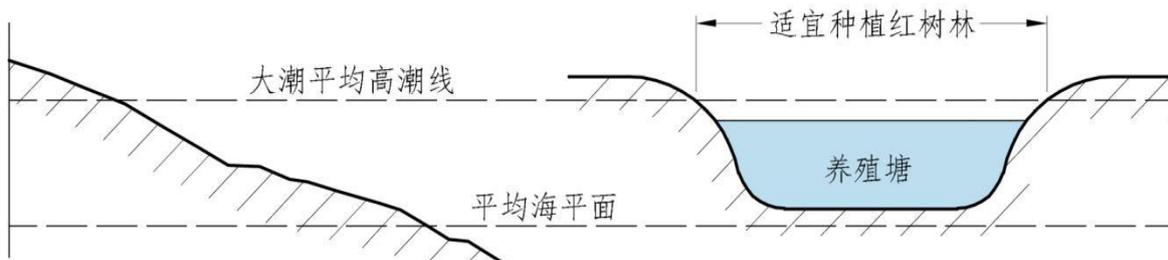


图4 以周边现有红树林为参考选地示意图

——如周边没有适宜参考的现有红树林，则以当地多年平均海平面为红树林种植下限高程，以多年大潮平均高潮位为上限高程，确定适宜种植红树林的养殖塘范围（图5）。



养殖塘塘底位于潮滩带之内，适宜种植红树林

图5 以平均海平面为参考选地示意图

## 6.2.2 生境修复

——空间布局：修复区内宜形成红树林种植区、潮沟、水域和滩涂交错的布局，红树林种植区比例应不小于60%。

——水系修复：通过塘坝开口、塘坝改造等方式，恢复养殖塘的潮汐水文过程。

——地形修复：对于塘底略低于红树林生长下限的养殖塘，可通过改造塘内地形以达到红树林适宜生长高程，改造后的潮沟走向应保障潮水畅通（图6）；对塘坝进行缓坡化改造，以达到红树林适宜生长高程（图7）。

