

⑭  
72-76

9  
正

# 防城港及其附近海域水体 营养化状况分析与有机污染评价

## Analysis of Nutrient Status and Assessment of Organic Pollution in Fangcheng Port and the Adjacent Waters

戴培建  
Dai Peijian

X55

(广西海洋研究所 北海 536000)  
(Guangxi Institute of Oceanology, Beihai, 536000)

**A** 摘要 以无机氮 (IN)、无机磷 (IP)、化学耗氧量 (COD)、溶解氧 (DO) 为基本参数, 研究了防城港及附近海域水体有机污染和营养化状况。表明: 调查海域未出现富营养化状况, 但已出现无机氮超过富营养化标准的现象; 虽然春季海水已开始受到有机污染, 但周年水质状况仍属较好。对该海域无机氮的组成形式分析发现: 氨氮为该海域无机氮最丰富的形式, 这一点与广西其它港湾有所不同。

关键词 有机污染 富营养化 防城港

水体污染, 海洋, 无机氮

**Abstract** The status of organic pollution in Fangcheng Port and the adjacent waters was studied based on the data of inorganic nitrogen, inorganic phosphorus, (COD) and dissolved oxygen. It was indicated that the sea waters were not eutropic with exception of inorganic nitrogen that was high than the eutropic standard. The waters were polluted by organic matter during spring, but were of well conditions from a view of whole year. The composition analysis revealed that the inorganic nitrogen mainly existed in  $NH_4-N_1$ , differing from the sea waters of other bays along Guangxi coast.

**Key words** organic pollution, eutrophication, Fangcheng Port

随着防城港的经济发展, 大量的有机质和营养盐排入近海, 造成了海域的富营养化, 给渔业生产和生态环境造成了很大影响。本文依据 1990 年春、秋二个航次对防城港及其附近海域调查所得数据的基础上, 分析了其营养化状况, 进行了该海域有机污染的评价。

### 1 调查区域和方法

本次调查范围为:  $21^{\circ}32' \sim 21^{\circ}42' N$ ,  $108^{\circ}17' \sim 108^{\circ}24' E$ 。面积约  $100 km^2$ , 共布设 8 个测

1995-06-19 收稿, 1996-01-30 修回稿。

站(图1)。分别在春、秋两季对该海域水体无机磷、无机氮、化学耗氧量、溶解氧等项目进行采样分析。水样的采集、保存和分析方法均按照《全国海岛资源综合调查简明规程》进行。

营养状况分析及有机污染评价均选用目前我国较常用的水质指数法和富营养化指标法。

## 2 调查海区自然特征及水动力条件

### 2.1 自然特征

该调查区域位于钦州残余地槽六万大山隆起区的次级构造江平盆地的东北面,其构造以单斜构造为主,地势是北部高,向南缓缓倾斜。海区底质属第四纪的松散沉积物,主要以粉砂—粘土为主。

### 2.2 水动力条件

调查区域内主要入海河流为防城江,河长90 km,流域面积843 km<sup>2</sup>,集水面积约750 km<sup>2</sup>,年均径流量约17.7亿 m<sup>3</sup>。其它还有暗埠江等一些小型及间歇性河流。

防城港潮汐属正规全日潮海区,涨潮历时大于落潮历时,平均潮差2.55 m,最大潮差4.93 m。潮流类型以全日潮流为主,涨潮流向偏北,落潮流向偏南,潮流速度湾内大于湾口,落潮大于涨潮,平均流速38.60 cm/s,最大流速72.1 cm/s。夏半年,海流在湾口自西南向东北流动,流速为10.3 cm/s~15.5 cm/s,在湾内流向偏南,流速为10.3 cm/s。冬半年流速较夏半年小,流速为10.3 cm/s,流向大多偏南,主要属风海流。

