DB3206

南 通 市 地 方 标 准

DB 3206/T 1067—2024

滩涂贝类养殖海洋灾害风险隐患 评估技术规程

Technical code of practice for hydrodynamic risk assessment of
shellfish culture in mudflat

2024-01-30 发布

2024-01-30 实施

南通市市场监督管理局 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 基本要求	1
5 评估步骤	2
6 评估成果	4
附录 A（规范性） 贝类壳长与周龄的关系	5
附录 B（规范性） 贝类沿水深分布与壳长的关系	6
附录 C（规范性） 贝类在不同冲刷深度的受损计算	7
附录 D（规范性） 贝类在不同淤积深度的受损计算	8
附录 E（规范性） 气压场和风场计算	9
附录 F（规范性） 风浪要素计算	10
附录 G（规范性） 风暴潮数值模型	11
附录 H（规范性） 泥沙冲淤计算	13
附录 I（规范性） 滩涂贝类养殖海洋灾害风险隐患评估技术报告格式要求	15
参考文献	18

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。

本文件由南通市自然资源与规划局提出并归口。

本文件起草单位：河海大学、南通市自然资源和规划局、国家海洋局烟台海洋环境监测中心站、南通沿海开发集团有限公司、中交上海航道勘察设计研究院有限公司。

本文件主要起草人：罗锋、陶爱峰、刘子铭、严锐、王岗、连璐璐、徐辉、杨宏兵、李庆杰、陈立华、洪新、侯查伟、纪灵、付睿丽、范骏、熊焱、武双、李鹏宇、曹力玮、周光准、曾靖伟、田鹏、石斌、季毅、顾恒瑞。

滩涂贝类养殖海洋灾害风险隐患 评估技术规程

1 范围

本规程规定了滩涂贝类养殖海洋灾害风险隐患评估的基本要求、评估步骤、评估成果。
本规程适用于南通市滩涂贝类养殖的水动力灾害风险隐患评估。

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/T 12763.2-2007 海洋调查规范 第2部分：海洋水文观测

GB/T 12763.3-2020 海洋调查规范 第3部分：海洋气象观测

GB/T 15920-2010 海洋学术语 物理海洋学

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

底播养殖 bottom sowing culture

将人工苗种或者半人工苗种投放到环境适宜的水域地质上，通过自然生长进行养殖的生产活动。

3.2

风暴潮 storm surge

有热带气旋、温带天气系统、海上飚线等风暴过境所伴随的强风和气压骤变而引起局部海面振荡或非周期性异常升高（降低）现象。

3.3

海浪 oceanwave

由风引起的海面波动现象。主要包括风浪和涌浪。风浪和涌浪的定义见GB/T 15920-2010。

4 基本要求

4.1 总则

开展滩涂贝类养殖受损风险评估，为滩涂贝类养殖灾前安全评价、灾中风险预警、灾后受损评估提供依据，为滩涂贝类养殖保险服务提供技术支撑。

4.2 科学性

基于滩涂贝类养殖的受灾机制，综合考虑养植物时空分布及多因素灾害联合影响，开展滩涂贝类养殖的风险评估。

4.3 适用性

适用于淤泥质滩涂海岸海洋牧场埋栖型贝类的水动力灾害风险隐患评估。

4.4 评估范围

范围从海岸线向外海延伸至 10 公里或平均低潮位 1 米水深处。

5 评估步骤

5.1 资料收集

5.1.1 概述

根据风险评估对象，确定评估区域，收集和整理评估区域基础地理信息，养殖情况及灾害过程的水文气象观测资料等。

5.1.2 地理信息资料

包括水深及岸线数据，比例尺不小于1:10万。

5.1.3 养殖基本情况

包括评估区域的主要养殖品种、养殖密度、播苗及采养殖捕活动情况。

5.1.4 水文、气象资料

针对评估的海洋灾害过程养殖区域附近潮（水）位站、海洋观测站、浮标船舶报、卫星高度计等潮位、潮流、海浪及气象观测资料，评估区海岸带的海床物质组成和泥沙浓度。水文、气象资料收集应遵照GB/T 12763.2-2007和GB/T 12763.3-2020的有关规定执行。