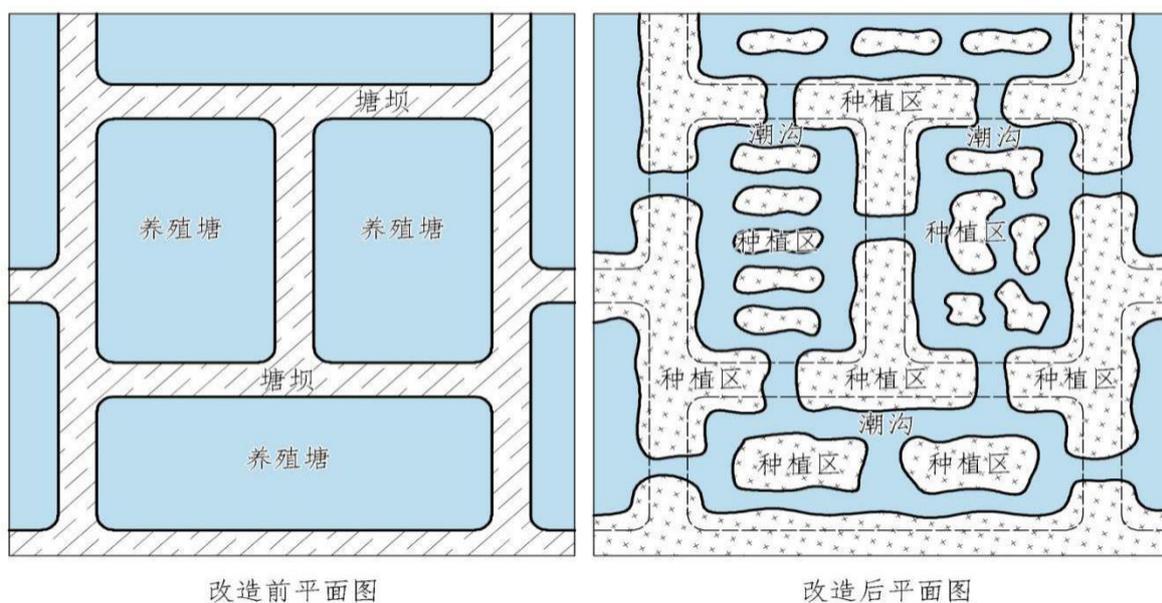


图6 养殖塘水系连通与地形改造示意图

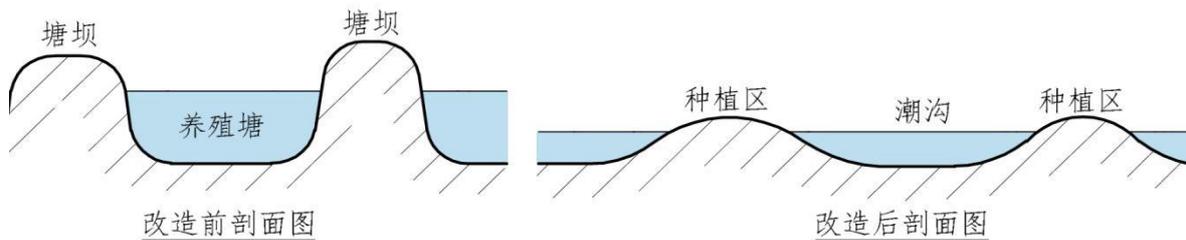


图7 养殖塘塘坝地势改造示意图

——清除修复区域内外来植物、有害生物、垃圾等。

### 6.2.3 植被修复

——对于风浪小、潮位高的区域，可在局部选用角果木、榄李等珍稀濒危红树植物进行植被修复。

——初植密度：小苗(株距×行距)为 $1.0\text{m} \times 1.0\text{m} \sim 1.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ ，中苗为 $1.5\text{m} \times 1.5\text{m} \sim 1.5\text{m} \times 2.0\text{m}$ ，大苗为 $1.5\text{m} \times 2.0\text{m} \sim 2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ 。可根据树种、种植地生境条件进行适当调整，胚轴应密植。

## 7 修复现有红树林

### 7.1 退化红树林修复

#### 7.1.1 退化原因分析

基于现状调查，分析引起红树林湿地退化的主要因素。包括：

——生境条件改变（海平面上升、水文过程改变等）。

——有害生物爆发（鱼藤、病虫害、浒苔、藤壶、团水虱等）。

——人为干扰加剧（养殖/生活污水、港口码头建设、规模养鸭、防潮堤等）。

#### 7.1.2 生境修复

——适当进行地形及水系修复。

——消除有害生物威胁。

——消除产生退化的人为干扰，并将生境复原。

——清除死亡植株及杂草。

### 7.1.3 植被修复

——需人工补植的，宜选择中苗、大苗。

——滩涂区域，补植后乡土红树林保存株数（含原有乡土红树植株）不宜少于320株/亩；养殖塘区域，补植后乡土红树林保存株数（含原有乡土红树植株）不宜少于270株/亩。

## 7.2 外来红树纯林改造

### 7.2.1 生境修复

——修枝：针对林冠稠密、郁闭度大于0.8的无瓣海桑、拉关木纯林，进行林冠修枝，使其林冠郁闭度不高于0.5，在林下种植耐阴乔木型乡土红树植物。

——透光伐：针对无瓣海桑和拉关木高大纯林，视林分郁闭度情况，每间隔一定株数疏伐一些林木，使林分郁闭度不高于0.5，在林下种植耐阴乔木型乡土红树植物。

——清除种植地地表覆盖度过高的非目标植物。

### 7.2.2 植被修复

——在修枝或疏伐后形成的较好透光性林分内，种植耐阴乔木型乡土红树植物。

——宜选择中苗、大苗，种植密度(株距×行距)：中苗为1.5m×1.5m~1.5m×2.0m，大苗为1.5m×2.0m~2.0m×2.0m。

## 8 有害生物防控

### 8.1 鱼藤防控

当鱼藤形成连片分布导致红树植物死亡，或对红树植物缠绕覆盖超过40%时，应采取如下措施：

——在鱼藤花果期（4~6月）之前，对鱼藤地上部分进行割剪，减少种子扩散。

——宜在11月~次年2月，连根挖除鱼藤植株，减少无性繁殖扩散。

——在鱼藤和红树林带之间挖建潮沟，潮沟深度80cm以上、宽度100cm以上，阻断鱼藤扩散路径。

## 8.2 互花米草防控

通过刈割、覆膜、挖除等方式对互花米草进行清除，补植红树植物。红树植物补植参见6.1.2.3。

## 8.3 病虫害防控

对红树林产生威胁的主要病虫害具有明显的季节性，有些可在短期内自行恢复；对威胁红树林生长，且无法短期内自行恢复的红树林虫害应进行物理或生物方法防控。主要虫害防控措施见附录C。

