

流花 19-5 气田水下生产设施保护工程

环境影响报告书

建设单位：中海石油（中国）有限公司深圳分公司

中海油研究总院有限责任公司

北 京

二〇一九年四月

编制单位和编制人员情况表

建设项目名称	流花 19-5 气田水下生产设施保护工程		
环境影响评价文件类型	环境影响报告书		
一、建设单位情况			
建设单位（签章）	中海石油（中国）有限公司深圳分公司		
法定代表人或主要负责人（签字）			
主管人员及联系电话	武小东 0755-26026685		
二、编制单位情况			
主持编制单位名称（签章）	中海油研究总院有限责任公司		
社会信用代码	911100007109260782		
法定代表人（签字）			
三、编制人员情况			
编制主持人及联系电话	邓媛媛 010-84524837		
1.编制主持人			
姓名	职业资格证书编号	签字	
邓媛媛	HP00018061		
2.主要编制人员			
姓名	职业资格证书编号	主要编写内容	签字
邓媛媛	HP00018061	概述；总论；工程概况与工程分析	
黄必桂	HP00017666	区域自然环境现状	
胡琴	HP00017635	环境现状调查与评价； 环境保护对策措施与海洋生态建设方案	
尹晓娜	HP0009440	环境影响回顾性分析； 评价结论及建议	
郭良波	HP0003264	环境影响预测与评价； 环境风险分析与评价	
郭静	HP0011532	环境经济损益分析； 环境管理与环境监测	
四、参与编制单位和人员情况			
海洋环境质量现状调查报告编制单位：国家海洋局南海环境监测中心			
渔业资源现状调查报告编制单位：中国水产科学研究院南海水产研究所			
其他参与编制人员：谢双蔚，崔艺潇，吴迪，蒋梅荣，崔予佳			

目 录

1	概述.....	1
1.1	工程项目特点.....	1
1.2	环境影响评价工作过程.....	1
1.3	关注的主要环境问题及环境影响.....	1
1.4	主要评价结论.....	2
2	总论.....	3
2.1	报告书编制依据.....	3
2.2	评价标准.....	6
2.3	环境敏感区与环境保护目标.....	8
2.4	评价内容与评价重点.....	8
2.5	评价工作等级.....	9
2.6	评价范围.....	9
3	工程概况与工程分析.....	11
3.1	工程项目基本情况.....	11
3.2	工程运行状况及保护方案.....	13
3.3	工程施工方案.....	16
3.4	产污环节分析与污染物源强核算.....	17
3.5	环境影响要素识别及评价因子筛选.....	20
4	工程区域环境概况.....	23

4.1	自然区域环境概况	23
4.2	海洋功能区划及相关符合性分析	28
4.3	工程周围敏感目标分布	34
4.4	主要环境敏感目标筛选	37
5	环境现状调查与评价	40
5.1	海洋环境质量现状调查概况	40
5.2	海水水质现状调查与评价	46
5.3	海洋沉积物质量现状调查与评价	52
5.4	海洋生物生态现状调查与评价	55
5.5	海洋生物质量现状调查与评价	64
5.6	海洋渔业资源现状调查与评价	68
5.7	渔业生产现状调查与评价	79
	附表：调查海域海水水质各调查项目分析结果	82
6	环境影响回顾性分析	123
6.1	现有工程回顾	123
6.2	相关环评批复及落实情况	125
6.3	环境保护设施运行情况	126
6.4	主要污染物排放情况回顾	126
6.5	环境风险事故回顾	128
6.6	海洋环境质量回顾	128
6.7	环境影响回顾性分析结论	136

7	环境影响预测与评价	138
7.1	海洋环境影响预测	138
7.2	海水水质环境影响评价	146
7.3	海洋沉积物环境影响评价	147
7.4	海洋生态环境影响评价	147
7.5	海洋生物资源及生态功能损失评估	148
7.6	环境保护目标影响分析	156
7.7	水文动力环境影响分析	157
7.8	地形地貌与冲淤环境影响分析	157
8	环境风险分析与评价	158
8.1	风险评价概述	158
8.2	风险调查	159
8.3	环境风险潜势初判断	160
8.4	风险识别	166
8.5	风险事故情形分析	170
8.6	环境风险管理	174
8.7	评价结论与建议	180
9	环境保护对策措施与海洋生态建设方案	181
9.1	环境保护对策措施	181
9.2	清洁生产	183
9.3	海洋生态建设方案	184

10	环境经济损益分析	190
10.1	环境保护设施和对策措施的费用估算.....	190
10.2	环境保护的经济损益分析.....	190
10.3	社会效益分析.....	193
11	环境管理与监测计划	194
11.1	环境管理.....	194
11.2	环境监测计划.....	198
12	评价结论与建议	200
12.1	工程分析结论.....	200
12.2	环境现状分析与评价结论.....	200
12.3	环境影响预测与评价.....	204
12.4	环境风险分析与评价结论.....	205
12.5	环境保护对策措施的合理性、可行性结论.....	206
12.6	区划规划和政策符合性结论.....	207
12.7	评价结论.....	209
	附件 1: 《流花 19-5 气田水下生产设施保护工程环评委托书》	210
	附件 2: 海上油污固体垃圾处理服务合同	211
	附件 3: 相关环评报告批复文件	211



1 概述

1.1 工程项目特点

流花 19-5 气田位于中国南海珠江口盆地,距香港东南约 235km,海域水深约为 179m~198m;该气田包括 2 套水下生产系统,1 条 12"/18" 双层保温海底管线,1 条连接流花 19-5 气田至番禺 30-1 气田的脐带缆。本次流花 19-5 气田水下生产设施保护工程是指对流花 19-5 气田脐带缆进行挖沟保护工程。

流花 19-5 气田脐带缆自 2014 年 1 月投产以来,受渔业活动影响(拖网、抛锚等),历年检查先后发现打扭、破皮等现象,给气田运行带来一定的安全隐患。为保障流花 19-5 气田的安全运营,须对已建的流花 19-5 气田脐带缆采取有针对性的主动防护措施,采用挖沟保护是最常见的保护方法。

1.2 环境影响评价工作过程

按照《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》等国家有关环保法律、法规,建设单位中海石油(中国)有限公司深圳分公司委托中海油研究总院承担并完成流花 19-5 气田脐带缆挖沟保护工程的环境影响评价工作。本次环评在接受任务委托后,在项目立项报告及其他资料调研和初步工程分析的基础上,依据有关的环保法规标准和环境影响评价技术导则,开展了工程分析、环境影响预测评价、环境风险评价、环境保护对策措施与海洋生态建设方案、环境经济损益分析及材料公示公众参与等工作,并在上述工作的基础上编制完成了本项目环境影响报告书。

1.3 关注的主要环境问题及环境影响

本工程位于距岸 200km 以外的中国南海东部海域,该海域内海水水质环境、沉积物环境及海洋生物质量整体状况较好。本工程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。本项目生产阶段正常状况下不会产生任何污染物，不会对海洋环境造成影响。

1.4 主要评价结论

流花 19-5 气田脐带缆挖沟保护工程符合《产业结构调整指导目录》、《全国海洋主体功能区规划》和全国海洋功能区划及相关省级海洋功能区划和海洋生态红线要求，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。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，本次脐带缆挖沟保护工程建设可行。



2 总论

流花 19-5 气田水下生产设施保护工程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，识别流花 19-5 气田水下生产设施保护工程在建设阶段的主要污染物/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，以及油气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。

2.1 报告书编制依据

本环境影响报告书主要根据流花 19-5 气田水下生产设施保护工程立项报告的基础上，按照中华人民共和国有关环保法律、法规及政策管理文件的要求而编制，具体编制依据如下。

2.1.1 法律法规

- 中华人民共和国环境保护法（全国人大常委会，2014.4.24 修订）
- 中华人民共和国环境影响评价法（全国人大常委会，2018.12.29 修正）
- 中华人民共和国海洋环境保护法（全国人大常委会，2017.11.4



修正)

- 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)

- 中华人民共和国海上交通安全法(全国人大常委会,2016.11.07 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)

- 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,2015.4.24 修订)

- 中华人民共和国水污染防治法(全国人大常委会,2017.6.27 修订)

- 中华人民共和国节约能源法(全国人大常委会,2018.10.26 修改)

- 中华人民共和国循环经济促进法(全国人大常委会,2018.10.26 修改)

- 建设项目环境保护管理条例(国务院,2017.7.16 修订)

- 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)

- 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）
- 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）
- 船舶大气污染物排放控制区实施方案（交通运输部海事局 2018.11.30）
- 广东省海洋功能区划（2011-2020）
- 广东省海洋生态红线（2017.9.29）
- 广东省海洋主体功能区规划（2017.12.08）
- 广东省固体废物污染环境防治条例（2012.7.26 修正）
- 广东省环境保护“十三五”规划（2016.9.22）

2.1.2 技术导则及规范

- 《建设项目环境风险评价导则》（HJ/T169-2018）
- 《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/T28058-2011)

2.1.3 基础资料

- 流花 19-5 气田脐带缆挖沟保护工程环境影响评价任务委托书 (2018.11)
- 流花 19-5 气田脐带缆挖沟保护工程立项报告 (2018.09)
- 流花 19-5 气田开发工程环境影响报告书 (报批稿)

2.2 评价标准

2.2.1 环境质量标准

流花 19-5 气田脐带缆挖沟保护工程环境影响评价中所采用的环境质量标准见表 2.2-1。

表 2.2-1 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)

2.2.2 污染物排放标准

流花 19-5 气田脐带缆位于距岸 200km 以外的中国南海东部海域, 珠江口盆地外海上油气开发区, 本项目在建设过程中所产生的相关污染物的处置与排放标准见表 2.2-2。



表 2.2-2 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
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 $\leq 15\text{mg/L}$ 排放应在船舶航行中进行	施工船舶
船舶生活污水	船舶水污染物排放 控制标准 (GB3552-2018)	/	BOD ₅ $\leq 25\text{mg/L}$ SS $\leq 35\text{mg/L}$ 耐热大肠菌群数 ≤ 1000 个/L COD _{Cr} $\leq 125\text{mg/L}$ PH: 6~8.5 总氯 (总余氯) 0.5 mg/L	2012 年 1 月 1 日及以后 安装 (含更 换) 生活污 水处理装置 的建设阶段 船舶距岸 3 海里以内 (含) 生活污 水排放
			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 海里 < 距 岸最近距离 ≤ 12 海里的 海域内建设 阶段生活污 水排放
			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。	距岸最近距 离 > 12 海里 海域的施工 阶段船舶生 活污水排放
船舶垃圾			食品废弃物, 在距最近陆地 3 海里以内 (含) 的海域, 应收 集运回陆地处理; 在距最近陆 地 3 海里至 12 海里 (含) 的海 域, 粉碎至直径不大于 25mm 后方可排放; 在距最近陆地 12 海里以外的海域食品废弃物可 以排放, 不含危害海洋环境物 质的货物残留物可排放。	施工船舶产 生船舶垃圾
			塑料废弃物、废弃食用油、生 活废弃物及其他操作废弃物应 收集并排入接收设施。	
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	/	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



	定检验技术规则 2016 年修改通报》			
船舶大气污染物	《船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发[2018]168 号）》的要求	/	船舶所使用的燃料油和大气污染物的排放应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发[2018]168 号）》的要求，其中船舶进入排放控制区应使用硫含量不大于 0.5% <i>m/m</i> 的船用燃油。	在排放控制区（包括沿海控制区和内河控制区）内航行、停泊、作业的船舶

2.3 环境敏感区与环境保护目标

2.3.1 环境敏感区

根据《广东省海洋功能区划（2011~2020 年）》、《广东省海洋生态红线》等相关资料，本工程附近的环境敏感目标为周边海域内的海洋保护区、农渔业区、旅游休闲娱乐区、保留区和产卵场等。本项目距离最近的海洋保护区为大亚湾水产资源特别保护区，最近距离约为 169km。本项目位于深水金线鱼产卵场内，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，尽可能避免风险事故的发生。

工程海域附近主要环境敏感目标具体描述详见报告书“4 工程区域环境概况”中内容。

2.3.2 环境保护目标

流花 19-5 气田水下生产设施保护工程在正常建设、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和沉积物质量。此外，本项目脐带缆路由所在的深水金线鱼产卵场也将作为重点保护目标。

风险事故状态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。风险事故状况下对周围环境敏感目标的影响范围和程度详见报告书“8 环境风险分析与评价”。

2.4 评价内容与评价重点

2.4.1 评价内容

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），确



定本次环境影响评价的评价内容主要为：脐带缆挖沟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，以及潜在的风险事故对海水水质、海洋生态和渔业资源的影响评价。

2.4.2 评价重点

根据流花 19-5 气田脐带缆挖沟保护工程的特点，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：

- 脐带缆挖沟搅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；
- 风险事故分析、防范对策及应急措施可行性分析。

2.5 评价工作等级

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），本工程不涉及污水排放及油气生产，可编制海洋油气开发工程环境影响报告表。但考虑到本项目脐带缆长度较长，进行挖沟保护作业的时间较长，且所处海域生态环境较敏感，综合考虑以上因素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。

由于本工程在建设过程中存在潜在的脐带缆化学药剂泄漏事故环境风险，参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），确定本项目的环境风险潜势为 I，进行简单分析。

2.6 评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB19485-2014）的要求，并结合本项目各环境要素评价等级，确定以脐带缆路由周围 45km×30km 构成的矩形区域作为本项目正常作业下的环境影响评价范围，评价面积约为 1350km²。本项目海洋环境影响评价评价范围见图 2.6-1，评价范围端点坐标见表 2.6-1。



图 2.6-1 本项目正常作业情况下评价范围

表 2.6-1 评价范围拐点坐标

	经度 (E)	纬度 (N)
A		
B		
C		
D		



3 工程概况与工程分析

3.1 工程项目基本情况

3.1.1 项目名称与建设性质

建设项目名称为流花 19-5 气田水下生产设施保护工程，建设单位为中海石油(中国)有限公司深圳分公司。

本工程是为对流花 19-5 气田脐带缆进行挖沟保护。

3.1.2 地理位置

流花 19-5 气田位于中国南海珠江口盆地，距香港东南约 235km。流花 19-5 气田与番禺 30-1 气田钻采平台之间相距 11.7km，本项目所在流花 19-5 气田至番禺 30-1 气田海域水深逐渐加深，水深变化约 179-198m。

图 3.1-1 流花 19-5 气田脐带缆地理位置示意图

3.1.3 现有工程概况

本项目脐带缆为连接流花 19-5 气田水下控制脐带缆终端至番禺 30-1 气田钻采平台之间已建脐带缆，总长度约为 12.87km，于 2013 年 5 月铺设完成，于 2014 年 1 月 2 日投入使用，设计寿命为 15 年。

脐带缆中包括 2 根高压液压管线、2 根低压液压管线、1 根液压回流管线、1 根防腐剂注入管线、1 根甲醇注入管线、1 根化学药剂预留管线、1 根环空连通管、1 根放空管线和 2 根四芯电线。脐带缆内管线为钢管。管线用于传送化学药剂和液压液的供应与循环，电线用于为水下控制模块 (SCM) 等用户供电，同时作为实现水下控制模块与上部控制系统通讯的介质。脐带缆截面见图 3.1-2，外径为 112mm，内部组成情况见表 3.1-1。



图 3.1-2 流花 19-5 气田脐带缆截面图

表 3.1-1 流花 19-5 气田脐带缆内部组成基本情况

3.1.4 相关气田工程概况

本项目脐带缆连接已建流花 19-5 气田及 PY30-1DPP 平台，流花 19-5 气田及 PY30-1DPP 平台工程概况详见表 3.1-2。

表 3.1-2 本工程依托工程设施概况

设施	设施描述
流花 19-5 气田	流花 19-5 气田有 2 口生产井（A1H 和 A2H），两口井采用管串式水下系统，两口井井流经各自水下采油树通过跨接管汇入水下终端管汇，然后经由气液混输海底管线，回接到 PY30-1DPP 平台，利用平台上的设施进行处理。控制信号、液压液及化学药剂经由 PY30-1DPP 平台通过布置在井口附近的水下控制脐带缆终端分配到两个井口。
PY30-1DPP 平台	PY30-1DPP 平台是一座集生产、计量、油气处理、输送、钻修井、生活（90 人）和动力为一体的 8 腿 20 桩导管架综合平台。平台上生产的天然气和凝析油分别进行脱水和稳定处理合格后，通过 132km 海底管线输送至惠州 21-1 气田的 HZ21-1B 平台附近的连接点，然后与 HZ21-1B 平台的天然气混合，通过 232km 管线输至珠海天然气终端处理厂。PY30-1DPP 平台的已于 2009 年投产，设计生产年限为 25 年，目前运行正常。

流花 19-5 气田水下生产系统开采的井流，通过 11.7km 海底管线输送到 PY30-1DPP 平台上，进入 PY30-1DPP 平台已有的流程中进行处理，处理后的油气通过 132km 海底管线输送至惠州 21-1 气田的 HZ21-1B 平台附近的连接点，然后与 HZ21-1B 平台的天然气混合，通过 232km 管线输至终端。惠州 21-1 气田、番禺 30-1 气田和流花 19-5 气田产天然气和凝析油经同一条管线输送至终端。本项目依托工程平面布置参见图 3.1-3。

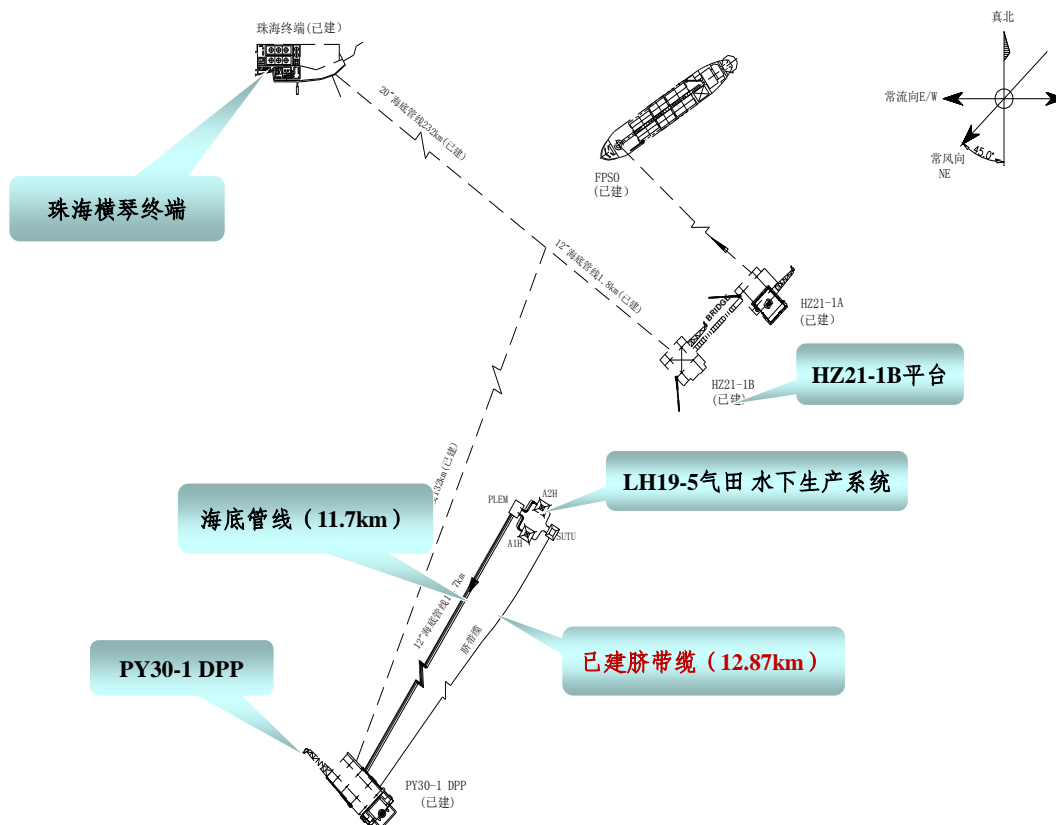


图 3.1-3 本项目依托工程平面布置示意图

3.1.5 工程基础数据

本项目计划对现有已建脐带缆进行挖沟埋设保护，不涉及对现有流花 19-5 气田产量、物流走向、处理工艺的调整，项目作业完成后运营期不会新增污染源，流花 19-5 气田污染物产生、排放量不会发生变化。本工程总投资元人民币，其基础数据详见表 3.1-3。

表 3.1-3 流花 19-5 气田脐带缆挖沟保护工程基础数据

项目	流花 19-5 气田水下生产设施保护工程
工程量	对已建流花 19-5 气田脐带缆进行挖沟保护
工程预计完工时间	2019 年 9 月
总投资	元人民币

3.2 工程运行状况及保护方案

3.2.1 脐带缆运行状况回顾

流花 19-5 气田脐带缆自 2014 年 1 月 2 日投入使用以来,ROV 历



年检查先后发现打扭、破皮等异常（图 3.2.1a-d），检查结果如下：

2014 年 ROV 调查发现脐带缆一处电缆松弛造成小弧圈打扭和四处悬空，两处发现废弃海锚（已移除），脐带缆的路由与之前完工调查相近（定位误差范围内）。

2015 年 ROV 调查发现两处有废弃海锚（已移除），一处有横跨脐带缆的麻绳（已割除）。

2016 年 ROV 调查发现一处破损点，破损点位于脐带缆距离 PY30-1DPP 平台端 6.617km 处。6mm 厚聚乙烯表层被刮破，露出聚合物填充料和抗拉填充，未发现内部电缆和不锈钢管的损坏痕迹。经过评估，保持原状，暂未进行修补。

2017 年 ROV 调查发现两处打扭盘圈及有疑似划痕、破皮磨损等现象，并沿路由清理出渔网、浮绳、金属/木质/塑料杂物等。

2018 年 ROV 调查发现一处打扭盘圈（盘圈半径约 5m），两处打扭及有疑似划痕、破皮磨损等现象。

上述脐带缆异常现象给气田运行带来一定的安全隐患。为保障流花 19-5 气田的安全运营，须对已建的流花 19-5 气田脐带缆采取有针对性的主动防护措施，采用挖沟保护是最常见的保护方法。



图 3.2-1a 脐带缆有废弃海锚



图 3.2-1b 脐带缆处打扭



图 3.2-1c 脐带缆盘圈



图 3.2-1d 脐带缆处有划痕

3.2.2 保护方案

本工程脐带缆总长度约为 12.87km，拟对其进行挖沟及压块/沙包安装保护。根据前期地质调查和脐带缆路由情况：脐带缆路由所在海域海底表层沉积物为中-细砂，厚度超过 1.1m，因此本项目具有挖沟可行性。结合脐带缆被海锚钩挂的异常破损情况，以及脐带缆埋深要求，为预防挖沟施工中碰伤脐带缆，采用水力喷射式挖沟机进行挖沟，始终与脐带缆保持一定的相对高度。对于受到外力影响形成的异常弯曲段，挖沟可能会对脐带缆结构产生影响，采用压块/沙包安装保护方法。项目工程量组成见表 3.2-1。

表 3.2-1 本项目工程量组成

工程组成	长度/规模
挖沟作业	脐带缆进行挖沟作业的长度为 12.092km。
压块/沙包安装	PY30-1DPP 平台附近 50m，流花 19-5 气田水下终端（SUTU）



工程组成	长度/规模
	附近 50m，脐带缆长度 0.189km-0.232km 异常弯曲段附近 73m 及长度 2.194km 异常弯曲段附近 35m，共计 0.208km 不进行挖沟，采用压块/沙包安装方式进行保护。

3.3 工程施工方案

3.3.1 作业内容

本次脐带缆挖沟保护工程主要施工作业内容包括预调查和扫海、脐带缆挖沟埋设、水泥压块铺设及后调查等。

预调查主要包括沿脐带缆路由的预调查，以及清理海底障碍物等工作内容。对脐带缆路由的预调查是在脐带缆设计路由中轴线两侧各 50m 采用旁扫声纳进行扫测，确认海缆实际路由、目前状态及破损位置；并对海缆异常段如打弯破损等位置进行打点记录。

清理海底障碍物是根据预调查结果，在施工前将路由海域的海底障碍物预先扫清，主要清理海缆轴线两侧各 5m 范围内的包括渔网、浮绳、金属杂物及鱼锚等海底障碍物。

挖沟作业时通过挖沟机上安装的高压水泵提供动力，高压水流冲刷脐带缆两侧下部海床，破除海床土层。在此过程中，挖沟机上装备的高压吸泥系统将挖沟过程中产生的泥沙吸走除去，在脐带缆下方形成沟槽。本次挖沟深度 1.1m，沟槽上底宽 1.2m，下底宽 0.4m，已铺设于海床上的脐带缆可靠自重落入沟底，沟槽在水流和波浪作用下自然回填（图 3.3-1）。在施工过程中，施工船舶的浮吊保持挖沟机的稳定，同时牵引缆提供牵引力，挖沟机则骑跨在脐带缆上，沿着脐带缆路由前进。

压块/沙包安装是在脐带缆的异常弯曲段前后 15m 停止挖沟，放置水泥压块/沙包进行覆盖。水泥压块的尺寸为 6250×3100×300mm，单个重量约 0.4T。水泥压块放置时，相连之间的间隙为 200mm，在铺设时尽量与脐带缆对中放置。

后调查采用的是 ROV，从末端平台喇叭口沿管缆路由进行挖沟后调查，直至平台喇叭口，确认沟型的回填状况。

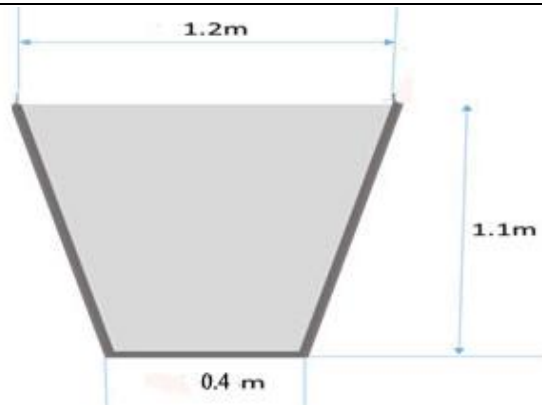


图 3.3-1 挖沟剖面示意图

3.3.2 施工方案

本次脐带缆挖沟保护工程计划于 2019 年开始施工，同时参加施工作业的人数不超过 90 人。脐带缆挖沟动用的施工船舶包括 1 艘主作业船（带动力定位），海上作业时间合计约为 18.5 天。本项目施工作业时间、船舶及人员见表 3.3-1。

表 3.3-1 本项目施工作业时间、作业设备及人员

施工环节	作业时间 (天)	主要施工设备	作业人数 (人)
预调查和垃圾清理	1	1 艘带动力定位的施工船	90
试挖沟	1		90
正式挖沟作业	8.5		90
异常段水泥压块安装	4		90
后调查	1		90
动复员	3		90

3.4 产污环节分析与污染物源强核算

3.4.1 产污环节分析

流花 19-5 气田脐带缆挖沟保护工程开发过程可以分为建设阶段、生产阶段两个阶段。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。

3.4.1.1 建设阶段

脐带缆挖沟保护工程建设阶段的主要工作为脐带缆挖沟作业，动

用的施工船舶包括施工船和交通船等，整个海上作业时间合计约为 18.5 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，参加作业的船舶和人员会产生生活污水、生活垃圾、生产垃圾以及少量的船舶含油污水等。

建设阶段的产污环节及污染物种类参见图 3.4-1。

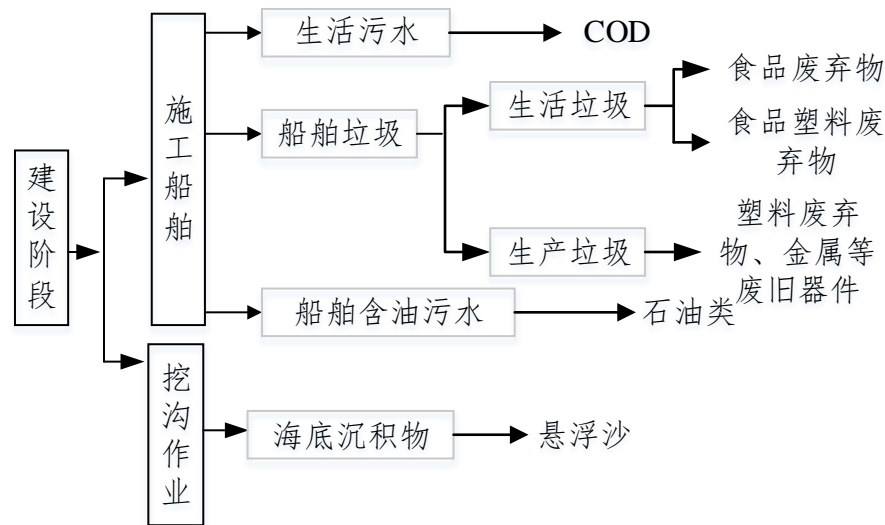


图 3.4-1 建设阶段产污环节和污染物种类

3.4.1.2 生产阶段

本次脐带缆挖沟作业完成后，生产阶段正常状况下不会产生任何污染物。工程相关的流花 19-5 气田生产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。

3.4.2 污染物源强核算

3.4.2.1 悬浮沙

本项目脐带缆全长约 12.87km，其中挖沟作业长度约 12.092km，挖沟深度 1.1m，缆沟上底宽 1.2m，下底宽 0.4m，平均每天挖沟 1.5km 计算，则每天搅动的海底沉积物约为 1320m³，搅动的海底沉积物总



量共约 10641m³。

影响起沙率的主要因素有沉积物的类型、沉积物的中值粒径、以及项目施工对沉积物的扰动程度。根据调查本项目脐带缆路由所在海域海底表层沉积物主要为砂质沉积，同时参考本海域历史其他项目挖沟起沙率数据，该海域挖沟起沙率通常在 10% 以下，保守考虑本项目脐带缆挖沟以起沙率 15% 计算，脐带缆挖沟搅起的悬浮沙量约为 1596.2m³。

本项目脐带缆挖沟作业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 15%，泥沙湿容重 1.7g/cm³ 计算，脐带缆挖沟掀起的悬浮沙源强约为 3.9kg/s，移动源连续排放。掀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。

3.4.2.2 其他污染物

在脐带缆挖沟保护过程中还将产生生活污水、生活垃圾、生产垃圾以及少量的船舶含油污水等。其中船舶含油污水和生活污水处理达标后间断排海，食品废弃物在距最近陆地 12 海里以外的海域排放，其他生活、生产垃圾全部运回陆地处理。

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 3.4-1。

表 3.4-1 本项目脐带缆施工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)
预调查和垃圾清理	1	90	31.5	0.135	0.5	0.014
试挖沟	1	90	31.5	0.135	0.5	0.014
正式挖沟作业	8.5	90	267.8	1.148	4.2	0.116
异常段水泥压块安装	4	90	126.0	0.540	2.0	0.055
后调查	1	90	31.5	0.135	0.5	0.014
动复员	3	90	94.5	0.405	1.5	0.042



合计	18.5	/	582.8	/	9.2	0.255
----	------	---	-------	---	-----	-------

3.4.2.3 污染物汇总

本次脐带缆挖沟保护工程各类污染物产生量及处理方式见表 3.4-2。

表 3.4-2 脐带缆挖沟保护工程建设阶段污染物产生量

污染物		产生量	主要污染因子	处理/排放方式	
建设阶段	悬浮沙	1596.2m ³	悬浮沙	间歇式点源排放	
	船舶生活污水	582.8m ³	COD 等	距最近陆地间距离 > 12 海里以外施工船舶：处理达标后间断排放（BOD 含量 ≤ 50mg/L）	
	船舶垃圾	生活垃圾	2.498t	食品废弃物、食品塑料废弃物	食品废弃物在距最近陆地 12 海里以外的海域排放；食品塑料废弃物收集后交有资质单位处理
		生产垃圾	0.255t	塑料废弃物、金属等废旧器件	收集后交有资质单位处理
	船舶含油污水	9.2m ³	石油类	距最近陆地间距离 > 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）	

3.5 环境影响要素识别及评价因子筛选

3.5.1 环境影响因素识别

根据流花 19-5 气田脐带缆挖沟保护工程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 3.5-1。由表可见，本工程的主要不利影响是建设阶段脐带缆挖沟时搅起的悬浮沙对海水水质、底质和海洋生物的影响。

表 3.5-1 本工程建设生产与海洋环境要素关系矩阵表

环境要素		海洋环境		海洋生态			海洋资源利用			社会发展	
		水质	底质	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
建设阶段	脐带缆挖沟	●	●	●	●	●	●	-	●	○	○
运行阶段		-	-	-	-	-	-	-	-	△	△



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。

3.5.2 非污染影响因子分析

本工程非污染影响因子主要是在流花 19-5 气田脐带缆挖沟作业活动对周围海域的航运交通、捕捞作业等造成的一定影响。流花 19-5 气田脐带缆挖沟保护工程不同工程活动的非污染影响因子筛选及影响程度分析表 3.5-2。

表 3.5-2 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	脐带缆挖沟	海洋生态	破坏海底，损害底栖生物	+
		地形地貌	挖沟埋设影响局部路由地貌	+
	施工船舶活动	通航环境	影响航运交通	+
		海洋生态	影响渔业捕捞作业	+
运行阶段	脐带缆占用海域	海洋生态	影响渔业捕捞作业以及局部使用功能	+

注：+ 表示环境要素所受影响程度为较小或轻微，进行简要的分析与影响预测；
 ++ 表示环境要素所受综合影响程度为中等，进行分析与影响预测；
 +++ 环境要素所受影响程度为较大或较为敏感，进行重点分析与影响预测。

3.5.3 环境污染影响因子分析

流花 19-5 气田脐带缆挖沟保护工程污染影响评价因子筛选及影响程度分析汇总于表 3.5-3 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：脐带缆挖沟搅起的海底沉积物。

表 3.5-3 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	脐带缆挖沟产生悬浮沙	++
	底质环境	底质		+
	生物生态	鱼卵/仔稚鱼		++



		底栖生物		++
		渔业资源		+
运行阶段	无	/	/	/

注：+ 表示环境要素所受影响程度为较小或轻微，进行简要的分析与影响预测；

++ 表示环境要素所受综合影响程度为中等，进行分析与影响预测；

+++ 环境要素所受影响程度为较大或较为敏感，进行重点分析与影响预测。



4 工程区域环境概况

4.1 自然区域环境概况

4.1.1 气象特征

流花 19-5 气田所在海域地处低纬，属热带海洋性气候。冬半年（平均 10 月~3 月）为 NE 向季风，受寒潮侵袭，前期较干冷，多晴天，后期多低温阴雨天气。夏半年（平均 5~9 月）为西南季风时期，热带气旋活动频繁，高温，高湿，多暴雨。春秋为过渡季节，比较短促。1、2 月份东北风占优，3 月的主风向为 ENE。4、5 月间，为季风转变季节，主导风向不是很明显。6~8 月间南风盛行，6 月的南风（S，SSE）占明显优势。9~12 月东北风向逐渐取得优势。全年中 NE 向风出现频率最高（见图 4.1-1，表 4.1-1）。

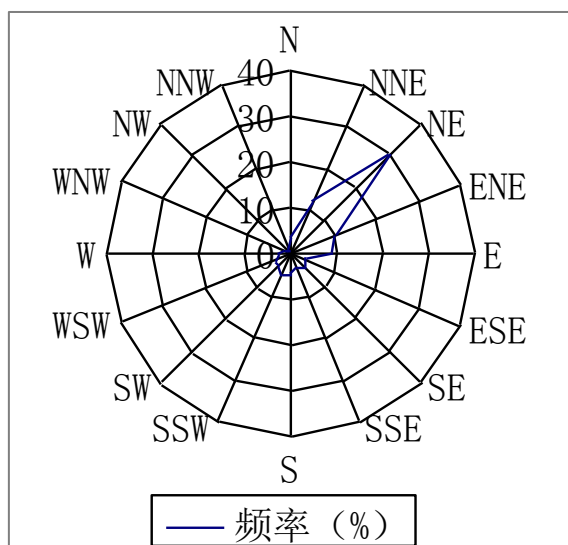


图 4.1-1 LH19-5 海域风玫瑰图

表 4.1-1 风向频率及风速统计

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
频率 (%)	3.78	12.76	30.77	9.93	9.1	3.24	4.38	2.95
最大风速(m/s)	25.8	35	28.5	25	23.2	19	15.9	21.1
平均风速(m/s)	5.1	7.2	6.7	4.8	4.9	3.7	3.3	2.9



风向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
频率 (%)	4.82	5.43	3.85	3.54	2.39	1.27	0.81	0.98
最大风速(m/s)	21.5	14.6	16.8	28.1	16.1	13.6	9.4	16.8
平均风速(m/s)	2.9	3.5	4.2	3.5	3.4	2.8	2.9	3

流花 19-5 气田所在海域全年最低气温为 15.9℃，出现在 12 月份；最高气温为 35.9℃，出现在 8 月份；年平均气温 26.5℃。月平均最低气温出现在 12 月份，为 21.0℃；月平均最高气温出现在 8 月份，为 32.3℃。

4.1.2 水文特征

4.1.2.1 调查概况

2011 年 8 月 1 日至 2011 年 8 月 16 日，由中海油田服务股份有限公司物探事业部工程勘察中心在 LH19-5 附近开展了 1 个站位 15 天的海流和水位观测，具体见表 4.1-2。针对测站的观测数据开展海流和潮位分析工作。

表 4.1-2 水文观测站位信息统计

站号	位置	观测项目	观测时间	有效数据长度
LH19-5	20°20'16"N, 114°59'30"E	海流、水位	2011.8.1~2011.8.16	15 天

4.1.2.2 潮汐

南海的潮汐主要由太平洋经过台湾与菲律宾之间的巴士海峡和巴林塘海峡一线传入的潮汐所决定，引潮力对南海的潮汐也有重要影响，流花 19-5 气田所在海域潮汐类型为不正规全日潮，该海域最高天文潮为 1.12m，最低天文潮位为-0.82m。

LH19-5 测站现场观测期间，最大潮差为 120cm，最高潮位为 70cm（相对平均海平面），最低潮位为-50cm（相对平均海平面）。

对 LH19-5 观测期间的水位数据进行分析，根据潮汐类型公式开展潮汐类型计算，公式为：



$$E1 = (H_{k1} + H_{o1}) / H_{M2}$$

式中 H 为 K1、O1、M2 分潮调和常数的振幅。

计算结果 E1=3.52，潮汐类型为不正规全日潮。

4.1.2.3 海流

本海区的潮流主要为不正规全日潮流，潮流流速较小。由于受季风影响，本海区表层海流呈现一定的季节性变化。其中冬季受北向风影响，冬季表层流向以偏西向为主，最大流速可超过 80cm/s，随深度的增加，流速逐渐减小。夏季表层流向以偏北向为主，流速小于冬季，随深度的增加，流速逐渐减小。在台风和寒潮等极端天气影响下，该海区表层海流流速可超过 100cm/s。

LH19-5 站位现场观测期间涨潮时段表层最大流速为 21cm/s、平均流速为 15cm/s；落潮时段表层最大流速为 23m/s、平均流速为 14cm/s。

观测期间涨潮时段底层最大流速为 11cm/s、平均流速为 6cm/s，；落潮时段底层最大流速为 13cm/s、平均流速为 7cm/s。

观测站位的潮流性质参数(WO1+WK1)/WM2 的计算结果（表 4.1-3），可以看出，表层和底层均为不正规全日潮流。

表 4.1-3 各层潮流性质参数

测站	表层	底层
LH19-5	2.71	2.85

4.1.2.4 波浪

流花 19-5 气田所在海域风浪具有明显的季节变化特征，冬季盛行偏南向浪，夏季盛行偏东北向浪，春秋季节浪向表现出过渡特点，浪向混杂，没有明显的盛行浪向。流花 19-5 海域常浪向为 ENE（见图 4.1-2），该海域强浪向为 SW。

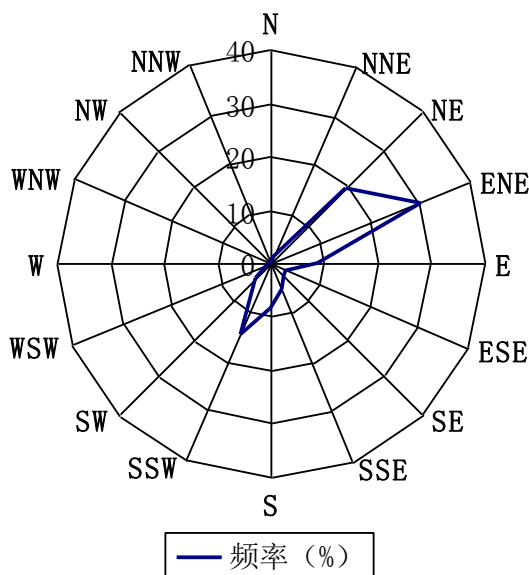


图 4.1-2 LH19-5 海域浪玫瑰图

4.1.3 地形地貌与工程地质

2011 年 7 月 6 日至 2011 年 8 月 8 日，中海油田服务股份有限公司工程勘察中心开展流花 19-5 至番禺 30-1 管线路由工程勘察作业，调查船舶为“南海 503 船”。调查项目包括：水深、地形测量，海底地貌和障碍物调查，地层剖面调查和工程地质钻孔等。

