

文章编号:1002-3682(2014)04-0071-12

三都澳油品泊位溢油风险对大黄鱼保护区影响的预测分析*

许文彬,莫好容

(福建省水产研究所,福建 厦门 361013)

摘 要:为探讨福建宁德三都澳油品泊位码头溢油事故对大黄鱼保护区影响的发生途经、影响过程及影响方式,通过二维“油粒子”海域溢油风险评价模型,预测3#油品泊位码头前沿操作性泄漏和船舶航道泄漏在几种不利环境组合条件下的溢油风险影响行为,分析其溢油事故风险对大黄鱼保护区的影响后果。通过预测分析表明,3#油品泊位码头溢油事故对大黄鱼保护区海洋生态环境将产生极大不利影响,尤其是在大黄鱼保护区内发生溢油事故,将产生严重影响。因此,须对溢油事故采取防范措施和应急预案处理。

关键词:大黄鱼保护区;溢油风险;数学模型;油膜扩散

中图分类号: X55, X820.3

文献标识码: A

随着福建省宁德市三都澳港区的规划和逐步建设,三都澳油品码头营运业和航运业发展迅速,给当地社会带来丰厚的经济利益。然而在油品码头营运期间和船舶运输油品过程中可能发生油品泄漏污染事故,使人类赖以生存的海洋环境资源骤然恶化^[1-3]。原油、燃料油等油品泄漏对环境的影响或危害是较为显著的,一旦在敏感海域发生溢油泄漏,所引发的海洋生态环境影响则更是难以消除^[4]。宁德市三都澳海域为口小腹大、水体交换复杂的海域,且存在官井洋大黄鱼保护区,是一个较为敏感的海湾。近几年随着三都澳港区的建设,尤其是大型油品码头和深水航道开发建设,其潜在的码头操作和船舶溢油事故风险将严重威胁着大黄鱼种质资源。为此,以福州港三都澳港区溪南作业区长腰岛3#泊位10万吨级油品码头溢油风险评价为例,通过溢油风险评价模型,预测码头泊位前沿操作性泄漏和船舶航道泄漏在几种不利环境组合条件下的环境风险影响行为,分析其溢油事故风险对大黄鱼保护区的影响后果。实践探讨分析宁德三都澳油品泊位溢油风险对大黄鱼保护区影响的发生途经、影响过程及影响方式,为福州港三都澳港区及大黄鱼保护区等生态敏感区域的环境风险管理提供依据,对大黄鱼保护区的环境保护具有指导性和实践性的意义。

* 收稿日期:2014-05-07

资助项目:福建省水产研究所科技服务项目——福州港三都澳港区溪南作业区长腰岛3#泊位工程对官井洋大黄鱼国家级种质资源保护区的影响(FJSC0130050014)

作者简介:许文彬(1978-),男,工程师,硕士,主要从事海洋资源、海洋测绘、海洋工程和环境影响评价等方面研究。E-mail: xuwb878@163.com

(王佳实 编辑)

1 工程简况

3#泊位油品码头位于福州港三都澳港区溪南作业区长腰岛南侧水域,为1个10万吨级油品码头,泊位总长度330 m,设计年吞吐量480万t。该码头距离“官井洋大黄鱼国家级水产种质资源保护区”约1.3 km,码头的进港航道须穿越大黄鱼保护区(图1)。三都澳港区下辖城澳、漳湾、白马、溪南、关厝埕和东冲六个作业区,而溪南作业区包含长腰岛南侧2#泊位和3#泊位,该作业区以3#泊位油品储罐最大。“官井洋大黄鱼国家级水产种质资源保护区”是农业部在福建省人大常委会批准颁布的大黄鱼繁育保护区的范围内划定的,保护区总面积19 000 hm²,其中核心区面积3 500 hm²,实验区面积15 500 hm²。保护区中心位于119°45'~119°55'E,26°25'~26°49'N,即斗帽岛—鸡公山岛—东冲水道南端—东冲半岛西部(原民间俗称官井洋一带)—青山岛东部、东冲半岛南部及三都湾内外水域,保护区包括1个核心区和2个实验区(图1),主要保护对象为大黄鱼等。

3#泊位油品码头卸船、装船生产工艺流程如下:

