

# 广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区 海水环境质量状况分析与评价

刘芳<sup>1</sup>,柯盛<sup>2</sup>,周立喜<sup>1</sup>,陈成琼<sup>1</sup>,陈耀<sup>1</sup>

(1. 广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区管理局 湛江 524200;2. 广东海洋大学 湛江 524088)

**摘要:**2018 年 9 月和 12 月,两次调查了广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区海域海水的环境质量。结果表明,该保护区平均综合水质指数为 0.38,一类海水平均达标率为 93.59%,海水中铅、磷酸盐、锌的含量达标率偏低,分别为 53.85%、73.1%、96.15%。12 月保护区海水中的无机氮、磷酸盐、溶解氧、叶绿素 a 含量明显高于 9 月,保护区实验区和缓冲区站位的水质优于核心区站位的水质。该保护区海域综合水质定性评价结果为优。靠近康港附近站位的营养盐相对偏高,磷酸盐的平均达标率仅为 73.1%,因此,需加强对康港附近海域养殖情况的监控,尽量减少养殖废水对保护区海域的排放,保持保护区海水清洁,以利于对保护区内珍稀海洋生物及其栖息地的保护。

**关键词:**环境质量;海水;珍稀海洋生物国家级自然保护区;广东雷州

中图分类号:P76 文献标志码:A 文章编号:1005-9857(2019)09-0064-04

## Analysis and Evaluation of Seawater Environment Quality in Guangdong Leizhou Rare Marine Life National Nature Reserve

LIU Fang<sup>1</sup>,KE Sheng<sup>2</sup>,ZHOU Lixi<sup>1</sup>,CHEN Chengqiong<sup>1</sup>,CHEN Yao<sup>1</sup>

(1. Guangdong Leizhou Rare Marine Life National Nature Reserve,Zhanjiang 524200,China;  
2. Guangdong Ocean University,Zhanjiang 524800,China)

**Abstract:**Sea water quality in Guangdong Leizhou Rare Marine Life National Nature Reserve was investigated twice in September and December of 2018.The results showed that the average comprehensive water quality index was 0.38 and compliance rate of the first class seawater standard was 93.59%.In addition,the compliance rates of Pb,P,Zn were low to 53.85%,73.1% and 96.15% respectively.The content of DIN,P,DO and Chl.a in December were significantly higher than that in September.The water quality in the experimental area and the buffer area of the Nature Reserve were better than that of the core area.The qualitative evaluation result of the comprehensive water quality of the Nature Reserve was superior.The nutrient content in the seawater nearby Kanggang station was relatively high,especially the average standard-reaching rate of phosphate was only 73.1%.Accordingly,it was necessary to strengthen the monitoring of aquaculture nearby Kanggang sea area and reducing the discharge of aquaculture wastewater.So that we can keep sea water clean and facilitate the protection of the rare marine organisms and their habitats in the Nature Reserve.

**Key words:** Environment quality, Seawater, Rare Marine Life National Nature Reserve, Guangdong Leizhou

广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区位于雷州半岛西部海域,总面积 46 864.67 hm<sup>2</sup>。该保护区的主要保护对象为珍稀濒危海洋生物及其栖息地,包括儒艮、中华白海豚、大珠母贝(白蝶贝)、文昌鱼、绿海龟、棱皮龟、玳瑁、江豚、宽吻海豚等国家Ⅰ级和Ⅱ级重点保护动物,以及珊瑚礁、海藻场与红树林等典型海洋生态系统。

保护区的海洋环境质量状况对保护对象具有重要影响,为了掌握保护区的海洋环境质量,2018 年对保护区海域环境质量进行了调查,并对其海水水质进行综合评价,为保护区的保护和管理提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 调查项目

该次调查项目包括 pH、盐度、溶解氧、化学耗氧量、氨-氮、亚硝酸盐-氮、硝酸盐-氮、磷酸盐、叶绿素 *a*、汞、镉、铅、铬、砷、锌、铜共计 16 项。

### 1.2 调查时间与站位

调查时间是 2018 年 9 月和 12 月,调查范围在保护区海域共 13 个站位,其中,核心区 7 个站位,缓冲区 3 个站位,实验区 3 个站位。每个站位的采样层次为表层,取样水深 0.5 m。样品的采集、储存、运输和分析均按《海洋监测规范》GB17378—2007 中的相关规定进行<sup>[1]</sup>。