4.1.3.1 水深地形

根据 2011 年的调查资料，在 LH19-5 至 PY30-1 管线路由调查区域内，水深范围为 179m~198m，水深变化较均匀，见图 4.1-3 和图 4.1-4。沿着管线路由方向水深从 LH19-5 向 PY30-1 逐渐加深，海底平均坡度约 2‰。

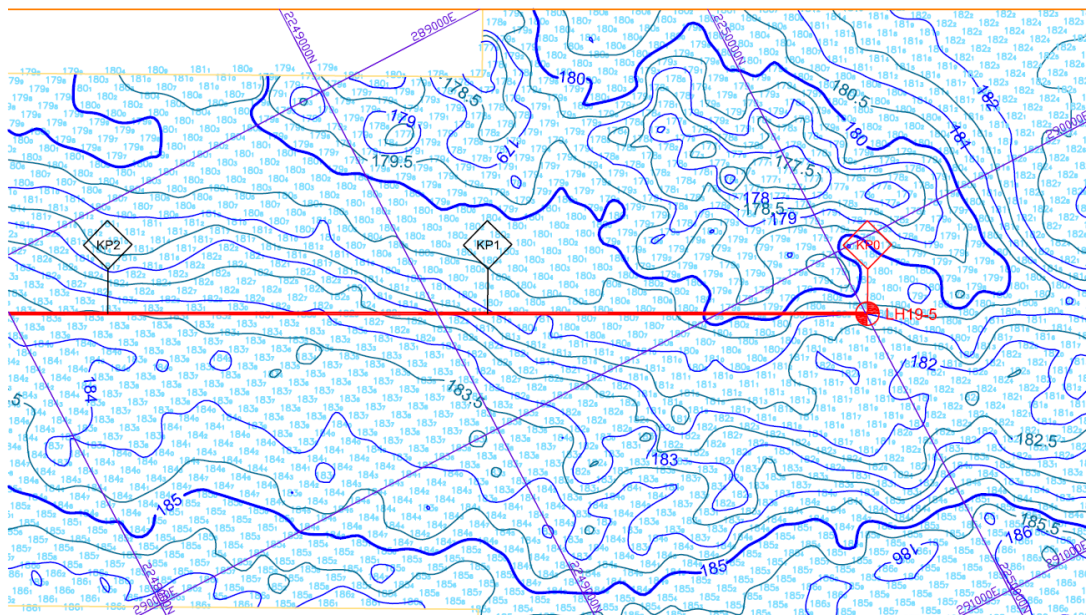


图 4.1-3 LH19-5 附近路由水深图

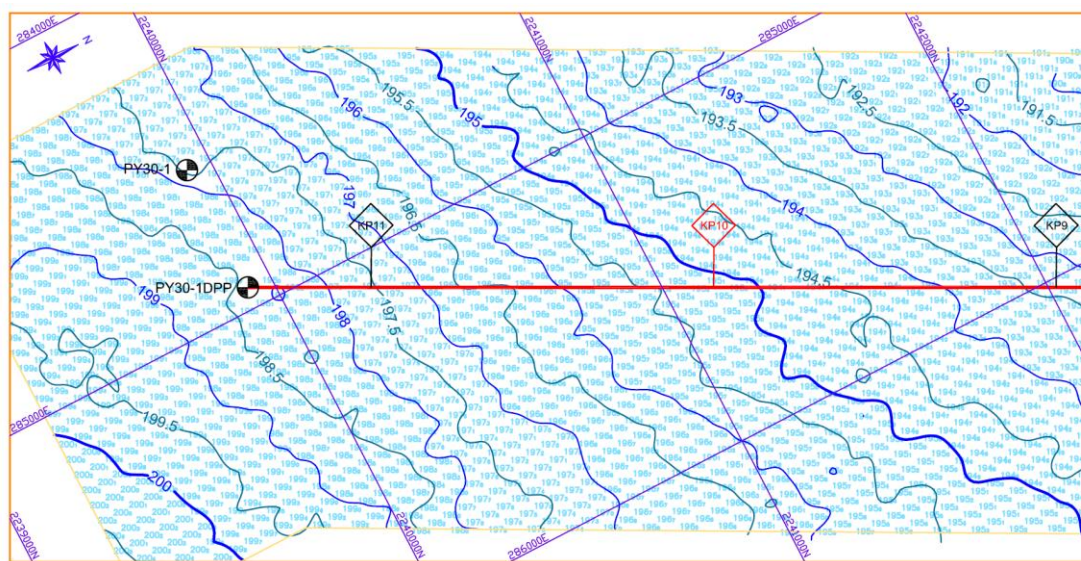


图 4.1-4 PY30-1DPP 附近路由水深图

4.1.3.2 地貌特征

根据调查结果，LH19-5 至 PY30-1 路由区的海底地貌具体可分为硬质海底区、复杂海底区、砂土和沙波纹区，调查区北部主要为连片和零散分布的硬质海底，海底地形起伏多变、海底沉积物比较复杂。

管线路由调查区中部至 PY30-1DPP 平台区域内海底基本平整，



海底底质变化不大，海底表层沉积物比较一致，主要为砂质沉积，分散分布着一些范围较小的沙波纹。

调查范围内存在一条 PY30-1 至 HZ21-1 的海管，海管为南西-北东走向，其走向与正北向的夹角约 23° 。LH19-5 至 PY30-1DPP 的路由和这条海底管线不相交，两者最近距离约 334m，这条海管在路由区中部附近从西侧离开管线路由调查区。

调查期间在 LH19-5 至 PY30-1DPP 管线路由调查区域内未发现对海底管道挖沟作业具有潜在灾害影响的其它地貌特征及障碍物和遗弃物。

4.1.3.3 地质特征

根据路由调查资料，结合地质钻孔资料，对该区域浅地层沉积进行了地层划分和分析，中浅部地层分为一层，即 A 层。在管线路由调查区域的中至南部，A 层反射表现为透明层，为含水量高且含一定粘土的中-细砂层，该区域 A 层厚度变化为 4.8-7.2m，其中大部分区域的 A 层厚度变化很小，在路由中心线附近 A 层厚度为 5.3-6.1m。

A 层之下的地层反射特征在纵向和横向上均有变化，大部分区域呈现交错和杂乱反射结构，横向连续性差。

路由区调查区域内，未发现断层和浅层气等对海底管缆有潜在影响的灾害地质因素。

4.2 海洋功能区划及相关符合性分析

4.2.1 海洋主体功能区划符合性分析

4.2.1.1 全国海洋主体功能区划符合性分析

根据《全国海洋主体功能区规划》，我国专属经济区和大陆架及其他管辖海域划分为重点开发区域和限制开发区域。重点开发区域包括资源勘探开发区、重点边远岛礁及其周边海域。该区域的开发原则是，加快推进资源勘探与评估，加强深海开采技术研发和成套装备能力建设；以海洋科研调查、绿色养殖、生态旅游等开发活动为先导，



有序适度推进边远岛礁开发。对于资源勘探开发区，选择油气资源开采前景较好的海域，稳妥开展勘探、开采工作。加快开发研制深海及远程开采储运成套装备。加强天然气水合物等矿产资源调查评价、勘探开发科研工作。

流花 19-5 气田属于重点开发区域的资源勘探开发区。本项目与该区域开发原则中“加快推进资源勘探与评估，加强深海开采技术研发和成套装备能力建设；选择油气资源开采前景较好的海域，稳妥开展勘探、开采工作；加快开发研制深海及远程开采储运成套装备”等要求相符合。

综上所述，流花 19-5 气田水下生产设施保护工程符合全国海洋主体功能区规划要求。

4.2.1.2 广东省海洋主体功能区划符合性分析

根据《广东省海洋主体功能区规划》，本项目位于广东省海洋主体功能区规划之外，流花 19-5 气田距离该规划中禁止开发区（海洋自然保护区及其海岛）最近距离约 178km（见图 4.2-1）。本项目在建设和正常生产阶段，对周围海洋环境造成局部轻微影响，与广东省海洋主体功能区规划的管理要求相协调。

4.2.2 海洋功能区划符合性分析

4.2.2.1 全国海洋功能区划

根据《全国海洋功能区划（2011~2020 年）》，南海北部海域为我国重要的油气资源分布区；该区域主要功能为矿产与能源开发、渔业、海洋保护，区域重点加强珠江口盆地、琼东南盆地、莺歌海盆地和北部湾盆地油气资源勘探开发，加强渔业资源利用和养护，加强水产种质资源保护区建设，保护重要海洋生态系统和海域生态环境。其中矿产与能源区重点保障油气资源勘探开发的用海需求，支持海洋可再生能源开发利用。该区域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。油气区的海洋环境保护



要求为执行不劣于现状水平的海水水质质量标准、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产生改变，不对毗邻海洋生态敏感区、亚敏感区产生影响。

流花 19-5 气田水下生产设施保护工程属于海洋油气资源开发项目的附属工程，与南海北部海域主要功能之一的“矿产与能源开发”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现状水平的水质、沉积物、海洋生物质量标准；本项目对流花 19-5 气田脐带缆进行挖沟作业，在建设阶段的主要污染物是脐带缆挖沟掀起的悬浮沙和少量船舶污染物，不会对毗邻海洋生态敏感区产生影响。

综上所述，流花 19-5 气田水下生产设施保护工程符合《全国海洋功能区划（2011~2020 年）》的要求。

4.2.2.2 广东省海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011~2020 年）》，本项目位于《广东省海洋功能区划（2011~2020 年）》范围之外。根据该海洋功能区划，工程周围海域和沿岸的海洋功能区主要分为海洋保护区、农渔业区、港口航运区、旅游休闲区、保留区等。本项目距离海洋保护区、港口航运区、旅游休闲区、保留区均较远，最近距离均在 100km 以上，见图 4.2-2。

本项目在建设阶段主要污染物是脐带缆挖沟掀起的悬浮沙和少量船舶污染物，排放时间短，对海洋环境影响轻微且短时间内可恢复。因此，本项目用海与《广东省海洋功能区划（2011~2020 年）》要求相协调。

4.2.3 海洋生态红线符合性分析

本项目位于《广东省海洋生态红线》范围之外，距离红线区中的东沙群岛特别保护海岛限制类红线区最近，距离 100km 以上，因此，



本项目不涉及海洋生态红线，本项目与《广东省海洋生态红线》位置关系见 4.2-3。

东沙群岛特别保护海岛限制类红线区管控措施：严格保护海岛自然地形、地貌，禁止炸岛、海岛采石、采挖海砂等破坏海岛生态系统的开发活动，鼓励采取适当的人工生态整治与修复措施，恢复海洋生态、资源与关键生境。环境保护要求：禁止排放有毒有害的污水、油类、油性混合物、热污染物和其它废弃物，防治船舶污水、溢油及化学品泄漏等对海岛周边海域水质造成不利影响，改善海洋环境质量。

本项目在建设阶段主要污染物是脐带缆挖沟掀起的悬浮沙和少量船舶污染物，排放时间短，对海洋环境影响轻微且短时间内可恢复，不会影响到 100km 外生态红线内的海域生态环境。本项目与广东省海洋生态红线的管理要求相协调。



图 4.2-1 本项目与广东省主体功能区划位置关系示意图

图 4.2-2 项目所在海域海洋功能区划分布图

图 4.2-3 项目所在海域海洋生态红线分布图



4.2.4 国家产业政策符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2011 年本）（2013 年修订）》，“第一类 鼓励类”的“七、石油、天然气：1、常规石油、天然气勘探与开采；3、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；4、油气伴生资源综合利用”等内容，本项目是典型的油气开采项目，属于国家产业结构中政策鼓励性项目，流花 19-5 气田脐带缆挖沟保护工程的开发建设符合国家产业政策要求。

4.2.5 相关规划符合性分析

4.2.5.1 与广东省海洋经济发展“十三五”规划符合性分析

根据《广东省海洋经济发展“十三五”规划》要求，推动海洋油气业发展。积极推进省部合作，引进国内外深海研究力量，研究解决南海深水油气资源勘探、开采、储运等领域的技术难题，为南海油气资源开发做好技术储备。优化利用海洋矿产和珠江口盆地油气资源。支持广州、深圳、珠海、湛江、惠州等地建设深海油气资源勘探开发及装备研究、生产基地。流花 19-5 气田水下生产设施保护工程符合规划要求推动海洋油气业发展的要求。

4.2.5.2 与《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》符合性分析

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。流花 19-5 气田水下生产设施保护工程属于海上油气勘探开发，符合纲要要求。

4.2.5.3 与《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》符合性分析

2014 年 6 月，国务院正式印发《能源发展战略行动计划（2014-



2020 年)》, 提出“加快海洋石油开发。按照以近养远、远近结合, 自主开发与对外合作并举的方针, 加强渤海、东海和南海等海域近海油气勘探开发, 加强南海深水油气勘探开发形势跟踪分析, 积极推进深海对外招标和合作, 尽快突破深海采油技术和装备自主制造能力, 大力提升海洋油气产量。流花 19-5 气田水下生产设施保护工程属于南海油气开发项目的附属工程, 符合《能源发展战略行动计划(2014-2020 年)》中确定的国家能源发展战略。

4.2.5.4 与《广东省环境保护规划纲要(2006-2020 年)》符合性分析

根据《广东省环境保护规划纲要(2006—2020 年)》, 为实现绿色广东, 要加快实施“三区控制、一线引导、五域推进”的总体战略。纲要中, 将全省划分为严格控制区、有限开发区和集约利用区, 进行生态分级控制管理, 近岸海域生态分级控制图见图 4.2-4。由图 4.2-4 可知, 流花 19-5 气田区不属于严格控制区和有限开发区, 满足广东省环境保护规划纲要的要求。

图 4.2-4 广东省近岸海域生态分级控制图

4.3 工程周围敏感目标分布

根据《广东省海洋功能区划(2011~2020 年)》、《广东省海洋生态红线》等相关资料, 确定流花 19-5 气田水下生产设施保护工程附近的环境敏感目标为周边海域内的海洋保护区、旅游休闲娱乐区、保留区和产卵场等。本项目工程设施附近主要敏感目标分布情况见表 4.3-1。

表 4.3-1 工程设施附近敏感目标分布一览表

功能区类型	功能区名称	距脐带缆最近距离(km) /方位
海洋保护区	大亚湾水产资源特别保护区	约 169/北
	珠江口中华白海豚自然保护区	约 177/西北
	佳蓬列岛海洋保护区	约 198/西北



旅游休闲娱乐区	万山群岛旅游休闲娱乐区	约 167/西北
保留区	万山群岛保留区	约 196/西北
产卵场	蓝圆鰺珠江口近海区产卵场	约 105/西北
	蓝圆鰺粤东近海区产卵场	约 173/东北
	蓝圆鰺粤东外海区产卵场	约 23/东北
	鲐鱼珠江口近海区产卵场	约 96/西北
	鲐鱼粤东外海区产卵场	约 38/东北
	鲐鱼珠江口外海区产卵场	约 19/西南
	深水金线鱼产卵场	包含

4.3.1 海洋保护区

流花 19-5 气田附近海域分布的海洋保护区包括海岸基本功能区的大亚湾海洋保护区、珠江口中华白海豚自然保护区等，以及近海基本功能区的佳蓬列岛海洋保护区。

大亚湾水产资源特别保护区：位于大亚湾海域，地理坐标东至 114°53'49"，西至 114°29'48"，南至 22°23'01"，北至 22°49'28"，面积为 89402.2hm²。该保护区位于流花 19-5 气田脐带缆北向，与脐带缆的最短距离为 169km。

珠江口中华白海豚自然保护区：为国家级自然保护区，位于珠江口北端，东界线为粤港水域分界线，西界线为东经 113°40'00"，南界线为北纬 22°11'00"，北界线为北纬 22°24'00"，核心区面积 140km²，缓冲区面积 192km²，实验区面积 128km²，是我国目前数量最大的中华白海豚栖息地；珠江口海域的中华白海豚主要活动在水深 20 米左右等深线内的沿海区域。该保护区位于流花 19-5 气田脐带缆西北向，与脐带缆的最短距离为 177km。

佳蓬列岛海洋保护区：面积约为 6151 公顷，海洋环境保护管理要求为：保护珊瑚礁生态系统；加强保护区海洋生态环境监测；执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。该保护区位于流花 19-5 气田脐带缆西北向，与脐带缆的最短距离为 198km。



4.3.2 旅游休闲娱乐区

万山群岛旅游休闲娱乐区地理坐标位置为东经 $113^{\circ}40'10''\sim 114^{\circ}19'26''$ ，北纬 $21^{\circ}07'22''\sim 21^{\circ}55'00''$ ，面积为 15383 公顷，海洋环境保护管理要求为：保护本区内各海岛及周边海域生态环境；保护大晚上岛浮石湾侵蚀海岸地貌；生产废水、生活污水须达标排海；执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。该旅游休闲娱乐区位于流花 19-5 气田脐带缆西北方向，与脐带缆的最短距离约为 167km。

4.3.3 保留区

万山群岛保留区地理坐标位置为东经 $113^{\circ}30'37''\sim 114^{\circ}30'37''$ ，北纬 $22^{\circ}38'30''\sim 22^{\circ}41'17''$ ，面积为 499200 公顷。海洋环境保护管理要求为：保护万山群岛海域生态环境；加强对海盗污染物及船舶排污、海洋工程和海洋倾废的监控；海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量等维持现状。该旅游休闲娱乐区位于流花 19-5 气田脐带缆西北方向，与脐带缆的最短距离约为 196km。

4.3.4 产卵场

综合历史调查资料分析，本项目所在海区是多种经济鱼类的重要产卵场之一。蓝圆鲹、鲐鱼等中上层鱼类的产卵场主要位于本项目所在海区周围，底层、近底层鱼类深水金线鱼产卵场则覆盖本项目所在海区。

根据《南海渔业水域图》(第一批)，工程附近海域的主要中上层鱼类蓝圆鲹和鲐鱼产卵场产卵场与本工程的相对位置见图 4.4-1a 和 4.4-1b，主要底层、近底层鱼类深水金线鱼产卵场产卵场与本工程的相对位置见图 4.4-2。

蓝圆鲹珠江口近海区产卵场：约为东经 $112^{\circ}50'E\sim 114^{\circ}30'E$ ， $21^{\circ}N\sim 22^{\circ}N$ ，水深约为 60 米以内，产卵期 12 月~3 月，产卵盛期为 1 月~3 月。



蓝圆鲹粤东近海区产卵场：南海为 $115^{\circ}20' \sim 117^{\circ}00'E$ ， $21^{\circ}55' \sim 22^{\circ}15'N$ 的海域，水深约为 40~75 米，产卵期为 1~3 月，产卵盛期为 2~3 月。

蓝圆鲹粤东外海区产卵场：位于 $113^{\circ}E \sim 116^{\circ}30'E$ ， $20^{\circ}30'N \sim 22^{\circ}35'N$ ，水深约为 70~180 米，产卵期 3 月~7 月，产卵盛期为 3 月~5 月。

鲈鱼珠江口近海区产卵场：南海为 $113^{\circ}15' \sim 116^{\circ}20'E$ ， $21^{\circ}00' \sim 22^{\circ}25'N$ 的海域，水深 30~80 米，产卵期 1~3 月，产卵盛期为 2 月~3 月。

鲈鱼粤东外海区产卵场：位于 $117^{\circ}10'E \sim 119^{\circ}15'E$ ， $22^{\circ}30'N \sim 23^{\circ}30'N$ ，水深为 90~200 米，产卵期 2 月~4 月，产卵盛期为 2 月~3 月。

鲈鱼珠江口外海区产卵场：位于 $113^{\circ}30'E \sim 114^{\circ}40'E$ ， $19^{\circ}30'N \sim 22^{\circ}26'N$ ，水深为 90~200 米，产卵期 1 月~3 月，产卵盛期为 2 月~3 月。

深水金线鱼为底层、近底层鱼类，其产卵场在南海北部分布范围广，从海南岛东岸 $110^{\circ}30'E$ 以东一直延伸到 $117^{\circ}00'E$ 的水深 90~200m 范围内均分布，主要产卵期为 3 月~9 月，产卵盛期为 3 月~5 月。

4.4 主要环境敏感目标筛选

根据以上调查分析，流花 19-5 气田脐带缆距离海洋保护区、旅游休闲娱乐区、农渔业区和保留区等环境敏感目标均较远，均在 100km 以外；距离最近的产卵场有中上层鱼类产卵场主要包括蓝圆鲹粤东外海区产卵场、鲈鱼珠海口外海区产卵场和鲈鱼粤东外海区产卵场、底层和近底层鱼类产卵场主要包括深水金线鱼产卵场。本项目位于深水金线鱼产卵场内，具体见表 4.4-1。



表 4.4-1 本项目主要环境敏感目标筛选

类型	敏感区名称	与工程设施最短距离 (km) 与方位	敏感时间
产卵场	蓝圆鲹粤东外海区产卵场	约 23/东北	3~7 月
	鲈鱼粤东外海区产卵场	约 38/东北	2~4 月
	鲈鱼珠江口外海区产卵场	约 19/西南	1~3 月
	深水金线鱼产卵场	包含	3~9 月



图 4.4-1a 项目所在海域中上层鱼类产卵场划分布图

图 4.4-2b 项目所在海域中上层鱼类产卵场划分布图

图 4.4-3 项目所在海域底层、近底层鱼类产卵场划分布图



5 环境现状调查与评价

5.1 海洋环境质量现状调查概况

5.1.1 调查时间

流花 19-5 脐带缆附近海域海水水质、海洋沉积物、海洋生物生态和生物质量现状调查工作由国家海洋局南海环境监测中心承担,调查时间为 2017 年 11 月 10 日至 11 月 14 日。

5.1.2 调查站位布设

调查海域环境质量现状调查采用网格布点的方式。站位布设 44 个调查站位,其中海水水质调查站位 44 个,海洋沉积物调查站 30 个,生物生态(浮游植物、浮游动物、底栖生物、生物质量)调查站 30 个。调查站位布设以垂直于主流向(偏 W 向)设 8 个纵断面,断面间距 15km;每个断面设置 5 个测站,间距 18km,共计 40 个站位(P1~P40);另外在荔湾 3-1CEP 平台附近加密布设 4 个调查站位(P41~P44)。

本次环境质量现状调查的站位布设、调查站位坐标和调查项目分别见表 5.1-1、图 5.1-1 和图 5.1-2。

表 5.1-1 调查站位及调查项目

图 5.1-1 调查区域位置示意图

图 5.1-2 调查站位示意图

5.1.3 调查项目

海水水质、海洋沉积物、海洋生物生态和海洋生物质量的调查项目见表 5.1-2。



表 5.1-2 调查项目

调查对象	调查项目
海水水质	盐度、pH、COD、DO、无机磷、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、悬浮物、石油类、挥发酚、硫化物、砷、汞、铜、铅、镉、锌、总铬。
海洋沉积物	现场描述、粒度、类型、有机碳、石油类、硫化物、总汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷
海洋生物生态	叶绿素 a 及初级生产力
	浮游植物：种类、个体数量、分布、多样性指数和均匀度
	浮游动物：生物量、种类、数量、多样性和均匀度
海洋生物质量	底栖生物：种类、分布、生物量、栖息密度、群落特征
	石油烃、铬、铅、砷、总汞、铜、镉和锌

5.1.4 调查方法

水质、沉积物和海洋生物的调查方法为现场调查法。调查中水质、沉积物和生物样品的采集保存、运输和分析均按照《海洋监测规范》(GB17378-2007)、《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)执行。

5.1.4.1 浮游植物

浮游植物样品用小型浮游生物网由海底垂直拖曳至海面。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。

5.1.4.2 浮游动物

浮游动物样品用大型浮游生物网由海底垂直拖曳至海面。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。

5.1.4.3 底栖生物

底栖生物使用阿氏拖网(定性)及挖泥器(定量)采样。定性样品用 1.2m 宽的阿氏网采集，每站慢速(1~2kn)拖曳 15min(约 1500m)，拣出所有生物；定量样品用 0.1m² 曙光采泥器采集，每站采泥 2 次，泥样



倒入上层孔径为 1.0mm 和下层孔径为 0.5mm 的套筛中用海水冲洗，拣出所有生物，装入含有 5% 甲醛溶液的样品瓶中；所有样品带回实验室进行种类鉴定，多毛纲残体或藻类不记个数。

5.1.4.4 生物质量

生物质量分析从各站底栖生物定性样品中选取足量的鱼类、贝类或软体类优势种若干种，单独分袋、冰冻保存，取可食部分分析。

5.1.5 分析方法

海水水质、海洋沉积物和生物质量调查项目的分析方法分别见表 5.1-3、表 5.1-4 和表 5.1-5。

海水水质和海洋沉积物样品的分析均按照《海洋监测规范》(GB 17378-2007) 和《海洋调查规范》(GB 12763-2007) 执行。

生物质量选取调查海域鱼类、贝类和甲壳类等具有代表性的生物样品，测定其体内的石油烃和重金属包括铬 (Cr)、铅 (Pb)、砷 (As)、汞 (Hg)、铜 (Cu)、镉 (Cd) 和锌 (Zn) 等的含量。

表 5.1-3 水质项目分析方法

项目	分析方法	主要仪器	检出限	采用标准
盐度	盐度计法	SYA2-2 盐度计	-	GB17378-2007
pH	电位计法	PHS-3C 型精密 pH 计	-	
DO	碘量法	滴定管	0.32mg/L	
COD	碱性高锰酸钾法	滴定管	0.10 mg/L	
活性磷酸盐	磷钼蓝比色法	LACHAT QC8500 流动注射分析仪	0.0010 mg/L	
亚硝酸盐	萘乙二胺比色法		0.0005 mg/L	
硝酸盐	镉柱还原法		0.003 mg/L	
氨	次溴酸盐氧化法		0.0044 mg/L	
石油类	紫外分光光度法	UV-2401PC 分光光度计	0.010 mg/L	
悬浮物	重量法	BS110S 电子天平	-	
挥发酚	4-氨基安替比林分光光度法	Unico 2100 可见分光光度计	0.8 μg/L	



项目	分析方法	主要仪器	检出限	采用标准
硫化物	亚甲基蓝分光光度法		0.2 μg/L	
叶绿素 a	荧光分光光度法	10-Au 叶绿素分析仪	0.01mg/L	
砷	原子荧光法	AFS-8130 双道原子荧光光度计	0.5 μg/L	
总汞			0.007 μg/L	
铜	阳极溶出伏安法	HY-1E 极谱仪	0.6 μg/L	
铅			0.3 μg/L	
镉			0.09 μg/L	
锌			1.2 μg/L	
总铬	原子吸收分光光度法	Solaar M6 原子吸收分光光度计	0.1 μg/L	

表 5.1-4 沉积物项目分析方法

项目	分析方法	主要仪器	检出限	采用标准
粒度	激光法	MS2000 激光粒度分析仪	-	GB12763-2007
有机碳	重铬酸钾氧化-还原容量法	滴定管	0.03%	
硫化物	碘量法	滴定管	4×10^{-6}	
锌	火焰原子吸收分光光度法	Solaar M6 原子吸收分光光度计	0.2×10^{-6}	GB17378-2007
铅			0.1×10^{-6}	
镉			0.020×10^{-6}	
铜			0.1×10^{-6}	
铬			0.1×10^{-6}	
石油类	紫外分光光度法	UV-2401PC 分光光度计	3×10^{-6}	
总汞	原子荧光法	AFS-8130 双道原子荧光光度计	0.002×10^{-6}	
砷			0.06×10^{-6}	

表 5.1-5 生物质量分析方法

项目	分析方法	主要仪器	检出限	引用标准
石油烃	荧光分光光度法	RF-5301PC 荧光分光光度计	0.5×10^{-6}	
锌	火焰原子吸收分光光度法	Solaar M6 原子吸收分光光度计	0.2×10^{-6}	GB17378-2007
铜	无火焰原子吸收分光光度法		0.1×10^{-6}	
铅			0.1×10^{-6}	
镉			0.02×10^{-6}	
汞	原子荧光法	AFS-8130 双道原子荧	0.002×10^{-6}	



项目	分析方法	主要仪器	检出限	引用标准
砷		光光度计	0.2×10^{-6}	
铬	无火焰原子吸收分光光度法	原子吸收分光光度计	0.10×10^{-6}	

5.1.6 评价因子与评价标准

5.1.6.1 海水水质

海水水质评价因子包括 pH、溶解氧、化学耗氧量、石油类、硫化物、无机氮、活性磷酸盐、铜、铅、镉、锌、总铬、总汞、砷、挥发酚共 15 项。海水水质评价采用《海水水质标准》(GB3097-1997) 中的第一类海水水质标准, 各评价因子的标准值见表 5.1-6。

表 5.1-6 海水水质标准值

评价因子	评价标准值				引用标准
	第一类 (mg/L)	第二类 (mg/L)	第三类 (mg/L)	第四类 (mg/L)	
pH	7.8~8.5		6.8~8.8		《海水水质标准》 (GB3097-1997)
DO	>6.0	>5.0	>4.0	>3.0	
COD	≤2.0	≤3.0	≤4.0	≤5.0	
活性磷酸盐	≤0.015	≤0.030		≤0.045	
无机氮	≤0.20	≤0.30	≤0.40	≤0.50	
汞	≤0.00005	≤0.0002		≤0.0005	
锌	≤0.020	≤0.050	≤0.10	≤0.50	
砷	≤0.020	≤0.030	≤0.050		
镉	≤0.001	≤0.005	≤0.010		
铅	≤0.001	≤0.005	≤0.010	≤0.050	
总铬	≤0.05	≤0.10	≤0.20	≤0.50	
铜	≤0.005	≤0.010	≤0.050		
硫化物(以 S 计)	≤0.02	≤0.05	≤0.10	≤0.25	
石油类	≤0.05		≤0.30	≤0.50	
挥发性酚	≤0.005		≤0.010	≤0.050	

5.1.6.2 海洋沉积物质量

海洋沉积物评价因子为有机碳、硫化物、总汞、砷、铜、铅、镉、锌、总铬和石油类共 10 项。海洋沉积物采用《海洋沉积物质量》(GB18668-2002) 中第一类海洋沉积物质量标准, 各评价因子标准值



见表 5.1-7。

表 5.1-7 海洋沉积物质量标准

评价因子		第一类标准	第二类标准	第三类标准
有机碳	(10^{-2})	2.0	3.0	4.0
硫化物	(10 ⁻⁶ , 干重)	300	500	600
石油类		500	1000	1500
铜		35	100	200
铅		60	130	250
锌		150	350	600
镉		0.5	1.5	5.0
砷		20	65	93
铬		80	150	270
汞		0.2	0.5	1.0

5.1.6.3 海洋生物生态

a. 初级生产力

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

$$P = \frac{Chla \cdot Q \cdot D \cdot E}{2}$$

式中：P—现场初级生产力 (mg C/(m² d))；Chla—真光层内平均叶绿素 a 含量 (mg/m³)；Q—不同层次同化指数算术平均值，取 3.7；D—昼长时间(h),根据季节和海区情况取 12.0h；E—真光层深度(m)。

b. 多样性指数、均匀度、丰富度和优势度

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)丰富度计算公式。浮游植物种类多样性 (H')、均匀度 (J)、丰富度 (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 —丰富度； 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。

5.1.6.4 生物质量

贝类评价标准采用《海洋生物质量》(GB18421-2001)中的第一类标准；甲壳类、鱼类和软体类(螺类和头足类)生物体内污染物质(除石油烃外)含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的生物质量标准。各类生物体污染物评价标准见表 5.1-8。

表 5.1-8 生物体污染物评价标准 (湿重: $\times 10^{-6}$)

标准		Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	石油烃
贝类	第一类	≤ 0.05	≤ 1.0	≤ 10	≤ 0.1	≤ 0.2	≤ 20	≤ 0.5	≤ 15
	第二类	≤ 0.10	≤ 5.0	≤ 25	≤ 2.0	≤ 2.0	≤ 50	≤ 2.0	≤ 50
	第三类	≤ 0.30	≤ 8.0	≤ 50 (牡蛎 100)	≤ 6.0	≤ 5.0	≤ 100 (牡蛎 500)	≤ 6.0	≤ 80
软体类		≤ 0.3	-	≤ 100	≤ 10	≤ 5.5	≤ 250	-	≤ 20
甲壳类		≤ 0.2	-	≤ 100	≤ 2	≤ 2.0	≤ 150	-	-
鱼类		≤ 0.3	-	≤ 20	≤ 2	≤ 0.6	≤ 40	-	≤ 20

5.2 海水水质现状调查与评价

5.2.1 海水水质调查

调查海域海水水质调查项目分析结果见附表 1。



a. 水温

调查海区表层水温变化于 (28.33~28.58) °C 之间, 平均 28.42°C; 10m 层变化于 (27.29~27.78) °C 之间, 平均 27.51°C; 50m 层变化于 (23.27~23.61) °C 之间, 平均 23.45°C; 底层变化于 (3.07~18.62) °C 之间, 平均 10.15°C。

b. 盐度

调查海区表层盐度变化于 34.134~34.434, 平均 34.308; 10m 层变化于 34.112~34.512, 平均 34.347; 50m 层变化于 34.261~34.687, 平均 34.474; 底层变化于 34.324~34.724, 平均 34.528。

c. pH 值

调查海区表层 pH 变化于 8.26~8.29, 平均 8.27; 10m 层变化于 8.24~8.30, 平均 8.27; 50m 层变化于 8.28~8.32, 平均 8.30; 底层变化于 8.09~8.32, 平均 8.25。

d. 溶解氧 (DO)

调查海区表层海水中溶解氧的含量变化于 (6.56~6.89) mg/L, 平均 6.76mg/L; 10m 层变化于 (6.43~6.82) mg/L, 平均 6.63mg/L; 50m 层变化于 (6.34~6.69)mg/L, 平均 6.47 mg/L; 底层变化于 (3.02~5.53) mg/L, 平均 4.11mg/L。

e. 化学需氧量 (COD)

调查海区表层化学需氧量 COD 含量变化于 (0.25~0.42) mg/L, 平均 0.35mg/L; 10m 层变化于 (0.21~0.39) mg/L, 平均 0.31mg/L; 50m 层变化于未检出~0.35mg/L, 平均 0.24mg/L; 底层变化于 (未检出~0.27) mg/L, 平均 0.16mg/L。

f. 石油类

调查海区表层海水石油类含量变化于 (0.010~0.034) mg/L, 平均 0.020mg/L。



g. 无机氮 (DIN)

调查海区表层无机氮 DIN 含量变化于 (37.3~61.8) $\mu\text{g/L}$, 平均 46.2 $\mu\text{g/L}$; 10m 层变化于 (31.1~55.2) $\mu\text{g/L}$, 平均 42.4 $\mu\text{g/L}$; 50m 层变化于 (34~87.4) $\mu\text{g/L}$, 平均 54.6 $\mu\text{g/L}$; 底层变化于 (104~500) $\mu\text{g/L}$, 平均 269 $\mu\text{g/L}$ 。

h. 活性磷酸盐 (PO₄-P)

调查海区表层活性磷酸盐 PO₄-P 的含量变化于 (2.8~6.4) $\mu\text{g/L}$, 平均 4.4 $\mu\text{g/L}$; 10m 层变化于 (1.3~7.6) $\mu\text{g/L}$, 平均 4.6 $\mu\text{g/L}$; 50m 层变化于 (3.7~8.9) $\mu\text{g/L}$, 平均 5.8 $\mu\text{g/L}$; 底层变化于 (10.0~115) $\mu\text{g/L}$, 平均 49.5 $\mu\text{g/L}$ 。

i. 砷

调查海区表层砷的含量变化于 (1.6~2.3) $\mu\text{g/L}$, 平均 1.8 $\mu\text{g/L}$; 10m 层变化于 (1.6~2.1) $\mu\text{g/L}$, 平均 1.8 $\mu\text{g/L}$; 10m 层变化于 (1.5~2.0) $\mu\text{g/L}$, 平均 1.7 $\mu\text{g/L}$; 底层变化于 (1.5~2.0) $\mu\text{g/L}$, 平均 1.7 $\mu\text{g/L}$ 。

j. 总汞

调查海区表层总汞的含量变化于 (0.018~0.027) $\mu\text{g/L}$, 平均 0.022 $\mu\text{g/L}$; 10m 层变化于 (0.017~0.026) $\mu\text{g/L}$, 平均 0.022 $\mu\text{g/L}$; 50m 层变化于 (0.018~0.026) $\mu\text{g/L}$, 平均 0.022 $\mu\text{g/L}$; 底层变化于 (0.016~0.025) $\mu\text{g/L}$, 平均 0.020 $\mu\text{g/L}$ 。

k. 铜

调查海区表层铜的含量变化于未检出~1.7 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均 0.9 $\mu\text{g/L}$; 10m 层变化于未检出~2.1 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均 0.9 $\mu\text{g/L}$; 50m 层变化于未检出~3.5 $\mu\text{g/L}$, 平均 0.9 $\mu\text{g/L}$; 底层变化于未检出~1.5 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均 0.7 $\mu\text{g/L}$ 。

l. 铅

调查海区表层铅的含量变化于 (0.3~1.6) $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均 0.7 $\mu\text{g/L}$;



10m 层变化于未检出~1.6 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均 0.7 $\mu\text{g/L}$; 50m 层变化于 (0.4~1.6) $\mu\text{g/L}$, 平均 0.7 $\mu\text{g/L}$; 底层变化于未检出~1.4 $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均 0.6 $\mu\text{g/L}$ 。

m. 锌

调查海区表层锌的含量变化于(1.7~7.1) $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均 4.1 $\mu\text{g/L}$; 10m 层变化于 (1.8~7.2) $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均 4.0 $\mu\text{g/L}$; 50m 层变化于 (2.0~13.6) $\mu\text{g/L}$, 平均 4.7 $\mu\text{g/L}$; 底层变化于 (1.4~9.0) $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均 4.2 $\mu\text{g/L}$ 。

n. 镉

调查海区镉的含量变化于未检出~0.32 $\mu\text{g/L}$, 平均 0.07 $\mu\text{g/L}$ 。

o. 总铬

调查海区表层总铬的含量变化于 (0.45~1.19) $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均 0.67 $\mu\text{g/L}$; 10m 层变化于 (0.45~1.02) $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均 0.72 $\mu\text{g/L}$; 50m 层变化于 (0.46~1.30) $\mu\text{g/L}$, 平均 0.70 $\mu\text{g/L}$; 底层变化于 (0.45~1.30) $\mu\text{g/L}$ 之间, 平均 0.68 $\mu\text{g/L}$ 。

p. 硫化物

调查海区硫化物的含量变化于未检出~0.4 $\mu\text{g/L}$, 平均 0.2 $\mu\text{g/L}$ 。

q. 悬浮物

调查海区表层海水悬浮物的含量变化于 (0.4~39.4) g/L, 平均 7.0 g/L; 10m 层变化于 (0.4~67.6) g/L, 平均 11.2g/L。50m 层变化于 (0.4~48.4)g/L, 平均 7.5 g/L; 底层变化于(0.2~19.0)g/L, 平均 6.3g/L。

r. 挥发酚

调查海区表层海水挥发酚的含量变化于未检出~1.9 $\mu\text{g/L}$, 平均 0.7 $\mu\text{g/L}$; 10m 层变化于未检出~1.5 $\mu\text{g/L}$, 平均 1.1 $\mu\text{g/L}$ 。50m 层变化于 (0.9~1.7) $\mu\text{g/L}$, 平均 1.2 $\mu\text{g/L}$; 底层变化于未检出~1.8 $\mu\text{g/L}$, 平均



1.1 $\mu\text{g/L}$ 。

5.2.2 海水水质评价结果

5.2.2.1 单项标准指数

根据单项标准指数计算结果，调查海区评价因子 pH 值、COD、石油类、硫化物、汞、砷、锌、镉、铜、总铬和挥发酚所有样品的单项标准指数均小于 1，符合第一类海水水质标准；DO、活性磷酸盐、无机氮和铅在部分站位出现超第一类海水水质标准现象。调查海域海水水质各层评价因子的单项标准指数见附表 2 至附表 5。

