



团 体 标 准

T/CAOE 20.10-2020

海岸带生态系统现状调查与评估技术导 则第10部分：海湾

Technical guideline for investigation and assessment of coastal ecosystem—

Part 10: Bay

2020-07-21 发布

2020-07-21 实施

中国海洋工程咨询协会 发布

目 次

前 言.....	I
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 一般规定.....	2
4.1 工作程序.....	2
4.2 质量控制.....	2
4.3 调查与评估报告编制.....	2
4.4 成果归档.....	2
5 现状调查.....	2
5.1 站位布设.....	2
5.2 调查频次.....	2
5.3 现状调查内容.....	2
5.4 采样及分析方法.....	3
6 生态系统评估.....	4
6.1 评估指标.....	4
6.2 评估方法.....	5
6.3 综合评估.....	10
附录 A（规范性附录）海岸带生态系统调查表.....	11
附录 B（规范性附录）岸线现状调查表.....	12
附录 C（规范性附录）围填海区域现状调查表.....	13

前 言

T/CAOE 20-2020《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则》分为十个部分：

- 第1部分：总则
- 第2部分：海岸带生态系统遥感识别与现状核查
- 第3部分：红树林
- 第4部分：盐沼
- 第5部分：珊瑚礁
- 第6部分：海草床
- 第7部分：牡蛎礁
- 第8部分：砂质海岸
- 第9部分：河口
- 第10部分：海湾

本部分为 T/CAOE 20 的第 10 部分。

本部分按照 GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本部分由自然资源部海洋预警监测司提出。

本部分由中国海洋工程咨询协会归口。

本部分起草单位：国家海洋局北海海洋工程勘察研究院、自然资源部海洋减灾中心。

本部分主要起草人：张晓举、崔文林、王丕波、国志兴、万凯、布如源、王鹏磊。

海岸带生态系统现状调查与评估技术导则

第 10 部分：海湾

1 范围

T/CAOE 20 的本部分规定了海湾生态系统现状调查与评估的一般规定、调查内容、调查方法、生态状况评估等要求。

本部分适用于海湾生态系统现状调查与评估工作。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 12343.1 国家基本比例尺地图编绘规范 第 1 部分：1：25 000 1：50 000 1：100 000 地形图编绘规范

GB/T12763.2 海洋调查规范 第 2 部分：海洋水文观测

GB/T12763.6 海洋调查规范 第 6 部分：海洋生物调查

GB/T12763.8 海洋调查规范 第 8 部分：海洋地质地球物理调查规范

GB17378.4 海洋监测规范 第 4 部分：海水分析

GB17378.5 海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析

HY/T 084-2005 海湾生态监测技术规程

HJ 710.4 生物多样性观测技术导则 鸟类

T/CAOE 20.1-2020 海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 1 部分：总则

T/CAOE 20.3 海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 3 部分：红树林

T/CAOE 20.4 海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 4 部分：盐沼

T/CAOE 20.5 海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 5 部分：珊瑚礁

T/CAOE 20.6 海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 6 部分：海草床

T/CAOE 20.7 海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 7 部分：牡蛎礁

T/CAOE 20.8 海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 8 部分：砂质海岸

T/CAOE 20.9 海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 9 部分：河口

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

海湾 bay

凹入陆地的明显水曲，其水曲的面积大于或等于以湾口宽度为直径划的半圆面积。湾口两个对应岬角连线是海湾与邻接海洋的界线。

3.2

海湾生态系统 bay ecosystem

栖息于海湾的生物与海湾中半封闭环境组成的统一的自然整体。

3.3

滩涂湿地 tidal flats wetlands

沿海大潮高潮位与低潮位之间的潮浸地带。

4 一般规定

4.1 工作程序

工作程序按照 T/CAOE 20.1-2020 第 5 章的要求执行。

4.2 质量控制

质量控制按照T/CAOE 20.1-2020的4.3要求执行。

4.3 调查与评估报告编制

调查与评估报告编制大纲要求按照T/CAOE 20.1-2020的9.1要求执行。

4.4 成果归档

成果归档按照T/CAOE 20.1-2020的第 10 章要求执行。

5 现状调查

5.1 站位布设

站位布设基本原则为：全面覆盖、重点代表、照顾一般，应均匀分布和覆盖调查评估区域。调查范围根据海湾实际情况确定，必要时覆盖整个海湾，兼顾历史调查站位。

根据海湾形态、地形特征及局部环流等特点在其近岸区域（含入海河口）、海湾中部、湾口处布设站位。站位布设应兼顾入海河口、海洋保护区、重要渔业水域、排污倾倒区等重点关注区域。除上述因素之外站位应尽可能均匀布设，可采用直线式、网格等布设方式，以便确定调查要素的分布趋势。站位一经确定，不应轻易更改，不同调查航次的站位应保持不变。生物和沉积物站位数量一般应按照水体调查站位数量的 60%以上布设。