### 1.3 评价标准

海水样品测试执行的质量标准为《海洋监测规范第 4 部分:海水分析》(GB 17378.4—2007)<sup>[2]</sup>,评价标准为《中华人民共和国海水水质标准》(GB 3097—1997)<sup>[3]</sup>,其中第一类海水适用于海洋渔业水域、海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区,本研究对全部站位的水质评价标准均采用 GB 3097—1997 的一类海水水质标准。

### 1.4 评价模型

#### 1.4.1 常规单项评价标准指数法

(1)一般因子:单项污染指数( $P_i$ )<sup>[4]</sup>,

$$P_i = C_i / S_i$$

式中: $P_i$ 为某单项评价因子指数; $C_i$ 为某单项评价

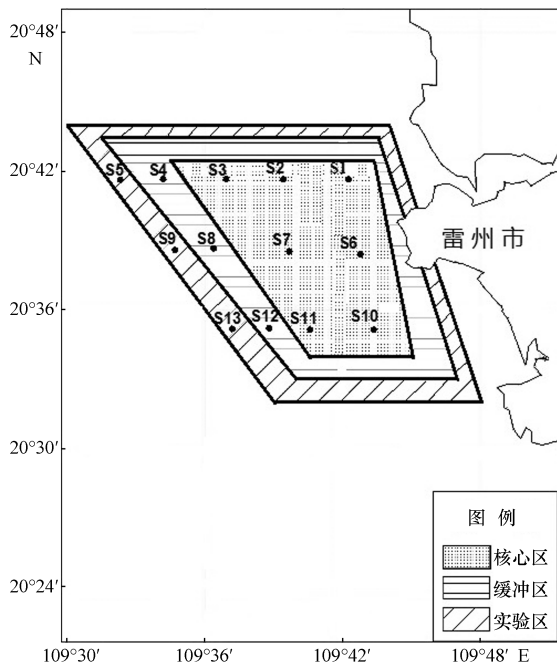


图 1 调查海域采样站位图

因子的实测数据; $S_i$ 为某项评价因子的评价标准。

(2)pH 的标准指数<sup>[5]</sup>:

$$S_{pH_j} = (pH_j - 7.0) / (pH_{su} - 7.0) \quad pH_j > 7.0$$

式中: $S_{pH_j}$ 为 pH 的标准指数, $pH_j$ 为 pH 实测浓度值, $pH_{su}$ 为评价标准中 pH 的上限值。

(3)对于 DO 的质量指数<sup>[6]</sup>,计算公式为:

$$P_{iDO} = \frac{|DO_f - DO_i|}{DO_f - DO_s} \quad (DO_i \geq DO_s)$$

$$P_{iDO} = 10 - 9 \times \frac{DO_i}{DO_s} \quad (DO_i < DO_s)$$

式中, $DO_f$ 为饱和溶解氧浓度值, $DO_i$ 为 *i* 点处的 DO 实测浓度均值, $DO_s$ 为 DO 的评价标准限值, $P_{iDO}$ 为 *i* 点位 DO 的质量指数。

#### 1.4.2 综合水质指数( $P$ )<sup>[7]</sup>

$$P = \sum_{i=1}^n P_i / n$$

式中, $P$ 为综合水质指数, $P_i$ 为单项污染指数, $n$ 为参与评价的水质项目。综合水质指数( $P$ )的值分为 5 个等级,优( $P \leq 0.62$ )、良好( $0.62 < P \leq 1$ )、轻度污染( $1 < P \leq 1.55$ )、中度污染( $1.55 < P \leq 2.18$ )以

及重度污染( $P>2.18$ )。

2 结果与分析

根据研究海域的水质监测结果利用综合水质指数法对各指标进行统计分析,分别得到单项污染指数( $P_i$ )和各站位的综合水质指数( $P$ )。表 1 和表 2 分别为各站位综合水质指数、单项因子一类海水达标率。

表 1 各站位综合水质指数

| 站位 | 9 月  | 12 月 |
|----|------|------|
| 1  | 0.29 | 0.59 |
| 2  | 0.43 | 0.47 |
| 3  | 0.38 | 0.36 |
| 4  | 0.31 | 0.41 |
| 5  | 0.28 | 0.44 |
| 6  | 0.39 | 0.37 |
| 7  | 0.36 | 0.35 |
| 8  | 0.31 | 0.34 |
| 9  | 0.40 | 0.57 |
| 10 | 0.41 | 0.33 |
| 11 | 0.34 | 0.36 |
| 12 | 0.33 | 0.33 |
| 13 | 0.27 | 0.38 |
| 平均 | 0.35 | 0.41 |