调查海区 DO 底层标准指数变化于 1.71~5.47，平均 3.84，所有超标样品符合第四类海水水质标准。表层、10m 层和 50m 层所有样品的单项标准指数均小于 1，符合第一类海水水质标准。

活性磷酸盐底层标准指数变化于 0.67~7.67，平均为 3.30；表层、10m 层和 50m 层所有样品的单项标准指数均小于 1，符合第一类海水水质标准。

无机氮底层标准指数变化于 0.52~2.50，平均为 1.34；表层、10m 层和 50m 层所有样品的单项标准指数均小于 1，符合第一类海水水质标准。

铅表层标准指数变化于 0.30~1.60，平均 0.71；10m 层变化于 0.15~1.55，平均 0.66；50m 层变化于 0.40~1.60，平均 0.72；底层变化于 0.15~1.40，平均 0.64。所有超标样品符合第二类海水水质标准。

5.2.2.2 超标统计

海水水质各层评价因子的超标统计见表。

调查海区 DO 有 25% 的样品超标，其中，表层、10m 层和 50m 层没有超标样品，底层超标率为 100%。

活性磷酸盐有 24.5% 的样品超标，其中，表层、10m 层和 50m 层没有超标样品，底层超标率为 97.7%。

无机氮有 14.8% 的样品超标，其中，表层、10m 层和 50m 层无超



标样品，底层超标率为 59.1%。

铅有 10.8% 的样品超标，表层、10m 层、50m 层和底层的超标率分别为 9.1%、13.6%、9.1% 和 11.4%。

表 5.2-1 调查海域海水超标评价因子的类别统计

评价因子		超标站位	最大超标倍数 (出现站位)	样品超标率 (%)
DO	底层	P1~P44	4.47 (P40)	100%
活性磷酸盐	底层	P1、P3~P44	6.67 (P40)	97.7%
无机氮	底层	P7、P8、P16、P18~P40	1.50 (P40)	59.1%
铅	表层	P1、P20、P36、P43	0.60 (P20)	9.1%
	10m 层	P1、P11、P12、P17、P20、P41	0.55 (P41)	13.6%
	50m 层	P1、P11、P32、P33	0.60 (P33)	9.1%
	底层	P25、P29、P32、P39、P41	0.40 (P32、P39)	11.4%

5.2.2.3 超标原因分析

调查海区海水中的主要超标评价因子为溶解氧、营养盐和铅。调查海区表层、10m 层和 50m 层溶解氧含量相对丰富，所有样品溶解氧含量均满足第一类海水水质标准。底层海水中存在一定的缺氧现象，溶解氧超标比例较高。底层溶解氧含量较低主要是由于海区的自然原因造成的，在调查海区是普遍存在的现象。调查海区水深较大，表层由于风浪的搅动和垂直对流作用，氧含量分布较为均匀，加之生物的光合作用较强，溶解氧含量较高，而随着水深的增加，生物体残骸和有机体在下沉过程中分解不断消耗水中的氧，导致氧含量急剧下降，加上底层水体交换弱，从而出现缺氧的情况。

无机氮和活性磷酸盐超标站位均为底层样品。造成底层海水无机氮和活性磷酸盐含量较高的原因主要有两个：一是生物有机体死亡后在沉降过程中由于细菌的腐解作用，使无机氮和无机磷（大部分是活性磷酸盐）得到再生，其浓度随深度增加而升高，加之深层水稳定度高，垂直交换减弱，使氮磷在底层积聚；二是浮游植物等初级生产者大都生长在光线充足的上层海水中，真光层以下数量较少，随着深度



的增加海洋生物对海水中营养盐的同化作用迅速减弱，因此底层海水中营养盐的含量往往比上层海水要高。

铅含量存在不同程度的超标现象，在表层、10m 层、50m 层和底层均有出现，各层次之间超标率无显著性差异。超标站位在调查海区的空间分布具有随机性，无明显规律可循，从水深几百米至上千米处均有超标的情况存在。铅并不是油气田生产的特征性污染物，考虑到调查海域距离陆地较远，直接受到工业含铅污水排放影响的可能性不大，其超标原因可能有二，一是含铅的大气气溶胶在海区通过沉降将铅输送至海水中导致其含量上升，二是本海域铅元素含量的本底值偏高。

5.3 海洋沉积物质量现状调查与评价

5.3.1 海洋沉积物组成及其类型

调查海区表层沉积物的粒度参数统计结果见表 5.3-1。调查区表层沉积物类型为砂质粉砂（ST）-粉砂（T）。沉积物粒度以粉砂和砂为主要组分，含少量黏土，无砾石。前三者的含量分别为：粉砂（50.1%~68.4%），平均 62.6%；砂（21.4%~42.1%），平均 28.3%；黏土（7.7%~10.2%），平均 9.1%。

表 5.3-1 调查海域沉积物类型及粒度参数

站位	粒级含量(%)				代号及名称
	砾	砂	粉砂	粘土	
P1	0	26.2	65.9	7.9	ST 砂质粉砂
P3	0	26.6	65.7	7.7	
P4	0	26.1	65.8	8.1	
P5	0	25.3	66.5	8.2	
P6	0	25.6	66.2	8.2	
P8	0	26.0	65.9	8.1	
P10	0	42.1	50.1	7.8	
P12	0	27.0	62.9	10.1	
P13	0	25.2	64.7	10.1	
P15	0	25.5	64.7	9.8	
P17	0	38.8	53.0	8.2	
P18	0	38.3	53.3	8.4	



P19	0	38.9	52.9	8.2	
P22	0	40.6	51.3	8.1	
P23	0	23.9	66.4	9.7	T 粉砂
P24	0	24.1	66.2	9.7	
P26	0	23.0	67.2	9.8	
P28	0	22.8	67.3	9.9	
P29	0	23.0	67.1	9.9	
P31	0	23.1	67.1	9.8	
P33	0	27.4	62.8	9.8	
P35	0	29.9	60.8	9.3	
P36	0	28.3	62.0	9.7	
P37	0	29.0	61.3	9.7	
P38	0	27.8	62.6	9.6	
P40	0	27.6	62.6	9.8	
P41	0	21.4	68.4	10.2	T 粉砂
P42	0	21.6	68.4	10.0	
P43	0	40.5	51.6	7.9	ST 砂质粉砂
P44	0.0	22.9	67.1	10.0	T 粉砂
最小值	0.0	21.4	50.1	7.7	/
最大值	0.0	42.1	68.4	10.2	/
平均值	0.0	28.3	62.6	9.1	/

5.3.2 海洋沉积物质量调查结果

调查海区表层沉积物中有机氮、硫化物、汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷和石油类调查分析结果见表。

有机碳含量范围在 $(0.64\sim 0.85) \times 10^{-2}$ 之间，平均 0.78×10^{-2} 。硫化物含量范围在 $(57\sim 84) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 70×10^{-6} 。总汞含量范围在 $(0.009\sim 0.041) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 0.010×10^{-6} 。砷含量范围在 $(2.00\sim 3.53) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 2.66×10^{-6} 。铜含量范围在 $(8.5\sim 10.4) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 9.3×10^{-6} 。铅含量范围在 $(5.7\sim 23.1) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 14.5×10^{-6} 。镉含量范围在 $(0.03\sim 0.21) \times 10^{-6}$ 之间，平均为 0.10×10^{-6} 。

表 5.3-2 表层沉积物中各污染物含量状况

站位	有机碳	硫化物	总汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬	石油类
	10^{-2}	10^{-6}								
P1	0.64	69	0.015	2.50	9.1	9.5	0.14	60.9	21.9	8.41
P3	0.77	74	0.021	2.45	9.1	13.6	0.07	64.4	25.2	7.65



站位	有机碳	硫化物	总汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬	石油类
	10 ⁻²	10 ⁻⁶								
P4	0.81	75	0.024	2.63	8.9	11.9	0.05	59.5	22.3	8.85
P5	0.73	68	0.014	2.22	8.8	9.8	未检出	57.8	20.0	9.80
P6	0.79	71	0.010	2.33	9.6	13.7	0.08	56.3	24.9	9.48
P8	0.78	73	0.013	3.11	10.4	16.6	0.15	58.1	26.6	9.90
P10	0.72	71	0.016	2.86	10.0	9.3	0.18	52.9	24.1	9.76
P12	0.73	74	0.010	2.32	9.6	9.3	0.10	58.7	25.7	10.70
P13	0.77	69	0.012	2.41	10.0	5.7	0.05	60.7	23.3	8.59
P15	0.76	65	0.012	3.33	9.0	14.9	0.08	52.1	24.5	11.40
P17	0.71	76	0.014	3.03	9.7	17.6	0.11	58.3	22.5	9.40
P18	0.76	75	0.014	2.65	9.4	23.1	0.08	64.4	24.0	9.69
P19	0.76	63	0.013	3.13	8.8	13.7	0.08	56.4	22.8	10.50
P22	0.76	57	0.013	3.53	8.9	14.1	0.17	60.0	20.9	11.90
P23	0.82	66	0.011	2.42	8.6	15.5	0.03	56.7	20.3	10.90
P24	0.85	61	0.011	2.35	9.4	14.4	0.09	50.6	24.1	8.96
P26	0.81	71	/	3.13	9.0	16.5	0.14	56.6	22.4	9.83
P28	0.83	74	0.010	2.42	9.3	19.2	0.09	54.4	22.9	10.60
P29	0.84	73	0.024	2.16	9.6	21.0	0.12	51.8	24.5	10.10
P31	0.82	84	0.009	3.07	9.0	16.0	0.03	53.4	24.0	10.80
P33	0.81	77	0.010	3.27	8.6	13.8	0.15	58.0	23.2	10.00
P35	0.82	75	0.009	2.52	8.8	16.9	0.04	56.7	22.2	10.50
P36	0.80	73	0.010	3.09	9.7	12.8	0.07	65.3	24.8	9.56
P37	0.78	76	0.010	2.13	10.0	17.9	0.04	64.4	28.0	11.20
P38	0.77	83	0.041	2.92	9.4	11.8	0.10	57.2	23.7	11.10
P40	0.85	69	0.009	2.00	9.3	11.5	0.10	64.2	22.3	10.90
P41	0.77	68	0.014	2.54	9.1	18.5	0.17	49.8	24.4	10.10
P42	0.76	59	0.012	2.38	9.3	18.6	0.07	56.7	23.9	9.23
P43	0.81	58	0.011	2.58	8.8	10.8	0.21	60.7	23.7	10.60
P44	0.79	67	0.012	2.29	8.5	15.5	0.20	55.5	25.1	10.40
最小值	0.64	57	0.009	2.00	8.5	5.7	0.03	49.8	20.0	7.65
最大值	0.85	84	0.041	3.53	10.4	23.1	0.21	65.3	28.0	11.90

注：/处数值异常，予以舍弃。

5.3.3 海洋沉积物质量评价结果

调查海区沉积物各评价因子的标准指数以及超标率的统计结果见表。调查海域沉积物各调查站位的有机碳、硫化物、汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷和石油类的标准指数均低于 1，符合《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中第一类海洋沉积物的质量标准，无超标因子；调查海域内沉积物环境质量整体状况较好。



表 5.3-3 表层沉积物中各评价因子的标准指数值和超标率

站位	标准指数									
	有机碳	硫化物	总汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬	石油类
P1	0.32	0.23	0.08	0.13	0.26	0.16	0.28	0.41	0.27	0.02
P3	0.39	0.25	0.11	0.12	0.26	0.23	0.14	0.43	0.32	0.02
P4	0.41	0.25	0.12	0.13	0.25	0.20	0.10	0.40	0.28	0.02
P5	0.37	0.23	0.07	0.11	0.25	0.16	0.05	0.39	0.25	0.02
P6	0.40	0.24	0.05	0.12	0.27	0.23	0.16	0.38	0.31	0.02
P8	0.39	0.24	0.07	0.16	0.30	0.28	0.30	0.39	0.33	0.02
P10	0.36	0.24	0.08	0.14	0.29	0.16	0.36	0.35	0.30	0.02
P12	0.37	0.25	0.05	0.12	0.27	0.16	0.20	0.39	0.32	0.02
P13	0.39	0.23	0.06	0.12	0.29	0.10	0.10	0.40	0.29	0.02
P15	0.38	0.22	0.06	0.17	0.26	0.25	0.16	0.35	0.31	0.02
P17	0.36	0.25	0.07	0.15	0.28	0.29	0.22	0.39	0.28	0.02
P18	0.38	0.25	0.07	0.13	0.27	0.39	0.16	0.43	0.30	0.02
P19	0.38	0.21	0.07	0.16	0.25	0.23	0.16	0.38	0.29	0.02
P22	0.38	0.19	0.07	0.18	0.25	0.24	0.34	0.40	0.26	0.02
P23	0.41	0.22	0.06	0.12	0.25	0.26	0.06	0.38	0.25	0.02
P24	0.43	0.20	0.06	0.12	0.27	0.24	0.18	0.34	0.30	0.02
P26	0.41	0.24	/	0.16	0.26	0.28	0.28	0.38	0.28	0.02
P28	0.42	0.25	0.05	0.12	0.27	0.32	0.18	0.36	0.29	0.02
P29	0.42	0.24	0.12	0.11	0.27	0.35	0.24	0.35	0.31	0.02
P31	0.41	0.28	0.05	0.15	0.26	0.27	0.06	0.36	0.30	0.02
P33	0.41	0.26	0.05	0.16	0.25	0.23	0.30	0.39	0.29	0.02
P35	0.41	0.25	0.05	0.13	0.25	0.28	0.08	0.38	0.28	0.02
P36	0.40	0.24	0.05	0.15	0.28	0.21	0.14	0.44	0.31	0.02
P37	0.39	0.25	0.05	0.11	0.29	0.30	0.08	0.43	0.35	0.02
P38	0.39	0.28	0.21	0.15	0.27	0.20	0.20	0.38	0.30	0.02
P40	0.43	0.23	0.05	0.10	0.27	0.19	0.20	0.43	0.28	0.02
P41	0.39	0.23	0.07	0.13	0.26	0.31	0.34	0.33	0.31	0.02
P42	0.38	0.20	0.06	0.12	0.27	0.31	0.14	0.38	0.30	0.02
P43	0.41	0.19	0.06	0.13	0.25	0.18	0.42	0.40	0.30	0.02
P44	0.40	0.22	0.06	0.11	0.24	0.26	0.40	0.37	0.31	0.02
最小值	0.32	0.19	0.05	0.10	0.24	0.10	0.05	0.33	0.25	0.02
最大值	0.43	0.28	0.21	0.18	0.30	0.39	0.42	0.44	0.35	0.02
超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

注：/处采样缺失。

5.4 海洋生物生态现状调查与评价

5.4.1 叶绿素 a 和初级生产力

调查海区各调查站叶绿素 a 含量的测定值及初级生产力统计结



果见表。

调查海区各站平均叶绿素含量变化于 (0.13~1.16) mg/m^3 ，平均为 $0.31\text{mg}/\text{m}^3$ 。该调查海区叶绿素 a 含量处于低水平，为典型贫营养海区。初级生产力在 (114.55~285.05) $\text{mg C}/(\text{m}^2 \text{d})$ 之间，平均值为 $165.39 \text{mg C}/(\text{m}^2 \text{d})$ ，初级生产力总体水平处于低水平。

表 5.4-1 各站叶绿素 a 和海洋初级生产力

站号	叶绿素 a (mg/m^3)					初级生产力 ($\text{mg C}/(\text{m}^2 \text{d})$)
	表层	10m	50m	底层	平均	
P1	0.47	0.48	0.28	0.30	0.38	163.04
P2	0.42	0.48	0.31	0.30	0.38	167.61
P3	1.16	0.41	0.31	0.26	0.54	285.05
P4	0.45	0.41	0.29	0.26	0.35	187.81
P5	0.51	0.46	0.30	0.27	0.39	205.13
P6	0.45	0.44	0.27	0.26	0.36	189.14
P7	0.45	0.44	0.27	0.27	0.36	190.48
P8	0.45	0.43	0.30	0.26	0.36	191.81
P9	0.34	0.36	0.30	0.19	0.30	158.51
P10	0.35	0.34	0.25	0.20	0.29	151.85
P11	0.41	0.44	0.29	0.27	0.35	187.81
P12	0.40	0.42	0.24	0.23	0.32	171.83
P13	0.46	0.56	0.28	0.27	0.39	209.12
P14	0.44	0.59	0.24	0.26	0.38	203.80
P15	0.52	0.52	0.25	0.23	0.38	202.46
P16	0.47	0.48	0.28	0.26	0.37	198.47
P17	0.43	0.44	0.21	0.20	0.32	170.50
P18	0.35	0.35	0.19	0.18	0.27	142.52
P19	0.27	0.19	0.42	0.39	0.32	169.16
P20	0.31	0.20	0.39	0.40	0.33	173.16
P21	0.36	0.39	0.32	0.23	0.33	173.16
P22	0.35	0.36	0.22	0.18	0.28	147.85
P23	0.34	0.34	0.29	0.21	0.30	157.18
P24	0.36	0.33	0.24	0.16	0.27	145.19
P25	0.35	0.28	0.22	0.21	0.27	141.19
P26	0.28	0.28	0.20	0.20	0.24	127.87
P27	0.26	0.26	0.18	0.16	0.22	114.55
P28	0.28	0.29	0.19	0.16	0.23	122.54
P29	0.31	0.27	0.21	0.15	0.24	125.21
P30	0.39	0.40	0.22	0.24	0.31	166.50
P31	0.39	0.36	0.26	0.18	0.30	158.51



站号	叶绿素 a (mg/m ³)					初级生产力 (mg C/(m ² d))
	表层	10m	50m	底层	平均	
P32	0.33	0.35	0.27	0.18	0.28	150.52
P33	0.35	0.31	0.20	0.18	0.26	138.53
P34	0.34	0.30	0.22	0.17	0.26	137.20
P35	0.34	0.35	0.24	0.21	0.29	151.85
P36	0.30	0.29	0.17	0.21	0.24	129.20
P37	0.31	0.33	0.25	0.14	0.26	137.20
P38	0.34	0.38	0.24	0.18	0.29	151.85
P39	0.34	0.34	0.20	0.18	0.27	141.19
P40	0.33	0.36	0.22	0.13	0.26	138.53
P41	0.41	0.47	0.27	0.22	0.34	182.48
P42	0.33	0.40	0.24	0.25	0.31	162.50
P43	0.45	0.41	0.26	0.25	0.34	182.48
P44	0.43	0.44	0.23	0.21	0.33	174.49
最小值	0.26	0.19	0.17	0.13	0.22	114.55
最大值	1.16	0.59	0.42	0.40	0.54	285.05
平均值	0.40	0.38	0.26	0.22	0.31	165.39

5.4.2 浮游植物

5.4.2.1 种类组成

调查海区共出现浮游植物 3 门 24 属 75 种，见附表 3。其中，硅藻种类最多，有 23 属 57 种（未定种 6 种），占总物种数的 76.00%；甲藻有 5 属 17 种，占总物种数的 22.67%；蓝藻有 1 属 1 种。

5.4.2.2 个体数量分布

调查海区各站的浮游植物的个体数量见表。

调查海区各站位浮游植物密度变化范围在 (2.42~14.05) ×10⁴ 个/m³ 之间，平均密度为 7.02×10⁴ 个/m³，经等级鉴定，为低水平。硅藻在各站位的密度介于 (2.40~13.83) ×10⁴ 个/m³ 之间，平均密度为 6.87×10⁴ 个/m³，占总平均密度的 97.86%。甲藻和蓝藻在总密度中所占比例相对较小。

表 5.4-2 各站浮游植物个体数量 (×10⁴ 个/m³)

站号	硅藻	甲藻	蓝藻	总数量	站号	硅藻	甲藻	蓝藻	总数量
P1	13.83	0.14	0.07	14.05	P28	8.44	0.02	0.07	8.53



P3	10.64	0.09	0.05	10.78	P29	8.19	0	0.07	8.26
P4	8.94	0.08	0.05	9.07	P31	2.4	0.02	0	2.42
P5	8.6	0.24	0.11	8.94	P33	8.02	0.17	0.07	8.26
P6	8.25	0.1	0	8.35	P35	8.47	0.17	0.07	8.71
P8	8.56	0.12	0.02	8.7	P36	8.53	0.18	0.07	8.78
P10	10.37	0.04	0.05	10.45	P37	8.33	0.02	0.07	8.42
P12	8.61	0.2	0.1	8.91	P38	8.64	0	0.07	8.71
P13	8.88	0.28	0.1	9.26	P40	8.43	0.02	0.03	8.48
P15	7.83	0.11	0	7.94	P41	3.91	0.09	0.08	4.09
P17	4.43	0.12	0.06	4.61	P42	3.88	0.07	0.07	4.02
P18	4.53	0.12	0.06	4.7	P43	4.52	0.12	0.05	4.69
P19	4.55	0.14	0.06	4.74	P44	4.37	0.2	0.06	4.63
P22	2.41	0.02	0	2.43	最小值	2.4	0	0	2.42
P23	2.4	0.02	0	2.42	最大值	13.83	0.28	0.11	14.05
P24	2.55	0.03	0	2.58	平均值	6.87	0.1	0.05	7.02
P26	4.49	0.15	0.06	4.7					

5.4.2.3 优势种

调查海区浮游植物优势种有旋链角毛藻、细弱海链藻、并基角毛藻、海洋角毛藻、洛氏角毛藻、太阳双尾藻、菱形海线藻、异角角毛藻和圆柱角毛藻，优势度依次为 0.211、0.110、0.095、0.057、0.049、0.048、0.038、0.033 和 0.030，优势种均属于硅藻类。

5.4.2.4 种类多样性指数、均匀度和丰富度

各站浮游植物多样性指数 (H')、均匀度 (J') 和丰富度 (d) 见表。

调查海区各站位多样性指数变化范围在 2.55~4.31 之间，平均值为 3.66，总体显示为清洁。均匀度变化范围在 0.56~0.88 之间，平均值为 0.76，均匀性较好；丰富度指数变化范围在 1.98~3.41 之间，平均值为 2.41，丰富度较高。以上指标显示该海区生态环境状况较好，浮游植物群落结构较稳定。

表 5.4-3 各站位浮游植物多样性指数、均匀度和丰富度

站号	种数	H'	J'	d	站号	种数	H'	J'	d
P1	33	3.62	0.72	2.70	P28	27	3.68	0.77	2.29
P3	34	3.54	0.70	2.85	P29	25	3.69	0.80	2.12



站号	种数	H'	J'	d	站号	种数	H'	J'	d
P4	31	3.53	0.71	2.63	P31	22	3.64	0.82	2.08
P5	36	4.01	0.78	3.07	P33	27	3.59	0.75	2.30
P6	29	3.67	0.75	2.47	P35	29	3.55	0.73	2.46
P8	32	3.68	0.74	2.73	P36	29	3.52	0.72	2.46
P10	29	3.50	0.72	2.42	P37	27	3.69	0.78	2.29
P12	35	3.99	0.78	2.98	P38	24	3.64	0.79	2.02
P13	40	4.08	0.77	3.41	P40	24	2.55	0.56	2.03
P15	29	3.74	0.77	2.48	P41	22	3.39	0.76	1.98
P17	30	3.68	0.75	2.70	P42	25	3.43	0.74	2.26
P18	28	3.60	0.75	2.51	P43	27	4.17	0.88	2.42
P19	33	3.73	0.74	2.97	P44	34	4.31	0.85	3.07
P22	22	3.60	0.81	2.08	最小值	22	2.55	0.56	1.98
P23	22	3.63	0.81	2.08	最大值	40	4.31	0.88	3.41
P24	24	3.66	0.80	2.26	平均值	29	3.66	0.76	2.49
P26	29	3.71	0.76	2.60					

5.4.3 浮游动物

5.4.3.1 种类组成

调查海区共鉴定出终生浮游动物 13 类 299 种（类），见附表 4。其中以桡足类种类数最多，共计 130 种，占总种类数的 40.6%；其次为水母类（含栉水母类），共 40 种，占总种类数的 12.4%；端足类 30 种，占 9.4%；介形类 21 种，占 6.6%；其他类群按种类数由多到少依次为被囊类、毛颚类、糠虾类、十足类、翼足类、异足类、磷虾类、多毛类和原生动物。

5.4.3.2 生物量和个体数量分布

调查海区浮游动物生物量和个体数量见表。

调查海区浮游动物个体数量的变化范围为（2.31~92.77）个/ m^3 ，平均 36.76 个/ m^3 。浮游动物的平均生物量为 41.15mg/ m^3 ，变化范围为（5.00~80.00）mg/ m^3 。

表 5.4-4 调查海域浮游动物生物量（mg/ m^3 ）和个体数量（个/ m^3 ）

站位	个体数量	生物量	站位	个体数量	生物量
P1	74.46	41.98	P28	19.83	54.75
P3	10.91	36.5	P29	12.47	60.00



站位	个体数量	生物量	站位	个体数量	生物量
P4	13.17	8.64	P31	18.81	41.75
P5	30.31	16.75	P33	17.69	38.25
P6	2.31	23.50	P35	46.88	13.25
P8	39.35	5.00	P36	20.45	44.50
P10	45.11	33.25	P37	23.09	41.50
P12	43.63	28.25	P38	16.16	29.00
P13	26.10	49.50	P40	19.19	66.25
P15	21.41	47.50	P41	62.90	42.50
P17	33.10	36.92	P42	36.28	29.50
P18	51.87	68.21	P43	76.01	40.00
P19	50.29	80.00	P44	74.18	32.50
P22	68.22	77.41	最大值	92.77	80.00
P23	35.66	43.23	最小值	2.31	5.00
P24	92.77	53.00	平均值	36.76	41.15
P26	20.28	51.00			

5.4.3.3 优势种

调查海域的优势种为肥胖箭虫、亚强次真哲水蚤、驼背隆哲水蚤、羽长腹剑水蚤、针刺拟哲水蚤和长尾基齿哲水蚤，其优势度依次为 0.198、0.087、0.040、0.030、0.021 和 0.021。

5.4.3.4 种类多样性指数、均匀度和丰富度

调查海区群落多样性指数 (H')、均匀度 (J') 和丰富度 (d) 计算结果如表所示。

调查海区浮游动物多样性指数变化范围为 3.80~5.45，均值为 4.37；丰富度变化范围为 16.10~61.26，均值为 21.43；均匀度变化范围为 0.58~0.87，平均 0.66。均匀度的变化趋势与多样性指数基本一致，各站点间差异不大。总体而言，调查海区浮游动物群落的生物多样性水平很高，群落间的种类分布也很均匀，浮游动物群落结构稳定，海区生态环境处于健康状态。

表 5.4-5 浮游动物多样性指数、均匀度、丰富度

站号	H'	J'	d	站号	H'	J'	d
P1	4.65	0.70	16.24	P28	3.87	0.60	20.42
P3	4.82	0.75	24.65	P29	4.55	0.71	23.07



站号	H'	J'	d	站号	H'	J'	d
P4	4.52	0.69	24.20	P31	3.98	0.61	21.73
P5	4.81	0.73	19.91	P33	4.41	0.66	24.13
P6	5.45	0.87	61.26	P35	4.00	0.59	18.92
P8	4.60	0.70	18.12	P36	4.06	0.61	22.05
P10	4.27	0.64	18.38	P37	4.02	0.62	20.09
P12	4.50	0.68	17.81	P38	3.80	0.58	23.67
P13	4.31	0.66	19.55	P40	4.07	0.62	22.52
P15	4.64	0.70	21.72	P41	4.23	0.62	19.25
P17	4.34	0.65	19.61	P42	4.60	0.68	20.65
P18	4.19	0.62	18.43	P43	4.29	0.62	18.41
P19	4.47	0.67	17.87	P44	4.14	0.62	16.74
P22	4.40	0.64	18.71	最大值	5.45	0.87	61.26
P23	4.63	0.72	16.10	最小值	3.80	0.58	16.10
P24	4.25	0.63	16.68	平均值	4.37	0.66	21.43
P26	4.25	0.64	22.11				

5.4.4 底栖生物

5.4.4.1 种类组成

调查海区共出现底栖生物 7 大类 109 种，见附表 5。其中节肢动物最多，有 47 种，占总种类数的 42.7%；其次为脊索动物，有 23 种，占 20.9%；软体动物有 14 种，占 12.7%；棘皮动物有 12 种，占 10.9%；环节动物有 9 种，占 8.2%；腔肠动物有 4 种，占 3.6%；尾索动物有 1 种，占 0.9%。

5.4.4.2 生物量和密度

调查海区底栖生物各站的生物量和栖息密度见表。

调查海区底栖生物生物量变化范围在 (0.44~ 10.01) g/m² 之间，平均生物量为 2.99g/m²，栖息密度变化范围在 (5~ 15) 个/m² 之间，平均栖息密度为 8 个/m²。

表 5.4-6 底栖生物各站的栖息密度 (个/m²) 和生物量 (g/m²)

站号	栖息密度 (个/m ²)	生物量 (g/m ²)	站号	栖息密度 (个/m ²)	生物量 (g/m ²)
P1	10	0.54	P28	10	2.61
P3	5	2.63	P29	5	1.52



P4	15	4.98	P31	5	0.81
P5	10	2.97	P33	5	2.24
P6	10	4.41	P35	10	1.55
P8	10	3.33	P36	5	3.29
P10	15	0.88	P37	5	2.62
P12	10	8.47	P38	5	3.07
P13	10	4.79	P40	5	0.77
P15	10	3.57	P41	5	1.28
P17	5	1.43	P42	10	3.02
P18	5	0.59	P43	15	4.74
P19	10	1.92	P44	5	2.01
P22	5	6.23	最大值	15	10.01
P23	5	0.44	最小值	5	0.44
P24	10	10.01	平均值	8	2.99
P26	5	3.18			

5.4.4.3 优势种

调查海区底栖生物的定性拖网优势种有：异杯珊瑚、简氏瓷蛇尾、拟翼轮杯珊瑚、阳遂足和紫隆背蟹，优势度分别为 0.049、0.048、0.045、0.035 和 0.027。

5.4.4.4 种类多样性指数、均匀度和丰富度

根据定性拖网样品分析结果进行计算调查海域的底栖生物群落的种类多样性指数 (H')、均匀度指数 (J') 和丰富度 (d)，计算结果见表。

调查海区底栖生物种类多样性指数的变化范围为 1.84~4.42，平均值为 3.31；均匀度的变化范围为 0.80~0.98，平均值为 0.91；丰富度 d 的变化范围为 1.07~4.37，平均值为 2.57。调查海区生物多样性指数、均匀度指数和丰富度指数的平均值处于较高水平，说明底栖生物群落较为稳定。

表 5.4-7 底栖生物多样性指数、均匀度和丰富度

站号	H'	J'	d	站号	H'	J'	d
P1	4.42	0.89	4.37	P28	3.38	0.89	2.4
P3	4.28	0.94	3.79	P29	2.42	0.94	1.58
P4	3.63	0.95	2.92	P31	1.95	0.98	1.07



站号	H'	J'	d	站号	H'	J'	d
P5	2.93	0.88	1.8	P33	2.41	0.93	1.31
P6	2.8	0.81	1.93	P35	2.23	0.86	1.25
P8	2.63	0.88	1.51	P36	2.16	0.93	1.33
P10	4.04	0.95	3.38	P37	2.86	0.95	1.68
P12	3.53	0.9	2.69	P38	3.08	0.97	2.23
P13	3.81	0.91	3.1	P40	1.84	0.92	1.07
P15	3.62	0.9	2.92	P41	4.24	0.96	3.87
P17	3.55	0.87	2.72	P42	4.29	0.96	4.2
P18	3.46	0.91	2.62	P43	3.91	0.92	3.48
P19	3.65	0.91	2.73	P44	3.88	0.93	3.43
P23	2.54	0.8	1.85	最大值	4.42	0.98	4.37
P22	2.54	0.8	1.85	最小值	1.84	0.8	1.07
P24	3.72	0.91	3.17	平均值	3.31	0.91	2.57
P26	3.85	0.94	3.01				

5.4.1 海洋生物生态小结

5.4.1.1 叶绿素 a 及初级生产力

调查海区各站平均叶绿素含量变化于 $(0.13\sim 1.16)$ mg/m^3 ，平均为 $0.31\text{mg}/\text{m}^3$ 。该调查海区叶绿素 a 含量处于低水平，为典型贫营养海区。

调查海区初级生产力在 $(114.55\sim 285.05)$ $\text{mg C}/(\text{m}^2 \text{d})$ 之间，平均值为 $165.39 \text{mg C}/(\text{m}^2 \text{d})$ ，初级生产力总体水平处于低水平。调查海区初级生产力在 $(45.29\sim 164.28)$ $\text{mg C}/(\text{m}^2 \text{d})$ 之间，平均值为 $69.83 \text{mg C}/(\text{m}^2 \text{d})$ ，初级生产力总体水平处于低水平。

5.4.1.2 浮游植物

调查海区共出现浮游植物 3 门 24 属 75 种。浮游植物密度变化范围在 $(2.42\sim 14.05) \times 10^4$ 个/ m^3 之间，平均密度为 7.02×10^4 个/ m^3 ；浮游植物优势种为旋链角毛藻、细弱海链藻、并基角毛藻、海洋角毛藻、洛氏角毛藻、太阳双尾藻、菱形海线藻、异角角毛藻和圆柱角毛藻。浮游植物的生态类型以广温、外洋类群为主；浮游植物的多样性指数高、均匀性较好、丰富度较高，显示该海区生态环境状况较好，浮游植物群落结构较稳定。



5.4.1.3 浮游动物

调查海区共鉴定出终生浮游动物 13 类 299 种（类），个体数量变化范围为（2.31~92.77）个/m³，平均 39.18 个/m³；平均生物量为 41.15mg/m³，变化范围为（5.00~80.00）mg/m³；优势种为肥胖箭虫、亚强次真哲水蚤、驼背隆哲水蚤、羽长腹剑水蚤、针刺拟哲水蚤和长尾基齿哲水蚤等 6 种。调查海区浮游动物群落的生物多样性水平很高，群落间的种类分布也很均匀，浮游动物群落结构稳定，海区生态环境处于健康状态。

5.4.1.4 底栖生物

调查海区共出现底栖生物 7 大类 109 种。底栖生物优势种有：异杯珊瑚、简氏瓷蛇尾、拟翼轮杯珊瑚、阳遂足和紫隆背蟹。海区生物量变化范围为（0.44~10.01）g/m² 平均为 2.99g/m²，平均栖息密度变化范围为（5~15）个/m² 平均为 8.00 个/m²。生物量组成、栖息密度组成以棘皮动物为主。调查海区生物多样性指数、均匀度指数和丰富度指数的平均值处于较高水平，说明底栖生物群落较为稳定。

5.5 海洋生物质量现状调查与评价

5.5.1 主要污染物质的含量

调查各站底栖生物样品体内污染物的含量状况详见表。

调查海区共测定底栖生物生物质量的样品共 31 个，包括鱼类 7 种 15 个，甲壳类 6 种 9 个，软体类（螺类）2 种 3 个，贝类（双壳类）1 种 4 个。

表 5.5-1 生物质量调查分析结果（湿重：×10⁻⁶）

站号	种名	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	石油烃
P1	凹管鞭虾	0.008	1.3	1.9	0.5	0.31	12.8	0.13	4.49
P1	中国赤虾	0.013	1.5	3.9	0.3	0.05	12.8	0.19	5.17
P1	尼氏突吻鳗	0.020	2.1	0.5	0.5	0.02	21.2	0.19	5.43
P1	直额螳	0.011	2.8	11.1	0.6	0.10	24.9	nd	2.40
P3	短蝶	0.026	3.4	0.4	0.6	0.13	5.4	0.30	3.98
P6	长肋日月贝	0.031	1.7	1.5	0.6	0.52	23.9	0.81	5.46



站号	种名	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	石油烃
P6	翼红娘鱼	0.021	2.5	0.3	0.2	0.05	6.5	0.28	3.00
P13	习见蛙螺	0.022	1.4	4.7	0.6	0.15	13.7	0.31	8.42
P13	紫隆背蟹	0.017	2.3	6.6	0.1	0.07	30.2	0.18	6.41
P13	翼红娘鱼	0.020	2.1	0.2	0.1	0.02	4.2	0.31	2.65
P15	翼红娘鱼	0.032	3.4	0.2	0.4	0.07	5.3	0.23	3.00
P17	长琵琶螺	0.011	1.8	3.8	0.2	0.37	36.5	0.11	7.03
P17	刀额新对虾	0.015	1.2	10.3	0.3	0.09	17.7	0.31	4.68
P17	短鲮	0.031	3.7	0.4	0.1	0.07	6.1	0.23	2.12
P17	长肋日月贝	0.035	1.4	1.3	0.7	0.42	19.4	0.62	4.49
P18	杂食豆齿鳗	0.042	3.6	0.4	0.8	0.10	15.0	0.26	5.05
P19	短鲮	0.037	2.5	0.3	0.5	0.09	4.5	0.33	3.04
P22	钝孔鰕虎鱼	0.022	1.9	0.5	0.2	0.11	10.1	0.28	3.06
P22	少鳞舌鳎	0.017	1.3	0.3	0.5	0.07	2.7	0.19	2.66
P28	习见蛙螺	0.010	2.7	4.1	0.5	0.17	17.4	0.23	4.78
P35	翼红娘鱼	0.031	1.8	0.2	0.3	0.05	4.0	0.16	3.05
P41	中华舌鳎	0.015	1.1	0.3	0.1	0.15	5.6	0.35	3.20
P41	看守长眼蟹	0.012	2.4	6.6	0.7	0.16	25.4	0.23	5.77
P41	刀额新对虾	0.010	1.3	8.8	0.5	0.06	23.9	0.23	4.07
P42	长肋日月贝	0.007	1.9	0.8	0.5	0.53	16.0	0.51	4.24
P42	翼红娘鱼	0.027	2.7	0.3	0.4	0.03	3.3	0.33	4.53
P43	长肋日月贝	0.012	1.6	1.1	0.3	0.75	18.6	0.33	5.54
P43	直额螯	0.014	2.0	10.1	0.5	0.12	22.5	nd	6.49
P43	短鲮	0.022	1.3	0.2	0.3	0.12	5.8	0.20	3.59
P44	紫隆背蟹	0.010	1.8	5.8	0.2	0.03	35.6	0.25	8.09
P44	短鲮	0.017	1.7	0.3	0.4	0.05	3.6	0.40	3.65
平均值	鱼类	0.025	2.3	0.3	0.4	0.08	6.9	0.27	3.47
	甲壳类	0.012	1.8	7.2	0.4	0.11	22.9	0.18	5.29
	软体类	0.014	2.0	4.2	0.4	0.23	22.5	0.22	6.74
	贝类	0.021	1.7	1.2	0.5	0.56	19.5	0.57	4.93

注：“nd”表示未检出，当检出率为 1/2 以上（含 1/2）时，以检出限的 1/2 统计；检出率不足 1/2 时，以检出限的 1/4 统计。

5.5.2 生物质量评价结果

底栖生物质量评价单项标准指统计结果见表。

调查海区底栖生物样品中，鱼类、甲壳类和软体类的各项评价因子的单项标准指数值均小于 1，满足生物质量标准的要求。P6、P17、P42 和 P43 站长肋日月贝的砷、铅、镉和总铬有不同程度的超标，最大超标倍数分别为 0.90、6.00、2.75 和 0.62，超出第一类生物质量标



标准要求，符合第二类生物质量标准要求。贝类生物质量超标的主要原因为贝类对某些重金属有着较强的富集能力。

总体而言，海区底栖生物中鱼类、甲壳类和软体类生物质量较好，各项评价因子均符合评价标准。贝类体内的砷、铅、镉和总铬有超标现象；石油烃标准指数较低，符合相应的生物质量评价标准。

