

前 言

河口是陆地径流与海水的交汇区域，是地球上最重要的生态系统之一，也是海洋生产力最高、生物多样性丰富、开发利用强度最大的区域。得益于独特的地理位置和优越的生态环境，河口生态系统具有明显的边缘效应特征，这里生物种类异常丰富，包括浮游植物、浮游动物和底栖动物等，形成了独特的河口生态系统。

渤海是一个近封闭的内海，东面以辽东半岛的老铁山岬经庙岛至山东半岛北端的蓬莱岬的连线与黄海分界。其他三面环陆，北、西、南三面分别与辽宁、河北、天津和山东三省一市毗邻。渤海山东海域主要入海河流包括黄河、潮河、挑河、小清河、白浪河、北胶莱河、界河等。河流流经区域人口密集、经济发达，船舶运输、水产养殖和污染物排放等人类活动干扰强烈，栖息于河口的生物易发生明显的时空变化，可导致较快的群落演替发生，这增加了河口生态系统的复杂性。

为全面了解渤海山东海域入海河口环境变化状况和发展趋势，及时识别河口生态风险和问题，本书从滨海湿地、河口生境、生物群落和生态压力 4 个方面对山东省渤海区域的河口（潮河口、挑河口、小清河口、白浪河口、北胶莱河口、界河口）进行生态系统调查和评估，以期为河口生态保护修复提供基本资料，为识别河口生态风险、维护河口生态安全、实现生态环境与经济社会的可持续发展提供良好的技术支撑。

由于作者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请同行专家和读者批评指正。

作 者

2025 年 11 月于烟台

目 录

第一章 调查评估内容与方法.....	1
第一节 调查内容与方法.....	1
一、滨海湿地.....	1
二、河口生境.....	2
三、生物群落.....	3
四、生态压力.....	4
第二节 评估指标与方法.....	8
一、滨海湿地.....	8
二、河口生境.....	10
三、生物群落.....	12
四、河口环境生态健康评价.....	13
五、综合评估.....	16
第二章 河口基础调查.....	17
第一节 潮河口.....	17
一、滨海湿地.....	17
二、河口生境.....	23
三、生物群落.....	25
第二节 挑河口.....	32
一、滨海湿地.....	32
二、河口生境.....	38
三、生物群落.....	41
四、生态压力.....	47
第三节 小清河口.....	58
一、滨海湿地.....	58
二、河口生境.....	62
三、生物群落.....	67
四、生态压力.....	73

第四节 白浪河口	84
一、滨海湿地	84
二、河口生境	87
三、生物群落	89
四、生态压力	94
第五节 北胶莱河口	104
一、滨海湿地	105
二、河口生境	112
三、生物群落	114
四、生态压力	118
第六节 界河口	128
一、滨海湿地	129
二、河口生境	134
三、生物群落	137
四、生态压力	145
第三章 典型案例评估——小清河口	156
第一节 滨海湿地	156
一、滨海湿地面积	156
二、滨海湿地植被面积	157
三、外来生物入侵面积	157
第二节 河口生境	157
一、海水质量	157
二、海洋沉积物质量	158
第三节 生物群落	158
第四节 河口环境生态健康评价	158
一、河口生态健康评价指标	158
二、归一化后的河口生态健康评价指标	158
三、各环境质量指数的权重	159
四、小清河口生态健康评价结果	160
第五节 综合评估	160
参考文献	161

第一章 调查评估内容与方法

第一节 调查内容与方法

一、滨海湿地

(一) 调查内容

在 2022 年和 2023 年的秋季(9~10 月)对河口滨海湿地进行调查,调查内容包括河口现状、河口岸滩植被、河口周边水域水深地形、河口潮沟形态及分布、岸滩蚀淤及涉水构筑物建设情况等。