5.2 评估对象分析

5.2.1 概述

明确评估区域底播养殖主要品种及其周龄与外观关系，确定底播养殖空间分布密度，建立底播受灾与水文要素关系。

5.2.2 贝类壳长与周龄的关系

贝类的壳长随周龄的增大而增大，其关系确定为：

- a) 评估区有养殖活动时记录的实测资料则可统计获得；
- b) 若无实测资料，可按附录 A 计算。

5.2.3 贝类空间分布

贝类的周龄越大，其平均分布水深越深、活动范围越广，关系确定为：

- a) 评估区有养殖活动时记录的实测资料则可统计获得；
- b) 若无实测资料，可按附录 B 计算。

5.2.4 贝类受灾关系

灾害期间贝类均下潜至一定深度避灾，其受灾分为：

- a) 海床冲刷破坏了埋面、致使贝类被冲起后吸入大量泥沙至体内导致的死亡，该情况下的受损可按附录 C 计算；
- b) 海床淤积覆盖了原有埋面、致使下潜于一定深度的贝类无法钻出导致的死亡，该情况下的受损可按附录 D 计算。

5.3 受灾风险等级确定

基于南通市贝类养殖调研数据，根据主要养殖品种不同周龄的受灾结果确定风险等级。底播养殖受灾风险依据受灾关系确定为高风险区(I级)、中风险区(II级)和低风险区(III级)三级(表 1)。

表 1 贝类灾害风险等级表

风险等级	判别标准	受灾情况
高 (I级)	一龄受损>95%或二龄受损>80%或 三龄受损>60%	养殖区域已经处于极大破坏阶段， 短期内无法恢复
中 (II级)	一龄受损>80%或二龄受损>60%或 三龄受损>40%	养殖区域在重新播苗后有望在来年 恢复生产
低 (III级)	一龄受损>60%或二龄受损>40%或 三龄受损>25%	当年贝类产量会部分降低，但在重 新播苗后能较快恢复生产

5.4 水动力要素计算

5.4.1 概述

计算灾害过程各水动力要素，为评估提供动力输入信息。

5.4.2 波浪要素计算

以风场为驱动，采用波作用能量守恒方程为代表的成熟波浪数学模型，计算确定研究区域单次风暴潮期间的波浪场过程。输出要素包括有效波高、波向和周期；输出时间间隔可为1小时。具体计算方法可参见附录E和附录F。

5.4.3 风暴潮计算

采用风暴潮数据模型，根据气压、风场行进路径，确定评估区域的水位、流速、流向和底部切应力等要素。输出要素包括水位、流速、流向和底部切应力；输出时间间隔可为1小时。具体计算方法可参见附录G。

5.4.4 海床冲淤计算

调查养殖区的底质，计算不同泥面深度的起动流速或起动切应力，采用5.4.1和5.4.2计算得到风暴潮期间波浪要素和风暴潮动力结果，确定海床冲刷估算最大冲刷深度。输出单次风暴潮过程中的最大冲淤厚度。具体计算方法见附录H。

5.5 风险评估

依据5.4.3计算得到的最大冲淤厚度结合表1，评估研究区养殖风险。底播养殖受灾风险区划图用红、橙、黄三色标识出评估区各面积单元等级大小。

6 评估成果

6.1 资料汇总

汇总资料包括研究区域自然地理环境概述、海水养殖概况，主要养殖品种及形态、养殖密度及分布，海床物质组成、风暴潮灾害期间风暴增水、最大潮流、最大波高分布、最大冲淤深度，受灾风险等级等。