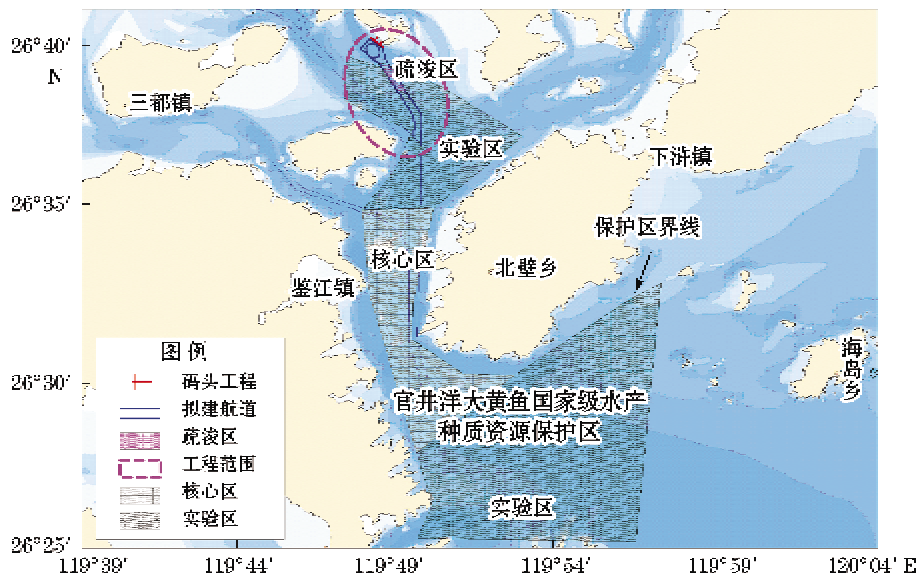
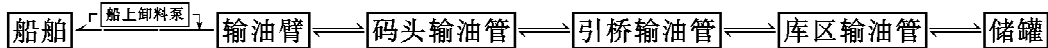


图1 3#泊位油品码头工程建设与大黄鱼保护区的位置关系图

Fig. 1 Locations of the engineering constructions and the *Pseudosciaena Crocea* protection zone at the 3# Crude Oil Terminal

2 溢油预测条件

2.1 溢油风险源项

2.1.1 风险识别

3#泊位油品码头为 10 万吨级油品码头,代表船型为 10 万吨级油船,其航道溢油事故和码头前沿溢油事故是危害较大的溢油事故。根据码头特点,航道交汇处为高风险区域。因此,确定码头最大风险可信事故为航道溢油事故和码头前沿溢油事故,其风险评价模拟的事故情况见表 1。

表 1 码头风险评价模拟事故情况表

Table 1 Oil spill accidents for the risk evaluation simulation of the port

设 备	危险因子	风险事故
油 船	原 油	航道溢油
码头装卸设备	原 油	码头前沿溢油

2.1.2 溢油事故发生概率

3#泊位油品码头溢油事故分析采用概率计算法,海上航行船舶事故概率服从离散型二项概率分布^[5-8]。设研究海域通过 n 艘次船舶发生 k 次事故,则事故风险概率:

$$P_{(n-k)} = C_n^k \cdot p^k \cdot q^{n-k} \quad (1)$$

式中, P 为每艘船舶发生事故的的概率,是研究海域船舶碰撞概率的基础值; p 为船舶发生事故概率的基础参数; $q=1-p$,为每艘船不发生事故的概率。

据统计,10 万吨级油品码头年进出港船舶数量为 265 艘次。参考美国海岸防卫队所建置数据库对美国海域 1973—1997 年船舶事故分析结果^[9],大型油轮发生事故后溢油概率为 0.138/a,进而计算出本码头建设后发生航道溢油事故的的概率为 0.026/a,为 39 a 一遇。

2.1.3 溢油事故源强

1) 码头前沿操作性溢油事故

3#泊位油品码头前沿操作性溢油事故主要为燃料油接卸作业时,因操作失误造成的溢油事故。参照《建设项目环境风险评价技术导则》^[10]及《港口码头溢油应急设备配备要求》^[11]给出的预测方法,即 10 万吨级船舶以 1 万吨级以上码头按 3 min 关闭泵阀或纠正来确定溢油量,最大溢油量为 125 t。因此,本码头操作性溢油事故源强取为 125 t(10 万吨级船舶货油泵参数为 2 500 m³/h),作为海上溢油事故风险预测的依据。

2) 船舶航道溢油事故

3#泊位油品码头为 10 万吨级油品码头,设计船型为 10 万吨级油轮,单舱容量最大可达 1.5 万 t,以单舱容量全部泄漏在碰撞事故中泄漏作为最大可信事故,即船舶航道溢油事故泄漏量为 1.5 万 t,并依此进行海上溢油事故风险预测。

