

DB 3711

日 照 市 地 方 标 准

DB 3711/T 131—2023

投礁型海洋牧场生态地质环境适宜性评价 技术规范

Technical specification for eco-geological environment suitability
evaluation of artificial reef-type marine ranching

2023 - 07 - 28 发布

2023 - 08 - 28 实施

日照市市场监督管理局 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 评价要求 2

5 评价内容 2

 5.1 位置 2

 5.2 水文 2

 5.3 水质 2

 5.4 沉积物 2

 5.5 底质特征 2

 5.6 地形地貌 3

 5.7 生物要素 3

 5.8 海洋灾害和生态灾害 3

6 综合评价 3

 6.1 概述 3

 6.2 指标体系及等级划分 3

 6.3 评价方法 3

7 报告编写 5

附录 A（资料性） 评价指标体系及等级划分 6

附录 B（资料性） 成果报告编写提纲及附图附表要求 8

参考文献 11

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。

本文件由日照市自然资源和规划局提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：日照市自然资源和规划局、山东省煤田地质局第一勘探队、中国科学院海洋研究所、日照海洋地质院士工作站、山东省地质调查院。

本文件主要起草人：单松炜、类维东、郝义、丁仕亮、庄华、冯英明、朱恒华、王珍岩、高涛、种衍飞、王程松、寻知锋、卫石印、张启慧、杨帆、张昊、赵君毅、顾守军、王晓军、王光栋、杨春丽。

投礁型海洋牧场生态地质环境适宜性评价技术规范

1 范围

本文件规定了投礁型海洋牧场生态地质环境适宜性评价的术语和定义、评价要求、评价内容、综合评价、报告编写等内容。

本文件适用于日照市管辖海域内投礁型海洋牧场的选址与评价。

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 12763.8 海洋调查规范 第8部分：海洋地质地球物理调查
- GB/T 12763.11 海洋调查规范 第11部分：海洋工程地质调查
- GB 18668 海洋沉积物质量
- GB/T 40946 海洋牧场建设技术指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

海洋牧场 **marine ranching**

基于海洋生态系统原理，在特定海域，通过人工鱼礁、增殖放流等措施，构建或修复海洋生物繁殖、生长、索饵或避敌所需的场所，增殖养护渔业资源，改善海域生态环境，实现渔业资源可持续利用的渔业模式。

[来源：GB/T 40946-2021，3.1]

3.2

投礁型海洋牧场 **artificial reef-type marine ranching**

以投放人工鱼礁为主要特色，通过在海区投放人工构筑物，来改良海洋水动力环境，为生物提供庇护场所，形成有利于海洋生物自有栖息繁衍的环境，进而改善和保护海洋生态，增殖渔业资源的海洋牧场。

3.3

人工鱼礁 **artificial reef**

用于修复和优化海域生态环境，建设海洋生物生息场的人工设施。

[来源：GB/T 40946-2021，3.3]

3.4

生态地质环境 **ecological and geological environment**

生物的栖息场所和活动空间，主要包括地形地貌、沉积物、周边生物、水文、水质、气象等关键要素的分布、属性、状态、功能。

3.5

适宜性评价 suitability evaluation

通过一定的程序或方法，根据社会经济发展需求，综合考虑自然环境条件、生物资源状况、管理背景、已有基础及技术水平等，评价某项目或工程是否适宜及其适宜程度的过程。

4 评价要求

通过投礁型海洋牧场生态地质环境调查结果的数据对比分析，根据相关规划、规范要求，对投礁型海洋牧场建设前在位置、水文、水质、沉积物质量、底质特征、地形地貌、生物和气象因素等方面产生的影响进行评价，综合分析投礁型海洋牧场建设海域的适宜性条件。

5 评价内容

5.1 位置

海洋牧场建设海域应符合国家和地方的海洋牧场建设规划、养殖水域滩涂规划、海洋生态环境保护规划、渔业发展规划、海洋牧场管理条例及涉海相关法律法规等，避免对原有生态系统的破坏，不得影响海洋环境质量或者损害相邻海域的功能，选在无污染源、水质良好、适合对象生物栖息、繁育和生长，受台风、风暴潮、赤潮等灾害影响较小的海域。

5.2 水文

主要包括水深、潮汐、海流、透明度、水温等，具体评价要求如下：

- a) 投礁型海洋牧场所选海区一般水深在 5-30 m 左右；
- b) 波浪对投礁型海洋牧场的影响主要表现在对鱼礁稳定性、海水悬浮物、养殖种苗的影响，强波浪动力效应主要发生在水深小于 20 m 左右水域，在 20 m-30 m 水深的海域中投放礁石，受到的波浪影响较小；
- c) 海域底层最大流速保证不能推动鱼礁或者鱼礁部件移动或倾倒，一般日照适宜投放人工鱼礁的海区流速以大于 0.4m/s，小于 1.0m/s 为佳；
- d) 投礁型海洋牧场建设海域每年日最高透明度 500mm 以上天数 $\geq$ 100d，年大风（ $\geq$ 6 级）天数 $\leq$ 160 d；
- e) 人为造成的海水升温夏季不超过当时当地 1℃，其他季节不超过 2℃。

