

廉州湾海域水化学要素含量的分布特征*

The Distribution Characteristics of Contents of Hydrochemistry Elements in the Seawater of Lianzhou Bay

邱绍芳, 赖廷和

Qiu Shaofang, Lai Tinghe

(广西海洋研究所, 广西红树林研究中心, 广西北海 536000)

(Guangxi Oceanography Institute, Guangxi Mangrove Research Centre, Beihai, Guangxi, 536000, China)

摘要: 根据 1998 年 1 月、4 月、8 月、10 月 4 个航次的调查资料, 分析廉州湾海域水化学要素含量的变化及特点。结果表明, 该湾水化学要素含量具有河口区特征, pH 值和 DO 含量为冬季高于夏季, COD 含量为夏季高于冬季, $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的含量为春夏季高于秋冬季, $\text{PO}_4\text{-P}$ 、 $\text{SiO}_3\text{-Si}$ 含量为夏季高于冬季。各含量变化的主要影响因素均为河流径流及各种污水的注入所致。

关键词: 水化学要素 变化特征 影响因素 海域

中图分类号: O653; P734.2

Abstract: Based on the information from the four voyages of investigations in January, April, August and October of 1998, the changing characteristics of contents of the hydrochemistry elements in the seawater of Lianzhou Bay were analyzed. These hydrochemistry elements have a characteristic of estuarine areas. The pH values and DO contents in the winter were higher than that in the summer, while the contents of $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NH}_3\text{-N}$ in the spring and the summer were higher than that in the autumn and the winter; the contents of $\text{PO}_4\text{-P}$, $\text{SiO}_3\text{-Si}$ in the summer were higher than that in the winter. The changement of these elements were basically caused by the factors such as the input of river runoff and various kinds of polluted waters.

Key words: hydrochemistry elements, changing characteristics, influencing factors, seawater

廉州湾是广西沿海主要海湾之一。近年来, 随着北海市工农业生产的迅速发展, 工业、生活污水及南流江径流带入的各种废水直接排入该湾沿岸, 造成湾内水质污染日益加重。本文根据 1998 年 1 月、4 月、8 月、10 月 4 个航次的调查资料, 分析廉州湾海域水化学要素含量的分布状况及变化特点, 为该湾海洋开发和水质监控提供科学依据。

1 调查与分析方法

根据廉州湾的环境状况, 调查共设 9 个测站(图 1), 选择有代表性的月份 1998 年 1 月(冬季)、4 月(春季)、8 月(夏季)、10 月(秋季)进行调查。调查方

法按《海洋调查规范》规定进行。所采集的水样按《海洋监测规范》中的方法^[1]进行固定保存, 带回实验室后分析测定, 其中 pH 值用 821 型 pH 计测定, 溶解氧(DO)含量用碘量法测定, 化学耗氧量(COD)含量用碱性高锰酸钾法测定, $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 及无机磷($\text{PO}_4\text{-P}$)、活性硅酸盐($\text{SiO}_3\text{-Si}$)含量分别用镉柱还原法、茚三酮法、次溴酸盐氧化法、磷钼蓝法、硅钼蓝法^[1]进行分析。

