

杨文超,黄道建,陈继鑫,等. 大亚湾石化区第 2 条排污管线排污口海域生态环境质量研究[J]. 海洋学研究, 2019,37(4):85-91, doi:10.3969/j.issn.1001-909X.2019.04.009.

YANG Wen-chao, HUANG Dao-jian, CHEN Ji-xin, et al. Research on ecological environment quality in the sea area near the second petrochemical sewage pipeline discharge outlet in Daya Bay [J]. Journal of Marine Sciences, 2019,37(4):85-91, doi:10.3969/j.issn.1001-909X.2019.04.009.

大亚湾石化区第 2 条排污管线排污口海域生态环境质量研究

杨文超,黄道建*,陈继鑫,陈晓燕,刘旺,王宇珊

(生态环境部 华南环境科学研究所,广东 广州 510655)

摘 要:2018 年 12 月 8 日和 15 日对大亚湾石化区第 2 条排污管线排污口海域进行了采样调查,分析了排污口海域海水、沉积物中的污染因子含量,并采用单因子污染指数法进行评价。研究表明,该海域海水中富营养化因子污染水平较低,重金属污染较严重,主要原因是大亚湾海域海水中重金属背景值较高。沉积物中各污染因子均属于低污染水平,主要的重金属污染因子为铬、铅和锌。第 2 条排污管线投入使用以来,对周边海域的影响尚在较小范围内。

关键词:大亚湾;石化区;第 2 条排污管线;海域生态环境

中图分类号:X55

文献标识码:A

文章编号:1001-909X(2019)04-0085-07

Doi:10.3969/j.issn.1001-909X.2019.04.009

0 引言

大亚湾石化区位于广东省惠州市大亚湾经济技术开发区东部,南临大海,北靠山区,东为霞涌办事处,西为大亚湾中心区,是广东省政府 5 个重点发展的石油化工基地之一。自中海壳牌一期项目建成投运以来,石化区污水一直通过石化区第 1 条排海管线深海排放^[1]。徐姗楠等^[2]以 2006 年和 2007 年第 1 条排污管线排污口附近海域海洋生态环境研究成果为基础,调查了 2011 年和 2012 年排污口附近海域海洋生态环境情况,调查结果表明,该排污口附近海域生态系统健康状况整体呈现下降的趋势。徐娇娇等^[3]通过 2012 年 1 月在大亚湾石化排污区进行的海洋生态调查表明该海域生态环境质量现状属于轻度污染水平,且主要污染因子为石油类污染物。

随着大亚湾石化区建设世界级石化工业基地的不断推进,为满足石化区中长期产业规划所带来的污水排放需求,2017 年大亚湾石化区第 2 条排污管线建成并投运。该排污管道位于广东省惠州市大亚湾东侧海域,下海点位于清源污水处理厂附近,管道路由穿越大亚湾水产资源自然保护区的北部实验区、中部缓冲区和南部实验区,排污口位于大亚湾湾口外,保护区最南界外约 800 m 处,属于一类水质功能区。排污管线设计污水排放能力为 3 800 m³/h,污水收集范围包括中海油惠州炼化 1 期和 2 期、中海壳牌、清源污水处理厂等。外排污水中主要污染物包括 COD_{Cr}、石油类、硫化物、氨氮、重金属和活性磷酸盐等,其中重金属达标排放时的质量浓度分别为:铜 0.5 mg/L、铅 1.0 mg/L、锌 2.0 mg/L、镍 1.0 mg/L 等。由于该管线主要用于排放石化区污水且排水量

收稿日期:2019-09-18

修回日期:2019-11-09

基金项目:广东省海洋渔业科技与产业发展专项资助(A201501D04)

作者简介:杨文超(1992—),男,湖北仙桃市人,助理工程师,主要从事环境科学方面的研究。E-mail:yangwenchao@scies.org

* 通讯作者:黄道建(1980—),男,高级工程师,主要从事环境科学方面的研究。E-mail:huangdaojian@scies.org

较大,长期排放石化污水可能会对附近海域生态环境造成一定的影响^[2-3]。

现有研究主要为针对大亚湾石化区第 1 条排污管线对附近海域的影响^[1-5],第 2 条排污管线对附近海域的影响研究鲜见报道。本文主要以大亚湾石化区第 2 条排污管线排污口附近海域海水和沉积物为研究对象,对排污海域的生态环境质量进行分析,并采用单项污染指数法对其污染情况进行评价,以期为大亚湾石化区排污海域环境质量管理提供基础依据。

