

福建长乐陈塘港排污口排污状况及其对邻近海域的影响

蒋奕雄

(福建省淡水水产研究所 福州 350002)

摘要:根据2011—2013年福建省长乐市金峰镇陈塘港排污口及其邻近海域监测数据,对该排污口污染物状况及其对邻近海域环境的影响进行了研究。结果表明,排污口排放污水的主要污染物为化学需氧量、硫化物、悬浮物、生化需氧量和氨氮,化学需氧量超标明显且污染加剧;排污口邻近海域水质主要超标污染物为无机氮、悬浮物和活性磷酸盐,化学需氧量、石油类和重金属铅、铜、锌也有不同程度超标,综合评价结果显示水环境处于严重污染状态,海水水质等级为劣四类,无机氮和活性磷酸盐超标最为突出;海域表层沉积物超标污染物为重金属铅、锌和铜。该海域水质和沉积物超标污染物与陆源排污及闽江径流携带物质有关。

关键词:排污口;排污状况;海域环境;陈塘港

中图分类号:X55;P74

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2015)09-0107-06

长乐市是福建省经济最发达的县级市之一,金峰镇是长乐市经贸重镇,工业企业众多,纺织印染企业尤为集中,是全国著名的“纺织之乡”,陈塘港作为贯穿金峰全镇的主要内河,南始渡桥,北至潭头并与众多港汊盲河组成纵横交错的河网最终注入闽江口海域。陈塘港排污口及邻近海域位于闽江河口湿地省级自然保护区内,随着社会经济发展和城镇化进程加速,大量工农业、生活污水随陈塘港排放入海,不仅使该水域水产养殖业遭受损失,而且直接威胁河口湿地生态系统,造成周边海域生态环境遭受破坏。特别是近年来陈塘港排污口邻近海域水质类别一直处于劣四类状态,生态环境质量等级评价为极差^[1-2],远不能满足其自然保护区的功能要求,因此系统、持续地开展陈塘港排污口及邻近海域环境质量的监测研究尤为重要。目前关于陈塘港排污口及邻近海域环境的研究多集中在环境质量评价方法的选择、优化及应用上^[3-5],有关该排污口及其邻近海域环境质量状况及变化规律等的研究还未有文章发表。本文依据2011—2013年陈塘港排污口及邻近海域水质和沉积物监测结果,对该排污口水污染状况、邻近海域环境质量状况、变化特点及影响因素等进行分析 and 研

究,以期控制和整治陈塘港污水排海、保护邻近海域与河口湿地环境及合理利用和开发海洋资源提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 监测时间与站位

以金峰陈塘港排污口为中心,按扇形布设7个站位(图1)。

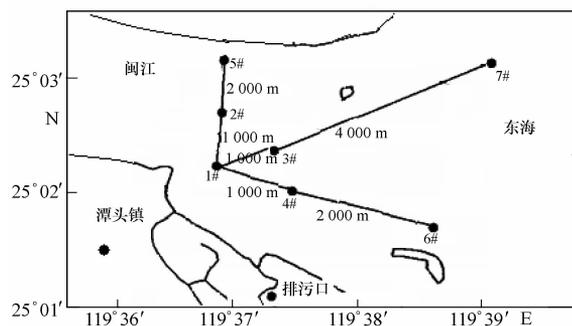


图1 排污口及邻近海域监测站位布设

图1中1#站位设置于距排污河道最近的海域,7#站位布设于距1#站位5 km处作为对照站位。2011年3月至2013年10月分别对排污口及邻近海域的水质及沉积物进行监测,其中排污口水质监测在每年的3月、5月、8月和10月各进行一次,邻近海域水质监测在5月和8月各

进行一次,沉积物监测在 8 月进行。样品采集依据《海洋监测规范》GB17378—2007^[6]的要求进行。

1.2 监测内容与与方法

陆源入海排污口水质监测项目为 pH 值、化学需氧量(COD)、氨氮、生化需氧量(BOD₅)、石油类、悬浮物、铜、铅、镉、汞、砷、六价铬、硫化物、苯胺类。由于该排污口盐度在 0.07~2.28,测试方法按《水和废水监测分析方法》(第四版)^[7]进行。