2 结果与分析

2.1 水化学要素含量的空间分布

各项水化学要素测值变化范围及平均值见表 1 及表 2。

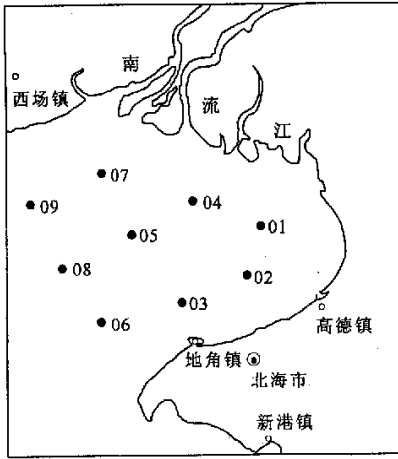


图1 调查站位

表1 1998年春季、夏季廉州湾水化学要素平均含量及变化

项目	春季(4月)		夏季(8月)	
	变化范围	平均值	变化范围	平均值
pH值	7.91~8.13	8.03	7.94~8.32	8.10
DO	6.39~7.50	7.04	5.98~7.48	6.70
COD	1.51~3.38	2.14	2.31~4.58	3.02
NO ₃ -N	0.059~0.89	0.32	0.016~0.57	0.17
NO ₂ -N	0.003~0.043	0.015	0.001~0.009	0.004
NH ₃ -N	0.010~0.054	0.030	0.003~0.090	0.016
PO ₄ -P	0.004~0.016	0.008	0.005~0.013	0.009
SiO ₃ -Si	0.093~0.85	0.50	0.28~2.84	1.27

注:除pH值外,其他各项要素含量单位均为mg/L。

表2 1998年秋季、冬季廉州湾水化学要素平均含量及变化

项目	秋季(10月)		冬季(1月)	
	变化范围	平均值	变化范围	平均值
pH值	8.09~8.25	8.18	8.14~8.22	8.18
DO	6.30~7.32	6.80	7.56~8.04	7.89
COD	1.430~3.430	2.02	1.01~1.54	1.31
NO ₃ -N	0.006~0.160	0.060	0.003~0.030	0.011
NO ₂ -N	0.002~0.007	0.003	0~0.001	0.001
NH ₃ -N	0.005~0.040	0.017	0.001~0.097	0.016
PO ₄ -P	0.004~0.018	0.008	0.004~0.012	0.007
SiO ₃ -Si	0.300~1.400	0.710	0.130~0.440	0.270

注:除pH值外,其他各项要素含量单位均为mg/L。“0”表示未检出。

2.1.1 pH值、溶解氧及化学耗氧量

由于廉州湾受南流江和大风江冲淡水影响,水体pH值分布具有河口区域特征。在受冲淡水影响较小的冬季,pH值较高,平均为8.18(表2)。冬季海湾水pH值变化不大,为8.03~8.18。在受冲淡水影响较大的夏季,由于淡水稀释作用加强,pH值下降,春季平均值为8.03,夏季平均值为8.10(表1)。从分布状况看,春、夏季节,近岸pH值低,外海pH值高,但差别不大。秋、冬季节,近岸pH值高,外海pH值低,且差别大于春、夏季节,分布呈现明显的规律性。

廉州湾水体溶解氧含量普遍较高。在低温、高盐的冬季,溶解氧含量随温度的下降而升高,其溶解氧含量的最大值高达8.04 mg/L,但其分布无规律性。在高温、低盐的夏季,虽然溶解氧含量随温度升高而下降,但其平均值仍达6.70 mg/L,高值区呈封闭状分布在海湾中部海区,其含量在7.0 mg/L以上。入秋后,高值区紧贴南流江口沿岸一带,其含量在8.0 mg/L以上。

廉州海湾水化学耗氧量随季节变化。春、夏季节入海河流径流量增加,河流携带大量有机物质入海,海水化学耗氧量迅速增加,夏季达到全年最大值,其含量平均值为3.02 mg/L(表1)。进入秋、冬季节,入海河流径流量减少,海水中化学耗氧量逐渐降低,冬季则为全年最低值季节,其含量平均值1.31 mg/L(表2)。不同季节海水化学耗氧量的平面分布与河流径流量及人类活动密切相关。春、夏季节,河流径流量相对较大,是影响化学耗氧量平面分布的主要因素。秋、冬季节,河流径流量相对减少,人类活动则为主要影响因素。从不同季节的化学耗氧量高值区分布状况可以说明这一点。