2.2 溢油预测模式

3#泊位油品码头溢油事故预测分析采用拉格朗日粒子追踪模块所建立的“油粒子”模型。该模型具有高稳定性和高效率的特点,可以很好地模拟溢油漂移扩散过程^[6-7]。

假设包括背景流场和波致流在内的表层流中已知流速分量为 U_b, V_b , 而用不确定方法表示湍流的随机扩散, 则由随机游动速度分量 U' 和 V' 来标示, 这样每一个油粒子的漂移速度为

$$\begin{cases} U = U_b + U' \\ V = V_b + V' \end{cases}$$

油粒子在嵌套漫游网格内的水平迁移表示为:

$$\begin{cases} x^{n+1} = x^n + U_b^{n+\frac{1}{2}} \Delta t + \xi \sqrt{6K_H \Delta t} + o(\Delta t^2) \\ y^{n+1} = y^n + V_b^{n+\frac{1}{2}} \Delta t + \xi \sqrt{6K_H \Delta t} + o(\Delta t^2) \end{cases} \quad (2)$$

式中, ξ 为 $[-1, 1]$ 区域上的均匀分布随机数; K_H 为水平方向上的湍流涡动粘性系数。对时间 t 方向上采用中心差分, 能够保证上述差分方程的二阶精度。

波致流 (u_{wave}) 的量值较小, 可根据二阶 Stokes 波理论得出:

$$u_{wave} = \frac{k\omega H^2}{8\text{sh}^2(Kd)} \text{ch}(2Kz_0) \quad (3)$$

式中, K 为波数; ω 为波圆频率; H 为波高; d 为水深; z_0 为油粒子所处的深度; u_{wave} 为波速。

波浪的主要作用并不在于波浪净流, 而是在于搅动水面, 即由破碎引起溢油入水。溢油入水体积 (V_e) 满足:

$$\frac{V_e}{V_0} = 1 - e^{C_2 H_s^2 / L} \quad (4)$$

式中, V_0 为溢油初始体积; t 为时间; H_s 为有效波高; L 为有效波长; C_2 为常数, 取作 $-2.53 \times 10^{-3} / V_0^{0.62}$ 。

2.3 溢油模拟预测条件

2.3.1 风场与潮流场的选择

1) 风速及风向

在溢油模拟预测中, 应选取具有代表性的风况作为背景风场, 本文主要选取夏季、冬季主导风向 (SSW 向和 NNE 向) 和 N 向风下 (针对大黄鱼保护区的不利风向) 的平均风速进行计算。

2) 潮流

三都澳海域潮流性质为正规半日潮, 运动方式为往复运动。该海区流速较小, 大潮期最大流速仅 138 cm/s。本次溢油模拟预测仅考虑大潮时落潮、涨潮情况, 小潮时情况与大潮类似 (小潮流速较大潮小, 因此小潮时油膜扩散距离和影响范围较大潮时小)。

3) 极端天气

海上诸多极端天气中, 大风是影响油膜扩散的重要因素。因此, 在溢油模拟预测中, 还要根据历史气象数据, 考虑极值风速的条件。

为获得溢油事故时最大可能迁移距离和扫海面积, 选取的溢油扩散模拟时的风参数及初始潮流状况组合如表 2 所示。

表 2 扩散模拟风参数选取及初始潮汐状况组合一览表

Table 2 The wind parameters and initial tidal conditions selected for the diffusion simulation

风 向	常风速/m · s ⁻¹	极值风速/m · s ⁻¹	潮流状况
静 风	0.0	0.0	涨 潮
NNE	9.6	29.0	落 潮
SSW	7.1	31.0	涨 潮
N	7.7	29.0	落 潮

4) 油品性质

3#泊位油品码头主要涉及的油品为燃料油,因此在溢油模拟预测中,以燃料油作为预测对象。

2.3.2 预测情景

本研究主要预测码头前沿操作性溢油事故(溢油量 125 t)以及航道交汇处最大可信航道溢油事故(溢油量 15 000 t)。

针对 3#泊位油品码头前沿操作性溢油事故导致油轮泄露的预测,选择 A 点(119°48'02"E,26°40'24"N)作为溢油事故点(图 2);而针对 3#泊位油品码头航道事故导致油轮泄露的预测,则选择 B 点(119°49'32"E,26°34'37"N)作为溢油事故点(图 2)。

