



中华人民共和国国家标准

GB/T 45031—2024

海草床生态修复监测与效果评估技术指南

Technical guidelines for monitoring and effectiveness evaluation of seagrass bed
ecological restoration



2024-12-31 发布

2025-07-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 工作内容和流程 2

5 资料收集和分析 2

6 海草床生态修复监测 3

7 海草床生态修复效果评估 4

8 报告编制 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。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国海洋标准化技术委员会(SAC/TC 283)归口。

本文件起草单位：中国科学院海洋研究所、自然资源部第三海洋研究所、海南省海洋与渔业科学院、广西红树林研究中心、自然资源部第一海洋研究所、中国科学院南海海洋研究所、中国海洋大学、自然资源部第四海洋研究所、自然资源部北海生态中心、中国水产科学研究院黄海水产研究所、河北省地质矿产勘查开发局第二地质大队(河北省矿山环境修复治理技术中心)、唐山海洋牧场实业有限公司、马山集团有限公司。

本文件主要起草人：周毅、郑新庆、吴钟解、邱广龙、徐少春、蒲新明、江志坚、陈石泉、张沛东、张晓梅、刘松林、于硕、鲍萌萌、高亚平、刘建兵、李文涛、陈光程、陈旭阳、岳世栋、奉杰、林承刚、张云岭、王晓东、李凤辉、蒋增杰、周斌、类彦立、张立斌、温国义、张学雷、陈尚、张涛、董国明、范航清、黄小平、陈彬、杨红生。

海草床生态修复监测与效果评估技术指南

1 范围

本文件给出了海草床生态修复监测与效果评估的工作流程、监测指标与方法、评估指标与方法以及报告编制等指导。

本文件适用于海草床生态修复的监测与效果评估工作。

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 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 17378.7 海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测
GB 18668 海洋沉积物质量
GB/T 41339.4—2023 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

3 术语和定义

GB/T 41339.4—2023 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。

注：海草隶属于泽泻目(Alismatales)。我国分布的海草包括四科，分别是鳗草科(Zosteraceae)、丝粉草科(Cymodoceaceae)、水鳖科(Hydrocharitaceae)和川蔓草科(Ruppiceae)。

[来源：GB/T 41339.4—2023, 3.1]

3.2

海草床生态修复 ecological restoration of seagrass bed

协助退化、受损或破坏的海草床生态系统恢复的过程。

[来源：GB/T 41339.4—2023, 3.3]

3.3

参照生态系统 reference ecosystem

能够作为生态修复目标或基准的特定生态系统。

注：参照生态系统通常表征生态系统的组成、结构、功能和过程等关键属性的未退化状态。
[来源：GB/T 41339.1—2022,3.4]

