

ICS 13.020.01

CCS Z 06

T/ECOSC

团体标准

T/ECOSC 0003—2026

互花米草除治后生态修复导则

Technical guidelines for ecological restoration after *Spartina alterniflora* eradication

2026-07-10 发布

2026-07-10 实施

中国生态学会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 修复流程 2

5 调查评估 2

6 修复目标、类型与措施 3

7 修复措施 4

8 监测与验收 5

9 长效维护与管理 6

附录 A（资料性） 前期调查评估指标 8

附录 B（资料性） 不同湿地类型可选修复植物种类 9

参考文献 10

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由南大（常熟）研究院有限公司提出。

本文件由中国生态学会归口。

本文件起草单位：南大（常熟）研究院有限公司、南京大学、如东水务集团有限公司、盐城市湿地和世界自然遗产保护管理中心（黄海湿地博物馆）。

本文件主要起草人：安树青、朱正杰、冷欣、许志华、夏露、张荣、戈萍燕、杨棠武、赵晖、邵一奇、张静涵、陈佳秋、傅海峰、卜弘毅、崔素珍、康晓光、邱文彬、范宁江。

本标准自发布之日起实施。

互花米草除治后生态修复导则

1 范围

本文件规定了互花米草除治后生态修复的修复流程、调查评估、修复措施、监测与验收、长效维护与管理等。

本文件适用于互花米草除治区域的生态修复工作。

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 12763.2 海洋调查规范 第2部分：海洋水文观测
- GB/T 12763.6 海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查
- GB/T 12763.8 海洋调查规范 第8部分：海洋地质地球物理调查
- GB 17378.4 海洋监测规范 第4部分：海水分析
- GB 17378.5 海洋监测规范 第5部分：沉积物分析
- GB/T 17501 海洋工程地形测量规范
- GB/T 41339.4 海洋生态修复技术指南 第4部分：海草床生态修复
- GB/T 44592 红树林生态保护修复技术规程
- GB/T 45031 海草床生态修复监测与效果评估技术指南
- HJ 710.4 生物多样性观测技术导则 鸟类
- HY/T 080 滨海湿地监测技术规程
- HY/T 081 红树林生态监测技术规程
- HY/T 083 海草床生态监测技术规程
- HY/T 255 海滩养护与修复技术指南
- NY/T 1121.16 土壤检测 第16部分：土壤水溶性盐总量的测定
- T/CAOE 20.4 海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第4部分：盐沼
- T/CAOE 21.3 海岸带生态减灾修复技术导则 第3部分：盐沼