6.2 报告编制

根据风险分析和风险区划结果绘制相应成果图件并按技术报告格式编制滩涂养殖贝类海洋灾害风险隐患评估报告，主要图表及格式要求见附录I。

附 录 A
(规范性)
贝类壳长与周龄的关系

贝类壳长与周龄的关系为:

$$a = \alpha y^\beta \dots\dots\dots (A. 1)$$

式中:

a ——贝类壳长, 单位为厘米(cm);

y ——贝类周龄, 单位为年(y);

α 、 β ——常数, 可在评估区域采样确定; 对于淤泥质滩涂海域文蛤, 可取 $\alpha=1.568$ 、 $\beta=0.808$ 。

附 录 B
(规范性)
贝类沿水深分布与壳长的关系

贝类在不同水深处分布为正态分布：

$$f(a,d) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{(d-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

f ——分布概率密度函数；

a ——贝类壳长，单位为米(m)；

d ——以平均海平面为基准的水深，单位为米(m)；

μ ——贝类平均分布水深，单位为米(m)，可分别在 0.25 米、0.50 米、0.75 米和 1.00 米处采样统计得到；对于淤泥质滩涂海域文蛤，可取

$$\mu = -0.064 - 10.467a - 114.119a^2 \dots\dots\dots (B.2)$$

σ ——贝类分布在平均分布水深 μ 处的散度，单位为米(m)，可分别在 0.25 米、0.50 米、0.75 米和 1.00 米处采样统计得到；对于淤泥质滩涂海域文蛤，可取

$$\sigma = 0.040 + 1.815a + 31.928a^2 \dots\dots\dots (B.3)$$

附 录 C
(规范性)
贝类在不同冲刷深度的受损计算

贝类在不同冲刷深度的受损为

$$p = 1 - \gamma_1 \exp \left[-\gamma_2 \frac{h^{\gamma_4}}{a^{\gamma_3}} \right] \quad h > \left(\frac{a^{\gamma_3} \ln \gamma_1}{\gamma_2} \right)^{\frac{1}{\gamma_4}} \dots\dots\dots (C. 1)$$

式中:

a ——贝类壳长, 单位为米(m);

h ——以平均海平面为基准的冲刷深度, 单位为米(m);

γ_1 、 γ_2 、 γ_3 、 γ_4 ——常数, 可在评估区采样确定; 对于淤泥质滩涂海域文蛤, 可取 $\gamma_1 = 1.047$ 、 $\gamma_2 = 1.593$ 、 $\gamma_3 = 1.13$ 、 $\gamma_4 = 2.0$ 。

附录 D

(规范性)

贝类在不同淤积深度的受损计算

贝类在不同淤积深度的受损为

$$p = 1 - \tau_1 \exp \left[- \left(\frac{\tau_4 h}{\tau_2 a + \tau_3} \right)^{\tau_5} \right] \quad h > \frac{\tau_2 a + \tau_3}{\tau_4} \cdot (\ln \tau_1)^{\frac{1}{\tau_5}} \dots \dots \dots (D. 1)$$

式中：

a ——贝类壳长，单位为米(m)；

h ——以平均海平面为基准的淤积深度，单位为米(m)；

τ_1 、 τ_2 、 τ_3 、 τ_4 、 τ_5 ——常数，可在评估区采样确定；对于淤泥质滩涂海域文蛤，可取 $\tau_1 = 1.047$ 、 $\tau_2 = 0.903$ 、 $\tau_3 = 0.023$ 、 $\tau_4 = 0.918$ 、 $\tau_5 = 2.0$ 。

附录 E
(规范性)
气压场和风场计算

采用梯度风原理计算气压场和风场。在气旋风外围背景风场可以采用CCMP、NCEP、ERA等资料或气象数值预报产品提供风场。热带气旋气压场可以采用气压场模型计算，常用气压场理论模型可参考藤田模型：

$$P = P_{\infty} - (P_{\infty} - P_0) \sqrt{1 + 2 \left(\frac{r}{R_0} \right)^2} \dots\dots\dots (E. 1)$$

