



编号：COES-007-HP-2019

# 渤中 26-3 油田扩建项目 环境影响报告书

建设单位：中海石油（中国）有限公司天津分公司



环评单位：中海石油环保服务（天津）有限公司

编制时间：2020 年 2 月

# 目 录

<b>1</b>	<b>总论</b> .....	<b>1</b>
1.1	评价任务由来与评价目的.....	1
1.2	报告书编制依据.....	2
1.3	环境质量和污染物排放标准.....	4
1.4	环境影响评价因子筛选.....	7
1.5	环境敏感区和环境保护目标.....	9
1.6	环境影响评价工作等级.....	16
1.7	环境影响评价范围与评价重点.....	17
<b>2</b>	<b>工程概况</b> .....	<b>19</b>
2.1	项目概况.....	19
2.2	工程开发方案.....	30
2.3	油田开发过程及生产工艺.....	64
2.4	依托可行性分析.....	75
<b>3</b>	<b>工程分析</b> .....	<b>86</b>
3.1	工程各阶段污染环节及环境影响分析.....	86
3.2	工程各阶段污染源强核算.....	88
<b>4</b>	<b>区域自然和社会环境概况</b> .....	<b>100</b>
4.1	区域自然现状.....	100
4.2	工程海洋资源和海域开发利用情况.....	106
4.3	周边海域环境敏感目标的现状与分布.....	123
<b>5</b>	<b>环境质量现状调查与评价</b> .....	<b>138</b>
5.1	水文动力环境现状调查与评价.....	138
5.2	地质地貌.....	154
5.3	海水水质现状调查及评价.....	169
5.4	海洋沉积物现状调查及评价.....	217

5.5	海洋生态环境现状调查及评价 .....	223
5.6	渔业资源现状调查与评价 .....	247
<b>6</b>	<b>回顾性环境影响评价.....</b>	<b>274</b>
6.1	油田开发生产过程回顾 .....	274
6.2	风险事故回顾.....	281
6.3	工程所在海域环境质量回顾评价 .....	282
<b>7</b>	<b>环境影响预测与评价.....</b>	<b>292</b>
7.1	水文动力环境影响分析与评价 .....	291
7.2	地形地貌与冲淤环境影响分析与评价 .....	311
7.3	水质环境影响预测分析与评价 .....	311
7.4	沉积物环境影响分析.....	317
7.5	海洋生态环境影响分析与评价 .....	319
7.6	主要敏感目标和海洋功能区环境影响分析.....	327
7.7	其他内容的环境影响分析与评价 .....	328
<b>8</b>	<b>环境风险分析与评价.....</b>	<b>333</b>
8.1	环境风险危害识别与事故频率估算.....	333
8.2	环境风险影响预测方法及相关参数.....	342
8.3	污染物迁移扩散路径、范围和扩散浓度、时空分布 .....	347
8.4	事故后果分析.....	369
8.5	地质性溢油风险分析与评价.....	373
8.6	环境风险防范对策措施和应急方法.....	386
8.7	结论.....	405
<b>9</b>	<b>清洁生产、总量控制与对策措施.....</b>	<b>406</b>
9.1	清洁生产分析.....	406
9.2	总量控制 .....	415
9.3	环境保护对策措施.....	418
<b>10</b>	<b>环境保护的技术经济合理性.....</b>	<b>427</b>

10.1	环境保护设施和对策措施的费用估算 .....	427
10.2	环境保护的经济损益分析 .....	427
10.3	环境保护的技术经济合理性 .....	432
10.4	社会效益 .....	433
<b>11</b>	<b>海洋工程的环境可行性 .....</b>	<b>434</b>
11.1	与海洋主体功能区规划符合性分析 .....	434
11.2	海洋功能区划和环境保护规划相关符合性 .....	436
11.3	与《山东省渤海海洋生态红线区划定方案》符合性分析 .....	442
11.4	区域和行业规划的符合性 .....	443
11.5	建设项目的政策符合性 .....	445
11.6	生态建设方案 .....	446
<b>12</b>	<b>环境管理与监测计划 .....</b>	<b>457</b>
12.1	环境管理 .....	457
12.2	环境监测计划 .....	461
<b>13</b>	<b>环境影响评价结论 .....</b>	<b>465</b>
13.1	工程分析结论 .....	465
13.2	环境现状分析与评价结论 .....	466
13.3	环境影响预测分析与评价结论 .....	469
13.4	环境风险分析与评价结论 .....	471
13.5	清洁生产和总量控制结论 .....	471
13.6	环境保护对策的合理性、可行性结论 .....	471
13.7	区划规划分析与政策符合性结论 .....	473
13.8	建设项目环境可行性结论 .....	473
<b>14</b>	<b>附件 .....</b>	<b>474</b>
<b>15</b>	<b>附录 .....</b>	<b>508</b>

# 1 总论

## 1.1 评价任务由来与评价目的

### 1.1.1 评价任务由来

渤中 26-3 油田位于渤海中部海域，地理坐标为 [REDACTED] [REDACTED]，北距渤中 26-2 油田约 5.2km，西距渤中 25-1 南油田约 13.1km，西北距天津市塘沽区约 160km，西北距京唐港约 125km，西南距岸边约 40km，东南距山东省龙口市约 118km。油田范围内平均水深 21.0m。渤中 26-3 油田扩边区域隶属于渤中 26-3 油田，油田范围内平均水深 21.0m。渤中 26-3 油田扩边区离周边已开发的渤中 25-1 南油田的 BZ25-1WHPD 平台约 9.1km，距渤中 26-2 油田的 BZ26-2WHPA 平台约 8.8km，而距离渤中 26-3 油田主体区的 BZ26-3WHPA 平台约 4km。截至目前，渤中 26-3 油田共有开发井 [REDACTED]，其中采油井 [REDACTED]，采气井 [REDACTED]，注水井 [REDACTED] 口，水源井 [REDACTED] 口，日产油 [REDACTED]，日产气 [REDACTED]，日注水 [REDACTED]，采油速度 [REDACTED]，综合含水 [REDACTED]，累产油 [REDACTED]，累产气 [REDACTED]，累注水 [REDACTED]，累计注采比 [REDACTED]，原油采出程度 [REDACTED]。

渤中 26-3 油田已进入高含水阶段，为实现油田的中长期稳产，近几年在油田周边加大了滚动勘探的力度。2015~2017 年，在渤中 26-3 油田周边实施滚探井共 [REDACTED] 口，本次动用区块新增探明原油地质储量 [REDACTED]，新增探明天然气地质储量 [REDACTED]。本项目依托渤中 26-3 油田老平台，通过对油田周边滚动评价新发现储量充分动用，也为实现油田的中长期稳产奠定基础。

渤中 26-3 油田扩建项目的主要建设内容包括：（1）新建 1 座 4 腿井口平台 BZ26-3WHPC；（2）新建 1 座 3 腿生产辅助平台 BZ26-3PAPD；（3）新建 1 条 BZ26-3WHPC 至 BZ26-3PAPD 的 4.4km 混输海管；（4）新建 BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 的 4.4km 注水海管；（5）新建 1 条 BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 的 4.4km 的集束海缆；（6）现有 BZ26-3WHPA 平台的改造。

按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》以及《中华

《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》的规定，需对渤中 26-3 油田扩建项目进行环境影响评价，受中海石油（中国）有限公司天津分公司委托，中海石油环保服务（天津）有限公司承担了渤中 26-3 油田扩建项目的环境影响评价工作。

### 1.1.2 评价目的

本评价旨在查明建设项目评价范围内的环境质量现状，在全面分析建设项目施工期和运营期的主要污染因子的种类和数量的基础上，预测和评价建设项目对周围环境的影响范围和程度，阐明该项目的环境效益、经济效益和社会效益，提出相应的环境保护措施和建议，从环境保护角度论证该项目建设的合理性和可行性，为项目建设和审批提供科学依据。

## 1.2 报告书编制依据

### 1.2.1 法律依据与相关文件

- 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日修订）；
- 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017 年 11 月 4 日修正）；
- 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 19 日修正）；
- 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（国务院，2017.7.1 修订）
- 《中华人民共和国海域使用管理法》（2002.1）；
- 《中华人民共和国渔业法》（2013 年 12 月 28 日修改）；
- 《中华人民共和国海上交通安全法》（1984.1）；
- 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012 年 2 月 29 日修改）；
- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2004 年 12 月 29 日修订）；
- 《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》（1983.12）；
- 《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例实施办法》

- (1989.12);
- 《防治船舶污染海洋环境管理条例》(2009.9);
  - 《铺设海底管道电缆管理规定实施办法》(1992.8);
  - 《建设项目环境保护管理条例》(国务院, 2017.7.16 修订)
  - 《中国水生生物资源养护行动纲要》(2006.2);
  - 《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》(国家海洋局, 2014.4);
  - 《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》(交通部, 2011.3.1 起施行);
  - 《产业结构调整指导目录》(2011 年本, 2013 年修正版);
  - 《环境保护公众参与办法》(2015.7);
  - 《环境影响评价公众参与暂行办法》(2019 年 1 月 1 日实施);
  - 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》(2007.5);
  - 《山东省海洋环境保护条例》(2016.3 修订);
  - 《山东省海洋环境保护规划(2008~2020)》;
  - 《全国海洋功能区划(2011-2020 年)》;
  - 《全国海洋主体功能区规划》(2015.8);
  - 《关于印发山东省海洋主体功能区规划的通知》(鲁政发(2017)22 号);
  - 《山东省海洋功能区划(2011-2020 年)》;
  - 《山东省海洋主体功能区规划》(2017.8);
  - 《海洋自然保护区管理办法》(1995.5);
  - 《山东省渤海海洋生态红线区划定方案》(2013-2020 年);
  - 《山东半岛蓝色经济区发展规划》(2011.1);
  - 《黄河三角洲高效生态经济区发展规划》(2008) ;

- 《山东省生态环境建设与保护规划纲要》。
- 《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交通运输部，2018.11）

## 1.2.2 技术依据

- 《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2011）；
- 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）；
- 《建设项目环境风险评价导则》（HJ/T 169-2004）；
- 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（国家海洋局，2002.4）；
- 《海洋监测规范》（GB 17378.1-7-2007）；
- 《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）；
- 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（中华人民共和国农业部，2008年3月）。
- 《国家海洋局海洋生态文明建设实施方案》（2015-2020年）（国家海洋局，2015年7月）

## 1.2.3 工程资料及有关批复文件

- 环境影响评价委托书（见附件1）；
- 《渤中 26-3 油田扩建总体开发方案》（渤海石油研究院 2019 年 10 月）；

## 1.3 环境影响评价和环境质量标准

### 1.3.1 环境质量标准

根据《海水水质标准》(GB3097-1997)，结合对照《山东省海洋功能区划》（2011-2020年）、《山东省海洋生态环境保护规划》（2018-2020年）、《山东省近岸海域环境功能区划》、《山东省渤海海洋生态红线区划定方案》（2013-2020年）根据《山东省海洋功能区划（2011-2020年）》，本工程的平台及管线位于各功能区划定范围之外，按照从严执行海水水质、沉积物、生物质量执行一类标准。



邻近的功能区包括莱州三山岛农渔业区、莱州湾农渔业区、东营黄河口北部保留区、黄河三角洲海洋保护区、河口-利津农渔业区及东营莱州湾海洋保护区，根据表 5.3.7 标准执行情况，本次评价海域水质执行《海水水质标准》（GB 3097-1997）中的一类、二类标准。海洋沉积物质量评价应执行《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）中的一类标准。海洋生物质量评价执行《海洋生物质量》（GB 18421-2001）中的一类标准，GB 18421 中没涉及的项目采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中相应标准。具体标准采用情况详见表 1.3-1。

表 1.3-1 环境质量标准

项目	采用标准	等级	适用对象
海水水质	海水水质标准 (GB 3097-1997)	第一类、第二类	海水水质现状评价、环境影响评价
沉积物	海洋沉积物质量标准 (GB 18668-2002)	第一类	海洋沉积物质量评价
海洋生物质量	海洋生物质量 (GB 18421-2001)	第一类	海洋生物质量评价（双壳贝类）
	《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》	—	软体动物、鱼类、甲壳类（重金属）
	《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）	—	软体动物、鱼类、甲壳类（石油烃）

### 1.3.2 污染物排放标准

本工程位于渤海湾中部海域，在海上建设和生产过程中所产生的相关污染物的处理与排放将执行表 1.3-2 中所列标准。

表 1.3-2 污染物排放标准

污染物	采用标准	等级	污染因子	标准值	适用对象
钻井液、钻屑	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）	含油量	不得排放钻井油层钻屑和钻井油层钻井液		海上钻井完井作业过程中排放的非含油钻井液和非含油钻屑
		Hg（重晶石中最大值）		≤1mg/kg	
		Cd（重晶石中最大值）		≤3mg/kg	

	《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》(GB18420-2009)	一级	生物毒性≥30000mg/L		
船舶机舱含油水	《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》 《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008) 《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)	运回陆地处理			海上施工、生产作业船舶污染物的排放
船舶生活污水	《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)	处理达标后排海			施工过程中生活污水的排放
施工期钻井船生活污水	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)	处理达标后排海			施工过程中生活污水的排放
生产及生活垃圾	海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值(GB 4914-2008)	一级	禁止排放或弃置入海		钻井/生产作业生活垃圾和生产垃圾
运营期生活污水	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)	一级	COD	≤300mg/L	平台生活污水排放
含油生产水	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)	一级	石油类	石油类≤20mg/L(月均值) 石油类≤30mg/L(一次允许值)	含油污水在非正常工况下不能回注时,需短期内(年排放天数不超过15天)达标后排放入海。
	《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》(GB18420-2009)	一级	石油类	生物毒性≥100000mg/L	
	《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》(SY/T5329-2012)	/	石油类	≤15mg/L	平台含油生产污水回注

### 1.3.3 生产水回注指标

根据《渤中 26-3 油田扩建项目总体开发方案报告—地质性溢油风险分析》，渤中 26-3 油田扩建项目注水层位为明下段，测井解释渗透率主要分布在 50.2mD~1916.0mD，平均值为 611.1mD。注水水源来自于 BZ26-3-WHPA 处理

的合格水和水源井水以及 BZ26-3-PAPD 处理合格的生产水，参考渤中 26-3 油田目前实际注水水质指标，根据总公司标准《Q/HS 2042-2014 海上碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》，推荐渤中 26-3 油田扩建项目注水水质指标（表 1.3-3）：含油量 $\leq 15\text{mg/L}$ ，粒径中值为 $\leq 3\mu\text{m}$ ，悬浮物浓度 $\leq 5\text{mg/L}$ ，其它辅助指标参考行业标准。

表 1.3-3 渤中 26-3 油田扩建项目推荐注水水质控制指标

油田名称		渤中 26-3 油田扩建项目
层位		明下段
控制指标	悬浮物固体含量, mg/L	$\leq 5$
	悬浮物颗粒直径中值, $\mu\text{m}$	$\leq 3.0$
	含油量, mg/L	$\leq 15$
	平均腐蚀率, mm/年	$\leq 0.076$
	SRB, 个/mL	$\leq 20$
	TGB, 个/mL	$n \times 10^3$
	铁细菌, 个/mL	$n \times 10^3$
辅助指标	Fe <sup>2+</sup> /总铁, mg/L	$\leq 0.2$
	溶解氧, mg/L	$\leq 0.05$
	硫化物, mg/L	0

备注：  $1 < n < 10$ 。

## 1.4 环境影响评价因子筛选

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》的有关要求，结合环境影响要素识别结果，确定本工程环境质量现状评价因子和环境影响预测评价因子如下：

### 1.4.1 环境质量现状评价因子

环境质量现状评价因子见表 1.4-1。

表 1.4-1 环境质量现状评价因子

序号	环境要素	评价因子
1	水质环境	pH、DO、COD、石油类、活性磷酸盐、无机氮、挥发性酚、硫化物、砷、铜、铅、锌、镉、总汞、总铬等 15 项
2	沉积物环境	有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、总铬、汞、镉、砷 10 项
3	海洋生态环境	叶绿素 a、初级生产力估算、浮游植物、浮游动物、底栖生物
4	生物体质量	镉、铬、总汞、铅、砷、铜、锌和石油烃 8 项
5	渔业资源	游泳生物（鱼类、头足类、甲壳类）种类组成、数量分布和资源密度分布；鱼卵和仔稚鱼种类组成和数量分布

## 1.4.2 环境影响预测评价因子

本工程在平台建设和管线施工阶段，铺管作业产生的悬浮沙、船舶生活污水会对海水水质和海洋生物造成一定的危害，含油钻屑泥浆、机舱含油污水、船舶垃圾及施工作业垃圾全部运回陆上处理；运行期生产废水全部回注；环境风险事故状态下的油气泄漏，可能泄露的原油会对海水水质和海洋生物造成危害。具体环境影响要素识别见表 1.4-2。

表 1.4-2 环境影响预测评价因子一览表

评价时段	环境影响要素	预测评价因子	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度	分析评价内容所在章节
建设阶段	水质环境	悬浮物	铺设管线	+++	7.3
	沉积物环境	悬浮物	铺设管线	++	7.4
	生态环境	浮游生物	铺设管线	+	7.5
		底栖生物		+++	7.5
	渔业资源环境	游泳生物、鱼卵和仔稚鱼	铺设管线	++	7.5
		养殖生物	铺设管线	+++	7.5
	环境敏感区	悬浮物	铺设管线	+	7.6
生产	水文动力环境	局部海流流向和流速	平台安装	+	7.1
	海域冲淤环境	局部海域冲淤	平台安装	+	7.2

评价时段	环境影响要素	预测评价因子	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度	分析评价内容所在章节
阶段	沉积物环境	沉积物环境	平台	+	7.4
	生态环境	生态损失	铺设管线	++	7.5
	环境敏感区	事故溢油	平台	+++	8.4
事故状态	水质环境	海底管道、平台溢油	风险事故下的溢油	+++	8.4
	生态环境	海底管道、平台溢油	风险事故下的溢油	+++	8.4
	渔业资源环境	海底管道、平台溢油	风险事故下的溢油	+++	8.4
	海上环境敏感区	海底管道、平台溢油	风险事故下的溢油	+++	8.4

注：+ 表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较小或轻微，需要进行简要的分析与影响预测；

++ 表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为中等，需要进行常规影响分析与影响预测；

+++ 环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较大或敏感，需要进行重点的影响分析与影响预测。

### 1.4.3 非污染环境影响要素识别

由于工程建设引起的海域生态、沉积物环境等非污染环境影响要素识别见表 1.4-3。

表 1.4-3 非污染环境影响要素识别

工程行为	影响方式	影响性质	影响对象	影响程度
平台建设	占用海域	长期占用	沉积物环境、生态环境、水文动力环境、海洋地形地貌与冲淤环境	小
管道及电缆铺设	占用海域及土地	临时占用	沉积物环境、底栖生物	中

## 1.5 环境敏感区和环境保护目标













### 1.5.1 环境保护目标

根据本油田开发工程所处海域的位置、开发规模和特点以及可能产生的环境

影响，本次评价筛选的主要环境敏感目标包括海洋特别保护区、自然保护区、水产种质资源保护区、产卵场索饵场洄游通道、海水养殖区等环境敏感区等。

正常作业情况下环境保护目标主要为油田周边海域海水水质环境（满足《海水水质标准》（GB 3097-1997）中的一类标准）、海洋沉积物环境（满足《海洋沉积物质量标准》（GB 18668-2002）中的一类标准）、海洋生态环境及生物质量（满足《海洋生物质量》（GB 18421-2001）中的一类标准及其它相关标准要求）。主要环境敏感目标见表 1.5-1 和图 1.5-1~图 1.5-2。养殖区分布见表 1.5-1 及图 1.5-3。

表 1.5-1 环境敏感目标统计

序号	敏感区类型	敏感目标名称		与本项目平台或管线的位置关系			主要保护对象	保护期/产卵期
				距离最近工程	方位	距离(km)		
1	国家级自然保护区	山东黄河三角洲国家级自然保护区	实验区	BZ26-3WHPC 平台及管缆			新生湿地生态系统和珍稀濒危鸟类	-
2	国家级海洋特别保护区	东营黄河口生态国家级海洋特别保护区	环境整治区	BZ26-3WHPC 平台及管缆			黄河口特有的刀鲚、大银鱼等经济鱼类、黄河口生态系统及生物物种多样性	-
3	国家级水产种质资源保护区	莱州湾国家级水产种质资源保护区	核心区	BZ26-3WHPC 平台及管缆			中国明对虾、文蛤、青蛤、中国毛虾	核心区特别保护期为 4 月 25 日—6 月 15 日
			实验区	BZ26-3WHPC 平台及管缆			主要保护对象有中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹、真鲷、花鲈，另外还有蓝点马鲛、口虾蛄、半滑舌鳎、文蛤、青蛤、中国毛虾。栖息的其他物种包括银鲳、黄鲫、青鳞沙丁鱼、鲚、凤鲚、鳙、鳊、赤鼻棱鳀、玉筋鱼、黄姑鱼、白姑鱼、叫姑鱼、棘头梅童、鲛等	-
4		黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区	核心区	BZ26-3WHPC 平台及管缆			黄河口文蛤等	特别保护期为每年 3—8 月
			实验区	BZ26-3WHPC 平台及管缆				

5	山东省海洋生态红线	黄河故道东三角洲限制区	海洋自然保护区	BZ26-3WHPC 平台及管缆	■	■	原生性湿地生态系统及珍禽、半滑舌鳎等底栖鱼类	-
6		黄河口文蛤渔业海域限制区	重要渔业海域	BZ26-3WHPC 平台及管缆	■	■	黄河口文蛤等种质资源及生存环境	-
7		黄河北三角洲限制区	海洋自然保护区	BZ26-3WHPC 平台及管缆	■	■	原生性湿地生态系统及珍禽	-
8		东营黄河口生态限制区	海洋特别保护区	BZ26-3WHPC 平台及管缆	■	■	黄河口特有的刀鲚、大银鱼等经济鱼类、黄河口生态系统及生物物种多样性	-
9	渔业“三场一通道”	白姑鱼	产卵场	部分 BZ26-3WHPC 平台~BZ26-3 PAPD 平台新建管缆	■		白姑鱼	主要产卵期为 6 月前后
10		鳀鱼	索饵场	所有新建平台和海底管缆	■		鳀鱼	
11		鲷	索饵场	所有新建平台和海底管缆	■		鲷	产卵期为 5~6 月
12		毛虾	产卵场	所有新建平台和海底管缆	■		毛虾	产卵盛期为 6 月
13		中国对虾	索饵场	所有新建平台和海底管缆	■		中国对虾	产卵期为 4~5 月
14	养殖区	养殖区	海底管线	■	■		-	



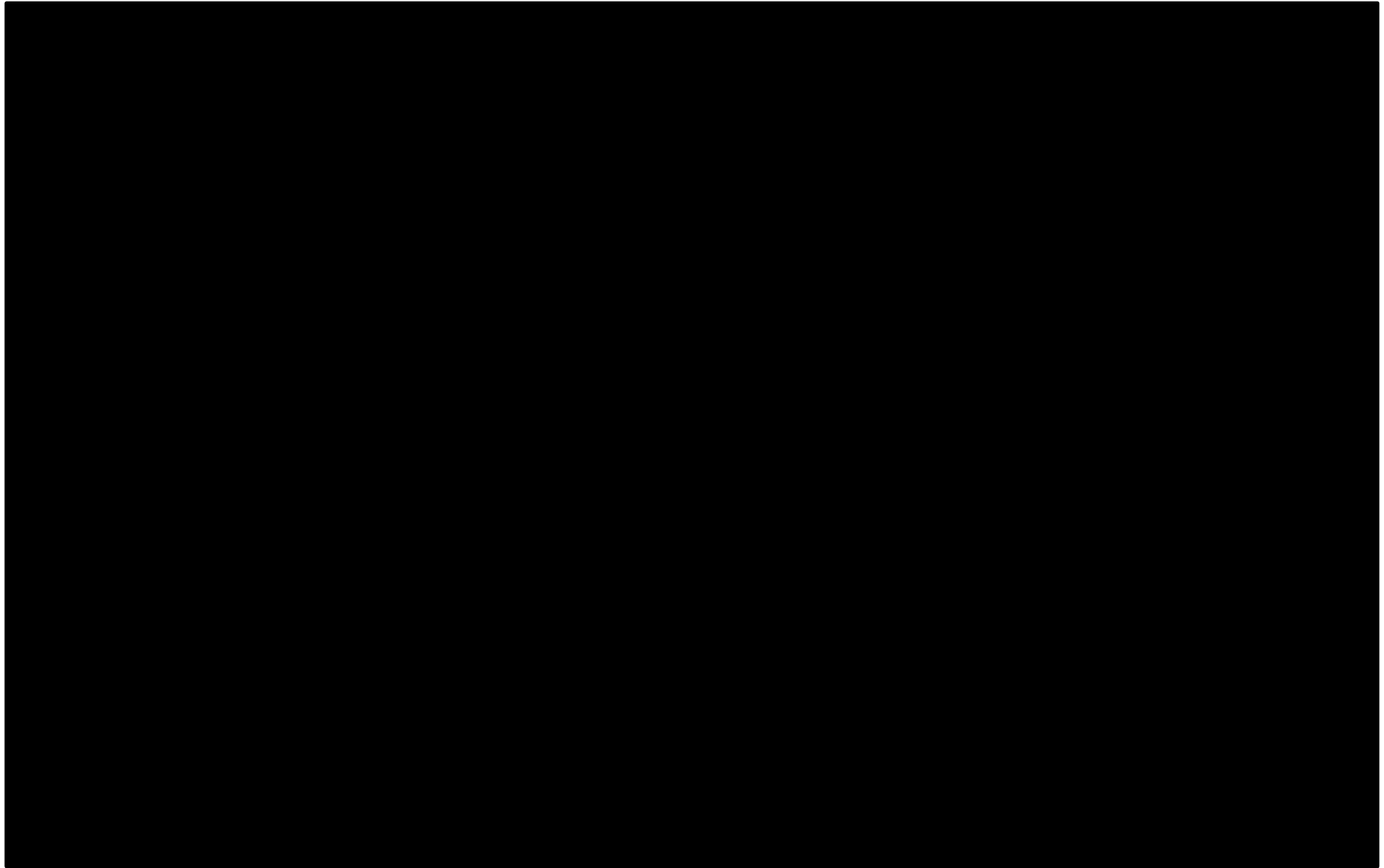


图 1.5-1 项目周围环境敏感目标分布图（保护区）

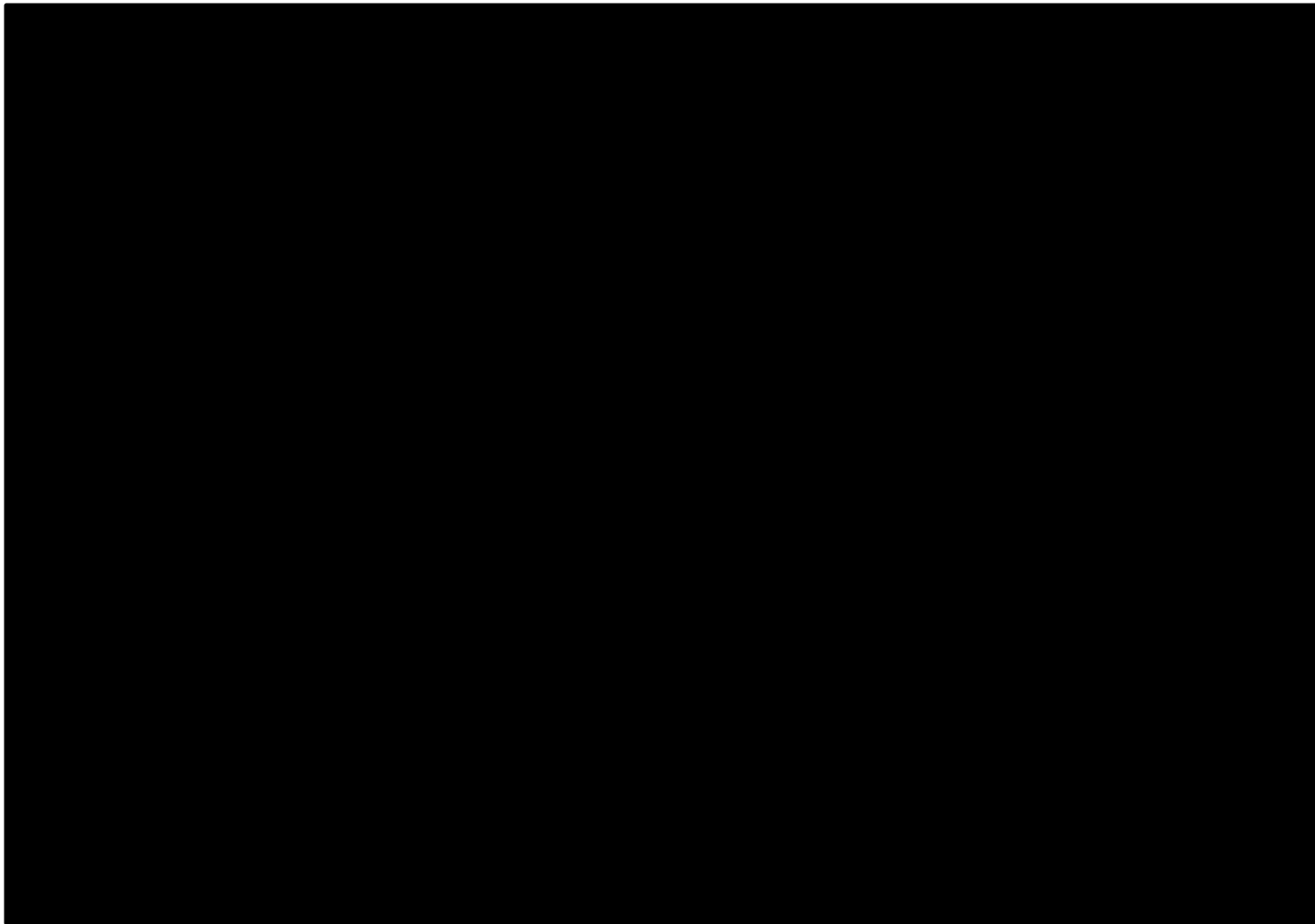


图 1.5-2 项目周围环境敏感目标分布图（海洋生态红线）

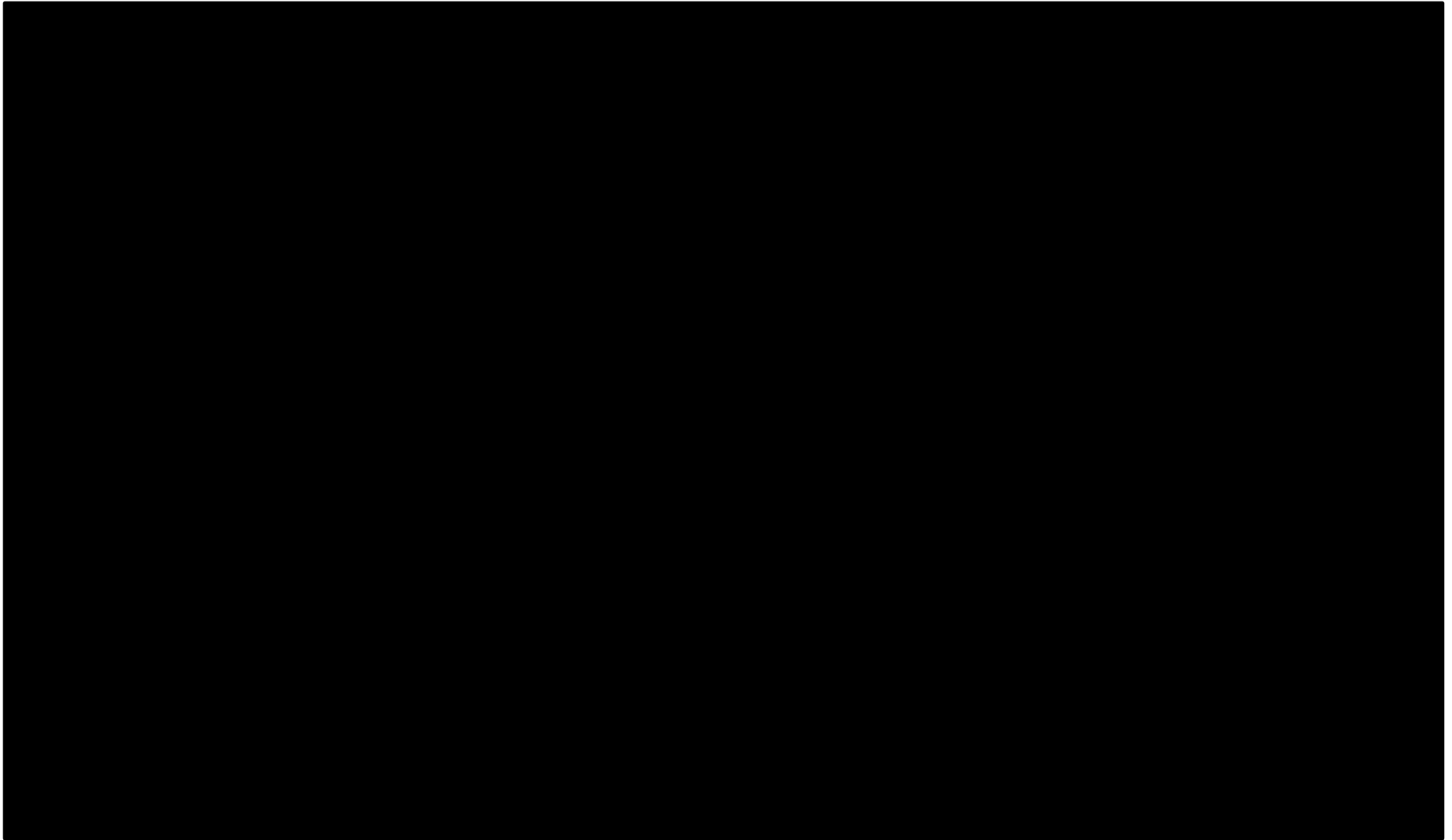


图 1.5-3 项目周围环境敏感目标分布图（养殖区）

## 1.5.2 污染控制目标

本工程建设、生产过程中将要产生的主要污染物包括建设平台、钻完井及铺设海底管道搅起的海底泥沙、生活污水和垃圾、以及油气泄漏事故情况下可能排放的原油等，这些污染物均为污染控制的主要对象。鉴于该开发工程位于渤海中海域，根据有关标准及工程所在海域的环境功能要求，污染控制目标要求如下：

**船舶含油污水：**参加作业的船舶所产生的机舱含油污水禁止在海上排放，需全部运回陆地处理。

**钻井作业钻屑、钻井液：**钻井油层水基钻井液（简称“含油钻井液”）、钻井油层水基钻井液钻屑（简称“含油钻屑”）运回陆上交有资质单位处理；非钻井油层水基钻井液（简称“非含油钻井液”）、非钻井油层水基钻井液钻屑（简称“非含油钻屑”）按照相关要求排放。

**铺管作业悬浮沙：**通过采用先进铺管技术和合理选择铺管施工期，尽量减轻或避免铺管挖沟作业对海洋生物资源和海洋生态环境的影响。

**生活污水：**钻井平台生活污水和船舶生活污水经污水处理装置处理合格后排海。

**含油生产水：**BZ26-3PAPD 平台经处理后的生产水进入 BZ26-3WHPA 平台的超声波过滤器，经处理后返回到 BZ26-3PAPD 平台的注水缓冲罐，经由注水增压泵、注水泵，部分满足 BZ26-3WHPA 平台新增注水井需求，部分通过新建注水海管返回 BZ26-3WHPC 平台回注地层，不外排。

**工业垃圾及生活垃圾：**除食品废弃物外工业和生活垃圾应全部运回陆地处理。

**原油泄漏：**采取合理有效的防范措施，尽可能避免油气泄漏事故的发生。

## 1.6 环境影响评价工作等级

本工程包括海洋油（气）开发及其附属工程、海底电缆工程和物质输送管道工程，结合《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）中评价等级

划分原则，确定单项海洋环境影响要素为水质环境、沉积物环境、生态环境、水文动力环境、冲淤环境五项，各环境要素单项评价等级见表 1.6-1。

其中《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T 19485-2014)中水文动力环境和冲淤环境为可选评价内容，且本新建平台为透水式结构，水下生产系统的尺寸较小，井口平台等对周边的水动力环境影响很小，故本评价对水文动力环境和冲淤环境做简要分析。

表 1.6-1 环境影响评价工作等级

工程类别	工程规模	工程所在海域和生态环境类型	水质环境	沉积物环境	生态环境
海洋油（气）开发及其附属工程	本工程投产后最高年产油量>20 万吨（包括新建工程和依托工程）	海洋生态环境敏感区	2	3	1
环境影响评价等级			2	3	1

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T 19485-2014)关于评价等级的判定要求，本项目的海洋环境影响评价等级为 1 级。

根据《建设项目风险评价技术导则》(HJ169-2018)确定油类危险性物质的临界量 $Q_{柴油}$ 为 2500t，经计算，本项目危险物质数量与临界比值  $Q<1$ ，项目风险潜势为 I。根据风险潜势判断，本项目的风险评价等级为简单分析。但鉴于原油为重点关注的风险物质，且一旦溢油对海洋生态环境和项目周边环境敏感区影响影响较大，因此，选择管线原油泄漏作为最大可信事故进行溢油预测，并根据预测结果进行风险防范措施可行性分析。

## 1.7 环境影响评价范围与评价重点

### 1.7.1 评价范围

结合《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T 19485-2014)，确定本次评价范围为以工程用海（BZ26-3PAPD 平台、WHPC 平台及依托工程）外缘线为起内点，考虑到生态系统的完整性扩展到海岸线，周围约 1200km<sup>2</sup> 海域，评价范围四至坐标参见表 1.7-1，评价范围见图 1.7-1。

表 1.7-1 评价范围界点坐标

界点	经度		纬度	
A				
B				
C				
D				

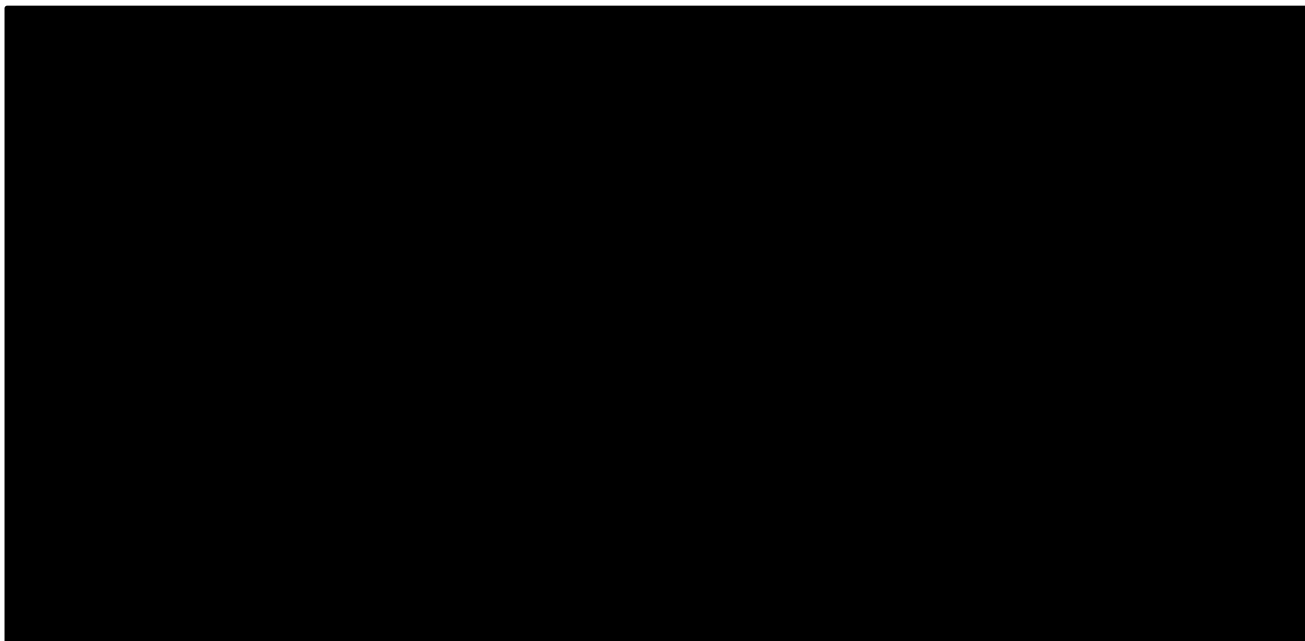


图 1.7-1 评价范围图

## 1.7.2 评价重点

依据本油田开发工程的特点和评价海域环境特征,结合本工程分析识别出的环境影响因子和环境影响因素识别结果,确定出本工程的环境影响评价重点为:

(1) 钻屑泥浆、管道电缆铺设产生的海底悬浮泥沙对工程周围海水水质、底质、底栖生物、渔业资源及海洋生态环境的影响;给出水质、生态环境保护对策、措施。

(2) 工程运营期在油气生产、集输等过程污染物的产生排放情况,对海洋水文动力、海水水质、沉积物、海洋生态环境等造成的影响,给出采取的生态环境保护措施。

(3) 油气泄露事故对工程周围渔业资源以及重点岸线处的海洋自然保护区、海洋特别保护区、水产种质保护区及海水养殖区等环境敏感目标的潜在影响。给出溢油风险防范对策措施。

## 2 工程概况

### 2.1 项目概况

#### 2.1.1 建设项目名称、性质

项目名称：渤中 26-3 油田扩建项目

建设性质：新建

建设地点：渤海中部海域

工程类型：海洋油气开发及其附属工程

建设单位：中海石油（中国）有限公司天津分公司

建设周期：████████████████████

工程总投资：████████████████

工程运行天数：██████

#### 2.1.2 工程地理位置

渤中 26-3 油田位于渤海中部海域，████████████████████，北邻渤中 26-2 油田，西邻渤中 25-1 南油田，西北距天津市塘沽 ██████，东南距山东省龙口市 ██████。渤中 26-3 油田范围内平均水深 ██████，其中，拟建渤中 26-3WHPC 平台水深约为 ██████，渤中 26-3PAPD 动力平台水深约为 ██████。工程地理位置见图 2.1-1。

本工程及依托工程的坐标见表 2.1-1。

表 2.1-1 本工程及依托工程坐标

项目	序号	名称	坐标	
			纬度 (N)	经度 (E)
拟建工程	井口平台	1	██████████	██████████
	动力平台	2	██████████	██████████
	项目	序号	██████	██████
	管	1	██████████	██████████

	线、 电缆						
		2					
		3					
依 托 工 程	项目	序号					
		1					
	平台	2					
		3					
		4					
		5					
		6					
	项目	序号					
		1					
	管线	2					
3							

图 2.1-1 工程地理位置示意图

### 2.1.3 工程内容

本评价工程内容包含：拟新建 1 座 4 腿 4 桩的无人井口平台 BZ26-3WHPC；新建 1 座 3 腿 3 桩的动力平台 BZ26-3PAPD，与 BZ26-3WHPA 井口平台通过栈桥连接；新建 1 条 BZ26-3WHPC 平台至 BZ26-3PAPD 平台的混输海管；新建 1 条 BZ26-3PAPD 平台至 BZ26-3WHPC 平台的注水海管；新建 1 条 BZ26-3PAPD 平台至 BZ26-3WHPC 平台的集束海缆；对 BZ26-3WHPA 平台进行适应性改造。

主要评价工程内容见表 2.1-2。工程的总体布局详见图 2.1-2。

表 2.1-2 工程组成

工 程 施 施	BZ26-3WHPC 平台	4 腿 4 桩的无人井口平台 共设置 █ 个井槽，2 个为单筒双井；计划实施 █ 井，其中包括 █ 口生产井，█ 口注水井
	BZ26-3PAPD 平台	3 腿 3 桩的动力平台 BZ26-3PAPD，与 BZ26-3WHPA 井口平台通过 栈桥连接 设置原油处理系统、生产水处理系统（70m <sup>3</sup> /h）、注水系统、燃气透 平发电机等
	海底管线	BZ26-3WHPC 平台至 BZ26-3PAPD 平台混输管线 1 条，8"/12"，总长 █ BZ26-3PAPD 平台至 BZ26-3WHPC 平台注水管线 1 条，6"，总长约为 █



渤中 26-3 油田扩建项目环境影响报告书

		BZ26-3PAPD 平台至 BZ26-3WHPC 平台集束海缆 1 条，
	栈桥	BZ26-3PAPD 动力平台与 BZ26-3WHPA 井口平台通过栈桥连接，长 57m
	BZ26-3WHPA 平台改造	主要包括电气、仪表房间的改造，甲板外扩以及相应管线的增加等
	生产、集输工艺	<p>拟建 WHPC 井口平台不设处理设施，井产物流主要依托拟建的 BZ26-3PAPD 平台进行处理，具体流程如下：拟建 WHPC 平台物流通过新建海底混输管道输送至新建动力平台 BZ26-3PAPD 进行处理，处理成含水 8%~11%的原油后，通过栈桥输送至 BZ26-3WHPA 井口平台，与渤中 26-3 油田主体区的井产物流汇合经过 WHPA 平台分离器处理后通过外输泵输送至 BZ25-1WHPD 井口平台，与 BZ25-1WHPD/WHPF 平台物流混合后一起输送至 HYSY113FPSO 处理成合格原油储存。分离的生产水进入 PAPD 平台的生产水处理系统。分离的天然气通过栈桥进入 WHPA 平台天然气处理系统。</p>
生产情况	最高年产液	
	最高年产油	
	最高年产水	
	最高年产气	
	采油方式	动用油单元以注水开发为主，地层能量有限，采用人工举升的方式开采。气藏采用自喷开采。
	平台、管线设计寿命	
	投产时间	
	年生产天数	
劳动定员		
工程总投资		

图 2.1-2 渤中 26-3 油田扩建工程总体布局图

## 2.1.4 地质油藏概况

### 2.1.4.1 区域地质

#### (1) 区域构造

渤中 26-3 构造位于渤海南部海域黄河口凹陷西北洼、渤南低凸起西段南界大断层下降盘，区域石油地质位置十分有利（图 2.1-3）。渤中 26-3 油田早期主要受渤南凸起边界断裂的影响，形成断裂背斜的构造背景，晚期受次级断层的影响，浅层构造复杂化，形成了一系列的断块构造。

图 2.1-3 渤中 26-3 油田区域构造位置图

#### (2) 地层层序

渤中 26-3 油田钻井揭示的地层，自上而下依次为第四系平原组、新近系明化镇组、馆陶组和古近系东营组。油田的主要含油层系发育于新近系明化镇组下段。

渤中 26-3 油田明化镇组下段储层为浅水三角洲沉积砂体，埋深海拔-1100~-1800m，砂岩百分含量小于 25%，主力砂体单层砂岩厚度 8.0~16.0m，为典型的“泥包砂”结构。依据“旋回对比、分级控制”原则，结合地层厚度、砂层发育情况以及油、气、水分布规律，将明化镇组下段划分 7 个油组，自上而下依次为明化镇组下段 0、I、II、III、IV、V、VI 油组，与主体区一致。纵向上，各油组均有油层发现，主力油组为明化镇组下段 II~IV 油组。

### 2.1.4.2 储层特征

#### (1) 油组划分与对比

依据“旋回对比、分级控制”原则，结合地层厚度、砂层发育情况以及油、气、水分布规律，将明化镇组下段划分 7 个油组，自上而下依次为明化镇组下段 0、I、II、III、IV、V、VI 油组，与主体区一致。纵向上，各油组均有油层发现，主力油组为明化镇组下段 I、II、IV 油组。

#### (2) 储层岩石学特征

根据岩心观察、岩石薄片鉴定、扫描电镜和录井资料分析，渤中 26-3 油田明化镇组下段储层主要为中-细粒岩屑长石砂岩，碎屑颗粒为石英、长石、岩屑及少量的云母和重矿物。岩石成分成熟度较低，石英含量 35.0%~55.0%，平均 43.8%；长石含量

35.0%~48.0%，平均 42.8%；岩屑含量 5.0%~25.0%，平均 13.4%。颗粒分选中~好，呈次棱~次圆状。岩石孔隙发育，连通性较好，以粒间孔为主。

X 射线衍射分析显示，粘土矿物以伊/蒙混层为主，另有少量伊利石、高岭石和绿泥石。

### 2.1.4.3 油藏评价

截至目前，渤中 26-3 油田共有开发井 ■ 口，其中采油井 ■ 口，采气井 ■ 口，注水井 ■ 口，水源井 ■ 口，

渤中 26-3 油田新增储量单元平面上划分三个区块，西南块 9 井、10D、W-1d 井区、北块 N-1 井区以及东块 B8 井区。本次方案考虑西南块 9 井、10D、W-1d 井区及北块 N-1 井区，其中 9 井、10D、W-1d 井区探明原油地质储量

■ B8 井区（BZ26-3-B8）已回接 B 平台生产，本次方案暂不考虑。

### 2.1.5 原油、天然气基本性质

本项目未新打探井，渤中 26-3 油田扩建项目原油物性利用 BZ26-3WHPA 平台中 26-3-1 井原油代替。原油和天然气基本性质见表 2.1-3 和表 2.1-4。

表 2.1-3 原油物性数据表

序号	项 目		数 据
1	析蜡起始点, °C		<10
2	析蜡高峰点, °C		-7~27
3	凝点, °C		2
4	密 度 kg/m <sup>3</sup>	20°C	909.6
		50°C	889.3
5	闪点(闭口) °C		70
6	含蜡量 w%		5.69
7	胶 质 w%		10.17
8	沥青质 w%		1.83

9	相对分子量	237.8
10	盐含量 PTB	42.6
11	比热 kJ/kg.°C	1.677
12	沉淀物 w%	0.00

表 2.1-4 天然气物性数据表

井号	层位	天然气 相对密 度	天然气组分%										
			甲烷	乙烷	丙烷	异丁烷	正丁烷	异戊烷	正戊烷	己烷 以上	氮	二氧化 碳	硫化氢
BZ26-3-1	N1m <sup>1</sup>	0.568	97.41	1.19	0.07	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.98	0.30	-

### 2.1.6 产能指标预测

本工程在 BZ26-3WHPC 井口平台拟建 ■ 口井，包括生产井 ■ 口，注水井 ■ 口。工程产能预测情况见表 2.1-5~表 2.1-6。

表 2.1-5 渤中 26-3 油田扩建项目产能预测

日期	日产量					年产量				
	油	水	液	气	注水	油	水	液	气	注水
	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	10 <sup>4</sup> Sm <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a	10 <sup>4</sup> Sm <sup>3</sup> /a	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a
2021	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2022	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2023	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2024	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2025	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2026	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2027	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2028	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2029	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2030	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2031	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2032	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2033	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2034	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2035	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2036	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2037	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2038	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2039	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2040	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2041	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2042	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

渤中 26-3 油田扩建项目环境影响报告书

2043	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2044	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2045	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

表 2.1-6 渤中 26-3 油田扩建项目投产后各平台产能预测

年份	WHPA+WHPB				WHP C				油田总产量			
	日产量				日产量				日产量			
	产油	产水	产液	产气	产油	产水	产液	产气	产油	产水	产液	产气
2021												
2022												
2023												
2024												
2025												
2026												
2027												
2028												
2029												
2030												
2031												
2032												
2033												
2034												
2035												
2036												
2037												
2038												
2039												
2040												
2041												

渤中 26-3 油田扩建项目环境影响报告书

2042					■	■	■	■	■	■	■	■
2043					■	■	■	■	■	■	■	■
2044					■	■	■	■	■	■	■	■
2045					■	■	■	■	■	■	■	■

注：渤中 26-3 油田现有平台可采年限至 ■■■■■



## 2.2 工程开发方案

本工程依托渤中 26-3 油田 WHPA 平台开发建设。拟新建 1 座无人井口平台 BZ26-3WHPA、一座动力平台 BZ26-3PAPD，并配套建设混输管道、注水管道、海底集束海缆各 1 条。同时，对依托的渤中 26-3WHPA 井口平台适应性改造。

### 2.2.1 BZ26-3WHPA 平台

渤中 26-3 油田扩建项目新建 1 座 4 腿 4 桩的无人井口平台 WHPA。BZ26-3WHPA 无人井口平台上设置 █ 个井槽（█ 个单筒双井），设工艺系统、排放系统、化学药剂系统、注水系统、救逃生系统等。

#### 2.2.1.1 平台结构及平面布置

BZ26-3WHPA 平台，是一座 4 腿新建无人井口平台。█

█  
█  
█。平台三维结构示意图见图 2.2-1。

图 2.2-1 BZ26-3WHPA 平台三维结构示意图

##### (1) 上层甲板

甲板的尺寸为 █

█  
█  
█  
█  
█  
█  
█

上层甲板平面布置参见图 2.2-2。

##### (2) 下层甲板

甲板尺寸为 █

█

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

图 2.2-2 BZ26-3WHPC 平台上层甲板布置图

图 2.2-3 BZ26-3WHPC 平台下层甲板布置图

### 2.2.1.2 主工艺系统

WHPC 平台为

。主要设备包含：

### 2.2.1.3 平台防腐情况

平台防腐划分为 3 个腐蚀区域，即大气区、飞溅区和全浸区。

大气区采用高性能重防腐涂层；飞溅区采用增加壁厚、高性能防腐涂层（或包覆层）与阴极保护联合保护的方法；全浸区内钢结构采用阴极保护法。本项目导管架水下部分采用牺牲阳极法，采用铝基牺牲阳极。设施及设备可采用“碳钢+内涂”方案，管汇及管线可以采用“碳钢+缓蚀剂”方案。

在 WHPC 平台安装 1 套阴极保护监测系统，由监测装置、探头、信号传输系统组成。在中控室设置专用阴极保护监测管理系统。

BZ26-3WHPC 平台防腐采用长条型、铝基牺牲阳极。

### 2.2.1.4 环保设施

#### （1）生活污水处理设施

BZ26-3WHPC 平台为无人值守平台，无生活污水产生排放。因此不设置生活污水处理设施。

#### （2）含油生产水处理设施

本工程平台不设含油生产水处理设施，含油生产水通过海底混输管道输送至 BZ26-3PAPD 动力平台进行处理。

#### （3）注水系统

BZ26-3WHPC 平台共设 5 口注水井，水源全部来自于 BZ26-3PAPD 和 WHPA 平台上处理合格的生产水，通过新建注水海管输送至 BZ26-3WHPC 平台，经由注水管汇分配进入各个注水井中。

根据可研报告注水要求，WHPC 平台的注水水质须达到含油量小于等于 15mg/L，悬浮物含量小于等于 5mg/L，悬浮物粒径中值小于等于 3 $\mu$ m。目前的处理流程可以满足

注水水质指标。

主要包含如下工艺设备:注水收球筒 (WHPC-PR-1501) 1 台、注水管汇 (WHPC-M-4101) 1 套。

#### (4) 开、闭排系统

开排系统主要包括开排罐、开排泵、开排槽和开排槽泵。开排罐主要用来收集上层甲板的溢出液、设备冷却、冷凝水、甲板雨水和冲洗水。当开排罐达到一定的液位时,由开排泵将含油污水打入闭排罐。开排槽用来收集下层甲板溢出液、设备冷却、冷凝水、甲板雨水和冲洗水。开排槽达到一定液位,由开排槽泵将含油污水打入开排罐。

闭排/冷放空系统主要用来收集容器、管线等排放出的带压流体。各工艺设备排放出的带压流体,通过闭式排放管线进入闭式排放罐,当闭式排放罐到一定液位时,经闭式排放泵输送至海管入口。分出的气体通过冷放空管放空。

表 2.2-1 开闭排系统主要设备一览表

类别	序号	名称	型号	数量
开排系统	1	开排罐	██████	1
	2	开排泵	██████	1
	3	开排罐加热器	██████	1
	4	开排泵过滤器	██████	1
	5	开排槽	██████	1
	6	开排槽泵	██████	1
闭排系统	7	闭式排放罐	██████	1
	8	闭排泵过滤器	██████	1
	9	闭式排放泵	██████	1

#### (6) 固体废物收集装置

本工程平台为无人值守井口平台,在平台上不设置生活垃圾收集装置。

### 2.2.1.5 其他公用工程

#### (1) 供电工程

BZ26-3WHPC 平台上不设主电站,其主电源引自新建 PAPD 平台 400kV 开关柜,经由变压器升压后通过一条 ██████████ 集束海底电缆为 WHPC 井口平台供电。

#### (2) 自控系统

BZ26-3 WHPC 为无人井口平台,控制系统硬件配置主要包括:过程控制系统(PCS)、安全仪表系统(SIS)各 1 套,工程师站 1 台。PCS 系统应能对 BZ26-3 WHPC 平台的

生产及安全状况进行监控和管理，SIS 系统可实现危险事故工况下的应急关断功能，火气探测及报警功能。

### (3) 消防系统

BZ26-3WHPC 平台上的消防系统包括水泡沫消防系统及其他辅助系统。

水消防系统包括消防水喷淋系统、消防软管站等，为油气工艺设备区等几个火区提供保护。在井口区及油气工艺设备设置干式环形水喷淋管网，利用国际通岸接头，将外部船舶的消防水系统与 WHPC 平台的水喷淋管网相连接，对 WHPC 平台提供保护。

BZ26-3WHPC 平台所需最大用水量 [REDACTED]。在平台的各层甲板上设有消防软管站，水、泡沫两用消防软管站和相关的喷淋管线。

在平台的各层甲板上设有两个消防软管站和足够数量的推车式灭火器、手提式干粉灭火器、泡沫灭火器、气体灭火器等，在油气生活区需设置水、泡沫两用消防软管站，同时根据规范配备足量的消防员设备等其他消防用品。

### (4) 应急发电机

渤中 26-3 油田井口平台 WHPC 不设置应急发电机，采用蓄电池供电为本平台的消防、救生、应急照明等设备提供应急电源。

### (5) 化学药剂系统

为确保油气的正常生产、减缓管线的腐蚀，推荐加入的化学药剂有：防腐剂、防垢剂。各化学药剂注入点在生产和计量管线。防腐剂注入浓度 [REDACTED]，防垢剂注入浓度 [REDACTED]。主要设备有化学药剂撬，包括各种化学药剂罐和相应的化学药剂注入泵。化学药剂储罐、注入泵及附属管线和仪表集中布置，组装成撬。

## 2.2.2 BZ26-3PAPD 动力平台

在 BZ26-3WHPA 东北方向新建 1 座 3 腿 3 桩的动力平台 PAPD，与 BZ26-3WHPA 井口平台通过栈桥连接。BZ26-3PAPD 动力平台设置原油处理系统、生产污水处理系统、消防系统、救逃生系统、开排系统等。供电方案统筹考虑原渤中 26-3 电网及扩建项目的用电需求，在 BZ26-3PAPD 平台上设置 1 台 4200kW 的燃气透平发电机组，与原渤中 26-3 电网组网供电。设置柴油发电机组作为平台应急电站。

### 2.2.2.1 平台结构及平面布置

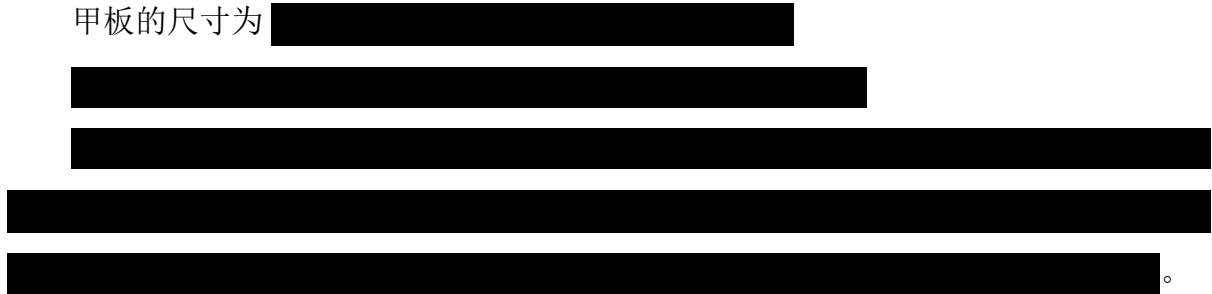
BZ26-3PAPD 是一座 3 腿 3 桩的无人、无井口的动力平台，[REDACTED]

平台共设三层甲板，分别为上层甲板、下层甲板及工作甲板。平台三维结构示意图见图 2.2-4。

图 2.2-4 BZ26-3PAPD 动力平台三维结构示意图

(1) 上层甲板

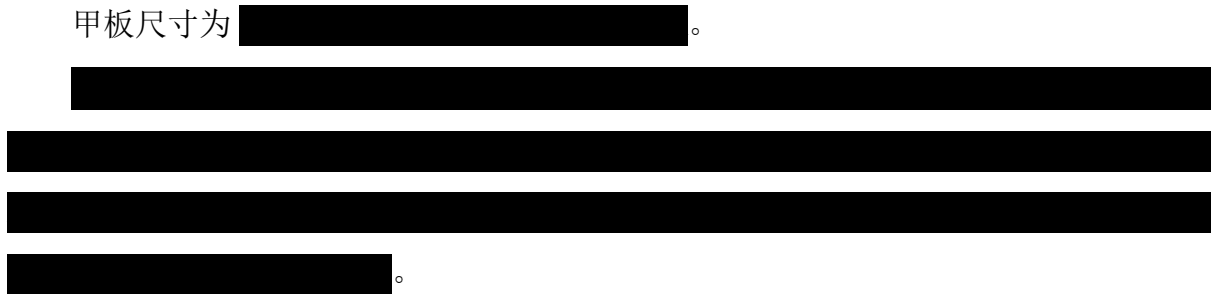
甲板的尺寸为



上层甲板平面布置参见图 2.2-5。BZ26-3PAPD 与已建 BZ26-3 WHPA 两平台栈桥连接图见图 2.2-6。

(2) 下层甲板

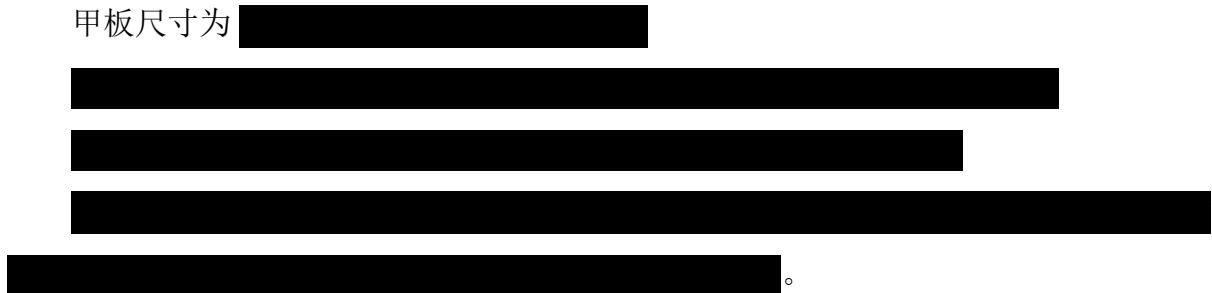
甲板尺寸为



下层甲板平面布置参见图 2.2-7。

(3) 工作甲板

甲板尺寸为



工作甲板平面布置参见图 2.2-8。

图 2.2-5 BZ26-3PAPD 动力平台上层甲板布置图

图 2.2-6 BZ26-3PAPD 与已建 BZ26-3 WHPA 两平台栈桥连接图

图 2.2-7 BZ26-3PAPD 动力平台下层甲板布置图

图 2.2-8 BZ26-3PAPD 动力平台工作甲板布置图



### 2.2.2.2 主工艺系统

PAPD 平台为动力处理平台，

。主要设备见表 2.2-2。

设计最大处理油量为

，设计最大处理气量为

表 2.2-2 主工艺系统主要设备一览表

序号	名称	型号	数量
1	收球筒		1
2	生产加热器		1
3	生产分离器		1

### 2.2.2.3 平台防腐情况

平台防腐划分为 3 个腐蚀区域，即大气区、飞溅区和全浸区。

大气区采用高性能重防腐涂层；飞溅区采用增加壁厚、高性能防腐涂层(或包覆层)与阴极保护联合保护的方法；全浸区内钢结构采用阴极保护法。本项目导管架水下部分采用牺牲阳极法，采用铝基牺牲阳极。设施及设备可采用“碳钢+内涂”方案，管汇及管线可以采用“碳钢+缓蚀剂”方案。

BZ26-3PAPD 平台防腐采用长条型、铝基牺牲阳极。

### 2.2.2.4 环保设施

#### (1) 生活污水处理设施

BZ26-3PAPD 动力平台为无人值守平台，无生活污水产生排放。因此不设置生活污水处理设施。

#### (2) 含油生产水处理设施

BZ26-3PAPD 平台上原油处理系统分离出来的生产污水进入生产水处理系统，经过斜板除油器、溶气式浮选机、核桃壳过滤器处理后通过栈桥进入 BZ26-3WHPA 平台注

水系统进一步处理。

根据 BZ26-3 油田的油品性质以及所产生污水水量，生产污水系统采用

。 [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

### (3) 注水系统

BZ26-3PAPD 平台的注水系统主要为 BZ26-3WHPC 平台提供注水水源。BZ26-3PAPD 平台经处理后的生产水进入 BZ26-3WHPA 平台的超声波过滤器，经处理后由 BZ26-3WHPA 平台现有的注水增压泵、注水泵增压后，一部分供 WHPA 平台新增注水井注水，其余通过新建注水海管返回 BZ26-3WHPC 平台回注地层。主要包含如下工艺设备： [REDACTED]。

### (4) 开排系统

BZ26-3 PAPD 的公用系统只设置开排系统。开排系统主要包括开排罐、开排泵、开排槽和开排槽泵。开排罐主要用来收集溢出液、设备冷却、冷凝水、甲板雨水和冲洗水。当开排罐达到一定的液位时，由开排泵将含油污水打入 WHPA 平台的闭排罐。开排槽用来收集工作甲板的溢出液、雨水和冲洗水等。当开排槽达到一定液位，通过开排槽泵将含油污水打入开排罐。

表 2.2-3 开排系统主要设备一览表

类别	序号	名称	型号	数量
开排系统	1	开排罐	[REDACTED]	1
	2	开排泵过滤器	[REDACTED]	[REDACTED]
	3	开排泵	[REDACTED]	[REDACTED]

4	开排罐加热器	■	■
5	开排槽	■	■
6	开排槽泵	■	■

#### (5) 固体废物收集装置

本工程平台为无人值守井口平台，在平台上不设置生活垃圾收集装置。

### 2.2.2.5 其他公用工程

PAPD 平台柴油系统、闭排系统、火炬系统、公用风/仪表风系统、海水系统、化学药剂系统等均依托已建的 BZ26-3WHPA 平台。

#### (1) 供电工程

本工程在 PAPD 平台上设一座主电站，包括 1 台最大出力 4200kW@36°C透平发电机组（6.3kV，50Hz，3PH，3W，中性点绝缘）。新建动力平台 PAPD 主电站通过栈桥电缆和 BZ26-3WHPA 井口平台上的已有电站进行电力组网。PAPD 平台上设一台 6.3/0.4kV，2000kVA 变压器为平台上 400V 低压设备供电。主电源除满足 PAPD 平台正常用电外，还在 400V 低压配电盘下经升压变压器，由一条 4.4km，3.6/6kV，7(3×35mm<sup>2</sup>)复合集束海底电缆给 WHPC 平台供电。

#### (2) 自控系统

BZ26-3 PAPD 平台控制系统的硬件配置包括：过程控制系统（PCS）、安全仪表系统（SIS）各 1 套，工程师站兼操作站 1 台。

PCS 系统应能对 BZ26-3 PAPD 平台的生产及安全状况进行监控和管理。SIS 系统可实现危险事故工况下的应急关断功能，火气探测及报警功能。

#### (3) 消防系统

BZ26-3PAPD 平台的消防系统包括水泡沫消防系统、全淹没式七氟丙烷自动灭火系统及其他辅助系统。

消防水依托 BZ26-3 WHPA 平台的消防泵。在 PAPD 平台的各层甲板上设有消防软管站和水、泡沫两用消防软管站及相关的喷淋管线。本次改造需要从 WHPA 平台消防水主环网引出两路 6"管线至 PAPD 消防水环网。PAPD 平台上的电气房间采用全淹没式七氟丙烷自动灭火系统两套。

在平台的各层甲板上设有两个消防软管站和足够数量的推车式灭火器、手提式干粉灭火器、泡沫灭火器、气体灭火器等，在油气生活区需设置水、泡沫两用消防软管站，同时根据规范配备足量的消防员设备等其他消防用品。

#### (4) 应急电站

为确保井口平台发生火灾等紧急情况下的通讯、照明、救生等应急供电和透平黑启动供电，在渤中 26-3PAPD 平台上设置柴油发电机组作为平台应急电站。平台应急负荷约为 281.85kW，设置 1 台功率 400kW 的柴油应急发电机组。一年耗费柴油约 3276kg。

### 2.2.3BZ26-3PAPD 动力平台厂址比选

由于新增的 PAPD 平台与 BZ26-3WHPA 平台通过栈桥相连，依据现有海管、海缆路由，对新增 PAPD 平台的方位进行比选研究。

图 2.2-9 BZ26-3PAPD 平台方位比选位置图

#### 方案 1:

- 1.栈桥离火炬臂较近。
- 2.考虑到新增栈桥不受 BZ26-3WHPA 平台靠船的影响，平台位置距离海缆较近，海缆有漂移的风险，后期海上安装时桩腿的防沉板有与海缆碰撞的可能，有较大风险。
- 3.此方向为供应船就位方向，存在栈桥与供应船碰撞风险。

#### 方案 2:

栈桥离火炬臂比方案 1 稍远，此区域无海管，无安装风险。同时，PAPD 平台的位置确定可以满足 WHPA 平台的钻井船就位要求。

表 2.2-4 平台井口数

方案 1-西北侧	方案 2-东北侧
栈桥离火炬臂较近	栈桥离火炬臂稍远
有海管和海缆，海上安装存在一定风险	无海管和海缆
WHPA 平台供应船靠船时与栈桥有碰撞风险	与钻完井核实不影响 WHPA 平台钻井船就位作业和抛锚

经过综合对比，考虑安全性和海上安装的风险，推荐方案 2。

### 2.2.3 钻完井方案

#### 2.2.3.1 井口基本信息

本次评价 BZ26-3WHPC 平台的 ■ 口井，目的层位为新近系明化镇组下段，其中包括 ■ 口生产井，■ 口注水井。井深范围在 ■■■■■。平台井口情况和井身结构见表 2.2-

5 和表 2.2-6。典型井身结构图见 2.2-10~图 2.2-14。

表 2.2-5 平台井口数

平台名称	井口数
BZ26-3WHPC 平台	共 [ ] 井，包括 [ ] 口生产井，[ ] 口注水井（其中包含 1 口开发评价井，后期侧钻为注水井）

表 2.2-6 平台井身结构表

井名	层位	井型	井别	井深(m)	套管尺寸(in)×下深(m)	
C1H	明化镇	水平井	生产井	[ ]	[ ]	
C2H			生产井	[ ]		
C3H			注水井	[ ]		
C4H			生产井	[ ]		
C5H			注水井	[ ]		
C6H			生产井	[ ]		
C9		大斜度定向井	开发评价井	[ ]		[ ]
C7H		水平井 (潜力方案)	注水井	[ ]		[ ]
C8H			注水井	[ ]		
C10H			生产井	[ ]		
C11H			生产井	[ ]		

图 2.2-10 明化镇 2000-2500m 水平井井身结构示意图

图 2.2-11 明化镇 2500-3000m 水平井井身结构示意图

图 2.2-12 明化镇 3000-3500m 井身结构示意图

图 2.2-13 明化镇 3500-4000m 井身结构示意图

图 2.2-14 开发评价井井身结构示意图

2.2.1.6 井槽布置图

固定无人井口平台 WHPC 共 [ ] 个井槽，井口区 [ ]，其中 2 口单筒双井，井口间距 [ ]。井槽平面布置图如下：

图 2.2-15 BZ26-3WHPC 井槽平面布置图



综合考虑管线路由布置、钻井船就位区域避让、平台总体布置等因素影响，推荐如下海管/海缆登陆平台方案：

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]。

图 2.2-16 BZ26-3WHPC 至 BZ26-3PAPD 平台间的管缆路由示意图



### 2.2.4.2 参数设计

#### (1) 海底混输管线

拟建 BZ26-3WHPC 至 BZ26-3PAPD 海底混输挠性管。其相关设计参数见表 2.2-8。

平管设计为挠性管，

表 2.2-8 BZ26-3WHPC 至 BZ26-3PAPD 混输管道相关参数

管道长度	
结构形式	
外径	
内径	
最大设计压力	
最大操作压力	
最高设计温度	
最高操作温度	
爆破压力	
腐蚀裕量	
设计水深	
设计寿命	

保温挠性管的结构由内到外依次为

，各层的作用及结构型式如图 2.2-17。

图 2.2-17 混输挠性管截面示意图

根据设计基础数据，各层材料选择如下：

图 2.2-17 混输挠性管各层材料

图 2.2-18 混输挠性管立管截面图

#### (2) 海底注水管线

拟建 BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 注水海管，平管段采用挠性管结构形式，立管段采用双层管结构形式。其相关设计参数见表 2.2-9，管道结构见图 2.2-19。

表 2.2-9 BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 注水管道相关参数

管道长度	
外径	
内径	
最大设计压力	
最大设计温度	
保温层厚度	
立管腐蚀裕量	
设计寿命	

图 2.2-19 BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 注水管线剖面图

(3) 海底电缆

拟建 BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 平台海底集束电缆。其相关参数见表 2.2-10，海底电缆截面图见图 2.2-20。

表 2.2-10 BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 海底电缆相关参数

电缆长度	
规格型号	
额定电压	
设计寿命	

图 2.2-20 BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 电缆剖面图

2.2.4.3 海底管道防腐

海管采取内防腐与外防腐相结合的防腐措施。

(1) 海管内防腐

BZ26-3 WHPC 平台至 BZ26-3 PAPD 平台的混输海底管道平管段不需要牺牲阳极，立管段采用碳钢+3mm 内腐蚀裕量+缓蚀剂方案。

BZ26-3 PAPD 平台至 BZ26-3 WHPC 平台注水海底管线正常工况下海底管线的最大入口压力为 14783kPaA，最高入口温度为 78℃。该条海底管线立管采用“碳钢+腐蚀裕量+缓蚀剂”的防腐方案，内腐蚀裕量均按 3mm 考虑。

在新建海底管道出、入口各设置一套内腐蚀监、检测装置，在生产中定期通过内腐蚀监测装置监测腐蚀情况，根据监测情况采取相应措施，包括调节缓蚀剂的种类，添加浓度及频率，或采取工艺措施如降低含水率，降低 CO<sub>2</sub> 分压等措施。

(2) 海管外防腐

立管外管的外防腐采取防腐涂层与阴极保护的联合保护方法。

根据本工程海底管道的特点，海底管道立管飞溅区采用抗冲击性能好、耐紫外线、耐磨性能好的氯丁橡胶，底层为 FBE 底漆，总厚度不小于 13mm。

阴极保护采用牺牲阳极法，采用手镯型铝基牺牲阳极，阳极含锌量 2.5%~5.75%。牺牲阳极使用情况详见表 2.2-11。

表 2.2-11 管线防腐的牺牲阳极使用情况

序号	管线	阳极的种类	个数 (块)	单个重量 (kg)
1	BZ26-3WHPC 至 BZ26-3PAPD 混输管线	手镯型铝基牺牲阳极	4	72.84
2	BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 注水管线	手镯型铝基牺牲阳极	4	64.13

## 2.2.5 渤中 26-3WHPA 平台适应性改造

本工程需对依托的 BZ26-3WHPA 平台进行适应性改造，WHPA 平台为 6 腿 6 主桩导管架结构形式井口平台，平台改造主要集中在电气、仪表房间的改造，以及相应管线的增加。

### 2.2.5.1 总图

本次改造主要为在平台东侧外扩甲板用以支撑 WHPA 与 PAPD 间的 57 米栈桥，在北侧外扩甲板用以支撑设备，结构总重量 80 吨。

#### (1) 中层甲板



#### (2) 下层甲板



造图见图 2.2-22。

图 2.2-21 BZ26-3WHPA 平台中层甲板改造图

图 2.2-22 BZ26-3WHPA 平台下层甲板改造图

### 2.2.5.2 工艺系统改造

#### (1) 原油处理系统

改造新增一路管线将新建 PAPD 平台生产分离器处理后的 8%~11%含水原油连接到分离器前，同 WHPA 平台低压生产分离器入口物流汇合经分离器后，经过外输泵外输至 BZ25-1WHPD 平台。

#### (2) 天然气处理系统

新增一路管线将新建 BZ26-3PAPD 平台生产分离器分离出的天然气输至 BZ26-3WHPA 平台的低压压缩机流程入口，同 BZ26-3WHPA 分离器气相出口的天然气汇合后分别进入低压缩机和废气压缩机处理。

#### (3) 生产水处理系统

BZ26-3PAPD 平台核桃壳过滤器使用 BZ26-3WHPA 平台反冲洗泵进行反冲洗作业，反洗水量 90m<sup>3</sup>/h，反洗泵出口压力 550kPaG；需要对反洗水泵出口管线做相应改造，反洗后污水利用剩余压力打回 WHPA 平台污水罐，污水罐净容积为 80m<sup>3</sup>，可以满足 PAPD 平台核桃壳反洗要求。

#### (4) 注水系统

为保证 BZ26-3WHPA 和 WHPC 平台注水量，在 WHPA 平台新增一台注水增压泵与原有注水增压泵并联，注水高峰期间注水增压泵与注水泵 3 用 1 备。改造新增工艺设备如下：注水增压泵及泵前滤器各 1 台。注水增压泵流量为 80m<sup>3</sup>/h，进口压力 ATM，出口压力 1100kPaG。

#### (5) 燃料气处理系统

在 BZ26-3WHPA 平台原燃料气加热器出口新增一路管线将天然气输至新建 BZ26-3PAPD 平台天然气发电机。

#### (6) 热介质系统

改造需要新增管线将热介质接入 PAPD 平台，原热介质循环泵设计流量为 135m<sup>3</sup>/h，改造后平台最大热介质流量为 131.7m<sup>3</sup>/h，热介质经循环泵增压和锅炉加热后剩余压力为 450kPaG，满足进入 PAPD 平台要求。

#### (7) 柴油系统

在 BZ26-3WHPA 平台柴油系统出口管线上新增去 BZ26-3PAPD 平台管线。

(8) 化学药剂系统

在 BZ26-3WHPA 平台原相应药剂泵的出口新增管线接入 BZ26-3PAPD 平台。

(9) 闭排系统

BZ26-3WHPA 平台闭排系统改造在闭排罐上新增接口接入 BZ26-3PAPD 排放管线。

(10) 消防系统

BZ26-3PAPD 平台所需消防水由 BZ26-3WHPA 平台提供。本次改造需要从 BZ26-3WHPA 平台消防水主环网引出两路 6" 管线至 PAPD 消防水环网。

(11) 仪控系统

BZ26-3 WHPA 平台中控系统需要增加相关控制及关断报警信号，并对现有逻辑进行组态。

在 BZ26-3 WHPA 平台中控室增加 2 台操作站，工程师站安装组态及 HART 管理等软件，利用现有海底光纤及交换机实现对 WHPC 平台及 PAPD 平台的远程控制及监控。

新增现场仪表及火气设备类型需与平台原有仪控设备一致，便于后期维护管理。

(12) 电气系统

在 BZ26-3WHPA 6.3kV 中压盘扩展 1 面额定电流为 630A 的 VCB 与新增 BZ26-3PAPD 中压盘通过栈桥实现组网。

(13) 仪表风/公用风系统

改造在 BZ26-3WHPA 平台原供用气和仪表气管汇新增接口去 PAPD 平台。

(14) 氮气系统

改造在 BZ26-3WHPA 平台原氮气管汇新增接口去 PAPD 平台。

## 2.2.6 本项目能耗分析

渤中 26-3 油田扩建开发工程能耗情况计算汇总于表 2.2-12 中。

表 2.2-12 工程综合能耗计算表

序号	项目	设计消耗量		能量折算指标		设计能耗
		单位	数量	单位	折算值	tce/a
1	耗电					
2	柴油					
3	天然气					
4	综合能耗					
5	单位油气生产综合能耗					

6	单位液量生产综合能耗	■	■
渤中 26-3 油田扩建开发工程在正常生产工况下的综合能耗为 ■			
■			

## 2.3 油田开发过程及生产工艺

渤中 26-3 油田扩建项目开发过程大致可以分为海上建设、海上生产运营和海上废弃三个阶段。

### 2.3.1 海上建设阶段

渤中 26-3 油田扩建项目海上建设阶段的施工作业内容主要包括导管架和甲板上部组块等设施的海上安装、海底管道/电缆的铺设、钻完井作业以及依托设施的适应性改造等。

#### 2.3.1.1 平台施工

WHPC 平台导管架及甲板组块均在青岛场地建造，采用滑移装船，海上采取吊装就位。导管架吊装重量约 537 吨，采用 900 吨级浮吊安装，并打入 4 根桩，导管架附件预装在导管架上。甲板组块青岛场地建造。滑移装船，海上采取吊装就位，吊装重量约 355 吨，采用 900 吨级浮吊吊装就位。

PAPD 平台导管架及甲板组块均在青岛场地建造，采用滑移装船，海上采取吊装就位。导管架吊装重量约 404 吨，采用 900 吨级浮吊安装，并打入 3 根桩，导管架附件预装在导管架上。甲板组块：青岛场地建造。滑移装船，海上采取吊装就位，吊装重量约 1725 吨，采用 3800 吨级浮吊吊装就位。栈桥采用 3800 吨级浮吊单独吊装。