排污口邻近海域水质监测项目为温度、pH 值、化学需氧量、悬浮物、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、镉、汞、砷、锌、总铬。

排污口邻近海域海底表层沉积物监测项目为有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、镉、汞、砷、锌、铬、六六六、滴滴涕、多氯联苯。

排污口邻近海域水质和沉积物质量测试方法按《海洋监测规范》GB17378—2007^[8]进行。

1.3 环境质量评价标准与方法

1.3.1 评价标准

按照长乐市金峰镇陈塘港排污口邻近海域海洋功能区的要求,其水质要求达到“第一类海水水质标准(GB 3097—1997)^[9]”,按《陆源入海排污口及邻近海域生态环境评价指南》^[10]要求,排污口评价标准采用《污水综合排放》^[11]中的一级标准,见表 1;邻近海域水质采用《海水水质标准》GB 3097—1997 中的第一类标准^[9],见表 2;表层沉积物采用《海洋沉积物质量》GB18668—2002 中的第一类标准^[12]见表 3。

表 1 污水排放标准 mg/L

监测项目	一级标准
化学需氧量	100.00
氨氮	15.00
生化需氧量	30.00
石油类	10.00
悬浮物	70.00
铜	0.50
铅	1.00
镉	0.10
汞	0.05
砷	0.50
六价铬	0.50
硫化物	1.00
苯胺类	1.0

表 2 海水水质标准 mg/L

监测项目	一级标准
化学需氧量	2.00
悬浮物	10.00
无机氮	0.20
活性磷酸盐	0.015
石油类	0.050
铜	0.005
铅	0.001
镉	0.001
汞	0.000 05
砷	0.020
锌	0.020
总铬	0.050

表 3 海洋沉积物质量标准

监测项目	一级标准
有机碳($\times 10^{-2}$)	2.00
硫化物($\times 10^{-6}$)	300.00
石油类($\times 10^{-6}$)	500.00
铜($\times 10^{-6}$)	35.00
铅($\times 10^{-6}$)	60.00
镉($\times 10^{-6}$)	0.50
汞($\times 10^{-6}$)	0.20
砷($\times 10^{-6}$)	20.00
锌($\times 10^{-6}$)	150.00
铬($\times 10^{-6}$)	80.00
六六六($\times 10^{-6}$)	0.50
滴滴涕($\times 10^{-6}$)	0.02
多氯联苯($\times 10^{-6}$)	0.02

1.3.2 评价方法

各监测指标的数据分析和评价采用单因子评价法和综合评价(内梅罗污染指数)法。

(1) 单因子评价法

计算公式:

$$P_i = M_i/S_i \quad (1)$$

式中: P_i 为 i 污染物的污染指数; M_i 为 i 污染物的实测值(未检出按检测限值的 1/2 计算); S_i 为 i 污染物的评价标准。 $P_i > 1$, 污染物浓度超标, $P_i \leq 1$ 则污染物浓度符合标准要求。

(2) 综合评价法

综合评价采用内梅罗污染指数法,其优点是

计算简便,物理概念清晰,评价结果不仅考虑各参评污染物的污染指数,还考虑最大污染物的污染指数并加大其权重,能更客观合理地反映水环境的污染性质和程度,故而得到广泛的应用^[3-4,13-15]。

内梅罗污染指数法的数学表达式为

$$I = \sqrt{\frac{P_{i\max}^2 + P_{i\text{ave}}^2}{2}} \quad (2)$$

式中: I 为多项污染物的综合质量指数; $P_{i\max}$ 为各项参评污染物指数中的最大指数; $P_{i\text{ave}}$ 为各项参评污染物指数的平均值。

按照内梅罗污染指数法综合评价水质污染程度及质量等级,见表 4。

表 4 水质质量综合评价等级^[3]

综合质量指数 I	污染等级	对应水质质量等级
[0,0.6]	清洁	一类
[0.6,1.0]	较清洁	二类
[1.0,2.6]	轻度污染	三类
[2.6,5.0]	中度污染	四类
> 5.0	严重污染	劣四类

