

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

DB 46

海南省地方标准

DB XX/T XXXX—XXXX

海草床生态修复技术规程

Technical code of practice for ecological restoration of seagrass
bed

(送审稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

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 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本原则 2

5 工作流程 3

6 修复选址 3

7 生态诊断 3

8 适宜性评估 4

9 方案设计与实施 5

10 跟踪监测 8

11 效果评估 8

12 项目验收 9

13 养护管理 错误!未定义书签。

附录 A（资料性） 海草床生态修复工作流程..... 11

附录 B（资料性） 海草床生态修复适宜性的评估指标、参考标准及其赋分..... 12

附录 C（资料性） 海草床生态修复移植和种植记录报表格式..... 14

附录 D（资料性） 海草床生态修复效果评估指标赋值参照..... 15

附录 E（资料性） 海草植株大小分类..... 16

附录 F（资料性） 海草盖度计算方法..... 17

附录 G（资料性） 海南省常见海草种子主要特征..... 18

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。

请注意本规程的某些内容可能涉及专利。本规程的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由海南省自然资源和规划厅提出并归口。

本文件起草单位：海南省海洋与渔业科学院、中国科学院海洋研究所、海南大学、广西红树林研究中心、海南热带海洋学院。

本文件主要起草人：吴钟解、周毅、陈石泉、周智、邱广龙、韩秋影、沈捷、张剑、蔡泽富、贾淑雯、王义、章翔、翁文明。

海草床生态修复技术规程

1 范围

本文件规定了海草床生态修复的基本原则、工作流程、修复选址、生态诊断、适宜性评估、方案设计与实施、跟踪监测、效果评估、项目验收和养护管理等技术要求。

本文件适用于海南省辖区海域范围内海草床生态修复。

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 3097 海水水质标准
- 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/T 12763.9 海洋调查规范 第9部分：海洋生态调查指南
- 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 18668 海洋沉积物质量
- GB/T 41339.1 海洋生态修复技术指南 第1部分：总则
- 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
- HY/T 083 海草床生态监测技术规程
- SC/T 9401 水生生物增殖放流技术规程
- T/CAOE 20.6 海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第6部分：海草床

3 术语和定义

GB/T 41339.4界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

海草 seagrass

可完全生活在海水或河口水域咸水中的单子叶被子植物。

[来源：GB/T41339.4，3.1]

注：海南省分布的海草包括两科，分别是丝粉草科(Cymodoceaceae)和水鳖科(Hydrocharitaceae)。

丝粉草科的圆叶丝粉草 (*Cymodocea rotundata*)、齿叶丝粉草 (*Cymodocea serrulata*)、单脉二药草(*Halodule uninervis*)、羽叶二药草(*Halodule pinifolia*)、针叶草(*Syringodium isoetifolium*)等；水鳖科的海菖蒲 (*Enhalus acoroides*)、泰来草 (*Thalassia hemprichii*)、卵叶喜盐草 (*Halophila ovalis*)、小喜盐草 (*Halophila minor*)、贝克喜盐草 (*Halophila beccarii*) 等。

3.2

海草床 seagrass bed

具有一定面积的海草群落。

[来源：GB/T41339.4，3.2]

注：一般认为，海草群落的面积超过100 m²时被称为海草床。

3.3

移植单元 transplanting unit

以草块或仅以植株为移植对象的基本单元。

[来源：GB/T41339.4，3.4]

3.4

草块 grass plug

由海草植株和底质构成的集合体。

[来源：GB/T41339.4，3.5]

3.5

根状茎 rhizome

海草植株的地下水平部分，有无性繁殖茎枝的功能。

[参照：T/CAOE 20.6，3.4]

3.6

茎枝 shoot

海草植株的地上部分，一般包括叶鞘和叶片。

[来源：GB/T41339.4，3.6]

3.7

种苗 seedling

海草种子发芽后形成的幼小植株。

[来源：GB/T41339.4，3.7]

