

文章编号:1002-3682(1999)04-0022-07

埭岛油田海底管道工程海域 环境现状及质量评价

22-28

王荣纯,张瑞安

(国家海洋局烟台中心海洋站,山东烟台264000)

X741.03

摘要:利用实测资料采用《中国近海水质评价方法》对工程海域环境现状进行分析和质量评价,结果表明工程海域水体主要污染为有机污染和石油污染;主要污染物为无机氮、无机磷、石油类、铅。海域为三类海水。靠近采油平台、油井组的站位水质差,远离平台、井组水质较好,说明海上石油开发带来了一定的污染。工程海域内的底质尚未受到污染。 **石油**

关键词:海底管道;海洋环境;环境状况;质量评价

溢油事故,污染治理

中图分类号:TE991.102

文献标识码:A

为了更好地贯彻《铺设海底电缆管道管理规定》及其实施办法,针对海底输油管道工程在施工阶段、生产运营阶段及发生溢油事故情况,对周围海洋环境和海洋资源的影响范围和程度,提出管道施工、生产运营各阶段及发生溢油事故等情况下的污染防治对策,为海底管道工程建设的可行性和环境保护提供科学依据,并作为发生溢油事故时对海底管道主管机关协调赔偿责任的依据。

1 海水质量现状监测与评价

1.1 监测站位

1998年1月5~7日对工程海域实施了现场调查,共设水质调查站20个(表1)。

表1 海域调查站位表

站号	E	N	站号	E	N
1	118°47'30"	38°14'00"	11	118°47'30"	38°12'00"
2	118°48'30"	38°14'00"	12	118°48'30"	38°12'00"
3	118°49'30"	38°14'00"	13	118°49'30"	38°12'00"
4	118°50'30"	38°14'00"	14	118°50'30"	38°12'00"
5	118°51'30"	38°14'00"	15	118°51'30"	38°12'00"
6	118°47'30"	38°13'00"	16	118°47'30"	38°11'00"
7	118°48'30"	38°13'00"	17	118°48'30"	38°11'00"
8	118°49'30"	38°13'00"	18	118°49'30"	38°11'00"
9	118°50'30"	38°13'00"	19	118°50'30"	38°11'00"
10	118°51'30"	38°13'00"	20	118°51'30"	38°11'00"

收稿日期:1999-04-17,修订日期:1999-07-18

1.2 测定项目与方法

1.2.1 测定项目 本工程海域环境质量调查,测定的水质项目有:pH、DO、COD、无机氮 TIN(NO_3^- -N, NO_2^- -N, NH_4^+ -N)、无机磷(TIP)、Cu、Pb、Cd、总 Hg、油类(Oil)、悬浮物(SS),盐度 12 项。

采集水样层次由水深决定。调查区域水深 8~10m,故采取表、底两层水样。

1.2.2 测定方法 水质样品的测定方法主要采用《海洋监测规范》所规定的方法(表 2)。

表 2 水质测定方法表

项 目	分析方法	项 目	分析方法
COD	碱性高锰酸钾法	油类	紫外分光光度法
DO	碘量滴定法	铜	阳极溶出伏安法
氨氮	次溴酸钠氧化法	铅	阳极溶出伏安法
硝酸氮	铈锡还原法	镉	阳极溶出伏安法
亚硝酸氮	重氮偶氮比色法	总汞	冷原子荧光法
磷酸盐	磷钼蓝法	悬浮物	重量法