5.3 水质

投礁型海洋牧场海域的海水水质符合GB 3097 规定中的第二类以上海水水质标准。

5.4 沉积物

投礁型海洋牧场海域的沉积物符合GB 18668 规定中的第一类海洋沉积物质量标准。

5.5 底质特征

5.5.1 底质类型

投礁型海洋牧场选择较硬、泥沙淤积少的底质，不应在淤泥较深的软泥底和流速大的细沙底水域设置，以保证人工鱼礁的抗淤性，海底淤泥厚度一般小于0.6m。

5.5.2 基底承载力

投礁型海洋牧场的海底表面承载力宜 $>4\text{t/m}^2$ ，以保证人工鱼礁的稳定性。

5.6 地形地貌

海洋牧场建设海域海底地形坡度应平缓或平坦，坡度宜小于 5° ，对于最高流速小于 0.5 m/s 的海域，海底坡度可适当增加，但不超过 10° 。海洋牧场鱼礁投放区域与天然鱼礁间距大于 1000 m 。

5.7 生物要素

主要包括浮游动物、浮游植物、底栖生物等。分析各类生物的生物量、群落特征（多样性指数、均匀度指数）等对海洋牧场建设的影响。

5.8 海洋灾害和生态灾害

5.8.1 海洋灾害

海洋灾害主要包括风暴潮、海浪、海冰、海雾、飓风、地震海啸等。海洋牧场用海区域应选择海洋灾害发生频率较低的海域，发生海洋灾害的频率低于15次/年为宜，频率高于20次/年的海域为自然灾害严重海域，不适宜海洋牧场用海。

5.8.2 生态灾害

生态灾害主要包括赤潮、绿潮等对海洋牧场的潜在影响。海洋牧场用海区域应选择生态灾害发生频率较低的海域，年生态灾害发生次数宜小于2次。

6 综合评价

6.1 概述

本规范采用层次分析法（AHP）对投礁型海洋牧场生态地质环境的适宜性进行评价分析，建立投礁型海洋牧场生态地质环境影响评价体系，确保投礁型海洋牧场建设的科学性和有效性。

6.2 指标体系及等级划分

具体评价指标体系及等级划分，参照附录 A 执行。

6.3 评价方法

根据投礁型海洋牧场生态地质环境适宜性影响因素，结合可获得的数据信息综合建立指标体系和适宜性评价模型，确定各层次影响因素的指标与权重，进而综合评价投礁型海洋牧场建设的适宜性。

6.3.1 评价指标层次建立

结合评价体系所涉及的各方面因素，设计出综合各维度信息的评价指标，然后分层次进行设计，构建多层次的结构模型，根据投礁型海洋牧场生态地质环境适宜性指标体系，将评价指标分解为目标层、准则层、指标层3个递进层次结构。

6.3.2 建立判断矩阵

根据建立的评价指标体系的层次结构模型，结合日照不同海洋牧场的实际情况，分别对一级、二级指标根据两者相对重要性进行两两比较，用1-9标度法给予合适的标值，引用数字1-9及其倒数作为标度确定 P_{ij} 的值，1-9标度的含义具体见表1，其基本形式如式1所示。

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & \cdots & p_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{n1} & \cdots & p_{nn} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (1)$$

表1 标度的确定

标度	含义
1	表示两个因素相比，具有相同重要性
3	表示两个因素相比，前者比后者稍重要
5	表示两个因素相比，前者比后者明显重要
7	表示两个因素相比，前者比后者强烈重要
9	表示两个因素相比，前者比后者极端重要
2, 4, 6, 8	表示上述相邻判断的中间值
倒数	若因素i与因素j的重要性之比为 P_{ij} ，那么因素j与因素i的重要性之比为 $P_{ji} = \frac{1}{P_{ij}}$

6.3.3 权重的确定

采用方根求解法求得判断矩阵的特征向量，即为投礁型海洋牧场生态地质环境适宜性评价体系中各指标因素的权重排序。其计算公式为：

$$M_i = \prod_{j=1}^n p_{ij} (i, j = 1, 2, \dots, n) \dots\dots\dots (2)$$

$$\bar{w}_i = \sqrt[n]{M_i} \dots\dots\dots (3)$$

$$w_i = \frac{\bar{w}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{w}_i} \dots\dots\dots (4)$$

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T \dots\dots\dots (5)$$

$$PW = P * W \dots\dots\dots (6)$$

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(PW)_i}{w_i} \dots\dots\dots (7)$$