1 研究方法

1.1 采样时间和站位

2018 年 12 月 15 日(大潮)和 2018 年 12 月 8 日(小潮)在第 2 条排污管线排污口及附近共布设 7 个调查站位,其中 1 号站位处于排污口中心区,其余站位以排污口为中心,分布于东、南、西、北 4 个方位。表层沉积物在 2018 年 12 月 8 日(小潮)同步监测。具体采样站位信息见图 1。

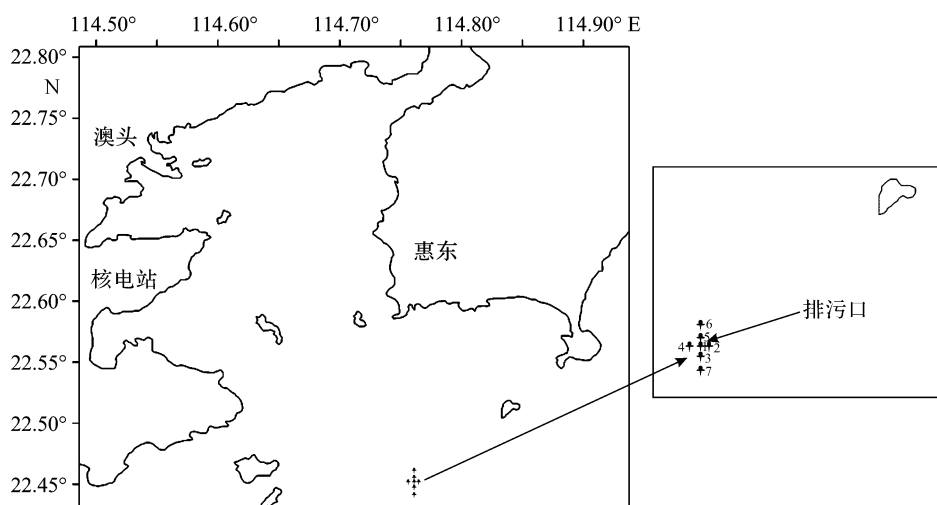


图 1 采样站位示意图

Fig. 1 Location of sampling stations

1.2 采样及分析方法

现场采样时分涨、落潮,表、底层采样。采集的样品按相关标准规定进行保存。海水中 pH 值,化学需氧量,无机氮、活性磷酸盐、锌、铅、铜和镍的质量浓度分析采用《海洋监测规范》(GB 17378. 4—2007)^[6]中相关方法进行。沉积物中硫化物、油类、有机碳的含量以及汞、砷的总量分析按照《海洋监测规范》(GB 17378. 4—2007)^[6]中相关方法进行,铬、铜、锌、镉和铅等重金属的总量分析按照《海底沉积物化学分析方法》(GB/T 20260—2006)^[7]中相关方法进行。

1.3 评价方法

海水水质中 pH 评价:

$$P_i = \frac{|pH_i - pH_{sm}|}{DS} \quad (1)$$

$$pH_{sm} = \frac{pH_{su} + pH_{sd}}{2} \quad (2)$$

$$DS = \frac{pH_{su} - pH_{sd}}{2} \quad (3)$$

式中: pH_i 为海水中 pH 的实测值,本文取该站位实测

最大值进行评价; pH_{su} 和 pH_{sd} 为《海水水质标准》(GB 3097—1997)^[8]一类标准中 pH 的标准上限和下限。

海水水质和沉积物污染状况采用单因子污染指数法评价^[9-10]:

$$P_i = \frac{C_i}{C_s} \quad (4)$$

式中: P_i 为第 i 项因子的污染指数; C_i 为第 i 项因子的实测质量浓度值,本文取该站位实测最大值进行评价; C_s 为第 i 项因子的评价标准值(本文采用《海水水质标准》(GB 3097—1997)^[8]一类标准和《海洋沉积物质量》(GB 18668—2002)^[11]一类标准)。以上数据均采用 Excel 2010 进行统计分析。

