

近海海域增殖放流效果评估技术规范
海蜇

Technical specification for evaluating the effect of *Rhopilema esculentum*
Kishinouye enhancement and releasing in inshore waters

2021-03-11 发布

2021-04-11 实施

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。

本文件由山东省农业农村厅提出并组织实施。

本文件由山东省农业标准化技术委员会渔业标准化分技术委员会(鲁TC17/SC03)归口。

本文件起草单位：山东省海洋资源与环境研究院、青岛市黄岛区海洋科技推广中心、山东省水生生物资源养护管理中心、烟台大学、烟台宗哲海洋科技有限公司。

本文件主要起草人：李凡、于宁、陈丙见、周兴、徐炳庆、刘淑德、李战军、杨艳艳、张孝民、张宁、董秀强、王蕾、王志扬。

近海海域增殖放流效果评估技术规范 海蜇

1 范围

本文件规定了海蜇增殖放流效果评估的原则、程序、内容及方法。
本文件适用于山东省近海海域海蜇增殖放流效果评估。

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 11607 渔业水质标准

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 12763.6—2007 海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查

GB 17378.2 海洋监测规范 第2部分：数据处理与分析质量控制

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

增殖放流效果评估 effectiveness evaluation of fishery enhancement and releasing

通过对增殖放流海域的渔业资源、生态环境、经济效益和社会效益等实施本底调查、跟踪调查和渔业生产动态调查，采取科学的评估技术和方法进行综合分析，评估增殖放流活动预期目标和相关指标实现程度的过程。

4 评估原则

遵循科学、全面、客观、真实、可操作性的原则，立足现有的技术方法与基础，构建适宜的评估方法，以定量或定性的方法进行效果评估。

5 评估内容及流程

5.1 评估内容

海蜇增殖放流效果评估内容包括：

- 生态影响：海蜇资源的增殖情况、对维持放流海域生态系统平衡稳定的贡献及对改善放流海域生态环境的贡献；
- 经济影响：实施海蜇增殖放流最直接的投入产出收益情况；
- 社会影响：社会经济的带动、社会大众认知及相关机构管理保障水平的情况。

5.2 评估流程

增殖放流效果评估按以下步骤和流程进行：

- a) 明确评估区域，确定技术方案；
- b) 海上现场生态与环境调查；
- c) 评估海域周边的实地调查与调研，对增殖放流的生态、经济和社会影响等方面信息进行采集；
- d) 根据评估方法对获取的数据资料进行分析与处理，构建基于层次分析法的增殖放流效果评估技术体系，计算相关效果评估指数；
- e) 依据评估指数分析海蜇增殖放流的综合效果及其单项指标的改善程度；
- f) 探讨增殖放流活动实施中存在的问题，形成对策建议与反馈，并改进增殖放流计划。

6 评估要素调查方法

6.1 生态环境调查

6.1.1 调查内容

调查内容如下：

- 放流前本底调查：放流前自然海蜇幼体数量分布、饵料生物和竞争生物类组成及数量分布、放流海域生态化学与生物环境因子和天气状况；
- 放流后跟踪调查：放流后海蜇的生长状况、分布情况、移动规律及开捕前海蜇数量变动；
- 开捕前大面调查：开捕前海蜇的资源量及数量分布情况、饵料生物和竞争生物类组成及数量分布、放流海域生态化学与生物环境因子和天气状况。

6.1.2 站位布设

根据放流点所处海域的地理位置、调查范围和海蜇各生活史的分布特点，采用均匀或梯度定点法布设调查站点。

6.1.3 调查方法、时间及频率

调查网具采用特制三重海蜇流刺网，调查网具规格参数见表1。

调查的方法、时间、频率按下列要求执行：

- 放流前本底调查：放流前 7 d~10 d，定量调查 1 次；
- 放流后跟踪调查：放流后 10 d~15 d，至少调查 1 次；
- 放流后大面调查：7 月初，定量调查 1 次。