2 结果与评价

2.1 水质状况

2.1.1 排污口水质状况

2011—2013 年长乐市金峰镇陈塘港排污口水质监测结果的污染指数列于表 5。该排污口属于向海排放纺织染整企业等工业污水的入海排污口,由表 5 可见,其排放污水的主要污染物为化学需氧量、硫化物、悬浮物、生化需氧量和氨氮,其中工业污染物指标化学需氧量 3 年的平均污染指数为 1.19,说明浓度已经超出允许排放标准;从监测航次看有一半的航次均超标,污染现象不容忽视;此外污染指数由 2011 年的 1.02 上升至 2013 年的 1.62,表明污染有所加剧,应加强对工业排污的管理。硫化物污染指数变化范围较大,2011 和 2012 年的 8 月超标明显,其他监测航次均达标。悬浮物和生化需氧量部分航次超标,氨氮虽达标,但 2011 年和 2013 年的污染指数均超过 0.5,污染指数较高。苯胺类、重金属铜、铅、镉、汞、六价铬和砷每次均达标排放且污染指数较低。

表 5 排污口水质污染指数

监测时间	污染指数													
	化学需氧量	氨氮	生化需氧量	石油类	悬浮物	硫化物	苯胺类	铜	铅	镉	汞	砷	六价铬	
2011 年	3 月	1.10	0.84	0.54	0.13	0.25	0.26	0.01	0.001	0.000 5	0.001	0.002	0.01	0.004
	5 月	1.16	0.63	0.52	0.03	0.54	0.01	0.06	0.001	0.000 5	0.001	0.004	0.01	0.004
	8 月	1.29	0.44	0.51	0.15	0.73	4.70	0.24	0.022	0.000 5	0.001	0.004	0.01	0.004
	10 月	0.53	0.25	0.09	0.02	0.25	0.02	0.05	0.001	0.000 5	0.001	0.004	0.01	0.004
	平均值	1.02	0.54	0.42	0.08	0.44	1.25	0.09	0.006	0.000 5	0.001	0.004	0.01	0.004
2012 年	3 月	0.15	0.15	0.21	0.01	1.14	0.02	0.05	0.001	0.000 5	0.001	0.004	0.01	0.004
	5 月	0.47	0.25	0.19	0.01	0.84	0.01	0.03	0.001	0.000 5	0.001	0.004	0.01	0.004
	8 月	0.85	0.32	0.23	0.01	1.06	4.60	0.19	0.001	0.000 5	0.001	0.004	0.01	0.004
	10 月	2.20	0.42	0.61	0.04	0.37	0.05	0.20	0.001	0.000 5	0.001	0.004	0.01	0.004
	平均值	0.92	0.28	0.31	0.02	0.85	1.17	0.12	0.001	0.000 5	0.001	0.004	0.01	0.004
2013 年	3 月	0.87	0.76	1.65	0.21	0.27	0.03	0.06	0.001	0.000 5	0.001	0.002	0.01	0.004
	5 月	2.38	0.45	0.95	0.77	2.44	0.66	0.05	0.011	0.000 5	0.001	0.002	0.01	0.004
	8 月	0.92	0.57	0.17	0.26	0.27	0.53	0.05	0.001	0.000 5	0.006	0.002	0.01	0.004
	10 月	2.29	0.50	0.27	0.10	0.23	0.41	1.92	0.001	0.000 5	0.001	0.002	0.01	0.004
	平均值	1.62	0.57	0.76	0.34	0.80	0.41	0.52	0.001	0.000 5	0.001	0.002	0.01	0.004

2.1.2 排污口邻近海域水质状况

2011—2013年该排污口邻近海域水质监测结果的污染指数列于表6。

化学需氧量(COD): COD污染指数在0.77~4.44,基本呈现由邻近排污口的1#站向对照点7#站递减的趋势,表明邻近海域COD污染与排污口排放的工业污染物密切相关;2011—2013年各站位污染指数均有不同程度的上升,特别是与排污口临近的1#站污染指数,由2011年的0.90上升至2013年的4.44,与排污口COD污染加剧相对应。

