

文章编号: 1674 - 5566(2011)06 - 0916 - 07

## 疏浚物倾倒对岚山港临时海洋倾倒区周边海域环境影响的研究

张亮<sup>1,2</sup>, 宋春丽<sup>3</sup>, 任荣珠<sup>1,2</sup>, 王尽文<sup>1,2</sup>, 吴凤丛<sup>1,2</sup>, 张乃星<sup>1,2</sup>, 陈胜舰<sup>1,2</sup>

(1. 山东省海洋生态环境与防灾减灾重点实验室, 山东 青岛 266033; 2. 国家海洋局北海预报中心 国家海洋局青岛海洋环境监测中心站, 山东 青岛 266033; 3. 中国水产科学研究院黄海水产研究所 国家水产品质量监督检验中心, 山东 青岛 266071)

**摘要:** 为了解疏浚物倾倒对岚山港临时海洋倾倒区周边海域生态环境造成的影响, 采用单因子质量指数法和综合指数法对该倾倒区周边海域海水和沉积物历年跟踪监测结果进行评价, 并对该倾倒区周边海域海洋生物以及水深的变化情况进行分析。结果表明: 该倾倒区周边调查海域历年水质质量符合《海水水质标准》(GB 3097—1997)中第二类水质标准, 除无机氮外, 其他各评价因子的质量指数较为稳定, 基本在一定的范围内波动; 沉积物质量符合《海洋沉积物质量》(GB 18668—2002)中第一类海洋沉积物质量标准, 沉积物各评价因子质量指数均在小范围内波动; 疏浚物的倾倒对该倾倒区海域浮游植物种类数和密度造成暂时性的减少; 疏浚物的倾倒造成倾倒区东部和北部海底各形成一个明显的凸起地形。可见除倾倒区的水深受到影响外, 疏浚物的倾倒尚未对该倾倒区海域生态环境质量造成明显影响。

**研究亮点:** 对岚山港临时海洋倾倒区海域的水质、沉积物、生物和水深情况进行了综合评价分析, 以了解该倾倒区周边海域海洋环境质量状况, 对合理安排海洋海岸工程疏浚物倾倒, 维护岚山港口航道的发展和海洋海岸工程建设具有重要的现实意义。

**关键词:** 岚山港; 倾倒区; 水质; 沉积物; 海洋生物; 水深

**中图分类号:** X 834

**文献标志码:** A

海洋倾倒区是用来倾倒港池及航道疏浚物等固体废弃物的特殊功能海域。由于工业、城市排污等的影响, 港湾航道疏浚物往往不同程度地被石油类、重金属及持久性有机物等污染<sup>[1]</sup>, 随着我国沿海经济和海上运输的快速发展, 港口、航道、海洋和海岸工程的建设及维护工程在增长, 全国沿海向海洋倾倒的疏浚物数量也在快速增加<sup>[2]</sup>。大量疏浚物倾倒进入海洋倾倒区, 必然会对倾倒区所在海域及周边的海洋环境造成一定程度的影响, 倾倒过程中, 水体分层被扰乱, 海水中悬浮物的含量增加, 改变海底地形地貌, 影响倾倒区的水深; 同时, 疏浚泥中部分污染物的溶出对海水水质也产生一定的影响; 倾倒活动还改变了浮游植物、浮游动物和底栖生物的生存环

境, 造成生物的种类减少等<sup>[3]</sup>。

岚山港临时海洋倾倒区于2000年选划, 并于2003年底经国家海洋局北海分局批准启用, 倾倒区面积为314 hm<sup>2</sup>。该临时倾倒区的疏浚物主要来自日照港(集团)岚山港务有限公司日常建设外抛以及来自港池、回旋水域与航道的疏浚物, 截至2010年12月, 倾倒疏浚物达到6.262 47 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>。该海洋临时倾倒区自启用至今已有8年, 那么长期的疏浚物倾倒对该倾倒区海域的生态环境造成了怎样的影响? 针对该问题, 我们通过对历年跟踪监测的数据进行统计分析, 得出了该倾倒区水质、沉积物、海洋生物以及水深的变化情况。为科学研究海洋倾废和评价海洋生态环境质量提供科学依据, 从而更好地保护海洋环

