

团 体 标 准

T/PSC 9—2022

绿潮灾害风险预警技术导则

Technical guidelines for green tide disaster risk warning

2022 - 03 - 31 发布

2022 - 03 - 31 实施

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 工作程序	1
5 资料收集	2
6 评价单元	2
7 脆弱性评估	2
7.1 承灾体分类	2
7.2 评价指标选取	3
7.3 承灾体脆弱性指标计算	3
7.4 评价单元综合脆弱性指数计算	3
7.5 脆弱性等级确定	3
8 危险性评估	3
8.1 危险性评估	3
8.2 危险性等级划分	4
9 风险评估与预警	4
9.1 评价单元风险指数计算	4
9.2 绿潮风险预警分级	4
10 预警图制作	5
11 简报编制	5
附录 A (规范性) 绿潮灾害承灾体敏感性分类及赋值表	6
附录 B (规范性) 绿潮灾害承灾体脆弱性评价指标及指标值设置方法	7
附录 C (资料性) 绿潮灾害风险预警简报格式	10
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。

本文件由国家海洋局北海预报中心提出。

本文件由中国太平洋学会归口。

本文件起草单位：国家海洋局北海预报中心、国家海洋局北海监测中心、国家海洋标准计量中心、清华大学、国家海洋信息中心。

本文件主要起草人：靳熙芳、黄娟、阮成卿、郭东琳、胡伟、郭可彩、高松、王立鹏、卢博、江帆、王强、宋彦、赵升、王宁、董琳、閻忠辉、王翠、葛磊、栗健、梁建峰、吴乐、黄全义、温若冰、刘金、张维、相文玺、刘霜、刘海洋、宋占龙、孙丽娥。

引 言

绿潮是世界沿海各国常见的海洋生态异常现象,包括我国在内的多个沿海国家近岸海域均发生过不同规模的绿潮灾害,对沿岸旅游业、渔业和水产养殖业、滨海电厂及生态环境等均造成了较为严重的影响。

绿潮灾害已经成为我国主要的海洋灾害之一。开展基于实时灾情的绿潮灾害风险预警是支撑实现绿潮灾害精准应急的必要环节,是提升绿潮灾害应急效能和减灾水平的关键。目前尚未见绿潮风险预警方面的研究报道和相关标准。本文件结合绿潮调查、监测、预报、应对的最新研究进展、技术成果和实际应用状况,给出绿潮灾害风险预警技术方法,指导绿潮灾害风险预警工作。

绿潮灾害风险预警技术导则

1 范围

本文件规定了绿潮灾害风险预警的工作程序，提出了资料收集、评价单元、脆弱性评估、危险性评估、风险评估与预警、预警产品制作等工作内容的具体要求。

本文件适用于绿潮灾害风险预警技术工作，绿潮灾害风险评估等工作也可参照执行。

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。

HT/T 123—2009 海域使用分类

HY/T 217—2017 绿潮预报和警报发布

HY/T 0313—2021 海洋灾害承灾体调查指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

绿潮 green tide

海洋中一些大型藻类（如浒苔）在一定环境条件下爆发性增殖或高度聚集达到某一水平，导致海洋生态环境异常的一种现象。

[来源：HY/T 217—2017，2.1]

3.2

绿潮灾害 green tide disaster

绿潮暴发而引起的近海海域生态损害或海洋产业经济损失的现象或事件。

3.3

承灾体 exposure

承受灾害的对象。

[来源：MZ/T027—2011，3.6]

3.4

绿潮分布面积 distribution area of green tide

绿潮分布包络线内海域的面积。

[来源：HY/T 217—2017，2.2]

3.5

绿潮覆盖面积 coverage area of green tide

绿潮覆盖海表面的面积之和。

[来源：HY/T 217—2017，2.3]

