



编号：COES-001-HP-2020

涠洲 11-4 油田调整项目

环境影响报告书

建设单位： 中海石油（中国）有限公司湛江分公司

环评单位： 中海石油环保服务（天津）有限公司

编制时间： 2020年8月

打印编号: 15 95554773000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	p9609n		
建设项目名称	酒洲11-4油田调整项目		
建设项目类别	48_166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	报告书		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	中海石油 (中国) 有限公司湛江分公司		
统一社会信用代码	91440800707913938N		
法定代表人 (签章)	胡广杰		
主要负责人 (签字)	杨云		
直接负责的主管人员 (签字)	丁光华		
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
范丽丽	11351143511110587	BH009521	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
齐莎莎	环境风险分析与评价、环境管理与环境监测	BH008674	
袁欢娟	区域自然环境概况、海洋工程的环境可行性	BH013744	
范丽丽	总论、工程概况、工程分析、清洁生产、总量控制、环境保护对策措施、环境影响评价结论及建议	BH009521	
邱照宇	环境影响预测与评价、环境保护的技术经济合理性	BH026179	

李青青	环境现状调查与评价、回顾性环境影响评价	BH021769	
-----	---------------------	----------	--

目 录

1	总论	1
1.1	评价任务由来与评价目的	1
1.2	报告书编制依据	2
1.3	环境影响评价和环境质量标准	6
1.4	环境影响要素和评价因子筛选	12
1.5	环境影响评价工作等级	13
1.6	评价范围与评价重点	14
1.7	环境敏感目标 and 环境保护目标	16
2	工程概况	17
2.1	项目基本情况	17
2.2	现有工程概况	22
2.3	本项目建设方案	27
2.4	依托工程及能力校核	37
3	工程分析	49
3.1	工程各阶段工艺分析及产污环节	49
3.2	工程各阶段污染源强核算	50
3.3	本项目实施前后污染物排放量对比	59
4	区域自然环境概况	60
4.1	自然环境概况	60
4.2	环境敏感目标	64
5	环境现状调查与评价	74
5.1	水文水动力现状调查与评价	74
5.2	地形地貌环境现状调查与评价	78
5.3	海水水质现状调查与评价	80
5.4	沉积物环境质量现状评价	110
5.5	海洋生物生态现状调查与评价	113
5.6	生物质量	140
5.7	渔业资源	148
6	回顾性环境影响评价	173

6.1	涠洲油田开发过程回顾.....	173
6.2	溢油情况回顾.....	186
6.3	油田周围海域环境质量回顾.....	186
7	环境影响预测与评价.....	201
7.1	水文动力环境影响分析与评价.....	201
7.2	地形地貌与冲淤环境影响分析与评价.....	214
7.3	海水水质环境影响预测与评价.....	214
7.4	沉积物环境影响分析.....	223
7.5	海洋生态环境影响分析与评价.....	224
7.6	主要环境敏感目标影响分析.....	233
8	环境风险分析与评价.....	235
8.1	风险调查.....	235
8.2	环境风险评价等级判定.....	236
8.3	风险识别.....	239
8.4	风险事故情形分析.....	241
8.5	溢油漂移数值预测.....	248
8.6	地质性溢油风险分析与评价.....	274
8.7	环境风险防范对策措施和应急方法.....	276
8.8	风险结论.....	300
9	清洁生产.....	302
9.1	建设项目清洁生产内容与符合性分析.....	302
9.2	建设项目清洁生产评价.....	303
10	总量控制.....	309
10.1	污染物总量控制因子.....	309
10.2	总量控制指标.....	309
10.3	排污混合区建议.....	311
11	环境保护对策措施.....	312
11.1	建设阶段环境保护对策措施分析.....	312
11.2	生产阶段的污染环境保护对策措施分析.....	314
11.3	海洋生态保护对策措施.....	318

11.4 污染防治措施、环境保护及生态保护措施汇总	320
11.5 环保竣工验收	322
12 环境保护的技术经济合理性	323
12.1 环境保护设施和对策措施的费用估算	323
12.2 环境保护的经济损益分析	323
12.3 社会效益	326
13 海洋工程的环境可行性	327
13.1 海洋环境功能区划符合性分析	327
13.2 海洋主体功能区规划符合性分析	328
13.3 海洋生态红线符合性分析	330
13.4 与其他相关规划符合性分析	330
13.5 产业政策的符合性分析	331
13.6 海洋生态建设方案	332
14 环境管理与环境监测	342
14.1 环境管理	342
14.2 环境监测计划	345
15 环境影响评价结论与建议	348
15.1 工程分析结论	348
15.2 环境现状分析与评价结论	349
15.3 环境影响预测分析与评价结论	353
15.4 环境风险分析与评价结论	356
15.5 清洁生产和总量控制结论	356
15.6 环境保护对策措施的合理性、可行性结论	357
15.7 公众参与情况	359
15.7 规划和政策符合性结论	359
15.8 建设项目环境可行性结论	361

1 总论

1.1 评价任务由来与评价目的

1.1.1 评价任务由来

涠洲 11-4 油田位于中国南海北部湾海域内，距广西北海市约 103km，东北距涠洲岛约 55km，距涠洲 12-1 油田 27km。油田区域水深 30~40m。现有海上设施主要包括涠洲 11-4A 平台（简称“WZ11-4WHPA”）、涠洲 11-4B 平台（简称“WZ11-4WHPB”），以及相应的海底管道和海底电缆。

涠洲 11-4 油田开发工程于 1989 年 8 月取得国家环境保护局的批复（（89）环监字第 275 号），1993 年 9 月投产。涠洲 11-4 油田生产原油最初通过海底管道输送至涠洲 10-3 油田“南海希望”号 FPSO 处理、储存、外输；1998 年涠洲 12-1 油田建设后，油田所生产原油通过海底管道输送至涠洲 12-1 油田、涠洲终端进一步处理、储存、外输。WZ11-4WHPB 平台生产物流通过海底管道输送至 WZ11-4WHPA 平台，与 WZ11-4WHPA 平台生产物流混合后在 WZ11-4WHPA 平台经油、气、水分离，分离出的原油（前期为 10%，为避免海管腐蚀，目前降到 5%）输送至 WZ12-1PUQB 平台处理，最终输送至涠洲终端。

2004 年，中海石油（中国）有限公司湛江分公司对 WZ11-4WHPA 平台上的原生产污水处理系统进行了改造，改气浮选为水力旋流，对水处理系统进行了扩容、升级扩容改造后处理能力为 14500 m³/d。2008 年，WZ11-4WHPA 平台新增生产污水回注系统，回注污水能力 5000 m³/d（水平泵 2500 m³/d×2）。以上变化，中国海洋石油总公司于 2011 年 8 月 2 日向原国家海洋局进行了报告（《关于海上油气田现状与环境影响报告书核对情况的报告》（海油总安〔2011〕539 号）。为了解北部湾油田群开发生产以来对海洋环境的影响程度，以及检验油田群所采取的防止海洋污染损害的措施和其实际效果，2005 年，中海石油（中国）有限公司湛江分公司委托国家海洋局南海环境监测中心对北部湾油田（涠洲 10-3、涠洲 11-4 和涠洲 12-1 油田）进行了环境影响后评价，编制了《北部湾油田环境影响后评价报告》，2006 年 3 月，国家海洋局南海分局给出了核准意见（《关于北部湾油田环境影响后评价报告书核准意见的复函》（海南环字〔2006〕23 号））。

为了完善井网布局，改善注采效果，动用有效的剩余地质储量，从而提高油田的开

发效果，中海石油（中国）有限公司湛江分公司拟在涠洲 11-4 油田实施调整井项目，本次调整井项目计划在 WZ11-4WHPB 平台钻 10 口调整井（全部为生产井）；同时，由于 WZ11-4WHPA 平台水力旋流器处理效率下降，为减少水力旋流器旋流管的维护清洗频率，提高生产水的处理效果，拟对 WZ11-4WHPA 平台的 1 台水力旋流器的旋流管进行升级改造及增加精细处理装置，改造后生产水总处理能力提升到 17500m³/d。

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》的规定，受中海石油（中国）有限公司湛江分公司的委托，中海石油环保服务（天津）有限公司承担了本次工程的环境影响工作，并依据有关法规、导则的要求完成了《涠洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书》。

1.1.2 评价目的

本次环评针对涠洲 11-4 油田拟实施的调整井及生产水处理系统升级改造开展环评工作。本项目影响评价目的主要包括：

- （1）分析建设项目评价范围内的环境质量现状、周围海域的渔业资源状况和环境敏感目标情况，回顾分析油田所处海域的环境质量状况。
- （2）回顾涠洲 11-4 油田现有海上设施及其环保设施运行情况，识别是否存在环保问题。
- （3）分析本次工程在海上建设及生产阶段新增的主要污物及其防治措施。预测新增主要污染物可能造成的环境影响范围和程度，提出污染物排放总量控制指标建议和减缓环境影响的对策建议。
- （4）论证本项目投产后的环境可行性，从而为项目主管部门和环境保护主管部门提供决策依据，为项目的环境保护设计提供科学依据，为建设单位实施完善的环境管理提供可操作依据。

1.2 报告书编制依据

1.2.1 法律

- 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日实施）；
- 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017 年 11 月 4 日修正，2017 年 11 月 5 日实施）；

- 《中华人民共和国环境影响评价法》(2018 年 12 月 29 日修正, 2018 年 12 月 29 日实施);
- 《中华人民共和国渔业法》(2013 年 12 月 28 日修正);
- 《中华人民共和国清洁生产促进法》(2012 年 2 月 29 日修正, 2012 年 7 月 1 日实施);
- 《中华人民共和国大气污染防治法》(2018 年 10 月 26 日修正, 2018 年 10 月 26 日实施);
- 《中华人民共和国水污染防治法》(2017 年 6 月 27 日修正, 2018 年 1 月 1 日实施);
- 《中华人民共和国噪声污染防治法》(2018 年 12 月 29 日修正, 2018 年 12 月 28 日实施);
- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(2020 年 4 月 29 日修订, 2020 年 9 月 1 日实施);
- 《中华人民共和国海上交通安全法》(2016 年 11 月 7 日修正, 2016 年 11 月 7 日实施)。

1.2.2 行政法规与部门规章

- 《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 日实施);
- 《建设项目环境保护管理条例》(国务院令 第 682 号, 2017 年 10 月 1 日实施);
- 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(国务院令 第 698 号, 2018 年 3 月修订);
- 《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例实施办法》(国土资源部令 第 64 号, 2016 年 1 月 8 日实施);
- 《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);
- 《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》(农业部, 2016 年 4 月 20 日实施);
- 《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 年 5 月 1 日起施行);

- 《中华人民共和国自然保护区条例》(国务院令第 167 号, 2017 年 10 月 7 日修订);
- 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》(国务院令第 645 号, 2013 年 12 月 7 日修改);
- 《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 年 2 月 24 日实施);
- 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》(国发〔2011〕35 号, 2011 年 10 月 17 日实施);
- 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(环发〔2012〕77 号, 2012 年 7 月 3 日实施);
- 《中华人民共和国突发事件应对法》(中华人民共和国主席令 第六十九号, 2007 年 11 月 1 日起施行);
- 《中华人民共和国海洋倾废管理条例》(国务院令第 676 号, 2017 年 3 月 1 日修订);
- 《防治船舶污染海洋环境管理条例》(国务院令第 698 号, 2018 年 3 月 19 日修订);
- 《国家危险废物名录》(环境保护部令 39 号, 2016 年 8 月 1 日实施);
- 《环境影响评价公众参与办法》(生态环境部令第 4 号, 2019 年 1 月 1 日实施);
- 《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, 2018 年 11 月 30 日实施)。

1.2.3 规划、功能区划及保护规划

- 《国务院关于印发全国海洋主体功能区规划的通知》(国发〔2015〕42 号, 2015 年 8 月 1 日实施);
- 《全国海洋功能区划(2011 年-2020 年)》(国函〔2012〕13 号, 2012 年 3 月 3 日批准);
- 《全国海洋生态环境保护规划(2017 年-2020 年)》(国家海洋局, 2018 年 2 月印发);
- 《广西壮族自治区海洋功能区划(2011~2020);
- 《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》(2018 年 4 月);

- 《广西海洋生态红线划定方案》（2017 年 12 月批复）；
- 《广西壮族自治区海洋环境保护规划（2016-2025）》。

1.2.4 技术导则、规范

- 《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）；
- 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；
- 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）；
- 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2009）；
- 《船舶溢油应急能力评估导则》（JT/9T 877-2013）；
- 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）；
- 《建设项目危险废物环境影响评价指南》；
- 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18579-2001）及其修改单（环境保护部公告 2013 年第 36 号）；
- 《海洋监测规范》（GB 17378.1~7-2007）；
- 《海洋调查规范》（GB/T 12763.1~11-2007）；
- 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）；
- 《建设项目海洋环境跟踪监测技术规程》（国家海洋局，2002.4）；
- 《海洋生态损害评估技术指南》（国家海洋局，2013 年 8 月）；
- 《海洋生态资本评估技术导则》（GB/T 28058-2011）。

1.2.5 质量标准和污染物排放标准

- 《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）；
- 《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB 18420-2009）；
- 《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）；
- 《海水水质标准》（GB 3097-1997）；
- 《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）；
- 《海洋生物质量》（GB18421-2001）；
- 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》；
- 《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）。

1.2.6 工程资料及有关批复文件

- 涠洲 11-4 油田调整项目环评委托书（见附件 1）；
- 《南海涠 11-4 油田开发工程环境影响评价报告》（1988 年 10 月）；
- 建设单位提供的其它设计资料。

1.3 环境影响评价和环境质量标准

1.3.1 环境质量标准

根据《广西壮族自治区海洋功能区划》（2011~2020 年）和《广西海洋生态红线划定方案》，本项目不在《广西壮族自治区海洋功能区划》（2011~2020 年）和《广西海洋生态红线划定方案》划定范围内。

根据本项目海洋环境质量现状调查站位布设情况，春秋两季海洋环境质量调查站位，P6 位于《广西壮族自治区海洋功能区划》（2011~2020 年）中的“B8-4 涠洲岛-斜阳岛保留区”，其海水水质要求为不劣于现状水平，其他监测站位均不在《广西壮族自治区海洋功能区划》（2011~2020 年）和《广西海洋生态红线划定方案》之内。

综上所述，本项目春秋两季海洋环境质量调查站位的水质、沉积物、海洋生物质量均从第一类标准开始评价，针对超标因子，进一步采用第二类、第三类或第四类评价标准，评价至符合某类标准为止。

表 1.3-1 环境质量标准

类别	采用标准		适用对象
海水水质	《海水水质标准》（GB3097-1997）	从第一类标准开始评价，评价至满足标准为止	环境质量现状评价、环境影响评价
海洋沉积物	《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）		海洋沉积物质量评价
海洋生物生态	《海洋生物质量》（GB18421-2001）		贝类（双壳类）的生物质量评价
	《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》	/	鱼类、甲壳类和软体类的重金属生物质量评价
	《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）	/	鱼类、甲壳类和软体类的石油烃生物质量评价

表 1.3-2 海水水质评价标准单位：mg/L（pH 除外）

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
悬浮物	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
DO	>6	>5	>4	>3

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
COD	≤2	≤3	≤4	≤5
无机氮	≤0.20	≤0.30	≤0.40	≤0.50
活性磷酸盐	≤0.015	≤0.030		≤0.045
石油类	≤0.05		≤0.30	≤0.50
挥发性酚	≤0.005		≤0.010	≤0.050
硫化物（以 S 计）	≤0.02	≤0.05	≤0.10	≤0.25
氰化物	≤0.005		≤0.10	≤0.20
铜	≤0.005	≤0.010	≤0.050	
铅	≤0.001	≤0.005	≤0.010	≤0.050
锌	≤0.020	≤0.050	≤0.10	≤0.50
镉	≤0.001	≤0.005	≤0.010	
汞	≤0.00005	≤0.0002		≤0.0005
砷	≤0.020	≤0.030	≤0.050	
总铬	≤0.05	≤0.10	≤0.20	≤0.50

表 1.3-3 沉积物评价标准（单位：10⁻⁶）

项目	第一类	第二类	第三类
有机碳（10 ⁻² ）	≤2.0	≤3.0	≤4.0
石油类	≤500.0	≤1000.0	≤1500.0
硫化物	≤300.0	≤500.0	≤600.0
铜	≤35.0	≤100.0	≤200.0
铅	≤60.0	≤130.0	≤250.0
锌	≤150.0	≤350.0	≤600.0
镉	≤0.50	≤1.50	≤5.00
汞	≤0.20	≤0.50	≤1.00
砷	≤20.0	≤65.0	≤93.0
铬	≤80.0	≤150.0	≤270.0

表 1.3-4 海洋生物质量评价标准（单位：mg/kg）

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

注：由于双壳类软体动物以外的其他生物体中铬和砷无评价标准，因此不对双壳类以外的其他生物体中铬和砷进行评价。

1.3.2 污染物排放标准

本项目位于中国南海北部湾海域，根据《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008），工程所在海域属于一级海域；根据《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB 18420-2009），工程所在海区属于一级海区。本项目在建设过程中所产生

的相关污染物的处理与排放标准见表 1.3-5。

(1) 海洋石油勘探开发污染物排放标准

① 钻井液、钻屑

本项目调整井使用水基钻井液。所排放的水基钻井液、水基钻井液钻屑需达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)中一级要求；钻井液和钻屑的生物毒性容许值需符合《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》(GB 18420-2009)一级海区要求。

② 含油生产水

生产水的排放浓度限值需达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)中一级要求；生产水的生物毒性容许值需符合《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》(GB 18420-2009)一级海区要求。

③ 生活污水

根据《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)，固定式和移动平台及其他海上钻井设施排放的生活污水中的 COD 的含量需满足一级标准 (COD≤300mg/L)。

④ 生产垃圾和生活垃圾

根据《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)一级标准要求，固定式和移动平台及其他海上钻井设施产生的生产垃圾禁止排放或弃置入海；生活垃圾禁止排放或弃置入海。

(2) 船舶污染物

在施工过程中，施工作业船舶主要产生船舶生活污水、船舶机舱含油污水、船舶生活垃圾。

① 船舶机舱含油污水

根据《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)，机器处所油污水污染物排放浓度石油类≤15mg/L。

② 船舶生活污水

本项目位置距离最近陆地的距离大于 12 海里，根据《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)，本项目施工船舶生活污水的排放控制要求为：“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。”

③ 船舶生活垃圾

根据《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018),在任何海域,应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾收集并排入接收设施。对于食品废弃物,在距最近陆地 3 海里以内(含)的海域,应收集并排入接收设施;在距最近陆地 3 海里至 12 海里(含)的海域,粉碎或磨碎直径不大于 25 毫米后方可排放;在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。

本项目严格执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)对船舶生活垃圾的排放要求。

④ 船舶大气污染物

根据《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),海船进入排放控制区应使用硫含量不大于 0.5% m/m 的船用燃油。

表 1.3-5 污染物处置与排放标准

污染物		采用标准	等级	标准值	适用对象
生产水		《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)	一级	石油类≤20mg/L (月均值) 石油类≤30mg/L (一次允许值)	生产阶段生产水处理
		《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》(GB 18420-2009)	一级	生物毒性≥100 000mg/L	
水基钻井液、水基 钻井液钻屑		《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB 4914-2008)	一级	排海含油量≤1% Hg≤1mg/kg Cd≤3mg/kg	钻井完井作业过程中 排放的水基钻井液、 水基钻井液钻屑
		《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》(GB 18420-2009)	一级	生物毒性容许值≥30 000mg/L	
生活污水		《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB 4914-2008)	一级	COD≤300mg/L	钻井平台、海上平台生活 污水
生产/生活垃圾		《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB 4914-2008)	一级	禁止排放或弃置入海	钻井平台、海上平台产生 的生产/生活垃圾
船舶机舱含油污水		《船舶水污染物排放控制标准》 (GB 3552-2018)	/	含油量≤15mg/L	船舶污染物的排放
船舶 垃圾	塑料制品及 其他垃圾	《船舶水污染物排放控制标准》 (GB 3552-2018)		禁止投入水域	
	食品废弃物			在距最近陆地 3 海里以内(含)的海域,应收集并排入接收设施;在距最近陆地 3 海里至 12 海里(含)的海域,粉碎或磨碎至直径不大于 25mm 后方可排放;在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。	

污染物		采用标准	等级	标准值	适用对象
生活污水				BOD ₅ ≤50mg/L SS≤150mg/L 耐热大肠菌群数≤1000 个/L	2012 年 1 月 1 日前安装 (含更换) 生活污水处理 装置
				BOD ₅ ≤25mg/L SS≤35mg/L 耐热大肠菌群数≤1000 个/L COD _{Cr} ≤125mg/L PH:6~8.5 总氯(总余氯) 0.5 mg/L	2012 年 1 月 1 日及以后 安装(含更换) 生活污水 处理装置
船舶大气污染物		《船舶大气污染物排放控制区实施方案(交海发[2018]168号)》的要求	/	船舶所使用的燃料油和大气污染物的排放应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案(交海发(2018)168号)》的要求,其中海船进入排放控制区应使用硫含量不大于 0.5% _{m/m} 的船用燃油。	在排放控制区(包括沿海控制区和内河控制区)内航行、停泊、作业的船舶

1.3.3 生产水回注标准

本项目生产水经处理达标后，部分排海，部分注入地层。涠洲油田整体以中、高孔高渗特征为主，油田油组渗透率平均值为 $1.47\mu\text{m}^2$ ，根据行业标准《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》(SY/T 5329-2012)，注水水质指标含油量 $\leq 30\text{mg/L}$ 。

表 1.3-3 注水水质控制指标（注入层平均空气渗透率为“ $>0.5\sim\leq 1.5$ ” μm^2 ）

编号	分析项目	单位	指标	编号	分析项目	单位	数量
1	悬浮固体含量	mg/l	≤ 10.0	5	平均腐蚀率	mm/a	≤ 0.076
2	悬浮物颗粒直径中值	μm	≤ 4.0	6	SRB	个/ml	≤ 25
3	含油量	mg/l	≤ 30.0	7	TGB	个/ml	$< n \times 10^4$

1.4 环境影响要素和评价因子筛选

涠洲 11-4 油田开发项目建设期间，在钻完井作业过程中，有少量的水基钻井液和水基钻井液钻屑的排放；在生产阶段，本项目产生的含油生产水处理达标后排海，少量注入地层，对海洋环境会产生一定的不利影响。

此外，海上施工和生产阶段参加作业的人员和船舶将产生少量的船舶含油污水、生活污水和食品废弃物等生活垃圾及少量生产垃圾。生活垃圾（除船舶的食品废弃物）及生产垃圾运回陆地处理，船舶含油污水和生活污水分别经处理达到相应的排放标准后排海，仅对海洋环境产生局部轻微影响。

事故性溢油是较严重的潜在污染源，溢油可能会对附近生态环境和渔业资源造成损害，在不利风向条件下还可能威胁到沿岸自然保护区等环境敏感目标。

本项目环境影响要素的识别见下表。

表 1.4-1 污染环境要素和评价因子分析一览表

开发阶段	施工过程及污染排放情况	评价因子	排放（控制）方案	影响要素	影响程度
施工期	机舱含油污水	石油类	达标排海	海水水质、海洋生态环境	小
	生活污水	COD、大肠菌群、SS	达标间断排放	海水水质、海洋生态环境	小
	生活垃圾	食品废弃物、包装物等	运回陆地处理	—	无
	生产垃圾	废弃边角料、油渣、油棉纱等	运回陆地处理	—	无

开发阶段	施工过程及污染排放情况	评价因子	排放（控制）方案	影响要素	影响程度
	钻井液、钻屑	悬浮物	达标排海	海水水质、海洋生态环境	中
运营期	含油生产水	石油类	处理达标后排海，少量注入地层	—	中
	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	食品废弃物、包装物等	运回陆地处理	—	无
	生产垃圾	废弃边角料、油渣、油棉纱等	运回陆地处理	—	无
事故状态下	环境风险事故下的溢油	石油类	直接排放	海水水质、海洋沉积物、海洋生态环境	大

1.5 环境影响评价工作等级

本项目属于海洋油（气）开发及其附属工程，根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）中评价等级划分原则，确定单项海洋环境影响要素为海水水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态和生物资源环境、环境风险等。

表 1.5-1 海洋工程建设项目各单项环境影响评价内容

建设项目类型和内容	环境影响评价内容						
	海水水质环境	海洋沉积物环境	海洋生态和生物资源环境	海洋地形地貌与冲淤环境	海洋水文动力环境	环境风险	其他评价内容
海洋油（气）开发及其附属工程	★	★	★	☆	☆	★	☆

注 1：★为必选环境影响评价内容；

注 2：☆为依据建设项目具体情况可选环境影响评价内容。

由表 1.5-1 可见，海洋水文动力环境和海洋地形地貌与冲淤环境的影响评价内容不是海洋油（气）开发及其附属工程的必选评价内容。本项目不涉及填海、疏浚等对海洋水文动力环境和海洋地形地貌与冲淤环境产生明显影响的工程内容。因此，本次评价将对海洋水文动力环境和海洋地形地貌与冲淤环境影响进行简要分析。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）（下文简称“导则”），海洋油（气）开发及其附属工程建设项目的环境影响评价等级主要根据海洋油（气）开发及其附属工程建设项目的环境影响评价等级主要根据污水每天排放量、年产油量以及所处海域的生态敏感性来确定。

涠洲 11-4 油田位于北部湾二长棘鲷产卵场和北部湾绯鲤类产卵场内，属于“生态环

境敏感区”。本项目投产后，污水排放量最大为 16535.79m³/d（大于 10000m³/d）。本项目水质、沉积物、生态和生物资源环境的评价等级见下表。

表 1.5-2 评价等级

海洋工程分类	工程类型和工程内容	工程规模	工程所在海域特征和生态环境类型	评价等级		
				水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境
海洋矿产资源勘探开发及其附属工程类	海洋油（气）开发及其附属工程	污水排放量 > 10000m ³ /d	生态环境敏感区	1	1	1

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）要求，确定本项目的海洋环境影响评价等级为 1 级。

环境风险评价等级：本项目运营生产阶段涉及的主要危险物质是油类（原油、柴油）、天然气，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），针对油类（原油、柴油）和天然气进行风险潜势判断以确定评价等级。根据本项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性，确定本项目的风险潜势为 III 级，判定本项目风险评价等级为二级。环境风险评价等级判断的具体过程详见报告书“8 环境风险分析与评价”篇章中内容。

1.6 评价范围与评价重点

1.6.1 评价范围

根据各专题评价工作等级、污染物排放负荷和排放方式、自然环境特征及重点环境保护目标，确定环境影响评价范围。主要依据被评价海域及周边海域的生态完整性确定，调查与评价范围应覆盖可能受到影响的海域，本项目海洋环境影响评价等级为 1 级，根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）（下文简称“导则”）规定，海洋生态和生物资源的调查评价范围：1 级评价项目扩展距离一般不小于 8km~30km。因此，确定本次评价范围为以工程用海（包括本项目平台及海上依托平台）外缘线为起点，分别向主潮流方向及垂直主潮流方向各外扩 10~28km，评价范围为 67km × 63km=4221km² 海域，评价范围四至坐标参见表 1.6-1，评价范围见图 1.6-1。

表 1.6-1 评价范围界点坐标

界点	纬度	经度
A		
B		
C		
D		

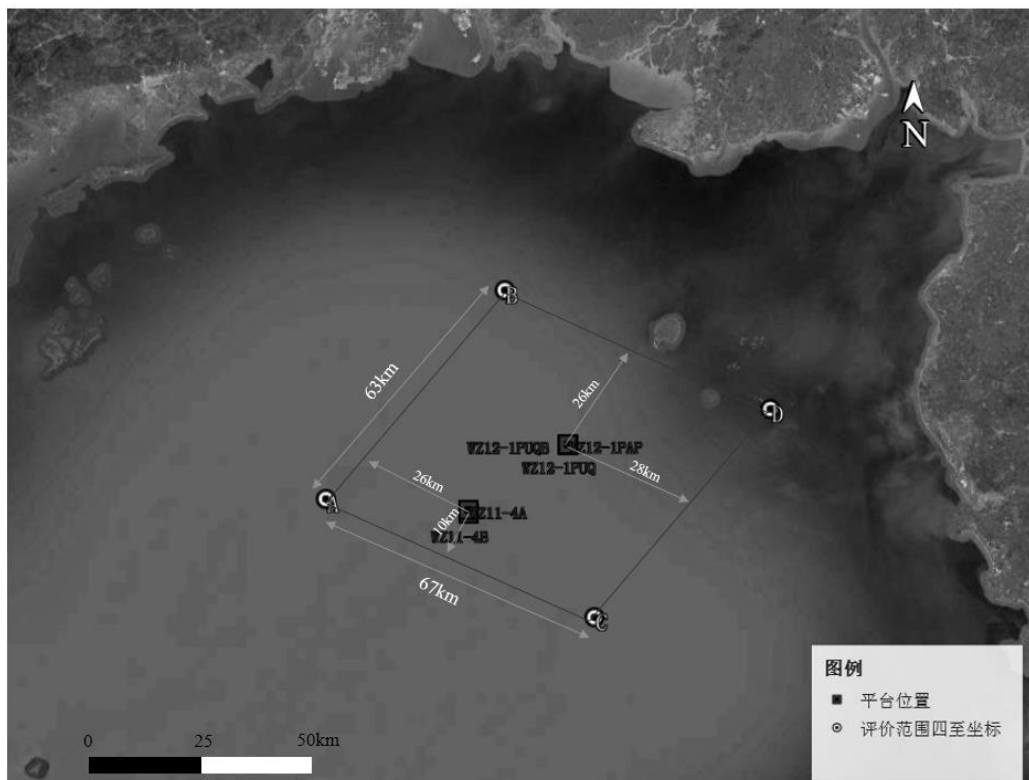


图 1.6-1 评价范围示意图

1.6.2 评价内容

根据环境影响识别和有关技术规范的要求，确定本次环境影响评价的评价内容主要为：本项目施工期和运营期产生的各类污染物（主要是钻井液、钻屑、生活污水和含油生产水等）对海水水质、沉积物和海洋生态环境影响评价，以及潜在的溢油事故对海水水质、海洋生态和渔业资源的影响评价。

1.6.3 评价重点

依据本项目的特点，在对评价因子进行筛选的基础上，确定本次环境影响评价的评价重点包括：

- (1) 现有工程概况回顾；
- (2) 钻完井作业期间钻井液、钻屑的排放对工程周围海水水质、沉积物和底栖生

物的影响范围及程度；

(3) 生产期间含油生产水的排放对工程周围海水水质、海洋生态和渔业资源影响范围及程度；

(4) 环境保护对策措施与清洁生产分析；

(5) 溢油事故风险分析及其防范对策措施。

1.7 环境敏感目标和环境保护目标

1.7.1 环境敏感目标

本项目位于中国南海北部湾海域，距离较近的敏感目标主要是油田所在海域附近的经济鱼类产卵场。本项目位于北部湾二长棘鲷产卵场和北部湾绯鲤类产卵场内，距北部湾金线鱼产卵场最近距离约 9.4km，与其他产卵场距离在 10km 以上。

本项目距北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区最近距离约 10.4km，距南海北部幼鱼繁育场保护区最近距离约 14.0km，距二长棘鲷幼鱼幼虾保护区最近距离约 39.6km，与其他海洋保护区、自然保护区等敏感目标的距离均在 50km 以上。

主要环境敏感目标具体描述详见报告书“4 区域自然环境概况”篇章中内容。

1.7.1 环境保护目标

本项目在正常作业情况下环境保护目标为工程周围海域的海水水质、沉积物质量、海洋生物质量及重要鱼类产卵场等。

溢油情况下的环境保护目标为工程周围海域海水水质、海洋渔业资源、海洋生态环境等环境敏感目标。

2 工程概况

2.1 项目基本情况

项目名称：涠洲 11-4 油田调整项目

建设单位：中海石油（中国）有限公司湛江分公司

建设性质：改扩建

劳动定员：WZ11-4WHPA 平台定员 120 人，WZ11-4WHPB 平台定员 6 人，本项目不新增定员。

生产天数：360 天

项目总投资：本项目总投资 █████ 万元，其中环保投资约 █████ 万元。

工程内容：

(1) WZ11-4WHPB 平台实施 10 口调整井（生产井）工程。

(2) WZ11-4WHPA 平台拟进行生产水处理系统扩容升级改造：

①水力旋流器升级改造：对 WZ11-4WHPA 平台 2004 年投用的 1 台水力旋流器（4500m³/d）的旋流管进行升级，改造后生产水处理能力提升到 7500m³/d。

②新增 2 套生产水精细过滤器（5400m³/d×2）及 1 台污水增压泵，相应的管线、电气仪表的连接改造等，对经水力旋流器处理后的部分生产水进行进一步处理，确保达标排放。

2.1.1 地理位置

本项目位于南海北部湾海域，涠洲油田群距离广西北海市约 80km，距离涠洲岛西南约 37km，油田区域水深 30~40m。涠洲 11-4 油田距广西北海市约 103km，东北距涠洲岛约 55km，距涠洲 12-1 油田约 27km。涠洲 11-4 工程地理位置见图 2.1-1。

本次调整井工程位于 WZ11-4WHPB 平台，生产水处理系统扩容升级改造工程位于 WZ11-4WHPA 平台，与本项目相关的现有主要设施坐标见表 2.1-1。

表 2.11 工程坐标

内容	名称	经度 (E)	纬度 (N)
本项目所在平台	WZ11-4WHPA 平台		
	WZ11-4WHPB 平台		
依托工程	WZ12-1PAP 平台		
	WZ12-1PUQB 平台		
	WZ12-1PUQ 平台		
	涠洲终端		



图 2.1-1 涠洲 11-4 油田地理位置图

2.1.2 油田构造特征和地质油藏概况

(1) 构造特征

涠洲 11-4 构造位于北部湾盆地北部坳陷涠西南低凸起上（涠西南凹陷东南斜坡的延续抬起部分），涠西南低凸起是在涠西南凹陷和海中凹陷之间的北东东向凸起，其南部以三号断裂与海中凹陷相隔，其余三面与涠西南凹陷相连。在低凸起顶部缺失古近系，新近系直接覆盖在古生界轻变质砂、页岩之上。涠洲 11-4 油田整体构造为一中间宽两翼窄的背斜构造，近东西向展布；整个构造具有顶部缓，两翼陡的特点。含油范围内断层较少，在构造的东南部受断层影响。

(2) 油藏特征

涠洲 11-4 油田拥有三个油组，各自独立成藏，有不同的原油性质和油水界面，属于构造油藏，其中 I 油组、II 油组为底水油藏，III 油组为以底水为主的边底水油藏。测试

资料表明，各油组产气量很少，溶解气驱动能量很小。

2.1.3 原油性质及天然气物性

涠洲 11-4 油田，原油性质特点见下表。

表 2.1-2 涠洲 11-4 油田原油物性

密度 (20℃):		g/cm ³	闪点(闭口):		℃
含硫量		%	沥青质		%
硅胶质		%	含蜡量 (吸附法):		%
动力粘度 (50℃):		mPa.s	含砂量:		% (m/m)

涠洲 11-4 油田天然气组分见下表。

表 2.1-3 涠洲 11-4 油田天然气组分

组分	数值	单位	组分	数值	单位
C ₂		mol%	nC ₅		mol%
C ₃		mol%	C ₆₊		mol%
iC ₄		mol%	C ₁		mol%
nC ₄		mol%	硫化氢		ppm
CO ₂		mol%	总硫		mg/m ³
iC ₅		mol%	二价硫		mg/m ³

注：上表数据来自《2019 年下半年涠洲作业公司天然气分析报告》中的涠洲 11-4 火炬放空气

2.1.4 产能指标

涠洲 11-4 油田近三年产能实际生产指标见下表。

表 2.1-4 涠洲 11-4 油田近三年实际产能情况

时间	日产指标 m ³ /d				年产指标 10 ⁴ m ³ /a			
	液	油	水	气	液	油	水	10 ⁴ 气
2017			12546				287.1	
2018			12627				253.4	
2019			12783				246.6	

根据近三年统计数据，涠洲 11-4 油田，最大产液量为 █████ m³/d，最大产油量为 █████ m³/d，最大产水量为 12783 m³/d，伴生气最大产生量为 █████ m³/d。

2020~2032 年，涇洲 11-4 油田的产能指标预测数据见下表。

表 2.1-5 10 口调整井投产前后涇洲 11-4 油田生产指标预测表

时间	调整井投产前产能指标						本次 10 口调整井产能预测						调整井投产后的产能指标					
	日产油	日产水	日产气	年产油	年产水	年产气	日产油	日产水	日产气	年产油	年产水	年产气	日产油	日产水	日产气	年产油	年产水	年产气
年	m ³	m ³	m ³	10 ⁴ m ³	10 ⁴ m ³	10 ⁴ m ³	m ³	m ³	m ³	10 ⁴ m ³	10 ⁴ m ³	10 ⁴ m ³	m ³	m ³	m ³	10 ⁴ m ³	10 ⁴ m ³	10 ⁴ m ³
2020																		
2021																		
2022																		
2023																		
2024																		
2025																		
2026																		
2027																		
2028																		
2029																		
2030																		
2031																		
2032																		

本项目投产后，涠洲 11-4 油田产能指标如下。

表 2.1-6 涠洲 11-4 油田产能指标数据一览表

时间	日产指标					年产指标				
	液 (m ³ /d)	油 (m ³ /d)	水 (m ³ /d)	气 (10 ⁴ m ³ /d)	生产水回注 (m ³ /d)	液 (10 ⁴ m ³ /a)	油 (10 ⁴ m ³ /a)	水 (10 ⁴ m ³ /a)	气 (10 ⁸ m ³ /a)	生产水回注 (10 ⁴ m ³ /a)
2020										
2021										
2022										
2023										
2024										
2025										
2026										
2027										
2028										
2029										
2030										
2031										
2032										

本项目投产后，涠洲 11-4 油田最高产油量为 m³/d（2021 年），最高产水量为 17250m³/d（2032 年），伴生天然气最大产生量为 m³/d（2021 年）。

2.2 现有工程概况

2.2.1 涠洲 11-4 油田基本情况

涠洲 11-4 油田开发工程于 1989 年 8 月取得国家环境保护局的批复（（89）环监字第 275 号），批复的环评中工程由 WZ11-4WHPA、WZ11-4WHPB 两座平台及平台间的海底电缆管道组成。

涠洲 11-4 油田 1993 年 9 月投产，涠洲 11-4 油田生产原油最初通过海底管道输送至涠洲 10-3 油田“南海希望”号 FPSO 处理、储存、外输，生产水在 WZ11-4WHPA 平台经处理后达标排放，伴生气量少，用于 WZ11-4WHPA 平台发电或通过火炬系统燃烧排放。

1998 年涠洲 12-1 油田建设后，油田所生产原油通过海底管道输送至涠洲 12-1 油田、涠洲终端进一步处理、储存、外输。WZ11-4WHPB 平台生产物流通过海底管道输送至 WZ11-4WHPA 平台，与 WZ11-4WHPA 平台生产物流混合后在 WZ11-4WHPA 平台经油、气、水分离，分离出的原油（前期为 10%，为避免海管腐蚀，目前降到 5%）输送至 WZ12-1PUQB 平台处理，最终输送至涠洲终端。

2004 年，建设单位对 WZ11-4WHPA 平台上的原生产污水处理系统进行了改造，改气浮选为水力旋流，对水处理系统进行了扩容、升级，确保符合排污标准中关于污水排放浓度的要求。扩容改造后处理能力为 14500 m³/d。2008 年，WZ11-4WHPA 平台，新增生产污水回注系统，回注污水能力为 5000 m³/d（水平泵 2500 m³/d×2）。以上变化，中国海洋石油总公司于 2011 年 8 月 2 日向原国家海洋局进行了报告（《关于海上油气田现状与环境影响报告书核对情况的报告》（海油总安〔2011〕539 号）。

为了解北部湾油田群开发生产以来对海洋环境的影响程度，以及检验油田群所采取的防止海洋污染损害的措施和其实际效果，2005 年，中海石油（中国）有限公司湛江分公司委托国家海洋局南海环境监测中心对北部湾油田（涠洲 10-3、涠洲 11-4 和涠洲 12-1 油田）进行了环境影响后评价，编制了《北部湾油田环境影响后评价报告》，2006 年 3 月，国家海洋局南海分局给出了核准意见[《关于北部湾油田环境影响后评价报告书核准意见的复函》（海南环字〔2006〕23 号）。

2018 年，《涠洲油田群综合调整项目环境影响报告表》中对 WZ11-4WHPB 平台生活污水量进行了核算，并取得环评批复（国海环字〔2018〕89 号）。

涠洲 11-4 油田履行过的环评手续情况及后评价开展情况见下表。

表 2.2-1 涠洲 11-4 油田履行过的环评手续情况及后评价开展情况

开展时间	对应环评文件/相关报告文件	主要工程/工作内容	环评批复
1989 年	《涠 11-4 油田开发工程》	新建 WZ11-4WHPA、WZ11-4WHPB 两座平台及两平台间的海底电缆管道	于 1989 年获得国家环境保护总局批复〔(89)环监字第 275 号〕
2005 年	《北部湾油田环境影响后评价报告》	对北部湾油田（涠洲 10-3、涠洲 11-4 和涠洲 12-1 油田）进行了环境影响后评价	海南环字（2006）23 号）
2011 年	《关于海上油气田现状与环境影响报告书核对情况的报告》（海油总安[2011]539	对涠洲 11-4 油田 A 平台在 2004 年和 2008 年开展的生产水处理系统升级改造内容进行报告。	/
2018 年	《涠洲油田群综合调整项目环境影响报告表》	WZ11-4WHPB 平台生活污水总量核算	国海环字（2018）89 号

涠洲 11-4 油田现有工程组成见下表。

表 2.2-2 涠洲 11-4 油田现有工程组成概况一览表

工程类型	工程组成	装置及规模
主体工程	WZ11-4WHPA 平台	WZ11-4WHPA 平台为 8 腿综合平台，平台安装有动力系统、原油处理工艺系统、含油污水处理系统、燃料气系统、公用系统等多种类型的设备以及生活模块。
	WZ11-4WHPB 平台	WZ11-4WHPB 平台为 4 腿井口平台。平台上设有中控室（CCR），简单的工艺处理、工厂风和仪表风系统，海水公用以及喷淋消防系统，配电间、电池间、UPS 以及应急柴油发电机组及生活模块。
井口	WZ11-4WHPA 平台	总井 18 口，其中生产井 17 口，注水井 1 口。
	WZ11-4WHPB 平台	总井 15 口，全部为生产井 15 口。
辅助工程	海底输油管道	W11-4A 至 W11-4B，6"，1.8km，双层保温防腐结构。
		W11-4B 至 W11-4A，6"，1.8km，双层保温防腐结构。
	海底电缆	W11-4A 至 W11-4B，1.8km。
	海底输气管线	W11-4D 至 W11-4A，4"，16km。

工程类型	工程组成	装置及规模
环保工程	生活污水处理装置	WZ11-4WHPA 平台设有 1 套生活污水处理设施，设施型号为 SWCM-300，处理能力为 30m ³ /d。 WZ11-4WHPB 平台上设有 1 套生活污水处理系统，设施型号为 ECEP-QD-40，处理能力为 11m ³ /d。
	生产水处理系统	WZ11-4WHPA 平台上设有一套生产水处理设施，目前生产水处理能力为 14500m ³ /d。
公用工程	WZ11-4WHPA 平台上安装有燃料气系统、化学药剂注入系统、仪表风/工厂风系统、海水系统、消防系统、发电设备等。	
	WZ11-4WHPB 平台上安装仪表风/工厂风系统、海水系统、消防系统、发电设备等。	

2.2.2 涠洲 11-4 油田生产工艺

2.2.2.1 原油处理工艺

WZ11-4WHPB 平台生产物流通过海底管道输送至 WZ11-4WHPA 平台，与 WZ11-4WHPA 平台生产物流混合后在 WZ11-4WHPA 平台经油、气、水分离，分离出的原油（前期为 10%，为避免海管腐蚀，目前降到 5%）输送至 WZ12-1PUQB 平台，最终输送至涠洲终端进行储存和外输。

生产工艺流程：WZ11-4WHPA 平台各电潜泵井采出的井流进入生产管汇，然后进入生产分离器；WZ11-4WHPB 平台采出的井流通过海底管线输送至 WZ11-4WHPA 平台，进入生产分离器；两路井流分别在两个生产分离器内进行油、气、水的三相分离，分离后的伴生气送往火炬系统放空；生产水则进入含油污水处理系统处理。

通过生产分离器分离的原油，进入原油缓冲罐，在罐内缓冲、稳定，然后依靠原油外输泵增压，通过外输流量计计量和原油清管球发射器进入海底管线输至 WZ12-1PUQ/PUQB/PAP 平台处理，处理后外输至涠洲终端。

生产设备处理能力：原液处理能力：22172m³/d，油处理能力：2200 m³/d。

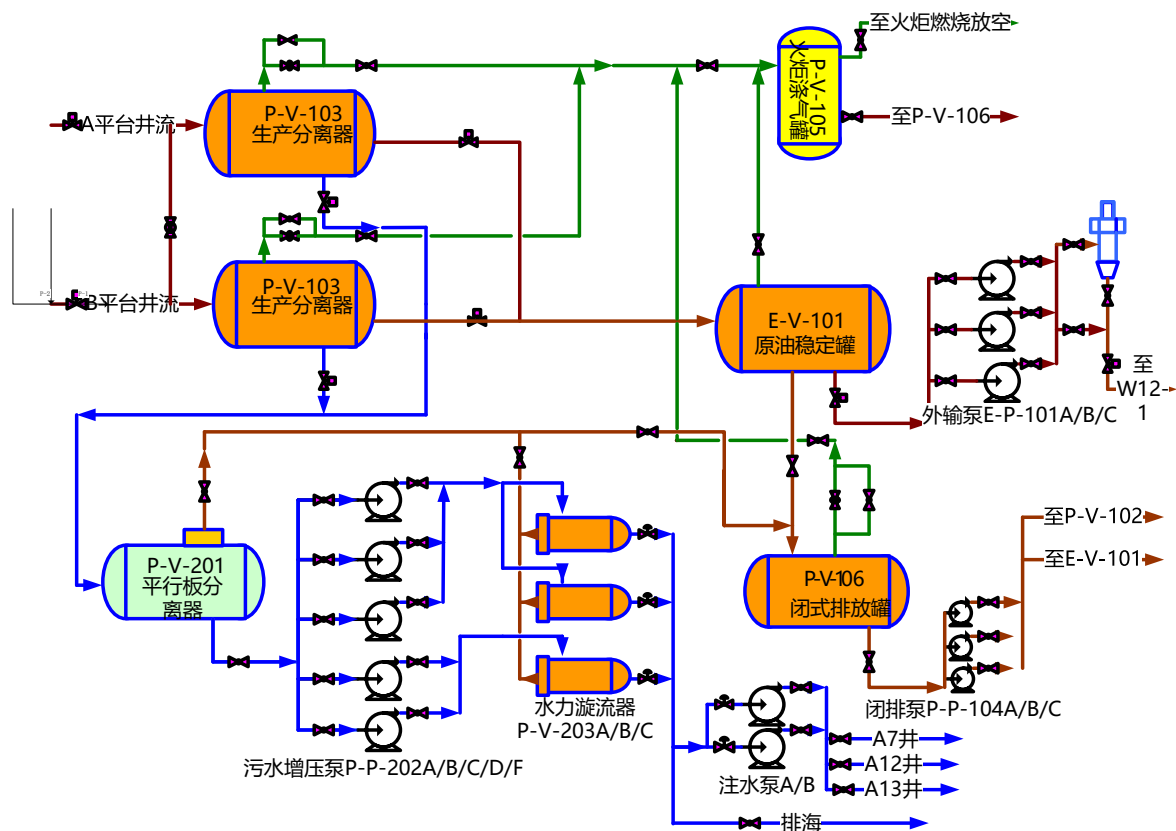


图 2.2-1 WZ11-4 油田原油处理工艺流程现状示意图

2.2.2.2 生产水处理系统

WZ11-4WHPA 平台，原环评批复的生产水处理系统为气浮选装置，其处理能力为 7200t/d。

由于生产水处理系统使用多年后性能下降，并为后续油田继续生产预留一定的处理余量，2004 年将原生产水处理系统气体浮选装置更换为 3 台水力旋流器（ $4500\text{ m}^3/\text{d} \times 2 + 5500\text{ m}^3/\text{d} \times 1$ ），生产水总处理能力提升到 $14500\text{ m}^3/\text{d}$ ，生产水经处理后达标排放。2008 年颁布了《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）并于 2009 年 5 月 1 日实施，一级海域的生产水石油类排放浓度限制从 30 mg/L 调整为月平均值低于 20 mg/L 。为实现减排及满足达标排放，2008 年新增生产水回注系统（回注能力 $2500\text{ m}^3/\text{d} \times 2$ ）。以上变化，2011 年 8 月 2 日，中国海洋石油总公司向原国家海洋局进行了报告（《关于海上油气田现状与环境影响报告书核对情况的报告》（海油总安（2011）539 号）。

WZ11-4WHPA 平台目前生产水处理系统处理能力为 $14500\text{ m}^3/\text{d}$ ，日均排海最大值约为 $13813\text{ m}^3/\text{d}$ 。

表 2.2-3 2017~2019 年涠洲 11-4 油田生产水排放量概况

年份	生产水年排放量(m ³)	日均排海数据量(m ³ /d)
2017	4403145	12231
2018	4517145	12548
2019	4972639	13813

2.2.2.3 注水系统

注水是从水力旋流器分离出来的生产水通过注水泵加压到注水井注入地下。平台上共有 2 台注水泵, 1 用 1 备, 注水能力为 2500×2 m³/d。注水来源为处理达标的生产水, 目前注水量约为 700m³/d。

2.2.2.4 生活污水系统

WZ11-4WHPA 平台上设有 1 套生活污水处理系统, 设施的型号为 SWCM-300, 处理能力为 30 m³/d。WZ11-4WHPB 平台上设有 1 套生活污水处理系统, WZ11-4WHPB 平台生活污水处理设施的型号为 ECEP-QD-40, 处理能力为 11m³/d。

WZ11-4WHPA 平台生活污水处理工艺流程: 生活污水经过化粪池/隔油池预处理后溢流到调节池, 调节池内的污水经过给水泵提升到水解酸化池, 水解酸化池内的污水溢流通过格栅进入 MBR 池, 污水在 MBR 池进行生化处理达标后, 达标入海。

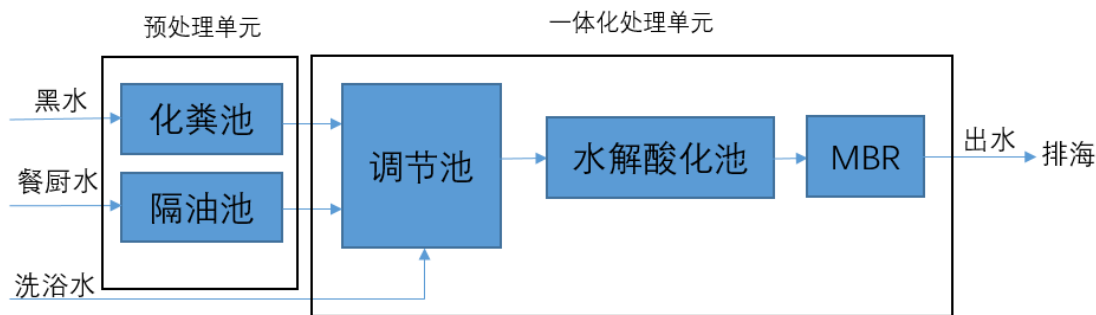


图 2.2-2 WZ11-4WHPA 生活污水处理系统示意图

WZ11-4WHPB 平台生活污水处理工艺流程为: 生活污水经化粪池/隔油池预处理的污水溢流到调节池, 调节池内的污水经过电解器处理后, 经给水泵进入缓冲罐, 采用出水泵抽吸, 进入排海管线, 达标排放。

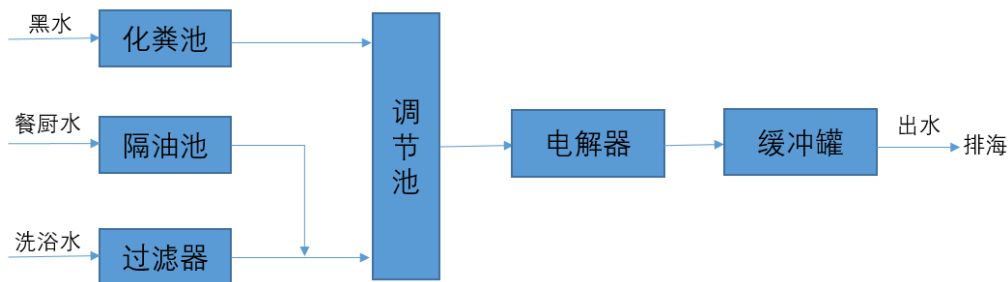


图 2.2-3 WZ11-4WHPB 平台生活污水处理系统流程示意图

2.2.2.5 供气系统

WZ11-4 油田由 WZ12-1 油田通过海管供气。目前，涠洲 11-4 油田燃料气消耗量为 35000m³/d。

2.2.2.6 供电系统

WZ11-4WHPA 平台三台透平发电机为平台动力供电，WZ11-4WHPB 平台由 WZ11-4WHPA 通过海底电缆供电。

2.3 本项目建设方案

本项目的工程内容包括：

- (1) WZ11-4WHPB 平台拟新增 10 口调整井工程，全部为生产井。
- (2) WZ11-4WHPA 平台拟进行生产水处理系统扩容升级改造，包括：对 WZ11-4WHPA 平台 2004 年投用的 1 台水力旋流器（4500 m³/d）的旋流管进行升级，改造后其生产水处理能力提升到 7500m³/d；新增 2 套生产水精细过滤器（5400m³/d×2）及 1 台污水增压泵，相应的管线、电气仪表的连接改造等，对经水力旋流器处理后的部分生产水进行进一步处理，确保达标排放。

表 2.3-1 本项目工程组成表

类别	工程内容	工程组成	工程规模
本项目	调整井工程	调整井	WZ11-4WHPB 平台拟新增 10 口调整井工程，全部为生产井
	生产水处理系统升级改造工程	水力旋流器升级	对 WZ11-4WHPA 平台 2004 年投用的 1 台水力旋流器（4500 m ³ /d）的旋流管进行升级，改造后其生产水处理能力提升到 7500m ³ /d

类别	工程内容	工程组成	工程规模
		新增精细过滤器	新增 2 套生产水精细过滤器（5400m ³ /d×2）及 1 台污水增压泵。
年生产天数	360 天		
定员	WZ11-4WHPA 平台定员 120 人，WZ11-4WHPB 平台定员 6 人，本次工程不新增定员。		
依托工程	调整井物流依托涇洲 11-4 油田和涇洲 12-1 油田现有生产处理设施进行处理。除 WZ11-4WHPA 平台生产水处理系统升级改造外，生活污水处理设施、供电、供气、给排水系统等公用工程均利用平台上现有装置，不另行新建或者扩容；不涉及新建集输管道/电缆内容。		

本项目平面布局见下图。

2.3.1 拟建调整井工程

2.3.1.1 拟建调整井概况

WZ11-4WHPB 油田拟开展 10 口调整井工程，全部为生产井，由钻井平台完成钻完井作业，井口概况见下表。

表 2.3-2 本次评价的拟调整井概况

平台	井名	井型	备注	老井号
WZ11-4WHPB	B2H1	生产井	老井侧钻	WZ11-4-B02
	B4H1	生产井	老井侧钻	WZ11-4-B04
	B5H1	生产井	老井侧钻	WZ11-4-B05
	B7H1	生产井	老井侧钻	WZ11-4-B07
	B8H1	生产井	老井侧钻	WZ11-4-B08
	B9H1	生产井	老井侧钻	WZ11-4-B09
	B12H1	生产井	老井侧钻	WZ11-4-B12
	B13H1	生产井	老井侧钻	WZ11-4-B13B
	B14H1	生产井	老井侧钻	WZ11-4-B14
	B15H1	生产井	老井侧钻	WZ11-4-B15

2.3.1.2 井槽布置图

WZ11-4B 平台井槽排列方式为：3×6，井口间距为：2.286m×2.286m。井槽布置见下图。

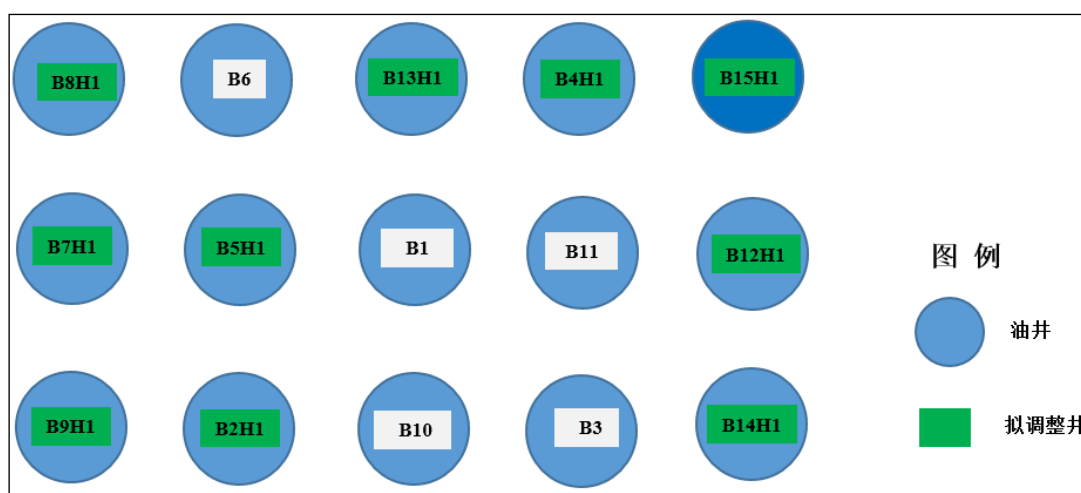


图 2.3-2 WZ11-4WHPB 平台拟调整井井槽示意图

2.3.1.3 井身结构

WZ11-4WHPB 平台拟进行的 10 口调整井井身结构见下表, 实际井身结构根据现场实际钻井情况可能会进行调整。

表 2.3-3 WZ11-4WHPB 平台井身结构数据概况一览表

平台名称	井名	井型	井别	井眼尺寸(in)×井深(m)	套管尺寸(in)×深度(m)
WZ11-4WHPB	B2H1	水平井	生产井		
	B4H1	水平井	生产井		
	B5H1	水平井	生产井		
	B7H1	水平井	生产井		
	B8H1	水平井	生产井		
	B9H1	水平井	生产井		
	B12H1	水平井	生产井		
	B13H1	水平井	生产井		
	B14H1	水平井	生产井		
	B15H1	水平井	生产井		

典型井身结构示意图见下图。

图 2.3-3 WZ11-4-B 平台井身结构示意图

2.3.1.4 钻井液体系

钻井阶段将根据地层岩性、井底温度和压力确定各井段钻井液体系，以达到防塌、防漏、防水化膨胀、防卡及安全、快速钻进和保护好油气层、保护好环境的要求。

拟建的 10 口调整井工程，全部使用水基钻井液。

钻井液使用方案：16" 井段使用海水聚合物钻井液体系，12-1/4" 使用海水聚合物钻井液体系，8-1/2" 井段使用 PRD 钻井液体系（属水基钻井液体系）。

使用的钻井液种类见下表。

表 2.3-4 本项目使用钻井液体系

平台	井段	钻井液类型	钻井液组分
WZ11-4 油田	16"	海水聚合物钻井液体系	
	12-1/4"	海水聚合物钻井液体系	
	8-1/2"	PRD 钻井液体系	

钻井液循环处理系统的工艺流程：从井口返出的钻井液和钻屑通过平台上设置的振动筛等设备进行分离处理后，分离出的钻井液返回泥浆池后循环使用。钻井结束后，水基钻井液将一次性达标排海。施工期所排放的水基钻井液、水基钻井液钻屑需达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中一级要求；钻井液和钻屑的生物毒性容许值需符合《海洋石油勘探开发污染物生

物毒性》(GB18420-2009)一级海区要求。不符合排放标准的钻屑和水基钻井液则全部运回陆地交有资质单位进行处理。

2.3.1.5 钻完井方式

钻井方式：本次调整井由钻井平台完成钻完井作业。

开采方式：电潜泵开采。

钻井工艺流程：刮管洗井，下防砂管柱，砾石充填作业，下生产管柱，安装采油树等。

完井工艺：推荐定向井采用套管射孔完井，推荐水平井采用裸眼完井。

2.3.1.6 施工计划

施工计划见下表。

表 2.3-5 WZ11-4WHPB 平台钻井时间方案

平台	时间	井数(口)	钻井天数(d)	施工人数
WZ11-4WHPB 平台	2020年	2口井	34	平均每天施工 人员约 130人
	2021年	5口井	80	
	2022年	1口井	17	
	2023年	1口井	17	
	2025年	1口井	17	
	合计	10口井	165	

2.3.2 生产水处理设施建设方案

(1) 对 WZ11-4WHPA 平台 2004 年投用的 1 台水力旋流器 (4500 m³/d) 的旋流管进行升级，改造后生产水处理能力提升到 7500m³/d。

(2) 新增 2 套生产水精细过滤器 (5400m³/d×2) 及 1 台污水增压泵，相应的管线、电气仪表的连接改造等，对经水力旋流器处理后的部分生产水进行进一步处理，确保达标排放。

新增精细化处理设施的原因：经过精细化设施处理后，含油生产水含油指标得到进一步改善，按照《中华人民共和国环境保护税法》，排放税与排放总量和排放物浓度有关，为改善生产水排海指标，最大限度减少对海洋的污染，计划新增 2 套生产水精细过滤器 (5400m³/d×2)。

生产水系统改造前后概况详见下表。

表 2.3-6 生产水系统改造前后一览表

生产水设施	现有概况				本次拟改造的主要内容	本次改造工程完成后
	合计	原环评批复	2004 年主要改造内容	2008 年主要改造内容		
生产水增压泵	5 台, A/B/C 单台处理量: 200 m ³ /d, D/F 单台处理量: 230 m ³ /d。	生产水系统处理能力为 7200 t/d	5 台	无	新增 1 台污水增压泵 (G), 处理量: 200 m ³ /d。	6 台, A/B/C/G 单台处理量: 200 m ³ /d, D/F 单台处理量: 230 m ³ /d。
水力旋流器	3 台水力旋流器, 处理能总计为 14500 m ³ /d。		新增 3 台水力旋流器, 处理能力分别为 2×4500 m ³ /d、5500 m ³ /d。	无	对 WZ11-4WHPA 平台 2004 年投用的 1 台水力旋流器 (4500 m ³ /d) 的旋流管进行升级, 改造后生产水处理能力提升到 7500m ³ /d。	3 台, 总处理量为 17500 m ³ /d, 3 台处理能力分别为 4500 m ³ /d、5500 m ³ /d、7500 m ³ /d。
精细过滤器	0		无	无	新增 2 套生产水精细过滤器 (5400m ³ /d×2)	2 套, 处理能力为 5400×2 m ³ /d
生产水回注系统	1 套生产水回注系统, 处理能力为 5000m ³ /d。		无	新增 1 套生产水回注系统, 处理能力为 2500×2 m ³ /d。	无	1 套, 处理能力为 2500×2 m ³ /d

备注: 2004 年和 2008 年的改造内容已于 2011 年向国家海洋局提交报告。

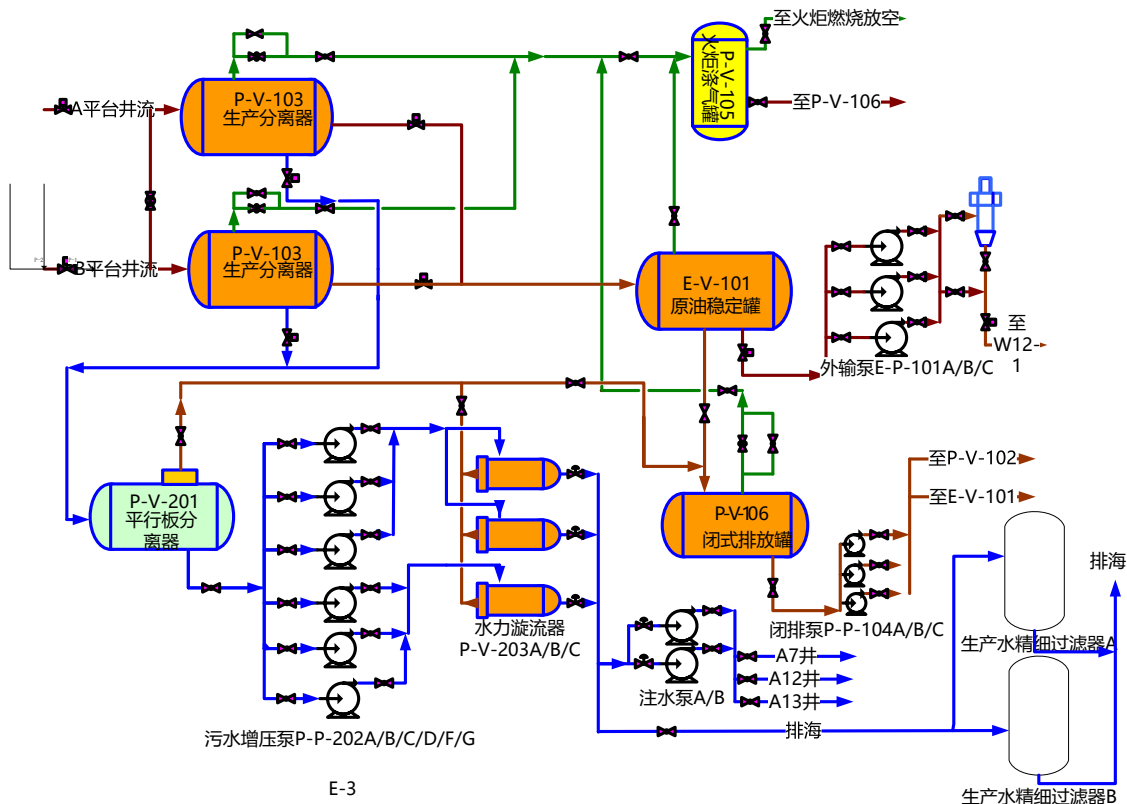


图 2.3-4 WZ11-4 油田原油处理工艺流程示意图 (改造后)

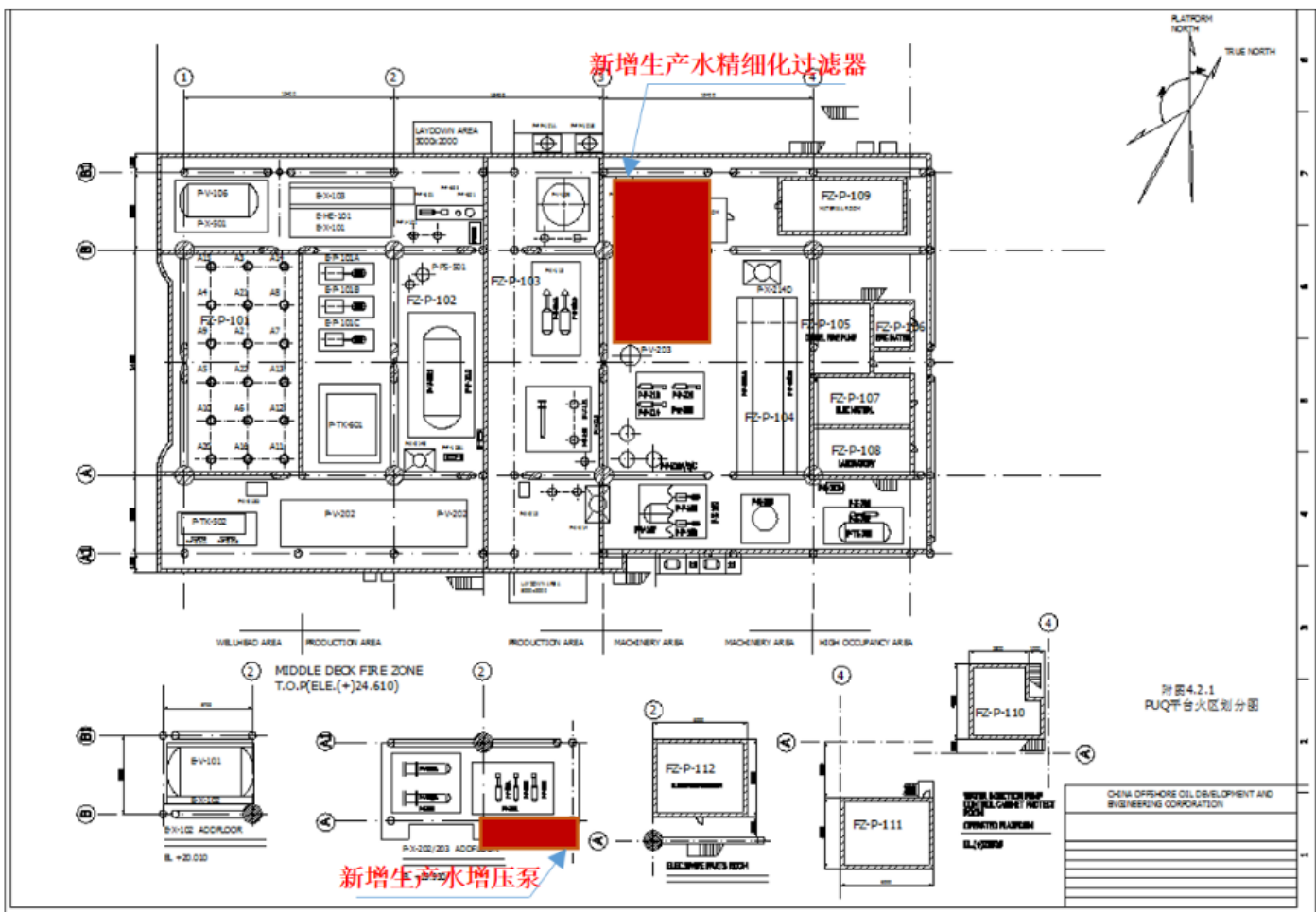


图 2.3-5 WZ11-4WHPA 平台平面布置示意图

生产水处理系统改造工程施工期间，施工船舶为 1 艘支持船。施工人员生活垃圾、生产垃圾均运回陆地处理，生活污水经船舶上配置的处理装置处理合格后达标排海。

表 2.3-7 生产水设施改造施工期作业情况

时间	主要施工内容	施工人数（人）	施工天数（天）
2020 年	生产水处理系统升级扩容改造	10	100

2.4 依托工程及能力校核

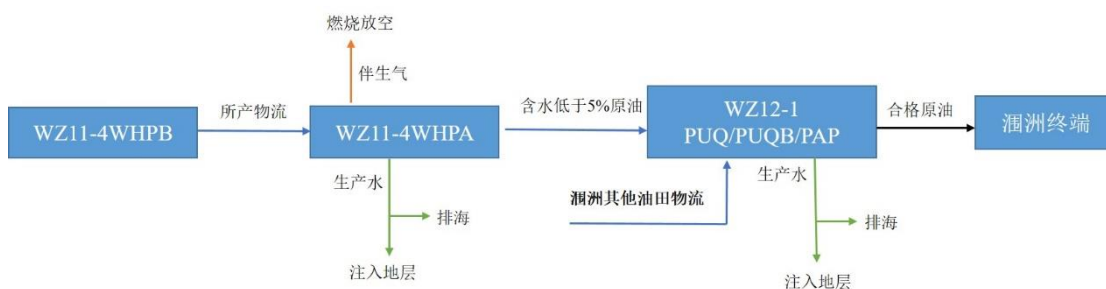


图 2.4-1 涠洲 11-4 油田物流集输示意图

本次调整井工程位于 WZ11-4WHPB 平台。WZ11-4WHPB 平台生产物流通过海底管道输送至 WZ11-4WHPA 平台，与 WZ11-4WHPA 平台生产物流混合后在 WZ11-4WHPA 平台经油、气、水分离，分离出的原油（含水低于 5%）输送至 WZ12-1PUQ/PUQB/PAP 平台，最终输送至涠洲终端进行储存和外输。分离出的天然气进入 WZ11-4WHPA 平台火炬系统燃烧放空，分离出的生产水进入 WZ11-4WHPA 平台生产水处理系统，经处理达标后排海。

表 2.4-1 涠洲 11-4 油田依托工程及依托工程一览表

内容	设备名称	依托功能
WZ11-4WHPB 井口物流	WZ11-4WHPA 平台	生产物流处理、生产水处理
	WZ12-1PUQB 平台	含水原油进一步处理
	WZ12-1PUQ/PUQB/PAP 平台	生产水处理
	涠洲终端	合格原油储存、外输

2.4.1 依托设施概况

本项目主要依托 WZ12-1 PUQB、WZ12-1 PUQ 和 WZ12-1 PAP 平台。依托工程基本情况见下表。

表 2.4-2 依托工程基本情况

平台名称	投产时间	主要建设内容
WZ12-1 PUQ	1999 年	WZ12-1 PUQ 是一座 8 腿 8 桩综合平台，于 1999 年 6 月建成，平台设有油气水处理、注水等设施 and 80 人生活楼。接收涠洲油田群所产物流，与本平台的物流一起进行处理，分离出的合格原油输送至涠洲终端，分离出的天然气用于涠洲油田群发电和输往终端，分离出的生产水处理至达标后部分回注，部分外排。
WZ12-1 PUQB	2013 年	WZ12-1 PUQB 是一座 8 腿综合平台，于 2013 年 3 月建成，平台设有油气水等处理设施和 42 人生活楼。接收涠洲油田群所产物流进行处理，分离出的合格原油输送至涠洲终端，分离出的天然气用于涠洲油田群发电和输往终端，分离出的生产水处理至达标后，部分回注，部分输送到 WZ12-1PUQ 外排。
WZ12-1PAP	2006 年	WZ12-1 PAP 是一座 4 腿简易无人驻守生产辅助平台，于 2006 年 5 月建成，不设油气分离处理设施，WZ12-1 PAP 平台通过 20m 栈桥分别与 WZ12-1 PUQ 平台和 WZ12-1 PUQB 平台相连，部分涠洲油田群生产物流经 WZ12-1 PAP 平台进入 WZ12-1 PUQ 平台。平台设有段塞流捕集器等设施。WZ12-1 PAP 平台接收来液经段塞流捕集器处理后，输送至 WZ12-1 PUQ 平台和 WZ12-1 PUQB 平台处理。

涠洲油田群平面布设概况见图 2.3-1。涠洲油田群的生产物流均依托已建 WZ12-1PUQ 平台、WZ12-1PUQB 平台和 WZ12-1PAP 平台（三座平台栈桥连接，以下简称 WZ12-1PUQ/PUQB/PAP 平台）和涠洲终端进行开发。生产物流通过海底管道输送到 WZ12-1PUQ/PUQB/PAP 平台进行处理，与 WZ12-1PUQ 平台的产能一起进行处理，分离出合格原油经上岸管线输送至涠洲终端，进行储存和销售；分离出的天然气部分为涠洲油田群透平发电（WZ11-4WHPA，WZ11-1WHPA，WZ12-1PUQB 和 WZ12-1PUQ 平台上设有透平发电机），其余部分经上岸管线输送至涠洲终端；分离出的生产水由 WZ12-1PUQB/PUQ 平台生产水处理系统统一处理，处理合格的生产水（含油量 $\leq 20\text{mg/L}$ ）部分作为

注水水源输往各注水平台回注地层，其余部分在 WZ12-1PUQ 平台达标排海。

WZ12-1PUQ 平台接收的生产物流包括：涠洲 12-1 油田、涠洲 12-1 油田北块、涠洲 6-1 油田、涠洲 6-8 油田和涠洲 6-9/6-10 油田的物流。

WZ12-1PUQB 平台设有 2 套独立的原油处理和生产水处理设施（分别处理合营油田和自营油田生产的原油和生产水），涠洲 12-8 西/6-12 油田的物流进入合营油田的处理流程；涠洲 11-1 北油田、涠洲 11-1 油田、涠洲 11-2 油田、涠洲 11-2 油田北块、涠洲 11-4 北油田一、二期、涠洲 12-1 西油田、涠洲 6-13 油田、涠洲 12-2 油田一、二期和 WZ12-1PUQ 平台含水 30% 的原油及涠洲 11-4 油田含水 5% 的原油进入自营油田的处理流程。分离出的生产水由 WZ12-1PUQ/PUQB 平台生产水处理系统统一处理。

WZ12-1PAP 平台为一座生产辅助平台不设油气处理设施，接收来液经段塞流捕集器处理后，输送至 WZ12-1PUQ 和 WZ12-1PUQB 平台处理。

2.4.1.1 依托设施工艺处理流程

WZ12-1 PUQ/PAP/PUQB 平台原油工艺流程见下图。

涠洲部分平台（WZ6-9/6-10 WHPA、WZ6-8 WHPA、WZ6-1 WHPA 平台）的生产物流先进入 WZ12-1 PAP 平台的段塞流捕集器进行处理，然后与经一级分离器处理的 WZ12-1 PUQ、WZ12-1 WHPB 平台生产物流混合后进入 WZ12-1 PUQ 平台的二级分离器进行分离处理，分离后含水原油（含水 30%）经栈桥输送至 WZ12-1 PUQB 平台处理。

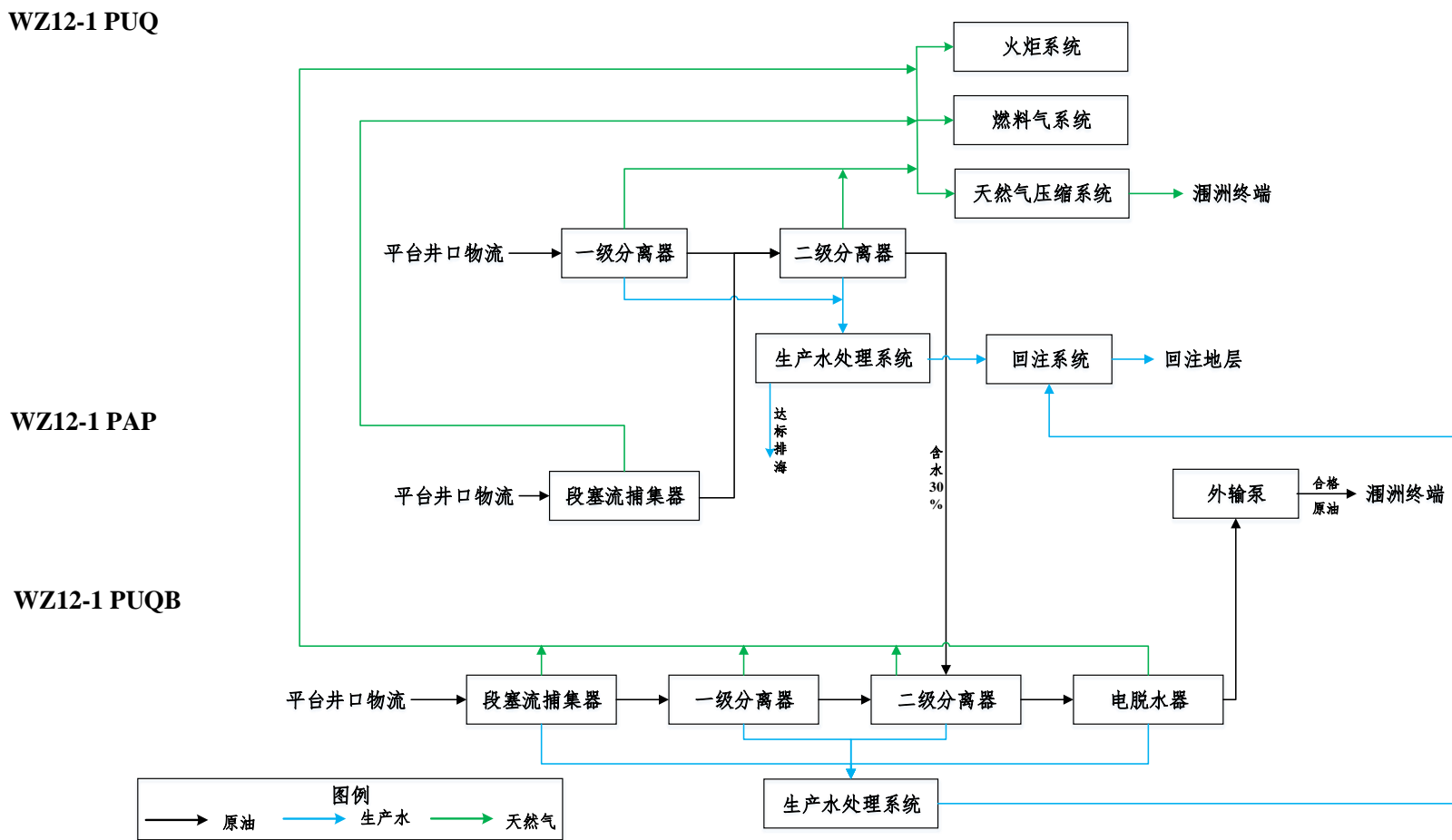


图 2.4-2 WZ12-1 PUQ/PAP/PUQB 平台原油工艺流程示意图

2.4.1.2 依托设施生产水处理流程

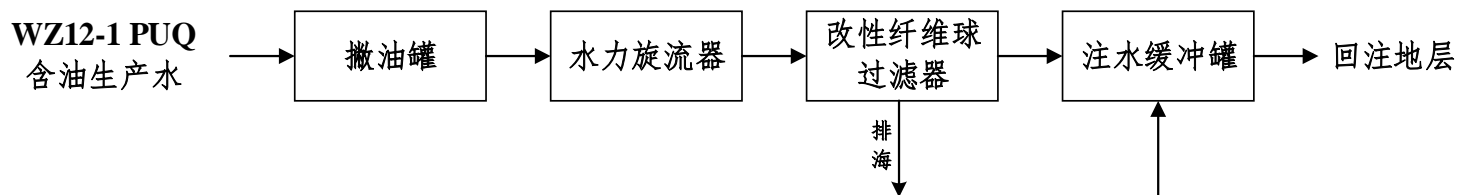
本项目物流首先经 WZ11-4WHPA 平台处理，处理后的含油生产水在 WZ11-4WHPA 平台经生产水处理系统处理达标后排海；含水原油（低于 5%）进入 WZ12-1 PUQB 平台的合营油田处理系统处理，处理的含油生产水，在 WZ12-1PUQ 平台、WZ12-1PUQB 平台统一处理，处理达标后统一排海或注入涠洲油田地层。

涠洲油田群各平台均依托已建 WZ12-1PUQ 平台、WZ12-1PUQB 平台和 WZ12-1PAP 平台（三座平台栈桥连接，以下简称 WZ12-1PUQ/PUQB/PAP 平台）进行生产水处理出来，生产水经处理达标后排海或注入地层。

WZ12-1PUQB 平台设有 2 套生产水处理系统，其设计处理能力分别为 4800m³/d 和 9600m³/d；WZ12-1PUQ 平台设有 1 套生产水处理系统，其设计处理能力为 9000m³/d。WZ12-1PUQB 平台和 WZ12-1PUQ 平台总的生产水设计处理能力为 23400m³/d。两个平台均设有流程相同的生产水处理系统，其生产水处理流程均为“撇油罐+水力旋流器+改性纤维球过滤器”；经处理后生产水中石油类含量小于 20mg/L。

WZ12-1PUQB 和 WZ12-1PUQ 平台生产水处理系统流程详见下图。

WZ12-1 PUQ平台



WZ12-1 PUQB平台

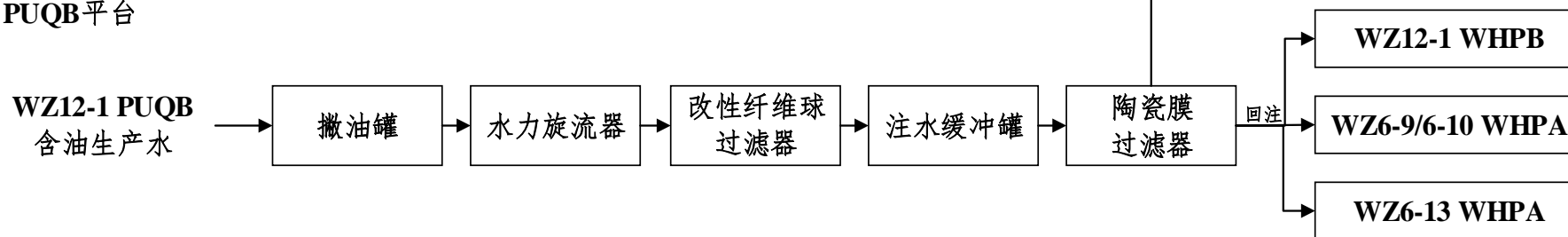


图 2.4-3 WZ12-1 PUQ/PAP/PUQB 平台生产水处理工艺流程示意图

2.4.2 原油处理设备依托能力校核

本项目投产后，原油依托 WZ11-4WHPA 平台和 WZ12-1PUQB 进行处理。其原油处理系统处理能力满足要求。

表 2.4-3 原油处理设施依托能力校核

平台	设计能力	本项目投产后最大接收量 (m ³ /d)	是否可行
WZ11-4WHPA 平台	原液: 22172 m ³ /d		可行
	油: 2200 m ³ /d		可行
WZ12-1PUQB 平台	原液: 31056 m ³ /d		可行
	油: 16656m ³ /d		可行

本项目投产后，WZ11-4WHPA 平台、WZ12-1PUQB 平台物流接收情况见下表。

表 2.4-4 WZ11-4WHPA 平台、WZ12-1PUQB 平台物流接收情况一览表

时间	涠洲 11-4 油田物流量				WZ12-1PUQB 平台自营油田处理流程接收物流量			
	液(m ³ /d)	油(m ³ /d)	水(m ³ /d)	气(10 ⁴ m ³ /d)	液(m ³ /d)	油(m ³ /d)	水(m ³ /d)	气 (10 ⁴ m ³ /d)
2020								
2021								
2022								
2023								
2024								
2025								
2026								
2027								
2028								
2029								
2030								
2031								
2032								

2.4.3 生产水处理能力校核

涠洲油田群各平台均依托已建 WZ12-1PUQ 平台、WZ12-1PUQB 平台和 WZ12-1PAP 平台(三座平台栈桥连接,以下简称 WZ12-1PUQ/PUQB/PAP 平台)进行开发。经 WZ12-1PUQ/PUQB/PAP 平台进行处理后,分离出合格原油经管线输送至涠洲终端,进行储存和销售;分离出的生产水,经处理达标后排海或注入地层。

经校核,本项目投产后,WZ11-4WHPA 平台、WZ12-1PUQ 平台和 WZ12-1PUQB 平台生产水处理系统依托能力可行。

表 2.4-5 生产水处理依托能力校核

平台	生产水处理系统设计能力 (m ³ /d)	本项目投产后最大接收水量 (m ³ /d)	是否可行
WZ11-4WHPA	17500	16535.79	可行
WZ12-1PUQB	14400	13869.63	可行
WZ12-1PUQ	9000	8714.35	可行

表 2.4-6 涠洲 11-4 油田水量平衡一览表

时间	日数据(m ³ /d)				年数据 (×10 ⁴ m ³ /a)			
	涠洲 11-4 油田 生产水产生量	WZ11-4WHPA 平台处理量		输往 WZ12-1 PUQB 的生产 水	涠洲 11-4 油田生 产水产生量	WZ11-4WHPA 平台处理量		输往 WZ12-1 PUQB 的生产水
		排海量	注入地层水量			排海量	注入地层水量	
2020	16764	16028.84	700	35.65	586.74	561.01	24.50	1.2
2021	16386	15631.95	700	54.41	573.51	547.12	24.50	1.9
2022	16545	15805.87	700	39.39	579.08	553.21	24.50	1.4
2023	16820	16086.02	700	33.49	588.7	563.01	24.50	1.2
2024	16932	16203.64	700	28.36	592.62	567.13	24.50	1.0
2025	16966	16239.90	700	25.73	593.81	568.40	24.50	0.9
2026	17046	16323.25	700	22.52	596.61	571.31	24.50	0.8
2027	17072	16351.17	700	21.05	597.52	572.29	24.50	0.7
2028	17045	16325.94	700	18.87	596.58	571.41	24.50	0.7
2029	17160	16443.59	700	16.79	600.60	575.53	24.50	0.6
2030	17173	16457.09	700	15.44	601.06	576.00	24.50	0.5
2031	17178	16463.95	700	14.11	601.23	576.24	24.50	0.5
2032	17247	16535.79	700	11.26	603.65	578.75	24.50	0.4

