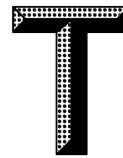


ICS 13.020.01
CCS Z 06



团 体 标 准

T/CSES 174—2024

近岸海域富营养化评价技术规范

Technical specifications for eutrophication assessment in offshore area

2024-12-05 发布

2024-12-05 实施

中国环境科学学会 发布
中国标准出版社 出版

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 评价区域划分	1
5 近岸海域富营养化评价	2
附录 A (资料性) 富营养化评价分区及评价指标赋分标准	7
参考文献.....	9

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。

本文件由中国环境科学研究院提出。

本文件由中国环境科学学会归口。

本文件起草单位：中国环境科学研究院、浙江省生态环境科学设计研究院、上海市环境科学研究院。

本文件主要起草人：安立会、雷坤、姚力芬、杨占红、孙明东、谭映宇、郑欣、王彪、吕旭波、欧梦圆、宋泽达。

近岸海域富营养化评价技术规范

1 范围

本文件规定了近岸海域富营养化评价区域划分和评价方法的技术要求。
本文件适用于近岸海域的富营养化状况评价。

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 17378.2 海洋监测规范 第2部分:数据处理与分析质量控制

GB 17378.4 海洋监测规范 第4部分:海水分析

HJ 442.2 近岸海域环境监测技术规范 第二部分 数据处理与信息管理

HJ 442.3 近岸海域环境监测技术规范 第三部分 近岸海域水质监测

HJ 442.6 近岸海域环境监测技术规范 第六部分 近岸海域生物监测

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

近岸海域 offshore area or near-shore area

与大陆、岛屿、群岛等海岸相毗连,《中华人民共和国领海及毗连区法》规定的领海外部界限向陆一侧的海域,渤海近岸海域为沿岸低潮线向海12海里以内的海域。

[来源:HJ 442.1—2020,3.1]

3.2

富营养化 eutrophication

海水中氮、磷含量超过正常水平,导致某些海洋生物生长、繁殖异常,进而引起海洋生态系统结构和功能异常的现象。

[来源:HJ 1300—2023,3.2]

4 评价区域划分

4.1 分区原则

近岸海域富营养化评价分区主要遵循以下原则:

- 相对一致性原则:在划分区域单元时,应注意内部特征的一致性;
- 区域共轭性原则:依据空间自相关和共轭性原理,所划分的区域单元应是完整的个体,不应存在彼此分离的部分,同时应适用于行政管理;
- 区域主导因素原则:关注海域的综合特征,并重点考虑主导性的因素,如盐度、水温、叶绿素 a、

营养盐等。

4.2 分区指标

近岸海域富营养化分区指标如下：

- a) 一级分区指标：地理轮廓，主要体现地理位置及现有海区划分；
- b) 二级分区指标：地形地貌、纬度带和水温，主要体现地带尺度的地形地貌、水热条件对海洋生态系统的影响；
- c) 三级分区指标：盐度、水温、叶绿素 a、无机氮和活性磷酸盐，主要体现水环境物理、叶绿素 a 和营养盐等因素对海洋生态系统的影响。

4.3 分区方法

采用自上而下，空间聚类算法和多变量空间数据叠加等技术方法，将中国近岸海域进行一、二、三级分区。一级分区依据地理轮廓将中国近岸海域划分为渤海近岸海域、黄海近岸海域、东海近岸海域、南海近岸海域共 4 个区域（见表 1），具体可参照附录 A 的 A.1.1；二级分区是在一级分区的基础上，依据地形地貌、纬度带和水温进一步分区，划分为渤海辽东湾、渤海湾、渤海莱州湾、北黄海近岸海域、南黄海近岸海域、苏北海域、长江口-杭州湾及浙江东南沿海、台湾海峡区、珠江口及广东沿海、北部湾及广西沿海、环海南岛沿海共 11 个区域（见表 1），具体可参照 A.1.2；三级分区是在二级分区的基础上，依据盐度、水温、叶绿素 a、无机氮和活性磷酸盐，并结合生态分区管控要求进行分区，划分为陆源输入区、近岸影响区和远岸影响区共 3 个区域。长江口-杭州湾及浙江东南沿海三级分区具体可参照 A.1.3。