2.1.2 营养盐含量

该海湾水体三种化合态无机氮(NO₃-N、NO₂-N和NH₃-N,简称“三氮”)含量具有共同的分布特点,冬季,其含量平均值为0.001 mg/L,秋季,其含量平均值为0.027 mg/L,春季,其含量最高,平均值为0.122 mg/L,夏季次之,平均值为0.063 mg/L。最高值均出现在海湾西面的01和09号测站,其余测站相对偏低,且含量相近。这表明该季节月来自西向的沿岸水只对河口局部海域的三氮含量产生较大影响。入春以后,入海径流量骤增,三氮含量呈上升趋势,其中NO₃-N和NO₂-N含量具有河口区高,并向湾外递减的梯度变化趋势,高值区均出现在海湾西场沿岸以近测站,这体现了沿岸水的直接控制作用;而NH₃-N含量则呈现出2种不同的分布趋势,春、夏季节,廉州湾海水NH₃-N含量平面分布表现为由海湾东部近岸海域向西,含量逐渐降低趋势,在地角近岸海域有一个高值区,NH₃-N含量为0.08 mg/L;次高值区分布在河口及海湾东部近岸海域,NH₃-N含量为0.01 mg/L左右,秋、冬季节,NH₃-N含量的高值区分布向北海外沙一岭底一带近岸偏移,其含量为0.01 mg/L左右。等值线呈水舌状由海湾东部近岸海域向西延伸,其含量逐渐降低。

廉州湾水体PO₄-P和SiO₃-Si含量具有季节

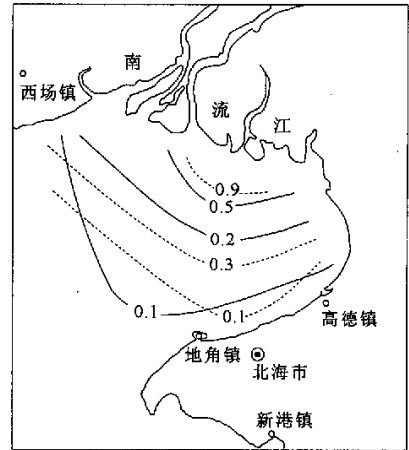
性的变化特征。在枯水季节, PO_4-P 和 SiO_3-Si 含量均较低, 平均值分别为 0.007 mg/L 和 0.27 mg/L , 其中 SiO_3-Si 含量具有从湾内向湾外递减的趋势; PO_4-P 含量以海湾东北的 01 号、04 号、07 号站为最高, 最低出现在海湾西南海域以外的 08 号站。显然, 该季节其水体的 PO_4-P 含量受海湾北部的南流江河口陆源输入的影响为主, 海湾西南部的大风江口海域水体属于低磷的状况。这与沿岸河流输入特征有关。在夏季, 在南流江入海径流迅速剧增同时, 入海 PO_4-P 和 SiO_3-Si 总量也随之增加, 此时其平均含量分别高达 0.01 mg/L 和 1.27 mg/L , 由冬季的低磷、低硅状态跃升为高磷、高硅状态。 PO_4-P 和 SiO_3-Si 含量的变化幅度分别从冬季的 0.007 mg/L 和 0.27 mg/L 上升至夏季的 0.009 mg/L 和 1.27 mg/L 。显然, 该季节其水体磷、硅含量均受陆源径流控制为主。

2.2 水化学要素含量年变化特点

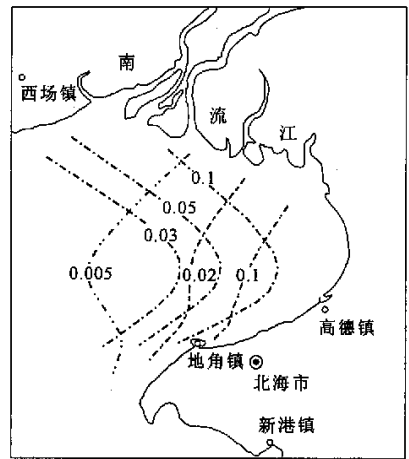
廉州湾海域水化学要素具有一个共同的特点, 就是高值区均分布在河口及东部近岸海域, 夏季其含量高于冬季。在夏季, 河口附近海域的含量高于浅海海域数倍乃至十几倍。这种差异主要表现在无机磷、无机氮、COD 等项目, 其等值线基本与河口岸线平行, 而在冬季, 这种差异主要表现在东部近岸海域与浅海海域之间, 等值线与东部岸线平行。这种共同的分布特点说明, 廉州湾海域水化学要素的分布、变化, 在不同季节均与河流径流及沿岸人类活动密切相关。