无机氮:无机氮污染指数在3.90~24.72,福

建长乐陈塘港海域已受该因子污染,2011年5月7#站单次监测污染指数达42.66,超标尤为严重。变化趋势上呈现由排污口向7#站位递减的规律(2011年除外,主要受5月7#站单次监测值偏高影响),表明无机氮污染与排污口污水排放有关。该海域处于闽江入海口水域,闽江径流携带的大量营养盐也是造成无机氮超标的重要原因^[16-17],同时感潮河口区营养物质的回荡滞留和富集容易导致无机氮含量居高不下。比较2011—2013年污染指数变化趋势该水域各站位均呈不同程度下降,表明无机氮污染得到控制。

表6 排污口邻近海域水质污染指数

监测时间	监测站位	污染指数												
		化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	悬浮物	石油类	铜	铅	镉	汞	砷	锌	总铬	<i>I</i>
2011年	1#站位	0.90	15.06	2.73	8.36	0.32	0.43	1.60	0.02	0.07	0.01	0.58	0.02	10.80
	邻近海域 2#~6#站位	0.92	16.33	3.03	5.35	0.32	0.37	1.75	0.02	0.07	0.01	0.47	0.02	11.67
	对照点7#站位	0.77	24.72	3.53	5.62	0.31	0.16	2.05	0.04	0.07	0.01	0.50	0.03	17.62
2012年	1#站位	1.67	11.20	8.43	13.80	0.86	0.67	3.90	0.03	0.07	0.01	1.28	0.24	10.07
	邻近海域 2#~6#站位	0.97	7.74	5.80	9.10	0.46	0.92	4.65	0.03	0.07	0.01	0.90	0.20	6.69
	对照点7#站位	0.89	7.62	4.60	6.10	0.51	0.77	3.55	0.02	0.07	0.01	0.48	0.19	5.58
2013年	1#站位	4.44	5.70	20.70	8.50	3.00	1.82	1.15	0.06	0.07	0.01	1.62	0.29	14.90
	邻近海域 2#~6#站位	1.40	5.80	7.03	5.60	2.50	1.79	0.95	0.04	0.07	0.01	0.80	0.24	5.20
	对照点7#站位	1.02	3.90	3.43	14.60	0.84	0.85	0.40	0.03	0.07	0.01	0.85	0.26	10.44

活性磷酸盐:活性磷酸盐污染指数在2.73~20.70之间,该海域活性磷酸盐超标,2013年5月1#站超标最为严重,污染指数为33.20,并导致该年平均值偏高,达到20.70(其他监测航次污染指数均在10以下)。除2011年外,磷酸盐污染指数呈现由排污口向对照站递减的趋势,活性磷酸盐超标与排污口污染物相关。与无机氮类似闽江径流携带的营养物质^[16-17]及该水域所处感潮区营养盐的富集作用也是造成该海域活性磷酸盐超标的重要原因。比较2011—2013年污染指数变化趋势各站位均呈上升趋势,特别是1#站污染指数由2011年的2.73快速上升至2013年的20.70,大大超出其他站位的上升幅度,排污

口污水对该海域活性磷酸盐的影响日趋明显。

悬浮物:悬浮物污染指数在5.35~14.60之间,邻近排污口的1#站污染指数均较高,表明该海域悬浮物与排污口污水排放有一定关系;此外悬浮物含量高与其处于闽江入海口,闽江输送入海的悬浮泥沙与潮流相互作用使得水体悬沙含量丰富有关^[18-19]。

石油类:石油类污染指数在0.31~3.00之间,1#站污染指数较高,与排污口排放的污染物相关;同时该站位处于渔港出口附近,水道狭长易受生产作业船只影响。比较2011—2013年污染指数变化趋势各站位均呈明显上升趋势,2013年除对照站位外其他监测站位均超标,水体