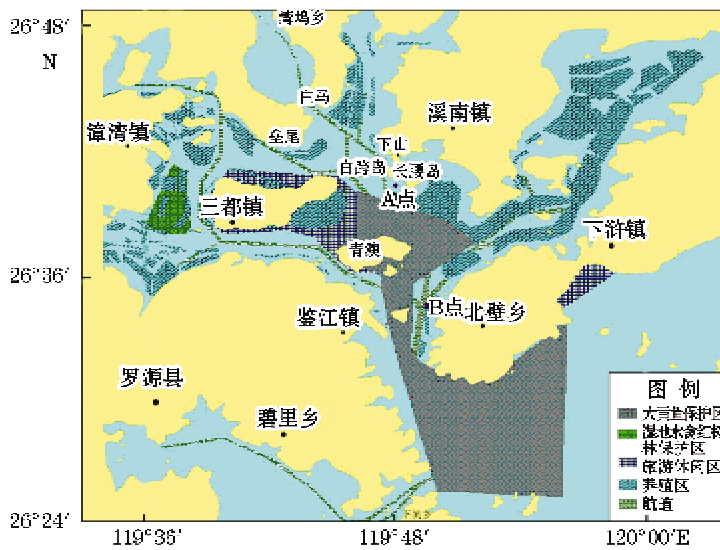


图 2 3#泊位油品码头溢油事故点位置图

Fig. 2 Locations of the oil spill points at the 3# Crude Oil Terminal

3 溢油风险影响预测

3.1 预测结果

3#泊位油品码头的 A、B 两溢油点在 NNE,SSW,N 三个风向和静风及对应的潮汐状况下的溢油预测统计结果见表 3。

表3 3#泊位油品码头前沿(A点)和航道(B点)溢油的影响范围及程度
Table 3 The ranges and degrees influenced by the oil spills in the front (Point A) and in the channel (Point B) at the 3# Crude Oil Terminal

溢油点	风向	风速 /m·s ⁻¹	漂移距离 /km	扫海面积 /km ²	油膜面积(溢油扩散最大面积)/km ²	首次抵岸 所需时间/h	首次抵岸前 残余油量/%	48 h 残余 油量/%
A点	静风	0.0	36.1	10.8	10.7	1	100.0	19.5
	NNE	9.6	11.2	16.3	5.0	5	61.4	0
	SSW	7.1	3.2	0.6	0.8	1	100.0	0
	NNE	7.7	8.5	8.8	4.4	5	62.5	0
	NNE	29.0	18.3	13.6	6.4	2	86.5	0
	SSW	31.0	10.9	0.7	0.9	1	100.0	0
B点	N	29.0	15.3	4.9	3.8	2	86.5	0
	静风	0.0	10.9	33.3	35.6	6	98.4	70.1
	NNE	9.6	11.7	17.0	8.0	3	95.9	0
	SSW	7.1	13.6	31.7	11.5	3	96.5	0
	NNE	7.7	13.8	25.3	11.5	6	91.2	0
	NNE	29.0	18.9	17.5	9.5	1	100.0	0
	SSW	31.0	20.8	23.8	10.6	1	100.0	0
	N	29.0	21.8	16.5	9.6	2	99.7	0

由表3可见,3#泊位油品码头溢油事故在A、B两点以及不同工况下溢油扩散范围存在很大差异,B点溢油扩散面积均比A点溢油扩散面积大。本码头溢油后油膜运动及扩散情况以面积残迹的形式表现,见图3(A点溢油)和图4(B点溢油)。