式中：

P ——计算点气压，单位为帕(Pa)；

P_0 ——气旋中心气压，单位为帕(Pa)；

P_{∞} ——气旋外围气压，单位为帕(Pa)；

r ——为计算点至气旋中心距离，单位为米(m)；

R_0 ——表征气旋系统特征参数，可根据最大风速半径调整，也可根据台站观测气压调整，单位为米(m)。

气旋模型风场计算可按：

$$\vec{W} = c_1 W_1 \begin{bmatrix} -\sin(\theta + \beta) \\ \cos(\theta + \beta) \end{bmatrix} + c_2 \vec{W}_2 \dots\dots\dots (E. 2)$$

$$W_1 = \sqrt{\frac{f^2 r^2}{4} + \frac{r}{\rho_a} \cdot \frac{\partial P}{\partial r} - \frac{fr}{2}} \dots\dots\dots (E. 3)$$

$$W_2 = \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \end{bmatrix} \cdot \exp\left(\frac{-\pi r}{500000}\right) \dots\dots\dots (E. 4)$$

式中：

$\vec{W}$ ——海面上10m高度处的气旋风速，单位为米每秒(m/s)；

W_1 ——梯度风速，单位为米每秒(m/s)；

W_2 ——气旋移行产生的风场，单位为米每秒(m/s)；

θ ——计算点(x,y)与气旋中心的(x_c,y_c)连线与x轴夹角，单位为弧度(rad)；

β ——梯度风和海面风的夹角，单位为弧度(rad)；

c_1, c_2 ——为修正系数；

f ——为科氏系数， $f = 2\omega \sin\varphi$ ， ω 为地转角速度，单位为弧度每秒(rad)， φ 为纬度，单位为弧度(rad)；

ρ_a ——空气密度，单位为千克每立方米(kg/m³)；

V_x, V_y ——气旋中心在x和y方向上移动速度，单位为米每秒(m/s)。

气旋过程中的中心附近风场可以采用上述梯度风原理计算风场，在气旋风外围风场可以采用CCMP、NCEP、ERA等资料或者气象数值预报产品提供风场，如WRF。

附录 F
(规范性)
风浪要素计算

采用谱浪模型并考虑风能驱动计算波浪场。该模型基于能量守恒原理的波作用量平衡方程数值求解。考虑了水深变化、背景流和障碍物等对波浪传播的影响，同时考虑了包括风摄入波动能量、白浪耗散、水深变化导致的波浪破碎、底摩擦耗散、波-波非线性相互作用等物理过程。荷兰Delft理工大学开发的SWAN模型和丹麦DHI研究所开发的Mike-SW模型等，均是目前应用较广的第3代风浪谱模型，适用于海岸、湖泊和河口地区的风浪要素计算。

笛卡尔坐标系下的波作用量平衡方程为：

$$\frac{\partial}{\partial t} N + \frac{\partial}{\partial x} c_x N + \frac{\partial}{\partial y} c_y N + \frac{\partial}{\partial \sigma} c_\sigma N + \frac{\partial}{\partial \theta} c_\theta N = \frac{S}{\sigma} \dots\dots\dots (F.1)$$

式中：

N 为波作用量密度， C_x 、 C_y 、 C_σ 、 C_θ 分别代表在 x 、 y 、 σ 、 θ 方向的波浪传播速度。

$$C_x = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{2kd}{\sinh(2kd)} \right] \frac{\sigma k_x}{k^2} + U_x \dots\dots\dots (F.2)$$

$$C_y = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{2kd}{\sinh(2kd)} \right] \frac{\sigma k_y}{k^2} + U_y \dots\dots\dots (F.3)$$

$$C_\sigma = \frac{\partial \sigma}{\partial d} \left[\frac{\partial d}{\partial t} + \bar{U} \cdot \nabla d \right] - C_s \bar{k} \cdot \frac{\partial \bar{U}}{\partial s} \dots\dots\dots (F.4)$$

$$C_\theta = -\frac{1}{k} \left[\frac{\partial \sigma}{\partial d} \frac{\partial d}{\partial m} + \bar{k} \cdot \frac{\partial \bar{U}}{\partial m} \right] \dots\dots\dots (F.5)$$