式中， M_i 是判断矩阵 P 第 i 行元素的乘积， $\bar{w}_i$ 是 M_i 的判断矩阵 P 第 i 行元素乘积的 n 次方根， w_i 是第 i 个因子的权重， W 是特征向量， λ_{max} 是最大特征值。

6.3.4 一致性检验

为保证判断矩阵满足大体上的一致性，需要对其进行检验，公式如下：

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \dots\dots\dots (8)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots (9)$$

公式（8）中 CI 表示一致性指标，表示矩阵的最大特征值；公式（9）中 CR 表示判断矩阵的一致性

指标，*RI* 表示判断矩阵的平均随机一致性指标，表 2 表示不同阶数判断矩阵的一致性指标。

表2 判断矩阵的一致性指标

矩阵阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>RI</i> 值	0	0	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46	1.49	1.52	1.54	1.56	1.58	1.59

一致性指标*CI*的大小反映判断矩阵的一致性结果，*CI*越小表示判断矩阵一致性效果越好，当最大判断矩阵的最大特征值为*n*时，此时效果最好，表示具有完全一致性。为检验最终结果是否符合要求，检验*CI*与*RI*的比值*CR*，判断矩阵的阶数大于2时，若*CR*<0.10，可以认为所得一致性结果符合要求，若*CR*不在此范围，则需继续对矩阵做适当调整，直到其一致性结果符合要求。

6.3.5 综合评价模型

在海洋牧场评价指标体系的基础上，从水深、底质类型、水质、流速等物理、化学环境方面进行适宜性评价，对评价体系中的各指标采用线性加权求和，构建综合评价模型，计算投礁型海洋牧场建设适宜性评价综合值，具体模型如下：

$$S = \sum_{i=1}^n W_i D_i \dots\dots\dots (10)$$

其中*S*为投礁型海洋牧场建设适宜性综合值，*W_i*为第*i*个指标的权重，*D_i*为第*i*个指标的评估值，*n*为评价指标的数量。*S*综合值越大，说明该区域投礁型海洋牧场建设的适宜性越高，反之亦然。根据综合值的数值大小，进行适宜性区间划分。

6.3.6 评价结果

根据评价方法对投礁型海洋牧场生态地质环境适宜性进行综合评价，得分区间分别为：3.05-4.00，2.35-3.04，1.55-2.34，0-1.54，将评价海域依次分为适宜区、较适宜区、一般适宜区和不适宜区四个等级，具体要求见表3。

表3 投礁型海洋牧场生态地质环境适宜性评价分级

等级	适宜区	较适宜区	一般适宜区	不适宜区
得分	4.00-3.05	3.04-2.35	2.34-1.55	≤1.54

7 报告编写

报告主要包含以下内容：海洋牧场建设状况；海洋牧场调查情况；样品分析和数据处理方法；选取的主要指标、评价方法及评价结果；海洋牧场选址建议等。报告编写提纲及附图附表要求参照附录B的规定。

附 录 A
(资料性)

评价指标体系及等级划分

要素	指标	分级	赋值
位置及其他（该指标为一票否决）	农渔业区	适宜	
	港口航运区、休闲娱乐区、工业与城镇用海区、海洋保护区、军事禁区等。同时包括其他各指标出现极端现象或不适宜情况。	不适宜	
水文	水深（m）	17<水深≤30	4
		10<水深≤17	2
		0<水深≤10	1
	水温	海水升温夏季不超过当时当地1℃，其他季节不超过2℃	4
		海水升温夏季超过当时当地1℃，其他季节超过2℃	2
	透明度	每年日最高透明度500 mm以上天数≥100 d，年大风（≥6级）天数≤160 d	4
		每年日最高透明度500 mm以上天数<100d，年大风（≥6级）天数<160 d	2
	流速（m·s ⁻¹ ）	0.4<流速≤1.0	4
		0.1<流速≤0.4	2
		≤0.1，>1.0	1
水质	水质质量	一类水质标准	4
		1项指标为二类水质标准	2
		2项及以上指标为二类水质标准	1
沉积物	沉积物质量	一类质量标准	4
		1项指标为二类质量标准	2
		2项及以上指标为二类质量标准	1
底质特征	底质类型	砂、粉砂质砂、砂质粉砂、含结核砾砂	4
		粘土质粉砂	2
		粘土	1
	淤泥层厚度（m）	淤泥层厚度≤0.3	4
		0.3<淤泥层厚度≤0.6	2
		淤泥层厚度>0.6	1
	基底承载力（t/m ² ）	承载力>4	4
		承载力≤4	2

