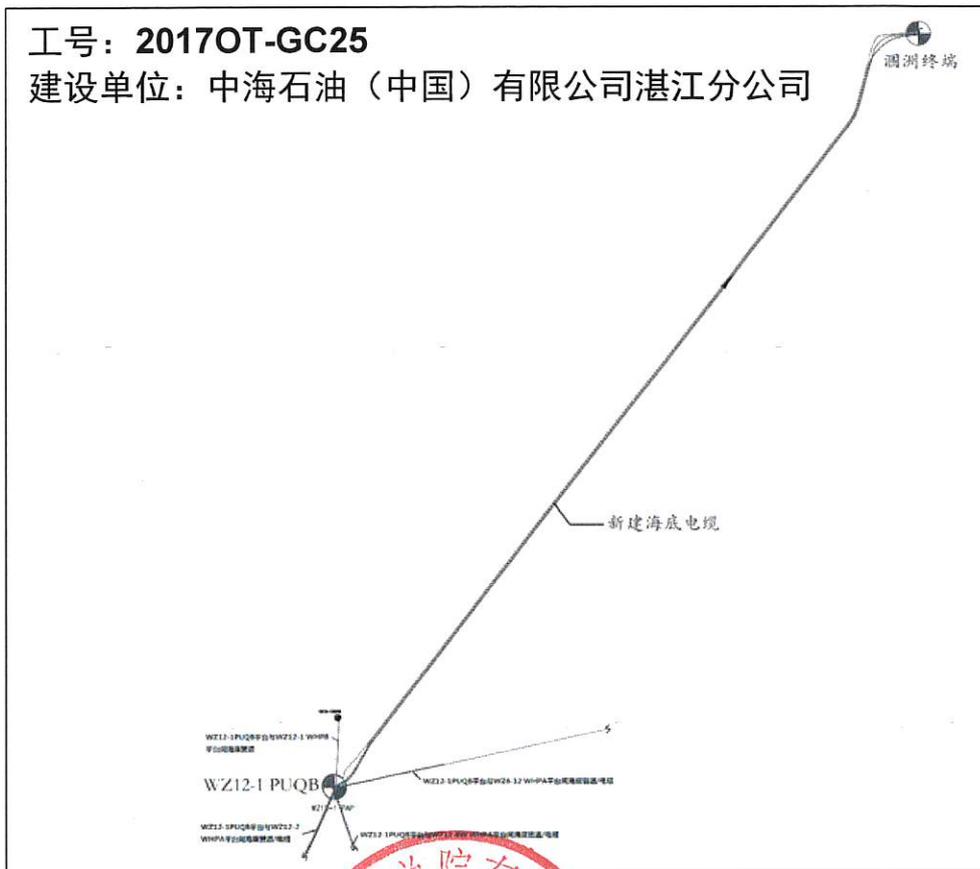


涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目

环境影响报告书



中海石油研究总院有限责任公司

北京

二〇一八年十一月



建设项目环境影响评价资质证书

机构名称：中海油研究总院有限责任公司
 住 所：北京市朝阳区太阳宫南街6号院2号楼14层
 法定代表人：刘再生
 资质等级：甲级
 证书编号：国环评证 甲字第 1031 号
 有效期：2018年5月7日至2018年12月29日
 评价范围：环境影响报告书甲级类别 — 海洋工程***
 环境影响报告表类别 — 一般项目***

本环评资质证书仅用于
 涠洲终端至涠洲12-1PUQB平台新增海缆项目



项目名称： 涠洲终端至涠洲12-1PUQB平台新增海缆项目

文件类型： 环境影响报告书

适用的评价范围： 海洋工程类

法定代表人： 刘再生

主持编制机构： 中海油研究总院有限责任公司



建设单位：中海石油（中国）有限公司湛江分公司

联系电话：0759-3912769

评价单位：中海油研究总院有限责任公司

评价单位证书号：国环评证甲字第 1031 号

单位负责人：刘再生 院长

技术负责人：任叙合 环境总师

项目负责人：尹晓娜 工程师

环评工程师登记证编号：**A103102909**

联系电话：**010-84522721**

涠洲终端至 WZ12-1PUQB 平台新增海缆项目

环境影响报告书

技术签署

编制主持人	姓名	职（执）业资格证书编号	登记（注册证）编号	专业类别	本人签名		
	尹晓娜	HP0009440	A103102909	海洋工程	尹晓娜		
主要编制人员情况	序号	姓名	职（执）业资格证书编号	登记（注册证）编号	编制内容	本人签名	校对签名
	1	尹晓娜	HP0009440	A103102909	总论	尹晓娜	龙良波
	2	刘涛	HP0001503	A103102002	工程概况与工程分析	刘涛	龙良波
	3	郭静	HP0011532	A103103009	工程环境概况	郭静	龙良波
	4	邓媛媛	HP00018061	A103103102	环境质量现状调查与评价	邓媛媛	史明明
	5	郭静	HP0011532	A103103009	环境影响回顾性分析	郭静	史明明
	6	张敏霞	HP0010380	A103103409	环境影响预测与评价	张敏霞	郭良波
	7	郭良波	HP0003264	A103102109	环境风险分析与评价	郭良波	张敏霞
	8	胡琴	HP00017635	A103102709	环境保护对策措施与生态建设方案	胡琴	龙良波
	9	张敏霞	HP0010380	A103103409	环境经济损益分析	张敏霞	郭良波
	10	胡琴	HP00017635	A103102709	环境管理与监测计划	胡琴	史明明
11	尹晓娜	HP0009440	A103102909	评价结论与建议	尹晓娜	龙良波	

审 核： 李海平

审 定： 郭 静

批 准： 郭良波



总 目 录

概述.....	1
一、项目由来.....	1
二、评价工作程序.....	2
三、关注的主要环境问题.....	3
四、主要评价结论.....	3
1 总论.....	4
1.1 报告书编制依据.....	4
1.2 评价标准.....	7
1.3 环境影响因素识别.....	9
1.4 环境敏感区与环境保护目标.....	9
1.5 环境影响评价工作等级.....	10
1.6 环境影响评价范围与评价重点.....	11
2 工程概况与工程分析.....	14
2.1 工程项目概况.....	14
2.2 工程开发方案.....	17
2.3 施工和建设方案.....	21
2.4 产污环节分析与污染物分析.....	27
2.5 污染源核算及评价因子筛选.....	28
3 工程区域环境概况.....	32
3.1 海上自然环境概况.....	32
3.2 涠洲终端厂区自然环境概况.....	56
4 环境质量现状调查与评价.....	64
4.1 海水水质、沉积物和生物质量现状调查概况.....	64
4.2 生物生态和渔业资源现状调查与评价.....	78
4.3 陆域环境空气质量现状调查与评价.....	108
4.4 声环境质量现状与评价.....	111
5 环境影响回顾性分析.....	114
5.1 现有工程回顾.....	116
5.2 环评批复及落实情况.....	117



5.3	环境保护设施运行情况	119
5.4	海洋环境质量回顾	127
5.5	环境影响回顾性分析结论	146
6	海洋环境影响预测与评价	151
6.1	海洋环境影响预测	151
6.2	海洋环境影响评价	156
6.3	定向钻施工环境影响评价	168
7	环境风险分析与评价	169
7.1	风险识别	169
7.2	溢油事故概率	169
7.3	溢油漂移数值预测	170
7.4	溢油风险防范措施	176
7.5	溢油应急措施分析	177
8	环境保护对策措施与生态建设方案	185
8.1	环境保护对策措施	185
8.2	清洁生产分析	190
8.3	生态保护与补偿措施	191
8.4	海洋生态建设方案	192
9	环境经济损益分析	200
9.1	环境保护设备及环保投资估算	200
9.2	环境经济损益分析	200
9.3	社会效益分析	201
10	环境管理与监测计划	202
10.1	环境管理	202
10.2	环境监测计划	206
11	评价结论与建议	207
11.1	工程概况	207
11.2	主要污染源和污染物	207
11.3	功能区划及相关规划的符合性	207
11.4	环境质量现状	210
11.5	环境影响预测与评价	213



11.6 溢油事故风险分析与防范措施	215
11.7 环境保护措施	217
11.8 环境管理与监测	218
11.9 评价结论	218
附件 1: 《关于涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 新增海缆项目环评委托书》	220
附件 2: 平台名称中英文对照表	221



概述

一、项目由来

涠洲油田群位于中国南海北部湾海域，油田群范围为东经 $108^{\circ}16' \sim 108^{\circ}50'$ ，北纬 $20^{\circ}12' \sim 21^{\circ}50'$ ，油田群东北距离广西北海市西南约 80km，距离涠洲岛终端约 30km。

涠洲电网于 2008 年建成，目前为涠洲油田群终端处理厂、22 座已建平台和 1 座在建平台进行供电；同时也为涠洲岛居民供电提供电力。目前涠洲终端正在建设 1 台 10MW 蒸汽轮发电机组，对涠洲终端燃气轮机发电机组烟气余热进行回收利用。在该电站建成后，涠洲电网的总容量将扩大至 16 台机组 88MW，其中涠洲终端电站装机容量达到 39MW，是电网中最大的电站。

涠洲终端至涠洲 12-1 油田为整个电网供电的现有海底电缆最大输送能力为 17MW（功率因数 0.90），但由于海上油田的不断滚动开发，海上平台的用电负荷增加较快，现有涠洲终端至平台的海底电缆在 2018 年后就无法满足海上平台开发电力输送要求，届时海上生产设施需求的末端功率将达到 19.3MW，必须通过新建海底电缆向海上传输来解决此供电能力缺口问题。

同时，现有海底电缆投产至今已经历过 4 次故障维修，存在较大质量隐患；其中的复合光缆现在均已中断，导致陆地和海上通讯只能依靠无线通讯方式，降低了涠洲电网安稳控制系统的响应速度，严重影响电网的稳定运行。从未来的油田开发计划可见，涠洲终端连接涠洲 12-1 油田的海底电缆将成为终端电站向海上输电的大动脉，提高这个输电路径的可靠性对保障海上油田生产的可靠性有着重要的意义，新建一条涠洲终端到 WZ12-1 油田的海底电缆已经势在必行。

作为涠洲终端余热回收电站建设的配套工程，本项目计划新铺设一条涠洲终端至 WZ12-1PUQB 平台的海底电缆，长度约 33.1km。建成后新建海底电缆将配合现有输电能力不足的海底电缆，一同为海上油田群供电，不但能够满足海上平台电力需求，同时也提高了涠洲终端向海上平台输送电力的可靠性。

涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目的工程方案已编制完成，



根据国家有关法规的要求，受建设单位中海石油（中国）有限公司湛江分公司委托，中海油研究总院承担并完成涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目的环境影响评价工作。

二、评价工作程序

按照《环境影响评价技术导则—总纲》（HJ2.1-2011）的要求，本次环评的工作程序见图 1。

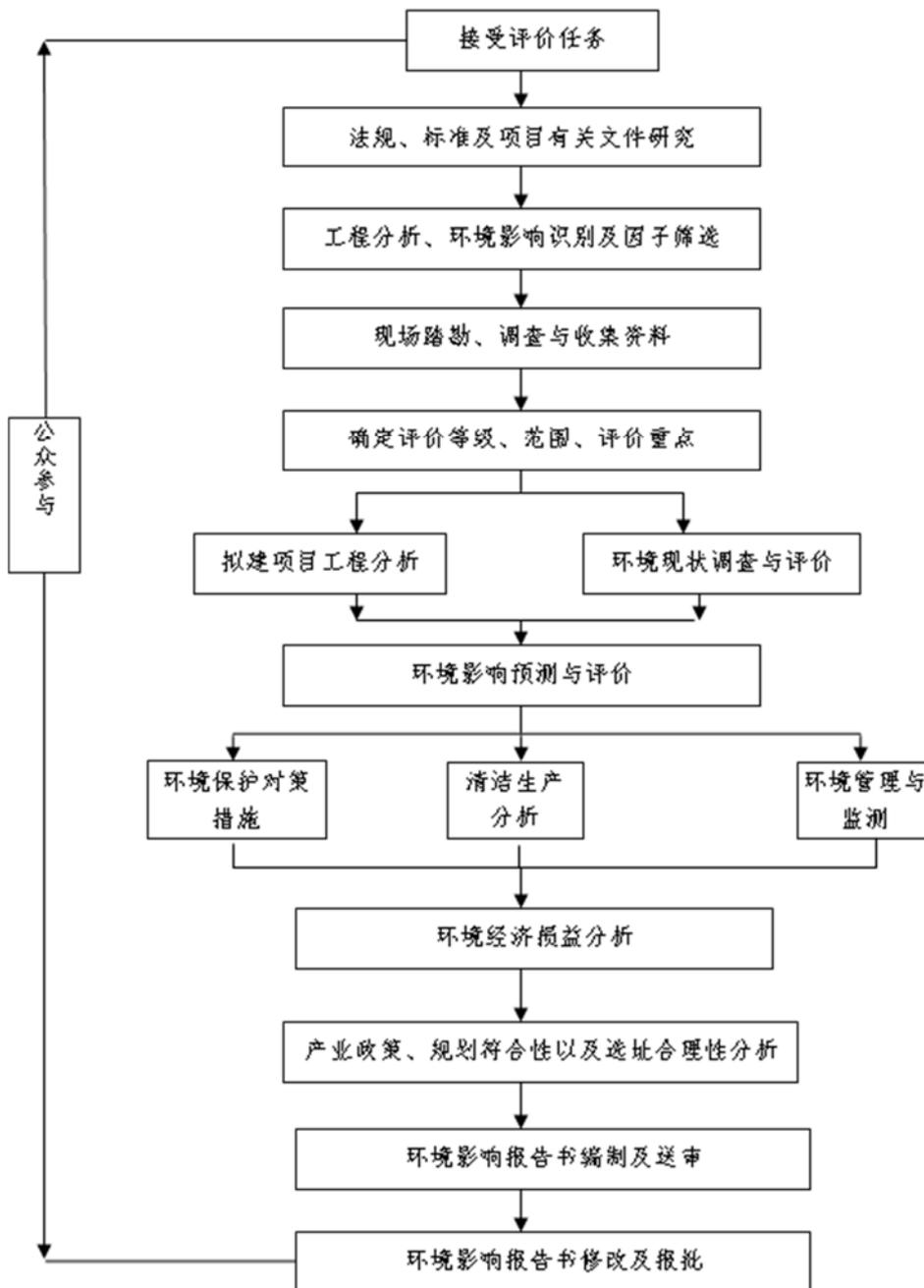


图 1 环境影响工作程序



三、关注的主要环境问题

涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目所在海域附近的主要环境敏感目标为海洋保护区、渔业资源保护区和产卵场等。本项目位于北部湾二长棘鲷长毛对虾水产种质资源保护区、北部湾蓝圆鲹产卵场、二长棘鲷产卵场以及涠洲岛旅游休闲娱乐区内，距离较近的还有涠洲岛海洋保护区、二长棘鲷幼鱼和幼虾保护区、北部湾金线鱼产卵场和北部湾长尾大眼鲷产卵场。在工程建设过程中，需进行重点保护，尽量减轻或避免施工作业对海洋生物资源和海洋生态环境的影响，并采取合理有效的防范措施，尽可能避免溢油事故的发生。

本项目在正常建设、生产情况下环境保护目标为环境影响评价范围内的海水水质、沉积物质量和海洋生物质量等。此外，本项目新建电缆路由所在的北部湾二长棘鲷长毛对虾水产种质资源保护区、北部湾蓝圆鲹产卵场、二长棘鲷产卵场以及涠洲岛旅游休闲娱乐区也将作为重点保护目标。在风险事故情况下，关注的主要环境问题是事故对工程周围海域的环境敏感目标、海洋生态环境、渔业资源以及渔业生产的潜在影响。

四、主要评价结论

涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目符合《产业结构调整指导目录》、《全国海洋主体功能区规划》和相关省级海洋功能区划要求，施工方案较为充分地考虑了工程可能对环境造成的影响，采取了一系列污染防治及环境保护措施。

本项目对海洋环境产生的影响主要是在施工过程中挖沟产生的悬浮沙，但其影响是有限的、短期且可恢复的；电缆铺设完成后，运行阶段不会对周边环境造成新增影响。工程的建设会对海洋生态资源产生一定影响和损害，需要采取有效的保护措施。拟建工程在施工阶段存在一定的溢油风险，需要采取具有针对性的安全保护措施和切实有效的溢油应急防范对策措施。

评价认为，在建设单位积极落实本报告提出的污染防治措施、风险事故防范措施和应急预案的前提下，从环境保护角度考虑，本次海底电缆铺设项目建设可行。



1 总论

涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目环境影响报告书将本着实事求是的科学态度,结合工程方案及项目所在地功能区划,对工程建设及生产过程中产生的环境影响进行预测评价,并提出控制和减缓环境影响的对策措施。

本次环境影响评价目的包括:根据国家有关环保法规和标准的要求,识别涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目在建设及生产各阶段的主要污染物/源,并核算其源强;调查工程所处海域的环境质量现状、周围海域的渔业资源状况和环境敏感目标;对依托的现有工程设施及其环保设施运行情况,以及油田所处海域的环境质量状况进行回顾性分析;针对工程特征和污染物特征预测工程主要污染物对环境可能造成的影响范围和程度,提出污染物排放控制建议和减缓环境影响的对策建议;分析本工程采用的清洁生产和污染防治措施,并提出进一步减少污染的合理化建议;分析潜在的环境风险和风险防范措施的可行性,并提出相应措施;为工程开发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。

1.1 报告书编制依据

本环境影响报告书主要根据涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目工程方案,在各项专题研究的基础上,按照中华人民共和国有关环保法规的要求而编制,具体编制依据如下。

1.1.1 法律依据

- 中华人民共和国环境保护法(全国人大常委会,2014.4.24 修订)
- 中华人民共和国海洋环境保护法(全国人大常委会,2017.11.05 修改)
- 中华人民共和国环境影响评价法(全国人大常委会,2016.7.2 修订)
- 中华人民共和国海域使用管理法(全国人大常委会,2001.10.27 颁布)
- 中华人民共和国渔业法(全国人大常委会,2013.12.28 修正)
- 中华人民共和国野生动物保护法(全国人大常委会,2016.7.2 修订)



- 中华人民共和国海上交通安全法（全国人大常委会，2016.11.7 修改）
- 中华人民共和国固体废物污染环境防治法（全国人大常委会，2016.11.7 修订）
- 中华人民共和国节约能源法（全国人大常委会，2016.07.02 修订）
- 中华人民共和国清洁生产促进法（全国人大常委会，2012.2.29 修正）

1.1.2 环境保护行政法规、政策、管理文件

- 建设项目环境保护管理条例（国务院，2017.6.21 修改）
- 防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例（国务院，2018.3.19 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（国务院，1983.12.29）
- 防治船舶污染海洋环境管理条例（国务院，2017.3.1 修订）
- 铺设海底电缆管道管理规定（国务院，1989.2.11）
- 中国水生生物资源养护行动纲要（国务院，2006.2.14）
- 全国海洋主体功能区规划（国务院，2015.8.1）
- 产业结构调整指导目录（2011 年本）（2013 年修正）（发展改革委，2013.2.16）
- 建设项目环境影响评价分类管理名录（生态环境部，2018.4.28 修改）
- 国家危险废物名录（环境保护部，2016.06.14 修订）
- 危险废物污染防治技术政策（环境保护部，2001.12.17）
- 关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知（环境保护部，2012.7.3）
- 中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定（交通运输部，2016.9.2 修正）
- 沿海海域船舶排污设备铅封管理规定（交通运输部，2007.4.10）
- 海底电缆管道保护规定（国土资源部，2004.1.9 颁布）
- 铺设海底电缆管道管理规定实施办法（国家海洋局，1992.8.26）
- 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（国家



海洋局，2016.1.5 修改)

- 国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案(国家海洋局, 2015.4.3)
- 国家海洋局生态文明建设实施方案(2015-2020 年)(国家海洋局, 2015.7.16)

1.1.3 其他依据

- 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
- 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
- 能源发展“十三五”规划
- 全国海洋功能区划(2011-2020)
- 广西壮族自治区海洋功能区划(2011-2020)
- 广西壮族自治区海洋环境保护条例(2013 年 11 月)
- 广西海洋生态红线划定方案(2017 年 12 月)
- 广西壮族自治区海洋主体功能区规划(2018 年 4 月)
- 北海市涠洲岛生态环境保护条例(2018 年 7 月)
- 《建设项目环境风险评价导则》(HJ/T169-2004)
- 《海洋调查规范》(GB12763-2007)
- 《海洋监测规范》(GB17378-2007)
- 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)
- 《海洋油气勘探开发工程环境影响评价技术规范》
- 《国内航行海船法定检验技术规则》(2011 年公布, 2016 年修改)
- 《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058-2011)

1.1.4 基础资料

- 涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目环境影响评价任务委托书(2017.08)
- 涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目工程方案(2018.07)
- 涠洲 12-1 油田至涠洲终端海底输油管道环境影响报告书(报批稿)



1.2 评价标准

1.2.1 环境质量标准

涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目环境影响评价中所采用的环境质量标准见表 1.2-1。

表 1.2-1 本工程采用的海洋环境质量标准

项目	采用标准	等级	适用对象
海水水质	海水水质标准 (GB 3097-1997)	第一类	环境质量现状评价、环境影响评价
	渔业水质标准 (GB11607-89)	-	
沉积物	海洋沉积物质量 (GB 18668-2002)	第一类	海洋沉积物质量评价
海洋生物	海洋生物质量 (GB 18421-2001)	第一类	海洋生物质量评价 (贝类)
	《全国海岸带和滩涂资源综合调查简明规程》	-	海洋生物质量评价 (软体类、甲壳类和鱼类的生物体内污染物质, 除石油烃外)
	《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》 (第二分册)	-	海洋生物质量评价 (软体类、甲壳类和鱼类的生物体内石油烃)

1.2.2 污染物排放标准

涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目位于南海北部湾海域, 根据《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008), 本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第 1 部分: 分级》(GB18420.1-2009), 本工程所在海域属于一级海区。本项目在建设生产过程中所产生的相关污染物的处置与排放标准见表 1.2-2。

表 1.2-2 本工程采用的污染物排放标准

污染物	采用标准	等级	标准值	适用对象
平台生活污水	海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值 (GB4914-2008)	一级	COD≤300mg/L	电缆铺设阶段平台生活污水的排放
平台生产垃圾		一级	禁止排放或弃置入海	电缆铺设阶段平台生活垃圾的处理/处置
平台生活垃圾		一级		



定向钻产生的钻屑和泥浆	海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值 (GB4914-2008)	一级	不得排放含油量>1%的含油钻屑和钻井液 Hg≤1mg/kg Cd≤3mg/kg	定向钻作业排放的钻屑和泥浆
	海洋石油勘探开发污染物生物毒性 (GB18420-2009)	一级	生物毒性容许值 ≥30000mg/L	
船舶含油污水	73/78 防污公约 船舶水污染物排放控制标准 (GB3552-2018)	/	石油类≤15mg/L 排放应在船舶航行中进行	距涠洲岛 12 海里以外施工船舶
	沿海海域船舶排污设备铅封管理规定	/	全部运回陆地处理	距涠洲岛 12 海里以内施工船舶
船舶生活污水	船舶水污染物排放控制标准 (GB3552-2018)	/	(1) 与最近陆地距离 3 海里以内的海域: 利用船载收集装置收集, 排入接收设施; 或利用船载生活污水处理装置处理至 BOD ₅ ≤50mg/L; 悬浮物≤150mg/L; 耐热大肠菌群数≤2500 个/L。 (2) 3 海里<与最近陆地距离≤12 海里的海域: 使用设备打碎固形物和消毒后排放; 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) 与最近陆地距离>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。	施工船舶产生的生活污水
船舶生活垃圾			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 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。	施工船舶产生的生活垃圾
船舶生产垃圾			禁止投入海域	施工船舶产生的生产垃圾
船舶污染物	《2011 年国内航行海船法定检验技术规则》 《国内航行海船法定检验技术规则 2016 年修改通报》	/	本工程海上施工应采用符合本法规要求并获得相应的国内航行海船法定证书的作业船舶	各类作业船舶



1.3 环境影响因素识别

根据涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目所在海域环境特征和工程活动特点，采用矩阵法识别本工程的主要海洋环境影响因素，详见表 1.3-1。

由表可见，本工程的主要不利影响是建设阶段海底电缆铺设挖沟时搅起的悬浮沙对海水水质、底质和海洋生态的影响。另外，潜在的事故性溢油也将对海水水质、海洋生态以及海洋资源利用等产生不利影响。

表 1.3-1 本工程建设生产与海洋环境要素关系矩阵表

环境要素 作业内容		海洋环境				海洋生态			海洋资源利用			社会发展	
		水质	底质	地貌	大气	浮游生物	底栖生物	渔业资源	渔业捕捞	水产养殖	航运交通	就业	经济
施工建设	现有平台调试	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	○
	电缆铺设	●	●	●	●	●	●	●	●	-	●	○	○
运行阶段	电力输送	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	▲	▲
事故	燃料油泄漏事故	●	-	-	●	●	-	●	●	●	●	-	-

注：●短期不利影响；○短期有利影响；▲长期不利影响；△长期有利影响；-为影响轻微或无影响。

1.4 环境敏感区与环境保护目标

1.4.1 环境敏感区

涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目所在海域附近的主要环境敏感目标为海洋保护区、渔业资源保护区和产卵场等。本项目位于北部湾二长棘鲷长毛对虾水产种质资源保护区、北部湾蓝圆鲹产卵场、二长棘鲷产卵场以及涠洲岛旅游休闲娱乐区内，距离较近的还有涠洲岛海洋保护区、二长棘鲷幼鱼和幼虾保护区、北部湾金线鱼产卵场和北部湾长尾大眼鲷产卵场。在工程建设过程中，需进行重点保护，尽量减轻或避免施工作业对海洋生物资源和海洋生态环境的影响，并采取合理有效的防范措施，尽可能避免溢油事故的发生。

工程海域附近主要环境敏感目标具体描述详见报告书“第三篇 工程区域环境概况”篇章中内容。



1.4.2 环境保护目标

涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目在正常建设、生产情况下环境保护目标为环境影响评价范围内的海水水质、沉积物质量和海洋生物质量等。此外，本项目新建电缆路由所在的北部湾二长棘鲷长毛对虾水产种质资源保护区、北部湾蓝圆鲈产卵场、二长棘鲷产卵场以及涠洲岛旅游休闲娱乐区也将作为重点保护目标。

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。潜在事故性溢油对周围环境敏感目标的影响范围和程度详见报告书“环境风险分析与评价”篇章。

1.5 环境影响评价工作等级

根据《海洋油气勘探开发工程环境影响评价技术规范》中对于海洋油气勘探开发工程环境影响评价分级管理的相关规定，同一油气田内已建设施之间新增或更换海底管道、电缆的，可编制海洋油气开发工程环境影响报告表。但考虑到本项目新铺设海底电缆长度较长，且所处海域生态环境较敏感，因此适当提高本次环境影响评价工作等级，确定本项目水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境评价等级均为 3 级。

鉴于本次涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目铺设完成后对水文动力和地形地貌与冲淤环境影响轻微，不会改变工程周围海域的潮波系统，对海区的水交换能力没有影响；且本工程不涉及填海、疏浚等对水文动力环境和地形地貌与冲淤环境产生明显影响的工程内容。本次评价将对水文动力环境和地形地貌与冲淤环境影响进行简要分析。

本工程近岸段电缆还将采用定向钻施工工艺进行铺设，该段长度约 503m，定向钻作业场地位于现有涠洲终端厂区内部，建设运营过程中仅在施工阶段可能对周边大气环境、声环境和生态环境造成短期、局部的影响。由于施工占地不属于新征用地，且距周边环境敏感目标较远，各类影响在施工结束后将很快恢复至原有水平。因此本次评价将对陆上定向钻施工对大气、声和生态环境的影响进行简要分析。

由于本工程在建设过程中存在潜在的溢油事故环境风险，参照《建设项目



环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004），确定本项目的风险评价等级为一级。

1.6 环境影响评价范围与评价重点

1.6.1 评价范围

根据《海洋油气勘探开发工程环境影响评价技术规范》的要求，评价范围应依据工程特点、所在海域环境特征及周边海洋环境敏感目标分布等确定，应覆盖工程建设可能影响到的全部海域。其中海底管线评价范围为沿垂直海底管线路由方向从管线外缘向两侧扩展不少于 5km。

根据本次海底电缆铺设项目污染物数值模拟预测结果，海底电缆挖沟搅起的悬浮沙扩散、漂移范围不会超过距排放点 2km 的范围，未超过技术规范中 5km 的扩展范围。据此确定以海底电缆路由为中心外扩 5km 的范围，作为本次海底电缆铺设项目在正常作业情况下的环境影响评价范围，评价面积约为 440km²。本项目海洋环境影响评价评价范围见图 1.6-1。

此外本项目近岸段还涉及长约 503m 的定向钻铺设，根据其施工阶段对周围大气、声、生态环境影响分析结果，确定以定向钻作业场地周边约 200m 的范围作为陆上环境影响评价范围。

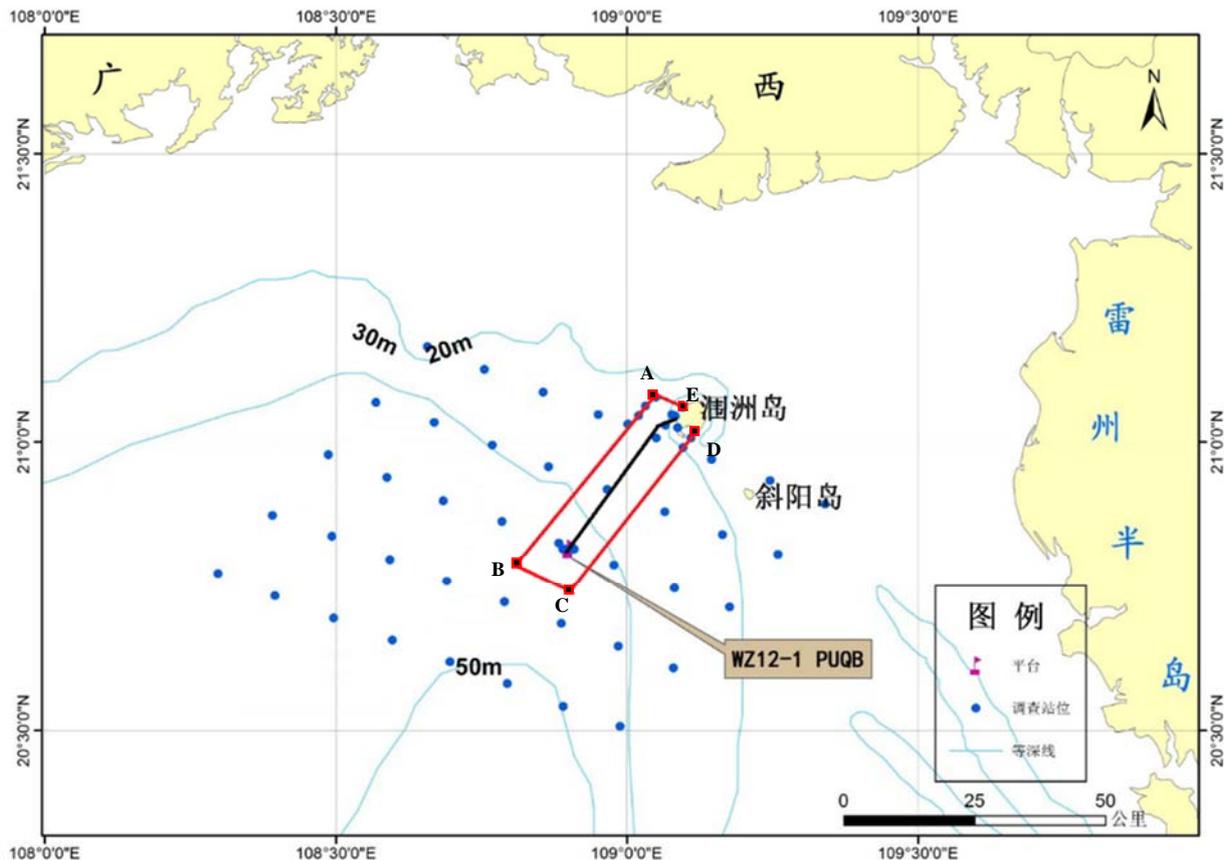


图 1.6-1 本项目正常作业情况下评价范围

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：海底电缆铺设阶段产生的各类污染物（主要是搅起的海底沉积物和船舶污染物等）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。

本次评价的工程内容主要包括：

- 新铺设 1 条涠洲终端至 WZ12-1PUQB 平台的海底电缆；
- 对现有 WZ12-1PUQB 平台安装电缆护管并进行相关调试；
- 新建海底电缆近岸段相关定向钻施工。

1.6.3 评价重点

根据涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目的特点，在对评价项目进行筛选的基础上，确定本次环境影响评价的评价重点包括：



- 新建海底电缆铺设期间挖起的海底沉积物排放对工程设施周围海域的海水水质、底质和海洋生态环境的影响范围及其程度；
- 污染防治措施与清洁生产分析；
- 溢油事故风险分析、防范对策及应急措施可行性分析。



2 工程概况与工程分析

2.1 工程项目概况

2.1.1 项目名称与建设性质

建设项目名称为涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目，建设单位为中海石油(中国)有限公司湛江分公司。

本项目内容为铺设一条由涠洲终端至 WZ12-1PUQB 平台的海底电缆，属于海洋油气田开发附属工程。

2.1.2 地理位置

涠洲油田群位于中国南海北部湾海域，油田群范围为东经 $108^{\circ}16' \sim 108^{\circ}50'$ ，北纬 $20^{\circ}12' \sim 21^{\circ}50'$ 。油田群东北距离广西北海市西南约 80km。其中本项目涉及的 WZ12-1PUQB 平台距离涠洲岛终端约 32km，本项目电缆路由所处海域水深约 0~31m。涠洲油田群地理位置见图 2.1-1。

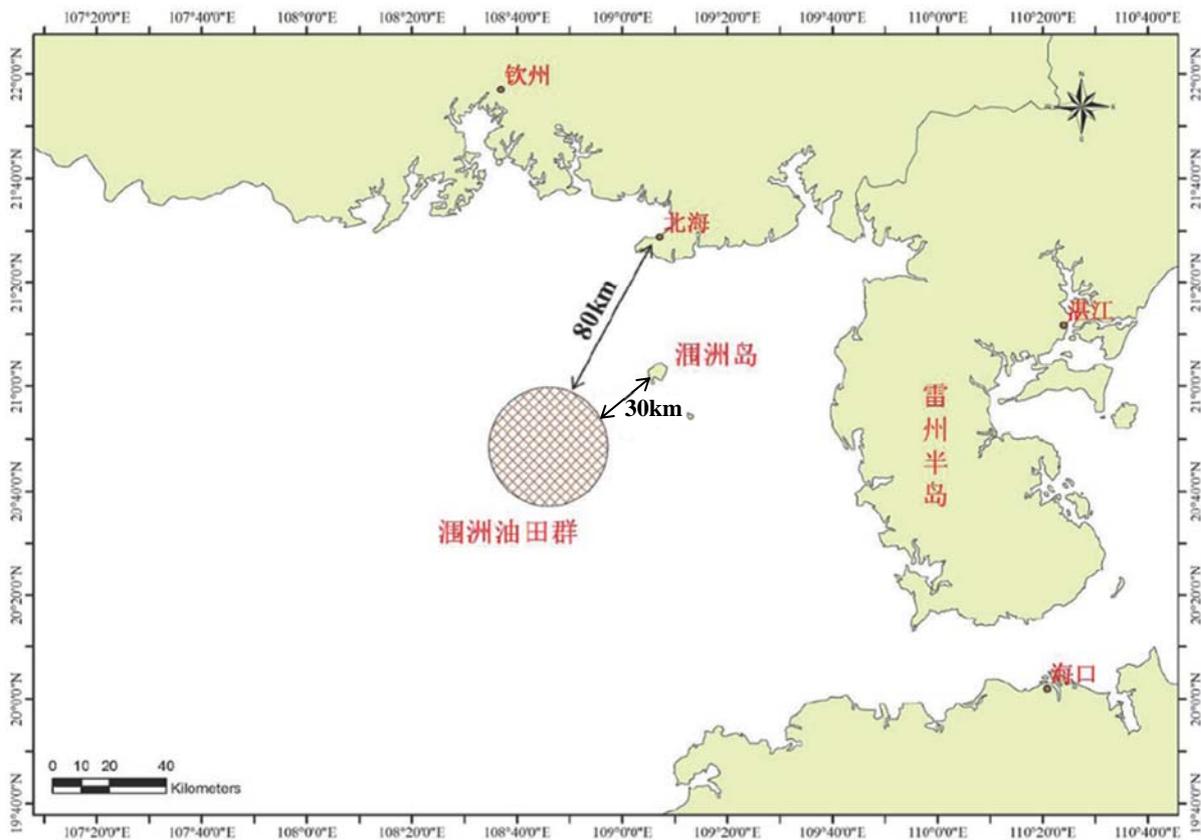


图 2.1-1 涠洲油田群地理位置示意图



2.1.3 现有工程概况

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），21 座已建井口平台（分别为 WZ12-1 WHPB、WZ6-1 WHPA、WZ6-8 WHPA、WZ6-9/6-10 WHPA、WZ11-4D WHPA、WZ11-1N WHPA、WZ11-1 WHPA、WZ11-2 WHPA、WZ11-2 WHPB、WZ11-4N WHPA、WZ11-4N WHPB、WZ11-4N WHPC、WZ11-4 WHPA、WZ11-4 WHPB、WZ11-4 WHPC、WZ12-1W WHPA、WZ12-2 WHPA、WZ12-8W WHPA、WZ12-2 WHPB、WZ6-12 WHPA 和 WZ6-13WHPA），1 座待建井口平台（WZ12-8E WHPA），和 1 座涠洲终端。除 WZ11-4 WHPA、WZ11-4 WHPB、WZ11-4 WHPC 三座平台外，其余生产设施均通过涠洲油田群电网进行供电。

涠洲油田群电网在 2017 年涠洲终端余热回收电站建设后，装机总容量扩大至 16 台机组 88MW，其中涠洲终端电站装机容量达到 39MW，是电网中最大的电站。涠洲油田群电网目前分别通过 6.3kV、10.5kV、35kV 电压等级形成联网，其中涠洲终端、WZ11-1N WHPA 平台和 WZ12-1PUQB 平台均通过单回 35kV 电缆与 WZ12-1 PAP 平台相联，电网为单辐射式接线。同时，涠洲电网目前还为涠洲岛居民供电提供电力。

涠洲终端到涠洲 12-1 油田现有的海底电缆截面为 35kV, $3 \times 185\text{mm}^2$ ，最大输送能力为 17MW（功率因数 0.90）。从 2008 年投入运行以来，到 2017 年已经运行了 9 年，经历过 4 次维修（软接头处单相绝缘击穿），平均每隔 2~3 年维修一次，整条海底电缆存在着较大的运行隐患。

涠洲油田群现有工程设施平面布置参见图 2.1-2。



2.2 工程开发方案

2.2.1 工程概述

本项目计划在 WZ12-1PUQB 平台和涠洲终端间新铺设一条长约 33.1km 的海底电缆，以配合现有输电能力不足的海底电缆，一同为海上油田群供电。工程平面布置见图 2.2-1。

本次电缆铺设作业计划于 2019 年 10 月开始施工作业，主要施工程序包括预调查和扫海、WZ12-1PUQB 平台电缆护管安装、登陆段定向钻施工、与现有管缆的交越点处理、海底电缆挖沟埋设、水泥压块铺设等，由涠洲终端向平台方向铺设。工程动用的施工船舶主要包括施工船和交通船等，海上作业时间约 83 天，定向钻作业时间约 40 天。

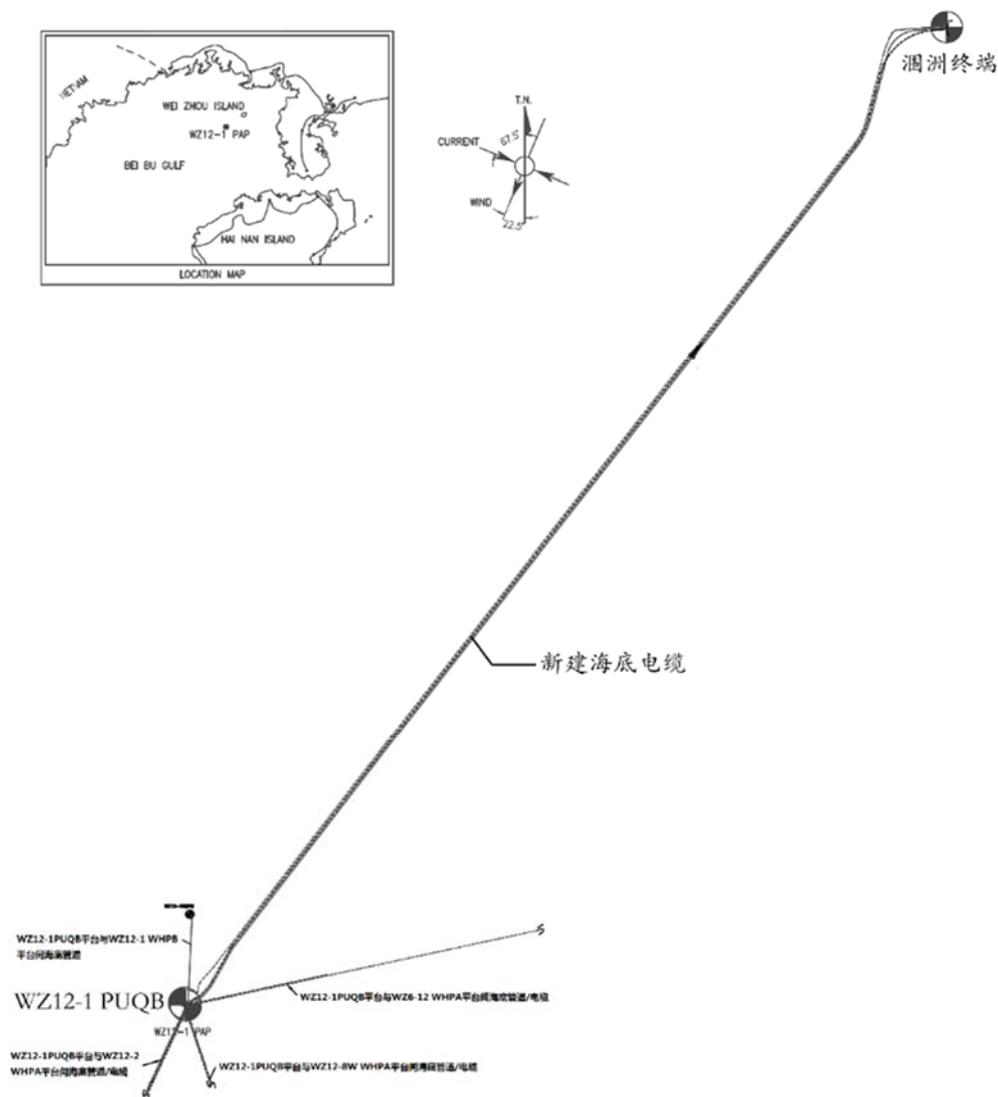


图 2.2-1 工程方案示意图



2.2.2 工程项目组成

涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目计划新建 1 条海底电缆；并对依托工程进行适应性改造。项目工程量组成见表 2.2-1。

表 2.2-1 本项目工程量组成

工程组成		设施及规模
新建	海底电缆	新建 1 条涠洲终端至现有 WZ12-1PUQB 平台长 33.1km 的海底电缆
改造	WZ12-1PUQB 平台	安装电缆护管
	涠洲终端	施工阶段在终端内设置 24m×60m 的定向钻作业场地

2.2.3 依托工程

本工程将依托涠洲油田群现有相关工程设施进行开发，依托的主要设施包括现有 WZ12-1PUQB 平台和涠洲终端，依托工程概况详见表 2.2-2。

表 2.2-2 本工程依托工程设施概况

设施	设施描述
WZ12-1PUQB 平台	WZ12-1PUQB 平台为 8 腿综合平台，于 2013 年 4 月建成，平台设有油气水等处理设施和 40 人生活楼。接收 WZ11-1WHPA、WZ11-2WHPA、WZ12-1WHPA 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，部分输送至注水系统回注地层，其余输送至 WZ12-1PUQB 平台达标排海。
涠洲终端	涠洲终端位于南海北部湾海域的涠洲岛西南侧，占地面积约 30 万平方米。包括油气处理厂、终端专用码头、单点系泊、直升飞机坪和水源井等。生产处理设施主要包括原油分离脱水和稳定系统、天然气处理系统、污水处理系统、脱硫装置、产品储运系统，并设有供热、给排水、消防、电力、通信系统及配套的公用设施，是一座独立、完善的油气综合处理厂。整个涠洲油田群所产油气均通过海底管道输送到涠洲终端进行储存和销售。

2.2.4 新建海底电缆概况

a 海底电缆规格

根据《额定电压 1kV(U_m=1.2kV)到 35kV(U_m=40.5kV)挤包绝缘电力电缆及附件》(GB-12706)，以及 IEC (国际电工委员会) -502、IEC-60840、IEC-228 等标准要求，参照涠洲油田群电网目前正在使用的海底电缆型式，本次新铺



海底电缆选用铜三芯，交联聚乙烯绝缘(XLPE)绝缘，三相分相铅包，聚乙烯(PE)外护层，钢丝铠装，聚丙烯绳外披附，复合 3×12 芯光单元的海底电力电缆。

新铺海缆传输容量按电网正常开机方式下原海缆故障中断时单根海缆可以满足海上平台电力缺口考虑。当海上有一台 7600kW 机组备用时，新增海缆向海上传输的末端功率要达到 19.3MW，新铺海缆截面按单根满足传输容量要求选择，海上段拟选用 3×240 mm² 规格，近岸定向钻段由于埋设较深，散热较差，载流量不足，因此海缆截面需适当扩大至 3×500mm²。电力系统运行条件如下：

电压等级及最大工作电压:35KV/42KV

工作频率:50Hz

接地方式：中性点不接地系统

承受短路故障能力 25kA RMS/1S

b 海底电缆平面布置

目前涠洲终端到涠洲油田群海上生产设施的现有海底管道和海底电缆包括一条 16"原油输送管道、一条 12"天然气输送管道、一条 8"天然气输送管道和一条 35kV 3×185 海底电缆。

根据现有海底管缆布置图，本次新铺海底电缆可敷设在现有 16"原油管线的东侧，距离现有油管 30m 的位置。铺设过程中将与现有 WZ12-1PAP 平台至涠洲终端海底管道、WZ12-1PUQB 平台至 WZ6-12WHPA 平台海底管道和海底电缆共发生三次交越。具体路由详见图 2.2-2。按施工方式不同，新铺电缆各段长度见表 2.2-3。

表 2.2-3 新铺海底电缆各施工段长度

施工段	电缆长度	铺设时长
离岸施工段	32.6km	83 天
近岸定向钻施工段	503m	40 天

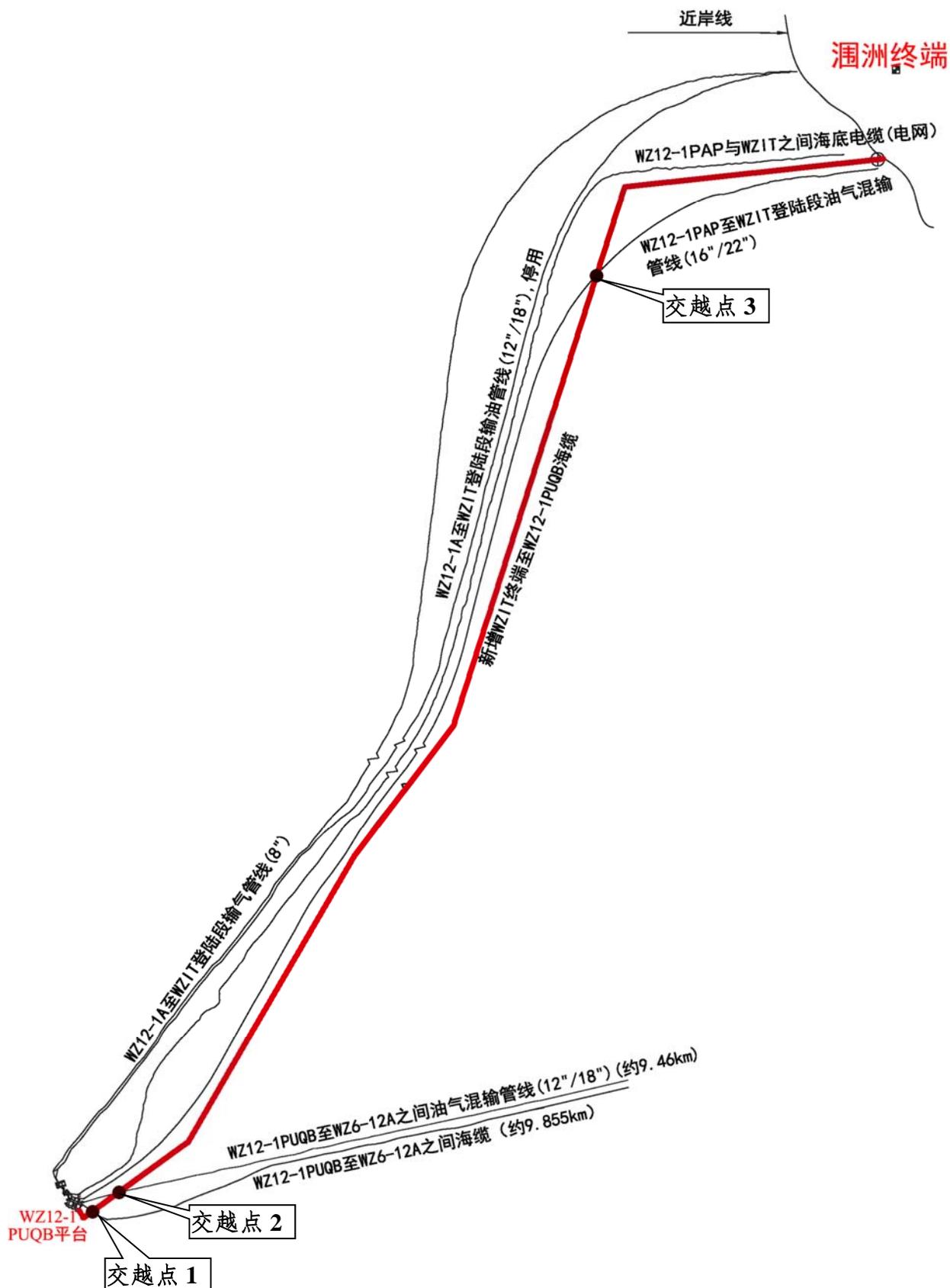


图 2.2-2a 新铺海底电缆路由示意图 (海上段)

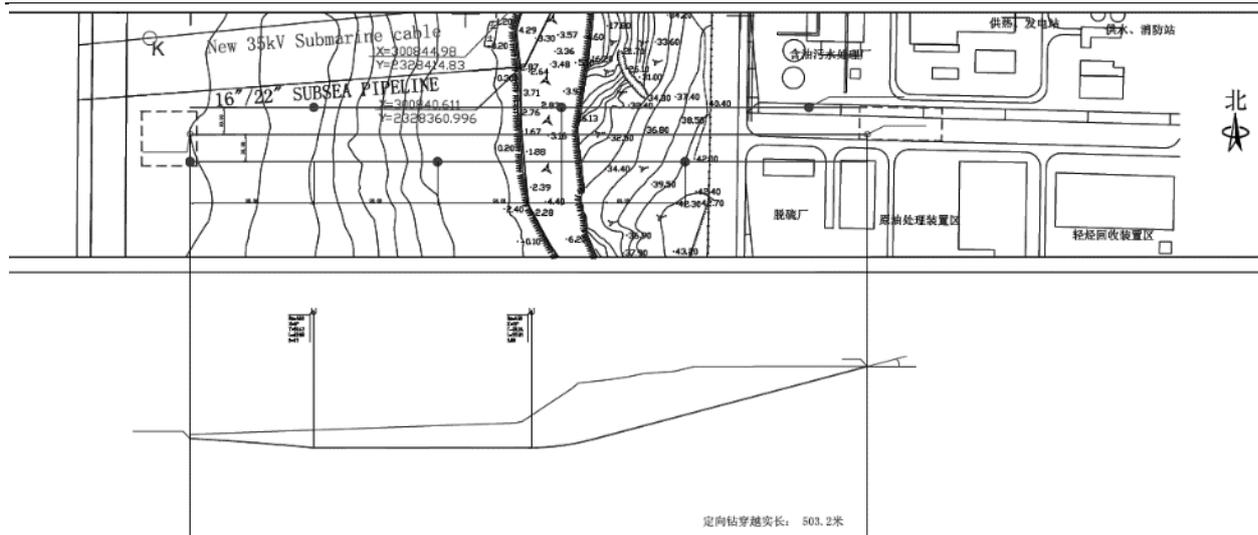


图 2.2-2b 新铺海底电缆路由示意图（近岸定向钻铺设段）

2.2.5 现有工程设施改造

a WZ12-1PUQB 平台

新铺海底电缆海上接入点选择在 WZ12-1 PUQB 平台,目前 WZ12-1 PUQB 平台电网已用电缆经栈桥接入 WZ12-1 PAP 平台的 35kV 供电系统。WZ12-1 PUQB 平台目前已有预留的海底电缆护管位置。

本项目在 WZ12-1PUQB 平台的工作主要是在平台上安装液压卷扬机对海缆上平台进行拖拽,以及相应电缆护管的安装。

b 涠洲终端

涠洲终端定向钻施工主要包括入土场地施工准备、钻孔、电缆发送等工作内容,将在下文建设方案中详细描述。

2.3 施工和建设方案

本次海底电缆铺设项目主要施工步骤包括预调查和扫海、WZ12-1PUQB 平台电缆护管安装、登陆段定向钻施工、管缆交越点处理、海缆铺设等,下面按照海上作业和定向钻作业两部分分别进行介绍。



2.3.1 海上作业

a 预调查和扫海

本步骤主要包括对 WZ12-1PUQB 平台的预调查、对海缆路由的预调查，以及清理海底障碍物等工作内容。

对 WZ12-1PUQB 平台的预调查是在进行电缆护管安装前，安排作业人员到平台调研电缆护管如何安装、平台设施限制、安装设备放置、有无交越作业等情况。并调查海缆上平台牵拉设备放置位置、导向及海缆上平台所需长度。

对海缆路由的预调查是在海缆设计路由中轴线两侧各 50m 采用旁扫声纳进行扫测，并调查新铺海缆路由与现有海底管道、电缆的交越点位置及周边 30m 范围状况。

清理海底障碍物是根据新铺海底电缆设计路由预调查结果，在施工前将路由海域的海底障碍物预先扫清，主要包括旧有废弃电缆，扞网，渔网，定置网，养殖渔排等，清出安全通道，通道为海缆轴线两侧各 20m。

b WZ12-1PUQB 平台电缆护管安装

在对 W12-1PUQB 平台安装位置进行相关调研的基础上开展后续工作，主要是在平台上安装液压卷扬机和相应导向进行护管安装。

c 海缆海管交越方式

根据工程资料，本次新铺海底电缆将与现有 WZ12-1PAP 平台至涠洲终端的油气混输海管、WZ12-1PUQB 平台至 WZ6-12WHPA 平台的海管和海缆共发生三次交越。在进行海缆铺设施工作业时要考虑对原有管线的保护，需要进行交越点的跨越处理。

首先用 GPS 定位系统进行定位，找准交越点的具体位置，由施工船舶到达海管交越点附近位置后，潜水员检查海管交越点情况。海缆铺设完成后，需对管线交叉点位置及平台端未挖沟段铺放水泥压块，平台附近水泥压块保护 30m。水泥垫块的尺寸为 3m×2m×0.3m，单个重量约 3.5T。水泥压块放置时，相连之间的间隙为 200mm，在铺设时尽量与管线对中放置。交越点处理方案示意图见图 2.3-1。

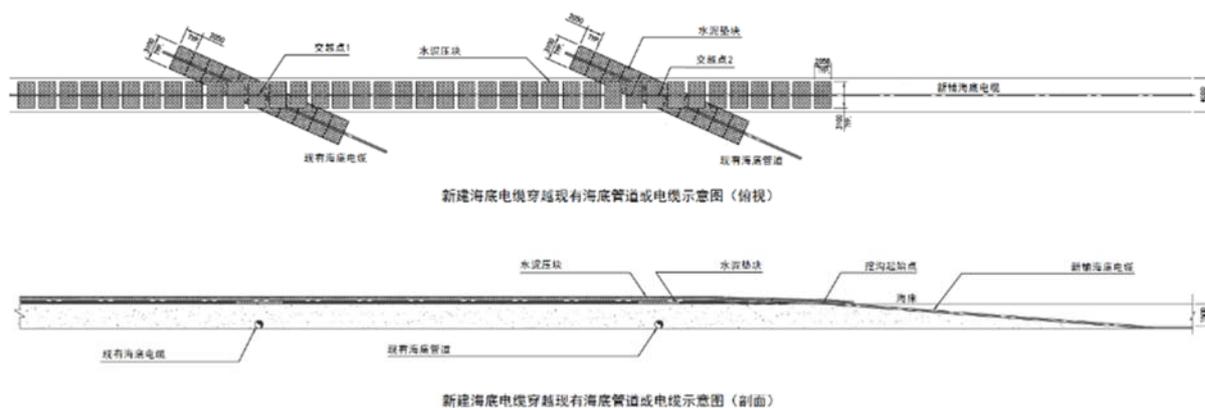


图 2.3-1 新铺海底电缆与现有海底管线交越点处理方案示意图

d 正常铺设段

本次海底电缆正常铺设段主要利用埋设犁进行挖沟埋设。在埋设犁与张紧器之间设有一弧形托架，主要用于海缆放入埋设犁导缆槽中时的过渡，避免海缆变形角度较大而折损。由于埋设犁从船尾下放、距离升降托架有一定距离，在起吊埋设犁的过程中均需缓慢，且升降托架跟着埋设犁的吊装不断调整高度，避免角度过大，海缆从埋设犁入口处折损。