表 5.5-2 底栖生物的单项标准指数、平均标准指数

站号	种名	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	石油烃
P1	凹管鞭虾	0.04	-	0.02	0.25	0.16	0.09	-	-
P1	中国赤虾	0.07	-	0.04	0.15	0.03	0.09	-	-
P1	尼氏突吻鳎	0.1	-	0.01	0.25	0.01	0.14	-	0.27
P1	直额螳	0.06	-	0.11	0.3	0.05	0.17	-	0.12
P3	短蝶	0.09	-	0.02	0.3	0.22	0.14	-	0.2
P6	长肋日月贝	0.62	1.7	0.15	6	2.6	1.2	1.62	0.36
P6	翼红娘鱼	0.07	-	0.02	0.1	0.08	0.16	-	0.15
P13	习见蛙螺	0.07	-	0.05	0.06	0.03	0.05	-	0.42
P13	紫隆背蟹	0.09	-	0.07	0.05	0.04	0.2	-	0.32
P13	翼红娘鱼	0.07	-	0.01	0.05	0.03	0.11	-	0.13
P15	翼红娘鱼	0.11	-	0.01	0.2	0.12	0.13	-	0.15
P17	长琵琶螺	0.04	-	0.04	0.02	0.07	0.15	-	0.35
P17	刀额新对虾	0.08	-	0.1	0.15	0.05	0.12	-	0.23
P17	短蝶	0.1	-	0.02	0.05	0.12	0.15	-	0.11
P17	长肋日月贝	0.7	1.4	0.13	7	2.1	0.97	1.24	0.3
P18	杂食豆齿鳎	0.14	-	0.02	0.4	0.17	0.38	-	0.25
P19	短蝶	0.12	-	0.02	0.25	0.15	0.11	-	0.15
P22	钝孔鰕虎鱼	0.07	-	0.03	0.1	0.18	0.25	-	0.15
P22	少鳞舌鳎	0.06	-	0.02	0.25	0.12	0.07	-	0.13
P28	习见蛙螺	0.03	-	0.04	0.05	0.03	0.07	-	0.24
P35	翼红娘鱼	0.1	-	0.01	0.15	0.08	0.1	-	0.15
P41	中华舌鳎	0.05	-	0.02	0.05	0.25	0.14	-	0.16
P41	看守长眼蟹	0.06	-	0.07	0.35	0.08	0.17	-	-
P41	刀额新对虾	0.05	-	0.09	0.25	0.03	0.16	-	-
P42	长肋日月贝	0.14	1.9	0.08	5	2.65	0.8	1.02	0.28
P42	翼红娘鱼	0.09	-	0.02	0.2	0.05	0.08	-	0.23
P43	长肋日月贝	0.24	1.6	0.11	3	3.75	0.93	0.66	0.37
P43	直额螳	0.07	-	0.1	0.25	0.06	0.15	-	0.32
P43	短蝶	0.07	-	0.01	0.15	0.2	0.15	-	0.18
P44	紫隆背蟹	0.05	-	0.06	0.1	0.02	0.24	-	-
P44	短蝶	0.06	-	0.02	0.2	0.08	0.09	-	0.18
平均	鱼类	0.08	-	0.02	0.18	0.13	0.17	-	0.17



站号	种名	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	石油烃
值	甲壳类	0.06	-	0.07	0.21	0.06	0.15	-	-
	软体类	0.05	-	0.04	0.04	0.04	0.09	-	0.34
	贝类	0.43	1.65	0.12	5.25	2.78	0.97	1.14	0.33

注：“-”表示无评价标准。

5.5.3 海洋生物质量小结

5.5.3.1 叶绿素 a 及初级生产力

调查海区各站平均叶绿素含量变化于 (0.13~1.16) mg/m³，平均为 0.31mg/m³。该调查海区叶绿素 a 含量处于低水平，为典型贫营养海区。

调查海区初级生产力在 (114.55~285.05) mg C/(m² d) 之间，平均值为 165.39 mg C/(m² d)，初级生产力总体水平处于低水平。调查海区初级生产力在 (45.29~164.28) mg C/(m² d) 之间，平均值为 69.83 mg C/(m² d)，初级生产力总体水平处于低水平。

5.5.3.2 浮游植物

调查海区共出现浮游植物 3 门 24 属 75 种。浮游植物密度变化范围在 (2.42~14.05) ×10⁴ 个/m³ 之间，平均密度为 7.02×10⁴ 个/m³；浮游植物优势种为旋链角毛藻、细弱海链藻、并基角毛藻、海洋角毛藻、洛氏角毛藻、太阳双尾藻、菱形海线藻、异角角毛藻和圆柱角毛藻。浮游植物的生态类型以广温、外洋类群为主；浮游植物的多样性指数高、均匀性较好、丰富度较高，显示该海区生态环境状况较好，浮游植物群落结构较稳定。

5.5.3.3 浮游动物

调查海区共鉴定出终生浮游动物 13 类 299 种 (类)，个体数量变化范围为 (2.31~92.77) 个/m³，平均 39.18 个/m³；平均生物量为 41.15mg/m³，变化范围为 (5.00~80.00) mg/m³；优势种为肥胖箭虫、亚强次真哲水蚤、驼背隆哲水蚤、羽长腹剑水蚤、针刺拟哲水蚤和长尾基齿哲水蚤等 6 种。调查海区浮游动物群落的生物多样性水平很高，



群落间的种类分布也很均匀，浮游动物群落结构稳定，海区生态环境处于健康状态。

5.5.3.4 底栖生物

调查海区共出现底栖生物 7 大类 109 种。底栖生物优势种有：异杯珊瑚、简氏瓷蛇尾、拟翼轮杯珊瑚、阳遂足和紫隆背蟹。海区生物量变化范围为 (0.44~10.01) g/m² 平均为 2.99g/m²，平均栖息密度变化范围为 (5~15) 个/m² 平均为 8.00 个/m²。生物量组成、栖息密度组成以棘皮动物为主。调查海区生物多样性指数、均匀度指数和丰富度指数的平均值处于较高水平，说明底栖生物群落较为稳定。

5.5.3.5 生物质量

调查海区底栖生物中鱼类、甲壳类和软体类生物质量较好，各项评价因子均符合评价标准。个别调查站位贝类体内的砷、铅、镉和总铬有超标现象，贝类中石油烃质量指数较低，符合海洋质量评价第一类标准。

5.6 海洋渔业资源现状调查与评价

5.6.1 调查概况

5.6.1.1 调查时间和范围

渔业资源现状主要根据中国水产科学研究院南海水产研究所对流花 19-5 气田周边海域的现场调查资料及有关科学研究成果，调查于 2018 年 4 月 8 日~4 月 17 日进行。

5.6.1.2 调查站位布设

渔业资源现状调查设置 12 个调查站位，见表 5.6-1 和图 。



表 5.6-1 渔业资源调查站位坐标

图 5.6-1 渔业资源调查站位

5.6.1.3 调查取样和分析方法

a. 游泳动物

游泳动物渔业资源拖网调查网具为底拖网，网具规格为：网衣长 59.5m，网口网目尺寸 50cm，网囊网目尺寸 40mm，网口拉深周长为 80.8m，网口宽度 37.7m。采样均于白天进行，拖网时间为 1h，拖速为 (2.8~3.2) kn，平均拖速为 3.0kn。每次放网 1 张。

评估资源密度的方法：资源数量的评估根据底拖网扫海面积法（密度指数法），来估算评价区的资源重量密度和生物尾数密度，求算公式为：

$$S=(y)/a(1-E)$$

式中： S —重量密度 (kg/km²) 或尾数密度 (个/km²)

a —底拖网每小时的扫海面积(扫海宽度取浮纲长度的 2/3)

y —平均渔获率 (kg/h) 或平均生物尾数密度 (个/h)

E —逃逸率 (取 0.5)

b. 鱼卵、仔稚鱼

鱼卵、仔稚鱼调查采用浅水 I 型浮游生物网于表层水平拖曳 10min 取得，平均拖速为 1.5kn。垂直样品亦采用浅水 I 型浮游生物网采集。海上采获的浮游生物样品用福尔马林固定，带回实验室后将鱼卵仔稚鱼标本单独挑出，在解剖镜下计数和鉴定。

鱼卵仔稚鱼的密度计算方法根据面积、拖网距离和鉴定的鱼卵仔稚鱼数量，按以下公式计算单位体积内鱼卵仔稚鱼的分布密度：

$$V=N/(S \times L)$$

式中： V —鱼卵仔稚鱼的分布密度，单位为粒/1000m³、尾/1000m³



N—每网鱼卵仔稚鱼数量，单位为(粒，尾)

S—网口面积，单位为 m^2

L—拖网距离，单位为 1000m

c. 相对重要性系数

根据渔获物中个体大小悬殊的特点，选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 *IRI*，来分析渔获物在群体数量组成中其生态的地位，依此确定优势种。*IRI* 计算公式为 $IRI = (N+W) F$ 。

式中：N—某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比

W—某一种类的重量占渔获总重量的百分比

F—某一种类的出现的站位数占调查总站位数的百分比

5.6.2 鱼类资源状况

5.6.2.1 种类组成

调查海域共捕获鱼类 158 种，隶属于 23 目 86 科（见附表 6）。调查渔获的鱼类种类中，属于印度洋、太平洋区系，并以栖息于中层、中上层的暖水性的种类占优势；少部分种类则属于底层、近底层的暖水、深水性种。

5.6.2.2 优势种

调查海域优势种为深水金线鱼、小鳍尾灯鱼、半线天竺鲷、条尾绯鲤、翼红娘鱼、多齿蛇鲻、花斑蛇鲻、肩斑狗母鱼和中线天竺鲷。

表 5.6-2 鱼类优势种的相对重要性指数（IRI）

种名	出现频率 (%)	占鱼类总重量百分比 (%)	占鱼类总尾数百分比 (%)	IRI 指数
深水金线鱼	91.67	16.85	16.10	3019.56
多齿蛇鲻	75.00	12.85	21.65	2587.38
条尾绯鲤	91.67	15.06	11.80	2462.44
肩斑狗母鱼	66.67	5.45	8.41	924.14
大鳍尾灯鱼	83.33	2.54	5.58	676.74
少牙斑鲆	83.33	2.14	5.97	675.53
鲷	75.00	1.01	2.15	237.28



眶棘双边鱼	16.67	4.81	9.32	235.42
棕腹刺鲃	58.33	3.44	0.35	221.22
半线天竺鲷	16.67	6.36	5.96	205.25

5.6.2.3 渔获组成

鱼类重量渔获率和尾数渔获率分别为 49.08 kg/h 和 1962 尾/h, 渔获率变化范围为 (131~3460) 尾/h, (4.17~145.95) kg/h; 平均渔获量 1962 尾/h, 49.08kg/h (见表 5.6-3)。

表 5.6-3 调查鱼类重量渔获率和尾数渔获率及幼体比例

站位	重量渔获率(kg/h)	尾数渔获率(尾/h)	幼体比例 (%)
S1	29.28	1030	77.28
S2	41.53	3369	78.66
S3	25.41	2546	74.43
S4	34.46	1787	73.36
S5	34.03	1282	70.59
S6	4.17	131	67.18
S7	36.05	2032	73.92
S8	44.85	2358	79.35
S9	103.66	3411	83.52
S10	29.85	328	84.55
S11	145.95	1809	74.07
S12	59.72	3460	80.75
最小值	4.17	131	67.18
最大值	145.95	3460	84.55
平均	49.08	1962	76.47

5.6.2.4 鱼类资源密度和资源量评估

调查海域鱼类的重量密度范围为 (39.83~1393.60) kg/km², 平均重量密度为 468.63 kg/km²; 尾数资源密度范围为 (1251~33037) 尾/km², 平均尾数密度为 18733 尾/km² (见表 5.6-4)。

表 5.6-4 各站位鱼类资源量

站位	重量密度 (kg/km ²)	尾数密度 (尾/km ²)
S1	279.56	9835
S2	396.57	32168
S3	242.55	24310
S4	329.02	17063



S5	324.89	12241
S6	39.83	1251
S7	344.21	19402
S8	428.23	22515
S9	989.79	32569
S10	285.03	3132
S11	1393.60	17273
S12	570.26	33037
最小值	39.83	1251
最大值	1393.60	33037
平均	468.63	18733

5.6.2.5 鱼类生态特征指数

鱼类的多样性指数(H')变化范围在 2.09~4.11 之间, 平均值为 3.04 (表 5.6-5), 调查海域游鱼类多样性指数属中偏上水平。均匀度指数范围在 0.39~0.81 之间, 平均为 0.59, 调查海域鱼类的均匀度指数属中等水平。丰富度指数范围在 2.42~7.48 之间, 平均为 5.02, 处于较高水平。由以上生物多样性指数可以看出, 调查海域鱼类游泳动物生境良好, 生物多样性整体处于中等偏上水平。

表 5.6-5 各调查站位游泳动物物种多样性指数

站位	多样性指数	均匀度指数	丰富度指数
S1	3.19	0.59	5.77
S2	2.38	0.45	4.56
S3	2.58	0.60	2.42
S4	3.36	0.69	3.87
S5	3.02	0.59	4.75
S6	4.11	0.81	6.56
S7	3.88	0.68	6.56
S8	2.65	0.57	3.09
S9	2.30	0.42	5.41
S10	3.74	0.69	7.48
S11	3.18	0.61	4.80
S12	2.09	0.39	4.91
平均	3.04	0.59	5.02
范围	2.09~4.11	0.39~0.81	2.42~7.48



5.6.2.6 幼体比例

调查中鱼类尾数渔获率和幼体所占比例见表 5.6-3，调查中幼鱼平均渔获率占总平均渔获率的 76.47%。

5.6.3 头足类资源

5.6.3.1 种类组成

调查海域共捕获头足类 12 种，隶属于 4 目 4 科 5 属，头足类渔获种类名录见附表 6。

5.6.3.2 优势种

调查海域头足类优势种为中国枪乌贼、太平洋褶柔鱼、莱氏拟乌贼和短蛸，其相对重要性指数见表 5.6-6。

表 5.6-6 头足类优势种的相对重要性指数 (IRI)

种名	出现频率 (%)	占头足类总重量百分比 (%)	占头足类总个体百分比 (%)	IRI 指数
中国枪乌贼	75.00	35.75	53.45	6689.84
太平洋褶柔鱼	66.67	32.34	27.96	4020.13
莱氏拟乌贼	83.33	15.82	14.94	2563.66
短蛸	83.33	8.40	1.75	846.23

5.6.3.3 渔获组成

调查海域头足类重量变化范围为 (0.77~13.06) kg/h，平均为 5.10kg/h；头足类数量变化范围为 (14~903) 尾/h，平均为 305 尾/h。

表 5.6-7 头足类渔获组成及幼体比例

站位	重量渔获率(kg/h)	尾数渔获率(尾/h)	幼体比例 (%)
S1	4.19	63	80.95
S2	9.16	525	76.95
S3	4.74	903	75.30
S4	8.86	574	82.06
S5	11.5	750	88.40
S6	1.45	14	78.57
S7	1.36	38	81.58
S8	13.06	478	85.56
S9	1.85	154	72.73



站位	重量渔获率(kg/h)	尾数渔获率(尾/h)	幼体比例 (%)
S10	0.77	18	77.78
S11	0.89	30	76.67
S12	3.4	107	79.44
最小值	0.77	14	72.73
最大值	13.06	903	88.40
平均	5.1	305	79.67

5.6.3.4 头足类资源密度和资源量评估

调查海域头足类重量密度范围为(7.32~124.70) kg/km², 平均重量资源密度为 48.71kg/km²; 尾数资源密度范围为(134~8622)尾/km², 平均 2907 尾/km²。

表 5.6-8 各站位头足类资源密度

站位	重量密度 (kg/km ²)	尾数密度 (尾/km ²)
S1	40.01	602
S2	87.44	5013
S3	45.26	8622
S4	84.57	5481
S5	109.84	7161
S6	13.86	134
S7	12.94	363
S8	124.70	4564
S9	17.67	1470
S10	7.32	172
S11	8.45	286
S12	32.43	1022
最小值	7.32	134
最大值	124.70	8622
平均	48.71	2907

5.6.3.5 幼体比例

调查中头足类尾数渔获率和幼体所占比例见表 5.6-7, 调查中幼体平均渔获率占总平均渔获率的 79.67%。



5.6.4 甲壳类资源

5.6.4.1 种类组成

调查海域共捕获的甲壳类 26 种，隶属于 13 科。其中虾类有 15 种，蟹类为 11 种。甲壳类渔获种类名录见附表 6。

5.6.4.2 优势种

调查海域甲壳类优势种为逍遥馒头蟹、武士螯、大管鞭虾、双斑螯、印度红虾和毛缘扇虾，其相对重要性指数见表 5.6-9。

表 5.6-9 甲壳类优势种的相对重要性指数 (IRI)

种名	出现频率 (%)	占甲壳类总重量百分比 (%)	占甲壳类总尾数百分比 (%)	IRI 指数
逍遥馒头蟹	66.67	36.14	1.94	2538.77
武士螯	75.00	22.12	5.66	2083.69
大管鞭虾	8.33	17.40	59.79	643.29
双斑螯	33.33	3.70	11.55	508.07
印度红虾	16.67	4.83	12.86	294.83
毛缘扇虾	41.67	5.30	1.43	280.32

5.6.4.3 渔获组成

调查甲壳类渔获率重量变化范围为 (0.07~7.26) kg/h，平均为 2.25kg/h；渔获率数量变化范围为 (2~1151) 尾/h，平均为 146 尾/h (表 5.6-10)。

表 5.6-10 甲壳类渔获率

站位	重量渔获率(kg/h)	尾数渔获率(尾/h)
S1	1.85	53
S2	1.35	57
S3	1.68	10
S4	2.86	10
S5	2.98	13
S6	0.73	38
S7	7.26	1151
S8	0.61	7
S9	0.42	6
S10	0.07	2



S11	1.4	30
S12	5.81	372
最小值	0.07	2
最大值	7.26	1151
平均	2.25	146

5.6.4.4 甲壳类资源密度和资源量评估

调查甲壳类重量密度范围为 (0.67~69.29) kg/km², 平均重量资源密度为 21.49kg/km²; 成体尾数资源密度范围为(19~10990)尾/km², 平均 1392 尾/km²。其中虾类的平均重量密度和尾数密度分别为 6.55 kg/km² 和 0.96 尾/km², 蟹类的平均重量密度和尾数密度分别为 14.94 kg/km² 和 296 尾/km²。

表 5.6-11 各站位甲壳类资源量

站位	虾类		蟹类		重量密度 (kg/km ²)	尾数密度 (尾/km ²)
	重量密度 (kg/km ²)	尾数密度 (尾/km ²)	重量密度 (kg/km ²)	尾数密度 (尾/km ²)		
S1	3.46	162	14.25	344	17.70	506
S2	2.64	468	10.26	76	12.90	544
S3	1.33	19	14.70	76	16.03	95
S4	0	0	27.26	95	27.26	95
S5	0.36	19	28.07	105	28.44	124
S6	1.19	210	5.79	153	6.98	363
S7	44.88	9988	24.42	1003	69.29	10990
S8	1.23	19	4.58	48	5.82	67
S9	1.81	29	2.20	29	4.01	57
S10	0.23	11	0.44	11	0.67	19
S11	8.59	162	4.73	124	13.32	286
S12	12.86	2062	42.60	1490	55.47	3552
最小值	0	0	0.44	11	0.67	19
最大值	44.88	9988	42.60	1490	69.29	10990
平均	6.55	1096	14.94	296	21.49	1392

5.6.4.5 幼体比例

调查中虾类幼体平均渔获率占虾类平均渔获率的 74.28%, 蟹类幼体平均渔获率占蟹类平均渔获率的 75.02%。



表 5.6-12 甲壳类尾数渔获率和幼体所占比例

站位	虾类		蟹类	
	渔获率 (尾/h)	幼体比例 (%)	渔获率 (尾/h)	幼体比例 (%)
S1	17	76.47	36	77.78
S2	49	77.55	8	75.00
S3	2	50.00	8	62.50
S4	0	/	10	70.00
S5	2	100.00	11	63.64
S6	22	68.18	16	75.00
S7	1046	82.12	105	67.62
S8	2	50.00	5	60.00
S9	3	66.67	3	100.00
S10	1	100.00	1	100.00
S11	17	70.59	13	76.92
S12	216	75.46	156	71.79
平均	115	74.28	31	75.02

5.6.5 总资源量评估

调查海域渔业资源游泳动物总重量渔获率和总尾数渔获率分别为 56.43 kg/h 和 2412 尾/h，总重量密度为 538.83 kg/km²，总尾数密度为 23032 尾/km²。幼体群体占有游泳动物群体的平均尾数比例为 77.72%，幼体总尾数渔获率为 1884 尾/h；幼体总资源密度为 17900 尾/km²。鱼类、甲壳类和头足类的尾数密度分别为 14554 尾/km²、1083 尾/km²和 2263 尾/km²。

表 5.6-13 各站位游泳动物资源状况

站位	重量密度 (kg/km ²)	尾数密度 (尾/km ²)	总重量渔获率 (kg/h)	总尾数渔获率 (尾/h)	幼体渔获率 (尾/h)	幼体比例 (%)
S1	337.27	10942	35.32	1146	886	77.31
S2	496.91	37725	52.04	3951	3099	78.44
S3	303.84	33028	31.82	3459	2582	74.65
S4	440.85	22639	46.17	2371	1789	75.45
S5	463.17	19526	48.51	2045	1578	77.16
S6	60.67	1747	6.35	183	131	71.58
S7	426.44	30755	44.66	3221	2427	75.35
S8	558.75	27146	58.52	2843	2285	80.37
S9	1011.47	34097	105.93	3571	2965	83.03



S10	293.02	3323	30.69	348	293	84.20
S11	1415.37	17846	148.23	1869	1387	74.21
S12	658.16	37611	68.93	3939	3184	80.83
平均	538.83	23032	56.43	2412	1884	77.72

5.6.6 鱼卵、仔稚鱼

5.6.6.1 种类组成

调查鉴定出鱼卵仔稚鱼 11 个种类，隶属于 11 科 11 属，种类名录见附表 7。

5.6.6.2 资源密度

水平拖网调查共采到鱼卵 1217 粒，平均密度为 438 粒/1000m³，各测站鱼卵变化范围在(212~1391)粒/1000m³；共采到仔稚鱼 15 尾，平均密度为 5.4 尾/1000m³，变化范围在(0~13)尾/1000m³（见表 5.6-14）。

垂直拖网调查共采到鱼卵 38 粒，平均密度为 127 粒/1000m³，各测站鱼卵变化范围在(0~400)粒/1000m³；共采到仔稚鱼 2 尾，平均密度为 7 尾/1000m³，变化范围在(0~40)尾/1000m³（见表 5.6-14）。

表 5.6-14 调查水平拖网鱼卵仔稚鱼密度分布

站位	水平拖网		垂直拖网	
	鱼卵(粒/1000m ³)	仔稚鱼(尾/1000m ³)	鱼卵(粒/1000m ³)	仔稚鱼(尾/1000m ³)
S1	289	8.6	0	0
S2	320	8.6	80	0
S3	233	4.3	240	40
S4	1391	13	120	0
S5	644	4.3	200	0
S6	393	4.3	160	0
S7	337	4.3	40	40
S8	415	0	80	0
S9	363	8.6	400	0
S10	212	0	80	0
S11	436	8.6	80	0
S12	225	0	40	0
最小值	212	0	0	0



最大值	1391	13	400	40
平均值	438	5.4	127	7

5.7 渔业生产现状调查与评价

5.7.1 渔业拥有量

2017 年底，流花 19-5 气田开发区沿海 8 市的各类渔业船舶拥有量总计达到 22340 艘，总吨位 574336t，总功率 1206429kw。机动渔船 21529 艘，总吨位 569762t，总功率 1206429kw；其中捕捞机动渔船 17361 艘，总吨位 511246t，总功率 1011660kw；养殖机动渔船 1348 艘，总吨位 7484，总功率 28496kw。

5.7.2 海洋捕捞生产

5.7.2.1 捕捞产量

据统计，2017 年流花 19-5 气田开发区沿海 8 市的海洋捕捞总产量为 836928t，其中以阳江市捕捞产量最高，其次是汕尾市，中山市的捕捞产量最低。

按不同捕捞方式的分类产量看，拖网、围网、刺网、张网、钓业和其它方式的产量分别占捕捞总产量的 45.50%、13.85%、27.78%、0.15%、8.91%和 3.81%。其中，以拖网作业方式的产量最高，其次是刺网，而张网作业产量最低（表 5.6-1）。

表 5.6-1 2017 年流花 19-5 气田开发区沿海 8 市捕捞方式分类产量
(t)

地区	拖网	围网	刺网	张网	钓业	其它	合计
深圳市	36412	220	4012	140	27341	4254	72379
珠海市	5534	348	2720	280	743	11569	21194
惠州市	2814	6207	12395	0	973	14	22403
汕尾市	162840	16184	34608	738	16080	7204	237654
东莞市	4642	478	1189	99	0	7	6415
中山市	170	79	854	3	206	166	1478
江门市	37174	15820	37755	0	3387	3427	97563
阳江市	131206	76578	138969	0	25811	5278	377842
合计	380792	115914	232502	1260	74541	31919	836928



5.7.2.2 捕捞种类

2017 年流花 19-5 气田开发区沿海 8 市海洋捕捞品种组成统计数据显示，主要捕捞种类中大宗种类是带鱼、蓝园鲈、金线鱼、海鳗、鲳鱼、鳀鱼、鳓鱼、黄鳍马面鲀和沙丁鱼。虾蟹类主要是虾蛄、毛虾、对虾和鹰爪虾、梭子蟹和青蟹等。头足类主要品种有乌贼和鱿鱼。

从不同渔获种类的分类产量看，鱼类、虾类、蟹类、贝类、藻类、头足类和其它种类的产量分别占 8 市捕捞总产量的 69.56%、11.95%、6.44%、3.38%、0.46%、4.72% 和 3.48%。以鱼类占比最高，其次是虾类，藻类占比最低（表 5.6-2）。

表 5.6-2 2017 年流花 19-5 气田开发区沿海 8 市海洋捕捞产量 (t)

地区	鱼类	虾类	蟹类	贝类	藻类	头足类	其它
深圳市	54120	4890	3981	1216	0	1372	6800
珠海市	8622	949	557	630	115	263	10058
惠州市	16207	1993	1108	1359	22	1405	309
汕尾市	152234	21770	21847	9827	1214	26043	4719
东莞市	5111	890	288	36	0	86	4
中山市	1124	217	100	24	1	10	2
江门市	78210	9462	5659	2811	162	408	851
阳江市	266541	59845	20350	12400	2377	9924	6405
合计	582169	100016	53890	28303	3891	39511	29148

5.7.3 海水养殖

根据 2017 年统计资料，流花 19-5 气田开发区沿海 8 市海水养殖面积共计为 78674.35hm²（表 5.6-3）。其中海水鱼类、虾类、蟹类、贝类和海藻类养殖面积分别占总养殖面积的 16.79%、24.44%、7.90%、46.82% 和 0.72%。以贝类养殖面积占比最大，其次是虾类，藻类养殖面积最低。另外，其它养殖品种的养殖面积为 2626.8hm²，占养殖面积的 3.34%。

表 5.6-3 2017 年流花 19-5 气田开发区沿海 8 市海水养殖面积

(hm²)

地区	鱼类	虾类	蟹类	贝类	藻类	其它	合计
深圳市	60	204	0	290	0	0	554
珠海市	3367.6	1693.4	1601	5928	66	1990	14646
惠州市	658	651	98	1791	34	335	3567
汕尾市	3980.92	4139.3	1923.76	7510.44	456.6	151.8	18162.82
东莞市	179.53	3	2	0	0	0	184.53
中山市	187	735	735	333	0	0	1990
江门市	2743	5296	1068	10370	7	75	19559
阳江市	2030	6504	788	10614	0	75	20011
合计	13206.1	19225.7	6215.76	36836.44	563.6	2626.8	78674.35

2017 年流花 19-5 气田开发区沿海 8 市的海水养殖总产量为 1392285t (表 5.6-4), 其中海水鱼类、虾类、蟹类、贝类和海藻类养殖产量分别占总养殖产量的 18.18%、12.47%、2.52%、66.17% 和 0.49%, 以贝类养殖产量最高, 其次是鱼类, 藻类养殖产量最低。其它类所占比例最小, 仅为 0.17%。

表 5.6-4 2017 年流花 19-5 气田开发区沿海 8 市海水养殖产量 (t)

地区	鱼类	虾类	蟹类	贝类	藻类	其它	合计
深圳市	215	4510	0	3060	0	0	7785
珠海市	60016	6381	1751	14750	163	231	83292
惠州市	12126	11751	808	34672	350	1555	61262
汕尾市	52066	35266	12043	207052	6287	128	312842
东莞市	1074	108	2	0	0	0	1184
中山市	733	548	598	2629	0	0	4508
江门市	22942	29926	5681	150908	32	272	209761
阳江市	103951	85110	14263	508177	0	150	711651
合计	253123	173600	35146	921248	6832	2336	1392285



附表：调查海域海水水质各调查项目分析结果

附表 1 各调查站位水质要素调查统计结果

站号	层次 (m)	水温 (℃)	盐度	pH	DO	COD	悬浮物	石油类	硫化物	挥发酚	汞	砷	无机氮	PO4-P	锌	镉	铅	铜	总铬
					(mg/L)				(μg/L)										
P1	0.5	28.43	34.281	8.28	6.81	0.37	1.0	0.028	nd	0.6	0.018	1.7	61.8	3.9	5.1	0.20	1.1	1.5	0.75
	10.0	27.78	34.400	8.28	6.63	0.31	6.3		nd	nd	0.022	1.8	42.5	6.8	7.3	0.21	1.3	1.9	0.64
	50.0	23.41	34.621	8.32	6.37	0.35	7.0		0.2	1.1	0.020	2.0	66.5	6.5	13.7	0.10	1.2	1.5	0.52
	134.0	18.62	34.371	8.31	5.53	0.22	2.7		0.2	1.7	0.021	1.7	104.5	21.4	3.6	nd	nd	0.8	0.84
P2	0.5	28.44	34.434	8.28	6.83	0.34	6.6	0.031	nd	0.9	0.02	2.3	53.9	3.3	5.0	0.12	0.8	1.0	0.47
	10.0	27.73	34.343	8.28	6.82	0.29	0.6		nd	1.0	0.019	2.1	45.1	5.9	4.3	0.11	0.7	0.9	0.72
	50.0	23.55	34.314	8.32	6.69	0.31	6.4		0.2	1.0	0.022	1.9	63.7	6.6	4.2	nd	0.7	0.8	0.47
	158.0	17.37	34.724	8.27	5.50	0.24	1.4		0.2	nd	0.016	1.7	110.3	10.0	4.0	nd	1.0	0.7	0.85
P3	0.5	28.42	34.26	8.27	6.80	0.35	0.6	0.034	nd	0.8	0.025	2	47.1	2.8	5.3	nd	1.0	0.6	0.45
	10.0	27.77	34.348	8.27	6.72	0.31	6.4		nd	0.9	0.023	1.8	45.9	5.1	5.7	0.10	0.9	2.1	0.72
	50.0	23.57	34.55	8.31	6.39	0.25	1.4		0.2	1.0	0.021	1.6	63.3	6.5	4.8	nd	0.7	0.6	0.53
	194.0	15.41	34.56	8.27	5.47	0.20	9.2		0.2	0.9	0.017	1.8	117.0	25.0	6.0	0.13	0.5	0.6	0.74
P4	0.5	28.38	34.372	8.28	6.74	0.32	6.6	0.032	nd	0.9	0.027	1.8	55.3	3.6	6.1	0.11	0.7	1.7	0.65
	10.0	27.49	34.437	8.29	6.66	0.24	35.2		nd	1.1	0.024	1.7	45.3	4.7	5.8	0.09	0.5	1.5	0.54
	50.0	23.27	34.476	8.32	6.49	0.31	11.6		0.2	1.1	0.025	1.6	61.5	7.9	5.6	nd	0.6	0.9	0.54
	310.0	14.20	34.662	8.25	5.01	0.27	15.0		0.2	1.0	0.021	1.8	134.1	33.4	5.5	nd	0.6	0.7	0.75
P5	0.5	28.36	34.245	8.28	6.80	0.36	6.2	0.031	nd	1.1	0.019	1.8	59.9	6.1	4.0	nd	0.6	nd	0.66



站号	层次 (m)	水温 (℃)	盐度	pH	DO	COD	悬浮物	石油类	硫化物	挥发酚	汞	砷	无机氮	PO4-P	锌	镉	铅	铜	总铬
					(mg/L)				(μg/L)										
P5	10.0	27.42	34.449	8.28	6.70	0.30	3.0		nd	1.4	0.021	2	44.8	2.9	4.5	nd	0.4	0.6	0.55
	50.0	23.38	34.662	8.3	6.46	0.22	1.6		0.2	1.1	0.023	2	62.2	8.9	9.7	nd	0.4	1.3	0.65
	447.0	13.27	34.653	8.24	4.78	0.17	2.6		0.2	0.9	0.016	1.7	187.7	40.9	5.9	nd	0.5	nd	0.73
P6	0.5	28.39	34.332	8.28	6.71	0.30	0.6	0.025	nd	nd	0.023	1.8	54.2	3.9	5.9	nd	0.6	1.4	0.65
	10.0	27.29	34.229	8.28	6.64	0.34	11.0		nd	1.0	0.026	1.9	43.9	4.6	6.7	0.10	0.4	1.1	0.89
	50.0	23.37	34.357	8.31	6.49	0.20	3.0		0.2	1.3	0.025	1.6	62.0	7.8	6.5	nd	0.5	1.6	0.89
	519.0	12.52	34.627	8.22	4.52	nd	5.0		0.2	1.6	0.021	1.7	196.7	41.8	5.7	0.09	0.4	1.3	1.3
P7	0.5	28.33	34.383	8.29	6.66	0.38	5.8	0.027	nd	nd	0.025	2	50.2	3.1	6.6	nd	0.3	0.7	0.56
	10.0	27.42	34.36	8.29	6.63	0.33	7.0		nd	0.9	0.019	1.7	42.9	5.2	4.8	nd	0.3	0.6	0.76
	50.0	23.40	34.361	8.31	6.50	0.20	48.4		0.2	1.7	0.022	1.7	63.6	6.2	5.4	nd	0.8	nd	0.74
	600.0	11.29	34.489	8.22	4.15	0.16	15.6		0.2	1.8	0.021	1.5	225.1	43.5	5.7	nd	0.3	nd	0.64
P8	0.5	28.42	34.337	8.27	6.64	0.28	1.2	0.023	nd	nd	0.022	1.7	48.5	4.1	5.7	nd	0.5	0.7	0.75
	10.0	27.50	34.352	8.27	6.60	0.21	10.6		nd	1.1	0.019	1.9	45.0	5.0	4.8	nd	0.4	nd	0.59
	50.0	23.39	34.527	8.3	6.44	0.32	10.6		0.2	1.2	0.021	1.7	62.0	7.2	5.4	nd	0.6	1.2	0.81
	706.0	9.88	34.324	8.22	3.98	nd	2.2		0.3	1.4	0.021	1.6	228.9	45.7	5.8	0.11	0.7	1.0	0.85
P9	0.5	28.42	34.393	8.27	6.79	0.39	4.8	0.011	nd	0.9	0.022	1.6	44.1	4.7	3.9	0.09	0.7	0.7	0.57
	10.0	27.55	34.419	8.28	6.62	0.33	17.4		0.2	1.3	0.021	1.8	39.9	6.4	4.0	0.12	0.5	0.6	0.67
	50.0	23.46	34.332	8.3	6.57	0.34	6.8		0.2	1.1	0.023	1.8	40.6	4.9	4.3	nd	0.5	nd	0.58
	173.0	16.39	34.561	8.32	5.29	0.27	7.6		0.2	0.8	0.018	1.7	129.6	20.7	4.5	0.10	0.4	1.0	0.53
P10	0.5	28.38	34.369	8.27	6.89	0.37	2.4	0.014	nd	0.8	0.023	1.9	42.8	5.7	4.1	0.10	0.7	1.3	0.81
	10.0	27.45	34.357	8.27	6.70	0.34	11.6		0.2	1.1	0.022	1.9	38.2	4.7	3.9	0.09	0.6	1.4	0.83
	50.0	23.36	34.496	8.3	6.55	0.25	13.2		0.2	0.9	0.025	1.7	34.0	4.0	3.0	nd	0.9	1.0	0.49



站号	层次 (m)	水温 (℃)	盐度	pH	DO	COD	悬浮物	石油类	硫化物	挥发酚	汞	砷	无机氮	PO4-P	锌	镉	铅	铜	总铬
					(mg/L)				(μg/L)										
P10	195.0	15.74	34.558	8.31	5.17	0.21	6.6		0.2	1.0	0.019	1.7	140.6	18.3	3.7	nd	0.6	nd	0.69
P11	0.5	28.44	34.351	8.27	6.76	0.39	6.8	0.023	nd	1.1	0.022	1.7	42.1	4.5	2.7	nd	0.6	nd	0.69
	10.0	27.51	34.373	8.26	6.66	0.30	8.2		0.2	1.3	0.023	1.8	41.5	3.4	2.4	0.14	1.1	1.2	0.88
	50.0	23.42	34.620	8.33	6.42	0.24	16.5		0.2	1.6	0.022	1.8	47.9	5.4	5.6	nd	1.2	0.5	0.57
	213.0	15.63	34.637	8.30	5.16	0.16	8.3		0.2	1.1	0.020	1.9	145.6	20.6	2.4	0.10	0.8	nd	0.73
P12	0.5	28.42	34.403	8.28	6.80	0.34	8.2	0.021	nd	nd	0.024	1.8	38.1	3.8	4.5	nd	0.7	nd	0.56
	10.0	27.39	34.324	8.28	6.68	0.33	13.0		nd	1.2	0.021	1.9	35.3	1.3	2.1	nd	1.1	0.9	0.72
	50.0	23.43	34.687	8.31	6.40	0.24	11.0		0.2	1.1	0.018	1.8	51.0	7.0	4.9	nd	0.8	nd	0.55
	499.0	13.31	34.623	8.29	4.19	0.21	9.4		0.2	0.9	0.017	1.5	195.7	29.9	1.8	nd	0.7	0.9	0.59
P13	0.5	28.43	34.247	8.29	6.73	0.35	6.2	0.029	nd	nd	0.021	1.7	42.4	3.7	5.4	0.10	0.9	0.7	0.52
	10.0	27.49	34.379	8.29	6.63	0.31	2.6		nd	1.1	0.02	1.6	34.5	2.3	5.8	0.09	0.6	0.9	0.8
	50.0	23.51	34.644	8.3	6.41	0.25	4.0		0.2	1.1	0.024	1.6	56.4	6.7	4.4	0.11	0.7	0.6	0.6
	550.0	11.71	34.625	8.27	4.14	0.20	5.0		0.2	1.0	0.025	1.8	197.6	29.7	4.9	nd	0.5	nd	0.62
P14	0.5	28.43	34.35	8.28	6.86	0.34	12.2	0.025	nd	nd	0.02	1.8	45.9	3.2	5.6	0.15	0.9	nd	0.75
	10.0	27.58	34.405	8.27	6.69	0.37	12.8		nd	0.9	0.022	1.9	41.3	5.4	4.9	0.16	0.7	0.8	0.85
	50.0	23.40	34.624	8.31	6.42	0.31	2.4		0.2	1.1	0.023	1.6	58.5	5.6	4.2	nd	0.4	0.6	0.76
	558.0	11.62	34.603	8.26	4.16	0.16	2.0		0.2	1.0	0.019	1.6	192.3	29.1	5.9	nd	0.8	nd	0.87
P15	0.5	28.42	34.391	8.27	6.79	0.36	5.0	0.026	nd	nd	0.023	1.9	47.7	3.7	5.3	0.15	0.7	0.7	1.04
	10.0	27.73	34.446	8.27	6.66	0.33	10.6		nd	1.0	0.021	1.9	46.0	4.9	3.4	0.19	0.6	nd	0.82
	50.0	23.56	34.522	8.3	6.45	0.30	6.4		0.2	1.2	0.022	1.6	56.9	6.7	9.3	0.18	0.7	nd	0.7
	599.0	11.50	34.508	8.24	4.23	0.18	8.4		0.2	0.9	0.021	1.8	181.6	29.9	2.4	0.12	0.3	nd	0.75
P16	0.5	28.39	34.385	8.28	6.79	0.42	5.4	0.023	nd	nd	0.019	2.1	47.5	5.0	5.7	0.09	0.5	0.9	0.55