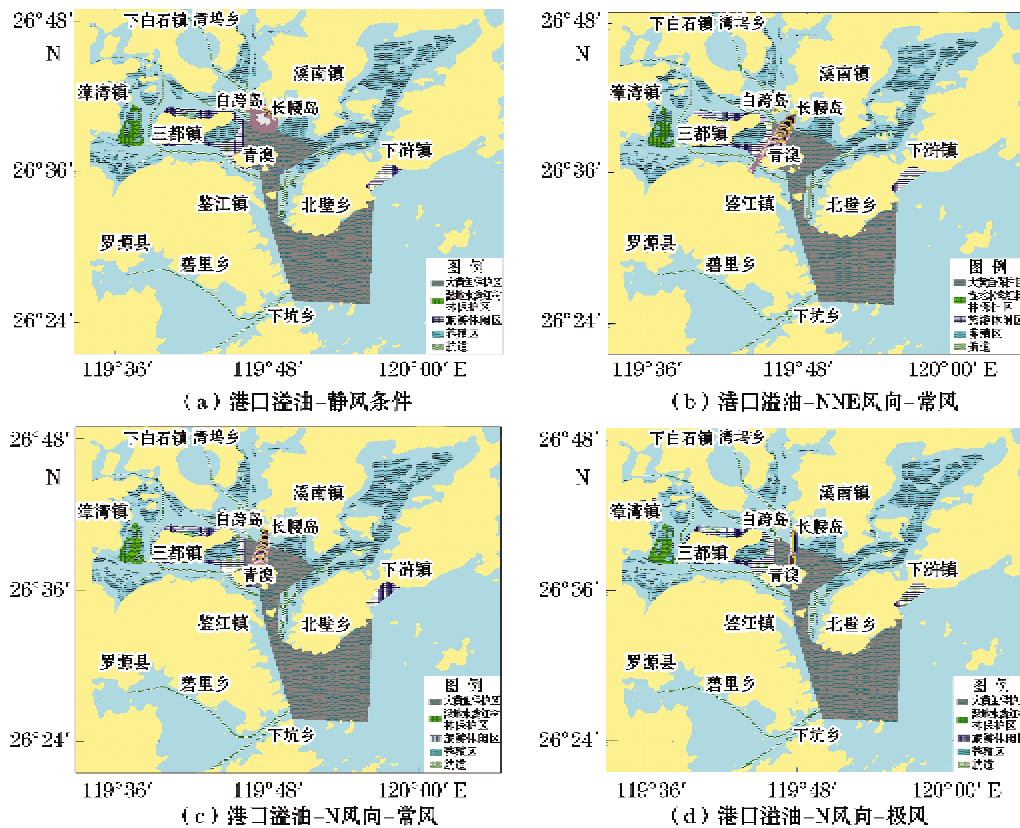


图3 码头前沿溢油(A点)油膜扩散面积残迹图

Fig. 3 A remnant diagram of oil film diffusion area of the oil spill at the front of the port (Point A)

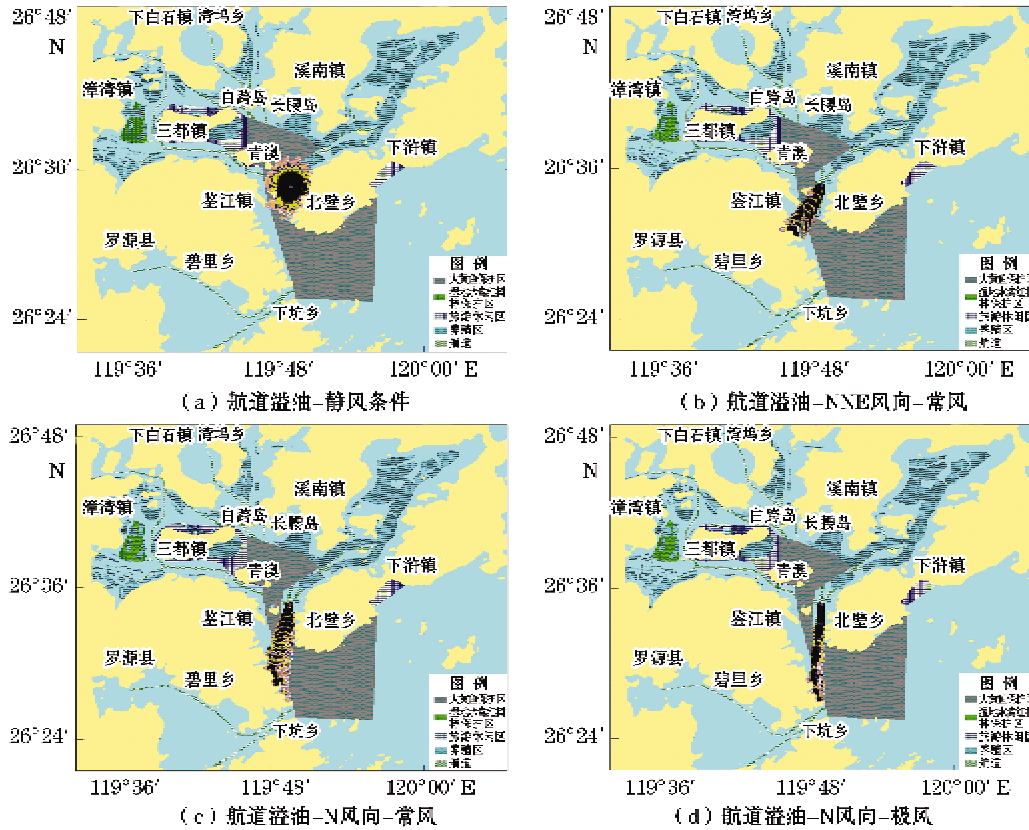


图 4 航道溢油(B点)油膜扩散面积残迹图

Fig. 4 A remnant diagram of oil film diffusion area of the oil spill in navigation channel (Point B)

3.2 溢油事故对大黄鱼保护区的影响

3.2.1 溢油事故抵达大黄鱼保护区的情况分布

3#泊位油品码头溢油事故抵达大黄鱼保护区的情况见表 4。

表 4 3#泊位油品码头前沿溢油(A点)和航道溢油(B点)抵达保护区情况

Table 4 The oil spills in the front (Point A) and in the channel (Point B) reaching to the protection zone at the 3# Crude Oil Terminal

