

湛江港海水中总锌、总铬的含量变化与水质评价^{*}

曲念东¹, 田秀蕾¹, 易志全¹, 张际标², 陈春亮²

(1. 国家海洋局南海环境监测中心 广州 510300; 2. 广东海洋大学海洋资源与环境监测中心 湛江 524088)

摘 要: 文章用电感耦合等离子体质谱法 (ICP-MS) 对湛江港海水中总锌 (Zn)、总铬 (Cr) 的含量进行为期 1 年 4 个航次 (春、夏、秋、冬) 的调查和分析。结果表明: 湛江港海水中总锌、总铬含量较低, 年平均含量分别为 1.42×10^{-2} mg/L、 2.65×10^{-2} mg/L, 其污染指数也较小, 分别为 0.284、0.265; 但各季度海水中总锌、总铬平均含量变化趋势不同: 总锌含量由大到小依次为春季、冬季、夏季、秋季, 总铬含量由大到小依次为秋季、冬季、春季、夏季; 最后用单因子污染指数法对湛江港海水中总锌、总铬含量进行评价, 结果表明: 湛江港海水中的总锌、总铬含量分别低于国家二、一类海水水质标准规定的限值, 符合《广东省海洋功能区划》规定的国家二类海水水质标准。

关 键 词: 海水; 重金属; 污染指数; 湛江港

湛江港是新中国成立后第一个自行设计建造的现代化海港, 自 1956 年开港以来, 经过 50 多年的建设发展, 已成为全国沿海 25 个主要港口之一, 是西南沿海港口群的龙头港和唯一亿吨大港, 也是我国中西部和华南地区货物进出口的主通道和中国南方能源、原材料等大宗散货的主要流通中心, 泛珠三角地区连接东盟自由贸易区的最佳海上物流平台, 在亚太经济圈中具有极其重要的战略地位。

湛江港外有硇洲岛为天然屏障, 内有东海、南三两岛互为犄角, 水深浪静, 海面宽阔, 终年气候温和, 沙泥淤积较少, 是集商港、军港、渔港和油港等于一身的我国南方深水良港。随着湛江“工业立市、以港兴市”发展战略的深入实施, 环湛江港湾的工业大港已初具规模, 港内及周边的交通运输业、养殖业、石油加工业、服务业和旅游业等均较发达, 宝钢湛江钢铁基地、中科石化加工等项目将在湛江建设, 海洋生态环境和生态系统的健康状况令人担忧, 海湾生态环境承载力将在逐渐下降, 海湾重金属污染应引起人们的重视。有关海水中重金属

的研究局限在珠江流域及其入海口周边地区^[1-6], 余日清、陈蓉等对湛江港的水产品中重金属含量进行研究^[7-8], 郭笑宇、张才学等对湛江港海洋沉积物中重金属的含量及分布进行了调查研究^[9-10], 但有关湛江港水体重金属的研究却鲜见报道。

锌污染是指锌及化合物所引起的环境污染。主要污染源有锌矿开采、冶炼加工、机械制造以及镀锌、仪器仪表、有机合成和造纸等工业的排放。汽车轮胎磨损以及煤燃烧产生的粉尘、烟尘中均含有锌及化合物, 工业废水中锌常以锌的羟基络合物存在。

铬污染主要来源于冶金、水泥等工业, 以及煤和石油燃烧的废气中, 含有颗粒态的铬。海水中溶解态铬主要以 Cr (III)、Cr (VI) 和有机铬等形态存在, 但 Cr (III) 和 Cr (VI) 的化学性质与生物效应不同, Cr (III) 溶解度较小, 可强烈吸附在颗粒表面而沉降或与海水中天然有机物形成稳定络合物, Cr (VI) 溶解度较大, 在海洋中主要以含氧酸形式存在^[11]。

笔者通过对湛江港海水中总锌和总铬含

^{*} 基金项目: 广东省海洋渔业科技推广专项 (A200899J01)。

量调查与分析, 探讨其时空分布特征, 并对其污染状况进行了评价, 以期对湛江港合理产业布局和宏观环境管理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 样品的采集

在湛江港由内至外依序共设置 15 个站位 (图 1), 其中站位 6 所在海域为湛江港码头核心作业区。采样时间从 2009 年 3 月至 2010 年 1 月, 分别是 2009 年 3 月 (春季)、6 月 (夏季)、10 月 (秋季) 和 2010 年 1 月 (冬季)。海水样品的采集、贮运和处理方法均按《海洋调查规范》和《海洋监测规范》^[12-13] 进行, 每个站位采集表层和底层水样。