## 8.4 海洋污损生物防控

需加强水质管理，同时调节水文过程，避免出现长期滞水、积水。对于藤壶较为严重的区域可以采取人工去除等方式降低藤壶密度；浒苔防治可采取防护措施拦截浒苔漂浮进入红树林区域，同时结合人工清除。

# 9 生态功能修复与提升

## 9.1 生物多样性保护提升

——加强红树植物小种群调查、保护及生境修复，开展珍稀濒

危红树植物濒危机制、人工繁育等技术研究，在风浪小的高潮位生境及退塘还林生态修复项目中可选择榄李、角果木等作为生态修复树种，扩大珍稀濒危红树植物种群分布范围。

——注重红树植物古树和大树的调查和保护，去除威胁因素，维持生态系统健康稳定。

——红树林生态修复项目区域空间布局需为鸟类保留觅食和休憩场所，生态修复工程应避免造成鸟类及其他重要生物类群栖息地丧失。

## **9.2 固碳功能保护提升**

——红树林生态修复过程中应兼顾红树林的固碳功能，尽量减少人为扰动和碳排放。

——注重生境修复与植被恢复的系统性，通过适度开展生境修复、科学配置红树植物等措施提升红树林湿地固碳功能。

## **9.3 社会效益提升**

——沿海城市河道两侧的人工红树林修复，合理进行树种配置，在保障生态功能的同时，注重景观和美学效果。

——探索建立基于社区共建共管的红树林生态修复模式，通过建设用地指标奖励、生态补偿等方式，鼓励社区积极参与红树林生态修复。

——开展红树林自然教育，适度发展红树林观光、旅游，发挥红树林生态服务功能。

# **10 红树林管护**

## **10.1 管护期限**

管护期限一般为种植后3年，后期管护应至红树林郁闭成林。

## 10.2 管护措施

### 10.2.1 风浪防护措施

采用木桩、挡板、抛石、牡蛎礁等形成风浪防护墙。

### 10.2.2 补植抚育措施

对缺损的红树林幼苗或者成活率低于70%的修复区域进行补植，定期对倒伏或根部裸露的幼苗、幼树进行覆土抚育。

### 10.2.3 其它措施

——漂浮垃圾较多的生态修复区域，需设置防护网，并定期清除漂浮垃圾。

——人为活动频繁的生态修复区域需设置警示牌。

——村庄附近的修复地块应设置避免牲畜入内的防护栏网。

——对自由扩散的非目标植物进行预防和清除。

## 11 工程造价

红树林修复项目工程造价应包括生境修复费（含机械台班费）、苗木费及种植人工费、辅助材料费、补植管护费等直接费用和建设单位管理费、工程勘察费、设计费、监理费、招投标费等间接费用。标准用工定额和工程造价估算参见附录D。

## 12 验收评价

### 12.1 验收评价类型

**种苗质量验收：**在红树林生态修复工程现场，按照作业设计要求，参照附录B对红树植物种苗质量进行验收，未达标苗木不得种植。

**工程验收：**红树林生态修复工程结束后，经过6个月以上自然生

长期，且经历过一次秋冬大潮后，可开展工程验收。

**成效评价：**红树林生态修复工程竣工验收2年后，可开展成效评价，一般2年或3年、5年各开展一次成效评价。

## 12.2 验收评价方法

### 12.2.1 面积验收

利用无人机航拍，结合地面调查，绘制红树林生态修复区域影像，采用人机交互、目视解译等方式确定生态修复区域红树植物种植区、滩涂和水域面积，并与作业设计进行一致性比对。

### 12.2.2 成活率和保存率验收

成活率和保存率采用样方调查法验收。根据红树林生态修复工程作业小班的面积和空间分布特征，设置调查样方（或样带），难以到达的区域可借助无人机辅助开展样方调查；调查样方（或样带）的大小、数量见表1。