调查时应统一调查船功率、网具配比、网片数量、采样时间等明显影响捕捞效率的技术要求。如因特殊情况需要改变，应作对比试验求出差异系数，以便修正。

表 1 海蜇定量调查网具规格参数

网具名称	网具类型	网具规格	适用范围及采集对象
海蜇调查三重流刺网	流刺网	网目尺寸 80 mm； 网长 160 m； 网高 1.3 m	适用于捕获海蜇成体，并兼捕其他渔获物。

6.1.4 样品采集及资料整理

样品采集及渔获物分析应符合GB/T 12763.6—2007、GB/T 12763.2—2007、GB/T 12763.4—2007的规定。海洋环境要素样品的采集处理及分析均按照GB 17378.2、GB 11607的规定。资料整理应符合GB/T 12763.6—2007的规定。

6.2 经济社会调查

6.2.1 调查内容

调查内容如下：

- 增殖放流情况调查内容：海蜇放流时间、放流地点、放流数量、放流规格、放流投入等；
- 渔业生产动态调查内容：开捕后海蜇捕捞生产规模、捕捞船只数量、网具类型及数量、作业方式、作业海区、作业时间、单船产量、产值及成本等；
- 社会效益信息调查内容：海蜇增殖放流后渔民增收情况、相关产业（苗种养殖、捕捞渔需、水产品加工及冷链物流）发展情况、解决渔民就业情况、社会认知情况及管理水平情况等。

6.2.2 调查对象

渔民、渔业协会、水产经销商、相关联动企业、渔业主管部门等。

6.2.3 调查方法

调查方法如下：

- 增殖放流情况调查方法：走访渔业主管部门、放流单位及相关科研院所等，填写放流情况统计表(参见附录A)；
- 渔业生产动态调查方法：按作业渔船数量的2%选取样本船，发放海蜇捕捞调查问卷(参见附录B)及海蜇回捕生产统计表(参见附录C)，由船长按要求填写；走访渔民、渔业协会、水产经销商、相关联动企业和渔业主管部门，了解海蜇市场价格、成交数量、捕捞生产从业人员、相关行业发展及社会公众认知满意度等情况；
- 社会效益信息调查分析方法：通过渔业生产跟踪调查，辅以相关文献和统计年鉴分析，收集经济社会等信息资料，用对比分析法选择合适的对比标准分析海蜇增殖放流产生的社会效益。

6.2.4 资料整理与审定

以上调查与采集数据应由具有相关从业经验和研究资质的专业人员采集，并由相关专家审定。

7 评估要素计算方法

7.1 生态效益要素计算方法

7.1.1 资源量

通过调查网具扫过的单位面积内捕获的海蜇渔获数量，计算资源量。按式(1)计算：

$$B = M \times D / p \dots\dots\dots (1)$$

式中：

B ——现存资源量，单位为个(ind)；

M ——调查海域总面积，单位为平方千米(km²)；

D ——海蜇平均渔获密度，单位为个每平方千米(ind/km²)；

p ——网具捕获率，在本文件中利用海流与网宽计算扫海面积，捕获率取0.1。

7.1.2 放流群体贡献率

放流群体贡献率即放流群体占海蜇总资源量的比例，可以评估海蜇增殖放流群体的贡献率。按式(2)计算：

$$R = (N_2 - N_1) / N_2 \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：
 R ——放流群体贡献率；
 N_1 ——本底资源量调查相对资源密度，单位为个每平方千米（ind/km²）；
 N_2 ——增殖放流后相对资源密度，单位为个每平方千米（ind/km²）。

7.1.3 生物多样性

生物多样性指数是指生物群落中种类与个体数的比值，通常有3种：优势度指数（ Y ）、香农-维纳多样性指数（ H' ）、均匀度指数（ J ）。

优势度指数（ H' ）按式(3)计算：

$$Y = (n_1 / N) f_i \dots\dots\dots (1)$$

式中：
 Y ——为优势度指数；
 n_i ——为第*i*种的个体数；
 N ——为总个体数；
 f_i ——为该种在各采样站中出现的频率。
采用 $Y \geq 0.02$ 作为优势种的评判标准；当 $Y \geq 0.02$ 时，为优势种；当 $Y < 0.02$ 时，为非优势种。
Shannon-Weaver多样性指数（ H' ）按式(4)计算：