WHPA 平台改造：外扩甲板结构采用陆地预制单节，海上拼接组对的方式进行安装。

#### 2.3.1.2 钻完井施工

##### (1) 钻井液体系

渤中 26-3 油田开发井一开使用海水/膨润土浆体；二开使用有机正电胶钻井液或其改进型体系；三开水平段，使用弱凝胶无固相钻井液体系。常规井：16"井段采用海水

膨润土浆钻井液体系；12-1/4"井段采用改进型有机正电胶钻井液体系或其改进型体系；8-1/2"井段：水平裸眼段采用弱凝胶无固相钻井液体系。瘦身井：12-1/4"井段采用海水膨润土浆钻井液体系；9-1/2"井段采用改进型有机正电胶钻井液体系或其改进型体系；6-1/2"井段：水平裸眼段采用弱凝胶无固相钻井液体系。推荐具体钻井液设计见表 2.9-2。

钻井液体系详见表 2.3-1。

表 2.3-1 渤中 26-3 油田钻井液体系设计

井眼尺寸(in)	一开	二开上部	二开下部	水平段
钻井液类型	海水膨润土浆	海水膨润土浆	改进型 PEC	EZ-FLOW
密度(g/cm <sup>3</sup> )	1.03~1.08	1.05~1.10	1.18~1.28	1.03~1.08
粘 度 (s/qt)			48~60	55~60
PV(Pa)			20~25	20~25
YP(mPa.s)			10~14	10~14
API FL (ml)			≤5	≤5
PH			9~11	9~11

### (2) 施工方案

渤中 26-3 油田新建平台推荐采用自升式钻井平台进行前期开发井及后期调整井钻井完井作业，钢丝投捞进行常规检泵作业+修井船（或钻井船）进行大修井作业。钻井方式采取先安装 WHPC 平台，再进行钻井船就位作业。

完井方案：油田范围内平均水深 21m。根据钻完井方式的技术和经济性对比结果，推荐渤中 26-3 油田扩建项目完井机具采用自升式钻井平台进行完井。根据油藏方案，油井主要采用水平井开发，气井采用定向井开发。对于水平井：为了提高水平油井产能，简化完井工序，降低完井费用，推荐水平井采用裸眼完井。对于定向井：推荐采用套管射孔完井。

### 2.3.1.3 固井施工

#### (1) 18"和 13-3/8"表层套管

水泥返高：井口；水泥类型：G 级纯水泥

水泥浆比重：领浆 1.58SG，尾浆 1.90SG

附加量：按钻头直径计算的环空容积附加量不小于 100 %

固井液体系：采用早强剂水泥浆体系



固井方式：单级单封

**(2) 9-5/8"套管（注水井、常压油井）**

水泥浆返高：前置浆返高至表层套管鞋以上（有效段）100m，尾浆返至最上一层油气层以上 150m

水泥类型：G 级纯水泥

水泥浆比重：领浆 1.75SG，尾浆 1.90SG

附加量：裸眼附加 50%，套管内不附加

固井液体系：降失水剂+缓凝剂+防窜增强剂+消泡剂

固井方式：单级固井+井口回挤

**(3) 9-5/8"套管（A1S2 气井、过断层）**

水泥浆返高：井口

水泥类型：漂珠水泥

水泥浆比重： 1.50SG

附加量：裸眼附加 50%，套管内不附加

固井液体系：降失水剂+缓凝剂+防窜增强剂+消泡剂

固井方式：单级固井

**(4) 7"尾管（A1S2 气井、过断层）**

水泥浆返高：水泥至少返至尾管悬挂器以上至少 50m

水泥类型：G 级纯水泥

水泥浆比重：领浆 1.75SG，尾浆 1.90SG

附加量：不小于电测环空容积的 20%，套管内不附加

固井液体系：降失水剂+缓凝剂+防窜增强剂+消泡剂

固井方式：单级固井

**(5) C9 井回填水泥塞设计**

**表 2.3-2 C9 井回填水泥塞设计**

	裸眼段层间封隔	顶部油、气、水层封堵
回填水泥塞	自所封堵油、气、水层底部 30m 以下上返至所封堵层顶以上不少于 50m，单个水泥塞长度不少于 50m。	顶部油、气、水层的水泥返高应高于所封堵层顶部不少于 100m，候凝、探水泥塞顶面。
1#水泥塞，封固井段 2350~2517m		

	2#水泥塞, 封固井段 2100~2300m
	3#水泥塞, 封固井段 1850~2050m
	4#水泥塞, 封固井段 1600~1800m
	5#水泥塞, 封固井段 1420~1550m
水泥类型	G 级纯水泥
水泥浆密度	密度: 1.90g/cm <sup>3</sup>
附加量	裸眼附加 50%
固井方法	平衡法注水泥塞

#### 2.3.1.4 管道/电缆施工

##### (1) 常规段施工方案

海底管道、电缆全程埋设, 采用后挖沟自然回填的方式, 挖沟全部采用犁式挖沟机后挖沟, 海缆埋设管道顶部距海床表面为 1.5m, 混输海管和注水海管埋深 2m。拟使用 200 吨级浮吊或同等能力的船舶施工。混输海管拟使用铺管船舶海恩 302 进行铺设, 配备一条拖轮, 注水管道拟使用合适船舶进行铺设, 电缆拟使用沪救捞 62 或同等能力的船舶进行铺设。

立管、膨胀弯的安装布置: 对于新建平台, 可在陆上预制场地将立管预制在平台桩腿预定位置, 导管架海上就位后经膨胀弯与海底管道采用水下法兰连接。对于已建平台, 采用立管海上安装方式。对于安装在桩腿外侧的立管, 设置立管保护结构。立管、膨胀弯及海底管道之间采用水下法兰连接, 连接设置法兰保护器。对于处于落物区范围内的膨胀弯, 应设置防落物撞击保护。海上安装立管、膨胀弯及清管试压使用 200 吨级浮吊船。

典型海底管线的埋设示意图见图 2.3-1。

图 2.3-1 海底/电缆管道埋设示意图

##### (2) 跨越点施工方案

本工程拟建的 3 条海底管道/电缆与已建管道电缆有 12 次穿跨越。新建管缆与已建管缆跨越点处理方式, 将已建管缆在跨越点处定位出来, 在已建海底管缆上方放置至少 300mm 厚水泥压块, 在其上方铺设新建管道/电缆, 新建管道/电缆上方再铺设水泥压块进行防护。跨越施工拟使用 200 吨级浮吊或同等能力的船舶。

#### 2.3.1.5 人员安排及施工机具、施工工期

表 2.3-3 工程海上建设阶段使用船舶及施工天数

渤中 26-3 油田扩建项目环境影响报告书

施工阶段	施工船舶数量 (艘)	施工天数	备注
BZ26-3WHPC 导管架、钢桩、 隔水套管海上安 装	900 吨级浮吊	■	
	拖轮 4000HP		
	7000 吨驳船		
	拖轮 6000HP		
	输灰拖轮 6000HP		
	交通船		
BZ26-3WHPC 上部组块海上安 装	900 吨级浮吊	■	
	拖轮 4000HP		
	7000 吨驳船		
	拖轮 6000HP		
	交通船		
	HYSY281 (生活支持船)		
	6000HP 拖轮		扣除运输及返航, 仅包括就 位、起锚共 2 天海上施工
	4800HP		仅包括工程投资中守护/供应船 天数, 不包括生产准备费中的 8 天
BZ26-3PAPD 导 管架、钢桩海上 安装	900 吨级浮吊	■	
	拖轮 4000HP		
	7000 吨驳船		
	拖轮 6000HP		
	输灰拖轮 6000HP		
	交通船		
BZ26-3PAPD 上 部组块、栈桥海 上安装	3800 吨级浮吊	■	
	拖轮 8000HP		
	7000 吨驳船		
	拖轮 6000HP		
	交通船		
	HYSY281 (生活支持船)		
	6000HP 拖轮		扣除运输及返航, 仅包括就 位、起锚共 6 天海上施工
	4800HP		
海底混输管线敷 设	BH109 或者 HYSY202	■	装船及固定、海上运输及返 航、管线铺设、清管试压、压 块作业 三条船舶一起铺设共计时 间
	拖轮		
	驳船		
海底混输管线/ 注水管线鹅脖安 装	200 吨浮吊	■	鹅脖安装

海底电缆敷设	沪救捞 62	■	包含水泥压块
	2000 吨自航驳		
老平台改造	拖轮 4800HP	■	

表 2.3-4 工程海上建设阶段作业内容、施工船舶及作业人员

序号	施工阶段	施工船舶数量 (艘)	施工人员 (人/每天)	施工天数 (天)
1	BZ26-3WHPC 导管架、钢桩、隔水套管海上安装	6	52	■
2	BZ26-3WHPC 上部组块海上安装	8	52	■
3	BZ26-3PAPD 导管架、钢桩海上安装	6	52	■
4	BZ26-3PAPD 上部组块、栈桥海上安装	8	52	■
6	钻井	1	120	■
7	完井	1	120	■
8	海底混输管线敷设	3	80	■
9	注水管线敷设	1	19	■
10	海底电缆敷设	2	35	■
11	平台适应性改造	1	8	■

表 2.3-5 施工工期计划

序号	施工阶段	时间计划
1	BZ26-3WHPC 导管架、钢桩、隔水套管海上安装	■
2	BZ26-3WHPC 上部组块海上安装	■
3	BZ26-3PAPD 导管架、钢桩海上安装	■
4	BZ26-3PAPD 上部组块、栈桥海上安装	■
6	第一批钻完井	■
	第二批钻完井	■
7	管缆敷设	■
8	投产	■

### 2.3.1.6 施工时序

根据工程建设内容，施工时序如下：

- (1) 新建海上平台装船固定，海上运输、安装；
- (2) 管线铺设；先进行混输、注水海管的铺设、然后再铺设电缆。
- (3) 钻完井作业，分为两批钻井，最后一次性钻井液的排放间隔大于 15 天；
- (4) 平台的适应性改造。

## 2.3.2 海上生产阶段

### 2.3.2.1 总体物流集输工艺流程

新建 BZ26-3 WHPC 平台井口物流计量后，经海底管道外输至 BZ26-3PAPD 平台，首先进行加热，然后在生产分离器里处理成 8%~11%含水原油，分离出的天然气进入 BZ26-3 WHPA 平台燃料气处理系统进行处理，处理之后的天然气用于 BZ26-3 PAPD 平台的电站使用，多余的气首先根据 HYSY113FPSO 用气需求输送，其次输往 BZ26-2WHPA 平台，用于平台透平使用。分离的生产水进入 BZ26-3PAPD 平台的生产水处理系统处理。分离出的含水原油与渤中 26-3 油田的含水原油一起输送至 BZ25-1WHPD 平台，与 BZ25-1WHPE、WHPF 平台产液一起输送至 HYSY113 FPSO 后处理成合格原油储存。

渤中 26-3 油田扩建项目建成后，新增生产水处理设施布置在新建 BZ26-3 PAPD 平台上，经过 3 级处理后进入 BZ26-3 WHPA 平台超声波过滤器和注水系统，BZ26-3 WHPA 平台注水系统将部分注水输送至 PAPD 平台，并通过新建海管返回新建 BZ26-3 WHPC 平台。

表 2.3-2 本工程总体物流集输工艺流程图（2020 年 7 月友谊号解脱后）

### 2.3.2.2 原油处理工艺流程

#### 2.3.2.2.1 WHPC 井口平台工艺流程

无人井口平台 WHPC 不设处理设施

WHPC 井口平台工艺系统流程参见图 2.3-3。

表 2.3-3 WHPC 平台工艺系统流程图

#### 2.3.2.2.2 BZ26-3PAPD 平台工艺流程

[Redacted text block]

PAPD 动力平台工艺系统流程参见图 2.3-4。

图 2.3-4 BZ26-3PAPD 动力平台原油处理系统工艺流程

### 2.3.2.3 生产水处理工艺流程

[Redacted text block]

生产水处理工艺流程见图 2.3-5。

图 2.3-5 BZ26-3PAPD 动力平台生产水处理系统工艺流程

#### 2.3.2.4 天然气处理工艺流程（依托 BZ26-3WHPA 平台）

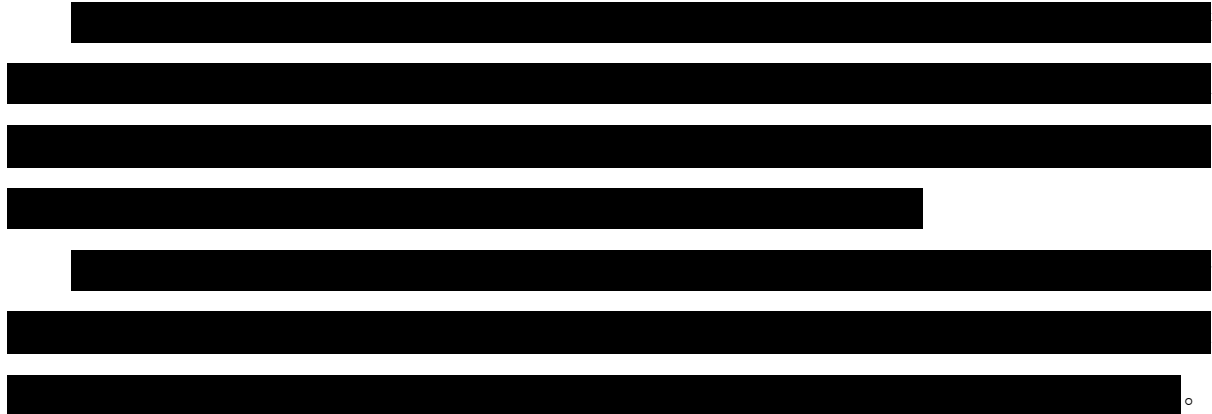


图 2.3-6 BZ26-3WHPA 平台原油及天然气处理系统工艺流程

#### 2.3.2.5 注水工艺流程



PAPD 平台注水工艺流程参见图 2.3-7。

图 2.3-7 BZ26-3PAPD 动力平台注水处理系统工艺流程

### 2.4 依托可行性分析

#### 2.4.1 依托概况

根据 2.2.2.1 节的总体物流集输工艺流程，本工程需依托 BZ26-3WHPA 平台，依托其注水处理系统的超声波过滤器、生产水处理系统的反冲洗泵及污水罐、原油及低压天然气处理系统；并依托海洋石油 113 号 FPSO，主要依托其油、水处理、储存和外输功能。此外还需依托 BZ26-3WHPA 至 BZ25-1WHPD 混输海管、BZ25-1WHPD 至 BZ25-2 SPM 混输海管和 BZ26-3WHPA 至 BZ26-2WHPA 输气海管。

本工程主要依托设施见表 2.4-1、图 2.4-1。

表 2.4-1 主要依托工程



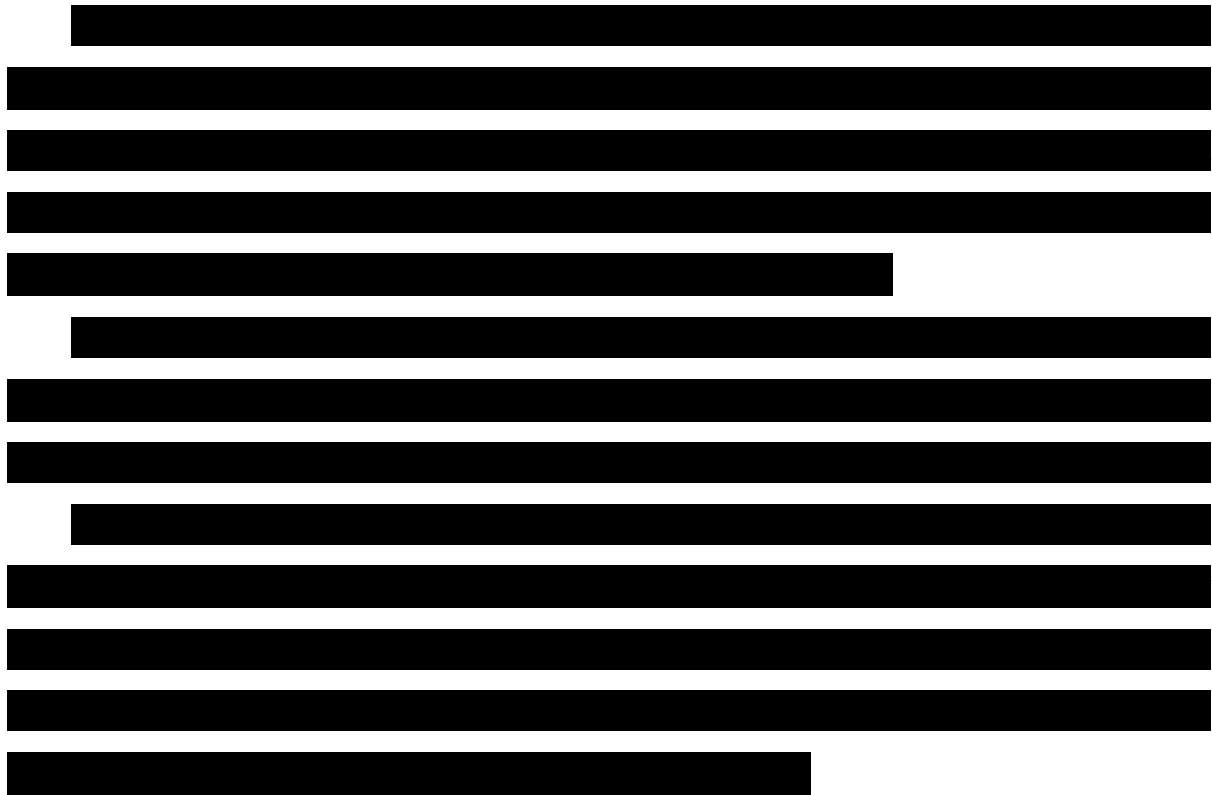
依托工程	依托设施	设施设计处理能力
BZ26-3WHPA 平台	注水系统	
	生产水系统	
	低压天然气处理系统	
	原油处理系统	
海洋石油 113 号 FPSO	原油处理设施	
	含油生产水处理设施	
	舱容	
BZ26-3WHPA 至 BZ25-1WHPD 混输海管		
BZ25-1WHPD 至 BZ25-2SPM 混输海管		
BZ26-3WHPA 至 BZ26-2WHPA 输气海管		

图 2.4-1 依托工程分布示意图

(1) BZ26-3 WHPA 平台

BZ26-3 WHPA 平台包括油气两级分离和水处理系统。分离出的天然气输送至 BZ26-2 WHPA 平台，用于平台透平使用；原油处理依托 BZ25-1 WHPD 平台和海洋石油 113 号 FPSO；分离出的大部分（92%~97%）含油生产水经本油田 WHPA 平台处理，少量的（3%~8%）的含油生产水随原油混输至海洋石油 113 号 FPSO 处理。

A.原油及天然气处理工艺流程



BZ26-3 WHPA 平台原油及天然气处理系统工艺流程图见图 2.4-2。

图 2.4-2 BZ26-3WHPA 平台原油及天然气处理系统工艺流程

B.注水系统工艺流程

[Redacted]

(2) 海洋石油 113 号 FPSO

海洋石油 113 号 FPSO 为海上浮式生产储油装置。它具有油气水处理、原油储存和外输等功能，本工程含水原油及部分生产水需依托海洋石油 113 号 FPSO 进行处理。

A.原油处理工艺流程

[Redacted]

[Redacted]。“海洋石油 113 号”FPSO 生产工艺流程见图 2.4-3。

图 2.4-3 “海洋石油 113 号”FPSO 生产工艺流程图

B. 生产水处理工艺流程

[Redacted]

[Redacted]。“海洋石油 113”

号 FPSO 含油生产水处理工艺流程见图 2.4-4。

图 2.4-4 “海洋石油 113 号”FPSO 生产水处理工艺流程图

### 2.4.2 水平衡分析

BZ26-3WHPC 平台为新建无人井口平台，不设置生产水处理系统，平台产液直接经海底管道进入 BZ26-3PAPD 平台进行处理。BZ26-3PAPD 平台为动力处理平台，与 BZ26-3WHPA 平台栈桥相连。BZ26-3PAPD 平台接收来自 BZ26-3WHPC 平台产液，生产污水经 BZ26-3PAPD 生产水处理系统处理后进入 BZ26-3WHPA 平台注水系统增压，最终经由新建的注水海管返输回 BZ26-3WHPC 平台，经注水管汇分配后回注地层。

BZ26-3 油田物流依托 BZ25-1 油田海管外输，最终外输至 HYSY113 号 FPSO 进行处理。对 BZ26-3 油田的产水量和注水量进行分析，结果如表 2.4-2 所示：

由下表可知，BZ26-3 油田需要水源井补充水量最大为 [REDACTED]，BZ26-3WHPA 平台水源井最大产水能力为 [REDACTED]，BZ26-3 油田注采可以平衡。

表 2.4-2 渤中 26-3 油田水量平衡表

时间	渤中 26-3 现有生产水	渤中 26-3 现有注水	本工程生产水	本工程注水需求量	总产水量	BZ26-3 油田外输水 (外输原油含水)	总注水需求量	水源井补充水量
	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d
2021	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2022	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2023	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2024	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2025	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2026	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2027	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2028	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2029	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2030	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2031	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2032	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2033	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2034	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2035	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2036	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

2037	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2038	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2039	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2040	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：渤中 26-3 油田现有平台可采年限至 ■

### 2.4.3 工程依托设施能力校核

#### 2.4.3.1 BZ26-3WHPA 平台生产水系统能力校核

BZ26-3WHPA 平台现有生产水系统处理能力为 ■，PAPD 平台新增生产水处理系统处理能力为 ■，改造后进入生产水处理系统的生产污水和反洗污水最大量约 ■，WHPA 平台和 PAPD 平台污水处理能力满足处理要求。需要对 WHPA 平台做相应管线改造，产水高峰年需要将 WHPA 平台部分生产水送至 PAPD 平台处理。

BZ26-3PAPD 平台核桃壳过滤器使用 BZ26-3WHPA 平台反冲洗泵进行反冲洗作业，反洗水量 ■，反洗泵出口压力 ■；需要对反洗水泵出口管线做相应改造，反洗后污水利用剩余压力打回 WHPA 平台污水罐，污水罐净容积为 ■，可以满足 PAPD 平台核桃壳反洗要求。

#### 2.4.3.2 BZ26-3WHPA 平台注水系统能力校核

BZ26-3PAPD 平台生产水经核桃壳过滤器处理后，与 BZ26-3WHPA 平台生产水一起进入 WHPA 平台的超声波滤器处理，处理合格后进入 WHPA 平台注水系统；WHPA 平台共 3 台超声波滤器，单台处理量为 115m<sup>3</sup>/h，WHPC+WHPA 逐年注水量最大约为 204m<sup>3</sup>/h，WHPA 平台超声波滤器 2 用 1 备，可以满足处理要求。

处理合格的注水进入 BZ26-3WHPA 平台注水缓冲罐，由 WHPA 平台注水增压泵和注水泵增压后，部分注水进入 WHPA 平台注水井，其余部分经由新建注水海管输送至 BZ26-3WHPC 平台注水。BZ26-3WHPA 平台现有注水增压泵 3 台和注水泵 4 台，注水泵单台排量为 65 m<sup>3</sup>/h，为保证 BZ26-3WHPA 和 WHPC 平台注水量，在 WHPA 平台新增一台注水增压泵与原有注水增压泵并联，注水高峰期间注水增压泵与注水泵 3 用 1 备。

#### 2.4.3.3 BZ26-3WHPA 平台原油处理系统能力校核

BZ26-3WHPA 现有原油处理系统主要处理 BZ26-3WHPA 与 WHPB 的平台产液。

原油系统主要包括低压 GLCC、低压生产分离器、高压生产分离器，设备原设计的处理能力如表 2.4-4 所示。

表 2.4-4 BZ26-3WHPA 原油处理设备能力校核

设备编号	设备名称	油处理能力 m <sup>3</sup> /d	液处理能力 m <sup>3</sup> /d	气处理能力 10 <sup>4</sup> Sm <sup>3</sup> /d	实际需处理量 m <sup>3</sup> /d		
					油	液	气
WHPA-GLCC-2001	低压 GLCC	1500	4700	8.08	■	■	■
WHPA-V-2001	低压生产分离器	1500	4700	2.3			
WHPA-V-2002	高压生产分离器	-	230	55	■	■	■

本次改造 PAPD 平台接收新增 WHPA 平台物流并进行处理，处理后的油相出口物流进入 BZ26-3WHPA 已有的原油系统，与平台物流汇合后进入 WHPA 现有分离器处理。WHPA 平台现有的原油系统接收处理已有的 WHPA 和 WHPB 平台井口物流以及 PAPD 平台油相出口物流，根据上表平台低压系统的 GLCC 和低压分离器的天然气处理能力不满足要求。 ■

■，按照最大气量计算气流速低于分离的允许流速，因此能够处理多余天然气。高压处理系统气量低于设计能力，设备满足要求。

PAPD 分离的含水 8%~11%原油进入 WHPA 平台分离器，与 WHPA 平台及 WHPB 平台物流汇合经过分离器处理成 8%含水原油外输，WHPA 原外输泵为 2 台变频泵，一用一备，单台设计能力为 ■，接收 PAPD 平台物流后，WHPA 最大外输量为 ■ 低于原外输泵设计能力。

改造新增一路管线将新建 PAPD 平台生产分离器处理后的 8%~11%含水原油连接到分离器前，同 WHPA 平台低压生产分离器入口物流汇合经分离器后，经过外输泵外输至 BZ25-1WHPD 平台。

#### 2.4.3.4 BZ26-3WHPA 平台天然气处理系统能力校核

WHPA 平台现有流程包括废气压缩机处理流程和低压压缩机处理流程。低压压缩机处理流程包括两个系列，单系列处理能力 ■，两个系列合计 ■。废气压缩机处理流程包括两个系列，单系列处理能力 ■，两个系列合计 ■。两类压缩机系统合计处理能力 ■，生产初期高压井可通过高压

GLCC 或高压分离器脱液后直接外输，不再进入压缩机流程，高压井中压力较低的气井通过压缩机加压后外输。

BZ26-3PAPD 平台分离出的天然气需通过栈桥进入 BZ26-3WHPA 平台低压天然气处理系统进行处理。BZ26-3WHPA 平台低压天然气处理系统的处理能力为  $14 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。由表 2.4-5 所见，BZ26-3WHPA 平台低压天然气处理系统可以满足使用要求。

改造新增一路管线将新建 PAPD 平台生产分离器分离出的天然气输至 WHPA 平台的低压压缩机流程入口，同 WHPA 分离器气相出口的天然气汇合后分别进入低压缩机和废气压缩机处理。

表 2.4-5 BZ26-3WHPA 平台低压天然气系统处理可行性分析

系统名称	设计能力	最大处理量	校核结果
天然气压缩机系统 (低压)	██████████	██████████	可以满足
天然气压缩机系统 (高压)	██████████	██████████	可以满足

#### 2.4.3.5 BZ26-3WHPA 平台燃料气处理系统能力校核

PAPD 平台新增天然气发电机，需要依托 WHPA 平台现有燃料气系统提供燃料气。WHPA 平台现有燃料气系统处理能力 ██████████，新增电站后，平台燃料气最大耗气量为 ██████████，低于系统设计能力，平台燃料气系统满足要求。

改造在原燃料气加热器出口新增一路管线将天然气输至 PAPD 平台新增的天然气发电机。

#### 2.4.3.6 海洋石油 113 号 FPSO 的能力校核

本工程生产水大部分在 BZ26-3PAPD 平台处理达标后回注本油田，其余生产水随原油一起输往海洋石油 113 号 FPSO 进行处理后在 BZ25-1 和 BZ19-4 油田群回注。海洋石油 113 号 FPSO 所辖油田群水平衡分析见表 2.4-6。

油田群生产水量超过注水需求量，差值最大年份 ██████████

██████████  
██████████可容纳全部多余生产水。

表 2.4-6 海洋石油 113 号 FPSO 所辖各油田水量平衡表

年限	油田群总生产水产量 m <sup>3</sup> /d	油田总回注量 m <sup>3</sup> /d	生产水回注需求量 m <sup>3</sup> /d
2021			
2022			
2023			
2024			
2025			
2026			
2027			
2028			
2029			
2030			
2031			
2032			
2033			
2034			
2035			
2036			
2037			
2038			
2039			

HYSY113FPSO 接收来自 BZ19-6、BZ19-4、BZ25-1/S 和 BZ26-3 油田所产物流，考虑 BZ19-4 油田综合调整项目后，FPSO 逐年处理量如下表：

表 2.4-7 HYSY113FPSO 逐年处理量

年份	BZ19-4 油田+BZ19-6WHPA+ BZ25-1/S 油田+BZ26-3 油田			
	油	水	液	气
	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d
2021				
2022				
2023				
2024				
2025				
2026				
2027				
2028				
2029				
2030				
2031				
2032				
2033				
2034				
2035				
2036				

2037	■	■	■	■
2038	■	■	■	■
2039	■	■	■	■

由表 2.4-6 所示，FPSO 处理的最大水量为

■ FPSO 需处理的水量没有超过生产水和注水设计能力，因此生产水系统和注水系统满足要求无需改造。

(1) 舱容校核

根据上表，进入 HYSY113FPSO 的最大原油量为 ■，低于原设计储油量 ■，FPSO 储油能力余量较大，货油舱满足要求。

(2) 处理能力校核

HYSY113FPSO 的设计处理能力和最大处理量对比如下表：

**表 2.4-8 HYSY113FPSO 油气水处理能力校核结果**

项目	处理能力	最大处理量
液 (m <sup>3</sup> /d)	■	■
油 (m <sup>3</sup> /d)	■	■
水 (m <sup>3</sup> /d)	■	■
气 (10 <sup>4</sup> Sm <sup>3</sup> /d)	■	■
日注水 (m <sup>3</sup> /d)	■	■

从上表可以看出，本工程实施后所依托的海洋石油 113 号 FPSO 的液、油、气、水处理能力和注水能力均未超过设计能力。由此可见，依托海洋石油 113 号 FPSO 可以满足要求。

**2.4.3.7 依托管线输送能力校核**

(1) BZ26-3WHPA 至 BZ25-1WHPD 混输海管

从下表可以看出，本工程实施后所依托的海底混输管道未超过原设计最大操作压力，由此可见，依托海底管线可以满足要求。

**表 2.4-9 工程实施后管线依托可行性分析**

依托管线		最大操作压力 (kpaG)	最大操作温度 (°C)
BZ26-3WHPA 至 BZ25-1 WHPD 混输海管	设计能力	■	■
	本项目实施后实际运行情况	■	■
		■	■



是否可行	可行
------	----

(2) BZ25-1WHPD 至 BZ25-2 SPM 混输海管

从下表可以看出，本工程实施后所依托的海底混输管道未超过原设计最大操作压力，但操作温度 █████，超过原设计温度，经海管结构校核海管强度满足依托后的要求。由此可见，依托海底管线可以满足要求。

表 2.4-10 工程实施后管线依托可行性分析

依托管线		最大操作压力 (kpaG)	最大操作温度 (°C)
BZ25-1WHPD 至 BZ25-1 SPM 混输海管	设计能力	████	██
	本项目实施后实际运行情况	██████████ ██████████	██████████ ██████████
是否可行		可行	

(3) BZ26-3WHPA 至 BZ26-2WHPA 输气海管

从下表可以看出，本工程实施后所依托的输气管道未超过原设计最大操作压力，但操作温度 █████，超过原设计温度，经海管结构校核海管强度满足依托后的要求。由此可见，依托海底管线可以满足要求。

表 2.4-11 工程实施后管线依托可行性分析

依托管线		最大操作压力 (kpaG)	最大操作温度 (°C)
BZ26-3WHPA 至 BZ26-2 WHPA 输气海管	设计能力	████	██
	本项目实施后实际运行情况	██████████ ██████████	██████████ ██████████
是否可行		可行	

### 3 工程分析

#### 3.1 工程各阶段污染环节与环境影响分析

##### 3.1.1 海上建设阶段产污环节分析

海上建设阶段包括：平台建设；海底混输、注水管线及集束海缆的铺设；钻完井；平台适应性改造等。

海上平台设施的安装、调试过程中，将有浮吊船、铺管船及驳船等参加作业，这些船舶将产生一定量的含油污水、生活污水、生活垃圾等。此外在工程安装过程中还将产生金属切割的边脚料等固体废弃物。

海底混输、注水管线及集束海缆铺设将搅起一定量的海底沉积物，产生悬浮沙，同时参与作业的船舶将产生机舱含油污水、生活污水、生活垃圾等。

钻完井阶段产生钻屑和钻井液，同时参与作业的船舶将产生机舱含油污水、生活污水、生活垃圾等。

平台适应性改造过程中，将产生金属切割的边脚料等固体废弃物，同时参与作业的船舶将产生机舱含油污水、生活污水、生活垃圾等。

施工期间，大型施工机械、钻机等产生的机械噪声以及船舶和施工机械产生的轻微大气污染。海上建设阶段的产污环节及污染物种类分析见图 3.1-1。

图 3.1-1 施工阶段的产污环节图

##### 3.1.2 生产运营期产污环节及污染物分析

在油田生产运营期，主要污染物为生产水、工业垃圾及少量伴生天然气等。主要污染因子为石油类等。生产阶段产污环节见图 3.1-2。

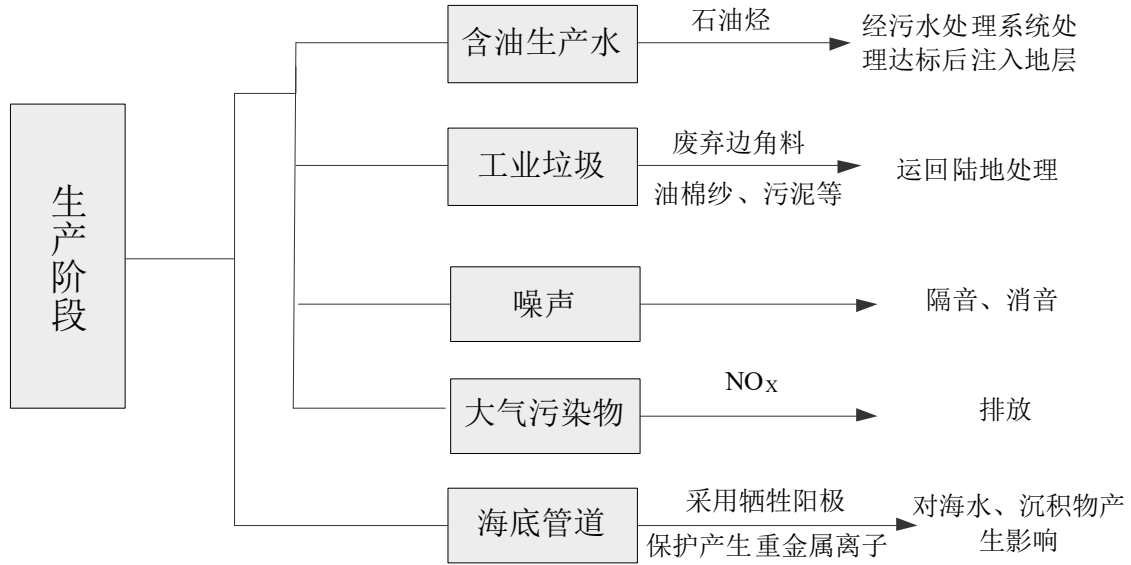


图 3.1-2 运营阶段产污环节与污染物分析

### 3.1.3 废弃阶段

废弃阶段基本上为海上施工/安装阶段的反过程，主要工程内容包括工艺设备及输油海底管线的扫线处理、上部组块及相关设备和设施的拆卸、导管架的拆除、油井的地下封堵和水上井口的切割等。具体工程内容因废弃方式或程度不同而有所差异，需届时根据废弃工程具体方案进行详细分析。总体而言废弃阶段的主要污染物包括设备和管线清洗液、拆除的废旧设施和钢材、集束海缆等工业垃圾，以及施工船舶产生的机舱含油污水、施工人员产生的生活污水和生活垃圾等。按照有关法律规定，油田废弃阶段需另行进行专门的环境影响评价。

## 3.2 工程各阶段污染源强核算

### 3.2.1 海上建设阶段污染源强核算

#### 3.2.1.1 管线铺设产生的悬浮泥沙

新建海底管线采用后挖沟回填埋设法，挖沟采用犁式挖沟机，后挖沟施工时，挖沟机与海管之间有尼龙滚轮防护，且挖沟机上配备声呐系统，用于控制沟深和检测与管道之间的距离，确保犁式挖沟机处于正确的工作位置；挖沟船配备潜水队，定期水下检测海管状态，确保管道不受损伤。

挖沟采用犁式挖沟机。

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

管线铺设悬浮沙的产生速率和产生量计算公式如下：

产生量 = 搅动沉积物的横截面积×扰动悬浮物的长度×起沙率

产生速率 = 搅动沉积物的横截面积×设备移动的速度×沉积物湿密度×起沙率×(1-含水率) /86400(s)

本工程海底混输管道、注水管道施工深度不超过海床以下 2.0 米，因此源强核算以 5 米以浅地质特征为计算参数，根据《BZ26-3WHPC 平台场址工程地质调查报告书》：在 BZ26-3WHPC 平台场址调查区域内，海底表层约 5.3m 深度范围内土质主要为非常软到软的粉质粘土。

参照《渤中 25-1 油田复产（调整）项目环境影响报告书》，悬浮泥沙含水率取 46%，悬浮沙湿密度按平均值 1.70g/cm<sup>3</sup>，起沙率按 15.0%计算，

[REDACTED]

[REDACTED]

悬浮沙产生量见表 3.2-1。

表 3.2-1 管缆铺设悬浮沙产生量

序号	海底管线名称	管线长度 (km)	悬浮沙产生量 (m <sup>3</sup> )	悬浮沙源强 kg/s
1	BZ26-3WHPC 至 BZ26-3PAPD 混输管线	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2	BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 注水管线	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
3	BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 集束海缆	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
小计			[REDACTED]	[REDACTED]

### 3.2.1.2 钻完井作业阶段产生的钻屑

钻完井过程中产生的钻屑分为油层段钻屑和非油层段钻屑两类。钻屑排放量主要取决于井身长度和井身结构，钻屑产生量根据井眼直径、井深计算所得，计算公式如下：

$$V=\pi R^2 \times h \times 1.6$$

式中：V---钻屑产生体积（m<sup>3</sup>）；π---3.14；R---井眼半径；h---井深；1.6---松散系数。

本次新钻井井长为 [REDACTED]，计算钻屑总产生量时井深取井长，井眼半径取各段井深相应半径值；当钻至油层时，会有少量的油层段钻屑产生。根据钻遇油层厚度及井径，可估算油层段钻屑的产生量。根据本工程的工程地质勘察资料，源强核算结果见表 3.2-2。

表 3.2-2 钻屑源强核算结果表

井号	井身长度 (m)	非油层段段长度 (m)	油层段段长度 (m)	非油层段钻屑产生量 (m <sup>3</sup> )	油层段钻屑产生量 (m <sup>3</sup> )	钻屑产生量 (m <sup>3</sup> )
C1H	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
C2H	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
C3H	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
C4H	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
C5H	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
C6H	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
C7H	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
C8H	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
C9	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
C10H	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
C11H	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
合计	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

注：C9 为开发评价井，后侧钻为 C5H，本工程共钻井 11 口，利用井槽 10 个。

本工程钻完井过程中，产生钻屑总量为 [REDACTED]，其中油层段钻屑量为 [REDACTED]。对于油层段钻屑，在平台上采用带盖的岩屑回收箱收集存储，然后将岩屑回收箱吊装至三用料船运至陆地，同时及时更换空岩屑箱到钻井平台备用，运回陆地由锦州永盛废油再生有限公司接收处理；非油层段钻屑量为 [REDACTED]，废油层段钻屑的排放在满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性分级》（GB18420.1-2009）的同时，按照《海洋石油勘探开发含油钻井液和钻屑向海中排放审批事项服务指南》要求执行。若不符合排放要求，将随含油钻屑一起运回陆上处理。

本工程的非油层段钻屑总产生量为 [REDACTED]，钻井天数为 [REDACTED]，则平均排放速率为 [REDACTED]。

### 3.2.1.3 钻完井作业阶段钻井液

钻完井作业中，钻井液循环使用，钻井液排放环节主要有 4 个：外排钻屑粘附、固

井置换、提钻携带以及钻完井结束后的一次性排放，钻井液排放情况见表 3.2-3。当钻遇油层时，钻井液中可能含有少量的油。根据井数、井径、钻遇油层厚度估算含油钻井液量。

表 3.2-3 钻井液源强核算结果表

钻井液	粘附 排放	固井 排放	提钻 排放	一次性 排放	非油层段 钻井液	油层段钻 井液	钻井液 总量
	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )
BZ26-3WHPC 平台产生量 (第一批井 7 口)	■	■	■	■	■	■	■
BZ26-3WHPC 平台产生量 (第二批井 4 口)	■	■	■	■	■	■	■
合计	■	■	■	■	■	■	■

本工程钻完井过程中，共产生废弃钻井液 ■，其中油层段钻井液约 ■，非油层段钻井液 ■。钻完井阶段采用水基钻井液，循环使用，钻完井后一次性排放。油层段钻井液平时储存在平台泥浆池里，回收时平台利用泵将钻井液打到船舶上专用泥浆罐，由拖轮运回码头，到码头后交由锦州永盛废油再生有限公司接收处理/处置。本项目分两批（两个批次钻井时间间隔大于 15 天）次钻井，非油层段钻井液分别为 ■，满在足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性分级》（GB18420.1-2009）的同时按照《海洋石油勘探开发含油钻井泥浆和钻屑向海中排放审批事项服务指南》要求排放，最高排放速率出现在钻井结束后的一次性排放过程中，其排放速率为 ■。

### 3.2.1.4 施工期废水

施工船舶生活污水按每人每天 0.35m<sup>3</sup> 计算，施工船舶机舱含油污水按每船每日 0.5m<sup>3</sup> 计算，施工期废水产生估算量见表 3.2-4。

表 3.2-4 施工过程废水产生量

序号	施工内容		施工船舶数量 (艘)	施工人员 (人/每天)	施工天数 (天)	生活污水 (m <sup>3</sup> )	船舶含油污水产生量 (m <sup>3</sup> )
1	WHPC 平台安装	导管架、钢桩、隔水套管海上安装	■	■	■	436.80	72.0
		上部组块海上安装	■		■	273.00	60.0
2	PAPD 动力平台安装	导管架、钢桩海上安装	■	■	■	291.20	48.0
		上部组块、栈桥海上安装	■		■	546.00	120.0

3	钻、完井		■	■	■	8379.00	99.8
4	管缆铺设	海底混输管线/注水管线 敷设	■	■	■	1512.00	81.00
		海底混输管线/注水管线 鹅颈安装	■	■	■	33.25	2.5
		集束海缆敷设	■	■	■	196.00	16.0
5	WHPA 平台适应性改造		■	■	■	56.00	56.0
合计						11723.25	509.3

### 3.2.1.5 施工期固体废物

在施工阶段，将产生一些生活垃圾和固体废弃物。如食品废弃物和废弃的零件、边角料、包装材料、含油固废等。施工船舶生活垃圾按每人每天 1.5kg 计算，根据可行性研究报告及建设单位提供的经验数据。施工期固体废物产生估算量见表 3.2-5。

表 3.2-5 施工过程中固体废物产生量

序号	平台名称		施工人员 (人/每 天)	施工天 数 (天)	生活垃 圾产生 量 (t)	一般固体 废弃物产 生量 (t)	含油危险 固体废物 (t)
1	WHPA 平 台安装	导管架、钢桩、隔水套管 海上安装	■	■	1.87	1.5	0.5
		上部组块海上安装		■	1.17		
2	PAPD 动力 平台安装	导管架、钢桩海上安装	■	■	1.25	1.5	0.5
		上部组块、栈桥海上安装		■	2.34		
3	钻完井		■	■	35.91	8.0	8.0
4	海管铺设	海底混输管线/注水管线 敷设	■	■	6.48	4.7	2.0
		海底混输管线/注水管线 鹅颈安装	■	■	0.14		
		集束海缆敷设	■	■	0.84		
5	WHPA 平台适应性改造		■	■	0.24	0.2	0.1
合计					50.24	15.9	11.1

### 3.2.1.6 施工期废气

本项目位于渤海，属于《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交通运输部，2018.11）规定的船舶大气污染物排放控制区沿海控制区。建议建设单位在施工时选择的施工船舶应满足以下条件：

(1) 船舶发动机污染物排放满足《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法（中国第一、二阶段）》（GB 15097-2016）中船机排气污染物排放限值要求；2019 年 1 月 1 日起应使用硫含量不大于 0.5%*m/m* 的船用燃油；

(2) 2015 年 3 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的施工船舶，所使用的单台发动机输出功率超过 130 千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求；

(3) 施工船舶还应严格执行其他现行国际公约和国内法律法规、标准规范关于大气污染物的排放控制要求。

同时，建议交通海事部门加强船舶施工过程中的使用监督管理，确保大气污染物排放满足要求。

施工过程的施工机械和船舶产生的废气，在采取满足使用上述标准的船舶和相对应的燃料油后，工程施工期对工程周边的大气环境影响可以接受，并且施工期间排放的大气污染物随工程施工的结束而结束。

### 3.2.1.7 施工期噪声

施工过程的施工机械和船舶产生的噪声一般在 85dB (A) 左右。由于在海上工作远离居民点，其影响可以忽略。

### 3.2.1.8 清管水

海管铺设完毕后，需要对海管进行清管，根据设计，本工程所需要的清管水为海水，新建混输海管的清管水量约为 130m<sup>3</sup>，新建注水海管的清管水量约为 70m<sup>3</sup>，共 200m<sup>3</sup>，本工程为新铺设海管，清管水的主要污染物质为悬浮沙，因此清管水直接排放入海。

### 3.2.1.9 海上建设阶段污染物汇总

海上建设阶段各种污染物的产生量汇总于表 3.2-6。

表 3.2-6 海上建设各阶段主要污染物

污染物		污染物产生量	排放速率	主要污染因子	排放/处理方式
钻井液	非油层段钻井液	■	■	SS	按相关要求排放入海
	油层段钻井液	■	■	石油类	运回陆上交锦州永盛废油再生有限公司处理
钻屑	非油层段钻屑	■	■	SS	按相关要求排放入海
	油层段钻屑	■	■	石油类	运回陆上交锦州永盛废油再生有限公司处理
悬浮沙	混输海管铺设	■	■	SS	连续排放
	注水海管铺设	■	■		



集束海缆铺设				
生活污水	11723.25m <sup>3</sup>	/	COD	经船用生活污水处理装置处理达标后排海
生活垃圾	50.24t	/	食品废弃物、食品包装等	分类收集、运回陆上处理
船舶机舱含油污水	509.3m <sup>3</sup>	/	石油类	铅封，运回陆上交有资质单位处理
一般工业固体废弃物	15.9t	/	废弃边角料、包装材料等	运回陆上处理
含油危险固体废弃物	11.1t	/	油棉纱等	运回陆地交有资质单位处理

### 3.2.2 生产运营阶段污染源强核算

生产阶段产生的污染物主要是生产水、甲板冲洗水、设施维修产生的工业垃圾等。

#### 3.2.2.1 生产水

##### (1) 正常工况

BZ26-3WHPC 平台不设置生产水处理系统，

经注水管汇分配后回注地层。

根据工程概况生产水处理流程中的内容，本工程投产后，生产水最大产生量为，分离后经生产水处理系统处理合格后回注地层。

##### (2) 非正常工况

本工程进行期间及完工投产后，受生产流程波动影响可能会出现非正常工况。一旦出现上述非正常工况，可以调整油井运行频率，降低油井产出量，减少流程生产污水处理量，以保障油水处理效果，处理后的生产水全部回注地层，必要时停止生产，禁止生产水外排入海。

#### 3.2.2.2 生活污水

本工程为无人值守平台。运营期无生活污水和生活垃圾产生。

### 3.2.2.3 初期雨水

开排系统主要包括开排槽和开排泵，用于收集甲板初期雨水和清洗废水。降雨期或者甲板清洗时并将开排槽液位降至最低。当开排槽达到一定的液位时，由开排槽泵将初期雨水等污水打入系统做进一步处理。

由于渤中 26-3 油田距离陆地最近的城市为东营市，因此本项目初期雨水按东营市地区暴雨公式（引自《东营港城工业区规划分区规划》2006.4）进行估算。

$$\text{暴雨强度公式: } q = \frac{3888.62(1 + 0.78 \log P)}{(t + 10)^{0.91}}$$

式中：q—暴雨强度(L/S·ha)；P—设计暴雨重现期采用 P=1 年；t—集流时间(min)，采用 30min。计算得工程区暴雨强度为 135.49L/S·ha。

$$\text{雨水量公式: } Q = C \cdot F \cdot q$$

式中：Q—雨水量(L/S)；F—汇水面积 (ha)；C—径流系数， 0.4-0.6 之间取值。本次评价取 0.6。

初期雨水一般为前 15min 的雨水，新建平台上部组块的面积为 ████████，经计算初期雨水量新增量 ████████。

### 3.2.2.4 大气污染物

#### (1) 伴生天然气

本工程 BZ26-3PAPD 平台生产分离器分离的天然气通过栈桥进入 WHPA 平台低压天然气处理系统，处理后的天然气用于 PAPD 平台的发电机使用，其余部分天然气与原油混合外输至渤中 25-1WHPD 平台。本工程天然气产生、消耗情况见下表，新增天然气最大为 ████████。

表 3.2-7 本工程天然气产生、消耗情况

年	本工程新增气量 10 <sup>4</sup> Sm <sup>3</sup> /d	PAPD 燃气发电机用气量 10 <sup>4</sup> Sm <sup>3</sup> /d	外输气量 10 <sup>4</sup> Sm <sup>3</sup> /d
2021	██████	██████	██████
2022	██████	██████	██████
2023	██████	██████	██████
2024	██████	██████	██████
2025	██████	██████	██████
2026	██████	██████	██████
2027	██████	██████	██████
2028	██████	██████	██████
2029	██████	██████	██████
2030	██████	██████	██████
2031	██████	██████	██████

2032					
2033					
2034					
2035					
2036					
2037					
2038					
2039					
2040					
2041					
2042					

按照《第一次全国污染源普查工业污染源产排污系数手册》(2010年修订),每燃烧 1Nm<sup>3</sup> 天然气约产生 13.63m<sup>3</sup> 烟气量; NO<sub>x</sub> 排放系数为: 18.71kg/10<sup>4</sup>m<sup>3</sup> 燃料气。本工程天然气组分不含硫化氢,故无二氧化硫的排放。

本项目投产后新增的天然气量 [REDACTED] 根据系数估算,新增大气污染物产生量见表 3.2-8。

表 3.2-8 本项目投产后大气污染产生量

污染物	烟气量 (m <sup>3</sup> /d)	NO <sub>x</sub> (kg/d)
产生量	[REDACTED]	[REDACTED]

(2) 柴油

在渤中 26-3PAPD 平台上设置柴油发电机组作为平台应急电站,一年耗费柴油约 [REDACTED]。运行期间因消耗柴油产生 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 和烟尘污染物。

3.2.2.5 工业垃圾

在油田生产阶段,将产生一些工业垃圾。如废弃的零件、边角料、包装材料、含油固废等。BZ26-3WHPC 平台运营期按每口井 1t/a 计算,共产生工业垃圾 10t/a。BZ26-3PAPD 平台产生的工业垃圾为 25t/a。

3.2.2.6 平台和海管牺牲阳极中锌的释放量

平台导管架水下部分和管线为阴极保护防腐。主要采用高性能铝合金阳极,即在常规的 Al-Zn-In 系阳极中添加 Mg、Ga 等合金元素。铝合金阳极除铝外,还含有的成分为金属锌,海底管线阳极锌含量为 2.5%~5.75%,本次计算取平均值 4.125%,平台阳极锌含量为 3%~6%,本次计算取平均值 4.5%。

海底管线对海洋环境的污染主要来自牺牲阳极中的锌金属溶出。牺牲阳极中的锌金属释放到海水环境中的过程可分为两步:首先是进入到埋设牺牲阳极的土层中,其次是随着掀起的海底泥沙溶出后进入到海水中。由此可见,阳极中的锌释放可能引起沉积物

环境和水环境的锌污染。

BZ26-3WHPC 和 BZ26-3PAPD 平台牺牲阳极用量详见表 3.2-9。平台设计寿命为 20 年，考虑到阳极使用寿命的裕量，锌以离子形态每年释放到海水中的总量 126.44kg。

海管设计使用寿命按 20 年计，考虑到阳极使用寿命的裕量，则阳极块每年释放到环境中的锌量不超过 1.13kg，海底管线使用铝阳极情况见表 3.2-9。

表 3.2-9 本工程防腐的牺牲阳极使用情况

序号	平台/管线名称	阳极的种类	个数 (块)	单个重量 (kg)	释放锌 总量 (kg)	每年释 放锌量 (kg/a)
1	BZ26-3WHPC 平台	长条型铝基牺牲阳极	80	468.3	1685.88	84.29
2	BZ26-3PAPD 平台	长条型铝基牺牲阳极	40	468.3	842.94	42.15
合计					2528.82	126.44
3	BZ26-3WHPC 至 BZ26-3PAPD 混输管线	手镯型铝基牺牲阳极	4	72.84	12.02	0.60
4	BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 注水管线	手镯型铝基牺牲阳极	4	64.13	10.58	0.53
合计					22.60	1.13

### 3.2.2.7 噪声

运营期各种机械设备会产生噪声，其中噪声较大的设备噪声级一般在 85dB (A) 左右。由于在海上工作远离居民点，其影响可以忽略。

### 3.2.2.8 生产阶段污染物汇总

本工程运营期产生污染物汇总表见表 3.2-10。

表 3.2-10 运营期污染物汇总情况

阶段	污染源	产生量	排放量	污染因子	处理方式和去向	
生产阶段	含油生产水	████████	0	石油类	进入 BZ26-3PAPD 平台进行处理，处理达标后返输回 BZ26-3WHPC 平台回注地层	
	固体废弃物	35t/a	0	废弃边角料等	运回陆上由锦州永盛废油再生有限公司处理	
	初期雨水	9.1m <sup>3</sup> /次	0	石油类	经开闭排系统，进入原油处理系统	
	锌金属	平台	126.44 kg/a	126.44 kg/a	Zn	自然释放
		海底管线	1.13kg/a	1.13kg/a		
	烟尘	1.5×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /d	1.5×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /d	烟尘	燃烧后排放	

阶段	污染源		产生量	排放量	污染因子	处理方式和去向
	大气污染物	NO <sub>x</sub>	205.2kg/d (2021年最大)	205.2kg/d (2021年最大)	NO <sub>x</sub>	
	噪声		85dB (A)		噪声	周围环境

### 3.2.2.9 工程扩建前后污染物排放量对比

生产阶段本工程建成前后污染物排放量对比情况见表 3.2-11。

表 3.2-11 工程扩建前后渤中 26-3 油田污染物排放情况对比

类别	污染因子	现有工程	扩建工程	扩建后总量	与现状相比增减量	处理方式及去向
生活污水 (m <sup>3</sup> /a)	COD	■	■	■	■	经各平台上的生活污水装置处理达标后排海
含油生产水 (m <sup>3</sup> /d)	石油类	■	■	■	■	经生产水处理装置处理达标后全部回注地层, 不外排。
初期雨水 (m <sup>3</sup> /次)	石油类	■	■	■	■	经开闭排系统, 进入原油处理系统
固体废弃物 (t/a)	生活垃圾	■	■	■	■	运回陆地处理
	生产垃圾	■	■	■	■	运回陆地交由有资质的单位处理
大气污染物 (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d)	烟尘	■	■	■	■	燃烧后排放
大气污染物 (kg/a)	NO <sub>x</sub>	■	■	■	■	
锌金属 (kg/a)	平台	■	■	■	■	自然释放
	海底管线	■	■	■	■	
船舶污染物	生活污水 (m <sup>3</sup> /a)	COD	■	■	■	经船用生活污水处理装置处理后达标后排海
	固体废弃物 (t/a)	生活垃圾	■	■	■	运回陆地处理
	机舱含油污水 (m <sup>3</sup> /a)	石油类	■	■	■	铅封, 运回陆上交有资质单位处理



## 4 区域自然和社会环境概况

### 4.1 区域自然环境现状

#### 4.1.1 气象特征

##### 4.1.1.1 气温

渤中 26-3 油田位于渤海中部，年平均气温 13.6℃，最高气温为 33℃，最低气温为-1.6℃；表层最低水温，-0.1℃，表层最高水温，28.0℃。

##### 4.1.1.2 降水

年平均降水量为 539mm。从 1 月至 7 月，月降水量逐渐增加。7 月至 8 月的平均月降水量均大于 100mm。其中 7 月最大，达 151mm；8 月次之，为 136mm。9 月以后降水量逐月减小。1 月最小，仅有 5mm。

##### 4.1.1.3 风

渤海属季风气候，冬季盛行偏北风，夏季盛行偏南风，冬、夏间各有一个过渡期。油田海域风的大小和方向具有明显的季风气候特征，风向随季节呈顺时针变换。冬季以 NW 风为主，强风向为 NNW 风，春季常风向为 SE，强风向为 ENE-E 风；夏季常风向和强风向为 SSW-E；秋季常风向为 SW，强风向为 NW。渤中 26-3 油田海域的常风向为 S 和 NE。渤中 26-3 油田海域风向玫瑰见图 4.1-2

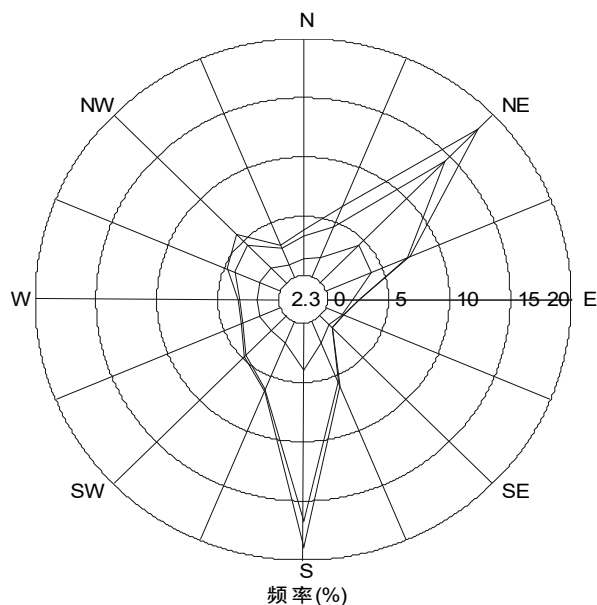


图 4.1-1 渤中 26-3 油田海域风向玫瑰图

## 4.1.2 海洋水文特征

### 4.1.2.1 水温

渤中 26-3 油田位于渤海中部，表层最高水温为 33℃，最低水温为-1.6℃；底层最高水温为 28.0℃，最低水温为-0.1℃。

### 4.1.2.2 水深

渤中 26-3 油田区域内海底基本平坦，水深变化不大，在 BZ26-3WHPC、BZ26-3PAPD 平台位置处的水深 18.9m 和 20.2m。渤中 26-3 油田海域水深见图 4.1-2。





图 4.1-2 渤中 26-3 油田海域水深图

#### 4.1.2.3 潮汐、波浪及海流

本海区潮汐类型属于正规全日潮，油田海域主流向为 ESE-WNW，主波向为 SSW 和 NE，年均流玫瑰图及年均浪玫瑰见图 4.1-3 和图 4.1-4。

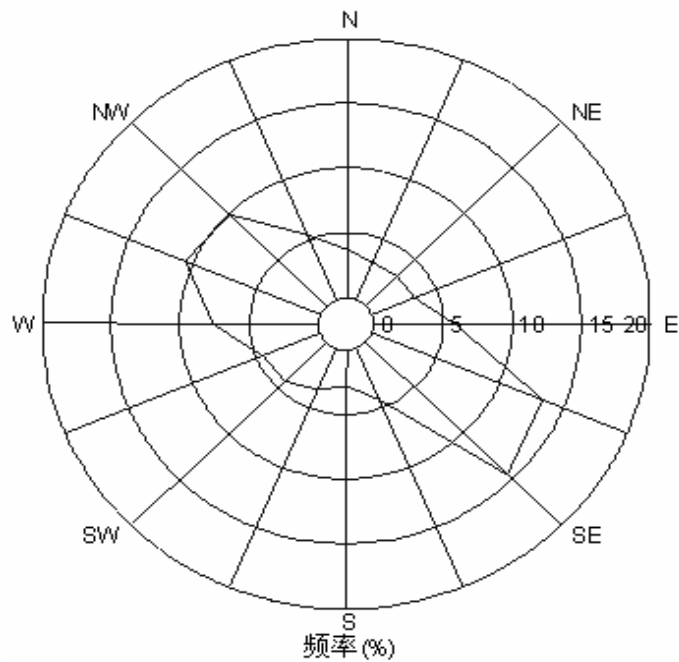


图 4.1-3 渤中 26-3 油田海域年均流玫瑰图

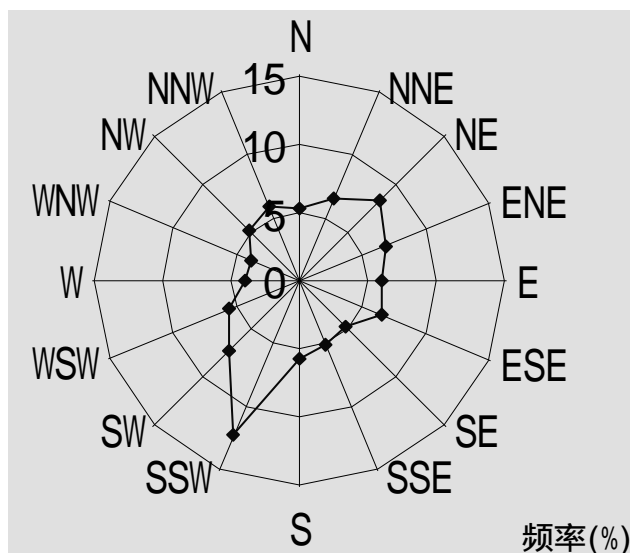


图 4.1-4 渤中 26-3 油田海域年均波浪玫瑰图

2018 年 5 月 30-31 日，在渤中 26-3 油田海域进行了海流观测，观测结果如下：

(1) 本海区海流以潮流为主，潮流性质属正规和不正规半日潮流；潮流运动形式以往复流为主兼有旋转运动特征，各站实测海流流向相对集中，落潮流流向集中在 ESE~SSE 向附近，涨潮流流向集中在 WNW~NNW 附近；实测最大涨、落潮流流速均出现于近岸的 S1 站表层；

(2) 各站大潮期潮流平均最大流速的最大值为 83.2 cm/s，潮流的可能最大流速为 123.6 cm/s。从潮流的垂直分布情况看：各站均为流速随深度增加而递减，即表、中、底层流速依次递减；

(3) 观测期间，各站余流流速相差不大，均在 10cm/s 以下，余流流向相对一致，集中在 WSW~WNW 向之间。

### 4.1.3 主要海洋自然灾害

#### 4.1.3.1 海冰

渤中 26-3 油田海域的初冰日平均出现在 1 月中旬，终冰日平均出现在 2 月中旬。油田附近海域有效冰期（全天有冰）最长 22 天，最短 0 天，平均 1 天。初冰日平均在 1 月 15 日，终冰日平均在 2 月 15 日。海冰漂移速度平均为 40cm/s，最大为 130cm/s。

#### 4.1.3.2 风暴潮

风暴潮是发生在近岸的一种严重海洋灾害，它是由强风或气压骤变等强烈的天气系统对海面作用导致水位急剧升降的现象，又称风暴增水，常给沿海一带带来危害。在渤海，风暴潮主要在渤海湾、莱州湾发育，发生于春秋季节。

油田海域最高天文潮位于平均海平面上 1.95m，最低天文潮位位于平均海平面上 0.03m，五十年一遇极端高水位在平均海平面上 3.03m。

#### 4.1.3.3 地震

工程场址位于华北地震区和郯庐地震带的西部海域内。区域地震活动的空间分布是不均匀的，具有成带和集群分布的特点，现代地震活动具有继承性。华北震区未来百年内地震活动将处于应变能剩余释放阶段，还可能发生 7 级以下地震；郯庐地震带未来百年内处于活动阶段的后期，存在发生 7 级地震的可能。

## 4.2 工程海洋资源和海域开发利用情况

该项目位于渤海湾南部浅海海域，工程周边产业大体可以分为海洋油气勘探开发、海洋渔业捕捞、海水养殖业、港口航运业、旅游业等等。

### 4.2.1 石油开发

渤中 26-3 油田周边有已开发的渤中 25-1 南油田和渤中 26-2 油田，渤中 26-3 油田的相对位置见图 4.3-1。渤中 26-3 油田离周边已开发的渤中 25-1 南油田的 BZ25-1WHPD 平台约 9.1km，距渤中 26-2 油田的 BZ26-2WHPA 平台约 8.8km，而距离渤中 26-3 油田主体区的 BZ26-3WHPA 平台约 4km。



图 4.3-1 油田相对位置图

#### 4.2.2 港口

工程周边港口主要有东营港、滨州港、潍坊港等港口，本章节简要介绍上述港口基本情况。



图 4.3-2 工程周边各港口示意图

#### 4.2.2.1 东营港

##### (1) 港口现状

目前东营港由东营港区、广利港区、广北港区和广饶港区等 4 个分别独立的港区组成。其中，东营港区规模最大，既为胜利油田的海上石油开发及运输服务，也承担港口的一般货物运输。

目前，东营港东营港区共有生产性码头泊位 46 个，在建泊位 4 个，最大靠泊能力 5 万吨级，其中油品、液体化工品等危险品码头泊位共 21 个。泊位现状如表 4.3-1 所示。

表 4.3-1 东营港区泊位现状

序号	泊位名称	泊位长度		序号	泊位名称	泊位长度
1	海油 5#	340		25	万通 19#	
2	海油 6#	340		26	万通 20#	
3	海油 3#	300		27	宝港 1#	179
4	海油 4#	300		28	宝港 2#	
5	海油 1#	185		29	宝港 3#	171
6	海油 2#	185		30	宝港 4#	

7	万通 1#	121		31	胜利 14#	104
8	万通 2#	306.8		32	胜利 13#	156
9	万通 3#			33	胜利 12#	143.5
10	万通 4#	210		34	胜利 11#	117
11	万通 5#	239		35	胜利 10#	300
12	万通 6#	397		36	盛海码头	52
13	万通 7#			37	胜利 9#	160
14	万通 8#			38	胜利 8#	120
15	万通 9#	479		39	胜利 7#	41
16	万通 10#			40	胜利 6#	377
17	万通 11#			41	胜利 5#	251
18	万通 12#			42	胜利 4#	79
19	万通 13#	501		43	胜利 3#	76
20	万通 14#			44	胜利 2#	222
21	万通 15#			45	胜利 1#	99
22	万通 16#					
23	万通 17#	430				
24	万通 18#					

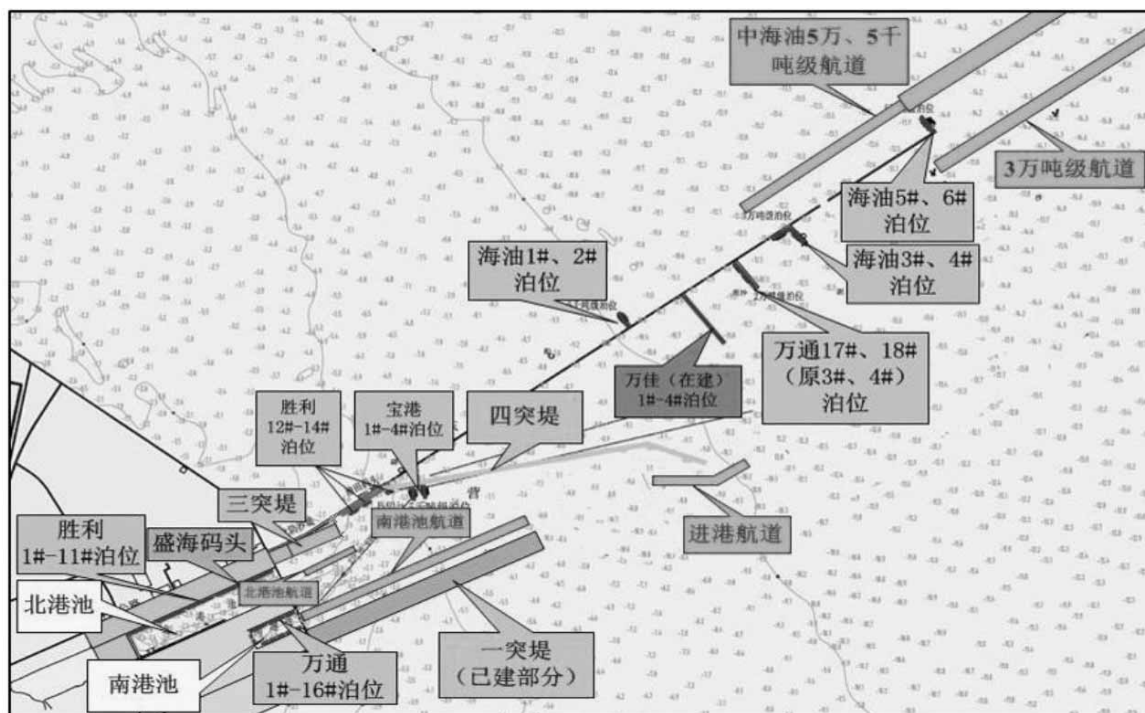


图 4.3-3 东营港区码头泊位分布现状图

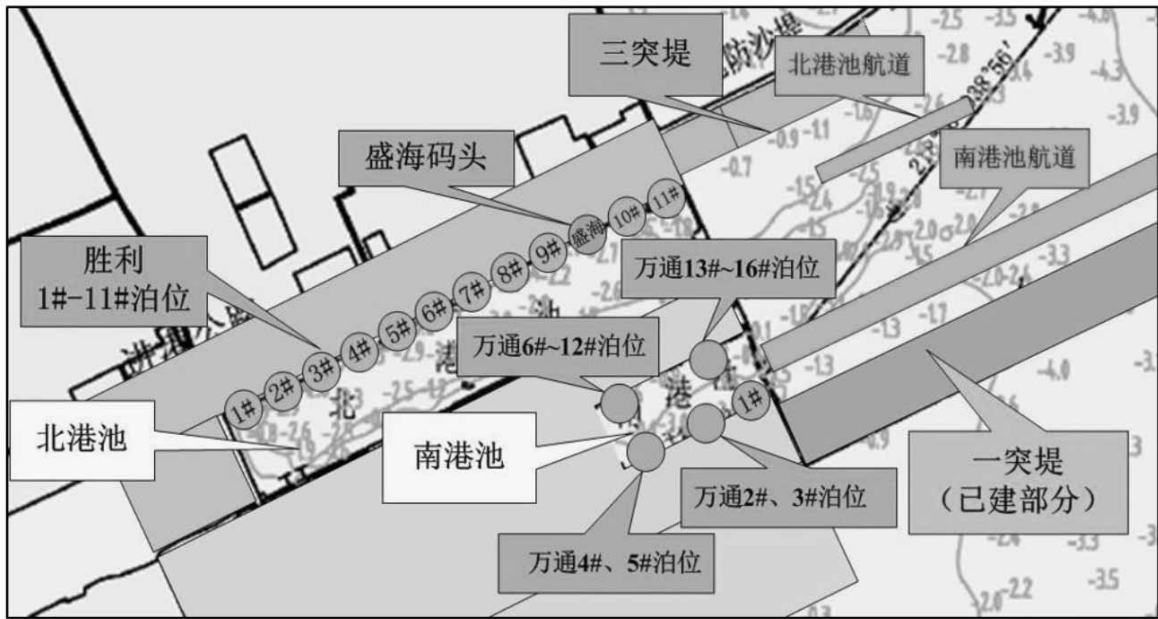


图 4.3-4 东营港区南北港池内码头泊位分布现状图

(2) 航道

东营港区 [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]



图 4.3-5 东营港现有航道示意图

(3) 锚地

东营海域现有锚地主要集中在东营港区，现有锚地分别为：3 万吨级通用锚地、1#锚地、2#锚地以及油品过驳锚地，共 4 处。

表 4.3-2 东营港区现有锚地概况

锚地	概况
1#锚地	通用锚地，可锚泊 10000 吨级及以下散货船、杂货船、客货滚装船等，面积 4km <sup>2</sup> ，4 个锚位，底高程-12.2m ~ -13.4m
2#锚地	2 万吨级危险品锚地，面积 4km <sup>2</sup> ，4 个锚位，底高程-13.8m ~ -14.6m
3 万吨级锚地	面积 4km <sup>2</sup> ，水深 16m，泥沙底质
油品过驳锚地位	面积约 2.9km <sup>2</sup>





图 4.3-6 东营港区锚地示意图

(4) 规划

根据《东营港总体规划(2016-2040年)》，东营港将逐步形成以东营港区为核心、以广利港区为重要组成、以广北港区和广饶港区为辅助的港口体系。其中东营港区以液体散货为主，兼顾滚装运输、集装箱以及海洋装备等多种物资运输功能，主要为东营港经济开发区和东营市发展服务；远期随着港口功能的提升和集疏运条件的改善，发展成为黄河三角洲地区综合物流中心。



图 4.3-7 东营港区规划航道、锚地示意图

#### 4.2.2.2 潍坊港

##### (1) 港口现状

潍坊港是国家一类开放口岸，其码头泊位情况如下：

表 4.3-3 潍坊港码头泊位基本情况一览表

港区	泊位名称	岸线长度 (m)	前沿水深 (m)	靠泊能力 (t)	主要用途	设计通过能力 (万 t)	所属单位	
中港区	1号、2号	354	9.8	10000	通用	168	潍坊森达美港有限公司	
	3号、4号	260	8.1	3000	通用	97		
	G1、G2	300	7.0	5000	通用	110		
	5号、6号、7号	375	7.0	3000	通用	135		
	8号、9号、10号	576	11.1	50000	通用	325		
	18号、19号	485	11.5	20000	滚装	200	山东高速交通物流投资有限公司	
	20号、21号	545	13.6	50000	通用	600		
	西作业区	1号、2号	-	-	50000	通用	-	潍坊森达美港有限公司
		3号、4号、5号	-	-	50000	通用	-	
		6号、7号、8号	636	12.4	50000	多用途	430	
		9号、10号、11号	711	12.4	50000	通用	472	
		12号、13号、14号	511	9.8	20000	通用	400	
		24号、25号	475	13.8	50000	液化品	325	
	羊口作业区	4号、5号	200	5.0	3000	散杂货	93	山东交运集团小清河航运管理局羊
		6号、7号	200	5.0	3000	散杂货		
8号		70	5.3	3000	散杂货			

								口港务局
西港区	寿光作业区	1号、2号、3号	508	5.8	5000	液化	190	寿光港有限公司
		4号、5号、6号、7号	708	5.8	5000	液化	232	
		8号、9号、10号、11号、12号、13号	882	5.8	5000	多用途	380	



图 4.3-8 潍坊港西港区现状示意图



图 4.3-9 潍坊中港区现状示意图

(2) 航道

目前，[REDACTED]。

(3) 锚地

目前，潍坊港的主要锚地为 3#锚地和危险品锚地。此外，1#锚地和 2#锚地的近期锚地工程正在建设之中。

表 4.3-4 潍坊港锚地概况

锚地名称	位置		
	控制点	北纬 (N)	东经 (E)
3#锚地	1	[REDACTED]	[REDACTED]
	2	[REDACTED]	[REDACTED]
	3	[REDACTED]	[REDACTED]
	4	[REDACTED]	[REDACTED]
危险品锚地	1	[REDACTED]	[REDACTED]
	2	[REDACTED]	[REDACTED]
	3	[REDACTED]	[REDACTED]
	4	[REDACTED]	[REDACTED]
1#锚地近期锚地	1	[REDACTED]	[REDACTED]
	2	[REDACTED]	[REDACTED]
	3	[REDACTED]	[REDACTED]
	4	[REDACTED]	[REDACTED]
2#锚地近期 3.5~5 万吨级锚地	1	[REDACTED]	[REDACTED]

	2	■	■
	3	■	■
	4	■	■
2#锚地近期液体散货锚地	1	■	■
	2	■	■
	3	■	■
	4	■	■

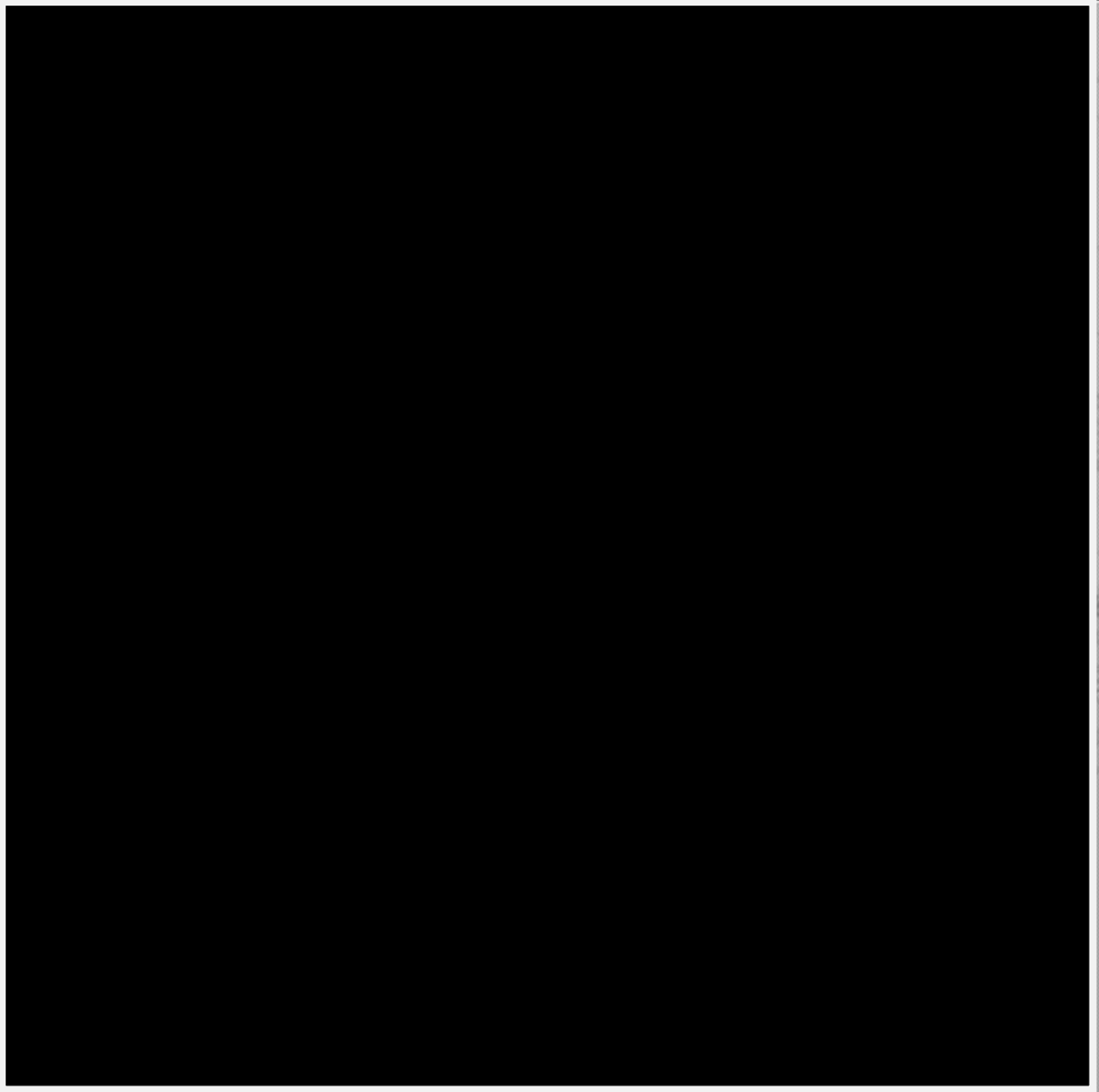


图 4.3-10 潍坊港锚地示意图

#### 4.2.2.3 滨州港

根据《滨州港总体规划》(批复稿),滨州港主要港区分分为海港港区、套尔河港区、大口河港区等 3 个港区和徒骇河等小型港口,将形成“以海港港区为核心,套尔河港区、大口河港区和徒骇河等地方小型港口为补充”的港口总体发展格局。本章节主要介绍海港港区概况。

(1) 港口现状

滨州港海港港区现有泊位为 2~5#泊位，其中 2#~3#泊位试运营，4#~5#泊位已经投产。港区现状如图 4.3-11 所示。



图 4.3-11 港区现有泊位示意图

(2) 航道

滨州港海港港区 [REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]



图 4.3-12 滨州港海港港区现有航道图

### (3) 锚地

如图 4.3-13 所示，海港港区现有锚地有两处，即 1#锚地和 2#锚地，其中 1#锚地为大型散货船、通用船舶锚地，面积  $25\text{km}^2$ ，满足 3~5 万吨级船舶的锚泊要求；2#锚地为危险品船舶锚地，面积  $20\text{km}^2$ ，主要满足 2~3 万吨级船舶的锚泊要求，并兼顾吃水不超过 12m 的 5 万吨级危险品船锚泊。