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

互花米草除治 *Spartina alterniflora control*

综合应用物理、化学、生物替代以及综合防治等方法，对潮滩上的互花米草进行清除和控制，以遏制其扩散蔓延、恢复受损生态系统的过程。

3.2

高潮滩 *high tide flat*

位于潮间带最上部，上界为大潮高潮线，下界为小潮高潮线，只在大潮时被海水淹没的滩涂。

3.3

中潮滩 middle tide flat

上界为小潮高潮线，下界为小潮低潮线，是潮间带的主要部分。

3.4

低潮滩 low tide flat

上界为小潮低潮线，下界为大潮低潮线，大部分时间浸在水里，只在大潮落潮的短时间内露出水面的滩涂。

4 修复流程

互花米草除治后生态修复的技术流程应包括调查评估，确定修复目标、修复类型，选择合适的修复措施，监测与验收，长效维护与管理。见图1。

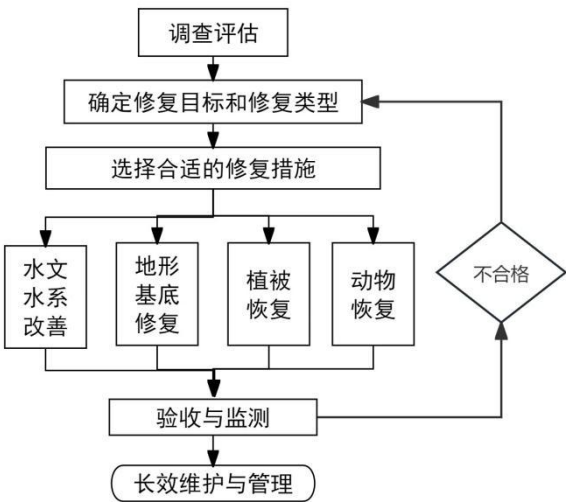


图1 互花米草除治后生态修复流程图

5 调查评估

5.1 调查内容

5.1.1 参照区的选择

根据互花米草入侵前湿地的特征，选择邻近或周边未受互花米草入侵的自然滨海湿地作为参照；或利用文献资料和历史数据等确定互花米草入侵前的状态，作为修复参照。

5.1.2 调查指标

调查指标宜包括以下内容：

- a) 地形水文：高程、水位、潮汐特征、潮沟分布等；
- b) 底质环境：粒径、容重、含水量、氮磷钾含量、有机质、盐分等；
- c) 水环境：盐度、典型污染物等；
- d) 动植物资源：本土植物、养殖品种、大型底栖动物、鱼类、浮游生物及鸟类种类与丰度等生物群落情况
- e) 互花米草治理情况：互花米草分布区域，互花米草除治技术措施及复发情况；
- f) 管理情况：地类、权属、保护形式、保护地名称、保护地级别、湿地分级、是否在生态保护红线或生态管控区域内，保护地及重要湿地的保护目标。

5.2 调查方法与频次

5.2.1 调查方法

调查方法应符合下列规定：

- a) 调查布点应按HY/T080的规定执行，调查面积应按HY/T147.7的规定执行；
- b) 滩涂高程、水位、潮汐特征测量宜符合GB/T 17501和GB/T 12763.2的规定；
- c) 沉积物粒径、容重、含水量、氮磷钾含量、有机质、盐分、pH等监测宜符合GB 17378.5和GB/T 12763.8的规定；
- d) 水体盐度及典型污染物的调查应按GB 17378.4的规定执行；
- e) 红树林植被调查宜符合HY/T 081的规定；盐沼植被调查宜符合T/CAOE 20.4的规定；海草床植被调查宜符合HY/T 083的规定；
- f) 大型底栖动物、鱼类、浮游生物调查宜符合GB/T 12763.6的规定；鸟类调查宜符合HJ 710.4的规定；
- g) 滩涂养殖品种、互花米草治理及管理情况通过资料收集获得。

5.2.2 调查频次

在互花米草除治前后应开展调查，宜开展周年不同季节的调查，植物群落和沉积物环境不应少于1次/年，动物群落不应少于2次/年。

5.3 评估内容

5.3.1 评估应分析互花米草对原生生态系统或重要生物类群的影响，应评估治理区修复原生生态系统的必要性、可行性，以及互花米草清除后的再生风险，应按照HY/T 080的规定执行。

5.3.2 评估应分析原生生态系统、关键生物类群及生产生活对生境条件的需求，评估互花米草治理后的生境是否满足本土植物生长要求，识别适宜修复区域。

5.3.3 红树林适宜修复区域判断应按照GB/T 44592执行；盐沼植被适宜修复区域判断应按照T/CAOE 21.3执行；海草植被适宜修复区域判断应按照GB/T 41339.4执行。

5.3.4 评估项目是否具备社会可行性。

6 修复目标、类型与措施

6.1 修复目标

修复目标宜包括以下内容：

- a) 修复区域内互花米草不再复发；
- b) 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；
- c) 恢复原生滨海湿地生态系统，包括红树林湿地、盐沼、光滩或海草床等，保护和恢复目标物种或生物群落；
- d) 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。

6.2 修复类型

生态修复类型应根据区域调查评估结果，按“宜林则林、宜草则草、宜滩则滩”的原则确定，可包括红树林、盐沼、海草床、光滩等湿地类型。

6.2.1 红树林

红树林修复可包括下列类型：

- a) 红树林造林：滩涂红树林造林和养殖塘区红树林造林；
- b) 红树林修复：退化红树林修复和外来速生红树林改造；
- c) 红树林保护：有害生物防控和生物多样性保护。

6.2.2 盐沼湿地

盐沼湿地修复应包括下列类型：

- a) 位于高潮滩远离海水且具备淡水供应条件的区域，应重建湿地水文环境，恢复淡水湿地或盐沼湿地；
- b) 位于高潮滩但缺乏淡水供应条件的区域，应选择合适的耐盐物种，恢复盐沼湿地；
- c) 位于中潮滩的区域，应通过微地形改造构建适应潮汐变化的盐沼湿地。