$$H' = - \sum P_i \ln P_i \dots\dots\dots (2)$$

式中：
 H' ——为物种多样性指数；
 S ——为样品中的总种类数；
 P_i ——为*i*种种类的数量（或重量）比例。
均匀度指数（ J ）按式(5)计算：

$$J = H' / \log_2 S \dots\dots\dots (3)$$

式中：
 J ——为均匀度指数；
 H' ——为物种多样性指数；
 S ——为样品中的总种类数。

7.1.4 遗传多样性

遗传多样性水平可以评价海蜇种质情况，用微卫星标记（DNA提取-PCR扩增-引物筛选及验证-电泳检验-数据统计与分析）的方法进行遗传多样性分析。海蜇群体间遗传分化程度常用 F_{st} 指数衡量。按式（6）计算：

$$F_{st} = (H_t - H_s) / H_t \quad (1)$$

式中：

F_{st} ——为群体间遗传分化指数；

H_s ——为亚群体中的平均杂合度；

H_t ——为复合群体中的平均杂合度。

本文件中， F_{st} 为0~0.05：群体间遗传分化很小，可以不考虑； F_{st} 为0.05~0.15，群体间存在中等程度的遗传分化； F_{st} 为0.15~0.25，群体间遗传分化较大； F_{st} 为0.25以上，群体间有很大的遗传分化。

7.1.5 水质环境质量评价

水质评价标准主要采用单因子指数法进行质量评价，本文件用有机污染评价指数法和营养状态质量指数评价海蜇增殖放流后水质环境质量水平。

有机污染评价指数（A）按式（7）计算：

$$A = COD/COD_0 + DIN/DIN_0 + DIP/DIP_0 - DO/DO_0 \quad (1)$$

式中：

COD ——水体中的化学需氧量的实测浓度，单位毫克每升（mg/L）；

DIN ——溶解态无机氮的实测浓度，单位毫克每升（mg/L）；

DIP ——溶解态活性磷酸盐的实测浓度，单位毫克每升（mg/L）；

DO ——溶解氧的实测浓度，单位毫克每升（mg/L）；

COD_0 、 DIN_0 、 DIP_0 、 DO_0 ——分别为水体的上述各项指标的评价标准，为3.0 mg/L、0.10 mg/L、0.015 mg/L和5.0 mg/L。

营养状态质量指数（NQI）按式（8）计算：

$$NQI = CCOD/C/COD + CT_N/C/T_N + CT_P/C/T_P \quad (2)$$

式中：

$CCOD$ ——水体的化学需氧量的测量浓度，单位毫克每升（mg/L）；

CT_N ——总氮的测量浓度，单位毫克每升（mg/L）；

CT_P ——总磷的测量浓度，单位毫克每升（mg/L）；

C/COD 、 C/T_N 、 C/T_P ——分别为水体的化学需氧量、总氮、总磷的评价标准，为3.0 mg/L、0.6 mg/L、0.03 mg/L。

7.2 经济社会效益要素要素计算方法

7.2.1 回捕率

增殖放流的回捕率是指放流后的年总渔获数量与当年放流总数量的比值。按式（9）计算：

$$Q = \frac{V}{W} \times 100\% \quad (1)$$

式中：
 Q ——回捕率；
 V ——捕获海蜇放流数量，单位为个（ind）；
 W ——放流苗种数量，单位为个（ind）。

7.2.2 投入产出比

检验增殖放流经济效益最直接的方法是投入产出比。投入产出比以投入与产出的比值表示，按式（10）计算：

$$I = \frac{K}{IN} = 1/N \dots\dots\dots (1)$$

$$IN = T \times c \dots\dots\dots (2)$$

式中：
 I ——投入产出比；
 K ——投入总额，单位为万元；
 IN ——产出总额，单位为万元；
 T ——放流海蜇产量，单位为吨（t）；
 c ——海蜇价格，单位为万元每吨（万元/t）。
 $N=IN/K$ ， N 值越大，说明效益越好。