站号	层次 (m)	水温 (℃)	盐度	pH	DO	COD	悬浮物	石油类	硫化物	挥发酚	汞	砷	无机氮	PO4-P	锌	镉	铅	铜	总铬
					(mg/L)				(μg/L)										
P16	10.0	27.54	34.336	8.28	6.68	0.31	6.2		nd	1.0	0.024	1.8	46.4	4.8	6.6	nd	0.6	0.8	0.87
	50.0	23.44	34.444	8.3	6.51	0.21	6.4		0.2	1.1	0.019	1.6	62.0	7.5	7.3	nd	0.8	0.7	0.89
	807.0	8.37	34.444	8.23	3.93	nd	6.6		0.3	0.9	0.021	1.6	246.4	49.0	6.9	nd	0.6	0.6	0.67
P17	0.5	28.54	34.348	8.27	6.82	0.34	11.2	0.012	nd	0.9	0.026	1.6	46.7	4.1	2.0	0.26	0.7	nd	0.47
	10.0	27.60	34.256	8.27	6.74	0.37	13.0		nd	1.5	0.024	1.8	38.2	7.6	1.9	0.09	1.2	0.8	0.53
	50.0	23.53	34.534	8.3	6.55	0.30	3.0		0.2	1.0	0.024	1.6	38.8	4.7	2.4	nd	0.8	0.6	1.3
	244.0	15.18	34.422	8.32	5.14	0.21	19.0		0.2	nd	0.019	1.6	142.4	24.8	1.9	nd	0.6	0.6	0.48
P18	0.5	28.58	34.32	8.27	6.76	0.34	23.8	0.017	nd	0.8	0.025	1.9	47.3	4.4	3.8	0.11	0.6	1.3	0.5
	10.0	27.66	34.438	8.27	6.66	0.39	67.6		nd	1.3	0.022	1.8	41.4	4.9	3.4	0.12	0.7	1.4	0.88
	50.0	23.47	34.486	8.31	6.53	0.28	10.6		0.2	1.0	0.022	1.7	42.8	5.3	3.0	nd	0.5	0.6	0.74
	747.0	9.61	34.459	8.31	3.96	0.18	10.4		0.2	0.9	0.018	1.9	294.4	38.7	2.9	nd	0.6	0.7	0.48
P19	0.5	28.53	34.352	8.26	6.79	0.32	4.0	0.017	nd	0.9	0.023	1.7	46.1	4.6	4.1	0.09	0.7	0.6	0.85
	10.0	27.61	34.447	8.27	6.66	0.28	8.2		nd	1.4	0.021	1.9	44.6	4.5	4.5	0.11	0.8	nd	0.55
	50.0	23.43	34.523	8.3	6.56	0.25	7.2		0.2	0.9	0.019	1.7	45.2	4.3	3.7	nd	0.5	1.5	0.58
	758.0	9.60	34.383	8.28	3.93	0.21	5.8		0.3	nd	0.017	1.9	320.1	42.5	2.9	0.09	0.4	1.3	0.7
P20	0.5	28.42	34.334	8.26	6.77	0.32	20.2	0.02	nd	0.8	0.026	1.6	42.6	5.0	2.8	nd	1.6	nd	0.69
	10.0	27.64	34.353	8.26	6.62	0.30	10.8		nd	1.1	0.024	1.7	41.5	5.2	3.9	0.15	1.1	0.9	0.84
	50.0	23.52	34.461	8.28	6.59	0.24	6.6		0.2	1.0	0.019	1.8	43.6	5.7	2.1	nd	0.6	nd	0.74
	797.0	8.41	34.513	8.29	3.79	0.20	10.4		0.3	1.3	0.018	1.6	320.3	45.3	3.1	nd	0.6	0.7	0.57
P21	0.5	28.43	34.274	8.26	6.73	0.31	8.4	0.011	nd	0.6	0.023	1.7	39.8	6.4	3.7	0.23	0.6	nd	0.59
	10.0	27.52	34.375	8.25	6.59	0.33	8.5		0.2	1.3	0.021	2.1	41.0	5.7	2.6	nd	1.0	0.7	0.55
	50.0	23.51	34.380	8.30	6.50	0.22	15.6		0.2	1.0	0.020	2.0	40.3	5.1	2.1	nd	0.6	0.8	0.51



站号	层次 (m)	水温 (℃)	盐度	pH	DO	COD	悬浮物	石油类	硫化物	挥发酚	汞	砷	无机氮	PO4-P	锌	镉	铅	铜	总铬
					(mg/L)				(μg/L)										
P21	998.0	6.27	34.393	8.30	3.61	nd	12.3		0.3	1.4	0.021	1.9	331.3	73.5	3.2	0.11	0.8	nd	0.49
P22	0.5	28.43	34.361	8.27	6.66	0.33	2.8	0.015	nd	0.8	0.02	1.6	46.2	5.8	1.7	0.10	0.7	1.2	0.74
	10.0	27.52	34.338	8.27	6.48	0.29	8.4		nd	0.9	0.021	1.8	42.0	4.8	3.7	nd	0.5	1.0	0.89
	50.0	23.61	34.543	8.3	6.45	nd	5.6		0.2	1.2	0.025	1.7	45.9	5.3	3.6	nd	0.6	nd	0.88
	1397.0	4.91	34.444	8.26	3.35	nd	8.0		0.4	1.4	0.021	1.9	372.1	77.8	1.4	0.09	0.4	0.9	0.56
P23	0.5	28.37	34.274	8.28	6.77	0.40	11.6	0.012	nd	nd	0.024	1.7	56.6	5.5	1.7	nd	0.8	nd	0.58
	10.0	27.31	34.273	8.3	6.66	0.33	11.2		nd	1.0	0.021	1.8	41.5	4.0	1.8	nd	0.6	0.6	0.77
	50.0	23.39	34.438	8.3	6.51	0.21	5.4		0.2	1.2	0.025	1.8	51.2	5.3	2.3	nd	1.0	nd	0.85
	800.0	8.51	34.329	8.29	3.74	0.16	9.2		0.3	1.7	0.025	1.8	312.7	55.4	3.0	nd	0.8	nd	0.53
P24	0.5	28.41	34.363	8.28	6.86	0.37	9.2	0.013	nd	0.9	0.019	1.7	46.9	5.1	3.6	nd	0.6	1.7	0.71
	10.0	27.39	34.338	8.28	6.72	0.32	13.0		nd	1.1	0.018	1.6	41.9	4.1	3.7	0.13	0.7	1.2	0.78
	50.0	23.56	34.441	8.3	6.56	0.24	4.0		0.2	1.1	0.021	1.6	47.2	5.2	3.6	0.10	0.6	0.9	0.46
	610.0	11.37	34.374	8.29	4.01	0.21	4.6		0.2	1	0.022	1.5	265.5	49.5	3.5	nd	0.4	1.0	0.76
P25	0.5	28.43	34.273	8.28	6.82	0.37	5.8	0.014	nd	0.8	0.02	1.6	47.1	4.4	6.1	0.09	0.7	1.4	0.71
	10.0	27.36	34.327	8.28	6.63	0.31	33.6		nd	1.1	0.02	1.9	47.0	4.9	5.8	nd	0.8	1.7	0.74
	50.0	23.51	34.385	8.31	6.42	0.28	1.6		0.2	1.0	0.018	1.6	61.2	5.9	5.7	nd	0.6	1.5	0.49
	598.0	11.80	34.455	8.24	4.01	0.24	0.8		0.2	0.9	0.025	1.6	209.1	31.9	4.4	0.09	1.1	1.3	0.65
P26	0.5	28.50	34.266	8.27	6.79	0.37	7.2	0.018	nd	1.0	0.025	1.6	47.0	4.7	1.7	nd	1.0	1.0	0.57
	10.0	27.42	34.428	8.27	6.66	0.34	12.6		nd	1.2	0.019	1.8	55.2	3.7	1.9	nd	0.5	1.5	0.83
	50.0	23.43	34.484	8.31	6.51	0.30	6.0		0.2	1.0	0.023	1.9	87.4	5.6	4.1	nd	0.5	3.5	0.49
	628.0	11.44	34.449	8.27	3.92	0.23	8.8		0.2	nd	0.025	1.6	233.3	32.3	6.1	nd	0.3	1.3	0.65
P27	0.5	28.41	34.321	8.26	6.83	0.36	0.8	0.021	nd	1.1	0.021	1.8	46.7	4.0	5.8	nd	0.6	1.3	0.73



站号	层次 (m)	水温 (℃)	盐度	pH	DO	COD	悬浮物	石油类	硫化物	挥发酚	汞	砷	无机氮	PO4-P	锌	镉	铅	铜	总铬
					(mg/L)				(μg/L)										
P27	10.0	27.53	34.512	8.26	6.70	0.31	8.4		nd	1.0	0.023	1.8	47.9	3.8	4.4	nd	0.4	1.2	0.52
	50.0	23.50	34.483	8.29	6.49	0.25	4.2		0.2	0.9	0.024	1.6	77.8	5.4	3.9	0.09	0.6	nd	0.85
	650.0	11.36	34.398	8.26	3.89	0.21	3.2		0.3	nd	0.022	1.6	251.0	34.5	4.1	0.10	0.5	0.7	0.68
P28	0.5	28.49	34.327	8.28	6.72	0.31	6.6	0.025	nd	1.0	0.022	1.6	43.8	3.7	5.5	0.09	0.8	0.7	0.46
	10.0	27.54	34.449	8.28	6.55	0.24	10.2		nd	1.2	0.025	1.9	46.9	3.9	4.4	0.12	0.6	0.8	0.58
	50.0	23.38	34.461	8.3	6.43	0.23	3.6		0.2	1.6	0.023	1.9	60.0	4.8	5.4	0.10	0.7	1.2	0.7
	926.0	7.31	34.472	8.3	3.46	0.17	0.8		0.3	1.4	0.016	1.8	323.8	54.3	4.3	0.09	0.5	1.0	0.91
P29	0.5	28.53	34.285	8.27	6.80	0.31	2.8	0.025	nd	0.8	0.022	1.8	47.2	4.5	2.2	nd	0.7	nd	0.8
	10.0	27.68	34.332	8.26	6.59	0.29	5.4		nd	1.2	0.024	1.9	49.5	4.1	2.3	nd	0.8	0.6	0.73
	50.0	23.55	34.348	8.3	6.39	nd	0.4		0.2	1.5	0.025	1.9	63.0	5.2	2.4	nd	0.9	nd	0.57
	1299.0	5.13	34.556	8.23	3.16	nd	0.8		0.4	1.3	0.022	1.6	404.3	74.3	2.2	0.09	1.1	nd	0.59
P30	0.5	28.44	34.183	8.26	6.69	0.33	7.0	0.019	nd	nd	0.021	1.8	50.2	5.5	3.5	0.09	0.6	0.8	0.85
	10.0	27.61	34.263	8.27	6.55	0.28	4.4		nd	1.1	0.024	2	49.7	4.5	3.0	nd	0.5	0.7	0.59
	50.0	23.46	34.261	8.3	6.35	0.18	5.0		0.2	1.6	0.024	1.7	65.4	5.5	3.2	nd	0.8	0.6	0.66
	1268.0	5.20	34.66	8.25	3.20	nd	4.6		0.3	1.1	0.022	1.9	403.8	72.4	3.1	nd	0.7	0.6	0.45
P31	0.5	28.43	34.135	8.27	6.74	0.32	3.1	0.020	nd	0.9	0.021	1.8	41.7	5.4	3.1	0.06	0.5	0.9	0.67
	10.0	27.39	34.221	8.26	6.56	0.29	5.6		nd	1.2	0.024	2.1	47.1	4.4	3.0	0.10	0.4	0.7	0.72
	50.0	23.47	34.456	8.29	6.50	0.24	3.9		0.2	1.5	0.026	2.0	60.8	5.1	3.8	0.06	0.7	1.0	0.77
	1246.0	5.17	34.636	8.26	3.25	nd	0.2		0.3	1.1	0.023	1.9	394.2	72.2	4.2	nd	0.6	0.9	0.63
P32	0.5	28.39	34.346	8.27	6.73	0.38	7.0	0.016	nd	1.0	0.023	1.6	37.3	5.2	1.9	nd	0.8	0.6	0.74
	10.0	27.52	34.414	8.27	6.58	0.34	5.2		nd	1.3	0.022	1.8	45.3	4.6	2.9	nd	0.7	nd	1.02
	50.0	23.44	34.41	8.29	6.52	0.29	5.8		0.2	1.2	0.018	1.9	48.4	4.8	3.7	nd	1.3	nd	0.6



站号	层次 (m)	水温 (℃)	盐度	pH	DO	COD	悬浮物	石油类	硫化物	挥发酚	汞	砷	无机氮	PO4-P	锌	镉	铅	铜	总铬
					(mg/L)				(μg/L)										
P32	1201.0	5.26	34.353	8.25	3.42	nd	5.8		0.3	1.0	0.023	2	368.3	79.9	2.7	nd	1.4	0.6	0.5
P33	0.5	28.36	34.284	8.27	6.56	0.34	5.8	0.013	nd	nd	0.025	1.7	48.0	4.3	1.7	nd	0.7	1.7	0.62
	10.0	27.40	34.288	8.27	6.43	0.31	6.4		nd	1.1	0.021	2	34.9	5.5	2.1	0.09	0.5	nd	0.7
	50.0	23.44	34.383	8.3	6.34	0.21	8.6		0.2	1.0	0.023	1.8	45.0	6.2	5.8	nd	1.6	1.7	0.85
	1243.0	5.36	34.509	8.25	3.29	0.15	7.8		0.3	1.1	0.018	1.8	406.8	72.7	2.2	nd	0.3	0.7	0.49
P34	0.5	28.39	34.164	8.27	6.64	0.31	6.4	0.017	nd	nd	0.021	1.8	44.4	4.4	3.0	0.10	0.9	0.9	0.75
	10.0	27.41	34.244	8.26	6.46	0.25	10.0		nd	0.8	0.024	1.8	31.4	5.5	3.4	0.09	0.7	1.3	1
	50.0	23.39	34.363	8.29	6.42	0.20	13.4		0.2	1.1	0.019	1.7	48.6	6.0	3.6	nd	0.6	1.1	0.56
	1388.0	4.85	34.578	8.23	3.16	nd	0.8		0.3	1.2	0.022	1.7	409.3	77.4	3.9	0.09	0.5	0.8	0.72
P35	0.5	28.51	34.196	8.26	6.69	0.36	6.2	0.011	nd	nd	0.024	1.7	42.6	4.6	5.5	0.10	0.6	1.6	0.65
	10.0	27.50	34.288	8.27	6.52	0.30	3.0		nd	nd	0.025	1.6	31.1	6.0	5.0	nd	0.7	1.8	0.84
	50.0	23.46	34.476	8.28	6.38	0.22	4.8		0.2	1.2	0.024	1.7	52.0	5.8	4.5	0.11	0.8	1.5	0.7
	1500.0	4.27	34.662	8.2	3.18	0.17	4.6		0.4	0.9	0.023	1.7	414.9	85.6	4.4	nd	0.3	0.8	0.66
P36	0.5	28.38	34.372	8.27	6.70	0.32	5.2	0.016	nd	nd	0.018	1.9	41.1	5.0	3.1	nd	1.2	0.9	0.47
	10.0	27.62	34.444	8.25	6.60	0.28	10.6		nd	0.8	0.019	1.6	35.8	4.7	2.0	nd	0.8	0.6	0.59
	50.0	23.51	34.496	8.31	6.42	nd	3.2		0.2	1.1	0.021	1.5	51.9	6.3	2.2	nd	0.9	1.4	0.72
	1703.0	3.77	34.509	8.18	3.15	nd	8.0		0.4	1.2	0.018	1.5	437.7	89.3	8.2	nd	0.6	0.6	0.68
P37	0.5	28.39	34.336	8.26	6.72	0.37	9.4	0.02	nd	nd	0.021	1.6	40.7	5.3	4.8	0.11	0.5	1.2	0.85
	10.0	27.37	34.263	8.27	6.53	0.27	0.4		nd	nd	0.019	1.7	37.5	4.2	5.1	0.10	0.4	0.6	0.53
	50.0	23.38	34.388	8.28	6.38	nd	0.6		0.2	1.2	0.023	1.9	51.4	6.5	4.7	0.12	0.6	0.9	0.81
	1898.0	3.21	34.523	8.17	3.12	nd	1.2		0.4	1.0	0.023	1.6	478.4	93.3	4.4	0.13	0.7	0.7	0.82
P38	0.5	28.38	34.14	8.27	6.68	0.41	4.2	0.025	nd	nd	0.025	1.8	42.1	4.1	4.3	0.09	0.6	1.7	0.46



站号	层次 (m)	水温 (℃)	盐度	pH	DO	COD	悬浮物	石油类	硫化物	挥发酚	汞	砷	无机氮	PO4-P	锌	镉	铅	铜	总铬
					(mg/L)				(μg/L)										
P38	10.0	27.47	34.292	8.26	6.53	0.31	3.8		nd	0.8	0.023	1.7	39.2	5.0	4.1	0.10	0.5	1.2	0.74
	50.0	23.42	34.298	8.3	6.48	0.22	0.6		0.2	1.1	0.024	1.8	52.8	6.6	4.4	nd	0.4	1.0	0.86
	1913.0	3.31	34.669	8.13	3.04	nd	3.0		0.4	1.4	0.022	1.8	485.2	107.0	4.2	0.11	0.7	1.4	0.82
P39	0.5	28.40	34.143	8.26	6.66	0.39	0.4	0.014	nd	nd	0.019	1.6	43.8	3.3	1.9	nd	0.5	nd	0.56
	10.0	27.36	34.241	8.28	6.52	0.28	4.8		nd	1.0	0.022	1.6	39.5	4.8	2.3	nd	nd	nd	0.75
	50.0	23.41	34.498	8.3	6.34	nd	1.0		0.2	1.2	0.021	1.6	59.7	6.7	3.0	nd	0.6	0.9	1.11
	1934.0	3.11	34.629	8.12	3.08	nd	0.4		0.4	1.2	0.022	1.9	496.9	112.0	2.6	nd	1.4	nd	0.86
P40	0.5	28.41	34.354	8.28	6.70	0.25	1.4	0.012	nd	nd	0.025	1.6	43.7	3.4	3.7	0.13	0.6	1.2	0.64
	10.0	27.53	34.367	8.27	6.55	0.30	10.8		nd	1.0	0.021	2	41.4	5.1	2.4	nd	nd	nd	0.68
	50.0	23.46	34.476	8.28	6.35	0.22	2.0		0.2	1.1	0.019	1.6	58.6	6.4	6.7	0.23	0.7	nd	0.78
	2078.0	3.07	34.546	8.09	3.02	nd	1.2		0.4	1.2	0.018	1.7	500.4	115.0	9.0	0.14	nd	nd	0.73
P41	0.5	28.37	34.265	8.26	6.84	0.39	7.4	0.012	0.2	1.6	0.024	1.7	43.4	3.4	4.0	0.16	0.5	0.8	0.65
	10.0	27.43	34.319	8.25	6.71	0.33	9.1		0.2	1.4	0.021	1.9	46.8	4.4	5.9	0.17	1.6	0.9	0.78
	50.0	23.37	34.563	8.29	6.47	0.28	8.8		0.2	1.1	0.023	1.8	54.9	4.6	7.4	nd	0.9	1.3	0.82
	198.0	15.73	34.638	8.32	5.23	0.25	10.0		0.3	1.3	0.021	1.8	130.0	19.5	3.6	nd	1.3	0.5	0.71
P42	0.5	28.46	34.271	8.28	6.83	0.37	39.4	0.016	0.2	1.9	0.019	2.1	43.8	5.5	7.1	0.22	0.5	1.2	0.6
	10.0	27.48	34.112	8.27	6.69	0.33	15.2		0.2	1.4	0.017	2	45.0	2.7	6.0	0.20	0.6	1.6	0.6
	50.0	23.31	34.645	8.29	6.47	0.29	17.2		0.2	1.0	0.018	1.8	45.1	5.2	6.4	0.17	0.9	1.1	0.5
	198.0	15.88	34.655	8.31	5.24	0.24	7.0		0.3	1.1	0.016	1.6	151.5	19.2	6.1	0.20	0.8	1.5	0.48
P43	0.5	28.39	34.365	8.29	6.80	0.39	5.0	0.019	0.2	1.1	0.022	1.8	42.6	5.2	4.2	nd	1.1	nd	0.81
	10.0	27.42	34.345	8.27	6.67	0.32	13.0		0.2	1.0	0.023	2	41.0	3.0	2.3	0.10	0.7	0.6	0.49
	50.0	23.43	34.494	8.29	6.56	0.34	10.4		0.2	1.2	0.024	1.9	46.7	3.7	2.1	nd	0.7	0.8	0.66



站号	层次 (m)	水温 (℃)	盐度	pH	DO	COD	悬浮物	石油类	硫化物	挥发酚	汞	砷	无机氮	PO4-P	锌	镉	铅	铜	总铬
					(mg/L)				(μg/L)										
	200.0	15.37	34.55	8.29	5.14	0.25	6.0		0.3	1.3	0.025	1.8	131.3	18.2	3.0	0.32	1.0	0.6	0.82
P44	0.5	28.35	34.362	8.27	6.86	0.30	7.8	0.011	0.2	1.2	0.022	1.8	43.4	3.8	4.9	0.10	0.7	0.9	1.19
	10.0	27.42	34.346	8.27	6.73	0.36	16.2		0.2	1.5	0.021	2	41.6	3.7	5.3	0.12	0.6	1.2	0.45
	50.0	23.42	34.467	8.28	6.48	0.24	14.0		0.2	1.3	0.019	2	44.5	4.9	4.6	nd	0.5	1.3	0.77
	206.0	15.31	34.493	8.3	5.09	0.22	13.4		0.3	1.0	0.017	1.7	110.5	18.9	4.3	0.09	0.8	1.1	0.5
检出限		—	—	—	0.32	0.10	—	0.010	0.2	0.8	0.007	0.5	—	0.	1.2	0.09	0.3	0.6	0.10

注：“—”表示不进行该项检出限分析；“nd”表示未检出；空白表示无数据。

附表 2 调查海区表层海水水质各评价因子的标准指数

评价因子	pH	DO	COD	石油类	硫化物	PO ⁴ -P	DIN	Hg	As	Zn	Cd	Pb	Cu	Cr	挥发酚	
单项标准指数值	P1	0.37	—	0.19	0.56	0.01	0.26	0.31	0.36	0.08	0.25	0.20	1.05	0.29	0.01	0.12
	P2	0.37	—	0.17	0.62	0.01	0.22	0.27	0.40	0.12	0.25	0.12	0.80	0.20	0.01	0.18
	P3	0.34	—	0.18	0.68	0.01	0.19	0.24	0.50	0.10	0.27	0.02	1.00	0.12	0.01	0.16
	P4	0.37	—	0.16	0.64	0.01	0.24	0.28	0.54	0.09	0.31	0.11	0.70	0.34	0.01	0.18
	P5	0.37	—	0.18	0.62	0.01	0.41	0.30	0.38	0.09	0.20	0.02	0.60	0.06	0.01	0.22
	P6	0.37	—	0.15	0.50	0.01	0.26	0.27	0.46	0.09	0.30	0.02	0.60	0.28	0.01	0.08
	P7	0.40	—	0.19	0.54	0.01	0.21	0.25	0.50	0.10	0.33	0.02	0.30	0.14	0.01	0.08
	P8	0.34	—	0.14	0.46	0.01	0.27	0.24	0.44	0.09	0.29	0.02	0.50	0.14	0.02	0.08
	P9	0.34	—	0.20	0.22	0.01	0.31	0.22	0.44	0.08	0.20	0.09	0.70	0.14	0.01	0.18
	P10	0.34	—	0.19	0.28	0.01	0.38	0.21	0.46	0.10	0.21	0.10	0.70	0.26	0.02	0.16
	P11	0.34	—	0.19	0.45	0.01	0.30	0.21	0.43	0.09	0.13	0.02	0.55	0.06	0.01	0.21



评价因子	pH	DO	COD	石油类	硫化物	PO ⁴ -P	DIN	Hg	As	Zn	Cd	Pb	Cu	Cr	挥发酚
P12	0.37	—	0.17	0.42	0.01	0.25	0.19	0.48	0.09	0.23	0.02	0.70	0.06	0.01	0.08
P13	0.40	—	0.18	0.58	0.01	0.25	0.21	0.42	0.09	0.27	0.10	0.90	0.14	0.01	0.08
P14	0.37	—	0.17	0.50	0.01	0.21	0.23	0.40	0.09	0.28	0.15	0.90	0.06	0.02	0.08
P15	0.34	—	0.18	0.52	0.01	0.25	0.24	0.46	0.10	0.27	0.15	0.70	0.14	0.02	0.08
P16	0.37	—	0.21	0.46	0.01	0.33	0.24	0.38	0.11	0.29	0.09	0.50	0.18	0.01	0.08
P17	0.34	—	0.17	0.24	0.01	0.27	0.23	0.52	0.08	0.10	0.26	0.70	0.06	0.01	0.18
P18	0.34	—	0.17	0.34	0.01	0.29	0.24	0.50	0.10	0.19	0.11	0.60	0.26	0.01	0.16
P19	0.31	—	0.16	0.34	0.01	0.31	0.23	0.46	0.09	0.21	0.09	0.70	0.12	0.02	0.18
P20	0.31	—	0.16	0.40	0.01	0.33	0.21	0.52	0.08	0.14	0.02	1.60	0.06	0.01	0.16
P21	0.31	—	0.16	0.21	0.01	0.43	0.20	0.45	0.09	0.18	0.23	0.55	0.06	0.01	0.12
P22	0.34	—	0.17	0.30	0.01	0.39	0.23	0.40	0.08	0.09	0.10	0.70	0.24	0.01	0.16
P23	0.37	—	0.20	0.24	0.01	0.37	0.28	0.48	0.09	0.09	0.02	0.80	0.06	0.01	0.08
P24	0.37	—	0.19	0.26	0.01	0.34	0.23	0.38	0.09	0.18	0.02	0.60	0.34	0.01	0.18
P25	0.37	—	0.19	0.28	0.01	0.29	0.24	0.40	0.08	0.31	0.09	0.70	0.28	0.01	0.16
P26	0.34	—	0.19	0.36	0.01	0.31	0.24	0.50	0.08	0.09	0.02	1.00	0.20	0.01	0.20
P27	0.31	—	0.18	0.42	0.01	0.27	0.23	0.42	0.09	0.29	0.02	0.60	0.26	0.01	0.22
P28	0.37	—	0.16	0.50	0.01	0.25	0.22	0.44	0.08	0.28	0.09	0.80	0.14	0.01	0.20
P29	0.34	—	0.16	0.50	0.01	0.30	0.24	0.44	0.09	0.11	0.02	0.70	0.06	0.02	0.16
P30	0.31	—	0.17	0.38	0.01	0.37	0.25	0.42	0.09	0.18	0.09	0.60	0.16	0.02	0.08
P31	0.33	—	0.16	0.39	0.01	0.36	0.21	0.42	0.09	0.15	0.06	0.45	0.17	0.01	0.17
P32	0.34	—	0.19	0.32	0.01	0.35	0.19	0.46	0.08	0.10	0.02	0.80	0.12	0.01	0.20
P33	0.34	—	0.17	0.26	0.01	0.29	0.24	0.50	0.09	0.09	0.02	0.70	0.34	0.01	0.08
P34	0.34	—	0.16	0.34	0.01	0.29	0.22	0.42	0.09	0.15	0.10	0.90	0.18	0.02	0.08



评价因子	pH	DO	COD	石油类	硫化物	PO ⁴ -P	DIN	Hg	As	Zn	Cd	Pb	Cu	Cr	挥发酚
P35	0.31	—	0.18	0.22	0.01	0.31	0.21	0.48	0.09	0.28	0.10	0.60	0.32	0.01	0.08
P36	0.34	—	0.16	0.32	0.01	0.33	0.21	0.36	0.10	0.16	0.02	1.20	0.18	0.01	0.08
P37	0.31	—	0.19	0.40	0.01	0.35	0.20	0.42	0.08	0.24	0.11	0.50	0.24	0.02	0.08
P38	0.34	—	0.21	0.50	0.01	0.27	0.21	0.50	0.09	0.22	0.09	0.60	0.34	0.01	0.08
P39	0.31	—	0.20	0.28	0.01	0.22	0.22	0.38	0.08	0.10	0.02	0.50	0.06	0.01	0.08
P40	0.37	—	0.13	0.24	0.01	0.23	0.22	0.50	0.08	0.19	0.13	0.60	0.24	0.01	0.08
P41	0.30	—	0.19	0.23	0.01	0.22	0.22	0.47	0.09	0.20	0.16	0.45	0.15	0.01	0.31
P42	0.37	—	0.19	0.32	0.01	0.37	0.22	0.38	0.11	0.36	0.22	0.50	0.24	0.01	0.38
P43	0.40	—	0.20	0.38	0.01	0.35	0.21	0.44	0.09	0.21	0.02	1.10	0.06	0.02	0.22
P44	0.34	—	0.15	0.22	0.01	0.25	0.22	0.44	0.09	0.25	0.10	0.70	0.18	0.02	0.24
最低值	0.30	—	0.13	0.21	0.01	0.19	0.19	0.36	0.08	0.09	0.02	0.30	0.06	0.01	0.08
最高值	0.40	—	0.21	0.68	0.01	0.43	0.31	0.54	0.12	0.36	0.26	1.60	0.34	0.02	0.38
超标个数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
超标率(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.1	0	0	0

注：“—”表示海水中氧的含量超过现场水温、盐度条件下溶解氧的饱和量，统计时用 0 代替

附表 3 调查海区 10m 层海水水质各评价因子的标准指数

评价因子	pH	DO	COD	硫化物	PO ⁴ -P	DIN	Hg	As	Zn	Cd	Pb	Cu	Cr	挥发酚	
单 项 标 准 指	P1	0.37	—	0.15	0.01	0.45	0.21	0.44	0.09	0.36	0.21	1.25	0.37	0.01	0.08
	P2	0.37	—	0.15	0.01	0.39	0.23	0.38	0.11	0.22	0.11	0.70	0.18	0.01	0.20
	P3	0.34	—	0.16	0.01	0.34	0.23	0.46	0.09	0.29	0.10	0.90	0.42	0.01	0.18



评价因子	pH	DO	COD	硫化物	PO ⁴ -P	DIN	Hg	As	Zn	Cd	Pb	Cu	Cr	挥发酚
P4	0.40	—	0.12	0.01	0.31	0.23	0.48	0.09	0.29	0.09	0.50	0.30	0.01	0.22
P5	0.37	—	0.15	0.01	0.19	0.22	0.42	0.10	0.23	0.02	0.40	0.12	0.01	0.28
P6	0.37	—	0.17	0.01	0.31	0.22	0.52	0.10	0.34	0.10	0.40	0.22	0.02	0.20
P7	0.40	—	0.17	0.01	0.35	0.21	0.38	0.09	0.24	0.02	0.30	0.12	0.02	0.18
P8	0.34	—	0.11	0.01	0.33	0.23	0.38	0.10	0.24	0.02	0.40	0.06	0.01	0.22
P9	0.37	—	0.17	0.01	0.43	0.20	0.42	0.09	0.20	0.12	0.50	0.12	0.01	0.26
P10	0.34	—	0.17	0.01	0.31	0.19	0.44	0.10	0.20	0.09	0.60	0.28	0.02	0.22
P11	0.30	—	0.15	0.01	0.22	0.21	0.46	0.09	0.12	0.14	1.05	0.23	0.02	0.25
P12	0.37	—	0.17	0.01	0.09	0.18	0.42	0.10	0.11	0.02	1.10	0.18	0.01	0.24
P13	0.40	—	0.16	0.01	0.15	0.17	0.40	0.08	0.29	0.09	0.60	0.18	0.02	0.22
P14	0.34	—	0.19	0.01	0.36	0.21	0.44	0.10	0.25	0.16	0.70	0.16	0.02	0.18
P15	0.34	—	0.17	0.01	0.33	0.23	0.42	0.10	0.17	0.19	0.60	0.06	0.02	0.20
P16	0.37	—	0.16	0.01	0.32	0.23	0.48	0.09	0.33	0.02	0.60	0.16	0.02	0.20
P17	0.34	—	0.19	0.01	0.51	0.19	0.48	0.09	0.10	0.09	1.20	0.16	0.01	0.30
P18	0.34	—	0.20	0.01	0.33	0.21	0.44	0.09	0.17	0.12	0.70	0.28	0.02	0.26
P19	0.34	—	0.14	0.01	0.30	0.22	0.42	0.10	0.23	0.11	0.80	0.06	0.01	0.28
P20	0.31	—	0.15	0.01	0.35	0.21	0.48	0.09	0.20	0.15	1.10	0.18	0.02	0.22
P21	0.29	—	0.16	0.01	0.38	0.21	0.42	0.10	0.13	0.02	1.00	0.13	0.01	0.25
P22	0.34	—	0.15	0.01	0.32	0.21	0.42	0.09	0.19	0.02	0.50	0.20	0.02	0.18
P23	0.43	—	0.17	0.01	0.27	0.21	0.42	0.09	0.09	0.02	0.60	0.12	0.02	0.20



评价因子	pH	DO	COD	硫化物	PO ⁴ -P	DIN	Hg	As	Zn	Cd	Pb	Cu	Cr	挥发酚
P24	0.37	—	0.16	0.01	0.27	0.21	0.36	0.08	0.19	0.13	0.70	0.24	0.02	0.22
P25	0.37	—	0.16	0.01	0.33	0.24	0.40	0.10	0.29	0.02	0.80	0.34	0.01	0.22
P26	0.34	—	0.17	0.01	0.25	0.28	0.38	0.09	0.10	0.02	0.50	0.30	0.02	0.24
P27	0.31	—	0.16	0.01	0.25	0.24	0.46	0.09	0.22	0.02	0.40	0.24	0.01	0.20
P28	0.37	—	0.12	0.01	0.26	0.23	0.50	0.10	0.22	0.12	0.60	0.16	0.01	0.24
P29	0.31	—	0.15	0.01	0.27	0.25	0.48	0.10	0.12	0.02	0.80	0.12	0.01	0.24
P30	0.34	—	0.14	0.01	0.30	0.25	0.48	0.10	0.15	0.02	0.50	0.14	0.01	0.22
P31	0.30	—	0.15	0.01	0.29	0.24	0.47	0.11	0.15	0.10	0.40	0.13	0.01	0.23
P32	0.34	—	0.17	0.01	0.31	0.23	0.44	0.09	0.15	0.02	0.70	0.06	0.02	0.26
P33	0.34	—	0.16	0.01	0.37	0.17	0.42	0.10	0.11	0.09	0.50	0.06	0.01	0.22
P34	0.31	—	0.13	0.01	0.37	0.16	0.48	0.09	0.17	0.09	0.70	0.26	0.02	0.16
P35	0.34	—	0.15	0.01	0.40	0.16	0.50	0.08	0.25	0.02	0.70	0.36	0.02	0.08
P36	0.29	—	0.14	0.01	0.31	0.18	0.38	0.08	0.10	0.02	0.80	0.12	0.01	0.16
P37	0.34	—	0.14	0.01	0.28	0.19	0.38	0.09	0.26	0.10	0.40	0.12	0.01	0.08
P38	0.31	—	0.16	0.01	0.33	0.20	0.46	0.09	0.21	0.10	0.50	0.24	0.01	0.16
P39	0.37	—	0.14	0.01	0.32	0.20	0.44	0.08	0.12	0.02	0.15	0.06	0.02	0.20
P40	0.34	—	0.15	0.01	0.34	0.21	0.42	0.10	0.12	0.02	0.15	0.06	0.01	0.20
P41	0.27	—	0.16	0.01	0.29	0.23	0.42	0.09	0.29	0.17	1.55	0.17	0.02	0.27
P42	0.34	—	0.17	0.01	0.18	0.23	0.34	0.10	0.30	0.20	0.60	0.32	0.01	0.28
P43	0.34	—	0.16	0.01	0.20	0.21	0.46	0.10	0.12	0.10	0.70	0.12	0.01	0.20



评价因子	pH	DO	COD	硫化物	PO ⁴ -P	DIN	Hg	As	Zn	Cd	Pb	Cu	Cr	挥发酚
P44	0.34	—	0.18	0.01	0.25	0.21	0.42	0.10	0.27	0.12	0.60	0.24	0.01	0.30
最低值	0.27	—	0.11	0.01	0.09	0.16	0.34	0.08	0.09	0.02	0.15	0.06	0.01	0.08
最高值	0.43	—	0.20	0.01	0.51	0.28	0.52	0.11	0.36	0.21	1.55	0.42	0.02	0.30
超标个数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
超标率 (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.6	0	0	0

注：“—”表示海水中氧的含量超过现场水温、盐度条件下溶解氧的饱和量，统计时用 0 代替

附表 4 调查海区 50m 层海水水质各评价因子的标准指数

评价因子	pH	DO	COD	硫化物	PO ⁴ -P	DIN	Hg	As	Zn	Cd	Pb	Cu	Cr	挥发酚	
单 项 标 准 指 数 Q _i :	P1	0.47	0.53	0.18	0.01	0.43	0.33	0.40	0.10	0.68	0.10	1.15	0.29	0.01	0.22
	P2	0.49	0.11	0.16	0.01	0.44	0.32	0.44	0.10	0.21	0.02	0.70	0.16	0.01	0.20
	P3	0.46	0.49	0.13	0.01	0.43	0.32	0.42	0.08	0.24	0.02	0.70	0.12	0.01	0.20
	P4	0.49	0.39	0.16	0.01	0.53	0.31	0.50	0.08	0.28	0.02	0.60	0.18	0.01	0.22
	P5	0.43	0.41	0.11	0.01	0.59	0.31	0.46	0.10	0.49	0.02	0.40	0.26	0.01	0.22
	P6	0.46	0.38	0.10	0.01	0.52	0.31	0.50	0.08	0.33	0.02	0.50	0.32	0.02	0.26
	P7	0.46	0.37	0.10	0.01	0.41	0.32	0.44	0.09	0.27	0.02	0.80	0.06	0.01	0.34
	P8	0.43	0.44	0.16	0.01	0.48	0.31	0.42	0.09	0.27	0.02	0.60	0.24	0.02	0.24
	P9	0.43	0.27	0.17	0.01	0.33	0.20	0.46	0.09	0.22	0.02	0.50	0.06	0.01	0.22
	P10	0.43	0.30	0.13	0.01	0.27	0.17	0.50	0.09	0.15	0.02	0.90	0.20	0.01	0.18



评价因子	pH	DO	COD	硫化物	PO ⁴ -P	DIN	Hg	As	Zn	Cd	Pb	Cu	Cr	挥发酚
P11	0.50	0.46	0.12	0.01	0.36	0.24	0.44	0.09	0.28	0.02	1.20	0.09	0.01	0.31
P12	0.46	0.48	0.12	0.01	0.47	0.26	0.36	0.09	0.25	0.02	0.80	0.06	0.01	0.22
P13	0.43	0.46	0.13	0.01	0.45	0.28	0.48	0.08	0.22	0.11	0.70	0.12	0.01	0.22
P14	0.46	0.46	0.16	0.01	0.37	0.29	0.46	0.08	0.21	0.02	0.40	0.12	0.02	0.22
P15	0.43	0.41	0.15	0.01	0.45	0.28	0.44	0.08	0.47	0.18	0.70	0.06	0.01	0.24
P16	0.43	0.35	0.11	0.01	0.50	0.31	0.38	0.08	0.37	0.02	0.80	0.14	0.02	0.22
P17	0.43	0.28	0.15	0.01	0.31	0.19	0.48	0.08	0.12	0.02	0.80	0.12	0.03	0.20
P18	0.46	0.32	0.14	0.01	0.35	0.21	0.44	0.09	0.15	0.02	0.50	0.12	0.01	0.20
P19	0.43	0.28	0.13	0.01	0.29	0.23	0.38	0.09	0.19	0.02	0.50	0.30	0.01	0.18
P20	0.37	0.23	0.12	0.01	0.38	0.22	0.38	0.09	0.11	0.02	0.60	0.06	0.01	0.20
P21	0.43	0.36	0.11	0.01	0.34	0.20	0.40	0.10	0.10	0.02	0.55	0.15	0.01	0.19
P22	0.43	0.40	0.04	0.01	0.35	0.23	0.50	0.09	0.18	0.02	0.60	0.06	0.02	0.24
P23	0.43	0.35	0.11	0.01	0.35	0.26	0.50	0.09	0.12	0.02	1.00	0.06	0.02	0.24
P24	0.43	0.27	0.12	0.01	0.35	0.24	0.42	0.08	0.18	0.10	0.60	0.18	0.01	0.22
P25	0.46	0.46	0.14	0.01	0.39	0.31	0.36	0.08	0.29	0.02	0.60	0.30	0.01	0.20
P26	0.46	0.35	0.15	0.01	0.37	0.44	0.46	0.10	0.21	0.02	0.50	0.70	0.01	0.20
P27	0.40	0.36	0.13	0.01	0.36	0.39	0.48	0.08	0.20	0.09	0.60	0.06	0.02	0.18
P28	0.43	0.45	0.12	0.01	0.32	0.30	0.46	0.10	0.27	0.10	0.70	0.24	0.01	0.32
P29	0.43	0.49	0.04	0.01	0.35	0.32	0.50	0.10	0.12	0.02	0.90	0.06	0.01	0.30
P30	0.43	0.55	0.09	0.01	0.37	0.33	0.48	0.09	0.16	0.02	0.80	0.12	0.01	0.32