式中：

$\bar{k} = (k_x, k_y)$ 为波数， d 为水深， $\bar{U} = (U_x, U_y)$ 为流速， s 是沿波向 θ 方向的空间坐标， m 为垂直于 s 的坐标，相对频率 $\sigma = \bar{k} \cdot \bar{U} + \omega$ ， ω 为波浪的固有频率。

右边 S 代表以谱密度表示的源汇项，包括风能输入、波与波之间非线性相互作用和由于底摩擦、白帽、破碎等引起的能量损耗：

$$S = S_{wind}(\sigma, \theta) + S_{nl} + S_{ds} + S_{bot} + S_{surf} \dots\dots\dots (F.6)$$

式中：

S_{wind} 指风输入的能量； S_{nl} 指波与波之间的非线性作用引起的能量耗散； S_{ds} 指由白帽引起的能量耗散； S_{bot} 指由底摩擦引起的能量耗散； S_{surf} 指由于水深变化引起的波浪破碎产生的能量耗散。

附录 G
(规范性)
风暴潮数值模型

风暴潮数值计算的气压场、风场和波浪场由可由附录E和附录F计算确定。

潮流运动可按下列控制方程：

连续方程

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial[(h+\zeta)u]}{\partial x} + \frac{\partial[(h+\zeta)v]}{\partial y} = 0 \quad \text{..... (G. 1)}$$

x 方向动量方程

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - fv = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho(h+\zeta)} - \frac{1}{\rho(h+\zeta)} \left(\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{xy}}{\partial y} \right) \\ - \frac{1}{\rho(h+\zeta)} \left(\frac{\partial R_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial R_{xy}}{\partial y} \right) + N_x \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \frac{\tau_{wx}}{\rho(h+\zeta)} \quad \text{(G. 2)} \end{aligned}$$

y 方向动量方程

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + fu = -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho(h+\zeta)} - \frac{1}{\rho(h+\zeta)} \left(\frac{\partial S_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yy}}{\partial y} \right) \\ - \frac{1}{\rho(h+\zeta)} \left(\frac{\partial R_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial R_{yy}}{\partial y} \right) + N_y \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \frac{\tau_{wy}}{\rho(h+\zeta)} \quad \text{..... (G. 3)} \end{aligned}$$

式中：

t——时间，单位为秒(s)；

x、y——原点 o 置于某一水平基面的直角坐标系坐标；

u、v——流速矢量分别为 $\vec{V}$ 沿 x、y 方向的分量，单位为米每秒(m/s)；

ζ ——为相对 xoy 平面的水面水位，单位为米，(m)；

h——为静水深；

g——重力加速度，单位为米每立方秒(m/s²)；

ρ ——为海水密度，单位为千克每立方米(kg/m³)；

N_x 、 N_y ——分别为 x、y 方向的水平涡动粘性系数；

f——为科氏系数， $f = 2\omega \sin\varphi$ ， ω 为地转角速度，单位为弧度每秒(rad)， φ 为纬度，单位为弧度(rad)；

S_{xx} 、 S_{yy} 、 S_{yx} 、 S_{xy} ——波浪辐射应力张量的四个分量，单位为牛顿每米(N/m)。

考虑波浪破碎的波浪辐射应力张量的四个分量可按下列表达式确定：

$$S_{xx} = \frac{\rho g H_w^2}{8} \left[\left(2 \frac{C_g}{C} - \frac{1}{2} \right) - \frac{C_g}{C} \sin^2 \theta \right] - \frac{\rho M_{wx}^2}{h + \zeta} \quad \text{..... (G. 4)}$$