7.2.3 相关产业增加值

相关产业增加值是在一定时期内单位产值的增加值，表示新创造的价值，是社会效益评估一个重要指标。按式（12）计算：

$$EVA = Y - Z \dots\dots\dots (1)$$

式中：
 EVA ——增加值，产业单位在一定时期内生产过程创造的新增价值和固定资产的转移价值产值；
 Y ——总产出，产业单位在一定时期内生产的多有货物和提供服务的价值；
 Z ——中间投入，产业单位在一定时期内生产过程中消耗和使用的非固定资产货物和服务的价值。

8 效果评估

8.1 评估指标选择

采用层次分析法对海蜇增殖放流效果进行评估。以海蜇增殖放流效果评估为目标层，根据海蜇增殖放流的三大服务功能，构建生态效益、经济效益和社会效益等评估目标的系统层，依据海蜇增殖放流活动实施目的构建要素层，参考不同要素层相关调查及评估标准，充分考虑历史资料搜集、生态跟踪监测及经济社会指标获取难易程度的基础上，确定海蜇增殖放流效果评估的指标层。

8.2 评估指标体系构建

遵循本文件8.1，初步构建海蜇增殖放流效果评估指标体系详见表2。指标层各项指标定性定量的数据获取方法及计算分别按照本文件第6章、第7章执行。

表 2 海蜇增殖放流效果评估指标体系

目标层	系统层	要素层	指标层
海蜇增殖放流效果评估	生态效益	种群数量	资源量
			放流群体贡献率
		生物群落	游泳动物多样性
			浮游动植物多样性
			底栖生物多样性
			海蜇遗传多样性
		生态环境	有机污染程度
			营养状态质量指数
	经济效益	回捕效益	回捕率
			投入产出比
	社会效益	社会经济	渔民年增收入
			相关产业增加值
		社会认知	新增就业人数
			社会满意度
		管理水平	渔业规划
			渔业主管部门决策水平

8.3 评估指标权重确定

构建判断矩阵,对层次结构中各指标的相对重要性做出判断,并将判断结果用一定的数值表示出来,写成矩阵形式详见表3,运用方根法计算其最大特征根及其对应的特征向量,通过调整 a_{ij} ,获得满意一致性检验。

表 3 评估指标两两比较量化表

标度 a_{ij}	指标 a_i 与 a_j 相比, a_i 与 a_j 的重要程度
1	a_i 与 a_j 同样重要
3	a_i 与 a_j 稍微重要
5	a_i 与 a_j 明显重要
7	a_i 与 a_j 强烈重要

9	a_i 与 a_j 极端重要
2, 4, 6, 8	上述两相邻的判断中值
倒数	$a_{ji}=1/a_{ij}$

评估指标权重确定宜选择海蜇增殖放流从业者2名、县、市、省渔业主管负责人3名及相关行业专家5名共同完成，结合构建的评估指标体系，分不同指标层对各指标要素的权重进行赋值，并以其赋值的平均值进行赋值计算，得到海蜇增殖放流效果评估各指标要素的权重（表4）。

表 4 海蜇增殖放流效果评价指标权重分配

目标层	系统层		要素层		指标层		权重
海蜇增殖放流效果评估	要素	赋值	要素	赋值	要素	赋值	
	生态效益	A1	种群数量	B11	资源量	C111	W111
					放流群体贡献率	C112	W112
			生物群落	B12	游泳动物多样性	C121	W121
					浮游动植物多样性	C122	W122
					底栖生物多样性	C123	W123
					海蜇遗传多样性	C124	W124
			生态环境	B13	有机污染程度	C131	W131
					营养状态质量指数	C132	W132
	经济效益	A2	回捕效益	B21	回捕率	C212	W212
					投入产出比	C213	W213
	社会效益	A3	社会经济	B31	渔民年增收收入	C311	W311
					相关产业增加值	C312	W312
			社会认知	B32	新增就业人数	C321	W321
					社会满意度	C322	W322
			管理水平	B33	渔业规划	C331	W331
					渔业主管部门决策水平	C332	W332