表 2.4-7 涠洲油田群生产水处理平衡一览表

时间 (年)	涠洲油田群生产水量(m ³ /d)			WZ12-1PUQ/PUQB/PAP 平台接收生产 水量(m ³ /d)			WZ12-1PUQ/PUQB/PAP 平台接收生产水 处理水量(m ³ /d)			排海量 (m ³ /d)	注入地层水量 (m ³ /d)	
	涠洲 11-4 油 田来水 量	涠洲其他油 田产水量	涠洲油田群总 生产水量	WZ12-1PUQ 接收量	WZ12-1PUQB 接收量	合计	WZ12-1PUQ 处理量	WZ12-1PUQB 处理量	合计		目的层	弃置层
2020	35.65	13830.98	13866.63	5745.04	8121.59	13866.63	5745.04	8121.59	13866.63	2591.83	6774.79	4500
2021	54.41	15521.16	15575.58	6188.59	9386.98	15575.58	6188.59	9386.98	15575.58	3081.78	7493.80	5000
2022	39.39	17282.90	17322.29	6815.11	10507.18	17322.29	6815.11	10507.18	17322.29	4236.09	8086.20	5000
2023	33.49	19180.00	19213.48	7500.46	11713.02	19213.48	7500.46	11713.02	19213.48	2767.63	8445.85	8000
2024	28.36	21207.25	21235.62	8120.17	13115.45	21235.62	8120.17	13115.45	21235.62	2854.56	8381.06	10000
2025	25.73	21576.33	21602.06	8103.73	13498.33	21602.06	8103.73	13498.33	21602.06	4938.22	8663.84	8000
2026	22.52	22500.50	22523.02	8653.39	13869.63	22523.02	8653.39	13869.63	22523.02	5700.05	8822.97	8000
2027	21.05	21805.24	21826.29	8714.35	13111.94	21826.29	8714.35	13111.94	21826.29	4736.39	9089.90	8000
2028	18.87	20289.36	20308.23	7903.80	12404.43	20308.23	7903.80	12404.43	20308.23	5100.66	8707.57	6500
2029	16.79	19250.26	19267.05	7061.51	12205.54	19267.05	7061.51	12205.54	19267.05	6077.88	8189.17	5000
2030	15.44	18149.97	18165.40	5884.60	12280.81	18165.4	5884.60	12280.81	18165.40	5834.31	7331.09	5000
2031	14.11	14335.05	14349.16	5479.49	8869.66	14349.16	5479.49	8869.66	14349.16	3517.44	5831.72	5000
2032	11.26	12771.78	12783.04	4519.67	8263.38	12783.04	4519.67	8263.38	12783.04	2055.15	5727.89	5000
备注	c	d	e=c+d	g	h	f=g+h=e	m	n	j=m+n	s		

2.4.4 涠洲终端油气处理设施能力校核

涠洲终端接收物流为合格原油，涠洲终端闪蒸塔的最大处理能力可达 $494 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ 。本项目投产后，涠洲终端接收、处理的产能处理能力分析见表 2.4-8。

表 2.4-8 本项目投产后涠洲终端处理能力分析

项目	涠洲终端设计处理能力	本项目投产后涠洲终端最大处理量	是否可行
油	$494 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$		可行

由表 2.4-8 可知，涠洲终端油和气的的设计处理能力大于本项目投产后进入涠洲终端进行处理的最大能力，项目依托可行。

2.4.5 管线输送能力校核

表 2.4-9 本项目实施后管道输送能力校核

管线	设计入口压力 (MPaA)	设计入口温度(°C)	实际操作压力 (MPaA)	实际操作温度 (°C)	是否可行
WZ11-4WHPA 至 WZ12-1PUQB/PUQ/PAP 混输管道	6.7	75	2.2	69	可行
WZ12-1PUQB/PUQ/PAP 至 涠洲终端海底输油管道	6.1	80	1.7	74	可行

2.4.6 依托设施寿命校核

本项目依托工程均未到达设计年限，工程到达设计年限前，建设单位会提前 1~2 年开展其延寿评估工作，保障设施安全运行。

表 2.4-10 依托工程设计寿命

工程	设计寿命	投产时间	是否到达设计年限	安全评估结论	
平台	WZ11-4WHPA 平台	15 年	1993 年	是	2018 年以后继续服役 5 年不会出现疲劳损伤问题
	WZ11-4WHPB 平台	15 年	1993 年	是	2018 年以后继续服役 5 年不会出现疲劳损伤问题
	WZ12-1 PUQ	20 年	2006 年	否	/
	WZ12-1 PUQB	20 年	2014 年	否	/
	WZ12-1 PAP	20 年	2014 年	否	/
混输管道	WZ11-4WHPA 平台至 WZ12-1PUQB/PUQ/PAP 混输管道	20 年	2006 年	否	/
	WZ12-1PUQB/PUQ/PAP 至 涠洲终端海底输油管道	20 年	2012 年	否	/

3 工程分析

3.1 工程各 段工艺分析及产污环节

3.1.1 海上建设阶段产污环节及污染物分析

海上建设 段主要工作包括生产水处理系统改 工程的安装与调试、 完井作业等。

完井作业 程中排放 屑和 井液，施工船舶产生机舱含油污水，参加作业的施 工人员 产生一定 的生活污水、生活垃圾及少 生产垃圾。

海上建设 段的产污环节和污染物种类见图 3.1-1。

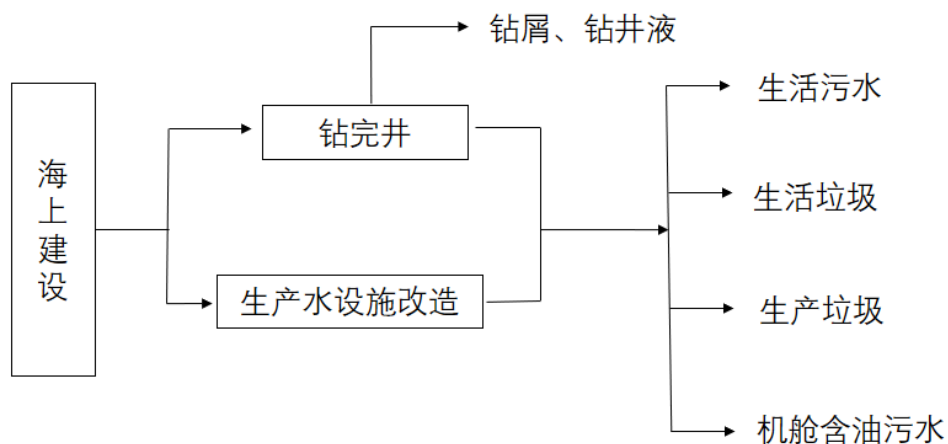


图 3.1-1 施工期排污节点示意图

3.1.2 运营期产污环节及污染物分析

在油田生产 段，主要污染物为含油生产水、生活污水、生活垃圾、生产垃圾及少 伴生天然气等。主要污染因子为石油类、COD 等。生产 段产排污环节见下图。

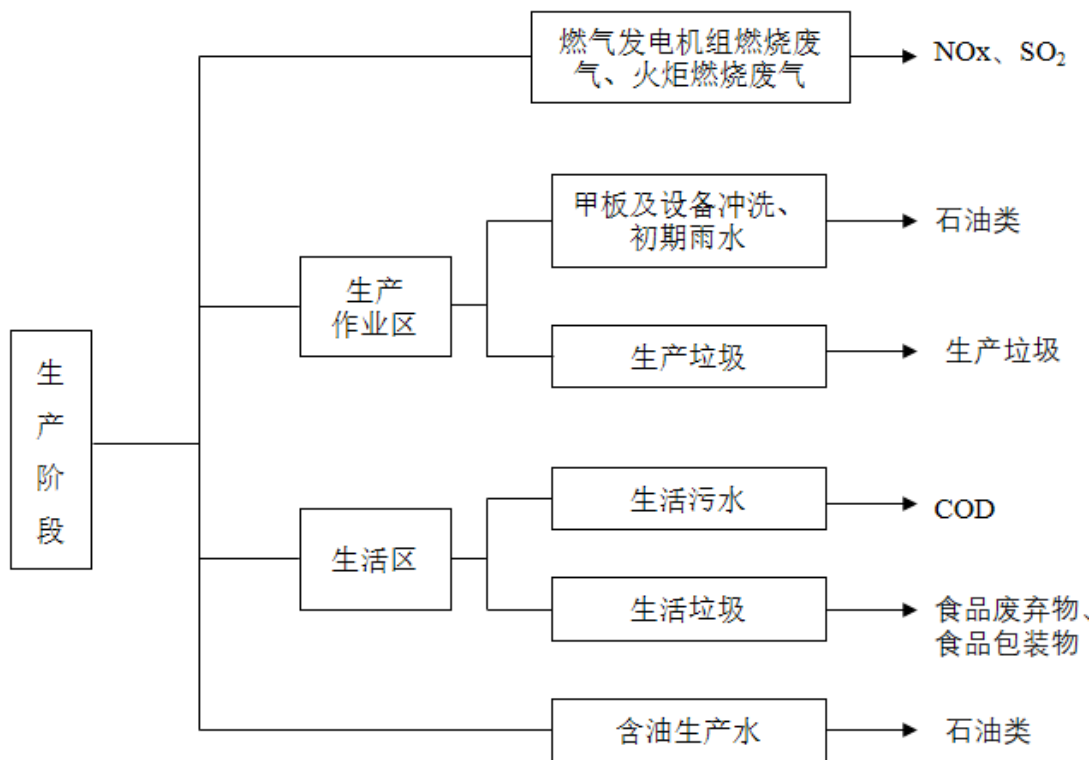


图 3.1-2 涠洲 11-4 油田 营期产排污节点示意图

3.2 工程各 段污染源强核算

3.2.1 海上建设阶段污染源强核算

3.2.1.1 井液

(1) 井液产生

本 目使用水基 井液分批 井， 井液原则上要求循环使用，其排放环节主要有四个：外排 屑粘 、固井置换、提 携带以及 井结束后的一次性排放。

根据建设单位提供工程资料，拟 调整井 井液产生情况情况见下表。

表 3.2-1 WZ11-4WHPB 平台本 目 井液产生情况表

平台	时	井口数	井油层井液 (m ³)	井油层井液 (m ³)	井液总 (m ³)	一次性排放 (m ³)
WZ11-4WHPB	2020 年	2 口井	1075	383	1458	205
	2021 年	5 口井	1692	532	2224	205
	2022 年	1 口井	867	330	1197	205
	2023 年	1 口井	867	330	1197	205
	2025 年	1 口井	867	330	1197	205
	合计	10 口井	5368	1905	7273	—

由统计情况可知，拟 10 口调整井，完井段产生的井液总为 7273m³，其中井油层井液 5368m³，井油层井液产生为 1905m³。井液最大排放出现在井结束后的一次性排放过程中，最大排放约为 205 m³，其控制排放率为 35m³/h。

(2) 井液污染治理措施

本目各平台在井程中各井段均用水基井液。井液循环使用，井液循环处理系统的工艺流程为：从井口出的井液和屑平台上设置的振动筛等设备行分离处理后，分离出的井液回泥浆池后循环使用。井结束后，水基井液将一次性标排海。当有井油层井液和井油层水基井液屑产生时，经检测满《海洋石油勘探开发污染物排放浓度值》(GB 4914-2008)》一级标准后和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》(GB 18420-2009)一级海区排放标准后，标排放；不满排放标准的井液收后回地交有资质单位处理。

3.2.1.2 屑

(1) 屑产生

屑排放主要取决于井深和井结构，根据建设单位提供工程资料，本次调整井屑产生情况见下表。

表 3.2-2 WZ11-4WHPB 平台拟开展的 10 口调整井屑产生情况表

平台	时	井数(口)	井天数(d)	屑总(m ³)	井油层屑(m ³)	井油层屑(m ³)	屑日均排放率(m ³ /d)
WZ11-4WHPB 平台	2020 年	2 口井	34	863	783	80	25
	2021 年	5 口井	80	1920	1764	156	24
	2022 年	1 口井	17	426	385	41	25
	2023 年	1 口井	17	426	385	41	25
	2025 年	1 口井	17	426	385	41	25
	合计	10 口井	165	4061	3702	359	——

注：屑日均排放率=屑总 ÷ 井天数

本目井程中产生屑 4061m³，其中井油层屑约 3702m³，井油层屑产生约 359m³，屑日均排放的最大率约为 25m³/d。

本目产生的屑按照全满《海洋石油勘探开发污染物排放浓度值》(GB4914-2008)一级排放标准和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》(GB 18420-2009)一级海区排放标准行合计，即，屑排总放为 4061m³。

(2) 屑污染治理措施

井 程中向海中排放的 屑 满 《海洋石油勘探开发污染物排放浓度 值》(GB4914-2008)一级排放标准和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》(GB 18420-2009)一级海区排放标准要求,无法满 上 要求的 屑禁止向海中排放,回收至平台上专设置的回收箱内,全 回 地,交给有资质的单位 行处置。

3.2.1.3 施工期废水

(1) 废水产生

本 目施工期 产生的废水主要包括施工船舶产生的机舱含油污水、施工人员产生的生活污水。

本 目调整井施工期共 3 条船舶,分别为守护船、支持船和 井平台。本 目生产水处理系统改 工程施工期 ,施工船舶为支持船。施工船舶产生的机舱含油污水,根据工程作业期和参与作业的船舶数 行核算,机舱含油污水每船每日 0.5m³,海上施工期船舶机舱含油污水产生 详见下表。

表 3.2-3 施工期产生的机舱含油污水

施工 段	施工船舶 (艘)	施工天数 (天)	机舱含油污水 (m ³)
调整井	3	264	396
生产水系统升级扩容改	1	100	50
合计	/	/	446

施工期 生活污水按每人每天 0.35m³ 计算,根据工程作业期和参与作业的人员数核算,施工期生活污水产生 合计为 3237.5m³。

表 3.2-4 施工期产生的生活污水

施工 段	施工人员 (人)	天数 (天)	生活污水 (m ³)
拟建调整井	130	165	2887.5
生产水拟改 工程	10	100	350
总计	/	/	3237.5

(2) 废水污染 治措施

机舱含油污水:所有作业船舶均设有船用油水分离器,机舱含油污水经处理含油浓度≤15mg/L 后, 标排海。

生活污水:本 目位于与最 地 的 离大于 12 海 的海域,根据《船舶水污染物排放控制标准》(GB 3552-2018)对生活污水排放控制要求,施工船舶产生的生活污

水在满 “船 不低于 4 节，且生活污水排放 率不超 相应船 下的最大允许排放率” 的条件下， 歇排海。 井平台生活污水经船用生活污水处理装置处理后 到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度 值》(GB 4914-2008)一级标准(COD≤300mg/L)后， 歇排海。

3.2.1.4 施工期固体废物

施工期产生的固体废物主要包括生活垃圾和生产垃圾。

(1) 固体废物产生

生活垃圾按照每人每天 1.5kg 计算，根据工程作业期和参与作业的人员数 核算生活垃圾产生 为 13.875t。

生产垃圾主要来源于 完井 程和生产设施改 工程。 完井 程中产生的生产垃圾，包括一般工业垃圾和危 废物，其中危 废物主要为含油生产垃圾，根据经 数据，含油生产垃圾按单井作业期 大约产生 0.5t 生产垃圾核算，一般工业垃圾按单井作业期 大约产生 1t 生产垃圾核算。生产设施改 工程 计产生生产垃圾为 0.02t。工程施工期 ，危 废物产生 约为 5t，全 回 上交有资质单位处理；一般工业垃圾产生 约为 10.02t，全 回 上处理。

表 3.2-5 施工期产生的固体废物

施工 段	调整井	施工人员 (人)	天数 (天)	生活垃圾 (t)	生产垃圾 (t)	
					一般工业 垃圾	危 废 物
拟建调整井	10 口	130	165	12.375	10	5
生产水拟改 工程	/	10	100	1.5	0.02	0
总计		/	/	13.875	10.02	5

(2) 固体废物污染 治措施

本 目施工船舶产生的生活垃圾和生产垃圾执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)中相关要求。 井平台在 完井期 ，产生的生活垃圾和生产垃圾执行《海洋石油勘探开发污染物排放浓度 值》(GB 4914-2008)一级标准要求，全 回 地处理。施工期 产生的危 废物交有资质单位 行处理，目前危 废物交由 公司处理。

3.2.1.5 废气

本 目的大气污染主要是施工 工程的施工机械和船舶产生的废气，对工程周 的大

气环境影响 小，并且施工期 排放的大气污染物 工程的结束而结束。

施工船舶所使用的燃料油和大气污染物的排放应满 《船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发〔2018〕168 号）》的要求，其中海船 入排放控制区应使用硫含 不大于 0.5% m/m 的船用燃油。

3.2.1.6 噪声

施工期 产生的噪声约为 60~100dB(A)，由于在海上工作 离居民点，对周 环境影响极小，并且施工期 产生的噪声 施工 工程的结束而结束。

3.2.1.7 海上建设 段污染物汇总

海上建设 段污染物情况见下表。

表 3.2-5 海上建设 段主要污染物

污染物		污染物的产生	最大排放率/排放	主要污染因子	排放/处理方式
井液 (7273m ³)	井油层水基 井液	5368 m ³	35m ³ /h	石油类	排放入海
	井油层水基 井液	1905 m ³	35m ³ /h	石油类	经检测满 《海洋石油勘探开发污染物排放浓度 值》(GB 4914-2008)》一级标准后和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》(GB 18420-2009)一级海区排放标准后, 标排放; 不满 排放标准的 井液收 后 回 地交有资质单位处理。
屑 (4061m ³)	井油层 屑	3702 m ³	25 m ³ /h	石油类	排放入海
	井油层 屑	359 m ³	25 m ³ /h	石油类	经检测满 《海洋石油勘探开发污染物排放浓度 值》(GB 4914-2008)》一级标准后和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》(GB 18420-2009)一级海区排放标准后, 标排放; 不满 排放标准的 井液收 后 回 地交有资质单位处理。
废水	生活污水	3237.5m ³	3237.5m ³	COD	施工船舶产生的生活污水在满 “船 不低于 4 节, 且生活污水排放 率不超 相应船 下的最大允许排放 率” 的条件下, 歇排海。 井平台生活污水经船用生活污水处理装置处理后 到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度 值》(GB 4914-

污染物		污染物的产生	最大排放率/排放	主要污染因子	排放/处理方式
					2008) 一级标准 (COD≤300mg/L) 后, 歇排海。
	船舶机舱含油污水	132m ³	132m ³	石油类	处理 标后排放 (石油类含 ≤ 15mg/L)。
固废	生活垃圾 (船舶 品废弃物)	13.875t	0	品包装等	回 上处理
	一般工业垃圾	10.02	0	角料、包装材料等	回 上处理
	危 废物	5.0t	0	废弃 角料、油棉纱、包装材料等	回 上交有资质单位处理

3.2.2 运营期污染源强核算

本 目 营期的污染物主要是含油生产水、生活污水、生活垃圾、生产垃圾和废气。

3.2.2.1 生产水

(1) 正常工况

根据产能 测,本 目投产后,WZ11-4 油田的生产水最大产生 为 17247m³/d(2032 年),经本平台生产水处理系统处理后,约 700m³/d 的生产水回注地层;其余生产水经处理 标后排海,最大排海 约 16535.79m³/d (2032 年)。剩余水 经 WZ12-1PUQ 平台处理 标后排海。

(2) 正常工况

正常工况下(如生产水系统故 、维护、以及其他维护性操作时),平台停产,启动应急置换,生产水打入 排系统,不排海。

3.2.2.2 生活污水

(1) WZ11-4WHPA 平台生活污水

WZ11-4WHPA 平台定员 120 人,WZ11-4 WHPA 平台生活污水产生 最大约 30m³/d (10950 m³/a)。按 COD 标排放浓度 300mg/L 计算,则 COD 生产 为 9kg/d (COD: 3.29t/a)。经 WZ11-4 WHPA 平台生活污水处理设备处理 标后排海。

(2) WZ11-4WHPA 平台生活污水

根据已批复的《涠洲油田群综合调整 目环境影响报告表》(环评批文“国海环字〔2018〕89 号”),WZ11-4 WHPB 平台生活污水总 指标为 1839.6 m³/a(COD: 0.55t/a)。本 目不新增定员,WZ11-4 WHPB 平台生活污水最大排放 为 1839.6 m³/a,经平台生活污水处理设备处理 标后排海。

3.2.2.3 其他含油污水

包括甲板冲洗水、设备冲洗水、初期 水等,平台甲板冲洗水、设备冲洗水、全 入平台开式排放系统后再 入工艺系统处理,无排放。

本 目不新增甲板 积,不新增甲板冲洗水、设备冲洗水及初期 水。

3.2.2.4 生活垃圾和生产垃圾

生活垃圾:涠洲 11-4 油田生活垃圾产生总 约 65t/a, 回 上统一处理。

生产垃圾：在油田生产 段，因修井作业等每口井产生一定 的各类含油棉纱抹布、含油手套、废弃各类浸油材料等固体废物。涠洲 11-4 油田生产垃圾产生总 约为 160t/a，其中包括危废产生 为 23t/a，危 废弃物 回 地交由有资质的单位处理，其它生产垃圾和生活垃圾分类 回 地交由第三方单位处理。

3.2.2.5 废气

涠洲11-4油田废气主要为油田伴生天然气和 平发电机燃烧废气。

涠洲11-4油田产生的伴生天然气 火炬燃烧后放空。根据 测，本 目投产后，涠洲11-4油田伴生天然气最大产生 约为3809m³/d（2021年）。根据“2019年下半年涠洲作业公司天然气分析报告”，涠洲11-4油田伴生气中含H₂S成分，含 为2000ppm（约3035.7mg/m³），根据物料衡算，估算涠洲11-4油田新增伴生气经火炬燃烧后产生SO₂排放 约为11.56kg/d（4.2t/a）。根据NO_x产污系数（燃烧1m³气产生9.82g NO_x），估算涠洲11-4油田伴生气经燃烧后NO_x排放 约为37.4kg/d（13.7t/a）。

WZ11-4 WHPA平台燃料气消耗 为35000m³/d，根据“2019年下半年涠洲作业公司天然气分析报告”，涠洲11-4油田燃料气源中含H₂S成分，含 为60ppm（约91.07mg/m³）。根据物料衡算，估算SO₂排放 约为3.19kg/d（1.2t/a）。根据NO_x产污系数（燃烧1m³气产生9.82g NO_x），估算NO_x排放 约为343.7kg/d（125.5t/a）。

综上，涠洲11-4油田产生的大气污染物为：NO_x排放 约为381.1kg/d（139.2t/a），SO₂排放 约为14.8 kg/d（5.4t/a）。

3.2.2.6 营期污染物汇总

本 目 营期污染物的产生情况见下表。

表 3.2-1 本 目 营期污染物产生情况一览表

污染物	污染物的产生	排放	主要污染因子	排放/处理方式	
生产水	17247m ³ /d (最大)	16535.79 m ³ /d	石油类	经 WZ1-4WHPA 处理 标后，少 注入地层，其他 标排放入海。经涠洲终端处理后， 标排放。	
生活污水	WZ11-4WHPA	10950 m ³ /a	10950 m ³ /a	COD	经平台生活污水处理装置处理后排海
	WZ11-4WHPB	1839.6 m ³ /a	1839.6 m ³ /a	COD	经平台生活污水处理装置处理后排海
其他含油污水	少	0	石油类	入工艺流程	

污染物		污染物的产生	排放	主要污染因子	排放/处理方式
生活垃圾		65t/a	0	品废弃物、 品包装等	分类收、回上 处理。
生产 垃圾	一般 工业垃圾	137 t/a	0	废弃的 角料 等	回 上处理
	危 废物	23 t/a	0	油棉纱等	回 上交有资质单 位处理
废气		NO _x : 139.2t/a, SO ₂ : 5.4t/a	NO _x : 139.2t/a, SO ₂ : 5.t/a	NO _x 、SO ₂ 等	燃烧后放空

3.3 本 目实施前后污染物排放 对比

表 3.3-1 本 目实施前后相关污染物排放情况对比

污染物		现状	本 目投产后	投产后比 现状增加	主要污染 因子	排放/处理方式
生产水排放		13813m ³ /d (2019 年)	16535.79 m ³ /d (最大)	+2722.79 m ³ /d	石油类	经 WZ1-4WHPA 处理 标后, 少 注入地层, 其 他 标排放入 海。经涠洲终端 处理后, 标排 放。
生活 污水	WZ11-4WHPA	10950 m ³ /a	10950 m ³ /a	0	COD	经平台生活污水 处理装置处理后 排海
	WZ11-4WHPB	1839.6 m ³ /a	1839.6 m ³ /a	0	COD	经平台生活污水 处理装置处理后 排海
生活垃圾		65t/a	65t/a	0	品废弃 物、 品 包装等	回 上处理。
生产 垃圾	一般工业垃圾	137t/a	137t/a	0	废弃的 角料等	回 上处理
	危 废物	23t/a	23t/a	0	油棉纱等	回 上交有资质 单位处理
初期 水、平台甲板 设备冲洗水		少	少	0	石油类	经开、 系统收 后, 泵入原油 处理系统
废气		NO _x : 139.2t/a, SO ₂ : 5.4t/a	NO _x : 139.2t/a, SO ₂ : 5.4t/a	0	NO _x 和 SO ₂	放空

4 区域自然环境概况

4.1 自然环境概况

区域自然环境现状资料引自《涠洲 12-2 油田群及涠洲 11-4N 油田二期注水完善项目环境影响报告表》（报批稿 2019 年 2 月）和《涠洲 12-2 油田群及涠洲 11-4N 油田二期开发工程环境影响报告书》（报批稿 2014 年 3 月）。

4.1.1 气象水文特征

本项目所处涠洲油田群海域年平均气温 23℃，其中年最高气温 35.4℃，年最低气温 2.9℃。每年 5~11 月份为台风季节，夏季风级一般 3~4 级，最大阵风 6~7 级，风向西南；冬季一般 6~7 级，最大阵风 9~10 级，风向东北。

4.1.1.1 季风特征

本项目所处涠洲油田群海域属我国东部亚热带季风气候，每年 5 月至 11 月受西北太平洋台风及南海台风影响，但由于东有雷州半岛、南有海南岛作为屏障，风力有所减弱，6 级风以上的平均每年为 3 至 4 次，8 级风以上的平均每年为 2 至 3 次。工程海域 11 月至翌年 4 月主要受北方寒潮大风影响。

涠洲油田群海域夏季主要受偏南风控制，冬季主要受偏北风控制，常年主导风向为 NNE，占全年的 17.5%，每年 10 月至次年 3 月盛行东北偏北风，4 月和 9 月为季风转换时期，风向多变；5 月至 8 月盛行西南偏南风。风玫瑰图见 4.1-1，以及多年平均风向频率统计表见表 4.1-1。

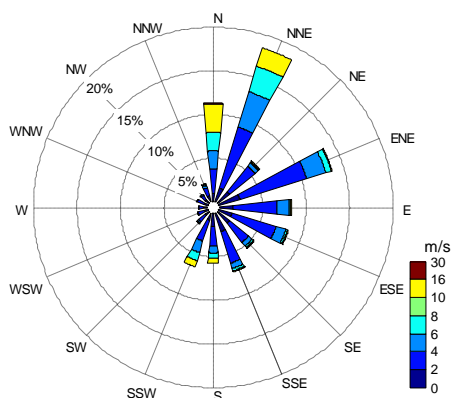


图 4.1-1 涠洲油田群海域全年风玫瑰图

表 4.1-1 涇洲油田群海域风向频率、风速统计表（年）

方向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
频率（%）								
平均风速（m/s）								
极值风速（m/s）								
方向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW5
频率（%）								
平均风速（m/s）								
极值风速（m/s）								

4.1.1.2 海水温度

根据文献研究成果（引自《中国区域海洋学-物理海洋学》（2012 年）、《中国近海海洋-物理海洋与海洋气象》（2012 年），本工程所在的北部湾海域海水温度变化特征描述如下。

冬季太阳辐射最弱，并受东北季风影响海面潜热释放量显著增加，海域水温处于全年最低，在 20℃ 左右，等温线平面分布与等深线基本一致，水温由岸向外递增，水温垂向分布均匀。夏季受太阳辐射最强，海域水温升至全年最高为 28~32℃，等温线平面分布与等深线基本一致，水温垂向分布有明显的层化现象。

4.1.1.3 海水盐度

根据文献研究成果（引自《中国区域海洋学-物理海洋学》（2012 年）、《中国近海海洋-物理海洋与海洋气象》（2012 年），对本工程所在的北部湾海域海水盐度特征描述如下。

冬季陆地径流量最小，且受东北季风影响海面蒸发大于降水，海域盐度全年最高，表层盐度在 34.0 左右，等盐线走向大体与等深线一致，盐度由岸向外递增。夏季降水量和陆地径流量达到最大，海域盐度全年最低约为 33.0，盐度由岸向外递增。

4.1.1.4 波浪

本项目所在海域的波浪主要受台风和季风影响，波浪的主方向为西南偏南（SSW），占全年的 16.5%。浪玫瑰图见图 4.1-2，全年波向频率统计见表 4.1-2。各月平均有效波高均不超过 1.5m，年平均有效波高为 0.8m，最大有效波高为 4.4m，各月及年平均有效波高特征值统计见表 4.1-3。

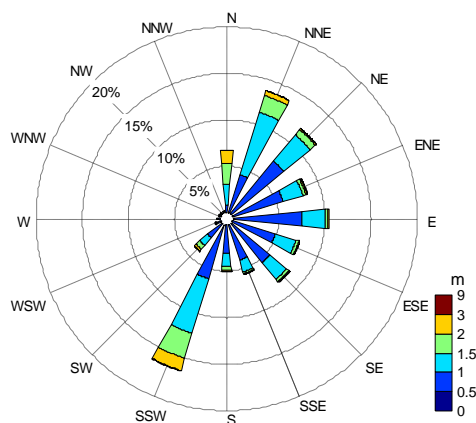


图 4.1-2 涠洲油田群海域全年浪玫瑰图

表 4.1-2 涠洲油田群海域波向频率统计表（年）

方向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
频率 (%)								
方向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW5
频率 (%)								

表 4.1-3 涠洲油田群海域波高特征值统计表（各月及年）

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
有效波高最大值 (m)	3.4	3.2	3.3	2.9	3.0	2.7	3.6
有效波高平均值 (m)	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.9	1.0
月份	8月	9月	10月	11月	12月	年	
有效波高最大值 (m)	2.7	2.4	3.0	4.1	4.4	4.4	
有效波高平均值 (m)	0.7	0.6	0.8	0.9	1.0	0.8	

4.1.1.5 海流和潮汐

海流及潮汐数据引用中海油服物探事业部工程勘察中心于 2013 年 1 月 14 日~25 日在涠洲油田海域进行的潮位现场观测数据，测站坐标为东经 108°47'44.4416"E，北纬 20°49'06.3514"N。根据观测资料计算得出该海域的潮汐性质指数为 6.15，故潮汐类型属于正规全日潮。相对于平均海平面，最高天文潮位为 3.37m，最低天文潮位为-2.82m。

根据观测资料计算得到该海域表层的潮流性质参数为 3.20，表明潮流为不正规全日潮流。表、中、底层实测海流流速和流向统计分析见表 4.1-4，表层流速最大为 41cm/s，发生在 ENE 方向；中层流速最大为 41cm/s，发生在 ENE 方向；底层流速最大为 30cm/s，发生在 NNW 方向。

表 4.1-4 (a) 各方位潮流的平均流速、最大流速和出现的频率 (表层)

方向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
频率 (%)								
最大流速(cm/s)								
平均流速(cm/s)								
方向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
频率 (%)								
最大流速(cm/s)								
平均流速(cm/s)								

表 4.1-4 (b) 各方位潮流的平均流速、最大流速和出现的频率 (中层)

方向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
频率 (%)								
最大流速(cm/s)								
平均流速(cm/s)								
方向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
频率 (%)								
最大流速(cm/s)								
平均流速(cm/s)								

表 4.1-4 (c) 各方位潮流的平均流速、最大流速和出现的频率 (底层)

方向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
频率 (%)								
最大流速(cm/s)								
平均流速(cm/s)								
方向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
频率 (%)								
最大流速(cm/s)								
平均流速(cm/s)								

4.1.2 地质地貌

涠洲油田群所在海域属南海北部湾海域，海底地形平坦，没有明显的起伏，属南海西北部大陆架的堆积平原地貌。新构造运动特征表现为总的沉降背景上以断裂活动和以周边断裂为界的断块差异性升降运动。工程所在区域不存在晚更新世活动断裂，且地处涠洲布格重力负异常带南侧涠西南负异常体的边缘，航磁、地壳厚度变化平缓部位。根据区域强震发生的地震地质条件，工程区域均不会发生 6 级和 6 级以上地震。

4.2 环境敏感目标

4.2.1 海洋公园

国家海洋局于 2012 年 12 月 21 日批准成立“广西涠洲岛珊瑚礁国家级海洋公园”。海洋公园总面积为 2512.92 公顷，其中重点保护区 1278.08 公顷，适度利用区 1234.84 公顷。地理坐标在 109°3'51.67"E~109°9'55.29"E，20°59'29.58"N~21°5'20.54"N 之间，主要位于涠洲岛东北面和西南面距海岸线 500 米以外至 15 米等深线组成的两部分海域。

4.2.2 海洋保护区和自然保护区

(1) 涠洲岛海洋保护区

位于涠洲岛东侧和西南侧海域，109°4'9"E~109°9'43"E，20°59'42"N~21°5'11"N，面积 2572 公顷。海洋环境保护管理要求为：保护珊瑚礁及其生境；执行不劣于二类海水水质标准、一类海洋沉积物质量标准、一类海洋生物质量标准。

(2) 斜阳岛海洋保护区

位于斜阳岛东西两侧海域，109°11'59"E~109°13'15"E，20°53'58"N~20°55'16"N，面积为 142 公顷。海洋环境保护管理要求为：保护珊瑚礁及其生境；执行不劣于二类海水水质标准、一类海洋沉积物质量标准、一类海洋生物质量标准。

(3) 广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区

广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区位于广东湛江雷州市西部海域，即国家一级渔港企水港和国家级中心渔港乌石港之间，地理坐标介于东经 109°31'~109°48'，北纬 20°32'~20°44'之间，总面积 46864.67 公顷，其中，核心区面积 18527 公顷，缓冲区面积 13664 公顷，实验区面积 14673.67 公顷。

保护对象为珍稀海洋生物及其栖息地，以及珊瑚礁、海藻场与红树林等典型海洋生态系统。

(4) 广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区

广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区位于广东省湛江市雷州半岛徐闻县西海岸。

1999 年 8 月，徐闻县人民政府批准建立徐闻珊瑚礁县级自然保护区，2002 年 7 月升级为市级自然保护区。2003 年 6 月 19 日，广东省人民政府以粤府函[2003]1196 号文颁布建立徐闻珊瑚礁省级自然保护区，升级为自然保护区，总面积 14378.5ha。2007 年 4 月国务院办公厅以国办发[2007]20 号文、环函[2007]276 号批准该保护区升级为国家级自然保护区；广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区总面积 14378.5 公顷，其中核心区面积

4356.1ha, 缓冲区面积 4665.2ha, 实验区面积 5357.2ha。保护区位于广东省徐闻县境内, 在角尾、西连的西海岸一带海区, 范围在东经 109°50'12"~109°56'24", 北纬 20°10'36"~20°27'00"之间。核心区主要分布在灯楼角和水尾角沿岸一带海区, 缓冲区主要分布在两处核心区的外围, 试验区分布在保护区的中部。

保护对象包括: ①具有北热带特点的热带珊瑚礁为主的珊瑚礁生态系统; ②保护区内分布的珊瑚及其栖息地; ③保护区内分布的珍稀濒危海洋动物及其栖息地; ④热带珊瑚礁生物多样性; ⑤丰富的景观资源和旅游资源。

4.2.3 渔业资源保护区

(1) 北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区

北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区位于北部湾东北部沿岸区域, 由北纬 21°31'线、五个拐点连线及广西壮族自治区防城港市、北海市海岸线组成, 拐点坐标分别为 (108°04'E, 21°31'N; 108°30'E, 21°00'N; 109°00'E, 20°30'N; 109°30'E, 20°30'N; 109°30'E, 21°29'N)。核心区由五个拐点连线组成, 拐点坐标分别为 (108°15'E, 21°15'N; 108°30'E, 21°00'N; 109°00'E, 20°30'N; 109°30'E, 20°30'N; 109°30'E, 21°15'N)。实验区由北纬 21°31'线、四个拐点连线及广西壮族自治区防城港市、北海市海岸线组成, 拐点坐标分别为 (108°04'E, 21°31'N; 108°15'E, 21°15'N; 109°30'E, 21°15'N; 109°30'E, 21°29'N)。保护区面积 1,142,158.03 公顷, 其中核心区面积 808,771.36 公顷, 实验区面积 333,386.67 公顷; 核心区特别保护期为 1 月 15 日至 3 月 1 日。主要保护对象为二长棘鲷和长毛对虾, 其他保护物种包括金线鱼、蓝圆鲹、黄带鲱鲤、长尾大眼鲷、蛇鲻类、日本金线鱼、墨吉对虾、长足鹰爪虾、中华管鞭虾、锈斑蟊、逍遥馒头蟹、日本蟊、马氏珠母贝、方格星虫等。

(2) 二长棘鲷幼鱼和幼虾保护区

北部湾涠洲岛北端 21°05'N 以北的海域, 连接涠洲岛南至广东省海康县流沙港以西 20m 水深以内的海域, 为二长棘鲷幼鱼和幼虾保护区。禁渔期为: 北半部 (涠洲岛北端起) 12 月 16 日至翌年 6 月 30 日, 南半部 (涠洲岛南端起) 1 月 15 日至 6 月 30 日。在禁渔期间, 禁止底拖网作业渔船和拖虾渔船进入该海域生产。

(3) 南海北部幼鱼繁育场保护区

根据《中国海洋渔业水域图 (第一批) ——南海区渔业水域图 (第一批) 》, 南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40 米等深线、17 个基点连线以内水

域，保护期为 1-12 月。

该保护区的管理要求：保护期内禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入本区生产，防止或减少对渔业资源的损害。

4.2.4 产卵场

根据《南海渔业水域图》(第一批)，北部湾内距工程较近的主要有蓝圆鲹、二长棘鲷、金线鱼、红鳍笛鲷、绯鲤类、长尾大眼鲷等鱼类的产卵场。其中，本工程位于北部湾二长棘鲷产卵场和北部湾绯鲤类产卵场内，距离北部湾金线鱼产卵场最近约 9.4km，距离北部湾蓝圆鲹产卵场最近约 11.2km，距离北部湾长尾大眼鲷产卵场最近约 25.5km。

(1) 北部湾蓝圆鲹产卵场

北部湾是蓝圆鲹主要的产卵场和育幼场之一，产卵场的范围介于 107°15'~109°40'E，20°00'~21°30'N 之间，水深 40m 以内，产卵盛期为 3~5 月。

(2) 北部湾二长棘鲷产卵场

北部湾二长棘鲷的产卵场位于北部湾 107°20'~109°15'E，20°00'N 至近岸，水深 60m 以浅海域，产卵盛期 12~2 月。

(3) 北部湾金线鱼产卵场

北部湾金线鱼产卵场主要有两处，第一处为 107°15'~108°50'E，19°10'~20°55'N，水深 40~75m，产卵期 2~6 月；第二处为 106°05'~107°20'E，18°15'~19°55'N，水深 20~80m，产卵期 4~8 月。

(4) 北部湾长尾大眼鲷产卵场

北部湾长尾大眼鲷产卵场共有三处，第一处位于 107°30'~108°50'E，20°15'~21°20'N 海域，第二处为 107°35'~109°05'E，19°35'~20°25'N 海域，第三处 107°35'~108°25'E，18°25'~19°25'N 海域，产卵期为 5~7 月份。

(5) 北部湾绯鲤类产卵场

北部湾绯鲤类产卵场位于 107°20'~108°15'E，18°15'~21°15'N，水深 20~100m，产卵盛期 4~5 月。

4.2.5 生态红线

本项目周边的生态红线区主要包括广西近海南部重要渔业限制类红线区、广西近海南部海洋保护区限制类红线区、广西涠洲岛珊瑚礁保护区禁止类红线区、广西涠洲岛珊瑚礁保护区限制类红线区、北海斜阳岛保护区限制类红线区、广西近海南部重要渔业海

域限制类红线区、北海涠洲岛自然景观与文化历史遗迹限制类红线区、涠洲岛重要砂质岸线和沙源保护海域限制类红线区、北海涠洲岛重要滨海旅游区限制类红线区等。本工程距离生态红线的距离及相对位置详见表 4.2-1 和图 4.2-1b。

4.2.6 工程附近主要敏感目标分布

根据本工程所处海域的位置、开发规模和特点以及可能产生的环境影响，本次评价筛选的主要环境敏感目标包括海洋保护区、水产种质资源资源保护区、产卵场、生态红线等。本项目的主要敏感区和保护目标见表 4.2-1，敏感目标分布见图 4.2-1a 和 4.2-1b，与产卵场的相对位置见图 4.2-2，与南海幼鱼繁育场保护区的相对位置关系见图 4.2-3。

表 4.2-1 环境敏感目标分布表

类型	敏感目标名称名称	级别	方位	最近距离 (km)	主要保护对象
水产种质资源保护区	北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区	国家级	东北	10.4	二长棘鲷和长毛对虾
	北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区实验区		北	63.0	
海洋保护区	涠洲岛海洋保护区	-	东北	54.0	珊瑚礁
	斜阳岛海洋保护区	-	东北	60.3	
	三娘湾海洋保护区	-	北	93.9	
	北仑河口红树林海洋保护区	-	西北	110.0	加强对中华白海豚及其栖息环境的保护。 保护红树林及其海洋自然生态系统，提高红树林生态系统的生物多样性；珍珠湾内还应保护海草床生境；保护自然景观
	广西近海南部海洋保护区	-	北	59.4	保护近海生物资源及其产卵场：1~7 月为蓝圆鲹或二长棘鲷产卵期，加强对蓝圆鲹和二长棘鲷产卵场的保护
海洋公园	广西涠洲岛珊瑚礁国家级海洋公园	国家级	东北	54.0	珊瑚礁
自然保护区	广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区	国家级	东	85.7	珍稀海洋生物及其栖息地，以及珊瑚礁、海藻场与红树林等典型海洋生态系统
	广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区	国家级	东南	123.5	珊瑚礁生态系统
渔业资源保护区	南海北部幼鱼繁育场保护区	-	东、东北	14.0	幼鱼、幼虾
	二长棘鲷幼鱼幼虾保护区	-	北、东	39.6	二长棘鲷
生态红线区	广西涠洲岛珊瑚礁保护区	禁止类红线区	东北	62.8	珊瑚礁生态系统及其生境、海马
	雷州珍稀海洋生物自然保护区		东	90.7	珊瑚礁、珍稀海洋生物生境
	雷州海草自然保护区		东南	114.0	海草资源及其生境
	乌石国家级海洋公园		东南	115.9	珊瑚礁、海草床等海洋生态系统
	徐闻珊瑚礁国家级自然保护区		东南	127.6	珊瑚礁典型生态系统
	广西涠洲岛珊瑚礁保护区	限制类红线区	东北	54.0	珊瑚礁生态系统及其生境、海马
	广西近海南部重要渔业海域		北	60.3	二长棘鲷、长毛对虾等渔业种质资源、中国鲎、

类型	敏感目标名称名称	级别	方位	最近距离 (km)	主要保护对象
					海马
	广西近海南部海洋保护区		北	60.3	渔业资源及其生境、中国鲎、海马
	北海斜阳岛保护区		东北	59.7	珊瑚礁生态系统及其生境、海马、海岸景观
	北海涠洲岛自然景观与文化历史遗迹		东北	56.0	自然景观、海岸线
	涠洲岛重要砂质岸线和沙源保护海域		东北	55.3	砂质岸线、沙源海域、岩石岸线
	北海涠洲岛重要滨海旅游区		东北	56.7	岸滩、岛屿生态、海岸景观、自然资源、海马
	北海南部海域重要渔业海域		东北	70.9	二长棘鲷、长毛对虾等渔业种质资源、中华白海豚、中国鲎、海马
	钦州南部海域重要渔业海域		东北	84.8	二长棘鲷、长毛对虾等渔业种质资源、中华白海豚、中国鲎、海马
	廉州湾重要渔业海域		东北	86.4	海湾自然环境、养殖环境及渔业资源、中华白海豚、中国鲎、海马
	防城港南部海域重要渔业海域		西北	91.0	二长棘鲷、长毛对虾等渔业种质资源、中华白海豚、中国鲎、海马
	钦州三娘湾中华白海豚集中分布区		东北	89.3	中华白海豚及其生境、中国鲎、海马
	三娘湾重要滨海旅游区		东北	99.5	红树林生态系统，海洋景观、岸滩、海岸生态、自然资源、中华白海豚
	鹿耳环至三娘湾重要滨海旅游区		东北	100.6	红树林生态系统，海洋景观、岸滩、岛屿生态、渔业和自然资源
	三娘湾重要砂质岸线和沙源保护海域		东北	102.0	砂质岸线、沙源海域
	廉州湾重要滨海旅游区		东北	98.8	红树林生态系统，海洋景观、岸滩、海岸生态、自然资源
	珍珠港重要渔业海域		西北	105.4	红树林、海草、海湾自然环境、养殖环境及渔业资源、中国鲎、海马
	雷州珍稀海洋生物自然保护区		东	87.5	珊瑚礁、珍稀海洋生物生境
	雷州海草自然保护区		东南	116.5	海草资源及其生境
	乌石人工鱼礁重要渔业海域		东南	112.8	渔业资源、海洋生态环境
	徐闻南部重要渔业海域		东南	109.7	渔业资源、海洋生态环境

类型	敏感目标名称名称	级别	方位	最近距离 (km)	主要保护对象
	徐闻珊瑚礁国家级自然保护区		东南	123.8	珊瑚礁典型生态系统
	流沙湾海草床		东南	129.9	
产卵场	北部湾二长棘鲷产卵场	-	位于其中		二长棘鲷
	北部湾绯鲤类产卵场		位于其中		绯鲤类
	北部湾金线鱼产卵场	-	西南	9.4	金线鱼
	北部湾蓝圆鲹产卵场	-	北、东	11.2	蓝圆鲹
	北部湾长尾大眼鲷产卵场	-	西北	25.5	长尾大眼鲷

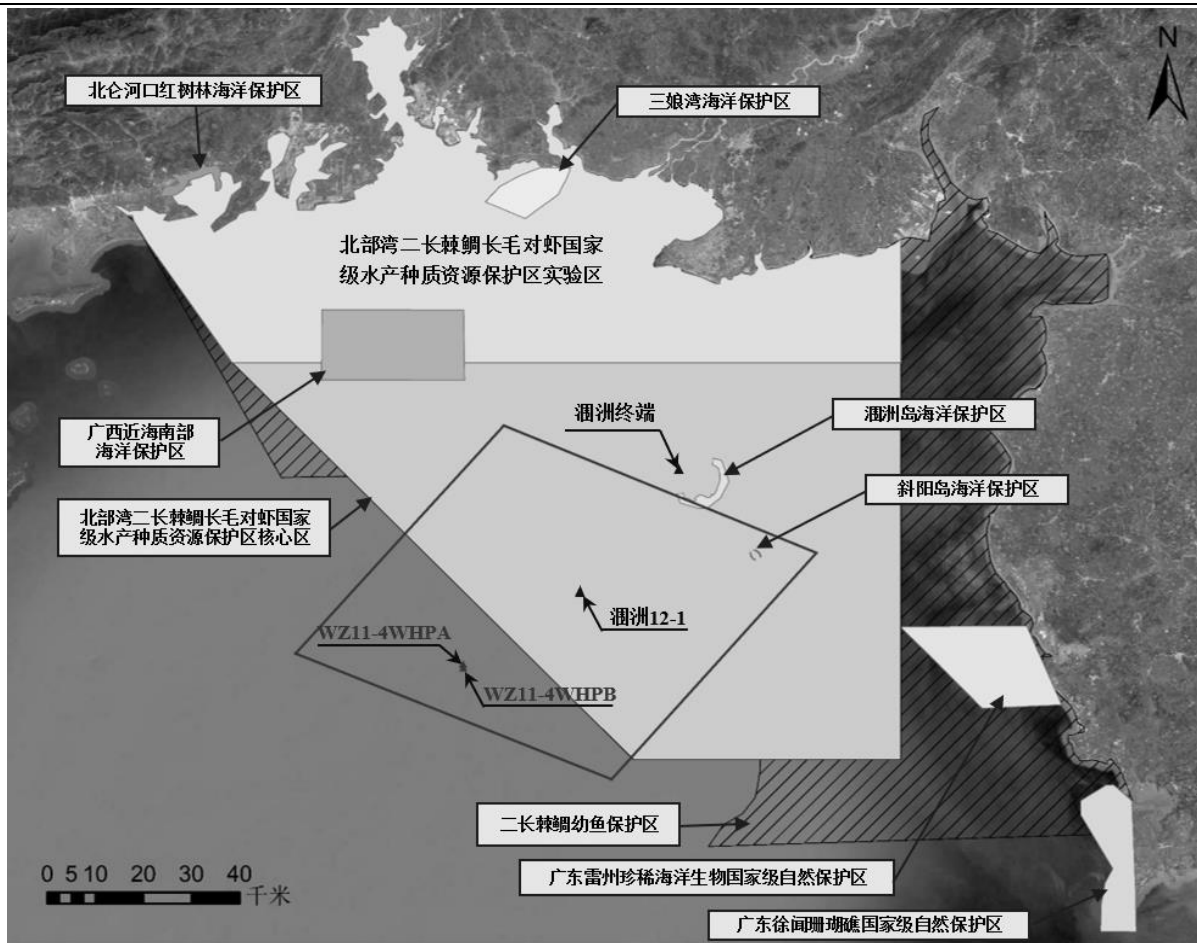


图 4.2-1a 环境敏感目标分布图-保护区

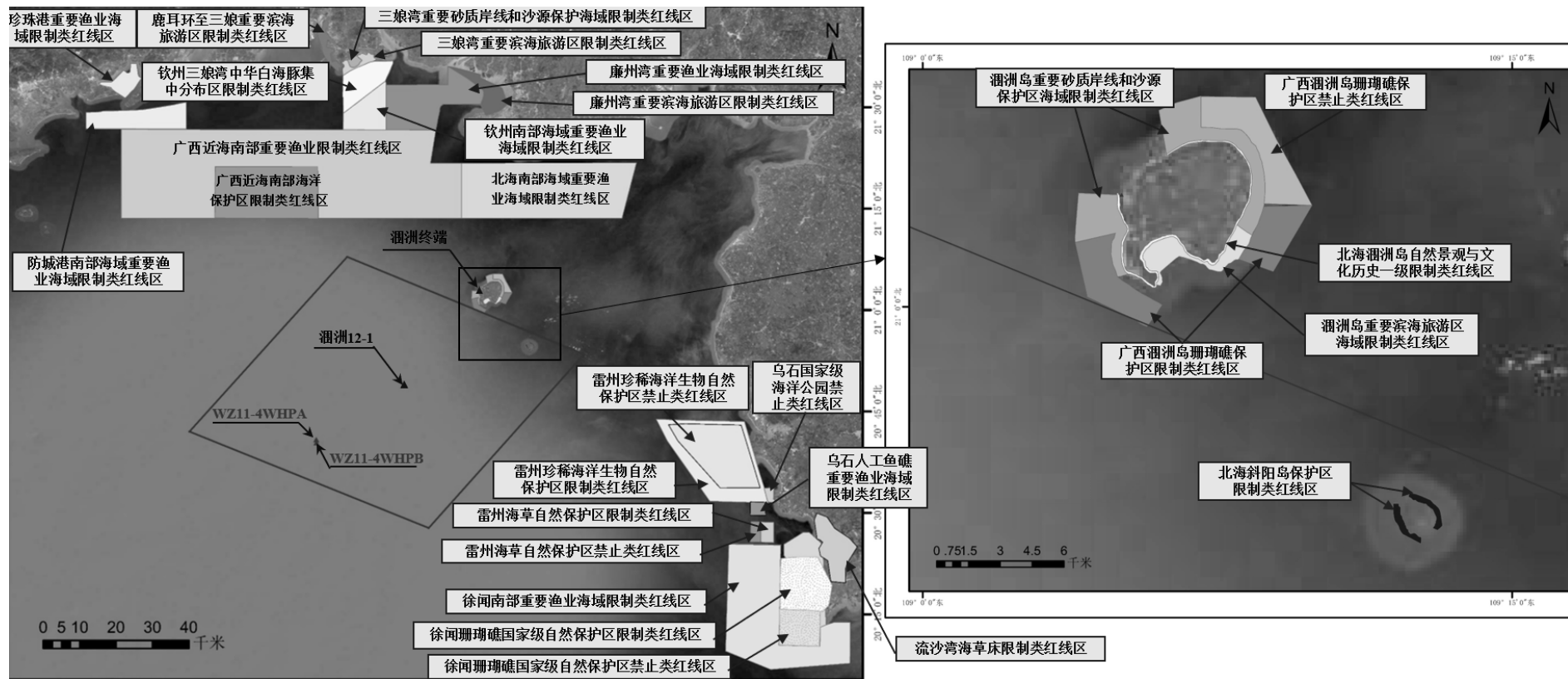


图 4.2-1b 环境敏感目标分布图-生态红线

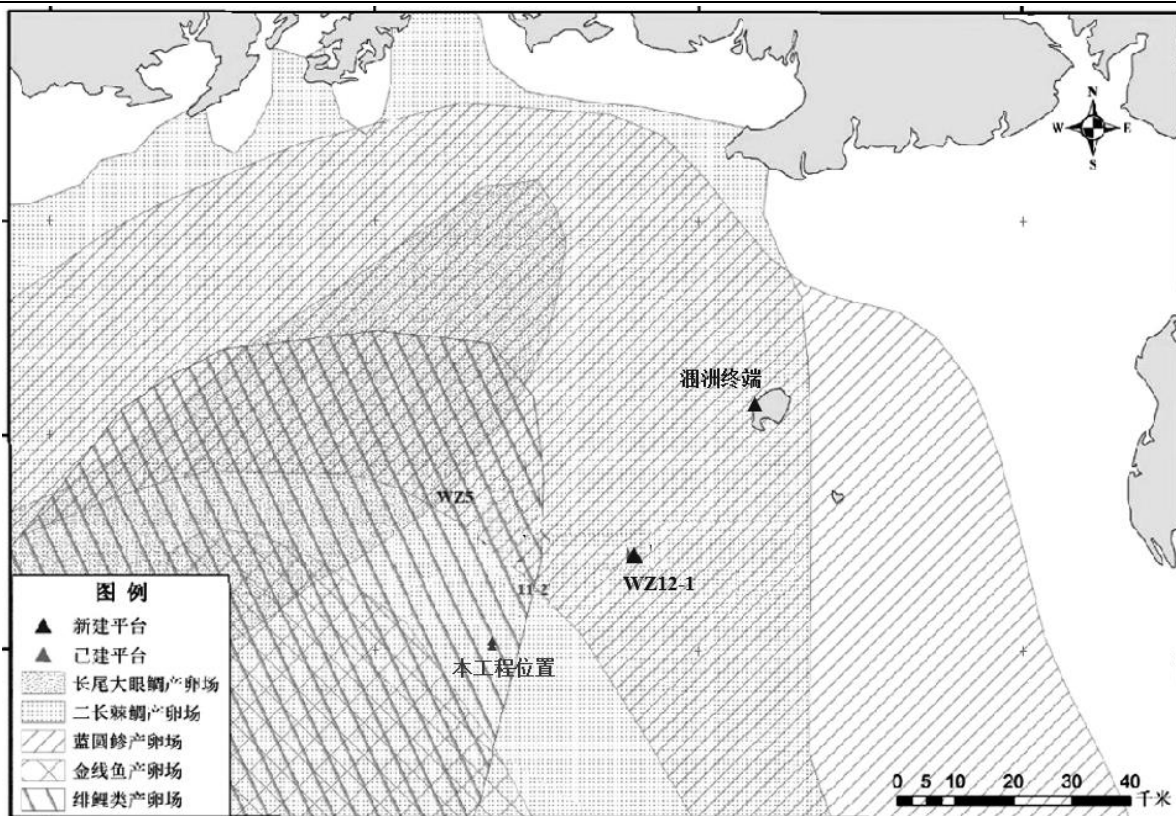


图 4.2-2 本项目附近产卵场分布

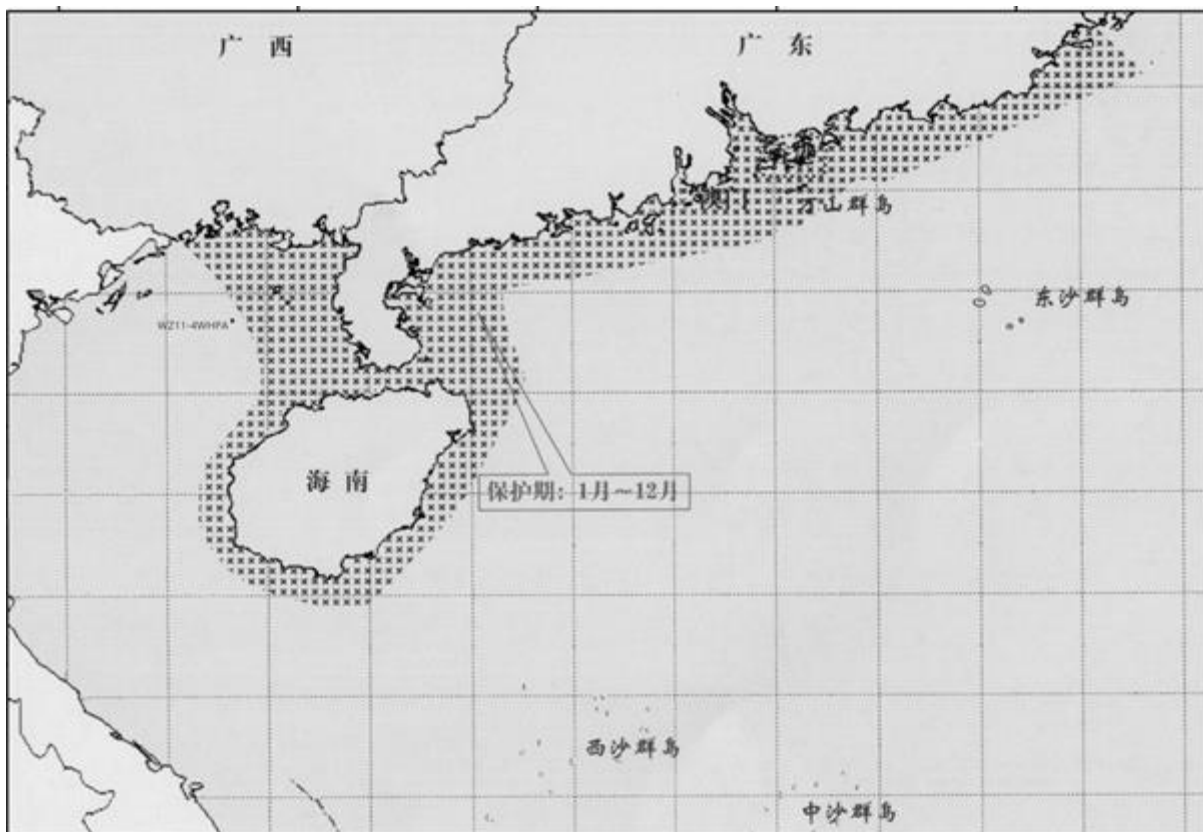


图 4.2-3 本工程与南海北部幼鱼繁育场保护区位置关系图

5 环境现状调查与评价

本次环境现状调查与评价资料来源汇总见表 5-1。

表 5-1 海洋环境现状调查资料来源一览表

调查项目	引用报告	调查单位	调查时间	站位数
水文动力环境	涠洲 5-7 油田 11-2 油田二期开发工程及涠洲 12-1 油田调整工程项目环境影响报告书	中海油服物探事业部工程勘察作业公司	2018 年 6 月、2019 年 7 月和 2016 年 1 月	4
地形地貌	涠洲 5-7 油田 11-2 油田二期开发工程及涠洲 12-1 油田调整工程项目环境影响报告书	中海油服物探事业部工程勘察中心	2019 年 7 月	/
水质	涠洲油田群春季环境质量现状调查与评价	南海环境监测中心	2018 年 4 月 22 日~4 月 25 日	44
	涠洲油田群秋季环境质量现状调查与评价		2018 年 9 月 23 日~9 月 27 日	44
沉积物	涠洲油田群春季环境质量现状调查与评价		2018 年 4 月 22 日~4 月 25 日	27
生物生态	涠洲油田群春季环境质量现状调查与评价		2018 年 4 月 22 日~4 月 25 日	27
	涠洲油田群秋季环境质量现状调查与评价		2018 年 9 月 23 日~9 月 27 日	27
生物质量	涠洲油田群春季环境质量现状调查与评价		2018 年 4 月 22 日~4 月 25 日	27
	涠洲油田群秋季环境质量现状调查与评价		2018 年 9 月 23 日~9 月 27 日	27
渔业资源	涠洲油田群渔业资源现状调查与评价春季简报		广东海洋大学	2018 年 4 月 26 日~4 月 30 日
	涠洲油田群渔业资源现状调查与评价秋季简报	2018 年 9 月 1 日~9 月 7 日		12

5.1 水文水动力现状调查与评价

5.1.1 调查概况

中海油服物探事业部工程勘察作业公司于 2018 年 6 月~7 月在工程海域进行了测站 1 和测站 2 的海流和潮位现场观测；于 2019 年 7 月在工程海域进行了测站 3 的海流和潮位现场观测；于 2016 年 1 月在工程海域进行过测站 4 的海流现场观测。

表 5.1-1 水文动力现场调查测站

测站名称	纬度 (N)	经度 (E)	调查项目
测站 1			水位、海流
测站 2			海流
测站 3			水位、海流
测站 4			海流

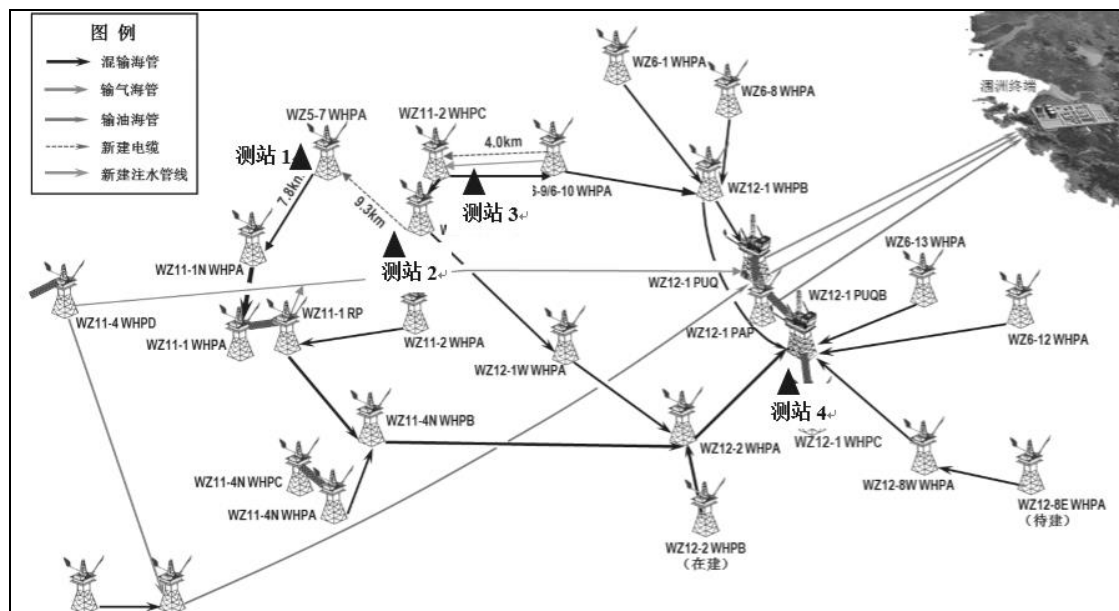


图 5.1-1 水文动力调查测站分布示意图

5.1.2 潮汐特征

通过对调查期间的观测数据进行调和分析，各潮位测站潮汐特征基本一致。以最近调查的测站 1 数据计算，根据潮汐类型公式 $E1 = (H_{K1} + H_{O1}) / H_{M2}$ 计算出潮汐性质指数为 6.19，故工程所在海域的潮汐类型属于正规全日潮。

参考该海区近期历史资料，并与附近测站基面的一致性，选择理论最低潮面（平均海平面以下 2.40m）为海图基准面，作为本工程所采用的水深起算面。

根据潮汐调和常数推算出所在海域的特征潮位，相对于海图基准面，最高天文潮位为 5.60m，最低天文潮位为 -0.15m，最大潮差为 5.75m。并通过查询相关文献和相关已建工程设计资料，列出与 1985 国家基准高程和珠江基准高程的相对关系。

图 5.1-2 特征水位图

5.1.3 潮流特征

对实测的海流数据进行了潮流调和分析，根据调和分析结果，4 个测站潮流特征基本一致，根据测站 4 表层数据计算的潮流性质参数 $(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$ 为 2.35，表明该海域表层潮流为不正规全日潮流。各分潮流的量值大小按下列次序排列： O_1 ， K_1 ， M_2 ， S_2 。各分潮的椭圆率在-0.44~0.02 之间，说明各层各分潮潮流椭圆以右旋为主。

表 5.1-2 主要分潮潮流调和常数（表层）

表层（东分量）			表层（北分量）		
分潮	U (cm/s)	ξ (deg)	分潮	V (cm/s)	η (deg)
O_1			O_1		
K_1			K_1		
M_2			M_2		
S_2			S_2		
M_4			M_4		
MS_4			MS_4		

表 5.1-3 主要分潮潮流椭圆要素（表层）

层次	椭圆要素	O_1	K_1	M_2	S_2	M_4	MS_4
表层	W (cm/s)						
	w (cm/s)						
	K						
	τ (hr)						
	θ ($^\circ$)						

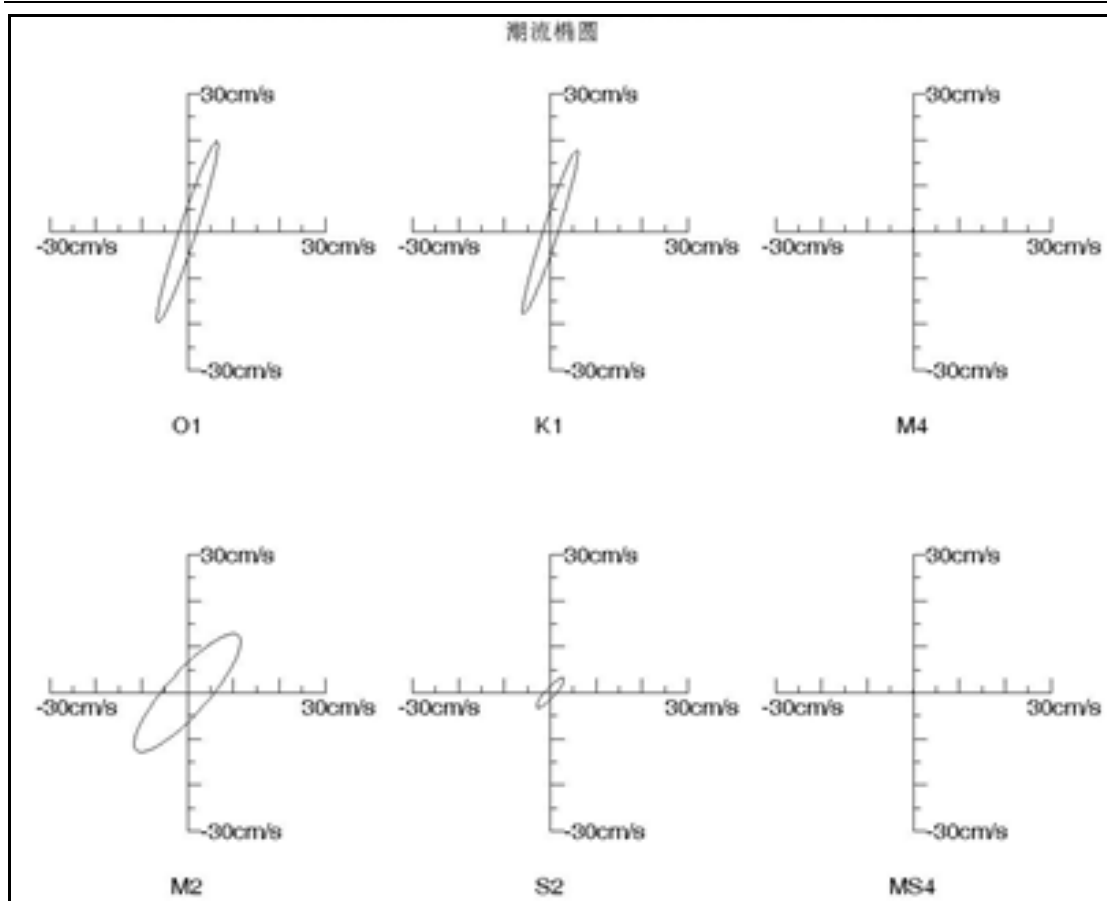


图 5.1-3 潮流椭圆图（表层）

5.1.4 余流特征

实际调查的海流是由潮流、风海流、密度流等组成的综合水流，通过将周期性的潮流分离，可以得到余流特征。本工程所在的北部湾是一个半封闭海湾，余流主要由风海流、密度流和潮致余流等成分组成。

根据最新的文献研究成果（引自《中国区域海洋学-物理海洋学》（2012年）），北部湾四季大致上都是一个大的逆时针环流，湾口海水终年东进西出。受潮至余流、风生流和密度流三者的相互影响，各个局部海域的流在不同的季节又呈现出不同的局部特征。通过对两次实测海流数据（测站 4 调查时间为 1 月份，可代表冬季；周边历史测站调查时间为 8~9 月份，可代表夏季）的调和析，得出工程海域在冬季和夏季的余流流速较小，各层流速均不超过 5cm/s；冬季和夏季的余流流向均为 NW 向，符合整个北部湾为逆时针环流的文献研究成果描述。

表 5.1-4 工程海域余流特征表

站位	要素	表层	中层	底层
测站 4	流向 (°)			
	流速 (cm/s)			
周边历史测站	流向 (°)			
	流速 (cm/s)			

5.2 地形地貌环境现状调查与评价

选取项目附近 WZ11-2 WHPC 平台地形资料进行本项目的地形地貌环境评价，距本项目的最近距离约 22km。2019 年 7 月，由中海油田服务股份有限公司物探事业部工程勘察作业公司对新建 WZ11-2 WHPC 平台场址及管线路由进行了工程勘察作业。



图 5.2-1 本项目位置与 WZ11-2 WHPC 平台的相对位置关系

5.2.1 水深地形分布

WZ11-2 WHPC 平台场址调查范围内，海底较为平缓，水深由东北向西南渐深，水深基本在 33.2m~33.7m 之间变化，局部桩腿坑内水深可达 35.0m。

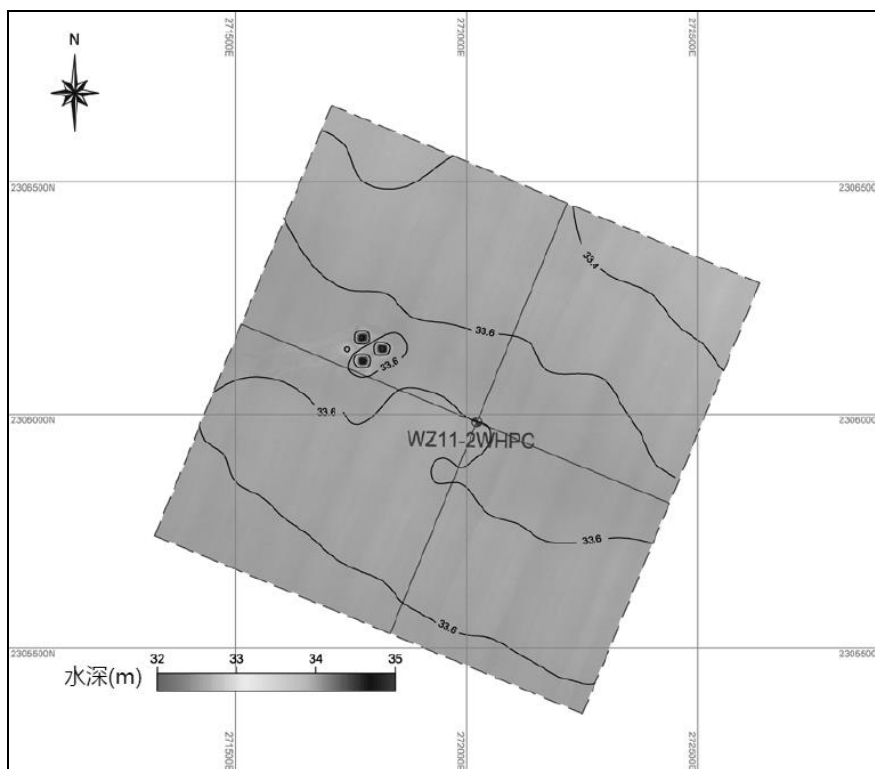


图 5.2-2 WZ11-2 WHPA 平台调查区域水深分布图

5.2.2 地貌特征

根据相关文献资料结合本工程调查资料，工程海域所在北部湾为南海西北大陆架地貌，是陆地地貌在水下的延伸。北部湾海岸地貌以台地、丘陵、海积和三角洲平原海岸为主，从北海至雷州半岛西部海岸以丘陵地貌和台地地貌为主，海南岛西部以玄武岩台地地貌为主，间有丘陵和海积、三角洲平原地貌。北部湾地质构造复杂，西部和西南部主要受 NW 向断裂控制，东北部受 NE 向和 NEE 向断裂控制明显。湾内发育两个新生代含油气盆地，包括本工程所在的北部湾盆地，油气资源丰富。

根据地貌资料，在新建 WZ11-2 WHPA 平台场址调查区域内地貌资料基本均一，海底地形平坦。主要地貌特征有 3 处桩腿坑、1 处钻井痕迹、拖痕和少量锚痕。3 处桩腿坑位于调查区域西部，近似方形，27.3m-35.0m，深度在 1.3-1.8m 之间。1 处钻井痕迹在调查区域西部，形状近圆形，位于桩腿坑西侧，半径 11.6m，深度 0.7m。预定平台位置距离钻井痕迹最近距离 315m，钻井痕迹对预定平台的就位安装没有不利影响。在调查区域西部内还发现了少量拖痕，在调查区域中部发现了一些锚痕。在预定平台周围 100m 范围内，地貌资料色度呈斑驳状，发现有少量锚痕。

图 5.2-3 WZ11-2 WHPC 平台调查区域地貌图

5.3 海水水质现状调查与评价

本工程所在涠洲油田群区域附近海域海水水质、海洋沉积物、海洋生物生态和生物质量现状调查工作由国家海洋局南海环境监测中心承担。海水水质、海洋生物生态和生物质量现状调查分别于 2018 年 4 月 22 日~4 月 25 日(春季)和 2018 年 9 月 23 日~9 月 27 日(秋季)进行了两次调查；海洋沉积物环境质量现状于 2018 年 4 月同步进行了调查。

5.3.1 站位布设

调查海域春秋两季环境质量现状调查均采用网格布点的方式。

春、秋季调查站位基本重合，均布设 44 个调查站位，其中水质调查站 44 个，沉积物调查站 27 个，生物生态（浮游植物、浮游动物、底栖生物、生物质量）调查站 27 个。涠洲油田区域布设 5 个横断面，8 个纵断面，以平行于涠洲岛岸线方向为横断面，垂直于涠洲岛岸线方向为纵断面，断面间距约 15km×10km，交点为站点所在位置，布设 40 个调查站位（P1~P40），其中在涠洲 12-1 油田 PUQ 平台附近潮流主流向上加密布设 4 个调查站位（P48~P51），站位设置见图 5.3-1。春、秋两次环境质量现状调查的站位布设、调查站位坐标和调查项目见表 5.3-1。

表 5.3-1 调查站位及内容

序号	站位	经度 (E)	纬度 (N)	调查内容
1	P1*			水质、沉积物、生物生态
2	P2			水质
3	P3			水质
4	P4			水质、沉积物、生物生态
5	P5			水质、沉积物、生物生态
6	P6			水质
7	P7			水质、沉积物、生物生态
8	P8			水质、沉积物、生物生态
9	P9			水质、沉积物、生物生态
10	P10			水质
11	P11*			水质、沉积物、生物生态
12	P12			水质、沉积物、生物生态
13	P13			水质、沉积物、生物生态
14	P14			水质、沉积物、生物生态
15	P15			水质、沉积物、生物生态
16	P16			水质
17	P17			水质
18	P18			水质、沉积物、生物生态
19	P19			水质、沉积物、生物生态
20	P20			水质、沉积物、生物生态
21	P21*			水质、沉积物、生物生态
22	P22			水质、沉积物、生物生态
23	P23			水质
24	P24			水质、沉积物、生物生态
25	P25			水质、沉积物、生物生态
26	P26			水质、沉积物、生物生态
27	P27			水质、沉积物、生物生态
28	P28			水质、沉积物、生物生态
29	P29			水质
30	P30			水质、沉积物、生物生态
31	P31*			水质、沉积物、生物生态
32	P32			水质
33	P33			水质、沉积物、生物生态
34	P34			水质
35	P35			水质
36	P36			水质、沉积物、生物生态
37	P37			水质
38	P38			水质、沉积物、生物生态
39	P39			水质
40	P40			水质、沉积物、生物生态
41	P48			水质

序号	站位	经度 (E)	纬度 (N)	调查内容
42	P49			水质
43	P50			水质
44	P51*			水质

注：1) “*”表示该站水质样品采平行双样；2) 叶绿素 a 和水文气象站同水质站。

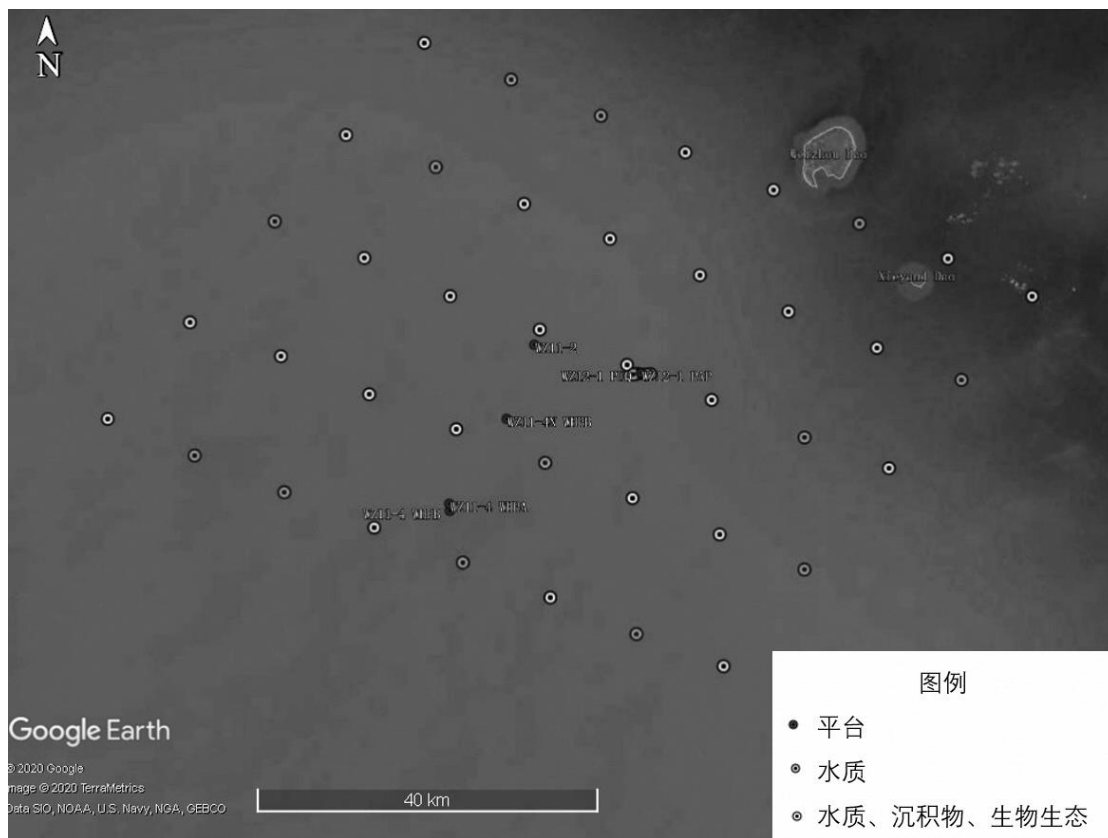


图 5.3-1 调查站位示意图

5.3.2 调查因子

水质样品分 3 个层次进行采集：表层（低于表层 0.5m）、10m、底层（高于泥线 2m），石油类只调查表层样品。

选取水温、盐度、pH、COD、DO、活性磷酸盐、无机氮（氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮）、悬浮物、石油类、挥发性酚、硫化物、总铬、汞、铜、铅、镉、锌、砷，其中石油类项目只调查表层。监测方法和分析方法见表 5.3-2。

表 5.3-2 海水水质监测项目和分析方法

监测项目	分析方法	检出限
pH	多参数测定仪	/
水温	多参数测定仪	/
盐度	多参数测定仪	/
DO	多参数测定仪	/
悬浮物	重量法	2mg/L

监测项目		分析方法	检出限
COD		碱性高锰酸钾法	0.15mg/L
石油类		紫外分光光度法	3.5μg/L
活性磷酸盐		磷钼蓝分光光度法	0.2μg/L
无机氮	硝酸盐	锌镉还原法	0.7μg/L
	亚硝酸盐	盐酸萘乙二胺分光光度法	0.3μg/L
	氨	次溴酸盐氧化法	0.4μg/L
砷		原子荧光法	0.5μg/L
铜		无火焰原子吸收分光光度法	0.2μg/L
铅		无火焰原子吸收分光光度法	0.03μg/L
锌		火焰原子吸收分光光度法	3.1μg/L
镉		无火焰原子吸收分光光度法	0.01μg/L
汞		原子荧光法	0.007μg/L
铬		无火焰原子吸收分光光度法	0.3μg/L
挥发性酚		4-氨基安替比林分光光度法	1.1 μ g/L
硫化物		亚甲基蓝分光光度法	0.005 μ g/L

5.3.3 评价标准

根据《海水水质标准》(GB3097-1997), 对照《广西壮族自治区海洋功能区划》(2011~2020 年) 中对各功能区和《广西海洋生态红线划定方案》中的水质保护目标要求, 确定各调查水质站位评价执行标准情况。功能区外的站位, 采用《海水水质标准》(GB3097-1997) 中第一类海水水质标准 (适用于海洋渔业水域、海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区) 开始评价, 评价至符合某类标准为止。

广西壮族自治区海洋功能区划 (2011-2020年)

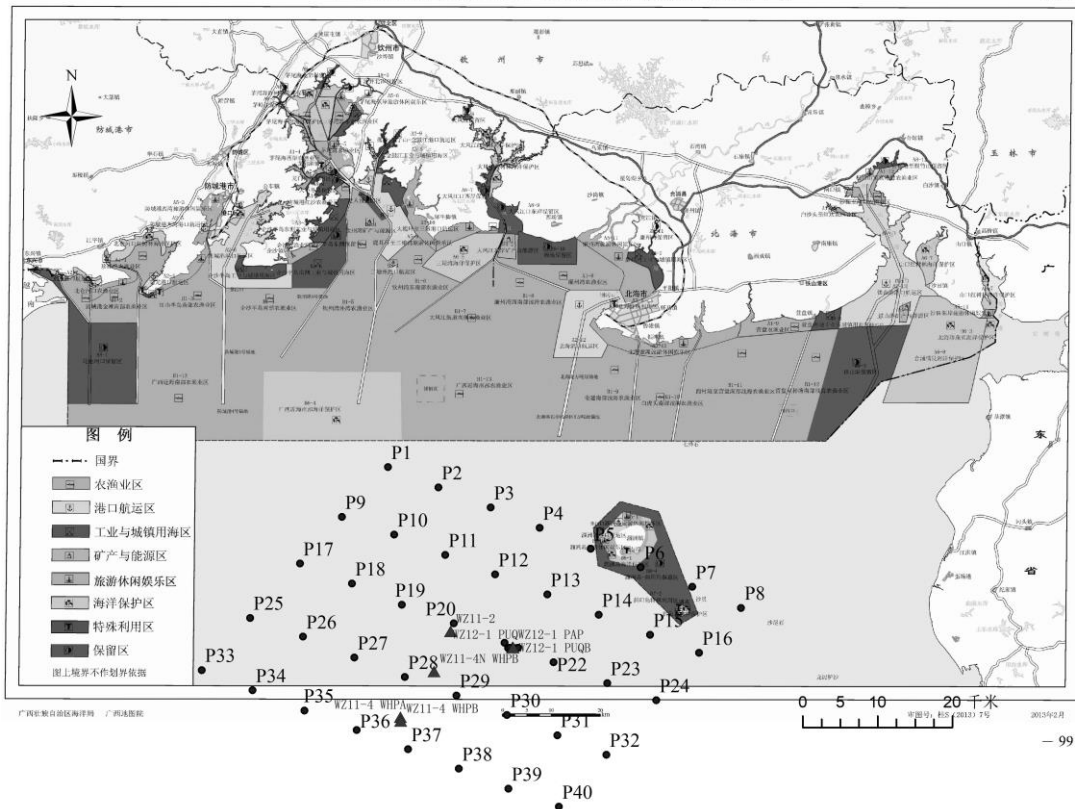


图 5.3-2 调查站位与《广西壮族自治区海洋功能区划》(2011~2020 年) 的相对位置关系

广西海洋生态红线控制图

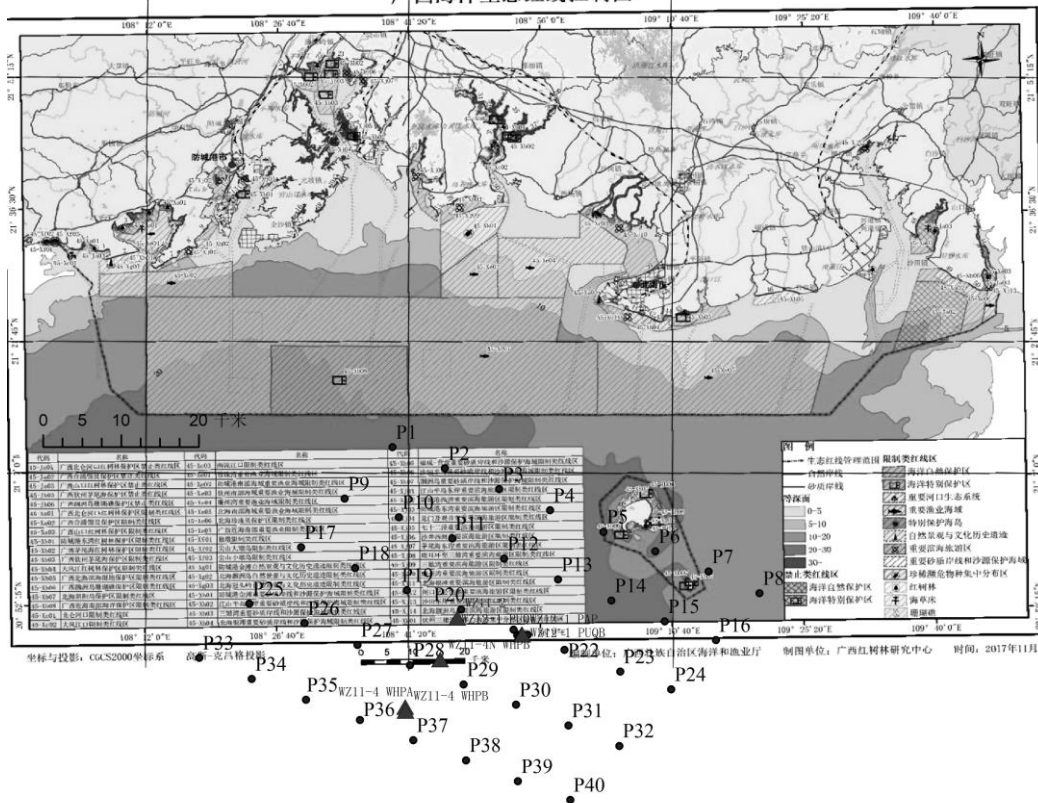


图 5.3-3 调查站位与《广西海洋生态红线划定方案》的相对位置关系

表 5.3-3 调查站位海水水质标准执行情况

《广西壮族自治区海洋功能区划》(2011~2020 年)			《广西海洋生态红线划定方案》		
功能区名称及代码	海水水质要求	监测站位	红线区名称及代码	海水水质要求	监测站位
功能区划定范围之外 (43 个站位)	/	P1、P2、P3、P4、P5、P7、P8、P9、P10、P11、P12、P13、P14、P15、P16、P17、P18、P19、P20、P21、P22、P23、P24、P25、P26、P27、P28、P29、P30、P31、P32、P33、P34、P35、P36、P37、P38、P39、P40、P48、P49、P50、P51	红线区划定范围之外 (44 个站位)	/	P1、P2、P3、P4、P5、P6、P7、P8、P9、P10、P11、P12、P13、P14、P15、P16、P17、P18、P19、P20、P21、P22、P23、P24、P25、P26、P27、P28、P29、P30、P31、P32、P33、P34、P35、P36、P37、P38、P39、P40、P48、P49、P50、P51
B8-4 涠洲岛-斜阳岛保留区	不劣于现状水平	P6			