收稿日期: 2011-03-16 修回日期: 2011-06-17

基金项目: 国家海洋局青年海洋科学基金(2010503); 国家海洋局海洋生态环境科学与工程重点实验室开放基金(MESE-2008-07); 国家海洋局北海分局海洋科技立项项目(2010A01); 中国科学院海洋生态与环境科学重点实验室基金(KLMEESS201003)

作者简介: 张亮(1982—), 男, 助理工程师, 硕士, 研究方向为海洋环境监测和评价。E-mail: zhangliang@nmfc.gov.cn

境,保证科学合理的利用倾倒区。

## 1 材料与方法

### 1.1 采样与分析

水质、沉积物、生物样品为 2008 年、2009 年、2010 年在该倾倒区及周围海域进行跟踪监测所采集的 14 个监测站位的样品(2000 年,2004 年和 2006 年监测站位为 5、6、7、8、9 号站 5 个监测站位)。监测站位见图 1(其中 5、6、7、8、9、LQ2、LQ7 为沉积物和生物监测站位),样品的采集、保存、运输和分析均按照《海洋监测规范》(GB 17378—2007)中的相关规定执行。

水深地形测量按照《海洋工程地形测量规范》(GB 17501—1998)中的规定执行,采用江苏省无锡市海鹰加科海洋技术有限责任公司生产的 HY1600 测深仪进行水深测量,并采用南方测绘仪器有限公司的 SCASS 7.0 水上成图系统软件绘制水深地形图。

### 1.2 监测指标

水体监测指标:水温、水深、盐度、pH、溶解氧(DO)、化学需氧量(COD)、无机氮、磷酸盐、汞、铜、铅、锌、镉、油类和悬浮物。

沉积物监测指标:有机碳、硫化物、油类、汞、铜、铅、锌、镉和铬。

海洋生物监测指标:浮游植物、浮游动物和底栖生物。

### 1.3 评价方法和标准

#### 1.3.1 海水水质和沉积物质量评价方法和标准

海水水质评价标准采用国家《海水水质标准》(GB 3097—1997)中第一、第二类水质标准,采用单因子质量指数( $S_p$ )法<sup>[4]</sup>和内梅罗水质综合评价法<sup>[5]</sup>对岚山港临时海洋倾倒区周边海域海水质量进行评价。

水质污染等级根据综合指数值的大小将海域水质划分为 4 级,即综合指数值小于或等于 0.75 为清洁级(1 级);0.76~1.00 为轻污染级(2 级);1.01~1.25 为中污染级(3 级);超过 1.25 为重污染级(4 级)<sup>[6]</sup>。

沉积物质量评价标准执行《海洋沉积物质量》(GB 18668—2002)一类评价标准,采用单因子质量指数法<sup>[4]</sup>和综合污染指数法<sup>[7]</sup>对岚山港临时海洋倾倒区周边海域沉积物质量进行评价。

沉积物污染等级根据综合指数值的大小划

分为 5 级,即综合指数值低于或等于 0.40 为清洁级(1 级);0.41~0.70 为微污染(2 级);0.71~1.00 为轻污染级(3 级);1.01~2.00 为中污染级(4 级);超过 2.00 为重污染级(5 级)<sup>[8]</sup>。

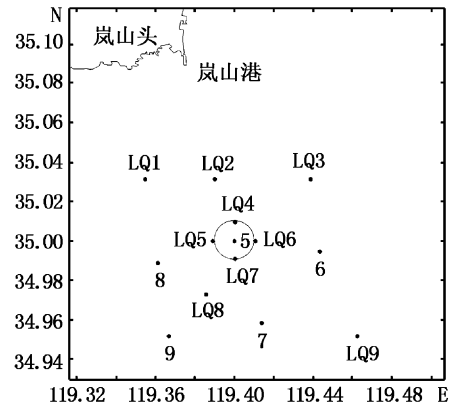


图 1 采样站位图(圆圈处为倾倒区位置)

Fig. 1 Sampling stations (The circle is Lanshan Port Temporary Ocean Dumping Site)

#### 1.3.2 海洋生物评价方法和标准

根据各站生物的密度,对生物样品的多样性指数进行统计学评价分析,本研究采用种类和数量信息函数表示的香农-韦弗多样性指数(Shannon-Weaver)  $H'$ <sup>[9]</sup>,计算公式为:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i \quad (1)$$

式中: $H'$ 为种类多样性指数; $S$ 为样品中的种类总数; $P_i$ 为第  $i$  种的个体数( $n_i$ )与总个体数( $N$ )的比值  $\frac{n_i}{N}$ 。