1.2.3 评价标准 本次水质评价选用《中华人民共和国海水水质标准》(GB3097-82)的一类海水标准。

1.3 海区主污染物介绍

本海区水质监测值见表 3。

表 3 各测站污染物质监测浓度

站号	DO	COD	TIN	TIP	Oil	pH	Cu	Pb	Cd	Hg	SS
1号	8.40	0.78	0.421	0.310	1.324	7.89	(—)	98.8	(—)	0.106	347.6
2号	7.68	2.50	0.508	0.022	0.058	7.90	(—)	1.60		0.098	264.8
3号	7.71	1.72	0.961	0.019	0.078	7.85	(—)	19.8	(—)	0.089	180.2
4号	7.04	1.60	0.446	0.022	0.075	7.97	(—)	245.6	(—)	0.124	352.0
5号	7.50	1.26	0.446	0.024	0.070	7.87		106.0		0.137	347.1
6号	8.12	1.65	0.400	0.030	0.059	7.95		107.2	(—)	0.098	437.5
7号	7.63	0.59	0.377	0.029	0.079	7.92	(—)	69.8	(—)	0.089	274.4
8号	7.68	0.71	0.286	0.029	0.109	7.89	(—)	46.1	(—)	0.124	159.0
9号	8.35	3.15	0.465	0.015	0.086	7.96	(—)	227.6	(—)	0.113	308.8
10号	7.82	0.67	0.490	0.016	0.103	7.88	(—)	21.3	(—)	0.140	232.6
11号	10.10	1.25	0.114	0.037	0.016	7.89	(—)	22.9	3.1	0.130	543.6
12号	10.74	0.81	0.071	0.037	0.020	7.90	(—)	5.6	(—)	0.170	544.8
13号	9.49	1.25	0.080	0.041	0.023	7.89	(—)	3.8	(—)	0.150	706.6
14号	10.14	0.65	0.085	0.041	0.023	7.89	(—)	3.5	(—)	0.120	438.4
15号	10.50	1.82	0.075	0.040	0.023	7.93	(—)	12.4	(—)	0.170	641.6
16号	10.22	3.06	0.049	0.044	0.034	7.91	(—)	10.2	(—)	0.130	1702.4
17号	9.88	1.13	0.096	0.023	0.020	7.89	(—)	5.1	(—)	0.150	582.4
18号	9.79	1.05	0.089	0.036	0.030	7.90	(—)	4.6	(—)	0.170	684.8
19号	9.74	1.13	0.107	0.040	0.037	7.91	(—)	15.3	1.8	0.130	538.4
20号	9.73	1.58	0.068	0.042	0.017	7.91	(—)	19.2	4.6	0.130	885.6

注: pH 为无量纲, Cu、Pb、Cd、Hg 为 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$, 其余为 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ 。

1.3.1 化学耗氧量 水的化学耗氧量测值范围为 $0.2 \sim 1.05 \text{mg/dm}^3$, 2 个站超标, 超标率为 10%, 其均值为 1.42mg/dm^3 。

1.3.2 无机氮 近海营养盐过剩, 其测值为 $0.49 \sim 5.08 \text{mg/dm}^3$, 12 个站超标, 超标率为 60%, 均值为 0.26mg/dm^3 。

1.3.3 无机磷 本海域测值范围 $0.015 \sim 0.310 \text{mg/dm}^3$, 均值 0.045mg/dm^3 , 全部超标。

1.3.4 油 海域测值范围 $0.017 \sim 0.132 \text{mg/dm}^3$, 超标率 50%, 均值 0.114mg/dm^3 。

1.3.5 铅 海域内铅的测值范围为 $0.004 \sim 0.246 \text{mg/dm}^3$, 均值为 0.053mg/dm^3 , 超标 6 个站, 超标率为 30%。

1.3.6 悬浮物 本海区处在黄河入海口的舌流区北部, 各站悬浮物质都超过 150mg/dm^3 , 即三类水以上。

1.4 工程海域内水质评价

目前水质评价模式很多, 为了纳入国家海洋管理之中, 服务于高层决策, 这次评价采用专家系统论证的评价方法《中国近海水质评价方法》, 也是国家自 1989 年以来每年发布的海洋环境公报所用的方法。

1.4.1 单站单项水质参数采用标准指数评价

$$S = C/C_s; \quad S_{\text{pH}} = |\text{pH} - \text{pH}_m| DS$$

$$\text{pH}_m = \frac{1}{2}(\text{pH}_m + \text{pH}_{sd}); \quad DS = \frac{1}{2}(\text{pH}_m - \text{pH}_{sd})$$

$$S_{\text{DO}} = \begin{cases} |\text{DO}_f - \text{DO}| / (\text{DO}_f - \text{DO}_s) & \text{DO} \geq \text{DO}_s \\ 10 - 9\text{DO}/\text{DO}_s & \text{DO} < \text{DO}_s \end{cases}$$