3.8

成活率 survival rate

移植海草成活的百分比。

3.9

海草补充量 seagrass recruitment

单位时间内单位面积上新生长的海草植株数。

3.10

海草床功能生物 seagrass bed keystone species

具有维持海草床生态系统平衡和稳定功能的草间栖息生物。

3.11

海草床生态修复 ecological restoration of seagrass bed

以改善海草床生境、修复海草群落、恢复海草床功能生物和养护管理为主要技术手段，协助退化、受损或破坏的海草床生态系统恢复的过程。

4 基本原则

4.1 尊重生态自然性

以生态保护优先，自然恢复为主，人工修复为辅，因地因时分类分步施策，充分发挥海草床生态系统的自我恢复能力和人工辅助恢复的关键作用。

4.2 遵循生态系统性

遵循海洋生态系统的系统性，实行一体化保护和系统修复，提升生态系统多样性、稳定性、持续性，促进生态与经济、社会协同发展。

4.3 顺应生态适应性

针对海草床生态系统的复杂性和海草床生态修复过程的不确定性，加强修复工程养护管理和效果评估，及时吸收新认知和经验，适时调整和优化生态修复方案。

5 工作流程

海草床生态修复流程遵照附录A执行。

6 修复选址

选址遵守GB/T 41339.1第6.2的规定。

7 生态诊断

7.1 调查指标及方法

依据海草床生态修复目标进行基线调查，具体调查指标及其方法包括但不限于表1中的指标，如盖度可参见附录F的“像素法”计算。

表1 基线调查表

一级指标	二级指标	三级指标	调查方法
海洋环境	海岸类型	珊瑚礁海岸、红树林海岸、海草床海岸	调查收集
	底质类型	沙质、泥沙质、淤泥质等	GB/T 12763.8
	底质环境	总有机碳、硫化物、间隙水营养盐、氧化还原电位	GB 17378.5
	海洋水文	透光率、流速、盐度、深度、温度	流速、盐度、深度：GB/T 12763；透光率：HY/T 083
	海水环境	总悬浮物、酸碱度（pH 值）、营养盐（硝酸盐、亚硝酸盐、氨盐、磷酸盐）、溶解氧	GB 17378.4
生物群落	海草群落	种类、面积、盖度	HY/T 083—2005
	大型底栖动物	种类、密度、生物量	
自然威胁	极端气候及天气	热浪、海平面上升等	
	大型海藻	种类、盖度、生物量	
人为干扰	海洋污染	生活废水、工业废水、农牧废水等	GB/T 12763.9
	海洋工程	填海工程、围海工程、疏浚工程等	
	渔业活动	渔业捕捞、赶海采集及非法渔业等	
	水产养殖	网箱养殖、鱼排养殖、高位池塘养殖等	

7.2 调查断面和站位

- 调查站位布设原则应满足但不仅限于以下条件：
- a) 应符合全面覆盖、突出重点和体现代表性原则；
 - b) 应考虑海草床生态修复区的地形地貌、底质类型、水深条件、盐度梯度、流速大小、海水质量、海草种群特征等要素的空间差异；
 - c) 布设断面数量根据海草床的面积大小而定，10 hm²以下大于1条，大于10 hm²小于50 hm²，布设2条以上，大于50 hm²小于100 hm²，布设3条以上；大于100 hm²，布设4条以上。在每个断面上，沿水深（由浅到深）布设不少于3个站位。

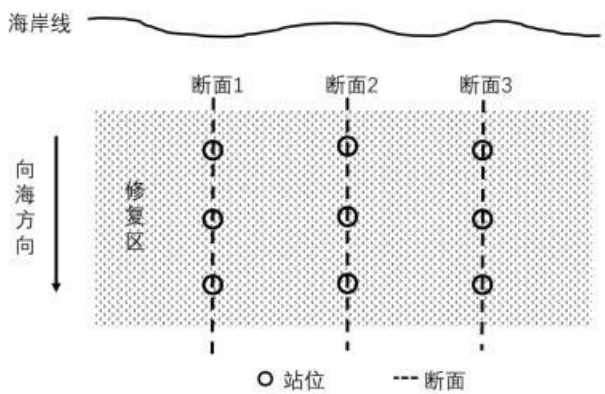


图1 海草床调查断面及站位布设示意图

7.3 海草床生态诊断等级划分

根据合理时间内（≥1年）海草分布面积或海草盖度的变化率，进行生态诊断等级划分，见表2。

表2 海草床生态诊断等级划分

海草床生态划分等级	划分标准
恢复	海草分布面积或盖度累计增加（0%,∞）
稳定	海草分布面积和盖度不变化
轻度退化	海草分布面积或盖度累计下降（0%,30%）
中度退化	海草分布面积或盖度累计下降[30%,60%）
重度退化	海草分布面积或盖度累计下降[60%,100%]