一般认为,正常环境下,香农-韦弗多样性指数值高;反之环境受到污染,该指数值降低。蔡立哲等认为香农-韦弗多样性指数是个较好的指示沉积环境污染的指数,将污染评价范围分为 5 类,即无生物为严重污染; $H'$ 值小于 1,重污染; $H'$ 值在 1~2 之间,中等污染; $H'$ 值在 2~3 之间,轻度污染; $H'$ 值大于 3,清洁<sup>[10]</sup>。

## 2 结果与讨论

### 2.1 水质评价结果

为了了解疏浚物倾倒对岚山港临时海洋倾倒区周边海域水质的影响,通过统计历年水质跟踪监测的结果,采用国家《海水水质标准》(GB 3097—1997)一、二类海水水质标准进行评价,得

到历年倾倒地海域水质污染物平均污染指数的变化情况,见表1。利用内梅罗水质综合评价法评价显示,采用国家《海水水质标准》(GB 3097—1997)二类海水水质标准进行评价时,该倾倒地

水质均为清洁;采用一类海水水质标准进行评价时,除2008年、2010年该倾倒地水质为轻污染外,其余均为微污染。

表1 岚山港临时海洋倾倒地海域历年水质评价因子质量指数表

Tab. 1 The seawater quality indexes of Lanshan Port Temporary Ocean Dumping Site area

监测时间	水质标准	pH	COD	DO	无机氮	磷酸盐	汞	镉	铜	铅	锌	油类	综合指数	污染分级
2000年	一类	0.26	0.29	0.13	0.20	0.16	0.36	0.20	0.38	1.15	1.80	-	0.49	微污染
4月	二类	0.26	0.19	0.25	0.13	0.08	0.09	0.04	0.19	0.23	0.72	-	0.22	清洁
2004年	一类	0.36	0.63	0.17	0.66	0.14	0.68	0.20	0.84	2.05	1.13	-	0.69	微污染
5月	二类	0.36	0.42	0.32	0.44	0.07	0.17	0.04	0.42	0.41	0.45	-	0.31	清洁
2006年	一类	0.22	0.56	0.15	0.60	0.55	0.31	0.21	1.06	1.21	0.48	-	0.54	微污染
9月	二类	0.22	0.37	0.29	0.40	0.28	0.08	0.04	0.53	0.24	0.19	-	0.26	清洁
2008年	一类	0.05	0.48	0.17	0.89	0.47	0.73	0.45	0.95	2.03	1.20	0.64	0.73	轻污染
10月	二类	0.05	0.32	0.37	0.59	0.24	0.18	0.09	0.48	0.41	0.48	0.64	0.35	清洁
2009年	一类	0.29	0.44	0.15	1.02	0.35	0.32	0.50	0.98	2.20	1.27	0.20	0.70	微污染
9月	二类	0.29	0.29	0.33	0.68	0.18	0.08	0.10	0.49	0.44	0.51	0.20	0.33	清洁
2010年	一类	0.02	0.51	0.16	0.84	0.63	0.68	0.50	1.38	2.56	1.27	0.18	0.80	轻污染
9月	二类	0.02	0.34	0.28	0.56	0.31	0.17	0.10	0.69	0.50	0.51	0.18	0.32	清洁

注: - 表示无此项。

由表1可知,采用《海水水质标准》(GB 3097—1997)二类海水水质标准评价,该倾倒地海域历年各监测指标的质量指数均小于1.0,符合第二类水质标准,2000—2010年该倾倒地监测海域其他监测指标的质量指数总体较为稳定,基本在一定的范围内波动。采用《海水水质标准》(GB 3097—1997)一类海水水质标准评价,该倾倒地海域历年铅、锌(除2006年)均超标,2006年、2010年铜超标,无机氮在2009年超标,可见影响该倾倒地海域主要影响因子为铅、锌、铜和无机氮。

为了更好地了解疏浚物倾倒地的环境影响,对岚山港临时海洋倾倒地各年份监测的各环境指标变化趋势进行分析,2000—2009年该倾倒地调查海域pH和DO的质量指数变化不大;COD总体呈先增大后减小的趋势,COD最高值出现在2004年;无机氮质量指数呈逐渐增大趋势,但2010年略有减小,最高值出现在2009年,且超标海水一类标准;磷酸盐质量指数呈先增大后减小再增大的趋势,磷酸盐最高值出现在2010年;水质Cd和Cu的质量指数总体呈上升趋势;水质Pb和Hg的质量指数变化趋势较为相似,呈先升高后降低再升高的趋势,总体呈上升趋势。该海域主要的污染源来自岚山港日常建设外抛以及来自港池、回旋水域与航道的疏浚物,根据岚山港

