

70-35

风海流对海面油污漂移路线的影响

丁玉兰 唐丽美

(国家海洋局烟台海洋管区, 烟台 264000)

P734.232

A

摘 要 结合“联期”轮溢油事件, 探讨了海面溢油在风和潮流的作用下扩散路线及影响范围。**关键词** 风海流 油污漂移 影响范围

1991年7月底, 一艘英国货船“联期”轮由烟台芝罘湾外海进入烟台港区, 停港1d后, 在烟台山、烟台第一海水浴场及烟台山海上酒楼附近海域发现大量的油污散布于海面和沙滩。本文结合此油污污染事件探讨了风海流作用下的油污漂移路线和影响范围。

1 资料与方法

1.1 “联期”轮在烟台港停泊情况

“联期”轮于1991年7月27日17时至28日07时停泊在烟台港NNE方向14.81km处, 37°39'5"N, 121°31'E, 水深17m (以下简称第一停泊点); 7月28日07时12分起锚离开第一停泊点于当日08时30分至10时12分在烟台港检疫锚地停泊 (以下简称第二停泊点); 7月28日10时12分起锚到11时42分靠在烟台港西港池21#泊位 (简称第四停泊点); 7月30日07时24分驶出芝罘湾港区, 又于08时30分驶进烟台港东港池17#泊位 (简称第三停泊点); 8月8日离开烟台。停泊站位见图1。

1.2 “联期”轮在烟台港停泊期间的水文气象

1.2.1 潮汐: 选用芝罘岛海洋监察站1991年7月27日至8月1日潮位, 潮汐测站位于37°33'N, 121°23'E。实际潮位见表1。

1.2.2 风向风速 使用烟台港码头和芝罘岛海洋监察站1991年7月27~1991年8月1日观测的风资料。烟台港码头测风点于1.2.1节的潮汐测点位置一致。芝罘岛海洋监察站测风点位于37°36'N, 121°26'E, 海拔高度74.3m。

1.2.3 风海流 风海流对溢油漂移扩散起到重要作用。当风海流的整体输送将污染物送到下风方向时, 随着污染物的不断与周围洁净海水发生混合, 使污染物得到稀释, 同时又不同程度地扩大了污染海区的范围。本海区的风海流计算, 按一般的风海流公式:

$$V_c = \frac{k}{\sqrt{\sin \phi}} u$$

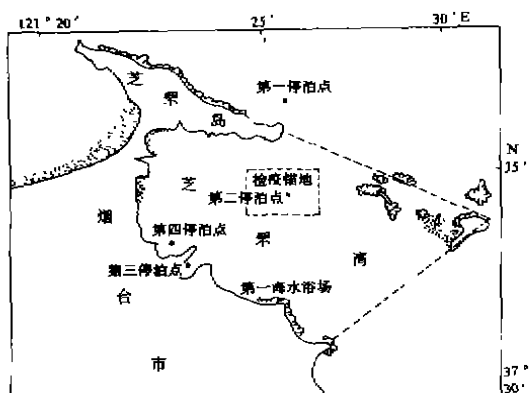


图 1 “联期”轮停泊点位置图

式中 V_0 ——风海流表面流速; u ——风速; ϕ ——地理纬度; k ——经验常数; $k \sqrt{\sin \phi}$ 取为 0.0162。

风海流流向订正值随水深而变, 艾克曼有限深海风漂流理论认为: 当水深一定时, 表层风与流的偏角决定于风速。随着风速增大, 表层风与流的夹角减小。引入摩擦深度:

$$D = 7.6u \sqrt{\sin \phi}$$

$$H/D = 0.103H/u$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{sh}[2(\pi/D) \cdot H] - \sin[2(\pi/D) \cdot H]}{\operatorname{sh}[2(\pi/D) \cdot H] + \sin[2(\pi/D) \cdot H]}$$

式中 D ——摩擦深度; H ——水深; u ——风速; α ——风与海流之夹角; 当 $u \neq H$ 时, $H/D = 0.103$, $\alpha = 4^\circ$

表 4 是利用芝罘岛海洋监察站 1991 年 7~8 月的风资料计算的该海域的风海流值。

表 1 烟台港潮位 (单位: m)