表1 样方/样带设置

作业小班面积（亩）	样方面积/样带长度（m）	样方/样带数量
< 15	5×5/20	3个/条
15~45	5×5/20	4个/条
46~75	5×5/20	6个/条
76~150	5×5/20	8个/条
>150	5×5/20	10个/条

### 12.2.3 生长状况验收

——在样方/样带内分树种测量和记录株高、地径和冠幅，测量总株数不小于10株（其中优势种不少于5株），不足10株的则全部测量，计算平均值。

——工程验收调查记录见附录F, 做为工程验收数据和成效评价基础数据, 调查样方数量见表1。

——成效评价调查记录见附录F, 与工程验收调查的生长状况数据进行比较, 具体验收标准见表3。

——株高测量地表到植株顶端的高度; 地径测量距离地表10cm处的直径(如有胚轴, 测量胚轴上方5cm处的直径), 如该处有分叉, 则在接近分枝处测量; 冠幅测量两个垂直冠幅取平均值。

## 12.3 验收评价标准

### 12.3.1 成活率/保存率验收评价合格标准

红树林生态修复工程验收和成效评价的苗木成活率/保存率合格标准参见表2。

表2 苗木成活率和保存率验收评价标准

验收评价指标	区域	工程验收		成效评价	
		6个月	1年	2年	3年
成活率/保存率	滩涂区	≥90%	≥75%	≥70%	≥60%
	退塘区	≥90%	≥80%	≥75%	≥70%

备注: 困难滩涂红树林修复可根据具体情况适当降低成活率和保存率标准。

### 12.3.2 生长指标评价标准

红树林生态修复工程成效评价的植物生长状况指标的合格标准参见表3。

表3 成效评价植物生长状况合格标准

验收指标		2年成效评价	3年成效评价
生长指标	株高变化 H' (%)	以工程验收数据为基准, $H'+D'+C \geq 10\%$	相比工程验收数据, $H'+D'+C \geq 20\%$
	地径变化 D' (%)		
	冠幅变化 C' (%)		

### 12.3.3 合格面积确认

符合作业设计要求，达到成活率/保存率合格标准的红树林生态修复工程作业面积，可计入工程验收合格面积。

红树林生态修复工程需同时达到成活率、生长指标评价合格标准条件的红树林生态修复工程保存面积，可计入成效评价合格面积。

### 12.4 管护措施验收

管护措施应符合作业设计要求，不存在人为破坏红树林及红树林湿地等情况，管护效果良好。

### 12.5 档案验收

档案资料管理规范，档案应包括以下材料：

——生态修复前后影像资料（包括航拍和近景照片）。

——生态修复作业设计文本、图件等。

——不同时期调查和监测数据。

——项目实施过程相关文件及资料。

——项目施工、监理等工作现场图片、视频。

——种苗“两证一签一说明”（林木种子生产经营许可证、植物检疫证书/产地检疫合格证、种子标签、种苗使用说明）等材料。

——如遇自然灾害，需提供自然灾害情况说明及灾害前后对比图片、视频、数据等。

附录A（资料性）主要红树植物及其适宜生境

树种	拉丁学名	适宜区域	适宜潮位	适宜盐度
秋茄	<i>Kandelia obovata</i>	全省	中、高潮带	低、中、高
桐花树	<i>Aegiceras corniculatum</i> (Linn.)Blanco	全省	低、中、高潮带	低、中、高
白骨壤	<i>Avicennia marina</i> (Forsk.)Vierh.	全省	低、中潮带	中、高
红海榄	<i>Rhizophora stylosa</i> Griff.	全省	低、中潮带	中、高
木榄	<i>Bruguiera gymnorhiza</i> (Linn.) Savigny	全省	中、高潮带	低、中
榄李	<i>Lumnitzera racemosa</i> Willd.	惠州至湛江沿岸	中、高潮带或潮上带	低、中、高
角果木	<i>Ceriops tagal</i> (perr.) C. B. Rob.	湛江	中、高潮带	中、高
老鼠簕	<i>Acanthus ilicifolius</i> L. Sp.	全省	低、中潮带	低、中
卤蕨	<i>Acrostichum aureum</i> L.	全省	中、高潮带或潮上带	低、中
海漆	<i>Excoecaria agallocha</i> Linn.	全省	中、高潮带或潮上带	低、中、高
银叶树	<i>Heritiera littoralis</i> (Dryand.)	全省	中、高潮带或潮上带	低、中
水黄皮	<i>Pongamia pinnata</i> (Linn.) Pierre	全省	潮上带	低、中
杨叶肖槿	<i>Thespesia populnea</i> (Linn.) Soland. ex Corr.	全省	潮上带	低、中
玉蕊	<i>Barringtonia racemose</i> (L.) Spreng.	全省	潮上带	低
海芒果	<i>Cerbera manghas</i> Linn.	全省	潮上带	低、中
黄槿	<i>Hibiscus tiliaceus</i> Linn.	全省	高潮带、潮上带	低、中、高
苦郎树	<i>Clerodendrum inerme</i> (L.) Gaertn	全省	高潮带、潮上带	低、中、高