8.4 评估指标等级划分

各指标层指标所达到的效果共划分为4个等级，其赋分分别为效果显著4分、部分改善3分、无显著效果2分和继续恶化0分，各指标等级划分的标准见表5。

表 5 海蜇增殖放流效果评价指标等级划分

评估指标	效果显著 (SI=4)	部分改善 (SI=3)	无显著效果 (SI=2)	继续恶化 (SI=0)
资源量	较不放流资源量增加	较不放流资源量增加 1/2~1	较不放流资源量增加 0~	扰乱原有群落，资

	1 倍以上或形成产业	倍或可利用其他产业	1/2 倍或难以利用	源量减少显著
放流群体贡献率	$R \geq 80\%$	$50\% \leq R < 80\%$	$30\% \leq R < 50\%$	$R < 30\%$
游泳动物多样性	$H \geq 2.5; J \geq 0.7$	$1.5 \leq H < 2.5; 0.6 \leq J < 0.7$	$1 \leq H < 1.5; 0.5 \leq J < 0.6$	$H < 1; J < 0.5$
浮游动植物多样性	$H \geq 2.5; J \geq 0.7$	$1.5 \leq H < 2.5; 0.6 \leq J < 0.7$	$1 \leq H < 1.5; 0.5 \leq J < 0.6$	$H < 1; J < 0.5$
底栖生物多样性	$H \geq 2.5; J \geq 0.7$	$1.5 \leq H < 2.5; 0.6 \leq J < 0.7$	$1 \leq H < 1.5; 0.5 \leq J < 0.6$	$H < 1; J < 0.5$
海蜇遗传多样性	$F_{st} \geq 0.25$	$0.15 \leq F_{st} < 0.25$	$0.05 \leq F_{st} < 0.15$	$F_{st} < 0.05$

表 5 海蜇增殖放流效果评价指标等级划分（续）

评估指标	效果显著 (SI=4)	部分改善 (SI=3)	无显著效果 (SI=2)	继续恶化 (SI=0)
有机污染程度	$A < 0$	$0 \leq A < 1$	$1 \leq A < 2$	$2 \leq A$
营养状态质量指数	$NQI < 2$	$2 \leq NQI < 2.5$	$2.5 \leq NQI < 3$	$3 \leq NQI$
回捕率	$Q \geq 2\%$	$1\% \leq Q < 2\%$	$0\% \leq Q < 1\%$	$Q = 0\%$
投入产出比	$I \geq 1:10$	$1:5 \leq I < 1:10$	$1:1 \leq I < 1:5$	$I < 1:1$
渔民年增收	增收 5 万元以上	增收 3 万元以上	增收 1 万元以上	低于 1 万元
相关产业增加值	增加 5000 万以上	增加 3000 万以上	增加 500 万以上	低于 500 万
新增就业人数	增加 3000 人以上	增加 1000 人以上	增加 500 人以上	低于 500 人
社会满意度	$> 80\%$	$50\% \sim 80\%$	$30\% \sim 50\%$	$< 30\%$
渔业规划	中长期规划	短期规划	沿用历史	混乱
渔业主管部门决策水平	结构完善，政策有效	部分完善	无显著变化	决策力量减弱

8.5 评估指数计算

针对单个指标因子放流效果评估指数，采用加权平均法计算海蜇增殖放流效果评价指数。按式(13)、式(14)计算：

$$TSI = \sum (SI_{ijk} \times W_{ijk}) \dots\dots\dots (1)$$

$$W_{ijk} = \frac{A_i \times B_j \times C_k}{\sum A \times \sum B \times \sum C} \dots\dots\dots (2)$$

- 式中：
- TSI ——海蜇增殖放流活动的效果评估综合指数；
 - SI_{ijk} ——系统层*i*要素*j*的指标层中*k*指标的效果等级赋值；
 - W_{ijk} ——系统层*i*要素*j*的指标层中*k*指标的权重；
 - A ——系统层要素赋值；
 - B ——要素层要素赋值；
 - C ——指标层要素赋值。

