

福建省水产学会

各有关单位：

福建省水产学会团体标准《大黄鱼内湾型产卵场适宜性评价技术指南》已通过技术审查，现依照《福建省水产学会团体标准管理办法（试行）》予以公示，公示时间至4月30日。意见建议请反馈至邮箱：cz418964675@163.com。

联系人：林宪坤 13959116970

附：团体标准《大黄鱼内湾型产卵场适宜性评价技术指南》



ICS 67.120.30

CCS B50

团 体 标 准

T/FSF 001-2023

大黄鱼内湾型产卵场适宜性评价 技术指南

Technical guide for suitability evaluation of inner bay spawning
ground of large yellow croaker

××××-××-××发布

××××-××-××实施

福建省水产学会 发布

T/FSF 001-2023

目 次

前 言	III
1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本原理	2
5 基础资料	2
6 评价指标体系构建	2
7 评价指标标准化值确定	2
7.1 驱动力指标	2
7.2 压力指标	3
7.3 状态指标	3
7.4 影响指标	3
7.5 响应指标	4
8 指标权重系数确定	4
8.1 专家打分	4
8.2 层次分析法计算指标权重	4
8.3 软件计算指标权重	5
9 综合指数计算	5
10 适宜性评价与分级	6
附录 A	7
A.1 指标体系及打分说明	7
A.2 准则层打分	8
A.3 因素层打分	8
A.4 指标层打分	9

T/FSF 001-2023

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这些专利的责任。

本文件由福建省水产学会提出并归口。

本文件起草单位：福建省渔业资源监测中心、福建省水产研究所。

本文件主要起草人：王萱、黄春秀、丁光茂、吴艳鸿、邵晨、张澄茂、王双辉、刘义峰、潘非斐、李聪。

T/FSF 001-2023

大黄鱼内湾型产卵场适宜性评价技术指南

1 适用范围

本文件规定了大黄鱼 (*Larimichthys crocea*) 内湾型产卵场适宜性评价的术语和定义、基本原理、基础资料、评价指标体系构建、评价指标标准化值确定、指标权重系数确定、综合指数计算、适宜性评价与分级等。

本文件适用于福建省大黄鱼内湾型产卵场(三沙湾)适宜性评价。评价范围自湾口两个对应海角(119° 49' 25" E, 26° 31' 40" N与119° 48' 00" E, 26° 30' 40" N) 连线以内水域。

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 3097-1997 海水水质标准

GB 17378.4-2007 海洋监测规范 第4部分:海水分析

GB/T 12763.2-2007 海洋调查规范 第2部分:海洋水文观测

GB/T 12763.4-2007 海洋调查规范 第4部分:海水化学要素调查

GB/T 12763.9-2007 海洋调查规范 第9部分:海洋生态调查指南

GB/T 15919-2010 海洋学术语 海洋生物学

3 术语和定义

GB/T 15919-2010界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

产卵场 spawning ground
海洋生物集群产卵的场所。

3.2

层次分析法 analytic hierarchy process

将与决策有关的元素分解成目标、准则、因素、指标等层次,在此基础之上进行定性和定量分析的决策方法。

3.3

DPSIR模型 drivingforce-pressure-state-impact-response model

以“驱动力-压力-状态-影响-响应”逻辑框架为基础,用于评价大黄鱼内湾型产卵场适宜性的模型。其中:驱动力(D)指人类社会或经济活动导致产卵场产生变化的一种作用,压力(P)指人类社会或经济活动对产卵场所造成的压力,状态(S)指产卵场生态系统的状态,影响(I)指环境要素的变化对产卵场造成的影响,响应(R)指社会对环境系统变化的响应。

3.4

正相关指标 positive correlation index

指标值越大，产卵场适宜性越好的指标。

3.5

负相关指标 negative correlation index

指标值越大，产卵场适宜性越差的指标。

4 基本原理

基于DPSIR模型，构建针对大黄鱼内湾型产卵场适宜性评价的指标体系。应用层次分析法，结合欧式距离修正对产卵场周边的社会经济发展、污染物排放情况等以及产卵场的环境质量、生态系统结构、脆弱度、恢复力等方面指标进行分析和标准化处理，定量评价大黄鱼内湾型产卵场的适宜性。