式中 S 为标准指数; C 为某项水质参数的实测值; C_s 为与 C 对应的一类海水水质标准; pH_m 、 pH_{sd} 分别为一类海水 pH 标准的上、下限值; DO_f 为饱和溶解氧, DO_s 为一类海水溶解氧值。

根据海水水质标准(GB3097-82)将水质划分为 A、B、C、D 四级, A、B、C 分别为一、二、三类海水, D 为超过三类海水标准的情况。A、B、C 各级又分为 A_0 、 A_1 、 A_2 、 B_1 、 B_2 、 C_1 、 C_2 诸亚级。下标 1 为接近该标准下限值, 下标 2 为接近该级标准上限值。以此为根据, 计算各站单项标准指数 S 见表 4, 单项水质类别见表 5。

从表 5 可以清楚地看出工程海域内无机磷、无机氮、油污染严重, 尤其是无机磷, 半数

表 4 单项水质指数 S

站号	DO	COD	TIN	TIP	Oil	pH	Pb	Hg	站号	DO	COD	TIN	TIP	Oil	pH	Pb	Hg
1号	0.21	0.26	4.21	2.07	26.48	0.18	1.98	0.21	11号	0.25	0.42	1.14	2.47	0.32	0.13	0.46	0.26
2号	0.05	0.83	3.08	1.47	1.16	0.11	0.32	0.20	12号	0.16	0.27	0.71	2.47	0.40	0.04	0.11	0.34
3号	0.03	0.57	4.61	1.27	1.56	0.00	0.39	0.18	13号	0.34	0.42	0.80	2.73	0.46	0.11	0.08	0.28
4号	0.28	0.53	4.46	1.47	1.50	0.04	4.91	0.25	14号	0.25	0.22	0.85	2.73	0.46	0.13	0.19	0.24
5号	0.11	0.42	4.46	1.60	1.40	0.18	2.12	0.27	15号	0.19	0.61	0.75	2.67	0.46	0.04	0.25	0.34
6号	0.11	0.55	4.00	2.00	1.18	0.00	2.14	0.20	16号	0.24	1.02	0.49	2.93	0.68	0.09	0.20	0.26
7号	0.08	0.20	3.77	1.93	1.58	0.07	1.40	0.18	17号	0.29	0.38	0.96	2.20	0.40	0.13	0.10	0.30
8号	0.05	0.24	2.86	1.93	2.18	0.13	0.92	0.25	18号	0.30	0.35	0.89	2.40	0.60	0.11	0.09	0.34
9号	0.18	1.05	4.65	1.00	1.72	0.02	4.55	0.23	19号	0.31	0.38	1.07	2.67	0.74	0.09	0.31	0.26
10号	0.01	0.22	4.90	1.07	2.06	0.16	0.45	0.28	20号	0.31	0.53	0.68	2.80	0.34	0.09	0.38	0.26

以上站位达到三类水,无机氮将近半数站超过三类水。在中心二号、中心一号、CB20A 井附近的 4、5、6、9 号站的铅污染超过了三类水,应加以注意。

表 5 单项水质类别

站号	DO	COD	TIN	TIP	Oil	pH	Pb	Hg	站号	DO	COD	TIN	TIP	Oil	pH	Pb	Hg
1 号	A ₁	A ₁	D	C ₁	D	A ₀	B ₂	A ₁	11 号	A ₁	A ₁	B ₁	C ₁	A ₁	A ₀	A ₁	A ₁
2 号	A ₀	A ₂	D	B ₁	B ₁	A ₀	A ₁	A ₀	12 号	A ₀	A ₁	A ₁	C ₁	A ₁	A ₀	A ₀	A ₁
3 号	A ₀	A ₁	D	B ₁	B ₁	A ₀	A ₁	A ₀	13 号	A ₁	A ₁	A ₂	C ₁	A ₁	A ₀	A ₀	A ₁
4 号	A ₁	A ₁	D	B ₁	B ₁	A ₀	D	A ₁	14 号	A ₁	A ₁	A ₂	C ₁	A ₁	A ₀	A ₀	A ₁
5 号	A ₀	A ₁	D	B ₁	B ₁	A ₀	D	A ₁	15 号	A ₀	A ₁	A ₂	C ₁	A ₁	A ₀	A ₁	A ₁
6 号	A ₀	A ₁	D	B ₂	B ₁	A ₀	D	A ₀	16 号	A ₁	B ₁	A ₁	C ₂	A ₁	A ₀	A ₀	A ₁
7 号	A ₀	A ₀	D	B ₂	B ₁	A ₀	B ₁	A ₀	17 号	A ₁	A ₁	A ₂	C ₁	A ₁	A ₀	A ₀	A ₁
8 号	A ₀	A ₁	C ₂	B ₂	C ₁	A ₀	A ₂	A ₁	18 号	A ₁	A ₁	A ₂	C ₁	A ₁	A ₀	A ₀	A ₁
9 号	A ₀	B ₁	D	A ₂	B ₁	A ₀	D	A ₁	19 号	A ₁	A ₁	B ₁	C ₁	A ₁	A ₀	A ₁	A ₁
10 号	A ₀	A ₁	D	B ₁	C ₁	A ₀	A ₁	A ₁	20 号	A ₁	A ₁	A ₁	C ₂	A ₁	A ₀	A ₁	A ₁