表 2 单项因子一类海水达标率 %

| 因子                 | 调查时间 |      |
|--------------------|------|------|
|                    | 9 月  | 12 月 |
| pH                 | 100  | 100  |
| DO                 | 100  | 100  |
| COD                | 100  | 100  |
| DIN                | 100  | 100  |
| PO <sub>4</sub> -P | 100  | 46.2 |
| Hg                 | 100  | 100  |
| Cd                 | 100  | 100  |
| Pb                 | 46.2 | 61.5 |
| Cr                 | 100  | 100  |
| As                 | 100  | 100  |
| Zn                 | 100  | 92.3 |
| Cu                 | 100  | 100  |

从表 1 可以得出,9 月和 12 月各站位的综合水质指数分别为 0.35 和 0.41,平均综合水质指数为 0.38。表 2 中,各站位的单项因子一类海水平均达标率为 93.59%,海水中铅、磷酸盐、锌的含量平均达标率偏低,分别为 53.85%、73.1%、96.15%。

9 月监测结果中,有 7 个站位海水中铅含量超一类海水水质标准,超过标准含量 0.01~0.52  $\mu\text{g/L}$ ,其他指标都没有超标,均符合一类海水水质标准。12 月监测结果中,有磷酸盐、铅和锌 3 个指标超过一类海水水质标准,其中有 7 个站位海水中磷酸盐含量超过一类海水水质标准,超过标准含量 0.001~0.006  $\text{mg/L}$ ;有 5 个站位海水中铅超一类海水水质标准,超标准含量 0.17~2.35  $\mu\text{g/L}$ ;有 1 个站位锌含量超过一类海水水质标准,该站位的锌含量为 36.1  $\mu\text{g/L}$ ,超过标准含量 16.1  $\mu\text{g/L}$ 。

综上所述,两次对保护区海水水质监测的综合水质指数均小于 0.62,各站位的单项因子一类海水平均达标率为 93.59%,因此,推断保护区水质定性评价级别为优。

3 分析与讨论

3.1 保护区水质状况的季节变化

从图 2 至图 4 可以看出,12 月,保护区海水中的无机氮、磷酸盐、溶解氧、叶绿素  $a$  含量明显高于 9 月的含量。保护区沿岸的康港有较多的养虾池,康港位于站位 S1 的东面。11 月左右,康港的养殖户开始养殖用于春节前出售的虾和鱼等,养殖的数量会增加,养殖废水增多,排入保护区海域的养殖废水也增加。可能这是 12 月的无机氮和磷酸盐含量明显高于 9 月的主要原因。

叶绿素  $a$  是浮游植物光合作用的主要色素,是表征海域浮游植物现存量的重要指标<sup>[8]</sup>,亚热带海区的温度和光照有利于浮游植物的生长,营养盐的供应是影响浮游生物量的主要因子,陆源输入的营养物质为浮游植物的生长繁殖提供丰富的基础物质<sup>[9]</sup>。12 月保护区海水中营养盐含量高,溶解氧含量也高,有利于海水中的浮游植物生长,因此,叶绿素  $a$  含量增加。