3.6

绿潮覆盖率 coverage percentage of green tide

评价区域内绿潮覆盖面积与绿潮分布面积之比，以百分数表示。

3.7

评价单元 evaluation unit

根据用户需求定制的用于风险预警成果制作和呈现的最小地图网格单元。

4 工作程序

绿潮灾害风险预警的工作流程见图1。

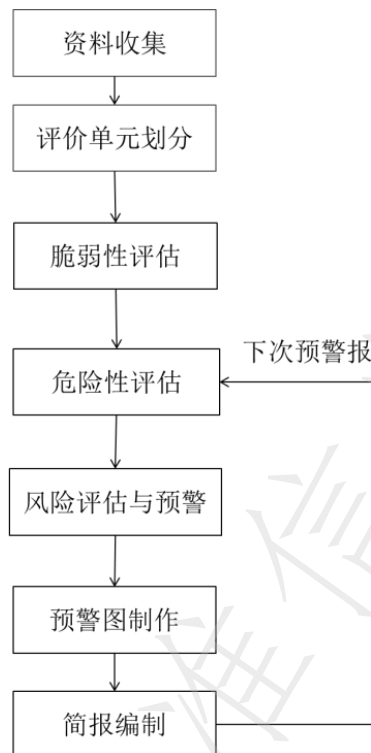


图1 绿潮灾害风险预警工作流程

5 资料收集

收集和整理相关海域绿潮历史灾情数据、基础地理信息资料、承灾体数据、绿潮监测数据、绿潮预报数据、水温预报数据等相关资料，构建绿潮灾害风险预警技术支撑数据集。具体内容如下：

- 历史灾情数据：宜收集 5 年以上的绿潮位置、分布面积、持续时间、受灾类型及受损程度；
- 基础地理信息资料：绿潮历史分布区域内全国沿海最新岸线分布、水系、沿海重要居民点（沿海城市、人口聚集区）等要素，基础地理数据比例尺不低于 1：100000；
- 承灾体数据：目标海域内的承灾体信息，应包括滨海电厂、自然保护区、海水养殖区、重要活动区、海水浴场、旅游娱乐区及旅游岸线等重要承灾体数据。承灾体类型及属性宜参照 HY/T 0313—2021 中附录 B 和 HT/T 123—2009 中第 5 章；
- 绿潮监测数据：绿潮监测覆盖面积图层矢量和分布外缘线图层矢量数据；
- 绿潮预报数据：绿潮预报覆盖面积图层矢量和分布外缘线图层矢量数据；
- 水温预报数据：绿潮发生时段内目标海域的平均水温预报数据。

6 评价单元

以预报预警区域为评价单元的网格划分区域，由用户根据应急处置要求人为划分的用于风险计算和结果显示的最小网格。根据需求应适当加密，原则上网格单元面积不大于 20 km×20 km。

7 脆弱性评估

7.1 承灾体分类

承灾体分类根据承灾体所处位置设置一级分类为海上重点保护目标和沿岸重点保护目标，二级分类按照HY/T 0313—2021中附录B和HT/T 123—2009中第5章内容进行定义。

7.2 评价指标选取

承灾体脆弱性评估指标包括承灾体敏感性分级和脆弱性评估指标设置。

承灾体敏感性分级：根据承灾体分类将其敏感性划分为高敏感、敏感和低敏感三个等级，并按照敏感性大小分别赋值为10、7、3，承灾体分类及敏感性赋值见附录A。

脆弱性评估指标设置：针对不同敏感等级的承灾体分别设置四级评价指标。其中，一级评价指标设置为海域自然属性、社会人文价值和管理需求；二级评价指标设置为水域自净能力、功能类型、资源价值、重要程度、社会繁荣度；三级和四级评价指标根据承灾体的具体类型和属性对二级指标进行细化，评价指标及指标值设置方法见附录B。

7.3 承灾体脆弱性指标计算

承灾体脆弱性指数按式（1）进行计算。

$$V_k = S \times \sum_{i=1}^n Wx_i (Wy_i + Wz_i) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