(二) 调查方法

1. 调查依据

调查依据包括《海底地形图编绘规范》(GB/T 17834—1999)、《海洋工程地形测量规范》(GB/T 17501—2017)、《全球导航卫星系统(GNSS)测量规范》(GB/T 18314—2024)、《测绘作业人员安全规范》(CH 1016—2008)、《水运工程测量规范》(JTS 131—2012)、《测绘技术设计规定》(CH/T 1004—2005)、《测绘技术总结编写规定》(CH/T 1001—2005)、《低空数字航空摄影测量内业规范》(CH/T 3003—2021)、《低空数字航空摄影测量外业规范》(CH/T 3004—2021)、《海洋调查规范 第 10 部分:海底地形地貌调查》(GB/T 12763.10—2007)、《全球定位系统实时动态测量(RTK)技术规范》(CH/T 2009—2010)、《1:5 000 1:10 000 地形图航空摄影测量外业规范》(GB/T 13977—2012)、《1:5 000 1:10 000 地形图航空摄影测量内业规范》(GB/T 13990—2012)、《数字测绘成果质量要求》(GB/T 17941—2008)、《海洋学术语 海洋地质学》(GB/T 18190—2017)、《国家基本比例尺地图图式 第 1 部分:1:500 1:1 000 1:2 000 地形图图式》(GB/T 20257.1—2017)、《海域使用面积测量规范》(HY/T 070—2022)、《海域使用分类》(HY/T 123—2009)、《海滩质量评价与分级》(HY/T 254—2018)、《野生植物资源调查技术规程》(LY/T 1820—2009)、《古树名木普查技术规范》(LY/T 2738—2016)、《海岸线调查技术规范》(DB 37/T 3588—2019)、《海洋要素图式图例及符号》(GB/T 32067—2015)、《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第 9 部分:河口》(T/CAOE 20.9—2020)。

2. 调查方式

调查方式包括资料收集、现场踏勘、无人机遥感采集、单波束水深测量等。其中，河口潮沟形态及分布通过潮沟密度、频数及分汊率等指标进行表征。

潮沟密度表示单位面积上潮沟的密集程度，是潮沟的总长度与潮滩面积的比值，单位面积潮滩上潮沟发育得越密集，潮沟密度越大（Rinaldo et al., 1999）。公式如下：

$$Y = \frac{\sum L}{S} \quad (1-1)$$

式中， Y 为潮沟密度（ km/km^2 ）； $\sum L$ 为潮沟总长度（ km ）； S 为潮滩总面积（ km^2 ）。

潮沟频数是单位面积潮滩上潮沟的数量。单位面积潮滩上潮沟数量越多，潮沟频数越大（吴德力等，2013）。公式如下：

$$F = \frac{\sum M}{S} \quad (1-2)$$

式中， F 为潮沟频数（条/ km^2 ）； $\sum M$ 为潮沟总数量（条）； S 为潮滩总面积（ km^2 ）。

潮沟分汊率是单位面积潮滩上潮沟交汇点的个数。单位面积潮滩上潮沟交汇点个数越多，潮沟分汊率越大（Strahler, 1952）。公式如下：

$$W = \frac{\sum P}{S} \quad (1-3)$$

式中， W 为潮沟分汊率（个/ km^2 ）； $\sum P$ 为潮沟交汇点的个数（个）； S 为潮滩总面积（ km^2 ）。

此外，根据 Gravelius（1914）的潮沟分级法对河口潮沟进行分级，即根据潮沟长度，将主潮沟定义为一级潮沟，流入主潮沟的较长支潮沟称为二级潮沟，流入二级潮沟和流入主潮沟的较短支潮沟称为三级潮沟。

二、河口生境

（一）调查内容

在 2022 年和 2023 年的秋季（9~10 月）对河口区域生境现状进行调查，内容包括如下三方面。

1) 水文要素：水深、水温、盐度、透明度。

2) 水体环境：pH、无机氮含量、活性磷酸盐含量、化学需氧量、溶解氧含量、活性硅酸盐含量、铜含量、铅含量、锌含量、镉含量、铬含量、汞含量、砷含量、悬浮物含量。

3) 沉积物环境：有机碳含量、硫化物含量、石油类含量、粒度、铜含量、铅

含量、锌含量、镉含量、铬含量、汞含量、砷含量。

(二) 调查方法

调查方法按照《海洋监测规范 第3部分：样品采集、贮存与运输》(GB 17378.3—2007)、《海洋监测规范 第4部分：海水分析》(GB 17378.4—2007)、《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》(GB 17378.5—2007)、《海洋调查规范 第2部分：海洋水文观测》(GB/T 12763.2—2007)、《海洋调查规范 第8部分：海洋地质地球物理调查》(GB/T 12763.8—2007)、《近岸海域环境监测技术规范 第一部分 总则》(HJ 442.1—2020)、《海洋监测技术规程 第1部分：海水》(HY/T 147.1—2013)、《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第9部分：河口》(T/CAOE 20.9—2020)等标准执行。