油污污染值得关注。

重金属和砷:监测的重金属中铜、铅和锌存在不同程度的超标,镉、汞、总铬和砷均含量较低。铜污染指数在 0.16~1.82 之间,超标主要集中在 2013 年;锌污染指数在 0.47~1.62,超标主要集中在 2012、2013 年的 1# 站位,两者均呈现由邻近排污口的 1# 站向对照点 7# 站递减的趋势,表明与排污口排放的工业污染物相关;比较 2011—2013 年污染指数变化趋势两者均有所上升,铜、锌污染日趋严重。铅污染指数在 0.40~4.65,2011—2013 年几乎所有监测站位均达到或超出所要求的水质标准,污染尤为严重。该水域铜、铅和锌含量高还与闽江流域广泛分布铅锌矿有关,一些探明有储量的矿产如清流行洛钨矿,南平坑钨钽矿等均分布在闽江流域^[20],重金属受雨水冲刷随闽江径流汇入河口区并随环境突变而释放从而使得铜铅锌背景值处于较高水平。

2011—2013 年长乐市金峰镇陈塘港排污口邻近海域水质主要超标污染物为无机氮、悬浮物和活性磷酸盐。此外,化学需氧量、石油类和重

金属铅、铜、锌等污染物也存在不同程度的超标现象,综合评价污染指数在 5.20~17.62 之间,该海域水环境处于严重污染状态,海水水质等级为劣四类,无机氮和活性磷酸盐等指标超标最为突出,达到劣四类标准,主要与排污口污水排放、闽江径流携带大量营养盐并且容易在感潮区滞留富集有关。

2.2 表层沉积物质量状况

2011 年和 2013 年该排污口邻近海域沉积物监测结果的污染指数见表 7(因对照点 7# 站为细砂底质而未能采集样品)。由表 7 可见,该水域沉积物超标污染物主要为重金属铅、锌和铜,污染指数分别在 1.30~1.60、1.01~1.80 和 0.96~1.55 之间,其中铅和铜 1# 站污染指数高于邻近海域,与排污口污水相关;此外铬和砷污染指数也处于较高水平;其余监测指标均符合海洋沉积物一类标准。两年污染指数相比较,邻近排污口的 1# 站污染指数由 1.07 上升至 1.20,而邻近海域污染指数却与此相反,表明排污口对沉积物质量影响范围较小,该海域位于邻近海域沉积物重金属污染来源主要为闽江径流携带^[20-22]。

表 7 排污口邻近海域表层沉积物污染指数

监测时间	监测站位	污染指数													I
		铜	铅	镉	汞	砷	锌	铬	有机碳	硫化物	石油类	六六六	滴滴涕	多氯联苯	
2011年	1# 站位	1.09	1.43	0.28	0.08	0.73	1.01	0.09	1.10	0.31	0.08	0.001	0.09	0.02	1.07
	邻近海域 2#~6# 站位	0.96	1.39	0.52	0.10	0.62	1.80	0.75	0.38	0.15	0.08	0.001	0.09	0.02	1.33
2013年	1# 站位	1.55	1.60	0.26	0.01	0.86	1.13	0.94	0.47	0.12	0.26	0.001	0.09	0.02	1.20
	邻近海域 2#~6# 站位	1.02	1.30	0.46	0.01	0.60	1.26	0.66	0.60	0.71	0.34	0.001	0.09	0.02	1.00

3 讨论

(1)福建省长乐市金峰镇陈塘港排污口排放污水的主要污染物为化学需氧量、硫化物、悬浮物、生化需氧量和氨氮,化学需氧量污染加剧,应加强对工业排污的管理。硫化物、悬浮物和生化需氧量部分航次超标,氨氮虽达标但污染指数较高。其他监测指标均达标排放且污染指数较低。

(2)该排污口邻近海域水质主要超标污染物为无机氮、悬浮物和活性磷酸盐,化学需氧量、石

油类和铅、铜、锌部分航次超标,邻近海域综合评价污染指数在 5.20~17.62,水环境处于严重污染状态,海水水质等级为劣四类,无机氮和活性磷酸盐等指标超标最为突出,达到劣四类标准,主要与排污口污水排放、闽江径流携带大量营养盐且易在感潮区滞留富集有关。COD 污染与排污口工业污染物排放密切相关。重金属铜、铅和锌含量高与排污口污水排放及闽江流域铅锌矿分布有关。沉积物超标污染物主要为重金属铅、