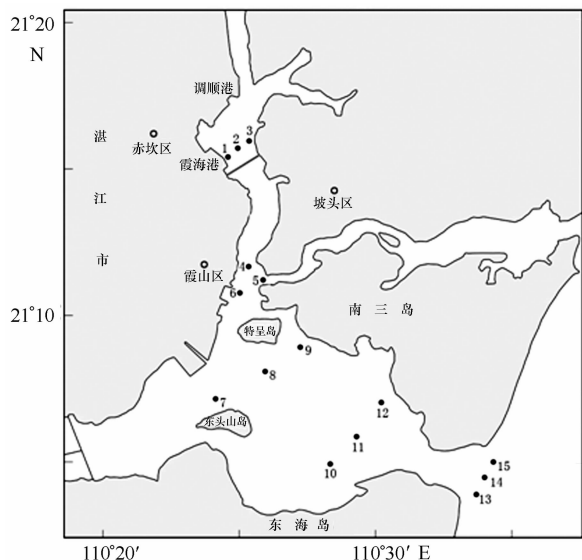


图 1 湛江港海水采样站位分布

1.2 样品的测定

水样带回实验室后, 即以 $0.45 \mu\text{m}$ 微孔滤膜过滤, 加浓硝酸酸化至 $\text{pH} < 2$, 再用超纯水配制的 2% 硝酸稀释 10 倍后存于塑料瓶内, 然后用电感耦合等离子体质谱 (ICP-MS) 法^[14-15] 分别测定样品中的锌和铬含量。实验中, 以 2% 硝酸为空白样品, 所用试剂均为优级纯, 水为超纯水 (18Ω), 所用仪器型号为 Agilent ICP-MS 7500CX, 所有的器皿均用 5% 的硝酸浸泡 24 h, 用超纯水冲洗 3 次, 被测元素混合标准储备溶液和内控标准物质均由国家海洋局第二海洋研究所制备。

1.3 评价方法与评价标准

根据《近岸海域环境监测规范》^[16], 采用单因子污染指数评价法对湛江港海水中锌和铬的污染状况进行评价, 参照《海水水质标准》^[17] 和《广东省海洋功能区划》^[18], 结合湛江港兼顾港口航运、海洋渔业和滨海旅游等多功能并存的实际情况, 笔者采用《海水水质标准》的第二类海水水质标准对湛江港海水水质进行评价。

2 结果与讨论

2.1 湛江港海水中总锌和总铬含量水平分布特征

2.1.1 表层水分布特征

2009 年湛江港湾表层海水中不同季节总锌和总铬的含量如图 2 和图 3 所示。

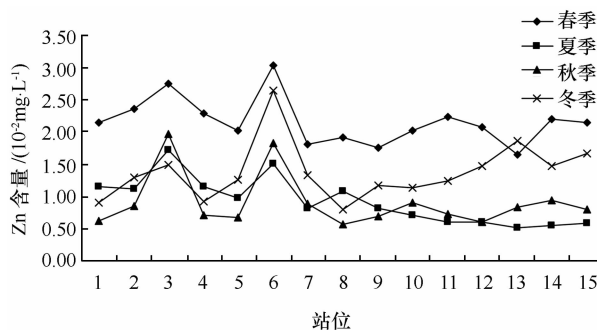


图 2 湛江港表层海水总锌含量水平分布

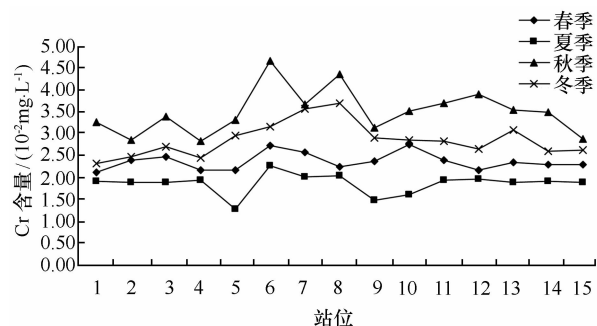


图 3 湛江港表层海水总铬含量水平分布

由图 2 和图 3 可知, 海水中总锌的含量的季节变化由大到小依次为春季、冬季、夏季、秋季, 其变化范围在 $0.52 \times 10^{-2} \text{mg/L} \sim 3.03 \times 10^{-2} \text{mg/L}$ 之间, 各季度平均值分别为春季 $2.16 \times 10^{-2} \text{mg/L}$, 夏季 $0.93 \times 10^{-2} \text{mg/L}$, 秋

