



编号：COES-030-HP-2017

渤中 3-2 油田 8 口调整井工程

环境影响报告表

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：2019 年 10 月

编制单位和编制人员情况表

建设项目名称	渤中 3-2 油田 8 口调整井工程		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
建设单位（签章）	中海石油（中国）有限公司天津分公司		
法定代表人或主要负责人（签字）	[Redacted]		
主管人员及联系电话	张志鹏 022-66501458		
二、编制单位情况			
主持编制单位名称（签章）	中海石油环保服务（天津）有限公司		
社会信用代码	91120116744009403F		
法定代表人（签字）	[Redacted]		
三、编制人员情况			
编制主持人及联系电话	[Redacted]		
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书编号	签字	
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	
2. 主要编制人员			
姓名	职业资格证书编号	主要编写内容	签字
[Redacted]	[Redacted]	海洋油气开发工程基本情况； 工程概况与分析； 污染与非污染要素分析； 环境现状分析； 环境敏感区（点）和环境保护目标分析； 环境影响预测分析与评价； 环境保护对策措施； 环境影响评价结论。	[Redacted]
四、参与编制单位和人员情况			
中海石油环保服务（天津）有限公司是在天津市行政管理局注册的有限责任公司，注册资金逾 4 亿元，固定资产逾 3.3 亿元。中海石油环保服务（天津）有限公司下设专职咨询机构“环境咨询信息中心”（以下简称“咨询中心”），主要从事环境相关咨询服务，业务范围包括：环境影响评价、社会影响评价、风险评估、尽职调查、上市公司环保核查、HSE 管理等。咨询中心现有员工 51 人，其中环境影响评价工程师 29 人，主要从事行业为：海洋工程类、交通运输类、化工石化医药类、社会服务类。咨询中心长期从事建设项目的环境影响评价工作，2014 年至今完成了 60 余项化工石化医药、交通运输、社会服务及海洋工程类的环境影响评价项目，相关领域取得了良好的业绩和丰富的经验。			

目录

1	前言	1
1.1	主要编制依据	1
1.2	执行标准	3
1.2.1	环境质量标准	3
1.2.2	污染物控制及排放标准	3
1.2.3	注水标准	4
1.3	海洋油气开发工程基本情况表	5
2	工程概况与分析	6
2.1	项目由来	6
2.2	工程概况	6
2.2.1	地理位置	6
2.2.2	工程现状	6
2.2.3	油田开发工程回顾	12
2.2.4	产能现状	14
2.2.5	能耗水耗状况	14
2.2.6	本工程建设规模及内容	15
2.2.7	调整井建成前后工程内容变化对比	19
2.3	工程分析	19
2.3.1	原有污染物排放情况	19
2.3.2	拟建调整井污染源及污染防治措施	21
2.3.3	依托工程可行性分析	25
3	污染与非污染要素分析	27
3.1	施工期污染与非污染损害要素分析	27
3.2	运行期污染与非污染损害要素分析	27
3.3	环境影响因子的筛选与判别	27
4	环境现状分析	29
4.1	自然环境概况	29
4.1.1	水文气象特征	29
4.1.2	潮位、潮流特征	31
4.1.3	地形、地貌特征	31
4.1.4	地质构造及冲淤现状	32

4.1.5	主要海洋自然灾害.....	32
4.2	海洋环境质量现状.....	32
4.2.1	海水水质现状.....	34
4.2.2	沉积物现状.....	49
4.2.3	海洋生态现状与评价.....	51
4.2.4	生物质量.....	56
4.3	渔业资源现状	59
4.4	海洋环境质量回顾.....	64
5	环境敏感区（点）和环境保护目标分析	69
5.1	海洋环境功能区划及相关规划符合性分析.....	69
5.2	环境敏感目标简介.....	74
5.3	项目周边主要环境敏感目标.....	76
6	环境影响预测分析与评价	77
6.1	水动力和地形地貌响分析与评价.....	77
6.2	水质影响分析与评价.....	77
6.3	沉积物影响分析与评价.....	80
6.4	海洋生态影响分析与评价.....	80
6.5	对环境敏感目标的影响与评价.....	84
6.6	环境事故风险分析与评价.....	85
6.6.1	风险识别.....	85
6.6.2	地质性溢油风险分析与评价.....	87
6.6.3	事故后果分析与计算.....	87
6.6.4	溢油对敏感目标的影响.....	98
6.7	环境风险综合分析评价.....	99
7	环境保护对策措施	100
7.1	施工期污染防治措施.....	100
7.2	运营期污染防治措施.....	100
7.3	生态保护对策措施.....	101
7.4	清洁生产与总量控制.....	102
7.4.1	清洁生产.....	102
7.4.2	总量控制.....	103
7.5	事故防范措施和应急方法与对策措施.....	103
7.5.1	事故防范措施.....	103
7.5.2	溢油应急方案与对策.....	105

7.6	海洋生态建设方案.....	114
7.6.1	与规划、区划等法律法规的符合性.....	114
7.6.2	污染物源头控制.....	114
7.6.3	溢油防范与应急.....	114
7.6.4	海洋生态损害与修复.....	115
7.7	环境保护投资费用估算.....	116
8	环境影响评价结论	118
8.1	环境影响评价结论.....	118
8.1.1	产业政策相符性.....	118
8.1.2	海洋功能区划相符性.....	118
8.1.3	海洋环境质量现状及环境影响分析结论.....	118
8.1.4	环境风险分析结论.....	120
8.1.5	工程建设环境可行性.....	120
8.2	建议	120
9	预审和审查意见	122
10	审批意见	123
11	附件	124

1 前言

渤中 3-2 油田位于渤海中部海域，[REDACTED]，西距天津市塘沽约 145km，东距辽宁省旅顺市约 165km，西北距秦皇岛 32-6 油田约 20km。油田范围内水深约 24m~25m。

渤中 3-2 油田于 2010 年 3 月投产，主要开发设施为：隔水套管支撑井口+自安装采油平台+穿梭油轮（<4000t），包括隔水套管支撑井口一座，[REDACTED]，井口区通过 5m 长的栈桥与自安装采油平台相连，各种管汇和电缆敷设在栈桥上。井底物流将通过管线输往自安装采油平台，进行油气水处理、原油储存及外输。自安装采油平台设有动力系统、生产处理系统、储油舱、船用设备及生活设施等，具备提供生产和生活动力、原油处理、储存和外输、人员居住等功能，其安全系统等与隔水套管支撑井口一体化设计。

渤中 3-2 油田采用电潜泵采油和注水开发方式，电潜泵的动力和控制均来自于自安装采油平台。外输作业时，穿梭油轮通过两点系泊系统锚泊于自安装采油平台的一端，由柔性输油管线与自安装采油平台连接外输。

为完善井网，改善油田开发效果，提高油田产量和采油速度，挖掘剩余油的潜力，实现剩余油的高效开采，本工程在渤中 3-2 油田共布设 8 口调整井，2 口生产井侧钻为先期排液注水井，5 口生产井侧钻为生产井，1 口注水井转为同井抽注井。

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》以及《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，以及《海洋油气勘探开发工程环境影响评价技术规范》，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有限公司进行渤中 3-2 油田 8 口调整井工程的环境影响评价，编制海洋环境影响报告表。

1.1 主要编制依据

- 《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 日修订）；

- 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修正）；
- 《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》（国务院，1983.12.29）
- 《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 年 3 月修订）；
- 《建设项目环境保护管理条例》（国务院，2017 年 7 月 16 日修订）；
- 《国家发展改革委关于修改<产业结构调整指导目录（2011 年本）>有关条款的决定》（国家发展和改革委员会令第 21 号）；
- 《产业结构调整指导目录（2011 年本）（2013 年修正）》（2013 年 5 月 1 日起实施）；
- 《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》（2016 年修订）；
- 《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》（国家海洋局，2015 年 4 月）；
- 《国家海洋局海洋生态文明建设实施方案》（2015-2020 年）；
- 《海洋油气勘探开发工程环境影响评价技术规范》（2014）；
- 《全国海洋功能区划（2011 年-2020 年）》；
- 《全国海洋主体功能区规划》（国发〔2015〕42 号）；
- 《河北省海洋功能区划（2011-2020 年）》；
- 《河北省海洋生态红线》（冀海发〔2014〕4 号）；
- 《河北省海洋主体功能区规划》（2018.3）；
- 《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》（2015.9）；
- 《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T5329-2012）；
- 《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）；
- 《建设项目环境风险评价导则》（HJ/T 169-2004）；
- 《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）；
- 委托书（见附件 1）；
- 《渤中 3-2 油田开发工程环境影响报告书》

1.2 执行标准

1.2.1 环境质量标准

渤中 3-2 油田 8 口调整井工程评价采用的环境质量标准，详见表 1.2-1。

表 1.2-1 环境质量标准

类别	采用标准		等级
海水水质	《海水水质标准》(GB3097-1997)		一类
海洋沉积物	《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)		一类
海洋生物质量	贝类(双壳)	《海洋生物质量》(GB18421-2001)	一类
	鱼类、甲壳类(重金属)	《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》	
	鱼类、甲壳类(石油烃)	《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)	

1.2.2 污染物控制及排放标准

渤中 3-2 油田 8 口调整井工程评价采用的污染物排放标准，详见表 1.2-2。

表 1.2-2 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油层段钻井液和非油层段钻屑
		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		
船舶机舱含油污水	《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	船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。				
船舶食品废弃物及其他垃圾	在任何海域，应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾收集并排入接收设施。				

	船法定检验技术规则 2014 年修改通报》	对于食品废弃物，在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里（含）的海域，粉碎或磨碎直径不大于 25 毫米后方可排放；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。			
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		平台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	≤50mg/L	平台含油生产污水回注

1.2.3 注水标准

根据中华人民共和国《石油天然气行业标准---碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T 5329-2012）要求，推荐注水水质指标如表 1.2-3 所示。

表 1.2-3 推荐注水指标

注入层平均空气渗透率， μm^2		2.98
控制指标	悬浮固体含量，mg/L	≤30
	悬浮物颗粒直径中值， μm	≤5
	含油量，mg/L	≤50
	平均腐蚀率，mm/年	≤0.076
	SRB，个/mL	≤25
	IB，个/mL	$n \times 10^4$
	TGB，个/mL	$n \times 10^4$

1.3 海洋油气开发工程基本情况表

工程名称	渤中 3-2 油田 8 口调整井工程	建设单位	中海石油（中国）有限公司天津分公司
法人代表(签字)		建设地点	渤海中部海域
通讯地址	天津市滨海新区海川路 2121 号渤海石油管理局大厦 A 座 1510 室	联系人	张志鹏
邮政编码	300452	联系电话	022-66501458
电子信箱	Zhangzhp4@cnooc.com.cn	传真	022-66501438
项目设立部门	中海石油（中国）有限公司天津分公司渤西作业公司	文号	
项目性质	新建 改扩建√ 技术改造	工程总投资	████████
其中环保投资	████████	所占比例	1.58%
报告表编制单位	中海石油环保服务（天津）有限公司		
建设规模			
工程内容	对渤中 3-2 油田实施调整井 8 口	工程规模	2 口生产井侧钻为先期排液注水井 5 口生产井侧钻为生产井 1 口注水井转为同井抽注井
非油层段钻井液	1055m ³	非油层段钻屑	648m ³
油层段钻井液	514m ³	油层段钻屑量	103m ³

2 工程概况与分析

2.1 项目由来

渤中 3-2 油田采用电潜泵采油和注水开发方式，电潜泵的动力和控制均来自于自安装采油平台。外输作业时，穿梭油轮通过两点系泊系统锚泊于自安装采油平台的一端，由柔性输油管线与自安装采油平台连接外输。

为完善井网，改善油田开发效果，提高油田产量和采油速度，挖掘剩余油的潜力，实现剩余油的高效开采，本工程在渤中 3-2 油田共布设 8 口调整井，2 口生产井侧钻为先期排液注水井，5 口生产井侧钻为生产井，1 口注水井转为同井抽注井。

2.2 工程概况

2.2.1 地理位置

渤中 3-2 油田位于渤海中部海域，，西距天津市塘沽约 145km，东距辽宁省旅顺市约 165km，西北距秦皇岛 32-6 油田约 35km。油田范围内水深约 24m~25m。工程地理位置见图 2.2-1。

图 2.2-1 渤中 3-2 油田地理位置图

2.2.2 工程现状

渤中 3-2 油田的主要开发设施为：隔水套管支撑井口+自安装采油平台+穿梭油轮（<5000t），包括隔水套管支撑井口一座，井口布置 6 个井槽，均为单筒双井，井口区通过 5m 长的栈桥与自安装采油平台相连，各种管汇和电缆敷设在栈桥上。井底物流将通过管线输往自安装采油平台，进行油气水处理、原油储存及外输。自安装采油平台设有动力系统、生产处理系统、储油舱、船用设备及生活设施等，具备提供生产和生活动力、原油处理、储存和外输、人员居住等功能，其安全系统等与隔水套管支撑井口一体化设计。

渤中 3-2 油田采用电潜泵采油和注水开发方式，电潜泵的动力和控制均来自于自安装采油平台。外输作业时，穿梭油轮通过两点系泊系统锚泊于自安装采油平台的一端，由柔性输油管线与自安装采油平台连接外输。

2.2.2.1 油田开发工程总体布置

渤中 3-2 油田工程设施平面布置见图 2.2-2。

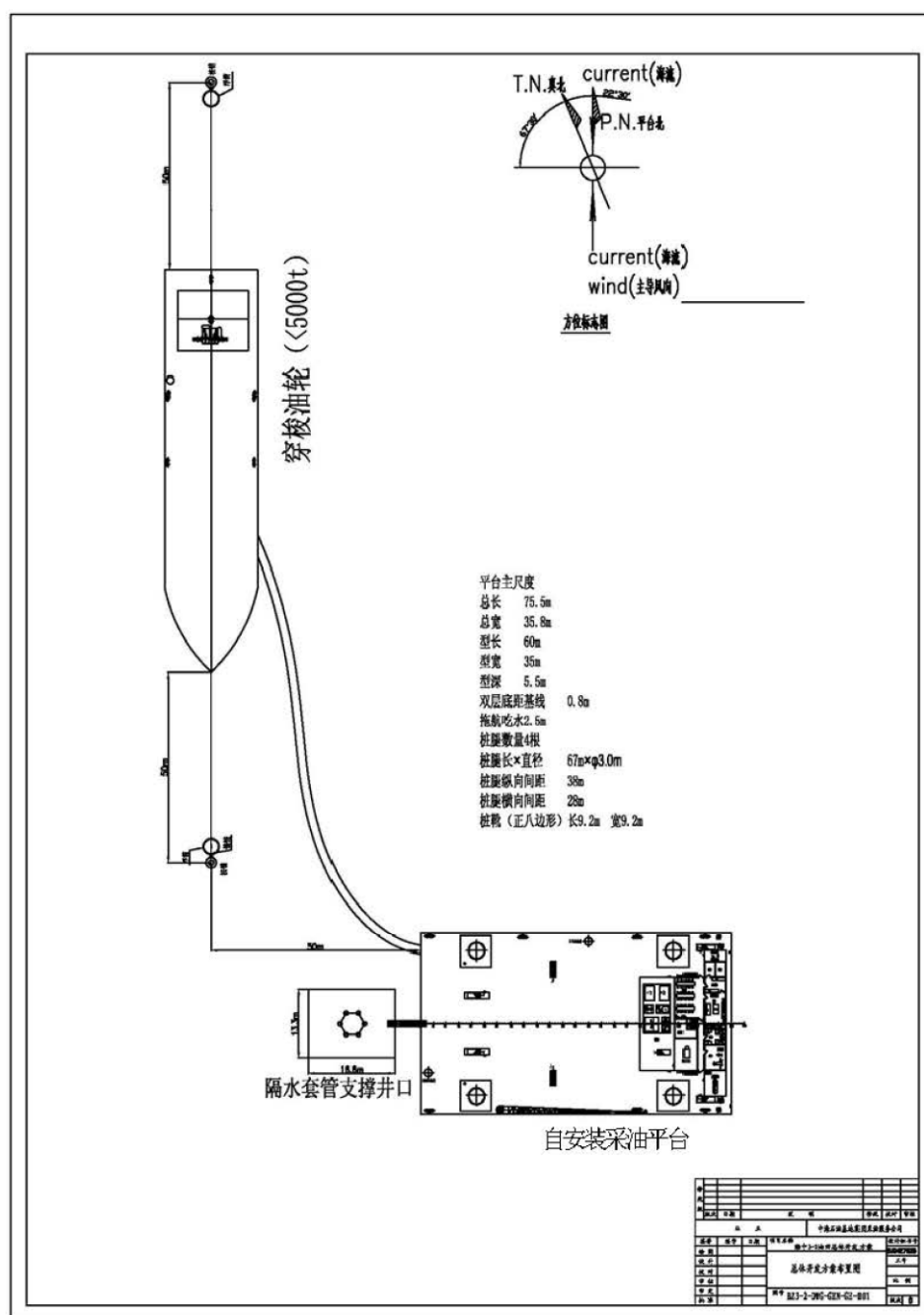


图 2.2-2 渤中 3-2 油田工程设施平面布置图

2.2.2.2 渤中 3-2 油田工程组成及物流走向

生产井产出的多相流体分别通过井口管线输送至多路阀，多路阀设置在隔水套管支撑的井口平台上，需计量的目标井流体和其余生产井流体经多路阀分配后分别通过软硬管混连方式输至自安装采油平台（井口平台及自安装采油平台两端分别用 1.75 米左右高压软管连接，软管段在平台甲板范围内，栈桥上用硬管连接），在自安装采油平台上进行计量和油气水处理。

现有工程物流走向见图 2.2-3。

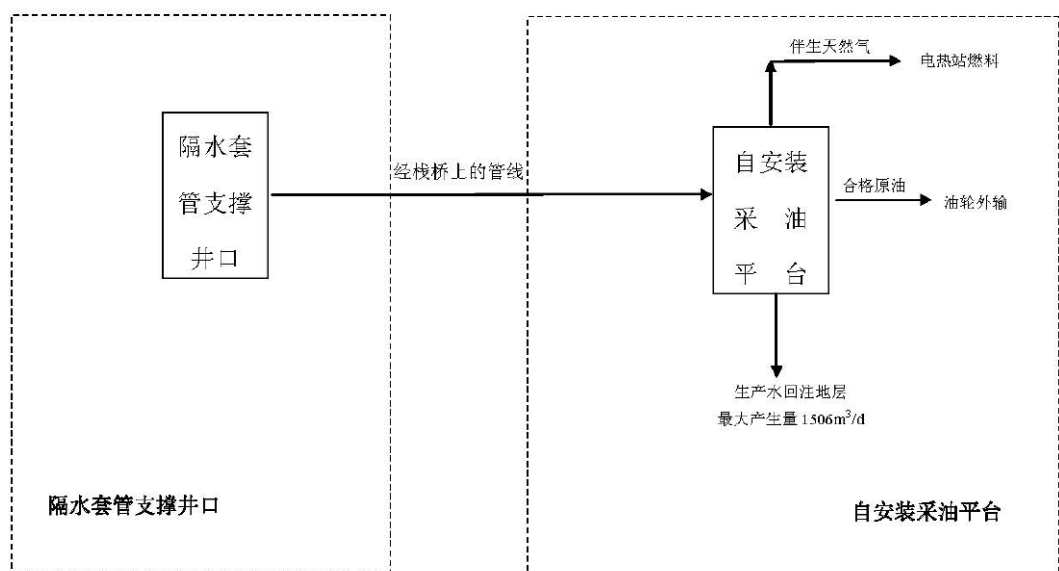


图 2.2-3 渤中 3-2 油田现有工程物流框图

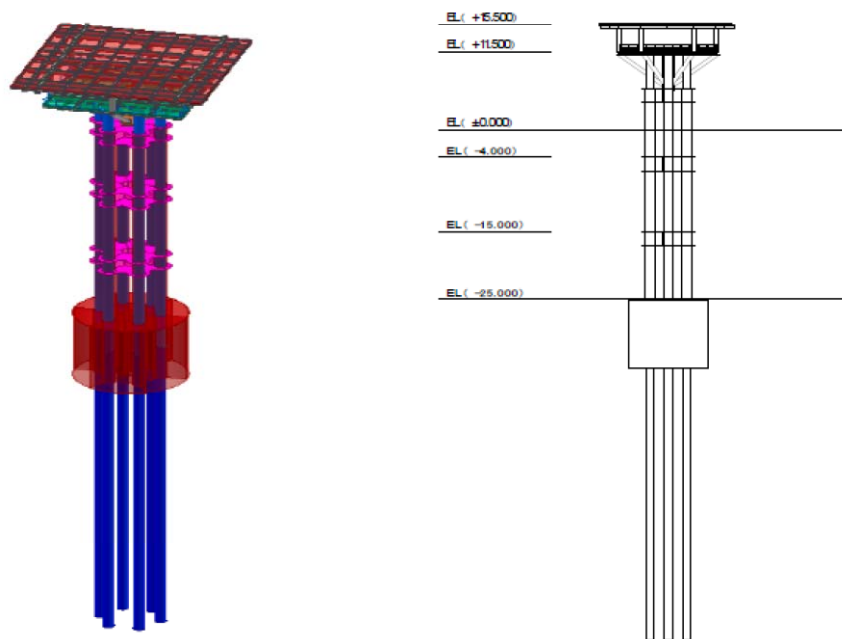


图 2.2-4 隔水套管支撑井口结构示意图

2.2.2.3 现有工艺流程设施

渤中 3-2 油田现有工程设施如表 2.2-2 所示

表 2.2-2 渤中 3-2 油田现有工程设施

设施名称	描述
自安装采油平台	设有动力系统、生产处理系统、储油舱、船用设备及生活设施等，具有提供生产、生活动力，原油处理、储存和外输，以及人员居住等功能。 该平台是一艘插销式液压升降的四桩腿自安装采油平台（非自航），平台主体为箱形结构，其平面呈长方形。箱体主要分为油舱、压载水舱、海水舱、淡水舱及机械舱室等。为了保护油舱，所有原油储存舱设置双层底。主甲板上方设置油气生产处

	理模块、动力模块以及生活楼。在平台主甲板艏端设有管线栈桥，用于与隔水套管支撑井口相连接。桩腿采用圆柱形桩腿，艏二艏二，桩腿下端设有桩靴，平台拖航时桩靴完全收回平台体内。每个桩腿设有一套液压升降装置，所有升降装置共用一个液压站。升降装置可将船体支撑于一定高度，并将桩腿与船体连接固定。■
隔水套管支撑井口	隔水套管支撑井口由隔水套管、筒型基础护管结构以及井口甲板和修井甲板组成，隔水套管入泥深度预计约 50m 左右。筒型基础直径为 9m，高 10m，入泥深度为 10m。井口区通过 9m 长的栈桥与自安装采油平台相连，各种管汇和电缆敷设在栈桥上。支撑井口的隔水套管共有六根，按照正六边形布置，间距 2.4m，采用单筒双井的形式（每个井筒各钻 2 口井）。隔水套管上部设置两层甲板，下层井口甲板用于放置井口采油树、井口控制盘等；电力接线箱放置于上层修井作业甲板。■

2.2.2.4 与本工程相关的配套公用工程及环保工程

渤中 3-2 油田调整井工程生产物流以及生活污水处理均利用平台现有设施，不增建任何生产处理设施，也无需增加其它公用设施和环保设施。本次调整井工程所在平台现有公用工程设施和环保设施详见表 2.2-3。

表 2.2-3 主要公用工程设施一览表

序号	公用设施	环保设施
1	淡水系统	生产水处理系统
2	注水系统	生活污水处理系统
3	柴油系统	开/闭式排放系统
4	化学药剂系统	火炬/放空系统
5	电力供应和分配系统	
6	生活楼	
7	消防系统	
8	吊机	

2.2.2.5 本次调整平台生产物流集输工艺流程

渤中 3-2 油田物流依托平台现有设施进行油气水的处理。

（1）原油处理工艺流程

井口来液经多路阀后进入原油换热器，然后进入第一级分离器，分离出的天然气通过处理后用作燃料气；游离水将通过液位控制靠其自压排放到生产水舱内；而脱掉了大部分游离水的原油将直接进入第二级分离器进一步除气、脱水。第二级低压分离器仍为三相分离。分离出的伴生气经过火炬分液管处理后输送火炬烧掉；低含水原油通过原油增压至电脱水系统进行进一步的脱水，使原油含水指标达到 1%以下，合格的原油输至原油舱。进入原油舱内储存的原油定期通过穿梭油轮进行外输。原油处理系统工艺流程图见图 2.2-5。

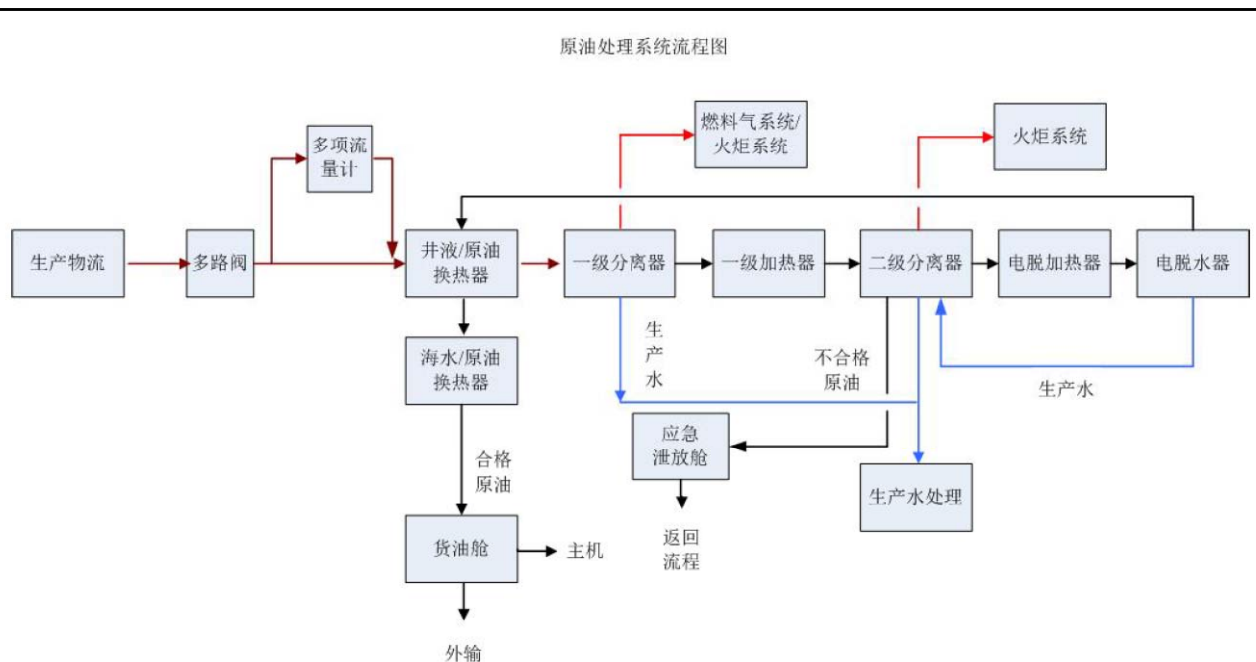
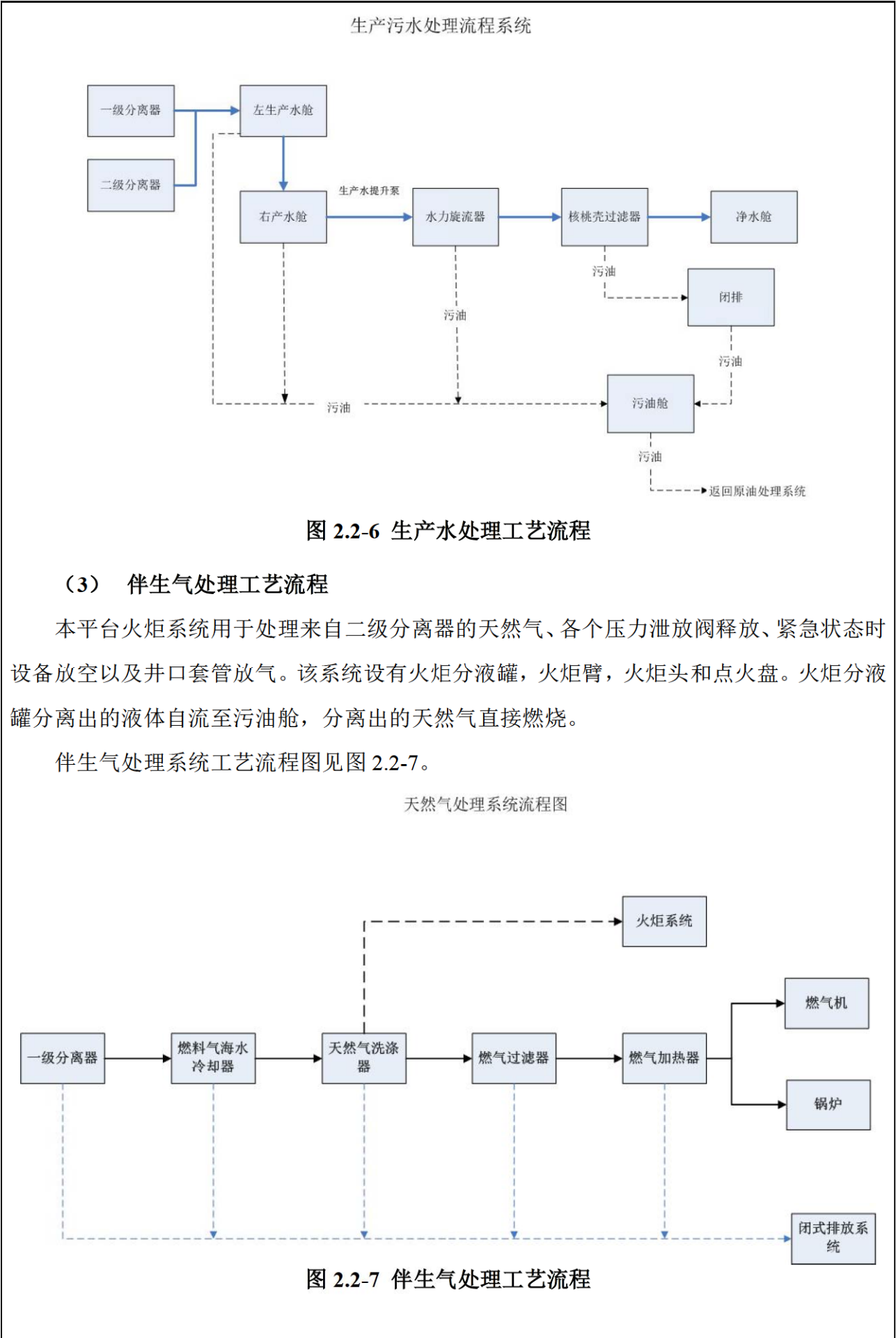