### (4) 规划

根据《滨州港总体规划》(批复稿)及《滨州港海港港区控制性详细规划(2015-2030 年)》(批复稿)，海港港区是滨州港的综合性港区和主体港区，以能源、原材料和化工产品运输为主，兼顾集装箱运输，承担临港工业服务、腹地物资中转运输和综合物流服务等功能。



图 4.3-13 滨州港规划港区示意图

### 4.2.3 工程附件航路航线

#### 4.2.3.1 习惯航路航线

工程周边存在 [REDACTED]

[REDACTED]，各航路/习惯航线与工程位置关系如图 4.3-14 所示。

表 4.3-5 工程平台与附近航路/线最近距离 (nmile)

附近航路	与工程最近距离 (nmile)		
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]





图 4.3-14 工程与附近航路/线位置关系示意图

#### 4.2.3.2 规划航路

根据《全国沿海船舶航路总体规划》，工程水域附近规划航路主要有以下 3 条，如图 4.3-15 所示。

(1)

[Redacted text block]

(2)

[Redacted text block]



图 4.3-15 工程水域附近航路概况

#### 4.2.4 旅游业

东营市是万里黄河流入渤海的地方，是中国第二大油田胜利油田所在地，是黄河三角洲的中心城市。东营市的旅游资源主要分三大区域：一是以黄河入海口和入海口地区湿地生态为主体的自然景观；二是以石油工业为主体的现代工业景观；三是以古齐文化、黄河文化和现代文明的汇聚与交融而形成的历史人文景观。从旅游文化类型看，东营市的旅游资源包括黄河口文化、湿地生态文化、石油工业文化、古齐文化和现代城市文化等多种类型。在这些文化类型中，尤以黄河口湿地生态文化和石油工业文化最为典型，在省内具有独特性和不可替代性。

其中，黄河口生态旅游区位于黄河入海口处的黄河三角洲国家级自然保护区内，总面积 15.3 万公顷，拥有世界上最年轻、最完整、最典型、最壮美的湿地生态系统，被评为“中国六大最美湿地”和“山东省十大魅力景点”，具有唯一性、独特性和不可复制性，是难得的世界级旅游资源，是国务院批复的《黄河三角洲高效生态经济区发展规划》中的重点支持项目，具备打造世界级旅游产品的自然禀赋。2008 年被评为国家 4A 级景区。旅游区内鸟类众多，共有鸟类 300 多种，其中候鸟达 200 余种。国家一级重点保护鸟类有东方白鹳、丹顶鹤等 10 种，国家二级保护鸟类有大天鹅、黑嘴鸥等 49 种。每年春、秋候鸟迁徙季节，数百万只鸟类在这里捕食、栖息、翱翔，成为东北亚内陆和环西太平洋鸟类迁徙重要的中转站、越冬栖息地和繁殖地，被誉为“年轻的湿地、珍禽的乐园”，鸟类的“国际机场”、“中国东方白鹳之乡”、“共和国

最年轻的土地”。

在石油工业文化旅游资源方面，经过 30 多年的开发建设，胜利油田已形成了以“壮、雅、朴、实”为特色的现代石油工业景观。林立的井架、采油树、丛式井组，雄伟的海上钻井平台，纵横交错的油气管道，被誉为“海上长城”的孤东围海大堤，现代化的石油工人新村等充满“油味”的现代石油工业景观，是富有行业特点和地域特色的旅游资源。

#### 4.2.5 渔业捕捞

东营市渔业资源丰富，全市海岸线长 412.67 公里，约占全省的 1/7；滩涂面积 180 万亩，约占全省的 2/3；-15 米等深线以内浅海面积 4800 平方公里，约占全省的 1/3，全市 450 多万亩土地后备资源也主要分布在沿海地区。东营市沿海营养盐含量丰富，初级生产力高，生物资源多样，是鱼、虾、蟹、贝类的良好繁殖场所，素有“百鱼之乡”和“东方对虾故乡”美称。分布洄游于东营近海的渔业资源种类约有 130 余种，较重要的经济鱼类和无脊椎动物 50 余种，分布于滩涂的贝类资源近 40 种，有较高经济价值的贝类有 10 余种。其中，近海经济鱼类主要有鳀鱼、黄姑鱼、带鱼、梭鱼、鲅鱼、小黄鱼、鲳鱼、鲮鱼、斑鲚、黄鲚等，经济贝类主要有文蛤、菲律宾蛤、毛蚶、缢蛏、泥螺、四角蛤、青蛤、兰蛤等，此外，毛虾、鹰爪虾、梭子蟹、日本蟳、虾蛄、海蜇等资源也极其丰富。东营市近海海域主要以较清洁海域和轻度污染海域为主，适宜发展海洋渔业和水产养殖业。

据山东省东营市河口区 2011 年公布的该年度前三季度渔业生产情况，海洋捕捞产量较上年下降明显，主要原因有两个：一方面是由于 2011 年 3 月份，日本地震引发核泄漏，致使海洋捕捞产品销量下降，捕捞产量下降，海洋捕捞受到影响；另一方面近年来随着对资源修复及对海洋环境的保护，渔民对于过度捕捞的认识逐渐加深，逐步走向科学合理捕捞。

#### 4.2.6 海水养殖业

东营沿岸水浅、滩宽、地势平坦，土壤类型多为滨海盐潮土，沉积物以粉砂和淤泥质粉砂为主；加之沿岸河流众多，水体营养盐丰富，是比较理想的海洋农牧化基地，尤其适合多种贝类生长栖息，是全国著名的贝类生产区。2011 年，全市水产养殖面积 184.92 万亩，实现水产品产量 48.18 万吨。其中，全市浅海增养殖面积 4.79

万公顷，增养殖品种以文蛤、青蛤、四角蛤、泥螺、竹蛏等为主，实现产量 24.26 万吨。全市滩涂养殖面积 3.08 万公顷，养殖品种以鱼类、对虾类、三疣梭子蟹和海参为主，实现产量 2.64 万吨。其中，以海参为代表的海珍品养殖业发展快速，全市新开发海参养殖池塘 691hm<sup>2</sup>，海参总养殖面积达 1373hm<sup>2</sup>。

### 4.3 周边海域环境敏感目标的现状与分布

#### 4.3.1 环境敏感目标分布

##### (1) 主要环境敏感目标

根据本油田开发工程所处海域的位置、开发规模和特点以及可能产生的环境影响，本次评价筛选的主要环境敏感目标包括海洋特别保护区、自然保护区、水产种质资源保护区、产卵场索饵场洄游通道、海水养殖区等环境敏感区等。本项目在施工及运营期间因各种原因产生的污染事故可能对周边的部分敏感目标造成影响。根据可能的污染源与敏感目标的相对位置、敏感目标的性质、敏感目标的功能，将主要环境保护对象见表 4.4-1、图 4.4-1~图 4.4-3。

##### (2) 渔业资源保护敏感目标

新建工程与依托工程位于白姑鱼产卵场内，鳀鱼、鲮、中国对虾索饵场内，毛虾产卵场内。

表 4.4-1 本工程主要环境保护对象

范围	序号	敏感区类型	敏感目标名称		与本项目平台或管线的位置关系			主要保护对象	保护期/产卵期
					距离最近工程	方位	距离 (km)		
评价范围内	1	国家级自然保护区	山东黄河三角洲国家级自然保护区	实验区	BZ26-3WHPC 平台及管缆	■	■	新生湿地生态系统和珍稀濒危鸟类	-
	2	国家级海洋特别保护区	东营黄河口生态国家级海洋特别保护区	环境整治区	BZ26-3WHPC 平台及管缆	■	■	黄河口特有的刀鲚、大银鱼等经济鱼类、黄河口生态系统及生物物种多样性	-
	3	国家级水产种质资源保护区	莱州湾国家级水产种质资源保护区	核心区	BZ26-3WHPC 平台及管缆	■	■	中国明对虾、文蛤、青蛤、中国毛虾	核心区特别保护期为 4 月 25 日—6 月 15 日
				实验区	BZ26-3WHPC 平台及管缆	■	■	主要保护对象有中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹、真鲷、花鲈，另外还有蓝点马鲛、口虾蛄、半滑舌鳎、文蛤、青蛤、中国毛虾。栖息的其他物种包括银鲳、黄鲫、青鳞沙丁鱼、鲚、凤鲚、鳓、鳀、赤鼻棱鳀、玉筋鱼、黄姑鱼、白姑鱼、叫姑鱼、棘头梅童、鲛等	-
	4		黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区	核心区	BZ26-3WHPC 平台及管缆	■	■	黄河口文蛤等	特别保护期为每年 3—8 月
				实验区	BZ26-3WHPC 平台及管缆	■	■		
	5	山东省海洋生态红	黄河故道东三角洲限制区	海洋自然保护区	BZ26-3WHPC 平台及管缆	■	■	原生性湿地生态系统及珍禽、半滑舌鳎等底栖鱼类	-
6	洋生态红	黄河口文蛤渔业海域限制区	重要渔业海域	BZ26-3WHPC 平台及管缆	■	■	黄河口文蛤等种质资源及生存环境	-	

渤中 26-3 油田扩建项目环境影响报告书

7	线	黄河北三角洲限制区	海洋自然保护区	BZ26-3WHPC平台及管缆	■	■	原生性湿地生态系统及珍禽	-
8		东营黄河口生态限制区	海洋特别保护区	BZ26-3WHPC平台及管缆	■	■	黄河口特有的刀鲚、大银鱼等经济鱼类、黄河口生态系统及生物物种多样性	-
9	渔业 “三场一通道”	白姑鱼	产卵场	部分BZ26-3WHPC平台~BZ26-3PAPD平台新建管缆	■		白姑鱼	主要产卵期为6月前后
10		鳀鱼	索饵场	所有新建平台和海底管缆	■		鳀鱼	
11		鲷	索饵场	所有新建平台和海底管缆	■		鲷	产卵期为5~6月
12		毛虾	产卵场	所有新建平台和海底管缆	■		毛虾	产卵盛期为6月
13		中国对虾	索饵场	所有新建平台和海底管缆	■		中国对虾	产卵期为4~5月
14	养殖区	养殖区		BZ26-3WHPC平台及管缆	■	■		-

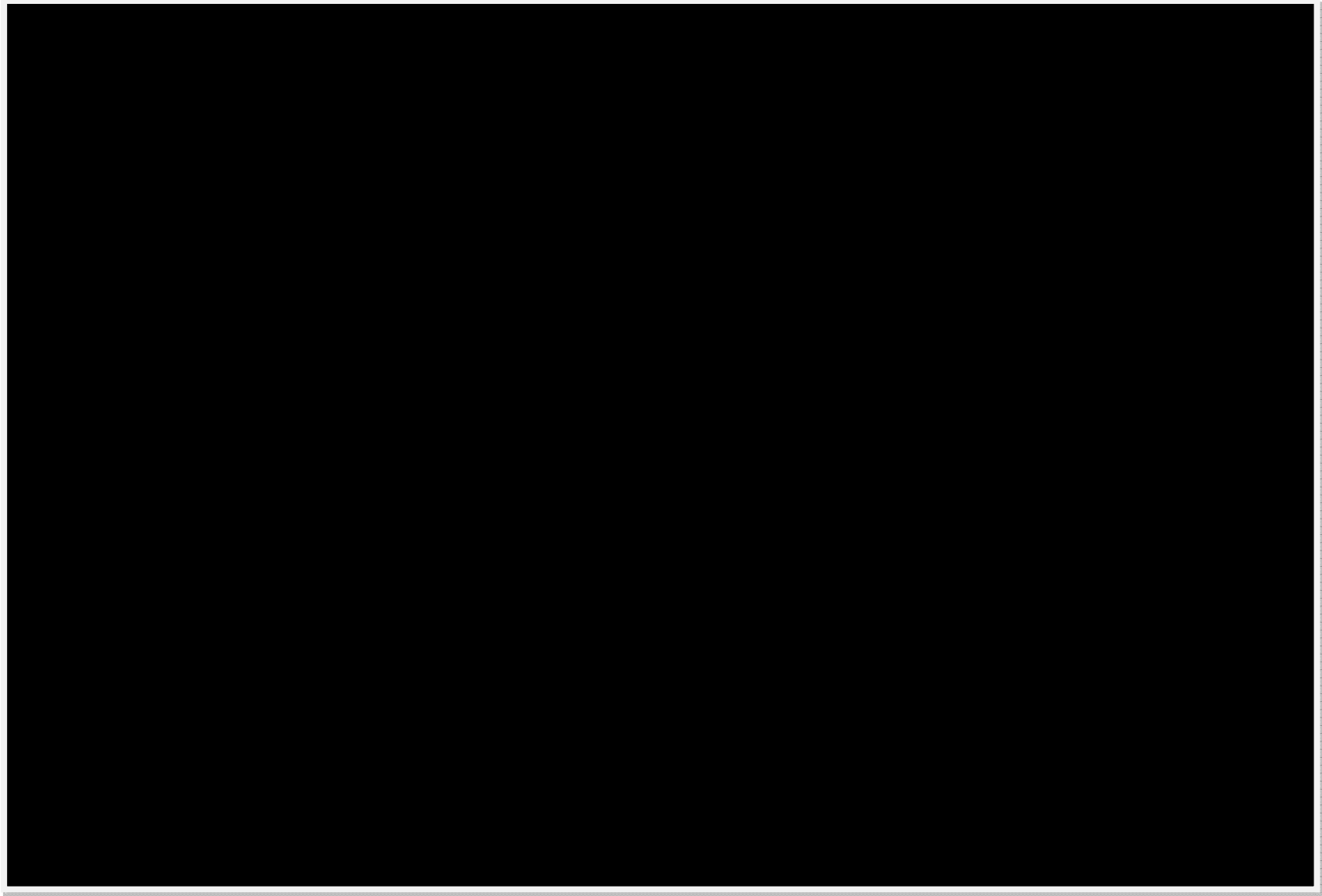


图 4.4-1 项目周围环境敏感目标分布图（保护区）



图 4.4-2 项目周围环境敏感目标分布图（海洋生态红线）





图 4.4-3 项目周围环境敏感目标分布图（养殖区）

## 4.3.2 主要保护对象现状分布

### 4.3.2.1 国家级海洋特别保护区现状与分布

至 2009 年底东营市建立的国家级海洋特别保护区已经达到 5 处。2008 年底批准东营河口区浅海贝类生态国家级海洋特别保护区、东营黄河口生态国家级海洋特别保护区、东营利津底栖鱼类生态国家级海洋特别保护区；2009 年批准的东营莱州湾蛭类生态国家级海洋特别保护区和东营广饶沙蚕类生态国家级海洋特别保护区。

五处保护区总面积达 1691km<sup>2</sup>，划分为生态保护区、资源恢复区、环境整治区和开发利用区四个功能区。涵盖全市近海重点渔业海域，主要保护对象有小刀蛭、文蛤、沙蚕、半滑舌鳎及黄河口特有的刀鲚、大银鱼等水产经济物种。随着保护区建设的发展，有利于促进渔业产业化、良种化，修复与合理利用生物资源。

工程距离东营黄河口生态国家级海洋特别保护区 34.1km，东营利津底栖鱼类生态国家级海洋特别保护区 43.0km。

### 4.3.2.2 国家级水产种质资源保护区现状与分布

项目周围国家级水产种质资源保护区分别有辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区—莱州湾核心区和实验区（项目距离该保护区 28.1km）、黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区（项目距离该保护区 31.8km）、黄河口半滑舌鳎国家级水产种质资源保护区（项目距离该保护区 51.3km）、广饶海域竹蛭国家级水产种质资源保护区（项目距离该保护区 100.2km）。

（1）辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区莱州湾实验区、核心区

辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区——莱州湾国家级水产种质资源保护区总面积为 7124km<sup>2</sup>，其中核心区面积为 1710km<sup>2</sup>，实验区面积为 5414km<sup>2</sup>，核心区包括以下三个区域：

核心一区：是由 6 个拐点顺次连线所围的海域，面积为 66.7km<sup>2</sup>（主要保护对象有真鲷、花鲈、三疣梭子蟹）。拐点坐标分别为

核心二区：是由 4 个拐点顺次连线所围的海域，面积为 40km<sup>2</sup>（主要保护对象有三疣梭子蟹）。拐点坐标分别为 [REDACTED]

核心三区：是由 3 个拐点顺次连线与西侧海岸线（海岸线北起东营市黄河口镇，经海河入海口、小清河入海口，南至潍坊市白浪河入海口）所围的海域，面积为 1603km<sup>2</sup>（主要保护对象有中国明对虾、文蛤、中国毛虾）。拐点坐标分别为 [REDACTED]。

莱州湾实验区：是由 4 个拐点顺次连线与南面的海岸线（即大潮平均高潮痕迹线）所围的海域（不包括其中的 3 个核心区）。拐点坐标分别为 [REDACTED]

海岸线北起山东省东营市孤岛镇向南经黄河口镇、黄河入海口、小清河入海口，以白浪河入海口为拐点，向东经潍河、胶莱河入海口到莱州市虎头崖镇转向东北经三山岛刁龙咀、莘庄镇、黄山馆镇，北至龙口市矾姆岛南侧。主要保护对象有中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹、真鲷、花鲈，另外还有蓝点马鲛、口虾蛄、半滑舌鳎、文蛤、青蛤、中国毛虾。栖息地的其他物种包括银鲳、黄鲫、青鳞沙丁鱼、鲚、凤鲚、鳓、鳀、赤鼻棱鳀、玉筋鱼、黄姑鱼、白姑鱼、叫姑鱼、棘头梅童、鮟等渔业种类。

### （2）黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区

黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区总面积 2188.9 公顷。核心区面积为 778.4 公顷，是由 4 个拐点顺次连线围成的海域，拐点坐标分别为 [REDACTED]

[REDACTED]。实验区面积 1410.5 公顷，是核心区以外与 4 个拐点顺次连线围成的海域之间的区域，拐点坐标分别为 [REDACTED]

[REDACTED]特别保护期为每年 3—8 月，主要保护对象为黄河口文蛤等。

### （3）黄河口半滑舌鳎水产种质保护区

黄河口半滑舌鳎国家级水产种质资源保护区总面积为 10075.44 公顷，其中核心区面积为 4120.11 公顷，实验区面积 5955.33 公顷。核心区特别保护期为 6

月 1 日至 10 月 31 日。保护区位于渤海湾山东省东营市利津县近海海域，是由 6 个拐点顺次连线围成的区域，拐点坐标分别为：

核心区是由 6 个拐点顺次连线围成的海域,拐点坐标：

实验区是保护区内除核心区以外的区域，由 12 个拐点顺次连线围成，拐点坐标分别为：

主要保护对象为半滑舌鳎，其它保护物种包括花鲈、梭鱼、鲮伍、黑鲷、中国毛虾、三疣梭子蟹、文蛤、脉红螺等。

#### (4) 广饶海域竹蛭国家级水产种质资源保护区

广饶海域竹蛭国家级水产种质资源保护区总面积 2585 公顷，其中核心区面积为 804 公顷，实验区面积为 1781 公顷。特别保护期为每年 7 月 1 日—10 月 31 日。保护区位于山东省广饶县海域，西距广利河河口 2.86 海里，西南距小清河河口 5.3 海里。北距东营莱州湾蛭类生态国家级海洋特别保护区（该保护区为海洋特别保护区，主要是小刀蛭等资源的保护）3.7 海里，该海域水深、底质适宜，基础饵料丰富，是竹蛭集中产卵场。保护区是由 5 个拐点顺次连线围成的海域，拐点坐标分别为

核心区是由 4 个拐点顺次连线围成的海域，拐点坐标分别为

实验区是由保护区 5 个拐点顺次连线围成的海域减去核心区 4

个拐点顺次连线围成的海域，即由 [REDACTED]  
 [REDACTED]  
 [REDACTED] 5 个拐点顺次连线围成的海域  
 减去 [REDACTED]  
 [REDACTED] 4 个拐点顺  
 次连线围成的海域。主要保护对象为竹蛭，其他保护对象包括毛蚶、缢蛭、文蛤  
 等。

#### 4.3.2.3 自然保护区现状与分布

黄河三角洲国家级自然保护区位于工程海域南、老黄河口油田近岸及其东南  
 处黄河口附近。

保护区范围：2012 年，国家环保部同意对黄河三角洲国家级自然保护区进  
 行功能调整（环办函[2012]1359 号），调整后的山东黄河三角洲国家级自然保护  
 区总面积 153000 公顷，其中核心区 59419 公顷，缓冲区 11233 公顷，实验区 82348  
 公顷。调整后保护区设三处核心区，分别为黄河口管理站核心区、大汶流管理站  
 核心区和一千二管理站核心区。黄河口管理站核心区边界从拐点 [REDACTED]  
 [REDACTED]  
 [REDACTED]。大汶流管理  
 站核心区边界从垦东 28 井起，经 121 海沟入海口、黄河北 2 号防台、黄河南内  
 堤坝、黄河南内堤坝延伸 1000 米处、垦东 6 号计量站、1 号防台泄水闸南延 500  
 米处、中泄水闸南延 500 米处、环形鸟岛南 100 米处至大汶流海沟与南坝交界处，  
 沿大汶流海沟左岸至低潮时海岸线，沿低潮时海岸线至黄河现行流路东岸，沿黄  
 河现行流路东岸至垦东 28 井。一千二管理站核心区边界以 13 个拐点连线为界，  
 拐点坐标分别为 [REDACTED]  
 [REDACTED]  
 [REDACTED]  
 [REDACTED]  
 [REDACTED]。

保护区性质：黄河三角洲国家级自然保护区于 1990 年经东营市人民政府批

准建立，1991 年山东省人民政府批准建立省级自然保护区，1992 年经国务院批准晋升为国家级自然保护区。

保护对象：保护区的主要保护对象为新生湿地生态系统和珍稀、濒危鸟类。  
本工程与黄河三角洲国家级自然保护区的位置关系详见图 4.4-4。

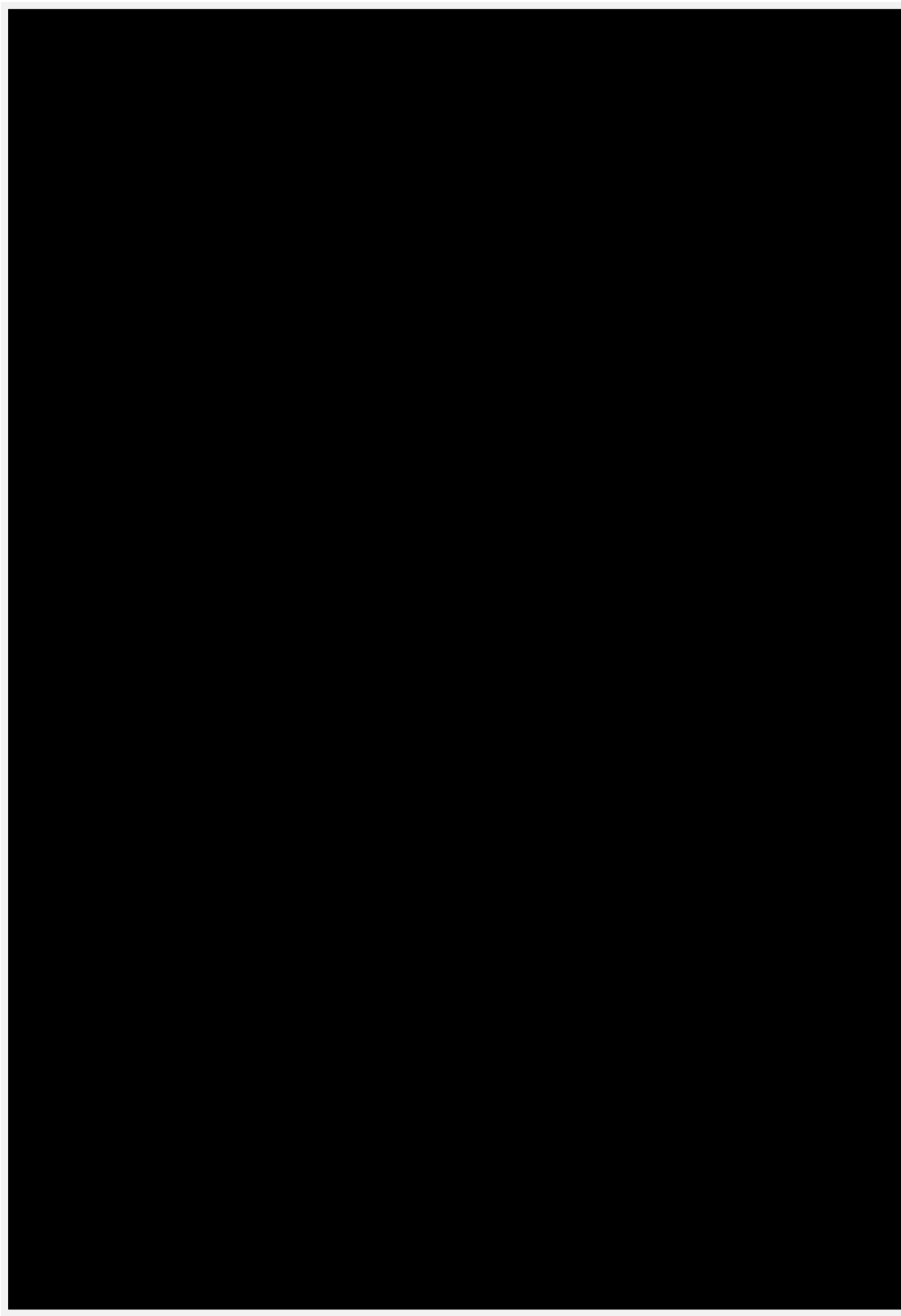


图 4.4-4 本工程与黄河三角洲国家级自然保护区位置关系图

#### 4.3.2.4 “三场”渔业敏感目标现状与分布

一旦发生溢油等污染事故，最直接的受害者是渔业，影响较敏感的首先是周围的渔业产卵场、索饵场和越冬场，特别是在产卵盛期的 5~6 月对鱼卵和仔稚鱼的危害是相当大的，本工程周围“三场”渔业敏感目标敏感情况见表 4.4-2。

表 4.4-2 主要“三场”渔业资源敏感目标

敏感目标	与本工程最近距离
白姑鱼	
鳀鱼	
鲮	
毛虾	
中国对虾	

(1) **白姑鱼**：白姑鱼属石首鱼科，为暖温性底层鱼类。白姑鱼有明显的季节性洄游。白姑鱼在越冬海区停留到 4 月中、下旬，主群迅速向北、偏西方向移动。洄游鱼群的主群向北洄游，5 月上旬便可到达石岛东南及以东海域，于 5 月至 6 月上旬便可进入渤海各大河口外海区产卵，主要产卵期为 6 月前后，渤海湾为白姑鱼的主要产卵场。



图 4.4-5 白姑鱼洄游分布

(2) **鳀鱼**：渤海几乎全年都有鳀鱼分布，近年来调查资料表明，从春到冬调查海区始终都有鳀鱼渔获。鳀鱼于 5 月份大量出现在渤海，渔获量最高，6~7 月渔获量有较大下降，9、10 月明显减少，11 月又有所上升，12 月基本消失。

。



图 4.4-6 鲢鱼洄游分布

(3) 鲢：鲢属鲢科，在黄渤海分布较广，每年 3 月逐渐游向近岸，进行产卵洄游，4 月下旬进入渤海，分布于沿岸浅水区，莱州湾、辽东湾数量分布较大。鲢的产卵期为 5~6 月，生殖活动结束后便分散索饵，索饵期为 7~10 月，10 中、下旬逐渐游离渤海，进行越冬洄游。 。

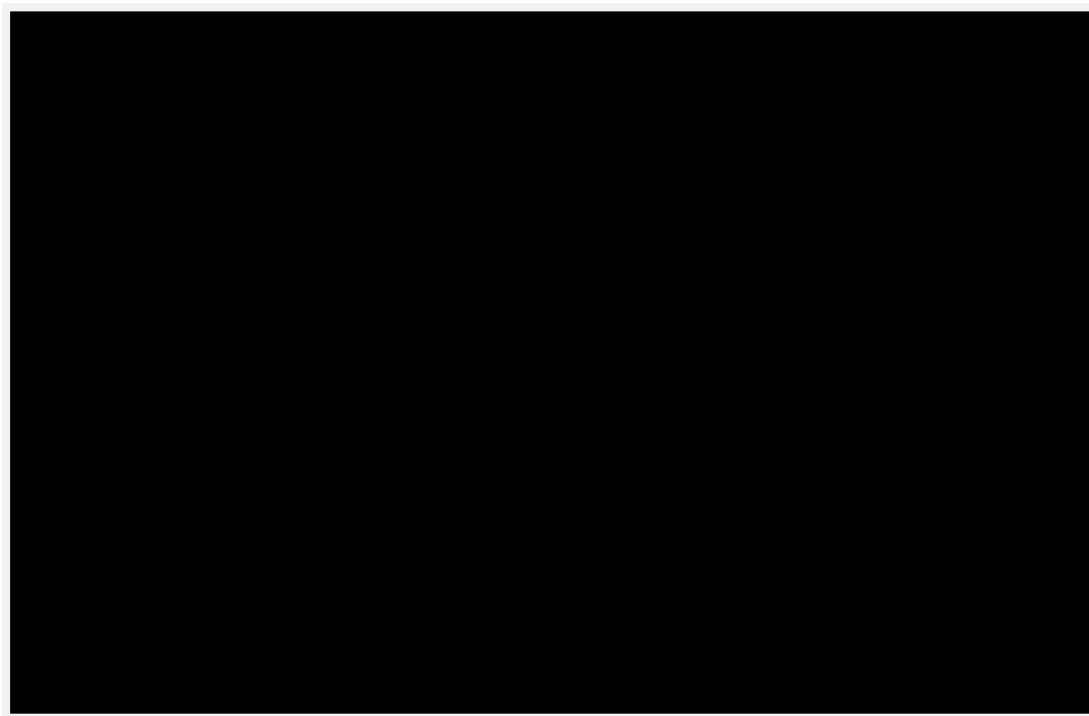




图 4.4-7 鮡洄游分布

(4) 毛虾：毛虾具有明显的季节性移动。在渤海区，中国毛虾形成辽东湾群和莱州湾春汛所捕的毛虾属渤海西部群。渤海西部群毛虾在渤海中西部的深水区越冬，3月下旬开始向近岸移动，进入黄河口附近。5月中旬以后，大中型毛虾先后接近沿岸区产卵，6月份为产卵盛期。7月上旬后剩余的越年虾群利夏世代幼虾移向深水区，这种洄游习性形成春汛生产的依据，在进行春汛生产时，应合理安排生产，使资源得以持续利用。



图 4.4-8 毛虾洄游示意图

(5) 中国对虾：渤海湾对虾每年秋末冬初，便开始越冬洄游，到黄海东南部深海区越冬；翌年春北上，形成产卵洄游（图 4.4-9）。4月下旬开始产卵，怀卵量 30 - 100 万粒，雌虾产卵后大部分死亡。卵经过数次变态成为仔虾，仔虾约 18 天经过数十次蜕皮后，变成幼虾，于 6 - 7 月份在河口附近摄食成长。5 个月后，即可长成 12cm 以上的成虾，9 月份开始向渤海中部及黄海北部洄游，形成秋收渔汛。其渔期在 5 月中旬至 10 月下旬。



图 4.4-9 对虾洄游路线图

## 5 环境质量现状调查与评价

表 5-1 调查资料来源一览表

调查项目	引用报告书全称	调查单位	调查时段	调查 站位数	
水文动力	渤中 26-3 油田扩建项目海洋环境质量现状春季调查报告	青岛环海海洋工程勘察研究院	2018 年 5 月	6 个测流点	
	渤中 26-3 油田扩建项目海洋环境质量现状秋季调查报告	青岛环海海洋工程勘察研究院	2018 年 10 月	6 个测流点	
水质	渤中 26-3 油田扩建项目海洋环境质量现状春季调查报告	青岛环海海洋工程勘察研究院	2018 年 5 月	22	
	渤中 26-3 油田扩建项目海洋环境质量现状秋季调查报告	青岛环海海洋工程勘察研究院	2018 年 11 月	30	
沉积物	渤中 26-3 油田扩建项目海洋环境质量现状春季调查报告	青岛环海海洋工程勘察研究院	2018 年 5 月	11	
生物生态	叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物	渤中 26-3 油田扩建项目海洋环境质量现状春季调查报告	青岛环海海洋工程勘察研究院	2018 年 5 月	13
		渤中 26-3 油田扩建项目海洋环境质量现状秋季调查报告	青岛环海海洋工程勘察研究院	2018 年 11 月	17
	生物质量	渤中 26-3 油田扩建项目海洋环境质量现状春季调查报告	青岛环海海洋工程勘察研究院	2018 年 5 月	13
		渤中 26-3 油田扩建项目海洋环境质量现状秋季调查报告	青岛环海海洋工程勘察研究院	2018 年 11 月	17
渔业资源	渤中 26-3 油田扩建项目渔业资源现状春季调查报告	中国水产科学研究院黄海水产研究所	2018 年 5 月	12	
	渤中 26-3 油田开发项目海域秋季渔业资源现状调查与评价	中国水产科学研究院黄海水产研究所	2018 年 10 月	12	

### 5.1 水文动力环境现状调查与评价

潮汐和潮流是潮波运动同一过程中的两种不同形式。前者表现为水位在铅直方向上的周期性升降，后者表现为在水平方向上的周期性流动。通常将海水在水平方向的运动统称为海流，它是海洋中各种物质输运和扩散最主要的动力因素，因此在多数的海洋工程的可行性研究中，都必须了解相应海区的海流状况。

海流按其成因可分为四类：梯度流、风海流、补偿流和潮流，就本海区而言，以潮流、风海流和径流所致的沿岸流为主，尤其以潮流的影响最为明显。所以在以下的分析中，以潮流为主，把潮流以外的海流统称为余流。

### 5.1.1 水文动力调查概况

根据项目需要，为了解工程海域水动力状况，委托青岛环海海洋工程勘察研究院于 2018 年 5 月 30-31 日（农历四月十六至十七）和 2018 年 10 月 10-11 日（农历九月初二至初三）在该海区设立 6 个测流点进行海流观测，并应用卫星导航系统 GPS 进行定位，进行了连续 25h 的周日海流观测。观测时间间隔为 1h，分表、中、底三层，表层在水面以下 3m 以内，中层是在水深的 0.6 倍处，底层距离海底 3m 以内。资料的整理、分析按照规范的相关要求进行。有关信息参看表 5.1-1，调查站位见图 5.1-1 和图 5.1-2。

表 5.1-1 水文动力调查站位坐标

日期	站位	坐标	调查项目
2018 年 5 月 30-31 日	S1		潮流、潮位
	S2		潮流、潮位
	S3		潮流、潮位
	S4		潮流、潮位
	S5		潮流、潮位
	S6		潮流、潮位
2018 年 10 月 10-11 日	S1		潮流、潮位
	S2		潮流、潮位
	S3		潮流、潮位
	S4		潮流、潮位
	S5		潮流、潮位
	S6		潮流、潮位



图 5.1-1 2018 年 5 月水文动力调查站位图



图 5.1-2 2018 年 10 月水文动力调查站位图

## 5.1.2 海流分析

### 5.1.2.1 流速流向

(1) 2018 年 5 月

根据大潮期各站海流实测资料，对流向频率进行统计，统计结果见表 5.1-2。

由表可以看出：由于测区范围较大，在岸形等外部因素影响下，各站实测海流流向多分布在 ESE~SSE 和 WNW~NNW 两个区间内。

表 5.1-2 各向海流出现频率 (%)

流向 站·层	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
S1	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S2	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S3	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S4	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S5	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S6	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

表 5.1-3 为各站层、各级流速出现频率，由表中可以看出，以近岸的 S1 站流速最大，出现超过 90cm/s 的流速区间，其余各站层流速区间分布差别不大，最大流速在 60~79cm/s 区间内。

表 5.1-3 各站各级流速 (cm/s) 出现频率 (%)

流 速 站·层	0~9	10 ~ 19	20 ~ 29	30 ~ 39	40 ~ 49	50 ~ 59	60 ~ 69	70 ~ 79	80 ~ 89	90
S1	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S2	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■

S3	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S4	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S5	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S6	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

(2) 2018 年 10 月

根据大潮期各站海流实测资料，对流向频率进行统计，统计结果见表 5.1-4。  
根据大潮期各站海流实测资料，作各个站位各层次海流的矢量图。

从表 5.1-4 中可以看出：S1~S6 站流向均较为集中，主要的流向为 W~NW 和 ESE~SSE，S1 站距离岸线较近，海流流向受岸线的影响较大，其中 S1 站表现的明显，其海流的流向表现为 WNW 和 ESE。

根据大潮期各站海流实测资料，对流速分布范围进行统计，统计结果见表表 5.1-5。从表 5.1-5 可以看出，全站海流流速范围主要在 20cm/s~50cm/s 之间，空间分布上看，最为明显的特征由于岸线和地形的效应，位于岬角处的 S1 站具有全站最大的流速，最大的流速可达 120cm/s，整个观测期间有 45% 以上的海流位于 70cm/s 以上的区间范围内。S2~S6 站流速范围基本一致，垂直方向上，各站遵循流速自表至底逐渐减小的趋势。

表 5.1-4 各向海流出现频率 (%)

		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
S1	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S2	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S3	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S4	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S5	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S6	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

表 5.1-5 各站各级流速 (cm/s) 出现频率 (%)

		0~9	10~19	20~29	30~39	40~49	50~59	60~69	≥70
S1	表	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■
S2	表	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■
S3	表	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■
S4	表	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■



S5	表	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■
S6	表	■	■	■	■	■	■	■	■
	中	■	■	■	■	■	■	■	■
	底	■	■	■	■	■	■	■	■

### 5.1.2.2 平均流速和最大流速

(1) 2018 年 5 月

平均流速和最大流速分布见表 5.1-6，从表中可以看出：各站平均涨、落潮流流速大小相当而各有不同，总体上看表层、中层平均流速略大于底层平均流速，涨潮流流速大于落潮流流速；近岸的 S1 站各项流速指标较大，其余各站相差不大。实测最大落潮流流速为 81.5 cm/s、对应流向为 133°，最大涨潮流流速为 91.3 cm/s、对应流向为 305°，均出现于 S1 站表层。

表 5.1-6 实测平均流速和最大流速及对应流向（单位：cm/s，°）

站号	层次	涨潮流			落潮流			全潮平均
		平均流速	最大		平均流速	最大		
			流速	流向		流速	流向	
S1	表层	■	■	■	■	■	■	■
	中层	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■
S2	表层	■	■	■	■	■	■	■
	中层	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■
S3	表层	■	■	■	■	■	■	■
	中层	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■
S4	表层	■	■	■	■	■	■	■
	中层	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■
S5	表层	■	■	■	■	■	■	■
	中层	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■
S6	表层	■	■	■	■	■	■	■
	中层	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■

(2) 2018 年 10 月

观测站位平均流速和最大流速分布情况见表 5.1-7，从表中可以看出：各站平均

涨、落潮流平均流速位于 0.2m/s-0.7m/s 的区间范围内，总体上看表层平均流速最大、中层平均流速略大于底层平均流速。实测最大涨潮流流速为 1.20m/s，最大落潮流流速为 1.26m/s;对应流向为 294°和 110°，分别出现于 S1 站表层。对于最大涨落潮流的流向特点，最大涨落潮流的流向基本位于同一直线，表现出往复性潮流较强的特点。

表 5.1-7 海流平均流速和最大流速一览 ( m/s ° )

站号	层次	涨潮流			落潮流			全潮平均
		平均流速	最大		平均流速	最大		
			流速	流向		流速	流向	
S1	表层	■	■	■	■	■	■	■
	中层	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■
S2	表层	■	■	■	■	■	■	■
	中层	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■
S3	表层	■	■	■	■	■	■	■
	中层	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■
S4	表层	■	■	■	■	■	■	■
	中层	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■
S5	表层	■	■	■	■	■	■	■
	中层	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■
S6	表层	■	■	■	■	■	■	■
	中层	■	■	■	■	■	■	■
	底层	■	■	■	■	■	■	■

### 5.1.3 潮流分析

潮流调和分析的目的是从实际观测资料中求出各主要分潮流的调和常数，从而确定潮流的性质和特征。

根据观测的数据个数，用准调和差比法计算各分潮流的调和常数。

#### 5.1.3.1 潮流性质

潮流通常分为正规半日潮流、不正规半日潮流、不正规日潮流及正规日潮流。

潮流性质判据为  $K = \frac{W_{O1} + W_{K1}}{W_{M2}}$  其判别标准分别为：

- $K \leq 0.5$       正规半日潮流
- $0.5 < K \leq 2.0$       不正规半日潮流
- $2.0 < K \leq 4.0$       不正规日潮流
- $K > 4.0$       正规日潮流

(1) 2018 年 5 月

利用潮流类型分类判别标准,根据调和计算结果,算得潮流性质比值。由表 5.1-8 可以看出,观测期间近岸的 S1、S3、S4 和 S6 站为正规半日潮流,其余两个站为不正规半日潮流,观测期间本海区潮流性质属半日潮流。

表 5.1-8 潮流性质分析结果

站号	表层	中层	底层
S1	■	■	■
S2	■	■	■
S3	■	■	■
S4	■	■	■
S5	■	■	■
S6	■	■	■

(2) 2018 年 10 月

表 5.1-9 观测各站位潮流性质

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
表层	■	■	■	■	■	■
中层	■	■	■	■	■	■
底层	■	■	■	■	■	■

利用潮流类型分类判别标准,根据调和计算结果,算得潮流性质比值。由表 5.1-9 可以看出,观测站 K 值均小于 0.5,所以观测期间各站潮流性质主要为正规半日潮流。

5.1.3.2 潮流的运动形式

反映潮流运动形式的参量为旋转率(亦称椭圆率) $K'$ ,其值绝对为该分潮流椭圆长轴与椭圆短轴的比值,其符号有正负之分,正号表示分潮流为逆时针旋转,负号则为顺时针旋转。

(1) 2018 年 5 月

由表 5.1-10 得知该海区的潮流性质属半日潮流,因此主要半日分潮流( $M_2$  和  $S_2$ )

的运动形式即代表了该海区潮流的运动形式。

根据计算结果（见表 5.1-10）各站层 M<sub>2</sub> 分潮流的椭圆率 K 值都小于 0.5，因此观测期间本海区潮流运动形式以往复流为主，兼有旋转运动特征。

表 5.1-10 各主要分潮的椭圆要素

站位	层次	分潮流	椭圆长轴 (cm/s)	长轴方向 (°)	椭圆短轴 (cm/s)	旋转率 (K')
S1	表层	O <sub>1</sub>				
		K <sub>1</sub>				
		M <sub>2</sub>				
		S <sub>2</sub>				
		M <sub>4</sub>				
		MS <sub>4</sub>				
	中层	O <sub>1</sub>				
		K <sub>1</sub>				
		M <sub>2</sub>				
		S <sub>2</sub>				
		M <sub>4</sub>				
		MS <sub>4</sub>				
	底层	O <sub>1</sub>				
		K <sub>1</sub>				
		M <sub>2</sub>				
		S <sub>2</sub>				
		M <sub>4</sub>				
		MS <sub>4</sub>				
S2	表层	O <sub>1</sub>				
		K <sub>1</sub>				
		M <sub>2</sub>				
		S <sub>2</sub>				
		M <sub>4</sub>				
		MS <sub>4</sub>				
	中层	O <sub>1</sub>				
		K <sub>1</sub>				
		M <sub>2</sub>				
		S <sub>2</sub>				
		M <sub>4</sub>				
		MS <sub>4</sub>				
	底层	O <sub>1</sub>				
		K <sub>1</sub>				
		M <sub>2</sub>				
		S <sub>2</sub>				
		M <sub>4</sub>				
		MS <sub>4</sub>				
S3	表层	O <sub>1</sub>				
		K <sub>1</sub>				
		M <sub>2</sub>				
		S <sub>2</sub>				
		M <sub>4</sub>				
		MS <sub>4</sub>				

	中层	O <sub>1</sub>									
		K <sub>1</sub>									
		M <sub>2</sub>									
		S <sub>2</sub>									
		M <sub>4</sub>									
		MS <sub>4</sub>									
	底层	O <sub>1</sub>									
		K <sub>1</sub>									
		M <sub>2</sub>									
		S <sub>2</sub>									
		M <sub>4</sub>									
		MS <sub>4</sub>									
S4	表层	O <sub>1</sub>									
		K <sub>1</sub>									
		M <sub>2</sub>									
		S <sub>2</sub>									
		M <sub>4</sub>									
		MS <sub>4</sub>									
	中层	O <sub>1</sub>									
		K <sub>1</sub>									
		M <sub>2</sub>									
		S <sub>2</sub>									
		M <sub>4</sub>									
		MS <sub>4</sub>									
底层	O <sub>1</sub>										
	K <sub>1</sub>										
	M <sub>2</sub>										
	S <sub>2</sub>										
	M <sub>4</sub>										
	MS <sub>4</sub>										
S5	表层	O <sub>1</sub>									
		K <sub>1</sub>									
		M <sub>2</sub>									
		S <sub>2</sub>									
		M <sub>4</sub>									
		MS <sub>4</sub>									
	中层	O <sub>1</sub>									
		K <sub>1</sub>									
		M <sub>2</sub>									
		S <sub>2</sub>									
		M <sub>4</sub>									
		MS <sub>4</sub>									
底层	O <sub>1</sub>										
	K <sub>1</sub>										
	M <sub>2</sub>										
	S <sub>2</sub>										
	M <sub>4</sub>										
	MS <sub>4</sub>										
S6	表层	O <sub>1</sub>									
		K <sub>1</sub>									
		M <sub>2</sub>									

		S <sub>2</sub>												
		M <sub>4</sub>												
		MS <sub>4</sub>												
	中层	O <sub>1</sub>												
		K <sub>1</sub>												
		M <sub>2</sub>												
		S <sub>2</sub>												
		M <sub>4</sub>												
	底层	MS <sub>4</sub>												
		O <sub>1</sub>												
		K <sub>1</sub>												
		M <sub>2</sub>												
		S <sub>2</sub>												

(2) 2018 年 10 月

若由表 5.1-9 得知该海区的潮流性质属半日潮流,因此主要半日分潮流(M<sub>2</sub> 和 S<sub>2</sub>)的运动形式即代表了该海区潮流的运动形式。

从潮流椭圆可知,观测站位潮流以半日潮流为主,M<sub>2</sub>、S<sub>2</sub>分潮流的贡献极大,从潮流的运动形式来看,经计算 H1、H2、H3、H4、H5 站各层 M<sub>2</sub>、S<sub>2</sub>分潮流的椭圆率 K'值多小于 0.5,其潮流运动形式以往复流为主,其中站往复流特点十分显著(见表 5.1-11)。从垂向上看,各站各分潮流基本表现为表底一致,分潮流速方面三站表层的 M<sub>2</sub>分潮流表现出随深度减小的趋势。浅水分潮方面,M<sub>4</sub>、MS<sub>4</sub>等浅水分潮相对 M<sub>2</sub>、S<sub>2</sub>等主要分潮而言,分潮流都较小。

表 5.1-11 各观测站位调和常数

	层次	分潮	椭圆长轴 (cm/s)	长轴方向 (°)	椭圆短轴 (cm/s)	旋转率(K')
S1	表层	M <sub>2</sub>	■	■	■	■
		S <sub>2</sub>	■	■	■	■
		O <sub>1</sub>	■	■	■	■
		K <sub>1</sub>	■	■	■	■
		M <sub>4</sub>	■	■	■	■
		MS <sub>4</sub>	■	■	■	■
	底层	M <sub>2</sub>	■	■	■	■
		S <sub>2</sub>	■	■	■	■
		O <sub>1</sub>	■	■	■	■
		K <sub>1</sub>	■	■	■	■

		M <sub>4</sub>	■	■	■	■
		MS <sub>4</sub>	■	■	■	■
S2	表层	M <sub>2</sub>	■	■	■	■
		S <sub>2</sub>	■	■	■	■
		O <sub>1</sub>	■	■	■	■
		K <sub>1</sub>	■	■	■	■
		M <sub>4</sub>	■	■	■	■
		MS <sub>4</sub>	■	■	■	■
	底层	M <sub>2</sub>	■	■	■	■
		S <sub>2</sub>	■	■	■	■
		O <sub>1</sub>	■	■	■	■
		K <sub>1</sub>	■	■	■	■
		M <sub>4</sub>	■	■	■	■
		MS <sub>4</sub>	■	■	■	■
S3	表层	M <sub>2</sub>	■	■	■	■
		S <sub>2</sub>	■	■	■	■
		O <sub>1</sub>	■	■	■	■
		K <sub>1</sub>	■	■	■	■
		M <sub>4</sub>	■	■	■	■
		MS <sub>4</sub>	■	■	■	■
	中层	M <sub>2</sub>	■	■	■	■
		S <sub>2</sub>	■	■	■	■
		O <sub>1</sub>	■	■	■	■
		K <sub>1</sub>	■	■	■	■
		M <sub>4</sub>	■	■	■	■
		MS <sub>4</sub>	■	■	■	■
	底层	M <sub>2</sub>	■	■	■	■
		S <sub>2</sub>	■	■	■	■
		O <sub>1</sub>	■	■	■	■
		K <sub>1</sub>	■	■	■	■
		M <sub>4</sub>	■	■	■	■
		MS <sub>4</sub>	■	■	■	■
S4	表层	M <sub>2</sub>	■	■	■	■
		S <sub>2</sub>	■	■	■	■

S5		O <sub>1</sub>	■	■	■	■
		K <sub>1</sub>	■	■	■	■
		M <sub>4</sub>	■	■	■	■
		MS <sub>4</sub>	■	■	■	■
	中层	M <sub>2</sub>	■	■	■	■
		S <sub>2</sub>	■	■	■	■
		O <sub>1</sub>	■	■	■	■
		K <sub>1</sub>	■	■	■	■
		M <sub>4</sub>	■	■	■	■
		MS <sub>4</sub>	■	■	■	■
	底层	M <sub>2</sub>	■	■	■	■
		S <sub>2</sub>	■	■	■	■
		O <sub>1</sub>	■	■	■	■
		K <sub>1</sub>	■	■	■	■
		M <sub>4</sub>	■	■	■	■
		MS <sub>4</sub>	■	■	■	■
	表层	M <sub>2</sub>	■	■	■	■
		S <sub>2</sub>	■	■	■	■
		O <sub>1</sub>	■	■	■	■
		K <sub>1</sub>	■	■	■	■
		M <sub>4</sub>	■	■	■	■
		MS <sub>4</sub>	■	■	■	■
	中层	M <sub>2</sub>	■	■	■	■
		S <sub>2</sub>	■	■	■	■
O <sub>1</sub>		■	■	■	■	
K <sub>1</sub>		■	■	■	■	
M <sub>4</sub>		■	■	■	■	
MS <sub>4</sub>		■	■	■	■	
底层	M <sub>2</sub>	■	■	■	■	
	S <sub>2</sub>	■	■	■	■	
	O <sub>1</sub>	■	■	■	■	
	K <sub>1</sub>	■	■	■	■	
	M <sub>4</sub>	■	■	■	■	
	MS <sub>4</sub>	■	■	■	■	



S6	表层	M <sub>2</sub>	■	■	■	■
		S <sub>2</sub>	■	■	■	■
		O <sub>1</sub>	■	■	■	■
		K <sub>1</sub>	■	■	■	■
		M <sub>4</sub>	■	■	■	■
		MS <sub>4</sub>	■	■	■	■
	中层	M <sub>2</sub>	■	■	■	■
		S <sub>2</sub>	■	■	■	■
		O <sub>1</sub>	■	■	■	■
		K <sub>1</sub>	■	■	■	■
		M <sub>4</sub>	■	■	■	■
		MS <sub>4</sub>	■	■	■	■
	底层	M <sub>2</sub>	■	■	■	■
		S <sub>2</sub>	■	■	■	■
		O <sub>1</sub>	■	■	■	■
		K <sub>1</sub>	■	■	■	■
		M <sub>4</sub>	■	■	■	■
		MS <sub>4</sub>	■	■	■	■

### 5.1.4 余流

余流是由浅海中多种因素引起的，主要有潮汐余流（因摩阻、海底地形、边界形状种种原因使得潮流非线性现象所致）、风生流、密度流等。要把上述流动逐个分开是十分困难的，所以在这里描述的是实测的由各种流动合成的余流。

(1) 2018 年 5 月

由表 5.1-12 可以看出，各站余流流速相差不大，均在 10cm/s 以下，余流流向相对一致，集中在 WSW~WNW 向之间。

表 5.1-12 余流计算结果（单位：cm/s，°）

层次 站号	表层		中层		底层	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向
S1	■	■	■	■	■	■
S2	■	■	■	■	■	■
S3	■	■	■	■	■	■
S4	■	■	■	■	■	■
S5	■	■	■	■	■	■

S6										
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## (2) 2018 年 10 月

根据周日观测数据求出观测站位的各层次的余流见表 5.1-13。观测各站位余流流速位于 0-3cm/s 区间范围内,垂向上,S1、S3、S5 等有中层观测的站位出现中层余流流速较表层流速更大的现象,余流流速最小值位于 S2 站底层。流向方面,S1、S3、S5 站余流以东南东方向为主,流向范围为 120°~160°,S2、S4、S6 站余流以南南西方向为主,流向范围为 160°~200°。

表 5.1-13 观测站位余流情况

站位	余流要素	表层	中层	底层
S1	流速	■	■	■
	流向	■	■	■
S2	流速	■	■	■
	流向	■	■	■
S3	流速	■	■	■
	流向	■	■	■
S4	流速	■	■	■
	流向	■	■	■
S5	流速	■	■	■
	流向	■	■	■
S6	流速	■	■	■
	流向	■	■	■

## 5.1.5 小结

## 5.1.5.1 2018 年 5 月

(1) 本海区海流以潮流为主,潮流性质属正规和不正规半日潮流;潮流运动形式以往复流为主兼有旋转运动特征,各站实测海流流向相对集中,落潮流流向集中在 ESE~SSE 向附近,涨潮流流向集中在 WNW~NNW 附近;实测最大涨、落潮流流速均出现于近岸的 S1 站表层;

(2) 各站大潮期潮流平均最大流速的最大值为 83.2 cm/s,潮流的可能最大流速为 123.6 cm/s。从潮流的垂直分布情况看:各站均为流速随深度增加而递减,即表、中、底层流速依次递减;

(3) 观测期间,各站余流流速相差不大,均在 10cm/s 以下,余流流向相对一

致，集中在 WSW~WNW 向之间。

### 5.1.5.2 2018 年 10 月

(1) 本海区海流以潮流为主，潮流性质以正规半日潮为主，潮流运动形式为往复流，半日分潮流 ( $M_2$ 、 $S_2$ ) 的贡献极大，浅水分潮方面， $M_4$ 、 $MS_4$  分潮相对主要分潮而言，分潮流都较小。

(2) 观测海流流向均较为集中，主要的流向为 W~NW 和 ESE~SSE，S1 站距离岸线较近，海流流向受岸线的影响较大，其中 S1 站表现的明显，其向岸海流的流向表现为 WNW 和 ESE。

(3) 全站海流流速范围主要在 20cm/s~50cm/s 之间，空间分布上看，最为明显的特征由于岸线和地形的效应，位于岬角处的 S1 站具有全站最大的流速，最大的流速可达 120cm/s，整个观测期间有 45% 以上的海流位于 70cm/s 以上的区间范围内。S2~S6 站流速范围基本一致，垂直方向上，各站遵循流速自表至底逐渐减小的趋势。

(4) 观测各站位余流流速位于 0-3cm/s 区间范围内，垂向上，S1、S3、S5 等有中层观测的站位出现中层余流流速较表层流速更大的现象，余流流速最小值位于 S2 站底层。流向方面，S1、S3、S5 站余流以东南东方向为主，流向范围为  $120^\circ \sim 160^\circ$ ，S2、S4、S6 站余流以南南西方向为主，流向范围为  $160^\circ \sim 200^\circ$ 。

## 5.2 地质地貌

地质地貌资料引用于已经批复的《渤中 26-3 油田扩建项目工程物探调查报告书》、《渤中 26-3 油田扩建项目 BZ26-3WHPC 平台场址工程地质调查报告书》、《渤中 26-3 油田扩建项目 BZ26-3PAPD 平台场址工程地质调查报告书》中的调查资料。

### 5.2.1 工程地质

#### 5.2.1.1 BZ26-3WHPC 平台

##### (1) 土质分层

渤中 26-3WHPC 平台场址共进行了 1 个工程地质钻孔，终孔深度为 100m。钻孔所揭露的土层概括如下：

表 5.2-1 钻孔钻遇土层 (渤中 26-3WHPC 场址)

层名	深度	土质描述
----	----	------

	层顶(m)	层底(m)	
1	■	■	■
2	■	■	■
3	■	■	■
4	■	■	■
5	■	■	■
6	■	■	■
7	■	■	■
8	■	■	■
9	■	■	■
10	■	■	■
11	■	■	■
12	■	■	■
13	■	■	■
14	■	■	■
15	■	■	■
16	■	■	■
17	■	■	■
18	■	■	■
19	■	■	■
20	■	■	■
21	■	■	■

详细的土质描述包括颜色、结构变化及包含物等见图 5.2-1。

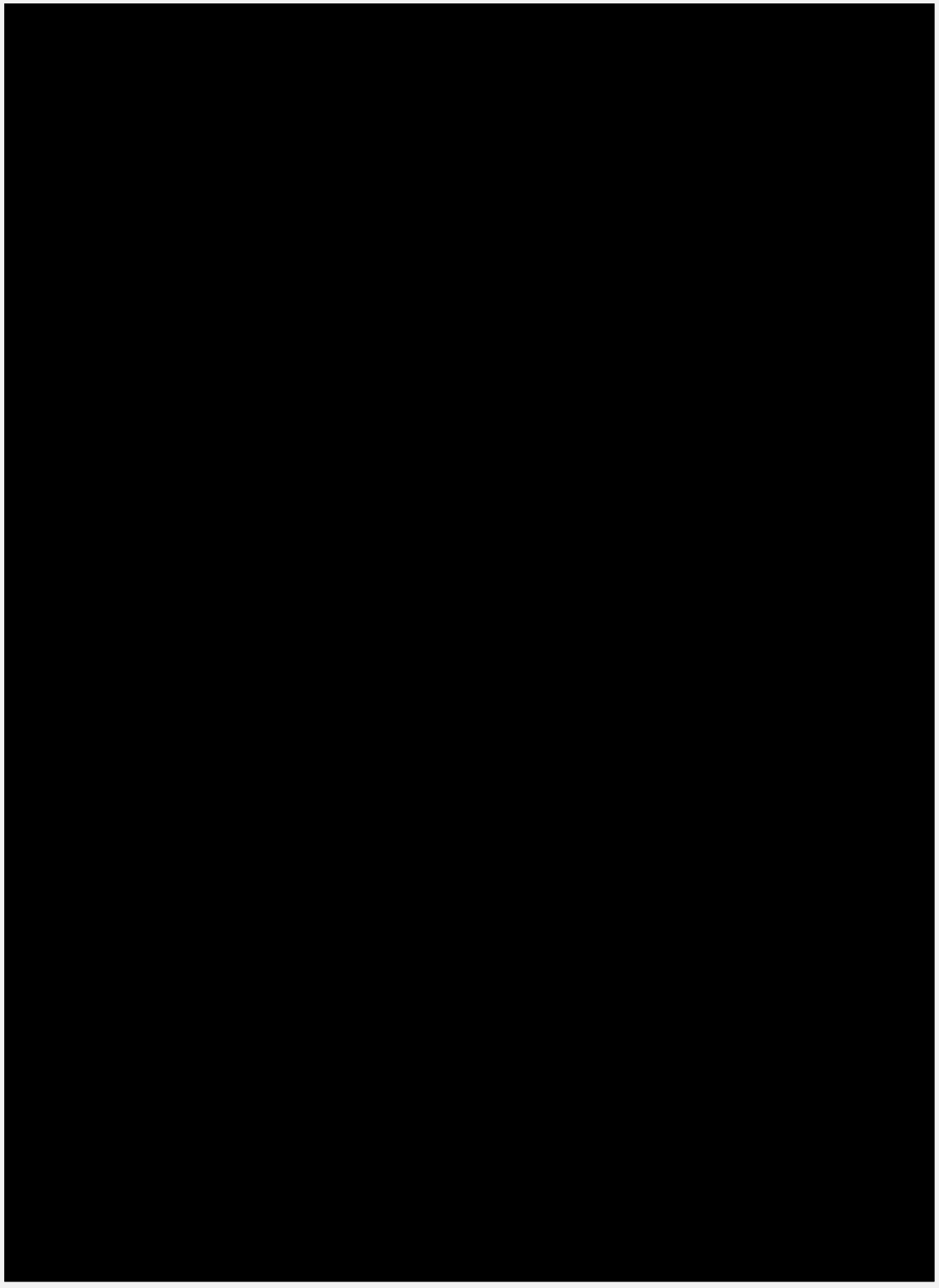


图 5.2-1 BZ26-3WHPC 平台场址钻孔柱状图

在 BZ26-3WHPC 平台场址共取得 5 个重力样，描述如下：

表 5.2-2 重力样描述

样号	样长(m)	土质描述
G1	■	■

G2	■	■
G3	■	■
G4	■	■
G5	■	■

(3) 土质特征

该平台场址所钻 BZ26-3WHPC-BH 孔，海底以下 100m 范围内以砂性土为主。

具体表现为：

海底表层约 5.3m 深度范围内土质主要为非常软到软的褐灰色粉质粘土，设计不排水抗剪强度为 2 ~ 18kPa。

5.3m 以下至 20.0m 土质主要以粒状土为主，为中密实到密实的褐灰色粉土和浅棕色砂质粉土与细砂。其中在 7.8m 到 9.0m 夹一稍硬的浅棕色粉质粘土层。

20.0m 以下至 34.5m 土质主要为非常硬的浅棕色/褐灰色粉质粘土，设计不排水抗剪强度为 105 ~ 160kPa。其中在 28.3m 到 30.6m 为中密实到密实的砂质粉土。

34.5m 以下至 120m 深度范围内土质主要以粒状土为主，为密实到非常密实的褐灰色粉土、砂质粉土、粉质细砂和细砂。其中在 56.6m 到 58.8m、78.1m 到 79.4m 和 83.1m 到 88.7m 为非常硬到坚硬的粉质粘土，设计不排水抗剪强度为 175 ~ 300kPa。

5.2.1.2 BZ26-3PAPD 平台

(1) 土质分层渤中 26-3PAPD 平台场址共进行了 1 个工程地质钻孔，终孔深度为 120m。钻孔中遇到的土层概括如下：

表 5.2-3 钻孔钻遇土层 (渤中 26-3PAPD 场址)

层名	深度		土质描述
	层顶(m)	层底(m)	
1	■	■	■
2	■	■	■
3	■	■	■
4	■	■	■
5	■	■	■
6	■	■	■
7	■	■	■
8	■	■	■
9	■	■	■
10	■	■	■
11	■	■	■
12	■	■	■
13	■	■	■

14	■	■			
15	■	■			
16	■	■			
17	■	■			
18	■	■			
19	■	■			
20	■	■			
21	■	■			

详细的土质描述包括颜色、结构变化及包含物等见图 5.2-2。

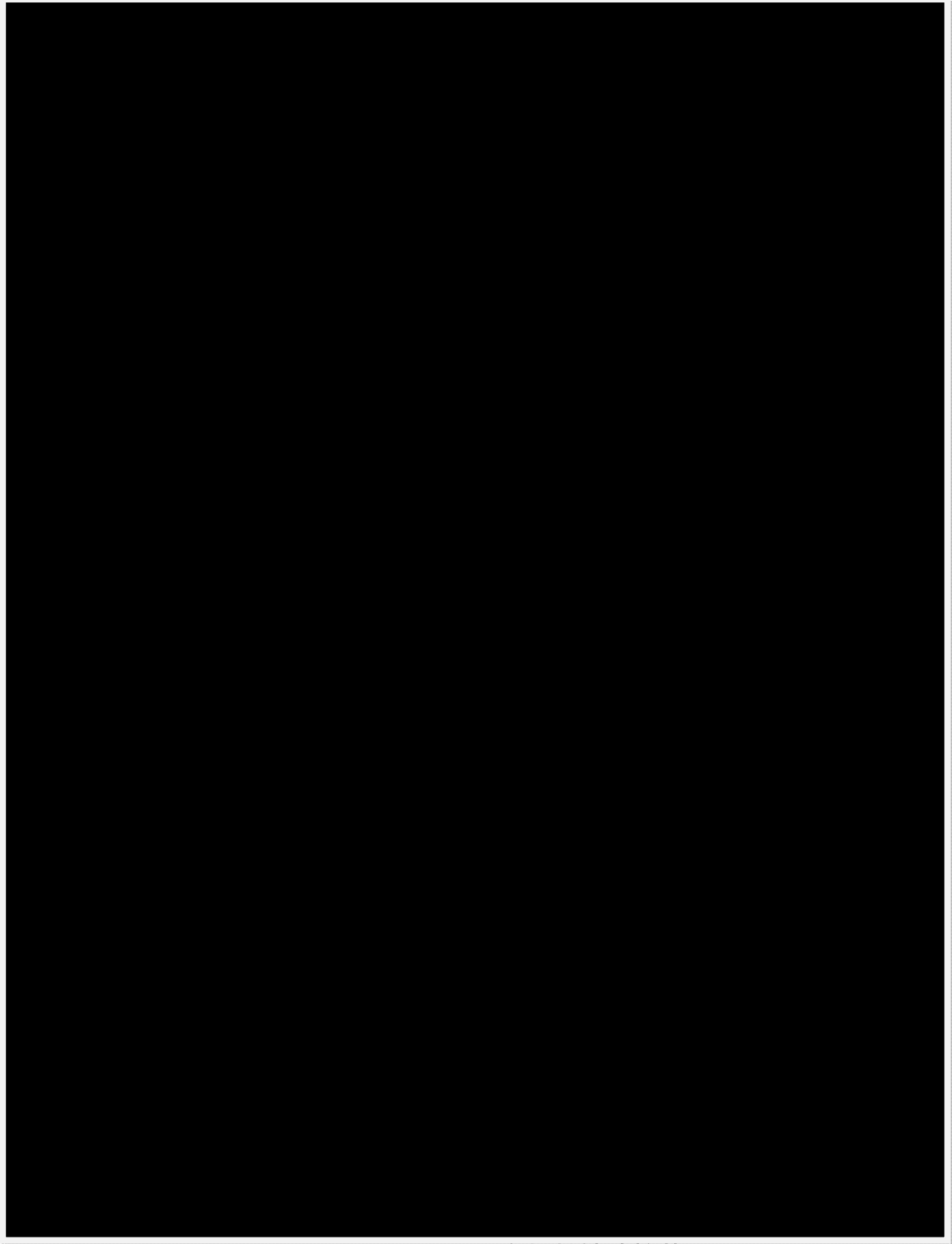


图 5.2-2 BZ26-3PAPD 平台场址钻孔柱状图

(2) 土质特征

该平台场址所钻 BZ26-3PAPD-BH 孔，海底以下 80.6m 范围内以砂性土为主，80.6m 以下粘性土和粒状土交替出现。具体表现为：

海底表层约 4.2m 深度范围内土质主要为非常软到软的褐灰色粉质粘土，设计不



排水抗剪强度为 3 ~ 15kPa。

4.2m 以下至 20.3m 土质主要以粒状土为主，为中密实的褐灰色到浅棕色砂质粉土与粉质细砂。其中在 17.3m 到 20.3m 为非常硬的粉质粘土和中密实的粉土互层。

20.3m 以下至 23.4m 土质为非常硬的浅棕色粉质粘土，设计不排水抗剪强度为 120kPa。

23.4m 以下至 102.1m 深度范围内土质主要以粒状土为主，为密实的褐灰色/浅棕色粉土、砂质粉土、粉质细砂和细砂。其中在 29.2m 到 32.3m、49.2m 到 55.1m、62.8m 到 65.9m、80.6m 到 85.5m 和 93.5m 到 95.5m 为非常硬到坚硬的粉质粘土，设计不排水抗剪强度为 110 ~ 240kPa。

102.1m 以下至 115.6m 深度范围内土质为非常硬到坚硬的浅棕色粉质粘土，设计不排水抗剪强度为 185~260kPa。

1015.6m 以下至 120.2m 深度范围内土质为非常密实的浅棕色砂质粉土。

### 5.2.1.3 浅层地质

根据渤中 26-3 油田 WHPC 和 PAPD 平台工程地质和物探调查资料分析表明，BZ26-3WHPC 平台场址 100m 深度范围内主要以砂性土为主，BZ26-3PAPD 平台场址海底以下 80.6m 范围内以砂性土为主，80.6m-120m 粘性土和粒状土交替出现。

油田及海底管道路由海域浅层地质剖面特征参见图 5.2-3。



图 5.2-3 (a) 平台场址浅层地质剖面图 (渤中 26-3WHPC N-S 方向)



图 5.2-3 (b) 平台场址浅层地质剖面图 (渤中 25-1WHPC W-E 方向)

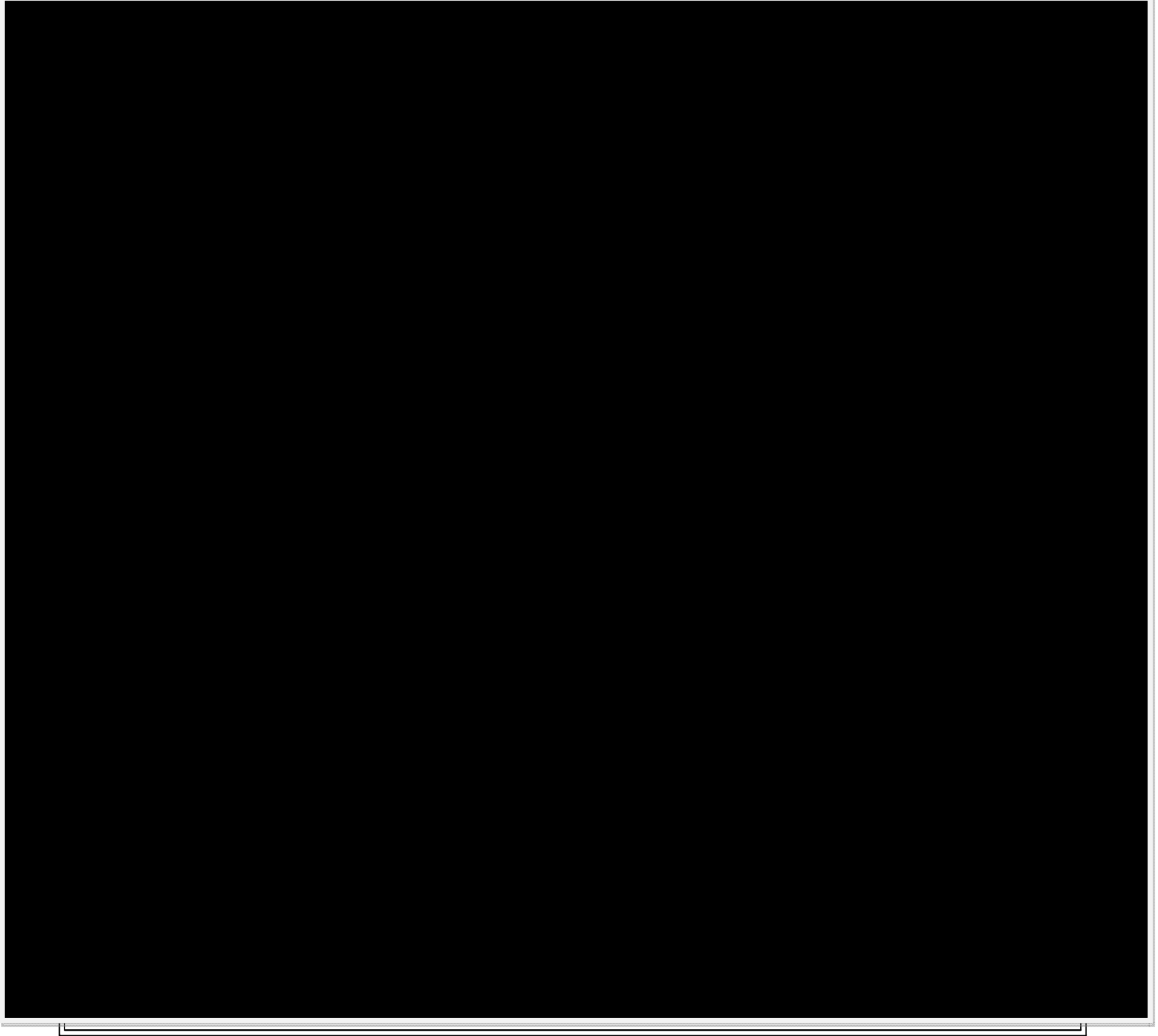


图 5.2-3 (c) 平台场址浅层地质剖面图 (渤中 26-3PAPD N-S 方向)



图 5.2-3 (d) 平台场址浅层地质剖面图 (渤中 26-3 PAPD W-E 方向)

## 5.2.2 地形地貌

### 5.2.2.1 BZ26-3 WHPC 平台

#### (1) 水深

根据油田海域工程物探调查结果,在 BZ26-3 WHPC 平台场址调查区域内,地形比较平坦,全区海图水深在 18.5m 至 19.3m 之间变化,预定平台位置处海图水深值为 18.9m。

水深地形变化情况详见图 5.2-4。



图 5.2-4 水深地形图

#### (2) 海底地貌

在 BZ26-3 WHPC 平台场址调查区域内,存在 1 条已建海底管线和 1 条已建海底电缆。在预定 BZ26-3 WHPC 平台场址调查区域解释深度范围内(海底至海底以下约 100m)的地层中发现有 2 处埋藏古河道的存在。埋藏古河道 C1、C2 距离预定平台位置较远,对平台在预定位置处就位及安装没有不利影响。现有资料表明在 BZ26-3 WHPC 预定平台场址范围内的海底至海底以下约 100m 的地层内,除已建管缆外和

埋藏古河道外未发现其它有对平台就位作业具有潜在影响的灾害地质现象或障碍物。

海底地貌情况详见图 5.2-5。



图 5.2-5 地貌特征图

#### 5.2.2.2 BZ26-3 PAPD 平台

##### (1) 水深

在 BZ26-3 PAPD 平台场址调查区域内，地形比较平坦，全区海图水深在 19.7m 至 20.8m 之间变化，预定平台位置处海图水深值为 20.2m。

水深地形变化情况详见图 5.2-6。



图 5.2-6 水深地形图

## (2) 海底地貌

在 BZ26-3 PAPD 平台场址调查区域内，存在 4 条已建海底管线和 3 条已建海底电缆。在 BZ26-3WHPA 平台北侧、西侧方向发现大量海底遗弃物，约 29 件。海底遗弃物主要为长条形的线状物，分布较为分散，长 1.0m-30.0m。推测这些海底遗弃物主要为废弃的施工铁件，如废弃脚手架，废弃钢缆，废弃角铁、废弃管线等。在预定 BZ26-3 PAPD 平台场址调查区域解释深度范围内（海底至海底以下约 100m）的地层中发现有 3 处埋藏古河道的存在。埋藏古河道 C3、C4 和 C5 距离预定平台位置较远，对平台在预定位置处就位及安装没有不利影响。现有资料表明在 BZ26-3 PAPD 预定平台场址范围内的海底至海底以下约 100m 的地层内，除已建管缆外和埋藏古河道外未发现其它有对平台就位作业具有潜在影响的灾害地质现象或障碍物。

海底地貌情况详见图 5.2-7 至 5.2-8。



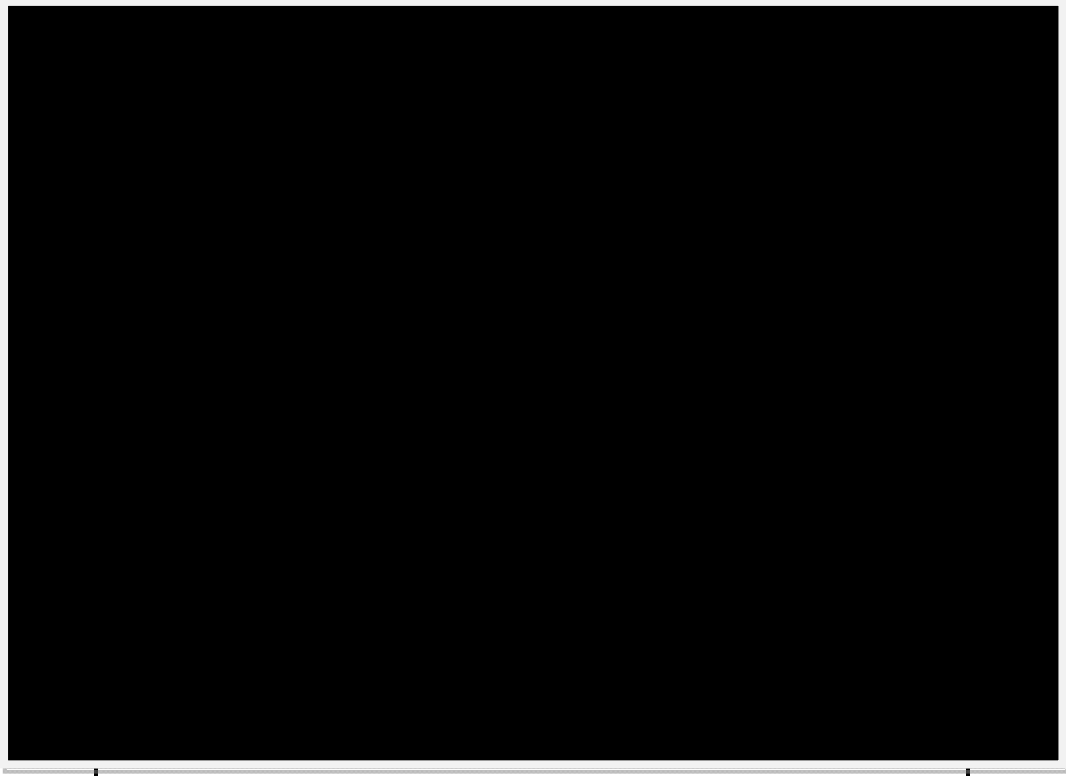


图 5.2-7 地貌特征图



图 5.2-8 BZ26-3WHPA 平台附近遗弃物分布情况

### 5.3 海水水质现状调查及评价

#### 5.3.1 调查概况

##### 5.3.1.1 调查时间

2018 年 5 月：具体调查时间为 5 月 4 日。

2018 年 11 月：具体调查时间为 11 月 7—8 日。

##### 5.3.1.2 调查站位布设

2018 年 5 月在工程区海域共布设 22 个调查站位，其中 22 个水质站位，11 个沉积物，13 个生物站位：以 WHPA 平台为主断面，共布设 5 条断面（主潮流方向），每条断面间距约 8km，在每条断面上均匀布设 4 个监测点位，每个监测点位距离约 8km~15km（P1~P12）。另外在 WHPA-WHPA 输油、注水管道、电缆沿管线方向两侧 100m 范围内各布设 2 个点。调查站位坐标、调查项目见表 5.3-1，具体位置见图 5.3-1。

2018 年 11 月在工程区海域共布设 30 个调查站位，其中 30 个水质站位，17 个生物站位：以 WHPA 平台为主断面，共布设 5 条断面（主潮流方向），每条断面间距约 8km，在每条断面上均匀布设 5 个监测点位，每个监测点位距离约 8km~15km。另外在 BZ26-3WHPA、FPSO500m 范围内各布设 2 个点。调查站位坐标、调查项目见表 5.3-2，具体位置见图 5.3-2。

表 5.3-1 2018 年 5 月调查站位坐标

站号	坐标	监测项目
海域水质、沉积物、海洋生物		
P1		水质、沉积物、生物
P2		水质
P3		水质
P4		水质、沉积物、生物
P5		水质、沉积物、生物
P6		水质
P7		水质、沉积物、生物
P8		水质
P9		水质、生物
P10		水质
P11		水质、生物
P12		水质、沉积物、生物

P13			水质
P14			水质、沉积物、生物
P15			水质
P16			水质、沉积物、生物
P17			水质、沉积物、生物
P18			水质
P19			水质
P20			水质、沉积物、生物
WHPC-WHPA 沿管线方向两侧 100m 范围内布设 2 个点			
P21			水质、沉积物、生物
P22			

表 5.3-2 2018 年 11 月调查站位坐标

站号	坐标		监测项目
海域水质、海洋生物			
P1			水质、生物
P2			水质
P3			水质、生物
P4			水质
P5			水质、生物
P6			水质
P7			水质、生物
P8			水质
P9			水质、生物
P10			水质
P11			水质、生物
P12			水质、生物
P13			水质、生物
P14			水质
P15			水质、生物
P16			水质
P17			水质
P18			水质、生物
P19			水质
P20			水质
P21			水质、生物
P22			水质
P23			水质、生物
P24			水质
P25			水质、生物
P26			水质
WHPA 500m 范围内布设 2 个点			
P27			水质、生物
P28			水质、生物
FPSO 500m 范围内布设 2 个点			
P29			水质、生物
P30			



图 5.3-1 2018 年 5 月调查站位布设示意图



图 5.3-2 2018 年 11 月调查站位布设示意图

### 5.3.1.3 调查因子

海水水质：水温、pH、盐度、DO、悬浮物、COD、石油类、活性磷酸盐、无机氮、挥发性酚、砷、铜、铅、锌、镉、汞、总铬。

沉积物：石油类、硫化物、有机碳、铜、铅、总汞、铬、镉、砷、锌。

海洋生态：叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物的种类组成、个体数量、生物量及栖息密度、分布、多样性指数和均匀度等。