2.2.1 无机氮含量年变化特点

无机氮是衡量海水“肥沃”程度重要指标之一。从图 2 看出, 廉州湾海域海水无机氮含量年变化具有 3 个特点: (1) 含量的年变化差异明显, 春、夏季节, 高值区含量为 $0.9 \sim 0.5 \text{ mg/L}$, 秋、冬季节高值区含量只有 0.1 mg/L 左右, 相差近十倍; (2) 春、夏季节无机氮含量平面分布与秋、冬季不同。春、夏季节, 其含量等值线由河口区向湾外递减, 而秋、冬季节, 其含量等值线则由东部沿岸向西部递减, 且呈现出一定的规律性; (3) 无机氮含量高值区分布范围随季节偏移。春、夏季节, 含量高值区锁定在南流江口外的 04 号、07 号测站, 入秋以后, 高值区范围向东往北海沿岸扩展, 到了冬季, 范围扩大到地角沿岸以南。廉州湾海域海水无机氮含量年变化特征正是反映了该湾基本环境变化状况。廉州湾为广西沿海重要海湾, 湾内北部沿岸有南流江及大风江两条河流, 每年夏季有大量冲淡水注入。东部沿岸为北



(a)



(b)

图 2 廉州湾海域海水无机氮含量分布

(a) 春、夏季; (b) 秋、冬季。

---: 春季; —: 夏季; - · - ·: 秋季; · · · ·: 冬季。

海市所在地, 每年也有相当的工业及生活废水排入。这两大因素成为该湾无机氮含量年变化的主要控制因素。每年春季开始, 汛期来临, 河流径流加强, 南流江为广西沿岸最大的人海河流, 年径流量达 $170 \text{ m}^3/\text{s}$, 且 75% 集中在春、夏季节^[2]。河流径流携带大量无机氮入海, 使湾内无机氮含量迅速增高。入秋以后, 河流径流减弱, 无机氮含量逐渐降低, 但在东部沿岸, 由于城市废水不断排入, 无机氮含量高值区范围仍控制在地角沿岸一带区域。由此可见, 廉州湾海域无机氮含量年变化的主要影响因素仍是河流径流和城市废水。

2.2.2 无机磷含量年变化特点

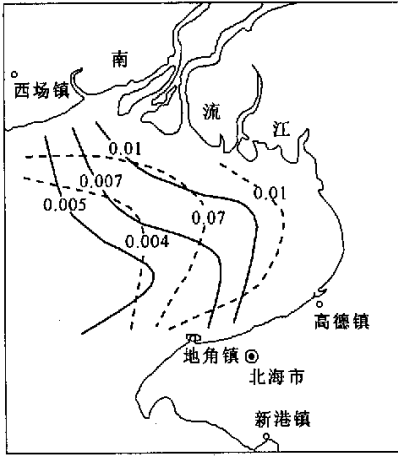
无机磷是海洋浮游植物生长所需要的主要营养盐之一, 也是细胞原生质的主要组成部分, 其含量的

大小直接影响着海洋初级生产力。当无机磷含量低于一定限度时,浮游植物的生长繁殖就会受到限制;反之,含量过高,便会引起海洋富营养化现象,甚至导致浮游植物死亡^[5]。廉州湾海域无机磷含量随季节不同而变化。春、夏、秋季节,太阳辐射加强,湾内水温回升;河流径流大量注入,沿岸被高温低盐冲淡水所控制,该时期湾内无机磷含量分布呈现同一种模式,即河口及沿岸区无机磷含量高于湾口区,其含量为 0.01~0.07 mg/L,秋季稍高,含量达到 0.02 mg/L,此时正是海洋浮游植物快速生长和繁殖时期。秋季过后,气温变冷,水温下降,河流径流减少,低温高盐沿岸水逐渐取代高温低盐冲淡水。从图 3 可看出,此时,湾内无机磷含量发生变化,位于春、夏、秋季节时形成的含量高值区向湾口转移,呈现一