图 2.2-5 原油处理工艺流程

(2) 生产水处理工艺流程

原油处理系统分离出的含油污水经过生产水处理系统处理，达到注水指标后作为注水水源实现回注，污水处理系统设计处理能力为 [REDACTED]。生产污水处理采用三级处理，第一级为生产水舱，第二级为水力旋流器，第三级为核桃壳过滤器。经三级处理后的生产水进入净化水舱，作为注水水源。分离出的污油进入污油舱，然后经污油提升泵返回生产流程进行处理。处理合格的污水首先输至净化水舱，然后作为注水水源实现回注。不达标生产污水将通过注水增压泵回输至生产水舱重新处理。生产水舱内设有收油槽，进入收油槽的污油靠自身的重量通过管线流入污油舱。经水力旋流器作用产生的污油流至生产水舱。经处理后的生产水进入核桃壳过滤器再进一步处理。用于反冲洗核桃壳过滤器水由净化水舱供给，反冲洗后排出的含油污水靠自压流至生产水舱。在净化水舱上部设收油装置，以便收集长期累积的少量污油，对收集的污油靠自身重力流入生产水舱。

生产水处理系统工艺流程图见图 2.2-6。



（4） 注水工艺

渤中 3-2 油田选择生产水作为注水水源。生产污水经核桃壳过滤器过滤后（含油 ≤ 30 mg/l，固体悬浮物 ≤ 5 mg/l），自流至净化水舱，然后经过注水增压泵、注水泵进入注水跨接软管。渤中 3-2 油田油井产出的生产水通过注水井注入油层。

注水系统流程图

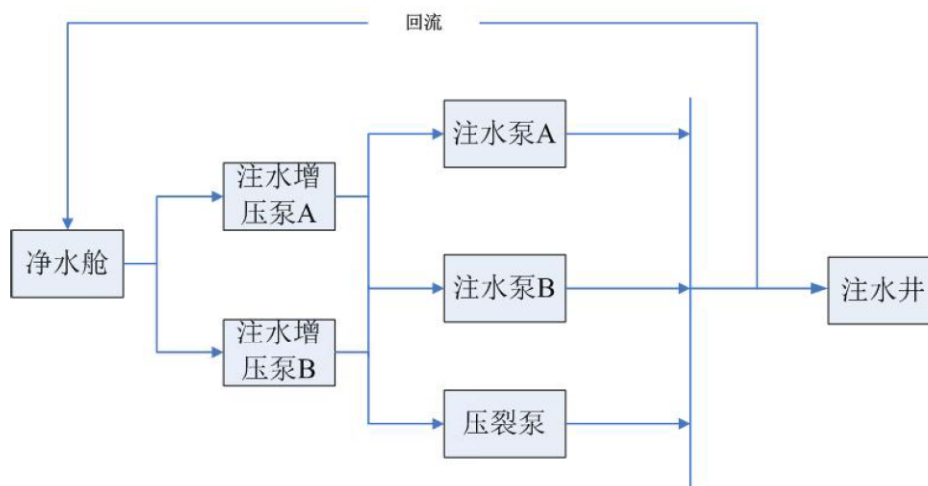


图 2.2-8 注水工艺流程

2.2.3 油田开发工程回顾

2.2.3.1 与本工程相关的环评报告书结论及批复情况

本次调整井工程所在平台以及依托处理设施相关环评报告书以及批复情况见表 2.2-5。

《国家海洋局关于渤中 3-2 油田开发工程环境影响报告书核准意见的复函》指出：同意核准该项目的环境影响报告书。工程污染物的处理和排放应当符合国家关于污染物管理的规定和标准，要严格控制污染物的排放总量和排放浓度，施工阶段，船舶的机舱水和施工期间产生的生活垃圾、工业垃圾运回陆地处理；生活污水经处理达标后排海；钻井采用无毒的水基泥浆，且循环使用；含油泥浆和钻屑全部回收，运回陆地交由有资质单位处置。生产阶段，正常工况下，含油生产水经处理后回注地层，不得排放入海，非正常工况下排海浓度必须符合国家标准；机舱污水、生活垃圾和工业固体废弃物分类回收，运回岸上处理；生活污水最大排放量为 $2788\text{m}^3/\text{a}$ ，COD 的排放量为 0.83t/a 。

《国家海洋局关于渤中 3-2 油田环保设施三同时检查的复函》指出：我局对该油

田生产污水处理系统、生活污水处理装置、开式闭式排放系统、溢油应急设备等环保设施的配备情况进行了检查。经检查，认为已按照有关规定和环评报告书的要求配备到位，准予投入试运行。

《国家海洋局关于渤中 3-2 油田开发工程环境保护设施竣工验收的批复》指出：经研究，同意渤中 3-2 油田开发工程环保设施通过竣工验收，准予正式投入生产运营。

表 2.2-5 与本工程相关的环评报告书批复要求及落实情况

序号	国家海洋局关于渤中 3-2 油田开发工程环境影响报告书核准意见的复函	落实情况	批复的内容
一	工程污染物的处理和排放应当符合国家关于污染物管理的规定和标准，要严格控制污染物的排放总量和排放浓度。	按要求落实，污染物的排放总量和排放浓度严格按照批复要求执行。	1、新建 1 座隔水套管支撑井口； 2、新建 1 座自安装采油平台； 3、新建 2 个穿梭油轮系缆墩
二	施工阶段，船舶的机舱水和施工期间产生的生活垃圾、工业垃圾运回陆地处理；生活污水经处理达标后排海；钻井采用无毒的水基泥浆，且循环使用；含油泥浆和钻屑全部回收，运回陆地交由有资质单位处置。	按要求落实，船舶的机舱水、生活垃圾和工业垃圾均运回陆地处理；生活污水经处理达标后排海；钻井采用无毒的水基泥浆，且循环使用；含油泥浆和钻屑全部回收，运回陆地交由有资质单位处置。	
三	生产阶段，正常工况下，含油生产水经处理后回注地层，不得排放入海，非正常工况下排海浓度必须符合国家标准；机舱污水、生活垃圾和工业固体废弃物分类回收，运回岸上处理；生活污水最大排放量为 2788m ³ /a，COD 的排放量为 0.83t/a。	按要求落实，生活污水排放量、COD 排放量均小于最大排放量。	

2.2.3.2 故障排污及溢油风险事故情况回顾

渤中 3-2 油田投产以来未出现非正常工况，未有生产水排海历史，没发生过溢油事故。

2.2.3.3 环保设施运行情况

一、含油生产水

渤中 3-2 油田生产水处理合格后通过注水管线回注地层。生产水处理情况见表 2.2-6。从统计结果可看出，经处理后的生产水月均含油浓度在 20~28mg/L 之间，满足注水水质控制标准（含油浓度≤30mg/L），说明生产水处理系统和注水系统运转正常，工作效率良好。

表 2.2-6 近三年处理后的含油生产水监测结果 单位：mg/L

时间	2017 年		2018 年		2019 年	
	生产水产生量 (m ³)	平均浓度 (mg/L)	生产水产生量 (m ³)	平均浓度 (mg/L)	生产水产生量 (m ³)	平均浓度 (mg/L)
1 月	40943.16	20	43111.63	21	47590	28
2 月	37720.75	26	39272.96	25	44614	25

3 月	42508.23	23	44585.25	24	50123	24
4 月	40288.62	28	44836.8	22	49353	18
5 月	18800.76	21	46327.25	23	51706	20
6 月	0	0	44554.02	29	50302	20
7 月	3080.63	22	45816.17	16	53505	22
8 月	42710.15	22	43726.69	15		
9 月	41141.25	21	44606.04	17		
10 月	42054.52	25	46713.80	14		
11 月	37319.76	22	45427.99	16		
12 月	42668.07	23	47615.52	13		

注：2017 年 5 月 15 日至 7 月 27 日停产检修。

二、生活污水

渤中 3-2 油田生活污水排放情况见表 2.2-7。根据监测结果，生活污水 COD 排放浓度小于 300mg/L，满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）要求，说明平台生活污水处理系统运行正常、稳定，处理效果良好。

表 2.2-7 近三年处理后的生活污水监测结果 单位：mg/L

时间	2017 年		2018 年		2019 年	
	生活污水产生量(m³)	浓度(mg/L)	生活污水产生量(m³)	浓度(mg/L)	生活污水产生量(m³)	浓度(mg/L)
1 月	219.6	147	67.94	94	68.28	28
2 月	178.69	139	55.61	69	50.18	38
3 月	179.88	137	62.67	61	71.46	56
4 月	63.25	104	62.68	102	69	101
5 月	56.35	133	70.59	61	66.67	76
6 月	0	拖航坞检	50.98	129	59.68	90
7 月	0	拖航坞检	58.37	49	59.34	83
8 月	56.67	39	58.38	52		
9 月	75.44	105	64.34	112		
10 月	65.21	140	70.34	70		
11 月	56.23	105	60.67	101		
12 月	61.63	129	61.68	86		

注：2017 年 5 月 15 日至 7 月 31 日停产检修。

2.2.4 产能现状

渤中 3-2 油田产能现状见表 2.2-8。

表 2.2-8 渤中 3-2 油田群产能现状

序号	项目	生产现状
1	油 (m³/d)	■
2	气 (m³/d)	■
3	水 (m³/d)	■

2.2.5 能耗水耗状况

(1) 能耗

渤中 3-2 油田的年耗气量为 178.2 万 m³，年用电量为 6168586KW（平台自发电）。柴油年用量为 15m³/a。

(2) 水耗

渤中 3-2 油田生活用水 0.1622×10⁴m³/a。

2.2.6 本工程建设规模及内容

2.2.6.1 调整井基本参数

本工程共布设 8 口调整井，包括 5 口生产井、2 口先期排液注水井和 1 口同井抽注井。其中，7 口井利用老井侧钻，1 口井转注。本项目调整前后平台井口信息见表 2.2-9，调整井基本参数见表 2.2-10，调整井井槽布置见图 2.2-9。本工程不涉及生产水设施、回注水设施、平台、管线及其它生产设施的新建及改造。同井抽注井既是生产井又是注水井，采用了特殊 Y 接头管柱和配套的井下专用工具实现同井的采油注水。特殊 Y 接头下面建立两个通道，一个通道悬挂电潜泵，实现向上采油，一个通道实现向下注水；Y 接头上面也建立两个通道：一个通道向上出油，另一个通道向下注水。两个通道与套管的环空，做为采油的排气通道。这样就实现了同井注水采油工艺。同井抽注井的井身基本参数和典型井身结构见图 2.2-10-图 2.2-11。

表 2.2-9 本项目调整前后平台信息

工程位置	总井数	本项目	本项目实施后
渤中 3-2 油田		2 口生产井（P2、P11H）侧钻为先期排液注水井； 5 口生产井（P5H、P6H、P7、P9H、P10H）侧钻为生产井； 1 口注水井（P4M）转为同井抽注井。	

表 2.2-10 调整井基本参数

序号	井名	井眼直径（"）×井身长度（m）

图 2.2-9 调整井井槽布置图

图 2.2-10 典型井身结构示意图

图 2.2-11 P4 井身基本参数和井身结构示意图

2.2.6.2 调整井建设方案

(1) 钻完井设备和钻井方式

本次渤中 3-2 油田钻完井采用钻井船进行作业，油田为注水开采。

(2) 完井方式

裸眼井完井作业步骤：刮管洗井，下防砂管柱、防砂作业，下生产/注水管柱，拆井口安装采油树。

套管井完井作业步骤：刮管洗井，射孔作业，再次刮管洗井，下防砂管柱、防砂作业，下生产/注水管柱，拆井口安装采油树。

(3) 固井方案

固井作业过程：下完套管后，先小排量打通，循环，向套管内泵入隔离液、冲洗液，投入底塞，继续泵入领浆、尾浆，投入顶塞，用泥浆泵顶替海水将水泥浆顶替到裸眼环空里，碰压，稳压，放压，固井作业结束。

固井要求：常压油井，水泥至少返到最上一个油层顶部以上 150m；隔水导管、表层套管固井，水泥至少应返到泥面；技术套管固井，水泥应返到上层套管不少于 100m。9-5/8”套管单级固井，7”套管固井，裸眼砾石充填，套管砾石充填。

(4) 原井处置方式

封井段按照《海洋石油弃井规范》(Q/HS 2025-2010) 进行永久弃井，压井并起出原井生产管柱，分层挤水泥，封隔裸眼筛管井段的油、气、水渗透层之间流动通道；筛管顶部封隔器向上注一长度不小于 100m 的水泥塞；候凝、探高并试压合格。在侧钻点以下注 100m 侧钻水泥塞，探顶，套管开窗侧钻。

(5) 注水井转同井抽注井

首先准备合适的压井液；建立洗压井循环大通道，然后进行反循环洗压井；停止洗压井，井口油套分别放压，直至 30min 内无返出无溢流，无气体返出；拆采油树，起原井注水管柱；下入冲洗管柱，对井筒进行冲洗，确保井筒干净，满足下步作业；下入验封管柱，对防砂管柱内的各个隔离密封筒进行逐个验封；下入同井抽注管柱，实现上部层段采油，下部层段注水，最后安装采油树。

(6) 钻井液的成分

调整井使用钻井液性能参数表见表 2.2-11。

表 2.2-11 调整井使用钻井液性能参数表

井眼尺寸	钻井液体系	主要成份
16"井眼	海水/稠膨润土浆	膨润土 4~5%、烧碱 0.1~0.2%、纯碱 0.1~0.2%

	钻井液体系	
12-1/4"井段及 8-1/2" 井眼着陆段	改进型 PEC 体系	膨润土 3~4%、烧碱 0.1~0.2%、纯碱 0.1~0.2%、石灰石 8~10%、PF-PAC-HV0.2~0.3%、PF-XC-H 0.05~0.1%、PF-PAC-LV0.3~0.5%、PF-PLH0.5~0.8%、PF-LSF0.5~1%、PF-LPF(H) 0.5~1%、PF-VIF0.2~0.3%、PF-HAS 0.5~1%、PF-GRA0.1~0.2%、PF-GREEN LUBE2~3%、PF-BLAB0.4~0.5%、NaCl 9~10%
8-1/2"井眼及 6" 井眼（水平段）	EZFLOW 钻井液体系	KCl 2~3%、烧碱 0.1~0.2%、纯碱 0.1~0.2%、PF-EZVIS 0.4~0.5%、PF-EZFLOW 1~2%、PF-EZCARB 4~5%、PF-JLX-C2~3%、PF-GREENLUBE 2~3%

(7) 施工进度安排

表 2.2-12 施工进度安排表

渤中 3-2 油田	施工时间	施工天数	施工人数	施工船数	钻屑排放天数
	2019 年	150	110	2	120

注：实际施工根据实际情况进行调整。

2.2.6.3 生产物流特性

渤中 3-2 油田原油和伴生气具体参数见表 2.2-13。

表 2.2-13 产出原油性质表

原油				伴生气			
原油密度 (g/cm ³ , 20° C)				组 分		天然气组成 (mol%)	
粘度 (mPa·s, 50°C)				二氧化碳			
凝固点 (° C)				氮 气			
含硫量 (%)				甲 烷			
含蜡量 (%)				乙 烷			
胶质沥青含量 (%)				丙 烷			
				异丁烷			
				正丁烷			
				异戊烷			
				正戊烷			

2.2.6.4 调整井产能

一、调整井产能预测

本工程在渤中 3-2 油田布设 8 口调整井，其中 5 口生产井、2 口先期排液注水井和 1 口同井抽注井。本项目的产能预测见表 2.2-14。

表 2.2-14 本项目调整井指标预测表

时间	日产指标				年产指标			
	油 (m ³ /d)	水 (m ³ /d)	液 (m ³ /d)	气 (10 ⁴ m ³ /d)	油 (10 ⁴ m ³ /a)	水 (10 ⁴ m ³ /a)	液 (10 ⁴ m ³ /a)	气 (10 ⁸ m ³ /a)
2020								
2021								
2022								
2023								
2024								

(4) 其他含油污水

包括甲板冲洗水、初期雨水，全部经收集进入原油集输流程，不外排。

(二) 固体废物污染源现状

现有工程固体废物污染源为各平台生活区的生活垃圾和油田生产作业过程中产生的工业垃圾。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。渤中 3-2 油田生活垃圾产生量为 17t/a，全部运回陆地计划交由蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司处理。产生的工业垃圾主要为废塑料桶、旧零件等。生产垃圾产生量为 70t/a，运回陆地交由蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司处理。

(三) 废气污染源现状

本平台火炬系统用于处理来自二级分离器的天然气、各个压力泄放阀释放、紧急状态时设备放空以及井口套管放气。该系统设有火炬分液罐，火炬臂，火炬头和点火盘。火炬分液罐分离出的液体自流至污油舱，分离出的天然气直接燃烧。油田日产气量为 [REDACTED]，平台一部分燃料气供平台发电机使用剩余去火炬系统排放。

由于平台上尚未有废气监测系统，因此本工程废气污染源根据《第一次全国污染源普查工业污染源产排污系数手册》的经验数据法进行核算，每燃烧 1 万 m^3 天然气约产生 136259.17 m^3 工业废气； NO_x 排放系数为：18.71 $\text{kg}/10^4\text{m}^3$ 天然气； SO_2 排放系数为：0.02S（注：二氧化硫的产排污系数是以含硫量（S）的形式表示的，单位为毫克/立方米） $\text{kg}/10^4\text{m}^3$ 天然气。本项目的伴生气不含硫，主要是烃类组分。通过以上计算，全油田伴生气各污染物产生量见表 2.3-1。

表 2.3-1 原有工程大气污染物产生量

全油田产生量	工业废气量 (m^3/d)	NO_x (t/d)
	4.29×10^5	0.06

注：本油田天然气无含硫组分，燃烧无 SO_2 排放。

渤中 3-2 油田现有工程污染源见表 2.3-2。

表 2.3-2 渤中 3-2 油田现有工程污染源产排污一览表

类别	污染因子	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	COD	2738 m^3/a	2738 m^3/a	处理达标后排海
含油生产水	石油类	[REDACTED]	0	处理后全部回注地层
固体废弃物	生活垃圾	17t/a	0	运回陆上处理
	工业垃圾	117.6t/a	0	
天然气燃烧废气	NO_x	0.06t/a		燃烧后排入大气

	烟气量	$4.29 \times 10^5 \text{m}^3/\text{d}$		
--	-----	--	--	--

2.3.2 拟建调整井污染源及污染防治措施

2.3.2.1 施工期污染源及污染防治措施

I、排污节点

根据钻完井工艺过程和生产工艺过程分析，调整井工程施工期排污主要表现在工程的钻完井阶段，主要排污节点如下：

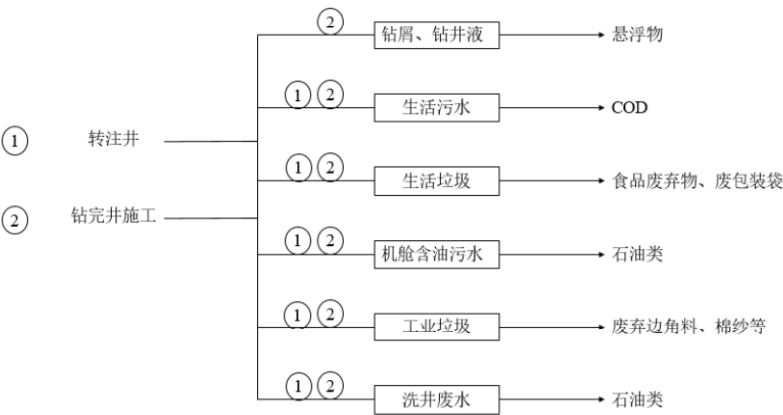


图 2.3-1 本工程施工期排污节点图

II、污染源及防治措施

1) 钻屑

①源强核算

钻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。钻屑产生量主要取决于井深和井身结构，参照井身结构可粗略估算出本工程排放的钻屑总量。计算公式如下：

$$Q = \sum_{i=1}^n (V_i \times \rho_i \times K_i)$$

根据本工程的工程地质勘察资料，源强核算结果见表 2.3-2，施工共产生钻屑量 751m³，其中非油层段钻屑量为 648m³，油层段钻屑产生量为 103m³。

表 2.3-2 钻屑源强核算结果表

工程设施	油层段钻屑 (m ³)	非油层段钻屑 (m ³)	钻屑合计 (m ³)	钻进天数 (天)	非油层段钻屑平均 排放速率 (m ³ /d)
渤中 3-2 油田	103	648	751	120	5.4

②污染防治措施

本工程施工期的油层段钻屑运回陆地由专业公司进行处理。非油层段钻屑在满足《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泥浆和钻屑向海中排放审批事项服务指南》要求排放。

2) 钻井液

①源强核算

钻井液原则上要求循环使用，其排放环节主要有 4 个：外排钻屑粘附、固井置换、提钻携带以及钻井结束后的一次性排放，计算公式如下：

本工程钻井阶段钻井液产生情况见表2.3-3。由表可见，调整井施工期油层段钻井液产生量约为514m³，非油层段钻井液产生量约为1055m³。

表 2.3-3 钻井液排放情况表

工程设施	粘附钻井液（m ³ ）	提下钻排放（m ³ ）	固井置换（m ³ ）	一次性排放（m ³ ）	非油层段钻井液（m ³ ）	油层段钻井液（m ³ ）
渤中 3-2 油田	30	25	300	70	1055	514

②污染防治措施

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。油层段钻井液运回陆地由专业公司进行回收处理。非油层段钻井液在满足《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泥浆和钻屑向海中排放审批事项服务指南》要求排放，排放速率为 35m³/h。

3) 生活污水和生活垃圾

本次渤中 3-2 油田 8 口调整井工程计划施工时间为 2019 年，工程施工期产生的生活污废见表 2.3-4。

表 2.3-4 生活污水和生活垃圾核算结果表

污染物名称	人数（人）	天数（天）	产生负荷	产生量（m ³ /t）	排放量（m ³ /t）	处理方式
生活污水	110	150		5775	5775	依托钻井船船上的生活污水处理设施处理达标后排海
生活垃圾	110	150		24.75	0	在平台统一收集后，运回陆上处理

4) 工业垃圾

本工程实施 8 口井，将产生工程废料、吸油毛毡和油抹布等工业垃圾，
，将产生工业垃圾 4.0t。工业垃圾全部运回陆地进行处理。

5) 洗井废水

1) 洗压井期间，
，主要污染物为石油类等；本工程将 1 口注水井转为同井抽注井，其产生洗井水共约为 100m³。产生的洗井水进入含油污水处理系统处理合格后回注地层。

2) 本工程 7 口老井进行侧钻，
，则共产生洗井废水 2100 m³。产生的洗井水返回工艺流程，处理合格后回注地层。

本工程合计产生洗井废水 2200 m³。

6) 机舱含油污水

本工程施工期间 2 条施工船舶（1 条钻井船配备 1 条值守船）会有少量机舱含油污水产生，
产生机舱含油污水约 150m³，根据《沿海海域船舶排污设备铅封程序规定》，施工船舶机舱含油污水运回陆上进行处理。

7) 噪声

工程钻井过程中产生的噪声会超过 60~90dB(A)，由于在海上工作远离居民点，其影响可以忽略。

8) 大气污染

本工程施工期大气污染主要是施工过程的施工机械和船舶产生的废气，对工程周边的大气环境影响较小，并且施工期间排放的大气污染物对环境的影响随施工期的结束而结束。

9) 施工期污染物产生量防治措施汇总

表 2.3-5 施工期污染物汇总表

污染物名称	产生量	排放量	处理方式
油层段钻屑	103m ³	0 m ³	运回陆地由专业公司接收处理
油层段钻井液	514m ³	0 m ³	
非油层段钻屑	648m ³	648m ³	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》（GB18420-2009）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》的要求实施作业。
非油层段钻井液	1055m ³	1055m ³	
生活污水	5775m ³	5775m ³	依托钻井船上的生活污水处理设施处理达标后排海。
生活垃圾	24.75t	0 t	在作业船舶统一收集后，按照固体废物处置流程运回陆上处理

工业垃圾	4.0t	0 t	运回陆上处理
洗井水	2200 m ³	0m ³	进入含油污水处理系统处理达标后全部回注地层
机舱含油污水	150m ³	0 m ³	运回陆上处理

2.3.2.2 运营期污染源及污染防治措施

1、正常工况

(1) 废水

①生活污水

本次调整井工程实施后不会增加劳动定员，故不增加生活污水。

②含油生产水

本次调整井工程投产后新增含油生产水最大量为 [REDACTED]，新增含油生产水依托生产水处理设施处理达标后回注地层，不外排。

③其他含油废水

本工程不涉及平台改造等项目，运营期初期雨水、甲板冲洗废水不增加。

(2) 固体废物

运营期增加的工业垃圾主要为各类含油棉纱抹布、含油手套、废弃各类浸油材料等，由于利用老井侧钻，运营期不增加固体垃圾。

新增调整井投产后污染物产生情况见表 2.3-6。

表 2.3-6 正常工况下调整井运营期新增污染物汇总表

类别	污染物种类	本项目新增量	排放方式
生活污水 (m ³ /a)	废水	0	处理达标后排海
含油污水 (m ³ /d)	石油类	[REDACTED]	依托生产水处理设施处理达标后回注地层
其他含油废水 (m ³ /a)	石油类	0	经收集后进入原油集输流程，处理达标后回注地层。
固体废弃物 (t/a)	生活垃圾	0	运回陆上处理
	工业垃圾	0	运回陆上处理

2、非正常工况

受生产流程波动影响可能会出现非正常工况。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，处理后的生产水回注地层，必要时采取停产措施。

2.3.2.3 调整井前后污染物排放量对比

生产阶段本工程生产设施及污染物处理主要依托原有工程的现有设施，工程污染物在原有工程的基础上基本不增加，本工程建成前后污染物排放情况对比见表2.3-7。

表 2.3-7 调整井投产前、后污染物排放情况对比

种类	污染因子	调整井实施前污染物产生量	本项目新增污染物量	调整井实施后污染物总量	增减量 (t/a)	排放处理方式及去向
含油生产水 (m³/d)	石油类	████████	████████	████████	████████	含油污水经生产水处理设施处理后回注，不外排。
生活污水 (m³/a)	COD	2738	0	2738	+0	经平台生活污水处理设施处理达标后排海
固体废物 (t/a)	生活垃圾	17	0	17	+0	运回陆地进行处理
	工业垃圾	117.6	0	117.6	+0	运回陆地进行处理

2.3.3 依托工程可行性分析

(1) 依托设施处理能力

本次渤中 3-2 油田调整井工程物流在本平台的工艺系统进行处理，对调整井投产后处理能力依托可行性进行校核，见表 2.3-8。调整井投产后，原油、含油生产水和伴生气最大处理量均未超过原有设计处理能力。

表 2.3-8 渤中 3-2 油田现有处理设施能力校核

设计处理能力		本工程投产后最大处理量	校核结果
原油处理能力	████████	████████	满足
生产水处理能力	████████	████████	满足
天然气处理能力	████████	████████	满足

(2) 注水可行性分析

本次调整井项目实施后物流依托本平台处理。生产水通过生产水处理设施处理达标后全部回注地层，不外排。注水量平衡分析见表 2.3-9。本次调整井工程实施后，最大注水量为 ██████，注水能力为 ██████，注水量小于注水能力，本注水工程可行。

表 2.3-9 调整后渤中 3-2 油田注水量平衡表

年度	回注量 (m³/d)	生产水总量 (m³/d)	水源井补充水量 (m³/d)
2020	██████	██████	██████
2021	██████	██████	██████
2022	██████	██████	██████
2023	██████	██████	██████

2024					
2025					
2026					
2027					
2028					
2029					
2030					
2031					
2032					
2033					
2034					
2035					
2036					

(3) 固体废弃物依托处理可行性

油层段钻井液、钻屑等危险固废及一般工业垃圾计划委托蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司接收处理，相关委托处理协议是：龙口基地危险废弃物 HW08 类泥浆、钻屑等回收处置服务合同（合同号：CCL2017TJDYYST0431b01）。蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司，含油钻屑 20000t/a；泥浆 20000t/a，本次工程产生的危险废物及一般工业固废远小于其处理能力，见表 2.3-10。

表 2.3-10 蓬莱荣洋钻采环保服务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/a)	依托是否可行
含油岩屑和 油脂残渣	20000	226.6	可行
泥浆	20000	565.4	可行
其他废物	12000	4.0	可行

注：钻井液密度按 1.10g/cm³（即为 1.10t/m³）计算；钻屑密度按 2.5g/cm³（即为 2.5t/m³）计算。

同时，建设单位每年均向当地环保部门报送了相关危废的转移量，接受处理单位每年也均向当地环保主管部门报送危废的处理计划，该计划中包含已经签订协议的处理量。故接收单位的固体废物接受处置能力可以满足本工程的需求，具有依托可行性。

为了防止油层段钻屑、油层段钻井液在施工年份蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司无法接收处理的风险，建设单位将“天津合佳威立雅环保服务有限公司”和“锦州永盛废油再生有限公司”作为危废的备选处理单位，“天津合佳威立雅环保服务有限公司”和“锦州永盛废油再生有限公司”均具备处理含油危废（HW08）的处理资质和能力（具体资质和处理能力详见附件 9、10）。

3 污染与非污染要素分析

3.1 施工期污染与非污染损害要素分析

(1) 钻完井作业期间排放的非油层段钻屑和非油层段钻井液，对开发工程设施周围海水水质、海洋生态、底质以及底栖生物产生一定影响；

(2) 钻完井期间生活污水排放对海水水质产生影响；

(3) 钻完井期间可能发生溢油事故对工程附近渔业资源、水产种质资源、自然保护区等环境敏感目标的潜在影响。

3.2 运行期污染与非污染损害要素分析

(1) 钻完井作业期间排放的非油层段钻屑和非油层段钻井液，对开发工程设施周围海水水质、海洋生态、底质以及底栖生物产生一定影响；

(2) 钻完井期间生活污水排放对海水水质产生影响；

(3) 钻完井期间可能发生溢油事故对工程附近渔业资源、水产种质资源、自然保护区等环境敏感目标的潜在影响。

3.3 环境影响因子的筛选与判别

通过对本工程污染与非污染要素的分析，本工程海洋环境影响要素的识别因子的筛选见表 3.3-1，主要影响要素为施工阶段非油层段钻屑和非油层段钻井液的排放。

表 3.3-1 工程影响环境因素分析

阶段	工程作业	影响因子	排放方式	影响对象	影响程度
施工阶段	钻井	施工人员生活污水	处理后排海	海水水质	小
		油层段钻井液、油层段钻屑	运回陆地处理	/	/
		非油层段钻井液、非油层段钻屑	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》要求执行。	底栖生物、海水水质、海洋生态	小
	钻完井	溢油	井喷事故	渔业资源、海水养殖区、自然保护区、海洋生态	严重
生产阶段	含油生产水	石油类	处理后回注地层	/	/
	生产垃圾	含油污泥	运回陆上处理	/	/