溢油点	风 向	风 速 /m · s ⁻¹	到达大黄鱼保护区	
			经历时间/h	残存油量/%
A 点	静 风	0	9	44.6
	NNE	常 风	2	68.5
	SSW	常 风	—	—
	N	常 风	2	69.6
	NNE	极 风	1	86.5
	SSW	极 风	—	—
	N	极 风	1	86.5
B 点	静 风	0	6	98.1
	NNE	常 风	2	95.9
	SSW	常 风	4	92.7
	N	常 风	4	92.5
	NNE	极 风	1	99.6
	SSW	极 风	1	99.6
	N	极 风	2	90.6

注:“—”代表此处无数据

3.2.2 溢油事故对大黄鱼保护区的影响

由表4可见,除静风和SSW风向条件外,溢油均能在2h内到达大黄鱼保护区。航道溢油对大黄鱼保护区影响较大,溢油发生后迅速抵达保护区,且抵达保护区时,残存油量较大,均在90%以上,对大黄鱼保护区将产生严重的威胁。一旦发生事故,对溢油应急处理响应速度要求很高,必须迅速采取措施,建立的溢油应急预案必须详细而全面,以免造成巨大损失,尽量减少对大黄鱼保护区的影响。

3#泊位油品码头所处海域紧邻官井洋大黄鱼繁育保护区,它是我国重要的大黄鱼产卵场。上述预测结果表明,码头溢油事故会对保护区产生巨大威胁:一旦发生溢油事故,石油的毒性会直接影响大黄鱼的生长发育及繁殖活动,使鱼卵、仔稚鱼中毒死亡;大黄鱼对溶解氧要求很高,一般在4mg/L以上,幼鱼的溶解氧临界值为3mg/L左右,仔稚鱼的溶解氧临界值则在2mg/L左右,溢油扩散后形成油膜,会影响水气界面的氧气交换,降低水中的溶解氧含量,影响大黄鱼的生存;此外,溢油毒性成分进入食物链,可以通过多种渠道累积在大黄鱼体内,还可能破坏整个生态系统,影响大黄鱼的生存。因此,3#泊位油品码头管理单位在营运期间应制定详细的溢油应急预案、采取有效的防范措施,将码头溢油事故对官井洋大黄鱼繁育保护区的影响降低到最小程度。

3.2.3 溢油对大黄鱼造成的损失估算和评估

根据国家海洋局第二海洋研究所和中国水产科学研究院东海水产研究所在2010-10和2013-05对三都澳大黄鱼进行的调查结果显示,2010-10调查期间大黄鱼鱼卵平均密度为0.14个/m³,仔鱼为0.01个/m³;2013-04调查期间大黄鱼鱼卵平均密度为0.54个/m³,仔稚鱼为0.22个/m³。根据中国水产科学研究院东海水产研究所于2010-05-08 4个月对大黄鱼渔业资源所做调查结果显示大黄鱼渔业资源平均密度为28.30kg/km²。

依据HY/T 095-2007《海洋溢油生态损害评估技术导则》^[12]和GB/T 21678-2008《渔业污染事故经济损失计算方法》^[13]进行大黄鱼损失计算和评估。溢油损害水体体积 W_c (m³)计算采取如下公式:

$$W_c = h y_a \times K \quad (5)$$

式中, $h y_a$ 为溢油影响的海水面积(hm²); K 为溢油影响的海水平均深度(m),通常以表层水体0.5m计。

鱼卵仔稚鱼的损失量按100%计,渔业资源则由于大黄鱼成体会产生回避逃逸现象,损失率按50%计。根据表3和上式可计算出3#泊位油品码头油品泄漏在不同工况下对大黄鱼鱼卵、仔稚鱼和渔业资源造成的损失量(表5)。

由表5可知,在不同工况下,3#泊位油品码头B点溢油造成的大黄鱼鱼卵、仔稚鱼和渔业资源损失量比A点溢油造成的损失量要大,尤其是在静风条件下,损失量差异较明显。

鉴于3#泊位油品码头位于三都澳海域,水体交换和溢油影响恢复时间较长,故溢油事故对大黄鱼鱼卵、仔鱼、渔业资源等造成的损失将是持续的,损失量将随恢复时间延长而有可能增加。因此,溢油事故对大黄鱼保护区造成的环境容量经济价值影响和海洋生态服务等海洋生态损害价值将是持续的、逐年增加的。

表 5 3# 泊位油品码头前沿(A 点)和航道(B 点)溢油对大黄鱼造成的损失量

Table 5 The loss quantity of *Pseudosciaena Crocea* caused by the oil spills in the front (Point A) and in the channel (Point B) at the 3# Crude Oil Terminal