5.2 调查频次

地形地貌、水文以收集资料为主，必要时可开展 1 次调查；海湾包含的红树林、盐沼等生态系统调查可每年开展 1 次，调查时间宜安排在 5~8 月份。生物和水体要素的调查每年至少应进行 2 次，可选择在枯水期、丰水期或主要观测生物对象的成熟和非成熟期进行，鸟类等野生动物调查频次与时段应根据观测目标的生活习性确定。

5.3 现状调查内容

海湾生态系统现状调查包括海湾生境调查、生物调查和威胁因素调查。海湾内各生态系统及滩涂湿地调查结果按附录 A 填报，海湾生态系统生境中岸线的调查结果按附录 B 填报，威胁因素中围填海面积调查按附录 C 填报。调查要素可根据海湾特点适当增减，同时结合历史资料情况，增加历史缺失要素，作为后续评估的基础。海湾生态系统现状调查要素见表 1。

表 1 海湾生态系统现状调查要素

调查内容	调查项目	调查要素
海湾生境	水文	海流
	地形地貌	自然岸线类型与长度；滩涂湿地、围填海面积
	沉积物	沉积物类型、粒度、有机碳、硫化物
	水体	透明度、盐度、溶解氧、无机氮、活性磷酸盐
海湾生物	生物	叶绿素 a、浮游植物，浮游动物、大型底栖生物、潮间带生物、游泳动物、鱼卵仔鱼、滩涂湿地野生动物种类
威胁因素	海域开发活动	围填海面积、人工岸线长度、养殖面积
	自然灾害状况	赤潮累计发生面积
<p>注 1：本表与 HY/T 084-2005 中表 2 共同提及的调查指标调查频次按照 HY/T 084-2005 中第 4.1.2.2 条的规定执行。</p> <p>注 2：滩涂湿地野生动物包括鸟类、两栖类、爬行类和兽类。</p> <p>注 3：此处养殖面积特指通过非透水构筑物围起的养殖面积。</p>		

5.4 采样及分析方法

调查要素的分析方法按表 2 给出的方法进行。

表 2 调查要素观测/分析方法

调查项目	调查要素	调查方式	采用标准
水文	海流	定点测流/走航测流	GB/T 12763.2
地形地貌	滩涂湿地面积	遥感解译、现场核查	GB/T 12343.1
	围填海面积		
	岸线类型、长度		
沉积物	类型、粒度	现场调查	GB/T 12763.8
	有机碳		GB 17378.5
	硫化物		GB 17378.5
水体	透明度	现场调查	GB 17378.4
	盐度		GB/T 12763.2
	化学需氧量		GB/T 12763.4
	无机氮		GB/T 12763.4
	活性磷酸盐		GB/T 12763.4
生物	叶绿素 a	现场调查	GB/T 12763.6
	浮游植物		GB/T 12763.6
	浮游动物		GB/T 12763.6
	大型底栖生物		GB/T 12763.6
	潮间带生物		GB/T 12763.6
	游泳动物		GB/T 12763.6

	鱼卵仔鱼		GB/T 12763.6
	鸟类	现场调查、资料收集	HJ 710.4
	两栖类、爬行类和兽类	资料收集、专家咨询	
海域开发活动	养殖面积	遥感解译、现场调查、资料收集	
自然灾害状况	赤潮累计发生面积	资料收集或现场调查	

6 生态系统评估

6.1 评估指标

评估类别包括海湾生境、生物和生态系统压力三个方面，各类别对应评估指标如下：

- a) 海湾生境中涉及的红树林、盐沼、珊瑚礁等生态系统的评估按照表 3 开展，本部分引用其评估结论。
- b) 海湾生物评估指标：见表 4。
- c) 生态系统压力评估指标：人工岸线长度、围填海面积、赤潮累计发生面积。结合实际需要选择性开展海平面上升、绿潮、风暴潮、外来物种入侵等方面的自然灾害的定性分析。

表 3 各生境评估执行标准

评估类别	评估执行标准
红树林	T/CAOE 20.3
盐沼	T/CAOE 20.4
珊瑚礁	T/CAOE 20.5
海草床	T/CAOE 20.6
牡蛎礁	T/CAOE 20.7
砂质海岸	T/CAOE 20.8
河口	T/CAOE 20.9