	生活污水	COD	处理后排海	海水	小
	生活垃圾	生活垃圾	运回陆上处理	/	/
	采油	溢油	事故	渔业资源、海水 养殖区、自然保 护区、海洋生态	严重

4 环境现状分析

4.1 自然环境概况

4.1.1 水文气象特征

(1) 水深

渤中 3-2 油田位于渤海湾中部，油田所处海域平均水深约 24m，工程区域水深见图 4.1-1。

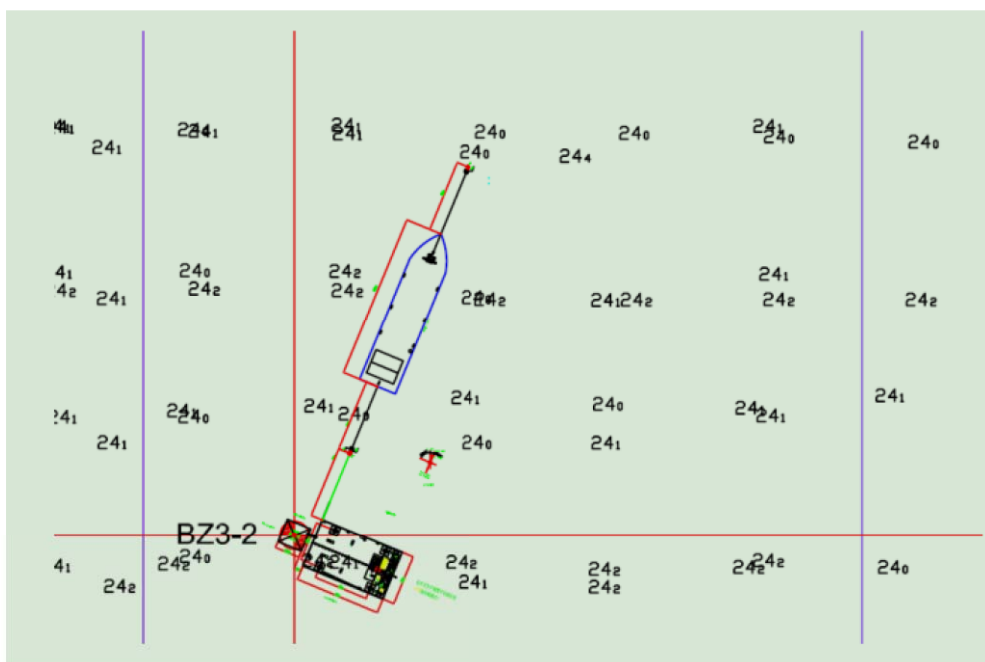


图 4.1-1 工程区域水深图

(2) 气温

渤中 3-2 油田海域最高气温为 33.5℃，最低气温为-14.5℃；表层最低水温，-0.5℃，表层最高水温，28.0℃。

(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。就全年而论，常风向为 SSW 风，强风向为 NNW 风。油田海域累年风玫瑰图见图 4.1-2。

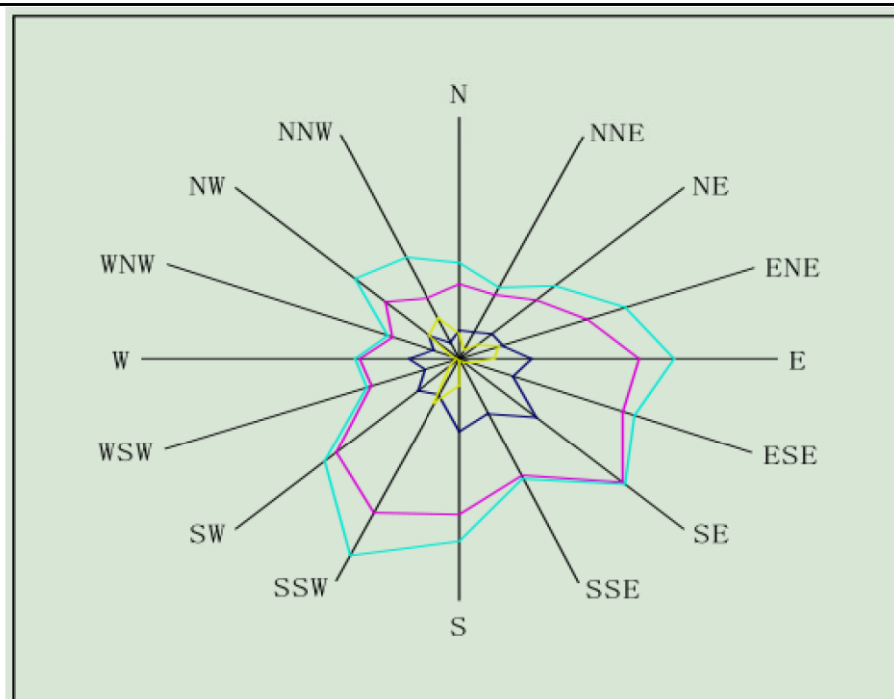


图 4.1-2 油田海域累年风玫瑰图

(4) 波浪

由实测的波浪资料作波向统计，得出 5 月 15 日-6 月 6 日波向玫瑰图，由图可以看出，波向的基本特征是: SSE 向浪出现率最多为 19.85%，其次是 SE 向浪出现率为 13.04%，再其次是 S 和 ESE 向波浪出现率分别为 10.40%和 10.21%。

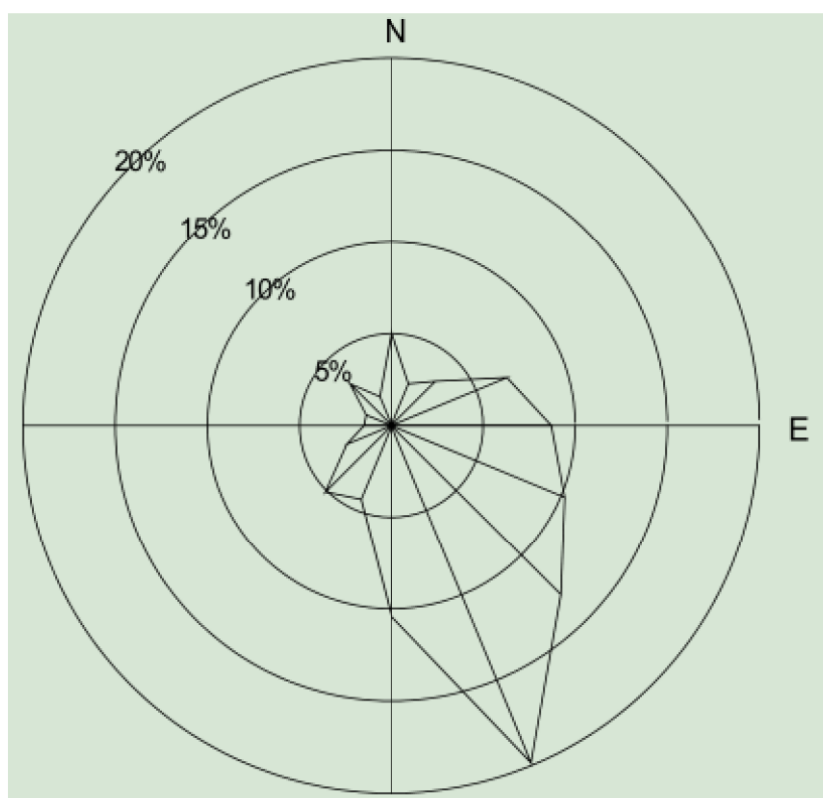


图 4.1-3 油田海域波向玫瑰图

4.1.2 潮位、潮流特征

本海区潮汐类型属于不正规半日潮，潮流类型为不正规半日潮流，潮流主流向是WSW—ENE向。

(1) 特征水位

由潮汐调和常数可推算出各种特征潮位的数值，其值见表 4.1-1。

表 4.1-1 各特征潮位值（单位：m）

特征潮位	相对于平均海面的高度
最高天文潮位	0.86
平均高高潮位	0.37
平均高潮位	0.33
平均低高潮位	0.27
平均海平面	0.00
平均高低潮位	-0.06
平均低潮位	-0.35
平均低低潮位	-0.64
最低天文潮位	-1.45

(2) 海流流速分布

海流流速流向分布见表 4.1-2。

表 4.1-2 各方位潮流的平均流速，最大流速和出现的频率表

流向	频率(‰)	平均流速(cm/s)	最大流速(cm/s)
N	2.38	12.5	19.0
NNE	2.89	13.4	22.0
NE	5.55	18.4	34.0
ENE	18.05	34.8	75.0
E	12.97	30.0	77.0
ESE	3.10	12.6	24.0
SE	1.43	8.3	14.0
SSE	1.09	7.3	12.0
S	1.16	7.5	12.0
SSW	1.67	8.5	15.0
SW	3.13	12.9	23.0
WSW	8.00	21.6	38.0
W	19.17	33.9	65.0
WNW	12.19	31.4	66.0
NW	4.49	17.9	32.0
NNW	2.72	13.0	21.0

4.1.3 地形、地貌特征

图 4.1-4 浅层地质地貌图

4.1.4 地质构造及冲淤现状

渤中 3-2 钻孔资料表明，海底以下 100.3m 深度范围内的土层主要由粘性土和砂性土交替组成，砂性土占主导。其中：海底表层土（0-3.8m）为非常软到软的砂质粘土，呈低到中塑性，设计不排水抗剪强度 6-20kPa；5.0-8.7m 之间的粘性土主要为软到稍硬的粉质粘土，呈中到低塑性，设计不排水抗剪强度值为 20-35kPa 之间；10.8-13.1m 的粘性土为硬的粉质粘土，呈中塑性，设计不排水抗剪强度值为 75kPa；18.2-19.9m 的粘性土为稍硬的粉质粘土，呈中到高塑性，设计不排水抗剪强度值为 40kPa；28.6-94.7m 的粘性土为硬到非常硬的粉质粘土，设计不排水抗剪强度值为 75-158kPa 之间。浅层沉积物主要为粘土，一般不会发生冲刷和重力作用下的滑移。

4.1.5 主要海洋自然灾害

（1）海冰

渤中 3-2 油田海域的初冰日最早出现在 12 月下旬，终冰日最晚出现在 3 月，设计冰参数根据《中国海海冰条件及应用规定》选取。该油田设计采用的 50 年一遇单层冰厚度为 31.5cm。

（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。

（3）海雾

该海区春季和冬季多雾，尤其冬季的三个月里，每月均有约 6 天的雾日出现。

（4）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 海洋环境质量现状

渤中 3-2 油田海域环境质量现状调查与评价资料主要根据《渤西作业公司南堡 35-2 油田区域秋季海洋环境现状调查与评价报告》，调查单位为国家海洋局北海环境监测中心。海

水水质、沉积物、海洋生态和生物质量调查时间为 2018 年 10 月。调查站位见图 4.2-1 和表 4.2-1。现状调查布设点位总计 51 个，其中包括水质调查站位 51 个，沉积物调查站位 12 个，海洋生态和生物质量调查站位 31 个。

图 4.2-1 环境质量现状调查站位布设

表 4.2-1 调查站位及调查项目

站位	北纬	东经	项目
N1			水质 沉积物 生物
N2			水质
N3			水质 沉积物 生物
N4			水质 沉积物 生物
N5			水质
N6			水质
N7			水质
N8			水质 沉积物 生物
N9			水质 沉积物 生物 生物质量
N10			水质
N11			水质 沉积物 生物
N12			水质 沉积物 生物 生物质量
N13			水质
N14			水质 沉积物 生物
N15			水质 沉积物 生物 生物质量
N16			水质 沉积物 生物
N17			水质 沉积物 生物
N18			水质 沉积物 生物
N19			水质 沉积物 生物 生物质量
N20			水质
N21			水质 沉积物 生物
N22			水质 沉积物 生物 生物质量
N23			水质 沉积物 生物
N24			水质
N25			水质 沉积物 生物
N26			水质
N27			水质 沉积物 生物
N28			水质
N29			水质
N30			水质 沉积物 生物 生物质量
N31			水质 沉积物 生物
N32			水质 沉积物 生物 生物质量
N33			水质

站位	北纬	东经	项目
N34			水质 沉积物 生物
N35			水质 沉积物 生物 生物质量
N36			水质
N37			水质 沉积物 生物 生物质量
N38			水质
N39			水质 沉积物 生物
N40			水质 沉积物 生物 生物质量
N41			水质
N42			水质 沉积物 生物 生物质量
N43			水质 沉积物 生物 生物质量
N44			水质
N45			水质 沉积物 生物
N46			水质
N47			水质 沉积物 生物
N48			水质 沉积物 生物
N49			水质 沉积物 生物 生物质量
N50			水质 沉积物 生物
N51			水质

4.2.1 海水水质现状

(1) 调查因子

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

(2) 评价标准

根据《海水水质标准》(GB3097-1997)，对照《河北省海洋功能区划》(2011~2020 年) 及《河北省近岸海域环境功能区划》中对各功能区水质保护目标要求，确定各调查水质站位评价执行标准情况。

图 4.2-2a 调查站位与河北省海洋功能区划位置关系

图 4.2-2b 调查站位与河北省近岸海域环境功能区划位置关系

表 4.2-2 调查站位海水水质标准执行情况

[illegible]

表 4.2-3 海水水质标准 (mg/L, pH 除外)

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
悬浮物	人为增加的量≤10		人为增加的量 ≤100	人为增加的量 ≤150
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
DO	>6	>5	>4	>3
COD _{Mn}	≤2	≤3	≤4	≤5
无机氮	≤0.20	≤0.30	≤0.40	≤0.50
活性磷酸盐	≤0.015	≤0.030		≤0.045
石油类	≤0.05		≤0.30	≤0.50
挥发酚	≤0.005		≤0.010	≤0.050
硫化物（以 S 计）	≤0.02	≤0.05	≤0.10	≤0.25
铜	≤0.005	≤0.010	≤0.050	
铅	≤0.001	≤0.005	≤0.010	≤0.050
锌	≤0.020	≤0.050	≤0.10	≤0.50
镉	≤0.001	≤0.005	≤0.010	

汞	≤ 0.00005		≤ 0.0002	≤ 0.0005
砷	≤ 0.020	≤ 0.030	≤ 0.050	
总铬	≤ 0.05	≤ 0.10	≤ 0.20	≤ 0.50

(3) 调查与评价结果

2016 年 5 月水质评价因子为：pH、DO、COD、石油类、活性磷酸盐、无机氮、铜、砷、铅、锌、镉、汞、总铬、挥发酚、硫化物。具体见各评价因子指数统计表 5.3-10 至 12。

2016 年 5 月调查结果显示，表层有 12 个站位无机氮、6 个站位铜、12 个站位铅、1 个站位锌、1 个站位镉、11 个站位汞超出所在功能区海水水质标准；中层有 4 个站位无机氮、5 个站位铅、6 个站位汞超出所在功能区海水水质标准；底层有 9 个站位无机氮、10 个站位铅、10 个站位汞超出所在功能区海水水质标准，其它调查因子均满足所在功能区执行的海水水质标准。

无机氮：表层 12 个站位、中层 4 个站位、底层 9 个站位超出所在功能区海水水质标准，各层超标率分别为 26.7%、50.0%、25.0%，均符合二类海水水质标准。

铜：表层 6 个站位超出所在功能区海水水质标准，超标率为 13.3%，除 P22 符合三类海水水质标准外，其余 5 个均符合二类海水水质标准。

铅：表层 12 个站位、中层 8 个站位、底层 10 个站位超出所在功能区海水水质标准，各层超标率分别为 26.7%、62.5%、27.8%。除 P22、P31 的表层、P30 的中层、P35 的底层符合三类海水水质标准外，其余 10 个均符合二类海水水质标准。

锌：调查水质目标区内表层 1 个站位超出所在功能区海水水质标准，超标率为 2.2%，符合三类海水水质标准。

镉：表层 1 个站位超出所在功能区海水水质标准，超标率为 2.2%，符合二类海水水质标准。

汞：表层 11 个站位、中层 6 个站位、底层 10 个站位超出所在功能区海水水质标准，各层超标率分别为 24.4%、75%、27.8%，均符合二类海水水质标准。

综合各站位表、中、底层总体来看，2016 年 5 月调查结果表明，执行第一类水质标准的样品中无机氮、铅、锌、汞、铜、镉出现超标，超标率分别 100%、78.6%、7.1%、92.9%、35.7%、7.1%；执行第二类水质标准的样品中铅、铜出现超标，超标率分别 8.7%、4.3%；执行三类水质标准的样品中无超标；其余各因子均满足相应水质标准。

(4) 超标原因分析

2018 年 10 月、2016 年 5 月两次调查主要超标因子有无机氮、磷酸盐、铜、铅、镉、锌、总汞等。

根据 2017 年北海区海洋环境公报：“2017 年，渤海近岸以外海域海水质量状况良好，近岸海域海水环境污染严重。渤海海水环境主要超标物质为无机氮和活性磷酸盐。无机氮是渤海劣四类水质海域的主要污染因素，冬季、秋季渤海中部局部海域活性磷酸盐超第一类海水水质标准。”调查海域无机氮、磷酸盐超标与渤海海区的海水水质情况一致。结合附近海域的历史调查资料，汞、铅、镉、锌的浓度均有超标现象，说明本调查海域汞、铅、镉、锌超标现象比较普遍。

(a) 磷酸盐、无机氮

参照 2014 年至 2017 年的《河北省海洋环境质量公报》：河北省秋季劣四类水质海域面积在 2014 年至 2017 年间逐年增大，在 2017 年增加到 236 平方公里。近岸海域主要污染物质是活性磷酸盐、无机氮。

参照 2010 年至 2017 年的《北海区海洋环境公报》可以看出：渤海湾的第一类水质海域面积在 2010 年-2013 年间逐年降低，2013 年~2017 年呈波动型增加的趋势，该海域的主要污染物是无机氮、活性磷酸盐、化学需氧量和石油类；渤海中部的第一类水质海域面积在 2011 年至 2013 年呈现降低的趋势，该海域的主要污染物为无机氮、石油类。

由 2013 年至 2017 年的《北海区海洋环境公报》和 2014 年至 2017 年《河北省海洋环境状况公报》可得，沿岸主要河流每年向海水中输入大量的营养盐类污染物，营养盐污染物年入海量近年虽然有所降低，但 2017 年营养盐年入海量高于前两年，这可能是造成调查海域磷酸盐和无机氮超标的原因之一。

本项目现状调查结果表明，调查海域水质总体较好，其中营养盐类主要污染因子为活性磷酸盐和无机氮。位于功能区内的测站活性磷酸盐符合所在功能区要求的水质标准，其他位于渤海中部的站位中磷酸盐部分测站表、底层超第二（三）类海水水质标准，其他均符合第一、二（三）类海水水质标准；位于功能区内的测站无机氮基本符合功能区所要求的水质标准，部分站位超功能区水质标准，其他位于渤海中部的站位中无机氮部分测站超第二类海水水质标准，其他评价因子均符合第一、二类海水水质标准，基本处于清洁和较清洁海域，与历年公报结论基本相符。调查海域营养盐的超标现象估计与邻近陆源污染物大量排海有关。

(b) 重金属类

● 江河径流输入

参照 2012 年至 2016 年的《中国海洋环境质量公报》和 2017 年《中国海洋生态环境状况公报》的可以看出，2013 年以来主要河流重金属污染物年排海量呈现出下降的趋势，2017 年全国主要河流污染物排海约 1.0 万吨，其中 2017 年渤海沿岸主要河流污染物入海量约 755

吨左右，2017 年河北省沿岸主要河流污染物入海量约 26.5 吨，是海水中重金属部分来源，初步估计是调查海域铅、锌、汞超标的原因之一。

- **大气沉降输入**

参照 2017 年《北海区海洋环境公报》，岸（岛）基站大气气溶胶监测结果表明，大气气溶胶和大气污染物湿沉降中的重金属是海水中重金属含量的来源之一，有可能造成调查区域重金属出现超标现象。

- **陆源入海排污口（河）输入**

参照《2017 年北海区海洋环境公报》，渤海周边存在大量的入海排污口，工业污水和生活污水大量排放可能也是该调查区域重金属超标现象的原因之一。

另外，该项目位于渤海，渤海是典型的半封闭海，水交换能力较差，海水自净能力有限，更新周期长，也是调查区域重金属含量超标的重要原因。

综上，调查海域的主要超标营养盐类污染物为活性磷酸盐和无机氮，与历年海洋环境公报描述大致相符，估计与附近海域陆源污染物大量排海和大面积海水养殖有关。调查海域铜、铅、锌、镉和汞部分测站超标可能是入海河流携带大量的重金属污染物进入渤海、附近海域陆源入海排污口（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，同时也与渤海自身的半封闭性有关。

表 4.2-4 2018 年 10 月水质实测结果统计表（表层）

站号	水深 (m)	层次 (m)	水温 (℃)	S	pH	DO	COD	悬浮物	磷酸盐	无机氮	油类	铜	铅	镉	铬	锌	汞	砷	挥发酚	硫化物
							mg/L		μg/L							(μg/L)				
N1																				
N2																				
N3																				
N4																				
N5																				
N6																				
N7																				
N8																				
N9																				
N10																				
N11																				
N12																				
N13																				
N14																				
N15																				
N16																				
N17																				
N18																				
N19																				
N20																				
N21																				
N22																				
N23																				
N24																				
N25																				
N26																				
N27																				

站号	水深	层次	水温	S	pH	DO	COD	悬浮物	磷酸盐	无机氮	油类	铜	铅	镉	铬	锌	汞	砷	挥发酚	硫化物
	(m)	(m)	(℃)			mg/L			μg/L		(μg/L)									
N28																				
N29																				
N30																				
N31																				
N32																				
N33																				
N34																				
N35																				
N36																				
N37																				
N38																				
N39																				
N40																				
N41																				
N42																				
N43																				
N44																				
N45																				
N46																				
N47																				
N48																				
N49																				
N50																				
N51																				

备注：“—”表示未检出，“/”表示不检测。

表 4.2-5 2018 年 10 月水质实测结果统计表（中层）

站号	水深 (m)	层次 (m)	水温 (℃)	S	pH	DO	COD	悬浮物	磷酸盐	无机氮	铜	铅	镉	铬	锌	汞	砷	硫化物	挥发酚
						(mg/L)			(μg/L)										
N15																			
N8																			
N3																			
N4																			
N10																			
N17																			
N9																			
N16																			
N24																			
N31																			
N39																			
N38																			
N30																			

备注：“—”表示未检出，“/”表示不检测。

表 4.2-6 2018 年 10 月水质实测结果统计表（底层）

站号	水深 (m)	层次 (m)	水温 (℃)	S	pH	DO	COD	悬浮物	磷酸盐	无机氮	铜	铅	镉	铬	锌	汞	砷	硫化物	挥发酚
						(mg/L)			(μg/L)										
N1																			
N2																			
N3																			
N4																			
N5																			
N6																			

站号	水深	层次	水温	S	pH	DO	COD	悬浮物	磷酸盐	无机氮	铜	铅	镉	铬	锌	汞	砷	硫化物	挥发酚	
	(m)	(m)	(℃)			(mg/L)	(μg/L)													
N7																				
N8																				
N9																				
N10																				
N11																				
N12																				
N13																				
N14																				
N15																				
N16																				
N17																				
N18																				
N19																				
N20																				
N21																				
N22																				
N23																				
N24																				
N25																				
N26																				
N27																				
N28																				
N29																				
N30																				
N31																				
N39																				

站号	水深	层次	水温	S	pH	DO	COD	悬浮物	磷酸盐	无机氮	铜	铅	镉	铬	锌	汞	砷	硫化物	挥发酚
	(m)	(m)	(℃)			(mg/L)			(μg/L)										
N38																			
N37																			
N36																			
N34																			
N35																			
N43																			
N42																			
N41																			
N33																			
N46																			
N47																			
N51																			
N50																			
N49																			
N45																			
N48																			

备注：“—”表示未检出，“/”表示不检测。

表 4.2-7 2018 年 10 月水质各污染因子标准指数表（表层）

站位	pH	DO	COD	无机氮	磷酸盐	油类	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	挥发酚	硫化物
N2															
N3															
N4															
N8															
N9															
N10															
N15															

站位	pH	DO	COD	无机氮	磷酸盐	油类	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	挥发酚	硫化物
N16															
N17															
N22															
N23															
N24															
N29															
N30															
N31															
N37															
N38															
N39															
N51															
N1															
N5															
N6															
N7															
N11															
N12															
N14															
N18															
N19															
N20															
N21															
N25															
N26															
N27															
N28															
N32															
N34															
N35															

站位	pH	DO	COD	无机氮	磷酸盐	油类	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	挥发酚	硫化物
N36															
N40															
N42															
N43															
N44															
N45															
N46															
N47															
N48															
N49															
N50															
N13															
N33															
N41															
最小值															
最大值															
检出率%															
超标率%															

备注：“—”表示未检出。

表 4.2-8 2018 年 10 月水质各污染因子标准指数表（中层）

站位	pH	DO	COD	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	挥发酚	硫化物
N3														
N4														
N8														
N9														
N10														
N15														
N16														

N17	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N24	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N31	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N38	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N39	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
检出率%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

备注：“—”表示未检出。

表 4.2-9 2018 年 10 月水质各污染因子标准指数表（底层）

站位	pH	DO	COD	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	挥发酚	硫化物
N2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N8	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N9	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N10	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N15	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N16	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N17	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N22	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N23	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N24	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N29	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N31	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N37	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

站位	pH	DO	COD	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	挥发酚	硫化物
N38														
N39														
N51														
N1														
N5														
N6														
N7														
N11														
N12														
N14														
N18														
N19														
N20														
N21														
N25														
N26														
N27														
N28														
N34														
N35														
N36														
N42														
N43														
N45														
N46														
N47														
N48														
N49														
N50														
N13														

站位	pH	DO	COD	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	铬	汞	砷	挥发酚	硫化物
N33	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N41	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
检出率%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

备注：“—”表示未检出。

4.2.2 沉积物现状

(1) 调查因子

选取有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、铬、砷、粒度进行监测分析。

(2) 评价标准

根据《河北省海洋功能区划（2011-2020 年）》及《河北省近岸海洋环境功能区划》，调查站位中有 18 个沉积物站位位于功能区划范围内，分布在京唐港至曹妃甸农渔业区（代码 1-9）、京唐港港口航运区（代码 2-4）、曹妃甸港口航运区（代码 2-6）、大清河口海岛旅游休闲娱乐区（代码 5-4）内，不同功能区的海洋环境保护要求不同，所以评价因子执行相应标准。其他位于渤海中部的站位（13 个站位）沉积物评价采用《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第一类海洋沉积物质量标准。针对超标评价因子，进一步采用第二类或第三类标准评价，评价至符合某类标准为止。

表 4.2-10 沉积物质量标准功能区划内沉积物调查站位评价标准

功能区划		评价标准	评价标准
代码	名称	评价标准	评价标准
1-9	京唐港至曹妃甸农渔业区	第一类	第一类
2-4	京唐港港口航运区	第二类	第二类
2-6	曹妃甸港口航运区	第二类	第二类
5-4	大清河口海岛旅游休闲娱乐区	第二类	第二类
其他	渤海中部	第一类	第一类

由表可知，位于《河北省海洋功能区划（2011-2020 年）》内的 18 个沉积物站位评价标准均执行第一类海洋沉积物质量标准，因此本次调查所有沉积物站位评价标准均采用第一类海洋沉积物质量标准。

表 4.2-11 沉积物质量标准

项目	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅
一类	2.0×10^{-2}	300.0×10^{-6}	500.0×10^{-6}	35.0×10^{-6}	60.0×10^{-6}
二类	3.0×10^{-2}	500.0×10^{-6}	1000.0×10^{-6}	100.0×10^{-6}	130.0×10^{-6}
项目	锌	镉	汞	铬	砷
一类	150.0×10^{-6}	0.50×10^{-6}	0.20×10^{-6}	80.0×10^{-6}	20.0×10^{-6}
二类	350.0×10^{-6}	1.50×10^{-6}	0.50×10^{-6}	150.0×10^{-6}	65.0×10^{-6}

(3) 调查和评价结果

评价结果表明：调查区沉积物类型以黏土质粉砂为主，本次调查的油类、硫化物、有机碳、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷均符合所在功能区沉积物质量标准，沉积物质量状况良好。

表 4.2-12 沉积物实测结果统计表

站号	沉积物 类型	油类	铜	铅	镉	铬	锌	汞	砷	硫化物	有机碳
		(10 ⁻⁶)									(%)
N11	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N12	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N18	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N14	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N15	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N8	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N19	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N27	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N25	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N17	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N9	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N16	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N23	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N31	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N39	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N21	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N22	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N37	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N34	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N35	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N43	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N42	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N47	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N49	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N45	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N32	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N40	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N48	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

表 4.2-13 沉积物各项评价因子标准指数统计表

站位	油类	铜	铅	镉	铬	锌	汞	砷	硫化物	有机碳
N11	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N12	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N18	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

站位	油类	铜	铅	镉	铬	锌	汞	砷	硫化物	有机碳
N14	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N15	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N8	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N19	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N27	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N25	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N17	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N9	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N16	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N23	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N31	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N39	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N30	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N21	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N22	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N37	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N34	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N35	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N43	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N42	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N47	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N49	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N45	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N32	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N40	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
N48	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
超标率%	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

由表可以看出各测站总汞、镉、铬、石油类、硫化物、锌、砷、铜、铅和有机碳的标准指数均低于 1，说明符合功能区要求的海洋沉积物质量标准。

4.2.3 海洋生态现状与评价

2018 年 10 月海洋生物生态与水质、沉积物现状调查同步，进行了叶绿素 a 含量（并据此估算初级生产力）、浮游植物、浮游动物、底栖生物等海洋生物生态现状调查。

（1）叶绿素 a 与初级生产力

2018 年 10 月，调查海域的表层叶绿素 a 变化范围为(0.81~7.85)μg/L，平均值为 2.05μg/L。

最高值出现在调查海域北部的 N11 号站，最低值出现在调查海域东部的 N4 号站，平面分布趋势为近岸较高，远岸较低，N14 站出现高值。

调查海域的 10m 层叶绿素 a 变化范围为（0.56~2.12） $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.51 $\mu\text{g/L}$ 。最高值出现在调查海域南部的 N31 号站，最低值出现在调查海域东部的 N4 号站，平面分布较为均匀。