海洋临时倾倒地2005年,2007年和2008年倾倒地疏浚物的化学检验结果<sup>[11]</sup>,疏浚物中各重金属的含量呈逐渐上升趋势,水质中Cd、Cu、Pb和Hg含量变化趋势与疏浚物中重金属含量变化趋势基本相同,疏浚物倾倒地可能是影响各重金属质量指数变化的主要原因。该海域海水历年同时受到铅和锌的污染比较明显,这可能与沉积物主要来自港池和航道的疏浚物,港池和航道有大量的轮船通行,疏浚物受到轮船使用含铅燃油及轮船防腐材料锌的污染有一定的关系<sup>[12]</sup>。Pb、Hg以及Zn的质量指数在2006年有所降低,分析原因可能与该年疏浚物大部分为清洁疏浚物有一定关系,但由于海水水质变化受许多因素影响,所以原因还需要进一步的研究。

除无机氮外,其他评价因子的质量指数总体较为稳定,基本在一定的范围内波动。根据国家海洋局《2009年中国海洋环境质量公报》,无机氮、活性磷酸盐依然是黄海海区乃至中国全海域海水中的主要污染物,陆源污染物排海仍然是造成海域污染的主要原因,近年黄海海区无机氮一直呈现上升趋势,成为主要污染物,河流携带入海的污染物总量较2008年有较大的增长<sup>[13]</sup>。岚山港海洋临时倾倒地海域无机氮含量上升,可能是受到陆源污染物排放量不断增加的海区大环境影响造成的,也与海州湾北部入湾河流及虾蟹

养殖等人为的开发活动影响有一定的关系。

由于在疏浚物倾倒中造成倾倒海域的水环境发生改变,特别是造成海水中悬浮物的含量升高,因此悬浮物是影响海洋环境的一项重要指标,因此对该倾倒区历年水质悬浮物的特征值进行了汇总和分析,见表2。由表2可见,倾倒区使用的初期,监测的悬浮物含量较高,分析原因可能是倾倒区使用的初期,倾倒的疏浚物较多,导致倾倒区周边海域海水中悬浮物含量暂时性的

升高,但随着倾倒活动的结束,这些影响也将渐渐消失;近3年的监测悬浮物含量较为稳定,根据《海水水质标准》(GB 3097—1997)中二类水质标准,悬浮物质人为增加量不得高于10 mg/L,可见近年来该倾倒区的悬浮物指标符合《海水水质标准》(GB 3097—1997)中二类水质标准,疏浚物的倾倒未造成倾倒区周边海域海水悬浮物含量的明显增加。

表2 岚山港临时海洋倾倒区海域历年水质悬浮物特征值汇总表

Tab.2 The seawater solids characteristic values of Lanshan Port Temporary Ocean Dumping Site area

监测时间	层次	悬浮物/(mg/L)		
		最大值	最小值	平均值
2000年4月	表	-	-	-
	底	-	-	-
2004年5月	表	62.8	45.6	53.0
	底	72.4	41.6	55.9
2006年9月	表	25.8	12.2	18.5
	底	22.6	11.8	17.0
2008年10月	表	8.0	4.6	6.6
	底	8.9	5.4	7.3
2009年9月	表	9.6	8.1	9.0
	底	9.8	8.0	8.9
2010年9月	表	10.0	9.2	9.7
	底	10.2	9.2	9.8

注: - 表示无此项。

## 2.2 沉积物评价结果

海洋沉积物是海洋生态系统的重要组成部分,是各种污染物时空迁移的归宿,其质量直接关系到海域环境状况优劣。对2000年至2010年

期间该倾倒区海域的沉积物监测结果进行统计分析,采用《海洋沉积物质量》(GB 18668—2002)中的一类标准进行评价,得到该倾倒区海域历年沉积物质量指数的变化情况,见表3。

表3 岚山港临时海洋倾倒区海域历年沉积物质量指数表

Tab.3 The sediments quality indexes of Lanshan Port Temporary Ocean Dumping Site area