### 5.3.1.4 调查方法

海水水质：除石油类只取表层水样外，其余项目的采集均按以下要求进行：当水深小于 10 米时，采集表层水样；当水深大于 10 米小于 25 米时，采集二层水样；当水深大于 25 米小于 50 米时，采三层水样。按照《海洋调查规范》和《海洋监测规范》的要求采集水样和进行样品分析。

沉积物：沉积物调查站位布设与水质调查站位同步，采取表层样。按照《海洋调查规范》(GB12763-2007)和《海洋监测规范》(GB/T17378-2007)的要求采集样品和进行样品分析。

海洋生态：海洋生物调查站位与水质调查站位同步。按照《海洋调查规范》(GB12763-2007)和《海洋监测规范》(GB/T17378-2007)的要求采集样品和进行样品分析。

## 5.3.2 调查结果

2018 年 5 月海水水质调查结果见表 5.3-3 和 5.3-4，2018 年 11 月海水水质调查结果见表 5.3-5 和 5.3-6。

表 5.3-3 2018 年 5 月水质实测结果统计表 (表层)

项目 站位	层次	温度 ( )	盐度	COD mg/L	DO mg/L	pH	无机 氮 μg/L	磷酸 盐 μg/L	悬浮 物 mg/L	石油 类 μg/L	铜 μg/L	铅 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	总铬 μg/L	总汞 μg/L	砷 μg/L	挥发酚 μg/L	硫化物 μg/L	
P1	表层																			
P2	表层																			
P3	表层																			
P4	表层																			
P5	表层																			
P6	表层																			
P7	表层																			
P8	表层																			
P9	表层																			
P10	表层																			
P11	表层																			
P12	表层																			
P13	表层																			
P14	表层																			
P15	表层																			
P16	表层																			
P17	表层																			
P18	表层																			
P19	表层																			
P20	表层																			
P21	表层																			
P22	表层																			
最大值																				
最小值																				

注：“-”为未检出

表 5.3-4 2018 年 5 月水质实测结果统计表 (底层)

项目 站位	层次	温度 ( )	盐度	COD mg/L	DO mg/L	pH	无机氮 μg/L	磷酸 盐 μg/L	悬浮 物 mg/L	铜 μg/L	铅 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	总铬 μg/L	总汞 μg/L	砷 μg/L	挥发酚 μg/L	硫化物 μg/L
P1	底层																	
P2	底层																	
P3	底层																	
P4	底层																	
P5	底层																	
P6	底层																	
P7	底层																	
P8	底层																	
P9	底层																	
P10	底层																	
P11	底层																	
P12	底层																	
P13	底层																	
P14	底层																	
P15	底层																	
P16	底层																	
P17	底层																	
P18	底层																	
P19	底层																	
P20	底层																	
P21	底层																	
P22	底层																	
最大值																		
最小值																		

注：“-”为未检出

表 5.3-5 2018 年 11 月水质实测结果统计表 (表层)

项目 站位	层次	温度 ( )	盐度	COD mg/L	DO mg/L	pH	无机 氮 μg/L	磷酸 盐 μg/L	悬浮 物 mg/L	石油 类 μg/L	铜 μg/L	铅 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	总铬 μg/L	汞 μg/L	砷 μg/L	挥发酚 μg/L	硫化物 μg/L
P1	表层																		
P2	表层																		
P3	表层																		
P4	表层																		
P5	表层																		
P6	表层																		
P7	表层																		
P8	表层																		
P9	表层																		
P10	表层																		
P11	表层																		
P12	表层																		
P13	表层																		
P14	表层																		
P15	表层																		
P16	表层																		
P17	表层																		
P18	表层																		
P19	表层																		
P20	表层																		
P21	表层																		
P22	表层																		
P23	表层																		
P24	表层																		
P25	表层																		
P26	表层																		



P27	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P28	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P29	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P30	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“-”为未检出

表 5.3-6 2018 年 11 月水质实测结果统计表（底层）

项目 站位	层次	温度 ( )	盐度	COD mg/L	DO mg/L	pH	无机氮 μg/L	磷酸 盐 μg/L	悬浮 物 mg/L	铜 μg/L	铅 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	总铬 μg/L	汞 μg/L	砷 μg/L	挥发酚 μg/L	硫化物 μg/L
P2	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P3	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P4	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P6	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P8	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P9	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P10	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P12	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P13	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P14	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P15	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P18	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P19	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P20	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P22	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P23	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P24	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

渤中 26-3 油田扩建项目环境影响报告书

P25	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P26	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P27	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P28	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P30	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“-”为未检出

### 5.3.3 水环境质量现状评价

#### 5.3.3.1 评价因子筛选

水质评价因子为：选取 pH、DO、COD、石油类、活性磷酸盐、无机氮、砷、铅、锌、镉、汞、铬 12 项作为评价因子。

#### 5.3.3.2 评价标准

根据《海水水质标准》(GB3097-1997)，结合对照《山东省海洋功能区划》(2011-2020 年)、《山东省海洋生态环境保护规划》(2018-2020 年)、《山东省近岸海域环境功能区划》、《山东省渤海海洋生态红线区划定方案》(2013-2020 年)中对工程临近功能区水质保护目标从严要求，确定各调查水质站位评价执行标准情况见表 5.3-7。



图 5.3-3a 2018 年 5 月调查站位与山东省海洋功能区划的关系



图 5.3-3b 2018 年 5 月调查站位与山东省海洋生态环境保护规划的关系



图 5.3-3c 2018 年 5 月调查站位与山东省海洋生态红线的关系



图 5.3-3d 2018 年 5 月调查站位与山东省近岸海域环境功能区划的关系



图 5.3-3e 2018 年 11 月调查站位与山东省海洋功能区划的关系





图 5.3-3f 2018 年 11 月调查站位与山东省海洋生态环境保护规划的关系



图 5.3-3g 2018 年 11 月调查站位与山东省海洋生态红线的关系



图 5.3-3h 2018 年 11 月调查站位与山东省近岸海域环境功能区划的关系

表 5.3-7a 2018 年 5 月调查站位水质标准执行情况

调查站位	《山东省海洋功能区划》(2011-2020 年)		《山东省海洋生态环境保护规划》(2018-2020 年)		《山东省近岸海域环境功能区划》		《山东省渤海海洋生态红线区划定方案》(2013-2020 年)		执行海水水质标准
	站位所在位置	环境保护要求	站位所在位置	环境保护要求	站位所在位置	环境保护要求	站位所在位置	环境保护要求	
P3、P4、P7、P8、P10、P11、P12、P14、P15、P16、P18、P19、P20、P21、P22	■	-	■	-	■	-	■	-	一类
P2、P6	■	-	■	-	■	二类水质标准	■	-	二类
P1、P5	■	渔业设施建设区海水水质不劣于二类(渔港区执行不劣于现状海水水质标准),海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。水产种质资源保护区、捕捞区海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。其它海域海水水质不劣于二类标准,海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。	■	渔业设施建设区海水水质不劣于二类(渔港区执行不劣于现状海水水质标准),海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准;其他海域海水水质不劣于二类标准,海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。	■	二类水质标准	■	-	一类
P9	■	港口区海域海水水质不劣于四类标准,海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于三类标准。航道及锚地海域海水水质不劣于三类标准,海洋沉积物质量和海洋生	■	港口区海域海水水质不劣于四类标准,海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于三类标准;航道及锚地海域海水水质不劣于三类标准,海	■	四类水质(港口四类水质、航道与锚地	■	-	三类

		物质量均不劣于二类标准。		洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。		三类水质)			
P13		海水水质不劣于四类水质标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于三类标准。		海水水质不劣于四类水质标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于三类标准。		四类水质标准	划定范围之外	-	四类
P17		渔业设施建设区海水水质不劣于二类（渔港区执行不劣于现状海水水质标准），海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。其它海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。		渔业设施建设区海水水质不劣于二类（渔港区执行不劣于现状海水水质标准），海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准；其他海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。		二类水质标准	划定范围之外	-	二类

表 5.3-7b 2018 年 11 月调查站位水质标准执行情况

调查站位	《山东省海洋功能区划》(2011-2020 年)		《山东省海洋生态环境保护规划》(2018-2020 年)		《山东省近岸海域环境功能区划》		《山东省渤海海洋生态红线区划定方案》(2013-2020 年)		执行海水水质标准
	站位所在位置	环境保护要求	站位所在位置	环境保护要求	站位所在位置	环境保护要求	站位所在位置	环境保护要求	
P3、P4、P5、P8、P9、P10、P13、P14、P15、P19、P20、P24、P25、P26、P29、P30		-		-		-		-	一类
P2、P7、P12、P27、P28		渔业设施建设区海水水质不劣于二类（渔港区执行不劣于现状海水水质标准），海洋沉积物质量和		渔业设施建设区海水水质不劣于二类（渔港区执行不劣于现状海水水质标准），海洋		二类水质标准		-	一类

		海洋生物质量均不劣于二类标准。水产种质资源保护区、捕捞区海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。其它海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。		沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准；其他海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。					
P16、P17、P18、P21、P22、P23		渔业设施建设区海水水质不劣于二类（渔港区执行不劣于现状海水水质标准），海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。其它海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。		渔业设施建设区海水水质不劣于二类（渔港区执行不劣于现状海水水质标准），海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准；其他海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。		二类水质标准		-	二类
P1、P6		海域海水水质不劣于四类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于三类标准。		海水水质不劣于四类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于三类标准。		四类水质标准		-	四类
P11		港口区海域海水水质不劣于四类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于三类标准。航道及锚地海域海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。		港口区海域海水水质不劣于四类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于三类标准；航道及锚地海域海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。		四类水质（港口四类水质、航道与锚地三类水质）		-	三类

### 5.3.3.3 评价方法

水质参数评价方法采用标准指数法和超标统计法。

#### 标准指数法

一般污染物：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： $I_i$ —— $i$ 项污染物的标准指数

$C_i$ —— $i$ 项污染物的实测浓度

$S_i$ —— $i$ 项污染物评价标准

DO：

$$I_i(DO) = |DO_f - DO| / (DO_f - DO_s) \quad DO \geq DO_s$$

$$I_i(DO) = 10 - 9DO / DO_s \quad DO < DO_s$$

式中： $DO_f$ ——现场水温及氯度条件下，水样中氧的饱和浓度(mg/L)

$$DO_f = 468 / (31.6 + T), \quad T \text{—水温 ( )}$$

$DO_s$ ——溶解氧标准值

pH：

$$P_i = (7.0 - pH_i) / (7.0 - pH_x) \quad \text{当 } pH_i \leq 7.0$$

$$P_i = (pH_i - 7.0) / (pH_s - 7.0) \quad \text{当 } pH_i > 7.0$$

式中： $P_i$ ——pH 的污染指数；

$pH_i$ ——pH 的实测浓度值；

$pH_x$ ——水质标准中 pH 值下限；

$pH_s$ ——水质标准中 pH 值上限；

$$I_{pH_i} = |C_i - 8.15| / (C_{\text{上}} - 8.15)$$

式中： $I_{pH_i}$ ——pH 值的标准指数

$C_{\text{上}}$ ——pH 评价标准上限值

$C_i$ ——pH 的实测值

超标统计法：统计超标样品的数量及超标率百分数。

### 5.3.3.4 评价结果

#### (1) 2018 年 5 月春季调查结果综合评价

**根据《海水水质标准》进行评价：**

根据《海水水质标准》，2018 年 5 月春季表层水质评价结果见表 5.3-8~表 5.3-11，底层评价结果见表 5.3-12~表 5.3-14；调查结果显示：

表层海水水质评价结果：22 个调查站位中，所有站位的铅、50%站位的无机氮、13.6%站位的 COD、13.6%站位的石油类、5%站位的磷酸盐和 5%站位的总汞含量超过一类海水水质标准；13.6%站位的石油类和 5%站位的无机氮超过二类海水水质标准；所有评价因子均不超过三类海水水质标准。

底层海水水质评价结果：22 个调查站位中，所有站位的铅、41%站位的无机氮、18%站位的总汞和 5%站位的 COD 含量超标超过一类海水水质标准；所有评价因子均不超过二类海水水质标准。

**图 5.3-4 2018 年 5 月表层各评价因子一类标准指数直方图**

**图 5.3-5 2018 年 5 月底层各评价因子一类标准指数直方图**

根据《山东省海洋功能区划》(2011-2020 年)、《山东省海洋生态环境保护规划》(2018-2020 年)、《山东省近岸海域环境功能区划》、《山东省渤海海洋生态红线区划定方案》(2013-2020 年)的水质要求进行评价：

调查中表层有 17 个站位执行《海水水质标准》(GB3097-1997)第一类标准，3 个站位执行第二类标准，1 个站位执行第三类标准，1 个站位执行第四类标准。底层有 17 个站位执行第一类标准，3 个站位执行第二类标准，1 个站位执行第三类标准，1 个站位执行第四类标准。评价结果显示：

**COD：**

表层 COD 超标率为 13.6%，一类水质目标区中有 3 个站位超标，最大超标倍数为 0.19；二、三、四类水质目标区中无站位超标。

底层 COD 超标率为 4.5%，一类水质目标区中有 1 个站位超标，最大超标倍数为 0.13；二、三、四类水质目标区中无站位超标。

**无机氮**

表层无机氮超标率为 27.3%，一类水质目标区中有 6 个站位超标，最大超标倍数为 0.62；二、三、四类水质目标区中无站位超标。

底层无机氮超标率为 22.7%，一类水质目标区中有 5 个站位超标，最大超标倍数为 0.30；二、三、四类水质目标区中无站位超标。



### 磷酸盐

表层磷酸盐超标率为 4.5%，一类水质目标区中有 1 个站位超标，最大超标倍数为 0.15；二、三、四类水质目标区中无站位超标。

底层磷酸盐无站位超标。

### 石油类

表层石油类超标率为 13.6%，一类水质目标区中有 3 个站位超标，最大超标倍数为 0.75；二、三、四类水质目标区中无站位超标。

### 铅

表层铅超标率为 77.3%，一类水质目标区中有 17 个站位超标，最大超标倍数为 0.69；二、三、四类水质目标区中无站位超标。

底层铅超标率为 77.3%，一类水质目标区中有 17 个站位，最大超标倍数为 0.83；二、三、四类水质目标区中无站位超标。

### 总汞

表层总汞超标率为 4.5%，一类水质目标区中有 1 个站位，最大超标倍数为 0.16；二、三、四类水质目标区中无站位超标。

底层总汞超标率为 18.2%，一类水质目标区中有 4 个站位，最大超标倍数为 0.33；二、三、四类水质目标区中无站位超标。

其他评价因子均满足所在功能区评价标准。

## (2) 2018 年 11 月秋季调查结果综合评价

### 根据《海水水质标准》进行评价：

根据《海水水质标准》2018 年 11 月春季表层水质评价结果见表 5.3-15~表 5.3-17，底层评价结果见表 5.3-18~表 5.3-20；调查结果显示：

表层海水水质评价结果：表层水质 30 个调查站位中，无机氮有 50.0%超出一类水质标准，铅有 33.3%超出一类水质标准，总汞有 3.33%超出一类水质标准，其他评价因子均符合一类水质标准。对表层水质进行二类评价，无机氮有 23.3%超出二类水质标准，其他各评价因子均符合二类水质标准。对无机氮进行三类评价，符合三类水质标准。

底层海水水质评价结果：底层水质 24 个调查站位中，无机氮有 37.5%超出一类水质标准，铅有 33.3%超出一类水质标准，其他评价因子均符合一类水质标准。对底层水质进行二类评价，无机氮有 4.2%超出二类水质标准，其他各评价因子均符合二

类水质标准。对无机氮进行三类评价，符合三类水质标准。

图 5.3-6 2018 年 11 月表层各评价因子一类标准指数直方图

图 5.3-7 2018 年 11 月表层各评价因子二类标准指数直方图

图 5.3-8 2018 年 11 月底层各评价因子一类标准指数直方图

图 5.3-9 2018 年 11 月底层各评价因子二类标准指数直方图

根据《山东省海洋功能区划》(2011-2020 年)、《山东省海洋生态环境保护规划》(2018-2020 年)、《山东省近岸海域环境功能区划》、《山东省渤海海洋生态红线区划定方案》(2013-2020 年)的水质要求进行评价：

调查中表层有 21 个站位执行《海水水质标准》(GB3097-1997) 第一类标准，6 个站位执行第二类标准，1 个站位执行第三类标准，2 个站位执行第四类标准。底层有 20 个站位执行第一类标准，3 个站位执行第二类标准，1 个站位执行第四类标准。评价结果显示：

无机氮：

表层无机氮超标率为 36.7%，一类水质目标区中有 8 个站位超标，最大超标倍数为 0.56；二类水质目标区中有 3 个站位超标，最大超标倍数为 0.17；三、四类水质目标区中无站位超标。

底层无机氮超标率为 33.3%，一类水质目标区中有 7 个站位超标，最大超标倍数为 0.43；二类水质目标区中有 1 个站位超标，最大超标倍数为 0.24；四类水质目标区中无站位超标。

铅

表层铅超标率为 16.7%，一类水质目标区中有 5 个站位，最大超标倍数为 0.05；二、三、四类水质目标区中无站位超标。

底层铅超标率为 29.2%，一类水质目标区中有 7 个站位，最大超标倍数为 0.10；二、四类水质目标区中无站位超标。

汞

表层汞超标率为 3.3%，一类水质目标区中有 1 个站位，超标倍数为 0.15；二、

三、四类水质目标区中无站位超标。

底层汞无站位超标。

其他评价因子均满足所在功能区评价标准。

表 5.3-8 2018 年 5 月一类标准指数统计表 (表层)

项目 站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	石油类	铜	铅	锌	镉	总铬	总汞	砷	挥发酚	硫化物
P1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P6	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P8	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P9	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P10	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P11	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P12	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P13	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P14	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P15	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P16	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P17	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P18	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P19	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P20	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P21	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P22	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率%		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

表 5.3-9 2018 年 5 月二类标准指数统计表 (表层)

项目 站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	石油类	铜	铅	锌	镉	总铬	总汞	砷	挥发酚	硫化物
P1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P6	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P8	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P9	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P10	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P11	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P12	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P13	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P14	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P15	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P16	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P17	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P18	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P19	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P20	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P21	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P22	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率%		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

表 5.3-10 2018 年 5 月三类标准指数统计表 (表层)

项目 站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	石油类	铜	铅	锌	镉	总铬	总汞	砷	挥发酚	硫化物
P1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P6	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P8	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P9	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P10	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P11	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P12	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P13	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P14	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P15	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P16	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P17	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P18	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P19	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P20	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P21	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P22	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率%		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

表 5.3-11 2018 年 5 月标准指数统计表 (表层) (按所在功能区水质标准评价)

项目 站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	石油类	铜	铅	锌	镉	总铬	总汞	砷	挥发酚	硫化物
P1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P8	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P10	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P11	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P12	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P14	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P15	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P16	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P18	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P19	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P20	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P21	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P22	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P6	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P17	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P9	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P13	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率%		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

表 5.3-12 2018 年 5 月一类标准指数统计表 (底层)

项目 站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	总汞	砷	挥发酚	硫化物
P1	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P2	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P3	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P4	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P6	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P8	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P9	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P10	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P11	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P12	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P13	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P14	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P15	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P16	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P17	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P18	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P19	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P20	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P21	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P22	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率(%)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“-”为未检出



表 5.3-13 2018 年 5 月二类标准指数统计表 (底层)

项目 站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	总汞	砷	挥发酚	硫化物
P1	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P2	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P3	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P4	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P6	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P8	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P9	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P10	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P11	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P12	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P13	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P14	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P15	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P16	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P17	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P18	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P19	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P20	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P21	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P22	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率(%)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“-”为未检出

表 5.3-14 2018 年 5 月标准指数统计表 (底层) (按所在功能区水质标准评价)

项目 站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	总汞	砷	挥发酚	硫化物
P1	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P3	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P4	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P8	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P10	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P11	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P12	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P14	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P15	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P16	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P18	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P19	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P20	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P21	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P22	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P2	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P6	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P17	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P9	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P13	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率(%)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“-”为未检出

表 5.3-15 2018 年 11 月一类标准指数统计表 (表层)

项目 站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	石油类	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发酚	硫化物
P1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P6	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P8	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P9	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P10	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P11	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P12	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P13	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P14	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P15	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P16	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P17	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P18	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P19	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P20	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P21	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P22	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P23	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P24	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P25	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P26	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P27	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

P28	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P29	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P30	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率%		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“-”为未检出

表 5.3-16 2018 年 11 月二类标准指数统计表（表层）

项目 站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	石油类	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发酚	硫化物
P1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P6	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P8	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P9	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P10	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P11	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P12	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P13	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P14	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P15	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P16	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P17	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P18	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P19	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

渤中 26-3 油田扩建项目环境影响报告书

P20	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P21	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P22	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P23	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P24	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P25	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P26	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P27	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P28	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P29	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P30	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率%		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“-”为未检出

表 5.3-17 2018 年 11 月三类标准指数统计表（表层）

项目 站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	石油类	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发酚	硫化物
P1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P6	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P8	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P9	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P10	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P11	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

渤中 26-3 油田扩建项目环境影响报告书

P12	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P13	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P14	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P15	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P16	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P17	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P18	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P19	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P20	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P21	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P22	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P23	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P24	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P25	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P26	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P27	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P28	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P29	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P30	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率%		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“-”为未检出

表 5.3-18 2018 年 11 月四类标准指数统计表（表层）

项目 站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	石油类	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发酚	硫化物
P1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

渤中 26-3 油田扩建项目环境影响报告书

P4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P6	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P8	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P9	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P10	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P11	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P12	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P13	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P14	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P15	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P16	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P17	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P18	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P19	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P20	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P21	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P22	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P23	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P24	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P25	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P26	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P27	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P28	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P29	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P30	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率%		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“-”为未检出

表 5.3-19 2018 年 11 月标准指数统计表 (表层) (按所在功能区水质标准评价)

项目 站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	石油类	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发酚	硫化物
P1	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P2	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P3	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P4	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P6	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P8	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P9	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P10	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P11	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P12	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P13	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P14	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P15	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P16	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P17	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P18	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P19	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P20	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P21	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P22	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P23	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P24	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P25	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P26	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



P27	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P28	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P29	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P30	表层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率%		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“-”为未检出

表 5.3-20 2018 年 11 月一类标准指数统计表（底层）

项目 站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发酚	硫化物
P2	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P3	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P4	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P6	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P8	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P9	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P10	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P12	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P13	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P14	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P15	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P18	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P19	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P20	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P22	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P23	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P24	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

P25	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P26	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P27	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P28	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P30	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率 (%)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“-”为未检出

表 5.3-21 2018 年 11 月二类标准指数统计表（底层）

项目 站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发酚	硫化物
P2	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P3	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P4	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P6	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P8	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P9	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P10	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P12	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P13	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P14	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P15	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P18	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P19	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P20	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P22	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P23	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

P24	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P25	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P26	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P27	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P28	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P30	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率 (%)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“-”为未检出

表 5.3-22 2018 年 11 月三类标准指数统计表（底层）

项目 站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发酚	硫化物
P2	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P3	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P4	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P6	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P8	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P9	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P10	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P12	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P13	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P14	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P15	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P18	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P19	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P20	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P22	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

P23	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P24	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P25	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P26	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P27	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P28	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P30	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率 (%)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“-”为未检出

表 5.3-23 2018 年 11 月四类标准指数统计表（底层）

项目 站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发酚	硫化物
P2	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P3	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P4	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P6	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P8	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P9	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P10	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P12	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P13	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P14	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P15	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P18	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P19	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P20	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

P22	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P23	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P24	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P25	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P26	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P27	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P28	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P30	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率 (%)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“-”为未检出

表 5.3-24 2018 年 11 月标准指数统计表 (底层) (按所在功能区水质标准评价)

项目 站位	层次	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发酚	硫化物
P2	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P3	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P4	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P6	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P8	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P9	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P10	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P12	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P13	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P14	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P15	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P18	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

渤中 26-3 油田扩建项目环境影响报告书

P19	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P20	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P22	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P23	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P24	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P25	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P26	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P27	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P28	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P30	底层	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率 (%)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“-”为未检出



[Redacted text block]



## 5.4 海洋沉积物现状调查及评价

### 5.4.1 调查概况

2018 年 5 月海洋环境质量调查时与水质调查同步进行了沉积物的现状调查，调查时间、范围、站位布设详见 5.3 节，共调查了 11 个沉积物站位，站位布设见图 5.3-1。

调查因子包括石油类、硫化物、有机碳、铜、铅、总汞、铬、镉、砷、锌、粒度。监测方法和分析方法见表 5.4-1。

表 5.4-1 沉积物监测项目和分析方法

项目	分析方法	检出限
有机碳	重铬酸钾氧化—还原容量法	
硫化物	碘量法	$4 \times 10^{-6}$
石油类	紫外分光光度法	$3 \times 10^{-6}$
铜	无火焰原子吸收分光光度法	$2 \times 10^{-6}$
铅	无火焰原子吸收分光光度法	$3 \times 10^{-6}$
锌	火焰原子吸收分光光度法	$6 \times 10^{-6}$
镉	无火焰原子吸收分光光度法	$0.05 \times 10^{-6}$
汞	原子荧光法	$0.002 \times 10^{-6}$
铬	无火焰原子吸收分光光度法	$2 \times 10^{-6}$
砷	原子荧光法	$0.06 \times 10^{-6}$
粒度	激光粒度仪	

### 5.4.2 调查结果

2018 年 5 月沉积物监测结果见表 5.4-2。

表 5.4-2 沉积物实测结果统计表

项目站号	油类 $\times 10^{-6}$	硫化物 $\times 10^{-6}$	有机碳 %	铜 $\times 10^{-6}$	铅 $\times 10^{-6}$	镉 $\times 10^{-6}$	锌 $\times 10^{-6}$	铬 $\times 10^{-6}$	汞 $\times 10^{-6}$	砷 $\times 10^{-6}$
P1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P12	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P14	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P16	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P17	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P21	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

P22	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“-”表示未检出

### 5.4.3 沉积物的组成及其类型

沉积物粒度分析结果见表 5.4-3。从表中可以看出，在整个调查区内，沉积物类型较为单一，沉积物类型主要为粉砂。

表 5.4-3 2018 年 5 月沉积物粒度分析表

序号	站号	砾石 (%)	砂 (%)					粉砂 (%)				粘土 (%)			粒度含量 (%)				粒度参数				依规范 定名	
		4.0 ~	2.0 ~	1.0 ~	0.5 ~	0.25 ~	0.125 ~	0.063 ~	0.032 ~	0.016 ~	0.008 ~	0.004 ~	0.002 ~	<0.001	砾石	砂	粉砂	粘土	Mz	$\sigma$	Sk	Kg		
		2.0	1.0	0.5	0.25	0.125	0.063	0.032	0.016	0.008	0.004	0.002	0.001	(mm)										
1	P1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2	P2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3	P4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	P5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	P7	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6	P12	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7	P14	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8	P16	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
9	P17	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
10	P20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
11	P21	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
12	P22	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：样品定名为谢帕德定名

## 5.4.4 沉积物环境质量现状评价

### 5.4.4.1 评价因子

选取有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、铬、砷 10 项作为评价因子。

### 5.4.4.2 评价标准

根据《海洋沉积物质量》，结合对照《山东省海洋功能区划》(2011-2020 年)、《山东省海洋生态环境保护规划》(2018-2020 年)、《山东省近岸海域环境功能区划》、《山东省渤海海洋生态红线区划定方案》(2013-2020 年)中对工程临近功能区水质保护目标从严要求，确定各调查水质站位评价执行标准情况见表 5.3-7。

表 5.3-4 2018 年 5 月调查站位沉积物标准执行情况

调查站位	《山东省海洋功能区划》(2011-2020 年)		《山东省海洋生态环境保护规划》(2018-2020 年)		《山东省渤海海洋生态红线区划定方案》(2013-2020 年)		执行沉积物质量标准
	站位所在位置	环境保护要求	站位所在位置	环境保护要求	站位所在位置	环境保护要求	
P4、P7、P12、P14、P16、P20、P21、P22	■	-	■	-	■	-	一类
P1、P5	■	渔业设施建设区海水水质不劣于二类(渔港区执行不劣于现状海水水质标准),海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。水产种质资源保护区、捕捞区海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。其它海域海水水质不劣于二类标准,海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。	■	渔业设施建设区海水水质不劣于二类(渔港区执行不劣于现状海水水质标准),海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准;其他海域海水水质不劣于二类标准,海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。	■	-	一类
P17	■	渔业设施建设区海水水质不劣于二类(渔港区执行不劣于现状海水水质标准),海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。其它海域海水水质不劣于二类标准,海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。	■	渔业设施建设区海水水质不劣于二类(渔港区执行不劣于现状海水水质标准),海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准;其他海域海水水质不劣于二类标准,海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。	■	-	一类

### 5.4.4.3 评价方法

评价方法采用标准指数法。

其中单因子污染标准指数法，按下列公式计算：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： $I_i$ —— $i$ 项污染物的质量指数；

$C_i$ —— $i$ 项污染物的实测浓度；

$S_i$ —— $i$ 项污染物评价标准；

$I_i$ 是无量纲量，其大小描述被测样品的质量状况。

### 5.4.4.4 评价结果

调查海域沉积物各评价因子的标准指数值及统计结果分别见表 5.4-5。

本次调查有机碳、硫化物、油类、汞、铜、铅、锌、镉、铬、砷均未超过国家一类沉积物质量标准，沉积物质量状况良好。

表 5.4-5 2018 年 5 月沉积物各项评价因子标准指数统计表

项目站号	石油类	硫化物	有机碳	铜	铅	镉	锌	铬	汞	砷
P1										
P4										
P5										
P7										
P12										
P14										
P16										
P17										
P20										
P21										
P22										
最大值										
最小值										

## 5.5 海洋生态环境现状调查及评价

### 5.5.1 调查概况

#### 5.5.1.1 调查时间、范围与站位布设

海洋生态现状调查与水质、沉积物调查同时进行，调查时间、范围、站位布设详见 5.3 节。其中，2018 年 5 月布设 13 个生物调查站位、2018 年 11 月布设 17 个生物调查站位。

#### 5.5.1.2 调查方法

样品的处理、分析鉴定和数据处理均按《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)与《海洋监测规范》(GB17378-2007)的技术要求进行，具体的调查分析方法如下：

叶绿素 a：按照水质采样层次，每层用采水器采集水样 1000mL，加 10g/L 碳酸镁溶液，过滤后的滤膜用 90%（体积比）丙酮提取叶绿素，应用分光光度法测定。

浮游植物：采用浅水 I 型浮游生物网自底至表层作垂直拖网进行采集，样品加入 5%甲醛海水溶液（体积比 5%）固定后带回实验室分析鉴定。

浮游动物：采用浅水 I 型浮游生物网（网口内径 50cm，网长 145cm，网目孔径 507 $\mu$ m）从底层至表层垂直拖曳采集，样品加入 5%甲醛海水溶液（体积比 5%）固定后带回实验室分析鉴定。

大型底栖生物：用蚌式采泥器（0.1 m<sup>2</sup>）进行采集，样品用 5%的甲醛海水溶液固定保存后带回实验室称重、计数、分析和鉴定。

### 5.5.2 叶绿素 a 及初级生产力

#### 5.5.2.1 2018 年 5 月现状调查评估

对调查海区 13 个站位的叶绿素 a 含量进行调查，调查结果见表 5.5-1，图 5.5-1。

调查海区表层叶绿素 a 含量在(0.47 ~ 3.39)mg/m<sup>3</sup>之间，平均含量为 1.38 mg/m<sup>3</sup>，最高值出现在 P17 号站位，最低值出现在 P1、P4 和 P7 号站位；底层叶绿素 a 含量在(0.44 ~ 5.02) mg/m<sup>3</sup>之间，平均含量为 1.55 mg/m<sup>3</sup>，最高值出现在 P17 号站位，最低值出现在 P7 号站位。

表 5.5-1 调查海域叶绿素 a 含量 (mg/m<sup>3</sup>)

站号	表层	底层	平均
P1	■	■	■
P4	■	■	■
P5	■	■	■
P7	■	■	■
P9	■	■	■
P11	■	■	■
P12	■	■	■
P14	■	■	■
P16	■	■	■
P17	■	■	■
P20	■	■	■
P21	■	■	■
P22	■	■	■
平均值	■	■	■
最大值	■	■	■
最小值	■	■	■

注：“/”表示水深不足，未取水样

图 5.5-1 调查海域的叶绿素 a 含量

经计算得到该海区初级生产力在 (75.2~542.4) mgC/m<sup>2</sup>d 之间，平均为 220.2 mgC/m<sup>2</sup>d，最高值出现在 P17 号站位，最低值出现在 P1、P4 和 P7 号站位。

表 5.5-2 调查海域初级生产力含量 (mgC/(m<sup>2</sup>·d))

调查站位	初级生产力
P1	■
P4	■
P5	■
P7	■
P9	■
P11	■
P12	■
P14	■
P16	■
P17	■
P20	■
P21	■
P22	■
平均值	■
最大值	■
最小值	■



### 5.5.2.2 2018 年 11 月现状调查评估

对调查海区 17 个站位的叶绿素 a 含量进行调查，调查结果见表 5.5-3，图 5.5-2。

调查海区表层叶绿素 a 含量在 (0.20 ~ 2.03) mg/m<sup>3</sup> 之间，平均含量为 0.95 mg/m<sup>3</sup>，最高值出现在 P23 号站位，最低值出现在 P29 号站位；底层叶绿素 a 含量在 (0.24 ~ 2.98) mg/m<sup>3</sup> 之间，平均含量为 1.09 mg/m<sup>3</sup>，最高值出现在 P9 号站位，最低值出现在 P5 和 P7 号站位。

表 5.5-3 调查海域叶绿素 a 含量 (mg/m<sup>3</sup>)

站号	表层	底层	平均
P1	■		■
P3	■	■	■
P5	■	■	■
P7	■	■	■
P9	■	■	■
P11	■		■
P12	■	■	■
P13	■	■	■
P15	■	■	■
P18	■	■	■
P21	■		■
P23	■	■	■
P25	■	■	■
P27	■	■	■
P28	■	■	■
P29	■		■
P30	■	■	■
平均值	■	■	■
最大值	■	■	■
最小值	■	■	■

注：“|”表示水深不足，未取样品

图 5.5-2 调查海域的叶绿素 a 含量

经计算得到该海区初级生产力在 (24.20~245.63) mgC/m<sup>2</sup>d 之间，平均为 102.28 mgC/m<sup>2</sup>d，最高值出现在 P23 号站位，最低值出现在 P29 号站位。

表 5.5-4 调查海域初级生产力含量 (mgC/(m<sup>2</sup>·d))

调查站位	初级生产力
P1	■
P3	■

P5	
P7	
P9	
P11	
P12	
P13	
P15	
P18	
P21	
P23	
P25	
P27	
P28	
P29	
P30	
平均值	
最大值	
最小值	

### 5.5.3 浮游植物

#### 5.5.3.1 2018 年 5 月现状调查评价

##### (1) 种类组成

调查共发现浮游植物 48 种，其中硅藻发现 35 种，占总种数的 72.9%；甲藻发现 13 种，占总种数的 27.1%。浮游植物生态类型以温带广布性种为主，各调查站位之间的发现种类存在一定差异，优势种为：翼根管藻 (*Rhizosolenia alata*)、斯托根管藻 (*Rhizosolenia stolterfothii*)、布氏双尾藻 (*Ditylum brightwellii*)、一种海链藻 (*Thalassiosira* sp.) 和刚毛根管藻 (*Rhizosolenia setigera*)。

##### (2) 数量分布

调查海区浮游植物细胞密度变化范围在( $83.26 \times 10^4 \sim 1382.23 \times 10^4$ ) cells/m<sup>3</sup> 之间，平均为  $396.61 \times 10^4$  cells /m<sup>3</sup>。最高值出现在 P17 号站位，最低值出现在 P14 号站位(表 5.5-5，图 5.5-3)。

表 5.5-5 调查海域浮游植物细胞密度和种类数

调查站位	种类数	细胞密度 ( $\times 10^4$ cells/m <sup>3</sup> )
P1		
P4		
P5		
P7		
P9		
P11		
P12		

P14				
P16				
P17				
P20				
P21				
P22				
平均值				
最大值				
最小值				

图 5.5-3 调查海域浮游植物细胞密度和种类数

(3) 群落多样性水平

本次调查中，各浮游植物群落的丰富度值指数在 0.34~1.27 之间，均值为 0.65；多样性指数在 0.75~2.90 之间，均值为 1.88；均匀度的变化范围在 0.21~0.70 之间，均值为 0.49；优势度在 0.51~0.96 之间，均值为 0.76（表 5.5-6）。

表 5.5-6 调查海域浮游植物群落特征

调查站位	丰富度指数	多样性指数	均匀度指数	优势度指数
P1				
P4				
P5				
P7				
P9				
P11				
P12				
P14				
P16				
P17				
P20				
P21				
P22				
平均值				
最大值				
最小值				

5.5.3.2 2018 年 11 月现状调查评价

(1) 种类组成

调查共发现浮游植物 58 种，其中硅藻发现 48 种，占总种数的 82.8%；甲藻发现 9 种，占总种数的 15.5%，绿藻发现一种，占总种数的 1.7%。浮游植物生态类型以温带广布性种为主，各调查站位之间的发现种类存在一定差异，优势种为：丹麦细柱藻 (*Leptocylindrus danicus*)、柔弱伪菱形藻 (*Pseudonitzschia delicatissima*)、一种辐环藻 (*Bacteriastrum* sp.)、三角角藻 (*Ceratium tripos*)、翼根管藻纤细变型 (*Rhizosolenia alata*)

*f. gracillima*) 和刚毛根管藻 (*Rhizosolenia setigera*)。

(2) 数量分布

调查海区浮游植物细胞密度变化范围在 ( $7.81 \times 10^4 \sim 361.25 \times 10^4$ ) cells/m<sup>3</sup> 之间, 平均为  $58.42 \times 10^4$  cells /m<sup>3</sup>。最高值出现在 P11 号站位, 最低值出现在 P15 号站位 (表 5.5-7, 图 5.5-4)。

表 5.5-7 调查海域浮游植物细胞密度和种类数

调查站位	种类数	细胞密度 ( $\times 10^4$ cells/m <sup>3</sup> )
P1		
P3		
P5		
P7		
P9		
P11		
P12		
P13		
P15		
P18		
P21		
P23		
P25		
P27		
P28		
P29		
P30		
平均值		
最大值		
最小值		

图 5.5-4 调查海域浮游植物细胞密度和种类数

(3) 群落多样性水平

本次调查中, 各浮游植物群落的丰富度值指数在 0.69~1.40 之间, 均值为 0.99; 多样性指数在 2.14~3.42 之间, 均值为 2.94; 均匀度的变化范围在 0.50~0.84 之间, 均值为 0.70; 优势度在 0.45~0.82 之间, 均值为 0.57 (表 5.5-8)。

表 5.5-8 调查海域浮游植物群落特征

调查站位	丰富度指数	多样性指数	均匀度指数	优势度指数
P1				
P3				
P5				
P7				
P9				
P11				
P12				
P13				

P15									
P18									
P21									
P23									
P25									
P27									
P28									
P29									
P30									
平均值									
最大值									
最小值									

### 5.5.4 浮游动物

#### 5.5.4.1 2018 年 5 月现状调查评价

##### (1) 种类组成

调查共发现浮游动物成体 21 种，4 种幼体。成体中，节肢动物桡足类 9 种、端足类 3 种、涟虫目 1 种、十足目 1 种，腔肠动物 5 种，原生动物和毛颚动物各 1 种；幼体包括长尾类幼体、多毛类幼体、双壳类幼体和鱼卵（详见浮游动物种名录）。

本次调查中，调查海域浮游动物优势种为强壮箭虫 (*Sagitta crassa*)、小拟哲水蚤 (*Paracalanus parvus*)、中华哲水蚤 (*Calanus sinicus*)、纺锤水蚤 (*Acartia* sp.) 和真刺唇角水蚤 (*Labidocera euchaeta*)。

##### (2) 个体密度及生物量分布

调查海区浮游动物个体密度在 (67.1~1083.3) 个/m<sup>3</sup> 之间，平均为 458.6 个/m<sup>3</sup>。浮游动物个体数量最高值出现在 P16 号站位；最低值出现在 P5 号站位（表 5.5-9，图 5.5-5）。

调查期间浮游动物湿重生物量的变化范围在 (75.67~394.94) mg/m<sup>3</sup> 之间，平均为 226.79 mg/m<sup>3</sup>。最高值出现在 P14 号站位，最低值出现在 P5 号站位（表 5.5-9，图 5.5-5）。

表 5.5-9 调查海域浮游动物个体密度和生物量

调查站位	个体密度 (个/m <sup>3</sup> )	生物量 (mg/m <sup>3</sup> )
P1		
P4		
P5		
P7		
P9		
P11		

P12			
P14			
P16			
P17			
P20			
P21			
P22			
平均值			
最大值			
最小值			

图 5.5-5 调查海域浮游动物个体密度和生物量

(3) 群落多样性水平

各站位浮游动物丰富度指数在 0.80~1.76 之间，均值为 1.35；多样性指数在 0.81~2.70 之间，均值为 1.57；均匀度指数的变化范围在 0.26~0.78 之间，均值为 0.44；优势度指数在 0.48~0.98 之间，均值 0.81（表 5.5-10）。

表 5.5-10 调查海域浮游动物群落特征

调查站位	丰富度指数	多样性指数	均匀度指数	优势度指数
P1				
P4				
P5				
P7				
P9				
P11				
P12				
P14				
P16				
P17				
P20				
P21				
P22				
平均值				
最大值				
最小值				

5.5.4.2 2018 年 11 月现状调查评价

(1) 种类组成

调查共发现浮游动物成体 21 种，4 种幼体。成体中，节肢动物桡足类 9 种、端足类 2 种、十足目 2 种、涟虫目 1 种，刺胞动物 5 种，原生动物和毛颚动物各 1 种；幼

体包括长尾类幼体、多毛类幼体、双壳类幼体和鱼卵。

本次调查中，调查海域浮游动物优势种为强壮箭虫 (*Sagitta crassa*)、小拟哲水蚤 (*Paracalanus parvus*)、中华哲水蚤 (*Calanus sinicus*)、纺锤水蚤 (*Acartia* sp.) 和真刺唇角水蚤 (*Labidocera euchaeta*)。

### (2) 个体密度及生物量分布

调查海区浮游动物个体密度在 (9.6~96.4) 个/m<sup>3</sup> 之间，平均为 36.0 个/m<sup>3</sup>。浮游动物个体数量最高值出现在 P21 号站位，最低值出现在 P7 号站位(表 5.5-11, 图 5.5-6)。

调查期间浮游动物湿重生物量的变化范围在 (9.87~174.00) mg/m<sup>3</sup> 之间，平均为 49.99 mg/m<sup>3</sup>。最高值出现在 P12 号站位，最低值出现在 P5 号站位(表 5.5-11, 图 5.5-6)。

表 5.5-11 调查海域浮游动物个体密度和生物量

调查站位	个体密度 (个/m <sup>3</sup> )	生物量 (mg/m <sup>3</sup> )
P1		
P3		
P5		
P7		
P9		
P11		
P12		
P13		
P15		
P18		
P21		
P23		
P25		
P27		
P28		
P29		
P30		
平均值		
最大值		
最小值		

图 5.5-6 调查海域浮游动物个体密度和生物量

### (3) 群落多样性水平

各站位浮游动物丰富度指数在 1.32~2.36 之间，均值为 1.63；多样性指数在 1.39~2.82 之间，均值为 1.97；均匀度指数的变化范围在 0.49~0.82 之间，均值为 0.63；优势度指数在 0.47~0.90 之间，均值 0.72 (表 5.5-12)。

表 5.5-12 调查海域浮游动物群落特征

调查站位	丰富度指数	多样性指数	均匀度指数	优势度指数
P1				
P3				
P5				
P7				
P9				
P11				
P12				
P13				
P15				
P18				
P21				
P23				
P25				
P27				
P28				
P29				
P30				
平均值				
最大值				
最小值				

### 5.5.5 底栖生物

#### 5.5.5.1 2018 年 5 月现状调查评价

##### (1) 种类组成

调查共发现底栖生物 69 种，分属环节动物、节肢动物、软体动物、棘皮动物、纽形动物、脊椎动物和扁形动物 7 个门。其中，环节动物多毛类发现 33 种，占底栖生物发现总种类数的 47.8%；节肢动物甲壳类发现 16 种，占底栖生物发现总种类数的 23.2%；软体动物发现 14 种，占底栖生物发现总种类数的 20.3%；棘皮动物发现 3 种，占底栖生物发现总种类数的 4.3%；纽形动物、脊椎动物和扁形动物各发现 1 种，各占底栖生物发现总种类数的 1.4%。

图 5.5-7 调查海域大型底栖生物种类组成

##### (2) 栖息密度和生物量分布

本次调查发现底栖生物栖息密度变化范围在 (30~710) ind./m<sup>2</sup> 之间，平均密度为 332.3ind./m<sup>2</sup>。最高值出现在 P4 号站位，最低值出现在 P9 号站位(表 5.5-13, 图 5.5-8)。

底栖生物湿重生物量变化范围在 (0.41~89.31) g/m<sup>2</sup> 之间，平均为 20.85 g/m<sup>2</sup>。最高值出现在 P22 号站位，最低值出现在 P9 号站位(表 5.5-13, 图 5.5-8)。



表 5.5-13 调查海域底栖生物生物量和栖息密度

调查站位	栖息密度 ( ind/m <sup>2</sup> )	生物量 ( g/m <sup>2</sup> )
P1	■	■
P4	■	■
P5	■	■
P7	■	■
P9	■	■
P11	■	■
P12	■	■
P14	■	■
P16	■	■
P17	■	■
P20	■	■
P21	■	■
P22	■	■
平均值	■	■
最大值	■	■
最小值	■	■

图 5.5-8 调查海域底栖生物生物量和栖息密度

(3) 群落多样性水平

根据生物群落种类多样性评价标准，本次调查底栖生物丰富度指数在 0.38~2.81 之间，均值为 1.75；多样性指数在 1.50~4.08 之间，均值为 3.36；均匀度指数在 0.79~1.00 之间变动，均值为 0.92；优势度指数变化范围在 0.22~0.75 之间，均值为 0.38（表 5.5-14）。

表 5.5-14 调查海域底栖生物群落特征

调查站位	丰富度指数	多样性指数	均匀度指数	优势度指数
P1	■	■	■	■
P4	■	■	■	■
P5	■	■	■	■
P7	■	■	■	■
P9	■	■	■	■
P11	■	■	■	■
P12	■	■	■	■
P14	■	■	■	■
P16	■	■	■	■
P17	■	■	■	■

P20	■	■	■	■
P21	■	■	■	■
P22	■	■	■	■
平均值	■	■	■	■
最大值	■	■	■	■
最小值	■	■	■	■

### 5.5.5.2 2018 年 11 月现状调查评价

#### (1) 种类组成

调查共发现底栖生物 35 种，分属环节动物、节肢动物、软体动物、棘皮动物、纽形动物和刺胞动物 6 个门。其中，环节动物多毛类发现 24 种，占底栖生物发现总种类数的 68.6%；软体动物发现 4 种，占底栖生物发现总种类数的 11.4%；棘皮动物发现 3 种，占底栖生物发现总种类数的 8.6%；节肢动物甲壳类发现 2 种，占底栖生物发现总种类数的 5.7%；线形动物和刺胞动物各发现 1 种，各占底栖生物发现总种类数的 2.9%。

图 5.5-9 调查海域大型底栖生物种类组成

#### (2) 栖息密度和生物量分布

本次调查发现底栖生物栖息密度变化范围在 (10~180) 个/m<sup>2</sup> 之间，平均密度为 86.5 个/m<sup>2</sup>。最高值出现在 P28 号站位，最低值出现在 P3 和 P5 号站位 (表 5.5-15, 图 5.5-10)。

底栖生物湿重生物量变化范围在 (0.01~82.66) g/m<sup>2</sup> 之间，平均为 5.02 g/m<sup>2</sup>。最高值出现在 P11 号站位，最低值出现在 P3 号站位 (表 5.5-15, 图 5.5-10)。

表 5.5-15 调查海域底栖生物生物量和栖息密度

调查站位	栖息密度 (个/m <sup>2</sup> )	生物量 (g/m <sup>2</sup> )
P1	■	■
P3	■	■
P5	■	■
P7	■	■
P9	■	■
P11	■	■
P12	■	■
P13	■	■

P15	■	■
P18	■	■
P21	■	■
P23	■	■
P25	■	■
P27	■	■
P28	■	■
P29	■	■
P30	■	■
平均值	■	■
最大值	■	■
最小值	■	■

图 5.5-10 调查海域底栖生物生物量和栖息密度

(3) 群落多样性水平

根据生物群落种类多样性评价标准，本次调查底栖生物丰富度指数在 0.23~1.25 之间，均值为 0.70；多样性指数在 1.00~3.14 之间，均值为 2.09；均匀度指数在 0.72~1.00 之间变动，均值为 0.92；优势度指数变化范围在 0.25~1.00 之间，均值为 0.65（表 5.5-16）。

表 5.5-16 调查海域底栖生物群落特征

调查站位	丰富度指数	多样性指数	均匀度指数	优势度指数
P1	■	■	■	■
P3	■	■	■	■
P5	■	■	■	■
P7	■	■	■	■
P9	■	■	■	■
P11	■	■	■	■
P12	■	■	■	■
P13	■	■	■	■
P15	■	■	■	■
P18	■	■	■	■
P21	■	■	■	■
P23	■	■	■	■
P25	■	■	■	■
P27	■	■	■	■
P28	■	■	■	■

P29	■	■	■	■
P30	■	■	■	■
平均值	■	■	■	■
最大值	■	■	■	■
最小值	■	■	■	■

## 5.5.6 生物质量

### 5.5.6.1 调查概况及调查结果

海洋生态现状调查与水质、沉积物调查同时进行，调查时间、范围、站位布设详见 5.3 节。其中，2018 年 5 月布设 13 个生物调查站位、2018 年 11 月布设 17 个生物调查站位。

生物残毒采集当地优势的鱼类、甲壳类、贝类冷冻保存，带回实验室分析其体内石油类和重金属。具体采样和分析方法严格执行《海洋调查规范》(GB12763.2-2007)和《海洋监测规范》(GB/T17378-2007)的相关技术要求。

2018 年 5 月和 2018 年 11 月的生物质量监测结果见表 5.5-17 和表 5.5-18。

表 5.5-17 2018 年 5 月生物质量分析结果

站号	样品名	拉丁名	分析部位	检测结果 (单位: 鲜重 mg/kg)							
				铬	铜	铅	锌	镉	砷	总汞	石油烃
P1	毛蚶	<i>Scapharca subcrenata</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	Gobiidae	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
P4	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	Gobiidae	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	长蛸	<i>Octopus variabilis</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	半滑舌蛸	<i>Cynoglossus semilaevis</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
P9	虾虎鱼	Gobiidae	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	鹰爪虾	<i>Trachypenaeus curvirostris</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	织纹螺	<i>Nassarius</i> sp.	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
P11	鹰爪虾	<i>Trachypenaeus curvirostris</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
P12	织纹螺	<i>Nassarius</i> sp.	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	鹰爪虾	<i>Trachypenaeus curvirostris</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
P14	织纹螺	<i>Nassarius</i> sp.	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	毛蚶	<i>Scapharca subcrenata</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
P16	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	Gobiidae	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
P17	毛蚶	<i>Scapharca subcrenata</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	织纹螺	<i>Nassarius</i> sp.	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	扁玉螺	<i>Neverita didyma</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
P20	长蛸	<i>Octopus variabilis</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
P21	脉红螺	<i>Rapana venosa</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	Gobiidae	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■

P22	扁玉螺	<i>Neverita didyma</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	鹰爪虾	<i>Trachypenaeus curvirostris</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	织纹螺	<i>Nassarius sp.</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■

表 5.5-18 2018 年 11 月生物质量分析结果

站号	样品名	拉丁名	分析部位	检测结果 (单位: 鲜重 mg/kg)							
				铜	铅	锌	铬	镉	汞	砷	石油烃
P1	虾虎鱼	Gobiidae	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	脉红螺	<i>Rapana venosa</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
P3	虾虎鱼	Gobiidae	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
P5	虾虎鱼	Gobiidae	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	脉红螺	<i>Rapana venosa</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	日本鲷	<i>Charybdis japonica</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
P7	虾虎鱼	Gobiidae	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	脉红螺	<i>Rapana venosa</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
P9	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	脉红螺	<i>Rapana venosa</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	Gobiidae	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
P11	虾虎鱼	Gobiidae	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
P12	虾虎鱼	Gobiidae	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	脉红螺	<i>Rapana venosa</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	日本鲷	<i>Charybdis japonica</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
P13	虾虎鱼	Gobiidae	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■
P15	许氏平鮎	<i>Sebastods schlegelii</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■

渤中 26-3 油田扩建项目环境影响报告书

	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	脉红螺	<i>Rapana venosa</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P18	虾虎鱼	Gobiidae	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P21	虾虎鱼	Gobiidae	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P23	脉红螺	<i>Rapana venosa</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	Gobiidae	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P25	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	许氏平鮎	<i>Sebastods schlegelii</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P27	脉红螺	<i>Rapana venosa</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P28	脉红螺	<i>Rapana venosa</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	Gobiidae	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P29	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	日本鲟	<i>Charybdis japonica</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P30	脉红螺	<i>Rapana venosa</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	Gobiidae	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	日本鲟	<i>Charybdis japonica</i>	肌肉组织	■	■	■	■	■	■	■	■	■

### 5.5.6.2 结果评价

#### (1) 评价因子

以生物体内的镉、铬、总汞、铅、砷、铜、锌和石油烃作为评价因子。

#### (2) 评价标准

目前国家仅颁布了软体动物（双壳类）评价国家标准，软体动物（双壳类）生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的第一类标准值。其它生物种类的国家级评价标准尚未发布，软体动物（非双壳类）和甲壳类、鱼类生物体内污染物质（铜、铅、锌、镉、汞）含量评价标准参考《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准；石油烃含量的评价标准参考《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准；生物体内铬和砷含量缺乏评价标准，不对其进行评价。

生物质量各评价因子标准值见表 5.5-19。

**表 5.5-19 海洋生物质量标准值（鲜重）（单位：mg/kg）**

生物类别	物种	铜	铅	锌	镉	铬	砷	汞	石油烃
软体动物（双壳类）	毛蚶	■	■	■	■	■	■	■	■
软体动物（非双壳类）	长蛸	■	■	■	■			■	■
	织纹螺	■	■	■	■			■	■
	扁玉螺	■	■	■	■			■	■
	脉红螺	■	■	■	■			■	■
甲壳类	口虾蛄	■	■	■	■			■	■
	鹰爪虾	■	■	■	■			■	■
	日本鲟	■	■	■	■			■	■
鱼类	虾虎鱼	■	■	■	■			■	■
	半滑舌鲷	■	■	■	■			■	■
	许氏平鲉	■	■	■	■			■	■

注：“/”代表缺乏评价标准。

#### (3) 评价方法

采用单因子标准指数法进行质量评价。标准指数的计算公式如下：

$$S_{i,j} = C_{i,j} / C_{j,s}$$

式中， $S_{i,j}$ ——第 i 种评价因子 j 的标准指数；

$C_{i,j}$ ——第 i 种评价因子 j 的测量值；

$C_{i,s}$ ——评价因子 j 的评价标准值。

#### (4) 评价结果



### A、2018 年 5 月评价结果

软体动物(双壳类)生物质量评价因子重金属含量均满足《海洋生物质量》(GB18421-2001)规定的第一类标准值。

软体动物(非双壳类)、甲壳类、鱼类,生物质量评价因子重金属铜、铅、锌、镉和汞含量均满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的质量标准。

软体动物(非双壳类)、甲壳类、鱼类,生物质量评价因子石油烃含量满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中的质量标准。

表 5.5-20 生物质量污染指数表

站号	样品名称	铬	铜	铅	锌	镉	砷	总汞	石油烃
p1	毛蚶	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
p4	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
p5	长蛸	■	■	■	■	■	■	■	■
p7	半滑舌鳎	■	■	■	■	■	■	■	■
p9	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
	鹰爪虾	■	■	■	■	■	■	■	■
	织纹螺	■	■	■	■	■	■	■	■
p11	鹰爪虾	■	■	■	■	■	■	■	■
	织纹螺	■	■	■	■	■	■	■	■
p12	鹰爪虾	■	■	■	■	■	■	■	■
	织纹螺	■	■	■	■	■	■	■	■
p14	毛蚶	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
p16	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
p17	毛蚶	■	■	■	■	■	■	■	■
	织纹螺	■	■	■	■	■	■	■	■
	扁玉螺	■	■	■	■	■	■	■	■
p20	长蛸	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
p21	脉红螺	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
p22	扁玉螺	■	■	■	■	■	■	■	■
	鹰爪虾	■	■	■	■	■	■	■	■
	织纹螺	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值		■	■	■	■	■	■	■	■

注：“/”代表缺乏评价标准，未进行评价。

**B、2018 年 11 月评价结果**

软体动物（非双壳类）、甲壳类、鱼类，生物质量评价因子重金属铜、铅、锌、镉和汞含量均满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的质量标准。

软体动物（非双壳类）、甲壳类、鱼类，生物质量评价因子石油烃含量满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中的质量标准。

**表 5.5-21 生物质量污染指数表**

石油烃	物种	铜	铅	锌	铬	镉	汞	砷	石油烃
P1	虾虎鱼	■	■	■		■	■		■
	口虾蛄	■	■	■		■	■		■
	脉红螺	■	■	■		■	■		■
P3	虾虎鱼	■	■	■		■	■		■
	口虾蛄	■	■	■		■	■		■
P5	虾虎鱼	■	■	■		■	■		■
	脉红螺	■	■	■		■	■		■
	日本鲟	■	■	■		■	■		■
P7	虾虎鱼	■	■	■		■	■		■
	脉红螺	■	■	■		■	■		■
P9	口虾蛄	■	■	■		■	■		■
	脉红螺	■	■	■		■	■		■
P11	虾虎鱼	■	■	■		■	■		■
	口虾蛄	■	■	■		■	■		■
P12	虾虎鱼	■	■	■		■	■		■
	脉红螺	■	■	■		■	■		■
	日本鲟	■	■	■		■	■		■
P13	虾虎鱼	■	■	■		■	■		■
	口虾蛄	■	■	■		■	■		■
P15	许氏平鲉	■	■	■		■	■		■
	口虾蛄	■	■	■		■	■		■
	脉红螺	■	■	■		■	■		■
P18	虾虎鱼	■	■	■		■	■		■
	口虾蛄	■	■	■		■	■		■
P21	虾虎鱼	■	■	■		■	■		■
	口虾蛄	■	■	■		■	■		■
	脉红螺	■	■	■		■	■		■
P23	虾虎鱼	■	■	■		■	■		■
	口虾蛄	■	■	■		■	■		■
P25	许氏平鲉	■	■	■		■	■		■
	脉红螺	■	■	■		■	■		■

	口虾蛄	■	■	■		■	■		■
P27	虾虎鱼	■	■	■		■	■		■
	口虾蛄	■	■	■		■	■		■
	脉红螺	■	■	■		■	■		■
P28	虾虎鱼	■	■	■		■	■		■
	口虾蛄	■	■	■		■	■		■
P29	虾虎鱼	■	■	■		■	■		■
	日本鲷	■	■	■		■	■		■
	脉红螺	■	■	■		■	■		■
P30	虾虎鱼	■	■	■		■	■		■
	日本鲷	■	■	■		■	■		■
	脉红螺	■	■	■		■	■		■
最大值		■	■	■		■	■		■

注：“/”代表缺乏评价标准，未进行评价。

## 5.6 渔业资源现状调查与评价

### 5.6.1 渔业资源调查概况

#### 5.6.1.1 调查时间

本报告中引用的渔业资源调查数据主要来源：2018 年 5~6 月的现场调查资料来源于中国水产科学研究院黄海水产研究所，2018 年 11 月的现场调查资料来源于中国水产科学研究院黄海水产研究所。

#### 5.6.1.2 调查范围及站位布设

2018 年 5~6 月渔业资源调查站位见图 5.6-1，经纬度见表 5.6-1。2018 年 11 月渔业资源调查站位表 5.6-2，图见 5.6-2。

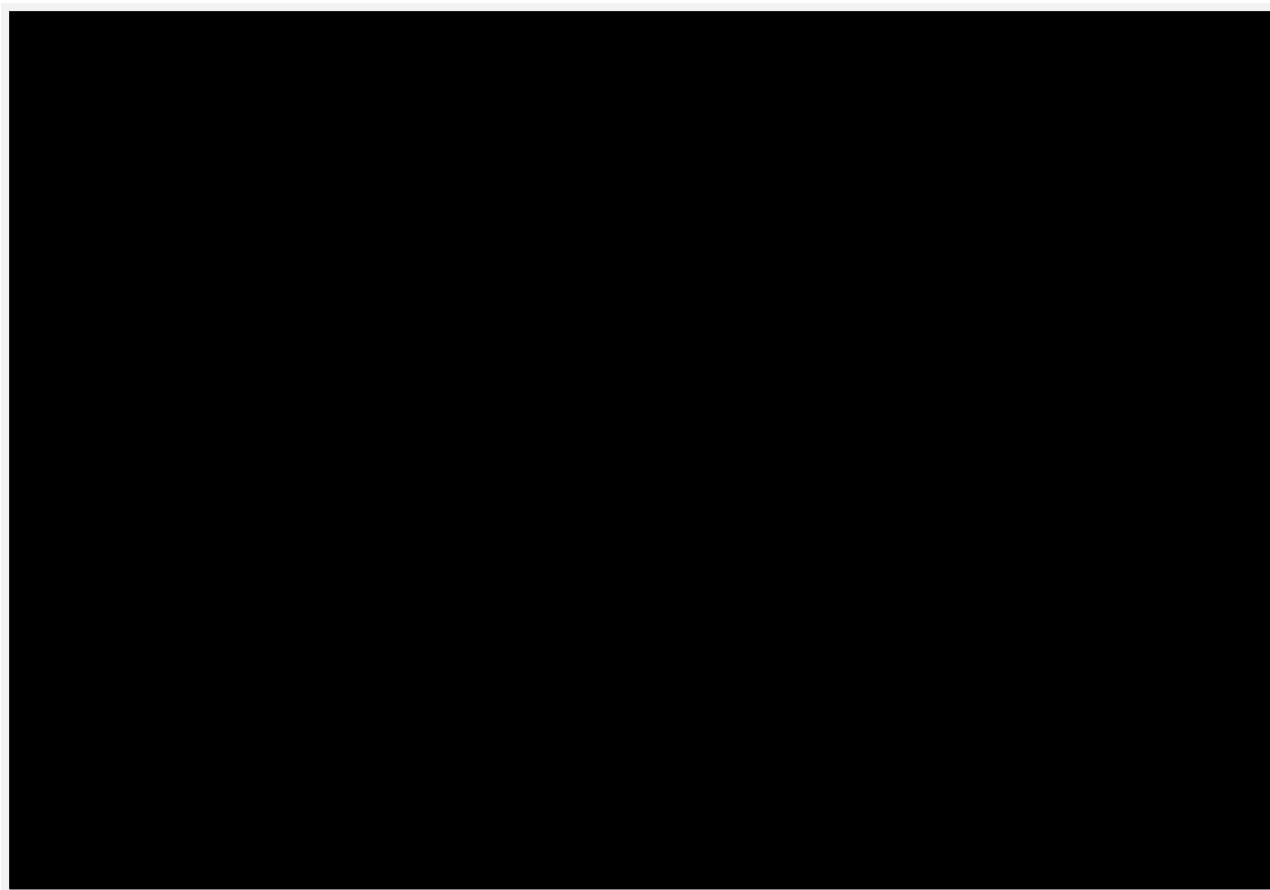


图 5.6-1 2018 年 5 月渔业资源现状调查站位图

表 5.6-1 2018 年 5 月渔业资源调查站位经纬度

序号	经度	纬度	调查内容
----	----	----	------

序号	经度	纬度	调查内容
1	██████████	██████████	渔业资源
2	██████████	██████████	
3	██████████	██████████	
4	██████████	██████████	
5	██████████	██████████	
6	██████████	██████████	
7	██████████	██████████	
8	██████████	██████████	
9	██████████	██████████	
10	██████████	██████████	
11	██████████	██████████	
12	██████████	██████████	



图 5.6-2 2018 年 11 月渔业资源现状调查站位图

表 5.6-2 2018 年 11 月渔业资源调查站位经纬度

站位	纬度	经度	调查内容
1	██████████	██████████	渔业资源
2	██████████	██████████	

3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

### 5.6.1.3 调查方法

#### (1) 渔业资源

##### 调查内容

a. 渔获物样品分析(室内进行): 鉴定样品渔获物的种类, 并记录各种类的尾数、重量和幼体比例; 对主要经济种群进行生物学测定。

b. 进行资源密度计算和分析。

c. 物种多样性(尾数和重量)分析: 说明调查水域内游泳生物种类组成、优势种、群落结构、渔业资源密度(尾数和重量)组成(分鱼、虾、蟹、头足类及其他)及其分布随时空的变化, 主要经济物种生物学特征(体长、体重、成幼体比例等)。

##### 调查方法

##### a. 调查站位布设

根据项目地理位置及调查范围内可拖网水域具体情况, 采用断面布设方法。

##### b. 拖网时间和拖网速度

渔业资源调查采用单船底拖网, 游泳生物调查船主机功率 280KW, 网具为单船有翼单囊拖网, 扫海宽度 10m, 囊网网目 2cm, 拖速控制在 2.5nm/h, 拖速均匀。

##### c. 样品采集

渔获物在船上鉴定种类, 并按种类记录重量、尾数等数据, 从每网渔获物中先将较大的不同种类单独挑出, 然后随机取样采集约 20kg 渔获样品供进一步分析, 不足 20kg 时, 全部取样。鉴定后, 用感量为 0.1g 电子天平称重。

#### (2) 鱼卵、仔稚鱼

### 调查内容

主要经济鱼类的鱼卵、仔稚鱼的种类组成和密度、产卵场的分布及类型。

### 调查方法

鱼卵仔稚鱼定量调查 :这些样品分别用浅水 I 型浮游生物网( 口径 50cm ,长 45cm ) 采集, 其中垂直拖网采样过程和浮游动物采样过程一致, 即浅水 I 型网的采集是由底至表垂直拖取。

水平拖网采样方法如下:

#### a. 网速及时间

鱼卵仔稚鱼调查采用大型浮游生物网( 口径 80cm ,280cm ) 表层水平拖网 10min , 拖网速度 2kn。下网前, 先检查网具是否有破损, 网底管是否处于正常状态, 流量计是否完好; 放网前先记录流量计流量, 降低调查船速度至约 1.5kn, 放网入水, 并使网口全部位于水下, 连续拖网 10min 后起网, 再记录流量计流量。

#### b. 样品采集

把网升至适当高度, 用冲水设备自上而下反复冲洗网衣外表面, 使黏附于网上的标本集中于网底管内; 将网收入甲板, 开启网底管阀门, 把标本装入标本瓶, 再关闭网底管阀门, 用洗耳球吸水冲洗筛绢套, 如此反复多次, 直至残留标本全部收入标本瓶中, 按样品体积 5% 的量加入福尔马林溶液固定。

#### c. 样品鉴定、计数

在显微镜下, 鉴定样品中鱼卵、仔、稚鱼的种类组成和数量。

#### d. 密度计算

根据网口面积、拖网距离( 根据流量计流量) 和鉴定的鱼卵、仔稚鱼数量, 单位面积或单位体积鱼卵、仔稚鱼分布密度按下式计算:

$$V = \frac{N}{S \times L}$$

式中: V—鱼卵、仔稚鱼分布密度( 粒/m<sup>3</sup>, 尾数: 尾/m<sup>3</sup>);

N—每网鱼卵、仔稚鱼数量( 粒或尾数);

S—网口面积( m<sup>2</sup>);

L—拖网距离( m )。

具体方法按《海洋调查规范》GB/T12763.6-2007 第 9 节。

## 5.6.2 调查结果

### 5.6.2.1 鱼类资源状况

调查区附近海域，地处渤海湾湾口附近海域，地理环境优美，是各种海洋生物的产卵、索饵和育肥场，也是中国对虾及梭鱼增殖放流的区域，在渤海渔业中占有重要的地位。

1) 2018 年 5~6 月

(1) 种类组成和群居结构特点

[Redacted text block]

表 5.6-3 鱼类名录

序号	名称	目	科
1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
3	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
4	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
5	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
6	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
7	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
8	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
9	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
10	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
11	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
12	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
13	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
14	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
15	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
16	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
17	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
18	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]





站位	生物密度 (尾/h)	百分数 (%)	生物量(kg/h)	百分数(%)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
平均				

根据渔获物分析，本次调查中

[Redacted]

(3) 资源密度评估

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

2) 2018 年 10 月

(1) 种类组成和群居结构特点

[Redacted]

表 5.6-6 调查海域捕获鱼类种名录

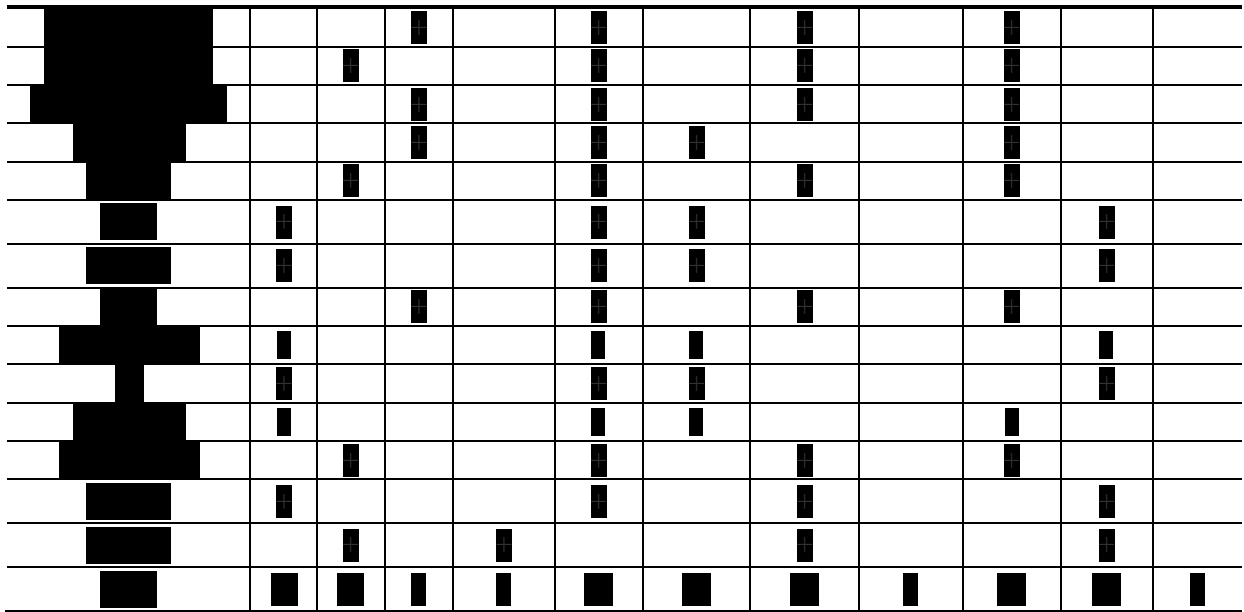
序号	名称	目	科
1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2	[Redacted]		[Redacted]
3	[Redacted]		[Redacted]
4	[Redacted]		[Redacted]
5	[Redacted]		[Redacted]
6	[Redacted]		[Redacted]
7	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
8	[Redacted]		[Redacted]
9	[Redacted]		[Redacted]
10	[Redacted]		[Redacted]
11	[Redacted]		[Redacted]
12	[Redacted]		[Redacted]
13	[Redacted]		[Redacted]
14	[Redacted]		[Redacted]
15	[Redacted]		[Redacted]

16	[REDACTED]		
17	[REDACTED]		
18	[REDACTED]		
19	[REDACTED]		
20	[REDACTED]		[REDACTED]
21	[REDACTED]		[REDACTED]
22	[REDACTED]		[REDACTED]
23	[REDACTED]		[REDACTED]
24	[REDACTED]		[REDACTED]
25	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
26	[REDACTED]		[REDACTED]
27	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
28	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
29	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

[REDACTED]  
 [REDACTED]  
 [REDACTED]  
 [REDACTED]  
 [REDACTED]  
 [REDACTED]  
 [REDACTED]。见表 5.6-7。

表 5.6-7 调查海域鱼类种类组成

种名	经济价值			水层		适温性			越冬场		
	较高	一般	较低	中上层	底层	暖水性	暖温性	冷温性	渤海	黄海	东海
[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]				[REDACTED]	
[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]				[REDACTED]	
[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]				[REDACTED]	
[REDACTED]	[REDACTED]			[REDACTED]		[REDACTED]				[REDACTED]	
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]				[REDACTED]	
[REDACTED]	[REDACTED]			[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]				[REDACTED]	
[REDACTED]	[REDACTED]		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]			[REDACTED]	[REDACTED]		
[REDACTED]	[REDACTED]		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]		[REDACTED]			[REDACTED]	
[REDACTED]	[REDACTED]			[REDACTED]	[REDACTED]		[REDACTED]				[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]		[REDACTED]	[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		
[REDACTED]	[REDACTED]		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		
[REDACTED]			[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]		[REDACTED]		[REDACTED]		



(2) 渔获量分布、优势种分析

[Redacted text block containing detailed analysis of fish catch distribution and dominant species. The content is obscured by black bars.]