V_k ——第 k 个承灾体脆弱性指数；

S ——承灾体敏感性值；

Wx_i ——与承灾体属性对应的第 i 个二级指标值；

Wy_i ——与承灾体属性对应的第 i 个三级指标值；

Wz_i ——与承灾体属性对应的第 i 个四级指标值。

其中，承灾体敏感性赋值见附录A，承灾体脆弱性指标值见附录B。

7.4 评价单元综合脆弱性指数计算

评价单元综合脆弱性按照评价单元内的承灾体脆弱性进行综合分析，若评价单元包含多个承灾体，应首先对评价单元内的承灾体脆弱性按照风险值从大到小进行排序，其次按式（2）计算评价单元综合脆弱性指数值：

$$V = \sum_{j=1}^n V_j \times 0.5^{j-1} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

V ——评价单元综合脆弱性值；

n ——评价单元内承灾体数量；

V_j ——评价单元内风险值排序为 j 的承灾体脆弱性指数。

7.5 脆弱性等级确定

脆弱性等级确定根据7.4计算的结果按照表1进行划分。

表1 评价单元综合脆弱性等级划分方法

脆弱性等级	IV级	III级	II级	I级
脆弱性指数	(0, 6]	(6, 10]	(10, 14]	(14, 20]

8 危险性评估

8.1 危险性评估

绿潮危险性指数由评价单元上的绿潮预报覆盖率进行表征，应综合考虑绿潮位置漂移和水温导致的生物量变化，按式（3）和式（4）计算：

$$H = \frac{G_{fg}}{G_{fb}} \times \sqrt{1 + H_t} \dots\dots\dots (3)$$

$$H_t = \begin{cases} 0, & t < 10 \text{ 或 } t > 30 \\ e^{-\left(\frac{t-25}{8}\right)^2}, & 10 \leq t \leq 25 \\ e^{-\left(\frac{t-25}{2}\right)^2}, & 25 \leq t \leq 30 \end{cases} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- H ——评价单元的绿潮危险性指数值；
- G_{fg} ——评价单元的绿潮预报覆盖面积；
- G_{fb} ——评价单元的绿潮预报分布面积；
- H_t ——水温影响系数；
- t ——评价单元的平均水温值。

8.2 危险性等级划分

危险性等级根据评价单元的绿潮预报覆盖率进行划分，划分标准见表2。

不同危险性等级代表的具体含义为：

I级（红色）：预测时间范围内绿潮密集度非常高，大面积条带绿潮成为分布主体。评价单元内绿潮预报覆盖率大于7%。

II级（橙色）：预测时间范围内绿潮分布较为密集，有多个面积较大的条带绿潮分布。评价单元内绿潮预报覆盖率总体在4%~7%。

III级（黄色）：预测时间范围内绿潮分布较为松散，有多个条带绿潮分布。评价单元内绿潮预报覆盖率总体在1%~4%。

IV级（蓝色）：预测时间范围内绿潮零星分布，呈块状或小的条带分布。评价单元内绿潮预报覆盖率总体在0.1%~1%。

表2 绿潮灾害危险性等级划分方法

危险性等级	IV级	III级	II级	I级
绿潮预报覆盖率	(0.1%, 1%]	(1%, 4%]	(4%, 7%]	(7%, 100%]
颜色	蓝	黄	橙	红
RGB 设置	RGB(0,0,255)	RGB(255,255,0)	RGB(255,128,0)	RGB(255,0,0)

9 风险评估与预警

9.1 评价单元风险指数计算

基于绿潮危险性和脆弱性的评价结果，评价单元风险指数按式（5）计算：

$$R = H \times V \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- R ——评价单元的绿潮风险指数值；
- H ——评价单元的绿潮危险性指数值；
- V ——评价单元综合脆弱性值。

