编号：COES-015-HP-2020

赵东 C-4 区调整井

环境影响报告表

公示稿

建设单位：中国石油天然气股份有限公司大港赵东作业分公司

环评单位：中海石油环保服务（天津）有限公司

编制时间：2020 年 9 月

打印编号：1599188813000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	66fj9f
建设项目名称	赵东C-4区调整井
建设项目类别	~~48_156海底隧道、管道、电(光)缆工程~~ 海洋油气开发工程
环境影响评价文件类型	报告表
一、建设单位情况	
单位名称（盖章）	中国石油天然气股份有限公司大港赵东作业分公司
统一社会信用代码	91120116300605431G
法定代表人（签章）	戴厚良
主要负责人（签字）	武玺
直接负责的主管人员（签字）	张明辉
二、编制单位情况	
单位名称（盖章）	中海石油环保服务（天津）有限公司
统一社会信用代码	91120116744009403F
三、编制人员情况	

1. 编制主持人

姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
张聪	2017035120352015120104000089	BH008847	张聪

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张聪	海洋油气开发工程基本情况、工程概况与分析	BH008847	张聪
赵继纯	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、附件	BH009380	赵继纯

目 录

1 海洋油气开发工程基本情况

赵东油田位于河北省黄骅市赵家堡村以东，东经[redacted]。赵东油田包括三个开发区块（C 区块、D 区块和 C-4 区块），目前赵东油田作业者为中国石油天然气股份有限公司大港赵东作业分公司（以下简称“赵东作业分公司”，于 2015 年 4 月 5 日交接）。关于作业者变更历程详见附件 2。

赵东油田自 2001 年开发，现有平台 6 座，分为 2 个平台群。两平台群之间由 4 条海底管缆相连接。

① C/D 区块平台群包括

ODA 钻井平台

ODB 钻井平台

OPA 生产处理平台

OPB 生产处理平台

② C-4 区块平台群包括

PT1 管线终端平台

CP2 无人井口平台

③ C-4 区块海底管缆

1 条油气混输管道（PT1 平台→OPA 平台）

1 条回注水管道（OPA 平台→PT1 平台）

2 条海底电缆，一用一备（OPA 平台→PT1 平台）

赵东油田所产原油全部经 C/D 区块 OPB 平台外输系统和海底原油外输管道送至大港油田自营区的埕海 1-1 人工岛，所产天然气大部分经 C/D 区块 OPB 平台外输系统和海底天然气外输管道送至埕海 1-1 人工岛，少部分用于平台透平发电机发电和火炬放空燃烧。平台所用动力通过 2 条由季家堡变电站至 OPB 平台的海底电缆和 4 台位于 OPA 平台的透平发电机共同提供。

赵东油田工区面积[redacted]km^2，探明石油地质储量[redacted]m^3，油田自 2003 年投入生产至 2019 年底，累计原油产量[redacted]t，累计天然气外输量[redacted]m^3。

赵东油田现已步入生产中后期，油藏综合含水高，油气产量出现递减。为满足开发生产的需要，减缓油田产量递减速度，本次计划在 C-4 区块 CP2 平台实施 24 口调整井，其中 18

口生产井，6 口注水井，均为侧钻。同时，由于计划 C/D 区块 ODA 平台增加生产定员，且旧有设备出现老化，因此需要对 ODA 平台上的生活污水处理系统进行升级改造，同时对平台进行适应性改造。

根据《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》、《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）以及《海洋油气勘探开发工程环境影响评价技术规范》的规定，赵东作业分公司委托中海石油环保服务（天津）有限公司进行赵东 C-4 区调整井的环境影响评价，编制环境影响报告表，报生态环境部审查。

1.1 主要编制依据

1.1.1 法律法规

（1） 《中华人民共和国环境保护法》（2015.1.1）

（2） 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017.11.4 修订）

（3） 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018.12.29 修订）

（4） 《中华人民共和国渔业法》（2013 年 12 月 28 日修改）

（5） 《中华人民共和国海上交通安全法》（2016.11 修订）

1.1.2 管理条例、规定及实施方法

（1） 《建设项目环境保护管理条例》（2017.10.1）

（2） 《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）

（3） 《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）

（4） 《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》（原国家海洋局，2015 年 4 月）

（5） 《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，2018 年 3 月修订）

（6） 《防治船舶污染海洋环境管理条例》（2018.3.19 修订）

（7） 《国家海洋局海洋生态文明建设实施方案》（2015-2020 年）

（8） 《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》（交海发〔2018〕168 号）

（9） 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（2007.5）

（10） 《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2013〕86 号）

（11） 《中华人民共和国海洋倾废管理条例》（2017 年 3 月 1 日修正）

（12） 《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境污染防治管理规定》（2017 年修正）

（13） 《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》（国海发〔2017〕7 号）

（14） 《水生生物增殖放流管理规定》（中华人民共和国农业部令第 20 号，2009 年 5 月 1 日施行）

（15） 《农业部关于做好“十三五”水生生物增殖放流工作的指导意见》（农渔发〔2016〕11 号）

（16） 《国家海洋局关于修改《关于颁发<海洋石油勘探开发化学消油剂使用规定>的通知》等 3 份规范性文件的决定的公告》（国家海洋局，2015.11.23）

（17） 《产业结构调整指导目录》(2019 年本)（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 29 号，2020 年 1 月 1 日起实施）

（18） 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例（2013 修订）》（国务院，2013.12.7）

（19） 《国务院关于印发中国水生生物资源养护行动纲要的通知》（国发[2006]9 号，2006.2.14）

（20） 《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》（中华人民共和国交通运输部令 2019 年第 2 号，2019.5.1）

（21） 《农业部办公厅关于进一步规范水生生物增殖放流工作的通知》（农办渔[2017]49 号，2017.7.10）

（22） 《中华人民共和国自然保护区条例》（国务院令第 167 号，2017.10.7 修订）

（23） 《水产种质资源保护区管理暂行办法》（农业部，2011.3.1）

1.1.3 规划、功能区划及保护规划

（1） 《全国海洋功能区划（2011 年-2020 年）》；

（2） 《全国海洋主体功能区规划》（国发[2015]42 号）

（3） 《全国海洋生态环境保护规划（2017 年-2020 年）》

（4） 《河北省海洋功能区划》（2011-2020 年）；

（5） 《沧州市海洋功能区划》（2013-2020 年）

（6） 《河北省生态保护红线》（冀政字【2018】23 号）；

（7） 《河北省海洋主体功能区规划》（冀政字〔2018〕11 号）

（8） 《河北省海洋环境保护规划（2016-2020 年）》

（9） 《河北省近岸海域环境功能区划》

（10） 《渤海环境保护总体规划（2008-2020 年）》（2009.1 发布）；

（11） 《渤海综合治理攻坚战行动计划》（生态环境部、发展改革委、自然资源部，2018 年 11 月 30 日）；

（12） 《河北沿海地区发展规划》（发改地区[2011]2592 号）

1.1.4 技术导则、规范

（1） 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）

（2） 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）

（3） 《海洋油气勘探开发工程环境影响评价技术规范》（2014）

（4） 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）

（5） 《船舶溢油应急能力评估导则》（JT/T 877-2013）

（6） 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）

（7） 《海上油（气）田开发工程环境保护设计规范》（SY/T10047-2019）

（8） 《海洋监测规范》（GB 17378.1～7-2007）

（9） 《海洋调查规范》（GB/T 12763.1～11-2007）

（10） 《渔业水质标准》（GB11607-89）

（11） 《农业部办公厅关于印发建设项目对国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告编制指南的通知》（农办渔[2014]14 号）

1.1.5 环境质量标准和污染物排放标准

（1） 《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008，2009-5-1 实施）

（2） 《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB 18420.1-2009）

（3） 《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）

（4） 《海水水质标准》（GB 3097-1997）

（5） 《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）

（6） 《海洋生物质量》（GB18421-2001）

（7） 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》

（8） 《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）

（9） 《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T 5329-2012）

1.1.6 工程资料及有关批复文件

（1） 委托书（见附件 1）

（2） 赵东油田作业权变更历史沿革（见附件 2）

（3） 《渤海湾浅海赵东区块 C/D 油田开发生产环境影响报告书》及其批复（见附件 3）

（4） 《渤海湾浅海赵东区块 C/D 油田开发生产海洋环境影响评价补充报告》及其复函（见附件 4）

（5） 《渤海湾浅海赵东区块 C/D 油田开发项目海洋环境影响补充报告》及其复函（见附件 5）

（6） 《渤海湾浅海赵东油田 C-4 区块环境影响报告书》及其核准意见的复函（见附件 6）

（7） 《渤海湾浅海赵东油田扩建项目环境影响报告书》及其核准意见的复函（见附件 7）

（8） 《渤海湾浅海赵东油田扩建项目环境影响报告书》（修订稿）及其重新核准的函（见附件 8）

（9） 《国家海洋局关于赵东油田环境保护设施竣工验收的批复》（见附件 9）

（10） 《国家海洋局关于赵东平台 35kV 变电站电源线（海缆部分）项目环境影响报告书核准意见的批复》（见附件 10）

（11） 《赵东油田 2013 调整井项目环境影响报告表》及其核准意见的批复（见附件 11）

（12） 《赵东油田 2014 年调整井项目环境影响报告表》及其核准意见的批复（见附件 12）

（13） 《赵东油田 2016 年调整井项目环境影响报告表》及其核准意见的批复（见附件 13）

（14） 《2019 年赵东合作区块 CD 区调整井环境影响报告表》及其核准意见的批复（见附件 14）

1.2 执行标准

1.2.1 环境质量标准

本工程位于国家级水产种质资源保护区内，且油田周围海域有海洋渔业水域分布，因此本项目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
海洋生物生态	海洋贝类（双壳）	《海洋生物质量》（GB18421-	一类

		2001）	
	软体动物（非双壳类）、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》	
	软体动物（非双壳类）、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

考虑本项目工程海域所处地理位置及工程特征，确定本项目施工期与运营期各类污染物排放标准如表 1.2-2 所示。

项目建设为海洋石油开发项目，因此赵东油田生活污水执行《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中的一级标准。

表 1.2-2 污染物排放标准

污染物	采用标准	等级	标准值	适用对象
油层段水基钻井液、油层段钻屑	海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值（GB 4914-2008）	一级	油层段钻屑和油层段钻井液不得排放	钻井作业产生的油层段钻屑、油层段水基钻井液
非油层段水基钻井液、非油层段钻屑	海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值（GB 4914-2008）	一级	Hg（重晶石中最大值）≤1mg/kg Cd（重晶石中最大值）≤3mg/kg	钻井作业排放的非油层段钻屑、非油层段水基钻井液
	海洋石油勘探开发污染物生物毒性分级（GB18420.1-2009）	一级	生物毒性≥30000mg/L	
钻井平台生活污水	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）	一级	COD≤300mg/L；	钻井平台生活污水的排放
生产及生活垃圾	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）	一级	禁止排放或弃置入海	海上平台生产垃圾、生活垃圾
船舶机舱含油污水	《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发[2007]165 号） 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）	运回陆地处理 禁止投入海域		运营期值班船、施工期支持船等船舶污染物
船舶垃圾				
船舶生活污水	《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）	一、距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，利用船载生活污水处理装置处理，达到以下规定要求后在航行中排放。 （1）在 2012 年 1 月 1 日以前安装（含更换）生活污水处理装置的船舶执行：BOD5≤50mg/L、SS≤150mg/L、耐热大肠菌群数≤2500 个/L； （2）在 2012 年 1 月 1 日及以后安装（含更换）的生活污水处理装置的船舶执行：BOD5≤25mg/L、		运营期值班船、施工期支持船等船舶污染物

		SS≤35mg/L、耐热大肠菌群数≤1000 个/L、CODCr≤125mg/L、pH6~8.5、总氯（总余氯）＜0.5mg/L。 二、3 海里＜与最近陆地见距离≤12 海里的海域 同时满足下列条件：（1）使用设备打碎固形物和消毒后排放；（2）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。 三、与最近陆地间距离＞12 海里的海域 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。			
含油生产水	《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》（SY/T5329-2012）	平均空气渗透率：2.5μm²	石油类	≤50mg/L	含油生产水回注
船舶大气污染物	《船舶大气污染物排放控制区实施方案》	/	应使用硫含量不大于 0.5%m/m 的船用燃油		船舶

1.2.3 生产水回注指标

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（赵东油田平均的空气渗透率为[redacted]μm²，故平均的空气渗透率的范围为＞1.5μm²）

表 1.2-3 推荐注水指标

注入层平均空气渗透率		（＞1.5）μm²
控制指标	悬浮固体含量，mg/L	≤30.0
	悬浮物颗粒直径中值，um	≤5.0
	含油量，mg/L	≤50
	平均腐蚀率，mm/年	≤0.076
	SRB，个/mL	≤25
	IB，个/mL	$n\times10^4$
	TGB，个/mL	$n\times10^4$

注 1：1<n<10；
注 2：清水水质指标中去掉含油量。

1.3 海洋油气开发工程基本情况表

工程名称	赵东 C-4 区调整井环境影响报告表	建设单位	中国石油天然气股份有限公司大港赵东作业分公司
法人代表（签字）	[redacted]	建设地点	渤海湾西部，河北省黄骅市赵家堡村以东
通讯地址	天津滨海新区经济技术开发区第二大街 62 号 MSD B1 座 30 层	联系人	王静
邮政编码	300457	联系电话	022-6668 3158
电子信箱	jing.wang@ptrzhaodong.com.cn	传真	022-6668 3297
项目设立部门	/	文号	/
项目性质	新建 √改扩建 技术改造	工程总投资	[redacted]万人民币
其中环保投资	[redacted]万人民币	所占比例	13.24%
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			
总工程量	本工程拟在赵东油田 C-4 区 CP2 平台布置 24 口调整井，并对 ODA 平台生活污水处理设施进行升级改造，同时 ODA 平台进行适应性改造	陆域挖方量	0 m^3
海域挖方量	0 m^3	海域填方量	0 m^3
海域使用面积	0 m^2	水下疏浚量	0 m^3
滩涂使用面积	0 m^2	占用岸线长度	0 m
年污水排海量	21900m^3	年用水量	+16534.5 m^3
年废弃物倾倒量	0m^3	建设总面积	0m^2
油层段水基钻井液	23965m^3	油层段钻屑	3069m^3
非油层段水基钻井液排海总量	5991m^3	非油层段钻屑排海总量	767m^3

2 工程概况与分析

2.1 项目由来

赵东油田自投产以来，经过多年的开采，油田产量明显下降，为了维护油田合理开发，减缓油田产量递减速度，赵东作业分公司决定对油田开发方案进行调整。调整工程内容为：提高原油采收率，弥补油田产量递减，赵东油田计划在C-4区CP2平台建设24口调整井（生产井18口，注水井6口）。同时，由于计划C/D区块ODA平台增加生产定员，且旧有设备出现老化，因此需要对ODA平台上的生活污水处理系统进行升级改造，同时对平台进行适应性改造。

2.2 工程概况

2.2.1 赵东油田开发工程概况

2.2.1.1 地理位置

赵东油田位于渤海湾西部海域，油田范围内平均水深约 3 米，西距岸边约 6.5km。东距中海油埕北油田约 60km。东经[redacted]，北纬[redacted]。工程地理位置见图 2.2-1。

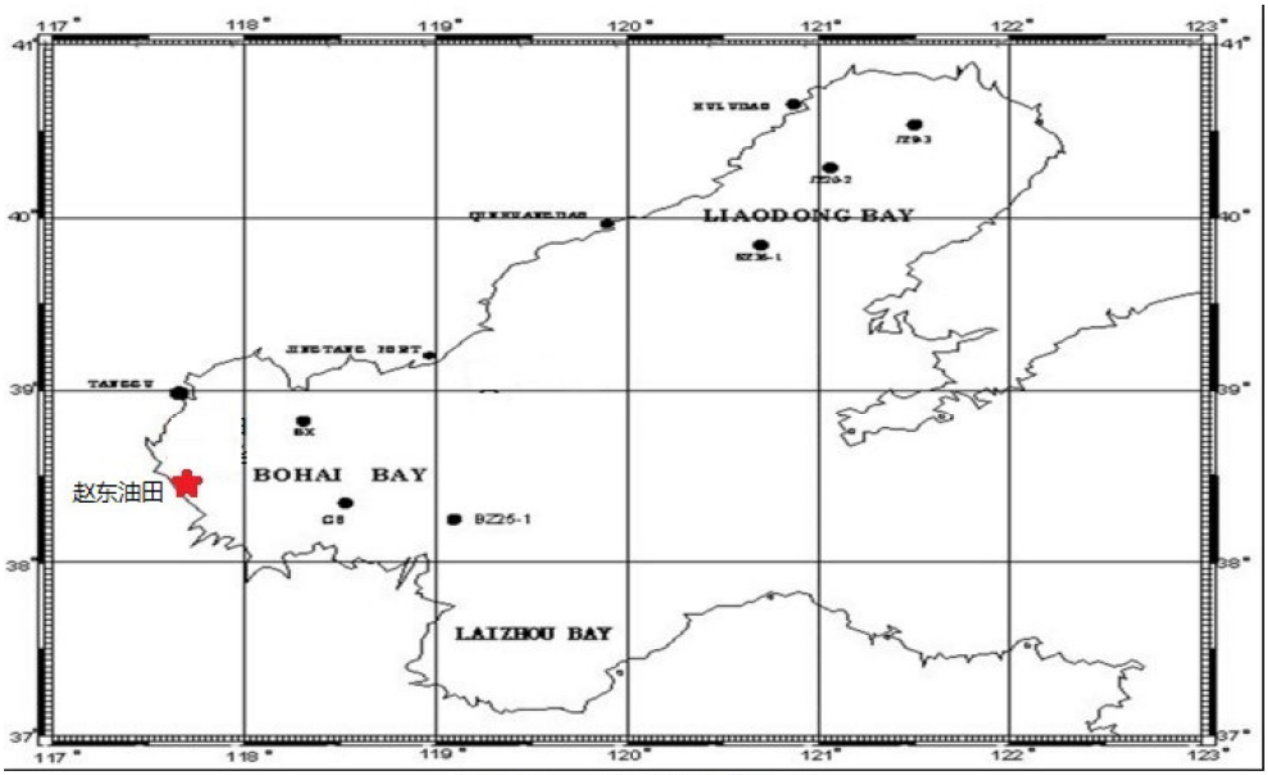


图 2.2-1　项目地理位置图

2.2.1.2 工程组成

（1）主要生产设施

赵东油田现有平台 6 座，分为 2 个平台群。两平台群之间由 4 条海底管缆相连接。见表 2.2-1。赵东油田 C/D 区块平台群、C-4 区块平台群的位置关系见图 2.2-2a，设施布局如图 2.2-2b 所示，各平台主体设施见表 2.2-2、表 2.2-3。

表 2.2-1 赵东油田平台及海底管线设施一览表

C/D 区块平台群	• ODA 钻井平台 • ODB 钻井平台 • OPA 生产处理平台 • OPB 生产处理平台
C-4 区块平台群	• PT1 管线终端平台 • CP2 无人井口平台
C-4 区块海底管缆	• 1 条油气水混输管道（PT1 平台→OPA 平台） • 1 条回注水管道（OPA 平台→PT1 平台） • 2 条海底电缆，一用一备（OPA 平台→PT1 平台）

表 2.2-2 赵东油田现状主要生产设施组成表

组成	功能	主要生产设施	定员
CP2	无人井口平台	23 口生产井+11 口注水井、计量系统	/
ODA	井口物流生产、计量、生产水回注功能	35 口生产井+23 口注水井+2 口水源井、钻井系统（ODA 与 ODB 共用）、计量系统	174 人（均住宿于 ODA 平台生活楼上）
ODB	井口物流生产、计量、生产水回注功能	42 口生产井+15 口注水井、计量系统	
OPA	处理集输功能	分离加热系统、原油处理装置、生产水处理装置、储油罐、管线集输系统、火炬	
OPB	处理集输功能	分离加热系统、原油处理装置、生产水处理装置、原油外输系统、天然气外输系统、	
PT1	管线终端	中央控制室、火炬、管线集输系统	/
埕海 1-1 人工岛	原油储存、转运设施		依托工程，不属于赵东油田资产
	天然气储存、转运设施		

表 2.2-3 赵东油田海底管道及电缆现状

管道/电缆路径	管道/电缆	长度（km）	备注
C/D 区块 OPA 平台——C-4 区块 PT1 平台	混输管道 1 条	4.5	海底电缆一用一备
	注水管道 1 条		
	海底电缆 2 条		

季家堡变电站——C/D 区块 OPB 平台	海底电缆 2 条	9.52	岸电接入电缆
C/D 区块 OPB 平台 ——埕海 1-1 人工岛	输油管线 1 条	4.51	依托管线，不属于赵东油田资产
	输气管线 1 条		
	海底光缆 1 条		

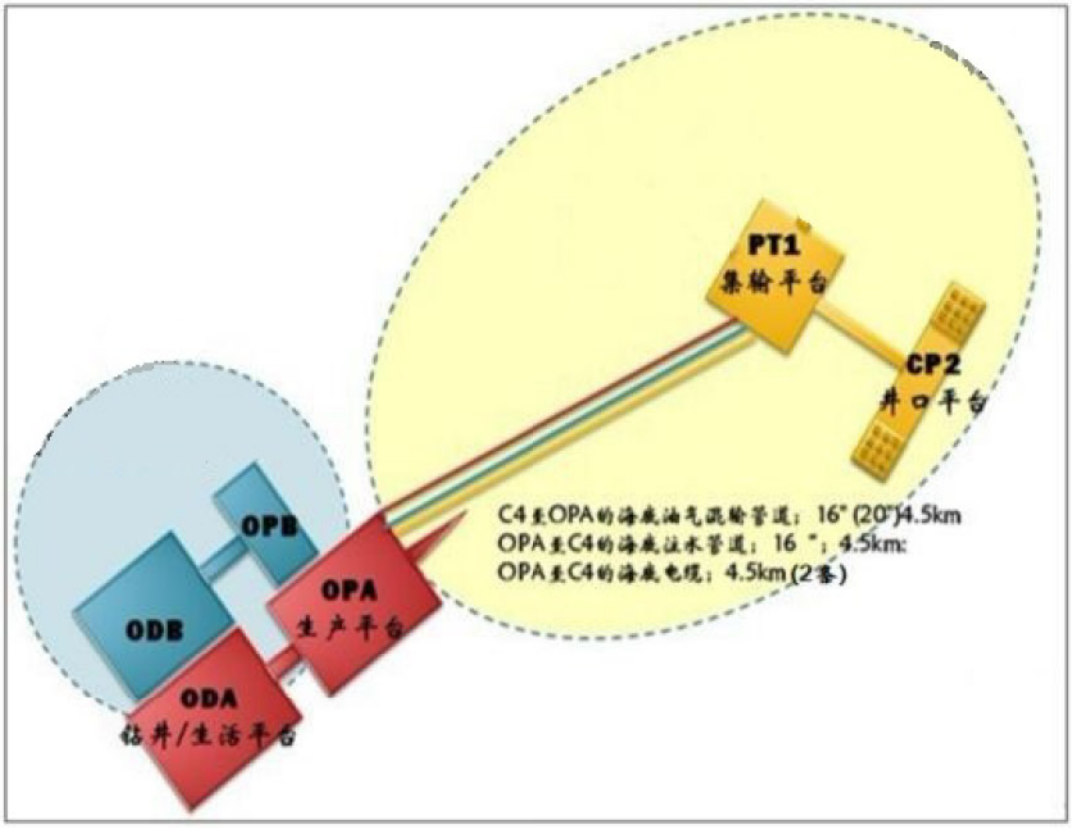


图 2.2-2a 赵东油田 C/D 区块平台群、C-4 区块平台群的位置关系图

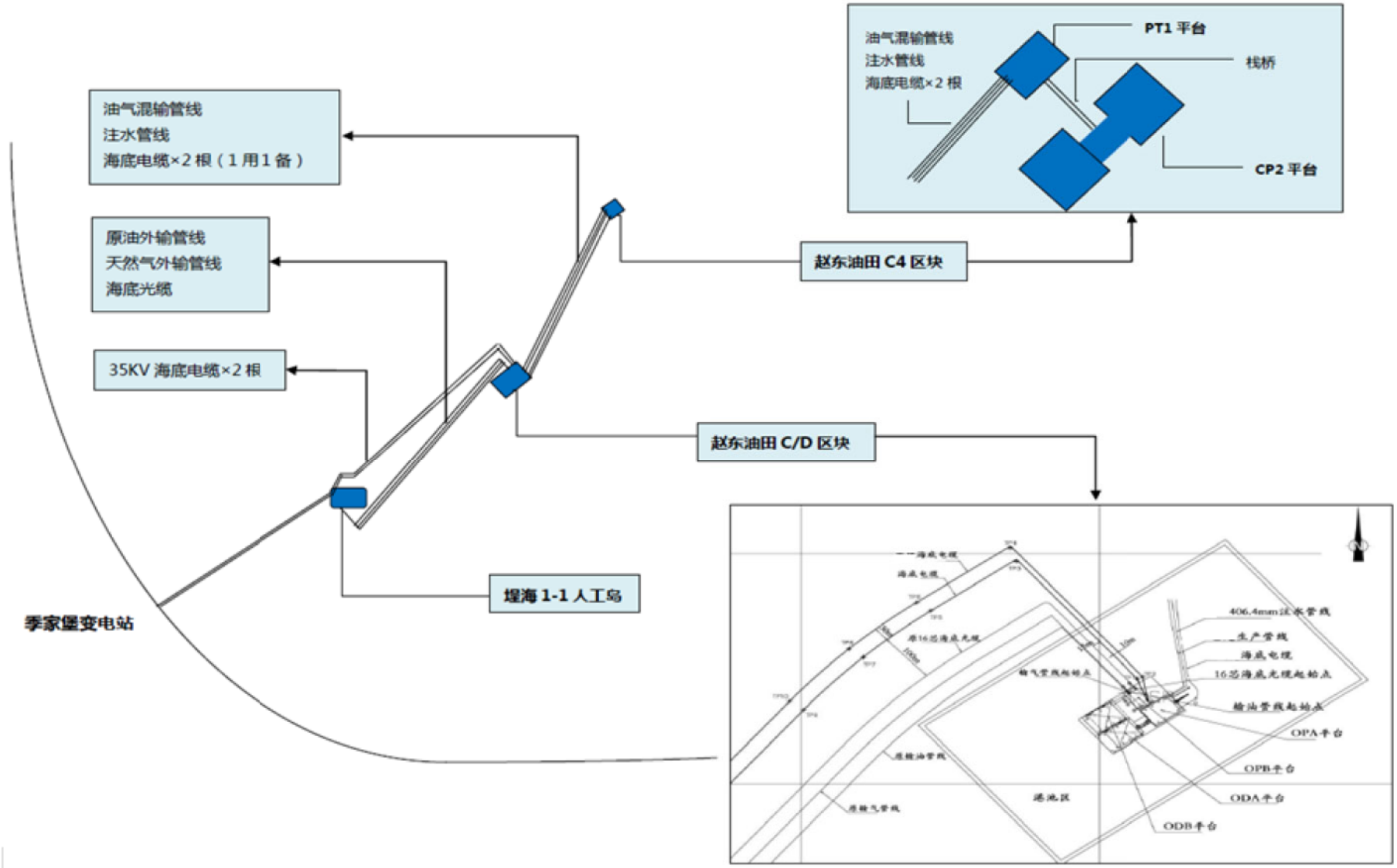


图 2.2-2b 赵东油田设施布置示意图

（2）配套公用工程及环保工程

本项目 C-4 区块油气水处理等均依靠 C/D 区块，赵东油田 C/D 区块原油脱水能力 8770 吨/天（液量），原油外输能力 4200 吨/天（含水原油），天然气输送能力 68 万立方米/天。

现有公用工程设施和环保设施详见表 2.2-4 和表 2.2-5。

表 2.2-4 主要公用工程一览表

序号	设施	公用设施
1	ODA	生活模块
2	OPA	生产工艺系统、注水系统
3	OPB	生产工艺系统

表 2.2-5 与本工程相关的主要环保设施一览表

平台名称	环保设施	数量
ODA 平台	生活污水处理系统，设计处理能力 14.7 m^3/d	1 套
	开式排放系统	1 套
	闭式排放系统	1 套
ODB 平台	开式排放系统	1 套
	闭式排放系统	1 套
OPA 平台	CFU 生产水处理系统，设计处理能力 7.5 万桶/天·套（11925m^3/d·套）	2 套
	开式排放系统	1 套
	闭式排放系统	1 套
	火炬	2 套
OPB 平台	旋流浮选生产水处理系统，设计处理能力 3.2 万桶/天·套（5088 m^3/d·套）	2 套
	开式排放系统	1 套
	闭式排放系统	1 套
CP2 平台	开式排放系统	1 套
	闭式排放系统	1 套

2.2.1.3 产出物流集输工艺流程

（1）井口物流集输流程

C/D 区块的 ODA 平台井口物流进入 OPA 平台处理，ODB 平台井口物流进入 OPB 平台处理，C-4 区块的 CP2 平台井口物流通过海底管线输往 OPA 平台后在 OPB 平台进行处理。经过处理后的原油集中储存在位于 OPA 平台上的干油罐，通过 OPB 外输泵和海底外输管线送至埕海 1-1 人工岛。井口平台物流集输流程见图 2.2-3。

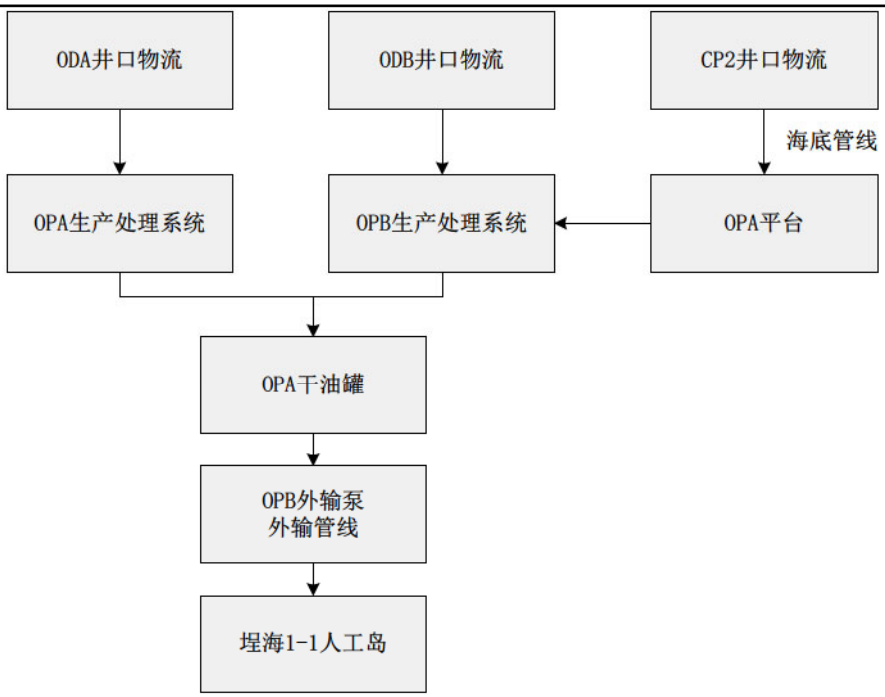


图 2.2-3 井口物流集输流程图

（2）原油处理工艺流程

各井口物流计量加热后首先进入生产分离器进行油气分离和油水一级分离，加热后再进入原油处理器。生产分离器液相居留时间为 6-7 分钟，绝大部分天然气由此分离，分离后的原油含水应低于 20-30%，分离后的原油再加热到 70℃后进入原油处理器进行二级原油处理，设计原油停留时间为 40-50 分钟，处理后原油含水应不高于 1-4%。处理达标的原油经海底管线输至埕海 1-1 人工岛，在人工岛交接后与埕海一区原油汇合输至埕海联合站。原油处理工艺流程见图 2.2-4。

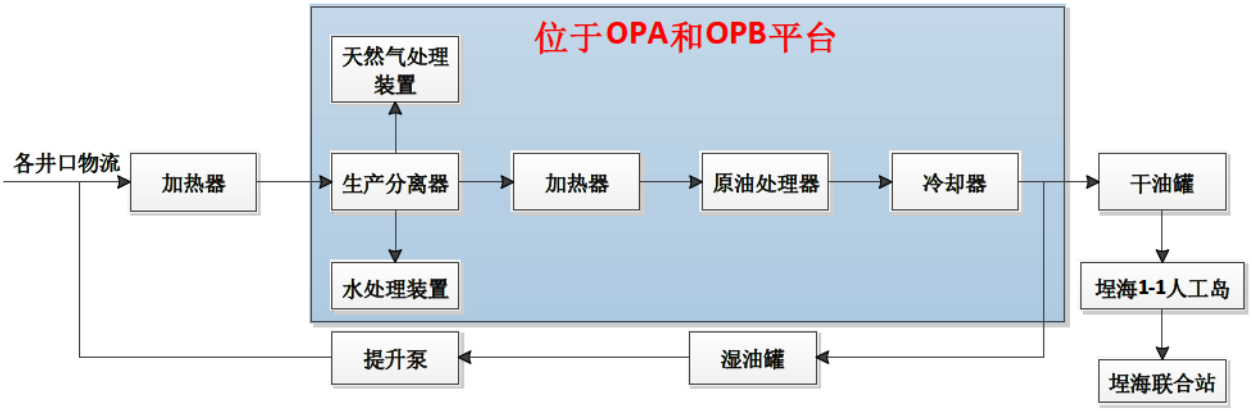


图 2.2-4 原油处理工艺流程图

（3）天然气处理工艺流程

从生产分离器分离出的伴生天然气通过换热器将温度从 63℃冷却至 50℃，大部分天然气通过海底管线输送到埕海 1-1 人工岛进行气液分离处理，分离处理的天然气与埕海 1-1 人工岛天然气混合后输送至埕海联合站进行处理，其余部分天然气通过平台分离器脱出液相组分，经升温、过滤达到燃气轮机组对燃料的要求后用于平台透平发电机发电，少部

分天然气通过火炬放空燃烧。

（4）污水处理工艺流程

①生产水处理工艺流程

赵东油田生产水处理系统为“CFU 装置系统与旋流浮选装置系统并联而成”。

CFU 装置系统将水力旋流器和浮选机整合在一个装置中，成为一个高效率处理装置，其主要处理原理是基于气体悬浮和离心力，从外部注入气体，内部特别设计的气油混合机制，能够更容易地将气油混合物从水中分离出来。生产水经处理后直接进入注水罐。

旋流浮选装置系统由旋流分离器、浮选单元和缓冲罐组成，生产水经处理后进入注水罐。含油生产水处理工艺流程见图 2.2-5。

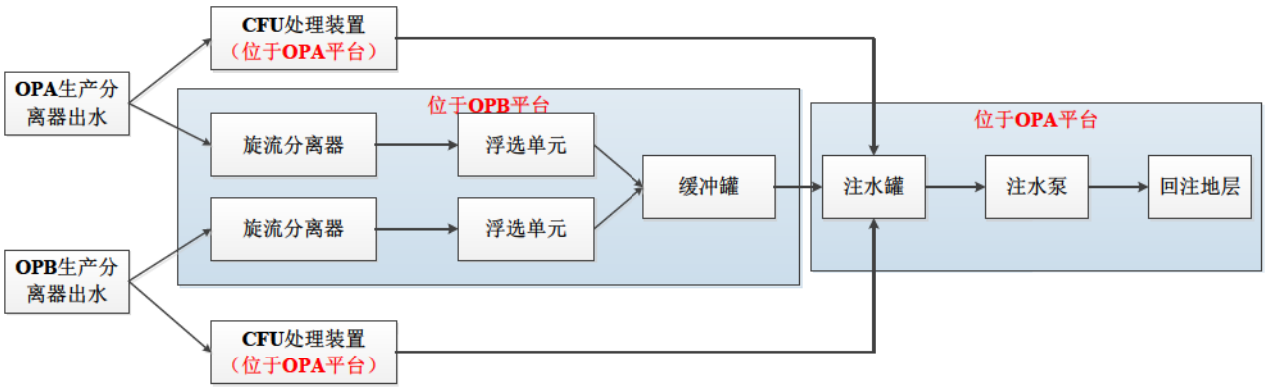


图 2.2-5 生产水处理工艺流程图

在 OPA 平台安装有 2 套 CFU 装置系统，设计处理能力 15 万桶/天（23850 m^3/d），在 OPB 平台安装有 2 套旋流浮选装置系统，设计处理能力 6.4 万桶/天（10176 m^3/d），生产水处理系统设计处理能力为 21.4 万桶/天（34026 m^3/d），见表 2.2-6。

表 2.2-6 赵东油田现有含油生产水处理设施总表

处理单元	所在位置	装置组成	设计处理能力
CFU 装置	OPA 平台	旋流浮选集成装置	23850 m^3/d
旋流浮选装置	OPB 平台	旋流分离器+浮选单元+缓冲罐	10176 m^3/d
总计			34026 m^3/d

②生活污水处理工艺流程

赵东油田作业人员生活污水均依托 ODA 平台上的生活污水处理装置。2012 年赵东作业分公司对 ODA 平台上的生活污水处理装置进行了改造，改造后的生活污水处理装置采用序批式-膜法原理处理有机污染物质，设计处理能力为 14.7m^3/d。

其处理流程为：生活污水首先进入缓冲柜，当柜内液位达到中位时，将污水转驳至序批柜，进行序批式接触氧化、生化处理，处理水由流程泵转驳至清水柜内，当液位达到中位时，将处理水泵入膜组，经膜组过滤后的排放水经紫外线消毒后排出，不达标时，回流到缓冲柜进行循环处理。生活污水处理工艺流程如图 2.2-6。

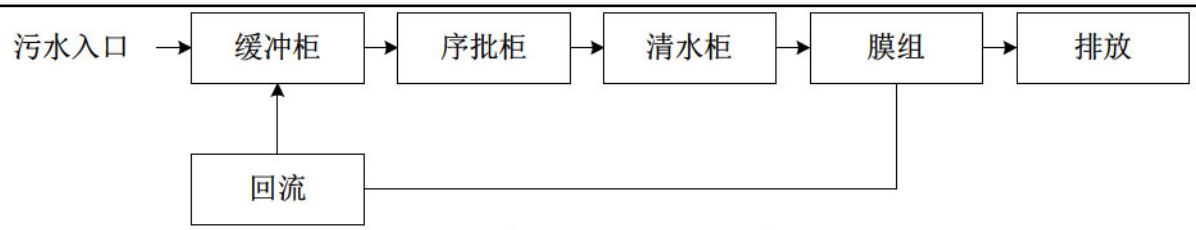


图 2.2-6 生活污水处理工艺流程图

（5）注水工艺流程

经生产水处理系统处理后的生产水，进入注水罐作为注水水源，经注水泵增压后一路输送到 C/D 区块的 ODA 平台和 ODB 平台注水井回注入地层，一路通过海底注水管线输送到 C-4 区块的 CP2 平台回注入地层。注水工艺流程如图 2.2-7。

图 2.2-7 注水过程流程图

（6）生活垃圾和工业固废处理

赵东油田在全部 6 个平台上分别设有垃圾回收箱。对生活垃圾、一般工业固体废弃物分类回收，运回陆地，委托给天津滨海新区瑞吉安物资再利用有限公司进行处理。对危险废物分类存放，运回陆地，委托给天津合佳威立雅和天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司进行处理。

2.2.2 赵东油田开发工程回顾

2.2.2.1 油田开发历程

赵东油田包括三个储油区块（C、D 和 C-4 区块），开发历程主要经过 5 个阶段（图 2.2-8）。

2003 年 2 月 C/D 区块投产，建有一座钻井平台（ODA）、一座生产处理平台（OPA）和一座 30m 栈桥，同时建设了一条外输油轮航道。平台所采油气在 OPA 集中处理，采出原油处理达标后由油轮拉运至塘沽基地储存外销，所产天然气一部分用于发电，多余天然气放空处理。

2008 年 10 月 C-4 区块投产，建有一座管线集输平台（PT1）、一座井口平台（CP2）、一座 40m 栈桥和相应的海底管线。采出液通过海底油气混输管道输送到 C/D 区块 OPA 平台处理和储运。C-4 区块生产需要的回注水和动力由 C/D 区块 OPA 平台通过注水管道和海底电缆输送。

2009 年 4 月 C/D 区块扩建工程投产，建成了一座钻井平台（ODB）、一座生产处理平台（OPB）和一座 30m 栈桥。ODB 平台所采油气与 C-4 区块 CP2 平台采出油气在 OPB 平台进行处理。

2010 年，中国石油大港油田滩海开发公司建设埕海油田油气集输系统工程，在赵东平台至埕海 1-1 人工岛之间铺设了一条 4.5km 天然气外输管线、一条 4.5km 原油外输管线与海底光缆，2010 年 12 月天然气外输管道投入使用，赵东油田采出天然气由大部分放空燃烧改为外输往埕海 1-1 人工岛，在人工岛交接后与埕海一区天然气汇合输至埕海联合站。2011 年 10 月原油外输管道投入使用，自此采出原油达标后外输，同天然气外输管道一样，在人工岛交接后与埕海一区原油汇合输至埕海联合站。原油轮外输系统作为应急备用。

2012 年，为满足赵东油田冬季电力负荷需求，赵东油田建设了两条长 9.52km 的并行海底电缆、电缆由陆上季家堡变电站引出，直至赵东油田 C/D 区块 OPB 平台。岸电电缆投入使用后，平台电力负荷由岸电及平台透平发电机共同供电。

图 2.2-8 赵东油田开发历程图

2.2.2.2 相关环评报告书结论及批复情况

赵东油田在 2001 至 2020 年，进行了 11 次环境影响评价工作。历次环评批复要求及落实情况见表 2.2-7。

赵东油田历次建设内容见表 2.2-7。

表 2.2-7 赵东油田历年环境影响评价批复要求及执行情况说明

序号	环境影响报告书名称	行政主管部门批复	主要环保措施要求	对批复要求执行情况说明	涉及的生产设施
1	渤海湾浅海赵东区块 C/D 油田开发生产环境影响报□书（报批稿，2001 年 10 月）	2001 年 12 月 29 日获得国家海洋局的批复，国海环字【2001】512 号“关于渤海湾浅海赵东区块 C/D 油田开发生产环境影响报告书的批复”，见附件 3。	• 含油生产污水经处理后全部回注地层，不得排放。 • 含油钻井液经主管单位认可的单位检验，检验合格后方可排放。 • 生活垃圾、工业垃圾全部收集运回陆地处理。 • 生活污水经处理达标后排放。 • 该工程作业区域为平台外缘 500 米以内海域。	• 2004 年以后采油生产水全部回注地下，没有排放。 • 生活垃圾、工业垃圾全部运回陆地由有资质的单位处理。 • 生活污水全部经处理达标后排放。 • 施工过程中加强管理作业区域控制在平台外缘 500 米以内的海域。	• 建设 ODA 钻井平台 • 建设 OPA 生产平台 • 平台共布井 25 口，其中生产井 10 口，注水井 11 口，水源井 4 口。
2	渤海湾浅海赵东区块 C/D 油田开发生产海洋环境影响评价补充报告（报批稿，2003 年 8 月）	2004 年 1 月 17 日获得国海环字【2004】28 号“渤海湾浅海赵东区块 C/D 油田开发生产海洋环境影响评价补充报告审批意见的复函”，见附件 4。	• 原则上在紧急需要的情况下含油污水以低于 15ppm 的标准排放，最大排放速率 500m^3/天。在含油污水排放期间应当进行监测，每 6 小时一次，一天不少于 4 次，出现超标情况时及时报告主管部门。 • 加强环保设施管理，定期检查含油污水处理系统的运行状况，确保设备运行良好，发现问题及时采取措施，并报告主管部门。 • 加强平台作业人员的培训，提高环保意识，严格遵守操作规程。 • 加强正常生产期间的管理，努力实现含油污水处理后回注地层，避免出现污水排海情况的发生。	• 关于生产水紧急排放：已建立程序排海污染物采样与监测（ZD-HSE SP-E-02）保证其实施。 • 赵东油田定期监测处理后的生产水，检查含有污水处理系统的运行状况，确保设备运行良好。 • 2004 年以后采油生产水全部回注地下，没有排放。	不涉及新建生产设施，主要为申请紧急情况生产水达标排放总量。

序号	环境影响报告书名称	行政主管部门批复	主要环保措施要求	对批复要求执行情况说明	涉及的生产设施
3	渤海湾浅海赵东区块 C/D 油田开发项目海洋环境影响补充报告（报批稿，2006 年 4 月）	2006 年 5 月 29 日获得国家海洋局的批复，国海环字【2006】261 号“关于渤海湾浅海赵东区块 C/D 油田开发项目海洋环境影响补充报告核准意见的复函”，见附件 5。	• 含油生产污水经处理后全部回注地层，不得向海洋排放。回注系统发生故障含油生产污水回注地层确有困难时，经处理达标后可以向海洋排放，但必须控制排放总量。在正常生产期，非正常排放的含油污水最大量应控制在 6000 立方米/天以内，在油田最大产水期，非正常排放的含油污水最大量应控制在 10000 立方米/天以内，且每次连续排放不得超过三天。石油烃的年排放量控制在每年 8 吨以下。 • 排污混合区的范围为以 C/D 平台外缘为中心 1000 米半径以内海域。 • 油层钻屑全部收集处理后回注地下。 • 建议在油田开采年限内，每年应对工程海域进行一次系统的环境监测，用以评价工程对海洋环境的影响程度。	• 2004 年以后采油生产水全部回注地下，没有排放。 • 排污混合区的范围没有超过以 C/D 平台外缘为中心 1000 米半径以内海域。 • 油层钻屑全部收集处理后回注地下。 • 每年度对工程海域进行海域环境质量跟踪监测。	• 2006 年至 2008 年 ODA 钻井平台新增钻井 36 口，其中采油生产井 18 口，注水井 18 口，其他没有变化。
4	渤海湾浅海赵东油田 C-4 区块开发项目环境影响报告书（报批稿，2006 年 8 月）	2006 年 9 月 21 日获得国家海洋局的批复，国海环字【2006】477 号“关于渤海湾浅海赵东油田 C-4 区块开发项目环境影响报告书核准意见的复函”，见附件 6。	• 正常生产情况下产生的含油生产水经处理后回注地下。 • 油层钻屑全部收集处理后回注地下。 • 工业垃圾全部收集运回陆地处理。	• 2004 年以后采油生产水全部回注地下，没有排放。 • 油层钻屑全部收集处理后回注地下。 • 工业垃圾全部运回陆地由有资质的单位处理。	• 建设两个井口平台 CP1、CP2（后取消建设 CP1） • 建设一个管道终端（PT1）平台 • 建设 C-4 与赵东之间 4.5km 长的海底油气混输管道一条、输水管道一条、电缆一条 布井 60 口，其中生产井 30 口，注水井 30 口，后 CP2 实际布井 36 口。
5	渤海湾浅海赵东油田 C/D 区块扩建项目环境影响报告书（报批稿，2007 年 11 月）	2008 年 1 月 22 日获得国家海洋局的批复，国海环字【2008】34 号“关于渤海湾浅海赵东油田扩建项目环境影响报告书核准意见的复函”，见附件 7。	• 含油生产污水经处理后全部回注地层，不得排放。 • 油层钻屑全部收集处理后回注地下。 • 生活垃圾、工业垃圾全部收集运回陆地处理。 • 落实报告书中的生态补偿措施和监测计划，并将工程进展和监测结果及时通报国家海洋局北海分局。	• 2004 年以后采油生产水全部回注地下，没有排放。 • 根据《关于钻井液钻屑回注有关问题的通知》（2013 年 3 月 12 日）和《关于赵东油田停止钻井液钻屑回注的通知》（2013 年 3 月 28 日），赵东油田于 2013 年 3 月 13 日停止回注油层钻屑、钻井液，实施运	• C-4 与赵东之间 4.5km 长的海底油气混输管道一条、输水管道一条