监测时间	硫化物	有机碳	铜	铅	锌	镉	铬	汞	油	综合指数	污染分级
2000年4月	-	0.52	0.28	0.16	0.23	0.15	0.28	-	-	0.27	清洁
2004年5月	0.08	0.14	0.98	0.27	0.34	0.48	0.43	-	-	0.39	清洁
2006年9月	0.06	0.12	0.23	0.35	0.22	0.28	0.47	0.22	0.13	0.23	清洁
2008年10月	0.17	0.18	0.27	0.11	0.20	0.26	0.27	0.09	0.11	0.18	清洁
2009年9月	0.23	0.20	0.34	0.14	0.17	0.33	0.34	0.29	0.19	0.25	清洁
2010年9月	0.26	0.17	0.37	0.14	0.20	0.33	0.28	0.11	0.14	0.22	清洁

注: - 表示无此项。

从表3可知,该倾倒区周边海域历年各监测指标的质量指数均小于1.0,均符合《海洋沉积物质量》(GB 18668—2002)中的一类标准。2000—2010年沉积物硫化物的质量指数大体呈逐年上升趋势;有机碳、锌的质量指数大体呈逐年下降

趋势;铜、铅、镉和铬的质量指数大体呈先上升后下降再上升的趋势;汞、油类的质量指数呈先下降后上升再下降的趋势;总体上看2000—2010年沉积物各监测因子质量指数均在小范围内波动,波动情况与各年的倾倒量有一定的对应关系;综

合污染指数法评价显示 2000 - 2010 年沉积物综合指数表明该倾倒入区海域为清洁海域,这可能与该倾倒入区近年来倾倒入疏浚物为清洁疏浚物有关。以 2009 年 9 月岚山港临时海洋倾倒入区表层沉积物监测数据为基础,分析该倾倒入区海域表层沉积物重金属污染分布情况,发现该倾倒入区海域表层沉积物重金属(Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Hg)及有机碳、硫化物、油类污染分布大致表现为倾倒入区范围内

含量高,倾倒入区外围含量低的趋势,调查海域东部海区高,西部海区低的趋势,分析原因可能是疏浚物的倾倒入造成的这种分布特征。

### 2.3 海洋生物评价结果

对于海洋生物,主要对倾倒入区周边海域浮游植物、浮游动物和底栖生物进行监测,从生物种类、生物密度、生物量以及香农-韦弗多样性指数 4 个方面进行比较和评价。

表 4 岚山港临时海洋倾倒入区海域历年海洋生物指数表  
Tab.4 The marine biology indexes of Lanshan Port Temporary Ocean Dumping Site area

时间	浮游植物			浮游动物				底栖生物			
	种类数	密度 /( $\times 10^5$ 个/ $m^3$ )	多样性 指数	种类数	密度 /(个/ $m^3$ )	质量 /( $mg/m^3$ )	多样性 指数	种类数	密度 /(个/ $m^2$ )	质量 /( $g/m^2$ )	多样性 指数
2004 年 5 月	38	0.74	-	9	367.6	220.3	-	60	525.0	3.49	-
2006 年 9 月	34	4.71	-	14	45.4	62.8	-	31	137.0	9.40	-
2008 年 10 月	38	186.0	2.60	38	111.2	154.0	3.03	40	588.6	1.50	3.24
2009 年 9 月	61	31.7	3.34	33	938.6	1271.4	2.70	29	202.9	5.80	3.10
2010 年 9 月	31	5.51	2.43	36	248.4	65.1	2.11	66	640.0	6.50	3.26

注: - 表示无此项。

从表 4 可以看出,疏浚物的倾倒入对该倾倒入区海域浮游植物造成了一定的影响,监测的浮游植物种类数和密度和往年相比均有所减少。2009 年 9 月监测浮游动物的生物量和个体密度远高于其他年份监测结果,这是由于 2009 年 9 月监测时采用了浅水 II 型浮游生物网采集浮游动物,除采集了大型浮游动物外,还采集了大量的中小型浮游动物造成的。2006 年和 2009 年该倾倒入区海域底栖生物的种类有所减少,栖息密度有所降低,但 2010 年该倾倒入区底栖生物的种类和栖息密度有所恢复,可能是由于 2009 年和 2010 年疏浚物倾倒入量较少,从而使底栖生物得到了恢复。王立俊等认为生物种群的基础结构尤其是多样性指数是评价环境质量的重要指标之一<sup>[14]</sup>,从浮游植物和浮游动物香农-韦弗多样性指数来看,该倾倒入区海域环境质量为轻微污染,但从底栖生物香农-韦弗多样性指数来看,该倾倒入区海域环境质量为清洁。有研究者认为底栖生物栖息在水体的底部,对环境变化反应敏感,是沉积物环境污染最直接的响应群体,当水体受到污染时,底栖动物群落结构及多样性会发生改变<sup>[15]</sup>,因此底栖动物香农-韦弗多样性指数能够更好的反应其海域环境质量状况,因此,我们认为该倾倒入区海域环境质量为清洁。