表 5.6-8 秋季拖网捕获的鱼类

站位	生物密度 (尾/h)	百分数 (%)	生物量(kg/h)	百分数(%)
1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
3	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
4	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
5	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
6	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
7	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
8	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
9	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
10	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

11				
12				
平均				

表 5.6-9 秋季鱼类优势种类及主要组成种类

种类	F%	N%	M%	IRI

(3) 鱼类资源数量及评估

[Redacted text]

5.6.2.2 头足类资源状况

1) 2018 年 5~6 月

(1) 头足类的种类组成及优势种

[Redacted text]

表 5.6-10 头足类种名录

序号	中文名	拉丁文名	目	科
1				
2				
3				

(2) 渔获组成和渔获量

[Redacted text]

见表 5.6-11。

表 5.6-11 春季拖网捕获的头足类

站位	生物密度 (尾/h)	百分数 (%)	生物量(kg/h)	百分数(%)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
平均				

根据渔获物分析,本次

### (3) 头足类资源数量及评估

#### 2) 2018 年 10 月

##### (1) 头足类的种类组成及优势种

见表 5.6-13。

表 5.6-12 头足类种名录

序号	中文名	拉丁文名	目	科
1				
2				
3				

表 5.6-13 秋季头足类类优势种类及主要组成种类

种类	F%	N%	M%	IRI

##### (2) 渔获量及季节变化

[Redacted]

表 5.6-14 秋季拖网捕获的头足类

站位	生物密度(尾/h)	百分数(%)	生物量(kg/h)	百分数(%)
1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
3	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
4	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
5	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
6	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
7	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
8	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
9	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
10	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
11	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
12	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
平均	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

(3) 资源数量及评估

[Redacted]

5.6.2.3 甲壳类资源状况

1) 2018 年 5~6 月

(1) 种类组成及优势种

本 [Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

表 5.6-15 甲壳类种名录

序号	中文名	目	科	经济价值		
				较高	一般	较低
1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]		
2	[Redacted]		[Redacted]		[Redacted]	
3	[Redacted]		[Redacted]		[Redacted]	
4	[Redacted]		[Redacted]		[Redacted]	
5	[Redacted]		[Redacted]		[Redacted]	

6	[REDACTED]		[REDACTED]			
7	[REDACTED]		[REDACTED]			
8	[REDACTED]		[REDACTED]			
9	[REDACTED]		[REDACTED]			
10	[REDACTED]		[REDACTED]			
11	[REDACTED]		[REDACTED]			
12	[REDACTED]		[REDACTED]			
13	[REDACTED]		[REDACTED]			
14	[REDACTED]		[REDACTED]	[REDACTED]		

(2) 渔获组成和渔获量

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

表 5.6-16 春季拖网捕获的甲壳类

站位	生物密度(尾/h)		百分数(%)		生物量(kg/h)		百分数(%)	
	虾类	蟹类	虾类	蟹类	虾类	蟹类	虾类	蟹类
1	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
3	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
4	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
5	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
6	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
7	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
8	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
9	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
10	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
11	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
12	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
平均	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

(3) 甲壳类资源量评估

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]



[Redacted]

2) 2018 年 10 月

(1) 种类组成及优势种

[Redacted]

表 5.6-17 甲壳类种名录

序号	中文名	目	科
1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2	[Redacted]		
3	[Redacted]		
4	[Redacted]		
5	[Redacted]		
6	[Redacted]		
7	[Redacted]		
8	[Redacted]		
9	[Redacted]		
10	[Redacted]		
11	[Redacted]		
12	[Redacted]		
13	[Redacted]		
14	[Redacted]		

(2) 甲壳类渔获组成及渔获量的季节变化

[Redacted]

详见表 5.6-18。

表 5.6-18 秋季各调查站位甲壳类渔获情况

站位	生物密度 (尾/h)		百分数(%)		生物量(kg/h)		百分数(%)	
	虾类	蟹类	虾类	蟹类	虾类	蟹类	虾类	蟹类
1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
3	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
平均																				

表 5.6-19 秋季甲壳类优势种类及主要组成种类

种类	F%	N%	M%	IRI
鹰爪虾				
口虾蛄				
日本鼓虾				
三疣梭子蟹				
周氏新对虾				

(3) 甲壳类资源量评估

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

5.6.2.4 多样性分析及优势种

1) 2018 年 5~6 月

(1) 多样性指数

春季游泳动物多样性指数见表 5.6-20。

表 5.6-20 游泳动物多样性指数值 (春季)

站位	<i>C</i>	<i>H'</i>	<i>J'</i>	<i>d</i>
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

幅度				
平均值				

(2) 优势种分析

[Redacted text]

见表 5.6-21。

表 5.6-21 游泳动物生态优势度 (春季)

种类	IRI	备注	种类	IRI	备注
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

2) 2018 年 10 月

[Redacted text]

表 5.6-22 游泳动物多样性指数值 (秋季)

站号	重量多样性			尾数多样性		
	$H'$	$J'$	$D$	$H'$	$J'$	$D$
1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
3	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
4	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
5	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
6	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
7	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
8	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
9	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
10	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
11	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
12	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
平均	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
幅度	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

5.6.2.5 鱼卵、仔稚鱼

1) 2018 年 5~6 月

(1) 种类组成

[Redacted]  
[Redacted]。鱼卵  
仔稚鱼名录见表 5.6-23。

表 5.6-23 春季鱼卵仔稚鱼种类名录

种类	拉丁文	分类
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

(2) 数量分布

本次调查鱼卵平均密度为 [Redacted] 各站  
鱼卵仔稚鱼的数量见表 5.6-24。

[Redacted]  
[Redacted]  
[Redacted]  
[Redacted]

渤海是一个鱼类天然的索饵、育肥、产卵的地方。通常将渤海渔场分为辽东湾渔场、渤海湾渔场、莱州湾渔场及滦河口渔场四个次级渔场。本区位于渤海湾渔场范围内，每年 4 月，洄游性鱼类便开始进入渤海，除少数种类在渤海中部产卵外，多数种类先后进入辽东湾中部、渤海湾、莱州湾的河口近岸海区进行产卵。一般 5~6 月达到产卵高峰。

表 5.6-24 鱼卵仔稚鱼密度分布

站位	鱼卵 密度 (粒/m <sup>3</sup> )	仔稚鱼 密度 (尾/m <sup>3</sup> )
1	[Redacted]	[Redacted]

2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
平均值		

2) 2018 年 10 月

[Redacted]

### 5.6.3 重要渔业生物生境

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

#### 5.6.3.1 洄游性鱼类

[Redacted]

[Redacted text block]

#### 5.6.3.2 中上层鱼类

[Redacted text block]

#### 5.6.3.3 底层鱼类

[Redacted text block]

#### 5.6.3.4 白姑鱼

白姑鱼属石首鱼科，为暖温性底层鱼类。白姑鱼有明显的季节性洄游。

[Redacted text block]

图 5.6-3 白姑鱼洄游分布

### 5.6.3.5 鳊鱼



图 5.6-4 鳊鱼洄游分布

### 5.6.3.6 黄姑鱼

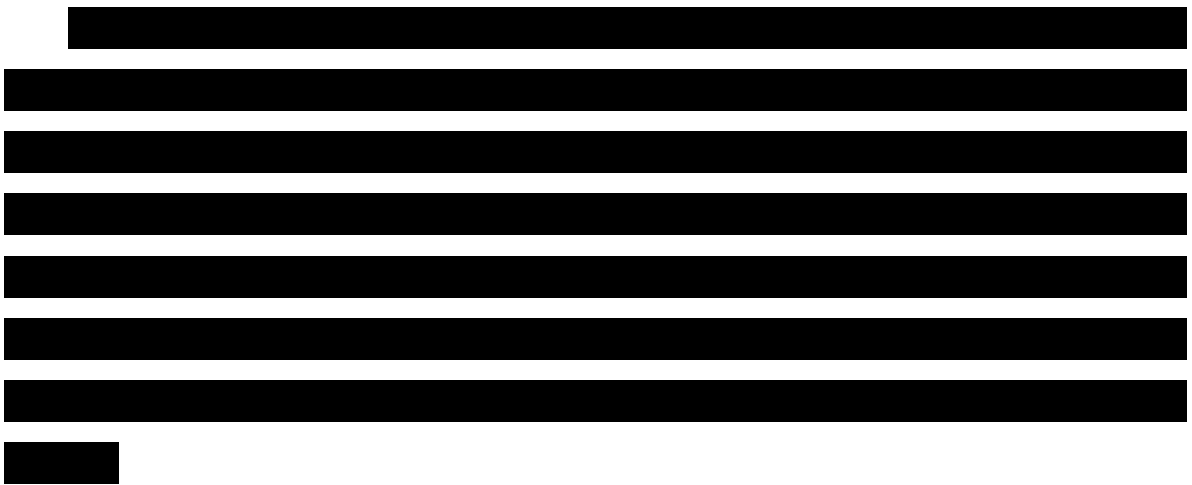


图 5.6-5 黄姑鱼洄游分布

### 5.6.3.7 鲷

鲷属鲷科，在黄渤海分布较广



图 5.6-6 鲷洄游分布

### 5.6.3.8 银鲳





图 5.6-7 银鲟洄游分布

### 5.6.3.9 中国毛虾

#### 1) 生活习性

中国毛虾在世界上分布范围较窄，仅分布于渤海和我国、朝鲜的黄海沿岸，以及我国东海、南海沿岸，其它海域尚未发现。毛虾是一种生长迅速、生命周期短、繁殖力强、世代更新快、游泳能力弱的小型虾类，在生态习性上属于浮游动物类群，随潮流推移而游动于沿岸、河口和岛屿一带。适温范围为 11 ~ 25 ，适盐范围为 30 ~ 32‰。具有昼夜垂直与季节水平移动的特性，常年多生活于水质较肥的水域，不作长距离洄游。毛虾在莱州湾小型经济虾类资源中占有重要地位，常成群栖息于河口、港湾以及岛屿周围，水深不超过 20 米的泥沙底质浅海。

渤海所产毛虾全部是中国毛虾。目前，世界上已发现的毛虾共 17 种。我国分布有 6 种，即中国毛虾、日本毛虾、红毛虾、锯齿毛虾，中型毛虾和普通毛虾。我国以中国毛虾的产量最高，其次是日本毛虾，但日本毛虾和其它种类毛虾的产量远少于中国毛虾。中国毛虾属广温低盐种，喜栖息于盐度较低、透明度低的近岸河口水域，是我国沿海定置渔业的主要捕捞对象，其中渤海的产量最高。

#### 2) 中国毛虾的世代和群体结构

##### (1) 世代

分布于渤海的中国毛虾由两个独立的群体组成，即辽东湾群和渤海西部群。渤海区中国毛虾一年里产生两个世代。越冬的毛虾在 5 月下旬到 7 月中旬期间产卵，产卵盛期为 6 月。在这段时间里出生的毛虾称夏世代（或第一世代）。夏世代毛虾因生活在水温较高的季节里，生长速度较快，并且迅即发育成熟。夏世代毛虾的产卵期在每年的 7 月下旬到 9 月下旬，盛产卵期为 8 月。夏世代毛虾亲虾体长约比越年毛虾小 5mm 左右。由夏世代繁殖产生的后代则称为秋世代（或第二世代）。越年毛虾繁殖后大部分死亡消失；夏世代亲体经生殖后则有一部分能继续生存下来，并同秋世代一道度过



冬季，成为来年夏世代的亲体。因中国毛虾一年产生两个世代，加之亲体生殖后出现死亡，所以它的寿命较短：短者仅有两个月；长者也不逾年。

## (2) 群体结构

因为毛虾的生命较短，加之一年里产生两个世代，所以捕捞群的群体结构比较简单。渤海区毛虾的渔期分春秋二汛：春汛自 3 月上旬到 6 月下旬；秋汛自 8 月下旬至 12 月上中旬（由于繁殖保护期的更改，春汛结束的时间和秋汛开始的时间相应有所变动）。春汛捕越年虾群，即上一年毛虾的秋世代和夏世代；秋汛捕的是当年的秋世代和夏世代。

## 3) 分布和移动

中国毛虾栖息于海水的中下层，夏季有时也上升到表层；春夏秋三季在分布区内随涨落潮往复。虽则它因游泳能力较弱，不进行远距离洄游，但也有明显的季节性定向移动。在渤海区，中国毛虾形成两部分独立的群体，通称辽东湾群和渤海西部群。辽东湾群终年不离开辽东湾。

评价区域内的毛虾属渤海西部群，渤海西部群毛虾在渤海中西部的深水区越冬。2 月下旬开始向近岸移动，分布范围广大。在向近岸移动过程中分为两支：南支向莱州湾移动，进入黄河口附近海区索饵、产卵；北支先移向大清河口渔场，最后进入黄骅歧口沿海。黄河口以西海区毛虾渔期在 3 月中下旬开始，5 月中旬以后，开始是大体长毛虾，以后包括中型毛虾接近沿岸区产卵。6 月份是越年虾群的产卵盛期，南堡、海河口、大口河口和莱州湾西部近岸水域也都是越年毛虾的产卵场。7 月下旬后，剩余的越年虾群和夏世代幼虾离开近岸浅水区向较深水域转移，分布范围扩大，在渤海湾的中西部形成了中心渔场。8 月虾群分布区不变，但已是夏世代毛虾的产卵盛期。9 月份毛虾继续向前移动，产卵场扩大到渤海湾东部黄河口和大清河口附近海区。11 月下旬，随着水温下降，渤海湾南部毛虾由西向东和东北移动集中，莱州湾西部毛虾向东北部集中，12 月上旬起，虾群渐向越冬场转移。

毛虾为我国特有种类，我国沿海均有分布，尤以渤海沿岸产量最多。渤海西部毛虾群分布区较广，它是河北省、山东省惠民、昌潍地区以及天津市沿海架子网、橛张网等定置渔具的主要捕捞对象。渤海渔汛期为 3~6 月及 9~12 月。

## 4) 洄游习性

毛虾具有明显的季节性移动。在渤海区，中国毛虾形成辽东湾群和莱州湾春汛所捕的毛虾属渤海西部群。渤海西部群毛虾在渤海中西部的深水区越冬，3 月下旬开

始向近岸移动，进入黄河口附近。5月中旬以后，大中型毛虾先后接近沿岸区产卵，6月份为产卵盛期。7月上旬后剩余的越年虾群利夏世代幼虾移向深水区，这种洄游习性形成春汛生产的依据，在进行春汛生产时，应合理安排生产，使资源得以持续利用。用海范围位于中国毛虾产卵场内，见 5.6-8。

**图 5.6-8 毛虾洄游示意图**

#### 5) 繁殖习性

渤海湾毛虾一般于 3 月上、中旬进入河口浅海水域，4 - 5 月份为盛渔期，5 - 7 月份产卵，11 月下旬移入渤海水深 30 米处越冬。毛虾喜栖息于近岸泥沙底质浅海区，食物链短，生长成熟快，一年能繁殖二代，是海水鱼、蟹类的主要天然饵料生物。中国毛虾在渤海内的繁殖期从 5 月下旬起到 9 月下旬止，长达 4 个多月，其中以 6 月和 8 月为两个产卵高峰期。交尾期出现在雌虾卵巢达到成熟型后，约自 5 月下旬开始。越冬虾交尾期约在产卵前的 10 ~ 15 天。越年毛虾在生殖期结束后绝大部分死亡，当年出生的毛虾在生殖结束后则有一部分能继续生存下来。

#### 5.6.3.10 中国对虾

##### (1) 生活习性

中国对虾又称东方对虾，属节肢动物门，甲壳纲，十足目，对虾科，对虾属。是我国分布最广的对虾类，中国对虾属广温、广盐性、一年生暖水性大型洄游虾类，雄虾俗称“黄虾”，一般体长 155 毫米，体重 30 - 40 克；雌虾俗称“青虾”，一般体长 190 毫米，体重 75 - 85 克。对虾全身由 20 节组成，头部 5 节、胸部 8 节、腹部 7 节。除尾节外，各节均有附肢一对。平时在海底爬行，有时也在水中游泳。

##### (2) 洄游情况

渤海湾对虾每年秋末冬初，便开始越冬洄游，到黄海东南部深海区越冬；翌年春北上，形成产卵洄游（图 5.6-9）。4 月下旬开始产卵，怀卵量 30 - 100 万粒，雌虾产卵后大部分死亡。卵经过数次变态成为仔虾，仔虾约 18 天经过数十次蜕皮后，变成幼虾，于 6 - 7 月份在河口附近摄食成长。5 个月后，即可长成 12cm 以上的成虾，9 月份开始向渤海中部及黄海北部洄游，形成秋收渔汛。其渔期在 5 月中旬至 10 月下旬。本工程海域位于中国对虾的索饵场内。

**图 5.6-9 对虾洄游路线图**

## 6 回顾性环境影响评价

### 6.1 油田开发生产过程回顾

#### 6.1.1 渤中 26-3 油田整体概况介绍

渤中 26-3 油田于 2012 年 12 月取得环境保护竣工验收批复，渤中 26-3 油田现有井口平台 WHPA（以下简称 BZ26-3 WHPA）和井口平台 WHPB（以下简称 BZ26-3 WHPB）两座平台。

渤中 26-3 油田原油和生产水处理主要依托 BZ25-1 WHPD 平台和“海洋石油 113 号”FPSO，天然气依托 BZ26-2 WHPA 平台，转输到渤海“友谊号”FPSO 上处理外输，现有油田开发工程总体布置见图 6.1-1。

备注：渤中 26-3 WHPB（BZ26-3 WHPB）、渤中 26-3 WHPA（BZ26-3 WHPA）、渤中 25-1 WHPD（BZ25-1 WHPD）、渤中 26-2（BZ26-2）。

图 6.1-1 油田开发工程总体布置图

#### 6.1.2 现有工程概况介绍

渤中 26-3 油田现有 BZ26-3 WHPA 和 BZ26-3 WHPB 两座井口平台，天然气处理依托渤中 26-2 油田，原油开发依托渤中 25-1 油田，电力供给使用自身一台透平发电机于渤中 26-2 油田电力联网。渤中 26-3 油田生产初期采用自喷开采，当地层能量不足时，BZ26-3 WHPA 进行注入天然气开采（气举开采），气举气源不足时采取电潜泵开采。BZ26-3 WHPB 采用电潜泵开采。BZ26-3 WHPB 的生产井流利用电潜泵的压力（先期利用地层压力）输送至 BZ26-3 WHPA，与 BZ26-3 WHPA 的井流汇合，经两级分离后含水原油通过海底管线输送至 BZ25-1 WHPD 平台，天然气经海底管线输送至 BZ26-2 WHPA 平台。油田现有工程及依托工程概况见表 6.1-1。

表 6.1-1 渤中 26-3 油田现有及依托工程概况

工程性质	工程设施		内容	主体工程	环保工程	公用工程
本油田现有工程	渤中 26-3 油田	WHPA	6 腿桩基井口平台	平台设 16 个井槽，4 个井槽为单筒双井；平台设有三层甲板、还设有直升机甲板	闭式排放系统、生活污水处理系统、生产水处理系统、化学药剂注入系统、柴油储罐、公	柴油系统、燃料气系统、公用风/仪表风系

				和工作甲板；设有 80 人的生活楼；平台设有注水管汇、气举气分配管汇、清管球发射/接收器等。	用风/仪表风储罐、注水系统、污油罐、污油泵、火炬等。生活污水规模 80 人，生产污水处理规模：4320m <sup>3</sup> /d。	统、电动消防泵等。
		WHPB	4 腿桩基井口平台	平台只设计量设施，无生产设施，无生活楼，平台设 9 个井槽（全为单井），已实施生产井 6 口。	注水系统、生产垃圾回收系统、开式/闭式排放系统。	主变电器/电潜泵变压器控制系统、冷放空管、排放罐、排放泵
依托工程	渤中 25-1 油田	WHPD	4 腿桩基井口平台	平台设置 36 个井槽、实施 40 口生产井，同时设有 30 人简易住房。	开/闭式排放系统、生活污水处理系统、食品废弃物粉碎设备、注水系统。	吊机、消防系统
		FPSO	海洋石油 113 号	平台设有油气水分离设施、原油储存和外输、电站、热站、130 人生活楼等。	原油处理能力：12720 m <sup>3</sup> /d；伴生气处理能力：588480Sm <sup>3</sup> /d；生产水处理能力：36720m <sup>3</sup> /d；储油能力：16 万方；注水 44640m <sup>3</sup> /d；	燃料气系统、电站和热站。
	渤中 26-2 油田	WHPA	6 腿 4 桩导管架综合平台	平台设有 15 个井槽，设有四层甲板，设有 70 人生活楼及油气计量设施、注水管汇、清管球发射/接收器等。	开/闭式排放系统、生产水处理系统、生活污水处理系统、生产垃圾回收系统、食品废弃物粉碎设备。	吊机、淡水/热水系统、海水系统、柴油系统、消防系统、压缩空气系统、电站系统。
	渤海	FPSO	“友谊号”	油气水分离设施、原油储存、外输、电站、热水系统和生活楼（69 人）等。	生产水处理系统、开式排放系统、闭式排放系统、火炬/放空系统、生活污水处理系统、食品废弃物粉碎设备。处理能力为：天然气 4.93 × 108Sm <sup>3</sup> /a。	吊机、淡水/热水系统、海水系统、电站系统、消防系统、柴油系统/压缩空气系统。
<b>工程性质</b>	<b>工程设施</b>		<b>管线走向</b>		<b>长度 (km)</b>	<b>尺寸</b>
本油田现有管线缆	油气水混输管线		BZ26-3WHPB 至 BZ26-3WHPA		3.8	8"
	油气水混输管线		BZ26-3WHPA 至 BZ25-1WHPD		13.1	10"

天然气输送管线	BZ26-3WHPA 至 BZ26-2WHPA	5.0	6"
注水管线	BZ26-3WHPA 至 BZ26-3WHPB	3.8	6"
海底电缆	BZ25-1WHPD 至 BZ26-3WHPA	13.1	—
海底电缆	BZ26-3WHPA 至 BZ26-3WHPB	3.8	—

### 6.1.3 现有工程主要工艺流程

#### (1) 油田总体物流集输工艺流程

渤中 26-3 WHPB 生产井流利用电潜泵压力输送至渤中 26-3 油田 WHPA 平台，与渤中 26-3 WHPA 平台的井流汇合，经两级分离后，含水原油经海底管线输送至渤中 25-1 WHPD 平台，然后输送至“海洋石油 113 号”FPSO 上进行处理、存储和外输。

渤中 26-3 WHPA 平台分离出来的天然气分为三路：一路为透平发电机供气，一部分到气举分配管汇，满足气举用气；剩余部分通过海底管道输往渤中 26-2 WHPA 平台，然后混输至友谊号 FPSO 上进行处理，最终外输至龙口陆上终端。另外还有一路设计流程为：计量后与原油混输到渤中 25-1 WHPD 平台，为“海洋石油 113 号”FPSO 补充燃料气，目前此流程尚未投用，混输海管已取得相关批复。“海洋石油 113 号”FPSO 分离出来的天然气用作发电机组的燃料。

渤中 26-3 WHPA 平台处理达标的生产水输送至渤中 26-3 WHPA 平台和渤中 26-3 WHPB 平台进行回注，生产水全部回注。

渤中 26-3 油田生产物流集输工艺流程见图 6.1-2。

图 6.1-2 渤中 26-3 油田生产物流集输工艺流程图

#### (2) 渤中 26-3 WHPB 平台井口物流工艺流程

渤中 26-3 WHPB 平台的生产物流，与渤中 26-3 WHPA 平台的生产物流汇合，在渤中 26-3 WHPA 平台进行油气两级分离和含油生产水处理。

渤中 26-3 WHPB 平台设多路阀、多相流量计、清管球发射器，油、气、水在平台上不处理，直接靠电潜泵的压力通过海底管道输送至渤中 26-3 WHPA 进行处理。需计量的单井物流经多路阀导入计量流程，进入多相流量计进行油、气、水三相计量，计量后的物流再与生产油、气、水汇合。渤中 26-3 WHPB 平台井口物流流程见图 6.1-3。

图 6.1-3 渤中 26-3 WHPB 平台工艺流程示意图

### (3) 渤中 26-3 WHPA 平台生产工艺流程

WHPA 平台上除了设有井口外，还设有油气水处理设施，其产生的物流与来自 WHPB 平台的物流汇合后，进入平台的油气水处理设施，各设施的处理工艺如下：

#### A、原油处理工艺流程

渤中 26-3 WHPA 平台的低压油气井生产油、气、水进入低压生产管汇，与来自渤中 26-3 WHPB 平台的油、气、水汇合，经生产加热器加热后进入 GLCC( Gas-Liquid Cylindrical Cyclone 柱状旋流式气-液分离器)分离器进行气液两相分离，分离出的液相直接进入低压生产分离器。低压生产分离器分离出的含油污水去生产水处理系统，分离出的原油(含水率 3%~8%)计量后经增压、加热后，通过海底管道输往渤中 25-1 WHPD 平台。GLCC 和低压生产分离器分离出的天然气汇合后，进入分液罐。一部分作为燃料气供给热站等用户，剩余部分全部进入低压天然气经加压输送至渤中 26-2 WHPA 平台，最后转输至“友谊号”FPSO 进行处理。

渤中 26-3 WHPA 平台高压油气井节流调压后，通过高压生产管汇进入高压生产分离器进行气液两相分离。分离出的液相节流后与低压生产管汇的物流汇合进入 GLCC 分离器进行处理。高压分离器分离出的天然气分为两路：首先分一部分到气举分配管汇满足气举用气；一部分通过海底管道输往渤中 26-2 WHPA 平台。

闭式排放系统接收来压力容器含烃类物质的压力排放物，这些排放物汇集于闭式排放管汇进入闭排罐。为确保闭排泵可靠性，计划增加一台备用闭排泵。开式排放系统用于接收来各层甲板及设备撬块的开式排放物，这些排放物汇集于开式排放管汇，流入开排罐。

渤中 26-3 WHPA 平台工艺流程见图 6.1-4。

图 6.1-4 渤中 26-3 WHPA 平台工艺流程

## B、含油生产水处理工艺流程

BZ26-3 WHPA 平台上设置一套含油生产水处理设施,采用斜板隔油器+气体浮选机+核桃壳过滤器的三级处理流程。从分离器分离出的含油生产水首先进入斜板隔油器,在斜板隔油器中分出较大颗粒的油滴,然后进入气体浮选机,在浮选机中分出颗粒较小的油滴。斜板隔油器和浮选机分出的污油进入污油罐中,再由污油泵打到原油处理系统中去。经过两级处理后的生产水进入核桃壳过滤器中进行过滤,然后进入注水系统进一步处理,处理后的生产水满足注水标准回注地层。渤中 26-3 WHPA 平台含油生产水处理流程见图 6.1-5。

在正常工作情况下,所有生产水均回注地层,生产水不足的部分由水源井水补充。

非正常工况下,注水系统故障,生产水不能进行回注。根据原环评报告的批复:“渤中 26-3 油田最大日产水量为  $4248\text{m}^3/\text{d}$ ,含油浓度不超过  $20\text{mg}/\text{L}$ ,综合考虑渤中 26-3 WHPA 平台生产水的最大处理能力 ( $4320\text{m}^3/\text{d}$ ) 及生产水量可能产生的波动情况,建议渤中 26-3 油田非正常生产工况下生产水排放量控制为  $6.5 \times 10^4\text{m}^3/\text{a}$  (年非正常工况日数按每年累计 15d 计算),石油类排放量控制为  $1.3\text{t}/\text{a}$ ”。所以非正常工况下,渤中 26-3 WHPA 平台含油生产水将在本平台进行应急排放(短期达标排放),排放量不超过已批复总量。

## C、生活污水处理工艺流程

在 BZ26-3 WHPA 平台上有一套生活污水处理装置,设计生活污水处理量为满足 80 人的生活污水排放量。

本装置采用序批式-膜法处理原理处理有机污染物质,生活污水首先进入缓冲柜,以适应生化处理,同时该柜能通纳三倍的水力高峰负荷,当柜内液位达到中位时,粉碎泵启动,将污水转至置有软性填料的序批柜,进行接触氧化,生物处理,处理后的污水有流程泵转至清水柜内或直接排放至舷外,当转至清水柜时,若液位达到中位时,排放泵启动,将处理水泵入膜组,经膜组过滤后的排放水经紫外线消毒装置后排除舷外。生活污水处理工艺流程见图 6.1-6。



**图 6.1-5 渤中 26-3 WHPA 平台生产污水处理工艺流程图**

**图 6.1-6 渤中 26-3 WHPA 平台生活污水处理工艺流程图**



[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

表 6.1-3 与本工程相关的环境影响报告书及批复情况

报告名称	批复时间	审批文号	批复的工程内容	批复要求	落实情况
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

			[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

### 6.1.5 “三同时”制度落实情况

依据《中华人民共和国环境保护法》及《中华人民共和国海洋环境保护法》的相关要求，建设项目中防治污染的设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

该项目在建设过程中配备了相应的污染防治措施，并与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用，落实了后评价中提出的相关污染防治措施。

本工程于

### 6.1.6 污染物排放情况回顾

#### 6.1.6.1 生产水

##### BZ26-3 WHPA 平台及“海洋石油 113 号”FPSO 实验室配备情况

BZ26-3 WHPA 平台及“海洋石油 113 号”FPSO 实验室及配备情况见表 6.1-4。

**表 6.1-4 BZ26-3 WHPA 平台及“海洋石油 113 号”FPSO 实验室及人员配备情况描述**

平台名称	生产水和生活污水检测实验室情况描述（人员和设备）
BZ26-3 油田 WHPA 平台	平台配备两名专职化验人员，确保一人在岗。 生产水化验设备：含油分析仪，电子天平，恒温培养箱，真空泵，库尔特颗粒计数器，亚铁、铁离子测试管和比色管，含氧测试管和比色管，含硫测试管和比色管。 化验设备：哈希公司 DRB200 加热器和哈希公司 DR3900 分析仪。
“海洋石油 113 号 FPSO”	FPSO 配备两名专职化验人员。 化验设备：含油分析仪 Infracal CH（生产污水含油测定）。

#### 回注水达标分析

渤中 26-3 油田现有工程正常工况含油生产水产生量为  $2406\text{m}^3/\text{d}$  ( $79.03 \times 10^4\text{m}^3/\text{a}$ )，经渤中 26-3 WHPA 平台上的生产水处理设施处理达标后全部回注地层，不外排。

依托工程“海洋石油 113 号”FPSO 产生的含油生产水在渤中 25-1 油田进行回注。收集近三年的例行监测数据，以验证回注水达标排放情况。渤中 26-3 油田 WHPA 平台及“海洋石油 113 号”FPSO 回注水水质监测结果见表 6.1-5。

非正常工况下，注水系统故障，生产水不能进行回注时，渤中 26-3 WHPA 平台生产水处理至达标后在本平台进行应急排放（短期达标排放）。渤中 26-3 油田自投

产以来，无非正常水排放情况发生。

**表 6.1-5 BZ26-3 WHPA 平台及“海洋石油 113 号”FPSO 回注水水质监测结果**

时间	BZ26-3 WHPA 平台	“海洋石油 113 号”FPSO	标准值 (mg/L)	是否达标
	石油类平均浓度(mg/L)	石油类平均浓度 (mg/L)		
2016.1	■	■	15	达标
2016.2	■	■		达标
2016.3	■	■		达标
2016.4	■	■		达标
2016.5	■	■		达标
2016.6	■	■		达标
2016.7	■	■		达标
2016.8	■	■		达标
2016.9	■	■		达标
2016.10	■	■		达标
2016.11	■	■		达标
2016.12	■	■		达标
2017.1	■	■		达标
2017.2	■	■		达标
2017.3	■	■		达标
2017.4	■	■		达标
2017.5	■	■		达标
2017.6	■	■		达标
2017.7	■	■		达标
2017.8	■	■		达标
2017.9	■	■		达标
2017.10	■	■		达标
2017.11	■	■		达标
2017.12	■	■		达标
2018.1	■	■	达标	
2018.2	■	■	达标	
2018.3	■	■	达标	
2018.4	■	■	达标	
2018.5	■	■	达标	
2018.6	■	■	达标	
2018.7	■	■	达标	
2018.8	■	■	达标	
2018.9	■	■	达标	
2018.10	■	■	达标	
2018.11	■	■	达标	
2018.12	■	■	达标	

备注：表中数据为月均值；石油类标准为 15mg/L；



### 含油生产水达标分析

通过对渤中 26-3 油田 WHPA 平台和“海洋石油 113 号”FPSO 的生产水回注水质进行统计分析可知：渤中 26-3 油田 WHPA 平台含油生产水处理设施处理后回注水中石油类含量变化范围在（3.7~17.9）mg/L 之间，最大浓度占标率为 119.0%，2016 年 8 月存在超标现象，超标主要原因是由于核桃壳滤器滤料漏失影响处理效果，对核桃壳滤器问题处理后恢复正常。

其他均符合《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法（SY/T 5329-2012）》的要求，同时符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中一级标准（平均值 20.0mg/L，一次容许值 30.0mg/L）的要求；“海洋石油 113 号”FPSO 含油生产水处理设施处理后回注水中石油类含量变化范围在（5.87~13.75）mg/L 之间，最大浓度占标率为 92.0%，符合《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法（SY/T 5329-2012）》的要求，同时符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中一级标准（平均值 20.0mg/L，一次容许值 30.0mg/L）的要求。所以本工程以及依托工程生产水能够达到回注标准，符合设计要求。

#### 6.1.6.2 其他含油污水

其他含有污水包括甲板冲洗水、设备冲洗水、初期雨水等，渤中 26-3 WHPA 平台。甲板冲洗水约 150m<sup>3</sup>/a，初期雨水约 2.5t/次，全部进入平台开式排放系统后再进入工艺系统处理回注，无排放。

#### 6.1.6.3 生活污水

渤中 26-3 油田 WHPA 平台设有 80 人的生活楼，在生产阶段产生生活污水。而 WHPB 平台为无人驻守平台，因为无生活污水产生。生产定员高峰期为 80 人，WHPA 平台生活污水产生量为 7000m<sup>3</sup>/a（250L/人·天）；生活污水经平台上的生活污水处理设施处理达标后排海。

海洋石油 113 号”FPSO 产生的生活污水在本 FPSO 上进行处理。BZ26-3 WHPA 平台及“海洋石油 113 号”FPSO 生活污水排海水质监测结果见表 6.1-6。

**表 6.1-6 BZ26-3 WHPA 平台及“海洋石油 113 号”FPSO 生活污水处理设施监测结果**

时间	BZ26-3 WHPA 平台	“海洋石油 113 号”FPSO	是否达标

渤中 26-3 油田扩建项目环境影响报告书

	COD 浓度 (mg/L)		标准值 (mg/L)	
2016.1	■	■	300	达标
2016.2	■	■		达标
2016.3	■	■		达标
2016.4	■	■		达标
2016.5	■	■		达标
2016.6	■	■		达标
2016.7	■	■		达标
2016.8	■	■		达标
2016.9	■	■		达标
2016.10	■	■		达标
2016.11	■	■		达标
2016.12	■	■		达标
2017.1	■	■		达标
2017.2	■	■		达标
2017.3	■	■		达标
2017.4	■	■		达标
2017.5	■	■		达标
2017.6	■	■		达标
2017.7	■	■		达标
2017.8	■	■		达标
2017.9	■	■		达标
2017.10	■	■		达标
2017.11	■	■		达标
2017.12	■	■		达标
2018.1	■	■		达标
2018.2	■	■		达标
2018.3	■	■		达标
2018.4	■	■		达标
2018.5	■	■		达标
2018.6	■	■		达标
2018.7	■	■		达标
2018.8	■	■		达标
2018.9	■	■		达标
2018.10	■	■		达标
2018.11	■	■		达标
2018.12	■	■		达标

备注： 数据为近三年例行监测数据； 表中数据为月均值； “—”表示未监测。

通过对渤中 26-3 油田 WHPA 平台和“海洋石油 113 号”FPSO 的生活污水的水质进行统计分析可知：渤中 26-3 油田 WHPA 平台生活污水处理设施处理后出水水质 COD 浓度在 (44.1~198) mg/L 之间，最大浓度占标率为 66%，排放浓度符合《海洋

石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)中一级标准(300mg/L)的要求；“海洋石油 113 号”FPSO 生活污水处理设施处理后出水水质 COD 浓度在(26~241)mg/L 之间，最大浓度占标率为 80.00%，排放浓度符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)中一级标准(300mg/L)的要求。所以本工程以及依托工程生活污水能够达标排放，处理效果良好，符合设计要求。

#### 6.1.6.4 工业垃圾和生活垃圾

现有工程固体废物污染源为渤中 26-3 WHPA 平台生活区的生活垃圾和油田生产作业过程中产生的生产垃圾。

产生的生活垃圾主要为作业人员食品废弃物、食品包装物和厨余物等，食品残渣粉碎后排海，固体垃圾回收。渤中 26-3 WHPA 平台生活垃圾产生量为 26.25t/a (1.5kg/人·天)全部运回陆地交中海油能源发展股份有限公司安全环保分公司碧海环保服务公司处理。

产生的生产垃圾主要为废塑料桶、旧零件等。渤中 26-3 油田 WHPA 和 WHPB 平台产生的生产垃圾量为 32t/a，全部运回陆地，其中一般工业固废委托中海油能源发展股份有限公司安全环保分公司碧海环保服务公司进行处理，危险废物委托蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司(见附件 14)。

#### 6.1.6.5 船舶污染物

BZ26-3 油田生产阶段的值班船和供应船等产生的生活污水和生活垃圾见表 6.1-7~表 6.1-9。船舶含油污水运回陆地交由有资质单位进行处理。生活污水经船用生活污水处理装置处理后达到《船舶污染物排放标准》(GB3552-2018)排海。生活垃圾运回陆地交由相关单位进行处理。

**表 6.1-7 运营期值班船和供应船生活污水产生量**

	总人数	年累计工期(天)	产生负荷 (m <sup>3</sup> /人)	产生量 (m <sup>3</sup> )
生活污水	10	347	0.16	555.2

**表 6.1-8 运营期值班船和供应船生活垃圾产生量**

	总人数	年累计工期(天)	产生负荷 (kg/人)	产生量 (kg)
生活垃圾	10	347	1.5	5205

**表 6.1-9 运营期值班船和供应船机舱含油水产生量**

总船舶(艘)	年累计工期(天)	产生负荷	产生量
--------	----------	------	-----

		( m <sup>3</sup> /天·艘 )	( m <sup>3</sup> )
1	347	0.5	173.5

#### 6.1.6.6 大气污染物

现有工程所产生的伴生气均无硫成分，主要是烃类组分。

2018 年，BZ26-3WHPA、WHPB 平台的天然气消耗量为 1388.8616 万方，按照《第一次全国污染源普查工业污染源产排污系数手册》(2010 年修订)，每燃烧 1Nm<sup>3</sup> 天然气约产生 13.63m<sup>3</sup> 烟气量；NO<sub>x</sub> 排放系数为：18.71kg/10<sup>4</sup>m<sup>3</sup> 燃料气。由此得出，渤中 26-3 油田现有工程伴生气透平产生的氮氧化物最大排放量为 74.88kg/d，烟尘排放量为 54.55 万 m<sup>3</sup>/d。

现有平台的柴油发电机组作为平台应急电站，2018 年耗费柴油约 5.1 方。运行期间因消耗柴油产生 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 和烟尘污染物。

#### 6.1.6.7 平台和海管牺牲阳极中锌的释放量

平台导管架水下部分和管线为阴极保护防腐。主要采用高性能铝合金阳极，即在常规的 Al - Zn - In 系阳极中添加 Mg、Ga 等合金元素。铝合金阳极除铝外，还含有的成分为金属锌，海底管线阳极锌含量为 2.5%~5.75%，本次计算取平均值 4.125%，平台阳极锌含量为 3%~6%，本次计算取平均值 4.5%。

BZ26-3WHPA 和 BZ26-3WHPB 平台牺牲阳极用量详见表 6.1-10。平台设计寿命为 20 年，考虑到阳极使用寿命的裕量，锌以离子形态每年释放到海水中的总量 174.13kg。

海管设计使用寿命按 20 年计，考虑到阳极使用寿命的裕量，则阳极块每年释放到环境中的锌量不超过 20.62kg，平台及海底管线使用铝阳极情况见表 6.1-10。

表 6.1-10 平台及管线防腐的牺牲阳极使用情况

序号	平台/管线名称	阳极的种类	个数 (块)	单个重量 (kg)	释放锌总量 (kg)	每年释放锌量 (kg/a)
1	BZ26-3WHPA 平台	长条型铝基牺牲阳极	146	357.88	2351.27	117.56
2	BZ26-3WHPB 平台	长条型铝基牺牲阳极	71	357.88	1143.43	57.17
合计					2528.82	174.13

3	BZ26-3 WHPA 至 BZ25-1 WHPD 混输海管	手镯型铝基牺牲阳极	97	67.2	268.88	13.44
4	BZ26-3 WHPB 至 BZ26-3 WHPA 混输海管	手镯型铝基牺牲阳极	27	56.3	62.70	3.14
5	BZ26-3 WHPA 至 BZ26-2WHPA 输气海管	手镯型铝基牺牲阳极	26	34.4	36.89	1.84
6	BZ26-3 WHPA 至 BZ26-3 WHPB 注水海管	手镯型铝基牺牲阳极	31	34.4	43.99	2.20
合计					158.57	20.62

### 6.1.6.8 污染物汇总

表 6.1-11 渤中 26-3 油田现有工程污染源产排污一览表

类别		污染物种类	现有工程污染物产生量	现有工程污染物排放量	排放方式
生活污水 (m <sup>3</sup> /a)		废水	7000	7000	处理后排海
含油污水 (m <sup>3</sup> /a)	正常工况含油生产水	石油类	79.03×10 <sup>4</sup>	0	依托渤中 26-3 WHPA 平台上的生产水处理设施处理后达标回注地层。
	非正常工况含油生产水		无非正常含油生产水应急排放情况发生		
固体废弃物 (t/a)		生活垃圾	26.25	0	运回陆上
		生产垃圾	32	0	运回陆上
其他含油污水 (包括初期雨水、甲板冲洗水) (m <sup>3</sup> /a)		石油类	150	0	经收集全部进入生产流程
天然气燃烧废气 (全油田) (kg/d)		NO <sub>x</sub>	74.88	74.88	燃烧后排入大气
船舶污染物 (m <sup>3</sup> /a)		生活污水 (m <sup>3</sup> /a)	555.2	555.2	处理合格后达标排放
		生活垃圾 (kg/a)	5205	0	运回陆上
		含油污水 (m <sup>3</sup> /a)	173.5	0	运回陆上
重金属锌 (kg/a)		平台	174.13	174.13	自然释放
		管线	20.62	20.62	自然释放

## 6.2 风险事故回顾

中海石油 (中国) 有限公司天津分公司已经编制了《渤中 26-3 油田溢油应急计划》，并报国家海洋主管部门备案 (见附件 11)。渤中 26-3 油田自 2012 年 12 月竣工验收以来一直处于安全生产状态，没有发生过溢油和排污事故。

渤中 26-3 油田自投产以来，无非正常水排放情况发生。

## 6.3 工程所在海域环境质量回顾评价

### 6.3.1 回顾评价历史资料的选取

#### (1) 回顾评价历史资料选取原则

为了充分了解渤中 26-3 油田海域环境变化情况，增加历史资料的可比性，回顾评价历史资料按照如下原则进行筛选：调查范围围绕工程所在海域，并尽量保证一致，调查时间尽量代表同一水期，调查因子基本全面，按照以上原则，本次评价选取 2008 年 4 月、2011 年 7 月、2018 年 5 月工程所在海域环境质量现状的调查结果进行对比分析。引用的历史调查资料概况见表 6.3-1。

#### (2) 回顾评价历史资料调查概况及站位布设

2008 年 4 月在调查区域共布设 24 个调查站位，其中水质站位 24 个；沉积物和生物生态站位 14 个；

2011 年 7 月在调查区域共布设 18 个调查站位，其中水质站位 18 个；沉积物和生物生态站位 12 个；

2018 年 5 月在调查区域共布设 22 个调查站位，其中水质站位 22 个；沉积物站位 11 个和生物生态站位 13 个。

表 6.3-1 本次评价引用的历史调查资料概况

编号	资料来源	调查时间	站位数	调查单位	调查单位资质
1	[REDACTED]	[REDACTED]	■	丨	丨
2	[REDACTED]	[REDACTED]	■	[REDACTED]	┐
3	[REDACTED]	[REDACTED]	■	[REDACTED]	┐

## 6.3.2 回顾评价因子选取

本评价选取海上石油开发特征因子和与本项目相关的常规因子进行回顾分析，具体如下：

### (1) 海水水质评价因子

选取 pH 值、COD、DO、石油类、总汞、铜、铅、锌、镉、铬、砷、挥发性酚、活性磷酸盐、无机氮、硫化物共 15 项评价因子进行比较分析。由于 2008 年 4 月、2011 年 7 月和 2018 年 5 月调查水质采样层为表层和底层两层，所以本次回顾性评价将针对调查海区表层和底层海水水质进行。

### (2) 沉积物环境评价因子

选取石油类、汞、铜、铅、镉、铬、锌、硫化物、砷和有机碳 10 项调查因子进行比较分析。

### (3) 海洋生态环境评价因子

选择叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、生物质量进行比较分析。

图 6.3-1 2004 年 5 月海洋环境质量现状调查站位布设图

## 6.3.3 海洋环境质量回顾评价

### 6.3.3.1 海洋水质环境回顾评价

2008 年 4 月、2011 年 7 月、2018 年 5 月海洋水质环境监测分析结果列于表 6.3-2 中。

对比三次调查结果可知，该海域海水质量状况与历史状况基本相同。三次调查所有样品中化学需氧量（COD）、溶解氧、铜、镉、铬、砷、挥发性酚和硫化物的含量均低于第一类海水水质标准，且在历次调查中含量均较稳定。pH 值、石油类、总汞、铅、锌、活性磷酸盐和无机氮调查因子均出现了不同程度的超标。

石油类：2011 年 7 月调查 11.1% 的石油类出现超一类海水水质标准的现象，在 2008 年 4 月、2018 年 5 月调查中石油类调查结果全部符合一类标准；

无机氮：2011 年 7 月和 2018 年 5 月调查无机氮浓度略低于 2008 年 4 月调查结果，三次调查结果均超一类海水水质标准，2008 年 4 月表层无机氮超标严重，表层和底层超标率均在 50% 以上；

活性磷酸盐：2011 年 7 月和 2018 年 5 月均未出现超标现象，2008 年 4 月表



层和底层活性磷酸盐出现超标现象，超标率分别为 12.5%、16.67%，工程周边海域活性磷酸盐的污染状况有所缓解；

铅：2008 年 4 月、2011 年 7 月和 2018 年 5 月铅浓度均超标，2008 年 4 月和 2018 年 5 月铅超标严重；

锌：2008 年 4 月、2011 年 7 月和 2018 年 5 月锌浓度均超标，2018 年 5 月铅比 2008 年 4 月和 2011 年 7 月浓度较低，工程周边海域锌的污染状况有所缓解；

总汞：2008 年 4 月和 2018 年 5 月总汞浓度出现超标，2011 年 7 月未超标，2018 年 5 月比 2008 年 4 月总汞浓度低，工程周边海域汞的污染状况有所缓解；

pH 值：2011 年 7 月 pH 值超标，2018 年 5 月 pH 值比 2008 年 4 月 pH 值较低，工程周边海域 pH 值的污染状况有所缓解。

综上所述，渤中 26-3 油田工程周边海域 pH 值、石油类、总汞、锌、活性磷酸盐的污染状况有所缓解，海域海水质量状况与历史状况基本相同，主要污染物仍然是无机氮和铅。

表 6.3-2 海洋水质历年环境监测分析结果

调查时间		2008 年 4 月		2011 年 7 月		2018 年 5 月	
		表层	底层	表层	底层	表层	底层
溶解氧 (mg/L)	平均值	■	■	■	■	■	■
	超标率	■	■	■	■	■	■
化学需氧量 (mg/L)	平均值	■	■	■	■	■	■
	超标率	■	■	■	■	■	■
pH 值	平均值	■	■	■	■	■	■
	超标率	■	■	■	■	■	■
石油类 (μg/L)	平均值	■	■	■	■	■	■
	超标率	■	■	■	■	■	■
总汞 (μg/L)	平均值	■	■	■	■	■	■
	超标率	■	■	■	■	■	■
铜 (μg/L)	平均值	■	■	■	■	■	■
	超标率	■	■	■	■	■	■
铅 (μg/L)	平均值	■	■	■	■	■	■
	超标率	■	■	■	■	■	■
锌 (μg/L)	平均值	■	■	■	■	■	■
	超标率	■	■	■	■	■	■
镉 (μg/L)	平均值	■	■	■	■	■	■
	超标率	■	■	■	■	■	■
铬 (μg/L)	平均值	■	■	■	■	■	■
	超标率	■	■	■	■	■	■
砷 (μg/L)	平均值	■	■	■	■	■	■
	超标率	■	■	■	■	■	■
挥发性酚 (μg/L)	平均值	■	■	■	■	■	■
	超标率	■	■	■	■	■	■
活性磷酸盐 (μg/L)	平均值	■	■	■	■	■	■
	超标率	■	■	■	■	■	■
无机氮 (μg/L)	平均值	■	■	■	■	■	■
	超标率	■	■	■	■	■	■
硫化物 (μg/L)	平均值	■	■	■	■	■	■
	超标率	■	■	■	■	■	■

### 6.3.3.2 沉积物环境回顾评价

2008 年 4 月、2011 年 7 月、2018 年 5 月沉积物环境监测分析结果列于表 6.3-3 中。对比调查结果显示，三次调查中表层沉积物中有机碳、硫化物、汞、砷、铅、镉、锌、铬和石油类的含量均低于第一类沉积物标准。其中硫化物、铜、铅、铬的含量 2018 年 5 月调查低于 2008 年 4 月和 2011 年 7 月调查结果；表层沉积物中有机碳、镉的含量，2018 年 5 月和 2008 年 4 月的调查结果变化不明显，汞、砷、锌和石油类的含量略有上升。总体来说，调查海域表层沉积物质量基本保持稳定，未出现恶化趋势。

表 6.3-3 沉积物环境监测分析结果表

评价项目	统计值	2008 年 4 月	2011 年 7 月	2018 年 5 月
有机碳 (%)	平均值	■	■	■
	超标率	■	■	■
硫化物 (×10 <sup>-6</sup> )	平均值	■	■	■
	超标率	■	■	■
汞 (×10 <sup>-6</sup> )	平均值	■	■	■
	超标率	■	■	■
砷 (×10 <sup>-6</sup> )	平均值	■	■	■
	超标率	■	■	■
铜 (×10 <sup>-6</sup> )	平均值	■	■	■
	超标率	■	■	■
铅 (×10 <sup>-6</sup> )	平均值	■	■	■
	超标率	■	■	■
镉 (×10 <sup>-6</sup> )	平均值	■	■	■
	超标率	■	■	■
锌 (×10 <sup>-6</sup> )	平均值	■	■	■
	超标率	■	■	■
铬 (×10 <sup>-6</sup> )	平均值	■	■	■
	超标率	■	■	■
石油类 (×10 <sup>-6</sup> )	平均值	■	■	■
	超标率	■	■	■

### 6.3.3.3 海洋生态回顾评价

#### (1) 叶绿素 a 代表年份变化分析

2008 年 4 月、2011 年 7 月、2018 年 5 月叶绿素 a 调查结果列于表 6.3-4 中。三次春季调查结果对比,2018 年 5 月调查的叶绿素 a 浓度与 2008 年 4 月比较变化不大,2011 年 7 月调查叶绿素 a 浓度最高,调查海区叶绿素 a 含量较稳定;估算的初级生产力 2018 年 5 月最高,2008 年 4 月最低。

表 6.3-4 叶绿素 a 历年调查结果

调查时间		叶绿素 a (mg/m <sup>3</sup> )		初级生产力 mgC/m <sup>2</sup> ·d
		表层	底层	
2008 年 4 月	范围	■	■	■
	平均值	■	■	■
2011 年 7 月	范围	■	■	■
	平均值	■	■	■
2018 年 5 月	范围	■	■	■
	平均值	■	■	■

#### (2) 浮游植物代表年份变化分析

2008 年 4 月、2011 年 7 月、2018 年 5 月浮游植物结果列于表 6.3-5 中。三次春季调查结果对比可知:2018 年 5 月调查浮游植物个体数量最高,2011 年 7 月调

查浮游植物个体数量最低；三次调查 2008 年 4 月调查浮游植物丰富度和多样性较 2011 年、2018 年高；2011 年 7 月调查均匀度较 2008 年和 2018 年高。

表 6.3-5 浮游植物历年调查结果

调查时间	种类数	个体数量 (10 <sup>4</sup> 个/m <sup>3</sup> )		多样性		均匀度		丰富度	
		范围	平均值	范围	平均值	范围	平均值	范围	平均值
2008 年 4 月	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2011 年 7 月	█	█	█	█	█	█	█	█	█
2018 年 5 月	█	█	█	█	█	█	█	█	█

(3) 浮游动物代表年份变化分析

2008 年 4 月、2011 年 7 月、2018 年 5 月浮游动物结果列于表 6.3-6 中。三次春季调查结果对比可知：2018 年 5 月调查的浮游动物种类数高于 2008 年 4 月和 2011 年 7 月调查结果；2018 年 5 月调查的浮游动物生物量和生物密度较高；2011 年 7 月调查的浮游动物多样性和丰富度指标高于 2008 年 4 月和 2018 年 5 月调查结果；2008 年 4 月调查的浮游动物均匀度指标高于 2011 年 7 月和 2018 年 5 月调查结果。

表 6.3-6 浮游动物历年调查结果

调查时间	种类数	生物量 (mg/m <sup>3</sup> )		生物密度 (个/m <sup>3</sup> )	
		范围	均值	范围	均值
2008 年 4 月	█	█	█	█	█
2011 年 7 月	█	█	█	█	█
2018 年 5 月	█	█	█	█	█
调查时间	█	█	█	█	█
2008 年 4 月	█	█	█	█	█
2011 年 7 月	█	█	█	█	█
2018 年 5 月	█	█	█	█	█

(4) 底栖生物代表年份变化分析

2008 年 4 月、2011 年 7 月、2018 年 5 月底栖生物调查结果列于表 6.3-7 中。三次春季调查结果对比可知：2018 年 5 月调查的底栖生物种数为 69 种，高于 2008 年 4 月和 2011 年 7 月调查结果；2008 年 4 月底栖生物的生物量较高，2018 年 5 月

调查结果较低,2018 年 5 月底栖生物的生物密度较高,2011 年 7 月调查结果较低;2018 年 5 月底栖生物多样性和丰富度指标高于 2008 年 4 月和 2011 年调查结果;2008 年 4 月底栖生物均匀性指标高于 2011 年 7 月和 2018 年 5 月调查结果。

表 6.3-7 底栖生物历年调查结果

调查时间	种类数	生物量 (g/m <sup>2</sup> )		生物密度 (个/m <sup>2</sup> )	
		范围	均值	范围	均值
2008 年 4 月					
2011 年 7 月					
2018 年 5 月					
调查时间					
2008 年 4 月					
2011 年 7 月					
2018 年 5 月					

### 6.3.3.4 生物质量回顾评价

本次评价选取 2004 年 5 月、2011 年 5 月、2013 年 5 月工程所在海域环境质量现状的调查结果进行对比分析。引用的历史调查资料概况见表 6.3-8。

历次调查均根据《海洋监测规范》(GB17378-2007)的有关规定,取调查海域经济物种的可食部分,进行生物体内的铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、石油烃的分析。分析结果见表 6.3-9。目前国家仅颁布了软体动物(双壳类)评价国家标准,软体动物(双壳类)生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》(GB18421-2001)规定的第一类标准值。其它生物种类的国家级评价标准尚未发布,软体动物(非双壳类)和甲壳类、鱼类生物体内污染物质(铜、铅、锌、镉、汞)含量评价标准参考《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准;石油烃含量的评价标准参考《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的生物质量标准;生物体内铬和砷含量缺乏评价标准,不对其进行评价。

通过比较分析可知,2008 年 4 月采集到的四角蛤体内重金属铅和石油烃含量、毛蚶体内重金属铅含量超过《海洋生物质量》(GB18421-2001)第一类标准限值,海域中的总铬含量未超标;

2018 年 5 月软体动物(双壳类)生物质量评价因子重金属含量均满足《海洋生物质量》(GB18421-2001)规定的第一类标准值;软体动物(非双壳类)、甲壳类、鱼类,生物质量评价因子重金属铜、铅、锌、镉和汞含量均满足《全国海岸带

和海涂资源综合调查简明规程》中的质量标准；软体动物（非双壳类）、甲壳类、鱼类，生物质量评价因子石油烃含量满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中的质量标准。总体而言，评价海域生物质量现状较 2008 年 4 月有所改善，评价指标处于正常值范围内。

分析结果表明：2008 年 4 月调查中仅贝类体内铅和铬出现超标现象；2018 年 5 月调查生物质量较好，各调查因子均未出现超标现象。这说明：油田海区生物质量状况有明显的好转。

表 6.3-8 油田海域生物质量分析对比结果（湿重， $10^{-6}$ ，mg/kg）

调查时间	站位	样品名称	监测结果( $W \times 10^{-6}$ )							
			铬	铜	铅	锌	镉	砷	总汞	石油烃
2008 年 4 月										
2018 年 5 月	P1									
	P4									
	P5									
	P7									
	P9									
	P11									
	P12									
	P14									
	P16									
	P17									
	P20									
P21										
P22										

注：“/”代表未监测。

### 6.3.4 海洋环境质量回顾评价结论

建设单位对工程运行期间的生产水、生活污水、固体废弃物采取了可行的防污染措施，能够保证生产水、生活污水稳定达标和固体废弃物的安全处置。通过多年的历史调查数据对比分析：

水质环境：渤中 26-3 油田工程周边海域 pH 值、石油类、总汞、锌、活性磷酸盐的污染状况有所缓解，海域海水质量状况与历史状况基本相同，主要污染物仍然是无机氮和铅。

沉积物环境：总体来说，调查海域表层沉积物质量基本保持稳定，未出现恶化趋势。

海洋生态：项目建设后海洋叶绿素 a 和初级生产力变化不明显；浮游植物的个体数量上升；浮游动物的种类数有所上升；底栖生物的生物密度有所上升。

生物质量：油田海区生物质量状况有明显的好转。

## 7 环境影响预测与评价

### 7.1 水文动力环境影响分析与评价

#### 7.1.1 海流模型

海水运动是海中污染物输运的载体，为此在预测污染物扩散前需利用流体动力学基本方程组计算该油田海域的流场，明确其潮流的运动特性，进而计算建设项目的排海污染物对海洋水质的影响。

##### 7.1.1.1 流体动力学基本方程组

本文采用三维水动力学模型进行数值模拟，垂向采用 sigma 坐标，基本控制方程为：

$$\begin{aligned} & \frac{\partial hu}{\partial t} + \frac{\partial hu^2}{\partial x'} + \frac{\partial hvu}{\partial y'} + \frac{\partial h\omega u}{\partial \sigma} \\ & = fvh - gh \frac{\partial \eta}{\partial x'} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial P_a}{\partial x'} - \frac{hg}{\rho_0} \int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial x} dz - \frac{1}{\rho_0} \left( \frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial \sigma} \left( \frac{v_v}{h} \frac{\partial u}{\partial \sigma} \right) \\ & \frac{\partial hv}{\partial t} + \frac{\partial huv}{\partial x'} + \frac{\partial hv^2}{\partial y'} + \frac{\partial h\omega v}{\partial \sigma} \\ & = -fuh - gh \frac{\partial \eta}{\partial y'} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial P_a}{\partial y'} - \frac{hg}{\rho_0} \int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial y} dz - \frac{1}{\rho_0} \left( \frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial \sigma} \left( \frac{v_v}{h} \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right) \\ & \sigma = \frac{z - z_b}{h}, x' = x, y' = y \end{aligned}$$

式中：t 为时间（s）；g 为重力加速度（m/s<sup>2</sup>）；ρ 为海水密度（kg/m<sup>3</sup>）；x、y、z 为直角坐标系坐标；η 为潮位（m）；h=η+d，为总水深（m），d 为海平面水深；u、v、w 为 x、y、z 向流速矢量；f=2ΩsinΦ 为科氏力参数；s<sub>xx</sub>、s<sub>xy</sub> 为辐射应力张量分量；P<sub>a</sub> 为大气压强；ρ<sub>0</sub> 为水的参考密度；u<sub>s</sub>、v<sub>s</sub> 为排放速度。

##### 7.1.1.2 边界条件

海面边界条件：

$$\begin{aligned} \omega &= 0 \\ \left( \frac{\partial u}{\partial \sigma}, \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right) &= \frac{h}{\rho_0 v_t} (\tau_{sx}, \tau_{sy}) \end{aligned}$$

海底边界条件：

$$\begin{aligned} \omega &= 0 \\ \left( \frac{\partial u}{\partial \sigma}, \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right) &= \frac{h}{\rho_0 v_t} (\tau_{bx}, \tau_{by}) \end{aligned}$$



$\tau_{bx}, \tau_{by}$  分别为  $x$ 、 $y$  方向的底摩擦应力，单位： $\text{kg/m} \cdot \text{s}^{-3}$ ；其他参数同控制方程。

固体侧边界条件：

$$v_n = 0$$

开边界条件：

开边界强迫水位采用全球模型调和求得开边界的  $M_2$ 、 $S_2$ 、 $O_1$ 、 $K_1$ 、 $M_4$  和  $M_{S4}$  六个分潮调和常数值输入计算得到。

开边界强迫水位计算公式：

$$\zeta = \sum_{i=1}^N \{f_i H_i \cos[\sigma_i t + (V_{oi} + V_i) - G_i]\}$$

这里， $f_i$ 、 $\sigma_i$  是第  $i$  个分潮的交点因子和角速度； $H_i$  和  $G_i$  是调和常数，分别为分潮的振幅和迟角； $V_{oi}+V_i$  是分潮的幅角。

### 7.1.1.3 模型参数

#### (1) 时间步长

在模型计算中，时间步长分为总时间步长和内部计算时间步长，其中总时间步长决定了结果输出的形式，同时在每个总时间步长点都对应着一个内部时间步长点，为满足计算稳定的要求，在总时间步长之间还会动态插入内部时间步长。

在该模型中最小时间步长取 0.01s，最大时间步长 30s。

#### (2) 底摩擦应力

底摩擦应力采用二次非线性公式：

$$(\tau_{bx}, \tau_{by}) = C_d \rho_w \sqrt{u^2 + v^2} (u, v)$$

式中： $\tau_{bx}, \tau_{by}$  分别为  $x$ 、 $y$  方向的底摩擦应力 ( $\text{kg/m} \cdot \text{s}^3$ )； $\rho_w$  是海水密度 ( $\text{kg/m}^3$ )； $u$ 、 $v$  分别为  $x$ 、 $y$  方向的底层流速 ( $\text{m/s}$ )； $C_d$  为底摩擦拖曳系数，采用对数法则计算：

$$C_d = \max\left(\frac{\kappa^2}{[\ln(z_{ab}/z_0)]^2}, C_{dmin}\right)$$

式中： $\kappa = 0.41$  是 Karman 常数， $z_0 = 0.003\text{m}$  是海底粗糙度； $z_{ab}$  是离海底最近网格与海底的距离 ( $\text{m}$ )； $C_{dmin}$  为底摩擦拖曳系数最小值。本报告参考研究文献， $C_d$  取为 0.0012。

#### (3) 涡动粘滞系数

水平涡粘系数采用考虑亚尺度网格效应的 Smagorinsky (1963) 公式计算，如下：

$$A = c_s^2 l^2 \sqrt{2S_{ij}S_{ij}}$$

式中： $c_s$  为常数，取 0.1； $l$  为特征混合长度，由  $S_{ij} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)$ ，(i, j=1, 2) 计算得到。

垂向涡粘系数采用 k - ε 方程：

$$v_t = c_\mu \frac{k^2}{\varepsilon}$$

其中， $k$  为湍动能， $\varepsilon$  为湍动能耗散， $c_\mu$  为经验常数，取 0.09。

#### 7.1.1.4 计算海域及网格设置

本项目所建立的海域数学模型岸线及水深资料采用航保部 2014 年出版的海图岸线和水深为基础建立模型，并根据 GoogleEarth 岸线进行调整，以平均海平面为基准面进行计算，采用 UTM-50 坐标系，中央经度为 117°。

本项目所建立的海域数学模型计算域为整个渤海，模拟采用非结构三角网格，由 8898 个节点和 17200 个三角单元组成。为了能清楚了解本工程附近海域的潮流状况，保证后续污染物浓度分布的计算精度，将本工程附近海域进行局部加密，最小空间步长约为 30m。垂向采用 sigma 分层，平均分为 3 层。网格及水深分布见图 7.1-1。

图 7.1-1 大海域网格设置及水深地形

#### 7.1.2 潮流及潮位的验证

在计算海域中，引用青岛环海海洋工程勘察研究院于 2018 年 10 月 10 日~10 月 11 日的潮流潮位实测资料与数值计算结果进行验证。各监测点坐标如表 7.1-1 所示，点位布设如图 7.1-2 所示，图 7.1-3~7.1-7 分别为各站位潮流、潮位验证曲线。各站位实测值与计算值对比见表 7.1-2~表 7.1-5。

表 7.1-1 验证点坐标位置

站位号	坐标		验证项目
	北纬	东经	
S2			潮流、潮位
S4			潮流
S6			潮流、潮位

图 7.1-2 潮流、潮位验证点位图

图 7.1-3a S2 站位潮流验证曲线（表层）

图 7.1-3b S2 站位潮流验证曲线（中层）

图 7.1-3c S2 站位潮流验证曲线（底层）

图 7.1-4a S4 站位潮流验证曲线（表层）

图 7.1-4b S4 站位潮流验证曲线（中层）

图 7.1-4c S4 站位潮流验证曲线（底层）

图 7.1-5a S6 站位潮流验证曲线（表层）

图 7.1-5b S6 站位潮流验证曲线（中层）

图 7.1-5c S6 站位潮流验证曲线（底层）

图 7.1-6 S2 站位潮位验证曲线

图 7.1-7 S6 站位潮位验证曲线

表 7.1-2 各潮流监测站位实测值与计算值对比 (表层)

时间 (h)	S2						S4						S6						
	流速 (cm/s)			流向 (°)			流速 (cm/s)			流向 (°)			流速 (cm/s)			流向 (°)			
	实测	计算	误差 (%)	实测	计算	误差 (°)	实测	计算	误差 (%)	实测	计算	误差 (°)	实测	计算	误差 (%)	实测	计算	误差 (°)	
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			

24																			
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

表 7.1-3 各潮流监测站位实测值与计算值对比（中层）

时间 (h)	S2						S4						S6						
	流速 (cm/s)			流向 (°)			流速 (cm/s)			流向 (°)			流速 (cm/s)			流向 (°)			
	实测	计算	误差 (%)	实测	计算	误差 (°)	实测	计算	误差 (%)	实测	计算	误差 (°)	实测	计算	误差 (%)	实测	计算	误差 (°)	
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			

23																				
24																				

表 7.1-4 各潮流监测站位实测值与计算值对比 (底层)

时间 (h)	S2						S4						S6						
	流速 (cm/s)			流向 (°)			流速 (cm/s)			流向 (°)			流速 (cm/s)			流向 (°)			
	实测	计算	误差 (%)	实测	计算	误差 (°)	实测	计算	误差 (%)	实测	计算	误差 (°)	实测	计算	误差 (%)	实测	计算	误差 (°)	
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			



表 7.1-5 各潮位监测站位实测值与计算值对比

时间 (h)	S2			S6		
	实测 (cm)	计算 (cm)	误差 (cm)	实测 (cm)	计算 (cm)	误差 (cm)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						

由验证曲线可以看出，

，因此计算结果基本能够反映工程附近海域的潮流运动特征，可以为污染物扩散提供背景场。

### 7.1.3 潮流计算结果



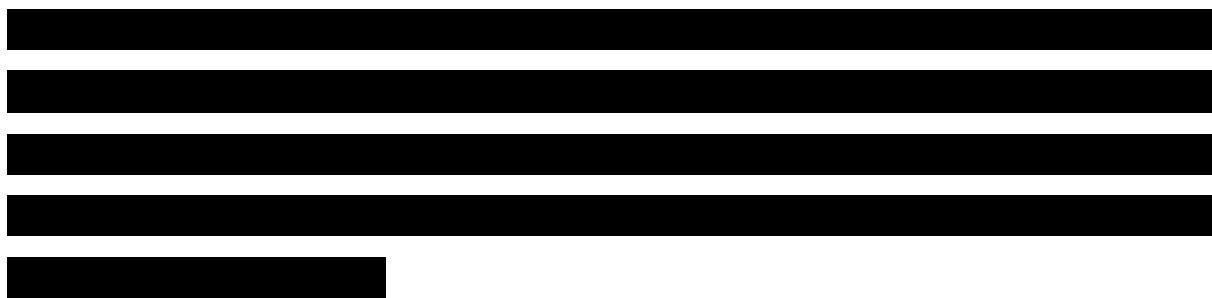


图 7.1-8 渤海涨潮中间时潮流场（大潮时，表层）

图 7.1-9 渤海落潮中间时潮流场（大潮时，表层）

图 7.1-10 工程附近海域涨潮中间时潮流场（大潮时，表层）

图 7.1-11 工程附近海域落潮中间时潮流场（大潮时，表层）

#### 7.1.4 工程对流场的影响分析

拟建工程包括钻井完井、海底管线的铺设。由于平台为透水式结构，井口平台等对周边的水动力环境影响很小；海底管线埋于海底以下 1.5m，挖起的泥沙在底层流作用下自然回填管沟，对底层流影响很小。

### 7.2 地形地貌与冲淤环境影响分析与评价

本工程海域海底是典型的砂质粉砂质特征，海底平坦，广阔，多年变化不大。自海岸向海渐深，水深变化缓慢。平台采用钢制桩腿结构，为透水式结构，平台建设对地形地貌与冲淤环境的影响较小。海底管线埋在海底，施工期掀起的悬浮泥沙在水流的作用下逐渐沉积在管沟周围，由于悬浮泥沙的产生量较小，加上潮流长时间的输沙作用，不容易淤积，对海底地貌的影响较小。因此，本工程的建设对地形地貌与冲淤环境的影响较小。

### 7.3 水质环境影响预测分析与评价

#### 7.3.1 悬浮物运动方程

悬浮物质为颗粒态，它随着海水运动的同时，将在海水中沉降，并最终淤积于海底，这一特性决定了它的影响范围和影响时间是有限的。

施工掀扬起的海底悬浮泥沙，悬浮物输移—扩散过程由以下方程表示：

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} + w_f \frac{\partial S}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D_x \frac{\partial S}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( D_y \frac{\partial S}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( D_z \frac{\partial S}{\partial z} \right) + S_m$$

其中：S 水体悬沙含量，S<sub>m</sub> 为悬浮沙源项，D<sub>x</sub>、D<sub>y</sub>、D<sub>z</sub> 分别为 x、y、z 向紊动扩散系数；w<sub>f</sub> 为 z 向有效流速，w<sub>f</sub>=w-ω，ω 为悬浮泥沙静水中沉速。

岸界边界条件：
$$\frac{\partial C}{\partial \bar{n}} = 0$$

侧开边界的边界条件：

入流时  $C|_{\Gamma} = p_0$  ；

Γ 为水边界，P<sub>0</sub> 为边界上浓度，悬浮泥沙仅考虑增量，不考虑本底值，取 P<sub>0</sub>=0。

出流时 
$$\frac{\partial C}{\partial t} + U_n \frac{\partial C}{\partial \bar{n}} = 0$$
 U<sub>n</sub> 为边界法向流速；

泥沙沉速 ω 采用武汉水利电力学院静水泥沙沉速公式计算，

$$\omega = \sqrt{\left(13.95 \frac{v}{D}\right)^2 + 1.09 \alpha g D} - 13.95 \frac{v}{D}$$

其中，v 为水运动粘滞系数，取值 0.0000011cm<sup>2</sup>/s；D 为悬浮泥沙中值粒径（mm）；α 为重率系数，取 0.7。

初始条件：

模拟施工期本底值均置为 0，仅考虑悬沙增量。

### 7.3.2 施工期管线/光缆施工悬浮泥沙扩散预测

#### 7.3.2.1 管线/光缆施工预测源强及参数

根据工程分析，本工程拟建 2 条海底管线，1 条集束海缆：BZ26-3WHPC 至 BZ26-3PAPD 混输管线、BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 注水海管、BZ26-3PAPD 平台至 BZ26-3WHPC 平台的集束海缆。该海域悬浮泥沙含水率取 46%，  
，管线铺设过程中产生的悬浮泥沙源强见表 7.3-1。

表 7.3-1 悬浮泥沙产生量

序号	海底管线名称	管线长度 (km)	悬浮沙产生量 (m <sup>3</sup> )	悬浮沙源强 kg/s
1	BZ26-3WHPC 至 BZ26-3PAPD 混输管线			

2	BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 注水海管	■	■	■
3	BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 集束海缆	■	■	■
小计			■	-

7.3.2.2 管线/光缆施工预测结果

本项目管线位置相近，源强相近，因此本报告预测了 BZ26-3WHPC 至 BZ26-3PAPD 混输管线施工期间悬浮沙的扩散范围，其余两条管线进行类比。

本报告进行悬浮沙浓度预测时选取起止端点及拐点作为控制点，将每个控制点作为悬浮沙排放位置，排放时间按一个潮周期计算，分别计算大潮、小潮时的悬浮沙扩散范围并叠加，各排放点超海水水质标准的外包络线连线所围成范围即为管线施工过程中悬浮沙超海水水质标准的总包络范围。BZ26-3WHPC 至 BZ26-3PAPD 混输管线悬浮沙超标总包络图见图 7.3-1。图中等值线由外向内所代表的浓度依次

BZ26-3WHPC 至 BZ26-3PAPD 混输管线作业期间悬浮沙超标包络线面积、离管线最远距离见表 7.3-2。表 7.3-3 给出了施工期间悬浮沙超标倍数  $B_i \leq 1$ 、 $1 < B_i \leq 4$ 、 $4 < B_i \leq 9$ 、 $9 < B_i$  的包络线面积。

由计算知，

表 7.3-2 管线和集束海缆施工期间悬浮沙预测结果 (km<sup>2</sup>)

管线		超一（二）类	超三类	超四类	超一（二）类 离管线最远距 离 (km)	恢复一类 水质时间 (h)
BZ26-3WHPC 至 BZ26-3PAPD 混输管线	表层	■	■	■	■	■
	中层	■	■	■		
	底层	■	■	■		
	表层	■	■	■	■	■
	中层	■	■	■		

BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 注水海管	底层					
BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 集束海缆	表层					
	中层					
	底层					

表 7.3-3 不同超标倍数  $B_i$  的包络面积 ( $\text{km}^2$ )

		$B_i \leq 1$	$1 < B_i \leq 4$	$4 < B_i \leq 9$	$B_i > 9$
BZ26-3WHPC 至 BZ26-3PAPD 混输管线	表层				
	中层				
	底层				
BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 注水海管	表层				
	中层				
	底层				
BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 集束海缆	表层				
	中层				
	底层				

图 7.3-1 BZ26-3WHPC 至 BZ26-3PAPD 混输管线悬浮沙超标总包络范围 (中层)

图 7.3-2 BZ26-3WHPC 至 BZ26-3PAPD 混输管线悬浮沙超标总包络范围 (底层)

### 7.3.3 钻井期非油层段钻井液扩散预测

#### 7.3.3.1 非油层段钻井液预测源强及参数

根据工程施工方案, 本项目非油层段钻井液排放位置为

#### 7.3.3.2 非油层段钻井液排放预测结果

非油层段钻井液排放时长

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

由表可知 [Redacted]

表 7.3-5 非油层段钻井液排放预测结果 (km<sup>2</sup>)

	超一(二)类	超三类	超四类	超一(二)类距平台最大距离 (km)
表层	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
中层	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	
底层	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	

表 7.3-6 非油层段钻井液排放不同超标倍数总包络面积(km<sup>2</sup>)

	Bi≤1	1 < Bi≤4	4 < Bi≤9	Bi>9
表层	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
中层	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
底层	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

图 7.3-3 非油层段钻井液浓度扩散总包络范围 (表层)

### 7.3.4 钻井期非油层段钻屑扩散预测

#### 7.3.4.1 非油层段钻屑预测源强及参数

根据施工方案, 本项目非油层段钻屑排放位置为 [Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

#### 7.3.4.2 非油层段钻屑排放的预测结果

根据计算, 非油层段钻屑对海洋环境的影响主要在表层, 中层、底层无超海水水质标准水域。计算结果见表 7.3-7, 不同超标倍数的包络面积见表 7.3-8, 非油层段钻屑浓度增量包络线图见图 7.3-4。

由计算结果可知，

。

表 7.3-7 各年份非油层段钻屑预测结果 (km<sup>2</sup>)

	超一（二）类	超三类	超四类	超一（二）类距平台最大距离 (km)
表层				
中层				
底层				

表 7.3-8 各年份非油层段钻屑不同超标倍数 Bi 总包络面积 (km<sup>2</sup>)

	Bi≤1	1 < Bi≤4	4 < Bi≤9	Bi>9
表层				
中层				
底层				

图 7.3-4 非油层段钻屑浓度增量包络线 (表层)

### 7.3.5 运营期对海洋水质环境的影响

本项目运营期含油生产水经本平台生产水处理系统处理合格后全部回注地层，不排海；本工程为无人值守平台，无生活污水产生。因此本项目运营期不会对海洋水质环境产生影响。

## 7.4 沉积物环境影响分析

### 7.4.1 平台建设对沉积环境的影响分析

由于平台均采用钢导管结构，因此施工期平台对沉积物环境的影响较小，但平台桩腿部分由于深插入海中，施工过程中因打桩沉积物环境全部改变。

钻井液与钻屑入海后，在海水运动的作用下，会在海底一定的范围内沉积。钻井其沉积及分布范围受排放量、海流、水深等因素的影响。在海流作用下大部分钻屑沉积在作业平台 200m 以内，沉积面积不超过 0.01km<sup>2</sup>，200m 以外不会形成填海效应。但将会使覆盖区域的沉积物类型有所变化，并可能使沉积物中有机质等污染物的含量有所升高。

## 7.4.2 海底管缆建设对沉积环境的影响分析

### 7.4.2.1 建设期间海底管线施工对沉积环境的影响分析

在铺管期间，挖起来的沉积物被堆积在管沟两侧，挖沟结束后，在海水运动作用下将逐渐回填于管沟。因此，对底质的直接影响就是挖起和覆盖，改变了原有的沉积环境。

按照工程建设方案分析，本工程管线施工过程沉积物被挖起和覆盖，其中管沟开挖的影响面积是  $0.024\text{km}^2$ ，覆盖的影响面积是  $0.53\text{km}^2$ 。此范围内的底栖生物短期内受到破坏，并使沉积物类型发生一定的变化。

### 7.4.2.2 生产期间海底管线防腐对沉积环境的影响分析

海底管线防腐对海洋环境的污染主要来自牺牲阳极金属中的锌泄漏。根据工程分析，平台导管架水下部分和管线采用阳极防腐，设计寿命为 20 年。

BZ26-3WHPC 和 BZ26-3PAPD 平台牺牲阳极 120 块，海域中将有 120 个这样的点源，单个重量  $468.3\text{kg}$ ，锌含量按 4.5% 计算，则单个阳极每年释放到环境中的锌不到  $1.05\text{kg}$ 。工程区域悬浮沙湿密度按平均值  $1.70\text{g/cm}^3$ ，每个点源影响范围按半径  $5\text{m}$ ，影响深度  $1.5\text{m}$  计算，则单个阳极释放到周边  $5\text{m}$  范围内沉积物的含量为  $5.25 \times 10^{-6}$ ，叠加沉积物现状调查的锌平均背景值 ( $34.9 \times 10^{-6}$ )，则平台寿命期间海管周围沉积物中锌含量最大为  $40.15 \times 10^{-6}$ ，小于海洋沉积物质量标准的第一类标准值  $150 \times 10^{-6}$ ，因此平台导管防腐采用的牺牲阳极不会引起沉积物中的锌污染。

BZ26-3WHPC 至 BZ26-3PAPD 混输管线使用 45 块阳极块进行保护，海域中将有 45 个这样的点源，单个重量  $36.44\text{kg}$ ，锌含量按 4.125% 计算，则单个阳极每年释放到环境中的锌不到  $0.08\text{kg}$ 。工程区域悬浮沙湿密度按平均值  $1.70\text{g/cm}^3$ ，每个点源影响范围按半径  $5\text{m}$ ，影响深度  $1.5\text{m}$  计算，则单个阳极释放到周边  $5\text{m}$  范围内沉积物的含量为  $0.40 \times 10^{-6}$ ，叠加沉积物现状调查的锌平均背景值 ( $34.9 \times 10^{-6}$ )，则平台寿命期间海管周围沉积物中锌含量最大为  $35.30 \times 10^{-6}$ ，小于海洋沉积物质量标准的第一类标准值  $150 \times 10^{-6}$ ，因此平台导管防腐采用的牺牲阳极不会引起沉积物中的锌污染。

BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 注水管线使用 4 块阳极块进行保护，海域中将有 4 个这样的点源，单个重量  $64.13\text{kg}$ ，锌含量按 4.125% 计算，则单个阳极每年释放到环境中的锌不到  $0.13\text{kg}$ 。工程区域悬浮沙湿密度按平均值  $1.70\text{g/cm}^3$ ，每个点源影响范围按半径  $5\text{m}$ ，影响深度  $1.5\text{m}$  计算，则单个阳极释放到周边  $5\text{m}$  范围内沉积物的含量为  $0.65 \times 10^{-6}$ 。

<sup>6</sup>，叠加沉积物现状调查的锌平均背景值（ $34.9 \times 10^{-6}$ ），则平台寿命期间海管周围沉积物中锌含量最大为  $35.55 \times 10^{-6}$ ，小于海洋沉积物质量标准的第一类标准值  $150 \times 10^{-6}$ ，因此平台导管防腐采用的牺牲阳极不会引起沉积物中的锌污染。

## 7.5 海洋生态环境影响分析与评价

### 7.5.1 海洋生态环境的影响

#### 7.5.1.1 工程对浮游生物的影响

本工程海底管线和集束海缆铺设搅起的小颗粒轻物质悬浮于水中，将使海水浑浊度增加，透明度降低，致使光合作用降低，从而影响浮游植物的繁殖生长，基础生产力将受到影响。但由于底质多以粉砂和砂质粉砂为主，沉积物粒径较粗，水中悬浮物沉降速度快，运移规模也小，沉积物悬浮时间较短，因此挖沟而引起的海水透明度会很快得到恢复。

#### 7.5.1.2 工程对浮游动物的影响分析

浮游植物生产的产物基本上要通过浮游动物这个环节才能被其他动物所利用，浮游动物通过摄食影响或控制初级生产力，同时其种群动态变化又可能影响许多鱼类和其他动物资源群体的生物量。集束海缆铺设挖起的悬浮沙将增加海水的浑浊度，减少了透光层的厚度，使生物合成量减少，同时使整个水层的浮游植物的生产力水平下降，对浮游植物生长繁殖造成不利，进一步影响了浮游动物的摄食能力和摄食量，从而也影响了浮游动物的生长和繁殖。但这种影响是短时期的，完成作业之后，通过一系列的稀释、吸附、沉淀或扩散等海洋环境的物理过程，从而恢复浮游生物的正常生存环境。

#### 7.5.1.3 工程对底栖生物资源的影响评价

铺设海底管线、集束海缆挖沟所破坏的海底面积及在沟两侧所堆积的挖沟泥沙对底栖生物造成毁灭性破坏，并对其周围底栖生物的生长造成一定的影响，使底栖生物量减少，在一定时间内会破坏施工现场周围海底部分底栖生物并影响沿管线、集束海缆一带的海底生态环境，对底栖生物的影响主要是对底栖生物的掩埋作用。

堆积在管沟两侧的沉积物，在海水运动作用下部分将很快回填于管沟。但挖沟所破坏的海底海床以及在沟两侧所堆积的泥沙对底栖生物的掩埋造成破坏，并对其周围底栖



生物的生长造成一定的影响，使底栖生物量减少，在一定时间内会破坏周围底栖生物并影响沿集束海缆一带的海底生态环境。但随着施工结束以及时间的推移，集束海缆路由区的底栖生态会逐渐得到恢复。

#### 7.5.1.4 工程对海洋资源的影响

施工产生的悬浮物可以阻塞鱼类的鳃组织，造成其呼吸困难，严重的可能会引起死亡。对渔业资源会产生一定的影响。悬浮物对渔业资源的影响除可产生直接致死效应外，还存在间接、慢性的影响，例如：① 造成生物栖息环境的改变或破坏，引起食物链和生态结构的逐步变化，导致生物多样性和生物丰度下降；② 造成水体中溶解氧、透光度和可视性下降，使光合作用强度和初级生产力发生变化，进而影响水生动物的生长和发育；③ 混浊的水体使某些种类的游动、觅食、躲避致害、抵抗疾病和繁殖的能力下降，降低生物群体的更新能力等。

此外，施工对渔业的影响还体现在浮游动物与浮游植物食物供应所受到的影响上。浮游植物和浮游动物是海洋生物的初级和次级生产力，施工过程会对浮游植物和浮游动物的生长产生不利影响，严重时甚至会导致死亡。部分鱼类是以浮游植物为食，而且这些种类多为定置性种类，活动能力较弱，工程施工期就会对其生长产生不利影响。因此，从食物链的角度考虑，施工不可避免对鱼类和虾类的存活与生长产生明显的抑制作用，对渔业资源带来一定负面影响。

### 7.5.2 海洋渔业资源损失估算

本工程对渔业资源的主要影响因素为：管线和集束海缆铺设、钻井液排放、钻屑排放的悬浮沙。

#### 7.5.2.1 生物损失量评估方法

生物量损失计算参照中华人民共和国农业部发布的水产行业标准《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）中的有关规定进行。

污染物扩散范围内对海洋生物资源的损害评估，分一次性损害和持续性损害。

1) 一次性损失计算方法：

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij}$$

式中：

$W_i$ ——第  $i$  种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾（尾）、个（个）、千克(kg)；

$D_{ij}$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区第  $i$  种类生物资源密度，单位为尾平方千米（尾/ $\text{km}^2$ ）、个平方千米（个/ $\text{km}^2$ ）、千克平方千米（ $\text{kg}/\text{km}^2$ ）；

$S_j$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区面积，单位为平方千米（ $\text{km}^2$ ）；

$K_{ij}$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区第  $i$  种类生物资源损失率，单位为百分之(%)；

$n$ ——某一污染物浓度增量分区总数。

### 2) 持续性损失计算方法

当污染物浓度增量区域存在时间超过 15 d 时，应计算生物资源的累计损害量。计算以年为单位的生物资源的累计损害量按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

式中：

$M_i$ ——第  $i$  种类生物资源累计损害量，单位为尾、个或千克（kg）；

$W_i$ ——第  $i$  种类生物资源一次平均损害量，单位为尾、个或千克（kg）；

$T$ ——污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15），单位为个。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），各类生物的损失率取值如下。

表 7.5-1 污染物对各类生物损失率

污染物 $i$ 的超标倍数 ( $B_i$ )	各类生物损失率 (%)		
	鱼卵和仔稚鱼	成体	幼体
$B_i \leq 1$ 倍	5	1	5
$1 < B_i \leq 4$ 倍	10	5	10
$4 < B_i \leq 9$ 倍	30	10	30
$B_i \geq 9$ 倍	50	20	50

### 3) 底栖生物损失计算方法

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），底栖生物损失按以下公式计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

$W_i$ ——第  $i$  种生物资源受损量，单位为尾或个或千克（kg），这里指底栖生物和潮间带生物资源受损量。

$D_i$ —评估区域内第  $i$  种生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km<sup>2</sup>]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km<sup>3</sup>]或千克每平方千米（kg/km<sup>2</sup>）。在此为底栖生物和潮间带生物生物量。

$S_i$ —第  $i$  种生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km<sup>2</sup>）或立方千米（km<sup>3</sup>）。本报告中指铺设集束海缆开挖海底面积。

### 7.5.2.2 生物量损失计算参数

根据现状调查资料选取本次生物损失量计算的参数，具体参数如表 7.5-2 所示。

表 7.5-2 生物量取值

种类	春季密度	秋季密度	计算取值（平均值）
底栖生物(g/m <sup>2</sup> )			
鱼卵（粒/m <sup>3</sup> ）			
仔稚鱼（尾/m <sup>3</sup> ）			
鱼类成体（kg/km <sup>2</sup> ）			
头足类成体（kg/km <sup>2</sup> ）			
甲壳类成体（kg/km <sup>2</sup> ）			
幼鱼（尾/km <sup>2</sup> ）			
头足类幼体（尾/km <sup>2</sup> ）			
甲壳类幼体（尾/km <sup>2</sup> ）			