序号	环境影响报告书名称	行政主管部门批复	主要环保措施要求	对批复要求执行情况说明	涉及的生产设施
				回陆地处理方案。赵东油田于2013年4月2日经申请获得国家海洋局批复（海办函【2013】41号），同意油层钻井液钻屑运回陆地处理，交由有资质的单位处理。 • 生活垃圾、工业垃圾全部运回陆地由有资质的单位处理。 • 落实了报告书中的生态补偿措施，每年度对工程海域进行海域环境质量跟踪监测。	
6	渤海湾浅海赵东油田 C/D 区块扩建项目环境影响报告书（修改稿，2009年7月）	2009年8月11日获得国家海洋局的批复，国海环字【2009】520号“关于重新核准渤海湾浅海赵东油田 C/D 区块扩建项目环境影□报告书的函”，见附件8。	• 工程调整后，OPB 平台上不设污染物排放口，生活污水、钻屑和钻井液的排放位置不变，钻井液、钻屑和含油生产水污染物排放总量控制指标不变。 • 不利天气条件下，应采取关闭部分或全部生产井等有效措施，减少溢油风险。	• OPB 平台上没有设置污染物排放口，生活污水、不含油钻屑和钻井液经原排放位置排放。 • 生产过程中严格按照海洋局的批复要求执行。	• 建设 ODB 钻井平台 • 建设 OPB 生产平台 • ODB 平台布设井槽 60 口
7	赵东平台35kV变电站电源线（海缆部分）项目环境影响报告书	2012年10月17日获得国家海洋局的批复，国海环字【2012】698号“国家海洋局关于赵东平台35kV变电站电源线（海缆部分）项目环境影响报告书核准意见的批复”，见附件10。	• 电缆埋设施工采取有效措施减少悬浮泥沙对环境的影响。 • 污染物的处理和排放应当符合国家有关规定和标准。船舶含油污水、生活污水、工业垃圾均运回陆地交由有资质单位统一接收处理。 • 安排海上施工作业时间和施工工序。	• 电缆埋设深度按照设计要求施工，并采取相应的防护措施。 • 船舶含油污水、生活污水、工业垃圾均运回陆地交由有资质单位统一接收处理。 • 合理安排海上施工作业时间。	• 本工程主要包括从季家堡变电站向赵东平台引入的两条工作电压为 35 千伏的海底电缆以及相应的平台适应性改造工程，海缆长度为 2×9520 米。

序号	环境影响报告书名称	行政主管部门批复	主要环保措施要求	对批复要求执行情况说明	涉及的生产设施
8	赵东油田 2013 年调整井项目环境影响评价报告表（报批稿，2013 年 8 月）	2013 年 9 月 10 日获得国家海洋局的批复，国海环字【2013】624 号“关于赵东油田 2013 年调整井项目环境影响评价报告表核准意见的批复”，见附件 11。	• 含油钻屑、含油钻井液、机舱含油污水和生活垃圾应全部运回陆地交由有资质的单位处理；含油生产水、初期雨水和甲板冲洗水经处理后全部回注地层，任何工况下不得排海；生活污水经处理达标后方可排海。 • 严格按照设计的注入压力和注水量进行作业，实时监测井口的注水压力和注水量，加强注水地层压力，严禁超压、超量注水。	• 含油钻屑、含油钻井液、机舱含油污水和生活垃圾全部运回陆地交由有资质的单位进行处理。 • 含油生产水、初期雨水和甲板冲洗水经处理后全部回注地层。 • 注水井配备了压力控制装置、□制阀门和报警系统，实时监控回注压力并做好记录；发现异常情况及时报警，同时加强管理、加强宣传教育并按计划定期组织演练等。	新增井数 25 口，其中在赵东油田 C/D 区块 ODB 平台调整 19 口，包括 16 口生产井、3 口注水井，赵东油田 C-4 区块调整 6 口，包括 5 口生产井、1 口注水井，用以提高原油采收率，弥补油田产量递减。
9	赵东油田 2014 年调整井项目环境影响评价报告表（报批稿，2013 年 12 月）	2014 年 1 月 27 日获得国家海洋局的批复，国海环字【2014】67 号“关于赵东油田 2014 年调整井项目环境影响评价报告表核准意见的批复”，见附件 12。	• 含油钻屑、含油钻井液、工业垃圾、生活垃圾应全部运回陆地交由有资质的单位处理；含油生产水经处理后全部回注地层，任何工况下不得排海。 • 钻屑和钻井液排放应避开主要经济鱼类的产卵盛期（4-6 月），控制排放速率，最大限度减少对海洋生物的影响。 • 鉴于赵东油田 D-12LS 注水井贴近断层，存在较大环境风险，为保护海洋环境，应停用此井，进行封堵后废弃。 • 改造生产水处理系统，使回注水达到回注水石油类标准。	• 含油钻屑、含油钻井液、工业垃圾、生活垃圾全部运回陆地交由有资质的单位处理；含油生产水经处理后全部回注地层，任何工况下不排海； • 4-6 月没有排放非含油钻井液、钻屑入海。 • 封堵 D-12LS 注水井 • 完成生产水处理系统改造，通过投加化学药剂，目前赵东油田回注水水质中石油类含量≤50mg/L，可以实现达标回注。	本次针对 27 口调整井进行评价，计划调整的 27 口井其中在赵东油田 C/D 区块计划调整 23 口，赵东油田 C-4 区块计划调整 4 口。

序号	环境影响报告书名称	行政主管部门批复	主要环保措施要求	对批复要求执行情况说明	涉及的生产设施
10	赵东油田2016年调整井项目环境影响评价报告表（报批稿，2016年11月）	2016年11月25日获得国家海洋局的批复，国海环字【2016】603号“关于赵东油田2016年调整井项目环境影响评价报告表的批复”，见附件13。	• 含油钻屑、含油钻井液不得排海，应运回陆地交由有资质的单位处理；生产垃圾、生活垃圾应分类收集运回陆地处理；非含油钻井液和钻屑、生活污水应处理达标后方可排海；含油生产水经处理达标后方可回注地层。 • 加强钻完井工程管理，防止井喷和火灾爆炸事故发生。 • 加强注水作业管理，防止地质性溢油事故发生。预先识别海底地质断层和压力异常底层，制定注水系统日常作业和监控程序，严格按设计注入压力和注入量进行注水作业，实施注水井动态监控，发现异常情况，立刻停止注水并采取有效措施，杜绝局部超注超压。 • 切实落实环境风险防范措施，配备与油田规模相适应的溢油应急设备和物资。发生溢油事故时，应当立即启动溢油应急计划，采取有效措施减轻事故对海洋环境特别是对敏感目标的影响，并按照规定立刻报告国家海洋局北海分局，及时通报渔业、海事、军队等有关部门。 • 钻井过程应严格控制非含油钻井液和钻屑的排放速率；尽量避开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）特别保护期（4月25日-6月15日）。	• 含油钻屑、含油钻井液、工业垃圾、生活垃圾全部运回陆地交由有资质的单位处理；非含油钻井液和钻屑达标排放；生活污水达标排放；含油生产水经处理后全部回注地层。 • 钻完井作业严格按计划进行。 • 注水井配备了压力控制装置、制阀门和报警系统，实时监控回注压力并做好记录；发现异常情况及时报警，同时加强管理、加强宣传教育并按计划定期组织演练等。 • 落实环境风险防范相关措施，配备相关设备和物资。 • 按报告表要求控制非含油钻井液和钻屑的排放速率；4-6月没有排放非含油钻井液、钻屑入海。	在赵东油田C/D区块对ODA、ODB平台实施调整井，建设14口调整井，包括10口生产井、4口注水井。

序号	环境影响报告书名称	行政主管部门批复	主要环保措施要求	对批复要求执行情况说明	涉及的生产设施
11	2019 年赵东合作区块 CD 区调整井环境影响报告表	2020 年 2 月 11 日获得生态环境部的批复，环审【2020】25 号“关于 2019 年赵东合作区块 CD 区调整井环境影响报告表的批复”，见附件 14	• 污染物的处理和排放应符合国家有关规定和标准。含油钻井液和钻屑应运回陆地交由有资质的单位处理。船舶机舱含油污水应运往陆地处理。含油生产水和洗井废水处理达标后回注地层，不得排海。生活垃圾和生产垃圾应分类收集运回陆地处理。 • 加强海底地质断层和压力异常地层识别，合理设计套管程序，制定有针对性的井控预案。严格执行作业规程和安全规程，配备安全有效的防喷设备和良好的压井材料及井控设备，加强随钻监测，及时控制可能遇到的溢流和井涌。 • 加强注水作业管理，防范地质性溢油事故发生。严格按照设计注入压力和注入量进行注水作业，实时监测井口的注水压力和注水量。加强注入地层的压力检测，发现异常情况，立即停止注水并采取有效措施，严禁超压、超量注水。 • 切实落实环境风险防范措施，强化区域环境风险应急联动。发生溢油事故时，应当立即启动溢油溢油应急计划，采取有效措施减轻事故对海洋生态环境特别是敏感目标的影响，按照规定立即报告我部海河流域北海海域生态环境监督管理局（以下简称海河北海局），并视情况及时通报河北省渔业、海事部门和河北海警局。 • 切实落实生态环境保护措施。严格控制钻井液和钻屑的排放速率，钻井液和钻屑的排放应避开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）特别保护期（4 月 25 日至 6 月 15 日），最大限度地减少对海洋生态环境和渔业资源的影响。	• 含油钻屑、含油钻井液、工业垃圾、生活垃圾全部运回陆地交由有资质的单位处理；非含油钻井液和钻屑达标排放；生活污水达标排放；含油生产水经处理后全部回注地层。 • 钻完井作业严格按计划进行。 • 注水井配备了压力控制装置、制阀门和报警系统，实时监控回注压力并做好记录；发现异常情况及时报警，同时加强管理、加强宣传教育并按计划定期组织演练等。 • 落实环境风险防范相关措施，配备相关设备和物资。 • 按报告表要求控制非含油钻井液和钻屑的排放速率；4-6 月没有排放非含油钻井液、钻屑入海。	在赵东油田 CD 区块 ODA 平台和 ODB 平台共实施 20 口调整井，其中 ODA 平台布置 6 口生产井，2 口注水井；ODB 平台布置 9 口生产井，3 口注水井。

2.2.2.3 环保设施的验收情况

2011 年 12 月，国家海洋局天津海洋环境监测中心站受赵东油田前作业者委托，负责实施赵东油田环境保护设施竣工验收监测工作。天津中心站组织有关人员，参考建设单位提供的有关资料，于 2011 年 11 月编制了《赵东油田开发工程环境保护设施竣工验收监测方案》；并于 2011 年 12 月 16 日至 12 月 19 日依照《方案》对赵东油田环保设施进行了竣工验收监测。本次环保设施竣工验收的主要结论为：赵东油田的开\闭排系统、生活污水处理系统、生产污水处理系统、生产水回注系统、钻井液钻屑回注系统运转正常，能够负担起生产污水、生活污水及油层钻屑的处理任务。生活污水处理装置有待于进一步升级改造。生活垃圾、工业垃圾分类存放，全部陆地处理，处理方式得当。油田周围海域海水环境整体良好，主要污染物来自于陆源污染。综合各方面，赵东油田环保设施基本满足海洋石油开发工程环境保护设施竣工验收要求。本次验收的主要建议有：尽快对生活污水处理设备升级改造，尽快对生产污水处理设备升级改造，提高处理效率。

2012 年 11 月，国家海洋局天津海洋环境监测中心站针对“赵东油田天然气增压外输项目及平台优化项目”涉及的环保设施改造内容进行了竣工验收监测，本次验收的环保设施竣工验收的主要结论：生产污水处理装置和回注系统升级改造后，设备运转正常，运行稳定，监测结果显示整个系统对生产水的处理效果良好，有效地提高了赵东油田生产污水处理能力、处理效率和回注能力，能够满足系统优化的目的和节能环保的要求。赵东油田整体环保设施基本满足海洋石油开发工程环境保护设施竣工验收要求。

2013 年 6 月 8 日国家海洋局对以上两次环保设施竣工验收一并进行了批复，详见附件 9。批复同意赵东油田环境保护设施通过竣工验收，准予正式投入生产。批复要求：鉴于目前含油生产水处理后的含油浓度尚不能满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）的要求，任何工况下禁止含油生产水排海。

两次环保设施验收情况及赵东作业分公司采取的措施见表 2.2-8。

表 2.2-8 赵东油田环保设施竣工验收情况一览表

验收时间	验收期间环保设施的运行情况	环保设施竣工验收的主要结论	采取的措施
2011.12《渤海湾浅海赵东油田环保设施竣工验收》	•生产水处理后石油类含量在 113 mg/L ~183 mg/L，回注地层，无排放 •平台生活污水处理后 COD 浓度在 88.0mg/L~406mg/L 之间； •平台垃圾回收系统运行正常	•生产污水处理系统、生产水回注系统、钻井液钻屑回注系统运转正常，能够负担起生产污水、生活污水及油层钻屑的处理任务 •生活污水处理装置有待进一步升级改造 •环保设施满足“三同时”要求，基本满足海洋石油开发工程环保设施竣工验收要求。	对生活污水处理装置进行改造
2012.12	•生产水处理后石油类含量在	•生产污水处理装置和回注系统升级	对生产污水处

《赵东油田开发工程平台优化项目环保设施竣工验收》	61.1 mg/L ~76.7 mg/L，全部回注地层，无排放	改造后，设备运转正常，系统有效提高了赵东油田生产污水处理能力、处理效率和回注和回注能力，能够满足系统优化的目的和节能环保的要求。 •环保设施满足“三同时”要求，满足海洋石油开发工程环保设施竣工验收要求。	理装置进行改造

2.2.2.4 含油生产水非正常排海情况回顾及含油生产水非正常工况处理情况

（1）含油生产水非正常工况排海情况回顾

根据《渤海湾浅海赵东区块 C/D 油田海洋环境影响补充报告书（报批稿，2006 年 4 月）》，“根据赵东油田 C/D 平台生产记录，2003 年试采油时，由于地层压力过大，生产水无法回注，有少量符合环评报告规定浓度的采油废水排放入海；2004 年以后采油生产水全部回注地下，没有排放。”2004 年后赵东油田未有生产水排海的记录。

（2）含油污水非正常工况下处理情况

在回注系统发生故障，含油生产水回注地层确有困难时，赵东油田将采取以下措施，确保不排放含油生产水入海。

（1）赵东油田于 2012 年将注水缓冲罐容积从 370 m^3 扩大至 4553 m^3，在现有的注水系统出现故障时，保证有 2-4 个小时的缓冲时间来修复注水泵。

（2）如果在注水缓冲罐满罐之前仍不能排除注水系统故障，赵东油田将停产，防止含油生产水排海。

（3）赵东油田溢油事故回顾

2019 年 6 月 1 日 5 时 18 分，赵东平台在钻井过程中，突发一起溢油事件，溢油量约 0.5 方。经 14 小时应急处置，完成新井注水泥浆封井，控制了事态。事件发生后，生态环境部特派专家组进行现场技术指导。中石油集团高度重视，相关领导多次批示指导。事件原因已查明，风险隐患已排查，整改措施已落实。基于赵东平台平台结构，海底管道，压力容器、工艺管线、安全附件的完整性管理现有数据和风险排查分析，赵东油田 ODA、ODB、OPA、OPB、PT1、CP2 各个平台结构、工艺系统压力容器，工艺管线、安全附件、海底管线满足安全生产要求。

2.2.2.5 环保设施的运行情况

（1）生活污水处理设施运行情况

2012 年 10～11 月，赵东油田前作业者对原有生活污水处理装置进行了升级改造，根据作业者提供的赵东油田例行环境监测报表中的结果（见表 2.2-9）可以看出生活污水经处理

后 COD 含量 < 300mg/L，符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中的一级标准。

表 2.2-9 赵东油田生活污水处理效果及达标情况一览表单位：mg/L

采样时间	COD 浓度（mg/L）	排放标准（mg/L）	达标情况
2018 年 7 月	197	300	达标
2018 年 8 月	53		达标
2018 年 9 月	131		达标
2018 年 10 月	157		达标
2018 年 11 月	139		达标
2018 年 12 月	273		达标
2019 年 1 月	120		达标
2019 年 2 月	51		达标
2019 年 3 月	62		达标
2019 年 4 月	93		达标
2019 年 5 月	115		达标
2019 年 6 月	51		达标
2019 年 7 月	173		达标
2019 年 8 月	61		达标
2019 年 9 月	192		达标
2019 年 10 月	140		达标
2019 年 11 月	158		达标
2019 年 12 月	98		达标
2020 年 1 月	252		达标
2020 年 2 月	86		达标
2020 年 3 月	192		达标
2020 年 4 月	296		达标
2020 年 5 月	90		达标
2020 年 6 月	52		达标

（2）含油生产水处理设施运行情况

目前，赵东油田含油生产水处理设施为 CFU 装置系统与旋流浮选装置系统并联而成，根据建设单位提供的环境监测报表中的结果（见表 2.2-10）可以看出：回注水石油类含量在 5.69～47.0mg/L 之间，满足《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》中≤50mg/L 的标准，可以实现达标回注。

表 2.2-10 赵东油田回注水水质监测结果：mg/L

采样时间	石油类浓度（mg/L）	排放情况	回注水质标准（mg/L）	达标情况
2018 年 7 月	23.9	回注	50	达标
2018 年 8 月	46.2			达标
2018 年 9 月	42.3			达标
2018 年 10 月	35.2			达标
2018 年 11 月	40.4			达标
2018 年 12 月	10.9			达标
2019 年 1 月	30.8			达标

2019 年 2 月	28.6			达标
2019 年 3 月	19.3			达标
2019 年 4 月	3.61			达标
2019 年 5 月	16.1			达标
2019 年 6 月	47.0			达标
2019 年 7 月	25.8			达标
2019 年 8 月	16.9			达标
2019 年 9 月	39.6			达标
2019 年 10 月	11.3			达标
2019 年 11 月	14.2			达标
2019 年 12 月	22.5			达标
2020 年 1 月	18.1			达标
2020 年 2 月	15.1			达标
2020 年 3 月	11.7			达标
2020 年 4 月	13.1			达标
2020 年 5 月	18.5			达标
2020 年 6 月	5.69			达标

注：《SY/T 5329-2012 碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》中要求，注入层平均空气渗透率＞1.5μm² 时，含油量≤50mg/L，本项目注入层平均渗透率为 [redacted]μm²，因此执行 50mg/L 标准。

表 2.2-11 赵东油田注水水质检测项目

序号	检测项目		目前检测值	达标值
1	控制指标	含油量（mg/L）	46	≤50
2		悬浮固体含量（mg/L）	27	≤30.0
3		悬浮物粒径中值（μm）	4.15	≤5.0
4		平均腐蚀率（mm/a）	0.001456	≤0.076
5		SRB（个/ml）	13	≤25
6		TGB（个/ml）	0.6	≤n×10⁴
7		IB（个/ml）	0	≤n×10⁴

（3）能耗状况

主电源：赵东平台现有两路电源，一路来自岸电，通过海底电缆接至赵东平台，一路来自赵东平台四台透平发电机组。

岸电系统：岸电通过两条 35kV 海底电缆向赵东 ODB 平台提供两路电源，赵东 ODB 平台设置一座 35kV 变电站，主变压器容量为 2×20MVA，35kV/6.3kV。

透平发电机组：赵东 OPA 平台设置四台透平发电机组电站，正常工况三用一备，每台可带额定负载 4.9MW，因设备运行时间较长，在实际工作中每台可带负载约 4.3MW，共约 13 MW。

应急电源：赵东 ODA 平台设 1500kW 的应急发电机组一台，应急发电机组接入 ODA 平台 400V 配电盘，并通过电缆与 OPA、OPB、ODB 平台 400V 配电盘相连，当岸电系统及透平发电机组失电后，控制系统将跳掉 OPA、OPB、ODA、ODB 平台 400V 配电盘非应

急电源供电设备开关，应急发电机组仅为剩下的应急负载供电 OPA（500 kW）、OPB（454kW）、ODA（174kW）、ODB（284kW）。

赵东平台现阶段电力负载情况：

1）赵东 ODB 平台岸电系统现在主要负载为 OPB 平台、ODB 平台、C-4 平台设备，经现场核实，现阶段实际最大负载约 8.7MW；

2）赵东 OPA 平台透平发电机组现在主要负载为 OPA 平台及 ODA 平台设备，经现场核实，现阶段实际最大负载约 9MW。

表 2.2-12 赵东平台用电情况表

	赵东平台现有用电设备	负荷
赵东 ODB 平台岸电系统	OPB 平台设备（1.5MW）， ODB 平台设备（4.2MW）， C-4 平台设备（3MW）	8.7MW
赵东 OPA 平台四台透平发电机组	OPA 平台设备（4.7MW）， ODA 平台设备（4.3MW）	9MW
合计		17.7MW

3）赵东平台电力系统空余容量

表 2.2-13 赵东平台电力系统空余容量表

	岸电系统	透平发电机组
电力系统容量	17MW	13MW
用电量	8.7MW	9MW
空余容量	8.3MW	4MW

2.2.3 赵东油田产能现状

赵东油田的产能现状见表 2.2-14。

表 2.2-14 赵东油田产能现状（2019 年）

油田	日产油（m^3）	日产水（m^3）	日产气（Nm^3）
赵东油田	[redacted]	[redacted]	[redacted]

2.2.4 本次调整井建设规模及内容

本次调整井工程钻完井采用钻井平台（钻井船）进行钻井作业，拟建调整井开发方式为注水开采，采油方式为电潜泵采油。

2.2.4.1 调整井基本情况

本次计划在 CP2 平台实施调整井 24 口，其中 18 口生产井， 6 口注水井。本次调整井调整前、后平台井数、井别变化情况见表 2.2-15。调整井布置详见图 2.2-9~2.2-10。

表 2.2-15 本次调整井调整前、后平台生产井数、井别变化情况

平台	调整前		本次调整		调整后	
CP2	34		24		34	
	生产井	注水井	生产井	注水井	生产井	注水井

	23	11	18	6	23	11

调整井井身基本参数见下表。典型井身结构如图 2.2-11。

表 2.2-16 本次调整井前后变化

平台	井名	井口槽	调整前井别	调整后井别	井型	调整方式
CP2	ZD-CP2N-sj1	3An	生产井	生产井	水平井	侧钻
	ZD-CP2N-sj2	2Cs	生产井	生产井	水平井	
	ZD-CP2N-sj3	2An	生产井	注水井	常规井	
	ZD-CP2N-sj4	1Bs	生产井	生产井	水平井	
	ZD-CP2N-sj5	2As	生产井	生产井	水平井	
	ZD-CP2N-sj6	2Bn	生产井	生产井	常规井	
	ZD-CP2N-sj7	1An	生产井	生产井	常规井	
	ZD-CP2S-sj8	4Cs	生产井	生产井	常规井	
	ZD-CP2S-sj9	4Bn	生产井	生产井	常规井	
	ZD-CP2S-sj10	4Bs	注水井	生产井	常规井	
	ZD-CP2S-sj11	4An	生产井	生产井	常规井	
	ZD-CP2S-sj12	5Cs	生产井	注水井	常规井	
	ZD-CP2N-sj13	1Cs	生产井	注水井	常规井	
	ZD-CP2S-sj14	5Cn	生产井	注水井	常规井	
	ZD-CP2S-sj15	6Cn	生产井	生产井	常规井	
	ZD-CP2S-sj16	5As	生产井	生产井	常规井	
	ZD-CP2S-sj17	3Bn	注水井	注水井	常规井	
	ZD-CP2S-sj18	6An	生产井	生产井	水平井	
	ZD-CP2S-sj19	6Bn	生产井	注水井	常规井	
	ZD-CP2S-sj20	6Cs	注水井	生产井	常规井	
	ZD-CP2S-sj21	4As	注水井	生产井	水平井	
	ZD-CP2N-sj22	3Cs	注水井	生产井	常规井	
	ZD-CP2S-sj23	3Bs	生产井	生产井	常规井	
	ZD-CP2N-sj24	3As	注水井	生产井	水平井	

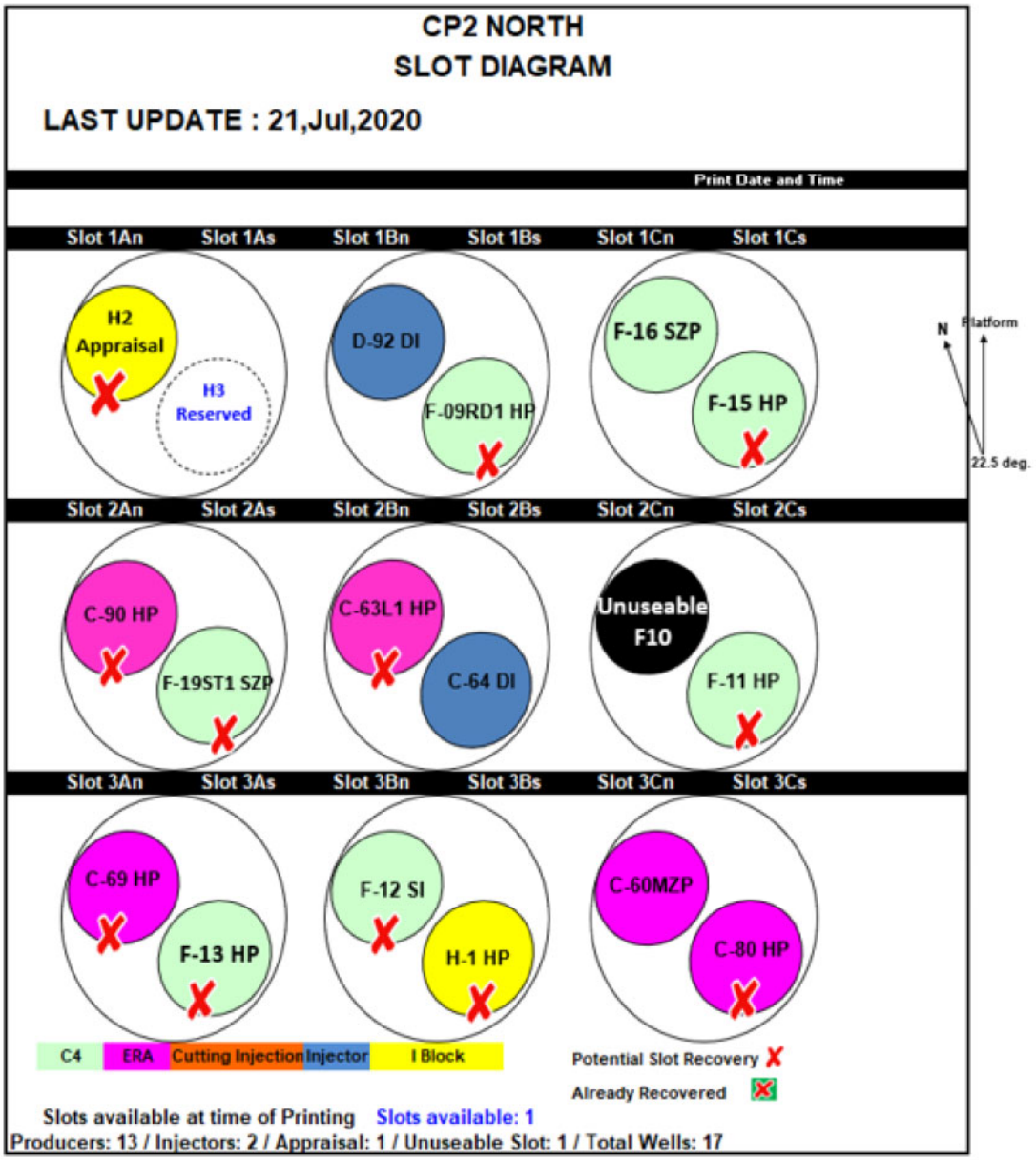


图 2.2-10a 赵东油田 C-4 区块 CP2 平台北侧井槽布置示意图

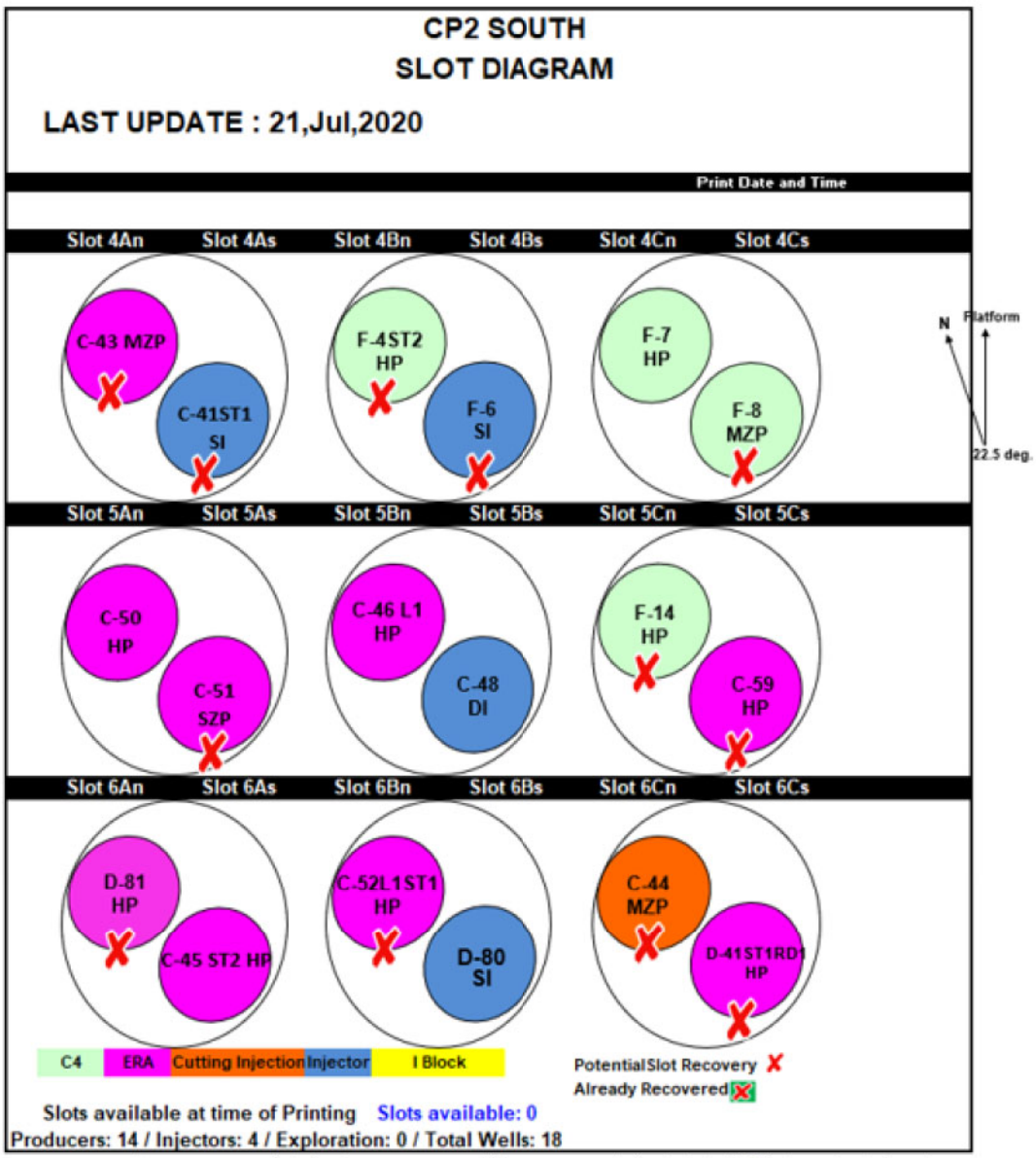


图 2.2-10b 赵东油田 C-4 区块 CP2 平台南侧井槽布置示意图

图 2.2-11a 侧钻井典型井身结构图

图 2.2-11b 侧钻井典型井身结构图

2.2.4.2 原油性质

赵东油田油品性质为重油，油的粘度和密度很高，油中溶解气含量较低。赵东油田原油性质见表 2.2-17，伴生水和伴生天然气性质见表 2.2-18，伴生天然气的组分见表 2.2-19。

表 2.2-17 原油性质表

密度（1）g/cm³/20℃	粘度（2）mPa.s/50℃	凝固点℃	含硫量%	沥青胶质%	含蜡（%）	初馏点
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

表 2.2-18 赵东油田采油伴生水、气体性质

水性质			气性质			
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]

表 2.2-19 天然气组分统计表

组分	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
摩尔%	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
组分%	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
摩尔%	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	

2.2.4.3 生产预测

（1）调整井产能预测

本工程计划建设 24 口调整井，其中生产井 18 口，注水井 6 口，调整井产能预测见下表。

表 2.2-20 本次调整井产能预测

[redacted]	[redacted]			[redacted]		
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

（2）CP2 平台产能预测

本工程调整井建成前、后 CP2 平台产能预测情况见下表。

表 2.2-21 赵东油田调整井投产前 CP2 平台产能情况

[redacted]	[redacted]			[redacted]		
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

表 2.2-22 赵东油田调整井投产后 CP2 平台产能情况

[redacted]	[redacted]			[redacted]		
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

（3）赵东油田全油田产能预测

表 2.2-23 赵东油田调整井投产前油田产能情况

[redacted]	[redacted]			[redacted]		
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

表 2.2-24 赵东油田调整井投产后油田产能情况

[redacted]	[redacted]			[redacted]		
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

2.2.4.4 调整井建设方案

（1）钻井方式

本工程调整井钻井施工采用 PDC（聚晶金刚石复合片钻头）或牙轮钻头，使用钻井平台（钻井船）进行钻井作业，钻井方式为轨道移动钻机作业。

（2）钻井液选择（水基钻井液）

钻井液应具备有良好的防止井壁坍塌能力，保持井壁稳定；流变性能好，携砂能力强，

保持井眼清洁；润滑性能好，降低摩阻与扭矩防止粘卡和脱压；增强钻井液的抑制性、降低MBT、减小失水，保护油气层，满足钻井需要。

同时海上钻井要求钻井液体系无毒、可重复利用，具有防塌抑制性强，保持井壁稳定，储层保护效果好等特点。

基于以上要求，本次调整井延用原井设计在完成老井的产层或注水层封堵后，将井筒内盐水替换为 KCL Polymer 钾盐聚合物水基钻井液钻进，抑制页岩地层水化膨胀、维护井壁的稳定和保护油气层，确保钻进和套管顺利下入。钻井液体系及性能设计见下表。

表 2.2-25　KCL/POLYMER 水基钻井液配方

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

表 2.2-26　KCL/POLYMER 水基钻井液性能

[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]

（3）施工安排

本次在赵东油田 C-4 区井口平台 CP2 布设 24 口调整井，施工期共约 480 天，其中钻屑排放天数约 72 天。

调整井施工作业天数约为 480 天，施工作业人数 75 人。作业期间，生活污水依托钻井船上的生活污水处理设施处理达标后排海。本工程施工安排见下表。

表 2.2-27　本工程施工安排（含调整井及生活污水设施改造）

项目		内容
施工天数	CP2 平台	480 天

	ODA 平台	50 天
施工人数	CP2 平台	75 人
	ODA 平台	8 人
施工船舶	1 条钻井船	/
	1 条支持船	/

2.2.4.5 钻完井及固井方案

（1）钻井工艺设计

1. 套管开窗侧钻

本次 24 口调整井全部采用从老井[redacted]套管内下入斜向器、开窗侧钻方式：

[redacted]

依据地质油藏部署以及建议的候选井眼槽，首先对老井井身结构、套管完整性、固井质量及生产情况评估，优选适于套管开窗的单井。对老井的产层或注水层段进行封堵、弃井，作业符合中华人民共和国石油天然气行业标准 SY/T 6845-2011《海洋弃井作业规范》中的相应规定。

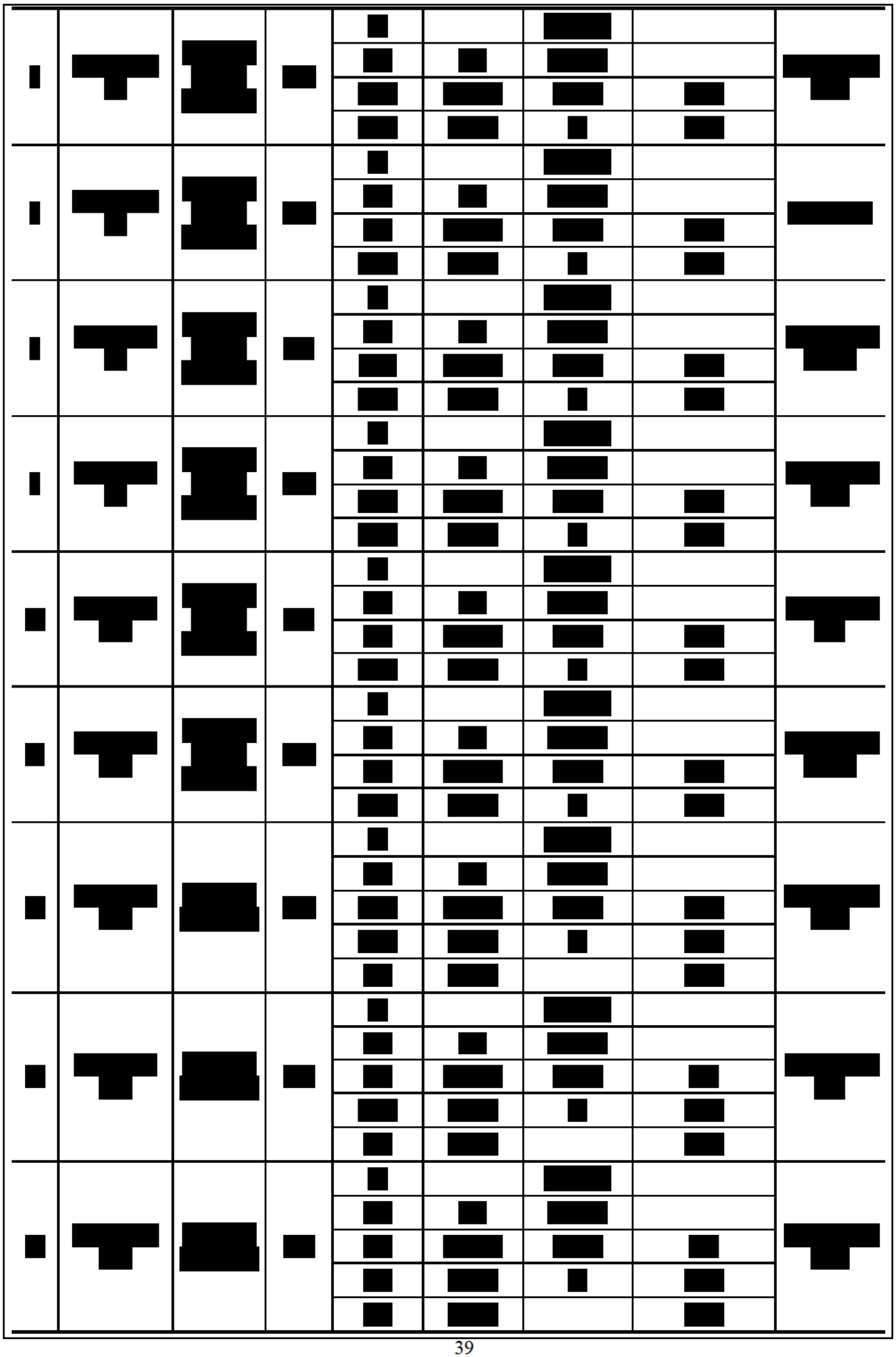
[redacted]

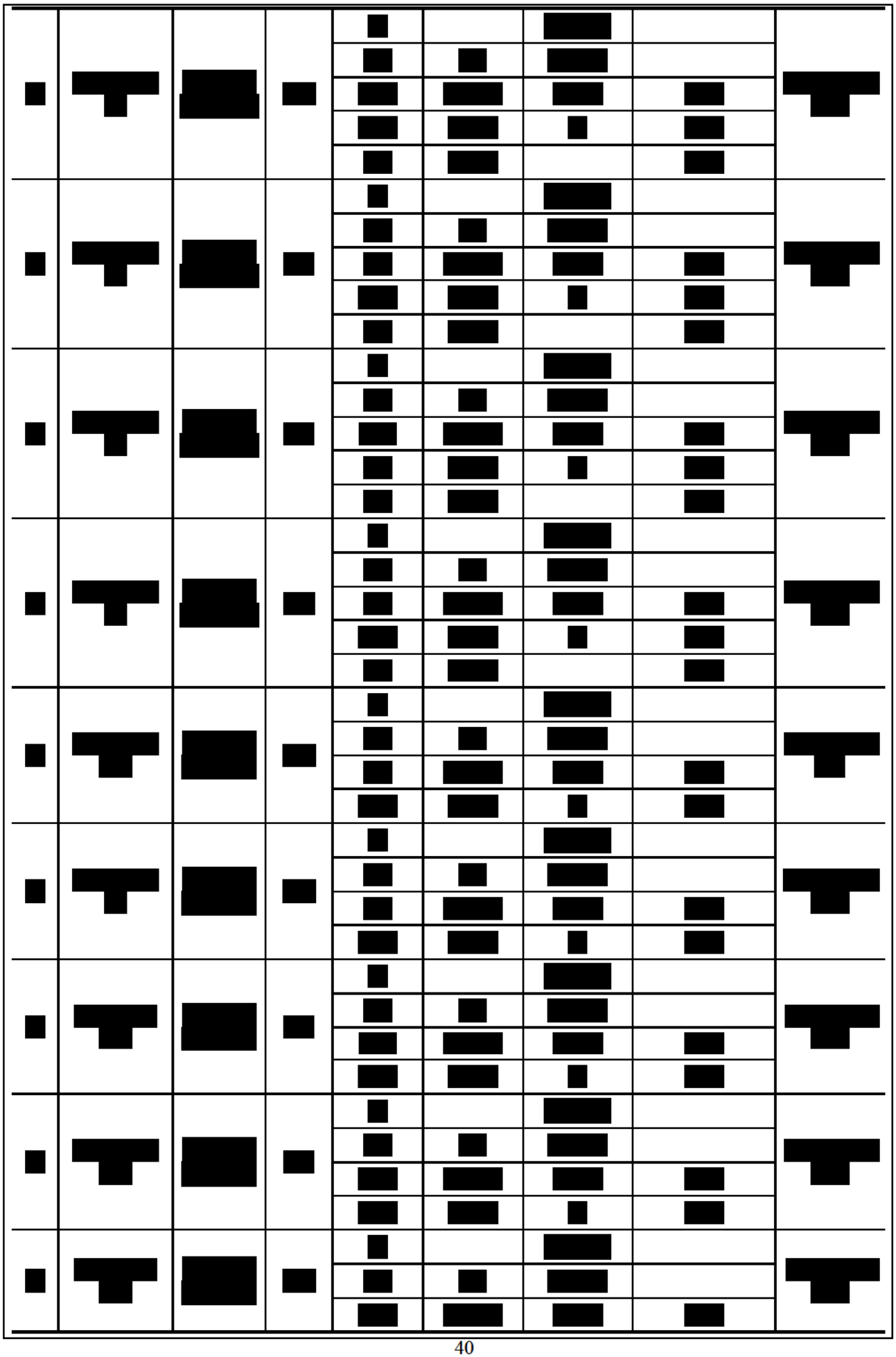
[redacted]

2. 井身结构设计

表 2.2-28　C-4 区块调整井井身结构设计

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]





				[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]		[redacted]
				[redacted]	[redacted]	[redacted]		
				[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
				[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	

（2）固井方案

此次调整井延用赵东油田采用的低密度水泥体系固井，水泥浆密度在 [redacted] g/cm^3 之间，水泥浆滤失量控制在 [redacted] mL/30min ~ [redacted] mL/30min， 24 小时水泥石抗压强度超过 [redacted] MPa，满足井筒长效密封的要求。

表 2.2-29　水泥浆配方及性能

	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]

注：①水泥浆性能及返深满足大港油田公司固井技术要求；

②现场施工前根据实际情况要做复核试验。

③生产尾管水泥封固段较长，水泥浆用量大，施工时间长，施工单位要作好水泥浆稠化时间试验。水泥浆密度要根据承压试验结果控制在安全窗口范围内，并保证水泥石强度，确保固井质量。固井过程中的油层保护要求要求水泥浆失水 [redacted]。

④由于本次调整井均是老井 9 5/8”套管内侧钻，地质靶点与井轨迹设计需要防碰考虑，因此所设计井的侧钻深度不同，老井井眼的弃井水泥塞的返高也根据井眼轨迹设计的侧钻点深度不同而不同。

（3）完井工艺

水平井:

明化馆陶地层属高孔高渗储层，地层出砂，主要采用 [redacted] 裸眼砾石充填和防砂筛管完井，平均砾石充填长度达到 [redacted] 左右。

水平井裸眼砾石充填工艺，采用的是 Excluder 2000 精细防砂筛管。该筛管主要以标准

套管为基管，并按设计要求规则钻孔，然后以 ASME 焊接工艺在打孔管上焊接绕丝，再在绕丝筛管上附上一层过滤筛网，外表层设计有保护套，有比较强的防砂机械性能和整体性。外表层防护套起到保护筛管和导向作用，下井时防止井眼碎屑、套管毛刺损害筛管；外防护罩具有导流功能结构，投产时，导流结构可使地层产出携带砂的液体改变流向，可以减缓对筛管的冲蚀；过滤网置于绕丝和防护套之间，使携带砂的液体再一次改变流向，减弱对筛管的冲蚀影响，同时提供了更大的过流面积，允许反冲洗作业，清除吸附在表面的细砂及泥饼。