$$S_{xy} = S_{yx} = \frac{\rho g H_w^2}{8} \frac{C_g}{C} \sin \theta \cos \theta - \frac{\rho M_{wx} M_{wy}}{h + \zeta} \quad \text{..... (G. 5)}$$

$$S_{yy} = \frac{\rho g H_w^2}{8} \left[\left(\frac{C_g}{C} - \frac{1}{2} \right) + \frac{C_g}{C} \sin^2 \theta \right] - \frac{\rho M_{wy}^2}{h + \zeta} \quad \text{..... (G. 6)}$$

式中：

C_g 、 H 、 H_w 、——分别为波浪群速、波浪相速、波高和波向；

M_{Wx} 、 M_W ——由卷破波和波动 Stokes 漂移造成的向岸质量通量， $M_{Wx}=(E+2E_r)/(\rho C)\cos\theta$ ， $M_W=(E+2E_r)/(\rho C)\sin\theta$ ；其中，单位面积波能 $E=\rho g H_w^2/8$ ；单位面积卷波能量 $E_r=4\beta_r C/(gT)PE$ ； $\beta_r\approx 0.9$ ； T 为波浪周期； $P=\{H/[\gamma(h+\zeta)]\}^4$ ， $\gamma=0.5+(H_0+L_0)^{1/2}$ ， H_0 为深水波高， L_0 为深水波长；

R_{xx} 、 R_{xy} 、 R_{yx} 、 R_{yy} ——破波波卷产生的切应力，单位为牛顿每米(N/m)， $R_{xx}=2E_r\cos^2\theta$ ， $R_{yy}=2E_r\sin^2\theta$ ， $R_{xy}=R_{yx}=E_r\sin 2\theta$ ；

τ_{wx} 和 τ_{wy} ——风应力矢量 τ_w 沿 x 、 y 方向的分量，单位为牛顿每平方米(N/m²)；

τ_{bx} 和 τ_{by} ——波浪、潮流共同作用下的底部剪切应力矢量 τ 沿 x 、 y 方向的分量，单位为牛顿每平方米(N/m²)，可按下列公式确定：

$$\tau_{bx} = \frac{g}{c^2} \rho |\vec{U}| u + \frac{\pi}{8} \rho f_w |\vec{U}_w| u_w + \frac{B\rho}{\pi} \sqrt{2} \left(\frac{g f_w}{c^2} \right)^{\frac{1}{2}} |\vec{U}| u_w \dots\dots\dots (G. 7)$$

$$\tau_{by} = \frac{g}{c^2} \rho |\vec{U}| v + \frac{\pi}{8} \rho f_w |\vec{U}_w| v_w + \frac{B\rho}{\pi} \sqrt{2} \left(\frac{g f_w}{c^2} \right)^{\frac{1}{2}} |\vec{U}| v_w \dots\dots\dots (G. 8)$$

式中：

$\vec{U}$ ——水流速度矢量，单位为米每秒(m/s)；

$\vec{U}_w$ ——波浪底部水质点最大速度矢量，单位为米每秒(m/s)；

u_w 、 v_w ——分别为 $\vec{U}_w$ 在 x 和 y 方向的分量，单位为米每秒(m/s)；

f_w ——波浪摩阻系数，通常取 0.01~0.02；

c ——谢才系数， $c=(h+\zeta)^{1/6}/n$ ；

n ——曼宁糙率系数；

B ——波流相互作用系数：当波流同向时 $B=0.917$ ，当波流相互垂直时 $B=-0.1983$ ，当波流夹角不定 $B=0.359$ 。

定解条件包括边界条件和初始条件，对于边界条件，开边界取流速或潮位的实测或分析值，固边界取流速的法向分量为零；对于初始条件，流速一律取零值，潮位取初始时刻的值。

附录 H
(规范性)
泥沙冲淤计算

泥沙冲淤计算需要的水动力场由上述风浪模式和风暴潮提供动力场。

悬沙输移扩散可按以下方程控制：

$$\frac{\partial[(h+\zeta)S]}{\partial t} + \frac{\partial[(h+\zeta)uS]}{\partial x} + \frac{\partial[(h+\zeta)vS]}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} \left[(h+\zeta)D_x \frac{\partial S}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[(h+\zeta)D_y \frac{\partial S}{\partial y} \right] + F_s \dots\dots\dots (H.1)$$