要素	指标		分级	赋值	
地形地貌	坡度		坡度<5°	4	
			5°≤坡度<10°	2	
			10°≤坡度	1	
生物要素	浮游动物	生物量 (mg/m³)	≥100	4	
			>75, <100	3	
			>30, ≤75	2	
			≤30	1	
		多样性指数	≥2.8	4	
			>2, <2.8	2	
			≤2	1	
		均匀度指数	≥0.80	4	
			>0.6, <0.8	2	
			≤0.60	1	
		浮游植物	生物量 (cells/m³)	≥100×10 ⁴	4
				>50×10 ⁴ , <100×10 ⁴	3
	>10×10 ⁴ , ≤50×10 ⁴			2	
	≤10×10 ⁴			1	
	多样性指数		≥2.8	4	
			>2, <2.8	2	
			≤2	1	
	均匀度指数		≥0.80	4	
			>0.6, <0.8	2	
			≤0.60	1	
	底栖生物		生物量 (g/m²)	≥50	4
				>30, <50	3
		>10, ≤30		2	
		≤10		1	
		多样性指数	≥3.0	4	
			>2.0, <3.0	2	
			≤2.0	1	
		均匀度指数	≥0.8	4	
			>0.6, <0.8	2	
			≤0.60	1	
海洋灾害和生态灾害		海洋灾害发生频率		<15 次/年	4
				15-20 次/年	2
	>20 次/年			1	
	生态灾害发生频率		<2次/年	4	
			2-3次/年	2	
			>3次/年	1	

附 录 B
(资料性)

成果报告编写提纲及附图附表要求

B.1 成果报告编写提纲

第一章 前言

- 第一节 项目由来
- 第二节 目标任务
- 第三节 位置范围与交通
- 第四节 国内外研究现状
- 第五节 自然地理和社会经济概况
- 第六节 本次调查研究方法
- 第七章 主要成果与创新点

第二章 区域概况

- 第一节 区域地质
- 第二节 水文地质
- 第三节 工程地质
- 第四节 环境地质
- 第五节 气候特征
- 第六节 海洋水文
- 第七节 海洋牧场建设现状

第三章 海水水质特征

- 第一节 水质现状
- 第二节 水质评价指标
- 第三节 海水水质综合评价

第四章 海底沉积物特征

- 第一节 海底沉积物粒度特征
- 第二节 海底沉积物地球化学特征
- 第三节 海底沉积物环境质量特征

第五章 海底地形地貌及沉积动力特征

- 第一节 地形特征
- 第二节 地貌特征
- 第三节 潮流特征
- 第四节 泥沙输运特征

第六章 海底地层结构特征

第一节 地层结构特征

第二节 工程地质分层

第三节 基底承载力特征

第七章 生物要素

第一节 主要类型

第二节 基本情况

第三节 综合评价

第八章 灾害环境因素

第一节 气象灾害

第二节 生物灾害

第三节 环境综合分析

第九章 海洋牧场适宜性评价

第一节 指标体系及等级划分

第二节 评价方法

第三节 适宜性评价分析

第四节 综合评价

第五节 海洋牧场发展建议

第十章 结论与建议

第一节 结论

第二节 建议

B.2 成果报告主要附图

海洋牧场适宜性评价实际材料图

海洋牧场分布图

海水等深线分布图

海岸带地形地质图

海底沉积物类型图

海水水质综合评价图

地质环境质量综合评价图

海洋牧场建设适宜性分区图

海陆联合剖面图

钻孔柱状图

B.3 成果报告主要附表

成果报告主要附表包括表层样采集记录表、样品点位登记表、生物要素统计表、多波束测量班报表、浅地层剖面测量班报表、钻探施工记录表等。

参 考 文 献

- [1] GB 11607-89 渔业水质标准
 - [2] GB/T 17108 海洋功能区划技术导则
 - [3] GB/T 12763.6 海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查
 - [4] HY/T 069-2005 赤潮监测技术规程
 - [5] DB37/T 2982.2 海洋牧场建设规范 第2部分：调查与选址
 - [6] DB37/T 2982.3 海洋牧场建设规范 第3部分：布局与布放
 - [7] DB37/T 2982.4 海洋牧场建设规范 第4部分：监测与评价
 - [8] SC/T 9416 人工鱼礁建设技术规范
 - [9] SC/T 9417-2015 人工鱼礁资源养护效果评价技术规范
 - [10] T/SCSF0013-2021 海洋牧场本底调查技术规范
 - [11] 卞盼盼. 海洋牧场用海适宜性评价空间分析模型研究. 中国矿业大学, 2018.
 - [12] 许妍, 鲍晨光, 梁斌, 兰冬东, 朱容娟, 于春艳, 马明辉. 天津市近海海域人工鱼礁选址适宜性评价. 海洋环境科学, 2016, 35(6):846-867.
 - [13] 赵海涛, 张亦飞, 郝春玲, 李全兴. 人工鱼礁的投放区选址和礁体设计. 海洋学研究, 2006, 24(4):69-76.
-