溢油点	风 向	风速/m·s ⁻¹	鱼卵/×10 ⁶ 个	仔稚鱼/×10 ⁶ 尾	渔业资源/kg
A 点	静 风	0.0	1.819	0.615	151.405
	NNE	9.6	0.850	0.288	70.750
	SSW	7.1	0.136	0.046	11.320
	N	7.7	0.748	0.253	62.260
	NNE	29.0	1.088	0.368	90.560
	SSW	31.0	0.153	0.052	12.735
	N	29.0	0.646	0.219	53.770
B 点	静 风	0.0	6.052	2.047	503.740
	NNE	9.6	1.360	0.460	113.200
	SSW	7.1	1.955	0.661	162.725
	N	7.7	1.955	0.661	162.725
	NNE	29.0	1.615	0.546	134.425
	SSW	31.0	1.802	0.610	149.990
	N	29.0	0.646	0.552	135.840

综上所述,3#泊位油品码头最大溢油风险出现在航道溢油事故和码头前沿溢油事故中,基于上述溢油风险影响预测与分析结果,针对大黄鱼保护区海洋生态环境风险影响,相关部门应提出预防与应急预案对策并采取溢油事故防范措施。

4 溢油风险对大黄鱼保护区影响防范对策

3#泊位油品码头最大溢油风险出现在航道溢油事故和码头前沿溢油事故中。基于上述溢油风险影响预测与分析,必须采取和制定针对大黄鱼保护区海洋生态环境风险影响的溢油事故防范措施和应急预案。

4.1 防范措施

1)码头装卸作业事故防范措施:采取从工程设计、码头装卸设备的选型和维护、自动化仪表的应用、燃料油加载到营运中的安全管理,建立健全管理机制以及避免不利作业条件等防范措施。

2)管道事故防范措施:需从安全和环保角度考虑采取适当的措施防止输油管线泄漏,加强健康(Health)、安全(Safety)和环境(Environment)三位一体的管理(简称 HSE 管理);建立健全岗位操作规程和 HSE 管理程序,并确保贯彻执行;调度人员应熟悉管辖范围内的工艺流程和管道的运行情况,判断管道运行是否正常,并能够及时采取措施,消除管道的事故隐患^[5,8]。

3)燃料油加载防范措施:鉴于 3#泊位油品码头油轮燃料油加载主要在码头前沿,有供油公司船舶进行加装作业,建议供油公司建设单位参照相关管理体系要求,建立有效的安全管理体系或安全和防污染管理制度,并保证有效实施。同时按照《防治船舶污染海洋环境管理条例》^①,加强船舶、公司自救能力建设,要求购买与作业风险相适应的油污保

① 中华人民共和国国务院.第 561 号防治船舶污染海洋环境管理条例.北京,2009.

险,加载作业过程中铺设围油绳等溢油应急设备,提高行业整体安全和防污染管理水平,以有效降低供油作业引发的溢油风险。

4)船舶交通事故预防措施:在码头附近海域配备必要的导、助航等安全保障设施、推进船舶交通管理系统(VTS)建设、加强航道内船舶交通秩序的管理。

5)船舶防台风措施:由于10万吨级船舶不能在三都澳内进行锚泊或系泊抗台,因而要求船舶在台风来临前到外海抗台。船舶可采取漂航、滞航的方法在湾外抗台,避开对大黄鱼保护区的直接影响。

6)建立溢油应急预案:建设单位要切实贯彻“以防为主,防治结合”的方针,参照已颁布的相关标准,编制码头/船舶溢油应急预案,报宁德海事局备案,并将其纳入宁德市海上应急体系。

4.2 风险应急措施

1)建立码头溢油应急组织,明确职责,并成立应急领导小组。一旦出现事故,由应急领导小组统一指挥,运行事故应急预案。溢油事故应急领导小组应纳入到宁德海域溢油应急指挥系统中。

2)确立溢油应急目标与响应时间:3#泊位油品码头整个区域溢油应急防备总目标,应以最可能发生的海难性船舶污染事故的泄漏量为准,即一次性溢油365 t。本码头溢油应急能力目标定为一次溢油综合清除控制能力为50 t,溢油应急时间定为2 h。

3)成立溢油联络机构:应建立快速灵敏的报警系统和通讯联络系统,以便发生事故时及时进行抢险作业,避免油污更大规模的扩散,尽可能以最快的速度减弱油污对周围大黄鱼保护区等敏感水域的污染。

4)建设溢油作业队伍:确立各种事故的抢险人员体系。专职和兼职的应急作业人员都应该通过海事管理机构组织的培训、考试和评估,定期组织演练和演习,能够熟练掌握设备的使用方法,具备溢油应急知识和指挥管理技能,以确保关键时刻发挥其主力军作用。