埋设犁顺着海缆缓慢下放，同时启动脐带绞车，让脐带随埋设犁下放速度同步并有一定的富余，根据声纳监控，埋设犁下部导管槽离泥面约 1m 左右启动高压泵，确保埋设犁滑靴平稳着落海底泥面。

海缆进槽后开始正常挖沟铺设，根据声纳监测着挖沟情况，来调节海缆的释放速度。在挖沟铺设过程中通过水下电视全程监测海缆的水下状态，一旦发现海底海缆出现异常状态，马上安排潜水员进行水下检查，检查海缆有无打扭、抻拉，并检查埋设犁处于泥面上的姿态，根据检查情况安排进行调整。

在海缆铺设过程中，施工船的航行速度需要根据送缆机的送缆速度来随时进行速度控制，避免因船速过快造成海缆被拉断的可能。中间段正常铺设挖沟深度 3m，缆沟上底宽 1m，下底宽 0.5m，剖面示意图 2.3-2。铺设电缆挖起的海底泥沙短时间堆积于缆沟两侧，在海流和重力作用下回填于缆沟。

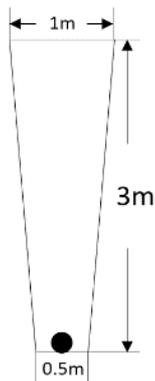


图 2.3-2 中间段电缆铺设剖面示意图

2.3.2 定向钻作业

a 施工步骤

涠洲终端电缆施工主要包括入土场地施工准备、钻孔、电缆发送等工作内容，定向钻铺设段长约 503m。

b 施工准备

定向钻计划入土点位于涠洲终端内部含油污水处理设施南侧，场地大小约 24m×60m，场地布置如图 2.3-3 所示，主要设置有钻机、动力站、泥浆系统及吊车等设施。

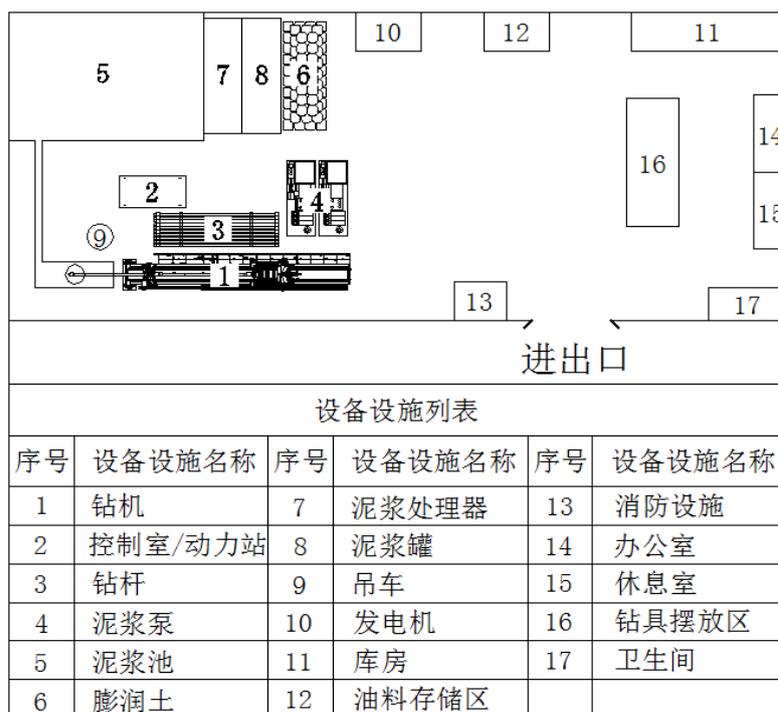


图 2.3-3 定向钻入土场地布置示意图

c 定向钻钻孔方案

本次定向钻穿越的地层主要分为入土侧高强度火山岩的岩石段，和出土侧覆盖层的海底软地层段，总长 503m，钻孔直径 610mm。穿越入土角 15° ；位于海床的出土点与已建海管水平间距约 30m，出土角 5° ，出土点水深 7.8m。穿越曲线最深点位置高程为 -17.7m，穿越曲线曲率半径为 1500D，穿越轴线与已建海缆及海管无交叉。

首先由陆地向海钻进入土侧岩石层，钻穿岩石层后，将钻头从入土点抽回，然后进行岩石段扩孔。出土侧覆盖层的钻进待岩石段扩孔完成后进行，钻头在海底出土后，由海上磁靶定位系统和潜水员联合确认钻头位置，将钻头从入土点抽回，进行海床软地层覆盖层的扩孔。钻进和扩孔作业示意图见图 2.3-4 和 2.3-5。

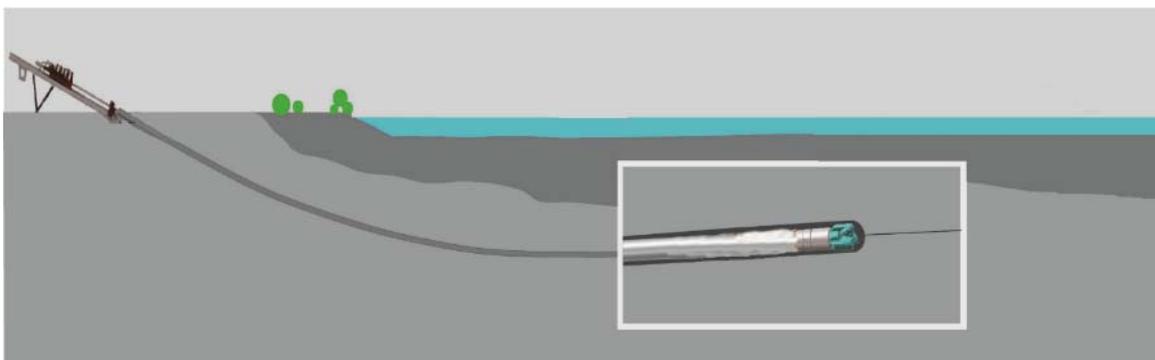


图 2.3-4 钻孔作业示意图（牙轮钻头）

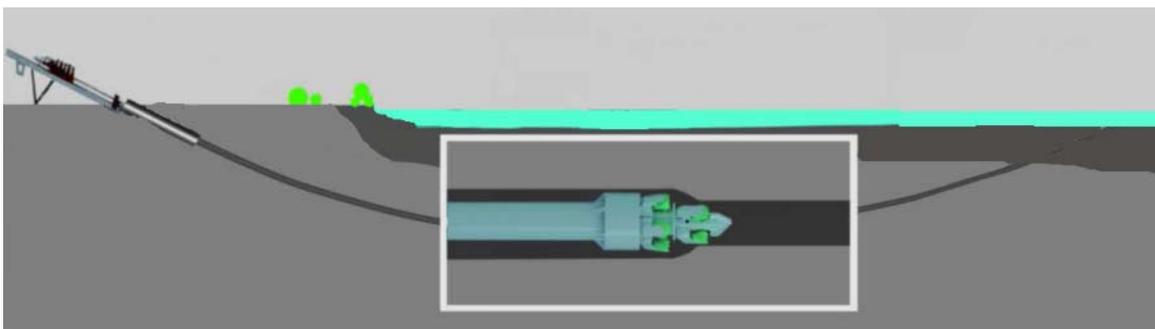


图 2.3-5 扩孔作业示意图（动力扩孔器）

定向钻施工采用的泥浆为水基泥浆，水源采用涠洲终端的淡水，主要材料为膨润土；膨润土为天然矿物蒙脱石加工制成，本身无毒性。钻机场地设有泥浆收集池，泥浆通过收集再经过泥浆回收系统处理后循环使用。

d 电缆登陆

定向钻完成后，使用推管机抱推的方式下入海缆外保护套管，发送方式如图 2.3-6 所示，套管内留钢丝绳，然后通过预安装在终端厂入土点附近的绞车将海缆从船上通过定向钻的出土点牵引到终端厂内。



图 2.3-6 保护套管发送方式示意图

2.3.3 施工方案

本次涠洲终端至涠洲 12-1 PUQB 平台新增海缆项目计划于 2019 年 10 月开始施工，同时参加施工作业的人数不超过 80 人。海底电缆铺设动用的施工船舶包括 1 艘主作业船和 1 艘交通船，整个海上作业时间合计约为 83 天；定向钻铺设动用的施工设备主要是钻机、动力站等，作业时间合计约 40 天。本项目施工作业时间、船舶及人员见表 2.3-1。

表 2.3-1 本项目施工作业时间、作业设备及人员

施工环节	作业时间 (d)	主要施工设备	作业人数
预调查和扫海	19	1 艘主作业船	60
WZ12-1PUQB 平台电缆护管安装	15	1 艘施工船	60
海缆正常铺设	34	1 艘带动力定位的施工船	80
管缆交叉点处理	8		
水泥压块铺设	7		
定向钻铺设	40	定向钻机、动力站	44

2.4 产污环节分析与污染物分析

涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目开发过程可以分为建设阶段、生产阶段和废弃阶段三个阶段。本节将根据各工程阶段的作业内容，分析开发过程中可能产生污染物的环节和污染物种类。

2.4.1 建设阶段

新建海底电缆工程建设阶段的主要工作包括海底电缆铺设和定向钻铺设两个阶段。海底电缆铺设动用的施工船舶包括作业船和交通船等，整个海上作业时间合计约为 83 天；定向钻铺设动用的施工设备主要是钻机、动力站等，作业时间合计约 40 天。

建设阶段的污染物主要为在挖沟埋设过程中会掀起海底沉积物，在定向钻铺设过程中有钻屑和泥浆产生，参加作业的船舶和人员会产生生活污水和食品废弃物等生活垃圾，以及少量的机舱含油污水、生产垃圾等。

海上建设阶段的产污环节及污染物种类参见图 2.4-1。

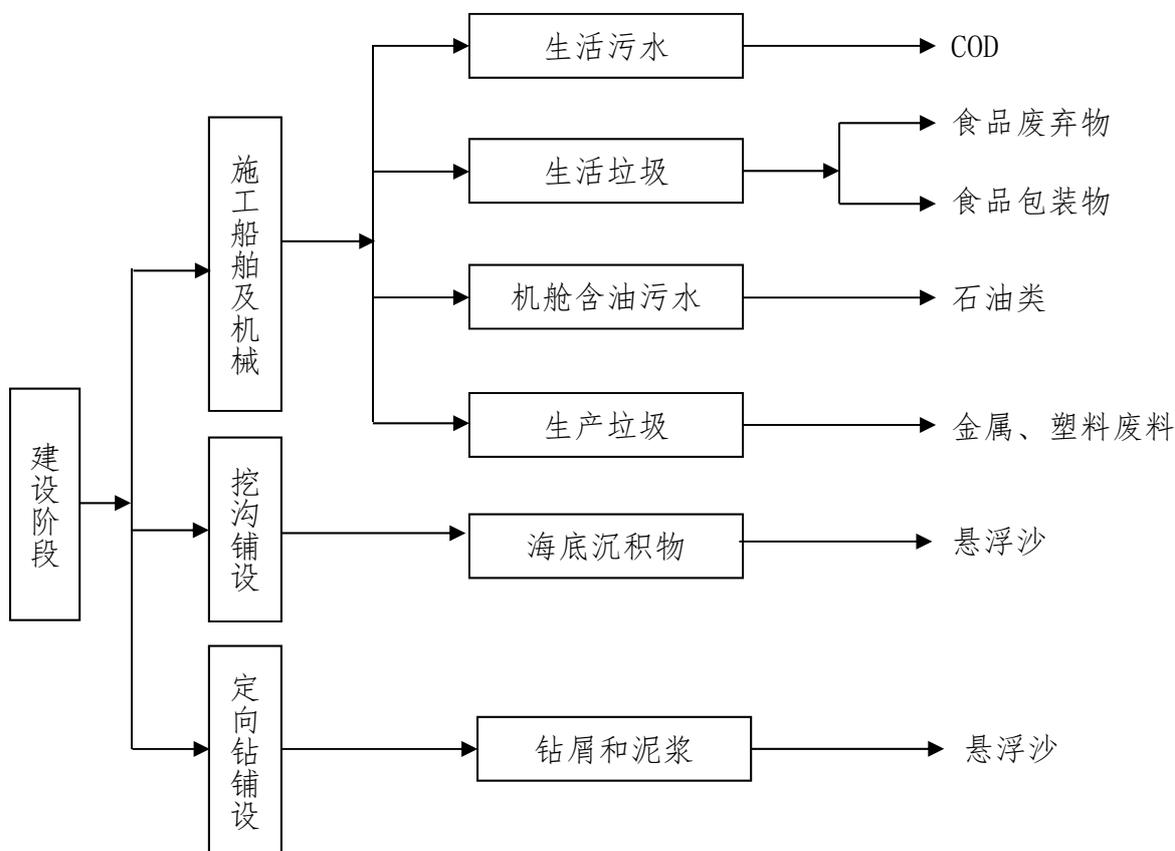


图 2.4-1 海上建设阶段产污环节和污染物种类



2.4.2 生产阶段

本次海底电缆铺设项目建成后，所依托平台和终端的生产工艺、油气水产量、作业人数均未发生变化，原有工程设施的含油生产水、生活污水、生活垃圾、船舶含油污水和生产垃圾等污染物产生及排放量不变，本项目在运行阶段不会对周边环境造成新增影响。

2.4.3 废弃阶段

废弃阶段基本上是海上施工和安装阶段的反过程，关于废弃阶段的处置过程将在电缆废弃时所编制的弃置报告中详细阐述。

2.5 污染源核算及评价因子筛选

2.5.1 污染物源强核算

a 悬浮沙

本项目共新铺 1 条海底电缆全长约 33.1km，全程埋设，其中中间段正常铺设长度约 32.6km。中间段正常铺设挖沟深度 3m，缆沟上底宽 1m，下底宽 0.5m，平均每天挖沟 1.5km 计算，则每天搅动的海底沉积物约为 3375m³，搅动的海底沉积物总量共约 73350m³。以起沙率 10% 计算，铺设电缆挖沟搅起的悬浮沙量约为 7335m³。

本项目海底电缆铺设所搅动的海底沉积物将有部分形成悬浮沙，短时间内随海流扩散。以起沙率 10%，泥沙湿容重 1.7g/cm³ 计算，铺设海底电缆挖沟掀起的悬浮沙源强约为 6.64kg/s，移动源连续排放。挖起的海底泥沙短时间内将堆积于缆沟两侧，最终在海流和重力作用下回填于缆沟。

b 泥浆

本工程定向钻采用水基泥浆体系，根据穿越长度、管径及地质情况，预估需使用泥浆量约 186m³，使用的泥浆全部回收处理后循环利用。

本工程计划在钻机前、入土点附近设置沉浆池，从地下返出的废泥浆流入沉浆池，使废泥浆中的钻屑自然沉淀。并经过泥浆振动筛、除砂清洁器和除泥清洁器三级处理后，重复再利用。回收泥浆时分离出来的泥沙等，设专门的堆放场地。定向钻施工完成后，对剩余泥浆和回收废泥浆时分离出来的泥砂封闭



运送到当地垃圾填埋场处置。

当钻通至海床时，将有极少量泥浆溢出，并在短时间内沉降于出土点附近。本工程定向钻采用的泥浆主要材料为膨润土，为天然矿物蒙脱石加工制成，水源采用涠洲终端的淡水，能够满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》中一级标准要求。

c 钻屑

钻屑的产生量主要取决于钻孔长度和尺寸，本次定向钻铺设段共长 503m，钻孔直径 610mm，可估算本工程定向钻铺设段所产生的钻屑总量约为 147m³。

定向钻施工中产生的钻屑绝大部分随泥浆返输回陆上入土点附近的沉浆池，经分离后按要求封闭运输至指定地点进行处理。当钻通至海床时，将有极少量钻屑溢出，并在短时间内沉降于出土点附近。

d 其他污染物

在海底电缆铺设过程中还将产生生活污水、食品废弃物等生活垃圾、含油污水和生产垃圾等污染物。其中船舶含油污水和生活污水处理达标后间断排海，生活垃圾、生产垃圾全部运回陆地处理。定向钻阶段的作业人员和设备产生的污染物均依托涠洲终端配备的处理设施进行处置。

根据作业期和参与作业的人员、船舶种类及数量，可估算出作业期内船舶污染物的源强。生活污水产生量按每人 350L/d，生活垃圾产生量按每人 1.5kg/d，本项目建设阶段船舶污染物核算结果详见表 2.5-1。

表 2.5-1 本项目电缆铺设阶段船舶污染物核算结果

作业内容	作业期 (d)	作业人数	生活污水 (m ³)	生活垃圾 (t)	船舶含油污水 (m ³)	生产垃圾 (t)
预调查和扫海	19	60	399	1.71	9.5	12.67
WZ12-1PUQB 平台电 缆护管安装	15	60	315	1.35	7.5	10
海缆正常铺设	34	80	1372	5.88	25	32.8
管缆交叉点处理	8					
水泥压块铺设	7					
合计 (海上)	83	200	2086	8.94	42	55.47
定向钻铺设 (陆上)	40	44	616	2.64	-	15



e 污染物汇总

本次海底电缆铺设项目各类污染物产生量及处理方式见表 2.5-2。

表 2.5-2 海底电缆铺设项目施工阶段污染物产生量

污染物		产生量	主要污染因子	处理/排放方式	
海上 施工	悬浮沙	7335m ³	悬浮沙	间歇式点源排放	
	生活污水	平台	315m ³	COD 等	处理达标后间断排放 (COD 含量≤300mg/L)
		船舶	1771m ³		距涠洲岛 4 海里以内施工船舶： 处理达标后间断排放 (BOD 含量≤50mg/L)
	生活垃圾	8.94t	食品废弃物、包装等	全部运回陆地处理	
	生产垃圾	55.47t	废旧器件等	收集后交有资质单位处理	
	船舶含油污水		13m ³	石油类	距涠洲岛 12 海里以外施工船舶： 处理达标后间断排放 (石油类含量≤15mg/L)
			29m ³		距涠洲岛 12 海里以内施工船舶： 全部运回陆地处理
定向 钻施 工	生活污水	616m ³	COD 等	依托涠洲终端现有处理设施 进行处置	
	生活垃圾	2.64t	食品废弃物、包装等		
	泥浆	186m ³	悬浮沙	按环保要求封闭运输至指定 地点处理	
	钻屑	147m ³	悬浮沙		
	生产垃圾	15t	废旧器件等	收集后交有资质单位处理	

2.5.2 环境影响评价因子筛选

a 非污染影响因子分析

本工程非污染影响因子主要是在涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目活动对周围海域的航运交通、捕捞作业和海域混合区功能的使用等造成的一定影响。涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目不同工程活动的非污染影响因子筛选及影响程度分析表 2.5-3。

表 2.5-3 本项目非污染影响因子筛选及影响程度分析

时段	工程活动	影响要素	环境影响表征	影响程度*
建设阶段	海底电缆铺设	海洋生态	破坏海底，损害底栖生物	C
		地形地貌	挖沟埋设影响局部路由地貌	D
	施工船舶活动	通航环境	影响航运交通	D
		海洋生态	影响渔业捕捞作业	D
生产阶段	电缆占用海域	海洋生态	影响渔业捕捞作业以及局部使用功能	D

注：环境影响相对程度由高至低依次为 A(高)、B(中)、C(低)、D(微)，下表同。



b 环境污染影响因子分析

涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目污染影响评价因子筛选及影响程度分析汇总于表 2.5-4 中。根据对工程各阶段污染源、污染物种类及其排放量、处理/处置方式的分析，凭借类似开发工程的评价经验和专业知识，通过综合判断可识别出各污染因子的环境影响程度，并由此确定本次环境影响评价的重点评价因子为：铺设海底电缆挖沟搅起的海底沉积物、以及潜在的事故性溢油。

表 2.5-4 本项目污染影响评价因子筛选及影响程度分析

评价时段	环境影响要素	评价因子	工程内容及其表征	影响程度
建设阶段	水环境	水质	电缆铺设产生悬浮沙	B
	底质环境	底质		C
	生物生态	鱼卵/仔稚鱼		B
		底栖生物		B
		渔业资源		C
事故风险	水环境	水质	事故性溢油对海洋生态的影响	A
	底质环境	底质		B
	海洋生态	海洋生物		A



3 工程区域环境概况

3.1 海上自然环境概况

3.1.1 自然环境概况

本新增海底电缆工程所属涠洲油田群位于中国南海北部湾海域，油田群东北距离广西北海市西南约 80km。电缆路由所处海域水深约 0~36m。

工程海域位于南亚季风气候区域内，受北方大陆与南海、太平洋及孟加拉湾的海洋影响，使其具有季节性的寒风和暑雨的气候特色，属亚热带季风型海洋性气候。工程海域年平均气温 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。

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 级风以上平均每年为 3 至 4 次，8 级风以上平均每年为 2 至 3 次。11 月至翌年 4 月主要受北方寒潮大风影响。

工程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。年平均风速为 7.6m/s，年最大风速为 24.9m/s。

- 海水温度

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）、《中国近海海洋-物理海洋与海洋气象》（2012 年）），工程海域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 28~30℃，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。



- 海水盐度

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）、《中国近海海洋-物理海洋与海洋气象》（2012年），工程海域所属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。

3.1.2 产业政策、海洋功能区划及相关规划符合性分析

a 产业政策

《产业结构调整指导目录（2011年本）》（2013年修正）是国家产业政策的组成部分，是产业形成和发展的指导性文件。

根据《产业结构调整指导目录》（2011年本）（2013年修正），鼓励类目录中包括“石油、天然气行业（石油、天然气勘探及开采，页岩气、油页岩、油砂、天然气水合物等非常规资源勘探开发，原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施及网络建设，油气伴生资源综合利用，放空天然气回收利用与装置制造）”等内容，本次涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目旨在消除涠洲电网安全隐患，保证涠洲油田群的长期稳定生产，属于海洋油气开采项目的附属工程，建设符合国家产业政策要求。

b 海洋功能区划

- 全国海洋功能区划（2011~2020年）

根据《全国海洋功能区划（2011~2020年）》，涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆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，不对毗邻海洋生态敏感区、亚敏感区产生影响。

本项目属于油气资源勘探开发附属工程，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的功能定位。本项目所在海域海水水质、海洋沉积物、海洋生物质量现状评价均执行原有水平的水质、沉积物、海洋生物质量标准；本项目新铺设海底电缆属于短期小范围的海床干扰，铺设完成后电缆埋设于海底以下，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；登陆段电缆与涠洲岛珊瑚礁生态区距离较远，在施工阶段不会对涠洲岛珊瑚礁生态区产生不利影响。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，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，应急预案报海洋主管部门备案，可以最大限度防范海上溢油等海洋环境突发污染事件。

综上所述，涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目符合《全国海洋功能区划（2011~2020 年）》的要求。

- 广西壮族自治区海洋功能区划（2011~2020 年）

根据《广西壮族自治区海洋功能区划》（2011~2020），本次海底电缆铺设项目登陆段将穿越涠洲岛旅游休闲娱乐区和涠洲岛-斜阳岛保留区。涠洲岛旅游休闲娱乐区位于涠洲岛周围海域，海洋环境保护管理要求为：保护岸线现有形态和人文景观；南湾海域执行不劣于三类海水水质标准，二类海洋沉积物质量标准，二类海洋生物质量标准；其他海域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。涠洲岛-斜阳岛保留区位于涠洲岛外围，海洋环境保护管理要求为：禁止大规模围填海活动和其他严重改变海域自然属性的开发利用方式；可开展渔业活动以及油气勘探、开发活动；水质要求不劣于现状水平。

本项目不属于围填海活动，建设阶段不涉及改变海域自然属性的活动，海底电缆挖沟属于短期小范围的海床干扰，工程结束后海底环境将较快恢复；挖



沟产生的悬浮沙对环境的影响属于短期、可恢复的，不会对海洋水动力环境、岸滩及海底地形地貌造成影响；海底电缆铺设完成后，运行阶段不会对周围环境造成影响。

本项目所属涠洲油田群开发海域位于涠洲岛旅游休闲娱乐区和涠洲岛-斜阳岛保留区外，仅登陆段海底电缆穿越上述区域，在施工阶段会对上述区域产生短期小范围的影响。本项目投入使用后，不会对涠洲岛旅游休闲娱乐区和涠洲岛-斜阳岛保留区的水质、沉积物质量和海底生物质量造成影响。

综上所述，本项目无论在建设阶段还是运行阶段，对环境的影响范围均较小，因此，涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目与《广西壮族自治区海洋功能区划》（2011~2020）中海洋功能区的管理要求相符合。

《广西壮族自治区海洋功能区划》（2011~2020 年）见图 3.1-1，其管理要求见表 3.1-1。



表 3.1-1 工程附近的海洋功能区管理要求（《广西壮族自治区海洋功能区划（2011~2020 年）》）（待续）

A-海岸基本功能区										
功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	面积（公顷）	岸段长度（米）	管 理 要 求				
						海域使用管理			海洋环境保护	
						用途管制	用海方式控制	海岸整治	生态保护重点目标	环境保护
海底光缆特殊利用区	钦州市、北海市	钦州港至北海、北海至涠洲岛、涠洲岛至海南之间有关区域。	特殊利用区			海底光缆保护。	加强海底管线保护，海底管线两侧各 2 海里（港内为两侧各 100 米）禁止进行鱼排、鱼栅、人工鱼礁、围海等活动，禁止拖网、抛锚、挖沙等活动，不得划定锚地和倾倒区等，不能进行填海、码头等设施建设。从事可能危害海底管线安全的作业应按规定征求有关部门意见。	—	与穿越海域功能区生态保护重点目标一致。	与穿越海域的环境保护要求一致。



续表 3.1 -1 工程附近的海洋功能区管理要求（《广西壮族自治区海洋功能区划（2011~2020 年）》）

B-近海基本功能区										
功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	面积（公顷）	岸段长度（米）	管 理 要 求				
						海域使用管理			海洋环境保护	
						用途管制	用海方式控制	海岸整治	生态保护重点目标	环境保护
广西近海南部海洋保护区	广西近海	广西近海南部海域，东经 108°25'58"-108°41'20"，北纬 21°13'39"-21°21'25"。	海洋保护区	37487	海洋特别保护区用海，用于保护广西近海南部海域优质渔业品种、种质资源及其产卵场的保护。	除航道和锚地建设外，不得进行其他改变海域自然属性的活动；新建或改扩建锚地或航道时需征求相关部门意见；加强对区内特殊用途区域及设施的保护，保障特殊用途安全与使用效能。	—	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。	加强海洋环境监测与渔业资源变动情况研究，禁止污水在区域内排放；除航道或锚地区域外，其余区域执行海水水质执行不劣于一类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。	广西近海



B-近海基本功能区

功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	面积 (公顷)	岸段长度 (米)	管 理 要 求				
						海域使用管理			海洋环境保护	
						用途管制	用海方式控制	海岸整治	生态保护重点目标	环境保护
涠洲岛海洋保护区	北海市海城区	涠洲岛东侧和西南侧海域, 东经 109°4'9"-109°9'43", 北纬 20°59'42"-21°5'11"。	海洋保护区	2 572	海洋特别保护区用海, 用于涠洲岛珊瑚礁生态保护区建设。新建码头及旅游设施时, 需按规定征求相关部门的意见。	禁止围填海活动; 核心区根据旅游需要, 允许适量的游客进行海底潜水观光, 但对游客规模要进行严格限制, 尽量减少由于旅游开发而对珊瑚礁造成的影响; 重点保护区为对公众开放的近海活动区, 允许游客在周围海域内游泳及开展各类海上活动, 禁止机动船只进入该区域, 以避免海底的珊瑚礁资源受到影响。	—	保护珊瑚礁及其生境。	除用于科学考察的目的外, 严禁渔民及游客潜水进行采摘珊瑚礁; 建立相应的研究管理机构, 定期对区域内的珊瑚礁进行调查研究, 以了解其生长及旅游影响情况, 避免出现大面积白化、死亡现象。加强海洋环境监测, 禁止污水在区域内排放; 海水水质执行不劣于二类标准, 海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。	北海市海城区
斜阳岛海洋保护区	北海市海城区	斜阳岛东西两侧海域, 东经 109°11'59"-109°13'15", 北纬 20°53'58"-20°55'16"。	海洋保护区	142	同上。	同上。	—	同上。	同上。	北海市海城区



B-近海基本功能区

功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	面积 (公顷)	岸段 长度 (米)	管 理 要 求				
						海域使用管理			海洋环境保护	
						用途管制	用海方式 控制	海岸整治	生态保护重点目标	环境保护
斜阳岛特殊利用区	北海市海城区	斜阳岛北侧海域, 东经 109°12'08", 北纬 20°55'04"。	特殊利用区		维持现状, 保护区设施及效能。	允许适度改变海域属性。	—	维护港口水深条件和航道通畅; 保护岸线现有形态和人文景观。	保持现状水质水平。	北海市海城区
涠洲岛特殊利用区	北海市海城区	涠洲岛南湾海域, 东经 109°6'20"-109°6'40", 北纬 21°1'18"-21°1'35"。	特殊利用区	32	维持现状, 保护区设施及效能。	允许适度改变海域属性。	—	维护港口水深条件和航道通畅; 保护岸线现有形态和人文景观。	保持现状水质水平。	北海市海城区
广西近海南部农渔业区	广西近海	广西近海南部海域, 东经 108°4'42"-109°2'35", 北纬 21°13'39"-21°27'39"。	农渔业区	177 038	海域基本功能为渔业用海; 允许在论证基础上, 安排与渔业相兼容的开发活动。锚地、倾倒区和人工渔礁建设应征求相关部门的意见。	除人工渔礁建设、航道改扩建、锚地和倾废区的选划外, 不得改变海域自然属性; 禁渔期间, 禁止底拖网渔船和拖虾渔船及捕捞二长棘鲷幼鱼和幼虾为主的其它作业渔船进入生产。	调整与清理影响生态环境和航行安全的养殖方式。	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。	捕捞区、水产种质资源保护区执行不劣于一类海水水质标准, 海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。其他航道、锚地和倾倒区执行相关法律法规规定的水质标准。	广西近海
涠洲岛-斜阳岛保留区	北海市海城区	涠洲岛外围, 东经 109°2'34"-109°14'18", 北纬 20°53'5"-21°6'57"。	保留区	16 990	严格论证海域最适合功能。新建构筑物, 应按照规定征求相关部门的意见。	禁止大规模围填海活动和其他严重改变海域自然属性的开发利用方式。可开展渔业活动以及油气勘探、开发活动。	—	—	不劣于现状水平。	北海市海城区



B-近海基本功能区										
功能区名称	地区	地理范围	功能区类型	面积 (公顷)	岸段 长度 (米)	管 理 要 求				
						海域使用管理			海洋环境保护	
						用途管制	用海方式 控制	海岸整治	生态保护重点目标	环境保护
涠洲岛港口航运区	北海市海城区	涠洲岛西北侧海岸，东经 109°3'13"-109°6'13"，北纬 21°2'50"-21°5'42"。	港口航运区	1 201	保障港口航运用海，满足石油码头终端的用海需求，合理发展客货码头。	允许适度改变海域自然属性；通行船只不允许抛锚；不得划定锚地和倾倒地等。	—	维护港口水深条件和航道通畅。	加强污染防治管理，配备相应的污染物接收设施和防污染设备、器材，制定完善的防污染管理制度与应急管理制度。禁止向港口水域倾倒泥土、砂石以及超过规定标准的有毒、有害物质。港口区水质执行不劣于四类标准，海洋沉积物和海洋生物执行不劣于二类标准。	北海市海城区
涠洲岛旅游休闲娱乐区	北海市海城区	涠洲岛周围海域，东经 109°3'13"-109°8'43"，北纬 21°0'32"-21°5'42"。	旅游休闲娱乐区	2 325	海域基本功能为旅游娱乐用海，北部兼容渔业养殖功能，南部兼容港口功能，保留客货码头和渔港功能，旅游开发应与珊瑚礁的保护相协调；新建设旅游设施及填海项目时，需按规定征求相关部门意见。	严格限制改变海域自然属性；合理控制旅游开发强度，严格论证基础设施建设；周边海域不得设置排污口、工业排水口或其他污染源。	—	保护岸线现有形态和人文景观。	南湾海域海水水质执行不劣于三类标准，海洋沉积物和海洋生物执行不劣于二类标准；其他海域海水水质执行不劣于二类标准，海洋沉积物和海洋生物执行一类标准。	北海市海城区

c 海洋生态红线符合性分析

根据《广西海洋生态红线划定方案》（2017年12月6日），本次新建海底电缆路由部分落在限制类红线区内，见图 3.1-2。由图可见，本工程新建海底电缆近岸段将穿越北海涠洲岛重要滨海旅游区限制类红线区，穿越段长度约 6km，该区域的管控措施为禁止试图可能改变或影响滨海旅游的开发建设活动。

本项目的建设不涉及改变海域自然属性的活动，仅在施工阶段会对附近海域产生短期小范围的影响，工程结束后海底环境将较快恢复；挖沟产生的悬浮沙对环境的影响属于短期、可恢复的，不会对海洋水动力环境、岸滩及海底地形地貌造成影响。海底电缆铺设完成后，不会对红线区内的水质、沉积物质量和海底生物质量造成影响，不会改变或影响滨海旅游的开发建设活动。因此，本项目与《广西海洋生态红线划定方案》对该海域的管控措施相协调。



图 3.1-2 工程与广西海洋生态红线位置关系

d 相关规划符合性分析

- 全国海洋主体功能区规划

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，该区域的发展方向与开发原则是：优化近岸海域空间布局，合理调整海域开发规模和时序，控制开发强度，严格实施围填海总量控制制度；推动海洋传统产业技术改造和优化升级，大力发展海洋高技术产业，积极发展现代海洋服务业，推动海洋产业结构向高端、高效、高附加值转变；推进海洋经济绿色发展，提高产业准入门槛，积极开发利用海洋可再生能源，增强海洋碳汇功能；严格控制陆源污染物排放，加强重点河口海湾污染整治和生态修复，规范入海排污口设置；有效保护自然岸线和典型海洋生态系统，提高海洋生态服务功能。其中北部湾海域的主要功能规划为：构建西南现代化港口群。积极推广生态养殖，严格控制近海捕捞强度，合理开发渔业资源。依托民俗文化特色，发展具有热带气候、沙滩海岛、边关风貌和民族风情的特色旅游。推动近岸海域污染防治，强化船舶污染治理。加强珍稀濒危物种、水产种质资源及沿海红树林、海草床、河口、海湾、滨海湿地等保护。

本次海底电缆铺设项目在开发过程中将注重对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区等敏感目标的保护，合理安排施工工序，挖沟等对环境影响较大的作业避开了水产种质资源保护区的核心保护期（1月15日至3月1日）。本项目仅在施工期对周边海洋环境造成短暂的一次性影响，且主要集中在电缆路由附近，此外项目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，本工程的建设与《全国海洋主体功能区规划》对该海域的规划要求相符合。

- 广西壮族自治区海洋主体功能区规划

根据《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》，涠洲岛向外约3千米范围属于限制开发区域，涠洲岛—斜阳岛海域的管理要求为：保护珊瑚礁及其生境，适度发展滨海旅游业，兼顾港口航运等用海。加强海洋环境监测和珊瑚礁调查研究，适度发展海底潜水观光、海水养殖等活动，控制旅游开发规模和游客数量，尽量减少旅游开发对珊瑚礁造成的影响，严格控制围填海活动、机动船只的进入，禁止未经处理的污水不达标排放；海域内的猪仔岭为限制开发无居民海岛，依法严格保护海岛及其周边海域生态环境，根据海岛承载力，科学合理利用海岛，提供特色海岛旅游产品，加强海岛监测与评估。



本工程属于海底电缆铺设项目，仅在铺设过程中对电缆沿线局部海域产生短期、可恢复的影响，不涉及破坏珊瑚、围填海、污水排放等规划中管制的活动；且近岸段采用定向钻施工工艺，进一步减少了对周边海洋环境的扰动。在本项目正常运行阶段，不会对周边环境产生影响，与规划中发展滨海旅游业、兼顾港口航运等用海要求相协调。

- 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。涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目属于油气资源勘探开发附属工程，符合纲要要求。

- 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

《广西壮族自治区国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》提出“编制实施海洋主体功能区规划，构建陆海协调、人海和谐的开发格局，拓展蓝色经济空间，2020 年海洋生产总值占地区生产总值比重超过 7%。整合沿海口岸线资源开发，打造现代化港口群，依托港口发展临港产业集群，大力发展海洋船舶和工程装备制造、海洋交通运输、海洋渔业、海洋医药、海洋旅游、海洋能源、海洋服务等海洋产业。”本项目属于油气资源勘探开发附属工程，符合该规划要求。

- 北海市涠洲岛生态环境保护条例

根据《北海市涠洲岛生态环境保护条例》，交通设施建设、村镇建设、旅游设施建设等建设项目，应当符合涠洲岛生态环境保护规划要求，与涠洲岛生态环境相协调。企业事业单位和其他生产经营者在生产经营活动中产生废水、废气等污染物不得超过有关污染物排放标准和污染物排放总量控制指标。单位和个人建设建（构）筑物的，应当依法办理建设批准手续。

本项目不涉及设置排污口或者排污暗管，改变自然保护区内海岛的海岸线，以及在沙滩、岸滩上新建、改建、扩建建（构）筑物等保护条例中禁止的



建设行为。同时本项目将依法办理各项相关审批手续，在建设阶段将严格执行污染物排放标准，各类污染物均合规处置，生产阶段无新增污染物排放，工程建设与《北海市涠洲岛生态环境保护条例》相协调。

3.1.3 项目周围环境敏感目标分布

项目周围环境敏感目标包括海洋保护区、渔业资源保护区、产卵场、旅游休闲娱乐区、保留区、特殊利用区和港口航运区等。

a 海洋保护区

项目海域附近的海洋保护区主要有涠洲岛海洋保护区和斜阳岛海洋保护区。各海洋保护区与本工程位置关系见图 3.1-3，海域使用管理规定及环境保护管理要求参见表 3.1-1。

- 涠洲岛海洋保护区

涠洲岛海洋保护区位于涠洲岛东侧和西南侧海域， $109^{\circ}4'9''E \sim 109^{\circ}9'43''E$ ， $20^{\circ}59'42''N \sim 21^{\circ}5'11''N$ ，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。本次海底电缆铺设项目与该保护区最近距离约 1km。

- 斜阳岛海洋保护区

斜阳岛海洋保护区位于斜阳岛东西两侧海域， $109^{\circ}11'59''E \sim 109^{\circ}13'15''E$ ， $20^{\circ}53'58''N \sim 20^{\circ}55'16''N$ ，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。该保护区距本次海底电缆铺设项目最近约 18km。

- 广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区

原名雷州白蝶贝省级自然保护区，于 1983 年设立。2008 年 1 月改名并升级为国家级自然保护区。广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区位于雷州半岛西侧，地理坐标为 $109^{\circ}31' - 109^{\circ}48'E$ 、 $20^{\circ}32' - 20^{\circ}44'$ ，面积 46864.67 公顷，广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区的主要保护对象为珍稀海洋生物及



其栖息地，包括儒艮、中华白海豚、大珠母贝（白蝶贝）、文昌鱼、绿海龟、棱皮龟、玳瑁、江豚、宽吻海豚、热带点斑原海豚、真海豚、灰海豚、斑海豹、布氏鲸等国家 I、II 级重点保护动物，以及珊瑚礁、海藻场与红树林等典型海洋生态系统。保护区已记录的大型水生动物有 7 门 18 纲 57 目 209 科 559 种，其中脊索动物 5 纲 25 目 94 科 257 种，腔肠动物门的石珊瑚目 18 种。拥有国家重点保护水生野生动物 11 种，其中包括国家一级保护动物儒艮和中华白海豚 2 种，国家二级保护动物大珠母贝、白氏文昌鱼、绿海龟等 9 种。保护区内 30 种水生动物受到国家法律或国际公约保护，还有列入中国濒危物种红皮书和世界自然保护联盟红皮书的极危、濒危、易危物种名录 40 种。本项目所处海域距离广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区最近距离约 72km。

b 渔业资源保护区

- 北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区

总面积 1142158.03 公顷，其中核心区面积 808771.36 公顷，实验区面积 333386.67 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、蓝圆鲈、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。本工程所在海域落入该保护区范围内，该保护区是本项目较敏感的保护目标之一。北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区与本项目所涉及的 WZ12-1 PUQB 平台位置关系见图 3.1-4，其保护对象，保护期等见表 3.1-1。

- 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，边接涠洲岛南至广东省海康县流沙港以西 20 m 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。本项目所处海域距离二长棘鲷幼鱼和幼虾保护区最近距离约 30km。

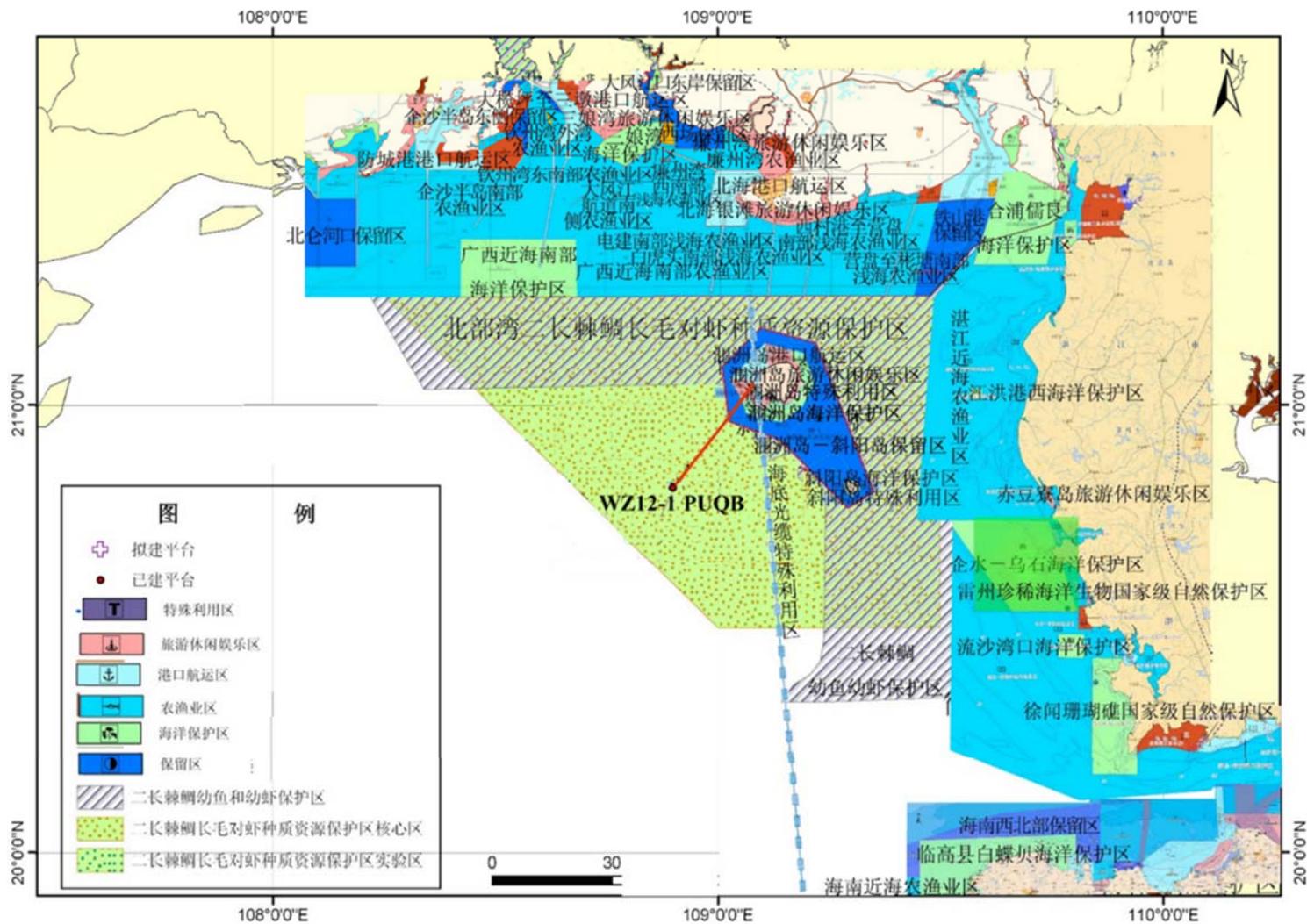


图 3.1-3 工程附近环境敏感目标

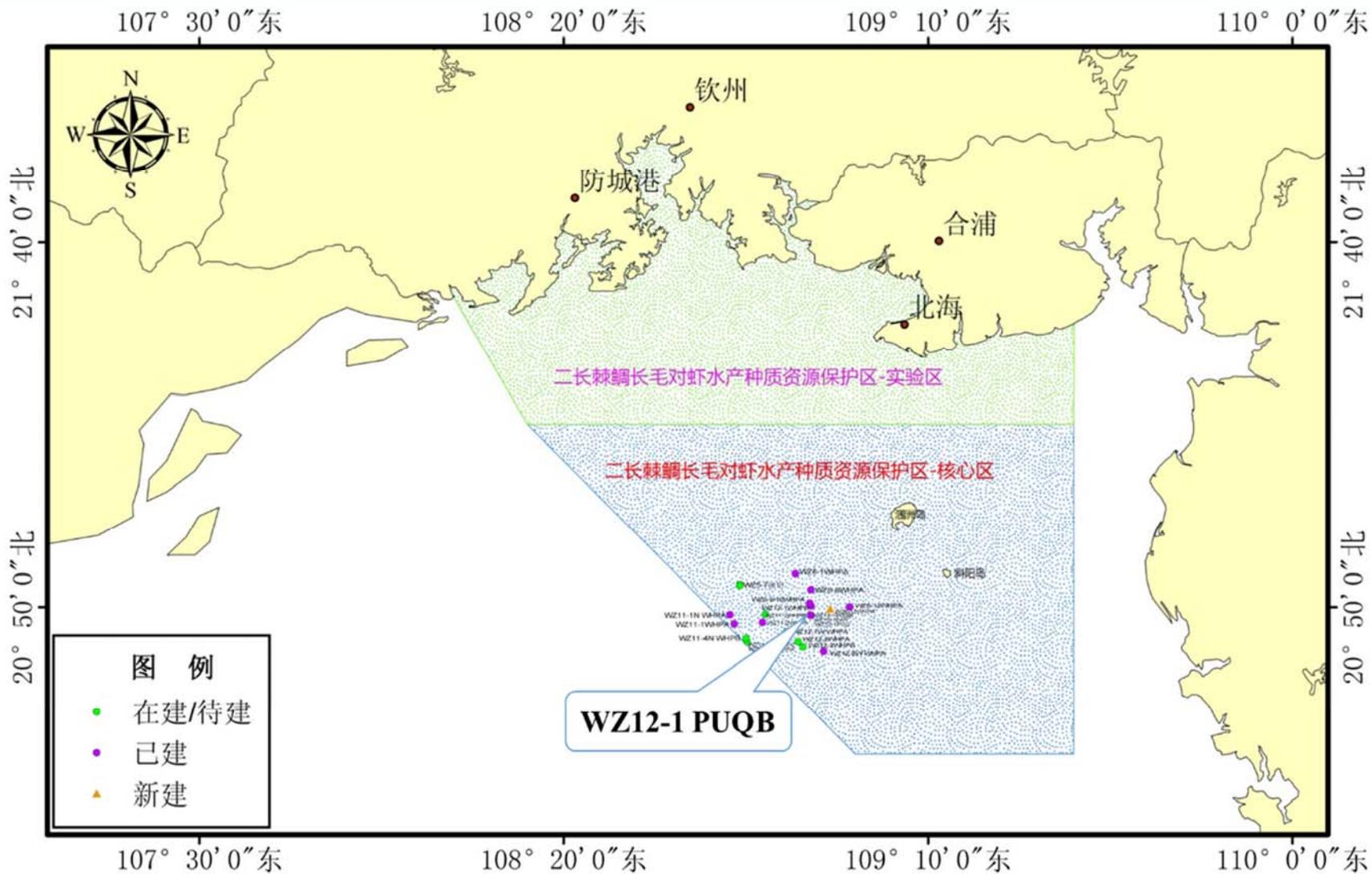


图 3.1-4 种质资源保护区与本工程位置关系

c 产卵场

北部湾内主要有蓝圆鲹、二长棘鲷、金线鱼、红鳍笛鲷、绯鲤类、长尾大眼鲷和短尾大眼鲷等鱼类的产卵场。（见图 3.1-5）。

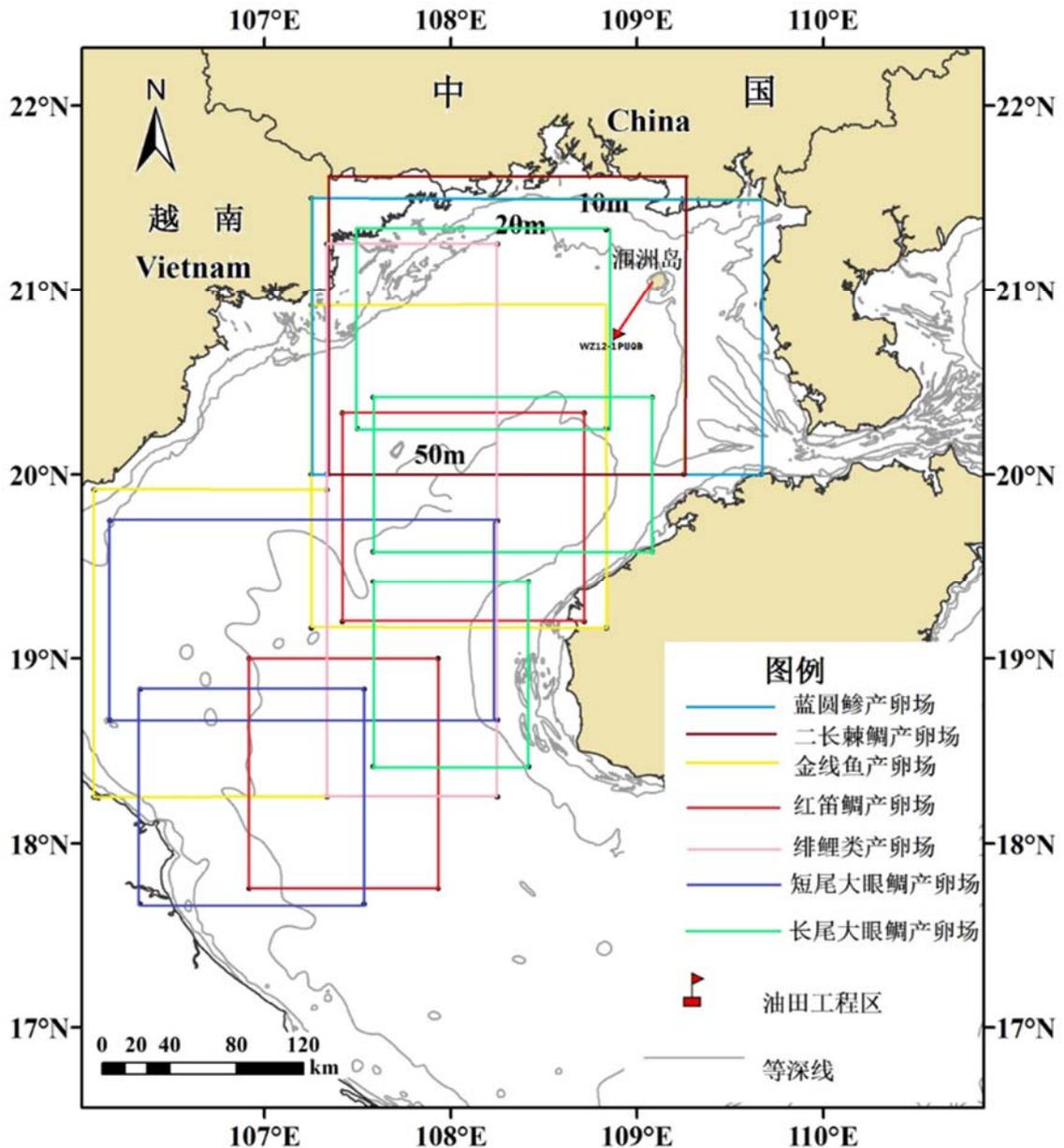


图 3.1-5 工程附近产卵场分布

- 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 $107^{\circ}15' \sim 109^{\circ}40'E$ ， $20^{\circ}00' \sim 21^{\circ}30'N$ 之间，水深 40 m 以内，产卵盛期为 3~7 月。本项目位于该产卵场范围内。



- 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 $107^{\circ}30' \sim 108^{\circ}50'E$ ， $20^{\circ}15' \sim 21^{\circ}20'N$ 海域，第二处为 $107^{\circ}35' \sim 109^{\circ}05'E$ ， $19^{\circ}35' \sim 20^{\circ}25'N$ 海域，第三处 $107^{\circ}35' \sim 108^{\circ}25'E$ ， $18^{\circ}25' \sim 19^{\circ}25'N$ 海域，产卵期为 5~7 月份。本项目涉及的 WZ12-1PUQB 平台距第一处产卵场最近约 1.4km；距离第二处产卵场最近约 40km，距离第三处产卵场最近约 159km。

- 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 $107^{\circ}15' \sim 108^{\circ}50'E$ ， $19^{\circ}10' \sim 20^{\circ}55'N$ ，水深 40~75 m，产卵期 2~6 月；第二处为 $106^{\circ}05' \sim 107^{\circ}20'E$ ， $18^{\circ}15' \sim 19^{\circ}55'N$ ，水深 20~80 m，产卵期 4~8 月。本项目涉及的 WZ12-1PUQB 平台距第一处产卵场最近约 1.4km；距离第二处产卵场最近约 191km。

- 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 $107^{\circ}20' \sim 109^{\circ}15'E$ ， $20^{\circ}00'N$ 至近岸，水深 60 m 以浅海域。本项目位于二长棘鲷产卵场范围内。

- 北部湾红鳍笛鲷产卵场

北部湾红鳍笛鲷产卵场主要分为两处，第一处为 $107^{\circ}25' \sim 108^{\circ}43'E$ ， $19^{\circ}12' \sim 20^{\circ}20'N$ ，水深 20~70 m 海域；第二处为 $106^{\circ}55' \sim 107^{\circ}56'E$ ， $17^{\circ}45' \sim 19^{\circ}00'N$ ，水深 65~85 m 海域。两处的产卵期均为 4~7 月份。本项目涉及的 WZ12-1PUQB 平台距第一处产卵场最近约 57km；距离第二处产卵场最近约 225km。

d 旅游休闲娱乐区

工程项目海域附近的旅游休闲娱乐区主要为涠洲岛旅游休闲娱乐区，海域使用管理规定及环境保护管理要求参见表 3.1-1。

涠洲岛旅游休闲娱乐区位于涠洲岛周围海域， $109^{\circ}3'13''E \sim 109^{\circ}8'43''E$ ， $21^{\circ}0'32''N \sim 21^{\circ}5'42''N$ ，面积 2325 公顷。海洋环境保护管理要求为：保护岸线现有形态和人文景观；南湾海域执行不劣于三类海水水质标准，二类海洋沉积