3.4

生态修复监测 monitoring for ecological restoration

对生态修复实施前、实施中和实施后的修复区、对照区和参照生态系统中的关键要素、生态过程、生态系统结构和功能等方面进行的监测。

3.5

生态修复效果评估 effectiveness evaluation of ecological restoration

根据生态修复实施前、实施中和实施后的监测结果,对生态修复的效果进行分析,评估生态修复项目达到预期目标的情况。

3.6

恢复率 recovery rate

海草床恢复后的状态与预期状态的百分比。

3.7

修复率 achievement rate of ecological restoration

生态修复措施对海草床的修复效果与预期效果的百分比。

3.8

盖度 coverage

植株地上部分垂直投影面积占样方面积的百分比。

4 工作内容和流程

4.1 海草床生态修复监测与效果评估的工作内容包括资料收集和分析、监测与效果评估以及报告编制等。

4.2 海草床生态修复监测与效果评估的工作流程见图 1。

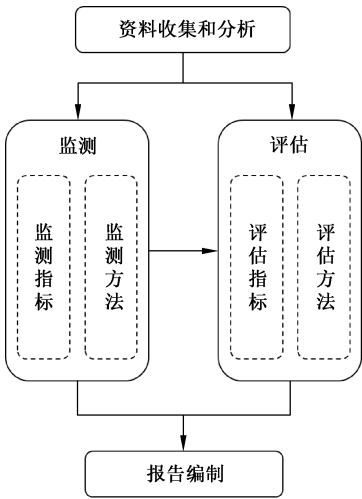


图 1 海草床生态修复监测与效果评估工作流程

5 资料收集和分析

收集和分析海草床生态修复相关的背景资料,明确生态修复措施相关信息,包括生态修复实施的方式、范围、周期、环境影响及其管理措施等信息。

6 海草床生态修复监测

6.1 监测指标

海草床生态修复监测指标体系包括海草植被、其他生物群落、水体环境、底质环境和人类活动影响因素等,具体监测指标见表 1。

表 1 海草床生态修复监测指标及监测方法

监测内容	监测指标	监测方法
海草植被	种类、分布面积、盖度、茎枝密度和高度、生物量、移植植株成活率、种子萌发率和种苗成活率等	种类、分布面积、盖度、茎枝密度和高度、生物量的监测宜根据 HY/T 083 的规定执行;对于冠层高度大于 20 cm 的海草床可采用声呐法监测分布面积;对于退潮后可露出水面或透明度较高的海草床可采用卫星遥感影像或航拍正射影像辅助监测分布面积;移植植株成活率、种子萌发率及种苗成活率的监测宜采用固定样方、随机样方、影像拍摄等方法
其他生物群落	大型底栖动物及其他底栖生物的种类、生物量等;鱼卵仔鱼和游泳动物的种类、密度等;大型藻类以及海草植株上的附着藻类的种类和生物量等	宜根据 GB/T 12763.6 的规定执行
水体环境	水深、水温、盐度、透光率、溶解氧、总悬浮物、酸碱度(pH 值)、营养盐(硝酸盐、亚硝酸盐、氨盐、磷酸盐)、叶绿素 a 等	水深、水温、盐度等水文参数的监测宜根据 GB/T 12763.2 的规定执行;透光率的监测宜根据 HY/T 083 的规定执行;溶解氧、总悬浮物等水质参数的监测宜根据 GB 17378.4 的规定执行;叶绿素 a 的监测宜根据 GB 17378.7 的规定执行
底质环境	粒度、总有机碳、总氮、总磷、间隙水营养盐(硝酸盐、亚硝酸盐、氨盐、磷酸盐)、硫化物、氧化还原电位、含水率等	总有机碳、总氮、总磷、硫化物、氧化还原电位、含水率的监测宜根据 GB 17378.5 的规定执行;间隙水营养盐(硝酸盐、亚硝酸盐、氨盐、磷酸盐)的测试方法宜根据 GB 17378.4 的规定执行;粒度的监测宜根据 GB/T 12763.8 的规定执行
人类活动影响因素	围填海、海水养殖、海洋捕捞、陆源污染、海洋环境灾害(例如赤潮)及其他人类活动等威胁海草生态系统的因素	宜根据 GB/T 12763.9 的规定执行

6.2 监测方法

6.2.1 监测范围

监测区域包括修复区、对照区、参照生态系统,宜包括生态修复实施可能影响的区域。
参照生态系统的确定宜根据 GB/T 41339.4—2023 中 6.4 的规定执行。

6.2.2 监测站位

6.2.2.1 站位布设原则

海草床生态修复监测站位的布设宜遵循以下原则:

- a) 布设在修复区、对照区、现存的参照生态系统和生态修复实施可能影响的区域；
- b) 监测站点的布设覆盖典型区域,充分考虑地形地貌、底质类型、水深、盐度、海流方向、生物群落等要素的空间梯度变化,差异大的区域可视情况增加站位密度；
- c) 监测站位一经确定,保持不变；
- d) 站位数量满足效果评估的需求。

6.2.2.2 站位布设方法

在修复区宜根据其面积大小设置至少 3 条断面,断面方向宜与海岸垂直,每个断面宜均匀设置至少 3 个监测站位;断面及站位布设示意图见图 2。每个监测站位宜设置至少 3 个固定样方和 3 个随机样方,用于海草植被跟踪监测。