水平井裸眼砾石充填是一个相对复杂的过程，携砂液通过油管被泵注到砾石充填孔，并以反循环方式进行充填。砾石的沉积充填过程分为正向充填的 α 波阶段和反向充填的 β 波阶段。

定向井:

赵东油田 C-4 区块的开发层位以[redacted]为主。采油井，针对疏松砂岩储层易出砂的特点，结合防砂工艺的需要，完井方式采用 [redacted]尾管固井射孔 / 防砂压裂方式。注水井，则全部采用套管固井射孔完井且不实施防砂措施，均能满足生产需要。

[redacted]

裸眼砾石充填（OHGP）防砂技术，水力携带砾石充填在筛管与井眼之间的环空中；而在多层压裂砾石（MZFP）充填时，砾石不但会充填在筛管与井眼之间的环空中，而且充填压力还促使砾石进入微压裂导致地层张开的缝隙中。

压裂充填（Frac-Pac）防砂技术起始于 19 世纪 80 年代，现已是一项成熟技术。它适用

于地层砂胶结疏松，中渗到高渗易出砂地层。该项技术是水力压裂与砾石充填技术的结合。水力压裂生成的裂缝连通性好，可穿过井筒周围的污染带，改善近井带渗透率。同时，使用直径 20/40 目的支撑剂和金属绕丝防砂筛管，防砂效果十分显著。

2.2.5 生活污水设备设施改造工程内容

目前生活楼住宿能力为 174 人，生活污水处理设备已达到最大运行能力，随着调整井工程、未来新建平台等项目开展，需要更多工程技术人员居住在平台上。另外，为新平台安全生产的需要计划在现有平台上通过以老带新方式为新平台培训新员工。平台现有的生活住宿能力已不能满足未来正常的生产施工人员住宿需求，计划在生活楼增加 26 张床位，常驻定员达到 200 人。

赵东油田目前生活污水控制排放指标为 14.7m^3/d，按照平台满员 174 人计算，每人每天的生活污水产生量约 85L，人均用水量过低，因此导致需要控制平台同时在线人数。未来平台需要增加生产定员并全员上岗，根据周边油田生活污水排放经验数值，生活污水排放量约为人均 300L/天，因此需对生活污水处理设备升级改造。更新 1 套生物膜法处理装置，并增加 2 套电解法生活污水处理装置，每人每天产生的生活污水量按照 300L（最大）计算。

因此 ODA 平台改造后生活污水排放量最大不超过 21900m^3/a。

2.2.5.1 平台改造

本次生活污水设备设施升级改造无需移动现有设备，新增设备见下表。

表 2.2-30 本项目改造内容一览表

专业	工作内容	位置
甲板外扩	新增 2m×2m 小平台	ODA EL(+)17470 中甲板
甲板外扩	新增 4.6m×5.9m 小平台	ODA EL(+)9668 排放甲板
甲板外扩	新增 6.0mx3.8m 小平台	ODA EL(+)13600 下甲板
新增设备	撇油器 1 个	ODA 中层甲板外扩甲板处
新增设备	污水缓冲罐 1 个	ODA 排放甲板外扩甲板处
新增设备	电解法生活污水装置 2 套（30m^3/d/套）	ODA 下甲板外扩甲板处
新增设备	自动反洗滤器 2 台（15m^3/h）	ODA EL(+)13600 下甲板
新增设备	旋流除砂器 1 台（15m^3/h）	ODA EL(+)13600 下甲板
其他	配管、电气、仪表等设施配套改造	

图 2.2-12 生活污水设备升级改造平面布置图

图 2.2-13 ODA 平台下甲板电解法污水装置安装位置

2.2.5.2 生活污水处理设施改造后处理流程

平台生活污水有三种废水来源：黑水（厕所冲洗水）、含油灰水（厨房水）和无油灰水（洗澡水，洗衣机排水和洗手池盥洗水）。黑水采用生物处理+膜过滤的生活污水处理装置，工艺调整为膜生物反应器工艺。黑水经处理后 COD 经检测达标，则直接排海，若 COD 检测不达标，则与撇油后的厨房水、不含油灰水汇合经缓冲罐进入电解法生活污水装置处理达标排海。

本工程主要对生活污水系统进行升级改造，工作原理如下：

在生化法污水处置装置内，来自厕所的黑水首先进入调节池，得到均化调节后，再经泵提升进入 HQMBR®高效生化处理系统。该系统由 MBR 生物反应池（包括缺氧池、好氧池和膜池）和膜分离装置两个主要功能单元组成。MBR 池内的活性污泥通过其新陈代谢作用使污水中的各类污染物得到去除或转化，活性污泥与水形成的混合液在 MBR 池和膜分离装置之间循环流动，混合液中的活性污泥和部分大分子物质则 被膜高效截留后继续参与生化反应；混合液中的处理水透过膜形成系统产水，经清水池暂存后可直接达标排放。

在电解法污水处理装置内，不含油灰水、经撇油的厨房灰水及初步处理的黑水首先经污水泵送入到批量处理罐中，污水和海水混合流经电解槽，将废水中的病原体氧化和灭杀。接着在混合管路中注入预混合的聚合物溶液，经过固相聚合及脱氯后即达标排海。

本次生活污水处理设备升级改造后，处理能力达到 $60m^3/d$，且 COD 浓度不超过 300mg/L，满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》和 200 人规模的处理需求。处理流程如下：

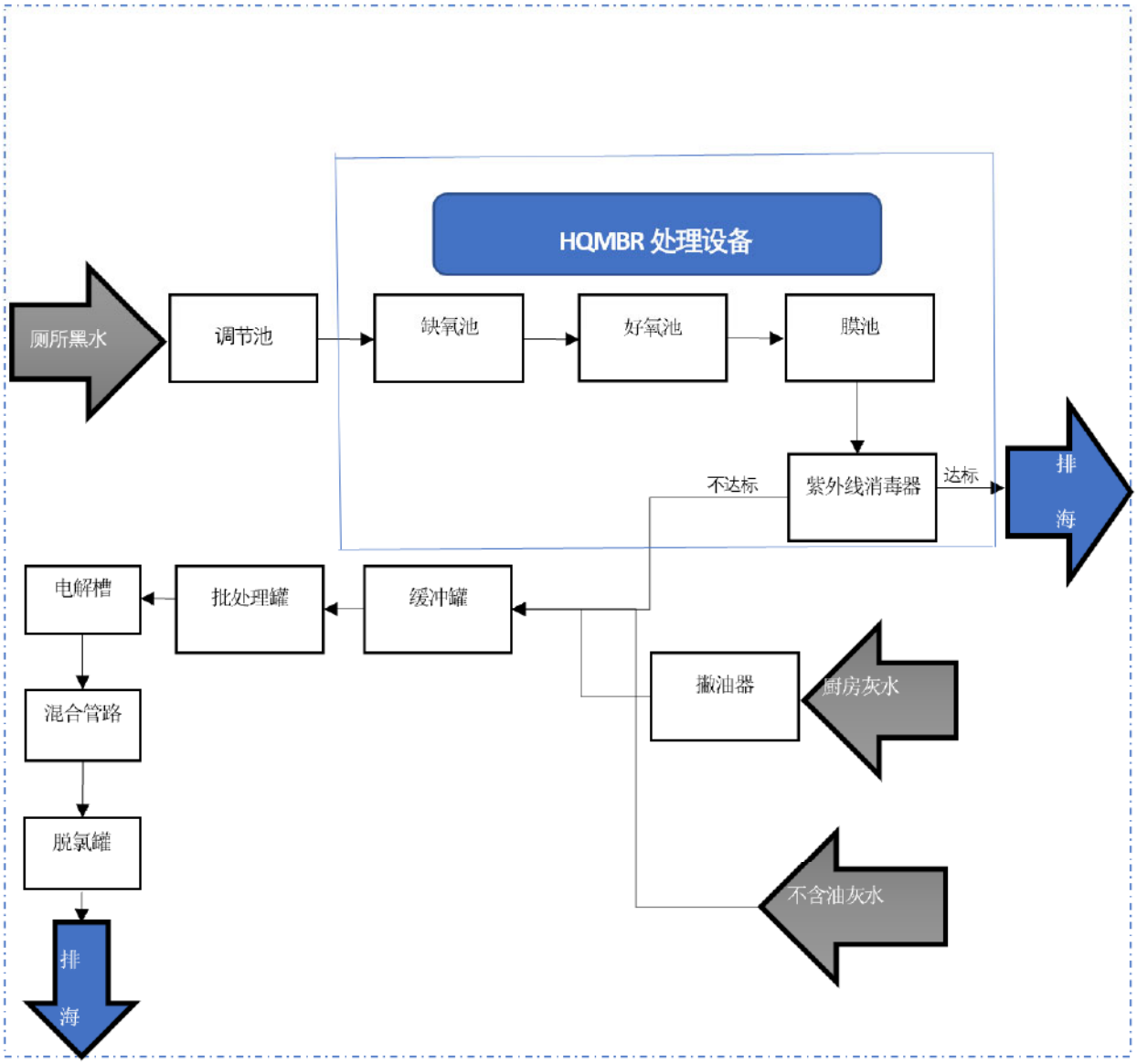


图 2.2-14 改造后生活污水处理流程

2.2.5.3 产出物流集输工程改造

本工程投产后，产出物流依托配套建设的生产/计量管汇进入原平台物流处理与集输设施，平台所产物流经处理后原油、天然气依托原海底管线外输，生产水经处理后全部回注地层，不新建海底管线。

2.2.6 本工程建成前后项目工程内容变化情况

本工程建成前后项目工程内容变化情况对比见下表。

表 2.2-31 调整井实施后项目工程变化情况对比表

项目	现有工程	调整后	备注
工程内容	井口平台，平台上设有加热、计量及井口装置	利用原有项目装置	不变
公用工程	供水、供电、排水系统	利用原有项目装置	不变

平台结构		ODA 平台	ODA 平台中甲板外扩 2.0m×2.0m 甲板，排放甲板外扩 4.6m×5.9m 甲板，下甲板外扩 6.0m×3.8m 甲板	外扩甲板
环保工程		ODA 平台生活污水处理装置	增加撇油器、污水缓冲罐、自动反洗滤器 2 台、旋流除砂器、电解法生活污水装置 2 套	新增
		OPA 平台 2 套 CFU 装置 OPB 平台 2 套旋流浮选装置	利用原有项目装置	不变
物流集输		赵东油田产出物流经处理后经海底管道输至埕海 1-1 人工岛	利用原有项目装置	不变
生产定员		运营期赵东油田定员 174 人	200 人	+26 人
生产天数		350 天	350 天	不变
开采方式		采取电潜泵泵抽方式	采取电潜泵泵抽方式	不变
最大产能（m^3/d）	油	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	气	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	水	[redacted]	[redacted]	[redacted]

2.3 工程分析

2.3.1 现有污染物排放情况

（1）废水

根据建设单位提供的资料，目前赵东油田生产阶段产生的水污染源包括生活污水、含油生产水、初期雨水。

①生活污水

目前，赵东油田生活污水产生量约为 14.7m^3/d, 约 5365.5m^3/a，经平台生活污水处理装置处理达标后排海。

②正常工况含油生产水

目前，赵东油田现有工程正常工况含油生产水产生量最大为 19867m^3/d（695.34×$10^4m^3/a$）（2019 年），依托生产水处理系统处理后全部回注地层，不外排。

③非正常工况含油生产水

2013 年，国家海洋局对赵东油田环境保护设施竣工验收进行了批复，批复要求：“鉴于

目前生产水处理后的含油浓度尚不能满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）的要求，任何工况下禁止含油生产水排海。”目前，赵东油田无非正常工况含油生产水排海。

④其他含油污水

包括甲板冲洗水、初期雨水，赵东油田目前甲板冲洗水、初期雨水产生量约为 200m³/a，全部经开、闭排系统收集后进入生产分离系统，不外排。

（2）废气

赵东油田生产过程中，大部分天然气通过海底管线输送到埕海 1-1 人工岛，其余部分用于平台透平发电机发电，少部分通过火炬放空燃烧。由现有工程产能预测数据可见，自 2016 年赵东油田产气量逐年下降，目前由于陆岸终端设备问题，天然气外输一直不能满载，所以需要控制天然气外输量以保证陆岸终端的设备正常运行。

平台透平用气量和放空量最大共约为 $2142\times10^4Nm^3/a$。根据《第一次全国污染源普查工业污染源产排污系数手册》，每燃烧 $1Nm^3$ 天然气约产生 $13.63m^3$ 烟气量；NOx 排放系数为：$18.71kg/10^4m^3$ 燃料气。本项目的伴生气不含硫。赵东油田全油田伴生气污染物产生量见表 2.3-1。

表 2.3-1 现有工程大气污染物产生量

污染物	工业废气量（m³/d）	NOx（t/a）
全油田产生量	83.44×10^4	40.08

（3）固体废物

赵东油田现有工程固体废物污染源为油田生产作业过程中产生的工业垃圾和生活垃圾。

①生活垃圾

生活垃圾产生量约为 95.265t/a，经平台垃圾回收箱统一收集后，运回陆地交由天津滨海新区瑞吉安物资再利用有限公司处理。

②工业垃圾

赵东油田生产作业过程中产生的工业垃圾包括一般工业垃圾和危险废物，一般工业垃圾包括废塑料桶、旧零件等，危险固废包括平台上的其他含油固废（HW08），一般工业垃圾产生量约为 85t/a，运回陆地交由天津滨海新区瑞吉安物资再利用有限公司处理。危险废物产生量约为 10t/a，运回陆地委托天津合佳威立雅和天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司进行处理。

赵东油田现有平台污染源产排污情况见表 2.3-2。

表 2.3-2 现有工程污染源产排污一览表

类别	污染因子	污染物产生量	污染物排放量	排放方式

生活污水（m³/a）		COD	5365.5	5365.5	处理达标后排海
含油污水（m³/a）	含油生产水	石油类	731.43×10⁴	0	经处理后全部回注地层
	甲板冲洗水	石油类	200	0	经开、闭排系统收集后进入生产处理系统
	初期雨水				
固体废弃物（t/a）		生活垃圾	95.265	0	运回陆地进行处理
		一般固体废物	85	0	
		危险废物	10	0	
伴生天然气		工业废气（m³/d）	83.44×10⁴	83.44×10⁴	进入周围大气环境
		氮氧化物（t/a）	40.08	40.08	

2.3.2 拟建工程污染源

2.3.2.1 施工期污染源

1、排污节点

根据钻完井工艺过程和生产工艺过程分析，本工程排污主要表现在调整井施工期，即工程的钻完井阶段，生产阶段由于生活污水系统改造扩容，因此生活污水排放量增加，其它工程污染物在原有项目的基础上不增加。本项目排污节点如下：

图 2.3-1 本工程施工期排污节点图

2、污染源

（1）钻屑

①源强核算

本工程钻井施工采用水基钻井液，钻完井过程中产生的钻屑分为油层段钻屑和非油层段钻屑两类。钻屑产生量主要取决于井深和井身结构。

计算本工程调整井施工钻屑产生量见表 2.3-3。

表 2.3-3 钻屑源强核算结果表

项目	非油层段钻屑（m^3）	油层段钻屑（m^3）	合计（m^3）
24 口调整井	767	3069	3836

②污染防治措施

本工程产生钻屑总量为 3836m^3，其中非油层段钻屑总量为 767m^3，油层段钻屑总量为 3069m^3。非油层段钻屑于 CP2 平台排放，排放天数为 72 天，排放速率 10.65 m^3/d。

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）的要求后排放。油层段钻屑通过岩屑处理系统处理，处理后将来自振动筛的含油岩屑泵入值班船上的岩屑舱，运回码头后由蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司处理。

（2）钻井液

①源强核算

根据建设单位提供的钻井液产生量核算依据，本次调整井施工期间钻井液产生情况见表 2.3-4。

表 2.3-4　钻井液源强核算结果表

项目	非油层段水基钻井液（m^3）	油层段水基钻井液（m^3）	合计（m^3）
24 口调整井	5991	23965	29956

②污染防治措施

本工程钻井采用水基钻井液，施工期间共产生钻井液总量为 29956m^3，其中油层段水基钻井液产生量为 23965m^3，非油层段水基钻井液产生量为 5991m^3。非油层段水基钻井液于 CP2 平台排放。排放最大速率出现在钻井结束后的一次性排放过程中，泥浆池中的 240m^3 钻井液在钻井施工完成后一次性排放，排放速率限定在 35 m^3/h，排放约 7 小时。

钻井施工时钻井液循环利用，钻井完成后非油层段水基钻井液在满足《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》（GB18420-2009）的要求后排放，最大排放速率出现在钻井结束后的一次性排放过程中，排放速率限定最大为 35m^3/h。油层段水基钻井液通过岩屑处理系统处理，处理后将来自振动筛的油层段水基钻井液及钻屑一同传送值班船上的岩屑舱，运回码头后由蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司处理。

（3）生活污水和生活垃圾

参与钻井的作业人员约为 75 人，钻井施工天数为 480 天。钻井施工人员生活污水采用钻井平台（钻井船）上的生活污水处理设施处理达标后排海。生活垃圾运回陆上处理。

参与生活污水处理设施改造的人员约为 8 人，施工时间约为 50 天。改造施工人员住在平台上，生活污水使用支持船上的生活污水处理设施处理达标后排海，生活垃圾运回陆上处理。

生活污水处理设施改造涉及平台适应性改造和生活污水设施改造，平台适应性改造时，施工人员生活污水使用支持船上的生活污水处理设施处理达标后排海，平台正常作业人员的生活污水使用平台上的生活污水处理设施处理达标后排海；生活污水设施改造期间，施工人员及平台上的作业人员生活污水均使用支持船上的生活污水处理设施处理达标后排海。生活垃圾运回陆上处理。

每人每天生活污水产生量按 0.3m^3 计算，生活垃圾产生量按 1.5kg 计算。

表 2.3-5 施工期生活污水及生活垃圾产生量

人员	施工人数（人）	天数（天）	生活污水（m^3）	生活垃圾（t）	处置方式
钻井施工	75	480	10800	54	钻井船上的生活污水处理设施处理达标后排海
生活污水设施及平台改造施工	8	50	120	0.6	支持船上的生活污水处理设施处理达标后排海
合计	/	/	10920	54.6	生活垃圾均运回陆地处理

（4）工业固废

本工程共钻井 24 口，按每钻一口井产生一般工业固废 0.5 t 计算，将产生一般工业固废 12.0t。一般工业固废全部运回陆地，并按照《中华人民共和国固体废弃物污染物环境防治法》的要求进行回收利用或处置。运回陆地处理。

生活污水处理设施升级改造时约产生一般工业固废约 5t。

（5）洗井废水

本工程有 24 口井需侧钻，洗井废水量约为 300 m^3/口，则共产生洗井废水 7200m^3。洗井水源为水源井水或海水。产生的洗井水运回陆地交由蓬莱荣洋钻采服务有限公司接收处理。

（6）机舱含油污水

调整井施工利用钻井平台（钻井船）实施，钻井船无机舱含油污水产生。

生活污水处理设施升级改造时动用 1 艘支持船进行作业，施工过程中会有少量船舶机舱含油污水产生。机舱含油污水按每船每日 0.5m^3 计算，共产生机舱含油污水约 25m^3。根据《沿海海域船舶排污设备铅封程序管理规定》，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值为 60～90dB（A），由于海上工作远离居民点，其影响可以忽略。

（8）施工期污染物排放情况汇总

表 2.3-6 施工期污染物及防治措施汇总

污染物名称	产生量	排放量	处理方式
油层段钻屑	3069m³	0 m³	运回陆地由蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司处理
油层段水基钻井液	23965m³	0m³	
非油层段钻屑	767m³	767m³	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）的要求后排海。
非油层段水基钻井液	5991m³	5991m³	
生活污水	10920m³	10920m³	使用钻井船及支持船上的生活污水处理设施处理达标后按要求排海
生活垃圾	54.6t	0t	运回陆地处理
一般工业固废	17t	0t	运回陆地处理
洗井废水	720 m³	0m³	运回陆上交由蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司处理
船舶机舱含油污水	25m³	0m³	铅封后运回陆上交由蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司进行处理

2.3.2.2 运营期污染源

1、正常工况污染物

（1）废水

①生活污水

本次生活污水处理设施升级改造后，处理能力达到 60 m³/d，可满足平台上 200 人的需求，生活污水处理系统处理后达标排海，排海量为 60 m³/d，新增 45.3 m³/d。

②含油生产水

调整井投产前现状生产水产生量最大为 19867m³/d（695.35×10⁴ m³/a）（2019 年），调整井投产后整个油田的生产水产生量最大为 21040.6m³/d（743.2×10⁴ m³/a）（2024 年），所增加的含油污水经处理后全部回注，不外排。

③其他含油污水

由于外扩 3 块甲板，因此本工程投产后初期雨水、甲板冲洗废水等其他含油污水略有增加，中甲板增加 2.0m×2.0m 外扩甲板，下甲板增加 6.0m×3.8m 外扩甲板，排放甲板增加 4.6m×5.9m 外扩甲板，合计增加 53.94m²，现有 ODA 平台甲板面积为 2662 m²（60.5m×44m），新增甲板面积占原甲板面积的 2.03%。新增初期雨水、甲板冲洗水的量折合为 4.05m³/a，本工程投产后，初期雨水、甲板冲洗水等其他含油污水的量为 204.05 m³/a，经开、闭排收集

后进入生产水处理流程处理达标后回注地层。

（2）废气

本次调整井投产后，新增的天然气随产品全部外输，不在本油田新增废气排放。

（3）固体废物

本工程投产后，增加生产定员 26 人，总生产定员 200 人，故生活垃圾产生量约为 109.5t/a，（按照 1.5kg/人·天进行核算），相比改造前增加 14.235t/a；生活垃圾最终全部运回陆上进行处理。平台生产井数不增加，集输流程不改变，生产垃圾产生量不增加。

（4）运营期污染物排放排放情况汇总

表 2.3-7 调整井运营期污染物汇总表

类别	污染因子	本项目新增量	排放方式
含油生产水	石油类	+57.4×10⁴ m³/a	经处理后全部回注地层
生活污水	COD	+45.3 m³/d	处理达标后排放
初期雨水、甲板冲洗水等	石油类	+4.05 m³/a	经处理后全部回注地层
生活垃圾	固废	+14.235t/a	运回陆上处理

2、非正常工况下污染物

国家海洋局在《关于赵东油田 2013 年调整井项目环境影响评价报告表核准意见的复函》中批复，“任何工况下禁止含油生产水排海”。

非正常工况下，赵东油田含油生产水不排放（具体措施详见 7.2 节）。

2.3.2.3 调整井投产前、后污染物排放种类与排放量对比

本次调整井投产前、后污染物的种类不发生变化，排放情况见表 2.3-8。

表 2.3-8 调整井投产前、后运营期污染物排放情况对比

种类	污染因子	油田调整前现状污染物产生情况	本项目新增污染物	调整井建设后总量	增减量	排放处理方式及去向
生活污水（m³/d）	COD	14.7	45.3	60	+45.3	处理达标后排海
含油生产水（m³/a）	石油类	695.35×10⁴（2020 年）	57.4×10⁴（2034 年）	936.6×10⁴（2025 年）	+57.4×10⁴（2034 年）	含油污水经处理后回注，不外排
其他含油污水（m³/a）	石油类	200	4.05	204.05	+4.05	经开闭排系统收集后进入产出液生产分离系统
伴生天然气	工业废气（m³/d）	83.44×10⁴	0	83.44×10⁴	0	进入周围大气环境
	氮氧化物（t/a）	40.08	0	40.08	0	

固体废弃物	生活垃圾（t/a）	95.265	14.235	120.45	+14.235	运回陆上处理
	生产垃圾（t/a）	95	0	95	0	运回陆上处理

2.3.3 依托工程的可行性分析

（1）油、气、水处理系统及生产水回注系统依托可行性分析

本调整井项目实施后油、气、水处理及生产水回注依托赵东油田 OPA 平台、OPB 平台上的油、气处理设施及生产水处理系统，经处理后的全部原油及大部分天然气均至外输至埕海 1-1 人工岛，依托工程油、气、水处理能力、生产水回注能力及接收存储能力可行性分析见表 2.3-9 和表 2.3-10。

表 2.3-9 调整井实施后油、气、水处理能力可行性分析

项目	平台设计处理能力	平台现有工程最大产能	调整后最大产能	是否可行
原油处理系统，m^3	10000	[redacted]	[redacted]	可行
天然气处理系统，Nm^3/d	565700	[redacted]	[redacted]	可行
含油生产水处理系统，m^3/d	41181	[redacted]	[redacted]	可行
生产水回注系统，m^3/d	29812	[redacted]	[redacted]	可行

表 2.3-10 调整井实施后油、气、水外输依托可行性分析

项目	人工岛设计输入量	平台现有工程最大产能	调整后最大产能	是否可行
原油系统，m^3/d	3666.67	[redacted]	[redacted]	可行
天然气系统，Nm^3/d	680000	[redacted]	[redacted]	可行

由表中数据可以看出，调整井项目投产后赵东油田的原油、天然气、含油生产水最大产能均小于设计处理能力，生产水回注量也小于生产水回注系统设计能力，生产水能够全部回注地层。调整井实施后，外输至埕海 1-1 人工岛的原油、天然气量均未超过人工岛设计输入量，因此本工程原油、天然气处理系统、生产水回注系统及外输均依托完全可行。

（2）固体废弃物依托处理可行性

①施工期油层段钻屑和油层段水基钻井液委托蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司处理，承包商相关资质见附件 17。

②赵东油田生产阶段在 OPA、OPB、ODA、ODB、PT1、CP2 六个平台分别设有工业垃圾箱和生活垃圾箱，对生活垃圾和一般工业固体废弃物分类回收后，定期运回陆地交由天津滨海新区瑞吉安物资再利用有限公司处理。对危险废物分类回收后，定期运回陆地交由天津合佳威立雅和天津滨海合佳威立雅环保服务有限公司处理。

（3）管道依托可行性分析

①混输/原油管道依托可行性分析

调整井投产后，与 ODA、ODB 平台物流一同处理后输往埕海 1-1 人工岛。从表 2.3-11 可以看出，本次调整井实施后管道操作压力和操作温度均未超出原设计参数，工程依托管道可以满足需求。

表 2.3- 11 调整井工程实施后海底管线依托可行性分析

依托海底管	设计入口压力（MPa）	实际操作入口压力（MPa）	设计入口温度（℃）	实际操作入口温度（℃）	是否可行
OPB→埕海 1-1 人工岛原油管道	4.0	0.32	70	65	可行

②注水管道依托可行性分析

赵东油田含油生产水在 OPA、OPB 平台处理后全部回注，经注水泵增压后一路输送到赵东油田 C/D 区块的 ODA 平台和 ODB 平台回注入地层，一路通过海底注水管线输送到 C-4 区块的 CP2 平台回注入地层。由表 2.3-12 可以看出，本次调整井实施后，依托注水管线的操作压力未超出原设计参数，工程依托的注水管道可以满足需求。

表 2.3- 12 调整井工程实施后注水管线依托可行性分析

依托海底管线	设计入口压力（MPa）	实际操作入口压力（MPa）	是否可行
OPA→CP2 注水管线	12.41	11.0	可行

（5）回注系统安全性分析

①赵东油田含油生产水将依托生产水处理设施处理达标后回注地层，注水井将水注入油层之下，属于“有效注水”。注水示意图见图 2.3-2。

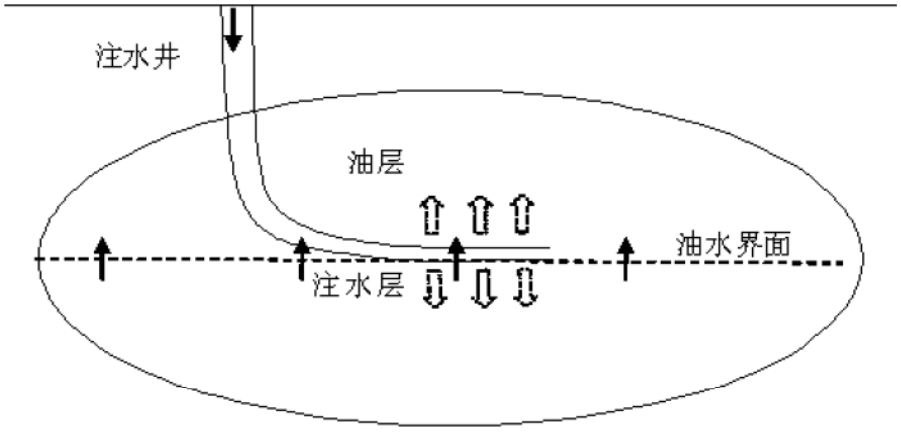


图 2.3-2 注水示意图

②断层分析

赵东油田注水目的层为明化镇和上馆陶组，根据风险排查，赵东油田区块内共有主要断层 15 条，不存在通天断层。垂直构造走向的实际地震剖面反映了赵东油田的所有断层均未上切至海底泥面，深度地震剖面的 0 线代表海底泥面，所有断层均与泥面保持了大于 100 米的安全距离。这是由于渤海湾盆地自喜山期运动结束后（相当于地层年代未第四系）进入

稳定期，没有大的构造运动。

③注采平衡分析

在正常生产运营阶段，通过调整大液量、高含水井的频率或者开关高含水井来控制产液量，以保证产出水量能够被系统处理并且全部回注地层，注采平衡见表 2.3-13。

表 2.3-13 本次调整井投产后注采平衡一览表

年	调整前产水量（m³/d）	调整井产水量（m³/d）	调整后产水量（m³/d）	C/D 区注水量（m³/d）	C-4 区注水量（m³/d）	注水设计能力（m³/d）	水源井补充量（m³/d）
2021	19168.6	264.5	19433.1	17853	1581	29812	0
2022	19394.1	1024.6	20418.7	18142	2277	29812	0
2023	19371.5	1583.8	20955.3	18292	2663	29812	0
2024	19342.2	1698.4	21040.6	18330	2710	29812	0
2025	18730.3	1672.9	20403.2	17855	2549	29812	0
2026	18148.0	1628.9	19776.9	17352	2425	29812	0
2027	17260.0	1587.3	18847.3	16525	2323	29812	0
2028	16159.3	1549.5	17708.8	15445	2264	29812	0
2029	15595.4	1526.4	17121.8	14871	2251	29812	0
2030	15165.9	1523.4	16689.2	14416	2273	29812	0
2031	14356.2	1546.7	15903.0	13564	2339	29812	0
2032	14129.9	1601.8	15731.7	13308	2424	29812	0
2033	13356.8	1693.8	15050.6	12522	2528	29812	0
2034	13167.1	1846.6	15013.6	12324	2690	29812	0

（6）平台和管线的使用寿命及可行性分析

赵东油田平台及管线使用寿命见表 2.3-14，从表中可以看出：赵东油田各平台到期时间为 2028 年 8 月~2034 年 8 月；而油田管线到期时间为 2028 年 10 月；若依托管线使用寿命接近到期，则考虑重新更换管线，或对管线做延寿评估等；到时，建设单位将制定有针对性的整改意见。

表 2.3-14　赵东油田平台及管线使用寿命

序号	海上生产设施名称	设计年限	建成时间	到期时间
1	ODA 平台	25 年	2003 年 8 月	2028 年 8 月
2	ODB 平台	25 年	2009 年 8 月	2034 年 8 月
3	OPA 平台	25 年	2003 年 8 月	2028 年 8 月
4	OPB 平台	25 年	2009 年 8 月	2034 年 8 月
5	PT1 平台	25 年	2008 年 11 月	2033 年 11 月
6	CP2 平台	25 年	2008 年 11 月	2033 年 11 月
7	赵东 C-4 海底输油管道（PT1→OPA）	20 年	2008 年 10 月	2028 年 10 月
8	赵东 C-4 海底注水管道（OPA→PT1）	20 年	2008 年 10 月	2028 年 10 月

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）施工期处理达标的生活污水排放对海水水质、海洋生态环境产生的影响；

（2）钻完井期间井喷溢油对海水水质、海洋生态环境及工程附近的生态红线区、自然保护区、水产种质资源保护区、海洋特别保护区及产卵场等环境敏感目标的潜在影响；

（3）施工期非油层段钻井液、非油层段钻屑排放对工程周围海水水质、海洋生态、沉积物、底栖生物及敏感目标产生影响；

（4）施工期产生的油层段钻屑、油层段钻井液、船舱机舱含油污水、生活垃圾和生产垃圾全部运回陆地进行处理，因此对工程周围海水水质、海洋生态环境、沉积物、底栖生物以及敏感目标无影响。

（5）施工过程施工船舶产生的废气，对工程周边的大气环境的影响。

3.2 运行期污染与非污染损害要素分析

（1）生活污水产生量增加，环境影响增大。

（2）正常工况下生产水全部回注，非正常工况下生产水进入缓冲罐或生产关停，不排海，对海洋环境无影响；

（3）采油过程中非正常（事故）溢油对工程附近渔业资源、水产种质资源、海洋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，主要影响要素为钻井期间非含油水基钻井液钻屑排放和溢油事故。

表 3.3-1　本工程影响环境因素分析

阶段	类别	污染因子	排放方式	影响对象	影响程度
施工阶段	生活垃圾	/	运回陆地处理	/	/
	非油层段钻屑	SS	在满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB18420-	底栖生物、海水水质、沉积物、海洋生态环境	小
	非油层段钻井液	SS			小

			2009）一级标准的要求后排海		
	油层段钻井液钻屑	石油类	运回陆地处理	/	/
	生产垃圾	/	运回陆地处理	/	/
	生活污水	COD	处理达标后排海	海水水质、海洋生态环境	小
	洗井废水	石油类	运回陆地处理	/	/
	船舶机舱含油污水	石油类	运回陆地处理	/	/
	溢油事故产生的油类	石油类	溢油事故（钻完井）	生态红线区、自然保护区、水产种质资源保护区、海洋特别保护区及产卵场索饵场等环境敏感目标；海水水质、海洋生态环境	严重
	施工船舶废气	SO_2、NOx 等	排放	大气环境	小
生产阶段	含油生产水	石油类	全部回注地层	/	/
	生活污水	COD	处理达标后排海	海水水质、海洋生态环境	小
	生活垃圾	/	运回陆地处理	/	/
	生产垃圾	/	运回陆上处理	/	/
	溢油事故产生的油类	石油类	溢油事故（采油）	生态红线区、自然保护区、水产种质资源保护区、海洋特别保护区及产卵场索饵场等环境敏感目标；海水水质、海洋生态环境	严重

4 环境现状分析

4.1 自然环境概况

4.1.1 海洋环境概况

4.1.1.1 水文气象

本次水文气象资料引自《渤海湾浅海赵东油田 C/D 区块开发扩建项目环境影响报告书》（2009）中的相关内容。

①气候

赵东油田位于渤海湾西部，属于暖温带半湿润大陆性季风气候区，四季分明，冬季寒冷，干燥少雪；春季天气多变，干旱多风；夏季气温较高，雨量多而集中；秋季天高气爽，降温较快。全年平均风速 4.6m/s，从陆地到海洋风速急增。月平均风速以春季最大，冬季次之，夏秋季风最小。年最大风速为 22～27m/s。全年常风向为 SSW，强风向为 ENE，春、秋季常风向为 SSW，强风向为 ENE。夏季常风向为 ESE，强风向为 SW。

②水温

黄骅海域全年平均水温为 14.0℃。冬季各月平均水温均低于 5.0℃，其中 1 月份最低，为 1.1℃；实测最低水温达到 1.0℃以下。6～9 月份平均水温高于 22.0℃，其中 8 月份最高，为 27.1℃；实测最高水温达到 28.5℃。

③波浪

本海区波浪以风浪为主，涌浪为辅。风浪的常浪向为 E 向，出现频率为 10.1%，次常浪向为 ENE 向，出现频率为 9.4%，强浪向为 NE，出现频率为 7.0%，其中 H1/10 最大波高为 3.8m，平均周期 T 为 5.7s。

④潮汐

根据逐时潮位资料分析得出的潮汐调和常数，比值（$H_{K1}+H_{O1}$）/H_{M2}=0.62，工程海域的潮汐性质属于不规则半日潮型。

最高潮位——5.71m

最低潮位——-0.63m

平均高潮位——3.53m

平均低潮位——1.46m

平均海平面——2.44m

最大潮差——3.44m

平均潮差——2.26m

平均落潮历时——6 小时 28 分

平均涨潮历时——5 小时 27 分

4.1.1.2 地质地貌

①地形、地貌

赵东合作区位于渤海湾盆地黄骅坳陷东南缘和埕北隆起西北侧的赵北断阶带。赵北断裂带位于新生界的裂谷盆地-黄骅坳陷的东南缘。赵东构造是一个被断层复杂化的背斜，受赵北断层的控制，下降盘为断鼻构造，上升盘是靠埕北隆起遮挡的岩性圈闭。

图 4.1-1 渤海盆地西部构造纲要图

②地质构造

[redacted]

图 4.1-2a 赵东合作区地层剖面图

图 4.1-2b 赵东合作区地层剖面图（2019）

③地震

根据国家地震局地壳应力研究所 1997 年 11 月完成的《赵东初始开发区海上平台设计地震动参数评定工作报告》的分析，工程海域地质构造处于相对稳定区，地震基本烈度为 6 度。根据建筑防震设计规范中地震设防烈度的划分，工程海域地震设防烈度为 6～7 度。

图 4.1-3 ODA 平台 D32 井地震剖面示意图

4.1.1.3 水深地形

由水深地形图可以看出：赵东油田水深值在 1.9~3.6m 之间。

图 4.1-5 赵东 C/D 区 水深地形图

赵东 C-4 区块周围水深在 3.8-4.4m 之间，海底由西向东北水深逐渐增加。

图 4.1-6 赵东 C-4 区水深地形图

4.1.1.4 海洋灾害

①海冰

黄骅近岸海域，通常于每年的 12 月上旬由岸边开始结冰，翌年 3 月上旬终冰，冰期约 90 天左右。固定冰期 60 天左右。盛冰期约为 20～30 天，出现在 1 月下旬到 2 月中旬。

②寒潮

受来自西伯利亚的冷空气侵袭影响，寒潮途经渤海海域，寒潮经过时将伴随地面的冷高压活动，出现大风和急剧降温，可使海面产生 7 级至 9 级以上偏北风，过程降温大于 10℃。此类强寒潮每年出现 2～3 次，该海区出现伴有偏北大风的冷空气活动一般在 10 月中旬至次年 4 月，7～14d 即出现一次，冷风过境时，海面风度较大，一般在 6 级以上，持续时间一般 1～2d，个别长达 3d。在寒潮来袭期间，海区大尺度波浪亦随之增多。

③风暴潮

渤海湾沿岸是风暴潮较强的地区之一，沧州沿海有记载的风暴潮灾害近 30 次，据不完全统计，自 1953-2003 年，沧州沿海共发生较大的风暴潮 20 余次。形成灾害的风暴潮有：1965 年 11 月 7 日的风暴潮，沿海 22 个村进水，平地水深 1m 左右（大沽 5.5 米），50 多公里海挡被夷为平滩，海岸向陆移动 4m～10m；1978 年 2 月 24 日的风暴潮，形成 3.3m 高的潮水，海水冲越海挡，传赵、青锋农场一带被淹；1985 年 4 月 28-29 日的风暴潮，大沽-歧口一带 72 连营被冲的荡然无存；1992 年 9 月 1 日 16 号热带风暴形成的风暴潮，潮高达到 5.8m，使唐山、沧州等地的基础设施和海水养殖业遭受重大损失；1997 年 8 月 20 日 9711 号台风形成的风暴潮，潮高达到 5.45m，沿海养殖业、电力、盐业等行业的经济损失超过 10 亿元。

4.1.2 海洋环境质量现状

本工程水文动力调查数据引自 2019 年《赵东 C/D 油田二次开发工程项目海洋环境质量现状秋季调查报告》，调查单位为青岛环海海洋工程勘察研究院，调查时间为 2019 年 9 月。水文动力布设 6 个调查站位，进行连续 25 小时周日海流观测，潮位与潮流进行同步观测，采样间隔为 1 小时一次，连续采样 25 小时。

本工程海洋水质、沉积物、生物生态及生物质量调查数据引自 2018 年《赵东油田海洋环境影响跟踪监测调查报告》，调查单位为青岛环海海洋工程勘察研究院，调查时间为 2018 年 4 月。调查范围在 [redacted] 内约 380km^2 的海域内。沿大体垂直于岸线方向，自北向南布置 5 条断面，断面之间间隔约 4～4.5km，各断面均设 4 个调查站位。此外，在赵东 C/D 平台、赵东 C-4 平台附近加密布设，平台附近各加密布设 2

个调查站位。另外，在西北部岐口海洋保护区内布设 2 个调查站位，共计 26 个海洋环境调查站位。26 个调查站位包含水质现状调查站位 26 个，沉积物 14 个、海洋生物生态 16 个，生物质量 16 个（与海洋生物生态站位一致）。当水深小于 10 米时，采集表层水样；当水深大于 10 米小于 25 米时，采集二层水样。

调查站位坐标、调查项目及位置见表 4.1-1、表 4.1-2 和图 4.1-7。

表 4.1-1 海流观测信息一览表

站号	经度	纬度	调 查 项 目
1	[redacted]	[redacted]	潮流、潮位
24	[redacted]	[redacted]	潮流、潮位
27	[redacted]	[redacted]	潮流、潮位
33	[redacted]	[redacted]	潮流、潮位
39	[redacted]	[redacted]	潮流、潮位
43	[redacted]	[redacted]	潮流、潮位

表 4.1-2 调查站位坐标及调查项目

站位号	北纬	东经	调查项目
1	[redacted]	[redacted]	水质
2	[redacted]	[redacted]	水质、沉积物、海洋生物生态
3	[redacted]	[redacted]	水质、沉积物、海洋生物生态
4	[redacted]	[redacted]	水质
5	[redacted]	[redacted]	水质
6	[redacted]	[redacted]	水质、沉积物、海洋生物生态
7	[redacted]	[redacted]	水质
8	[redacted]	[redacted]	水质
9	[redacted]	[redacted]	水质、沉积物、海洋生物生态
10	[redacted]	[redacted]	水质
11	[redacted]	[redacted]	水质、沉积物、海洋生物生态
12	[redacted]	[redacted]	水质、沉积物、海洋生物生态
13	[redacted]	[redacted]	水质、沉积物、海洋生物生态
14	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态
15	[redacted]	[redacted]	水质
16	[redacted]	[redacted]	水质、沉积物、海洋生物生态
17	[redacted]	[redacted]	水质
18	[redacted]	[redacted]	水质、沉积物、海洋生物生态
19	[redacted]	[redacted]	水质、沉积物、海洋生物生态
20	[redacted]	[redacted]	水质
21	[redacted]	[redacted]	水质
22	[redacted]	[redacted]	水质、沉积物、海洋生物生态
23	[redacted]	[redacted]	水质、沉积物、海洋生物生态
24	[redacted]	[redacted]	水质、沉积物、海洋生物生态
25	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态
26	[redacted]	[redacted]	水质、沉积物、海洋生物生态

图 4.1-6 水文动力调查站位示意图

图 4.1-7　调查范围及站位布设示意图

4.1.2.1 水文动力环境现状

（1）海流

①各项海流出现的频率

根据有关规定，对各站海流进行了分向统计，其在各方向上的出现频率见表 4.1-3。由表中可以看出：观测各站流向相对集中，主要潮流的流向位于 NE~SE、SW~WNW。

表 4.1-3 海流在各方向上的出现频率（%）

②各级流速出现频率

全站海流流速范围主要在 10cm/s~50cm/s 之间，33#站位表层有较大的海流流速。空间分布上看，测区 6 个站点大致遵守外海站位流速大于近岸站位的规律，垂直方向上，各站遵循流速自表至底逐渐减小的趋势。

表 4.1-4 各级海流流速的出现频率（%）

	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

③涨、落潮平均流速和最大流速

各站平均涨、落潮流平均流速位于 0.1m/s-0.3m/s 的区间范围内，总体上看表层平均流速略大于底层平均流速。实测最大涨潮流流速为 0.44m/s，最大落潮流流速为 0.35m/s；对应流向为 271.2°和 88.3°，分别出现于 33#站表层。对于最大涨落潮流的流向特点，最大涨落潮流的流向呈一定夹角，海流表现出一定的旋转性。

表 4.1-5 各站层的平均流速和最大流速（%）

[redacted]	[redacted]	[redacted]			[redacted]			[redacted]
		[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]		
			[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

（2）潮流

①潮流性质

潮流类型通常分为正规半日潮流、不正规半日潮流、不正规日潮流及正规日潮流。潮流性质判据为$K=\frac{W_{O1}+W_{K1}}{W_{M2}}$，其判别标准分别为：

K≤0.5 正规半日潮流

0.5＜K≤2.0 不正规半日潮流

2.0＜K≤4.0 不正规日潮流

K＞4.0 正规日潮流

其中 W_{O1}、W_{K1}、W_{M2} 分别为 O_1、K_1、M_2 分潮流的最大流速。各层潮流性质判据 K 值见表 4.1-6。可以看出：观测站 K 值，所以观测期间各站潮流性质均为正规半日潮流。

表 4.1-6 潮流性质判据 K 计算结果

	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

②潮流的运动形式

潮流的运动形式取决于该海区主要分潮流的椭圆要素，由表 4.1-7 得知该海区的潮流为半日潮流，因此主要半日分潮流（M_2 和 S_2）的运动形式即代表了该海区潮流的运动形式。

观测站位潮流以半日潮流为主，M_2、S_2 分潮流的贡献极大，从潮流的运动形式来看，经计算 1#、43#站各层 M_2、S_2 分潮流的椭圆率 K'值多大于 0.5，其潮流运动形式以旋转流为主，24#、27#、33#、39#站各层 M_2、S_2 分潮流的椭圆率 K'值多小于 0.5，其潮流运动形式以往复流为主，但 24#站表现出一定的旋转性（K'值接近 0.5）。从垂向上看，各站各分潮流基本表现为表底一致，分潮流速方面表现出随深度减小的趋势。浅水分潮方面，M_4、MS_4 等浅水分潮相对 M_2、S_2 等主要分潮而言，分潮流相对较小。

表 4.1-7 各主要分潮流的椭圆要素

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

（3）余流

观测各站位余流流速位于 1-4cm/s 区间范围内，垂向上各站余流流速表现为自表至底逐渐减小的趋势，余流流速最小值位于 24 站底层。流向方面，全站除 43 站外，余流以东北向为主，流向范围为 53-82°，详见表 4.1-8。

表 4.1-8 大潮期各站余流的流速、流向计算结果

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]

4.1.2.2 海水水质现状与评价

①评价因子

本次调查对水温、pH、盐度、DO、悬浮物、COD、石油类、活性磷酸盐、无机氮、挥发性酚、硫化物、砷、铜、铅、锌、镉、汞、总铬共 18 项进行监测分析，其中石油类项目只调查表层。