式中：

t ——时间，单位为秒(s)；

S ——铅直方向积分的水体含沙量，单位为千克每立方米(kg/m³)；

x 、 y ——原点 o 置于某一水平基面的直角坐标系坐标；

u 、 v ——流速矢量分别为 $\vec{v}$ 沿 x 、 y 方向的分量，单位为米每秒(m/s)；

D_x 、 D_y —— x 、 y 方向的悬沙紊动扩散系数，单位为平方米每秒(m²/s)；

ζ ——为相对 xoy 平面的水面水位，单位为米(m)；

h ——为静水深；

F_s ——泥沙源汇函数或泥沙冲淤函数，反映地形冲淤变化 kg/(m²·s)，可按照挟沙率公式确定：

$$F_s = -\alpha\omega(\gamma S - \beta S^*);$$

α ——泥沙沉降几率；

ω ——泥沙沉降速度，单位为米每秒(m/s)；

S^* ——为水体的挟沙力，一般采用经验公式法或半理论方法或现场实测资料确定。

$$\beta = \begin{cases} 1 & (\text{当 } u \geq u_c) \\ 0 & (\text{当 } u \leq u_c) \end{cases};$$

$$\gamma = \begin{cases} 0 & (\text{当 } u \geq u_f) \\ 1 & (\text{当 } u \leq u_f) \end{cases};$$

u_c ——泥沙颗粒的起动流速，单位为米每秒(m/s)；

u_f ——泥沙颗粒的扬动流速，单位为米每秒(m/s)；

床面冲淤变化可按以下方程控制：

$$\gamma_b \frac{\partial \eta_b}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = F_s \dots\dots\dots (H.2)$$

式中：

t ——时间，单位为秒(s)；

x 、 y ——原点 o 置于某一水平基面的直角坐标系坐标；

η_b ——海底床面冲淤厚度，单位为米(m)；

F_s ——泥沙源汇函数或泥沙冲淤函数，反映地形冲淤变化，单位为千克每平方米秒[kg/(m²·s)]；

γ_0 ——泥沙干容重，单位为千克每立方米(kg/m³)；

q_x 、 q_y ——分别为单位时间内单宽底沙输移量 q_b 沿 x 和 y 方向的分量，单位为千克每平方米秒 [kg/(m²·s)]，淤泥质海岸时均为 0， q_b 采用考虑波浪作用的窦国仁公式，即

$$q_b = \frac{k_2}{C_0^2} \frac{\gamma_s}{\gamma_s - \gamma} m \frac{|\vec{V} + \vec{V}_w|^{3/2}}{\omega_b} \dots\dots\dots (H.3)$$

$$\text{系数 } m = \begin{cases} |\vec{V}| + |\vec{V}_w| - V_k & \text{当 } V_k \leq |\vec{V}| + |\vec{V}_w| \text{ 时} \\ 0 & \text{当 } V_k > |\vec{V}| + |\vec{V}_w| \text{ 时} \end{cases}$$

式中:

$\vec{V}$ ——水流平均速度矢量, 单位为米每秒(m/s);

$\vec{V}_w$ ——波浪平均特征速度矢量, 单位为米每秒(m/s);