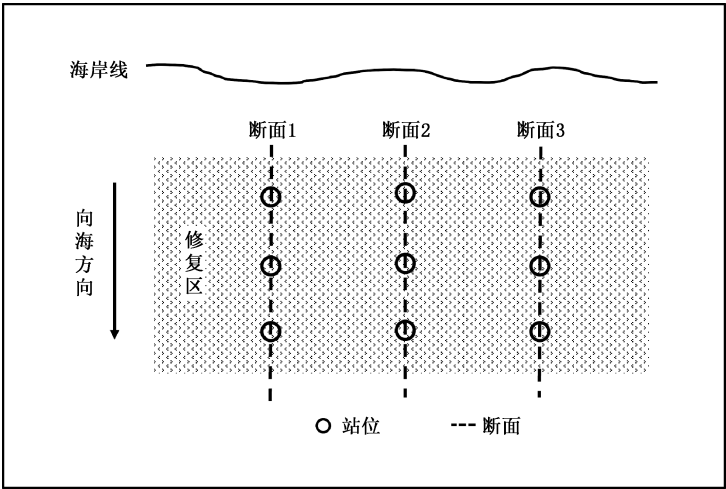


图 2 海草床生态修复区监测断面及站位布设示意图

在对照区、现存的参照生态系统、生态修复实施可能影响的区域,宜分别布设至少 3 个监测站位;每个站位的海草植被监测,宜设置至少 3 个随机样方。

6.2.3 监测频次和时间

6.2.3.1 生态修复实施前(生态基线调查)、实施中和实施后,宜对修复区、对照区、现存海草床参照生态系统和生态修复实施可能影响区域各实施至少 1 次生态修复监测,监测时间宜选择海草生长旺盛期。

6.2.3.2 海草移植和种植后,宜对海草植被实施跟踪监测,监测频次和时间宜参照以下内容。

- a) 在海草床生态修复第 1 年内,对移植植株成活及生长情况、种子萌发和种苗生长及成活情况开展密集监测。植株移植后,3 个月内每月监测一次,3 个月后至 1 年内,根据季度实施监测;种子种植后,在种子萌发后开始实施监测,监测频次为 15 d~30 d 一次,种苗定植后根据季度实施监测。
- b) 在海草床生态修复第 2 年~第 5 年,海草植被每年实施至少一次监测,监测时间选择海草生长旺盛期。
- c) 在海草床生态修复 5 年后,可根据实际情况调整海草植被监测频次。

7 海草床生态修复效果评估

7.1 评估原则

海草床生态修复效果评估宜遵循以下原则：

- a) 生态修复效果评估包括海草植被和海草床生态系统两个层面的修复情况；
- b) 生态修复效果评估在生态修复 5 年后实施；
- c) 生态修复 5 年内可实施短期效果评估，以海草植被的修复情况评估为主。

7.2 评估指标

7.2.1 评估指标的选取

海草床生态修复效果评估指标宜根据评估需求选取，包括但不限于：

- a) 海草植被：分布面积、盖度、茎枝密度、移植植株成活率、种植种子的萌发率和种苗成活率；
- b) 大型底栖动物：种类、生物量；
- c) 鱼卵仔鱼：种类、密度；
- d) 水体环境：溶解氧、悬浮物、无机氮（硝酸盐、亚硝酸盐、氨盐）、活性磷酸盐；
- e) 底质环境：有机碳、硫化物。

7.2.2 指标目标值的选取

7.2.2.1 生态修复效果评估宜从参照生态系统获取目标值，目标值的选取宜遵循以下原则：

- a) 当参照生态系统设置为修复区周边或相近纬度现有的较好海草床生态系统时，以参照生态系统生态基线监测值为评估指标的目标值；
- b) 当参照生态系统设置为修复区及其周边历史上较好的海草床生态系统时，以参照生态系统历史数据为基础经专家评议后作为目标值；
- c) 对于无法从历史参照生态系统获得目标值的评估指标，生物指标以国内外参考文献数据为基础经专家评议后作为目标值。