物质量标准，二类海洋生物质量标准；其他海域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。本次电缆铺设穿越涠洲岛旅游休闲娱乐区。

e 保留区

工程项目海域附近的保留区主要为涠洲岛-斜阳岛保留区，海域使用管理规定及环境保护管理要求参见表 3.1-1。

涠洲岛-斜阳岛保留区位于涠洲岛外围， $109^{\circ}2'34''E \sim 109^{\circ}14'18''E$ ， $20^{\circ}53'5''N \sim 21^{\circ}6'57''N$ ，面积 16990 公顷。海洋环境保护管理要求为：禁止大规模围填海活动和其他严重改变海域自然属性的开发利用方式；可开展渔业活动以及油气勘探、开发活动；水质要求不劣于现状水平。本次海底电缆铺设穿越该保留区。

f 特殊利用区

工程项目海域附近的特殊利用区主要有海底光缆特殊利用区，海域使用管理规定及环境保护管理要求参见表 3.1-1。

海底光缆特殊利用区位于钦州港至北海、北海至涠洲岛、涠洲岛至海南之间有关区域。海洋环境保护管理要求为：海底管线两侧各 2 海里（港内为两侧各 100 m）禁止进行鱼排、鱼栅、人工鱼礁、围海等活动，禁止拖网、抛锚、挖沙等活动，不得划定锚地和倾倒地等，不能进行填海、码头等设施建设。本次海底电缆铺设与该海底光缆特殊利用区最近距离约 1km。

g 港口航运区

工程项目海域附近的港口航运区主要为涠洲岛港口航运区，海域使用管理规定及环境保护管理要求参见表 3.1-1。

涠洲岛港口航运区位于涠洲岛西北侧海岸， $109^{\circ}3'13''E \sim 109^{\circ}6'13''E$ ， $21^{\circ}2'50''N \sim 21^{\circ}5'42''N$ ，面积 1201 公顷。海洋环境保护管理要求为：维护港口水深条件和航道通畅；执行不劣于四类海水水质标准，二类海洋沉积物质量标准，二类海洋生物质量标准。本次海底电缆铺设项目距离该航运区约 0.2km。

h 航路分布

本项目附近航路分布资料来源于《涠洲 12-8E 油田开发工程项目通航安全影响论证报告》（武汉理工大学，2015.05）。

进出北部湾船舶的主要航线包含北部湾广西沿海各港之间的航线、北部湾广西沿海各港至琼州海峡西口航线、北部湾广西沿海各港至东南亚各国航线。本项目距离广西各港至琼州海峡西口（航路一）与广西各港至海南岛西航路（航路二）较近。

本项目所涉及的 WZ12-1 PUQB 平台距航路二较近，所铺设电缆将穿越航线一。本项目所涉及的 WZ12-1 PUQB 平台和拟铺设电缆与航路一、二的相对位置如图 3.1-6 所示。



图 3.1-6 本项目与附近习惯航路相对位置示意图

i 工程附近主要环境敏感目标

根据以上调查分析，本项目位于北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区、北部湾蓝圆鲈产卵场和北部湾二长棘鲷产卵场内，穿越涠洲岛旅游休闲娱乐区和涠洲岛—斜阳岛保留区，穿越涠洲岛旅游休闲娱乐区，距涠洲岛港口航运区最近约 0.2km，距海底光缆特殊利用区最近约 1km，距涠洲岛



海洋保护区最近约 1km，距二长棘鲷幼鱼和幼虾保护区最近约 1.2km，距北部湾金线鱼产卵场和北部湾长尾大眼鲷产卵场最近约 1.4km，其它敏感目标距本工程最近距离均在 18km 以外，周边环境敏感目标见表 3.1-2。

表 3.1-2 工程周边主要环境敏感目标（待续）

类型	敏感目标名称	级别	与工程最近距离(km)	方位	主要保护对象	管理要求
旅游休闲娱乐区	涠洲岛旅游休闲娱乐区	-	穿越	-	岸线现有形态和人文景观	二类水质
保留区	涠洲岛一斜阳岛保留区	-	穿越	-	-	一类水质
特殊利用区	海底光缆特殊利用区	—	1	东	海底光缆	与穿越海域的环境保护要求一致
港口航运区	涠洲岛港口航运区	-	0.2	东北	-	不劣于四类水质，海洋沉积物和海洋生物不劣于二类标准



续表 3.1-2 工程周边主要环境敏感目标

类型	敏感目标名称	级别	范围	与工程最近距离(km)	方位	主要保护对象	管理要求
海洋保护区	涠洲岛海洋保护区	-	涠洲岛东侧和西南侧海域， 东经 109°4'9"-109°9'43"，北纬 20°59'42"-21°5'11"	1	东	珊瑚礁	一类水质
	斜阳岛海洋保护区	-	斜阳岛东西两侧海域， 东经 109°11'59"-109°13'15"，北纬 20°53'58"-20°55'16"	18	东		
	广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区	国家级	雷州半岛西侧，地理坐标为 109°31'-109°48'E、20°32'-20°44'，	72	东南	儒艮、中华白海豚、白蝶贝、白氏文昌鱼、绿海龟等	一类水质
渔业资源保护区	北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区	国家级	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）。总面积 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	包含	-	二长棘鲷和长毛对虾	
	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，边接涠洲岛南至广东省海康县流沙港以西 20 m 水深以内的海域	30km	北	二长棘鲷	
产卵场	北部湾二长棘鲷产卵场	-	位于北部湾 107°20'~109°15'E，20°00'N 至近岸，水深 60 m 以浅海域。	包含	-	二长棘鲷	
	北部湾蓝圆鲹产卵场	-	介于 107°15'~109°40'E，20°00'~21°30'N 之间，水深 40 m 以内	包含	-	蓝圆鲹	
	北部湾金线鱼产卵场	-	第一处为 107°15'~108°50'E，19°10'~20°55'N，水深 40~75 m，产卵期 2~6 月；第二处为 106°05'~107°20'E，18°15'~19°55'N，水深 20~80 m。	1.4	西	金线鱼	



类型	敏感目标名称	级别	范围	与工程最近距离(km)	方位	主要保护对象	管理要求
产卵场	北部湾长尾大眼鲷产卵场	-	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。	1.4	西	长尾大眼鲷	
	北部湾红鳍笛鲷产卵场	-	第一处为 107°25'~108°43'E, 19°12'~20°20'N, 水深 20~70 m 海域; 第二处为 106°55'~107°56'E, 17°45'~19°00'N, 水深 65~85 m 海域。	57	西南	红鳍笛鲷	



3.2 涠洲终端厂区自然环境概况

3.2.1 自然环境概况

涠洲岛总体形状为一椭圆型，南部为海湾凹进，地势总体上南高北低，海拔高度一般在 50m 以下，最高点西拱手海拔 78.95m。河流短小，沟谷不发育，地表风化残积层厚，属剥蚀为主的丘陵地貌。

3.2.2 社会环境概况

涠洲镇属于北海市海城区管辖，包括涠洲岛和斜阳岛，是广西最大的一个海岛镇。下辖南湾、东湾 2 个居委会和百代寮、盛塘、公山、荔枝山、城仔、后背塘、西角、竹蔗寮、斜阳等 9 个村委。全镇耕地面积 680hm²，涠洲镇农业种植以香蕉、水稻、花生、木薯等作物为主；渔业以浅海捕捞、刺钓为主。涠洲岛附近是北部湾重要的渔场，盛产海参、珍珠、鲍鱼等名贵产品，有丰富的海洋资源。

涠洲岛上现状居民用水由涠洲岛平顶山自来水厂供应，现状水厂水源来自位于盛塘村平顶山的 3 处抽水井。

涠洲岛上的工业企业较少，项目评价区内主要有中海油涠洲岛终端处理厂和北海新奥燃气有限公司。

3.2.3 周围环境敏感目标分布

工程沿岸的环境保护目标包括广西涠洲岛自治区级自然保护区、珊瑚礁自然保护区、火山地貌遗迹自然保护区、养殖区等。周边环境敏感目标见表 3.2-1。

a 广西涠洲岛自治区级自然保护区

自然保护区划分为核心区、实验区二个功能区。核心区面积 238.5hm²，占保护区总面积的 10.0%，保护区的核心区分两个片区，即苏牛角坑片区和斜阳岛片区。苏牛角坑片区位于涠洲岛北部苏牛角坑村屯周边（不包括苏牛角屯的建筑用地），面积 67.5hm²。斜阳岛片区面积 171.0hm²，分布于斜阳岛除去村寨、待发展经济活动地段之外的绝大部分面积。实验区面积 2143.6hm²，



占保护区总面积的 90.0%，包括两部分，一是北港水产站、剩余部分的盛塘村、公山村和荔枝山村以及后背塘、城仔村、西角村、百代寮、竹蔗寮等村寨、东湾南湾两个居委会，面积 2125.6hm²；二是斜阳岛村寨及待发展经济活动的地段，面积 18.0hm²。

本项目定向钻作业所涉及的涠洲终端厂区与广西涠洲岛自治区级自然保护区的实验区距离约 380m。

广西北海涠洲岛自然保护区功能区划及项目地理位置图见图 3.2-1。

b 涠洲岛火山国家地质公园

2004 年 1 月涠洲岛被国土资源部批准为国家地质公园，2014 年广西师范大学历史文化与旅游学院编制了《广西北海涠洲岛火山国家地质公园规划（2013-2025）》，并于 2016 年 2 月 2 日获得北海市人民政府批准实施（北政发〔2016〕5 号文）。

涠洲岛火山国家地质公园范围包括涠洲岛和斜阳岛两个部分，南湾景区、内岛景区、斜阳岛景区三个景区（斜阳岛景区包括整个斜阳岛）。公园规划总面积 11.426km²，地质遗迹以火山景观、海岸景观、古地震遗迹景观、古海洋风暴遗迹景观为特色。典型的火山机构、火山构造、火山岩石记录了第四纪古地震、古海洋风暴灾害的震积岩、风暴岩和丰富的海蚀、海积地貌，其在岛上共存实属罕见。

本项目定向钻作业所在地位于火山国家地质公园范围外，距离火山国家地质公园边界约 950m。

广西北海涠洲岛火山国家地质公园规划及项目地理位置图见图 3.2-2。

c 涠洲岛珊瑚生态区

根据 2001 年 11 月广西海洋局对涠洲岛珊瑚进行的初步调查和采样，共鉴定出珊瑚 14 属 16 种和 4 未定种。涠洲岛珊瑚礁自然保护区目前未建立正式的自然保护区保护级别和管理机构。

珊瑚礁是一种不可多得的海洋资源，又是海洋生物繁衍的理想场所。涠洲岛、斜阳岛珊瑚礁是广西海洋唯一的一片，也是南海北部湾生长珊瑚礁最北的



海区。因海洋环境条件和地形地貌因素不同，珊瑚发育差异较大，其主要分布在涠洲岛的北面、东面、西南面。根据涠洲岛珊瑚礁生长分布情况，《广西近岸海域环境功能区划调整方案》（桂政办发[2011]74号），专门对涠洲岛的西南、东部以及斜阳岛设置了涠洲岛、斜阳岛珊瑚礁生态区（GX003AI），即涠洲岛西南部从滴水岩至滑石嘴的岸线和东部沟门村至斑鸠冲附近的岸线，岸线向海 2km 的海域，面积 18km²；斜阳岛全岛岸线，岸线向海 2km 的海域，面积 25km²。主导功能为保护珊瑚礁生态系统，属一类环境功能区，水质保护目标为一类海水水质标准。

广西涠洲岛珊瑚礁国家级海洋公园于 2012 年 12 月 21 日经国家海洋局批准成立，位于广西壮族自治区北海市南部涠洲岛周边海域。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。

本工程海域评价范围不属于涠洲岛珊瑚礁生态区，距离涠洲岛东北面珊瑚分布的地方约有 6km，距离涠洲岛西南面珊瑚分布的地方约有 4km。

广西涠洲岛珊瑚礁国家级海洋公园功能区划及项目地理位置图见图 3.2-3。

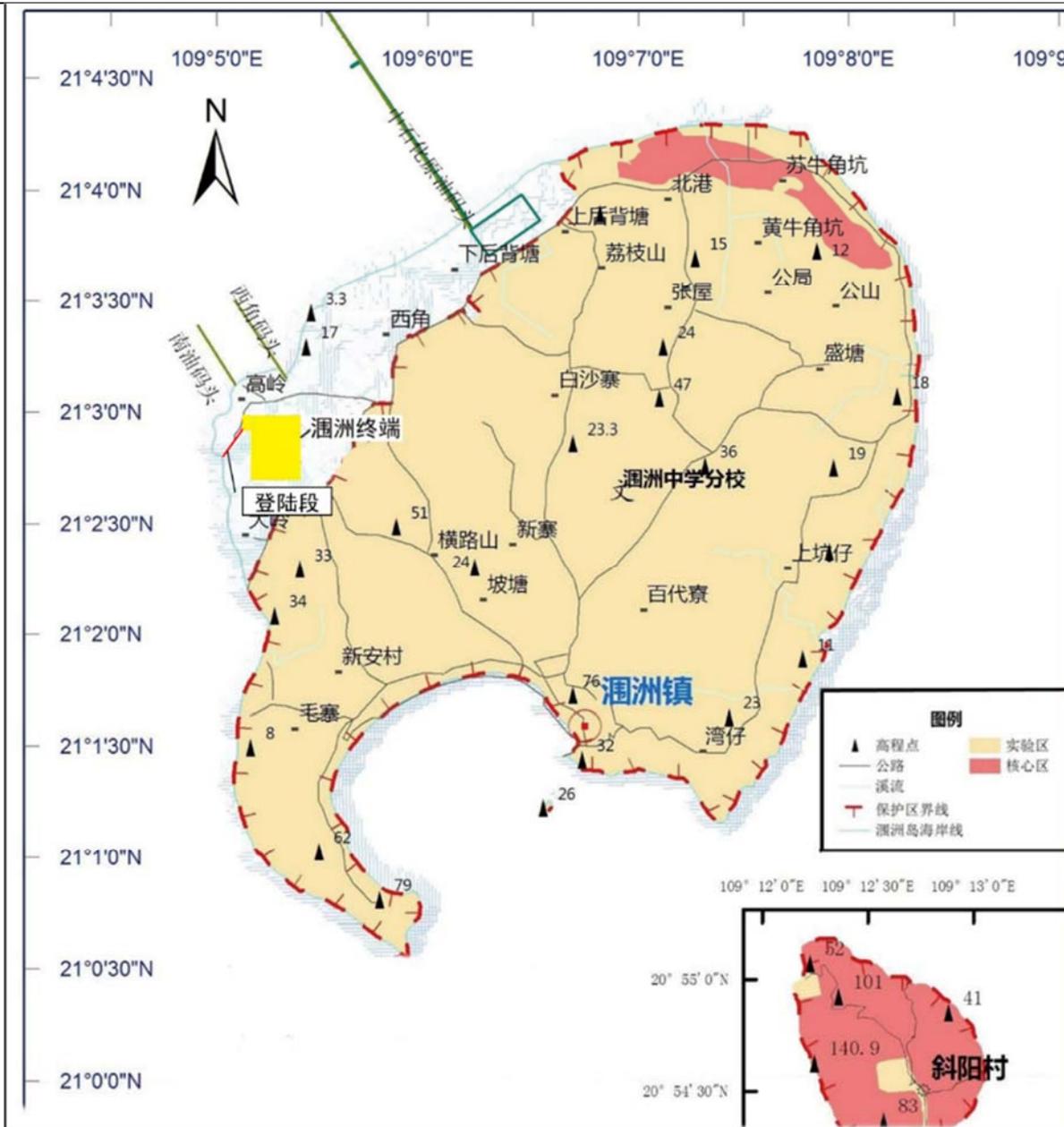


图 3.2-1 广西北海涠洲岛自然保护区功能区划及项目地理位置图

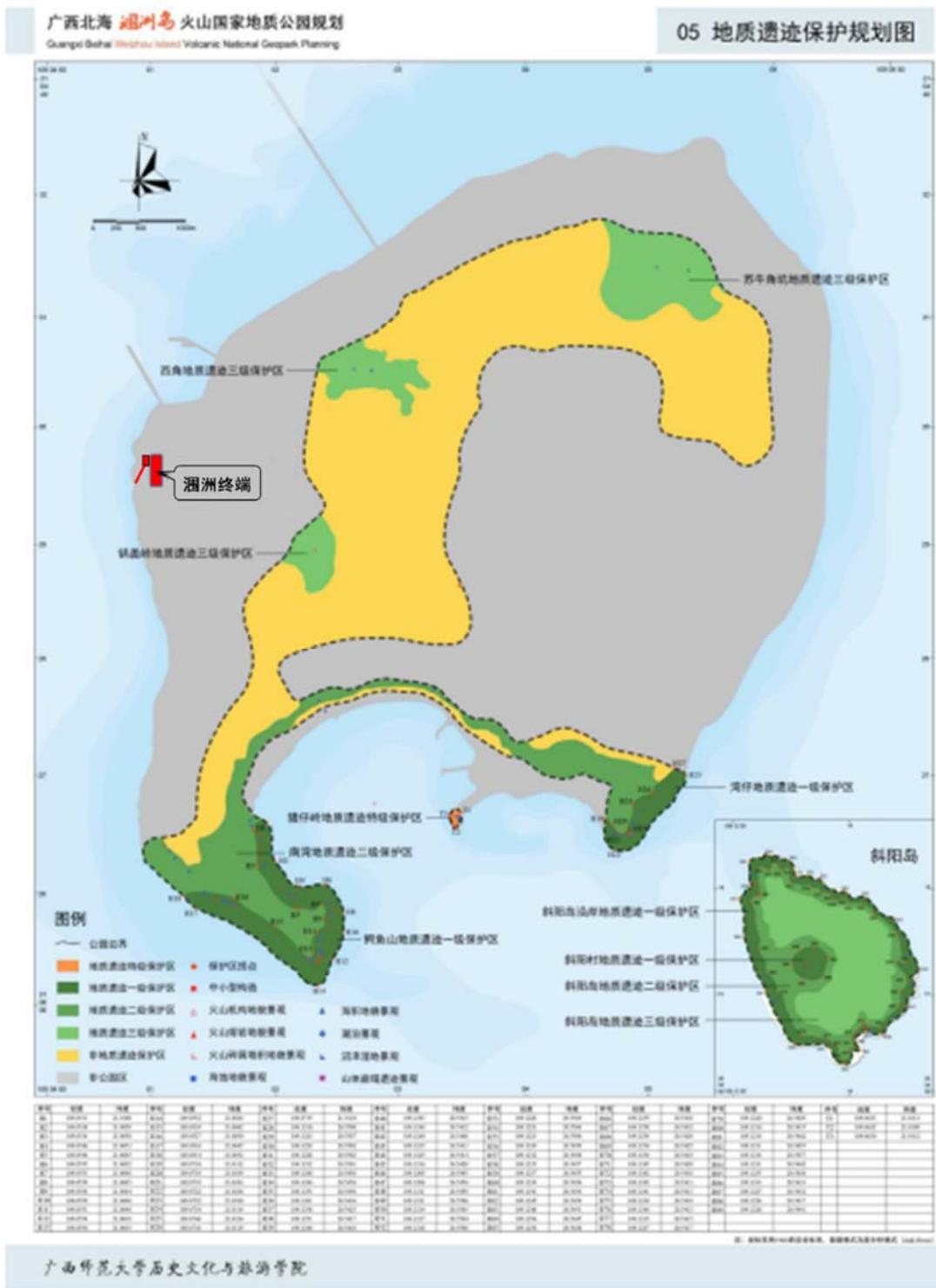


图 3.2-2 广西北海涠洲岛火山国家地质公园规划及项目地理位置图

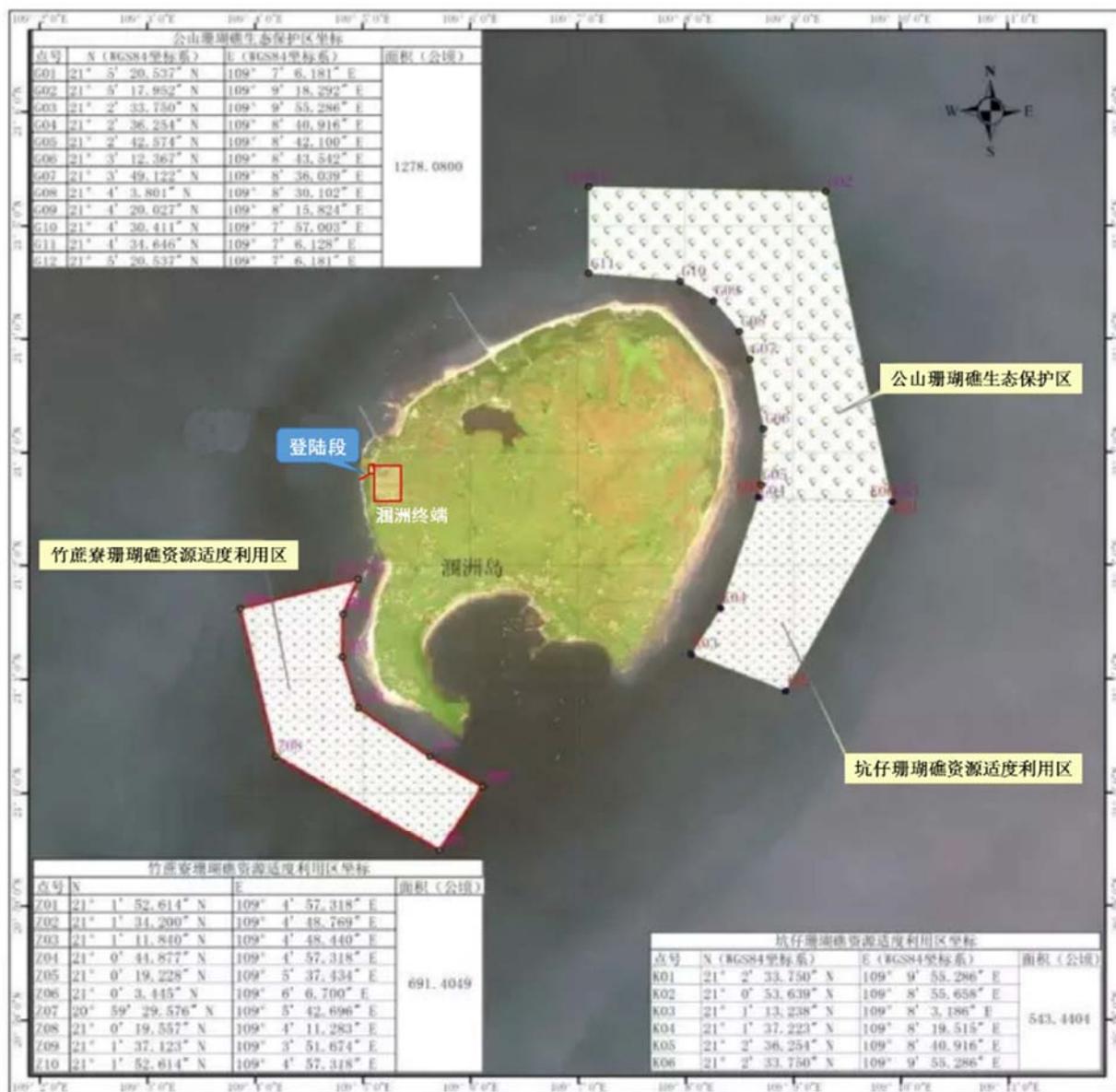


图 3.2-3 广西涠洲岛珊瑚礁国家级海洋公园功能区划及项目地理位置图

表 3.2-1 工程周边主要环境敏感目标

类型	敏感目标名称	级别	与工程最近距离	方位
广西涠洲岛自然保护区	广西涠洲岛自然保护区	自治区级	380m	东
火山地貌遗迹自然保护区	涠洲岛火山国家地质公园	-	950m	东
涠洲岛珊瑚礁生态区	涠洲岛珊瑚礁生态区		4	西南

3.2.4 环境功能区划

a 环境空气功能区划

根据《广西北海市涠洲岛环境空气质量功能区划》，涠洲终端位于二类环

境空气质量功能区，执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。

区域大气环境功能区划见图 3.2-4。

b 环境声功能区划

根据《广西北海市涠洲岛声环境质量功能区划》，涠洲终端所在地的噪声控制目标为二类声功能功能区，声环境质量现状执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）二类标准。

区域大气环境功能区划见图 3.2-5。



图 3.2-4 涠洲岛环境空气质量功能区划图



图 3.2-5 涠洲岛声环境功能区划图



4 环境质量现状调查与评价

4.1 海水水质、沉积物和生物质量现状调查概况

本次涠洲终端至 WZ12-1PUQB 平台海底电缆铺设项目所在涠洲油田群海域的环境质量现状调查与评价资料主要根据《涠洲油田群春季环境质量现状调查与评价》报告中国家海洋局南海环境监测中心于 2018 年 4 月 22 日~4 月 25 日（海上调查）以及 2018 年 5 月 17 日~5 月 18 日（潮间带调查）的调查结果。该调查范围完全覆盖本工程的评价范围。环境质量现状调查监测项目主要包括海水水质、表层沉积物和生物生态等。

4.1.1 海水水质、沉积物和生物质量现状调查概况

a 调查时间和范围

本次工程海域海水水质、沉积物环境现状和生物质量现状调查于 2018 年 4 月 22 日~4 月 25 日进行，沿岸潮间带生物现场调查于 2018 年 5 月 17 日~5 月 18 日进行。调查围绕涠洲终端至 WZ12-1PUQB 平台海底电缆铺设海域及周边海域进行。

b 调查站位布设

本次调查共设 52 个调查站位，3 个潮间带调查断面。

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；涠洲岛海底电缆登陆点附近布设 3 个横断面，3 个纵断面），油田区域断面间距约 15km×10km，涠洲岛海底电缆登陆点附近区域横纵断面断面间距约 5km×3km，交点为站点所在位置，布设 48 个调查站位（P1~P47，P52），其中在 WZ12-1 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），此外，在涠洲岛海底电缆登陆点附近布设三个潮间带断面，调查潮间带生物。调查站位坐标及位置详见图 4.1-1。

本次调查水质站（包括水文气象、叶绿素 a）52 个，沉积物站 29 个，生物生态站（包括浮游植物、浮游动物、鱼卵仔鱼、底栖生物及生物质量）29 个；潮间带断面 3 个。

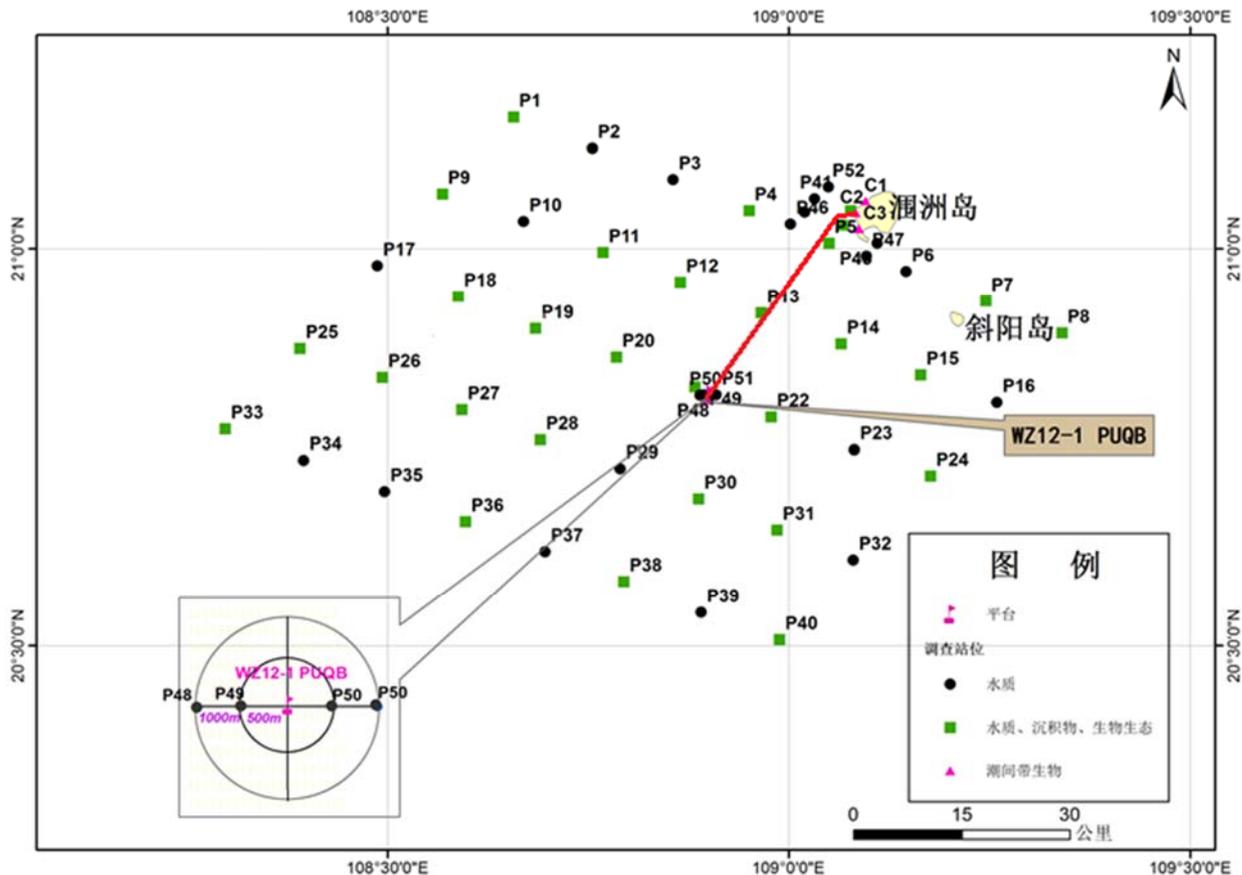


图 4.1-1 环境质量现状调查站位布设示意图

c 调查项目

水文、海水水质、沉积物和生物质量的调查项目见表 4.1-1。

表 4.1-1 水文、海水水质、沉积物和生物质量调查项目

调查对象	调查项目	项数
水文	水温、水深、透明度、水色	4
海水水质	盐度、pH、DO、石油类、挥发酚、硫化物、COD、活性磷酸盐、无机氮（硝酸盐、亚硝酸盐、氨）、悬浮物、铜、铅、锌、镉、砷、总汞、总铬	17
沉积物	粒度、石油类、硫化物、有机碳、铅、锌、镉、铜、砷、铬、汞	11
生物质量	石油烃、总汞、铜、镉、锌、总铬、铅、砷	8

调查方法依据《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）中的有关规定，具体采样要求如下：

(1) 调查站位水深范围为（12~44.5）m。依据《海洋监测规范》（GB17378-2007）中的规定进行水样采集、保存和运输。水质样品采集表层（0.5m）、10m



层和底层（距底 2m）。石油类只调查表层样品。

(2) 沉积物采用抓斗式采泥器采集，取表层样品（0~5）cm。

(3) 生物质量样品包括阿氏拖网（定性）和挖泥器（定量）两种采样方式。定性样品用 0.7 m 宽的阿氏网采集，每站慢速拖曳 15 min，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，泥样倒入孔径为 1.0 mm 的套筛中用海水冲洗，拣出所有生物。选取调查区内有代表性的生物进行保存和分析，测定生物体内的石油烃以及重金属（铬、铅、砷、汞、铜、镉和锌）含量。

d 分析方法

各调查项目的分析方法均按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）执行，具体分析方法见表 4.1-2。

表 4.1-2 海水水质、沉积物和生物质量调查项目的分析方法

项目	测定项目	分析方法	检出限 (µg/L)	引用标准
水文	水温	颠倒温度计法		GB12763-2007
	水深	钢丝绳测深		
	水色	比色法		
	透明度	目视法		
水质	盐度	盐度计法		GB17378-2007
	pH	电位计法		
	DO	碘量法		
	COD	碱性高锰酸钾法		
	活性磷酸盐	磷钼蓝比色法	0.72	
	亚硝酸盐	萘乙二胺比色法	0.35	
	硝酸盐	镉柱还原法	0.60	
	氨	次溴酸盐氧化法	1.08	
	石油类	紫外分光光度法	3.5	
	悬浮物	重量法		
	挥发酚	4-氨基安替比林分光光度法		
	硫化物	亚甲基蓝分光光度法		
	砷	原子荧光法	1.0×10 ⁻³	
	汞			
铜	阳极溶出伏安法	0.2		
铅		0.03		
镉		3.1		
锌		0.01		



项目	测定项目	分析方法	检出限 (µg/L)	引用标准
	总铬	原子吸收分光光度法	0.4	
沉积物	粒度	激光法		GB12763-2007
	有机碳	重铬酸钾氧化—还原容量法	1×10^{-6}	GB17378-2007
	硫化物	碘量法		
	锌	火焰原子吸收分光光度法	6	
	铅		1	
	镉		0.5	
	铜		0.04	
	铬		2	
	石油类	紫外分光光度法	3×10^{-6}	
	总汞	原子荧光法	1	
	砷			
生物质量	石油烃	荧光分光光度法	1×10^{-6}	GB17378-2007
	锌	火焰原子吸收分光光度法	1.66	
	铜	无火焰原子吸收分光光度法	0.08	
	铅		0.03	
	镉		0.03	
	铬		0.3	
	汞	原子荧光法	0.01×10^{-6}	
	砷			

e 评价标准

• 海水水质

调查选定的海水水质评价因子包括 pH、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮、砷、汞、铜、铅、锌、镉、总铬、石油类、挥发酚和硫化物共 15 项。各评价因子的评价标准值列于表 4.1-3。

海水水质采用《海水水质标准》(GB3097-1997) 中第一类海水水质标准进行评价；针对超标因子，进一步采用第二类、第三类或第四类标准评价，评价至符合某类标准为止。

表 4.1-3 海水水质评价标准值

评价因子	第一类	第二类	第三类	第四类
pH	7.8~8.5 同时不超出该海域正常变动范围的 0.2 pH 单位		6.8~8.8 同时不超出该海域正常变动范围的 0.5 pH 单位	



评价因子	第一类	第二类	第三类	第四类
溶解氧	> 6 mg/L	> 5 mg/L	> 4 mg/L	> 3 mg/L
化学需氧量	≤ 2 mg/L	≤ 3 mg/L	≤ 4 mg/L	≤ 5 mg/L
活性磷酸盐	≤ 0.015 mg/L	≤ 0.030 mg/L		≤ 0.045 mg/L
无机氮	≤ 0.20 mg/L	≤ 0.30 mg/L	≤ 0.40 mg/L	≤ 0.50 mg/L
砷	≤ 0.020 mg/L	≤ 0.030 mg/L	≤ 0.050 mg/L	
汞	≤ 0.00005 mg/L	≤ 0.0002 mg/L		≤ 0.0005 mg/L
铜	≤ 0.005 mg/L	≤ 0.010 mg/L	≤ 0.050 mg/L	
铅	≤ 0.001 mg/L	≤ 0.005 mg/L	≤ 0.010 mg/L	≤ 0.050 mg/L
锌	≤ 0.020 mg/L	≤ 0.050 mg/L	≤ 0.10 mg/L	≤ 0.50 mg/L
镉	≤ 0.001 mg/L	≤ 0.005 mg/L	≤ 0.010 mg/L	
总铬	≤ 0.05 mg/L	≤ 0.10 mg/L	≤ 0.20 mg/L	≤ 0.50 mg/L
石油类	≤ 0.05 mg/L		≤ 0.30 mg/L	≤ 0.50 mg/L
挥发酚	≤ 0.005 mg/L		≤ 0.010 mg/L	≤ 0.050 mg/L
硫化物	≤ 0.02 mg/L	≤ 0.05 mg/L	≤ 0.10 mg/L	≤ 0.25 mg/L

- 沉积物质量

沉积物评价因子为有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、铬和砷共 10 项。沉积物采用《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中规定的第一类海洋沉积物质量标准评价；针对超标因子，进一步采用第二类标准评价，评价至符合某类标准为止。各评价因子的评价标准值列于表 4.1-4。

表 4.1-4 海洋沉积物质量标准

评价因子	第一类	第二类	引用标准
有机碳	≤ 2.0×10 ⁻²	≤ 3.0×10 ⁻²	《海洋沉积物质量》 (GB18668-2002)
硫化物	≤ 300.0×10 ⁻⁶	≤ 500.0×10 ⁻⁶	
石油类	≤ 500.0×10 ⁻⁶	≤ 1000.0×10 ⁻⁶	
汞	≤ 0.20×10 ⁻⁶	≤ 0.50×10 ⁻⁶	
铜	≤ 35×10 ⁻⁶	≤ 100×10 ⁻⁶	
铅	≤ 60.0×10 ⁻⁶	≤ 130.0×10 ⁻⁶	
锌	≤ 150.0×10 ⁻⁶	≤ 350.0×10 ⁻⁶	
镉	≤ 0.50×10 ⁻⁶	≤ 1.50×10 ⁻⁶	
铬	≤ 80.0×10 ⁻⁶	≤ 150.0×10 ⁻⁶	
砷	≤ 20.0×10 ⁻⁶	≤ 65.0×10 ⁻⁶	



- 生物质量

贝类生物质量评价采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）的第一类标准；鱼类、甲壳类和软体类体内的石油烃采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准，鱼类、甲壳类和软体类体内除石油烃外，污染物质含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，各评价因子的评价标准值见表 4.1-5。

表 4.1-5 生物质量评价标准（湿重：×10⁻⁶）

生物类群	汞	砷	铜	铅	镉	锌	总铬	石油烃
贝类	≤0.05	≤1.0	≤10	≤0.1	≤0.2	≤20	≤0.5	≤15
软体类	≤0.30	≤10.0	≤100	≤10	≤5.5	≤250	≤5.5	≤20
甲壳类	≤0.20	≤8.0	≤100	≤2.0	≤2.0	≤150	≤1.5	/
鱼类	≤0.30	≤5.0	≤20	≤2.0	≤0.6	≤40	≤1.5	≤20

f 评价方法

- 海水水质

海水水质采用单因子标准指数法及超标统计法进行评价。

- 单因子标准指数法

水质单站单参数评价采用单因子标准指数法，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：

- DO 标准指数计算公式

$$Q_j(\text{DO}) = | \text{DO}_f - \text{DO} | / (\text{DO}_f - \text{DO}_s) \quad \text{当 } \text{DO} \geq \text{DO}_s \text{ 时}$$

$$Q_j(\text{DO}) = 10 - 9\text{DO} / \text{DO}_s \quad \text{当 } \text{DO} < \text{DO}_s \text{ 时}$$

式中： DO_f —现场水温及氯度条件下，水样中氧的饱和浓度（mg/L）；



$DO_f = 468 / (31.6 + T)$ ，T—水温（℃）；

DO_s —溶解氧标准值。

- pH 标准指数计算公式

$$Q_j = \left| (2C_j - C_{o,upper} - C_{o,lower}) / (C_{o,upper} - C_{o,lower}) \right|$$

式中： Q_j —pH 值的标准指数；

$C_{o,upper}$ — pH 的评价标准值上限；

$C_{o,lower}$ — pH 的评价标准值下限。

- 超标统计法

统计超标样品的数量及超标率。

- 沉积物

沉积物的评价采用单因子标准指数法和超标统计法。

- 生物质量

海洋生物质量的评价方法采用单因子标准指数法和超标统计法。

4.1.2 海水水质环境现状调查与评价

- 单因子标准指数

调查海域海水中所有样品中评价因子 pH、COD、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，符合第一类海水水质标准。

调查海域海水中 DO 的单项标准指数变化范围为 0.00~1.11，总的样品超标率为 0.6%；表层和 10m 层所有样品的含量均符合第一类海水水质标准；底层超标率为 1.9%，只有 P30 站底层的含量稍低于第一类海水水质标准，超标倍数为 0.11，超标样品的含量符合第二类海水水质标准。

可见，调查海域海水中 DO 存在轻微超标，超标样品的含量符合第二类海水水质标准。调查海域海水中 DO 的含量主要受季节及水深影响，超标样品出现在底层。



- 超标统计

本次调查超标站位样品按《海水水质标准》（GB3097-1997）进行分级评价，各项超标因子的超标率及符合各级别标准的站位比例统计结果见表 4.1-6 和表 4.1-7。

表 4.1-6 调查海域海水超标因子的类别统计

超标因子	符合各级别评价标准的站位比例					超标率统计 (超一类)
	层次	第一类	第二类	第三类	第四类	
溶解氧	底层	98.1%	1.9%	0%	0%	1.9%

表 4.1-7 调查海域海水超标因子的站位统计

评价因子		超标站位	最大超标倍数（出现站位）
溶解氧	底层	P30	0.11 (P30)

调查海域溶解氧有 98.1% 的样品超过第一类海水水质标准。表层、10m 层均符合第一类海水水质标准；底层的超标率为 1.9%，超标样品满足第二类海水水质标准。

- 综合评价和超标原因分析

根据 2018 年 4 月调查的结果，监测海区海水中 pH、COD、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，符合第一类海水水质标准。

监测海区海水中 DO 存在轻微超标，只有 P30 站底层的含量稍低于第一类海水水质标准，总的超标率为 0.6%，超标倍数为 0.11，超标样品的含量符合第二类海水水质标准。监测海区海水中 DO 的含量主要受季节及水深影响，超标样品出现在底层。调查海区溶解氧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，底层海水中存在一定的季节性缺氧现象，这与中国近海季节性跃层特点相关。

总的来说，调查海区海水状况符合该海区水质自然属性，未发现异常现象。

4.1.3 沉积物环境现状调查与评价

a 沉积物粒度和类型

本次秋季调查共布设 29 个表层沉积物调查站位，各测站沉积物组成及类



型详见表 4.1-8。沉积物的粒度分析表明，表层沉积物的粒度类型包括两种，除 P1 站为粉砂质砂（TS）外，其它站位全部为砂质粉砂（ST）。

表 4.1-8 沉积物粒度组成及其类型

站号	层次(cm)	粒级含量(%)				代号及名称
		砾	砂	粉砂	粘土	
P1	0-5	0.0	59.2	37.8	3.0	TS 粉砂质砂
P4	0-5	0.0	31.6	60.9	7.5	ST 砂质粉砂
P5	0-5	0.0	34.9	58.2	6.9	ST 砂质粉砂
P7	0-5	0.0	40.7	53.3	6.0	ST 砂质粉砂
P8	0-5	0.0	41.8	52.2	6.0	ST 砂质粉砂
P9	0-5	0.0	41.1	54.2	4.7	ST 砂质粉砂
P11	0-5	0.0	39.8	55.4	4.8	ST 砂质粉砂
P12	0-5	0.0	38.0	57.0	5.0	ST 砂质粉砂
P13	0-5	0.0	37.1	55.9	7.0	ST 砂质粉砂
P14	0-5	0.0	36.6	56.7	6.7	ST 砂质粉砂
P15	0-5	0.0	42.2	51.7	6.1	ST 砂质粉砂
P18	0-5	0.0	43.0	52.5	4.5	ST 砂质粉砂
P19	0-5	0.0	45.4	50.4	4.2	ST 砂质粉砂
P20	0-5	0.0	43.5	51.8	4.7	ST 砂质粉砂
P21	0-5	0.0	37.9	56.4	5.7	ST 砂质粉砂
P22	0-5	0.0	40.7	53.8	5.5	ST 砂质粉砂
P24	0-5	0.0	38.7	55.7	5.6	ST 砂质粉砂
P25	0-5	0.0	38.9	54.7	6.4	ST 砂质粉砂
P26	0-5	0.0	36.8	58.0	5.2	ST 砂质粉砂
P27	0-5	0.0	35.0	59.6	5.4	ST 砂质粉砂
P28	0-5	0.0	42.2	52.5	5.3	ST 砂质粉砂
P30	0-5	0.0	44.2	50.7	5.1	ST 砂质粉砂
P31	0-5	0.0	42.0	52.7	5.3	ST 砂质粉砂
P33	0-5	0.0	39.1	55.9	5.0	ST 砂质粉砂
P36	0-5	0.0	41.0	54.2	4.8	ST 砂质粉砂
P38	0-5	0.0	43.2	52.2	4.6	ST 砂质粉砂
P40	0-5	0.0	43.8	51.3	4.9	ST 砂质粉砂
P42	0-5	0.0	32.8	59.9	7.3	ST 砂质粉砂
P44	0-5	0.0	34.1	58.7	7.2	ST 砂质粉砂
最小值		0.0	31.6	37.8	3.0	/
最大值		0.0	59.2	60.9	7.5	/
平均值		0.0	40.2	54.3	5.5	/



b 沉积物质量调查结果

调查海域表层沉积物中有机碳、硫化物、总汞、砷、铜、铅、镉、锌、铬和石油类的调查分析结果见表 4.1-9。

表 4.1-9 表层沉积物中各污染物含量状况

站号	有机碳($\times 10^{-2}$)	硫化物	总汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬	石油类
P1	0.80	6	0.033	7.11	16.4	27.4	0.11	60.0	27.8	13.8
P4	0.77	8	0.034	7.74	18.3	30.8	0.26	62.7	23.9	11.4
P5	1.11	8	0.101	5.69	19.1	34.1	0.17	61.0	24.6	6.34
P7	0.47	6	0.038	7.98	17.7	31.5	0.29	70.1	18.1	6.91
P8	0.48	5	0.037	7.59	15.8	20.3	0.37	71.6	22.7	4.06
P9	0.74	7	0.032	6.32	18.0	35.7	0.12	61.6	27.5	4.45
P11	0.81	6	0.048	4.36	17.3	33.1	0.19	55.6	24.2	4.16
P12	0.51	6	0.043	7.60	15.0	32.4	0.25	51.0	21.4	4.37
P13	0.51	7	0.034	6.25	13.4	28.8	0.23	59.3	18.1	4.28
P14	0.65	8	0.037	4.31	15.5	33.4	0.15	65.0	19.7	6.15
P15	0.46	6	0.040	8.44	13.8	36.0	0.21	55.2	21.3	3.35
P18	0.79	8	0.042	4.96	17.8	33.5	0.08	63.7	25.4	3.85
P19	0.66	6	0.035	4.78	17.5	26.9	0.26	59.0	20.6	4.32
P20	0.66	6	0.136	5.77	17.0	28.6	0.14	67.1	23.8	4.38
P21	0.61	6	0.030	5.27	18.5	35.7	0.02	74.3	20.9	4.56
P22	0.22	—	0.028	8.15	14.1	32.6	0.08	67.2	19.2	3.52
P24	0.65	5	0.057	6.70	16.6	32.9	0.08	60.0	19.4	3.08
P25	1.05	5	0.039	6.33	13.1	42.1	0.09	69.4	18.4	3.78
P26	0.86	4	0.030	4.15	14.1	36.4	0.21	67.8	20.2	6.32
P27	0.36	6	0.037	4.97	15.4	25.4	0.17	73.5	17.6	3.51
P28	0.47	6	0.031	4.11	12.6	15.3	0.11	43.3	19.6	3.57
P30	0.72	6	0.042	5.36	14.4	23.5	0.07	50.3	20.8	3.25
P31	0.83	4	0.031	3.85	11.6	28.3	0.08	53.5	23.1	4.10
P33	0.97	6	0.034	5.00	11.1	39.4	0.07	56.9	22.6	3.65
P36	0.82	9	0.044	3.18	12.3	36.6	0.15	61.7	24.6	4.19
P38	0.80	5	0.036	5.16	16.2	30.4	0.04	68.0	19.7	5.52
P40	0.87	4	0.063	6.33	22.7	25.9	0.10	75.1	22.4	6.92
P42	0.93	8	0.038	7.17	23.2	52.7	0.11	64.6	37.3	8.54
P44	1.03	7	0.054	7.77	21.9	38.3	0.11	65.2	37.2	8.91
最小值	0.22	4	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：1)“—”表示此项目未进行监测；2)“未”表示未检出，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。



c 沉积物质量评价结果

调查海域沉积物中各评价因子的标准指数值和超标率见表 4.1-10。由表可知，调查区表层沉积物中各评价因子均符合第一类海洋沉积物质量标准限值要求，无超标样品。总体而言，调查海域沉积物质量良好。

表 4.1-10 表层沉积物中各评价因子的标准指数值和超标率

站号	有机碳	硫化物	总汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬	石油类
P1	0.40	0.02	0.17	0.36	0.47	0.46	0.22	0.40	0.35	0.03
P4	0.39	0.03	0.17	0.39	0.52	0.51	0.52	0.42	0.30	0.02
P5	0.56	0.03	0.51	0.28	0.55	0.57	0.34	0.41	0.31	0.01
P7	0.24	0.02	0.19	0.40	0.51	0.53	0.58	0.47	0.23	0.01
P8	0.24	0.02	0.19	0.38	0.45	0.34	0.74	0.48	0.28	0.01
P9	0.37	0.02	0.16	0.32	0.51	0.60	0.24	0.41	0.34	0.01
P11	0.41	0.02	0.24	0.22	0.49	0.55	0.38	0.37	0.30	0.01
P12	0.26	0.02	0.22	0.38	0.43	0.54	0.50	0.34	0.27	0.01
P13	0.26	0.02	0.17	0.31	0.38	0.48	0.46	0.40	0.23	0.01
P14	0.33	0.03	0.19	0.22	0.44	0.56	0.30	0.43	0.25	0.01
P15	0.23	0.02	0.20	0.42	0.39	0.60	0.42	0.37	0.27	0.01
P18	0.40	0.03	0.21	0.25	0.51	0.56	0.16	0.42	0.32	0.01
P19	0.33	0.02	0.18	0.24	0.50	0.45	0.52	0.39	0.26	0.01
P20	0.33	0.02	0.68	0.29	0.49	0.48	0.28	0.45	0.30	0.01
P21	0.31	0.02	0.15	0.26	0.53	0.60	0.04	0.50	0.26	0.01
P22	0.11	0.01	0.14	0.41	0.40	0.54	0.16	0.45	0.24	0.01
P24	0.33	0.02	0.29	0.34	0.47	0.55	0.16	0.40	0.24	0.01
P25	0.53	0.02	0.20	0.32	0.37	0.70	0.18	0.46	0.23	0.01
P26	0.43	0.01	0.15	0.21	0.40	0.61	0.42	0.45	0.25	0.01
P27	0.18	0.02	0.19	0.25	0.44	0.42	0.34	0.49	0.22	0.01
P28	0.24	0.02	0.16	0.21	0.36	0.26	0.22	0.29	0.25	0.01
P30	0.36	0.02	0.21	0.27	0.41	0.39	0.14	0.34	0.26	0.01
P31	0.42	0.01	0.16	0.19	0.33	0.47	0.16	0.36	0.29	0.01
P33	0.49	0.02	0.17	0.25	0.32	0.66	0.14	0.38	0.28	0.01
P36	0.41	0.03	0.22	0.16	0.35	0.61	0.30	0.41	0.31	0.01
P38	0.40	0.02	0.18	0.26	0.46	0.51	0.08	0.45	0.25	0.01
P40	0.44	0.01	0.32	0.32	0.65	0.43	0.20	0.50	0.28	0.01
P42	0.47	0.03	0.19	0.36	0.66	0.88	0.22	0.43	0.47	0.02
P44	0.52	0.02	0.27	0.39	0.63	0.64	0.22	0.43	0.47	0.02
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
平均标准指数	0.36	0.02	0.22	0.30	0.46	0.53	0.30	0.42	0.29	0.01
超标率 (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



4.1.4 海洋生物质量现状调查与评价

a 主要污染物质的含量状况

本次调查用于生物质量分析的底栖生物共有 10 种 42 个样品，其中鱼类有 5 种 20 个样品，甲壳类有 1 种 12 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，此次调查生物体内污染物含量详见表 4.1-11。

表 4.1-11 底栖生物体内污染物含量 (鲜重: $\times 10^{-6}$)

站位	生物名	Hg	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	As	石油烃
		$\times 10^{-6}$							
P1	须赤虾	0.068	5.7	0.2	0.08	13.2	0.26	6.5	3.78
P1	波纹巴非蛤	0.006	2.0	0.2	0.25	12.1	0.39	0.9	4.64
P1	大鳞舌鳎	0.018	0.3	0.4	0.03	3.0	0.18	0.8	2.23
P11	帕氏四盘耳乌贼	0.038	24.0	0.5	0.31	20.9	0.17	2.2	2.77
P11	大鳞舌鳎	0.017	0.3	0.2	0.05	4.0	0.23	1.1	3.07
P12	波纹巴非蛤	0.005	2.3	0.3	0.13	18.5	0.23	0.8	4
P13	须赤虾	0.053	6.0	0.2	0.03	17.1	0.30	2.9	4.43
P13	大鳞孔鰕虎鱼	0.027	0.4	nd	nd	4.6	0.83	1.3	1.9
P14	大鳞孔鰕虎鱼	0.019	0.4	nd	0.05	6.4	0.79	1.8	2.19
P15	大鳞舌鳎	0.019	0.3	0.4	0.07	4.8	0.15	1	2.59
P15	波纹巴非蛤	0.009	1.2	0.5	0.29	14.2	0.51	0.7	4.77
P18	大鳞舌鳎	0.016	0.2	0.6	0.02	6.4	0.17	0.8	3.22
P19	大鳞舌鳎	0.022	0.2	0.7	0.02	6.9	0.25	1.2	3.74
P19	波纹巴非蛤	0.006	1.9	0.2	0.19	16.0	0.31	0.9	4.68
P20	大鳞舌鳎	0.015	0.2	0.2	0.10	3.6	0.12	1.1	2.09
P20	双沟鬘螺	0.023	1.6	0.3	0.06	13.4	0.49	1.3	2.44
P21	须赤虾	0.026	4.5	0.4	0.02	15.1	0.38	2.1	3.81
P21	触角沟鰕虎鱼	0.021	0.4	0.1	0.05	7.1	0.33	1.1	2.95
P21	双沟鬘螺	0.02	1.4	0.4	0.05	18.3	0.39	1.4	2.95
P22	大鳞舌鳎	0.02	0.3	0.2	0.06	4.2	0.14	0.7	3.24
P22	短蛸	0.025	4.3	0.3	0.04	19.1	0.36	2.4	1.99
P24	须赤虾	0.044	6.4	0.3	0.05	14.6	0.21	1.3	4.1
P25	大鳞孔鰕虎鱼	0.025	0.3	0.2	0.02	8.6	0.46	1.2	2.89
P27	须赤虾	0.04	4.2	0.1	0.10	18.3	0.41	4.3	3.67
P27	花斑裸胸鳝	0.111	0.2	0.3	0.04	16.7	nd	0.8	2.7
P27	波纹巴非蛤	0.008	1.6	0.4	0.07	21.0	0.47	1	4.08



站位	生物名	Hg	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	As	石油烃
		×10 ⁻⁶							
P28	大鳞孔鰕虎鱼	0.021	0.3	nd	0.07	5.1	0.61	2.1	3.01
P28	波纹巴非蛤	0.004	1.3	0.2	0.13	12.8	0.28	0.9	3.83
P31	大鳞孔鰕虎鱼	0.024	0.3	0.1	0.03	6.4	0.51	1.3	2.1
P33	大鳞孔鰕虎鱼	0.028	0.3	nd	0.05	9.2	0.26	1.4	2.65
P33	须赤虾	0.036	3.6	0.2	0.06	21.6	0.50	1.2	4.03
P40	须赤虾	0.03	5.8	0.4	0.03	15.6	0.14	1	4.1
P40	大鳞舌鳎	0.021	0.2	0.5	0.03	5.8	0.18	1	3.11
P42	须赤虾	0.04	3.2	0.2	0.04	14.2	0.21	2.7	3.85
P42	大鳞舌鳎	0.018	0.3	0.1	0.02	5.1	0.15	0.8	3.66
P44	须赤虾	0.058	5.7	0.3	0.09	15.0	0.28	2.4	4.09
P44	孔鰕虎鱼	0.019	0.2	0.3	0.03	9.7	0.14	1.7	2.96
P5	孔鰕虎鱼	0.024	0.2	nd	0.06	8.4	0.29	2.1	2.9
P7	须赤虾	0.051	4.1	0.3	0.06	16.8	0.34	2.6	3.81
P7	大鳞舌鳎	0.017	0.3	0.5	0.05	3.9	0.10	0.7	3.29
P8	须赤虾	0.045	5.5	0.5	0.07	13.2	0.25	1.2	2.84
P9	须赤虾	0.061	6.4	0.2	0.03	16.5	0.38	2	3.13
海区	鱼类平均	0.03	0.27	0.38	0.06	6.62	0.33	1.21	2.81
	甲壳类平均	0.05	5.09	0.28	0.06	15.94	0.31	2.52	3.80
	贝类平均	0.01	1.72	0.29	0.18	15.75	0.36	0.87	4.33
	软体类平均	0.03	7.83	0.35	0.12	17.93	0.35	1.83	2.54

注：“nd”表未检出，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。

b 生物质量评价结果

此次调查生物质量各评价因子的单因子标准指数和超标率统计见表 4.1-12，生物质量超标因子的超标站位统计见表 4.1-13。

由表可见，本次调查底栖生物鱼类和甲壳类体内污染物各项评价因子均未超标；贝类体内 As、Pb、Cd、Zn 和 Cr 均有不同程度的超标现象，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；其中 Pb 的样品超标率为 100%，其它因子的样品超标率均少于 33.3%。软体类 As 出现超标，样品超标率为 100%。

总体而言，海区底栖生物中鱼类、甲壳类生物质量较好，各项评价因子均未超标；贝类的生物质量状况一般，其体内各污染因子存在普遍超标现象；软体类体内 As 出现普遍超标现象。根据与历年调查资料对比，（详见本报告书，第 5 篇“环境影响回顾性分析”）贝类超标现象较普遍，除了铜未出现过超标，



其它评价因子均不同程度超标。贝类体内污染因子存在普遍超标现象可能与生物自身的生活习性、生理生化特征有关或生物对污染物的富集能力较强等因素有关。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 4.1-12 底栖生物的单因子标准指数和超标率统计