表 4 海湾生态系统现状评估指标

评估类别	评估内容
海湾生境	滩涂面积
	纳潮量
	有机碳、硫化物
	富营养化程度
	初级生产力
	红树林、盐沼、珊瑚礁、海草床、牡蛎礁、砂质海岸、河口
海湾生物	香农-威纳指数
	游泳动物密度
	鱼卵、仔鱼密度
	海湾物种数量

生态系统压力	围填海面积、人工岸线长度、养殖面积、赤潮累计发生面积
--------	----------------------------

6.2 评估方法

6.2.1 参照系

基准值确定原则包括：

- 收集调查区域的历史资料，包括常规监测、专项调查、文献资料等，建立参照系；
- 参照系宜采用上述数据中有代表性、能够反映生态系统变化的相关资料；
- 当历史资料齐全时，以历史资料作为综合评估的参照系；
- 当有部分历史资料时，以部分历史数据作为单项评估的参照系；
- 当无历史资料时，仅作现状描述，其结果宜作为以后评估的参照系。

6.2.2 评估方法

6.2.2.1 评估指标与分类

海湾生态系统生态状况评估包括三类指标，各类指标权重如下：

- 海湾生境 40
- 生物 40
- 生态系统压力 20

6.2.2.2 生境

生境评估按以下方法计算：

- 滩涂面积的评估计算方法见公式（1）：

$$A_t = \left| \frac{A - A_0}{A_0} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- A_t ——滩涂面积减少；
- A ——滩涂评估年的面积，单位为平方公里（ km^2 ）；
- A_0 ——参照系中滩涂基准面积，单位为平方公里（ km^2 ）。

表 5 海湾生态系统评估指标及赋值

指标	I	II	III
滩涂面积减少	$\leq 5\%$	$>5\% \sim \leq 10\%$	$>10\%$
赋值	40	25	10

注 1：面积较基准年增加则赋值为 40。

- 纳潮量

纳潮量采用 MIKE21 FM 模型计算，纳潮量评估计算方法见公式（2）：

$$C_t = \left| \frac{C - C_0}{C_0} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- C_t ——纳潮量评估指数；
- C ——评估年纳潮量，单位为立方米（ m^3 ）；
- C_0 ——参照系中纳潮量，单位为立方米（ m^3 ）。

表 6 海湾生境纳潮量评估指标及赋值

指标	I	II	III
----	---	----	-----

纳潮量减少	≤5%	>5%~≤10%	>10%
赋值	40	25	10
注：纳潮量较基准年增加则赋值为 40。			

纳潮量计算方法见公式（3）：

$$C = \frac{S_1+S_2}{2} \times H \dots\dots\dots (3)$$

式中：

C ——纳潮量；

S_1 ——大潮高潮时的水域面积，单位为平方米（ m^2 ）；

S_2 ——大潮低潮时的水域面积，单位为平方米（ m^2 ）；

H ——对应的潮差（ m ）。

c) 沉积物

有机碳和硫化物分别取各站位平均值，按表 7 分别赋值后取平均值计入该指标评估结果。

表 7 海湾生境沉积物组分评估指标及赋值

指标	I	II	III
有机碳（%）	≤2.0	>2.0~≤3.0	>3.0
硫化物（ $\mu g/g$ ）	≤300	>300~≤500	>500
赋值	40	25	10

d) 富营养化程度

富营养化程度计算方法见公式（4）：

$$E = \frac{C_{COD} \times C_{DIN} \times C_{DIP} \times 10^6}{4500} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

E ——富营养化指数；

C_{COD} ——水体中有机物含量，单位为毫克每升（ mg/L ）；

C_{DIN} ——水体中无机氮含量，即氨氮、亚硝酸盐、硝酸盐的总和，单位均为毫克每升（ mg/L ）；

C_{DIP} ——水体中活性磷酸盐含量，单位为毫克每升（ mg/L ）。

表 8 海湾生境富营养化评估指标及赋值

指标	I	II	III
E	≤1	>1~≤9	>9
赋值	40	25	10

对每个站位进行富营养化程度赋值后取平均值为该评估指标赋值。

e) 初级生产力

初级生产力评估计算方法见公式（5）：

$$P_t = \left| \frac{P-P_0}{P_0} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中：

P_t ——初级生产力评估指数

P ——评估年每日现场的初级生产力，取各站初级生产力的平均值，单位为毫克碳每平

方米天 ($\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$);

P_0 ——参照系中每日现场的初级生产力, 单位为毫克碳每平方米天 ($\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)。