表 1 近岸海域一、二级分区

一级分区	二级分区
渤海	渤海辽东湾
	渤海湾
	渤海莱州湾
黄海	北黄海近岸海域
	南黄海近岸海域
	苏北海域
东海	长江口-杭州湾及浙江东南沿海
	台湾海峡区
南海	珠江口及广东沿海
	北部湾及广西沿海
	环海南岛沿海

5 近岸海域富营养化评价

5.1 评价程序

评价程序如图 1 所示。将评价区域进行三级分区，分为陆源输入区、近岸影响区和远岸影响区。各分区内压力指标、初级状态指标、次级状态指标、响应指标等指标的评价。综合各分区内评价结果，获得整个评价区域的富营养化综合指数，得到富营养化综合等级。

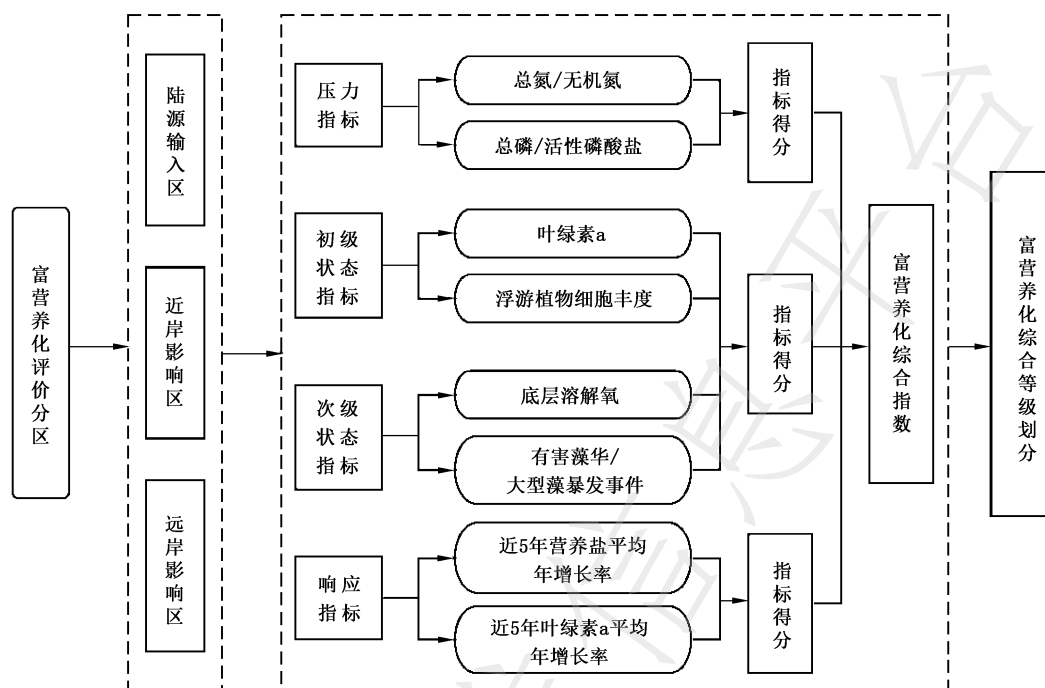


图 1 近岸海域富营养化评价程序图

5.2 数据要求

开展近岸海域富营养化评价的水质监测数据资料应符合以下要求：

- 水质监测数据的样品采集、保存、运输、现场测试、实验室分析和质量控制等应符合 GB 17378.4 和 HJ 442.3 的要求,生物监测数据资料应符合 HJ 442.6 的要求；
- 数据应按 GB 17378.2 和 HJ 442.2 中监测数据信息与数据处理等相关规定处理后方可使用；
- 在分层采样的情况下,除溶解氧外的指标,在采样点水深小于或者等于 50 m 时采用多层数据的平均值进行评价,在采样点水深大 50 m 时采用表层数据进行评价；溶解氧采用底层溶解氧进行评价。