8.6 效果等级划分

结合海蜇增殖放流效果评估综合得分情况，分为效果显著（3~4）、部分改善（2~3）、无显著效果（1~2）、继续恶化（0~1）4个等级（表6）。

表 6 海蜇增殖放流效果等级划分

效果等级	TSI	海蜇增殖放流效果表征
效果显著	3~4	通过增殖放流，海蜇资源量显著提高，生境生物群落种类丰富，放流海域水质状况良好，生态环境显著改善，生态效益显著；回捕效益高，经济效益显著；社会经济增加显著，社会认可度高，管理水平显著增强，社会效益十分显著。
部分改善	2~3	通过增殖放流，海蜇资源量有增加，生境生物群落种类较为丰富，放流海域水质状况较好，生态环境部分改善，生态效益较为显著；回捕效益较高，有一定的经济效益；社会经济有增加，社会满意度一般，管理水平部分改善，社会效益有改善，无单项指标恶化趋势。

表 6 海蜇增殖放流效果等级划分（续）

效果等级	TSI	海蜇增殖放流效果表征
无显著效果	1~2	通过增殖放流，海蜇资源量、生境生物群落多样性、水域生态环境、经济效益、社会经济、社会认可度、管理水平等均无显著改善，或部分改善与部分恶化共存。
继续恶化	0~1	通过增殖放流，海蜇资源量、水域生态环境、经济效益、社会经济、社会认可度、管理水平等均无显著改善，或部分或全部继续恶化。

8.7 评估效果分析

评估效果分析可对海蜇增殖放流实施的效果及其存在的问题和解决方案进行单项效果与综合效果分析。主要内容包括：

- a) 利用本文评估要素调查及计算方法部分获取单项指标数据；
- b) 通过效果评估构建的层次分析模型得到效果评估指数；
- c) 参考效果等级划分综合评估海蜇增殖放流实施的效果；
- d) 依据评估效果及作用机制确定指标设立的科学性及等级划分的准确性，对下一步增殖放流方案的制定提出相应改善措施及对评价指标体系进行科学地调整。

9 评估报告编写

海蜇增殖放流活动实施后，应由放流水体主管部门委托省级以上渔业科研机构，适时开展增殖放流的跟踪监测与效果评估，增殖放流效果评估工作，可每年进行年度评估，亦可根据渔业规划及增殖放流方案的调整情况每3~5年进行一次阶段性评估，并形成相关评估报告。评估报告参照并不限于以下的评估内容：

- a) 海蜇增殖放流实施的目的；
- b) 海蜇增殖放流实施的时间、数量、规格及其管理情况；
- c) 海蜇增殖放流效果的跟踪监测调查与调研情况；
- d) 海蜇增殖放流效果评估方法的选择和数据处理的方法；
- e) 海蜇增殖放流效果评估；
- f) 海蜇增殖放流方案及产业发展规划建议。

附录 B
(资料性)
海蜇生产捕捞调查问卷

表B. 1给出了海蜇生产捕捞调查问卷记录表的格式。

表 B. 1 海蜇生产捕捞调查问卷

船号		功率（马力）		船籍	
		船长姓名			
海蜇捕捞状况调查					
作业日期		作业渔区	雇工数	下网数量	产量（斤）
油耗费用	网具费	人工费用	总产值（元）		纯收入（元）
今年海蜇资源状况和以往相比如何？ A. 资源量好 B. 资源量一般 C. 资源量差					
备注：					
和往年相比，今年海蜇大小如何？ A. 比往年大 B. 比往年小 C. 差不多					
如果今年海蜇数量少，你认为海蜇偏少的主要原因是？（如选填多项，请按重要程度排序） A. 非法捕捞 B. 放流规模小 C. 沿岸工程建设 D. 水域污染 E. 自然环境条件 F. 苗种质量 G. 放流时间 H. 放流位置 I. 其他 _____					
排序： _____					
今年海蜇价格如何？ A. 比往年高 B. 比往年低 C. 差不多					
其他建议？					

附 录 C
(资料性)
海蜇回捕生产统计表

表C.1给出了海蜇回捕生产统计记录表的格式。

表 C.1 海蜇回捕生产统计表

[illegible]