三、生物群落

(一) 调查内容

2022~2023年秋季(9~10月)对河口区域生物群落现状进行调查,内容包括:叶绿素a含量、浮游植物、浮游动物(浅水I型网和II型网)和大型底栖动物。

(二) 调查方法

调查方法按照《海洋监测规范 第3部分：样品采集、贮存与运输》(GB 17378.3—2007)、《海洋监测规范 第7部分：近海污染生态调查和生物监测》(GB 17378.7—2007)、《海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查》(GB/T 12763.6—2007)、《近岸海域环境监测技术规范 第一部分 总则》(HJ 442.1—2020)、《海岸带生态系统现状调查与评估技术导则 第9部分：河口》(T/CAOE 20.9—2020)等标准执行。

其中,生物群落结构采用多样性指数、丰富度指数、均匀度指数和优势度进行表征。

多样性指数(香农-维纳多样性指数)根据各个物种所占比例进行分析(何佩云等,2012),公式如下:

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i \quad (1-4)$$

式中, H' 为多样性指数; S 为样品中的物种数量; P_i 为第*i*种的个体数与总个体数的比值。

均匀度指数(赵新风等,2014)的计算公式如下:

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S} \tag{1-5}$$

式中， J' 为均匀度指数； H' 为多样性指数； S 为样品中的种类数量。

丰富度指数（叶涛，2014）的计算公式如下：

$$D = \frac{S-1}{\log_2 N} \tag{1-6}$$

式中， D 为丰富度指数； S 为样品中的种类数量； N 为样品中的生物个体总数。

优势度（刘潇等，2019）的计算公式如下：

$$Y = \frac{n_i}{N} \times f_i \tag{1-7}$$

式中， Y 为优势度； n_i 为第 i 种的总个体数； N 为所有种类的总个体数； f_i 为第 i 种在各站位出现的频率。

四、生态压力

（一）调查内容

河口生态压力调查内容包括：植物多样性、土地利用情况、地表水水质监测情况、河口游泳动物资源状况等。其中，植物多样性测度指标包括多度、密度、盖度、频度、物种多样性和重要值等；河口游泳动物资源状况包括游泳动物组成特征、资源量现状及其分布等。

（二）调查方法

1. 植物多样性

（1）多度

多度是指特定物种在群落中的个体数量绝对值或相对密度。它随着时间和空间而改变，在某些情况下很难精确计算一个物种的多度，或者时间不允许这样做，这时可以采用目视评估的办法（方精云等，2009）。常采用 Drude 的七级制进行多度分级，如表 1-1 所示。

表 1-1 植被多度分级表

多度等级	1	2	3	4	5	6	7
多度特征	单株	稀少	不多	尚多	多	很多	极多

（2）密度

密度与多度接近，但密度是指单位面积内某种植物的平均数量（方精云等，2009）。

(3) 盖度

盖度是指植物群落中各种植物遮盖地面的百分率，用于说明植物种在群落中的作用，可以用投影盖度和基部盖度两种方式表征。投影盖度是指某一种植物枝叶在一定的土壤表面所形成的覆盖面积的比例；基部盖度是指草丛或个别植物种的基部在单位样地中覆盖面积的比例（方精云等，2009；Braun-Blanquet, 1964）。本次调查主要采用的是投影盖度的测量方法，个别区域测量了基径。

(4) 频度

频度是指各种植物在群落内随机设置的各个样方中的出现率。频度越大，表明个体数量多且分布均匀，该物种在群落中所起的作用也越大（王任翔和王金虎，2020）。频度的计算方法为：在群落内不同部位取一定数目的小样地（小样方或小样圆），有某种植物出现的小样地的数目占有小样地数目的百分比即为这一植物的频度。小样地的面积根据实际情况而定，对于草本群落，通常取 1 dm^2 。