5.3 评价指标及赋分标准

5.3.1 评价指标

近岸海域富营养化评价指标分为压力指标、状态指标和响应指标三类。具体如下：

- 压力指标,包括总氮、总磷、无机氮和活性磷酸盐；
- 状态指标,包括初级状态指标和次级状态指标,初级状态指标包括叶绿素 a 和浮游植物细胞丰度,次级状态指标包括底层溶解氧、有害藻华和大型藻暴发事件；
- 响应指标,包括近 5 年营养盐和叶绿素 a 的平均年增长率。

5.3.2 赋分标准

根据评价指标的浓度范围、事件的持续时间和增长率等对评价指标进行赋分。

对于具有评价指标基准值的评价区域,应参照基准值确定赋分标准,无机氮和活性磷酸盐在长江口-杭州湾及浙江东南沿岸三级分区(陆源输入区、近岸影响区和远岸影响区)中的赋分标准见表 A.1。

对于在评价区域内没有基准值的评价指标,应选用通用赋分标准进行赋分,见表 2。

表2 近岸海域富营养化评价指标及赋分标准(通用)

类别	评价指标	评价指标及赋分标准(通用)				
		0.2分	0.4分	0.6分	0.8分	1.0分
压力指标	总氮/(mg/L)	≤ 0.4	>0.4 且 ≤ 0.6	>0.6 且 ≤ 0.8	>0.8 且 ≤ 1.0	>1.0
	总磷/(mg/L)	≤ 0.03	>0.03 且 ≤ 0.06	>0.06 且 ≤ 0.08	>0.08 且 ≤ 0.1	>0.1
	无机氮/(mg/L)	≤ 0.2	>0.2 且 ≤ 0.3	>0.3 且 ≤ 0.4	>0.4 且 ≤ 0.5	>0.5
	活性磷酸盐/(mg/L)	≤ 0.015	>0.015 且 ≤ 0.03	>0.03 且 ≤ 0.04	>0.04 且 ≤ 0.05	>0.05
状态指标	叶绿素 a/($\mu\text{g/L}$)	≤ 1	>1 且 ≤ 3	>3 且 ≤ 5	>5 且 ≤ 10	>10
	浮游植物细胞丰度/(cells/L)	$\leq 10^3$	$>10^3$ 且 $\leq 10^4$	$>10^4$ 且 $\leq 10^6$	$>10^6$ 且 $\leq 10^8$	$>10^8$
	底层溶解氧/(mg/L)	>5	>4 且 ≤ 5	>3 且 ≤ 4	>2 且 ≤ 3	≤ 2
	有害藻华与大型藻暴发事件	累计3天以内、非周期性	累计3天以上、非周期性	累计1周以上、非周期性,或持续3天以上、周期性	累计1个月以上、非周期性,或持续1周以上、周期性	累计1个月以上,或持续2周以上、周期性
响应指标	近5年营养盐的平均年增长率/%	≤ -40	>-40 且 ≤ -10	>-10 且 ≤ 10	>10 且 ≤ 40	>40
	近5年叶绿素 a 平均年增长率/%	≤ -40	>-40 且 ≤ -10	>-10 且 ≤ 10	>10 且 ≤ 40	>40

注：发生频率的判断方法：某个时段或某个季节有规律地暴发，则为周期性，反之则为非周期性。

5.4 评价数据的选取

各指标的评价数据选取原则如下：

- 压力指标中的总氮、总磷、无机氮和活性磷酸盐选择评价区域内评价时间段内累积百分数90%所对应的浓度作为评价数据；
- 初级状态指标中的叶绿素 a 和浮游植物细胞丰度选择评价区域内评价时间段内累积百分数90%所对应的浓度作为评价数据，次级状态指标中的底层溶解氧选择评价区域内评价时间段内累积百分数10%所对应的浓度作为评价数据，有害藻华和大型藻暴发事件选择评价区域内评价时间段内其发生频率、持续时间等作为评价数据；
- 响应指标中的营养盐和叶绿素 a 的变化趋势选取评价年份近5年的平均年增长率作为评价数据。

5.5 富营养化综合指数的计算

5.5.1 压力指标分值计算

5.5.1.1 单个压力指标

总氮、总磷、无机氮和活性磷酸盐的分值计算，根据其单个指标的评价数据，对应表2得到对应单个指标的分值。若监测点位有总氮、总磷的监测数据，则使用总氮、总磷的评价数据计算，若没有，可使用无机氮和活性磷酸盐替代。