### 7.5.2.3 工程对底栖生物资源的影响评价

工程对底栖生物的影响主要是在施工阶段，管线铺设期间，挖起来的沉积物被堆积在管沟两侧，在挖沟结束后，在海水运动作用下将逐渐回填于缆沟。因此，对底质的直接影响就是由于挖起和覆盖，改变了原有的沉积环境，破坏了底栖生物的栖息地。

估算挖沟掘起的沉积物对沟两边的覆盖宽度大约

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

表 7.5-3 本工程造成的底栖生物的损失量

影响环节		影响面积 (m <sup>2</sup> )	密度 (g/m <sup>2</sup> )	损失率 (%)	损失量 (t)	
BZ26-3WHPC 至 BZ26-3PAPD 混输管线	管沟开挖	■	■	■	■	
	离管沟 10m 内	■		■	■	
	离管沟 10~20m	■		■	■	
BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 注水海管	管沟开挖	■		■	■	
	离管沟 10m 内	■		■	■	
	离管沟 10~20m	■		■	■	
BZ26-3PAPD 至 BZ26-3WHPC 集束海缆	管沟开挖	■		■	■	■
	离管沟 10m 内	■			■	■
	离管沟 10~20m	■			■	■
钻屑	覆盖 2cm 厚度	■			■	■
合计						■

7.5.2.4 施工阶段管缆铺设悬浮泥沙对渔业生物资源的影响评价

本次工程新铺设海底混输管线、注水海管和集束海缆各一条，管线施工期间悬浮泥沙浓度增量区域存在时间不超过 15 d，按一次性损失计算。根据数值预测结果，管缆悬浮沙超标范围在中层和底层，表层无超标水域，因此计算时将底层、中层超标面积取平均，水深取中层和底层水深（14m），本工程管线施工悬浮泥沙扩散对渔业生物资源造成的总损失估算见表 7.5-4。

表 7.5-4 悬浮沙扩散对渔业生物总损失量的估算

生物资源	资源密度	影响面积 (km <sup>2</sup> )	损失率	损失量 (ind.或 kg)
鱼卵	■	■	■	■
		■	■	
		■	■	
		■	■	
仔稚鱼	■	■	■	■
		■	■	
		■	■	
		■	■	
鱼类成体	■	■	■	■
		■	■	
		■	■	
		■	■	
头足类成体	■	■	■	■

生物资源	资源密度	影响面积 (km <sup>2</sup> )	损失率	损失量 (ind.或 kg)
甲壳类成体				
幼鱼				
头足类幼体				
甲壳类幼体				

7.5.2.5 施工阶段非油层段钻井液对渔业生物资源的影响评价

根据工程分析和数值预测结果，非油层段钻井液为一次性排放 2 批次，超标范围仅在表层，因此计算时取表层超标面积，水深取表层水深（7m），按一次性损失估算非油层段钻井液扩散对渔业生物资源造成的损失，具体见表 7.5-5。

表 7.5-5 非油层段钻井液扩散造成渔业生物资源总损失量估算

生物资源	资源密度	影响面积 (km <sup>2</sup> )	损失率	排放次数	总损失量 (ind.或 kg)
鱼卵					
仔稚鱼					
鱼类成体					

生物资源	资源密度	影响面积 (km <sup>2</sup> )	损失率	排放次数	总损失量 (ind. 或 kg)
头足类成体					
甲壳类成体					
幼鱼					
头足类幼体					
甲壳类幼体					

7.5.2.6 施工阶段非油层段钻屑对渔业生物资源的影响评价

根据数值预测结果，非油层段钻屑超标范围仅在表层，因此计算时取表层超标面积，水深取表层水深（7m），持续周期为 10，估算非油层段钻屑扩散对渔业生物资源造成的损失，具体见表 7.5-6。

表 7.5-6 非油层段钻屑扩散造成渔业生物资源损失量估算

生物资源	资源密度	影响面积 (km <sup>2</sup> )	损失率	持续周期	总损失量 (ind. 或 kg)
鱼卵					
仔稚鱼					
鱼类成体					

生物资源	资源密度	影响面积 (km <sup>2</sup> )	损失率	持续周期	总损失量 (ind. 或 kg)
头足类成体					
甲壳类成体					
幼鱼					
头足类幼体					
甲壳类幼体					

7.5.2.7 生物损失量小结

综上，本项目建设造成的海洋生物资源损失量汇总见表 7.5-7。

表 7.5-7 海洋生态环境损失汇总

生物名称	管线铺设	管线铺设搅起的悬浮沙	钻井液	钻屑	合计
底栖生物 (t)					
鱼卵 (粒)					
仔稚鱼 (尾)					
鱼类成体 (kg)					
头足类 (kg)					
甲壳类 (kg)					
幼鱼 (尾)					
头足幼体 (尾)					
甲壳类幼体 (尾)					

## 7.6 主要环境敏感目标和海洋功能区环境影响分析

### 7.6.1 项目对周围海域开发活动的影响分析

该项目位于渤海湾南部浅海海域，所在区为新北油田主要油气开发区。工程周边产业大体可以分为海洋油气勘探开发、海洋渔业捕捞、海水养殖业、港口航运业、旅游业等等。本油田多年来做到注采平衡、保持稳产，本项目的含油生产水全部回注至新北油田其他平台。本项目的建设不会对周边的海域开发活动产生不利影响。

### 7.6.2 项目对周围敏感目标的影响分析

#### 7.6.2.1 项目对海洋特别保护区的影响分析

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]，可认为本工程建设和运行对其无影响。

#### 7.6.2.2 项目对自然保护区的影响分析

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]，可认为本工程建设和运行对其无影响。

#### 7.6.2.3 项目对水产种质资源保护区的影响分析

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]，距离本工较远，可认为本工程建设和运行对其无影响。

#### 7.6.2.4 项目“三场”渔业敏感目标的影响分析

[REDACTED]

[REDACTED]



运营期含油生产水经本平台生产水处理系统处理合格后全部回注地层，不排海；本工程为无人值守平台，无生活污水产生。因此本项目运营期不会对渔业“三场一通道”产生影响。

#### 7.6.2.5 项目对养殖区的影响分析

。距离本工较远，可认为本工程建设和运行对其无影响。

### 7.7 其它内容的环境影响分析与评价

#### 7.7.1 固体废弃物环境影响分析

本项目工程建设施工期、运行期产生一定固体废物，采取分类收集，全部运回陆地由锦州永盛废油再生有限公司处理，对海洋环境影响较小。

#### 7.7.2 声环境影响分析与评价

本油田远离陆地居民区，噪声主要对操作人员有一定影响。生产过程中产生的噪声主要为稳态噪声，根据同类项目噪声监测数据，施工过程的施工机械和船舶产生的噪声一般在 85dB（A）左右，符合《工艺企业设计卫生标准》（GBZ1-2002）。操作人员主要以巡检为主，在噪声环境中所处时间很短，并且配有耳罩等防护工具，因此噪声对人员影响很小，项目建成后工作场所噪声强度在正常情况下符合国家卫生标准。

#### 7.7.3 项目对通航的影响分析

本部分内容引自《渤中 26-3 油田扩建项目通航安全影响咨询报告》（交通运输部水运科学研究院，2019 年 7 月）。

### 7.7.3.1 本工程对附近航路的影响分析

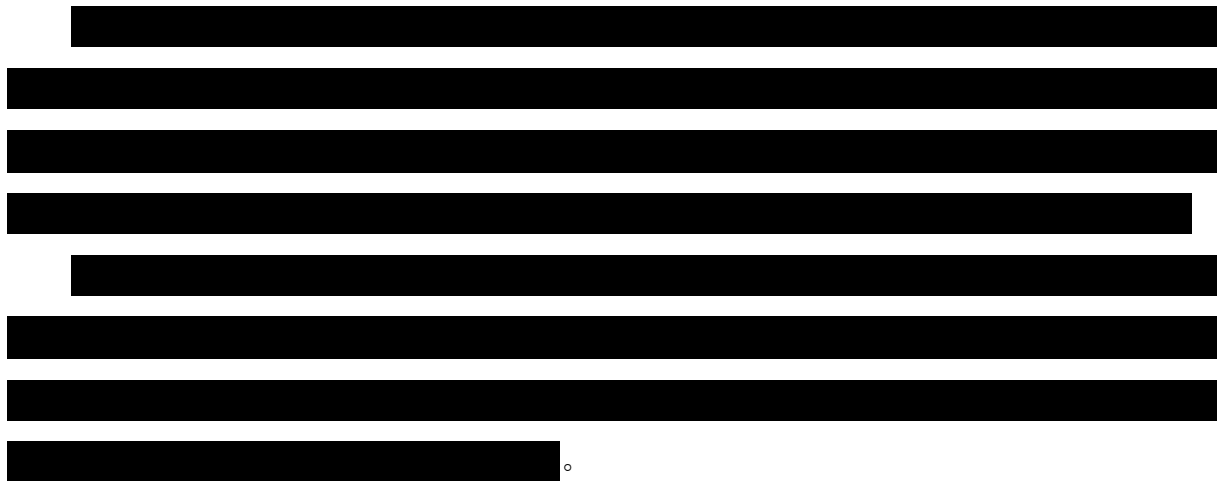
工程周边存在天津-长山水道、黄骅-长山水道等航路，以及滨州港-长山水道、东营港-大连港等习惯航线，各航路/习惯航线与工程位置关系如图 7.7-1 所示。

表 7.7-1 工程平台与附近航路/线最近距离 (nmile)

附近航路	与工程最近距离 (nmile)		
	BZ26-3WHPC	BZ26-3PAPD	工程海管/集束海缆
黄骅-长山水道航路	■	■	■
天津-长山水道航路	■	■	■
滨州港-长山水道航线	■	■	■
东营港-大连港航线	■	■	■

图 7.7-1 工程与附近航路/线位置关系示意图

#### 1、工程平台



#### 2、工程海管/集束海缆



### 7.7.3.2 工程对港口设施的影响分析

工程周边港口主要有东营港、潍坊港、滨州港等，工程海管/集束海缆与周边航道、锚地相距较远（XXXXXXXXXX）。工程的建设不影响附近港区内的码头等港口设施的功能，不会对港内设施产生影响。

图 7.7-2 工程周边各港口示意图

### 7.7.3.2 工程施工对通航的影响分析

工程施工期间，主要是在船舶运输和海上施工作业等环节可能对附近水域通航安全产生影响。

#### 一、海上运输

##### 1、工程海管/集束海缆

工程运输活动对过往船舶通航安全，影响有限。为保障运输作业安全，建议妥善选择作业窗口；运输过程中，施工船舶加强瞭望，谨慎驾驶，密切注意周围船舶动态，与过往船舶安全避让，避免紧迫局面发生。

##### 2、工程平台

工程平台结构物预制完成后，滑移装船，拖航至施工现场进行海上吊装。由于拖航速度有限、水上受风面积较大、会穿越其他习惯航路与过往船舶形成交叉会与局面等原因，存在一定的通航风险。

一般情况下，工程平台结构拖带作业施工前，建设、施工单位将会召开拖带方案专家审查会和风险分析会，最终的拖带方案会上报海事主管机关审核、备案。

#### 二、海上施工

##### 1、工程海管/集束海缆

###### （1）施工对过往船舶的影响

工程海管/集束海缆施工占用一定的水域，对附近航行船舶通航安全造成一定的影响。为保障工程施工作业安全，降低工程建设对附近过船舶通航安全所造成的影响，建议工程海管/集束海缆采用分段施工的方式进行施工，及早公布各阶段具体施工作业时间、范围；采取动态报告制度，通过 VHF16 频道不间断对外发布作业信息，加强与附近船舶的联系，防止过往船舶误入施工水域。

###### （2）施工对邻近管线的影响

工程海管/集束海缆路由与 BZ26-3WHPA-BZ25-1WHPD 混输海管和集束海缆路由相交越，与已建 BZ26-2WHPA 至 BZ26-3WHPA 之间海管和集束海缆相交越。建议工程海管/集束海缆施工至交越段时，准确定位施工船舶，严格按照防护设计进行施工，避免对已建海管线造成损伤。

## 2、工程平台

### (1) 施工对过往船舶的影响

工程平台附近水域存在船舶通航情形，施工时占用一定的水域，对附近航行船舶通航安全造成一定的影响。为保障过往船舶通航安全和工程平台施工作业安全，降低工程建设对附近过船舶通航安全所造成的影响，建议建设单位提前向海事主管机关申请发布航行通（警）告；加强安全值守，通过 VHF16 频道不间断对外发布作业信息，保持内外通讯联络畅通，加强与附近船舶的联系，防止过往船舶误入施工水域。

### (2) 施工对邻近管线的影响

。BZ26-3WHPC 施工建设时，施工船舶准确定位，避免对附近海管/集束海缆造成损伤。

## 8 环境风险分析与评价

### 8.1 环境风险危害识别与事故频率估算

在海上油田开发过程中，由于涉及大量易燃、易爆石油和天然气产品，加上油田开发工艺、设备运行的复杂性，因而存在着发生油气泄漏、火灾和爆炸等重大事故的潜在风险，它们会严重危害环境以及人群生命和健康。因此，溢油风险分析与评价专题是本次环境影响评价的工作重点之一。

#### 8.1.1 风险潜势初判

本项目评价的 BZ26-3WHPC~BZ26-3PAPD 海底混输管道为主要危险物质为石油类物质，根据《建设项目风险评价技术导则》（HJ169-2018）确定油类危险性物质的临界量  $Q_{\text{柴油}}$  为 2500t，本次评价中油类物质存量按海底输油管道容量总和计算。本项目共涉及 1 条海底输油管道，输油管道容量总合为 127m<sup>3</sup>，管道输送物质为原油，含水率取 11.8%，密度取 0.899t/m<sup>3</sup>，因此本项目油类物质最大存量  $q$  约为 100t。由危险物质数量与临界量比值  $Q$  的计算公式：

$$Q = \frac{q}{Q_{\text{柴油}}}$$

经计算，本项目危险物质数量与临界比值  $Q < 1$ ，项目风险潜势为 I。

根据风险潜势判断，本项目的风险评价等级为简单分析。但鉴于原油为重点关注的风险物质，且一旦溢油对海洋生态环境和项目周边环境敏感区影响影响较大，因此，选择管线原油泄漏作为最大可信事故进行溢油预测，并根据预测结果进行风险防范措施可行性分析。

#### 8.1.2 油气泄漏事故风险识别

##### （1）井涌或井喷

正常生产作业过程中，发生井涌或井喷的概率较小。在修井作业中，由于修井液比重失调、防喷措施不当及其他误操作等原因，可能导致发生井涌，若不及时控制或控制不当，可能引发井喷事故。伴随井喷释放的有油品和大量烃类物质，当烃类物质聚集到

爆炸浓度后，遇明火可能引发平台火灾、爆炸。

## （2）平台溢油事故

生产阶段，井口保护架上进行油气输送作业时，可能由于设备或人为误操作等原因引起油气泄漏，当泄漏物浓度聚集达到爆炸极限时遇到诸如静电起火、机械撞击起火或吸烟等明火便酿成火灾和爆炸，从而导致事故升级，可能造成油品泄漏入海。

## （3）海管、立管溢油事故

海底管道与立管可能因穿孔、破裂等事故导致油气泄漏。研究表明，导致海底管道与立管事故的内部原因有管道腐蚀、材料缺陷等；外部原因有海面失落重物的撞击、渔船拖网或误抛锚、人员误操作、自然灾害等。

由于海流、海浪、海床侵蚀和海底不稳定性等多种复杂因素联合作用而导致海底土壤流失和掏空，致使管道水平段和平台附近立管段在海底出现裸露和掏空。冲刷分为：局部冲刷、整体冲刷和海床整体移动。海底冲刷始终处于不稳定动态过程中。由于潮汐的原因在同一地点不同的时段冲刷程度是不同的，流大时冲刷，流小时淤积，尤其是在急流或风暴过后变化更为明显。

## （4）海底管线冲刷悬空、断裂风险

近岸区水动力对海底作用的强烈冲刷，对海底管道的稳定性构成潜在威胁。冲刷并不是导致管线破坏的直接原因，但可间接危害其稳定性。海底电缆及管道在海底的铺设可分为裸露与埋设两种形式。对于裸露管线，周围土体的冲刷可导致其悬空，在波浪、海流的水平拖拽力与竖向压迫力作用下容易断裂。对于埋设管线，风暴潮造成管道上浮下沉及随土层的缓移滑动；当海流和波浪作用足够强时，电缆及管道上方的覆盖层将渐渐被冲蚀，使其暴露于海水波浪冲击的动态作用下，进而形成冲刷凹坑，可能导致管道的悬空、位移和破坏。

海底管道在设计时，要求埋至泥面以下 1.5 米处，在正常情况下管道在温度和压力作用下都承受着相当大的内部作用力。如果海底管道一旦发生裸露、悬空，海流在流经管线时将对管线产生巨大的作用力，将会使得管线产生涡流振动，当达到一定的程度，海管可能发生断裂或开裂的现象，断裂或开裂一旦发生就会有大量原油溢出，不仅造成停产，更严重的是对周边海域造成严重的污染，对生态环境有极大的破坏作用。

## （4）船舶碰撞泄漏事故

平台附近主要有供应船、值班船等。此外，在该海域航行的外来航船也有可能

田设施发生碰撞导致油品泄露。

### (5) 地质性溢油风险事故

对于断裂系统十分复杂的油气田，不恰当注入会造成储层压力高压异常，若储层附近恰好存在着连通海床的自然地质断层，储层压力可能使储层流体沿附近的地质断层自储层段运移至海床而造成油气泄漏事故。此外，如油气田表层套管下深不足或固井质量差，在钻遇异常高压油气层时也可能产生地质性油气泄漏事故。

地质性溢油风险分析详见第 8.5 节。

## 8.1.3 油气泄漏事故源项分析

由于海上油田工程开发作业过程中引发溢油事故的因素复杂，加上已掌握的统计数据有限，要对所有事故的发生概率做定量分析是十分困难的，本节事故概率分析主要参考国际油气生产商协会（OGP）编制的《风险评估数据指南》（2010 年 3 月版）。《风险评估数据指南》归纳整理了挪威科学工业研究基金会（SINTEF）、挪威船级社（Det Norske Veritas）等机构统计的海油工程事故数据。主要数据涵盖了英国大陆架、北海、墨西哥湾等海域石油开采工程中的井涌、井喷、储罐泄漏、海底管道与立管泄漏、船舶碰撞等事故概率。本节借助于《风险评估数据指南》中的数据，结合本油田工程特点对开发生产过程中可能导致较严重溢油的事故可能性进行定量定性分析。

### (1) 井涌或井喷

《风险评估数据指南》统计了 1980~2005 年美国墨西哥湾外大陆架、英国大陆架、挪威海域等海域发生的井喷事故，其中常规油井发生井涌和井喷的概率见表 8.1-1。

表 8.1-1 常规油井井涌和井喷事故概率

井别	事故频率		
	井涌	井喷	单位
生产井	$2.9 \times 10^{-6}$	$2.6 \times 10^{-6}$	次/（井·a）
注水井	-	$2.4 \times 10^{-6}$	次/（井·a）

根据工程方案，本工程生产井数为  $\blacksquare$  口，注水井  $\blacksquare$  口。根据表 8.1-1 估算，生产井发生井涌的概率为  $1.74 \times 10^{-5}$  次/a，井喷的概率为  $1.56 \times 10^{-5}$  次/a，注水井发生井喷的概率为  $1.44 \times 10^{-5}$  次/a。

### (2) 平台火灾

根据 S.Fjeld 和 T.Andersen 等人通过对北海油田的事故分析，给出了海上生产设施各区的火灾事故发生频率：

井口区，约为  $1.0 \times 10^{-3}$  次/年

油气处理区，约为  $4.0 \times 10^{-3}$  次/年

储油区，约为  $2.0 \times 10^{-3}$  次/年

油气输送区，约为  $3.0 \times 10^{-4}$  次/年

分离器区，约为  $4.0 \times 10^{-4}$  次/年

本工程包括 1 个井口区，1 个油气分离区，由此估算生产运营期间，火灾事故发生频率为  $5 \times 10^{-3}$  次/年。由火灾引起溢油事故概率至少比火灾事故概率低一个数量级，因此，泄漏溢油事故概率不高于  $5 \times 10^{-4}$  次/a。

### (3) 海底管道/立管油气泄漏事故

海底管道突发事故风险，主要是指海底管道在生产运营期间，因长期受海流冲刷、过往船只误锚、拖锚及地震等环境因素的影响，存在着潜在的被损坏的风险。

根据莫特麦克唐 (Mott McDonald) 公司 2003 年出版的报告《PARLOC 2001: The update of Loss of containment Date for Offshore Pipeline》，该报告中统计了相关海域 1567 条海管，共 24837km，328858km·a。同时，挪威船级社 (Det Norske Veritas, DNV) 的《Riser/Pipeline Leak Frequencies, 2006》对 PARLOC2001 报告进行了修正。具体见表 8.1-2。

表 8.1-2 不同管径的管道在不同位置的事故率统计

管道	管道运行总量	频率	单位
海底管线 (开阔海域)	井流管线，以及输送未处理流体的小管线	$5.0 \times 10^{-4}$	次/km·a
	输送处理后的油气，钢管管径 $\leq 24$ 英寸	$5.1 \times 10^{-5}$	次/km·a
	输送处理后的油气，管径 $> 24$ 英寸	$1.4 \times 10^{-5}$	次/km·a
立管	钢管—管径 $\leq 16$ 英寸	$9.1 \times 10^{-4}$	次/a
	钢管—管径 $> 16$ 英寸	$1.2 \times 10^{-4}$	次/a
	软管	$6.0 \times 10^{-3}$	次/a

本项目评价工程海底输油管线总长度为 [ ]，输送物质为未处理的油气，由此计算管道发生事故的概率为  $2.20 \times 10^{-3}$  次/a。立管段采用双层保温钢管，管径小于 16 英寸，因此计算出立管段发生事故的概率为  $9.1 \times 10^{-4}$  次/a。

### (4) 船舶碰撞泄漏事故

平台附近主要有供应船、值班船等。此外，在该海域航行的外来航船也有可能油田设施发生碰撞。根据《风险评估数据指南》(2010)，船舶与平台等油田设施发生碰撞的概率见表 8.1-3。



表 8.1-3 船舶碰撞概率

船舶类型	碰撞频率（世界范围）	亚洲地区分配系数	造成重大损伤	碰撞概率
本油田船舶	$8.8 \times 10^{-3}$	0.17	26%	$3.9 \times 10^{-6}$
外来航船	$2.5 \times 10^{-3}$	0.17	26%	$1.1 \times 10^{-6}$

本工程中，发生船舶碰撞并造成产生重大损伤的概率为  $5.0 \times 10^{-6}$  次/a。发生重大损伤不一定会引起溢油事故，因此，船舶碰撞引发溢油事故的概率将更小。

#### 8.1.4 溢油事故溢油量估计

##### (1)井喷

根据国内有关统计资料，我国在生产井钻井中尚未发生过井喷事故。本项目补充评价的 5 个平台已经建成，施工过程中并未发生井喷事故。因此，本项目与类比对象（墨西哥湾井喷事件）的规模、案例情况不一致。此外，本项目各平台发生井喷的概率很低。经过上述分析，本项目不定量给出井喷溢油量。当发生井喷事故时，井流的喷放量很大，是难以估计的。

##### (2)船舶碰撞

油田在施工主要使用的船舶有浮吊船、驳船、铺管船、铺缆船、拖轮、钻井船等。此外，在该海域航行的外来航船也有可能与油田设施发生碰撞，但该风险事故情景发生的概率很低。因此，本项目重点分析施工阶段的船只发生碰撞的溢油事故风险。

本项目施工过程中参与的船只使用频次和调配情况不同，自升式钻井船就位于平台的两侧，升起后船底距离海平面一定距离，施工船舶不会与其发生碰撞，同时钻井期间划定了钻井船避让区，设置了安全作业区，钻井船发生泄漏的可能性极小；浮吊船就位后，主要进行吊装作业，与其他船舶的交叉作业时间较短，发生碰撞的可能性较小；铺管船施工作业有驳船和拖轮辅助作业，但交叉作业时间较短，辅助船舶使用数量较少，发生碰撞溢油的可能性较小。而施工过程中，驳船主要用于运送物料，拖轮多为“三用功能船”，船舶使用频繁，与其他船舶交叉作业的时间较长，发生碰撞溢油的可能性相对较大。因此，本项目以驳船和拖轮的燃料油舱的单舱最大舱容作为施工船舶碰撞漏油量。驳船最大舱容为  $126 \text{ m}^3$ ，拖船单舱最大舱容为  $59 \text{ m}^3$ ，因此本项目船舶碰撞最大可能溢油量取  $126 \text{ m}^3$ 。

##### (3)海管/立管破裂

生产阶段溢油事故的主要排放物质可能是原油。根据海底管道事故统计分析结果，发生管道腐蚀穿孔、小孔泄漏的事故概率最高，发生管道断裂事故的概率相对较小；一

且管道发生泄漏事故，自动控制系统将在 30s 内启动应急关断系统，生产阶段溢油事故的主要泄漏物质是原油。本工程采用的海底管道溢油量选择本次所评价的 BZ26-3WHPC~BZ26-3PAPD 混输管道的量进行估算。该管道长 [ ]，内管尺寸为 [ ]，管道容积为 [ ]。当海底管道发生泄漏事故时，在 30s 内将启动自动关断系统，应急关断启动后，管道内压力逐渐下降，当管道内压力下降至与管道外环境压力相同时，原油将不再溢出管道。

管道泄漏时，选取最不利情形即管道断裂进行评价。通常按美国矿业管理部(MMS)管道油品泄漏量估算导则(MMS2002-033)给出的估算模式计算原油的泄漏量，该模式由两部分组成，一部分是阀门关闭后至压力平衡前的泄漏量，另一部分是关闭阀门前的泄漏量，两项之和即为总泄漏量，计算式为：

$$V_{rel} = 0.1781 \cdot V_{pipe} \cdot f_{rel} \cdot f_{GOR} + V_{pre-s} H_{ut}$$

式中：

$V_{rel}$  为原油泄漏量， bbl (1 桶=0.14 t)；

$V_{pipe}$  为管段体积，  $ft^3$  ( $1ft^3=0.0283m^3$ )；

$f_{rel}$  为最大泄漏率，取 0.3；

$f_{GOR}$  为压力衰减系数，取 0.3；

$V_{pre-s} H_{ut}$  为截断阀关闭前泄漏量， bbl。

本工程海底管道体积约为  $127m^3$ ，合  $4487ft^3$ ，则原油泄漏量  $V_{rel}$  为 71.9 bbl，合 10t。

截断阀关闭前泄漏量 ( $V_{pre-s} H_{ut}$ ) 根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018) 中推荐的液体泄漏速率公式计算：

$$Q_L = C_d A \rho \sqrt{\frac{2(P - P_0)}{\rho} + 2gh}$$

式中： $Q_L$ ——液体泄漏速度， kg/s；

$C_d$ ——液体泄漏系数，此值常用 0.6~0.64；

$A$ ——裂口面积，  $m^2$ ；全管径泄露则裂口面积为  $0.029m^2$ ；

$\rho$  ——泄露液体密度，  $kg/m^3$ ；取本油田原油密度  $899kg/m^3$ ；

$P$ ——容器内介质压力， Pa；管道内物流最大设计压力为 3300kPa；

$P_0$ ——环境压力， Pa；取 190kPa；

$g$ ——重力加速度， $9.81\text{m/s}^2$ ；

$h$ ——裂口之上液位高度， $\text{m}$ ；取  $0\text{m}$ 。

假定 BZ26-3WHPC~BZ26-3PAPD 混输管道发生溢油，该处水深约 [ ]，管道内物流压力 [ ]，环境压力  $190\text{kPa}$ ，液体泄漏系数取  $0.64$ ，在考虑全管径泄露的前提下，根据公式计算得出泄露速度为  $1387\text{kg/s}$ ，应急关断时间  $30\text{s}$ ，则泄露量为  $41.6\text{t}$ 。

综上，关闭阀门前的泄漏量为  $41.6\text{t}$ ，阀门关闭后至压力平衡前的泄漏量为  $10\text{t}$ ，则管道溢油量为  $51.6\text{t}$ ，合  $57.39\text{m}^3$ ，取整后以  $58\text{m}^3$  作为溢油预测源强。

生产阶段具体可能溢油量见表 9.1-4。

表 9.1-4 生产阶段可能溢油量

事故类型	排放物	溢油量 ( $\text{m}^3$ )	规模	环境风险值
井喷	井流	难以估计	不定	高
火灾、爆炸	原油	难以估计	不定	高
地质性溢油	原油	难以估计	不定	高
海底管道破裂	原油	58	较大	高
船舶溢油	燃料油	126	大	很低

### 8.1.5 环境风险与最大可信事故

根据各类事故发生概率和可能发生的溢油规模，可将油田开发工程溢油事故的相对环境风险进行归纳，参见表 8.1-5。由以上的分析/论述可知，本工程主要溢油事故来自井喷、火灾爆炸、海管泄漏、地质因素、船舶碰撞等。不同的溢油事故带来的环境风险程度不同。事故风险高低通常用风险值大小来表征，风险值定义为风险概率与事故后果或危害程度的乘积。进行环境风险分析的目的是确定那些环境风险程度较高的溢油事故，从而采取相应的防范措施。有上述可确定本项目最大可信事故为泄露  $58\text{m}^3$  原油海管/立管泄露事故，发生事故的的概率为  $2.24 \times 10^{-4}$  次/a。

表 8.1-5 各类溢油事故环境风险判别

事故类型	规模	事故概率	环境风险值
井喷	不定	中	高
火灾、爆炸	不定	中	高
海管/立管泄漏	较大	中	高
船舶碰撞导致供应船油舱破裂	重大	很低	很低

以下就油田溢油事故中环境风险相对高的井喷、海管/立管破裂和平台火灾爆炸的环境风险进行事故树分析，以确定各种事故不同情况下的环境风险级别。按照对环境的影响程度，环境风险级别依次分为 A、B、C、D 四级。A 级表示对环境影响严重，

其次为 B 和 C，D 级表示对环境无影响。

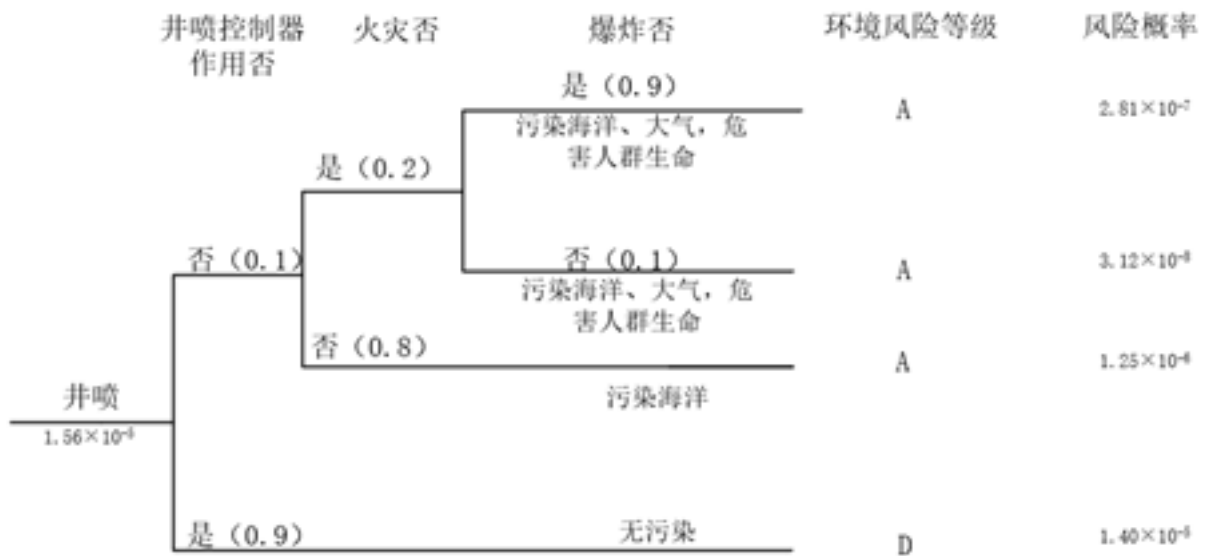


图 8.1-1 井喷事故环境风险事故树

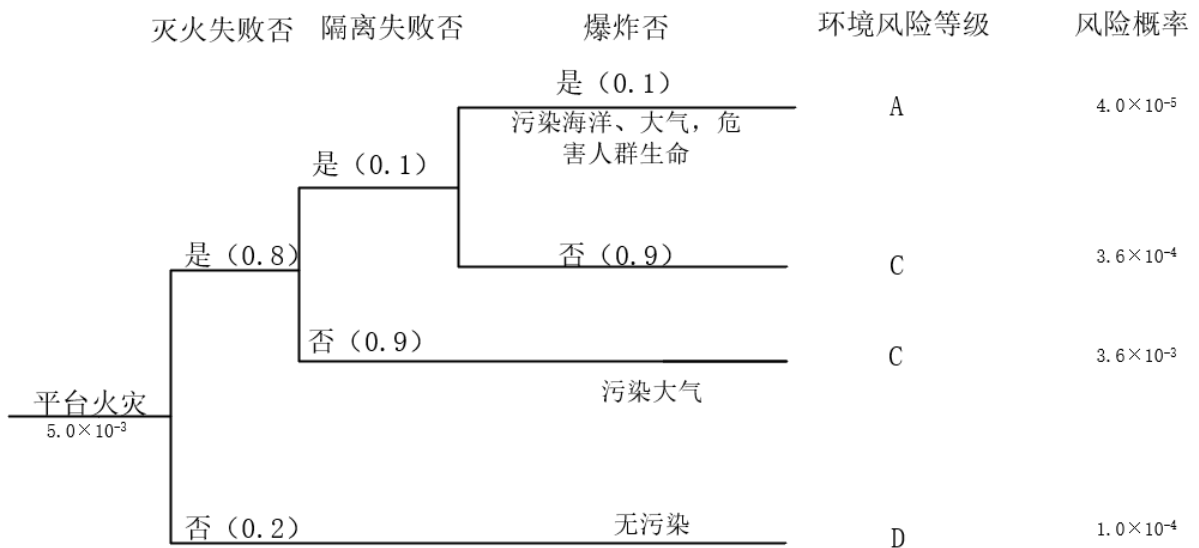


图 8.1-2 平台事故环境风险事故树

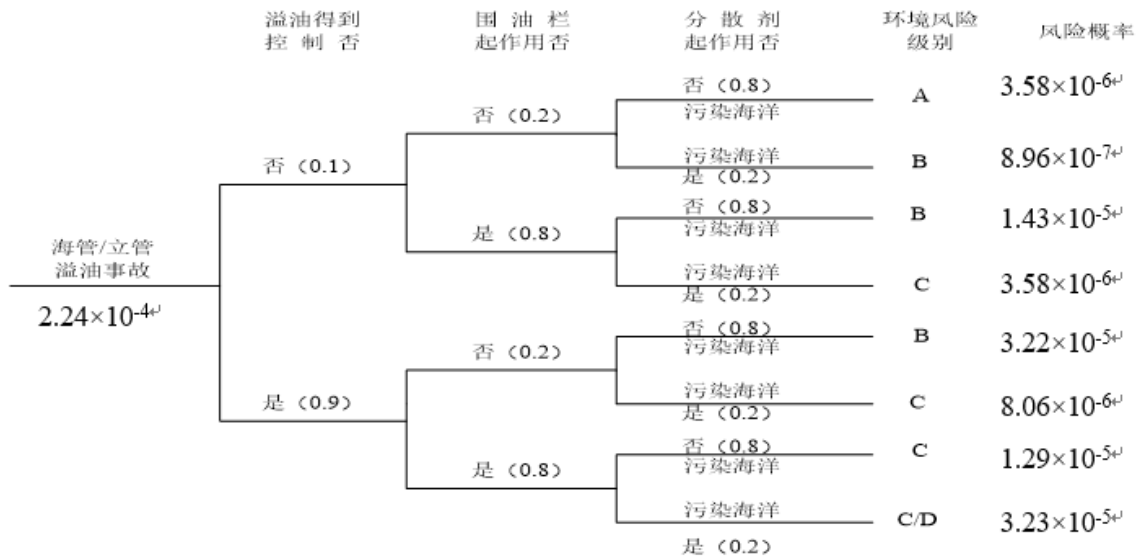


图 8.1-3 海管/立管事故环境风险事故树

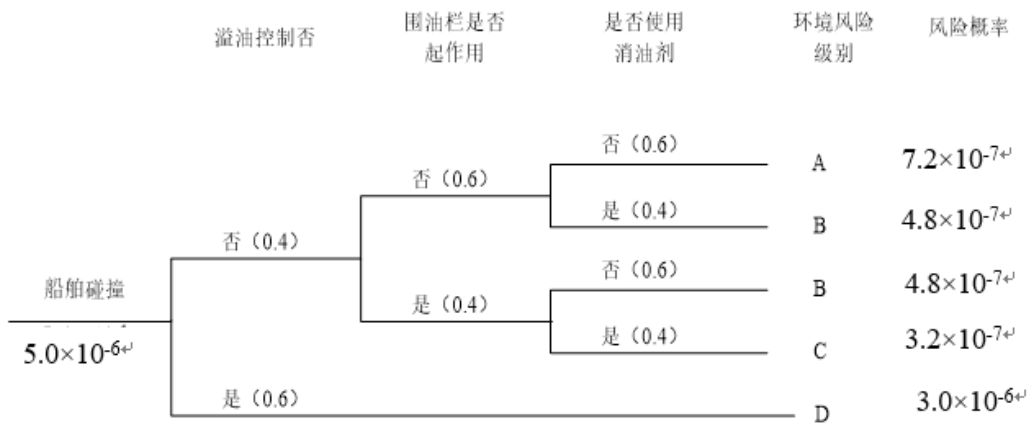


图 8.1-4 船舶碰撞事故环境风险事故树

井喷事故环境风险事故树（图 8.1-1）给出，本油田开发工程发生井喷火灾—爆炸/未爆炸事故的频率分别为  $2.81 \times 10^{-7}$  次/a 和  $3.12 \times 10^{-8}$  次/a。在发生井喷而未发生火灾情况下，井喷物将全部进入海洋，故环境风险级别为 A。当井喷引起火灾和爆炸事故时，虽然部分井喷物被燃烧，减少了进入大气和海洋的总量，但是火灾和爆炸事故将可能引起事故升级，因此井喷而导致火灾和爆炸时的环境风险级别也为 A。

从平台火灾事故风险事故树（图 8.1-2）可以看出，只要平台火灾事故得到有效隔离，就不会引起爆炸事故，并可将环境风险降至 C 级以下。只有在灭火和隔离均失败情况下才会出现 A 级环境风险，其风险概率为  $4.0 \times 10^{-5}$  次/a。

海管/立管泄漏介质主要为原油。由于其泄漏源一般在水下，因而一般情况下不会出现火灾和爆炸事故。泄漏到海面上的原油通常不会被引燃，多数情况下围油栏能够起

到围油作用。只有当围油栏或溢油分散剂不起作用时，才会出现 B 级环境风险。如果泄漏得不到控制，且围油栏和溢油分散剂均不起作用时，则会出现 A 级环境风险，本项目海管泄漏 A 级环境风险概率为  $3.58 \times 10^{-6}$  次/a（图 8.1-3）。

从船舶碰撞事故风险事故树（图 8.1-4）可以看出，如果泄漏得不到控制，且围油栏和溢油分散剂均不起作用时，则会出现 A 级环境风险，出现 A 级环境风险，其风险概率为  $7.2 \times 10^{-7}$  次/a。

## 8.2 环境风险影响预测方法及相关参数

### 8.2.1 溢油预测模式

溢油进入海洋水体后，在自身重力及海洋水体物理化学的作用下，同时发生扩展、漂移、扩散、蒸发、乳化、溶解等风化过程。本项目采用的溢油模型基于“油粒子”模型模拟溢油在水体中的扩展、漂移和老化过程，“油粒子”模型就是把溢油离散为大量粒子，每个粒子代表着一定体积的溢油，粒子的随机走动模拟了油膜的漂移过程，老化作用可以通过粒子的质量损失和热量交换来表示。

基本计算原理

油粒子模拟输移过程主要有扩展过程和漂移过程（对流和紊动扩散）等，油膜组分的风化过程主要模拟蒸发、溶解、乳化。

扩展过程

油膜扩展运动采用修正的 Fay 重力-粘力公式：

$$\frac{dA}{dt} = K_{spread} A^{\frac{1}{3}} \left[ \frac{V}{A} \right]^{\frac{4}{3}}$$

式中：A 为油粒子面积（ $m^2$ ），V 为油块体积（ $m^3$ ）， $K_{spread}$  为扩展系数。

漂移过程

“油粒子”模型将溢油的漂移过程分为对流和紊动扩散两个主要过程。

对流过程

粒子漂移的主要作用力为潮流和风应力，按照拉格朗日法确定粒子在水体表面的输移过程：

$$U_p = U_c + C_w \cdot U_w \cdot \sin(\text{Winddirection} - \pi - \theta_w)$$

$$V_p = V_c + C_w \cdot U_w \cdot \cos(\text{Winddirection} - \pi - \theta_w)$$

式中：

$U_p$  和  $V_p$  分别为油粒子在 x、y 方向的漂移分速度 (m/s)；

$U_c$  和  $V_c$  分别为潮流流速在 x、y 方向的分速度 (m/s)；

$C_w$  为风应力直接作用在油粒子的风导输移系数；

$U_w$  和 Winddirection 分别为风速和风向，根据溢油情景设定；

$\theta_w$  为风偏转角，受重力加速度和流体运动粘度影响，本项目取  $14^\circ$ 。

紊动扩散运动

采用随机走步方法模拟紊动扩散过程。随机扩散过程用如下形式表示：

$$\overline{\Delta\alpha_i} = N(0,1)\sqrt{2 \cdot D_L \cdot \Delta_t}$$

式中：

$N(0,1)$  为随机变量服从标准正态分布； $D_L$  代表湍流扩散系数； $\Delta_t$  代表时间步长。

风化过程

油粒子的风化包括蒸发、溶解和形成乳化物等过程，在这些过程中油粒子的组分发生变化，但其水平位置没有发生变化。

蒸发

油膜蒸发受油分、气温和水温、溢油面积、风速、太阳辐射和油膜厚度等因素的影响。蒸发率可由下式表示

$$EVAP = \frac{K_E \cdot P_{vp} \cdot A}{R \cdot T} \cdot f \cdot M$$

式中：

EVAP 为蒸发速率；

$K_E$  为质量转移系数 (m/h)， $K_e = 0.0292 \cdot U_w^{0.78} \cdot D^{-0.11} \cdot Sc^{-0.67} \cdot \sqrt{\frac{M+29}{M}}$ 。 $U_w$  为风速 (m/h)，D 为表面水体油膜直径，Sc 为 Schmidt 数，取 2.7。

$P_{vp}$  为蒸气压 (atm)；

A 为单个油粒子与水表面接触的油膜面积 ( $m^2$ )

R 气体常数  $8.206 \cdot 10^{-5} atm \cdot m^3/mol \cdot K$ ；

T 温度 (K)；

f 挥发性组分分数；

M 摩尔分数 (g/mol)。

溶解

当石油进入海洋后,在不断蒸发的同时,石油的溶解过程也开始进行。溶解是油在一定能量的搅动下,形成油粒均匀进入水体的过程。石油挥发性组分和重组分的溶解过程计算如下:

$$DISS\_volatile = k_{disl} \cdot A \cdot M_{volatile} / M_{total} \cdot \rho_{volatile} \cdot f_{Disp} \cdot C_{volatile}^{sat}$$

$$DISS\_heavy = k_{dish} \cdot A \cdot M_{heavy} / M_{total} \cdot \rho_{heavy} \cdot f_{Disp} \cdot C_{heavy}^{sat}$$

式中:

$k_{disl}$  为轻挥发性组分的溶解速率 (m/s), 取  $4.6 \times 10^{-6}$ 。

$k_{dish}$  为重组分的溶解速率 (m/s), 取  $4.6 \times 10^{-6}$  m/s。

$M_{volatile}$  为油粒子轻挥发性组分质量 (kg);

$M_{heavy}$  为油粒子重组分质量 (kg);

$\rho_{volatile}$  为挥发性组分的密度 ( $kg/m^3$ );

$\rho_{heavy}$  为重组分的密度 ( $kg/m^3$ );

A 为单个油粒子与水表面接触的膜面积 ( $m^2$ );

$f_{Disp}$  为提高溶解度的化学分散剂作用, 本项目不考虑化学分散剂, 取值为 1;

$C_{volatile}^{sat}$  为挥发性组分的水溶性 (kg/kg), 取  $2 \times 10^{-5}$ ;

$C_{heavy}^{sat}$  为重组分的水溶性 (kg/kg), 取  $2 \times 10^{-7}$ 。

乳化

乳化是在海洋溢出的情况下形成两种不同液体, 海水和油的混合物。细油滴悬浮在水中 (但不溶于水中), 形成的乳化体积可达到其形成的油的四倍。此外, 粘性乳液在环境中比源油长得多, 并且其形成减缓了随后的风化过程。乳化倾向于在强风或和波浪的条件下发生, 并且通常直到溢油持续存在于水上或至少几个小时。本模型将乳化描述为油+水和油包水两个阶段之间的平衡过程。乳液的稳定性是决定乳液破乳能力的重要因素, 因为不稳定和均匀的乳液会释放水。该过程按一级水释放公式描述:

$$\frac{dY_w}{dt} = watertake - waterrelease$$

$$watertake = K_{em} * (U_w + 1)^2 * \frac{(Y_{max} - Y_w)}{Y_{max}}$$

$$waterrelease = -\alpha \cdot Y_w$$

式中:

$Y_w$  为乳化物含水率 (kg/kg);

$Y_{max}$  为最大含水率 (kg/kg), 取 0.85;



$watertake$ 为油品水组分的吸收速率；

$waterrelease$ 为油品水组分的释放速率；

$K_{em}$ 为乳化速率常数，一般取  $2 \times 10^{-6} \text{s/m}^2$ 。

$U_w$ 为风速 (m/s)；

$\alpha$ 为水释放速率，稳定乳化物 $\alpha=0$ ，中稳定乳化物 $\alpha > 0$ 。

水释放速率 $\alpha$ 与乳化稳定性 S 参数相关，计算公式如下：

$$\alpha = \begin{cases} \alpha_0 - \frac{(\alpha_0 - \alpha_{0.67})S}{0.67} & S < 0.67 \\ \alpha_{0.67}[(1.22 - S)/(1.22 - 0.67)] & 0.67 \leq S < 1.22 \\ 0 & S \geq 1.22 \end{cases}$$

式中：

$\alpha_0$ 为不稳定乳化  $S=0$  时的释放速率，等于  $\ln(Y_{\max}/0.1)/3600\text{s}^{-1}$ ；

$\alpha_{0.67}$ 为中稳定乳化  $S=0.67$  时的水释放速率，等于  $\ln(Y_{\max}/0.1)/(24 \cdot 3600)\text{s}^{-1}$ ；

S 参数通过 Mackay 和 Zagorski 稳定性指数公式计算。

溢油物理性质的变化

运动粘度变化

溢油的粘度由于乳化及蒸发等风化过程而增加。乳化过程对溢油粘度的影响如下式计算：

$$\mu = \mu_0 \cdot \exp \left[ \left( \frac{2.5 \cdot Y_w}{1 - C \cdot Y_w} \right) \right]$$

式中：

$\mu_0$ 为乳化前的运动粘度， $\mu$ 为溢油经历乳化过程后的运动粘度。C 为粘度常数，对于原油取 0.7。

密度变化

油的物理化学性质也随温度而变化。由于溢油温度在溢出后立即具有高于倾点的温度，所以密度相当低，油浮力因此在开始时将浮油推向水面。然而，随着浮油冷却，密度增加并使与封闭水的密度差异最小化，浮油可通过分散在水表面以下而对湍流水起反应。依赖于温度的流体密度基于流体的体积热膨胀：

$$\rho_T = \frac{\rho_0}{1 + \beta(T - T_0)}$$

式中：

$\rho_T$ 为最后密度 ( $\text{kg/m}^3$ )， $\rho_0$ 为参考密度 ( $\text{kg/m}^3$ )，挥发组分密度在  $20^\circ\text{C}$  的初始密度

取  $813\text{kg/m}^3$ ，重组分密度在  $20^\circ\text{C}$  的初始密度取  $997\text{kg/m}^3$ 。T 为温度 ( $^\circ\text{C}$ )， $T_0$  为参考温度 ( $^\circ\text{C}$ )， $\beta$  为体积温度膨胀系数 ( $1/^\circ\text{C}$ )，取  $0.0007$ 。

浮油的密度随着乳化和温度发生变化。乳化物的一般密度为：

$$\rho_e = Y_w \rho_w + (1 - Y_w) \rho_c$$

式中：

$\rho_w$  为海水密度，取  $1000\text{kg/m}^3$ ， $\rho_c$  为油品密度， $\rho_e$  为乳化后的油密度。

溢油密度的综合表达式如下所示：

$$\rho_c = \frac{M_{\text{volatile}} \rho_{\text{volatile}} + (M_{\text{heavy}} + M_{\text{Asph}} + M_{\text{Wax}}) \rho_{\text{heavy}}}{M_{\text{total}}}$$

式中：

$\rho_c$  为溢油密度，M 为各种组分的质量 (kg)， $\rho_{\text{volatile}}$  和  $\rho_{\text{heavy}}$  分别为通过温度校正后的挥发组分和重组分密度 ( $\text{kg/m}^3$ )。

## 8.2.2 预测模式中有关参数的设定

### (1) 溢油类型

根据油气泄漏风险事故分析，对溢油事故发生概率的大小及溢油类型发生的危害程度分析，本报告选取本次评价的 BZ26-3WHPC~BZ26-3PAPD 海底混输管道溢油进行预测。

### (2) 溢油位置的选择

由于本次评价仅涉及 BZ26-3WHPC~BZ26-3PAPD 一条海底混输管道，且海管近平台侧风险事故发生概率比海管中间安全区高，因此选择海管近起输平台 BZ26-3WHPC 处作为溢油预测点。 [REDACTED]

### (3) 油品性质

[REDACTED]

### (4) 源强

本工程最大可信事故确定为生产阶段海管破裂溢油，其发生概率在  $10^{-4}$  次/a 量级。由 8.1.4 章节确定溢油影响预测的溢油量约 [REDACTED]

### (5) 潮型与潮时

选择大潮期的涨潮时刻和落潮时刻作为典型时刻。

### (6) 常风与大风风速取值

本海域处于中纬度季风气候区，根据工程附近海域的统计气象资料，结合工程附近敏感保护目标的分布和海域常年风频和最大风速，风向风速的选取情况见表 8.2-1。每一种风况均考虑涨潮与落潮的情况。

表 8.2-1 溢油数值模拟扩散选取风况

风向	NE	N	E	NW (冬季常风向、不利风向)	SSW(夏常风向)
平均风速	■	■	■	■	■
最大风速	■	■	■	■	■

### 8.3 污染物迁移扩散路径、范围和扩散浓度、时空分布

本次溢油风险敏感目标选取主要分为海洋特别保护区和红线区两类。具体分布如图 8.3-1~8.3-2 所示。

由溢油扩散轨迹及油膜图可以看出，溢油事故发生后，油膜在风和潮流往复涨落的共同作用下呈现出蛇形运动，当风向与潮流方向一致时，油膜中心运动速度较大，可以看到油膜中心点间距较大；而当风向与潮流方向相反时，油膜运动方向甚至会与潮流方向相反，在图可以看到油膜中心点分布比较密集甚至发生重叠。

均风和极风条件下 72 小时内的溢油预测结果如表 8.3-3~8.3-14 与图 8.3-15~8.3-26 所示。海底管线溢油在不同的风向风速和潮汐情况下，漂移距离，扫海面积与残存油量不同。



图 8.3-1 溢油风险敏感目标示意图（海洋保护区）

图 8.3-2 溢油风险敏感目标示意图(红线区)

表 8.3-1 环境敏感目标统计

范围	序号	敏感区类型	敏感目标名称		与本项目 BZ26-3WHPC 平台位置关系		主要保护对象	保护期/产卵期
					方位	距离 (km)		
评价范围内	1	国家级自然保护区	山东黄河三角洲国家级自然保护区	核心区	█	█	新生湿地生态系统和珍稀濒危鸟类	-
				缓冲区	█	█		
				实验区	█	█		
	2	国家级水产种质资源保护区	莱州湾国家级水产种质资源保护区	核心区	█	█	中国明对虾、文蛤、青蛤、中国毛虾	核心区特别保护期为4月25日—6月15日
				实验区	█	█	主要保护对象有中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹、真鲷、花鲈，另外还有蓝点马鲛、口虾蛄、半滑舌鳎、文蛤、青蛤、中国毛虾。栖息的其他物种包括银鲳、黄鲫、青鳞沙丁鱼、鲚、凤鲚、鳊、鳊、赤鼻棱鳊、玉筋鱼、黄姑鱼、白姑鱼、叫姑鱼、棘头梅童、鲈等	-
	3	国家级水产种质资源保护区	黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区	核心区	█	█	黄河口文蛤等	特别保护期为每年3—8月
				实验区	█	█		
	4	山东省海洋生态红线	黄河故道北三角洲禁止区	海洋自然保护区	█	█	原生性湿地生态系统及珍禽	-
	5		黄河故道西三角洲限制区	海洋自然保护区	█	█	原生性湿地生态系统及珍禽、半滑舌鳎等底栖鱼类	-
	6		黄河故道东三角洲限制区	海洋自然保护区	█	█	原生性湿地生态系统及珍禽、半滑舌鳎等底栖鱼类	-
7	黄河口文蛤渔业海		重要渔业海域	█	█	黄河口文蛤等种质资源及生存环境	-	

		域限制区						
8	渔业 “三场 一通道”	白姑鱼	产卵场	■	■	白姑鱼	主要产卵期为6月前 后	
9		鳊鱼	索饵场	■	■	鳊鱼		
10		鲮	索饵场	■	■	鲮	产卵期为5~6月	
11		毛虾	产卵场	■	■	毛虾	产卵盛期为6月	
12	养殖区	养殖区		■	■		-	
评价范围外	13	国家级水产种质资源保护区	黄河口半滑舌鳎国家级水产种质资源保护区	核心区	■	■	主要保护对象为半滑舌鳎,其它保护物种包括花鲈、梭鱼、鲮鱼、黑鲷、中国毛虾、三疣梭子蟹、文蛤、脉红螺等	核心区特别保护期为6月1日至10月31日
			实验区	■	■	-		
	14	国家级水产种质资源保护区	广饶海域竹蛭国家级水产种质资源保护区	核心区	■	■	主要保护对象为竹蛭,其他保护对象包括毛蚶、缢蛭、文蛤等	特别保护期为每年7月1日—10月31日
				实验区	■	■		
	15	国家级海洋特别保护区	东营黄河口生态国家级海洋特别保护区	生态保护区	■	■	黄河口特有的刀鲚、大银鱼等经济鱼类、黄河口生态系统及生物多样性	-
				资源恢复区	■	■		
				开发利用区	■	■		
				环境整治区	■	■		
	16	国家级海洋特别保护区	东营利津底栖鱼类生态国家级海洋特别保护区	生态保护区	■	■	半滑舌鳎等底栖鱼类及近岸海洋生态系统	-
				资源恢复区	■	■		
				开发利用区	■	■		
				环境整治区	■	■		
	17	国家级海洋特别保护区	东营河口浅海贝类生态国家级海洋特别保护区	重点保护区	■	■	以文蛤为主的浅海贝类种质资源及生存环境	-
				生态与资源恢复区	■	■		
				适度利用区	■	■		
	18	国家级海洋特别保护区	东营莱州湾蛭类生态国家级海洋特别保护区	重点保护区	■	■	以蛭类(小刀蛭、大竹蛭、缢蛭)为主的底栖贝类及其赖以生存的海洋生态环境	-
				生态与资源恢复区	■	■		
				适度利用区	■	■		
	19	国家级海洋特别保护区	东营广饶沙蚕类生态国家级海洋特别保护区	重点保护区	■	■	以双齿围沙蚕为主的多种底栖经济物种及其赖以生存的海洋生态环境	-
生态与资源恢复区				■	■			

		保护区	适度利用区	■	■		
20	山东省 海洋生态 红线	东营河口浅海贝类 禁止区	海洋特别保护区	■	■	以文蛤为主的浅海贝类种质资源及生存环境	-
21		潮河—湾沟浅海 贝类限制区	海洋特别保护区	■	■	以文蛤为主的浅海贝类种质资源及生存环境	-
22		黄河口半滑舌鳎渔 业海域限制区	重要渔业海域	■	■	半滑舌鳎种质资源及生存环境	-
23		东营利津底栖鱼类 生态禁止区	海洋特别保护区	■	■	半滑舌鳎等底栖鱼类及近岸海洋生态系统	-
24		东营利津底栖鱼类 生态限制区	海洋特别保护区	■	■	半滑舌鳎等底栖鱼类及近岸海洋生态系统	-
25		黄河故道禁止区	海洋自然保护区	■	■	原生性湿地生态系统及珍禽	-
26		黄河三角洲禁止区	海洋自然保护区	■	■	原生性湿地生态系统及珍禽	-
27		黄河北三角洲限制 区	海洋自然保护区	■	■	原生性湿地生态系统及珍禽	-
28		黄河南三角洲限制 区	海洋自然保护区	■	■	原生性湿地生态系统及珍禽	-
29		东营黄河口生态禁 止区	海洋特别保护区	■	■	黄河口特有的刀鲚、大银鱼等经济鱼类、黄 河口生态系统及生物物种多样性	-
30		东营黄河口生态限 制区	海洋特别保护区	■	■	黄河口特有的刀鲚、大银鱼等经济鱼类、黄 河口生态系统及生物物种多样性	-
31		东营莱州湾限制区	海洋特别保护区	■	■	蛭类为主的底栖贝类海洋生态	-
32		东营莱州湾禁止区	海洋特别保护区	■	■	蛭类为主的底栖贝类及海洋生态	-
33		广饶—寿光沙蚕类 生态禁止区	海洋特别保护区	■	■	双齿围沙蚕为主的多种底栖经济物种及海洋 生态	-
34		广饶—寿光沙蚕类 生态限制区	海洋特别保护区	■	■	双齿围沙蚕为主的多种底栖经济物种及海洋 生态	-
35		小清河滨海湿地限 制区	重要滨海湿地	■	■	滨海湿地及附近海洋生态系统，水生动植物	-
36	寿光沙蚕单环刺螠 近江牡蛎渔业海域	重要渔业海域	■	■	单环刺螠、近江牡蛎和梭子蟹等种质资源及 生存环境	-	

		限制区					
37		莱州湾渔业海域限制区	重要渔业海域	■	■	海洋自然生态系统和重要渔业资源, 产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道	-
38		朱旺沙源保护限制区	沙源保护海域	■	■	海砂、潮间带、海底地形等海洋自然环境及砂质自然岸线	-
39		莱州芙蓉岛海岛限制区	特殊保护海岛	■	■	芙蓉岛海岛生态系统及自然地形、地貌、景观	-
40		莱州浅滩海洋资源禁止区	海洋特别保护区	■	■	浅滩海洋生物资源、鲈鱼种质资源的产卵育幼场以及砂矿资源	-
41		莱州浅滩海洋资源限制区	海洋特别保护区	■	■	浅滩地貌资源、浅滩海洋生态系统、鲈鱼种质资源的产卵育幼场	-
42		莱州刁龙咀沙源保护限制区	沙源保护海域	■	■	潟湖、潮间带海洋生态环境及海砂	-
43		莱州渔业海域限制区	重要渔业海域	■	■	海洋自然生态系统, 重要渔业资源的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道	-
44		莱州三山岛景观遗迹限制区	自然景观与历史文化遗迹	■	■	沙滩、三山岛景观、遗迹、河口、沙滩等自然海洋环境	-
45		莱州湾半滑舌鳎口虾蛄梭子蟹渔业海域限制区	重要渔业海域	■	■	半滑舌鳎、口虾蛄、梭子蟹等种质资源及生存环境	-
46		莱州一招远砂质岸线限制区	砂质岸线与邻近海域	■	■	海砂、潮间带、海底地形等海洋自然环境及砂质岸线	-
47		招远砂质海岸禁止区	海洋特别保护区	■	■	砂质海岸及其海洋生态系统	-
48		招远砂质海岸限制区	海洋特别保护区	■	■	砂质海岸及其海洋生态系统	-
49		莱州湾中国对虾渔业海域限制区	重要渔业海域	■	■	中国对虾、牙鲆、日本鲟、梭子蟹、红螺等种质资源及生存环境	-
50		招远渔业海域限制区	重要渔业海域	■	■	海洋自然生态系统, 重要渔业资源的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道	-
51		龙口渔业海域限制	重要渔业海域	■	■	海洋自然生态系统, 重要渔业资源的产卵	-

		区				场、索饵场、越冬场和洄游通道	
52		龙口妃嵎岛景观遗迹限制区	自然景观与历史文化遗迹	■	■	海蚀平台、海蚀崖等海岸自然景观	-

表 8.3-2 72h 不同参数下海底管道溢油漂移距离与扫海面积 (均风)

风向	风速	潮汐状况	72h 漂移距离 (km)	72h 扫海面积 (km <sup>2</sup> )	72h 油膜面积 (溢油扩散中最大面积, km <sup>2</sup> )	最大油膜厚度 (mm)	抵敏感区所需时间 (h)	首次抵敏感区前残余油量 (%)	首次抵岸所需时间 (h)	首次抵岸前残余油量 (%)	72 小时残存油量 (%)
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■



表 8.3-3 72h 不同参数下海底管道溢油漂移距离与扫海面积（极风）

风向	风速	潮汐状况	72h 漂移距离 (km)	72h 扫海面积 (km <sup>2</sup> )	72h 油膜面积 (溢油扩散中最大面积, km <sup>2</sup> )	最大油膜厚度 (mm)	抵敏感区所需时间 (h)	首次抵敏感区前残余油量 (%)	首次抵岸所需时间 (h)	首次抵岸前残余油量 (%)	72 小时残存油量 (%)
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■




表 8.3-4 不同风向条件下溢油发生后 2h、6h、12h、24h、48h 溢油漂移距离 (km) 与扫海面积 (km<sup>2</sup>) (均风)

风向	潮况	溢油后 2h			溢油后 6h			溢油后 12h			溢油后 24h			溢油后 48h		
		漂移距离 (km)	扫海面积 (km <sup>2</sup> )	残存油量 (%)	漂移距离 (km)	扫海面积 (km <sup>2</sup> )	残存油量 (%)	漂移距离 (km)	扫海面积 (km <sup>2</sup> )	残存油量 (%)	漂移距离 (km)	扫海面积 (km <sup>2</sup> )	残存油量 (%)	漂移距离 (km)	扫海面积 (km <sup>2</sup> )	残存油量 (%)

■																
■																
■																

表 8.3-5 不同风向条件下溢油发生后 2h、6h、12h、24h 溢油漂移距离 (km) 与扫海面积 (km<sup>2</sup>) (极风)

风向	潮况	溢油后 2h			溢油后 6h			溢油后 12h			溢油后 24h			溢油后 48h		
		漂移距离 (km)	扫海面积 (km <sup>2</sup> )	残存油量 (%)	漂移距离 (km)	扫海面积 (km <sup>2</sup> )	残存油量 (%)	漂移距离 (km)	扫海面积 (km <sup>2</sup> )	残存油量 (%)	漂移距离 (km)	扫海面积 (km <sup>2</sup> )	残存油量 (%)	漂移距离 (km)	扫海面积 (km <sup>2</sup> )	残存油量 (%)
■																
■																
■																


- 
- 图 8.3-3 E 向极风落潮溢油扫海图
- 图 8.3-4 E 向极风涨潮溢油扫海图
- 图 8.3-5 NE 向极风落潮溢油扫海图
- 图 8.3-6 NE 向极风涨潮溢油扫海图
- 图 8.3-7 NW 向极风落潮溢油扫海图
- 图 8.3-8 NW 向极风涨潮溢油扫海图
- 图 8.3-9 N 向极风落潮溢油扫海图
- 图 8.3-10 N 向极风涨潮溢油扫海图
- 图 8.3-11 SSW 向极风落潮溢油扫海图
- 图 8.3-12 SSW 向极风涨潮溢油扫海图
- 图 8.3-13 E 向均风落潮溢油扫海图
- 图 8.3-14 E 向均风涨潮溢油扫海图
- 图 8.3-15 NE 向均风落潮溢油扫海图
- 图 8.3-16 NE 向均风涨潮溢油扫海图
- 图 8.3-17 NW 向均风落潮溢油扫海图
- 图 8.3-18 NW 向均风涨潮溢油扫海图
- 图 8.3-19 N 向均风落潮溢油扫海图
- 图 8.3-20 N 向均风涨潮溢油扫海图
- 图 8.3-21 SSW 向均风落潮溢油扫海图

• 图 8.3-22 SSW 向均风涨潮溢油扫海图

## 8.4 事故后果分析

### 8.4.1 溢油抵达敏感区时间及分析

无论油膜是否抵达岸边，都会对海洋环境以及渔业产生污染损害，而溢油一旦抵岸将造成岸线的严重污染。研究表明，一旦溢油到达敏感区域会对敏感区域造成很大损害，敏感区域生态环境将历经几到十几年才能恢复：湿地生态系统的恢复需要约 15 年时间，砂质海滨生态的恢复需要约 3 年时间。

对于本工程溢油事故而言，环境敏感区主要包括黄河口文蛤渔业海域限制区、黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区实验区、黄河三角洲国家级自然保护区实验区、莱州湾国家级水产种质资源保护区实验区、黄河故道东三角洲限制区、东营黄河口海洋特别保护区环境整治区、东营黄河口生态限制区、东营黄河口海洋特别保护区资源恢复区、东营黄河口海洋特别保护区开发利用区、黄河三角洲禁止区、东营黄河口海洋特别保护区生态保护区、东营利津底栖鱼类生态国家级海洋特别保护区、东营利津底栖鱼类生态限制区、东营利津底栖鱼类生态禁止区、黄河口半滑舌鳎渔业海域限制区、东营黄河口生态禁止区等，一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施，油膜在风和潮流的共同作用下将会抵达敏感区并造成严重污染，在平台建设和海管生产运营过程中，应加强管理，杜绝事故的发生。本项目需配备足够的溢油应急反应设施，并保持高效、可用性，使溢油在抵达附近环境敏感区域之前得以有效控制、回收。

本项目可能影响到的敏感目标见表 8.4-1。



表 8.4-1 溢油对周围敏感目标的影响汇总

敏感目标	不利条件	到达时间 (h)	残余油量 (%)
黄河口文蛤渔业海域限制区			
黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区实验区			
黄河三角洲国家级自然保护区实验区			
莱州湾国家级水产种质资源保护区实验区			
黄河故道东三角洲限制区			
东营黄河口海洋特别保护区环境整治区			
东营黄河口生态限制区			
东营黄河口海洋特别保护区资源恢复区			
东营黄河口海洋特别保护区开发利用区			
黄河三角洲禁止区			
东营黄河口海洋特别保护区生态保护区			
东营利津底栖鱼类生态国家级海洋特别保护区			
东营利津底栖鱼类生态限制区			
东营利津底栖鱼类生态禁止区			
黄河口半滑舌鳎渔业海域限制区			
东营黄河口生态禁止区			

#### 8.4.2 溢油环境影响分析与评价

石油对海洋生物的直接危害一般以溶解状态、乳化状态、吸附和沉降状态等为主，其中以溶解状态毒害最大。溢油对海洋生物的影响包括物理作用和化学毒害两个方面。物理作用包括油品黏附覆盖于生物体表，导致生物丧失或减弱活动能力，堵塞生物的呼吸和进水系统，吸附悬浮物沉降而导致生物幼体失去合适的附着基质等。石油对海洋生物的化学毒害分为两类一类是大量的原油造成的急性中毒；另一类是长期的低浓度石油的毒性效应（于桂峰，2007）。

#### 8.4.3 对浮游生物的影响

##### (1) 浮游植物

海面溢油直接粘附于浮游植物细胞上，导致浮游植物在强光等不利因素的作用下很快死亡。在溢油海域中，大量石油漂浮在水面使表层水体产生一层油膜，从而阻断了水体与大气的交换，白天浮游植物进行光合作用所需二氧化碳得不到满



---

足，夜晚浮游植物生理代谢所需氧气也难从大气中获取，因而浮游植物的正常生理活动会受到不利影响。石油吸附悬浮物，并沉降于潮间带或浅水海底，致使一些海藻的孢子失去了合适的附着基质，浮游植物的繁殖会受到不利影响。石油对某些浮游植物种类有加速繁殖的作用，该类浮游植物可利用石油中的碳、氢等元素，从而加速了细胞的分裂速度，使溢油海域浮游植物群落的多样性指数降低，优势度增高，为赤潮的形成埋下隐患。溢油的处理过程中，经常使用到的消油剂在沉降过程中可能对浮游植物造成影响，造成浮游植物沉降。多环芳香烃碳氢化合物是最常见的石油团块的基本成分之一，其分子量很大，是石油成分中对海洋生态系统破坏性最大的化合物之一，多环芳香烃碳氢化合物能够在浮游植物的组织和器官中聚集起来，缓慢而长期地实施其毒性。由此导致，溢油发生的海域浮游植物的种类数量和细胞数量将大幅度降低。

## (2) 浮游动物

当石油烃浓度较高时，其急性毒性影响可导致浮游动物在短期内死亡。当石油烃浓度较低时，石油烃可降低浮游动物的运动能力和摄食率，抑制浮游动物的趋化性，降低或阻抑其生殖行为，影响其正常生理功能，降低生长率。浮游动物在海洋中处于被动的游动状态，会被漂浮于海面的粘稠的溢油紧紧粘住，从而失去自由活动能力，最后随油物质一起沉入海底或冲上海滩<sup>[2]</sup>。石油附着于浮游动物体表，还可能堵塞浮游动物的呼吸和进水系统，致使生物窒息死亡。被石油薄膜大面积覆盖着的海域，许多浮游动物，如小虾，会错把白天视为夜幕降临，本能的从水深处游向表层，导致浮游小虾会不分昼夜的滞留于海水表层。石油薄膜起到了类似日全蚀的作用，从而改变了浮游动物的正常活动习惯<sup>[3]</sup>。以浮游植物为饵料的浮游动物，会由于浮游植物数量的减少而减少。浮游动物被许多经济性生物所食，浮游动物的群落结构、数量特征的变动，不仅直接影响着海洋渔业资源，而且石油的有毒成分可以通过生物富集和食物链传递，最终危害人类健康。浮游生物的生产力约占海洋生态系统总生产力的 95%，浮游生物受到损害，就从根本上动摇了海洋生物“大厦”的基础（张计涛，2007）。

### 8.4.4 对游泳生物的影响

石油黏附于海洋鱼类、甲壳类、头足类和爬行类游泳动物体表后，可能堵塞游泳动物的呼吸系统，导致游泳动物窒息而亡。大型哺乳动物体表黏上溢油后，虽然

---

经过一段时间自己可以清除掉，但是如果摄入体内，会损害其内脏功能。溢油对鱼类的损害尤为严重，其中又以鱼卵和幼体为甚，鱼卵和幼体对石油污染的毒性敏感程度要比成熟个体高约 100 倍（张计涛，2007）。溢油对鱼类的直接损害包括：如果污染事故发生在鱼类的产卵或孵化场，由于油的覆盖和毒害，鱼卵和幼体会被杀死；性成熟的鱼，当产卵洄游到严重油污、地理位置较窄、浅水和水交换不良处，也会被杀死；产卵场或孵化场受到严重油污，将影响鱼的怀卵数量和产卵行为，种群繁衍可能受到伤害；无脊椎动物由于逃离溢油现场的速度较鱼类慢，因此其受溢油的损害更大。油污不仅能降低甲壳类动物的摄食率和运动能力，还能抑制甲壳类动物的趋化性，阻抑或降低其生殖行为，延长其蜕皮时间，降低其生长率。溢油对甲壳动物的毒性大小与生物种类、发育阶段、油品种类等有关，对幼虫的毒性一般高于成体，炼制油的毒性一般高于原油（Wirtza K W, 2007）。因溢油污染使水域中大量的饵料生物浮游动、植物等数量减少，由此破坏了游泳生物的幼体及部分成体赖以生存的饵料基础，食物链网传递能量脱节，致使高营养级生物量下降，造成区域生态失衡。油污干扰了游泳生物正常的生理、生化机能，从而会引起病变。近些年，鱼虾贝类病害时有发生，造成了很大经济损失，水质恶化是造成病害的重要原因之一，而石油污染又是造成水质恶化的重要原因之一。石油污染物在相当长的一段时间持续影响水域生态环境，使游泳生物产生回避反应，继而使一些种类被迫改变生活习性，影响种群正常洄游、繁殖、索饵、分布，从而导致事故海域在一段时间内渔业功能衰退。一般来说，如果溢油事故发生在开阔水域，鱼类受伤害程度轻，若发生在半封闭或水体交换不良的水域，鱼类受损害程度重。

#### 8.4.5 对底栖生物的影响

石油溢出后，相当一部分石油污染衍生物质甚至石油颗粒会渐渐的沉入海底，底栖生物上常附着厚厚的一层石油污染物，而底栖生物基本上不做远距离迁移，所以一旦受到溢油污染，它们便难以生存。溢油中的多环芳烃（例如 PAC 和 PCB）将会影响贝类体内脂肪的代谢平衡，从而加速贝类死亡（Smolders R, 2004）。此外，溢油区域的贝类会受到氧化胁迫，从而导致贝类酶的活性受抑制，发生突变、活动减弱，繁殖力下降，加速衰老（Thomas R E, 2007）。因而溢油污染对底栖生物的累积效应是更主要的。附着在岸边岩石上的一些海洋生物对新鲜石油更为敏感，往往是首批牺牲者。浅滩上受石油污染过的牡蛎同样会丧生，即使活下来的也不能再食

---

用。被石油污染过的牡蛎有一股浓浓的石油味，这股味道可以存在一个多月之久。棘皮动物对海水中的任何物质都有敏感性，对石油污染更是如此。大量观测结果表明石油污染对海星和海胆等棘皮动物的潜在威胁很大。

#### 8.4.6 对微生物的影响

海洋微生物在海洋生态系统中占有重要地位，它不仅是分解者，积极参与污染物净化和物质循环，而且也是许多海洋生物的饵料。许多细菌是能运动的，它们具有化学感受器，对化学物质有正的或负的趋化性，而石油能抑制细菌的化学感受器的感受力。Griffiths 等人对原油对北极亚海洋沉积物中微生物酶系长期影响的试验结果表明，受污染微生物的磷酸酯酶、壳二糖酶、纤维素酶、昆布多糖酶的活性明显降低，而一淀粉酶、藻烷酸酶的活性增强。据试验，1ppm 的新鲜的 Cook 原油明显降低了微生物对氮的固定、反硝化率及氧化还原电位，提高了 CO<sub>2</sub> 和 CH<sub>4</sub> 的生长率。而风化的原油除没有降低反硝化率外，对微生物的代谢活性的影响与新鲜原油相似。

#### 8.4.7 对生态过程的影响

海面溢油阻断了水体与大气的交换，从而直接影响了浮游植物、底栖植物进行的光合作用；溢油污染造成海域浮游植物、底栖植物的种类、数量急剧减少，导致事故海域所进行的光合作用生态过程整体减弱；溢油污染对海域浮游生物、游泳生物及底栖生物损害的同时，也减弱了海域生态系统中的呼吸作用；生物泵作用是浮游生物、游泳生物及底栖生物共同实现的碳从海洋表层向深层转移的生态过程，溢油污染对海洋生物的伤害，必然会影响海洋生态系统的生物泵作用；溢油污染将会严重影响微生物的趋化能力、酶的活性及代谢活性，也必然会影响海洋生态系统的分解作用；溢油污染对海洋生物的伤害是普遍性的，对这些海洋生物的伤害是难免的，因而对生态系统钙化作用的影响也同样难免；溢油污染对海洋底栖动物会产生巨大的威胁，底栖动物中的底内动物种群在海洋基质中的钻空和摄食活动将会减弱，生物扰动过程将受到削弱；硝化作用、反硝化作用和固氮作用等共同组成的海洋中的氮循环过程，以及生物转移、生物吸收、生物转化等生态过程，是海洋生态系统内浮游生物、游泳生物及底栖生物中各组分、各不同的食物链营养级之间相互协作，共同完成的生态过程。溢油对海洋生物的伤害，必将会影响这些生态过程的

---

实现，削弱生态过程的效果。

## 8.5 地质性溢油风险分析与评价

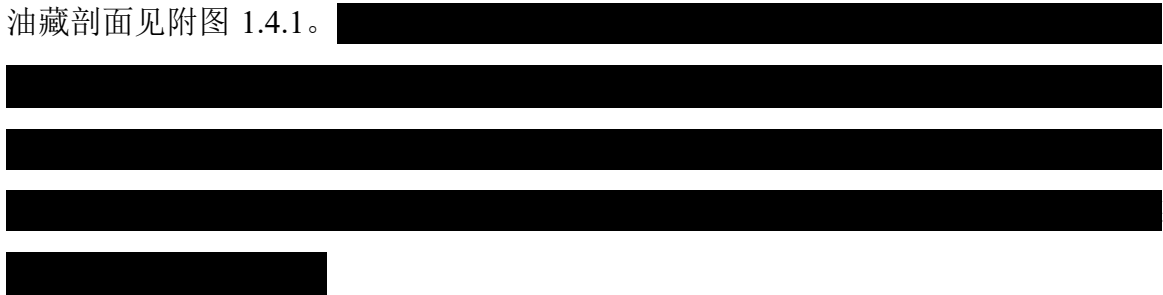
本部分评价内容主要引自建设单位提供的《渤中 26-3 油田扩建项目总体开发方案报告》。

### 8.5.1 油田地质和油藏类型

渤中 26-3 构造位于渤海南部海域黄河口凹陷西北洼、渤南低凸起西段南界大断层下降盘，区域石油地质位置十分有利。渤中 26-3 油田早期主要受渤南凸起边界断裂的影响，形成断裂背斜的构造背景，晚期受次级断层的影响，浅层构造复杂化，形成了一系列的断块构造。（见图 8.5-1）

图 8.5-1 渤中 26-3 油田构造位置图

渤中 26-3 油田流体分布受构造和岩性双重因素控制，受断层切割和砂体分布的影响，平面上和纵向上存在多套油水系统，每个含油气砂体均具有独立的流体系统。油藏剖面见附图 1.4.1。



### 8.5.2 断裂特征

依据现有三维地震资料，选取在渤中 26-3 油田范围内 35 条断层进行了编号（如 9.5-2）。将研究区范围内断层按活动期次和断层性质可分为四类。第一类为渤南低凸起边界断层，第二类为走滑断层，第三类为长期活动断层，第四类为晚期活动断层。

渤南低凸起边界断层（F01）：断层长期活动，断至基底。在工区范围内延伸长度超过 28km，南倾，走向自西向东逐渐由北东东向过渡到近东西向，再过渡到南东东向，起到控制整体构造格局和沟通油源的作用。走滑断层（F02）：北北东向，延伸长度 2.92km，对油气富集起分带作用。长期活动断层（F03~F08）：从古近纪开始活动，活动时间较长，延伸长度 3.9km~8.95km，最大垂直断距 60m~185m，起到沟通油源的作用。晚期活动断层（F09~F35）：主要为新近纪时期活动，延伸长度

---

0.96km~6.94km, 最大垂直断距 10m~105m, 使构造复杂化, 形成一系列断块圈闭, 同时对新近系油气运聚和再分配起一定控制作用。

---

图 8.5-2 渤中 26-3 油田明化镇组下段 I 油组顶面断层平面分布图

---

### 8.5.3 油藏工程

渤中 26-3 油田滚动扩边区动用油单元为岩性-构造油气藏，单砂体规模小，天然能量弱，推荐渤中 26-3 油田滚动扩边区油单元采用注水开发。动用砂体以注水开发为主，地层能量有限，采用人工举升的方式开采。气单元采用天然能量开发，采用自喷方式开采。

渤中 26-3 油田扩边区推荐方案设计采油井最小井底流压为 5000MPa，为安全考虑，破裂压力选取为经验公式计算结果的 85%。油田动用砂体注采平衡（地下体积），累计注采比不超过 1.0。

### 8.5.4 钻完井工程

#### （1）定向井设计数据

渤中 26-3 油田扩建项目采用自升式井口平台，共 [REDACTED]

#### （2）井身结构及套管程序

渤中 26-3 油田扩建项目的探井资料表明该地区孔隙压力目前为正常压力梯度，根据地层压力预测结果，结合井壁稳定性专题研究，根据不同井型和完钻地层进行井身结构针对性设计。 [REDACTED]

##### 1) 隔水导管下入方式

自升式井口平台采用 [REDACTED]  
实际入泥深度根据地质调查情况确定。

##### 2) 隔水导管尺寸

隔水导管规格为： [REDACTED]

渤中 26-3 油田扩建项目属于正常的温度压力系统，根据地漏试验数据，表层套管下深 1000 米，满足下部井段安全钻井井控要求。

上述井身结构套管下入深度数据主要依据不同类型井设计平均井深确定，实际

作业时需根据单井轨迹进行井身结构及套管下入深度设计。同时通过井控模拟分析，研究表明表层套管的下深满足井控要求。在具体实施过程中，所有的开发井都需要根据实际的地层压力情况，进行单独的井身结构设计。