站位	生物名	Hg	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	As	石油烃
P1	须赤虾	0.34	0.06	0.12	0.04	0.09	0.18	0.81	0.19
P1	波纹巴非蛤	0.12	0.20	1.53	1.25	0.60	0.77	0.90	0.31
P1	大鳞舌鳎	0.06	0.01	0.20	0.05	0.08	0.12	0.16	0.11
P11	帕氏四盘耳乌贼	0.13	0.24	0.05	0.06	0.08	0.02	2.20	0.14
P11	大鳞舌鳎	0.06	0.01	0.10	0.08	0.10	0.15	0.22	0.15
P12	波纹巴非蛤	0.10	0.23	3.07	0.65	0.92	0.47	0.80	0.27
P13	须赤虾	0.27	0.06	0.09	0.02	0.11	0.20	0.36	0.22
P13	大鳞孔鰕虎鱼	0.09	0.02	0.25	0.50	0.12	0.55	0.26	0.10
P14	大鳞孔鰕虎鱼	0.06	0.02	0.25	0.08	0.16	0.53	0.36	0.11
P15	大鳞舌鳎	0.06	0.02	0.22	0.12	0.12	0.10	0.20	0.13
P15	波纹巴非蛤	0.18	0.12	5.08	1.43	0.71	1.02	0.70	0.32
P18	大鳞舌鳎	0.05	0.01	0.31	0.04	0.16	0.11	0.16	0.16
P19	大鳞舌鳎	0.07	0.01	0.37	0.03	0.17	0.17	0.24	0.19
P19	波纹巴非蛤	0.12	0.19	1.78	0.96	0.80	0.62	0.90	0.31
P20	大鳞舌鳎	0.05	0.01	0.08	0.16	0.09	0.08	0.22	0.10
P20	双沟鬘螺	0.08	0.02	0.03	0.01	0.05	0.05	1.30	0.12
P21	须赤虾	0.13	0.05	0.19	0.01	0.10	0.25	0.26	0.19
P21	触角沟鰕虎鱼	0.07	0.02	0.07	0.08	0.18	0.22	0.22	0.15
P21	双沟鬘螺	0.07	0.01	0.04	0.01	0.07	0.04	1.40	0.15
P22	大鳞舌鳎	0.07	0.01	0.12	0.10	0.10	0.09	0.14	0.16
P22	短蛸	0.08	0.04	0.03	0.01	0.08	0.04	2.40	0.10
P24	须赤虾	0.22	0.06	0.13	0.03	0.10	0.14	0.16	0.21
P25	大鳞孔鰕虎鱼	0.08	0.01	0.08	0.03	0.21	0.31	0.24	0.14
P27	须赤虾	0.20	0.04	0.05	0.05	0.12	0.27	0.54	0.18
P27	花斑裸胸鳝	0.37	0.01	0.15	0.06	0.42	0.47	0.16	0.14
P27	波纹巴非蛤	0.16	0.16	3.67	0.34	1.05	0.94	1.00	0.27
P28	大鳞孔鰕虎鱼	0.07	0.01	0.25	0.12	0.13	0.41	0.42	0.15
P28	波纹巴非蛤	0.08	0.13	2.38	0.67	0.64	0.55	0.90	0.26
P31	大鳞孔鰕虎鱼	0.08	0.02	0.07	0.05	0.16	0.34	0.26	0.11
P33	大鳞孔鰕虎鱼	0.09	0.01	0.25	0.08	0.23	0.17	0.28	0.13
P33	须赤虾	0.18	0.04	0.10	0.03	0.14	0.33	0.15	0.20
P40	须赤虾	0.15	0.06	0.21	0.01	0.10	0.10	0.13	0.21
P40	大鳞舌鳎	0.07	0.01	0.26	0.05	0.15	0.12	0.20	0.16



站位	生物名	Hg	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	As	石油烃
P42	须赤虾	0.20	0.03	0.12	0.02	0.09	0.14	0.34	0.19
P42	大鳞舌鳎	0.06	0.01	0.07	0.04	0.13	0.10	0.16	0.18
P44	须赤虾	0.29	0.06	0.16	0.04	0.10	0.19	0.30	0.20
P44	孔鰕虎鱼	0.06	0.01	0.13	0.04	0.24	0.09	0.34	0.15
P5	孔鰕虎鱼	0.08	0.01	0.25	0.11	0.21	0.19	0.42	0.15
P7	须赤虾	0.26	0.04	0.17	0.03	0.11	0.23	0.33	0.19
P7	大鳞舌鳎	0.06	0.01	0.25	0.08	0.10	0.07	0.14	0.16
P8	须赤虾	0.23	0.06	0.26	0.03	0.09	0.16	0.15	0.14
P9	须赤虾	0.31	0.06	0.11	0.01	0.11	0.25	0.25	0.16
鱼类	平均	0.09	0.01	0.19	0.09	0.17	0.22	0.24	0.14
	超标率(%)	0	0	0	0	0	0	0	0
甲壳类	平均	0.23	0.05	0.14	0.03	0.11	0.20	0.31	0.19
	超标率(%)	0	0	0	0	0	0	0	0
贝类	平均	0.13	0.17	2.92	0.88	0.79	0.73	0.87	0.29
	超标率(%)	0	0	100	33	17	17	17	0
软体类	平均	0.09	0.08	0.03	0.02	0.07	0.04	1.83	0.13
	超标率(%)	0	0	0	0	0	0	100	0

表 4.1-13 生物质量超标因子的超标站位统计

评价因子	超标站位	最大超标倍数（出现站位）	样品超标率（%）
贝类	As	P27	0.00 倍(P27)
	Pb	P1 P12 P15 P 19P27 P28	4.08 倍(P15)
	Cd	P1P15	0.43 倍(P15)
	Cr	P15	0.02 倍(P40)
	Zn	P27	0.05 倍(P27)
软体类	As	P11、P20、P21、P22	1.4 倍（P22）

4.2 生物生态和渔业资源现状调查与评价

4.2.1 海洋生物生态现状调查概况

a 调查时间及站位布设

本次涠洲终端至 WZ12-1PUQB 平台海底电缆铺设项目海洋生物生态现状调查与海水水质现状调查同步进行，由国家海洋局南海环境监测中心于 2018 年 4 月 22 日~4 月 25 日（海上调查）以及 2018 年 5 月 17 日~5 月 18 日（潮间带调查）进行调查。调查范围为海底电缆铺设海域及周边海域，共设置生物生态调查站位 29 个和潮间带断面 3 个，调查站位布设见 4.1 节图 4.1-1。



b 调查项目

海洋生物生态：叶绿素 a 含量（并据此估算初级生产力）；浮游植物、浮游动物和底栖生物的种类组成、生物量及密度分布等。

c 调查采样及分析方法

生物样品的采集保存、运输和分析严格按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）的技术要求执行，具体的采样和分析方法如下：

（1）叶绿素 a 采样层次为表层（0.5m）、10m 层、底层（距底 2m），用荧光分光光度法进行测定。

（2）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，拖网深度从海底至海面；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。

（3）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，拖网深度从海底至海面；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。

（4）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，每站慢速拖曳 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，泥样倒入孔径为 1.0mm 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。

d 评价方法

• 初级生产力

初级生产力采用联合国教科文组织（UNESCO）推荐的公式，依据叶绿素 a、透明度、水深和碳同化系数进行估算。即：

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



式中：P—初级生产力（ $\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ）；

Q—不同层次同化指数算术平均值（ $1/\text{d}$ ），取 3.7；

D—昼长时间（h）；

Chl.a—真光层平均叶绿素 a 的浓度（ mg/m^3 ）；

E—真光层深度（m）。

- 多样性指数、均匀度、丰度和优势度的计算

生物群落特征的评价使用 Sharrnon-wiener(1963)的多样性指数计算公式、Pielous(1969)均匀度计算公式和 Margalef(1958)丰度计算公式。浮游植物种类多样性(H')、均匀度 (J)、丰度 (d) 和优势度 (D_2) 的计算公式如下：

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

$$J = \frac{H'}{\log_2 S}$$

$$d = \frac{S - 1}{\log_2 N}$$

$$D_2 = \frac{N_1 + N_2}{N_t}$$

式中： H' —多样性指数； J —均匀度； $P_i = n_i/N$ (n_i 是第 i 个物种的个体数， N 是全部物种的个数)； S —为种类数； d —丰度； D_2 —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。

4.2.2 海洋生物生态现状调查及评价

a 叶绿素 a 和初级生产力

- 叶绿素 a 含量与分布

本次调查海域各站各层叶绿素 a 值变化于 $(0.24\sim 1.37) \text{mg}/\text{m}^3$ ，各站各层的平均值为 $(0.67 \pm 0.34) \text{mg}/\text{m}^3$ ；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。



- 初级生产力的估算与分布

本次调查海域各站海洋初级生产力差异较大，范围为 $(0.87\sim 4.51)\times 10^2$ mgC/m²·d，平均为 $(2.20\pm 1.05)\times 10^2$ mgC/m²·d，海区总体初级生产力处于中低水平。

b 浮游植物

- 种类组成

本次调查共出现浮游植物 2 门 34 属 111 种。硅藻有 68 种、甲藻有 43 种，分别占总种数的 61.3%、38.7%。海区浮游植物出现种类较多的属为圆筛藻属、角藻属、多甲藻属、根管藻属和角毛藻属，分别有 18 种、11 种、11 种、10 种、9 种，这 5 属占浮游植物总种数的 53.2%。海区发现赤潮生物 45 种，占总种数的 40.5%。

- 数量分布及优势种

本次调查海域浮游植物个体数量变化范围为 $(0.98\sim 7.36)\times 10^4$ 个/m³，平均为 $(3.36\pm 1.63)\times 10^4$ 个/m³；硅藻的个体数量范围为 $(0.45\sim 6.48)\times 10^4$ 个/m³，平均为 2.35×10^4 个/m³，占浮游植物总平均的 70.0%。甲藻占总数量的 30.0%。硅藻为优势类群，硅藻和甲藻均分布整个海区。本次调查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，优势度分别为 0.07、0.05、0.05、0.04、0.04、0.03、0.02、0.02、0.02。

- 种类多样性、均匀度和丰度

本次调查浮游植物特征指数见表 4.2-1。根据调查结果，调查海域各站多样性指数范围为 3.02~4.39，平均为 3.79；均匀度指数范围为 0.67~0.95，平均为 0.84；丰富度指数范围为 1.19~1.75，平均为 1.50。总体看，调查海区西部多样性较高，海区浮游植物群落结构较好。



表 4.2-1 浮游植物种数、多样性指数、均匀度和丰度

站号	种数	多样性指数	均匀度	丰度	站号	种数	多样性指数	均匀度	丰度
P1	24	4.18	0.91	1.52	P24	24	3.83	0.83	1.54
P4	26	4.12	0.88	1.65	P25	26	4.00	0.85	1.73
P5	24	3.12	0.68	1.42	P26	18	3.88	0.93	1.28
P7	28	3.43	0.71	1.70	P27	21	3.54	0.81	1.43
P8	23	3.66	0.81	1.40	P28	18	3.02	0.72	1.20
P9	25	4.39	0.95	1.64	P30	23	4.05	0.90	1.56
P11	25	3.94	0.85	1.62	P31	23	3.66	0.81	1.54
P12	26	4.25	0.91	1.64	P33	23	3.03	0.67	1.45
P13	23	3.98	0.88	1.48	P36	17	3.32	0.81	1.19
P14	23	4.22	0.93	1.45	P38	24	3.36	0.73	1.51
P15	23	3.92	0.87	1.47	P40	29	3.34	0.69	1.75
P18	26	3.90	0.83	1.69	P42	23	4.09	0.90	1.38
P19	21	4.04	0.92	1.40	P44	23	4.02	0.89	1.42
P20	24	3.95	0.86	1.60	最小值		3.02	0.67	1.19
P21	23	4.04	0.89	1.50	最大值		4.39	0.95	1.75
P22	23	3.77	0.83	1.48	平均值		3.79	0.84	1.50

c 浮游动物

• 种类组成

本次调查海域共鉴定浮游动物 96 种,浮游幼体(包含鱼卵和仔稚鱼)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。

• 生物量

本次调查海域各站位浮游动物生物量分布也很不均匀,变化范围在 (13.10~279.66) mg/m³ 之间,海区平均值为 120.84 mg/m³。

• 数量分布和优势种

调查海域各站位浮游动物丰度差异极大,变化范围在(21.46~608.09)个/m³



之间，平均值为 203.47 个/ m^3 ，本次调查以浮游幼体类丰度最高，海区平均丰度为个/ m^3 ，占海区浮游动物平均丰度的 33.0%，其次为原生动物，海区平均丰度为 39.19 个/ m^3 ，占总平均丰度的 19.3%，水母类海区平均丰度为 28.92 个/ m^3 ，占总平均丰度的 14.2%，其余类群百分比都在 10%以下。

调查海域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。

- 种类多样性、均匀度和丰度

本次调查浮游动物特征指数见表 4.2-2。根据调查结果，调查海域浮游动物种类多样性指数介于 0.81~3.73 之间，海区平均值为 2.83，多数站位多样性属于中等至较好水平。均匀度介于 0.19~0.80 之间，平均值为 0.64，多数站位均匀性较好。种类丰富度变化范围在 1.80~4.83 之间，海区平均值为 3.23。总体来看，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。

表 4.2-2 浮游动物多样性指数、均匀度和丰度

站位	多样性指数	均匀度	丰度	站位	多样性指数	均匀度	丰度
P1	2.23	0.59	1.80	P24	3.70	0.79	3.69
P4	2.91	0.66	2.81	P25	3.28	0.73	3.57
P5	3.28	0.80	3.04	P26	3.09	0.64	3.68
P7	0.81	0.19	2.22	P27	2.60	0.55	4.34
P8	1.01	0.24	2.10	P28	2.61	0.59	3.42
P9	3.25	0.74	2.93	P30	3.16	0.74	3.12
P11	3.10	0.72	2.83	P31	2.99	0.69	3.52
P12	2.26	0.52	2.35	P33	3.30	0.78	4.03
P13	2.79	0.67	2.45	P36	2.97	0.62	4.24
P14	2.34	0.54	2.58	P38	3.34	0.68	4.73
P15	2.92	0.65	4.34	P40	3.35	0.70	4.83
P18	2.90	0.78	3.08	P42	2.98	0.73	2.15
P19	2.57	0.58	2.61	P44	3.18	0.69	3.42
P20	2.61	0.60	2.62	最大值	3.73	0.80	4.83
P21	2.93	0.62	2.98	最小值	0.81	0.19	1.80
P22	3.73	0.77	4.09	平均值	2.83	0.64	3.23



d 底栖生物

• 种类组成

本次调查定性和定量样品经鉴定共获生物 8 大类 124 种，详见附录 IV，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%。

• 生物量和栖息密度

本次调查海域底栖生物栖息密度变化范围为 (10.0~40.0) 个/m²，平均栖息密度为 18.8 个/m²；生物量变化范围为 (0.36~17.00) g/m²，平均生物量为 4.42g/m²。底栖生物栖息密度和生物量的分布见表 4.2-3。

表 4.2-3 底栖生物栖息密度和生物量的分布

站号	P1	P4	P5	P7	P8	P9	P11	P12	P13	P14
栖息密度	15	30	20	20	25	15	25	10	10	10
生物量	0.39	0.65	5.45	7.08	17.00	11.5	3.14	1.44	12.65	5.09
站号	P15	P18	P19	P20	P21	P22	P24	P25	P26	P27
栖息密度	10	20	15	20	15	15	20	10	5	40
生物量	0.99	2.65	1.28	3.43	1.46	0.97	0.98	0.36	4.13	12
站号	P28	P30	P31	P33	P36	P38	P40	P42	P44	总计
栖息密度	25	20	15	30	30	25	25	15	10	545
生物量	2.33	1.61	3.15	4.23	6.84	7.16	6.82	1	2.55	128.3

• 优势种

本次调查海域底栖生物的优势种有：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。

• 种类多样性、均匀度和丰度

本次调查底栖生物特征指数见表 4.2-4。根据调查结果，调查海域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 3.61；均匀度的变化范围为 0.58~0.94，平均值为 0.80；丰度 D 的变化范围为 3.91~6.20，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。

表 4.2-4 底栖生物多样性指数、均匀度和丰度

站号	种数	多样性指数	均匀度	丰度
P1	29	3.31	0.68	5.76
P4	26	3.89	0.83	5.32
P5	23	3.09	0.68	4.86
P7	24	3.90	0.85	5.02
P8	22	3.59	0.80	4.71
P9	25	4.08	0.88	5.17
P11	32	3.18	0.64	6.20
P12	22	2.57	0.58	4.71
P13	28	3.00	0.62	5.62
P14	31	4.38	0.88	6.06
P15	22	2.89	0.65	4.71
P18	21	4.12	0.94	4.55
P19	24	3.13	0.68	5.02
P20	21	3.93	0.90	4.55
P21	25	4.12	0.89	5.17
P22	29	4.33	0.89	5.76
P24	24	3.88	0.85	5.02
P25	22	3.35	0.75	4.71
P26	23	3.92	0.87	4.86
P27	22	3.31	0.74	4.71
P28	27	3.31	0.70	5.47
P30	25	4.12	0.89	5.17
P31	25	3.20	0.69	5.17
P33	22	3.98	0.89	4.71
P36	17	3.51	0.86	3.91
P38	17	3.02	0.74	3.91
P40	26	3.55	0.75	5.32
P42	22	3.94	0.88	4.71
P44	25	4.02	0.87	5.17
范围		2.57~4.38	0.58~0.94	3.91~6.20
均值		3.61	0.80	5.04

e 潮间带生物

本次调查设置 3 个潮间带调查断面，调查区域底质大多为沙，各站均开展了一个沙断面调查。其中 C1 断面位于涠洲岛油码头西侧约 150 米附近；C2



断面位于涠洲岛油码头西侧下方；C3 断面位于涠洲岛油码头东侧约 100 米附近。

- 种类组成

本次调查采集的潮间带生物，经鉴定有 6 大类 33 种生物（包含少量属以上，详见附录IV），种类组成以近岸河口种为主。其中软体动物最多，有 11 种，占总种类数的 34.4%；环节和节肢动物各有 7 种，各占 21.9%；绿藻有 3 种，占 9.4%；褐藻和红藻各有 2 种，各占 6.3%。

- 生物量和栖息密度

本次调查底栖生物各站生物量和栖息密度分布见表 4.2-5。调查结果显示，各沙断面平均栖息密度为 13.6 个/ m^2 ，平均生物量为 10.13g/ m^2 。三条沙断面栖息密度差异不大，生物量有一定的差异：C2 和 C3-沙断面栖息密度最高，C1-沙断面生物量最高。C1-沙断面栖息密度为 11.1 个/ m^2 ，生物量为 24.52g/ m^2 ，组成均以藻类和软体动物为主。C2-沙断面栖息密度为 14.8 个/ m^2 ，生物量为 4.14g/ m^2 ，组成均以环节动物为主。C3-沙断面栖息密度为 14.8 个/ m^2 ，生物量为 1.71g/ m^2 ，组成均以环节动物和节肢动物为主。C1-沙断面栖息密度垂直分布为（低潮带=中潮带）>高潮带，生物量垂直分布为低潮带>中潮带>高潮带；C2-沙断面栖息密度和生物量垂直分布均为中潮带>低潮带>高潮带；C3-沙断面栖息密度垂直分布为低潮带>中潮带>高潮带，生物量垂直分布为中潮带>低潮带>高潮带。总体上，低潮带栖息密度和生物量均最高，中潮带略低，高潮带最低。

表 4.2-5 春季调查潮间带生物各站分布情况

断面	潮带	高潮带	中潮带	低潮带	平均
C1-沙	栖息密度 (个/ m^2)	0	16.7	16.7	11.1
	生物量 (g/ m^2)	0.58	4.35	68.64	24.52
C2-沙	栖息密度 (个/ m^2)	0	27.8	16.7	14.8
	生物量 (g/ m^2)	0	9.47	2.96	4.14
C3-沙	栖息密度 (个/ m^2)	0	11.1	33.3	14.8
	生物量 (g/ m^2)	0	2.60	2.53	1.71
平均	栖息密度 (个/ m^2)	0	18.5	22.2	13.6



	生物量 (g/m ²)	0.19	5.47	24.71	10.13
--	-------------------------	------	------	-------	-------

- 优势种

涠洲岛调查岸段潮间带定性采样优势种有黑瘤盾桑椹螺、肉球近方蟹和史氏背尖贝，优势度分别为 0.212、0.036 和 0.021。黑瘤盾桑椹螺为第一优势种，在 C2 号站中大量出现。定量采样各断面无明显优势种出现。

- 种类多样性、均匀度和丰度

本次调查潮间带生物的特征指数见表 4.2-6。根据调查结果，调查岸段各站采集到的种类数为 3~6 种，种类偏少；多样性指数为 1.27~1.83，平均为 1.47；丰度指数为 1.26~1.93，平均为 1.71；均匀度指数为 0.50~0.80，平均为 0.67。总体上，调查岸段潮间带生物种类偏少，均匀度不高，多样性处于一般水平。

表 4.2-6 潮间带生物种类数、多样性指数、均匀度、丰度

站位	种类数	多样性指数数	均匀度	丰度
C1	6	1.30	1.93	0.50
C2	3	1.27	1.26	0.80
C3	6	1.83	1.93	0.71
平均	5	1.47	1.71	0.67

f 海洋生物生态评价小结

- 叶绿素 a 及初级生产力

本次调查海域各站各层叶绿素 a 含量变化于 (0.24~1.37) mg/m³，调查海域叶绿素 a 含量均较低，调查海区属于贫营养级。

本次调查海域各站初级生产力变化于 (0.87~4.51)×10² mg·C/(m²·d)，调查海区总体初级生产力处于中低水平。

- 浮游植物

本次调查海域共出现浮游植物 2 门 34 属 111 种，个体数量范围为 (0.98~7.36)×10⁴ 个/m³。调查海域浮游植物各项统计指标未现异常现象，其数值在海区波动范围内，优势种组成稳定。



- 浮游动物

本次调查海域共出现浮游动物 14 类 96 种，生物量变化范围为 (13.10~279.66)mg/m³，个体数量变化范围为(21.46~608.09)个/m³。总体来看，调查海区浮游动物群落的多样性指数和均匀度均处于较高水平，说明调查海区的浮游动物群落多样性水平较高，群落组成较为稳定。

- 底栖生物

本次调查海域共获得底栖生物 8 大类 124 种，栖息密度变化范围为 (10.0~40.0) 个/m²，生物量变化范围为 (0.36~17.00) g/m²。调查海域底栖生物的生物多样性指数和均匀度都较高，群落结构稳定。

- 潮间带生物

本次调查共发现潮间带生物 6 大类 33 种生物，主要种类为软体动物、环节动物和节肢动物。平均栖息密度为 13.6ind/m²，平均生物量为 10.13g/m²。潮间带生物的垂直分布有一定差异，低潮带息密度和生物量高于中潮带和高潮带。总体上，调查岸段潮间带生物种类偏少，均匀度不高，多样性处于一般水平。

4.2.3 渔业资源现状调查

a 渔业资源调查概况

- 资料来源

渔业资源现状主要根据广东海洋大学对涠洲油田周围海域的现场调查资料及有关科学研究成果，渔业资源调查于 2018 年 9 月 3 日~9 月 7 日进行。

- 调查范围和时间

渔业资源调查范围为南海涠洲岛附近海域，具体调查范围 108°30'~110°E、20°30'~21°30'N，包括了涠洲岛附近海域渔业生产及环境敏感目标的调查。本次调查共设 8 个拖网调查站，具体调查站位见图 4.2-1。

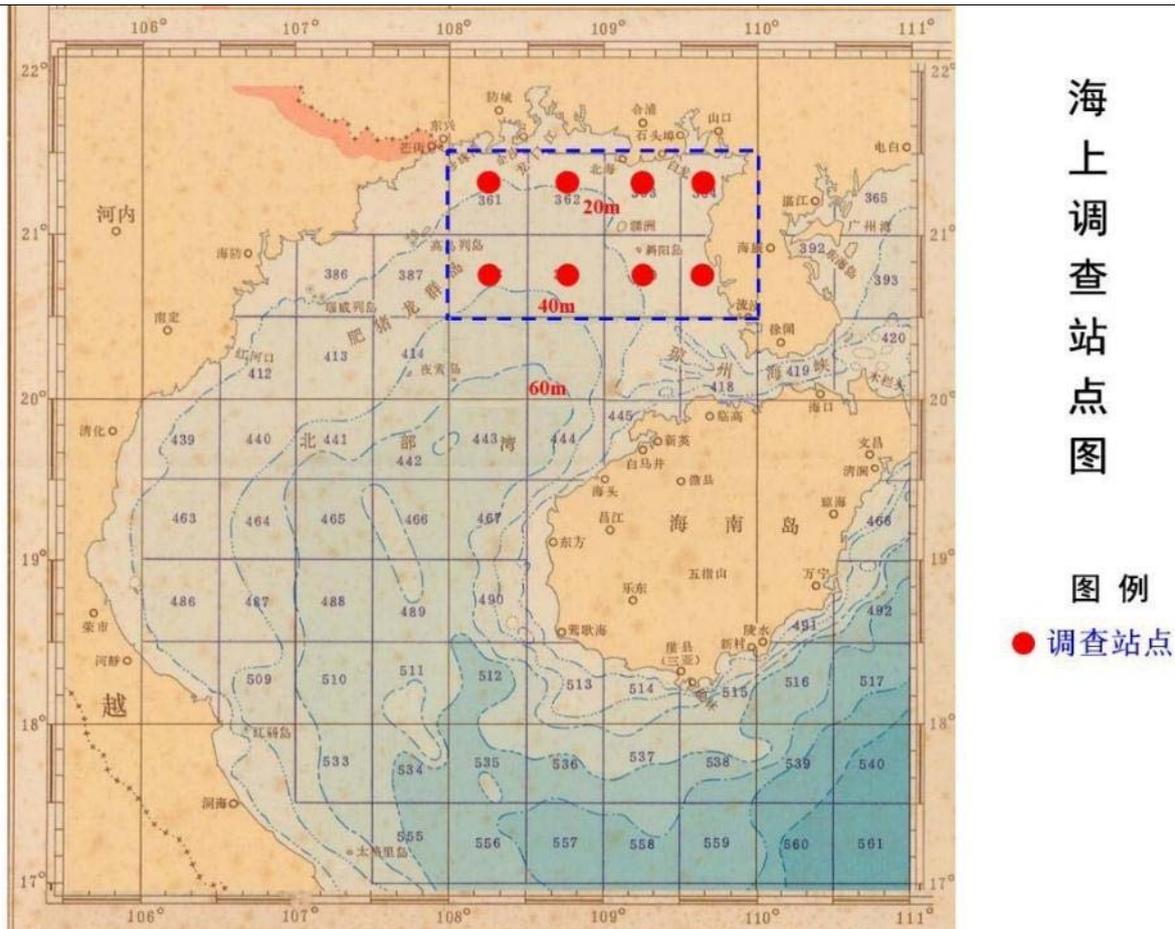


图 4.2-1 渔业资源调查站位图

- 调查取样与评价方法

- (1) 游泳动物

调查船采用“北渔 69010”，总吨位 258t，净吨位 109t，主机功率 441kw，底拖网具上纲约 44m，每站拖网 1h，拖网速度平均为 3nmile/h，每站拖网扫海面积 0.122 km²。

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。

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。

(2) 鱼卵、仔稚鱼

定量样品采集使用大型浮游生物网(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。

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(ind./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)。

b 鱼类资源状况

• 种类组成

本次调查共出现鱼类 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%;鱼类渔获总重为 436.44kg,占全部渔获的 65.23%,渔获尾数为 35844 尾,占渔获总尾数 64.93%。

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%,包括了奥奈银鲈、白方头鱼、白姑鱼、斑点马鲛、斑鳍白姑鱼、刺鲳、大头白姑鱼、带纹条鳎、单角革鲀、短尾大眼鲷、二长棘鲷、沟鲈、海鳗、褐蓝子鱼、黑鳍叶鲈等,占总重量的 31.21%、占总数量的 33.31%;经济价值一般的种类有 50 种,占鱼类种类数的 41.67%,包括巴布亚沟鰕虎鱼、斑臀鲷、宝刀鱼、侧带小公鱼、大斑鲷、大鳞鳞鲷、大鳞舌鳎、大头狗母鱼、短鰈、短吻鳐、多齿蛇鲻、汉氏棱鯧、黑鰕、花斑蛇鲻、黄斑鳐等,占总重量 55.98%,占总数量的 36.43%;经济价值较低的种类有 20 种,占鱼类种类数的 16.67%,包括杜氏棱鯧、高体大鳞鲷、黑边银口天竺鲷、黑鳃银口天竺鲷、横带银口天竺鲷、后颌鱼、宽带缨天竺鲷、六带拟鲈、鹿斑鳐、麦氏犀鳐



等，占总重量的 12.81%，占总数量的 30.26%。

主要经济鱼类的幼鱼比例在 32.12-100.00%，平均为 69.89%，各种类幼鱼密度在 0~156ind/km²，合计为 568 ind/km²。表 4.2-8 列出了秋季渔获重量比例在 1%以上的主要经济鱼类的平均体重和幼鱼比例情况。其中二长棘犁齿鲷所占渔获比例最大为 30.14%，其平均体长为 95.15mm，平均体重为 37.45g，幼鱼尾数比例为 32.12%，总尾数密度为 113 尾/km²。

表 4.2-8 主要经济鱼类的出现频率

种类	出现频率 (%)	平均体重 (g)	平均体长 (mm)	渔获比例 (%)	幼鱼比例 (%)	幼鱼密度 (ind./km ²)
斑鳍白姑鱼	75.00	34.63	107.88	3.87	100	141
二长棘犁齿鲷	100.00	37.45	95.15	30.14	32.12	113
尖头斜齿鲨	75.00	189.81	257.63	3.11	0	0
截尾白姑鱼	75.00	31.67	114.94	1.83	99.09	56
金色小沙丁	75.00	25.11	111.33	2.56	100	156
克氏副叶鲔	75.00	18.75	96.31	1.29	61.98	36
突吻叫姑鱼	75.00	39.5	118	3.00	65.94	44
棕斑腹刺鲀	91.67	95.62	126.81	2.73	100	22

• 渔获率分布

本次调查鱼类渔获总体分布如表 4.2-9。鱼类渔获重量变化范围为 13.83~56.42kg/h，平均为 35.58kg/h；鱼类渔获尾数变化范围为 1004~7060ind./h，平均为 3101ind./h。

表 4.2-9 鱼类渔获率分布

站号	重量渔获率 (kg/h)	尾数渔获率 (尾/h)	站号	重量渔获率 (kg/h)	尾数渔获率 (尾/h)
361	56.42	3253	388	48.18	3307
362	13.83	1004	389	34.55	2004
363	34.78	3931	390	40.04	7060
364	40.94	3136	391	15.92	1116

• 资源密度和资源量评估

本次调查海域鱼类资源量范围在 226.35~923.23kg/km²，平均值为 582.23kg/km²；资源密度范围在 16428~115518 尾/km²，平均值 50746 尾/km²；



各站点现存资源量范围在 377.27~1538.84t，平均现存资源量为 970.47t。各站点鱼类资源密度分布见表 4.2-10。

表 4.2-10 各站点鱼类资源密度

站号	资源重量密度 (kg/km ²)	资源尾数密度 (尾/km ²)	现存资源量 (t)	站号	资源重量密度 (kg/km ²)	资源尾数密度 (尾/km ²)	现存资源量 (t)
361	923.23	53227	1538.84	388	788.27	54110	1313.89
362	226.35	16428	377.27	389	565.36	32790	942.35
363	569.07	64320	948.52	390	655.18	115518	1092.05
364	669.88	51312	1116.56	391	260.52	18260	434.24

- 种类多样性、均匀度和丰富度

本次调查鱼类各特征指数见表 4.2-11。调查海域鱼类多样性指数平均为 2.01，变化范围为 1.24~2.37；物种均匀度指数平均为 0.56，变化范围为 0.35~0.68；物种丰富度指数平均为 4.55，变化范围为 3.47~5.80

表 4.2-11 本次调查鱼类多样性、均匀度和丰富度指数

站号	多样性指数	丰富度指数	均匀度指数	站号	多样性指数	丰富度指数	均匀度指数
361	2.09	4.95	0.56	388	1.82	5.80	0.47
362	1.94	3.47	0.60	389	2.34	4.87	0.64
363	1.98	4.47	0.54	390	1.24	3.84	0.35
364	2.32	4.47	0.64	391	2.37	4.56	0.68

- 主要优势种

相对重要性指数 IRI，IRI 值大于 1000 的定为优势种；IRI 值在 100~1000 的为重要种；IRI 值在 10~100 的为常见种；IRI 值小于 10 的为少见种。

本次调查鱼类渔获中优势种为二长棘犁齿鲷和鹿斑鲷；重要种为斑鳍白姑鱼、黄斑鲷、金色小沙丁、突吻叫姑鱼、棕斑腹刺鲀、尖头斜齿鲨、截尾白姑鱼、颈斑鲷、丽叶鲹、日本瞳鲷、银鲷、日本金线鱼、多齿蛇鲻、海鳗、细纹鲷、白方头鱼、日本发光鲷、瓦鲽 18 种；常见种有竹荚鱼、日本带鱼、短鲽、鳃斑石鲈、长丝鰕虎鱼、长蛇鲻、巴布亚沟鰕虎鱼等 34 种，孔鰕虎鱼、黑边天竺鲷、拟矛尾虾虎鱼、油鲳、黄魮、南海带鱼、康氏马鲛、细鳞鲷等 66 种为少见种。

本次调查鱼类渔获中重量组成比例超过 10%的种类为二长棘犁齿鲷；重



量组成比例在 1%~10%的种类依次为斑鳍白姑鱼、多齿蛇鲭、鹿斑鲷、尖头斜齿鲨、突吻叫姑鱼、棕斑腹刺鲀、海鳗、银鲳、金色小沙丁、白方头鱼、日本发光鲷、日本瞳鲷、竹荚鱼、日本带鱼、截尾白姑鱼、颈斑鲷、日本海鲷、短鲷、瓦鲷、丽叶鲷、黄斑鲷、刺鲳、长丝鰕虎鱼共 24 种；其余重量组成比例低于 1%。

拖网渔获中数量组成比例超过 10%的种类为鹿斑鲷、日本发光鲷、二长棘犁齿鲷；数量组成比例在 1%~10%的种类依次为黄斑鲷、斑鳍白姑鱼、金色小沙丁、细纹鲷、瓦鲷、日本金线鱼、短鲷、颈斑鲷、突吻叫姑鱼、鳃斑石鲈、麦氏犀鲂、丽叶鲷、截尾白姑鱼、银鲳、日本瞳鲷、长丝鰕虎鱼、杜氏棱鲉，共 17 种；其余种类数量组成低于 1%。

本次调查主要鱼类相对重要性指数见表 4.2-12。

表 4.2-12 本次调查主要鱼类相对重要性指数

种类	重量百分比%	数量百分比%	出现频率%	IRI
二长棘犁齿鲷	30.14	11.95	100.00	4208.30
鹿斑鲷	3.25	21.71	58.33	1456.27
斑鳍白姑鱼	3.87	4.36	75.00	616.99
黄斑鲷	1.28	8.66	50.00	497.12
金色小沙丁	2.56	3.97	75.00	489.39
突吻叫姑鱼	3.00	1.70	75.00	352.59
棕斑腹刺鲀	2.73	0.67	91.67	311.54
尖头斜齿鲨	3.11	0.39	75.00	262.44
截尾白姑鱼	1.83	1.44	75.00	244.89
颈斑鲷	1.81	1.89	58.33	215.77
丽叶鲷	1.29	1.47	75.00	206.51
日本瞳鲷	2.33	1.20	58.33	205.95
银鲳	2.66	1.38	50.00	202.01
日本金线鱼	0.99	1.94	66.67	195.59
多齿蛇鲭	3.35	0.52	50.00	193.97
海鳗	2.72	0.18	66.67	193.89
细纹鲷	0.70	2.18	66.67	192.14
白方头鱼	2.41	0.98	41.67	141.23
日本发光鲷	2.39	12.66	8.33	125.45
瓦鲷	1.38	2.15	33.33	117.89
竹荚鱼	2.04	0.74	33.33	92.80
日本带鱼	2.01	0.15	41.67	89.86
短鲷	1.64	1.91	25.00	88.70



种类	重量百分比%	数量百分比%	出现频率%	IRI
鳃斑石鲈	0.87	1.69	33.33	85.63
长丝鰕虎鱼	1.13	1.20	33.33	77.49
长蛇鲻	0.92	0.08	75.00	75.24
巴布亚沟鰕虎鱼	0.38	0.82	58.33	69.87
杜氏棱鯧	0.23	1.01	41.67	51.58
乳香鱼	0.43	0.62	41.67	43.79
少鳞鱧	0.49	0.24	58.33	42.73
日本海鯨	1.70	0.60	16.67	38.33
大鳞舌鰷	0.62	0.28	41.67	37.52
印度舌鰷	0.25	0.20	75.00	33.89
缘金线鱼	0.56	0.40	33.33	32.10
麦氏犀鰷	0.20	1.61	16.67	30.08
中华海鲶	0.67	0.04	41.67	29.64
鰺	0.14	0.28	66.67	28.55
黄带鲱鲤	0.20	0.13	75.00	24.80
小眼新左鲆	0.14	0.45	41.67	24.55
刺鲳	1.24	0.17	16.67	23.52
六带拟鲈	0.39	0.30	33.33	22.77
黑鳃银口天竺鲷	0.53	0.26	25.00	19.67
中线缨天竺鲷	0.06	0.48	33.33	18.23
羽鳃鲐	0.39	0.04	41.67	17.68
短带鱼	0.29	0.06	50.00	17.67
横带银口天竺鲷	0.13	0.40	33.33	17.38
宽带缨天竺鲷	0.17	0.34	33.33	16.94
花斑蛇鲻	0.39	0.27	25.00	16.69
大头白姑鱼	0.29	0.11	41.67	16.61
大头狗母鱼	0.47	0.52	16.67	16.56
白姑鱼	0.31	0.10	33.33	13.93
汉氏棱鯧	0.28	0.13	33.33	13.85
印度鰺	0.16	0.23	33.33	12.89
中国鰺	0.35	0.01	33.33	12.09

c 鱼卵、仔稚鱼

- 种类组成

本次调查共鉴定出鱼卵、仔稚鱼 23 种类，隶属 7 目 16 科 18 属。

- 资源密度

本次鱼卵、仔稚鱼拖网调查中水平和垂直各采集 2 网取平均。



水平拖曳调查中,采用口径为 0.8 米的生物网,以 1.8 节航速拖拽 10min。鱼卵在 364 站粒数最多为 106 粒/网, 31.05 粒/100 m³。仔稚鱼最大站为 364 站,密度为 3.81 尾/100 m³。调查海域鱼卵水平分布平均密度为 10.2 粒/100 m³,仔稚鱼水平分布平均密度为 1.36 尾/100 m³。各站点鱼卵、仔稚鱼水平分布密度见表 4.2-13。

垂直拖曳调查中,鱼卵最大站为 364 站,为 129.01 粒/100 m³;仔稚鱼最大站为 364 站,为 92.15 尾/100 m³。调查海域的鱼卵垂直分布平均密度为 64.54 粒/100 m³,仔稚鱼垂直分布平均密度为 20.29 尾/100 m³。各站点鱼卵、仔稚鱼垂直分布密度见表 4.2-14。

表 4.2-13 本次调查鱼卵、仔稚鱼水平分布

站位 渔区号	流量 m ³	鱼卵		仔稚鱼	
		数量 (粒/网)	密度 (粒/100m ³)	数量 (尾/网)	密度 (尾/100m ³)
361	473.56	25.5	5.38	0.5	0.11
362	412.97	13	3.15	0	0.00
363	265.87	59	22.19	0	0.00
364	341.38	106	31.05	13	3.81
388	363.24	15	4.13	2.5	0.69
389	499.03	4.5	0.90	4.5	0.90
390	326.01	48	14.72	10.5	3.22
391	482.15	0.5	0.10	10.5	2.18

表 4.2-14 本次调查鱼卵、仔稚鱼垂直分布

站位 渔区号	水深	滤水量 m ³	鱼卵		仔稚鱼	
			数量 (粒/网)	密度 (粒/100m ³)	数量 (尾/网)	密度 (尾/100m ³)
361	27.8	9.50	3.5	36.86	0	0.00
362	26.2	10.63	1	9.41	0	0.00
363	16.1	10.06	2.5	24.85	1.5	14.91
364	11.0	2.71	3.5	129.01	2.5	92.15
388	41.6	8.36	8.5	101.61	1	11.95
389	41.9	6.25	7	111.91	0.5	7.99
390	20.0	6.33	6.5	102.68	1.5	23.70
391	12.8	4.30	0	0.00	0.5	11.64



d 头足类资源状况

- 种类组成及优势种

本次调查共出现头足类 15 种，头足类占渔获总重量的 2.93%，占总渔获总数量的 1.49%。

头足类按经济价值高低区分，其中经济价值较高的种类有 7 种，占头足类种类数的 46.67%，包括了白斑乌贼、短蛸、莱氏拟乌贼、卵蛸、目乌贼、拟目乌贼、中国枪乌贼，占总重量的 44.05%、占总数量的 10.46%；经济价值一般的种类有 7 种，占头足类种类数的 46.67%，包括杜氏枪乌贼、纺锤蛸、罗氏乌贼、曼氏无针乌贼、南海蛸、田乡枪乌贼、图氏后乌贼，占总重量 55.89%，占总数量的 88.93%；经济价值较低的种类有 1 种为柏氏四盘耳乌贼，占头足类种类数的 6.67%，占总重量的 0.05%，占总数量的 0.61%。

- 渔获率分布

本次调查海域头足类渔获率总体分布见表 4.2-15，由表可见，调查海域头足类渔获重量变化范围为 0.21~3.09kg/h，平均为 1.41kg/h；头足类渔获尾数变化范围 2~136ind./h，平均 53ind./h。

表 4.2-15 调查海域头足类渔获率

站号	重量 (kg/h)	尾数(尾/h)	站号	重量 (kg/h)	尾数(尾/h)
361	0.37	2	388	3.09	136
362	0.33	28	389	2.02	63
363	2.32	24	390	1.85	99
364	0.21	5	391	1.11	67

- 资源密度和资源量评估

本次调查各站位头足类资源量见表 4.2-16，根据调查结果，调查海域头足类资源量范围在 3.44~50.59kg/km²，平均值为 23.12kg/km²；资源密度范围在 33~2225 尾/km²，平均值 867.25 尾/km²。

表 4.2-16 本次调查各站位头足类资源量

站号	资源密度(尾/km ²)	资源量 (kg/km ²)	站号	资源密度(尾/km ²)	资源量 (kg/km ²)
361	33	5.99	388	2225	50.59
362	458	5.45	389	1031	33.05



363	393	37.96	390	1620	30.32
364	82	3.44	391	1096	18.17

- 种类多样性、均匀度和丰富度

本次调查头足类各特征指数见表 4.2-17。调查海域头足类多样性指数平均为 0.85,变化范围为 0.34~1.15;物种均匀度指数平均 0.64,变化范围 0.21~1.00;物种丰富度指数平均为 0.95,变化范围 0.69~1.42。

表 4.2-17 本次调查头足类各特征指数*

站位	多样性指数	丰富度指数	均匀度指数	站位	多样性指数	丰富度指数	均匀度指数
361	0.69	0.69	1.00	388	1.09	1.42	0.52
362	-	-	-	389	1.01	0.72	0.73
363	0.84	1.26	0.52	390	0.34	0.87	0.21
364	-	-	-	391	1.15	0.71	0.83

注：由于部分站点头足类种数不足 2 种，故无法计算各项指数，表中用“-”表示。

- 主要优势种

相对重要性指数 IRI, IRI 值大于 1000 的定为优势种; IRI 值在 100~1000 的为重要种; IRI 值在 10~100 的为常见种; IRI 值小于 10 的为少见种。

本次调查头足类渔获中优势种为杜氏枪乌贼和田乡枪乌贼;重要种为白斑乌贼、卵蛸、拟目乌贼、中国枪乌贼、目乌贼、曼氏无针乌贼 6 种;常见种依次为罗氏乌贼、南海蛸、纺锤蛸、莱氏拟乌贼;短蛸、柏氏四盘耳乌贼和图式后乌贼为少见种。

本次调查头足类渔获中重量组成比例超过 10%的种类为杜氏枪乌贼、白斑乌贼;重量组成比例在 1%~10%的种类依次为拟目乌贼、中国枪乌贼、卵蛸、田乡枪乌贼、目乌贼、罗氏乌贼、曼氏无针乌贼、南海蛸、莱氏拟乌贼;其余重量组成比例低于 1%。

本次调查主要头足类相对重要性指数见表 4.2-18。

表 4.2-18 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	41.92	57.44	83.33	8279.99
田乡枪乌贼	4.38	28.20	58.33	1900.55
白斑乌贼	15.78	1.34	33.33	570.70
卵蛸	6.03	4.14	50.00	508.45



种类	重量百分比%	数量百分比%	出现频率%	IRI
拟目乌贼	8.72	0.61	25.00	233.23
中国枪乌贼	7.50	3.05	16.67	175.69
目乌贼	3.68	0.73	33.33	147.06
曼氏无针乌贼	2.72	1.34	33.33	135.26
罗氏乌贼	3.45	0.85	16.67	71.64
南海蛸	2.55	0.12	8.33	22.26
纺锤蛸	0.47	0.73	16.67	20.00
莱氏拟乌贼	1.73	0.24	8.33	16.48
短蛸	0.61	0.37	8.33	8.14
图氏后乌贼	0.41	0.24	8.33	5.45
柏氏四盘耳乌贼	0.05	0.58	8.33	5.32

e 甲壳类资源状况

• 种类组成及优势种

本次调查共出现甲壳类 59 种，其中虾类 27 种，蟹类 32 种。虾类和蟹类分别占渔获总重量的 18.45%和 13.38%，占渔获总数量的 13.77%和 19.81%。

虾类按经济价值高低区分，其中经济价值较高的种类有 12 种，占虾类种类数的 44.44%，包括了斑节对虾、刀额新对虾、短沟对虾、断脊小口虾蛄、口虾蛄、日本囊对虾、伍氏平虾蛄、眼斑猛虾蛄、印度对明虾、窄额滑虾蛄、长叉三宅虾蛄、长毛对明虾，占总重量的 40.65%、占总数量的 18.95%；经济价值一般的种类有 11 种，占虾类种类数的 40.74%，包括凹管鞭虾、横斑鞭腕虾、滑脊等腕虾、角突仿对虾、近缘新对虾、宽突赤虾、须赤虾、音响赤虾、长足拟对虾、长足鹰爪虾、中华管鞭虾，占总重量 16.41%，占总数量的 69.42%；经济价值较低的种类有 4 种，占虾类种类数的 14.81%，包括短脊鼓虾、猛虾蛄、日本鼓虾、双凹鼓虾，占总重量的 42.94%，占总数量的 11.63%。

蟹类按经济价值高低区分，其中经济价值较高的种类有 2 种，占蟹类种类数的 6.25%，包括了三疣梭子蟹、远海梭子蟹，占总重量的 9.20%、占总数量的 0.63%；经济价值一般的种类有 10 种，占蟹类种类数的 31.25%，包括了变态蟳、钝齿蟳、红线黎明蟹、红星梭子蟹、双额短桨蟹、武士蟳、纤手梭子蟹、锈斑蟳、拥剑梭子蟹、直额蟳，占总重量 48.04%，占总数量的 76.36%；经济价值较低的种类有 20 种，占蟹类种类数的 62.50%，包括阿氏强蟹、海阳



豆蟹、红斑斗蟹、近亲蟳、看守长眼蟹、颗粒关公蟹、颗粒蟳、颗粒圆蟹、隆线强蟹、矛形梭子蟹、绵蟹、谬氏蛰扇蟹、强壮菱蟹、三齿梭子蟹、逍遥馒头蟹等，占总重量的 42.75%，占总数量的 23.01%。

- 渔获率分布

本次调查海域甲壳类渔获率分布统计如下：

- (1) 虾类

本次调查虾类渔获总体分布如表 4.2-19。调查海区虾类渔获重量变化范围为 0.64~28.73kg/h，平均为 8.91kg/h；虾类渔获数量变化范围为 39~1514ind./h，平均为 662ind./h。

表 4.2-19 各调查站位虾类渔获率

站号	重量 (kg/h)	尾数(尾/h)	站号	重量 (kg/h)	尾数(尾/h)
361	28.73	1514	388	0.64	39
362	5.11	196	389	8.22	814
363	14.00	1313	390	6.90	413
364	5.70	831	391	1.94	172

- (2) 蟹类

本次调查海域蟹类渔获率总体分布如表 4.2-20。调查海区蟹类渔获重量变化范围为 0.66~21.48kg/h，平均为 9.18kg/h；蟹类渔获尾数变化范围为 6~1919ind./h，平均 761ind./h。

表 4.2-20 各调查站位蟹类渔获率

站号	重量 (kg/h)	尾数(尾/h)	站号	重量 (kg/h)	尾数(尾/h)
361	21.48	1919	388	0.66	6
362	11.94	775	389	10.09	667
363	15.02	1490	390	7.99	842
364	3.92	216	391	2.33	173

- 资源密度和资源量评估

本次调查海域甲壳类资源密度和资源量统计如下：

- (1) 虾类

本次调查各站位虾类资源量见表 4.2-21，调查海域虾类资源量范围在



10.48~470.10kg/km²，平均值为 145.71kg/km²；资源密度范围在 638~24773 尾/km²，平均值 10824 尾/km²。

表 4.2-21 各调查站位虾类资源量

站号	资源量 (kg/km ²)	资源密度(尾/km ²)	站号	资源量 (kg/km ²)	资源密度(尾/km ²)
361	24773	470.10	388	638	10.48
362	3207	83.64	389	13319	134.54
363	21484	229.02	390	6758	112.88
364	13597	93.25	391	2814	31.74

(2) 蟹类

本次调查各站位蟹类资源量见表 4.2-22，调查海域蟹类资源量范围在 10.80~351.51kg/km²，平均值为 150.19kg/km²；资源密度范围在 98~31399 尾/km²，平均值 12452 尾/km²。

表 4.2-22 各调查站位蟹类资源量

站号	资源密度 (尾/km ²)	资源量 (kg/km ²)	站号	资源密度 (尾/km ²)	资源量 (kg/km ²)
361	31399	351.51	388	98	10.80
362	12681	195.41	389	10914	165.04
363	24380	245.81	390	13777	130.69
364	3534	64.15	391	2831	38.11

- 种类多样性、均匀度和丰富度

(1) 虾类

本次调查虾类各特征指数见表 4.2-23。调查海域虾类多样性指数平均为 1.54，变化范围为 0.87~1.84；物种均匀度指数平均为 0.70，变化范围为 0.55~0.78；物种丰富度指数平均为 1.38，变化范围为 0.82~1.75。

表 4.2-23 本次调查虾类各特征指数

站位	多样性指数	丰富度指数	均匀度指数	站位	多样性指数	丰富度指数	均匀度指数
361	1.82	1.50	0.73	388	0.87	0.82	0.63
362	1.71	1.52	0.78	389	1.73	1.49	0.72
363	1.21	1.11	0.55	390	1.54	1.33	0.70
364	1.84	1.49	0.77	391	1.57	1.75	0.68

(2) 蟹类



本次调查蟹类各特征指数见表 4.2-24。调查海域蟹类多样性指数平均为 0.81，变化范围为 0.40~1.10；物种均匀度指数平均 0.49，变化范围 0.21~1.00；物种丰富度指数平均为 0.98，变化范围 0.56~1.36。

表 4.2-24 本次调查蟹类各特征指数

站位	多样性指数	丰富度指数	均匀度指数	站位	多样性指数	丰富度指数	均匀度指数
361	1.00	1.32	0.42	388	0.69	0.56	1.00
362	1.03	1.05	0.49	389	1.10	0.92	0.56
363	0.40	0.82	0.21	390	0.60	1.04	0.29
364	0.79	0.74	0.49	391	0.87	1.36	0.42

- 主要优势种

- (1) 虾类

相对重要性指数 IRI，IRI 值大于 1000 的定为优势种；IRI 值在 100~1000 的为重要种；IRI 值在 10~100 的为常见种；IRI 值小于 10 的为少见种。

本次调查虾类渔获中优势种为断脊小口虾蛄、猛虾蛄和须赤虾；重要种为印度对虾、刀额新对虾、口虾蛄、长足鹰爪虾、宽突对虾、长叉三宅虾蛄等 6 种；常见种有长足拟对虾、角突仿对虾、短脊鼓虾、窄额滑虾蛄、伍氏平虾蛄、滑脊等腕虾、近缘新对虾、眼斑猛虾蛄、长毛对虾、日本囊对虾等 10 种，音响赤虾、中华管鞭虾、斑节对虾、双凹鼓虾、横斑鞭腕虾、日本鼓虾、短沟对虾、凹管鞭虾等 8 种为少见种。

本次调查虾类渔获中重量组成比例超过 10%的种类为断脊小口虾蛄、猛虾蛄和须赤虾；重量组成比例在 1%~10%的种类依次为印度对虾、口虾蛄、刀额新对虾、长叉三宅虾蛄、宽突对虾、长足鹰爪虾、伍氏平虾蛄、日本囊对虾、短脊鼓虾；其余重量组成比例低于 1%。

本次调查虾类渔获中数量组成比例超过 10%的种类为猛虾蛄和须赤虾；数量组成比例在 1%~10%的种类依次为断脊小口虾蛄、宽突对虾、角突仿对虾、刀额新对虾、长足拟对虾、印度对虾、滑脊等腕虾、长足鹰爪虾、口虾蛄、短脊鼓虾；其余种类数量组成低于 1%。



表 4.2-25 主要虾类相对重要性指数

种类	重量百分比%	数量百分比%	出现频率%	IRI
直额螯	31.34	62.66	83.33	7833.61
逍遥馒头蟹	16.05	2.29	33.33	611.21
远海梭子蟹	7.13	0.46	66.67	505.88
缪氏蛭扇蟹	7.27	2.51	50.00	488.69
纤手梭子蟹	4.12	10.30	33.33	480.67
锈斑螯	4.91	0.53	75.00	407.36
紫隆背蟹	5.07	7.93	25.00	325.02
红星梭子蟹	4.64	0.61	58.33	305.89
长手隆背蟹	4.85	2.47	25.00	182.95
颗粒螯	2.25	0.36	41.67	108.35
矛形梭子蟹	0.36	2.56	33.33	97.11
红斑斗蟹	1.26	0.94	25.00	54.94
双额短桨蟹	0.76	1.18	25.00	48.47
三疣梭子蟹	2.08	0.17	16.67	37.45
近亲螯	1.36	0.83	16.67	36.53
颗粒关公蟹	0.54	0.71	16.67	20.72
阿氏强蟹	0.36	0.83	16.67	19.84
拥剑梭子蟹	1.88	0.46	8.33	19.56
羊毛绒球蟹	1.94	0.32	8.33	18.83
看守长眼蟹	0.39	0.05	16.67	7.30
银光梭子蟹	0.10	0.33	16.67	7.09
红线黎明蟹	0.15	0.12	25.00	6.80
三齿梭子蟹	0.62	0.05	8.33	5.57
海阳豆蟹	0.06	0.47	8.33	4.44
变态螯	0.11	0.39	8.33	4.24
隆线强蟹	0.16	0.21	8.33	3.13
武士螯	0.08	0.04	16.67	1.97
钝齿螯	0.05	0.07	8.33	0.99
小型馒头蟹	0.03	0.07	8.33	0.82
绵蟹	0.07	0.01	8.33	0.71
强壮菱蟹	0.01	0.07	8.33	0.62
颗粒圆蟹	0.02	0.01	8.33	0.29

(2) 蟹类

本次调查蟹类渔获中优势种为直额螯；重要种为逍遥馒头蟹、远海梭子蟹、缪氏蛭扇蟹、纤手梭子蟹、锈斑螯、紫隆背蟹、红星梭子蟹、长手隆背蟹、颗粒螯 9 种；常见种依次为矛形梭子蟹、红斑斗蟹、双额短桨蟹、三疣梭子蟹、近亲螯、颗粒关公蟹、阿氏强蟹、拥剑梭子蟹、羊毛绒球蟹 9 种；看守长眼蟹



和银光梭子蟹等 13 种为少见种。

本次调查蟹类渔获中重量组成比例超过 10% 的种类为逍遥馒头蟹和直额蜉；重量组成比例在 1%~10% 的种类依次为谬氏蛰扇蟹、远海梭子蟹、紫隆背蟹、锈斑蜉、长手隆背蟹、红星梭子蟹、纤手梭子蟹、颗粒蜉、三疣梭子蟹、羊毛绒球蟹、拥剑梭子蟹、近亲蜉、红斑斗蟹等 13 种；其余重量组成比例低于 1%。

本次调查蟹类渔获中数量组成比例超过 10% 的种类为纤手梭子蟹和直额蜉；数量组成比例在 1%~10% 的种类为紫隆背蟹、矛形梭子蟹、谬氏蛰扇蟹、长手隆背蟹、逍遥馒头蟹、双额短桨蟹 6 种；其余种类数量组成低于 1%。