6.2.3 海草床

海草床湿地修复应包括下列类型：

- a) 历史海草分布区，应恢复海草床；
- b) 环境条件较好，或通过少量改良满足海草恢复条件的区域，应恢复海草床。

6.2.4 光滩湿地

非历史植物分布区，不适宜植被恢复的低潮滩，应恢复光滩湿地。

6.3 修复措施选择

修复措施应按照因地制宜原则，根据除治后区域及周边原生沿海湿地生态系统分布历史、有无淡水供应条件选择，可包括水文水系、地形基底修复等改善生境条件；恢复红树林、盐沼植被、海草等原生植被；恢复大型底栖动物等重要动物群落。侵蚀海岸需采取必要的防侵蚀措施，如设置潜堤或消浪堤等工程，确保海滩的稳定性。

7 修复措施

7.1 水文水系改善

7.1.1 对于潮沟淤堵、河道堵塞、滩涂缺水旱化等，宜采取清淤、疏通等水系连通措施，潮间带区域清淤深度宜为20-30 cm。

7.1.2 修复区无法满足原生植被生长的潮汐水文条件，应通过开挖潮沟、连通水系形成潮汐通道。

7.1.3 对于属于野生动物类型自然保护区的高潮滩，应按动物栖息及觅食需求，分析湿地的季节性水位需求，通过水系梳理及水利配套设施，有针对性的水文调控。

7.1.4 对于互花米草复发风险较高的区域，应采取引水措施，可采用定期刈割后引淡水淹没方式防控复发。

7.1.5 侵蚀型海岸应采取人工牡蛎礁群构建等消浪防冲措施，滩涂可采用草方格、阻沙网、麻布覆盖等组合消浪技术。

7.2 地形基底修复

7.2.1 微地形改造

7.2.1.1 地形高程不满足植被恢复需求时，应进行地形改造，宜采取带状起垄、岛状整地等就地取土挖填方式。起垄、整地高程差以原滩面高程为基准平均不宜大于100 cm，改造不能改变区域海域属性。

7.2.1.2 受潮汐风浪影响小的且有淡水供应条件的高潮滩，可通过地形改造，塑造深水区、浅水区、浅滩、生态岛等多种淡水湿地生境，为鸟类、鱼类、大型底栖动物等生物提供适宜的栖息生境。

7.2.1.3 对于有野生动物保护需求的中潮滩，宜通过疏沟起垄等方式，形成退潮后临时积水的洼地，满足鸟类的觅食需求。

7.2.1.4 对于光滩恢复为主的低潮滩，可采用“主-支-毛”三级结构的潮沟系统，整体呈树枝状分布，模拟自然潮汐水道形态。

7.2.2 基底生态修复

7.2.2.1 地形改造完成后，应根据互花米草除治后区域的场地条件，可对基底生态修复。

7.2.2.2 当基底沉积物出现结构破坏、板结、硬质化等情况，不满足植物生长需求时，可采取旋耕、添加改良剂、局部换土等改良措施，促进基底生态修复。

7.2.2.3 改良剂可包括腐熟农家肥、生物炭等，宜采用撒播方式，施用时应确保改良剂与表层沉积物混合均匀，用量应基于盐度、pH、有机质含量等检测结果和目标植被需求调整。

7.3 植被恢复

7.3.1 植物种类

7.3.1.1 植物种类可按除治区历史情况或周边自然状况相似的原生生态系统，根据潮汐动态、滩涂底质、潮位、盐度、水文及其他自然条件，选择与修复区域条件相适应的乡土植物。

7.3.1.2 盐沼植物选择应按照T/CAOE 21.3执行；红树林植物应按照GB/T 44592执行；海草床植物应按照GB/T 41339.4执行。

7.3.1.3 耐盐能力较差的品种宜在高潮滩低盐度区域或河口低盐区种植；耐盐能力强、耐淹能力弱的品种宜在高潮滩高盐度区域种植；耐盐能力强、耐淹能力强的品种宜在中低潮滩种植。

7.3.2 植物种植

7.3.2.1 植物种植应根据场地条件及植物特性选择籽播或移苗。

7.3.2.2 籽播宜选择上年采摘的新种子，应采用成熟饱满、无损伤无病害的种子。移栽宜选用生长健壮、无病虫害的幼苗，尤其是可大规模繁殖的组培苗。

7.3.2.3 植物种植应采取人工耙地、机械旋耕及种子优化配置等种植措施，提高种子着床率与幼苗成活率。

7.3.2.4 盐沼植物种植应按T/CAOE 21.3的规定执行；红树林植物种植应按GB/T 44592的规定执行；海草床植物种植应按GB/T 41339.4的规定执行。