表 5.3-4 海水水质标准(mg/L, pH 除外)

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
悬浮物	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
DO	>6	>5	>4	>3
COD _{Mn}	≤2	≤3	≤4	≤5
无机氮	≤0.20	≤0.30	≤0.40	≤0.50
活性磷酸盐	≤0.015	≤0.030		≤0.045
石油类	≤0.05		≤0.30	≤0.50
挥发性酚	≤0.005		≤0.010	≤0.050
硫化物(以 S 计)	≤0.02	≤0.05	≤0.10	≤0.25
铜	≤0.005	≤0.010	≤0.050	
铅	≤0.001	≤0.005	≤0.010	≤0.050
锌	≤0.020	≤0.050	≤0.10	≤0.50
镉	≤0.001	≤0.005	≤0.010	
汞	≤0.00005	≤0.0002		≤0.0005
砷	≤0.020	≤0.030	≤0.050	
总铬	≤0.05	≤0.10	≤0.20	≤0.50

5.3.4 评价方法

海水水质采用单项标准指数法对调查海域进行环境质量现状评价。

(1) 单项标准指数法

计算公式如下：

$$Q_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_{oi}}$$

式中： Q_{ij} —站 j 评价因子 i 的标准指数；

C_{ij} —站 j 评价因子 i 的实测浓度；

C_{oi} —评价因子 i 标准值。

因为海水中溶解氧（DO）和 pH 不同于一般的污染指标，有其特殊性，所使用的标准指数计算公式如下。

（2）对于水中溶解氧采用计算公式如下：

$$Q_j = \frac{C_f - C_j}{C_f - C_o} \quad \text{当 } C_j > C_o \text{ 时}$$

$$Q_j = 10 - 9C_j/C_o \quad \text{当 } C_j \leq C_o \text{ 时}$$

式中： Q_j —溶解氧的标准指数；

C_f 中：现场水温和盐度条件下溶解氧的饱和量；

C_o 场水溶解氧标准值；

C_j —溶解氧实测值。

（3）对于水中 pH 采用计算公式如下：

$$Q_j = \frac{2C_j - C_{o,upper} - C_{o,lower}}{C_{o,upper} - C_{o,lower}}$$

式中： Q_j —pH 值的标准指数；

C_f —现场水温和盐度条件下溶解氧的饱和量；

$C_{o,upper}$ —pH 的评价标准值上限；

$C_{o,lower}$ —pH 的评价标准值下限。

5.3.5 调查结果

对各站实测数据进行统计分析，2018 年 4 月及 2018 年 9 月调查结果如下。

表 5.3-5 2018 年 4 月水质实测结果统计表

站号	水深 m	层次 m	水温 ℃	盐度	pH	溶解 氧 mg/L	化学 需 氧量 mg/L	石油 类 mg/L	无机 氮 μg/L	活性 磷 酸盐 μg/L	总汞 μg/L	砷 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	铅 μg/L	铜 μg/L	总铬 μg/L	硫化 物 μg/L	悬浮物 mg/L	挥发 性酚 μg/L		
P1	24																					
P2	23.5																					
P3	23.7																					
P4	23.5																					
P5	23.5																					
P6	21																					
P7	19.5																					

涇洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

站号	水深 m	层次 m	水温 ℃	盐度	pH	溶解 氧 mg/L	化学 需 氧量 mg/L	石油 类 mg/L	无机 氮 μg/L	活性 磷 酸盐 μg/L	总汞 μg/L	砷 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	铅 μg/L	铜 μg/L	总铬 μg/L	硫化 物 μg/L	悬浮物 mg/L	挥发 性酚 μg/L	
P8	19																				
P9	31																				
P10	31																				
P11	29.5																				
P12	27																				
P13	27.5																				
P14	22.5																				

站号	水深 m	层次 m	水温 ℃	盐度	pH	溶解 氧 mg/L	化学 需 氧量 mg/L	石油 类 mg/L	无机 氮 μg/L	活性 磷 酸盐 μg/L	总汞 μg/L	砷 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	铅 μg/L	铜 μg/L	总铬 μg/L	硫化 物 μg/L	悬浮物 mg/L	挥发 性酚 μg/L	
P15	22.5																				
P16	21.8																				
P17	35																				
P18	34																				
P19	36																				
P20	33.5																				
P21	31.5																				

涇洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

站号	水深 m	层次 m	水温 ℃	盐度	pH	溶解 氧 mg/L	化学 需 氧量 mg/L	石油 类 mg/L	无机 氮 μg/L	活性 磷 酸盐 μg/L	总汞 μg/L	砷 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	铅 μg/L	铜 μg/L	总铬 μg/L	硫化 物 μg/L	悬浮物 mg/L	挥发 性酚 μg/L	
P22	31																				
P23	26																				
P24	24.5																				
P25	38																				
P26	41																				
P27	41.5																				
P28	41.5																				

涇洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

站号	水深 m	层次 m	水温 ℃	盐度	pH	溶解 氧 mg/L	化学 需 氧量 mg/L	石油 类 mg/L	无机 氮 μg/L	活性 磷 酸盐 μg/L	总汞 μg/L	砷 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	铅 μg/L	铜 μg/L	总铬 μg/L	硫化 物 μg/L	悬浮物 mg/L	挥发 性酚 μg/L	
P29	39																				
P30	39																				
P31	36																				
P32	29																				
P33	41.5																				
P34	42																				
P35	43.5																				

涇洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

站号	水深 m	层次 m	水温 ℃	盐度	pH	溶解 氧 mg/L	化学 需 氧量 mg/L	石油 类 mg/L	无机 氮 μg/L	活性 磷 酸盐 μg/L	总汞 μg/L	砷 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	铅 μg/L	铜 μg/L	总铬 μg/L	硫化 物 μg/L	悬浮物 mg/L	挥发 性酚 μg/L	
P36	43.5																				
P37	43																				
P38	44.5																				
P39	44																				
P40	38																				
P48	34																				
P49	34																				

站号	水深 m	层次 m	水温 ℃	盐度	pH	溶解 氧 mg/L	化学 需 氧量 mg/L	石油 类 mg/L	无机 氮 μg/L	活性 磷 酸盐 μg/L	总汞 μg/L	砷 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	铅 μg/L	铜 μg/L	总铬 μg/L	硫化 物 μg/L	悬浮物 mg/L	挥发 性酚 μg/L	
P50	33.5																				
P51	33.5																				

注：“未检出表示样品测值低于检出限，低于检出限的样品量≥1/2 样品总量时，计算时取其检出限的一半，低于检出限的样品量<1/2 样品总量时，计算时取其检出限的 1/4。检出率指测试结果高于检出限的样品数占总样品数的百分比。“/”表示无该项。

表 5.3-6 2018 年 9 月水质实测结果统计表

站号	水深 m	层次 m	水温 ℃	盐度	pH	溶解 氧 mg/L	化学 需 氧量 mg/L	石油 类 mg/L	无机 氮 μg/L	活性 磷 酸盐 μg/L	总汞 μg/L	砷 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	铅 μg/L	铜 μg/L	总铬 μg/L	硫化 物 μg/L	悬浮物 mg/L	挥发 性酚 μg/L	
P1																					
P2																					

站号	水深 m	层次 m	水温 ℃	盐度	pH	溶解 氧 mg/L	化学 需 氧量 mg/L	石油 类 mg/L	无机 氮 μg/L	活性 磷 酸盐 μg/L	总汞 μg/L	砷 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	铅 μg/L	铜 μg/L	总铬 μg/L	硫化 物 μg/L	悬浮物 mg/L	挥发 性酚 μg/L	
P3																					
P4																					
P5																					
P6																					
P7																					
P8																					
P9																					

站号	水深 m	层次 m	水温 ℃	盐度	pH	溶解 氧 mg/L	化学 需 氧量 mg/L	石油 类 mg/L	无机 氮 μg/L	活性 磷 酸盐 μg/L	总汞 μg/L	砷 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	铅 μg/L	铜 μg/L	总铬 μg/L	硫化 物 μg/L	悬浮物 mg/L	挥发 性酚 μg/L	
P10																					
P11																					
P12																					
P13																					
P14																					
P15																					
P16																					

涇洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

站号	水深 m	层次 m	水温 ℃	盐度	pH	溶解 氧 mg/L	化学 需 氧量 mg/L	石油 类 mg/L	无机 氮 μg/L	活性 磷 酸盐 μg/L	总汞 μg/L	砷 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	铅 μg/L	铜 μg/L	总铬 μg/L	硫化 物 μg/L	悬浮物 mg/L	挥发 性酚 μg/L	
P17																					
P18																					
P19																					
P20																					
P21																					
P22																					
P23																					

涇洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

站号	水深 m	层次 m	水温 ℃	盐度	pH	溶解 氧 mg/L	化学 需 氧量 mg/L	石油 类 mg/L	无机 氮 μg/L	活性 磷 酸盐 μg/L	总汞 μg/L	砷 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	铅 μg/L	铜 μg/L	总铬 μg/L	硫化 物 μg/L	悬浮物 mg/L	挥发 性酚 μg/L	
P24																					
P25																					
P26																					
P27																					
P28																					
P29																					
P30																					

涇洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

站号	水深 m	层次 m	水温 ℃	盐度	pH	溶解 氧 mg/L	化学 需 氧量 mg/L	石油 类 mg/L	无机 氮 μg/L	活性 磷 酸盐 μg/L	总汞 μg/L	砷 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	铅 μg/L	铜 μg/L	总铬 μg/L	硫化 物 μg/L	悬浮物 mg/L	挥发 性酚 μg/L	
P31																					
P32																					
P33																					
P34																					
P35																					
P36																					
P37																					

站号	水深 m	层次 m	水温 ℃	盐度	pH	溶解 氧 mg/L	化学 需 氧量 mg/L	石油 类 mg/L	无机 氮 μg/L	活性 磷 酸盐 μg/L	总汞 μg/L	砷 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	铅 μg/L	铜 μg/L	总铬 μg/L	硫化 物 μg/L	悬浮物 mg/L	挥发 性酚 μg/L	
P38																					
P39																					
P40																					
P48																					
P49																					
P50																					
P51																					

注：“未检出表示样品测值低于检出限，低于检出限的样品量 $\geq 1/2$ 样品总量时，计算时取其检出限的一半，低于检出限的样品量 $< 1/2$ 样品总量时，计算时取其检出限的 $1/4$ 。检出率指测试结果高于检出限的样品数占总样品数的百分比。“/”表示无该项。

5.3.6 水质评价

水质现状评价选用的评价因子有：pH、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、石油类、无机氮、活性磷酸盐、汞、砷、锌、镉、铅、铜、总铬、硫化物和挥发性酚共 15 项。

1、2018 年 4 月水质评价结果

水质评价按照一类海水水质标准要求评价。调查海区海水中 pH、化学需氧量（COD）、石油类、无机氮、活性磷酸盐、汞、砷、锌、镉、铅、铜、总铬、硫化物和挥发性酚的单项标准指数均小于 1。

溶解氧有 1 个站位超过第一类海水水质标准，但满足第二类海水水质标准。

表 5.3-7 2018 年 4 月表层海水水质各评价因子的标准指数（以第一类标准）

站位	PH	DO	COD	石油类	无机氮	PO ₄ -P	汞	砷	锌	镉	铅	铜	总铬	硫化物	挥发性酚
P1*															
P2															
P3															
P4															
P5															
P6															
P7															
P8															
P9															
P10															
P11*															
P12															
P13															
P14															
P15															
P16															
P17															
P18															
P19															
P20															
P21*															
P22															
P23															
P24															

P25															
P26															
P27															
P28															
P29															
P30															
P31*															
P32															
P33															
P34															
P35															
P36															
P37															
P38															
P39															
P40															
P48															
P49															
P50															
P51*															
最小值	0.06	0.01	0.04	0.22	0.1	0.07	0.34	0.08	0.1	0.05	0.4	0.06	0.01	0	0.08
最大值	0.43	0.43	0.45	0.56	0.55	0.34	0.48	0.11	0.72	0.23	0.9	0.26	0.01	0.01	0.6

注：“/”表示未检出

表 5.3-8 2018 年 4 月 10m 层海水水质各评价因子的标准指数（以第一类标准）

站位	PH	DO	COD	无机氮	PO ₄ -P	汞	砷	锌	镉	铅	铜	总铬	硫化物	挥发性酚
P1*														
P2														
P3														
P4														
P5														
P6														
P7														
P8														
P9														
P10														
P11*														
P12														
P13														
P14														
P15														

P16														
P17														
P18														
P19														
P20														
P21*														
P22														
P23														
P24														
P25														
P26														
P27														
P28														
P29														
P30														
P31*														
P32														
P33														
P34														
P35														
P36														
P37														
P38														
P39														
P40														
P48														
P49														
P50														
P51*														
最小值	0.06	0	0.11	0.11	0.07	0.34	0.08	0.11	0.14	0.3	0.06	0.01	0.01	0.16
最大值	0.46	0.64	0.48	0.44	0.37	0.48	0.11	0.59	0.57	0.85	0.28	0.02	0.01	0.52

表 5.3-9 2018 年 4 月底层海水水质各评价因子的标准指数（以第一类标准）

站位	PH	DO	COD	无机氮	PO ₄ -P	汞	砷	锌	镉	铅	铜	总铬	硫化物	挥发性酚
P1*														
P2														
P3														
P4														
P5														
P6														
P7														
P8														

P9														
P10														
P11*														
P12														
P13														
P14														
P15														
P16														
P17														
P18														
P19														
P20														
P21*														
P22														
P23														
P24														
P25														
P26														
P27														
P28														
P29														
P30														
P31*														
P32														
P33														
P34														
P35														
P36														
P37														
P38														
P39														
P40														
P48														
P49														
P50														
P51*														
最小值	0.03	0.12	0.04	0.1	0.07	0.36	0.08	0.1	0.18	0.3	0.06	0.01	0.01	0.08
最大值	0.29	1.11	0.46	0.5	0.57	0.48	0.11	0.5	0.3	0.9	0.28	0.01	0.02	0.66

表 5.3-10 2018 年 4 月底层海水水质各评价因子的标准指数（以第二类标准）

评价因子	层次	站位	标准指数	备注
DO	底层	P30 站	0.63	符合第二类水质标准

2、2018 年 9 月水质评价结果

秋季调查海域海水中 pH、化学需氧量（COD）、石油类、无机氮、活性磷酸盐、汞、砷、锌、镉、铅、铜、总铬、硫化物和挥发性酚等项目均满足一类海水水质标准要求。

溶解氧有 24 个站位超过第一类海水水质标准，但满足第二类海水水质标准。13 个站位超过第二类海水水质标准，但满足第三类海水水质标准。

表 5.3-11 2018 年 9 月表层海水水质各评价因子的标准指数（以第一类标准）

站位	PH	DO	COD	无机氮	PO ₄ -P	石油类	汞	砷	锌	镉	铅	铜	总铬	硫化物	挥发性酚
P1															
P2*															
P3															
P4															
P5															
P6															
P7															
P8															
P9															
P10															
P11															
P12*															
P13															
P14															
P15															
P16															
P17															
P18															
P19															
P20															
P21															
P22*															
P23															
P24															
P25															
P26															
P27															
P28															
P29															

P30															
P31															
P32*															
P33															
P34															
P35															
P36															
P37															
P38															
P39															
P40															
P48															
P49															
P50															
P51															
最小值	0	0	0.13	0.05	0.07	0.07	0.26	0.07	0.07	0.05	0.3	0.06	0.01	0	0.18
最大值	0.26	1.29	0.36	0.62	0.43	0.27	0.46	0.11	0.77	0.43	0.9	0.4	0.02	0.01	0.98

表 5.3-12 2018 年 9 月 10m 层海水水质各评价因子的标准指数（以第一类标准）

站位	PH	DO	COD	无机氮	PO ₄ -P	汞	砷	锌	镉	铅	铜	总铬	硫化物	挥发性酚
P1														
P2*														
P3														
P4														
P5														
P6														
P7														
P8														
P9														
P10														
P11														
P12*														
P13														
P14														
P15														
P16														
P17														
P18														
P19														
P20														
P21														

P22*														
P23														
P24														
P25														
P26														
P27														
P28														
P29														
P30														
P31														
P32*														
P33														
P34														
P35														
P36														
P37														
P38														
P39														
P40														
P48														
P49														
P50														
P51														
最小值	0	0.08	0.09	0.08	0.07	0.28	0.08	0.06	0.05	0.3	0.06	0.01	0	0.24
最大值	0.29	1.14	0.28	0.5	0.27	0.5	0.13	0.39	0.54	0.9	0.42	0.02	0.01	0.8

表 5.3-13 2018 年 9 月底层海水水质各评价因子的标准指数（以第一类标准）

站位	PH	DO	COD	无机氮	PO ₄ -P	汞	砷	锌	镉	铅	铜	总铬	硫化物	挥发性酚
P1														
P2*														
P3														
P4														
P5														
P6														
P7														
P8														
P9														
P10														
P11														
P12*														
P13														

P14														
P15														
P16														
P17														
P18														
P19														
P20														
P21														
P22*														
P23														
P24														
P25														
P26														
P27														
P28														
P29														
P30														
P31														
P32*														
P33														
P34														
P35														
P36														
P37														
P38														
P39														
P40														
P48														
P49														
P50														
P51														
最小值	0	0.15	0.08	0.06	0.15	0.3	0.08	0.07	0.05	0.3	0.06	0.01	0	0.16
最大值	0.34	3.85	0.31	0.72	0.83	0.54	0.13	0.72	0.7	0.9	0.54	0.02	0.01	0.76

表 5.3-14 2018 年 9 月海水水质各评价因子的标准指数（以第二类标准）

评价因子	层次	站位	标准指数	备注
DO	底层	P1		符合第二类水质标准
	底层	P2		符合第二类水质标准
	底层	P3		符合第二类水质标准
	底层	P4		符合第二类水质标准
	10m 层	P7		符合第二类水质标准
	10m 层	P8		符合第二类水质标准
	底层	P9		符合第二类水质标准

底层	P10		符合第二类水质标准
底层	P11		不符合第二类水质标准
底层	P12		不符合第二类水质标准
底层	P13		符合第二类水质标准
底层	P17		符合第二类水质标准
底层	P18		符合第二类水质标准
底层	P19		符合第二类水质标准
底层	P20		不符合第二类水质标准
底层	P21		不符合第二类水质标准
底层	P22		不符合第二类水质标准
底层	P23		不符合第二类水质标准
底层	P25		符合第二类水质标准
底层	P26		符合第二类水质标准
底层	P27		符合第二类水质标准
底层	P28		符合第二类水质标准
底层	P30		符合第二类水质标准
表层	P31		符合第二类水质标准
底层	P31		符合第二类水质标准
表层	P32		符合第二类水质标准
底层	P32		符合第二类水质标准
底层	P33		不符合第二类水质标准
底层	P34		符合第二类水质标准
底层	P35		不符合第二类水质标准
底层	P36		不符合第二类水质标准
底层	P37		不符合第二类水质标准
底层	P38		不符合第二类水质标准
底层	P39		不符合第二类水质标准
底层	P40		符合第二类水质标准
底层	P48		不符合第二类水质标准
底层	P49		符合第二类水质标准
底层	P50		符合第二类水质标准
底层	P51		符合第二类水质标准

表 5.3-15 2018 年 9 月海水水质各评价因子的标准指数（以第三类标准）

评价因子	层次	站位	标准指数	备注
DO	底层	P11		符合第三类水质标准
	底层	P12		符合第三类水质标准
	底层	P20		符合第三类水质标准
	底层	P21		符合第三类水质标准
	底层	P22		符合第三类水质标准
	底层	P23		符合第三类水质标准
	底层	P33		符合第三类水质标准
	底层	P35		符合第三类水质标准
	底层	P36		符合第三类水质标准

	底层	P37		符合第三类水质标准
	底层	P38		符合第三类水质标准
	底层	P39		符合第三类水质标准
	底层	P48		符合第三类水质标准

5.4 沉积物环境质量现状评价

5.4.1 调查因子

2018年4月，沉积物调查布设27个站位，选取石油类、硫化物、有机碳、铜、铅、总汞、铬、镉、砷、锌、分析进行监测分析，监测方法和分析方法见表5.4-1。

表 5.4-1 沉积物监测项目和分析方法

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

5.4.2 评价标准

采用《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中第一类标准开始评价，评价至符合某类标准为止。

表 5.4-2 沉积物质量标准

项目 级别	有机碳	石油类	硫化物	铅	镉	锌	铜	汞	铬	砷
	(%)	(mg/kg)								
一类标准	≤2.0	≤500.0	≤300.0	≤60.0	≤0.5	≤150.0	≤35.0	≤0.2	≤80.0	≤20.0
二类标准	≤3.0	≤1000.0	≤500.0	≤130.0	≤1.5	≤350.0	≤100.0	≤0.5	≤150.0	≤65.0
三类标准	≤4.0	≤1500.0	≤600.0	≤250.0	≤5.0	≤600.0	≤200.0	≤1.0	≤270.0	≤93.0

5.4.3 评价方法

评价方法采用标准指数法。

其中单因子污染标准指数法，按下列公式计算：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： I_i — i 项污染物的质量指数； C_i — i 项污染物的实测浓度； S_i — i 项污染物评价标准； I_i 是无量纲量，其大小描述被测样品的质量状况。

5.4.4 沉积物组成及其类型

调查海区表层沉积物的粒度分析结果见表 5.4-3。

表 5.4-3 表层沉积物类型及粒度参数

站号	粒级含量(%)				代号及名称	中值粒径
	砾	砂	粉砂	粘土		
P1						
P4						
P5						
P7						
P8						
P9						
P11						
P12						
P13						
P14						
P15						
P18						
P19						
P20						
P21						
P22						
P24						
P25						
P26						
P27						
P28						
P30						
P31						
P33						
P36						
P38						
P40						
最小值	0	31.6	37.8	3	/	0.0275
最大值	0	59.2	60.9	7.5	/	0.1232
平均值	0	40.7	53.9	5.4	/	0.0434

表 5.4-4 表层沉积物分析结果

站号	有机碳 ($\times 10^{-2}$)	硫化物	总汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬	石油类
P1										
P4										
P5										
P7										
P8										
P9										
P11										
P12										
P13										
P14										
P15										
P18										
P19										
P20										
P21										
P22										
P24										
P25										
P26										
P27										
P28										
P30										
P31										
P33										
P36										
P38										
P40										
最小值	0.22	/	0.028	3.18	11.1	15.3	0.02	43.3	17.6	3.08
最大值	1.11	9	0.136	8.44	23.2	52.7	0.37	75.1	37.3	13.8
平均值	0.71	6	0.044	5.94	16.2	32.0	0.15	62.5	22.8	5.35

注：“/”表示未检出。

2018 年 4 月调查海域，有机碳含量范围在 $(0.22\sim 1.11) \times 10^{-2}$ ；硫化物含量范围 $(4\sim 9) \times 10^{-6}$ ；汞含量范围 $(0.028\sim 0.136) \times 10^{-6}$ ；砷含量范围 $(3.18\sim 8.44) \times 10^{-6}$ ；铜含量范围 $(11.1\sim 22.7) \times 10^{-6}$ ；铅含量范围 $(15.3\sim 42.1) \times 10^{-6}$ ；镉含量范围 $(0.02\sim 0.37) \times 10^{-6}$ ；锌含量范围 $(43.3\sim 75.1) \times 10^{-6}$ ；铬含量范围 $(17.6\sim 27.8) \times 10^{-6}$ ；石油类含量范围 $(3.08\sim 13.8) \times 10^{-6}$ 。

5.4.5 沉积物质量评价

调查海区表层海洋沉积物各调查站位中，有机碳、硫化物、汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷和石油类均符合《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中一类评价标准。

表 5.4-5 沉积物各评价因子的标准指数

站号	有机碳	硫化物	总汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬	石油类
P1										
P4										
P5										
P7										
P8										
P9										
P11										
P12										
P13										
P14										
P15										
P18										
P19										
P20										
P21										
P22										
P24										
P25										
P26										
P27										
P28										
P30										
P31										
P33										
P36										
P38										
P40										
P42										
P44										
最小值	0.11	0.01	0.14	0.16	0.32	0.26	0.04	0.29	0.22	0.01
最大值	0.56	0.03	0.68	0.42	0.66	0.88	0.74	0.50	0.47	0.03

5.5 海洋生物生态现状调查与评价

5.5.1 调查方法

浮游植物样品采集：30m 以浅采用浅水III型浮游生物网、30m 以深采用小型浮游生物网，拖网深度从底至表；每站只采集 1 次，采集到的样品加入约 5%样品体积的中性甲醛溶液，然后带回实验室进行鉴定和计数。

浮游动物样品采集：30m 以浅采用浅水 I 型浮游生物网、30m 以深采用大型

浮游生物网，拖网深度从底至表；每站只采集 1 次，采集到的样品加入约 5% 样品体积的中性甲醛溶液，带回实验室进行湿重生物量称重，用镜检分析法和个体计数法进行鉴定和计算。

鱼卵仔鱼样品采集：包括垂直拖网和水平拖网两种采样方式，垂直拖网的网具和采样方法与浮游动物相同；水平拖网采样深度为 0~3 m，使用网具为大型浮游生物网，拖网时间 10 min~15 min，航速约为 1kn~2 kn。样品加入约 5% 样品体积的中性甲醛溶液，带回实验室先从样品中将鱼卵和仔稚鱼挑出，再用镜检分析法和个体计数法进行鉴定和计算。

底栖生物样品采集：包括阿氏拖网（定性）和挖泥器（定量）两种采样方式，定性样品用 0.7m 宽的阿氏网采集，每站以 2kn 左右的航速拖曳 15min，拣出所有生物；定量样品用 0.05m² 曙光采泥器采集，每站采泥 4 次，泥样倒入上层孔径为 1.0mm 和下层孔径为 0.5mm 的套筛中用海水冲洗，拣出所有生物，装入含有 5% 甲醛溶液的样品瓶中；所有样品带回实验室进行种类鉴定，多毛纲残体或藻类不记个数。

5.5.2 分析方法

1、海洋生物生物量、密度计算方法

(1) 叶绿素 a 计算方法

$$\rho_{\text{chl-a}} = (11.85E_{664} - 1.54E_{647} - 0.08E_{630}) \times v/V \cdot L$$

式中， $\rho_{\text{chl-a}}$ ——样品中叶绿素 a 含量，单位微克每升 ($\mu\text{g/L}$)，报告中通常以 mg/m^3 表示。 v ——样品提取液体积，单位为毫升 (ml)； V ——海水样品实际用量，单位为升 (L)； L ——测定池光程，单位为厘米 (cm)。

(2) 浮游植物细胞数量计算方法

依照《海洋监测规范》(GB17378-2007)，运用浓缩计数法的统计方法计算浮游植物细胞数量，计算公式如下：

$$N = \frac{nV'}{VV''}$$

式中： N ——每升水样的藻类细胞数，单位为个每升 (个/L)，报告中常换算为个/ m^3 ； n ——取样计数所得的细胞数，单位为个； V' ——水样浓缩的体积，单位为毫升 (mL)； V ——采水量，单位为升 (L)； V'' ——取样计数的体积，单位为毫升 (mL)。

(3) 浮游动物生物量、密度计算方法

依照《海洋监测规范》(GB17378-2007), 湿重生物量以 mg/m^3 表示, 浮游动物个体数以 $\text{个}/\text{m}^3$ 表示, 计算公式分别如下:

浮游动物湿重生物量计算公式:

$$B = \frac{S}{V}$$

式中: B ——湿重生物量, 单位为毫克每立方米 (mg/m^3) 或体积生物量, 单位为毫升每立方米 (mL/m^3); S ——样品湿重, 单位为毫克 (mg) 或样品体积, 单位为毫升 (mL); V ——滤水量, 单位为立方米 (m^3)。

浮游动物密度计算公式:

$$N = \frac{n \cdot a}{V}$$

式中: N ——每立方米水体中的个体数, 单位为个每立方米 ($\text{个}/\text{m}^3$); n ——取样计数所得的个体数, 单位为个; a ——取样体积与样品总体数之比; V ——滤水量, 单位为立方米 (m^3), 根据绳长计算滤水量。

(4) 底栖生物生物量、密度计算方法

依照《海洋监测规范》(GB17378-2007), 生物密度和生物量的换算将所有站位的实测生物个体数和生物量数据按其采样面积换算成 $\text{个}/\text{m}^2$ 和 g/m^2 , 分别表示生物密度和生物量。

2、物种多样性计算公式

群落物种多样性的高低, 除了受取样大小、数量的分布外, 只要依赖于群落中种类数多少及种间个体分布是否均匀。物种多样性 Shannon-Weaver (H') 指数、均匀度 (J)、丰富度 (d_{Ma}) 和优势度 (D) 计算公式如下:

(1) 香农—韦佛 (Shannon—Weaver) 多样性指数 H' :

$$H' = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

式中: H' ——为种类多样性指数; S ——为样品中的种类总数; P_i ——为第 i 种的个体数 (n_i) 与总个体数 (N) 的比值 (n_i/N)。

(2) 皮诺 (Pielou) 均匀度指数 J :

$$J = H'/H_{\max}$$

式中: J ——表示均匀度; H' ——为种类多样性指数; H_{\max} 为 $\log_2 S$ ——为多样性

指数的最大值；S—为样品中的种类总数。

(3) 物种丰富度 Margalef 指数 d_{Ma} :

$$d_{Ma} = \frac{(S-1)}{\ln N}$$

式中： d_{Ma} —表示物种丰富度，S—为样品中的物种总数，N—为采集样品中所有物种的总体个数。

(4) 优势度 D:

$$D = \frac{N_1 + N_2}{N_T}$$

式中： D —优势度， N_1 —样品中第一优势种的个体数， N_2 —样品中第二优势种的个体数， N_T —样品中的总个体数。

5.5.3 叶绿素 a 和初级生产力

1、2018 年 4 月

2018 年 4 月调查海区叶绿素含量变化于 (0.16~1.44) mg/m^3 ，各站各层的平均值为 0.68 mg/m^3 ；海区各站叶绿素 a 含量较低且有一定差异，各水层叶绿素分布均呈现东部较高，西部次之，其余区域较低的分布规律。从叶绿素 a 的垂直分布上来看，表层和 10m 层含量差异不大，底层含量较高。

根据生物学参考标准（叶绿素 a 含量低于 5 mg/m^3 为贫营养，(10~20) mg/m^3 为中营养，超过 30 mg/m^3 为富营养），调查海区叶绿素 a 含量低于 5 mg/m^3 ，指示该海区属于贫营养海区。

初级生产力的估算采用叶绿素 a 法，按联合国教科文组织（UNESCO）推荐的公式估算：

$$P = \frac{Chl.a \cdot Q \cdot D \cdot E}{2}$$

式中：

P ——现场初级生产力 ($\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$)；

Chl.a ——真光层平均叶绿素 a 的含量 (mg/m^3)；

Q ——不同层次同化指数算术平均值 (1/d)，取 3.7 (1/d)；

D ——昼长时间 (h)，根据季节和海区情况取 12.0h；

E ——真光层深度 (m)。

经估算，各站海洋初级生产力差异较大，范围为 (0.87 ~ 4.51) $\times 10^2$

mg·C/(m²·d), 平均为 2.33×10² mg·C/(m²·d), 海区总体初级生产力处于中低水平。

表 5.5-1 叶绿素 a 和初级生产力含量统计

站号	叶绿素 a				初级生产力 ×10 ² mg·C/(m ² ·d)
	表层	10m 层	底层	平均值	
P1*					
P2					
P3					
P4					
P5					
P6					
P7					
P8					
P9					
P10					
P11*					
P12					
P13					
P14					
P15					
P16					
P17					
P18					
P19					
P20					
P21*					
P22					
P23					
P24					
P25					
P26					
P27					
P28					
P29					
P30					
P31*					
P32					
P33					
P34					
P35					
P36					
P37					
P38					
P39					

站号	叶绿素 a				初级生产力 × 10 ² mg·C/(m ² ·d)
	表层	10m 层	底层	平均值	
P40					
P48					
P49					
P50					
P51*					
最小值	0.56	0.55	0.54	0.55	1.55
最大值	0.51	0.54	0.67	0.57	1.62
平均值	0.69	1.22	1.23	1.05	2.95

注：“*”为平行样站。

2、2018 年 9 月

调查海区叶绿素 a 含量介于 (0.11~2.17) mg/m³，平均值为 0.50mg/m³，根据生物学参考标准：叶绿素 a 含量指示该海区属于贫营养海区。

调查区海洋初级生产力介于 (1.34~3.93) × 10²mg·C/(m²·d)，平均为 2.21 × 10²mg·C/(m²·d)，海区初级生产力总体处于中低水平。

表 5.5-2 叶绿素 a 和初级生产力含量统计

站号	叶绿素 a				初级生产力 × 10 ² mg·C/(m ² ·d)
	表层	10m 层	底层	平均值	
P1*					
P2					
P3					
P4					
P5					
P6					
P7					
P8					
P9					
P10					
P11*					
P12					
P13					
P14					
P15					
P16					
P17					
P18					
P19					
P20					
P21*					
P22					

站号	叶绿素 a				初级生产力 ×10 ² mg·C/(m ² ·d)
	表层	10m 层	底层	平均值	
P23					
P24					
P25					
P26					
P27					
P28					
P29					
P30					
P31*					
P32					
P33					
P34					
P35					
P36					
P37					
P38					
P39					
P40					
P48					
P49					
P50					
P51*					
最小值	0.2	0.18	0.74	0.37	1.51
最大值	0.2	0.22	1.28	0.57	2.29
平均值	0.19	0.14	1	0.44	1.79

注：“*”为平行样站。

5.5.4 浮游植物

5.5.4.1 种类组成

2018年4月调查共出现浮游植物2门34属111种，硅藻有22属68种、甲藻有12属43种，分别占总种数的61.3%、38.7%。

秋季调查海域共出现浮游植物3门37属89种，硅藻有25属60种，占总物种数的67.4%；甲藻有11属27种，占总物种数的30.3%；蓝藻1属2种，占总物种数的0.3%。

表 5.5-3 浮游植物名录

春季		秋季	
中文名	拉丁学名	中文名	拉丁学名

0.05、0.05、0.04、0.04、0.03、0.02、0.02、0.02。

2、2018 年 9 月

a.数量分布

秋季调查海域浮游植物密度变化范围在 $(3.51\sim 183.22) \times 10^5$ 个/m³ 之间，平均密度为 31.77×10^5 个/m³。

b.优势种

本次调查浮游植物优势种为菱形海线藻、角毛藻、铁氏束毛藻、并基角毛藻、北方娄氏藻和菱软几内亚藻，优势度分别为 0.312、0.096、0.085、0.040、0.029 和 0.023。

表 5.5-4 春、秋季各站浮游植物个体数量

站号	春季($\times 10^4$ 个/m ³)				秋季($\times 10^5$ 个/m ³)			
	硅藻	甲藻	蓝藻	总密度	硅藻	甲藻	蓝藻	总密度
P1								
P4								
P5								
P7								
P8								
P9								
P11								
P12								
P13								
P14								
P15								
P18								
P19								
P20								
P21								
P22								
P24								
P25								
P26								
P27								
P28								
P30								
P31								
P33								
P36								
P38								
P40								

5.5.4.3 种类多样性、均匀度和丰富度

春季调查海域中各站位浮游植物多样性指数变化范围在 3.02~4.39 之间，平均值为 3.78；均匀度变化范围在 0.67~0.95 之间，平均值为 0.83；丰富度指数变化范围在 1.19~1.75 之间，平均值为 1.51。调查海区西部多样性较高，海区浮游植物群落结构较好。

秋季调查海域中各站位浮游植物多样性指数变化范围在 1.27~4.57 之间，平均值为 2.70。均匀度变化范围在 0.25~0.89 之间，平均值为 0.60；丰富度指数变化范围在 0.58~1.69 之间，平均值为 1.09。本次调查所获浮游植物个体数量较高，优势种组成未现异常，群落结构稳定。

表 5.5-5 浮游植物的多样性、均匀度和丰富度

站位	春季($\times 10^4$ 个/ m^3)				秋季($\times 10^4$ 个/ m^3)			
	种数	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)	种数	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
P1								
P4								
P5								
P7								
P8								
P9								
P11								
P12								
P13								
P14								
P15								
P18								
P19								
P20								
P21								
P22								
P24								
P25								
P26								
P27								
P28								
P30								
P31								
P33								
P36								
P38								

站位	春季($\times 10^4$ 个/ m^3)				秋季($\times 10^4$ 个/ m^3)			
	种数	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)	种数	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
P40								
最小值		3.02	0.67	1.19		1.27	0.25	0.58
最大值		4.39	0.95	1.75		4.57	0.89	1.69
平均值		3.78	0.83	1.51		2.70	0.60	1.09

5.5.5 浮游动物

5.5.5.1 种类组成

2018 年 4 月调查共鉴定浮游动物 96 种，浮游幼体 26 类。浮游动物隶属于 14 个类群，其中以桡足类最多，为 38 种，占浮游动物总种类数的 31.1%，其次为水母类，鉴定 21 种，占总种类数的 17.2%，被囊类出现 8 种，占总种类数的 6.6%，其它还包括毛颚类 5 种，端足类、十足类、介形类和翼足类各 4 种，枝角类、糠虾类各 2 种，原生动物、磷虾类、涟虫类和异足类各 1 种。调查海区水深变化不大，各站位浮游动物种类数差异也不大，变化范围在 26~44 种(类)之间。

2018 年 9 月调查共鉴定浮游动物 136 种，浮游幼体 26 类。浮游动物隶属于 14 个类群，其中以桡足类最多，共 80 种，占浮游动物总种类数的 49.4%，其次为水母类，共 14 种，占总种类数的 8.6%，翼足类出现 12 种，占总种类数的 7.4%，被囊类和毛颚类分别为 8 种和 6 种，其余类群的种类数均少于 5 种。调查海区各站位浮游动物种类数变化范围在 45~84 种(类)之间。

表 5.5-6 浮游动物名录

春季		秋季	
中文名	拉丁名	中文名	拉丁名
原生动物		原生动物	
夜光虫		夜光虫	
水母类		水母类	
半口壮丽水母		半口壮丽水母	
半球美螳水母		褐鲍螳水母	
鲍螳水母属		摇篮水母	
端粗范氏水母		双生水母	
多管水母属		顶室真囊水母	
和平水母属		真囊水母	
褐色真囊水母		真瘤水母	
峭状镰螳水母		拟海帽水母	
介螳水母属		金德祥水母	
两手筐水母		拟细浅室水母	

涠洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

春季		秋季	
中文名	拉丁名	中文名	拉丁名
拟细浅室水母		性躯小型水母	
浅室水母属		藪枝螅水母	
双生水母		两手筐水母	
四叶小舌水母		球型侧腕水母	
五角水母		多毛类	
摇篮水母属		须蚕	
异距小帽水母		鼻蚕	
硬手真囊水母		浮蚕	
真囊水母		长尾浮蚕	
瓜水母属		翼足类	
球型侧腕水母		笔帽螺	
枝角类		尖笔帽螺	
肥胖三角溞		棒笔帽螺	
鸟喙尖头溞		芽笔帽螺	
桡足类		锥笔帽螺	
背突隆剑水蚤		蝴蝶螺	
叉刺角水蚤		厚唇螺	
叉真刺水蚤		四齿厚唇螺	
大眼剑水蚤属		厚唇螺	
丹氏厚壳水蚤		玻杯螺	
短角长腹剑水蚤		玻杯螺	
钝筒角水蚤		拟海若螺	
黑点叶剑水蚤		异足类	
红小毛猛水蚤		明螺	
黄角光水蚤		介形类	
尖额谐猛水蚤		针刺真浮萤	
近缘大眼剑水蚤		后圆真浮萤	
精致真刺水蚤		枝角类	
隆剑水蚤属		肥胖三角溞	
拟长腹剑水蚤		鸟喙尖头溞	
挪威小毛猛水蚤		史氏圆囊溞	
平大眼剑水蚤		桡足类	
奇桨剑水蚤		丹氏纺锤水蚤	
瘦尾胸刺水蚤		红纺锤水蚤	
太平洋纺锤水蚤		小纺锤水蚤	
驼背隆哲水蚤		刺尾纺锤水蚤	
微刺哲水蚤		驼背隆哲水蚤	
微驼隆哲水蚤		微驼隆哲水蚤	
小隆剑水蚤		椭圆形长足水蚤	
小拟哲水蚤		小长足水蚤	
小突大眼剑水蚤		鱼虱	

涇洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

春季		秋季	
中文名	拉丁名	中文名	拉丁名
小长足水蚤		丽哲水蚤	
亚强次真哲水蚤		短缩丽哲水蚤	
叶剑水蚤属		孔雀丽哲水蚤	
异尾宽水蚤		羽丽哲水蚤	
幼平头水蚤		平头水蚤	
羽长腹剑水蚤		伯氏平头水蚤	
长刺小厚壳水蚤		幼平头水蚤	
长腹剑水蚤属		微刺哲水蚤	
长尾大眼剑水蚤		叉胸刺水蚤	
针刺拟哲水蚤		奥氏胸刺水蚤	
中华哲水蚤		基齿哲水蚤	
锥形宽水蚤		弓角基齿哲水蚤	
磷虾类		长尾基齿哲水蚤	
宽额假磷虾		小盘盔头猛水蚤	
糠虾类		大眼剑水蚤	
刺节糠虾		近缘大眼剑水蚤	
节糠虾属		活泼大眼剑水蚤	
端足类		亮大眼剑水蚤	
斑点真海精[虫戎]		东亚大眼剑水蚤	
裂颞蛮[虫戎]		灵巧大眼剑水蚤	
斯氏小泉[虫戎]		微胖大眼剑水蚤	
细尖小涂氏[虫戎]		平大眼剑水蚤	
十足类		红大眼剑水蚤	
汉森莹虾		短大眼剑水蚤	
莹虾属		小型大眼剑水蚤	
正型莹虾		美丽大眼剑水蚤	
中型莹虾		伪细真哲水蚤	
介形类		真刺水蚤	
齿形海萤		尖额谐猛水蚤	
后圆真浮萤		驼背大眼水蚤	
双叉真浮萤		猛水蚤	
针刺真浮萤		唇角水蚤	
涟虫类		尖额唇角水蚤	
针尾涟虫属		真刺唇角水蚤	
翼足类		小唇角水蚤	
棒笔帽螺		黄角光水蚤	
笔帽螺属		高斯光水蚤	
尖笔帽螺		挪威小毛猛水蚤	
马蹄[虫虎]螺		红小毛猛水蚤	
异足类		长腹剑水蚤	
明螺属		细长腹剑水蚤	

涇洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

春季		秋季	
中文名	拉丁名	中文名	拉丁名
毛颚类		羽长腹剑水蚤	
百陶箭虫		竖长腹剑水蚤	
肥胖箭虫		刺长腹剑水蚤	
纳嘎箭虫		拟长腹剑水蚤	
太平洋箭虫		隆剑水蚤	
太平洋撬虫		背突隆剑水蚤	
被囊类		角突隆剑水蚤	
邦海樽		齿隆剑水蚤	
海樽属		中隆剑水蚤	
红住囊虫		小隆剑水蚤	
软拟海樽		拟隆剑水蚤	
萨利纽鳃樽属		丽隆剑水蚤	
小齿海樽		针刺拟哲水蚤	
长尾住囊虫		小拟哲水蚤	
住囊虫属		截拟平头水蚤	
浮游幼体		强额孔雀哲水蚤	
阿利玛幼体		叉刺角水蚤	
磁蟹幼体		羽小角水蚤	
端足类幼体		瘦尾筒角水蚤	
短尾类幼体		黑点叶剑水蚤	
多毛类担轮幼虫		小厚壳水蚤	
多毛类幼体		丹氏厚壳水蚤	
辐轮幼虫		瘦长毛猛水蚤	
腹足纲幼体		强次真哲水蚤	
海参纲耳状幼虫		亚强次真哲水蚤	
箭虫幼体		狭额次真哲水蚤	
糠虾幼体		异尾宽水蚤	
磷虾幼体		锥形宽水蚤	
蔓足类幼体		瘦歪水蚤	
毛颚类幼体		普通波水蚤	
帽状幼虫		等足类	
面盘幼体		浪漂水虱	
桡足类幼体		端足类	
蛇尾纲长腕幼虫		孟加拉蛮[虫戎]	
双壳纲幼体		装饰裂腿[虫戎]	
水螅水母幼体		十足类	
头足纲幼体		汉森莹虾	
莹虾幼体		中型莹虾	
鱼卵		毛颚类	
仔鱼		纤细撬虫	
长尾类幼体		箭虫	

涇洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

春季		秋季	
中文名	拉丁名	中文名	拉丁名
柱头幼虫		百陶箭虫	
		肥胖箭虫	
		太平洋箭虫	
		粗壮箭虫	
		被囊类	
		软拟海樽	
		小齿海樽	
		褶海鞘	
		住囊虫	
		长尾住囊虫	
		大住囊虫	
		红住囊虫	
		梭形纽鳃樽	
		浮游幼体	
		辐轮幼虫	
		阿利玛幼体	
		文昌鱼幼体	
		端足类幼体	
		海星纲幼体	
		海参纲耳状幼虫	
		双壳纲幼体	
		短尾类幼体	
		桡足类幼体	
		蔓足类腺介幼虫	
		海百合纲樽形幼虫	
		口足类伊雷奇幼虫	
		腹足纲幼体	
		水螅水母幼体	
		腕足类舌贝幼虫	
		莹虾幼体	
		长尾类幼体	
		蔓足类无节幼体	
		蛇尾纲长腕幼虫	
		多毛类幼体	
		箭虫幼体	
		蝌蚪幼虫	
		柱头幼虫	
		面盘幼体	
		磁蟹蚤状幼体	
		鱼卵	
		仔鱼	

5.5.5.2 生物量和密度

春季浮游动物的生物量变化在(13.1~279.66)mg/m³之间,平均 119.14mg/m³;密度变化在(21.46~571.17)个/m³之间,平均 184.96 个/m³。

秋季浮游动物的生物量变化在(30.71~232.61)mg/m³之间,平均 97.79mg/m³;密度变化在(121.85~989.63)个/m³之间,平均 355.18 个/m³。

表 5.5-7 春、秋季调查浮游动物的生物量和密度

站号	春季		秋季	
	生物量(mg/m ³)	密度(个/m ³)	生物量(mg/m ³)	密度(个/m ³)
P1				
P4				
P5				
P7				
P8				
P9				
P11				
P12				
P13				
P14				
P15				
P18				
P19				
P20				
P21				
P22				
P24				
P25				
P26				
P27				
P28				
P30				
P31				
P33				
P36				
P38				
P40				
最小值	13.1	21.46	30.71	121.85
最大值	279.66	571.17	232.61	989.63
平均值	119.14	184.96	97.79	355.18

5.5.5.3 优势种

春季调查海区浮游动物优势种为夜光虫、肥胖箭虫、鸟喙尖头蚤、双生水母、五角水母、软拟海樽和锥形宽水蚤，其优势度依次为 0.208、0.133、0.116、0.105、0.094、0.044 和 0.021。

秋季调查海区浮游动物优势种为鸟喙尖头蚤、肥胖箭虫、强额孔雀哲水蚤、针刺拟哲水蚤、角突隆剑水蚤、长腹剑水蚤、小拟哲水蚤、背突隆剑水蚤、微刺哲水蚤和锥形宽水蚤，优势度分别为 0.32、0.06、0.06、0.04、0.03、0.03、0.03、0.02、0.02 和 0.02。

5.5.5.4 多样性、均匀度和丰富度

春季调查海域各站位浮游动物的种类多样性指数在 0.81~3.73 之间，平均值为 2.82；均匀度在 0.19~0.8 之间，平均值为 0.64；丰富度指数在 1.8~4.83 之间，平均值为 3.26。调查海区浮游动物种类较为丰富，多样性和均匀度等群落各项指标无显著异常，浮游动物群落结构较为稳定。

秋季调查海域各站位浮游动物的种类多样性指数在 1.97~4.95 之间，平均值为 3.93；均匀度指数在 0.39~0.82 之间，平均值为 0.68；丰富度指数在 4.13~8.97 之间，平均值为 6.85。调查海区浮游动物种类较为丰富，多样性指数和均匀度等群落各项指标无显著异常，浮游动物群落结构较为稳定。

表 5.5-8 各站位浮游动物的多样性、均匀度和丰富度指数

站号	春季			秋季		
	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
P1						
P4						
P5						
P7						
P8						
P9						
P11						
P12						
P13						
P14						
P15						
P18						
P19						

站号	春季			秋季		
	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
P20						
P21						
P22						
P24						
P25						
P26						
P27						
P28						
P30						
P31						
P33						
P36						
P38						
P40						
最小值	0.81	0.19	1.8	1.97	0.39	4.13
最大值	3.73	0.8	4.83	4.95	0.82	8.97
平均值	2.82	0.64	3.26	3.93	0.68	6.85

5.5.6 底栖生物

5.5.6.1 种类组成

2018年4月调查定性和定量样品经鉴定共获生物8大类124种，其中节肢动物最多，有34种，占总种类数的27.4%；其次为软体动物，有30种，占24.2%；脊索动物有24种，占19.4%；环节动物有17种，占13.7%；棘皮动物有13种，占10.5%；其它类群共有6种，占4.8%。

2018年9月调查定性和定量样品经鉴定共获底栖生物9大类121种，其中节肢动物最多，有48种，占总种类数的39.7%；其次为软体动物，有25种，占20.7%；脊索动物有21种，占17.4%；棘皮动物有12种，占9.9%；环节动物有10种，占8.3%；其它类群共有5种，占4.1%。

表 5.5-9 底栖生物名录

春季		秋季	
中文名	拉丁学名	中文学名	拉丁文学名

春季		秋季	
中文名	拉丁学名	中文学名	拉丁文学名

5.5.6.2 生物量和栖息密度

春季调查海域底栖生物生物量变化范围在 (0.36~17) g/m² 之间，平均生物量为 4.62g/m²，栖息密度变化范围在 (5~40) 个/m² 之间，平均栖息密度为 19.26 个/m²。

秋季调查海域底栖生物生物量变化范围在 (0.04~105.36) g/m² 之间，平均生物量为 13.75g/m²，栖息密度变化范围在 (5~40) 个/m² 之间，平均栖息密度为 15.93 个/m²。

表 5.5-10 底栖生物各站的生物量和栖息密度

站号	春季		秋季	
	生物量(g/m ²)	密度 (个/m ²)	生物量(g/m ²)	密度 (个/m ²)
P1				
P4				
P5				
P7				
P8				
P9				
P11				
P12				
P13				
P14				
P15				
P18				
P19				
P20				
P21				
P22				
P24				
P25				
P26				
P27				

站号	春季		秋季	
	生物量(g/m ²)	密度 (个/m ²)	生物量(g/m ²)	密度 (个/m ²)
P28				
P30				
P31				
P33				
P36				
P38				
P40				
最小值	0.36	5	0.04	5
最大值	17	40	105.36	40
平均值	4.62	19.26	13.75	15.93

5.5.6.3 优势种

春季调查海域底栖生物的优势种为节肢动物的刺足掘沙蟹和须赤虾，海区优势度为 0.098 和 0.074；软体动物的波纹巴非蛤，海区优势度为 0.333；脊索动物的触角尖尾鱼，海区优势度为 0.037。

秋季调查海域底栖生物的优势种为软体动物的波纹巴非蛤，海区优势度为 0.308；节肢动物的刺足掘沙蟹和香港蛄，海区优势度为 0.118 和 0.046；脊索动物的孔鰕虎鱼和小鳞尖尾鱼，海区优势度为 0.036 和 0.029。

5.5.6.4 多样性、均匀度和丰富度

春季调查海区底栖生物种类多样性指数的变化范围为 2.57~4.38，平均值为 3.58；均匀度的变化范围为 0.58~0.94，平均值为 0.78；丰富度 d 的变化范围为 3.91~6.2，平均值为 5.04。由此可以看出调查海区生物多样性较好；均匀度平均值较高，种类分布较均匀；丰富度变化不大，底栖生物种类丰富度的平均值较高，说明海区的种类丰富。

秋季调查海区底栖生物种类多样性指数的变化范围为 0.91~2.72，平均值为 2.10；均匀度的变化范围为 0.37~0.93，平均值为 0.77；丰富度 d 的变化范围为 2.25~5.10，平均值为 3.63。由此可以看出调查海区生物多样性指数和丰富度均不高，个别站位偏低；均匀度指数值较高，种类分布较均匀。

表 5.5-11 底栖生物多样性指数、均匀度和丰度

站号	春季			秋季		
	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
P1						

站号	春季			秋季		
	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)	多样性指数 (H')	均匀度 (J')	丰富度 (d)
P4						
P5						
P7						
P8						
P9						
P11						
P12						
P13						
P14						
P15						
P18						
P19						
P20						
P21						
P22						
P24						
P25						
P26						
P27						
P28						
P30						
P31						
P33						
P36						
P38						
P40						
最小值	2.57	0.58	3.91	0.91	0.37	2.25
最大值	4.38	0.94	6.2	2.72	0.93	5.10
平均值	3.58	0.78	5.04	2.10	0.77	3.63

5.5.7 小结

5.5.7.1 叶绿素 a 及初级生产力

春季调查海域各站位叶绿素平均含量变化于 (0.16~1.44) mg/m³, 平均值为 0.68mg/m³。调查海区叶绿素 a 含量指示该海区为典型贫营养海域。本次调查各站初级生产力变化范围为 (0.87×10²~4.51×10²) mg·C/(m²·d), 平均为 2.33×10²mg·C/(m²·d), 海区初级生产力处于中低水平。

秋季调查海域各站位叶绿素含量变化于 (0.11~2.17) mg/m^3 , 平均值为 $0.50\text{mg}/\text{m}^3$, 调查海区叶绿素 a 含量指示该海区为典型贫营养海域。本次调查各站初级生产力变化范围为 ($1.34\times 10^2\sim 3.93\times 10^2$) $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$, 平均值为 $2.21\times 10^2\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$, 海区初级生产力总体处于中低水平。

5.5.7.2 浮游植物

春季调查浮游植物共出现 2 门 34 属 111 种。浮游植物个体数量范围为 ($1.96\sim 14.73$) $\times 10^4$ 个/ m^3 , 平均为 6.42×10^4 个/ m^3 。调查海区浮游植物优势种为中心圆筛藻、巨圆筛藻、叉角藻、尖刺菱形藻、具尾鳍藻、纺锤角藻、掌状冠盖藻、五角多甲藻、大角角藻共 9 种。调查海区浮游植物群落结构较好。

秋季调查共出现浮游植物 3 门 37 属 89 种。浮游植物个体数量范围为 ($3.51\sim 183.22$) $\times 10^5$ 个/ m^3 , 平均为 31.77×10^5 个/ m^3 。整个调查海区浮游植物优势种为菱形海线藻、角毛藻、铁氏束毛藻、并基角毛藻、北方娄氏藻和菱软几内亚藻共 6 种。本次调查所获浮游植物个体数量较高, 优势种组成未见异常, 群落结构稳定。

5.5.7.3 浮游动物

春季调查海域共鉴定出浮游动物 96 种, 浮游幼体 26 类。调查海区浮游动物的个体数量变化范围为 ($21.46\sim 571.17$) 个/ m^3 , 平均 184.96 个/ m^3 , 生物量范围为 ($13.1\sim 279.66$) mg/m^3 , 平均 119.14 mg/m^3 , 浮游动物的优势种为夜光虫、肥胖箭虫、鸟喙尖头蚤、双生水母、五角水母、软拟海樽和锥形宽水蚤共 7 种。调查海区浮游动物种类较为丰富, 多样性和均匀度等群落各项指标无显著异常。

秋季调查海域共鉴定出浮游动物 136 种, 浮游幼体 26 类。调查海区浮游动物个体数量变化范围为 ($121.85\sim 989.63$) 个/ m^3 , 平均 355.18 个/ m^3 。生物量变化范围为 ($30.71\sim 232.61$) mg/m^3 , 均值为 $97.79\text{mg}/\text{m}^3$, 秋季调查的优势种为喙尖头蚤、肥胖箭虫、强额孔雀哲水蚤、针刺拟哲水蚤、角突隆剑水蚤、长腹剑水蚤、小拟哲水蚤、背突隆剑水蚤、微刺哲水蚤和锥形宽水蚤共 10 种。调查海区浮游动物种类较为丰富, 多样性指数和均匀度等群落各项指标无显著异常。

5.5.7.4 底栖生物

春季调查海域共发现底栖生物 8 大类 124 种。调查海区底栖生物的栖息密度范围为 ($5\sim 40$) 个/ m^2 , 平均 19.25 个/ m^2 , 生物量变化范围为 ($0.36\sim 17$) g/m^2 , 平均 $4.62\text{g}/\text{m}^2$ 。优势种为节肢动物的刺足掘沙蟹和须赤虾、软体动物的波纹巴非

蛤和脊索动物的触角尖尾鱼。调查海区生物多样性较好；均匀度平均值较高，种类分布较均匀；丰富度变化不大，底栖生物种类丰富度的平均值较高，说明海区的种类丰富。

秋季调查底栖生物调查中定性定量样品经鉴定共有 9 大类 121 种。调查海区底栖生物的栖息密度范围为（5~40）个/m²，平均 15.93 个/m²，生物量变化范围为（0.04~105.36）g/m²，平均 13.75g/m²。优势种为软体动物的波纹巴非蛤，节肢动物的刺足掘沙蟹和香港蟳，脊索动物的孔鰕虎鱼和小鳞尖尾鱼。调查海区生物多样性指数和丰富度均不高，个别站位偏低；均匀度指数值较高，种类分布较均匀。

5.6 生物质量

5.6.1 评价因子及调查方法

从各站选取鱼类、贝类、甲壳类、头足类等代表性种类，冷冻保存，带回实验室进行分析，分析项目包括重金属（总汞、铬、铜、铅、镉、锌、砷）和石油烃共 8 项。本次评价以本次调查的常规因子铜、铅、锌、镉、铬、砷、总汞、石油烃作为评价因子。

生物质量采样及样品预处理、制备、保存和检测方法，按照《海洋监测规范 第 6 部分：生物体分析》（GB17378.6-2007）中的要求执行。

（1）调查方法

调查应根据《海洋生物生态调查技术规程》的相关要求，拖网时在距离标准站位位置 2~4n mile 时放网，经 1h 拖网后正好到达标准站位位置或附近，若在此站位所获取的样品重量达到 1.5kg 左右，则标记此站位为生物体质量检测站位，若样品重量远小于 1.5kg，则继续向下一个站位按上述方法拖网。

（2）采样方法

根据《海洋生物质量监测技术规程》（HY/T 078-2005）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）的相关规定，贝类、虾、鱼类样品的采集方法如下：

a、贝类样品采集

现场采集样品，一定要保持生物个体不受损伤。栖息在岩石或其它附着物上的生物个体，要用凿子铲取。栖息在沙底或泥底中的生物个体可用铲子采取，或铁钩子扒取。在选取生物样品时要去掉壳碎的或损伤的个体（指机械损伤），但

在特殊情况下（如溢油或其它事故），对采集的生物样品不能丢掉，保存起来，带回实验室分析其原因。要挑选完好的生物个体，每种样品必须选择大小相同或相近的成体。现场无法确定生物种类时，需将该样品放在广口玻璃瓶中（2~3个个体），用5%福尔马林溶液或70%酒精溶液保存，待实验室进一步鉴定。

挑选采集体长大致相似的贝类个体约1.5kg左右。如果壳上有附着物，应用不锈钢刀或比较硬的毛刷剥掉，彼此相连个体应用不锈钢小刀分开。用现场海水冲洗干净后，放入双层聚乙烯袋中冰冻保存（-10℃~-20℃）。

b、鱼、虾类样品采集

虾、鱼类等生物的取样量为1.5kg左右，为了保证样品的代表性和分析用量，应视生物个体大小确定生物的个体数，保证选取足够数量（一般需要100g肌肉组织）的完好样品用于分析测定。用现场海水冲洗干净，冰冻保存（-10℃~-20℃）。

表 5.6-1 生物体质量常规因子监测项目及分析方法

监测项目	分析方法	引用标准	检出限
石油烃	荧光分光光度法	GB17378.6-2007	0.2×10 ⁻⁶
铜	无火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6-2007	0.4×10 ⁻⁶
铅	无火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6-2007	0.04×10 ⁻⁶
镉	无火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6-2007	0.005×10 ⁻⁶
铬	无火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6-2007	0.04×10 ⁻⁶
锌	火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6-2007	0.4×10 ⁻⁶
汞	原子荧光法	GB17378.6-2007	0.002×10 ⁻⁶
砷	原子荧光法	GB17378.6-2007	0.2×10 ⁻⁶

5.6.2 评价标准

依据《海洋生物质量》(GB 18421-2001)、《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的底栖生物质量标准。

表 5.6-2 生物质量评价标准 (鲜重: ×10⁻⁶)

标准	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	石油烃
贝类(一类)	0.05	1.0	10	0.1	0.2	20	0.5	15
贝类(二类)	0.1	5.0	25	2.0	2.0	50	2.0	50
贝类(三类)	0.3	8.0	50 (牡蛎 100)	6.0	5.0	100 (牡蛎 500)	6.0	80
鱼类	0.3	/	20.0	2	0.6	40	/	20
甲壳类	0.2	/	100.0	2	2.0	150	/	20
软体动物	0.3	/	100	10	5.5	250	/	20

注: “/”表示无此项数据。

5.6.3 评价方法

生物质量评价采用单因子污染指数法进行评价,污染程度随实测浓度增大而加重。公式为:

$$Pi = \frac{Ci}{Cio}$$

式中: Pi —某污染因子的污染指数,即单因子污染指数; Ci —某污染因子的实测浓度; Cio —某污染因子的评价标准;

凡是单因子指数小于或等于 1 者,为该监测站水体没有遭受该要素的污染,大于 1 者为遭受污染,该值越大污染越重。

5.6.4 调查结果

1、2018 年 4 月

春季调查共测定底栖生物质量样品共有 38 个样品，其中鱼类有 5 种 18 个样品，甲壳类有 1 种 10 个样品，贝类有 1 种 6 个样品，软体类有 3 种 4 个样品。

生物质量分析项目包括汞 (Hg)、砷 (As)、铜 (Cu)、铅 (Pb)、镉 (Cd)、锌 (Zn)、总铬 (Cr) 和石油烃。

表 5.6-3 底栖生物体内污染物含量 (鲜重:×10⁻⁶)

站号	种名	Hg	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	As	石油烃
P1	须赤虾								
P1	波纹巴非蛤								
P1	大鳞舌鳎								
P11	帕氏四盘耳乌贼								
P11	大鳞舌鳎								
P12	波纹巴非蛤								
P13	须赤虾								
P13	大鳞孔鰕虎鱼								
P14	大鳞孔鰕虎鱼								
P15	大鳞舌鳎								
P15	波纹巴非蛤								
P18	大鳞舌鳎								
P19	大鳞舌鳎								
P19	波纹巴非蛤								
P20	大鳞舌鳎								
P20	双沟鬘螺								
P21	须赤虾								
P21	触角沟鰕虎鱼								
P21	双沟鬘螺								
P22	大鳞舌鳎								
P22	短蛸								
P24	须赤虾								
P25	大鳞孔鰕虎鱼								
P27	须赤虾								
P27	花斑裸胸鳝								
P27	波纹巴非蛤								
P28	大鳞孔鰕虎鱼								
P28	波纹巴非蛤								
P31	大鳞孔鰕虎鱼								
P33	大鳞孔鰕虎鱼								
P33	须赤虾								
P40	须赤虾								
P40	大鳞舌鳎								
P5	孔鰕虎鱼								
P7	须赤虾								

站号	种名	Hg	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	As	石油烃
P7	大鳞舌鳎								
P8	须赤虾								
P9	须赤虾								
平均值	鱼类	0.03	0.75	0.31	0.05	7.33	0.34	1.32	2.87
	甲壳类	0.04	3.69	0.24	0.05	13.87	0.28	2.39	3.74
	贝类	0.01	1.72	0.30	0.18	15.77	0.37	0.87	4.33
	软体类	0.03	7.83	0.38	0.12	17.93	0.35	1.83	2.54

注：当检出率为 1/2 以上（含 1/2）时，统计时以检出限的 1/2 表示，检出率不足 1/2 时，统计时以检出限的 1/4 表示。

2、2018 年 9 月

秋季调查共测定底栖生物质量样品 27 个，鱼类有 7 种 15 个样品，甲壳类有 2 种 2 个样品，贝类（双壳类）有 2 种 10 个样品。

生物质量分析项目包括汞（Hg）、砷（As）、铜（Cu）、铅（Pb）、镉（Cd）、锌（Zn）、铬（Cr）和石油烃。

表 5.6-4 底栖生物体内污染物含量

站号	种名	Hg	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	As	石油烃
P1	须鰕虎鱼								
P4	波纹巴非蛤								
P5	波纹巴非蛤								
P7	红狼牙鰕虎鱼								
P8	三疣梭子蟹								
P9	日本瞳鲷								
P11	孔鰕虎鱼								
P12	波纹巴非蛤								
P13	孔鰕虎鱼								
P14	波纹巴非蛤								
P15	波纹巴非蛤								
P18	长肋日月贝								
P19	波纹巴非蛤								
P20	波纹巴非蛤								
P21	大鳞舌鳎								
P22	波纹巴非蛤								
P24	波纹巴非蛤								
P25	孔鰕虎鱼								
P26	猛虾蛄								
P27	孔鰕虎鱼								
P28	孔鰕虎鱼								
P30	孔鰕虎鱼								
P31	孔鰕虎鱼								

站号	种名	Hg	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	As	石油烃
P33	焦氏舌鳎								
P36	孔鰕虎鱼								
P38	短鲮								
P40	焦氏舌鳎	0.023	0.9	0.2	0.5	0.04	6.8	0.35	2.54
平均值	鱼类	0.018	0.8	0.2	0.4	0.05	8.7	0.25	2.56
	甲壳类	0.033	1.4	9.9	0.4	1.06	26.5	0.3	3.22
	贝类	0.019	0.9	1.9	0.4	0.31	15.2	0.4	4.65

注：当检出率为 1/2 以上（含 1/2）时，统计时以检出限的 1/2 表示，检出率不足 1/2 时，统计时以检出限的 1/4 表示。

5.6.5 评价结果

1、2018 年 4 月

春季调查中底栖生物样品中，鱼类、软体类和甲壳类的各项评价因子的单项标准指数值和平均标准指数值均小于 1，样品超标率为 0，满足生物质量标准的要求。贝类体内的 Pb、Cd、Zn 和 Cr 有不同程度的超标现象，超标率分别为 100%、33.3%、16.7%和 16.7%。

表 5.6-5 底栖生物的单项标准指数和平均标准指数

站号	种名	Hg	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	As	石油烃
P1	须赤虾								
P1	波纹巴非蛤								
P1	大鳞舌鳎								
P11	帕氏四盘耳乌贼								
P11	大鳞舌鳎								
P12	波纹巴非蛤								
P13	须赤虾								
P13	大鳞孔鰕虎鱼								
P14	大鳞孔鰕虎鱼								
P15	大鳞舌鳎								
P15	波纹巴非蛤								
P18	大鳞舌鳎								
P19	大鳞舌鳎								
P19	波纹巴非蛤								
P20	大鳞舌鳎								
P20	双沟鬘螺								
P21	须赤虾								
P21	触角沟鰕虎鱼								
P21	双沟鬘螺								
P22	大鳞舌鳎								
P22	短蛸								

站号	种名	Hg	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	As	石油烃
P24	须赤虾								
P25	大鳞孔鰕虎鱼								
P27	须赤虾								
P27	花斑裸胸鱧								
P27	波纹巴非蛤								
P28	大鳞孔鰕虎鱼								
P28	波纹巴非蛤								
P31	大鳞孔鰕虎鱼								
P33	大鳞孔鰕虎鱼								
P33	须赤虾								
P40	须赤虾								
P40	大鳞舌鰓								
P5	孔鰕虎鱼								
P7	须赤虾								
P7	大鳞舌鰓								
P8	须赤虾								
P9	须赤虾								
鱼类	均值								
	超标率(%)	0	0	0	0	0	/	/	0
甲壳类	均值	0.23	0.05	0.14	0.03	0.11	/	/	0.19
	超标率(%)	0	0	0	0	0	/	/	0
贝类	均值	0.13	0.17	2.92	0.88	0.79	0.73	0.87	0.29
	超标率(%)	0	0	100	33.3	16.7	16.7	0	0
软体类	均值	0.09	0.08	0.04	0.02	0.07	/	/	0.13
	超标率(%)	0	0	0	0	0	/	/	0

注：“/”表示无此项。

2、2018年9月

秋季调查中底栖生物样品中，鱼类、甲壳类和软体类的各项评价因子的单项标准指数值和平均标准指数值均小于 1，样品超标率为 0，满足生物质量标准的要求。贝类体内的 As、Pb、Cd、Zn 和 Cr 有不同程度的超标现象，超标率分别为 20%、90%、80%、10%和 30%。

表 5.6-6 底栖生物的单项标准指数和平均标准指数

站号	种名	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	石油烃
P1	须鰕虎鱼								
P4	波纹巴非蛤								
P5	波纹巴非蛤								
P7	红狼牙鰕虎鱼								
P8	三疣梭子蟹								
P9	日本瞳鲷								

站号	种名	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	石油烃
P11	孔鰕虎鱼								
P12	波纹巴非蛤								
P13	孔鰕虎鱼								
P14	波纹巴非蛤								
P15	波纹巴非蛤								
P18	长肋日月贝								
P19	波纹巴非蛤								
P20	波纹巴非蛤								
P21	大鳞舌鳎								
P22	波纹巴非蛤								
P24	波纹巴非蛤								
P25	孔鰕虎鱼								
P26	猛虾蛄								
P27	孔鰕虎鱼								
P28	孔鰕虎鱼								
P30	孔鰕虎鱼								
P31	孔鰕虎鱼								
P33	焦氏舌鳎								
P36	孔鰕虎鱼								
P38	短髻								
P40	焦氏舌鳎								
鱼类	均值	0.06	/	0.01	0.21	0.08	0.22	/	0.13
	超标率(%)	0	/	0	0	0	0	/	0
甲壳类	均值	0.17	/	0.10	0.20	0.54	0.18	/	/
	超标率(%)	0	/	0	0	0	0	/	/
贝类	均值	0.38	0.88	0.19	3.80	1.56	0.76	0.80	0.31
	超标率(%)	0	20	0	90	80	10	30	0

注：“/”表示无此项。

5.6.6 超标分析

综合以上调查结果，春季调查中贝类样品中出现 Pb、Cd、Zn 和 Cr 污染物检测出不同程度的超标现象，秋季调查中贝类样品中也出现 As、Pb、Cd、Zn 和 Cr 污染物检测出不同程度的超标现象，分析认为主要有以下两方面原因：首先环境污染物来源方面，水质污染造成重金属在海藻、浮游生物体内富集，贝类摄食可能含重金属离子的海藻、浮游生物等，造成了重金属在其体内（特别是消化道和内脏部分）富集；另一方面，贝类属于滤食性生物，根据粒径大小进行摄食活动，因此会摄食粒径较小的有机质，造成体内污染物质富集。

5.6.7 小结

春季调查海域底栖生物中鱼类、甲壳类和软体类质量状况良好，样品均未检测出超标；贝类样品的 Pb、Cd、Zn 和 Cr 出现不同程度超标现象，不能满足第一类《海洋生物质量标准》的要求，但均能满足第二类标准的限值要求。

秋季调查海域底栖生物中鱼类、甲壳类和软体类质量状况良好，样品均未检测出超标；贝类样品的 Pb、Cd、Zn、Cr 和 As 出现不同程度超标现象，不能满足第一类《海洋生物质量标准》的要求，但均能满足第二类标准的限值要求。

5.7 渔业资源

5.7.1 调查概况

5.7.1.1 调查时间和站位布设

海洋渔业资源现状调查与评价主要根据广东海洋大学对本工程所在涠洲油田群周围海域的现场调查资料及有关科学研究成果，春季调查于 2018 年 4 月 26~4 月 30 日进行，秋季调查于 2018 年 9 月 1 日~9 月 7 日进行。

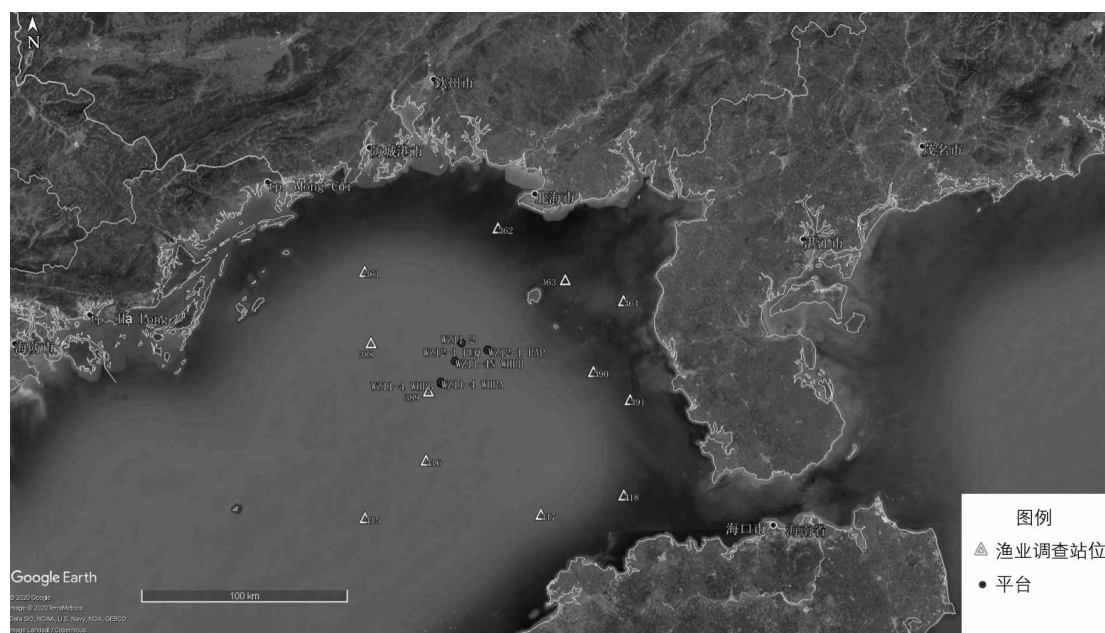


图 5.7-1 2018 年 4 月调查站位示意图

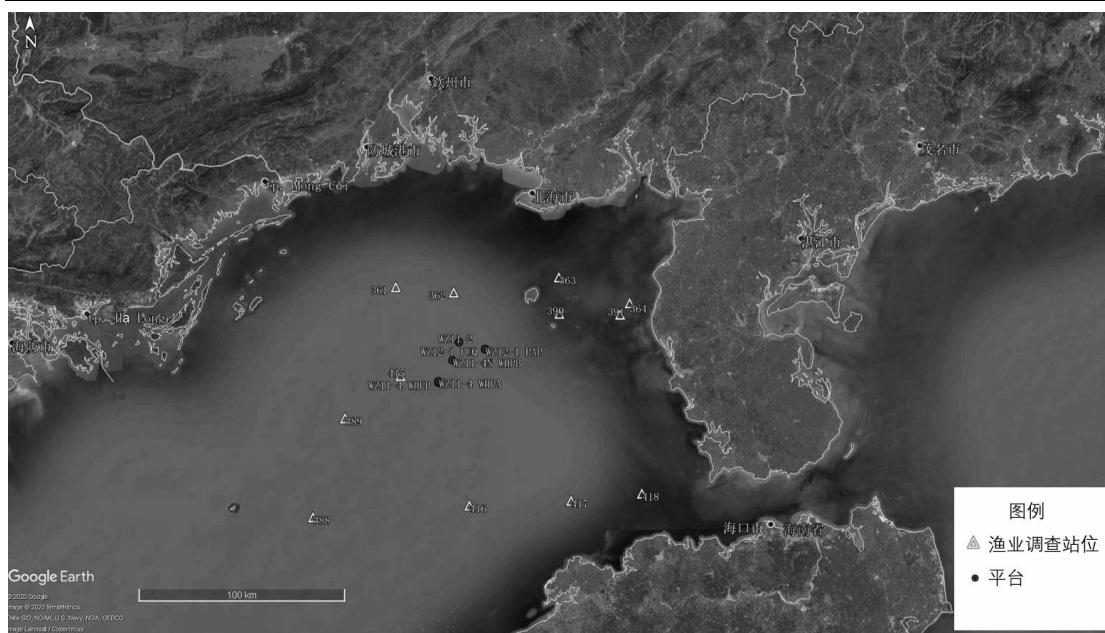


图 5.7-2 2018 年 9 月调查站位示意图

表 5.7-1 涠洲油田群渔业资源现状调查站点经纬度

时间	站位	调查方式	经度	纬度
春季	362	拖网调查		
	361	拖网调查		
	388	拖网调查		
	389	拖网调查		
	416	拖网调查		
	415	拖网调查		
	417	拖网调查		
	418	拖网调查		
	391	拖网调查		
	390	拖网调查		
	364	拖网调查		
	363	拖网调查		
秋季	418	拖网调查		
	417	拖网调查		
	416	拖网调查		
	364	拖网调查		
	388	拖网调查		
	389	拖网调查		
	415	拖网调查		
	361	拖网调查		
	362	拖网调查		
	390	拖网调查		
	391	拖网调查		
	363	拖网调查		

5.7.1.2 调查取样和分析方法

1 游泳生物

游泳动物拖网调查按《GB12763.6 海洋调查规范第 6 部分海洋生物调查》、《海洋水产资源调查手册》和《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》的相关规定执行。渔业资源调查之拖网船为“北渔 69010”，总吨位 258t，净吨位 109t，主机功率 441kw，底拖网具上网约 44m，每站拖网 1h，拖网速度平均为 3nmile/h，每站拖网扫海面积 0.122km²。渔获物在船上鉴定种类，并按种类记录重量、尾数等数据，样本冰冻保存运回实验室详细测定生物学数据。

2 鱼卵、仔稚鱼

鱼卵、仔稚鱼是鱼类资源进行补充和可持续利用的基础，在鱼类生命周期中数量最大、对环境的抵御能力最弱，是死亡最多的敏感发育阶段，这期间在形态学、生理学和生态学等特性方面均发生很大的变化，其孵化和成活率的高低、残存量的多寡将决定鱼类世代的发生量，即补充群体资源量的密度。

鱼卵、仔稚鱼调查根据 GB12763.6《海洋调查规范第 6 部分：海洋生物调查》的有关要求执行。定量样品采集使用大型浮游生物网（规格，口径 80cm）自海底至表层垂直取样，定性样本采集使用大型浮游生物网（规格口径 80cm）表层水平拖网 10min，拖网标准速度 1.8nmile/h。采集的样本经 4%中性甲醛海水溶液固定保存后，置于鱼舱-20℃冷冻保存，运回实验室后挑拣并进行 DNA 测序、分类鉴定和计数。

5.7.2 评价方法

1 鱼卵、仔稚鱼

鱼卵仔稚鱼密度的计算公式：

$$G=N/V$$

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（尾/m³）；

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（m³）。

2 游泳动物

游泳生物的绝对资源密度采用拖网扫海面积法计算，拖网调查船作业参数见表 5.7-2。

拖网扫海面积法是通过测定拖网时网具扫过面积内捕获的游泳生物的数量，计算单位面积内的现存资源密度。公式如下：

$$D=C/a(1-E)$$

式中：D 为资源量 (kg·km⁻²)；C 为渔获率 (kg·h⁻¹)；E 为逃逸率取 0.5；a 为调查船每小时的扫海面积 (km²)，扫海宽度取上纲长的 1/2，拖速取平均拖速 3nmile/h。

表 5.7-2 调查用单拖渔船船舶、渔具参数

序号	技术指标	参数
1	船名	北渔 69010
2	船长	33.34m
3	型宽	7 m
4	主机功率	441kw
5	总吨位	258t
6	净吨位	109 t
7	网口周长	88 m
8	最小网目尺寸	4 cm

3 相对重要性指数

从各种类在数量、重量中所占比例和出现频率 3 个方面进行优势度的综合评价，判断其在群落中的重要程度，即：

$$IRI=(N+W) \times F$$

式中，IRI 为相对重要性指数；N 为在数量中所占的比例；W 为在重量中所占的比例；F 为出现频率。

4 生物多样性指数

物种多样性是衡量一个海区生物资源丰富程度的客观指标；同时通过了解物种多样性和均匀性指数的变化，可以用来描述捕捞、污染以及其他环境条件对游泳动物群落结构的作用。

Margalef 丰富度指数： $D=(S-1)/\ln N$

Shannon-Wiener 多样性指数： $H' = -\sum P_i \ln P_i$

Pielou 均匀性指数： $J' = H' / \ln S$

式中，S 为种类数；N 为生物量或总密度， $P_i=ni/N$ 为第 i 种游泳动物占总生物量或个体数的比例。

5.7.3 渔业资源现状

5.7.3.1 种类组成

1、2018 年 4 月

春季拖网调查共出现鱼类 109 种，隶属 83 属 56 科 13 目，适温性种类多为

暖水性共 90 种，占总数的 82.57%。按经济价值高低区分，其中经济价值较高的种类有 22 种，占鱼类种类数的 20.18%；经济价值一般的种类有 42 种，占鱼类种类数的 38.53%；经济价值较低的种类有 45 种，占鱼类种类数的 41.28%。

表 5.7-3 春季拖网鱼类种类目录

序号	种名	拉丁名	属	科	目	适温性
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						

涇洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

序号	种名	拉丁名	属	科	目	适温性
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
61						
62						
63						
64						
65						
66						
67						
68						
69						
70						
71						
72						
73						
74						
75						
76						
77						
78						
79						
80						
81						
82						
83						
84						
85						
86						
87						
88						
89						
90						
91						
92						
93						
94						
95						
96						
97						

序号	种名	拉丁名	属	科	目	适温性
98						
99						
100						
101						
102						
103						
104						
105						
106						
107						
108						
109						

2、2018 年 9 月

秋季拖网调查共出现鱼类 120 种，隶属 88 属 56 科 14 目，适温性种类多为暖水性共 107 种，占总数的 88.43%。按经济价值高低区分，其中经济价值较高的种类有 50 种，占鱼类种类数的 41.67%；经济价值一般的种类有 50 种，占鱼类种类数的 41.67%；经济价值较低的种类有 20 种，占鱼类种类数的 16.67%。

表 5.7-4 秋季拖网鱼类种类目录

序号	种名	拉丁名	属	科	目	适温性
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						

涇洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

序号	种名	拉丁名	属	科	目	适温性
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
61						

涇洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

序号	种名	拉丁名	属	科	目	适温性
62						
63						
64						
65						
66						
67						
68						
69						
70						
71						
72						
73						
74						
75						
76						
77						
78						
79						
80						
81						
82						
83						
84						
85						
86						
87						
88						
89						
90						
91						
92						
93						
94						
95						
96						
97						
98						
99						
100						
101						

序号	种名	拉丁名	属	科	目	适温性
102						
103						
104						
105						
106						
107						
108						
109						
110						
111						
112						
113						
114						
115						
116						
117						
118						
119						
120						

5.7.3.2 优势种

1、2018 年 4 月

拖网渔获中优势种为二长棘犁齿鲷和竹荚鱼。

表 5.7-5 拖网调查主要鱼种相对重要性指数

种类	重量百分比%	数量百分比%	出现频率%	IRI
二长棘犁齿鲷				
竹荚鱼				

2、2018 年 9 月

拖网渔获中优势种为二长棘犁齿鲷和鹿斑鲷。

表 5.7-6 拖网调查主要鱼种相对重要性指数

种类	重量百分比%	数量百分比%	出现频率%	IRI
二长棘犁齿鲷				
鹿斑鲷				

5.7.3.3 渔获率分布

1、2018 年 4 月

春季拖网调查鱼类渔获重量变化范围为 13.75~171.17kg/h, 平均为 86.97kg/h; 鱼类渔获尾数变化范围为 515~25003 尾/h, 平均为 9221 尾/h。

表 5.7-7 春季拖网调查鱼类渔获率

站号	重量 (kg/h)	尾数(尾/h)
361		
362		
363		
364		
388		
389		
390		
391		
415		
416		
417		
418		
平均值	86.97	9221

2、2018 年 9 月

秋季拖网调查鱼类渔获重量变化范围为 13.74~61.84kg/h，平均为 36.37kg/h；
鱼类渔获尾数变化范围为 465~7060 尾/h，平均为 2988 尾/h。

表 5.7-8 秋季拖网调查鱼类渔获率

站号	重量 (kg/h)	尾数(尾/h)
361		
362		
363		
364		
388		
389		
390		
391		
415		
416		
417		
418		
平均值	36.37	2988

5.7.3.4 资源密度和资源量

1、2018 年 4 月

春季拖网调查海域鱼类资源量范围在 224.95~2800.79kg/km²，平均值为 1423.06kg/km²；资源密度范围在 8427~409107 尾/km²，平均值 150877 尾/km²，
幼鱼比例为 53.41%。

表 5.7-9 春季拖网各站位鱼类资源量

站号	重要资源密度 (kg/km ²)			尾数资源密度 (尾/km ²)		
	幼鱼	成鱼	总计	幼鱼	成鱼	总计
361						

362						
363						
364						
388						
389						
390						
391						
415						
416						
417						
418						
平均	760.06	663.00	1423.06	80583	70294	150877

2、2018 年 9 月

秋季拖网调查海域鱼类资源量范围在 224.89~1011.84kg/km²，平均值为 595.10kg/km²；资源密度范围在 7608~115518 尾/km²，平均值 48880 尾/km²，幼鱼比例为 69.89%。

表 5.7-10 秋季拖网各站位鱼类资源量

站号	重要资源密度 (kg/km ²)			尾数资源密度 (尾/km ²)		
	幼鱼	成鱼	总计	幼鱼	成鱼	总计
361						
362						
363						
364						
388						
389						
390						
391						
415						
416						
417						
418						
平均	415.92	179.18	595.10	34162	14718	48880

5.7.3.5 幼体比例

1、2018 年 4 月

春季主要经济鱼类的幼鱼比例在 4.20-100.00%，平均为 53.41%。

表 5.7-11 春季主要经济鱼类的出现频率和幼鱼比例

种类	出现频率 (%)	平均体重(g)	渔获比例 (%)	幼鱼比例 (%)	幼鱼密度 (尾/km ²)
二长棘鲷齿鲷					

竹荚鱼					
多齿蛇鲻					
日本金线鱼					
中华海鲂					

2、2018年9月

秋季主要经济鱼类的幼鱼比例在 32.12~100%，平均为 69.89%。

表 5.7-12 秋季主要经济鱼类的出现频率和幼鱼比例

种类	出现频率 (%)	平均体重 (g)	渔获比例 (%)	幼鱼比例 (%)	幼鱼密度 (尾/km ²)
二长棘犁齿鲷					
竹荚鱼					
多齿蛇鲻					
日本金线鱼					
中华海鲂					

5.7.4 头足类资源状况

5.7.4.1 种类组成

1、2018年4月

春季拖网调查共出现头足类 13 种，隶属 4 科 4 目。

表 5.7-13 春季拖网调查头足类种类名录

序号	中文名	拉丁文名
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		

2、2018年9月

秋季拖网调查共出现头足类 15 种，隶属 4 科 4 目。

表 5.7-14 秋季拖网调查头足类种类名录

序号	中文名	拉丁文名
1		
2		
3		

4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

5.7.4.2 优势种

1、2018 年 4 月

春季调查海域优势渔获物共有 4 种，分别为中国枪乌贼、杜氏枪乌贼、卵蛸和田乡枪乌贼。

表 5.7-15 主要头足类相对重要性指数

种类	重量百分比%	数量百分比%	出现频率%	IRI
中国枪乌贼				
杜氏枪乌贼				
卵蛸				
田乡枪乌贼				

2、2018 年 9 月

秋季调查海域优势渔获物共有 2 种，分别为杜氏枪乌贼和田乡枪乌贼。

表 5.7-16 主要头足类相对重要性指数

种类	重量百分比%	数量百分比%	出现频率%	IRI
杜氏枪乌贼				
田乡枪乌贼				

5.7.4.3 渔获率分布

1、2018 年 4 月

春季拖网调查海域头足类渔获重量变化范围为 0.36~10.53kg/h，平均为 3.83kg/h；头足类渔获尾数变化范围 13~784 尾/h，平均 217 尾/h。