选取 pH、DO、COD、石油类、活性磷酸盐、无机氮、铜、铅、锌、镉、汞、总铬、砷、硫化物、挥发性酚 15 项作为评价因子。

②评价标准

依据《河北省海洋功能区划 2011-2020 年》，站位 1#和 2#位于 6-7 歧口海洋保护区，执行各使用功能相应的海水水质标准，该区域在《河北省生态保护红线》中划定为 4-2 沧州歧口浅海湿地，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中的二类海水水质标准；站位 3#-20#和 23#-26#位于 1-12 歧口至前徐家堡农渔业区，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中的一类海水水质标准；21#和 22#位于 8-2 黄骅港北部保留区，执行不劣于现状海水水质标准。

③评价结果（根据海洋功能区划评价）

表层水质中，无机氮、磷酸盐、铅、汞有超标现象，其余因子满足对应水质标准。其中，无机氮超标率为 92%，最大超标倍数 1.51，超过海水水质四类标准；磷酸盐超标率为 35%，最大超标倍数 0.43，符合海水水质二类标准；铅超标率为 12%，最大超标倍数 0.22，符合海水水质二类标准；汞超标率为 31%，最大超标倍数 0.58，符合海水水质二类标准。

底层水质中，无机氮、铅、锌、总汞有超标现象，其余因子满足对应水质标准。其中，无机氮超标率为 92%，最大超标倍数 1.34，符合海水水质四类标准；磷酸盐超标率为 46%，最大超标倍数 0.22；铅超标率为 8%，最大超标倍数 0.28；汞超标率为 46%，最大超标倍数 0.33，符合海水水质二类标准。

水质监测结果见表 4.1-11 和 12，标准指数见表 4.1-13 和 14。

④超标原因分析

无机氮、磷酸盐超标原因分析：

参照 2013 年至 2017 年的《北海区海洋环境公报》，渤海近岸海域以外海水质量状况良好，近岸局部海域海水环境污染依然严重。渤海海水环境主要超标物质为无机氮和活性磷酸盐，无机氮是劣四类水质海域的主要污染因素。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无机氮。本项目现状调查结果与历年公报结论基本相符。

由 2013 年至 2017 年的《北海区海洋环境公报》可知，渤海沿岸主要河流每年向海水中输入大量的营养盐类污染物，见下表，同时陆源入海排污口超标排放营养盐类污染物，因此，陆源污染物大量排海是导致调查海域营养盐超标现象的主要因素。

表 4.1-9　2013 年-2017 年渤海沿岸主要河流污染物入海量

营养盐	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
氨氮（吨）	20524	13439	14728	9140	9368
硝酸盐氮（吨）	35086	28065	24144	14707	67695
亚硝酸盐氮（吨）	6612	5150	2841	3589	6218
总磷（吨）	4343	3098	3000	3069	6046
总量（吨）	66565	49752	44713	30505	89327

重金属类超标原因：

本次调查海域海水水质铅浓度超第一类海水水质标准的现象在整个调查海域普遍存在，锌和汞超标现象次之，铜、镉也有个别站位超标。渤海重金属类污染物主要来源于陆源污染物排海及大气沉降。

（1）江河径流输入

由 2013 年至 2017 年的《北海区海洋环境公报》可以看出，渤海沿岸主要河流重金属类污染物每年入海量数百吨左右，是渤海海水中重金属的主要来源，且海水中各监测项目浓度与排放量基本一致，因此河流污染物入海是调查海域铅、锌、汞超标的重要原因之一。

表 4.1-10　2013 年-2017 年渤海沿岸主要河流污染物入海量

重金属污染物	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
锌（吨）	605	346	339	344	539
铜（吨）	283	87	85	55	116
铅（吨）	283	70	70	51	89
汞（吨）	1.7	1.6	1	1	0.8
镉（吨）	15	6.5	7	7	10
砷（吨）	69	79	58	38	85
总量（吨）	1257	590	560	496	755

（2）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，渤海沿岸气溶胶中铜含量为（6.5~94.9）纳克/立方米；铅含量为（22.8~719.8）纳克/立方米；锌含量为（50.1~1540.8）纳克/立方米。岸（岛）基站大气污染物湿沉降监测结果表明，铜含

量为（1.3~77.6）微克/升；铅含量为（0.2~60.2）微克/升。可以看出，大气气溶胶和大气污染物湿沉降同样是海水中重金属的来源之一。

（3）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。

综上所述，调查海域无机氮的超标现象，估计与邻近海域陆源污染物大量排海和大面积海水养殖有关。铅、锌和汞等部分测站超标原因可能是入海河流携带大量的重金属污染物进入渤海、陆源入海排污口（河）向调查海域附近海域的重金属直排以及大气干湿沉降等共同作用的结果。

⑤工程特征污染物现状评价

本工程为海洋石油开发项目，特征污染物为石油类。根据 2018 年 4 月调查结果，本工程特征污染物石油类没有站位超过海水水质一类标准。

表 4.1-11 水质监测各要素分析结果——表层

表 4.1-12 水质监测各要素分析结果——底层

表 4.1-13 水质监测各要素标准指数统计表——表层（海洋功能区划）

表 4.1-14 水质监测各要素标准指数统计表——底层

[redacted]

4.1.2.3 沉积物质量现状与评价

（1）评价因子

调查了有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、铬、砷，选取有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、铬、砷作为评价因子。

（2）评价标准

依据《河北省海洋功能区划 2011-2020 年》，站位 2#位于 6-7 歧口海洋保护区，执行各使用功能相应的海洋沉积物标准，该区域在《河北省生态保护红线》中划定为 4-2 沧州歧口浅海湿地，执行一类海洋沉积物标准；站位 3#、6#、9#、11#、12#、13#、16#、18#、19#、23#、24#、26#位于 1-12 歧口至前徐家堡农渔业区，执行一类海洋沉积物标准；22#位于 8-2 黄骅港北部保留区，执行保持现状标准。

（3）评价结果

调查海区沉积物监测结果见表 4.1-15，标准指数见表 4.1-16。调查结果表明：调查海区沉积物总体环境较好，全部评价因子的标准指数均小于 1，均符合评价标准的要求。

表 4.1-15　沉积物监测结果

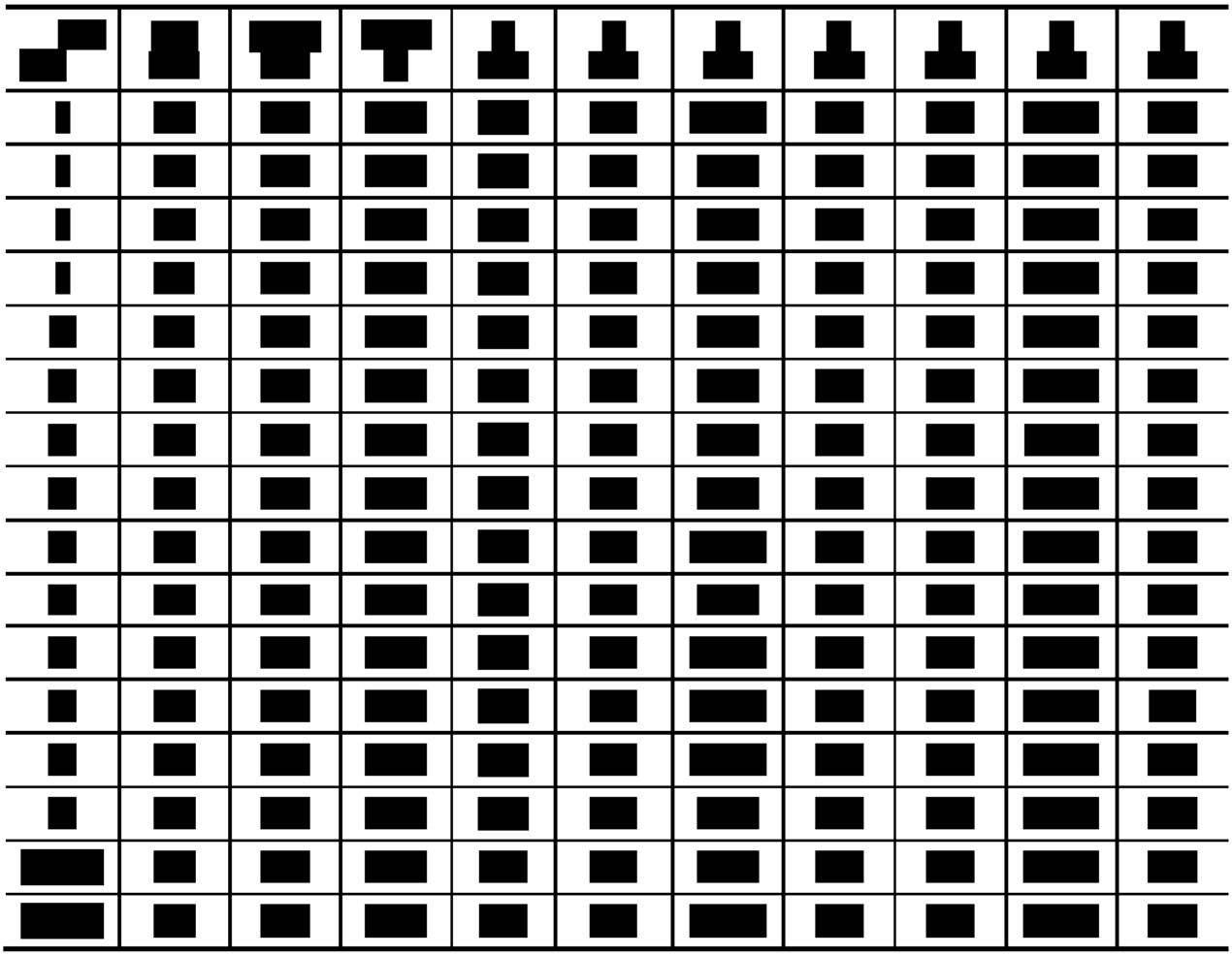


表 4.1-16　沉积物监测各要素标准指数分布

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

4.1.2.4 海洋生物生态现状与评价

与水质和沉积物现状调查同步，进行了叶绿素 a 含量（并以此估算初级生产力）、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 及初级生产力

调查海区表层叶绿素 a 含量在[redacted]mg/m^{3}之间，平均含量为[redacted]mg/m^3，最高值在 18 号站，最低值在 19 号站；底层叶绿素 a 含量在[redacted]mg/m^{3}之间，平均含量为[redacted]mg/m^3，最高值在 12 号站，最低值在 2 号站和 19 号站。

根据初级生产力的估算公式，同化系数 Q 取[redacted] mgC/（mgChl-a·h），白昼时长 D 取[redacted]h，计算得调查海区初级生产力在[redacted]mgC/（m^2·d）之间，均值为[redacted]mgC/（m^2·d）

（2）浮游植物

调查共鉴定浮游植物 2 门 17 属 27 种，其中硅藻 14 属 23 种，占浮游植物总种数的

85.2%；甲藻 3 属 4 种，占浮游植物总种数的 14.8%。

本次调查优势种为刚毛根管藻（*Rhizosolenia setigera*）、布氏双尾藻（*Ditylum brightwellii*）和中肋骨条藻（*Skeletonema costatum*），其中刚毛根管藻优势明显，优势度为 74.5%。

调查期间各调查站浮游植物细胞数量变化范围在[redacted]×10^4 个/m^3之间，平均值为[redacted]个/m^3，最高值在 18 号站，最低值在 13 号站。其中刚毛根管藻（*Rhizosolenia setigera*）细胞数量在[redacted]之间，平均为[redacted]个/m^3。

（3）浮游动物

调查海域共获得浮游动物 14 种和幼虫、幼体 3 种，其中桡足类 10 种，占浮游动物种类组成的 62.5%；刺胞动物和幼虫、幼体均为 2 种（均占 12.5%），原生动物、毛颚类各 1 种（均占 6.3%）。

本次调查的浮游动物优势种类为强壮箭虫（*Sagitta crassa*）和一种纺锤水蚤（*Acartia* sp.）。

本次调查浮游动物生物量变化范围在[redacted]mg/m^3之间，平均值为[redacted]mg/m^3，生物量最高值在 6 号站，最低值在 2 号站；个体数量变化范围在[redacted]个/m^3之间，平均值为[redacted]个/m^3，最高值在 22 号站，最低值在 2 号站。

（4）底栖生物

调查共发现底栖生物 64 种，其中环节动物多毛类发共发现 24 种，占底栖生物发现总种类数的 37.5%，软体动物发现 22 种（占 34.4%），节肢动物均发现 13 种（占 20.3%），棘皮动物发现 2 种（占 3.1%），纽形动物、腔肠动物和虾虎鱼各发现 1 种（均占 1.6%），本次调查一种尖额涟虫（*Leucon* sp.）在底栖生物密度组成中占据优势。

本次调查底栖生物栖息密度变化范围在[redacted]个/m^2之间，平均为[redacted]个/m^2。栖息密度最高值出现在 14 号站，该站发现尖额钩虾密度达[redacted]个/m^2，占本调查站底栖生物栖息密度的 92.9%； 6 号站次之，再次为 9 号站，这两个站发现较大数量的双壳类幼体；最低值出现在 24 号站。

生物量变化范围在[redacted]g/m^2之间，平均为[redacted]g/m^2， 12 号站发现较大个体的软体动物，生物量[redacted]g/m^2，致使本站的底栖生物生物量明显大于其他调查站，生物量最小值出现在 11 号站。

调查海域底栖生物群落多样性指数在[redacted]之间，平均为[redacted]；丰度指数在[redacted]之间，平均值为[redacted]；均匀度指数在[redacted]之间，平均为[redacted]。

香农威纳多样性指数通常用于环境质量评价，但评价环境污染程度的标准不尽一致。蔡晓明等（1992）认为可将 H′值分为四个等级：0~1 为重污染；1~2 为中度污染；2~3 为轻

度污染；大于 3 为清洁。按照上述等级分类标准，本次评价海域 62.5%的调查站底栖生物多样性指数大于 3，属于清洁状况。

4.1.2.5 生物质量现状与评价

①评价因子

生物体测定的有害物质为镉、总汞、铅、砷、铜、锌和石油烃 7 项。

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。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。

③评价结果

本次评价生物体为虾虎鱼、半滑舌鳎和口虾蛄，前两种属于鱼类，后一种属于甲壳类，因此评价因子铬和砷缺少相应的评价标准，未对生物体内的铬和砷进行评价。根据生物体质量评价标准，生物体质量评价结果见表 4.1-18。

本次调查获取的鱼类和甲壳类体内的铜、铅、锌、镉、总汞含量均不超过《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；所有所获鱼类和甲壳类体内石油烃含量均不超过《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。

表 4.1-17　调查海域生物体中残留物分析测定结果

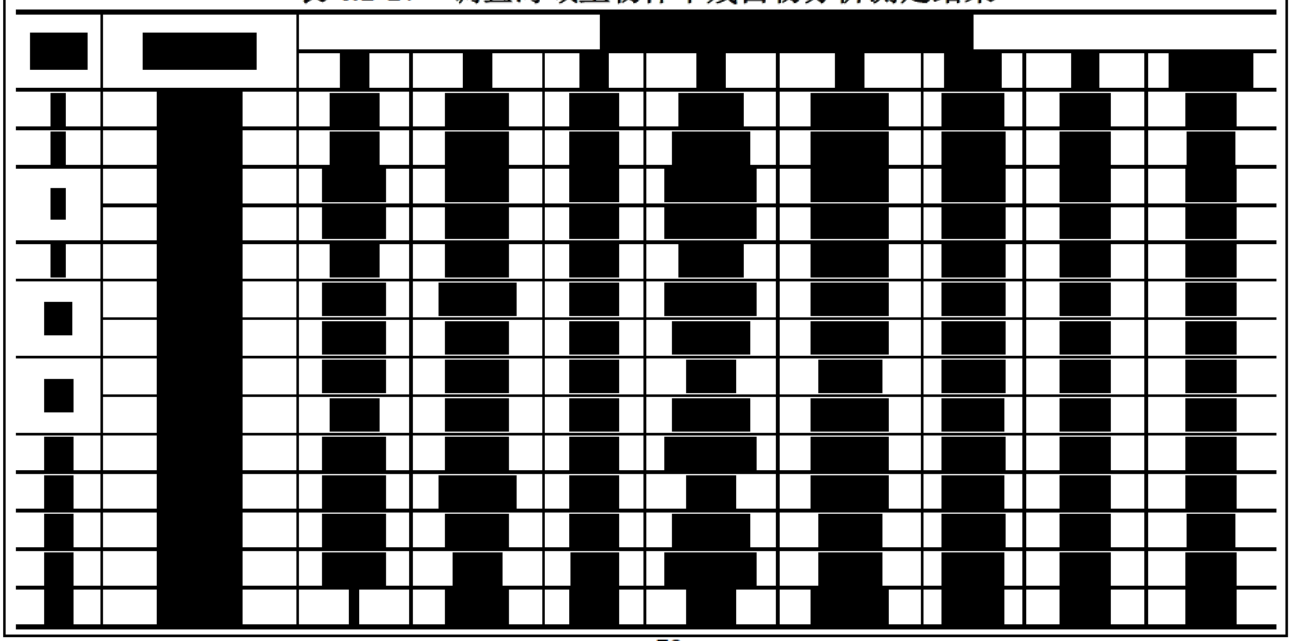


表 4.1-18 生物质量标准指数统计表

4.1.2.6 渔业资源现状与评价

本报告中引用的渔业资源调查数据来源于《赵东 C-4 区调整井对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区的影响专题论证报告》。调查时间为 2017 年 10 月（秋季）和 2019 年 5 月（春季），调查单位为中国水产科学研究院黄海水产研究所，调查内容包括鱼卵、仔鱼种类组成、数量分布；游泳动物种类组成、生物量、密度和现存资源密度（含重量和尾数密度）。

鱼卵、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（口径 50cm，长 145cm，网口面积 0.2m^2）自海底至表面垂直拖曳采集鱼卵、仔稚鱼，拖速约 0.5m/s，取样进行定量分析。定性样品采集使用大型浮游生物网（口径 80cm，长 280cm，网口面积 0.5m^2），拖速约 2.0 nmile/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。

鱼卵仔稚鱼密度计算公式：G=N/V

式中：G 为单位体积海水中鱼卵或仔稚鱼个体数，单位为粒每立方米或尾每立方米（ind./m^3）；N 为全网鱼卵或仔稚鱼个体数，单位为粒或尾（ind.）；V 为滤水量，单位为立方米（m^3）。

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（网囊部 2a 小于 20mm），每站拖曳 1h 左右，拖网速度控制在 3kn。每网调查的渔获物进行分物种渔获重量和尾数统计。记录网产量，样本冰冻保存带回实验室进行生物学测定，样品经分类和鉴定后，用感量为 0.1g 电子天平称重。进行物种生物学测定。

渔业资源密度计算采用面积法。渔业资源密度计算执行中华人民共和国水产行业标准（SC/T9110-2007），各调查站资源密度（重量和尾数）的计算式为：

$$D=C/q\times a$$

式中：D 为渔业资源密度，单位为，尾/km^2 或 kg/km^2；

C 为平均每小时拖网渔获量，单位为，尾/h 或 kg/h；

a 为每小时网具取样面积，单位为 km^2/h；

q 为网具捕获率，其中，底层鱼类、虾蟹类、头足类 q 取 0.5，近低层鱼类取 0.4，中上层鱼类取 0.3。

在项目附近共设置 12 个调查站位。调查站位及范围见图 4.1-8，各站位坐标见表 4.1-19。

图 4.1-8a　2017 年秋季调查站位示意图

图 4.1-8b　2019 年春季调查站位示意图

表 4.1-19a　2017 年秋季调查站位经纬度

站位	纬度（N）			经度（E）			调查项目
1		[redacted]			[redacted]		
2							
3							

4	[redacted]	[redacted]	鱼卵、仔稚鱼 渔业资源
5	[redacted]	[redacted]	
6	[redacted]	[redacted]	
7	[redacted]	[redacted]	
8	[redacted]	[redacted]	
9	[redacted]	[redacted]	
10	[redacted]	[redacted]	
11	[redacted]	[redacted]	
12	[redacted]	[redacted]	

表 4.1-19b　2019 年春季调查站位经纬度

站位	纬度（N）	经度（E）	调查项目
1	[redacted]	[redacted]	鱼卵、仔稚鱼 渔业资源
2	[redacted]	[redacted]	
3	[redacted]	[redacted]	
4	[redacted]	[redacted]	
5	[redacted]	[redacted]	
6	[redacted]	[redacted]	
7	[redacted]	[redacted]	
8	[redacted]	[redacted]	
9	[redacted]	[redacted]	
10	[redacted]	[redacted]	
11	[redacted]	[redacted]	
12	[redacted]	[redacted]	

（1）鱼卵、仔稚鱼

★ 春季

春季航次调查共采集到鱼卵 7 种，分别为斑鰶、鳀、叫姑鱼、蓝点马鲛、青鳞、梭鱼和鲆。采集仔稚鱼 5 种，分别为斑鰶、鳀、黄鲫、青鳞和梭鱼。

表 4.1-20　调查海域鱼卵、仔稚鱼种类组成（春季）

种名	拉丁文	分类		生态类型	
		目	科	鱼卵	仔稚鱼
斑鰶	*Clupanodon punctatus*	鲱形目	鲱科	√	√
鳀	*Engraulis japonicus*		鳀科	√	√
黄鲫	*Setipinna taty*	鲱形目	鳀科		√
叫姑鱼	*Johnius belengerii*	鲈形目	石首鱼科	√	
蓝点马鲛	*Sawara　niphonia*	鲈形目	鲛科	√	
青鳞	*Harengula zunasi*	鲱形目	鲱科	√	√
梭鱼	*Liza haematocheila*	鲻形目	鲻科	√	√
鲆	*Platycephalus indicus*	鲉形目	鲉科	√	
合计				7	5

春季航次调查，调查的 12 个站位中，水平和垂直拖网均有 11 个站位捕获到鱼卵，出现频率为 91.7%；9 个站位捕获到仔稚鱼，出现频率为 75%。

垂直拖网鱼卵密度变化范围为 [redacted] ind/m³，平均密度为 [redacted] ind/m³，最大值出现在

4 号站。

仔稚鱼密度变化范围为[redacted]ind/m³，平均密度为[redacted]ind/m³，最大值出现在 4 号站位。

表 4.1-21　春季鱼卵及仔稚鱼密度（单位 ind/m³）

[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]

★　秋季

秋季调查共采集到鱼卵 1 种，为花鲈；仔稚鱼 1 种，为半滑舌鳎。

表 4.1-22　调查海域鱼卵、仔稚鱼种类组成（秋季）

种名	拉丁文	分类		生态类型	
		目	科	鱼卵	仔稚鱼
花鲈	*Lateolabrax maculatus*	鲈形目	花鲈科	+	
半滑舌鳎	*Cynoglossus semilaevis*	鲽形目	舌鳎科		+
合计				1	1

秋季航次调查，调查的 12 个站位中，水平拖网有 3 个站位捕获到鱼卵，出现频率为 25%；1 个站位捕获到仔稚鱼，出现频率为 8.3%。垂直拖网鱼卵仅在 1 号站采集到鱼卵和仔稚鱼，出现频率为 8.3%，鱼卵密度为 0.222 ind/m³，仔稚鱼密度为 0.019ind/m³。秋季鱼卵的平均密度为 0.019 ind/m³，仔稚鱼的平均密度为 0.002ind/m³。

春秋两季鱼卵的平均密度为 0.243 ind/m³，仔稚鱼的平均密度为 0.162 ind/m³。

（2）鱼类

调查海区春、秋 2 个航次共捕获鱼类 25 种，隶属 6 目 17 科 25 属。鱼类名录及出现月份见下表。

所捕获的 25 种鱼类中，暖水性鱼类有 10 种，占鱼类种数的 40.00%，暖温性鱼类有 14 种，占鱼类种数的 56.00%，冷温性鱼类有 1 种，占鱼类种数的 4.00%；按栖息水层分，底

层鱼类有 18 种，占鱼类种数的 72.00%，中上层鱼类有 7 种，占鱼类种数的 28.00%；按越冬场分，渤海地方性鱼类有 14 种，占鱼类种数的 56.00%，长距离洄游性鱼类有 10 种，占鱼类种数的 44.00%；按经济价值分，经济价值较高的有 9 种，占鱼类种数的 36.00%，经济价值一般的有 6 种，占鱼类种数的 24.00%，经济价值较低有 10 种，占鱼类种数的 40.00%。。

表 4.1-23　调查海区捕获鱼类名录

序号	种名	目	科	2019 年 5 月	2017 年 10 月
1	半滑舌鳎 *Cynoglossus semilaevis*	鲽形目	舌鳎科		+
2	短吻红舌鳎 *Cynoglossus joyneri*			+	+
3	斑鰶 *Clupanodon punctatus*	鲱形目	鲱科	+	+
4	青鳞鱼 *Harengula zunasi*			+	+
5	黄鲫 *Setipinna taty*		鳀科	+	+
6	赤鼻棱鳀 *Thrissa kammalensis (Bleeker)*			+	+
7	银鲳 *Pampus argenteus*	鲈形目	鲳科	+	+
8	叫姑鱼 *Johnius belengerii*		石首鱼科	+	
9	小黄鱼 *Larimichthys polyactis*			+	
10	小带鱼 *Trichiurus muticus*		带鱼科	+	+
11	方氏云鳚 *Enedrias fangi*		锦鳚科	+	+
12	鲐 *Scomber japonicus (Houttuyn)*		鲭科		+
13	红狼牙鰕虎鱼 *Odontamblyopus*		鳗鰕虎鱼科		+
14	凹鳍孔鰕虎 *Ctenotrypauchen chinensis*		鰕虎鱼科	+	+
15	尖尾鰕虎鱼 *Chaeturichthys stigmatias*			+	+
16	矛尾鰕虎鱼 *Acanthogobius hasta*				+
17	裸项栉鰕虎鱼 *Ctenogobius gymnauchen*				
18	钟馗鰕虎鱼 *Triaenopogon barbatus*				+
19	短鳍衔 *Callionymus kitaharae*		鳍衔科	+	+
20	鲱衔 *Callionymus beniteguri*		鲈形科	+	
21	大泷六线鱼 *Hexagrammos otakii*	鲉形目	六线鱼科		+
22	鮋 *Platycephalus indicus*		鲉科	+	+
23	油魟 *Sphyraena pinguis Günther*	鲻形目	魟科		+
24	黄鲛鳙 *Lophius litulon*	鲛鳙目	鲛鳙科	+	
25	海龙 *Syngnathus acus Linnaeus*	刺鱼目	海龙鱼科	+	

★ 春季

春季（2019 年 5 月）调查共捕获鱼类 17 种，鱼类生物量变化范围在 [redacted] kg/h，平均值为 [redacted] kg/h；鱼类生物密度范围在 [redacted] 尾/h，平均值为 [redacted] 尾/h。其生物量（kg/h）组成为：短吻红舌鳎（36.21%）、尖尾鰕虎鱼（26.72 %）、斑鰶（16.87%）、黄鲫（8.21%），以上 4 种鱼合计占鱼类总渔获生物量的 88.01%；其生物密度（ind/h）组成为：短吻红舌鳎

（41.38%），尖尾鰕虎鱼 （21.33%），斑鰶（7.65%），矛尾鰕虎鱼（3.15%）；以上 4 种鱼占鱼类总渔获密度的 73.51%。

根据渔获物分析，春季幼鱼尾数占鱼类总尾数的 23.82%，幼鱼平均密度为[redacted]尾/h，生物量为[redacted]kg/h，成鱼平均密度为[redacted]尾/h，平均生物量为[redacted]kg/h。

表 4.1-24　春季鱼类数量组成及分布

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

★ 秋季

秋季（2017 年 10 月）调查共捕获鱼类 19 种，鱼类生物量变化范围在[redacted]kg/h，平均值为[redacted] kg/h；鱼类生物密度范围在[redacted]尾/h，平均值为[redacted]尾/h。其生物量（kg/h）组成为：尖尾鰕虎鱼（66.36 %）、矛尾鰕虎鱼（10.14%）、短吻红舌鳎（7.05%）、黄鲫（5.52%），以上 4 种鱼合计占鱼类总渔获生物量的 89.07%；其生物密度（ind/h）组成为：尖尾鰕虎鱼 (69.51%)、黄鲫（8.40%）、赤鼻棱鳀（5.26%）、凹鳍孔鰕虎鱼（4.63%）、短吻红舌鳎（3.21%）；以上 5 种鱼合计占鱼类总渔获密度的 87.41%。

根据渔获物分析，秋季调查幼鱼尾数占鱼类总尾数的 19.8%，幼鱼平均密度为[redacted]尾/h，生物量为[redacted]kg/h，成体鱼类平均生物量为[redacted] kg/h。

表 4.1-25　秋季鱼类数量组成及分布

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

根据扫海面积法，平均拖速为 5.556 km/h，网口宽为 23m，拖网时间为 1h，扫海面积 0.1278 km^2/h。

春季（2019 年 5 月）鱼类平均资源量为[redacted]kg/km^2，资源密度为[redacted]尾/km^2，其中成鱼平均资源量为[redacted]kg/km^2，幼鱼平均资源密度为[redacted]尾/km^2。

秋季（2017 年 10 月）鱼类平均资源量为[redacted]kg/km^2，资源密度为[redacted]尾/km^2，其中鱼类成体平均资源量为[redacted]kg/km^2，幼鱼平均资源密度为[redacted]尾/km^2。

根据鱼类资源调查结果，鱼类成体资源密度全年平均值为[redacted]kg/km^2，幼鱼平均资源密度为[redacted]尾/km^2。

（3）头足类

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。渔获物中，头足类主要有 3 种，见下表，优势种为日本枪乌贼。

表 4.1-26　头足类种类组成

序号	中文名	拉丁文名	目	科	2019 年 5 月	2017 年 10 月
1	日本枪乌贼	*Loligo japonica*	枪形目	枪乌贼科	√	√
2	短蛸	*Octopus ocellatus*	八腕目	章鱼科		√
3	长蛸	*Octopus variabilis*	八腕目	章鱼科	√	√

★ 春季

春季捕获头足类 2 种，为日本枪乌贼和长蛸。平均渔获量[redacted]尾/h，[redacted]kg/h。头足类生物量范围在[redacted]kg/h，最高的是 4 号站，其次为 9 号站，11 号站最低。

表 4.1-27　春季拖网捕获的头足类

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

根据渔获物分析，春季调查头足类幼体尾数占总尾数的 34.32%，幼体平均密度为 [redacted] ind/h，生物量为 [redacted] kg/h，头足类成体平均生物量为 [redacted] kg/h。

★ 秋季

秋季捕获头足类 3 种，为日本枪乌贼、短蛸和长蛸。头足类生物量变化范围在 [redacted] [redacted] kg/h，平均值为 [redacted] kg/h；头足类生物密度范围在 [redacted] 尾/h，平均值为 [redacted] 尾/h。

根据渔获物分析，秋季调查头足类幼体尾数占总尾数的 22.5%，幼体平均密度为 [redacted] 尾/h, 生物量为 [redacted] kg/h，头足类成体平均生物量为 [redacted] kg/h。

表 4.1-28　秋季拖网捕获的头足类

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

根据扫海面积法，平均拖速为 5.556 km/h，网口宽为 23m，拖网时间为 1h，扫海面积 0.1278 km^2/h。

春季（5 月）头足类平均资源量为 [redacted] kg/km^2，资源密度为 [redacted] 尾/km^2，其中头足类成体平均资源量为 [redacted] kg/km^2，幼体平均资源密度为 [redacted] 尾/km^2。

秋季（10 月）头足类平均资源量为 [redacted] kg/km^2，资源密度为 [redacted] 尾/km^2，其中头足类成体平均资源量为 [redacted] kg/km^2，幼体平均资源密度为 [redacted] 尾/km^2。

头足类成体资源密度全年平均值为 [redacted] kg/ km^2，幼体为 [redacted] 尾/km^2。

（4）甲壳类

本次调查共捕获甲壳类 12 种，隶属于 2 目，8 科，其中虾类 10 种，蟹类 2 种，口足类 1 种。

其中春季调查捕获甲壳类 8 种，优势种为口虾蛄和日本鼓虾；秋季调查捕获甲壳类 10 种，优势种为口虾蛄；从经济价值来看经济价值较高为 7 种，占种类数的 58.33%，经济价值较低的 3 种，占种类数的 25.00%。

表 4.1-29　调查海区甲壳类名录

序号	中文名	目	科	2019 年 5 月	2017 年 10 月
1	日本对虾 *Penaeus japonicus*	十足目	对虾科		√
2	鹰爪糙对虾 *Trachypenaeus curvirostris*			√	√
3	鲜明鼓虾 *Alpheus heterocarpus*		鼓虾科	√	√
4	日本鼓虾 *Alpheus japonicus*			√	√
5	脊尾白虾 *Palaemon carinicauda*		长臂虾科		√
6	葛氏长臂虾 *Palaemon gravieri*			√	√
7	海蜇虾 *Latreutes anoplonyx*		藻虾科	√	
8	细螯虾 *Leptochela gracilis*		玻璃虾科		√
9	褐虾 *C rangon crangon*		褐虾科	√	
10	三疣梭子蟹 *Portunus trituberculatus*		梭子蟹科		√
11	日本蟳 *Charybdis japonica*			√	√
12	口虾蛄 *Oratosquilla oratoria*	口足目	虾蛄科	√	√

★ 春季

春季调查甲壳类生物量变化范围在[redacted]kg/h，平均值为[redacted]kg/h；甲壳类生物密度范围在[redacted]尾/h，平均值为[redacted]尾/h。其中，虾类生物量变化范围在[redacted]kg/h，平均值为[redacted]kg/h；生物密度范围在[redacted]尾/h，平均值为[redacted]尾/h，蟹类生物量变化范围在[redacted]kg/h，平均值为[redacted]kg/h；生物密度范围在[redacted]尾/h，平均值为[redacted]尾/h。

根据渔获物分析，本次调查中虾类幼体的尾数占虾类总尾数的 13.66%，虾类幼体平均生物密度为[redacted]尾/h，生物量为[redacted]kg/h，虾类成体生物密度平均为[redacted]尾/h，平均生物量为[redacted]kg/h；蟹类均为成体，平均生物量为[redacted]kg/h，平均生物密度为[redacted]尾/h。

表 4.1-30 春季拖网捕获的甲壳类

[redacted]	[redacted]		[redacted]		[redacted]		[redacted]	
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	

★ 秋季

秋季调查甲壳类生物量变化范围在[redacted] kg/h, 平均值为[redacted]kg/h；甲壳类生物密度范围在[redacted]尾/h，平均值为[redacted]尾/h。其中，虾类生物量变化范围在[redacted]kg/h, 平均值为[redacted]kg/h；生物密度范围在[redacted]尾/h，平均值为[redacted]尾/h，蟹类生物量变化范围[redacted]kg/h, 平均值为[redacted] kg/h；生物密度范围[redacted]尾/h，平均值为[redacted]尾/h。

根据渔获物分析，秋季调查中虾类幼体的尾数占虾类总尾数的21.97%，平均生物密度为[redacted]尾/h，平均生物量为[redacted]kg/h，虾类成体平均生物密度为[redacted]尾/h，平均生物量为[redacted]kg/h；蟹类幼体的尾数占蟹类总尾数的18.18%，平均生物密度为[redacted]尾/h，平均生物量为[redacted] kg/h，蟹类成体平均生物密度为[redacted]尾/h，平均生物量为[redacted] kg/h。

表 4.1-31 秋季拖网捕获的甲壳类

[redacted]	[redacted]		[redacted]		[redacted]		[redacted]	
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	

根据扫海面积法，平均拖速为5.556 km/h，网口宽为23m，拖网时间为1h，扫海面积0.1278 km^2/h。

春季（5月）虾类平均资源量为[redacted]kg/km^2，[redacted]尾/km^2，其中，虾类成体资源量为

[redacted]kg/km²，资源密度为[redacted]尾/km²；虾类幼体平均资源量为[redacted]kg/km²，资源密度为[redacted]尾/km²。蟹类平均资源量为[redacted]kg/km²，资源密度为[redacted]尾/km²，均为成体。

秋季（10 月）虾类成体资源量为[redacted]kg/km²，平均资源密度为[redacted]尾/km²；虾类幼体平均资源量为[redacted]kg/km²，资源密度为[redacted]尾/km²。蟹类成体资源量为[redacted]kg/km²，平均资源密度为[redacted]尾/km²；蟹类幼体平均资源量为[redacted]kg/km²，资源密度为[redacted]尾/km²。

根据渔业资源调查结果，虾类全年平均值：成体为[redacted]kg/km²，幼体为[redacted]尾/km²；蟹类全年平均值成体为[redacted] kg/km²，幼体为[redacted]尾/km²。

（5）优势种与优势度

★ 春季

经计算春季游泳动物优势种有 4 种分别为口虾蛄（*IRI*=[redacted]）、短吻红舌鳎（*IRI*=[redacted]）、尖尾鰕虎鱼（*IRI*=[redacted]）、日本鼓虾（*IRI*=[redacted]），重要种 6 种分别为日本枪乌贼（*IRI*=[redacted]）、斑鰶（*IRI*=[redacted]）、黄鲫（*IRI*=[redacted]）、长蛸（*IRI*=[redacted]）、日本蟳（*IRI*=[redacted]）、矛尾鰕虎鱼（*IRI*=[redacted]）。

表 4.1-32　春季优势种与优势度

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

★ 秋季

经计算秋季游泳动物优势种有 3 种，分别为口虾蛄（*IRI*=[redacted]）、尖尾鰕虎（*IRI*=[redacted]）、日本枪乌贼（*IRI*=[redacted]），重要种 10 种。

表 4.1-33　秋季优势种与优势度

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]

4.1.3 赵东油田海域环境状况回顾性评价

为了充分了解赵东平台周围海域环境变化情况，增加历史资料的可比性，本次评价选取 2008 年 6 月、2013 年 5 月和 2017 年 9 月工程所在海域环境质量现状的调查结果进行对比分析。历史调查资料的概况如表 4.1-34，历次调查范围见图 4.1-9～4.1-10。

历次调查范围覆盖面基本保持一致，具有对比参考意义。

表 4.1-34 本次评价引用的历史调查资料概况

编号	资料来源	调查时间	调查海域	站位数	本次评价引用因子	调查单位
1	埕海油田油气集输系统工程赵东平台-埕海 1-1 人工岛段海底管线部分环境影响报告书	2008.6	赵东平台（含 C/D 区块）周围海域	12	1. 水质：COD、石油类、挥发性酚、磷酸盐、氨氮、Pb 2. 沉积物：石油类、硫化物、铅、镉 3. 海洋生态环境：叶绿素 a、浮游植	交通部天津水运工程科学研究所
2	《渤海湾浅海赵东油田开发项目海洋环境影响跟踪监测报告》	2013.5	赵东平台周围海域	26		青岛环海海洋工程勘察研究院
3	赵东油田海洋环境影响跟踪监测调查报告	2017.9	赵东平台周围海域	26		青岛环海海洋工程勘察研究院

					物、浮游动物、底栖生物、生物质量	

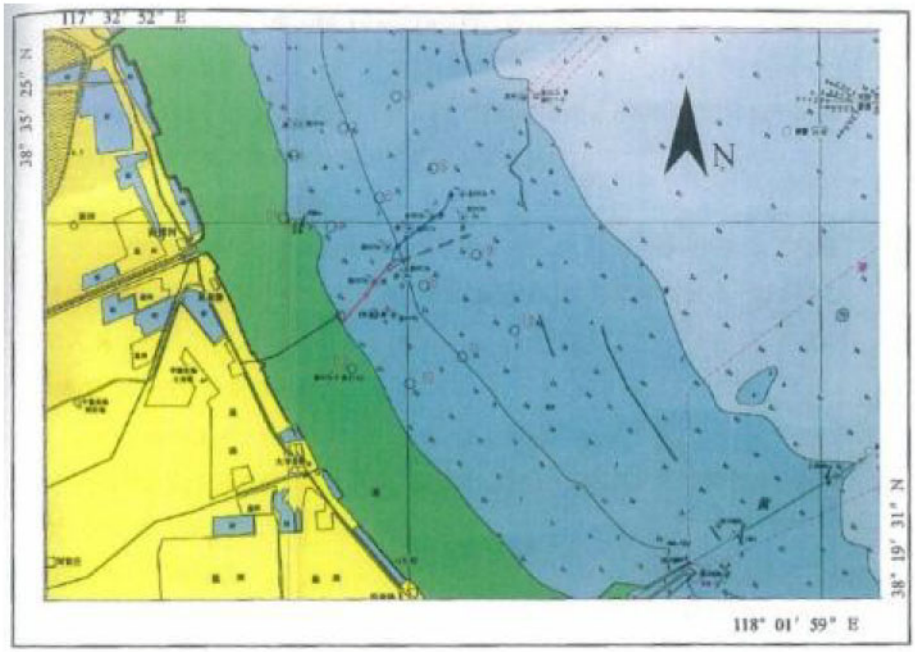


图 4.1-9 2008 年 6 月站位布设示意图

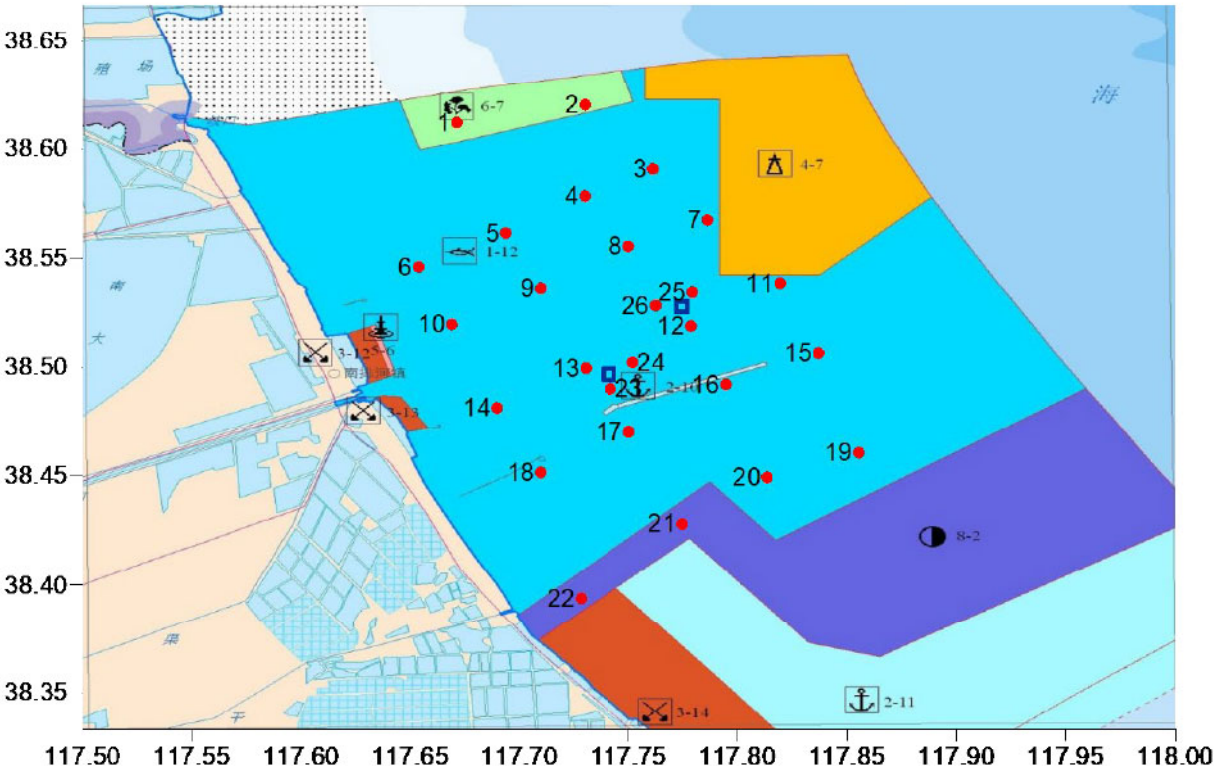


图 4.1-10 2013 年 5 月站位布设示意图

4.1.3.1 水环境质量回顾

2008 年 6 月、2013 年 5 月、2017 年 9 月海洋水质调查结果列于下表中。

表 4.1-35 海洋水质环境监测分析结果表

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]			
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

注：“-”表示未测定该项

总体来看，海洋水质各因子在所选取的代表年份变化趋势比较明显，2008 年～2017 年，石油类、挥发性酚、COD、磷酸盐呈下降趋势，无机氮、铅、锌变化趋势均是 2013 年最低，2017 年又有所升高。

4.1.3.2 沉积物环境质量回顾

2008 年 6 月、2013 年以及 2017 年 9 月沉积物环境调查结果列于下表中。

表 4.1-36 沉积物环境监测分析结果表（10^{-6}）

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]			
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]			
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

注："—"为数值缺失。

从多年调查数据分析结果来看，2008 年～2017 年沉积物中石油类、硫化物、铅呈上升趋势，镉含量比较稳定。各年沉积物中各因子含量均低于相应评价标准，沉积物环境良好。

4.1.3.3 海洋生物质量回顾

（1）叶绿素 A

2008 年 6 月、2013 年 5 月和 2017 年 9 月叶绿素 a 监测分析结果列于下表中。

表 4.1-37 叶绿素 a 调查结果表

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]

数据显示：2008 年与 2013 年调查期间叶绿素含量基本持平，与这两个调查年份相比，2017 年叶绿素含量稍低。

（2）浮游植物

2013 年 5 月和 2017 年 9 月浮游植物监测分析结果列于下表中。

表 4.1-38 浮游植物调查结果表

[redacted]	[redacted]	
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]

注：2008 年数值缺失。

由上表可见，2013 年与 2017 年调查期间，2017 年浮游植物种类数目较多，主要类群均以硅藻为主，优势种有所不同，2017 年调查期间浮游植物细胞数量显著高于 2013 年调查水平，这可能与调查期间调查海域水动力条件、水质参数有关。