1.4.2 单站综合水质采用多项水质参数综合指数评价

$$ISWQ = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S^{(1+4\delta_i W_i)}; \delta_i = \begin{cases} 1 & S > 1 \\ 0 & S \leq 1 \end{cases}; W_i = f_i / \sum_{j=1}^8 f_j$$

污染物 pH、COD、DO、TIN、TIP、Oil、Pb、Hg 的分权值 f 分别为 5.4、6.7、7.0、7.5、7.3、9.0、7.4、8.6。其中 ISWQ 为海水综合指数, W 为污染种类权值, W_i 为 i 项水质参数的权值, f_i 为第 i 项水质参数的分权值, 采用专家系统论证的分权值, 其数值只与污染物的种类有关, 与污染物的数量及测站无关, 该方法主要考虑到毒理效应、生态效应、净化能力、危害程度及我国近海现状。参评项目为 DO、COD、TIN、TIP、Oil、pH、Pb、Hg 8 项(表 6)。

表 6 ISWQ 值

站号	DO	COD	TIN	TIP	Oil	pH	Pb	Hg	ISWQ	级别
1 号	0.21	0.26	8.89	2.94	189.1	0.18	2.98	0.21	25.6	D
2 号	0.05	0.63	11.8	1.77	1.27	0.11	0.32	0.20	2.04	C ₁
3 号	0.03	0.57	10.21	1.42	2.04	0.00	0.39	0.18	1.86	C ₁
4 号	0.28	0.53	9.70	1.80	1.91	0.04	11.23	0.25	3.22	C ₁
5 号	0.11	0.42	9.70	2.00	1.71	0.18	3.13	0.27	2.19	C ₁
6 号	0.11	0.55	8.22	2.79	1.30	0.00	3.18	0.20	2.04	C ₁
7 号	0.06	0.20	7.52	2.65	2.08	0.07	1.67	0.18	1.80	C ₁
8 号	0.05	0.24	4.94	2.65	3.48	0.13	0.92	0.25	1.58	B ₂
9 号	0.18	1.07	10.34	1.00	2.38	0.02	10.00	0.23	3.15	C ₁
10 号	0.01	0.22	11.20	1.11	3.18	0.16	0.43	0.28	2.07	C ₁
11 号	0.25	0.42	1.22	3.81	0.22	0.13	0.46	0.26	0.86	B ₁
12 号	0.16	0.27	0.71	3.81	0.40	0.04	0.11	0.34	0.84	B ₁
13 号	0.34	0.42	0.80	4.42	0.46	0.11	0.08	0.26	0.86	B ₁
14 号	0.25	0.22	0.85	4.42	0.46	0.13	0.19	0.24	0.85	B ₁
15 号	0.19	0.61	0.75	4.28	0.46	0.04	0.25	0.34	0.87	B ₁
16 号	0.24	1.03	0.49	4.91	0.68	0.09	0.20	0.26	0.99	C ₁
17 号	0.29	0.38	0.96	3.21	0.40	0.15	0.10	0.30	0.72	A ₂
18 号	0.30	0.35	0.89	3.65	0.60	0.11	0.09	0.34	0.79	A ₂
19 号	0.31	0.38	1.11	4.28	0.74	0.09	0.31	0.26	0.94	B ₁
20 号	0.31	0.53	0.68	4.59	0.34	0.09	0.38	0.26	0.90	B ₂