表 5.7-17 春季拖网调查头足类渔获率

站号	重量 (kg/h)	尾数(尾/h)
361		
362		
363		
364		
388		

389		
390		
391		
415		
416		
417		
418		
平均值	3.83	217

2、2018 年 9 月

秋季拖网调查海域头足类渔获重量变化范围为 0.21~3.33kg/h，平均为 1.63kg/h；头足类渔获尾数变化范围 2~156 尾/h，平均 69 尾/h。

表 5.7-18 秋季拖网调查头足类渔获率

站号	重量 (kg/h)	尾数(尾/h)
361		
362		
363		
364		
388		
389		
390		
391		
415		
416		
417		
418		
平均	1.63	69

5.7.4.4 资源密度和资源量

1、2018 年 4 月

春季拖网调查海域头足类资源量范围在 5.89~172.30kg/km²，平均值为 62.60kg/km²；资源密度范围在 213~12828 尾/km²，平均值 3544 尾/km²，幼鱼比例为 48.64%。

表 5.7-19 春季拖网各站位头足类资源量

站号	重要资源密度 (kg/km ²)			尾数资源密度 (尾/km ²)		
	幼体	成体	总计	幼体	成体	总计
361						
362						
363						
364						
388						
389						
390						
391						
415						
416						

417						
418						
平均	30.45	32.15	62.6	1724	1820	3544

2、2018年9月

秋季拖网调查海域头足类资源量范围在 3.44~54.55kg/km²，平均值为 26.74kg/km²；资源密度范围在 33~2553 尾/km²，平均值 1118 尾/km²。

表 5.7-20 秋季拖网各站位头足类资源量

站号	重要资源密度 (kg/km ²)			尾数资源密度 (尾/km ²)		
	幼体	成体	总计	幼体	成体	总计
361						
362						
363						
364						
388						
389						
390						
391						
415						
416						
417						
418						
平均	10.57	16.17	26.74	442	676	1118

5.7.5 甲壳类资源状况

5.7.5.1 种类组成

1、2018年4月

春季拖网调查共出现甲壳类 52 种，隶属 13 科 3 目，其中虾类 26 种，蟹类 26 种。

表 5.7-21 春季拖网调查甲壳类种类名录

序号	中文名	拉丁文名	序号	中文名	拉丁文名
1			27		
2			28		
3			29		
4			30		
5			31		
6			32		
7			33		
8			34		
9			35		
10			36		

序号	中文名	拉丁文名	序号	中文名	拉丁文名
11			37		
12			38		
13			39		
14			40		
15			41		
16			42		
17			43		
18			44		
19			45		
20			46		
21			47		
22			48		
23			49		
24			50		
25			51		
26			52		

2、2018年9月

秋季拖网调查共出现甲壳类 59 种，隶属 18 科 3 目，其中虾类 27 种，蟹类 32 种。

表 5.7-22 秋季拖网调查甲壳类种类名录

序号	中文名	拉丁文名	序号	中文名	拉丁文名
1			31		
2			32		
3			33		
4			34		
5			35		
6			36		
7			37		
8			38		
9			39		
10			40		
11			41		
12			42		
13			43		
14			44		
15			45		
16			46		
17			47		
18			48		
19			49		
20			50		
21			51		
22			52		
23			53		
24			54		
25			55		
26			56		

序号	中文名	拉丁文名	序号	中文名	拉丁文名
27			57		
28			58		
29			59		
30					

5.7.5.2 优势种

1、2018 年 4 月

春季调查海域优势渔获物共有 5 种，分别为宽突赤虾、猛虾蛄、直额螯、矛形梭子蟹和须赤虾。

表 5.7-23 春季拖网甲壳类相对重要性指数

种类	重量百分比%	数量百分比%	出现频率%	IRI
须赤虾				
猛虾蛄				
直额螯				
矛形梭子蟹				
宽突赤虾				

2、2018 年 9 月

秋季调查海域优势渔获物共有 4 种，分别为断脊小口虾蛄、猛虾蛄、须赤虾和直额螯。

表 5.7-24 秋季拖网甲壳类相对重要性指数

种类	重量百分比%	数量百分比%	出现频率%	IRI
直额螯				
猛虾蛄				
须赤虾				
断脊小口虾蛄				

5.7.5.3 渔获率分布

1、2018 年 4 月

春季甲壳类渔获重量变化范围为 (0.4~26.58) kg/h，平均为 9.80kg/h，其中，虾类渔获重量变化范围为 (0.35~21.86) kg/h，平均为 7.90kg/h，蟹类渔获重量变化范围为 (0.05~6.01) kg/h，平均为 1.90kg/h。甲壳类渔获数量变化范围为 (151~8581) 尾/h，平均为 2038 尾/h，其中，虾类渔获数量变化范围为 (149~8074) 尾/h，平均为 1788 尾/h，蟹类渔获尾数变化范围为 (2~568) 尾/h，平均 250 尾/h。

表 5.7-25 甲壳类渔获率春季分布

站号	虾类		蟹类		甲壳类总计	
	重量 (kg/h)	尾数(尾/h)	重量 (kg/h)	尾数(尾/h)	重量 (kg/h)	尾数(尾/h)
361						
362						
363						
364						
388						
389						
390						
391						
415						
416						
417						
418						
平均	7.90	1788	1.90	250	9.80	2038

2、2018 年 9 月

秋季甲壳类渔获重量变化范围为 (1.3~50.21) kg/h, 平均为 17.75kg/h, 其中, 虾类渔获重量变化范围为 0.09~28.73kg/h, 平均为 7.46kg/h, 蟹类渔获重量变化范围为 0.66~29.82kg/h, 平均为 10.29kg/h。甲壳类渔获数量变化范围为 (45~6033) 尾/h, 平均为 1545 尾/h, 其中, 虾类渔获数量变化范围为 (16~4922) 尾/h, 平均为 911 尾/h, 蟹类渔获尾数变化范围为 (6~1919) 尾/h, 平均 634 尾/h。

表 5.7-26 甲壳类渔获率秋季分布

站号	虾类		蟹类		甲壳类总计	
	重量 (kg/h)	尾数(尾/h)	重量 (kg/h)	尾数(尾/h)	重量 (kg/h)	尾数(尾/h)
361						
362						
363						
364						
388						
389						
390						
391						
415						
416						
417						
418						
平均	7.46	911	10.29	634	17.75	1545

5.7.5.4 资源密度和资源量

1、2018 年 4 月

春季调查海域虾类资源重量密度变化范围为 (5.65~357.63) kg/km², 平均值为 129kg/km², 尾数资源密度变化范围为 (2373~132108) 尾/km², 平均值为 29249 尾/km², 虾类幼体比例为 37.50%。

表 5.7-27 春季拖网各站位虾类资源量

站号	重要资源密度 (kg/km ²)			尾数资源密度 (尾/km ²)		
	幼体	成体	总计	幼体	成体	总计
361						
362						
363						
364						
388						
389						
390						
391						
415						
416						
417						
418						
平均	48.46	80.77	129.23	10968	18281	29249

春季拖网调查海域蟹类资源量范围在 0.89~98.31kg/km², 平均值为 31.10kg/km²; 资源密度范围在 33~9294 尾/km², 平均值 4092 尾/km², 蟹类幼体比例为 4.71%。

表 5.7-28 春季拖网各站位蟹类资源量

站号	重要资源密度 (kg/km ²)			尾数资源密度 (尾/km ²)		
	幼体	成体	总计	幼体	成体	总计
361						
362						
363						
364						
388						
389						
390						
391						
415						
416						
417						
418						

站号	重要资源密度 (kg/km ²)			尾数资源密度 (尾/km ²)		
	幼体	成体	总计	幼体	成体	总计
平均	1.46	29.64	31.1	193	3899	4092

2、2018年9月

秋季拖网调查海域虾类资源量范围在 1.40~470.10kg/km²，平均值为 122.08kg/km²；资源密度范围在 262~80535 尾/km²，平均值 14910 尾/km²，虾类幼体比例为 19.74%。

表 5.7-29 秋季拖网各站位虾类资源量

站号	重要资源密度 (kg/km ²)			尾数资源密度 (尾/km ²)		
	幼体	成体	总计	幼体	成体	总计
361						
362						
363						
364						
388						
389						
390						
391						
415						
416						
417						
418						
平均	24.10	97.98	122.08	2943	11967	14910

秋季拖网调查海域蟹类资源量范围在 10.80~487.94kg/km²，平均值为 168.34kg/km²；资源密度范围在 98~31399 尾/km²，平均值 10367 尾/km²，蟹类幼体比例为 8.54%。

表 5.7-30 秋季拖网各站位蟹类资源量

站号	重要资源密度 (kg/km ²)			尾数资源密度 (尾/km ²)		
	幼体	成体	总计	幼体	成体	总计
361						
362						
363						
364						
388						
389						
390						
391						
415						
416						
417						
418						

站号	重要资源密度 (kg/km ²)			尾数资源密度 (尾/km ²)		
	幼体	成体	总计	幼体	成体	总计
平均	14.38	153.96	168.34	885	9482	10367

5.7.6 总资源评估

根据鱼类、头足类和甲壳类渔获物分析结果,春季调查海域中,鱼类成体重量密度平均值为 663.00kg/km²,尾数资源密度平均值为 70294 尾/km²,幼体重量密度平均值为 760.06kg/km²,尾数资源密度平均值为 80583 尾/km²;头足类成体重量密度平均值为 32.15kg/km²,尾数资源密度平均值为 1820 尾/km²,幼体重量密度平均值为 30.45kg/km²,尾数资源密度平均值为 1724 尾/km²;虾类成体重量密度平均值为 80.77kg/km²,尾数资源密度平均值为 18281 尾/km²,幼体重量密度平均值为 48.46kg/km²,尾数资源密度平均值为 10968 尾/km²;蟹类成体重量密度平均值为 29.64kg/km²,尾数资源密度平均值为 3899 尾/km²,幼体重量密度平均值为 1.46kg/km²,尾数资源密度平均值为 193 尾/km²;综上,渔业资源春季成体总重量密度平均值为 805.56kg/km²,尾数资源密度平均值为 94294 尾/km²,幼体总重量密度平均值为 840.43kg/km²,尾数资源密度平均值为 93468 尾/km²。

秋季调查海域中,鱼类成体重量密度平均值为 179.180kg/km²,尾数资源密度平均值为 14717.67 尾/km²,幼体重量密度平均值为 415.92kg/km²,尾数资源密度平均值为 34162 尾/km²;头足类成体重量密度平均值为 16.17kg/km²,尾数资源密度平均值为 676 尾/km²,幼体重量密度平均值为 10.57kg/km²,尾数资源密度平均值为 442 尾/km²;虾类成体重量密度平均值为 97.98kg/km²,尾数资源密度平均值为 11967 尾/km²,幼体重量密度平均值为 24.1kg/km²,尾数资源密度平均值为 2943 尾/km²;蟹类成体重量密度平均值为 153.96kg/km²,尾数资源密度平均值为 9482 尾/km²,幼体重量密度平均值为 14.38kg/km²,尾数资源密度平均值为 885 尾/km²;综上,渔业资源秋季成体总重量密度平均值为 447.29kg/km²,尾数资源密度平均值为 36843 尾/km²,幼体总重量密度平均值为 464.97kg/km²,尾数资源密度平均值为 38432 尾/km²。

5.7.7 鱼卵、仔稚鱼

5.7.7.1 种类组成

1、2018 年 4 月

春季共鉴定出仔稚鱼 23 种，隶属 7 目 16 科 18 属；共鉴定出鱼卵 7 种，隶属 3 目 4 科 5 属。本次调查中，共采获鱼卵 16139 粒，仔稚鱼 16853 尾。其中垂直网获取鱼卵 836 粒，仔稚鱼 509 尾；水平网获取鱼卵 15303 粒，仔稚鱼 16344 尾。

表 5.7-31 春季鱼卵、仔稚鱼名录

序号	种名	拉丁名	目	属	种
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					

2、2018 年 9 月

秋季共鉴定出仔稚鱼 32 种，隶属 9 目 20 科 24 属；共鉴定出鱼卵 7 种，隶属 2 目 5 科 6 属。本次调查中，共采获鱼卵 864 粒，仔稚鱼 779 尾。其中垂直网获取鱼卵 135 粒，仔稚鱼 566 尾；水平网获取鱼卵 729 粒，仔稚鱼 213 尾。

表 5.7-32 秋季鱼卵、仔稚鱼名录

序号	种名	拉丁名	目	科	属
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					

5.7.7.2 资源密度

1、2018 年 4 月

春季水平拖网鱼卵平均数量为 670.0 粒/网，平均密度为 135.67 粒/100 m³，仔稚鱼平均数量为 591.3 尾/网，平均密度为 121.06 尾/100 m³。垂直拖网鱼卵平均数量为 17.5 粒/网，平均密度为 150.77 粒/100m³，仔稚鱼平均数量为 27.7 尾/网，平均密度为 221.85 尾/100m³。

表 5.7-33 春季鱼卵、仔稚鱼数量及密度

站位	水平拖网				垂直拖网			
	鱼卵		仔稚鱼		鱼卵		仔稚鱼	
	数量(粒/网)	密度(粒/100m ³)	数量(粒/网)	密度(粒/100m ³)	数量(粒/网)	密度(粒/100m ³)	数量(粒/网)	密度(粒/100m ³)
361								
362								
363								
364								
388								
389								
390								
391								
415								
416								
417								
418								

平均	670.0	135.67	591.3	121.06	17.5	150.77	27.7	221.85
----	-------	--------	-------	--------	------	--------	------	--------

2、2018 年 9 月

秋季水平拖网鱼卵平均数量为 30.4 粒/网，平均密度为 8.57 粒/100m³，仔稚鱼平均数量为 8.9 尾/网，平均密度为 2.35 尾/100m³。垂直拖网鱼卵平均数量为 5.6 粒/网，平均密度为 83.83 粒/100m³，仔稚鱼平均数量为 23.6 尾/网，平均密度为 166.79 尾/100m³。

表 5.7-34 秋季鱼卵、仔稚鱼数量及密度

站位	水平拖网				垂直拖网			
	鱼卵		仔稚鱼		鱼卵		仔稚鱼	
	数量(粒/网)	密度(粒/100m ³)	数量(粒/网)	密度(粒/100m ³)	数量(粒/网)	密度(粒/100m ³)	数量(粒/网)	密度(粒/100m ³)
361								
362								
363								
364								
388								
389								
390								
391								
415								
416								
417								
418								
平均	30.4	8.57	8.9	2.35	5.6	83.83	23.6	166.79

6 回顾性环境影响评价

6.1 涠洲油田开发过程回顾

6.1.1 工程现状

6.1.1.1 涠洲油田群概况

涠洲油田群现有生产设施主要包括 2 座综合平台（WZ12-1PUQ、WZ12-1PUQB），1 座生产辅助平台（WZ12-1PAP），1 座独腿立管井口平台（WZ11-1RP），20 座已建平台（WZ12-1WHPB、WZ6-1WHPA、WZ6-8WHPA、WZ6-9/6-10WHPA、WZ11-4DWHPA、WZ11-1N WHPA、WZ11-1WHPA、WZ11-2WHPA、WZ11-2WHPB、WZ11-4N WHPA、WZ11-4N WHPB、WZ11-4N WHPC、WZ11-4WHPA、WZ11-4WHPB、WZ12-1WWHPA、WZ12-2WHPA、WZ12-8WWHPA、WZ6-12WHPA、WZ12-2WHPB和 WZ6-13WHPA），1 座涠洲终端，以及油田群内相应的海底管道和电缆等。涠洲油田群工程设施平面布置参见下图。

涠洲油田群的生产物流均依托已建 WZ12-1PUQ 平台、WZ12-1PUQB 平台和 WZ12-1PAP 平台（三座平台栈桥连接，以下简称 WZ12-1PUQ/PUQB/PAP 平台）和涠洲终端进行开发。生产物流通过海底管道输送到 WZ12-1PUQ/PUQB/PAP 平台进行处理，与 WZ12-1PUQ 平台的产能一起进行处理，分离出合格原油经上岸管线输送至涠洲终端，进行储存和销售；分离出的天然气部分为油田群透平发电（WZ11-4WHPA，WZ11-1WHPA，WZ12-1PUQB 和 WZ12-1PUQ 平台上设有透平发电机），其余部分经上岸管线输送至涠洲终端；分离出的生产水由 WZ12-1PUQB/PUQ 平台生产水处理系统统一处理，处理合格的生产水（含油量 $\leq 20\text{mg/L}$ ）部分作为注水水源输往各注水平台回注地层，其余部分在 WZ12-1PUQ 平台达标排海。

WZ12-1PUQ 平台接收的生产物流包括：涠洲 12-1 油田、涠洲 12-1 油田北块、涠洲 6-1 油田、涠洲 6-8 油田和涠洲 6-9/6-10 油田的物流。

WZ12-1PUQB 平台设有 2 套独立的原油处理和生产水处理设施（分别处理合营油田和自营油田生产的原油和生产水），涠洲 12-8 西/6-12 油田的物流进入合营油田的处理流程；涠洲 11-1 北油田、涠洲 11-1 油田、涠洲 11-2 油田、涠洲 11-2 油田北块、涠洲 11-4 北油田一、二期、涠洲 12-1 西油田、涠洲 6-13 油田、涠洲 12-2 油田一、二期和 WZ12-1PUQ 平台含水 30%的原油及涠洲 11-4 油田含水 10%的原油进入自营油田的处理流程。分离出的生产水由 WZ12-1PUQ/PUQB 平台生产水处理系统统一处理。

WZ12-1PAP 平台为一座生产辅助平台不设油气处理设施，接收来液经段塞流捕集器处理后，输送至 WZ12-1PUQ 和 WZ12-1PUQB 平台处理。

6.1.1.2 与本工程相关的工程设施概况

涠洲 11-4 油田物流集输情况下图。

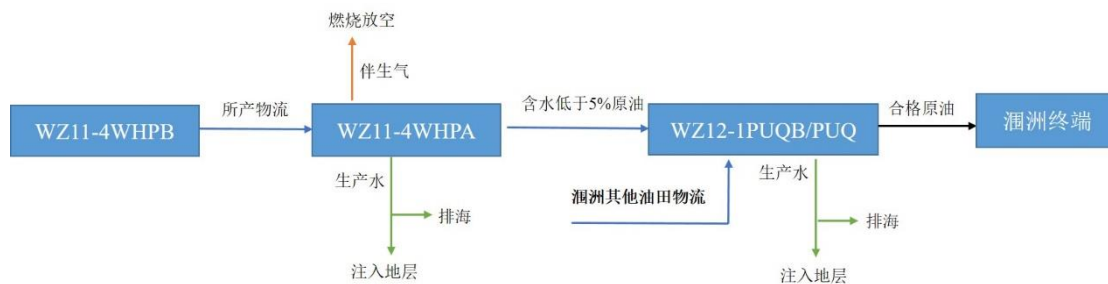


图 6.1-2 涠洲 11-4 油田物流集输流程示意图

与本项目相关的涠洲油田群主要设施概况见下表。

表6.1-1 与本项目相关的涠洲油田群主要的现有设施描述

设施	描述
WZ11-4WHPA 平台	WZ11-4WHPA 平台为一综合性平台，平台导管架为 8 腿导管架结构型式，平台功能包括钻井、生产、公用和生活。平台甲板面积 3310m ² 。WZ11-4WHPA 平台上一共有 18 口井，包括 17 口生产井，1 口注水井。平台安装有动力系统、原油处理工艺系统、含油污水处理系统、燃料气系统、公用系统等多种类型的设备以及生活模块。
WZ11-4WHPB 平台	WZ11-4WHPB 平台为一井口平台，平台导管架为 4 腿导管架结构型式，甲板面积 1172 m ² 。WZ11-4WHPB 平台上一共有 15 口井，全部为生产井。平台上设有中控室（CCR），简单的工艺处理、工厂风和仪表风系统，海水公用以及喷淋消防系统，配电间、电池间、UPS 以及应急柴油发电机组及生活模块。
WZ12-1PUQ	WZ12-1PUQ 平台是一座 8 腿 8 桩综合平台，平台设有油气水处理、注水等设施和生活楼，接收 WZ6-1WHPA、WZ6-8WHPA、WZ12-1WHPB 等平台所产物流，与本平台的物流一起进行处理，分离出的合格原油输送至涠洲终端，分离出的天然气用于涠洲油田群发电和输往终端，分离出的生产水处理至达标后回注或外排。
WZ12-1PUQB	WZ12-1PUQB 是一座 8 腿综合平台，平台设有油气水等处理设施和 40 人生活楼。接收 WZ11-1WHPA、WZ11-2WHPA、WZ12-1WWHPA 等平台所产物流进行处理，分离出的合格原油输送至涠洲终端，分离出的天然气用于涠洲油田群发电和输往终端，分离出的生产水处理至达标后回注或输送到 WZ12-1PUQ 外排。
WZ12-1PAP	WZ12-1PAP 是一座 4 腿简易无人值守生产平台，不设油气分离处理设施，WZ12-1PAP 平台通过 20m 栈桥分别于 WZ12-1PUQ 和 WZ12-1PUQB 平台相连，部分涠洲油田群生产物流经 WZ12-1PAP 平台进入 WZ12-1PUQ 平台和 WZ12-1PUQB 平台处理。

6.1.1.3 与本工程相关的主要公用系统及环保设施

本项目物流依托涠洲 11-4 油田平台现有设施进行处理，与本项目相关的主要环保设施见表 6.1-2。投产以来，各平台环保设施运行良好。

表6.1-2 与本项目相关涠洲油田群的公用系统情况

设施名称	公用系统
WZ11-4WHPA 平台	饮用水系统
	柴油系统
	供热系统
	电气系统
	生活楼
WZ11-4WHPB 平台	饮用水系统

设施名称	公用系统
	柴油系统
	生活楼
WZ12-1PUQB	供热系统
	淡水系统
	安全消防和救生系统
	燃料气系统
	电气系统
	生活楼

表 6.1-3 与本项目相关的主要环保设施情况

设施名称	公用系统	数量	运行状况
WZ11-4WHPA 平台	生活污水处理系统	1	正常
	开式排放系统	1	正常
	闭式排放系统	1	正常
	火炬系统	1	正常
	生产水处理系统	1	正常
WZ11-4WHPB 平台	生活污水处理系统	1	正常
	开式排放系统	1	正常
	闭式排放系统	1	正常
WZ12-1PUQ	生活污水处理系统	1	正常
	开式排放系统	1	正常
	闭式排放系统	1	正常
	火炬系统	1	正常
	生产水处理系统	1	正常
WZ12-1PUQB	生活污水处理系统	1	正常
	开式排放系统	1	正常
	闭式排放系统	1	正常
	火炬系统	1	正常
	生产水处理系统	1	正常

6.1.2 环评制度执行情况

涠洲油田群现有设施相关环评及竣工验收情况见表下表。

表 6.1-4 涠洲油田群各油田相关工程建设情况表

序号	项目名称	相关工程内容	环评批复	竣工验收
1	涠 11-4 油田开发工程	新建中心处理平台（A 平台）； 新建井口平台（B 平台）； 单点系泊； 储油轮； 海底输油管线、动力电缆、注水管线。	于 1989 年获得国家环境保护总局批复（（89）环监字第 275 号）	/
2	涠 12-1 油田开发工程	海上综合平台 1 座； 综合平台至涠洲岛陆上终端处理厂 38.5km 长的海底输油和输气管线各 1 条； 陆上终端油气处理厂 1 座； 终端处理厂附近的轻烃外运杂货码头 1 座； 终端处理厂西部约 2.5km 处的原油外输单点系泊设施 1 座； 终端处理厂至外输单点海底输油管线 2 条； 涠 10-3 至涠 12-1 输气管线 1 条； 涠 11-4A 至涠 12-1 输油管线 1 条； 涠 11-4C 至涠 11-4A 混输管线 1 条。	于 1998 年 6 月 3 日获得国家环境保护总局批复（环发（1998）89 号）	2003 年 1 月 3 日涠洲终端取得广西壮族自治区环境保护局竣工环境保护验收的意见（桂环验字（2003）1 号）； 涠洲 12-1 油田 2006 年 3 月 27 日获得国家海洋局环境保护设施竣工验收的复函（国海环字（2006）136 号）
3	涠洲 12-1 油田北快及 4 井区开发工程	新建一座 4 腿井口平台（WZ12-1WHPB）； 新建 1 条约 2.5 公里的 WZ12-1WHPB 至 WZ12-1PUQ 的海底混输管线； 新建 1 条 WZ12-1PUQ 至 WZ12-1WHPB 的海底复合电缆。	于 2002 年 11 月 25 日取得国家海洋局核准（国海环字（2002）349 号）	2006 年 3 月 27 日获得国家海洋局环境保护设施竣工验收的复函（国海环字（2006）136 号）
4	涠洲 11-1/6-11/11-4N 油田开发工程	新建 3 座井口平台（WZ11-1WHPA、WZ6-1WHPA 和 WZ11-4N WHPA）和一座生产辅助平台（WZ12-1PAP），并铺设 3 条由井口平台至依托平台的混输管线（WZ11-1WHPA 至 WZ12-1PAP 混输管线/WZ11-4N WHPA 至	于 2005 年 6 月 16 日取得国家海洋局核准（国海环字（2005）	2014 年 10 月 20 日获得国家海洋局环境保护设施竣工验收的复函（国海

涠洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

序号	项目名称	相关工程内容	环评批复	竣工验收
		WZ11-1WHPA混输管线/WZ6-1WHPA至WZ12-1WHPB 混输管线)及2条海底电缆(WZ11-1WHPA至WZ11-4N WHPA海底电缆/WZ12-1PUQ至WZ6-1WHPA海底电缆)	239号	环字(2014)590号)
5	涠洲 12-1 油田至涠洲终端海底输油管道工程	新铺 1 条 WZ12-1PAP 至涠洲终端约 32.5 公里长海底输油管道	于 2009 年 9 月 28 日取得国家海洋局核准(国海环字(2009)612 号)。	2012 年 3 月 1 日获得国家海洋局环境保护设施竣工验收的复函(国海环字(2012)115 号)
6	涠洲 11-1N 油田开发工程	新建 1 座 6 腿井口平台(WZ11-1N WHPA); 新建一条输往 WZ11-1WHPA 平台的 2.6km 混输管线; 新建 2 条海底电缆(WZ12-1PAP 至 WZ11-1N WHPA/WZ11-1N WHPA 至 WZ11-1WHPA); WZ11-1WHPA、WZ12-1PAP 及 WZ12-1PUQ 生产适用性改造。	于 2010 年 1 月 5 日取得国家海洋局核准(国海环字(2010)2 号)	2013 年 4 月 9 日获得国家海洋局环境保护设施竣工验收的复函(国海环字(2013)204 号)
7	涠洲 6-8 油田开发及输气软管铺设工程	新建 1 座三腿井口平台(WZ6-8WHPA); 新铺 1 条 WZ6-8 WHPA 平台至 WZ12-1PUQ 海底混输管线; 新铺 1 条 WZ12-1PAP 平台至 WZ6-8 WHPA 平台海底电缆; 新铺 1 条 WZ12-1PAP 到 WZ6-1 平台海底输气软管。	于 2010 年 4 月 12 日取得国家海洋局核准(国海环字(2010)164 号)	2013 年 3 月 20 日获得国家海洋局环境保护设施竣工验收的复函(国海环字(2013)140 号)
8	涠洲 6-9/6-10/11-2 油田开发工程及 11-4N 新增井口架工程	新建 1 座四腿井口平台(WZ6-9/6-10 WHPA)、1 座 3 腿井口平台(WZ11-2WHPA)、1 座独腿立管平台(WZ11-1RP); 新建 1 座无人驻守的简易井口架平台(WZ11-4N WHPC); 新铺 4 条海底管道(WZ6-9/6-10 WHPA 平台至 WZ12-1 WHPB 混输海底管道、WZ12-1 WHPB 平台至 WZ6-9/6-10 WHPA 平台注水管道、WZ11-2WHPA 平台至 WZ11-1 RP 平台混输海底管道、WZ11-1 RP 平台至 WZ11-2 WHPA 平台注水管道); 新铺 2 条海底电缆(WZ12-1 PAP 平台至 WZ6-9/6-10 WHPA 平台海底复合电缆、WZ11-1N WHPA 平台至 WZ11-2WHPA 平台海底复合电缆)。	于 2010 年 12 月 21 日取得国家海洋局的核准(国海环字(2010)823 号)	2013 年 4 月 26 日获得国家海洋局环境保护设施竣工验收的复函(国海环字(2013)245 号)
9	涠洲 12-8W/6-12 油	新建 1 座 8 腿综合处理平台(WZ12-1PUQB), 通过栈桥与已建的 WZ12-1PAP 平台相连;	于 2012 年 2 月 17 日获得国家海洋局核准	涠洲 12-8W/6-12 油田 2014 年 4 月 8 日获国家

涠洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

序号	项目名称	相关工程内容	环评批复	竣工验收
	田开发工程	新建 2 座 3 腿无人简易井口平台 (WZ12-8W WHPA 和 WZ6-12WHPA); 新建 2 条海底混输管道和 2 条海底复合电缆。	(国海环字 (2012) 91 号)	海洋局的竣工验收批复 (国海环字 (2014) 160 号)
10	涠洲 12-2 油田群及涠洲 11-4N 油田二期开发工程	新建 5 座井口平台 (WZ12-2WHPA、WZ12-1W WHPA、WZ11-2WHPB、WZ11-4N WHPB 和 WZ11-4N WHPB); 新铺设 10 条海底管道和 4 条海底电缆。 对依托的 WZ12-1PUQB 平台和 WZ12-1PUQ 平台进行适应性改造。	于 2014 年 7 月 25 日获得国家海洋局核准 (国海环字 (2014) 389 号)	申请延期竣工验收, 海办环字 (2016) 453 号
11	涠洲 12-2 油田二期开发工程	新建 1 座 WZ12-2WHPB 井口平台; 新铺从 WZ12-2WHPB 平台至 WZ12-2WHPA 平台的海底混输管道、注水管道和海底电缆各一条, 长度均为 1.76 千米。 同时, 对 WZ12-2WHPA 平台和 WZ12-1PUQB 平台进行适应性改造。	于 2015 年 7 月 16 日获得国家海洋局核准 (国海环字 (2015) 334 号)	已编制完成竣工验收监测报告
12	涠洲 6-13 油田开发项目	新建一座 4 腿有人井口平台 WZ6-13WHPA, 新铺设 1 条混输海底管道、1 条注水管道、1 条海底电缆, 均为 4.92km, 对已建 WZ12-1WHPB 平台进行调整, 将原有 2 口低效井进行转注以增加地层压力, 同时对依托平台 WZ12-1PUQB 进行适应性改造。	于 2016 年 9 月 30 日获得国家海洋局核准 (国海环字 (2016) 473 号)	已建成, 试运行
13	涠洲 12-8 油田东区开发项目	新建 1 座 4 腿井口平台 (WZ12-8E WHPA); 新铺 1 条海底管道 (WZ12-8E WHPA 至 WZ12-8W WHPA 海底混输管道); 新铺 1 条海底电缆 (WZ12-8W WHPA 至 WZ12-8E WHPA 海底电缆)	于 2018 年 7 月 20 日取得生态环境部的核准 (环审 (2018) 56 号)	待建

表 6.1-5 与本项目相关工程的环评批复及竣工验收情况一览表

工程设施		环评报告书	批复情况	竣工验收情况
涠洲 11-4 油田	WZ11-4WHPA 平台	涠 11-4 油田开发工程	于 1989 年获得国家环境保护总局批复 ((89) 环监字第 275 号)	/
	WZ11-4WHPB 平台			
	W11-4WHPB 平台至 W11-4WHPA 平台输油管道			
	W11-4WHPA 平台至 W11-4WHPB 平台输油管道			
	WZ11-4WHPB 平台生活污水 总量重新申请	《涠洲油田群综合调整项目 环境影响报告表》	国海环字 (2018) 89 号	/
依托工程	涠洲终端	《涠 12-1 油田开发工程环境影响报 告书》	1998 年 6 月 3 日获得国家环境保 护总局批复(环发 (1998) 89 号)	2003 年 1 月 3 日涠洲终端取得广西壮族自治区 环境保护局竣工环境保护验收的意见 (桂环验 字 (2003) 1 号); 涠洲 12-1 油田 2006 年 3 月 27 日获得国家海洋局环境保护设施竣工验 收的复函 (国海环字 (2006) 136 号)
	W12-1PUQ 平台			
	WZ12-1PAP 平台	涠洲 11-1/6-11/11-4N 油田开发工程	2005 年 6 月 16 日取得国家海洋 局核准 (国海环字 (2005) 239 号)	2014 年 10 月 20 日获得国家海洋局环境保护 设施竣工验收的复函 (国海环字 (2014) 590 号)
	WZ12-1PUQB 平台	《涠洲 12-8W/6-12 油田开发工程环 境影响报告书》	2012 年 2 月 17 日获得国家海洋 局核准(国海环字 (2012) 91 号)	涠洲 12-8W/6-12 油田 2014 年 4 月 8 日获国家 海洋局的竣工验收批复 (国海环字 (2014) 160 号)
	W11-4A 平台至 W12-1PUQ 平 台输油管道	《涠 12-1 油田开发工程环境影响报 告书》	1998 年 6 月 3 日获得国家环境保 护总局批复(环发 (1998) 89 号)	涠洲 12-1 油田 2006 年 3 月 27 日获得国家海洋 局环境保护设施竣工验收的复函 (国海环字 (2006) 136 号)
	WZ12-1PUQ 平台至涠洲岛陆 上终端处理厂海底输油管道			
	WZ12-1PAP 至涠洲岛陆上终 端处理厂海底输油管道	《涠洲 12-1 油田至涠洲终端海底输 油管道工程环境影响报告书》	2009 年 9 月 28 日取得国家海洋 局核准(国海环字 (2009) 612 号)	2012 年 3 月 1 日获得国家海洋局环境保护设 施竣工验收的复函 (国海环字 (2012) 115 号)

6.1.3 环保措施落实情况

本工程所涉及的相关工程均按要求落实了环评报告书及批复文件中的环保措施及补偿措施：海底管道挖沟作业均避开了北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区的特别保护期（1月15日-3月1日）；钻井过程中不能满足排放要求的水基钻井液和钻屑均全部运回陆地交由资质单位进行处理；生活垃圾和一般工业垃圾等固废均运回陆地处理，危险废物交给有资质的单位进行处理；平台上设有开/闭排系统，用于收集平台设施常压下排放的液体以及甲板冲洗水和初期雨水、安全阀的泄压及平台上带压设备、管线等排放出的带压流体等，防止排放入海；产生的含油生产水均经处理达标排海或回注地层。

涠洲油田群在相关主管部门指导下，开展过的渔业资源增殖放流活动情况见下表。

表 6.1-6 涠洲油田群增殖放流情况一览表

时间	相关工程	增殖放流种类、数量	增殖放流地点
2013-2014年	涠洲 6-9/6-10/11-2、涠洲 6-12/12-8 W、涠洲 6-8 油田项目	增殖放流鱼类种苗约 539 万尾，贝类种苗约 269.2 万粒，虾苗约 4095 万尾。	广西北海、遂溪江洪等地
2015年	涠洲 12-2 油田群及涠洲 11-4N 油田二期开发工程	紫红笛鲷鱼苗约 90 万尾	湛江市企水渔港海域
2016年	涠洲 12-2 油田群及涠洲 11-4N 油田二期开发工程	共计投放平鲷 140.5 万尾，真鲷 167.4 万尾，卵形鲳鲹 459.7 万尾，紫红笛鲷 10.4 万尾，淡色黄姑鱼 257.8 万尾；斑节对虾约 2621.5 万尾；长毛对虾 4915.2 万尾；方斑东风螺 83.1 万粒，华贵栉孔扇贝 385.6 万粒。	湛江江洪、流沙渔港海域
2017年	涠洲 12-2 油田二期工程和涠洲 6-13 油田工程	卵形鲳鲹苗 176 万尾，浅色黄姑鱼 118 万尾。	湛江流沙渔港海域

6.1.4 环保设施运行情况回顾

6.1.4.1 含油生产水监测结果

涠洲油田群大部分的含油生产水都由 WZ12-1PUQB/PUQ 平台生产水处理系统统一处理，处理合格的生产水（含油量 $\leq 20\text{mg/L}$ ）部分回注地层，其余部分在 WZ12-1PUQ 平台达标排海。近三年 WZ12-1PUQ 平台/WZ12-1PUQB 平台和 WZ11-4A 平台的含油生产水监测结果见下表，根据监测结果可知，目前涠洲油田群含油生产水的处理浓度既满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级海域的排放要求（含油量 $\leq 20\text{mg/L}$ ），同时也满足《碎屑岩

油藏注水水质指标及分析方法》(SY/T5329-2012)中推荐注水水质含油量 $\leq 30\text{mg/L}$ 的要求。说明 WZ12-1PUQ/PUQB 平台的生产水处理系统运转正常,工作效率良好。

表 6.1-7 WZ11-4WHPA 平台及 WZ12-1PUQ/PUQB 平台生产水监测结果

采样时间	WZ12-1PUQ 平台	WZ12-1PUQB 平台	WZ11-4WHPA 平台	是否达标
	石油类浓度(mg/L)	石油类浓度(mg/L)	石油类浓度(mg/L)	
2018.01	13.7	18	15.4	达标
2018.02	13.9	14	15.2	达标
2018.03	11.8	13	15.8	达标
2018.04	13.2	15	15.4	达标
2018.05	12.8	14	15.5	达标
2018.06	12.7	12	15.0	达标
2018.07	13.4	15	13.2	达标
2018.08	13.0	16	12.6	达标
2018.09	13.8	14	13.7	达标
2018.10	13.4	11	15.7	达标
2018.11	13.7	13	15.4	达标
2018.12	13.2	15	15.5	达标
2019.01	13.9	14	15.5	达标
2019.02	13.6	15	15.6	达标
2019.03	13.6	14	15.0	达标
2019.04	13.6	13	15.2	达标
2019.05	13.3	15	14.9	达标
2019.06	13.5	13	15.0	达标
2019.07	12.9	14	15.1	达标
2019.08	13.3	4	15.3	达标
2019.09	12.1	5	15.5	达标
2019.10	11.8	5	15.1	达标
2019.11	11.7	9	14.8	达标
2019.12	12.4	11	15.2	达标
2020.01	12.5	15	14.9	达标
2020.02	11.9	15	15.0	达标
2020.03	12.9	14	14.9	达标
2020.04	12.4	16	14.9	达标
2020.05	12.8	15	15.0	达标

6.1.4.2 生活污水监测结果

WZ12-1PUQ 平台、WZ12-1PUQB 平台、WZ11-4 WHPA、WZ11-4WHPB 平台生活污水排放情况见下表。根据监测结果,各平台生活污水 COD 排放浓度满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)一级海域的排放要求(COD $\leq 300\text{mg/L}$),说明生活污水处理装置运行正常。

表 6.1-8 生活污水处理设施监测结果

采样时间	WZ12-1PUQ 平台		WZ12-1PUQB 平台		WZ11-4 WHPA 平台		WZ11-4 WHPB 平台	
	月排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)	月排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)	月排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)	月排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)
2017.01	241.7	129	247	112	518	116	0	0
2017.02	197.5	155	223	138	463	145	0	0
2017.03	194.7	131	258	173	497	126	0	0
2017.04	182.9	181	247	155	469	149	0	0
2017.05	228.3	186	267	193	593	118	0	0
2017.06	246.3	231	275	109	458	113	0	0
2017.07	265.9	297	279	108	500	203	0	0
2017.08	261.5	173	278	141	415	190	0	0
2017.09	262.5	196	280	135	380	197	0	0
2017.10	198.8	179	251	140	353	89	0	0
2017.11	212.7	229	280	69	346	70	0	0
2017.12	250.6	45	285	58	406	104	0	0
2018.01	243	149	291	266	501	244	0	0
2018.02	157.5	105	257	116	433	186	0	0
2018.03	239.2	124	292	142	376	118	0	0
2018.04	231.8	157	284	155	330	165	0	0
2018.05	298.4	94	295	114	394	93	0	0
2018.06	243.6	110	281	124	435	93	0	0
2018.07	231.8	97	298	110	407	126	0	0
2018.08	226.8	135	280	112	443	79	0	0
2018.09	192.2	144	261	95	408	117	0	0
2018.10	238.4	156	295	92	394	104	0	0
2018.11	232.8	100	290	108	355	216	0	0
2018.12	281.6	96	289	118	432	169	0	0
2019.01	234	104	288	228	387	183	0	0
2019.02	161	102	203	197	425	184	0	0
2019.03	252	71	279	150	384	93	0	0
2019.04	238	121	276	136	465	140	0	0
2019.05	250	108	291	145	436	108	0	0
2019.06	272	123	286	54	381	62	0	0

采样时间	WZ12-1PUQ 平台		WZ12-1PUQB 平台		WZ11-4 WHPA 平台		WZ11-4 WHPB 平台	
	月排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)	月排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)	月排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)	月排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)
2019.07	248	111	302	71	445	89	0	0
2019.08	269	104	304	126	391	161	0	0
2019.09	268	108	293	126	352	183	0	0
2019.10	270	137	289	151	427	161	85	155
2019.11	253	209	293	158	484	204	88	155
2019.12	261	130	300	156	489	137	71	181
2020.01	233	159	294	169	424	82	64	102
2020.02	184	239	268	176	303	93	57	121
2020.03	328	228	291	82	285	196	44	242
2020.04	483	214	288	88	338	185	65	186
2020.05	550	180	300	106	362	194	61	199

6.2 溢油情况回顾

略

6.3 油田周围海域环境质量回顾

为了对涠洲油田群周围海域环境质量进行较为系统的分析,收集了该海域的历史环境质量资料,以进行本工程及附近海域的环境质量回顾分析。

历史环境资料采用国家海洋局南海环境监测中心于 2006 年 5 月、2009 年 11 月、2012 年 9 月、2014 年 5 月、2018 年 4 月和 2018 年 9 月在涠洲海域共 6 次的调查资料,其中包括 3 次春季调查,3 次秋季调查。历次调查站位对比见图 6.3-1。由图可知,本次调查区域覆盖了历次调查区域,站位重合度较好,具有可对比性,便于进行同一海域不同时期调查回顾分析。

6 次调查均由南海环境监测中心按照《海洋监测规范》和《海洋调查规范》的要求进行。历年调查采用的采样分析方法、评价标准及评价内容一致。因此能够通过对比分析较真实地反映涠洲油田群投产以后对周围海域环境的影响程度。

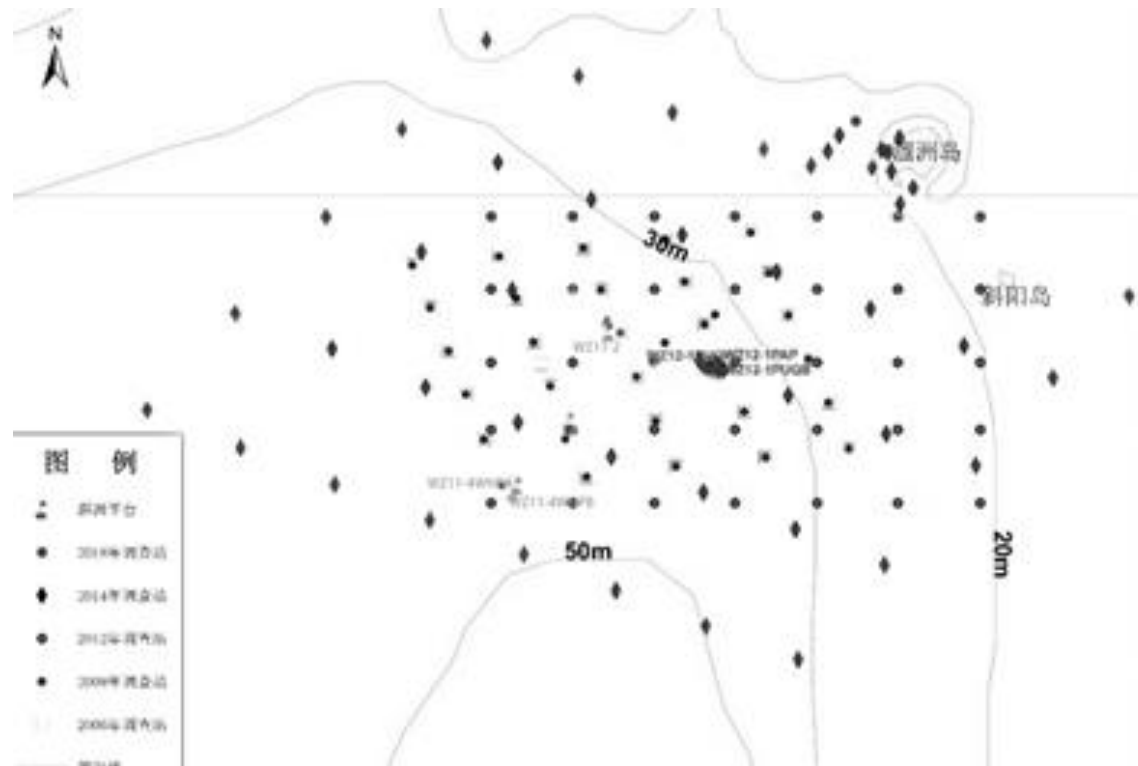


图 6.3-1 海洋环境质量历次调查站位示意图

6.3.1 海水水质状况回顾

选取各次调查海水水质评价因子中水温、盐度、pH、溶解氧、化学需氧量、石油类、无机氮、活性磷酸盐、汞、砷、锌、镉、铅、铜、总铬、硫化物、挥发性酚、悬浮物共 18 项作为本次回顾性分析评价因子，海水水质评价采用《海水水质标准》（GB3097-1997）中的一类海水水质标准进行评价。各次调查数据对比统计结果见表 6.3-1 和表 6.3-2。

由表可见，各次调查油田群海域水温较高；pH 值除 2006 年调查中个别站位在 7.7~8.0，其余各次调查均稳定在 8.0~8.3 之间；海水盐度值变化幅度不大，均在正常的变化范围内。除 2014 年 5 月份外，其他调查 COD 的平均值均较接近，均低于第一类海水水质标准；硫化物的含量很低，远低于第一类海水水质标准。

调查海区各次调查溶解氧的超标是比较普遍的现象，与调查期间水文和水体交换情况相关；6 次调查中在 2009 年 11 月未出现超标，说明调查海区底层海水中存在一定的季节性缺氧现象，这与海区海水的自然属性相符，是该海区较普遍存在的自然现象。

除 2009 年 11 月外，在其余 5 次调查中无机氮含量均无超标现象。2006 年 5 月、2009 年 11 月及 2012 年 9 月 3 次调查活性磷酸盐均出现一定程度的超标，2009 年 11 月调查海区活性磷酸盐含量平均值较其他各次调查值高一些，其余三次调查活性磷酸盐未出现超标现象。

锌在 2014 年 5 月略微超标，超标站点较为分散，没有明显分布规律，未见与平台作业的相关性，在其余 5 次调查中锌均未超标；铅在 2006 年 5 月轻微超标，样品超标率为 5%，2014 年 5 月样品超标率为 19.2%，其余 3 次调查铅均未超标；涠洲岛近岸超标较明显，可能与沿岸排污有关。

历次调查中油田特征污染物石油类含量平均水平不高，平均值在 0.02mg/L 左右波动；2014 年 5 月有 2 个站位样品略微超标，样品超标率为 4%，超标倍数最大为 0.82。其中一个超标站位位于 WZ12-1PUQ 平台的排污混合区范围内，另一个超标站位与平台设施距离较远，未见与油田平台作业的相关性，在其余 5 次调查中石油类含量均未超标。

综上所述，历次调查中 COD、汞、砷、铜、总铬、镉、硫化物和挥发性酚等八项水质要素均满足一类海水水质标准要求。溶解氧、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铅和锌共 6 个调查因子均出现了不同程度的超标，其中溶解氧除 2009

年 11 月调查外，其余 5 次调查均有超标现象；无机氮在 2009 年 11 月调查有样品超标，其余 5 次调查均无超标现象；活性磷酸盐除 2006 年 5 月、2009 年 11 月和 2012 年 9 月三次调查有样品超标；石油类在 2014 年 5 月有个别样品出现超标；铅在 2006 年 5 月、2014 年 5 月有个别样品出现超标；锌在 2014 年 5 月有个别样品出现超标。

表 6.3-1 春季海水水质要素分析结果比较

调查时间		2006.05	2014.05	2018.04
水温 (°C)	范围			
	平均值	25.8	27.45	22.63
盐度	范围			
	平均值	33.469	34.140	32.298
pH	范围			
	平均值	8.17	8.16	8.23
	超标率(%)	1	0	0
DO (mg/L)	范围			
	平均值	6.08	6.14	7.01
	超标率(%)	37	20.5	0.6
COD (mg/L)	范围			
	平均值	0.64	1.33	0.55
	超标率(%)	0	0	0
DIN (µg/L)	范围			
	平均值	58.4	70.8	51.2
	超标率(%)	0	0	0
PO ₄ ³⁻ -P (µg/L)	范围			
	平均值	10.0	5.1	2.3
	超标率(%)	23	0	0
石油类 (mg/L)	范围			
	平均值	0.030	0.020	0.017
	超标率(%)	0	4	0
总汞 (µg/L)	范围			
	平均值	/	0.022	0.021
	超标率(%)	/	0	0
砷 (µg/L)	范围			
	平均值	1.0	1.5	1.9
	超标率(%)	0	0	0
锌 (µg/L)	范围			
	平均值	12.3	10.0	4.2
	超标率(%)	0	4	0
镉 (µg/L)	范围			
	平均值	0.18	0.09	0.23
	超标率(%)	0	0	0
铅 (µg/L)	范围			
	平均值	0.8	0.9	0.6
	超标率(%)	5	19.2	0
铜	范围			

调查项目 \ 调查时间		2006.05	2014.05	2018.04
(μg/L)	平均值	/	1.4	0.7
	超标率(%)	/	0	0
总铬 (μg/L)	范围			
	平均值	/	0.55	0.58
	超标率(%)	/	0	0
硫化物 (μg/L)	范围			
	平均值	0.13	0.07	0.1
	超标率(%)	0	0	0
挥发性酚 (μg/L)	范围			
	平均值	1.0	2.0	1.4
	超标率(%)	0	0	0
悬浮物 (mg/L)	范围			
	平均值	4.9	7.2	7.8

注：1) “Δ”表示样品测值低于检出限，检出率占样品频数的 1/2 以上(包括 1/2)或不足 1/2 时，未检出部分分别取检出限的 1/2 和 1/4 量参加统计运算。下同。

2) “/”表示该项目无监测数据。

表 6.3-2 秋季海水水质要素分析结果比较

调查项目 \ 调查时间		2009.11	2012.09	2018.09
水温 (°C)	范围			
	平均值	22.53	28.20	28.72
盐度	范围			
	平均值	32.186	32.662	32.058
pH	范围			
	平均值	8.24	8.20	8.18
	超标率(%)	0	0	0
DO (mg/L)	范围			
	平均值	6.99	5.78	6.14
	超标率(%)	0	32.5	25
COD (mg/L)	范围			
	平均值	0.38	0.23	0.38
	超标率(%)	0	0	0
DIN (μg/L)	范围			
	平均值	85.5	38.4	48.8
	超标率(%)	2.5	0	0
PO ₄ ³⁻ -P (μg/L)	范围			
	平均值	27.5	4.6	3.2
	超标率(%)	100	1.7	0
石油类 (mg/L)	范围			
	平均值	0.020	0.015	0.017
	超标率(%)	0	0	0
总汞 (μg/L)	范围			
	平均值	0.022	0.020	0.019
	超标率(%)	0	0	0
砷 (μg/L)	范围			
	平均值	1.7	1.9	1.9
	超标率(%)	0	0	0

调查时间		2009.11	2012.09	2018.09
调查项目	范围			
	平均值	9.0	7.0	3.6
	超标率(%)	0	0	0
锌 ($\mu\text{g/L}$)	范围			
	平均值	0.09	0.08	0.21
	超标率(%)	0	0	0
镉 ($\mu\text{g/L}$)	范围			
	平均值	0.8	0.6	0.6
	超标率(%)	0	0	0
铅 ($\mu\text{g/L}$)	范围			
	平均值	2.2	1.8	0.8
	超标率(%)	0	0	0
铜 ($\mu\text{g/L}$)	范围			
	平均值	0.57	0.85	0.55
	超标率(%)	0	0	0
总铬 ($\mu\text{g/L}$)	范围			
	平均值	0.1	0.1	0.1
	超标率(%)	0	0	0
硫化物 ($\mu\text{g/L}$)	范围			
	平均值	0.5	2.1	2.2
	超标率(%)	0	0	0
挥发性酚 ($\mu\text{g/L}$)	范围			
	平均值	3.4	6.0	15.4
	超标率(%)			
悬浮物 (mg/L)	范围			
	平均值			

6.3.2 沉积物质量状况回顾

沉积物环境质量状况回顾选用 2006 年 5 月、2009 年 11 月、2012 年 9 月、2014 年 5 月和 2018 年 4 月在涠洲海域共 5 次的调查资料，对本调查海域沉积物环境质量进行比较分析。选取各次调查中有有机碳、硫化物、汞、砷、铅、镉、锌、铜、铬和石油类共 10 项作为本次回顾性分析评价因子，沉积物质量评价采用《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中的一类沉积物质量标准进行评价。相关调查数据的对比分析统计结果见表 6.3-3 和表 6.3-4 所示。

由表可知，5 次调查沉积物中有有机碳、汞、铅、砷、锌和油类的平均标准指数变化不大。锌的平均标准指数以 2014 年 5 月为较高，其他调查较为稳定；铜的平均标准指数 2014 年 5 月最高，其他调查较为稳定；铬的平均标准指数在 2006 年 5 月调查中最高，在之后的调查中逐渐降低；镉和锌的平均标准指数略有升高；有机碳和硫化物的平均标准指数略有降低。从超标情况来看，2014 年 5 月锌含量轻微超标；其他调查均未出现超标现象。

总的来说，调查海区沉积物中各项污染因子的平均标准指数均处于较低水平，沉积物质量较好；其中特征污染物石油类在表层沉积物中处于较低水平。历

次调查结果表明，调查区沉积物质量无恶化趋势，石油开采活动没有对沉积物质量产生明显影响。

表 6.3-3 涠洲油田海域春季历年各沉积物要素统计结果对比表

项目		2006.05	2014.05	2018.04
有机碳	范围			
	平均值	0.41	0.34	0.36
	超标率(%)	0	0	0
硫化物	范围			
	平均值	0.25	0.21	0.02
	超标率(%)	0	0	0
铜	范围			
	平均值	/	0.63	0.46
	超标率(%)	/	0	0
铅	范围			
	平均值	0.37	0.51	0.53
	超标率(%)	0	0	0
锌	范围			
	平均值	0.51	0.65	0.42
	超标率(%)	0	6.9	0
镉	范围			
	平均	0.08	0.38	0.30
	超标率(%)	0	0	0
铬	范围			
	平均值	0.57	0.27	0.29
	超标率(%)	0	0	0
总汞	范围			
	平均	0.17	0.18	0.22
	超标率(%)	0	0	0
砷	范围			
	平均值	0.33	0.46	0.30
	超标率(%)	0	0	0
油类	范围			
	平均值	0.06	0.09	0.01
	超标率(%)	0	0	0

注：“/”表示此项目未进行监测。

表 6.3-4 涠洲油田海域秋季历年各沉积物要素统计结果对比表

项目		2009.11	2012.09
有机碳	范围		
	平均值	0.39	0.39
	超标率(%)	0	0
硫化物	范围		
	平均值	0.06	0.22
	超标率(%)	0	0
铜	范围		
	平均值	0.45	0.47
	超标率(%)	0	0
铅	范围		

项目		2009.11	2012.09
	平均值	0.47	0.37
	超标率(%)	0	0
	范围		
锌	平均值	0.48	0.56
	超标率(%)	0	0
	范围		
镉	平均	0.12	0.28
	超标率(%)	0	0
	范围		
铬	平均值	0.40	0.27
	超标率(%)	0	0
	范围		
总汞	平均	0.20	0.20
	超标率(%)	0	0
	范围		
砷	平均值	0.44	0.27
	超标率(%)	0	0
	范围		
油类	平均值	0.09	0.08
	超标率(%)	0	0
	范围		

注：“/”表示此项目未进行监测。

6.3.3 海洋生物质量回顾

海洋生物状况采用 2006 年 5 月、2009 年 11 月、2012 年 9 月、2014 年 5 月、2018 年 4 月和 2018 年 9 月共 6 次调查资料对本海区海洋生物生态环境质量比较分析，其中包括 3 次春季调查，3 次秋季调查。各次生物生态评价要素包括：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物和生物质量。

6.3.3.1 叶绿素 a 和初级生产力

叶绿素 a 及海洋初级生产力调查数据的对比分析统计结果见表 6.3-5，由表可见，叶绿素 a 含量以 2014 年和 2018 年春季及 2018 年秋季偏低，其余几次调查差异不大，未见明显的季节变化规律；生产力水平以 2006 年春季最高，季节变化规律不明显。各次调查叶绿素 a 含量处于低水平，指示调查海区属于典型的贫营养海区。

表 6.3-5 叶绿素 a 和海洋初级生产力比较

季节	年份	叶绿素 a(mg/m ³)		初级生产力(×10 ² mg·C/(m ² ·d))	
		范围	均值	范围	均值
春季	2006 年 5 月		1.69		6.43
	2014 年 5 月		0.41		2.51
	2018 年 4 月		0.68		2.33
秋季	2009 年 11 月		1.03		4.32

	2012 年 9 月		1.10		4.89
	2018 年 9 月		0.50		2.21

6.3.3.2 浮游植物

浮游植物调查数据的对比分析统计结果见表 6.3-6 和表 6.3-7。由表可见，在种类数量方面，除 2018 年 4 月的调查所获种类数量较高，为 111 种，其余调查种类数都在 47 至 97 种之间；在个体数量方面，2014 年 5 月份最低（ 0.0216×10^6 个/ m^3 ），2018 年 9 月份调查所获浮游植物个体数量最高，为 3.51×10^6 个/ m^3 。

多样性指数 H' 以 2018 年 4 月最高（3.79），2012 年 9 月最低（1.61）。均匀度指数除 2012 年 9 月的调查结果偏低，为 0.39，其余调查结果差异不大。

调查海区优势种组成有所更替，甲藻特别是角藻所占比例较高，但小型链状硅藻如角毛藻、菱形藻等仍是海区主要优势种。

整体看来，本次调查所获浮游植物个体数量较高，优势种组成未现异常，群落结构稳定。

表 6.3-6 调查海区浮游植物历史调查结果的生物指标比较

季节	年份	种类数	个体数量($\times 10^6$ 个/ m^3)		多样性指数		均匀度	
			范围	均值	范围	均值	范围	均值
春季	2006 年 5 月			0.035		3.39		0.79
	2014 年 5 月			0.0216		2.28		0.78
	2018 年 4 月			0.0336		3.79		0.84
秋季	2009 年 11 月			0.08		3.56		0.76
	2012 年 9 月			1.00		1.61		0.39
	2018 年 9 月			3.51		2.76		0.61

表 6.3-7 调查海区浮游植物历史调查结果的优势种比较

季节	年份	优势种
春季	2006 年 5 月	
	2014 年 5 月	
	2018 年 4 月	
秋季	2009 年 11 月	
	2012 年 9 月	
	2018 年 9 月	

6.3.3.3 浮游动物

浮游动物调查数据的对比分析统计结果见表 6.3-8 和表 6.3-9。由表可见，调查海区优势种组成较为稳定，主要优势种年度变化不大，桡足类始终是本海区最具优势的类群，毛颚类和莹虾类占据一定比例。

总的来说，2018 年 9 月调查海区浮游动物种类较为丰富，多样性指数和均匀度等群落各项指标无显著异常。综合历次调查的结果，调查海区浮游动物种类

较为丰富，多样性指数存在波动但总体保持平稳，群落均匀度总体较好，主要优势种组成较为稳定。

表 6.3-8 调查海区浮游动物历史调查结果的生物指标比较

季节	年份	种类数	生物量 ($\times 10^2 \text{mg/m}^3$)	丰度 (ind/m^3)	多样性	均匀度
春季	2006 年 5 月					
	2014 年 5 月					
	2018 年 4 月					
秋季	2009 年 11 月					
	2012 年 9 月					
	2018 年 9 月					

表 6.3-9 调查海区浮游动物历史调查结果的优势种比较

季节	年份	优势种
春季	2006 年 5 月	
	2014 年 5 月	
	2018 年 4 月	
秋季	2009 年 11 月	
	2012 年 9 月	
	2018 年 9 月	

6.3.3.4 底栖生物

底栖生物调查数据的对比分析统计结果见表 6.3-10 和表 6.3-11。由表可见，调查海区底栖生物种类较为丰富，除 2006 年和 2014 年的两次春季调查，种类数分别为 83 种和 84 种，其余调查底栖生物种类数量均在 100 种以上。历次调查海区底栖生物均以节肢动物为主；在优势种组成上，刺足掘沙蟹和波纹巴非蛤为海域最常见优势种类，其他优势种类历次调查更替明显，受季节影响较大。

调查海区底栖生物的栖息密度和生物量受季节影响较明显，春季调查结果高于秋季（2018 年 9 月份生物量小于 2018 年 4 月份）。2014 年 5 月份生物量（ 33.21g/m^2 ）、栖息密度（ 60.7ind/m^2 ）为 6 次调查中的最高值。

在群落特征指数方面，6 次调查汇总看来，没有呈现出明显的季节性变化规律。多样性指数波动范围为（1.59~3.99），均匀度波动范围为（0.47~0.85），最低均为 2014 年 5 月，最高均为 2009 年 11 月。总的来说调查海区底栖生物群落结构较稳定，主要类群差异不大，优势种均以节肢动物为主，但呈现出一定的季节性变化。生物量和栖息密度受季节影响较明显，整体春季高于秋季。海区多样性指数有所波动，但均匀度总体维持在较好水平。

表 6.3-10 调查海区底栖生物历史调查结果的生物指标比较

季节	年份	种类数	种类最多的类群	平均栖息密度 (个/m ²)	平均生物量 (g/m ²)	多样性	均匀度
春季	2018 年 4 月						
	2014 年 5 月						
	2006 年 5 月						
秋季	2018 年 9 月						
	2012 年 9 月						
	2009 年 11 月						

表 6.3-11 调查海区底栖生物历史调查结果的优势种比较

季节	年份	优势种
春季	2018 年 4 月	
	2014 年 5 月	
	2006 年 5 月	
秋季	2018 年 9 月	
	2012 年 9 月	
	2009 年 11 月	

6.3.3.5 生物质量

本次生物质量回顾评价因子选取汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷和石油烃共 8 项。评价标准依据《海洋生物质量》(GB 18421-2001)、《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的底栖生物质量标准。

生物质量调查数据的对比分析统计结果见表 6.3-12-表 6.3-15。由表可见,底栖鱼类除 2006 年 5 月、2009 年 11 月铅超标外,其余各项评价因子的标准指数均小于 1,均未超标;甲壳类除 2009 年 11 月铅超标外,其余各项评价因子的标准指数均小于 1,均未超标;软体类除 2006 年 5 月铅超标外,其余各项评价因子的标准指数均小于 1,均未超标。贝类超标普遍,Pb、Cd、Zn、Cr 和 As 均有不同程度的超标现象。贝类生物质量超标的主要原因为贝类对某些重金属有着较强的富集能力。

综上所述,调查海区底栖生物铅超标较为普遍,贝类生物的超标因子较多,鱼类、甲壳类和软体类相对较少。多年调查结果显示海区生物质量状况较为稳定,未出现生物质量趋于恶化的现象。

表 6.3-12 历次春季调查底栖生物生物质量指标数值汇总 (鱼类)

评价因子	2018.09	2018.04	2014.05	2012.11	2009.11	2006.05
铜	0.01~0.03					
	0					
铅	0.10~0.35					
	0					

镉	0.03~0.23						
	0						
锌	0.07~0.32						
	0						
汞	0.04~0.09						
	0						
石油 烃	0.10~0.17						
	0						

注：1) “nd”表示未检出，下同；2) “—”表示无此项数据，下同。

表 6.3-13 历次春季调查底栖生物生物质量指标数值汇总（甲壳类）

评价因子		2018.09	2018.04	2014.05	2012.11	2009.11	2006.05
铜	0.08~0.11						
	0						
铅	0.20~0.20						
	0						
镉	0.27~0.80						
	0						
锌	0.17~0.18						
	0						
汞	0.16~0.17						
	0						

表 6.3-14 历次春季调查底栖生物生物质量指标数值汇总（贝类）

评价因子		2018.09	2018.04	2014.05	2012.11	2009.11	2006.05
铜	0.11~0.25						
	0						
铅	1.00~7.00						
	100						
镉	0.55~3.10						
	81.8						
锌	0.57~1.09						
	9.1						
铬	0.36~1.30						
	27.3						
汞	0.26~0.60						
	0						
砷	0.60~1.10						
	36.4						
石油 烃	0.20~0.37						
	0						

表 6.3-15 历次春季调查底栖生物生物质量指标数值汇总（软体类）

评价因子		2018.09	2018.04	2014.05	2012.11	2009.11	2006.05
铜	0.09~0.26						
	0						
铅	0.02~0.04						
	0						
镉	0.02~0.04						
	0						

锌	0.05~0.44						
	0						
汞	0.04~0.11						
	0						
石油 烃	0.22~0.25						
	0						

6.3.4 环境影响回顾性分析结论

通过对本工程所涉及的相关工程设施和所处海域环境质量现状的回顾性分析，得出如下结论：

本工程所涉及的 WZ12-1PUQ 和 WZ12-1PUQB 平台现有环保设施运行正常，工作效率良好，污染物均能实现达标排放。

从总体上讲，油田海区海水水质依然保持较好水平，海水中石油类含量与油田群投产初期相比未见明显升高。油田群建设过程中有一定数量的泥浆和钻屑排海，但海底沉积物中各评价因子标准指数均处于较低水平，沉积物质量良好，其中特征污染物石油类在表层沉积物中仍处于较低水平。历次调查显示调查海域属于典型的贫营养海区，浮游植物春季多样性指数略高于秋季多样性指数，群落组成稳定；海区浮游动物种类较多，主要优势种年度变化不大，群落结构未出现稳定性降低的现象；底栖生物平均栖息密度和平均生物量的季节变化为春季高于秋季；油田周围海域生物质量状况较为稳定，未出现生物质量趋于恶化的现象。

7 环境影响预测与评价

根据工程分析，本项目施工期产生的污染物有钻井液、钻屑、机舱含油污水、施工人员的生活污水、生活垃圾及少量生产垃圾等；运营期产生的主要污染物有含油生产水、生活污水、甲板冲洗水、设备冲洗水、初期雨水、生活垃圾、生产垃圾及少量伴生天然气等。

其中，生活垃圾（除船舶食品废弃物）、生产垃圾运回陆上处理，伴生天然气燃烧后放空，均不会对海洋环境产生影响；本项目对海水水质环境产生影响的污染物主要为施工期钻井液、钻屑排放产生的悬浮物，运营期含油生产水、生活污水排海产生的石油类和 COD。本报告采用数值模拟方法对上述污染物的影响进行预测，并根据结果分析与评价对海洋环境的影响，对其它排海污染物进行简要分析。

7.1 水文动力环境影响分析与评价

海水运动是海中污染物输运的载体，为此在预测污染物扩散前需利用流体动力学基本方程组计算该油田海域的流场，明确其潮流的运动特性，进而计算建设项目的排海污染物对海洋水质的影响。

7.1.1 大海域潮流模型

7.1.1.1 控制方程

本文采用三维水动力学模型进行数值模拟，垂向采用 sigma 坐标，基本控制方程为：

$$\begin{aligned} & \frac{\partial hu}{\partial t} + \frac{\partial hu^2}{\partial x'} + \frac{\partial hvu}{\partial y'} + \frac{\partial h\omega u}{\partial \sigma} \\ & = fvh - gh \frac{\partial \eta}{\partial x'} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial P_a}{\partial x'} - \frac{hg}{\rho_0} \int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial x} dz - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y} \right) \\ & + \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(\frac{v_v}{h} \frac{\partial u}{\partial \sigma} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial hv}{\partial t} + \frac{\partial huv}{\partial x'} + \frac{\partial hv^2}{\partial y'} + \frac{\partial h\omega v}{\partial \sigma} \\ = -fuh - gh \frac{\partial \eta}{\partial y'} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial P_a}{\partial y'} - \frac{hg}{\rho_0} \int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial y} dz - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y} \right) \\ + \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(\frac{v_v}{h} \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right) \end{aligned}$$

$$\sigma = \frac{z - z_b}{h}, x' = x, y' = y$$

式中：t 为时间（s）；g 为重力加速度（m/s²）； ρ 为海水密度（kg/m³）；x、y、z 为直角坐标系坐标； η 为潮位（m）； $h = \eta + d$ ，为总水深（m），d 为海平面水深；u、v、w 为 x、y、z 向流速矢量； $f = 2\Omega \sin\Phi$ 为科氏力参数； s_{xx} 、 s_{xy} 为辐射应力张量分量； P_a 为大气压强； ρ_0 为水的参考密度；S 为点源排放流量， u_s 、 v_s 为排放速度。

7.1.1.2 边界条件

海面边界条件：

$$\omega = 0$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial \sigma}, \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right) = \frac{h}{\rho_0 v_t} (\tau_{sx}, \tau_{sy})$$

海底边界条件：

$$\omega = 0$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial \sigma}, \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right) = \frac{h}{\rho_0 v_t} (\tau_{bx}, \tau_{by})$$

(τ_{sx}, τ_{sy}) 和 (τ_{bx}, τ_{by}) 分别为表面风应力和底部摩擦应力在 x 及 y 方向上的分量，本报告边界条件未考虑风及底摩擦，因此为 0；其他参数同控制方程。

固体侧边界条件：

$$v_n = 0$$

开边界条件：

开边界强迫水位采用全球模型调和求得开边界的 M_2 、 S_2 、 O_1 、 K_1 、 M_4 和 M_{S4} 六个分潮调和常数值输入计算得到。

开边界强迫水位计算公式：

$$\zeta = \sum_{i=1}^N \{f_i H_i \cos[\sigma_i t + (V_{oi} + V_i) - G_i]\}$$

这里， f_i 、 σ_i 是第 i 个分潮的交点因子和角速度； H_i 和 G_i 是调和常数，分别为分潮的振幅和迟角； $V_{oi}+V_i$ 是分潮的幅角。

7.1.1.3 模型参数

(1) 时间步长

在模型计算中，时间步长分为总时间步长和内部计算时间步长，其中总时间步长决定了结果输出的形式，同时在每个总时间步长点都对应着一个内部时间步长点，为满足计算稳定的要求，在总时间步长之间还会动态插入内部时间步长。

在该模型中最小时间步长取 0.01s，最大时间步长 30s。

(2) 底摩擦应力

底摩擦应力采用二次非线性公式：

$$(\tau_{bx}, \tau_{by}) = C_d \rho_w \sqrt{u^2 + v^2} (u, v)$$

式中： τ_{bx}, τ_{by} 分别为 x 、 y 方向的底摩擦应力 (kg/m^2)； ρ_w 是海水密度 (kg/m^3)； u 、 v 分别为 x 、 y 方向的底层流速 (m/s)； C_d 为底摩擦拖曳系数，本报告取为 0.0025。

(3) 涡动粘滞系数

水平涡粘系数采用考虑亚尺度网格效应的 Smagorinsky (1963) 公式计算，如下：

$$A = c_s^2 l^2 \sqrt{2S_{ij}S_{ij}}$$

式中： c_s 为常数，取 0.1； l 为特征混合长度，由 $S_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)$ ， $(i, j=1, 2)$ 计算得到。

垂向涡粘系数采用 $k - \varepsilon$ 方程：

$$v_t = c_\mu \frac{k^2}{\varepsilon}$$

其中, k 为湍动能, ε 为湍动能耗散, c_{μ} 为经验常数, 取 0.09。

7.1.1.4 计算海域及网格设置

本项目所建立的海域数学模型岸线及水深资料采用航保部 2014 年出版的海图岸线和水深为基础建立模型, 并根据 GoogleEarth 岸线进行调整, 以平均海平面为基准面进行计算, 采用 UTM-49 坐标系, 中央经度为 111° 。

本报告选取 $19^{\circ}45'N \sim 21^{\circ}54'N$, $108^{\circ}E \sim 110^{\circ}55'E$ 所围的海域作为计算海域, 模拟采用非结构三角网格, 由 9240 个节点和 17692 个三角单元组成。为了能清楚了解本项目附近海域的潮流状况, 保证后续污染物浓度分布的计算精度, 将本项目附近海域进行局部加密, 最小空间步长约为 30m。垂向采用 sigma 分层, 平均分为 3 层。网格及水深分布见图 7.1-1。

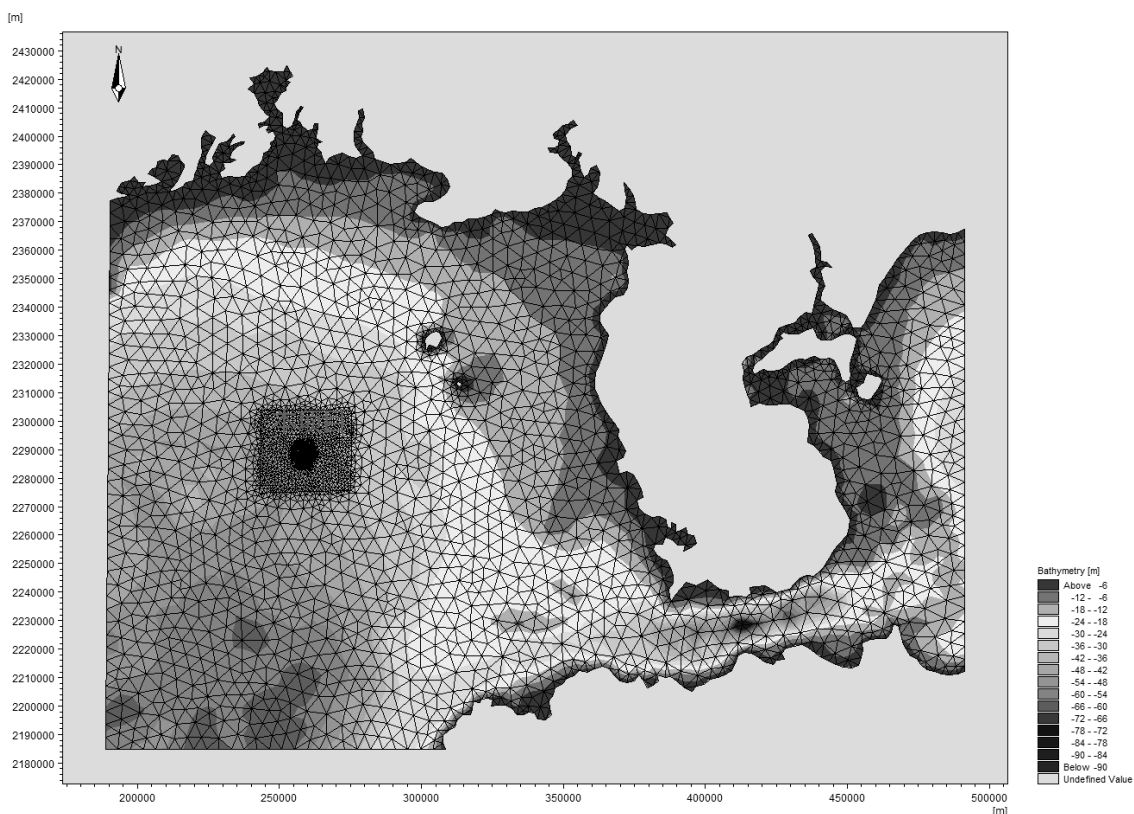


图 7.1-1a 大海域网格设置及水深地形

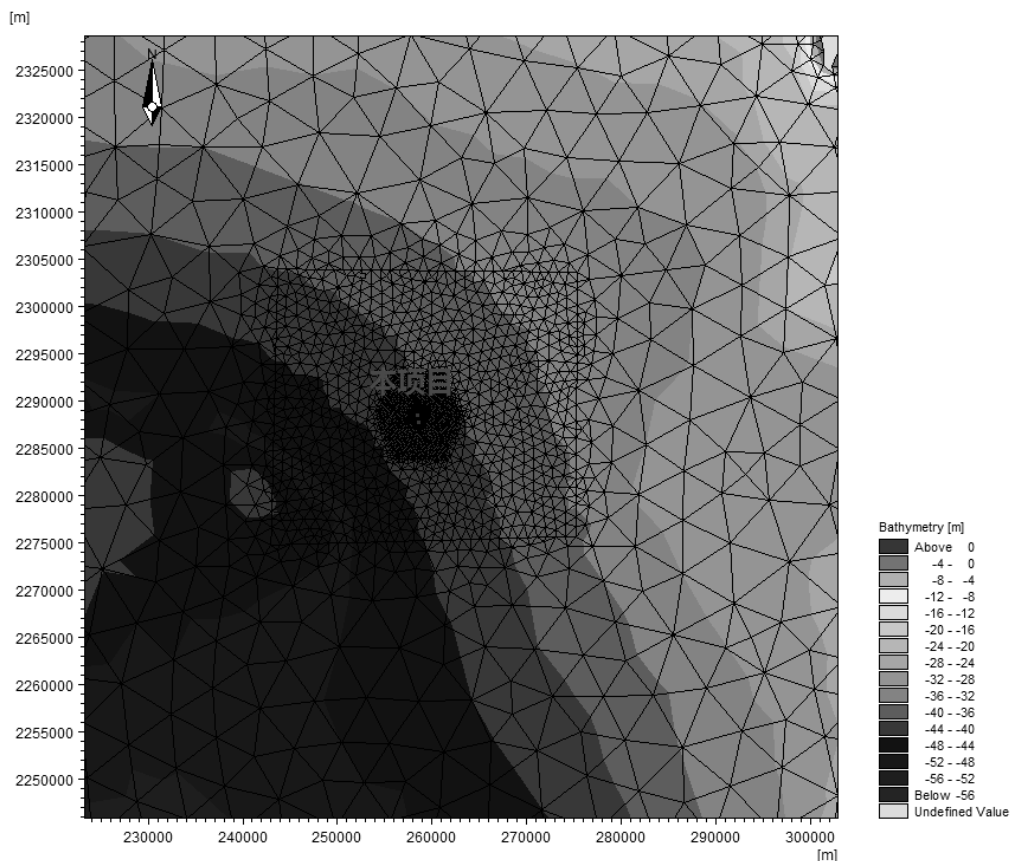


图 7.1-1b 项目附近海域网格设置及水深地形

7.1.2 潮流及潮位的验证

在计算海域中，采用潮流潮位实测资料与数值计算结果进行验证。各监测点坐标如表 7.1-1 所示，图 7.1-2~7.1-15 分别为各站位潮流、潮位验证曲线。

表 7.1-1 验证点坐标位置

测站名称	纬度 (N)	经度 (E)	调查项目
测站 1			水位、海流
测站 2			海流
测站 3			水位、海流
测站 4			海流

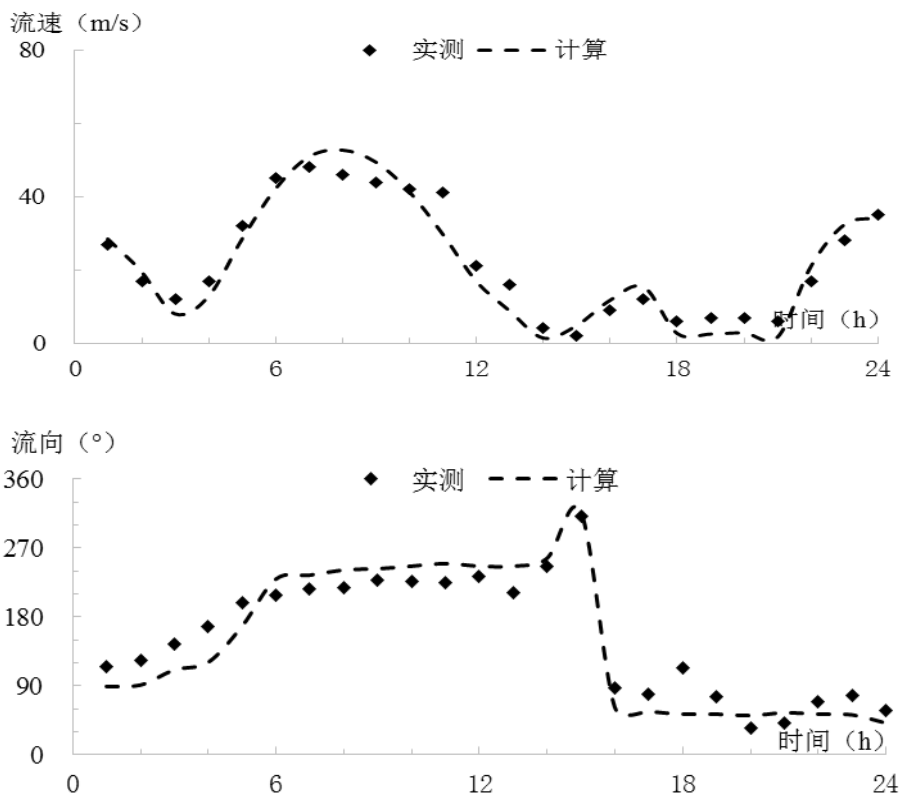


图 7.1-2 测站 1 潮流验证曲线（表层）

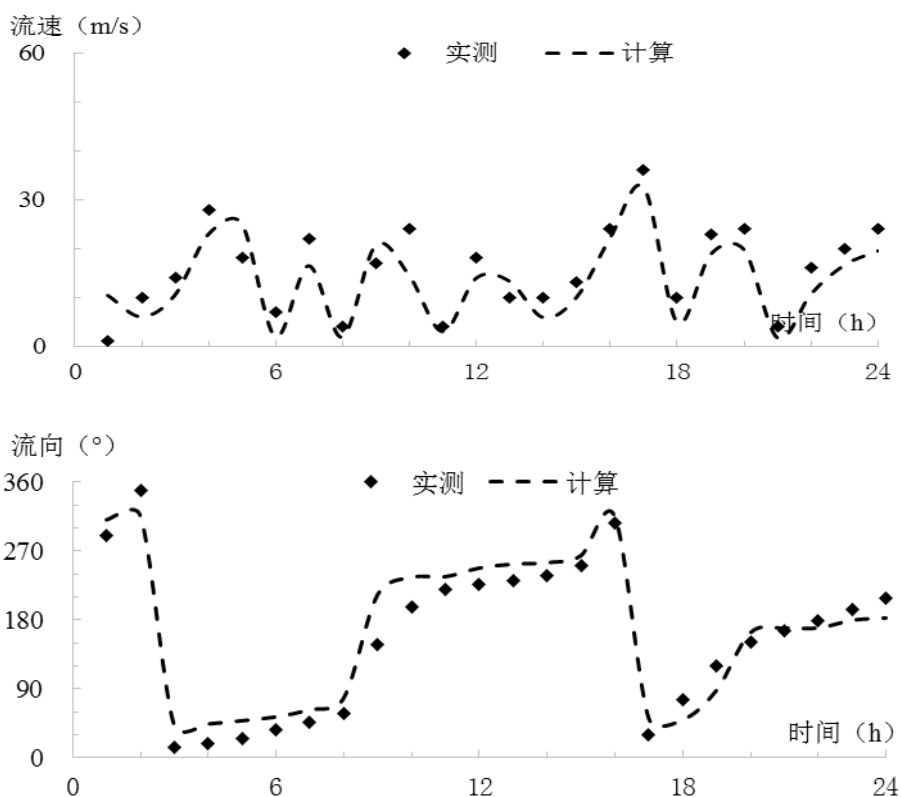


图 7.1-3 测站 1 潮流验证曲线（中层）

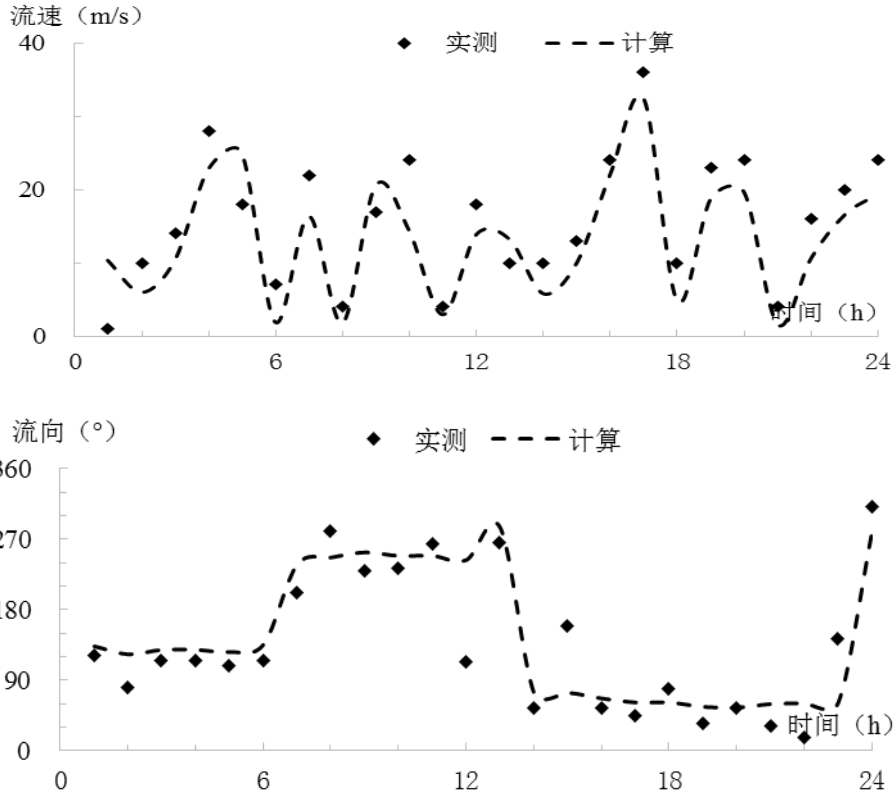


图 7.1-4 测站 1 潮流验证曲线（底层）

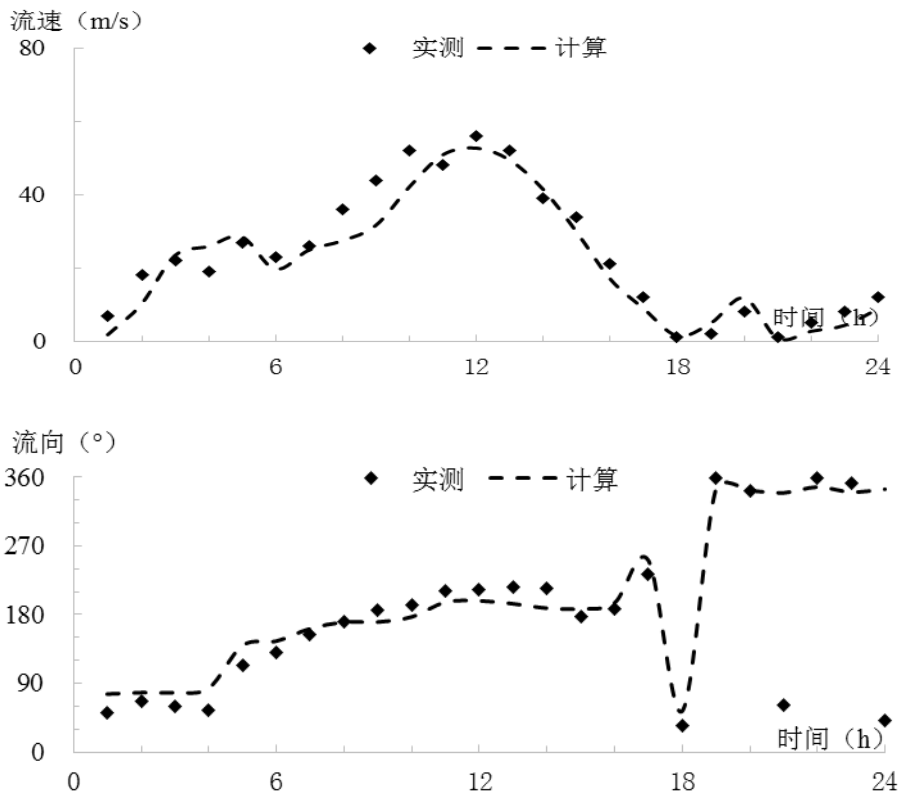


图 7.1-5 测站 2 潮流验证曲线（表层）

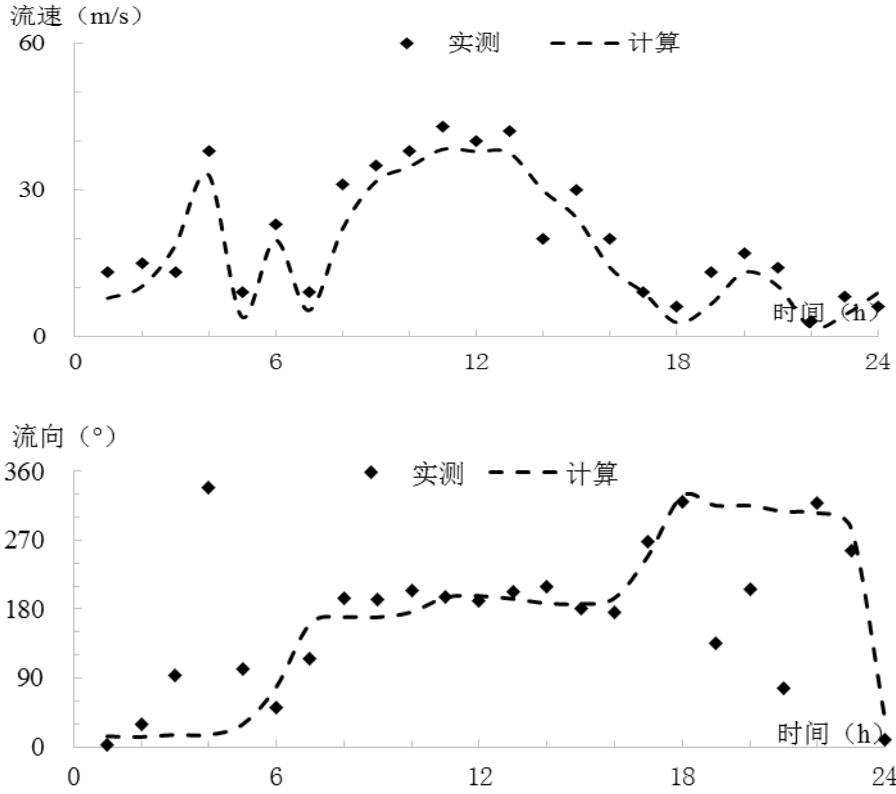


图 7.1-6 测站 2 潮流验证曲线 (中层)