锌和铜,铬和砷污染指数处于较高水平;其余监测指标符合标准。铅和铜表现与排污口污水相关;排污口对沉积物质量影响范围较小,邻近海域沉积物重金属污染来源主要为闽江径流携带。

(3)该排污口主要汇集该地区纺织染整工业污水及农业和生活等市政污水,监测过程中发现排海水呈青绿或红褐等深色,有较浓烈腥臭味;

排污河道淤积严重,自净能力差,水环境十分脆弱,排污口邻近海域水质长期为劣四类,污染不容忽视,因此需加强对排海水和邻近海域的跟踪监测,对各类污染源严格监管,加大环境综合整治与生态修复力度,为有效管理与保护海域环境,合理利用和开发海洋资源提供保障。

参考文献

- [1] 国家海洋局. 中国海洋环境质量公报(2007—2013年)[R]. 北京:国家海洋局,2008—2014.
- [2] 福建省海洋与渔业厅. 福建省海洋环境质量状况公报(2009—2013年)[R]. 福州:福建省海洋与渔业厅,2010—2014.
- [3] 丁菁. 内梅罗污染指数法在排污口邻近海域水环境质量评价中的应用[J]. 福建水产,2006,108(1):1—4.
- [4] 陈云英. 应用内梅罗污染指数法综合评价长乐市金峰镇陈塘港排污口邻近海域环境质量[J]. 福建水产,2007,114(3):39—42.
- [5] 杨琳. 应用权重修正内梅罗污染指数法对陆源入海排污口邻近海域水环境质量综合评价[J]. 福建水产,2010,125(2):50—54.
- [6] 国家海洋局. GB 17378.4—2007 海洋监测规范:海水分析[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
- [7] 国家环境保护总局. 水和废水监测分析方法[M]. 4版北京:中国环境科学出版社,2002.
- [8] 国家海洋局. GB 17378—2007 海洋监测规范[S]. 北京:中国标准出版社,2007.
- [9] 国家环境保护局. GB 3097—1997 海水水质标准[S]. 北京:中国标准出版社,2002.
- [10] 国家海洋局. HY/T 086—2005 陆源入海排污口及邻近海域生态环境评价指南[S]. 北京:中国标准出版社,2008.
- [11] 国家技术监督局. GB 8978—1996 污水综合排放标准[S]. 北京:中国环境科学出版社,1996.
- [12] 国家质量监督检验检疫总局. GB 18668—2002 海洋沉积物质量[S]. 北京:中国标准出版社,2002.
- [13] BOKAR H. Groundwater quality and contamination index mapping in Changchun city, China[J]. Chinese Geographical Science, 2004,14(1):63—70.
- [14] 姜建梅,刘长礼,叶浩,等. 石家庄地区地下水水质综合评价方法研究[J]. 安全与环境工程,2008,15(3):19—23.
- [15] 高山. 陆源排污口对石门澳水域的影响[J]. 福建水产,2004,114(3):43—46.
- [16] 郑小宏. 闽江口海域氮磷营养盐含量的变化及富营养化特征[J]. 台湾海峡,2010,29(1):42—46.
- [17] 叶翔,陈坚,暨卫东,等. 闽江口营养盐生物地球化学过程研究[J]. 环境科学,2011,32(2):375—383.
- [18] 刘苍宇,贾海林,陈祥锋. 闽江河口沉积结构与沉积作用[J]. 海洋与湖沼,2001,32(2):177—184.
- [19] 李东义,陈坚,王爱军,等. 闽江河口沉积动力学研究进展[J]. 海洋通报,2008,27(2):111—116.
- [20] 蔡海洋,葛宏力,方妙真,等. 闽江口湿地重金属污染现状评价[J]. 安全与环境学报,2010,10(5):89—93.
- [21] 任保卫. 闽江口表层沉积物中重金属含量分布特征及其潜在生态风险评价[J]. 福建水产,2010,126(3):46—50.
- [22] 侯晓龙,黄建国,刘爱琴. 福建闽江河口湿地土壤重金属污染特征及评价研究[J]. 农业环境科学学报,2009,28(11):2302—2306.