5.5.1.2 综合压力指标

根据整个评价区域各指标的分值,计算平均值得到整个评价区域压力因素综合分值。

5.5.2 初级状态指标分值计算

5.5.2.1 单个初级状态指标

叶绿素 a 和浮游植物细胞丰度根据其单个指标的评价数据,对应表 2 得到对应单个指标的分值。

5.5.2.2 综合初级状态指标

根据整个评价区域各指标的分值,计算平均值得到整个评价区域初级状态综合分值。

5.5.3 次级状态指标分值计算

5.5.3.1 单个次级状态指标

底层溶解氧的分值根据其单个指标的评价数据,对应表 2 得到对应单个指标的分值。

有害藻华和大型藻暴发事件评价对应表 2 得到对应单个指标的分值。

5.5.3.2 综合次级状态指标

直接选取次级状态指标中分值较高的一项,作为次级状态指标分值。次级状态指标反映了更高层次的富营养化症状,选用两者中的最大值而不是平均值是为了给予次级状态指标在富营养化评价中更高的权重。

5.5.4 响应指标分值计算

5.5.4.1 单个响应指标

计算评价年份近 5 年的营养盐和叶绿素 a 年际增长率的平均值,对应表 2 得到对应单个指标的分值。

5.5.4.2 综合响应指标

根据整个评价区域各指标的分值,计算平均值得到整个评价区域响应指标综合分值。

5.5.5 富营养化综合指数

根据 5.5.1、5.5.2、5.5.3 和 5.5.4 计算得到的整个评价区域内压力指标、初级状态指标、次级状态指标和响应指标四项目的对应分值,按照公式(1)计算富营养化综合指数来评价富营养化等级。

$$L_E = \sum_i^n w_i \times l_i (i=1,2,\dots,n) \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

L_E ——富营养化综合指数;

n ——指标个数;

w_i ——指标权重值,取值见表 3;

l_i ——指标得分。

表 3 近岸海域富营养化评价指标组合权重值

指标	权重值
压力指标	0.30
初级状态指标	0.27
次级状态指标	0.27
响应指标	0.16

5.6 富营养化状况等级划分

根据富营养化综合指数分值,将近岸海域水体富营养化状况划分为 5 个等级,具体分级情况见表 4。

表 4 富营养化状况等级划分表

等级	综合指数分值	含义
1	$L_E \leq 0.2$	生态系统状况良好,氮磷营养物质与叶绿素 a 的浓度增长率接近于零或为负,浮游植物丰度适中,未发生赤潮和低氧生态问题
2	$0.2 < L_E \leq 0.4$	营养盐浓度水平适中,海域生态系统依然良好。虽然浮游植物和大型藻类有一定增殖,主要作为饵料和初级生产者维持生态平衡,但氮磷营养物质与叶绿素 a 的浓度增长率略有增加,处于较低水平
3	$0.4 < L_E \leq 0.6$	营养盐浓度水平适中,海域生态系统浮游植物和大型藻类的增殖较为明显,出现过剩现象,氮磷营养物质与叶绿素 a 的浓度增长率显著增加
4	$0.6 < L_E \leq 0.8$	营养盐浓度水平较高,导致生态系统出现异常改变,浮游植物增殖异常明显,引发赤潮或大型藻暴发事件、底层低氧等出现,且氮磷营养物质与叶绿素 a 的浓度增长率显著增加
5	$0.8 < L_E \leq 1.0$	营养盐浓度水平较高,导致频繁的赤潮或大型藻暴发事件、低氧形成,生态系统状况严重恶化,且氮磷营养物质与叶绿素 a 的浓度增长率极高

附录 A

(资料性)

富营养化评价分区及评价指标赋分标准

A.1 富营养化评价分区

A.1.1 一级分区

一级分区主要基于近岸海域地理轮廓,依据地理位置及现有海区划分,将中国近岸海域划分为渤海、黄海、东海和南海共 4 个一级分区。

渤海和黄海的分界线是从辽东半岛南端老铁山角至山东半岛北端蓬莱角的连线。黄海与东海的分界线是西起长江口北岸启东角,东至朝鲜半岛南侧济州岛西南角之间的连线。南海区指广东、广西和海南三省近海海域管辖范围。