2 研究结果与分析

2.1 海水水质

调查期间排污口附近海域海水监测情况见表 1。

表 1 海水水质监测结果汇总
Tab.1 Summary of the monitoring results in seawater

所属海水 水质功能区	站位	项目	pH	化学 需氧量/ (mg·L ⁻¹)	无机氮/ (mg·L ⁻¹)	活性 磷酸盐/ (mg·L ⁻¹)	铜/ (mg·L ⁻¹)	铅/ (mg·L ⁻¹)	锌/ (mg·L ⁻¹)	镍/ (mg·L ⁻¹)
一类海水	1	最大值	8.28	0.50	0.128	0.007	0.003 3	0.002 9	0.021 7	0.003 0
		最小值	8.20	未检出	0.041	未检出	0.000 9	0.000 8	0.003 2	未检出
		均值	8.24	0.28	0.093	0.004	0.001 8	0.002 2	0.008 6	0.001 2
		超标率/%	0	0	0	0	0	62.5	12.5	0
	2	最大值	8.28	0.70	0.139	0.014	0.002 1	0.002 2	0.010 2	0.001 1
		最小值	8.20	未检出	0.028	未检出	0.001 2	0.000 6	0.003 9	0.000 5
		均值	8.24	0.43	0.087	0.006	0.001 6	0.001 2	0.007 1	0.000 9
		超标率/%	0	0	0	0	0	50	0	0
	3	最大值	8.28	0.70	0.142	0.007	0.005 0	0.004 0	0.020 4	0.004 9
		最小值	8.21	未检出	0.016	未检出	0.001 0	0.000 6	0.002 8	0.000 6
		均值	8.24	0.47	0.086	0.003	0.002 5	0.001 8	0.012 1	0.001 6
		超标率/%	0	0	0	0	0	62.5	12.5	0
	4	最大值	8.25	0.63	0.124	0.007	0.007 6	0.006 6	0.023 7	0.003 2
		最小值	8.18	未检出	0.041	未检出	0.001 3	0.000 4	0.003 6	0.000 5
		均值	8.21	0.46	0.089	0.005	0.002 7	0.001 8	0.011 6	0.001 1
		超标率/%	0	0	0	0	12.5	62.5	25	0
	5	最大值	8.28	1.20	0.130	0.008	0.005 1	0.007 7	0.032 4	0.004 3
		最小值	8.18	未检出	0.035	未检出	未检出	未检出	0.001 4	0.000 6
		均值	8.23	0.65	0.092	0.005	0.001 8	0.002 0	0.012 2	0.001 5
		超标率/%	0	0	0	0	12.5	62.5	25	0
	6	最大值	8.29	0.80	0.152	0.007	0.007 4	0.005 6	0.026 3	0.003 8
		最小值	8.20	0.50	0.022	未检出	未检出	未检出	0.004 0	未检出
		均值	8.24	0.64	0.081	0.004	0.002 7	0.001 6	0.010 5	0.001 6
		超标率/%	0	0	0	0	25	37.5	12.5	0
	7	最大值	8.29	0.90	0.147	0.019	0.001 9	0.008 1	0.016 5	0.002 7
		最小值	8.20	未检出	0.031	0.008	未检出	0.000 5	0.002 5	未检出
		均值	8.24	0.51	0.086	0.011	0.001 0	0.002 1	0.008 7	0.000 9
		超标率/%	0	0	0	12.5	0	37.5	0	0

监测期间,排污口附近海域 pH 为 8.18~8.29,化学需氧量质量浓度为未检出~1.20 mg/L,无机氮质量浓度为 0.016~0.152 mg/L,镍质量浓度为未检出~0.004 9 mg/L,均未出现超标现象。活性磷酸盐质量浓度为未检出~0.019 mg/L,仅在 7 号站位出现 1 次超标现象。铜质量浓度为未检出~0.007 6 mg/L,铅质量浓度为未检出~0.008 1 mg/L,锌质量浓度为 0.001 4~0.032 4 mg/L,上述因子均有超过《海水水质标准》^[8]中一类海水水质标准的现象,其中 1、3、4、5 号站位铅的质量浓度超标率均为 62.5%。