### (3) 各井过断层情况

平台各井过断层情况见表 8.5-1。

表 8.5-1 渤中 26-3 油田扩建项目开发井钻遇断层信息统计

井名	断层编号	断点海拔 (m)	断点海拔 (m)
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■
■	■	■	■

从上述列表看出，C1H、A20H、A1S2 三口井过断层，统计分析周边探井钻井过程中未发生漏失，因此对于渤中 26-3 油田扩建项目钻井过程中钻遇的断层风险可控。

## 8.5.5 油田注水

### (1) 注水方式

渤中 26-3 油田扩建项目设计 3 口注水井，其中 C3H、C5H 注入明下段 II 油组；A19 注入 IV 油组。3 口井均为水平注水井，注入层数为 1 层，注水方式推荐采用笼统注水工艺。

### (2) 最大井口注入压力

根据渤中 26-3 油田扩建项目油藏潜力方案，共有 5 口注水井，注水层位为明下段 II、IV 油组。

应用渤中 26-3 油田明下段储层破裂压力当量梯度 [ ] 预测单井井底破裂压力，见表 8.5-2。

表 8.5-2 注水井井底破裂压力 (单位 MPa)





■		■	■	■	■	■
■		■	■	■	■	■
■		■	■	■	■	■

从满足配注要求和保证地层不被压裂，并结合注水能耗综合考虑，推荐渤中 26-3 油田扩建项目注水井在采用推荐油管尺寸后，最大井口注入压力见表 8.5-4。

**表 8.5-4 渤中 26-3 油田扩建项目最大井口注入压力**

名称	最大井口注入压力 (MPa)
渤中 26-3 油田扩建项目	■
渤中 26-3 油田 WHPC 平台	■

注水过程中合理控制注水压差及井口注入压力可以避免压破地层导致溢油的风险。井口注入压力与注水井实际注入量有较大的关系，在生产过程中需要根据注水井实际注入量进行实时计算。注入过程加强水质监测，重点实行井口的水质指标监测管理。

### (3) 增注措施

对于达到最大注入压力仍无法满足配注要求的注水井，需及时进行酸洗、酸化等作业以解除堵塞，使其恢复注水能力。鉴于储层敏感性特征，建议在实施增产增注措施过程中，优选药剂体系。

### (4) 注水井动态监测

注水井动态监测按照 Q/HS2001-2002《海上油气田开发井动态监测资料录取要求》执行，加强地面注水压力和注水量的监测，采用井下压力计定期监测地层压力。

### (5) 注水溢油风险分析

在开发方案编制阶段，由地震、地质专业进行地层断层的预测，初步明确了开发井同周边断层的关系。根据地质研究结果，优化钻井轨迹设计，避开钻遇延伸到海底或接近海底的地质断层，合理设计套管程序、固井方案和注水压力，规避了注水溢油风险。

利用地震数据对整个油田范围内解释出的 35 条断层进行风险排查分析，共排查出 32 条风险断层，其中有 31 条 (F1~F19、F24~F35) 从目的层直接断到海底，有 1 条 (F20) 未断至海底，但断至目的层并向上搭接到直达海底的大断层上，有 3 条 (F21~F23) 断层未断至海底。

---

根据油气成藏理论分析，这些断层目前具有封堵性。注水过程中合理控制注水压差及井口注入压力可以避免压破地层导致溢油的风险。

### 8.5.6 地质性溢油风险及防范措施

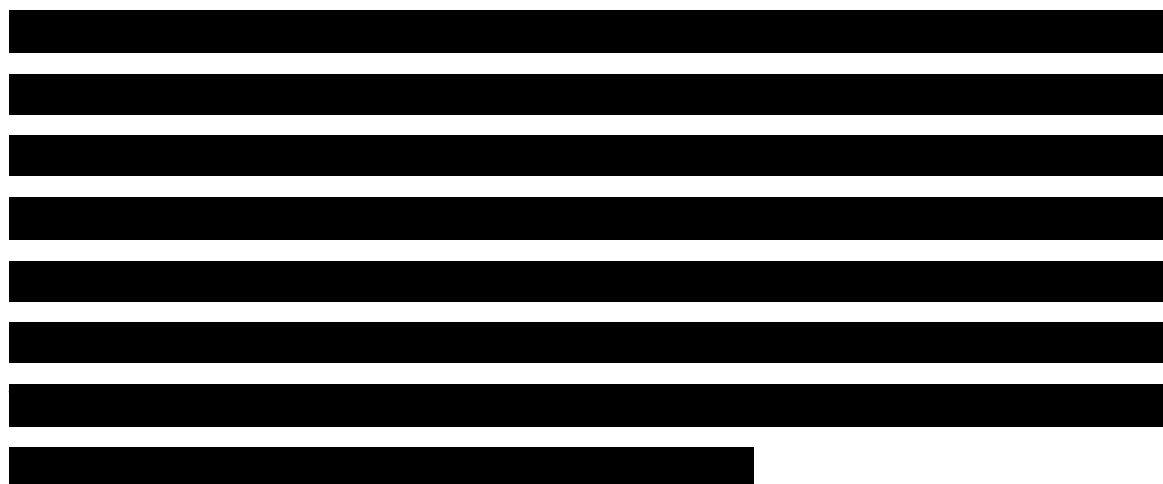
#### (1) 地质性溢油风险



图 8.5-3 渤中 26-3 油田滚动扩边区构造风险断层类型示意图

图 8.5-4 渤中 26-3 油田明下段断到海底断层平面分布图

为了分析开发井与断层空间关系，根据目的层段的构造图，对本次方案开发井在目的层段与邻近断层之间的距离进行了统计(见表 9.5-5)。



另外排查油田主体区和滚动扩边区已钻探井及开发井资料，



表 8.5-5 开发井在目的层段与邻近断层之间的距离统计

砂体	井号	井别	开发层位	顶深海拔 (m)	距风险断层的最小距离 m	备注
9-1722						
10D-1580						
W-1d-1593						
潜力砂体 1						
潜力砂体 2			II	-1590	600	

潜力砂体 1	■	■	■	■	■	■
潜力砂体 2	■	■	■	■	■	■
N-1-1334	■	■	■	■	■	■
N-1-1612			■	■	■	■

### (2) 防范措施

为避免渤中 26-3 油田滚动扩边区发生由于不恰当注入引起的地质性油气泄漏事故，建议从如下几个方面进一步加强对钻/完井作业、注水作业的管理，预防类似事故的发生。

### (3) 钻、完井方案采取的风险防范措施

根据地质研究结果优化钻井轨迹设计，事先识别并尽可能使注入井避开通海底或接近海底的地质断层；

事先识别压力异常地层，合理设计套管程序，制定有针对性的井控预案并加强随钻监测；

在钻完井作业过程中备足钻井液材料，以备及时、妥善的处理可能遇到的溢流和井涌；

对于碰撞风险点，加强钻进过程的跟踪与监测，根据碰撞风险征兆判断是否具有碰撞风险；

利用防碰模拟软件，对轨迹进行跟踪分析；

加强现场测量，提高轨迹精度；

对于碰撞风险点以上井段，利用陀螺进行轨迹复测；

利用地层标定，来消除上部误差椭圆。

### (4) 注水井采取的风险防范措施

海上注水井安全井控措施主要由井口安全阀、封隔器、注水井口、井口控制盘等构成。井口安全阀安装于注水井口上，井下封隔器用来封闭油管 and 套管环空。井口安全阀由安全阀井口控制盘统一控制；

严格按设计注入压力和注入量进行注水作业。制定注水系统日常作业和监控程序，进行注水压力和注水量的监测，一旦发现注水压力和流量异常立刻停止注水，查明原因并采取相应措施；

优化注入水量和采出液量，实现注采平衡，从而保持地层压力稳定；

---

对因水质等原因导致的注入压力高的注水井及时实施解堵等措施，缓解注入压力高的问题；

对于注水井实行分层注水、精细注水管理措施，维持每一井区、每套储层的注采平衡，杜绝局部超注超压；

制定注水系统日常作业和监控程序，实时监测注水压力和注水量，一旦发现注水压力异常，立即停止注水，待查明原因并采取相应措施后再恢复注水作业；

油井动态监测，确保注采平衡，避免有注无采情况发生。

### **（5）注水井压力监测系统**

在油田的生产管理中，应严格按照中国海洋石油总公司《海上油气田开发井动态监测资料录取要求》执行，做到随时监测注水地层的压力变化，严格把注水地层的压力控制在安全生产压力（地层破裂压力）以下。对于瞬时高值以及异常状况及时分析，确保安全生产。及时关注、排查注入压力高的注水井，在后续的工作中将继续针对不同的情况分析其原因，并采取以下有效的措施来确保油田的安全生产：

**动态监测系统：**根据录取资料要求，综合考虑油田开发需要，按照固定与非固定监测井点相结合，兼顾油田高部位与低部位、油田边部与内部的方针，确定油田动态监测系统；

**单井注入压力、注入量跟踪：**全天监测计量注入井注入压力及注入量变化，当记录值突变，注水出现异常时，及时跟踪分析与现场沟通，采取有效措施，恢复注水井正常注入；

**日常动态分析：**油藏动态人员日常跟踪注水井注入量及注入压力变化情况，结合油井动态，综合分析注水井动态变化，出现问题，及时提出压力、产液剖面、吸水剖面等动态监测需求及酸化等解堵措施，并与现场沟通，确保安全注水；

**月度动态分析：**根据注水井周边受效油井生产动态变化适时配注，实施月度配注制度，及时调整注水井的配注量及注聚试验井的注聚浓度，并分析月度含水上升率、存水率等开发效果评价指标，避免出现注水井注水量过大或注聚浓度过高导致的注入压力过高现象；

**注水管理措施：**对于注水井实施精细化管理，优化注水，通过酸化、调剖与分层配注（地面分注）等措施相结合，维持井组均衡开采，杜绝地层出现局部高压的情况。

---

## 8.5.7 结论

综上所述，通过地质条件、油藏工程、钻完井方案、注水方式等方面的综合分析，渤中 26-3 油田滚动扩边区施工过程中和后续生产过程中发生地质性油气泄漏事故的可能性不大。在采取严密、适当的安全防范措施后，本工程施工和生产过程中的地质性溢油风险是可控的。

为避免发生由于不恰当注入引起的地质性油气泄漏事故，建议建设单位进一步加强钻/完井作业和注水作业的管理，尽量避免发生类似事故。

## 8.6 环境风险防范对策措施和应急方法

### 8.6.1 事故防范措施

#### (1) 设计、施工、安装阶段溢油风险应对措施

- ①设计的设备符合安全和环境保护规范、标准；
- ②海底管线采取挖沟埋设方式铺设且埋深不小于 2m，防止海底换线因船只抛锚等第三方引起溢油风险，并采取内外防腐措施；
- ③井口平台立管外设置保护套管；
- ④在油气井的井下和井上设置安全阀；
- ⑤甲板以下的立管上设置应急关断阀；
- ⑥配备安全有效的防喷设备和良好的压井材料及井控设备；
- ⑦加强钻时观测，及时发现先兆，按正确的关井程序实行有效控制，并及时组织压井作业；
- ⑧设计和保持可靠的火警及可燃气体关闭系统

#### (2) 钻井阶段和继续运营阶段风险防范措施

钻井期间原油泄漏主要是在钻探过程中发生的井喷或井涌所致，归纳起来可以从以下几个方面来分析识别该阶段可能导致溢油事故发生的风险因子。

- (1) 地层资料不足发生意外
- (2) 设备故障导致溢油事故
- (3) 作业技术不过关造成泄漏

井下作业难度大。虽然有较先进的井内探测设备，但操作人员毕竟无法深入到井内或水下进行作业，这就无形中增大了不能够及时发现井内异常状况的危险性。

#### (4) 紧急关断失效

设计人员对于井下可能发生的溢油状况作过分析和统计，在设计中加以考虑并完善那些可以避免重大事故发生的应急措施。但若这些措施出现失效的状况，则溢油的现象依然会发生。

在钻井阶段和继续运营作业中采取的防范措施如表 8.6-1。

**表 8.6-1 钻井阶段和运营阶段采取的防范措施**

事故类型	采取的措施
地层资料不足发生意外	①据地质研究结果优化钻井轨迹设计，事先识别并尽可能避开延伸到海底或接近海底的地质断层； ②事先识别压力异常地层，合理设计套管程序，制定有针对性的井控预案并加强随钻监测； ③严格按设计注入压力和注入量进行注水作业； ④制定注水系统日常作业和监控程序，设置注水压力和流量自动监测报警装置，并进行注水压力和注水量的监测，一旦发现注水压力和流量异常，立即停止注水，待查明原因并采取相应措施后再恢复注水作业。
设备故障导致溢油事故	①在设计、建造、采办和操作中将采取一系列保护措施； ②注意机械磨损及进行合理的润滑维护措施； ③精心考虑各部分的合理布放，对危险区采取有效的隔离措施来降低危险程度； ④对易于发生泄漏的管路全部根据最大压力和最高温度设计，并设置相应的应急关断系统。 ⑤平台井口区设安全阀。当井口出现泄漏异常情况时，可自动关闭油流通道。
作业技术不过关造成泄漏	严格实施作业规程，防止违章作业，将人为因素降至最低。
紧急关断失效	选择优质封隔器并及时更换损坏元件。

#### (3) 冰期溢油风险防范措施

本工程采取的防范措施主要有：

- ①定期破冰，避免海冰、流冰冲击造成溢油；
- ②加强冬季安全生产监督管理，避免因误操作、设施故障引发溢油；
- ③针对存在溢油风险的设施环节定期巡检；
- ④减少供给船舶、守护船停靠平台的频率，降低因船舶撞击导致的溢油。

#### (4) 井涌或井喷



---

对于井喷井涌，油田作业者主要采取了以下预防措施：

- ①采用较高的安全系数的油管设计强度；
- ②选择优质封隔器并及时更换损坏元件；
- ③制定周密的钻井计划；
- ④配备安全有效的防喷设备以及良好的压井材料、井控设备。

生产阶段为防止井涌或井喷的发生，油田作业者还应考虑采取如下措施：  
严格实施生产作业规程和安全规程；

井口控制安全屏蔽由机械或液压控制的监测装置组成，用来控制井喷；  
安装井口防喷器；

设置消防喷淋系统，关键场所设手提灭火器；

选择优质封隔器并及时更换损坏元件；

配备安全有效的防喷设备和良好的压井材料及井控设备；

对关键岗位的操作人员进行专业技术培训，坚持持证上岗，建立健全井控管理系统；

加强生产时的观测，建立监测系统，及时发现先兆，按正确的关井程序实行有效控制，并及时组织压井作业；

设置二氧化碳灭火系统，关键场所设手提灭火器；

制定严密的溢油应急计划，一旦发生井喷便采取相应的应急措施。

### **（5）平台溢油事故**

针对平台溢油事故，主要有以下防范措施：

安装可燃气体探测报警系统；

安装紧急关断系统；

设置消防喷淋系统，关键场所设灭火器；

加强设备维护和人员管理。

### **（6）海管溢油事故**

针对海底管道溢油事故，主要制定了以下防范措施：

- ①严格按照设计标进行设计，正确应用设计规范和安装规范；
- ②采取管道完整性管理的方法实现对海底管线的事故防范；
- ③各油田制定相应的管线保护和检测程序；

- 
- ④值班船对管线沿途进行巡视；
  - ⑤对海底管道进行不定期和定期检测；
  - ⑥设置压力、液位和温度报警系统与安全泄压保护装置；
  - ⑦设置相应的应急关断系统；
  - ⑧海底管线监控配备船舶 AIS 预警系统的基础上增加音波测漏系统；
  - ⑨增加海底光纤检测，方便对泄漏点及时识别并准确定位。

### **(7) 船舶碰撞事故**

针对船舶碰撞事故，主要制定了以下防范措施：

- ①制定严格的船舶施工作业制度和操作规程；
- ②严格执行有关操作规程，做好船舶的调度工作；
- ③合理安排施工作业面，提前采取避让船舶措施；
- ④加强值班瞭望。

## **8.6.2 溢油事故应急处理措施**

### **(1) 溢油应急预案**

为确保中海石油（中国）有限公司天津分公司在渤中 26-3 油田开发活动发生溢油事故时能够及时、有效、迅速地进行应急反应，做到有章可循，最大限度地减小溢油对环境造成的影响，建设单位已按照《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》和《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》等相关规定，制定了《渤中 26-3 油田溢油应急计划》。

### **(2) 应急组织机构**

#### **①渤中 26-3 油田溢油应急小组组织机构**

渤中 26-3 油田溢油应急小组是在天津分公司应急指挥中心的领导、指导和支持下进行现场级别的溢油应急事故的应急反应。其应急组织机构如下：

应急小组组长：油田总监

副组长：安全监督

成员：维修监督、生产监督、平台长、机械师、电气师、仪表师、守护船船长、机修工、电工、仪表工、吊车及其他平台上人员

油田应急组织机构图如图 8.6-1。其中安全监督为应急管理小组常务成员，应急

办公室设在中控室。

若渤中 26-3 油田发生中型及以上溢油事故则超出本应急计划，此时听从上级天津分公司的应急指挥中心指挥。

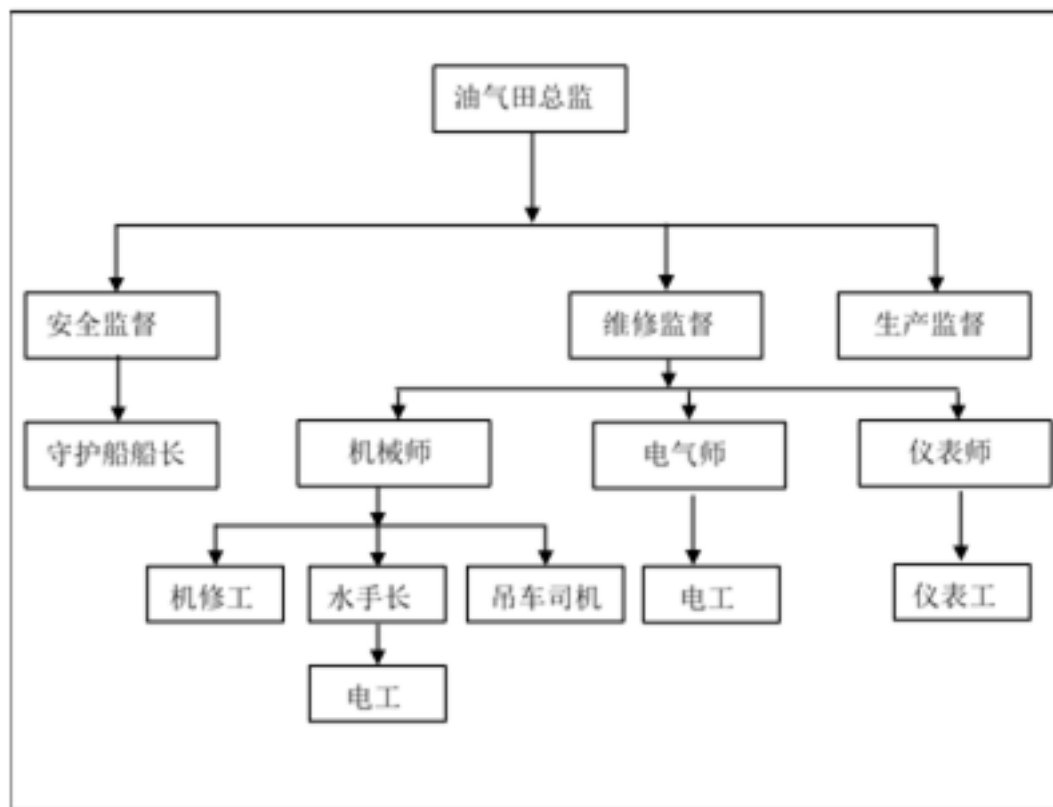


图 8.6-1 渤中 26-3 油田溢油应急组织机构图

②天津分公司应急组织机构的构成

天津分公司建立了公司应急组织机构，主要包括：应急指挥中心、应急协调办公室/应急值班室、技术组/专家组、通讯保障组、资金保险组、服务支持组、秘书组、兴城应急分中心、蓬莱应急分中心。

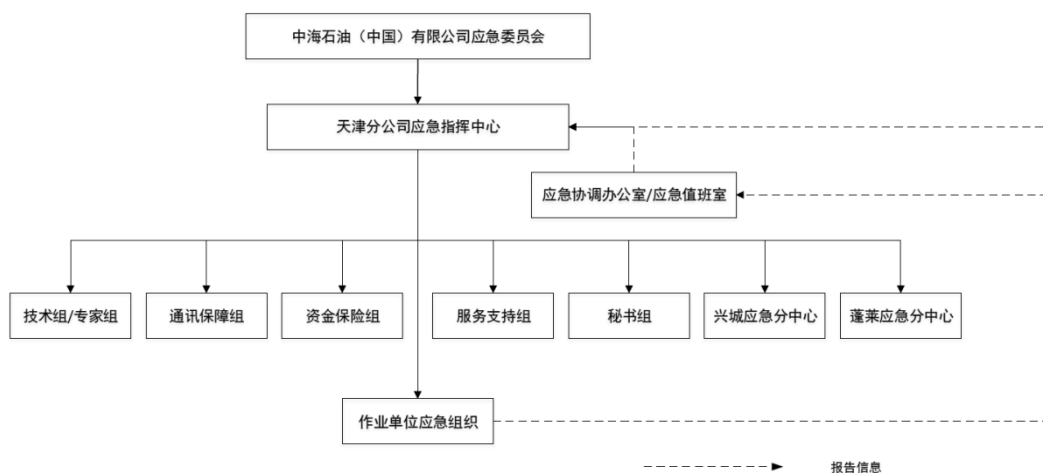


图 8.6-2 天津分公司溢油应急组织机构图

### (3) 溢油事故的报告

#### ①溢油报告程序

发生溢油事故后，无论大小，均立即按要求向上级汇报，并在规定时间内向政府主管部门提交书面报告，见图 8.6-3 溢油事故报告程序图。

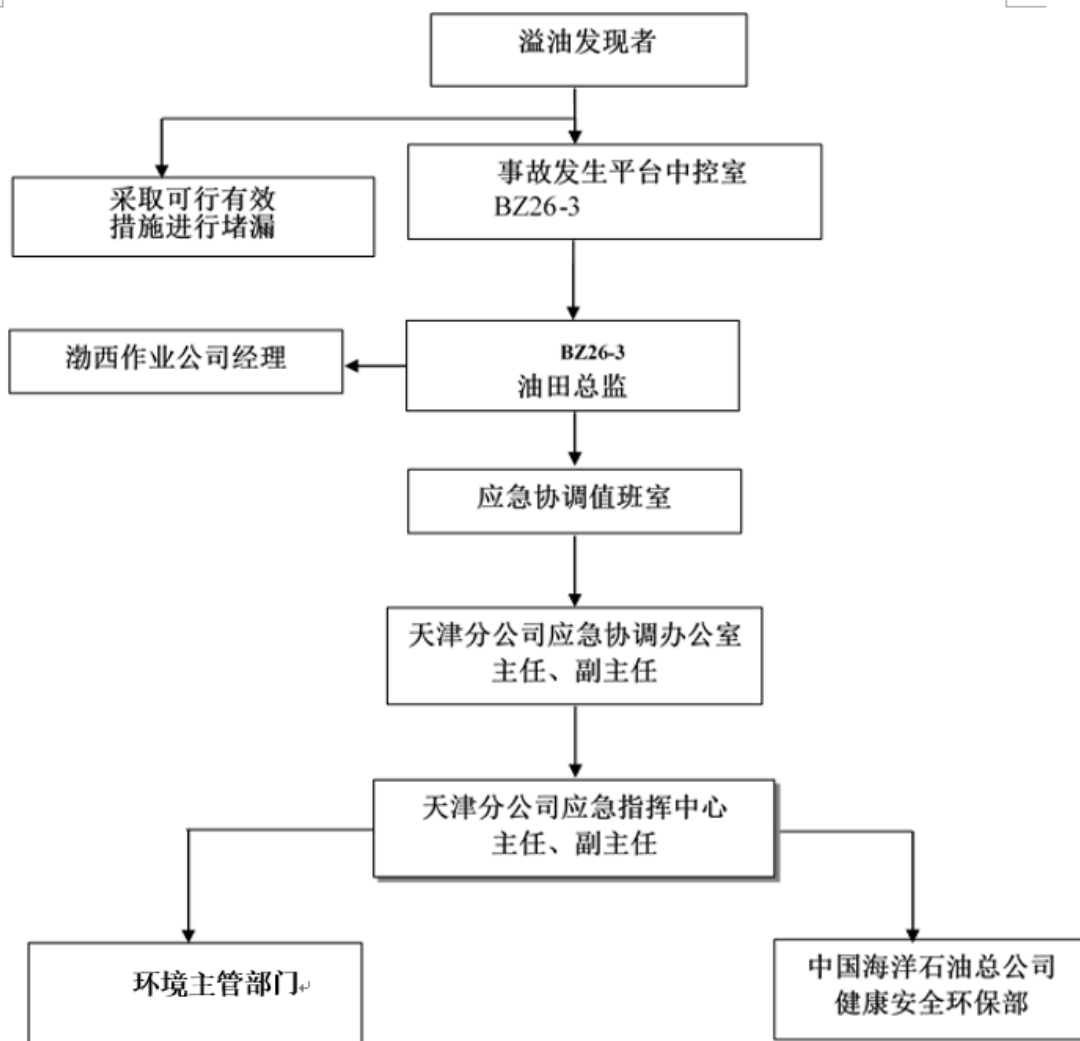


图 8.6-3 溢油事故程序图

#### ②报告内容

- 1、溢油事故发生的地点、时间、原因（井喷、油罐破裂、撞船等，并分析人为因素或自然因素）、溢油量、溢油方式（一次性溢油或连续性溢油）。
- 2、目前采取的应急措施及其有效程度。
- 3、除现场的自身力量外，需要求助其他溢油应急力量的援助要求等。
- 4、填写溢油事故报告表

#### ④报告时间

根据国家海洋局令第 1 号，关于《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例实施办法》第十九条之规定，应将溢油情况向政府主管部门汇报。

应在 24 小时内报告政府主管部门的有：

- 1、平台距海岸 20 海里以内，溢油量超过 1 吨的；
- 2、平台距海岸 20 海里以外，溢油量超过 10 吨的。

应在 48 小时内报告政府主管部门的有：

- 3、平台距海岸 20 海里以内，溢油量不超过 1 吨的；
- 4、平台距海岸 20 海里以外，溢油量不超过 10 吨的。

在现场溢油事故发生后第一时间，现场应急小组组长应报告给天津分公司应急协调值班室，分公司应急协调值班室依据分公司程序进行报告，在接到事故单位报告后 1 小时内，向当地地方政府部门做初步报告（报告内容经天津分公司应急指挥中心领导审核批准），同时向有限公司应急协调办公室报告。对较大溢油事故引发的应急事件，在接到事故报告后的 1 小时内应向国家海洋局北海分局报告，同时向有限公司应急协调办公室报告。详见《天津分公司溢油应急计划》第五章。

#### （4）溢油控制、清除的方式方法

根据不同油品特性及不同条件采取相应的溢油处理方法，主要包括围控和机械回收、喷洒化学消油剂、海底及岸线清理等。

##### ①围控和机械回收

在开阔水域布放围油栏，可以采用两船拖带和三船拖带方式。

##### ●“J”型两船拖带

主拖船拖带围油栏较短的一端，同时存放所需的回收设备和回收作业人员；辅拖船拖带围油栏较长的一端。围油栏的长度需要 200-400 米。从主拖船至 J 形底部之间围油栏的长度为 20-40 米，撇油器放置在 J 形的底部。

图 8.6-4 “J”型拖带

##### ●“U”型两船拖带

---

两艘拖带船并进，第三艘船舶处于 U 形的底部外侧，利用撇油器对 U 形底部聚集的油膜进行回收作业。

图 8.6-5 “U”型拖带

②消油剂使用原则

- 1、天津分公司应急指挥中心负责向国家相关主管部门申请使用溢油分散剂。
- 2、溢油分散剂作为最后的手段，只有在溢油预计漂向岸边或环境敏感水域时，且由于天气和海况的原因，机械回收失败的情况下才使用。
- 3、溢油分散剂须在海面能见到油污时才能使用，并避免向清洁的海域喷洒，一般情况下溢油分散剂的喷洒在白天进行。

③岸线清理

- 1、岸线评估：岸线评估需要实地进行，需专业人员进行。
- 2、评估污染程度，岸线类型，岸线敏感程度，岸线长度等内容。根据不同的情况采用相应的清污方式，安排人员，设备等。
- 3、岸线清理过程中需要注意安全规定，听从指挥，按照清理方案执行。
- 4、按照评估结果，将清污任务分配给每个作业小组和组内的每个人。
- 5、需要合理的减少清污废物，注意避免将未被污染的岸滩材料作为废物带走。
- 6、建立废物存储的临时设施，这些设施可以临时搭建，但是一定注意防止渗漏、外溢等造成的二次污染。废物应该按照性质进行分类。

④地质性溢油处置

- 1、先关停溢油源附近的注入井，然后由近及远的关闭其他注入井或减少注入量。
- 2、潜水员或水下机器人（ROV）探摸确认渗漏点源。
- 3、使用集油罩、水泥“T”型模块等控制海底溢油源。
- 4、利用断层内的现有（或新钻）井打水泥等措施进行强化封堵断层泄漏联通部分。
- 5、存积在海床上的油污可以通过潜水员使用水下清污设备进行清理。

### 8.6.3 溢油风险防范措施有效性分析

#### 8.6.3.1 油田自身溢油应急能力

渤中 26-3 油田按照自身情况没有配置溢油应急资源及设备。当发生中、大型溢

油事件，或随着溢油事态发展需要时，及时向应急协调办公室报告，由应急协调办公室组织、协调周边油气田及陆地的溢油应急资源设备及环保人员进行下一步的海上溢油清理作业。BZ25-1 油田 FPSO 配备了溢油应急设备，距离本项目约 7km，因此在 BZ26-3 油田发生溢油事故的时候可以调 BZ25-1 油田的应急设备，此外距离本项目较近的 BZ28-1 油矿、BZ28-2S 油田、BZ34-1 油矿、BZ13-1 油矿具备的溢油应急资源也能在事故发生后前往发生地点清理油污，减轻海洋污染。上述油田部分溢油应急设施见表 8.6-3~8.6-6。

**表 8.6-3BZ25-1 油田溢油回收设备**

名称	数量	储存地点
A. 气胀式围油栏 (HOB1500, 400m, 含卷栏机、拖头)	1	海洋石油 113
B. 柴油动力设备 (LPP30)	1	海洋石油 113
C. 多功能撇油器 (LAMOR 公司出产)	1	海洋石油 113
D. 高压清洗机 (HDS1000DE)	1	海洋石油 113
E. 消油剂喷洒系统 (PSB40)	1	海洋石油 113
F. 输油泵 (GTA-50)	1	海洋石油 113
G. 消油剂 (1.7t)	10 桶	海洋石油 113
H. FN10 浮动油囊 (10m <sup>3</sup> )	1	海洋石油 113

**表 8.6-4 BZ28-1 油田 (渤海友谊号) 配备的溢油应急设备**

序号	设备名称	生产厂家	规格型号	数量	性能	存放地
1	围油栏	青岛光明	QW1500	400m	吃水 0.75m, 干舷 0.50m	渤海友谊号
2	撇油器	LAMOR	盘式/鼓式/刷式	1 套	60 m <sup>3</sup> /h	渤海友谊号
3	动力装置	LAMOR	LPP30	1 套	功率 35kw, 风冷柴油机	渤海友谊号
4	喷洒设备	青岛光明	PSB50C	1 套	喷洒 3t/h	渤海友谊号
5	手持喷枪	青岛光明		2 支	喷洒 1.8t/h 支	渤海友谊号
6	清洗机	LAMOR	HDS 1000DE	1 套	产生高压热水或蒸汽	渤海友谊号
7	储油囊	青岛光明	FN3 浮动油囊	2 套	储油 3m <sup>3</sup> /套	渤海友谊号
8	消油剂	青岛光明	GM-2	4.59t		渤海友谊号
9	吸油毡			100kg		渤海友谊号

**表 8.6-5 BZ34-1 油田溢油应急设备配置**

序号	设备名称	生产厂家	规格型号	数量	性能	存放地
----	------	------	------	----	----	-----

1	围油栏	丹麦 Rolands	HRA1500	400m	吃水 0.7m, 干舷 0.50m	CEPA
2	撇油器	青岛光明	齿形转盘式	1 套	50 m <sup>3</sup> /h	CEPA
3	动力装置	丹麦 Rolands	DEUTZ FIL210D 柴 油机	1 套	功率 30kw	CEPA
4	喷洒设备	青岛光明	PSB50C	1 套	喷洒 3t/h	CEPA
5	手持喷枪	青岛光明		4 支	喷洒 1.8t/h 支	CEPA
6	清洗机	LAMOR	HDS 1000DE	1 套	产生高压热水或 蒸汽	CEPA
7	储油囊	青岛光明	FN5 浮动油 囊	1 套	储油 5m <sup>3</sup> /套	CEPA
8	消油剂	青岛光明	GM-2	20 桶	170kg/桶	CEPA

**表 8.6-6 BZ28-2S 油田溢油应急回收设备（存放于 CEP 平台）**

序号	设备名称	生产厂家	规格型号	数量	性能	存放地
1	围油栏	天津汉海	HRA1500	400m	吃水 0.87m, 干 舷 0.43m	海洋石油 102
2	撇油器	天津汉海	刷盘式	1 套	30 m <sup>3</sup> /h	海洋石油 102
3	动力装置	天津汉海	HPP30/HPP5 0	2 套	功率 38kw /52kw	海洋石油 102
4	喷洒设备	天津汉海		1 套	喷洒 80L/min	海洋石油 102
5	手持喷枪			1 支		海洋石油 102
6	清洗机	LAMOR	HDS 1000DE	1 套	产生高压热水或 蒸汽	海洋石油 102
7	储油囊		HRFT10	2 套	储油 10m <sup>3</sup> /套	海洋石油 102
8	消油剂	青岛光明	GM-2	20 桶	170kg/桶	海洋石油 102
9	吸油毡			500kg		海洋石油 102

此外渤中 26-3 油田还配备了化学消油剂 3400kg 和吸油毛毡 20kg 以及三用值班船一艘。

### 8.6.3.2 外借溢油应急能力

天津分公司与中石化股份公司胜利油田分公司海洋应急中心和中国石油海上应急救援响应中心签署《溢油应急战略联盟协议书》，溢油应急资源共享与联动。

中石油建立了三个溢油应急基地，应急资源如下：

**表 8.6-7 曹妃甸救援站溢油应急物资装备信息表**



编号	物资名称	物资类型	规格型号	数量	产地	备注
1	MM12 收油机	收油设备	Minima*12	2 台	芬兰劳模	
2	MM30 收油机		Minima*30	2 台	芬兰劳模	
3	多功能收油机		LMS/P DWD	1 台	芬兰劳模	
4	岩石收油机		Rock Leaner	2 台	芬兰劳模	
5	光明橡胶围油栏			1 套	青岛光明	充气机 2 台
6	固体浮子围油栏		FOB900	400m	芬兰劳模	
1	高压清洗机	溢油配套	HDS1000DE	3 台		
2	溢油分散剂喷洒装置			2 套		
3	QG5 轻型储油罐		QG5	4 个		
4	QG10 轻型储油罐		QG10	4 个		
5	吸油毡		PP-吸油毡	2 吨		
6	溢油分散剂		1 号常规型	2 吨		
7	浮动油囊		FN15	4 个		
8	浮动油囊		FN10	4 个		
9	吸油枕填充料			40 个		
10	吸油枕			100 个		

表 8.6-8 塘沽救援站溢油应急物资装备信息表

编号	物资名称	物资类型	规格型号	数量	产地	备注
1	MM12 收油机	收油设备	Minima*12	1 台	芬兰劳模	
2	MM30 收油机		Minima*30	1 台	芬兰劳模	
3	多功能收油机		LMS/P DWD	1 台	芬兰劳模	
4	岩石收油机		Rock Leaner	1 台	芬兰劳模	
5	光明橡胶围油栏			200m	青岛光明	充气机 2 台
6	固体浮子围油栏		FOB900	400m	芬兰劳模	配锚 10 个
7	岸滩围油栏			200m	芬兰劳模	配锚 4 个
1	高压清洗机	溢油配套	HDS1000DE	1 台	芬兰劳模	
2	溢油分散剂喷洒装置			1 套	芬兰劳模	
3	QG5 轻型储油罐		QG5	3 个	温州	
4	QG10 轻型储油罐		QG10	3 个	温州	
5	吸油毡		PP-吸油毡	50 包	福州	
6	溢油分散剂		1 号常规型	6 桶	大连	
8	浮动油囊		FN10	6 个	温州	

表 8.6-9 营口救援站溢油应急物资装备信息表

编号	物资名称	物资类型	规格型号	数量	产地	备注
1	MM12 岩石收油机	收油设备	Minima*12	2 台	芬兰劳模	
2	消防泵		8J18S	3 台	国产	
3	多功能收油机		LMS/P DWD	1 套	芬兰劳模	

4	HDS 高压冲洗机	中油海 202 船上 设备	Hds1000de	1 台	芬兰劳模	
5	充气式橡胶围油栏		QW1500	200m	青岛光明	
6	固体浮子围油栏		FOB900	400m	芬兰劳模	配锚 10 个
7	沙滩围油栏			200m	芬兰劳模	
1	侧挂式收油机			1 台	芬兰劳模	
2	LPP90 动力机组		LPP90	1 台	芬兰劳模	
3	LPP25 动力机组		LPP25D/S25	1 台	芬兰劳模	
4	MM30 刷式收油机	MIMMIN. 30	1 台	芬兰劳模		
5	充气式 HDB 橡胶围油栏		200m	芬兰劳模		

中国石化的应急资源如下表所示：

**表 8.6-10 胜利海洋船舶中心应急能力（应急船舶）**

船名	船型	功率（kw）	船龄（年）
胜利 212	溢油回收船	441*2	12
胜利 502	溢油回收船	486	28

**表 8.6-11 胜利海洋船舶中心应急能力（溢油应急装备）**

设备名称	型号	数量	设备性能
围油栏	QW2000	1400m	
围油栏	QW1500 海湾型	400m	
围油栏	FW900	720m	防火
围油栏	GW1500+GW900	1800m	
撇油器	螺杆式、圆盘式、滩海型、围堰式	13 套	
滩海溢油处理设备		6 套	
动力站		12 套	
高压清洗机		6 台	
高温高压清洗机		2 台	
大型清洗设备		1 套	
叉车	8 吨	1 台	
牵引车	55 千瓦	1 台	

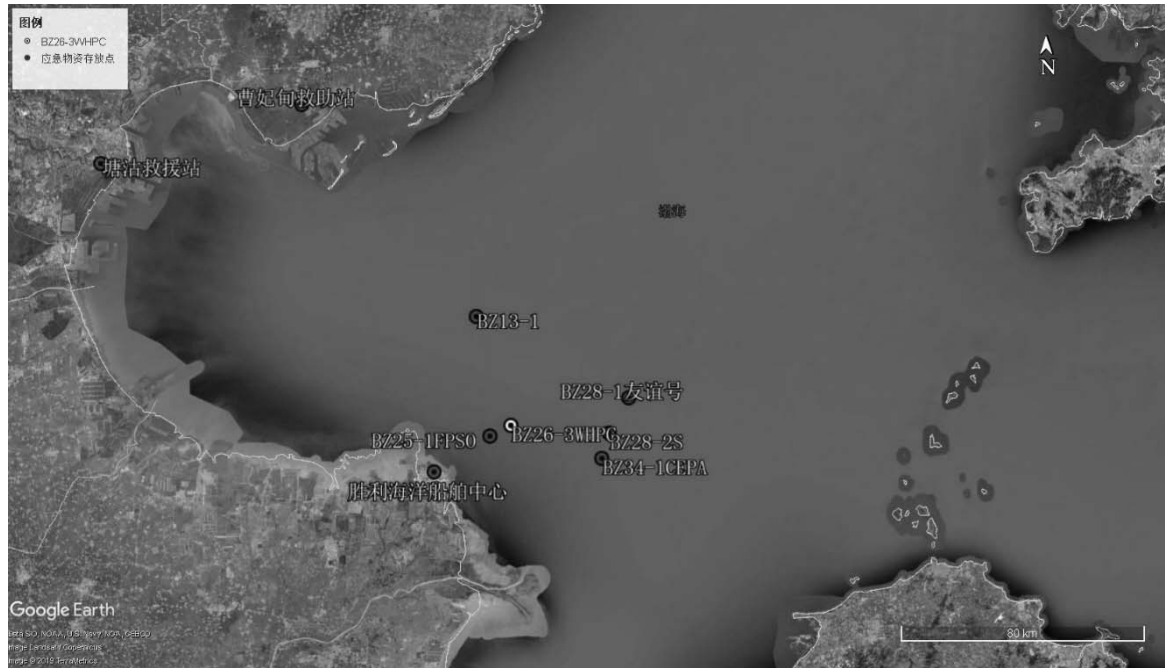


图 8.6-6 溢油应急物资分布

### 8.6.3.3 通讯联络方式

渤中 26-3 油田 IP 电话如下表所示

表 8.6-12 渤中 26-3 油田 IP 电话通讯录

用户	位置	电话号码
BZ26-3	总监	25805754
BZ26-3	报房	25805764
BZ26-3	办公室	25805792
BZ26-3	中控	25805746
BZ26-3	安全	25805743
BZ26-3	生产	25805744
BZ26-3	MCC	25805793

### 8.6.3.4 应急反应时间

#### 1、油田自身溢油应急力量抵达时间

尽管在各阶段采取了各种预防措施，但仍有难以预料的内部或外部原因导致海上溢油事故发生的可能性。在以预防为主的基础上，必须充分利用现有的溢油应急处理能力和措施，以尽最大能力降低海上溢油的环境污染程度。一旦发生溢油事

故，首先可以利用本油田自身的三用工作船在第一时间对溢油进行溢油响应工作，

[REDACTED]

## 2、外借溢油应急力量抵达时间

中石油曹妃甸救援站距离本油田约 125km，船舶航行速度取平均经济航速 11 节（约 20.35km/h），则船舶航行时间为 6.5h，动员时间取 2h，则曹妃甸救助站应急响应时间为 8.5h；营口救援站距离本项目约 350km，则船舶航行是时间为 17.5h，加上 2h 动员时间，营口救援站应急响应时间为 19.5h；塘沽救援站距离本项目约 160km，则船舶航行时间为 8h，动员时间为 2h，则塘沽救援站应急响应时间为 10h；胜利海洋船舶应急中心距本项目约 40km，船舶航行时间为 2h，动员时间为 2h，则胜利海洋船舶应急中心的应急时间为 4h。

### 8.6.3.5 应急能力估算

由于目前尚未发布油田的溢油应急能力评估方法，因此，本项目参照《船舶溢油应急能力评估导则》（JT/T 877-2013）进行溢油能力的计算。

#### （1）围控与防护能力

##### ①收油作业配套的围油栏数量

$$L_2 = D \times 100$$

式中： $D$ ——收油系统数量。本项目收油系统数量取 1。

经过计算，收油作业配套的围油栏数量  $L_2$  为 100m。

##### ②导流配套的围油栏数量

$$L_3 = U \times N_2$$

式中： $U$ ——一组围油栏的长度，单位为米（m）；本项目一组围油栏的长度取 200m；

$N_2$ ——所需导流的围油栏的组数；本项目取 1。

经过计算，导流配套的围油栏数量  $L_3$  为 200m。

##### ③防护配套的围油栏数量

---

$$L_4 = (L_2 + L_3) \times \phi$$

式中： $\phi$ ——加权系数，取值区间为 0.2~0.5。环境敏感度越高，取值越大。

本项目  $\phi$  取 0.3。

经过计算，防护配套的围油栏数量  $L_4$  为 90m。

#### ④围油栏数量

围油栏数量的计算公式按下式进行：

$$L = L_2 + L_3 + L_4$$

式中： $L$ ——围油栏的总数量，单位为米（m）；

$L_2$ ——收油作业配套的围油栏数量，单位为米（m）；

$L_3$ ——导流配套的围油栏数量，单位为米（m）；

$L_4$ ——防护配套的围油栏数量，单位为米（m）。

经过计算，本项目围油栏数量为 390m。

### （2）回收与清除能力

#### ①机械回收能力

机械回收能力按下式进行：

$$E = T \times P_1 \div [\rho \times \alpha \times Y \times 6 \times (1 - \phi_1)]$$

式中： $E$ ——收油机回收速率，单位为立方米每小时（ $m^3/h$ ）；

$T$ ——总溢油量，单位为吨（t）；本项目总溢油量取 50.7t（ $56m^3$ ）；

$P_1$ ——机械回收量占总溢油量的比例（%），取值区间为 40%~60%；本项目取 50%；

$\rho$ ——回收油水混合物密度，单位为吨每立方米（ $t/m^3$ ）；本项目取  $0.85t/m^3$ ；

$\alpha$ ——收油机实际收油速率占标定收油速率的比例（%），本项目  $\alpha$  取值 15%；

$Y$ ——作业天数，单位为天（d），本项目取 3d；

6——每天工作时间，单位为小时（h）；

$\phi_1$ ——富余量，取 20%。

经过计算，收油机回收速率为  $13.8m^3/h$ 。

#### ②临时储存能力

一般情况下，临时储存能力应满足收油机工作 12h 回收的油水混合物储存需求，

则本项目临时能力应至少为 166m<sup>3</sup>。

### ③溢油分散剂喷洒能力

#### 1、溢油分散剂配备数量

溢油分散剂配备数量按下式进行计算：

$$G=T \times 10^3 \times P_2 \times R$$

式中： $G$ ——需喷洒的溢油分散剂数量，单位为千克（kg）；

$T$ ——总溢油量，单位为吨（t）；本项目总溢油量取 50.7t（56m<sup>3</sup>）；

$P_2$ ——溢油分散剂处理溢油数量占总溢油量的比例（%），取 30%；

$R$ ——溢油分散剂与油的用量配比，常规型分散剂取值为 0.3~1，浓缩型分散剂取值为 0.1~0.2。本项目消油剂型号主要为常规型分散剂，因此，本项目取值为 0.7。

经过计算，需喷洒的溢油分散剂数量为 10600kg（10.6t）。

#### 2、溢油分散剂喷洒装置

溢油分散剂喷洒装置喷洒速率按下式进行计算：

$$V=G \div \rho_1 \div Y \div 6 \div 60$$

式中： $V$ ——溢油分散剂喷洒装置喷洒速率，单位为升每分钟（L/min）；

$G$ ——需喷洒的溢油分散剂数量，单位为千克（kg）；本项目为；

$\rho_1$ ——溢油分散剂密度，单位为千克每升（kg/L）；本项目溢油分散剂密度取 0.88t/m<sup>3</sup>（即为 0.88kg/L）；

$Y$ ——作业天数，单位为天（d），本项目取 3d；

6——每天作业时间，单位为小时（h）。

经过计算，溢油分散剂喷洒装置喷洒速率为 11.2L/min。

### ④吸收吸附能力

吸收吸附材料数量按下式进行计算：

$$I=T \times P_3 \div (J \times K \times \varphi_1)$$

式中： $I$ ——吸收吸附材料数量，单位为吨（t）；

$T$ ——总溢油量，单位为吨（t）；本项目总溢油量取 50.7t（56m<sup>3</sup>）；

$P_3$ ——吸收吸附回收量占总溢油量的比例（%），取值区间为 20%~30%；  
本项目取 30%；

$J$ ——吸收吸附倍数；本项目配备的吸油毡型号为 PP-2，该吸油毡的吸油

---

量一般可达自重的 10 倍，本项目取 10；

$K$ ——油保持率（%）；本项目取 80%；

$\phi_1$ ——吸收吸附加权系数，取 0.3。

经过计算，吸收吸附材料数量为 6.3t。

### 8.6.3.6 应急能力可行性分析

#### （1）应急设备数量

本项目可利用的应急设备如下：

##### ① 围油栏：

共计 8320m，其中 BZ25-1 油田 400m，BZ28-1 油矿 400m，BZ34-1 油矿 400m，BZ28-2S 油田 400m，曹妃甸救援站 600m，塘沽救援站 1000m，营口救援站 800m，胜利海洋船舶应急中心 4320m。

##### ② 机械回收能力：

输油泵 1 台，撇油器 18 套，收油机 18 台，其中 BZ25-1 油田输油泵 1 台、撇油器 1 套，BZ28-1 油矿、BZ34-1 油矿各有撇油器一套，BZ28-2S 油田撇油器 2 套，曹妃甸救援站收油机 7 台，塘沽救援站收油机 4 台，营口救援站收油机 7 台，胜利海洋船舶应急中心撇油器 13 套。收油能力至少在 510 m<sup>3</sup>/h。

##### ③ 临时储油能力：

至少 331m<sup>3</sup>，其中 BZ25-1 油田 40 m<sup>3</sup>，BZ34-1 油矿 5 m<sup>3</sup>，BZ28-1 油矿 6 m<sup>3</sup>，BZ28-2S 油田 20 m<sup>3</sup>，曹妃甸救援站储存能力为 160 m<sup>3</sup>，塘沽救援站储存能力 105t。此外本油田的三用工作船和胜利海洋船舶应急中心的应急船舶也具有临时储油仓。

##### ④ 消油剂：

16.3t，其中渤中 26-3 油田自身 1.7t，BZ34-1 油矿 3.4t，BZ28-1 油矿 4.59t，BZ28-2S 油田 3.4t，曹妃甸救援站 2t，塘沽救援站 6 桶，约 1.2t。

##### ⑤ 消油剂喷洒装置：

共计 17 套，其中 BZ25-1 油田 3 套，BZ34-1 油矿 5 套，BZ28-1 油矿 3 套，BZ28-2S 油田 2 套，曹妃甸救援站 2 套，塘沽救助站 2 套，喷洒能力在 40L/min 以上。

##### ⑥ 吸油毡：

油田自身配备吸油毡 20kg，BZ25-1 油田 30 箱，BZ34-1 油矿 10 箱，BZ28-1 油矿 100kg，BZ28-2S 油田 500kg，曹妃甸救援站 2t，吸油枕 100 包，塘沽救援站吸油

毡 50 包。

表 8.6-13 油田现有应急能力符合性分析

序号	溢油规模	溢油应急能力估算		目前油田可利用溢油应急设备	是否满足本项目溢油应急能力要求
1	50.7t	围油栏	390m	8320m	是
2		机械回收能力	13.8 m <sup>3</sup> /h	大于 510m <sup>3</sup> /h	
3		临时储存能力	166m <sup>3</sup>	大于 331m <sup>3</sup>	
4		溢油分散剂	10.6t	16.3t	
5		溢油分散剂喷洒装置	11.2L/min	大于 40L/min	
6		吸收吸附能力	6.3t	2.68t、40 箱吸油毛毡、吸油枕 100 包、吸油毡 50 包	

(2) 本工程溢油量角度分析

本次工程生产阶段溢油事故的主要排放物质是原油。溢油量取 BZ26-3WHPC~BZ26-3PAPD 混输管道的量进行估算。该管道长 4.4km，内管尺寸为 8"，管道容积为 144m<sup>3</sup>。由于油田开发过程含油量属于逐年递减，含水量逐年攀升，本次报告选取的溢油量是按着最低含水量（基本全部为原油的最不利情况），即投产初期的产量进行估算，但是投产初期管线属于刚刚投入运行，没有腐蚀和冲刷情况，因此发生溢油的风险也是较低。本次工程假设最不利情况下发生海底管道发生泄漏事故，在 30s 内将启动自动关断系统，关断后管道内部分原油会缓慢漏出。管道内物流压力 2312kPa，环境压力 190kPa，液体泄漏系数取 0.64。在考虑管道全管径断裂应急系统 30s 关断的情景下，根据公式计算得出泄露量为 39.3t。加上阀门关闭后至压力平衡前的泄漏量为 11.4t，管道溢油总量为 50.7t，合 56m<sup>3</sup>。平台在发生溢油之初，就开始溢油响应。后期随着原油含水率的升高，溢出的原油量要小于本项目最不利情况下的 56m<sup>3</sup>。

(3) 溢油抵达敏感目标的时间、响应时间、操控措施

①内部快速启动响应及收油机制

根据溢油预测结果，本工程若在近 BZ26-3WHPC 平台一侧发生溢油，溢油抵达附近敏感目标最短时间为 26.5h，（抵达莱州湾国家级水产种质资源保护区实验区）当发生溢油事故时，油田海上人员首先做好溢油源的控制工作，同时做好溢油源监控，本着就近调用应急资源的原则，优先利用油田内部溢油应急资源进行溢油初期处理。

渤中 26-3 油田各设施配有三用工作值班船 1 艘，可以在溢油初期对溢油情况进



---

行跟踪监视和情况汇报，附近的渤中 25-1 油田拥有围油栏和撇油器等应急设备，可以在 1.5h 内抵达事故发生地点，在溢油初期进行围控，阻止溢油进一步扩散。此外经过应急中心统一调度，附近油田的溢油应急设施也会在 3h 内赶来，共同作业进一步减轻海上溢油污染。

#### ②调用外部溢油响应资源力量

天津分公司与中石化股份公司胜利油田分公司海洋应急中心和中国石油海上应急救援响应中心签署《溢油应急战略联盟协议书》，溢油应急资源共享与联动。根据 8.6.3.4 章节分析知，外部溢油应急响应力量可以在溢油事故发生后 4 到 17.5h 内到达溢油发生地点，参与溢油回收工作，根据 8.6.3.6 章节分析可知，内部和外部可调用的应急资源可以满足本报告设定情景下的溢油事故。

#### ③油田溢油物资的能力配备分析

根据本章“8.6.3.1 油田自身溢油应急能力”、“8.6.3.2 外借溢油应急能力”、“8.6.3.5 应急能力估算”、“8.6.3.6 应急能力可行性分析”的相关论述，在一旦发生溢油的情况下，通过自身溢油应急设施的围控，外部溢油应急力量的联动，可以满足本工程发生的溢油规模控制要求。

#### ④最近敏感目标的保护对象

由 8.2 章节可知，一旦发生溢油，在本报告预设的不利情景下，海上溢油最快在 26.5h 抵达莱州湾国家级水产种质资源保护区实验区。主要保护对象有中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹、真鲷、花鲈，另外还有蓝点马鲛、口虾蛄、半滑舌鳎、文蛤、青蛤、中国毛虾。栖息的其他物种包括银鲳、黄鲫、青鳞沙丁鱼、鲚、凤鲚、鳓、鳀、赤鼻棱鳀、玉筋鱼、黄姑鱼、白姑鱼、叫姑鱼、棘头梅童、鲛等。因此日常生产活动中需要严格注意规范，防止发生溢油事故。在溢油事故发生之后各部门也应快速反应，争取将溢油对该敏感目标造成的影响降到最低。

#### ⑤小结

综上所述，渤中 26-3 油田在预防为主的基础上，和周围油田联动配备了值班船和相应的应急物资，一旦发生溢油事件油田会按照既定的应急预案快速有效地展开应急行动。此外 BZ25-1 油田、BZ28-1 油矿、BZ28-2S 油田、BZ34-1 油矿、BZ13-1 油矿和中海石油环保服务有限公司塘沽基地等可在第一时间进行协助，实现资源互补，从而在发生溢油事件时做到资源调用便捷、反应迅速，尽可能将溢油的影响降至最低。

---

综上，本项目溢油风险防控措施可行。

## 8.7 结论

本项目在预设工况模拟下溢油 72 小时所能影响到的环境敏感区主要包括：黄河口文蛤渔业海域限制区、黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区实验区、黄河三角洲国家级自然保护区实验区、莱州湾国家级水产种质资源保护区实验区、黄河故道东三角洲限制区、东营黄河口海洋特别保护区环境整治区、东营黄河口生态限制区、东营黄河口海洋特别保护区资源恢复区、东营黄河口海洋特别保护区开发利用区、黄河三角洲禁止区、东营黄河口海洋特别保护区生态保护区、东营利津底栖鱼类生态国家级海洋特别保护区、东营利津底栖鱼类生态限制区、东营利津底栖鱼类生态禁止区、黄河口半滑舌鳎渔业海域限制区、东营黄河口生态禁止区等。溢油最快在 26.5h 抵达莱州湾国家级水产种质资源保护区实验区。一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施，油膜在风和潮流的共同作用下将会抵达敏感区并造成严重污染，需要工程建设单位对环境风险概率较高的溢油事故予以足够重视，确保在环境安全的前提下进行海上石油开采活动。

此外建设单位应按照《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》、《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》和《关于进一步加强石油天然气行业环境影响评价管理的通知》的相关规定，建设单位应对溢油应急计划进行修编，将本工程及其附属工程的溢油应急管理纳入计划中，并将修编后的溢油应急计划重新上报生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局备案，按照修编后的溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作。

## 9 清洁生产、总量控制与对策措施

### 9.1 清洁生产

清洁生产的基本手段是改进工艺技术、强化企业管理，最大限度地提高资源、能源的利用水平，改变产品体系，争取废物最少排放及将环境因素纳入服务中去；对必须排放的污染物，采用低费用、高效能的净化处理设备和“三废”综合利用的措施进行最终的处理和处置。清洁生产涉及项目的初期设计、建设项目的实施、项目建成后的管理。

《中华人民共和国清洁生产促进法》第二条明确规定：“清洁生产，是指不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术与设备、改善管理、综合利用等措施，从源头削减污染，提高资源利用效率，减少或者避免生产、服务和产品使用过程中污染物的产生和排放，以减轻或者消除对人类健康和环境的危害。”

#### 9.1.1 建设阶段清洁生产措施

##### (1) 采用环保型天然聚合物钻井液

钻井用泥浆（钻井液）可分为油基泥浆、水基泥浆和混油泥浆。为降低泥浆排放对海水水质、底质及海洋生物的影响，本油田钻井作业过程中，不使用毒性较大的油基泥浆和混油泥浆，选择了无毒的环保型天然聚合物水基泥浆，减少了环境损害。

##### (2) 钻井泥浆循环使用

在油田开发钻井过程中，泥浆循环使用。研究表明，环保型天然聚合物钻井泥浆性能优越，抗杂质污染性能良好，泥浆使用寿命长。并加强了钻井过程管理，减少泥浆的使用量。

泥浆处理罐组布置在井口附近。罐上布置振动筛、除沙器、除泥器、离心机等泥浆净化设备。钻井作业中，未遇油层时泥浆通过钻井平台泥浆循环系统携带出井内钻屑，首先进入平台振动筛进行筛选，钻屑（携带部分泥浆）被筛出，最后，粒径小于 2 $\mu\text{m}$  的泥浆进入泥浆泵循环使用。从振动筛出来的岩屑与油层段钻屑一起定期运回陆地处理。

##### (3) 严格执行相关法律、法规、公约、标准

建设阶段参加海上施工的船舶及其有关人员应严格执行了《海洋环境保护法》、《海上交通安全法》、《防止船舶污染海域管理条例》、《1990 年国际油污防备、反应和合作公

约》、《船舶污染物排放标准》等有关的法律法规和标准。生活垃圾、船舶产生的含油污水全部运回陆地处理，没有排海。

#### (4) 执行严格的日常管理制度

对于钻井、安装、原油生产及外输作业，制定了严格的安全环保作业规程，并严格遵守执行。

由此可以看出，本项目在建设阶段，选用了无毒或低毒的钻井泥浆并循环使用，建设过程中严格执行相关法律法规，减少了污染物的排放，达到了清洁生产的目的。

### 9.1.2 生产过程中的清洁生产措施

#### (1) 设置污染物收集处理系统，减污及消除跑冒滴漏

开排系统主要包括开排槽和开排槽泵，用于收集设备橇内溢出液、污油水，设备维修后需将设备及甲板上油污清理干净，并将开排槽液位降至最低，由此可减少污染物的排放。

#### (2) 充分已有工程，简化海上平台流程及设施

油气处理、注水、供电等充分依托已有工程。合理利用井口压力能，海上平台采用油、气、水混输流程，实现油气全密闭输送，减小油气损耗。各平台只完成油井计量，物流集输至海上中心平台和陆岸终端进行集约化的原油分离、生产水处理、合格原油转输，从而最大限度地简化海上生产设施，降低海上开发建设投资，提高海上工程抗风险能力，提高整体开发水平和综合经济效益，符合清洁生产相关法律法规的要求。

#### (3) 采用先进的工艺及技术路线

本项目生产过程中的生产物流处理将采用自动化控制程度较高的全密闭工艺流程，所选用的技术和设备均为国内外先进和成熟的技术和设备，并在渤海多个油田开发过程中已有成功的应用。

在原油生产工艺系统中的主要设备和管线处均设置了相应的压力、温度和液位安全保护装置，如在井口装置、生产管汇上安装了低压传感器和压力安全阀，避免由于压力、液位和温度异常产生的事故隐患。

工程还设置了自动报警及相应的设备单元关断、生产系统关断和全面关断等不同级别的紧急关断系统。一旦出现问题，可根据不同事故的级别自动启动相应级别的紧急关断系统，将潜在危害和损失风险降至最低程度。从而保证油田生产过程的顺利进行。

通过上述分析可以看出本工程选用了国内外先进的工艺技术，流程全部自动化控

制，设置了探测报警和紧急关断系统，这些措施均符合清洁生产相关法律法规的要求。

### 9.1.3 生产现场管理中的清洁生产措施

在原油生产过程中，对于各项操作均有明确的作业规程，同时还制定了严格的环境保护及管理制度，并设置专人、专岗进行监督和管理，以确保环境保护制度落到实处。以上这些措施规范了生产及施工作业活动，尽最大可能避免危害环境的事件发生。这些措施主要包括：

(1) 实行环境保护会议制度

定期举行安全环保会议，对生产中发现的环保问题，研究整改措施，提出工作要求。

(2) 油田安全管理

贯彻执行国家相关的环境保护法规和标准，并且在日常生产时对平台上的生产设施进行巡视和检查，定期对生产设备、探测报警及紧急关断设备进行检查维护。安全监督对临时登临平台的人员进行安全环保教育。

(3) 执行严格的日常管理制度

对于钻井、安装、原油生产及外输作业，制定有严格的安全环保作业规程，并严格遵守执行。

(4) 定期对生产设备、探测报警及紧急关断设备进行检查和维护。

### 9.1.4 清洁生产水平分析

本项目清洁生产分析指标参考《石油和天然气开采行业清洁生产评价指标体系（试行）》。该指标体系依据综合评价所得分值将企业清洁生产水平等级划分为两级，即代表国内先进水平的“清洁生产先进企业”，和代表国内一般水平的“清洁生产企业”。

石油和天然气开采行业建设项目清洁生产分析指标主要包括资源能源消耗指标、生产技术特征指标、污染物产生指标、资源综合利用指标、环境管理与劳动安全卫生指标等。该指标体系分为定量评价与定性要求两大部分。定量指标和定性指标分为一级指标和二级指标：一级指标为普遍性、概括性的指标；二级指标为反映油气勘探开发企业清洁生产各方面具有代表性的、易于评价考核的指标。通过对比本项目各项指标的实际达到值、评价基准值和指标的权重值，经过计算和评分，综合考评企业的清洁生产水平。

本项目钻井作业和采油作业的清洁生产指标执行情况分别见表 9.1-1 和表 9.1-2。

本次评价从资源能源利用指标、生产技术特征指标、资源综合利用指标、污染物产

生指标以及环境管理要求等方面进行定量和定性评价，渤中油田开发工程的钻井作业和采油作业的清洁生产水平均可代表国内先进水平，即属“清洁生产先进企业”

表 9.1-1 清洁生产评价指标及本项目清洁生产执行情况（钻井作业）

定量指标*						本项目钻井作业评价		
一级指标	权重值	二级指标	单位	权重值(修正值 $K_i$ )	评价基准值 ( $S_{oi}$ )	本项目实际值 ( $S_{xi}$ )	单项评价指数 ( $S_i$ )	定量评价指标的考核总分值 ( $P_i$ )
(1) 资源与能源消耗指标	30	占地面积	$m^2$	15	符合行业标准要求	符合行业标准要求	1	99
		新鲜水消耗	t/100m 标准进尺	15	$\leq 25$	$\leq 25$	1	
(2) 生产技术特征指标	5	固井质量合格率	%	5	$\geq 95$	$\geq 95$	1	
(3) 资源综合利用指标	30	钻井液循环率	井深 2000-3000m	15	$\geq 75$	$\geq 75$	1	
		污油回收率	%	15	$\geq 90$	无污油	1	
(4) 污染物产生指标	35	石油类	mg/L	10	$\leq 45$	$\leq 50$	0.9	
		COD	mg/L	10	$\leq 500$	$\leq 500$	1	
		废弃钻井液	$m^3/100m$ 标准进尺	15	$\leq 10$	0.4	1	
定性指标*								
一级指标	权重值	二级指标			指标分值	本项目实际值 ( $F_i$ )	定性评价指标的考核总分值 ( $P_2$ )	
(1) 资源与能源消耗指标	15	钻井液毒性	可生物降解或无毒钻井液		15	15	100	
(2) 生产技术特征指标	30	钻井设备	国内领先		5	5		
		压力平衡技术	具备欠平衡技术		5	5		
		钻井液收集设施	配有收集设施，且使钻井液不落地		5	5		
		固控设备	配备振动筛、除气器、除泥器、除砂器、离心机等固控设备		5	5		
		井控措施	具备		5	5		

渤中 26-3 油田扩建项目环境影响报告书

		有无防噪措施	有	5	5	
(3) 环境管理体系建设	35	建立 HSE 管理体系		20	20	P=99.6
		制订节能减排工作计划		15	15	
(4) 贯彻执行环境保护法规的符合性	20	废弃钻井钻井液处置措施满足法规要求		10	10	
		污染物排放总量控制与减排措施情况		5	5	
		满足其他法律法规要求		5	5	
本项目清洁生产综合评价指数 (P): $P=0.6P_1+0.4P_2$ ; 其中 $P_1 = \sum_{i=1}^n S_i \times K_i$ ; $P_2 = \sum_{i=1}^n F_i$						
清洁生产等级评定: $P \geq 90$ (清洁生产先进企业); $75 \leq P < 90$ (清洁生产企业)						本项目钻井作业评定为: 清洁生产先进企业 ( $P \geq 90$ )

注: “\*” 根据《石油和天然气开采行业清洁生产评价指标体系(试行)》, 清洁生产指标体系分为定量指标 ( $P_1$ ) 和定性指标 ( $P_2$ ) 两部分。

其中, 定量指标根据项目实际值  $S_{xi}$  和评价基准值  $S_{oi}$  进行单项评价指数计算: 对于指标数值越高(大)越符合清洁生产要求的指标, 单项评价指数 ( $S_i$ ) 计算公式为  $S_i=S_{xi}/S_{oi}$ ; 对于指标数值越低(小)越符合清洁生产要求的指标, 单项评价指数 ( $S_i$ ) 计算公式为  $S_i=S_{oi}/S_{xi}$ 。

表 9.1-2 清洁生产评价指标及本项目清洁生产执行情况(采油作业)

定量指标						本项目采油作业评价			
一级指标	权重值	二级指标	单位	权重值	评价基准值 ( $S_{oi}$ )	本项目实际值 ( $S_{xi}$ )	单项评价指数 ( $S_i$ )	定量评价指标的考核总分值 ( $P_1$ )	
(1) 资源与能源消耗指标	30	综合能耗	kg 标煤/t 采出液	30	$\leq 65$	54.5	1	99.5	
(2) 资源综合利用指标	30	余热余能利用率	%	15	$\geq 60$	$\geq 60$	1		
		油井伴生气回收利用率	%	15	$\geq 80$	$\geq 80$	1		
(3) 污染物产生指标	40	石油类	mg/L	5	$\leq 45$	$\leq 50$	0.9		
		COD	mg/L	5	$\leq 500$	$\leq 300$	1		
		落地原油回收率	%	10	100	100	1		
		含油生产水回用率	%	10	$\geq 60$	100	1		
		油井伴生气外排率	%	10	$\leq 20$	0	1		
定性指标									
一级指标	权重值	二级指标		指标分值		本项目实际值 ( $F_i$ )	定性评价指标的考核总分值 ( $P_2$ )		
(1) 生产技术特征指标	45	井筒质量	井筒设施完好	5		5	100		
		采油	套管气回收装置	10		10			



渤中 26-3 油田扩建项目环境影响报告书

		防止落地原油产生措施	10	10	
		采油方式	采油方式经过综合评价确定	10	10
		集输流程	全密闭流程, 并具有轻烃回收装置	10	10
(2) 环境管理体系建设	35	建立 HSE 管理体系并通过认证	20	20	
		制订节能减排工作计划	15	15	
(3) 贯彻执行环境保护法规的符合性	20	建设项目环保“三同时”制度执行情况	5	5	
		建设项目环境影响评价制度执行情况	10	10	
		污染物排放总量控制与减排指标完成情况	5	5	
本项目清洁生产综合评价指数 (P): $P=0.6P_1+0.4P_2$ ; 其中			$P_1 = \sum_{i=1}^n S_i \times K_i; P_2 = \sum_{i=1}^n F_i$		P=99.7
清洁生产等级评定: $P \geq 90$ (清洁生产先进企业); $75 \leq P < 90$ (清洁生产企业)			本项目采油作业评定为: 清洁生产先进企业 ( $P \geq 90$ )		

#### 9.1.4.1 清洁生产环境管理要求

在原油生产过程中，对于各项操作均有明确的作业规程，同时还制定了严格的环境保护及管理制度，并设置专人、专岗进行监督和管理，以确保环境保护制度落到实处。以上这些措施规范了生产及施工作业活动，尽最大可能避免危害环境的事件发生。这些措施主要包括：

##### (1) 实行环境保护会议制度

定期举行安全环保会议，对生产中发现的环保问题，研究整改措施，提出工作要求。

##### (2) 油田安全管理

贯彻执行国家相关的环境保护法规和标准，并且在日常生产时对平台上的生产设施进行巡视和检查，定期对生产设备、探测报警及紧急关断设备进行检查维护。安全监督对临时登临平台的人员进行安全环保教育。

##### (3) 执行严格的日常管理制度

对于钻井、安装、原油生产及外输作业，制定有严格的安全环保作业规程，并严格遵守执行。

#### 9.1.4.2 持续清洁生产建议

##### (1) 建立和完善清洁生产组织

清洁生产既是一个动态、相对的概念，也是一个连续的过程。因而需要有一个固定的机构、稳定的工作人员来组织和协调这方面的工作，以巩固已取得的清洁生产成果，并使清洁生产工作持续地开展下去。建立和完善清洁生产组织具体要做到：

①明确任务：清洁生产组织机构的任务有以下四个方面：一是组织协调并监督实施本次审核提出的清洁生产方案；二是经常性地组织对组织职工的清洁生产教育和培训；三是选择下一轮清洁生产审核重点，并启动新的清洁生产审核；四是负责清洁生产活动的日常管理。

②落实归属：企业根据自身的实际情况具体掌握，可考虑以下几种形式：一是单独设立清洁生产办公室，直接归属厂区负责人领导；二是在环保部门中设立或技术部门中设立清洁生产机构；三是在管理部门或技术部门中设立清洁生产机构。不论是以何种形式设立的清洁生产机构，组织的高层领导要有专人直接领导该机构的工作。

③确定专人：确定专人负责须有以下能力：一是熟练掌握清洁生产审计知识；二是熟悉企业的环保情况；三是了解企业的生产和技术情况；四是要有较强的工作协调能力；

五是要有较强的工作责任心和敬业精神。

(2) 建立和完善清洁生产管理制度

建立和完善清洁生产管理制度包括把审计成果纳入企业的日常管理轨道，建立激励机制和保证稳定的清洁生产资金来源等。

(3) 制定持续清洁生产计划

制定清洁生产计划，使清洁生产有组织、有计划地在企业中进行下去。持续清洁生产计划包括：清洁生产审计工作计划；清洁生产方案的实施计划；清洁生产新技术的研究与开发计划；组织职工的清洁生产培训计划等。

## 9.2 总量控制

根据《国务院关于环境保护若干问题的决定》精神中“一控双达标”的目标，建设项目要实施清洁生产，污染物排放要实行全过程控制。在保证污染物排放达标的基础上，主要污染物排放总量要控制在国家规定的排放总量控制指标之内。因此，本次工程主要污染物排放在实施浓度控制的同时，必须实行总量控制。在污染物排放达标的前提下，给出污染物排放总量控制建议值。

《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》第六条规定：“国家海洋主管部门根据国家重点海域污染物排海控制指标，分配重点海域海洋工程污染物排海控制数量。”第二十三条规定“污水离岸排放不得超过国家或地方规定的排放标准。在实行污染物排海总量控制的海域，不得超过污染物排海总量控制指标。”

### 9.2.1 污染物排放情况

#### 9.2.1.1 建设阶段主要污染物

海上设施的安装、改造与调试过程中，将有浮吊船、值班船及驳船等船舶参加作业，这些船舶将产生少量的机舱含油污水、生活污水和食品废弃物等生活垃圾及少量工业垃圾。

在钻完井过程中，将从平台上排放钻井泥浆和钻屑、生活污水以及食品废弃物等生活垃圾。此外，参加钻井作业的值班船、供应船本身还将产生一定量的机舱含油污水、生活污水以及食品废弃物等生活垃圾。

海底管道的铺设作业包括铺管和埋管，埋铺管作业船舶包括铺管船、供应船和驳船。因此铺管作业过程中除挖出一定量的海底沉积物外，也会产生少量的机舱含油污水、生活污水和食品废弃物等生活垃圾及少量工业垃圾。此阶段主要污染物见表 9.2-1。

表 9.2-1 建设阶段主要污染物

污染物		污染物产生量	排放速率	主要污染因子	排放/处理方式
钻井液	非油层段钻井液	■	■	SS	按相关要求排放入海

	油层段钻井液	■	I	石油类	运回陆上交锦州永盛废油再生有限公司处理
钻屑	非油层段钻屑	■	T	SS	按相关要求排放入海
	油层段钻屑	■	I	石油类	运回陆上交锦州永盛废油再生有限公司处理
悬浮沙	混输海管铺设	■	■	SS	连续排放
	注水管道铺设	■	■		
	电缆铺设	■	■		
生活污水		11723.25m <sup>3</sup>	/	COD	经船用生活污水处理装置处理达标后排海
生活垃圾		50.24t	/	食品废弃物、食品包装等	分类收集、运回陆上处理
船舶机舱含油污水		509.3m <sup>3</sup>	/	石油类	铅封，运回陆上交锦州永盛废油再生有限公司处理
一般工业固体废弃物		15.9t	/	废弃边角料、包装材料等	运回陆上处理
含油危险固体废弃物		11.1t	/	油棉纱等	运回陆地交有资质单位处理

### 9.2.1.2 生产阶段主要污染物

渤中 26-3 油田扩建项目在生产阶段产生的污染物主要是含油生产水，参加生产作业的人员和船舶还将产生少量生活污水和食品废弃物等生活垃圾，以及少量工业垃圾。此阶段主要污染物产生量和处理方式见表 9.2-2。

表 9.2-2 生产阶段主要污染物

阶段	污染源	产生量	排放量	污染因子	处理方式和去向	
生产阶段	含油生产水	■	0	石油类	进入 BZ26-3PAPD 平台进行处理，处理达标后返输回 BZ26-3WHPC 平台回注地层	
	固体废弃物	35t/a	0	废弃边角料等	运回陆上由锦州永盛废油再生有限公司处理	
	初期雨水	9.1m <sup>3</sup> /次	0	石油类	经开闭排系统，进入原油处理系统	
	锌金属	平台	126.44kg/a	126.44kg/a	Zn	自然释放
		海底管线	1.13kg/a	1.13kg/a		
	大气污染物	烟尘	1.5×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /d	1.5×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /d	烟尘	燃烧后排放
NO <sub>x</sub>		205.2kg/d	205.2kg/d	NO <sub>x</sub>		

阶段	污染源	产生量	排放量	污染因子	处理方式和去向
		(2021 年最大)	(2021 年最大)		
	噪声	85dB (A)		噪声	周围环境

### 9.2.2 总量控制因子

海洋环境保护法中规定，在重点海域建立并实施排污总量控制制度，确定主要污染物排海总量控制指标，并对主要污染源分配排放控制数量。但尚没有具体实施办法和方案。

国家“十三五”期间全国主要污染物排放总量控制计划规定：化学需氧量（COD）、氨氮、二氧化硫、氮氧化物等四项主要污染物排放量实行总量控制，并根据本工程的特征污染物和所在海域环境现状，选择海域总量控制的受控污染物。

本项目无受控污染物因子，不涉及总量申请。

## 9.3 环境保护对策措施

### 9.3.1 环境保护对策措施及可行性分析

油田施工期产生的主要污染物有钻屑、钻井液、机舱含油污水、生活污水、生活垃圾、固体废弃物以及施工作业产生的悬浮沙。

#### 9.3.1.1 钻屑和钻井液处理措施

##### 1、油层段钻屑、钻井液的区分方式

在钻井过程中可通过随钻测量仪器、气测录井、岩屑录井等方式进行油层段判别。根据邻井钻探情况及物探相关资料，钻前进行油层段预测，在钻开油气层前，开始收集油层段钻屑和油层段钻井液并单独储存处理；

##### 2、油层段钻屑与油层段钻井液的处理方式

建设项目在钻井过程中产生的油层段钻屑、钻井液属于含油危险废弃物（HW08），油层段钻屑在平台上采用岩屑箱回收，岩屑箱装满后再用拖轮运回码头，由有资质单位接收处理，同时及时更换空岩屑箱到钻井平台备用；钻完井产生的油层段钻井液平时存储在平台钻井液池里，回收时平台利用泵将钻井液打到平台上专用泥浆罐，由拖轮运回码头。本项目所产生的油层段钻屑和油层段钻井液运回陆上计划交锦州永盛废油再生有限公司处理，该公司具有处理含油垃圾、岩屑、钻井液以及盛装矿物油、水处理剂、乳化剂、粘合剂的包装容器危险废物的能力。

表 9.3-1 锦州永盛废油再生有限公司依托处理可行性分析表

污染物	总处理能力 (t/a)	本工程产生量 (t) (钻井天数 142 天)	处理是否可行
油层段钻屑、钻井液	■	■	是

注：钻井液密度按  $1.10\text{g}/\text{cm}^3$ （即为  $1.10\text{t}/\text{m}^3$ ）计算；钻屑密度按  $2.5\text{g}/\text{cm}^3$ （即为  $2.5\text{t}/\text{m}^3$ ）计算。

##### 3、非油层段钻屑、非油层段钻井液的处理方式

本工程钻完井过程中，产生非油层段钻屑量为 ■，非油层段钻屑的排放按照《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性分级》（GB18420.1-2009）的要求执行。若不符

合排放要求，将随含油钻屑一起运回陆上处理。

本工程钻完井过程中，

### 9.3.1.2 船舶污染物处理措施

#### (1) 生活污水

船舶生活污水经船用生活污水处理装置处理合格后排海，参加作业的船舶产生的生活污水必须经处理达到《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018)或《海洋石油勘探开发污染物浓度限值》中相应标准后方可排海，各参加作业船舶必须配备生活污水处理装置并取得相应防污证书。

船舶生活垃圾运回陆上处理。

#### (2) 船舶含油污水

船舶含油污水属于危险废弃物(HW08)，铅封后运回陆上处理，由船舶公司自行安排处理。

为保证采用的措施落实到位，建设单位在施工期间应对施工单位、承包商、供应商执行国家的环保法律、法规、制度、标准、规范的情况依法进行监督检查，落实施工期间的各项环境保护要求和施工合同中的环保规定，确保本项目的建设符合有关环保法律法规的要求。

#### (3) 船舶大气污染物控制措施

由于本项目位于渤海，属于《船舶大气污染物排放控制区实施方案》(交通运输部，2018.11)规定的船舶大气污染物排放控制区沿海控制区。建议建设单位在施工时选择的施工船舶应满足以下条件：

① 船舶发动机污染物排放满足《船舶发动机排气污染物排放限值及测量方法(中国第一、二阶段)》(GB 15097-2016)中船机排气污染物排放限值要求；2019年1月1日起应使用硫含量不大于0.5%*m/m*的船用燃油；



② 2015 年 3 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的施工船舶，所使用的单台发动机输出功率超过 130 千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求；

③ 施工船舶还应严格执行其他现行国际公约和国内法律法规、标准规范关于大气污染物的排放控制要求。

同时，建议交通海事部门加强船舶施工过程中的使用监督管理，确保大气污染物排放满足要求，尽量减少本项目施工期船舶对该海域的大气环境影响。

### 9.3.1.3 固体废弃物处置措施

在施工阶段，将产生一些生活垃圾和固体废弃物。如食品废弃物和废弃的零件、边角料、包装材料、含油固废等。施工船舶生活垃圾按每人每天 1.5kg 计算，生活垃圾总产生量为 46.77t。一般固体废弃物总产生量为 15.9t，危险固体废弃物的产生量约为 11.1t。生活垃圾和固体废弃物分类收集运回陆上进行处理。

施工过程中产生少量边角料、包装材料等固体废弃物属于一般固体废弃物，钻完井过程会产生一些含油的废旧器件、油棉纱等属于危险固体废弃物，将施工人员的生活垃圾，固体废弃物分类收集装入集装箱，其中生活垃圾计划分类储存后运回陆地上处理，一般固废和危险固体废弃物计划运回陆地交由有资质的单位进行处理，本项目施工期所产生的固体废弃物均不排海，处理措施满足《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的相关要求进行回收利用或处置。