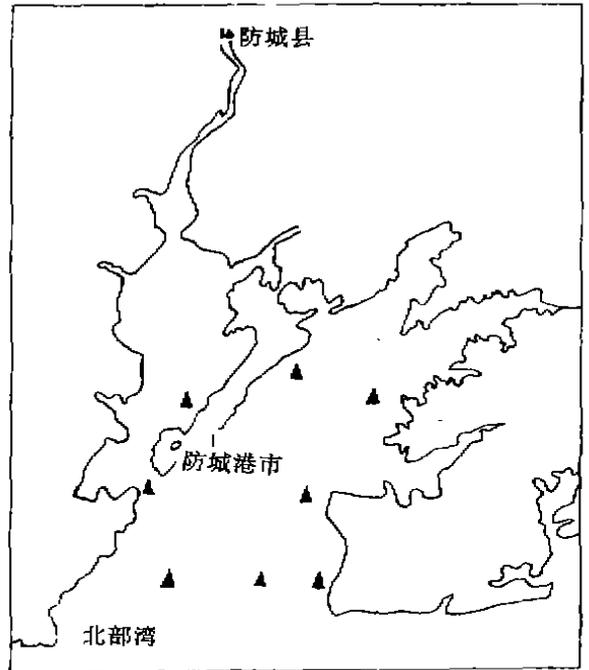


图1 调查站位图

## 3 水体营养盐和COD的分布状况

### 3.1 无机氮 (IN)

春季,无机氮的含量范围为149.44 μg/L~255.09 μg/L,平均值为211.92 μg/L。其东南部海域无机氮含量高,为高值区;港湾北部及河口的含量低。最低值与最高值含量之差为105.65 μg/L,可见春季无机氮的含量平面分布差异较大。

秋季,无机氮的含量范围为110.15 μg/L~186.13 μg/L,平均值为139.35 μg/L。其平面分布趋势为港湾中部为低值区,其含量在110 μg/L左右,而港湾北部、湾口的含量高,大多在130 μg/L以上,与春季无机氮的分布趋势相反。

调查海区春、秋两季无机氮的平面分布状况见图2。

### 3.2 无机磷 (IP)

春季,无机磷的含量范围为0.53 μg/L~5.39 μg/L,平均值为3.00 μg/L。港湾北部为无机磷的高值区,其含量大多在3.0 μg/L以上;湾口附近有一个低值区,其含量在0.5 μg/L左右。

秋季,无机磷的含量范围为2.11 μg/L~4.65 μg/L,平均值为3.01 μg/L。其平面分布

趋势与春季有较大的不同,春季无机磷的等值线为东西向,而秋季则为南北向(图3)。其高值区在防城港市西北海域,东部海域无机磷的含量变化不大。

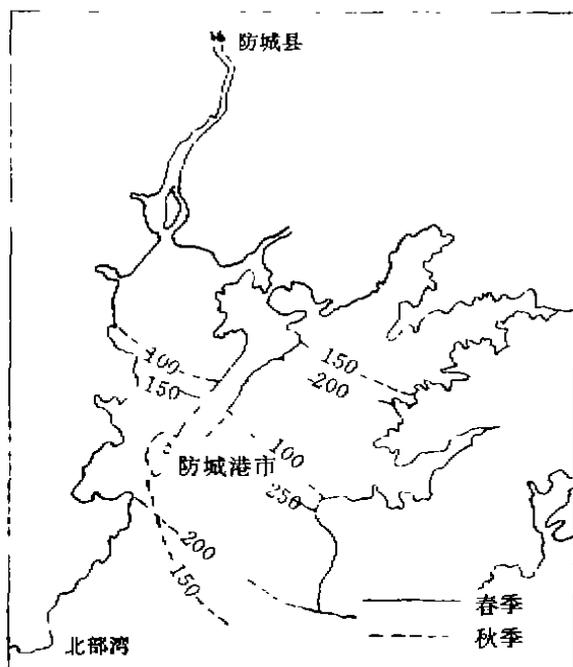


图2 IN 平面分布状况 ( $\mu\text{g/L}$ )

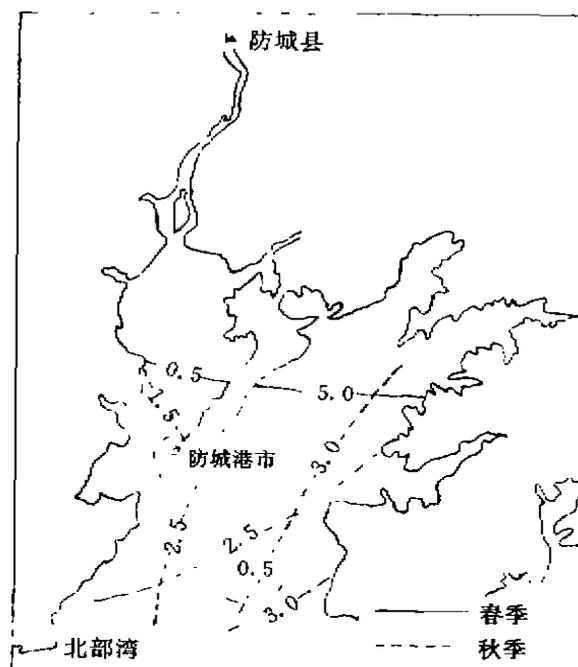


图3 IP 平面分布状况 ( $\mu\text{g/L}$ )

### 3.3 化学耗氧量 (COD)

春季, COD 的含量范围为 1.12 mg/L~1.96 mg/L, 平均值为 1.47 mg/L。平面分布的高值区在港湾北部海域, 其它测站的 COD 含量变化不大。