从表6可以看出17、18号站水质最好,属于一类海水,11、12、13、14、15、19站属于二类海水,1号站水质最差。靠近中心二号、中心一号、CB20A井水质较差,而远离井组则水质较好,所以应加强石油平台的海上环境管理。

1.4.3 工程海域水质采用特定海域水质指数评价

$$\text{IGSQ} = \left[\sum_{i=1}^M I_i W_i + 1.5 \sum_{j=1}^N (\text{IO}_j - r)^2 W_j \right]^{1/2}$$

$\text{IGSQ} = \max [I_i]$, (当 $\max [I_i] < \text{IGSQ}$ 时), 式中 IGSQ 为特定海域水质指数, I 为 ISWQ ; W 为测站权值, 主要考虑测站的控制面积和重要程度, 因本工程海域测定站位设计为网格状, 故 W 按均值分配。 r 为标准, 对 S (单站单项), $r = 1$, 对 ISWQ (单站多项), $r = 0.8$, IO 为 (单站多项) 大于 r 的标准指数。 N 为超标测站数。其计算结果本工程海域 IGSQ 为 2.68, 属于 C_1 级水质, 即本海域水质达到了三类海水的下限, 这虽然符合海洋开发作业区的水质标准, 但务必注意, 此类海水不可继续恶化。

1.5 环境监测结论

1. 工程海域营养盐 (无机氮、无机磷) 过剩, 这与近海养殖及陆岸河口排污有关。
2. 油污染严重, 半数站超标, 个别站超过了三类海水标准, 这与船舶排放, 海上石油开采有关。
3. 4、5、6、9号站铅污染严重, 超过了三类海水标准, 其原因应进一步调查研究。
4. 工程海域内靠近采油平台、油井组的站位水质差, 远离平台、井组水质较好, 说明海上石油开发带来了一定的污染。
5. 工程海域整体水质状况为三类海水的下限, 符合我国规定的工程海域水质标准。
6. 要进一步加强陆岸河口污水排放管理; 加强海上船舶、海洋石油开采、海洋工程排污管理, 使渤海湾水质转好。

2 沉积物质量状况与评价

2.1 底质现状

本次调查设2和5号站, 采集表层沉积物样品2个, 对其中的铜、铅、总汞、油类、总铬、硫化物、砷等的含量进行了分析。采样及分析过程均按《海洋监测规范》要求进行。测定结果见表7。

表7 海区表层沉积物测定结果表 ($\times 10^{-5}$)

项 目	Pb	油	Hg	Cu	As	总铬	硫化物	氧化还原电位
2号站	4.6	80.0	0.004	0.14	24.5	7.4	23.3	+381mV
5号站	12.9	398.9	0.006	0.14	30.0	11.3	14.5	+375mV

2.2 底质质量评价

1. 评价标准: 本次评价采用全国海岸带和海涂资源综合调查环保专业组 (1983) 提供的标准 (表8)。

表 8 底层评价标准

评价因子	Cu	Pb	Hg	油	硫化物
标准($\times 10^{-6}$)	30	25	0.2	1 000	300

2. 评价模式:底质评价采用污染指数法进行,采用环境监测通用的模式。污染指数的计算

$$P_i = \frac{C_i}{S_i} \quad (1)$$

式中 P_i 为污染的质量分指数; C_i 为污染物实测值; S_i 为污染物标准值。

计算环境质量指数

$$Q = \sum_{i=1}^n W_i P_i \quad (2)$$

式中 Q 为底质环境质量指数; W_i 为各因子权重值,是采用质量指数分配率方法求得。

3. 污染物的等级划分:本次评价底质污染物等级划分采用通用等级划分标准表 9。

表 9 底层污染物等级划分

分级	清洁	尚清洁	微污染	轻污染	中等污染	重污染
Q	<0.18	$0.18 \sim 0.40$	$0.40 \sim 0.70$	$0.70 \sim 1.00$	$1.00 \sim 2.00$	>2.00