附录B.1（规范性）红树林苗木合格标准（低盐度苗）

规格	树种	苗高(cm)	基径(cm)	土球大小 (直径cm×厚度cm)
小苗	木榄	50 ~ 80	1.3 ~ 1.8	≥10×10
	秋茄	50 ~ 80	1.0 ~ 1.5	≥10×10
	桐花树	50 ~ 80	0.5 ~ 1.0	≥10×10
	红海榄	50 ~ 80	1.0 ~ 1.5	≥10×10
	榄李	50 ~ 80	0.5 ~ 1.0	≥10×10
	白骨壤	50 ~ 80	0.5 ~ 1.0	≥10×10
中苗	木榄	80 ~ 120	1.8 ~ 2.2	≥15×15
	秋茄	80 ~ 120	1.5 ~ 2.0	≥15×15
	桐花树	80 ~ 120	1.0 ~ 1.5	≥15×15
	红海榄	80 ~ 120	1.5 ~ 2.0	≥15×15
	榄李	80 ~ 120	1.0 ~ 1.5	≥15×15
	白骨壤	80 ~ 120	1.0 ~ 1.5	≥15×15
大苗	木榄	>120	>2.2	≥20×20
	秋茄	>120	>2.0	≥20×20
	桐花树	>120	>1.5	≥20×20
	红海榄	>120	>2.0	≥20×20
	榄李	>120	>1.5	≥20×20
	白骨壤	>120	>1.5	≥20×20

## 附录B.2（规范性）红树林苗木合格标准（中盐度苗）

规格	树种	苗高(cm)	基径(cm)	土球大小 (直径cm×厚度cm)
小苗	木榄	30 ~ 50	1.3 ~ 1.8	≥10×10
	秋茄	30 ~ 50	1.0 ~ 1.5	≥10×10
	桐花树	20 ~ 40	0.5 ~ 0.8	≥10×10
	红海榄	40 ~ 60	1.0 ~ 1.5	≥10×10
	白骨壤	30 ~ 50	0.5 ~ 0.8	≥10×10
	榄李	40 ~ 60	0.5 ~ 1.0	≥10×10
中苗	木榄	50 ~ 90	1.8 ~ 2.5	≥15×15
	秋茄	50 ~ 80	1.5 ~ 2.0	≥15×15
	桐花树	40 ~ 65	0.8 ~ 1.5	≥15×15
	红海榄	60 ~ 90	1.5 ~ 2.0	≥15×15
	白骨壤	50 ~ 75	0.8 ~ 1.5	≥15×15
	榄李	60 ~ 90	1.0 ~ 1.5	≥15×15
大苗	木榄	>90	>2.5	≥20×20
	秋茄	>80	>2.0	≥20×20
	桐花树	>65	>1.5	≥20×20
	红海榄	>90	>2.0	≥20×20
	白骨壤	>75	>1.5	≥20×20
	榄李	>90	>1.5	≥20×20