秋季, COD 的含量范围为 0.88 mg/L~1.02 mg/L 之间, 平均值为 0.96 mg/L。其平面分布无明显差异。春、秋两季 COD 含量的平均值之差为 0.51 mg/L, 可见春季 COD 含量较高于秋季。

调查海区春、秋两季 COD 的平面分布状况见图 4。

### 3.4 溶解氧 (DO)

春季, 溶解氧的含量范围为 7.30 mg/L~8.24 mg/L, 平均值为 7.54 mg/L。其高值区在防城港市西北部海域, 其它测站溶解氧的含量变化不大。

秋季, 溶解氧的含量在 6.60 mg/L~6.90 mg/L 之间, 平均值为 6.77 mg/L, 最大值与最小值之差为 0.3 mg/L, 可见秋季溶解氧的平面分布差异不大。其平均值较低于春季。

调查海区春、秋两季溶解氧的平面分布状况见图 5。

## 4 水体营养化状况分析和有机污染评价

水体营养化状况使用富营养化指标<sup>[1]</sup>来评价, 其计算式为:

$$E = \frac{\text{COD (mg/L)} \times \text{IN} (\mu\text{g/L}) \times \text{IP} (\mu\text{g/L})}{4500} \quad (1)$$

当  $E \geq 1$  时为富营养化。目前公认的海洋富营养化标准为: IN 0.20  $\mu\text{g/L}$ ~0.30  $\mu\text{g/L}$ ; IP 0.02

μg/L 以上'。由式(1)的计算得出, 调查海域未出现  $E \geq 1$  的测站, 均不属富营养化水域, 但从  $E$  值的大小分布看, 春季港湾北部水体  $E$  值较其它测站高, 而秋季水体  $E$  值的变化不大(表1)。如用海洋富营养化标准衡量, 调查海区春季  $IN > 0.20 \mu\text{g/L}$  的有5个测站, 占总测站的71.4%; 秋季各测站的  $IN$  及春、秋两季的  $IP$  均未超过此标准。

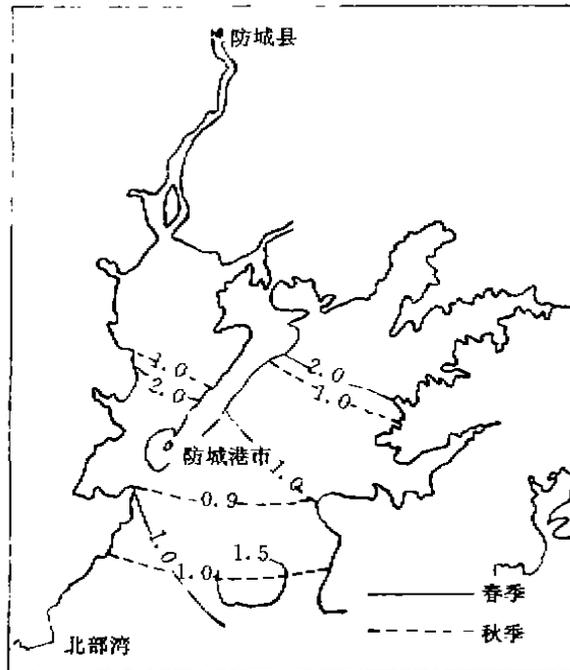


图4 COD平面分布状况 (μg/L)

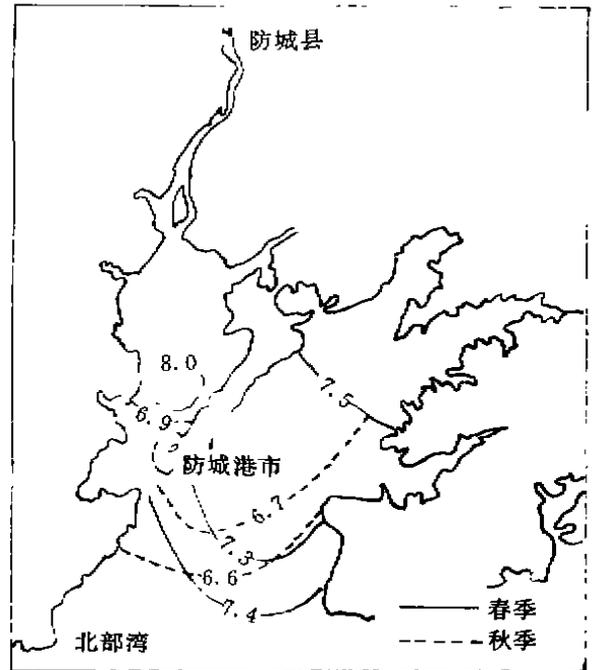


图5 DO平面分布状况 (μg/L)