根据各污染因子监测最大值的单因子污染指数的计算值,作出排污口海域水质的变化趋势如图 2 和图 3 所示。

由图可知,排污口附近海域海水中 pH 值的污染指数变化呈现较平稳的波动,表明海水中酸碱值保持在一个较稳定的水平。

排污口附近海域海水中 COD、无机氮、活性磷酸盐的单因子污染指数分别为 0.25~0.60、0.62~0.76 和 0.47~1.27,均值分别为 0.39、0.69 和 0.66。总体来看,该海域海水中富营养化因子污染水平均较低。

排污口附近海域海水中铅的单因子污染指数为 2.20~8.10,铜的单因子污染指数为 0.38~1.52,锌的单因子污染指数为 0.51~1.32,镍的单因子污染指数为 0.22~0.98,表明排污海域重金属污染较严重,污染因子主要为铅,其次为铜和锌。

2.2 沉积物

大亚湾石化区第 2 条排污管线排污口附近海域沉积物监测数据见表 2,沉积物中检测指标的单因子污染指数统计见表 3。监测期间,各站位沉积物中硫化物含量为 2.0~20.4 mg/kg,石油类含量为 30.9~98.6 mg/kg,有机碳为 0.51%~1.26%,汞含量为 0.018~0.045 mg/kg,砷含量为 6.87~8.89 mg/kg,

铬含量为 52.3~68.1 mg/kg,铜含量为 9.7~16.1 mg/kg,锌含量为 62.2~92.5 mg/kg,镉含量为 0.053~0.080 mg/kg,铅含量为 26.9~36.9 mg/kg,均满足《海洋沉积物质量》(GB18668—2002)^[11]一类标准的要求。

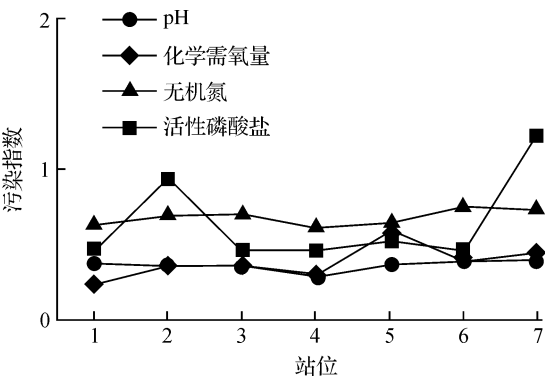


图 2 排污口附近海域海水中 pH 及富营养化因子单因子污染指数
Fig. 2 Single factor pollution index of pH and eutrophication factors of seawater in the sea near the sewage outlet

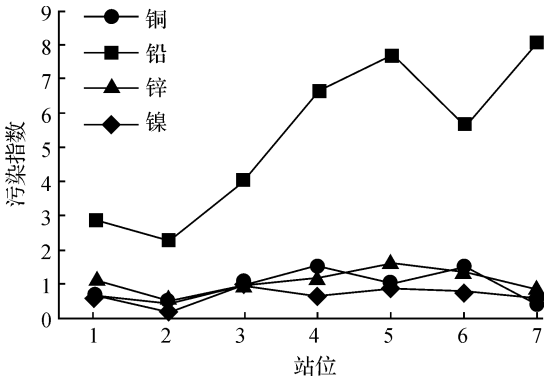


图 3 排污口附近海域海水中重金属单因子污染指数
Fig. 3 Single factor pollution index of heavy metals of seawater in the sea near the sewage outlet

表 2 沉积物监测结果汇总

Tab. 2 Summary of the monitoring results in sediments

监测项目	站位							均值
	1	2	3	4	5	6	7	
硫化物/(mg·kg ⁻¹)	4.1	9.1	4.7	20.4	3.4	8.8	2.0	7.5
石油类/(mg·kg ⁻¹)	33.2	45.7	61.4	30.9	98.6	54.6	71.9	56.6
有机碳/%	0.74	0.81	0.94	0.51	1.26	1.07	0.86	0.88
汞/(mg·kg ⁻¹)	0.042	0.024	0.045	0.018	0.039	0.042	0.029	0.034
砷/(mg·kg ⁻¹)	7.68	8.07	7.38	6.87	7.80	8.89	7.86	7.79
铬/(mg·kg ⁻¹)	55.3	57.1	58.4	52.3	68.1	63.4	53.9	58.4
铜/(mg·kg ⁻¹)	11.9	11.9	12.8	9.7	16.1	14.7	13.1	12.9
锌/(mg·kg ⁻¹)	70.7	72.6	76.4	62.2	92.5	86.8	77.9	77.0
镉/(mg·kg ⁻¹)	0.065	0.062	0.063	0.053	0.078	0.080	0.066	0.066
铅/(mg·kg ⁻¹)	30.8	30.9	30.9	26.9	36.7	36.9	31.6	32.1