### 附录B.3（资料性）红树林苗木合格标准（半红树）

规格	树种	苗高(cm)	基径(cm)	土球大小 (直径cm×厚度cm)
中苗	银叶树	60 ~ 100	1.0 ~ 1.5	18×18
	黄槿	90 ~ 120	1.5 ~ 2.0	18×18
	海漆	90 ~ 120	1.0 ~ 1.5	18×18
	水黄皮	80 ~ 110	1.0 ~ 1.8	18×18
	杨叶肖槿	90 ~ 120	1.3 ~ 1.8	18×18
大苗	银叶树	>100	>1.5	20×20
	黄槿	>120	>2.0	20×20
	海漆	>120	>1.5	20×20
	水黄皮	>110	>1.8	20×20
	杨叶肖槿	>120	>1.8	20×20

## 附录C（资料性）红树林主要虫害防治措施要点

虫害名称	防治措施	优缺点
桐花树毛颚 小卷蛾 <i>Lasiognatha mormopa</i>	<p><b>生物防治法：</b>选择螟黄赤眼蜂作为蜂种，采用米蛾卵在繁蜂箱内进行赤眼蜂繁育,然后在每年4月中旬按每公顷每次释放螟黄赤眼蜂≥20万头，设置≥30个释放点；</p> <p><b>化学防治法：</b>利用三令和锌硫磷混合试剂进行防控；</p> <p><b>物理防治法：</b>利用黑灯诱杀，对成虫有较好的诱杀效果。</p>	生物防治法操作难度较大，优点是不带来其他环境问题； 化学防治法操作简单，但是防治效果一般，且有环境问题； 物理防治法操作简单，无环境问题。
海榄雌瘤斑螟 <i>Ptyomaxia syntaractis</i>	<p>以控制越冬幼虫为主，在虫害具有大规模发生迹象初期及时进行防治；优先对发生严重的区域进行防治；</p> <p><b>黑光灯法：</b>波长365±10nm，功率大于15瓦，具有光控功能；每隔30-50米设置一盏，高度比周边海榄雌高50厘米左右；</p> <p><b>生物农药防治法：</b>利用苏云金杆菌进行生物农药防治，高压长管喷雾器或无人机对需要防治区域进行施药，喷药需要达到海榄雌叶片背面湿润为止；</p> <p><b>生物防治：</b>利用拟澳洲赤眼蜂，虫口密度中等区域按照20-30万头/公顷释放，虫口密度高的区域释放量为30-50万头/公顷。每隔10米设置一放蜂点，放蜂点需位于高潮位之上，赤眼蜂释放分3次进行，第一次为总量的20%，第二次为总量的40%，第三次为总量的40%，两次放蜂时间间隔为2天。</p>	黑光灯法无环境问题，效果较好； 生物农药防治法可能产生环境问题，效果较好； 生物防治法效果较好，无环境问题，但是操作难度较大。
棉古毒蛾 <i>Orgyia postica</i>	<p><b>黑光灯法：</b>于越冬代成虫羽化季节，即3月下旬至4月中旬用黑光灯诱杀雄蛾；</p> <p><b>化学防治法：</b>利用其低龄幼虫的群集习性，在幼虫盛发期喷施 90%敌百虫或 50%马拉硫磷 1000 倍液可取得较大的防效。敌百虫或马拉硫磷属限制使用农药。</p>	黑光灯法无环境问题，效果较明显； 化学防治法使用的敌百虫或马拉硫磷属限制使用农药，效果较好，可能产生环境问题。

## 附录D（参考性）红树林生态修复工程造价

### 1 标准用工定额

在标准施工条件下，以100（单位为m<sup>3</sup>、m<sup>2</sup>、m、穴、株等）为计量单位，对红树林生态修复部分工序的用工量定额提出参考标准，详见表D.1。地方可根据修复区域当地情况、施工难易程度，按0.8~2.0的系数进行调整。

表D.1 红树林生态修复工程用工定额标准

工序		工日定额			
生境修复 (整地)	项目	垃圾清理	有害生物清理	林冠修枝 (含3年修枝)	透光伐
	定额 (/100m <sup>2</sup> )	0.5工日	1工日	1工日	5工日
	项目	滩面整理	水系连通及改造		固土防护
	定额 (/100m <sup>3</sup> 或100m)	1.5工日	1.5工日		10工日
苗木种植	苗木规格	胚轴	小苗	中苗	大苗
	定额 (/100株)	0.5工日	1.5工日	3工日	5工日
管护	项目	设立防护拦网	风浪防护措施	抚育补植	杂物清理
	定额 (/100m或100株)	3工日	5工日	1.5工日	3工日