8 适宜性评估

海草床生态修复的适宜性由自然因素和人为因素共同评估。自然因素由海草的海洋环境适应性、海草的分布适应性、海草的自然威胁3个一级指标组成，人为因素为人类干扰1个一级指标，见表1。

评估方法采用三级指标赋分，逐级计算，合计总分，并划分等级，具体方法如下。

8.1 自然因素评估

a) 指标监测值

指标监测值按公式（1）计算：

$$\overline{P_i} = \sum_1^n P_i / n \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中： $\overline{P_i}$ —第*i*个指标的平均监测值，结果保留一位小数；
n—第*i*个指标的监测个数；
 P_i —第*i*个指标监测值。

b) 三级指标赋分

根据公式（1）的计算结果 $\overline{P_i}$ ，根据专家评议或参照附录B的表B. 1、表B. 2的参考标准，给出三级指标赋分 $WIII_i$ ；

c) 二级和一级指标计分

根据三级指标赋分 $WIII_i$ 按公式（2）（3）逐级计算：

$$WII_i = \sum_1^n WIII_i \cdots \cdots \cdots (2)$$

$$WI_i = \sum_1^n WII_i \cdots \cdots \cdots (3)$$

式中： $WIII_i$ —第*i*个三级指标赋分，结果保留一位小数；
 WII_i —第*i*个二级指标的计分，结果保留一位小数；
 WI_i —第*i*个一级指标的计分，结果保留一位小数；
n—指标数。

8.2 人为因素评估

按照附录B的表B. 3或进行专家评议给出二级指标的赋分 WII_i ，并按公式（3）计算 WI_i 。

8.3 综合总分计算

评估适宜性的综合总分计算按公式（4）计算：

$$W = \sum_1^n WI_i \cdots \cdots \cdots (4)$$

式中： W —综合总分，结果保留一位小数；
n—一级指标数。
 WI_i —第*i*个一级指标的赋分，结果保留一位小数。

根据综合总分 W ，对海草生态修复适宜程度进行评估，评估结果见表3。

表3 海草床修复适宜性等级评估

适宜等级	高	较高	一般	不适宜
综合得分	[80,100]	[60,80)	[40,60)	[0,40)
评价结果	适合开展海草床生态修复	较适合开展海草床生态修复	可通过人工辅助，提高适宜性后开展海草床生态修复	不建议开展海草床生态修复

9 方案设计与实施

9.1 修复目标

提升海草床的生态环境质量，恢复海草床的生物多样性，维持海草床生态平衡，促进海草床生态系统的自然恢复力和服务功能提升。

9.2 自然恢复法

自然恢复法较适用于生境退化的海草床生态修复区，尤其是轻度退化的海草床。通过保护和养护等管理手段和技术工程措施优化生境，促进自然海草群落及其海草床生物的繁殖，达到海草床生态自然恢复的目的。具体包括但不限于以下措施：

- a) 通过人工渔排清退、养殖网箱移除和退塘还湿等方法优化生境；
- b) 因地制宜连通水系、调整高程和稳固底质等工程改良生境；
- c) 清除大型底栖藻类，清理海底垃圾和小杂质石块等侵占和影响海草生长因素；
- d) 采用科普宣传、界碑告示、立碑警醒等方式保护海草床生态修复区的生态环境。

9.3 移植修复法

移植修复法适用于任何退化程度的海草床修复区。移植修复法以草块、植株、根状茎为移植单元，通过采集、保存和移植等过程扩繁海草群落，促进海草床生物生长，达到海草床生态自然恢复的目的。

9.3.1 海草种源

海草种源应为人工繁殖或自然海区“疏林”等方式获取，海草种源应包括但不限于以下原则：

- a) 本地种：必须选择本地的海草种类；
- b) 多样性：优势种为主，其他种为辅；
- c) 可行性：人工培育技术成熟或自然海区种源充足；
- d) 适应性：适应生态修复区的水文、水质和底质等海洋环境条件。

9.3.2 海草采集

海草以草块、植株、根状茎为单元采集，海草采集应包括但不限于以下原则：

- a) 保护性：应在海草床面积大、盖度高的海区，采集间隔以短期可恢复间隙为宜。
- b) 完整性：草块为完整的根、根状茎和茎枝及其底质单元（草块表面积： $100\text{ cm}^2 \sim 400\text{ cm}^2$ ）；植株为2株或以上的海草单元；根状茎为2株或以上的完整的茎节、节间和须根。
- c) 简便性：采集单元大小应考虑采集、运输和移植的便利性。