7.4 动物恢复

7.4.1 大型底栖动物

7.4.1.1 应根据互花米草除治后区域的生态禀赋和基础条件，选择泥螺（*Batillaria zonalis*）、文蛤（*Ruditapes philippinarum*）、蛤蜊（*Meretrix lusoria*）等当地大型底栖动物，宜采取定点播苗等措施，结合潮汐自然恢复。

7.4.1.2 属于野生动物类型自然保护区的除治后区域，应根据鸟类等主要保护动物需求，投放一定数量的大型底栖生物，如疣吻沙蚕（*Tylorrhynchus heterochaetus*）等。

7.4.1.3 对于养殖需求，应合理布局滩涂养殖空间，并做好种苗投放、定期采捕和日常管理。

7.4.2 鸟类

鸟类应按对生境需求，通过水文水系改善、地形基底修复、植被恢复、大型底栖动物恢复等措施营造适宜的觅食地和繁殖地等生境。

8 监测与验收

8.1 通用要求

生态修复工程完工后当年应进行短期验收，修复完成后应至少持续3年管护期，管护期结束后进行长期验收。

8.2 监测

8.2.1 监测指标

8.2.1.1 直接监测指标

——植被分布：目标植物覆盖面积、乔灌木成活株数。

- 植物生长：植株密度、高度、生物量。
- 沉积物理化性质：粒径、容重、含水量、氮磷钾含量、有机质、盐分、pH等理化性质。
- 生物指标：植物物种种类及数量、大型底栖动物种类与数量、鸟类种类与数量、重点保护动物种类与数量。
- 栖息地特征：水域面积、光滩面积、水生植物覆盖面积、修复区总面积。

8.2.1.2 综合评价指标

植被覆盖度、乔灌木成活率、植物多样性指数、大型底栖动物多样性指数、鸟类多样性指数、重点保护动物多样性指数、水域面积比例、光滩面积比例、水生植物覆盖面积比例。

8.2.2 监测方法

监测宜采用遥感影像解译、无人机及现场核查、固定样地监测等方式，监测方法应符合本文件5.2.1的规定；综合评价指标应按照HY/T 080计算。

8.2.3 监测频次

工程完工后应当年监测1次；管护期内应每年监测1次；管护期结束后应监测1次。

8.3 验收

8.3.1 验收标准

8.2.1.1 地形改造应达到设计标准，修复工程完工当年的乔灌木成活率不小于80%，草本植被覆盖度不小于80%，应视为短期验收合格。红树林湿地应按GB/T 44592执行；海草床应按GB/T 45031执行。

8.2.1.2 管护期结束后验收检查时，乔灌木成活率不小于90%，草本植被覆盖度不小于90%；以容重为主的结构指标在周边同类型健康湿地的±20%内；以生物量为主的植被生长指标、以有机质含量为主的土壤理化性质指标和以大型底栖动物丰富度为主的生物多样性指标均达到周边同类型健康湿地的60%以上，应视为验收合格。周边无同类型健康湿地，应以历史记录为准。以鸟类多样性指数及重点保护动物多样性指数为主的栖息地质量指标达到周边同类型栖息地的60%以上，应视为长期验收合格。

8.3.2 验收材料

验收材料应包括以下内容：

- 项目实施前后的影像资料，包括航拍和近景照片；
- 项目作业设计文本、矢量图件等；
- 项目实施前后不同时期调查和监测数据；
- 项目施工过程文件、图片；
- 种苗的林木/草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；
- 如遇自然灾害，应提供自然灾害情况说明及灾害前后对比图片、视频、数据等；
- 施工、监理、验收等相关报告；
- 管护制度及管护日志等。

9 长效维护与管理

9.1 植被管护

9.1.1 植物管护方案与计划应根据工程种植的植物生长习性，按当地气候、沉积物、水质等环境因素合理制定。

9.1.2 植物管护应根据实际情况，定期清除新长出的互花米草。管护期内每年的5-6月和9月应各清除1次；或根据巡查监测情况，及时清除新萌生的互花米草植株，并清理缠绕在幼苗上的垃圾杂物、海藻等。

9.1.3 植物管护应及时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80%的应补植，对倒伏植株应固定、扶正。