### 2 工程造价估算

红树林生态修复项目的工程造价估算可参考表D.2执行。

表D.2 红树林生态修复项目工程造价参考

红树林生态修复类型		造价参考 (万元/亩)	造价构成 (万元/亩)				
			直接费用				间接 费用
			生境修复	苗木及种植	辅助材料	补植管护 (按3年计)	
营造红 树林	一般滩涂红 树林营造	2.3~6.2	0~2	1.5~2.5	0.1~0.2	0.3~0.5	0.4~1.0
	困难滩涂红 树林营造	4.3~7.9	1.5~3	1.5~2.5	0.2~0.3	0.4~0.8	0.7~1.3
	退塘还林	2.2~5.0	0.5~1.5	1~2	0~0.2	0.3~0.5	0.4~0.8
修复现 有红树 林	退化林修复	1.2~3.6	0~1.0	0.8~1.5	0~0.2	0.2~0.3	0.2~0.6
	外来红树纯 林改造	2.0~4.8	0.8~2	0.8~1.5	0~0.2	0.2~0.3	0.2~0.8

说明：间接费用包括建设单位管理费、工程勘察费、设计费、监理费、招投标费等。

## 附录E（资料性）红树林生态修复监测与评价内容

### 1 植物群落监测

**监测指标：**红树林修复面积；监测样地内红树植物保存率、生长量、群落组成和结构变化等。

**监测频率：**每年1次。

**监测方法：**遥感影像、无人机和地面调查，地面调查样方数量参见12.2.2中样方/样带设置数量。

### 2 鸟类监测

**监测指标：**鸟类数量、组成、珍稀保护物种种群规模和活动区域。

**监测频率：**每年4次，其中冬季1次，其他任意时间段3次。

**监测方法：**样线法或者定点观测，样线长度100~200m，样线和观测点数量参见12.2.2中样方/样带设置数量。

### 3 鱼类和大型底栖类监测

**监测指标：**鱼类和大型底栖动物密度、组成。

**监测频率：**每年2次，雨季1次，旱季1次。

**监测方法：**布点采样法。

### 4 生境指标监测

**监测指标：**水质监测指标包括pH值、盐度、DO、COD或BOD5、氨氮等；沉积物监测指标包括土壤沉积速率、机械组成、含水量、容重、土壤有机碳、pH值、盐度、TN等。

**监测频率：**水质监测每年4次，每季度1次；沉积物监测每年1次。

**监测方法：**布点采样法，采样点数量参见12.2.2中样方/样带设置数量。

## 5 威胁因素监测

**人为活动：**采挖螺贝、养鸭、污水排放等。

**有害生物：**鱼藤、互花米草等侵入状况；病虫害、藤壶、浒苔的数量和影响。

**漂浮垃圾：**垃圾种类、受影响区域面积和程度等。

## 6 红树林与社区可持续发展监测

定期收集红树林生态修复区域游客数量等相关数据，以及开展的自然教育、观鸟活动等情况。

## 7 主要生态功能修复效果评价

**生物多样性评价：**根据红树林生态修复项目实施前后监测的动植物数量和组成变化等数据，计算生物多样性，评价生物多样性的修复成效。

**固碳增汇功能评价：**根据植物生长监测数据，计算植物生物碳累积量；根据沉积物中SOC（土壤有机碳Soil Organic Carbon）密度变化，估算土壤固碳量，评价红树林修复的固碳增汇功能。

**海岸防护功能评价：**利用土壤沉积速率监测数据，对海岸防护功能进行评价。

**社会文化功能评价：**采取问卷调查、资料收集等方式对红树林生态修复成效满意度、周边社区人均收入水平变化、自然教育和志愿者活动参与人数等指标对社会文化功能进行综合评价。

附录F.1（资料性）营造红树林项目工程验收/成效评价调查表

地市：                    县/市/区：                    镇/乡：                    村：                    小地名：