季 $0.91 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$, 冬季 $1.38 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$ 。海水中总铬的含量季节变化由大到小依次为秋季、冬季、春季、夏季, 其变化范围在 $1.28 \times 10^{-2} \text{ mg/L} \sim 4.65 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$ 之间, 各季度平均值分别为春季 $2.35 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$, 夏季 $1.86 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$, 秋季 $3.49 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$, 冬季为 $2.85 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$ 。

2.1.2 底层水分布特征

2009 年湛江港湾底层海水中不同季节总锌和总铬的含量如图 4 和图 5 所示。由图 4 和图 5 可知, 海水中总锌的含量的季节变化与表层相同, 由大到小依次为春季、冬季、夏季、秋季, 其变化范围在 $0.50 \times 10^{-2} \text{ mg/L} \sim 3.86 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$ 之间, 各季度平均值分别为春季 $2.30 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$, 夏季 $1.11 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$, 秋季 $1.01 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$, 冬季为 $1.55 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$ 。海水中总铬的含量季节变化与表层相同, 由大到小依次为秋季、冬季、春季、夏季, 其变化范围在 $1.31 \times 10^{-2} \text{ mg/L} \sim 4.92 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$ 之间, 各季度平均值分别为春季 $2.42 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$, 夏季 $1.91 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$, 秋季 $3.49 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$, 冬季 $2.87 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$ 。

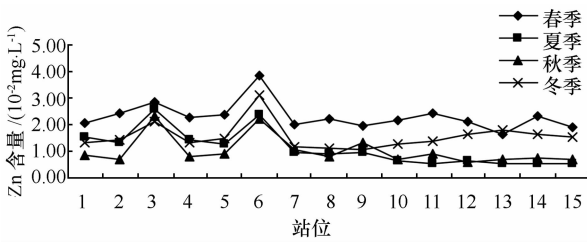


图 4 湛江港底层海水总锌含量水平分布

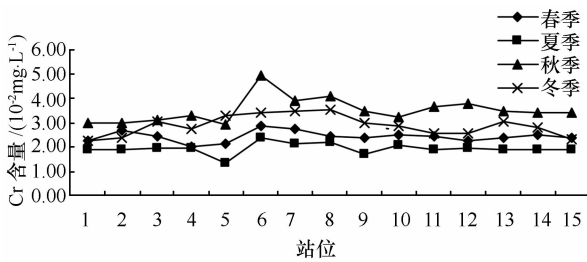


图 5 湛江港底层海水总铬含量水平分布

2.2 湛江港海水中总锌和总铬含量年均分布特征

2009 年湛江港湾各监测站位表层、底层水

体总锌和总铬的年平均含量变化状况如图 6 和图 7 所示。水体中的总锌含量较低, 除站 3 和站 6 为二类水水质标准外, 其他站位均达到一类水水质标准, 其中表层水体年平均值为 $1.34 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$; 底层水体总锌的含量高于表层, 年平均值为 $1.49 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$ 。水体中的总铬含量低, 各站位均达到一类水水质标准, 表层水和底层水总铬的年平均值基本相同, 分别为 $2.64 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$ 和 $2.67 \times 10^{-2} \text{ mg/L}$ 。湛江港海域未受到铬污染。

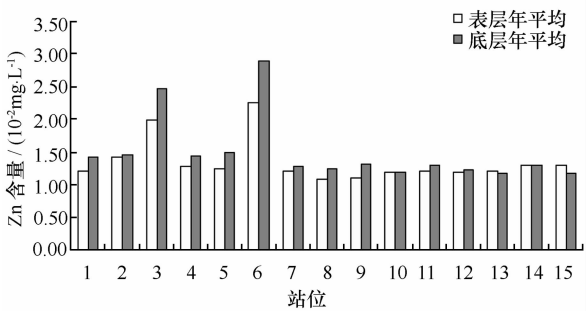


图 6 湛江港海水总锌年平均含量变化

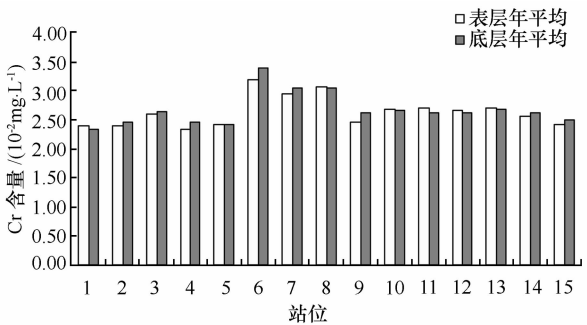


图 7 湛江港海水总铬年平均含量变化

2.3 湛江港海水中锌和铬的环境质量分析

由于湛江港兼顾港口航运、海洋渔业和滨海旅游等多类型环境功能, 海水水质评价标准按二类海水水质标准执行, 即: 总锌不大于 0.05 mg/L , 总铬不大于 0.10 mg/L 。计算时用各站点年平均浓度值除以相应的标准限值, 可得相应的污染指数 P , 若小于或等于 1 表示水质达到规定的要求, 水质较好, 若大于 1 则表示浓度超标, 水质已不能满足相应的功能要求 (表 1)。