表 9 海湾生境初级生产力评估指标及赋值

指标	I	II	III
初级生产力变化	$\leq 20\%$	$>20\% \sim \leq 40\%$	$>40\%$
赋值	40	25	10

初级生产力采用叶绿素 a 法估算:

$$P = \frac{P_s \cdot E \cdot D}{2} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

P_s ——表层水中浮游植物的潜在生产力, 单位为毫克碳每立方米小时 ($\text{mgC}/\text{m}^3\cdot\text{h}$);

E ——真光层的深度, 单位为米 (m), 取透明度的 3 倍, 当水深小于透明度 3 倍时取水深;

D ——光照时间的长短, 单位为小时每天 (h/d), 春季光照时间 12h/d, 夏季光照时间 14h/d。

表层水中浮游植物的潜在生产力 (P_s), 根据表层水中叶绿素 a 的含量按式 (7) 计算:

$$P_s = C_a Q \dots\dots\dots (7)$$

式中:

C_a ——表层水中叶绿素 a 的含量, 单位为毫克每立方米 (mg/m^3);

Q ——同化系数, 单位为毫克碳每毫克叶绿素 a 小时 ($\text{mgC}/\text{mgChl-a}\cdot\text{h}$), 取 3.7。

f) 红树林、盐沼、珊瑚礁、海草床、牡蛎礁、砂质海岸、河口生态系统

根据各生态系统的评估结果进行赋值, 稳定赋值 40; 受损赋值 25; 严重受损赋值 10。海湾内存有多个生态系统的对各生态系统分别赋值, 取平均值计入生境指标中。

g) 海湾生境的评估结果计算方法见公式 (8):

$$CEH_h = \frac{\sum_1^i H_i}{i} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

CEH_h ——生境评估指数;

H_i ——各生境评估指标赋值结果;

i ——生境评估指标选取个数。

6.2.2.3 生物

a) 鱼卵仔鱼及游泳动物数量评估计算方法见公式 (9):

$$N_t = \left| \frac{N - N_0}{N_0} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

式中:

N_t ——鱼卵仔鱼及游泳动物评估指数;

N ——评估年海湾内的鱼卵数量, 单位为个每立方米 (ind/m^3), 仔鱼数量单位为个每立方米 (ind/m^3), 游泳动物数量单位为个每小时 (ind/h);

N_0 ——参照系中评估指标的平均值。

表 10 海湾生境鱼卵仔鱼及游泳动物评估指标及赋值

指标	I	II	III
鱼卵数量减少	$\leq 20\%$	$>20\% \sim \leq 50\%$	$>50\%$

仔鱼数量减少	≤20%	>20%~≤50%	>50%
游泳动物数量减少	≤20%	>20%~≤50%	>50%
赋值	40	25	10

注 1: 鱼卵仔鱼、游泳动物较基准年增加则赋值为 40。

对鱼卵、仔鱼和游泳动物分别赋值, 取平均值计入该指标评估结果。

b) 香农-威纳指数评估计算方法见公式 (10):

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \dots\dots\dots (10)$$

式中:

H' ——香农-威纳指数;

S ——物种总数;

P_i ——第 i 种的个体数占调查总个数之比;

N ——样品中生物总个体数。

表 11 海湾生境生物多样性评估指标及赋值

指标	I	II	III
H'	>3	>1~≤3	≤1
赋值	40	25	10

对浮游植物、浮游动物、大型底栖生物分别计算种类多样性指数并赋值, 取平均值计入该指标评估结果。

c) 物种数量评估计算方法见公式 (11):

$$W_t = \left| \frac{W - W_0}{W_0} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

式中:

W_t ——生物物种评估指数;

W ——评估年生物物种数量;

W_0 ——参照系中生物物种数量。

表 12 海湾生境物种数量评估指标及赋值

指标	I	II	III
生物物种减少	≤5%	>5%~≤10%	>10%
赋值	40	25	10

注 1: 生物物种数量较基准年增加则赋值为 40。

物种数量为浮游植物、浮游动物、大型底栖生物、潮间带生物、游泳动物和滩涂湿地野生动物种类数之和。

d) 海湾生物的评估计算方法见公式 (12):

$$CEH_s = \frac{\sum_1^i S_i}{i} \dots\dots\dots (12)$$

式中:

CEH_s ——海湾生物评估指数;

S_i ——各生物评估指标赋值结果;

i ——生物评估指标选取个数。

6.2.2.4 生态系统压力

a) 围填海面积评估计算方法见公式 (13):

$$A_t = \frac{A_r}{A_{r0}} \dots\dots\dots (13)$$

式中:

A_t ——围填海面积评估指数;