### 2.4 水深评价结果

该倾倒入区 2010 年水深跟踪监测结果见图 2,

从该倾倒入区海域水深地形等值线图可见,受倾倒入物的影响,测量区水深总体为西高东低分布趋势,在倾倒入区东部和北部各形成一个明显的凸起地形,其中东部的突起地形更为明显。在测量区域内,最大深度为 12.7 m,与倾倒入区选划时期的水深相当,位于测区的中部;但最小深度不足 8.0 m,位于倾倒入区东部。由于水动力条件对疏浚物倾倒入的环境影响有较大的影响,我们对倾倒入区附近海域的水动力情况进行分析,根据岚山验潮站资料<sup>[11]</sup>,该海域属于正规半日潮流类型,潮流的运动形式为往复流;根据国家海洋局北海预报中心对该海域海流的调查资料<sup>[11]</sup>显示,该海域涨潮流流向主要集中在西南向,落潮流流向主要集中在东北向,涨潮流平均流速大于落潮流平均流速。因此推测造成该倾倒入区东部和北部凸起的原因,可能是由于倾倒入船舶在该区域集中倾倒入造成的。

## 3 结论

(1)通过对岚山港临时海洋倾倒入区周边海域历年水质、沉积物分析可知,该倾倒入区周边调查海域范围内历年水质质量符合《海水水质标准》(GB 3097—1997)中第二类水质标准,沉积物符合《海洋沉积物质量》(GB 18668—2002)中第一类海洋沉积物质量标准。

(2)疏浚物的倾倒入对岚山港临时海洋倾倒入区

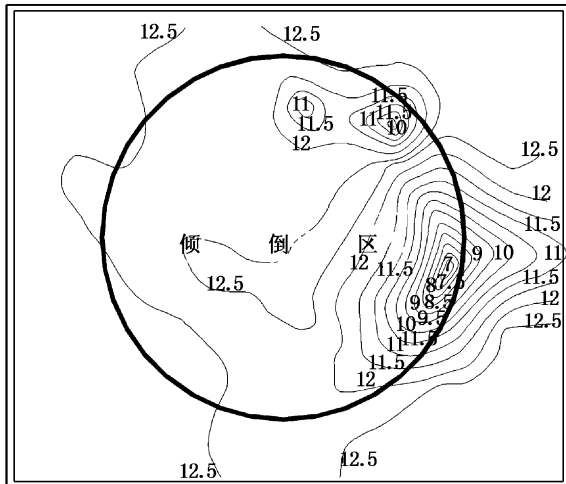


图 2 2010 年 12 月岚山港临时海洋倾倒区水深测量图

Fig.2 The water depth of Lanshan Port Temporary Ocean Dumping Site in December 2010

海域水深影响较大,受倾倒物的影响,倾倒区北部和东部海域水深变浅,建议疏浚施工单位进行倾倒时,避免在水深较浅东部和北部倾倒,并注意均匀分散倾倒和及时对该海域进行清淤。