日 期	高 潮		高 潮		低 潮		低 潮	
	潮 时	潮 高	潮 时	潮 高	潮 时	潮 高	潮 时	潮 高
1991-07-27	1034	3.33	2320	3.27	0409	1.72	1713	1.36
1991-07-28	1045	3.49	2350	3.38	0441	1.77	1725	1.33
1991-07-29	1115	3.68	× ×	>	0526	1.85	1801	1.48
1991-07-30	0004	3.51	1207	3.42	0600	1.67	1818	1.35
1991-07-31	0049	3.32	1255	3.55	0642	1.64	1835	1.49
1991-08-01	0106	3.47	1325	3.30	0715	1.66	1920	1.37
平均潮差	1.88		最大潮差 2.20		最小潮差			1.50

2 流场特征分析

2.1 海流分析

根据实测资料得到的潮流调和常数见表 5 及表 6。

2.1.1 停泊点处的流场 在第一停泊点潮流作顺时针旋转。主轴方向为 SE~NW 向。最大涨潮流发生在高潮前 4h, 流速为 22cm/s, 流向为 166°。最大落潮流发生在高潮后 3h, 流速为 21cm/s, 流向为 289°。为了更确切地了解该点流场的情况, 在第一停泊点不同潮时, 设置了

表 2 芝罘岛风统计表

日 期	日平均风速 (m/s)	日最多风向	日最大风速 (m/s)	日最大风速 对应的风向
1991-07-27	3.0	ENE	5.0	NNW
1991-07-28	6.0	SE	11.2	SSE
1991-07-29	5.6	SSE, NW	10.6	SE
1991-07-30	4.4	WSW	7.6	NNW
1991-07-31	2.0	WSW	3.3	WSW
1991-08-01	1.8	W, NNW, NNE	3.3	SSW, NNW

表 3 烟台港码头风统计表

日 期	日平均风速 (m/s)	日最多风向	日最大风速 (m/s)	日最大风速 对应的风向
1991-07-27	3.5	NE	4.0	ESE
1991-07-28	5.0	SE	5.0	SE
1991-07-29	4.5	NW	6.0	NW
1991-07-30	5.0	SW	6.0	SW
1991-07-31	3.3	SW, SSW	4.0	NNE
1991-08-01	2.3	ESE	3.0	ESE

表 4 烟台芝罘湾累年 7~8 月及 1991 年 7 月 27 日~8 月 1 日风海流计算值

数 值 项 目	时 间	累年 7 月	累年 8 月	数 值 项 目	时 间	1991- 07-27	1991- 07-28	1991- 07-29	1991- 07-30	1991- 07-31	1991- 08-01
常风向		SSE	SSE	日最多风向		ENE	SE	SSE, NW	WSW	WSW	W, NNW
平均风速(m/s)		5.6	6.4	日最多风速(m/s)		5.0	11.2	10.6	7.6	3.3	3.3
常流向		NNW	NNW	常流向		WSW	WNW	NNW	NE	ENE	ESE
风海流平均流速 cm/s		9	10	风海流流速 cm/s		8	18	17	12	5	5

表 5 第一停泊点潮流余流计算值

分 潮	调 和 常 数				椭 圆 要 素					余 流	
	ξ	$U(\text{cm/s})$	ζ	$V(\text{cm/s})$	$W(\text{cm/s})$	W	K	θ	$\frac{\tau}{h}$	流 向	流 速
O_1	8.9	30.5	138.5	4.5	30.6	3.4	-0.112	355	0.6	69.5	17.4
K_1	54.4	42.0	184.0	6.2	42.2	4.7	-0.112	355	3.6		
M_2	70.5	16.7	212.4	19.2	24.1	8.2	-0.341	310	1.7		
S_2	119.3	5.7	261.2	6.5	8.2	2.3	-0.341	310	3.2		
M_4	131.8	2.4	248.8	3.6	3.8	2.0	-0.561	293	1.4		
MS_4	130.4	1.6	297.6	2.5	2.6	2.0	-0.561	293	2.2		

100 个标识质点,分别于小潮流和大潮流跟踪了 20~30 个潮周期,见图 2、图 3。从图 2、图 3 可以看出:由第一停泊点排放的标识质点基本以 ESE 偏 E 方向被余流带走,影响到芝罘湾以东海域的养殖区及渔场。

第二停泊点位于芝罘湾港区中间,潮流作顺时针旋转,其主轴方向为 NE~SW 向,最大涨潮流发生在高潮前 2h,最大落潮流发生在高潮后 3h,流速比湾外小,观测期间最大流速为