9.3.3 种源保存

种源采集后应尽快完成移植。短期（ $\leq 24\text{ h}$ ）的运输或暂存，宜保持种源处于低温湿润环境或使用常温流动海水浸泡。

9.3.4 移植密度

移植密度应充分考虑海草植株大小（参见附录E）、海草种源供给、修复区海草密度等综合情况，一般不宜超过海区保存完好海草密度的20%。

9.3.5 移植时间

移植时间宜充分考虑移植工作的安全性、时效性和可操作性，结合不同海草物种物候特征的差异性和特殊性。例如海菖蒲、泰来草、卵叶喜盐草移植时间宜为3月～6月；日本鳗草移植时间宜为11月～翌年2月。

9.3.6 移植方法

海草的移植方法主要包括草块法、植株法和根状茎法三种。

- a) 草块法：较适用于小植株海草的移植单元，挖出与草块单元形状与深度相等的坑，将草块放入并平整和压实，可暂时辅以网格框附件加固。

- b) 植株法：较适用于大、中植株海草的移植单元，挖掘移植海草生长的适宜的沉积物深度（大植株：10 cm~15 cm；中植株：5 cm~10 cm；小植株：1 cm~3 cm），将海草植株的根、根状茎置入其中并将沉积物掩埋压实，最表层可用珊瑚碎片稳固，可暂时辅以网格框附件加固。当海草茎枝较高时，宜剪除部分叶片使茎枝高度缩短至 20 cm~30 cm。
- c) 根状茎法：较适用于中、小植株海草的移植单元，把采集的根状茎埋入海床沉积物中，暂时辅以附件压实加固，常见附件有防尘网、U 型或 T 型枚订等。

9.4 种子修复法

9.4.1 方法及其适用范围

种子修复法适用于海草种子产量高、易收集和存储的海草物种。种子修复法以海草种子作为海草床生态修复材料，通过采集、保存和播种种子等过程扩繁海草群落，促进海草床生物生长，达到海草床生态自然恢复的目的。

9.4.2 采集与保存

结合种子的主要特征（参见附录G），采集、保存与播种种子应包括但不限于以下原则：

- a) 采集：种子采集宜充分考虑不同海草物种种子花果期等差异。直接在海区收集游离种子（如海菖蒲）、种子库收集种子（如贝克喜盐草）或生殖株收集种子（如日本鳗草）；也可通过人工采集海草成熟果实在海水中原位暂存或人工池塘暂存，当果实开裂后收集种子（如海菖蒲）；
- b) 保存：种子保存方法宜考虑不同海草及其休眠种子物候环境的差异性，设置种子的环境条件。短期保存（≤24 h），种子宜浸泡于常温流动海水；长期保存（>24 h），种子宜浸泡于低温高盐的海水中冷藏。

9.4.3 播种时间

种子采集后宜尽快完成播种，时间宜选择种子萌发适宜的花果期。海菖蒲和泰来草种子宜在种子收集后24 h内完成播种。

9.4.4 播种方法

种植方法采用但不限于穴播、沟播、撒播。

- a) 穴播：整理好地块后挖掘 1 cm~3 cm 深穴，放入种子并将沉积物掩埋压实，可暂时辅以防尘网或网格框附件覆盖稳定底质，适用于采收数量少而个体大的种子播种。
- b) 沟播：在整理好的地块中开 1 cm~3 cm 深度的条沟，要根据播种行距将备好的种子撒在条沟内覆盖上沉积物，可暂时辅以防尘网或网格框附件覆盖稳定底质，适用于有一定量且个体中等的种子播种。
- c) 撒播：生殖株采集后直接投放在修复海域，待种子成熟后借助海流或人工不断撒落于海底并自然陷入沉积物中，适用于数量多的种子在较软的泥沙或淤泥底质播种。

9.5 海草床生物恢复

9.5.1 苗种要求

苗种应满足以下要求：

- a) 合法性：国家重点保护的水生野生动物苗种的捕捉、繁殖、出售等单位须取得相应的《中华人民共和国水生野生动物特许捕捉证》、《中华人民共和国水生野生动物人工繁育许可证》、《中华人民共和国水生野生动物经营利用许可证》等资质条件；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/955232312210011322>