（3）浮游动物

2008 年 6 月、2013 年 5 月和 2017 年 9 月浮游动物监测分析结果列于下表中。

表 4.1-39 浮游动物调查结果表

[redacted]	[redacted]		
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

由上表可见：2013 年和 2017 年调查期间，浮游动物的种类数、生物量相差不大，均高于 2008 年 6 月调查水平。

（4）底栖生物

2008 年 6 月、2013 年 5 月和 2017 年 9 月底栖生物监测分析结果列于下表中。

表 4.1-40 底栖生物调查结果表

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

总体来看，2017 年底栖生物种类、生物量平均值、多样性指数平均值和栖息密度平均值均大于 2008 年和 2013 年调查结果。

（5）生物质量

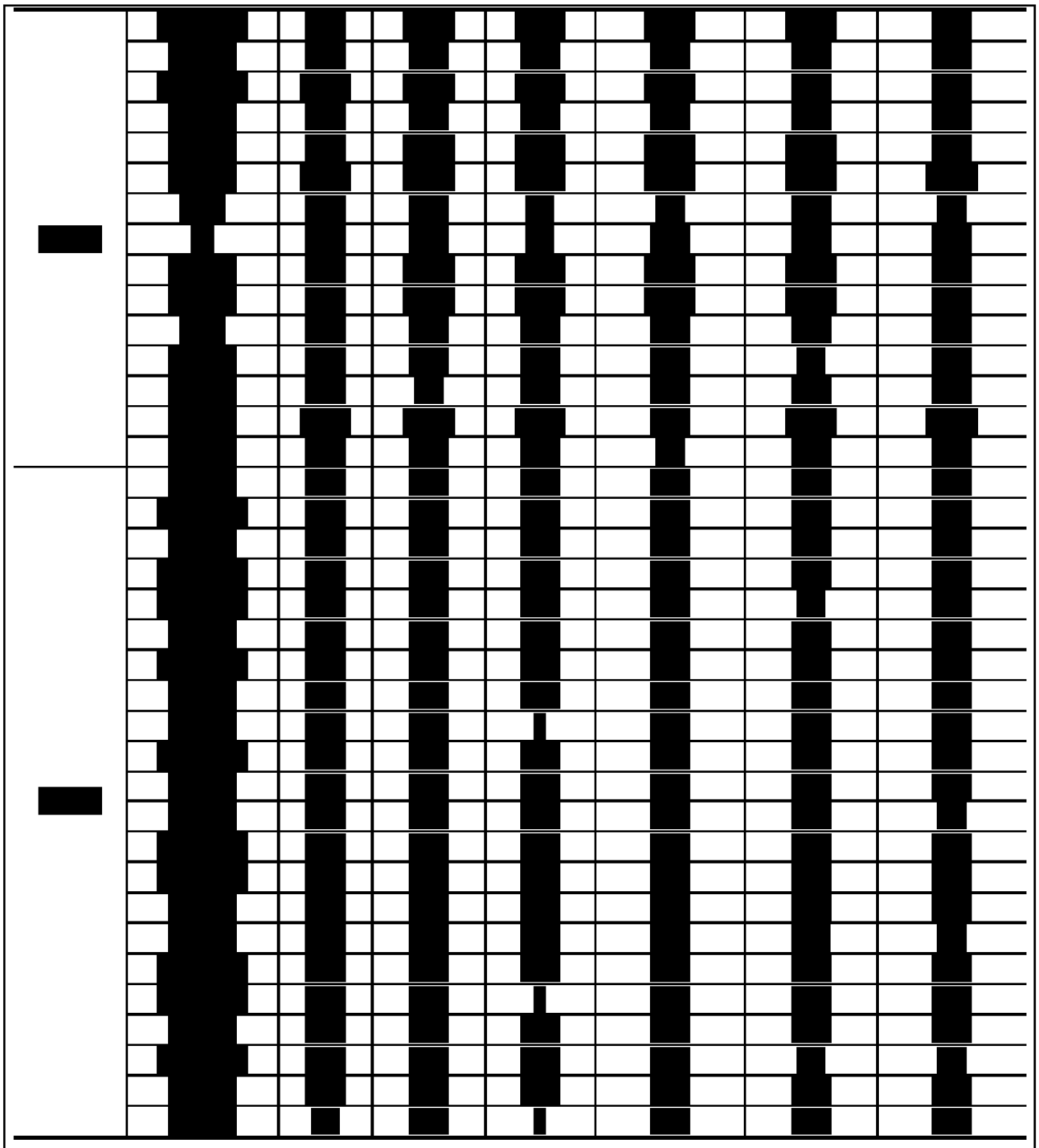
2008 年 6 月选取赵东油田附近海域有代表性的新鲜生物海洋贝类生物中的文蛤进行生物质量监测； 2013 年 5 月对软体动物中的四角蛤蜊、脉红螺，甲壳类中的口虾蛄、脉红螺及鱼类中的斑鰶、鲱进行生物质量监测；2017 年对虾虎鱼、半滑舌鳎和口虾蛄进行生物质量监测。残毒分析结果见下表。

表 4.1-41 调查海域生物毒性分析结果（湿重 10^{-6}）

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

贝类生物评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）中贝类生物一类标准；软体动物、甲壳类及鱼类生物体内污染物质（除石油烃外）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。评价结果见下表。

表 4.1-42 调查海域生物毒性污染指数



由上表可见，2008 年调查期间所选生物体内铜、镉、锌含量高于一类生物质量标准限值，锌、镉污染指数较高，分别为 2.61、2.60，铜次之，污染指数为 2.10，生物体内石油烃亦不满足《海洋生物质量》（GB18421-2001）中贝类生物一类标准要求，污染指数为 1.77。贝类生物体质量超标原因主要可能是水和沉积物中的重金属经过食物链的生物放大作用进行富集的结果。2013 年、2017 年调查期间软体动物、甲壳类及鱼类生物体内各监测因子残留量均较少，各类生物体内污染物质含量均符合相关标准要求。

4.1.3.4 油田生产水和岩屑回注回顾性分析

1、生产污水全部回注回地层，做到零排放不会对海水造成污染。岩屑于 2013 年 4 月起拉到岸上处理。

2、请专业公司 Sabbatun 公司对岩屑和污水回注进行了专门研究，对其中涉及的风险进行了分析，对每口回注井进行压裂回注模拟，预测裂缝网的最大延伸的形状、方位、深度、高度等参数，以避开可能的地下风险因素，如断层、邻井等，并对压力情况及注入量进行分析计算，在此基础上开展详细的钻完井及回注施工设计。

3、在施工过程中严格操作流程和关键参数（如回注压力、流体漏失等）的监测，没有发现异常情况的发生。

4、与专业公司 Sabbatun 联合开展月度岩屑回注检查和结果分析评价。

5、开展了海床调查，没有发现异常情况。

4.2 社会环境概况

4.2.1 区域概况

赵东油田处在河北省沧州海事局管辖海域，沿岸黄骅市以农业为主，沿海乡镇以盐业、渔业和农业为主，盐田面积约为 2.02 万公顷，岸滩池塘养殖面积约为 7610 公顷。黄骅市是新兴的港口城市，工业基础较弱，沿海主要有盐业化工企业，工业污染物排放量较小，陆源污染物主要由河流入海，对河口近岸浅海区域生态产生一定的影响，对远岸深水区域环境生态影响不大。

4.2.2 海洋资源与开发利用现状

4.2.2.1 渔业生物资源

黄骅市海水资源丰富，自然水温配合较好，非常适合鱼、虾、蟹、贝类及水生生物的生长，区内浅海滩涂伴随潮汐变化，有一定的水体交换能力，加之春夏季浮游生物量较高为养殖业提供了得天独厚的自然环境。南排河镇全镇海岸线占河北省的七分之一，域内滩涂浅海广阔，滩涂面积 21.8 万亩，浅海面积 100 万亩；近岸海域水质肥沃，饵料丰富，水温适中，海底地形缓变，宜于鱼虾蟹贝索饵、繁衍。盛产的中国东方对虾、三疣梭子蟹、鲳鱼、同罗、梭鱼、海蜇、魁蚶都是享誉海内外的美味海产珍品。

赵东油田附近海域潮间带适于贝类生长，分布有兰蛤管养区和毛蚶增养殖区，主要有七种贝类：四角蛤蜊、文蛤、青蛤、大连湾牡蛎、光滑兰蛤、彩虹明樱蛤和托氏蝠螺。此外褶牡蛎、焦河兰蛤、斧蛤、寻代肌蛤等也有相当数量。

4.2.2.2 海水养殖资源

潮上带池塘养殖区共 8 个，分别为北排河-老石碑河潮上带池塘养殖区、老石碑河-南排河潮上带池塘养殖区、中捷四分厂潮上带池塘养殖区、南排河-新黄南排干潮上带池塘养殖区、新黄南排干南潮上带池塘养殖区、黄骅港城开发区北潮上带池塘养殖区、狼坨子潮上带池塘养殖区及海丰潮上带池塘养殖区；滩涂养殖区共 5 个，分别为北排河-老石碑河滩涂池塘养殖区、老石碑河-南排河滩涂池塘养殖区、南排河-新黄南排干滩涂池塘养殖区、新黄南排干-冯家堡滩涂池塘养殖区、姬家堡滩涂池塘养殖区；滩涂底播养殖区共 2 个，分别为黄骅滩涂底播养殖区与海兴滩涂底播养殖区。

4.2.2.3 海盐资源

沧州沿海空间资源丰富，海水质量优越，盐业生产自然条件得天独厚。本区地貌类型属滨海低平原，地形平坦，一般坡降在 1/1000 以下，地层由粘土、粘土质粉沙等第四系细颗粒物组成，质地粘重、保水性能好，为盐业原料海水吸取创造了方便条件。本海区日照强，蒸发量大，降水量小，海水盐度较高，有利于海水蒸发和结晶出盐。

区内有黄骅、海兴两大盐区，共 10 个主要盐场及盐业企业。截至 2006 年，区内盐田总面积达 35190.08 公顷，盐田生产面积 32892.5 公顷，原盐生产能力 228 万吨，总产量 161.86 万吨。

4.2.2.4 海底油气资源

沧州海域所处的渤海海区是我国重要的油气构造盆地，具有油气资源储量丰富，勘探潜力大，开发利用前景广阔的总体特征。目前沧州海域的油气资源由天津大港油田和渤海油田开发，通过对歧口坳陷等含油气构造的勘探，截至 2004 年，大港油田已探明石油地质储量 1.43 亿吨，天然气地质储量达 41 亿立方米；渤海油田探明石油地质储量 6440 万吨，天然气地质储量达 11.6 亿立方米。

4.2.2.5 风能资源

沧州沿海地区风能资源丰富，有效风速多无破坏力，最大风速为 22～27m/s，年平均风速在 3.5 m/s 以上。李家堡观测点全年有效风速出现时数 5600～7000 小时，有效风能密度 150～185 瓦/平方米，有效风能贮量 1000～1280 千瓦时/平方米；海兴县观测点全年有效风速出现就达 5000 多小时，有效风能密度达 200 多瓦每平方米，有效风能储量达 800 多千瓦时每平方米。区内风能的季节分布以春季最大，约占全年风能贮量的 40%，其次为冬季，夏秋较小，适宜进行大型风电场的开发建设。

4.2.2.6 港址资源

沧州海岸属淤泥质平原海岸，地势平坦，滩宽水浅，波浪大，掀沙作用强，建港条件相对较差，在各主要河（渠）入海口处分布有歧口、南排河、老石碑河口、新黄南排干口、大口河口等 8 处小型河口港址，适宜渔港和 3000 吨级以下的货运港，其他区域可通过向外海开拓、筑堤、填滩形成人工港址，适宜建设较高吨级的全掩护及半掩护港池。

目前，沧州沿海各河口港址均已开发利用，建有南排河渔港、歧口渔港、石碑河渔港、廖家洼渔港、徐家堡渔港、张巨河渔港、宣惠河渔港、海丰渔港和黄骅港河口港区。

5 环境敏感区（点）和环境保护目标分析

5.1 环境敏感区和环境保护目标分布

结合工程附近环境敏感区分布及其用海要求，识别本工程周边主要环境敏感区包括水产种质资源保护区、海洋保护区、海洋特别保护区、生态红线区及三场一通道。各环境敏感目标与本工程的相对位置、距离及各敏感区保护目标、保护对象等情况见表 5.1-1。

表 5.1-1　本项目环境敏感目标一览表

序号	类型	名称	相对于本工程的方位	距离（km）	环境保护要求
1	水产种质资源保护区	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）	在其中	--	严格执行《水产种质资源保护区管理暂行办法》，海水水质、沉积物、海洋生物质量均执行不低于一类标准。主要保护对象有中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹、真鲷和花鲈。特别保护期 4 月 25 日-6 月 15 日。
2	自然保护区	歧口海洋保护区	西北	10.7	保护滨海湿地生态系统。海域执行不低于二类海水水质标准。
3		滨州贝壳堤海洋保护区	南	24.7	生态保护重点目标：贝壳堤岛和湿地生态系统；文蛤等水产种质资源。海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。
7	海洋特别保护区	大港滨海湿地海洋特别保护区	西北	14.1	重点保护滨海湿地、贝类资源极其栖息环境。海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准。
9	生态红线区	渤海湾（南排河北海域）种质资源保护区	北	5.8	保护海底地形地貌和中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹等水产种质资源，保护海洋环境质量。
		渤海湾（南排河南海域）种质资源保护区	东	6.5	保护海底地形地貌和中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹等水产种质资源，保护海洋环境质量。
		沧州歧口浅海湿地	北	10.7	保护淤泥质浅海湿地生态系统。
		天津大港滨海湿地	北	14.1	重点保护滨海湿地、贝类资源及其栖息环境，恢复滩涂湿地生态环境和浅海生物多样性基因库。
		滨州贝壳堤岛与湿地系统禁止区	南	24.7	贝壳堤岛、湿地自然生态系统、自然岸线
		大口河海岛限制区	南	28.4	大口河岛的自然生态系统、海岛岸线
		套尔河口渔业海域限制区	南	35.4	青蛤、四角蛤蜊、蟛蜞等种质资源及生存环境

10	重要渔业水域	三场一通道	位于中国明对虾产卵场内	中国明对虾及其生境。产卵期 5-6 月。

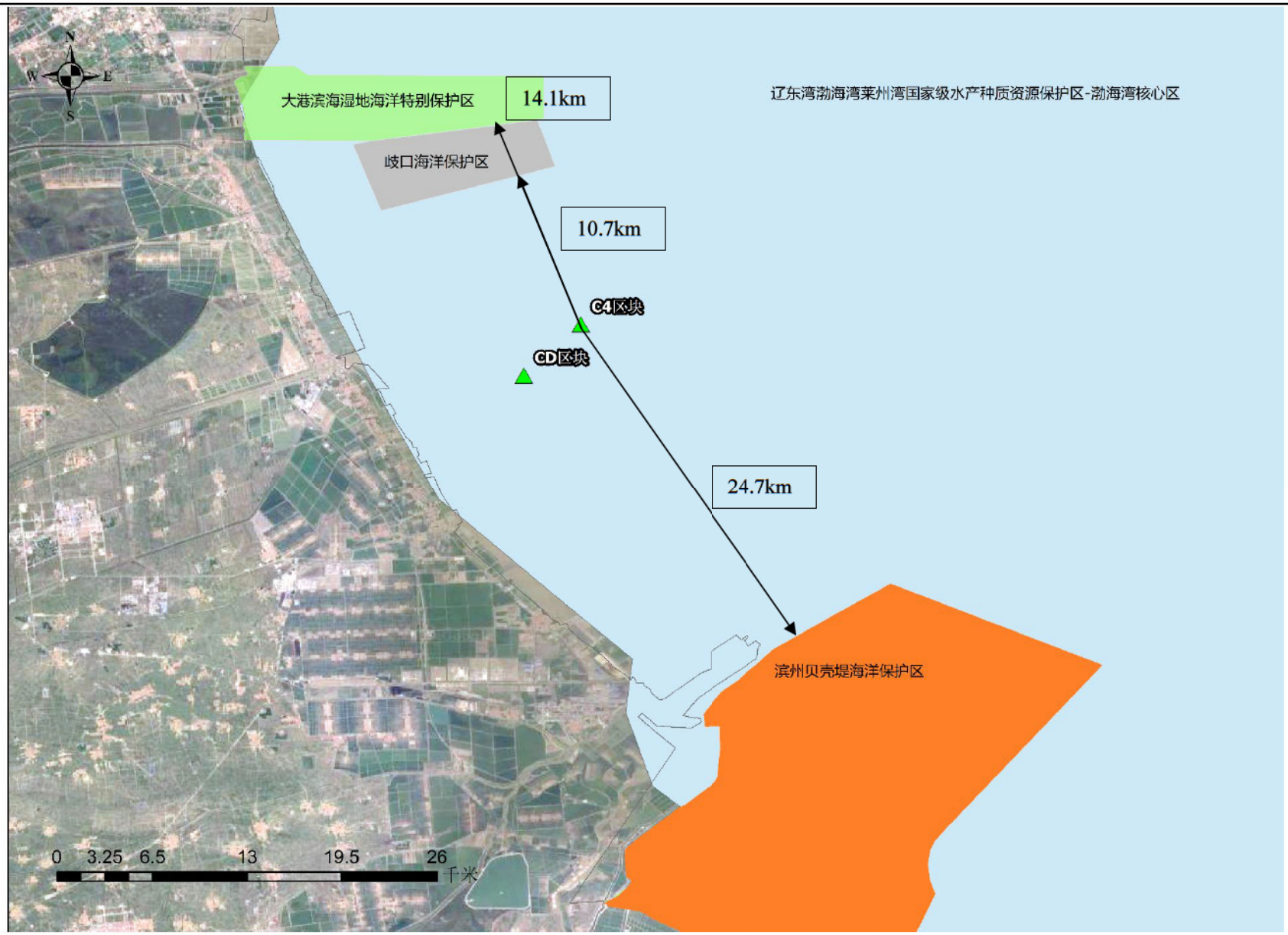


图 5.1-1 本项目环境敏感目标分布图（保护区）

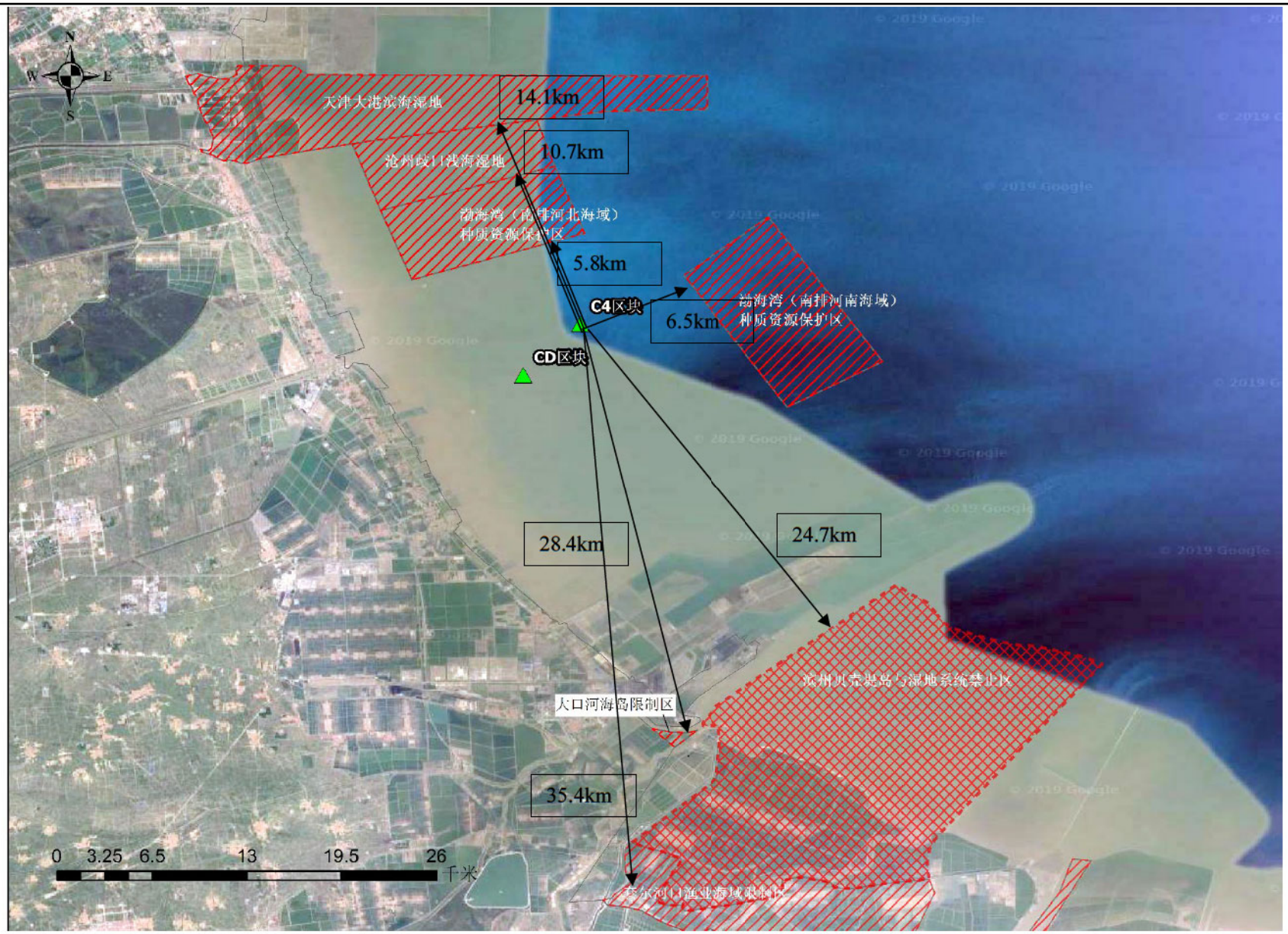


图 5.1-2 本项目环境敏感目标分布图（红线区）

5.2 主要环境敏感目标简介

5.2.1 辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区

辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区位于渤海的辽东湾、渤海湾和莱州湾三湾内，范围在东经 117°35′～122°20′E，北纬 37°03′～41°00′N，保护区总面积为 23219km^2，其中核心面积 9625km^2，实验区总面积为 13594km^2。核心区特别保护期为 4 月 25 日～6 月 15 日。保护区功能图见图 5.1-1 所示。

渤海湾保护区总面积 6160km^2，全部为核心区，核心区范围是由 4 个拐点顺次连线与西面的海岸线（即大潮平均高潮痕迹线）所围的海域，拐点坐标为（118°15′00″E，39°02′34″N ；118°15′E，39°25′N ；118°20′E，38°20′N ；118°20′E，38°01′33″N）。海岸线北起河北省唐山市南堡渔港西侧，经丰南、沙河黑沿子入海口、涧河入海口，向西经天津的海河、独流减河入海口，向西至歧口河口为折点向南再经河北省黄骅市、海兴县的南排河李家堡、石碎河赵家堡入海口、马颊河、徒骇河入海口，南至山东省滨州市湾湾沟乡。

5.2.2 主要水产资源

本节引自《赵东 C-4 区调整井对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区的影响专题论证报告》（中国水产科学研究院黄海水产研究所，2020 年 8 月）

针对本工程与保护区的位置关系，以下着重介绍渤海湾保护区主要保护对象情况。辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区渤海湾保护区主要保护对象有中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹；保护区内还栖息着银鲳、黄鲫、青鳞沙丁鱼、鲚、风鲚、鳓、鳀、赤鼻棱鳀、玉筋鱼、黄姑鱼、白姑鱼、叫姑鱼、棘头梅童、鮟、花鲈、中国毛虾、海蛰等渔业种类。

（1）中国明对虾

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

渤海湾对虾每年秋末冬初，便开始越冬洄游，到黄海东南部深海区越冬；翌年春北上，形成产卵洄游。4 月下旬开始产卵，怀卵量 30—100 万粒，雌虾产卵后大部分死亡。卵经过数次变态成为仔虾，仔虾约 18 天经过数十次蜕皮后，变成幼虾，于 6—7 月份在河口附近

摄食成长。5 个月后，即可长成 12cm 以上的成虾，9 月份开始 向渤海中部及黄海北部洄游，形成秋收渔汛。其渔期在 5 月中旬至 10 月下旬。

中国对虾的生殖活动分交配和产卵 1 次进行，9～10 月是当年虾交配的盛期，可是直至翌年 5 月中旬产卵季节，交配以后的雌体大量摄食，性腺迅速发育，至 11 月初离开近岸进行越冬洄游；翌年 4-5 月下旬底层水温升至 12℃时虾开始产卵，这时 60%以上虾雌体已经抱卵，卵块呈鲜艳的的碌褐色，随着卵子的发育，约经 20 多天至 5 月下旬，卵子逐渐变为褐色或黑碌色，表示即将进入产卵孵化期，第一次散仔时间为 5 月底～6 月初；6 月中旬开始出现第二次产卵高峰，大部分雌体又开始抱卵，第二次抱卵孵化时间较第一次大为缩短，6 月下旬卵块即变为褐黑色并相继散仔。一般每年 2 次产卵，两次产卵的间隔时间为 30 天左右。

本工程位于中国对虾产卵场内。

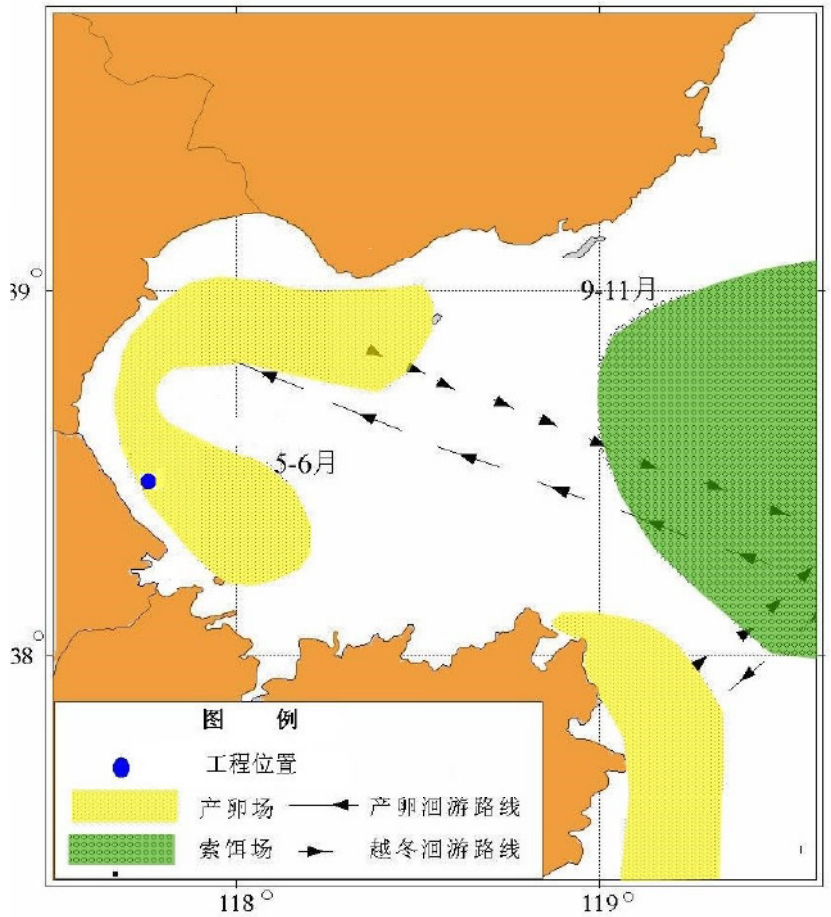


图 5.2-1 中国对虾洄游路线图

（2）小黄鱼

小黄鱼隶属石鲈形目、石首鱼科、黄鱼属。属暖温性底层鱼类，广泛分布于渤海、黄海、东海，是我国最重要的海洋渔业经济种类之一。小黄鱼体形较小，一般体长 16～25cm、体重 200～300g、背侧黄褐色，腹侧金黄色。小黄鱼的鳞片较大而稀少，尾柄较短，臀鳍第二

鳍棘小于眼径，颌部具 6 个小孔；小黄鱼上、下唇等长、口闭时较尖。该鱼种随栖息环境、季节以及体长的变化较大，且 109 mm 是其发生食性转换的一个关键的临界体长。小黄鱼食性较杂，主要以鱼虾为食。

小黄鱼是辽东湾的主要经济鱼类，一般春季向沿岸洄游，3～6 月间产卵后，分散在近海索饵，秋末返回深海，冬季于深海越冬。其越冬场在黄海中南部至东海北部，每年 4 月份北上到达成山头外海，然后分 2 支，一支继续向北到鸭绿江口进行产卵，另一支则向西，经烟威外海进入渤海，分别游向莱州湾、渤海湾和辽东湾等产卵场，产卵期为 5 月～6 月，10 月末到 11 月初向渤海中部集中。

黄渤海小黄鱼主要产卵期为 5～6 月，由南向北略为推迟，产卵场一般分布在河口区和受入海径流影响较大的沿海区，底质为泥砂质、砂泥质或软泥质，产卵场的主要范围分布在低盐水与高盐水混合区的偏高温区。小黄鱼昼夜产卵，主要产卵时间在 17～22 时，以 19 时左右为高峰，小黄鱼产卵场的底层适温为 11～14℃。渤海和黄海中北部小黄鱼卵径为 1.30～1.60mm，黄海南部为 1.28～1.65mm。卵子孵化时间随水温的变化而不同，通常为 63～90 小时。渤海小黄鱼目测性腺发育 5 月中旬 76%的雌性个体已达到 V 期，6 月中旬 61%的个体已产卵完毕。

小黄鱼性腺成熟度系数，全年雌鱼以 9 月最低，10 月至翌年 2 月增长缓慢，3～4 月增长迅速，5 月达到高峰，雄鱼 3～4 月为最高。春季（5 月）小黄鱼处于产卵期，夏秋季为恢复期，主要为 I~II 期，冬季略有增长。小黄鱼怀卵量与年龄有关，2～4 龄鱼为 32～72 千粒，5～9 龄鱼处于怀卵高峰期，怀卵数为 83～125 千粒，从 10 龄鱼开始，怀卵量开始下降。

本工程距离小黄鱼产卵场较远。

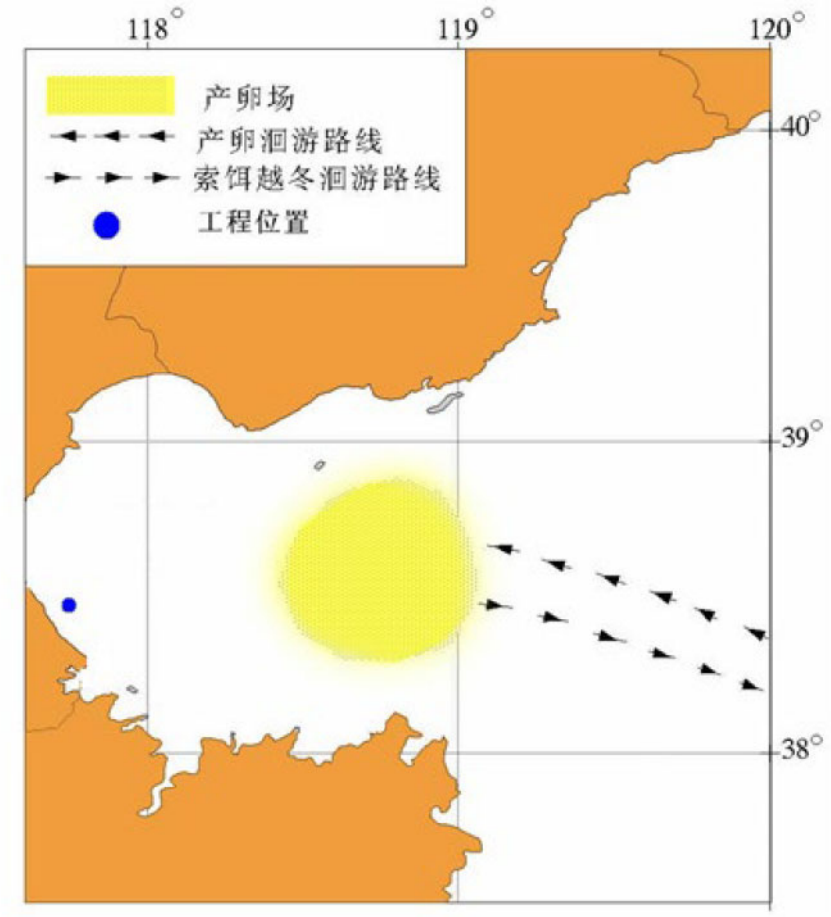


图 5.2-2 小黄鱼洄游路线图

（3）三疣梭子蟹

三疣梭子蟹因头胸甲呈梭子形，甲壳的中央有三个突起，所以又称“三疣梭子蟹”。 为暖温性多年生大型蟹类动物，善于游泳，也会掘泥沙，常潜伏海底或河口附近，性凶猛好斗，繁殖力强，生长快。雄性脐尖而光滑，螯长大，壳面带青色；雌性脐圆有绒毛，壳面呈赭色，或有斑点。梭子蟹头胸甲梭形，宽几乎为长的 2 倍；头胸甲表面覆盖有细小的颗粒，具 2 条颗粒横向隆及 3 个疣状突起；额具 2 只锐齿；前侧缘具 9 只锐齿，末齿长刺状，向外突出。螯脚粗壮，长度较头胸甲宽长；长节棱柱形，雄性长节较修长，前缘具 4 锐棘。

三疣梭子蟹是一种地方性资源。每年 12 月下旬至翌年 3 月下旬为越冬期，3 月末 4 月初梭子蟹开始出蛰并逐渐向近岸产卵场洄游，渔获数量明显增加；5 月初产卵群体已经游至河口附近浅水区开始产卵，6～7 月经过 2 次产卵的产卵亲体开始向外海移动，集中分布在内湾的相对深水区，8 月当年补充群体大量出现，并集中分布在内湾的近岸浅水区；9 月是梭子蟹分布密度最高的月份，补充群体也开始向外海移动；10 月份随着水温的下降向外海洄游的数量不断增加。

梭子蟹的生殖活动分交配和产卵 2 次进行，7～8 月是越年蟹交配的盛期，当年生蟹的交配盛期在 9～10 月，可是直至翌年 6 月中旬产卵季节，仍有一定数量的幼蟹尚未交配。

交配以后的雌体大量摄食，性腺迅速发育，至 11 月初离开近岸进行越冬洄游；翌年 4 月下旬底层水温升至 12℃时梭子蟹开始产卵，这时 60%以上梭子蟹雌体已经抱卵，卵块呈鲜艳的的桔黄色，随着卵子的发育，约经 20 多天至 5 月下旬，卵子逐渐变为褐色或黑灰色，表示即将进入散仔孵化期，第一次散仔时间为 5 月底～6 月初；6 月中旬开始出现第二次产卵高峰，大部分雌体又开始抱卵，第二次抱卵孵化时间较第一次大为缩短，6 月下旬卵块即变为褐黑色并相继散仔。梭子蟹一般每年 2 次产卵，两次产卵的间隔时间为 45 天左右。

本工程距离三疣梭子蟹产卵场较远。

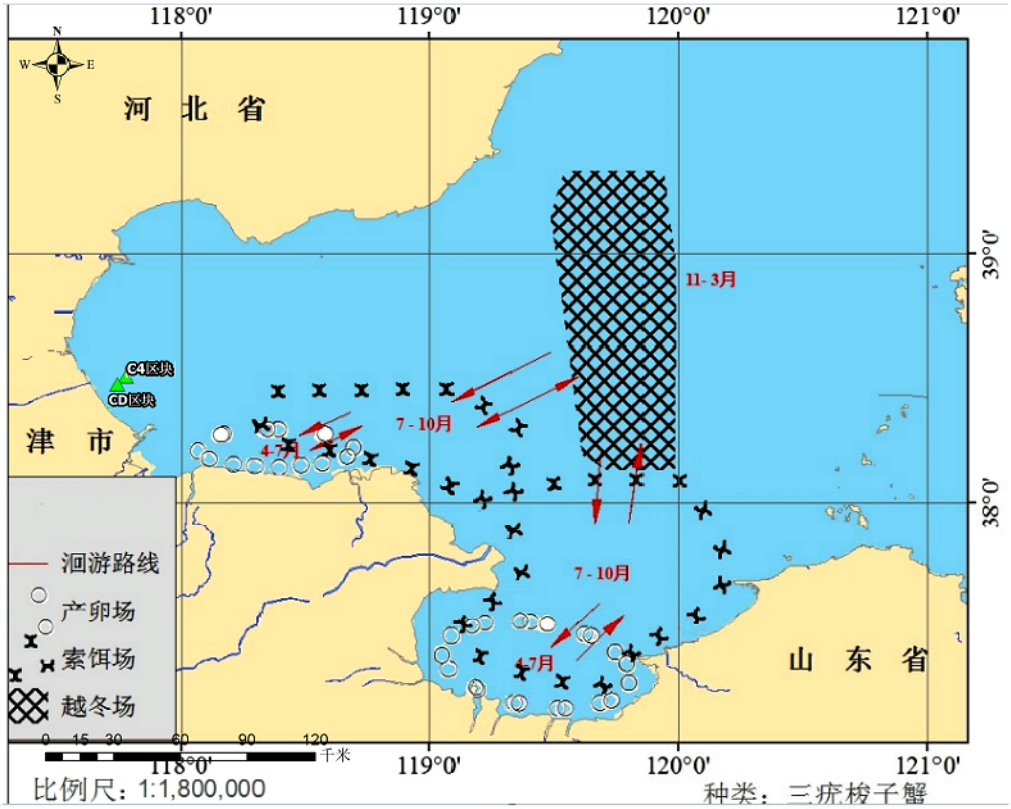


图 5.2-3 三疣梭子蟹洄游路线图

（4）白姑鱼

白姑鱼属石首鱼科，为暖温性底层鱼类。白姑鱼有明显的季节性洄游。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。

本工程施工区域距离白姑鱼产卵密集区较远。

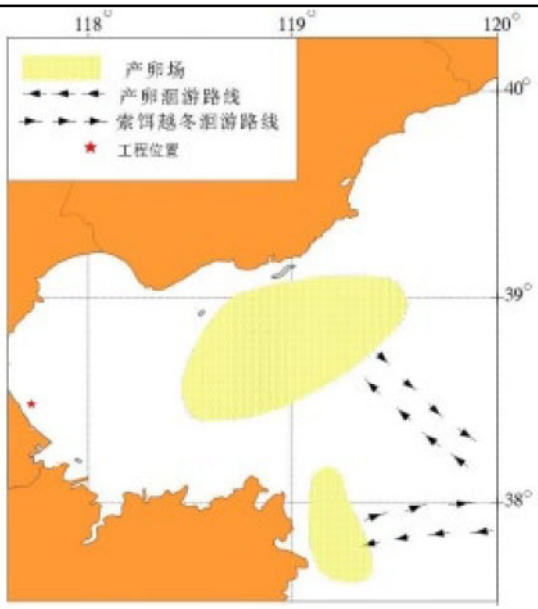


图 5.2-4 白姑鱼洄游路线图

（5）鳀

渤海几乎全年都有鳀分布，近年来调查资料表明，从春到冬调查海区始终都有鳀鱼渔获。鳀于 5 月份大量出现在渤海，渔获量最高，6～7 月渔获量有较大下降，9、10 月明显减少，11 月又有所上升，12 月基本消失。本工程施工区域与鳀的产卵密集区有一定的距离。

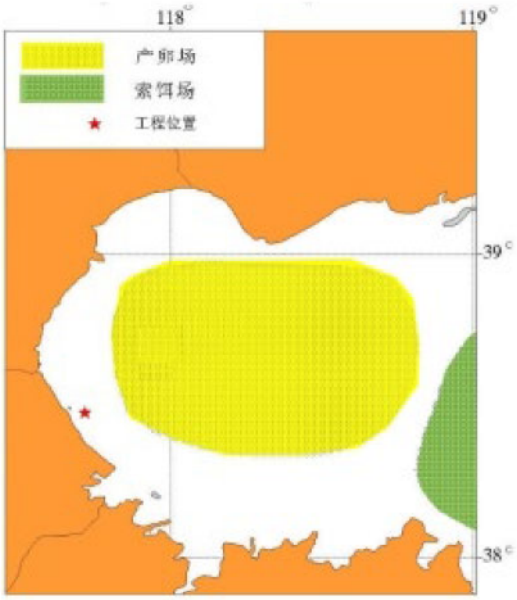


图 5.2-5 鳀洄游路线图

（6）叫姑鱼

叫姑鱼属石首鱼科，为洄游性的底层鱼类。越冬期为 12 月至翌年 2 月份，2 月下旬开始北上生殖洄游，当 3 月下旬至 4 月初，当渤海海峡水温增至 4.0～4.5℃时，叫姑鱼大体沿 38°N 线向西移动入渤海。入渤海后又分为南北两路，主群进入莱州湾、渤海湾各河口产卵场，北路进入辽东湾各河口区产卵。8 月下旬鱼群逐渐向深水移动，分布很广；9 月上旬鱼

群向渤海中部趋集；10 月下旬主群可达渤海海峡附近，11 月下旬黄海北部各渔场的鱼群在烟威外海与渤海外泛的鱼群汇合，自西向东集结在 38°线附近海域，12 月鱼群密集于烟威东部海区作短暂停留后，12 月中旬进入石岛东南外海的越冬场。评价区水域均有产卵场、索饵场和洄游通道分布，其产卵期为 5～7 月。本工程与其产卵场有一定距离。

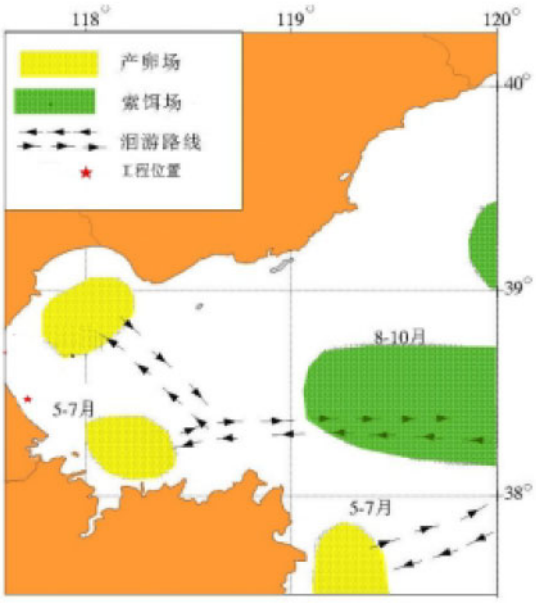


图 5.2-6 叫姑鱼洄游路线图

5.3 海洋环境功能区划及相关规划符合性分析

5.3.1 与海洋功能区划的符合性分析

（1）与《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》的符合性分析

①位置关系

根据《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》，本工程位于《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》中的“渤海湾海域”。

②功能定位和管理要求

该区的主要功能为港口航运、工业与城镇用海、**矿产与能源开发**。区域积极发展滩海油气资源勘探开发，加强临海工业与港口区海洋环境治理，维护天津古海岸湿地、大港滨海湿地、汉沽滨海湿地及浅海生态系统、黄骅古贝壳堤等海洋保护区生态环境，积极推进各类海洋保护区规划与建设。区域实施污染物排海总量控制制度，改善海洋环境质量。

③符合性分析

本工程是在既有赵东油田 C-4 区 CP2 平台建设调整井，并在既有 C/D 区 ODA 平台进行生活污水处理设施升级改造；工程用海为海洋油气开发用海，属于《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》允许范畴中的“矿产与能源开发”。工程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。因此，本工程用海符合《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》要求。

（2）与《河北省海洋功能区划（2011-2020 年）》的符合性分析

①位置关系

根据《河北省海洋功能区划（2011-2020年）》，赵东油田C/D区位于南排河东港口航运区，功能区代码为2-10；赵东油田C-4区位于岐口至前徐家堡农渔业区，功能区代码为1-12。

②功能定位和管理要求

根据《河北省海洋功能区划（2011-2020 年）》，赵东油田 C/D 区位于南排河东港口航运区，功能区代码为 2-10，用途管制为交通运输用海；**重点保障油轮作业用海**需求；禁止捕捞和养殖等与航运无关、有碍航行安全的活动。用海方式控制为严格限制改变海域自然属。海洋环境保护要求为强化污染物控制，实施废弃物达标排放；减少对海洋水动力环境及海底地形地貌的影响；确保毗邻海洋生态敏感区、亚敏感区的海洋环境及海域生态安全，执行不低于三类海水水质标准、不低于二类海洋沉积物和海洋生物质量标准。

赵东油田 C-4 区位于岐口至前徐家堡农渔业区，功能区代码为 1-12，用途管制为渔业用海，**兼容工业（油气开采和盐业）用海**；重点保障围海养殖用海、开放式养殖用海、捕捞用海、渔业基础设施用海、油气勘采设施用海和盐业取水用海需求；各类生产活动须避免对相邻的海洋保护区产生影响、保证海上航运安全；北排河（歧口）、捷地减河、老石碑河、南排河、新黄南排干等河口海域开发利用须保障行洪安全。海域使用管理要求为控制养殖密度，严格限制改变海域自然属性。生产活动须保证海上航运安全和盐业取水需要；**允许建设小规模油气勘采设施**；渔港区域允许实施适度改变海域自然属性的改扩建工程。环境保护要求为禁止进行污染海域环境的活动；防止外来物种侵害，防治养殖自身污染和水体富营养化，维持海洋生物资源可持续利用，保持滨海湿地、海洋生态系统结构和功能稳定，加强北排河、沧浪渠、捷地减河、石碑河、黄南排干、南排河、廖家洼排水渠入河污染源防治；养殖区执行不低于二类海水水质标准、一类海洋沉积物和海洋生物质量标准，捕捞区执行一类海水水质、海洋沉积物和海洋生物质量标准。兼容功能利用须保证海洋生态安全。

③符合性分析

本工程是在既有赵东油田 C-4 区 CP2 平台建设调整井，并在既有 C/D 区 ODA 平台进行生活污水处理设施升级改造，不改变海域自然属性，调整井的建设是用于开发利用海底油气资源，因此，本项目符合河北省海洋功能区划。

5.3.2 与海洋主体功能区规划的符合性分析

（1）与《全国海洋主体功能区规划》符合性分析

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”。

其中优化开发区域是指现有开发利用强度较高，资源环境约束较强，产业结构亟需调整和优化的海域。优化开发区域包括：渤海湾、长江口及其两翼、珠江口及其两翼、北部湾、海峡西部以及辽东半岛、山东半岛、苏北、海南岛附近海域。本工程位于渤海湾海域，属于《全国海洋主体功能区规划》中的优化开发区（渤海湾海域）。渤海湾海域要“优化港口功能与布局，推动天津北方国际航运中心建设。积极推进工厂化循环水养殖和集约化养殖。加快海水综合利用、海洋精细化工业等产业发展，控制重化工业规模。保护水产种质资源，开展海洋生态修复和防护林体系建设。加强海洋环境突发事件监视监测和海洋灾害应急处置体系建设，强化石油勘探开发区域监测与评价，提高溢油事故应急能力”。

赵东油田生产作业过程中无含油污水排放，油田各期开发过程中均进行了环境影响评价，作业者针对可能发生的溢油事故制定了完备的应急预案，并对油田周边海域进行了逐年的海洋环境跟踪监测，因此，本工程建设符合《全国海洋主体功能区规划》。

（2）与河北省海洋主体功能区规划符合性分析

根据河北省人民政府发布的《河北省海洋主体功能区规划》【冀政字〔2018〕11 号】：“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，充分考虑海洋资源环境承载能力、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”。