7.2.2.2 生态修复 5 年内实施效果评估时，海草植被的目标值宜低于 7.2.2.1 规定的目标值，目标值的设置宜因种制宜、因地制宜。

7.3 评估方法

7.3.1 评估内容

海草床生态修复效果评估宜包括以下内容。



- a) 成活率评估：评估海草修复初期海草的成活情况。海草植株移植或种子萌发后 3 个月～6 个月评估移植植株的成活率或种子种植后的萌发率和种苗成活率，经评估后得到植株移植或种植措施实施效果。
- b) 恢复率评估：评估修复区的现状是否达到目标值的水平，以恢复率来表征。基于评估指标的监测数据和目标值，依次计算各个指标的恢复率，经评估后得到修复区的修复效果。
- c) 修复率评估：评估生态修复措施的实施效果，以修复率来表征。基于海草植被评估指标的监测数据和目标值，依次计算各个指标的修复率，经评估后得到修复措施实施效果。

7.3.2 成活率评估

7.3.2.1 移植植株成活率不小于 80% 时，说明移植措施效果较好，宜保留并继续实施现有的移植修复措施；移植植株成活率小于 80% 时，宜分析具体原因并对移植修复措施或管理措施进行调整。经评估修改后实施。

7.3.2.2 种子萌发率和种苗成活率的评估标准因种而异。

7.3.3 恢复率评估

7.3.3.1 评估指标恢复率计算

评估指标恢复率宜根据公式(1)计算：

$$R = \frac{V}{V_r} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- R ——评估指标的恢复率；
- V ——评估指标的指标值；
- V_r ——评估指标的目标值。

7.3.3.2 海草植被恢复率评估

7.3.3.2.1 海草植被指标恢复率计算



海草分布面积、盖度和茎枝密度的恢复率宜根据公式(1)计算，其中盖度和茎枝密度的指标值为所有站位监测值的平均值。

7.3.3.2.2 海草植被恢复率的评估与分级

评估指标恢复率的效果评估等级的满分赋值宜见表 2。

表 2 海草植被恢复率评估指标及满分赋值

指标	满分赋值
分布面积	100
盖度	100
茎枝密度	100

海草植被恢复率评估指数宜根据公式(2)计算：

$$E_s = \frac{\sum_{i=1}^3 R_i \times M_i}{\sum_{i=1}^3 M_i} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- E_s ——海草植被恢复率评估指数；
- R_i ——第 i 个指标的恢复率；
- M_i ——第 i 个指标恢复率的满分赋值。

海草植被修复效果分级标准宜见表 3。

表 3 海草床生态修复效果评估分级标准

评估等级	I	II	III	IV	V
评估指数	≥85%	≥70%~85%	≥50%~70%	≥25%~50%	<25%
分级描述	优	良	合格	差	极差

7.3.3.3 海草床综合恢复率评估

7.3.3.3.1 海草床综合恢复率评估指标

海草床综合恢复率评估指标宜包括海草植被、大型底栖动物、鱼卵仔鱼、水体环境、底质环境的恢复率评估；评估指标目标值的选取宜根据 7.2.2 的规定执行，宜根据公式(1)计算评估指标的恢复率，宜根据表 4 对评估指标进行赋值；宜根据 7.3.3.3.5 海草床综合恢复率评估分级的规定进行评估。

表 4 海草床生态修复效果等级评估指标及满分赋值

评估内容	指标	满分赋值
海草植被	分布面积	200
	盖度	200
	茎枝密度	200
大型底栖动物	种类	75
	生物量	75
鱼卵仔鱼	种类	75
	密度	75
水体环境	溶解氧	25
	悬浮物	25
	无机氮	25
	活性磷酸盐	25
底质环境	有机碳	50
	硫化物	50