湛江港海水中的总锌和总铬评价结果如表 1 所示。结果表明, 湛江港各监测站位总锌和总铬

表 1 湛江港海水总锌、总铬的环境质量

站号	P_{Zn}	P_{Cr}
1	0.263	0.236
2	0.287	0.243
3	0.445	0.262
4	0.272	0.240
5	0.274	0.242
6	0.515	0.329
7	0.249	0.299
8	0.234	0.306
9	0.242	0.254
10	0.238	0.267
11	0.249	0.266
12	0.242	0.263
13	0.238	0.269
14	0.259	0.260
15	0.247	0.246
平均值	0.284	0.265

的污染指数均小于 1, 平均污染指数分别为: 0.284 和 0.265, 湛江港各监测站点所代表的水域均未受到总锌和总铬的污染, 水质较好, 符合《广东省海洋功能区划》规定的国家二类海水水质标准。

3 结论

笔者通过 2009 年 4 个季度在湛江港进行海水中总锌和总铬的调查分析, 探讨其变化特征及分布规律, 并进行了海水水质评价, 得到以下结论。

(1) 湛江港海水中总锌含量 3 站和 6 站明显高于其他各站, 是因为 3 站附近曾有贝类养殖区, 锌是目前发现的最具有生理功能的微量元素, 也是海洋生物生长代谢过程中所必需的矿物元素, 在养殖区投放的饵料或贝类的粪便中也含有较高的锌。6 站为湛江港核心码头作业区, 大量装卸铁矿石和硫黄矿等, 而且矿石中含有少量的锌和铬, 在装卸时有粉尘或少量矿石掉到海里, 在海流的作用下被海水溶解、颗粒物吸附和沉降到海底, 以及 6 站附近的排污入海口和渔船甲板污水的排放, 所以造成总锌和总铬的含量偏高。

(2) 湛江港海水中总锌和总铬含量各站位表层和底层水的含量呈现基本相同的变化趋势, 但各站位底层水含量略高于表层水含量, 这与湛江港为半月潮, 潮汐活动较频繁, 水动力作用较强有关。

(3) 海水中总锌和总铬的季节变化不一, 总锌平均含量由大到小依次为: 春季、冬季、夏季、秋季, 总铬平均含量由大到小依次为: 秋季、冬季、春季、夏季; 总锌表层含量与底层四季含量中春季大于冬季, 夏秋两季不明显, 总铬表层含量与底层四季含量规律明显, 与平均含量规律相同, 由大到小依次为: 秋季、冬季、春季、夏季。

(4) 总锌总铬的含量平面分布大体表现为: 湾内大于湾外, 总锌含量最为明显, 位于湛江港核心作业区的站 6 最高, 湾外站 13 最低, 这表明湛江港海域海水中的总锌和总铬主要来源于陆源排放。

(5) 单因子污染指数法评价结果表明, 2009 年湛江港湾水体中的总锌和总铬含量均低于国家二类海水水质标准规定的限值, 水质比较好。

参考文献

- [1] 刘芳文, 颜文, 黄小平, 等. 珠江口沉积物中重金属及其相态分布特征[J]. 热带海洋学报, 2003, 22(5): 16—23.
- [2] 王增焕, 李纯厚, 林钦, 等. 珠江口经济动物体内铜、锌、铅、镉的含量[J]. 湛江海洋大学学报, 2003, 23(3): 33—38.
- [3] 王增焕, 林钦, 李纯厚, 等. 珠江口重金属变化特征与生态评价[J]. 中国水产科学, 2004, 11(3): 214—218.
- [4] 黄向青, 张顺枝, 霍振海. 深圳大鹏湾、珠江口海水有害重金属分布特征[J]. 海洋湖沼通报, 2005(4): 38—43.
- [5] 杨永强, 陈繁荣, 张德荣, 等. 珠江口沉积物酸挥发性硫化物与重金属生物毒性的研究[J]. 热带海洋学报, 2006, 25(3): 73—76.
- [6] 黄向青, 梁开, 刘雄. 珠江口表层沉积物有害重金属分布及评价[J]. 海洋湖沼通报, 2006(3): 27—35.
- [7] 余日清, 谢镜明, 杨广杏, 等. 湛江港湾海产品的品