表 3 沉积物中检测指标的单因子污染指数

Tab. 3 Single factor pollution index of factors in sediments

监测项目	站位							均值
	1	2	3	4	5	6	7	
硫化物	0.01	0.03	0.02	0.07	0.01	0.03	0.01	0.03
石油类	0.07	0.09	0.12	0.06	0.20	0.11	0.14	0.11
有机碳	0.37	0.41	0.47	0.26	0.63	0.54	0.43	0.44
汞	0.21	0.12	0.23	0.09	0.20	0.21	0.15	0.17
砷	0.38	0.40	0.37	0.34	0.39	0.44	0.39	0.38
铬	0.69	0.71	0.73	0.65	0.85	0.79	0.67	0.73
铜	0.34	0.34	0.37	0.28	0.46	0.42	0.37	0.36
锌	0.47	0.48	0.51	0.41	0.62	0.58	0.52	0.51
镉	0.13	0.12	0.13	0.11	0.16	0.16	0.13	0.13
铅	0.51	0.52	0.52	0.45	0.61	0.62	0.53	0.54

3 讨论

调查期间,海水中重金属铜、铅和锌的质量浓度存在超标现象。徐姗楠等^[4]对大亚湾石化排污区海水中重金属污染状况进行的研究表明,丰水期、枯水期在调查区域海水中均出现铅、锌超标的现象,但并未超出1986年和1987年的监测值,超标主要是因为背景质量浓度较高。陈文静等^[12]利用单因子标准污染指数法对1992—2009年间大亚湾海域海水中重金属指标的监测数据进行评价,表明该海域铅超标现象严重,铜、锌也存在超标现象。易华^[13]收集分析了1986—2010年大亚湾海域一类水质功能区海水中铜、铅、锌等重金属含量的数据,发现一类水质功能区均出现铜、铅、锌含量超标的现象,但是没有超过1986年和1987年调查时的背景值,超标主要是由于背景质量浓度较高。彭勃等^[14]综合研究了大亚湾海域1992—2009年的监测数据,表明该海域海水重金属含量中铅超标现象严重,其次是锌和铜。现有资料表明^[13],1986年《广东省海岸带污染调查报告》中广东省海岸带粤东段(含大亚湾近岸海域)海水中重金属铜、铅和锌的最大值分别为0.010、0.024和0.075 mg/L;1987年全国海岸带调查结果中广东省海岸带(沿海潮间带及浅海水域)海水中重金属铜、铅和锌的最大值分别为0.066、0.035 3和0.39 mg/L。本次监测期间,海水中铜质量浓度的最大值出现在4号站位,为0.007 6 mg/L;铅质量浓度的最大值出现在7号站位,为0.008 1 mg/L;锌质量浓度的最大值出现在5号站位,为0.032 4 mg/L,但均远低于1986年和1987年的监测数据。综合分析,导致排污海域铅等重金属污染水平较高的原因主要是该海域海水中重金属背景质量浓度较高^[4,13]。

张银英^[15]通过粒度关系计算出大亚湾海域沉积物中重金属元素铜、铅、锌、镉、铬、汞和砷的平均背景值分别为6.44、21.67、26.01、0.027、22.35、0.011和2.61 mg/kg。本次调查期间,汞、砷、铬和锌等重金属含量均为背景值2~3倍,铜、镉和铅等重金属含量均为背景值1~2倍。易华^[13]针对大亚湾海域沉积物现状的调查数据表明,2009年砷、汞、铅、镉、铬、铜和锌的含量范围为4.56~10.9、0.01~0.07、12.4~71.5、0.29~1.39、5.5~15.6、5.9~20和60~162 mg/kg,2010年时为1.6~6、0.02~0.05、16~53、0.01~0.04、12~55、4.5~30和26.1~105 mg/kg。丘耀文等^[16]指出大亚湾西南部海域水