调查海域的底层叶绿素 a 变化范围为（0.68~7.64） $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 1.82 $\mu\text{g/L}$ 。最高值出现在调查海域北部的 N11 号站，最低值出现在调查海域东部的 N4 号站，平面分布趋势与表层叶绿素 a 相似，为近岸低，远岸高的趋势。

本次调查中各层次叶绿素 a 浓度正常，各水层中叶绿素 a 底层稍高，但总体来说叶绿素分布较为均匀。

表 4.2-14 2018 年 10 月调查海域叶绿素 a 含量和初级生产力

站号	叶绿素 a ($\mu\text{g/L}$)			初级生产力 ($\text{mg.C/m}^2.\text{d}$)
	表层	10 米层	底层	
N3	■	■	■	■
N4	■	■	■	■
N8	■	■	■	■
N9	■	■	■	■
N11	■		■	■
N12	■		■	■
N14	■		■	■
N15	■	■	■	■
N16	■	■	■	■
N17	■	■	■	■
N18	■		■	■
N19	■		■	■
N21	■		■	■
N22	■		■	■
N23	■		■	■
N25	■		■	■
N27	■		■	■
N30	■	■	■	■
N31	■	■	■	■
N32	■			■
N34	■		■	■
N35	■		■	■
N37	■		■	■
N39	■	■	■	■
N40	■			■
N42	■		■	■
N43	■		■	■
N45	■		■	■
N47	■		■	■

站号	叶绿素 a ($\mu\text{g/L}$)			初级生产力 ($\text{mg.C/m}^2.\text{d}$)
	表层	10 米层	底层	
N48	■		■	■
N49	■		■	■

2018 年 10 月，调查海域的初级生产力变化范围为（66.79~529.63） $\text{mg.C/m}^2.\text{d}$ ，平均值为 186.53 $\text{mg.C/m}^2.\text{d}$ 。最高值出现在调查海域中部的 N14 号站，最低值出现在调查海域西部的 N49 号站，平面分布趋势与表层叶绿素 a 类似，近岸较高，远岸较低，N14 站出现高值。

调查海域初级生产力水平受其真光层叶绿素 a 水平和海域透明度的影响，因表层叶绿素 a 浓度和透明度均低，本次调查获得较低的初级生产力。

（2）浮游植物

a、种类组成

2018 年 10 月，调查海域共鉴定浮游植物 78 种（类），其中硅藻门 62 种，占浮游植物出现种数的 79.5%，占浮游植物密度总数的 95.0%；甲藻门 16 种，占种类组成的 20.5%，占密度总数的 5.0%。调查海域浮游植物种类组成以近海广温、广盐种类为主，硅藻在种类组成及密度组成中均占优势。

b、数量分布密度平面分布

2018 年 10 月，调查海域浮游植物密度变化范围在（15.33~1900.8） $\times 10^4$ 个/ m^3 之间，平均为 203.7 $\times 10^4$ 个/ m^3 。最高值出现在调查海域西部的 N40 号站，最低值出现在调查海域东部的 N30 号站，平面分布趋势呈现近岸高，远岸低的趋势，N40、N32 站附近出现高值区。

c、优势种

占优势的浮游植物种类为圆筛藻、透明根管藻和冰河拟星杆藻，其密度占浮游植物总密度的 64.7%。

（I）圆筛藻

该种的站位出现率为 100.0%，各站出现的细胞数变化范围在（1.65~134.76） $\times 10^4$ 个/ m^3 之间，平均为 28.87 $\times 10^4$ 个/ m^3 。最高值出现在调查海域北部的 N18 号站，最低值出现在调查海域中部的 N35 号站，平面分布趋势为近岸海域高，北部低。

（II）透明根管藻

该种的站位出现率为 83.9%，各站出现细胞数变化范围在（0.07~107.69） $\times 10^4$ 个/ m^3 之间，平均 17.1 $\times 10^4$ 个/ m^3 。最高值出现在调查海域中部偏西的 N43 号站，最低值出现在调查海域北部 N12 号站，平面分布趋势为中部偏西海域较高，其余海域较低。

（III）冰河拟星杆藻

该种的站位出现率为 16.1%，各站出现细胞数变化范围在 $(0.49\sim1362.24)\times10^4$ 个/ m^3 之间，平均 85.86×10^4 个/ m^3 。该种出现站位较少，在调查海域西部的 N32 号站和 N40 站出现高值，其余出现站位密度均较低。

d、群落特征

多样性指数、均匀度、丰度、优势度是反映浮游植物群落结构特点的一些重要参考指标。若样品的多样性指数值高、均匀度大、丰度值高、优势度低，表明调查海域浮游植物群落结构相对较复杂而稳定，其生态结构能承受一定程度的干扰而不易崩溃。

浮游植物样品的多样性指数 (H') 在 1.36~3.90 之间波动，波动幅度为 2.54，平均值为 2.65。最大值出现在 N31 站位，最小值出现在 N32 站位。

均匀度 (J) 在 0.33~0.82 之间波动，波动幅度为 0.49，平均值为 0.59。最大值出现在 N30 站位，最小值出现在 N32 站位。

丰度 (d) 在 0.71~1.51 之间波动，波动幅度为 0.80，平均值为 1.1。最大值出现在 N48 站位，最小值出现在 N32 站位。

优势度 (D_2) 在 0.29~0.86 之间波动，波动幅度为 0.57，平均值为 0.63。最大值出现在 N42 站位，最小值出现在 N31 站位。

综合上述群落特征指数，调查海域浮游植物种类 78 种，多样性指数和丰度指数较高，群落结构状况稳定。

(3) 浮游动物

a、种类组成

2018 年 10 月，除鱼卵仔鱼外，调查海域浅水 I 型网所获浮游动物共有 31 种 (类)，包括水螅水母 8 种，占浮游动物种类组成的 25.8%；甲壳类 9 种 (其中桡足类 7 种，端足类 2 种)，占浮游动物种类组成的 29.0%；幼虫幼体 10 种，占浮游动物种类组成的 32.3%；栉水母、原生动物、尾索动物和毛颚动物各 1 种，分别占 3.2%。幼虫幼体是调查海域的主要组成类群。

b、个体数量及生物量分布

浮游动物生物量以浅水 I 型网所获大中型浮游动物生物量为准。

2018 年 10 月，调查海域大型浮游动物生物量 (湿重) 变化范围在 $(3.46\sim695)$ mg/m^3 之间，平均生物量为 $163.62mg/m^3$ 。最高值出现在调查海域西部的 N32 号站，最低值出现在调查海域西部的 N48 号站，平面分布趋势为东部高，中部较低，但 N32 站附近出现高值区。夜光虫是调查海域浮游动物生物量的主要贡献者。

调查海域大型浮游动物生物密度变化范围在(5.4~26740.8)个/m³之间,平均生物密度为4056.57个/m³。最高值出现在调查海域东部的N4号站,最低值出现在调查海域中部的N21号站,平面分布趋势为东部高,中部至西部低。

c、群落特征

多样性指数、均匀度、丰度和优势度等参数能反映浮游动物群落结构的稳定性。

大中型浮游动物样品的多样性指数(H')在0.05~2.97之间波动,波动幅度为2.92,平均值为0.93。最大值出现在N47站位,最小值出现在N4站位。

均匀度(J)在0.01~0.87之间波动,波动幅度为0.86,平均值为0.29。最大值出现在N21站位,最小值出现在N9站位。

丰度(d)在0.46~2.99之间波动,波动幅度为2.53,平均值为1.29。最大值出现在N47站位,最小值出现在N37站位。

优势度(D2)在0.54~1之间波动,波动幅度为0.46,平均值为0.88。最大值出现在N8站位,最小值出现在N43站位。

综合上述群落特征指数,调查海域大中型浮游动物种类较少,因出现高密度的夜光虫,调查海域多样性指数、均匀度和丰度值均较低,优势度较高,表明大中型浮游动物群落结构稳定性较差。

(4) 底栖生物

a、种类组成

2018年10月,调查海域共鉴定底栖生物72种(类),隶属于扁形、纽形、环节、软体、节肢、棘皮和鱼类共7个门类,其中,环节动物35种,占底栖生物种类组成的48.6%;节肢动物16种,占22.2%;软体动物15种,占20.8%;棘皮动物3种,占4.2%;扁形动物、纽形动物和鱼类各1种,分别占1.4%。环节动物和节肢动物是调查海域底栖生物的主要组成类群。底栖生物种类分布以N45站最多,为22种;N48站最少,只有4种。

b、栖息密度和生物量

2018年10月,调查海域底栖生物生物量变化范围在(0.8~23.7)g/m²之间,平均生物量为6.61g/m²。最高值出现在调查海域西部的N49号站,最低值出现在调查海域中部的N27号站,平面分布趋势为调查海域东部、西部均有高值区,中部海域偏低。

生物量组成以软体动物最占优势,平均值为2.79g/m²,占底栖生物生物量组成的42.2%,其次为环节动物,占34.9%,第三位为节肢动物,占17.5%。其余种类底栖生物生物量均不超过10%。

2018年10月,调查海域底栖生物生物密度变化范围在(70~1210)个/m²之间,平均生物密度为347.74个/m²。最高值出现在调查海域西部的N45号站,最低值出现在调查海域南部的N39号站,平面分布趋势为调查海域近岸出现高值区,向东部逐渐降低。

底栖生物密度组成以环节占明显优势,平均值为290.0个/m²,占总密度的83.4%;其次为软体动物,平均密度为35.8个/m²,占10.3%。

单种密度超过总密度5%的底栖生物有独指虫、稚齿虫、丝异须虫和花冈钩毛虫。这4种的密度占底栖生物总密度的44.2%。

c、群落特征

底栖生物样品的群落特征指数除能反映群落结构状况外,还能在一定程度上反映其栖息环境的状况。多样性指数高,表明底栖生物生存的沉积环境质量状况良好。

调查海域底栖生物样品的多样性指数(H')在0.67~3.87之间波动,波动幅度为3.20,平均值为2.89。最大值出现在N47站位,最小值出现在N32站位。

均匀度(J)在0.22~0.98之间波动,波动幅度为0.76,平均值为0.83。最大值出现在N21站位,最小值出现在N32站位。

丰度(d)在0.38~2.07之间波动,波动幅度为1.69,平均值为1.33。最大值出现在N43站位,最小值出现在N48站位。

优势度(D2)在0.28~0.95之间波动,波动幅度为0.67,平均值为0.49。最大值出现在N32站位,最小值出现在N47站位。

综合上述群落特征指数,调查海域底栖生物的多样性指数、均匀度及丰度均较高,优势度较低,表明该海域底栖生物群落结构较好,底质环境质量状况良好。

(5) 小结

综合以上群落特征评价结果来看,本处调查海域的海洋生态环境状况良好。

4.2.4 生物质量

(1) 评价因子

本次评价以生物体内的铬、铜、铅、锌、镉、砷、汞、石油烃作为评价因子。

(2) 评价标准

由于目前国家仅颁布了贝类生物评价国家标准,而其它生物种类的国家级评价标准欠缺,只能借鉴其它标准。根据调查站位分布情况和获取海洋生物情况,本次评价贝类(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,其他软体动物和甲壳类、鱼类体内污染物质(除石油烃外)含量评价标准采用《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采用《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。

表 4.2-15 海洋生物质量评价标准（单位：mg/kg）

生物类别	铬	铜	铅	锌	镉	砷	总汞	石油烃
软体动物（双壳类）	0.5	10	0.1	20	0.2	1.0	0.05	15
软体动物（非双壳类）	/	100	10.0	250	5.5	/	0.3	20
甲壳类	/	100	2.0	150	2.0	/	0.2	20
鱼类	/	20	2.0	40	0.6	/	0.3	20

（3）调查结果

2018 年 10 月，本次调查共监测 24 个生物样品体内铜、铅、锌、镉、铬、砷、汞和石油烃的含量。生物样品主要为短蛸、日本枪乌贼、短吻红舌鲷、矛尾虾虎鱼和口虾蛄。其中，短蛸和日本枪乌贼属软体动物，短吻红舌鲷和矛尾虾虎鱼属于鱼类，口虾蛄为甲壳动物。

表 4.2-16 2018 年 10 月生物质量分析结果（鲜重）

序号	站位	生物学名	铜	铅	镉	铬	锌	砷	汞	石油烃
1	N37	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
2	N37	日本枪乌贼	■	■	■	■	■	■	■	■
3	N30	矛尾虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
4	N30	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
5	N22	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
6	N22	日本枪乌贼	■	■	■	■	■	■	■	■
7	N15	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
8	N15	日本枪乌贼	■	■	■	■	■	■	■	■
9	N43	矛尾虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
10	N43	短蛸	■	■	■	■	■	■	■	■
11	N43	短吻红舌鲷	■	■	■	■	■	■	■	■
12	N35	短蛸	■	■	■	■	■	■	■	■
13	N35	短吻红舌鲷	■	■	■	■	■	■	■	■
14	N19	矛尾虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
15	N19	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
16	N12	矛尾虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
17	N12	日本枪乌贼	■	■	■	■	■	■	■	■
18	N42	日本枪乌贼	■	■	■	■	■	■	■	■
19	N42	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
20	N42	矛尾虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
21	N49	日本枪乌贼	■	■	■	■	■	■	■	■
22	N49	矛尾虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
23	N32	矛尾虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
24	N40	矛尾虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■

(4) 评价结果

表 4.2-17 2018 年 10 月调查海域生物体中残留物单因子指数评价结果

生物类群	站号	中文名	铜	铅	镉	锌	汞	石油烃
软体	N43	短蛸	■	■	■	■	■	■
	N35	短蛸	■	■	■	■	■	■
	N37	日本枪乌贼	■	■	■	■	■	■
	N22	日本枪乌贼	■	■	■	■	■	■
	N15	日本枪乌贼	■	■	■	■	■	■
	N12	日本枪乌贼	■	■	■	■	■	■
	N42	日本枪乌贼	■	■	■	■	■	■
	N49	日本枪乌贼	■	■	■	■	■	■
鱼类	N43	短吻红舌鲷	■	■	■	■	■	■
	N35	短吻红舌鲷	■	■	■	■	■	■
	N30	矛尾虾虎鱼	■	■	■	■	■	■
	N43	矛尾虾虎鱼	■	■	■	■	■	■
	N19	矛尾虾虎鱼	■	■	■	■	■	■
	N12	矛尾虾虎鱼	■	■	■	■	■	■
	N42	矛尾虾虎鱼	■	■	■	■	■	■
	N49	矛尾虾虎鱼	■	■	■	■	■	■
	N32	矛尾虾虎鱼	■	■	■	■	■	■
	N40	矛尾虾虎鱼	■	■	■	■	■	■
甲壳	N37	口虾蛄	■	■	■	■	■	■
	N30	口虾蛄	■	■	■	■	■	■
	N22	口虾蛄	■	■	■	■	■	■
	N15	口虾蛄	■	■	■	■	■	■
	N19	口虾蛄	■	■	■	■	■	■
	N42	口虾蛄	■	■	■	■	■	■

2018 年 10 月秋季调查, 根据上述标准, 调查海域所采集生物样品中, 软体动物、鱼类和甲壳类体内铜、铅、镉、锌、汞和石油烃的含量均未超标。因无相关标准, 对铬及砷含量不做评价。

4.3 渔业资源现状

渔业资源调查数据来源于中国水产科学研究院黄海水产科学研究所编制的《南堡 35-2 油田 CEP 平台至秦皇岛 32-6 油田 FPSO 海底输油管道改造工程渔业资源现状调查与评价》，调查时间为 2018 年 6 月。

图 4.3-1 渔业资源调查站位（2018 年 6 月）

表4.3-1渔业资源调查站位坐标（2018年6月）

站位	经度（E）	纬度（N）	调查内容
1			鱼卵、仔稚鱼、渔业资源
2			鱼卵、仔稚鱼、渔业资源
3			鱼卵、仔稚鱼、渔业资源
4			鱼卵、仔稚鱼、渔业资源
5			鱼卵、仔稚鱼、渔业资源
6			鱼卵、仔稚鱼、渔业资源
7			鱼卵、仔稚鱼、渔业资源
8			鱼卵、仔稚鱼、渔业资源
9			鱼卵、仔稚鱼、渔业资源
10			鱼卵、仔稚鱼、渔业资源
11			鱼卵、仔稚鱼、渔业资源
12			鱼卵、仔稚鱼、渔业资源

鱼卵和仔稚鱼样品采集按我国《海洋调查规范》（GB12763.6-2007）进行。定量样品采集采用浅水 I 型浮游生物网自海底至表面垂直拖曳采集鱼卵、仔稚鱼，取样进行定量分析。定性样品采集使用大型浮游生物网，拖速约 2.0kn/h，水平连续拖网 10min，取样进行定性分析；样品保存于 5%的海水福尔马林的溶液中，带回实验室后进行分类、鉴定和计数。

游泳动物拖网调查按 GB12763.6《海洋调查规范第 6 部分海洋生物调查》和《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》相关规定执行。游泳动物拖网调查使用适合当地的单拖渔船，单拖网囊网目（网目尺寸 12mm），每站拖曳 1h 左右，拖网速度控制在 2kn/h。每网调查的渔获物进行分物种渔获重量，尾数和幼体比例统计。记录网产量，样品经分类和鉴定后，样本当天进行生物学测定，用感量为 0.01g 电子天平称重。

调查区附近海域地处渤海湾湾口附近，地理环境优越，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。依据调查海域物种分布和经济种类等情况，调查海域渔获物主要分为鱼类、头足类和甲壳类等 3 大类群进行分别描述。

（1）鱼类资源状况

1) 种类组成和群居结构特点

2018年6月,春季调查海域共捕获鱼类20种,隶属于7目,15科。所捕获的鱼类中,暖水性鱼类有7种,占鱼类种数的35.00%,暖温性鱼类有13种,占65.00%;按栖息水层分,底层鱼类有16种,占鱼类种数的80.00%,中上层鱼类有4种,占20.00%。按越冬场分,渤海地方性鱼类有12种,占鱼类种数的60.00%,长距离洄游性鱼类有8种,占40.00%。按经济价值分,经济价值较高的有7种,占鱼类种数的35.00%,经济价值一般的有5种,占25.00%,经济价值较低有8种,占40.00%。

2) 渔获组成

春季(2018年6月)共捕获鱼类20种,隶属7目,15科。平均渔获量为3396尾/h, 13.580kg/h。鱼类的优势种为尖尾虾虎鱼。按重量组成尖尾虾虎鱼(6.321 kg/h) 46.54%、短吻红氏舌鲷(2.653 kg/h) 19.54%、鲆鲽(2.233kg/h) 16.44%、许氏平鲉(0.952 kg/h) 7.01%,以上4种鱼类占鱼类总重量的89.53%。按数量组成为尖尾虾虎鱼为2982尾/h,占鱼类总数量的87.80%。

根据渔获物分析,本次调查中幼鱼的尾数占总尾数的91.58%,为3110尾/h,生物量为8.271kg/h。成体渔业资源的平均渔获量286尾/h, 5.309kg/h。

3) 鱼类资源量评估

2018年6月共捕获鱼类20种,平均渔获量为3396尾/h, 13.580kg/h;其中幼鱼尾数为3110尾/h,生物量为8.271kg/h;成体渔业资源的平均渔获量286尾/h, 5.309kg/h。经换算幼鱼平均资源密度为76724尾/km²,成鱼平均资源密度为130.97kg/km², 7056尾/km²。

(2) 头足类资源状况

1) 种类组成及优势种

调查海域的头足类主要有两种类型,一是沿岸性种类,多栖息在近岸浅海水域,个体较小,游泳速度较慢,仅做短距离移动。属于这种类型的有短蛸和长蛸。另一类型是近海性种类,多栖息于沿岸水和外海水交汇的近海水域,个体较大游泳速度较快,洄游距离较长,对环境具有较好的适应力,空间分布范围较广,如日本枪乌贼。

2018年6月春季渔获物中,头足类主要有4种,日本枪乌贼、短蛸、长蛸和双喙耳乌贼,优势种为日本枪乌贼。

2) 渔获组成和渔获量

2018年6月春季捕获头足类4种,平均渔获量428尾/h, 3.981kg/h。头足类生物量范围在1.035~13.680kg/h,最高的是5号站,其次为10号站,最低的是7号站。

根据渔获物分析,本次调查中头足类幼体的尾数占总尾数的35.05%,为150尾/h,生物量为0.370kg/h。成体头足类的平均渔获量3.611kg/h, 278尾/h。

3) 头足类资源数量评估

2018 年 6 月共捕获头足类 4 种, 平均渔获量 428 尾/h, 3.981kg/h; 其中足类幼体为 150 尾/h, 生物量为 0.37kg/h。成体头足类的平均渔获量 3.611kg/h, 278 尾/h。经换算头足类幼体平均资源密度为 3701 尾/ km², 成体平均资源密度为 89.08kg/ km², 6858 尾/ km²。

(3) 甲壳类资源状况

1) 种类组成及优势种

春季调查共捕获甲壳类 8 种, 隶属于 2 目, 6 科, 其中虾类 5 种, 蟹类 2 种, 口足类 1 种。调查海域的优势种为口虾蛄、葛氏长臂虾和日本鼓虾; 从经济价值来看经济价值较高为 3 种, 占种类数的 37.50%, 经济价值较低的 5 种; 占种类数的 62.50%。

秋季调查, 共捕获甲壳类 13 种, 隶属于 3 目, 19 科, 其中虾类 7 种, 蟹类 5 种, 口足类 1 种。调查海域的优势种为口虾蛄 (*Oratosquilla oratoria* (De Haan)) 和日本鼓虾 (*Alpheus japonicus* Miers)。其中经济价值较高的有 6 种, 占 46.15%, 经济价值较低的有 7 种, 占 53.85%。

2) 渔获组成

春季 (6 月) 共捕获甲壳类 8 种, 其中虾类 5 种, 蟹类 2 种, 口足类 1 种; 平均渔获量为 830 尾/h, 7.797kg/h; 其中虾类为 819 尾/h, 7.276kg/h; 蟹类为 11 尾/h, 0.738kg/h; 详见表 4.2-1。其优势种为口虾蛄、日本鼓虾、葛氏长臂虾。甲壳类生物量范围在 2.852~17.267kg/h, 最高的是 5 号站, 其次为 6 号站, 最低的是 3 号站。

根据渔获物分析, 虾类幼体的尾数占总尾数的 19.78%, 为 162 尾/h, 生物量为 0.382kg/h, 虾类成体为 657 尾/h, 生物量为 6.677kg/h; 蟹类均为成体为 11 尾/h, 生物量为 0.738kg/ km²。

3) 甲壳类资源评估

2018 年 6 月共捕获甲壳类 8 种, 平均渔获量为 830 尾/h, 7.797kg/h; 其中, 虾类幼体的尾数为 162 尾/h, 生物量为 0.382kg/h, 虾类成体为 657 尾/h, 生物量为 6.677kg/h; 蟹类均为成体为 11 尾/h, 生物量为 0.738kg/ km²。经换算虾类成体平均资源密度为 164.72kg/ km², 幼体为 16208 尾/ km²; 蟹类均为成体资源密度为 18.21kg/km², 幼体为 271 尾/ km²。

(4) 鱼卵、仔稚鱼

本次调查共采集到鱼卵 5 种, 隶属于 4 目 5 科, 仔稚鱼 7 种, 鲈形目种类最多 3 种, 鲱形目 2 种, 其余各 1 种。隶属于 6 目 7 科。

表 4.3-2 鱼卵仔稚鱼种类组成

种类	鱼卵	仔稚鱼
斑鲽	√	√

鯉鱼	√	
叫姑		√
尖尾鰕虎鱼		√
鳊	√	
梭鱼		√
许氏平鲉		√
鲢	√	√
鮡		√
焦氏舌鳎	√	
合计	5	7

本次调查鱼卵平均密度为 0.38 粒/m³；仔稚鱼的平均密度为 0.24 尾/m³。

表 4.3-3 各站位鱼卵、仔稚鱼平均密度 (ind./m³)

站位	密度 (粒/m ³)	密度 (尾/m ³)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
平均		

(5) 游泳动物多样性指数

经计算游泳动物，春季优势种有 3 种分别为口虾蛄 (IRI=6215.2)、尖尾鰕鳊鱼 (IRI=5322.2)、短吻红舌鳎 (IRI=2133.6)，重要种 7 种分别为日本鼓虾 (IRI=823.8)、葛氏长臂虾 (IRI=621.4)、日本枪乌贼 (IRI=428.3)、鲜明鼓虾 (IRI=355.2)、长蛸 (IRI=312.7)、短鳍鳊 (IRI=208.3)、日本蟳 (IRI=145.3)。

表 4.3-4 2018 年 6 月优势种与优势度

种名	重量	尾数	出现次数	出现频率	IRI 指数	优势度
	百分比 W	百分比 N				
口虾蛄	35.69%	25.38%	12	100.00%	6215.2	优势种
尖尾鰕鳊鱼	11.78%	35.85%	12	100.00%	5322.2	优势种
短吻红舌鳎	9.88%	8.03%	11	91.67%	2133.6	优势种
日本鼓虾	1.557%	8.492%	10	83.33%	823.8	重要种
葛氏长臂虾	1.835%	5.066%	10	83.33%	621.4	重要种
日本枪乌贼	3.748%	3.010%	12	100.00%	428.3	重要种
鲜明鼓虾	1.444%	2.517%	11	83.33%	355.2	重要种
长蛸	6.055%	0.534%	5	41.67%	312.7	重要种

种名	重量	尾数	出现次数	出现频率	IRI 指数	优势度
	百分比 W	百分比 N				
短鳍鲮	1.753%	2.197%	6	50.00%	208.3	重要种
日本鳎	2.721%	0.779%	5	41.67%	145.3	重要种
斑鲮	3.579%	0.631%	4	22.222%	85.7	常见种
凹鳍孔鰕虎鱼	0.310%	0.805%	7	38.889%	52.3	常见种
三疣梭子蟹	2.351%	0.145%	3	16.667%	37.6	常见种
褐虾	0.175%	0.895%	7	38.889%	28.3	常见种
短蛸	1.045%	0.119%	4	22.222%	26.9	常见种
许氏平鲉	1.404%	0.122%	2	11.111%	18.3	常见种
方氏云鲷	0.437%	0.245%	4	22.222%	14.9	常见种
双喙耳乌贼	0.108%	0.512%	3	16.667%	11.3	常见种
大泷六线鱼	0.190%	0.230%	4	22.222%	10.1	一般种

2018 年 6 月春季渔业资源的丰富度(d)、均匀度(J')、单纯度(C)和物种多样性 Shannon-Weaver (H') 见下表。

表 4.3-5 春季生物多样性

站位	多样性指数 H'	丰富度 d	均匀度 J'	单纯度 C
1	■	■	■	■
2	■	■	■	■
3	■	■	■	■
4	■	■	■	■
5	■	■	■	■
6	■	■	■	■
7	■	■	■	■
8	■	■	■	■
9	■	■	■	■
10	■	■	■	■
11	■	■	■	■
12	■	■	■	■
平均	■	■	■	■

4.4 海洋环境质量回顾

选取油田周边环境质量调查资料进行回顾性分析。回顾性资料情况见表 4.4-1。调查的站位布设见图 4.4-1，评价标准见表 4.2-2~表 4.2-4。

表 4.4-1 回顾性资料情况

调查时间	调查单位	站位个数
2007 年 5 月	国家海洋局北海监测中心	水质 21 个、生物 14 个
2007 年 10 月		沉积物 14 个
2015 年 10 月	青岛环海海洋海洋工程勘察勘察 研究研究院	沉积物 23 个
2016 年 5 月		水质 45 个、生物 27 个

图 4.4-1 调查的站位分布图

海水水质回顾比较结果见表 4.4-1 调查结果显示，油气田开发特征污染物石油类及重金属的含量变化不大。海区海水质量状况稳定。无机氮、活性磷酸盐是与人为活动有关，如陆源污染物入海、过往船舶排污有关。重金属超标严重，可能与大气污染物沉降和水交换造有关。

表 4.4-1 海水水质要素回顾比较

调查时间		2007 年 10 月		2016 年 5 月	
		表层	底层	表层	底层
pH 值	范围				
	超标率				
溶解氧 (mg/L)	范围				
	超标率				
化学 需氧量 (mg/L)	范围				
	超标率				
活性 磷酸盐 (µg/L)	范围				
	超标率				
无机氮 (µg/L)	范围				
	超标率				
石油类 (µg/L)	范围				
	超标率				
总汞 (µg/L)	范围				
	超标率				
铜 (µg/L)	范围				
	超标率				
铅 (µg/L)	范围				
	超标率				
锌 (µg/L)	范围				
	超标率				
镉	范围				

调查时间		2007 年 10 月		2016 年 5 月	
		表层	底层	表层	底层
($\mu\text{g/L}$)	超标率				
铬	范围				
($\mu\text{g/L}$)	超标率				
砷	范围				
($\mu\text{g/L}$)	超标率				
硫化物	范围				
($\mu\text{g/L}$)	超标率				
挥发酚	范围				
($\mu\text{g/L}$)	超标率				

注：“—”表示未获得该部分现场调查数据。

结果表明，调查海域海水水质的环境质量总体较好，历次调查中 pH 值、溶解氧、化学需氧量、石油类、铬、砷、硫化物和挥发酚浓度均满足海水水质一类标准。活性磷酸盐、无机氮、总汞、铜、铅、锌、镉均有不同程度的超标。

该海域历次调查结果基本一致，无机氮长期以来就是渤海海域的主要污染因子，其超标现象与本油田工程开发无直接关系。

沉积物质量回顾比较结果见表 4.4-2 调查结果显示，海区沉积物中有机碳、硫化物、汞、砷、铜、铅、镉、锌、总铬和油类均较低，均满足第一类海洋沉积物质量标准，调查海域沉积物总体质量稳定。

表 4.4-2 沉积物污染物质量指数回顾比较

调查时间		2007 年 10 月	2015 年 10 月
调查项目			
总汞	范围		
	超标率%		
铜	范围		
	超标率%		
铅	范围		
	超标率%		
镉	范围		
	超标率%		
铬	范围		
	超标率%		
锌	范围		
	超标率%		
砷	范围		
	超标率%		
石油类	范围		
	超标率%		
硫化物	范围		
	超标率%		
有机碳	范围		
	超标率%		

叶绿素 a 及海洋初级生产力历次调查结果见表 4.4-3。各次调查显示调查海区表、底层叶绿素 a 含量处于正常范围。

表 4.4-3 叶绿素 a 及海洋初级生产力调查回顾比较

调查时间	表层叶绿素 a 平均值 ($\mu\text{g/L}$)	底层叶绿素 a 平均值 ($\mu\text{g/L}$)
2007 年 5 月		
2016 年 5 月		