5 基础资料

基础资料包括社会经济、海洋环境和生态资源等资料。产卵场所在内湾及周边社会经济资料参考当地政府职能部门统计和发布的数据资料并结合实际调查，优先以县区级为统计单元，若无法满足，则以地市级为统计单元。产卵场所在内湾海洋环境和生态资源数据采用有资质的单位提供的海洋监测或调查资料。现有资料原则上应采用评价年份当年资料；若无法满足，则可采用评价年份近三年资料或开展必要的补充监测和调查。相关监测和调查按GB 17378.4-2007、GB/T 12763.2-2007、GB/T 12763.4-2007、GB/T 12763.9-2007等规定执行。

6 评价指标体系构建

评价指标体系分为4个层次，即：目标层、准则层、因素层、指标层。其中，目标层是指大黄鱼产卵场适宜性；准则层包括驱动力层、压力层、状态层、影响层、响应层5个方面；因素层是准则层的表现类型；指标层则是最终要选取的基本评价指标（附录A表A.1）。

7 评价指标标准化值确定

7.1 驱动力指标

人口密度和人均食品消费支出均为无评价标准的负相关指标，按式（1）计算。

$$x'_{ij} = \begin{cases} 0 & x_{ij} > \max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}) \\ \left[\frac{\max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}) - x_{ij}}{\max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}) - \min(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj})} \right] \times 100 & \min(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}) < x_{ij} < \max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}) \\ 100 & x_{ij} < \min(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}) \end{cases} \quad (1)$$

式中：

x_{ij} —— j 指标的实测值；

x'_{ij} —— j 指标的实测值的标准化值；

$\min(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj})$ —— j 指标历年实测值或统计值的最小值；

$\max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj})$ —— j 指标历年实测值或统计值的最大值。

7.2 压力指标

COD排放量、氨氮排放量、石油类排放量、废水排放量、围填海面积、海水养殖面积、海洋捕捞量等均为无评价标准的负相关指标，按式（1）计算。

7.3 状态指标

水温、盐度、水质（溶解氧含量、富营养化指数、石油类含量、重金属综合指数）、叶绿素a含量、浮游植物多样性指数、浮游动物多样性指数、浮游动物密度等指标，可按表1和表2赋值。

表1 大黄鱼产卵场状态指标标准化分值表（1）

指标层 D	IV	III	II	I
水温（℃）	<16U>25	[16, 18)U(24, 25]	[18, 20)U(22, 24]	[20, 22]
盐度	<25U>33	[25, 27)U(32, 33]	[27, 28)U(31, 32]	[28, 31]
流速（m/s）	<0.4U>4	[0.4, 0.8)U(3, 4]	[0.8, 1)U(2, 3]	[1, 2]
赋值	0	40	70	100

注：表中指标取 5-6 月调查数据。

表2 大黄鱼产卵场状态指标标准化分值表（2）

指标层 D	指标层 E	IV	III	II	I	备注
噪音（dB）		(146, 156]	(126, 146]	(114, 126]	[0, 114]	大于 156 赋值 0
水质	溶解氧含量（mg/L）	[0, 3)	[3, 5)	[5, 6)	[6, 7]	大于 7 赋值 100
	富营养化指数	(5, 15]	(2, 5]	(1, 2]	[0, 1]	大于 15 赋值 0
	石油类含量（mg/L）	(0.3, 0.5]	(0.1, 0.3]	(0.05, 0.1]	[0, 0.05]	未检出赋值 100， 大于 0.5 赋值 0
	重金属综合指数	[8.4, 37]	[4.2, 8.4)	[1.0, 4.2)	[0, 1.0]	大于 37 赋值 0
初级生产	叶绿素 a 含量（ $\mu\text{g/L}$ ）	[0, 1)	[1, 2)	[2, 3)	[3, 4]	大于 4 赋值 100
浮游植物	浮游植物多样性指数	[0, 0.9)	[0.9, 1.8)	[1.8, 2.5)	[2.5, 3.8]	大于 3.8 赋值 100
浮游动物	浮游动物多样性指数	[0, 0.9)	[0.9, 1.5)	[1.5, 2.4)	[2.4, 4.0]	大于 4.0 赋值 100
	浮游动物（不含水母类和栉水母类）密度（ ind/m^3 ）	[0, 750)	[750, 1500)	[1500, 2250)	[2250, 3000]	大于 3000 赋值 100
赋值		[0, 40)	[40, 60)	[60, 80)	[80, 100]	/