表 4.2-26 主要蟹类相对重要性指数

种类	重量百分比%	数量百分比%	出现频率%	IRI
阿氏强蟹	8.46	4.30	25.00	318.90
变态蜉	8.33	12.00	33.33	677.54
刺手短桨蟹	2.70	1.20	8.33	32.53
海阳豆蟹	0.03	0.03	8.33	0.56
红线黎明蟹	0.19	0.07	8.33	2.16
环状隐足蟹	0.03	0.03	8.33	0.53
看守长眼蟹	0.46	0.07	8.33	4.37
颗粒关公蟹	1.64	4.20	8.33	48.62
鳞斑蟹	0.35	0.03	8.33	3.20
隆线强蟹	2.23	0.57	16.67	46.54
麦克长眼蟹	2.75	10.80	8.33	112.86
矛形梭子蟹	11.54	22.83	50.00	1718.23
普通暴蟹	0.25	0.03	8.33	2.34
强壮菱蟹	3.52	2.83	25.00	158.74
日本蜉	1.49	0.30	16.67	29.91
善泳蜉	0.18	0.07	8.33	2.05
双额短桨蟹	16.76	9.93	16.67	444.77
太阳强蟹	0.53	0.63	16.67	19.43
纤手梭子蟹	0.53	0.60	8.33	9.41
小型馒头蟹	0.35	0.07	16.67	6.96
锈斑蜉	2.65	0.20	25.00	71.21
银光梭子蟹	3.10	7.20	8.33	85.79
远海梭子蟹	3.90	0.13	25.00	100.90
长手隆背蟹	11.66	4.40	16.67	267.56
长眼看守蟹	0.71	0.07	8.33	6.47
直额蜉	14.37	16.89	66.67	2084.20



种类	重量百分比%	数量百分比%	出现频率%	IRI
紫隆背蟹	1.31	0.53	25.00	46.00

f 总资源评估

本次调查海域各站总鱼获重量变化范围为 21.3~107kg/h, 总鱼获重量平均为 55.08kg/h。鱼类渔获重量变化范围为 13.83~56.42kg/h, 平均为 35.58kg/h, 鱼类渔获尾数变化范围为 1004~7060ind./h, 平均为 3101ind./h; 头足类渔获重量变化范围为 0.21~3.09kg/h, 平均为 1.41kg/h, 头足类渔获尾数变化范围 2~136ind./h, 平均 53ind./h; 虾类渔获重量变化范围为 0.64~28.73kg/h, 平均为 8.91kg/h, 虾类渔获数量变化范围为 39~1514ind./h, 平均为 662ind./h; 蟹类渔获重量变化范围为 0.66~21.48kg/h, 平均为 9.18kg/h, 蟹类渔获尾数变化范围为 6~1919ind./h, 平均 761ind./h。调查各站位渔获率见下表。

表 4.2-27 本次调查各站位渔获率

站点	鱼类		头足类		虾类		蟹类	
	渔获重量 (kg/h)	渔获尾数 (ind./h)						
361	56.42	3253	0.37	2	28.73	1514	21.48	1919
362	13.83	1004	0.33	28	5.11	196	11.94	774.4
363	34.78	3931	2.32	24	14.00	1313	15.02	1490
364	40.94	3136	0.21	5	5.70	831	3.92	216
388	48.18	3307	3.09	136	0.64	39	0.66	6
389	34.55	2004	2.02	63	8.22	814	10.09	667
390	40.04	7060	1.85	99	6.90	413	7.99	842
391	15.92	1116	1.11	67	1.94	172	2.33	172.4
平均	35.58	3101	1.41	53	8.91	661.50	9.18	761

本次调查海域各站位总资源量范围在 348.54~1750.83 kg/km², 总资源量平均为 901.25kg/km²。其中鱼类资源量范围在 226.35~923.23kg/km², 平均值为 582.23kg/km², 资源密度范围在 16428~115518 尾/km², 平均值 50746 尾/km²; 头足类资源量范围在 3.44~50.59kg/km², 平均值为 23.12kg/km², 资源密度范围在 33~2225 尾/km², 平均值 867 尾/km²; 虾类资源量范围在 10.48~470.10kg/km², 平均值为 145.71kg/km², 资源密度范围在 638~24773 尾/km², 平均值 10824 尾/km²; 蟹类资源量范围在 10.80~351.51kg/km², 平均值为 150.19kg/km², 资源密度范围在 98~31399 尾/km², 平均值 12449 尾/km²。



本次调查各站位渔获资源量如下。

表 4.2-28 本次调查各站位渔获资源量

站点	鱼类		头足类		虾类		蟹类	
	资源密度(尾/km ²)	资源量(kg/km ²)						
361	53227	923.23	33	5.99	24773	470.10	31399	351.51
362	16428	226.35	458	5.45	3207	83.64	12671	195.41
363	64320	569.07	393	37.96	21484	229.02	24380	245.81
364	51312	669.88	82	3.44	13597	93.25	3534	64.15
388	54110	788.27	2225	50.59	638	10.48	98	10.80
389	32790	565.36	1031	33.05	13319	134.54	10914	165.04
390	115518	655.18	1620	30.32	6758	112.88	13777	130.69
391	18260	260.52	1096	18.17	2814	31.74	2821	38.11
平均	50746	582.23	867	23.12	10824	145.71	12449.25	150.19

4.2.4 渔业生产现状

a 海水养殖概况

- 海水养殖面积及产量

统计表明,本次调查周边海口市等沿海 12 市海水养殖面积 129,569ha,其中海水鱼类、虾蟹类、贝类、海藻及其他种类养殖面积分别为 10,643ha、54,580ha、56,641ha、1,161ha 和 6,545ha,分别占总养殖面积的 8.21%、42.12%、43.71%、0.9%和 5.05%,以贝类养殖面积最大,其次是虾蟹类。

该 12 市的海水养殖总产量为 1,578,548t,其中海水鱼类、虾蟹类、贝类、海藻和其他种类的养殖产量分别为 79,720t、308,626t、1,165,783t、19,454t 和 3,738 t,分别占养殖总产量的 5.05%、19.55%、73.85%、1.23%和 0.24%,以贝类养殖产量为最高,其次是虾蟹类,其他种类产量较低。海水养殖面积及养殖产量见表 4.2-29。

表 4.2-29 油田开发区沿海海水养殖面积及养殖产量

地区	类型	鱼类	虾蟹类	贝类	藻类	其他	合计
海口市	养殖面积/ha	126	1352	359	201	0	2038
	养殖产量/t	338	6746	1492	6260	0	14836
临高县	养殖面积/ha	540	425	322	41	0	1327
	养殖产量/t	16346	8067	5388	280	0	30081



地区	类型	鱼类	虾蟹类	贝类	藻类	其他	合计
儋州市	养殖面积/ha	0	3231	534	129	0	3894
	养殖产量/t	0	33106	8322	3928	0	45356
昌江县	养殖面积/ha	28	268	0	98	0	394
	养殖产量/t	200	4315	0	273	0	6015
澄迈县	养殖面积/ha	107	390	163	417	0	1077
	养殖产量/t	764	1967	663	6175	0	9569
东方市	养殖面积/ha	13	677	104	167	0	961
	养殖产量/t	188	5532	561	1737	0	8018
洋浦区	养殖面积/ha	10	0	0	0	0	10
	养殖产量/t	794	0	0	0	0	794
广西区*	养殖面积/ha	1792	20883	35209	34	3856	61774
	养殖产量/t	25275	129326	737353	173	1668	893795
湛江市	养殖面积/ha	8027	27354	19950	74	2689	58094
	养殖产量/t	35815	119567	412004	628	2070	570084
合计	养殖面积/ha	10643	54580	56641	1161	6545	129569
	养殖产量/t	79720	308626	1165783	19454	3738	1578548

注：*广西区沿海 4 市县总数。

• 养殖品种

调查海域主要养殖种类为鱼类、虾类、蟹类、贝类和海藻类等。各类所占比例及养殖品种见表 4.2-30。

表 4.2-30 调查海域养殖品种统计

类别	所占比例/%		养殖品种
	养殖产量	养殖面积	
鱼类	5.1	8.2	石斑鱼、紫红笛鲷、卵形鲳鲹、黑鲷、军曹鱼、鲷鱼和美国红姑鱼等
虾蟹类	19.6	42.1	南美白对虾、斑节对虾、日本对虾、新对虾和锯缘青蟹等
贝类	79.9	43.7	贻贝、牡蛎、扇贝、蛤、蚶、蛭和杂色鲍等
海藻类	1.2	0.9	麒麟菜
其他	0.2	5.1	海蜇、海参、海胆和海水珍珠等

b 渔场和渔汛

北部湾是南海重要的鱼类繁育场，各种鱼类繁殖习性复杂。按产卵类型分，一次性产卵鱼类较少，分批产卵鱼类较多；按繁殖期分，鱼类产卵时间不统一（如 4 月份海南东方市渔获物繁殖习性抽样调查时，金线鱼科性腺发育成熟并开始产卵，而白姑鱼属的经济种类性腺处在发育初期，以 I~III 期见多）；



按繁殖时间长短分，有些鱼类全年近 10 个月产卵，大部分鱼类产卵分为“春股”和“秋股”进行群体补充，时间相对较短。

鱼类洄游情况复杂而不确定。如条尾鲱鲤在冬季北海功率较小靠近海岸作业的底拖网中大量出现，广东江洪港、海南东方八所港渔获物中同季节采样中没有见到，其它季节各省渔港也较为少见，其呈季节性洄游现象。日本金线鱼在琼州海峡以北作业渔场成季节性出现，而在海南东方市以西作业海域全年有大量捕获，靠近莺歌海海域逐渐消失，洄游情况不明显，可能存在地方性种群，或小范围洄游。

近年由于捕捞过度，北部湾渔场的渔业资源已严重衰退，尤其是北部渔场。底栖鱼类的产量逐年下降，如大眼鲷和蛇鲻等；部分种类产生激烈波动，如竹荚鱼、二长棘鲷等；北部湾最著名的捕捞种类枪乌贼和乌贼类衰退最为显著。

- 北部湾北部渔场

北部湾北部渔场位于 $19^{\circ}30'N$ 以北， $106^{\circ}00'E\sim 110^{\circ}00'E$ 范围内，面积约 $70,836\text{km}^2$ 。海底向湾的中部倾斜，水深由岸向中部增至 $60\text{m}\sim 70\text{m}$ 。沿海有广西的南流江、钦江、大风江、防城江、北仑河和越南的红河携带大量有机物质和无机盐入海，形成多种鱼虾的良好繁育场。渔场内二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区，广西合浦营盘港至英罗港儒艮自然保护区、二长棘鲷幼鱼和幼虾保护区、蓝圆鲹及金色小沙丁鱼幼鱼保护区等水产资源保护区。本项目位于此渔场内东北部。

该渔场包括 6 个底拖网渔场，其中与评价区较近的有青兰山渔场、涠洲渔场、夜莺岛渔场和白马井渔场。该海域底层鱼类多为地方性种群，没有明显洄游路线，全年均可进行拖网作业，高产海域随不同月份发生变化。一般，7~9 月是北部湾秋汛开始季节，10~12 月为秋汛中后期。拖网种类有蓝圆鲹、枪乌贼、二长棘鲷、大眼鲷、蛇鲻、鲱鲤和金线鱼等。

拖虾主要作业区在 $21^{\circ}N$ 以北近岸海域，捕获的主要种类有日本对虾、长毛对虾、墨吉对虾、宽沟对虾和赤须虾等。围网作业的主要捕捞对象有蓝圆鲹、金色小沙丁鱼、青鳞鱼和海鲶。蓝圆鲹和金色小沙丁鱼围网渔业汛期为 10 月至翌年 4 月，青鳞鱼的主要汛期为 8~10 月，海鲶汛期为 3~4 月。刺钓作业的



主要捕捞对象有枪乌贼、海鳗和马鲛等，汛期主要在秋季。

• 北部湾南部及海南岛西南部渔场

北部湾南部及海南岛西南部渔场位于 17°15'N~19°45'N，105°30'E~109°30'E，面积约 87,783km²。包括 7 个底拖网渔场，其中与评价区较近的有昌化外渔场和昌化渔场。该海域底层鱼种类多，鱼群分散，拖网捕捞的主要种类有白姑鱼、二长棘鲷、枪乌贼、金线鱼、大眼鲷、蛇鲻、红笛鲷和带鱼等。许多经济鱼类于春季繁殖，繁殖时游向近岸浅海，因此形成春季昌化渔汛，汛期 2~5 月，作业类型包括拖、围、刺、钓等。

油田附近海域主要渔场和渔汛见表 4.2-31。

表 4.2-31 油田附近渔场和渔汛

渔场名称	位置	汛期/月份	作业类型	捕捞对象
青兰山渔场	107°30'~108°30'E 20°30'~21°30'N	全年均可作业，高产季节为 7~9 月	拖网 围网 刺、钓	蓝圆鲹、枪乌贼、二长棘鲷、大眼鲷、蛇鲻、鲱鲤和金线鱼、金色小沙丁鱼、青鳞鱼、海鲶、海鳗、马鲛鱼、日本对虾、长毛对虾、墨吉对虾、宽沟对虾和赤须虾等
涠洲渔场	108°30'~109°30'E 20°30'~21°30'N	全年均可作业，高产季节为 7~10 月	拖网 围网 刺、钓	蓝圆鲹、枪乌贼、二长棘鲷、大眼鲷、蛇鲻、鲱鲤和金线鱼、金色小沙丁鱼、青鳞鱼、海鲶、海鳗、马鲛鱼、日本对虾、长毛对虾、墨吉对虾、宽沟对虾和赤须虾等
夜莺岛渔场	107°30'~108°30'E 19°30'~20°30'N	全年均可作业，高产季节 1~3 月	拖网 围网	蓝圆鲹、枪乌贼、二长棘鲷、大眼鲷、蛇鲻、鲱鲤和金线鱼、金色小沙丁鱼、青鳞鱼、海鲶等
白马井渔场	108°30'~109°30'E 19°30'~20°30'N	1~3 月	拖网 围网	蓝圆鲹、枪乌贼、二长棘鲷、大眼鲷、蛇鲻、鲱鲤和金线鱼、金色小沙丁鱼、青鳞鱼、海鲶等
昌化外渔场	107°00'~108°00'E 18°30'~19°30'N	7~9 月	拖网 围网	白姑鱼、二长棘鲷、枪乌贼、金线鱼、大眼鲷、蛇鲻、带鱼、鲱鲤
昌化渔场	108°00'E 以东 18°30'~19°30'N	7~9 月	拖网 围网 刺钓	白姑鱼、二长棘鲷、枪乌贼、金线鱼、大眼鲷、蛇鲻、带鱼、鲱鲤、海鳗、乌鲳、宝刀鱼等

4.3 陆域环境空气质量现状调查与评价

本项目涠洲终端登陆段大气环境质量现状调查数据引用环境保护部华南



环境科学研究所华环监测字 2015 第 70 号监测报告。该调查范围完全覆盖本次评价范围。

4.3.1 监测点位布设

环境空气质量现状监测共设 3 个监测点，上梓桐木村、下梓桐木村、测站 3。大气监测点位示意图见图 4.3-1。



图 4.3-1 环境空气质量现状监测布点示意图

4.3.2 监测项目

常规因子： SO_2 、 NO_2 、 PM_{10}

特征因子：非甲烷总烃。



4.3.3 监测频率及时间

2015年8月10-12日，连续监测3天。环境空气监测项目及要求见表4.3-1。

表 4.3-1 环境空气监测项目及要求

监测项目	取值时间	监测频率	数据有效性规定
SO ₂ 、NO ₂ 、非甲烷总烃	小时值	每天采样4次（02、08、14、20时）	每次采样60min（不少于45min）
SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀	日均值	每日1次	连续监测20小时

4.3.4 监测评价结果

环境空气常规监测因子监测结果见表4.3-2~4.3-4，特征因子监测结果见表4.3-5。

表 4.3-2 SO₂ 现状监测统计结果

序号	监测点位	1小时浓度			日均浓度		
		浓度范围 (mg/m ³)	平均值 (mg/m ³)	最大浓度 占标率(%)	浓度范围 (mg/m ³)	平均值 (mg/m ³)	最大浓度 占标率(%)
1	上梓桐木村	0.007L-0.009	0.0063	1.8	0.004-0.005	0.0047	3.33
2	下梓桐木村	0.007L-0.009	0.0061	1.8	0.004-0.006	0.005	4
3	测站3	0.007L-0.008	0.0055	1.6	0.004-0.004	0.004	2.67

备注：①SO₂采用《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准，小时浓度标准值为0.5mg/m³，日均浓度标准值为0.15mg/m³；②未检出时，SO₂浓度为检出限的一半。

表 4.3-3 NO₂ 现状监测统计结果

序号	监测点位	1小时浓度			日均浓度		
		浓度范围 (mg/m ³)	平均值 (mg/m ³)	最大浓度 占标率 (%)	浓度范围 (mg/m ³)	平均值 (mg/m ³)	最大浓度 占标率 (%)
1	上梓桐木村	0.010-0.020	0.015	10	0.014-0.015	0.014	18.75
2	下梓桐木村	0.012-0.020	0.016	10	0.014-0.016	0.015	20
3	测站3	0.01-0.022	0.016	11	0.013-0.015	0.014	18.75

备注：NO₂采用《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准，小时浓度标准值为0.2mg/m³，日均浓度标准值为0.08mg/m³。

表 4.3-4 PM₁₀ 现状监测统计结果

序号	监测点位	日均浓度范围 (mg/m ³)	平均浓度 (mg/m ³)	最大浓度占标率(%)
1	上梓桐木村	0.017-0.028	0.021	18.67



2	下梓桐木村	0.016-0.022	0.018	14.67
3	测站 3	0.019-0.034	0.025	22.67

备注：PM₁₀ 采用《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准，日均浓度标准值为 0.15mg/m³。

表 4.3-5 特征污染物小时浓度监测结果

序号	监测点位	监测因子	浓度范围 (mg/m ³)	平均浓度 (mg/m ³)	最大浓度 占标率(%)
1	上梓桐木村	非甲烷总烃	0.14L-0.24	0.16	12
2	下梓桐木村		0.14L-0.25	0.17	12.5
3	测站 3		0.14L-0.24	0.13	12

备注：参照《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）详解，非甲烷总烃无组织排放监控浓度限值为 2mg/m³。

4.3.5 监测结果分析小结

a 常规监测因子

SO₂ 小时浓度最大占标率为 1.8%，点位为梓桐木村点位；日均最大占标率为 4%，点位为下梓桐木村点位；NO₂ 小时浓度最大占标率为 11%，点位为下梓桐木村点位；日均最大占标率为 20%，点位为测站 3 点位；PM₁₀ 日均最大占标率为 22.67%，点位为测站 3。从监测结果看出，所有点位的监测因子均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准，占标率较高的因子为 PM₁₀。

b 特征监测因子

非甲烷总烃的最大占标率为 12.5%，出现在上梓桐木村和测站 3。

4.4 声环境质量现状与评价

声环境质量现状调查数据引用中国海洋石油总公司节能减排监测中心的季度报告。

4.4.1 监测点位

厂界东南西北四个点位，噪声监测点位示意图见图 4.4-1。

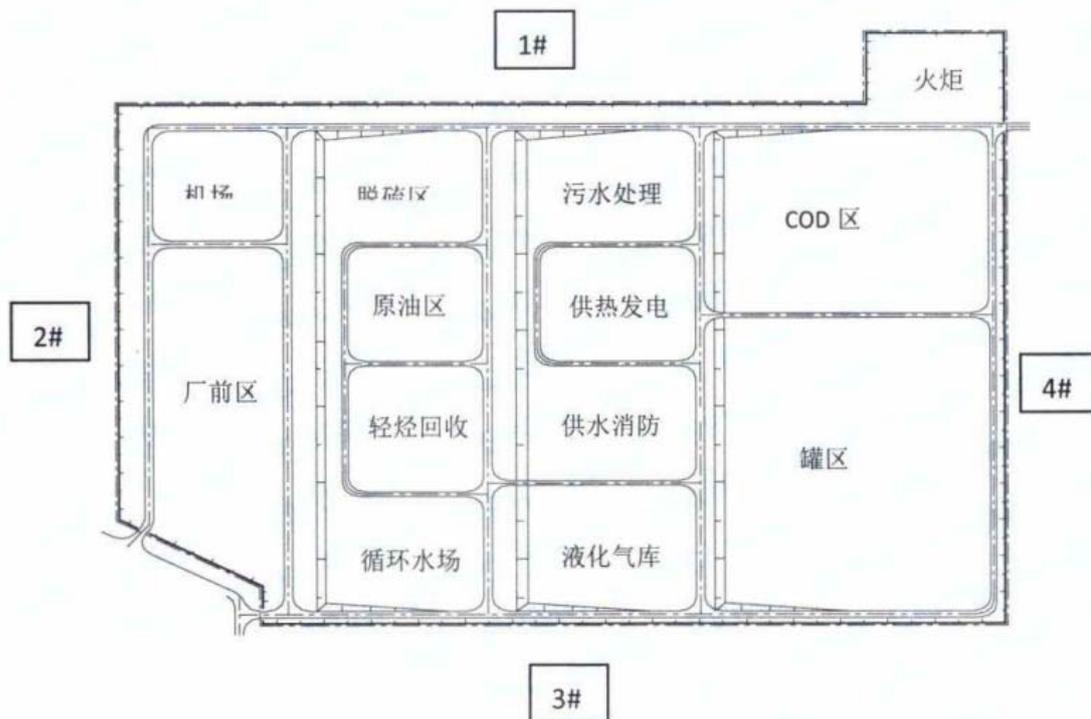


图 4.4-1 环境空气质量现状监测布点示意图

4.4.2 监测时间

2017 年每个季度监测一次，分别是 3 月 23 日，6 月 23 日，9 月 9 日，11 月 8 日，监测昼间、夜间各一次。

4.4.3 监测因子

等效连续 A 声级 Leq

4.4.4 监测结果

环境噪声监测结果见表 4.4-1。

表 4.4-1 环境噪声监测结果

采样位置	采样时间	检测结果 dB(A)	
		昼间	夜间
厂界东	2017.3.23	51.2	41.0
厂界南		50.3	44.9
厂界西		49.8	44.3
厂界北		53.7	43.1
厂界东	2017.6.23	53.2	43.6



厂界南		54.7	44.5
厂界西		54.9	44.8
厂界北		54.8	43.7
厂界东		52.3	45.7
厂界南	2017.9.9	53.9	43.6
厂界西		57.2	46.1
厂界北		56.8	45.9
厂界东		55.0	44.8
厂界南	2017.11.8	54.6	45.0
厂界西		53.4	43.9
厂界北		54.0	43.5
厂界东		54.0	43.5
标准		60	50

由上表的现状环境噪声监测结果可以看出，昼间噪声值范围为 49.8-57.2dB(A)，夜间噪声值范围为 41.0-46.1dB(A)。厂区噪声能够满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)中的 2 类标准要求，厂区周边声环境质量较好。



5 环境影响回顾性分析

涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目位于中国南海北部湾海域的涠洲油田群。涠洲油田群由涠洲 12-1 油田、涠洲 6-1 油田、涠洲 6-8 油田、涠洲 6-9/6-10 油田、涠洲 12-1 油田北块、涠洲 11-4D 油田、涠洲 11-1 北油田、涠洲 11-1 油田、涠洲 11-2 油田、涠洲 11-4 北油田一期、涠洲 11-4 油田和涠洲 12-8 西/6-12 油田、涠洲 11-2 油田北块、涠洲 12-2 油田一期、涠洲 11-4 北油田二期、涠洲 12-1 西油田等已投产油田，涠洲 12-2 油田二期和涠洲 6-13 油田等油田构成。

涠洲油田群现有工程设施主要包括 2 座综合平台、1 座生产辅助平台、1 座独腿立管井口平台、21 座已建井口平台、1 座待建井口平台、1 座涠洲终端，以及油田内部海底管道/电缆等。涠洲油田群现有及待建工程设施示意图 5.1-1。

涠洲油田群的生产物流均依托已建 WZ12-1PUQ、WZ12-1PUQB 和 WZ12-1PAP 平台（三座平台栈桥连接）和涠洲终端进行处理、储存。涠洲油田群的生产物流通过海底管道输送到 WZ12-1PUQ/PUQB/PAP 平台，再与该平台的产能一起进行处理，处理后分离出的合格原油通过海底管道输送至涠洲终端，进行储存和销售；分离出的生产水由 WZ12-1PUQB 和 WZ12-1PUQ 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；分离出的天然气用于油田群透平发电或输送至涠洲终端用于发电。

本项目主要工程内容为新铺设 1 条由涠洲终端至 WZ12-1PUQB 平台长约 32.5km 的海底电缆。为了更加客观地预测评价本项目投产后对周围海域环境可能产生的影响，本篇将主要针对本项目所涉及的相关工程设施和所处海域的环境质量现状进行简要的回顾性分析评价。



5.1 现有工程回顾

5.1.1 涠洲 12-1 油田开发工程

涠洲 12-1 油田开发工程包括 1 座 WZ12-1PUQ 生产处理平台以及 1 座涠洲终端。涠洲终端位于南海北部湾海域的涠洲岛西南侧，占地面积约 30 万平方米，包括油气水处理厂、终端专用码头、原油外输点系统、直升飞机坪和水源井等设施。生产处理设施主要包括原油分离脱水和稳定系统、天然气处理系统、污水处理系统、脱硫装置、产品储运系统，并设有供热、给排水、消防、电力、通信系统及配套的公用设施，是一座独立、完善的油气综合处理厂。涠洲终端接收涠洲油田群通过海底管道输送过来的原油和天然气，并进行原油处理、轻烃回收和产品储存外输。涠洲 12-1 油田于 1999 年 6 月投产，《涠洲 12-1 油田开发工程环境影响报告书》于 1998 年 6 月 3 日获得国家环境保护总局批复（环发[1998]89 号）。

5.1.2 涠洲 12-8W/6-12 油田开发工程

涠洲 12-8W/6-12 油田主要依托已建 WZ12-1PUQ 平台进行开发，包括一座 WZ12-1PUQB 综合处理平台和 WZ12-8WWHPA、WZ6-12WWHPA 井口平台，以及各平台间相连的海底管道、电缆。WZ12-1PUQB 平台是 1 座集原油处理、燃料气处理、生产水处理、原油外输、供热及生活等设施为一体的 8 腿综合平台，设置 2 套独立的原油处理系统，分别处理合作开发的涠洲 12-8W/6-12 油田和涠洲区域自营各油田的生产物流，分离出的合格原油输往涠洲终端；分离出的天然气除部分作为燃料气使用外，剩余部分送往涠洲终端综合利用；分离出的含油生产水经处理达标后部分回注地层，其余部分在 WZ12-1PUQ 平台达标排海。涠洲 12-8W/6-12 油田于 2013 年 4 月至 8 月陆续投产，《涠洲 12-8W/6-12 油田开发工程环境影响报告书》于 2012 年 2 月 17 日获得国家海洋局核准（国海环字[2012]91 号）。

5.1.3 涠洲 12-1 油田至涠洲终端海底输油管道工程

涠洲 12-1 油田至涠洲终端海底输油管道长约 32.5km，管道起点为 WZ12-1PAP 平台，终点为涠洲岛管道登陆点，是涠洲油田群原油上岸的唯一通道。



管道内径为 16", 设计压力为 6100 KPa, 设计寿命为 15 年, 管道为双层保温管结构, 采取防腐涂层与阴极保护的联合保护方法, 埋深为 1.5 米。涠洲 12-1 油田至涠洲终端海底输油管道于 2009 年铺设, 《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》于 2009 年 9 月 28 日获得国家海洋局核准(国海环字[2009]612 号)。

5.1.4 涠洲终端至涠洲 12-1 油田海底电缆

涠洲终端至 WZ12-1PAP 平台的海底电缆是涠洲终端向海上平台输电的唯一路径, 电缆长约 32.5km, 规格为 35kV, 3×185mm², 最大输送能力为 17MW。自 2008 年投入运行以来, 经历过 4 次故障(软接头处单相绝缘击穿)和修复, 目前光缆已全部中断, 整条海底电缆存在着较大的质量隐患, 输电可靠性和能力都有所降低。

5.2 环评批复及落实情况

5.2.1 环评批复情况

本项目相关设施的环评批复情况及开发建设时间见表 5.2-1。

表 5.2-1 相关设施环评批复及开发建设情况一览表

相关工程设施	环评报告书	批复情况	投产时间
涠洲终端	《涠 12-1 油田开发工程环境影响报告书》	于 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 油田于 1999 年 6 月投产
WZ12-1PUQB 平台	《涠洲 12-8W/6-12 油田开发工程环境影响报告书》	于 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 油田于 2013 年 4 月至 8 月陆续投产
涠洲 12-1 油田至涠洲终端海底输油管道	《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》	于 2009 年 9 月 28 日获得国家海洋局核准(国海环字[2009]612 号)	涠洲 12-1 油田至涠洲终端海底输油管道于 2009 年铺设

5.2.2 三同时检查和竣工验收情况

本项目所涉及的已建涠洲终端和 WZ12-1PUQB 平台, 均已经过环保设施“三同时”检查, 并通过环保设施竣工验收, 准予正式投入生产。具体情况见表



5.2-2。

表 5.2-2 相关设施三同时检查及竣工验收情况一览表

相关工程设施	环评报告书	三同时检查情况	竣工验收情况
涠洲终端	《涠 12-1 油田开发工程环境影响报告书》	-	涠洲 12-1 油田 2006 年 2 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）。 涠洲终端 2003 年 1 月 3 日，获得广西壮族自治区环境保护局竣工环境保护验收意见文件（桂环验字[2003]1 号）
WZ12-1PUQB 平台	《涠洲 12-8W/6-12 油田开发工程环境影响报告书》	涠洲 6-12 油田、涠洲 12-8W 油田环保设施分别于 2013 年 4 月 10 日、8 月 19 日分别获得国家海洋局“三同时”检查批复文件，准予投入试生产（国海环字[2013]205 号、578 号）。	涠洲 12-8W/6-12 油田于 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）
涠洲 12-1 油田至涠洲终端海底输油管道	《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》	-	关于涠洲 12-1 油田至涠洲终端海底输油管道工程环境保护设施竣工验收的复函（国海环字[2015]115 号）

5.2.3 环保措施落实情况

本项目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；钻井过程中使用的油基钻井液以及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有资质单位进行处理；生活垃圾和生产垃圾等固废均运回陆地处理交给有资质的单位进行处理；平台上均设有开/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，防止排放入海；产生的含油生产水均经处理达标



后部分回注地层、部分排海，排海量严格控制在已批复的排海总量 7500m³/d 以下；按照工程造成的渔业资源损失核算补偿金额，设专项资金，交由当地主管部门确定增殖放流的品种和数量，对工程建设造成的渔业资源损失进行恢复或补偿。

5.3 环境保护设施运行情况

5.3.1 主要环保设施及运行情况

本项目依托涠洲终端和 WZ12-1PUQB 平台的主要环保设备见表 5.3-1，自投产以来均运行正常。

表 5.3-1 主要环保设施一览表

	环境保护设施	数量	运行情况
WZ12-1PUQB 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	2	正常
涠洲终端	污水处理站	1	正常
	火炬系统	1	正常
	给排水系统	1	正常
	供配电及供热系统	1	正常
	消防系统	1	正常

5.3.2 主要污染物处理排放情况回顾

a WZ12-1PUQB 平台污染物处理/排放情况

- 生产水处理情况

WZ12-1PUQB 平台设有 2 套生产水处理系统，分别处理合营油田与自营油田原油处理系统分离出的含油生产水，其设计处理能力分别为 4800m³/d（合营）和 9600m³/d（自营），处理流程均为“撇油罐+水力旋流器+改性纤维球过滤器”，处理合格的生产水部分回注地层，其余部分在 WZ12-1PUQ 平台达标排海。

WZ12-1PUQB 平台近年逐月生产水处理情况统计见表 5.3-2。由表可见，



WZ12-1PUQB 平台近年生产水月处理量在 270944m³~347460m³ 间，经处理后的生产水含油浓度月平均值在 8~18mg/L 之间。WZ12-1PUQB 平台近年生产水处理浓度符合海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值（GB4914-2008）和原环评报告书控制标准的要求，生产水处理设施运行状况良好。

表 5.3-2 WZ12-1PUQB 平台生产水处理情况

日期	月处理量	石油类浓度	日期	月处理量	石油类浓度
	(t)	(mg/L)		(t)	(mg/L)
2017.1	277563	8	2018.1	346888	18
2017.2	270944	9	2018.2	296227	14
2017.3	315039	11	2018.3	306610	13
2017.4	309519	11	2018.4	289237	15
2017.5	322972	10	2018.5	316214	14
2017.6	300981	9	2018.6	306778	12
2017.7	331486	11	2018.7	303322	15
2017.8	347460	11	2018.8	283408	16
2017.9	328697	9			
2016.10	287505	11			
2016.11	304758	10			
2016.12	300242	9			

• 生活污水排放情况

WZ12-1PUQB 平台现有生活污水采用生化法进行处理，并安装生活污水流量计量装置。生活污水每月采样一次，送国家海洋局湛江海洋环境监测站进行检测。根据检测结果（见表 5.3-3），WZ12-1PUQB 平台生活污水 COD 排放浓度在 58~266mg/L 之间，满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中的一级海域排放要求（≤300mg/L），生活污水处理系统运行正常。

表 5.3-3 WZ12-1PUQB 平台生活污水排放情况

日期	排放量	COD	日期	排放量	COD
	(m ³)	(mg/L)		(m ³)	(mg/L)
2017.1	247	112	2018.1	291	266
2017.2	223	138	2018.2	257	116
2017.3	258	173	2018.3	292	142
2017.4	247	155	2018.4	284	155
2017.5	267	193	2018.5	295	114
2017.6	275	109	2018.6	281	124



日期	排放量	COD	日期	排放量	COD
	(m ³)	(mg/L)		(m ³)	(mg/L)
2017.7	279	108	2018.7	298	110
2017.8	278	141	2018.8	280	112
2017.9	280	135			
2017.10	251	140			
2017.11	280	69			
2017.12	285	58			

- 其它污染物处理/排放情况

- (1) 其他含油污水

WZ12-1PUQB 平台设有开式排放系统和闭式排放系统，开式排放系统主要用于收集甲板冲洗水和初期雨水。闭式排放系统用来收集带压容器、管道等排出的带压流体。开式排放罐达到一定液位后，由开式排放泵将收集的液体送至闭式排放系统；闭式排放罐达到一定液位时，收集的污水送至工艺系统进行处理。个别情况下开式排放系统需要排放时，将事先检测其污水含油浓度，检测达标后排放，不达标时将打回闭排系统。根据业主单位提供资料，WZ12-1PUQB 平台开/闭排系统运行较好。自投产以来，未出现平台含油污水落海情况。

- (2) 伴生天然气

伴生天然气经气液分离处理后，部分去燃料气系统作为燃料气使用，剩余部分通过输气管道送往涠洲终端综合利用。在设备检修和紧急泄压时会排放少量天然气，这部分天然气经放空系统放空，目前 WZ12-1PUQB 平台放空系统运行情况较好。

- (3) 固体废弃物

在 WZ12-1PUQB 平台上设有垃圾回收箱，对生活垃圾和生产垃圾分类进行回收，运回陆地，并按照当地政府实施《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定的要求进行回收利用或处置。

- (4) 船舶污染物

依托工程生产过程中产生的船舶污染物主要包括值班船/供应船等船舶产生的生活污水、生活垃圾、机舱含油污水等。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 $\leq 15\text{mg/L}$ 后，达标排海。生活污水通过

设置在船舶上的生活污水处理装置处理达标后排放入海。包括食品废弃物在内的所有生活垃圾禁止排入海中，集中运回陆地，并按照当地政府规定的要求进行回收利用或处置，符合《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）相关要求。

b 涠洲终端污染物处理/排放情况

• 废水

涠洲终端产生的废水主要有生产废水和生活污水，生产废水主要是含油废水，包括含水原油分离废水、湿气分离废水、初期雨水、海管置换海水、生产工艺过程废水及油罐清洗水，涠洲终端建设有 4000m³/d 的污水处理系统、生活污水处理系统及初期雨水污油回收装置。

全厂的生产废水集中于终端厂区的污水处理厂处置，采用混凝沉降、粗粒化聚集、斜板除油、核桃壳过滤和厌氧生化除 COD 的工艺流程，流程示意图如图 5.3-1。含油废水经处理达到《污水综合排放标准》（GB 8978-1996）一级排放标准后，排入西面距岸 2.5km 的近海海域。

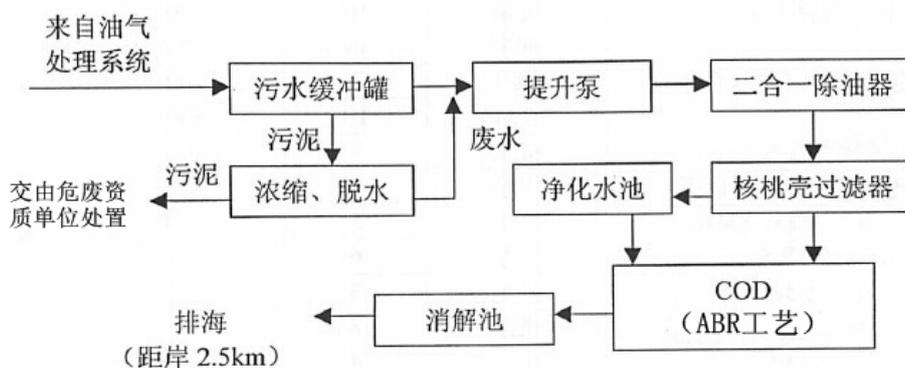


图 5.3-1 涠洲终端污水处理工艺示意图

厂区的厕所污水、清洁地面等的污水先进入化粪池，化粪池出水进入生产水的厌氧生化段，处理达标后排海。生活污水处理系统为国产成型设备，采用加压接触氧化法去除 COD 物质，可使外排污水的 COD 达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准，污水排至西面距岸 2.5km 的近海海域。

中国海洋石油总公司节能减排监测中心对涠洲终端污水处理站总排口废



水的监测结果如表 5.3-4 所示。监测结果表明，监测期间总排口出水石油类最大浓度为 1.92mg/L，化学需氧量最大浓度为 69.7mg/L，悬浮物最大浓度为 11mg/L，氨氮最大浓度为 7.47mg/L，各监测因子均能达到《石油开发工业水污染物排放标准》(GB3550-83)一级 I 类标准及《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 一级标准要求。

表 5.3-4 污水排口监测结果 (单位: mg/L)

日期	石油类	COD	SS	NH ₃ -N
2016.1.23	1.64	54.5	6	5.36
2016.6.13	1.92	51.7	6	5.76
2016.8.3	1.80	52.0	6	5.60
2016.12.19	1.72	50.0	7	5.30
2017.3.24	1.09	48.6	5	4.89
2017.6.24	1.88	69.7	11	7.47
2017.9.9	1.43	62.3	9	6.15
2017.11.10	1.05	44.0	5	4.50
2018.3.12	1.10	42.0	5	4.20
2018.5.26	1.70	44.0	4.6	4.18
2018.8.11	1.90	48.0	5.1	3.98
《石油开发工业水污染物排放标准》(GB3550-83)	10	100	100	-
《污水综合排放标准》(GB8978-1996)	5	100	70	15

• 废气

涠洲终端产生的废气包括放空天然气、直接加热炉、热媒加热炉、再生气加热炉、燃气透平发电机、火炬燃烧尾气及无组织排放的烃类气体等。放空天然气经 35m 烟囱火炬系统自动燃烧，达标排放；加热炉、发电机使用天然气，直接燃烧达标排放；为减少罐区的无组织排放气体，储罐区除了柴油罐，其他罐体选择使用浮顶罐和内浮顶罐。

中国海洋石油总公司节能减排监测中心对涠洲终端的热媒加热炉、直接加热炉、透平发电机、再生气加热炉的监测结果如表 5.3-5 所示。监测结果表明二氧化硫、氮氧化物监测因子均能达到《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996) 表 2 中的二级排放标准。

表 5.3-5 有组织排放废气监测结果 (单位: mg/m³)

日期	污染源	二氧化硫	氮氧化物
2018.1.24	热媒加热炉 B-H01A	<2.86	115
	热媒加热炉 B-H01B	<2.86	127
	直接加热炉 B-H07A	<2.86	84
	直接加热炉 B-H07B	<2.86	80
	再生气加热炉 HE-B36	<2.86	89
2018.2.25	热媒加热炉 B-H01A	<2.86	119
	热媒加热炉 B-H01B	<2.86	111
	直接加热炉 B-H07A	<2.86	61
	直接加热炉 B-H07B	<2.86	65
	再生气加热炉 HE-B36	<2.86	96
2018.3.11	热媒加热炉 B-H01A	<2.86	114
	热媒加热炉 B-H01B	<2.86	121
	直接加热炉 B-H07A	<2.86	75
	直接加热炉 B-H07B	<2.86	70
	再生气加热炉 HE-B36	<2.86	85
2018.4.25	热媒加热炉 B-H01A	<2.86	116
	热媒加热炉 B-H01B	<2.86	119
	直接加热炉 B-H07A	<2.86	70
	直接加热炉 B-H07B	未启用	未启用
	再生气加热炉 HE-B36	未启用	未启用
2018.5.24	热媒加热炉 B-H01A	<2.86	108
	热媒加热炉 B-H01B	<2.86	102
	直接加热炉 B-H07A	<2.86	85
	直接加热炉 B-H07B	<2.86	87
	再生气加热炉 HE-B36	<2.86	99
2018.6.27	热媒加热炉 B-H01A	<2.86	108
	热媒加热炉 B-H01B	<2.86	102
	直接加热炉 B-H07A	<2.86	85
	直接加热炉 B-H07B	<2.86	87
	再生气加热炉 HE-B36	<2.86	93
2018.7.19	热媒加热炉 B-H01A	未启用	未启用
	热媒加热炉 B-H01B	<2.86	105
	直接加热炉 B-H07A	<2.86	89
	直接加热炉 B-H07B	<2.86	91
	再生气加热炉 HE-B36	<2.86	88
2018.8.9	热媒加热炉 B-H01A	<2.86	98
	热媒加热炉 B-H01B	<2.86	96
	直接加热炉 B-H07A	<2.86	88
	直接加热炉 B-H07B	<2.86	87
	再生气加热炉 HE-B36	<2.86	81



日期	污染源	二氧化硫	氮氧化物
《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）		550	240

中国海洋石油总公司节能减排监测中心对涠洲终端南厂界、北厂界的无组织排放废气二氧化硫、氮氧化物、总烃、非甲烷总烃的监测结果如表 5.3-6 所示。监测结果表明无组织排放废气中的二氧化硫、氮氧化物、非甲烷总烃一次浓度最大值均能达到《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）表 2 中的二级排放标准。

表 5.3-6 无组织排放废气监测结果（单位：mg/m³）

采样时间	采样点	SO ₂	NO _x	总烃	非甲烷总烃
		监测值	监测值	平均值	平均值
2017.6.29	厂界南	<0.007	<0.0015	2.60	1.05
	厂界北	<0.007	<0.0015	2.20	0.76
2018.3.20	厂界南	<0.007	<0.0015	5.09	2.43
	厂界北	<0.007	<0.0015	2.60	0.21
2018.6.4	厂界南	<0.007	<0.0015	1.71	1.22
	厂界北	<0.007	<0.0015	1.95	1.46
2018.8.20	厂界南	<0.007	<0.0015	0.64	2.39
	厂界北	<0.007	<0.0015	0.59	2.95
《大气污染物综合排放标准》 （GB16297-1996）		0.4	0.12	-	4.0

• 噪声

噪声主要是大型机泵、压缩机、燃气发电机、换热器等设备产生。

对于噪声大于 90dB(A)的设备进行消声和减震措施，利用低噪声设备，利用建筑物阻隔及强化厂区的绿化减噪。

中国海洋石油总公司节能减排监测中心对涠洲终端四周厂界噪声进行昼夜监测，监测结果如表 5.3-7 所示。监测结果表明四周厂界的昼夜噪声满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）2 级排放标准。

表 5.3-7 各厂界昼夜噪声检测值（单位：dB(A)）

日期	监测点	昼间	夜间
2016.12.17	西厂界	53.2	43.0
	南厂界	53.3	44.0



日期	监测点	昼间	夜间
	东厂界	54.1	44.2
	北厂界	52.7	42.6
2017.3.23	西厂界	49.8	44.3
	南厂界	50.3	44.9
	东厂界	51.2	41.0
	北厂界	53.7	43.1
2017.6.23	西厂界	54.9	44.8
	南厂界	54.7	44.5
	东厂界	53.2	43.6
	北厂界	54.8	43.7
2017.9.9	西厂界	57.2	46.1
	南厂界	53.9	43.6
	东厂界	52.3	45.7
	北厂界	56.8	45.9
2017.11.8	西厂界	53.4	43.9
	南厂界	54.6	45.0
	东厂界	55.0	44.8
	北厂界	54.0	43.5
2018.3.11	西厂界	53.9	43.5
	南厂界	54.1	44.6
	东厂界	52.0	43.2
	北厂界	54.5	44.8
2018.5.24	西厂界	54.9	45.2
	南厂界	55.1	47.7
	东厂界	55.0	47.3
	北厂界	56.2	49.8
2018.8.9	西厂界	53.9	47.2
	南厂界	54.1	48.7
	东厂界	54.0	48.3
	北厂界	56.9	46.8
《工业企业厂界环境噪声排放标准》 (GB 12348-2008)		60	50

• 废渣

废渣包括污水处理系统的污泥、储罐区罐体产生的底泥、废油、工业废弃物（如废玻璃、废钢铁、废包装材料等）及生活垃圾。厂区设置有污泥处置回收系统，经离心过滤和离心脱水处理后的污泥、底泥及其他危险废弃物集中暂存，后交由具有资质的单位安全处置。生活垃圾由涠洲岛环卫部门统一处置。



5.3.3 故障排污及溢油情况回顾

截至目前本项目依托的涠洲油田群生产过程中邻近海域发生溢油污染事故 2 次，2 次事故均溢油量较少，且得到了及时处理，未对沿岸及周围海洋环境敏感目标造成明显影响。2 次溢油事故具体情况如下：

1、2002 年 10 月 6 日，涠洲 11-4 油田至涠洲 12-1 油田输油海管发生漏油事故，作为建设单位的中海油湛江分公司派出守护船和直升机沿涠洲 11-4 油田至涠洲 12-1 油田原油外输海管周围查找原因和漏点，发现海面上有长约 2~3km，宽约 100~200m 的油膜带，估计溢油量不超过 5m³。建设单位积极主动对事故进行处置，因海况恶劣（风力 17~20m/s，阵风 21~23m/s），为了防止油膜带漂移到岸边，向国家海洋局南海分局请示后，决定向油膜带喷洒消油剂，10 月 6、7 日两天在累计喷洒消油剂 6.5 吨后，海面看不到油膜带。

中海油湛江分公司对输油海管破损段进行修复，对破损海管进行切割取样送回湛江基地，并委托天津海恩海洋工程技术有限公司对切割下来的输油管道进行了分析，得出分析报告，认为是输油管道受到外力的作用而破坏。本次溢油事故发生后，建设单位处理及时，溢油量较少，油污未上岸，未对涠洲油田附近沿岸及周围敏感目标造成明显影响。

2、2006 年 12 月 23 日，WZ11-4WHPA 平台至 WZ12-1WHPA 平台的输油海管因腐蚀发生渗漏，在 WZ11-4WHPA 平台附近海面形成小片油膜（估计溢油量在 1t 以内）。中海油湛江分公司立即关停相关油田，并派出直升机在海上巡查，由于本次泄漏油量不大，速度缓慢，漏油无法回收，三天后已不见油膜，因此建设单位没有动用溢油回收设备，也没有喷洒消油剂。

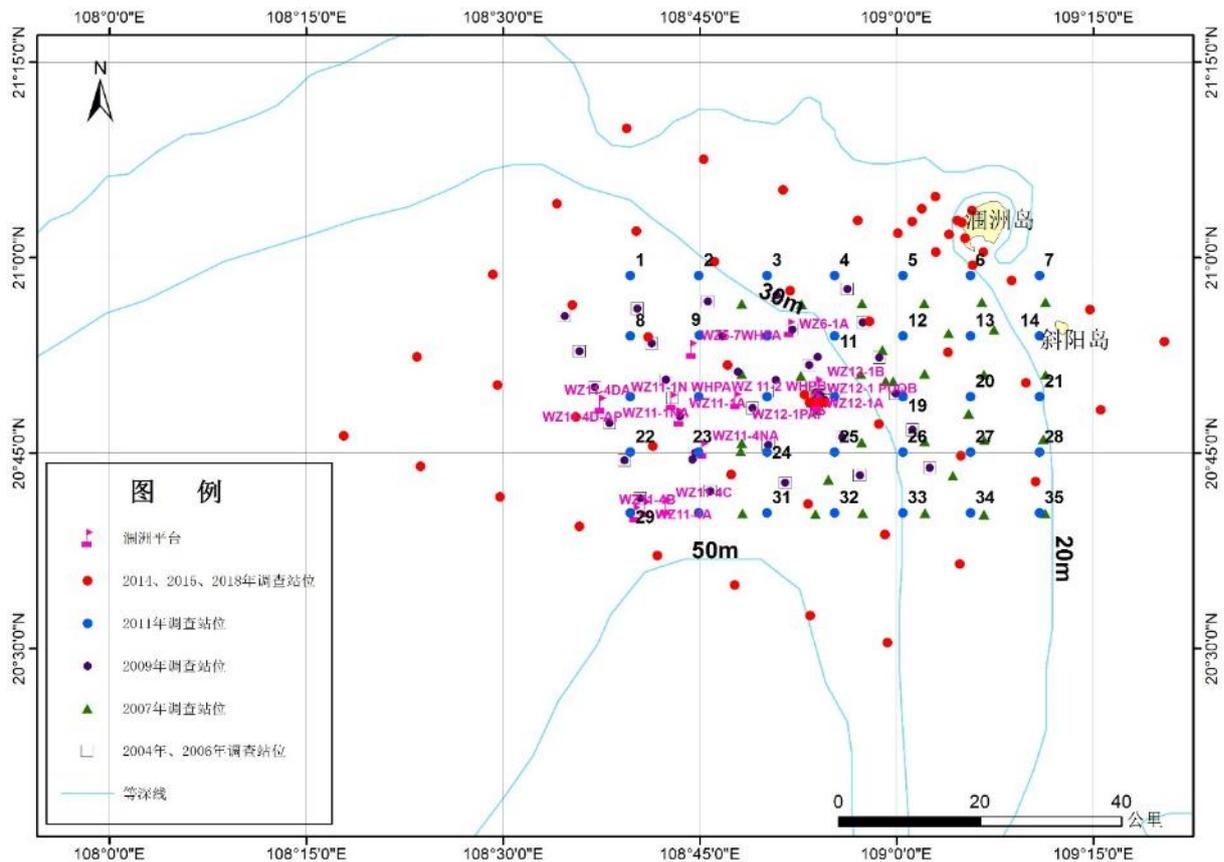
本次溢油事故主要原因是海管腐蚀，为了避免本条海管因腐蚀再次发生原油渗漏，中海油湛江分公司于 2008 年在原海管旁重新铺设一条海管替换原海管输油。本次溢油事故发现和及时处理，溢油量很小，没有造成大的海洋环境污染，也没有产生明显的环境损失。

5.4 海洋环境质量回顾

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，以进行本项目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 2004 年 9 月、2006 年 5 月、2006 年 11 月、2007 年 5 月、2009 年 3 月、2009 年 11 月、2011 年 6 月、2012 年 9 月、2014 年 5 月、2015 年 9 月和 2018 年 4 月在涠洲海域共 11 次的调查资料，其中包括 6 次春季调查，5 次秋季调查。历次调查站位对比见图 5.4-1。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。

11 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。



5.4.1 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 5.4-1 和表 5.4-2，统计结果中的超标率包括 2 类，一类为按表层、10m 层和底层 3 个层次分层统计各层的样品超标率；另一类为汇总 3 个采样层次统计总的样品超标率。

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。COD 的平均值均较接近，均低于第一类海水水质标准；硫化物和挥发酚的含量均很低，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；11 次调查中在 2009 年 3 月和 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。

在 11 次调查中除 2009 年 3 月调查中无机氮含量超标，其它 10 次调查中无机氮含量均无超标现象。除 2011 年 6 月、2014 年 5 月和 2018 年 4 月外，其余 8 次调查活性磷酸盐均出现一定程度的超标，2009 年海区活性磷酸盐含量平均较其他各次调查高一些。底层活性磷酸盐出现超标在海区较为普遍，与海区水深、水温、溶解氧含量和垂直交换程度有关。

锌在 2006 年 11 月、2014 年 5 月和 2015 年 9 月略微超标，整个海区超标站点较为分散，没有明显分布规律，未见与平台作业的相关性；铅在 2006 年 5 月、2006 年 11 月轻微超标，样品超标率在 6% 以下，2014 年 5 月和 2015 年 9 月样品超标率分别为 19.2% 和 3.3%，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；2004 年 9 月、2006 年 11 月、2007 年 5 月、2014 年 5 月和 2015 年 9 月分别有个别站位样品略微超标，样品超标率在 10% 以下，超标倍数最大为 0.82。历次调查石油类超标站位分布较为随机，未见与油田平台作业的相关性。



各次调查 COD、汞、砷、铬、镉、硫化物和挥发酚等水质要素的含量在历次调查中变化不大且含量较低，均满足一类海水水质标准要求。

5.4.2 沉积物质量状况回顾

沉积物环境质量状况回顾选用 2004 年 9 月、2006 年 5 月、2006 年 11 月、2007 年 5 月、2009 年 3 月、2009 年 11 月、2011 年 6 月、2012 年 9 月、2014 年 5 月、2015 年 9 月和 2018 年 4 月共 11 次调查资料，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 5.4-3 所示。

由表可知，除 2004 年 9 月个别站位沉积物出现较严重超标外；其余 10 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。2004 年 9 月超标因子主要为有机碳、硫化物、汞、砷、铅、锌，涠洲油田群特征污染物石油类未超标，根据《广西北部湾近岸海域生态环境问题与治理对策研究》（广西日报，2015 年广西环保世纪行宣传活动专题调研课题组），2002 年至 2012 年间广西近岸海湾沉积物锌、有机碳、石油类、铅、砷、铜、镉、硫化物和总铬等沉积物因子出现不同程度超标现象，究其超标原因主要包括：入海河流水质不稳定，部分河流处于中度、重度污染；沿海工业企业增多，工业废水中重金属未得到处理等。

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，石油开采活动没有对沉积物质量产生明显影响。



表 5.4-1 涠洲油田海域历次调查水质要素统计结果对比表（春季）

调查项目 \ 调查时间		2006 年 5 月	2007 年 5 月	2009 年 3 月	2011 年 6 月	2014 年 5 月	2018 年 4 月
水温 (°C)	范围	25.3~26.4	26.5~29.8	20.7~23.6	25.90~31.70	24.83~28.61	20.26~25.58
	平均值	25.8	28.1	21.4	28.08	27.45	22.63
盐度	范围	33.176~33.706	33.465~34.061	32.372~32.672	32.317~33.657	32.925~35.690	31.837~33.038
	平均值	33.469	33.792	32.492	33.025	34.140	32.298
悬浮物 (mg/L)	范围	0.4~21.7	Δ~11.5	1.7~13.9	2.8~24.4	1.9~22.5	0.2~22.4
	平均值	4.9	1.6	4.5	6.1	7.2	7.8
pH	范围	7.74~8.24	8.13~8.22	8.18~8.26	8.11~8.28	8.06~8.24	8.15~8.31
	平均值	8.17	8.19	8.23	8.22	8.16	8.23
	样品超标率(%)	1	0	0	0	0	0
	表层超标率(%)	0	0	0	0	0	0
	10m 层超标率(%)	2.6	0	0	0	0	0
	底层超标率(%)	0	0	0	0	0	0
DO (mg/L)	范围	4.87~6.80	5.98~6.84	6.05~7.94	5.65~7.40	5.62~6.54	5.93~8.02
	平均值	6.08	6.38	7.47	6.44	6.14	7.01
	样品超标率(%)	37	1	0	10	20.5	0.6
	表层超标率(%)	21.1	3.0	0	14.3	7.8	0
	10m 层超标率(%)	39.5	0	0	8.6	22.4	0
	底层超标率(%)	50	0	0	5.7	31.4	1.9
COD (mg/L)	范围	0.40~1.32	Δ~0.81	0.34~0.93	0.18~1.74	0.97~1.78	Δ~0.95
	平均值	0.64	0.34	0.59	0.49	1.33	0.55
	样品超标率(%)	0	0	0	0	0	0
	表层超标率(%)	0	0	0	0	0	0