浮游植物的历次调查结果见表 4.4-4。浮游植物密度和种数呈现降低后升高的状态，多样性指数则相反，呈现升高后降低的趋势。

表 4.4-4 浮游植物调查回顾比较

调查时间	生物密度 (10^4 个/ m^3)	种数	多样性指数	优势种类
2007 年 5 月				中肋骨条藻
2016 年 5 月				丹麦细柱藻和刚毛根管藻

浮游动物的历次调查结果见表 4.4-5。通过对比可发现，生物量呈现逐渐降低的趋势；种数呈升高趋势；多样性指数呈升高又降低趋势。

表 4.4-5 浮游动物调查回顾比较

调查时间	生物量 (mg/m^3)	种数	多样性指数	优势种
2007 年 5 月				墨氏胸刺水蚤、中华哲水蚤和双刺纺锤水蚤
2016 年 5 月				纺锤水蚤、强壮箭虫、小拟哲水蚤和中华哲水蚤

底栖生物的历次调查结果见表 4.4-6。底栖生物的生物量、栖息密度、种数和多样性指数呈降低后现升高的趋势，均处于正常范围。

表 4.4-6 底栖生物调查回顾比较

调查时间	生物量 (g/m^2)	栖息密度 (个/ m^2)	种数	多样性指数
2007 年 5 月				
2016 年 5 月				

生物质量的历次调查结果见表 4.4-7。2007 年 5 月结果中四角蛤石油烃的指数超标，受到石油烃的污染；2016 年 5 月受试生物监测要素均未超标。

表 4.4-7 历次调查生物质量调查结果对比统计 ($\times 10^{-6}$ 湿重)

调查时间	生物种类	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg	石油烃
标准	贝类（一类）								
	软体动物								
	甲壳类								
	鱼类								
2007 年 5 月	四角蛤								
2016 年 5 月	扁玉螺								
	虾虎鱼								

调查时间	生物种类	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg	石油烃
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
	舌鳎	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
	脉红螺	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
	长蛸	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
	脉红螺	■	■	■	■	■	■	■	■
	扁玉螺	■	■	■	■	■	■	■	■
	舌鳎	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
	舌鳎	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
	舌鳎	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
	长蛸	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
	脉红螺	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
	长蛸	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
	三疣梭子蟹	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
	长蛸	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
	舌鳎	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
	舌鳎	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
	三疣梭子蟹	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■
	口虾蛄	■	■	■	■	■	■	■	■

调查时间	生物种类	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	As	Hg	石油烃
	长蛸	■	■	■	■	■	■	■	■
	虾虎鱼	■	■	■	■	■	■	■	■

5 环境敏感区（点）和环境保护目标分析

5.1 海洋环境功能区划及相关规划符合性分析

（1）产业政策

根据《产业结构调整指导目录》（2011 年本）（2013 年修正），鼓励类目录中包括“石油、天然气行业（石油、天然气勘探及开采，页岩气、油页岩、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及网络建设，油气伴生资源综合利用，放空天然气回收利用与装置制造）”等内容，渤中 3-2 油田 8 口调整井工程为海洋石油开采项目，属于《产业结构调整指导目录》中鼓励类“常规石油、天然气勘探与开采”项目，符合国家产业政策要求。

（2）全国海洋功能区划

根据《全国海洋功能区划》（2011~2020 年），渤中 3-2 油田位于渤海中部海域，是我国重要的海洋矿产资源利用区域，主要功能为矿产与能源开发、渔业、港口航运。西南部、东北部海域重点发展油气资源勘探开发，协调好油气勘探、开采用海与航运用海之间的关系。区域积极探索风能、潮流能等可再生能源和海砂等矿产资源的调查、勘探与开发。合理利用渔业资源，开展重要渔业品种的增殖和恢复。加强海域生态环境质量监测，防治赤潮、溢油等海洋环境灾害和突发事件。本次调整井工程属于油气资源勘探开发工程，协调好油气勘探、开采与航运用海的关系，本工程与《全国海洋功能区划（2011~2020 年）》的要求相符合。

（3）全国海洋主体功能区规划

根据国务院发布的《全国海洋主体功能区规划》【国发（2015）42 号】：“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、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域”。

根据《全国海洋主体功能区规划》，内水和领海主体功能区划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域及禁止开发区域。其中，重点开发区域包括城镇建设用海区、港口和临港产业用海区、海洋工程和资源开发区。海洋工程和资源开发区是指国家批准建设的跨海桥梁、海底隧道等重大基础设施以及海洋能源、矿产资源勘探开发利用所需海域。海洋工程建设和资源勘探开发应认真做好海域使用论证和环境影响评价，减少对周围海域生态系统的影响，避免发生重大环境污染事件。支持海洋可再生能源开发与建设，因地制宜科学

开发海上风能。

本工程位于“内水和领海主体功能区-重点开发区域”，正常生产运行过程中，渤中 3-2 油田含油生产水处理后全部回注地层，生活污水处理达标后排放，减少了对工程周边海域生态系统的影响。此外，建设单位制定了溢油应急计划，防治溢油事故对环境产生较大的污染。因此，本项目建设符合《全国海洋主体功能规划》。

(4) 河北省海洋功能区划

根据《河北省海洋功能区划（2011~2020）》，本工程位于河北省海洋功能区划以外，距离最近的功能区是 2-4 京唐港港口航运区，最近距离约 7 公里，本工程建设是在既有平台上进行调整井，影响区域在平台附近，不影响京唐港港口航运区的海洋环境，因此，本工程符合《河北省海洋功能区划（2011~2020）》。

图 5.1-1 本工程与河北省海洋功能区划的位置示意图

(5) 河北省海洋主体功能区规划

根据 2018 年 3 月河北省人民政府发布的《河北省海洋主体功能区规划》：依据《全国海洋主体功能区规划》对河北省海域主体功能定位，充分考虑海洋资源承载能力、现有开发强度和发展潜力，将全省海域划分为优化开发区域、限制开发区域和禁止开发区域。

本工程不位于河北省海洋主体功能区的各区域内，距离最近的为限制开发区域的乐亭县海域，距离约 7 公里，开发管制为限制损害生态环境服务功能的开发活动，有效维护重要海洋生态功能区生态安全，改善海洋生态环境。本工程开采海洋油气资源，施工期和运营期均采取严格的污染物处理处置措施，正常生产运行过程中，渤中 3-2 油田含油生产水处理后全部回注地层，生活污水处理达标后排放，减少了对工程周边海域生态系统的影响。此外，建设单位制定了溢油应急计划，防治溢油事故对环境产生较大的污染。因此，本项目建设符合《河北省海洋主体功能区规划》。

图 5.1-2 本工程与河北省海洋主体功能区规划的位置示意图

(6) 河北省渤海海洋生态红线区

根据河北省海洋局 2014 年 2 月发布的《河北省海洋生态红线》【冀海发〔2014〕4 号】，本项目位于河北省海洋生态红线区外，本项目建设不会影响到《河北省海洋生态红线》的相关红线区。

图 5.1-3 本工程与河北省渤海海洋生态红线区的位置示意图

(7) 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 3-2 油田进行调整井建设，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。

(8) 渤海环境保护总体规划

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。

(9) 与《国家海洋局关于进一步加强渤海生态环境保护工作的意见》符合性分析

2017 年 5 月 18 日，国家海洋局印发《国家海洋局关于进一步加强渤海生态环境保护工作的意见》的通知（国海发[2017]7 号），本工程与该通知的符合性分析见表 5.1-1，由表可知：本工程符合《国家海洋局关于进一步加强渤海生态环境保护工作的意见》的相关要求。

表 5.1-1 本工程与“国海发【2017】7 号”文的符合性分析

序号	相关要求	符合性分析	是否相符
三、加强海洋空间资源利用管控	坚持生态用海，严格执行海洋主体功能区规划、海洋功能区划、海洋生态红线等管控措施，提高生态环境准入门槛，禁止严重过剩产能以及高耗能、高污染、高排放项目用海，推动海域资源利用方式向绿色化、生态化转变。建立健全海洋开发利用活动生态补偿制度。暂停选划临时性海洋倾倒区，启动倾倒区规划编制，按照科学合理经济安全的原则，调整完善海洋倾倒区布局，禁止倾倒除海上疏浚物外的废弃物。暂停受理、审核渤海内围填海项目，暂停受理、审批渤海内区域用海规划，暂停安排渤海内的年度围填海计划指标，稳妥处理好政策衔接问题。深入开展渤海围填海	①本项目符合《全国海洋主体功能区规划》、《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》等的管控措施。 ②本项目不属于高耗能、高污染、高排放的项目；且本项目不涉及倾倒废弃物问题。 ③工程内容不涉及围填海。	符合

	项目后评估工作，重点对渤海围填海生态环境影响进行综合评价，为制定渤海生态环境综合整治和围填海管控措施提供依据。		
六、加强海洋生态环境风险防控	从严管控渤海海上油气勘探开发、炼化、滨海核电等涉海重大工程环境风险，全面排查溢油、危险化学品泄漏、放射性污染等环境风险隐患，完善分类分级的海上应急监测及处置预案，在石化基地、油气平台、危化品储存区、滨海核电设施等邻近海域部署快速监测能力和应急处置物资设备。开展海洋环境突发事件风险评估和风险区划，构建风险信息库，建立信息共享机制。加强赤潮（褐潮）、绿潮、水母旺发等海洋生态灾害形成机理以及海洋自然灾害对生态环境的影响研究，分区分级建设海洋生态灾害应急监测体系，完善海洋生态灾害应急预案，提高海洋环境预警和生态灾害的监测预警水平。	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，编写了溢油应急计划并报生态环境部备案，本工程的工程内容已包含在该溢油应急计划中。	符合

（10）与《全国海洋生态环境保护规划（2017年-2020年）》的符合性分析

2018年2月，国家海洋局印发了《全国海洋生态环境保护规划（2017年-2020年）》，《规划》明确了“绿色发展、源头护海”“顺应自然、生态管海”“质量改善、协力净海”“改革创新、依法治海”“广泛动员、聚力兴海”的原则，确立了海洋生态文明制度体系基本完善、海洋生态环境质量稳中向好、海洋经济绿色发展水平有效提升、海洋环境监测和风险防范处置能力显著提升四个方面的目标，提出了近岸海域优良水质面积比例、大陆自然岸线保有率等八项指标。

本项目施工期产生的生活污水经处理达标后排海；船舶机舱含油污水、油层段钻屑、油层段钻井液、生活垃圾和生产垃圾均运回陆地进行处理；非油层段钻井液和钻屑经检验合格后，并经所在海区主管部门批准后，达标排海。本项目运营期不新增生活污水排海量；不新增生活垃圾产生量，且生活垃圾和生产垃圾均运回陆地处理；处理达标的生产水全部回注地层，不外排。本项目施工期及运营期产生的污染物均得到了妥善处置，符合《全国海洋生态环境保护规划》（2017年~2020年）中“源头护海”的原则。

本工程生产运营阶段跟踪监测纳入油田现有跟踪监测计划中，并定期监测设施外排污染物的排放浓度。针对可能发生的风险，中海石油（中国）有限公司渤西作业公司已经编制了溢油应急计划，并报生态环境部备案。针对调整井工程油田应该按照备案的溢油应急计划做好各种溢油应急准备和响应，尤其是钻完井期间落实好各种溢油应急措施。符合《全国海洋生态环境保护规划》（2017年~2020年）中“海洋环境监测和风险防范处置能力”提升的目标。

综上，本项目建设符合《全国海洋生态环境保护规划》（2017年~2020年）要求。

（11）与《渤海综合治理攻坚战行动计划》的符合性分析

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。”

本工程位于渤海中部海域，是在原有平台上进行调整井工程建设，属于海洋矿产资源勘探开发及其附属工程，不涉及围填海工程。工程位于《河北省生态保护红线划定方案》划定范围之外。

本工程施工期和运营期污染物均得到合理有效的处置，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管理规定》，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到《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）后排海。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。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排海会对海洋环境产生一定的影响，但影响是暂时的、可恢复的。针对施工期

带来的生物资源损失给予补偿金额，在后续生产过程中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，从而维持海洋生物资源可持续利用。同时施工期非油层段钻屑和钻井液的排放避开主要经济鱼类的产卵盛期（6月），以减轻对海洋生态环境的影响。

此外，建设单位已编制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。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。

综上，工程建设符合《渤海综合治理攻坚战行动计划》的相关要求。

5.2 环境敏感目标简介

（1）主要自然保护区及海洋保护区简介

（a）河北乐亭菩提岛诸岛海洋保护区

河北乐亭菩提岛诸岛省级自然保护区原名乐亭石臼坨诸岛省级自然保护区，是2002年5月29日经河北省人民政府批准建立的海洋自然保护区。保护面积3774.7hm²，其中核心区1223.43 hm²，占保护区总面积的32.41%，缓冲区993.00 hm²，占26.31%，实验区1558.27 hm²，占41.28%。

主要保护对象为由海岛及周边海域自然生态环境、岛陆及海洋生物共同组成的海岛生态系统。

河北乐亭菩提岛诸岛海洋保护区位于39°06′~39°08′N，118°51′~118°49′E，隶属于乐亭县。保护区范围包括石臼坨与月坨诸岛（海岛编号62、63、64、65、66、67、68、69、70、71号）的陆域及周围滩涂、潮沟水域。

（b）大清河口海岛旅游区

大清河口海岛风景旅游区位于河北省唐山乐亭县境内，总面积约11730.62平方公里。旅游资源特征以自然海岛和典型生态景观为特色，拥有各种海洋生物246种，其中有较高经济价值的种类27种。同时，也是我国重要的海盐生产基地，盐业资源分布在大清河口至涧河口沿海地区。

（c）龙岛旅游休闲区

龙岛旅游休闲区位于唐山曹妃甸区，距曹妃甸工业区东边界3海里，地理位置优越，旅游资源丰富，旅游开发前景广阔，总面积约为4000平方公里。该岛为海洋中原始孤岛，沙质细腻，海水湛蓝，锦鳞畅游，鸥鸟翔集，五彩斑斓的贝壳随处可见，荒野韵味十足，是

渤海湾中一块珍贵的处女地和未经雕琢的天然玉带。该岛地势平远开阔，沙滩时宽时窄，间有沙坝、泻湖分布，海湾与沙滩形态曲折多姿，发展滨海旅游产业具有得天独厚的优势。

(d)小清河口养殖区

小清河口养殖区是唐山市划定的 4 个养殖区之一。养殖区实施养殖区综合整治，防止海水养殖污染，合理布局养殖空间，培育和发展特色养殖，支持集约化养殖，提高农渔业可持续生产能力和经济效益。保障船舶航运安全，实行捕捞许可证制度和禁渔休渔制度，控制近海捕捞强度。水产种质资源保护区内要加强海洋水产种质资源保护，保护产卵场、越冬场、索饵场和洄游通道等重要渔业水域，禁止建闸、筑坝以及妨碍鱼类洄游的其他活动。

(2) 重要渔业水域

主要洄游性鱼类为黄渤海种群的暖温性鱼类，越冬场位于黄海中南部至东海北部的连青石、大沙、沙外及江外渔场。春、夏季鱼群大致分三路北上产卵洄游，各路洄游模式特征是：一路向西偏北经长江口、吕泗外海进入山东南部日照近海产卵场产卵。秋季在海州湾、连青渔场索饵，入冬后返回越冬场；另一路向西北到达山东半岛以南近海产卵，产卵后即分布在附近海区索饵，直到进行越冬洄游；第三路鱼群的洄游路线比较长，由越冬场直接北上到达成山头外海，然后分成 2 支，一支继续向北到鸭绿江口进行产卵，另一支则折向西，经烟威外海进入渤海，分别游向莱州湾、渤海湾及辽东湾等产卵场，入秋后又分别从各湾游出渤海，返回原越冬场。属于这一类群的鱼类主要是底层鱼类有小黄鱼、蓝点马鲛、黄鲫、青鳞、斑鲈、鲢鱼等。中上层鱼类代表性种类有太平洋鲱鱼、鲱鱼、青鳞、黄鲫、斑鲈、小鳞鲷、鄂针鱼、赤鼻棱鲛等。在渤海产卵场分布为渤海湾、莱州湾、辽东湾、滦河口、南排河、大口河口一带水域，本工程与洄游性鱼类的位置关系见图 5.2-1。

中上层鱼类代表性种类有太平洋鲱鱼、鲱鱼、青鳞、黄鲫、斑鲈、小鳞鲷、鄂针鱼、赤鼻棱鲛等。在渤海产卵场分布为渤海湾、莱州湾、辽东湾、滦河口、大清河及戴河口一带水域，本工程与洄游性鱼类的位置关系见图 5.2-2。

底层鱼类代表性种类有小黄鱼、带鱼、东方鲀类、鲈鱼、黄姑鱼、叫姑鱼、白姑鱼、梅童鱼、真鲷、鲷类、鲷类、鲆鲽类等。在渤海产卵场分布为渤海湾、莱州湾、辽东湾，本工程与洄游性鱼类的位置关系见图 5.2-3。

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。该工程位于其产卵场内，见图 5.2-4。

图 5.2-1 洄游性鱼类分布

图 5.2-2 中上层性鱼类分布

图 5.2-3 底层鱼类分布

图 5.2-4 白姑鱼分布

5.3 项目周边主要环境敏感目标

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，筛选本次评价的主要环境敏感目标包括自然保护区、海洋特别保护区、水产种质资源保护区和重要渔业水域等。

本工程的主要敏感区和保护目标见表 5.3-1，敏感目标分布见图 5.3-1。由表 5.3-1 及图 5.3-1 可见，种质资源保护区和海洋特别保护区均距离油田较远，工程的建设 and 正常生产不会对其产生影响。油田群位于白姑鱼产卵场内，在发生溢油事故时易受到污染的影响，因此，应作为油田开发的重点保护对象。

表 5.3-1 渤中 3-2 油田周围敏感目标

序号	敏感目标名称	方位	最近距离 (km)
1	滦河口养殖区	■	■
2	昌黎海域养殖区	■	■
3	大清河口海岛旅游区	■	■
4	滦河口至老米沟海域（沙源保护海域）	■	■
5	大清河口至小清河口海域（沙源保护海域）	■	■
6	滦河口水产种质资源保护区	■	■
7	河北乐亭菩提岛诸岛省级自然保护区	■	■
8	滦河口海洋特别保护区	■	■
9	龙岛旅游区	■	■
10	曹妃甸中华绒螯蟹国家级水产种质资源保护区	■	■
11	昌黎海域国家级水产种质资源保护区	■	■
12	小清河口养殖区	■	■
13	河北昌黎黄金海岸国家级自然保护区核心区	■	■
14	河北昌黎黄金海岸国家级自然保护区缓冲区	■	■
15	南戴河海域养殖区	■	■
16	南戴河海域国家级水产种质资源保护区	■	■
17	辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区渤海湾核心区	■	■
18	东营利津底栖鱼类生态国家级海洋特别保护区	■	■
19	南堡水产种质资源保护区	■	■
20	黄河口半滑舌鲷国家级水产种质资源保护区	■	■
21	东营河口浅海贝类生态国家级海洋特别保护区	■	■
22	白姑鱼产卵场	■	■

图 5.3-1 渤中 3-2 油田周围敏感目标分布

6 环境影响预测分析与评价

本次调整井工程在建设阶段的污染物主要是钻完井期间产生的钻井液与钻屑、生活污水、生活垃圾、生产垃圾以及机舱含油污水等。

生活垃圾和生产垃圾全部送回岸上计划交由蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司处理，生活污水通过生活污水处理装置处理达标后排放，对海域水质影响很小；机舱含油污水运回陆上处理。油层段钻屑、油层段钻井液全部运回陆地处理。

因此，本次报告将着重分析非油层段钻屑和非油层段钻井液排放对海水水质、海底沉积物和生物生态的影响。

6.1 水动力和地形地貌响分析与评价

本工程拟建设8口调整井，其中5口生产井，2口先期排液注水井和1口同井抽注井，利用老井侧钻或转注，不涉及占用海域，调整井建成后基本不改变海洋原有地形和地貌，所以该工程的建设对工程附近海域的水动力状况（包括潮汐、海流、波浪、余流等）和泥沙输移基本不会产生影响。

6.2 水质影响分析与评价

（1）钻屑排放的水质影响分析

钻屑主要是指钻井过程中钻头将地层研磨、切削破碎后，由钻井液从井内带至地面的岩石碎块。钻屑对海洋环境污染的主要物质是指非油层段钻屑。本工程建设过程中，钻井产生的非油层段钻屑在满足《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泥浆和钻屑向海中排放审批事项服务指南》要求排放。

根据工程分析，本工程的非油层段钻屑排放量为 648m^3 ，排放速率为 $5.4\text{m}^3/\text{d}$ ，本工程施工期非油层段钻屑排放的水质影响分析类比已核准的《渤中 3-2 油田开发工程环境影响报告书》污染物排放的预测结果进行分析。《渤中 3-2 油田开发工程环境影响报告书》中运用三维模型进行数值模拟，实测值与模拟值中，流速的大小以及方向，转流发生时刻的计算值与实测值基本一致；潮位振幅和位相计算值亦与实测值基本一致。潮位和潮流的验证结果表明建立的潮流模型是可行的，适合本海区。在进行浓度场计算前，再将网格加

密，使计算域管线附近的网格最小边长为 50m。新增加的计算点上的流速由原来的周围点上的流速内插而得。钻屑和钻井液的扩散采用悬浮物输移扩散方程进行模拟，其预测结果合理。

根据《渤中 3-2 油田开发工程环境影响报告书》中钻屑排放的预测结果：钻屑排放总量 3244m³，平均排放速率为 22.0m³/d 的情况下。钻屑粒径组成见表 6.2-1。中值粒径取 74μm、120μm、150μm、230μm 共 4 个等级各占 25%、35%、25%、15%进行计算，然后将计算的增量值迭加。表层悬浮沙超一（二）类水质标准最大包络线面积约为 0.33km²，离排放点的最大距离为 0.56km，恢复到一（二）类水质所需最大时间在 3.6h。预测结果见表 6.2-2。

表 6.2-1 钻井岩屑粒级配比

<74μm	74~105μm	105~140μm	140~178μm	178~279μm	>279μm
5%	20%	35%	25%	10%	5%

表 6.2-2 钻屑预测结果

层位	超一类水质最大面积（km ² ）	超三类水质包络面积（km ² ）	超四类水质包络面积（km ² ）	超一类水质最大距离（km）	恢复到一类水质所需时间（h）
表层	0.33	\	\	0.56	3.6
中层	0.14	\	\	0.42	3.9
底层	0.05	\	\	0.19	3.1

钻屑覆盖厚度不小于 2cm 的区域面积为 0.03km²

本工程非油层段钻屑排放总量为 648m³，排放速率为 5.4m³/d，因本工程的钻屑粒径与原工程的粒径分级一致，且排放总量和最大排放速率均小于类比对象，可引用原报告书的预测结果。因此，本工程钻屑排放对海水水质的影响范围、程度和覆盖 2cm 厚度的面积不会超过以上预测结果。

由以上分析可知，调整井钻井作业钻屑的排放对所在海域水环境的影响范围和程度都是非常有限的。

（2）钻井液排放的水质影响分析

根据工程分析，钻井水基钻井液在满足《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泥浆和钻屑向海中排放审批事项服务指南》要求排放。本工程的非油层段钻井液的一次性排放量为 70m³，钻井结束后的一次性排放量最大，排海速率限定为 35m³/h。本工程施工期非油层段钻井液排放的水质影响分析类比已核准的《渤中 3-2 油田开发工程环境影响报告书》中污染物排放的预测结果进行分析。

根据国家海洋局已核准的《渤中 3-2 油田开发工程环境影响报告书》中预测结果：一次性排放速率为 $35\text{m}^3/\text{h}$ ；悬浮沙超一（二）类水质海域的最大包络面积为 2.591km^2 ，超一类水质离排放点的最大距离为 2.25km ，从结束排放到恢复一类水质所需要最大时间为 24.3h 。预测结果见表 6.2-3。

表 6.2-3（a）钻井液预测结果（表层）

开始排放时刻	超一类水质最大面积（ km^2 ）	超三类水质最大面积（ km^2 ）	超四类水质最大面积（ km^2 ）	超一类水质离排放口最大距离（ km ）	恢复到一类水质所需时间（h）
高潮时开始排放	1.507	0.056	0.027	2.25	15.0
落潮中间时开始排放	1.995	0.037	0.018	1.77	18.5
低潮时开始排放	1.786	0.088	0.046	2.08	17.9
涨潮中间时开始排放	2.591	0.089	0.065	1.83	24.3

表 6.2-3（b）钻井液预测结果（第二层）

开始排放时刻	超一类水质最大面积（ km^2 ）	超三类水质最大面积（ km^2 ）	超四类水质最大面积（ km^2 ）	超一类水质离排放口最大距离（ km ）	恢复到一类水质所需时间（h）
高潮时开始排放	0.010	0.001	0.000	0.09	3.6
落潮中间时开始排放	0.005	0.000	0.000	0.05	2.7
低潮时开始排放	0.013	0.001	0.000	0.07	3.1
涨潮中间时开始排放	0.003	0.000	0.000	0.03	2.6

类比分析可知，本次调整井工程使用水基钻井液，最大排放速率均为 $35\text{m}^3/\text{h}$ ，与《渤中 3-2 油田开发工程环境影响报告书》中钻井液排放速率相同，因此其影响范围、影响时间和面积都不会超过原有的预测结果。钻井液排放停止后，海水水质将很快恢复到原来状态。因此，非油层段钻井液排海对海洋环境的影响是一次性的、短期的、可恢复的，对海洋水质的影响较小。

（3）生活污水排放的水质影响分析

由于本工程施工期产生的生活污水量约 5775m^3 ，经平台、钻井船和生活支持船上的生活污水处理设施处理，达到《海洋石油开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中的一级标准后排海，且污水仅在施工期排放，影响是暂时的，因此，本工程施工期的生活污水对海洋环境影响很小。

6.3 沉积物影响分析与评价

钻屑排入海后，在海水运动的作用下，会在海底一定的范围内沉降。钻屑的沉积及分布范围受排放量、海流、水深等因素的影响。一般而言，钻屑的沉积区域半径为 1000m 左右。但大部分都沉积在 200m 以内，形成锥状堆积，覆盖一部分原海底，所覆盖区域的沉积物类型会有所变化，并可能使沉积物中有机质等污染物的含量稍有升高。一般来说，当钻屑停止排放后，由于受海水、海流、水深等多种因素，对底质的影响会逐渐削弱，并在短期内得到恢复。根据《渤中 3-2 油田开发工程环境影响报告书》中钻屑排放的预测结果，钻屑覆盖厚度不小于 2cm 的区域面积为 0.03km²，离排放点最大距离约 186m。

类比分析可知，本次调整井工程钻屑排放对沉积物影响范围均不会超过原报告书的预测结果，对沉积物影响范围仅集中在钻井附近很小的距离内，其对底栖生物造成影响的覆盖范围是有限的，不会对油田开发区周围的整个底栖生态系统造成明显危害。由于非油层段钻屑排放仅在施工期，影响是暂时的。

6.4 海洋生态影响分析与评价

鱼卵、仔稚鱼和游泳动物密度均采用中国水产科学研究院黄海水产研究所于 2015 年 6 月的调查数据，底栖生物密度根据青岛环海海洋工程勘察研究院于 2015 年 10 月调查的数据计算，渔业资源损失估算参数见表 6.4-1。

表 6.4-1 渔业资源密度

种类	数据来源	资源密度
鱼卵 (粒/m ³)	渔业资源调查资料 (2018)	0.38
仔稚鱼 (尾/m ³)		0.24
幼鱼 (尾/km ²)	渔业资源调查资料 (2018)	76724
鱼类成体 (kg/km ²)		130.97
头足类幼体 (尾/km ²)		3701
头足类成体 (kg/km ²)		89.08
甲壳类幼体 (尾/km ²)		16479
甲壳类成体 (kg/km ²)		182.93
底栖生物 (g/m ²)	环境现状调查资料 (2018)	6.61

(1) 钻井液排放对渔业资源的影响

根据类比分析可知，本工程钻井液排放对周围海水水质的影响面积不会超过《渤中 3-2 油田开发工程环境影响报告书》中的预测结果，影响深度取平均水深 24.5m。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价规程》(SC/T9110-2007)，生物资源损失量的评估公式为： $W_i = D_i \times S_i$ ， W_i 为第 i 种类生物资源受损量， D_i 为评估区域内第 i 种类生物资源密度， S_i 为第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积。钻井液排放对渔业资源的影响计算见表 6.4-2。

表 6.4-2 钻井液排放造成渔业资源损失量

类别	资源密度	悬浮泥沙超标倍数 (Bi)	钻井液超标面积 (km ²)	损失率 (%)	损失量
鱼卵	0.38 粒/m ³	Bi≤1	0.649	5	302110 粒
		1<Bi≤4	0.389	10	362159 粒
		4<Bi≤9	0.259	30	723387 粒
		>9	0.045	50	209475 粒
仔稚鱼	0.24 尾/m ³	Bi≤1	0.649	5	190806 尾
		1<Bi≤4	0.389	10	228732 尾
		4<Bi≤9	0.259	30	456876 尾
		>9	0.045	50	132300 尾
幼鱼	76724 尾/km ²	Bi≤1	0.649	5	2490 尾
		1<Bi≤4	0.389	10	2985 尾
		4<Bi≤9	0.259	30	5961 尾
		>9	0.045	50	1726 尾
头足类幼体	3701 尾/km ²	Bi≤1	0.649	5	120 尾
		1<Bi≤4	0.389	10	144 尾
		4<Bi≤9	0.259	30	288 尾
		>9	0.045	50	83 尾
甲壳类幼体	16479 尾/km ²	Bi≤1	0.649	5	535 尾
		1<Bi≤4	0.389	10	641 尾
		4<Bi≤9	0.259	30	1280 尾
		>9	0.045	50	371 尾
鱼类成体	130.97kg/km ²	Bi≤1	0.649	1	0.85kg
		1<Bi≤4	0.389	5	2.55 kg
		4<Bi≤9	0.259	10	3.39 kg
		>9	0.045	20	1.18 kg
头足类成体	89.08kg/km ²	Bi≤1	0.649	1	0.58 kg
		1<Bi≤4	0.389	5	1.73 kg
		4<Bi≤9	0.259	10	2.31 kg
		>9	0.045	20	0.80 kg
甲壳类成体	182.93kg/km ²	Bi≤1	0.649	1	1.19 kg
		1<Bi≤4	0.389	5	3.56 kg
		4<Bi≤9	0.259	10	4.74 kg
		>9	0.045	20	1.65 kg