注：表中指标取 5-6 月调查数据。

7.4 影响指标

大黄鱼鱼卵、仔稚鱼、幼鱼等密度均无评价标准，可按表3赋值。

表3 大黄鱼产卵场影响指标标准化分值表

指标层 D	指标层 E	IV	III	II	I	备注
大黄鱼鱼卵	鱼卵密度 ($\times 10^{-2}$ ind/m ³)	[0, 25)	[25, 50)	[50, 75)	[75, 100]	大于 100 赋值 100
大黄鱼仔稚鱼	仔稚鱼密度 ($\times 10^{-2}$ ind/m ³)	[0, 2.5)	[2.5, 5)	[5, 7.5)	[7.5, 10]	大于 10 赋值 100
大黄鱼幼鱼	幼鱼密度 ($\times 10^3$ ind/km ²)	[0, 0.5)	[0.5, 1)	[1, 2)	[2, 4]	大于 4 赋值 100
赋值		[0, 40)	[40, 60)	[60, 80)	[80, 100]	/

注：大黄鱼鱼卵、仔稚鱼取 5-6 月调查数据，大黄鱼幼鱼取 7-8 月调查数据。

大黄鱼年发病率、大黄鱼年死亡率、赤潮年发生次数等均为无评价标准的负相关指标，按式（1）计算。

海水半交换周期为无评价标准的正相关指标，按式（2）计算。

$$x'_{ij} = \begin{cases} 0 & x_{ij} < \min(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}) \\ \left[\frac{x_{ij} - \min(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj})}{\max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}) - \min(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj})} \right] \times 100 & \min(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}) < x_{ij} < \max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}) \\ 100 & x_{ij} > \max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}) \end{cases} \quad (2)$$

式中：

x_{ij} —— j 指标的实测值；

x'_{ij} —— j 指标的实测值的标准化值；

$\min(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj})$ —— j 指标历年实测值或统计值的最小值；

$\max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj})$ —— j 指标历年实测值或统计值的最大值。

7.5 响应指标

环保投资占GDP比例、工业废水污染物去除率、保护区面积比例、增殖放流数量和禁渔天数等均为无评价标准的正相关指标，按式（2）计算。

8 指标权重系数确定

8.1 专家打分

根据大黄鱼内湾型产卵场适宜性评价指标体系，构建各指标之间的两两比较判断矩阵，设计《大黄鱼内湾型产卵场适宜性评价指标权重专家打分表》（参考附录A）。选择海洋科学、环境科学、生态学、生物学和水产科学等领域专家10人以上，向其提供拟评价大黄鱼产卵场的背景资料及打分表，获取专家打分值。

8.2 层次分析法计算指标权重

8.2.1 打分值修正

对于判断矩阵某个元素 a_{ij} ，如一半及以上的专家打出了相同的分值，则直接采用该分值作为 a_{ij} 赋值。否则，利用欧式距离法进行修正，使式（3）计算获得最小值对应的 x 值作为 a_{ij} 赋值。

$$f(x) = \sum_{k=1}^n |c_k - x| \quad (3)$$

式中：

c_k ——第 k 位专家对于判断矩阵某个元素 a_{ij} 的打分值。

8.2.2 层次分析法计算

8.2.2.1 计算相对权重向量

采用和积法计算相对权重向量。由于判断矩阵A中的每一列都近似地反映了权值的分配情形，故可采用全部列向量的算术平均值来估计权向量，计算步骤为：①A的元素按列归一化；②将归一化后的各列相加；③将相加后的向量除以n即得相对权重向量。公式如下：

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}}, \quad i=1, 2, \dots, n \quad (4)$$