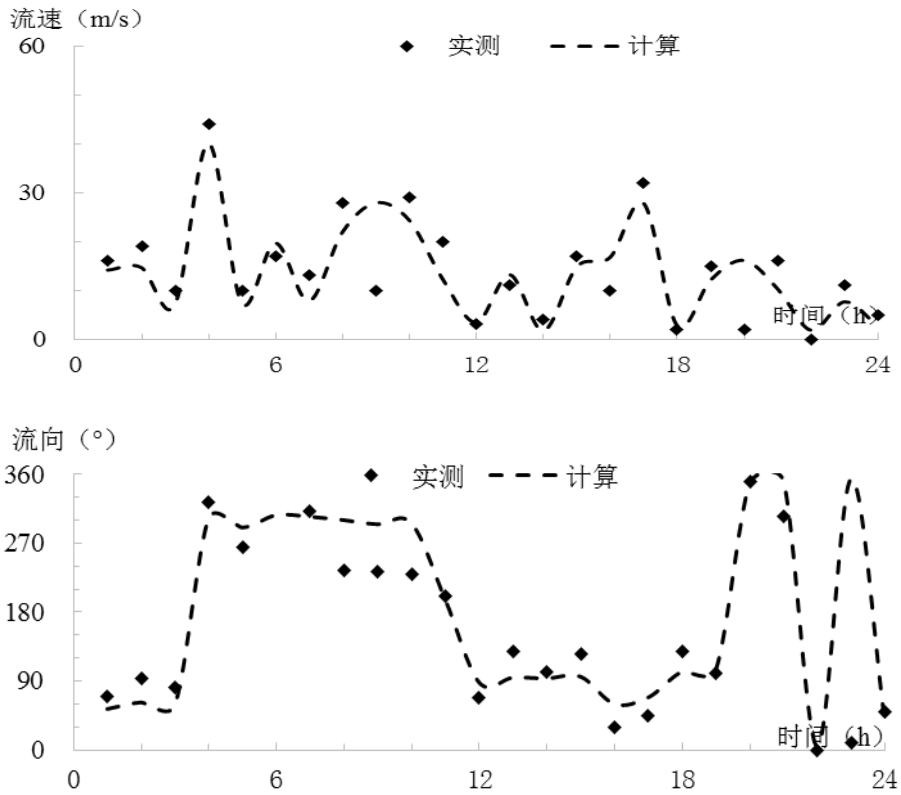


图 7.1-7 测站 2 潮流验证曲线 (底层)

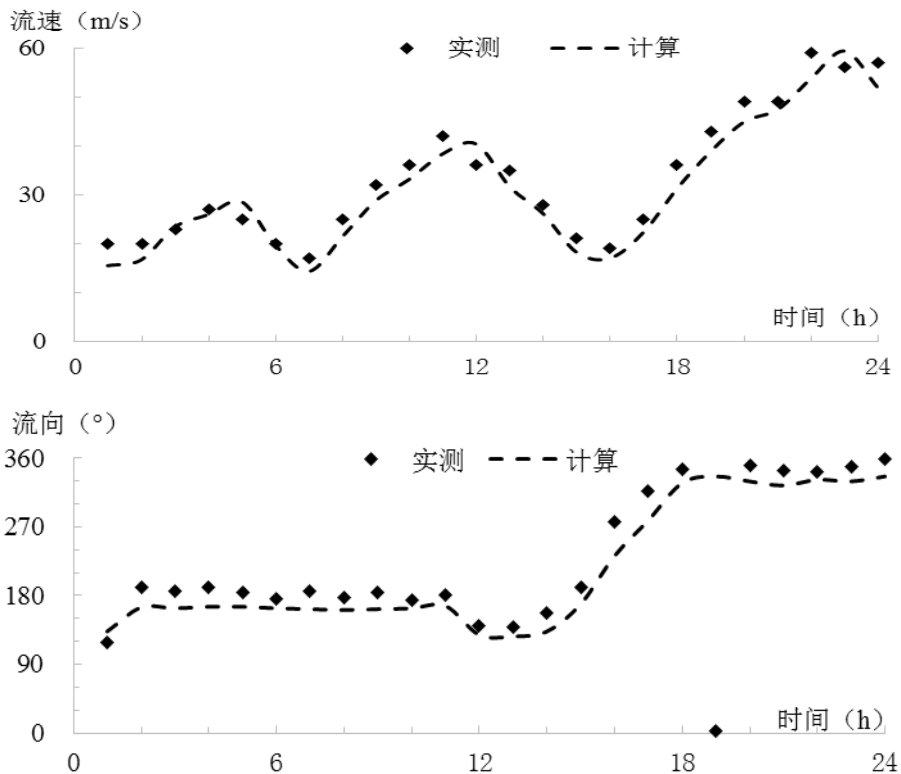


图 7.1-8 测站 3 潮流验证曲线（表层）

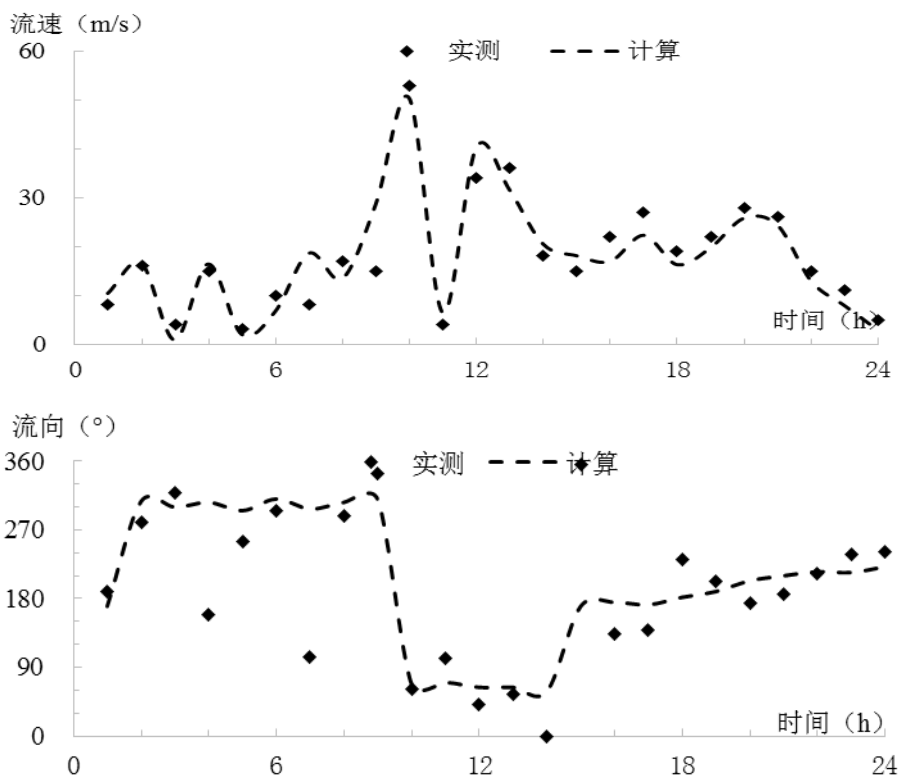


图 7.1-9 测站 3 潮流验证曲线（中层）

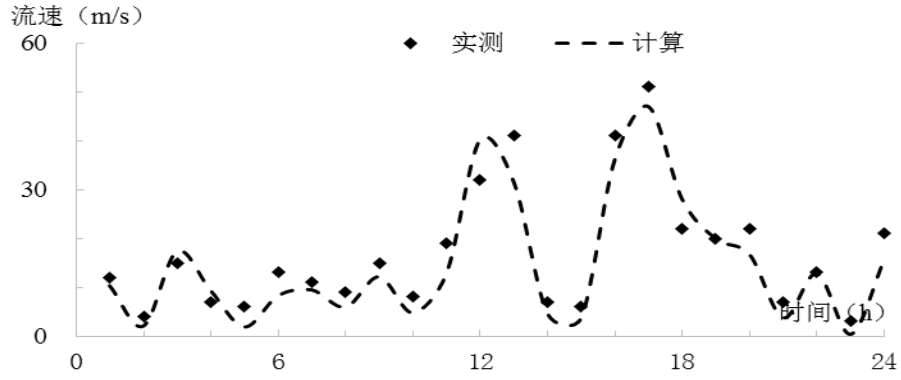


图 7.1-10 测站 3 潮流验证曲线 (底层)

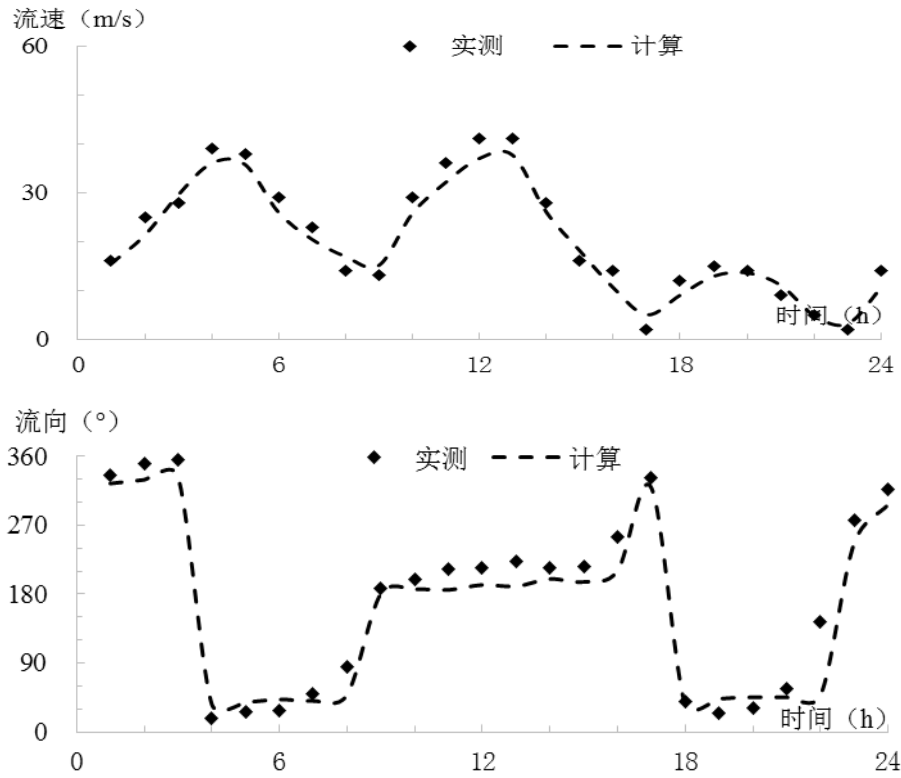
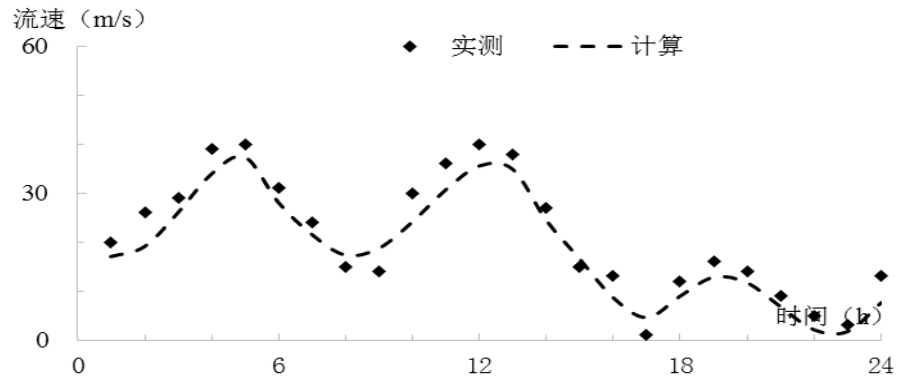


图 7.1-11 测站 4 潮流验证曲线 (表层)



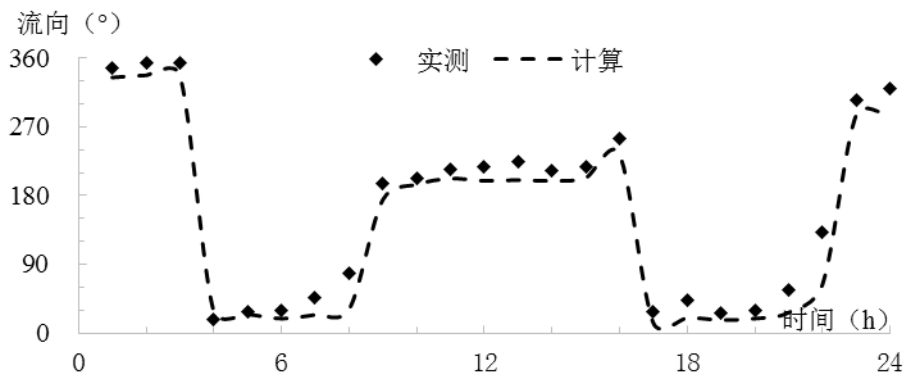


图 7.1-12 测站 4 潮流验证曲线（中层）

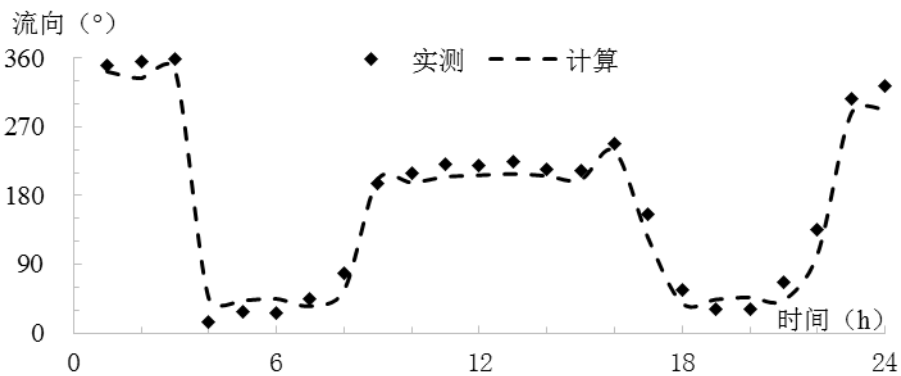
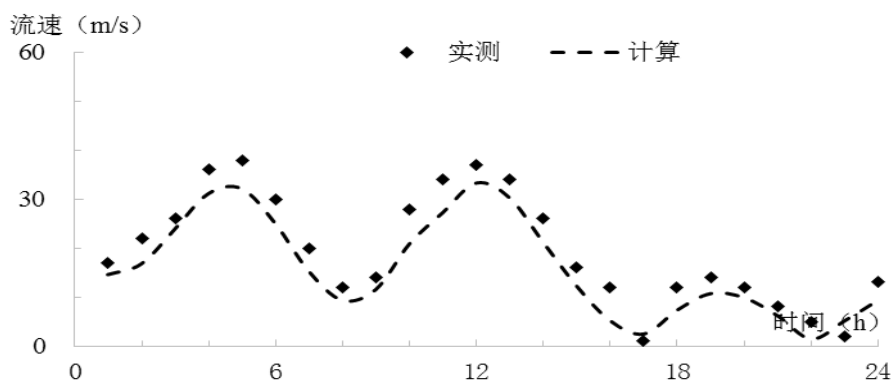


图 7.1-13 测站 4 潮流验证曲线（底层）

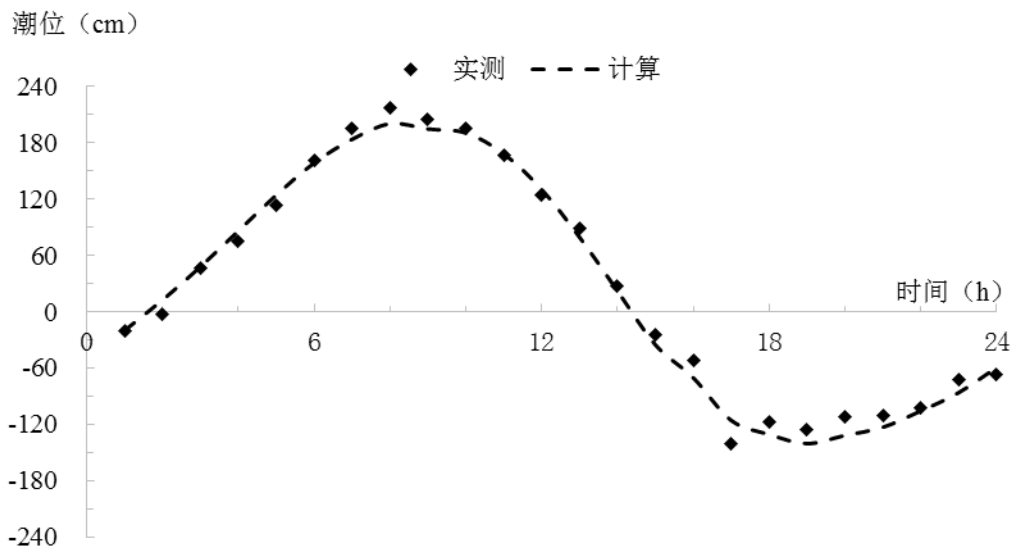


图 7.1-14 测站 1 潮位验证曲线

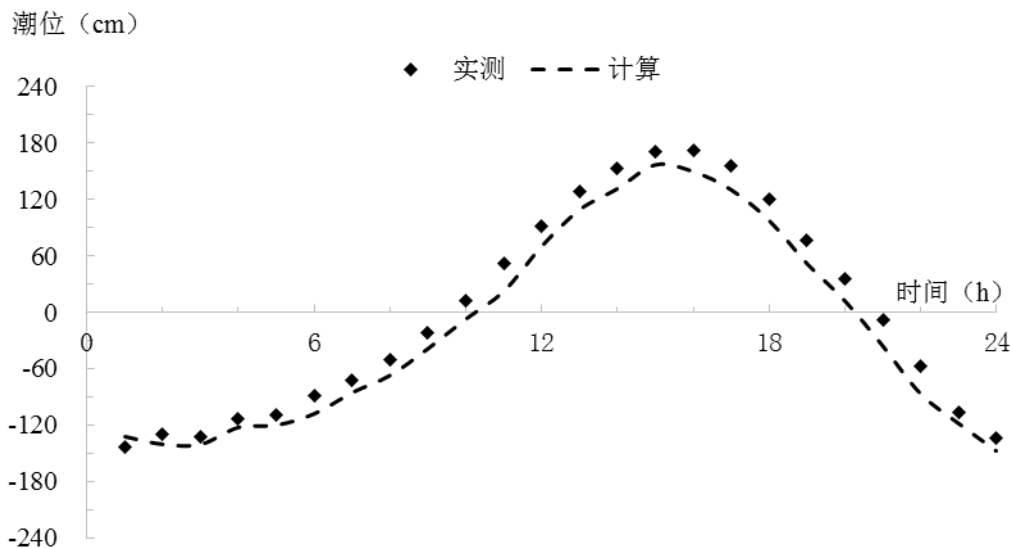


图 7.1-15 测站 3 潮位验证曲线

由验证曲线可以看出，计算潮流流速和实测潮流流速变化趋势大体一致，流向模拟值与实测值符合程度较好。各站位涨落潮平均流速最大误差在 $\pm 9\%$ 以内；最高潮位相差最大为 7.7cm ，最低潮位值相差最大为 5.2cm ，误差在 $\pm 10\text{cm}$ 以内，总体而言，潮流潮位模拟验证较好，误差值基本满足《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）的要求，因此计算结果基本能够反映项目附近海域的潮流运动特征，可以为污染物扩散提供背景场。

7.1.3 潮流计算结果

图 7.1-16 至图 7.1-17 分别为大潮时大海域涨潮中间时和落潮中间时的表层潮流场，

由图可以看出，项目附近海域基本为往复流，大潮时，涨潮中间时，项目附近多数区域的潮流基本是 SSW-NNE 流向，最大流速约为 50cm/s；落潮中间时，项目附近多数区域的潮流基本是 NNE-SSW 流向，最大流速约为 65cm/s。

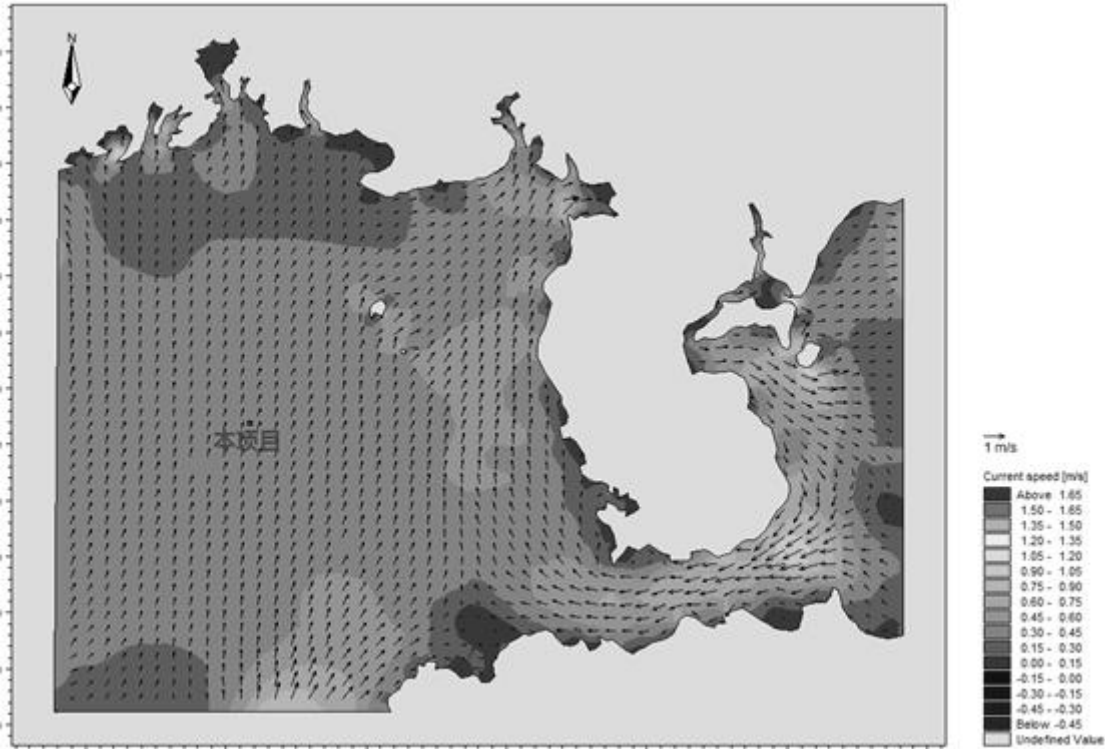


图 7.1-16 大海域涨潮中间时潮流场（大潮时，表层）

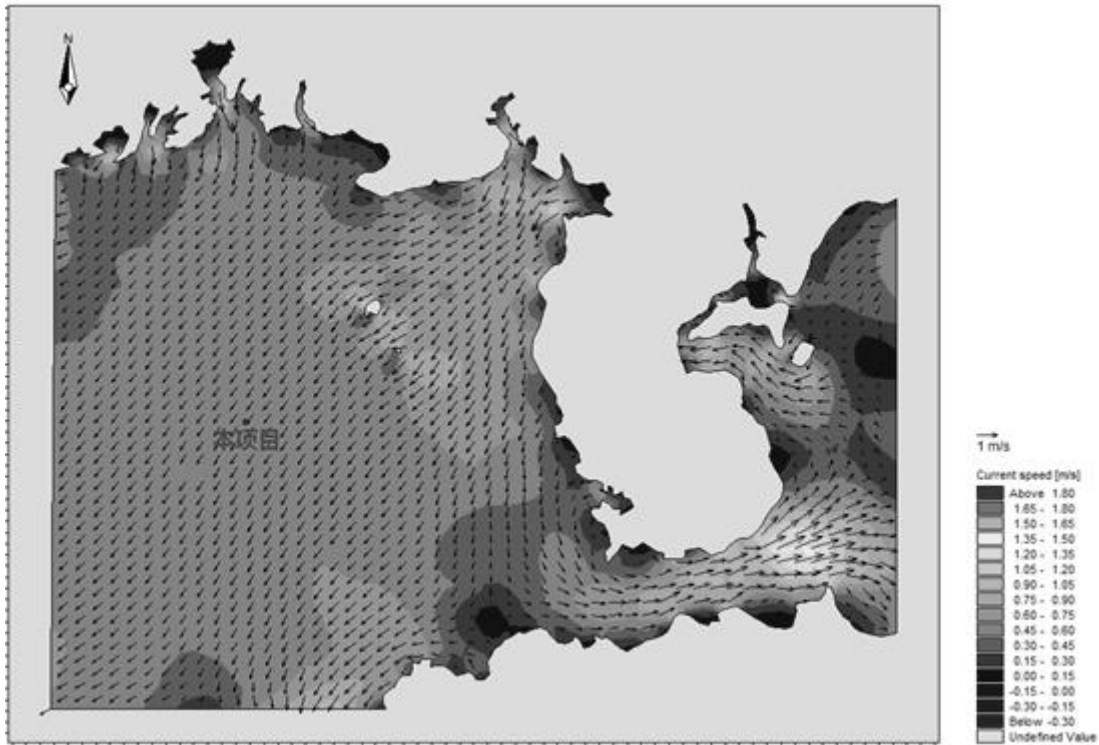


图 7.1-17 大海域落潮中间时潮流场（大潮时，表层）

7.1.4 工程对流场的影响分析

本项目主要为 WZ11-4WHPA 平台生产水处理系统升级改造和 WZ11-4WHPB 平台新增调整井工程，未有新建设施，不涉及新增占海，因此不会对流场产生影响。

7.2 地形地貌与冲淤环境影响分析与评价

本项目主要为 WZ11-4WHPA 平台生产水处理系统升级改造和 WZ11-4WHPB 平台新增调整井工程，未有新建设施，不涉及新增占海，不会对流场产生影响，因此不会对地形地貌与冲淤环境产生影响。

7.3 海水水质环境影响预测与评价

7.3.1 施工期悬浮物对海水水质环境的影响

7.3.1.1 悬浮物运动方程

(1) 悬浮物输移扩散基本控制方程

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

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} + w_f \frac{\partial S}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_x \frac{\partial S}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_y \frac{\partial S}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(D_z \frac{\partial S}{\partial z} \right) + Q C_0 - S_E$$

式中：

S ：水体悬浮物浓度(kg/m³)；

u 、 v ：水流矢量沿 x 向、 y 向流速(m/s)；

w_f ： z 向有效流速 (m/s)， $w_f = w - \omega$ (ω 为泥沙沉降速度)。

D_x 、 D_y 、 D_z ： x 向、 y 向、 z 向悬浮物紊动扩散系数(m²/s)；

Q ：单元面积上源排放量(m³/s/m²)；

C_0 ：排放的源强悬浮物浓度(kg/m³)；

S_E ：床沙侵蚀或淤积速率，单位 kg/m³/s。本报告仅考虑悬浮物的沉降，不考虑底床侵蚀及悬浮物的再悬浮。

(2) 沉降速度

泥沙沉速 ω 采用武汉水利电力学院静水泥沙沉速公式计算，

$$\omega = \sqrt{\left(13.95 \frac{v}{D}\right)^2 + 1.09 \alpha g D} - 13.95 \frac{v}{D}$$

其中， v 为水运动粘滞系数，取值 $0.0000011\text{m}^2/\text{s}$ ； D 为悬浮物中值粒径（mm）； α 为重率系数，取 1.65。

(3) 边界条件

固边界上，

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

开边界上，

$$S|_{\Gamma} = 0 \quad \text{入流段}$$

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

其中 n 为边界的法线方向， Γ 为水边界。

(4) 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。

7.3.1.2 悬浮物评价标准

悬浮物执行《海水水质标准》（GB 3097-1997）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 $>10\text{mg/L}$ ，超第三类海水水质标准是人为增加的量 $>100\text{mg/L}$ ，超第四类海水水质标准是人为增加的量 $>150\text{mg/L}$ 。

7.3.1.3 钻井液影响预测

(1) 源强及参数

本项目钻井液排放位置为 WZ11-4WHPB 平台，表层排放，最大排放量出现在钻井结束后的一次性排放过程中，钻井液最大排放量约为 205m^3 ，控制排放速率均为 $35\text{m}^3/\text{h}$ 。钻井液密度 $1.08\text{g/cm}^3 \sim 1.5\text{g/cm}^3$ （按 1.25g/cm^3 计算），钻井液固相颗粒中值粒径为 0.016mm 。经估算，钻井液排放源强为 12.15kg/s 。

表 7.3-1 WZ11-4WHPB 平台钻井液一次性排放情况表

平台	时间	井口数量	一次性排放 (m ³)	排放时长(h)
WZ11-4WHPB	2020 年	2 口井	205	5.86
	2021 年	5 口井	205	5.86
	2022 年	1 口井	205	5.86
	2023 年	1 口井	205	5.86
	2025 年	1 口井	205	5.86
	合计	10 口井	—	—

(2) 预测方式

本报告分别计算了涨潮中间时、高潮时、落潮中间时、低潮时四个典型时刻排放钻井液时悬浮物浓度的扩散范围，钻井液排放时长 5.86h，统计各网格节点所有时刻的悬浮物浓度最大值，按照相应海水水质标准浓度绘制等值线，即为钻井液浓度增量的总包络图。

(3) 浓度增量预测结果

根据计算，钻井液对海洋环境的影响主要在表层，中层和底层无超标海域。

钻井液浓度增量包络线见图 7.3-1，表层超一（二）类海水水质标准的包络线面积为 0.328km²，超三类海水水质标准的包络线面积为 0.007km²，超四类海水水质标准的包络线面积为 0.005km²。超一（二）类海水水质标准的范围离排放点的最大距离为 0.55km，停止排放恢复到一类水质所需最大时间约为 4h。

表 7.3-2 钻井液排放预测结果 (km²)

	超一（二）类	超三类	超四类	超一（二）类距平台 最大距离 (km)
表层	0.328	0.007	0.005	0.55
中层	0	0	0	
底层	0	0	0	

表 7.3-3 钻井液排放不同超标倍数包络面积(km²)

	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi>9
表层	0.222	0.073	0.025	0.007
中层	0	0	0	0
底层	0	0	0	0

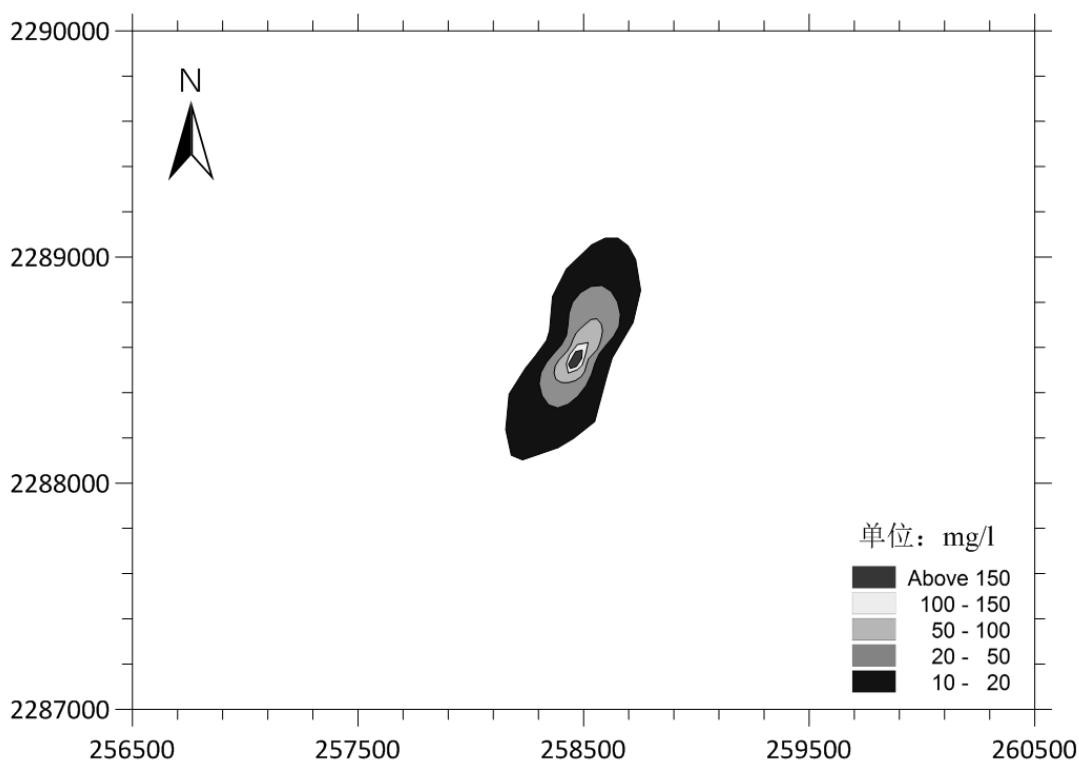


图 7.3-1 钻井液浓度增量包络线（表层）

7.3.1.4 钻屑影响预测

(1) 源强及参数

本项目钻屑排放位置为 WZ11-4WHPB 平台，表层排放。钻屑密度为 2.5g/cm^3 ，钻屑排放量及源强见表 7.3-4，钻屑粒径分配见表 7.3-5。

表 7.3-4 WZ11-4WHPB 平台钻屑产生情况

平台	时间	井数 (口)	钻井天 数 (d)	钻屑总 量 (m^3)	非钻井 油层钻 屑 (m^3)	钻井油层钻屑 (m^3)	钻屑排 放速率 (m^3/d)	源强 (kg/s)
WZ11-4 WHPB 平台	2020 年	2 口井	34	863	783	80	25	0.73
	2021 年	5 口井	80	1920	1764	156	24	0.69
	2022 年	1 口井	17	426	385	41	25	0.73
	2023 年	1 口井	17	426	385	41	25	0.73
	2025 年	1 口井	17	426	385	41	25	0.73
	合计	10 口井	165	4061	3702	359	—	

表 7.3-5 钻屑粒径分布表

$<105\mu\text{m}$	$105\sim140\mu\text{m}$	$140\sim178\mu\text{m}$	$178\sim279\mu\text{m}$
25%	35%	25%	15%

(2) 预测方案

由于钻屑排放时间较长，海水中钻屑沉降已趋于平衡，长时间排放钻屑的影响范围基本一致，为计算最不利影响，本报告选取钻屑最大排放量 0.73kg/s 作为源强进行预测，计算时长 15d，其余情况与之类比。

(3) 浓度增量预测结果

根据计算，本项目钻屑排放对海洋环境的影响主要在表层和中层，底层无超海水水质标准水域。计算结果见表 7.3-6，不同超标倍数的包络面积见表 7.3-7，钻屑浓度增量包络见图 7.3-2。

由计算结果可知，钻屑表层超悬浮物一（二）类海水水质标准的包络面积为 0.019km²，无超三类、超四类海水水质标准海域。中层超悬浮物一（二）类海水水质标准的包络面积为 0.006km²，无超三类、超四类海水水质标准海域。超悬浮物一（二）类海水水质标准的范围距平台最大距离为 0.11km，覆盖厚度超过 2cm 区域的面积为 0.01km²，停止排放后 2h 整个海域可恢复到一类水质。

表 7.3-6 钻屑预测结果 (km²)

	超一（二）类	超三类	超四类	超一（二）类距平台最大距离 (km)	覆盖 2cm 厚度的面积
表层	0.019	0	0	0.11	0.01
中层	0.006	0	0		
底层	0	0	0		

备注：其他钻屑排放情况引起海水中悬浮物超标范围与预测范围一致，可类比分析。

表 7.3-7 钻屑不同超标倍数 Bi 总包络面积 (km²)

	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi>9
表层	0.012	0.004	0.003	0
中层	0.006	0	0	0
底层	0	0	0	0

备注：其他钻屑排放情况引起海水中悬浮物超标范围与预测范围一致，可类比分析。

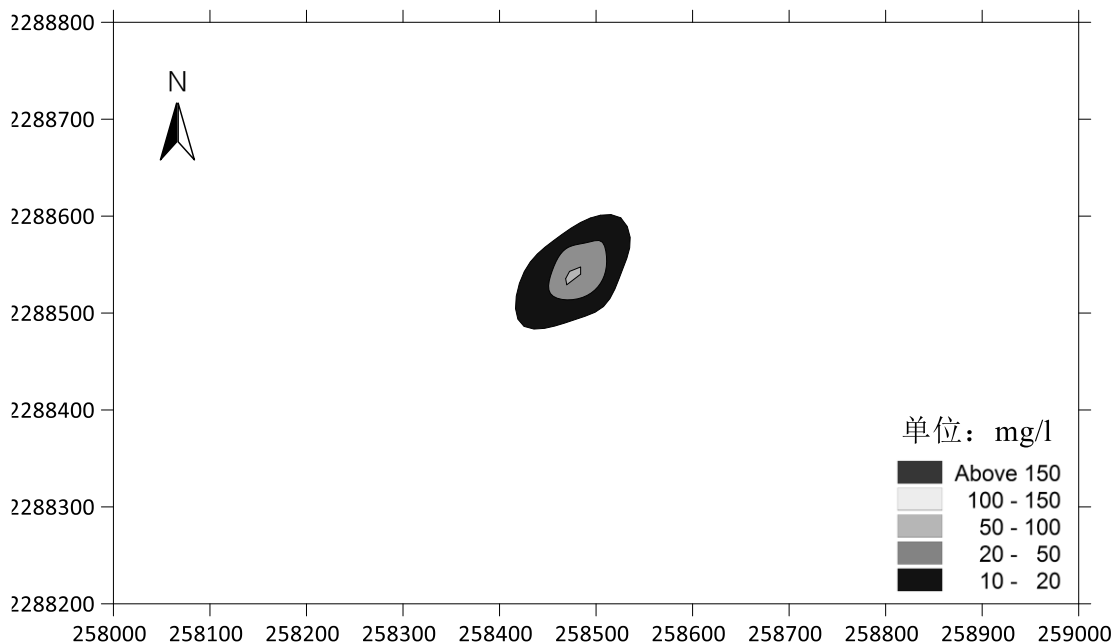


图 7.3-2 钻屑浓度增量包络线（表层）

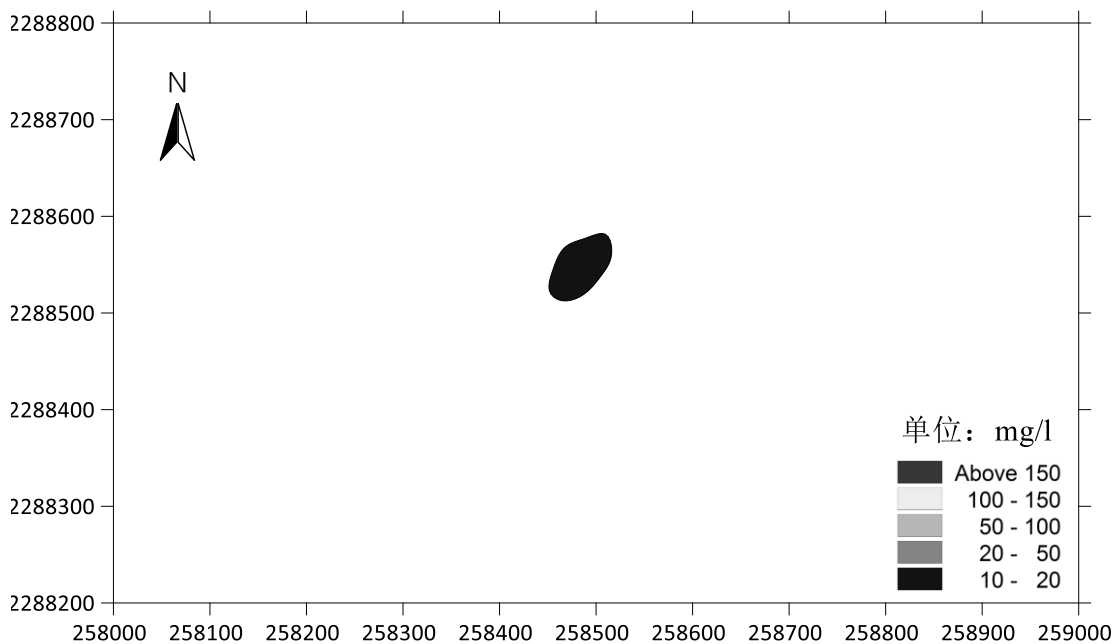


图 7.3-3 钻屑浓度增量包络线（中层）

7.3.2 运营期含油生产水影响预测

本项目生产水处理系统升级改造后，含油生产水的产生量将有所增加，本报告采用数值模拟的方法，计算生产水处理系统升级改造后含油生产水排放对海水水质环境的影响。

7.3.2.1 物质输运方程

在三维水动力模型的基础上，利用对流扩散模型计算含油生产水排放后石油类的浓度场。对流扩散方程如下：

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

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 为石油类浓度；D_x、D_y 为分散系数；S_A 为石油类排放速率；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 $\frac{\partial \bar{S}}{\partial n} = 0$ ；（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。

7.3.2.2 源强

生产水处理系统升级改造后，含油生产水为 WZ11-4WHPA 平台点源连续排放，最大排放量为 16535.79m³/d，含油浓度按允许排放浓度 20mg/L 计算。因此，预测源强按 3.83g/s 计算。

7.3.2.3 预测结果

根据 2018 年 4 月和 9 月的现状调查资料，工程海域石油类背景浓度取现状调查的平均值为 0.018mg/L。

图 7.3-4 为叠加背景值后的石油类浓度超标范围包络图。计算结果表明，石油类主要分布在海水表层，表层以下无超标面积；由表 7.3-8 可以看出超一（二）类海水水质标准的面积约为 0.181km²，超三类海水水质标准的面积约为 0.009km²，超四类海水水质标准的面积约为 0.005km²，超一（二）类海水水质标准距离平台最远距离约为 0.55km。表 7.3-9 为表层石油类超标倍数 Bi≤1、1<Bi≤4、4<Bi≤9 及 Bi>9 的包络面积。

表 7.3-8 石油类浓度预测结果（表层）

超一（二）类包络面积 (km ²)	超三类包络面积 (km ²)	超四类包络面积 (km ²)	超一（二）类最大距离 (km)
0.181	0.009	0.005	0.55

表 7.3-9 石油类不同超标倍数 Bi 总包络面积（表层）

浓度区间 (mg/L)	0.05~0.10	0.10~0.25	0.25~0.50	>0.50
包络面积(km ²)	0.131	0.039	0.006	0.005

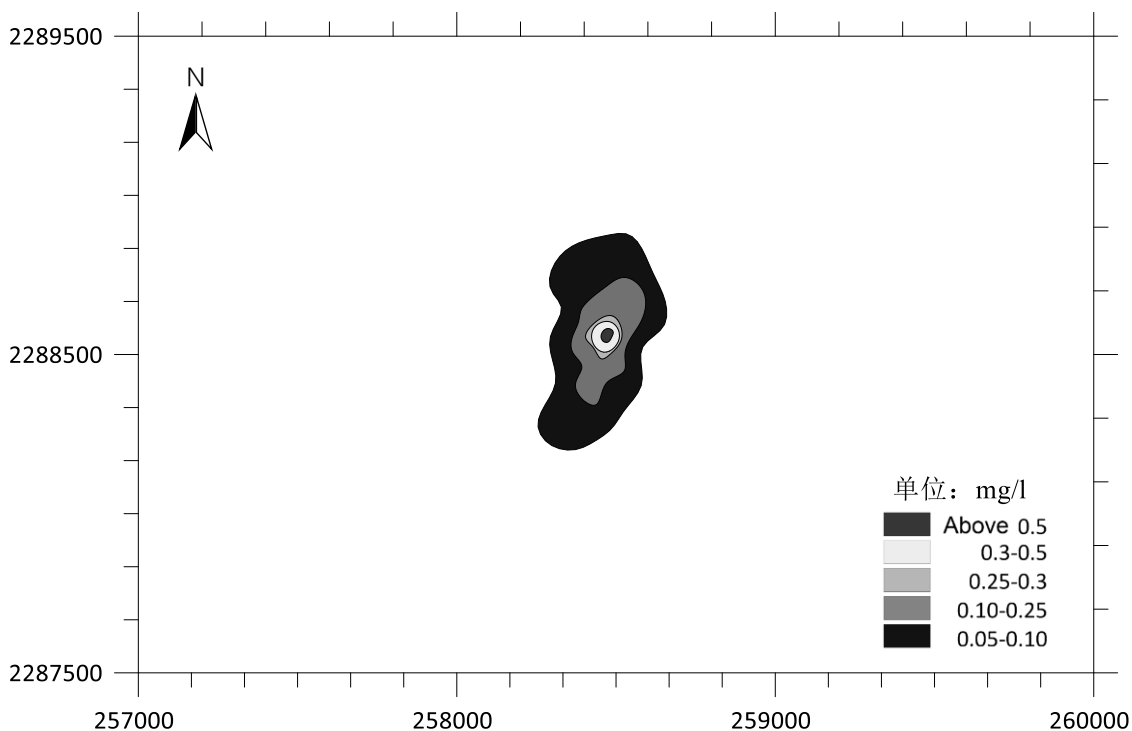


图 7.3-4 石油类浓度扩散范围

7.3.3 运营期生活污水影响预测

7.3.3.1 COD 浓度预测模式

COD 在海流作用下输移扩散，在三维水动力模型的基础上，利用对流扩散模型计算排放后的浓度场，采用模型与含油生产水相同。

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}。

7.3.3.2 预测源强

根据工程分析，WZ11-4 WHPA 平台生活污水产生量最大约 30m³/d (10950 m³/a)。按 COD 达标排放浓度 300mg/L 计算，则 COD 生产量为 9kg/d (COD: 3.29t/a)。经平台生活污水处理设备处理达标后排海，每天连续 2h 排放，COD 排放速率为 1.25g/s。

7.3.3.3 COD 背景浓度

根据 2018 年 4 月和 9 月的现状调查资料，工程海域 COD 背景浓度取现状调查的平均值为 0.47mg/L。

7.3.3.4 COD 浓度预测结果

本报告分别选择涨潮中间时、落潮中间时、高潮时、低潮时四个典型时刻开始排放 COD，排放时长 2h。

图 7.3-5 给出了叠加背景值后的生活污水 COD 超标范围最大包络图。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 (30m) 范围内，叠加背景值后超标的海域也在排放点周围 30m 的范围内。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 0.0004 平方公里。

可见，本项目生活污水 COD 排放对海洋环境的影响不大。

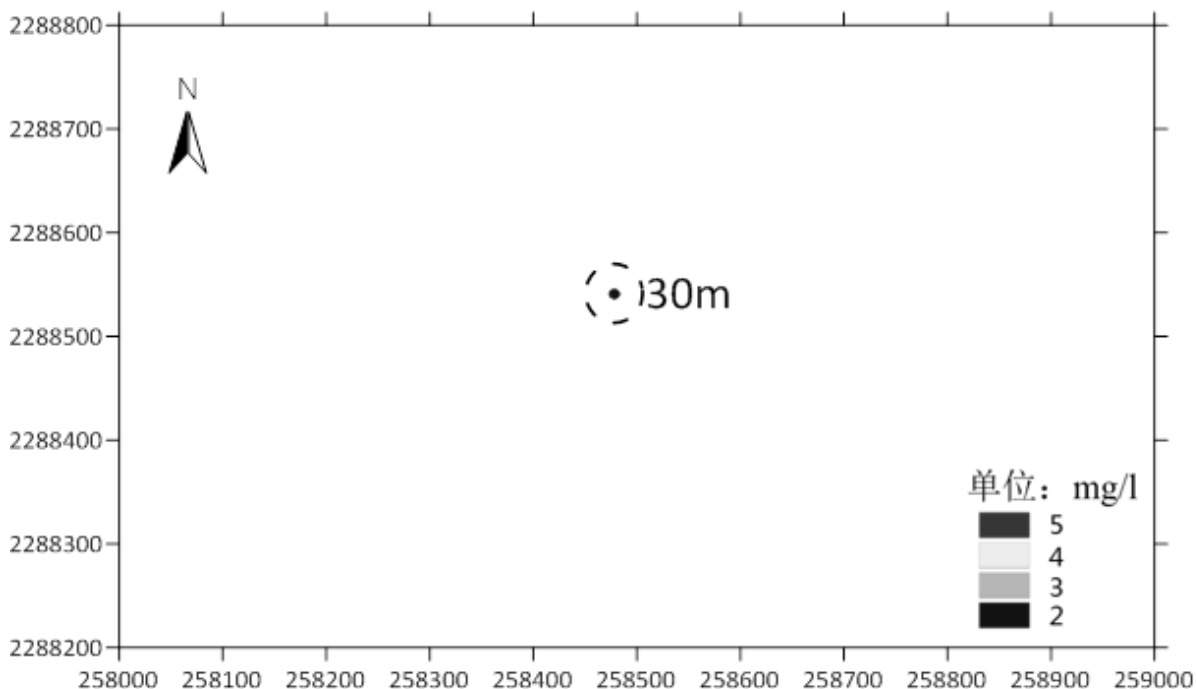


图 7.3-5 COD 超标范围最大包络图

7.3.4 其它污染物对海水水质环境的影响

7.3.4.1 施工期废水

本项目施工期间产生的废水主要包括施工船舶产生的机舱含油污水、施工人员产生的生活污水。

本项目位于与最近陆地间的距离大于 12 海里的海域，根据《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）对生活污水排放控制要求，施工船舶产生的生活污水在满足“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”的条件下，间歇排海。钻井平台生活污水经船用生活污水处理装置处理后达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）一级标准（COD \leq 300mg/L）后，间歇排海。生活污水排放量较小，对海水水质环境影响较小。

施工船舶产生的机舱含油污水经船用油水分离器处理含油浓度 \leq 15mg/L 后排放。本项目调整井施工期共 3 条船舶，生产水处理系统改造工程施工期间 1 条船舶，机舱含油污水每船每日 0.5m³，排放量较小，对海水水质环境影响较小。

综上，施工期废水排放对海水水质环境的影响较小。

7.3.4.2 运营期其它废水

运营期产生的其它废水主要包括包括甲板冲洗水、设备冲洗水、初期雨水等。

本项目甲板冲洗水、设备冲洗水全部进入平台开式排放系统后再进入工艺系统处理，无排放。本项目不新增甲板面积，不新增甲板冲洗水、设备冲洗水及初期雨水。

综上，运营期其它废水排放不会对海水水质环境产生影响。

7.4 沉积物环境影响分析

钻屑入海后在海水运动的作用下，会在海底一定的范围内沉积。钻屑的沉积及分布范围受排放量、海流、水深等因素的影响。钻屑的排放将覆盖一部分原海底，所覆盖区域的沉积物类型会有所变化，并可能使沉积物中有机质等污染物的含量稍有升高。一般大部分钻屑沉积在作业平台 200m 以内。根据数值模拟结果，本项目钻屑覆盖厚度超过 2cm 的面积共为 0.05km²，对海洋沉积物环境影响较小。

7.5 海洋生态环境影响分析与评价

7.5.1 海洋生态环境的影响分析

7.5.1.1 工程对浮游植物的影响

本项目在钻完井阶段所产生的钻屑和钻井液，使平台周围海水中悬浮物增大，增加海水浑浊度。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。由于钻井阶段时间较短，随着施工作业结束，停止钻井液、钻屑的排放，其影响将会逐渐降低以至消失。

石油类污染往往会破坏初级生产者，不同浓度的油对浮游植物将产生不同影响。据 Karydis (1979) 的研究，低浓度的石油类对浮游植物的生长无影响或有促进作用，而高浓度的石油类对藻类产生危害。Patin 研究表明，低浓度的石油类 (0.024mg/L) 可促进浮游植物 (优势种 *apanizomenon flosaquae*) 的光合作用，1.45mg/L 的溶解石油类对其有明显的抑制作用。Mironov 曾作过石油类对几种黑海单细胞藻影响的浓度范围，经过 5 天的实验培养表明，引起多数浮游植物 100% 死亡的浓度范围为 100mg/L~1000mg/L；未产生影响的浓度范围为 0.01mg/L~100mg/L。本项目所排放生产水石油类浓度 ≤20mg/L，根据 Mironov 实验结果，排放的石油类对浮游植物的生长繁殖影响较小。

7.5.1.2 工程对浮游动物的影响分析

浮游植物生产的产物基本上要通过浮游动物这个环节才能被其他动物所利用，浮游动物通过摄食影响或控制初级生产力，同时其种群动态变化又可能影响许多鱼类和其他动物资源群体的生物量。施工期钻井液和钻屑排放后将增加海水的浑浊度，减少了透光层的厚度，使生物合成量减少，同时使整个水层的浮游植物的生产力水平下降，对浮游植物生长繁殖造成不利，进一步影响了浮游动物的摄食能力和摄食量，从而也影响了浮游动物的生长和繁殖。但这种影响是短时期的，完成作业之后，通过一系列的稀释、吸附、沉淀或扩散等海洋环境的物理过程，从而恢复浮游生物的正常生存环境。

经济动物卵子、幼体是整个生命周期中对各种污染物最敏感的阶段，原油对其毒性效应主要有抑制孵化、滞缓发育、生理功能低落，以及导致畸形和死亡等。鱼卵、仔稚鱼、虾类幼体及底栖生物浮游幼虫等属于浮游动物范畴，石油污染会损害这些海洋生物

繁殖能力和幼体的生长与发育，直接影响种群补充能力，从而对海洋渔业资源产生潜在和长期的影响。

在石油类超标范围内可导致部分鱼卵、仔稚鱼、虾类幼体及底栖生物浮游幼虫等畸变、死亡，成体浮游动物由于具有一定的逃避能力，受石油类污染的影响较小。总体而言，对超一类范围内浮游动物幼体有一定的影响，对超一类范围外水域中的浮游动物不会产生明显的损害。

7.5.1.3 工程对底栖生物资源的影响评价

钻屑入海后，在海水运动的作用下，大部分钻屑沉积在作业平台周围沉积，对底栖生物的掩埋造成破坏，并对其周围底栖生物的生长造成一定的影响，使覆盖范围内底栖生物量减少。但在钻井阶段排放的钻屑大部分可能沉积于平台周围 200 m 范围内，因而其对底栖生物造成影响的覆盖范围是有限的，不会对油田开发区周围的整个底栖生态系统稳定性和生物种类多样性造成明显危害。钻屑停止排放后，沉积区的底栖生物资源将会逐渐恢复。

底栖生物生活在海底，一般活动范围较小，根据含油生产水预测结果，由于石油类密度小于海水，石油类主要分布海水表层，表层以下基本无超标现象，因此，含油生产水的排放对底栖生物的影响不明显。

7.5.1.4 工程对渔业资源的影响

施工产生的悬浮物可以阻塞鱼类的鳃组织，造成其呼吸困难，严重的可能会引起死亡。对渔业资源会产生一定的影响。悬浮物对渔业资源的影响除可产生直接致死效应外，还存在间接、慢性的影响，例如：① 造成生物栖息环境的改变或破坏，引起食物链和生态结构的逐步变化，导致生物多样性和生物丰度下降；② 造成水体中溶解氧、透光度和可视性下降，使光合作用强度和初级生产力发生变化，进而影响水生动物的生长和发育；③ 混浊的水体使某些种类的游动、觅食、躲避致害、抵抗疾病和繁殖的能力下降，降低生物群体的更新能力等。

施工对渔业的影响还体现在浮游动物与浮游植物食物供应所受到的影响上。浮游植物和浮游动物是海洋生物的初级和次级生产力，施工过程会对浮游植物和浮游动物的生长产生不利影响，严重时甚至会导致死亡。部分鱼类是以浮游植物为食，而且这些种类多为定置性种类，活动能力较弱，工程施工期就会对其生长产生不利影响。因此，从食

物链的角度考虑，施工不可避免对鱼类和虾类的存活与生长产生明显的抑制作用，对渔业资源带来一定负面影响。

在石油类超标范围内可导致部分鱼卵、仔稚鱼、虾类幼体及底栖生物浮游幼虫等畸变、死亡，成体浮游动物由于具有一定的逃避能力，受石油类污染的影响较小，总体而言，对超一类范围内浮游动物幼体有一定的影响，对超一类范围外水域中的浮游动物不会产生明显的损害，石油污染会损害这些海洋生物繁殖能力和幼体的生长与发育，对海洋渔业资源产生一定的影响。

7.5.2 海洋生物资源损失估算

本项目对海洋生物资源的主要影响因素为：钻井液、钻屑排放产生的悬浮物、含油生产水。

7.5.2.1 生物损失量评估方法

生物量损失计算参照中华人民共和国农业部发布的水产行业标准《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）中的有关规定进行。

污染物扩散范围内对海洋生物资源的损害评估，分一次性损害和持续性损害。

1) 一次性损失计算方法：

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

式中：

W_i ——第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾（尾）、个（个）、千克(kg)；

D_{ij} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，单位为尾平方千米（尾/ km^2 ）、个平方千米（个/ km^2 ）、千克平方千米（ kg/km^2 ）；

S_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（ km^2 ）；

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

n ——某一污染物浓度增量分区总数。

2) 持续性损失计算方法

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

$$M_i = W_i \times T$$

式中：

M_i ——第 i 种类生物资源累计损害量，单位为尾、个或千克（kg）；

W_i ——第 i 种类生物资源一次平均损害量，单位为尾、个或千克（kg）；

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

3) 底栖生物损失计算方法

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），底栖生物损失按以下公式计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i ——第 i 种生物资源受损量，单位为尾或个或千克（kg），这里指底栖生物资源受损量。

D_i ——评估区域内第 i 种生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km²]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km³]或千克每平方千米（kg/km²）。在此为底栖生物生物量。

S_i ——第 i 种生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³）。本报告中指钻屑覆盖超过 2cm 厚度面积。

7.5.2.2 生物量损失计算参数

(1) 生物损失率

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），各类生物的损失率取值如下。

表 7.5-1 污染物对各类生物损失率

污染物 i 的超标 倍数 (B_i)	各类生物损失率 (%)		
	鱼卵和仔稚鱼	成体	幼体
$B_i \leq 1$ 倍	5	1	5
$1 < B_i \leq 4$ 倍	10	5	10
$4 < B_i \leq 9$ 倍	30	10	30
$B_i \geq 9$ 倍	50	20	50

(2) 生物量取值

根据现状调查资料选取本次生物损失量计算的参数，具体参数如表 7.5-2 所示。

表 7.5-2 生物量取值

种类	资源密度	资料来源
鱼卵 (粒 / m ³)	0.73	广东海洋大学 2018 年 4 月、2018 年 9 月两次平均
仔稚鱼 (尾 / m ³)	1.95	
幼鱼 (尾 / m ²)	57373	
幼虾 (尾 / m ²)	6955	
幼蟹 (尾 / m ²)	539	
幼头足类 (尾 / m ²)	1083	
成体 ((kg/km ²))	626.43	
底栖生物 (g/m ²)	9.18	国家海洋局南海环境监测中心 2018 年 4 月、2018 年 9 月两次平均

7.5.2.3 工程对底栖生物资源的影响评价

工程对底栖生物的影响主要为钻屑沉降对底栖生物造成的损失。覆盖 2cm 厚度范围内损失率按照 100% 计算。具体计算见表 7.5-3。

表 7.5-3 本项目造成的底栖生物的损失量

影响环节		影响面积 (m ²)	密度 (g/m ²)	损失率 (%)	损失量 (t)
钻屑	覆盖 2cm 厚度	50000	9.18	100	0.46

7.5.2.4 施工阶段钻井液对海洋生物资源的影响评价

根据工程分析，钻井液为每次钻井完成后一次性排放，排放间隔超过 15d，因此按一次性损失估算钻井液排放对海洋生物资源造成的损失。根据工程施工方案，本项目一次性排放钻井液共计 5 次。根据预测结果，钻井液对海水的影响仅在表层，因此计算时取表层水深 11m (全部水深 33m)，钻井液排放造成的生物资源损失量具体见表 7.5-4~表 7.5-5。

表 7.5-4 钻井液排放造成海洋生物资源损失量估算

生物资源	影响面积 (km ²)		生物量	损失率 (%)	损失量	排放次数	合计
鱼卵 (×10 ⁶ 粒)	10-20mg/L	0.222	0.73 粒/m ³	5	0.089	5	1.180
	20-50mg/L	0.073		10	0.059		
	50-100mg/L	0.025		30	0.060		
	≥100mg/L	0.007		50	0.028		
仔稚鱼 (×10 ⁶ 尾)	10-20mg/L	0.222	1.95 尾/m ³	5	0.238	5	3.153
	20-50mg/L	0.073		10	0.157		
	50-100mg/L	0.025		30	0.161		

生物资源	影响面积 (km ²)		生物量	损失率 (%)	损失量	排放次数	合计
	≥100mg/L	0.007		50	0.075		
幼鱼 (尾)	10-20mg/L	0.222	57373 尾/km ²	5	637	5	8434
	20-50mg/L	0.073		10	419		
	50-100mg/L	0.025		30	430		
	≥100mg/L	0.007		50	201		
幼虾 (尾)	10-20mg/L	0.222	6955 尾/km ²	5	77	5	1022
	20-50mg/L	0.073		10	51		
	50-100mg/L	0.025		30	52		
	≥100mg/L	0.007		50	24		
幼蟹 (尾)	10-20mg/L	0.222	539 尾/km ²	5	6	5	79
	20-50mg/L	0.073		10	4		
	50-100mg/L	0.025		30	4		
	≥100mg/L	0.007		50	2		
头足类 幼体 (尾)	10-20mg/L	0.222	1083 尾/km ²	5	12	5	159
	20-50mg/L	0.073		10	8		
	50-100mg/L	0.025		30	8		
	≥100mg/L	0.007		50	4		
成体 (kg)	10-20mg/L	0.222	626.43kg/km ²	1	1.39	5	30.60
	20-50mg/L	0.073		5	2.29		
	50-100mg/L	0.025		10	1.57		
	≥100mg/L	0.007		20	0.88		

表 7.5-5 钻井液排放造成的海洋生物资源损失量估算

生物名称	钻井液排放造成的损失量
鱼卵 (×10 ⁶ 粒)	1.180
仔稚鱼 (×10 ⁶ 尾)	3.153
幼鱼 (尾)	8434
幼虾 (尾)	1022
幼蟹 (尾)	79
幼头足类 (尾)	159
成体 (kg)	30.60

7.5.2.5 施工阶段钻屑对海洋生物资源的影响评价

根据预测结果, 钻屑排放时表层、中层均有超标水质海域, 因此计算时面积取垂向平均值, 水深取全部水深 (33m)。根据施工方案, 各年份钻屑排放时长分别为 34d、80d、

17d、17d、17d，按持续性损失计算，总持续周期为 15，估算钻屑排放对海洋生物资源造成的损失，详见表 7.5-6~表 7.5-7。

表 7.5-6 钻屑排放造成海洋生物资源损失量估算

生物资源	影响面积 (km ²)		生物量	损失率 (%)	损失量	持续周期	合计
鱼卵 (×10 ⁶ 粒)	10-20mg/L	0.006	0.73 粒/m ³	5	0.007	15	0.253
	20-50mg/L	0.001		10	0.002		
	50-100mg/L	0.001		30	0.007		
	≥100mg/L	0.000		50	0.000		
仔稚鱼 (×10 ⁶ 尾)	10-20mg/L	0.006	1.95 尾/m ³	5	0.019	15	0.676
	20-50mg/L	0.001		10	0.006		
	50-100mg/L	0.001		30	0.019		
	≥100mg/L	0.000		50	0.000		
幼鱼 (尾)	10-20mg/L	0.006	57373 尾/km ²	5	17	15	602
	20-50mg/L	0.001		10	6		
	50-100mg/L	0.001		30	17		
	≥100mg/L	0.000		50	0		
幼虾 (尾)	10-20mg/L	0.006	6955 尾/km ²	5	2	15	73
	20-50mg/L	0.001		10	1		
	50-100mg/L	0.001		30	2		
	≥100mg/L	0.000		50	0		
幼蟹 (尾)	10-20mg/L	0.006	539 尾/km ²	5	0	15	6
	20-50mg/L	0.001		10	0		
	50-100mg/L	0.001		30	0		
	≥100mg/L	0.000		50	0		
头足类幼体 (尾)	10-20mg/L	0.006	1083 尾/km ²	5	0	15	11
	20-50mg/L	0.001		10	0		
	50-100mg/L	0.001		30	0		
	≥100mg/L	0.000		50	0		
成体 (kg)	10-20mg/L	0.006	626.43kg/km ²	1	0.04	15	1.97
	20-50mg/L	0.001		5	0.03		
	50-100mg/L	0.001		10	0.06		
	≥100mg/L	0.000		20	0.00		

表 7.5-7 钻屑排放造成的海洋生物资源损失量的估算

生物名称	钻屑排放造成的损失量
鱼卵 (×10 ⁶ 粒)	0.253
仔稚鱼 (×10 ⁶ 尾)	0.676

幼鱼（尾）	602
幼虾（尾）	73
幼蟹（尾）	6
头足类幼体（尾）	11
成体（kg）	1.97

7.5.2.6 运营期含油生产水对海洋生物资源的影响评价

WZ11-4WHPA 平台于 1993 年投产，其开发工程内容于 1989 年 8 月取得国家环境保护局的批复（《涠 11-4 油田开发工程环境影响评价报告》（（89）环监字第 275 号））。由于本项目所在平台投产时间早，已批复的环评报告（环评批复“（89）环监字第 275 号”）未对污染物超标范围及生物损失量进行核算，因此本报告在核算生产水处理系统升级改造后含油生产水排放量增加对海洋生物资源造成的影响时，采用 7.3.2 章节中含油生产水预测模型，按照已批复环评报告中含油生产水最大排放量作为源强，计算其影响面积，统计出生产水处理系统升级改造前后含油生产水的影响面积差值，根据现有海洋生物资源调查密度计算生产水处理系统升级改造对海洋生物资源造成的损失。

（1）生产水处理系统改造前含油生产水排放的影响面积

根据已批复环评报告，含油生产水的最大排放量为 7200m³/d，含油浓度为 30mg/l，按此源强计算含油生产水的超标面积统计见表 7.5-8~7.5-9。

表 7.5-8 生产水处理系统改造前的石油类浓度预测结果（表层）

超一（二）类包络面积（km ² ）	超三类包络面积（km ² ）	超四类包络面积（km ² ）
0.098	0	0

表 7.5-9 生产水处理系统改造前的石油类不同超标倍数 Bi 包络面积（表层）

浓度区间（mg/L）	0.05~0.10	0.10~0.25	0.25~0.50	>0.50
包络面积(km ²)	0.071	0.022	0.005	0

（2）生产水处理系统改造后含油生产水对海洋生物资源的影响评价

生产水处理系统升级改造前后含油生产水的影响面积差值见表 7.5-10。

表 7.5-10 生产水处理系统升级改造前后含油生产水的影响面积差值

浓度区间（mg/L）		0.05~0.10	0.10~0.25	0.25~0.50	>0.50
包络面积 (km ²)	改造前	0.071	0.022	0.005	0
	改造后	0.131	0.039	0.006	0.005
	面积差值	0.06	0.017	0.001	0.005

根据预测结果，含油生产水对海洋水质环境的影响仅在表层，因此计算时影响水深取 11m（全部水深 33m）。含油生产水每天连续排放，按持续性损失计算，每年生产 360 天，总持续周期为 24，含油生产水对海洋生物资源造成的损失详见表 7.5-11~表 7.5-12。

表 7.5-11 含油生产水造成海洋生物资源损失量估算

生物资源	影响面积 (km ²)		生物量	损失率 (%)	损失量	持续周期	合计
鱼卵 (×10 ⁶ 粒)	0.05-0.10mg/l	0.060	0.73 粒/m ³	5	0.024	24	1.445
	0.10-0.25mg/l	0.017		10	0.014		
	0.25-0.50mg/l	0.001		30	0.002		
	≥0.50mg/l	0.005		50	0.020		
仔稚鱼 (×10 ⁶ 尾)	0.05-0.10mg/l	0.060	1.95 尾/m ³	5	0.064	24	3.861
	0.10-0.25mg/l	0.017		10	0.036		
	0.25-0.50mg/l	0.001		30	0.006		
	≥0.50mg/l	0.005		50	0.054		
幼鱼 (尾)	0.05-0.10mg/l	0.060	57373 尾/km ²	5	172	24	10327
	0.10-0.25mg/l	0.017		10	98		
	0.25-0.50mg/l	0.001		30	17		
	≥0.50mg/l	0.005		50	143		
幼虾 (尾)	0.05-0.10mg/l	0.060	6955 尾/km ²	5	21	24	1252
	0.10-0.25mg/l	0.017		10	12		
	0.25-0.50mg/l	0.001		30	2		
	≥0.50mg/l	0.005		50	17		
幼蟹 (尾)	0.05-0.10mg/l	0.060	539 尾/km ²	5	2	24	97
	0.10-0.25mg/l	0.017		10	1		
	0.25-0.50mg/l	0.001		30	0		
	≥0.50mg/l	0.005		50	1		
头足类幼体 (尾)	0.05-0.10mg/l	0.060	1083 尾/km ²	5	3	24	195
	0.10-0.25mg/l	0.017		10	2		
	0.25-0.50mg/l	0.001		30	0		
	≥0.50mg/l	0.005		50	3		
成体 (kg)	0.05-0.10mg/l	0.060	626.43kg/km ²	1	0.38	24	38.34
	0.10-0.25mg/l	0.017		5	0.53		
	0.25-0.50mg/l	0.001		10	0.06		
	≥0.50mg/l	0.005		20	0.63		

表 7.5-12 含油生产水排放造成的海洋生物资源损失量的估算

生物名称	含油生产水排放造成的损失量
鱼卵 (×10 ⁶ 粒)	1.445
仔稚鱼 (×10 ⁶ 尾)	3.861
幼鱼 (尾)	10327
幼虾 (尾)	1252
幼蟹 (尾)	97
幼头足类 (尾)	195
成体 (kg)	38.34

7.5.2.7 生物损失量小结

本项目建设造成的海洋生物资源损失量汇总见表 7.5-13。

表 7.5-13 海洋生态环境损失汇总

生物名称	钻井液	钻屑	含油生产水	合计
底栖生物 (t)	/	0.46	/	0.46
鱼卵 (×10 ⁶ 粒)	1.180	0.253	1.445	2.879
仔稚鱼 (×10 ⁶ 尾)	3.153	0.676	3.861	7.690
幼鱼 (尾)	8434	602	10327	19363
幼虾 (尾)	1022	73	1252	2347
幼蟹 (尾)	79	6	97	182
幼头足类 (尾)	159	11	195	366
成体 (kg)	30.60	1.97	38.34	70.91

本项目建设造成底栖生物损失量为 0.46t，鱼卵损失量为 2.879×10⁶ 粒、仔稚鱼 7.690×10⁶ 尾、幼鱼 19363 尾、幼虾 2347 尾、幼蟹 182 尾、幼头足类 366 尾、成体 70.91kg。

7.6 主要环境敏感目标影响分析

根据本项目所处海域的位置、开发规模和特点以及可能产生的环境影响，筛选本次评价范围内的主要环境敏感目标包括海洋保护区、水产种质资源保护区、产卵场等。

7.6.1 对海洋保护区的影响分析

本项目距离涠洲岛海洋保护区 54km，距离斜阳岛海洋保护区 60.3km，距离三娘湾海洋保护区 93.9km，距离北仑河口红树林海洋保护区 110km，距离广西近海南部海洋保护区 59.4km。根据预测结果：钻井液和钻屑排放时产生的悬浮物超一（二）类海水水质标准的范围离管道最远距离分别约 0.55km、0.11km 以内，运营期生活污水 COD 叠加背景值后超标的海域在排放点周围 1 个网格（30m）范围内，含油生产水最远扩散距离

为 0.55km，可认为本项目建设和运行对其无影响。

7.6.2 对水产种质资源保护区的影响分析

本项目距离北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区 10.4km，距离北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区实验区 63.0km，主要保护对象为二长棘鲷和长毛对虾。根据预测结果：钻井液和钻屑排放时产生的悬浮物超一（二）类海水水质标准的范围离管道最远距离分别约 0.55km、0.11km 以内；运营期生活污水 COD 叠加背景值后超标的海域在排放点周围 1 个网格（30m）范围内，含油生产水最远扩散距离为 0.55km，可认为本项目建设和运行对其无影响。

7.6.3 对渔业“三场一通道”的影响分析

本项目位于北部湾二长棘鲷产卵场、北部湾绯鲤类产卵场。根据预测结果：钻井液和钻屑排放时产生的悬浮物超一（二）类海水水质标准的范围离管道最远距离分别约 0.55km、0.11km 以内，对“三场一通道”会产生一定的影响，但施工结束后悬浮物恢复到一类水质的时间约为 4h，悬浮物造成的影响在施工结束后短时间内可以恢复，因此本项目的建设对重要经济生物资源的“三场一通道”的影响是暂时且可恢复的。

本项目钻屑、钻井液满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级排放标准和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB 18420-2009）一级海区排放标准后排放，且钻井结束后不再持续，对“三场一通道”影响较小。

本项目运营期生活污水 COD 叠加背景值后超标的海域在排放点周围 1 个网格（30m）范围内，运营期含油生产水最远扩散距离为 0.55km，对“三场一通道”会产生影响，但项目实施后将积极采取增殖放流等有效措施，将项目建设对海洋生态和生物资源环境的损害程度降低到最小，以促进海洋生物资源恢复和可持续发展。

8 环境风险分析与评价

8.1 风险调查

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）中相关规定，风险源调查主要包括调查建设项目危险物质数量和分布情况、生产工艺特点，收集危险物质安全技术说明书（MSDS）等基础资料。

本项目为海洋石油开发类项目，涉及的危险物质主要为油类（原油、柴油）和天然气。危险物质分布于 WZ11-4WHPB 平台、WZ11-4WHPA 平台和依托的 WZ12-1 PUQB、WZ12-1 PUQ 和 WZ12-1 PAP 平台。本项目不新增海底管道，且依托海底管道均不超原设计能力，因此，风险调查不考虑依托海底管道。

表 8.1-1 环境风险源汇总表

风险源	环境风险源名称	危险物质	最高产量	生产工艺概述	物流走向
本项目所在平台	WZ11-4 WHPB 平台	原油、天然气	油： 1025m ³ /d (2021 年) 气：0.36× 10 ⁴ m ³ /d (2021 年)	井口平台	WZ11-4WHPB 平台生产物流通过海底管道输送至 WZ11-4WHPA 平台。
	WZ11-4 WHPA 平台	原油、天然气		主工艺流程为原油处理系统	井流在生产分离器内进行油、气、水的三相分离，分离后的伴生气送往火炬系统放空；生产水则进入含油污水处理系统处理；原油进入原油缓冲罐，在罐内缓冲、稳定，然后依靠原油外输泵增压，通过外输流量计计量和原油清管球发射器进入海底管线输至 WZ12-1PUQ/PUQB/PAP 平台处理。
依托平台	WZ12-1 PUQ/PUQB/PAP	原油、天然气	油： 11187.50 m ³ /d (2022 年) 气：138.97 ×10 ⁴ m ³ /d (2020 年)	主工艺流程为原油处理系统	分离出合格原油经上岸管线输送至涠洲终端，进行储存和销售；分离出的天然气为油田群透平发电（WZ11-4WHPA，WZ11-1WHPA，WZ12-1PUQB 和 WZ12-1PUQ 平台上设有透平发电机），其余部分经上岸管线输送至涠洲终端；分离出的生产水由 WZ12-1PUQB/PUQ 平台生产水处理系统统一处理，处理合格的生

					产水部分作为注水水源输往各注水平台回注地层，其余部分在WZ12-1PUQ 平台达标排海。
--	--	--	--	--	--

8.2 环境风险评价等级判定

8.2.1 建设项目环境风险潜势初判

8.2.1.1 危险物质及工艺系统危险性（P）判定

本次评价的工程内容主要包括：10 口调整井工程和生产水处理系统升级改造工程。工程运营生产阶段涉及的主要危险物质是油类（原油、柴油）、天然气。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），针对油类（原油、柴油）和天然气进行风险潜势判断以确定评价等级。

（1）危险物质数量与临界量比值（Q）

本项目涉及油类(原油、柴油)在线量为 2379.45m³，密度为 0.8832g/cm³，合 2101.53t；天然气的在线量为 7194.43 m³，密度为 0.9284kg/m³，合 6.68t。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）临界量：2500t，甲烷临界量：10t。则 Q：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} = \frac{2101.53}{2500} + \frac{6.68}{10} = 0.84 + 0.67 = 1.51$$

（2）行业及生产工艺（M）

分析项目所属行业及生产工艺特点，按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）表 C.1 评估生产工艺情况。具有多套工艺单元的项目，对每套生产工艺分别评分并求和。将 M 划分为（1）M>20；（2）10<M≤20；（3）5<M≤10；（4）M=5，分别以 M1、M2、M3 和 M4 表示。本项目为石油天然气行业，M=10，为 M3。

（3）危险物质及工艺系统危险性（P）分级

根据危险物质数量与临界量比值（Q）和行业及生产工艺（M），按照表 8.2-1 确定危险物质及工艺系统危险性等级（P），分别以 P1、P2、P3、P4 表示。本项目危险物质及工艺系统危险性等级（P）为 P4。

表 8.2-1 危险物质及工艺系统危险性等级判断 (P)

危险物质数量与临界量比值 (Q)	行业及生产工艺 (M)			
	M1	M2	M3	M4
$Q \geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10 \leq Q < 100$	P1	P2	P3	P4
$1 \leq Q < 10$	P2	P3	P4	P4

8.2.1.2 环境敏感程度 (E) 判定

分析危险物质在事故情形下的环境影响途径，本项目位于南海北部湾海域，油类在事故情况下可能对海水水质造成影响，因此分析对地表水环境的影响。

依据事故情况下危险物质泄漏到水体的排放点接纳地表水体功能敏感性，与下游环境敏感目标情况，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，分级原则见表 8.2-2。其中地表水功能敏感性分区和环境敏感目标分级分别见表 8.2-3 和表 8.2-4。根据现状调查，本项目海域海水水质为第一类，地表水环境敏感性为敏感 F1；项目位于北部湾绯鲤类产卵场、北部湾二长棘鲷产卵场，环境敏感目标分级为 S1。因此，本项目地表水环境敏感性为 E1。

表 8.2-2 地表水环境敏感程度分级

环境敏感目标	地表水环境敏感性		
	F1	F2	F3
S1	E1	E1	E2
S2	E1	E2	E3
S3	E1	E2	E3

表 8.2-3 地表水环境敏感性分区

敏感性	地表水环境敏感特征
敏感 F1	排放点进入地表水水域环境功能为 II 类及以上，或海水水质分类第一类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入接纳河流最大流速时，24 h 流经范围内涉跨国界的
较敏感 F2	排放点进入地表水水域环境功能为 III 类，或海水水质分类第二类；或以发生事故时，危险物质泄漏到水体的排放点算起，排放进入接纳河流最大流速时，24 h 流经范围内涉跨省界的
低敏感 F3	上述地区之外的其他地区

表 8.2-4 环境敏感目标分级

分级	环境敏感目标
S1	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10 km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下一类或多类环境风险受体：集中式地表水饮用水水源保护区（包括一级保护区、二级保护区及准保护区）；农村及分散式饮用水水源保护区；自然保护区；重要湿地；珍稀濒危野生动植物天然集中分布区；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道；世界文化和自然遗产地；红树林、珊瑚礁等滨海湿地生态系统；珍稀、濒危海洋生物的天然集中分布区；海洋特别保护区；海上自然保护区；盐场保护区；海水浴场；海洋自然历史遗迹；风景名胜；或其他特殊重要保护区域
S2	发生事故时，危险物质泄漏到内陆水体的排放点下游（顺水流向）10 km 范围内、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内，有如下一类或多类环境风险受体的：水产养殖区；天然渔场；森林公园；地质公园；海滨风景游览区；具有重要经济价值的海洋生物生存区域
S3	排放点下游（顺水流向）10 km 范围、近岸海域一个潮周期水质点可能达到的最大水平距离的两倍范围内无上述类型 1 和类型 2 包括的敏感保护目标

8.2.1.3 风险潜势判定

建设项目环境风险潜势划分为I、II、III、IV/IV⁺级。

根据建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度，结合事故情形下环境影响途径，对建设项目潜在环境危害程度进行概化分析，按照表 8.2-5 确定环境风险潜势。本项目的风险潜势为III级。

表 8.2-5 建设项目环境风险潜势划分

环境敏感程度（E）	危险物质及工艺系统危险性（P）			
	极高危害（P1）	高度危害（P2）	中度危害（P3）	轻度危害（P4）
环境高度敏感区（E1）	IV ⁺	IV	III	III
环境中度敏感区（E2）	IV	III	III	II
环境低度敏感区（E3）	III	III	II	I

注：IV⁺为极高环境风险

8.2.2 评价工作等级

环境风险评价工作等级划分为一级、二级、三级。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定风险潜势，按照表 8.2-6 判定本项目风险评价等级为二级。

表 8.2-6 评价工作等级划分

环境风险潜势	IV、IV ⁺	III	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 ^a

^a是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。

8.3 风险识别

8.3.1 物质危险性识别

本项目生产过程中所涉及的危险物质主要为原油、柴油和天然气，其理化性质及危险特性见下表。

表 8.3-1 原油理化及危险性质

标识	中文名：原油		英文名：Crude Oil
	危规号：32003	UN 编号：1267	CAS 号：8030-30-6
理化特性	外观与性状：红色、红棕色或黑色有绿色荧光的稠厚性油状液体		溶解性：不溶于水，溶于多数有机溶剂
	20℃密度：843kg/m ³		50℃密度：821kg/m ³
	沸点（℃）：120-200℃		禁忌物：强氧化剂
	稳定性：稳定		聚合危害：不聚合
危险特性	危险性类别：第 3.2 类中闪点易燃液体		引燃温度（℃）：350
	闪点（℃）：44		燃烧（分解）产物：CO、CO ₂
	爆炸下限（v%）：1.1		爆炸上限（v%）：8.7
	危险特性：其蒸汽与空气形成爆炸性混合物，遇明火、高热或极易燃烧爆炸，与氧化剂能发生强烈反应，若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。		
	灭火方法：泡沫、干粉、二氧化碳、砂土		
毒理性质	LD ₅₀ ：500-5000mg/kg（哺乳动物吸入）		毒性判别：低毒类
健康危害	侵入途径：吸入、食入、皮肤吸收		
	健康危害：其蒸汽可引起眼及上呼吸道刺激症状，如浓度过高，几分钟即可引起呼吸困难、紫绀等缺氧症状。		
	急性中毒：		
急救	皮肤接触：脱去污染的衣着，用肥皂水及清水彻底冲洗		
	眼睛接触：立即提起眼睑，用流动清水冲洗		
	吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处，注意保暖，呼吸困难时给 输氧。呼吸停止时，立即进行人工呼吸，就医。		
	食入：误服者给充分漱口、饮水，就医		
泄漏处理	疏散泄漏区人员至安全区，禁止无关人员进入污染区，切断电源。建议应急处理人员戴自给式呼吸器，穿一般消防防护服。在确保安全情况下堵漏。喷水雾可以减少蒸发，但不能降低泄漏物在受限制空间内的易燃性。用沙土、蛭石或其它惰性材料吸收，然后收集运至空旷的地方掩埋、蒸发或焚烧。如大量泄漏，应利用围堤收容，然后收集、转移、回收或无害化处理后废弃。		
储运	远离火种、热源。仓温不宜超过 30℃。配备相应品种和数量的消防器材。要有防火防爆技术措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。灌装时应注意流速（不超过 3m/s），且要有接地装置，防止静电积聚。		

表 8.3-2 天然气理化及危险性质

标识	中文名：天然气	英文名：natural gas
	危规号：21007	UN 编号：1971
理化特性	外观与性状：无色无臭易燃易爆气体	溶解性：微溶于水，溶于乙醇、乙醚
	熔点（℃）：-182	沸点（℃）：-161.49
	相对密度：（水=1）0.45（液化）	相对密度：（空气=1）0.59
	饱和蒸气压（kPa）53.32（-168.8℃）	禁忌物：强氧化剂、卤素
	临界压力（MPa）：4.59	临界温度（℃）：-82.3
	稳定性：稳定	聚合危害：不聚合
危险特性	危险性类别：第 2.1 类易燃气体	燃烧性：易燃
	引燃温度（℃）：482~632	闪点（℃）：-188
	爆炸下限（v%）：5.0	爆炸上限（%）：15.0
	最小点火能（MJ）：0.28	最大爆炸压力（kPa）：680
	燃烧热（MJ/mol）：889.5	火灾危险类别：甲 B
	燃烧（分解）产物：CO、CO ₂ 、水	
	危险特性：与空气混合能形成爆炸性混合物、遇火星、高热有燃烧爆炸危险	
	灭火方法：切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。	
	灭火剂：泡沫、二氧化碳、雾状水、干粉。	
	工作场所最高容许浓度 MAC：300（mg/m ³ ）	
毒理性质	毒性判别：微毒类，多为窒息损害。毒性危害分级 IV 类	
	侵入途径：吸入	
健康危害	健康危害：当空气中浓度过高时，使空气中氧气含量明显降低，使人窒息。皮肤接触液化甲烷可致冻伤。	
	急性中毒：当空气中浓度达到 20~30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加快，若不及时逃离，可致窒息死亡。	
急救	吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。	
泄漏处理	迅速撤离泄漏污染区人员至安全处，并立即隔离，严格限制出入。切断火源，戴自给式呼吸器，穿一般消防防护服。合理通风，禁止泄漏物进入受限制的空间（如下水道），以避免发生爆炸。切断气源，喷洒雾状水稀释，抽排（室内）或强力通风（室外）。如有可能，将残余气或漏出气用排风机送至空旷地方，或装设适当喷头烧掉。也可将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。	
储运	储运于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过 30℃。原理或中、热源。防止阳光直射。应与央企、压缩空气、卤素（氟、氯、溴）等分开存放。切忌混储混运。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型。开关设在仓外。配备相应品种和数量的想放弃才。罐储时要有防火防爆技术措施。露天储罐夏天要有降温措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。运输按规定路线行驶。勿在居民区和人口稠密区停留。	

表 8.3-3 柴油理化及危险性质

标识	中文名：柴油	英文名：Diesel Oil
理化特性	外观与性状：稍有粘性的棕色液体	溶解性：不溶于水
	熔点（℃）：-18	沸点（℃）：282-338

	相对密度：（水=1）0.87-0.9	
危险特性	燃烧性：易燃	闪点（℃）：38
	引燃温度（℃）：257	
	燃烧（分解）产物：CO、CO ₂	
	危险特性：遇明火、高热或与氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。	
	灭火方法：消防人员须佩戴防毒面具、穿全身消防服，在上风向灭火。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。	
	灭火剂：雾状水、泡沫、干粉、二氧化碳、砂土。	
健康危害	侵入途径：吸入	
	健康危害：皮肤接触可为主要吸收途径，可致急性肾脏损害。柴油可引起接触性皮炎、油性痤疮。吸入其雾滴或液体呛入可引起吸入性肺炎。柴油废气可引起眼、鼻刺激症状，头晕及头痛。	
急救	吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。	

8.3.2 生产系统风险识别

针对本项目在建设阶段和生产阶段工艺风险进行分析，包括：钻完井工艺、原油处理工艺、天然气处理工艺和海底管道储运工艺，如下表所示。

表 8.3-4 生产工艺风险识别

阶段	生产工艺	环境风险性质
建设阶段	钻完井	油气泄漏
生产阶段	原油处理	油气泄漏
	原油储存	油气泄漏
	海底管道储运	油气泄漏

注：原油处理、原油储存和海底管道储运均依托原有工程，且不超过设计能力。

8.3.3 危险物质向环境转移的途径识别

危险物质包括油类（原油、柴油）和天然气，向环境转移的途径主要通过水体污染（海水污染），环境风险类型为危险物质泄漏，具体分析见下表。

表 8.3-5 危险物质向环境转移的途径识别

危险物质	危险物质特性	环境风险类型	危险物质影响环境的途径和影响方式
油类（原油、柴油）	易燃易爆、有毒有害	物质泄漏	水体（海水）
天然气	易燃易爆、有毒有害	物质泄漏	水体（海水）