本工程位于划定的限制开发区——海洋渔业保障区——黄骅市海域，该海域的管理要求为：优化渔港空间布局，加快歧口、南排河和徐家堡渔港标准化建设，提升传统渔港服务功能；渔港建设应集约节约利用岸线和海域空间资源，保障行洪安全。合理布局歧口至徐家堡养殖空间，整治修复养殖环境；推广健康养殖模式，积极发展设施渔业和休闲渔业，拓展深水养殖，推进以海洋牧场建设为主要形式的区域综合开发。严格执行伏季休渔制度，加强传统渔场重要渔业资源保护，开展增殖放流和人工渔礁建设，改善渔业资源结构。加强重要湿地保护管理，推进申报建立黄骅滨海湿地海洋特别保护区（海洋公园）。加强南排河北和南排河南海域国家级水产种质资源保护区管理，禁止围填海、截断洄游通道、设置直排排污口等损害生物资源环境的开发活动。

本工程是在既有赵东油田 C-4 区 CP2 平台建设调整井，并在既有 C/D 区 ODA 平台进行生活污水处理设施升级改造，本项目环评中针对周边各类渔业资源保护目标提出了有针对性的保护措施，施工期和运营期将严格执行报告提出的各项保护措施；赵东油田含油生产水全部回注地层，生活污水达标排放，从预测结果看，项目建设对周边重要渔业海域影响较小；赵东油田生产设施不涉及围填海工程，项目位置距离洄游通道较远，未设置直排排污口；作业者针对可能发生的溢油事故制定了完备的应急预案；作业者委托有资质的单位对油田周边海域进行逐年的海洋环境跟踪监测。

因此，本工程建设符合黄骅市海域的管理要求，严格执行各项环保措施的前提下不会影响到所在海域的渔业资源，符合《河北省海洋主体功能区规划》。

5.3.3 与《河北省生态保护红线》符合性分析

根据河北省人民政府发布的《河北省生态保护红线划定方案》（冀政字[2018]23 号），本工程位于河北省海洋生态红线区外，距“渤海湾（南排河北海域）种植资源保护区（5-5）”最近，约 5.8km。

本工程非油层段钻屑、非油层段钻井液排放产生的悬浮沙影响范围不超过 3.0km，生活污水排放影响范围不超过 50m，因此，调整工程施工期和运营期均不会对《河北省生态保护红线划定方案》的红线区产生不利影响。

5.3.4 与环境保护规划及其他相关规划的符合性分析

（1）与河北省海洋环境保护规划符合性分析

依据《河北省海洋环境保护规划 2016-2020 年》，将规划区域划分为重点保护区、控制性保护利用区和监督利用区 3 类海洋环境保护管理区。

本工程位于规划划定的控制性保护利用区——海洋渔业保障区——歧口之前徐家堡渔业资源利用区（与《河北省海洋功能区划（2011-2020 年）》对应，见图 5.3-1）。该规划区管控要求为：禁止进行有碍渔业生产或污染水域环境的活动；加强重要渔业品种养护，维持海洋生物资源可持续利用；按照海洋资源环境承载能力控制海水养殖和捕捞强度，防治海水养殖污染，防范外来物种侵害，保持海洋生态系统结构和功能稳定。……养殖区执行不劣于二类海水水质质量标准、一类海洋沉积物和海洋生物质量标准，捕捞区执行一类海水水质、海洋沉积物和海洋生物质量标准。

本项目环评中针对周边各类渔业资源保护目标提出了有针对性的保护措施，施工期和运营期将严格执行报告提出的各项保护措施；赵东油田含油生产水全部回注地层，生活污水达标排放，从类比结果看，项目建设对周边重要渔业海域影响较小。

因此，本项目不会妨碍周边海域的渔业生产，项目施工和运营期间也不会污染水域环境，项目的建设符合《河北省海洋环境保护规划 2016-2020 年》。

（2）产业政策符合性

国务院发布的《产业结构调整指导目录（2019 年本）》是引导投资方向，政府管理投资项目，制定和实施财税、信贷、土地、进出口等政策的重要依据。我国的《产业结构调整指导名录》包括了鼓励类、限制类和淘汰类三类名录，鼓励类主要是对经济社会发展有重要促进作用，有利于节约资源、保护环境、产业结构优化升级，需要采取政策措施施予以鼓励和支持的关键技术、装备及产品。

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中关于海洋方面的条款中的鼓励类目录中包括石油、天然气行业（常规石油、天然气勘探与开采，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，油气田提高采收率技术、安全生产保障技术、生态环境恢复与污染防治工程技术开发利用）。本工程油田的调整工程，属于为海洋石油、天然气勘探与开发项目，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中鼓励类“常规石油、天然气勘探及开采”，本项目的建设符合国家产业政策。

（3）与《渤海环境保护总体规划（2008~2020 年）》的符合性

根据《渤海环境保护总体规划（2008~2020 年）》（2009 年），要加强海洋工程污染防治和保护区建设，提高倾废管理水平，强化油气开发区的环境管理，加强溢油应急技术支持及保障能力，建立渤海污染防治与生态保护系统，力求通过 5 年~15 年的治理，使渤海环境保护工作上一个新台阶等内容，本工程在实施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。

（4）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。”

本工程位于渤海湾海域，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，“渤海湾（南排河北海域）种质资源保护区（5-5）”最近，约 5.8km。

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，生产垃圾全部运回陆上接收处理。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以渔业资源补偿款的形式交由黄骅渔业部门，黄骅渔业部门代为委托相关专业单位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特别保护期 4 月 25 日-6 月 15 日，以减轻对海洋生态环境的影响。

此外，建设单位已编制《赵东油田溢油应急计划》并进行了备案，原有溢油应急计划满足本项目溢油应急的需要，建设单位根据溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作，以防范海上溢油等海洋环境突发污染事故。同时，建设单位制定了相应的管道保护和检测程序，定期对平台、油气管线进行不定期局部检测和定期全面检测，对油田生产风险源进

行全面排查。在后续生产过程中，建设单位将严格落实环境保护主管部门要求，严格执行排污许可制度。

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。

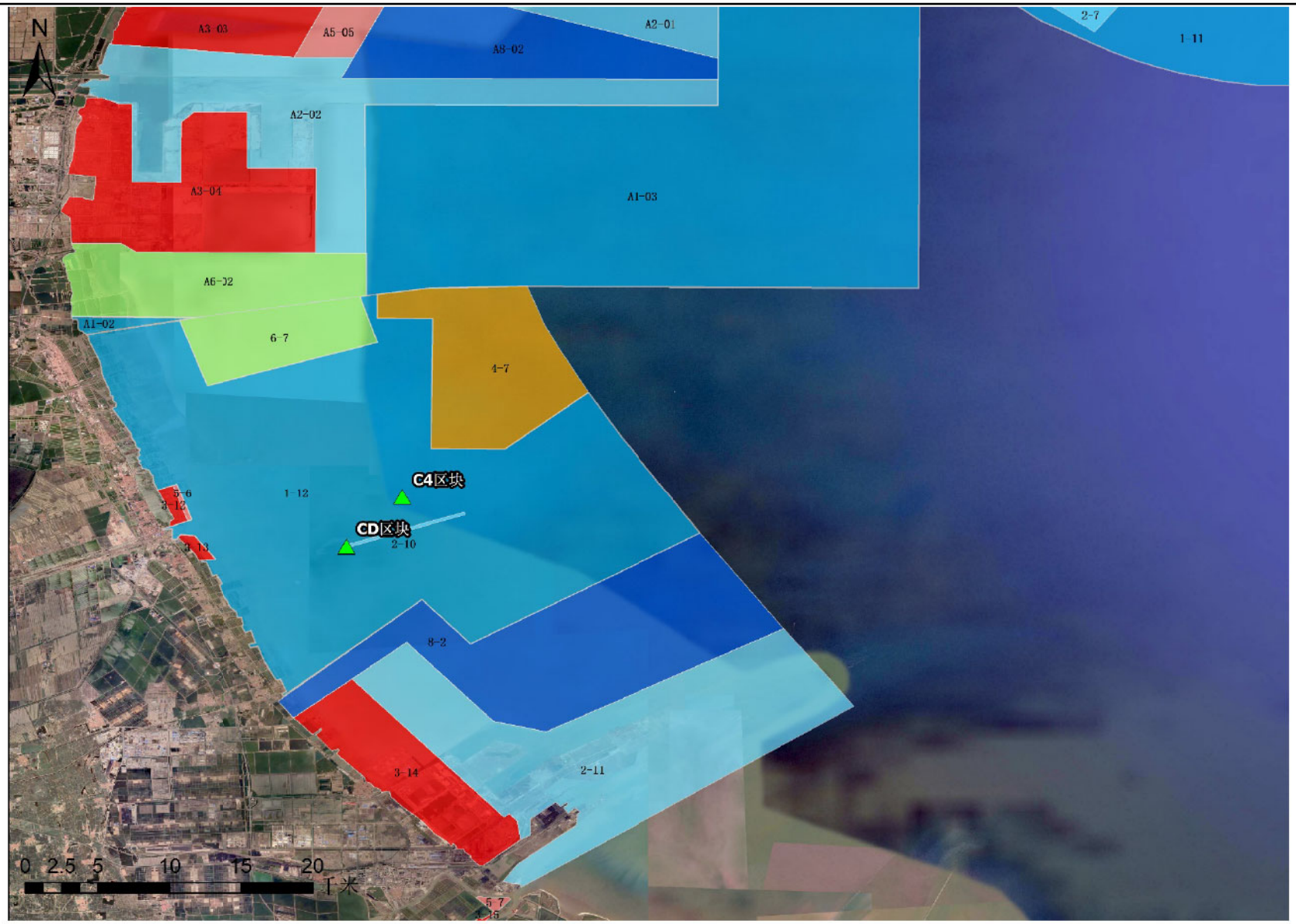


图 5.3-1　项目与河北省海洋功能区划位置关系示意图

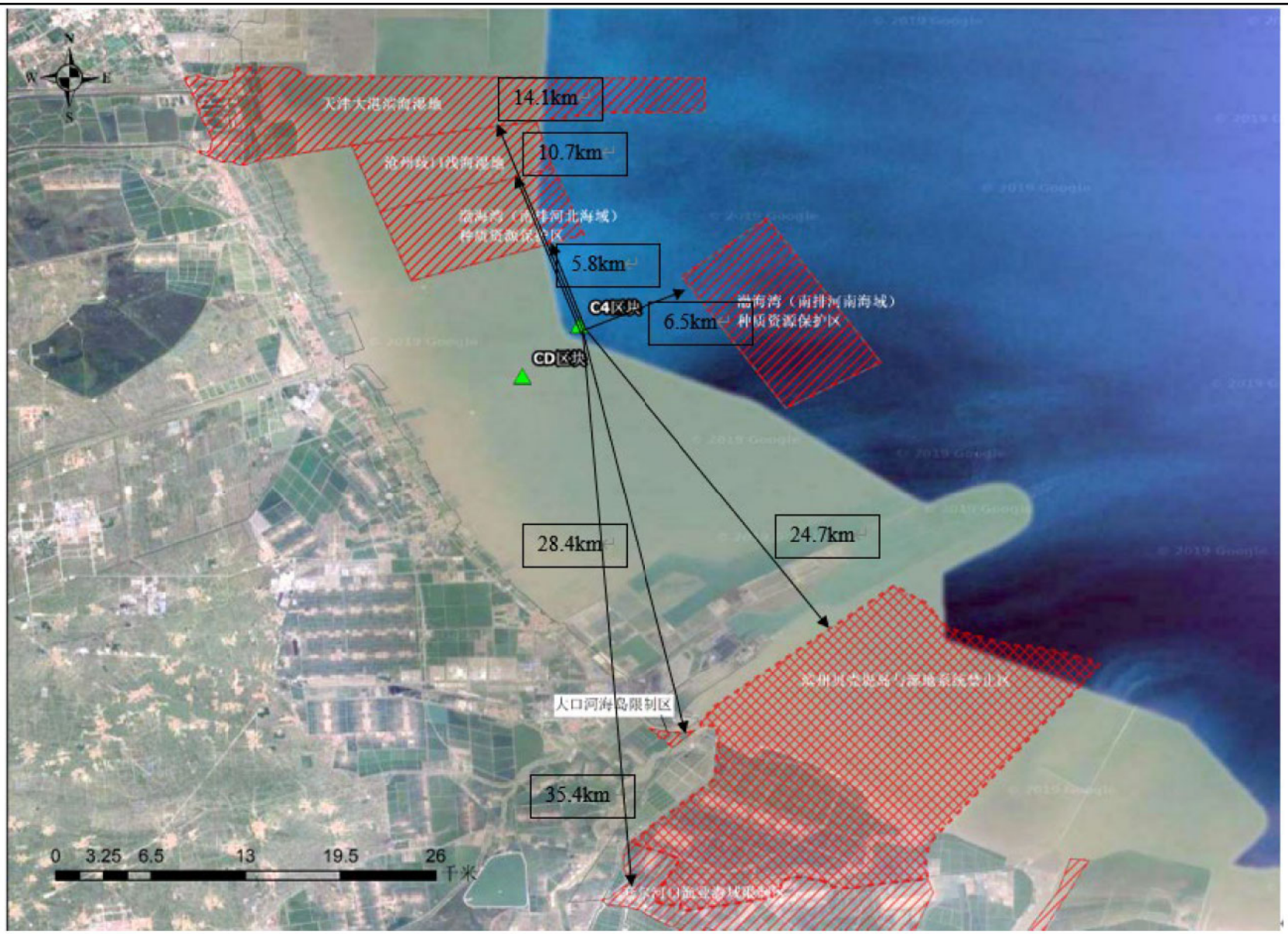


图 5.3-2　项目与沧州市海洋生态红线位置关系示意图

限制开发区域，是指以海洋水产品保障、海洋渔业资源和海洋生态功能保护为主要功能的海域。分为海洋渔业保障区和重点海洋生态功能区两种类型。包括滦南县、丰南区、黄骅市、北戴河区、抚宁区、昌黎县、乐亭县和海兴县海域，海域面积5413.14平方公里，占全省管辖海域面积的74.89%，海岸线长342.55公里，占全省海岸线总长的70.65%。

——海洋渔业保障区包括滦南县、丰南区和黄骅市海域，海域面积1975.23平方公里，占限制开发区域面积的36.49%，海岸线长133.79公里，占限制开发区域海岸线总长的39.06%。

——重要海洋生态功能区分为重要地理生境保护型和人文与景观资源保护型两种类型。包括昌黎县、乐亭县、北戴河区、抚宁区和海兴县海域，海域面积3437.91平方公里，占限制开发区域面积的63.51%，海岸线长208.76公里，占限制开发区域海岸线总长的60.94%。其中，重要地理生境保护型重点海洋生态功能区包括昌黎县和乐亭县海域，人文与景观资源保护型重点海洋生态功能区包括北戴河区、抚宁区和海兴县海域。

专题要素图例

海洋渔业保障区	
重点海洋生态功能区	II 重要地理生境保护型 III 人文与景观资源保护型

图 5.3-3　项目与《河北省海洋主体功能区规划》位置关系示意图

依据《河北省海洋功能区划（2011-2020年）》对各类海洋基本功能区的环境保护要求和《河北省海洋生态红线》对各类海洋生态红线区的管控要求，结合河北省海洋自然环境条件和经济社会发展需求，将规划区域划分为重点保护区、控制性保护利用区和监督利用区3类海洋环境保护管理区。

重点保护区是指具有重大生态功能或生态环境极其敏感、脆弱，需要严格保护的区域。包括海洋自然保护区、自然岸线、国家湿地公园和典型海洋生态系统。

控制性保护利用区是指生态功能重要，生态环境敏感、脆弱，需要对开发利用活动的内容、方式和强度进行约束的区域。包括重要海洋生态功能区和生态敏感区。

监督利用区是指海洋开发活动较集中，需加强海洋环境监督管理，防治开发活动污染损害海洋环境的区域。包括工业与城镇监督利用区、港口航运监督利用区、矿产与能源监督利用区、渔业基础设施监督利用区和海洋倾废监督利用区。

基础信息图例

- 省界
- 市界
- 县界
- 河流
- 海岸线
- 等深线
- 居民地
- 海域
- 陆域
- 水系面

分区图例

- 重点保护区
- 控制性保护利用区
- 监督利用区

图 5.3-4　项目与《河北省海洋环境保护规划（2016-2020 年）》位置关系示意图

6 环境影响预测分析与评价

根据工程分析，施工期油层段水基钻井液、油层段钻屑、固体废弃物均运回陆地处理；

生产运行期新增含油生产水经生产水处理设施处理后全部回注地层；初期雨水、甲板冲洗水等经开、闭排系统收集后进入产出液生产分离系统处理后回注地层；固体废弃物运回陆地处理；本次调整井投产后运营期增加生产定员，生活污水排放量增加，因此运营期生活污水排海对海洋环境的影响有一定增大。

本报告重点论述施工期产生的排海非油层段钻屑、非油层段水基钻井液、生活污水 COD 对海洋环境的影响。

6.1 水动力影响分析与评价

本工程调整井在赵东油田 C-4 区 CP2 平台实施调整井，在 C/D 区 ODA 平台进行生活污水处理设施改造，建设不涉及占用海域。因此，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，纳潮量等）和泥沙输移影响甚小。

6.2 冲淤环境影响分析与评价

本工程调整井在赵东油田 C-4 区 CP2 平台实施调整井，在 C/D 区 ODA 平台进行生活污水处理设施改造，不涉及占用海域。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，纳潮量等）和泥沙输移影响甚小。

因此，该工程的建设对工程附近海域的冲淤环境无影响。

6.3 水质影响分析与评价

6.3.1 施工期悬浮物对水质的影响

本项目海洋环境产生影响的主要为施工期非油层段钻屑、非油层段钻井液排放及运营期生活污水排海。本次评价采用数值模拟预测方法分析污染物排放对海洋环境的影响。

计算条件、模型验证、潮流场预测等内容见附件 23。本篇章仅引用结果。

6.3.1.1 泥沙输运方程

细颗粒悬浮物随着海水运动的同时还在海水中沉降，并最终淤积于海底，这一特性决定了它的影响范围和影响时间是有限的。

（1）泥沙输运方程

预测模式采用悬浮物输移扩散方程，扩散方程与二维水流预测模式联解，即可得到悬浮物浓度分布。具体方程如下：

$$\frac{\partial \bar{c}}{\partial t}+u\frac{\partial \bar{c}}{\partial x}+v\frac{\partial \bar{c}}{\partial y}=\frac{1}{h}\frac{\partial}{\partial x}\left[hD_x\frac{\partial \bar{c}}{\partial x}\right]+\frac{1}{h}\frac{\partial}{\partial y}\left[hD_y\frac{\partial \bar{c}}{\partial y}\right]+Q_LC_L\frac{1}{h}-S$$

式中：式中，$\bar{c}$为垂向平均浓度；u、v分别为 x、y 方向的垂向平均流速；h为水深；D_x、D_y分别为 x、y 方向的扩散系数；S为侵蚀或淤积速率，$S=w_sc_bp_d$，w_s为沉降速度，c_b为近底层泥沙浓度，p_d为淤积概率，$p_d=1-\frac{\tau_b}{\tau_{cd}}$，$\tau_b$为床面剪切力，$\tau_{cd}$为临界床面淤积切应力；$Q_L$为单位水平面积的点源流量；$C_L$为点源的浓度。

（2）边界条件

固边界上，

$$\frac{K_H}{D}\left[\frac{\partial S}{\partial \bar{n}}\right]=0$$

开边界上，

$$S|_\Gamma=0 \qquad \text{入流段}$$

$$\frac{\partial S}{\partial t}+V_n\frac{\partial S}{\partial \bar{n}}=0 \qquad \text{出流段}$$

其中 n 为边界的法线方向，Γ 为水边界。

（3）初始条件

因为悬浮物对应的海水水质标准是人为造成增加的量，所以模型预测只考虑悬浮物增量，初始条件设本底值为 0。

6.3.1.2 评价标准

根据《海水水质标准》（GB 3097-1997）确定悬浮物评价标准，其中悬浮物超第一（二）类海水水质标准是人为增加的量>10mg/L，超第三类海水水质标准是人为增加的量>100mg/L，超第四类海水水质标准是人为增加的量>150mg/L。

6.3.2 钻井液排放对水质的影响分析

本项目油层段钻井液运回陆地交由蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司接收处置，不外排海域，对水质没有影响。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）的要求后排海，以下将对非油层段钻井液排放对海域影响进行预测分析。

6.3.2.1 源强和位置

根据工程施工方案，本项目非油层段钻井液排放位置为赵东 CP2 平台，非油层段钻井液在钻井过程中最高排放速率出现在钻井结束后的一次性排放过程中，其排放速率为 35m³/h。最大一次性排放量为 240m³，则连续排放 7 小时。

钻井液密度取 1.08g/cm³，非油层段钻井液排放源强为 10.50kg/s。钻井液粒径中值粒径取 8μm，对应沉降速度为 0.05cm/s。钻井液排放位置为表层。

6.3.2.2 预测方式

分别选择大潮和小潮的涨急、落急、涨憩、落憩四个典型潮型时刻开始排放，将各时刻超海水水质标准的扩散范围进行叠加，从而求得超海水水质标准的总包络范围。

6.3.3.3 预测结果

非油层段水基钻井液预测结果显示悬浮物沿着主潮流方向扩散，悬浮物超一（二）类海洋水质标准离排放点最大影响距离为 3.00km。非油层段钻井液悬浮物超一（二）类海水水质标准的包络面积为 4.94km²，超三类水质包络面积为 0.19km²，超四类水质包络面积为 0.09km²；非油层段钻井液停止排放后，恢复到一类水质所需最大时间约为 3.5h。

表 6.3-1 非油层段钻井液排放预测结果

超一（二）类水质包络面积（km²）	超三类水质包络面积（km²）	超四类水质包络面积（km²）	超一（二）类水质最大距离（km）	结束后恢复一类水质时长（h）
4.94	0.19	0.09	3.0	3.5

表 6.3-2 非油层段钻井液不同超标倍数包络面积（km²）

超标倍数	包络面积（km²）
Bi≤1（10mg/L≤SS≤20mg/L）	2.29
1＜Bi≤4（20 mg/L＜SS≤50mg/L）	1.96
4＜Bi≤9（50 mg/L＜SS≤100mg/L）	0.50
Bi>9（SS>100mg/L）	0.19

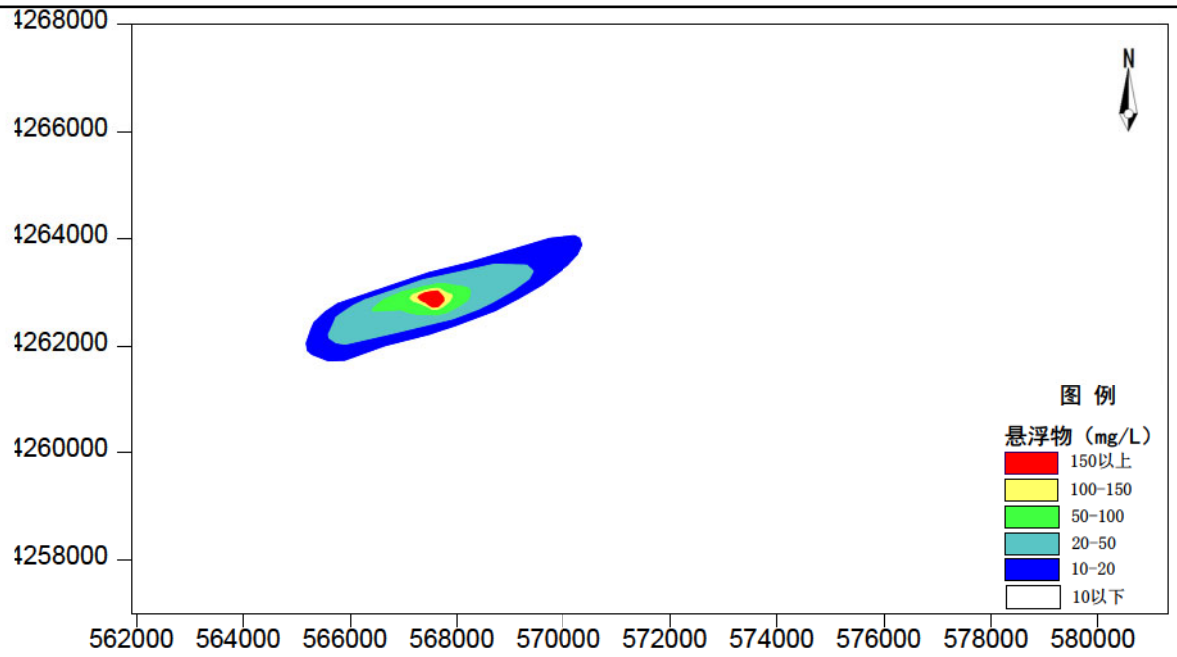


图 6.3-1 平台排放非油层段钻井液悬浮物浓度最大包络线图

6.3.3 钻屑排放对水质的影响分析

本工程钻完井过程中，油层段钻屑运回陆地由蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司接收处理，非油层段钻屑如满足《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）的要求后排海，否则运回陆上处理。以下将对非油层段钻屑排放对海域影响进行预测分析。

6.3.3.1 源强和位置

本工程的非油层段钻屑总产生量为767m^3，排放天数为72d，平均排放速率为10.65 m^3/d。钻屑密度取 2.2g/cm^3，中值粒径取 74μm、120μm、150μm、230μm 共 4 个等级各占 25%、35%、25%、15%进行计算。钻屑粒径分布见下表。

排放源强位置为赵东油田 C-4 区 CP2 平台，垂直排放深度位于表层。

表 6.3-3 钻屑粒径分布

<74μm	74～120 μm	120～150 μm	150～230 μm
25%	35%	25%	15%

6.3.3.2 预测排放时长

本次模拟连续排放 15d 计算非油层段钻屑排放的影响范围。

6.3.3.3 预测结果

悬浮物超一（二）类海水水质标准的包络面积为 0.020km^2，无超三类和超四类海水水质标准的影响。非油层段钻屑停止排放后，0.5h 整个海域可恢复到一类水质水平。

表 6.3-4 非油层段钻屑排放预测结果

超一（二）类水质包络面积（km²）	超三类水质包络面积（km²）	超四类水质包络面积（km²）	超一（二）类水质最大距离（km）	钻屑覆盖 2cm 厚度面积（km²）	恢复一（二）类水质时长
0.020	0	0	0.10	0.003	0.5

表 6.3-5 非油层段钻屑不同超标倍数包络面积（km²）

超标倍数	包络面积（km²）
Bi≤1（10mg/L<SS≤20mg/L）	0.018
1<Bi≤4（20 mg/L<SS≤50mg/L）	0.002
4<Bi≤9（50 mg/L<SS≤100mg/L）	0
Bi>9（SS>100mg/L）	0

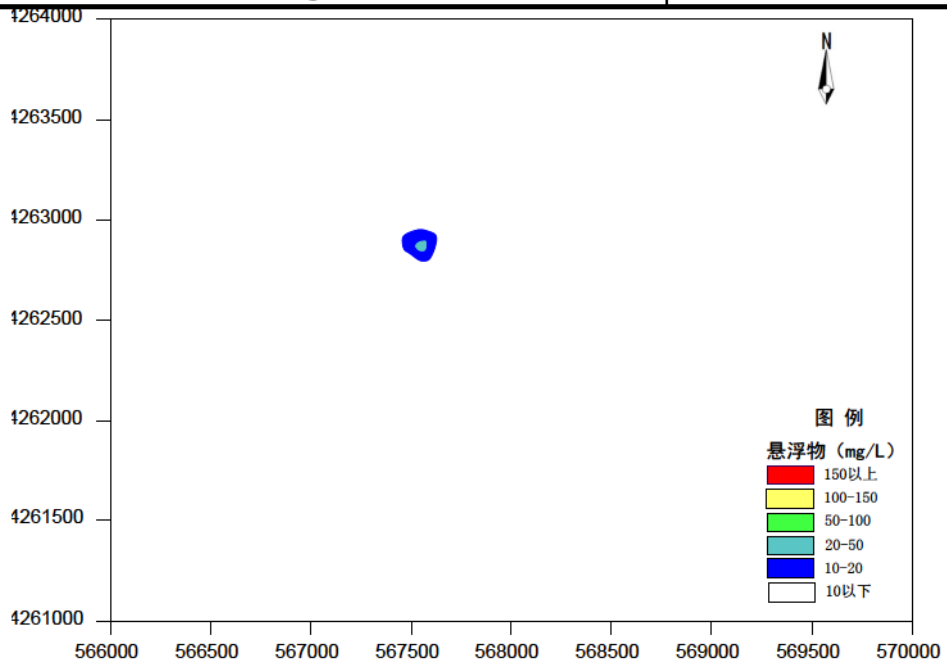


图 6.3-2 非油层段钻屑悬浮物浓度增大最大包络线图

6.3.4 运营期生活污水排放对水质的影响

6.3.4.1COD 浓度预测模式

COD 在海流作用下输移扩散，其方程为：

$$\frac{\partial(HS)}{\partial t}+\frac{\partial(HuS)}{\partial x}+\frac{\partial(HvS)}{\partial y}=\frac{\partial}{\partial x}(HD_x\frac{\partial S}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(HD_y\frac{\partial S}{\partial y})+HS_A$$

式中左端第二、三项是物质平流项；右端前两项表示湍流形成的弥散项；S 为 COD 浓度；Dx、Dy 为分散系数；S_A 为 COD 排放速率；H=h+ζ 为从自由海面到计算深度的距离；u，v 是 x，y 方向上的流速。

边界条件：

在岸边界上，物流不能穿越边界，即 $\frac{\partial \bar{S}}{\partial \bar{n}}=0$；（n 为陆边界的法线方向）；

在水边界，在开边界上，流出时：$\frac{\partial S}{\partial t}+\vec{V_n}\frac{\partial S}{\partial n}=0$；

流入时：S=0；

初始条件：S（x,y,t=0）=0，即初始条件从零值算起，考虑 COD 的浓度增量。

由于污水 COD 采用铬法测定，海水 COD 采用锰法测定，因此存在 COD_{Cr} 与 COD_{Mn} 之间的转换关系。大量实验表明，对于生活污水二者转换关系为：$COD_{Mn}=1/3COD_{Cr}$。

6.3.4.2 预测源强

运营期油田排放生活污水约为 60m³/d。按 CODcr 达标排放浓度 300mg/L 计算，则 COD 生产量为 18kg/d。经平台生活污水处理设备处理达标后排海，每天按 2h 排放，COD 排放速率约 2.5g/s，排放位置为赵东 ODA 平台。

6.3.4.3 预测结果

本报告计算了 COD 连续排放 15d 的浓度扩散范围。下图给出了叠加项目所在海域背景值（0.64mg/L）后的生活污水 COD 超标范围最大包络图。根据计算，由于 COD 排放量不大，运营期生活污水 COD 超标水域影响的距离都在 1 个网格（50m）范围内，叠加背景值后超标的海域也在排放点 1 个网格 50m 范围内。运营期生活污水排放造成 COD 超一类水质的最大影响面积小于 0.003km²。可见，本项目生活污水 COD 排放对海洋环境的影响不大。

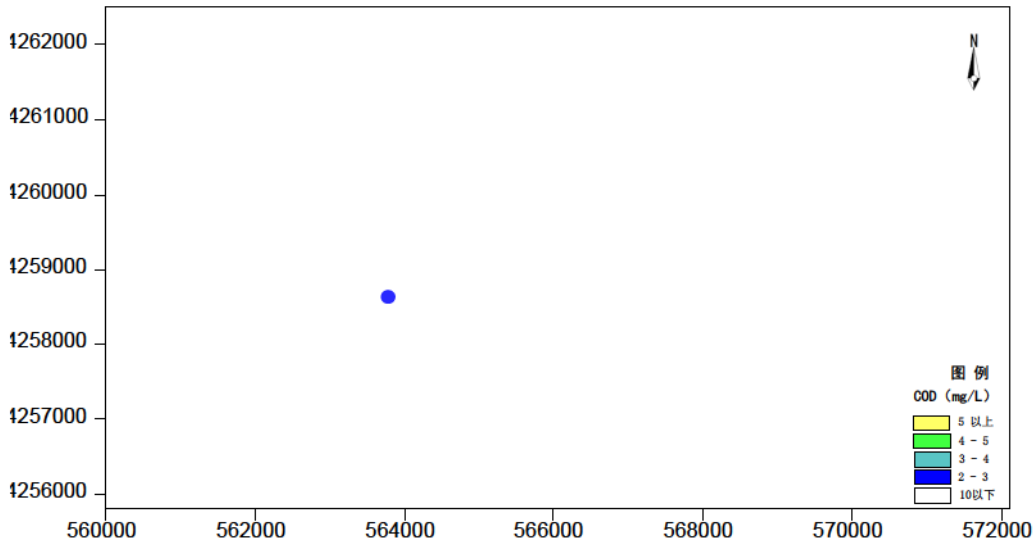


图 6.3-5 COD 超标范围最大包络图

6.4 沉积物影响分析与评价

钻屑和钻井液入海后，在海水运动的作用下，会在海底一定的范围内形成聚集。钻屑和钻井液的沉积及分布范围受排放量、海流、水深等因素的影响。

本次调整井钻屑、钻井液排放将形成以井口为中心的海底堆积，覆盖厚度 2cm 的范围约 0.003km^2，最远距离约 40m，覆盖一部分原海底底质，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。由于钻屑、钻井液排放后主要堆积在平台附近，影响范围较小，因此，钻完井施工对海底沉积物的影响较小。

6.5 海洋生态和渔业资源影响分析与评价

本工程对生态环境的影响主要表现为施工期钻井作业非油层段水基钻井液和非油层段钻屑排海产生的悬浮物对浮游生物、底栖生物、鱼卵和仔稚鱼造成的损害。

本工程已编制《赵东 C-4 区调整井对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区的影响专题论证报告》。

6.5.1 对浮游生物的影响分析与评价

悬浮物对浮游植物的影响可表现在：由于悬浮物的含量增高，增大了水体的消光系数降低光线射深度，可降低海水的透光率，一方面影响浮游植物的光合作用，在一定程度上影响水体的浮游植物的生长与繁殖，降低了海洋初级生产力；另一方面，由于悬浮物快速下沉，有部分浮游植物被携带而随之下沉，使水体中浮游植物遭受一定的损害。

悬浮物对浮游动物的影响可表现在：一是海水悬浮物浓度的增加，可导致海水透明度和光照下降，将对浮游动物的繁殖和生长造成较大的影响，进而造成浮游动物的生物量降低；二是掀起的泥沙使海水中悬浮物含量的增高，悬浮物含量多对浮游动物的存活和繁殖有明显的抑制作用，过量悬浮固体使其食物过滤系统和消化器官受到阻塞而导致死亡。

由于本工程钻完井施工非油层段水基钻井液和非油层段钻屑排放时间短，沉降速度较快，且停止排放后较短的时间内可恢复原本底水平。因此，本工程钻完井施工引起的入海悬浮沙对浮游生物的影响较小。

本工程浮游植物和浮游动物损失量计算见下表，浮游植物细胞数量平均值为[redacted]个/m^3，浮游动物生物量平均值为[redacted]mg/m^3。超三类海水水质区域的最大面积为0.29km^2，排放点附近超一、二类海水水质区域的最大面积为3.90km^2。本工程对浮游生物的损害见下表。

表 6.5-1 施工期钻屑、钻井液造成悬浮泥沙造成的浮游生物损失量估算表

生物资源	钻屑影响面积（m²）		生物量（ind./m³）	损失率（%）	损失量（ind.）	水深（m）
浮游植物	Bi≤1	18000	[redacted]	[redacted]	8.19×10^{9}	[redacted]
	1＜Bi≤4	2000	[redacted]	[redacted]	1.82×10^{9}	
	4＜Bi≤9	0	[redacted]	[redacted]	0	
	Bi>9	0	[redacted]	[redacted]	0	
	小计				1.00×10^{10}	
	5 个周期合计				5.004×10^{10}	
	钻井液影响面积（m²）		生物量（ind./m³）	损失率（%）	损失量（ind.）	
	Bi≤1	2290000	[redacted]	[redacted]	1.04×10^{12}	
	1＜Bi≤4	1960000	[redacted]	[redacted]	1.78×10^{12}	
	4＜Bi≤9	500000	[redacted]	[redacted]	1.36×10^{12}	
	Bi>9	190000	[redacted]	[redacted]	8.64×10^{11}	
	小计				5.05×10^{12}	
浮游动物	钻屑影响面积（m²）		生物量（mg/m³）	损失率（%）	损失量（kg）	
	Bi≤1	18000	[redacted]	[redacted]	0.720	
	1＜Bi≤4	2000	[redacted]	[redacted]	0.160	
	4＜Bi≤9	0	[redacted]	[redacted]	0.000	
	Bi>9	0	[redacted]	[redacted]	0.000	
	小计				1.321	
	5 个周期合计				4.403	
	钻井液影响面积（m²）		生物量（mg/m³）	损失率（%）	损失量（kg）	
	Bi≤1	2290000	[redacted]	[redacted]	91.660	
	1＜Bi≤4	1960000	[redacted]	[redacted]	156.902	
	4＜Bi≤9	500000	[redacted]	[redacted]	120.078	
	Bi>9	190000	[redacted]	[redacted]	76.049	
	小计				444.689	
浮游植物合计损失（ind.）					5.10×10^{12}	
浮游动物合计损失（kg）					449.092	

6.5.2 对底栖生物的影响分析与评价

由于本工程钻井所采用钻井液属于环保无毒的水基钻井液，非油层段水基钻井液和非油层段钻屑的排放对于底栖生物的影响主要是对其掩埋作用。一般来讲，泥沙覆盖厚度越厚，对贝类等行动缓慢的底栖动物的危害也越大。底上动物，如虾类被覆盖后多数将死亡，而底内动物，如各种沙蚕、单壳动物和双壳动物等若覆盖厚度不大仍能生存。大多数底栖动物具有移动能力，具备垂直向上迁移的条件，但真正能够穿过覆盖层而存活下来的生物可能只有部分底内动物（Nnia，1978）。

由于本工程钻井所采用钻井液属于环保无毒的水基钻井液，钻井钻井液的排放对于底

栖生物的影响主要是对其掩埋作用。根据预测结果，本次调整井钻屑、钻井液排放将形成以井口为中心的海底堆积，覆盖厚度 2cm 的范围小于 0.003km^2，最远距离小于 40m，因此钻井液和钻屑沉积范围内的底栖生物将受到一定程度的损害。

6.5.3 对鱼卵和仔稚鱼的影响分析与评价

海域悬浮泥沙含量超标，对渔业资源的影响是多方面的，它不仅影响鱼类的存活和生长，而且会对鱼卵和仔稚鱼造成损害。由于悬浮性泥沙颗粒粘附在鱼卵的表面，会妨碍鱼卵的呼吸，阻碍与水体之间氧与二氧化碳的充分交换，可能导致鱼卵大量死亡；影响幼体的发育，发育不健康的仔稚鱼生存能力大大降低；悬浮物含量超标能使浮游植物繁殖受阻，导致水域基础生产力下降，减少鱼类的饵料生物，从而影响到鱼类的正常索饵；另外，悬浮物超标还会改变鱼类的洄游和摄食行为。

由于本工程施工期间悬浮泥沙影响范围较小、时限较短，工程所在海域鱼类的规避空间大，施工悬浮泥沙对该海域渔业资源的影响是可以接受的。

6.5.4 生物损失量估算

本部分内容将《赵东 C-4 区调整井对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区的影响专题论证报告》中的相应内容纳入本报告。

6.5.4.1 渔业资源密度

按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》中的有关规定进行计算。根据渔业资源调查结果，[redacted]

6.5.4.2 损害评估方法

依据 SC/T 9110-2007 中的 6.4.2 节评估方法，污染物扩散范围内对海洋生物资源的损害评估，分一次性损害和持续性损害。本工程施工期间的钻井液排放按一次性平均受损量评估。评估的渔业资源包括鱼卵和仔稚鱼、游泳动物等。

（1）一次性平均受损量评估方法

当污染物浓度增量超过《渔业水质标准》（同《海水水质标准》第一类标准）标准值时，其损害按以下公式计算：

$$W_i = \sum_{j=1}^{n} D_{ij} \times S_j \times K_{ij}$$

式中：

W_i——第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾或个或千克（kg）；

D_{ij}——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，单位为尾/平方千米、个/平方千米或千克/平方千米（kg/km²）；

S_j——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（km²）；

K_{ij}——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率，单位为百分之（%）；

n——某一污染物浓度增量分区总数。

（2）持续性损失计算方法

当污染物浓度增量区域存在时间超过 15d 时，应计算生物资源的累计损害量。计算以年为单位的生物资源的累计损害量按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

式中：

M_i—第 i 种类生物资源累计损害量，单位为尾、个或千克（kg）；

W_i　第 i 种类生物资源一次平均损害量，单位为尾、个或千克（kg）；

T—污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15），单位为个。

本项目施工天数 120 天，其中非油层段钻屑排放天数约为 72 天，因此持续性周期为 5 个，非油层段钻井液最大一次性排放 7h，周期为 1 个，运营期生活污水排放计算 25 年，周期为 609。

6.5.4.3 底栖生物损失量

根据工程海区底栖生物调查结果，底栖生物湿重生物量平均为[redacted]g/m²。根据前节预测分析，覆盖厚度 2cm 的面积为 0.003km²。造成底栖生物损失，该面积内生物资源的损失率按 100%计算。底栖生物的损失量为 0.069t。

6.5.4.4 渔业资源损失量

本工程对渔业资源的损害见下表。

表 6.5-2　施工期钻屑排放造成的生物损失量估算表

生物资源	[redacted]	影响面积（km²）		[redacted]	持续周期	总损失量（ind.或 kg）
鱼卵	[redacted]	Bi≤1	0.018	[redacted]	5	0.44×10⁴ 粒
		1＜Bi≤4	0.002	[redacted]		1.94×10⁴ 粒

生物资源	[redacted]	影响面积（km²）		[redacted]	持续周期	总损失量（ind.或 kg）
		4＜Bi≤9	0	[redacted]		0
		Bi>9	0	[redacted]		0
仔稚鱼	[redacted]	Bi≤1	0.018	[redacted]		0.29×10⁴尾
		1＜Bi≤4	0.002	[redacted]		1.30×10⁴尾
		4＜Bi≤9	0	[redacted]		0
		Bi>9	0	[redacted]		0
渔业资源	[redacted]	Bi≤1	0.018	[redacted]		0.17kg
		1＜Bi≤4	0.002	[redacted]		0.94kg
		4＜Bi≤9	0	[redacted]		0
		Bi>9	0	[redacted]		0
幼鱼	[redacted]	Bi≤1	0.018	[redacted]		5 尾
		1＜Bi≤4	0.002	[redacted]		26 尾
		4＜Bi≤9	0	[redacted]		0
		Bi>9	0	[redacted]		0
头足类幼体	[redacted]	Bi≤1	0.018	[redacted]		2 尾
		1＜Bi≤4	0.002	[redacted]		10 尾
		4＜Bi≤9	0	[redacted]		0
		Bi>9	0	[redacted]		0
虾类幼体	[redacted]	Bi≤1	0.018	[redacted]		7 尾
		1＜Bi≤4	0.002	[redacted]		38 尾
		4＜Bi≤9	0	[redacted]		0
		Bi>9	0	[redacted]		0
蟹类幼体	[redacted]	Bi≤1	0.018	[redacted]		0 尾
		1＜Bi≤4	0.002	[redacted]		1 尾
		4＜Bi≤9	0	[redacted]		0
		Bi>9	0	[redacted]		0

表 6.5-3 施工期钻井液排放造成的生物损失量估算表

生物资源	[redacted]	影响面积（km²）		[redacted]	排放次数	总损失量（ind.或 kg）
鱼卵	[redacted]	Bi≤1	2.29	[redacted]	1	11.13×10⁴粒
		1＜Bi≤4	1.96	[redacted]		38.10×10⁴粒
		4＜Bi≤9	0.50	[redacted]		1.94×10⁴粒
		Bi>9	0.19	[redacted]		9.23×10⁴粒
仔稚鱼	[redacted]	Bi≤1	2.29	[redacted]		7.42×10⁴尾
		1＜Bi≤4	1.96	[redacted]		25.40×10⁴尾
		4＜Bi≤9	0.50	[redacted]		1.30×10⁴尾
		Bi>9	0.19	[redacted]		6.16×10⁴尾
渔业资源	[redacted]	Bi≤1	2.29	[redacted]		4.08kg
		1＜Bi≤4	1.96	[redacted]		17.47kg
		4＜Bi≤9	0.50	[redacted]		0.49kg
		Bi>9	0.19	[redacted]		6.78kg
幼鱼	[redacted]	Bi≤1	2.29	[redacted]		120 尾
		1＜Bi≤4	1.96	[redacted]		514 尾

生物资源	[redacted]	影响面积（km²）		[redacted]	排放次数	总损失量（ind.或 kg）
		4<Bi≤9	0.50	[redacted]		26 尾
		Bi>9	0.19	[redacted]		149 尾
头足类幼体	[redacted]	Bi≤1	2.29	[redacted]		48 尾
		1<Bi≤4	1.96	[redacted]		204 尾
		4<Bi≤9	0.50	[redacted]		10 尾
		Bi>9	0.19	[redacted]		59 尾
虾类幼体	[redacted]	Bi≤1	2.29	[redacted]		172 尾
		1<Bi≤4	1.96	[redacted]		736 尾
		4<Bi≤9	0.50	[redacted]		38 尾
		Bi>9	0.19	[redacted]		214 尾
蟹类幼体	[redacted]	Bi≤1	2.29	[redacted]		3 尾
		1<Bi≤4	1.96	[redacted]		14 尾
		4<Bi≤9	0.50	[redacted]		1 尾
		Bi>9	0.19	[redacted]		4 尾

表 6.5-4 运营期生活污水排放造成的生物损失量估算表

生物资源	[redacted]	影响面积（km²）	[redacted]	持续周期	总损失量（ind.或 kg）
鱼卵	[redacted]	0.003	[redacted]	609	17.75×10^4 粒
仔稚鱼	[redacted]				11.84×10^4 粒
渔业资源	[redacted]				34.22kg
幼鱼	[redacted]				479 尾
头足类幼体	[redacted]				190 尾
虾类幼体	[redacted]				375 尾
蟹类幼体	[redacted]				13 尾