水体有机污染采用水质指数法<sup>[3]</sup>, 其计算式如下:

$$A = \frac{COD_i}{COD_0} + \frac{IN_i}{IN_0} + \frac{IP_i}{IP_0} + \frac{DO_i}{DO_0} \quad (2)$$

式中“ $i$ ”为测定值, “ $0$ ”为海水水质标准(本文采用一类海水标准)。依照  $A$  值的大小, 把水体水质分为6级(表2)。

根据式(2)的计算可知(表1), 春季调查海区有87.5%的测站  $A$  值大于1, 已普遍开始受到有机污染。从污染状况分布来看, 防城港东北部海域测站的为  $A$  值, 高值区, 而低值区在04测站附近,  $A$  值为0.78左右。秋季调查海区的  $A$  值均小于1, 水质状况较好, 且平面分布无明显

表1 水体富营养化状况和污染状况

站号	水期	DO (mg/L)	COD (mg/L)	IN (μg/L)	IP (μg/L)	$E$ 值	$A$ 值
02	春季	7.53	1.94	187.50	5.39	0.442	1.40
	秋季	6.77	0.98	143.75	3.10	0.094	0.58
03	春季	7.38	1.23	255.09	2.69	0.192	1.71
	秋季	6.82	0.91	110.15	3.10	0.069	0.25
04	春季	8.24	1.69	149.44	5.39	0.304	0.78
	秋季	6.90	1.01	131.67	4.65	0.134	0.56
05	春季	7.48	1.35	233.67	1.08	0.076	1.37
	秋季	6.76	0.91	186.13	2.11	0.081	0.99
06	春季	7.45	1.21	221.17	2.69	0.160	1.29
	秋季	6.68	1.01	148.72	2.63	0.088	0.67
07	春季	7.30	1.51	207.62	0.53	0.037	1.18
	秋季	6.60	1.02	122.33	2.88	0.079	0.41
08	春季	7.43	1.12	228.61	3.22	0.183	1.40
	秋季	6.84	0.88	132.73	2.63	0.066	0.40

规律。

## 5 结论

通过以上对调查海区无机氮、无机磷、化学耗氧量、溶解氧的监测结果分析,可以得出如下结论:

(1) 由于春季(枯水期)陆源水的冲淡、稀释作用较小,调查海区无机氮、化学耗氧

量的含量均明显高于秋季,这也说明陆源水是净化该海区无机氮、化学耗氧量物质的主要贡献者。无机磷的季节变化不明显,可以预料浮游植物的同化作用是该海区海水中移出无机磷的主要途径。

(2) 由于秋季(丰水期)大量的雨水冲刷陆地而使陆源水携带大量营养盐及COD物质入海,使得河口及近岸水体营养盐及COD含量相对增加,具体表现在营养盐及COD含量的高值区较春季向港湾北部移动。

(3) 无机氮是水生生物生长的营养物质之一,无机氮包括氨氮、亚硝酸氮、硝酸氮。调查海区无机氮含量中,各采样点均以氨氮为主,硝酸氮次之,亚硝酸氮最小,它们之间的含量比约为,春季:0.4:38.6:1;秋季:0.1:96.7:1。这种比例形式与其它海区有所不同,如广东高栏港为10.6:18.3:1;铁山港为8:22:1;廉州湾为5:23:1。可见,该海区无机氮以氨氮为最丰富的形式,而上述其它海区均以硝酸氮为最丰富的形式。这可能是该海区浮游植物的生长较为旺盛,移去了大部分的硝酸氮而造成的。

(4) 通过对调查海区富营养化状况的计算表明,各测站的E值均小于1,未构成富营养化,但从监测结果看,春季海水已表现出无机氮超过富营养化标准的现象,这一点应该引起足够的重视。

(5) 春季该海区水体已开始受到有机污染,这主要是由于春季(枯水期)陆源水的冲淡作用较小,营养盐、COD物质入海后得不到及时冲淡、扩散所造成的。另外从水动力条件看,无论是潮流、海流,还是潮差均表现出春季(枯水期)小于秋季(丰水期),也就是说春季海水的交换能力较小于秋季,其也是春季该海区开始受到有机污染的原因之一。但周年水质状况除05测站A值(1.18)大于1外,其余测站A值均小于1,水质状况仍属较好。

表2 有机污染评价分级表

A 值	污染程度	水质评价
<0	0	良好
0~1	1	较好
1~2	2	开始受到污染
2~3	3	轻度污染
3~4	4	中度污染
>4	5	严重污染

## 参考文献

- 1 邹景忠等,海洋环境科学,1983,2:41~52.
- 2 齐雨藻等,暨南大学学报,赤潮专刊,1989,10~20.
- 3 蒋国昌等,海洋通报,1987,6(4):38~46.
- 4 Riley J P, Skirrow G. Chemical Oceanography, 1975. 293~306.