(5) 物种多样性

物种多样性采用香农-维纳多样性指数进行表征，公式为

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i \quad (1-8)$$

式中， H' 为多样性指数； S 为群落中物种的数目； P_i 为第 i 个物种的个体数与群落中总个体数的比值（在 0 和 1 之间）。

(6) 重要值

多度、盖度和频度等都是从一个侧面来表达物种的特征。在进行群落间比较时需要把这些特征综合起来，目前使用最广的是计算每一个物种的重要值（王任翔和王金虎，2020）。

$$\text{重要值} = \frac{\text{相对密度} + \text{相对频度} + \text{相对优势度}}{300} \quad (1-9)$$

由于相对优势度难以定量，一般用相对盖度来代替。个别区域由于客观因素无法获得密度信息，此时重要值修正为

$$\text{重要值} = \frac{\text{相对频度} + \text{相对优势度}}{200} \quad (1-10)$$

$$\text{相对密度} = \frac{\text{一个种的密度}}{\text{所有种的密度}} \times 100\% \quad (1-11)$$

$$\text{相对频度} = \frac{\text{一个种的频度}}{\text{所有种的频度}} \times 100\% \quad (1-12)$$

$$\text{相对盖度} = \frac{\text{一个种的盖度}}{\text{所有种的盖度}} \times 100\% \quad (1-13)$$

2. 土地利用情况

(1) 土地利用/覆被数据解译

基于调查河口区域 2020~2023 年的天地图（国家地理信息公共服务平台）高分辨率卫星底图影像，通过目视解译的方法，结合实地调查的解译标志点，参考调查区域的历史土地利用/覆被数据进行数据提取（提取的土地利用/覆被类型分为河流水面、湿地、海域水面、农田、工矿用地、居民区、养殖池、盐田、港口用地、池塘、林草地及其他类别等）；利用实地调查点进行验证，确保解译精度，如果解译精度达不到 87.5%及以上，就重复数据提取的工作，直至达到；建设解译数据库——文件地理数据库（File Geodatabase），以备人类活动强度指数分析使用。

(2) 人类活动强度模型

采用徐勇等(2015)提出的人类活动强度模型，利用建设用地当量（construction land equivalent, CLE）和土地利用/覆被类型的建设用地当量折算系数（conversion index of construction land equivalent, CI）两个指数表征人类活动强度。地表人类活动强度（human activity intensity of land surface, HAILS）是用一定的土地利用类型来反映该地域人类活动强弱程度的指标，公式为

$$HAILS = \frac{S_{CLE}}{S} \times 100\% \tag{1-14}$$

$$S_{CLE} = \sum_{i=1}^n (SL_i \times CI_i) \tag{1-15}$$

式中，HAILS 为地表人类活动强度； S_{CLE} 为建设用地当量面积（ km^2 ）； S 为研究区总面积（ km^2 ）； SL_i 为第 i 种土地利用/覆被类型面积（ km^2 ）； CI_i 为第 i 种土地利用/覆被类型的建设用地当量折算系数（用人类活动影响的强度作指标转换成建设用地当量折算系数）。其中，山东省河口不同土地利用/覆被类型的人类活动强度折算系数见表 1-2。

表 1-2 山东省河口不同土地利用/覆被类型的人类活动强度折算系数

土地利用/覆被类型	人类活动强度折算系数	土地利用/覆被类型	人类活动强度折算系数
林草地	0.1	湿地	0.1
河流水面	0.33	池塘	0.33
海域水面	0.33	养殖池	0.67
盐田	0.67	农田	0.67
居民区	1	港口用地	1
工矿用地	1		

3. 河口水域环境监测

水质检测项目及数据来源于国家地表水水质自动监测实时数据发布系统（<https://szzdjc.cnemc.cn:8070/GJZ/Business/Publish/Main.html>）和全国地表水水质月报（<https://www.cnemc.cn/jcbg/qgdbsszyb/>，发布机构为中国环境监测总站）。

发布指标：水温、pH、溶解氧、电导率、浊度、高锰酸盐指数、氨氮、总磷、总氮共 9 项指标；湖、库水站增加叶绿素 a 和藻密度 2 项指标。

水质评价指标：地表水水质评价指标为《地表水环境质量标准》（GB 3838—2002）中的地表水环境质量基本项目（水温、总氮、粪大肠菌群三项指标除外），如表 1-3 所示。