评价因子	pH	DO	COD	硫化物	PO ⁴ -P	DIN	Hg	As	Zn	Cd	Pb	Cu	Cr	挥发酚
P31	0.39	0.36	0.12	0.01	0.34	0.30	0.52	0.10	0.19	0.06	0.65	0.19	0.02	0.29
P32	0.40	0.33	0.15	0.01	0.32	0.24	0.36	0.10	0.19	0.02	1.30	0.06	0.01	0.24
P33	0.43	0.57	0.11	0.01	0.41	0.23	0.46	0.09	0.29	0.02	1.60	0.34	0.02	0.20
P34	0.40	0.47	0.10	0.01	0.40	0.24	0.38	0.09	0.18	0.02	0.60	0.22	0.01	0.22
P35	0.37	0.51	0.11	0.01	0.39	0.26	0.48	0.09	0.23	0.11	0.80	0.30	0.01	0.24
P36	0.46	0.45	0.04	0.01	0.42	0.26	0.42	0.08	0.11	0.02	0.90	0.28	0.01	0.22
P37	0.37	0.52	0.04	0.01	0.43	0.26	0.46	0.10	0.24	0.12	0.60	0.18	0.02	0.24
P38	0.43	0.39	0.11	0.01	0.44	0.26	0.48	0.09	0.22	0.02	0.40	0.20	0.02	0.22
P39	0.43	0.56	0.04	0.01	0.45	0.30	0.42	0.08	0.15	0.02	0.60	0.18	0.02	0.24
P40	0.37	0.55	0.11	0.01	0.43	0.29	0.38	0.08	0.34	0.23	0.70	0.06	0.02	0.22
P41	0.39	0.40	0.14	0.01	0.30	0.27	0.46	0.09	0.37	0.02	0.85	0.25	0.02	0.21
P42	0.40	0.40	0.15	0.01	0.35	0.23	0.36	0.09	0.32	0.17	0.90	0.22	0.01	0.20
P43	0.40	0.28	0.17	0.01	0.25	0.23	0.48	0.10	0.11	0.02	0.70	0.16	0.01	0.24
P44	0.37	0.39	0.12	0.01	0.33	0.22	0.38	0.10	0.23	0.02	0.50	0.26	0.02	0.26
最低值	0.37	0.11	0.04	0.01	0.25	0.17	0.36	0.08	0.10	0.02	0.40	0.06	0.01	0.18
最高值	0.50	0.57	0.18	0.01	0.59	0.44	0.52	0.10	0.68	0.23	1.60	0.70	0.03	0.34
超标个数	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
超标率 (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.1	0	0	0



附表 5 调查海区底层海水水质各评价因子的标准指数

评价因子	pH	DO	COD	硫化物	PO ⁴ -P	DIN	Hg	As	Zn	Cd	Pb	Cu	Cr	挥发酚	
单 项 标 准 指 数 Q _i :	P1	0.44	1.71	0.11	0.01	1.42	0.52	0.41	0.08	0.18	0.02	0.23	0.15	0.02	0.33
	P2	0.34	1.75	0.12	0.01	0.67	0.55	0.32	0.09	0.20	0.02	1.00	0.14	0.02	0.08
	P3	0.34	1.80	0.10	0.01	1.67	0.59	0.34	0.09	0.30	0.13	0.50	0.12	0.01	0.18
	P4	0.29	2.49	0.14	0.01	2.23	0.67	0.42	0.09	0.28	0.02	0.60	0.14	0.02	0.20
	P5	0.26	2.83	0.09	0.01	2.73	0.94	0.32	0.09	0.30	0.02	0.50	0.06	0.01	0.18
	P6	0.20	3.22	0.04	0.01	2.79	0.98	0.42	0.09	0.29	0.09	0.40	0.26	0.03	0.32
	P7	0.20	3.78	0.08	0.01	2.90	1.13	0.42	0.08	0.29	0.02	0.30	0.06	0.01	0.36
	P8	0.20	4.03	0.04	0.02	3.05	1.14	0.42	0.08	0.29	0.11	0.70	0.20	0.02	0.28
	P9	0.49	2.07	0.14	0.01	1.38	0.65	0.36	0.09	0.23	0.10	0.40	0.20	0.01	0.16
	P10	0.46	2.25	0.11	0.01	1.22	0.70	0.38	0.09	0.19	0.02	0.60	0.06	0.01	0.20
	P11	0.41	2.27	0.08	0.01	1.37	0.73	0.39	0.09	0.12	0.10	0.75	0.06	0.01	0.21
	P12	0.40	3.72	0.11	0.01	1.99	0.98	0.34	0.08	0.09	0.02	0.70	0.18	0.01	0.18
	P13	0.34	3.79	0.10	0.01	1.98	0.99	0.50	0.09	0.25	0.02	0.50	0.06	0.01	0.20
	P14	0.31	3.76	0.08	0.01	1.94	0.96	0.38	0.08	0.30	0.02	0.80	0.06	0.02	0.20
	P15	0.26	3.66	0.09	0.01	1.99	0.91	0.42	0.09	0.12	0.12	0.30	0.06	0.02	0.18
	P16	0.23	4.11	0.04	0.02	3.27	1.23	0.42	0.08	0.35	0.02	0.60	0.12	0.01	0.18
	P17	0.49	2.29	0.11	0.01	1.65	0.71	0.38	0.08	0.10	0.02	0.60	0.12	0.01	0.08
	P18	0.46	4.06	0.09	0.01	2.58	1.47	0.36	0.10	0.15	0.02	0.60	0.14	0.01	0.18



评价因子	pH	DO	COD	硫化物	PO ⁴ -P	DIN	Hg	As	Zn	Cd	Pb	Cu	Cr	挥发酚
P19	0.37	4.11	0.11	0.02	2.83	1.60	0.34	0.10	0.15	0.09	0.40	0.26	0.01	0.08
P20	0.40	4.32	0.10	0.02	3.02	1.60	0.36	0.08	0.16	0.02	0.60	0.14	0.01	0.26
P21	0.41	4.59	0.04	0.02	4.90	1.66	0.42	0.10	0.16	0.11	0.75	0.06	0.01	0.27
P22	0.31	4.98	0.04	0.02	5.19	1.86	0.42	0.10	0.07	0.09	0.40	0.18	0.01	0.28
P23	0.40	4.39	0.08	0.02	3.69	1.56	0.50	0.09	0.15	0.02	0.80	0.06	0.01	0.34
P24	0.40	3.99	0.11	0.01	3.30	1.33	0.44	0.08	0.18	0.02	0.40	0.20	0.02	0.20
P25	0.26	3.99	0.12	0.01	2.13	1.05	0.50	0.08	0.22	0.09	1.10	0.26	0.01	0.18
P26	0.34	4.12	0.12	0.01	2.15	1.17	0.50	0.08	0.31	0.02	0.30	0.26	0.01	0.08
P27	0.31	4.17	0.11	0.02	2.30	1.26	0.44	0.08	0.21	0.10	0.50	0.14	0.01	0.08
P28	0.43	4.81	0.09	0.02	3.62	1.62	0.32	0.09	0.22	0.09	0.50	0.20	0.02	0.28
P29	0.23	5.26	0.04	0.02	4.95	2.02	0.44	0.08	0.11	0.09	1.10	0.06	0.01	0.26
P30	0.29	5.20	0.04	0.02	4.83	2.02	0.44	0.10	0.16	0.02	0.70	0.12	0.01	0.22
P31	0.30	5.13	0.04	0.02	4.81	1.97	0.45	0.10	0.21	0.02	0.60	0.17	0.01	0.21
P32	0.29	4.87	0.04	0.02	5.33	1.84	0.46	0.10	0.14	0.02	1.40	0.12	0.01	0.20
P33	0.29	5.07	0.08	0.02	4.85	2.03	0.36	0.09	0.11	0.02	0.30	0.14	0.01	0.22
P34	0.23	5.26	0.04	0.02	5.16	2.05	0.44	0.09	0.20	0.09	0.50	0.16	0.01	0.24
P35	0.14	5.23	0.09	0.02	5.71	2.07	0.46	0.09	0.22	0.02	0.30	0.16	0.01	0.18
P36	0.09	5.28	0.04	0.02	5.95	2.19	0.36	0.08	0.41	0.02	0.60	0.12	0.01	0.24
P37	0.06	5.32	0.04	0.02	6.22	2.39	0.46	0.08	0.22	0.13	0.70	0.14	0.02	0.20
P38	0.06	5.44	0.04	0.02	7.13	2.43	0.44	0.09	0.21	0.11	0.70	0.28	0.02	0.28



评价因子	pH	DO	COD	硫化物	PO ⁴ -P	DIN	Hg	As	Zn	Cd	Pb	Cu	Cr	挥发酚
P39	0.09	5.38	0.04	0.02	7.47	2.48	0.44	0.10	0.13	0.02	1.40	0.06	0.02	0.24
P40	0.17	5.47	0.04	0.02	7.67	2.50	0.36	0.09	0.45	0.14	0.15	0.06	0.01	0.24
P41	0.47	2.16	0.12	0.02	1.30	0.65	0.41	0.09	0.18	0.02	1.25	0.10	0.01	0.25
P42	0.46	2.14	0.12	0.02	1.28	0.76	0.32	0.08	0.31	0.20	0.80	0.30	0.01	0.22
P43	0.40	2.29	0.13	0.02	1.21	0.66	0.50	0.09	0.15	0.32	1.00	0.12	0.02	0.26
P44	0.43	2.37	0.11	0.02	1.26	0.55	0.34	0.09	0.22	0.09	0.80	0.22	0.01	0.20
最低值	0.06	1.71	0.04	0.01	0.67	0.52	0.32	0.08	0.07	0.02	0.15	0.06	0.01	0.08
最高值	0.49	5.47	0.14	0.02	7.67	2.50	0.50	0.10	0.45	0.32	1.40	0.30	0.03	0.36
超标个数	0	44	0	0	43	26	0	0	0	0	5	0	0	0
超标率 (%)	0	100	0	0	97.7	59.1	0	0	0	0	11.4	0	0	0



附表 6 浮游植物名录

中文名	拉丁学名
硅藻门 (BACILIARIOPHYTA)	
奇异棍形藻	<i>Bacillaria paradoxa</i>
长辐杆藻	<i>Bacteriastrum elongatum</i>
透明辐杆藻	<i>Bacteriastrum hyalinum</i>
辐杆藻属	<i>Bacteriastrum sp.</i>
活动盒形藻	<i>Biddulphia mobiliensis</i>
中华盒形藻	<i>Biddulphia sinensis</i>
海洋角管藻	<i>Cerataulina pelagica</i>
窄隙角毛藻	<i>Chaetoceros affinis</i>
大西洋角毛藻那不勒斯变种	<i>Chaetoceros atlanticus v. neapolitana</i>
短孢角毛藻	<i>Chaetoceros brevis</i>
密聚角毛藻	<i>Chaetoceros coarctatus</i>
旋链角毛藻	<i>Chaetoceros curvisetus</i>
并基角毛藻	<i>Chaetoceros decipiens</i>
齿角毛藻狭面变种	<i>Chaetoceros denticulatus v. angusta</i>
远距角毛藻	<i>Chaetoceros distans</i>
异角角毛藻	<i>Chaetoceros diversus</i>
爱氏角毛藻	<i>Chaetoceros eibonii</i>
平滑角毛藻	<i>Chaetoceros laevis</i>
洛氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>
海洋角毛藻	<i>Chaetoceros pelagicus</i>
秘鲁角毛藻	<i>Chaetoceros peruvianus</i>
角毛藻属	<i>Chaetoceros sp.</i>
圆柱角毛藻	<i>Chaetoceros teres</i>
双凹梯形藻	<i>Climacodium biconcavum</i>
佛朗梯形藻	<i>Climacodium frauenfeldianum</i>
小环毛藻	<i>Corethron hystrix</i>
壮丽圆筛藻	<i>Coscinodiscus nobilis</i>
辐射圆筛藻	<i>Coscinodiscus radiatus</i>
圆筛藻属	<i>Coscinodiscus sp.</i>
布氏双尾藻	<i>Ditylum brightwellii</i>
太阳双尾藻	<i>Ditylum sol</i>
萎软几内亚藻	<i>Guinardia flaccida</i>
泰晤士旋鞘藻	<i>Helicotheca tamesis</i>
霍氏半管藻	<i>Hemiaulus hauckii</i>
中华半管藻	<i>Hemiaulus sinensis</i>
哈德半盘藻	<i>Hemidiscus hardmannianus</i>
短纹楔形藻	<i>Licmophora abbreviata</i>
具槽直链藻	<i>Melosira sulcata</i>
膜状舟形藻	<i>Navicula membranacea</i>
舟形藻属	<i>Navicula sp.</i>
长菱形藻	<i>Nitzschia longissima</i>
斜纹藻属	<i>Pleurosigma sp.</i>
翼根管藻纤细变型	<i>Rhizosolenia alata f. gracillima</i>
伯氏根管藻	<i>Rhizosolenia bergonii</i>



螺端根管藻	<i>Rhizosolenia cochlea</i>
柔弱根管藻	<i>Rhizosolenia delicatula</i>
粗根管藻	<i>Rhizosolenia robusta</i>
刚毛根管藻	<i>Rhizosolenia setigera</i>
斯氏根管藻	<i>Rhizosolenia stolterforthii</i>
笔尖形根管藻	<i>Rhizosolenia styliformis</i>
笔尖形根管藻粗径变种	<i>Rhizosolenia styliformis var. latissima</i>
笔尖形根管藻长棘变种	<i>Rhizosolenia styliformis var. longispina</i>
针杆藻属	<i>Synedra sp.</i>
菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
细弱海链藻	<i>Thalassiosira subtilis</i>
伏氏海毛藻	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>
长海毛藻	<i>Thalassiothrix longissima</i>
甲藻门 (PYRROPHYTA)	
二齿双管藻	<i>Amphisolenia bidentata</i>
球形双管藻	<i>Amphisolenia globifera</i>
二裂角甲藻	<i>Ceratium biceps</i>
叉角藻	<i>Ceratium furca</i>
纺锤角藻	<i>Ceratium fusus</i>
纺锤角藻刚毛变种	<i>Ceratium fusus v. seta</i>
大角角藻	<i>Ceratium macroceros</i>
马西里亚角藻	<i>Ceratium massiliense</i>
刚毛角藻	<i>Ceratium setaceum</i>
三叉角藻	<i>Ceratium trichoceors</i>
三角角藻	<i>Ceratium tripos</i>
具尾鳍藻	<i>Dinophysis caudata</i>
勇士鳍藻	<i>Dinophysis miles</i>
海洋原多甲藻	<i>Protoperidinium oceanicum</i>
五角原多甲藻	<i>Protoperidinium pentagonum</i>
新月梨甲藻	<i>Pyrocystis lunula</i>
拟夜光梨甲藻	<i>Pyrocystis noctiluca</i>
蓝藻门 (CYANOPHYTA)	
铁氏束毛藻	<i>Trichodesmium thiebautii</i>

附表 7 浮游动物名录

中文名	拉丁学名
原生动物	
网纹虫属	<i>Favella sp.</i>
抱球虫属	<i>Globigerina sp.</i>
拟铃虫属	<i>Tintinnopsis sp.</i>
腔肠动物	
小方拟多面水母	<i>Abylopsis eschscholtzi</i>
方拟多面水母	<i>Abylopsis tetragona</i>
华丽盛装水母	<i>Agalma elegans</i>
盛装水母	<i>Agalma sp.</i>
半口壮丽水母	<i>Aglaura hemistoma</i>



中文名	拉丁学名
尖囊双钟水母	<i>Amphicaryon acaule</i>
盾状双钟水母	<i>Amphicaryon peltifera</i>
巴斯水母	<i>Bassia bassensis</i>
爪室水母	<i>Chelophyes appendiculata</i>
扭歪爪室水母	<i>Chelophyes contorta</i>
半球美螽水母	<i>Clytia hemisphaerica</i>
美螽水母属	<i>Clytia sp.</i>
拟双生水母	<i>Diphyes bojani</i>
双生水母	<i>Diphyes chamissonis</i>
异双生水母	<i>Diphyes dispar</i>
杜氏外肋水母	<i>Ectopleura dumontieri</i>
外肋水母属	<i>Ectopleura sp.</i>
锡兰和平水母	<i>Eirene ceylonensis</i>
真唇水母属	<i>Eucheilota sp.</i>
顶室真囊水母	<i>Euphysora apiculoculifera</i>
真囊水母	<i>Euphysora bigelowi</i>
刺胞真囊水母	<i>Euphysora knides Huang</i>
真囊水母属	<i>Euphysora sp.</i>
东方真瘤水母	<i>Eutima orientalis</i>
真瘤水母属	<i>Eutima sp.</i>
异形水母属	<i>Heterotiara sp.</i>
粗体浅室水母	<i>Lensia baryi</i>
拟铃浅室水母	<i>Lensia campanella</i>
锥体浅室水母	<i>Lensia conoides</i>
心形浅室水母	<i>Lensia cordata</i>
微脊浅室水母	<i>Lensia cossack</i>
细浅室水母	<i>Lensia subtilis</i>
拟细浅室水母	<i>Lensia subtiloides</i>
四叶小舌水母	<i>Liriope tetraphylla</i>
性辄小型水母	<i>Nanomia bijuga</i>
拟介螽水母属	<i>Parahydractinia sp.</i>
墓形棍手水母	<i>Rhopalonema funerarium</i>
两手筐水母	<i>Solmundella bitentaculata</i>
栉水母动物	
瓜水母	<i>Beroe cucumis</i>
球型侧腕水母	<i>Pleurobrachia globosa</i>
桡足类	
小纺锤水蚤	<i>Acartia negligens</i>
太平洋纺锤水蚤	<i>Acartia pacifica</i>



中文名	拉丁学名
刺尾纺锤水蚤	<i>Acartia spinicauda</i>
驼背隆哲水蚤	<i>Acrocalanus gibber</i>
微驼隆哲水蚤	<i>Acrocalanus gracilis</i>
长角隆哲水蚤	<i>Acrocalanus longicornis</i>
隆哲水蚤属	<i>Acrocalanus sp.</i>
纪氏鹰嘴水蚤	<i>Aetideus giesbrechti</i>
椭圆形长足水蚤	<i>Calanopia elliptica</i>
小长足水蚤	<i>Calanopia minor</i>
汤氏长足水蚤	<i>Calanopia thompsoni</i>
中华哲水蚤	<i>Calanus sinicus</i>
孔雀丽哲水蚤	<i>Calocalanus pavo</i>
丽哲水蚤属	<i>Calocalanus sp.</i>
黑斑平头水蚤	<i>Candacia aethiopica</i>
伯氏平头水蚤	<i>Candacia bradyi</i>
幼平头水蚤	<i>Candacia catula</i>
异尾平头水蚤	<i>Candacia discaudata</i>
厚指平头水蚤	<i>Candacia pachydactyla</i>
平头水蚤属	<i>Candacia sp.</i>
微刺哲水蚤	<i>Canthocalanus pauper</i>
哲胸刺水蚤	<i>Centropages calaninus</i>
背针胸刺水蚤	<i>Centropages dorsispinatus</i>
叉胸刺水蚤	<i>Centropages furcatus</i>
细胸刺水蚤	<i>Centropages gracilis</i>
胸刺水蚤属	<i>Centropages sp.</i>
粗指小袖水蚤	<i>Chiridiella macrodactyla</i>
弓角基齿哲水蚤	<i>Clausocalanus arcuicornis</i>
法氏基齿哲水蚤	<i>Clausocalanus farrani</i>
长尾基齿哲水蚤	<i>Clausocalanus furcatus</i>
短尾基齿哲水蚤	<i>Clausocalanus pergens</i>
基齿哲水蚤属	<i>Clausocalanus sp.</i>
小盘盔头猛水蚤	<i>Clytemnestra scutellata</i>
奇桨剑水蚤	<i>Copilia mirabilis</i>
近缘大眼剑水蚤	<i>Corycaeus affinis</i>
活泼大眼剑水蚤	<i>Corycaeus agilis</i>
亮大眼剑水蚤	<i>Corycaeus andrewsi</i>
东亚大眼剑水蚤	<i>Corycaeus asiaticus</i>
灵巧大眼剑水蚤	<i>Corycaeus catus</i>
微胖大眼剑水蚤	<i>Corycaeus crassiusculus</i>
平大眼剑水蚤	<i>Corycaeus dahli</i>



中文名	拉丁学名
红大眼剑水蚤	<i>Corycaeus erythraeus</i>
柔大眼剑水蚤	<i>Corycaeus flaccus</i>
叉大眼剑水蚤	<i>Corycaeus furcifer</i>
短大眼剑水蚤	<i>Corycaeus giesbrechti</i>
伶俐大眼剑水蚤	<i>Corycaeus lautus</i>
长尾大眼剑水蚤	<i>Corycaeus longicaudis</i>
小突大眼剑水蚤	<i>Corycaeus lubbocki</i>
太平洋大眼剑水蚤	<i>Corycaeus pacificus</i>
粗大眼剑水蚤	<i>Corycaeus robustus</i>
大眼剑水蚤属	<i>Corycaeus sp.</i>
美丽大眼剑水蚤	<i>Corycaeus speciosus</i>
细大眼剑水蚤	<i>Corycaeus subtilis</i>
绿大眼剑水蚤	<i>Corycaeus viretus</i>
达氏筛哲水蚤	<i>Cosmocalanus darwinii</i>
伪细真哲水蚤	<i>Eucalanus pseudattenuatus</i>
精致真刺水蚤	<i>Euchaeta concinna</i>
平滑真刺水蚤	<i>Euchaeta plana</i>
叉真刺水蚤	<i>Euchaeta rimana</i>
真胖水蚤属	<i>Euchirella sp.</i>
尖额谐猛水蚤	<i>Euterpina acutifrons</i>
长角海羽水蚤	<i>Haloptilus longicornis</i>
尖额海羽水蚤	<i>Haloptilus mucronatus</i>
猛水蚤属	<i>Harpacticoida sp.</i>
尖额唇角水蚤	<i>Labidocera acuta</i>
真刺唇角水蚤	<i>Labidocera euchaeta</i>
小唇角水蚤	<i>Labidocera minuta</i>
孔雀唇角水蚤	<i>Labidocera pavo</i>
圆唇角水蚤	<i>Labidocera rotunda</i>
左突唇角水蚤	<i>Labidocera sinilobata</i>
黄角光水蚤	<i>Lucicutia flavicornis</i>
挪威小毛猛水蚤	<i>Microsetella norvegica</i>
红小毛猛水蚤	<i>Microsetella rosea</i>
小哲水蚤	<i>Nannocalanus minor</i>
瘦新哲水蚤	<i>Neocalanus gracilis</i>
粗新哲水蚤	<i>Neocalanus robustior</i>
短角长腹剑水蚤	<i>Oithona brevicornis</i>
小长腹剑水蚤	<i>Oithona nana</i>
羽长腹剑水蚤	<i>Oithona plumifera</i>
刺长腹剑水蚤	<i>Oithona setigera</i>



中文名	拉丁学名
拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i>
长腹剑水蚤属	<i>Oithona</i> sp.
背突隆剑水蚤	<i>Oncaea clevei</i>
角突隆剑水蚤	<i>Oncaea conifera</i>
中隆剑水蚤	<i>Oncaea media</i>
等刺隆剑水蚤	<i>Oncaea mediterranea</i>
小隆剑水蚤	<i>Oncaea minuta</i>
拟隆剑水蚤	<i>Oncaea similis</i>
隆剑水蚤属	<i>Oncaea</i> sp.
丽隆剑水蚤	<i>Oncaea venusta</i>
齿厚剑水蚤	<i>Pachysoma dentatum</i>
针刺拟哲水蚤	<i>Paracalanus aculeatus</i>
小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>
双棘拟平头水蚤	<i>Paracandacia bispinosa</i>
截拟平头水蚤	<i>Paracandacia truncata</i>
拟真哲水蚤属	<i>Pareucalanus</i> sp.
芦氏拟真刺水蚤	<i>Pareuchaeta russelli</i>
拟真刺水蚤属	<i>Pareuchaeta</i> sp.
刺褐水蚤	<i>Phaenna spinifera</i>
瘦乳点水蚤	<i>Pleuromamma gracilis</i>
粗乳点水蚤	<i>Pleuromamma robusta</i>
羽小角水蚤	<i>Pontellina plumata</i>
小角水蚤属	<i>Pontellina</i> sp.
瘦尾筒角水蚤	<i>Pontellopsis tenuicauda</i>
粗毛筒角水蚤	<i>Pontellopsis villosa</i>
钝筒角水蚤	<i>Pontellopsis yamadae</i>
角锚真哲水蚤	<i>Rhincalanus cornutus</i>
鼻锚真哲水蚤	<i>Rhincalanus nasutus</i>
达氏叶剑水蚤	<i>Sapphirina darwinii</i>
芽叶剑水蚤	<i>Sapphirina gemma</i>
黑点叶剑水蚤	<i>Sapphirina nigromaculata</i>
玛瑙叶剑水蚤	<i>Sapphirina opalina</i>
弯尾叶剑水蚤	<i>Sapphirina sinuicauda</i>
法氏小厚壳水蚤	<i>Scolecithricella fowleri</i>
长刺小厚壳水蚤	<i>Scolecithricella longispinosa</i>
小型小厚壳水蚤	<i>Scolecithricella minor</i>
小厚壳水蚤属	<i>Scolecithricella</i> sp.
伯氏厚壳水蚤	<i>Scolecithrix bradyi</i>
丹氏厚壳水蚤	<i>Scolecithrix danae</i>



中文名	拉丁学名
缘齿厚壳水蚤	<i>Scolecithrix nicobarica</i>
瘦长毛猛水蚤	<i>Setella gracilis</i>
强次真哲水蚤	<i>Subeucalanus crassus</i>
尖额次真哲水蚤	<i>Subeucalanus mucronatus</i>
帽形次真哲水蚤	<i>Subeucalanus pileatus</i>
亚强次真哲水蚤	<i>Subeucalanus subcrassus</i>
狭额次真哲水蚤	<i>Subeucalanus subtenuis</i>
异尾宽水蚤	<i>Temora discaudata</i>
锥形宽水蚤	<i>Temora turbinata</i>
齿三锥水蚤	<i>Triconia dentipes</i>
普通波水蚤	<i>Undinula vulgaris</i>
端足类	
雕刻双门[虫戎]	<i>Amphithyrus sculpturatus</i>
中间真海精[虫戎]	<i>Eupronoe intermedia</i>
宽腕真海精[虫戎]	<i>Eupronoe laticarpa</i>
斑点真海精[虫戎]	<i>Eupronoe maculata</i>
微小真海精[虫戎]	<i>Eupronoe minuta</i>
真海精[虫戎]属	<i>Eupronoe sp.</i>
钩虾	<i>Gammaridea sp.</i>
吕宋小泉[虫戎]	<i>Hyperietta luzoni</i>
思氏小泉[虫戎]	<i>Hyperietta stebbingi</i>
斯氏小泉[虫戎]	<i>Hyperietta stephenseni</i>
佛氏小泉[虫戎]	<i>Hyperietta vosseleri</i>
长足似泉[虫戎]	<i>Hyperioides longipes</i>
西巴似泉[虫戎]	<i>Hyperioides sibaginis</i>
孟加拉蛮[虫戎]	<i>Lestrignonus bengalensis</i>
大眼蛮[虫戎]	<i>Lestrignonus macrophthalmus</i>
裂颞蛮[虫戎]	<i>Lestrignonus schizogeneios</i>
蛮[虫戎]属	<i>Lestrignonus sp.</i>
维氏狼[虫戎]	<i>Lycaea vincentii</i>
克氏尖头[虫戎]	<i>Oxycephalus clausi</i>
大西洋慎[虫戎]	<i>Phronima atlantica</i>
定居慎[虫戎]	<i>Phronima sedentaria</i>
短密海神[虫戎]	<i>Primno brevidens</i>
触角扁鼻[虫戎]	<i>Simorhynchotus antennarius</i>
阿海四门[虫戎]	<i>Tetrathyrus arafurae</i>
钳形四门[虫戎]	<i>Tetrathyrus forcipatus</i>
细足法[虫戎]	<i>Themisto gracilipes</i>
小涂氏[虫戎]属	<i>Tullbergella sp.</i>



中文名	拉丁学名
武装路[虫戎]	<i>Vibilia armata</i>
春氏路[虫戎]	<i>Vibilia chuni</i>
路[虫戎]属	<i>Vibilia sp.</i>
糠虾类	
窄尾刺糠虾	<i>Acanthomysis leptura</i>
圆尾刺糠虾	<i>Acanthomysis rotundicauda</i>
刺糠虾属	<i>Acanthomysis sp.</i>
近糠虾	<i>Anchialina typica</i>
圆凹小井伊糠虾	<i>Iiella hibii</i>
漂浮小井伊糠虾	<i>Iiella pelagicus</i>
小井伊糠虾属	<i>Iiella sp.</i>
日本新糠虾	<i>Neomysis japonica</i>
锯糠虾属	<i>Prionomysis sp.</i>
刺节糠虾	<i>Siriella dubia</i>
四刺节糠虾	<i>Siriella quadrispinosa</i>
磷虾类	
假驼磷虾	<i>Euphausia pseudogibba</i>
瘦线脚磷虾	<i>Nematoscelis gracilis</i>
宽额假磷虾	<i>Pseudeuphausia latifrons</i>
中华假磷虾	<i>Pseudeuphausia sinica</i>
近缘柱螯磷虾	<i>Stylocheiron affine</i>
二晶柱螯磷虾	<i>Stylocheiron microphthalmalma</i>
十足类	
紫斑棘虾	<i>Acanthephyra purpurea</i>
日本毛虾	<i>Acetes japonicus</i>
细螯虾	<i>Leptochela gracilis</i>
汉森莹虾	<i>Lucifer hanseni</i>
中型莹虾	<i>Lucifer intermedius</i>
莹虾属	<i>Lucifer sp.</i>
正型莹虾	<i>Lucifer typus</i>
柔弱腹刺虾	<i>Systellaspis debilis</i>
介形类	
尖尾海萤	<i>Cypridina acuminata</i>
齿形海萤	<i>Cypridina dentata</i>
海萤属	<i>Cypridina sp.</i>
针刺真浮萤	<i>Euconchoecia aculeata</i>
双叉真浮萤	<i>Euconchoecia bifurata</i>
细长真浮萤	<i>Euconchoecia elongata</i>
后圆真浮萤	<i>Euconchoecia maimai</i>



中文名	拉丁学名
长毛真喜萤	<i>Euphilomedes longiseta</i>
双突猫萤	<i>Fellia bicornis</i>
球大额萤	<i>Halocypria globosa</i>
肥胖吸海萤	<i>Halocypris brevirostris</i>
兜甲萤属	<i>Loricoecia sp.</i>
短形小浮萤	<i>Microconchoecia curta</i>
大西洋直浮萤	<i>Orthoconchoecia atlantica</i>
双刺直浮萤	<i>Orthoconchoecia bispinosa</i>
等刺拟浮萤	<i>Paraconchoecia aequiseta</i>
猬刺拟浮萤	<i>Paraconchoecia echinata</i>
多毛拟弯喉萤	<i>Paravargula hirsuta</i>
葱萤	<i>Porroecia porrecta</i>
葱萤属	<i>Porroecia sp.</i>
同心假浮萤	<i>Pseudoconchoecia concentrica</i>
翼足类	
龟螺	<i>Cavolinia tridentata</i>
尖笔帽螺	<i>Creseis acicula</i>
棒笔帽螺	<i>Creseis clava</i>
笔帽螺属	<i>Creseis sp.</i>
芽笔帽螺	<i>Creseis virgula</i>
舢舨螺	<i>Cymbulia peroni</i>
蝴蝶螺	<i>Desmopterus papilio</i>
马蹄[虫虎]螺	<i>Limacina trochiformis</i>
异足类	
歪轴明螺	<i>Atlanta inclinata</i>
明螺	<i>Atlanta peroni</i>
明螺属	<i>Atlanta sp.</i>
龙骨螺属	<i>Carinaria sp.</i>
角明螺	<i>Oxygyrus keraudreni</i>
翼体螺	<i>Pterosoma planum</i>
翼管螺	<i>Pterotrachea cornoata</i>
海马翼管螺	<i>Pterotrachea hippocampus</i>
毛颚类	
纤细撬虫	<i>Krohnitta subtilis</i>
飞龙翼箭虫	<i>Pterosagitta draco</i>
百陶箭虫	<i>Sagitta bedoti</i>
肥胖箭虫	<i>Sagitta enflata</i>
凶形箭虫	<i>Sagitta ferox</i>
柔佛箭虫	<i>Sagitta johorensis</i>



中文名	拉丁学名
纳嘎箭虫	<i>Sagitta nage</i>
小形箭虫	<i>Sagitta neglecta</i>
太平洋箭虫	<i>Sagitta pacifica</i>
美丽箭虫	<i>Sagitta pulchra</i>
正形箭虫	<i>Sagitta regularis</i>
粗壮箭虫	<i>Sagitta robusta</i>
箭虫属	<i>Sagitta spp.</i>
被囊类	
羽环纽鳃樽	<i>Cyclosalpa pinnata</i>
软拟海樽	<i>Dolioletta gegenbauri</i>
模糊海樽	<i>Doliolina obscura</i>
小齿海樽	<i>Doliolum denticulatum</i>
邦海樽	<i>Doliolum nationalis</i>
透明褶海鞘	<i>Fritillaria pellucida</i>
白住囊虫	<i>Oikopleura albicans</i>
异体住囊虫	<i>Oikopleura dioica</i>
中型住囊虫	<i>Oikopleura intermedia</i>
长尾住囊虫	<i>Oikopleura longicauda</i>
大住囊虫	<i>Oikopleura megastoma</i>
红住囊虫	<i>Oikopleura rufescens</i>
住囊虫属	<i>Oikopleura spp.</i>
火体虫属	<i>Pyrosoma sp.</i>
双尾萨利纽鳃樽	<i>Thalia democratica</i>
多毛类	
须蚕属	<i>Pontodora spp.</i>
长尾浮蚕	<i>Tomopteris apsteini</i>
秀丽浮蚕	<i>Tomopteris elegans</i>
玫瑰浮蚕	<i>Tomopteris nationalis</i>
无针浮蚕	<i>Tomopteris rolasi</i>
浮蚕属	<i>Tomopteris spp.</i>
浮游幼体	
毛虾幼体	<i>Acetes larvae</i>
阿利玛幼体	<i>Alima larvae</i>
端足类幼体	<i>Amphipoda larvae</i>
海星纲幼体	<i>Asteroidea larvae</i>
双壳纲幼体	<i>Bivalvia larvae</i>
短尾类幼体	<i>Brachyura larvae</i>
桡足类幼体	<i>Copepoda larvae</i>
蟹幼体	<i>Crab larvae</i>



中文名	拉丁学名
口足类伊雷奇幼虫	<i>Erichthus larvae</i>
磷虾幼体	<i>Euphausiacea larvae</i>
腹足纲幼体	<i>Gastropoda larvae</i>
水螅水母幼体	<i>Hydroidomedusae larvae</i>
莹虾幼体	<i>Lucifer larvae</i>
长尾类幼体	<i>Macrura larvae</i>
糠虾幼体	<i>Mysidacea larvae</i>
蛇尾纲长腕幼虫	<i>Ophiopluteus larvae</i>
多毛类幼体	<i>Polychaeta larvae</i>
箭虫幼体	<i>Sagitta larvae</i>
柱头幼虫	<i>Tornaria larvae</i>
鱼卵	<i>Fish eggs</i>
仔鱼	<i>Fish larvae</i>

附表 8 底栖生物名录

中文名	拉丁学名
环节动物	ANNELIDA
内卷齿蚕属	<i>Aglaophamus sp.</i>
真节虫属	<i>Euclymene sp.</i>
明管虫	<i>Hyalinoecia tubicola</i>
壳砂笔帽虫	<i>Pectinaria conchilega</i>
多毛纲	Polychaeta
拟节虫属	<i>Praxillella sp.</i>
刺管萨欧虫	<i>Sarsonuphis willemoesii</i>
强鳞虫属	<i>Sthenolepis sp.</i>
内卷齿蚕属	<i>Aglaophamus sp.</i>
真节虫属	<i>Euclymene sp.</i>
明管虫	<i>Hyalinoecia tubicola</i>
壳砂笔帽虫	<i>Pectinaria conchilega</i>
多毛纲	Polychaeta
拟节虫属	<i>Praxillella sp.</i>
刺管萨欧虫	<i>Sarsonuphis willemoesii</i>
强鳞虫属	<i>Sthenolepis sp.</i>
棘皮动物	EOHINODERMATA
海地瓜	<i>Acaudina molpadioides</i>
倍棘蛇尾属	<i>Amphioplus sp.</i>
阳遂足属	<i>Amphiura sp.</i>
槭海星	<i>Astropectinidae sp.</i>
绿盾海胆	<i>Clypeaster virescens</i>



中文名	拉丁学名
镶边海星	<i>Crepidaster hesperus</i>
大刺蛇尾属	<i>Macrophiothrix sp.</i>
芋参科	Molpadiidae
简氏瓷蛇尾	<i>Ophiomusium simplex</i>
蛇尾纲	Ophiuroidea
蔷薇海星	<i>Rosaster symbolicus</i>
长毛节羽枝	<i>Zygometra comata</i>
脊索动物	CHORDATA
须棘吻鱼	<i>Acanthaphritis barbatus</i>
钝孔鰕虎鱼	<i>Amblyotrypauchen arctocephalus</i>
褐斑栉鳞鲷	<i>Aseraggodes kobensis</i>
短鲈	<i>Brachypleura novaezeelandiae</i>
短蓑鲉	<i>Brachypterois sp.</i>
麦氏犀鲨	<i>Bregmaceros macclellandii</i>
少鳞舌鲷	<i>Cynoglossus oligolepis</i>
宽体舌鲷	<i>Cynoglossus robustus</i>
中华舌鲷	<i>Cynoglossus sinicus</i>
舌鲷属	<i>Cynoglossus sp.</i>
辣茄鱼	<i>Halieutaea stellata</i>
蓝氏棘鲷	<i>Hoplichthys langsdorfii</i>
北原左鲆	<i>Laeops parviceps</i>
翼红娘鱼	<i>Lepidotrigla alata</i>
黑点圆鳞鲷	<i>Liachirus melanospilus</i>
环纹蝙蝠鱼	<i>Malthopsis annulifera</i>
触角尖尾鱼	<i>Oxyurichthys tentacularis</i>
拟蓑鲉	<i>Parapterois heterurus</i>
杂食豆齿鳗	<i>Pisoodonophis boro</i>
斑鲆	<i>Pseudorhombus sp.</i>
尼氏突吻鳗	<i>Rhynchocymba nystromi</i>
纹颈魮	<i>Uranoscopus oligolepis</i>
尖尾鳗	<i>Uroconger lepturus</i>
节肢动物	ARTHROPODA
日本鼓虾	<i>Alpheus japonicus</i>
长形栗壳蟹	<i>Arcania elongata</i>
五刺栗壳蟹	<i>Arcania quinquespinosa</i>
脊七刺栗壳蟹	<i>Arcania septemspinosa</i>
逍遥馒头蟹	<i>Calappa philargius</i>
紫隆背蟹	<i>Carcinoplax purpurea</i>
低寄居蟹属	<i>Catapagurus sp.</i>