5)配备溢油应急设备库:建议本码头船舶事故应急处理充分依托宁德市已有的应急处理设施,并配备一定数量的溢油应急防治设备,溢油应急设备应储存在靠近码头处,便于调运^[14]。

6)形成预案分级响应:溢油应急行动分为三级:一般应急、紧急应急和重(特)大应急。根据预案分级对大黄鱼保护区采取溢油应急反应及油污处置方法,最后配合有关部门对溢油事故对大黄鱼保护区的长期影响进行评估;明确开展环境恢复与重建工作的内容和程序,组织进行油污损害的赔偿等。

5 结 语

通过“油粒子”溢油评价模型,预测三都澳3#泊位油品码头前沿操作性泄漏和船舶航道泄漏在几种不利环境组合条件下的溢油风险影响行为以及对大黄鱼保护区的影响后果。预测表明,3#泊位油品码头溢油事故对大黄鱼保护区生态环境将产生不利影响,尤其是在大黄鱼保护区内航道发生的溢油事故,其影响扩散范围和后果都比较严重。其影响行为因时间的长效作用,大黄鱼生态环境风险会叠加累积影响,且较难以消除。因此,须对溢油事故采取防范措施和进行应急预案处理。本研究仅针对三都澳3#泊位油品码

头溢油事故对大黄鱼保护区引发的环境风险影响进行了预测,溢油事故对大黄鱼保护区造成的环境容量经济价值和海洋生态服务等海洋生态损害价值的定量分析还有待进一步探讨。

参考文献:

- [1] 刘春萍,沈有兵,丁少鹏.港口工程船舶污染环境风险与评估[J].水运工程,2012,466(5):68-73.
- [2] 张其永.环三都湾的内海沿岸建设石油化工产业基地势必破坏官井洋大黄鱼产卵场自然保护区[J].现代渔业信息,2010,25(7):3-4.
- [3] 郝栋,杨海鹏,廉亚军.原油码头溢油事故致因分析[J].石油化工设计,2012,29(2):57-58.
- [4] 许文彬.镇海石化成品可溶性物质对海洋环境的影响预测[J].福建水产,2010,12(4):46-55.
- [5] 林志兰,黄宁.港口项目船舶溢油环境风险评价存在的问题及对策建议[J].海洋开发与管理,2013,30(7):34-36.
- [6] 李彤,谢志宜.水上事故溢油漂移轨迹预测模型研究与应用[J].环境科学与管理,2013,38(7):56-61.
- [7] 林扬碧,邹伟.洋浦港区海域溢油环境风险评价的实践分析及其对策[J].环境科学与管理,2013,38(1):181-188.
- [8] 许文彬.福州港福泰码头海上溢油事故影响预测[J].福建水产,2011,33(2):44-49.
- [9] 邱永芳,张富东,张淑净.电子海图服务与资料安全系统建立研究(二)[M].北京:交通部运输研究所出版社,1996:30.
- [10] HJ/T 169—2004 建设项目环境风险评价技术导则[S].北京:中国环境科学出版社,2005.
- [11] JT/T 451—2009 港口码头溢油应急设备配备要求[S].北京:人民交通出版社,2009.
- [12] HY/T 095—2007 海洋溢油生态损害评估技术导则[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [13] GB/T 21678—2008 渔业污染事故经济损失计算方法[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [14] 马甲益.舟山港船舶溢油事故风险评估研究[J].浙江海洋学院学报:自然科学版,2012,31(2):182-187.

Analysis and Prediction of Influence of Oil Spill Risk on *Pseudosciaena Crocea* Protection Zone at Sanduao Crude Oil Terminal

XU Wen-bin, MO Hao-rong

(Fisheries Research Institute of Fujian, Xiamen 361013, China)

Abstract: In order to discuss the occurrence ways, the processes and the modes of the influences of oil spill risks on *Pseudosciaena Crocea* protection zone at the Sanduao Crude Oil Terminal in Ningde, the influencing behaviors of oil spill risks caused by the operation leakage in the front of the 3# Crude Oil Terminal and the ship leakage along the channel are predicted for several adverse environmental conditions by means of two-dimensional "oil particle" sea oil spill risk evaluation model, and the consequences of the influences of oil spill risks on *Pseudosciaena Crocea* protection zone are analyzed. The results show that the oil spill accidents at the 3# Crude Oil Terminal can cause an extremely adverse influence on the ecological environment of the *Pseudosciaena Crocea* protection zone, particularly occurring within the zone. It is therefore necessary to take precautions and make emergency plans for solving the oil spill accidents.

Key words: *Pseudosciaena Crocea* protection zone; oil spill risk; mathematical model; oil film diffusion