A.1.2 二级分区

二级分区主要依据地形地貌、纬度带和水温进行划分,主要体现地带尺度的地形地貌、水热条件对海洋生态系统的影响,分为渤海辽东湾、渤海湾、渤海莱州湾、北黄海近岸海域、南黄海近岸海域、苏北海域、长江口-杭州湾及浙江东南沿海、台湾海峡区、珠江口及广东沿海、北部湾及广西沿海、环海南岛沿海,共计 11 个二级分区。

A.1.3 三级分区

A.1.3.1 三级分区依据

以盐度、水温、叶绿素 a、无机氮和活性磷酸盐为分区指标,并结合生态分区管控要求,综合运用空间聚类分析算法、多变量空间数据叠加等技术方法,在一级、二级分区的基础上,对近岸海域进行三级分区。

A.1.3.2 三级分区类别

三级分区分为陆源输入区、近岸影响区和远岸影响区 3 个区域。以长江口-杭州湾及浙江东南沿海为例进行三级分区,各区的差异性说明如下:

- a) 陆源输入区、近岸影响区和远岸影响区的差异性主要体现在盐度和营养盐浓度上,根据盐度分类,陆源输入区盐度 <5 ,近岸影响区盐度在 $5\sim 18$ 。远岸影响区盐度 >18 。受长江冲淡水影响,营养盐浓度由陆源输入区至远岸影响区逐渐降低;
- b) 与近岸影响区相比,远岸影响区的水温相对较低;叶绿素 a 的高值区分布在近岸影响区和远岸影响区的中部及南部区域;
- c) 近岸影响区和远岸影响区在生态环境分区分管的级别上也有所不同,近岸影响区主要为重点管控区域,远岸影响区主要为一般管控区域。

A.2 富营养化评价指标赋分标准

根据三级分区的结果,各分区内的评价指标赋分标准见表 A.1。

表 A.1 富营养化评价指标赋分标准(三级分区)

长江口-杭州湾及浙江东南沿海(陆源输入区)							
类别	评价指标	基准值	评价指标及赋分标准				
			0.2分	0.4分	0.6分	0.8分	1.0分
压力指标	无机氮/ (mg/L)	0.18	≤0.18	>0.18 且 ≤0.30	>0.30 且 ≤0.40	>0.40 且 ≤0.50	>0.50
	活性磷酸盐/ (mg/L)	0.003	≤0.003	>0.003 且 ≤0.015	>0.015 且 ≤0.03	>0.030 且 ≤0.045	>0.045
长江口-杭州湾及浙江东南沿海(近岸影响区)							
类别	评价指标	基准值	评价指标及赋分标准				
			0.2分	0.4分	0.6分	0.8分	1.0分
压力指标	无机氮/ (mg/L)	0.33	≤0.33	>0.33 且 ≤0.40	>0.40 且 ≤0.50	>0.50 且 ≤0.60	>0.60
	活性磷酸盐/ (mg/L)	0.007	≤0.007	>0.007 且 ≤0.015	>0.015 且 ≤0.03	>0.03 且 ≤0.045	>0.045
长江口-杭州湾及浙江东南沿海(远岸影响区)							
类别	评价指标	基准值	评价指标及赋分标准				
			0.2分	0.4分	0.6分	0.8分	1.0分
压力指标	无机氮/ (mg/L)	0.01	≤0.10	>0.10 且 ≤0.20	>0.20 且 ≤0.30	>0.30 且 ≤0.40	>0.40
	活性磷酸盐/ (mg/L)	0.003	≤0.003	>0.003 且 ≤0.015	>0.015 且 ≤0.03	>0.030 且 ≤0.045	>0.045

参 考 文 献

- [1] HJ 442.1—2020 近岸海域环境监测技术规范 第一部分 总则
[2] HJ 1300—2023 海水、海洋沉积物和海洋生物质量评价技术规范
-