中文名	拉丁学名
双斑螳	<i>Charybdis bimaculata</i>
香港螳	<i>Charybdis hongkongensis</i>
东方螳	<i>Charybdis orientalis</i>
直额螳	<i>Charybdis truncata</i>
疾进螳	<i>Charybdis vadorum</i>
细螯寄居蟹属	<i>Clibanarius sp.</i>
真寄居蟹属	<i>Dardanus sp.</i>
太阳强蟹	<i>Eucrate solaris</i>
镰虾属	<i>Glyphocrangon sp.</i>
眼斑猛虾蛄	<i>Harpiosquilla annandalei</i>
猛虾蛄	<i>Harpiosquilla harpax</i>
滑脊等腕虾	<i>Heterocarpoides laeovicarina</i>
双角转轮蟹	<i>Ixoides cornutus</i>
红斑斗蟹	<i>Liagore rubromaculata</i>
艾氏突额蟹	<i>Libystes edwardsi</i>
隆脊冠背蟹	<i>Lophoplax teschi</i>
三齿琵琶蟹	<i>Lyreidus tridentatus</i>
圆板赤虾	<i>Metapenaeopsis lata</i>
中国赤虾	<i>Metapenaeopsis sinica</i>
赤虾属	<i>Metapenaeopsis sp.</i>
刀额新对虾	<i>Metapenaeus ensis</i>
刺铠虾属	<i>Munida sp.</i>
长枪仿刺铠虾	<i>Munidopsis profunda</i>
线寄居蟹属	<i>Nematopagurus sp.</i>
假长缝拟对虾	<i>Parapenaeus fissuroides</i>
东方板梭蟹	<i>Parathranites orientalis</i>
锐刺长踦蟹	<i>Phalangipus hystrix</i>
长螯拳蟹	<i>Philyra platychira</i>
看守长眼蟹	<i>Podophthalmus vigil</i>
疣褐虾属	<i>Pontocaris sp.</i>
银光梭子蟹	<i>Portunus argentatus</i>
矛形梭子蟹	<i>Portunus hastatoides</i>
日本异指虾	<i>Processa japonica</i>
标记声蟹	<i>Psopheticus insignis</i>
屈足近口虾蛄	<i>Quollastria gonypetes</i>
刺足掘沙蟹	<i>Scalopidia spinosipes</i>
双斑蝉虾	<i>Scyllarus bertholdi</i>
凹管鞭虾	<i>Solenocera koelbelide</i>
管鞭虾属	<i>Solenocera sp.</i>



中文名	拉丁学名
毛盲蟹	<i>Typhlocarcinus villosus</i>
尾索动物	UROCHORDATA
海鞘	Ascidiacea
腔肠动物	COELENTERA
扇形珊瑚属	<i>Flabellum sp.</i>
石芝珊瑚科	Fungiidae
异杯珊瑚属	<i>Heterocyathus sp.</i>
拟翼轮杯珊瑚	<i>Trochocyathus pseudowingedus</i>
软体动物	MOLLUSCA
长肋日月贝	<i>Amusium pleuronectes</i>
红侍女螺	<i>Ancilla rubiginosa</i>
习见蛙螺	<i>Bursa rana</i>
梭形芋螺	<i>Conus orbigny</i>
角贝属	<i>Dentalium sp.</i>
长琵琶螺	<i>Ficus gracilis</i>
黄短口螺	<i>Inquistor flavidula</i>
三带缘螺	<i>Marginella tricincta</i>
沟纹笔螺	<i>Mitra proscissa</i>
西格织纹螺	<i>Nassarius (Zeuxis) siquijorensis</i>
顶尖织纹螺	<i>Nassarius acuminatus</i>
褐玉螺	<i>Natica spadicea</i>
截形白樱蛤	<i>Psammotreta gubnanulum</i>
乌贼属	<i>Sepia sp.</i>

附表 9 游泳动物种类名录

类群	目	科	种
鱼类 FISHES			
	鳐形目 RAJIFORMES		
		鳐科 RAJIDAE	
			何氏鳐 <i>Raja hollandi</i>
		犁头鳐科 RHINOBATIDAE	
			犁头鳐 <i>Rhinobatos typus</i>
	仙女鱼目 AULOPIFORMES		
		合齿鱼科 SYNODONTIDAE	
			肩斑狗母鱼 <i>Synodus hoshinonis</i>
			叉斑狗母鱼 <i>Synodus macrops</i>
			红斑狗母鱼 <i>Synodus rubromarmoratus</i>
	鮫鱈目 LOPHIIFORMES		
		鮫鱈科 LOPHIIDAE	
			黑鮫鱈 <i>Lophiomus setigerus</i>



类群	目	科	种
			黄鮫鰈 <i>Lophius litulon</i>
		棘茄鱼科	OGCOCEPHALIDAE
			棘茄鱼 <i>Halieutaea stellata</i>
		躄鱼科	ANTENNARIIDAE
			毛躄鱼 <i>Antennarius hispidus</i>
			三齿躄鱼 <i>Antennarius pinniceps</i>
	鲱形目	CLUPEIFORMES	
		鳀科	ENGRAULIDAE
			康氏侧带小公鱼 <i>Stolephorus commersonii</i>
	灯笼鱼目	MYCTOPHIFORME	
		狗母鱼科	SYNODONTIDAE
			大头狗母鱼 <i>Trachinocephalus myops</i>
			多齿蛇鲭 <i>Saurida tumbil</i>
			花斑蛇鲭 <i>Saurida undosquamis</i>
			长蛇鲭 <i>Saurida elongata</i>
		灯笼鱼科	MYCTOPHIDAE
			小鳍尾灯鱼 <i>Triphoturus micropterus</i>
	鳗鲡目	ANGUILLIFORMES	
		海鳗科	MURAENESOCIDAE
			海鳗 <i>Muraenesox cinereus</i>
		蛇鳗科	OPHICHTHYIDAE
			食蟹豆齿鳗 <i>Pisodonophis cancrivorous</i>
			杂食豆齿鳗 <i>Pisodonophis boro</i>
			艾氏蛇鳗 <i>Ophichthus lithinus</i>
			半环平盖鳗 <i>Leiuranus semicinctus</i>
			黑斑花蛇鳗 <i>Myrichthys maculosus</i>
		康吉鳗科	CONGRIDAE
			尖尾鳗 <i>Uroconger lepturus</i>
			银色突吻鳗 <i>Rhynchocymba nystromi</i>
		前肛鳗科	DYSOMMIDAE
			前肛鳗 <i>Dysomma anguillaris</i>
		海鳝科	MURAENIDAE
			网纹裸胸鳝 <i>Gymnothorax reticularis</i>
			花斑裸胸鳝 <i>Gymnothorax neglectus</i>
			密花裸胸鳝 <i>Gymnothorax thyrsoideus</i>
	银汉鱼目	ATHERINIFORMES	
		银汉鱼科	ATHERINIDAE
			白氏银汉鱼 <i>Atherina bleekeri</i>
	鲯鱼目	OPHIDIIFORMES	
		鲯鱼科	OPHIDIIDAE
			仙鲯鳅 <i>Sirembo imberbis</i>
	鲈形目	PERCIFORMES	



类群	目	科	种
		舵鱼科	KYPHOSIDAE
			细刺鱼 <i>Microcanthus strigatus</i>
		蛇鲭科	GEMPYLIDAE
			蛇鲭 <i>Gempylus serpens</i>
		乌鲂科	BRAMIDAE
			日本乌鲂 <i>Brama japonica</i>
		胆星鱼科	URANOSCOPIDAE
			少鳞魮 <i>Uranoscopus oligolepis</i>
		裸颊鲷科	LETHRINIDAE
			灰裸顶鲷 <i>Gymnocranius griseus</i>
		乌尾鮨科	CAESIONIDAE
			马氏鳞鳍梅鲷 <i>Pterocaesio marri</i>
		羊鲂科	CAPROIDAE
			红菱鲷 <i>Antigonia rubescens</i>
			高菱鲷 <i>Antigonia capros</i>
		鲷科	BLENNIIDAE
			带鲷 <i>Xiphasia setifer</i>
		鲈科	SERRANIDAE
			赤点石斑鱼 <i>Epinephelus akaara</i>
			橙点石斑鱼 <i>Epinephelus bleekeri</i>
			六带石斑鱼 <i>Epinephelus sexfasciatus</i>
			青石斑鱼 <i>Epinephelus awoara</i>
			姬鲷 <i>Tosana niwae</i>
			烟鲈 <i>Aethaloperca rogaa</i>
			软鱼 <i>Malakichthys wakiyai</i>
		发光鲷科	ACROPOMIDAE
			发光鲷 <i>Acropoma japonicum</i>
			圆鳞发光鲷 <i>Acropoma hanedai</i>
		无齿鲷科	ARIOMMIDAE
			印度无齿鲷 <i>Ariomma indica</i>
			无齿鲷 <i>Ariomma evermanni</i>
		圆鲷科	NOMEIDAE
			鳞首方头鲷 <i>Cubiceps whiteleggii</i>
		双鳍鲷科	NOMEIDAE
			水母玉鲷 <i>Psenes arafurensis</i>
		蝴蝶鱼科	CHAETODONTIDAE
			朴蝴蝶鱼 <i>Chaetodon modestus</i>
		方头鱼科	BRANCHIOSTEGIDAE
			银方头鱼 <i>Branchiostegus argentatus</i>
		双边鱼科	AMBASSIDAE
			眶棘双边鱼 <i>Ambassis gymnocephalus</i>
			古氏双边鱼 <i>Ambassis kopsi</i>



类群	目	科	种
		赤刀鱼科	CEPOLIDAE
			印度棘赤刀鱼 <i>Acanthocepola indica</i>
		天竺鲷科	APOGONIDAE
			中线天竺鲷 <i>Apogon kallopterus</i>
			细条天竺鲷 <i>Apogon lineatus</i>
			双线天竺鲷 <i>Apogon taeniatus</i>
			四线天竺鲷 <i>Apogon quadrifasciatus</i>
			斑鳍天竺鲷 <i>Apogon carinatus</i>
			半线天竺鲷 <i>Apogon semilineatus</i>
			黑边天竺鲷 <i>Apogon ellioti</i>
		笛鲷科	LUTJANIDAE
			勒氏笛鲷 <i>Lutjanus russellii</i>
			紫红笛鲷 <i>Lutjanus argentimaculatus</i>
			画眉笛鲷 <i>Lutjanus vitta</i>
			黄尾紫鱼 <i>Pristipomoides auricilla</i>
		隆头鱼科	LABRIDAE
			云斑海猪鱼 <i>Halichoeres nigrescens</i>
			方斑海猪鱼 <i>Halichoeres hortulanus</i>
		石首鱼科	SCIAENIDAE
			斑鳍白姑鱼 <i>Pennahia pawak</i>
		鲷科	LEIOGNATHIDAE
			长鲷 <i>Leiognathus elongate</i>
			细纹鲷 <i>Leiognathus berbis</i>
		带鱼科	TRICHIURIDAE
			带鱼 <i>Trichiurus haumela</i>
			短带鱼 <i>Trichiurus brevis</i>
			南海带鱼 <i>Trichiurus nanhaiensis</i>
		鲷科	CALLIONYMIDAE
			李氏鲷 <i>Callionymus richardsoni</i>
			基岛鲷 <i>Callionymus kaianus</i>
		鲷科	CARANGIDAE
			竹荚鱼 <i>Trachurus japonicus</i>
			短吻丝鲷 <i>Alectis ciliaris</i>
			斑鳍若鲷 <i>Caranx praeustus</i>
			长吻若鲷 <i>Carangoides chrysophrys</i>
			马拉巴若鲷 <i>Carangoides malabaricus</i>
			脂眼凹肩鲷 <i>Selar crumenophthalmus</i>
			高体若鲷 <i>Caranx equula</i>
		鰕虎鱼科	Gobiidae
			舌鰕虎鱼 <i>Glossogobius giuris</i>
		眶棘鲈科	SCOLOPSIDAE
			横带眶棘鲈 <i>Scolopsis inermis</i>



类群	目	科	种
			伏氏眶棘鲈 <i>Scolopsis vosmeri</i>
		金线鱼科 NEMIPTERDAE	
			日本金线鱼 <i>Nemipterus japonicus</i>
			圆额金线鱼 <i>Nemipterus metopias</i>
			深水金线鱼 <i>Nemipterus bathybius</i>
			六齿金线鱼 <i>Nemipterus hexodon</i>
		羊鱼科 MULLIDAE	
			黄带绯鲤 <i>Upeneus sulphureus</i>
			条尾绯鲤 <i>Upeneus bensasi</i>
			黄带副绯鲤 <i>Parupeneus chrysopleuron</i>
		鲷科 SPARIDAE	
			真鲷 <i>Pagrosomus major</i>
		大眼鲷科 PRIACANTHIDAE	
			短尾大眼鲷 <i>Priacanthus macracanthus</i>
			长尾大眼鲷 <i>Priacanthus tayenus</i>
		雀鲷科 POMACENTRIDAE	
			黑新箭齿雀鲷 <i>Neoglyphidodon melas</i>
		长鲳科 CENTROLOPHIDAE	
			刺鲳 <i>Psenopsis anomala</i>
		拟鲈科 PINGUIPEDIDAE	
			六带拟鲈 <i>Neopercis sexfasciata</i>
		躄科 URANOSCOPIDAE	
			披肩躄 <i>Ichthyoscopus lebeck</i>
		银鲛目 CHIMAERIFORMES	
		短鼻银鲛科 CHIMAERIDAE	
			奥氏兔银鲛 <i>Hydrolagus ogilbyi</i>
		鲉形目 SCORPAENIFORMES	
		鲉科 SCORPAENIDAE	
			褐菖鲉 <i>Sebastiscus marmoratus</i>
			须拟鲉 <i>Scorpaenopsis cirrosa</i>
			环纹蓑鲉 <i>Pterois lunulata</i>
			斑纹蓑鲉 <i>Pterois lunulata</i>
			拟蓑鲉 <i>Parapterois heterura</i>
			躄头鲉 <i>Polycaulus uranoscopa</i>
			斑鳍鲉 <i>Scorpaena neglecta</i>
		前鳍鲉科 CONGIOPODIDAE	
			钝顶鲉 <i>Amblyapistus taenianotus</i>
		鲂科 TRIGLIDAE	
			深海红娘鱼 <i>Lepidotrigla abyssalis</i>
		毒鲉科 SYNANCEIIDAE	
			居氏鬼鲉 <i>Inimicus cuvieri</i>
		红鲷科 BEMBRIDAE	



类群	目	科	种
			红鲷 <i>Bembras japonicus</i>
		鲷科 PLATYCEPHALIDAE	
			鲷 <i>Platycephalus indicus</i>
			凹鳍鲷 <i>Kumococius detrusus</i>
			斑瞳鲷 <i>Platycephalus guttatus</i>
			大眼鲷 <i>Platycephalus meerdervoorti</i>
			鳄鲷 <i>Platycephalus crocodilus</i>
		鲂鲱科 TRIGLIDAE	
			翼红娘鱼 <i>Lepidotrigla alata</i>
		豹鲂鲱科 DACTYLOPTERIDAE	
			单棘豹鲂鲱 <i>Daicocus peterseni</i>
		黄鲂鲱科 PERISTEDIIDAE	
			皮氏红鲂鲱 <i>Satyrichthys milleri</i>
			黑带黄鲂鲱 <i>Peristedion nierstraszi</i>
		鲽形目 PLEURONECTIFORME	
		鲷科 SOLEIDAE	
			峨眉条鲷 <i>Zebrias quagga</i>
		舌鲷科 CYNOGLOSSIDAE	
			双线舌鲷 <i>Cynoglossus bilineatus</i>
			中华舌鲷 <i>Cynoglossus sinicus</i>
			印度舌鲷 <i>Cynoglossus arel</i>
		鲆科 BOTHIDAE	
			大口鲆 <i>Chascanopsetta lugubris</i>
		牙鲆科 PARALICHTHYIDAE	
			牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>
		冠鲽科 SAMARIDAE	
			冠鲽 <i>Samaris cristatus</i>
		鲽科 PSETTODIDAE	
			大口鲽 <i>Psettodes erumei</i>
		海鲂目 ZEIFORMES	
		的鲷科 GRAMMICOLEPIDAE	
			日本海鲂 <i>Zeus faber</i>
		鲑形目 TETRAODONTIFORME	
		单棘鲑科 MONACANTHIDAE	
			黄鳍马面鲑 <i>Monacanthus hypargyreus</i>
			丝背细鳞鲑 <i>Stephanolepis cirrhifer</i>
			日本细鳞鲑 <i>Stephanolepis japonicus</i>
		刺鲑科 DIODONTIDAE	
			布氏刺鲑 <i>Diodon bleekeri</i>
		三刺鲑科 TRIACANTHIDAE	
			短吻三刺鲑 <i>Triacanthus brevirostris</i>
		箱鲑科 OSTRACIONTIDAE	



类群	目	科	种
			棘背角箱鲀 <i>Lactoria diaphana</i>
		鲀科 TETRAODONTIDAE	
			棕腹刺鲀 <i>Gastrophysus spadiceus</i>
			线纹叉鼻鲀 <i>Arothron immaculatus</i>
			双斑东方鲀 <i>Takifugu bimaculatus</i>
			黑斑叉鼻鲀 <i>Arothron nigropunctatus</i>
	鲷形目 MUGILIFORMES		
		鲷科 SPHYRAENIDAE	
			油鲷 <i>Sphyraena pinguis</i>
	真鲨目 CARCHARHINIFORMES		
		皱唇鲨科 TRIAKIDAE	
			前鳍星鲨 <i>Mustelus kanekonis</i>
		猫鲨科 SCYLIORHINIDAE	
			阴影绒毛鲨 <i>Cephaloscyllium umbratile</i>
	须鲨目 ORECTOLOBIFORMES		
		天竺鲨科 HEMISCYLLIIDAE	
			条纹斑竹鲨 <i>Chiloscyllium plagiosum</i>
		豹纹鲨科 STEGOSTOMATIDAE	
			豹纹鲨 <i>Stegostoma fasciatum</i>
	锯鲨目 PRISTIOPHORIFORMES		
		锯鲨科 PRISTIOPHORIDAE	
			日本锯鲨 <i>Pristiophorus japonicus</i>
	六鳃鲨目 HEXANCHIFORMES		
		六鳃鲨科 HEXANCHIDAE	
			灰六鳃鲨 <i>Hexanchus griseus</i>
	海龙目 SYNGNATHIFORMES		
		海龙科 SYNGNATHIDAE	
			宽吻海龙 <i>Syngnathus typhle</i>
			三斑海马 <i>Hippocampus trimaculatus</i>
	燕魮目 MYLIOBATIFORMES		
		魮科 DASYATIDAE	
			赤魮 <i>Dasyatis akajei</i>
			尖吻魮 <i>Dasyatis acutirostra</i>
		燕魮科 MYLIOBATIDAE	
			日本蝠鲼 <i>Mobula japonica</i>
	金眼鲷目 BERYCIFORMES		
		鲷科 HOLOCENTRIDAE	
			红鲷 <i>Dispinus ruber</i>
		金鳞鱼科 HOLOCENTRIDAE	
			紫红锯鳞鱼 <i>Myripristis violacea</i>
	刺鱼目 GASTEROSTEIFORMES		
		烟管鱼科 FISTULARIIDAE	



类群	目	科	种
			鳞烟管鱼 <i>Fistularia petimba</i>
			毛烟管鱼 <i>Fistularia villosa</i>
头足类 CEPHALOPODA			
枪形目 TEUTHOIDEA			
枪乌贼科 LOLIGINIDAE			
			中国枪乌贼 <i>Loligo chinensis</i>
			长枪乌贼 <i>Loligo bleekeri</i>
			莱氏拟乌贼 <i>Sepioteuthis lessoniana</i>
乌贼目 SEPIOIDEA			
乌贼科 STPIIDAE			
			虎斑乌贼 <i>Sepia pharaonis</i>
			拟目乌贼 <i>Sepia lycidas</i>
			图氏后耳乌贼 <i>Sepia tullbergi</i>
八腕目 OCTOPODA			
蛸科 OCTOPODIDAE			
			短蛸 <i>Octopus ocellatus</i>
			双斑蛸 <i>Octopus bimaculatus</i>
			条纹蛸 <i>Octopus striolatus</i>
			卵蛸 <i>Octopus ovulum</i>
			南海蛸 <i>Octopus nanhaiensis</i>
管鱿目 TEUTHIDA			
鱿科 OMMASTREPHIDAE			
			太平洋褶柔鱼 <i>Todarodes pacificus</i>
甲壳类 CRUSTACEAN			
十足目 DECAPODA			
管鞭虾科 SOLENOCERIDAE			
			中华管鞭虾 <i>Solenocera crassicornis</i>
			大管鞭虾 <i>Solenocera melantho</i>
铠甲虾科 GALATHEIDAE			
			鳞纹刺铠甲虾 <i>Munida normani</i>
藻虾科 HIPPOLYTIDAE			
			鞭腕虾 <i>Lysmata vittata</i>
长额虾科 PANDALIDAE			
			印度红虾 <i>Plesionika indica</i>
			东方异腕虾 <i>Heterocarpus sibogae</i>
对虾科 PENAEIDA			
			短沟对虾 <i>Penaeus scmisulcatus</i>
			长足鹰爪虾 <i>Trachypenaeus longipes</i>
			鹰爪虾 <i>Trachypenaeus curvirostris</i>
			须赤虾 <i>Metapenaeopsis barbata</i>
			宽突赤虾 <i>Metapenaeopsis palmensis</i>
蝉虾科 SCYLLARIDAE			



类群	目	科	种
			毛缘扇虾 <i>Ibacus ciliatus</i>
			蝉虾属 sp. <i>Scyllarus</i> sp.
		蜘蛛蟹科 MAJIDAE	
			日本蜘蛛蟹 <i>Maja japonica</i>
		馒头蟹科 CALAPPIDAE	
			逍遥馒头蟹 <i>Calappa philargius</i>
			卷折馒头蟹 <i>Calappa lophos</i>
		梭子蟹科 PORTUNIDAE	
			红星梭子蟹 <i>Portunus sanguinolentus</i>
			看守长眼蟹 <i>Podophthalmus vigil</i>
			虹色圆趾蟹 <i>Ovalipes iridescens</i>
			双斑蟚蛄 <i>Charybdis bimaculata</i>
			武士蟚蛄 <i>Charybdis miles</i>
			直额蟚蛄 <i>Charybdis truncata</i>
		长脚蟹科 GONEPLACIDAE	
			阿氏强蟹 <i>Eucrate alcocki</i>
		绵蟹科 DROMIIDAE	
			绵蟹 <i>Dromia dehaani</i>
	口足目 STOMATOPODA		
		齿指虾蛄科 ODONTODACTYLIDAE	
			日本齿指虾蛄 <i>Odontodactylus japonicus</i>
		猛虾蛄科 HARPIOSQUILLIDAE	
			猛虾蛄 <i>Harpisquilla harpax</i>

附表 10 鱼卵仔稚鱼种类名录

种名	拉丁名	春季	
		鱼卵	仔稚鱼
小沙丁鱼	<i>Sardinella</i> sp.	+	+
鳗鲡目	Anguilliformes		+
鲈科	Carangidae	+	+
石首鱼科	Sciaenidae		+
鲷	<i>Therapon theraps</i>		+
鲱鲤	<i>Upeneus</i> sp.		+
带鱼	<i>Trichiurus haumela</i>	+	
舌鳎科	Cynoglossidae	+	
多齿蛇鲻	<i>Saurida tumbil</i>	+	
鳎科	Leiognathidae	+	
鲈科	Tetraodontidae		+



6 环境影响回顾性分析

为了更加客观地预测评价本项目实施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相关工程设施和所处海域的环境质量进行简要的回顾性分析评价。

6.1 现有工程回顾

本项目是对流花 19-5 气田至番禺 30-1 平台脐带缆进行挖沟保护。流花 19-5 气田依托番禺 30-1 气田海上工程设施进行开发生产，主要工程设施包括 2 套水下生产系统、1 条长约 11.7km 流花 19-5 气田至 PY30-1DPP 平台的 12"/18" 双层保温海底管线以及 1 条长约 12.87km 连接水下井口和 PY30-1DPP 平台的脐带缆。番禺 30-1 气田海上设施主要包括 PY30-1DPP 平台和 1 条油气混输管线（PY30-1DPP 平台到 HZ21-1B 平台附近的海底管线连接点）。

6.1.1 流花 19-5 气田

流花 19-5 气田海上主体工程建设内容包括流花 19-5 气田水下生产系统及其相应的海底管线和脐带缆等新建设施的安装，以及对所依托 PY30-1DPP 平台的改造等。

流花 19-5 气田采取 A 块、B 块两区块整体开发，两区块各新建 1 口生产井（A1H 和 A2H），各预留 1 口井的接口（共 2 个预留接口）。气田新建 1 条流花 19-5 气田至 PY30-1DPP 平台 12"11.7km 双层保温海底管线以及 1 条长约 12.87km 脐带缆。流花 19-5 气田水下生产系统开采的井流，依靠自身压力，通过新建的长约 11.7km 海底管线输送到 PY30-1DPP 上，进入 PY30-1DPP 已有的流程中进行处理，处理后的油气通过 132km 海底管线输送至惠州 21-1 气田的 HZ21-1B 平台附近的连接点，然后与 HZ21-1B 平台的天然气混合，通过 232km 管线输至珠海天然气终端处理厂。惠州 21-1 气田、番禺 30-1 气田和流花 19-5 气田产天然气和凝析油经同一条管线输送至终端。

来自流花 19-5 气田水下井口的生产流体全部输送到 PY30-1DPP



平台上进行处理，因此需对已建 PY30-1DPP 平台进行改造，平台新增的主要生产设备有部分主工艺系统、干湿气压缩机、化学药剂注入系统、水力旋流器和水下生产系统的上部控制设备等。

流花 19-5 气田于 2014 年 1 月 2 日获得国家海洋局“关于流花 19-5 气田开发工程环境保护设‘三同时’检查的批复”（国海环字[2013]786 号），并投入试运行。

6.1.2 番禺 30-1 气田

番禺 30-1 气田于 2009 年正式投产，PY30-1DPP 平台共设井槽 15 个，其中生产井 11 口，预留井 4 口。生产物流在 PY30-1DPP 平台进行处理，处理后合格的油气通过 132km 海底管线输送至位于惠州 21-1 气田 HZ21-1B 平台附近的海底管线连接点，然后与 HZ21-1B 平台的天然气一起，通过 232km 海底管线输往珠海天然气终端处理厂。

番禺 30-1 气田海上设施主要包括 PY30-1DPP 平台和 1 条油气混输管线（PY30-1 DPP 平台到 HZ21-1B 平台附近的海底管线连接点）。PY30-1DPP 平台是一座集生产、计量、油气处理和输送、钻修井、生活（90 人）、动力为一体的 8 腿 12 桩导管架综合平台。PY30-1DPP 平台共分五层甲板，分别是工作甲板、下层甲板、中层甲板、上层甲板和直升机甲板。甲板上设置有油气处理系统、公用系统、水/消防系统、机械暖通系统、钻修井系统、电力系统、仪表控制及火气监控系统以及通信系统。主工艺系统主要包括油气分离/凝析油脱水系统、湿气压缩系统、三甘醇脱水系统/油气外输系统和三甘醇再生系统；公用系统主要包括燃料气系统、闭式排放系统、火炬放空系统、开式排放系统、柴油系统、仪表风/工厂风系统和化学药剂注入系统；水/消防系统主要包括含油生产水处理系统、海水系统、淡水系统、生活污水处理系统和消防系统等。



6.2 相关环评批复及落实情况

6.2.1 环评批复及竣工验收情况

本项目相关现有气田的环评批复及竣工验收情况见表 6.2-1，相关批文见报告书附件 2。

表 6.2-1 本项目相关现有气田的环评批复及竣工验收情况

报告名称	批复情况	环保设施 竣工验收批复情况
《番禺 30-1、惠州 21-1 天然气联合开发工程环境影响报告书》	2004 年 8 月获批，国海环字 [2004]344 号	已完成验收，于 2010 年 7 月获批（国海环字[2010]370 号）
《流花 19-5 气田开发工程环境影响报告书》	2013 年 5 月获批，国海环字 [2013]266 号	2015 年因本工程依托的 PY30-1DPP 平台生产水处理系统负荷较小而申请延期验收，并于 2016 年 2 月收到国家海洋局办公室同意延期的复函（海办环字[2016]44 号）；流花 19-5 气田环保设施竣工验收申请已于 2018 年底提交，预计 2019 年 5 月进行。

6.2.2 环保措施落实情况

本项目相关现有气田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：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；生产垃圾和除食品废弃物以外的生活垃圾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；含油生产水、生活污水和机舱含油污水经处理达标后排放，含油生产水排海量严格控制在已批复的排放总量以下；按照工程造成的渔业资源损失核算补偿金额，并于 2014 年 8 月~9 月在大鹏湾南澳港以西海域实施了增殖放流活动，该活动由农业部南海区渔业局监督，由中海石油(中国)有限公司深圳分公司委托广东海洋大学实施完成。



6.3 环境保护设施运行情况

本项目所依托的 PY30-1DPP 平台主要环保设施及运行状况见表 6.3-1。番禺 30-1 气田和流花 19-5 气田有完善的设备管理体系，依据设计标准、规范和设备厂家要求，做好日常维护保养工作，定期举行安全/环保会议，查找安全环保问题和隐患。自投产以来，番禺 30-1 气田和流花 19-5 气田环保设施运行正常，未发生过溢油污染事故。

表 6.3-1 PY30-1DPP 平台主要环保设施及运行状况

序号	环保设施	数量	设备运行状况
1	生产水处理系统	水力旋流器	良好
		闪蒸脱油罐	
2	开式排放系统	1	良好
3	闭式排放系统	1	良好
4	火炬系统	1	良好
5	生活污水处理装置	1	良好

6.4 主要污染物排放情况回顾

6.4.1 生产水排放情况

番禺 30-1 气田和流花 19-5 气田所产生的含油生产水在 PY30-1DPP 平台的生产水处理系统进行处理，该系统设计处理生产水能力为 2880m³/d。含油生产水处理系统采用两级处理流程，即水力旋流器和闪蒸脱油罐，主要设备包括水力旋流器、闪蒸脱油罐、污油罐和污油泵。生产水首先进入水力旋流器，分离出的含油生产水进入闪蒸脱油罐进行进一步的脱油处理，处理后达到排放标准的含油生产水排海。从水力旋流器和闪蒸脱油罐分离出的污油进入污油罐，然后用污油泵打回生产系统的油水分离器。

PY30-1DPP 平台近三年逐月生产水排放情况统计见表 6.4-1。由表可见，PY30-1DPP 平台近三年生产水年排放量最大为 1.5×10⁴m³，未超过已批复的总量控制指标 66.5×10⁴m³；月均含油浓度在 (0.92~43.8) mg/L 之间，符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008) 中的三级海域排放要求 (≤45mg/L)，生产水处理



设施运行状况良好。

表 6.4-1 PY30-1DPP 平台生产水排放情况统计

日期	排放量 (m ³)	含油浓度 (mg/L)	日期	排放量 (m ³)	含油浓度 (mg/L)	日期	排放量 (m ³)	含油浓度 (mg/L)
2016.1	621.04	11.1	2017.1	575.66	14.3	2018.1	0	-
2016.2	709.97	11.7	2017.2	525.09	15.6	2018.2	245.47	2.83
2016.3	865.45	12.5	2017.3	882.06	21.9	2018.3	985.64	4.91
2016.4	1043.86	12.2	2017.4	1006.10	3.5	2018.4	1173.05	4.93
2016.5	851.85	12.1	2017.5	1168.67	1.7	2018.5	1081.5	4.32
2016.6	413.76	14.2	2017.6	349.96	5.9	2018.6	1154.24	1.67
2016.7	453.78	13.4	2017.7	0	-	2018.7	1206.43	7.32
2016.8	498.43	12.7	2017.8	0	-	2018.8	1987.53	1.62
2016.9	595.27	11.5	2017.9	0	-	2018.9	1242.12	2.96
2016.10	586.81	13.9	2017.10	0	-	2018.10	2005.75	4.42
2016.11	675.92	12.7	2017.11	0	-	2018.11	2054.08	43.8
2016.12	588.90	12.4	2017.12	0	-	2018.12	2163.59	0.92

注：2017 年 7 月~2018 年 1 月番禺 30-1 气田和流花 19-5 气田停产。

6.4.2 生活污水排放情况

PY30-1DPP 平台上设置了一套可供 90 人使用的生活污水处理装置，生活污水经该装置处理达标后排海。PY30-1DPP 平台近三年逐月生活污水排放情况统计见表 6.4-2。由表可见，PY30-1DPP 平台生活污水 COD 排放浓度在 (3.15~474) mg/L 之间，满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008) 中的三级海域排放要求 ($\leq 500\text{mg/L}$)，生活污水处理系统运行正常。

表 6.4-2 PY30-1DPP 平台生活污水排放情况统计

日期	排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)	日期	排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)	日期	排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)
2016.1	481.56	268	2017.1	265.39	97	2018.1	1008.65	43.2
2016.2	232.54	302	2017.2	230.59	190	2018.2	361.25	23
2016.3	251.36	270	2017.3	367.51	51.8	2018.3	758.22	80.4
2016.4	293.38	292	2017.4	413.16	61	2018.4	693.28	199
2016.5	304.79	343	2017.5	451.81	120	2018.5	599.99	43.1
2016.6	282.32	269	2017.6	382.63	56	2018.6	659.72	41.9
2016.7	284.88	322	2017.7	560.86	48.9	2018.7	695.97	27.2
2016.8	291.36	356	2017.8	303.49	3.15	2018.8	531.46	144
2016.9	266.53	268	2017.9	367.02	474	2018.9	321.39	160
2016.10	140.22	326	2017.10	628.97	88.5	2018.10	470.78	260
2016.11	250.34	243	2017.11	872.48	88	2018.11	525.31	97.3
2016.12	296.84	327	2017.12	898.44	157	2018.12	546.38	72.3



6.5 环境风险事故回顾

2017 年 6 月 12 日，PY30-1DPP 平台生产分离器入口 12 寸管线突然断裂，发生天然气泄漏着火，引发平台 11 口生产井和流花 19-5 气田 2 口生产井全部关停并放空；平台消防系统自动启动，同时平台启动应急响应程序。此次事故未造成人员伤亡，未发生溢油，未使用溢油应急设备，无散落物料掉入大海。

此次事故后，PY30-1DPP 平台、流花 19-5 油田生产工艺系统全部关断隔离；平台中控、火气和消防等系统运行正常；平台用电、供水、生活保障正常；生产水处理系统没有受事故影响，处于备用状态，并于 2017 年 6 月 15 日向国家海洋局南海分局申请了停用备案。2017 年 6 月 12 日后停止生产，无生产水外排。生活污水处理系统运行正常，并按照要求每月取样送检，检验结果均小于 500mg/L。

中国海监第八支队于 2017 年 10 月 20 日赴 PY30-1DPP 平台进行了年度执法检查，并对相关情况进行了现场核实。

PY30-1DPP 平台完成因事故损坏的生产设施设备维修后，于 2018 年 1 月 24 日向国家海洋局南海分局报告生产水处理系统重新启用，并于 2018 年 2 月复产。

6.6 海洋环境质量回顾

为了对流花 19-5 气田周边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资料，以进行调查海区的环境质量回顾分析。

历史海洋环境质量现状资料采用国家海洋局南海环境监测中心分别于 2009 年 9 月、2010 年 9 月、2014 年 4 月、2017 年 11 月进行的现状调查资料。调查站位对比示意图 6.6-1。

历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，调查结果具有可比性。



图 6.6-1 调查站位对比示意图

6.6.1 海水水质状况回顾

选取各次调查海水水质评价因子中盐度、pH 值、DO、COD、无机氮、活性磷酸盐、石油类、硫化物、挥发酚、悬浮物、总汞、铜、铅、锌、镉、铬、砷共 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。各次调查数据对比统计结果见表 6.6-1。

表 6.6-1 历次调查水质要素统计结果对比表

调查项目		2009 年 9 月	2010 年 9 月	2014 年 4 月	2017 年 11 月
盐度	范围	33.182~34.554	32.997~34.893	32.358~34.778	34.112~34.724
	平均值	34.01	33.972	33.99	34.414
pH	范围	7.67~8.27	8.01~8.50	7.80~8.23	8.09~8.325
	平均值	8.06	8.34	8.11	8.27
	标准指数	0.4	0.62	0.24	0.36
	超标率%	8	0	0	0
DO (mg/L)	范围	3.21~6.43	3.03~6.57	2.08~7.11	3.02~6.89
	平均值	5.24	5.29	5.7	5.99
	标准指数	2.12	1.93	1.47	1.06
	超标率%	81	50	25	25
COD (mg/L)	范围	nd~0.77	nd~0.45	nd~0.87	nd~0.42
	平均值	0.3	0.22	0.34	0.26
	标准指数	0.15	0.11	0.17	0.13
	超标率%	0	0	0	0
石油类 (mg/L)	范围	nd~0.033	nd~0.037	0.010~0.029	0.010~0.034
	平均值	0.014	0.013	0.017	0.020
	标准指数	0.29	0.25	0.35	0.39
	超标率%	0	0	0	0
无机氮 (mg/L)	范围	0.0176~0.882	0.0101~0.587	0.0098~0.404	0.0311~0.500
	平均值	0.284	0.161	0.0749	0.103
	标准指数	1.42	0.81	0.37	0.52
	超标率%	54	31	11	15
PO ₄ -P (μg/L)	范围	25.8~165	1.0~66.5	3.2~48.5	1.3~115
	平均值	49.6	13.8	9.1	16.1
	标准指数	3.31	0.92	0.61	1.07
	超标率%	100	32	15	24



调查项目		2009 年 9 月	2010 年 9 月	2014 年 4 月	2017 年 11 月
砷 ($\mu\text{g/L}$)	范围	2.9~3.7	2.1~3.6	0.6~3.3	1.5~2.3
	平均值	3.2	2.8	1.7	1.8
	标准指数	0.16	0.14	0.08	0.09
	超标率%	0	0	0	0
总汞 ($\mu\text{g/L}$)	范围	0.012~0.019	0.010~0.024	0.016~0.028	0.016~0.027
	平均值	0.015	0.016	0.023	0.022
	标准指数	0.31	0.32	0.46	0.43
	超标率%	0	0	0	0
铜 ($\mu\text{g/L}$)	范围	1.5~2.7	0.7~2.7	0.8~4.6	nd~3.5
	平均值	2	2	2.6	0.9
	标准指数	0.41	0.39	0.52	0.17
	超标率%	0	0	0	0
铅 ($\mu\text{g/L}$)	范围	0.6~1.0	0.4~0.9	0.7~1.9	nd~1.6
	平均值	0.7	0.6	1.0	0.7
	标准指数	0.71	0.62	1.04	0.69
	超标率%	0	0	37	11
锌 ($\mu\text{g/L}$)	范围	9.3~21.4	3.2~11.6	4.1~18.4	1.4~13.65
	平均值	14.2	6.3	10.2	4.3
	标准指数	0.71	0.31	0.51	0.21
	超标率%	1	0	0	0
镉 ($\mu\text{g/L}$)	范围	nd	nd	nd~0.24	nd~0.32
	平均值	0.05	0.05	0.09	0.07
	标准指数	0.05	0.05	0.09	0.07
	超标率%	0	0	0	0
总铬 ($\mu\text{g/L}$)	范围	nd~0.89	1.02~3.13	0.76~1.95	0.45~1.3
	平均值	0.3	1.87	1.28	0.69
	标准指数	0.01	0.04	0.03	0.01
	超标率%	0	0	0	0
硫化物 ($\mu\text{g/L}$)	范围	/	nd~0.3	nd~0.5	nd~0.4
	平均值		0.1	0.2	0.175
	标准指数		0.01	0.01	0.01
	超标率%		0	0	0
悬浮物 (mg/L)	范围	3.0~27.0	1.5~15.6	1.2~3.7	0.2~67.6
	平均值	11	4.8	2.8	8.0
挥发酚 (mg/L)	范围	nd	nd	nd~0.005	nd~1.9
	平均值	0.5	0.5	0.002	1.0
	标准指数	0.1	0.1	0.33	0.20
	超标率%	0	0	0	0



比较分析结果显示，调查海区盐度的平均值变化不大。2009 年 9 月调查中，有 8% 的样品 pH 值稍低于第一类海水水质标准，主要出现在 50m 层和底层，其余三次调查 pH 则均未见超标。

各次调查 DO 的变化幅度和平均含量较为接近，2009 年 9 月调查中 DO 的超标率较高，50m 层及底层 DO 的含量均低于第一类海水水质标准。各次调查底层样品 DO 的含量均明显低于其余各层，说明调查海区底层海水中存在一定的缺氧现象，这与调查海区海水水深较深，底层水的海气交换较弱等有关，属海水的自然属性。

2017 年 11 月调查无机氮的平均标准指数及超标率稍高于 2014 年 4 月，但较 2009 年 9 月和 2010 年 9 月均有明显降低。各次调查无机氮的超标样品主要集中在 50m 层及以下各层。调查海区海水中的活性磷酸盐含量变化幅度较大，2009 年 9 月调查中所有样品的含量均超过第一类海水水质标准，各层均有部分样品的含量超过第四类海水水质标准；2010 年 9 月、2014 年 4 月及 2017 年 11 月调查中，各有 32%、15% 和 24% 的样品 $\text{PO}_4\text{-P}$ 的含量超过第一类标准，部分底层样品的含量超过第四类标准。