7.3.3.3.2 海草植被指标恢复率计算

见 7.3.3.2.1。

7.3.3.3.3 大型底栖动物和鱼卵仔鱼指标恢复率评估方法

大型底栖动物和鱼卵仔鱼评估指标恢复率的评估方法如下：

- a) 当有目标值时，宜根据公式(1)计算；
- b) 当无目标值时，基于生态修复实施前后种类和密度的对比分析，实施修复效果评估。

7.3.3.3.4 水体环境和底质环境指标恢复率评估方法

水体环境和底质环境各评估指标恢复率的评估方法如下：

- a) 当有目标值时，宜根据公式(1)计算；
- b) 当无目标值时，评估指标的修复情况宜根据表 5 的指标分级进行赋值评估，也可根据 GB 3097 和 GB 18668 的规定进行定性评估。

表 5 水体环境和底质环境的修复效果评估指标分级及赋值

评估内容	指标	等级 ^a	范围	赋分
水体环境	溶解氧 mg/L	I	>6	25
		II	5~≤6	15
		III	≤5	5
	悬浮物 mg/L	I	≤10	25
		II	10~≤50	15
		III	>50	5
	无机氮 mg/L	I	≤0.2	25
		II	0.2~≤0.3	15
		III	>0.3	5
	活性磷酸盐 ^b mg/L	I	≤0.015	25
		II	0.015~≤0.030	15
		III	>0.030	5
底质环境	有机碳 %	I	≤2.0	50
		II	2.0~≤3.0	30
		III	>3.0	10
	硫化物 μg/g	I	≤300	50
		II	300~≤500	30
		III	>500	10
^a 等级划分宜依据 GB 3097 和 GB 18668 的规定。				
^b 以磷元素 P 计量。				

7.3.3.3.5 海草床综合恢复率的评估与分级

评估指标恢复率或修复情况的效果评估等级的满分赋值 M_i 宜根据表 4 执行。
海草床生态修复效果评估指数宜根据公式(3)计算：

$$E_T = \frac{\sum_{i=1}^{13} R_i \times M_i}{\sum_{i=1}^{13} M_i} \dots\dots\dots (3)$$

式中：
 E_T ——海草床综合恢复率评估指数；
 R_i ——海草植被、大型底栖动物、鱼卵仔鱼、水体环境和底质环境的第 i 个指标恢复率；
 M_i ——海草植被、大型底栖动物、鱼卵仔鱼、水体环境和底质环境的第 i 个指标恢复率满分赋值。
海草床生态修复效果分级标准宜根据表 4 的规定执行。

7.3.4 修复率评估

7.3.4.1 评估指标修复率计算

评估指标修复率宜根据公式(4)计算：

$$X = \frac{V - V_o \times \frac{V_c}{V_{\infty}}}{V_r - V_o} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

X ——评估指标从生态基线调查时到评估时的修复率；

V ——评估指标在评估时修复区的指标值；

V_o ——评估指标在生态基线调查时修复区的指标值；

V_c ——评估指标在评估时对照区的指标值；

V_{∞} ——评估指标在生态基线调查时对照区的指标值；

V_r ——评估指标的目标值,选取宜根据 7.2.2 的规定执行。

7.3.4.2 海草植被指标修复率计算

海草分布面积、盖度和茎枝密度修复率宜根据公式(4)计算。

7.3.4.3 海草植被修复率的评估与分级

评估指标修复率的满分赋值宜根据表 2 执行,海草植被修复率评估指数宜根据公式(5)计算,海草植被修复率评估分级标准见表 3。

$$E_x = \frac{\sum_{i=1}^3 X_i \times F_i}{\sum_{i=1}^3 F_i} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

E_x ——海草植被修复率评估指数；

X_i ——第 i 个指标的修复率；

F_i ——第 i 个指标修复率的满分赋值(见表 2)。

8 报告编制

海草床生态修复监测和效果评估报告内容宜包括但不限于：

- a) 生态修复相关的背景资料；
- b) 监测方法和结果；
- c) 效果评估方法、结果与结论；
- d) 适应性管理建议。

参 考 文 献

- [1] GB/T 41339.1—2022 海洋生态修复技术指南 第1部分:总则
-