调查时间		2006年5月	2007年5月	2009年3月	2011年6月	2014年5月	2018年4月
调查项目							
	10m层超标率(%)	0	0	0	0	0	0
	底层超标率(%)	0	0	0	0	0	0
无机氮 ($\mu\text{g/L}$)	范围	20.6~195	48.7~135	30.9~374	23.8~155	20.8~194	19.9~128
	平均值	58.4	78.9	123	62.0	70.8	51.2
	样品超标率(%)	0	0	14	0	0	0
	表层超标率(%)	0	0	15	0	0	0
	10m层超标率(%)	0	0	13	0	0	0
	底层超标率(%)	0	0	13	0	0	0
PO4-P ($\mu\text{g/L}$)	范围	Δ ~22.2	1.0~22.6	8.4~36.0	1.0~14.7	1.8~14.7	1.0~8.5
	平均值	10.0	7.00	16.7	4.6	5.1	2.3
	样品超标率(%)	23	3	51	0	0	0
	表层超标率(%)	15.8	3	49	0	0	0
	10m层超标率(%)	31.6	0	41	0	0	0
	底层超标率(%)	31.6	6	64	0	0	0
石油类 (mg/L)	范围	0.014~0.050	Δ ~0.058	Δ ~0.040	0.011~0.049	Δ ~0.091	0.010~0.028
	平均值	0.030	0.024	0.014	0.022	0.020	0.017
	样品超标率(%)	0	1	0	0	4	0
	表层超标率(%)	0	3	0	0	3.9	0
	10m层超标率(%)	0	0	0	0	/	/
	底层超标率(%)	0	0	0	0	/	/
汞 ($\mu\text{g/L}$)	范围	/	0.014~0.050	/	0.016~0.030	0.016~0.030	0.017~0.025
	平均值	/	0.035	/	0.022	0.022	0.021



调查项目		调查时间					
		2006年5月	2007年5月	2009年3月	2011年6月	2014年5月	2018年4月
)	样品超标率(%)	/	0	/	0	0	0
	表层超标率(%)	/	0	/	0	0	0
	10m层超标率(%)	/	0	/	0	0	0
	底层超标率(%)	/	0	/	0	0	0
砷 ($\mu\text{g/L}$)	范围	0.7~1.8	2.3~3.8	1.6~3.1	1.9~3.5	0.9~3.9	1.6~2.3
	平均值	1.0	2.7	2.1	2.5	1.5	1.9
	样品超标率(%)	0	0	0	0	0	0
	表层超标率(%)	0	0	0	0	0	0
	10m层超标率(%)	0	0	0	0	0	0
	底层超标率(%)	0	0	0	0	0	0
铜 ($\mu\text{g/L}$)	范围	/	1.1~2.1	/	1.3~3.8	0.6~3.4	Δ ~1.4
	平均值	/	1.5	/	2.4	1.4	0.7
	样品超标率(%)	/	0	/	0	0	0
	表层超标率(%)	/	0	/	0	0	0
	10m层超标率(%)	/	0	/	0	0	0
	底层超标率(%)	/	0	/	0	0	0
铬 ($\mu\text{g/L}$)	范围	/	Δ ~4.9	/	0.82~1.58	0.40~0.70	0.40~0.75
	平均值	/	2.2	/	1.05	0.55	0.58
	样品超标率(%)	/	0	/	0	0	0
	表层超标率(%)	/	0	/	0	0	0
	10m层超标率(%)	/	0	/	0	0	0
	底层超标率(%)	/	0	/	0	0	0



调查项目 \ 调查时间		2006 年 5 月	2007 年 5 月	2009 年 3 月	2011 年 6 月	2014 年 5 月	2018 年 4 月
锌 ($\mu\text{g/L}$)	范围	7.9~17.6	5.3~17.2	3.7~17.7	5.1~19.6	1.9~23.5	1.6~14.4
	平均值	12.3	12.0	12.3	13.8	10.0	4.2
	样品超标率(%)	0	0	0	0	4	0
	表层超标率(%)	0	0	0	0	2.0	0
	10m 层超标率(%)	0	0	0	0	6.1	0
	底层超标率(%)	0	0	0	0	3.9	0
镉 ($\mu\text{g/L}$)	范围	Δ ~0.33	Δ ~0.24	Δ	Δ ~0.21	Δ ~0.26	Δ ~0.57
	平均值	0.18	0.05	0.05	0.05	0.09	0.23
	样品超标率(%)	0	0	0	0	0	0
	表层超标率(%)	0	0	0	0	0	0
	10m 层超标率(%)	0	0	0	0	0	0
	底层超标率(%)	0	0	0	0	0	0
铅 ($\mu\text{g/L}$)	范围	0.5~1.3	0.5~0.9	0.4~1.0	0.4~0.9	0.4~1.7	0.3~0.9
	平均值	0.8	0.7	0.7	0.7	0.9	0.6
	样品超标率(%)	5	0	0	0	19.2	0
	表层超标率(%)	5.3	0	0	0	15.7	0
	10m 层超标率(%)	0	0	0	0	16.3	0
	底层超标率(%)	10.5	0	0	0	25.5	0
硫化物 ($\mu\text{g/L}$)	范围	Δ ~0.41	Δ ~0.20	Δ ~0.5	Δ ~0.2	Δ ~0.30	Δ ~0.3
	平均值	0.13	0.06	0.1	0.1	0.07	0.1
	样品超标率(%)	0	0	0	0	0	0
	表层超标率(%)	0	0	0	0	0	0
	10m 层超标率	0	0	0	0	0	0



调查项目 \ 调查时间		2006年5月	2007年5月	2009年3月	2011年6月	2014年5月	2018年4月
	(%)						
	底层超标率(%)	0	0	0	0	0	0
挥发性酚 ($\mu\text{g/L}$)	范围	$\Delta\sim 2.0$	$\Delta\sim 3.0$	$\Delta\sim 3.0$	$\Delta\sim 3.4$	$\Delta\sim 4.2$	$\Delta\sim 4.3$
	平均值	1.0	0.6	0.6	0.9	2.0	1.4
	样品超标率(%)	0	0	0	0	0	0
	表层超标率(%)	0	0	0	0	0	0
	10m层超标率(%)	0	0	0	0	0	0
	底层超标率(%)	0	0	0	0	0	0

注：“ Δ ”表示样品测值低于检出限，统计时取检出限的一半，下同。

表 5.4-2 涠洲油田海域历次调查水质要素统计结果对比表（秋季）

调查项目 \ 调查时间		2004年9月	2006年11月	2009年11月	2012年9月	2015年9月
水温 ($^{\circ}\text{C}$)	范围	26.46~31.32	25.1~27.6	21.15~25.21	25.50~29.80	25.7~29.6
	平均值	29.14	26.3	22.53	28.20	27.5
盐度	范围	32.083~33.821	32.322~32.900	32.072~33.201	32.000~34.002	29.127~32.924
	平均值	33.002	32.630	32.186	32.662	30.501
悬浮物 (mg/L)	范围	1.1~19.2	0.9~37.1	1.5~11.5	2.8~15.8	1.5~10.6
	平均值	4.2	5.4	3.4	6.0	2.7
pH	范围	8.02~8.21	7.93~8.24	8.21~8.28	8.01~8.27	8.09~8.38
	平均值	8.14	8.15	8.24	8.20	8.29
	样品超标率(%)	0	0	0	0	0
	表层超标率(%)	0	0	0	0	0
	10m层超标率(%)	0	0	0	0	0
	底层超标率(%)	0	0	0	0	0



调查项目		调查时间				
		2004 年 9 月	2006 年 11 月	2009 年 11 月	2012 年 9 月	2015 年 9 月
DO (mg/L)	范围	3.53~7.28	5.69~6.53	6.36~7.51	3.04~6.93	2.95~6.63
	平均值	5.64	6.13	6.99	5.78	5.85
	样品超标率(%)	30	10	0	32.5	30.7
	表层超标率(%)	15.8	5	0	0	0
	10m 层超标率(%)	23.7	5	0	0	0
	底层超标率(%)	100	21	0	97.5	92.2
COD (mg/L)	范围	Δ ~1.18	0.36~0.84	0.20~0.57	Δ ~0.41	0.08~0.69
	平均值	0.29	0.61	0.38	0.23	0.28
	样品超标率(%)	0	0	0	0	0
	表层超标率(%)	0	0	0	0	0
	10m 层超标率(%)	0	0	0	0	0
	底层超标率(%)	0	0	0	0	0
无机氮 (μ g/L)	范围	7.3~84.1	41.9~171	47.9~237	10.5~112	10.6~131
	平均值	36.0	97.5	85.5	38.4	36.2
	样品超标率(%)	0	0	2.5	0	0
	表层超标率(%)	0	0	0	0	0
	10m 层超标率(%)	0	0	2.5	0	0
	底层超标率(%)	0	0	5	0	0
PO4-P (μ g/L)	范围	1.2~15.9	1.9~21.0	20.3~34.5	Δ ~20.8	1.6~19.9
	平均值	6.4	7.00	27.5	4.6	4.97
	样品超标率(%)	1	1	100	1.7	2.0
	表层超标率(%)	0	3	100	0	0
	10m 层超标率(%)	0	3	100	0	0
	底层超标率(%)	0	0	100	5.0	5.9
石油类 (mg/L)	范围	0.010~0.061	0.010~0.065	0.012~0.047	Δ ~0.035	0.019~0.075
	平均值	0.027	0.022	0.020	0.015	0.034



调查时间		2004 年 9 月	2006 年 11 月	2009 年 11 月	2012 年 9 月	2015 年 9 月
调查项目	样品超标率(%)	3	2	0	0	3.3
	表层超标率(%)	0	3	0	0	9.8
	10m 层超标率(%)	2.6	0	0	0	/
	底层超标率(%)	10.5	3	0	0	/
汞 ($\mu\text{g/L}$)	范围	/	/	0.015~0.030	0.014~0.027	0.012~0.023
	平均值	/	/	0.022	0.020	0.018
	样品超标率(%)	/	/	0	0	0
	表层超标率(%)	/	/	0	0	0
	10m 层超标率(%)	/	/	0	0	0
	底层超标率(%)	/	/	0	0	0
砷 ($\mu\text{g/L}$)	范围	/	0.9~1.7	1.4~2.0	1.6~2.4	1.4~2.3
	平均值	/	1.3	1.7	1.9	1.7
	样品超标率(%)	/	0	0	0	0
	表层超标率(%)	/	0	0	0	0
	10m 层超标率(%)	/	0	0	0	0
	底层超标率(%)	/	0	0	0	0
铜 ($\mu\text{g/L}$)	范围	/	/	1.7~2.7	0.6~3.7	0.6~4.6
	平均值	/	/	2.2	1.8	1.8
	样品超标率(%)	/	/	0	0	0
	表层超标率(%)	/	/	0	0	0
	10m 层超标率(%)	/	/	0	0	0
	底层超标率(%)	/	/	0	0	0
铬 ($\mu\text{g/L}$)	范围	/	/	0.10~2.23	0.44~1.23	0.57~0.99
	平均值	/	/	0.57	0.85	0.76
	样品超标率(%)	/	/	0	0	0
	表层超标率(%)	/	/	0	0	0



调查时间		2004 年 9 月	2006 年 11 月	2009 年 11 月	2012 年 9 月	2015 年 9 月
调查项目	10m 层超标率(%)	/	/	0	0	0
	底层超标率(%)	/	/	0	0	0
锌 ($\mu\text{g/L}$)	范围	/	9.7~20.9	2.5~15.1	3.7~15.1	1.9~26.6
	平均值	/	15.8	9.0	7.0	11.9
	样品超标率(%)	/	3	0	0	11.1
	表层超标率(%)	/	3	0	0	9.8
	10m 层超标率(%)	/	5	0	0	11.8
	底层超标率(%)	/	0	0	0	11.8
镉 ($\mu\text{g/L}$)	范围	/	$\Delta\sim 0.40$	$\Delta\sim 0.20$	$\Delta\sim 0.15$	$\Delta\sim 0.22$
	平均值	/	0.25	0.09	0.08	0.04
	样品超标率(%)	/	0	0	0	0
	表层超标率(%)	/	0	0	0	0
	10m 层超标率(%)	/	0	0	0	0
铅 ($\mu\text{g/L}$)	范围	/	0.5~1.2	0.5~1.0	$\Delta\sim 1.0$	0.3~1.3
	平均值	/	0.8	0.8	0.6	0.5
	样品超标率(%)	/	6	0	0	3.3
	表层超标率(%)	/	13	0	0	3.9
	10m 层超标率(%)	/	3	0	0	2.0
硫化物 ($\mu\text{g/L}$)	范围	$\Delta\sim 0.39$	$\Delta\sim 0.40$	$\Delta\sim 0.4$	$\Delta\sim 0.2$	$\Delta\sim 0.3$
	平均值	0.03	0.10	0.1	0.1	0.2
	样品超标率(%)	0	0	0	0	0
	表层超标率(%)	0	0	0	0	0
	10m 层超标率(%)	0	0	0	0	0
	底层超标率(%)	0	0	0	0	0



调查时间		2004 年 9 月	2006 年 11 月	2009 年 11 月	2012 年 9 月	2015 年 9 月
挥发性酚 ($\mu\text{g/L}$)	范围	0.6~4.1	Δ ~2.9	Δ	1.0~4.3	0.9~4.9
	平均值	2.6	1.1	0.5	2.1	3.1
	样品超标率(%)	0	0	0	0	0
	表层超标率(%)	0	0	0	0	0
	10m 层超标率(%)	0	0	0	0	0
	底层超标率(%)	0	0	0	0	0

表 5.4-3 涠洲油田海域历年各沉积物要素统计结果对比表

项目		2004.09	2006.05	2006.11	2007.05	2009.03	2009.11	2011.06	2012.09	2014.05	2015.09	2018.06
有机碳	范围	0.37~1.05	0.25~0.49	0.34~0.85	0.36~0.59	0.21~0.52	0.23~0.48	0.33~0.50	0.29~0.51	0.24~0.44	0.18~0.46	0.11~0.56
	平均值	0.49	0.41	0.50	0.47	0.35	0.39	0.41	0.39	0.34	0.38	0.36
	超标率(%)	4.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
硫化物	范围	0.07~7.87	0.09~0.48	0.18~0.55	0.02~0.31	0.13~0.49	0.01~0.16	0.14~0.53	0.04~0.41	0.11~0.31	0.11~0.31	0.01~0.03
	平均值	0.53	0.25	0.31	0.13	0.29	0.06	0.33	0.22	0.21	0.20	0.02
	超标率(%)	4.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
铜	范围	/	/	/	0.35~0.77	/	0.20~0.57	0.32~0.67	0.19~0.78	0.49~0.77	0.38~0.85	0.32~0.66
	平均值	/	/	/	0.52	/	0.45	0.48	0.47	0.63	0.56	0.46
	超标率(%)	/	/	/	0	/	0	0	0	0	0	0
铅	范围	0.29~2.40	0.20~0.74	0.24~0.68	0.29~0.76	0.27~0.98	0.26~0.88	0.39~0.91	0.13~0.81	0.40~0.64	0.35~0.62	0.26~0.88
	平均值	0.48	0.37	0.34	0.41	0.43	0.47	0.56	0.37	0.51	0.47	0.53
	超标率(%)	4.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
锌	范围	0.31~1.05	0.25~0.62	0.44~0.85	0.36~0.66	0.09~0.62	0.22~0.59	0.34~0.52	0.29~0.76	0.40~1.08	0.48~0.81	0.29~0.50
	平均值	0.48	0.51	0.67	0.49	0.43	0.48	0.45	0.56	0.65	0.62	0.42
	超标率(%)	4.3	0	0	0	0	0	0	0	6.9	0	0
镉	范围	0.02~0.54	0.02~0.22	0.02~0.18	0.02~0.34	0.08~0.44	0.02~0.26	0.04~0.34	0.11~0.61	0.12~0.70	0.18~0.64	0.04~0.74



项目		2004.09	2006.05	2006.11	2007.05	2009.03	2009.11	2011.06	2012.09	2014.05	2015.09	2018.06
	平均	0.08	0.08	0.05	0.14	0.14	0.12	0.12	0.28	0.38	0.35	0.30
	超标率(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
铬	范围	0.41~0.50	0.30~0.75	0.26~0.92	0.39~0.81	0.08~0.57	0.20~0.49	0.32~0.48	0.17~0.34	0.21~0.40	0.17~0.46	0.22~0.47
	平均值	0.48	0.57	0.69	0.70	0.43	0.40	0.41	0.27	0.27	0.29	0.29
	超标率(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
总汞	范围	0.07~3.54	0.07~0.40	0.12~0.74	0.17~0.31	0.23~0.32	0.15~0.42	0.06~0.24	0.05~0.54	0.13~0.46	0.06~0.32	0.14~0.68
	平均	0.28	0.17	0.25	0.22	0.26	0.20	0.14	0.20	0.18	0.12	0.22
	超标率(%)	4.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
砷	范围	0.21~1.28	0.14~0.47	0.21~0.50	0.28~0.56	0.39~0.60	0.25~0.77	0.23~0.51	0.08~0.98	0.23~0.99	0.34~0.97	0.16~0.42
	平均值	0.36	0.33	0.33	0.47	0.50	0.44	0.36	0.27	0.46	0.55	0.30
	超标率(%)	4.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
油类	范围	0.04~0.23	0.02~0.12	0.06~0.46	0.03~0.08	0.05~0.27	0.05~0.32	0.02~0.30	0.05~0.19	0.03~0.33	0.02~0.08	0.01~0.03
	平均值	0.09	0.06	0.13	0.05	0.09	0.09	0.08	0.08	0.09	0.03	0.01
	超标率(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注：“/”表示此项目未进行监测。

5.4.3 海洋生物状况回顾

海洋生物状况采用 2004 年 9 月、2006 年 5 月、2006 年 11 月、2007 年 5 月、2009 年 3 月、2009 年 11 月、2011 年 6 月、2012 年 9 月、2014 年 5 月、2015 年 9 月和 2018 年 4 月共 11 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 6 次春季调查，5 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。

a 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 5.4-4，由表可见，叶绿素 a 含量以 2007 年和 2014 年春季及 2015 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 2004 年秋季最高，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 5.4-4 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	2018 年 4 月	0.24~1.37	0.67	0.87~4.51	2.20
	2014 年 5 月	0.13~0.96	0.41	0.80~6.20	2.51
	2011 年 6 月	0.49~7.75	1.88	3.08~38.31	9.88
	2009 年 3 月	0.24~2.77	1.05	1.71~9.53	4.18
	2007 年 5 月	0.06~0.86	0.26	0.608~2.69	1.71
	2006 年 5 月	0.57~3.00	1.69	2.93~13.3	6.43
秋季	2015 年 9 月	0.05~2.08	0.46	0.19~9.11	1.75
	2012 年 9 月	0.47~2.75	1.10	1.34~12.5	4.89
	2009 年 11 月	0.49~2.66	1.03	1.89~10.70	4.32
	2006 年 11 月	0.49~2.59	1.24	0.946~5.71	2.21
	2004 年 9 月	0.39~2.43	1.45	4.19~27.7	12.9

b 浮游植物

浮游植物调查数据的对比分析统计结果见表 5.4-5。由表可见，各次调查的浮游植物种类数和个体数量差异明显，种类数多寡与调查海域、调查站数不尽相同有关，通常调查站数多、区域广，其种类数也相应多一些。2018 年 4 月



调查所获浮游植物个体数量不高,但种类多样性指数处于较高水平,海区浮游植物优势种更替明显。海区内各站位相比,除斜阳岛东部个体数量较高,油田作业区与周边区域差别不大。而该海区以往的调查结果也显示,本次调查结果处于正常波动范围内,未来还需继续加强对作业区及其邻近海域的监测,及时了解掌握海区浮游植物变化情况。

调查海区优势种组成随季节更替明显:辐杆藻、根管藻、角毛藻易于在春季形成优势种,中肋骨条藻、菱形海线藻易于在秋季形成优势种,这些种类是调查海区主要的浮游植物。

表 5.4-5 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		均匀度	
			范围	均值	范围	均值	范围	均值
春季	2018年4月	111种	0.0098~0.0736	0.0336	3.02~4.39	3.79	0.67~0.95	0.84
	2014年5月	47种	0.0026~0.188	0.0216	0.28~3.24	2.28	0.08~1.00	0.78
	2011年6月	97种	0.0008~24.04	3.34	0.42~3.98	2.15	0.08~1.00	0.54
	2009年3月	87种	1.86~11.10	4.81	1.16~3.15	2.30	0.22~0.61	0.44
	2007年5月	55种	0.007~0.65	0.18	0.79~3.57	1.92	0.20~0.96	0.50
	2006年5月	97种	0.001~0.16	0.035	2.41~4.27	3.39	0.65~0.90	0.79
秋季	2015年9月	96种	0.0044~0.24	0.032	1.55~3.80	2.81	0.37~0.95	0.78
	2012年9月	82种	0.007~10.5	1.00	0.04~3.66	1.61	0.01~0.77	0.39
	2009年11月	73种	0.01~0.37	0.08	0.92~4.45	3.56	0.18~0.93	0.76
	2006年11月	86种	0.01~2.36	0.24	2.32~3.99	3.41	0.48~0.78	0.66
	2004年9月	203种	0.13~1.49	0.62	2.43~4.80	4.19	0.40~0.85	0.72
季节	年份	优势种						
春季	2018年4月	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						
	2014年5月	细长翼根管藻、梭角藻、具尾鳍藻						
	2011年6月	旋链角毛藻、地中海指管藻、掌状冠盖藻、优美辐杆藻						
	2009年3月	透明辐杆藻、旋链角毛藻、模式型翼根管藻、柔弱角毛藻、细长翼根管藻						
	2007年5月	薛氏束毛藻、红海束毛藻、细长翼根管藻						
	2006年5月	萎软几内亚藻、洛氏角毛藻、笔尖形根管藻、透明辐杆藻						
秋季	2015年9月	菱形海线藻、大角角藻、梭角藻						
	2012年9月	普氏棕囊藻						
	2009年11月	中肋骨条藻、琼氏圆筛藻、布氏双尾藻、圆筛藻 sp.、格氏圆筛藻、虹彩圆筛藻、辐射圆筛藻、勇士鳍藻印度变种、锤状中鼓藻						
	2006年11月	洛氏角毛藻、菱形海线藻、旋链角毛藻、柔弱菱形藻						



季节	年份	种类数	个体数量 ($\times 10^6$ 个/ m^3)		多样性		均匀度	
			范围	均值	范围	均值	范围	均值
	2004 年 9 月		中肋骨条藻、红海束毛藻、薛氏束毛藻、旋链角毛藻					

c 浮游动物

浮游动物调查数据的对比分析统计结果见表 5.4-6。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 4 月调查多项指标数值较以往相比波动不大，个体数量虽然略微偏低，但都处于调查海区的正常变化范围内，浮游动物群落结构较稳定，优势种组成变化不大。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 5.4-6 调查海区浮游动物历史调查结果的生物指标比较

调查时间		种数	生物量($10^2mg/m^3$)	个体数量(个/ m^3)	多样性	均匀度
春季	2018 年 4 月	122	1.21	203	2.83	0.64
	2014 年 5 月	149	0.93	281	3.31	0.59
	2011 年 6 月	145	1.36	385	3.8	0.638
	2009 年 3 月	125	0.69	101	4.29	0.764
	2007 年 5 月	146	0.1	190	4.42	0.72
	2006 年 5 月	130	0.2	341	4.95	0.79
秋季	2015 年 9 月	147	0.58	130	3.37	0.62
	2012 年 9 月	197	0.79	259	3.16	0.52
	2009 年 11 月	141	1.65	190	3.32	0.592
	2006 年 11 月	145	0.24	469	3.01	0.67
	2004 年 9 月	156	0.39	195	4.72	0.75
调查时间		优势种				
春季	2018 年 4 月	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				
	2014 年 5 月	鸟喙尖头蚤、肥胖三角蚤、肥胖箭虫和软拟海樽				
	2011 年 6 月	鸟喙尖头蚤、肥胖三角蚤、肥胖箭虫、小齿海樽、微刺哲水蚤、亚强真哲水蚤、长尾住囊虫、棒笔帽螺和软拟海樽				
	2009 年 3 月	夜光虫、中华哲水蚤、鸟喙尖头蚤、精致真刺水蚤、亚强真哲水蚤、肥胖箭虫、软拟海樽、锥形宽水蚤、卵形光水蚤和红住囊虫				
	2007 年 5 月	微刺哲水蚤、异尾宽水蚤、锥形宽水蚤、亚强真哲水蚤、红住囊虫和东方莹虾				



	2006 年 5 月	肥胖箭虫、针刺真浮萤、夜光藻、微刺哲水蚤、鸟喙尖头蚤、细长真浮萤、肥胖三角蚤、软拟海樽、东方莹虾和红住囊虫
秋季	2015 年 9 月	肥胖箭虫、双生水母、鸟喙尖头蚤、拟细浅室水母、亚强次真哲水蚤、叉胸刺水蚤、肥胖三角蚤
	2012 年 9 月	鸟喙尖头蚤、肥胖三角蚤、亚强真哲水蚤、肥胖箭虫、微刺哲水蚤、亨生莹虾和中型莹虾
	2009 年 11 月	肥胖箭虫、微刺哲水蚤、亚强真哲水蚤、锥形宽水蚤、叉胸刺水蚤、中型莹虾、卵形光水蚤和亨生莹虾
	2006 年 11 月	微刺哲水蚤、肥胖箭虫、夜光虫、锥形宽水蚤、亚强真哲水蚤、叉胸刺水蚤、鸟喙尖头蚤和东方莹虾
	2004 年 9 月	肥胖箭虫、亚强真哲水蚤、棱形萨尔帕、微刺哲水蚤

d 底栖生物

底栖生物调查数据的对比分析统计结果见表 5.4-7。由表可见，调查海区底栖生物栖息密度和生物量受季节影响较明显，春季高于秋季。2018 年 4 月调查此 2 项指标数值，历次调查中处于较低水平，与同季节其它航次调查结果相比较，也处于偏低水平；2018 年 4 月调查结果与以往结果底栖生物栖息密度和生物量的减少，与底栖生物在海底的斑块状分布及底栖定量挖泥采样的随机性有一定关系。在多样性指数和均匀度指数方面，2018 年 4 月调查所获结果数据值较高，说明调查海区底栖生物多样性处在较高的水平上。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差异较大，显示海域底栖生物种类的季节性演替特征突出。总体来说，调查海区底栖生物群落结构较为稳定，栖息密度和生物量偏低，可能是受到季节性因素的影响，今后应加强监测，注意防范污染的发生。

表 5.4-7 调查海区底栖生物历史调查结果的生物指标比较

生态指标	种类数量	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	124 种	节肢动物 34 种	18.8	4.42	3.61	0.80
	2014 年 5 月	84 种	甲壳类 25 种	60.7	33.21	1.59	0.47
	2011 年 6 月	104 种	甲壳类 37 种	15.3	15.6	2.5	0.71
	2009 年 3 月	190 种	甲壳类 64 种	31.2	24.05	4.34	0.87
	2007 年 5 月	127 种	甲壳类 44 种	152	60	0.98	0.28
	2006 年 5 月	83 种	甲壳类 28 种	25.2	28.69	2.48	0.68
秋季	2015 年 9 月	100 种	节肢动物 29 种	15.0	4.5	3.60	0.92



季	2012年9月	130种	甲壳类43种	34.5	4.45	2.31	0.58
	2009年11月	164种	甲壳类59种	11.7	7.12	3.99	0.85
	2006年11月	115种	甲壳类39种	16.2	9.5	2.54	0.88
	2004年9月	127种	甲壳类36种	19.13	8.2	2.7	0.54
生态指标		定性拖网优势种					
春季	2018年4月	波纹巴非蛤、刺足掘沙蟹、须赤虾、触角尖尾鱼					
	2014年5月	波纹巴非蛤					
	2011年6月	扁拉文海胆、波纹巴非蛤、银光梭子蟹、刺足掘沙蟹、小头栉孔鰕虎鱼					
	2009年3月	刺足掘沙蟹、滑脊等腕虾、中华隆背蟹、脊条褶虾蛄、短蝶、扁拉文海胆					
	2007年5月	波纹巴非蛤					
	2006年5月	波纹巴非蛤、刺足掘沙蟹、钝孔鰕虎鱼					
秋季	2015年9月	四线天竺鲷、触角沟鰕虎鱼、大鳞孔鰕虎鱼、孔鰕虎鱼、香港蛄、模糊新短眼蟹、口虾蛄、刺足掘沙蟹、波纹巴非蛤					
	2012年9月	波纹巴非蛤、刺足掘沙蟹、香港蛄和矛形梭子蟹					
	2009年11月	拟光宽甲蟹、刺足掘沙蟹、虎鱼、条尾近虾蛄、扁足异对虾、直额蛄、疾进蛄、太阳强蟹、大鳞孔鰕虎鱼、四线天竺鲷、黑尾舌鰕和触角沟鰕虎鱼					
	2006年11月	刺足掘沙蟹、波纹巴非蛤、大鳞孔鰕虎鱼、触角沟鰕虎鱼、鼓虾					
	2004年9月	梳鳃虫、波纹巴非蛤、刺足掘沙蟹、扁拉文海胆、拟光宽甲蟹					

e 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 5.4-8。由表可见, 历次调查中底栖鱼类铅超标较普遍, 2011年6月、2012年11月、2014年5月、2015年9月和2018年4月调查中底栖鱼类生物质量较好, 无超标因子出现。历次调查中底栖甲壳类超标因子较少, 主要为铅和镉, 在2004年、2007年及2009年出现了铅超标, 2004年9月调查中镉出现超标。历次调查中贝类超标现象较普遍, 除了铜未出现过超标, 其它评价因子均不同程度超标。以铅、镉、锌超标较为突出。历次调查中底栖软体类超标较少, 仅在2006年5月出现Pb超标, 2009年3月出现Cr超标, 最大超标倍数分别为27、0.22。

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, 甲壳类相对较少。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。

5.5 环境影响回顾性分析结论

通过对本项目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：

本项目所涉及的涠洲终端和 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。

涠洲油田群生产过程中邻近海域共发生溢油污染事故 2 次，2 次事故均溢油量较少，且得到了及时处理，未对沿岸及周围海洋环境敏感目标造成明显影响。

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放于海，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较低，秋季多样性较高，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。

表 5.4-8a 油田海区底栖生物质量类比分析（鱼类）

类比项		2018.4	2015.9	2014.5	2012.11	2011.6	2009.11	2009.3	2007.5	2006.11	2006.5	2004.9
铜	单项标准指数	0.01~0.02	0.01~0.03	0.01~0.03	0.01~0.08	0.01~0.02	nd~0.05	--	--	--	--	--
	超标率(%)	0	0	0	0	0	0	--	--	--	--	--
铅	单项标准指数	nd~0.07	nd~0.15	0.03~0.40	0.05~0.65	0.03~0.05	0.03~2.55	0.03~2.35	0.03~1.20	0.20~9.15	0.05~1.70	0.05~1.62
	超标率(%)	0	0	0	0	0	12.9	4.3	9.5	62.5	8.3	5.3
镉	单项标准指数	nd~0.50	0.03~0.11	0.03~0.13	0.05~0.32	0.02~0.17	0.02~0.15	--	--	--	--	0.02~0.28
	超标率(%)	0	0	0	0	0	0	--	--	--	--	0
锌	单项标准指数	0.08~0.42	0.03~0.41	0.16~0.33	0.14~0.42	0.14~0.39	0.06~0.46	--	--	--	--	--
	超标率(%)	0	0	0	0	0	0	--	--	--	--	--
铬	单项标准指数	nd~0.55	nd~0.51	0.07~0.15	0.19~0.29	0.05~0.43	0.07~0.63	0.07~0.45	0.07~1.35	nd	0.07~0.40	0.13~0.33
	超标率(%)	0	0	0	0	0	0	0	4.8	0	0	0
汞	单项标准指数	0.05~0.37	0.02~0.45	0.06~0.14	0.067~0.383	0.02~0.19	0.07~0.48	--	--	--	--	0.10~0.58
	超标率(%)	0	0	0	0	0	0	--	--	--	--	0
砷	单项标准指数	nd~0.42	0.16~0.54	0.06~1.12	0.04~0.54	0.20~0.48	0.05~0.36	--	--	--	--	0.01~0.32
	超标率(%)	0	0	7.1	0	0	0	--	--	--	--	0
石油烃	单项标准指数	0.10~0.19	0.10~0.30	0.16~0.38	0.10~0.15	0.09~0.29	nd~0.15	0.01~0.57	0.03~0.66	0.04~0.21	0.03~0.06	0.17~0.34
	超标率(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注：“nd”表示未检出，“--”表示无该类数据，下同。



表 5.4-8b 油田海区底栖生物质量类比分析（甲壳类）

类比项		2018.4	2015.9	2014.5	2012.11	2011.6	2009.11	2009.3	2007.5	2006.11	2006.5	2004.9
铜	单项标准指数	0.03~0.06	0.03~0.21	0.04~0.12	0.05~0.13	0.03~0.04	0.07~0.11	--	--	--	--	--
	超标率(%)	0	0	0	0	0	0	--	--	--	--	--
铅	单项标准指数	nd~0.26	0.03~0.14	0.03~0.35	0.15~0.75	0.03~0.05	0.30~1.55	0.03~2.20	0.03~1.60	--	--	0.20~6.25
	超标率(%)	0	0	0	0	0	50	9.1	20	--	--	16.7
镉	单项标准指数	nd~0.05	0.01~0.15	0.04~0.07	0.04~0.42	0.02~0.04	0.02~0.04	--	--	--	--	0.04~2.86
	超标率(%)	0	0	0	0	0	0	--	--	--	--	33.3
锌	单项标准指数	0.09~0.14	0.09~0.14	0.11~0.18	0.10~0.22	0.20~0.21	0.06~0.12	--	--	--	--	--
	超标率(%)	0	0	0	0	0	0	--	--	--	--	--
铬	单项标准指数	nd~0.33	0.08~0.43	0.03~0.03	0.21~0.34	0.18~0.30	0.09~0.23	0.07~0.39	0.07~0.15	--	--	0.13~0.37
	超标率(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	--	--	0
汞	单项标准指数	0.13~0.34	0.07~0.26	0.21~0.36	0.10~0.65	0.15~0.34	0.1~0.34	--	--	--	--	0.10~0.43
	超标率(%)	0	0	0	0	0	0	--	--	--	--	0
砷	单项标准指数	nd~0.81	0.10~0.40	0.16~0.24	0.05~0.35	0.26~0.28	0.08~0.31	--	--	--	--	nd~0.20
	超标率(%)	0	0	0	0	0	0	--	--	--	--	0
石油烃	单项标准指数	0.14~0.22	0.24~0.43	0.18~0.33	0.12~0.72	0.15~0.23	nd~0.27	0.01~0.72	0.07~0.28	--	--	0.19~0.40
	超标率(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	--	--	0

表 5.4-8c 油田海区底栖生物质量类比分析（贝类）

类比项		2018.4	2015.9	2014.5	2012.11	2011.6	2009.11	2009.3	2007.5	2006.11	2006.5	2004.9
铜	单项标准指数	0.12~0.23	0.05~0.20	0.12~0.18	0.09~0.26	0.08~0.60	--	--	--	--	--	--
	超标率(%)	0	0	0	0	0	--	--	--	--	--	--
铅	单项标准指数	nd~5.08	1.40~13.70	2.00~9.00	1.0~12.0	1.00~13.0	--	--	0.50~36.00	--	8.00~28.00	6.0~19.0
	超标率(%)	100	100	100	50	83.3	--	--	93.6	--	100	100
镉	单项标准指数	nd~1.43	0.10~1.30	0.10~4.55	0.95~2.90	1.40~2.45	--	--	--	--	--	0.70~32.7
	超标率(%)	33.3	50	8.3	75	100	--	--	--	--	--	83.3
锌	单项标准指数	0.60~1.05	0.11~3.02	0.64~1.18	0.54~1.21	1.16~1.73	--	--	--	--	--	--
	超标率(%)	16.7	50	8.3	25	100	--	--	--	--	--	--
铬	单项标准指数	nd~1.02	0.62~4.70	0.44~1.82	1.04~3.08	2.56~6.18	--	--	0.40~3.02	--	0.40~1.00	0.40~1.00
	超标率(%)	16.7	100	33.3	100	100	--	--	50	--	0	0
汞	单项标准指数	0.08~0.18	0.08~0.16	0.10~0.32	0.14~0.36	0.10~1.46	--	--	--	--	--	0.30~12.4
	超标率(%)	0	0	0	0	16.7	--	--	--	--	--	50
砷	单项标准指数	nd~1.00	0.70~3.60	0.70~5.10	0.70~1.40	1.80~2.50	--	--	--	--	--	0.40~1.00
	超标率(%)	16.7	50	91.7	50	100	--	--	--	--	--	0
石油 烃	单项标准指数	0.26~0.32	0.25~0.69	0.34~0.60	0.16~0.75	0.25~0.45	--	--	0.03~8.60	--	0.07~0.18	0.15~0.26
	超标率(%)	0	0	0	0	0	--	--	12.5	--	0	0

表 5.4-8d 油田海区底栖生物质量类比分析（软体类）

类比项		2018.4	2015.9	2014.5	2012.11	2011.6	2009.11	2009.3	2007.5	2006.11	2006.5	2004.9
铜	单项标准指数	0.01~0.24	0.03	--	0.11	0.01	nd~0.03	--	--	--	--	--
	超标率(%)	0	0	--	0	0	0	--	--	--	--	--
铅	单项标准指数	nd~0.05	0.02	--	0.03	0.01	0.13~0.34		--	--	8.0~28.0	--
	超标率(%)	0	0	--	0	0	0	--	--	--	100	--
镉	单项标准指数	nd~0.06	0.1	--	0.05	0.9	0.01~0.05	--	--	--	--	--
	超标率(%)	0	0	--	0	0	0	--	--	--	--	--
锌	单项标准指数	0.05~0.08	0.04	--	0.07	0.14	0.04~0.45	--	--	--	--	--
	超标率(%)	0	0	--	0	0	0	--	--	--	--	--
铬	单项标准指数	nd~0.05	0.13	--	0.36	0.36	0.04	1.22*	--	--	0.40~1.00	--
	超标率(%)	0	0	--	0	0	0	*	--	--	0	--
汞	单项标准指数	0.07~0.13	0.19	--	0.05	0.12	nd~0.16	--	--	--	--	--
	超标率(%)	0	0	--	0	0	0	--	--	--	--	--
砷	单项标准指数	nd~2.40	0.17	--	0.4	0.07	nd~0.17	--	--	--	--	--
	超标率(%)	100	0	--	0	0	0	--	--	--	--	--
石油烃	单项标准指数	0.10~0.15	0.19	--	0.29	0.11	nd~0.05	0.53	--	--	0.07~0.18	--
	超标率(%)	0	0	--	0	0	0	0	--	--	0	--

注：“*”软体类只有一个样品（江珧），因代表性不佳，不计算超标率。



6 海洋环境影响预测与评价

根据工程分析，本项目建设期主要污染物为铺设海底电缆掀起的悬浮沙，以及定向钻施工产生的大气环境、声环境影响。本章利用数值模拟方法对悬浮沙产生影响进行预测，并根据预测结果分析与评价对海洋环境的影响。此外，还将根据工程特点分析本工程定向钻施工造成的大气环境、声环境等环境影响。

6.1 海洋环境影响预测

6.1.1 悬浮沙预测

在进行浓度场计算时，将工程附近网格加密至最小边长 30m。

a. 泥沙输运模块

泥输运模块基于水动力模块的流场计算结果，并包括沉降和再悬浮在内的泥沙输运过程。

- 基本控制方程

悬沙对流扩散方程如下

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial (w - w_s)C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_h \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_h \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(D_v \frac{\partial C}{\partial z} \right) + QC_0 - S$$

式中，C 为海水中悬浮沙浓度，单位 kg/m^3 ； w_s 为泥沙沉降速度，单位 m/s ； D_h 、 D_v 分别为水平和垂向泥沙扩散系数，单位 m^2/s ；Q 为泥沙输入源强流量，单位 $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^3$ ； C_0 为泥沙输入源强中的含沙量，单位 kg/m^3 ；S 为床沙侵蚀或淤积速率，单位 $\text{kg}/\text{m}^3/\text{s}$ 。

- 泥沙沉降速度

泥沙沉速采用斯托克斯公式计算：



$$w_s = \begin{cases} \frac{(s-1)gd^2}{18\nu}, d < 100\mu\text{m} \\ \frac{10\nu}{d} \left\{ \left[1 + \frac{0.01(s-1)gd^3}{\nu^2} \right]^{0.5} - 1 \right\}, 100 < d < 1000\mu\text{m} \\ 1.1[(s-1)gd]^{0.5}, d > 1000\mu\text{m} \end{cases}$$

式中， d 为中值粒径，单位 m ； s 为泥沙密度，单位 kg/m^3 ； ν 为运动粘滞系数； g 为重力加速度， m/s^2 。

- 床面淤积速率

就粘性泥沙而言，床面淤积速率基于 Krone 公式计算，

$$S_D = W_s C_b p_d$$

式中， W_s 为泥沙沉速，单位 m/s ； C_b 为近底含沙量，单位 kg/m^3 ； p_d 为床沙淤积概率，认为与水流有效切应力呈正相关关系，即：

$$p_d = 1 - \frac{\tau_b}{\tau_{cd}}, \tau_b \leq \tau_{cd}$$

式中 τ_b 、 τ_{cd} 分别为水流底部切应力和床沙临界淤积切应力。

对于非粘性泥沙而言，床沙淤积速率基于下式表达，

$$S_d = -w_s \left(\frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{h_s} \right), \bar{c}_e < \bar{c}$$

- 床面侵蚀速率

就粘性泥沙而言，考虑床沙固结程度的床面侵蚀速率基于 Mehta et al 公式估算，对于固结粘性床沙有：

$$S_E = E \left(\frac{\tau_b}{\tau_{ce}} - 1 \right)^n, \tau_b > \tau_{ce}$$

式中， E 为侵蚀系数，单位 $\text{kg/m}^2/\text{s}$ ； τ_{ce} 为床沙临界侵蚀切应力， n 为经验常数。

对于未固结粘性床沙侵蚀速率有：

$$S_E = E \exp[\alpha(\tau_b - \tau_{ce})^{0.5}], \tau_b > \tau_{ce}$$

式中， α 为经验系数，单位 $\text{m/N}^{0.5}$

非粘性床沙侵蚀速率由下式给出：



$$S_e = -w_s \left(\frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{h_s} \right), \bar{c}_e > \bar{c}$$

- 边界条件和初始条件

陆边界：

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

开边界：

$$S|_{\Gamma} = 0 \quad \text{入流段}$$

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

其中 n 为边界的法线方向， Γ 为水边界。

因为悬浮沙是计算浓度增量，因此初始条件以零值起算。

b. 悬浮沙浓度预测

海底电缆铺设过程中掀起悬浮沙，作为移动源连续性排放悬浮沙入海，对悬浮沙影响范围进行预测。

- 排放位置及源强

本项目新建 1 条海底电缆（表 6.1-1），其中海上段长度为 32.6km，为正常挖沟铺设，定向钻施工长度约 503m。海上段海底电缆挖沟铺设将会产生悬浮沙，按顶宽 1m，底宽 0.5m，埋深 3m，铺设挖沟速度按每天 1500m，泥沙湿容重 1.7g/cm³，起沙率按 10% 计算，铺设海底电缆挖沟掀起的悬浮沙源强约为 6.64kg/s，移动源连续排放。

表 6.1-1 本项目铺设海底管道电缆源强

项目	起点	终点	长度 (km)	源强 (kg/s)
海底电缆	WZ12-1PUQB	涠洲终端	32.6	6.64

根据沉积物现状调查结果中的沉积物粒度分析数据，工程海区表层沉积物的粒度类型较为单一，除一个站位为粉砂质砂（TS）外，其它站位全部为砂质粉砂（ST）。

表 6.1-2 沉积物粒度组成

	粒级含量(%)		
	砂(S)	粉砂(T)	粘土(Y)
最小值	31.6	37.8	3
最大值	59.2	60.9	7.5
平均值	40.2	54.3	5.5

• 悬浮沙预测结果

图 6.1-1~图 6.1-3 给出了铺设海底电缆海上段悬浮沙浓度包络线，表明了铺设施工期间悬浮沙超标的水域。悬浮沙的影响主要在施工线路的两侧，超一类距离管道最大距离约 0.80km。作业期间悬浮沙超标包络面积、离电缆最远距离见表 6.1-3，表 6.1-4 给出了电缆铺设期间悬浮沙浓度区间的包络面积。

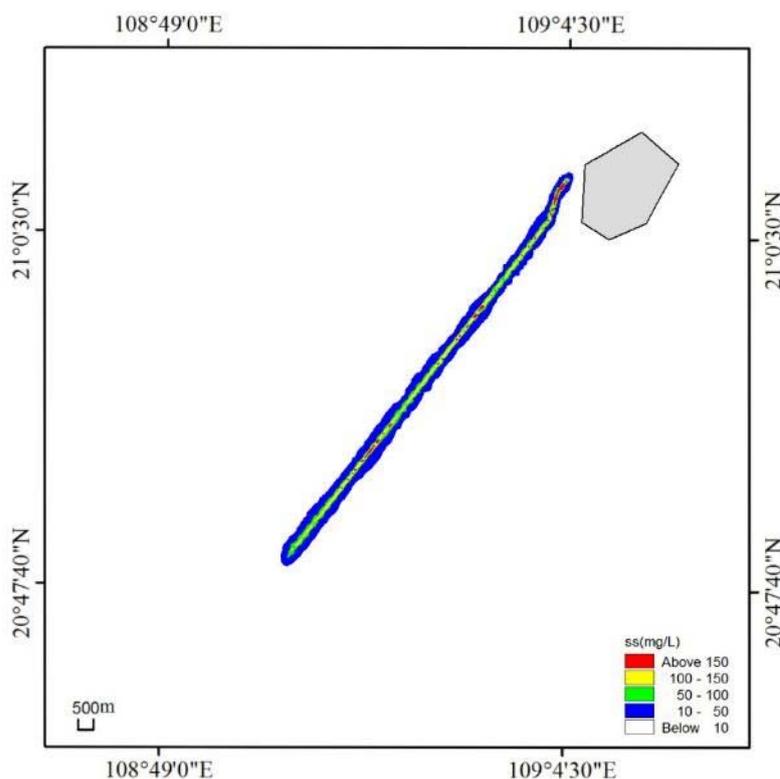


图 6.1-1 海底电缆铺设悬浮沙浓度包络线（底层）

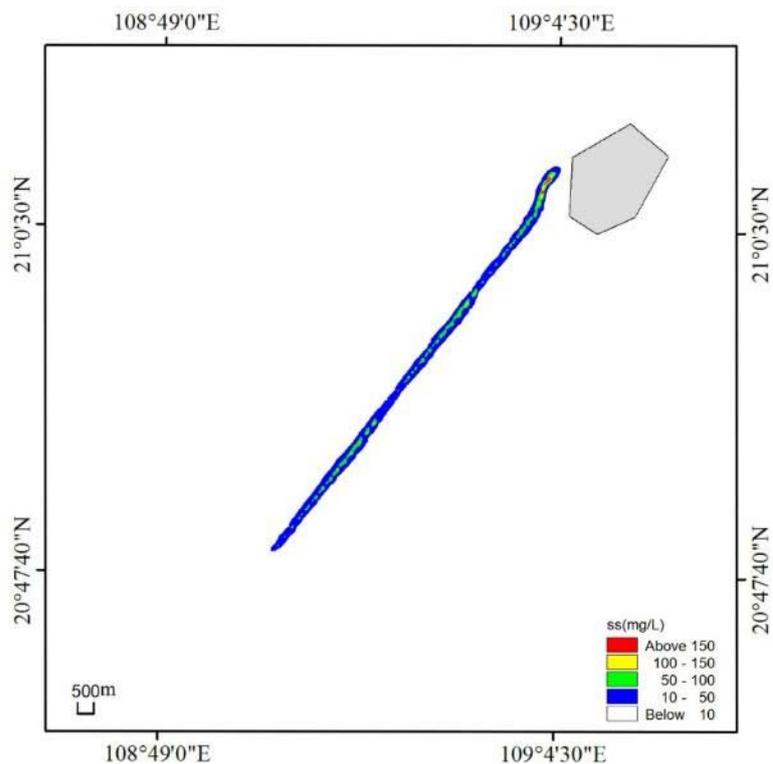


图 6.1-2 海底电缆铺设悬浮沙浓度包络线（中层）

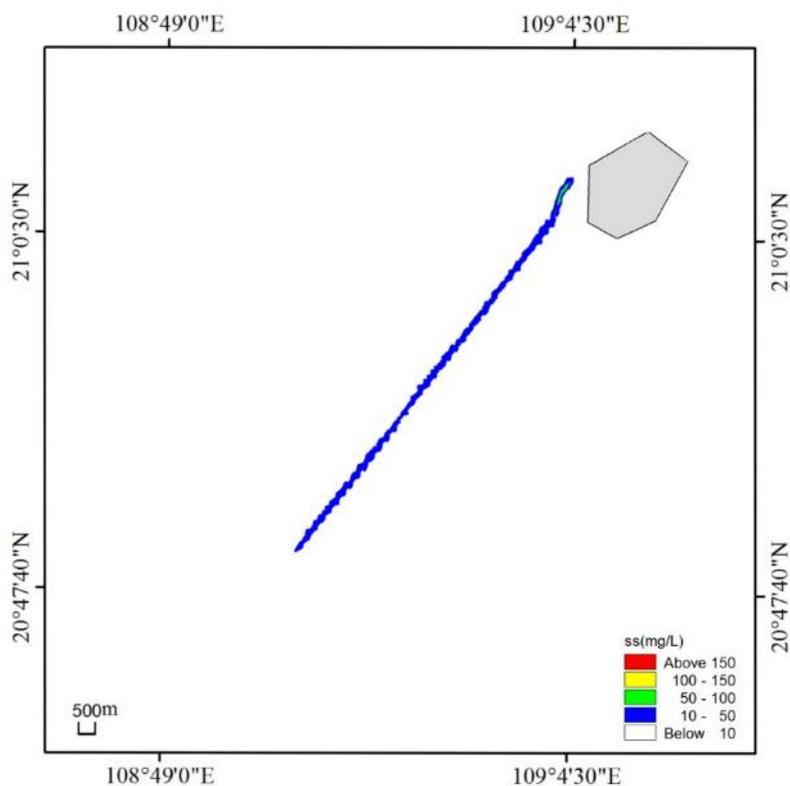


图 6.1-3 海底电缆铺设悬浮沙浓度包络线（表层）



表 6.1-3 海底电缆铺设预测结果

层位	超一类包络面积 (km ²)	超三类包络面积 (km ²)	超四类包络面积 (km ²)	超一类最大距离 (km)	恢复时间 (h)
表层	2.73	0.173	/	0.60	12.5
中层	9.427	1.552	0.219		
底层	13.401	2.961	2.792		

表 6.1-4 海底电缆铺设悬浮沙超标区间面积 (km²)

层位 \ 浓度	10~20mg/L	20~50mg/L	50~100mg/L	>100mg/L
表层	1.576	0.6755	0.3055	0.173
中层	4.519	1.786	1.570	1.552
底层	8.938	1.144	0.358	2.961

从以上预测结果可见，悬浮沙超标主要底层和中层，表层超标面积较小。超一类距离海管最大距离约为 0.60km，悬浮沙覆盖厚度 2cm 以上的面积为 2.455km²，分布在电缆两侧平均宽度约为 38m 范围内，施工作业停止后 12.5 h 工程海域可恢复施工前水质。

6.2 海洋环境影响评价

本工程铺设海底电缆挖沟掀起的悬浮沙可能对海洋环境产生一定的影响，本节将根据数值预测结果分析其对海洋环境影响的范围和程度，并根据有关规程估算海洋生态资源损失。

6.2.1 工程对海水水质的影响

a 铺设海底电缆对海水水质的影响

铺设海底电缆挖沟掀起的悬浮沙有部分进入水体，短期内对海水水质造成一定的影响，这种影响是短期的、一次性的、可恢复的，挖沟掀起的悬浮沙的影响主要在施工线路两侧。根据数值预测结果，铺设海底电缆造成超一(二)类海水离铺设点最大影响距离为 0.60km，底层超一(二)类水质包络面积为 13.401km²；中层超一(二)类水质包络面积为 9.427km²；表层超一(二)类水质包络面积为 2.73km²；超三、四类水质海域影响范围主要在中、底层，中层超三、四类水质海域包络面积分别为 1.552km²和 0.219km²，底层超三、四类水质海



域包络面积分别为 2.961km² 和 2.792km²；施工作业停止后最长约 12.5h，施工海域水质将恢复至施工前的水平。

此外，定向钻在海床出土时，将会有少量泥浆和钻屑溢出。本工程定向钻采用的泥浆为水基膨润土浆，钻屑主要为地层岩屑，溢出后对海水水质的影响主要是产生少量悬浮砂。由于溢出量较小且持续时间很短，只会对出土点周边很小范围内海水水质产生轻微影响，并且在作业结束后将很快恢复到施工前水平。

b 机舱含油污水对海水水质的影响

本项目施工期机舱含油污水产生量共约 42m³，其中约 13 m³ 经船舶上配备的处理装置处理达标后（石油类低于 15mg/L）排海，其余 29m³ 全部运回陆地处理。由于排放源强较小，对周围海洋环境影响不大，不会明显影响本海区的海洋水质。

6.2.2 工程对沉积物环境的影响

铺设海底电缆对沉积物环境的影响首先是开挖和覆盖，掀起的海底泥沙在海流和重力作用下自然回填缆沟，覆盖厚度>2cm 的面积主要位于缆沟两侧附近，因悬浮沙均是局地沉积物再沉积，不会引起沉积物环境的变化。本项目新建 1 条海底电缆，海上铺设段长度为 32.6km，根据数值模拟结果，悬浮沙覆盖 2cm 厚度的覆盖面积最大约为 2.478km²，分布在管道沿线平均宽度约 38m 的范围内。

此外，定向钻作业会对出土点附近的沉积物环境产生一定影响，少量钻屑和泥浆溢出后在海水运动的作用下，会在海底一定的范围内沉积，覆盖一部分原海底，所覆盖区域的沉积物类型会有所变化。但由于钻屑和泥浆溢出量较小，其对沉积物环境的影响仅局限于出土点附近很小区域内，不会明显影响本海区的沉积物环境。

6.2.3 工程对海洋生态环境的影响

a 对浮游植物的影响分析

海底电缆铺设掀起的小颗粒轻物质悬浮于水中，将使海水浑浊度增加，透



明度降低，致使光合作用降低，从而影响浮游植物的繁殖生长，基础生产力将受到影响。但由于底质多以粉砂和砂质粉砂为主，沉积物粒径较粗，水中悬浮物沉降速度快，运移规模也小，沉积物悬浮时间较短，因此挖沟而引起海水透明度会很快得到恢复。

b 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。海底电缆铺设挖起的悬浮沙将增加海水的浑浊度，减少了透光层的厚度，使生物合成量减少，同时使整个水层的浮游植物的生产力水平下降，对浮游植物生长繁殖造成不利，进一步影响了浮游动物的摄食能力和摄食量，从而也影响了浮游动物的生长和繁殖。但这种影响是短时期的，完成作业之后，通过一系列的稀释、吸附、沉淀或扩散等海洋环境的物理过程，从而恢复浮游动物的正常生存环境。

c 对底栖生物的影响分析

铺设海底电缆挖沟所破坏的海底面积及在沟两侧所堆积的挖沟泥沙对底栖生物造成毁灭性破坏，并对其周围底栖生物的生长造成一定的影响，使底栖生物量减少，在一定时间内会破坏施工现场周围海底部分底栖生物并影响沿管道一带的海底生态环境，对底栖生物的影响主要是对底栖生物的掩埋作用。

堆积在管沟两侧的沉积物，在海水运动作用下部分将很快回填于管沟。但挖沟所破坏的海底海床以及在沟两侧所堆积的泥沙对底栖生物的掩埋造成破坏，并对其周围底栖生物的生长造成一定的影响，使底栖生物量减少，在一定时间内会破坏周围底栖生物并影响沿管道一带的海底生态环境。但随着施工结束以及时间的推移，电缆路由区的底栖生态会逐渐得到恢复。

6.2.4 工程对海洋生态环境损失评估

本项目对海洋生态环境的损失包括对海洋生物资源的损失和对海洋生态服务功能的损失两部分，其中对海洋生物资源的损失根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）进行估算。



a 海洋生物资源损失评估

本项目对海洋生物资源的主要影响环节为：海底电缆铺设时的悬浮沙。

• 海洋生物资源损失计算方法

(1) 悬浮沙海洋生物损失计算方法

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)，悬浮沙超标引起海洋生物的损失中按以下公式计算：

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

式中：

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

D_{ij} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，单位为尾平方千米、个平方千米或千克平方千米 (kg/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)；在此指不同浓度所影响的面积；

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。

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

$$M_i = W_i \times T \quad (2)$$

式中：

M_i ——第 i 种类生物资源累计损失量，单位为尾、个或千克 (kg)；

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

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

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)，各类生物的损失率取值如下。



表 6.2-1 各类海洋生物损失率

污染物超标倍数 (B_i)	各类生物损失率 (%)		
	鱼卵、仔稚鱼	幼体	成体
$B_i \leq 1$ 倍 (10~20mg/L)	5	5	1
$1 < B_i \leq 4$ 倍 (20~50mg/L)	10	10	5
$4 < B_i \leq 9$ 倍 (50~100 mg/L)	30	30	15
$B_i \geq 9$ 倍 (≥ 100 mg/L)	50	50	20

(2) 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:

$$W_i = D_i \times S_i \quad (3)$$

式中:

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

D_i —评估区域内第 i 种生物资源密度, 单位为尾(个)每平方千米[尾(个)/ km^2]、尾(个)每立方千米[尾(个)/ km^3]或千克每平方千米 (kg/km^2)。在此为底栖生物和潮间带生物生物量。

S_i —第 i 种生物占用的渔业水域面积或体积, 单位为平方千米 (km^2) 或立方千米 (km^3)。

- 海洋生物计算参数

估算海洋生物资源损失采用的海洋生物资源密度及来源详见下表。

表 6.2-2 海洋生物资源密度及来源

资源类别	资源密度	调查单位	调查时间
鱼卵	0.645 粒 / m^3	广东海洋大学	2018 年 9 月
仔稚鱼	0.203 尾 / m^3		
幼鱼	568 尾/ km^2		
成体	901.3 kg/km^2		
底栖生物	4.42 g/m^2	国家海洋局南海环境监测中心	2018 年 4 月调查



• 海洋生物损失估算结果

将铺设电缆的悬浮沙超标面积表、中、底层取平均，即为铺设电缆超标面积，水深取整体水深，本项目海缆路由水深约小于 10m 的约 2.3km 长度，水深在 10m~20m 范围的约 3km 长度，水深约 20m~30m 的约 27.3km，据此计算平均水深取 24m。

表 6.2-3 铺设电缆的超标面积

	层位	Bi<1 (km ²)	1≤Bi<4 (km ²)	4≤Bi<9 (km ²)	Bi≥9 (km ²)
海缆	表层	1.576	0.6755	0.3055	0.173
	中层	4.519	1.786	1.570	1.552
	底层	8.938	1.144	0.358	2.961
	各层平均	5.011	1.202	0.745	1.562

各类海洋生物密度根据调查结果取自表 6.2-2，各类海洋生物损失率取自表 6.2-1，计算方法根据前述公式 (1)，估算铺设海管和电缆海洋生物损失如下。

表 6.2-4 铺设电缆的海洋生物损失

资源	面积 (km ²)	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi≥9	小计
		5.011	1.202	0.745	1.562	
鱼卵	密度 (个/m ³)	0.645	0.645	0.645	0.645	21.29
	死亡率	5%	10%	30%	50%	
	损失量 (10 ⁶ 个)	3.88	1.86	3.46	12.09	
仔鱼	密度 (尾/m ³)	0.203	0.203	0.203	0.203	6.70
	死亡率	5%	10%	30%	50%	
	损失量 (10 ⁶ 尾)	1.22	0.59	1.09	3.81	
幼鱼	密度(尾/km ²)	568	568	568	568	781
	死亡率	5%	10%	30%	50%	
	损失量(尾)	142	68	127	444	
成体	密度(kg/km ²)	901.3	901.3	901.3	901.3	0.48
	死亡率	1%	5%	15%	20%	
	损失量(t)	0.05	0.05	0.10	0.28	

铺设电缆将对底栖生物造成一定的掩埋，并使其中部分底栖生物死亡，按管线两侧各 5m 范围内底栖生物死亡率 100%，泥沙覆盖厚度超过 2cm 面积内（扣除前者面积）底栖生物死亡率 50%，根据前述公式 (3) 估算钻屑排放造



成底栖生物损失如下。

表 6.2-5 铺设电缆的底栖生物损失

	面积 ()		密度 (g/m ²)	死亡率	损失量 (t)
正常挖沟段	覆盖 2cm (扣除后者)	(2.455-0.323) km ²	4.42	50%	4.71
	两侧各 5m	0.323 km ²		100%	1.43
定向钻出土	钻孔	0.29m ²		100%	1.28×10 ⁻⁶
	出土点半径 5m 范围	95m ²		50%	4.2×10 ⁻⁴
总计	—	—	—	—	6.15

b 海洋生物资源损失价值

(1) 计算方法

鱼卵和仔稚鱼损失

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

$$M = W \times P \times E \dots\dots\dots (4)$$

式中：

M——鱼卵和仔稚鱼经济损失金额；

W——鱼卵和仔稚鱼损失量；

P——鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1% 成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5% 成活率计算，单位为百分比 (%)；

E——鱼苗的商品价格，根据近年来主要鱼类苗种平均价格，商品鱼苗的平均价格按 1.0 元/尾计算。

幼鱼经济价值计算

幼鱼的经济价值折算成成体进行计算，折算成体的经济价值按以下公式计算：

$$M = W \times P \times G \times V \dots\dots\dots (5)$$

式中：

M——幼鱼的经济损失额，元

W——幼鱼的损失资源量，尾



P——幼鱼折算为成体比例，按 100%

G——幼鱼长成最小成熟规格的重量，按 0.1kg/尾

生物资源经济损失计算

$$M = W \times E \dots\dots\dots (6)$$

式中：

M——第 i 种类生物成体生物资源的经济损失额；

W——第 i 种类生物成体生物资源损失的资源量；

E——生物资源的商品价格，生物资源、底栖生物的价格按 1.72 万元/t 计算。

(2) 海洋生物资源损失

海洋生物资源损失量根据预测结果，并根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)，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。本项目海底电缆施工对海洋生物资源影响属一次性损害，补偿金额按 3 倍计。

c 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/T28058-2011)，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，下面评估本项目对上述服务功能造成的损失。

本项目对海洋生态系统服务功能的影响主要是建设期海底管道和电缆铺设以及钻井液钻屑排放，生产期生活污水的排放，以及平台占用海域的影响，下面评估上述活动对海洋生态系统服务功能的损失。

• 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。由于本项目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 2.4.1 节根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)进行了评估，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（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''_{O_2} — 大型藻类产生的氧气量，单位为吨每年（t/a）；

浮游植物初级生产提供氧气的计算公式为：

$$Q'_{O_2} = 2.67 \times Q_{PP}$$

Q_{PP} — 浮游植物的初级生产力，单位为毫克每平方米每天（mg/m²·d）。

2018年4月调查初级生产力平均值为 2.2×10²mg·C/(m²·d)，铺设海底电缆对海洋生态系统服务功能影响面积各层取平均再相加为 12.05km²，停止铺设水质恢复时间最大 12.5h，根据上述公式评估氧气生产量的损失。

• 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。本项目生产垃圾和生活垃圾运回陆地处理，只有施工期少量生活污水排放，因此，这里仅考虑气候调节功能和上述污染物排放造成的环境容量损失。

气候调节物质量评估采用的方法是基于海洋植物（浮游植物和大型藻类）固定二氧化碳的原理计算，物质量等于评价海域的水域面积乘于单位面积水域浮游植物和大型藻类固定二氧化碳的量。本项目生态调查未调查到大型藻类，在此仅计算浮游植物固定二氧化碳的量。气候调节的物质量计算公式为：

$$Q_{CO_2} = Q'_{CO_2} \times S \times N \times 10^{-3} + Q''_{CO_2}$$



式中：

Q_{CO_2} — 气候调节的物质质量，单位为吨每年（t）；

Q'_{CO_2} — 单位时间单位面积水域浮游植物固定的二氧化碳量，单位为毫克每平方米每天（mg/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/m²·d）。

2015年9月调查初级生产力平均值为 $2.2 \times 10^2 \text{mg} \cdot \text{C}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，铺设海底电缆对海洋生态系统服务功能影响面积各层取平均再相加为 12.05km^2 ，停止铺设水质恢复时间最大 12.5h ，根据上述公式评估减少 CO_2 固定量损失。

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。

污染物排放量根据第二篇工程分析结果，施工期生活污水 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根据国海环字[2003]214号文件，由此计算本项目排污造成的环境容量损失。

• 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，本项目所处海域非旅游区，无大量人员来此观光旅游，且本项目海缆在铺设阶段已计算了制造氧气和减少固定 CO₂ 的损失，在生产阶段位于海底，不影响本海域的休闲娱乐服务。

关于科研服务，本项目所处海域未设置专门的实验场所或科研基地；海缆在铺设阶段已计算了制造氧气和减少固定 CO₂ 的损失，在生产阶段位于海底，不影响本海域的科研服务。

- 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/T28058-2011)，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)，铺设海底电缆对海洋生态系统服务功能影响面积各层取平均再相加为 12.05km² (1205 hm²) 停止铺设水质恢复时间最大 12.5h，污染物超一类范围内，生态系统多样性可能会受到一定的影响，但不会全部丧失，这里取生物多样性维持价值损失估算排污影响造成生物多样性维持功能价值损失。

6.2.5 工程对渔业生产的影响

本项目所处海域是多种经济鱼、虾类的产卵场和仔稚鱼幼体索饵场，为沿海渔民的作业场所，对渔业生产的影响主要是在建设期间。本项目铺设海底电缆海上段长度为 32.3km，以管线两侧各 500m 为影响范围计算，施工期间约有 32.3km² 面积海域对渔船生产作业可能产生一定的影响。但由于本项目铺设电缆所需工期相对较短，上述影响只是暂时的，施工结束后对渔业生产基本不会产生较大影响。

6.2.6 工程对通航环境的影响分析

根据《北部湾广西水域船舶航行指南》，北部湾广西海域推荐航路主要包括北部湾广西沿海诸港至琼州海峡西口航路、北部湾广西沿海诸港至越南下



龙湾（北部湾航段）航路、北部湾广西沿海诸港至东盟各国（北部湾航段）航路，其中与本工程位置较近的航路是防城、钦州港至琼州海峡西口航路、北海港至东盟各国航路，工程与该两航路的距离分别为 4.1n mile、18n mile。

该工程的建设对所在海域的通航环境和通航安全有一定的影响，在工程运营后，通过采取相关的安全保障和维护措施，不利影响和风险将会得到相当程度的缓解或消除。

6.2.7 工程对环境敏感目标的影响分析

本项目周围主要的环境敏感目标见本报告，第三章“区域环境概况”。本项目位于北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区和北部湾蓝圆鲈产卵场、北部湾二长棘鲷产卵场内，在工程开发生产过程中，需进行重点保护。按照北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级种质资源保护区的分区，本项目位于其核心区。建设单位已委托广东海洋大学进行了水产种质资源保护区的专题论证报告（《对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》），其评价结论如下：

工程将对北部湾二长棘鲷、长毛对虾国家级水产种质资源保护区的生态环境造成一定的影响，但该影响属于可恢复性质，在严格执行各级环保法律、法规，落实预定的生态保护、监测和增殖放流等措施下，涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目是可行的。

6.2.8 非污染环境影晌简要分析

a 工程对水文动力的影响分析

本项目主要工程内容为铺设一条海底电缆，新建海底电缆埋设于海底以下，挖起的海底泥沙短时间堆积于管沟两侧，在底层流作用下将逐渐回填于管沟，铺设完成后不会影响工程海域水文动力环境。

b 工程对冲淤环境的影响分析

在工程建设过程中铺设海底电缆会对当地海底底质产生一定的影响。新建海底电缆全程埋设，仅挖沟作业过程中会对周围海域的冲淤环境产生一定影响，但施工完成后则对海底的冲淤环境基本无影响。



6.2.9 工程对大气的影响分析

本项目在海上建设阶段会对大气环境产生一定影响。施工船舶燃料燃烧将产生废气，但由于施工期较短，随着施工结束对大气的的影响消失。本项目电缆路由位于较开阔海域，有利于大气污染物的稀释扩散，且在本项目设施周围的评价范围内没有大气污染敏感目标。因此，本项目海上建设阶段排放的气体不会对大气环境质量产生明显影响，不会影响陆上居民区的环境空气质量。

6.3 定向钻施工环境影响评价

6.3.1 对大气环境的影响分析

定向钻作业期间将会有各种施工机械进行施工作业，同时还将有运输作业车辆在施工作业带内往返，施工机械和运输车辆会产生少量的废气和扬尘。定向钻作业厂址位于涠洲终端厂区内，施工中产生的少量废气只会影响作业场地附近局部环境，运输扬尘一般在尘源道路两侧 30m 的范围，均属于短期污染，该影响会随着施工作业的结束而逐步消失，生产期电缆已全部埋入地下，正常情况下，不会对大气环境产生影响。

据定向钻作业场地最近的环境敏感目标距离为 500m，电缆施工产生的废气和扬尘不会对周围环境敏感目标产生影响。

6.3.2 噪声对周围敏感目标的影响分析

定向钻施工作业将使用一定量的工业机械，主要包括钻机、泥浆泵、吊车等。参考同类施工机械噪声影响预测结论，昼间施工机械影响范围为 60m、夜间影响范围为 180m。由于定向钻施工场地位于涠洲终端厂区内，距离最近的环境敏感目标约 500m，施工作业期间机械噪声将不会对周围环境敏感目标产生影响。

6.3.3 对土壤植被和水土保持的影响

在定向钻作业过程中，将在涠洲终端厂区内开辟一块 24m×60m 的作业场地，将破坏原有场地的土壤和植被。但在施工作业结束后，将在已复土的地面上按照当地原有的植被特点加强绿化，种植花草，恢复和保护该区的土壤植被环境，短期内施工作业地带被破坏的植被将被有效恢复。



7 环境风险分析与评价

本项目工程内容仅铺设 1 条涠洲终端至 WZ12-1PUQB 平台长约 33.1km 的海底电缆，依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2004），结合本项目特点，对可能存在的事故风险进行识别。通过事故源项分析，确定事故的源强和概率，根据数模预测结果确定可能影响的方向和范围，结合工程的事故防范措施和应急预案，分析应急设施的数量和能力，完善事故风险应急措施。

7.1 风险识别

本次海缆铺设项目在施工和生产阶段有可能导致油气泄漏的事故主要为施工作业船舶的燃料油泄漏事故。

燃料油泄漏源一般为作业船舶储油罐、供应船储油舱以及供应船输油时的输油软管。供应船的储油舱一般设置在中部侧舷，只有在发生碰撞时才有可能损坏。虽然供应船通常停靠于平台附近，但实际上是不太可能发生碰撞。即使由于操作失误或恶劣天气导致发生碰撞，也是供应船的桅顶与平台导管架发生碰撞，不会损坏储油舱。在输油作业中，输油软管破裂有可能造成燃料油泄漏。由于输油作业有严格的操作规程，输油管定期更换，同时输油管较短，内部存油量很小，受油作业时供应船与受油设施均有人值班监视，一旦发生事故立即关泵停输，因此不会造成大规模泄漏。

7.2 溢油事故概率

燃料油泄漏通常由船舶碰撞事故导致，本项目施工阶段参与作业的船舶主要包括铺缆船和交通船等，此外，在该海域航行的外来航船也有可能与平台设施或船舶发生碰撞。根据《风险评估数据指南》，船舶与平台等油气田设施发生碰撞的概率见表 7.2-1，本项目建设阶段船舶碰撞产生严重损伤的概率为 5.0×10^{-5} 次/年，发生严重损伤并不一定会引起溢油，因此引发溢油事故的概率将更小。



表 7.2-1 船舶碰撞事故概率统计

船舶类型	碰撞频率(次/装置·年)	亚洲地区分配系数	严重、重大损伤	碰撞概率
本油田群船舶	8.8×10^{-4}	0.17	26%	3.9×10^{-5}
航船	2.5×10^{-4}	0.17	26%	1.1×10^{-5}

对于施工船、供应船燃料油泄漏事故，取其燃料油舱的容积为风险溢油量；当输油软管等输送管道发生泄漏事故时，其应急关断系统会在短时间内关断相应的输送系统，溢油量取决于应急反应时间、输送速率和管道的容积，关断后管道内残留的部分液体将泄漏出去，因此这里以其应急关断前溢出量之和作为它们的风险溢油量，据此事故溢油量估算如下表。

表 7.2-2 事故溢油量估算

事故/排放源	排放物质	排放量 (m ³)
施工船/供应船油舱破裂	柴油	50
输油软管破裂	柴油	5

7.3 溢油漂移数值预测

海上一旦发生溢油事故，溢出油漂浮在海面，一方面在风和流作用下向一定方向运移，另一方面，油膜同时不断向四周扩展，使油膜面积增大。此外，油膜中的不同组分还将发生蒸发、乳化、溶解和被悬浮物吸附沉降及生物降解等复杂的物理、化学和生物过程。这里主要考虑了溢油在海面上的物理过程（平流、扩散过程）和蒸发、乳化过程，其它过程由于其参数化的复杂性未计入。

7.3.1 漂移运动

预测模型综合考虑了风、流、浪等作用的影响，采用“粒子法”模拟溢油在海面的漂移扩散行为。假定 (x_n, y_n) 为粒子在第 n 个计算步长开始时候的水平位置，那么该计算步长结束时油粒子的水平位置可表示为：

$$x'_n = x_n + u\Delta t + \xi\sqrt{6K_H\Delta t}$$

$$y'_n = y_n + v\Delta t + \xi\sqrt{6K_H\Delta t}$$

其中， u 和 v 分别为表层流速在 x 和 y 方向上的分量，由水动力模型计算得到； Δt 为计算步长； ξ 为 $[-1,1]$ 区域上的均匀分布随机数， K_H 为水平方向



上的湍流涡动粘性系数。

a 表面风加速

暴露在风中的粒子在水表面受到两种形式的风影响：直接作用在粒子上的额外作用力，间接通过包含了风的流场。风速传递到粒子速度的大小取决于粒子的性质，粒子暴露的数量等。

$$U_{particle} = U_{current} + C_w * W * \sin(winddirection - \pi + \theta_w)$$

$$V_{particle} = U_{current} + C_w * W * \cos(winddirection - \pi + \theta_w)$$

其中， C_w 为风速因子， θ_w 为风偏转角。

b 风偏转角

由于科氏力的影响，风漂移向量的方向相对于风向改变。 θ_w 角的偏离称为风偏转角。在北半球向右偏，南半球向左。AL-Rabeh(1994)假定：

$$\theta_w = \beta \exp\left(\frac{\alpha |U_w|^3}{g \gamma_w}\right)$$

其中， α 取 -0.3×10^{-9} ， β 取 $28^\circ 38'$ ， γ_w 为动粘度 (kg/m/s)， g 为重力加速度 (m/s^2)。

7.3.2 风化过程

溢油在其输移和扩展过程中，也同时经历着各种化学和生物过程，这些过程直接导致油膜的理化性质的变化，使得溢油在海上的量不断减少。

a 溢油的挥发

在溢油开始的几小时和几天中，油膜表面的挥发是主要的风化过程。时间相关的挥发损失由 Fingas 在 1996 年和 1997 年提出，大多数油遵循对数损失曲线：

$$\text{loss}(\% \text{weight}) = (A + B * T) * \ln(t)$$

其中， A 为油特征常数； B 为油的温度特征常数； T 为油的温度 ($^\circ C$)， t 为溢油暴露时间 (h)。



b 油膜的乳化

乳化物是两种不同液体海水和油在溢油发生后混合形成的。细的油滴会悬浮在水中而不溶解，形成的乳化物所占的体积会达到形成前的 4 倍多，而且黏性的乳化物比原油会相当长的存在于环境中，它减缓了随后的风化过程。乳化会发生在强风或波浪的条件下，一般发生在溢油几个小时后。把乳化过程看作是油包水和水包油两个阶段的平衡过程。乳化物的稳定性是决定乳化能力与反乳化的重要因素，不稳定及表观稳定的乳化物会重新释放到水里。Xie 等（2007）采用一阶释放公式来形容这个过程。

$$\text{wateruptake} = k_{em} * (U + 1)^2 * \frac{(Y_{max} - Y_w)}{Y}$$

$$\text{waterrelease} = - \alpha * Y_w$$

其中， Y_w 为水分数； Y_{max} 为最大的水分数； U 为风速； K_{em} 为乳化率常数。 α 为水释放率， $\alpha=0$ 为稳定乳化物； $\alpha>0$ 为不稳定乳化物。

7.3.3 溢油量及溢出方式

本项目工程内容为新建 1 条海底电缆，根据前述分析，最大可信事故为铺设期间施工船舶溢油，船舶燃料油一般为柴油，溢油量最大 50m³。

由于平台附近设施多，人为活动频繁，船舶发生碰撞的概率比其他开阔海域大，因此船舶溢油点选择 WZ12-1PUQB 平台附近。

表 7.3-1 柴油的理化性质

项目	柴油
外观与性状	淡黄色液体
沸点（℃）	304~574
相对密度	0.811
溶解性	不溶于水

7.3.4 风场

根据工程海域风场资料，8 个方位平均风速和极值风速如下表所示。

表 7.3-2 海域风场资料

风向	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
平均风速 (m/s)	8.9	7.1	6.9	5.4	8	7.8	8.5	7.2
极值风速 (m/s)	19.9	22.5	20.9	22.5	24.9	24.1	24.4	24.2

7.3.5 预测结果

a 油膜漂移轨迹

在平均风况下预测时长为 96h，在极值风况下预测时长为 72h。综合考虑气象资料和本工程所处海域相关敏感目标后，按照现有风场资料，给出了上述各个风向在平均风和极值风下的溢油油膜漂移轨迹，见图 7.3-1 和图 7.3-2。

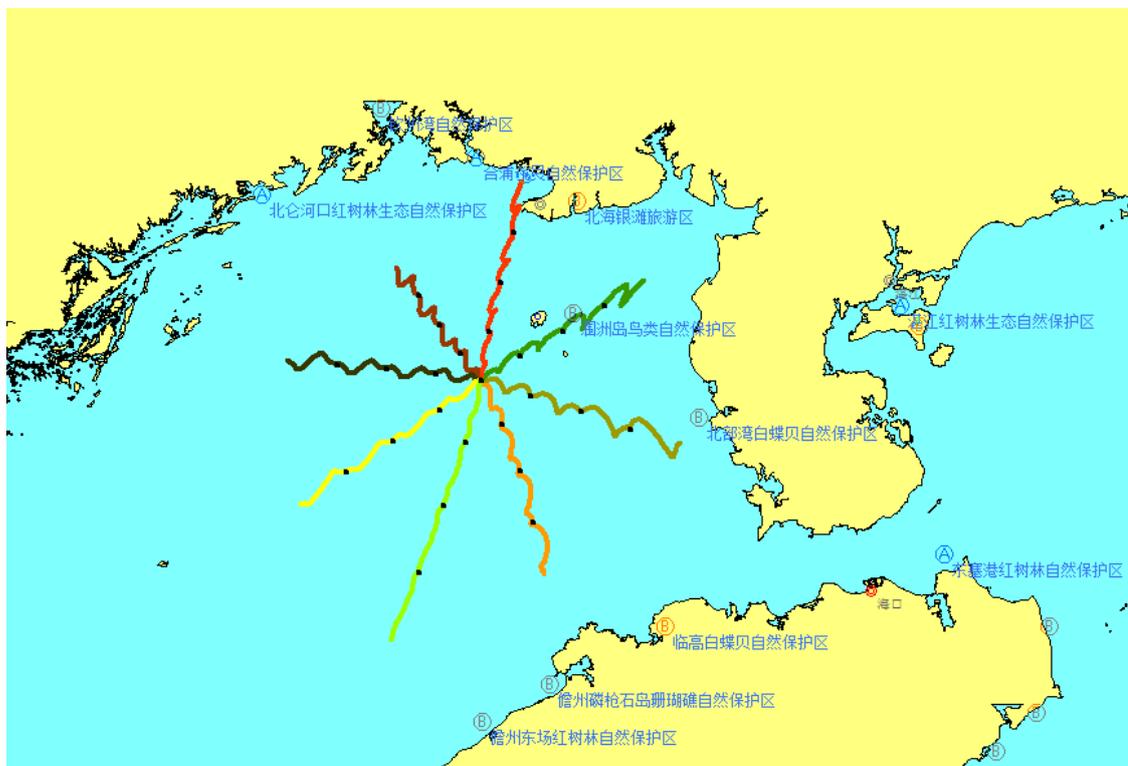


图 7.3-1 平均风况下溢油漂移轨迹

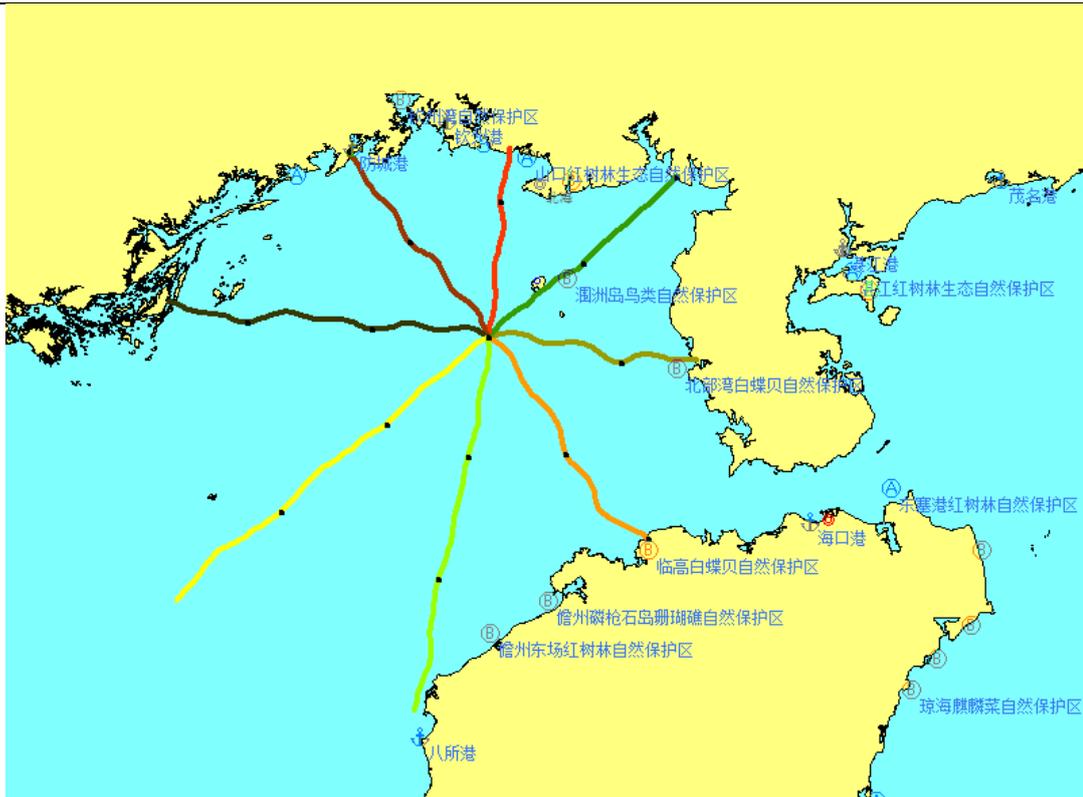


图 7.3-2 最大风况下溢油漂移轨迹

b 油膜抵岸时间及漂移平均速率

表 7.3-3 给出了在不同风向平均风速作用下，油膜漂移距离、漂移的平均速度、扫海的面积等，表 7.3-4 给出了在不同风向极值风速作用下，油膜漂移距离、漂移的平均速度、扫海的面积等。

表 7.3-3 平均风溢油预测结果

风向	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
极值风速 (m/s)	8.9	7.1	6.9	5.4	8	7.8	8.5	7.2
抵岸时间 (h)	不抵岸	不抵岸	不抵岸	不抵岸	76	不抵岸	不抵岸	不抵岸
漂移距离 (km)	110.2	96.7	96.6	84.6	98.1	112.9	114.3	96.8
平均速度 km/h)	1.15	1.01	1.01	0.88	1.02	1.18	1.19	1.01
扫海面积 (km ²)	603.9	553.3	574.1	440.8	503.7	512.6	620.4	575.4
残存油量 (%)	25.4	23.5	23.7	26.4	27.0	25.7	25.5	25.8

表 7.3-4 极值风溢油预测结果

风向	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
极值风速 (m/s)	19.9	22.5	20.9	22.5	24.9	24.1	24.4	24.2
抵岸时间 (h)	67	不抵岸	55	41	38	49	44	44



漂移距离 (km)	169.1	186.2	162.4	114.2	94.2	120.7	110	131.1
平均速度 km/h)	2.52	2.59	2.95	2.79	2.48	2.46	2.50	2.98
扫海面积 (km ²)	619.2	822.6	677.2	583.8	332	538.5	435	646.7
残存油量 (%)	30.4	28.1	28.3	31.6	32.3	30.7	30.5	30.9

由上表可以看出,在平均风况下,只有在 S 风向下抵岸,抵岸时间为 76h,其他风向下皆不抵岸;在极值风况下,只有 NE 风向不抵岸,其他风向皆能抵岸,最短抵岸时间为 S 风向,为 38h。

7.3.6 溢油对环境敏感目标的影响

一旦发生溢油事故,在溢油漂移的过程中会对工程海域附近的若干环境敏感目标造成影响。表 7.3-5 和表 7.3-6 给出了溢油点附近的敏感区的分布以及平均风况和极值风况下溢油抵达敏感目标的最短时间等。

表 7.3-5 平均风况抵达环境敏感目标的时间

类型	敏感目标名称	与平台距离 (km)	方位	抵达时间
海洋保护区	涠洲岛海洋保护区	27	东	22.7
	斜阳岛海洋保护区	48	东	40.3
渔业资源保护区	二长棘鲷幼鱼和幼虾保护区	60	东北	50.8
	北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区	/	包含	/
旅游区	涠洲岛旅游休闲娱乐区	27	东	22.7
产卵场	北部湾蓝圆鲹产卵场	/	包含	/
	北部湾二长棘鲷产卵场	/	包含	/
	北部湾金线鱼产卵场	1.4	西	1.4
	北部湾长尾大眼鲷产卵场	1.4	西	1.4

表 7.3-6 极值风况抵达环境敏感目标的时间

类型	敏感目标名称	与平台距离 (km)	方位	抵达时间
海洋保护区	涠洲岛海洋保护区	27	东	10.8
	斜阳岛海洋保护区	48	东	19.2
渔业资源保护区	二长棘鲷幼鱼和幼虾保护区	60	东北	24.4
	北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区	/	包含	/
旅游区	涠洲岛旅游休闲娱乐区	27	东	10.8
产卵场	北部湾蓝圆鲹产卵场	/	包含	/
	北部湾二长棘鲷产卵场	/	包含	/



	北部湾金线鱼产卵场	1.4	西	0.5
	北部湾长尾大眼鲷产卵场	1.4	西	0.5

本项目附近海域主要环境敏感目标为海洋保护区、渔业资源保护区、旅游区、产卵场等，由于项目位于北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区、北部湾二长棘鲷产卵场、北部湾蓝圆鲈产卵场内部，因此无论何种风况下溢油，均会对其产生不利影响。

7.4 溢油风险防范措施

防治溢油事故发生的最有效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。

(1) 严格执行海底电缆铺设程序，为防止施工过程中可能对原海底管道造成的破坏，在施工前对原海底管道实际路由进行探摸，避免相互影响。

(2) 成立现场应急组织机构以防范和应对风险事故的发生，应急组织机构如下图。

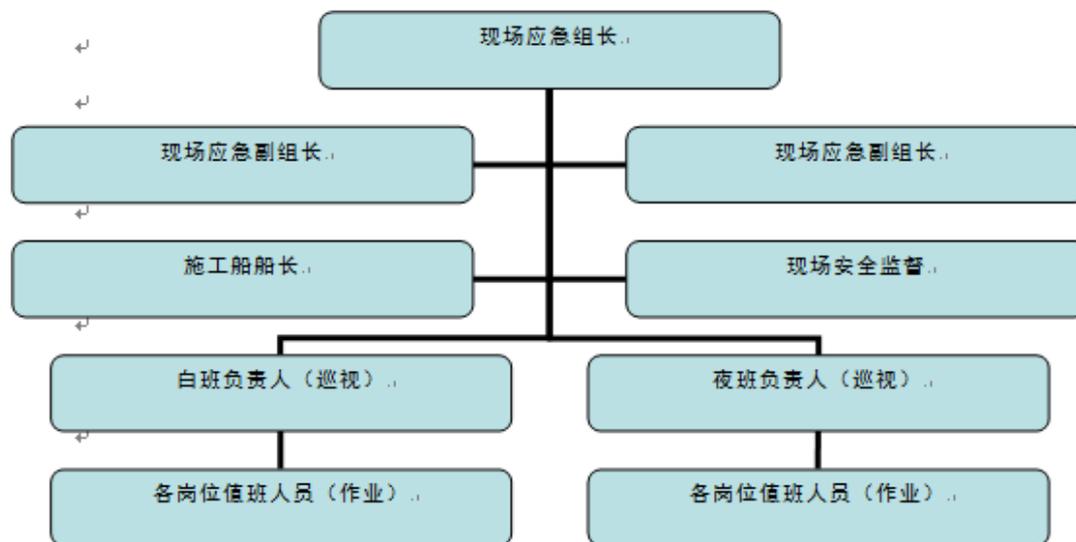


图 7.4-1 现场应急组织机构

(3) 为防止其他船只对施工船舶铺设海缆的影响，作业者将安排值班船在作业范围进行巡视，驱散可能干扰作业的其他船舶，确保施工船舶的安全。

(4) 根据施工地点天气预报并结合现场实际情况，在天气状况良好的情



况下进行施工作业。海缆铺设过程中应对突发的恶劣天气影响时，及时调整船艏向，令船头迎风，将船头风暴锚抛出，同时抛出 8 个锚将船稳住，将海缆放松，利用尾部托架对海缆进行临时固定；

(5) 为防止在供应船卸载燃料油时发生输油软管泄漏，作业者应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。

(6) 加强现场管理，任何人看到溢油都必须在安全的前提下马上采取措施切断溢油源，并向上级报告；报告并按照相应的应急程序中的内容采取恰当的溢油应急行动。

7.5 溢油应急措施分析

本项目虽然在施工期间将采取各种预防措施，但仍存在难以预料的内部或外部原因导致潜在的海上溢油事故的发生。因此必须在以预防为主的基础上，制定严格的应急计划，并充分利用现有的溢油应急处理能力和措施，尽最大能力降低海上溢油的环境污染程度。

7.5.1 溢油应急预案的制定

建设单位已编制了《北部湾涠洲油田群溢油应急计划》，并于 2018 年在国家海洋主管部门登记备案。本次海底电缆铺设项目已纳入湛江分公司的整个应急计划中，严格按照涠洲油田群已经备案的溢油应急计划做好各种溢油应急准备和响应工作。

溢油应急计划的主要内容包括油田作业区情况、应急组织机构及职责、溢油风险分析、溢油事故处理和溢油应急能力等。发生溢油事故后，无论大小，均必须按照要求尽快向上逐级汇报，并在规定时间内向政府主管部门汇报，溢油事故报告程序如下。

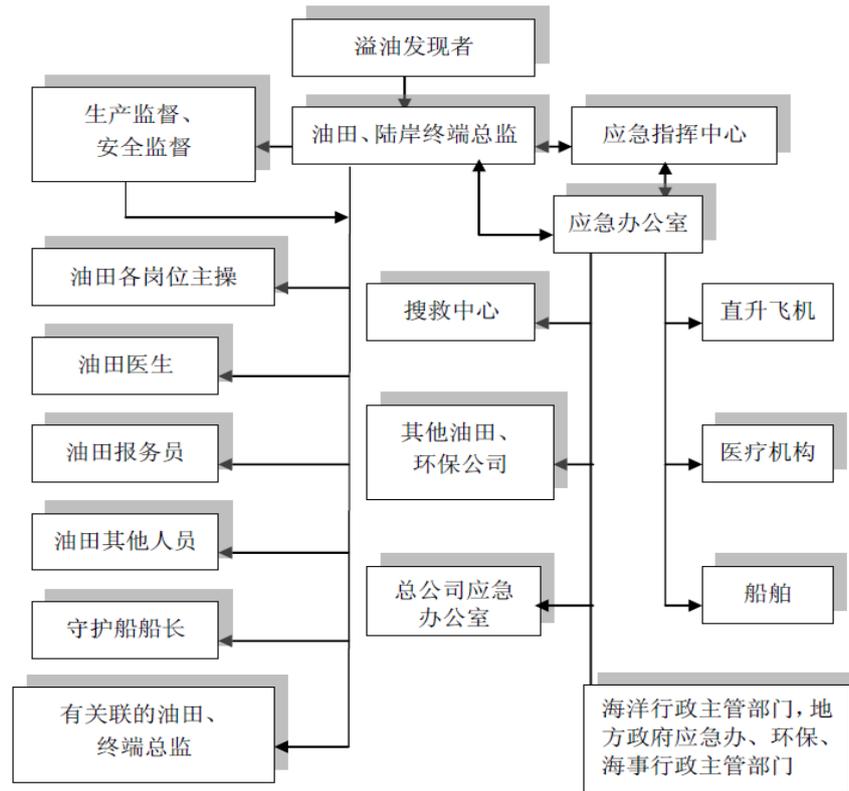


图 7.5-1 溢油应急报告流程

7.5.2 应急程序的建立

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。

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；
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；

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；

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。

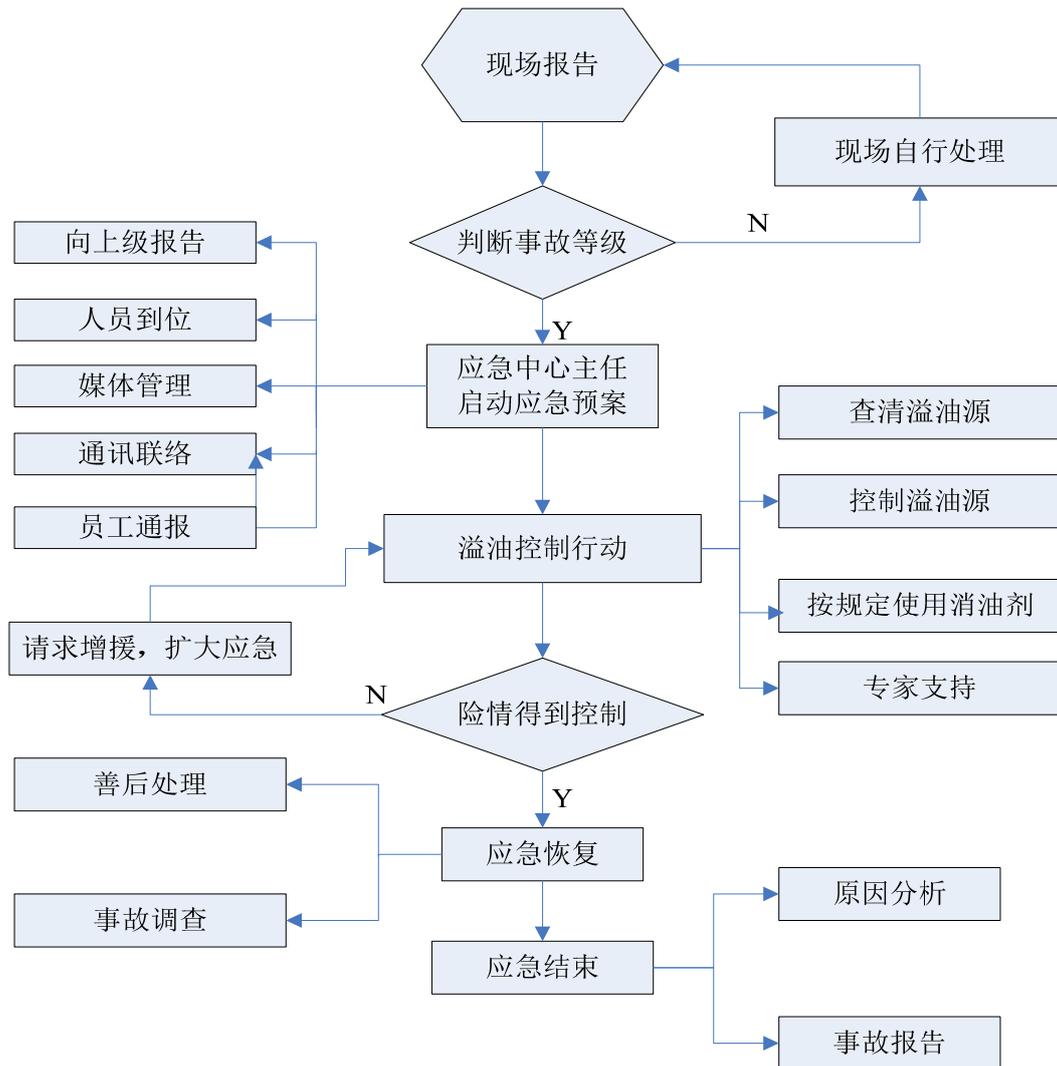


图 7.5-2 溢油应急处理流程

7.5.3 溢油应急响应

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。

发生特别重大、重大溢油事故后，由国家海洋局分别启动 I 级、II 级应急响应，海区分局组织成立现场指挥部，由国家海洋局统一指挥。同时，国家海洋局报告国家重大海上溢油应急处置部际联席会议，提请启动国家重大海上溢油应急处置预案。

发生较大、一般溢油事故后，国家海洋局海区分局分别启动 III 级、IV 级应急响应，负责分局溢油应急响应工作的组织、指挥、实施及信息发布等工作。

一旦发生溢油事故，0.1 吨以下溢油启动本油田应急计划，0.1 吨以上溢



油需同时启动北部湾涠洲油田群的溢油应急计划，并由分公司应急指挥中心报总公司及政府相关部门，总部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。

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，启动本油田应急预案，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，需同时启动北部湾涠洲油田群的溢油应急计划，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启动应急指挥中心并直接决策处理。当发生特别重大或重大溢油事故时，要迅速上报，并根据国家海洋局统一指挥，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。本次海底电缆铺设项目的作业者将严格按照上述要求执行。

此外，根据《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》的规定，溢油事故发生在敏感海域时，可适当调整响应级别。由于本次海底电缆铺设项目处于敏感海域，当应急响应启动后，可根据事态发展调整响应级别，避免响应不足或响应过度。

7.5.4 溢油应急设备的配备

当海上发生溢油事故时，根据实际情况和溢油事故现场的需要，按照预先制定的溢油应急预案中的设备动员流程图，选择相应的设备应对溢油事故，保证溢油应急响应的快速高效，最大程度控制和减少溢油污染。正确合理的选择溢油应急资源对妥善处理溢油事故有着十分重要的作用。

a 涠洲油田群溢油应急设备

本次海底电缆铺设项目无需新增溢油应急设备，当发生海上溢油事故时主要依托涠洲油田群现有溢油应急设备进行处理。涠洲油田群配备的溢油应急设备主要有溢油分散剂、吸油毛毡、木糠/抹布等，目前各油田配备的溢油应急设备见表 7.5-1 和表 7.5-2。涠洲终端配备一定数量的溢油回收处理设备，



用于处理整个涠洲油田群海域出现溢油事故的溢油处理，设备配置情况见表 7.5-3。

表 7.5-1 涠洲油田群溢油应急物资

序号	溢油分散剂		溢油喷洒装置 (台)	吸油毡数量 (kg)	木糠/抹布(kg)	存放地点
	型号	数量 200 升/桶				
1	富肯 2 号	2	1	200	300	涠洲 11-4 油田
2		12	2	450	500	涠洲 12-1 油田
3		14	2	320	340	涠洲 11-1 油田
4		6	1	210	400	涠洲 12-8W/6-12 油田
5		8	2	80	500	涠洲 12-2 油田
6		2	2	20	200	涠洲 11-4NB 油田

表 7.5-2 WZ11-4NWHPB 平台溢油应急设备

序号	设备名称	型号	数量
1	充气式橡胶围油栏	WQJ2000	400 米
2	充气式围油栏集装箱	WX2000	1 套
3	充气式围油栏集装箱	WX4200	1 套
4	围油栏动力站	PK1650C	1 套
5	船用喷洒装置	PSC40	1 套
6	围油栏拖头	WQJ2000	2 套
7	充吸气机	FGY	1 套
8	浮动油囊	FN10	2 套
9	热水高压清洗机	BCH-1217B	1 套
10	手提风机	EB-415	2 套
11	转刷/转盘收油机	ZSPS20	1 套
12	转刷/转盘收油机动力站	LPP	1 套

表 7.5-3 涠洲终端溢油应急设备

序号	设备名称	规格	数量	生产厂家
1	充气式围油栏	HRA2000	600m	天津汉海公司
2	固体浮子式围油栏	HPFZ/900/25	800m	
3	永久布放型橡胶围油栏	WGV 1100	400m	广州泰洋公司
4	防火型围油栏	WGF-900	400m	
5	XTL-Y220 圆形吸油拖栏	XTL-Y220	500m	青岛光明公司
6	动力站	LPP30	1 套	LAMOR 公司
7	真空撇油器	ZK30	1 套	青岛光明公司
8	高压清洗机	HDS1000DE	1 台	德国凯驰公司
9	多功能收油机	HAF12	1 套	天津汉海公司
10	多功能撇油器	多功能	1 套	芬兰 LAMOR 公司



序号	设备名称	规格	数量	生产厂家
11	动力站	HPP50	1 套	天津汉海公司
12	消油剂喷洒装置	PS80	1 套	青岛华海公司
13	储油囊	FN5	2 套	青岛光明公司
14	便携式储油罐	QG5	2 套	青岛华海公司
15	液压充气机		2 套	芬兰 LAMOR 公司
16	集装箱		5 套	
17	托盘		2 套	
18	吸油毛毡	羊毛型	2t	广州泰洋环保
19	金属储油罐	7m ³	8 套	
20	应急发电机	KDE6500E	1 套	江苏无锡凯普
21	充吸气机	HIS1000	1 套	天津汉海
22	捞油抄网		50 个	
23	捞油钩		50 个	
24	溢油分散剂	富肯-2 号	150 桶	广州富肯环保科技有限公司

b 环保船

环保船对海上处理溢油的能力非常强大，建设单位租用的“海洋石油 255”号环保船已经于 2012 年 1 月开始正式为建设单位溢油应急服务。环保船具有快速、灵活、高效的特点，一旦发生溢油事故，建设单位可以调动“海洋石油 255”环保船，支援、协助油田进行溢油应急处置工作。

环保船安装有溢油监测雷达，消油剂喷洒装置，内置式溢油回收装置，具有 2×100m³/h 的溢油回收能力。

c 直升飞机与船舶

中信海直直升飞机公司、南航珠海直升飞机公司在湛江设有飞行基地，一旦发生溢油，建设单位可动员两直升飞机基地的飞机，参与溢油应急。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。

建设单位在涠洲油田群正常生产时一般配置 6 艘三用工作船进行守护，租用的工作船具有救生、消防、防污染功能，均配置了溢油应急工具箱，包括棉纱、吸油毡、木屑、空桶、撮箕、拖把等工具。在公司应急中心的调配下可以尽快赶到溢油位置进行支援。



7.5.5 溢油应急资源抵达时间及可行性分析

本次海底电缆铺设项目依托涠洲油田群和涠洲终端现有的溢油应急设备，具备对一般类型溢油事故应急能力。一旦发生溢油事故，涠洲油田群海上人员首先做好溢油源的控制工作，同时做好溢油源监控，本着就近调用应急资源的原则，优先利用油田群内部溢油应急资源进行溢油初期处理。涠洲油田群和涠洲终端的溢油应急设备数量充足，可以满足本项目在合理的时间内对一般溢油事故做出适当的反应。

较大以上级别的溢油事故，可以就近调用本海区其它油田或基地以及外部溢油应急支援力量进行应急处理。建设单位与中海石油（中国）有限公司其他分公司建立了密切的联系，当发生大型溢油事故能及时获得可动用的溢油应急设备。当外部资源抵达现场，事态被控制住时，优先使用陆地溢油应急资源，被调用的其他周边平台/油田的应急设备资源应尽快返回原处并立刻进行相关物料物资的补充，以保障自身溢油应急能力。此外，作为三大石油化工公司应急救援联动协调小组成员，当发生溢油事故时，建设单位能按照《三大石油化工公司应急救援联动协调方案》共享中国石化和中国石油的区域溢油应急资源，当事态超过本区应急能力时，通过区域协调办向三大公司应急救援联动协调小组请求支援。

当发生超出自身控制能力的溢油事故时，还可以通过总公司的统一指挥协调，联系政府主管部门、海事局、国家其它救助机构或国际的资源。因此，借助外部溢油应急力量能够满足突发溢油事故时的应急需要。借助区域性溢油应急设备做出有效反应的时间见下表。

表 7.5-4 溢油应急资源优化调用次序及抵达时间

优先调用次序	应急资源所有者	距离（海里）	动员时间	航行时间	到达现场时间	交通工具
1	湛江基地	-	1h	1h	2h	飞机
2	涠洲终端	21（最不利）	1h	2h	3h	船舶
3	钦州 10 万吨级油码头	60	2h	6h	8h	
4	崖城 13-1 气田	200	2h	20h	22h	
5	湛江基地	188	2h	18h	20h	
6	文昌油田群	220	2h	22h	24h	
7	深圳分公司	240	2h	24h	26h	



综上所述，本次海底电缆铺设项目在建设期间基本可以保证在合理的时间对一般性溢油事故做出适当的反应，对于较大以上级别的溢油事故，可以借助区域性溢油应急联合组织其他成员的设备进行应急处理，能够满足工程对溢油应急防范和处理的要求。



8 环境保护对策措施与生态建设方案

8.1 环境保护对策措施

涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目（以下简称“本项目”）主要海上新建设施及主要污染物产生情况详见表 8.1-1。由表 8.1-1 可知，本项目主要在建设阶段产生污染物；该海底电缆铺设项目建成后，所依托平台和终端的生产工艺、油气水产量和作业人数等均未发生变化，原有工程的污染物产生量及排放量不变，本项目在生产阶段不会对周边环境新增影响。因此，本篇主要针对本项目建设阶段的环境保护对策措施进行分析。

表 8.1-1 本项目主要海上新建设施及主要污染物

新建设施	本项目产生的主要污染物	
	建设阶段	生产阶段
新铺 1 条从涠洲终端至 WZ12-1PUQB 平台的海底电缆（海上段+定向钻共计约 33.1km），全程挖沟埋设	海上段：悬浮沙和船舶污染物等； 定向钻：钻屑、泥浆、生活污水、生活垃圾、生产垃圾和船舶污染物等	无

8.1.1 海上环境保护对策措施

本项目建设阶段产生的污染物主要包括海底电缆挖沟铺设产生的悬浮沙，定向钻出土溢出的少量泥浆钻屑，以及船舶污染物等。

a 悬浮沙

本项目海底电缆将采用铺缆船舶+埋设犁进行挖沟埋设，主要产生悬浮沙。海底电缆铺设过程采用埋设犁进行挖沟，能最大限度控制挖沟宽度，减少对海底的扰动，从而减缓并降低铺缆作业对周围海域海洋生态环境的影响。海底电缆挖沟铺设作业将避开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保护期（1月15日~3月1日），以降低和缓解对海洋生物的影响程度。

b 泥浆和钻屑

近岸段电缆铺设作业采用定向钻施工工艺，使用的泥浆为水基膨润土浆，由天然矿物蒙脱石加工制成。作业过程中仅在海床出土点有少量泥浆和钻屑



溢出，对局部海水水质、沉积物造成短暂轻微影响，随着施工结束这种影响将很快消失，其对海洋环境的影响程度远小于水下爆破、炸礁或挖沟等作业所造成的影响。定向钻作业可避免像爆破和其它冲击性凿岩设备一样产生危险隐患，和对海洋环境的大规模扰动，一定程度上保护了路由段海水水质、海洋沉积物和海洋生物生态环境。

c 船舶污染物

本项目海底电缆铺设期间需动用铺缆船和交通船等各类施工船舶，期间将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。

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）、《73/78 防污公约》、《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》、《国内航行海船法定检验技术规则（2011）》和《国内航行海船法定检验技术规则（2016 年修改通报）》等相关要求。距涠洲岛 12 海里以外海域施工船舶产生的船舶含油污水经船舶上配备的处理装置处理达标后（船舶含油污水中石油类低于 15mg/L）排海，距涠洲岛 12 海里以内海域施工船舶产生的船舶含油污水全部运回陆地处理；船舶生活污水处理达标后间断排海；生活垃圾和生产垃圾等分类收集后运回陆地处理。

8.1.2 陆上环境保护对策措施

本项目建设阶段陆上定向钻作业产生的污染物主要包括废泥浆、钻屑以及生活污水、生活垃圾和生产垃圾等，另外施工过程还将产生少量废气、噪声等污染。

a 废泥浆及钻屑

本项目定向钻作业过程中，使用的泥浆全部回收处理循环利用；泥浆系统由泥浆搅拌罐、泥浆泵、泥浆反循环渣浆泵、泥浆沉砂池、泥浆回收处理系统等几部分组成。返回的泥浆经过泥浆处理器处理后重复利用，见图 8.1-1。

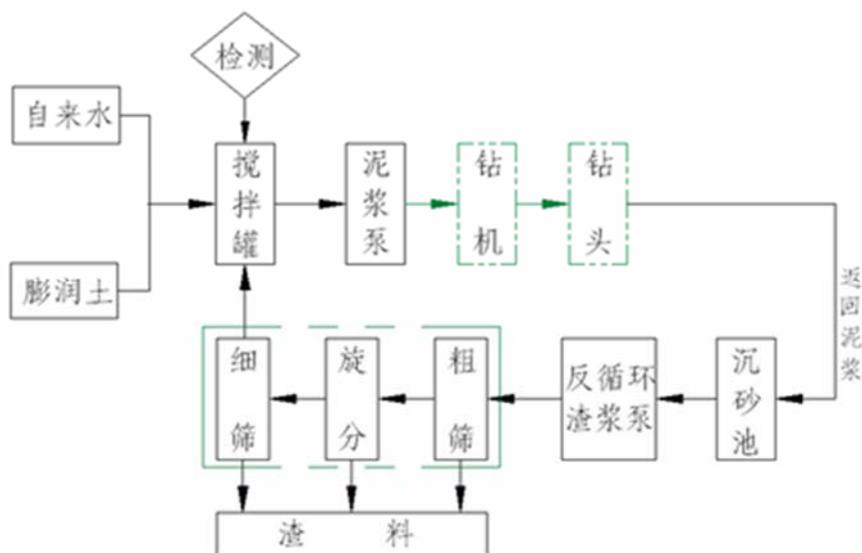


图 8.1-1 定向钻泥浆循环流程示意图

在钻机前入土点附近挖一个沉浆池，使从地下返出的废泥浆流入沉浆池，使废泥浆中的钻屑自然沉淀，设专门的堆放场地，回收分离出来的钻屑等。利用渣浆泵，将经过初步沉淀的废泥浆抽到泥浆振动筛上，利用泥浆振动筛将废泥浆进行第一级除砂处理；利用除砂清洁器将废泥浆进行第二级除砂处理；再利用除泥清洁器将废泥浆进行第三级除砂处理。在穿越施工中，废泥浆一般经过以上三级处理即可满足施工要求，如果有必要，现场备有离心机，可对泥浆进行第四级离心处理。

定向钻施工完成后，剩余泥浆和钻屑全部运送到当地垃圾填埋场处置，外运时将使用密封好的罐车运输，防止运输过程中洒落到路途上。

b 生活污水/生活垃圾/生产垃圾

定向钻施工期间产生的生活污水和生活垃圾分类收集后依托涠洲终端现有处理设施进行处置；生产垃圾分类收集后交由陆地有资质的单位进行回收利用或处置。

c 废气污染防治措施

定向钻施工过程中产生的大气污染物主要有扬尘和施工机械尾气等。为减少施工期空气污染对周边环境的影响，应采取必要的控制措施：及时检修和维护施工机械和运输车辆，减少尾气非正常排放造成的不利影响，同时降低噪



声；运输易产生扬尘的物料时，必须采取密闭措施，逐步实行密闭车辆运输，防止运输过程发生逸散和泄漏等情况。

d 噪声污染防治措施

定向钻施工过程中将尽量采用低噪声的施工设备，尽可能减轻施工噪声源强。加强施工管理，合理安排施工作业时间；高强度的噪声设备尽量错开使用时间，减少施工噪声可能产生的不利影响。

8.1.3 固体废弃物处置措施分析

本项目建设阶段产生的生活垃圾和生产垃圾等固体废弃物禁止排海，作业船舶均设置垃圾分类回收箱对其进行分类回收。其中对厨房产生的食品垃圾进行压缩打包，其它生活垃圾和生产垃圾进行分类回收至垃圾箱内，分类装箱运回陆地处理。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，对其中的危险废物交由有资质的单位进行回收利用或处置。本项目建设单位与龙善环保股份有限公司签订了危险废物处理合同。

本项目产生的危险废物主要是建设阶段少量废旧器件等生产垃圾，产生量不超过 55.47t。龙善环保股份有限公司宝安环保固废处理厂危废处理能力为 10000t/a，能够满足本项目处理需要，其主要采用焚烧处理的工艺，相关工艺流程见图 8.1-2。

焚烧处理采用立式固体焚烧炉/卧式废液焚烧炉+二燃室+急冷+布袋除尘+碱液喷淋脱硫的工艺，具体流程如下：

(1) 立式固体焚烧炉：固体废物投入立式固体焚烧炉焚烧。一燃室操作温度为 900℃，燃烧产生的烟气进入后续的二次燃室。

(2) 卧式废液焚烧炉：液态危废暂存于厂内废液罐，通过管道送入卧式废液焚烧炉焚烧，一燃室操作温度为 600~900℃，燃烧产生的烟气进入后续的二次燃室。

(3) 二燃室：立式固体焚烧炉、卧式废液焚烧炉焚烧产生的烟气含有未完全燃烧的成分，进入二燃室继续燃烧，操作温度为 1100℃，烟气停留时间控制在 2~3s，可保证来自各炉一燃室的烟气完全燃烧，二噁英类完全分解。