8.2.2.2 计算最大特征值

计算矩阵的最大特征值 λ_{max} ，公式如下：

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} W_j}{W_i} \quad (5)$$

8.2.2.3 一致性检验

一致性检验的主要指标为一致性比例(CR)，定义为 $CR=CI/RI$ ，其中：CI为一致性指标，按式(6)计算；RI为平均随机一致性指标，由表4查得。

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (6)$$

表4 平均随机一致性指标RI值

阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.52	1.54	1.56	1.58	1.59

如果 $CR < 0.1$ ，则认为判断矩阵具有满意的一致性，否则需修正判断矩阵。

8.3 软件计算指标权重

为便于计算，可选用大黄鱼内湾型产卵场适宜性评价指标体系权重计算软件“**AHP系统V1.0**”（证书号：软著登字第8305408号）获取各指标权重值。

9 综合指数计算

根据各指标的标准化值和权重，按式(7)计算大黄鱼内湾型产卵场适宜性综合指数。

$$E = \sum_{i=1}^n k_i x_i \quad (7)$$

式中：

E ——大黄鱼内湾型产卵场适宜性综合指数；

n ——指标个数；

k_i ——第 i 个指标的权重；

x_i ——第 i 个指标的标准化分值。

10 适宜性评价与分级

依据大黄鱼内湾型产卵场适宜性综合指数 E ，将大黄鱼内湾型产卵场适宜性划分 4 个等级，分别对应“不适宜”、“一般”、“较适宜”和“适宜”（表 5）。

表5 大黄鱼内湾型产卵场状况等级划分

综合指数 E	[0, 40)	[40, 60)	[60, 80)	[80, 100]
等级	不适宜	一般	较适宜	适宜

附录 A

(规范性)

大黄鱼内湾型产卵场适宜性评价指标权重专家打分表

大黄鱼内湾型产卵场适宜性评价指标体系见表 A.1，请您根据同级指标相对重要性程度进行打分。

A.1 指标体系及打分说明

表A.1 大黄鱼内湾型产卵场适宜性评价指标体系

目标层 A	准则层 B	因素层 C	指标层 D	指标层 E	
产卵场 适宜性	驱动力	社会发展	人口密度 (人/km ²)		
		经济发展	人均食品消费支出 (元)		
	压力	污染物排放	COD 排放量 (t)		
			氨氮排放量 (t)		
			石油类排放量 (t)		
			废水排放量 (t)		
		海洋空间资源利用	围填海面积 (hm ²)		
			海水养殖面积 (hm ²)		
	海洋生物资源利用	海洋捕捞量 (t)			
	状态	非生物环境	水温 (°C)		
			盐度		
			流速 (m/s)		
			噪音 (dB)		
		水质	溶解氧含量 (mg/L)		
			富营养化指数		
			石油类含量 (mg/L)		
			重金属综合指数		
		生物生态	初级生产力	叶绿素 a 含量 (μg/L)	
			浮游植物	浮游植物多样性指数	
			浮游动物	浮游动物多样性指数	
				浮游动物 (不含水母类和栉水母类) 密度 (ind/m ³)	
	影响	大黄鱼	鱼卵	鱼卵密度 (×10 ⁻² ind/m ³)	
			仔稚鱼	仔稚鱼密度 (×10 ⁻² ind/m ³)	
			幼鱼	幼鱼密度 (×10 ³ ind/km ²)	
		生态系统脆弱度	养殖病害	大黄鱼年发病率 (%)	
				大黄鱼年死亡率 (%)	
			赤潮	赤潮年发生次数 (次)	
	生态系统恢复力	海水半交换周期 (d)			
响应	生态系统管理	环保投资占 GDP 比例 (%)			
		工业废水污染物去除率 (%)			
		海洋保护区面积比例 (%)			
		增殖放流数量 (ind)			
		禁渔天数 (d)			

假定上一层次因素 A 对下一层次因素 B_1 、 B_2 、 B_3 、 \dots 、 B_m 有支配关系，可以建立以 A 为判断准则的因素 B_1 、 B_2 、 B_3 、 \dots 、 B_m 间的两两比较判断矩阵。矩阵形式如表 A. 2。

表A. 2 两两比较综合矩阵

A	B_1	B_2	\dots	B_j	\dots	B_m
B_1	b_{11}	b_{12}	\dots	b_{1j}	\dots	b_{1m}
B_2	b_{21}	b_{22}	\dots	b_{2j}	\dots	b_{2m}
\vdots	\vdots	\vdots		\vdots		\vdots
B_i	b_{i1}	b_{i2}	\dots	b_{ij}	\dots	b_{im}
\vdots	\vdots	\vdots		\vdots		\vdots
B_m	b_{m1}	b_{m2}	\dots	b_{mj}	\dots	b_{mm}