- 质与污染物积累[J]. 海洋环境科学, 1998, 17(2): 45—49.
- [8] 陈蓉, 徐忠贤, 张琳, 等. 湛江港海域经济水产品重金属含量及评价[J]. 黄渤海海洋, 1998, 16(4): 54—59.
- [9] 郭笑宇, 黄长江. 粤西湛江港海底沉积物重金属的分布特征与来源[J]. 热带海洋学报, 2006, 26(5): 11—17.
- [10] 张才学, 孙省利, 陈春亮, 等. 湛江港湾表层沉积物重金属的分布特征及潜在生态危害评价[J]. 湛江海洋大学学报, 2006, 26(3): 45—49.
- [11] 曲洪林, 刘东武. 铬对海洋生物的影响[J]. 生命科学仪器, 2008, 6(12): 36—38.
- [12] 中华人民共和国质量技术监督局. GB/T 12763. 4—2007 海洋调查规范 第 4 部分: 海水化学要素调查[S]. 2007.
- [13] 中华人民共和国质量技术监督局. GB 17378. 4—2007 海洋监测规范 第 4 部分: 海水分析[S]. 2007.
- [14] 中华人民共和国地质矿产部. DZ/T 0064. 80—1993 等离子质谱法测定锂等 39 个元素[S]. 1993.
- [15] 美国环保局. USEPA6020A. METHOD 6020A—INDUCTIVELY COUPLED PLASMA—MASS SPECTROMETRY[S]. 2007.
- [16] 中华人民共和国环境保护部. HJ 442—2008 近岸海域环境监测规范[S]. 2008.
- [17] 国家环境保护局. GB3097—1997 海水水质标准[S]. 1997.
- [18] 广东省海洋与渔业局. 广东省海洋功能区划[Z]. 2008.

(上接第 41 页) 台风、飓风、热带风暴和寒潮等风暴潮可能引发的海上灾害。

洪水、沙尘暴和风暴潮, 以 3 种方式向大海水体输送硅。这 3 种方式对人类生存来说是 3 种灾害, 但是这些灾害与全球气温和水温上升所带来的灾害相比是微不足道的^[8]。这是由于洪水、沙尘暴和风暴潮是局部的灾难, 然而全球气温和水温上升所带来的灾害是全球性的灾难。因此, 通过“未来地球气候变化的模式”, 对洪涝灾害、干旱灾害和风暴潮灾害等灾害进行时时监测, 提高预报精度和准确率。人类要应对这个气候变化给生态环境带来的变化和给人类带来的旱涝灾害, 都需要人类积极采取应急措施和方案, 利用现代技术加强防灾减灾的系统建设, 以便减少未来的自然灾害对人类的影响。

参考文献

- [1] 杨东方, 高振会, 王培刚, 等. 营养盐硅和水温影响浮游植物的机制[J]. 海洋环境科学, 2006, 25(1): 1—6.
- [2] 杨东方, 高振会, 孙培艳, 等. 胶州湾水温和营养盐硅限制初级生产力的时空变化[J]. 海洋科学进展, 2006, 24(2): 89—96.
- [3] 杨东方, 高振会, 秦洁, 等. 地球生态系统的营养盐硅补充机制[J]. 海洋科学进展, 2006, 24(4): 407—412.
- [4] YANG Dongfang, GAO Zhenhui, YANG Yingbin, et al. Silicon limitation on primary production and its destiny in Jiaozhou Bay, China Ⅱ The Complementary mechanism of the earth ecosystem [J]. Chin J Oceanol Limnol, 2006, 24(4): 401—412.
- [5] 佚名. 全国多省暴雨袭击发生洪涝灾害[EB/OL]. (2010—07—18) [2011—07—18]. <http://world.huanqiu.com/roll/2010年的天气资料>.
- [6] 佚名. 南方多省市遭受暴雨洪涝灾害[EB/OL]. (2010—07—18) [2011—07—18]. <http://www.huanqiu.com/zhuanli/china/zhuantinfby/>.
- [7] 佚名. 发布的台风预报分析[EB/OL]. (2010—07—10) [2011—07—18]. <http://www.typhoon.gov.cn/forecast/>.
- [8] 杨东方, 吴建平, 曲延峰, 等. 地球生态系统的气温和水温补充机制[J]. 海洋科学进展, 2007, 25(1): 117—122.