表 6.5-5 施工期造成的生物损失量合计

	钻屑	钻井液	覆盖	生活污水	合计
鱼卵（粒）	2.38×10^4	6.04×10^5	/	1.775×10^5	8.053×10^5
仔稚鱼（尾）	1.59×10^4	4.028×10^5	/	1.184×10^5	5.371×10^5
渔业资源（kg）	1.11	28.82	/	34.22	64.15
幼鱼（尾）	31	809	/	479	1319
头足类幼体（尾）	12	321	/	190	523
虾类幼体（尾）	45	1160	/	375	1580
蟹类幼体（尾）	1	22	/	13	36
底栖生物（t）	/	/	0.069	/	/

（5）生物资源补偿经济价值评估

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、钻屑排放对渔业资源造成的损失。本节将根据海上污染物扩散数值模拟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、生产过程中对海洋生物资源可能造成的损害。

鱼卵、仔稚鱼经济价值的计算：

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：

$$M = W \times P \times E \quad \cdots\cdots (1)$$

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[redacted]元/尾计算。

成体生物资源经济价值计算：

$$M = W \times E \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：

M ——第 i 种类生物成体生物资源的经济损失额；

W ——第 i 种类生物成体生物资源损失的资源量；

E——生物资源的商品价格，生物资源、底栖生物的价格按近三年，当地海洋捕捞产值与产量均值的比值计算。

海洋生物资源损害补偿方式：

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》（SC/T9110-2007）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"；"持续性生物资源损害的补偿分 3 种情形，实际影响年限低于 3 年的，按 3 年补偿；实际影响年限为 3 年～20 年的，按实际影响年限补偿；影响持续时间 20 年以上的，补偿计算时间不应低于 20 年。"

本工程对海洋渔业生物资源的影响主要表现在钻井液、钻屑对渔业生物资源损害，属持续性损害，影响低于 3 年，按 3 年补偿。

表 6.5-6　覆盖渔业水域造成海洋生物资源损害经济价值评估

生物资源	损失量	[redacted]	换算	补偿年限（年）	[redacted]
底栖生物	0.069t	[redacted]	100%	3	[redacted]
合计：	[redacted]				

表 6.5-7　悬浮泥沙造成海洋生物资源损害经济价值评估

生物资源	损失量	换算	[redacted]	补偿年限	[redacted]

鱼卵	8.053×10^5 粒	1%	[redacted]	3	[redacted]
仔稚鱼	5.371×10^5 尾	5%			[redacted]
幼鱼	1319 尾	/			[redacted]
头足类幼体	523 尾	20g/尾	[redacted]		[redacted]
虾类幼体	1580 尾	10g/尾			[redacted]
蟹类幼体	36 尾	100g/尾			[redacted]
渔业资源	64.15 kg	/			[redacted]
[redacted]					[redacted]

6.6 对环境敏感目标的影响分析与评价

根据《河北省海洋功能区划（2011-2020 年）》，并结合工程附近环境敏感区分布及其用海要求，识别本工程的主要敏感目标为：辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区、海洋保护区。其中，本工程位于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）内，工程区距离其他敏感目标均在 5km 以上。根据前节分析，工程钻完井施工时钻井液、钻屑排海引起的悬浮沙增量 10mg/L 的影响范围有限，因此，本工程对周边环境敏感目标的影响主要是对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区内的水产种质资源的影响。

针对本项目可能对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区产生的影响，提出如下保护措施：在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）特别保护期（4 月 25 日～6 月 15 日）应避免非油层段钻井液、钻屑排海，同时尽量缩短调整井非油层段水基钻井液、钻屑的排放时间，严格控制排放速率，尽量减少悬浮泥沙影响面积，极大限度地减少对海洋生物的影响，降低工程建设对水产种质资源造成的不利影响，达到石油开发与渔业资源可持续利用兼顾的目的。在采取以上措施后，工程建设对渔业生态环境的影响是可以接受的。

6.7 环境事故风险分析与评价

6.7.1 风险识别与风险分析

赵东油田调整井工程在钻完井和生产阶段有可能导致油气泄漏的事故包括地质性溢油事故、井喷、生产设施火灾和爆炸、船舶碰撞及依托管道油气泄露事故。

（1）地质性溢油事故

赵东油田位于渤海湾西部，对于渤海湾断裂系统十分复杂的油田，不恰当注入可能引起储层压力高压异常，如储层附近恰好存在连通海床的自然地质断层，储层压力可能使储

层流体沿附近的地质断层自储层段运移至海床而造成油气泄漏事故。

（2）井喷

调整井在钻井期间，存在发生井喷的可能性。油气田发生井喷的原因有：地层压力高于钻井液液柱压力，采油树或井口装置被破坏，钻井钻井液比重失调，或防井喷措施不当等。油气田地层压力过高且失控是导致井喷的主要原因。

《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 6.7-1。

表 6.7-1 常规井井喷事故概率

井别	事故频率	
	井喷	单位
开发钻井	4.8×10^{-5}	次/井
生产井	2.6×10^{-6}	次/（井·a）
注水井	2.4×10^{-6}	次/（井·a）

本此调整井工程包括 18 口生产井，6 口注水井，因此本工程调整井发生井喷的概率为 6.12×10^{-5}。

（3）生产设施火灾和爆炸

油田生产阶段，在海上平台、浮式生产储油装置（FPSO）的油气输送、储存或处理等作业中，可能由于设备或人为误操作等原因引起油气泄漏。如果泄漏物浓度聚集达到爆炸极限，遇到诸如静电起火、机械撞击起火或吸烟等明火便可能酿成火灾和爆炸，从而导致事故升级，可能造成原油泄漏入海。

根据 S.Fjeld 和 T.Andersen 等人对北海油田事故的分析，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/a

油气处理区：4×10^{-3} 次/a

储油区 ：2×10^{-3} 次/a

根据 S.Fjeld 和 T.Andersen 等人的分析结果，估算本工程油气传输设施发生火灾事故的概率为 3×10^{-4} 次/a。此外，对于钻井过程中钻遇油气层导致烃类气体随钻井液钻屑释放可能引发火灾的情况，赵东油田钻台和钻井液池区均为敞开区，自然通风极佳，不易形成烃类物质的积聚，且这些地方绝对禁止明火作业和吸烟。因此，由于烃类物质的释放和积聚引起火灾和爆炸的可能性极小。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，平台发生火灾事故导致溢油事故的概率不高于 3×10^{-5} 次/a。

（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 6.7-2。

表 6.7-2 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）海底管道油气泄露事故

海底管道突发事故风险，主要是指海底管道在生产运营期间，因长期受海流冲刷、海水腐蚀、过往船只误锚、拖锚及地震等环境因素的影响，存在着潜在的被损坏的风险。其中因海水腐蚀造成的海底管道事故的可能性较小。根据前节油田海管校核结果可知：本工程依托海管运行状况良好，因此，本工程依托海管腐蚀和悬空导致的溢油风险较小。

本工程不涉及新建管道，根据校核结果，本工程投产后管线的实际最大输送压力和最大输送温度未超过管线的最大允许操作压力和最大允许操作温度，没有增加所依托管线溢油的风险，故不属于本工程新增的环境风险。

（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、海底管道油气泄漏事故等。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，可将油田开发工程溢油事故的相对环境风险进行归纳，见下表。

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。

表 6.7-3 各类溢油事故环境风险判别

事故类型	溢油规模	事故概率（次/年）	环境风险
井喷/井涌	难以估算	6.12×10^{-5}	高
火灾、爆炸（引起溢油）	难以估算	最高 3×10^{-5}	高
船舶碰撞	中	5.0×10^{-6}	一般
海管破裂	不属于本工程新增的环境风险。		
地质性溢油事故	大	很低	中

本工程实施后生产阶段赵东油田 C-4 区块 CP2 平台的原油最大产能为 586.0m³/d。根据

《渤海湾浅海赵东油田 C-4 区块开发项目环境影响报告书》（2006），赵东油田 C-4 区块 CP2 平台的原油最大产能为 2833m^3/d。本次调整井工程是为稳定赵东油田产能，工程实施后，赵东油田的最大产能未超过原开发环评，因此本工程运营期未增加油田生产风险。本工程施工期使用船舶数量未超过原环评数量，未增加油田生产风险。

《渤海湾浅海赵东油田 C-4 区块开发项目环境影响报告书》（2006）中已对钻井阶段的井喷、火灾/爆炸、燃料油泄漏风险和运营阶段阶段的海底管道与立管破裂、火灾/爆炸等风险进行了评价，由于本项目溢油风险未超出原环评风险，因此仅引用原环评风险评价结论：

赵东油田 C-4 区块在其整个开发建设过程中，环境风险高的溢油事故为钻井阶段的井喷和生产阶段的平台起火事故。但通过分析可知，在充分有效的保护措施下，这些事故的发生概率很低。

根据溢油漂移的数模预测结果，即使在发生 500t 级的大型溢油事故的情况下，可能影响周围渔场的渔业资源量在 1.8～13.2t 之间。在各种条件下，以 SW 风情况下对渔业资源的影响范围和程度最大，溢油对渔业资源的破坏程度基本呈平均风大于最大风。在 WSW、WNW、W 风向下发生溢油对鱼类产卵场的影响最大。

6.7.2 地质性溢油事故风险分析

6.7.3 环境事故风险分析与评价结论

本工程海上部分最主要的环境风险类型主要包括：地质性溢油事故、井喷溢油事故、船舶碰撞事故以及海上设施火灾爆炸事故等。

对于本工程溢油事故而言，环境敏感区主要为水产种质资源保护区、海洋保护区等。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。因此，建设单位应予以足够重视，在施工和生产过程中，务必加强管理，杜绝溢油事故的发生。同时配备足够的溢油应急反应设施，并保持高效、可用性，使突发溢油事故得以有效控制、高效回收，方可避免溢油对敏感目标海域的危害。

建设单位已于 2020 年对《赵东油田石油勘探开发生产溢油应急计划》进行了修编，并于 2020 年 4 月上报主管部门进行备案，修编后的溢油应急计划须满足本项目溢油应急的需求。建设单位应按照修编备案后的溢油应急计划配备溢油应急设施。一旦发生溢油事故，应严格按照备案的《赵东油田石油勘探开发生产溢油应急计划》开展各种准备和响应工作。

7 环境保护对策措施

7.1 施工期环境保护对策措施

（1）钻井液处置措施

本工程钻井过程产生的油层段水基钻井液平时存储在平台泥浆池里，回收时平台利用泵将钻井液打到船舶上的岩屑舱，运回码头后由有资质单位接收处理，非油层段水基钻井液在满足《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）的要求后排海。

（2）钻屑处置措施

本工程钻完井产生的油层段钻屑利用泵将钻屑打到船舶上的岩屑舱，运回码头后由有资质单位接收处理；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）的要求后排海。

（3）固体废物处置措施

平台上配备有垃圾回收设施，用以收集工业固废、生活垃圾，并运回陆地进行处理。

（4）生活污水处理措施

本工程生活污水经过钻井船及支持船上的生活污水处理设施处理达标后按要求排海。

（5）洗井废水污染防治措施

本工程 24 口井需侧钻，侧钻时需对原井进行清洗，会产生洗井废水，洗井废水运回陆地交有资质单位进行处理。

（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收作业，回收全部油层段钻屑和钻井液。

7.2 运营期环境保护对策措施

运营期的主要污染物是含油生产水、生活污水、生活垃圾及少量的工业垃圾，其中含油生产水由生产水处理系统处理达标后全部回注地层，目前，赵东油田含油生产水处理后的回注水石油类浓度满足《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》（SY/T 5329-2012）相应标准要求；生活污水经处理达标后排放，生活垃圾和一般工业垃圾运往陆上进

行处理。

按照国家海洋局在“关于赵东油田 2013 年调整井项目环境影响报告表核准意见的批复”要求，含油生产水经处理后全部回注地层，任何工况下不得排海，建设单位采取以下措施防止含油生产水排海：

①在赵东油田开发过程中，注水系统运行正常的情况下，含油生产水经处理后全部回注地层，不得有含油生产水排海。

②如果回注系统发生故障，含油生产水回注地层确有困难时，赵东油田将采取以下措施，确保不排放含油生产水入海。

（1）赵东油田于 2012 年将注水缓冲罐容积从 370 m^3 扩大至 4553 m^3，在现有的 5 台注水泵出现故障时，保证有 2-4 个小时的缓冲时间，来修复注水泵。

（2）如果在缓冲时间内 5 台注水泵均无法修复，赵东油田将使用运输油层段钻屑钻井液的储存罐将含油生产水运输回陆地进行处理。

（3）如果因恶劣天气、海况等因素，无法将含油生产水运回陆地处理，赵东油田将停产，防止含油生产水排海。

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	产生量	排放量	处理方式
施工期	油层段钻屑（m^3）	3069	0	油层段钻屑和油层段水基钻井液运回陆地交由蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司处理。一般工业固废运回陆地交由天津滨海新区瑞吉安物资再利用有限公司处理，危险废物运回陆上委托天津合佳威立雅和天津滨海合佳威立雅环保服务有限公司处理。
	油层段水基钻井液（m^3）	23965	0	
	固体废物（t）	17	0	
	非油层段钻屑（m^3）	767	767	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）的要求实施作业。
	非油层段水基钻井液（m^3）	5991	5991	
	洗井废水（m^3）	7200	0	运回陆上交由蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司处理
	生活污水（m^3）	10920	10920	使用钻井船及支持船上的生活污水处理设施处理达标后按要求排海
	生活垃圾（t）	54.6	0	运回陆地交由天津滨海新区瑞吉安物资再利用有限公司处理
	机舱含油污水（m^3）	25	0	铅封后运回陆上交由蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司处理
运营期	生产废水（m^3/a）	936.6×10^4	0	经处理达标后全部回注地层，不外排。
	其他含油废水	204.05	0	经开、闭排系统收集后进入产出液生产分离系统。

	（初期雨水、甲板冲洗水）（m³/a）			
	固体废物（t/a）	生活垃圾 120.45	0	一般工业固废、生活垃圾运回陆地交由天津滨海新区瑞吉安物资再利用有限公司处理，危险废物运回陆上委托天津合佳威立雅和天津滨海合佳威立雅环保服务有限公司处理。
		一般工业垃圾 85	0	
		危险固废 10	0	
	生活污水（m³/a）	21900	21900	依托平台上的生活污水处理设施处理达标后排海。
	伴生天然气燃烧废气	工业废气（m³/d）83.44×10⁴	83.44×10⁴	电力系统/火炬燃烧放空。
		氮氧化物（t/a）40.08	40.08	

7.3 生态保护对策措施

针对施工期非油层段钻屑、钻井液排放对海洋生态环境产生的影响，提出如下生态保护措施要求：

（1）尽量提高钻井液的循环利用率，减少废弃排海钻井液量。严格控制钻屑和钻井液的排放速率，尽量减少悬浮物影响面积；

（2）进一步优化钻井作业计划，尽量缩短调整井的施工期；

（3）优化调整工期，在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）特别保护期（4 月 25 日～6 月 15 日）应避免非油层段水基钻井液、钻屑排海；

（4）当发生突发性事故时，及时与当地生态和渔业主管部门联系，并采取积极的措施，将对海洋生态环境影响及水产资源污染损害程度降低到最小。

（5）加强运营期对海洋生态环境的监测。

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

本项目清洁生产分析指标参考《石油和天然气开采行业清洁生产评价指标体系（试行）》。该指标体系依据综合评价所得分值将企业清洁生产水平等级划分为两级，即代表国内先进水平的“清洁生产先进企业”，和代表国内一般水平的“清洁生产企业”。

石油和天然气开采行业建设项目清洁生产分析指标主要包括资源能源消耗指标、生产技术特征指标、污染物产生指标、资源综合利用指标、环境管理与劳动安全卫生指标等。该

指标体系分为定量评价与定性要求两大部分。定量指标和定性指标分为一级指标和二级指标：一级指标为普遍性、概括性的指标；二级指标为反映油气勘探开发企业清洁生产各方面具有代表性的、易于评价考核的指标。通过对比本项目各项指标的实际达到值、评价基准值和指标的权重值，经过计算和评分，综合考评企业的清洁生产水平。

本项目钻井作业和采油作业的清洁生产指标执行情况分别见表 7.4-1 和表 7.4-2。

本次评价从资源能源利用指标、生产技术特征指标、资源综合利用指标、污染物产生指标以及环境管理要求等方面进行定量和定性评价，本工程的钻井作业和采油作业的清洁生产水平均可代表国内先进水平，即属“清洁生产先进企业”。

表 7.4-1 清洁生产评价指标及本项目清洁生产执行情况（钻井作业）

定量指标*						本项目钻井作业评价		
一级指标	权重值	二级指标	单位	权重值（修正值 K_i）	评价基准值（S_{oi}）	本项目实际值（S_{xi}）	单项评价指数（S_i）	定量评价指标的考核总分值（P_1）
（1）资源与能源消耗指标	30	占地面积	m^2	15	符合行业标准要求	符合行业标准要求	1	95.625
		新鲜水消耗	t/100m 标准进尺	15	≤25	≤25	1	
（2）生产技术特征指标	5	固井质量合格率	%	5	≥95	≥95	1	
（3）资源综合利用指标	30	钻井液循环率	井深 2000m 以下	15	≥40%	≥40%	1	
			井深 2000-3000m		≥50%	≥50%		
			井深 3000m 以上		≥60%	≥60%		
		污油回收率	%	15	≥90	≥90	1	
（4）污染物产生指标	35	石油类	mg/L	8.75	≤10	施工期含油污水运回不外排	1	
		COD	mg/L	8.75	甲类区：≤100 乙类区：≤150	≤300	0.5	
		废弃钻井液	m^3/100m 标准进尺	17.5	≤10	≤10	1	

定性指标*						
一级指标	权重值	二级指标		指标分值	本项目实际值（F_i）	定性评价指标的考核总分值（P_2）
（1）原辅材料	15	钻井液毒性	可生物降解或无毒钻井液	15	15	100
（2）生产工艺及设备要求	30	钻井设备	国内领先	5	5	
		压力平衡技术	具备欠平衡技术	5	5	
		钻井液收集设施完整性	配有收集设施，且使钻井液不落地	5	5	
		固控设备完整性	配备振动筛、除气器、除泥器、除砂器、离心机等固控设备	5	5	
		井控措施	具备	5	5	

		有无防噪措施	有	5	5	
（3）管理体系建设及清洁生产审核	35	建立 HSE 管理体系		10	10	
		制订节能减排工作计划		5	5	
（4）贯彻执行环境保护法规的符合性	20	废弃钻井泥浆处置措施满足法规要求		10	10	
		污染物排放总量控制与减排措施情况		5	5	
		满足其他法律法规要求		5	5	
本项目清洁生产综合评价指数（P）：$P=0.6P_1+0.4P_2$； $P_1=\sum_{i=1}^{n}S_i\times K_i$； $P_2=\sum_{i=1}^{n}F_i$						**7.375**
清洁生产企业等级评定：P≥90（清洁生产先进企业）；75≤P＜90（清洁生产企业）						**本项目钻井作业评定为：清洁生产先进企业（P≥90）**

注：“*”根据《石油和天然气开采行业清洁生产评价指标体系（试行）》，清洁生产指标体系分为定量指标（P1）和定性指标（P2）两部分。

其中，定量指标根据项目实际值 Sxi 和评价基准值 Soi 进行单项评价指数计算：对于指标数值越高（大）越符合清洁生产要求的指标，单项评价指数（Si）计算公式为 Si=Sxi/Soi；对于指标数值越低（小）越符合清洁生产要求的指标，单项评价指数（Si）计算公式为 Si=Soi/Sxi。定量评价考核总分值的计算公式：

$P_1=\sum_{i=1}^{n}S_i\times K_i$；定性评价指标的考核总分值的计算公式 $P_2=\sum_{i=1}^{n}F_i$；清洁生产综合评价指数的计算公式为：P=0.6P1+0.4P2；下同。

表 7.4-2 清洁生产评价指标及本项目清洁生产执行情况（采油作业）

定量指标						本项目采油作业评价		
一级指标	权重值	二级指标	单位	权重值（K_i）	评价基准值（S_{oi}）	本项目实际值（S_{xi}）	单项评价指数（S_i）	定量评价指标的考核总分值（P_1）
（1）资源与能源消耗指标	30	综合能耗	kg 标煤/t 采出液	30	≤65	≤65	1	114.2
（2）资源综合利用指标	30	余热余能利用率	%	10	≥60	≥60	1	
		油井伴生气回收利用率	%	10	≥80	≥80	1	
		含油污泥资源化利用率	%	10	≥90	≥90	1	
（3）污染物产生指标	40	石油类	mg/L	5	达到回注标准要求	达到回注标准要求	1	
		COD	mg/L	5	甲类区：≤100 乙类区：≤150	≤300	0.5	
		落地原油回收率	%	10	100	100	1	
		采油废水回用率	%	10	≥60	100	1.67	
		油井伴生气外排率	%	10	≤20	≤20	1	
定性指标								
一级指标	权重值	二级指标			指标分值	本项目实际值（F_i）	定性评价指标的考核总分值（P_2）	
（1）生产工艺及设备要求	45	井筒质量	井筒设施完好		5	5	100	
		采油	套管气回收装置		10	10		
			防止落地原油产生措施		10	10		
		采油方式	采油方式经过综合评价确定		10	10		
		集输流程	全密闭流程，并具有轻烃回收装置		10	10		

（2）环境管理体系建设及清洁生产审核	35	建立 HSE 管理体系并通过认证	23.33	23.33	
		制订节能减排工作计划	11.67	11.67	
（3）贯彻执行环境保护法规的符合性	20	建设项目环保“三同时”制度执行情况	6.67	6.67	
		建设项目环境影响评价制度执行情况	6.67	6.67	
		污染物排放总量控制与减排指标完成情况	6.67	6.67	
本项目清洁生产综合评价指数（P）：$P=0.6P_1+0.4P_2$；其中 $P_1=\sum_{i=1}^{n}S_i\times K_i$；$P_2=\sum_{i=1}^{n}F_i$					
清洁生产企业等级评定：P≥90（清洁生产先进企业）；75≤P＜90（清洁生产企业）				本项目采油作业评定为：清洁生产先进企业（P≥90）	

7.4.2 总量控制

根据《关于渤海湾浅海赵东区块 C/D 油田开发项目海洋环境影响补充报告核准意见的复函》中提及“含油生产水全部回注地层，不得向海洋排放。回注系统发生故障含油生产水回注地层确有困难时，经处理达标后可以向海洋排放，但必须控制排放总量。在正常生产期，非正常排放的含油污水最大量应控制在 6000m³/d 以内，在油田最大产水期，非正常排放的含油污水最大量应控制在 10000m³/d 以内，且每次连续排放不得超过三天。石油烃的年排放总量应当控制在 8t 以下”。

国家海洋局在《关于赵东油田 2013 年调整井项目环境影响评价报告表核准意见的复函》中批复，“任何工况下禁止含油生产水排海”。因此，本项目无生产水排海的总量控制指标。

赵东油田目前生活污水控制排放指标为 14.7m³/d，按照平台满员 174 人计算，每人每天的生活污水产生量约 85L，人均用水量过低，因此导致需要控制平台同时在线人数。未来平台需要增加生产定员并全员上岗，根据周边油田生活污水排放经验数值，生活污水排放量约为人均 300L/天。本项目生活污水改造将增加生活污水排放量，生活污水处理能力由 14.7m³/d 增加至 60m³/d，以满足平台人员增加需求并达标排放。因此年生活污水排放量增加至 21900m³/a。生活污水 COD 按 300mg/L 计，最大排放量为 6.57t/a。

因此，本次评价建议赵东油田 ODA 平台生活污水控制总量指标为 21900m³/a，COD 控制总量指标为 6.57t/a。

本项目新增申请生活污水总量控制指标至 21900m³/a，COD 控制总量指标为 6.57t/a。

7.5 环境跟踪监测方案

本工程位于辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区辽东湾核心区内，本工程生产运营阶段跟踪监测纳入赵东油田现有跟踪监测计划中。

根据《渤海湾浅海赵东油田 C/D 区块开发扩建项目环境影响报告书（报批稿）》（2009）：其原有跟踪监测计划如下：

“在正常生产情况下，每年应进行 1 次工程海域环境系统监测，用以评价工程对海洋环境的影响程度。监测区域设定在平台周围半径 3~5km 的范围内，根据规范要求布设 2~3 条监测断面，每条断面上布设不少于 3 个监测点。监测要素选择要针对油田排污的种类和主要污染物，主要监测海水和沉积物中石油类、挥发性酚、COD、有机碳等与油田排污有关的项目，监测底栖生物的种类和生物量变化。监测时间应确定在 5~8 月。该监测应委托专业

海洋监测部门承担”。

7.6 事故防范措施和应急方法与对策分析

7.6.1 地质性溢油事故防范措施

（1）为避免发生由于不恰当注入引起的地质性溢油事故，将从如下几个方面进一步加强对注水作业的管理，预防事故的发生。

①严格按设计注入压力和注入量进行注水作业。

②制定注水系统日常作业和监控程序，进行注水压力和注水量的监测，一旦发现注水压力和流量异常立刻停止注水，待查明原因并采取相应措施后再恢复注水作业。

③在注水过程中，通过油藏管理系统随时监测所有的注水开发区：通过油藏亏空计算保持注采平衡；生产井一旦关井，就可以通过获取电泵数据来评价当前油藏压力；在大多数新井的相关层位测得 MDT/TesTrak 压力数据，从而评价平均油藏压力。

④密切监测注水井的动态。

（i）平台和赵东作业分公司北京办公室都可以监测实时数据；

（ii）日均注水量及日均注水压力报告到赵东作业分公司北京办公室，并录入生产数据库；

（iii）分析注水压力日均值以及高频数据，包括跟踪计算井底注入压力和注入指数，出现异常会及时报告并采取必要的生产操作措施；

（iv）注水井一旦因计划和非计划平台关断、附近钻新井需要确认油藏压力、地质油藏工程师做油藏评价要求关井时，即监控压降数据，同时识别任何可能超压的潜在问题；

（vi）应用了异常情况自动检测的软件程序，一旦出现异常即自动报警。

（2）固井、完井阶段的风险防范措施

固井过程中可能存在井漏风险，在固井前如有漏失情况，根据漏速大小采取不同处理措施，如果漏速较大，需要对漏层进行处理，首先进行钻井液堵漏，不漏或漏速减小后进行固井。如果漏速较小，可直接固井。固井过程中，在隔离液中加入纤维，在稠化时间允许的前提下，降低泵入水泥浆的排量和顶替排量。

完井作业相关风险防范措施：

1. 井控风险：备齐防喷变扣及加重材料；
2. 高压作业：召开风险分析会并做好隔离保护；
3. 环境保护：含油及受污染的完井液回收。

（3）在注水开发作业中，对赵东 C/D 区块范围内距离断层小于 100m 的注水井加强资料录取，具体措施如下：

确保注水井井底流压小于注水目的层最小破裂压力的 90%，并符合相关注水压力要求；

关注注水井 9 5/8” 套压和 13 3/8”表套压力变化，确保其在安全范围；

利用平台生产系统对注水井井口注水压力进行实时监测；

利用平台生产系统对注水井日注水量进行实施监测；

对日注水量和注水压力发现明显波动，要进行原因分析；

定期对水井进行关井压力测试，关注井口压力时候有泄压困难井，并对压降数据进行记录和分析；

对于分注井，根据井筒条件，对可以实施吸水剖面测试的水井进行吸水剖面测试；

根据井筒条件，对可以实施井底压力测试的井进行压力测试；

利用动态分析、示踪剂等技术对注水井的水驱方向进行分析、跟踪。

7.6.2 井喷事故的防范措施

（1）根据地质研究结果优化钻井轨迹设计，每口井单独设计，事先识别并尽可能使注入井避开延伸到海底或接近海底的地质断层。

（2）事先识别压力异常地层，合理设计套管程序，制定有针对性的井控预案并加强随钻监测。

（3）在钻完井作业过程中备足钻井液材料，以备及时、妥善的处理可能遇到的溢流和井涌。

（4)优化造斜点，尽早脱离邻井轨迹，造斜点选择的原则是邻井造斜点错开 50m 以上。

（5）对于在直井段中作业就可能发生碰撞或是绕障作业时，则应直接下入牙轮钻头，以保作业安全，必要时可提前预斜。

（6）在返出槽合适位置放置磁铁，并安排专人实时观察。

（7）优化现场操作措施，加强振动筛返出岩屑和井眼数据的监控，并及时用定向井软件对轨迹进行防碰计算和分析。

（8）钻进中若出现钻遇套管的征兆：返出岩屑水泥含量愈来愈高，钻时变慢，钻压有增无减，钻具蹩跳严重，泵压升高，进尺变慢，MWD 的地磁场强度值数据显示异常，则立即停止钻进。

7.6.3 生产设施火灾和爆炸事故的防范措施

为防止钻井及生产阶段火灾事故的发生，赵东油田考虑了如下措施：

（1）严格实施钻井作业规程；

（2）在钻台、钻井液池和钻井液工艺流程区等场所设置通风系统和烃类气体控制器，自动探测可能聚集的烃类气体；

（3）油管强度设计采用较高的安全系数；

（4）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；

（5）选择优质封隔器并及时更换损坏元件；

（6）在开钻之前制定周密的钻井计划；

（7）配备安全有效的防喷设备和良好的压井材料及井控设备；

（8）对关键岗位的操作人员进行专业技术培训，持证上岗，完善井控管理系统；

（9）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；

（10）设置二氧化碳灭火系统；关键场所设手提灭火器；

（11）制定严密的溢油应急计划，一旦发生井喷及时采取有效的应急措施。

7.6.4 油田区域浅层气分布情况及风险防范措施

赵东油田浅层气主要分布在[redacted]之间，气层埋藏海拔深度[redacted]米，与浅层气相关的风险主要涉及钻井过程的井喷事故，为防止浅层气井喷的发生应做好预防措施：（1）优化井口防喷设计；（2）表层套管下深要封固浅层气井段，保证固井质量；（3）优化钻井液设计，确定合理的钻井液密度，储备足够的堵漏和加重材料；（4）最大限度地减少起钻抽吸压力；（5）钻井过程中严格执行技术防范措施。

检查和维护井控装置，确保其性能稳定和工作可靠。检查保养所有钻井和录井仪器、仪表和监测设备，使其处于正常工作状态。

7.6.4.1 钻前

应在所有钻井位置进行现场调查，以确定是否存在浅层气。如果确信区域内可能存在浅层气，如果可能的话，应考虑移动地面井口位置。

7.6.4.2 钻进过程中的监控

钻井队要安排专人定点观察钻井液罐（池）液面、总量、钻井液性能及进出口的流量等变化，定时将观察情况记录于“坐岗记录表”中，一般情况下 15 分钟测量、记录一次，异常情况下加密测量；坐岗记录包括时间、工况、井深、起下立柱数及钻井液密度、灌入量、增

减量、记录人、值班干部验收签字等内容。综合录井队要安排专人密切注意录井仪器上显示的钻井液罐（池）液面变化和钻井液出口的流量、温度和气体含量的变化。

井队坐岗人员发现浅层气溢流、钻井液性能变化等异常情况，立即报告当班司钻。地质录井作业人员发现录井仪器上显示的钻井液罐（池）液面变化、气测参数和钻井液性能等异常变化情况，立即报告司钻和钻井监督。

7.6.5 船舶碰撞风险防范措施

作业者制定相应的保护和检测程序，由值班船对平台周围进行巡视，驱散在安全区范围内作业的渔船，确保平台设施的安全性。按照《海上固定平台安全规则》的要求在平台上设置了助航标识灯、障碍灯、雾笛、平台标志牌等。

为有效减少船舶碰撞事故的发生，有必要对船舶碰撞事故进行预防和综合控制。船舶管理者对安全航行进行计划、组织、指挥、协调和控制等活动，以达到保护人员安全和防止溢油事件发生的目的。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，一方面尽快向相关部门汇报，并组织事故现场监测和调查，另一方面应同时尽快实施污油回收、消除等有效措施，以减少污染损害。

（2）协助相关部门做好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。

（3）制订了必要的事故应急程序，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。

（4）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，应经海事管理机构核准、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的范围，严禁无关船只进入施工作业海域。

（5）施工作业期间所有施工船舶须按照规定显示信号。

（6）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。

（7）当船舶发生交通事故致使船体破损进水时，首先查明进水部位、进水量及初步分析进水原因；起动污水泵，通用泵或压载泵进行排水抢救工作；采取停车或减速措施，用车舵配合将漏损部位置于下风侧，以减少进水量；在采取堵漏措施的同时，尽一切努力确保发

电机及电动机不被水淹，以保证电器的工作正常；定时量水，不断观察和记录前后吃水和干舷高度的变化，判断险情的发展和大量进水对船舶稳性及浮力的影响；若进水严重和情况紧急，船舶应当请求第三方援助，并尽可能择地抢滩；若船舶确定堵漏无效，面临沉没时，有权宣布弃船，并按照《弃船专项应急预案》执行。船舶发生事故有沉没危险，船员离船前，应当尽可能关闭所有货舱（柜）、油舱（柜）管系的阀门，堵塞货舱（柜）、油舱（柜）通气孔。

（8）船舶发生污染事故时，应当立即启动相应的应急预案，采取措施控制和消除污染，并就近向有关海事管理机构报告。

（9）发现船舶及其有关作业活动可能对海洋环境造成污染的，应当立即采取相应的应急处置措施，并就近向有关海事管理机构报告。

（10）避开在雾季、台风季节施工。

（11）针对施工期船舶碰撞可能发生的溢油风险，建设单位根据实际情况，动态提高施工期油田及周边油田溢油应急响应预警级别。

（12）为防止钻完井作业、施工过程中可能出现的溢油风险事故，建设单位设立了事故应急机构，及时发现并排除事故。

7.6.6 海底管道事故防范措施

（1）作业者制定了相应的管线保护和检测程序，由值班船对管线沿途进行巡视，驱散在安全区范围内作业的渔船，对海底管道进行不定期局部检测和定期全面检测，确保海底管道的安全性；

（2）油气储运系统中的主要设备和管线均设置相应的压力、液位和温度报警系统与安全泄压保护装置，对易于发生泄漏的管路全部根据最大压力和最高温度设计，重要生产装置和单元均设置相应的应急关断系统；

（3）定期对油田各条管线进行清管作业，以减少腐蚀等原因对管线的影响；

（4）本油田在所有海底管道入口设置旁路式内腐蚀监、检测装置，在生产中定期通过内腐蚀监测装置监测管道腐蚀情况；

7.6.7 溢油应急措施

建设单位赵东作业分公司结合赵东油田开发特点，为保证勘探开发生产期间所发生的溢油事故的应急反应能够及时、有效和正确得以实施，《赵东油田石油勘探开发生产溢油应急计划》在 2020 年 4 月根据有关要求进行了修订，并报主管部门备案（附件 20）。一旦溢

油事故发生时，能够有效地控制溢油污染，最大限度地减少溢油对海洋与生态环境的污染，尽量减少溢油污染所造成的各种威胁及危害。

7.6.7.1 溢油事故等级的划分

溢油事故的应急程序是根据事故类型的大小不同而定。不同规模的溢油需要不同的级别、应急设备和人员。根据《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》的规定，溢油事故按其溢油量的多少分为特别重大、重大、较大和一般四级。

（1）特别重大事故，是指溢油 1000 吨以上的海洋石油勘探开发溢油事故；

（2）重大溢油事故，是指溢油 500 吨至 1000 吨（含）的海洋石油勘探开发溢油事故；

（3）较大溢油事故，是指溢油 100 吨至 500 吨（含）的海洋石油勘探开发溢油事故；

（4）一般溢油事故，是指溢油 0.1 吨至 100 吨（含）的海洋石油勘探开发溢油事故。

7.6.7.2 应急反应程序

为了使赵东油田海上石油的勘探、生产开发作业高效、安全地进行，赵东作业分公司组成了四级溢油应急组织力量，能够应对海上石油勘探开发生产中发生的小规模溢油事故。海上作业期间，小型溢油事故采取现场溢油应急力量实现自救、自清的原则。对于海上中、大型突发性溢油事故，采取自身溢油应急力量和外部应急力量共同进行的原则。

一级溢油事故（I 级）

溢油量在 1000 吨以上，造成特大环境污染和生态破坏，有重大社会影响，必须由集团公司统一组织、协调、调度各方面的资源和力量进行应急处置的环境事故。

二级溢油事故（II 级）

溢油量在 500 至 1000 吨，造成重大环境污染和生态破坏，有较大社会影响，须由大港油田公司及赵东作业分公司调度多个部门和单位的力量及资源来进行应急处置的环境事故。

三级溢油事故（III 级）

溢油量在 100 至 500 吨，造成较大环境污染、生态破坏和社会影响，须由赵东作业分公司调度内、外部力量和资源进行应急处置的环境事故。

四级溢油事故（IV 级）

溢油量在 0.1 至 100 吨的溢油事件，赵东平台需要调度内部力量和资源进行应急处置的环境事件。

塘沽应急指挥中心是赵东作业分公司最高应急管理机构，它还将作为指挥中心向相关政府部门汇报以及向外部溢油应急力量的联络。

1）内部报告

塘沽应急总指挥接到现场指挥官以电话形式报告的溢油事故后，应当如实、准确做好记录，并要求现场指挥官及时报告书面信息。对于情况不够清楚、要素不全的溢油信息，塘沽应急总指挥应当要求现场指挥官及时核实补充信息。

现场指挥官首先保证信息的时效性，若不能全部的下列信息可后续及时补充。并在初次汇报后，根据处置进展情况，持续报告。

（1）溢油事故发生的地点、时间、原因（井喷、油罐破裂、撞船等，并分析人为因素或自然因素）、溢油量、溢油方式（瞬时泄漏或连续泄漏）。

（2）目前采取的应急措施及其有效程度。

2）初步评估

塘沽应急总指挥和现场指挥官共同进行初步评估。

初步评估主要内容包括 ：

根据溢油源的状况、溢油事故地点、事故原因、气象海况等，评估溢油的规模，并预测溢油的扩散趋势和飘移路径；

评估溢油事故现场发生火灾和爆炸的可能性；

评估溢油事故对周围环境敏感区和易受损资源可能造成的影响。

根据溢油分级，判断是否需要启动塘沽应急指挥中心和外部溢油应急力量，并确定外部报告时限。

根据初步评估结果，若认为仅凭自身配备的溢油应急响应设备无法处理时，应迅速联系外部应急资源。

3）外部报告

溢油的报告分为初报、续报和应急总结报告。初报在发现或者得知溢油后首次上报；续报在查清有关基本情况、事件发展情况后随时上报；应急总结报告在溢油处理完毕后上报。

初报：初报应当报告溢油的发生时间、地点；溢油起因和基本过程；溢油的性质、状态、数量；当时海况、溢油扩散趋势；处置情况、拟采取的措施以及下一步工作建议；人员受害情况、饮用水水源地等环境敏感点受影响情况；并提供可能受到溢油影响的环境敏感点的分布示意图，同时应记录在“防污记录簿”中 。

续报：续报应当在初报的基础上，报告有关处置进展情况。

应急总结报告：应急总结报告应当在初报和续报的基础上，报告处理突发环境事件的措施、过程和结果，应急结束后待整改项目和整改计划等详细情况。

溢油信息应当采用传真、网络、邮寄和面呈等方式书面报告；情况紧急时，初报可通过电话报告，但应当及时补充书面报告。

书面报告中应当载明溢油报告单位、报告签发人、联系人及联系方式等内容，并尽可能提供地图、图片以及相关的多媒体资料。

4）政府报告时限

溢油发生后，赵东作业分公司应及时向相关政府部门汇报。

表 7.6-1 赵东作业分公司应及时向相关政府部门汇报表

政府部门	时间要求
生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局海域管理处	发生 0.1 吨以上的溢油，HSSE 部应立即向生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局海域管理处和中国海监的派出机构进行口头汇报（默认为 1 小时内），在 24 小时内进行书面汇报。 在 0.1 吨以下的溢油，应当在 24 小时内进行口头汇报，必要时可进行书面报告。
沧州市政府	溢油量大于 100 吨，作业者和承包者接到报告后，应当立即报告[7]
海油安监办大港监督处	溢油量大于 100 吨，作业者和承包者接到报告后，应当立即报告
沧州海事局	溢油量大于 100 吨，作业者和承包者接到报告后，应当立即报告

目前，赵东作业分公司海上石油勘探开发生产的溢油应急组织机构主要由四级机构组成，组织机构如下图所示。

一级：中石油集团公司应急指挥中心

二级：大港油田应急指挥中心

三级： 应急领导小组（塘沽）

四级： 应急响应小组（海上平台）

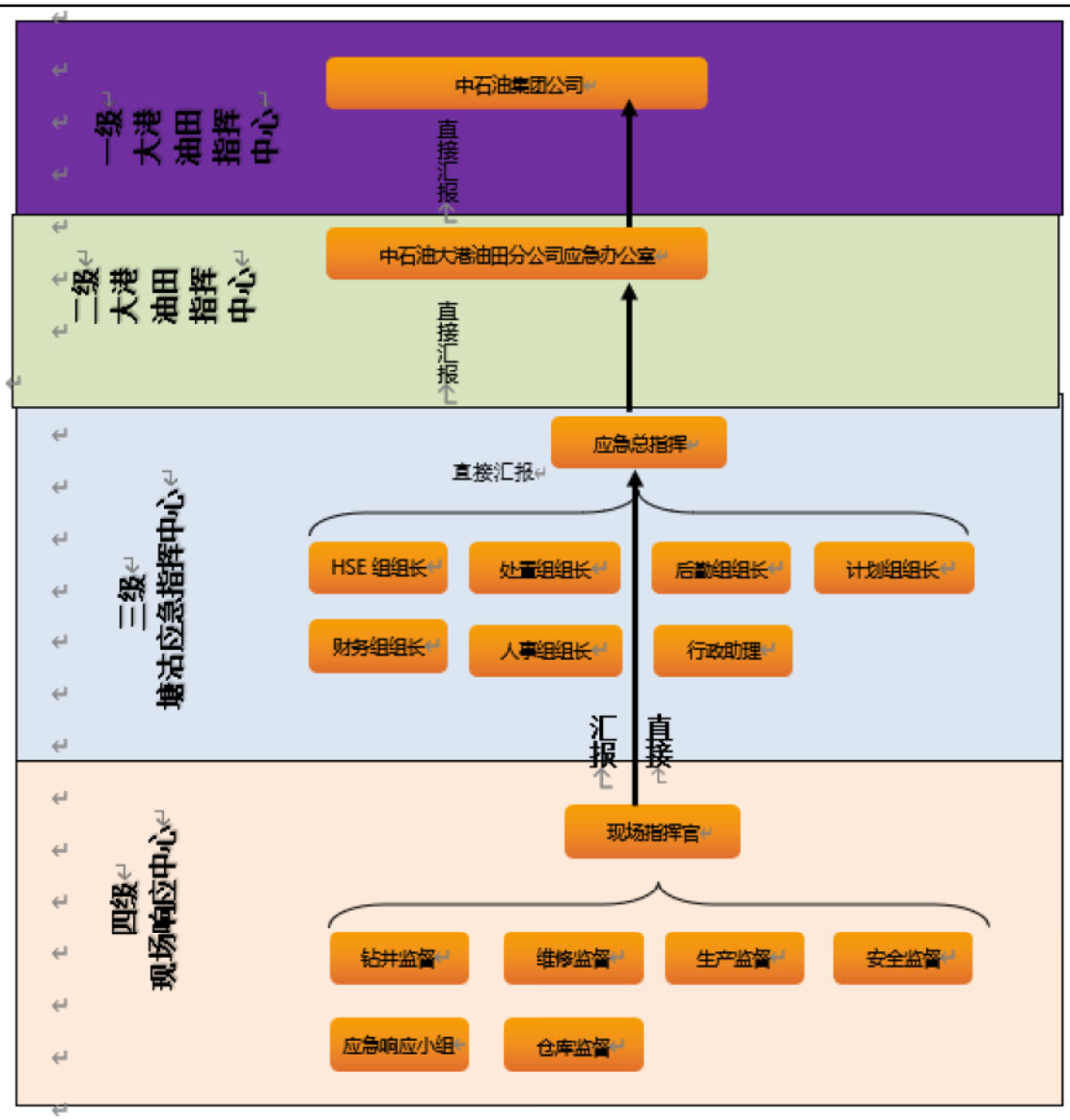


图 7.6-1　赵东作业分公司海上石油开发生产溢油应急组织机构图

7.6.7.3 溢油应急反应流程

（1）溢油源已被切断且溢油量在 1 吨以下的溢油事故，启动三级应急响应组织，应急反应程序见下图。

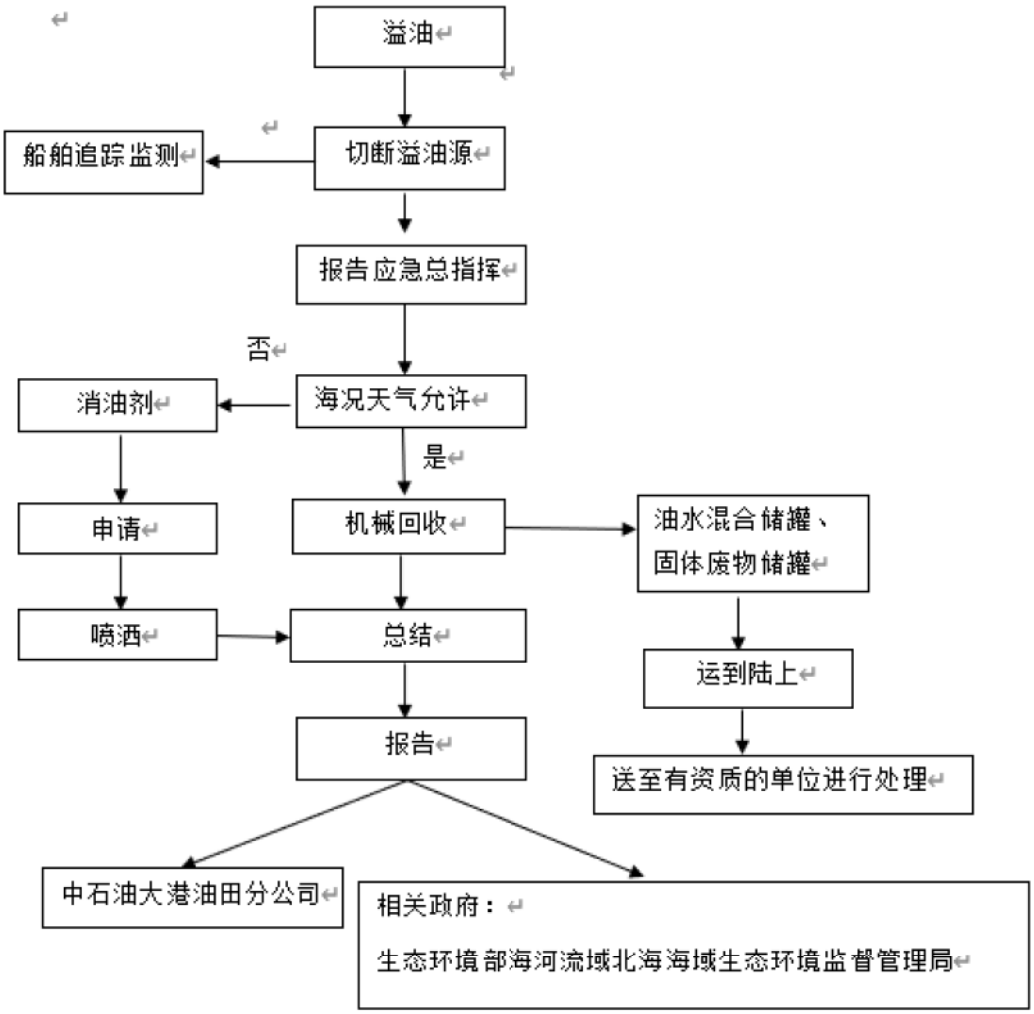


图 7.6-2 赵东油田 1 吨以下溢油应急反应程序

（2）溢油量 1 吨以上 10 吨以下，或溢油面积 100 平方公里以下，且溢油尚未得到完全控制，启动二级应急响应组织：

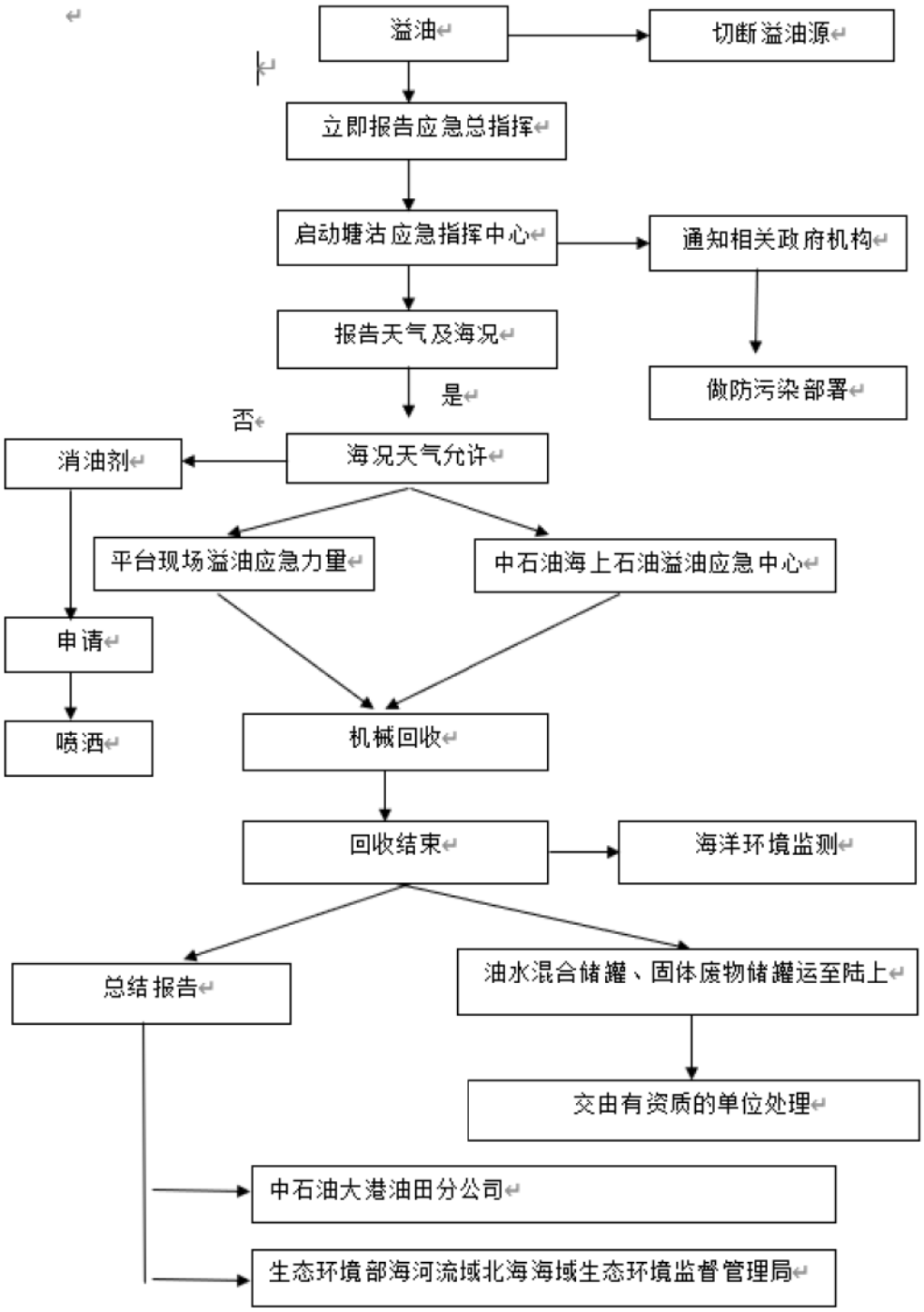


图 7.6-3 赵东油田 1-10 吨溢油应急反应程序

（3）溢油量 10 吨以上，或溢油面积 100 平方公里以上，或溢油点距离敏感区 15 公里以内，且溢油尚未得到完全控制启动一级应急响应组织，应急反应程序见下图。