表 6 第二停泊点潮流余流计算值

分 潮	调 和 常 数				椭 圆 要 素					余 流	
	ϵ	$U(\text{cm/s})$	ζ	$V(\text{cm/s})$	$W(\text{cm/s})$	W	K	θ	$\frac{r}{h}$	流 向	流 速
O_1	5.0	1.0	144.5	1.0	1.3	0.5	-0.4	135.2	11.8	270	0.8
K_1	51.0	1.3	190.5	1.3	1.8	0.6	-0.4	315.2	2.1		
M_2	7.6	8.2	52.7	7.9	10.5	4.4	-0.4	43.8	1.0		
S_2	56.6	2.8	101.7	2.7	3.6	1.5	-0.4	43.8	2.6		
M_4	19.1	0.6	236.3	0.5	0.8	0.3	0.3	319.6	0.6		
MS_4	68.1	0.4	285.3	0.4	0.5	0.2	0.3	319.6	1.4		

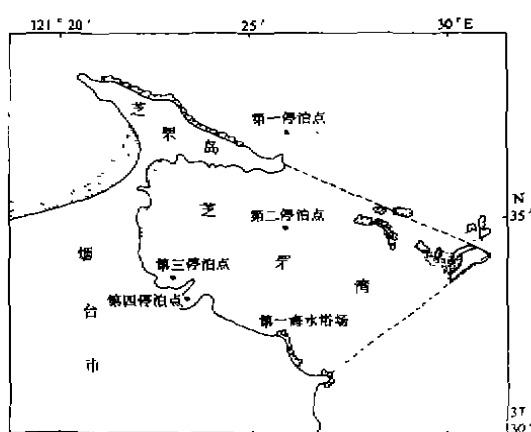


图 2 小潮时标识质点的运动轨迹

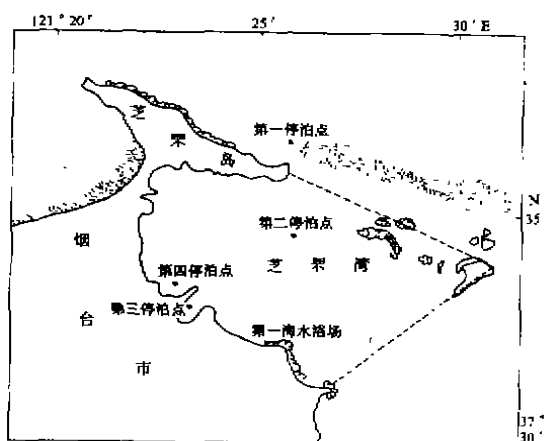


图 3 大潮时标识质点的运动轨迹

16cm/s。

2.1.2 潮流特征值 由潮流调和常数确定的椭圆要素,根据《港口工程技术规范》的规定,芝罘湾外海属不正规半日潮流性质,芝罘湾内属正规的半日潮流性质。半日潮流海区,大、中、小潮期间的潮流平均最大流速矢量为^[1]:

$$\vec{V}_{M_3} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2}; \quad \vec{V}_{M_m} = \vec{W}_{M_2}; \quad \vec{V}_{M_n} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2}$$

大、中、小潮期间水质点的平均最大运移距离:

$$\vec{L}_{M_3} = 142.3\vec{W}_{M_2} + 137.5\vec{W}_{S_2}$$

$$\vec{L}_{M_m} = 142.3\vec{W}_{M_2}$$

$$\vec{L}_{M_n} = 142.3\vec{W}_{M_2} - 137.5\vec{W}_{S_2}$$

在观测期间内潮流的最大可能流速 (不规则半日潮流和不规则全日潮流海区,采用下两

式中的较大值):

$$\bar{V}_{\max} = 1.29\bar{W}_{M_1} + 1.23\bar{W}_{S_1} + \bar{W}_{K_1} + \bar{W}_{O_1}$$

$$\bar{V}_{\max} = \bar{W}_{M_2} + \bar{W}_{S_2} + 1.68\bar{W}_{K_1} + 1.46\bar{W}_{O_1}$$