本次水域环境监测数据时间跨度为 2022 年 9 月至 2023 年 9 月，共 13 个月。

表 1-3 地表水水质评价指标

序号	项目	I 类	II 类	III 类	IV 类	V 类
1	pH	6~9	6~9	6~9	6~9	6~9
2	溶解氧/（mg/L）≥	饱和率 90%（或 7.5）	6	5	3	2
3	高锰酸盐指数/（mg/L）≤	2	4	6	10	15
4	化学需氧量（COD）/（mg/L）≤	15	15	20	30	40
5	五日生化需氧量（BOD ₅ ）/（mg/L）≤	3	3	4	6	10
6	氨氮/（mg/L）≤	0.15	0.5	1.0	1.5	2.0
7	总磷（以 P 计）/（mg/L）≤	0.02（湖、库 0.01）	0.1（湖、库 0.025）	0.2（湖、库 0.05）	0.3（湖、库 0.1）	0.4（湖、库 0.2）
8	铜/（mg/L）≤	0.01	1.0	1.0	1.0	1.0
9	锌/（mg/L）≤	0.05	1.0	1.0	2.0	2.0
10	氟化物（以 F ⁻ 计）≤	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5
11	硒/（mg/L）≤	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
12	砷/（mg/L）≤	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
13	汞/（mg/L）≤	0.000 05	0.000 05	0.000 1	0.001	0.001
14	镉/（mg/L）≤	0.001	0.005	0.005	0.005	0.01
15	铬（六价）/（mg/L）≤	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
16	铅/（mg/L）≤	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1
17	氰化物/（mg/L）≤	0.005	0.05	0.2	0.2	0.2
18	挥发酚/（mg/L）≤	0.002	0.002	0.005	0.01	0.1
19	石油类/（mg/L）≤	0.05	0.05	0.05	0.5	1.0
20	阴离子表面活性剂/（mg/L）≤	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
21	硫化物/（mg/L）≤	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0

4. 河口游泳动物资源调查

河口游泳动物资源调查、样品采集及分析按照《海洋调查规范 第6部分：海洋生物调查》（GB/T 12763.6—2007）和《海洋渔业资源调查规范》（SC/T 9403—2012）等标准执行。鱼类物种名称及分类依据《中国海洋及河口鱼类系统检索》（伍汉霖和钟俊生，2021）、《中国海洋生物名录》（刘瑞玉，2008）等资料。调查生物学数据统一标准化为单位数量（ind./h）或单位重量（kg/h）。

河口游泳动物资源密度采用扫海面积法（章凯等，2022）进行计算，公式如下：

$$\rho = \frac{D}{pa} \tag{1-16}$$

式中， ρ 为资源密度（kg/km² 或者尾/km²）； D 为相对资源密度，即平均渔获量（kg 或者尾）； a 为网次扫海面积（km²）； p 为网具捕获率，其中，中上层鱼类和头足类（火枪乌贼） p 取 0.3，近底层鱼类、虾类和头足类（长蛸、短蛸） p 取 0.5，底层鱼类和蟹类 p 取 0.8。

第二节 评估指标与方法

一、滨海湿地

（一）滨海湿地面积

滨海湿地面积评估采用遥感解译的方式进行。其评价空间范围宜根据不同河口实际情况确定，原则上宜涵盖完整的河口生态系统范围，一般情况下可选择潮上带至-6 m 海域；时间尺度上宜选取 3 年、5 年或 10 年内时间段的遥感影像进行比对。公式如下：

$$W_t = \frac{W}{W_0} \times 100\% \tag{1-17}$$

式中， W_t 为滨海湿地的面积百分比； W 为评价年滨海湿地面积（km²）； W_0 为评价基准年滨海湿地面积（km²）。

若 $W_t \geq 100\%$ ，则表示滨海湿地面积未受损； W_t 越大，表明滨海湿地面积状况越好； $W_t < 100\%$ ，表示滨海湿地面积受损，受损程度按照表 1-4 的要求判定。

表 1-4 滨海湿地面积受损程度判定

5 年内滨海湿地面积减少率	≤5%	5%~10%（含）	>10%
受损程度	轻度受损	中度受损	严重受损

5 年内滨海湿地面积减少率的计算公式如下：

$$\Delta W_t = \frac{W_0 - W}{W_0 \times \Delta y} \times 5 \times 100\% \quad (1-18)$$

式中， ΔW_t 为 5 年内滨海湿地面积减少率； W 为评价年滨海湿地面积（ km^2 ）； W_0 为评价基准年滨海湿地面积（ km^2 ）； Δy 为评价年与评价基准年时间间隔尺度，单位为年（a）。