V_k ——底沙颗粒的临界起动流速, 单位为米每秒(m/s); 按窦国仁公式确定:

$$V_k = 0.265 \ln \left(11 \frac{H}{\Delta} \right) \sqrt{\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} g d_b + \left(\frac{\gamma_b}{\gamma_b^*} \right)^{2.5} \frac{\varepsilon_k + gH\delta}{d_b}} \dots\dots\dots (\text{H.4})$$

式中:

γ_b^* ——稳定干容重, 单位为千克每立方米(kg/m³), 对于细沙可以认为 $\gamma_b^* = \gamma_b$;

d_b ——推移质的中值粒径, 单位为米(m);

ε_k ——粘结力参数(天然沙 $\varepsilon_k = 0.50 \text{cm}^3/\text{s}^2$);

δ ——薄膜水厚度参数, $\delta = 1.2 \times 10^{-6} \text{cm}$;

Δ ——床面糙率高度, 单位为米(m)。

附录 I

(规范性)

滩涂贝类养殖海洋灾害风险隐患评估技术报告格式要求

1.1 封面

封面书写内容包括：

- 报告名称；
- 委托单位名称；
- 承担单位名称(盖章)；
- 报告编制日期。

1.2 封二

封二应书写内容包括：

- 承担单位负责人；
- 任务责任人；
- 技术负责人；
- 报告编写人员；
- 主要参与人员；
- 审核人员。

1.3 目录

报告应有包含逐级标题的目录页。

1.4 前言

前言包括工作来源、背景、内容和主要成果等。

1.5 正文

技术报告正文编写内容大纲如下：

- 第1章“评估区域概况”，内容包括自然地理环境概述、海水养殖概况、海洋灾害概况等。
- 第2章“底播养殖概况”，内容包括主要养殖品种及形态、养殖密度及分布、养殖活动等资料的收集整理情况统计描述；按主要养殖品种以表格形式给出周龄与壳长的关系，以图表形式给出不同周龄养殖品种的密度空间分布。
- 第3章“风暴潮灾害水文要素计算”，内容包括潮位、潮流、波浪、海床物质组成、泥沙浓度及海床冲淤变化等计算结果；以图表形式给出海床物质组成、风暴潮灾害期间风暴增水、最大潮流、最大波高分布图、最大冲淤深度图。
- 第4章“底播养殖受灾风险评估”，内容包括研究区养殖受灾风险评估方法及评估结果；以图表形式给出研究区受灾风险等级。
- 第5章“对策与建议”，内容包括根据研究区域养殖受灾风险评估等级结果阐述其具体影响，提出有针对性的对策建议。

1.6 封底

印刷版报告宜有封底。封底可放置任务承担单位的名称和地址或其他相关信息，也可为空白页。

1.7 报告格式

报告文本外形尺寸为A4（210mm×297mm）。

参 考 文 献

- [1] GB/T 12763.6-2007 海洋调查规范 第6部分. 海洋生物调查
- [2] GB/T 14914.2-2019 海洋观测规范 第2部分: 海滨观测
- [3] GB/T 17378.5-2007 海洋监测规范 第5部分: 沉积物分析
- [4] GB/T 19721.1-2017 海洋预报和警报发布 第1部分: 风暴潮预报和警报发布
- [5] GB/T 20014.18-2013 良好农业规范 第18部分: 水产滩涂、吊养、底播养殖基础控制点与符合性规范
- [6] GB/T 24438.1-2009 自然灾害灾情统计 第1部分: 基本指标
- [7] GB/T 28923.2-2012 自然灾害遥感专题图产品制作要求第2部分: 监测专题图产品
- [8] GB/T 35227-2017 地面气象观测规范 风向和风速
- [9] GB/T 50095-2014 水文基本术语和符号标准
- [10] GB/T 50159-2015 河流悬移质泥沙测验规范
- [11] GB/T 50228-2011 工程测量基本术语标准
- [12] JTS 132-2015 水运工程水文观测规范
- [13] JTS 145-2015 港口与航道水文规范
- [14] JTS/T 231—2021 水运工程模拟试验技术规范
-