潮流水质点最大可能运移距离:

$$\bar{L}_{\max} = 183.6\bar{W}_{M_1} + 169.1\bar{W}_{S_2} + 274.3\bar{W}_{K_1} + 295.9\bar{W}_{O_1}$$

$$\bar{L}_{\max} = 142.3\bar{W}_{M_1} + 137.5\bar{W}_{S_2} + 460.8\bar{W}_{K_1} + 432.0\bar{W}_{O_1}$$

对不规则半日潮和不规则全日潮海区, 采用上两式中的较大值。计算结果见表 7。

表 7 “联期”轮停泊海区潮流特征值

项 目 停 泊 点	潮流平均最大流速				最大可能流速		潮流水质点平均最大运移距离				水质点最大可能运移距离	
	大 cm/s	中 cm/s	小 cm/s	方向	$V_{\max}$ cm/s	方向	大 (m)	中 (m)	小 (m)	方向	$L_{\max}$ m	方向
1	72.0	42.0	11.0	355	140.0	346	4557	3429	2302	310	8452	347
2	14.0	11.0	7.0	44	21.0	44	1989	1494	999	44	3415	46
3	4.3	3.3	2.2	115	12.6	158	609	463	319	115.4	3112	155
4	1.9	1.4	0.9	280	3.1	84	268	199	131	280	549.7	90

3 讨论与结果

3.1 第一停泊点海域溢油漂移路线及影响范围

由于烟台近海位于半封闭的北黄海, 潮差较大, 潮流显著, 余流较小。在第一停泊点, 涨潮流为 SE 向, 落潮流为 NW 向并且流速较大。在一个潮周期内, 海水通过一涨一落影响范围主轴平均为 9374m, 潮流水质点最大可能运移距离 8452m, 欧拉余流和风海流方向都是 SE 向, 拉格朗日余流在一个太阴日内运移距离为 2678m。第一停泊点发生的溢油, 根据各种方法的分析计算, 油污将影响到第一停泊点向东大约 20km 的海面, 形成了一条污染带, 影响了烟威渔场和近海养殖业。由于外海扩散稀释能力强, 基本影响不到烟台港区及烟台第一海水浴场。

3.2 第二停泊点溢油漂移路线及影响范围

“联期”轮在第二停泊点时正值涨潮时, 油污将随着涨潮流, 以 12cm/s 的流速向 SSW 方向输运, 即向烟台港池内堆积。另外, 当时风向为 ENE—E 向, 风向与流向基本一致, 大约经过 4h 油污即可到达烟台港东、西港池。

从余流流场来看, 由于东港池挡浪坝外有一逆时针的余环流, 溢油在东港池北口方向朝 SW 向流入港池内, 并流向烟台山嘴, 海上酒楼以及烟台第一海水浴场。

受地形影响形成的逆时针余流涡致使拉格朗日余流在烟台山嘴、东炮台、玉岱山沿岸自西向东流动。从烟台港东、西港池周围的潮流、余流和拉格朗日余流的方向和速度分析看,潮流、余流和拉格朗日余流都能使东港池内的油污大部分经挡浪坝南口汇于烟台山北侧。在余流的作用下,水质点向第一海水浴场方向发生净位移为 1 382m,东港池至第一海水浴场约为 2 700m,海水水质点经过 1.95 个潮周期就可完成这段距离。因此,可以得出结论,由于“联期”轮在第二停泊点发生的溢油,在潮流、余流的作用下,造成烟台第一海水浴场及附近海域大面积的油污染。

参 考 文 献

- 1 交通部. 港口工程技术规范 (第二篇, 第一册), 84
- 2 窦振兴. 渤海潮流及潮余流的数值计算. 海洋学报, 1981, 3 (3): 356
- 3 赵迎春. 芝罘湾港区泥沙与海流特征. 海洋通报, 1990, 9 (1): 7
- 4 窦振兴. 渤海风海流污染输运的数值模拟. 海洋与湖泊, 1986, 17 (5): 412

IMPACT OF WIND CURRENT ON DRIFT PATH OF SPILLAGE AT SEA

Ding Yulan and Tang Limei

Yantai Oceanic Administration Division, SOA, Yantai 264000

Abstract Spillage oil was found in several areas out of and within the Yantai Harbour after a British freighter "Lianqi" had anchored at four anchorages. With the observation data, approached here are the drift path and influencing range of the spillage oil at sea under the action of wind current and tidal current.

Key Words wind current; spillage oil; drift path; Yantai Harbour