### 9.3.1.4 清管水

海管铺设完毕后，需要对海管进行清管，根据设计，本工程所需要的清管水为海水，新建混输海管的清管水量约为 130m<sup>3</sup>，新建注水海管的清管水量约为 70m<sup>3</sup>，共 200m<sup>3</sup>，本工程为新铺设海管，清管水的主要污染物质为悬浮沙，因此清管水直接排放入海。

### 9.3.1.5 含油生产水处理措施

#### 1.正常工况下

正常生产情况下，BZ26-3WHPC 平台产液直接经海底管道进入 BZ26-3PAPD 平台进行处理。生产水经 BZ26-3PAPD 生产水处理系统处理后进入 BZ26-3WHPA 平台注水系统增压，最终经由新建的注水海管返输回 BZ26-3WHPC 平台，经注

水管汇分配后回注地层。

根据第二章依托工程可行性分析：

[Redacted text block]

(1) BZ26-3PAPD 平台生产水处理工艺

PAPD 平台设有一套生产水设施, 设计规模为

[Redacted text block]

处理工艺详见图 9.3-1。

图 9.3-1 生产污水处理工艺流程示意图

## 2.非正常工况下

本油田在机械故障等非正常情况下，短时间有少量生产水达标排放，本工程生产水最大产生量 [REDACTED] 一旦出现上述非正常工况，可以调整油井运行频率，降低油井产出量，减少流程生产污水处理量，以保障油水处理效果，处理后的生产水全部回注地层，必要时停止生产。

### 9.3.1.6 固体废弃物

在油田生产阶段，平台产生一些固体废弃物。如废弃的零件、边角料、包装材料、含油固废等。本项目产生的固体废弃物属于危险固体废弃物约 35t/a，由锦州永盛废油再生有限公司接收处理。

## 9.3.2 海洋生态保护对策措施

(1) 项目位于白姑鱼产卵场边缘，鲢鱼、鲮索饵场内，毛虾产卵场内。建议项目建设阶段管线铺设，平台打桩，钻完井的非油层段钻屑、钻井液的排放时间避开上述渔业资源的产卵盛期（6月），以降低和缓解对渔业资源的影响程度；

(2) 建设单位应加强设备管理、严格操作规程、减少人为失误，从根本上将事故发生概率降到最低，务必将防范事故发生的措施放在首要位置。

(3) 建设单位必须具备控制溢油的有效手段和措施。一旦溢油事故发生，应及时向主管部门通报情况，并立即采取一切措施将溢油控制在最小范围内。若需要采用化学消油剂处理溢油，应遵守《海洋石油勘探开发化学消油剂使用规定》相关要求。

(4) 鉴于工程施工建设过程中和气田生产过程中将对周围海域的渔业资源和海洋生态造成不可避免的影响，建设单位应根据工程建设对海洋物资源造成的影响，结合工程所在海域的海洋生物种类分布特征和目前人工育苗、增殖放流技术，实施增殖放流，对工程附近海域损失的海洋生物资源投入资金加以修复。

本工程生态修复所计划采用的增殖放流工作应按照《水生生物增殖放流管理规定》确定放流品种和增殖放流的组织、管理。增殖放流工作应坚持增殖与保护并重的原则，增殖放流品种的选择应遵循生物多样性、生物安全、技术可行和兼顾效益原则。设增殖放流领导小组，根据农业部水生生物增殖放流规划、资金安排等，结合省渔业环境容量、苗种供应等实际，组织相关部门拟定增殖放流计划。

增殖放流方案和计划建议如下：

#### A 增殖放流品种选择原则

本地原种或子一代的苗种或亲体；能大批量人工育苗；品质优良（属优质经济鱼、虾类、贝类）；适应工程附近海域生态环境且生势良好；工程附近海域自然生态状况中曾经拥有的种类，确需放流其他苗种的，应当通过省级以上渔业行政主管部门组织的专家论证；鱼类品种以恋礁性鱼类、适合转产转业和发展游钓休闲渔业品种为主，或在资源结构中明显低于自然生态状况中的比例，资源衰退难以自然恢复；禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种进行增殖放流。

#### B 增殖放流建议品种

莱州湾海域当地适宜增殖放流的备选品种包括：中国对虾、三疣梭子蟹、褐牙鲷、半滑舌鳎、杂色蛤、扇贝等，具体由渔业主管部门统一部署。

#### C 增殖放流苗种规格质量

鱼苗体长应在 3cm 以上；虾苗体长应在 1cm 以上；贝苗壳长应在 1cm 以上。放流苗种应当来自有资质的生产单位、检验机构认可。

#### D 增殖放流计划

##### （1）增殖放流地点的选择

在深入调查海洋生态环境指标（包括区位、水深、底质、温度、饵料和敌害生物、风力、风向等）的基础上，根据不同放流品种的生物学特性和生态习性，确定适宜的放流海域。一是选择原有海洋浮游生物资源比较丰富，生物种群组成、生态种群以及自然海洋生态系统未遭到严重破坏的水域。二是选择海洋环境未遭受严重污染，敌害鱼少或没有，得到保护的区域或经济捕捞海区。三是选择水位落差较小、水流平缓、水体交换能力好、无还原层污泥的海域。四是结合旅游、增殖放流区、人工鱼礁区等海域，尽可能地在这些海域进行放流，以减少管理成本。对于一些特殊的水产苗种放流还要满足其特定要求。禁止在水产种质资源保护区、重要经济鱼、虾、蟹类的产卵场等敏感水域进行放流；禁止在排污口、海洋倾废区及盐场、大型养殖场、电厂进排水口放流；不得在拖网、张网，流刺密集区等水域进行放流。放流后，应划出一定范围的临时保护区以保护放流鱼苗。

本项目实际实施的放流地点将根据最终的渔业增殖放流实施方案确定，建议在渤中 26-3 油田附近的区域，比如东营市海域进行增殖放流。

(2) 实施主体

增殖放流计划由建设单位或者建设单位委托的第三方进行实施,由渔业主管部门监督实施。

(3) 增殖放流初步计划


表 9.3-2 增殖放流计划\*

生物品种	规格	拟放流数量	单价	所需金额 (万元)
中国对虾				
三疣梭子蟹				
杂色蛤				
合计				

\*放流品种和数量可根据当时当地实际情况做适当调整

对上述期限、时间及放流地点,建设单位可根据相关渔业主管部门的要求进行安排,并接受渔业主管部门的监督。

9.3.3 环境保护设施和对策措施一览表

表 9.3-3 施工期污染防治措施、环境保护及生态保护措施一览表

污染物		污染物产生量	排放速率	主要污染因子	排放/处理方式
钻井液	非油层段钻井液			SS	按相关要求排放入海
	油层段钻井液			石油类	运回陆上交锦州永盛废油再生有限公司处理
钻屑	非油层段钻屑			SS	按相关要求排放入海
	油层段钻屑			石油类	运回陆上交锦州永盛废油再生有限公司处理
悬浮沙	混输海管铺设			SS	连续排放
	注水管道铺设				
	电缆铺设				
生活污水		10913.1m <sup>3</sup>	/	COD	经船用生活污水处理装置处理达标后排海
生活垃圾		46.77t	/	食品废弃物、食品包装等	分类收集、运回陆上处理

船舶机舱含油污水	571.8m <sup>3</sup>	/	石油类	铅封, 运回陆上。由船舶公司自行安排处理
一般工业固体废弃物	15.9t	/	废弃边角料、包装材料等	运回陆上处理
含油危险固体废弃物	11.1t	/	油棉纱等	运回陆地交有资质单位处理

表 9.3-4 运行期污染防治措施、环境保护及生态保护措施一览表

阶段	污染源	产生量	排放量	污染因子	处理方式和去向	
生产阶段	含油生产水		0	石油类	进入 BZ26-3PAPD 平台进行处理, 处理达标后返输回 BZ26-3WHPC 平台回注地层	
	固体废弃物	35t/a	0	废弃边角料等	运回陆上由锦州永盛废油再生有限公司处理	
	初期雨水	9.1m <sup>3</sup> /次	0	石油类	经开闭排系统, 进入原油处理系统	
	锌金属	平台	126.44kg/a	126.44kg/a	Zn	自然释放
		海底管线	3.91kg/a	3.91kg/a		
	大气污染物	烟尘	1.5×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /d	1.5×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /d	烟尘	燃烧后排放
		NOX	205.2kg/d (2021 年最大)	205.2kg/d (2021 年最大)	NOX	
	噪声	85dB (A)		噪声	周围环境	

表 9.3-5 环保“三同时”验收清单

序号	内容类型	污染源	主要污染因子	环保验收措施	依据的排放标准或相关规定
1		固体废弃物	废弃边角料等	运回陆上由锦州永盛废油再生有限公司处理。	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB14914-2008)
2	水污染物	平台甲板设备冲洗水、初期雨水	石油烃	BZ26-3WHPC 开式排放系统和闭式排放系统; BZ26-3PAPD 开式排放系统	经开闭排系统, 进入原油处理系统
		含油生产水	石油类	BZ26-3PAPD 生产水处理系统	进入 BZ26-3PAPD 平台进行处理, 处理达标后返输回 BZ26-3WHPC 平台回注地层

## 10. 环境保护的技术经济合理性

### 10.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

环境保护费用系指环境保护固定设施及其投资费用和维护设施及其他为环保投资的年费用。环境保护投资主要包括一次性环境设施投资及其相关操作费用和辅助费用。根据《海上油（气）田开发工程环境保护设计规范》（SY/T10047-2003），在确定环境保护投资费用时，对环境保护设施及其投资按如下原则划分：凡属污染防治和环境保护所需要的专用装置和设施，应按其总投资的 100%列入，环境保护投资渔业资源损失和生态系统损失按 100%列入。生产或安全需要同时又为环境保护服务的设备或设施分别按不同情况以 20%~50%比例列入环境保护投资。本项目工程

表 10.1-1 环境投资估算（万元）

环境保护设备	总投资额	折合比率	折合环保投资
开式排放系统			
闭式排放系统			
生产水处理系统			
生产水回注系统			
消防系统			
应急关断系统			
油气处理工艺系统			
渔业生物资源损失			
海洋生态服务功能损失补偿费			
合计			

### 10.2 环境保护的经济损益分析

#### 10.1.1 环境经济收益分析

原油价格根据中国石油天然气集团公司《建设项目经济评价参数》（2008）的要求，按 60 美元/桶计取，换算为 3036 元/吨。

本工程建设投产石油最高产量为

本工程新增含油生产水最高量为



## 10.1.2 环境经济损失分析

### 10.1.2.1 渔业资源损失

工程对海洋渔业生物资源的影响主要表现在（1）建设井口平台占用海域，使生物栖息地丧失；（2）铺设海底管缆，开挖管沟造成开挖区域对栖息地破坏，以及对周围区域的掩埋造成底栖生物死亡；（3）施工阶段非油层段钻井液、钻屑排放及铺设海底管缆产生的悬浮泥沙对渔业生物资源造成的损失。

根据中华人民共和国水产行业标准《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》的规定：（1）“占用渔业水域的生物资源损害赔偿，占用年限 20 年以上的，按不低于 20 年补偿”，井口平台属永久性占用渔业水域，补偿年限按 20 年计算；（2）“一次性生物资源的损害赔偿为一次性损害额的 3 倍”，施工阶段因开挖基槽和管沟，及非油层段钻井液、钻屑排放产生的悬浮沙造成的生物资源损害属一次性损害，按 3 倍进行补偿。

### 10.1.2.2 鱼卵、仔稚鱼经济价值计算

#### （1）计算公式

鱼卵、仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算。鱼卵、仔稚鱼经济价值按下式计算：

$$M = W \times P \times E$$

式中：

$M$ —鱼卵、仔稚鱼经济损失金额（元）；

$W$ —鱼卵、仔稚鱼损失量（个，尾）；

$P$ —鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1% 成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5% 成活率计算，单位为百分比（%）；

$E$ —成活鱼苗的商品价格，根据近三年来主要鱼类苗种平均价格，商品鱼苗的平均价格按 1.0 元/尾计算。

#### （2）损失计算结果

##### ①管缆铺设产生的悬浮沙造成的鱼卵仔稚鱼损失

②钻井阶段非油层段钻井液、钻屑排放造成的鱼卵仔稚鱼损失

### 10.1.2.3 渔业生物经济价值计算

#### (1) 计算公式

渔业生物资源经济价值按下式计算：

$$M_i = W_i \times E_i$$

式中：

$M_i$ —第  $i$  类渔业生物资源的经济损失额（元）；

$W_i$ —第  $i$  类渔业生物资源的损失量（kg）；

$E_i$ —生物资源的商品价格，鱼类、底栖生物的价格按 2014~2016 年，当地海洋捕捞产值与产量均值的比值计算，为 1.0 万元/t。幼鱼的价格接近三年主要鱼类苗种平均价格 1.0 元/尾计算。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007) 中的 8.1.2 规定，“蟹类幼体按平均成体的最小成熟规格 0.1kg/尾计算，虾类幼体按平均成体的最小成熟规格 0.005kg/尾~0.01kg/尾计算”，甲壳类幼体折算为 0.025kg/尾，价格按 40 元/kg 计算；头足类幼体折算为 0.020kg/尾，价格按 30 元/kg 计算。

#### (2) 损失计算结果

①管缆铺设产生的悬浮沙造成的渔业资源损失

a: 鱼类

b: 头足类

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

c: 甲壳类

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

②钻井阶段油层段钻井液、钻屑排放造成的渔业资源损失

a: 鱼类

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

b: 头足类

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

c: 甲壳类

#### 10.1.2.4 底栖生物经济价值计算

##### (1) 计算公式

底栖生物经济损失按公式计算：

$$M = W \times E$$

式中：

$M$ —经济损失额，单位为元（元）；

$W$ —济损生物资源损失量，单位为千克（kg）；

$E$ —生物资源的商品价格，按主要经济种类当地当年的市场平均价或按海洋捕捞产值与产量均值的比值计算（如当年统计资料尚未发布，可按上年度统计资料计算），单位为元每千克（元/kg）。底栖生物的价格按2014~2016年，当地海洋捕捞产值与产量均值的比值计算，为1.0万元/t。

(2) 计算结果



10.1.2.5 渔业资源经济损失额合计

渔业资源经济损失额合计见表 10.2-1。

表 10.2-1 渔业资源损失经济补偿明细

工程内容	受损生物	损失量	折算鱼苗损失量	单价	直接损失 (万元)	补偿 (年/倍)	补偿金额 (万元)
管缆铺设悬浮泥沙	鱼卵	■	■	■	■	■	■
	仔稚鱼	■	■	■	■	■	■
	鱼类成体	■	■	■	■	■	■
	头足类成体	■	■	■	■	■	■
	甲壳类成体	■	■	■	■	■	■
	幼鱼	■	■	■	■	■	■
	头足类幼体	■	■	■	■	■	■
	甲壳类幼体	■	■	■	■	■	■
钻井阶段非油层段钻井液、钻屑排放	鱼卵	■	■	■	■	■	■
	仔稚鱼	■	■	■	■	■	■
	鱼类成体	■	■	■	■	■	■
	头足类成体	■	■	■	■	■	■
	甲壳类成体	■	■	■	■	■	■
	幼鱼	■	■	■	■	■	■
	甲壳类幼体	■	■	■	■	■	■
铺设海底管线、平台占	底栖生物	■	■	■	■	■	■

工程内容	受损生物	损失量	折算鱼苗损失量	单价	直接损失(万元)	补偿(年/倍)	补偿金额(万元)
海							
合计							

渔业生物资源损失经济补偿额共为 [REDACTED] 应对对渔业资源的补偿费用纳入环保投资。

#### 10.1.2.6 海洋生态服务功能损失

根据《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058-2011), 海洋生态系统服务功能主要包括海洋供给服务、海洋调节服务、海洋文化服务、海洋支持服务共 4 个部分, 下面评估本工程施工期和运营期对上述服务功能造成的损失。

本工程对海洋生态系统服务功能的影响主要是施工期海底管道和电缆铺设搅起的悬浮泥沙, 非油层段钻井液、钻屑排放, 平台占用海域的影响, 根据“第十一章 海洋生态损害分析”计算结果, 本工程造成海洋供给服务价值损失、海洋调节服务价值损失、海洋文化服务价值损失和海洋支持服务价值损失共计 [REDACTED]

表 10.2-2 本工程造成的海洋生态服务功能损失价值汇总

项目	海洋供给价值损失	气候调节价值损失	文化服务功能价值损失	海洋支持服务价值损失	合计
价格(万元)	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

### 10.3 环境保护的技术经济合理性

#### 10.1.3 环境污染治理环保投资效益分析

本项目环境污染治理费用主要包括开式排放系统等的投入。

本工程开式排放系统将有效收集平台产生的污染物, 从而防止对周围海域的影响。

#### 10.1.4 生态保护环保投资效益分析

本项目生态保护费用主要包括生态补偿费等的投入。

本工程施工建设过程中和油田生产过程中将对周围海域的渔业资源和海洋生态造成不可避免的影响。本项目实施前与有关渔业主管部门沟通和协商, 对本报告中评估的渔业生物资源损失进行经济补偿。

生态补偿费主要用于渔业主管部门增殖放流、渔业资源养护与管理, 以及进行渔业资源和渔业生态环境跟踪调查等, 这些措施将使渔业资源得到尽快恢复和可持续利用。

## 10.4 社会效益

油气田的开发对国民经济的发展具有极重要的作用。油气是重要的能源之一，是工业的血液，制约着若干行业的发展。因而油气田开发不仅经济效益本身极为显著，而且可以通过解决直接和间接的就业机会带动其他相关产业的发展，具有重要的社会效益。

本工程的建设将对该区域的生物资源、渔业资源等造成一定的直接影响，但从上文分析中可以看出，其对工程周边海域生态环境的影响是暂时的、可恢复的。

本工程的开发将会对进一步带动相关产业的发展和进步（如机械制造、电子、仪表等等）起到一定的作用。平台投产后可为国家增加税收收入，增加出口创汇。使用海域与本海域的其它主要功能如渔业的兼容性也比较好，有利于海域整体资源的合理利用和最大发挥。此外，本工程在建设和生产阶段将提供一定的就业机会，有利于增强社会的系统功能，改善区域的整体环境。

因此，本工程是一项利国利民的工程，其环保设施的设置与环保投资是合理的，具有良好的经济和社会效益。

## 11 海洋工程的环境可行性

### 11.1 与海洋主体功能区规划符合性分析

#### 11.1.1 与《全国海洋主体功能区规划》的符合性分析

国家海洋局在 2015 年 8 月印发了《国务院关于印发全国海洋主体功能区规划的通知》(国发〔2015〕42 号), 根据该“通知”, 海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能, 将海洋空间划分为以下四类区域:

- 优化开发区域, 是指现有开发利用强度较高, 资源环境约束较强, 产业结构亟需调整和优化的海域。
- 重点开发区域, 是指在沿海经济社会发展中具有重要地位, 发展潜力较大, 资源环境承载能力较强, 可以进行高强度集中开发的海域。
- 限制开发区域, 是指以提供海洋水产品为主要功能的海域, 包括用于保护海洋渔业资源和海洋生态功能的海域。
- 禁止开发区域, 是指对维护海洋生物多样性, 保护典型海洋生态系统具有重要作用的海域, 包括海洋自然保护区、领海基点所在岛屿等。

其中优化开发区域包括渤海湾、长江口及其两翼、珠江口及其两翼、北部湾、海峡西部以及辽东半岛、山东半岛、苏北、海南岛附近海域。

山东半岛海域。包括山东省滨州市、东营市、潍坊市、烟台市、威海市、青岛市、日照市毗邻海域。强化沿海港口协调互动, 培育现代化港口集群。加快发展海洋新兴产业。建设具有国际竞争力的滨海旅游目的地。开展现代渔业示范建设。推进莱州湾、胶州湾等海湾污染治理和生态环境修复。有效防范赤潮、绿潮等海洋灾害对海洋环境的危害。

本工程位于东营市毗邻海域, 在开发过程中妥善处理污染物, 不对环境和生态环境产生负面影响。综上所述, 本工程与全国海洋主体功能区规划相符合。

表 11.1-1 本工程与全国海洋主体功能区划的符合性分析

区域	相关要求	本项目情况	符合性
优化开发区域	包括渤海湾、长江口及其两翼、珠江口及其两翼、北部湾、海峡西部以及辽东半岛、山东半岛、苏北、海南岛附近海域。 山东半岛海域。包括山东省滨州市、东营市、潍坊市、烟台市、威海市、青岛市、日照市毗邻海域。强化沿海港口协调互动，培育现代化港口集群。加快发展海洋新兴产业。建设具有国际竞争力的滨海旅游目的地。开展现代渔业示范建设。推进莱州湾、胶州湾等海湾污染治理和生态环境修复。有效防范赤潮、绿潮等海洋灾害对海洋环境的危害。	本工程位于东营市毗邻海域，在开发过程中妥善处理污染物，不对环境和生态环境产生负面影响。	符合

### 11.1.2 与《山东省海洋主体功能区规划》的符合性分析

2017年8月25日，山东省人民政府发布了《关于印发山东省海洋主体功能区规划的通知》（鲁政发〔2017〕22号）的相关阐述：海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能，将海洋空间划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域四类。

全省共划分8个优化开发区域，分别为寿光市、龙口市、烟台市区、即墨市、青岛市区、青岛市黄岛区、日照市东港区和日照市岚山区海域；

全省共划分3个重点开发区域，分别为潍坊市寒亭区、烟台市牟平区和威海市文登区海域；

全省共划分18个限制开发区域，分别为无棣县、滨州市沾化区、东营市河口区、利津县、垦利区、东营市东营区、广饶县、昌邑市、莱州市、招远市、长岛县、蓬莱市、威海市环翠区、荣成市、乳山市、海阳市、莱阳市和青岛市崂山区海域，其中，6个海洋渔业保障区；12个重点海洋生态功能区。

禁止开发区域包括国家级、省级自然保护区和领海基点所在岛屿，点状分布于优化开发区域、重点开发区域和限制开发区域中。海域空间共划定禁止开发区域19个，其中4个国家级自然保护区和7个省级自然保护区，8个领海基点岛。

本次新建平台位于《山东省海洋主体功能区规划》中东营市河口区海域（限制开发区）的边缘。东营河口区海域为限制开发区，管理要求为：合理规划利用滩涂资源，适度发展东营港以及临港高端物流制造等产业，发展海洋新能源、海



洋油气资源等传统海洋产业，实施严格的产业准入环境标准。加强东营黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区建设和管理。

本工程为海洋油气资源开发产业，开发时应注意保护海洋资源环境，严格执行各项环保措施，防止溢油，避免对毗邻海洋保护区产生影响，保证临近海域的用海功能。综上所述，本工程与山东省海洋主体功能区规划相符合。

图 11.1-1 工程与山东省海洋主体功能区规划的位置示意图

## 11.2 海洋功能区划和海洋环境保护规划相关符合性

### 11.2.1 与《全国海洋功能区划》符合性分析

根据《全国海洋功能区划》（2011-2020），本工程位于《全国海洋功能区划》（2011-2020）的“黄河口与山东半岛西北部海域”。该区的主要功能为海洋保护、农渔业、旅游休闲娱乐、工业与城镇用海。黄河口海域主要发展海洋保护和海洋渔业，加强以国家重要湿地、国家地质公园、海洋生物自然保护区、国家级海洋特别保护区、黄河入海口、水产种质资源保护区等为核心的海洋生态建设与保护，维护滨海湿地生态服务功能，保护古贝壳堤典型地质遗迹以及重要水产种质资源，维护生物多样性，促进生态环境改善，严格限制重化工业和高耗能、高污染的工业建设。

本工程属于矿产能源开发，不属于重化工业和高耗能、高污染的工业建设，工程生产开发时应注意与周边海洋功能区的协调性，重点保护海洋生态环境，与《全国海洋功能区划》（2011-2020）对工程所在海域的功能定位相符合。

### 11.2.2 与《山东省海洋功能区划》符合性分析



根据《山东省海洋功能区划（2011-2020）》，本工程所处海域位于区划范围之外，最近距离约 0.3km。


本工程与山东省海洋功能区划位置关系见图 11.2-1、图 11.2-2。功能区具体情况见表 11.2-1。

图 11.2-1 本工程与山东省海洋功能区划（2010-2020）的位置关系

图 11.2-2 工程与《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的位置示意图

表 11.2-1 本工程邻近海洋功能区

代码	功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	面积 (km <sup>2</sup> )	岸段长度 (km)	海域使用管理要求	海洋环境保护要求
A2-2	东营港口航运区	东营	东营港及附近海域 四至： 	港口航运区	1912.7	12.29	用途管制：本区域基本功能为港口航运功能，在基本功能未 利用时允许兼容农渔业、矿产与能源等功能。保障港口航运用海，航道及两侧缓冲区内禁止养殖。港口建设需符合黄河 河口综合治理规划和黄河入海流路规划，满足黄河沉沙的需求。用海方式：允许适度改变海域自然属性，港口内工程鼓励采 用多突堤式透水构筑物用海方式。	生态保护重点目标：港口水深地形条件。 环境保护要求：加强海洋环境质量监测，防止溢油等污染事 故发生。港口区海域海水水质不劣于四类标准，海洋沉积物 质量和海洋生物质量均不劣于三类标准。航道及锚地海域 海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量 和海洋生物质量均 不劣于二类标准。
A1-2	滨州-东营北农渔业区	滨州 - 东营	滨州的套儿河至 东营港之间沿岸 海域 四至： 	农渔业区	1717.41	123.95	用途管制：本区域基本功能为农渔业功能，兼容矿产与能源、旅游休闲娱乐、防潮堤建设等功能。在船舶习惯航路和依 法设置的锚地、航道及两侧缓冲区水域禁止养殖。需符合黄 河口综合治理规划和黄河入海流路规划，满足黄河沉沙的 需求。加强渔业资源养护，控制捕捞强度。保障河口行洪安 全。用海方式：严格限制改变海域自然属性，鼓励开放式用海，允许适度进行人工岛、平台、后勤服务等基础设施建设。海域整治：本区域海岸大部分为沿海防潮堤永久性人工岸 线，小部分池塘土质堤坝和道路为非永久性人工岸线，少量 粉砂淤泥质自然岸线未被开发利用。海岸可进	生态保护重点目标：传统渔业资源的产卵场、索饵场、越冬 场、洄游通道等；老黄河口半滑舌鳎种质资源。 环境保护要求：加强海洋环境质量监测。防止渔港环境污 染，加强环境综合治理。河口实行陆源污染物入海总量控 制，进行减排防治。油气资源开发注意保护海洋资源环境，防止溢油，避免对毗邻海洋保护区产生影响。渔业设施建设 区海水水质不劣于二类（渔港区执行不劣于现状海水水质标 准），海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。水产种质资源保护区、捕捞区海水水质、海洋沉积物质量和 海洋生物质量均不劣于一类标准。其它海域海水水质不劣于 二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。

							行沿海防潮堤 坝建设。保护自然岸线原始形态，鼓励对人工岸线进行生态化改建。	
A1-3	河口-利津农渔业区	东营	东营港南至孤岛东部海域 四至： 	农渔业区	749.46	21.41	用途管制：本区域基本功能为农渔业功能，兼容矿产与能源、旅游休闲娱乐等功能。在船舶习惯航路和依法设置的锚地、航道及两侧缓冲区水域禁止养殖。需符合黄河河口综合治理规划和黄河入海流路规划，满足黄河沉沙的需求。加强渔业资源养护，控制捕捞强度。用海方式：允许渔港建设等适度改变海域自然属性的用海，鼓励开放式用海，允许小规模建设石油平台基座、油田后勤服务基础设施。海域整治：本区域可进行沿海防潮堤坝建设，鼓励对人工岸线进行生态化改建	生态保护重点目标：传统渔业资源的产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道等。环境保护要求：加强海域污染防治和监测。油气资源开发注意保护海洋资源环境，防止溢油，避免对毗邻海洋保护区产生影响。渔业设施建设区海水水质不劣于二类（渔港区执行不劣于现状海水水质标准），海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。其它海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。

本工程不位于《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》的规划范围内，工程临近的功能区为“东营港口航运区”，“滨州-东营北农渔业区”和“河口-利津农渔业区”。距离最近的为 [REDACTED]，最近距离约 [REDACTED]。

本工程施工期非含油钻井液超一（二）类海水水质标准的范围离排放点的最大距离为 [REDACTED]，停止排放恢复到一类水质所需最大时间约为 [REDACTED]。非含油钻屑表层超悬浮物一（二）类海水水质标准的范围距平台最大距离为 [REDACTED]，停止排放后 2h 整个海域可恢复到一类水质。BZ26-3WHPC 至 BZ26-3PAPD 管缆超一（二）类海水水质标准的范围距管道的最大距离为 [REDACTED]。可见，本工程施工期对邻近功能区的影响是短期、可恢复的，影响较小。本工程运行期正常工况下，不排放污染物，新建平台为无人值守平台，生产水全部处理合格后回注地层，故本工程运行期对周边功能区无影响，

本工程开发时应注意保护海洋资源环境，严格执行各项环保措施，防止溢油，避免对毗邻海洋保护区产生影响，保证临近海域的用海功能。综上所述，本工程符合《山东省海洋功能区划（2011-2020）》的相关要求。

### 11.2.3 与《山东省海洋环境保护规划》符合性分析

《山东省海洋环境保护规划》（2006-2020）的总目标为“控制海洋污染和保护海洋生态，减轻海洋环境灾害，维持海洋生态平衡和海洋资源可持续利用，以海洋环境保护促进经济社会的可持续发展。重要海洋生态系统得到有效保护，海洋生态示范区得到建设，污染物排放得到有效控制，主要海洋生态灾害得到有效防治，海洋功能区环境质量全面达标”，规划中确定的海洋矿产资源的勘探开发的环境保护管理要求为“海洋矿产资源的勘探开发应选取有利于保护生态环境的方式，将其生产活动对生态环境的破坏减少到最低限度；禁止在海洋及海岛保护区、海洋及海岛特别保护区、防侵蚀岸段、防护林带毗邻海域及重要经济鱼类的产卵场、越冬场和索饵场开采海沙等固体矿产资源”。

本项目属于石油天然气开采项目，工程不占用海洋保护区，工程在建设过程和生产过程中将采取一系列的防止海洋生态破坏和污染防治措施，正常运行情况下平台和管线不会对海洋环境造成污染。工程符合《山东省海洋环境保护规划》（2006-2020）。

### 11.3 与《山东省渤海湾海洋生态红线区划定方案》符合性分析

根据山东省人民政府发布的《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020 年）》【鲁政办发（2013）39 号】，本工程位于山东省渤海海洋生态红线区外，距离最近的为 [REDACTED]，本项目施工期及运营期均不会影响到《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020 年）》中的红线区域，工程与山东省渤海海洋生态红线区的相对位置关系见图 11.3-1。

本工程开发时应注意保护海洋资源环境，严格执行各项环保措施，防止溢油，避免对毗邻海洋保护区产生影响，保证临近海域的用海功能。综上所述，本工程符合《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020 年）》的相关要求。

图 11.3-1 工程与山东省渤海海洋生态红线区的位置示意图

## 11.4 区域和行业规划的符合性

### 11.4.1 项目与黄河三角洲高效生态经济区发展规划的符合性

本工程用海处于黄河三角洲高效生态经济区内，黄河三角洲是山东省区域经济发展“一体两翼”整体布局中北翼的主体，区位优势优越，自然资源丰富，开发前景广阔。

2008 年发布实施的《黄河三角洲高效生态经济区发展规划》提出“要充分发挥海洋资源优势，把发展海洋经济摆到带动黄河三角洲加快开发建设全局的战略地位，加快形成陆海联动发展的新局面。……稳步发展石油，加强油田调整挖潜，稳定生产规模，加快油气管网和石油储备建设，鼓励有实力的企业开展商业储备，建设区域石油流通枢纽和交易中心。”

本项目为海上石油开采项目，符合黄河三角洲高效生态经济区发展规划。

### 11.4.2 项目与山东半岛蓝色经济区发展规划的符合性

2011 年发布的《山东半岛蓝色经济区发展规划》提出：“黄河三角洲高效生态海洋产业聚集集聚区是山东半岛蓝色经济区的重要增长极之一。……黄河三角洲高效生态海洋产业聚集区，发挥滩涂和油气矿产资源丰富的优势，加强油气矿产等资源勘探开发，加快发展海洋先进装备制造业、生态环保产业；大力发展临港物流业、滨海生态旅游等现代海洋服务业，培育具有高效生态经济特色的重要增长极。”

本工程为海上石油资源勘探开发项目，工程建设符合山东半岛蓝色经济区发展规划。

### 11.4.3 项目与《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》的符合性

《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》指出：坚持陆上和海上并重，巩固老油田，开发新油田，突破海上油田，大力支持低品位资源开发，建设大庆、辽河、新疆、塔里木、胜利、长庆、渤海、南海、延长等 9 个千万吨级大油田。

加快海洋石油开发。按照以近养远、远近结合，自主开发与对外合作并举的方针，加强渤海、东海和南海等海域近海油气勘探开发，加强南海深水油气勘探开发形势跟踪分析，积极推进深海对外招标和合作，尽快突破深海采油技术和装备自主制造能力，大力提升海洋油气产量。

本项目对渤中 26-3 油田进行平台及管线建设，项目建成后能够提升渤海区域的石油开采能力，合理开发海洋资源，有助于所在海域主导功能的发挥，工程建设符合《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》的要求。

#### 11.4.4 项目与《渤海环境保护总体规划》的符合性

根据《渤海环境保护总体规划（2008~2020 年）》（2009 年），“要加强海洋工程污染防治和保护区建设，提高倾废管理水平，强化油气开发区的环境管理，加强溢油应急技术支持及保障能力，建立渤海污染防治与生态保护系统，力求通过 5-15 年的治理，使渤海环境保护工作上一个新台阶”等内容，本项目在开发过程中重视海上环境保护工作，符合《渤海环境保护总体规划（2008~2020 年）》（2009 年）要求。

#### 11.4.5 项目与《渤海综合治理攻坚战行动计划》的符合性

为全面贯彻党中央、国务院决策部署，落实《中共中央国务院关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》（中发〔2018〕17 号）的要求，打好渤海综合治理攻坚战，加快解决渤海存在的突出生态环境问题，制定了《渤海综合治理攻坚战行动计划》。

根据《渤海综合治理攻坚战行动计划》“（二）海域污染治理行动”中的“9.船舶污染治理”规定：“严格执行《船舶水污染物排放控制标准》，限期淘汰不能达到污染物排放标准的船舶，严禁新建不达标船舶进入运输市场；规范船舶水上拆解，禁止冲滩拆解。依法报废超过使用年限的运输船舶。禁止船舶向水体超标排放含油污水，继续实施渤海海区船舶排污设备铅封管理制度。”

根据《渤海综合治理攻坚战行动计划》“（二）海域污染治理行动”中的“11.海洋垃圾污染防治”规定：“....严厉打击向海洋倾倒垃圾的违法行为，禁止垃圾入海....”。根据《渤海综合治理攻坚战行动计划》“（三）生态保护修复行动”中的“13.生态保护修复行动”规定：划定并严守渤海海洋生态保护红线，实施最严格的围填海管控，强化渤海岸线保护，强化自然保护地选划和滨海湿地保护。

根据《渤海综合治理攻坚战行动计划》“（三）生态保护修复行动”中的“15.海洋生物资源养护”规定：“大力养护海洋生物资源。....鼓励建立以人工鱼礁为载体、底播增殖为手段、增殖放流为补充的海洋牧场示范区。严格执行伏季休渔制度，并根据渤海渔业资源调查评估状况，适当调整休渔期，逐步恢复渔业资源”。



根据《渤海综合治理攻坚战行动计划》“(四) 环境风险防范行动”中的“17.海上溢油风险防范”规定：“石油勘探开发海上溢油风险防范。2019 年底前，完成海上石油平台、油气管线、陆域终端等风险专项检查，定期开展专项执法检查。加强海上溢油影响的环境监测，完善海上石油开发油指纹库。2020 年底前，完成渤海石油勘探开发海上溢油风险评估，开展海上排污许可试点工作，推动建立石油勘探开发海上排污许可制度。”

本工程施工期和运营期污染物均得到有效的处理处置，不存在向海洋倾倒垃圾的违法行为。施工期，机舱含油污水危险废弃物（HW08），根据《沿海海域船舶排污设备铅封程序规定》，运回陆上交由有资质单位接收处理。施工船舶产生的生活污水经生活污水处理装置处理达标后排海。平台生活垃圾、生产垃圾全部运回陆上交由有资质单位接收处理，平台生活污水运回陆上处理或者海上处理后不外排。施工期间主要的污染物是非油层段钻屑和非油层段钻井液及悬浮沙，但是影响是暂时的、可恢复的。针对施工期带来的生物资源损失进行了分析，并核算了补偿金额，建设单位会采取相应生态补偿和修复措施，并对重要渔业品种实施增殖放流，可以维持海洋生物资源可持续利用。

建设单位已编制了溢油应急计划并进行了备案，原有溢油应急计划满足本项目溢油应急的需要，建设单位根据溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作，以防范海上溢油等海洋环境突发污染事故。同时，建设单位制定了相应的管道保护和检测程序，定期对平台、油气管线进行不定期局部检测和定期全面检测，对油田生产风险源进行全面排查。在后续生产过程中，建设单位将严格落实环境保护主管部门要求，严格执行排污许可制度。

同时，本工程符合《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020 年）》的相关要求。

综上，本工程符合《渤海综合治理攻坚战行动计划》的管控要求。

## 11.5 建设项目的政策符合性

根据《产业结构调整指导目录》(2019 年本)中关于石油天然气行业的鼓励类项目包括：常规石油、天然气勘探及开采；页岩气、页岩油、致密油、油砂、天然气水合物等非常规资源勘探开发；原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设

施、网络和液化天然气加注设施建设；油气伴生资源综合利用等），本工程属于鼓励类项目。

## 11.6 生态建设方案

2015年7月，国家海洋局印发《国家海洋局海洋生态文明建设实施方案》（2015-2020年）（以下简称《实施方案》），要求各单位把落实《实施方案》当作“十三五”期间海洋事业发展的重要基础性工作抓实抓牢，将海洋生态文明建设贯穿于海洋事业发展的全过程和各方面，推动海洋生态文明建设上水平、见实效。

生态建设的原则如下：

(1) 可持续发展原则：以可持续发展理论为指导，科学规划、合理利用、积极保护，构建生态安全格局，努力实现资源可持续利用，增强生态环境对社会经济发展的保障能力。

(2) 经济效益、社会效益与生态效益相协调的原则：积极促进经济、社会与生态环境之间的良性循环，实现经济、社会、生态环境之间的良性互动，达到社会经济发展与生态环境保护“双赢”。

(3) 集约与和谐原则：在生态优先的基础上，以经济建设为重点，整合区域资源优势，注重跑道建设与生态环境建设的结合，确保生态系统结构完整性、生态过程连续性，实现系统结构与功能的和谐。

### 11.6.1 与政策的符合性

#### 11.6.1.1 与规划、区划的符合性

通过本章节的分析，对工程与相关规划的符合性分析结果可知，本工程新建工程建设符合《全国海洋主体功能区规划》、《全国海洋功能区划》、《山东省海洋功能区划》、《山东省海洋主体功能区规划》及《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020年）》的相关要求。

#### 11.6.1.2 产业政策符合性

《产业结构调整指导目录》（2019年本）中关于石油天然气行业的鼓励类项目包括：常规石油、天然气勘探及开采；页岩气、页岩油、致密油、油砂、天然气水合物等非

常规资源勘探开发；原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施、网络和液化天然气加注设施建设；油气伴生资源综合利用等），本工程属于鼓励类项目。

## 11.6.2 污染物源头控制及溢油应急措施

### 11.6.2.1 污染物源头控制措施

本工程施工期钻井阶段钻井液循环使用，非含油钻屑、钻井液按相关要求排放入海；含油钻屑、钻井液均运回陆地交锦州永盛废油再生有限公司进行接收处理。

本工程生产水处理合格后全部回注，不外排。

### 11.6.2.2 溢油防范与应急

建设单位已照《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》和《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》的相关规定，编写了《渤中 26-3 油田溢油应急计划》并取得备案，本工程的工程内容已包含在该溢油应急计划中。

国家海洋局于 2015 年 4 月 3 日发布了《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》，建设单位应当对溢油应急计划进行修编，与上述应急预案相衔接，并将修编后的溢油应急计划重新上报海洋主管部门备案，同时按照修编后的溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作。

应急计划的主要内容应包括作业区情况、应急组织体系、溢油风险分析、事故处置方案和溢油应急能力等。

## 11.6.3 海洋生态损害分析

根据 2013 年 8 月海洋局颁布的《海洋生态损害评估技术指南》（试行）、《海洋生态资本评估技术导则》（GB/T28058-2011）及农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》中的相关阐述，本次评价工程对海洋生态损害主要体现在以下方面：

- （1）工程占用海域、施工期悬浮泥沙导致海洋生物资源损失量回顾性估算。
- （2）油田开发及营运造成海洋服务功能的损失量计算。

### 11.6.3.1 海洋生物资源损失

- （1）工程对浮游生物的影响



括浮游植物初级生产力提供的氧气和大型藻类初级生产提供的氧气，本项目生态调查未调查到大型藻类，在此仅计算浮游植物产生的氧气量。氧气生产的物质质量计算公式为：

$$Q_{o_2} = Q'_{o_2} \times S \times N \times 10^{-3} + Q''_{o_2}$$

式中：

$Q_{o_2}$ —氧气生产的物质质量，单位为吨（t）；

$Q'_{o_2}$ —单位时间单位面积水域浮游植物产生的氧气量，单位为毫克每平方米每天（ $mg/m^2 \cdot d$ ）；

$S$ —评估海域的水域面积，单位为平方千米（ $km^2$ ）；

$N$ —时间天数，（d）；

$Q''_{o_2}$ —大型藻类产生的氧气量，单位为吨每年（t/a）；

浮游植物初级生产提供氧气的计算公式为：

$$Q'_{o_2} = 2.67 \times Q_{PP}$$

$Q_{PP}$ —浮游植物的初级生产力，单位为毫克每平方米每天（ $mg/m^2 \cdot d$ ）。

██

██

██

██

██

██

██

██

██

██

██

工业制氧平均价格为 400 元/t，则本工程影响氧气生产价值为 3984 元。

## (2) 海洋调节服务价值损失

根据《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058-2011)，海洋调节服务评估主要考虑气候调节和废弃物处理。本工程生产垃圾和生活垃圾运回陆地处理，生产水处理合格回注地层，只有少量生活污水排放，因此，这里仅考虑气候调节功能和上述污染物排放造成的环境容量损失。

气候调节物质量评估采用的方法是基于海洋植物（浮游植物和大型藻类）固定二氧化碳的原理计算，物质量等于评价海域的水域面积乘于单位面积水域浮游植物和大型藻类固定二氧化碳的量。本项目生态调查未调查到大型藻类，在此仅计算浮游植物固定二氧化碳的量。气候调节的物质量计算公式为：

$$Q_{CO_2} = Q'_{CO_2} \times S \times N \times 10^{-3} + Q''_{CO_2}$$

式中：

$Q_{CO_2}$ —气候调节的物质量，单位为吨每年（t）；

$Q'_{CO_2}$ —单位时间单位面积水域浮游植物固定的二氧化碳量，单位为毫克每平方米每天（mg/ m<sup>2</sup>·d）；

S—评估海域的水域面积，单位为平方千米（km<sup>2</sup>）；

N- 时间天数，（d）；

$Q''_{CO_2}$ —大型藻类固定的二氧化碳量，单位为吨每年（t/a）；

浮游植物固定二氧化碳量的计算公示为：

$$Q'_{CO_2} = 3.67 \times Q_{PP}$$

$Q_{PP}$ —浮游植物的初级生产力，单位为毫克每平方米每天（mg/ m<sup>2</sup>·d）。



[REDACTED]

### (3) 海洋文化服务价值损失

根据《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058-2011)，海洋文化服务评估内容主要考虑休闲娱乐、科研服务。休闲娱乐服务评估主要考虑评估海域以自然海洋景观为主体的海洋旅游景区；休闲娱乐的物质质量采用海洋旅游景区的年旅游人数评估，若旅游人数很少可不进行该项评估。科研服务的物质质量宜采用公开发表的以评估海域为调查研究区域或实验场所的海洋类科技论文数量进行评估。

关于休闲娱乐服务，本工程所处海域非旅游区，无大量人员来此观光旅游，从不利情况出发按照平台占有海域面积进行休闲娱乐价值损失评估，采用成果参照法，根据谢高地等对我国生态系统各项生态服务价值的研究结果，我国水域生态系统单位面积的休闲娱乐功能为 6438 元/a.hm<sup>2</sup>，本项目包括的平台占用海洋面积按投影面积外扩 50m 计算，[REDACTED]，则估算本工程休闲娱乐价值损失约为

[REDACTED]

关于科研服务，本工程所处海域未设置专门的实验场所或科研基地；关于该海域的科研成果及其科研经费不易统计，因此这里采用成果参照法，按照平台占有海域面积进行科研服务价值损失评估，根据陈仲新和张新时等(2000)对我国生态效益价值的估算，我国单位面积生态系统的平均科研价值 382 元/hm<sup>2</sup>，本项目包括的平台占用海洋面积按投影面积外扩 50m 计算，[REDACTED]，据此估算本工程造成科研服务功能损失约为：

(4) 海洋支持服务价值损失

根据《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058-2011), 海洋支持服务评估内容主要考虑物种多样性维持、生态系统多样性维持。

根据谢高地等对我国生态系统各项生态服务价值的研究结果, 我国水域生态系统单位面积的生物多样性维持价值为 8686 元/(hm<sup>2</sup>.a), 本工程管线区 [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED] 估算排污影响造成生物多样性维持功能价值损失约为:

(6) 海洋生态服务功能损失合计

综上所述计算结果, 本工程造成海洋供给服务价值损失、海洋调节服务价值损失、海洋文化服务价值损失和海洋支持服务价值损失共计 [REDACTED]。

表 11.6-1 本工程造成的海洋生态服务功能损失价值汇总

项目	海洋供给价值损失	气候调节价值损失	文化服务功能价值损失	海洋支持服务价值损失	合计
价格 (万元)	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

11.6.4 海洋生态补偿措施

本工程设生态补偿资金对工程施工及运营过程中造成的海洋生物资源、海洋生态等损失进行补偿, 并纳入工程环保投资。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007), 估算项目在生产建设过程中可能造成的海洋生态环境损失补偿费用约 [REDACTED]; 根据《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058-2011)进行估算, 海洋生态服务价值损失约为 [REDACTED]。损失价值建议采用以生态补偿金的形式进行补偿, 此部分资金建议用于海洋生物资源的增殖放流、海洋生物资源的养护与管理, 人工鱼礁及相关研究、监测工作等。

目前, 渔业资源恢复及补偿主要通过增殖放流方式实现, 通过增殖放流以补充水生生物幼体和饵料基础, 加快恢复工程周围海域渔业资源的数量, 提高附近水域渔业生物的多样性, 修复和改善工程附近水域渔业生物种群结构。增殖放流工作应按照“《水生生物增殖放流管理规定》(农业部第 20 号令), 确定放流品种和增殖放流的组织、管理。



### （1）增殖放流的概念

增殖放流是指用人工方法向天然水域投放鱼、虾、贝、藻等水生生物的幼体（或成体或卵等）以增加种群数量，改善和优化水域的渔业资源群落结构。科学规范地向海洋人工增殖放流鱼、虾、贝苗等，可增加水域资源量，是养护水生生物资源、保护生物多样性、改善水域生态环境和促进渔业可持续发展的一项有效措施。

### （2）增殖放流的原理

增殖放流是将渔业资源种类初期损耗极大的部分置于人类的管理之下，将需保护品种培育为大规格苗种或成体放流于自然界，以谋求增大资源、增大生产量。当由于人类活动和环境污染等因素，使渔业生物自然再生的能力不能稳定进行下去的时候，为了进一步提高其再生产力，就必须通过人工增殖放流，补给资源量，补充自然环境条件下的资源再生产力。渔业资源种类在生活史过程中的死亡高峰期，是处在产卵以后的幼体、仔稚鱼期，人工增殖放流的苗种经过人工培育，避过了在自然环境中的死亡高峰阶段，能高效提升渔业资源的补充群体。增殖放流可以恢复渔业资源的数量特别是衰退极为明显的优质品种的资源数量，因此，开展渔业资源增殖放流工作对于恢复渔业资源作用重大。

### （3）增殖放流主要品种选择

本地原种或子一代的苗种或亲体；能大批量人工育苗；品质优良（属优质经济鱼、虾类、贝类）；适应工程附近海域生态环境且生势良好；工程附近海域自然生态状况中曾经拥有的种类，确需放流其他苗种的，应当通过省级以上渔业行政主管部门组织的专家论证；鱼类品种以恋礁性鱼类、适合转产转业和发展游钓休闲渔业品种为主，或在资源结构中明显低于自然生态状况中的比例，资源衰退难以自然恢复；禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种进行增殖放流。

莱州湾海域当地适宜增殖放流的备选品种包括：中国对虾、三疣梭子蟹、褐牙鲆、半滑舌鳎、杂色蛤、扇贝等，具体由渔业主管部门统一部署。

### （4）放流的规格选择

鱼苗体长应在 3cm 以上；虾苗体长应在 1cm 以上；贝苗壳长应在 1cm 以上。放流苗种应当来自有资质的生产单位、检验机构认可。

### （5）增殖放流季节的选择

在施工期间根据实际情况开始实施海洋生物增殖放流，结合渔业主管部门每年的

增殖放流计划，集中开展增殖放流。增殖放流工作建议安排在休渔期间内的 5 月下旬至 7 月上旬，以避免高强度捕捞压力时间，提高增殖放流效果，但是具体时间由当地渔业主管部门统一安排部署。

(6) 增殖放流地点的选择

在深入调查海洋生态环境指标（包括区位、水深、底质、温度、饵料和敌害生物、风力、风向等）的基础上，根据不同放流品种的生物学特性和生态习性，确定适宜的放流海域。一是选择原有海洋浮游生物资源比较丰富，生物种群组成、生态种群以及自然海洋生态系统未遭到严重破坏的水域。二是选择海洋环境未遭受严重污染，敌害鱼少或没有，得到保护的区域或经济捕捞海区。三是选择水位落差较小、水流平缓、水体交换能力好、无还原层污泥的海域。四是结合旅游、增殖放流区、人工鱼礁区等海域，尽可能地在这些海域进行放流，以减少管理成本。对于一些特殊的水产苗种放流还要满足其特定要求。禁止在水产种质资源保护区、重要经济鱼、虾、蟹类的产卵场等敏感水域进行放流；禁止在排污口、海洋倾废区及盐场、大型养殖场、电厂进排水口放流；不得在拖网、张网，流刺密集区等水域进行放流。放流后，应划出一定范围的临时保护区以保护放流鱼苗。

本项目实际实施的放流地点将根据最终的渔业增殖放流实施方案确定，建议设在渤中 26-3 油田附近的区域，比如东营市海域进行增殖放流。

(7) 实施主体

增殖放流计划由建设单位或者建设单位委托的第三方进行实施，由渔业主管部门监督实施。

(8) 增殖放流初步计划

Table with 5 columns: 生物品种, 规格, 拟放流数量, 单价, 所需金额 (万元). The table content is redacted with black bars.

表 11.6-2 增殖放流计划\*

生物品种	规格	拟放流数量	单价	所需金额 (万元)
中国对虾				
三疣梭子蟹				

杂色蛤					
合计					

\*放流品种和数量可根据当时当地实际情况做适当调整

对上述期限、时间及放流地点，建设单位可根据相关渔业主管部门的要求进行安排，并接受渔业主管部门的监督。

### 11.6.5 海洋生态修复监管措施建议

海洋生态保护、恢复和补偿措施主要以增殖放流等方式开展。

海洋生态的保护、恢复或补偿措施的责任主体为建设单位，建设单位应按照生态损害进行生态补偿，建议委托专业单位实施，相关行政管理部门应进行验收和监管。

海洋生态保护工作应在项目验收前进行，建议具体保护措施、地点、时间由当地渔业主管部门指导开展，对海洋生态保护措施实施进行监督和管理。

### 11.6.6 海洋跟踪监测措施

#### (1) 监测范围及站位布设

根据本项目工程污染特点，本评价主要针对海洋水质、沉积物和生物质量制定监测计划，监测范围和站位布设原则、监测频率等。根据本项目工程内容，总计布设 6 个站位，施工期平台周边布置 2 个，管线两侧布置 4 个站位。

海水水质：COD、SS、无机氮、无机磷、石油类、重金属（汞、镉）

海洋沉积物：石油类、重金属（汞、镉）

监测站位：总计布设 6 个站位，施工期平台周边布置 2 个，管线两侧布置 4 个站位。

监测时间：施工期监测一次。

具体监测站位和监测内容见表 11.6-2 和图 11.6-1。

表 11.6-2 运营期工程周边海域监测计划一览表

环境要素	监测项目	监测方法	监测站位	监测频率
海水水质	COD	《海洋监测规范》 GB17378.4-2007	平台周边 500 米范围 内、沿注潮 流方向上、 下各设 1 个 站位，管线 两侧 50m 范 围内各设置	竣工验收前监测一次（建议与 竣工验收跟踪监测一并完成） 运营期根据实际情况每 3-5 年 监测一次
	无机氮			
	无机磷			
	石油类			
	金属铅、锌			
海洋生态环境	叶绿素 a	《海洋监测规范》 GB17378.7-2007		
	浮游植物			
	浮游动物			

	底栖生物		一个站位
	生物体内石油类		
沉积物 环境	石油类	《海洋监测规范》 GB17378.5-2007	
	金属铅、锌		

图 11.6-1 跟踪监测站位

### 11.6.7 事故监测计划

配合政府部门对防污染设备的检查工作，以及在事故状态下配合有关部门作好对事故的跟踪监测。

发生溢油时除在常规监测站位进行监测外，还应增加站位对污染海域进行监测，增加的站位根据实际情况进行调整。完成单位：采用有偿服务的方式委托海洋行政主管部门认可的监测单位开展环境事故跟踪监测。

## 12 环境管理与环境监测计划

### 12.1 环境管理

#### 12.1.1 环境管理的任务和内容

环境管理是保护环境、控制污染的重要措施之一。本油田开发工程环境管理的任务和主要内容为：

- 1、贯彻执行国家环境保护法规和标准；
- 2、组织制定和修改与本油田有关的环境保护政策、规章和制度，并监督执行；
- 3、检查本油田环境保护设备、设施或装置的运行状态；
- 4、组织和领导本油田的环境监测工作；
- 5、组织开展本油田环境保护工作人员的技术培训和演习；
- 6、组织编写和填写政府部门要求的各种环境保护报告和记录；
- 7、为政府执法人员检查工作提供方便。

#### 12.1.2 机构及岗位的设置

##### 12.1.2.1 组织机构与定员

作为本油田开发工程的建设单位——中海石油(中国)有限公司天津分公司(下称天津分公司)，将严格按照国家环保法律标准和中海油总公司颁发的一系列环保规定、办法来开展环境保护管理工作，并已经形成一套完整系统的环保管理机构和环境保护管理体系。

天津分公司的油田作业环保工作实行总经理负责制，天津分公司的总经理为第一责任者，主管生产的安全总监(副总经理)直接领导全公司的安全环保工作。公司环保工作为二级负责制，对各级公司实行目标管理。在组织机构上公司下设安全环保部，负责组织、落实、监督本公司范围内的油田作业环境保护工作。各级环保管理机构和管理人员通过对所属油田和其它工程设施的环保检查、宣传教育、人员培训等一系列制度和措施，实施对环保工作的科学有效管理。(其组

织机构见下图 11.1-1 )。

渤中 26-3 油田设油矿总监一名，负责油田的安全生产和油田环境保护的直接领导工作。在油矿总监下面设健康安全环保监督一名，在油矿总监和陆上基地环保管理人员的监督和领导下，具体负责本油田的安全环保管理和监督工作。(其组织机构见下图 12.1-2 )。

油田还将设立安全领导小组和应急领导小组，由油矿总监担任组长，生产监督、各岗位监督和安全环保监督任小组成员，负责油田的安全环保处理的应急组织、指挥工作。

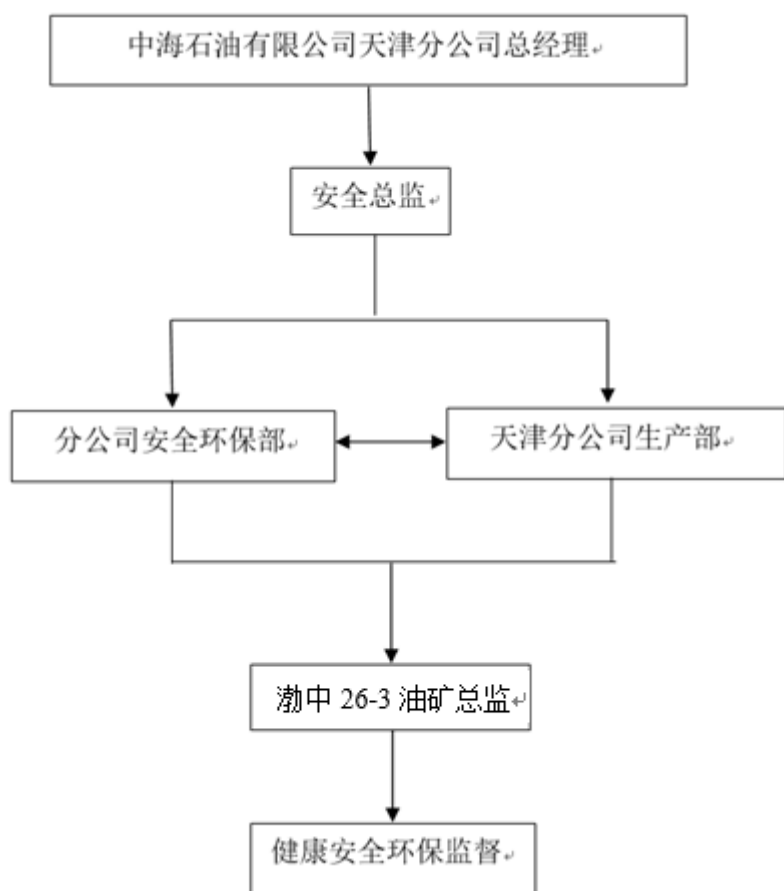


图 12.1-1 渤中 26-3 油田环境保护管理机构图

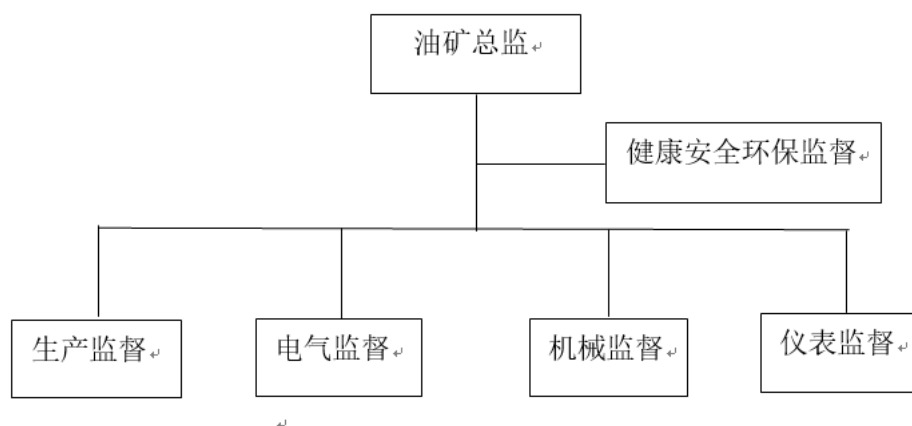


图 12.1-2 海上油田环境管理程序

### 12.1.2.2 海上主要人员的岗位职责

#### (1) 油矿总监

全面负责油田/平台的安全生产和环保工作，负责技术管理与培训，处理临时发生的生产、安全和环保等各种问题，并采取应急处理措施。

#### (2) 安全监督

负责落实全油田安全和环保工作的各项制度及规定；协助制定应急计划；对内外人员进行安全、环保教育；监督、纠正各种违章作业和操作，一旦发生事故立即赶赴现场查明原因，提出处理意见；做好污染处理设备和安全消防设施的定期检查和检测；对污水排放和垃圾处理进行监督。

#### (3) 生产监督

认真执行油井管理措施和油田经理的工作指令；确保原油生产按计划完成和污水处理达到规定指标；熟练操作包括污染治理设备在内的各种工艺设备，指导有关人员处理故障。

### 12.1.3 环境保护管理制度

#### 12.1.3.1 环保监督检查制度

每月对海上生产设施进行安全环保抽查，各部门不定期地进行安全生产和环境保护自检，检查存在的隐患和问题，及时加以妥善处理或向有关领导汇报，提出整改措施和计划。每年都采取综合检查和专项检查相结合、监督检查与自我检查相结合、定期检查与动态检查相结合等方式，进行全方位、全过程的安全环保

监管。综合检查方面，落实巡回检查、“日、周、月”检、夜查、要害部位专项检查 and 节前检查。突出抓好问题整改复查为主要内容的检查，促进了安全环保管理整体水平的提升

#### 12.1.3.2 安全、环保会议制度

每月召开一次安全、环保例会，分析总结安全生产和安全、环保制度执行情况；查找安全环保问题和隐患，制定相应的安全环保措施；传达上级有关指示和安全、防火及环保等方面的文件。

#### 12.1.3.3 安全环保宣传教育制度

充分利用各种宣传工具，通过各种渠道，积极及时地宣传国家有关安全环保管理规定和安全环保知识，对所有工作人员进行安全环保知识教育，提出安全环保要求，讲清注意事项。

#### 12.1.3.4 环保奖惩制度

为加强环境保护管理，制定油田工作人员的奖金与安全生产和环境保护工作挂钩的制度，对在安全环保方面成绩突出的班组或个人进行奖励，反之对不严格执行安全环保有关规定，违反安全环保工作制度的有关人员将扣除奖金。在评选先进、表彰奖励工作中，实行安全环保否决制度。

#### 12.1.3.5 大力加强环保隐患治理和环保科技工作

在环保科技工作方面，重点开展三项工作：一是针对海上盗油、污染海洋环境的问题，开展了雷达监测技术研究工作，加大监控力度，保护海洋环境，目前该项目已投入运行；二是开展油田海域溢油追踪溯源技术研究，为分清溢油事故责任者提供科学依据，同时在溢油事故状态下，能有效模拟溢油漂移轨迹和路径；三是在平台安装电视监控系统，发现异常及时排除，给环保管理注入了新的科技含量。

#### 12.1.3.6 切实加强平台环保管理工作

海上平台空间小，一旦出现溢油，就可能对海洋环境造成严重污染，为此采油厂坚持“预防为主”的思想，切实强化管理，避免污染事故发生。在平台环保管



理方面，采油厂重点强化以下几个方面的管理：一是加强巡回检查和了望制度的落实，定期检查平台设施，发现事故苗头，及时采取措施；二是加强平台防污设施的管理，重点是生活污水处理设施的管理，通过定期维护保养，切实做到全部处理、达标排放；三是加强化学消油剂的使用管理，严格控制使用消油剂，避免二次污染；四是建立完善海陆防范监控体系，同时加强海上日常监控管理。

## 12.2 环境监测计划

环境监测是环境管理的前提和基础。环境监测的主要任务是定期监测各工程设施上外排污染物的排放浓度，掌握达标情况，为加强环境保护管理、保证污染处理设备正常运转提供科学依据；分析外排污染物浓度和排放量的变化规律；为制定污染控制措施和环保管理提供依据。本工程的环境监测计划依据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》制定。

### 12.2.1 环境监测计划

#### 12.2.1.1 施工期跟踪监测

本项目施工期排放的污染物为钻井阶段的非油层段钻屑、非油层段钻井液、铺设管线搅起的悬浮泥沙及施工过程中的生活污水，根据污染物的特点，制定施工期的跟踪监测计划。

**监测项目：**

海水水质：COD、SS、无机氮、无机磷、石油类、重金属（汞、镉）

海洋沉积物：石油类、重金属（汞、镉）

**监测站位：**总计布设 6 个站位，施工期平台周边布置 2 个，管线两侧布置 4 个站位。

**监测时间：**施工期监测一次。

#### 12.2.1.2 运营期跟踪监测

##### （1）环境质量现状跟踪监测

本项目评价的平台为无人值守平台，无生活污水产生排放。在正常生产作业期间无污染物外排。根据工程特点，本评价主要针对海洋水质、生态环境制定监

测计划，海水水质、海洋生态环境监测项目、监测方案、监测范围和站位布设原则、监测频率等。具体监测站位和监测内容见表 11.2-1~11.2-2 和图 11.2-1。

**表 12.2-1 运营期跟踪监测站位一览表**

内容	站号	东经 (E)	北纬 (N)
平台	H1	████████	████████
	H2	████████	████████
	H3	████████	████████
	H4	████████	████████
管缆	H5	████████	████████
	H6	████████	████████

**表 12.2-2 运营期工程周边海域监测计划一览表**

环境要素	监测项目	监测方法	监测站位	监测频率
海水水质	COD	《海洋监测规范》 GB17378.4-2007	平台周边 500 米范围 内、沿注潮 流方向上、 下各设 1 个 站位，管线 两侧 50m 范围内各 设置一个 展位	竣工验收前监测一次（建议 作业公司与竣工验收跟踪 监测一并完成） 运营期根据实际情况每 3-5 年监测一次
	无机氮			
	无机磷			
	石油类			
	金属铅、锌			
海洋生态环境	叶绿素 a	《海洋监测规范》 GB17378.7-2007		
	浮游植物			
	浮游动物			
	底栖生物			
沉积物环境	石油类	《海洋监测规范》 GB17378.5-2007		
	金属铅、锌			

**图 12.2-1 跟踪监测站位**

运营阶段建设单位应对工程周边海域的海水水质环境、海洋沉积物环境和海洋生态环境定期进行监测，制定海洋环境质量跟踪监测方案，提交有效计量认证分析监测报告，对环境监测反馈的信息进行科学分析，并建立资料档案。

**(2) 管线跟踪调查**

为了保证安全作业和防止海洋环境污染，还需要定期（建议 3-5 年/次）对本工程管缆进行路由复勘，以便及时了解管缆路由水深变化情况，电缆走向、埋深、悬跨等运行中的实际情况，并根据勘察结果采取相应的维护措施，以便及早发现隐患，及时处理，防止事故发生，以保障工程的安全正常运行。

### 12.2.2 事故监测计划

配合政府部门对防污染设备的检查工作,以及在事故状态下配合有关部门作好对事故的跟踪监测。

发生溢油事故时除在常规监测站位进行水质监测外,根据事故性质、事故影响的大小,视具体情况增加对海洋生态环境、海洋生物质量、沉积物环境的监测,站位布设根据实际情况进行调整。可采用有偿服务的方式委托海洋行政主管部门认可的监测单位开展环境事故跟踪监测。

### 12.2.3 监测机构职能

其主要职能如下:

- (1) 负责指导、监督各采油厂海上、陆上油田生产设施外排污染物的监测化验工作;
- (2) 定期、不定期地对各海上、陆上油田生产设施排污口的外排污染物进行监测和检查;
- (3) 分析所排污染物的变化规律,为平台环保管理、制定污染控制措施和保持污染物处理设备正常运转提供依据;
- (4) 协同有关部门对新建设施上的污染防治设备进行竣工验收监测和效果鉴定;
- (5) 对监测、化验人员进行业务指导和培训,对化验设备进行检查和校定;
- (6) 负责平台污染事故的监测及报告。

## 13 环境影响评价结论

### 13.1 工程分析结论

#### 13.1.1 工程概况

渤中 26-3 油田位于渤海中部海域，[REDACTED]，北邻渤中 26-2 油田，西邻渤中 25-1 南油田，西北距天津市塘沽 [REDACTED]，东南距山东省龙口市 [REDACTED]。渤中 26-3 油田范围内平均水深 [REDACTED]，其中，拟建渤中 26-3WHPC 平台水深约为 [REDACTED]，渤中 26-3PAPD 动力平台水深约为 [REDACTED]。

本评价工程内容包含：拟新建 1 座 4 腿 4 桩的无人井口平台 BZ26-3WHPC；新建 1 座 3 腿 3 桩的动力平台 BZ26-3PAPD，与 BZ26-3WHPA 井口平台通过栈桥连接；新建 1 条 BZ26-3WHPC 平台至 BZ26-3PAPD 平台的混输海管；新建 1 条 BZ26-3PAPD 平台至 BZ26-3WHPC 平台的注水海管；新建 1 条 BZ26-3PAPD 平台至 BZ26-3WHPC 平台的集束海缆；对 BZ26-3WHPA 平台进行适应性改造。

本项目工程总投资 [REDACTED]

#### 13.1.2 工程分析

本工程施工期钻井过程中共产生钻井液 [REDACTED]，产生钻屑 [REDACTED]。非油层段钻井液和非油层段钻屑按照相关要求排放，油层段钻井液和油层段钻屑交由运回陆上交锦州永盛废油再生有限公司处理。

混输海底管道施工期悬浮沙的产生总量约为 [REDACTED]，注水海底管道施工期悬浮沙的产生总量约为 [REDACTED]，海底电缆施工期悬浮沙的产生量为 [REDACTED]。海上施工期间共产生机舱含油污水 509.3m<sup>3</sup>，生活污水 11723.25m<sup>3</sup>，生活垃圾 50.24t，一般工业固废 15.9t，含油危废 11.1t。

在油田生产运营期，主要污染物为生活污水、生活垃圾、生产水、工业垃圾及少量重金属等。主要污染因子为石油类等。

据生产预测，本工程最大产水量为 [REDACTED]。正常生产情况下，生产水全部回注，无生产水排放。非正常工况下：一旦出现上述非正常工况，可以调整油井运行频率，降低油井产出量，减少流程生产污

水处理量，以保障油水处理效果，处理后的生产水全部回注地层，必要时停止生产，禁止生产水外排入海。

## 13.2 环境现状分析与评价结论

### 13.2.1 海水水质现状

2018 年 5 月，按一类水质标准评价时，表层 11 个站位无机氮超标、22 个站位铅超标、3 个站位 COD 超标、3 个站位石油类超标、1 个站位磷酸盐超标、1 个站位总汞超标，  
；其它站位各调查因子均满足所在功能区海水水质标准。

2018 年 11 月，按一类水质标准评价时，表层 15 个站位无机氮超标、10 个站位铅超标、1 个站位汞超标，  
；其它站位各调查因子均满足所在功能区海水水质标准。

调查海域无机氮、磷酸盐的超标现象，估计与邻近海域陆源污染物大量排海有关。铅和汞部分测站超标原因可能是入海河流携带大量的重金属污染物进入渤海、陆源入海排污口（河）向调查海域附近海域的重金属直排以及大气干湿沉降等共同作用的结果。

### 13.2.2 海底沉积物现状

在整个调查区内，沉积物类型较为单一，沉积物类型主要为

本次调查有机碳、硫化物、油类、汞、铜、铅、锌、镉、铬、砷均未超过国家一类沉积物质量标准，沉积物质量状况良好。结合对照《山东省海洋功能区划》（2011-2020 年）、《山东省海洋生态环境保护规划》（2018-2020 年）、《山东省近岸海域环境功能区划》、《山东省渤海海洋生态红线区划定方案》（2013-2020 年）中对工程临近功能区水质保护目标从严要求，所有站位各评价因子均应符合一类标准，经评价所有调查因子均符合一级标准。沉积物质量状况良好。

### 13.2.3 浮游植物现状

[REDACTED]

### 13.2.4 浮游动物现状

[REDACTED]

### 13.2.5 底栖生物现状

[REDACTED]

### 13.2.6 生物质量现状

2018年5月,软体动物(双壳类)生物质量评价因子重金属含量均满足《海洋生物质量》(GB18421-2001)规定的第一类标准值,软体动物(非双壳类)、甲壳类、鱼类,生物质量评价因子重金属铜、铅、锌、镉和汞含量均满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的质量标准,软体动物(非双壳类)、甲壳类、鱼类,生物质量评价因子石油烃含量满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中的质量标准。

2018年11月软体动物(非双壳类)、甲壳类、鱼类,生物质量评价因子重金属铜、铅、锌、镉和汞含量均满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的质量标准,软体动物(非双壳类)、甲壳类、鱼类,生物质量评价因子石油

烃含量满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中的质量标准。

### 13.2.7 鱼卵仔鱼

[Redacted text block]

### 13.2.8 渔业资源现状

[Redacted text block]

### 13.2.9 海域环境状况回顾性分析结论

建设单位对工程运行期间的生产水、生活污水、固体废弃物采取了可行的防

污染措施，能够保证生产水、生活污水稳定达标和固体废弃物的安全处置。通过多年的历史调查数据对比分析：

①水质环境：渤中 26-3 油田工程周边海域 pH 值、石油类、总汞、锌、活性磷酸盐的污染状况有所缓解，海域海水质量状况与历史状况基本相同，主要污染物仍然是无机氮和铅。

②沉积物环境：总体来说，调查海域表层沉积物质量基本保持稳定，未出现恶化趋势。

③海洋生态：项目建设后海洋叶绿素 a 和初级生产力变化不明显；浮游植物的个体数量上升；浮游动物的种类数有所上升；底栖生物的生物密度有所上升。

④生物质量：油田海区生物质量状况有明显的好转。

### 13.3 环境影响预测分析与评价结论

#### 13.3.1 水文动力环境影响分析

项目附近海域基本为往复流，大潮时，涨潮中间时，项目附近多数区域的潮流基本是 SSW-NNE 流向；落潮中间时，项目附近多数区域的潮流基本是 NNE-SSW 流向。拟建工程包括钻井完井、海底管道的铺设。由于平台为透水式结构，井口平台等对周边的水动力环境影响很小；海底管道埋于海底以下 1.5m，挖起的泥沙在底层流作用下自然回填管沟，对底层流影响很小。

#### 13.3.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

本工程海域海底是典型的砂质粉砂质特征，海底平坦，广阔，多年变化不大。自海岸向海渐深，水深变化缓慢。平台采用钢制桩腿结构，为透水式结构，平台建设对地形地貌与冲淤环境的影响较小。海底管道埋在海底，施工期掀起的悬浮泥沙在水流的作用下逐渐沉积在管沟周围，由于悬浮泥沙的产生量较小，加上潮流长时间的输沙作用，不容易淤积，对海底地貌的影响较小。因此，本工程的建设对地形地貌与冲淤环境的影响较小。

#### 13.3.3 水质环境影响评价

██  
██



[REDACTED]

### 13.3.4 沉积物环境影响评价

非油层段钻井液和钻屑排海后，在海水运动的作用下，会在海底一定的范围内形成聚集。非油层段钻井液和钻屑的沉积及分布范围受排放量、海流、水深等因素的影响。在海流作用下大部分钻屑沉积在作业平台 [REDACTED]

[REDACTED]

在铺设海底管线/电缆期间，搅起来的海底沉积物被堆积在管沟两侧，在挖沟结束后，在海水运动作用下将逐渐回填于管沟。因此，对底质的直接影响就是挖起和覆盖。按照工程建设方案分析，本工程管道铺设施工过程沉积物被挖起和覆盖，[REDACTED]。此范围内的底栖生物短期内受到破坏，并使沉积物类型发生一定的变化。

### 13.3.5 海洋生态影响分析与评价结论

本工程平台及管线占用海域及悬浮沙造成损失量为：[REDACTED]

### 13.4 环境风险分析与评价结论

本项目在预设工况模拟下溢油 72 小时所能影响到的环境敏感区主要包括：黄河口文蛤渔业海域限制区、黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区实验区、黄河三角洲国家级自然保护区实验区、莱州湾国家级水产种质资源保护区实验区、黄河故道东三角洲限制区、东营黄河口海洋特别保护区环境整治区、东营黄河口生态限制区、东营黄河口海洋特别保护区资源恢复区、东营黄河口海洋特别保护区开发利用区、黄河三角洲禁止区、东营黄河口海洋特别保护区生态保护区、东营利津底栖鱼类生态国家级海洋特别保护区、东营利津底栖鱼类生态限制区、东营利津底栖鱼类生态禁止区、黄河口半滑舌鳎渔业海域限制区、东营黄河口生态禁止区等。溢油最快在 26.5h 抵达莱州湾国家级水产种质资源保护区实验区。一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施，油膜在风和潮流的共同作用下将会抵达敏感区并造成严重污染，需要工程建设单位对环境风险概率较高的溢油事故予以足够重视，确保在环境安全的前提下进行海上石油开采活动。

此外建设单位应按照《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》、《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》和《关于进一步加强石油天然气行业环境影响评价管理的通知》的相关规定，建设单位应对溢油应急计划进行修编，将本工程及其附属工程的溢油应急管理纳入计划中，并将修编后的溢油应急计划重新上报生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局备案，按照修编后的溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作。

### 13.5 清洁生产和总量控制结论

本次评价从资源能源利用指标、生产技术特征指标、资源综合利用指标、污染物产生指标以及环境管理要求等方面进行定量和定性评价，渤中油田开发工程的钻井作业和采油作业的清洁生产水平均可代表国内先进水平，即属“清洁生产先进企业”。

本项目无受控污染物因子，不涉及总量申请。

## 13.6 环境保护对策的合理性、可行性结论

### 13.6.1 海上建设阶段环境保护措施

(1) 船舶污染物：机舱含油污水运回陆地处理不外排；生活污水经船用生活污水处理装置经处理后排海；生活垃圾全部回收并运回基地处理，禁止将其投入海中，未经粉碎的食品废弃物禁止在离最近陆地 12 海里以内投弃入海。

(2) 钻井泥浆和钻屑：油层段钻井液及油层段钻屑全部运回陆上交由有资质单位处理。非油层段钻井液及非油层段钻屑的排放按照《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性分级》(GB18420.1-2009)的要求执行。

(3) 工业垃圾：海上建设阶段产生的工业垃圾如废钢材、棉纱、木块、水泥以及废油、污油等油类废弃物将全部回收，装箱运回陆地处理。

### 13.6.2 运营阶段污染防治措施

(1) 含油生产水：正常生产情况下，BZ26-3WHPC 平台产液直接经海底管道进入 BZ26-3PAPD 平台进行处理。生产水经 BZ26-3PAPD 生产水处理系统处理后进入 BZ26-3WHPA 平台注水系统增压，最终经由新建的注水海管返输回 BZ26-3WHPC 平台，经注水管汇分配后回注地层。

本油田在机械故障等非正常情况下，短时间有少量生产水达标排放，一旦出现上述非正常工况，可以调整油井运行频率，降低油井产出量，减少流程生产污水处理量，以保障油水处理效果，处理后的生产水全部回注地层，必要时停止生产。

(2) 其它含油污水：BZ26-3WHPA 平台和 BZ26-3PAPD 平台均有开式排放和闭式排放系统。开式排放系统用于收集设备冷却、冷凝水，甲板、设备冲洗水等，经开式排放罐处理后排海，废油则泵入闭式排放系统；闭式排放系统用于收集带压容器、管线及安全释放阀等处排放的带压流体，收集的液体将进入生产流程进行处理。

(3) 固体废物：在油田生产阶段，平台产生一些固体废弃物。如废弃的零件、边角料、包装材料、含油固废等。本项目产生的固体废弃物属于危险固体废物约 11.1t/a，由锦州永盛废油再生有限公司接收处理。

### 13.6.3 生态保护措施及建议

项目位于白姑鱼产卵场边缘，鳀鱼、鲷索饵场内，毛虾产卵场内。建议项目建设阶段管线铺设，平台打桩，钻完井的非油层段钻屑、钻井液的排放时间避开上述渔业资源的产卵盛期（6月），以降低和缓解对渔业资源的影响程度；

鉴于工程施工建设过程中和油田生产过程中对周围海域的渔业资源和海洋生态造成不可避免的影响，建设单位需与渔业行政管理部门协商，选择合理的放流时间、品种和规模，通过人工增殖放流等措施进行生态修复和补偿。生态补偿的具体措施由建设单位与渔业行政主管部门协商决定。

## 13.7 区划规划分析与政策符合性结论

本工程符合产业政策，符合《全国海洋主体功能区规划》（2015年）、《全国海洋功能区划（2011-2020年）》、《山东省海洋功能区划（2011-2020）》、《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020年）》及《渤海综合治理攻坚战行动计划》的相关要求。

## 13.8 建设项目环境可行性结论

（1）拟建工程属于国家鼓励类建设项目，符合国家的产业政策和能源政策。工程拟采用的施工设备、工艺和节能、减排对策措施符合清洁生产的要求。

（2）本工程符合产业政策，符合《全国海洋主体功能区规划》（2015年）、《全国海洋功能区划（2011-2020年）》、《山东省海洋功能区划（2011-2020）》、《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020年）》及《渤海综合治理攻坚战行动计划》的相关要求。

（3）拟建工程施工期间，钻屑泥浆、管线电缆铺设等对海水水质、海洋沉积物和海洋生态环境的影响属于短期的可恢复性质，工程建设和营运对周边海域的水文动力和冲淤环境的影响较小。工程采用的施工设备、工艺和节能、减排对策措施符合清洁生产的要求，海洋环境影响可接受。

（4）拟建工程存在一定溢油风险，溢油事故一旦发生会对生态和环境造成严重危害后果，应采取具有针对性的安全保护措施和切实有效的溢油应急防范对策措施。

综上所述，从环境保护角度分析，本项目的建设是可行的。