(3)海洋倾废主管部门应加强倾倒到位率、倾倒量和疏浚物监测的管理,并加大环保宣传力度,提高疏浚施工单位环保和守法意识。

感谢山东日照海洋环境监测中心站的各位同事在出海及实验分析中的大力支持。

#### 参考文献:

- [1] IGOR L, KATHERINE E, DMITRIY B, et al. Uncertainty and variability in risk from trophic transfer of contaminants in dredged sediments [J]. *The Science of the Total Environment*, 2001, 274(3):255-269.
- [2] 郑琳,崔文林,贾永刚. 青岛海洋倾倒区海水水质模糊综合评价[J]. *海洋环境科学*,2007,26(1):38-41.
- [3] 纪灵,王荣纯,刘昌文,等. 烟台海洋倾倒区环境监测及对比评价[J]. *海洋通报*,2003,22(2):53-59.
- [4] 国家环境保护总局环境工程评估中心. 环境影响评价技术导则与标准汇编[M]. 北京:中国环境科学出版社,2005.
- [5] NEMEROW N L. *Scientific Stream Pollution Analysis*[M]. New York: Script Book Co, 1974:210-231.
- [6] 国家海洋局. 海洋环境保护与监测[M]. 北京:海洋出版社,1998.
- [7] 彭云辉,陈浩如,王肇鼎,等. 大亚湾核电站运转前和运转后邻近海域水质状况评价[J]. *海洋通报*,2001,20(3):45-51.
- [8] 郑琳,崔文林,贾永刚. 海洋倾倒导致生态环境变化实例研究[J]. *海洋环境科学*,2007,26(5):413-416,421.
- [9] SHANNON C E, WEAVER W. *The mathematical theory of communication*[M]. Urbana, IL: The University of Illinois Press, 1949:125.
- [10] 蔡立哲,马丽,高阳,等. 海洋底栖动物多样性指数污染程度评价标准的分析[J]. *厦门大学学报:自然科学版*,2002,41(5):641-646.
- [11] 乔志香. 岚山港临时倾倒区2009年监测与评估报告[R]. 青岛:国家海洋局青岛海洋环境监测中心站,2010.
- [12] 贺志鹏,宋金明,张乃星,等. 南黄海表层海水重金属的变化特征及影响因素[J]. *环境科学*,2008,29(5):1153-1162.
- [13] 国家海洋局. 2009年中国海洋环境质量公报[EB/OL]. [2011-03-16]. <http://www.soa.gov.cn/soa/hygbml/hjgb/nine/webinfo/2010/06/1297643967129820.htm>.
- [14] 王立俊,陈伟斌,李崇德. 黄骅港一期工程疏浚物倾倒区及邻近海域的底栖动物[J]. *海洋湖沼通报*,2000(1):13-18.
- [15] 熊金林,梅兴国,胡传林. 不同污染程度湖泊底栖动物群落结构及多样性比较[J]. *湖泊科学*,2003,15(2):160-168.

## Study on the impact of dumping dredged materials on Lanshan Port Temporary Ocean Dumping Site surrounding sea environment

ZHANG Liang<sup>1,2</sup>, SONG Chun-li<sup>3</sup>, REN Rong-zhu<sup>1,2</sup>, WANG Jin-wen<sup>1,2</sup>, WU Feng-cong<sup>1,2</sup>, ZHANG Nai-xing<sup>1,2</sup>, CHEN Sheng-jian<sup>1,2</sup>

(1. Shandong Provincial Key Laboratory of Marine Ecology and Environment & Disaster Prevention and Mitigation, Qingdao 266033, Shandong, China; 2. North China Sea Marine Forecasting Center of SOA, Qingdao Oceanic Environmental Monitoring Central Station of SOA, Qingdao 266033, Shandong, China; 3. Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, National Center for Quality Supervision and Test of Aquatic Products, Qingdao 266071, Shandong, China)

**Abstract:** In order to find out the impact of dumping dredged materials on Lanshan Port Temporary Ocean Dumping Site areas, with the methods of single factor index and eutrophication index, we evaluated the monitoring data of the seawater and sediments quality over years, and analysed the changes of marine biology and the water depth. The results show that the water quality of the investigated areas reached the second-class water quality from The Chinese National Standard of Seawater Quality. In addition to inorganic nitrogen, other quality indices of the evaluation factors are generally more stable, fluctuate within a certain range. The sediment quality of the investigated areas reached the first-class sediment quality from The Chinese National Standard of Sediment Quality, and the sediment quality indices of the evaluation factors fluctuate within a small range. Dumping dredged materials caused a temporary reduction in the total density and the total number of phytoplankton species. At the same time dumping dredged materials caused an obvious raised topography in the north and east area of the Lanshan Port Temporary Ocean Dumping Site. The results show that except the water depth had been impacted, the dumping of dredged materials has not caused significant impact on the ecological environmental quality of Lanshan Port Temporary Ocean Dumping Site areas.

**Key words:** Lanshan Port; dumping site; seawater quality; sediments; marine biology; water depth