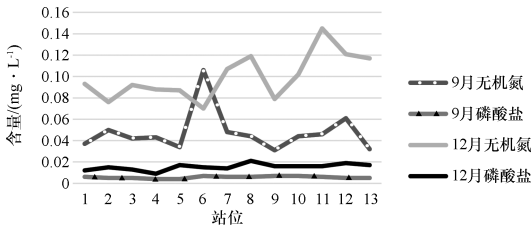


图 2 9 月和 12 月各站位无机氮、无机磷的含量

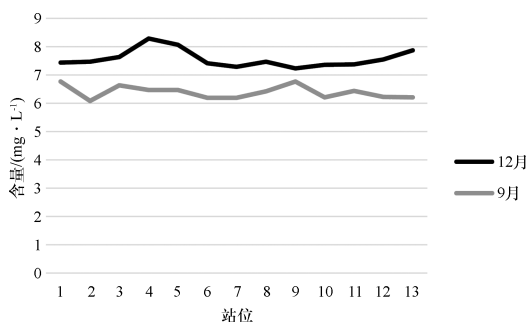


图 3 9 月和 12 月各站位溶解氧的含量

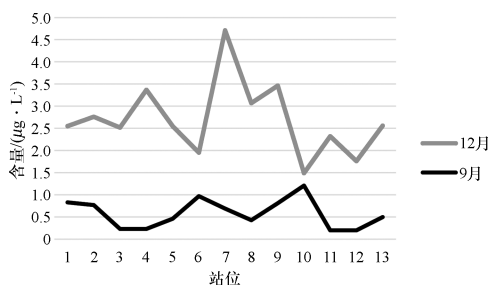


图 4 9 月和 12 月各站位叶绿素 a 的含量

### 3.2 保护区水质状况的空间分布

保护区划分为核心区、缓冲区、实验区,在核心区设置 S1、S2、S3、S6、S7、S10、S11 共 7 个站位,在缓冲区设置 S4、S8、S12 共 3 个站位,在实验区设置 S5、S9、S13 共 3 个站位。从各站位的综合水质指数来看,9 月 S2、S10、S9、S6 这 4 个站位的综合水质指数较高,S8、S13、S5 站位的综合水质指数较低;12 月 S1、S2、S9、S5 这 4 个站位的综合水质指数较高,S8、S10、S12 站位的综合水质指数较低。总体看来,靠近保护区沿岸的站位的综合水质指数较高,靠近外海的站位综合水质指数较低,说明靠外海站位的水质优于近岸站位的水质。此外,S1 和 S2 靠近养殖较多的康港,养殖废水的排放较多,这两个站位的综合水质指数较高。

### 3.3 保护区水质与周边海域的水质状况比较

2012 年,薛峭等<sup>[10]</sup>调查雷州半岛近岸海域海洋环境进行了调查,调查结果为一类海水平均达标率为 75.12%,汞、磷、铅、悬浮物的达标率偏低,雷州半岛西南部近岸海域水质最好,西部海域水质好于东部。该保护区位于雷州半岛西部偏南的水质较好的海域,本次调查保护区的各因子一类海水达

标率为 93.59%,同样是铅和磷达标率偏低,说明雷州半岛海域海水中的铅和磷含量普遍较高。对比薛峭等对雷州半岛近岸海域的调查结果,该保护区海域的水质优于雷州半岛近岸的其他海域。

## 4 结论

2018 年 9 月和 12 月,笔者两次调查了广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区海域的海水环境质量。结论如下:该保护区平均综合水质指数为 0.38,一类海水平均达标率为 93.59%,推断保护区海域综合水质定性评价结果为优。靠近康港附近站位的营养盐相对偏高,磷酸盐的平均达标率仅为 73.1%,因此,需加强对康港附近海域养殖情况的监控,尽量减少养殖废水对保护区海域的排放,保持保护区海水清洁,以利于对保护区内珍稀海洋生物及其栖息地的保护。

## 参考文献

- [1] 国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.GB 17378—2007 监测规范第七部分:近海污染生态调查和生物监测[S].2007..
- [2] 国家海洋环境监测中心.GB 17378.4—2007,海洋监测规范第 4 部分:海水分析[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [3] 国家海洋局第三研究所.GB3097—1997,海水水质标准[S].北京:环境科学出版社,2004.
- [4] 徐颂军,许观嫦,廖宝文.珠江口红树林湿地海水重金属污染评价及分析[J].华南师范大学学报(自然科学版),2016,48(5): 44—51.
- [5] 唐谋生,方和平,路静,等.湛江港海水中氮、磷含量及其营养盐分布特征[J].交通环保,2012,21(6):30—34.
- [6] 陈斯婷,王伟力,李青生.福建浮头湾海水及其沉积物的环境质量评价[J].环境与可持续发展,2017(3):156—158.
- [7] 郭道清,柯盛,陈春亮.宝钢基地建设周边海域环境现状分析与评价[J].科技创新导报,2014,15:103—104.
- [8] 郭丰,吴易超,黄凌风,等.2006 年夏季北部湾浮游植物颗粒级叶绿素 a 含量的分布特征[J].北部湾海洋科学研究论文集,2008,第 1 辑:193—199.
- [9] 吴易超,郑新庆,郭丰,等.2006 年夏季北部湾初级生产力的分布特征与粒级结构[J].北部湾海洋科学研究论文集,2008,第 1 辑:200—207.
- [10] 薛峭,何健,滕德强,等.雷州半岛近岸海水水质评价[J].安徽农业科学,2014,42(1):202—203.