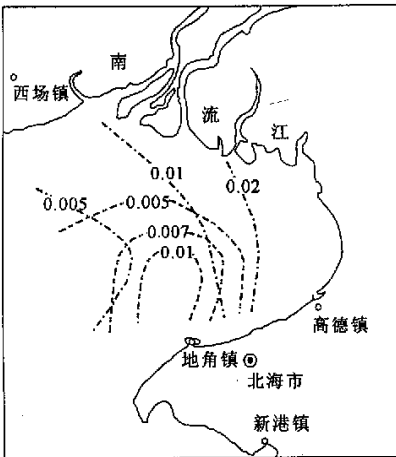
封闭状紧贴地角沿岸深槽一带,其含量为 0.01 mg/L,该季节正是海洋浮游植物生长和繁殖受到限制的时期。

2.2.3 活性硅酸盐含量年变化特点

活性硅酸盐也是海洋生物生长、繁殖所需要的营养盐之一。其分布和变化受到海洋生物的季节性变化和河流径流的影响。从图 4 可以看出,廉州湾海域活性硅酸盐含量年变化具有 2 个特点:(1)春、冬季与夏、秋季形成 2 个不同分布模式;(2)其含量的分布趋势均为河口及东部沿岸高,湾外低。从图 4 可看出,4 个季节月活性硅酸盐含量比较,最高出现在夏季,含量为 2.0~0.5 mg/L,最低出现在冬季,含量为 0.3~0.1 mg/L,春、秋介于二者之间。但从等值线分布状况看,在海湾中部海区常年形成一个含



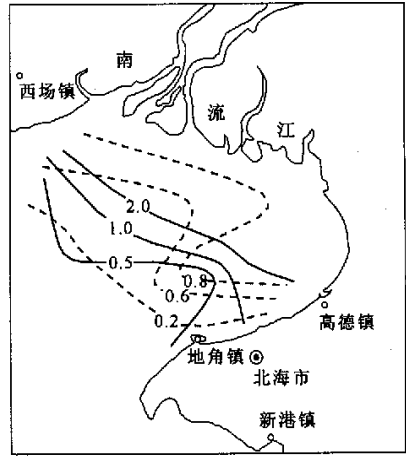
(a)



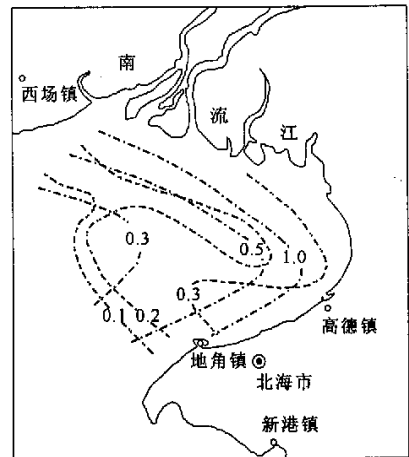
(b)

图 3 廉州湾海域海水无机磷含量分布
(a)春、夏季;(b)秋、冬季。

---:春季;—:夏季;-·-:秋季;-·-·:冬季。



(a)



(b)

图 4 廉州湾海域海水活性硅酸盐含量分布
(a)春、夏季;(b)秋、冬季。

—:春季;—:夏季;-·-:秋季;-·-·:冬季。

量高值区水舌,春季与冬季,水舌指向湾口偏西,夏季与秋季,水舌指向湾内偏东,这一分布特征与入海径流季节性变化密切相关。夏、秋季节,湾北沿岸南流江径流量加强,海水活性硅酸盐含量普遍升高,虽然海洋浮游植物生长、繁殖也正值高峰期,但随径流携带的陆源活性硅酸盐含量远大于海洋浮游植物的摄取消耗。春、冬季节,入海径流减少,陆源活性硅酸盐的补充也随之减少,海湾活性硅酸盐含量普遍降低。但以春季与冬季相比,春季活性硅酸盐含量则高于冬季,因为该季节已进入径流的发展时期。