体、沉积物与生物体中重金属含量总体上与邻近的其它海区相近,表层沉积物中汞、镉、砷、铅、铜和锌的含量平均值分别为0.162、0.042、8.0、32、24和89 mg/kg。谷阳光等^[17]的研究结果表明,大亚湾海域沉积物中重金属含量均低于《海洋沉积物质量》^[11]一类标准,沉积物中汞、铅、铜和锌的含量分别为0.009~0.158、11.52~45.95、2.61~64.68和30.58~85.07 mg/kg。曹玲珑等^[18]调查分析的大亚湾表层沉积物中重金属含量分别为:铬21.72~46.77 mg/kg,镍13.42~26.55 mg/kg,铜6.12~22.50 mg/kg,铅20.31~80.96 mg/kg,锌31.54~87.25 mg/kg,镉0.006~0.110 mg/kg,砷5.15~9.73 mg/kg。本次调查的数据与第2条排污管线投入使用前有关大亚湾海域沉积物中重金属含量的研究报道基本相当^[13,16-20],沉积物中各重金属含量均满足相关标准限值,表明排污口海域沉积物中重金属含量变化较稳定,污染水平较低。总体来看,排污口海域沉积物中重金属含量呈现锌>铬>铅>铜>砷>镉>汞的规律,第2条排污管线投入使用前后该海域沉积物中重金属含量变化较稳定。

本次研究虽然取得了一些成果,但是由于监测频次和采集样品数量有限,石化区第2条排污管线排放的污水对该海域生态环境的影响还有待进一步的调查研究。

4 结论

(1)大亚湾石化区第2条排污管线排污口附近海域海水中富营养化因子污染水平较低,重金属污染较严重,污染因子主要为铅,其次为铜和锌。重金属污染水平较高的原因是大亚湾海域海水中重金属背景值较高。

(2)排污口附近海域沉积物中硫化物、石油类、有机碳、汞、砷、铬、铜、锌、镉和铅的含量均满足《海洋沉积物质量》一类标准的要求,第2条排污管线投入使用前后该海域沉积物中重金属含量变化较稳定,但重金属含量高于大亚湾海域沉积物中重金属元素的背景值。排污口海域沉积物中重金属含量呈现锌>铬>铅>铜>砷>镉>汞的规律。沉积物中硫化物、石油类、有机碳、汞、砷、铬、铜、镉、铅和锌等污染因子均属于低污染水平,且主要的重金属污染因子为铬、铅和锌。

(3)大亚湾石化区第2条排污管线投入使用以来,对周边海域的影响尚在较小范围内,海域生态环境质量有待进一步调查研究。

参考文献(References):