(2) 钻屑排放对渔业资源的影响

根据类比分析可知,本工程钻屑排放对周围海水水质的影响面积不会超过类比对象《渤中 3-2 油田开发工程环境影响报告书》中的预测结果,影响深度取平均水深 24.5m。本工程钻进产生的非油层段钻屑随钻随排,持续污染一个周期的天数为 15 天,本工程非油层段钻屑排放量为 648m³,排放速率为 5.4m³/d,影响周期为 8。钻屑将在在海流作用下大部分沉积在平台 200m 以内,总沉积面积不会超过 0.2512km²,在此范围内底栖生物损失率按 100% 计算。计算依据《建设项目对海洋生物资源影响评价规程》(SC/T9110-2007)中的评估方法,参数取值与已核准的《渤中 3-2 油田开发工程环境影响报告书》保持一致,在本工程源强远小于类比对象的情况下,保守起见,按类比对象的影响面积计算,计算结果远小于本工程钻

屑排放造成的损失量。具体计算见表 6.4-3 和表 6.4-4。

表 6.4-3 钻屑排放造成底栖生物损失量

渤中 3-2 油田	覆盖厚度>2cm		底栖生物损失量(t)
	面积(km ²)	损失率%	
	0.2512	100	1.66

表 6.4-4 钻屑排放造成渔业资源损失量

类别	资源密度	悬浮泥沙超标倍数 (Bi)	钻屑超标面积 (km ²)	损失率 (%)	周期	损失量
鱼卵	0.38 粒/m ³	Bi≤1	0.165	5	8	614460 粒
		1<Bi≤4	0.099	10	8	737352 粒
		4<Bi≤9	0.066	30	8	1474704 粒
		>9	0.000	50	8	0 粒
仔稚鱼	0.24 尾/m ³	Bi≤1	0.165	5	8	313698 尾
		1<Bi≤4	0.099	10	8	376438 尾
		4<Bi≤9	0.066	30	8	752875 尾
		>9	0.000	50	8	0 尾
幼鱼	76724 尾/km ²	Bi≤1	0.165	5	8	5064 尾
		1<Bi≤4	0.099	10	8	6077 尾
		4<Bi≤9	0.066	30	8	12153 尾
		>9	0.000	50	8	0 尾
头足类幼体	3701 尾/km ²	Bi≤1	0.165	5	8	244 尾
		1<Bi≤4	0.099	10	8	293 尾
		4<Bi≤9	0.066	30	8	586 尾
		>9	0.000	50	8	0 尾
甲壳类幼体	16479 尾/km ²	Bi≤1	0.165	5	8	1088 尾
		1<Bi≤4	0.099	10	8	1305 尾
		4<Bi≤9	0.066	30	8	2610 尾
		>9	0.000	50	8	0 尾
鱼类成体	130.97kg/km ²	Bi≤1	0.165	1	8	1.73 kg
		1<Bi≤4	0.099	5	8	5.19 kg
		4<Bi≤9	0.066	10	8	6.92 kg
		>9	0.000	20	8	0.00 kg
头足类成体	89.08kg/km ²	Bi≤1	0.165	1	8	1.18 kg
		1<Bi≤4	0.099	5	8	3.53 kg
		4<Bi≤9	0.066	10	8	4.70 kg
		>9	0.000	20	8	0.00 kg
甲壳类成体	182.93kg/km ²	Bi≤1	0.165	1	8	2.41 kg
		1<Bi≤4	0.099	5	8	7.24 kg
		4<Bi≤9	0.066	10	8	9.66 kg
		>9	0.000	20	8	0.00 kg

综上所述，本次调整工程钻井液和钻屑排放所造成的鱼卵损失量不超过 4423647 粒，仔稚鱼损失量不超过 2451725 尾，幼鱼损失量不超过 36455 尾，头足类幼体损失量不超过 1759 尾，甲壳类幼体损失量不超过 7830 尾，鱼类成体损失量不超过 21.80kg，头足类成体损失量不超过 14.83kg，甲壳类损失量不超过 30.45kg，底栖生物损失量不超过 1.66t。

(3) 生物资源损失金额估算

本工程所造成的环境影响损失，主要是建设阶段产生的非油层段钻井液、非油层段钻屑

排放对渔业资源造成的损失。本节将根据类比分析结果和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》(SC/T 9110-2007)，估算本工程在建设过程中对海洋生物资源可能造成的损害。

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：“一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍”，施工阶段非油层段钻屑钻井液排放造成的生物资源损害属一次性损害，按 3 倍进行补偿。

①鱼卵、仔稚鱼经济价值计算

鱼卵、仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算。鱼卵、仔稚鱼经济价值按公式 (1) 计算：

$$M = W \times P \times E \dots\dots\dots (1)$$

式中：

M ——鱼卵和仔稚鱼经济损失金额；

W ——鱼卵和仔稚鱼损失量；

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 ——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 0.8 元/尾计算。

②渔业生物经济价值计算

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，生物资源、底栖生物的价格接近三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 0.8 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 7.1.2 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。

③渔业资源经济损失计算

本工程渔业资源经济损失额合计见表 6.4-5。本工程共造成经济损失 59.27 万元。

表 6.4-5 本工程造成的渔业损失价值估算

渔业资源	损失量	折算鱼苗损失量	单价	经济损失 (万元)	经济补偿 (万元)	
					补偿倍数	金额
底栖生物	1.66 吨	/	1.0 万元/吨	1.66	3	4.98
鱼卵	4423647 粒	44236 粒	0.8 元/尾	3.54		10.62
仔稚鱼	2451725 尾	122586 尾	0.8 元/尾	9.81		29.42
幼鱼	36455 尾	/	0.8 元/尾	2.92		8.75
头足类幼体	1759 尾	/	0.8 元/尾	0.14		0.42
甲壳类幼体	7830 尾	/	0.8 元/尾	0.63		1.88
鱼类成体	21.80kg	/	1.0 万元/吨	0.02		0.07
头足类成体	14.83kg	/	1.0 万元/吨	0.015		0.044
甲壳类成体	30.45kg	/	1.0 万元/吨	0.03		0.091
合计					59.27	

(4) 小结

根据本节对工程施工对海洋生态的影响分析与评价，钻井施工阶段非油层段钻井液和非油层段钻屑的排放期很短，影响范围有限，悬浮沙增量超过 10mg/L 的影响范围较小，影响范围局限于排放点周围狭小的 500m 范围内，且排放后短时间内即可恢复到一类水质水平；非油层段钻屑排放对海底沉积物影响不大，覆盖厚度大于 2cm 的最远距离不会超过 200m。

施工期严格控制非油层段钻井液和非油层段钻屑的排放速率，施工期间产生的悬浮沙影响范围较小，时限较短，对浮游生物、底栖生物和渔业资源影响很小，故本工程施工对海洋生态环境的影响是可接受的。

6.5 对环境敏感目标的影响与评价

根据类比分析结果，调整井工程所产生的钻井液排放超一类最大距离不超过 2.25km，钻屑排放超一类最大距离不超过 0.56km。

渤中 3-2 油田位于白姑鱼产卵场。钻井和生产阶段可能会对产卵场造成一定影响，而其他敏感目标均在 28 公里以外，所以基本不会产生影响。

根据以上分析，本工程在开发建设和生产运营期间对周围环境敏感目标影响很小。若发生溢油事故，则视当时风况和溢油量，对特定的敏感目标可能会有一定影响，将在溢油章节进行分析。

6.6 环境事故风险分析与评价

6.6.1 风险识别

(1) 井喷

在钻完井期间，存在着发生井喷的可能性。而发生井喷的主要原因是由于地层压力过高、且钻井液比重失调以及防井喷措施不当所致。一旦发生井喷，将可能有大量原油和天然气物质喷出，并对周围生态环境产生严重威胁。井喷发生后，一般都是由于井壁坍塌或者是地层压力下降而自然停止喷射。因此，井喷排放量难以估算。

《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 6.6-1。

表 6.6-1 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
开发钻井	3.9×10^{-4}	4.8×10^{-5}	次/井
生产井	2.9×10^{-6}	2.6×10^{-6}	次/（井·a）
注水井	-	2.4×10^{-6}	次/（井·a）

本工程实施 5 口生产井、1 口同井抽注井和 2 口先期排液注水井。根据表 6.6-1 估算，本项目发生井喷的概率为 1.2×10^{-5} 次/a。

(2) 火灾和爆炸

设备故障以及人员操作失误有可能造成火灾和爆炸。在钻井作业期间导致火灾和爆炸的基本因素是易燃烃类物质的存在，而酿成火灾和爆炸的直接原因是作业过程中可能出现的明火。当钻开油气层时，地层中的流体会伴随着钻井液进入钻井液池，这种流体中含有烃类物质。当烃类物质聚集到爆炸浓度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。不过，钻台和钻井液池区为敞开区，自然通风极佳，不易形成烃类物质的积聚；而且这些地方又绝对禁止明火作业和吸烟。因此由于烃类物质释放和聚集引起火灾和爆炸的可能性极小。

在生产过程中，平台上进行油气输送、分离或处理等作业，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、机械碰撞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。

根据 S.Fjeld 和 T.Andersen 等人通过对北海某油田的事故分析，给出了海上生产设施各区的火灾事故发生频率：

油气传输区 3×10^{-4} 次/年

油气处理区 4×10^{-3} 次/年

储油区 2×10^{-3} 次/年

渤中 3-2 油田隔水套管支撑井口以油气传输为主，发生火灾事故的概率为 3×10^{-4} 次/a。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，各平台火灾引起的溢油事故概率小于 3×10^{-5} 次/a。由于平台上配备有充分的消防设备，预期大部分平台失火事故可得到有效控制，因此火灾事故失控导致的大规模溢油事故是极少发生的。

(3) 燃料油泄漏

钻完井期间燃料油泄漏源为钻井船的燃料油储舱破裂，以及供应船向钻井船输油时过油软管的破裂和误操作。施工船舶的储油舱一般设置在中部侧舷，钻井船储油舱设置在远高于水面的底层甲板。施工船舶或供应船靠泊平台时一般采取旁靠方式，发生碰撞的可能性极小。即使由于操作失误而发生碰撞，也是船的首部与平台底部导管架碰撞，不会损坏储油舱。显然，只有当钻井平台或船舶发生严重的火灾和爆炸事故时，才有可能导致大量燃料油泄漏于海。

在输油作业中，输油软管破裂有可能造成燃料油泄漏。由于输油作业有严格的操作规程，输油软管定期更换，同时输油软管较短，内部存油量很小，受油作业时供应船与受油设施均有人值班监视，一旦发生事故立即关泵停输，因此不会造成大规模泄漏。

(4) 船舶碰撞

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与平台设施发生碰撞。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 6.6-2。

表 6.6-2 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	8.8×10^{-5}	0.17	26%	3.9×10^{-6}
外来航船	2.5×10^{-5}	0.17	26%	1.1×10^{-6}

本工程中，发生船舶碰撞并造成产生重大损伤的概率为 5.0×10^{-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。

(5) 地质性溢油

对于断裂系统十分复杂的油田，不恰当注入会造成储层压力高压异常，如储层附近恰好存在着连通海床的自然地质断层，地层压力可能会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溢油事故。钻井过程中钻遇由于注入导致的高压地层可能引起井涌，在井控过程中有可能造成薄弱地层破裂而导致溢油。

（6）最大可信事故

由以上的分析/论述可知，本工程建设和生产阶段的主要溢油事故来自井喷/井涌、海上设施起火爆炸、船舶碰撞、地质性油气泄漏等。不同的溢油事故带来的环境风险程度不同。根据各类事故发生概率和可能发生的溢油规模。

当发生井喷事故时，井流的喷放量很大，难以估计；当井口平台/综合平台发生起火爆炸事故时，在采取消防措施的同时，将视事故发生的位置和严重程度，采取相应级别的应急关断，一般不会导致大量原油入海。在消防和应急关断措施均失效的极端情况下，大量井流将流入海洋，但这种事故下的最大溢油排污量很难定量给出。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），对本项目可能造成的风险进行最大可信事故判定，由于本工程仅在现有的油田设施基础上进行调整井建设，并未增加工程设施，因此运营期的风险并未增加，鉴于施工期运用船舶进行施工，存在一定的船舶碰撞的风险。因此，选择施工期船舶碰撞作为最大可信事故进行溢油事故预测。

6.6.2 地质性溢油风险分析与评价

6.6.3 事故后果分析与计算

（1）风险事故类型

通过风险识别，并结合国内外同类项目事故统计资料，确定本工程最大可信事故确定为施工期船舶碰撞引起的燃料油泄漏。井喷和平台火灾所造成的溢油事故发生概率较低，溢油量难以估算，而船舶碰撞引起的燃料油泄漏的发生概率相对较高，规模中等，存在较大的环境风险，因此是本工程的最大可信事故。溢油事故环境风险分析见表 6.6-5。

表 6.6-5 溢油事故环境风险

排放源	排放物	事故概率	规模
井喷	原油	小	小~大
平台火灾事故	原油	小	小~大
燃料油泄露	燃料油	中	中

选择渤中 3-2 油田作为溢油点，根据供应船储油舱体积，估算本次调整井工程发生溢油事故的溢油量为 200t，溢油方式为点源连续排放，溢油持续时间为 2h，选择大潮期的涨潮时刻和落潮时刻进行预测。

（2）拟采用的溢油预测模式

溢油预测模式的背景流场为我单位已经建立完成的包括整个中国近海的大区域背景流

场，同时对四个重点关注海域（渤海油田区、东海油田区、南海西侧-涠洲岛附近、南海东侧-珠江口附近）进行了网格细化，即建立了一个大区域模式和四个小区域模式，其分辨率分别为 5' 和 1'，并将这五个模式结合在一起，实现全海域预测的同时保证重点关注海域的计算分辨率。

本工程假设包括背景流场和波浪净流在内的表层流已知流速分量为 U_b ， V_b ，而不确定方法表示湍流的随机扩散由随机游动速度 U' 和 V' 表示，则每一个油粒子的漂移速度为：

$$\begin{aligned} U &= U_b + U' \\ V &= V_b + V' \end{aligned} \quad (1)$$

油粒子在嵌套漫游网格内的水平迁移则可表示为：

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

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

波浪净流的量值较小，因为溢油油膜的覆盖使海面变得较为平坦。它可根据二阶 Stokes 波理论由下式给出：

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

式中 K ， ω ， H ， d ， z 分别代表波数，波圆频率、波高、水深和油粒子所处的深度。

波浪的主要作用并不在于波浪净流，因为它较背景流场要小得多。波浪作用主要在于搅动水面，及由破碎引起的溢油入水。溢油入水体积可写为：

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

其中， V_0 、 t 、 H_s 、 L 分别为溢油初始体积、时间、有效波高和波长。 C_2 为常数，取作 $-2.53 \times 10^{-3} / V_0^{0.62}$ 。

溢油入水后化作比油粒子更小的油滴来模拟其垂向运动。油滴的垂向运移仍由确定的背景场垂向流速分量 W_b 、浮力作用下的上浮速度 W_L 和不确定的垂向湍流扩散来计算。垂向运移距离：

$$\Delta z = (W_b + W_L) \Delta t + \xi \sqrt{6K_v \Delta t} \quad (5)$$

依 Johanson- Ichiye 的公式，垂向涡动扩散系数由下式计算：

$$\frac{V_e}{V_o} = 1 - e^{C_2 t H_s^2 / L} \quad (6)$$

Hs、T、Z、K、C 分别为有效波高、周期、深度、波数和常数，上浮速度分量依据油滴直径大小分别计算。设浮力作用下，油滴临界直径为 d_e ，则有：

$$d_e = \frac{9.52 \nu^{2/3}}{g^{1/3} (1 - \rho_o / \rho_w)^{1/3}} \quad (7)$$

对 $d_i < d_e$ ，由 Stokes 定律：

$$W_L = g d_i^2 (1 - \rho_o / \rho_w) / 18 \nu \quad (8)$$

对 $d_i > d_e$ ，则有：

$$W_L = \left[\frac{8}{3} g d_i (1 - \rho_o / \rho_w) \right]^{1/2} \quad (9)$$

式中 g 、 d_i 、 ν 、 ρ_o 、 ρ_w 分别为重力加速度、油滴直径、运动粘性系数、油密度和水密度，油滴垂向运移的中心差分公式：

$$z^{n+1} = z^n + (W_b + W_L)^{n+1/2} \Delta t + \xi \sqrt{6 K_v \Delta t} + o(\Delta t^2) \quad (10)$$

溢油的挥发乳化与油品特性有关。

挥发率可写为：

$$F_v = \ln \left[1 + B' \left(\frac{T_G}{T} \right) \theta' e^{(A' - B' \frac{T_o}{T})} \right] \frac{T}{B' T_G} \quad (11)$$

式中 $A'=6.3$ ， $B'=10.3$ ， T 为油温， T_G 为油的沸点曲线梯度， T_o 为油的初始沸点温度， θ' 为挥发系数由下式确定：

$$\theta' = C W^{0.78} t A / V_o \quad (12)$$

C 为常数， W 风速， t 时间， A 油膜面积， V_o 初始溢油体积。乳化程度由含水率 Y_W 表示，依据 Mackay(1980)有：

$$Y_w = \frac{1}{K_B} [1 - e^{-K_A K_B (1+W)^2 t}] \quad (13)$$

其中 Y_w 为乳化物含水量 (%)， K_A 取 4.5×10^{-6} ， K_B 取 $1/Y_w^F$ ， Y_w^F 为最终含水量，取 1.25。

则水面油粒子体积应为：

$$V_i = V_o (1 - F_{V_i}) / (1 - Y_{w_i}) \quad (14)$$

设乳化前油密度为 ρ_o ，水密度为 ρ_w ，则乳化后油密度：

$$\rho_* = (1 - Y_w) \rho_o + Y_w \cdot \rho_w \quad (15)$$

蒸发对油密度的影响为：

$$\rho = (0.6\rho_o - 0.34)F_v + \rho_o \quad (16)$$

综合挥发、乳化影响，油密度表达为：

$$\rho = (1 - Y_w)[(0.6\rho_o - 0.34)F_v + \rho_o] + Y_w \cdot \rho_w \quad (17)$$

忽略油粘性随温度的变化，即仅考虑乳化、挥发的影响，乳化将增加油的粘性：

$$\nu_* = \nu \cdot \exp[2.5Y_w / (1 - 0.654Y_w)] \quad (18)$$

挥发对油粘性的影响为：

$$\nu = \nu_o \cdot 10^{4F_v} \quad (19)$$

综合挥发、乳化作用，油粘性变化表示为：

$$\nu = \nu_o \cdot 10^{4F_v} \cdot \exp[2.5Y_w / (1 - 0.654Y_w)] \quad (20)$$

其中 ν_o 为初始时油膜的运动粘性系数。

(3) 风向风速

风向风速引用已核准的《渤中 3-2 油田开发工程环境影响报告书》中的数值，详见表 6.6-6。海上一旦发生溢油事故，溢出油漂浮在海面，一方面在风和流作用下向一定方向运移，另一方面，油膜同时不断向四周扩展，使油膜面积增大。此外含有不同组分的油膜在飘移过程中还经过蒸发、乳化、溶解和被悬浮物吸附沉降及生物降解等复杂的物理、化学和生物过程。预测除考虑原油在海面上物理过程（平流、扩散过程）和蒸发、乳化、凝聚外，其它过程由于其参数化的复杂性未能计入。

表 6.6-6 溢油数值模拟扩散选取风

风向	E	NE	ENE	S	SSW	SW	WSW	NW
极值风 (m/s)	22.6	22.4	16.4	18.5	19.1	11.5	16.6	17.3
平均风 (m/s)	8.6	10.2	6.7	8.5	6.7	5.8	7.1	6.0

(4) 预测结果

从表 6.6-7~6.6-14 与图 6.6-12~6.6-15 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，在图中可以看到油膜中心点分布比较密集甚至发生重叠。在近海区域，风速和风向引起的浅海风海流对于溢油漂移扩散结果起很重要的作用，体现在模拟结果中就

是：不同的风向直接导致溢油漂移方向不同，甚至决定了溢油是否抵岸。

溢油发生后 72 小时，极风 E、极风 NE、极风 S 和极风 SSW 风向条件下，油膜将抵岸。

表 6.6-7 不同风向、均风情况下溢油发生后 72h 溢油漂移距离 (km) 与扫海面积 (km²) (涨潮)

风向	风速	72h 漂移距离 (km)	72h 扫海面积 (km ²)	72h 油膜面积 (溢油扩散中最大面积, km ²)	首次抵敏感区所需时间 (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 (%)
E	8.6	113.2	547.6	9.4	55 (大清河口至小清河口海域 (沙源保护海域))	46.6	-	-	42.4
NE	10.2	111.4	589.6	9.1	-	-	-	-	44.5
ENE	6.7	92.9	353.3	9.4	-	-	-	-	46.3
S	8.5	86.4	542.8	9.7	25.5 (滦河口海域养殖区)	50.9	-	-	45.3
SSW	6.7	77.7	475.8	9.7	-	-	-	-	46.3
SW	5.8	105.1	693.1	10.2	-	-	-	-	44.0
WSW	7.1	82.7	495.9	9.6	-	-	-	-	46.0
NW	6.0	90.1	462.5	9.5	-	-	-	-	46.7

表 6.6-8 不同风向、均风条件下溢油发生后 6h、12h、18h、24h 溢油漂移距离 (km) 与扫海面积 (km²) (涨潮)

风向	风速	溢油后 6h			溢油后 12h			溢油后 18h			溢油后 24h		
		漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	残存油量 (%)	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	残存油量 (%)	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	残存油量 (%)	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	残存油量 (%)
E	8.6	3.2	7.8	59.0	13.4	44.4	55.0	19.3	73.7	52.8	30.4	122.7	51.2
NE	10.2	3.8	10.0	58.3	15.4	49.9	54.3	20.5	71.4	52.0	33.3	123.6	50.4
ENE	6.7	2.7	6.6	60.0	12.0	38.3	56.0	17.2	51.6	53.9	27.6	81.6	52.2
S	8.5	7.6	19.9	59.0	13.1	43.6	55.1	24.5	98.3	52.8	31.1	136.8	51.2
SSW	6.7	7.5	18.5	60.0	11.3	32.5	56.0	22.4	82.8	53.8	27.7	114.6	52.2
SW	5.8	10.5	25.7	57.7	15.0	45.2	53.8	29.0	108.1	51.5	35.9	150.1	49.9
WSW	7.1	8.4	18.0	59.8	11.3	27.4	55.8	23.2	76.0	53.5	27.1	97.5	52.0
NW	6.0	6.8	13.6	60.5	12.5	38.7	56.5	22.7	79.2	54.3	28.5	104.9	52.9

表 6.6-9 不同风向、均风情况下溢油发生后 72h 溢油漂移距离 (km) 与扫海面积 (km²) (落潮)

风向	风速	72h 漂移距离 (km)	72h 扫海面积 (km ²)	72h 油膜面积 (溢油扩散中最大面积, km ²)	首次抵敏感区所需时间 (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 (%)
E	8.6	111.3	550.4	9.4	54.5 (大清河口至小清河口海域 (沙源保护海域))	47.6	-	-	42.9
NE	10.2	110.9	568.9	9.3	-	-	-	-	44.9
ENE	6.7	94.3	387.9	9.1	-	-	-	-	45.9
S	8.5	87.3	554.2	9.5	25 (滦河口海域养殖区)	52.0	-	-	46.8
SSW	6.7	79.4	498.4	9.8	-	-	-	-	48.5
SW	5.8	108.3	683.2	9.7	-	-	-	-	43.6
WSW	7.1	84.9	500.9	9.6	-	-	-	-	45.8
NW	6.0	93.2	487.5	9.5	-	-	-	-	47.1

表 6.6-10 不同风向、均风条件下溢油发生后 6h、12h、18h、24h 溢油漂移距离 (km) 与扫海面积 (km²) (落潮)

风向	风速	溢油后 6h			溢油后 12h			溢油后 18h			溢油后 24h		
		漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	残存油量 (%)	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	残存油量 (%)	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	残存油量 (%)	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	残存油量 (%)
E	8.6	3.6	8.3	59.0	14.3	48.9	55.9	20.4	75.3	53.2	33.1	125.4	51.7
NE	10.2	3.9	11.8	58.3	16.3	50.3	52.3	22.3	72.3	52.3	32.1	130.2	50.9
ENE	6.7	3.0	7.1	62.1	13.2	40.2	55.4	19.4	53.2	54.9	29.3	88.9	51.2
S	8.5	7.8	20.2	60.2	12.2	45.2	56.2	26.3	100.9	53.1	31.0	140.2	53.2
SSW	6.7	7.7	19.5	60.9	13.2	35.9	57.2	24.3	88.6	54.2	26.8	119.5	53.2
SW	5.8	10.7	27.4	58.2	16.3	47.3	57.9	30.3	112.3	51.9	38.9	155.9	50.5
WSW	7.1	8.9	19.3	60.3	14.2	29.5	60.2	24.1	78.9	54.5	29.1	99.3	53.1
NW	6.0	7.4	14.8	61.2	14.7	39.8	59.9	23.9	82.1	56.3	29.1	112.3	51.8

表 6.6-11 不同风向、极风情况下溢油发生后 72h 溢油漂移距离 (km) 与扫海面积 (km ²) (涨潮)									
风向	风速	72h 漂移距离 (km)	72h 扫海面积 (km ²)	72h 油膜面积 (溢油扩散中最大面积, km ²)	首次抵敏感区所需时间 (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 (%)
E	22.6	120.2	550.2	10.7	21.5 (大清河口至小清河口海域 (沙源保护海域))	47.7	30	46.0	-
NE	22.4	182.8	992.2	11.0	48 (东营利津底栖鱼类生态国家级海洋特别保护区)	43.3	61	42.1	--
ENE	16.4	146.3	702.9	10.1	64 (辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区渤海湾核心区)	43.1	-	-	42.5
S	18.5	100.4	458.9	10.0	12 (滦河口海域养殖区)	51.8	41	45.1	-
SSW	19.1	141.7	760.0	10.3	18 (昌黎海域养殖区)	49.4	57	43.1	--
SW	11.5	101.8	674.0	9.7	-	-	-	-	44.0
WSW	16.6	144.1	826.5	10.4	-	-	-	-	42.4
NW	17.3	145.9	915.3	10.2	-	-	-	-	42.3

表 6.6-12 不同风向、极风条件下溢油发生后 6h、12h、18h、24h 溢油漂移距离 (km) 与扫海面积 (km ²) (涨潮)													
风向	风速	溢油后 6h			溢油后 12h			溢油后 18h			溢油后 24h		
		漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	残存油量 (%)	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	残存油量 (%)	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	残存油量 (%)	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	残存油量 (%)
E	22.6	18.3	31.4	54.9	30.6	84.8	51.0	50.5	164.8	48.7	60.3	227.7	47.1
NE	22.4	17.9	43.7	55.0	29.6	96.1	51.0	48.1	180.0	48.7	59.6	257.6	47.1
ENE	16.4	14.7	27.0	56.3	22.0	57.2	52.3	37.3	116.7	50.0	44.0	150.9	48.5
S	18.5	11.4	35.1	55.8	25.8	89.9	51.8	35.5	139.4	49.5	53.4	229.7	47.9
SSW	19.1	10.4	33.1	55.6	25.5	90.0	51.7	34.7	137.2	49.4	52.2	225.2	47.8
SW	11.5	5.1	16.0	57.7	16.0	54.8	53.8	20.4	77.9	51.5	33.8	143.2	49.9
WSW	16.6	6.2	15.7	56.2	20.2	62.8	52.2	27.9	99.4	50.0	44.3	176.8	48.4

NW	17.3	8.7	28.8	56.0	22.4	81.1	52.1	33.1	137.3	49.8	49.9	220.4	48.2
----	------	-----	------	------	------	------	------	------	-------	------	------	-------	------

表 6.6-13 不同风向、极风情况下溢油发生后 72h 溢油漂移距离 (km) 与扫海面积 (km²) (落潮)

风向	风速	72h 漂移距离 (km)	72h 扫海面积 (km ²)	72h 油膜面积 (溢油扩散中最大面积, km ²)	首次抵敏感区所需时间 (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 (%)
E	22.6	118.2	543.2	10.6	22 (大清河口至小清河口海域 (沙源保护海域))	47.7	31	46.0	-
NE	22.4	182.8	982.2	11.0	55 (东营河口浅海贝类生态国家级海洋特别保护区)	42.9	63	42.1	--
ENE	16.4	144.6	712.9	10.0	67 (辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区渤海湾核心区)	43.1	-	-	42.4
S	18.5	96.4	450.8	9.7	13 (滦河口海域养殖区)	51.8	42	45.1	-
SSW	19.1	140.1	746.0	10.1	41 (昌黎海域国家级水产种质资源保护区)	47.4	58	42.3	--
SW	11.5	100.1	667.4	9.5	-	-	-	-	44.1
WSW	16.6	140.4	820.6	10.1	-	-	-	-	42.2
NW	17.3	141.5	910.5	10.0	-	-	-	-	42.1

表 6.6-14 不同风向、极风条件下溢油发生后 6h、12h、18h、24h 溢油漂移距离 (km) 与扫海面积 (km²) (落潮)

风向	风速	溢油后 6h			溢油后 12h			溢油后 18h			溢油后 24h		
		漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	残存油量 (%)	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	残存油量 (%)	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	残存油量 (%)	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	残存油量 (%)
E	22.6	17.9	30.1	54.0	30.2	82.1	51.0	49.5	160.5	48.7	59.2	220.9	46.5
NE	22.4	17.4	42.3	43.9	28.7	94.2	51.0	47.8	177.9	48.7	58.6	249.6	46.5
ENE	16.4	14.2	26.7	56.0	21.5	56.3	51.3	36.2	114.2	49.6	43.2	148.6	47.2
S	18.5	11.0	33.4	55.0	24.5	88.4	52.0	34.2	133.4	49.2	50.3	225.9	47.1
SSW	19.1	10.0	32.1	54.8	25.0	87.5	52.1	21.8	129.6	49.1	51.9	217.5	47.0

SW	11.5	4.9	15.6	57.0	15.4	52.1	52.9	19.5	75.9	50.9	30.7	140.2	48.6
WSW	16.6	6.0	15.0	55.4	19.5	60.9	50.9	26.8	93.2	49.2	40.4	168.4	47.9
NW	17.3	8.6	28.0	55.0	20.5	78.9	50.7	31.2	130.9	48.6	47.8	216.5	48.0