8.4 风险事故情形分析

8.4.1 风险事故情形设定

8.4.1.1 施工期事故情形设定

(1) 井涌或井喷

在钻、完井作业中，由于钻井液比重失调、防喷措施不当及其他误操作活动导致地层压力欠平衡而引起循环液漏失等原因，可能导致发生井涌。若不及时控制或控制不当，可能引发井喷事故。伴随井喷可能释放大量的原油和烃类物质，当烃类物质聚集到爆炸浓度后，遇明火可能引发平台火灾、爆炸，对周围海域环境产生严重威胁。

发生井喷的主要原因是地层压力过高、且钻井液比重失调以及防井喷措施不当。一旦发生井喷，将会有钻井液、原油和天然气物质喷出，损害周围生态环境。

(2) 船舶碰撞

在施工阶段主要有守护船、支持船、钻井平台等，船舶与平台和周围设施之间可能因设备故障、人员操作失误等原因发生碰撞，从而可能导致船舶储油设施发生泄漏。供应船的储油舱一般设置在中部侧舷，一般只有在发生碰撞情况下，储油舱才有可能损坏。而供应船通常系泊于钻井平台附近，实际上是不太可能发生碰撞的。即使由于操作失误而发生碰撞，也是供应船的尾部与钻井平台中上部碰撞，不会损坏储油舱。

(3) 输油软管破裂

施工阶段，在供应船进行输油时操作失误或输油软管破裂可能造成燃料油泄漏，由于输油作业有严格的操作规定，输油软管定期更换，同时输油软管较短，内部存油量很小，输油作业时供应船与受油设施均有人值班监视，一旦发生事故立即关泵停输，因此不会造成大规模泄漏。

8.4.1.2 运营期事故情形设定

(1) 井涌或井喷

正常生产作业过程中，发生井涌或井喷的概率较小。在修井作业中，由于修井液比重失调、防喷措施不当及其他误操作等原因，可能导致发生井涌，若不及时控制或控制不当，可能引发井喷事故。伴随井喷释放的有油品和大量烃类物质，当烃类物质聚集到爆炸浓度后，遇明火可能引发平台火灾、爆炸。

(2) 平台溢油事故

生产阶段，平台进行油气输送作业时，可能由于设备或人为误操作等原因引起油气泄漏，当泄漏物浓度聚集达到爆炸极限时遇到诸如静电起火、机械撞击起火或吸烟等明火便酿成火灾和爆炸，从而导致事故升级，可能造成油品泄漏入海。

(3) 平台储罐泄漏溢油事故

平台储罐类容器由于阀失效、管件失效（三通管、弯头、法兰、螺栓、螺母、垫片等）、腐蚀、材料失效(管子、管件、容器破裂)、操作错误、仪表和控制失效等原因可能引发泄漏，泄漏后处理和收集不当，可能导致溢油入海。本项目不新增储罐，因此平台储罐泄漏不属于本项目新增的环境风险。

(4) 海管、立管溢油事故

海底管道与立管可能因穿孔、破裂等事故导致油气泄漏。研究表明，导致海底管道与立管事故的内部原因有管道腐蚀、材料缺陷等；外部原因有海面失落重物的撞击、渔船拖网或误抛锚、人员误操作、自然灾害等。本项目不涉及新建管道，根据产能预测量，本次调整工程投产后管线的输送量未超过原管线的设计能力，没有增加所依托管线溢油的风险，故不属于本项目新增的环境风险。

(5) 船舶碰撞泄漏事故

平台附近主要有供应船、值班船等。此外，在该海域航行的外来航船也有可能与油田设施发生碰撞导致油品泄漏。供应船靠泊平台时一般采取旁靠方式，发生碰撞的可能性极小。即使由于操作失误而发生碰撞，也是船的首部与平台底部导管架碰撞，不会损坏储油舱。显然，只有当平台或船舶发生严重的火灾和爆炸事故时，才有可能导致大量燃料油泄漏于海。供应船、值班船依托现有工程，其环境风险不在本次评价范围内。

(6) 地质性溢油风险事故

对于断裂系统十分复杂的油气田，不恰当注入会造成储层压力高压异常，若储层附近恰好存在着连通海床的自然地质断层，储层压力可能使储层流体沿附近的地质断层自储层段运移至海床而造成油气泄漏事故。此外，如油气田表层套管下深不足或固井质量差，在钻遇异常高压油气层时也可能产生地质性油气泄漏事故。

地质性溢油风险分析详见第 8.6 节。

8.4.2 风险事故概率分析

由于海上油田工程开发作业过程中引发溢油事故的因素复杂，加上已掌握的统计数据有限，要对所有事故的发生概率做定量分析是十分困难的，本节事故概率分析主要参

考国际油气生产商协会（OGP）编制的《风险评估数据指南》（2010年3月版）。《风险评估数据指南》归纳整理了挪威科学工业研究基金会（SINTEF）、挪威船级社（Det Norske Veritas）等机构统计的海油工程事故数据。主要数据涵盖了英国大陆架、北海、墨西哥湾等海域石油开采工程中的井涌、井喷、储罐泄漏、海底管道与立管泄漏、船舶碰撞等事故概率。本节借助于《风险评估数据指南》中的数据，结合本油田工程特点对开发生产过程中可能导致较严重溢油的事故可能性进行定量定性分析。

（1）井涌或井喷

《风险评估数据指南》统计了 1980~2005 年美国墨西哥湾外大陆架、英国大陆架、挪威海域等海域发生的井喷事故，其中常规油井发生井涌和井喷的概率见表 8.4-1。

表 8.4-1 常规油井井涌和井喷事故概率

井别	事故频率		
	井涌	井喷	单位
生产井	2.9×10^{-6}	2.6×10^{-6}	次/（井·a）
注水井	-	2.4×10^{-6}	次/（井·a）

根据工程方案，本项目 WZ11-4WHPB 平台实施 10 口生产井工程。根据表 8.4-1 估算，生产井发生井涌的概率为 2.9×10^{-5} 次/a，井喷的概率为 2.6×10^{-5} 次/a。

（2）平台火灾

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

井口区，约为 1.0×10^{-3} 次/年

油气处理区，约为 4.0×10^{-3} 次/年

储油区，约为 2.0×10^{-3} 次/年

油气输送区，约为 3.0×10^{-4} 次/年

分离器区，约为 4.0×10^{-4} 次/年

本项目运营期包括 2 个井口区，2 个油气输送区，由此估算生产运营期间，火灾事故发生频率为 2.6×10^{-3} 次/年；其中，WZ11-4WHPA 平台上设有油气处理区，油气处理区发生火灾事故的频率为 4.0×10^{-3} 次/年。工程发生火灾事故的频率为 6.6×10^{-3} 次/年。由火灾引起溢油事故概率至少比火灾事故概率低一个数量级，因此，发生火灾引起溢油事故概率为 6.6×10^{-4} 次/a。

（3）船舶碰撞泄漏事故

平台附近主要有供应船、值班船等。此外，在该海域航行的外来航船也有可能

田设施发生碰撞。施工期施工船舶有守护船、支持船、钻井平台等。根据《风险评估数据指南》（2010），船舶与平台等油田设施发生碰撞的概率见表 8.4-2。

表 8.4-2 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}

本项目施工期共 3 条船舶，分别为守护船、支持船和钻井平台。其中自升式钻井平台就位于平台的两侧，升起后船底距离海平面一定距离，同时钻井期间划定了钻井平台避让区，设置了安全作业区，钻井平台发生碰撞的可能性很小。守护船和支持船往来穿梭可能与油田设施发生碰撞。

运营期不新增供应船、值班船，且工程为在现有平台布设调整井或升级生产水处理系统，占海面积不增加。运营期，在该海域航行的外来航船与油田设施发生碰撞的概率不增加。

本项目，施工期和运营期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。

8.4.3 溢油事故溢油量估计

① 井喷

根据国内有关统计资料，我国在生产井钻井中尚未发生过井喷事故。此外，本次运营的 2 座平台采用注水开发和天然能量开发方式，因此运营期本项目继续运营的平台发生井喷的概率很低。且本项目与类比对象（墨西哥湾井喷事件）的规模、案例等情况不一致，井喷溢油量难以估计。

② 船舶碰撞

船舶碰撞主要分析生产水系统升级改造施工船舶和钻完井的施工船舶，有可能与油田设施发生碰撞，但该风险事故情景发生的概率很低。

自升式钻井平台就位于平台的两侧，升起后船底距离海平面一定距离，同时钻井期间划定了钻井平台避让区，设置了安全作业区，钻井平台碰撞发生泄漏的可能性极小。因此，考虑守护船、支持船发生船舶碰撞。

施工船舶守护船，有油舱 7 个，储油量为 302.6t，边舱单舱最大储油量为 54 t。支持船的船舶油舱数量 4 个，储油量 570t，边舱单舱最大储油量为 145t。

因此，施工期船舶碰撞最大可能泄漏量取支持船边舱最大储油量为 145t（燃料油）。

综上，本项目可能溢油量见表 8.4-3。

表 8.4-3 运营阶段可能溢油量

事故类型	排放物	溢油量	规模
井喷	井流	难以估计	不定
火灾、爆炸	原油	难以估计	不定
船舶碰撞	燃料油	145 t	一般

8.4.4 环境风险与最大可信事故

由以上的分析/论述可知，本项目主要溢油事故来自井喷、火灾爆炸、船舶碰撞等。不同的溢油事故带来的环境风险程度不同。进行环境风险分析的目的是确定那些环境风险程度较高的溢油事故，从而采取相应的防范措施。

以下就油田溢油事故的井喷、平台火灾爆炸和船舶碰撞的环境风险进行事故树分析，以确定各种事故不同情况下的环境风险级别。按照对环境的影响程度，环境风险级别依次分为 A、B、C、D 四级。A 级表示对环境影响严重，其次为 B 和 C，D 级表示对环境无影响。

井喷事故环境风险事故树（图 8.4-1）给出，本油田开发工程发生井喷火灾-爆炸/未爆炸事故的频率分别为 1.87×10^{-6} 次/a 和 2.08×10^{-7} 次/a。在发生井喷而未发生火灾情况下，井喷物将全部进入海洋，故环境风险级别为 A。当井喷引起火灾和爆炸事故时，虽然部分井喷物被燃烧，减少了进入大气和海洋的总量，但是火灾和爆炸事故将可能引起事故升级，因此井喷而导致火灾和爆炸时的环境风险级别也为 A。

从平台火灾事故风险事故树(图 8.4-2)可以看出，只要平台火灾事故得到有效隔离，就不会引起爆炸事故，并可将环境风险降至 C 级以下。只有在灭火和隔离均失败情况下才会出现 A 级环境风险，其风险概率为 5.3×10^{-5} 次/a。

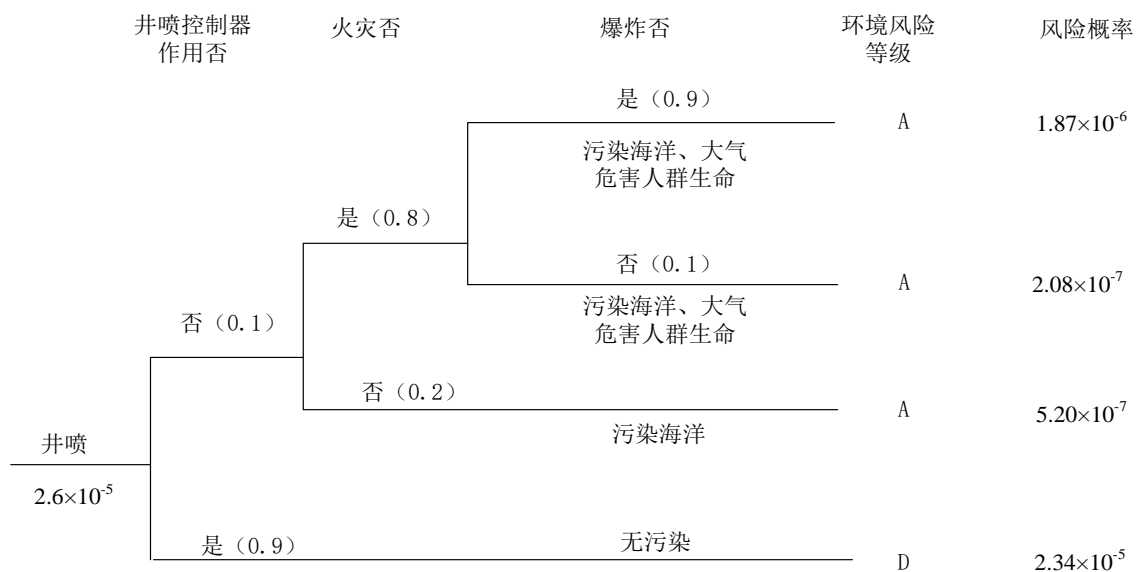


图 8.4-1 井喷事故环境风险事故树

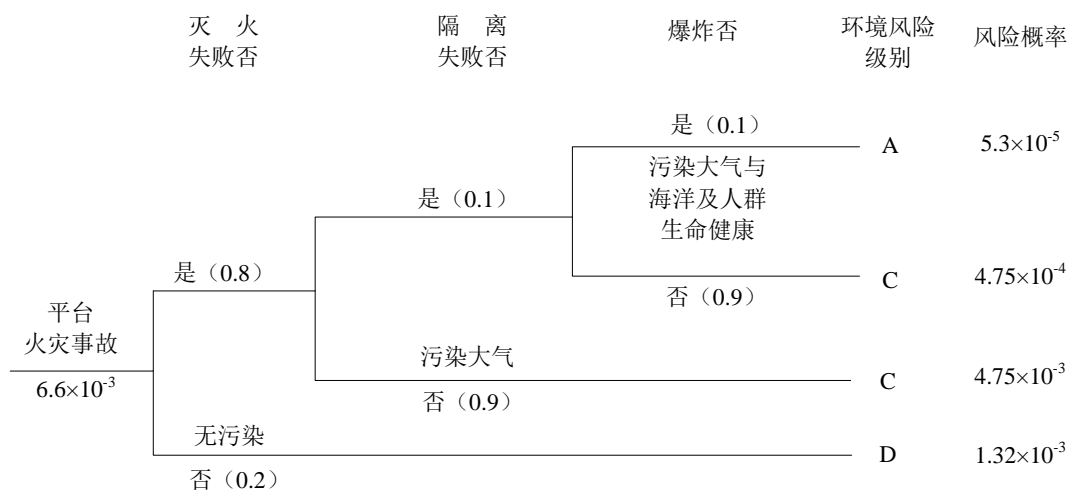


图 8.4-2 平台火灾事故环境风险事故树

从船舶碰撞事故风险事故树（图 8.4-3）可以看出，如果泄漏得不到控制，且围油栏和溢油分散剂均不起作用时，则会出现 A 级环境风险，出现 A 级环境风险，其风险概率为 7.2×10^{-7} 次/a。

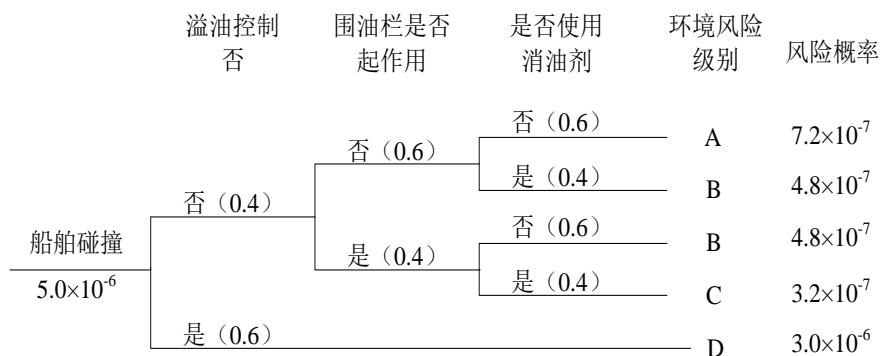


图 8.4-3 船舶碰撞溢油环境风险树

根据以上分析，本项目环境风险包括井喷、平台火灾爆炸和船舶碰撞，井喷和平台火灾爆炸的溢油量难以估算，因此，确定最大可信事故为施工期船舶碰撞事故，最大可能泄漏量为 145 t。

8.5 溢油漂移数值预测

8.5.1 溢油预测模式

溢油进入水体后发生扩展、漂移、扩散等油膜组分保持恒定的输移过程和蒸发、溶解、乳化等油膜组分发生变化的风化过程，在溢油的输移过程和风化过程中还伴随着水体、油膜和大气三相间的热量迁移过程，而黏度、表面张力等油膜属性也随着油膜组分和温度的变化发生变化。本项目二维溢油模型拟采用的是国际上得到广泛应用的“油粒子”模型，该模型可以很好地模拟上述物理化学过程，另外，“油粒子”模型是基于拉格朗日体系具有高稳定性和高效率的特点。“油粒子”模型就是把溢油离散为大量的油粒子，每个油粒子代表一定的油量，油膜就是由这些大量的油粒子所组成的“云团”。首先计算各个油粒子的位置变化、组分变化、含水率变化，然后统计各网格上的油粒子数和各组分含量可以模拟出油膜的浓度时空分布和组分变化。

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

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

油粒子在嵌套漫游网格内的水平迁移则可表示为：

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

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

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

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

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

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

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

其中， V_0 、 t 、 H_s 、 L 分别为溢油初始体积、时间、有效波高和波长。 C_2 为常数，取作 $-2.53 \times 10^{-3} / V_{00.62}$ 。

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

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

依 Johanson- Ichiye 的公式，垂向涡动扩散系数由下式计算：

$$\frac{V_e}{V_0} = 1 - e^{-C_2 t H_s^2 / L} \quad (6)$$

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

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

对 $d_i < d_e$ ，由 Stokes 定律：

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

对 $d_i > d_e$

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

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

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

溢油的挥发乳化与油品特性有关。

挥发率可写为：

$$F_V = \ln \left[1 + B' \left(\frac{T_G}{T} \right) \theta' e^{(A'-B' \frac{T_0}{T})} \right] \frac{T}{B' T_G} \quad (11)$$

式中 $A'=6.3$ ， $B'=10.3$ ， T 为油温， T_G 为油的沸点曲线梯度， T_0 为油的初始沸点温度， θ' 为挥发系数由下式确定：

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

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

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

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

则水面油粒子体积应为：

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

设乳化前油密度为 ρ_o ，水密度为 ρ_w ，则乳化后油密度：

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

蒸发对油密度的影响为：

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

综合挥发、乳化影响，油密度表达为：

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

忽略油粘性随温度的变化，即仅考虑乳化、挥发的影响，乳化将增加油的粘性：

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

挥发对油粘性的影响为：

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

综合挥发、乳化作用，油粘性变化表示为：

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

其中， ν_o 为初始时油膜的运动粘性系数。

开边界条件

在开边界处，给定水位，水位采用岸边验潮站观测资料求得潮汐调和常数输入计算，可以计算得到海区内部的结果：

$$\zeta = \sum_i f_i H_i \cos[\sigma_i t + (V_o + u)_i - \theta_i] + H_0 \quad (21)$$

其中， H_i 为分潮振幅， θ_i 为分潮迟角， H_0 为平均海面高度，与风海流及密度流有关。

8.5.2 预测模式中有关参数的设定

(1) 溢油类型

根据油气泄漏风险事故情形分析，本报告选取施工期船舶碰撞溢油进行预测。

(2) 溢油位置的选择与源强

根据工程实际情况与溢油事故概率分析计算，选择风险事故发生率较高的 WZ11-4 WHPB 平台附近为本次溢油风险评价的溢油位置。支持船边舱单舱最大储油量为 145 t，因此，本次溢油源强取为 145 t。

(3) 油品性质

本项目泄漏油品为燃料油（柴油）。

(4) 潮型与潮时

选择大潮期的涨潮时刻和落潮时刻作为典型时刻。

(5) 常风与大风风速取值

本次溢油数值模拟主要针对平均风速与极端风速下溢油漂移情况进行模拟，溢油数值模拟预测选取的风向及多年平均风速、最大风速取值参考《涠洲 12-2 油田二期开发工

程环境影响报告书》，见表 8.5-1。

表 8.5-1 溢油数值模拟扩散选取风况

风向	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
平均风速 (m/s)								
极值风速 (m/s)								

8.5.3 污染物迁移扩散路径、范围和扩散浓度、时空分布

由溢油扩散轨迹及油膜图可以看出，溢油事故发生后，油膜在风和潮流往复涨落的共同作用下呈现出蛇形运动，当风向与潮流方向一致时，油膜中心运动速度较大，可以看到油膜中心点间距较大；而当风向与潮流方向相反时，油膜运动方向甚至会与潮流方向相反，在图可以看到油膜中心点分布比较密集甚至发生重叠。在近海区域，风速和风向引起的浅海风海流对于溢油漂移扩散结果起很重要的作用，体现在模拟结果中就是：不同的风向直接导致溢油漂移方向不同，甚至决定了溢油是否抵岸。预测结果表明，油膜最快抵岸时间为 22.5 小时（极风、涨潮、SW 风向）。油膜漂移预测时间为溢油后的 72 小时，72 小时溢油扫海面积最大为 986.3 平方公里（极风、落潮、NE 风向），72 小时漂移距离最大为 204.0 公里（极风、涨潮、NE 风向）。

表 8.5-2 不同参数下 72h 船舶碰撞溢油漂移距离与扫海面积（均风）

风向	风速	潮汐状况	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	72h 溢油扩散中最大油膜面积 (km ²)	抵敏感区所需时间 (h)	抵敏感区前残余油量 (%)	首次抵岸时间 (h)	首次抵岸前残余油量 (%)	72 小时残存油量 (%)
N	8.9	涨潮	92.9	552.3	16.1	-	-	-	-	52.7
		落潮	97.1	532.6	17.0	-	-	-	-	52.7
NE	7.1	涨潮	95.2	639.8	15.9	-	-	-	-	53.7
		落潮	98.6	645.0	16.5	-	-	-	-	53.7
E	6.9	涨潮	98.5	650.2	16.1	-	-	-	-	53.8
		落潮	100.4	678.5	16.2	-	-	-	-	53.8
SE	5.4	涨潮	90.1	543.1	16.3	12.5（北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区）	63.9	-	-	54.8
						37.0（南海北部幼鱼繁育场保护区）	58.2			
						54.0（二长棘鲷幼鱼保护区）	55.8			
		落潮	87.5	525.1	16.4	-	-	-	-	54.8
S	8	涨潮	98.7	481.0	16.7	8.5（北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区）	64.4	-	-	53.2
						13.0（南海北部幼鱼繁育场保护区）	62.1			
						34.5（二长棘鲷幼鱼保护区）	57.0			
						58.5（广西近海南部重要渔业海域限制类红线区）	54.2			
		落潮	93.6	470.1	16.2	60.0（北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区实验区）	54.1	-	-	53.2
						21.0（北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区）	59.6			
						26.0（南海北部幼鱼繁育场保护区）	58.5			
						46.5（二长棘鲷幼鱼保护区）	55.4			
						70.0（广西近海南部重要渔业海域限制类红线区）	53.3			

涠洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

风向	风速	潮汐状况	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	72h 溢油扩散中最大油膜面积 (km ²)	抵敏感区所需时间 (h)	抵敏感区前残余油量 (%)	首次抵岸时间 (h)	首次抵岸前残余油量 (%)	72 小时残存油量 (%)
						71.5 (北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区实验区、广西近海南部海洋保护区限制类红线区)	53.2			
SW	7.8	涨潮	106.3	668.7	16.3	8.0 (北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区)	64.9	61.5	54.1	-
						14.0 (南海北部幼鱼繁育场保护区)	61.9			
						58.5 (二长棘鲷幼鱼保护区)	54.3			
						60.5 (涠洲岛海洋保护区、广西涠洲岛珊瑚礁保护区限制类红线区)	54.2			
						61.5 (北海涠洲岛自然景观与文化历史遗迹限制类红线区)	54.1			
						62.0 (北海涠洲岛重要滨海旅游区限制类红线区)	抵岸			
						64.0 (涠洲岛重要砂质岸线和沙源保护海域限制类红线区)	抵岸			
	66.0 (广西涠洲岛珊瑚礁保护区禁止类红线区)	抵岸								
	落潮	97.4	627.3	16.4	20.5 (北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区)	59.8	-	-	53.3	
					26.0 (南海北部幼鱼繁育场保护区)	58.6				
71.0 (二长棘鲷幼鱼保护区)					53.3					
W	8.5	涨潮	106.3	760.5	16.6	10.0 (北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区)	63.3	-	-	52.9
						24.5 (南海北部幼鱼繁育场保护区)	58.5			
						67.0 (二长棘鲷幼鱼保护区)	53.3			
		25.5 (南海北部幼鱼繁育场保护区)				58.3				
	落潮	93.1	621.6	16.8	26.0 (北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区)	58.2	-	-	52.9	

风向	风速	潮汐状况	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	72h 溢油扩散中最大油膜面积 (km ²)	抵敏感区所需时间 (h)	抵敏感区前残余油量 (%)	首次抵岸时间 (h)	首次抵岸前残余油量 (%)	72 小时残存油量 (%)
NW	7.2	涨潮	85.9	566.8	16.6	-	-	-	-	53.6
		落潮	85.6	546.2	16.7	-	-	-	-	53.6

表 8.5-3 不同参数下船舶碰撞溢油 2h、6h、12h、24h、48h 漂移距离、扫海面积与残存油量 (均风)

风向	风速	潮汐情况	最大漂移距离 (km)					扫海面积 (km ²)					残存油量 (%)				
			2h	6h	12h	24h	48h	2h	6h	12h	24h	48h	2h	6h	12h	24h	48h
N	8.9	涨潮	1.1	3.0	5.5	29.9	61.7	1.4	7.2	16.4	125.3	325.4	72.6	65.9	62.1	58.5	54.8
		落潮	2.2	13.1	24.1	29.7	62.8	2.1	24.0	65.7	97.4	293.5	72.6	65.9	62.1	58.5	54.8
NE	7.1	涨潮	1.0	3.6	9.2	30.6	63.7	1.2	8.6	30.6	135.9	369.8	73.4	66.8	63.1	59.4	55.7
		落潮	1.8	11.4	21.1	31.4	65.2	1.8	21.6	58.7	127.2	358.6	73.4	66.8	63.1	59.4	55.7
E	6.9	涨潮	1.2	5.3	13.9	32.3	65.7	1.5	11.1	41.6	140.4	374.6	73.6	67.0	63.2	59.5	55.9
		落潮	1.4	9.3	17.5	33.0	67.0	1.4	19.9	52.0	142.1	380.3	73.6	67.0	63.2	59.5	55.9
SE	5.4	涨潮	1.3	5.8	15.4	29.6	60.4	1.4	11.1	43.1	116.2	309.8	74.5	67.9	64.1	60.5	56.8
		落潮	0.8	6.6	12.5	29.2	59.1	1.0	14.0	36.2	119.7	307.4	74.5	67.9	64.1	60.5	56.8
S	8	涨潮	1.8	7.6	19.2	31.0	65.8	1.8	14.1	53.3	93.6	267.1	73.0	66.4	62.6	58.9	55.3
		落潮	0.8	4.5	9.1	29.8	61.8	1.2	10.3	23.9	117.3	281.7	73.0	66.4	62.6	58.9	55.3
SW	7.8	涨潮	1.7	6.9	17.2	32.0	69.3	2.0	14.8	53.3	138.3	396.0	73.1	66.5	62.7	59.0	55.4
		落潮	1.2	6.2	11.4	29.6	62.4	1.6	16.4	36.9	129.9	348.5	73.1	66.5	62.7	59.0	55.4
W	8.5	涨潮	1.6	5.7	13.5	33.9	69.8	1.7	12.6	44.5	159.3	427.4	72.7	66.1	62.3	58.6	55.0
		落潮	1.8	9.4	17.0	30.5	62.2	2.1	24.9	57.6	136.8	361.0	72.7	66.1	62.3	58.6	55.0
NW	7.2	涨潮	1.0	3.2	7.2	29.0	58.3	1.4	7.9	24.5	134.0	333.5	73.4	66.8	63.0	59.3	55.7
		落潮	1.9	11.2	20.0	27.1	55.8	2.0	24.6	60.7	102.5	288.2	73.4	66.8	63.0	59.3	55.7

表 8.5-4 不同参数下 72h 船舶碰撞溢油漂移距离与扫海面积（极风）

风向	风速	潮汐状况	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	72h 溢油扩散中最大油膜面积 (km ²)	抵敏感区所需时间 (h)	抵敏感区前残余油量 (%)	首次抵岸时间 (h)	首次抵岸前残余油量 (%)	72 小时残存油量 (%)
N	19.9	涨潮	182.2	653.0	17.0	57.0 (南海北部幼鱼繁育场保护区)	50.7	-	-	49.5
		落潮	176.9	667.5	18.1	52.0 (南海北部幼鱼繁育场保护区)	51.2	-	-	49.5
NE	22.5	涨潮	194.7	942.4	17.4	-	-	-	-	49.0
		落潮	204.0	986.3	18.2	-	-	-	-	49.0
E	20.9	涨潮	166.3	744.3	16.9	-	-	53.5	50.9	-
		落潮	189.3	771.6	17.1	-	-	52.0	51.0	-
SE	22.5	涨潮	132.2	625.7	18.1	10.5 (北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区)	59.1	40.0	52.1	-
						11.5 (南海北部幼鱼繁育场保护区)	58.7			
						13.5 (二长棘鲷幼鱼保护区)	57.8			
						28.5 (广西近海南部重要渔业海域限制类红线区)	53.8			
						29.5 (北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区实验区)	53.6			
		37.0 (防城港南部海域重要渔业海域限制类红线区)	52.5							
落潮	129.0	667.9	17.5	21.0 (二长棘鲷幼鱼保护区)	55.4	43.0	51.7	-		
S	24.9	涨潮	112.9	444.0	18.6	4.0 (北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区)	64.1	33.5	52.6	-
						7.0 (南海北部幼鱼繁育场保护区)	61.0			
						11.0 (二长棘鲷幼鱼保护区)	58.5			
						20.5 (北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区实验区)	55.2			
		31.5 (三娘湾海洋保护区)	52.9							
落潮	114.2	514.0	17.4	10.0 (北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区)	59.0	38.5	51.9	-		

涠洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

风向	风速	潮汐状况	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	72h 溢油扩散中最大油膜面积 (km ²)	抵敏感区所需时间 (h)	抵敏感区前残余油量 (%)	首次抵岸时间 (h)	首次抵岸前残余油量 (%)	72 小时残存油量 (%)
						13.0 (南海北部幼鱼繁育场保护区)	57.6			
						16.5 (二长棘鲷幼鱼保护区)	56.3			
						22.0 (广西近海南部重要渔业海域限制类红线区)	54.8			
						22.5 (北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区实验区)	54.7			
						34.0 (钦州南部海域重要渔业海域限制类红线区)	54.5			
						35.5 (钦州三娘湾中华白海豚集中分布区限制类红线区)	52.5			
						37.0 (三娘湾海洋保护区)	52.3			
						38.5 (鹿耳环至三娘重要滨海旅游区限制类红线区、三娘湾重要滨海旅游区限制类红线区)	51.8			
SW	24.1	涨潮	170.3	552.1	18.8	3.5 (北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区)	65.1	22.5	54.9	-
						7.5 (南海北部幼鱼繁育场保护区)	60.7			
						15.5 (二长棘鲷幼鱼保护区)	56.8			
						20.0 (广西涠洲岛珊瑚礁保护区限制类红线区)	55.4			
						21.0 (涠洲岛海洋保护区)	55.2			
						22.5 (北海涠洲岛自然景观与文化历史遗迹限制类红线区)	54.8			
						23.0 (北海涠洲岛重要滨海旅游区限制类红线区)	54.6			
						25.0 (涠洲岛重要砂质岸线和沙源保护海域限制类红线区)	抵岸			
						26.0 (广西涠洲岛珊瑚礁保护区禁止类红线区)	抵岸			
						33.5 (北海南部海域重要渔业海域限制类红线区)	抵岸			

涠洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

风向	风速	潮汐状况	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	72h 溢油扩散中最大油膜面积 (km ²)	抵敏感区所需时间 (h)	抵敏感区前残余油量 (%)	首次抵岸时间 (h)	首次抵岸前残余油量 (%)	72 小时残存油量 (%)
						54.0 (广西山口红树林保护区限制类红线区)	抵岸	22.5	54.9	-
						54.5 (广西山口红树林保护区禁止类红线区)	抵岸			
		落潮	73.2	293.8	17.4	7.5 (北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区)	60.7			
						11.0 (南海北部幼鱼繁育场保护区)	58.6			
						22.0 (涠洲岛海洋保护区、广西涠洲岛珊瑚礁保护区限制类红线区)	54.9			
						22.5 (北海涠洲岛自然景观与文化历史遗迹限制类红线区)	54.8			
						23.0 (二长棘鲷幼鱼保护区、北海涠洲岛重要滨海旅游区限制类红线区)	抵岸			
						24.0 (涠洲岛重要砂质岸线和沙源保护海域限制类红线区)	抵岸			
		25.0 (广西涠洲岛珊瑚礁保护区禁止类红线区)	抵岸							
		W	24.4	涨潮	168.8	822.2	18.5			
7.5 (南海北部幼鱼繁育场保护区)	60.7									
23.0 (二长棘鲷幼鱼保护区)	54.6									
39.0 (雷州珍稀海洋生物自然保护区限制类红线区)	51.9									
40.0 (广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区、雷州珍稀海洋生物自然保护区禁止类红线区)	51.7									
44.0 (乌石人工鱼礁重要渔业海域限制类红线区)	51.2									
44.5 (雷州海草自然保护区禁止类红线区)	51.2									
45.0 (雷州海草自然保护区限制类红线区)	51.1									

涠洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

风向	风速	潮汐状况	漂移距离 (km)	扫海面积 (km ²)	72h 溢油扩散中最大油膜面积 (km ²)	抵敏感区所需时间 (h)	抵敏感区前残余油量 (%)	首次抵岸时间 (h)	首次抵岸前残余油量 (%)	72 小时残存油量 (%)
						46.0 (徐闻大黄鱼幼鱼资源保护区缓冲区、徐闻南部重要渔业海域限制类红线区)	51.0	51.5	50.4	-
						48.0 (广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区、徐闻珊瑚礁国家级自然保护区禁止类红线区)	50.8			
						51.0 (流沙湾海草床限制类红线区)	抵岸			
		落潮	181.0	919.5	17.6	10.0 (南海北部幼鱼繁育场保护区)	59.1			
						13.0 (北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区)	57.7			
						24.5 (二长棘鲷幼鱼保护区)	54.3			
						44.5 (雷州珍稀海洋生物自然保护区限制类红线区)	51.2			
						46.5 (雷州珍稀海洋生物自然保护区禁止类红线区)	50.9			
						50.0 (乌石人工鱼礁重要渔业海域限制类红线区)	50.6			
						50.5 (乌石国家级海洋公园禁止类红线区、雷州海草自然保护区禁止类红线区)	50.5			
						51.0 (雷州海草自然保护区限制类红线区)	50.4			
						52.0 (徐闻大黄鱼幼鱼资源保护区缓冲区、广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区、徐闻南部重要渔业海域限制类红线区)	50.3			
						52.5 (徐闻珊瑚礁国家级自然保护区禁止类红线区)	50.3			
						53.0 (徐闻珊瑚礁国家级自然保护区限制类红线区)	抵岸			
54.0 (流沙湾海草床限制类红线区)	抵岸									
NW	24.2	涨潮	125.2	601.5	18.3	13.5 (南海北部幼鱼繁育场保护区)	57.5	40.5	51.8	-
		落潮	132.0	676.0	19.5	22.0 (南海北部幼鱼繁育场保护区)	54.9	37.5	52.2	-

表 8.5-5 不同参数下船舶碰撞溢油 2h、6h、12h、24h、48h 漂移距离、扫海面积与残存油量（极风）

风向	风速	潮汐情况	最大漂移距离 (km)					扫海面积 (km ²)					残存油量 (%)				
			2h	6h	12h	24h	48h	2h	6h	12h	24h	48h	2h	6h	12h	24h	48h
N	19.9	涨潮	2.8	9.2	16.3	55.3	114.9	2.9	17.3	45.3	222.9	513.8	69.4	62.7	58.9	55.2	51.6
		落潮	4.0	19.5	37.8	55.4	114.8	3.6	36.0	100.7	187.3	528.8	69.4	62.7	58.9	55.2	51.6
NE	22.5	涨潮	3.4	11.8	23.6	64.9	131.3	4.9	27.5	79.6	291.9	748.2	68.9	62.2	58.4	54.7	51.1
		落潮	4.3	20.3	40.2	64.4	130.5	5.8	48.5	126.2	278.1	736.2	68.9	62.2	58.4	54.7	51.1
E	20.9	涨潮	3.3	12.8	28.5	62.1	128.4	3.7	26.3	87.0	276.8	642.1	69.2	62.5	58.7	55.0	51.4
		落潮	3.5	15.9	32.1	62.8	126.7	3.5	41.0	105.6	282.1	675.1	69.2	62.5	58.7	55.0	51.4
SE	22.5	涨潮	4.0	15.5	35.5	63.4	-	5.6	34.7	106.1	279.4	-	68.9	62.2	58.4	54.7	-
		落潮	3.2	11.6	25.4	63.0	-	4.9	37.2	95.1	286.9	-	68.9	62.2	58.4	54.7	-
S	24.9	涨潮	4.4	17.6	40.5	64.1	-	4.4	31.1	105.1	237.2	-	68.5	61.8	58.0	54.3	-
		落潮	3.3	7.7	19.8	63.1	-	3.8	18.8	62.2	258.2	-	68.5	61.8	58.0	54.3	-
SW	24.1	涨潮	4.4	16.6	37.7	62.9	-	6.5	40.2	122.6	277.1	-	68.6	62.0	58.1	50.3	-
		落潮	3.5	9.8	22.0	-	-	5.7	31.0	80.1	-	-	68.6	62.0	58.1	-	-
W	24.4	涨潮	4.1	14.8	31.5	68.6	146.2	4.0	29.0	95.1	321.0	734.8	68.6	61.9	58.1	54.4	50.8
		落潮	4.1	15.8	31.4	63.6	130.8	4.7	50.7	119.8	302.3	798.2	68.6	61.9	58.1	54.4	50.8
NW	24.2	涨潮	3.8	12.7	24.5	66.5	-	5.8	31.4	81.4	310.9	-	68.6	61.9	58.1	54.4	-
		落潮	4.6	20.1	38.8	64.9	-	6.8	58.0	140.7	302.9	-	68.6	61.9	58.1	54.4	-

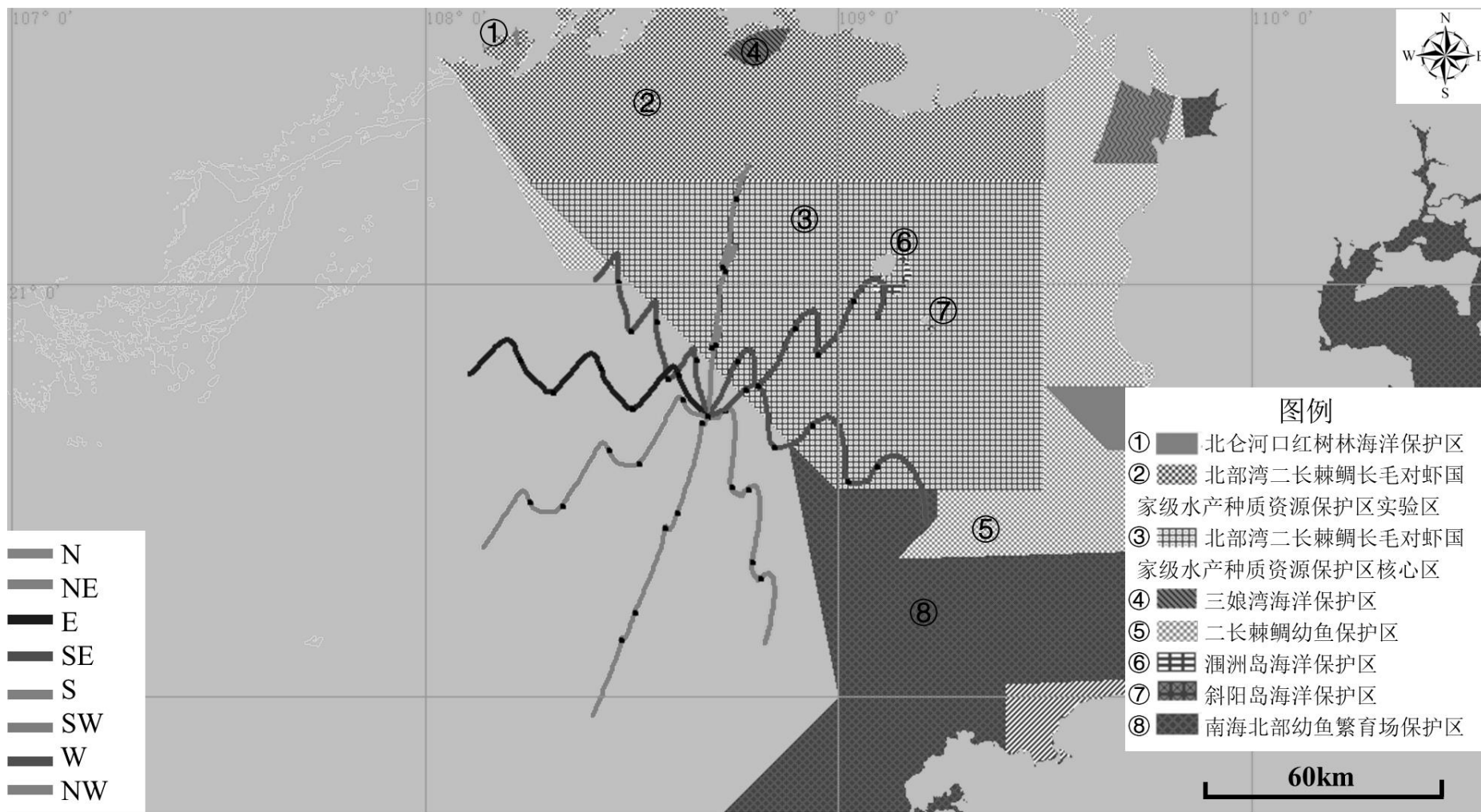


图 8.5-1 涨潮均风 72h 路径图 (保护区)

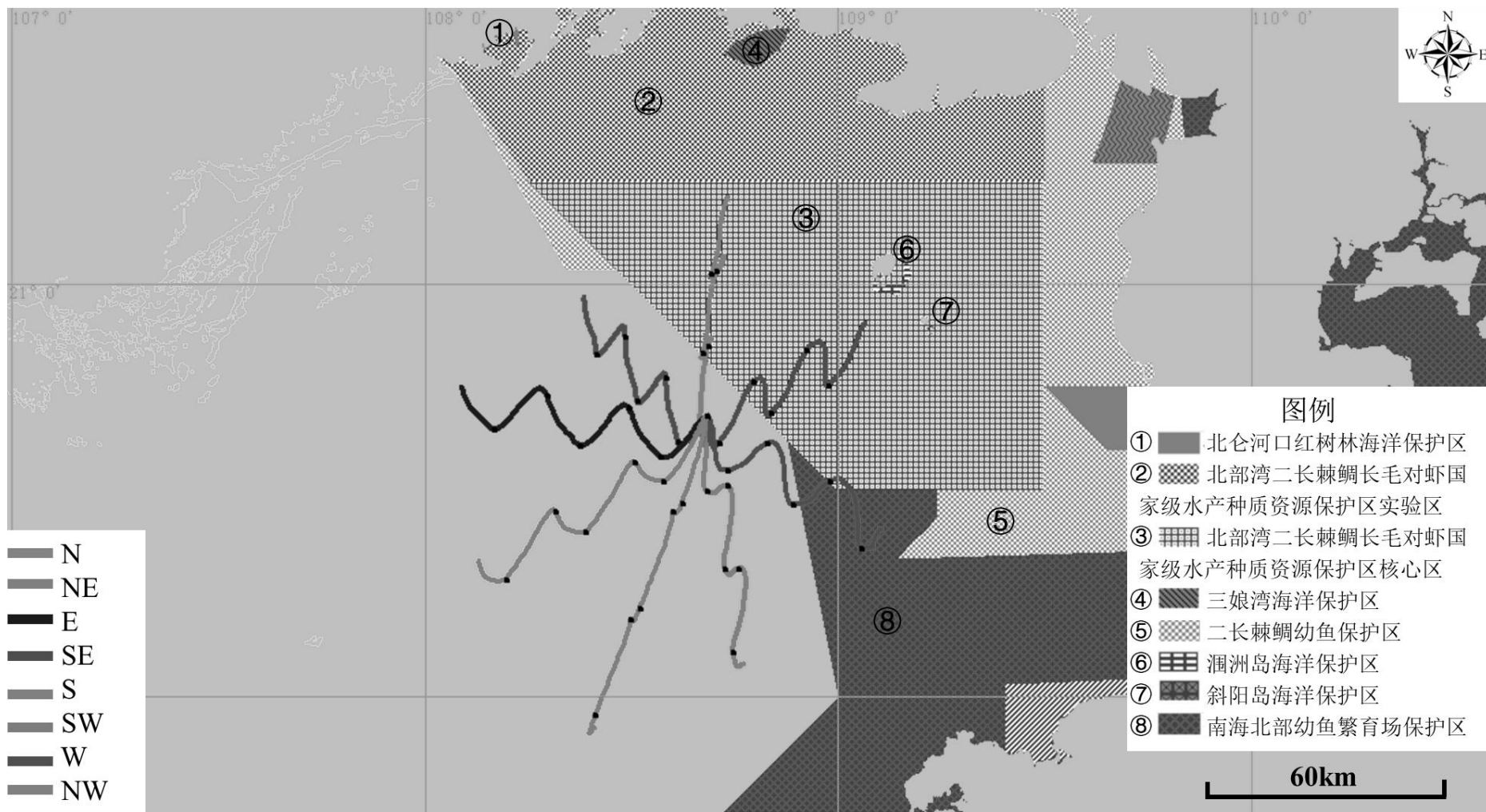


图 8.5-2 落潮均风 72h 路径图 (保护区)

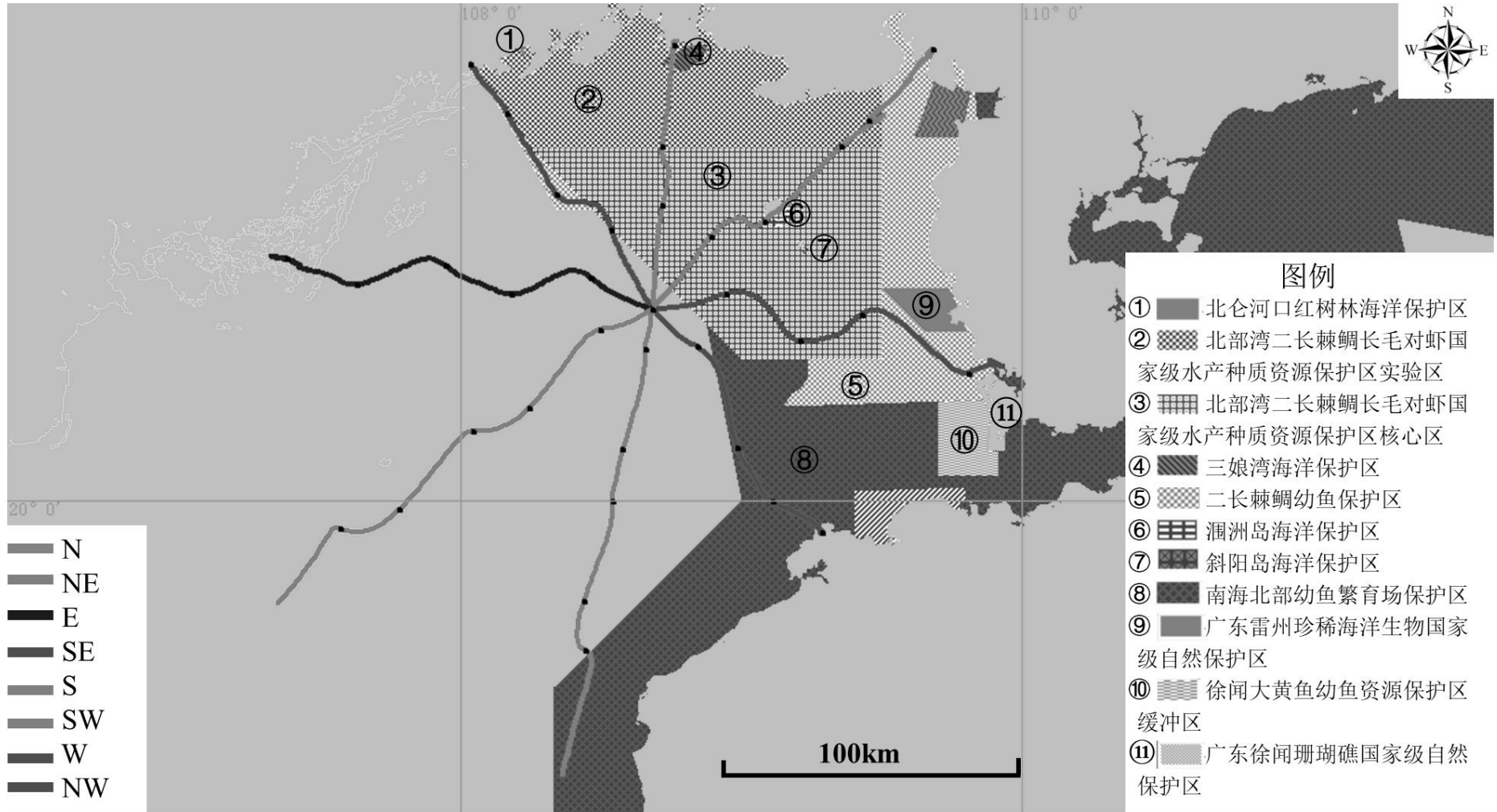


图 8.5-3 涨潮极风 72h 路径图（保护区）

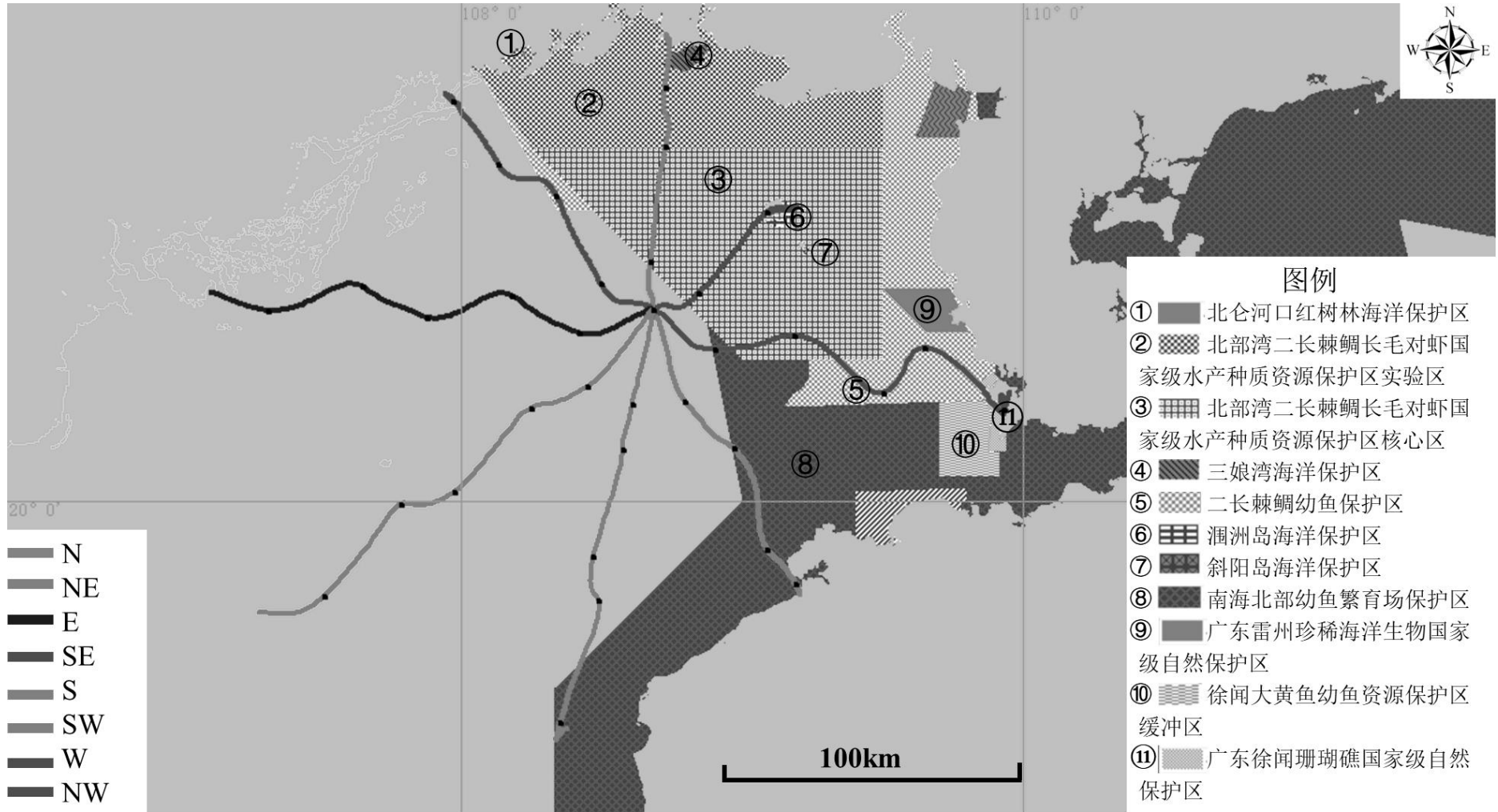


图 8.5-4 落潮极风 72h 路径图 (保护区)

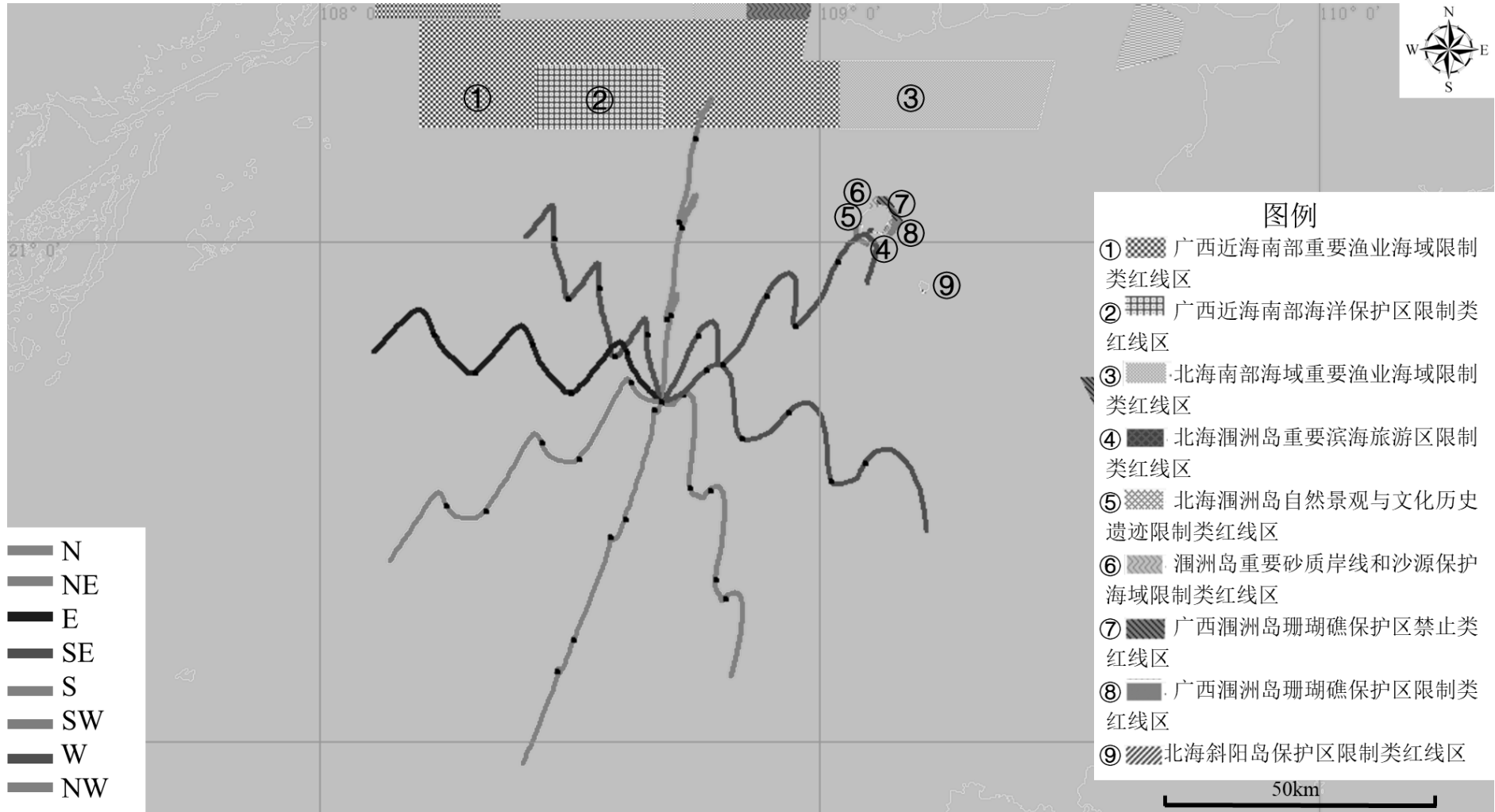


图 8.5-5 涨潮均风 72h 路径图（生态红线区）

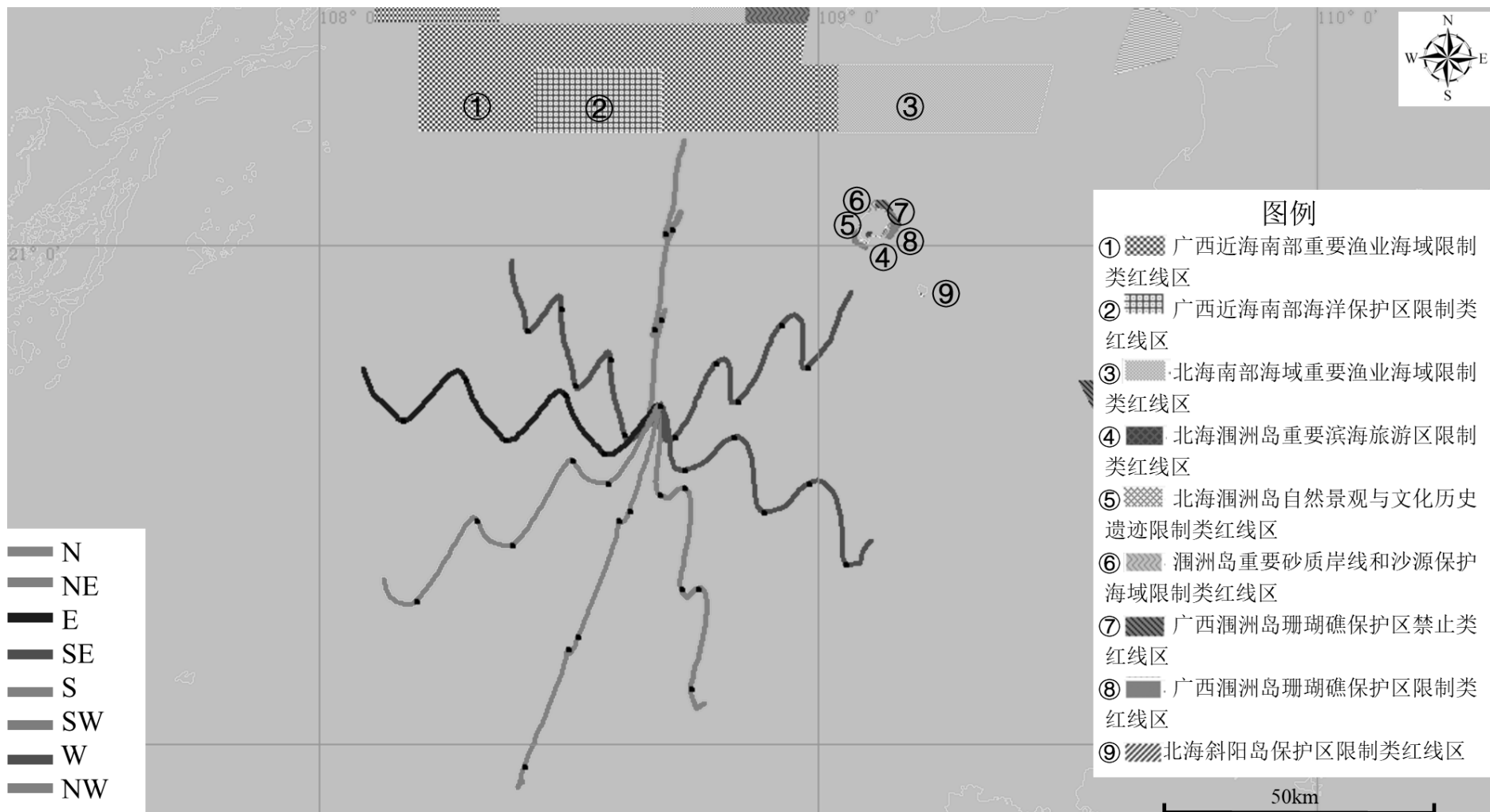


图 8.5-6 落潮均风 72h 路径图（生态红线区）

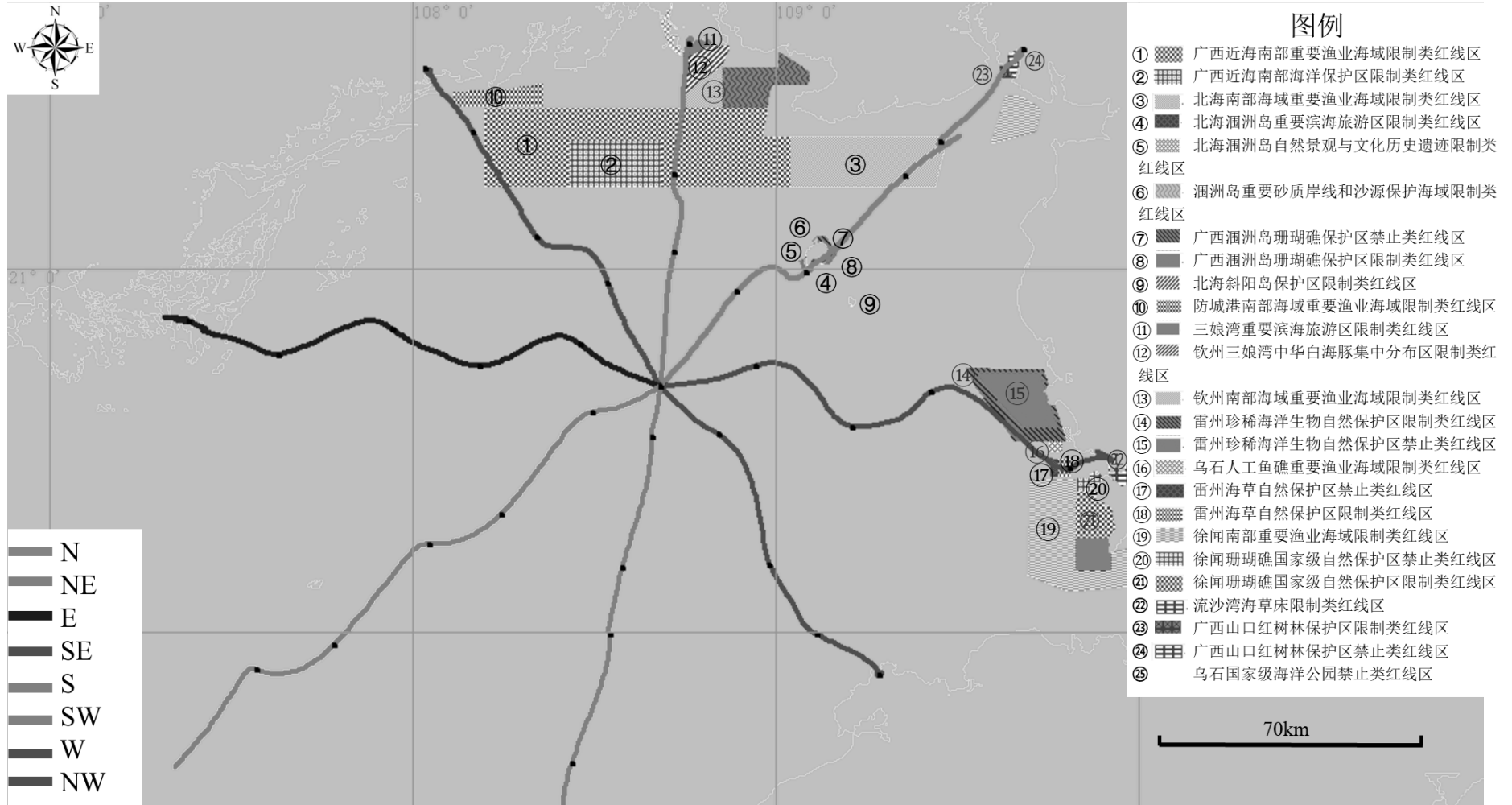


图 8.5-7 涨潮极风 72h 路径图 (生态红线区)

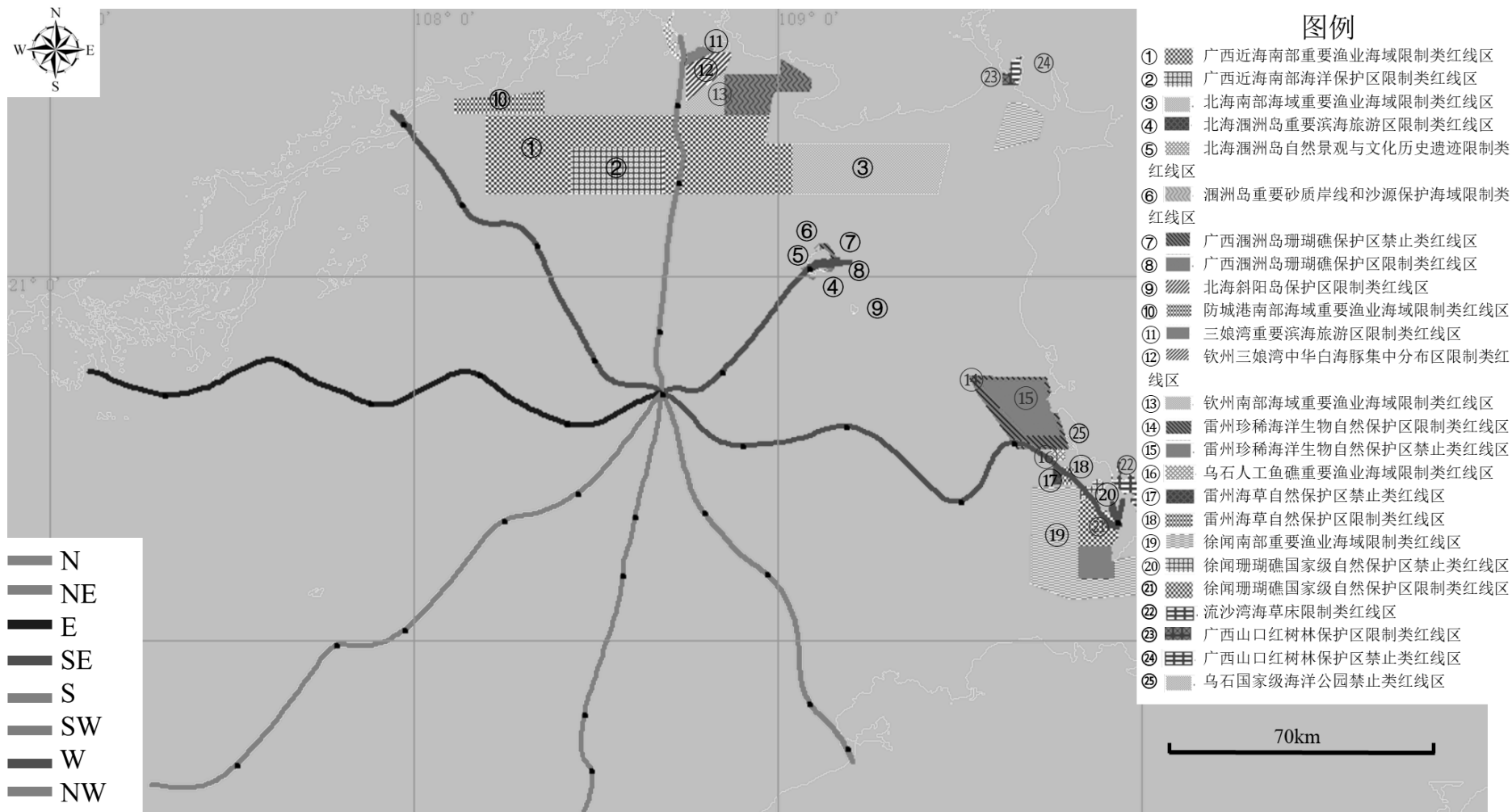


图 8.5-8 落潮极风 72h 路径图 (生态红线区)

8.5.4 事故后果分析

8.5.4.1 溢油抵达敏感区时间及分析

无论油膜是否抵达岸边，都会对海洋环境以及渔业产生污染损害，而溢油一旦抵岸将造成岸线的严重污染。研究表明，一旦溢油到达敏感区域会对敏感区域造成很大损害，敏感区域生态环境将历经几到十几年才能恢复：湿地生态系统的恢复需要约 15 年时间，砂质海滨生态的恢复需要约 3 年时间。

对于本项目溢油事故而言，环境敏感区主要为北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区、南海北部幼鱼繁育场保护区、二长棘鲷幼鱼保护区、广西涠洲岛珊瑚礁保护区限制类红线区等，一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施，油膜在风和潮流的共同作用下将会对敏感区造成严重污染，需要工程建设单位予以足够重视，在施工和生产过程中，务必加强管理，杜绝事故的发生。应充分利用现有的溢油应急设施，使溢油在抵达附近环境敏感区域之前得以有效控制、回收。根据预测结果，不利风向溢油抵达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区的最短时间为 3.5h，抵达南海北部幼鱼繁育场保护区的最短时间为 7.0h，抵达二长棘鲷幼鱼保护区的最短时间为 11.0h，抵达广西涠洲岛珊瑚礁保护区限制类红线区的最短时间为 20.0h，抵达其它敏感区的时间均在 20.0h 以上。

同时，由于本项目还位于北部湾绯鲤类产卵场、北部湾二长棘鲷产卵场，一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施，原油将即刻抵达该敏感目标，并对其造成不利影响。

表 8.5-6 溢油对周围敏感目标的影响汇总

敏感目标名称		不利条件	最短到达时间 (h)	残余油量 (%)
北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区	核心区	涨潮均风 SE、S、SW、W 涨潮极风 SE、S、SW、W 落潮均风 S、SW、W 落潮极风 S、SW、W	3.5	65.1
	实验区	涨潮均风 S 落潮均风 S 落潮极风 S 涨潮极风 SE、S	20.5	55.2
南海北部幼鱼繁育场保护区		涨潮均风 SE、S、SW、W 落潮均风 S、SW、W 涨潮极风 N、SE、S、SW、W、NW 落潮极风 N、S、SW、W、NW	7.0	61.0

二长棘鲷幼鱼保护区	涨潮均风 SE、S、SW、W 落潮均风 S、SW、W 涨潮极风 SE、S、SW、W 落潮极风 SE、S、SW、W	11.0	58.5
涠洲岛海洋保护区	涨潮均风 SW 涨潮极风 SW 落潮极风 SW	21.0	55.2
三娘湾海洋保护区	涨潮极风 S 落潮极风 S	31.5	52.9
徐闻大黄鱼幼鱼资源保护区缓冲区	涨潮极风 W 落潮极风 W	46.0	51.0
广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区	涨潮极风 W 落潮极风 W	48.0	50.8
广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区	涨潮极风 W	40.0	51.7
广西近海南部重要渔业海域限制类红线区	涨潮均风 S 落潮均风 S 涨潮极风 SE 落潮极风 S	22.0	54.8
广西近海南部海洋保护区限制类红线区	落潮均风 S	71.5	53.2
广西涠洲岛珊瑚礁保护区限制类红线区	涨潮均风 SW 涨潮极风 SW 落潮极风 SW	20.0	55.4
北海涠洲岛自然景观与文化历史遗迹限制类红线区	涨潮均风 S 涨潮极风 SW 落潮极风 SW	22.5	54.8
北海涠洲岛重要滨海旅游区限制类红线区	涨潮均风 SW 涨潮极风 SW 落潮极风 SW	23.0	54.6
涠洲岛重要砂质岸线和沙源保护海域限制类红线区	涨潮均风 SW 涨潮极风 SW 落潮极风 SW	24.0	19.2
广西涠洲岛珊瑚礁保护区禁止类红线区	涨潮均风 SW 涨潮极风 SW 落潮极风 SW	25.0	0.7
防城港南部海域重要渔业海域限制类红线区	涨潮极风 SE	37.0	52.5
钦州南部海域重要渔业海域限制类红线区	落潮极风 S	34.0	54.5
钦州三娘湾中华白海豚集中分布区限制类红线区	落潮极风 S	35.5	52.5
鹿耳环至三娘重要滨海旅游区限制类红线区、三娘湾重要滨海旅游区限制类红线区	落潮极风 S	38.5	51.8
北海南部海域重要渔业海域限制类红线区	涨潮极风 SW	33.5	4.0

广西山口红树林保护区限制类红线区	涨潮极风 SW	54.0	3.8
广西山口红树林保护区禁止类红线区	涨潮极风 SW	54.5	3.8
雷州珍稀海洋生物自然保护区限制类红线区	涨潮极风 W 落潮极风 W	39.0	51.9
雷州珍稀海洋生物自然保护区禁止类红线区	涨潮极风 W 落潮极风 W	40.0	51.7
乌石人工鱼礁重要渔业海域限制类红线区	涨潮极风 W 落潮极风 W	44.0	51.2
雷州海草自然保护区禁止类红线区	涨潮极风 W 落潮极风 W	44.5	51.2
雷州海草自然保护区限制类红线区	涨潮极风 W 落潮极风 W	45.0	51.1
徐闻南部重要渔业海域限制类红线区	涨潮极风 W 落潮极风 W	46.0	51.0
徐闻珊瑚礁国家级自然保护区禁止类红线区	涨潮极风 W 落潮极风 W	48.0	50.8
流沙湾海草床限制类红线区	涨潮极风 W 落潮极风 W	51.0	50.3
乌石国家级海洋公园禁止类红线区	落潮极风 W	50.5	50.5
北部湾绯鲤类产卵场、北部湾二长棘鲷产卵场	即刻到达		

8.5.5 对海洋生物的综合影响

一旦发生溢油泄漏污染事故，对海洋生态的影响是全方位的。原油中还有石油气、苯、芳香烃和硫化氢等物质，而在原油不同组分中，低沸点的芳香烃对一切生物均有毒性，而高沸点的芳香烃则是长效毒性，会对水生生物生命构成威胁和危害直至死亡。

(1) 对海洋生物的急性毒性测试影响分析

国内外许多毒性实验结果表明，浮游生物对各类油类的耐受程度都很低，海洋浮游植物石油急性中毒致死浓度范围为 0.1~10mg/L，一般为 1mg/L，其致死浓度常随种类、油型而变化。浮游动物石油急性重点致死浓度范围为 0.1~15mg/L，一般为 1mg/L。某些桡足类和枝角类暴露于 0.1mg/L 的石油海水中，当天就会全部死亡。因此，当溢油事故发生后，0.2m 厚度的油膜分布区的油含量将明显高于浮游生物的忍受极限，油膜分布区的浮游生物基本上难逃厄运。

(2) 对海洋生物的长期慢性污染影响分析

①生理和行为效应：主要表现在麻醉效应干扰基础生物化学机制、降低浮游植物的光合作用和生长率、影响视觉感觉及诱变效应等。

②生态效应：实验生态曝油的研究结果表明，长期曝露于 0.01~0.05mg/L 的石油浓度中，可造成生态、群落结构的破坏。群落结构中某些对石油敏感的种类消失或数量减少，代之以某些嗜污种类增加，使不同营养级生物的比率失调而可能导致局部海域海洋生物食物链（网）的破坏。

③异味效应：海洋动物具有从栖息环境中积累石油烃的能力。一般来说，鱼类和甲壳类对水体石油烃的富集系数可达 102~103，软体贝类的可达 105，有些甚至可高达 107。Kerhoff(1974)曾报道紫贻贝 *Mytilus edulis* 肌肉中的烃类浓度约 5ppm 时就有油臭味。Moore 等（1974）报道过牡蛎曝露于低至 0.001ppm 的溶解性烃类中 24h 内即可致嗅。Nita（1972）也曾报道过 0.01ppm 的含油海水在 24h 内即可使鱼类致嗅。国内有关的研究结果表明，胜利原油对中国对虾的致嗅阈值为 9.4ppb（受试 9d），对鲈鱼的致嗅阈值为 8.2ppb（10d），对毛蚶的致嗅阈值为 8.90ppb（10d），对文蛤的为 30ppb（9d）。

（3）对海洋大型动物的影响分析

擅长游动、经常变换搁置的大型海洋动物较少受到溢油的影响，但一些需要经常露出水面呼吸的海洋哺乳动物容易遭到水面溢油的袭击。

（4）对鸟类的影响分析

根据国际鸟类救援研究中心研究表明，当鸟类的羽毛被原油覆盖后，会丧失防水和保温功能。冷水浸透皮肤后，鸟类会因体温过低而死亡。同时，鸟类在用嘴清理羽毛时，一旦摄入原油中有毒物质（原油所含的苯和甲苯等有毒化合物），会导致腹泻和脱水等中毒等症状。

综上，该项目营运期内一旦发生溢油泄漏事故，溢油将会对周边海域海洋生物的急性中毒、长期慢性污染产生较大的负面影响。

8.5.5.1 对浮游生物的影响

生活在海水中的浮游生物经常是溢油事故中首当其冲的受到影响，它们是海洋中其他动物的饵料来源，处在海洋食物链的最底层。石油污染会对浮游植物光合成速度产生影响。进入水体的油类较多是主要以油膜形式存在，1t 油可形成 12km² 范围厚约 0.1mm 油膜。这片油膜切断了水下浮游生物需要的光和氧，从而影响浮游生物的细胞分裂和浮游植物的光合作用。另外，油类污染物会对藻类产生直接危害，经一些研究发现，溢油能降低某些藻类对 CO₂ 的吸收，影响其光合作用。另一些研究发现，海水中低浓度的石油烃对藻类的生长可能具有促进作用（如 0.7mg/L 的原油提取液能促进石莼的光合作用

率)。高浓度的石油烃对藻类会产生危害，但抑制作用因藻类种类不同而有差异（吴兴伟，2008）。油类化学毒性还会破坏细胞膜的正常结构，干扰生物体的酶系。分散在海水中的微小乳化的油滴易粘附在浮游动物的附肢，影响其正常行为和生理功能，使受污个体沉降并最终死亡。浮游动物对水中分散的和溶解的石油烃也很敏感。浮游动植物在海洋食物链中占有重要地位，其群落结构、数量特征的变动，直接影响着海洋渔业资源。

8.5.5.2 对鱼类的影响

(1) 对鱼卵与幼鱼损害

溢油事故可能对鱼卵及仔稚鱼有影响。因为多数经济鱼类为浮性卵，它们在表层水域与油污接触的可能性更大，油膜对鱼卵的黏着、渗透等直接影响鱼卵的孵化率及孵化质量。仔稚鱼对油污的反应极其敏感，较小的油污浓度对成年鱼影响不大，但可能引起仔、稚鱼的死亡和畸形。油污染对海洋鱼类胚胎及仔稚鱼的潜在毒性效应见表 8.5-7。随着石油在海水中浓度的升高，各实验胚胎孵化率呈下降趋势，孵化幼苗的畸形率和死亡率呈上升趋势。畸形率和死亡率受影响程度和变化幅度都大于孵化率。

表 8.5-7 油对鱼类胚胎的毒性效应（田立杰，1999）

油浓度 (mg/L)	孵化率 (%)	孵化仔稚鱼死亡率 (%)	孵化仔稚鱼畸形率 (%)
0.00	85.0	4.4	1.5
0.01	84.0	5.0	1.8
0.05	75.0	8.0	2.5
1.00	70.0	15.7	4.1
3.20	60.0	22.7	6.1
5.60	50.1	30.1	20.5
10.00	40.0	67.9	50.0

(2) 对鱼类行为的影响

溢油事故对成体鱼类的影响较小，因为大部分油漂浮在海水表面，而大多数鱼类是在底层或者中层水中生活；另外多数上层鱼能够逃避表面油类的影响游到干净的海域。许多鱼类都有地域性，在某些情况下，鱼类行为可能因油污而改变，可能损害当地的渔业资源。溢油事故发生后，洄游到某地区的鱼类必须重建摄食区和繁殖区。因此，事故发生地渔业资源的恢复，可能需要一定的时间。依赖于季节性迁徙的渔业资源由于油污会改变鱼类的迁徙路线而可能遭到破坏。

8.5.5.3 对甲壳类的影响

突发性溢油污染对甲壳动物的毒性大小不但因生物种类、发育阶段、温度等而有较

大差异，还与原油的种类有关。石油的毒性与其中含有的可溶性芳烃衍生物含量成正比关系，石油在水体中毒性响应大多来自水溶性大的相对低分子量的正烷烃和单环芳香烃。在海洋甲壳类动物中，藤壶对油的抗性最大。有些蟹类很耐油污，沙蟹在生殖期对油的敏感性大于非生殖期。油污水溶性部分对甲壳类幼虫的毒性一般高于成体。通常炼制油的毒性高于原油。

慢性油污对甲壳类动物的影响，受影响环节包括摄食、呼吸、运动、趋化性、蜕皮、酶的活性、生殖、生长以及群落种类组成等。油能降低甲壳类动物的摄食率；高浓度的油对呼吸作用有刺激作用；油污能降低甲壳类动物的运动能力，抑制甲壳类动物的趋化性，降低或阻抑甲壳类动物的生殖行为；延长蜕皮时间，降低生长率等（吴兴伟等，2008）。油膜具有隔氧作用，如果对虾长时间生活在缺氧环境中，由于其对疾病免疫力低下，将可能导致对虾蜕皮后或者蜕皮中死亡。

8.5.5.4 对海洋贝类的影响

油对腹足类动物的亚致死或慢性毒性潜在影响包括麻醉作用、对化学感受器的钝化以及对呼吸和运动等功能的影响。瓣鳃类动物由于有双壳，在遇到油污时能够暂时紧闭双壳度过逆境，因此要使它们在短期内死亡一般需要很高的油浓度。另外如果溢油搁滩，油膜蔓延的滩面上，可能导致幼贝发育不良，产量下降，成年贝类会因沾染油臭而降低市场价值。在潮下带的养殖贝类，也可能会受到严重的油污。滤食性双壳类在摄食时也可能摄入海水中的混浊油分，进入蛤类胃中的乳化油滴可能结合成更大的油滴，并在体内积累，引起某些生理功能障碍，终因胃中油类积累过多不能排泄而死亡。沉积在底质空隙中的高浓度油可能会引起贝类大面积死亡。进入底泥中的油类靠化学降解作用去除可能需数月之久，在此期间，会使贝类幼体或中毒发育不良或窒息死亡，有可能导致沉积环长期影响。

8.6 地质性溢油风险分析与评价

本部分评价内容主要引自建设单位提供的《涠洲 11-4 油田地质性溢油风险分析报告》，主要包括油田地质、油藏工程、油田注水、地质性溢油风险及防范措施等内容。

8.6.1 油田地质特征

略

8.6.2 调整井推荐方案要点

8.6.2.1 J₂I 油组

8.6.2.2 J₂II 油组

8.6.3 地质性溢油风险因素分析

略

8.6.4 地质性溢油风险防范措施

8.6.4.1 钻、完井方案采取的风险防范措施

钻完井作业期间，严格执行《海上钻井作业井控规范》（Q / HS 2028-2010）的相关规定，做好井控预案，发生复杂情况时，严格按照标准进行施工作业，切实保证钻井安全。

严格按照 HSE 体系对固井设计、关键工艺、作业风险等进行分析、交底，针对固井作业进行 JSA 风险分析对潜在风险逐项进行分析、排除。借鉴前期固井作业经验，优化固井作业程序，针对不同井制定详细措施保证固井质量，杜绝发生事故。

根据地质研究结果优化钻井轨迹设计，事先识别并避开延伸到海底或接近海底的地质断层，严格施工设计确保固井质量，管鞋承压能力满足作业要求，必要时挤水泥，后续井段钻井作业过程中严格控制关井压力，防止压漏地层，确保生产井的钻井安全。

生产管柱中均下有井下安全阀与封隔器，可以有效地实现地层与地面的隔离，保障在发生事故时井筒的安全，防止发生溢油事故。

8.6.4.2 注水井采取的风险防范措施

为避免发生地质性溢油事故，建议从如下几个方面进一步加强对生产作业的管理，预防事故的发生：

1. 严格按设计井口压力和设计注水流量进行注水作业；
2. 严格按照标准对油井、注水井的压力、产出和吸水剖面等进行分析，避免地层压力出现异常高压层；
3. 严格按照标准对油井、注水井的压力进行监测；
4. 根据油井的生产能力配注，及时调整配注量，避免出现注入量过大，注入压力

过高的情况；

5. 对注水水质加强监测，保证注水水质达到注水水质标准后回注。
6. 制定注水系统日常作业和监控程序，设置注水压力和流量自动监测报警装置，加强对注水压力和注水量的监测，一旦发现注水压力和流量异常，立即停止注水，避免井底压力大于地层破裂压力，待查明原因并采取相应措施后再恢复注水作业；
7. 加强注水井管理，如注水井酸化、防膨措施，定期洗井，同时改善注水水质。

上述措施将为安全生产提供可靠的保障，对防治安全事故的发生起到切实有效的作用。

8.6.5 结论

综上所述，通过地质条件、油藏工程、钻完井方案等方面的综合分析，本项目施工过程中和后续生产过程中发生地质性油气泄漏事故的可能性不大。在采取严密、适当的安全防范措施后，本项目地质性溢油风险可控。

8.7 环境风险防范对策措施和应急方法

8.7.1 事故防范措施

防止溢油事故发生的最有效的途径就是从工程设计、施工建造和安装以及生产管理上采取有效的防范措施，消除事故隐患，及时制止事故苗头，尽可能避免油气泄漏事故的发生，以防止环境风险溢油事故对海洋环境的污染。

8.7.1.1 设计阶段防范措施

严格按照设计标准进行精心设计，正确地应用设计规范和建造安装规范是油田各系统结构强度、稳性和抗疲劳程度的基本保证。为此，本项目的的设计根据相关的国家法律、法规，采用了相应国内规范、标准以及国际通用规范和标准。实施这些规范和标准可以保证工程设计、建造和安装质量，是确保安全生产的关键步骤。

8.7.1.2 井喷和火灾事故防范措施

为防止钻、完井阶段火灾和井喷事故的发生，油田作业者采取了如下措施：

- 在钻台、钻井液池和钻井液工艺室等场所设置通风系统和烃类气体探测器，自

- 动探测并迅速扩散聚集的烃类气体；
- 油管强度设计采用较高的安全系数；
 - 选择优质封隔器并及时更换损坏元件；
 - 开钻之前制定周密的钻井计划；
 - 配备安全有效的防喷设备以及良好的压井材料、井控设备；
 - 设置消防喷淋系统，关键场所设手提灭火器。

8.7.1.3 生产设施事故防范措施

为确保油田生产阶段的安全生产，油田充分考虑油田各部分的保护措施并提供防火、防爆保护，提供充分的消防设备；精心考虑各部分的合理布放，对危险区采取有效的隔离措施来降低危险程度；对易于发生泄漏的管路全部根据最大压力和最高温度设计，并设置相应的应急关断系统。在生产工艺区装备火焰和气体探测器，以监测工艺流程中的火情和可燃气体浓度，发现异常及时报警。

为防止在供应船卸载燃料油在接受燃料油作业时发生输油软管泄漏，作业者定期对输油软管进行安全检测，对输油软管进行定期保养维护，并制定切实可行的输油作业操作规程，一旦发现输油作业有滴漏现象，应立即停止输油作业，并及时上报，进行应急处理。

8.7.1.4 船舶碰撞事故防范措施

作业者制定了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。

(1) 施工作业期间所有施工船舶须按照规定显示信号。操作人员认真学习《海上避碰规则》，严格遵守航行法规；使用安全航速；配齐必要的助航仪器（海上作业已配备 AIS 船舶防撞系统）。