- [1] HUANG Dao-jian, YU Xi-jun, CHEN Xiao-yan, et al. Distribution of total organic carbon in wastewater discharged from Daya Bay petrochemical industrial zone to the South China Sea[J]. *Journal of Hydroecology*, 2015, **36**(2): 1-5.
黄道建, 于锡军, 陈晓燕, 等. 大亚湾南海石化排污口海域海水总有机碳的分布特征[J]. *水生生态学杂志*, 2015, **36**(2): 1-5.
- [2] XU Shan-nan, CHEN Zuo-zhi, LIN Lin, et al. Ecosystem health assessment of the petrochemical sewage waters in Daya Bay[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2016, **36**(5): 1 421-1 430.
徐姗楠, 陈作志, 林琳, 等. 大亚湾石化排污海域生态系统健康评价[J]. *生态学报*, 2016, **36**(5): 1 421-1 430.
- [3] XU Jiao-jiao, XU Shan-nan, LI Chun-hou, et al. Ecological environment quality assessment on petrochemical sewage discharge waters of Daya Bay in winter[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2013, **32**(7): 1 456-1 466.
徐娇娇, 徐姗楠, 李纯厚, 等. 大亚湾石化排污区海域冬季生态环境质量评价[J]. *农业环境科学学报*, 2013, **32**(7): 1 456-1 466.
- [4] XU Shan-nan, LI Chun-hou, XU Jiao-jiao, et al. Pollution by heavy metals in the petrochemical sewage waters of the sea area of Daya Bay and assessment on potential ecological risks[J]. *Environmental Science*, 2014, **35**(6): 2 075-2 084.
徐姗楠, 李纯厚, 徐娇娇, 等. 大亚湾石化排污海域重金属污染及生态风险评价[J]. *环境科学*, 2014, **35**(6): 2 075-2 084.
- [5] HAN Ting-ting, QI Zhan-hui, WU Feng-xia, et al. Comparative study of dissolved inorganic carbon systems of surface waters in various oceanic functional areas of Daya Bay [J]. *Journal of Tropical Oceanography*, 2016, **35**(2): 57-65.
韩婷婷, 齐占会, 吴风霞, 等. 大亚湾不同海洋功能区表层海水无机碳体系的比较研究[J]. *热带海洋学报*, 2016, **35**(2): 57-65.
- [6] GB 17378. 4—2007 The specification for marine monitoring-Part 4: Seawater analysis[S]. 2007.
GB 17378. 4—2007 海洋监测规范 第四部分: 海水分析[S]. 2007.
- [7] GB/T 20260—2006 Chemical analysis methods for marine sediment[S]. 2006.
GB/T 20260—2006 海底沉积物化学分析方法[S]. 2006.
- [8] GB 3097—1997 Sea water quality standard[S]. 1997.
GB 3097—1997 海水水质标准[S]. 1997.
- [9] SUN Tao, XIAO Ya-yuan, WANG Teng, et al. Content and distribution characteristics of petroleum hydrocarbons in Daya Bay waters and sediments[J]. *South China Fisheries Science*, 2018, **14**(4): 1-9.
孙涛, 肖雅元, 王腾, 等. 大亚湾海域水体和沉积物中石油类含量与分布特征[J]. *南方水产科学*, 2018, **14**(4): 1-9.
- [10] JIA Xiao-ping, DU Fei-yan, LIN Qin, et al. A study on comprehensive assessment method of ecological environment quality of marine fishing ground[J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2003, **10**(2): 160-164.
贾晓平, 杜飞雁, 林钦, 等. 海洋渔场生态环境质量状况综合评价方法探讨[J]. *中国水产科学*, 2003, **10**(2): 160-164.
- [11] GB 18668—2002 Marine sediment quality[S]. 2002.
GB 18668—2002 海洋沉积物质量[S]. 2002.
- [12] CHEN Wen-jing, ZHOU Jing-feng, LI Yao-chu, et al. Tendency and causes analysis of marine water quality of Daya Bay[J]. *Environmental Science & Technology*, 2010, **33**(S2): 28-32.
陈文静, 周劲风, 李耀初. 大亚湾海域水质变化趋势及成因分析[J]. *环境科学与技术*, 2010, **33**(S2): 28-32.
- [13] YI Hua. The analysis of the heavy metal change trend in Dayawan sea [J]. *Guangdong Chemical Industry*, 2012, **39**(14): 111-113, 129.
易华. 大亚湾海域重金属变化趋势分析[J]. *广东化工*, 2012, **39**(14): 111-113, 129.
- [14] PENG Bo, PENG Jia-xi, SUN Kai-feng. A review on heavy metals contamination in Daya Bay and adjacent waters[J]. *Ecological Science*, 2015, **34**(3): 170-180.
彭勃, 彭加喜, 孙凯峰. 大亚湾及邻近海域重金属污染的研究进展[J]. *生态科学*, 2015, **34**(3): 170-180.
- [15] ZHANG Yin-ying. A background value study on heavy metal elements in the sediments of Daya Bay[J]. *Tropic Oceanology*, 1991, **10**(3): 76-80.
张银英. 大亚湾沉积物中重金属元素背景值研究[J]. *热带海洋*, 1991, **10**(3): 76-80.
- [16] QIU Yao-wen, YAN Wen, WANG Zhao-ding, et al. Distributions of heavy metals in seawater, sediments and organisms at Daya Bay and their ecological harm[J]. *Journal of Tropical Oceanography*, 2005, **24**(5): 69-76.
丘耀文, 颜文, 王肇鼎, 等. 大亚湾海水、沉积物和生物体中重金属分布及其生态危害[J]. *热带海洋学报*, 2005, **24**(5): 69-76.
- [17] GU Yang-guang, WANG Zhao-hui, FANG Jun, et al. Heavy metal distribution and ecological risk assessment in surface sediments of Daya Bay[J]. *Journal of Instrumental Analysis*, 2009, **28**(4): 449-453.
谷阳光, 王朝晖, 方军, 等. 大亚湾表层沉积物中重金属分布特征及潜在生态危害评价[J]. *分析测试学报*, 2009, **28**(4): 449-453.
- [18] CAO Ling-long, WANG Jian-hua, HUANG Chu-guang, et al. Chemical form, control factor and risk assessment of trace heavy metals in superficial sediment of Daya Bay[J]. *Journal of Jilin University(Earth Science Edition)*, 2014, **44**(6): 1 988-1 999.
曹玲珑, 王建华, 黄楚光, 等. 大亚湾表层沉积物重金属元素形态特征、控制因素及风险评估分析[J]. *吉林大学学报(地球科学版)*, 2014, **44**(6): 1 988-1 999.
- [19] LIN Li-hua, WEI Hu-jin, HUANG Hua-mei. Contamination status and bioaccumulation of the heavy metals in the surface sediments and benthos in Daya Bay[J]. *Ecological Science*, 2017, **36**(6): 173-181.
林丽华, 魏虎进, 黄华梅. 大亚湾表层沉积物和底栖生物中重金属的污染特征与生物积累[J]. *生态科学*, 2017, **36**(6): 173-181.