9.2 绿潮风险预警分级

根据评价单元绿潮灾害风险指数值的计算结果和取值范围，将绿潮的风险等级划分为4级，其分别标识为红、橙、黄、蓝四种颜色，具体分级方法见表3。

不同风险等级代表的具体含义为：

I级（红色）：风险值大于0.70，绿潮将对承灾体产生非常大的威胁，若不处置，可能会导致承灾体全面受灾或能够引发下级次生衍生事件。

II级（橙色）：风险值在0.24~0.70范围内，绿潮将对承灾体产生很大的威胁，需要分配较多的处置力量，若不处置，可能会导致较大的承灾体损失事件。

Ⅲ级（黄色）：风险值在0.06~0.24范围内，绿潮将对承灾体产生一定的威胁，需要分配处置力量，若不处置，可能会造成承灾体受损。

Ⅳ级（蓝色）：风险值在0.006~0.06范围内，绿潮将对承灾体产生较小的威胁。

表3 绿潮风险等级对应表

风险等级	Ⅳ级	Ⅲ级	Ⅱ级	Ⅰ级
值域	(0.006,0.06]	(0.06,0.24]	(0.24,0.70]	(0.70,2.00]
颜色	蓝	黄	橙	红
RGB 设置	RGB(0,0,255)	RGB(255,255,0)	RGB(255,128,0)	RGB(255,0,0)

10 预警图制作

风险预警图包括：

- 绿潮灾害危险性分布图。按照评价单元显示，用红（Ⅰ级）、橙（Ⅱ级）、黄（Ⅲ级）、蓝（Ⅳ级）四色标识表征危险性等级大小；
- 承灾体分布图。对预报时间范围和绿潮影像范围内受绿潮影响的敏感承灾体分布情况进行制图；
- 绿潮灾害风险预警图。对预报时间范围内可能受绿潮影响的评价单元的风险大小情况进行制图，按照评价单元显示，用红（Ⅰ级）、橙（Ⅱ级）、黄（Ⅲ级）、蓝（Ⅳ级）四色标识表征评价单元的风险等级大小。

11 简报编制

绿潮风险预警简报内容包括绿潮监测、预测以及评价区域主要承灾体分布等灾害场景信息。图件应包括绿潮危险性分布图、承灾体分布图以及绿潮灾害风险预警图。

绿潮风险预警简报格式参见附录C。

附录 A
(规范性)

绿潮灾害承灾体敏感性分类及赋值表

表A.1为承灾体敏感性分类及赋值表。

表A.1 绿潮承灾体敏感性分类及赋值表

一级分类	二级分类	敏感性	分值
海上重点保护目标	自然保护区	高敏感	10
	旅游娱乐区	高敏感	10
	重要活动区	高敏感	10
	核电用海区	高敏感	10
	海洋资源开发区	敏感	7
	海水养殖区	敏感	7
	交通运输用海	低敏感	3
沿岸重点保护目标	人口聚集区	敏感	7

附录 B
(规范性)

绿潮灾害承灾体脆弱性评价指标及指标值设置方法

表B.1~B.3给出了绿潮承灾体脆弱性指标及指标值设置表。高敏感承灾体脆弱性评价指标及指标值设置见表B.1, 敏感承灾体脆弱性评价指标及指标值设置见表B.2, 低敏感承灾体脆弱性评价指标及指标值设置见表B.3。

表B.1 高敏感承灾体脆弱性评价指标及指标值设置表

一级指标	二级指标	二级指标值	三级指标	三级指标值	四级指标	四级指标值
自然属性	水域自净能力	0.16	开阔水域	1/3	无	0
			近岸海域	2/3	无	0
			沿岸海域	1	无	0
社会人文价值	功能类型	0.29	自然保护区	1/2	保护区一般区域	0
					保护区实验区域	1/6
					保护区缓冲区	1/3
					保护区核心区	1/2
			旅游娱乐区	2/3	砂质岸线及邻近海域	0
					风景名胜、历史遗迹、滨海公园等	1/6
	海水浴场	1/3				
	重要活动区	5/6	重要会议	0		
			军事演习、体育赛事	1/6		
	核电用海区	1	无	0		
	重要程度	0.43	一般及县级以下(或一般景区)	1/2	无	0
市县级(或AAA级景区)			2/3	无	0	
省级(或AAAA级景区)			5/6	无	0	
国家级(或AAAAA级景区)			1	无	0	
管理需求	社会繁荣度	0.12	其他	1/5	无	0
			四线城市	2/5	无	0
			三线城市	3/5	无	0
			二线城市	4/5	无	0
			一线城市	1	无	0