采用 9 级标度法给判断矩阵的元素赋值，9 级标度法中 b_{ij} 值与被比较元素的相对重要程度之间的对应关系如下：

- B_i 与 B_j 同样重要： $b_{ij}=1$ ， $b_{ji}=1$
- B_i 比 B_j 稍微重要： $b_{ij}=3$ ， $b_{ji}=1/3$
- B_i 比 B_j 明显重要： $b_{ij}=5$ ， $b_{ji}=1/5$
- B_i 比 B_j 非常重要： $b_{ij}=7$ ， $b_{ji}=1/7$
- B_i 比 B_j 极端重要： $b_{ij}=9$ ， $b_{ji}=1/9$

如果被比较元素的相对重要程度是介于上述相邻两种判断之间， b_{ij} 可取 2、4、6、8，相应地， b_{ji} 可取 1/2、1/4、1/6、1/8。

A. 2 准则层打分

大黄鱼内湾型产卵场适宜性评价指标体系准则层打分表见表 A. 3。

表A. 3 准则层打分表

准则层	驱动力	压力	状态	影响	响应
驱动力					
压力					
状态					
影响					
响应					

A. 3 因素层打分

大黄鱼内湾型产卵场适宜性评价指标体系因素层打分表见表 A. 4 至表 A. 8。

表A. 4 因素层打分表（驱动力）

驱动力	社会发展	经济发展
社会发展		
经济发展		

表A.5 因素层打分表（压力）

压力	污染物排放	海洋空间资源利用	海洋生物资源利用
污染物排放			
海洋空间资源利用			
海洋生物资源利用			

表A.6 因素层打分表（状态）

状态	非生物环境	生物生态
非生物环境		
生物生态		

表A.7 因素层打分表（影响）

影响	大黄鱼	生态系统脆弱度	生态系统恢复力
大黄鱼			
生态系统脆弱度			
生态系统恢复力			

A.4 指标层打分

大黄鱼内湾型产卵场适宜性评价指标层打分表见表 A.8 至表 A.17。

表A.8 指标层打分表（污染物排放）

污染物排放	COD 排放量	氨氮排放量	石油类排放量	废水排放量
COD 排放量				
氨氮排放量				
石油类排放量				
废水排放量				

表A.9 指标层打分表（海洋空间资源利用）

海洋空间资源利用	围填海面积	海水养殖面积
围填海面积		
海水养殖面积		

表A.10 指标层打分表（非生物环境）

非生物环境	水温	盐度	流速	噪音	水质
水温					
盐度					
流速					
噪音					
水质					

表A.11 指标层打分表（水质）

水质	溶解氧含量	富营养化指数	石油类含量	重金属综合指数
溶解氧含量				
富营养化指数				
石油类含量				
重金属综合指数				

表A.12 指标层打分表（生物生态）

生物生态	初级生产力	浮游植物	浮游动物
初级生产力			
浮游植物			
浮游动物			

表A.13 指标层打分表（浮游动物）

浮游动物	多样性指数	密度（不含水母类和栉水母类）
多样性指数		
密度（不含水母类和栉水母类）		

表A.14 指标层打分表（大黄鱼）

大黄鱼	鱼卵	仔稚鱼	幼鱼
鱼卵			
仔稚鱼			
幼鱼			

表A.15 指标层打分表（生态系统脆弱度）

生态系统脆弱度	养殖病害	赤潮
养殖病害		
赤潮		

表A.16 指标层打分表（养殖病害）

养殖病害	大黄鱼年发病率	大黄鱼年死亡率
大黄鱼年发病率		
大黄鱼年死亡率		

表A.17 指标层打分表（生态系统管理）

生态系统管理	环保投资占GDP比例	工业废水污染物去除率	海洋保护区面积比例	增殖放流数量	禁渔天数
环保投资占GDP比例					
工业废水污染物去除率					
海洋保护区面积比例					
增殖放流数量					
禁渔天数					