A_r ——评估时间围填海总面积, 单位为平方公里 (km^2);

A_{r0} ——参照系中围填海面积, 单位为平方公里 (km^2)。

b) 人工岸线长度评估计算方法见公式 (14):

$$L_t = \frac{L}{L_0} \dots\dots\dots (14)$$

式中:

L_t ——人工岸线评估指数;

L ——评估年人工岸线长度, 单位为公里 (km);

L_0 ——参照系中人工岸线长度, 单位为公里 (km)。

c) 养殖面积评估计算方法见公式 (15):

$$Y_t = \frac{Y}{Y_0} \dots\dots\dots (15)$$

式中:

Y_t ——养殖面积评估指数;

Y ——评估年养殖面积, 单位为平方公里每年 (km^2/a);

Y_0 ——基准年养殖面积, 单位为平方公里每年 (km^2/a)。

d) 赤潮累计发生面积计算方法见公式 (16):

$$R_t = \frac{R}{R_0} \dots\dots\dots (16)$$

式中:

R_t ——赤潮累计面积评估指数;

R ——评估年赤潮累计发生面积, 单位为平方公里每年 (km^2/a);

R_0 ——基准年赤潮累计发生面积, 单位为平方公里每年 (km^2/a)。

表 13 海湾生态系统压力评估指标及赋值

指标	I	II
A_t	≤ 1	> 1
L_t	≤ 1	> 1
Y_t	≤ 1	> 1
R_t	≤ 1	> 1
赋值	20	10

注 1: 基准年为 0, 评估年不为 0 时赋值 10; 基准年、评估年均 0 时不计此指标。

对围填海面积、人工岸线长度、养殖面积、赤潮累计发生面积分别赋值, 取算术平均值计入该指标评估结果。

d) 生态系统压力的评估计算方法见公式 (17):

$$CEH_p = \frac{\sum_1^i P_i}{i} \dots\dots\dots (17)$$

式中：

CEH_p ——生态系统压力评估指数；

P_i ——生态系统压力评估指标赋值结果；

i ——生态系统压力评估指标选取个数。

6.3 综合评估

综合评价结果计算方法见公式（18）：

$$CEH_{index} = CEH_h + CEH_s + CEH_p \dots\dots\dots (18)$$

当 $CEH_{index} > 80$ 时，海湾生态系统稳定； $60 \leq CEH_{index} \leq 80$ 时受损； $CEH_{index} < 60$ 时严重受损。

附录 A
(规范性附录)

海岸带生态系统调查表

第 页 共 页

填表单位:		填表时间: 年 月 日		
调查要素	生态系统:			
	调查时间:			
	调查位置:			
	核查范围(经纬度范围):			
核查方式		现场核查 遥感影像分析 其它		
现场测量信息(现场调查必填, 其它方式选填)				
测量点号	经度	纬度	照片(视频)编号	备注
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
测量人		记录人		审核人
资料来源				
备注				

填表人:

审核人:

附录 B
(规范性附录)
岸线现状调查表

调查日期： 年 月 日

调查单位		地理位置	省市县(区)	
岸线分布情况	岸线范围	起点坐标:		
	岸线类型、长度(千米)	终点坐标:		
岸线岸滩受损情况	受损岸线长度(千米)			
	受损原因	自然原因	人为活动	
	受损程度			
开发利用情况	围海养殖、港口航运等			
是否开展过岸线整治修复	是 否			
核查方式	现场核查 遥感影像分析 其它			
现场测量信息(现场核查必填,其它核查方式选填)				
测量点号	经度	纬度	照片(视频)编号	备注
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
测量人		记录人		审核人
资料来源				
备注				

注:受损程度栏描述侵蚀速率、蚀退宽度、侵蚀陡坎高度、砂质岸线泥化、粗化、占用等。

附录 C
(规范性附录)

围填海区域现状调查表

调查日期： 年 月 日

调查单位			地理位置	省市县(区)	
围填海分布情况	围填海范围		起点坐标:		
	围填海形成岸线长度(千米)		终点坐标:		
人工岸线情况	护岸长度(千米)				
	海堤长度(千米)				
	受损原因		自然侵蚀 人为活动		
	受损程度		描述海堤/护岸受损情况		
周边开发利用情况(5千米范围内)	围海养殖、港口航运、工程建设等				
是否开展过岸线整治修复	是 否				
核查方式	现场核查 遥感影像分析 其它				
现场测量信息(现场核查必填,其它核查方式选填)					
测量点号	经度	纬度	照片(视频)编号	备注	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
测量人	记录人		审核人		
资料来源					
备注					