（二）滨海湿地植被面积

滨海湿地植被面积评估采用遥感解译的方式进行。公式如下：

$$V_e = \frac{V}{V_0} \times 100\% \quad (1-19)$$

式中， V_e 为滨海湿地植被面积百分比； V 为评价年滨海湿地植被面积（ km^2 ）； V_0 为评价基准年滨海湿地植被面积（ km^2 ）。

若 $V_e \geq 100\%$ ，则表示滨海湿地植被未受损， V_e 越大，表明滨海湿地植被状况越好； $V_e < 100\%$ ，表示滨海湿地植被受损，受损程度按照表 1-5 的要求判定。

表 1-5 滨海湿地植被受损程度判定

5 年内滨海湿地植被面积减少率	$\leq 5\%$	5%~10%（含）	>10%
受损程度	轻度受损	中度受损	严重受损

5 年内滨海湿地植被面积减少率的计算公式如下：

$$\Delta V_e = \frac{V_0 - V}{V_0 \times \Delta y} \times 5 \times 100\% \quad (1-20)$$

式中， ΔV_e 为 5 年内滨海湿地植被面积减少率； V 为评价年滨海湿地植被面积（ km^2 ）； V_0 为评价基准年滨海湿地植被面积（ km^2 ）； Δy 为评价年与评价基准年时间间隔尺度，单位为年（a）。

（三）外来生物入侵面积

外来生物入侵面积评估采用遥感解译的方式或现场调查统计分析的方式进行。公式如下：

$$I_v = \frac{I}{I_0} \times 100\% \quad (1-21)$$

式中， I_v 为外来生物入侵面积百分比； I 为评价年同一外来生物入侵面积（ km^2 ）； I_0 为评价基准年同一外来生物入侵面积（ km^2 ）。

若 $I_v \geq 100\%$ ，则表示滨海湿地受到外来生物入侵，受损程度按照表 1-6 的要求

判定： $I_v < 100\%$ ，表示未受损； I_v 越小，表明滨海湿地未受外来生物入侵状况越好。

表 1-6 滨海湿地受到外来生物入侵的受损程度判定

5 年内外来生物入侵面积增加速率	$\leq 5\%$	5%~10% (含)	>10%
受损程度	轻度受损	中度受损	严重受损

5 年内外来生物入侵面积增加速率的计算公式如下：

$$\Delta I_v = \frac{I - I_0}{I_0 \times \Delta y} \times 5 \times 100\% \tag{1-22}$$

式中， ΔI_v 为 5 年内外来生物入侵面积增加速率； I 为评价年同一外来生物入侵面积 (km^2)； I_0 为评价基准年同一外来生物入侵面积 (km^2)； Δy 为评价年与评价基准年时间间隔尺度，单位为年 (a)。

二、河口生境

(一) 海水质量

1. 水体富营养化

用水体富营养化指数表征水体富营养化程度，计算公式如下：

$$E = \frac{\text{COD} \times \text{DIN} \times \text{DIP}}{4500} \times 10^6 \tag{1-23}$$

式中， E 为水体富营养化指数；COD 为化学需氧量 (mg/L)；DIN 为无机氮的浓度 (mg/L)；DIP 为活性磷酸盐的浓度 (mg/L)。

若 $E > 1$ ，则表明海域水体富营养化；若 $E \leq 1$ ，则表明海域水体未富营养化。

用水体富营养化指数变化百分比来评估水体受损情况，公式如下：

$$E_I = \frac{N}{N_0} \times 100\% \tag{1-24}$$

式中， E_I 为水体富营养化指数变化百分比； N 为评价年各监测站位水体富营养化指数平均值； N_0 为评价基准年各监测站位水体富营养化指数平均值。

若 $E_I \geq 100\%$ 且 $E > 1$ ，则表示水体富营养化程度较高，水体受损程度按照表 1-7 的要求判定； $E_I < 100\%$ 或 $E \leq 1$ ，表示水体富营养化程度较低， E_I 或 E 越小，表明水体质量状况越好。

表 1-7 河口生境受损程度判定 (依据水体富营养化指数)

水体富营养化指数 (E)	1~3 (含)	3~9 (含)	>9
受损程度	轻度受损	中度受损	严重受损