9.2 海滩管护

9.2.1 海滩管护方案与计划应按当地水文地质等环境因素合理制定，海滩管护应按HY/T 255的规定执行。

9.2.2 海滩管护应定期巡查泥滩地，监测互花米草复发情况。对于发现的新生互花米草，应立即除治。

附 录 A
(资料性)
前期调查评估指标

前期调查指标见表A.1。

表 A. 1 前期调查指标表

编号	调查内容	调查指标
1	地形水文	高程、水位、潮汐特征、潮沟分布等
2	底质环境	粒径、容重、含水量、氮磷钾含量、有机质、盐分等
3	水环境	盐度及典型污染物等
4	动植物资源	本土植物、养殖品种、大型底栖动物、鱼类、浮游生物及鸟类种类与丰度等生物群落情况
5	互花米草治理情况	互花米草分布区域，互花米草除治技术措施及复发情况
6	管理情况	地类、权属、保护形式、保护地名称、保护地级别、湿地分级、是否在生态保护红线或生态管控区域内，保护地及重要湿地的保护目标

附录 B
(资料性)

不同湿地类型可选修复植物种类

不同湿地类型可选修复植物种类见表B.1。

表 B. 1 不同湿地类型可选修复植物种类表

湿地类型	种名	适宜地区	适宜潮位	适宜盐度(‰)
红树林	白骨壤 (<i>Avicennia marina</i>)	热带、亚热带	低潮滩（先锋树种）	5-40
红树林	桐花树 (<i>Aegiceras corniculatum</i>)	热带、亚热带	中-低潮滩	8-30
红树林	秋茄 (<i>Kandelia obovata</i>)	亚热带（可至温带北缘）	中潮滩	7.5-30
红树林	红海榄 (<i>Rhizophora stylosa</i>)	热带、亚热带	中-低潮滩	5-25
红树林	木榄 (<i>Bruguiera gymnorhiza</i>)	热带、亚热带	高潮滩	0-20
红树林	海莲 (<i>Bruguiera sexangula</i>)	热带	高-中潮滩	5-20
红树林	海桑 (<i>Sonneratia caseolaris</i>)	热带	低潮滩（先锋树种）	0-10
红树林	无瓣海桑 (<i>Sonneratia apetala</i>)	热带、亚热带	低潮滩	0-20
红树林	榄李 (<i>Lumnitzera racemosa</i>)	热带	高潮滩	8-15
红树林	海漆 (<i>Excoecaria agallocha</i>)	热带、亚热带	高潮滩	0-5
红树林	角果木 (<i>Ceriops tagal</i>)	热带	中-高潮滩	10-30
红树林	老鼠簕 (<i>Acanthus ilicifolius</i>)	热带、亚热带	中-高潮滩	5-25
盐沼	盐地碱蓬 (<i>Suaeda salsa</i>)	温带、亚热带	中-高潮滩	15-35
盐沼	芦苇 (<i>Phragmites australis</i>)	全球广布（温带、热带）	高潮滩	0-20
盐沼	獐毛 (<i>Aeluropus sinensis</i>)	温带、亚热带	高潮滩	高耐受性
盐沼	海三棱藨草 (<i>Bolboschoenus maritimus</i>)	温带、亚热带	中-高潮滩	5-20
盐沼	大穗结缕草 (<i>Zoysia macrostachya</i>)	温带、亚热带	高潮滩	5-15
海草床	卵叶喜盐草 (<i>Halophila ovalis</i>)	热带、亚热带	低潮滩至水深 20m	高耐受性
海草床	单脉二药草 (<i>Halodule uninervis</i>)	热带、亚热带	低潮滩至水深 20m	高耐受性
海草床	鳗草 (<i>Zostera marina</i>)	温带	低潮滩至水深 20m	10-30
海草床	日本鳗草 (<i>Zostera japonica</i>)	温带、亚热带	中-低潮滩	10-30
海草床	泰来草 (<i>Thalassia hemprichii</i>)	热带	低潮滩至水深 10m	25-35

参 考 文 献

- [1] GB/T 41339.1 海洋生态修复技术指南 第1部分：总则
- [2] HY/T 147.7 海洋监测技术规程 第7部分：卫星遥感技术方法
- [3] NY/T 1121 土壤检测
- [4] DB32/T 5144 滨海湿地生态修复技术规范
- [5] DB22/T 3175 退化盐碱湿地恢复芦苇栽植技术规范
- [6] DB31/T 1373 海三棱藨草种群生态修复技术规程
- [7] DB11/T 1721 水生生物调查技术规范
- [8] T/CAOE 21.2 海岸带生态减灾修复技术导则 第2部分：红树林
- [9] 海洋生态修复技术指南（试行）（自然资办函〔2021〕1214号）
- [10] 互米草治理区域生态修复技术指南（试行）（自然资办函〔2023〕2401号）
- [11] 互花米草综合防治技术指南（国家林业和草原局办公室，2024年4月22日）