(2) 施工作业船舶在施工期间加强值班瞭望，充分利用听觉、雷达以及适合当时环境和情况下的一切有效手段，保持不间断瞭望；

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

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

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

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

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

8.7.2 溢油事故应急处理措施

8.7.2.1 制定溢油应急预案

建设单位已按照《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》和《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》的相关规定, 编写了《北部湾涠洲油田群溢油应急计划》并于 2018 年 2 月报国家海洋局南海分局备案(见附件 5), 该溢油应急计划包括涠洲 12-1 油田、涠洲 12-1 油田北块及四井区、涠洲 11-1 油田、涠洲 11-4 油田等整个涠洲油田群的所有油田及涠洲终端。本项目已纳入湛江分公司的整个应急计划中, 建议《北部湾涠洲油田群溢油应急计划》修订后报生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局备案, 同时按照修编后的溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作。

应急计划的主要内容应包括油田作业情况、应急组织体系、溢油风险分析与预防措施、溢油事故的处置、溢油应急力量和溢油应急保障等。

8.7.2.2 应急组织机构

(1) 分公司应急组织机构

应急组织机构由分公司应急领导小组、应急指挥中心(执行组、技术组/专家组、资

金保险组、后勤保障组、秘书组、通讯保障组)、应急值班室、现场应急组织机构(油气田/陆岸终端/库房/作业场所/崖城作业公司应急指挥分中心)、相关单位/公司应急组织机构、相关单位/公司领导、相关专家、应急值班人员组成。见分公司应急组织机构图 8.7-1, 溢油应急联络流程见图 8.7-2。

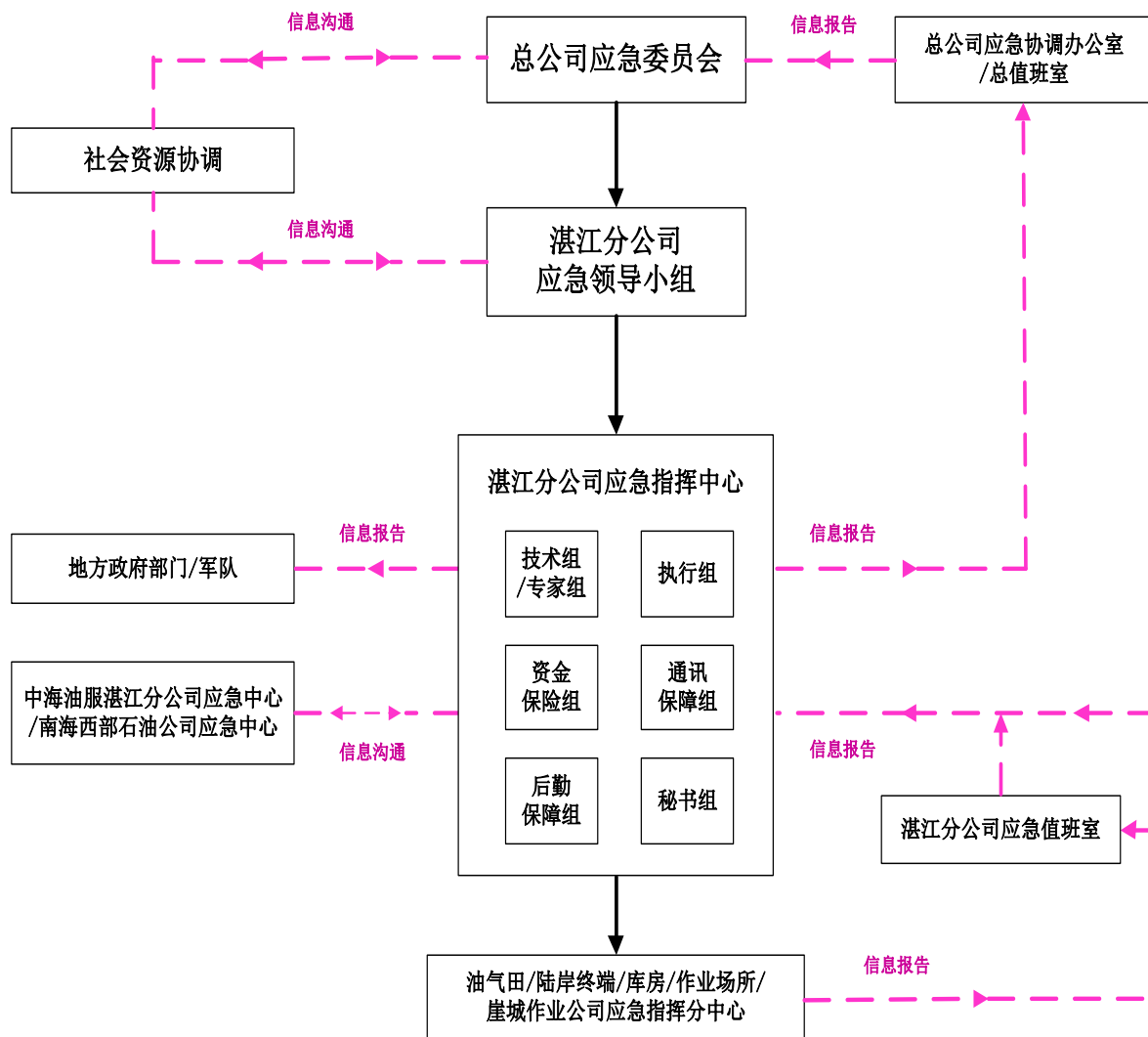


图 8.7-1 分公司应急组织机构

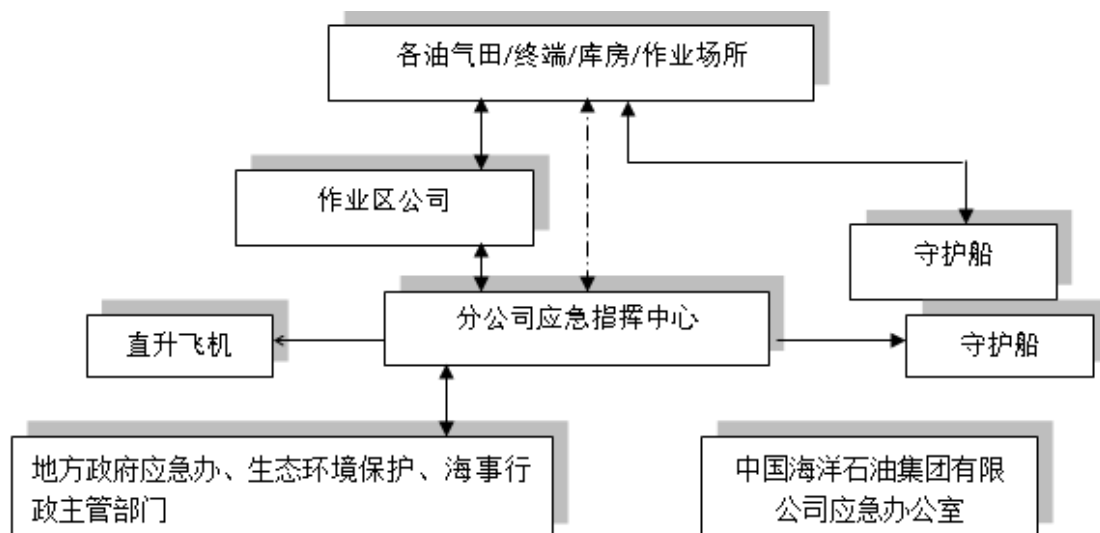


图 8.7-2 溢油应急联络流程图

8.7.2.3 溢油事故的报告

发生溢油事故后，无论大小，均必须尽快按向上级汇报，并在规定时间内向政府主管部门汇报，见图 8.7-3 溢油事故报告程序图。

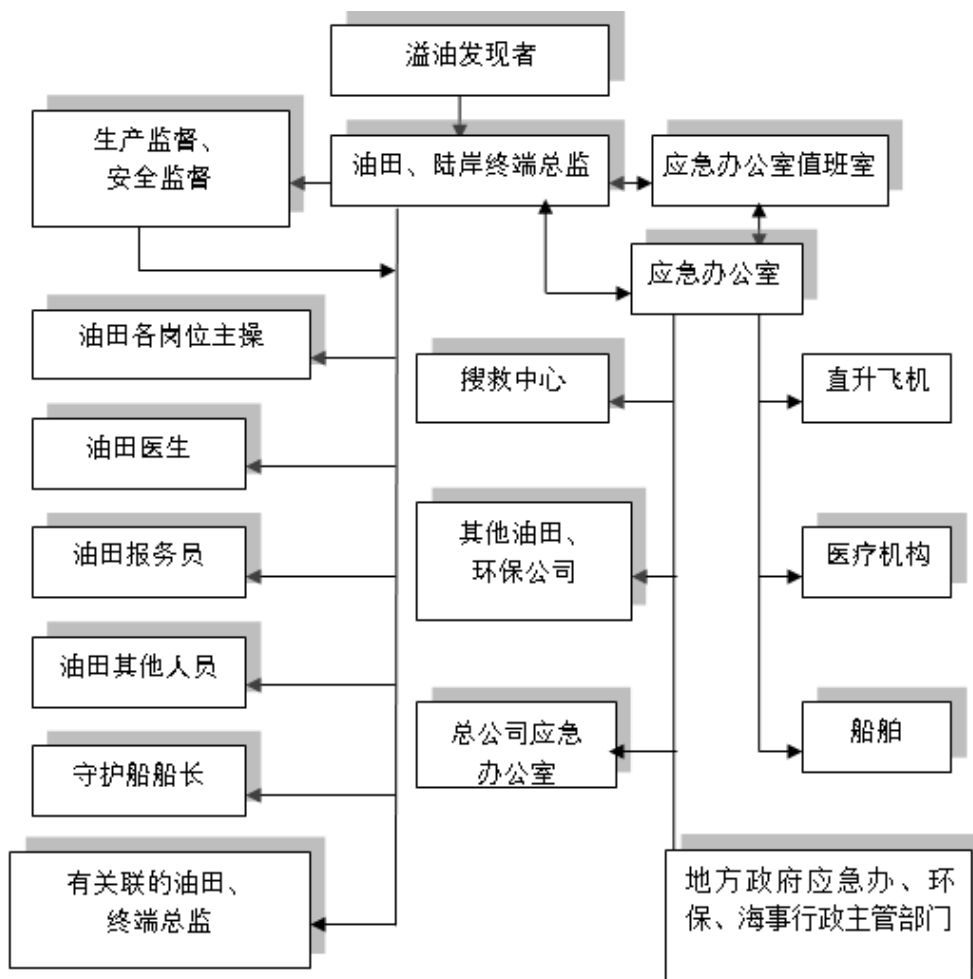


图 8.7-3 溢油应急报告流程

8.7.2.4 溢油反应程序

根据《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》的规定，溢油事故分为特别重大、重大、较大和一般四种类型。

- (1) 特别重大溢油事故，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。

对应《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》中的溢油事故分类，将应急响应设定为 I 级、II 级、III 级和 IV 级四个等级。

“海洋石油勘探开发溢油应急预案”相关内容目前正在修编中，各级事故应急响应启动单位，以正式发布的“海洋石油勘探开发溢油应急预案”内容为准。

根据溢油的类型，建设单位实行溢油事故处理决策分级管理，对滴漏或可以控制的溢油，溢油量在 0.1 吨以下的，启动北部湾涠洲油田群的溢油应急预案，溢油现场处置由各装置主要负责人根据公司的授权进行决策处置，现场应急机构为油气田、终端安全应急执行小组。作业现场应及时将最新情况报告应急指挥中心，取得上级的各种支持。对溢油量在 0.1 吨以上，溢油现场立即报告分公司应急指挥中心，分公司应急指挥中心按分公司溢油应急计划，并由分公司应急指挥中心报总公司及政府相关部门，总公司和海洋主管部门及地方政府根据情况确定是否启动相应应急预案。当发生特别重大或重大溢油事故时，要迅速上报，并根据相关主管部门统一指挥，按照国家重大海上溢油应急处置预案进行相应的溢油应急处理。本项目的作业者将严格按照上述要求执行。

8.7.2.5 海上溢油的处理

根据不同油品特性及不同条件采取相应的溢油处理方法，溢油处理方法很多。针对海上的溢油应急情况可选择一些溢油控制方案，但必须考虑到所需设备、环境因素的影响，因此要注意优先权的选择。通常可选择的措施有围控和机械回收、喷洒化学消油剂等。

(1) 溢油回收条件

根据溢油应急响应普遍经验，在某些特殊天气条件及情况下，溢油围控和机械回收作业无法进行，或会增加潜在危险，这时不建议采取溢油回收作业。此类限制条件和情况包括：

- 海上现场风速达到或超过 6 级；
- 海上现场海浪高度超过 2 米；
- 其它潜在火灾、爆炸等安全因素。

(2) 围控和机械回收

油溢到水面后，自身重力和风、流以及其他因素的作用下会迅速扩散和漂移。因此，溢油应急反应的首要任务是尽快采取有效措施，控制溢油，阻止其进一步扩散和漂移，以减少水域污染范围，减轻污染损害程度。这种将溢油控制在较小范围并阻止其进一步扩散和漂移所采取的措施称为溢油围控。

围油栏对溢油的围控、导流和防范作用，要通过适当的布放形式来实现。在开阔水域布放围油栏，主要采用两船拖带和三船拖带方式，具体还要根据实际情况而定。

① 两船拖带之“J”型

如图 8.7-4 所示，这种形式需要用两艘船。一艘作为主拖船，用于拖带围油栏较短的一端，同时存放所需的回收设备和回收作业人员；另一艘作为辅拖船，用于拖带围油栏较长的一端。围油栏的长度需要 200-400 米。从主拖船至 J 形底部之间围油栏的长度为 20-40 米，撇油器放置在 J 形的底部。围油栏要尽可能紧靠在主拖船的一侧（10-20 米），以便于撇油器或其它回收设备的操作。

为了获得并保持理想的围油栏底部形状，可以通过拉动连接围油栏与船舶之间的绳索，对围油栏底部的形状进行适当的调整。

在进行两船拖带作业时，一般情况下，主拖船为指挥船，主拖船应根据溢油围扫情况及时、准确地向前面的拖船发出指令，拖船应注意随时与主拖船良好的通信联络，严格按照指令及时调整航向和航速，只有这样才能时刻保持良好的 J 型围扫形式，达到理想的溢油回收效果。

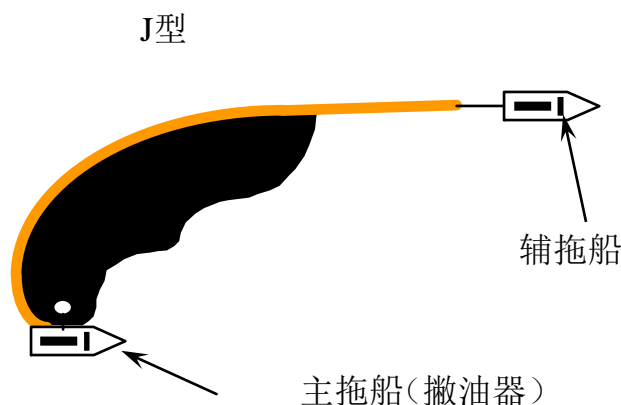


图 8.7-4 “J”型拖带

② 两船拖带之“U”型

如图 8.7-5 所示，U 形拖带由三艘船来完成。拖带时，在前面两艘拖带船同时并进的同时，第三艘船舶则应根据两艘拖船行进的速度，始终处于 U 形的底部外侧，利用撇油器对 U 形底部聚集的油膜进行回收作业。此种形式的围扫作业，回收量较大。

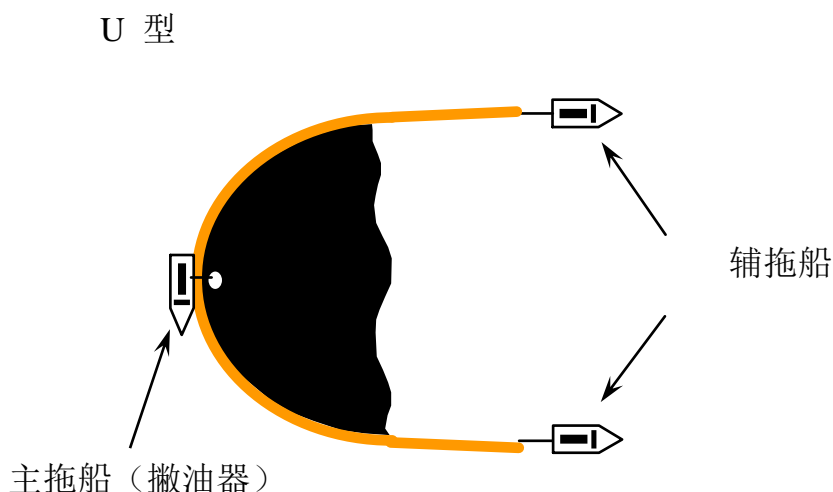


图 8.7-5 “U”型拖带

(3) 喷洒化学消油剂

随着海洋石油勘探开发的不断蓬勃发展，海上溢油事故也逐年递增，化学消油剂作为一种常用的治理溢油污染技术，应用越来越广泛，使用量日益增加。由于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。因此，对于控制消油剂的使用要遵照海洋主管部门相应的法规，以尽可能地防止由于使用消油剂所造成的二次污染。

当海上发生溢油后，一小部分油可以通过波浪的混合作用而自然分散，这个过程是

非常缓慢的。那么，使用化学消油剂可以极大地提高油的自然分散速度，促进了油类的降解，同时，油膜的乳化分散也降低了着火危险，但消油剂并没有改变石油本身的性质，因此它也必然存在负面的影响。

在海上我们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）。

- 发生溢油事故时，作业者应首先考虑回收措施，对少量确实无法回收的溢油，准许使用消油剂。
- 使用消油剂后，企业应主动将时间、地点、用量、使用方式报告海洋主管部门。

8.7.3 溢油风险应急措施有效性分析

8.7.3.1 油田溢油应急能力

涠洲油田群按照有关规定的要求，配备了与油田群开发规模相适应的溢油应急处理资源，各油田配备了溢油分散剂、吸油毡、木糠、喷洒设备，在涠洲终端成立溢油基地，配备有成套的溢油处理资源。租用的守护船也按照海事部门的要求，配备了一定数量溢油分散剂，吸油毡，堵漏工具等。

同时，油田还通过分公司应急中心与分公司范围内各油气田、海总各分公司、政府主管部门及其它社会组织就溢油应急资源形成共享。

(1) 涠洲油田群内部溢油应急资源

涠洲油田群配备的溢油应急设备主要有溢油分散剂、吸油毡、木糠/抹布等，具体配备防溢油物资见表 8.7-1~8.7-3。

表 8.7-1 涠洲油田群各油田配备防溢油物资一览表

装置	溢油分散剂		吸油毡 数量（公斤）	木糠/抹布 （公斤）	溢油喷洒机	
	型号	数量 200 升/桶			型号	数量 （台）
涠洲 11-4 油田	富肯 2 号	2	250	400	光明 psc40	1
涠洲 12-1 油田	富肯 2 号	12	600	1000	FK-PS40	3
涠洲 11-1 油田	富肯 2 号	10	320+1 箱吸油 棉	350	PSC40	2
涠洲 12-8W/6- 12 油田	富肯 2 号	8	252	800	PS-40	2
涠洲 12-2 油田	富肯 2 号	8	80	500	复肯-80	4
涠洲 11-4N B 油 田	富肯 2 号	2	21	400	PSC40	1

表 8.7-2 涠洲终端溢油应急设备一览表

序号	名称	规格型号	数量	单位	存放地点
1	溢油分散剂	富肯 2 号 200 升/桶	50	桶	厂区四平台料棚
2	溢油分散剂	富肯 2 号 20 公斤/桶	100	桶	厂区四平台环保库房
3	吸附材料	羊毛型	2	吨	厂区四平台环保库房
4	圆形吸油拖栏	XTL-Y220	500	米	码头溢油中心库房
5	充气式围油栏 (含卷绕辊)	HRA1500	400	米	码头溢油中心库房
6	充气式围油栏 (含卷绕辊)	HRA2000	600	米	码头溢油中心库房
7	固体浮子式围油栏	HPFZ/900/25	1000	米	码头溢油中心库房
8	沙滩围油栏	WQV600T	400	米	厂区四平台环保库房
9	防火型围油栏	WGT-900	400	米	厂区四平台环保库房
10	动力站	LPP30	1	套	码头溢油中心库房
11	动力站	HPP50	1	套	码头溢油中心库房
12	动力站	HDPP50A	2	套	码头溢油中心库房
13	动力站	HPP50G	1	套	码头溢油中心库房
14	真空撇油器	ZK30	1	套	码头溢油中心库房
15	高压清洗机	HDS1000DE	3	台	码头溢油中心库房
16	多功能撇油器	多功能	1	套	码头溢油中心库房
17	液压驱动槽式轮鼓收油机	MAGNUM200	1	套	码头溢油中心库房
18	多功能收油机	HAF12	1	套	码头溢油中心库房
19	浮式收油机	HBSH30	1	套	码头溢油中心库房
20	消油剂喷洒装置	PS80	2	套	码头溢油中心库房
21	船用喷洒	HDSK40	2	套	码头溢油中心库房
22	空中喷洒	VIKOMA	1	套	厂区四平台环保库房
23	卸载泵	DOP250	1	台	码头溢油中心库房
24	储油囊	FN5	2	套	码头溢油中心库房
25	便携式储油罐	QG5	2	套	码头溢油中心库房
26	液压充气机		2	套	码头溢油中心库房
27	集装箱		9	套	码头溢油中心库房
28	托盘		2	套	码头溢油中心库房
29	金属储油罐	7 方	10	套	厂区四平台环保库房
30	柴油驱动充气机	HIS1000	1	套	码头溢油中心库房
31	液压驱动充气机	HIS300	1	套	码头溢油中心库房
32	应急发电机	KDE6500E	1	套	码头溢油中心库房
33	捞油抄网		50	个	厂区四平台环保库房
34	捞油钩		50	个	厂区四平台环保库房

表 8.7-3 涠洲 11-4NB 油田溢油应急设备一览表

设备名称	型号	数量	存放地点
充气式橡胶围油栏	WQJ2000	400 米	11-4NB 甲板
围油栏动力站	PK1650C2	1 套	11-4NB 甲板
船用喷洒装置	PSC40-WX	2 台	11-4NB 甲板
围油栏拖头	WQJ2000-02	2 套	11-4NB 甲板

设备名称	型号	数量	存放地点
充吸气机	FGY	1 套	11-4NB 甲板
浮动油囊	FN10	2 套	11-4NB 甲板
热水高压清洗机	BCH-1217B	1 套	11-4NB 甲板
手提风机	EB-415	2 套	11-4NB 甲板
转刷/转盘收油机	ZSPS20-01-WX	1 套	11-4NB 甲板
转刷/转盘收油机动力站	ZSPS20-02C-0	1 套	11-4NB 甲板

(2) 湛江分公司溢油应急资源

除涠洲油田群外，在湛江分公司内部有多处可调用的溢油应急资源。具体见表 8.7-4~表 8.7-5。

表 8.7-4 湛江分公司内部溢油应急物资

海南码头公司溢油应急设备及物资				
序号	应急物资名称	型号	数量	存放地点
1	固定浮子式橡胶围油栏	WGJ1100	627m	海南码头
2	转盘式收油机	ZK-10m³/h	1台	海南码头
3	油拖网	TYT-4m³	1套	海南码头
4	吸油毛毡	PP型	1000公斤	海南码头
5	溢油分散剂	浓缩型	1000公斤	海南码头
6	轻便储油罐	10 m³	1套	海南码头
7	溢油分散剂喷洒装置	速度0.19t/h	1套	海南码头
文昌油田群作业公司				
充气式橡胶围油栏	WQJ2000	600米		海洋石油116FPSO货场甲板
充气式围油栏集装箱	WX2000	3套		海洋石油116FPSO货场甲板
围油栏动力站	WQJ2000-00-02	1套		海洋石油116FPSO货场甲板
船用喷洒装置	PSB100	1套		海洋石油116FPSO货场甲板
围油栏拖头	WQJ2000-00-02	2套		海洋石油116FPSO货场甲板
充吸气机	FGC	1套		海洋石油116FPSO货场甲板
浮动油囊	FN10	2套		海洋石油116FPSO货场甲板
高压蒸汽清洗机	HDS 1000DE	1套		海洋石油116FPSO货场甲板
LAMOR浮式收油机	LMS	1套		海洋石油116FPSO货场甲板
轻便型喷洒装置	PS40	5套		海洋石油116FPSO及所属各个井口平台
轻便型喷洒装置	PS40	4套		文昌13-6油田及所属各个井口平台
吸油棉	SPC牌100片/箱	6箱		海洋石油116FPSO库房
吸油棉	SPC牌100片/箱	4箱		文昌13-6油田及所属各个井口平台
溢油分散剂	富肯2号, 200L/桶	12桶		海洋石油116FPSO油料存储区及所属各个井口平台
溢油分散剂	富肯2号, 200L/桶	8桶		文昌13-6油田及所属各个井口平台
桶、铲		60个 60把		海洋石油116库房
抹布		300公斤		海洋石油116库房
木屑		200包		海洋石油116库房
文昌13-1/2油田作业公司				
充气式橡胶围油栏	WQJ1500	2套 (200米/套)		南海奋进号FPSO货场甲板
围油栏动力站	PK1650C	1套		南海奋进号FPSO货场甲板
收油机动力站	ZSPS30-02C	1套		南海奋进号FPSO货场甲板
充气式围油栏拖头	WQJ1500	2套		南海奋进号FPSO货场甲板
转盘/转刷式收油机	ZSPS30	1套		南海奋进号FPSO货场甲板
浮动油囊	FN10	1个		南海奋进号FPSO货场甲板
充吸气机	FGC	1台		南海奋进号FPSO货场甲板
围油栏清洗机	THERM875-1	1台		南海奋进号FPSO货场甲板
木屑		200包		南海奋进号FPSO船舫

吸油毡	龙善牌高效吸油系列	7包, 21kg/包	南海奋进号FPSO船艙
抹布		300kg	南海奋进号FPSO船艙
溢油分散剂	GM-2	8桶,170kg/桶	南海奋进号油料储存区
溢油分散剂	GM-2	4桶,170kg/桶	文昌13-1/2井口各配备2桶
桶、铲		60个、60把	南海奋进号FPSO船艙
崖城13-1气田作业公司			
船载喷洒装置		1套	海洋石油606
喷雾器	X-PERT/4加仑	9	南山终端
喷雾器	2 加仑	2	南山终端
喷雾器	3 加仑	2	南山终端
喷雾器	2 1/4 加仑	18	南山终端
围油栏	6"x12"(30米/节)	420m	南山终端
围油栏	12"x24"	600m	南山终端
围油栏	38"	200m	南山终端
撇油器	CRUCIAL	1台	南山终端
撇油器	Skim-Pak	1台	南山终端
液压吸油泵	CRUCIAL	1台	南山终端
撇油头	Skim-Pak	1台	南山终端
撇油头	CRUCIAL	1台	南山终端
吸油管	2"	2条	南山终端
吸油管	2"	1批	南山终端
柴油机(Manual Start)	带驱动液压泵	1台	南山终端
柴油机(Battery Start)	带驱动液压泵	1台	南山终端
清刷泵	CURICAL	1台	南山终端
布栏机Boom Roller	BR-75*8HM	3套	南山终端
移动式水箱Fast Tank		5	南山终端
吸油粉末	56.6升/袋	200袋	南山终端
吸油垫纸	3M,T-151,17"X19", 200片/袋	30袋	南山终端
沾油丝	12.5米/条	80条	南山终端
吸油栏	2.9米/条	250条	南山终端
吸油栏	3M Petreleum	65条	南山终端
吸油栏	3M POWERSORB	3件	生产平台主甲板
溢油分散剂	富肯-2号(200L)	6桶	生产平台主甲板
溢油分散剂	富肯-2号(200L)	6桶	南山终端2#化学品仓库
溢油分散剂	富肯-2号(200L)	6桶	海洋石油606
防火型围油栏	WGJ-900H, 总高度≥900mm, 最大抗波高1.5米。	200米	南山终端二级堆场
<p>东方作业公司：东方1-1CEP中心平台、东方WHPA平台、东方WHPB平台、东方WHPE平台各配备溢油分散剂2桶，东方WHPF平台配备溢油分散剂1桶，乐东15-1平台、乐东22-1平台各配备溢油分散剂4桶。</p> <p>涠洲作业公司：涠洲11-4A平台、涠洲12-1A平台、涠洲12-1B平台、涠洲12-1PAP平台、涠洲6-8平台、涠洲6-1、涠洲6-9/10平台、涠洲11-1A平台、涠洲11-2A平台、涠洲11-4N、涠洲12-1PUQB平台、涠洲6-12平台、涠洲6-13平台、涠洲12-8W平台、涠洲12-2A平台、涠洲12-2B平台、涠洲11-2B平台、涠洲12-1W平台、涠洲11-4NA平台、涠洲11-4NB平台各配2桶溢油分散剂，涠洲11-1N平台配备溢油分散剂4桶。</p>			

表 8.7-5 海洋石油 255 环保船性能表（南海西部值班）

序号	主要性能	尺度
1	主尺度	75×15.2×7m
2	主机功率	1520KW×4
3	最大航速	15.2kn
4	续航力	8000 海里
5	自持力	30 天
6	溢油回收能力	2×100 m ³ /h
7	溢油/测试井液舱/污水水回收舱容	441.71m ³ +227.06 m ³ (3 号轻柴油舱兼做回收舱)
8	溢油监测	不小于 4.5 公里
9	溢油设备安装形式	舷侧内置式
10	甲板载货面积	459 m ²
11	甲板载货量	600t
12	甲板载荷	5t/m ²
13	消油剂存储舱	每侧喷洒能力 15 方/小时



图 8.7-7 湛江分公司主要溢油应急资源分布图

(3) 外部可协调调用的溢油应急资源

如果湛江分公司内部溢油应急资源不能满足本油田群的溢油应急处理，湛江分公司可从外部协调调用，见表 8.7-6~8.7-11。

表 8.7-6 深圳分公司番禺作业公司配备的溢油应急设备

序号	溢油应急物资	数量	存放地点
1	400 米气胀式围油栏及动力设备	1 套	赤湾基地仓库
2	200 米汉海 QW2000 充气式围油栏及动力设备	1 套	赤湾基地仓库
3	撇油器，额定 40m ³ /h	1 套	赤湾基地仓库
4	汉海 HAF50 多功能撇油器	1 套	赤湾基地仓库
5	汉海 3 方油拖网	1 套	海洋石油 111
6	储油囊	1 套	赤湾基地仓库
7	消油剂喷洒系统	2 臂/每船	南海 221，南海 219，海洋石油 623
8	光明 GM-2 消油剂	每船 4 桶（共 2.72 吨）	南海 221，南海 219，海洋石油 623
9	光明 GM-2 消油剂	6 桶（1.02 吨）	海洋石油 111
10	光明 GM-2 消油剂	8 桶（1.36 吨）	陆地库房
11	吸油棉(毡)	500 张	平台/海洋石油 111
12	吸油围栏	>30 米	平台/海洋石油 111

表 8.7-7 深圳分公司流花作业区可动用的溢油应急设备

序号	溢油应急物资	单位	数量	存放地点
1	GM-2 消油剂	桶/（1.02 吨）	6	“南海胜利” FPSO
2	围油栏	条	10	“南海挑战” FPS
3	吸油毡	包（100 片）	12	“南海挑战” FPS
4	围油栏	6 英寸×10 英尺	10	“南海挑战” FPS
5	吸附剂 C	25 磅/袋	30	“南海挑战” FPS
6	泵*Wilden 双膜片泵（气动操作）	1-1/2 英寸，泵出口带快速接头	2	“南海挑战” FPS
7	空气软管	3/4 英寸×100 英尺，带快速接头	2	“南海挑战” FPS
8	经化学处理的吸入/排放软管	1-1/2 英寸×25 英尺，带快速接头	10	“南海挑战” FPS
9	去油污剂（55 加仑/桶）	生物可降解	1	“南海挑战” FPS
10	GM-2 消油剂	200 升/桶	10	“南海挑战” FPS
11	喷射器	1-1/2 英寸 带吸入软管	3	“南海挑战” FPS
12	橡皮刮板	2 英尺橡皮边 5 英尺木手柄	12	“南海挑战” FPS
13	水瓢（塑料）	5 英尺木手柄（可拆掉）	12	“南海挑战” FPS
14	拖把（22 盎司）	5 英尺木手柄	12	“南海挑战” FPS
15	长柄阔扫帚（硬猪鬃）	5 英尺木手柄	12	“南海挑战” FPS
16	扫把		12	“南海挑战” FPS

序号	溢油应急物资	单位	数量	存放地点
17	铁锹		6	“南海挑战” FPS
18	空桶（55 加仑）	顶盖可打开附带扣件	3	“南海挑战” FPS
19	塑料袋	最小 30 加仑容量		“南海挑战” FPS
20	提桶（塑料）	5 加仑 容量	12	“南海挑战” FPS
21	漏斗	大	1	“南海挑战” FPS
22	抹布	50 磅 包/箱	3	“南海挑战” FPS
23	工具箱	小型手工工具	2	“南海挑战” FPS
24	手套	橡胶	12	“南海挑战” FPS
25	洗手剂（1 加仑装）	（Go Jo）同等类型	2	“南海挑战” FPS

表 8.7-8 深圳分公司陆丰作业区可动用的溢油应急设备

序号	溢油应急物资	数量	存放地点
1	背包式消油剂喷雾器(4.5 加仑聚乙烯罐) 型号: Petro Boom L 105 DSE-M-9315H	2 套	“南海盛开” (FSOU)
2	“双象牌”消油剂	3 桶	守护船
		5 桶	“南海盛开” FSOU
		5 桶	LF13-1 平台
		5 桶	LF13-2 DPP 平台
3	吸油毡	若干	LF13-2 DPP 平台
4	捞油网	5 把	LF13-2 DPP 平台
5	铁锹	20 把	LF13-2 DPP 平台

表 8.7-9 深圳分公司西江作业区可动用的溢油应急设备

序号	溢油应急物资	数量	存放地点
1	充气式围油栏（青岛光明/ WQJ2000）	400M	海洋石油 115FPSO
2	侧挂式收油机（劳模/ LCS-4C/收油能力：80m³/h）	1 套	海洋石油 115FPSO
3	刷式撇油器（劳模/ MINIMAX60/收油能力：60m³/h）	1 套	海洋石油 115FPSO
4	喷洒装置（青岛光明/ PSB100/喷洒速度：100 升/分钟）	1 套	海洋石油 115FPSO
5	溢油分散剂（青岛光明/ GM-2）	10 桶	海洋石油 115FPSO
6	浮式储油囊（青岛光明/ FN10/存储 10m³）	2 套	海洋石油 115FPSO
7	吸油毛毡	200kg	海洋石油 115FPSO
8	收油网（青岛华海/ SW-WQJ2000）	1 套	海洋石油 115FPSO
9	高温高压清洗机（青岛华海/ HDS1000DE）	1 套	海洋石油 115FPSO

表 8.7-10 深圳分公司珠海终端可动用的溢油应急设备

序号	溢油应急物资	数量	存放地点
1	PSB40 喷洒装置（喷洒能力 2.4t/h）,GM2 消油剂 1 吨	1 套	终端仓库
2	MINIMAX12 撇油器（收油能力 12m³/h）	1 套	终端仓库
3	ZSY5 收油机（收油能力 5m³/h）	1 套	终端仓库

4	QG5 轻便式储油囊 (储油能力 5m ³)	1 套	终端仓库
5	FN10 浮式储油囊(储油能力 10m ³)/EB-415 充气机 (2.17KW/7500R/MIN)	1 个/1 台	终端仓库
6	P125-55 吸油毛毡	500 公斤	终端仓库
7	PP2 吸油毛毡	437.5 公斤	终端仓库
8	XPL-Y-220 吸油拖栏(吸油能力 22KG/M)	200 米	终端仓库
9	XTL-Y250 吸油拖栏	60 米	终端仓库
10	围油拖栏 (Φ20cm,2 米/条)	96 米	终端仓库
11	吸油毯 (86cmX48cm)	10 卷	终端仓库
12	TM58 吸油垫 (100 片/箱)	10 箱	终端仓库
13	GWJ900 固体浮子式橡胶围油栏	240 米	终端仓库
14	GFW1000 型固体浮子式橡胶围油栏 23 节 [干舷 0.38m, 吃水 0.56m]	460 米	终端仓库

表 8.7-11 深圳分公司基地可动用的溢油应急设备

序号	溢油应急物资	数量	存放地点
1	Vikoma 撇油器 (67 立方米/小时)	1 套	赤湾 F3 外场
2	QW2000 围油栏 200 米;	2 套	赤湾 F3 外场
3	吸油毛毡	12 包 (300 公斤)	海上设施
4	吸油毛毡	4 包 (100 公斤)	库房
5	GM-2 消油剂	19 桶 (3.23 吨)	库房
		每船 4 桶(共 1.36 吨)	南海 205、华镇号

8.7.3.2 应急响应时间可行性分析

1、涠洲油田群内部溢油应急资源响应时间

表 8.7-12 溢油应急设备到达涠洲油田溢油应急现场时间一览表

起点	终点	距离 (海里)	动员、装船时 间 (小时)	航行时间 (小时)	到达溢油现场 时间 (小时)
涠洲 11-4 油田	溢油现场	0	2	0	2.0
涠洲 12-1 油田	溢油现场	11	2	1.0	3.0
涠洲 11-1 油田	溢油现场	7	2	0.6	2.6
涠洲 12-8W/6-12 油 田	溢油现场	14	2	1.0	3.0
涠洲 12-2 油田	溢油现场	11	2	1.0	3.0
涠洲 11-4N B 油田	溢油现场	6	2	0.5	2.5
涠洲终端	溢油现场	32	1	2.5	3.5

2、湛江分公司溢油应急资源响应时间

表 8.7-13 溢油应急设备到达涠洲油田溢油应急现场时间一览表

起点	终点	距离 (海里)	吊装时间 (小时)	航行时间 (小时)	到达溢油现场 时间 (小时)
海南码头	溢油现场	87	2	7.5	9.5
海洋石油 116 FPSO	溢油现场	231	2	20	22
南海奋进号 FPSO	溢油现场	210	2	18	20
南山终端	溢油现场	175	2	15	17
海洋石油 255 环保船	溢油现场	/	/	/	0.5~1

3、外部可协调调用的溢油应急资源响应时间

(1) 直升飞机

海洋直升飞机和民航直升机在湛江有基地，应急时，机组人员的动员时间不超过 1 小时，飞机到达溢油气事故现场不超过 2 小时。

(2) 船舶

湛江基地到涠洲油田 188 海里左右，一般需航行 18 小时左右，加上 2 小时的吊装设备时间，到达溢油事故现场的反应时间约为 20 小时。

深圳到涠洲油田约 240 海里，从深圳动员溢油回收设备需要 2 小时，航行时间约 24 小时，到达溢油事故现场的反应时间约为 26 小时。

文昌 13-1/2 油田、文昌 19-1/15-1/14-3/8-3 油田距涠洲油田约 220 海里，一般航行需要 20 小时，加上吊装设备 2 小时 h，则应急时间需要 22 小时。

崖 13-1 气田距涠洲油田约 200 海里，一般航行需要 18 小时，加上吊装设备的准备 2 小时，则应急时间需要 20 小时。

表 8.7-14 溢油应急设备到达涠洲油田溢油应急现场时间一览表

起点	终点	距离 (海里)	吊装时间 (小时)	航行时间 (小时)	到达溢油现 场时间 (小时)	交通工具
湛江基地	溢油现场	188	2	18	20	船舶
文昌油田	溢油现场	220	2	20	22	船舶
崖 13-1 气田	溢油现场	200	2	18	20	船舶
深圳分公司	溢油现场	240	2	24	26	船舶
湛江基地	溢油现场	-	1	1	2	飞机

8.7.3.3 涠洲 11-4 油田溢油设施应急能力估算

本项目最大可信事故溢油量为 145t。由于目前尚未发布油田的溢油应急能力评估方

法，因此，本项目参照《船舶溢油应急能力评估导则》（JT/T 877-2013）进行溢油能力的计算。

(1) 围控与防护能力

①收油作业配套的围油栏数量

$$L_2 = D \times 100$$

式中： D ——收油系统数量。本项目收油系统数量取 1。

经过计算，收油作业配套的围油栏数量 L_2 为 100m。

②导流配套的围油栏数量

$$L_3 = U \times N_2$$

式中： U ——一组围油栏的长度，单位为米（m）；本项目一组围油栏的长度取 200m；

N_2 ——所需导流的围油栏的组数；本项目取 1。

经过计算，导流配套的围油栏数量 L_3 为 200m。

③防护配套的围油栏数量

$$L_4 = (L_2 + L_3) \times \varphi$$

式中： φ ——加权系数，取值区间为 0.2~0.5。环境敏感度越高，取值越大。本项目距离北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区较近，环境敏感度较高，因此 φ 取 0.5。

经过计算，防护配套的围油栏数量 L_4 为 150m。

④围油栏数量

围油栏数量的计算公式按下式进行：

$$L = L_2 + L_3 + L_4$$

式中： L ——围油栏的总数量，单位为米（m）；

L_2 ——收油作业配套的围油栏数量，单位为米（m）；

L_3 ——导流配套的围油栏数量，单位为米（m）；

L_4 ——防护配套的围油栏数量，单位为米（m）。

经过计算，本项目围油栏数量为 450m。

(2) 回收与清除能力

①机械回收能力

机械回收能力按下式进行：

$$E=T \times P_1 \div [\rho \times \alpha \times Y \times 6 \times (1-\varphi_1)]$$

式中： E ——收油机回收速率，单位为立方米每小时（ m^3/h ）；

T ——总溢油量，单位为吨（ t ）；本项目总溢油量取 145t；

P_1 ——机械回收量占总溢油量的比例（%），取值区间为 40%~60%；本项目取 50%；

ρ ——回收油水混合物密度，单位为吨每立方米（ t/m^3 ）；本项目取 $0.93t/m^3$ ；

α ——收油机实际收油速率占标定收油速率的比例（%），本项目 α 取值 7%；

Y ——作业天数，单位为天（ d ），沿海取 3d；本项目位于沿海，取 3d；

6 ——每天工作时间，单位为小时（ h ）；

φ_1 ——富余量，取 20%。

经过计算，收油机回收速率为 $77.5m^3/h$ 。

③ 临时储存能力

一般情况下，临时储存能力应满足收油机工作 12h 回收的油水混合物储存需求，则本项目临时能力应至少为 $930m^3$ 。

③ 溢油分散剂喷洒能力

1、溢油分散剂配备数量

溢油分散剂配备数量按下式进行计算：

$$G=T \times 10^3 \times P_2 \times R$$

式中： G ——需喷洒的溢油分散剂数量，单位为千克（ kg ）；

T ——总溢油量，单位为吨（ t ）；本项目总溢油量取 145t；

P_2 ——溢油分散剂处理溢油数量占总溢油量的比例（%），取 30%；

R ——溢油分散剂与油的用量配比，常规型分散剂取值为 0.3~1，浓缩型分散剂取值为 0.1~0.2。本项目消油剂属于常规型分散剂，取值为 0.6。

经过计算，需喷洒的溢油分散剂数量为 26100kg（26.1t）。

2、溢油分散剂喷洒装置

溢油分散剂喷洒装置喷洒速率按下式进行计算：

$$V=G \div \rho_1 \div Y \div 6 \div 60$$

式中： V ——溢油分散剂喷洒装置喷洒速率，单位为升每分钟（ L/min ）；

G ——需喷洒的溢油分散剂数量，单位为千克（ kg ）；本项目为 26100kg；

ρ_1 ——溢油分散剂密度，单位为千克每升（ kg/L ）；本项目溢油分散剂密度

取 0.88t/m^3 (即为 0.88kg/L) ;

Y ——作业天数, 单位为天 (d), 沿海取 3d; 本项目位于沿海, 取 3d;

6 ——每天作业时间, 单位为小时 (h)。

经过计算, 溢油分散剂喷洒装置喷洒速率为 27.5L/min 。

④吸收吸附能力

吸收吸附材料数量按下式进行计算:

$$I=T \times P_3 \div (J \times K \times \varphi_1)$$

式中: I ——吸收吸附材料数量, 单位为吨 (t);

T ——总溢油量, 单位为吨 (t); 本项目总溢油量取 145 t;

P_3 ——吸收吸附回收量占总溢油量的比例 (%), 取值区间为 20%~30%; 本项目取 20%;

J ——吸收吸附倍数; 吸油毡的吸油量一般可达自重的 10 倍, 本项目取 10;

K ——油保持率 (%); 本项目取 85%;

φ_1 ——吸收吸附加权系数, 取 0.3。

经过计算, 吸收吸附材料数量为 11.4t。

(2) 应急设备数量

根据预测结果, 不利风向溢油抵达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区的最短时间为 3.5h。在溢油抵达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区前可以到达的溢油应急物资包括涠洲油田群内部和海洋石油 255 环保船溢油应急资源。湛江分公司溢油应急物资可在 22h 内到达溢油位置。外部可协调调用的溢油应急物资可在 26h 内到达溢油位置。

① 围油栏: 涠洲油田群内部和海洋石油 255 环保船超过 3200m。湛江分公司内部 3047m。外部可协调调用物资超过 1200m。

② 机械回收能力: 涠洲油田群内部有 4 套收油机或撇油器, 溢油回收能力 $72\text{m}^3/\text{h}$; 海洋石油 255 环保船, 溢油回收能为 $200\text{m}^3/\text{h}$; 收油机和专用溢油回收船舶的回收能力超过 $272\text{m}^3/\text{h}$ 。湛江分公司内部收油机 3 套, 撇油器 2 套, 回收能力超过 $10\text{m}^3/\text{h}$ 。外部可协调调用物资回收能力超过 $264\text{m}^3/\text{h}$ 。

③ 临时储油能力: 涠洲油田群内部储油囊 16 个, 共计 110m^3 ; 环保船的储罐舱容共计 668.77m^3 ; 临时储油能力合计 778.77m^3 。湛江分公司内部储油囊 40m^3 。外部可协调调用物资储油囊 25m^3 。

④ 消油剂：涠洲油田群内部共计 20.4t。湛江分公司内部共 10.64t+61 桶。外部可协调调用物资共 13.71t+28 桶。

⑤ 消油剂喷洒装置：涠洲油田群内部共计 920 L/min。海洋石油 255 环保船每侧喷洒能力 250 L/min。湛江分公司内部共 363.27 L/min。外部可协调调用物资共 140 L/min +5 套。

⑥ 吸收吸附能力：涠洲油田群内部共计吸油毡 3.52t+木糠/抹布 3.45t+吸油棉 1 箱。湛江分公司内部吸油毡 1.14 t+吸油棉 10 箱+吸油栏 929m。外部可协调调用物资共有吸油棉 1.24t+吸油棉 2250 片。

通过 8.8.3.3 节应急能力估算，本项目最大溢油量 145 t 溢油，在溢油抵达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区前可以到达的溢油应急物资为涠洲油田群内部和海洋石油 255 环保船溢油应急资源，9.5~22h 可以到达的湛江分公司内部应急资源，26h 可以到达的外部可协调调用应急资源，符合性分析见表 8.7-15。因此，溢油应急响应时间小于溢油抵达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区的时间，且可到达的溢油应急设备量可以满足本项目溢油应急能力的要求。

表 8.7-15 WZ11-4 油田现有应急能力符合性分析

序号	溢油规模	溢油应急能力估算		涠洲油田群内部和海洋石油 255 环保船溢油应急资源	湛江分公司内部应急资源	外部可协调调用应急资源	合计	是否满足本项目溢油应急能力要求
1	145t	围油栏	450m	3200m	3047m	1200m	7447m	可以满足要求
2		机械回收能力	77.5m ³ /h	>272m ³ /h	>10 m ³ /h	264 m ³ /h	>546 m ³ /h	
3		临时储存能力	930m ³	778.77m ³	40 m ³	25 m ³	853.77 m ³	
4		溢油分散剂	26.1t	>20.4t	10.64t+61 桶	13.71t+28 桶	>44.75t+89 桶	
5		溢油分散剂喷洒装置	27.5L/min	>1170L/min	363.27 L/min	140 L/min +5 套	>1673.27 L/min +5 套	
6		吸收吸附能力	11.4t	3.52t+木糠/抹布 3.45t+吸油棉 1 箱	1.14 t+吸油棉 10 箱+吸油栏 929m	1.24t+吸油棉 2250 片	5.90t+木糠/抹布 3.45t+吸油棉 11 箱+吸油栏 929m+吸油棉 2250 片	

注：各种溢油应急资源协同作业。

8.7.3.4 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，涠洲 11-4 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。

c、岸线清理作业：保护敏感区域的同时，做好进行海岸线清理作业的准备。围控或导引措施不一定能完全阻止溢油抵达岸线，因此基地必须配备岸线清理设备，并在接到预警后半小时内做好岸线清理的准备工作。万一溢油抵达岸线立即开展清理工作，减小影响程度，降低损失。

(3) 注意事项

不宜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，油田周围敏感区尽量不进行消油剂喷洒作业。

8.8 风险结论

本次评价识别出来的环境风险类型包括井涌或井喷、平台火灾、船舶碰撞泄漏事故。本项目最大可信事故为施工期船舶碰撞溢油事故。选取了不利的溢油位置作为溢油点进行了模拟预测，溢油量最大为 145t。

根据预测结果分析，不利风向溢油抵达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区的最短时间为 3.5h，抵达南海北部幼鱼繁育场保护区的最短时间为 7.0h，抵达二长棘鲷幼鱼保护区的最短时间为 11.0h，抵达广西涠洲岛珊瑚礁保护区限制类红

线区的最短时间为 20.0h，抵达其它敏感区的时间均在 20.0h 以上。同时，由于本工程还位于北部湾绯鲤类产卵场、北部湾二长棘鲷产卵场，一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施，原油将即刻抵达该敏感目标，并对其造成不利影响。

根据应急响应时间分析，涠洲油田群内部和海洋石油 255 环保船溢油应急力量在 3.5h 内均可到达溢油点，湛江分公司内部溢油应急力量 9.5~22h 可以到达溢油点，深圳分公司溢油应急力量 26h 可以到达溢油点，并陆续进行溢油回收作业。参照《船舶溢油应急能力评估导则》(JT/T 877-2013) 进行溢油能力的计算，目前可利用的溢油应急设备量可以满足本项目最大溢油量 145 t 的溢油应急能力的要求。

建设单位已按照《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》和《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》的相关规定，编写了《北部湾涠洲油田群溢油应急计划》并于 2018 年 2 月取得备案，本项目的工程内容已包含在该溢油应急计划中。建设单位应当按照《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》修编溢油应急计划，并将修编后的溢油应急计划上报相关主管部门备案，同时按照修编后的溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作。

9 清洁生产

清洁生产是实现经济和环境协调持续发展的一 要措施，清洁生产的目标就是增效、 耗、节能、减污，由单纯的末端治理向生产全 程贯彻，从而实现清洁生产之目的。清洁生产总的可以概括为： 用清洁的能源和原材料， 清洁的生产 程，制出清洁的产品。因此，油田开发工程基于此目的，在设计上 用先 的工艺技术，科学管理，在生产全 程中 取各种措施以确保清洁生产的严格执行。涠洲 11-4 油田 目在贯彻清洁生产原则的基础上，在设计上 用先 的工艺技术，在管理上制定明确的规章制度，在生产全 程中 取各种措施以确保清洁生产的严格执行。

9.1 建设 目清洁生产内容与符合性分析

9.1.1 施工过程中采取的清洁生产与污染防治措施

(1) 井作业 程中， 用水基 井液，并 循环使用减少 井液的使用 和排放 ，从而 低 井液排放对海水水质、海底沉积物及海洋生态的影响。

(2) 对于 井、安装、原油生产及外 作业，制定有严格的安全环保作业规程，并严格 守。

(3) 施工 程中产生的生活垃圾（ 船舶 品废弃物）、生产垃圾及不符合排放标准的含油 井液和含油 屑等禁止排入海中。

由此可以看出，在工程建设 段，本 目 用水基 井液，并 循环利用井液以减少污染物的排放 ；同时，本 目施工期产生的污染物均得到妥善处置，用严格的安全环保作业规程来保证生产安全 行， 免污染环境事故的发生，从而 到清洁生产的目的。

9.1.2 生产过程中采取的清洁生产与污染防治措施

(1) 用先 的工艺及技术 线

本 目生产 程中的生产物流处理 用自动化控制程度 的全密 工艺流程，所用的技术和设备均为国内外先 和成熟的技术和设备。在原油生产工艺系统中的主要设备和管线处均设置了相应的压力、温度和液位安全保护装置，如在井口装置、生产管

汇上安装了低压传感器和压力安全 ， 免由于压力、液位和温度异常产生的事故 患。工程设置了自动报警及相应的设备单元关断、生产系统关断和全 关断等不同级别的紧急关断系统。一旦出现 ，可根据不同事故的级别自动启动相应级别的紧急关断系统，将潜在危害和损失 至最低程度，从而保证油田生产 程的 利 行。

(2) 设置污染物收 处理系统，减污及消 冒滴漏

WZ11-4WHPA、WZ11-4WHPB平台设有开式/ 式排放系统，用于收 设备及作业区甲板冲洗水、初期 水以及带压装置可能渗漏的液体或其它含油污水。开式/ 式排放系统收 的油污可 到生产分离器 行 一步回收处理， 到清洁生产的目的。

(3) 营期污染物均得到妥善处置

生活垃圾和生产垃圾等禁止排入海中，分类收 后 回 地，按照《中华人民共和国固体废物污染环境 治法》的要求 行回收利用或处理/处置。生活污水经生活污水处理装置处理 标后排海。含油生产水经处理合格排海或注入地层， 免含油生产水排放 成环境污染，实现清洁生产。

9.1.3 生产管理中的清洁生产措施

在原油生产 程中，对于各 操作均有明确的作业规程，同时 制定了严格的环境保护及管理制度，并设置专人、专岗 行监督和管理，以确保环境保护制度落到实处。以上 些措施规范了生产作业活动，尽最大可能 免危害环境的事件发生。 些措施主要包括：

(1) 实行环境保护会议制度

定期举行安全环保会议，对生产中发现的环保 ，研究整改措施，提出工作要求。

(2) 油田安全管理

贯彻执行国家相关的环境保护法规和标准，并且在日常生产时对平台上的生产设施 行巡视和检查，定期对生产设备、探测报警及紧急关断设备 行检查维护。安全监督对临时登临平台的人员 行安全环保教育。

(3) 定期对生产设备、探测报警及紧急关断设备 行检查和维护。

9.2 建设 目清洁生产评价

本工程清洁生产指标分析参考《石油和天然气开 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 水平的“清洁生产先 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 业建设 目清洁生产分析指标主要包括生产技术特征指标、资源能源消耗指标、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 评价与定性要求两大 分。定 指标和定性指标分为一级指标和二级指标：一级指标为普 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 具有代表性的、易于评价考核的指标。 对比本 目各 指标的实 到值、评价基准值和指标的权 值，经 计算和评分，综合考评企业的清洁生产水平。

本 目 井作业和 油作业的清洁生产指标分别见表 9.2-1 和表 9.2-2。由表 9.2-1 和表 9.2-2 可知，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 行定 和定性评价，本次评价的 井作业和 油作业的清洁生产综合评价指数 P 均大于 90，表明其清洁生产水平均可代表国内先 水平，即属“清洁生产先 企业”。

表 9.9-1 清洁生产评价指标及涠洲 11-4 油田开发工程清洁生产执行情况（井作业）

定 指标*						本 目 井作业评价		
一级指标	权 值	二级指标	单 位	权 值（修正值 K _i ）	评价基准值 (S _{oi})	本 目实 值 (S _{xi})	单 评价指 数 (S _i)	定 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 积	m ²	30	符合行业标 准要求	符合行业标 准要求	1	95
(2) 生产技术特征指标	5	固井质 合格率	%	5	≥95	≥95	1	
(3) 资源综合利用 指标	30	井液循 环率	井深 3000m 以 上	15	≥60%	≥60%	1	
		污油回收 率	%	15	≥90	≥90	1	
(4) 污染物产生指 标	35	石油类	mg/L	10	≤15	≤15	1	
		COD	mg/L	10	≤300	≤300	1	
		废弃 井 液	m ³ /100m 标准 尺	15	≤10	14.4	1	
定性指标*								
一级指标	权 值	二级指标			指标分值	本 目实 值 (F _i)	定性评价指标的考核总分值 (P ₂)	
(1) 资源与能源消耗指标	15	井液 毒性	可生物 解或无毒 井液		15	15	100	
(2) 生产技术特征 指标	30	井设备	国内 先		5	5		
		压力平衡 技术	具备欠平衡技术		5	5		
		井液收 设施	有收 设施，且使 井液不落地		5	5		
		固控设备	备振动筛、 气器、 泥器、 砂器、		5	5		

		离心机固控设备		
		井控措施	具备	5 5
		有无噪声措施	有	5 5
(3) 环境管理体系建设	35	建立 HSE 管理体系	20	20
		制订节能减排工作计划	15	15
(4) 贯彻执行环境保护法规的符合性	20	废弃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): $P=0.6P_1+0.4P_2$; 其中		$P_1 = \sum_{i=1}^n S_i \times K_i$; $P_2 = \sum_{i=1}^n F_i$	P=97	
清洁生产等级评定: $P \geq 90$ (清洁生产先 企业); $75 \leq P < 90$ (清洁生产企业)			本 目 井作业评定为: 清洁生产先 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 S_{xi} 和评价基准值 S_{oi} 进行单项评价指数计算：对指标数值越高（大）越符合清洁生产要求的指标，单项评价指数（S_i）计算公式为 $S_i = S_{xi}/S_{oi}$ ；对于指标数值越低（小）越符合清洁生产要求的指标，单项评价指数（S_i）计算公式为 $S_i = S_{oi}/S_{xi}$ 。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为： $P_2 = \sum_{i=1}^n F_i$ 企业清洁生产综合评价指数的计算公式为： $P=0.6P_1+0.4P_2$ ；下同。

表 9.2-2 清洁生产评价指标及涇洲 11-4 油田开发工程清洁生产执行情况

定 指标					本 目 油作业评价			
一级指标	权 值	二级指标	单位	权 值 (K _i)	评价基准值 (S _{oi})	本 目实 值 (S _{xi})	单 评价指 数 (S _i)	定 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 出 液	30	≤65	32.82	2.0	97
(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	≤30	≤30mg/L	1	
		COD	mg/L	5	≤300	≤300	1	
		落地原油回收率	%	10	100	100	1	
		油废水有效利用率	%	10	≥60	0	0	
		油井伴生气外排率	%	10	≤20	100	0.2	
定性指标								
一级指标	权 值	二级指标		指标分值	本 目实 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	井筒设施完好	5	5	100		
		油	套管气回收装置	10	10			
			止落地原油产生措施	10	10			
		油方式	油方式经 综合评价确 定	10	10			
流程	全密 流程,并具有 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 认证		23.33	23.33			
		制订节能减排工作计划		11.67	11.67			

定 指标				本 目 油作业评价	
(3) 贯彻执行环境保护法规的符合性	20	建设 目环保“三同时”制度执行情况	6.67	6.67	
		建设 目环境影响评价制度执行情况	6.67	6.67	
		污染物排放总 控制与减排指标完成情况	6.67	6.67	
本 目清洁生产综合评价指数 (P): $P=0.6P_1+0.4P_2$; 其中		$P_1 = \sum_{i=1}^n S_i \times K_i; \quad P_2 = \sum_{i=1}^n F_i$		P=98.2	
清洁生产等级评定: $P \geq 90$ (清洁生产先 企业); $75 \leq P < 90$ (清洁生产企业)				本 目 油作业评定为: 清洁生产先 企业 (P≥90)	

9 清洁生产

清洁生产是实现经济和环境协调持续发展的一项重要措施，清洁生产的目标就是增效、降耗、节能、减污，由单纯的末端治理向生产全过程贯彻，从而实现清洁生产之目的。清洁生产总的可以概括为：采用清洁的能源和原材料，通过清洁的生产过程，制造出清洁的产品。因此，油田开发工程基于此目的，在设计上采用先进的工艺技术，科学管理，在生产全过程中采取各种措施以确保清洁生产的严格执行。涠洲 11-4 油田项目在贯彻清洁生产原则的基础上，在设计上采用先进的工艺技术，在管理上制定明确的规章制度，在生产全过程中采取各种措施以确保清洁生产的严格执行。

9.1 建设项目清洁生产内容与符合性分析

9.1.1 施工过程中采取的清洁生产与污染防治措施

(1) 钻井作业过程中，采用水基钻井液，并通过循环使用减少钻井液的使用量和排放量，从而降低钻井液排放对海水水质、海底沉积物及海洋生态的影响。

(2) 对于钻井、安装、原油生产及外输作业，制定有严格的安全环保作业规程，并严格遵守。

(3) 施工过程中产生的生活垃圾（除船舶食品废弃物）、生产垃圾及不符合排放标准的含油钻井液和含油钻屑等禁止排入海中。

由此可以看出，在工程建设阶段，本项目通过采用水基钻井液，并通过循环利用钻井液以减少污染物的排放量；同时，本项目施工期产生的污染物均得到妥善处置，用严格的安全环保作业规程来保证生产安全进行，避免污染环境事故的发生，从而达到清洁生产的目的。

9.1.2 生产过程中采取的清洁生产与污染防治措施

(1) 采用先进的工艺及技术路线

本项目生产过程中的生产物流处理采用自动化控制程度较高的全密闭工艺流程，所选用的技术和设备均为国内外先进和成熟的技术和设备。在原油生产工艺系统中的主要设备和管线处均设置了相应的压力、温度和液位安全保护装置，如在井口装置、生产管

汇上安装了低压传感器和压力安全阀，避免由于压力、液位和温度异常产生的事故隐患。工程设置了自动报警及相应的设备单元关断、生产系统关断和全面关断等不同级别的紧急关断系统。一旦出现问题，可根据不同事故的级别自动启动相应级别的紧急关断系统，将潜在危害和损失风险降至最低程度，从而保证油田生产过程的顺利进行。

(2) 设置污染物收集处理系统，减污及消除跑冒滴漏

WZ11-4WHPA、WZ11-4WHPB平台设有开式/闭式排放系统，用于收集设备及作业区甲板冲洗水、初期雨水以及带压装置可能渗漏的液体或其它含油污水。开式/闭式排放系统收集的油污可输送到生产分离器进行进一步回收处理，达到清洁生产的目的。

(3) 运营期污染物均得到妥善处置

生活垃圾和生产垃圾等禁止排入海中，分类收集后运回陆地，按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的要求进行回收利用或处理/处置。生活污水经生活污水处理装置处理达标后排海。含油生产水经处理合格排海或注入地层，避免含油生产水排放造成环境污染，实现清洁生产。

9.1.3 生产管理中的清洁生产措施

在原油生产过程中，对于各项操作均有明确的作业规程，同时还制定了严格的环境保护及管理制度，并设置专人、专岗进行监督和管理，以确保环境保护制度落到实处。以上这些措施规范了生产作业活动，尽最大可能避免危害环境的事件发生。这些措施主要包括：

(1) 实行环境保护会议制度

定期举行安全环保会议，对生产中发现的环保问题，研究整改措施，提出工作要求。

(2) 油田安全管理

贯彻执行国家相关的环境保护法规和标准，并且在日常生产时对平台上的生产设施进行巡视和检查，定期对生产设备、探测报警及紧急关断设备进行检查维护。安全监督对临时登临平台的人员进行安全环保教育。

(3) 定期对生产设备、探测报警及紧急关断设备进行检查和维护。

9.2 建设项目清洁生产评价

本工程清洁生产指标分析参考《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”。

石油和天然气开采业建设项目清洁生产分析指标主要包括生产技术特征指标、资源能源消耗指标、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分别见表 9.2-1 和表 9.2-2。由表 9.2-1 和表 9.2-2 可知，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，本次评价的钻井作业和采油作业的清洁生产综合评价指数 P 均大于 90，表明其清洁生产水平均可代表国内先进水平，即属“清洁生产先进企业”。

表 9.9-1 清洁生产评价指标及涠洲 11-4 油田开发工程清洁生产执行情况（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	30	符合行业标准要求	符合行业标准要求	1	95
(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 3000m 以上	15	≥60%	≥60%	1	
		污油回收率	%	15	≥90	≥90	1	
(4) 污染物产生指标	35	石油类	mg/L	10	≤15	≤15	1	
		COD	mg/L	10	≤300	≤300	1	
		废弃钻井液	m ³ /100m 标准进尺	15	≤10	14.4	1	
定性指标*								
一级指标	权重值	二级指标		指标分值	本项目实际值（ F_i ）	定性评价指标的考核总分值（ P_2 ）		
(1) 资源与能源消耗指标	15	钻井液毒性	可生物降解或无毒钻井液	15	15	100		
(2) 生产技术特征指标	30	钻井设备	国内领先	5	5			
		压力平衡技术	具备欠平衡技术	5	5			
		钻井液收集设施	配有收集设施，且使钻井液不落地	5	5			
		固控设备	配备振动筛、除气器、除泥器、除砂器、	5	5			

			离心机等固控设备		
		井控措施	具备	5	5
		有无防噪措施	有	5	5
(3) 环境管理体系建设	35	建立 HSE 管理体系		20	20
		制订节能减排工作计划		15	15
(4) 贯彻执行环境保护法规的符合性	20	废弃钻井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): $P=0.6P_1+0.4P_2$; 其中			$P_1 = \sum_{i=1}^n S_i \times K_i$; $P_2 = \sum_{i=1}^n F_i$	P=97	
清洁生产等级评定: $P \geq 90$ (清洁生产先进企业); $75 \leq P < 90$ (清洁生产企业)				本项目钻井作业评定为: 清洁生产先进企业(P≥90)	

注: “*”根据《石油和天然气开采行业清洁生产评价指标体系(试行)》, 清洁生产指标体系分为定量指标 (P_1) 和定性指标 (P_2) 两部分。

其中, 定量指标根据项目实际值 S_{xi} 和评价基准值 S_{oi} 进行单项评价指数计算: 对指标数值越高(大)越符合清洁生产要求的指标, 单项评价指数 (S_i) 计算公式为 $S_i=S_{xi}/S_{oi}$; 对于指标数值越低(小)越符合清洁生产要求的指标, 单项评价指数 (S_i) 计算公式为 $S_i=S_{oi}/S_{xi}$ 。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为: $P_2 = \sum_{i=1}^n F_i$ 企业清洁生产综合评价指数的计算公式为: $P=0.6P_1+0.4P_2$; 下同。

表 9.2-2 清洁生产评价指标及涠洲 11-4 油田开发工程清洁生产执行情况

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	32.82	2.0	97
(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	≤30	≤30mg/L	1	
		COD	mg/L	5	≤300	≤300	1	
		落地原油回收率	%	10	100	100	1	
		采油废水有效利用率	%	10	≥60	0	0	
		油井伴生气外排率	%	10	≤20	100	0.2	
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			

定量指标				本项目采油作业评价	
(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		$P_1 = \sum_{i=1}^n S_i \times K_i; \quad P_2 = \sum_{i=1}^n F_i$		P=98.2	
清洁生产企业等级评定: $P \geq 90$ (清洁生产先进企业); $75 \leq P < 90$ (清洁生产企业)				本项目采油作业评定为: 清洁生产先进企业 (P≥90)	

10 总量控制

根据《国务院关于环境保护若干问题的决定》精神中“一控双达标”的目标，建设项目要实施清洁生产，污染物排放要实行全过程控制。在保证污染物排放达标的基础上，主要污染物排放总量要控制在国家规定的排放总量控制指标之内。因此，本次工程在污染物排放达标的前提下，给出污染物排放总量控制建议值。

10.1 污染物总量控制因子

海洋环境保护法中规定，在重点海域建立并实施排污总量控制制度，确定主要污染物排海总量控制指标，并对主要污染源分配排放控制数量，但尚没有具体实施办法和方案。

国家“十三五”期间全国主要污染物排放总量控制计划规定：化学需氧量（COD）、氨氮、二氧化硫、氮氧化物等四项主要污染物排放量实行总量控制，并根据本工程的特征污染物和所在海域环境现状，选择海域总量控制的受控污染物。

涠洲 11-4 油田距最近的涠洲岛约 55km，远离陆地人群，本项目海域无大气污染物敏感目标。

因此，本项目选择 WZ11-4WHPA 平台的含油生产水、WZ11-4WHPA、WZ11-4WHPB 平台生活污水及其特征污染物 COD 作为本项目的受控污染物。

10.2 总量控制指标

10.2.1 生产水总量指标建议

涠洲 11-4 油田开发工程于 1989 年 8 月取得国家环境保护局的批复（（89）环监字第 275 号），原环评编制时间早，原环评中未申请生产水排放总量。

根据本报告书“3 工程分析”篇章内容，本项目投产后，涠洲 11-4 油田含油生产水最大排海量为 $578.75 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ 。根据环境影响预测结果可知，WZ11-4WHPA 平台所排放的含油生产水超一类水质标准最大扩散距离为 550m。那么当平台排放的含油生产水不超过 $578.75 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ 、含油浓度满足《海洋石油

勘探开发污染物排放浓度限值（GB4914-2008）》一级标准，就基本能够确保在 550m 半径以外海域达到第一类海水水质标准的要求（ $\leq 0.05\text{mg/L}$ ）。

因此，建议 WZ11-4WHPA 平台外排含油生产水的总量控制指标为：含油生产水排放量为 $578.75 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ，其中石油类排放量为 65.35t/a ，控制浓度为 20mg/L 。

10.2.2 生活污水总量指标建议

涠洲 11-4 油田开发工程于 1989 年 8 月取得国家环境保护局的批复（（89）环监字第 275 号），原环评编制时间早，原环评中未申请生活污水排放总量。

WZ11-4WHPA 平台目前定员 120 人，平台上设有 1 套生活污水处理系统，生活污水最大排放量为 $30 \text{m}^3/\text{d}$ （ $10950 \text{m}^3/\text{a}$ ），COD 允许排放浓度为 $\leq 300\text{mg/L}$ 。经预测，生活污水排放后对周围海域海水中 COD 的贡献值非常小。因此建议 WZ11-4WHPA 平台生活污水的总量控制指标为 $10950 \text{m}^3/\text{a}$ ，其中 COD 排放量控制指标为 3.29t/a 。

根据《涠洲油田群综合调整项目环境影响报告表》（国海环字[2018]89 号），WZ11-4 WHPB 生活污水总量控制指标为 $1839.6 \text{m}^3/\text{a}$ ，COD 总量控制指标为 0.55t/a 。本项目不新增定员，不新增生活污水排放量，WZ11-4 WHPB 平台生活污水总量指标不变。

10.2.3 污染物排放总量控制方案与建议

本项目投产后总量控制指标情况见下表。

表 10.3-1 本工程投产后污染物排放控制概况

油田/设施	污染物	原环评	本项目投产后总量控制指标	允许排放浓度	控制排放浓度
WZ11-4WHPA 平台	生产水	未申请	$578.75 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ($16534 \text{m}^3/\text{d}$)	$\leq 20\text{mg/L}$	$\leq 20\text{mg/L}$
	其中：石油类	未申请	115.75t/a		
WZ11-4WHPA 平台	生活污水	未申请	$10950 \text{m}^3/\text{a}$	$\leq 300\text{mg/L}$	$\leq 300\text{mg/L}$
	其中：COD	未申请	3.29t/a		
WZ11-4WHPB 平台	生活污水	$1839.6 \text{m}^3/\text{a}$	$1839.6 \text{m}^3/\text{a}$	$\leq 300\text{mg/L}$	$\leq 300\text{mg/L}$
	其中：COD	0.55t/a	0.55t/a		

10.3 排污混合区建议

10.3.1 含油生产水排污混合区建议

涠洲 11-4 油田开发工程于 1989 年 8 月取得国家环境保护局的批复（（89）环监字第 275 号），原环评编制时间早，原环评未申请生产水排污混合区。

根据本报告“7 环境影响预测与评价”篇章内容，经预测，WZ11-4WHPA 平台所排放的含油生产水超一类水质标准最大扩散距离为 550m。参照数值预测计算结果及涠洲 11-4 油田的实际情况和所处海域的环境特征等因素，建议以 WZ11-4WHPA 平台外缘 600m 半径以内的海域作为本工程的排污混合区。

本工程投产后，WZ12-1PUQ 平台生产水排放量没有超出原环评报告的生产水排放控制指标。因此，本次工程投产后含油生产水不会对 WZ12-1PUQ 平台工程附近海水水质产生新的影响，WZ12-1PUQ 平台排污混合区范围不需要调整。

10.3.2 生活污水排污混合区建议

涠洲 11-4 油田开发工程于 1989 年 8 月取得国家环境保护局的批复（（89）环监字第 275 号），原环评编制时间早，原环评未申请生活污水排污混合区。

根据本报告“7 环境影响预测与评价”篇章内容，经预测，WZ11-4 WHPA 平台生活污水排放造成的 COD 排放量不大，无论何时排放，超一类海水水质的最大影响距离在 30m 范围内。因此，本评价建议以 WZ11-4 WHPA 平台生活污水排放口为中心、半径为 30m 范围内的海域作为 WZ11-4WHPA 平台的生活污水排污混合区。

根据《涠洲油田群综合调整项目环境影响报告表》（国海环字[2018]89 号），建议半径为 30m 范围内的海域作为 WZ11-4WHPB 平台的生活污水排污混合区范围，本工程不新增定员，生活污水排放量不超过原环评批复值，生活污水不会对 WZ11-4WHPB 平台工程附近海水水质产生新的影响，因此，WZ11-4WHPB 平台生活污水排污混合区不需要调整。

11 环境保护对策措施

11.1 建设阶段环境保护对策措施分析

海上施工过程产生的主要污染物有钻屑、钻井液、船舶机舱含油污水、船舶生活污水、船舶生活垃圾、生产垃圾等。拟建工程施工过程中，作业者将采取妥善的污染防治措施，以使上述污染物的排放、处置符合国家或地方法规和标准的要求。

11.1.1 钻屑和钻井液处理

本工程钻井阶段采用水基钻井液。排放的水基钻井液和钻屑需符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准的要求（见表 11.1-1）及《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB18420-2009）标准中一级海区标准要求（见表 11.1-2），无法满足排放标准要求的水基钻井液和钻屑禁止向海中排放，回收至平台上专门设置的回收箱内，全部运回陆地，交给有资质的单位进行处置。目前交由 [] 公司处理。

[] 公司具有海南省生态环境保护厅颁发的“危险废物经营许可证”，编号为“ []”，核准经营类别包括 HW08 废矿物油与含矿物油废物。

表 11.1-1 《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》排放浓度限值

排放污染物类型	污染参数	等级	排放要求/限制
水基钻井液和水基钻井液钻屑	含油量	一级	≤1%
	Hg（重晶石中最大值）		≤1mg/kg
	Cd（重晶石中最大值）		≤3mg/kg

表 11.1-2 《海洋石油勘探开发污染物生物毒性分级》生物毒性容许值

项目	海区等级	生物毒性容许值（mg/L）
水基钻井液和水基钻井液钻屑	一级	30000

判定结果说明：判定生物毒性试验结果大于或等于生物毒性容许值，则为符合生物毒性要求；小于生物毒性容许值，则为不符合生物毒性要求，需要采取特别的措施进行处理。

11.1.2 生产垃圾

海上建设阶段将产生一定量的生产垃圾，如废钢材、棉纱、木块、边角料、等废弃物。危险废弃物分类运回陆地交由有资质的单位处理（目前拟交 [] 公司），

其它生产垃圾和生活垃圾分类运回陆地交由第三方单位处理。其处理处置符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)的相关要求。

11.1.3 船舶污染物

本项目建设阶段产生一定量的船舶污染物,包括船舶含油污水、生活污水、生活垃圾和生产垃圾等污染物。

(1) 船舶机舱含油污水

海上施工作业的船舶都按要求配备油水分离器,船舶机舱含油污水经船用油水分离器处理,使其含油浓度不大于 15mg/L 后排放。

(2) 船舶生活污水

施工船舶生活污水的排放与处理执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)相关要求。船舶生活污水与最近陆地间距离>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。

钻井平台生活污水经船用生活污水处理装置处理后达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB 4914-2008)一级标准(COD≤300mg/L)后,间歇排海。

(3) 船舶生活垃圾和生产垃圾

根据《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018),在任何海域,应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾收集并排入接收设施。对于食品废弃物,在距最近陆地 3 海里以内(含)的海域,应收集并排入接收设施;在距最近陆地 3 海里至 12 海里(含)的海域,粉碎或磨碎直径不大于 25 毫米后方可排放;在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。本项目施工船舶产生的生活垃圾和生产垃圾执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)中相关要求。

钻井平台在钻完井期间,产生的生活垃圾和生产垃圾执行《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB 4914-2008)一级标准要求,全部运回陆地处理。

(4) 船舶大气污染物

本项目位于《船舶大气污染物排放控制区实施方案》(交海发〔2018〕168 号)的要求规定的船舶大气污染物排放控制区之内,海船进入排放控制区应使用硫含量不大于 0.5%*m/m* 的船用燃油。

11.2 生产阶段的污染环境保护对策措施分析

根据工程分析结果，生产阶段产生的主要污染物有：含油生产水、生活污水、生活污水和生产垃圾等。作业者均采取相应污染防治措施，以使上述污染物的排放和处置符合国家或地方的法规和标准的要求。

11.2.1 含油生产水

正常工况下，含油生产水经生产水处理系统处理达标后，少量注水系统，剩余处理达标的生产水排海；非正常工况下（如系统故障、维护等），平台停产，启动应急置换，生产水打入闭排系统，不排海。

(1) 生产水处理流程

正常工况下，WZ11-4WHPA平台经三相分离后，分离出的含油生产水经过气浮选装置处理后输送至生产水增压泵，经过增压泵增压后输送至水力旋流器进行处理，经过水力旋流器处理后，部分生产水输送至撇油桶排海，剩下的生产水输送至精细过滤器进行处理，经过精细过滤器处理后，少量生产水输送至注水增压泵，注入地层，其余部分输送至撇油桶排海。

分离出的原油（含水低于5%）输送至WZ12-1PUQB平台，经WZ12-1PUQB和WZ12-1PUQ平台生产水处理系统处理后排海或注入地层。

WZ12-1PUQB 和 WZ12-1PUQ平台设有流程相同的生产水处理系统，其生产水处理流程均为“撇油罐+水力旋流器+改性纤维球过滤器”。

(2) 处理能力

WZ11-4WHPA平台生产水处理能力为17500m³/d。WZ12-1PUQB 平台设有2套生产水处理系统，其设计处理能力分别为4800m³/d 和9600m³/d；WZ12-1PUQ 平台设有1套生产水处理系统，其设计处理能力为9000m³/d。WZ12-1PUQB 平台和WZ12-1PUQ 平台总的生产水设计处理能力为23400m³/d。

表 11.2-1 生产水处理能力校核

平台	生产水处理系统设计能力 (m ³ /d)	本项目投产后最大接收水量 (m ³ /d)	是否可行
WZ11-4WHPA	17500	16535.79	可行
WZ12-1PUQB	14400	13869.63	可行
WZ12-1PUQ	9000	8714.35	可行

本项目投产后，WZ11-4WHPA、WZ12-1PUQB及WZ12-1PUQ平台接收水量均小于其设计能力，生产水处理能力可行。

(3) 处理效果

本项目生产水经处理后，排海水质需满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值（GB4914-2008）》一级标准要求（石油类≤ 20mg/L（月均值），石油类≤ 30mg/L（一次允许值））。注水水质指标为含油量≤25mg/L。

近三年 WZ11-4 WHPA平台的含油生产水监测结果见下表，根据监测结果可知，WZ11-4 WHPA含油生产水的处理浓度既满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级海域的排放要求（含油量≤20mg/L），同时也满足《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T5329-2012）中推荐注水水质含油量≤30mg/L的要求，说明WZ11-4 WHPA、WZ12-1PUQ平台、WZ12-1PUQB平台平台的生产水处理系统运转正常，工作效率良好。

表 11.2-2 各平台生产水监测结果

采样时间	WZ12-1PUQ 平台	WZ12-1PUQB 平台	WZ11-4WHPA 平台	是否达标
	石油类浓度(mg/L)	石油类浓度(mg/L)	石油类浓度(mg/L)	
2017.01	13.5	8	15.7	达标
2017.02	14.1	9	15.7	达标
2017.03	13.7	11	15.8	达标
2017.04	13.5	11	15.4	达标
2017.05	12.7	10	15.5	达标
2017.06	14.2	9	15.8	达标
2017.07	13.4	11	15.7	达标
2017.08	13.6	11	16.1	达标
2017.09	13.3	9	15.9	达标
2017.10	12.8	11	13.6	达标
2017.11	13.8	10	15.8	达标
2017.12	14.5	9	15.8	达标
2018.01	13.7	18	15.4	达标
2018.02	13.9	14	15.2	达标
2018.03	11.8	13	15.8	达标
2018.04	13.2	15	15.4	达标
2018.05	12.8	14	15.5	达标
2018.06	12.7	12	15.0	达标
2018.07	13.4	15	13.2	达标
2018.08	13.0	16	12.6	达标
2018.09	13.8	14	13.7	达标
2018.10	13.4	11	15.7	达标
2018.11	13.7	13	15.4	达标
2018.12	13.2	15	15.5	达标
2019.01	13.9	14	15.5	达标

采样时间	WZ12-1PUQ 平台	WZ12-1PUQB 平台	WZ11-4WHPA 平台	是否达标
	石油类浓度(mg/L)	石油类浓度(mg/L)	石油类浓度(mg/L)	
2019.02	13.6	15	15.6	达标
2019.03	13.6	14	15.0	达标
2019.04	13.6	13	15.2	达标
2019.05	13.3	15	14.9	达标
2019.06	13.5	13	15.0	达标
2019.07	12.9	14	15.1	达标
2019.08	13.3	4	15.3	达标
2019.09	12.3	5	15.5	达标
2019.10	11.8	5	15.1	达标
2019.11	11.7	9	14.8	达标
2019.12	12.4	11	15.2	达标
2020.01	12.5	15	14.9	达标
2020.02	11.9	15	15.0	达标
2020.03	12.9	14	14.9	达标
2020.04	12.4	16	14.9	达标
2020.05	12.8	15	15.0	达标

11.2.2 生活污水

WZ11-4WHPA、WZ11-4WHPB 平台上均设有生活污水处理装置，平台上生活污水依托各自平台上的生活污水处理设施处理达标后排海。

(1) 处理工艺

WZ11-4WHPA 平台上设有 1 套生活污水处理系统，设施的型号为 SWCM-300，处理能力为 30 m³/d。WZ11-4WHPA 平台生活污水处理工艺流程：生活污水经过化粪池/隔油池预处理后溢流到调节池，调节池内的污水经过给水泵提升到水解酸化池，水解酸化池内的污水溢流通过格栅进入 MBR 池，污水在 MBR 池进行生化处理达标后入海。

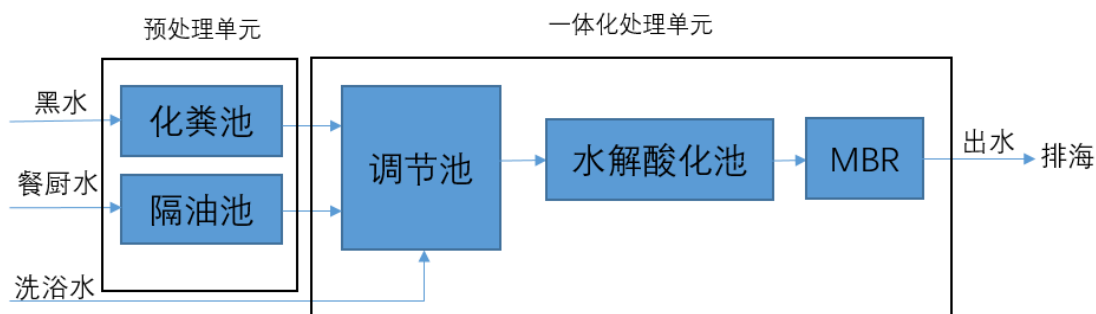


图 11.2-1 WZ11-4WHPA 生活污水处理系统示意图

WZ11-4WHPB 平台上设有 1 套生活污水处理系统，WZ11-4WHPB 平台生活污水处理设施的型号为 ECEP-QD-40，处理能力为 11m³/d。其处理工艺流程为：生活污水经化粪池/隔油池预处理的污水溢流到调节池，调节池内的污水经过电解器处理后，经给水

泵进入缓冲罐，采用出水泵抽吸，进入排海管线，达标排放。

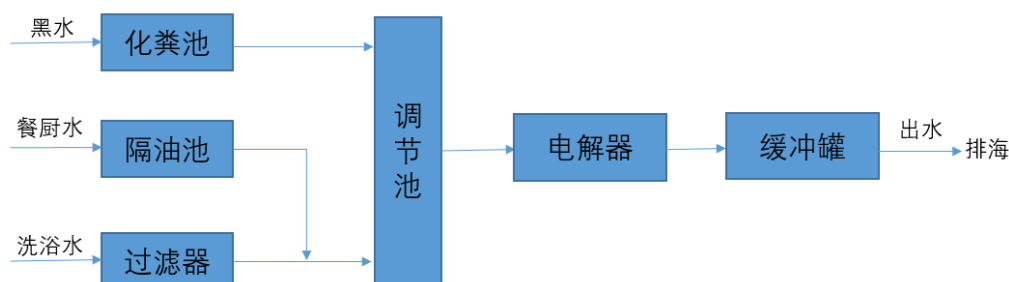


图 11.2-2 WZ11-4WHPB 平台生活污水处理系统流程示意图

(2) 处理效果

WZ11-4WHPA 平台近三年生活污水排放情况见下表。根据监测结果，WZ11-4WHPA 平台生活污水 COD 排放浓度满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级海域的排放要求（ $COD \leq 300mg/L$ ），说明其生活污水处理装置运行良好。

WZ11-4WHPB 平台原设计为无人值守平台，2019 年改造为有人值守平台，其生活污水处理装置 2019 年 10 月投入使用，投用至今，生活污水排放情况见下表。根据监测结果，WZ11-4 WHPB 平台生活污水 COD 排放浓度满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级海域的排放要求（ $COD \leq 300mg/L$ ），说明其生活污水处理装置运行良好。

表 11.2-3 生活污水处理设施监测结果

月份	排放浓度 (mg/L)		月份	排放浓度 (mg/L)	
	WZ11-4 WHPA	WZ11-4 WHPB		WZ11-4 WHPA	WZ11-4 WHPB
2017.01	116	/	2018.10	104	/
2017.02	145	/	2018.11	216	/
2017.03	126	/	2018.12	169	/
2017.04	149	/	2019.01	183	/
2017.05	118	/	2019.02	184	/
2017.06	113	/	2019.03	93	/
2017.07	203	/	2019.04	140	/
2017.08	190	/	2019.05	108	/
2017.09	197	/	2019.06	62	/
2017.10	89	/	2019.07	89	/
2017.11	70	/	2019.08	161	/
2017.12	104	/	2019.09	183	/
2018.01	244	/	2019.10	161	155
2018.02	186	/	2019.11	204	155

月份	排放浓度 (mg/L)		月份	排放浓度 (mg/L)	
	WZ11-4 WHPA	WZ11-4 WHPB		WZ11-4 WHPA	WZ11-4 WHPB
2018.03	118	/	2019.12	137	181
2018.04	165	/	2020.01	82	102
2018.05	93	/	2020.02	93	121
2018.06	93	/	2020.03	196	242
2018.07	126	/	2020.04	185	186
2018.08	79	/	2020.05	194	199
2018.09	117	/			

11.2.3 其他含油污水

涠洲 11-4 油田各平台开式排放系统由开式排放管汇、开式排放罐和开式排放泵组成。开式排放罐用于收集设施常压下排放的液体以及甲板冲洗水和初期雨水。当开式排放罐达到一定的液位时，由开式排放泵将含油污水打入闭式排放兼冷放空罐。

平台闭式排放兼冷放空系统主要用于收集安全阀的泄压及油井套管放气、平台上带压设备、管线等排放出的带压流体等。闭式排放兼冷放空罐分出的气体去安全处放空，分离出的液体经闭式排放泵增压后进入外输管线。

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

11.2.4 生产垃圾及生活垃圾

生产垃圾禁止排入海中，将集中装箱运回陆地，并按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定的要求，对其中的危险废物运回陆上交由有资质单位处理（目前交██████████公司处理）。

生活垃圾禁止排入海中，将集中装箱运回陆地处理。

11.3 海洋生态保护对策措施

11.3.1 渔业生态环境和生物资源补偿措施

(1) 本工程施工建设过程中和油田生产过程中将对周围海域的渔业资源和海洋生态造成不可避免的影响。建设单位应与有关渔业主管部门沟通和协商，对本报告中评估的渔业生物资源损失进行经济补偿，并将对渔业资源的补偿费用纳入环保投资。