[20] ZHANG Xiao-hua, ZHONG Li-feng, MIAO Li, et al. Distribution characteristics of cadmium and assessment of its potential ecological risk in the surface sediments of five typical bays in the east coast areas of Guangdong Province[J]. Journal of Tropical

Oceanography, 2013, 32(2): 118-127.

张小华, 钟立峰, 苗莉, 等. 粤东典型海湾表层沉积物 Cd 的分布及其潜在生态危害评价[J]. 热带海洋学报, 2013, 32(2): 118-127.

Research on ecological environment quality in the sea area near the second petrochemical sewage pipeline discharge outlet in Daya Bay

YANG Wen-chao, HUANG Dao-jian*, CHEN Ji-xin, CHEN Xiao-yan, LIU Wang, WANG Yu-shan
(South China Institute of Environmental Sciences, MEE, Guangzhou 510655, China)

Abstract: On December 8th and 15th, 2018, sampling survey was conducted in the sea area near the second petrochemical sewage pipeline discharge outlet in Daya Bay. Content of pollution factor in seawater and sediments in the sea area near the sewage outlet was analyzed and factors were evaluated by the single-factor pollution index method. The results indicate that the single factor indexes of pollutants causing eutrophication are low while the heavy metal pollution is serious in the seawater, mainly due to the high background value of heavy metal concentrations in the seawater of Daya Bay. All pollution factor indexes in sediments are low, and the main pollution factors of heavy metals are Cr, Pb and Zn. Since the second petrochemical sewage pipeline was put into use, the impact on the surrounding area is still within a small range.

Key words: Daya Bay; petrochemical areas; second sewage pipeline; marine ecological environment

2020 年《海洋学研究》征订启事

《海洋学研究》国内刊号为 CN 33-1330/P, 国际刊号为 ISSN 1001-909X, 季刊, 16 开, 目前为自办发行, 每册定价为 9.00 元, 全年定价为 40 元(含邮寄费)。请读者将书款通过邮局直接寄往如下地址: “浙江省杭州市保俶北路 36 号《海洋学研究》编辑部”, 邮编: 310012。

若通过银行汇款, 请在收款人一栏中填写本编辑部所在单位的全称: “自然资源部第二海洋研究所”, 账号填写: 1202026209008803510, 汇入地点填写“杭州”, 汇入行名称填写“工行高新支行”, 汇款用途填写“订阅《海洋学研究》”。订阅单和收款记账凭证寄回本编辑部。

编辑部地址: 杭州市保俶北路 36 号《海洋学研究》编辑部, 邮编: 310012

电话: 0571-81963193 传真: 0571-81963195

联系人: 段焱 E-mail: haiyangxueyanjiu@163.com

(本刊编辑部)

2020 年《海洋学研究》征订单

订户名			
寄刊地址			
邮编	全年定价 40 元	订阅份数	金额(元)
联系人			
联系电话			
留言			