图 6.6-12 溢油 72 小时均风速各向迁移扩散（涨潮）

图 6.6-13 溢油 72 小时极风速各向迁移扩散（涨潮）

图 6.6-14 溢油 72 小时均风速各向迁移扩散（落潮）

图 6.6-15 溢油 72 小时极风速各向迁移扩散（落潮）

（2）溢油抵达敏感区时间及分析

溢油事件一旦发生，在风、流和海浪等驱动下在海面上输移，这势必会污染溢油附近海域的敏感资源。本工程的环境敏感区主要为自然保护区、海洋特别保护区、水产种质资源保护区和重要渔业水域。抵达主要目标的时间见表 6.6-15。本工程位于白姑鱼产卵场内，一旦在相应月份的产卵期及索饵期发生溢油事故而又没有任何应对措施，油膜将直接落在环境敏感区内并在风、潮流的作用下迁移扩散至其他附近环境敏感区域，对期产生重大的影响。一旦发生溢油，将对其产生影响。溢油发生后，可供溢油应急反应的时间较短，为保护工程周围环境敏感区域，在油井和平台钻探和生产过程中，务必加强管理，杜绝事故的发生。应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。

表 6.6-15 溢油抵达主要敏感目标的时间

序号	敏感目标	不利条件	到达时间 (h)	残存油量 (%)
1	大清河口至小清河口海域 (沙源保护海域)	极风 E 涨潮、极风 E 落潮、 均风 E 涨潮、均风 E 落潮	21.5	47.7
2	东营利津底栖鱼类生态国家 级海洋特别保护区	极风 NE 涨潮	48	43.3
3	辽东湾渤海湾莱州湾国家 级水产种质资源保护区渤海湾 核心区	极风 ENE 涨潮 极风 ENE 落潮	64	43.1
4	滦河口海域养殖区	极风 S 涨潮、极风 S 落潮、 均风 S 涨潮、均风 S 落潮	12	51.8
5	昌黎海域养殖区	极风 S 涨潮、极风 S 落潮、 均风 S 涨潮、均风 S 落潮、 极风 SW 涨潮	18	49.4
6	东营河口浅海贝类生态国家 级海洋特别保护区	极风 NE 落潮	55	42.9
7	昌黎海域国家级水产种质资 源保护区	极风 SSW 落潮	41	47.4
8	河北昌黎黄金海岸国家级自 然保护区缓冲区	极风 S 涨潮、极风 S 落潮、 均风 S 涨潮、均风 S 落潮	30	43.2

9	河北昌黎黄金海岸国家级自然保护区核心区	均风 S 涨潮、均风 S 落潮	50	47.3
10	南戴河海域养殖区	极风 S 涨潮、极风 S 落潮	66	43.6
11	大清河口海岛旅游区	均风 E 涨潮、均风 E 落潮	55	46.6
12	河北乐亭菩提岛诸岛省级自然保护区	均风 E 涨潮、均风 E 落潮	60	45.3
13	小清河养殖区	极风 E 涨潮	26	48

6.6.4 溢油对敏感目标的影响

(1) 对水产种质资源保护区

溢油对渔业资源的损害有物理作用和化学毒害两个方面。物理作用主要包括油黏着火覆盖生物体表，导致生物更新换代或减弱活动能力；油颗粒堵塞动物的呼吸和进水系统，致使生物窒息；油沉降于潮间带和浅水海底，使一些动物的幼虫、海藻孢子失去核实的固着基质等。原油对海洋生物的影响一是破坏了细胞膜的正常结构，二是干扰生物体的酶系统从而影响其正常代谢过程的进行。

溢油事故对成体鱼类的影响较小，主要是由于大量油在海水表面以漂浮形态存在，或者覆盖在海滩上，而大多数鱼类是在中层和底层水中生活。另外，许多上层和中层鱼能逃避黑色油块，底层鱼凭视觉和嗅觉尽量避免与下沉的油块接触。再者鱼类的体表、口和鳃具有粘液，不易被油污黏污。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。

油污染对鱼卵及仔稚鱼的影响极大，主要是由于多类经济鱼类为浮性卵，油膜对鱼卵的黏着、渗透等直接影响鱼卵的孵化率及孵化质量，而仔稚鱼对油污的反应极敏感，较小的油污浓度即能引起仔稚鱼的死亡和畸形。溢油事故中沉降的油块也能对一些沉性鱼卵产生不良影响。若溢油污染事故发生在产卵或孵化场，由于油的覆盖或毒害，鱼卵和幼体会被杀死；性成熟的鱼，当产卵洄游到严重油污、地理位置狭窄、浅水和水交换不良处，也会被杀死；产卵场或孵化场收到严重油污，将影响鱼的怀卵数量和产卵行为，种群繁衍可能收到伤害。

急性油污染对甲壳动物的毒性大小因生物种类、发育阶段、油种类、温度等而有较大差异。有些蟹类很耐油污，对虾对油似乎也不太敏感。有的油污染水溶性部分对幼虫的毒性一般高于成体。一般认为，短期是海洋生物致死，大多是低沸点芳烃的毒性作用。较高的温度往往会提高油的毒性。慢性油污染对甲壳类动物的影响，包括对摄食、呼吸、运动、趋化性、蜕皮、酶的活性、生殖、生长以及群落种类组成的变化等的影响。油能降低甲壳类动物的摄食率，高浓度的油对呼吸作用有刺激作用，油污能降低甲壳类动物的运动能力，抑制甲壳类动物的趋化性，降低或阻抑甲壳类动物的生殖行为，而且会延长蜕皮时间，降低生长率。

腹足类动物在体外背有一个螺旋形的贝壳，因此又称单壳类。生活在高潮带上的滨螺，在溢油事故中比较容易受到伤害。据有关试验，帽贝的抗油性最弱，滨螺次之，单齿螺和驼峰螺的抗性最大。油对腹足类动物的亚致死或慢性毒性影响，已知包括麻醉作用、对化学感受器的钝化以及对呼吸和运动等功能的影响。瓣鳃类动物由于有双壳，在遇到油污时能够暂时紧闭双壳度过逆境，因此要使它们在短期内死亡一般要很高的油浓度。

（2）对自然保护区

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，积极参与净化污染物质和物质循环，而且也是许多海洋生物的饵料。溢油对海洋微生物的影响主要有以下方面：抑制趋化能力、影响酶活性、降低代谢活性。

海洋植物尤其是浮游植物，是海洋的主要生物，若其受害则将影响整个海洋的生命界。海藻在海洋浮游植物中又有特殊的地位。有关原油和炼制油对海藻的影响研究，进行较多的是对光合作用、生长、生殖以及某些生化组分的变化影响等方面。

经相关试验发现，溢油能降低某些藻类对 CO_2 的吸收，影响其光合作用。另外还发现海水中低浓度的石油烃对藻类的生长具有促进作用，而高浓度的石油烃对藻类产生危害，但抑制作用因藻类种类不同而有差异。同时油污染往往能改变浮游植物群落的种类组成，促进以硅藻类为主的群落转变为以鞭毛藻为主的群落。

6.7 环境风险综合分析评价

本工程海上部分最主要的环境风险类型为施工期船舶碰撞。

对于本工程溢油事故而言，环境敏感区主要为自然保护区、海洋特别保护区、水产种质资源保护区和重要渔业水域。一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施，油膜将在风、潮流的作用下迁移扩散至附近环境敏感区域，到达敏感目标的最快时间为 12h，到达滦河口海域养殖区。渤中 3-2 油田借助的秦皇岛 32-6 油田现有溢油应急能力完全可以应对小型溢油事故，平台上配备了适当的溢油应急设备，守护船舶每天 24 小时在平台附近昼夜值守，一旦发生溢油突发事件，立即启动应急程序，按照既定的溢油应急方案快速有效地进行部署。建设单位应予以足够重视并采取必要措施，在施工和生产过程中，加强管理，杜绝溢油事故的发生，按照溢油应急计划配备足够的溢油应急响应资源，确保在环境安全的前提下进行海上石油开采活动，

综上所述，本工程的风险是可控的。

7 环境保护对策措施

7.1 施工期污染防治措施

(1) 钻井液处置措施

本工程钻井产生的油层段钻井液均由拖轮回收，运回陆地由专业资质单位接收处理，非油层段钻井液排放在满足《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》（GB18420-2009）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》要求执行。

(2) 钻屑处置措施

本工程钻井产生的油层段钻屑在平台上采用岩屑箱回收，再用拖轮运回码头，由专业资质单位接收处理；非油层段钻屑排放在满足《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》（GB18420-2009）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》要求执行。

(3) 工业垃圾处置措施

本工程产生工业垃圾全部运回陆地进行处理。

(4) 生活污水和生活垃圾处理措施

本工程生活污水依托作业的平台和钻井船的生活污水处理设施处理达标后排海，生活垃圾运回陆地处理。

(5) 机舱含油污水处理措施

本工程共产生机舱含油污水根据《沿海海域船舶排污设备铅封程序规定》，施工船舶机舱含油污水运回陆地处理。

(6) 油层段钻屑和钻井液监控措施

在钻井作业过程中，根据地质油藏部门预测油层段，提前做好钻屑和钻井液的回收准备工作，并且通过地质岩屑录井和气测录井显示监测含油情况，发现有含油显示立即开始回作业，回收全部油层段钻屑和钻井液。

7.2 运营期污染防治措施

本工程生产运营期产生的主要污染物为含油生产水、甲板冲洗水、初期雨水、工业垃圾以及生活污水、生活垃圾等。由于本工程运营期间主要生产设施、生产定员均不增加，因此

维持现状而不增加的污染物为：生活污水、生活垃圾、甲板冲洗水、初期雨水以及伴生天然气燃烧产生的废气；增加的污染物为油田生产作业过程中产生的含油生产水、工业垃圾。

（1）含油生产水处理措施

本工程投产后，新增含油生产水经生产水处理系统处理达标后回注。

（2）其他含油污水处理措施

其他含油污水（如初期雨水、甲板冲洗水等）全部经收集进入生产流程，经处理达标后全部回注地层，不外排。

（3）工业垃圾和生活垃圾处置措施

本工程投产后因修井作业等产生的工业垃圾全部运回陆地处理。

（4）生活污水处理措施

生活污水依托各平台上的生活污水处理设施处理达标后排海。

项目施工期和运营期污染防治措施见表 7.1-1。

表 7.1-1 项目施工期和运营期污染防治措施汇总表

阶段	污染物名称	处理方式
施工期	油层段钻屑	运回陆地由专业资质单位接收/处置。
	油层段钻井液	
	工业垃圾	运回陆地处理。
	生活垃圾	
	船舶机舱含油污水	运回陆地由专业资质单位接收/处置。
	非油层段钻屑	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》（GB18420-2009）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》要求实施作业。
	非油层段钻井液	
	生活污水	依托作业的平台和钻井船的生活污水处理设施处理达标后排海。
	洗井水	转井作业中，洗井产生的洗井水进入含油污水处理系统，按照《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T5329-2012）的要求处理合格后全部回注地层。
运营期	生产废水	全部经收集进入生产流程，经处理达标后全部回注地层，不外排。
	其他含油废水 （初期雨水、甲板冲洗水）	
	工业垃圾	运回陆地由专业资质单位接收/处置。
	生活垃圾	运回陆地处理。
	生活污水	依托平台上的生活污水处理设施处理达标后排海

7.3 生态保护对策措施

针对本工程可能对白姑鱼产生的影响，提出如下保护措施：钻井过程中应严格控制非油层段钻井液和非油层段钻屑的排放速率，非油层段钻屑和非油层段钻井液的排放避开工程

所在海域白姑鱼的产卵盛期（6月），最大限度地减少对海洋生物的影响。

7.4 清洁生产与总量控制

7.4.1 清洁生产

（1）先进的工艺与设备

钻井作业过程中，不使用毒性较大的油基钻井液和混油钻井液，选择了无毒的环保型天然聚合物水基钻井液，减少了环境污染。

海上平台采用油、气、水混输流程，实现油气全密闭输送，油气损耗率为零。

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工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、出油管线和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，避免了带压流体的跑、冒、滴、漏。

（2）资源能源利用指标

工艺处理过程中分出的天然气进入燃料气系统，经过压缩机增压后，用于透平发电机的燃料气。

（3）污染物产生及污染防治措施

施工期产生的污染物主要是油层段钻屑、油层段钻井液、非油层段钻屑、非油层段钻井液、生活污水、生活垃圾、工业垃圾、机舱含油污水、洗井水等，其处理方式主要是工业垃圾、生活垃圾、机舱含油污水等均运往陆地，由专业公司接收并处理；生活污水由生活污水处理装置处理达标后排放；洗井水进入生产工艺流程处理达标后回注地层；钻井使用无毒或低毒的水基钻井液。在钻井过程中，钻井液循环使用，通过延长钻井液使用寿命减少了钻井液的使用量和排放量。当钻至油气层时，少量地下原油可能进入钻屑和钻井液体系中。对于混有少量原油的钻屑和钻井液，集中收集运回陆地处理，从而减少了污染物的排海量。

运营期增加的主要污染物是含油生产废水和少量的工业垃圾，其中含油生产废水由生产水处理系统处理后回注地层，工业垃圾运往陆地进行处理。

（4）废物回收利用

在油田开发钻井过程中，钻井液循环使用，减少了钻井液的使用量。

根据对本工程的生产工艺与装备、资源能源利用、污染物产生及污染防治措施、废物回

收利用等四个方面的论述，本工程在建设阶段选用无毒的生产原料，通过物料的循环利用减少污染物排放。在生产过程中采用先进的生产技术，油气生产尽量使用清洁能源，采取多项节能措施；平台设有漏油收集设施，防止原油跑冒滴漏；全过程实施严格的环境保护及管理制度。在建设阶段和生产阶段产生的污染物均得到有效的处理。污染物的排放和处置符合国家或地方法规和标准的要求。

综合评价本工程清洁生产水平优于或达到国内清洁生产先进水平，因此从清洁生产角度分析，本工程可行。

7.4.2 总量控制

(1) 生活污水

根据《渤中 3-2 油田开发工程环境影响报告书》的要求，BZ3-2 平台控制排放量为 $2738\text{m}^3/\text{a}$ ，COD 控制排放浓度为 300mg/L ，COD 控制排放量为 0.82t/a 。

本次调整井投产后，平台人员不增加，BZ3-2 平台生活污水经平台上的生活污水处理设施处理达标后排海，平台生活污水 COD 排放量不增加，不超过原环评报告批复的总量控制指标，因此，生活污水 COD 的排放控制指标值维持原环评报告批复值不变。

(2) 生产水

本次调整井工程投产后，生产阶段调整井物流进入现有设施进行处理，不新建或改造生产处理设施，环保设施和其他公用设施。调整井投产后，生产阶段污染物排放种类不增加，含油生产水处理合格全部回注地层；生活污水、生活垃圾、其他含油生产水、生产垃圾和伴生天然气排放量较现有工程不增加。

本工程投产后，产生的含油生产水经生产水处理系统和注水系统处理达标后全部回注地层，处理量未超其含油生产水处理能力。维持《渤中 3-2 油田开发工程环境影响报告书》中的批复值，即非正常工况下含油生产水处理达标后排放 15 天的排海量为 $2.4 \times 10^4\text{m}^3/\text{a}$ ，因此维持原总量控制指标不变。

7.5 事故防范措施和应急方法与对策措施

7.5.1 事故防范措施

严格按照设计标准进行精心设计，正确地应用设计规范和建造安装规范是渤中 3-2 油田各系统结构强度、稳性和抗疲劳程度的基本保证。为此，本油田的设计将严格执行国家有关法律、规范和标准以及遵循国际通用规范和标准，实施这些规范和标准可以保证工程设计、建造和安装质量，是确保安全生产的关键。

(1) 为防止钻井阶段火灾和井喷事故的发生，油田作业者应采取如下措施：

- 严格实施钻完井作业规程；
- 在钻台、钻井液池和钻井液工艺室等场所设置通风系统和烃类气体探测器，自动探测可能聚集的烃类气体；
- 管汇油管强度设计采用较高的安全系数；
- 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；
- 选择优质封隔器并及时更换损坏元件；
- 在开钻之前制定周密的钻完井计划；
- 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；
- 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。

(2) 为防止平台泄漏造成的火灾、爆炸事故的发生，油田作业者应采取如下措施：

- 主要设备、生产装置和单元均设置相应的压力、液位和温度报警系统与安全泄压保护装置及应急关断系统；
- 在生产工艺区装备火焰和气体探测器，以监测工艺流程中的火情和可燃气体浓度，发现异常及时报警。

(3) 船舶碰撞溢油风险防范措施

为减少事故发生的概率，并减小溢油事故后对环境造成的影响，应采取事故防范措施。

1) 在施工期间，建立溢油应急制度，一旦突发事故造成溢油事故，应迅速做出反应，一方面尽快向部门监督和环保部门汇报，并组织事故现场监测和调查，另一方面应同时尽快实施油污回收、消除等有效措施，以减少污染损害。

2) 为防止钻完井作业、施工过程可能出现的溢油风险事故，公司应设立事故应急机构，平时协助监督部门进行安全生产监督、检查，及时发现并排除事故。

3) 协助相关部门作好进作业船舶的调度工作，严格执行有关操作规程，避免船舶的碰撞。制定严格的船舶施工作业制度和操作规程，尽量杜绝事故的发生。

4) 制订必要的事故应急程序，配置相应的具有溢油回收功能的施工船舶等。一旦溢油事故发生，立即启动应急程序，并及时报告相关政府部门，对溢油进行清除，将溢油造成的

损失降至最低。

5) 合理安排施工作业面,在有船舶通过时,提前采取避让的措施。施工单位根据作业需要,须划定与施工作业相关的安全作业区时,应报经海事机构核准、公告;设置有关标志,严禁施工作业单位擅自扩大施工作业安全区,严禁无关船只进入施工作业海域,并提前、定时发布航行公告。

6) 施工作业期间所有施工船舶须按照国际信号管理规定显示信号。

7) 施工作业船舶在施工期间加强值班瞭望,施工作业人员应严格按照操作规程进行操作。

8) 施工作业船舶在发生紧急事件时,应立即采取必要的措施,同时向公司海事部门及主管部门报告。

9) 发生船舶交通事故时,应尽可能关闭所有油仓管系统的阀门、堵塞油舱通气孔,防止溢油。

7.5.2 溢油应急方案与对策

虽在施工和生产期间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。因此必须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。

(1) 溢油应急计划

根据《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》第 1.5 节的规定,溢油事故分为特别重大、重大、较大和一般四级:

- ①特别重大溢油事故,指溢油 1000 吨以上的海洋石油勘探开发溢油事故;
- ②重大溢油事故,指溢油 500 至 1000 吨(含)的海洋石油勘探开发溢油事故;
- ③较大溢油事故,指溢油 100 至 500 吨(含)的海洋石油勘探开发溢油事故;
- ④一般溢油事故,指溢油 0.1 至 100 吨(含)的海洋石油勘探开发溢油事故。

中海石油(中国)有限天津分公司已根据《中华人民共和国海洋环境保护法》和《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》等法律法规,以及《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》,组织编写了油田溢油应急计划,并于 2015 年 9 月备案。渤中 3-2 油田溢油应急小组是在天津分公司应急指挥中心的领导、支持下进行现场级别的溢油应急事故的应急反应,渤中 3-2 油田应急组织机构见图 7.5-1。若渤中 3-2 油田发生超出自身应急能力的溢油事故,此时听从上级天津分公司的应急指挥中心指挥。渤中作业公司溢油应

急反应小组提供技术支持，渤中 3-2 油田溢油应急反应技术支持小组见图 7.5-2。天津分公司承担渤海湾海域的石油天然气开发，经过几十年的发展，已经形成较为完善的应急响应系统，体现了中国海油总部赋予天津分公司在应急状态下的现场指挥、协调的主体地位。在渤海湾作业的各承包商也必须在天津分公司应急指挥中心的统一领导指挥下处置各种应急事件，天津分公司应急组织机构见图 7.5-3。

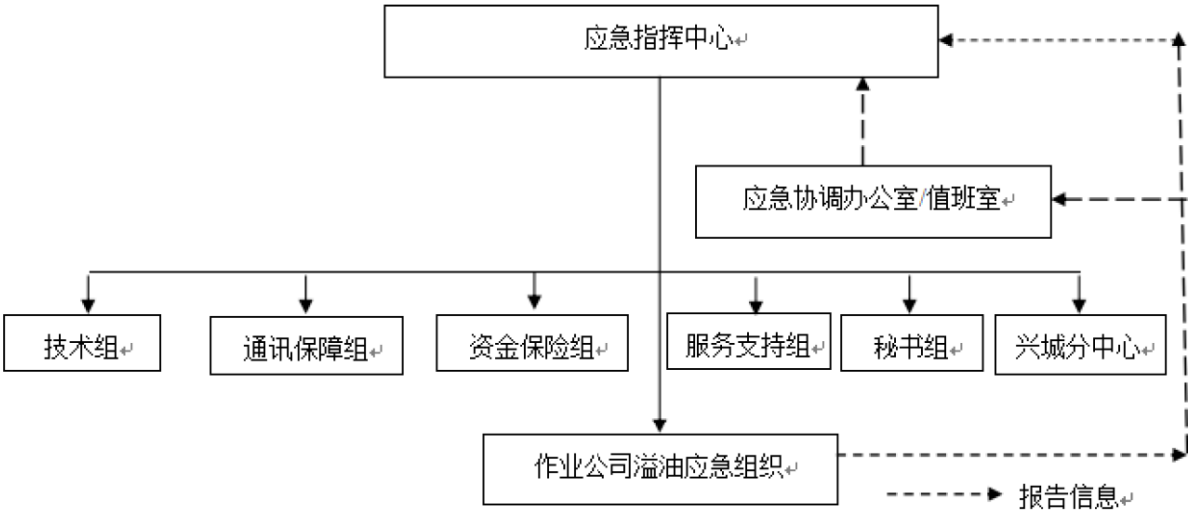


图 7.5-1 应急组织机构图

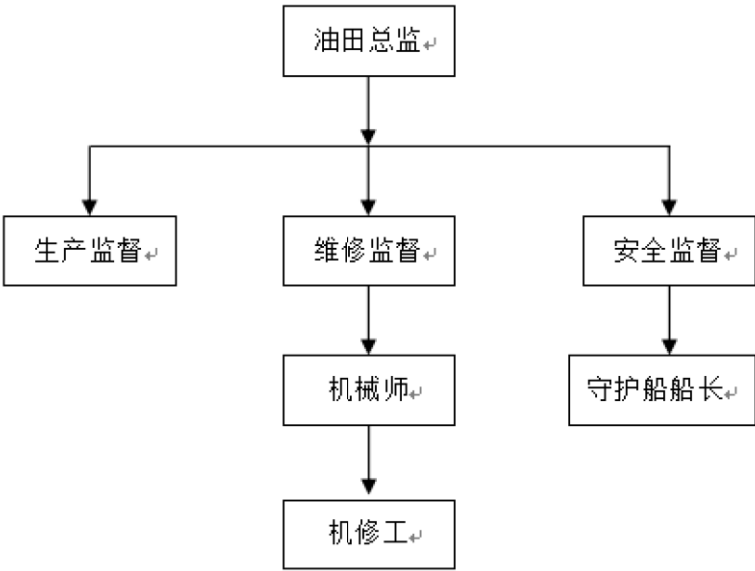


图 7.5-2 渤中 3-2 油田溢油应急反应技术支持小组

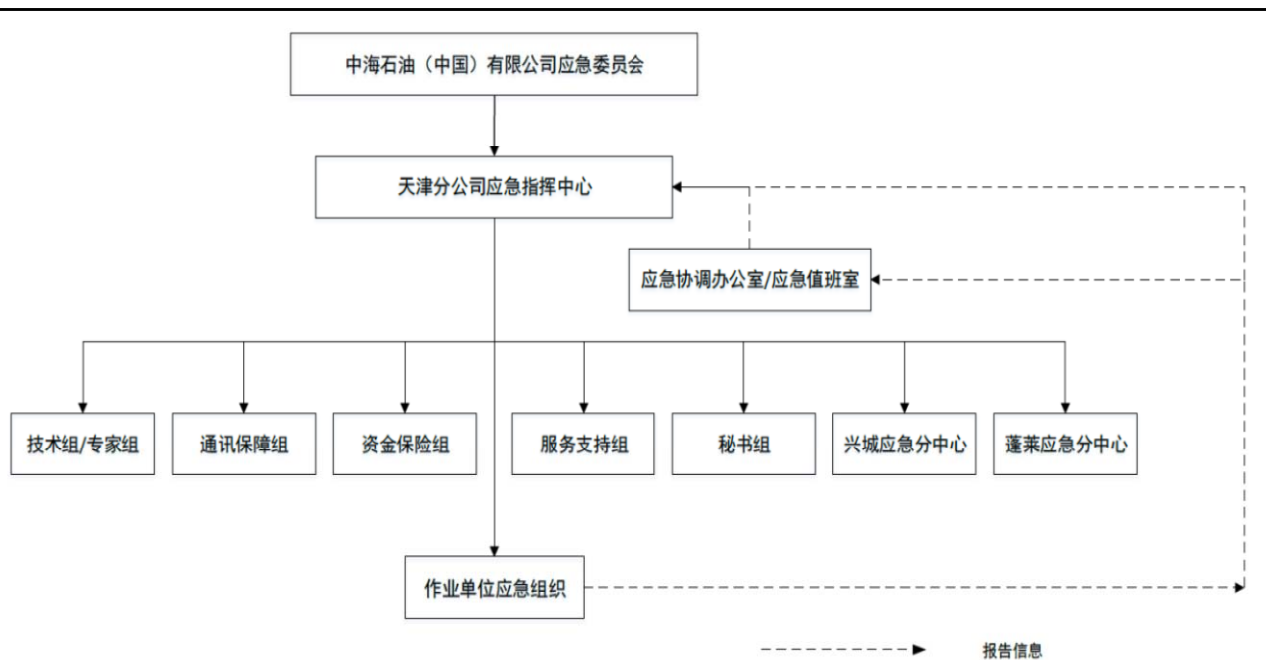


图 7.5-3 天津分公司应急组织机构图

发生溢油事故后，无论大小，均必须按要求尽快向上逐级汇报，并在规定时间内向政府主管部门汇报，溢油事故报告程序见图 7.5-4。

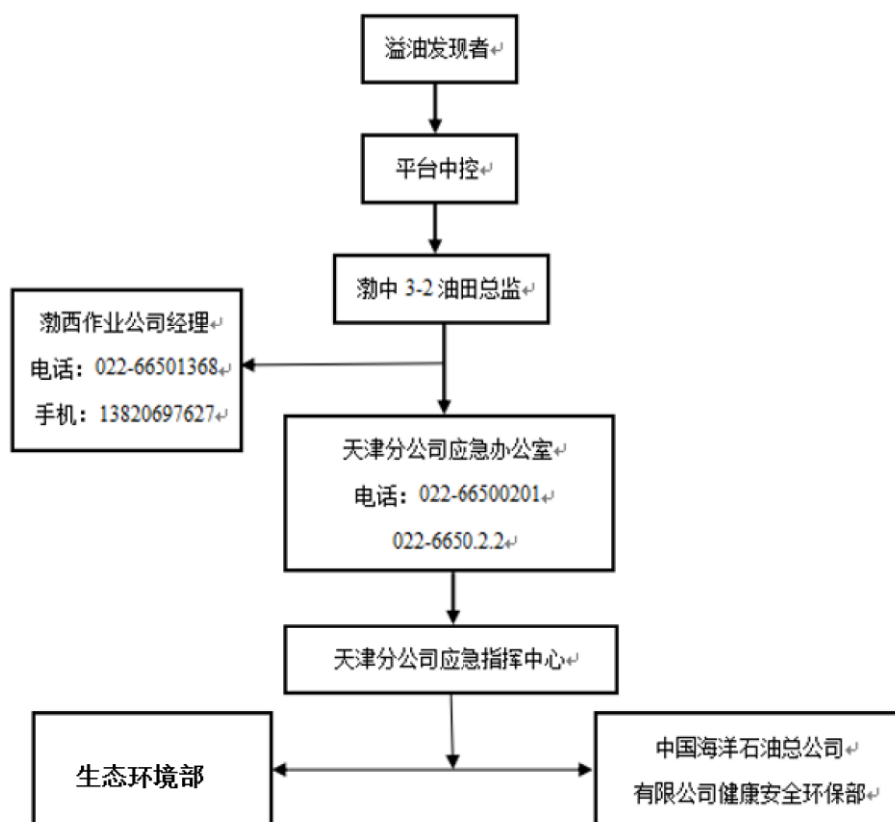


图 7.5-4 渤中 3-2 油田溢油事故报告程序图

(2) 溢油应急设备

渤中 3-2 油田处理小型溢油，除了自身平台的溢油应急资源，主要依托附近 QHD32-6 油田的溢油应急资源。当发生小型溢油时，渤中 3-2 油田立即使用已经配备的捞油装置以及吸油毛毡，尽可能的处理少量溢油，以减少溢油对海洋环境影响。同时上报天津分公司应急指挥中心调用渤海世纪号 FPSO 资源处理溢油。当发生一般溢油事故时，可启用本油田配备的溢油应急设备进行处理；当发生较大、重大、特别重大溢油事故时，可借助外部应急力量与内部应急力量协同反应。

表 7.5-1 渤中 3-2 油田配备的溢油应急设备

名称	规格或型号	数量
吸油毛毡	ENV150（96 cm×44 m）	2 包
捞油工具	捞油勾、网	各一套
消油剂	170kg/b	8 桶
喷洒装置	PSB40	1 台

秦皇岛 32-6 油田的溢油应急设备存放于渤海世纪号 FPSO，分装在 4 个集装箱中。

表 7.5-2 秦皇岛 32-6 油田溢油应急回收设备

名称	规格型号	数量
围油栏	QW1500 型充气式橡胶围油栏	400 米
溢油分散剂	GM2 170L/桶	3 桶
捞油工具	收油网	2 套
喷洒装置	PSB40	1 套
收油机	ZSC40	1 套（带动力站、充气机）
储油囊	FN3 浮动式	7 套
清洗机	1508 式	1 套
吸油毡	PP-2 聚丙烯	10 包

南堡 35-2 油田溢油设备放置在 CEP 上，溢油应急设备配置见下表。

表 7.5-3 南堡 35-2 油田溢油应急回收设备

名称	规格型号	数量
围油栏	QW1500	400m
撇油器	ZSC30	1 套
储油囊	FN5	3 套
喷洒装置	PSB50	1 套
清洗装置	SC780	

（3） 外借溢油应急能力

渤中 3-2 油田借助自身应急力量以及秦皇岛 32-6 油田现有溢油应急能力完全可以应付小型溢油事故。如果发生中、大型溢油事故或溢油处理所需的设备、人员超出其现有的溢油应急力量，则需向上级天津分公司应急办公室申请启动天津分公司区域性应急计划，动员天津分公司应急资源及陆地溢油应急力量，除此以外，按照“中海石油（中国）有限公司天津分公司溢油应急力量协议”，当天津分公司需要，当发