4. 沉积物监测结果讨论:

将有关数据分别代入式(1)、(2)中,求出底质污染物的污染指数及底质环境质量指数,并确定质量等级(表 10)。

由表 7、表 10 可以看出 2 号、5 号两个测站的表层沉积物的氧化还原电位分别为 +381mV、+375mV,属于氧化性区域;2 号站位铅的含量相对高些,5 号站位铅与油的含量较高;从表 10 还可以看出,2 号站位表层底质为清洁状况。5 号站位表层底质达微污染状态,主要污染物为铅和油。

由 2 号、5 号两个站位的表层底质现状与评价可知,该区域表层沉积物属氧化区域;2 号位综合环境质量为清洁状况;5 号位综合状况为微污染状态,主要污染物为铅和油。

表 10 底质污染物指数及质量指数计算结果表

污染因子		Pb	油	Hg	硫化物	Cu
P_i	2号站	0.18	0.08	0.02	0.08	0.005
	5号站	0.52	0.40	0.03	0.05	0.005
W_i	2号站	0.49	0.22	0.05	0.22	0.01
	5号站	0.52	0.40	0.03	0.05	0.005
$W_i P_i$	2号站	0.088	0.018	0.001	0.018	0.000
	5号站	0.270	0.160	0.001	0.002	0.000
Q	2号站			0.125		
	5号站			0.433		
质量	2号站			尚清洁		
等级	5号站			微污染		

3 调查与评价结论

- 通过本次调查说明工程海域水体已受到采油平台和井组的油、铅污染,为三类海水。
- 海域底质未受到污染。
- 为保护海洋资源和海洋环境,要进一步加强海洋综合管理。

ESTIMATE OF PRESENT SITUATION AND QUALITY OF OCEAN ENVIRONMENT FOR BED PIPE-LINE OF CHENGDAO OIL FIELD

WANG Rong-chun, ZHANG Rui-an

(Yantai Central Ocean Station, SOA, Yantai 264000, China)

Abstract: The estimate of present situation and quality of ocean environment is given employed measured data based on 《the Method of Water Quality Estimate in Nearshore Area of China》 in the paper. The results show that the main pollutants are organic pollutant and oil pollutant including inorganic nitrogen, inorganic phosphorus, oil, and lead. The sea water is class 3 in the area. The worse of the water, the nearer to the platform, and the better of the water, the faster to the platform, So the pollution is produced by oil explosion. But the bottom materials have not yet pollution occurred.

Key words: bed pipe-line; ocean environment; environment situation; estimate of quality

我国首座可移动桶形基础采油平台 在胜利油田海域安装成功

由胜利石油管理局、国家海洋局第一海洋研究所、天津大学、上海交通大学共同承担的国家“863”高科技攻关项目“可移动桶形基础采油系统技术研究”,在室内外大量试验的基础上,经过4单位有关领导和科技人员的不懈努力,取得了突破性进展——我国首座桶形基础采油平台于1999年10月25日在胜利油田埕北CB20B井组顺利安装成功。

该平台设计工作水深8.9m,基础部分由4个高4.4m,直径4m的桶组成。桶形基础平台与普通的桩基平台不同之处就是利用桶基础代替了桩基础,施工方式也由原来的打桩安装方式改变为利用负压抽吸的方式,大大节约了施工时间。该平台施工准备于10月24日16时开始,10月25日1时35分该平台由浮吊吊起,4时18分桶形基础桶底下放到海底位置,正式进行海上沉贯,经过近4h的自动测控、负压抽吸,于8时08分桶形基础平台达到了预定的设计深度,沉贯结束。经自动测量表明,该平台的各项性能指标均达到国家“863”高科技攻关项目的技术要求。平台实际安装时间不到4h,施工总时间不到24h,比原来的桩基平台节约5~8d的海上施工时间,预计可使平台的总造价节省30%。

该平台是我国第一座桶形基础采油平台,它的安装成功,标志着我国桶形基础平台应用技术取得了突破性进展,达到了90年代中期国际先进水平。同时,也表示我国海洋平台用桶基础代替桩基础这项高技术在海洋油气开发中进入推广应用阶段。

朱儒第 报道