渔业资源的损失进行经济补偿主要用于渔业主管部门增殖放流、渔业资源养护与管

理，以及进行渔业资源和渔业生态环境跟踪调查等，使渔业资源得到尽快恢复和可持续利用。在生物资源增殖放流过程中，必须坚持科学发展观，建设单位首先应委托有资质的单位进行增殖方案制定、论证和资源研究，根据项目对海洋生态环境的实际损害情况，在当地渔业主管部门的监督和协助下，有具体目标、具体计划的对生态环境和资源数量进行修复，不得在没有科学报告的情况下，贸然实施操作。

11.3.2 采取措施将渔业损失的污染影响程度降低到最小

建议作业者在油田开发过程中，采取如下措施：

(1) 在生产阶段必须严格控制污染物的总排放量、污染物的排放浓度，减少对海洋环境影响的范围和程度

(2) 建设单位应加强设备管理、严格操作规程、减少人为失误，从根本上将事故发生概率降到最低，务必将防范事故发生的措施放在首要位置。

(3) 建设单位必须具备控制溢油的有效手段和措施。一旦溢油事故发生，应及时向相关主管部门通报情况，并立即采取一切措施将溢油控制在最小范围内。

11.4 污染防治措施、环境保护及生态保护措施汇总

本工程施工期与运营期采取的环境保护及生态保护措施见下表。

表 11.4-1 施工期与运营期的环境保护对策措施一览表

污染物	具体内容	规模数量	预期效果	实施地点及投入时间	责任主体
钻井液和钻屑	WZ11-4WHPB 平台钻井液和钻屑的处理	本工程包含钻井产生的钻屑总量约为 7273m ³ ，其中非钻井油层水基钻屑量 5368 m ³ ，钻井油层水基钻屑量 1905m ³ 。	钻井油层钻井液、钻井油层水基钻井液钻屑产生时，经检测满足排放标准后，可达标排放；对于不达标的钻井油层钻井液/钻屑均需经收集后运回陆地处理	WZ11-4WHPB 调整井建设阶段	由建设单位负责建设、使用和管理
含油生产水	WZ11-4WHPA 平台生产水处理装置	WZ11-4WHPA 平台生产水处理装置处理能力为 17500m ³ /d	含油生产水经处理达标排海，少量注入地层	涠洲 11-4 油田生产阶段，WZ11-4WHPA 平台	
其它含油污水	开闭排系统	开式排放罐、开式排放泵	WZ11-4WHPA 平台上设有开/闭式排放系统，用于收集平台甲板冲洗水、初期雨水、残油或含油污水、带压流体或其它含油污水	WZ11-4WHPA 平台，现有工程，已投入使用	
生产垃圾、生活垃圾	分类回收	分类回收箱	生活垃圾、生产垃圾均运回陆地交给有资质的单位处理		
船舶污染物	船舶含油污水	含油浓度不大于 15mg/L 后排放		船舶自带处理系统或接收设施	由船舶所属单位负责
	船舶生活污水	钻井平台钻完井期间产生的生活污水满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）一级标准（COD≤300mg/L）后，间歇排海，其他施工船舶执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）相关要求。			
	船舶生活垃圾	钻井平台钻完井期间产生的生活垃圾运回陆上处理，其他施工船舶执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）相关要求			

涠洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书

污染物	具体内容	规模数量	预期效果	实施地点及投入时间	责任主体
	船舶生产垃圾	收集并排入接收设施，运回陆地处理			
	船舶大气污染物	满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案》的要求			
生态补偿	人工增殖放流等，其经费应纳入工程环保投资预算	根据本工程造成的海洋生物资源损失，应采取适当的生态恢复或补偿措施	按照海洋渔业行政主管部门的要求，确定增殖放流的品种和数量、实施方式等	工程附近海域；在施工完成后，在专业单位建议的时间内完成	由建设单位负责落实，可委托专业单位完成

11.5 环保竣工验收

建设项目需要配套建设的环境保护设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。在环保竣工验收时，应根据《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定申请环境保护设施竣工验收。本工程竣工后环保验收的主要内容列于下表，供相关部门竣工验收时参考。

表 11.5-1 环保“三同时”验收清单

内容类型	污染源	主要污染因子	环保验收措施	处理能力	依据的排放标准或相关规定
水污染物	生活污水	COD	WZ11-4WHPA 平台设一套生活污水处理装置	30 m ³ /d	《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
			WZ11-4WHPB 平台设一套生活污水处理装置	11 m ³ /d	
水污染物	生产水	石油类	WZ11-4WHPA 平台设置一套生产水处理装置	17500 m ³ /d	《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、《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》(SY/T5329-2012)
固体废弃物	生活垃圾	食品废弃物及其他生活垃圾	统一收集运回陆地处理	--	《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
	工业垃圾	固体废弃物, 石油类		--	

12 环境保护的技术经济合理性

环境经济损益分析是环境影响评价的重要内容，其任务是通过分析环保投资及其所能收到的环境保护经济效果，重点评价工程环保投资的经济合理性和可行性；并通过分析工程项目的环境经济效益，从环境经济角度对环境造成的直接、间接经济损益主要进行定量和定性分析，为建设项目的决策提供依据。

12.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

环境保护费用系指环境保护固定设施及其投资费用和维护设施及其他为环保投资的年费用。环境保护投资主要包括一次性环境设施投资及其相关操作费用和辅助费用。本工程的环保投资主要用于海洋生物资源损失补偿、生产水处理系统升级改造和固废与危废处置费用。根据《海上油（气）田开发工程环境保护设计规范》（SY/T10047-2003），在确定环境保护投资费用时，对环境保护设施及其投资按如下原则划分：

凡属污染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下表。本工程建设投资 █████ 万元，其中环保投资 █████ 万元，占总投资的 █████ %。

表 12.1-1 环境保护投资估算（万元）

环境保护投资	设备资额（万元）	折合比例	折合环保投资
生产水处理系统升级改造			
固废与危废处置费用			
海洋生物资源损失补偿费用			
合计			

12.2 环境保护的经济损益分析

12.2.1 环境经济收益分析

原油价格根据中国石油天然气集团公司《建设项目经济评价参数》（2008）的要求，按 60 美元/桶计取，换算为 3036 元/吨。

本油田石油最高产量为 █████ t/a, 新增石油产量的经济效益约为 █████ 亿元/a。

12.2.2 渔业资源损失分析

本项目所造成的环境影响损失, 主要是施工期产生的钻井液、钻屑和运营期产生的含油生产水的排放对海洋生物资源造成的损失。

根据中华人民共和国水产行业标准《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》的规定: (1) 钻屑覆盖超过 2cm 厚度区域对栖息地破坏, 以及对周围区域的掩埋造成底栖生物死亡; (2) “一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍”, 施工阶段钻井液排放造成的生物资源损害属一次性损害, 按 3 倍进行补偿; (3) “持续性生物资源损害的补偿分三种情形, 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; 影响持续实际 20 年以上的, 补偿计算时间不应低于 20 年”。

12.2.2.1 损失计算公式

(1) 鱼卵、仔稚鱼经济价值计算

鱼卵、仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算。鱼卵、仔稚鱼经济价值按下式计算:

$$M = W \times P \times E$$

式中:

M —鱼卵、仔稚鱼经济损失金额 (元);

W —鱼卵、仔稚鱼损失量 (个, 尾);

P —鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例, 鱼卵生长到商品鱼苗按 1% 成活率计算, 仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5% 成活率计算, 单位为百分比 (%);

E —成活鱼苗的商品价格。商品鱼苗接近三年主要鱼类苗种平均价格 1 元/尾计算。

(2) 渔业生物经济价值计算公式

渔业生物资源经济价值按下式计算:

$$M_i = W_i \times E_i$$

式中:

M_i —第 i 类渔业生物资源的经济损失额 (元);

W_i —第 i 类渔业生物资源的损失量 (kg);

E_i —生物资源的商品价格。①生物资源 (包括渔业资源成体、底栖生物) 的价格按当地海洋捕捞产值与产量均值的比值计算, 为 1.5 万元/t。②幼鱼的价格接近三年主要鱼

类苗种平均价格 1.5 元/尾计算。

(3) 底栖生物经济价值计算公式

底栖生物经济损失按公式计算：

$$M = W \times E$$

式中：

M —经济损失额，单位为元（元）；

W —生物资源损失量，单位为千克（kg）；

E —生物资源的商品价格。底栖生物的价格按当地海洋捕捞产值与产量均值的比值计算，为1.5万元/t。

12.2.2.2 海洋生物资源经济损失额

根据表 7.5-13 的损失汇总，进行海洋生物资源经济损失额合计。结果见表 12.2-1。

表 12.2-1 海洋生物资源损失经济补偿明细

	生物名称	生物损失量	折算鱼苗损失量	单价	直接损失	补偿年限 (年/ 倍)	补偿金额 (万元)
钻屑覆盖	底栖生物	0.46	0.46		0.69	3	
钻井液	鱼卵 (×10 ⁶ 粒)	1.180	1.180		1.180	3	
	仔鱼 (×10 ⁶ 尾)	3.153	15.766		15.766	3	
	幼鱼	8434	8434		1.265	3	
	幼虾	1022	1022		0.153	3	
	幼蟹	79	79		0.012	3	
	幼头足类	159	159		0.024	3	
	成体	30.60	30.60		0.046	3	
	小计	——	——		——	——	
钻屑	鱼卵 (×10 ⁶ 粒)	0.253	0.253		0.253	3	
	仔鱼 (×10 ⁶ 尾)	0.676	3.378		3.378	3	
	幼鱼	602	602		0.090	3	
	幼虾	73	73		0.011	3	
	幼蟹	6	6		0.001	3	
	幼头足类	11	11		0.002	3	
	成体	1.97	1.97		0.003	3	
	小计	——	——		——	——	
含油生产水	鱼卵 (×10 ⁶ 粒)	1.445	1.445		1.445	20	
	仔鱼 (×10 ⁶ 尾)	3.861	19.305		19.305	20	
	幼鱼	10327	10327		1.549	20	
	幼虾	1252	1252		0.188	20	
	幼蟹	97	97		0.015	20	

	幼头足类	195	195		0.029	20	
	成体	38.34	38.34		0.058	20	
	小计	——	——	——	——	——	
	合计						

海洋生物资源损失经济补偿额共为 █████ 万元。应对海洋生物资源的补偿费用纳入环保投资。

12.3 社会效益

油气田的开发对国民经济的发展具有极重要的作用。油气是重要的能源之一，是工业的血液，制约着若干行业的发展。因而油气田开发不仅经济效益本身极为显著，而且可以通过解决直接和间接的就业机会带动其他相关产业的发展，具有重要的社会效益。

本项目的建设将对该区域的海洋生物资源造成一定的直接影响，但从上述分析中可以看出，其对项目周边海域生态环境的影响是暂时的、可恢复的。建设单位将与有关渔业主管部门沟通和协商，对本报告中评估的海洋生物资源损失进行经济补偿。

本项目的开发对进一步带动相关产业的发展和进步（如机械制造、电子、仪表等等）起到一定的作用。此外，本项目在建设和生产阶段将提供一定的就业机会，有利于增强社会的系统功能，改善区域的整体环境。

因此，本项目是一项利国利民的工程，其环保设施的设置与环保投资是合理的，具有良好的经济和社会效益。

13 海洋工程的环境可行性

13.1 海洋环境功能区划符合性分析

13.1.1 与《全国海洋功能区划（2011年~2020年）》的符合性分析

根据《全国海洋功能区划》（2011~2020年），本项目所在海域位于南海桂东海域的涠洲岛-斜阳岛海域范畴内，该区域重点保护珊瑚礁生态系统，发展海岛旅游、港口航运以及油气资源勘探开发和渔业资源开发，开展海域海岸带整治修复；实施污染物排海总量控制制度，改善海洋环境质量。油气资源勘探开发严格执行海洋油气勘探、开采中的环境管理要求，防范海上溢油等海洋环境突发污染事件。油气区海洋环境保护要求执行不劣于现状水平的海水水质标准、海洋沉积物质量标准和海洋生物质量标准。在生态环境方面，应减少对海洋水动力环境产生影响，防止海岛、岸滩及海底地形地貌发生改变，不应对毗邻海洋生态敏感区、亚敏感区产生影响。

本项目对已建 WZ11-4 油田的生产水系统进行升级改造及调整井建设，属于海洋油气资源开发，因此与南海桂东海域的涠洲岛-斜阳岛海域主要功能之一的“油气资源勘探开发”具有一致性，符合全国海洋功能区划的功能定位。建设单位中海石油(中国)有限公司湛江分公司在油田的建设和运行过程中制定了严格的环境管理制度，并针对现有的涠洲油田群的开发活动编制了《北部湾涠洲油田群溢油应急计划》并于 2018 年 2 月报国家海洋局南海分局备案，本项目已纳入湛江分公司的整个应急计划中，可以最大限度防范海上溢油等海洋环境突发污染事件。本项目升级改造在已建平台上进行，不会影响工程海域水文动力环境，不会造成海底地形地貌发生改变；建设阶段排放的水基钻井液、钻屑，对周围的海洋环境有短暂局部轻微影响，钻完井结束后海洋环境将较快恢复。本项目投产后产生的生产水回注地层或达标排放，不新增生活污水排放，不会对毗邻海洋生态敏感区、亚敏感区产生不利影响。

综上所述，本工程符合《全国海洋功能区划（2011~2020年）》的要求。

13.1.2 与《广西壮族自治区海洋功能区划》（2011~2020）的关系分析

根据《广西壮族自治区海洋功能区划》（2011~2020年），本工程（WZ11-4 WHPA 平台）距离“广西近海南部海洋保护区”最近，距离约 59.4km，施工期和运营期均不

会对功能区产生不利影响。工程位置与广西壮族自治区海洋功能区划的位置关系见图 13.1-1。

附件二 附图

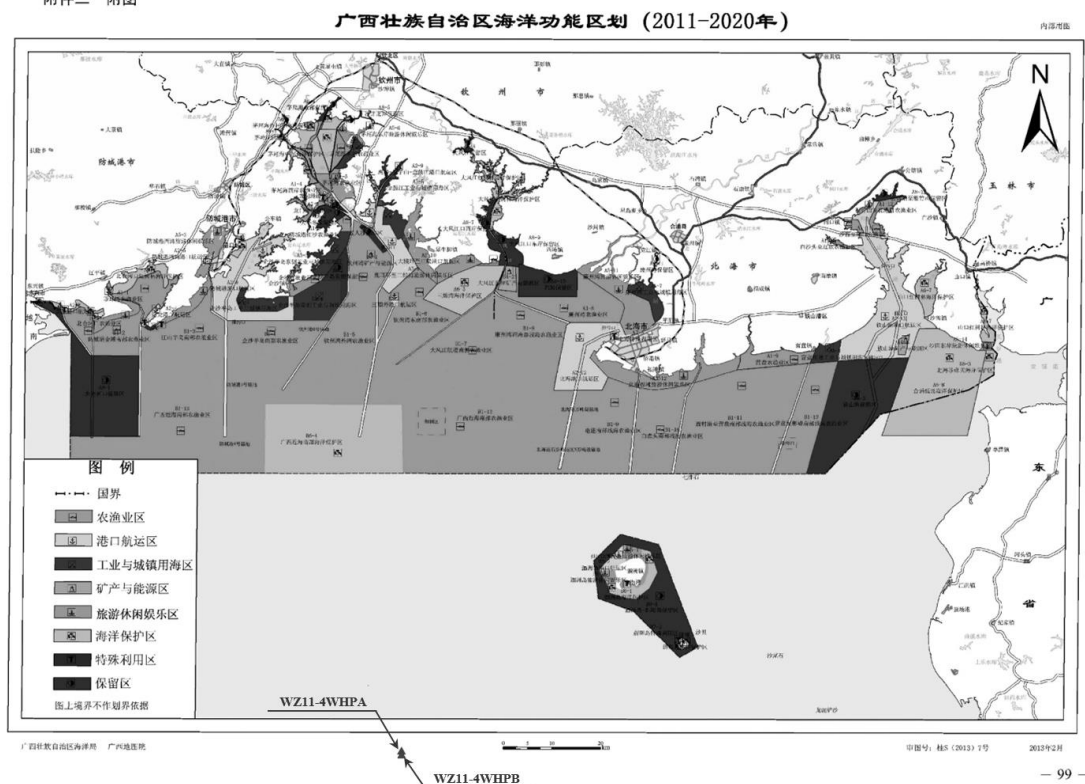


图 13.1-1 与《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020 年）》的位置示意图

13.2 海洋主体功能区规划符合性分析

13.2.1 与《全国海洋主体功能区规划》的符合性分析

根据《全国海洋主体功能区规划》（2015 年 8 月 1 日），本项目所处的海域属于内水和领海主体功能区的重点开发区域。该区域的发展方向与开发原则是，实施据点式集约开发，严格控制开发活动规模和范围，形成现代海洋产业集群；实施围填海总量控制，科学选择围填海位置和方式，严格围填海监管；统筹规划港口、桥梁、隧道及其配套设施等海洋工程建设，形成陆海协调、安全高效的基础设施网络；加强对重大海洋工程特别是围填海项目的环境影响评价，对临港工业集中区和重大海洋工程施工过程实施严格的环境监控。加强海洋防灾减灾能力建设。该区域包括城镇建设用海区、港口和临港产业用海区、海洋工程和资源开发区。其中海洋工程和资源开发区，是指国家批准建设的跨海桥梁、海底隧道等重大基础设施以及海洋能源、矿产资源勘探开发利用所需海域。海洋工程建设和资源勘探开发应认真做好海域使用论证和环境

影响评价，减少对周围海域生态系统的影响，避免发生重大环境污染事件。支持海洋可再生能源开发与建设，因地制宜科学开发海上风能。

本项目建设阶段排放的水基钻井液、钻屑，对周围的海洋环境有短暂局部轻微影响，钻完井结束后海洋环境将较快恢复。运营期含油生产水经处理达标后回注地层或排海，运行期仅少量生活污水经处理达标后排海；建设单位中海石油(中国)有限公司湛江分公司制定了严格的环境管理制度，已对北部湾涠洲油田群溢油应急预案进行备案，可以最大限度防范海上溢油等海洋环境突发污染事件。因此，本项目的建设与《全国海洋主体功能区规划》对该海域的规划要求相协调。

13.2.2 与《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》的关系分析

根据《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》(2018年4月27日)，本工程所处的海域位于广西壮族自治区海洋主体功能区规划范围之外，距离最近的区域是限制开发区域中的重点海洋生态功能区“涠洲岛-斜阳岛”，最近距离约54km。项目建设和正常生产情况下均不会对广西壮族自治区海洋主体功能区规划造成影响。

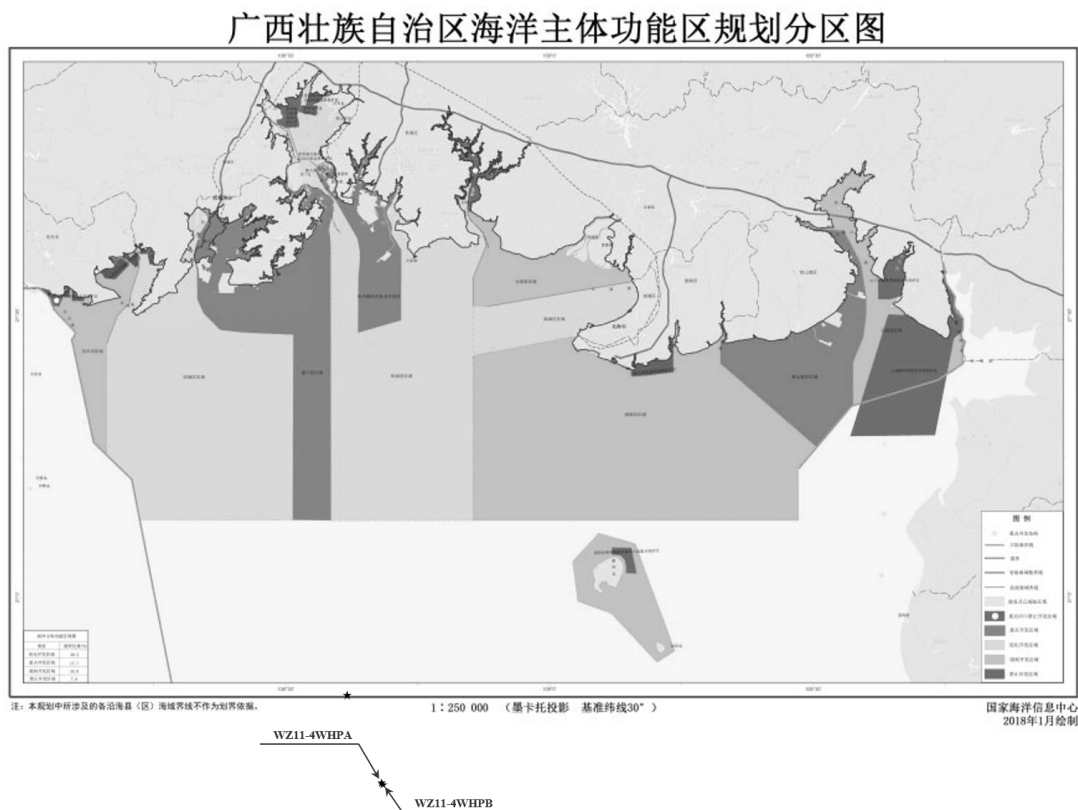


图 13.1-2 工程与《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》的位置示意图

海一侧至粤桂海域行政区域界线南端点向西的直线，以及隶属我区管辖的涠洲、斜阳等海岛向海约 3 公里的周边海域，面积为 69.86 万公顷。本工程各平台位于《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020 年）》范围之外。

13.4.2 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》

根据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》，十三五期间，加强陆上和海上油气勘探开发，有序开放矿业权，积极开发天然气、煤层气、页岩油（气）。推进炼油产业转型升级，开展成品油质量升级行动计划，拓展生物燃料等新的清洁油品来源。本项目属于海上油气勘探开发项目，符合纲要要求。

13.4.3 《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》

《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》提出：“坚持陆上和海上并重，巩固老油田，开发新油田，突破海上油田，大力支持低品位资源开发，建设大庆、辽河、新疆、塔里木、胜利、长庆、渤海、南海、延长等 9 个千万吨级大油田。”“加快海洋石油开发。按照以近养远、远近结合，自主开发与对外合作并举的方针，加强渤海、东海和南海等海域近海油气勘探开发，加强南海深水油气勘探开发形势跟踪分析，积极推进深海对外招标和合作，尽快突破深海采油技术和装备自主制造能力，大力提升海洋油气产量。”本工程位于南海北部湾海域，为海洋油气田开发项目，属于《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》的主要任务，符合该规划要求。

13.4.4 《能源发展“十三五”规划》

《能源发展“十三五”规划》提出，“十三五”时期，提高油气自主保障能力。推进国家油气重大工程，实施大型油气田及煤层气开发重大专项，研究老油田稳产、老油区稳定以及致密气、海洋油气勘探开发扶持政策。支持非常规油气产能建设和储气设施建设。加快煤层气产业化基地和煤矿瓦斯规模化抽采利用矿区建设。完善国家石油储备体系，加快石油储备基地建设，完善动用轮换机制，提高国家石油储备保障能力。由此可见，本项目的建设属于国家《能源发展“十三五”规划》的重点任务。

13.5 产业政策的符合性分析

本项目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）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 29 号，2019 年 8 月 27 日审议通过，自 2020

年 1 月 1 日起实施) 中鼓励类“常规石油、天然气勘探与开采”，因此，本工程的建设符合国家产业政策。

13.6 海洋生态建设方案

2015 年 7 月，国家海洋局印发《国家海洋局海洋生态文明建设实施方案》(2015-2020 年)(以下简称《实施方案》)，要求各单位把落实《实施方案》当作“十三五”期间海洋事业发展的重要基础性工作抓实抓牢，将海洋生态文明建设贯穿于海洋事业发展的全过程和各方面，推动海洋生态文明建设上水平、见实效。为此，本项目在实施过程中应积极落实《实施方案》中的相关要求，具体如下。

13.6.1 与政策的符合性

13.6.1.1 与规划、区划的符合性

通过前面相关章节对工程与“《全国海洋功能区划(2011-2020)》、《全国海洋主体功能区规划(2015 年 8 月 1 日)》、《广西壮族自治区海洋功能区划(2011-2020 年)》、《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》、《广西海洋生态红线划定方案》”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。

13.6.1.2 产业政策的符合性

本项目属于《产业结构调整指导目录(2019 年本)》中的鼓励类“常规石油、天然气勘探与开采”，因此，工程建设符合国家产业政策。

13.6.2 污染物源头控制及溢油应急措施

13.6.2.1 污染物源头控制措施

本工程施工期钻井阶段钻井液循环使用，非油层段钻井液和非油层段钻屑直接排放入海；油层段钻井液和油层段钻屑需进行处理，经处理后，含油量 $\leq 1\%$ 的排海，含油量 $> 1\%$ 的运回陆上交有资质单位处理。此外，生活垃圾、生产垃圾、船舶机舱含油污水均运回陆地处理，生活污水经船用生活污水处理装置处理达标后排放。

运营期含油生产水处理达标后部分回注、部分排海，生活污水经处理达标后排海，生活垃圾和生产垃圾全部运回陆地处理。

13.6.2.2 溢油防范与应急

建设单位中海石油(中国)有限公司湛江分公司编制了《北部湾涠洲油田群溢油应急计划》并于 2018 年 2 月报国家海洋局南海分局备案,该溢油应急计划包括涠洲 12-1 油田、涠洲 12-1 油田北块及四井区、涠洲 11-1 油田、涠洲 11-4 油田等整个涠洲油田群的所有油田及涠洲终端。本项目已纳入湛江分公司的整个应急计划中,建议《北部湾涠洲油田群溢油应急计划》修订后报生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局备案,同时按照修编后的溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作。

工程在设计阶段、建设阶段以及生产阶段均制定并严格实施溢油事故防范措施,同时针对地质油藏特性制定、实施相应的地质性溢油事故风险防范措施,力争最大限度杜绝溢油事故的发生,防范对海洋环境的污染。

13.6.3 海洋生态损害分析

根据《海洋生态损害评估技术指南》【2013 年 8 月海洋局颁布】、《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T28058-2011)及农业部《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)中的相关阐述,本次评价工程对海洋生态损害主要体现在以下方面:

(1) 工程施工期钻井液和钻屑排放对水质、沉积物的影响,对海洋生物资源损失量进行估算。

(2) 运营期含油生产水排放对水质、沉积物的影响,对海洋生物资源损失量进行估算。

(3) 油田开发工程施工期及运营期造成海洋服务功能的损失量计算。

13.6.3.1 海洋生物资源损失

(1) 对浮游生物的影响

工程施工期间钻井阶段钻井液、钻屑排放,使周围海水中悬浮物增大,增加海水浑浊度。一方面影响浮游植物的光合作用,在一定程度上影响水体中浮游植物的生长与繁殖;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。

施工阶段海水浑浊度的增加,也会减少透光层的厚度,使生物合成量减少,同时对浮游植物生长繁殖造成不利,进一步影响了浮游动物的摄食能力和摄食量,从而也影响了浮游动物的生长和繁殖。

(2) 对底栖生物的影响

本项目在钻井阶段排放的钻屑大部分可能沉积于平台周围 200m 范围内，因而其对底栖生物造成影响的覆盖范围是有限的，不会对油田开发区周围的整个底栖生态系统稳定性和生物种类多样性造成明显危害。钻屑停止排放后，沉积区的底栖生态将会逐渐恢复。

(3) 对海洋生物资源的影响

海洋生物资源经济损失额合计见表 13.6-1。

表 13.6-1 海洋生物资源损失经济补偿明细

	生物名称	生物损失量	折算鱼苗损失量	单价	直接损失	补偿年限 (年/倍)	补偿金额 (万元)
钻屑	底栖生物	0.46	0.46		0.69	3	
钻井液	鱼卵 (×10 ⁶ 粒)	1.180	1.180		1.180	3	
	仔鱼 (×10 ⁶ 尾)	3.153	15.766		15.766	3	
	幼鱼	8434	8434		1.265	3	
	幼虾	1022	1022		0.153	3	
	幼蟹	79	79		0.012	3	
	幼头足类	159	159		0.024	3	
	成体	30.60	30.60		0.046	3	
	小计	——	——		——	——	
钻屑	鱼卵 (×10 ⁶ 粒)	0.253	0.253		0.253	3	
	仔鱼 (×10 ⁶ 尾)	0.676	3.378		3.378	3	
	幼鱼	602	602		0.090	3	
	幼虾	73	73		0.011	3	
	幼蟹	6	6		0.001	3	
	幼头足类	11	11		0.002	3	
	成体	1.97	1.97		0.003	3	
	小计	——	——		——	——	
含油生产水	鱼卵 (×10 ⁶ 粒)	1.445	1.445		1.445	20	
	仔鱼 (×10 ⁶ 尾)	3.861	19.305		19.305	20	
	幼鱼	10327	10327		1.549	20	
	幼虾	1252	1252		0.188	20	
	幼蟹	97	97		0.015	20	
	幼头足类	195	195		0.029	20	
	成体	38.34	38.34		0.058	20	
	小计	——	——		——	——	
合计							

海洋生物资源损失经济补偿额共为 █████ 万元。应将次部分补偿费用纳入环保投资。

13.6.3.2 海洋生态服务功能损失评估

根据《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058-2011), 海洋生态系统服务功能主要包括海洋供给服务、海洋调节服务、海洋文化服务、海洋支持服务共 4 个部分, 下面评估本工程施工期和运营期对上述服务功能造成的损失。

本工程对海洋生态系统服务功能的影响主要是施工期钻井液、钻屑排放的影响, 下面评估上述活动对海洋生态系统服务功能的损失。

(1) 海洋供给服务价值损失

根据《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058-2011), 海洋供给服务评估指标主要考虑渔业供给(养殖生产、捕捞生产)和氧气生产。由于本工程所处海域没有养殖生产, 对捕捞生产的影响有限, 且生物资源损失已在“第 7 章”根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)进行了核算, 因此这里仅考虑氧气生产影响。

氧气生产的物质量采用海洋植物通过光合作用过程生产氧气的数量进行评估, 包括浮游植物初级生产力提供的氧气和大型藻类初级生产提供的氧气, 本项目生态调查未调查到大型藻类, 在此仅计算浮游植物产生的氧气量。氧气生产的物质量计算公式为:

$$Q_{O_2} = Q'_{O_2} \times S \times N \times 10^{-3} + Q''_{O_2}$$

式中:

Q_{O_2} — 氧气生产的物质量, 单位为吨 (t);

Q'_{O_2} — 单位时间单位面积水域浮游植物产生的氧气量, 单位为毫克每平方米每天 ($\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$);

S — 评估海域的水域面积, 单位为平方千米 (km^2);

N — 时间天数, (d);

Q''_{O_2} — 大型藻类产生的氧气量, 单位为吨每年 (t/a);

浮游植物初级生产提供氧气的计算公式为:

$$Q'_{O_2} = 2.67 \times Q_{PP}$$

Q_{PP} — 浮游植物的初级生产力, 单位为毫克每平方米每天 ($\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)。

2018 年 4 月该海区初级生产力平均为 $233\text{mgC}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$, 2018 年 9 月该海区初级生产力平均为 $221\text{mgC}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$, 两季平均初级生产力为 $227\text{mgC}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 。本工程钻井液循环使

用间断排放，钻屑在钻井期间连续排放，从不利角度出发以钻屑排放评估对海洋生态系统服务功能影响，根据工程分析，钻屑排放时长约为 165d，根据预测结果，钻屑超一类最大面积为 0.019km²。超一类范围内浮游植物损失率按 50%，根据上述公式评估氧气生产量的损失为：

$$\begin{aligned} Q_{O_2} &= 2.67 \times Q_{pp} \times S \times N \times 10^{-3} \times 50\% \\ &= 2.67 \times 227 \times 0.019 \times 165 \times 50\% \times 10^{-3} \\ &= 0.95 \text{ (t)} \end{aligned}$$

此外，运营期生产水排海，石油类超一类包络面积 0.181 km²，排放时间为 12 年，鉴于生产水深水排放，表层不超标，对浮游植物的影响较小，因此标一类范围内浮游植物损失率按 10% 计，根据上述公式评估生产水排海的氧气生产量损失为：

$$\begin{aligned} Q_{O_2} &= 2.67 \times 227 \times 0.181 \times 12 \times 365 \times 10\% \times 10^{-3} \\ &= 48.05 \text{ (t)} \end{aligned}$$

根据王燕等人的研究，工业制氧平均价格为 400 元/t，则本工程影响氧气生产价值为 19.22 万元。

(2) 海洋调节服务价值损失

根据《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058-2011)，海洋调节服务评估主要考虑气候调节和废弃物处理。本工程生产垃圾和生活垃圾运回陆地处理，含油生产水经处理达标后排海，生活污水和部分非油层段钻井液和钻屑排放，因此，这里主要考虑气候调节功能损失量和上述污染物排放造成的环境容量损失。

气候调节物质量评估采用的方法是基于海洋植物（浮游植物和大型藻类）固定二氧化碳的原理计算，物质量等于评价海域的水域面积乘于单位面积水域浮游植物和大型藻类固定二氧化碳的量。本项目生态调查未调查到大型藻类，在此仅计算浮游植物固定二氧化碳的量。气候调节的物质量计算公式为：

$$Q_{CO_2} = Q'_{CO_2} \times S \times N \times 10^{-3} + Q''_{CO_2}$$

式中：

Q_{CO_2} — 气候调节的物质量，单位为吨 (t)；

Q'_{CO_2} — 单位时间单位面积水域浮游植物固定的二氧化碳量，单位为毫克每平方米每天 (mg/m² · d)；

S — 评估海域的水域面积，单位为平方千米 (km²)；

N—时间天数，(d)；

Q^{CO_2} —大型藻类固定的二氧化碳量，单位为吨每年 (t/a)；

浮游植物固定二氧化碳量的计算公示为：

$$Q^{CO_2} = 3.67 \times Q_{PP}$$

Q_{PP} —浮游植物的初级生产力，单位为毫克每平方米每天 ($mg/m^2 \cdot d$)。

2018 年 4 月该海区初级生产力平均为 $233mgC/m^2 \cdot d$ ，2018 年 9 月该海区初级生产力平均为 $221mgC/m^2 \cdot d$ ，两季平均初级生产力为 $227mgC/m^2 \cdot d$ 。本工程钻井液循环使用间断排放，钻屑在钻井期间连续排放，从不利角度出发以钻屑排放评估对海洋生态系统服务功能影响，根据工程分析，钻屑排放时长约为 165d，根据预测结果，钻屑超一类最大面积为 $0.019km^2$ ，超一类范围内浮游植物损失率按 50% 计；此外，运营期生产水排海，石油类超一类包络面积 $0.181 km^2$ ，排放时间为 12 年，鉴于生产水深水排放，表层不超标，对浮游植物的影响较小，因此超一类范围内浮游植物损失率按 10% 计。根据上述公式评估固定二氧化碳的量的损失为：

$$Q_{CO_2} = 3.67 \times 227 \times (0.019 \times 165 \times 50\% + 0.181 \times 12 \times 365 \times 10\%) \times 10^{-3} \\ = 67.35 \text{ (t)}$$

二氧化碳吸收价值用碳税法计算，瑞典的碳税率在国际上被普遍认可，这里采用这一税率，即 \blacksquare 美元/t(C)，约合人民币 1000 元/t(C)，因此，本工程造成的气候调节损失为 \blacksquare 万元。

污染物排放造成的环境容量价值损失采用替代成本法进行评估，计算公式如下：

$$V_{sw} = Q_{swt} \times P_w \times N \times 10^{-4}$$

其中， V_{sw} —废弃物处理的价值量，万元；

Q_{swt} —废弃物处理的物质量，t/a；

P_w —废弃物处理的单价，元/t；

N—废弃物排放年限，a。

钻井液和钻屑中的总汞、总镉含量根据《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)，生活污水 COD 浓度根据同类设施的运行情况，每一污染当量的取费标准参考环境保护税税目税额表，由此计算本工程排污造成的环境容量详见下表。

表 13.6-2 污染物排放造成的环境容量损失

项目		排放量	浓度含量		物质量 (kg)	单价 (元/kg)	损失价值 (万元)
施工期	钻井液	7273×1.25 t	总汞	≤1×10 ⁻⁶	9.1		
			总铬	≤3×10 ⁻⁶	27.3		
	钻屑	4061×2.5 t	总汞	≤1×10 ⁻⁶	10.2		
			总铬	≤3×10 ⁻⁶	30.5		
	生活污水	3237.5m ³	COD	≤300 mg/L	971.3		
运营期	生活污水	131400 m ³	COD	≤300 mg/L	39420		
	生产水	1068.94×10 ⁴ m ³	石油类	≤20 mg/L*	213788		
合计							

*备注：根据周边油田同类生产水处理设施的处理效果，出水石油类含量小于 20 mg/L。

综上，本项目造成的海洋调节服务价值损失为 █████ 万元。

(3) 海洋文化服务价值损失

根据《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058-2011)，海洋文化服务评估内容主要考虑休闲娱乐、科研服务。休闲娱乐服务评估主要考虑评估海域以自然海洋景观为主体的海洋旅游景区；休闲娱乐的物质质量采用海洋旅游景区的年旅游人数评估，若旅游人数很少可不进行该项评估。科研服务的物质质量宜采用公开发表的以评估海域为调查研究区域或实验场所的海洋类科技论文数量进行评估。

关于休闲娱乐服务，本工程所处海域非旅游区，无大量人员来此观光旅游，一般从不利情况出发按照平台占有海域面积进行休闲娱乐价值损失评估；关于科研服务，本工程所处海域未设置专门的实验场所或科研基地，关于该海域的科研成果及其科研经费不易统计，因此这里采用成果参照法，按照平台占有海域面积进行科研服务价值损失评估。由于本工程无新建平台占海，因此此部分价值不做估算。

(4) 海洋支持服务价值损失

根据《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058-2011)，海洋支持服务评估内容主要考虑物种多样性维持、生态系统多样性维持。

根据谢高地等对我国生态系统各项生态服务价值的研究结果，我国水域生态系统单位面积的生物多样性维持价值为 8686 元/(hm².a)，本工程钻屑超一类包络面积 0.019km² (1.9hm²)，影响时间 165d (0.45a)，按照污染所造成的最高生物损失率 50%；此外，运营期生产水排海，石油类超一类包络面积 0.181km² (18.1hm²)，排放时间为 12a，鉴于生产水深水排放，表层不超标，对浮游植物的影响较小，因此超一类范围内浮游植物损失率按 10%计。估算排污影响造成生物多样性维持功能价值损失约为：

$$1.9 \times 0.45 \times 8686 \times 10^{-4} \times 50\% + 18.1 \times 12 \times 8686 \times 10^{-4} \times 10\% = \text{████} \text{ (万元)}$$

(5) 海洋生态服务功能损失合计

综上所述计算结果，本工程造成海洋供给服务价值损失、海洋调节服务价值损失、海洋文化服务价值损失和海洋支持服务价值损失共计 183.94 元。

表 13.6-2 本工程造成的海洋生态服务功能损失价值汇总

项目	海洋供给 价值损失	气候调节 价值损失	文化服务功能 价值损失	海洋支持服务 价值损失	合计
价格（万元）					

13.6.4 海洋生态保护措施

13.6.4.1 施工期采取的海洋保护措施

施工过程中，完善环保设施，采取积极措施，尽量减少对海洋环境质量的影响，如遇突发性事故，造成悬浮物外泄，及时与有关渔业主管部门联系，并采取积极的措施，将对渔业生产的影响程度降低到最小。

13.6.4.2 运营期建议采取的保护措施

建设单位还应根据工程建设对海洋生态环境可能造成的影响，结合工程所在海域的海洋生物种类分布特征和目前人工育苗、增殖放流技术，对工程附近海域损失的海洋生物资源投入资金加以补偿。

增殖放流工作应按照《水生生物增殖放流管理规定》确定放流品种和增殖放流的组织、管理。增殖放流工作应坚持增殖与保护并重的原则，增殖放流品种的选择应遵循生物多样性、生物安全、技术可行和兼顾效益原则。设增殖放流领导小组，根据农业部水生生物增殖放流规划、资金安排等，结合省渔业环境容量、苗种供应等实际，组织相关部门拟定增殖放流计划。

在生物资源增殖放流过程中，必须坚持科学发展观，建设单位首先应委托有资质的单位进行增殖方案制定、论证和资源研究，根据项目对海洋生态环境的实际损害情况，在当地海洋主管部门的监督和协助下，有具体目标，具体计划的对生态环境和资源数量进行实施，不得在没有科学报告的情况下，贸然实施操作。

增殖放流方案和计划建议如下，以下增殖放流品种选择、放流时间、地点等工作由当地海洋和渔业主管部门指导开展：

A 增殖放流品种选择原则

本地原种或子一代的苗种或亲体；能大批量人工育苗；品质优良（属优质经济鱼、虾类、贝类）；适应工程附近海域生态环境且生势良好；工程附近海域自然生态状况中

曾经拥有的种类，确需放流其他苗种的，应当通过省级以上渔业行政主管部门组织的专家论证；鱼类品种以恋礁性鱼类、适合转产转业和发展游钓休闲渔业品种为主，或在资源结构中明显低于自然生态状况中的比例，资源衰退难以自然恢复；禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种进行增殖放流。

B 增殖放流备选品种

当地适宜增殖放流的备选品种包括：平鲷、真鲷、卵形鲳鲹、紫红笛鲷、淡色黄姑鱼、斑节对虾、长毛对虾、方斑东风螺、华贵栉孔扇贝等，放流品种和数量可根据当时、当地实际情况做适当调整，具体由当地海洋和渔业主管部门统一部署。

C 增殖放流苗种规格质量

鱼苗体长应在 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

建设单位后续需补偿海洋生物资源损失约 520.39 万元（已纳入环保投资预算），计划全部用于增殖放流。建设单位可根据实际情况实施海洋生物增殖放流，建议：增殖放流的期限为 2~5 年，增殖放流时间安排在休渔期间内的 5 月下旬至 7 月上旬。对上述期限、时间及放流地点，建设单位可根据相关渔业主管部门的要求，进行安排，并接受渔业主管部门的监督。

13.6.4.3 海洋生态补偿措施

本工程设生态补偿资金对工程施工及运营过程中造成的海洋生物资源、海洋生态等损失进行补偿，并纳入工程环保投资。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），估算项目在生产建设过程中可能造成的海洋生物资源损失补偿费用约 520.39 万元，建议此部分资金用于海洋生物资源的增殖放流。

13.6.5 海洋生态保护监管措施建议

海洋生态保护、恢复和补偿措施主要以增殖放流和人工鱼礁等方式开展。

海洋生态的保护、恢复或补偿措施的责任主体为建设单位，建设单位应按照生态损害进行生态补偿，缴纳一定生态补偿费用，由当地海洋和渔业行政主管部门按照规定负责实施，相关行政管理部门应进行验收和监管。

海洋生态保护工作应从施工第一年开始每年进行，具体保护措施、地点、时间均由当地海洋与渔业主管部门统一安排部署。海洋与渔业主管部门须抽调相关处室人员组成

现场监督小组，对海洋生态保护措施实施进行监督和管理。

13.6.6 海洋跟踪监测措施

13.6.6.1 施工期跟踪监测

本项目施工期排放的污染物为钻井阶段的钻屑、钻井液排放及施工过程中的生活污水，根据污染物的特点，制定施工期的跟踪监测计划。

在钻井作业期间，检测钻井液、钻屑的生物毒性限值、含油量和重金属含量；

作业者负责取样并交给有资质的机构进行钻井液生物毒性限值监测；

监测方法按照《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB18420.1-2009）执行。

13.6.6.2 运营期跟踪监测

运营期应进行污染源监测与环境质量现状跟踪监测。

（1）污染源监测

在正常生产作业期间，需对下列项目进行监测：

①WZ11-4 WHPA 平台生产水回注前需监测生产水中含油量、悬浮固体含量等注水水质控制指标，具体按照《海上碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T 5329-2012）执行，每日两次。

②WZ11-4 WHPA 平台和 WZ11-4 WHPB 平台生活污水需监测生活污水中的化学需氧量值（COD）；监测频率和方法按照《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）和相关政府管理部门的要求执行，生活污水要求 $COD \leq 300mg/L$ 。COD 值监测频率为每月 1 次，送至有资质的检测单位进行测定。

（2）环境质量现状跟踪监测

本项目评价的 WZ11-4 WHPA 平台和 WZ11-4 WHPB 平台为有人值守平台，有生活污水排放。运营期需进行环境质量现状跟踪监测，监测计划详见“14.2.1.2 运营期跟踪监测”章节内容。

14 环境管理与环境监测

14.1 环境管理

14.1.1 环境管理的任务和内容

环境管理是保护环境、控制污染的重要措施之一。本油田开发工程环境管理的任务和主要内容为：

- 1、贯彻执行国家环境保护法规和标准；
- 2、组织制定和修改与本油田有关的环境保护政策、规章和制度，并监督执行；
- 3、检查本油田环境保护设备、设施或装置的运行状态；
- 4、组织和领导本油田的环境监测工作；
- 5、组织开展本油田环境保护工作人员的技术培训和演习；
- 6、组织编写和填写政府部门要求的各种环境保护报告和记录；
- 7、为政府执法人员检查工作提供方便。

14.1.2 机构及岗位的设置

14.1.2.1 组织机构与定员

作为本油田开发工程的建设单位——中海石油（中国）有限公司湛江分公司（下称湛江分公司），将严格按照国家环保法律标准和中海油总公司颁发的一系列环保规定、办法来开展环境保护管理工作，并已经形成一套完整系统的环保管理机构和环境保护管理体系。

湛江分公司的油田作业环保工作实行总经理负责制，湛江分公司的总经理为第一责任人，主管生产的安全总监（副总经理）直接领导全公司的安全环保工作。公司环保工作作为二级记负责制，对各级公司实行目标管理。在组织机构上公司下设安全环保部，负责组织、落实、监督本公司范围内的油田作业环境保护工作。各级环保管理机构和管理人员通过对所属油田和其它工程设施的环保检查、宣传教育、人员培训等一系列制度和措施，实施对环保工作的科学有效管理。（其组织机构见下图 14.1-1）。

此外，涠洲 11-4 油田 WHPA 平台建立系统、完整的海上平台组织机构，将责任落实到每位现场作业人员，平台的组织机构见图 14.1-2。

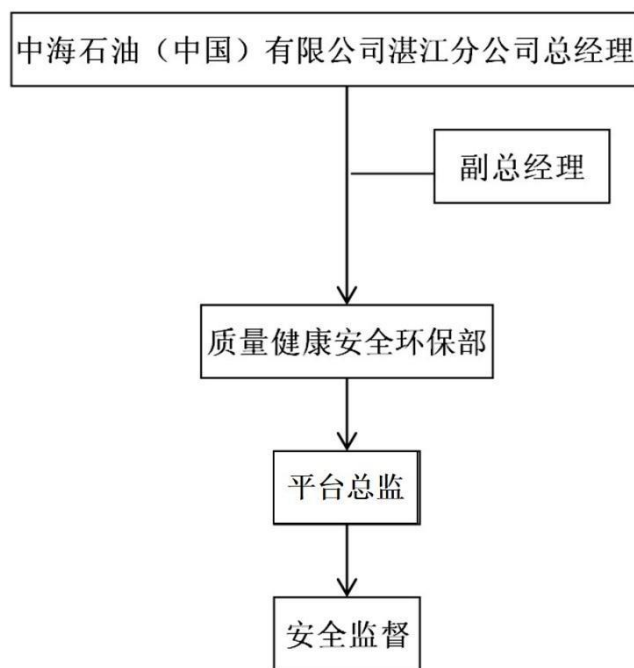


图 14.1-1 湛江分公司环境保护管理机构图

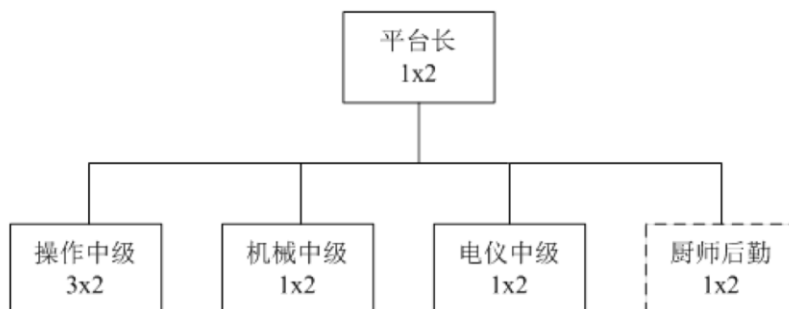


图 14.1-2 海上油田环境管理程序

14.1.2.2 海上主要人员的岗位职责

(1) 平台长

平台长负责井口平台的日常生产安全及维修管理工作，向油田总监汇报工作。主要责任如下：

- 1、严格执行各项安全生产规章制度，遵守劳动纪律，拒绝违章指挥。
- 2、按时巡回检查，发现异常情况及时处理和报告，监督正确使用劳动保护用品、用具。
- 3、做好直升飞机起降、人员登离平台的安全管理工作，防止事故发生。
- 4、做好人员、货物吊运，淡水、油料补给安全工作，遵守起重作业“十不吊”规定。

5、负责井口平台承包商人员的安全教育、作业许可、过程控制和绩效评价工作。

(2) 操作中级

操作中级主要协助井口平台长监控中控操作界面、调整生产工艺参数，按照操作规程正确操作各类生产设备，按时巡检并做好记录，负责单井测试、取样化验、资料录取、资料存档等工作。

(3) 机械中级

机械中级主要负责井口平台机械设备、阀门、管线的日常维护保养；负责井口平台机械专业基本数据、改造资料、维修数据等的收集及管理工作；负责平台相关外委工作进行监督、检查、验收等。

(4) 电仪中级

电仪中级主要负责井口平台电仪设备的日常操作和维护保养；负责平台电仪专业的基本数据、改造资料、维修数据等的收集及管理；负责本专业外委工作进行监督、检查、验收等。

14.1.3 环境保护管理制度

结合油田开发的特点，制定相关的管理措施和制度，实施全过程的环境保护管理，减少对海洋环境的污染和影响。本项目执行以下环境保护管理制度，并定期对以下环保管理内容进行自检。

14.1.3.1 环保监督检查制度

每月对海上生产设施进行安全环保抽查，各部门不定期地进行安全生产和环境保护自检，检查存在的隐患和问题，及时加以妥善处理或向有关领导汇报，提出整改措施和计划。每年都采取综合检查和专项检查相结合、监督检查与自我检查相结合、定期检查与动态检查相结合等方式，进行全方位、全过程的安全环保监管。综合检查方面，落实巡回检查、“日、周、月”检、夜查、要害部位专项检查和节前检查。突出抓好问题整改复查为主要内容的检查，促进了安全环保管理整体水平的提升。

14.1.3.2 安全、环保会议制度

每月召开一次安全、环保例会，分析总结安全生产和安全、环保制度执行情况；查找安全环保问题和隐患，制定相应的安全环保措施；传达上级有关指示和安全、防火及环保等方面的文件。

14.1.3.3 安全环保宣传教育制度

充分利用各种宣传工具，通过各种渠道，积极及时地宣传国家有关安全环保管理规定和安全环保知识，对所有工作人员进行安全环保知识教育，提出安全环保要求，讲清注意事项。

14.1.3.4 培训与演习制度

平台上的所有操作人员必须经过环境保护/安全培训，获得海上石油作业安全救生培训等有效的证书才能上岗。建设单位将定期在平台上进行溢油应急演练，以熟悉应急程序和设备的操作。

14.1.3.5 切实加强平台环保管理工作

海上平台空间小，一旦出现溢油，就可能对海洋环境造成严重污染，为此建设单位坚持“预防为主”的思想，切实强化管理，避免污染事故发生。在平台环保管理方面，建设单位重点强化以下几个方面的管理：一是加强巡回检查和瞭望制度的落实，定期检查平台设施，发现事故苗头，及时采取措施；二是加强平台防污设施的管理，重点是生活污水处理设施的管理，通过定期维护保养，切实做到全部处理、达标排放；三是加强化学消油剂的使用管理，严格控制使用消油剂，避免二次污染；四是建立完善海陆防范监控体系，同时加强海上日常监控管理。

14.2 环境监测计划

环境监测是环境管理的前提和基础。环境监测的主要任务是定期监测各工程设施外排污染物的排放浓度，掌握达标情况，为加强环境保护管理、保证污染处理设备正常运转提供科学依据；分析外排污染物浓度和排放量的变化规律；为制定污染控制措施和环保管理提供依据。本项目的环境监测计划依据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》制定。

14.2.1 环境监测计划

14.2.1.1 施工期跟踪监测

本项目施工期排放的污染物为钻井阶段的钻屑、钻井液排放及施工过程中的生活污水，根据污染物的特点，制定施工期的跟踪监测计划。

在钻井作业期间，检测钻井液、钻屑的生物毒性限值、含油量和重金属含量；

作业者负责取样并交给有资质的机构进行钻井液生物毒性限值监测；

监测方法按照《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB18420.1-2009）执行。

14.2.1.2 运营期跟踪监测

（1）污染源监测

在正常生产作业期间，需对下列项目进行监测：

①WZ11-4 WHPA 平台生产水回注前需监测生产水中含油量、悬浮固体含量等注水水质控制指标，具体按照《海上碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T 5329-2012）执行，每日两次。

②WZ11-4 WHPA 平台和 WZ11-4 WHPB 平台生活污水需监测生活污水中的化学需氧量值（COD）；监测频率和方法按照《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）和相关政府管理部门的要求执行，生活污水要求 $COD \leq 300mg/L$ 。COD 值监测频率为每月 1 次，送至有资质的检测单位进行测定。

（2）环境质量现状跟踪监测

本项目评价的 WZ11-4 WHPA 平台和 WZ11-4 WHPB 平台为有人值守平台，有生活污水产生排放。根据工程特点，本评价主要针对海洋水质、生态环境制定监测计划，海水水质、海洋生态环境监测项目、监测方案、监测范围和站位布设原则、监测频率等。具体监测内容见表 14.2-1。

表 14.2-1 运营期工程周边海域监测计划一览表

环境要素	监测项目	监测方法	监测站位	监测频率
海水水质	COD	《海洋监测规范》 GB17378.4-2007	平台周边 500 米范围 内沿主潮流 方向上、下 各设 1 个站 位	竣工验收前监测一次（建议建设单位与竣工验收跟踪监测一并完成） 运营期根据实际情况每 3-5 年监测一次
	无机氮			
	无机磷			
	石油类			
	金属铅、锌			
海洋生态环境	叶绿素 a	《海洋监测规范》 GB17378.7-2007	平台周边 500 米范围 内沿主潮流 方向上、下 各设 1 个站 位	竣工验收前监测一次（建议建设单位与竣工验收跟踪监测一并完成） 运营期根据实际情况每 3-5 年监测一次
	浮游植物			
	浮游动物			
	底栖生物			
沉积物环境	生物体内石油类	《海洋监测规范》 GB17378.5-2007	平台周边 500 米范围 内沿主潮流 方向上、下 各设 1 个站 位	竣工验收前监测一次（建议建设单位与竣工验收跟踪监测一并完成） 运营期根据实际情况每 3-5 年监测一次
	石油类			
沉积物环境	金属铅、锌	《海洋监测规范》 GB17378.5-2007	平台周边 500 米范围 内沿主潮流 方向上、下 各设 1 个站 位	竣工验收前监测一次（建议建设单位与竣工验收跟踪监测一并完成） 运营期根据实际情况每 3-5 年监测一次

运营阶段建设单位应对工程周边海域的海水水质环境、海洋沉积物环境和海洋生态

环境定期进行监测，制定海洋环境质量跟踪监测方案，提交有效计量认证分析监测报告，对环境监测反馈的信息进行科学分析，并建立资料档案。

14.2.2 事故监测计划

配合政府部门对防污染设备的检查工作，以及在事故状态下配合有关部门作好对事故的跟踪监测。

发生溢油事故时除在常规监测站位进行水质监测外，根据事故性质、事故影响的大小，视具体情况增加对海洋生态环境、海洋生物质量、沉积物环境的监测，站位布设根据实际情况进行调整。可采用有偿服务的方式委托海洋行政主管部门认可的监测单位开展环境事故跟踪监测。

14.2.3 监测机构职能

其主要职能如下：

(1) 负责指导、监督各作业公司海上、陆上油田生产设施外排污染物的监测化验工作；

(2) 定期、不定期地对各海上、陆上油田生产设施排污口的外排污染物进行监测和检查；

(3) 分析所排污染物的变化规律，为平台环保管理、制定污染控制措施和保持污染物处理设备正常运转提供依据；

(4) 协同有关部门对新建设施上的污染防治设备进行竣工验收监测和效果鉴定；

(5) 对监测、化验人员进行业务指导和培训，对化验设备进行检查和校定；

(6) 负责平台污染事故的监测及报告。

15 环境影响评价结论与建议

15.1 工程分析结论

15.1.1 工程概况

涠洲 11-4 油田位于中国南海北部湾海域内，距广西北海市约 103km，东北距涠洲岛约 55km，距涠洲 12-1 油田 27km。油田区域水深 30~40m。

本项目的工程内容主要包括：涠洲 11-4 油田生产水系统升级改造工程和调整井工程，具体内容如下：

(1) WZ11-4WHPB 平台实施 10 口调整井（采油井）工程。

(2) 生产水处理系统升级改造工程：

① 对 WZ11-4WHPA 平台 2004 年投用的 1 台水力旋流器（4500 m³/d）的旋流管进行升级，改造后生产水处理能力提升到 7500m³/d。

② 新增 2 套生产水精细过滤器（5400m³/d×2）及 1 台污水增压泵，相应的管线、电仪的连接改造等，对经水力旋流器处理后的部分生产水进行进一步处理，确保达标排放。

本项目总投资 █████ 万元，其中环保投资 █████ 万元，占总投资的 █████ %。

15.1.2 工程分析

海上建设过程主要工作包括生产水处理系统改造工程的安装与调试、钻完井作业等。产生的主要污染物包括施工作业产生的生活污水、生活垃圾、生产垃圾，施工船舶产生的机舱含油污水，钻完井过程中产生的钻屑和钻井液等。

本项目钻井过程中使用水基钻井液，拟建调整井共产生水基钻井液 7273m³，包括非钻井油层水基钻井液 5368m³，钻井油层水基钻井液产生量为 1905m³；共产生钻屑 4061 m³，包括钻井油层水基钻井液钻屑 3702m³，钻井油层水基钻井液钻屑 359m³。

施工期产生的水基钻井液、水基钻井液钻屑满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中一级要求和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB18420-2009）一级海区要求后排海。对于不达标的水基钻井液和水基钻井液钻屑经收集后运回陆地处理。施工期产生的生活污水经船用装置船用生活污水处理装置处理达

标后排海，生活垃圾（除船舶食品废弃物）和生产垃圾，全部运回陆上处理，船舶机舱含油污水满足《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）相关要求（含油量 $\leq 15\text{mg/L}$ ）后排海。

本项目生产运营期主要污染物为生产水、生活污水、生活垃圾、生产垃圾、燃烧天然气产生的氮氧化物等。根据生产预测，本项目最大产水量为 $17247\text{m}^3/\text{d}$ （2032 年），正常生产情况下，经本平台生产水处理系统处理合格后，最大约 $16535.79\text{m}^3/\text{d}$ （ $578.75 \times 10^4\text{m}^3/\text{a}$ ）排放入海，约 $700\text{m}^3/\text{d}$ （ $24.5 \times 10^4\text{m}^3/\text{a}$ ）的生产水回注地层；其余约 $54.41\text{m}^3/\text{d}$ 生产水随原油外输至 WZ12-1PUQB/PUQ 平台。非正常工况下，平台停产。涠洲 11-4 油田产生的大气污染物为： NO_x 排放量约为 381.1kg/d （ 139.2t/a ）， SO_2 排放量约为 14.8kg/d （ 5.4t/a ）。WZ11-4WHPA 平台生活污水最大产生量为 $10950\text{m}^3/\text{a}$ ，WZ11-4WHPB 平台生活污水最大产生量为 $1839.6\text{m}^3/\text{a}$ ，经平台生活污水处理装置处置满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）（ $\text{COD} \leq 300\text{mg/L}$ ）后排海。生活垃圾产生量约 65t/a ，生产垃圾产生量约 160t/a ，全部运回陆上处理。

15.2 环境现状分析与评价结论

本项目所在涠洲油田群区域附近海域海水水质、海洋沉积物、海洋生物生态和生物质量现状调查工作由国家海洋局南海环境监测中心承担。海水水质、海洋生物生态和生物质量现状调查分别于 2018 年 4 月 22 日~4 月 25 日（春季）和 2018 年 9 月 23 日~9 月 27 日（秋季）进行了两次调查；海洋沉积物环境质量现状于 2018 年 4 月同步进行了调查。春、秋季调查站位基本重合，均布设 44 个调查站位，其中水质调查站 44 个，沉积物调查站 27 个，生物生态（浮游植物、浮游动物、底栖生物、生物质量）调查站 27 个。

15.2.1 海水水质环境现状

本项目春季调查时间为 2018 年 4 月 22 日~4 月 25 日，调查内容包括水质、沉积物、海洋生态、生物质量。秋季调查时间为 2018 年 9 月 23 日~9 月 27 日，调查内容包括水质、海洋生态、生物质量。

海水水质共设置 44 个站位，分别采集表层（0.5 m）、10 m 层和底层（离底 2 m），监测因子包括 pH 值、COD、DO、活性磷酸盐、无机氮、石油类、挥发性酚、硫化物、砷、汞、铜、铅、镉、锌、总铬等 15 项。石油类只采集表层样。

2018 年 4 月水质评价结果：水质按照一类海水水质标准要求评价。调查海区海水中 pH、化学需氧量（COD）、石油类、无机氮、活性磷酸盐、汞、砷、锌、镉、铅、

铜、总铬、硫化物和挥发性酚的单项标准指数均小于 1。溶解氧有 1 个站位超过第一类海水水质标准，但满足第二类海水水质标准。

2018 年 9 月水质评价结果：秋季调查海域海水中 pH、化学需氧量（COD）、石油类、无机氮、活性磷酸盐、汞、砷、锌、镉、铅、铜、总铬、硫化物和挥发性酚等项目均满足第一类海水水质标准要求。溶解氧有 24 个站位超过第一类海水水质标准，但满足第二类海水水质标准。13 个站位超过第二类海水水质标准，但满足第三类海水水质标准。

15.2.2 海洋沉积物现状

本次海洋沉积物设 27 个调查站，调查时间为 2018 年 4 月 22 日~4 月 25 日（春季），根据调查结果，调查海区表层海洋沉积物各调查站位中，有机碳、硫化物、汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷和石油类均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中一类评价标准。

15.2.3 海洋生物生态现状

本次海洋生物生态调查设置 27 个调查站，调查时间为 2018 年 4 月 22 日~4 月 25 日（春季）和 2018 年 9 月 23 日~9 月 27 日（秋季）。调查因子为叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物。

（1）叶绿素 a 及初级生产力

春季调查海域各站位叶绿素平均含量变化于 $(0.16\sim 1.44)\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为 $0.68\text{mg}/\text{m}^3$ 。调查海区叶绿素 a 含量指示该海区为典型贫营养海域。本次调查各站初级生产力变化范围为 $(0.87\times 10^2\sim 4.51\times 10^2)\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，平均为 $2.33\times 10^2\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，海区初级生产力处于中低水平。

秋季调查海域各站位叶绿素含量变化于 $(0.11\sim 2.17)\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为 $0.50\text{mg}/\text{m}^3$ ，调查海区叶绿素 a 含量指示该海区为典型贫营养海域。本次调查各站初级生产力变化范围为 $(1.34\times 10^2\sim 3.93\times 10^2)\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，平均值为 $2.21\times 10^2\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，海区初级生产力总体处于中低水平。

（2）浮游植物

春季调查浮游植物共出现 2 门 34 属 111 种。浮游植物个体数量范围为 $(1.96\sim 14.73)\times 10^4$ 个/ m^3 ，平均为 6.42×10^4 个/ m^3 。调查海区浮游植物优势种为中心圆筛藻、巨圆筛藻、

叉角藻、尖刺菱形藻、具尾鳍藻、纺锤角藻、掌状冠盖藻、五角多甲藻、大角角藻共 9 种。调查海区西部多样性较高，海区浮游植物群落结构较好。

秋季调查共出现浮游植物 3 门 37 属 89 种。浮游植物个体数量范围为(3.51~183.22) $\times 10^5$ 个/ m^3 ，平均为 31.77×10^5 个/ m^3 。整个调查海区浮游植物优势种为菱形海线藻、角毛藻、铁氏束毛藻、并基角毛藻、北方娄氏藻和菱软几内亚藻共 6 种。本次调查所获浮游植物个体数量较高，优势种组成未现异常，群落结构稳定。

(3) 浮游动物

春季调查海域共鉴定出浮游动物 96 种，浮游幼体 26 类。调查海区浮游动物的个体数量变化范围为(21.46~571.17) 个/ m^3 ，平均 184.96 个/ m^3 ，生物量范围为(13.1~279.66) mg/m^3 ，平均 119.14 mg/m^3 ，浮游动物的优势种为夜光虫、肥胖箭虫、鸟喙尖头蚤、双生水母、五角水母、软拟海樽和锥形宽水蚤共 7 种。调查海区浮游动物种类较为丰富，多样性和均匀度等群落各项指标无显著异常。

秋季调查海域共鉴定出浮游动物 136 种，浮游幼体 26 类。调查海区浮游动物个体数量变化范围为(121.85~989.63) 个/ m^3 ，平均 355.18 个/ m^3 。生物量变化范围为(30.71~232.61) mg/m^3 ，均值为 97.79 mg/m^3 ，秋季调查的优势种为喙尖头蚤、肥胖箭虫、强额孔雀哲水蚤、针刺拟哲水蚤、角突隆剑水蚤、长腹剑水蚤、小拟哲水蚤、背突隆剑水蚤、微刺哲水蚤和锥形宽水蚤共 10 种。调查海区浮游动物种类较为丰富，多样性指数和均匀度等群落各项指标无显著异常。

(4) 底栖生物

春季调查海域共发现底栖生物 8 大类 124 种。调查海区底栖生物的栖息密度范围为(5~40) 个/ m^2 ，平均 19.25 个/ m^2 ，生物量变化范围为(0.36~17) g/m^2 ，平均 4.62 g/m^2 。优势种为节肢动物的刺足掘沙蟹和须赤虾、软体动物的波纹巴非蛤和脊索动物的触角尖尾鱼。调查海区生物多样性较好；均匀度平均值较高，种类分布较均匀；丰富度变化不大，底栖生物种类丰富度的平均值较高，说明海区的种类丰富。

秋季调查底栖生物调查中定性定量样品经鉴定共有 9 大类 121 种。调查海区底栖生物的栖息密度范围为(5~40) 个/ m^2 ，平均 15.93 个/ m^2 ，生物量变化范围为(0.04~105.36) g/m^2 ，平均 13.75 g/m^2 。优势种为软体动物的波纹巴非蛤，节肢动物的刺足掘沙蟹和香港蛄，脊索动物的孔鰕虎鱼和小鳞尖尾鱼。调查海区生物多样性指数和丰富度均不高，个别站位偏低；均匀度指数值较高，种类分布较均匀。

15.2.4 海洋生物质量现状

本次海洋生物质量设 27 个调查站位，调查时间为 2018 年 4 月 22 日~4 月 25 日（春季）和 2018 年 9 月 23 日~9 月 27 日（秋季），调查因子为铜、铅、锌、镉、铬、砷、总汞、石油烃作为评价因子。

春季调查海域底栖生物中鱼类、甲壳类和软体类质量状况良好，样品均未检测出超标；贝类样品的 Pb、Cd、Zn 和 Cr 出现不同程度超标现象，不能满足第一类《海洋生物质量标准》的要求，但均能满足第二类标准的限值要求。

秋季调查海域底栖生物中鱼类、甲壳类和软体类质量状况良好，样品均未检测出超标；贝类样品的 Pb、Cd、Zn、Cr 和 As 出现不同程度超标现象，不能满足第一类《海洋生物质量标准》的要求，但均能满足第二类标准的限值要求。

15.2.5 渔业资源现状调查

海洋渔业资源现状调查与评价主要根据广东海洋大学对本项目所在涠洲油田群周围海域的现场调查资料及有关科学研究成果，春季调查于 2018 年 4 月 26~4 月 30 日进行，秋季调查于 2018 年 9 月 1 日~9 月 7 日进行，调查站位均为 12 个。

（1）渔业资源总资源

根据鱼类、头足类和甲壳类渔获物分析结果，春季调查海域中，鱼类成体重量密度平均值为 663.00kg/km²，尾数资源密度平均值为 70294 尾/km²，幼体重量密度平均值为 760.06kg/km²，尾数资源密度平均值为 80583 尾/km²；头足类成体重量密度平均值为 32.15kg/km²，尾数资源密度平均值为 1820 尾/km²，幼体重量密度平均值为 30.45kg/km²，尾数资源密度平均值为 1724 尾/km²；虾类成体重量密度平均值为 80.77kg/km²，尾数资源密度平均值为 18281 尾/km²，幼体重量密度平均值为 48.46kg/km²，尾数资源密度平均值为 10968 尾/km²；蟹类成体重量密度平均值为 29.64kg/km²，尾数资源密度平均值为 3899 尾/km²，幼体重量密度平均值为 1.46kg/km²，尾数资源密度平均值为 193 尾/km²；综上，渔业资源春季成体总重量密度平均值为 805.56kg/km²，尾数资源密度平均值为 94294 尾/km²，幼体总重量密度平均值为 840.43kg/km²，尾数资源密度平均值为 93468 尾/km²。

秋季调查海域中，鱼类成体重量密度平均值为 179.180kg/km²，尾数资源密度平均值为 14717.67 尾/km²，幼体重量密度平均值为 415.92kg/km²，尾数资源密度平均值为

34162 尾/km²；头足类成体重量密度平均值为 16.17kg/km²，尾数资源密度平均值为 676 尾/km²，幼体重量密度平均值为 10.57kg/km²，尾数资源密度平均值为 442 尾/km²；虾类成体重量密度平均值为 97.98kg/km²，尾数资源密度平均值为 11967 尾/km²，幼体重量密度平均值为 24.1kg/km²，尾数资源密度平均值为 2943 尾/km²；蟹类成体重量密度平均值为 153.96kg/km²，尾数资源密度平均值为 9482 尾/km²，幼体重量密度平均值为 14.38kg/km²，尾数资源密度平均值为 885 尾/km²；综上，渔业资源秋季成体总重量密度平均值为 447.29kg/km²，尾数资源密度平均值为 36843 尾/km²，幼体总重量密度平均值为 464.97kg/km²，尾数资源密度平均值为 38432 尾/km²。

(2) 鱼卵、仔稚鱼

春季共鉴定出仔稚鱼 23 种，隶属 7 目 16 科 18 属；共鉴定出鱼卵 7 种，隶属 3 目 4 科 5 属。本次调查中，共采获鱼卵 16139 粒，仔稚鱼 16853 尾。其中垂直网获取鱼卵 836 粒，仔稚鱼 509 尾；水平网获取鱼卵 15303 粒，仔稚鱼 16344 尾。春季水平拖网鱼卵平均数量为 670.0 粒/网，平均密度为 135.67 粒/100 m³，仔稚鱼平均数量为 591.3 尾/网，平均密度为 121.06 尾/100 m³。垂直拖网鱼卵平均数量为 17.5 粒/网，平均密度为 150.77 粒/100m³，仔稚鱼平均数量为 27.7 尾/网，平均密度为 221.85 尾/100m³。

秋季共鉴定出仔稚鱼 32 种，隶属 9 目 20 科 24 属；共鉴定出鱼卵 7 种，隶属 2 目 5 科 6 属。本次调查中，共采获鱼卵 864 粒，仔稚鱼 779 尾。其中垂直网获取鱼卵 135 粒，仔稚鱼 566 尾；水平网获取鱼卵 729 粒，仔稚鱼 213 尾。秋季水平拖网鱼卵平均数量为 30.4 粒/网，平均密度为 8.57 粒/100m³，仔稚鱼平均数量为 8.9 尾/网，平均密度为 2.35 尾/100m³。垂直拖网鱼卵平均数量为 5.6 粒/网，平均密度为 83.83 粒/100m³，仔稚鱼平均数量为 23.6 尾/网，平均密度为 166.79 尾/100m³。

15.3 环境影响预测分析与评价结论

15.3.1 水文动力环境影响分析

本项目主要为 WZ11-4WHPA 平台生产水处理系统升级改造和 WZ11-4WHPB 平台新增调整井工程，未有新建设施，不涉及新增占海，因此不会对流场产生影响。

15.3.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

本项目主要为 WZ11-4WHPA 平台生产水处理系统升级改造和 WZ11-4WHPB 平台新增调整井工程，未有新建设施，不涉及新增占海，不会对流场产生影响，因此不会对

地形地貌与冲淤环境产生影响。

15.3.3 水质环境影响评价

15.3.3.1 施工期对水质环境影响评价结论

根据预测，本项目钻井液对海洋环境的影响主要在表层，中层和底层无超标海域。钻井液表层超一（二）类海水水质标准的包络线面积为 0.328km²，超三类海水水质标准的包络线面积为 0.007km²，超四类海水水质标准的包络线面积为 0.005km²。超一（二）类海水水质标准的范围离排放点的最大距离为 0.55km，停止排放恢复到一类水质所需最大时间约为 4h。

根据预测，本项目钻屑排放对海洋环境的影响主要在表层和中层，底层无超海水水质标准水域。钻屑表层超悬浮物一（二）类海水水质标准的包络面积为 0.019km²，无超三类、超四类海水水质标准海域。中层超悬浮物一（二）类海水水质标准的包络面积为 0.006km²，无超三类、超四类海水水质标准海域。超悬浮物一（二）类海水水质标准的范围距平台最大距离为 0.11km，覆盖厚度超过 2cm 区域的面积为 0.01km²，停止排放后 2h 整个海域可恢复到一类水质。

15.3.3.2 运营期对水质环境影响评价结论

含油生产水对水质的影响：石油类主要分布在海水表层，表层以下无超标面积，超一（二）类海水水质标准的面积约为 0.181km²，超三类海水水质标准的面积约为 0.009km²，超四类海水水质标准的面积约为 0.005km²，超一（二）类海水水质标准距离平台最远距离约为 0.55km。

生活污水对水质的影响：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（30m）范围内，叠加背景值后超标的海域也在排放点周围 30m 的范围内。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 0.0004 平方公里。

15.3.4 沉积物环境影响评价

钻屑入海后在海水运动的作用下，会在海底一定的范围内沉积。钻屑的沉积及分布范围受排放量、海流、水深等因素的影响。钻屑的排放将覆盖一部分原海底，所覆盖区域的沉积物类型会有所变化，并可能使沉积物中有机质等污染物的含量稍有升高。一般

大部分钻屑沉积在作业平台 200m 以内。根据数值模拟结果，本项目钻屑覆盖厚度超过 2cm 的面积共为 0.05km²，对海洋沉积物环境影响较小。

15.3.5 对海洋环境敏感目标的影响分析

(1) 对海洋保护区的影响分析

本项目距离涠洲岛海洋保护区 54km，距离斜阳岛海洋保护区 60.3km，距离三娘湾海洋保护区 93.9km，距离北仑河口红树林海洋保护区 110km，距离广西近海南部海洋保护区 59.4km。根据预测结果：钻井液和钻屑排放时产生的悬浮物超一（二）类海水水质标准的范围离管道最远距离分别约 0.55km、0.11km 以内，运营期生活污水 COD 叠加背景值后超标的海域在排放点周围 1 个网格（30m）范围内，含油生产水最远扩散距离为 0.55km，可认为本项目建设和运行对其无影响。

(2) 对水产种质资源保护区的影响分析

本项目距离北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区 10.4km，距离北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区实验区 63.0km，主要保护对象为二长棘鲷和长毛对虾。根据预测结果：钻井液和钻屑排放时产生的悬浮物超一（二）类海水水质标准的范围离管道最远距离分别约 0.55km、0.11km 以内；运营期生活污水 COD 叠加背景值后超标的海域在排放点周围 1 个网格（30m）范围内，含油生产水最远扩散距离为 0.55km，可认为本项目建设和运行对其无影响。

(3) 对渔业“三场一通道”的影响分析

本项目位于北部湾长尾大眼鲷产卵场、北部湾绯鲤类产卵场。根据预测结果：钻井液和钻屑排放时产生的悬浮物超一（二）类海水水质标准的范围离管道最远距离分别约 0.55km、0.11km 以内，对“三场一通道”会产生一定的影响，但施工结束后悬浮物恢复到一类水质的时间约为 4h，悬浮物造成的影响在施工结束后短时间内可以恢复，因此本项目的建设对重要经济生物资源的“三场一通道”的影响是暂时且可恢复的。

本项目运营期生活污水 COD 叠加背景值后超标的海域在排放点周围 1 个网格（30m）范围内，运营期含油生产水最远扩散距离为 0.55km，对“三场一通道”会产生影响。

本项目将积极采取增殖放流等有效措施，将项目建设对海洋生态和生物资源环境的损害程度降低到最小，以促进海洋生物资源恢复和可持续发展。

15.3.6 海洋生态影响分析与评价结论

本项目建设造成底栖生物损失量为 0.46t，鱼卵损失量为 2.879×10^6 粒、仔稚鱼

7.690×10⁶尾、幼鱼 19363 尾、幼虾 2347 尾、幼蟹 182 尾、幼头足类 366 尾、成体 70.91kg。

15.4 环境风险分析与评价结论

本次评价识别出来的环境风险类型包括井涌或井喷、平台火灾、船舶碰撞泄漏事故。本工程最大可信事故为施工期船舶碰撞溢油事故。选取了不利的溢油位置作为溢油点进行了模拟预测，溢油量最大为 145t。

根据预测结果分析，不利风向溢油抵达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区的最短时间为 3.5h，抵达南海北部幼鱼繁育场保护区的最短时间为 7.0h，抵达二长棘鲷幼鱼保护区的最短时间为 11.0h，抵达广西涠洲岛珊瑚礁保护区限制类红线区的最短时间为 20.0h，抵达其它敏感区的时间均在 20.0h 以上。同时，由于本工程还位于北部湾绯鲤类产卵场、北部湾二长棘鲷产卵场，一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施，原油将即刻抵达该敏感目标，并对其造成不利影响。

根据应急响应时间分析，涠洲油田群内部和海洋石油 255 环保船溢油应急力量在 3.5h 内均可到达溢油点，湛江分公司内部溢油应急力量 9.5~22h 可以到达溢油点，深圳分公司溢油应急力量 26h 可以到达溢油点，并陆续进行溢油回收作业。参照《船舶溢油应急能力评估导则》(JT/T 877-2013) 进行溢油能力的计算，目前可利用的溢油应急设备量可以满足本工程最大溢油量 145t 的溢油应急能力的要求。

建设单位已按照《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》和《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》的相关规定，编写了《北部湾涠洲油田群溢油应急计划》并于 2018 年 2 月取得备案，本工程的工程内容已包含在该溢油应急计划中。建设单位应当按照《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》修编溢油应急计划，并将修编后的溢油应急计划上报相关主管部门备案，同时按照修编后的溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作。

15.5 清洁生产和总量控制结论

15.5.1 清洁生产结论

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，本项目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”。

15.5.2 总量控制结论

根据本项目的特征污染物和所在海域环境现状，本项目选择 WZ11-4WHPA 平台的含油生产水、WZ11-4WHPA、WZ11-4WHPB 平台生活污水及其特征污染物 COD 作为本项目的受控污染物。

涠洲 11-4 油田开发工程于 1989 年 8 月取得国家环境保护局的批复（（89）环监字第 275 号），原环评编制时间早，原环评中未申请生产水及生活污水排放总量。

本项目投产后，建议 WZ11-4WHPA 平台外排含油生产水的总量控制指标为：含油生产水排放量为 $578.75 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ，其中石油类排放量为 65.35t/a，控制浓度为 20mg/L；建议 WZ11-4WHPA 平台生活污水的总量控制指标为：生活污水排放量 10950 m^3/a ，其中 COD 排放量为 3.29t/a。本项目投后，建议以 WZ11-4WHPA 平台外缘 600m 半径以内的海域海域作为 WZ11-4 WHPA 平台的生产水排污混合区；建议以 WZ11-4 WHPA 平台生活污水排放口为中心、半径为 30m 范围内的海域作为 WZ11-4WHPA 平台的生活污水排污混合区。

WZ11-4WHPB 平台生活污水未超过原环评核算值，其生活污水总量控制指标不变。

15.6 环境保护对策措施的合理性、可行性结论

15.6.1 建设阶段环境保护措施

（1）本项目在钻井过程中采用水基钻井液，水基钻井液循环使用。施工期所排放的水基钻井液、水基钻井液钻屑需达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中一级要求；钻井液和钻屑的生物毒性容许值需符合《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB18420-2009）一级海区要求。不符合排放标准的钻屑和水基钻井液则全部运回陆地交有资质单位进行处理。

（2）建设阶段产生的生产垃圾全部分类回收至垃圾箱内，分类装箱运回陆地处理。

（3）建设阶段作业船舶其间将产生一定量的船舶污染物，包括船舶含油污水和船舶垃圾等。船舶污染物的排放与处理执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）和《船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发〔2018〕68号）》等相关要求。

（4）钻井平台钻完井期间，排放的生活污水中的 COD 的含量需满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准（ $\text{COD} \leq 300 \text{mg/L}$ ）；生活垃圾和生产垃圾运回陆上处理。

15.6.2 运营阶段污染防治措施

15.6.2.1 含油生产水处理

正常工况下，WZ11-4WHPA平台经三相分离后，分离出的含油生产水经过气浮选装置处理后的生产水输送至生产水增压泵，经过增压泵增压后输送至水力旋流器进行处理，经过水力旋流器处理后，部分生产水输送至撇油罐排海，剩下的生产水输送至精细过滤器进行处理，经过精细过滤器处理后，少量生产水输送至注水增压泵，注入地层，其余部分输送至撇油罐排海。

分离出的原油（含水低于5%）输送至WZ12-1PUQB平台，经WZ12-1PUQB和WZ12-1PUQ平台生产水处理系统处理后排海或注入地层。

排海的生产水需满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级海域的排放要求（含油量 $\leq 20\text{mg/L}$ ），注入地层的生产水需满足《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T5329-2012）中推荐注水水质含油量 $\leq 30\text{mg/L}$ 的要求。

15.6.2.2 生活污水处理

WZ11-4WHPA、WZ11-4WHPB 平台上均设有生活污水处理装置，平台上生活污水依托各自平台上的生活污水处理设施处理达标后排海。排放的生活污水需满足《海洋石油开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中的一级标准对水质的要求（COD $\leq 300\text{mg/L}$ ）。

15.6.2.3 固体废弃物处理

一般工业垃圾、生活垃圾全部运回陆地，委托第三方单位接收处理；危险废物交有资质单位进行处理。

15.6.3 生态保护措施及建议

（1）本项目施工建设过程中和油田生产过程中将对周围海域的渔业资源和海洋生态造成不可避免的影响。建设单位应与有关渔业主管部门沟通和协商，对本报告中评估的渔业生物资源损失进行经济补偿。并将对渔业资源的补偿费用纳入环保投资。

（2）在生产阶段必须严格控制污染物的总排放量、污染物的排放浓度，减少对海洋环境影响的范围和程度

（3）建设单位应加强设备管理、严格操作规程、减少人为失误，从根本上将事故

发生概率降到最低，务必将防范事故发生的措施放在首要位置。

(4) 建设单位必须具备控制溢油的有效手段和措施。一旦溢油事故发生，应及时向相关主管部门通报情况，并立即采取一切措施将溢油控制在最小范围内。

15.7 公众参与情况

建设单位中海石油（中国）有限公司湛江分公司在环评编制阶段进行了三次公众参与调查：

针对本项目的建设，2020年2月10日，建设单位在在项目所在地主流媒体北海新闻网进行了第一次公示，公示网址为：<http://www.bhxww.com/>，公示期为2020年2月10日至2020年2月21日。第一次公众参与信息公示期间，建设单位和评价单位未收到任何公众来信、邮件、传真及电话。

2020年7月，《涠洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书》完成初稿编制，建设单位就征求意见稿进行了第二次公众参与信息公示。征求意见稿选取在北海新闻网进行了公示，公示时间为2020年7月14日至2020年7月27日，链接地址为：<http://www.bhxww.com/NewsInfo.aspx?id=37755>；2020年7月15日、7月21日在项目所在地北海日报对涠洲 11-4 油田调整项目环境影响报告书征求意见稿的相关信息进行了公示；2020年7月14日在项目所在地广西涠洲岛附近村镇、企（事）业单位等张贴了公告。第二次信息公示期间，建设单位和评价单位未收到任何公众关于本项目的来信、邮件、传真及电话。

向生态环境主管部门报批环境影响报告书前，建设单位于2020年7月28日至2020年8月3日在北海新闻网公开了环境影响报告书全文和公众参与说明文本全文。链接地址为：<http://www.bhxww.com>。

15.7 规划和政策符合性结论

15.7.1 海洋主体功能区划

根据《全国海洋主体功能区规划》（2015年8月1日），本项目所处的北部湾海域属于优化开发区域。本项目在开发过程中将注重对周边水产种质资源等敏感目标的保护。本项目建设阶段钻井液和钻屑的排放对周围海洋环境造成局部轻微影响；在正常运行阶段生活污水处理达标后排放，生产水经处理达标后排海，对海洋环境影响轻微且短时间

内可恢复。此外工程还设立了专项资金对工程建设造成的海洋生物资源损失进行补偿。因此，本项目的建设符合《全国海洋主体功能区规划》对该海域的规划要求。

根据《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》，本项目所处的海域位于广西壮族自治区海洋主体功能区规划范围之外，距离最近的区域是限制开发区域中的重点海洋生态功能区“涠洲岛-斜阳岛”，最近距离约 54km。正常工况下，本项目施工期及运营期不会对其产生不利影响。

15.7.2 海洋功能区划

根据《全国海洋功能区划（2011~2020 年）》，本项目所在海域位于南海桂东海域的涠洲岛—斜阳岛海域范畴内，该区域重点保护珊瑚礁生态系统，发展海岛旅游、港口航运以及油气资源勘探开发和渔业资源开发，开展海域海岸带整治修复；实施污染物排海总量控制制度，改善海洋环境质量。油气区要求海水水质质量、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于现状水平。

本项目属于油气资源勘探开发工程，与南海桂东海域的涠洲岛—斜阳岛海域主要功能之一的油气资源勘探开发具有一致性，符合全国海洋功能区划对该海域发展石油天然气的勘探与开发的要求。

根据《广西壮族自治区海洋功能区划》（2011~2020），本项目位于广西壮族自治区海洋功能区划外。本项目距离“广西近海南部海洋保护区”最近，距离约 59.4km。正常工况下，本项目施工期和运营期均不会对功能区产生不利影响。

15.7.3 海洋生态红线

根据《广西海洋生态红线划定方案》（2017 年 11 月），本项目在广西海洋生态红线区外。本项目建设阶段钻井液和钻屑的排放对海洋环境影响轻微且短时间内可恢复，不会影响到红线区的水质、沉积物质量和海底生物质量，不会改变或影响滨海旅游的开发建设活动。

15.7.4 相关政策规划符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》，本项目为海上油气开采项目，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中鼓励类“常规石油、天然气勘探与开发”工程，本项目的建设符合国家产业政策的要求。

本项目的开发建设与《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《广西壮族自治区国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《广西壮族自治区海洋环境保护规划（2016~2025 年）》等相关要求相符合。

15.8 建设项目环境可行性结论

涠洲 11-4 油田调整项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》“鼓励类”产业，符合国家产业政策。

本项目符合《全国海洋主体功能区规划》和《全国海洋功能区划（2011~2020 年）》，本项目不在《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》、《广西壮族自治区海洋功能区划（2011~2020）》、《广西海洋生态红线划定方案》（2017 年 11 月）范围内。

本项目从设计和施工方案上采取了一系列污染治理、环境保护措施，采用的生产工艺流程及设备、污染防治措施等均符合清洁生产的要求。本项目施工期间，对海水水质、海洋沉积物和海洋生态环境的影响范围和程度较小。

本项目存在一定溢油风险，溢油事故一旦发生会对生态和环境造成严重危害后果，建设单位已编写了《北部湾涠洲油田群溢油应急计划》并于 2018 年 2 月取得备案，本项目的工程内容已包含在该溢油应急计划中。建设单位根据备案后溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作，用以防范海上溢油等海洋环境突发污染事件，避免发生重大环境污染事件。

综上，评价认为，只要不发生油气泄漏事故，本项目对周边的环境影响程度将是可接受的。在建设单位切实落实了各项污染防治对策措施、生态保护对策措施，切实落实风险事故应急对策措施和应急预案的前提下，从环境保护角度考虑，本项目建设可行。