3 结束语

(1)廉州湾海域水体 pH 值和溶解氧含量空间分布具有河口区特征,即冬季高于夏季。化学耗氧量含量分布则不同,即夏季高于冬季。

(2)廉州湾海域水体五项营养盐含量空间分布

均是冬季低,夏季高,春、秋季节含量介于二者之间,这是陆源径流影响的结果。

(3)廉州湾海域水体无机氮、无机磷、活性硅酸盐含量年变化特点为:夏季含量大,水平变化梯度也大;冬季含量小,水平变化梯度也小。

(4)影响廉州湾海域水化学要素含量的分布和变化的主要因素是南流江入海径流,其次是城市注入废水,其他因素影响甚小。

参考文献:

- 1 国家海洋局.海洋监测规范.北京:海洋出版社,1991.
- 2 陈波.广西南流江三角洲海洋环境特征.北京:海洋出版社,1997.
- 3 赖廷和,韦菱新.防城港水化学要素含量的分布特征及相互关系.台湾海峡,2002,21(4):422~426.

(责任编辑:黎贞崇 邓大玉)

(上接第 11 页)

1752, (C=O); 1309, 1186(C—O); 781, 696(C—Cl); 无羟基吸收峰(见图 1),与文献[8]报道的结果相符。

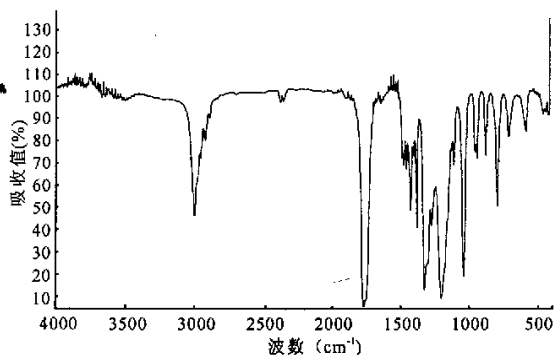


图 1 产品红外光谱

3 结束语

以自制的硫酸氢钾催化合成氯乙酸乙酯的最佳反应条件:酸醇物质的量比为 1 : 3.5;带水剂环己烷为 15 ml;催化剂用量为 1.0 g(为氯乙酸质量的 10.5%);反应时间为 150 min。

自制硫酸氢钾在催化合成氯乙酸乙酯反应时具有较好的催化活性,其性能稳定,不溶于反应体系。

与硫酸法相比,该法具有后处理简便,不污染环境,不腐蚀设备,且可重复使用等优点。自制硫酸氢钾是一种颇有工业应用开发前途的催化剂。

参考文献:

- 1 A. H 勃拉特主编.有机合成.第 2 集.南京大学化学系有机化学教研室译.北京:科学出版社,1964. 182.
- 2 樊能廷.有机合成词典.北京:北京理工大学出版社,1992. 357.
- 3 杨良准,杜立芬,施玉梅,等.硫酸高钾催化合成氯乙酸乙酯.化学世界,2000,41(8):436~438.
- 4 彭静美,俞善信.氯化铁催化合成氯乙酸乙酯.精细化工,1995,12(3):56~58.
- 5 俞善信,伍志妮.硫酸铁铵催化合成氯乙酸乙酯.怀化师专学报,2000,19(2):58~60.
- 6 俞善信,丁亮中,熊文高.硫酸氢钠催化合成氯乙酸乙酯.零陵师范高等专科学校学报,2001,22(3):7~8.
- 7 中国医药公司上海化学试剂采购供应站编.试剂手册.第 2 版.上海:上海科学技术出版社,1985. 570.
- 8 Charles J. Pouchert. The Aldrich Library of FT-IR Spectra. 1st ed. 1985. 650.

(责任编辑:邓大玉)