生海上溢油应急事件时，可调用中海石油环保服务有限公司的溢油应急设备资源及相关环保人员。

中海石油环保服务有限公司（简称 COES）于 2003 年 1 月 10 日在北京正式挂牌成立。其主营业务是为渤海海域油气勘探开发作业者提供溢油应急服务，兼容污水、垃圾处理、溢油回收设备维护保养、海洋测绘、海洋环境评价等业务，公司设置了溢油应急协调中心专门负责处理溢油应急事故，并组建了一支高素质、专业化的溢油应急队伍，在塘沽、绥中、龙口建立了溢油应急响应基地，负责渤海地区的溢油应急响应行动。

根据溢油等级划分原则，COES 定位于：提供二级溢油应急服务，同时提供一级和三级的溢油应急支持，并提供人员的应急培训、演习和溢油应急设备维护等相关的服务内容。

中海石油环保服务有限公司已取得国家一级清污单位资质，可提供渤海湾溢油应急支持，并提供人员的应急培训、演习和溢油应急设备维护等相关的服务内容。

中海石油环保服务有限公司确保为客户提供及时、有效的溢油应急响应/演习服务，并持续提高环保公司的溢油应急响应能力。

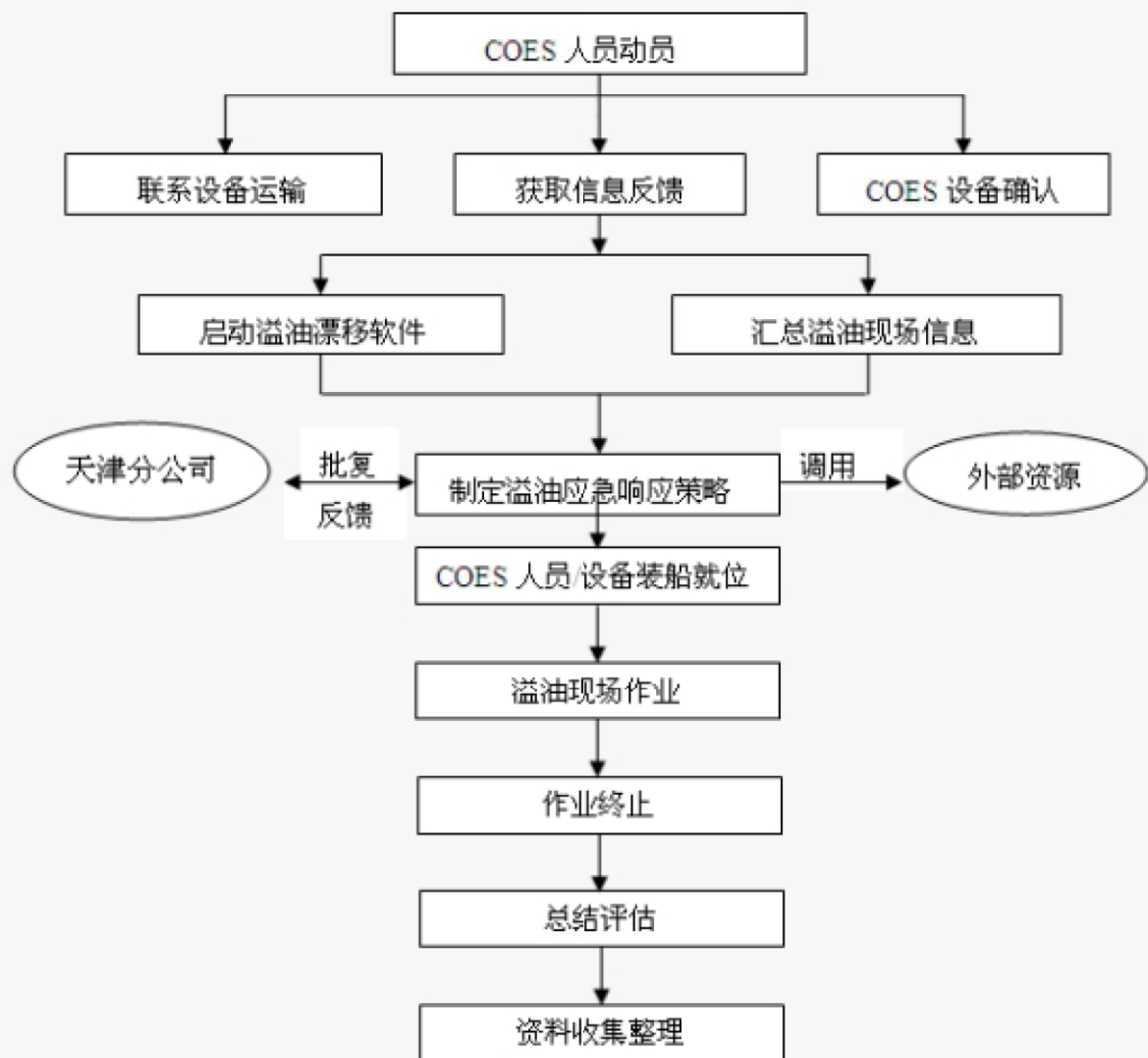


图 7.5-5 环保公司溢油应急反应工作流程

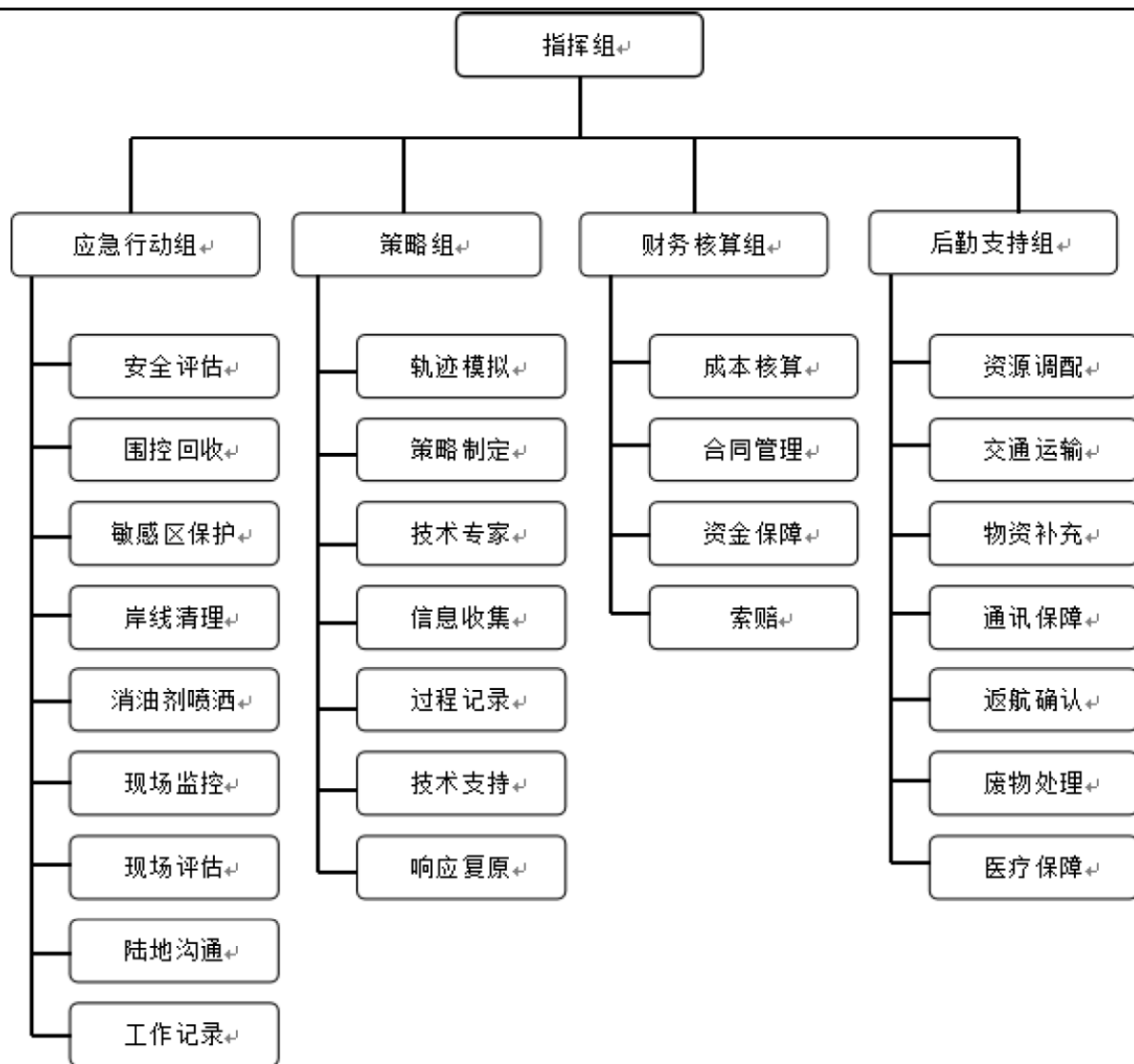


图 7.5-6 环保公司溢油应急响应组织机构图

如发生溢油事故, COES 塘沽基地及绥中基地都可根据需要第一时间动员其设备至渤中 3-2 油田。

天津分公司应急指挥中心和 24 小时紧急联络网随时待命。发生紧急情况时, 应急指挥中心可以提供以下帮助:

- 1) 应急指挥中心提供 24 小时应急援助; 健康安全环保专家; 钻完井专家; 油田生产管理专家; 工程项目专家; 地质专家等。
- 2) 分公司联络网以及外部救援组织, 包括政府、部队和相关组织。
- 3) 海洋石油总医院和地方医疗急救中心等。
- 4) 中信海洋直升机股份有限公司(COHC), 中国南方航空珠海直升机公司(CSHC), 中国东方通用航空公司(COPC) 提供直升机服务。紧急情况下, COHC/CSHC/COPC 将从以下地点提供应急反应。

塘沽基地 使用 EC155 两架和共享海豚 SA365N 直升机

兴城基地 使用 S76C+和 S76A++直升机

- 5) 中海石油油田服务股份有限公司被租用的钻井平台、三用工作船及其它设备。
- 6) 中海石油环保服务（天津）有限公司的溢油回收处理设备。
- 7) 其它相关有协议单位的各种资源。

1、天津分公司海上平台溢油应急资源

一旦发生海上溢油事故，首先做好溢油源的控制工作，对溢油源进行监控，同时立刻调用自身溢油应急设备就地进行海面溢油的围控和回收作业，在超出油田/平台自身溢油应急能力时，通过应急协调办公室的调配和指挥，周边油田/平台的应急资源前往事故现场，共同清理海上油污，尽可能减小海洋环境的破坏。目前，天津分公司溢油应急资源见附件 4。

2、中海石油环保服务有限公司（COES）溢油应急资源

COES 拥有塘沽基地、绥中基地、龙口基地、深圳珠海基地、惠州基地、涠洲岛基地，各种国际先进溢油应急设备百余套，拥有专业溢油应急回收环保船 3 艘，一艘服务于惠州，两艘服务于渤海湾。COES 还与国家交通部救助打捞局签订了《应急响应资源共享与支持协议》，根据协议可以使用其船舶飞机等资源。另外，COES 同天津武警五支队签署了《海上溢油应急响应合作协议书》，通过为五支队武警官兵定期举办溢油应急知识及设备操作培训，在发生中、大型溢油事件时，作为后备溢油应急力量，共同抗御溢油污染。COES 北方片区以塘沽基地为中心，绥中基地和龙口基地为辅助，共同负责渤海湾内各油田发生的溢油应急反应作业。

（4） 溢油应急措施可行性分析

渤中 3-2 油田开发工程，虽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。为此渤中 3-2 油田配备了专门的溢油应急设备，一旦发生溢油事故，在等待秦皇岛 32-6 油田溢油应急设备的同时，首先可以依靠本油田的溢油应急设备进行溢油回收工作。如有需要，还可以调用天津分公司其它油田的溢油应急设备增援本油田进行回收作业。

以下所有计算均以周边油气田溢油应急设备运输至渤中 3-2 油田的直线航行距离为计算基础，船舶航行速度为经济平均航速 9 节（约 16.7 公里/小时）。在真实应急事件中，船舶航行速度应为该船舶的最大航速，确保溢油应急资源及相关环保专业人员能够在第一时间到达指定地点进行海面溢油的围控和回收作业。

- 1) QHD32-6 油田资源调运到渤中 3-2 现场，船舶航行 1 小时，由于应急资源存放于 4

个集装箱内，吊装仅需要 1 小时，应急时间仅需 2 小时。

2) 南堡 35-2 油田溢油设备（放置在 CEP 上）到达渤中 3-2 油田现场，船舶航行 2.2h，加上吊装设备的准备 2h，则应急时间只需要 4.2h。

3) 曹妃甸 11-1/2 油田的溢油应急设备（放置在“海洋石油 112”FPSO 上）到达渤中 3-2 油田现场，船舶航行 3.6h，加上吊装设备的准备 2h，则应急时间只需要 5.6h。

4) 埕北油田溢油应急设备（放置在 A 平台上）到达渤中 3-2 油田现场，船舶航行 5.8h，加上吊装设备的准备 2h，则应急时间只需要 7.8h。

5) 中海石油环保服务有限公司溢油应急设备从塘沽基地到达渤中 3-2 油田现场，船舶航行 9h，加上人员及设备动员时间 3h，则从塘沽到现场的反应时间约为 12h。

6) 中海石油环保服务有限公司溢油应急设备从绥中基地到达渤中 3-2 油田现场，船舶航行 9.5h，加上人员及设备动员时间 3h，则从绥中到现场的反应时间约为 12.5h。

7) 中海石油环保服务有限公司溢油应急设备从龙口基地到达渤中 3-2 油田现场，船舶航行 10.5h，加上人员及设备动员时间 3h，则从龙口到现场的反应时间约为 13.5h。

8) 飞机从塘沽起飞，机组人员动员时间不超过 1h，飞行到现场的时间约需 1h，到现场的应急时间约为 2h。飞机到达现场后实施溢油的追踪与搜寻任务。

具体设备动员时间表，见溢油应急资源优化调用次序及抵达时间表 7.5-4。

表 7.5-4 溢油应急资源优化调用次序及抵达时间

优先调用次序	应急设备所有者	动员时间（小时）	航行距离（千米）	航行时间（小时）	到达渤中 3-2 油田（小时）
1	QHD32-6 油田	1	20	1	2
2	南堡 35-2 油田	2	37	2.2	4.2
3	CFD11-1/2 油矿	2	60	3.6	5.6
4	渤中 25-1 油田	2	80	4.8	6.8
5	埕北油田	2	97	5.8	7.8
陆地资源抵达时间					
1	中海石油环保服务有限公司（塘沽基地）	3	145	9	12
2	中海石油环保服务有限公司（绥中基地）	3	150	9.5	12.5
3	中海石油环保服务有限公司（龙口基地）	3	171	10.5	13.5

渤中 3-2 油田借助的秦皇岛 32-6 油田现有溢油应急能力完全可以应对小型溢油事故。尽管发生溢油事故概率很低，但仍然存在不可忽视的溢油事故风险，渤中 3-2 油田为此做好了充分准备，在预防为主的基础上，平台上配备了适当的溢油应急设备，守护船舶每天 24 小时在平台附近昼夜值守，一旦发生溢油突发事件，渤中 3-2 油田溢油应急小组立

即启动应急程序，按照既定的溢油应急方案快速有效地进行部署；同时，通知守护船在第一时间将平台上溢油设备进行装载，展开应急行动，在利用秦皇岛 32-6 油田溢油应急资源进行溢油初期处理的同时，可以通过天津分公司应急办公室以就近为原则调用 QHD32-6 油田、渤中 3-2 油田附近的南堡 35-2 油田、曹妃甸 11-1/2 油田、渤中 25-1 油田、埕北油田也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。

7.6 海洋生态建设方案

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。为此，本项目在实施过程中应积极落实《实施方案》中的相关要求，具体如下。

7.6.1 与规划、区划等法律法规的符合性

根据海洋功能区划相关符合性分析本工程用海符合《全国海洋功能区划》（2011~2020 年）、《全国海洋主体功能区规划》（国发〔2015〕42 号）、《河北省海洋功能区划（2011~2020）》、《河北省海洋生态红线》（冀海发〔2014〕4 号）和《河北省海洋主体功能区规划》（2018.3）。

7.6.2 污染物源头控制

本工程钻井过程中产生的非钻井油层水基钻井液循环使用；产生的油层段钻屑和钻井液不向海中排放，由专用钻屑和钻井液回收，运回陆地进行处理；施工作业船舶产生的机舱含油污水运回陆地进行处理；生活污水处理至 COD 含量低于 300mg/L 排海；生活垃圾、生产垃圾等固废禁止排入海中，将集中装箱运回陆地；生产水处理后全部回注地层。

7.6.3 溢油防范与应急

海洋中海石油（中国）有限天津分公司已根据《中华人民共和国海洋环境保护法》和《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》等法律法规，以及《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》，组织编写油田溢油应急计划并备案，因作业者编制溢油应急计划时已考虑油田动态开发调整的必要性，本调整井项目的溢油应急已纳入《渤中 3-2 油田溢油应急计划》，本工程投产后，溢油应急计划无须再作调整。

渤中 3-2 油田可以保证对一般溢油事故做出反应。而对较大以上级别的溢油事故，可借助于周边区域其他油气田、陆岸基地的应急设备和外部溢油应急支援力量进行应急处理，

能够满足突发溢油事故时的应急需要。

7.6.4 海洋生态损害与修复

(1) 生态损害

本次调整工程钻井液和钻屑排放所造成的鱼卵损失量不超过 4423647 粒, 仔稚鱼损失量不超过 2451725 尾, 幼鱼损失量不超过 36455 尾, 头足类幼体损失量不超过 1759 尾, 甲壳类幼体损失量不超过 7830 尾, 鱼类成体损失量不超过 21.80kg, 头足类成体损失量不超过 14.83kg, 甲壳类损失量不超过 30.45kg, 底栖生物损失量不超过 1.66t。

(2) 生态修复

本工程属于油田的调整井工程, 建议本次工程的生态补偿与整个油田或整个区域统筹考虑, 将生态补偿金纳入该区域补偿的一部分, 补偿形式可以采用增殖放流, 建议建设单位与渔业管理部门协商, 采取对主要渔业生物种类开展增殖放流等方式进行生态补偿。

1) 工程实施前应与当地渔业主管部门沟通和协商, 对在施工过程中造成对渔业资源的直接或间接损失给予经济补偿。以便渔业主管部门用于增殖放流、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, 使渔业资源得到尽快恢复和可持续利用。

2) 本工程位于白姑鱼的产卵场内。因此本工程施工作业应尽量缩短施工周期, 非油层段钻屑和非油层段钻井液的排放避开主要经济鱼类的产卵盛期(6月)。

3) 施工过程中, 完善环保设施, 并采取积极措施, 尽量减少对海洋环境质量的影响, 对突发性事故, 及时与有关渔业主管部门联系, 并采取积极的措施, 将对渔业损失的污染影响程度降低到最小。

4) 增殖放流的建议方案:

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、增殖放流备选品种

当地适宜增殖放流的备选品种包括: 小黄鱼、大黄鱼、鱿鱼、钝尾虾虎鱼、蓝圆鲈、细螯虾、龙头鱼、银鲳、三疣梭子蟹、曼氏无针乌贼等, 具体由海洋主管部门统一部署。

C、增殖放流苗种规格质量

鱼苗体长应在 5cm 以上；虾苗体长应在 2.5cm 以上；贝苗壳长应在 0.5cm 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

根据实际情况开始实施海洋生物增殖放流，增殖放流时间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海洋与渔业主管部门统一安排部署。

具体应按照《水生生物增殖放流管理规定》和《山东省渔业资源修复行动计划渔业资源人工增殖项目管理办法》确定放流品种和增殖放流的组织、管理。

(3) 生态监测

本工程生产运营阶段跟踪监测纳入渤中3-2油田现有跟踪监测计划中，定期监测各设施外排污污染物的排放浓度；此外，依托现有跟踪监测计划，定期对工程所在海域的海水水质（悬浮物、营养盐（包括IN、IP）、COD、重金属（包括Cu、Hg、Pb、Cd）、石油类）、沉积物（重金属（包括Cu、Pb、Hg、Cd）、石油类）、海洋生物生态（包括叶绿素a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、生物质量）进行跟踪监测。

此外，如果发生事故性溢油，其危害性将是严重的，将会对附近海域敏感目标产生影响。因此，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，应立即采取一切措施将溢油控制在最小范围内。

7.7 环境保护投资费用估算

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。本工程的环保投资主要用于固废处置及生态补偿等措施。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：

凡属污染治理和环境保护需要的专用设备、装置、监测仪器等，其投资按 100%列入环境保护投资。生产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。生态补偿预备费按 100%列入环境保护投资。

根据上述原则，将本工程环保投资设施及其直接投资费用列于表 7.7-1。本工程建设投资 █████ 万元，其中环保投资 █████ 万元，占总投资的 █████。

表 7.7-1 环境保护投资估算（万元）

环境保护投资及生态 补偿	总投资额	折合比率	折合环保投资
渤中 3-2 油田 8 口调整井环境影响报告表			
危废及固废处置费用	■	100%	■
生态补偿			
渔业资源补偿费	■	100%	■
合计			■

8 环境影响评价结论

8.1 环境影响评价结论

8.1.1 产业政策相符性

根据《产业结构调整指导目录》(2011 年本)(2013 年修正),渤中 3-2 油田 8 口调整井工程旨在完善注采井网,提高油田采收率,以实现产能的优化,为海洋石油开采类项目,符合国家产业政策要求。

8.1.2 海洋功能区划相符性

渤中 3-2 油田位于渤海中部海域,属于《全国海洋功能区划》(2011~2020 年)的油气资源勘探开发海域。本工程开发符合《全国海洋功能区划》(2011~2020 年)、《全国海洋主体功能区规划》(国发〔2015〕42 号)、《河北省海洋功能区划(2011~2020)》、《河北省海洋生态红线》(冀海发〔2014〕4 号)和《河北省海洋主体功能区规划》(2018.3)。

8.1.3 海洋环境质量现状及环境影响分析结论

(1) 海水水质

2018 年 10 月调查结果显示,表层有 4 个站位无机氮、4 个磷酸盐、16 个站位铅、5 个站位锌、5 个站位汞超出所在功能区海水水质标准;中层有 1 个站位无机氮、9 个站位铅、3 个站位锌、4 个站位汞超出所在功能区海水水质标准;底层有 4 个站位无机氮、4 个磷酸盐、14 个站位铅、3 个站位锌、4 个站位汞超出所在功能区海水水质标准;其它调查因子均满足所在功能区执行的海水水质标准。

(2) 海底沉积物

2018 年 10 月调查结果显示,调查区沉积物类型以黏土质粉砂为主。本次调查的油类、硫化物、有机碳、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷均符合所在功能区沉积物质量标准,沉积物质量状况良好。

(3) 叶绿素 a 与初级生产力

2018 年 10 月,调查海域的表层叶绿素 a 变化范围为(0.81~7.85) $\mu\text{g/L}$,平均值为 2.05 $\mu\text{g/L}$ 。10m 层叶绿素 a 变化范围为(0.56~2.12) $\mu\text{g/L}$,平均值为 0.51 $\mu\text{g/L}$ 。底层叶绿素 a 变化范围为(0.68~7.64) $\mu\text{g/L}$,平均值为 1.82 $\mu\text{g/L}$ 。平面分布趋势为近岸低,远岸高的趋势。本次调查中各层次叶绿素 a 浓度正常,各水层中叶绿素 a 底层稍高,但总体来说叶绿素分布较为

均匀。初级生产力变化范围为(66.79~529.63) mg.C/m².d, 平均值为 186.53mg.C/m².d。平面分布趋势与表层叶绿素 a 类似, 近岸较高, 远岸较低, N14 站出现高值。

(4) 浮游植物

2018 年 10 月, 调查海域共鉴定浮游植物 78 种(类), 调查海域浮游植物密度变化范围在(15.33~1900.8) ×10⁴ 个/m³ 之间, 平均为 203.7×10⁴ 个/m³。平面分布趋势呈现近岸高, 远岸低的趋势。

(5) 浮游动物

2018 年 10 月, 除鱼卵仔鱼外, 调查海域浅水 I 型网所获浮游动物共有 31 种(类), 调查海域大型浮游动物生物量(湿重)变化范围在(3.46~695) mg/m³ 之间, 平均生物量为 163.62mg/m³。大型浮游动物生物密度变化范围在(5.4~26740.8) 个/m³ 之间, 平均生物密度为 4056.57 个/m³。平面分布趋势为东部高, 中部较低。夜光虫是调查海域浮游动物生物量的主要贡献者。

(6) 底栖生物

2018 年 10 月, 调查海域共鉴定底栖生物 72 种(类), 隶属于扁形、纽形、环节、软体、节肢、棘皮和鱼类共 7 个门类, 生物量变化范围在(0.8~23.7) g/m² 之间, 平均生物量为 6.61g/m²。平面分布趋势为调查海域东部、西部均有高值区, 中部海域偏低。生物密度变化范围在(70~1210) 个/m² 之间, 平均生物密度为 347.74 个/m²。

(7) 生物质量

2018 年 10 月秋季获取的鱼类、甲壳类和非双壳类软体动物体内的铬、铜、锌、砷、镉、汞、铅、石油烃含量均不超过《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; 石油烃含量不超过《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。

(8) 渔业资源现状

① 鱼卵仔稚鱼

2018 年 6 月春季共采集到鱼卵 5 种, 隶属于 4 目 5 科, 仔稚鱼 7 种, 隶属于 6 目 7 科。本次调查鱼卵平均密度为 0.38 粒/m³; 仔稚鱼的平均密度为 0.24 尾/m³。

2018 年 6 月, 春季共捕获鱼类 20 种, 隶属于 7 目, 15 科。平均渔获量为 3396 尾/h, 13.580kg/h。鱼类的优势种为尖尾虾虎鱼。平均渔获量为 3396 尾/h, 13.580kg/h; 其中幼鱼尾数为 3110 尾/h, 生物量为 8.271kg/h; 成体渔业资源的平均渔获量 286 尾/h, 5.309kg/h。经换算幼鱼平均资源密度为 76724 尾/ km², 成鱼平均资源密度为 130.97kg/ km², 7056 尾/ km²。

②头足类

2018年6月,共捕获头足类4种,平均渔获量428尾/h,3.981kg/h;其中足类幼体为150尾/h,生物量为0.37kg/h。成体头足类的平均渔获量3.611kg/h,278尾/h。经换算头足类幼体平均资源密度为3701尾/km²,成体平均资源密度为89.08kg/km²,6858尾/km²。

③甲壳类

2018年6月,共捕获甲壳类8种,平均渔获量为830尾/h,7.797kg/h;其中,虾类幼体的尾数为162尾/h,生物量为0.382kg/h,虾类成体为657尾/h,生物量为6.677kg/h;蟹类均为成体为11尾/h,生物量为0.738kg/km²。经换算虾类成体平均资源密度为164.72kg/km²,幼体为16208尾/km²;蟹类均为成体资源密度为18.21kg/km²,幼体为271尾/km²。

8.1.4 环境风险分析结论

本工程海上部分最主要的环境风险类型为施工期船舶碰撞。

对于本工程溢油事故而言,环境敏感区主要为自然保护区、海洋特别保护区、水产种质资源保护区和重要渔业水域。一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施,油膜将在风、潮流的作用下迁移扩散至附近环境敏感区域,到达敏感目标的最快时间为12h,到达滦河口海域养殖区。渤中3-2油田借助的秦皇岛32-6油田现有溢油应急能力完全可以应对小型溢油事故,平台上配备了适当的溢油应急设备,守护船舶每天24小时在平台附近昼夜值守,一旦发生溢油突发事件,立即启动应急程序,按照既定的溢油应急方案快速有效地进行部署。建设单位应予以足够重视并采取必要措施,在施工和生产过程中,加强管理,杜绝溢油事故的发生,按照溢油应急计划配备足够的溢油应急响应资源,确保在环境安全的前提下进行海上石油开采活动,本工程的风险是可控的。

8.1.5 工程建设环境可性性

本次调整井工程产生的生活污水、生活垃圾、生产垃圾和其他含油污水等较现有工程均未发生变化。正常生产情况下含油生产水处理达标后回注地层,不排海,对海洋环境的影响不会加重。因此,在建设单位切实落实了本环境影响报告表提出的各项污染防治措施,切实落实风险事故应急对策措施和应急预案的前提下,从环境保护角度考虑,本工程建设可行。

8.2 建议

在本次调整井钻完井过程中,通过循环利用和延长钻井液使用寿命减少钻井液的使用量和排放量,并确保所排放的钻井液和钻屑符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》

和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性分级》的要求，钻完井过程中所产生的不达标钻井液和钻屑，建设单位需将其运回陆地处理，以减少对海洋环境的不良影响。

在生产运营阶段，加强对含油污水处理系统的维护管理，保证正常运行生产，生产水处理达标回注。应加强平台生活污水处理系统的维护管理，保证外排生活污水达标排放。应加强生产、生活污水管理，并定期监测外排污染物的排放浓度，确保达标排放。

加强设备、管线及各项污染防治措施的定期检修和维护工作。

建设单位已配备适当的溢油回收设备配置，建议对已配备设备进行定期检查、维护，确保设备完好、适用性；定期进行溢油应急演练。

施工过程中，加强钻完井安全施工措施的落实和管理，以防止井喷等事故的发生，尤其要关注有井喷风险的井段，尽量减少对海洋环境质量的影响。对突发性事故，应及时向海洋行政主管部门及相关政府部门报告，并采取积极的措施，将对环境的影响程度降低到最小。

9 预审和审查意见

预审意见:	
经办人(签名):	预审单位公章
年	月
日	
审查意见:	
经办人(签名):	审查部门公章
年	月
日	

10 审批意见

审批意见：

经办人（签字）：

审批部门公章

年 月 日

11 附件

附件 1、委托书

附件 2、《关于渤中 3-2 油田开发工程环境影响报告书核准意见的复函》()

附件 3、《国家海洋局关于渤中 3-2 油田环保设施三同时检查的复函》()

附件 4、《国家海洋局关于渤中 3-2 油田开发工程环境保护设施竣工验收的批复》()

附件 5、《海洋石油勘探开发溢油应急计划备案登记表》

附件 6、危险废物处理合同

附件 7、危险废物经营许可证

附件 8、危险废物转移联单

附件 9：天津合佳威立雅环境服务有限公司危废资质证明

附件 10：锦州永盛废油再生有限公司危废资质证明