表 B.2 敏感承灾体脆弱性评价指标及指标值设置表

一级指标	二级指标	二级 指标值	三级指标	三级 指标值	四级指标	四级 指标值
自然属性	水域自净能力	0.16	开阔水域	1/3	无	0
			近岸海域	2/3	无	0
			沿岸海域	1	无	0
社会人文 价值	功能类型	0.22	海洋资源开发 区	1/5	采矿区	0
					捕捞区	1/5
					海洋盐业区、海水淡化区	2/5
			海水养殖区	1/5	高水位养殖	0
					底播养殖	1/5
					筏式养殖、网箱养殖	2/5
	滩涂养殖、围海养殖、工 厂化养殖		4/5			
	人口聚集区	3/5	无	0		
	资源价值	0.20	海洋资源开发 区	1/5	无	0
					渔业价值	3/5
			非珍贵海洋生物 （如扇贝）	1/5		
			高经济价值生物 （如海参、鲍鱼）	2/5		
人口聚集区			4/5	无	0	
重要程度	0.30	规模及重要 程度	1/5	小型或一般	0	
				中型或重要	2/5	
				大型或非常重要	4/5	
管理需求	社会繁荣度	0.12	其他	1/5	无	0
			四线城市	2/5	无	0
			三线城市	3/5	无	0
			二线城市	4/5	无	0
			一线城市	1	无	0

表 B.3 低敏感承灾体脆弱性评价指标及指标值设置表

一级指标	二级指标	二级 指标值	三级指标	三级 指标值	四级指标	四级 指标值
自然属性	水域自净能力	0.16	开阔水域	1/3	无	0
			近岸海域	2/3	无	0
			沿岸海域	1	无	0
社会人文价值	功能类型及价值	0.72	交通密集区	0	小型的港口、锚地、航道	1/4
					一般的港口、锚地、航道	1/2
					区域性的港口、锚地、航道	3/4
					全国性的港口、锚地、航道	1
管理需求	社会繁荣度	0.12	其他	1/5	无	0
			四线城市	2/5	无	0
			三线城市	3/5	无	0
			二线城市	4/5	无	0
			一线城市	1	无	0

附录 C
(资料性)
绿潮灾害风险预警简报格式

图C.1为绿潮灾害风险预警简报格式。

<p>XXX 发布单位</p> <p style="text-align: center;">绿潮灾害风险预警简报</p> <p>时间： 编号：</p> <hr/> <p>主体内容： X 单位根据 XX 监测和预测结果，开展绿潮灾害风险评估及预警工作。 监测情况描述、预测及风险区情况描述（主要风险）（附绿潮监测结果图、危险性分布图、承灾体分布图、风险预警图）。</p> <p style="text-align: center;">页码/共 X 页</p>
--

图 C.1 绿潮灾害风险预警简报格式

参 考 文 献

- [1] GB/T 12763.2—2007 海洋调查规范 第2部分：海洋水文观测
 - [2] GB/T 12763.3—2020 海洋调查规范 第3部分：海洋气象观测
 - [3] GB/T 12763.7—2007 海洋调查规范 第7部分：海洋调查资料处理
 - [4] GB/T 17504—1998 海洋自然保护区类型与级别划分原则
 - [5] GB/T 17108—2006 海洋功能区划技术导则
 - [6] GB/T 26376—2010 自然灾害管理基本术语
 - [7] GB/T 27921—2011 风险管理 风险评估技术
 - [8] MZ/T 027—2011 自然灾害风险管理基本术语
 - [9] 曹丛华, 黄娟, 高松, 吴玲娟等. 黄海绿潮灾害应急遥感监测与预测预警系统. 海洋出版社, 2017.
-