小班编号	营造方式	项目名称	造林时间 (年、月)	营造面积 (亩)	合格面积 (亩)	亩保存株数 (株/亩)	优势树种	成活率/保存率 (%)	平均株高 (cm)	平均基径 (cm)	平均冠幅 (cm)	管护措施													
样方1				样方2					样方3																
坐标		东经：                    北纬：		坐标		东经：                    北纬：			坐标		东经：                    北纬：														
总株数		成活/保存株数		死亡株数		总株数		成活/保存株数			死亡株数		总株数		成活/保存株数		死亡株数								
优势树种			优势树种						优势树种			优势树种													
序号	树种	株高 (cm)	基径 (cm)	冠幅 (cm)	序号	树种	株高 (cm)	基径 (cm)	冠幅 (cm)	序号	树种	株高 (cm)	基径 (cm)	冠幅 (cm)	序号	树种	株高 (cm)	基径 (cm)	冠幅 (cm)	序号	树种	株高 (cm)	基径 (cm)	冠幅 (cm)	
1					9					1					9					1					
2					10					2					10					2					
3					11					3					11					3					
4					12					4					12					4					
5					13					5					13					5					
6					14					6					14					6					
7					15					7					15					7					
8					平均值					8					平均值					8					

调查人员：

调查时间：    年    月    日

## 附录F.2（资料性）修复现有红树林项目工程验收/成效评价表

地市：            县/市/区：            镇/乡：            村：            小地名：

小班 编号	项目名称	修复类型	作业时间 (年、月)	修复面积 (亩)	合格面积 (亩)	修复措施	亩保存株数 (株/亩)	新植苗木					管护措施						
								树种	成活率/保存率 (%)	平均株高 (cm)	平均基径 (cm)	平均冠幅 (cm)							
样方1			样方2			样方3													
坐标		东经：            北纬：		坐标		东经：            北纬：		坐标		东经：            北纬：									
总株数		成活/保存株数		死亡株数		总株数		成活/保存株数		死亡株数		总株数		成活/保存株数		死亡株数			
优势树种			优势树种			优势树种			优势树种			优势树种							
序号	树种	株高 (cm)	基径 (cm)	冠幅 (cm)	序号	树种	株高 (cm)	基径 (cm)	冠幅 (cm)	序号	树种	株高 (cm)	基径 (cm)	冠幅 (cm)	序号	树种	株高 (cm)	基径 (cm)	冠幅 (cm)
1					9					1					9				
2					10					2					10				
3					11					3					11				
4					12					4					12				
5					13					5					13				
6					14					6					14				
7					15					7					15				
8					平均值					8					平均值				

调查人员：

调查时间：            年    月    日

### 附录F.3（资料性）红树林有害生物防治成效调查表

地市：                      县/市/区：                      镇/乡：                      村：                      小地名：

小班编号	项目名称	地理坐标	营造修复类型	小班面积（亩）	危害面积（亩）	危害程度	树种	平均树龄	平均树高	平均胸径
有害生物种类	受害树种种类	受害株率（%）/危害面积（亩）	受害程度			防治措施	防治效果评价			
			轻度	中度	重度					
1										
2										
3										
4										
5										

调查人员：

调查时间：            年    月    日

- 说明：
1. 开展有害生物防治的红树林生态修复作业小班填写此表。
  2. 营造修复类型包括：滩涂造林、退塘还林、退化红树林修复、外来红树纯林改造等；
  3. 危害程度分为轻度、中度、重度；
  4. 如有害生物种类多于1种，请分类调查记录；
  5. 病害、虫害、海洋污损生物危害须填写受害株率，有害植物危害须填写危害面积。

## 附录F.4（资料性）红树林生态修复项目工程验收/成效评价汇总表

\_\_\_\_\_市：\_\_\_\_\_县（市、区）：\_\_\_\_\_年度 统计单位（盖章）：\_\_\_\_\_

单位：亩、株/亩、%、cm

项目名称	小班编号	生态修复类型	修复时间	验收评估类型	设计面积	生态修复面积	合格面积	树种	种植密度	成活率/保存率	亩保存株数	平均株高	平均基径	平均冠幅	株高变化值+ 地径变化值+ 冠幅变化值	有害生物防治成效	管护措施	备注
合计																		

填表人：\_\_\_\_\_

复核人：\_\_\_\_\_

日期：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日

说明：1.生态修复类型包括：滩涂造林、退塘还林、退化红树林修复、外来红树纯林改造；

2.验收评估类型包括：工程验收、成效评价。