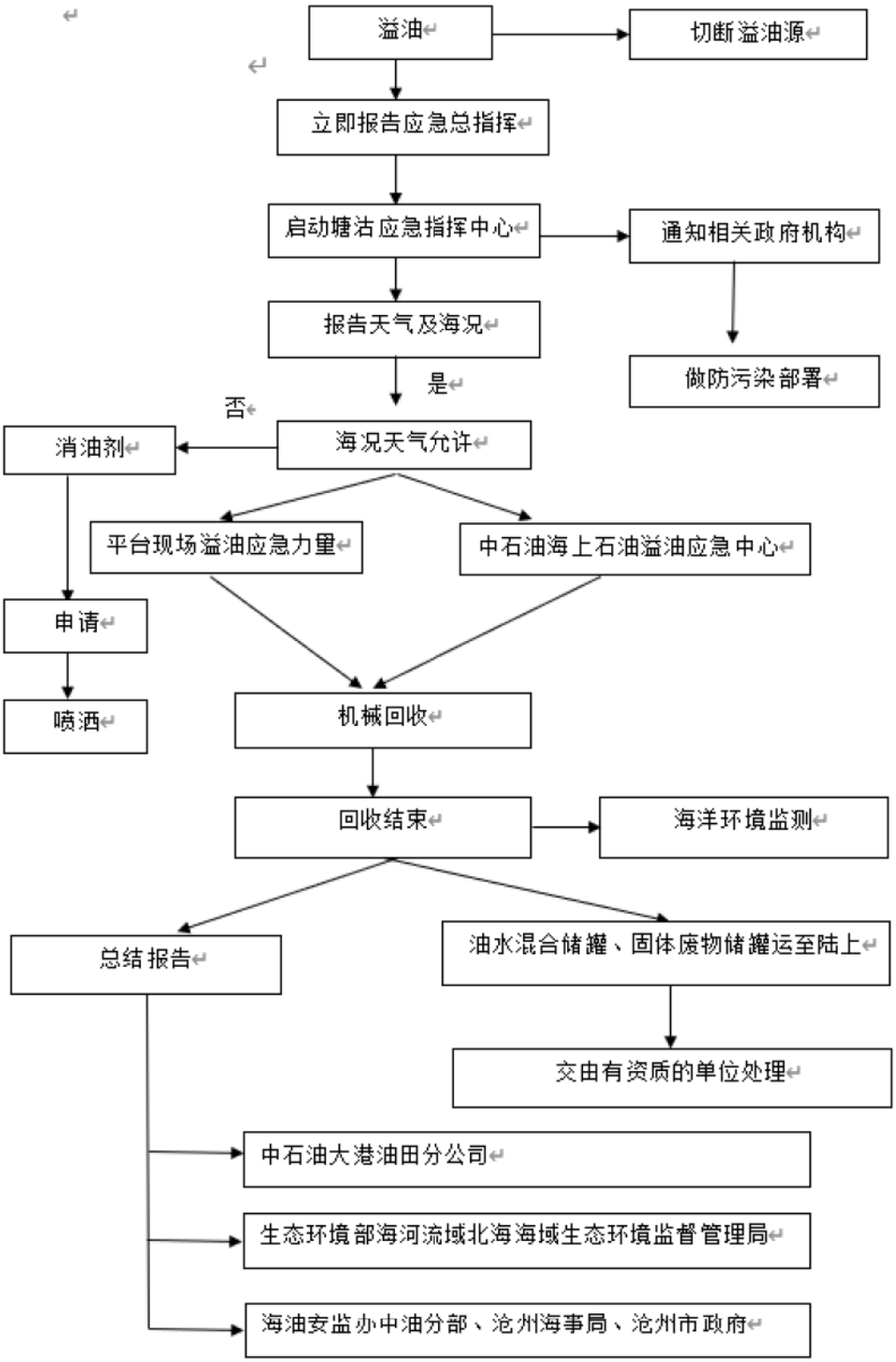


图 7.6-4 赵东油田 10 吨以上溢油应急反应程序

7.6.7.4 应急设备保障

（1）内部应急力量

根据本工程性质及周边环境特征，一旦本工程发生溢油风险事故，必须按照赵东作业分公司《溢油应急计划》的要求，按程序进行汇报并组织救援。此外，溢油事故初期本工程应充分依托赵东油田平台配置的溢油应急设备进行应急处置。

目前，赵东作业分公司的海上溢油应急力量及溢油回收设备主要集中在现场守护船以及赵东油田 C/D 区块上。经核实赵东作业分公司的海上溢油应急力量及溢油回收设备可以满足 24 口调整井的应急保障。

赵东油田 C/D 区平台自身配备的溢油应急设备的应急能力为 10t，可以满足 10t 以下溢油事故的应急需要。

加重钻井液储备和加重料:

从开钻前井场始终储备 40t 加重剂，油井水泥 50t，储备 60m^3 密度要大于井内在用钻井液密度 0.2g/cm^3 重泥浆。重钻井液储备罐在冬季必须有防冻措施，同时储备好堵漏材料，按泥浆性能设计要求和地质提示，及时加重，并提前加入堵漏材料。

表 7.6-2 赵东油田 C/D 区平台海上溢油应急力量配置表

序号	设备名称	型号	数量
1	充气浮式橡胶围油栏	WQJ1500	1200 米
2	充气机	CQJ3.5	3 套
3	吸油式围油栏	XTK-Y-200	600 米
4	捆扎围油栏尼龙绳		600 米
5	撇油器	ZSJ- 20	2 套
6	消油剂	富肯 2 号	150 桶（合计 3000kg）（其中 18 桶在守护船上 ）
7	消油剂喷洒设备		1 套
8	浮式油舱	FN10(10tons)	1 套
9	围油栏集装箱		6 个
10	吸油毛毡	Brand 99	80 箱（每箱 200 片）
11	守护船	JG#1	1 艘
12	动力设备	ZSJ20	1 套
13	锚浮		4 个

钻机自身井喷等防控应急设备配备：

一、井控设备选择

根据实测地层压力及三压力预测结果，明化镇组压力系数最高 1.03，馆陶组压力系数最高 1.02，完钻井深按 1500m（垂深）计算，计算地层压力为 15.16MPa。

依据海洋钻井的井控要求，设计采用 70MPa 防喷器组合：FH35-35 +2FZ35-70+FZ35-70 防喷器组合（防喷器组合由最终选定的钻机决定）。其中双闸板防喷器安装一套剪切闸板。满足海洋钻井井控要求。

二、井控设备配备

（一）各类防喷器主体组合和节流管汇、压井管汇的要求相匹配，各次开钻井口装备要严格按标准安装，BX 型密封圈只能使用一次。

（二）配备司钻控制台、液动平板阀、节流管汇控制台、液气分离器、除气器、计量灌浆装置、各循环池液面报警器及内防喷器。

（三）防喷器控制系统的控制能力应与防喷器组合相匹配。

（1）配备不少于 6 个控制对象的远程控制台，控制系统压力保持在工作压力范围内。

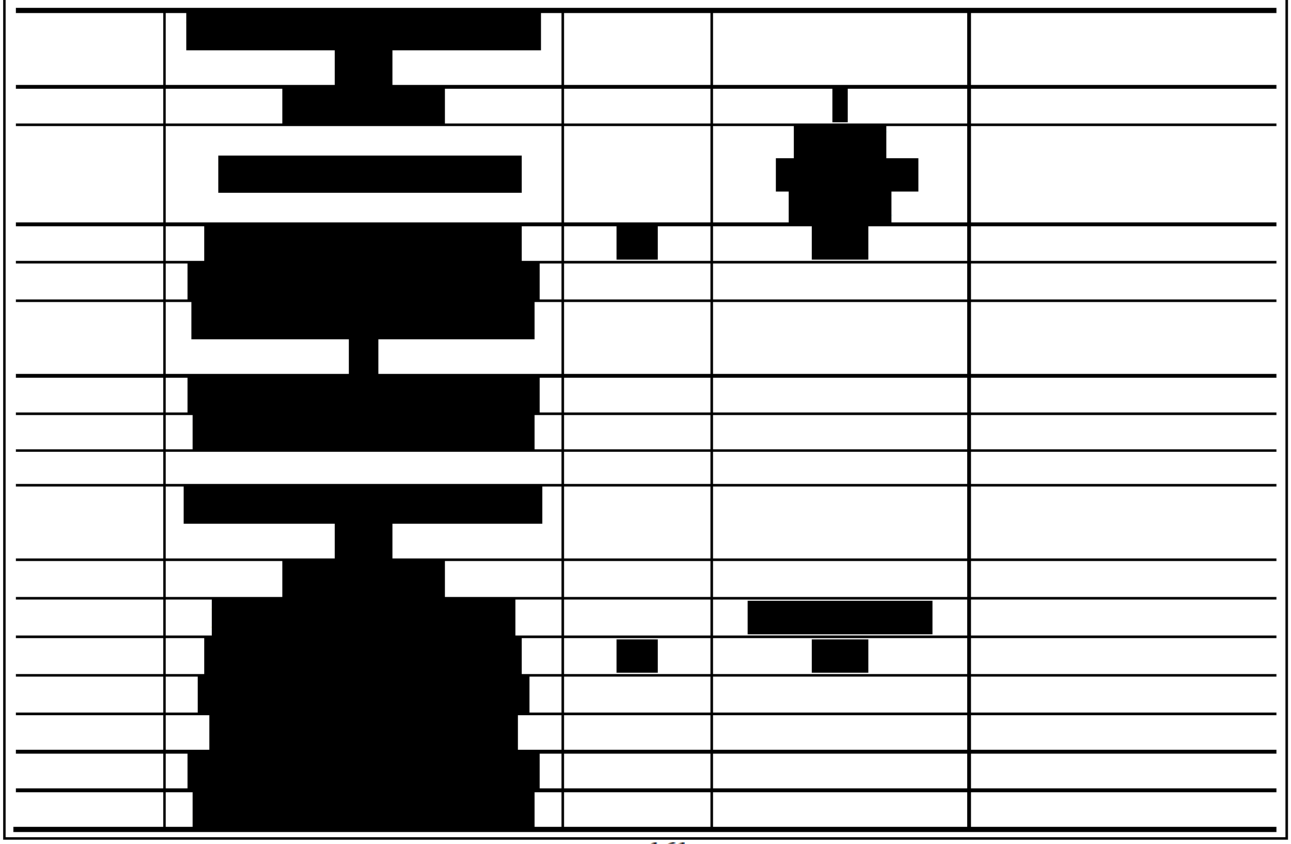
（2）主控制台安装在钻台上，由应急配电中心连续供电。电动泵电源开关应处于“自动”状态，气动泵气源常供。控制系统压力 10.5MPa，储能器压力 21MPa 的 90%～100%。

（四）平台配齐钻具内防喷工具。钻具内防喷工具包括旋塞阀、钻具止回阀和防喷钻杆立柱。钻台上配备与钻具尺寸相符的配有快速开关装置的钻具止回阀和旋塞阀，放在钻台上方便取用处。准备一柱带有旋塞并接有与在用钻铤连接螺纹相符的配合接头的防喷立柱。

（五）平台配备安装硫化氢（二氧化碳）气体探测报警仪和一定数量的正压呼吸器，以防意外钻遇有毒可燃气体，发生设备和人身伤害的危险。钻井液循环罐安装液面监测报警器。

（六）平台持续供气系统，要求从一开开始进入待命状态，全船正压呼吸器要求气量充足，有专人定期检查补足压力不足的气瓶气量。

三、井控设备列表（暂定 Rig3）



[redacted]

（2）油田之外可借用的力量

溢油处理所需的设备、人员超赵东作业分公司现有的和能够调用的内部溢油应急力量，需借用外部溢油应急力量或向上级单位或政府部门求援。目前，赵东作业分公司已同中国石油海上应急救援响应中心（中国石油天然气股份有限公司冀东油田分公司）签订了溢油应急响应协议，届时，中国石油海上应急救援响应中心将协助赵东作业分公司进行日常的溢油应急演习，并在发生突发性溢油事故时，作为赵东作业分公司的外部借用应急力量投入到现场溢油应急行动中。由于赵东油田区块位于渤海湾西部，中国石油海上应急救援响应中心溢油应急基层单位有冀东救援站、大港救援站，其中大港救援站距离赵东油田在距离、应急力量配备和反应时间上均有优势。

根据中国石油海上应急救援响应中心冀东救援站溢油回收设备配备情况，其溢油应急设备的应急能力最大约为 800m^3/h。

中国石油海上应急救援响应中心大港救援站、冀东救援站物资装备见下表。

表 7.6-3 大港救援站溢油应急物资装备

序号	物资名称	类型	规格型号	数量	产地
1	LPP90 机组	动力机组	LPP90	1 台	芬兰劳模
2	LPP25 机组		Lpp25D/S25	1 台	芬兰劳模
3	LPP6HA 机组		Lpp6HA/C75	1 台	芬兰劳模
4	岸滩围油栏	收油设备	/	200 米	芬兰劳模
5	M12 收油机		Minima*12	1 台	芬兰劳模
6	M30 收油机		Minima*30	1 台	芬兰劳模
7	多功能收油机		LMS/P DWD	1 台	芬兰劳模
8	岩石收油机		Rockc Leaner	1 台	芬兰劳模
9	光明橡胶围油栏			200m	青岛光明
10	固体浮子围油栏		FOB900	400m	芬兰劳模
11	高压清洗机	溢油配套	HDS1000DE	1 台	芬兰劳模
12	消油剂喷洒装置		/	1 套	芬兰劳模
13	QG5 轻型储油罐		QG5	3 个	温州
14	QG10 轻型储油罐		QG10	3 个	温州
15	吸油毡		PP-吸油毡	50 包	福州
16	消油剂		1 号常规型	6 桶	大连
17	浮动油囊		FN10	6 个	温州

表 7.6-4 冀东救援站应急物资装备

编号	物资名称	物资类型	规格型号	数量	产地	备注
1	LPP90 机组	动力机组	Lpp90	1 台	芬兰劳模	
2	LPP25 机组		Lpp25D/S25	2 台	芬兰劳模	
3	LPP230 机组		Lpp25D/S30	1 台	芬兰劳模	
4	LPP6HA 机组		LPP6HA/C75	2 台	芬兰劳模	
1	MM12 收油机	收油设备	Minima*12	2 台	芬兰劳模	
2	MM30 收油机		Minima*30	2 台	芬兰劳模	
3	多功能收油机		LMS/P DWD	1 台	芬兰劳模	
4	岩石收油机		Rocke Leaner	2 台	芬兰劳模	
5	光明橡胶围油栏			1 套	青岛光明	充气机 2 台
6	固体浮子围油栏		FOB900	400m	芬兰劳模	
1	高压清洗机	溢油配套	HDS1000DE	3 台		
2	消油剂喷洒装置			2 套		
3	QG5 轻型储油罐		QG5	4 个		
4	QG10 轻型储油罐		QG10	4 个		
5	吸油毡		PP-吸油毡	2 吨		
6	消油剂		1 号常规型	2 吨		
7	浮动油囊		FN15	4 个		
8	浮动油囊		FN10	4 个		
9	吸油枕填充料			40 个		
10	吸油枕			100 个		

7.6.7.5 溢油应急响应时间

（1）内部设备反应时间

守护船位于海上平台现场值班，守护船可以用于监视溢油动向，但不得影响其作为守护、安全值班的首要职能。

赵东油田 C/D 区块的现场应急反应及装船时间为 0.5h，并有海上防污染值班船舶立即可用，航行到 C-4 区块的时间约 0.5h；因此，在赵东 C/D 区块附近海域的现场溢油应急行动的反应时间在 1.0h 以内。

（2）外借应急力量反应时间

中国石油海上应急救援响应中心溢油应急基层单位有冀东救援站、大港救援站，其中大港救援站距离赵东油田较近。从该救援站到达赵东油田作业海域的航行时间约为：1.5～2h，加上 1.5h 的陆地准备（包括人员动员、陆地运输、设备装船）时间，从大港救援站到达赵东油田作业海域现场的应急反应时间约为：3～3.5h。从冀东救援站到达赵东油田作业海域的航行时间约为：3～5h，加上 1.5h 的陆地准备（包括人员动员、陆地运输、设备装船）时间，从冀东救援站到达赵东油田作业海域现场的应急反应时间约为：4.5～6.5h。

7.6.7.6 海上溢油的处理措施

如果发生溢油事故，在大风和落潮流作用下，极易污染海洋。开阔水域大面积清除溢油一般采用船拖带围油栏作业，一般采取两种方案清除溢油：

（1）人工打捞

通过人工向海中溢油扔抛吸油材料或者直接用打捞工具对海面溢油进行清除，在打捞过程中要特别注意人员安全，防止落水及油污对人体伤害。

（2）围控和机械回收

①两船拖带之“J”型拖带清油

工作船处于“J”型排列围油栏的凹形底部，将一收油机或收油网放在围油栏凹形底部收油。另一拖船拖带导引围油栏，已增大扫油宽度（图 7.6-4）。

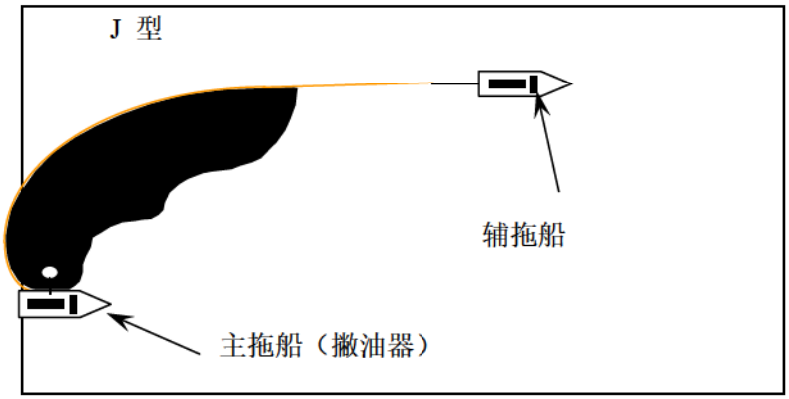


图 7.6-4 海上两船作业“J”型回收漂油

②三船拖带之“U”型拖带清油

两条拖船拖带围油栏成“U”形，一工作船将一收油机放在围油栏凹形底部收油。也可将一收油网放在围油栏凹形底部收油（图 7.6-5）。

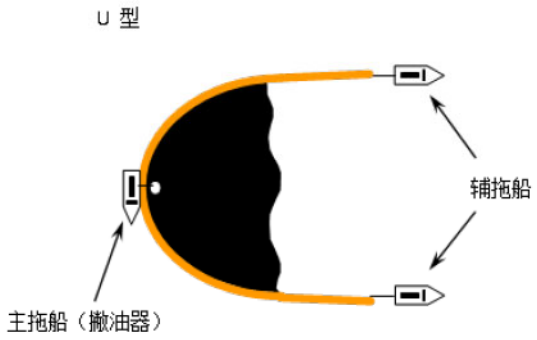


图 7.6-5 海上三船作业“U”型回收漂油

（3）喷洒化学药剂

在海上可以利用现场守护船舶进行喷洒作业。作业时可通过固定在船舷两边的喷洒臂将消油剂以扇形的形状喷出，喷出的消油剂液滴呈水珠状（研究表明：这样可以保证在有风的情况下落点准确和减少挥发损失）。

（4）一旦发生溢油事故，根据溢油抵岸位置以及环境敏感目标的敏感程度，采取相应的溢油防范措施，杜绝溢油抵岸情况发生。在预计出现溢油抵岸的情况时，将立即组织“岸线清理行动组”，对预计溢油抵岸的地点开展岸线巡查、清污工作。

7.6.7.7 针对周围敏感区域的溢油应急措施

针对周围敏感区域，溢油应急应充分考虑以下内容，作好充分准备，赵东油田一旦发生溢油事故，立即启动应急程序，迅速实施溢油措施，尽可能保护敏感区域，降低损失。

（1）充分的准备

采取预警措施，配备应急设施及人员，密切监视，发现溢油立即启动应急程序，并协助进行此后的溢油应急处理，确保能在接到预警后半小时内按预先的分工迅速展开溢油围控与回收。

（2）溢油应急处理

溢油应急处理应同时采取以下多项措施协同进行才能有效的保护敏感区域。

a、敏感区域保护：争取时间，采取围控措施阻止溢油向敏感区域漂移，为溢油回收作业赢得时间。可用浮子式围油栏在溢油将要到达的敏感区周围进行围控。

b、溢油回收作业：保护敏感区域的同时，在海上布设重型围油栏围控并进行溢油回收

作业。

（3）注意事项

尽量避免进行消油剂喷洒作业。化学消油剂的有效成分是非离子型表面活性剂和溶剂，两者对海洋生物均有一定的毒性，油田周围敏感区较多，不宜进行消油剂喷洒作业。

7.6.7.8 溢油应急措施可行性分析

赵东油田处于国家级水产种质资源保护区，一旦发生溢油，周围海域将受到污染，水产种质资源保护区内的水产资源都将受到严重影响。因此，赵东油田开发的溢油应急策略应具备高效性，一旦出现溢油事故，装备有足够的溢油应急设备的船只应在溢油开始扩散前就第一时间赶到现场并展开溢油收集工作。

目前赵东油田的海上溢油应急力量及溢油回收设备主要集中在现场守护船以及赵东油田 C/D 区块上，动员人员和设备装船时间需 0.5h，围油栏布设时间需 1h，那么即使在最不利情况下，浮油将在溢油事故发生后 2h 后漂移约 5.2km，假设溢油应急船舶以平均巡航速度（12 节）航行，从赵东油田 C/D 块区启航后将在 0.25h 内抵达溢油漂移所至的海域，1.25h 即可将浮油拦截住。此时浮游刚刚漂移到距离溢油点 8.9km 处。根据赵东油田所配备的应急设备的规模，在机械回收作业中，当工作船将围栏拉成“U”结构时，估计最多可围住 60m^3 的浮油（浮油厚度为 4mm），若油膜厚度以 1mm 计算，则至少可围住 15m^3 的浮油，这对小型溢油，撇油器可在 1.5h 内回收完毕。可见，在海况允许的情况下，赵东油田具有处理小型溢油，并将其回收的能力。根据中国石油海上应急救援响应中心冀东救援站溢油回收设备配备情况，其溢油应急设备的应急能力最大约为 800m^3/h。

综上所述，赵东油田基本可以保证在合理的时间内对小型溢油做出迅速的反应，使溢油的漂移距离不超过溢油点 10km 的范围；对于大中型溢油事故，将借助邻近区域的溢油应急联合组织成员的设备和人员，在溢油发生后可做出有效反应。

7.6.8 井眼防碰

7.6.8.1 防碰与井眼轨优化：

平台钻井井网密集、井型多样、防碰始终是关注重点，井眼轨道优化设计时应遵循以下原则：

（一）尽量简化井眼轨迹，以利于实施快速钻井；

（二）造斜率范围尽可能选在 3°/30m～4°/30m 范围内。小于此范围定向施工时造斜井段过长，而大于此范围不利于采油生产时各种工具的下入；

（三）对于位移较大的井，井斜角尽量避开 45°～65°区间，以利于井眼的清洁。

（四）防碰原则：

1、方位相近的井造斜点错开至少 50m，通过调整侧钻点、造斜点的深度来达到防碰的目的；

2、在平面上不可避免错开的井，位移小的井安排在位移大的井下部，空间交错。

7.6.8.2 井眼轨迹设计

平台钻井井网密集、井型多样、赵东油田始终重点关注防碰，所有井都采用最近扫描法。在设计阶段和实钻过程中，对井眼椭圆不确定性分离系数进行了限制。自赵东油田投入开发以来，从未出现过正钻的新井眼与老井眼发生碰撞的钻井事故，证明目前采用的井眼防碰工艺技术是有效的和成功的。本次调整井也严格遵循赵东目前的防碰制度，使用设计程序详细评价新井与老井发生碰撞的风险，经防碰扫描 SF（最小分离系数）范围在 1.01-2.56 区间. 在实钻时，当新钻井与一口老井之间的分离系数降低到 1.5 以下，需通知钻井总监。他可以命令停采停注以减轻碰撞后果，或是改变井眼轨迹降低防碰风险。如果分离系数下降到 1.25 以下，必须通知钻井经理。他可以决定停止钻井并重新设计。在分离系数小于 1.0 时不允许继续钻井。

赵东井设计尽量分离系数保持在在 1.5 或以上，但由于是丛式钻井，有些井想保持分离系数在 1.5 以上是很难做到的。对于这种情况，会建立表格及图表把分离系数小于 1.5 的所有邻井信息，以及新钻井井眼轨迹如何绕障邻井的关键图分发到相关人员，使每个人都清楚明白潜在的碰撞风险。除此之外赵东所有完井设计都是深下安全阀的完井方法也是减轻钻井防碰风险技术的措施。

综上所述此次调整井有潜在的相碰风险，但是全部在可控范围的。

7.6.9 完井、固井作业风险防范措施

此次调整井延用赵东油田 C/D 区采用低密度水泥体系固井，此种水泥优点是候凝时间短、固井强度高、质量好。水泥浆密度在 1.50 g/cm^3-1.51g/cm^3 之间，水泥浆滤失量控制在[redacted]mL/30min ~[redacted]mL/30min，常温养护 24 小时水泥石抗压强度超过[redacted]，满足井筒长效密封的要求。赵东油田采用 IBC 呈像测井方式对 C/D 区[redacted]mm 生产套管固井质量抽检，抽检井评价结果显示固井质量较好，赵东从开发以来固井均是一次合格，此种水泥体系及工艺经多年实践证明对赵东是有效及适用的。

赵东油田本次调整井也延用老井侧钻开窗，下入 [redacted]mm 尾管固井射孔完井。在施工过程中根据油藏地质特性，在 [redacted]米半径范围内对影响井进行关停或者根据油藏部门要求对影响井进行关停，避免周围井对固井质量影响。采用的低密度水泥，有效的预防固井过程中井漏的发生，候凝时间短，有效的避免长期注水及油田开采而导致的层间压差影响，同时在目标的层增大扶正器数量，根据井眼直径，利用固井软件，优化扶正器设计，提高套管居中度，提高顶替效率。

完井期间防喷器配置为 [redacted]psi；生产期间采油树及井下安全阀配置：采油树 [redacted]psi、井下安全阀 [redacted]psi；

关键作业环节的井控措施：

1) 起下管柱期间，及时灌注完井液，并做好记录；

2) 下筛管和生产管柱时，要备有与管柱相配套的各种防喷变扣

3) 拆防喷器之前要确保井筒内无溢流，关闭井下安全阀，并在油管挂内安装好备压阀；

(4)拆完防喷器后要及时安装采油树，并按规范进行试压。

完井溢油风险及控制控制：

1) 设备必须保持良好的工作状态，无跑、冒、滴、漏现象；

2) 无论是设备漏油还是井口带出的油，必须用吸油材料擦掉后回收处理，禁止使用消油剂处理后用水冲入海中；

3) 含油污水未经处理不得直接排海，排放应符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》的要求；

4) 发生溢油事故后执行分公司《应急预案》中溢油应急程序；

5) 定期组织溢油演习；

7.7 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：

7.7.1 与法规规划的的符合性

通过前面相关章节对工程与“《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》、《河北省海洋功能区划（2011-2020 年）》、《河北省生态保护红线》、《全国海洋主体功能区规划》”等的符合性分析结果可知：本次工程与工程所在海域的功能定位兼容，符合其海域使用管理要求，并与其规划的相关定位相符合，且不涉及海洋生态红线区。

7.7.2 污染物源头控制

本调整井工程生产垃圾全部运回陆地交有资质单位处理，不排海；本工程钻井阶段采用水基钻井液，并循环使用，钻完井作业完成后非油层段水基钻井液和非油层段钻屑按要求排放入海；油层段水基钻井液和油层段钻屑均运回陆地交有资质单位处理。

7.7.3 溢油防范与应急

当发生不同程度的溢油事故时，通过赵东油田自身设备与周围其他溢油设备的联动响应，确保能够满足溢油事故时的应急需要。在工程设计、建设和运营阶段均制定并严格实施溢油事故防范措施，同时针对工程油藏地质特点制定、实施相应的地质性溢油事故防范措施，力争最大限度地杜绝溢油事故的发生，防范对海洋环境的污染。《赵东油田石油勘探开发生产溢油应急计划》已备案。

7.7.4 海洋生态损害及修复

（1）生态损害

底栖生物：本工程钻井施工引起的底栖生物损失估算小于 0.069t。

渔业资源：本调整井工程钻井液、钻屑排放损失鱼卵小于 805300 粒，损失仔稚鱼小于 537100 尾，损失渔业资源成体小于 64.15kg，鱼类幼体损失小于 1319 尾，头足类幼体损失小于 523 尾，虾类幼体损失小于 1891 尾，蟹类幼体损失小于 36 尾。

（2）生态修复

本次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）本工程位于辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区核心区内，保护区核心区的特别保护期为 4 月 25 日至 6 月 15 日。根据《水产种质资源保护区管理暂行办法》第

十六条“特别保护期内不得从事捕捞、爆破作业以及其他可能对保护区内生物资源和生态环境造成损害的活动。”，本工程非油层段钻屑、钻井液排放应避开水产种质资源保护区的特别保护期，即 4 月 25 日至 6 月 15 日。

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

根据《赵东 C-4 区调整井对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区的影响专题论证报告》，选择中国对虾作为增殖放流品种，具体由主管部门统一部署。

C、增殖放流苗种规格质量

鱼苗（如半滑舌鳎和牙鲆等）体长应在 5cm 左右；虾苗体长应在 1cm 左右；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

因本项目造成渔业损失较小，建议将本项目的增殖放流纳入油田现有的增殖放流计划中，并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，以避开高强度捕捞压力时间，提高增殖放流效果。

企业应委托第三方有资质的单位制订具体的增殖放流计划，具体应按照《水生生物增殖放流管理规定》确定放流品种和增殖放流的组织、管理等内容。

（3）生态监测

本工程生产运营阶段跟踪监测纳入赵东油田现有跟踪监测计划中，定期监测各设施外排污染物的排放浓度；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、沉积物、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，使海洋生物资源和海洋生态环境得到尽快恢复和可持续利用。

7.8 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/T10047-2019），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 7.8-1。[redacted]占总投资的 13.24%。

表 7.8-1　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
危废及固废处置费用	[redacted]	[redacted]	[redacted]
渔业资源补偿费	[redacted]	[redacted]	[redacted]
合计			[redacted]

7.9 《赵东 C/D 油田调整井项目对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区的影响专题论证报告》相关内容

7.9.1 对保护区主要功能的影响评价

根据上述工程施工影响分析，本工程施工期对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区---渤海湾保护区影响范围相对较小，工程施工期产生的钻井液和钻屑造成附近海域沉积物覆盖厚度 2cm 以上及悬浮物扩散造成渔业资源损失，营运期生活污水排放，会对海洋生态环境造成较小的影响。赵东 C-4 调整井项目对保护区主要保护对象影响分析：（1）工程附近海域与保护区主要保护对象小黄鱼的产卵场距离较远，影响不大；（2）三疣梭子蟹终生生活在渤海，是一种地方性资源。每年 12 月下旬至翌年 3 月下旬为越冬期，3 月末 4 月初梭子蟹开始出蛰并逐渐向近岸产卵场洄游，5 月初产卵群体已经游至河口附近浅水区开始产卵，本项目实施对三疣梭子蟹的产卵场有一定的影响，但影响不大；（3）工程靠近中国对虾产卵场的边缘地带，工程建设会对对虾产卵场造成一定的影响；因此在工程施工

后，应采取增殖放流等措施，对中国对虾资源进行修复和养护，使中国对虾资源得到有效的恢复。另外由于中国对虾在渤海分布范围较广，特别是每年采取增殖放流等生物修复措施可有效补充资源，因此该工程虽然对中国对虾的产卵场造成了一定的危害，但不会对产卵场的主要功能造成较大损害。

综上，在工程建设期间，会对渤海湾保护区的生态环境和主要保护对象产生一定的影响。但其影响是短期的、可恢复的。本工程施工海域影响范围较小，只要制定严格的环保、安全生产和自然灾害防范等措施，尽可能减少施工作业对海洋生物的损害；本工程涉海作业尽量避开辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区的渤海湾保护区的特别保护期，并通过增殖放流等措施对渔业资源进行修复和养护，对保护区的主要功能不会造成较大的影响。

7.9.2 对渔业资源影响评价结论

依据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）测算，本工程施工期和营运期会对渔业资源造成一定损失。经评估本工程对渔业资源的损失经济补偿金额为[redacted]万元。

损失计算部分内容已纳入本报告 6.5 章节。

7.9.3 生态环境风险评价

本工程施工期和使用期间的环境风险事故存在不确定性，直接引发对周边环境风险影响的可能性较小，项目用海的风险主要有地质性溢油事故、井喷及生产设施火灾和爆炸等。由于本项目位于辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区渤海湾保护区核心区内，一旦发生风险事故而又没有任何应对措施，就会对周边环境造成严重污染，需要项目建设单位予以足够重视，在施工和营运过程中，务必加强管理，杜绝事故的发生。本工程建设过程应建立紧急预案机制，把事故风险减少到最低程度。本项目在落实实施设计、建设和运行各项环境风险防范措施和应急预案的基础上，加强风险管理，从环境风险的角度考虑是可以接受的。

7.9.4 综合结论

通过综合分析，我们认为本项目施工建设会对渔业生态环境和渔业资源产生一定的影响，但不会对保护区的主要功能造成较大的影响。因此建议施工前工程建设单位承诺采取增殖放流等措施，进行渔业资源和渔业生态环境修复（修复金额为 9.45 万元），并在实施过程中接受保护区主管部门的监督。本着区域经济发展、渔业生态环境保护和渔业资源的

可持续发展兼顾的目的，在实施了渔业资源和渔业生态环境修复的前提下，本工程对渔业生态环境和渔业资源的影响是可以接受的。

8 环境影响评价结论

8.1 结论

8.1.1 工程概况

赵东油田投产至今，经过多年的开采，产能呈逐年递减趋势，为满足赵东油田开发生产的需要，提高注水效果，减缓油田产量的递减速度，需要 C-4 区块 CP2 平台共实施 24 口调整井，其中 18 口生产井，6 口注水井，均为侧钻。由于赵东油田计划增加生产定员，且生活污水处理设施老化，需要对 ODA 平台上的生活污水处理设施进行升级改造，并对 ODA 平台进行适应性改造。

8.1.2 工程分析

本项目海上施工阶段产生油层段钻屑 3069m^3、油层段钻井液 23965m^3，运回陆地交由有资质单位接收处理；非油层段钻屑 767m^3 和非油层段钻井液 5991m^3，按要求排放；洗井废水约为 7200m^3 运回陆地交由有资质的单位处置。生活污水产生量 10920m^3，使用钻井船及支持船上的生活污水处理设施处理达标后按要求排海；生活垃圾 54.6t 及一般工业固废 17t 均运回陆上处理，机舱含油污水 25m^3 铅封后运回陆上交由有资质单位处理。

运营阶段，正常工况下含油生产水经含油生产水处理系统处理达标后作为注入水源回注地层，不排海；调整后运营阶段生产作业过程中产生的工业垃圾和生活垃圾收集后运到陆上委托处理；其他含油污水通过平台上设置的开/闭式排放系统，进入原油集输生产流程，不排海；生活污水经平台上生活污水处理系统处理达标后排放。

8.1.3 产业政策相符性

本工程为海洋油气勘探开采项目，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中鼓励类“常规石油、天然气勘探及开采”，本项目的建设符合国家产业政策。

8.1.4 海洋功能区划相符性

本工程建设是在已建赵东油田 ODA 平台、CP2 平台建设施工，油田位于渤海湾西部，油田用海兼容油气资源勘探开发用海，符合《全国海洋功能区划》（2011-2020）要求，同时也符合《河北省海洋功能区划》（2011-2020 年）。

8.1.5 海洋环境质量现状结论

[redacted]

[redacted]

赵东油田所在海域沉积物总体环境较好，全部评价因子的标准指数均小于 1，均符合评价标准的要求。

赵东油田所在海域叶绿素 a 含量（并以此估算初级生产力）、浮游植物、浮游动物、底栖生物等各项指数均处于正常范围之内。赵东油田所在海域生物体内各监测因子残留量较少。

8.1.6 环境影响分析结论

（1）施工期

施工期油层段钻屑、油层段水基钻井液、工业垃圾等均运回陆地处理；

钻井施工阶段钻屑、钻井液产生的悬浮物超一（二）类水质标准的最远距离不会超过 3.0km，且排放后 5h 内即可恢复到一类水质水平；钻屑、钻井液排放对海底沉积物影响不大，钻屑覆盖厚度大于 2cm 的影响范围小于 40m。因此，本工程施工期对海洋环境的影响较小。

（2）运营期

生产运行期新增含油生产水经生产水处理设施处理满足回注水标准后全部回注地层；初期雨水、甲板冲洗水进入生产分离器处理；生活垃圾、工业垃圾运回陆地处理，生活污水排放量增加至 $60m^3/d$，叠加背景值后超标的海域也在排放点 1 个网格（50m）范围内，因此本工程运营期对海洋环境的影响较小。

8.1.7 环境风险分析结论

本工程在调整井钻/完井和生产阶段有可能发生的事故包括地质性溢油事故、井喷、生产设施火灾和爆炸、船舶碰撞及依托管道油气泄露事故。通过主要环境风险事故概率分析，井喷概率为 6.12×10^{-5} 次/a，平台发生火灾和爆炸事故的概率不高于 3×10^{-5} 次/a，地质性油气泄漏风险事故可控。船舶碰撞溢油事故概率小于 5.0×10^{-6} 次/a。

对于本工程溢油事故而言，环境敏感区主要有水产种质资源保护区、海洋保护区浅海养殖区等。由于工程本身即位于水产种质资源保护区内，一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施，将对周边水产种质资源造成严重污染。

针对可能发生的风险事故，赵东作业分公司已编制完成《赵东油田石油勘探开发生产溢油应急计划》并进行了修订，该应急计划中应急组织机构清晰、溢油处置方案合理、应急设备保障全面，能够满足本工程施工期和运营期环境事故应急需求。

针对本项目周边环境比较敏感的情况，报告表明确了：

（1）尽量提高钻井液的循环利用率，减少废弃排海钻井液量。严格控制钻屑和钻井液的排放速率，尽量减少悬浮泥沙影响面积；

（2）进一步优化钻井作业计划，尽量缩短调整井的施工期；

（3）优化调整工期，在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）特别保护期（4 月 25 日～6 月 15 日）应避免非油层段水基钻井液、钻屑排海；

（4）当发生突发性事故时，及时与当地海洋和渔业主管部门联系，并采取积极的措施，将对海洋生态环境影响及水产资源污染损害程度降低到最小。

（5）加强运营期对海洋生态环境的监测等措施控制和消除污染。

8.1.8 工程建设环境可行性

本次赵东油田 C-4 区块 CP2 平台共实施调整井 24 口，包括 18 口生产井和 6 口注水井.在 C/D 区块 ODA 平台进行生活污水设施升级改造，工程实施对环境的影响主要是施工期对海洋环境产生一定的影响，但影响是有限的、短期且可恢复的；调整井投入运营后污染物种类不变，生产水经生产水处理设施处理后全部达标注入地层，无生产水排海。因此，在积极落实各项污染防治措施的情况下，从环境保护角度讲，项目建设可行。

8.2 建议

（1）在钻完井过程中，提高钻井液循环使用率，通过延长钻井液使用寿命减少钻井液的使用量和排放量。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生物毒性第一部分分级》（GB18420.1-2009）的要求。

（2）钻井作业时，严格控制排海钻屑和钻井液的排放速率，排放选择有利于污染物扩散的潮期排放，尽量减少钻屑与钻井液排放引起的入海悬浮沙增加的影响面积，最大限度地减少对海洋环境的影响。

（3）加强油田生产阶段各项监测措施。

（4）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。

（5）加强作业设施消防系统、探测报警设施、溢油应急处理设备等的使用和维护。

9 预审和审查意见

预审意见:

预审单位公章
经办人（签名）:

年　月　日

审查意见:

审查部门公章
经办人（签名）:

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

附件

1. 委托书
2. 关于赵东油田作业权交接历程
3. 关于渤海湾浅海赵东区块 C/D 油田开发生产环境影响报告书的批复函
4. 关于渤海湾浅海赵东区块 C/D 油田开发项目环境影响补充评价的批复
5. 关于渤海湾浅海赵东区块 C/D 油田开发项目环境影响补充报告核准意见的复函
6. 关于渤海湾浅海赵东油田 C-4 区块环境影响报告书核准意见的复函
7. 关于渤海湾浅海赵东油田扩建项目环境影响报告书核准意见的复函
8. 关于重新核准渤海湾浅海赵东油田 C/D 区块扩建项目环境影响报告书的函
9. 国家海洋局关于赵东油田竣工验收的复函
10. 国家海洋局关于赵东平台 35kV 变电站电源线（海缆部分）项目环境影响报告书核准意见的批复
11. 关于赵东油田 2013 年调整井环境影响评价报告表核准意见的批复
12. 关于赵东油田 2014 年调整井环境影响评价报告表核准意见的批复
13. 关于赵东油田 2016 年调整井项目环境影响报告表核准意见的批复
14. 关于 2019 年赵东合作区块 CD 区调整井环境影响报告表核准意见的批复
15. 天津合佳威立雅服务有限公司固体废物处理合同
16. 天津合佳威立雅服务有限公司生产经营许可证
17. 蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司固体废弃物处理合同
18. 蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司生产经营许可证
19. 天津滨海新区瑞吉安物资再利用有限公司合同
20. 危险废物转移联单
21. 溢油应急计划备案登记表
22. 2018 年 5 月现状调查 CMA 封面影印件