(4) 急冷塔：出二燃室的烟气经急冷塔水雾喷淋，在短时间内(约 1s)烟温降至 250℃，避过二噁英类物质重新合成的温度区间。

(5) 布袋除尘：燃烧产生的飞灰(S2)被布袋除尘器截留，收于带封口盖的灰桶中暂存，外委处理。

(6) 碱液喷淋：废气经除尘后，进入碱液喷淋塔，首先喷入足量的液体使废气达到饱和度，再使饱和的废气与喷入的碱性药剂在塔内的填充材料表面进行中和作用，进一步去除烟气中的 HCl、HF 等酸性物质。采用的碱性药剂为 NaOH，整个喷淋塔的中和剂喷入系统采用循环方式设计，当循环水的 pH 或盐度超过一定标准时需排出，再补充新鲜的 NaOH 溶液，以维持一定的酸性气体去除效率。

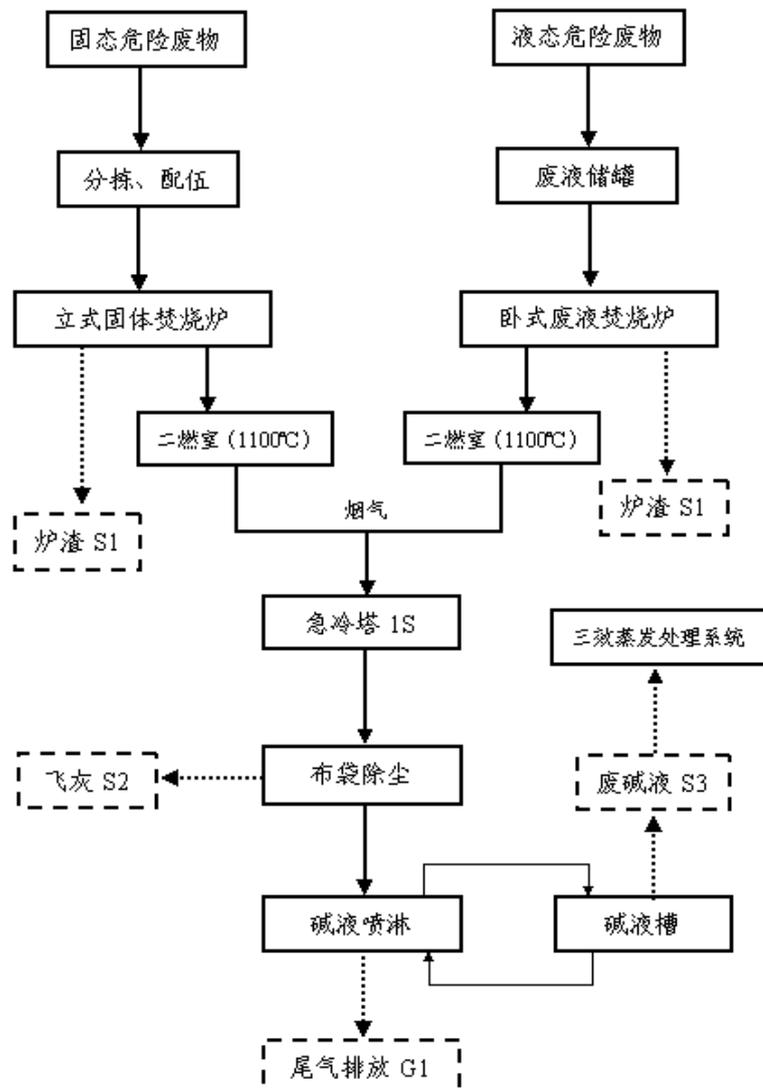


图 8.1-2 焚烧处置设施工艺流程



8.1.4 环境保护对策措施小结

综上所述，涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目建设阶段环境保护对策措施列于表 8.1-2。

表 8.1-2 本项目环境保护对策措施

污染物名称	污染因子	所遵循的排放标准	处理方法
泥浆和钻屑	悬浮沙	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008） 《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB18420-2009）	绝大部分按环保要求封闭运输至指定地点处理，少量达标排放
船舶含油污水	石油类	《73/78 防污公约》 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018） 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》 《2011 年国内航行海船法定检验技术规则》 《国内航行海船法定检验技术规则 2016 年修改通报》	距涠洲岛 12 海里以外施工船舶：处理至含油浓度 ≤15mg/L 后排放
			距涠洲岛 12 海里以内施工船舶：全部运回陆地处理
生活污水	COD 等	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008） 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018） 《2011 年国内航行海船法定检验技术规则》 《国内航行海船法定检验技术规则 2016 年修改通报》	处理达标后间断排放 （平台：COD≤300mg/L； 船舶：BOD≤50mg/L； 定向钻作业场地：依托涠洲终端现有处理设施进行处置）
生活垃圾	食品废弃物和包装等		施工船舶：分类收集运回陆地处理/处置； 定向钻作业场地：依托涠洲终端现有处理设施进行处置
生产垃圾	固废		分类收集后交由陆地有资质的单位进行回收利用或处置

8.2 清洁生产分析

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，从而实现清洁生产的目的。本节将主要分析电缆在施工过程中即建设阶段所采取的清洁生产措施。



(1) 本次海底电缆铺设项目海上段采用埋设犁进行挖沟埋设，通过缩短海底电缆的施工期以及采用先进挖沟设备作业等方式，最大限度控制挖沟宽度，减少对海底的扰动。

(2) 近岸段采用定向钻施工工艺，作业场地设在涠洲终端厂区内，其对环境的影响程度远小于水下爆破炸礁所造成的影响。

(3) 建设过程中产生的生活垃圾和生产垃圾均禁止排海，全部运回陆地交由有资质的单位进行回收利用或处置。

(4) 建设过程中距涠洲岛 12 海里以外海域的船舶含油污水，经处理达标后排海，距涠洲岛 12 海里以内的船舶含油污水实行铅封管理规定，运回陆地处理。

(5) 本次电缆铺设过程中，建设单位将制定明确的作业规程和严格的环境保护及管理制度，并严格遵照执行，尽最大可能避免危害环境的事件发生。

(6) 及时检修和维护施工机械和运输车辆，不使用“带病”设备和车辆，以减少尾气非正常排放造成的不利影响。

(7) 加强环境管理，土堆、料堆要采取遮盖、洒水喷淋等降尘措施；运输易产生扬尘的物料时必须采取密闭措施，防止运输过程发生逸散和泄漏等情况。

(8) 尽量采用低噪声的施工设备，尽可能减轻施工噪声源强。加强施工管理，合理安排施工作业时间，减少施工噪声可能产生的不利影响。

由此可以看出，本项目海上段通过采用先进的铺缆工艺、调整施工作业时间、控制污染物的排放以及严格的作业规程等措施来保证本项目的顺利实施，尽可能避免或减轻对周围环境的影响，从而达到清洁生产的目的。

8.3 生态保护与补偿措施

本项目在建设阶段挖沟搅起的悬浮沙和生活污水的排放不可避免的对海洋生态造成一定的影响。为使海洋石油开发与海洋生态环境协调发展，作业者应积极采取有效措施，尽可能地减少对海洋生态环境和生态资源的损害，以达到海洋石油开发与生态资源保护兼顾的目的。为此，作业者在海底电缆铺设过程中，将采取以下措施：



(1) 本次海底电缆铺设项目位于北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区的核心区，铺设作业期应尽可能避开其特别保护期（1月15日~3月1日），以降低和缓解对生态资源的影响程度。

(2) 优化施工方案，加强科学管理，划定施工作业海域范围，在保证施工质量的前提下尽可能缩短作业时间，以减轻挖沟作业对海洋生态资源的影响程度和影响范围。

(3) 本项目周边环境敏感目标较多，若发生事故性溢油，其危害将是严重的。建设单位必须具备控制溢油的有效应对手段和措施。一旦溢油事故发生，应及时向相关主管部门通报情况，并立即采取相应措施将溢油控制在最小范围内。

(4) 建议建设单位与相关主管部门沟通和协商，对本项目造成的海洋生物资源损失采取适当的生态恢复或补偿措施，如人工增殖放流、渔业资源养护与管理、人工鱼礁以及进行渔业资源和生态环境监测等，使渔业资源得到尽快恢复和可持续利用等，其经费应纳入本项目的环保投资预算。

8.4 海洋生态建设方案

2015年7月，国家海洋局印发了《国家海洋局海洋生态文明建设实施方案》（2015-2020年）（以下称《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积极落实《实施方案》相关要求，具体如下。

8.4.1 海洋生态保护措施

a 敏感目标避让与环境保护措施

- 路由选址避让措施

本项目登陆段与工程距离最近的一个噪声敏感目标人口为35人，距离为250m。本项目在早期选址阶段根据噪声影响预测结果尽可能远离该敏感目标，减少施工作业期间噪声对该敏感目标产生的影响。



- 保护目标敏感期避让措施

本项目位于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内，本项目铺缆作业将避开其敏感期（1月15日~3月1日）。海上施工作业将通过缩短海底电缆的施工期、采用先进铺缆船和挖沟设备作业等，减少对海底的开挖面积和悬浮沙产生量，尽可能降低和减缓铺缆挖沟作业对海洋底栖生物和浮游生物的伤害。

b 生态环境影响削减措施

鉴于本项目所在海域生态环境的敏感性，为了尽可能减少项目建设和运行对周围海洋生态环境、敏感目标的不利影响，本项目采取了多项生态环境影响削减措施，从而尽可能地降低工程对生态环境的不利影响，具体措施如下：

（1）施工期生活垃圾和生产垃圾等均分类收集后，集中装箱运回陆地交有资质的单位处理，均不排海。生活垃圾和生产垃圾排海削减率均达到 100%。其中，项目施工期生活垃圾削减量为 11.58t，生产垃圾削减量 70.47t。

（2）本项目定向钻过程中产生的所有泥浆及钻屑，全部按环保要求封闭运输至指定地点处理。泥浆和钻屑排放的削减率为 100%，其中泥浆削减量约 186m³，钻屑削减量约 147m³，

（3）本项目施工期生活污水（COD 含量 2000mg/L）均收集进行处理。其中海上施工产生的生活污水经生活污水处理设施处理达标后排海，污染物排放削减率达 85%以上，生活污水中 COD 削减量约 3.55t；陆上施工产生的生活污水依托涠洲终端现有处理设施进行处置，污染物排放削减率达 95%以上，生活污水中 COD 削减量为 1.17t。

（4）本项目施工期距涠洲 12 海里以内产生的船舶含油污水全部运回陆地处理，不排海，船舶含油污水削减量为 29m³；涠洲 12 海里以外产生的船舶含油污水量为 13m³，处理达标排海（石油类含量≤15mg/L）。

c 施工期生态保护措施

- 施工方案优化措施

本项目海底电缆将采用铺缆船舶+埋设犁进行挖沟埋设。海上施工作业将



通过缩短海底电缆的施工期、采用先进铺缆船和挖沟设备作业等，减少对海底的开挖面积和悬浮沙产生量。同时本项目海底电缆近岸段采用定向钻施工工艺，避免了炸礁、劈裂等对海水水质、沉积物、生物生态环境影响较大的作业方式，尽可能减缓铺缆作业对周围海域海洋环境的影响和扰动。

- 施工期管理措施

(1) 严格限制项目施工区域在其用海范围内，划定施工作业海域范围，禁止非施工船舶驶入，避免任意扩大施工范围，以减小施工作业对底栖生物和渔业资源的影响范围。

(2) 避免恶劣天气施工，保障施工安全并尽量避免悬浮物剧烈扩散。

(3) 建设单位制定了严格的环境保护及管理制度，并设专人、专岗进行监督和管理。

8.4.2 海洋生态修复及补偿措施

本项目将设生态修复/补偿资金对项目施工过程中造成的海洋生物资源、海洋生态服务功能等损害进行补偿，并纳入本项目环保投资。专项资金将根据项目所在海域实际情况，在相关主管部门的指导下，结合实际需要选择下述生态修复、补偿项目进行资助或支持，并按要求开展海洋环境跟踪监测。

a 海洋生态保护科研教育支持

- 支持海洋保护区基础建设

本项目附近有多个海洋保护区，例如涠洲岛海洋保护区和斜阳岛海洋保护区等。建议建设单位积极参与相关保护区的基础设施建设，包括保护区内各类保护物种的监视、监测功能建设，种苗繁育中心建设，保护区科研交流中心建设等。

- 支持海洋生态环境基础科学研究

鉴于项目所在海域有水产种质资源保护区、多个产卵场、海洋保护区等，建议建设单位与相关大学和科研机构进行合作，积极支持、资助与海洋生态环



境保护的相关基础科学研究，包括海洋生态系统研究、海洋生态功能研究、海洋生态多样性研究、海洋生态环境调查等基础科研课题与工作，从基础科研角度对海洋生态环境进行保护。

- 支持海洋主管部门海洋生态保护宣传教育基地的建设

近年来，由于海洋渔业的过度开发捕捞、各种非法、违规捕捞作业的屡禁不止，水产养殖业的不规范生产管理，以及对海洋资源的无序无度开发等原因，造成许多鱼种的野生鱼苗数量急剧下降等。为提高海洋生态保护意识，普及相关法律法规知识，建议建设单位支持海洋主管部门建立海洋生态保护宣传教育基地，开展以海洋生态环境保护为主题的宣传教育活动，向公众介绍保护区、保护物种（如珊瑚礁）的科普知识、宣传海洋生态保护相关的法律、法规及生物多样性保护的重要性，提高公众的海洋生态环境保护意识。

- 支持海洋主管部门海洋生态文明建设

近年来，广西壮族自治区大力推进海洋事业发展：2015年9月18日广西壮族自治区政府与国家海洋局签署《共同促进广西海洋事业发展推进广西沿海开发开放合作框架协议》，协议提出双方将重点围绕共同促进广西建设“一带一路”有机衔接的重要门户、打造广西与东盟海洋合作平台、推进在广西设立国家海洋研究机构、继续支持广西海洋事业发展、推进海洋管理工作体制机制创新五个方面开展深入合作。

因此，建议建设单位与当地海洋主管部门沟通，积极参与海洋生态文明建设相关项目。

b 海洋生态修复项目支持

建议建设单位与当地海洋主管部门进行沟通，针对本项目继续积极开展相关生态修复项目。同时建议在生态修复期间定期进行渔业资源与捕捞产量的跟踪监测，保护涠洲油田群附近海域的海洋生态环境，保证相关海域海洋生态环境得到良好修复，促进了海洋经济健康、持续发展。



c 生态补偿与增殖放流

人工增殖放流品种的选择应遵循生物多样性原则、生物安全原则、技术可行原则和兼顾效益原则。用于增殖放流的品种应当是该区自然水域本已存在的种类，苗种应当是本底种的原种或者子一代，不得向天然水域投放杂交种、转基因种、外来种以及其他不符合生态要求的水生生物物种。

建议建设单位针对本项目所在北部湾海域开展相应的增殖放流活动。适合北部湾海域增殖放流的鱼类包括卵形鲳鲹、浅色黄姑鱼、紫红笛鲷、真鲷等；虾类有长毛对虾、日本对虾、斑节对虾等；贝类有施獭蛤、华贵栉孔扇贝等。建议建设单位根据主管部门对增殖放流效果评估结果，协商有关品种和数量，用于后续的增殖放流活动参考。

8.4.3 海洋生态环境监测措施

根据海域环境特征，在工程区附近设立跟踪监测站点，对海域的各种水生生物资源（包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物和渔业资源）等进行监测。

a 区域环境本底值

• 海洋生态

(1) 叶绿素 a 和初级生产力

2018 年 5 月调查海域各站各层叶绿素 a 含量变化于 $(0.24\sim 1.37)$ mg/m^3 ，调查海域叶绿素 a 含量均较低，调查海区属于贫营养级。调查海域各站初级生产力变化于 $(0.87\sim 4.51)\times 10^2$ $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，调查海区总体初级生产力处于中低水平。

(2) 浮游植物

2018 年 5 月调查海域共出现浮游植物 2 门 34 属 111 种，个体数量范围为 $(0.98\sim 7.36)\times 10^4$ 个/ m^3 。调查海域浮游植物各项统计指标未现异常现象，其数值在海区波动范围内，优势种组成稳定。

(3) 浮游动物

2018 年 5 月调查海域共出现浮游动物 14 类 96 种，生物量变化范围为



(13.10~279.66)mg/m³，个体数量变化范围为(21.46~608.09)个/m³。总体来看，调查海区浮游动物群落的多样性指数和均匀度均处于较高水平，说明调查海区的浮游动物群落多样性水平较高，群落组成较为稳定。

(4) 底栖生物

2018年5月调查海域共获得底栖生物8大类124种，栖息密度变化范围为(10.0~40.0)个/m²，生物量变化范围为(0.36~17.00)g/m²。调查海域生物多样性指数和均匀度都较高，群落结构稳定。

(5) 潮间带生物

2018年5月调查共发现潮间带生物6大类33种生物，主要种类为软体动物、环节动物和节肢动物。平均栖息密度为13.6ind/m²，平均生物量为10.13g/m²。潮间带生物的垂直分布有一定差异，低潮带息密度和生物量高于中潮带和高潮带。总体上，调查岸段潮间带生物种类偏少，均匀度不高，多样性处于一般水平。

• 渔业资源

2018年9月调查评价水域共出现鱼类120种，隶属88属56科14目。鱼类渔获重量变化范围为13.83~56.42kg/h，平均为35.58kg/h；鱼类渔获尾数变化范围为1004~7060ind./h，平均为3101ind./h。调查海域鱼类资源量范围在226.35~923.23kg/km²，平均值为582.23kg/km²；资源密度范围在16428~115518尾/km²，平均值50746尾/km²；各站点现存资源量范围在377.27~1538.84t，平均现存资源量为970.47t。

主要经济鱼类的幼鱼比例在32.12-100.00%，平均为69.89%，各种类幼鱼密度在0~156ind/km²，合计为568 ind/km²。其中二长棘犁齿鲷的所占渔获比例最大为30.14%，其平均体长为95.15mm，平均体重为37.45g，幼鱼尾数比例为32.12%，总尾数密度为113尾/km²。

调查海域鱼卵、仔稚鱼垂直网调查表明，鱼卵水平分布平均密度为10.2粒/100 m³，仔稚鱼水平分布平均密度为1.36尾/100 m³。鱼卵、仔稚鱼水平网调查表明，调查海域鱼卵垂直分布平均密度为64.54粒/100 m³，仔稚鱼垂直分布平均密度为20.29尾/100 m³。



2018 年 9 月调查共出现头足类 15 种，头足类渔获重量变化范围为 0.21~3.09kg/h，平均为 1.41kg/h；头足类渔获尾数变化范围 2~136ind./h，平均 53ind./h。调查海域头足类资源量范围在 3.44~50.59kg/km²，平均值为 23.12kg/km²；资源密度范围在 33~2225 尾/km²，平均值 867.25 尾/km²。

2018 年 9 月调查共出现甲壳类 59 种，其中虾类 27 种，蟹类 32 种。其中虾类渔获重量变化范围为 0.64~28.73kg/h，平均为 8.91kg/h；虾类渔获数量变化范围为 39~1514ind./h，平均为 662ind./h；虾类资源量范围在 10.48~470.10kg/km²，平均值为 145.71kg/km²；资源密度范围在 638~24773 尾/km²，平均值 10824 尾/km²。蟹类渔获重量变化范围为 0.66~21.48kg/h，平均为 9.18kg/h；蟹类渔获尾数变化范围为 6~1919ind./h，平均 761ind./h；蟹类资源量范围在 10.80~351.51kg/km²，平均值为 150.19kg/km²；资源密度范围在 98~31399 尾/km²，平均值 12452 尾/km²。

b 海洋生态环境监测方案

建议建设单位按照国家法律法规要求，根据项目进度计划、施工方案和所在海域环境现状，在本项目铺设电缆时视情况进行环境监测。

进行跟踪监测需根据技术规范《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》制定监测方案，包括站位布设、监测项目、监测频次等；并选择具有海洋环境跟踪监测资质的单位，并提交有效的计量认证监测报告。

8.4.4 海洋生态补偿与修复方案实施和监督

海洋生态补偿与修复需要改变以往单纯渔业资源增殖放流的模式，建设单位应按照国家的相关要求及其他相关海洋管理部门的要求，并在相关海洋渔业主管部门的指导下，制定科学合理的生态修复方案，整个生态修复工作的合规性应置于海洋管理部门监督下，由建设单位按照市场经济法则实施。

同时为了解和掌握本项目实施对海域生态环境、渔业资源状况的影响，及时提出合理化建议和对策、措施，最终达到保护项目周围海域生物多样性和渔业资源的目的。本报告建议建设单位在海洋管理部门指导下，委托有资质单位开展本项目海洋生态环境跟踪监测，并提交监测报告，并基于海洋生态跟踪监



测、渔业资源跟踪调查成果验证海洋生态补偿的有效性。

8.4.5 溢油防范及应急

建设单位中海石油(中国)有限公司湛江分公司已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 年在国家海洋主管部门登记备案。本次海底电缆铺设项目已纳入湛江分公司的整个应急计划中,严格按照涠洲油田群已经备案的溢油应急计划做好各种溢油应急准备和响应工作。当海上发生溢油事故时,根据实际情况和溢油事故现场的需要,按照预先制定的溢油应急计划中选择相应的设备应对溢油事故,保证溢油应急响应的快速高效,最大程度控制和减少溢油污染。

本项目在设计阶段和建设阶段将制定并严格实施溢油事故防范措施,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。



9 环境经济损益分析

环境经济损益分析是环境影响评价的一项重要内容，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，重点评价项目环保投资的经济合理性和可行性；并通过分析项目的环境经济效益，从环境经济角度对项目的可行性进行评估，为建设项目的决策提供依据。

9.1 环境保护设备及环保投资估算

环境保护投资主要包括一次性环保设施投资及其辅助费用，在确定环境保护投资费用时，根据《海上油(气)田开发工程环境保护设计规范》(SY/T10047-2003)，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，其资金按100%列入环境保护投资；生产需要又为环境保护服务的设备或设施分别按不同情况以25%~50%比例列入环境保护投资。

本项目为海底电缆铺设项目，投产后所有环保设施均依托油田原有设施，本项目未新增环保设施投资。

9.2 环境经济损益分析

本项目对海洋生态环境的损害包括对海洋生物资源的损害和对海洋生态功能的损害两部分，其中对海洋生物资源的损害按照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)进行估算，对海洋生态功能的损害参照《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T28058-2011)进行估算，二者合计即为本项目造成海洋生态环境总损失。

9.2.1 海洋生物资源损失

海洋生物资源损失量根据第六篇评估结果，根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)，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。本项目海底电缆施工对海洋生物资源影响属一次性损害，补偿金额按3倍计。

由于针对本项目所编制的《涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新铺海缆工



程项目对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》已于 2018 年 1 月 26 日获得农业部渔业渔政管理局批复（批文见报告附件 8），该报告采用的 2014 年现状调查资料进行损失计算，海洋生物资源补偿金额大于本次环评计算的损失额，建议建设单位按照该报告计算结果进行相应补偿费用设置。

9.2.2 海洋生态服务功能损失

根据《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058-2011)，海洋生态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，各部分服务价值损失计算过程详见第七篇。

9.3 社会效益分析

随着我国工业化和城镇化进程的加快，石油需求将呈强劲增长态势。国内石油开发和生产已日益不能适应经济和社会发展的需要，供需矛盾日益突出，进口量逐年上升，每年都要花大量外汇进口石油。对国际石油市场的依存度不断提高。因而本项目的实施是为支持油田建设，将为缓解我国的石油资源短缺、保障国民经济持续、快速、健康发展发挥一定作用。此外油田开发工程的实施，也将会对进一步带动我国相关产业的发展（如钢铁、造船、机械制造、电子、仪表等）发挥一定的作用，同时促进下游产品开发和石油技术服务业的发展，增加诸多领域的就业机会。从社会、经济效益等各个方面来看，本工程是一项利国利民的工程。



10 环境管理与监测计划

10.1 环境管理

环境管理是保护环境和控制污染的重要措施之一。建设单位中海石油（中国）有限公司湛江分公司（以下简称“湛江分公司”）负责本项目后续的工程建设和生产运行以及生产期间的环境管理工作。建设单位非常重视环境保护工作，建立了一套系统、完整的环境保护管理机构和程序，对涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目的环境保护工作实行全过程、程序化的管理。

10.1.1 环境管理的任务和内容

涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目在建设阶段中将产生一定量的污染物，主要包括铺设海缆挖沟产生的悬浮沙、定向钻作业产生的钻屑和泥浆、以及船舶含油污水等船舶污染物，将对海洋环境造成一定程度的影响。因此，环境管理作为保护环境、控制污染的重要措施之一，其主要任务和内容包括：

- (1) 贯彻执行环境保护法规和标准；
- (2) 组织制定和修改与本项目有关的环保管理制度并监督执行；
- (3) 组织制定环境保护长远规划、年度计划和限期治理的项目；
- (4) 领导和组织工程项目各部门的环境监测；
- (5) 检查工程项目环保设施的运行状态；
- (6) 广泛应用环境保护的先进技术和经验；
- (7) 组织开展环保专业技术培训，提高人员素质水平；
- (8) 组织开展工程项目的环保科研和学术交流。

10.1.2 机构及岗位的设置

a 机构与定员

建设单位湛江分公司所负责项目工程建设、生产运行以及生产期间的环境管理工作。公司成立了以总经理为领导的环境保护管理体系，积极履行职能范围内的环保职责，健全环保制度并强化执行，推动环境管理持续改进，见图 10.1-1。

此外，新铺海缆所依托 WZ12-1PUQB 平台已建立系统、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，平台设平台总监，其组织机构见图 10.1-2。WZ12-1PUQB 平台设生产监督，负责 WZ12-1PUQB 平台日常安全生产的组织管理工作。

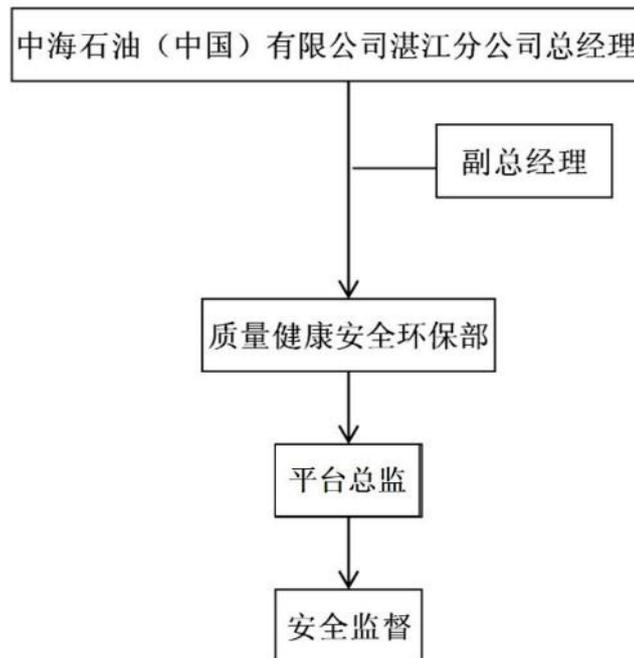


图 10.1-1 环境保护管理机构图

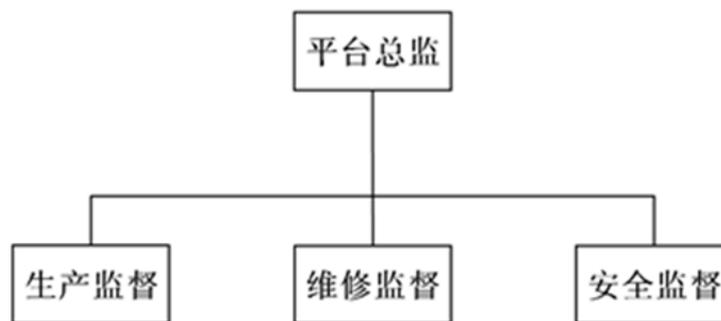


图 10.1-2 平台组织机构图

b 主要人员的岗位职责

• 生产监督

接受和执行上级生产指令，组织实施平台安全生产管理和行政管理工作；对生产设备、工艺流程、井口平台油井及油田其它设施的异常情况，及时



组织人员进行抢修，采取对策，并及时通知上级主管部门；

是平台安全生产的第一责任人，负责和组织好安全生产；

负责职工队伍的管理，监督各项管理规章制度的落实；

负责原油、污水、注水、燃料气等的质量控制；

负责生产设施的操作维护和对事故的应急处理；

负责监督和落实各岗位责任制的执行情况；

负责定期对安全救生设备进行检查、试运转，发现事故隐患及时整改并报告平台经理；

负责召开平台的安全例会，出安全月报；

负责检查和审批重大作业的安全措施；

对平台的生产作业和外来人员作业实施安全监督；

对新工人、外来人员、参观人员进行安全教育。

• 安全监督

对本平台安全工作实行全面监督。贯彻执行国家有关部门、总公司、上级部门的安全生产法规和有关规章制度。

监督开展安全教育、技术培训工作。

检查平台生产设施的安全生产情况，对违反有关安全生产规定、危害职工安全健康的情况提出期限整改要求，组织和参加有关的事故调查，监督事故的处理，并组织提出安全改进措施。

负责监督与检查全平台的消防、救生设施的维护、维修，并确保它们状态良好。

协助生产监督制定整个平台的应急计划、应急部署及组织应急演练工作。

负责平台内起重吊人、吊物以及系驳、带缆等作业的安全检查等。

• 中控主操

接受生产监督的指令和分工，集中精力认真负责中控值班，不得做与中控值班无关的事情，值班期间不得脱岗，若因事要离开，需要有人代替。

全面负责中控的监视，随时掌握平台生产动态，发现报警，必须派人确认，



并将处理过程和结果做好记录。

每晚 24:00 负责当天生产数据的计算和整理，工整、准确、清晰的做好各类报表和记录，发现有怀疑数据时要及时向主操和生产监督汇报。

当出现火灾报警时，应及时确认是否属实，再采取进一步的措施。若是误报警应通知仪表主操检修，同时用广播通知平台人员；若是真实情况发现应及时通知生产监督、安全监督和平台总监，并用广播及时发出警报通知全平台人员并采取果断措施启动相关系统。

10.1.3 环境保护管理制度

环境保护是我国的一项基本国策。建设单位在涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目建设和运营期间，应遵守中国环境保护法律、法规、条例和规定，严格执行污染物达标排放，如《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）。结合项目开发的特点，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。

本项目所依托 WZ12-1PUQB 平台将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。

a 环保监督检查制度

海上监督对当班期间所进行的工作进行监督，就违反或可能违反环境保护法规、政策和程序的事件提出劝告，对环保设备、设施和器材的使用和维护情况进行日常检查，发现问题及时解决。

b 安全/环保会议制度

定期举行监督参加的安全/环保会议和每日生产例会，分析总结安全、环保制度执行情况；查找安全环保问题和隐患，针对问题提出防治措施；传达并贯彻公司有关指示和安全、环保方面的规定。

c 培训与演习制度

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。



d 管线/电缆巡查制度

海底电缆由值班船进行不定期巡查，防止拖网渔船违章作业对海底电缆造成损害。根据油田运行情况，在必要时委托专业公司对海底电缆进行技术监测，以保证海底电缆处在安全运行状态。

e 新铺海缆环境保护管理制度

针对本项目新铺海缆，湛江分公司制定了相应的环境保护管理计划如下：

(1) 制定了《海底电缆、管道巡检管理规定》，建立海底电缆巡查监测制度，加强对海底电缆的巡查工作，通过守护船、直升飞机、人员等手段对海底电缆进行定期的巡查监测，每月至少对海底电缆进行一次巡查监测。发现异常及时报告、处理。

(2) 根据《中海石油（中国）有限公司海底管道/软管/海底电缆应急维修预案编制指南（试行）》的要求，湛江分公司编制了《油气管道及水下生产设施受损应急预案》，用于指导从海底电缆故障到恢复投产阶段的作业。

(3) 在涠洲终端设标示，起警示作用。

10.2 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：一是定期监测各油田设施外排污染物的排放浓度，确保达标排放；二是为加强环境保护管理、保证污染物处理设备正常运转；分析外排污染物浓度和排量的变化规律，为制定污染控制措施和环保管理提供依据。

建议建设单位按照国家法律法规要求，根据项目进度计划、施工方案和所在海域环境现状，在本项目铺设电缆时视情况进行环境监测。进行跟踪监测需根据技术规范《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》制定监测方案，包括站位布设、监测项目、监测频次等；并选择具有海洋环境跟踪监测资质的单位，并提交有效的计量认证监测报告。



11 评价结论与建议

11.1 工程概况

本项目位于中国南海北部湾海域，计划在 WZ12-1PUQB 平台和涠洲终端间新铺设一条长约 33.1km 的海底电缆，以配合现有输电能力不足的海底电缆，一同为海上油田群供电。

本次涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目不涉及对现有涠洲油田群配产、物流走向、处理工艺的调整，项目建成后不会新增污染源，涠洲油田群污染物产生、排放量不会发生变化。

11.2 主要污染源和污染物

本次海底电缆铺设项目建设阶段产生的污染物主要为铺设海缆挖沟产生的悬浮沙、定向钻作业产生的钻屑和泥浆，此外还有参加施工的人员和作业船舶产生的少量船舶污染物和生活污染物等。

本项目共新铺 1 条海底电缆全长约 33.1km，挖沟搅起的海底悬浮沙量约为 7268m³，定向钻施工将使用约 186m³ 泥浆，产生 147m³ 钻屑。

此外作业人员和施工船舶还将产生少量船舶污染物和生活污染物，根据作业期和参与作业的人员、船舶情况，电缆海上铺设阶段产生的生活污水约 2086m³，生活垃圾约 8.94t，船舶含油污水约 42m³，生产垃圾约 55.47t；定向钻铺设阶段产生的生活污水约 616m³，生活垃圾约 2.64t，生产垃圾约 15t。

本次海底电缆铺设项目建成后，所依托平台和终端的生产工艺、油气水产量、作业人数均未发生变化，原有工程设施的含油生产水、生活污水、生活垃圾、船舶含油污水和生产垃圾等污染物产生及排放量不变，本项目在运行阶段不会对周边环境造成新增影响。

11.3 功能区划及相关规划的符合性

11.3.1 全国海洋主体功能区规划

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。本次海底电缆铺设项目在开发过程中将注重对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区等敏感目标的保护，



合理安排施工工序，挖沟等对环境影响较大的作业避开了水产种质资源保护区的核心保护期（1月15日至3月1日）。本项目仅在施工期对周边海洋环境造成短暂的一次性影响，且主要集中在电缆路由附近，此外项目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，本工程的建设与《全国海洋主体功能区规划》对该海域的规划要求相符合。

11.3.2 全国海洋功能区划

根据《全国海洋功能区划》（2011~2020年），本次涠洲油田群海底电缆铺设项目所在海域位于南海桂东海域的涠洲岛—斜阳岛海域范围内，“涠洲岛—斜阳岛海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。区域实施污染物排海总量控制制度，改善海洋环境质量”。本工程属于油气资源勘探开发附属工程，符合《全国海洋功能区划（2011~2020年）》在该海域发展石油天然气勘探开发的功能定位。

11.3.3 广西壮族自治区海洋功能区划

根据《广西壮族自治区海洋功能区划》（2011~2020），本次海底电缆铺设项目近岸段将穿越涠洲岛旅游休闲娱乐区和涠洲岛-斜阳岛保留区。本项目不属于围填海活动，建设阶段不涉及改变海域自然属性的活动，海底电缆挖沟属于短期小范围的海床干扰，工程结束后海底环境将较快恢复；挖沟产生的悬浮沙对环境的影响属于短期、可恢复的，不会对海洋水动力环境、岸滩及海底地形地貌造成影响；海底电缆铺设完成后，运行阶段不会对周围环境造成影响。因此，本项目无论在建设阶段还是运行阶段，对环境的影响范围均较小，与《广西壮族自治区海洋功能区划》（2011~2020）中海洋功能区的管理要求相符合。

11.3.4 海洋生态红线符合性分析

根据《广西海洋生态红线划定方案》（2017年12月6日），本次新建海底电缆路由部分落在限制类红线区内，近岸段将穿越北海涠洲岛重要滨海旅游区限制类红线区，穿越段长度约6km，该区域的管控措施为禁止试图可能改变或影响滨海旅游的开发建设活动。本项目的建设不涉及改变海域自然属



性的活动，仅在施工阶段会对附近海域产生短期小范围的影响，工程结束后海底环境将较快恢复；挖沟产生的悬浮沙对环境的影响属于短期、可恢复的，不会对海洋水动力环境、岸滩及海底地形地貌造成影响。海底电缆铺设完成后，不会对红线区内的水质、沉积物质量和海底生物质量造成影响，不会改变或影响滨海旅游的开发建设活动。因此，本项目与《广西海洋生态红线划定方案》对该海域的管控措施相协调。

11.3.5 相关政策规划符合性

根据《产业结构调整指导目录》（2011 年本）（2013 年修正），鼓励类目录中包括“石油、天然气行业（石油、天然气勘探及开采，页岩气、油页岩、油砂、天然气水合物等非常规资源勘探开发，原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施及网络建设，油气伴生资源综合利用，放空天然气回收利用与装置制造）”等内容，本次涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目旨在消除涠洲电网安全隐患，保证涠洲油田群的长期稳定生产，属于海洋油气开采项目的附属工程，建设符合国家产业政策要求。

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。涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目属于油气资源勘探开发附属工程，符合纲要要求。

《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》提出“编制实施海洋主体功能区规划，构建陆海协调、人海和谐的开发格局，拓展蓝色经济空间，2020 年海洋生产总值占地区生产总值比重超过 7%。整合沿海口岸线资源开发，打造现代化港口群，依托港口发展临港产业集群，大力发展海洋船舶和工程装备制造、海洋交通运输、海洋渔业、海洋医药、海洋旅游、海洋能源、海洋服务等海洋产业。”本项目属于油气资源勘探开发附属工程，符合该规划要求。



11.4 环境质量现状

11.4.1 海洋水文气象环境现状

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。

工程海域 11 月至翌年 4 月主要受北方寒潮大风影响。常年主导风向为东北偏北（NNE），占全年的 14%，其次是东南偏东（ESE），占全年的 13%。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（SSW）和东南偏南风（SSE）。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），海域潮汐类型属于正规全日潮，潮流为不正规全日潮流。

11.4.2 海水水质环境现状

根据 2018 年 4 月在本项目海域的环境质量现状调查结果显示：监测海区海水中 pH、COD、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，符合第一类海水水质标准。监测海区海水中 DO 存在轻微超标，总的超标率为 0.6%，超标倍数为 0.11，超标样品的含量符合第二类海水水质标准。监测海区海水中 DO 的含量主要受季节及水深影响，超标样品出现在底层。调查海区溶解氧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，底层海水中存在一定的季节性缺氧现象，这与中国近海季节性跃层特点相关。

11.4.3 海洋沉积物环境现状

根据 2018 年 4 月调查，本项目所在海域各站位表层沉积物中有机碳、硫化物、总汞、砷、铜、铅、镉、锌、铬和石油类的标准指数均小于 1，符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第一类海洋沉积物质量标准限值要求，无超标样品。调查结果表明，项目附近海域表层沉积物质量现状良好。



11.4.4 海洋生物质量现状

2018 年 4 月调查底栖生物鱼类和甲壳类体内污染物各项评价因子均未超标；贝类体内 As、Pb、Cd、Zn 和 Cr 均有不同程度的超标现象，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；其中 Pb 的样品超标率为 100%，其它因子的样品超标率均少于 33.3%。软体类 As 出现超标，样品超标率为 100%。

总体而言，海区底栖生物中鱼类、甲壳类生物质量较好，各项评价因子均未超标；贝类的生物质量状况一般，其体内各污染因子存在普遍超标现象；软体类体内 As 出现普遍超标现象。根据与历年调查资料对比，本海域贝类超标现象较普遍，除了铜未出现过超标，其它评价因子均不同程度超标。贝类体内污染因子存在普遍超标现象可能与生物自身的生活习性、生理生化特征有关或生物对污染物的富集能力较强等因素有关。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。

11.4.5 海洋生态环境现状

根据 2018 年 4 月在本项目海域的环境质量现状调查结果显示：调查海域叶绿素 a 含量均较低，调查海区属于贫营养级，总体初级生产力处于中低水平。浮游植物各项统计指标未现异常现象，其数值在海区波动范围内，优势种组成稳定。浮游动物群落的多样性指数和均匀度均处于较高水平，说明调查海区的浮游动物群落多样性水平较高，群落组成较为稳定。底栖生物的生物多样性指数和均匀度都较高，群落结构稳定。调查岸段潮间带生物种类偏少，均匀度不高，多样性处于一般水平。

11.4.6 渔业资源现状调查

根据 2018 年 9 月在本项目周边海域的渔业资源现状调查结果显示：调查共获鱼类 120 种，鱼卵、仔稚鱼 23 种，头足类 15 种，甲壳类 59 种；本次调查海域各站总鱼获重量变化范围为 21.3~107kg/h，总鱼获重量平均为 55.08kg/h；各站位总资源量范围在 348.54~1750.83 kg/km²，总资源量平均为 901.25kg/km²。



11.4.7 陆域环境质量现状

根据 2015 年 8 月监测数据，SO₂ 小时浓度最大占标率为 1.8%，日均最大占标率为 4%；NO₂ 小时浓度最大占标率为 11%，日均最大占标率为 20%；PM₁₀ 日均最大占标率为 22.67%。从监测结果看出，所有点位的监测因子均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准，占标率较高的因子为 PM₁₀。非甲烷总烃的最大占标率为 12.5%，出现在上梓桐木村和测站 3 站位。总体来讲，涠洲岛该区域的环境空气质量优良。

由现状环境噪声监测结果可以看出，本项目厂址噪声能够满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 2 类标准要求，厂区周边声环境质量较好。

11.4.8 环境质量回顾性分析

本项目所在海域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放于海，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较低，秋季多样性较高，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。

11.4.9 主要环境敏感区

本项目所在海域附近的主要环境敏感目标为海洋保护区、渔业资源保护区和产卵场等。本项目位于北部湾二长棘鲷长毛对虾水产种质资源保护区、北部湾蓝圆鲈产卵场、二长棘鲷产卵场以及涠洲岛旅游休闲娱乐区内，距离较近的还有涠洲岛海洋保护区、二长棘鲷幼鱼和幼虾保护区、北部湾金线鱼产卵场和北部湾长尾大眼鲷产卵场。在工程建设过程中，需进行重点保护，尽量减轻或避免施工作业对海洋生物资源和海洋生态环境的影响，并采取合理有效的防范措施，尽可能避免溢油事故的发生。



11.5 环境影响预测与评价

11.5.1 工程对海水水质的影响

新建海底电缆铺设挖沟时对海水水质的主要影响是悬浮沙浓度增大和降低海水透光度。根据预测结果可知，在铺管挖沟作业期间，悬浮沙超一类水域影响面积最大为底层，其次为中层和表层，而最大影响距离由表层至底层逐渐减小。

根据本工程悬浮沙预测结果，海底电缆挖沟施工导致的悬浮沙超第一（二）类海水水质最大影响距离不超过 600m。施工停止后 12.5 小时内，海水水质即可恢复第一类水质标准。

此外，定向钻在海床出土时，将会有少量泥浆和钻屑溢出。本工程定向钻采用的泥浆为水基膨润土浆，钻屑主要为地层岩屑，溢出后对海水水质的影响主要是产生少量悬浮砂。由于溢出量较小且持续时间很短，只会对出土点周边很小范围内海水水质产生轻微影响，并且在作业结束后将很快恢复到施工前水平。

由此可见，悬浮沙虽对电缆路由区的海域水质有一定的影响，但由于铺设海底电缆是一次性的，随着施工完毕后时间的推移，能够在一定的时间内减少甚至消除这种影响。因此海底电缆铺设产生的悬浮沙对海水水质的影响是一次性、短期且可恢复的。

11.5.2 工程对海底沉积物的影响

在海底电缆挖沟铺设期间，搅起的海底沉积物堆积在缆沟两侧，挖沟结束后，在海水运动作用下将回填于缆沟。因此，对底质的直接影响就是挖起和覆盖。

根据预测可知，悬浮沙覆盖 2cm 厚度的范围主要分布在海底电缆两侧，施工期间覆盖面积一直增大，施工结束后覆盖面积不再增大。悬浮沙覆盖 2cm 厚度的覆盖面积最大约为 2.478km²，集中在缆沟附近 38m 范围内，对沉积物影响较小，不会对周围的底栖生态系统造成明显危害，施工结束后沉积区的底栖生态将会逐渐恢复。

此外，定向钻作业会对出土点附近的沉积物环境产生一定影响，少量钻屑



和泥浆溢出后在海水运动的作用下，会在海底一定的范围内沉积，覆盖一部分原海底，所覆盖区域的沉积物类型会有所变化。但由于钻屑和泥浆溢出量较小，其对沉积物环境的影响仅局限于出土点附近很小区域内，不会明显影响本海区的沉积物环境。

11.5.3 工程对海洋生态的影响

铺设海底电缆挖沟产生的悬浮沙排放，增加了海水的浑浊度，减少透光层的厚度，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。但这种影响是短暂的，挖沟作业结束后，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，短时间内可恢复浮游生物的正常生存环境。

铺设海底电缆挖沟及在两侧所堆积的挖沟泥沙将对底栖生物造成一定的损害，并对周围底栖生物的生长造成一定的影响，使底栖生物量减少，在一定时间内会破坏施工现场周围海底部分底栖生物并影响沿电缆路由一带的海底生态环境。对底栖生物的影响主要是对底栖生物的掩埋作用，堆积在缆沟两侧的沉积物，在海水运动作用下部分将很快回填于缆沟，随着施工结束以及时间的推移，电缆路由区的底栖生态会逐渐得到恢复。

11.5.4 陆上定向钻施工对环境的影响分析

定向钻作业期间将会有各种施工机械进行施工作业，同时还将有运输作业车辆在施工作业带内往返，施工机械和运输车辆会产生少量的废气和扬尘。定向钻作业厂址位于涠洲终端厂区内，施工中产生的少量废气只会影响作业场地附近局部环境，运输扬尘一般在尘源道路两侧 30m 的范围，均属于短期污染，该影响会随着施工作业的结束而逐步消失，生产期电缆已全部埋入地下，正常情况下，不会对大气环境产生影响。据定向钻作业场地最近的环境敏感目标最近距离为 500m，电缆施工产生的废气和扬尘不会对周围环境敏感目标产生影响。

定向钻施工作业将使用一定量的工业机械，主要包括钻机、泥浆泵、吊车



等。参考同类施工机械噪声影响预测结论，昼间施工机械影响范围为 60m、夜间影响范围为 180m。由于定向钻施工场地位于涠洲终端厂区内，距离最近的环境敏感目标约 500m，施工作业期间机械噪声将不会对周围环境敏感目标产生影响。

在定向钻作业过程中，将在涠洲终端厂区内开辟一块 24m×60m 的作业场地，将破坏原有场地的土壤和植被。但在施工作业结束后，将在已复土的地面上按照当地原有的植被特点加强绿化，种植花草，恢复和保护该区的土壤植被环境，短期内施工作业地带被破坏的植被将被有效恢复。

11.5.5 工程对环境敏感目标的影响

本次海底电缆铺设项目位于北部湾二长棘鲷长毛对虾水产种质资源保护区、涠洲岛旅游休闲娱乐区、北部湾蓝圆鲹产卵场和二长棘鲷产卵场内，在工程施工过程中，需进行重点保护。电缆铺设过程中还可能对附近的涠洲岛海洋保护区、二长棘鲷幼鱼和幼虾保护区、北部湾金线鱼产卵场和北部湾长尾大眼鲷产卵场造成短期影响，但影响主要局限在电缆路由周边海域，且施工结束后短期内即可恢复到原有海水水质。工程对其他环境敏感目标基本无影响。

11.6 溢油事故风险分析与防范措施

11.6.1 溢油事故风险分析及概率

a 环境风险事故及概率

本次海缆铺设项目在施工和生产阶段有可能导致油气泄漏的事故主要为施工作业船舶的燃料油泄漏事故。

燃料油泄漏通常由船舶碰撞事故导致，本项目施工阶段参与作业的船舶主要包括铺管船和交通船等，此外，在该海域航行的外来航船也有可能与平台设施或船舶发生碰撞。根据《风险评估数据指南》，本项目建设阶段船舶碰撞产生严重损伤的概率为 5.0×10^{-5} 次/年。发生严重损伤不一定引起溢油事故，因此，引发溢油事故的概率将更小。

b 事故环境后果

本次海底电缆铺设项目位于北部湾二长棘鲷长毛对虾水产种质资源保护



区、北部湾蓝圆鲹产卵场、二长棘鲷产卵场和涠洲岛内，故无论在何种风向下发生溢油事故，均会对这些敏感目标产生影响。根据溢油漂移扩散数模预测结果，当本项目施工船舶在 WZ12-1PUQB 平台附近发生溢油事故时，极值风 W 风向下发生溢油到达涠洲岛海洋保护区和涠洲岛旅游休闲娱乐区的最短时间约 10.8h，到达斜阳岛海洋保护区的时间约为 19.2h。

因此，建设单位需制定科学、周密的施工作业计划，确保安全生产，并制订严密的溢油应急预案，配备足够的溢油应急设备。一旦发生溢油事故，需引起足够重视，随时做好应急准备，及时开展应急响应。

11.6.2 风险防范措施

为防止在供应船卸载燃料油时发生输油软管泄漏，作业者应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。

在建设阶段作业者还将安排值班船对作业范围进行巡视，驱散可能干扰作业的其他船舶，确保施工船舶的安全性。

11.6.3 溢油应急预案及可行性分析

建设单位中海石油(中国)有限公司湛江分公司已针对本项目所在的涠洲油田群制定了详细的溢油应急计划，并获得国家海洋主管部门的备案。应急计划的主要内容应包括作业区情况、应急组织体系、溢油风险分析、事故处置方案和溢油应急能力等。

根据对溢油应急风险防范措施的分析，本项目从施工建造和安装过程上提出了有效的防范措施，并可以在合理的时间内对中小型溢油做出适当的反应，使溢油的漂移距离控制在较小的范围内。当发生较大规模的溢油事故时，可借助于区域性溢油应急联合组织其他成员的设备进行应急处理，基本可在 24h 内做出有效反应。综上所述，目前涠洲油田群设置的溢油应急设备及提出的溢油风险防范措施可以满足本项目风险防范的需求。



11.7 环境保护措施

11.7.1 污染防治措施

根据工程分析的结果，本次海底电缆铺设项目产生的污染物主要包括铺设海缆挖沟产生的悬浮沙、定向钻作业产生的钻屑和泥浆，此外还有参加施工的人员和作业船舶产生的少量船舶污染物和生活污染物等。

本次海底电缆铺设项目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）、《73/78 防污公约》、《2011 年国内航行海船法定检验技术规则》和《国内航行海船法定检验技术规则 2014 年修改通报》的相关要求。距涠洲岛 12 海里以外的施工船舶产生的含油污水经处理至含油浓度 $\leq 15\text{mg/L}$ 后排放，12 海里以内的施工船舶产生的含油污水全部运回陆地处理；生活污水通过设置在船舶上的生活污水处理装置处理达标后排海，生活垃圾和生产垃圾等运回陆地处理。

施工作业过程中产生的生活垃圾、生产垃圾等固体废弃物禁止排海，作业船舶均设置垃圾分类回收箱。其中对厨房产生的食品垃圾进行压缩打包，与其他生活垃圾和生产垃圾进行分类回收至垃圾箱内，分类装箱运回陆地处理。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，对其中的危险废物交由有资质的单位进行回收利用或处置。

11.7.2 生态保护措施

本项目在建设阶段挖沟搅起的悬浮沙和生活污水的排放不可避免的对周边生态环境造成一定的影响。为使工程建设与生态环境相协调，作业者应积极采取有效措施，尽可能地减少对周边生态环境和生态资源的损害，以达到项目建设与生态资源保护兼顾的目的。为此，作业者在海底电缆铺设过程中，将采取以下措施：

(1) 本次海底电缆铺设项目位于北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区的核心区（主要保护对象为二长棘鲷和长毛对虾等），海底电缆铺设挖沟应尽可能避开其特别保护期（1 月 15 日~3 月 1 日），以降低和缓解对生态资源的影响程度。

(2) 优化施工方案，加强科学管理，在保证施工质量的前提下尽可能缩



短作业时间，以减轻挖沟作业对海洋生态资源的影响程度。

(3) 划定施工作业海域范围，严格限制工程施工区域在其用海范围内，禁止非施工船舶驶入，避免任意扩大施工范围，以减小施工作业对海洋生态资源的影响范围。

(4) 海上施工应尽量避免恶劣天气，保障施工安全并尽量避免悬浮物剧烈扩散。

(5) 近岸段采用定向钻施工工艺，作业场地设在涠洲终端厂区内，其对环境的影响程度远小于水下爆破炸礁所造成的影响。

(6) 及时检修和维护施工机械和运输车辆，不使用“带病”设备和车辆，以减少尾气非正常排放造成的不利影响。

(7) 加强环境管理，土堆、料堆要采取遮盖、洒水喷淋等降尘措施；运输易产生扬尘的物料时必须采取密闭措施，防止运输过程发生逸散和泄漏等情况。

(8) 本项目周边环境敏感目标较多，若发生事故性溢油，其危害将是严重的。建设单位必须具备控制溢油的有效应对手段和措施。一旦溢油事故发生，应及时向相关主管部门通报情况，并立即采取相应措施将溢油控制在最小范围内。

11.8 环境管理与监测

建设单位在本项目建设过程中，将严格执行污染物达标排放标准，并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。

11.9 评价结论

涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目符合《产业结构调整指导目录》、《全国海洋主体功能区规划》和相关省级海洋功能区划要求，施工方案较为充分地考虑了工程可能对环境造成的影响，采取了一系列污染防治及环境保护措施。

本项目对海洋环境产生的影响主要是在施工过程中挖沟产生的悬浮沙，



但其影响是有限的、短期且可恢复的；电缆铺设完成后，运行阶段不会对周边环境造成新增影响。工程的建设会对海洋生态资源产生一定影响和损害，需要采取有效的保护措施。拟建工程在施工阶段存在一定的溢油风险，需要采取具有针对性的安全保护措施和切实有效的溢油应急防范对策措施。

评价认为，在建设单位积极落实本报告提出的污染防治措施、风险事故防范措施和应急预案的前提下，从环境保护角度考虑，本次海底电缆铺设项目建设可行。



附件 1: 《关于涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 新增海缆项目环评委托书》

中海石油（中国）有限公司湛江分公司

关于涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 新增海缆项目环评委托书

中海油研究总院：

中海石油（中国）有限公司湛江分公司计划实施涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目，根据国家海洋行政主管部门的相关要求，特委托贵总院按照国家有关法律法规、部门规章及有关标准、规范的相关要求，开展涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目环境影响评估工作，编制涠洲终端至涠洲 12-1PUQB 平台新增海缆项目环境影响报告书。

特此委托。

中海石油（中国）有限公司

湛江分公司

2017 年 8 月 10 日



附件 2：平台名称中英文对照表

WZ6-13 WHPA	涠洲 6-13 油田 A 井口平台
WZ12-2 WHPB	涠洲 12-2 油田 B 井口平台
WZ12-2 WHPA	涠洲 12-2 油田 A 井口平台
WZ12-1 PUQ	涠洲 12-1 油田生产综合处理平台
WZ12-1 PAP	涠洲 12-1 油田生产辅助平台
WZ12-1 PUQB	涠洲 12-1 油田 B 生产综合处理平台
WZ6-1 WHPA	涠洲 6-1 油田 A 井口平台
WZ6-8 WHPA	涠洲 6-8 油田 A 井口平台
WZ6-9/6-10 WHPA	涠洲 6-9/6-10 油田 A 井口平台
WZ6-12 WHPA	涠洲 6-12 油田 A 井口平台
WZ12-1 WHPB	涠洲 12-1 北油田 B 井口平台
WZ12-1W WHPA	涠洲 12-1 西油田 A 井口平台
WZ12-8W WHPA	涠洲 12-8 西油田 A 井口平台
WZ11-1 WHPA	涠洲 11-1 油田 A 井口平台
WZ11-1 RP	涠洲 12-1 油田立管平台
WZ11-1N WHPB	涠洲 11-1 北油田 B 井口平台
WZ11-2 WHPA	涠洲 11-2 油田 A 井口平台
WZ11-2 WHPB	涠洲 11-2 油田 B 井口平台
WZ11-4 WHPA	涠洲 11-4 油田 A 井口平台
WZ11-4 WHPB	涠洲 11-4 油田 B 井口平台
WZ11-4 WHPC	涠洲 11-4 油田 C 井口平台
WZ11-4N WHPA	涠洲 11-4 北油田 A 井口平台
WZ11-4N WHPB	涠洲 11-4 北油田 B 井口平台
WZ11-4N WHPC	涠洲 11-4 北油田 C 井口平台
WHP (井口平台)	Well Head Platform
PUQ (生产综合处理平台, 具备生产设施、公用系统、生活模块)	Production, Utility & Quarter
PAP (生产辅助平台)	Production Assistant (Auxiliary) Platform
RP (立管平台)	Riser Platform