2014 年 4 月及 2017 年 11 月调查铅含量在各层中均出现不同程度的超标现象，超标率分别为 37% 和 11%，其余两次调查则均未见超标。

各次调查中 COD、石油类、总汞、砷、锌、镉、铜、总铬和挥发酚平均含量稍有波动，但变化不大，所有样品上述要素的含量均符合第一类海水水质标准。各次调查悬浮物平均含量均不高，2017 年 11 月调查的变化范围大于其它各次调查。

综上所述，调查海区海水中的主要污染物是营养盐，其次为铅。底层海水无机氮和活性磷酸盐的含量较高，部分样品的含量超过第四类海水水质标准，其原因应有两个方面：（1）有机体死亡后大都沉降到海底，其腐烂和降解过程中产生的无机氮和无机磷（大部分是活性磷酸盐）溶解在底层海水中；（2）浮游植物大都生长在光线充足的上



层海水中，深层海水浮游植物的数量较少，对海水中营养盐（活性磷酸盐和无机氮等）的吸收也相对要少，因此底层海水中营养盐的含量往往比上层海水要高。海水中的铅超标可能受气溶胶沉降输送等因素影响，而且关于南海海域铅含量超标的报道在南海北部以及中南部海域均可见，本次调查铅超标倍数较低，属轻微超标，可能与海区铅含量本底值偏高有关。

6.6.2 表层沉积物质量状况回顾

沉积物质量评价因子包括石油类、汞、铜、铅、镉、铬、锌、硫化物、砷和有机碳，历次调查数据的对比分析统计结果见表 6.6-2。

表 6.6-2 历次调查各沉积物要素统计结果对比表

调查时间		有机碳	硫化物	汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬	油类
		10 ²	10 ⁶								
2010.9	最小值	0.62	23	0.031	3.94	13.7	9.1	0.05	44.0	14.1	14.6
	最大值	1.01	102	0.073	10.10	37.1	20.9	0.17	84.3	21.2	29.2
	平均值	0.89	56	0.050	6.85	22.2	13.9	0.10	62.9	16.3	19.7
	最大标准指数	0.51	0.34	0.37	0.51	1.06	0.35	0.34	0.56	0.27	0.06
	超标率%	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
2014.4	最小值	0.27	26	0.008	2.14	2.6	2.9	0.08	22.4	18.0	9.2
	最大值	0.48	69	0.047	9.83	6.0	53.1	0.28	76.4	48.2	33.5
	平均值	0.35	42	0.020	6.29	3.6	16.7	0.18	44.1	28.1	15.6
	最大标准指数	0.24	0.23	0.24	0.49	0.17	0.89	0.56	0.51	0.6	0.07
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2017.11	最小值	0.64	57	0.009	2.00	8.5	5.7	0.03	49.8	20.0	7.7
	最大值	0.85	84	0.041	3.53	10.4	23.1	0.21	65.3	28.0	11.9
	平均值	0.78	70	0.010	2.66	9.3	14.5	0.10	57.8	23.6	10.0
	最大标准指数	0.43	0.28	0.21	0.18	0.30	0.39	0.42	0.44	0.35	0.02
	超标率%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

由表可见，除 2010 年 9 月铜在个别站位明显较高且出现超标外，其它各项污染因子含量差异较小；2014 年 4 月和 2017 年 11 月所有污染因子均满足第一类海洋沉积物质量标准。

气田特征污染物石油类含量在 $9.2 \times 10^{-6} \sim 33.5 \times 10^{-6}$ 间波动，所有样品的石油类含量均远低于第一类海洋沉积物质量标准。对比结果表明，气田开采活动没有对沉积物质量产生明显影响，其中特征污染物石油



类在表层沉积物中仍处于较低水平。

6.6.3 海洋生态状况回顾

6.6.3.1 叶绿素 a 和初级生产力

叶绿素 a 及海洋初级生产力比对结果列于表 6.6-3。调查海区叶绿素 a 浓度分布存在一定的年际变动，2017 年 11 月调查的叶绿素 a 含量明显要高于以往调查，而初级生产力的差异不是很显著。该海域叶绿素 a 和初级生产力的季节性差异也较显著，表现为秋季高于春季。

表 6.6-3 历次调查叶绿素 a 和海洋初级生产力比较

项目	叶绿素 a (mg/m ³)					初级生产力 (mg C/(m ² d))	
	表层	10m	50m	底层	平均		
2017.11	范围	0.26~1.16	0.19~0.59	0.17~0.42	0.13~0.40	0.22~0.54	114.55~285.05
	平均	0.40	0.38	0.26	0.22	0.31	165.39
2014.4	范围	0.09~0.24	0.07~0.21	0.13~0.83	0.01~1.05	0.10~0.41	57.72~236.65
	平均	0.13	0.13	0.38	0.13	0.19	114.71
2010.9	范围	0.04~0.12	0.04~0.12	0.02~1.48	nd~0.26	0.03~0.33	62.57~454.3
	平均	0.08	0.08	0.27	0.02	0.10	177.0
2009.9	范围	0.05~0.15	0.04~0.10	0.01~0.33	0.01~0.34	0.04~0.10	58.2~129.4
	平均	0.08	0.07	0.22	0.04	0.07	94.2

6.6.3.2 浮游植物

调查海区浮游植物回顾比较见表 6.6-4。与前 3 次调查相比，浮游植物种类数有所减少，而个体密度却明显增加，生物多样性指数和均匀度变化均不明显，造成此种现象的原因可能与季节性有关。而且 2017 年 11 月调查中出现了几个优势度较明显的藻种，导致个体密度明显增加。优势种方面，角毛藻和菱形海线藻为该海域常见优势种，浮游植物的优势种的季节性变化比较明显。

表 6.6-4 历次调查浮游植物群落主要指标比较

项目	2017 年 11 月	2014 年 4 月	2010 年 9 月	2009 年 9 月
监测站位 (个)	30	30	15	6
种类数	75	117	137	48
平均密度 ($\times 10^4$ 个/m ³)	7.02	0.83	2.90	0.17
多样性指数	3.66	3.68	4.37	3.46



项目	2017 年 11 月	2014 年 4 月	2010 年 9 月	2009 年 9 月
均匀度	0.76	0.73	0.85	0.84
主要优势种	旋链角毛藻(0.211)、 细弱海链藻(0.100)、 并基角毛藻(0.095)、 海洋角毛藻(0.057)、 洛氏角毛藻(0.049)、 太阳双尾藻(0.048)、 菱形海线藻(0.038)、 异角角毛藻(0.033)、 圆柱角毛藻(0.030)	铁氏束毛藻 (0.171)、 细弱海链藻 (0.099)、 拟夜光梨甲 (0.052)、 纺锤梨甲藻 (0.042)、 佛朗梯形藻 (0.032)、 三叉角藻 (0.028) 等	洛氏角毛藻 (0.062)、 远距角毛藻 (0.052)、 短刺角毛藻 (0.050)、 佛氏梯形藻 (0.033)、 海洋角毛藻 (0.028)、 窄隙角毛藻 (0.026)、 薛氏束毛藻 (0.024)、 菱形海线藻 (0.022)	太阳漂流藻 (0.272)、 三角角藻 (0.081)、 大角角藻 (0.078)、 丹麦细柱藻 (0.052)、 线形圆筛藻 (0.042)、 偏转角藻 (0.026)

6.6.3.3 浮游动物

调查海区浮游动物回顾比较见表 6.6-5。2017 年 11 月调查浮游动物的种类数、生物量和丰度指标与 2009 年秋季的调查结果大致相当，但低于 2010 年秋季和 2014 年春季的调查结果。与 2014 年春季调查相比，种类数的下降主要是由于季节变化引起的浮游动物种类数的变化，水母类和被囊类等胶体动物主要集中在春季，此次调查发现胶体动物种类数明显少于 2014 年春季。同时由于胶体动物的个体一般较大且含水量多，使得含有胶体动物站点的生物量也较大。

表 6.6-5 历次调查浮游动物群落主要指标比较

项目	2017 年 11 月	2014 年 4 月	2010 年 9 月	2009 年 9 月
种类数 (种)	320	412	422	322
平均生物量 (mg/m ³)	41.15	75.45	83.0	39.8
平均多样性 指数	4.37	5.54	6.18	6.45
均匀度	0.66	0.73	0.803	0.842
平均个体密度 (个/m ³)	36.76	31.14	51.5	36.0
优势种	肥胖箭虫、亚强次真哲水蚤、驼背隆哲水蚤、羽长腹剑水蚤、针刺拟哲水蚤和长尾基齿哲水蚤	帽形次真哲水蚤、丹氏厚壳水蚤、肥胖箭虫、角锚真哲水蚤、双尾纽腮鳞东方亚种和海洋真刺水蚤	肥胖箭虫、达氏波水蚤、普通波水蚤、小哲水蚤、丹氏厚壳水蚤、狭额真哲水蚤、芦氏拟真刺水蚤和抱球虫	达氏波水蚤、角锚哲水蚤、肥胖箭虫、东方萨莉亚、北方乳点水蚤、新哲水蚤、小哲水蚤、狭额真哲水蚤、丹氏厚壳水蚤和腹突乳点水蚤

优势种构成方面，历次调查的优势种略有不同，呈现一定的更替



现象，但均为海区常见种。与往期调查数据相比，此次调查的优势种主要为小型桡足类，肥胖箭虫为历次调查的共同优势种。由于调查海区海况复杂，其同时受南海暖流和黑潮分支与广东沿岸流的影响，且水深变化非常大，从总体上看，调查海区的浮游动物群落变化符合相关的变化趋势。

2017 年 11 月调查的多样性指数和均匀度相较往期调查有一定的降低，但依据相关评价指标，调查海区仍有非常高的种类多样性，说明调查海区浮游动物群落结构稳定，属于优良的清洁海区。

6.6.3.4 底栖生物

调查海区底栖生物回顾比较见表 6.6-6。对比分析表明，调查海区底栖生物有一定的季节变化，秋季（9~11 月）的各项指标略高于春季（4 月），这可能与优势种的蛇尾类动物在秋季个体成熟，分布较多有关。2017 年调查与同一海区 2010 年和 2014 年调查相比，底栖生物的平均栖息密度有所下降，但生物量明显升高，从分析数据来看，可能是挖泥时采集到较多大个体的蛇尾类动物导致的。拖网优势种方面，2017 年和 2014 年的优势种变化不大，但与 2010 年相比，蛇尾的种类有一定的变化，同时腔肠动物中单体珊瑚出现的频率升高，海鳃的出现频率下降。总体而言，调查海区近三年底栖生物群落的变化较稳定，但与 2010 年相比，生物群落有较大的变化。

表 6.6-6 历次调查底栖生物群落主要指标比较

调查区域	2017 年 11 月	2014 年 4 月	2010 年 9 月	2009 年 9 月
种类数	109	92	126	6
生物量 (g/m ²)	2.99	0.66	0.46	0.13
栖息密度 (ind/m ²)	8.00	9.7	41.7	10.8
多样性指数	3.31	3.37	3.81	—
均匀度	0.91	0.81	0.86	—
优势种	异杯珊瑚、筒氏瓷蛇尾、拟翼轮杯珊瑚、	筒氏瓷蛇尾、长枪仿刺铠虾、拟翼轮杯	粗砖蛇尾、衣笠蔓蛇尾、真蛇尾和莫氏海	—



调查区域	2017 年 11 月	2014 年 4 月	2010 年 9 月	2009 年 9 月
	阳遂足和紫隆背蟹	珊瑚、扇形珊瑚和异杯珊瑚	鳃	

6.6.3.5 生物质量

生物质量调查数据的对比分析统计结果列于表 6.6-7。由表可知，变化幅度较大的因子为铜、镉、锌和总铬。2017 年 11 月调查鱼类、甲壳类和软体类体内大部分指标的平均含量低于 2014 年 4 月调查，明显升高的指标有软体类的铜、软体类和甲壳类的锌。造成软体类体内污染物变化的主要原因可能是测试的生物种类的差异，2014 年调查的软体类样品为头足纲的软体动物（短蛸），且只有 1 个样品，而 2017 年 11 月调查的软体类样品主要为腹足纲的软体动物。生物体内石油烃的含量维持在较低的水平，表明气田开采活动未对底栖生物质量状况造成明显影响。

表 6.6-7 历次调查底栖生物体内污染物平均含量对比(鲜重: $\times 10^{-6}$)

生物类别	调查时间	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	石油烃
贝类	2017 年 11 月	0.02	1.7	1.2	0.5	0.56	19.5	0.57	4.93
软体类	2010 年 9 月	0.22	0.70	1.00	0.20	0.03	7.90	nd	5.25
	2014 年 4 月	0.01	3.80	0.70	0.16	14.40	0.10	3.80	2.36
	2017 年 11 月	0.01	2.0	4.2	0.4	0.23	22.5	0.22	6.74
甲壳类	2010 年 9 月	0.09	0.70	17.60	0.20	7.01	12.10	nd	1.92
	2014 年 4 月	0.03	1.81	1.25	0.30	0.08	7.73	0.21	5.59
	2017 年 11 月	0.01	1.8	7.2	0.4	0.11	22.9	0.18	5.29
鱼类	2010 年 9 月	0.13	0.25	0.25	0.13	0.03	3.35	0.10	2.51
	2014 年 4 月	0.04	1.80	0.34	0.65	0.10	9.44	0.31	6.42
	2017 年 11 月	0.02	2.3	0.3	0.4	0.08	6.9	0.27	3.47

注：“nd”表示未检出，贝类仅有 2017 年的数据。

6.7 环境影响回顾性分析结论

根据以上回顾性分析可知，PY30-1DPP 平台的生产水处理系统和生活污水处理装置等环保设施运行正常，污染物均能实现达标排放，气田自投产以来未发生过溢油事故。

番禺 30-1 气田和流花 19-5 气田投产以来，有含油生产水和生活



污水达标排放入海，但是由于对外排污水采取了有效的处理措施，且海区扩散条件良好，因此气田外排污水对气田周围的海水水质并未造成明显损害，从总体上讲，与气田投产初期相比气田附近海区海水含油浓度未见明显升高，水质依然保持在一类标准水平。虽然气田建设过程中有一定数量的钻井液和钻屑排放于海，但海底沉积物中各项污染因子含量变化不大，其中特征污染物石油类在表层沉积物中仍处于较低水平。历次调查显示海区叶绿素 a 浓度存在一定的年际变动，叶绿素 a 和初级生产力的季节性差异较显著；浮游植物密度处于较低水平，优势种存在季节性变化，浮游植物群落结构较稳定；浮游动物种类十分丰富，密度和生物量一般，群落的多样性指数和均匀度均处于较高水平，表明浮游动物群落处于健康状态；底栖生物有一定的季节变化，秋季的各项指标略高于春季，底栖生物群落较稳定；生物体内重金属污染物含量有一定的波动，石油烃含量维持在较低的水平，表明气田开采活动未对底栖生物质量状况造成明显影响。



7 环境影响预测与评价

本项目对现有脐带缆进行挖沟埋设，挖沟过程中部分海底泥沙进入水体造成局部悬浮物浓度增加，本篇利用数值模拟方法对悬浮沙影响进行预测，并根据预测结果分析与评价对海洋环境和海洋生态的影响。

7.1 海洋环境影响预测

7.1.1 评价海域海流模型

7.1.1.1 三维流体动力学方程

模型建立在基于流体静压假定的三维不可压雷诺平均 N-S 方程的解决方案的基础之上，其基本方程如下。

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = S$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u^2}{\partial x} + \frac{\partial uv}{\partial y} + \frac{\partial wu}{\partial z} = fv - g \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial x} dz - \frac{1}{\rho_0 h} \left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y} \right) + F_u + \frac{\partial}{\partial z} \left(v_t \frac{\partial u}{\partial z} \right) + u_s S$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial v^2}{\partial y} + \frac{\partial uv}{\partial x} + \frac{\partial wv}{\partial z} = -fv - g \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial y} dz - \frac{1}{\rho_0 h} \left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y} \right) + F_v + \frac{\partial}{\partial z} \left(v_t \frac{\partial v}{\partial z} \right) + v_s S$$

式中， t 是时间； x 、 y 和 z 是笛卡尔坐标系； η 是水面高度； d 是静水深； $h = \eta + d$ 是总水深； u 、 v 和 w 是 x 、 y 和 z 方向上的速度分量； $f = 2\Omega \sin \phi$ 是科里奥利参数（ Ω 是旋转角速度， ϕ 是纬度）； g 是重力加速度； ρ 是水的密度； s_{xx} 、 s_{xy} 、 s_{yx} 和 s_{yy} 是辐射应力张量的分量； v_t 是垂向湍流粘度（或涡粘）； P_a 是大气压强； ρ_0 是水的参考密度。 S 是点源的流量， u_s 、 v_s 是流入周围环境的水的速度大小， F_u 、 F_v 为水平应力项。

a. 边界条件

关于 u 、 v 和 w 的表面及底部边界条件为：



在 $z = \eta$ 处:

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + u \frac{\partial \eta}{\partial x} + v \frac{\partial \eta}{\partial y} - w = 0, \quad \left(\frac{\partial u}{\partial z}, \frac{\partial v}{\partial z} \right) = \frac{1}{\rho_0 v_t} (\tau_{sx}, \tau_{sy})$$

在 $z = -d$ 处:

$$u \frac{\partial d}{\partial x} + v \frac{\partial d}{\partial y} + w = 0, \quad \left(\frac{\partial u}{\partial z}, \frac{\partial v}{\partial z} \right) = \frac{1}{\rho_0 v_t} (\tau_{bx}, \tau_{by})$$

其中 (τ_{sx}, τ_{sy}) 和 (τ_{bx}, τ_{by}) 分别表示表面风应力和底部摩擦应力在 x 及 y 方向上的分量。

固体侧边界条件:

$$v_n = 0$$

开边界水位边界条件:

$$\zeta = \sum f_c H_c \cos[\omega_c + (V_0 + u)_c - g_c]$$

其中, H 和 g 分别是调和常数的振幅和迟角, 下标 C 为某个分潮, ω 为分潮频率, f 为交点因子, u 为交点订正角, V_0 是天文潮的初位相。

b. 初始条件

$$\begin{cases} h(x, y, z, 0) = d \\ u(x, y, z, 0) = 0 \\ v(x, y, z, 0) = 0 \\ w(x, y, z, 0) = 0 \end{cases}$$

其中, d 为计算开始时刻各个网格的静水深。

c. 计算海域及网格设置

本项目所建立的模型计算域范围如图 7.1-1 所示。本项目海域水深在 180~200m 之间, 垂向采用 σ 坐标, 共分为 5 层, 自海底向上 0-20m 为第 1 层, 20-40m 为第 2 层, 40-100m 为第 3 层, 100-150m 为第 4 层, 150-海面为第 5 层, 以此计算 σ 对应数值进行垂向分层。



水平网格划分采取局部加密，沿脐带缆路由海域网格加密至 50m，以求得准确的污染物浓度分布。

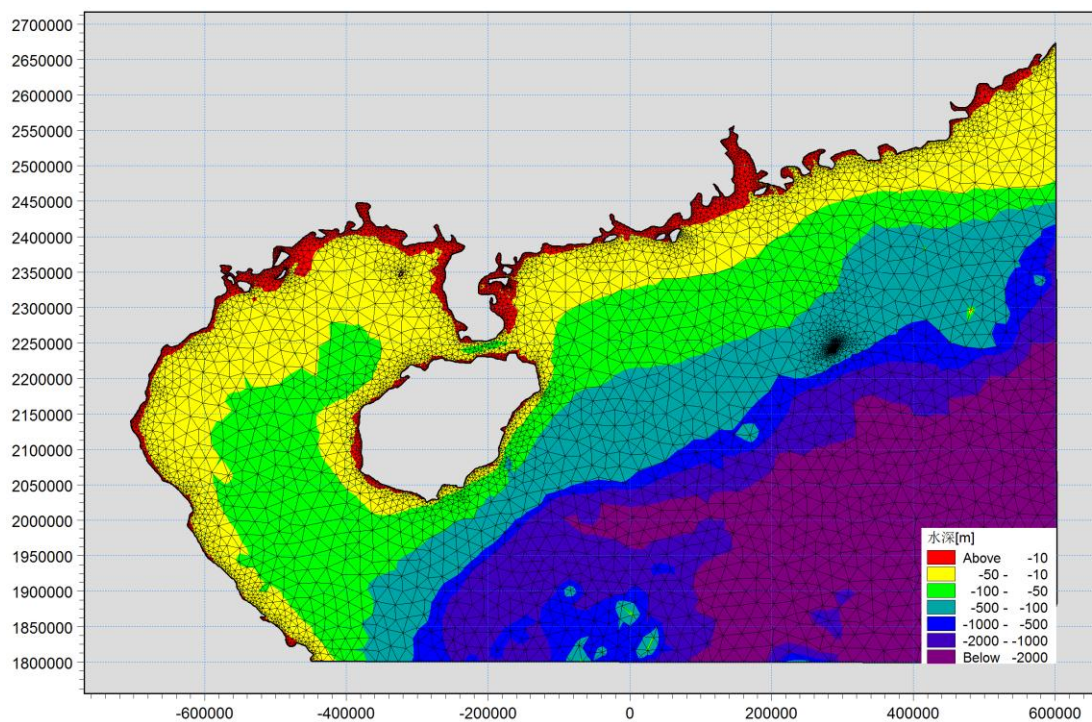


图 7.1-1 计算海域网格设置

7.1.1.2 潮流与潮位验证

在计算海域中，选取 A~D 四点作为潮流和潮位验证点，各点坐标如表 7.1-1 所示，在这些点分别将对应的数值计算结果与实测资料进行了验证，验证结果见图 7.1-3。

表 7.1-1 潮流潮位验证点坐标

站点名称	位置	验证项目	观测时间
A	19°25'55.527"N, 112°05'26.008"E	潮流、潮位	2011 年 5 月 8 日
B	19°45'44.930"N, 112°11'14.382"E	潮位	2011 年 5 月 14 日
C	19°39'15.752"N, 112°06'23.337"E	潮流、潮位	2011 年 8 月 22 日
D	17°27.185'N, 110°35.074'E	潮流、潮位	2017 年 4 月 8 日

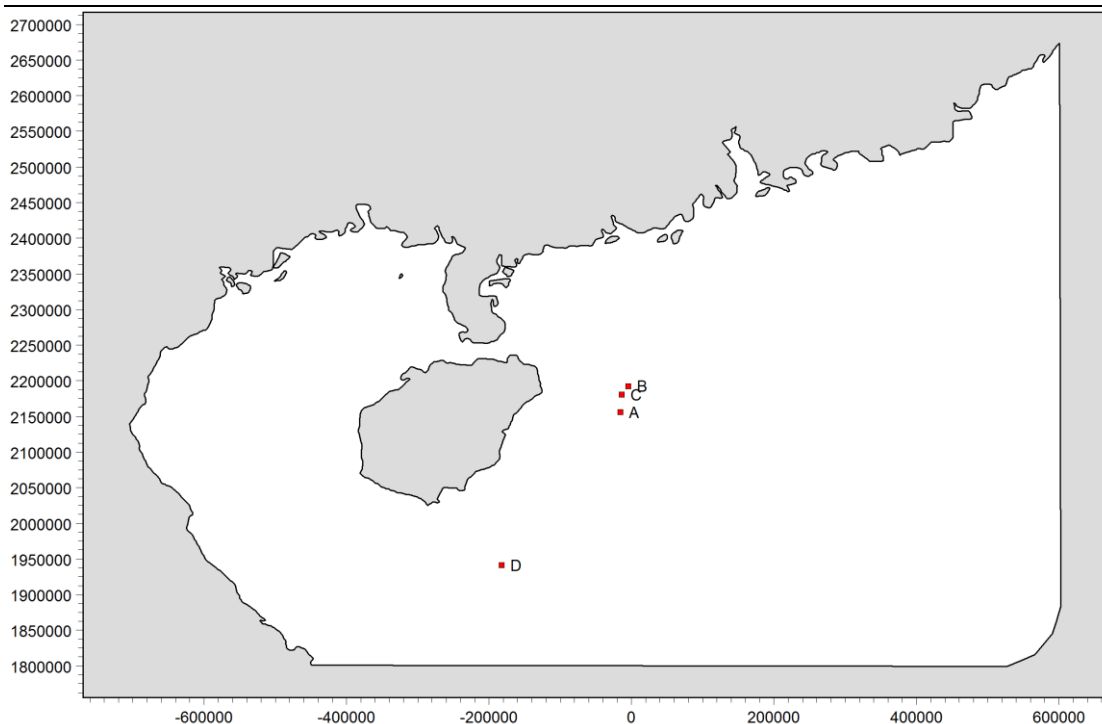
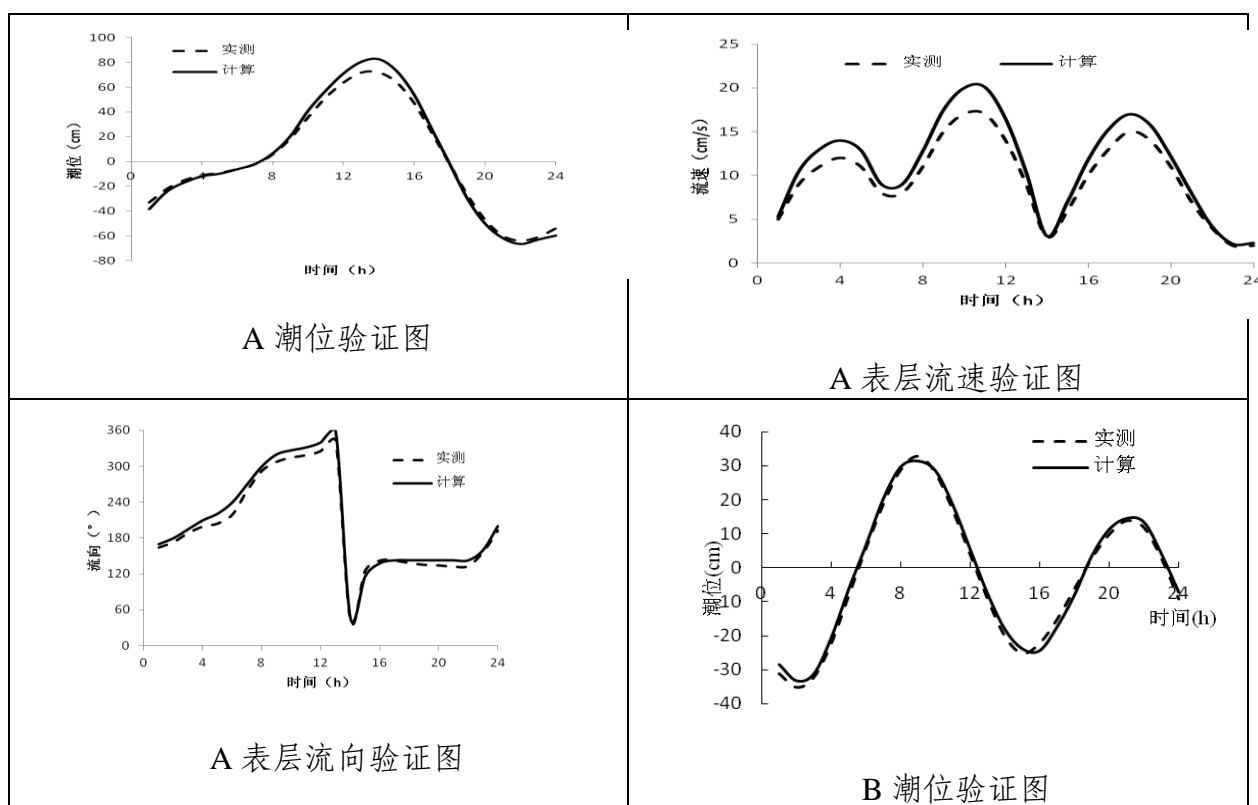


图 7.1-2 潮位潮流验证点位置



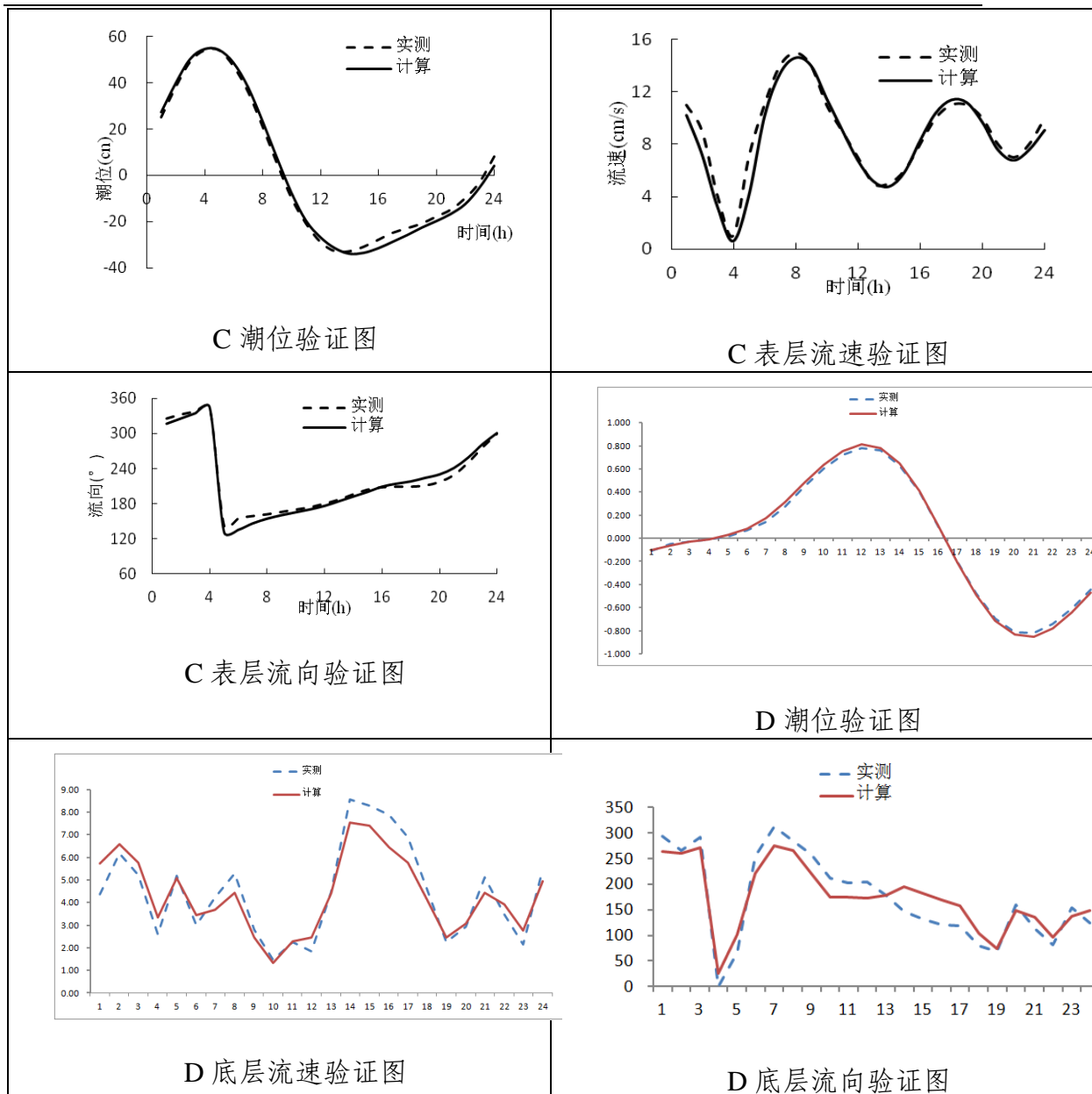


图 7.1-3 潮位潮流验证结果

从图中可以看出各站位的潮位振幅和位相计算值与实测值基本一致，最高最低潮位偏差在 $\pm 10\text{cm}$ 之内；流速的大小以及主流方向、转流方向等的计算值亦与实测值基本一致，平均流速偏差在 $\pm 10\%$ 之内，流向偏差在 $\pm 15^\circ$ 之内。潮位和潮流的验证结果表明建立的潮流模型是可行的，适合本海区。



7.1.2 悬浮沙预测

7.1.2.1 泥沙运动方程

悬浮物质为颗粒态，它随着海水运动的同时，尚在海水中沉降，并最终淤积于海底，这一特性决定了它的影响范围和影响时间是有限的。悬浮物输移—扩散过程由以下方程表示：

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

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 ，参数取值为 $0.01\text{m}^2/\text{s}$ ； 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 $\text{kg/m}^3/\text{s}$ 。

泥沙沉速采如下公式计算：

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

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 。

悬浮物的淤落条件，决定于水流速度和悬浮颗粒的扬动流速。利用扬动流速 u_f 的计算公式：

$$u_f = 12.76 \sqrt{\frac{\rho_s - \rho}{\rho} gd}$$

其中 ρ 、 ρ_s 、 g 、 d 分别为海水、泥沙密度和重力加速度与泥沙粒径。

根据工程给定的 d 大小，不难算出颗粒的扬动速度 u_f 。当流速大于 u_f 时，悬浮物颗粒不会淤落；只有在流速小于 u_f 时段，悬浮物才会淤落。流速小于 u_f 的出现频率即悬浮颗粒沉降的几率 α 。



边界条件:

$$\text{固边界上, } \frac{\partial C}{\partial n} = 0$$

$$\text{开边界上, } \frac{\partial C}{\partial t} + V_n \frac{\partial C}{\partial n} = 0 \quad \text{出流时段}$$

$$C(x, y, z, t) = 0 \quad \text{入流时段}$$

7.1.2.2 悬浮沙浓度预测

a. 排放位置及源强

本项目对现有脐带缆进行挖沟埋设, 挖沟截面近似梯形, 挖沟深度约为 1.1m, 缆沟上底宽 1.2m, 下底宽 0.4m, 平均每天挖沟约 1.5km, 以起沙率 15%, 泥沙湿容重 1.7g/cm³ 计算, 脐带缆挖沟掀起的悬浮沙源强约为 3.90kg/s。

表 7.1-2 脐带缆挖沟作业悬浮沙源强

起止	长度 (km)	挖沟断面(上宽/ 下宽/深度)(m)	挖沟速度 (km/d)	悬浮沙源强 (kg/s)
PY30-1DPP→ LH19-5SUTU	12.87	1.2/0.4/1.1	1.5	3.90

根据 2017 年 10 月沉积物调查, 本项目海域沉积物粒径分布如下。

表 7.1-3 本项目海域沉积物粒径

类型	砂	粉砂	粘土
粒径 (mm)	0.063 ~ 2	0.004 ~ 0.063	<0.004
占比 (%)	28.3	62.6	9.1

b. 悬浮沙预测结果

本项目脐带缆挖沟悬浮沙影响预测结果见表 7.1-4~表 7.1-5 和图 7.1-2。



表 7.1-4 悬浮沙预测结果

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)	覆盖 2cm 面积 (km ²)
20m 以上	/	/	/	0.5	5.0	0.219
海底以上 0-20m	3.955	0.768	0.549			

表 7.1-5 悬浮沙浓度区间面积 (km²)

层位	Bi<1	1≤Bi<4	4≤Bi<9	Bi≥9
20m 以上	/	/	/	/
海底以上 0-20m	1.928	0.732	0.526	0.768

从以上预测结果可见，由于垂向流速极小，垂向扩散也很小，泥沙缺乏向上的动力机制，因此挖沟悬浮沙影响仅限于底层（海底 0~20m），超一类最大距离约为 0.5km，悬浮沙覆盖厚度超过 2cm 的总面积约为 0.219km²，施工作业停止后约 5.0h，即可恢复第一类水质。

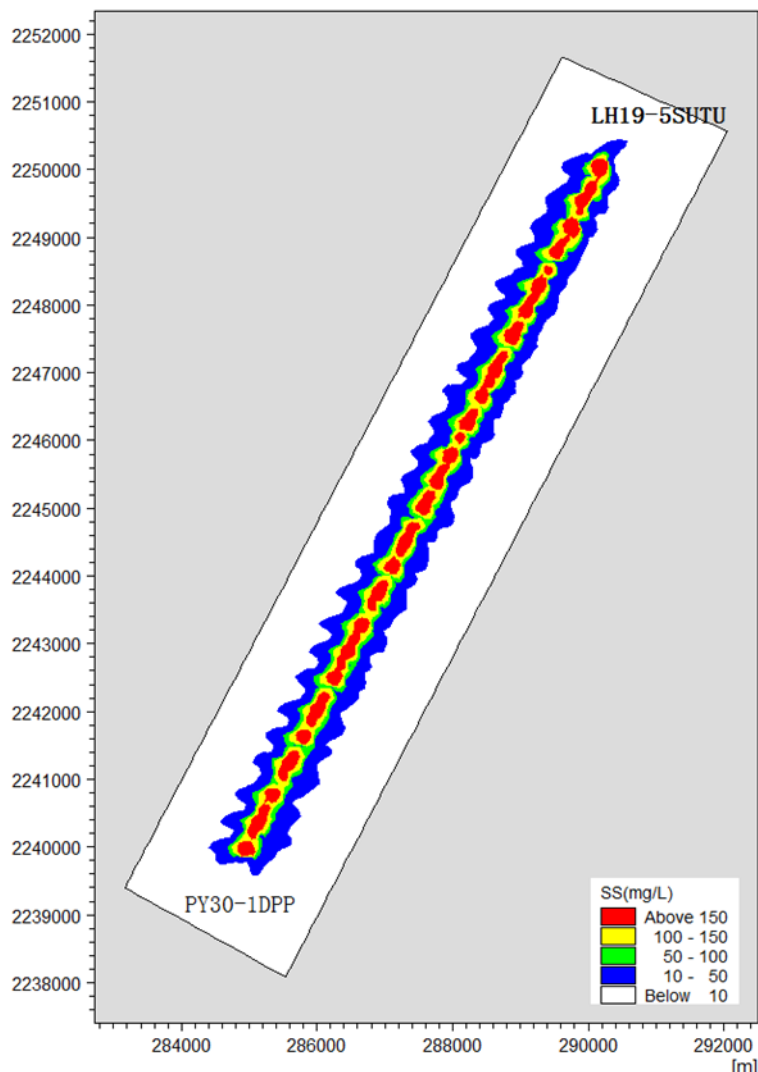


图 7.1-4 脐带缆挖沟埋设悬浮沙浓度包络线（海底 0~20m）

本项目脐带缆挖沟作业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物/生态损失。

7.2 海水水质环境影响评价

本项目脐带缆挖沟作业搅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，挖沟搅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，脐带缆挖沟悬浮沙影响仅限于底层（海底 0~20m），底层以上无超一类面积，底层超一（二）类包络面积为 3.955km²，



超一(二)类海水最大影响距离为 0.50km, 超三、四类其面积相对较小, 挖沟作业停止后约 5.0h 即可恢复第一类海水水质。

7.3 海洋沉积物环境影响评价

本项目脐带缆挖沟埋设对沉积物环境的影响主要是开挖和覆盖, 搅起的海底泥沙在海流和重力作用下自然回填, 覆盖厚度>2cm 的面积主要位于挖沟两侧附近, 根据数值模拟结果, 悬浮沙覆盖 2cm 厚度的覆盖面积约为 0.219km²。因悬浮沙均是局地沉积物再沉降, 不会引起沉积物环境的变化。

7.4 海洋生态环境影响评价

7.4.1 对浮游植物的影响分析

本项目挖沟搅起的悬浮沙使周围海水中悬浮沙增大, 增加海水浑浊度。一方面影响浮游植物的光合作用, 在一定程度上影响水体的浮游植物的生长与繁殖, 降低了海洋初级生产力; 另一方面, 由于悬浮物快速下沉, 有部分浮游植物被携带而随之下沉, 使水体中浮游植物遭受一定的损害。由于挖沟作业时间较短, 随着施工作业结束, 其影响将会逐渐降低以至消失。

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



7.4.3 对底栖生物的影响分析

国外的研究表明，悬浮沙的排放对鱼、蟹等移动性生物没有明显的不利影响，其主要会通过以下几种方式对底栖生物产生不利影响：（1）直接掩埋和覆盖沉积区内的底上和底内动物；（2）沉积层化学和构造上的改变对某些底栖生物的掘穴与索食产生影响；（3）沉积区内高耗氧量有机物的富集造成沉积层缺氧从而影响生物的生存；（4）沉积区内或附近底栖动物体的石油类和重金属等有毒物质的含量增加。

基于上述分析并根据数值模拟结果，可以做出如下判断：（1）在悬浮沙覆盖 2cm 面积内底栖生物会受到一定的影响。（2）除活动能力很小的底栖鱼类外，不会对活动能力较强的中上层鱼类及底层、近底层鱼类造成明显的危害。因而其对底栖生物造成影响的覆盖范围是有限的，不会对周围的整个底栖生态系统稳定性和生物种类多样性造成明显危害。挖沟作业结束后，沉积区的底栖生态将会逐渐恢复。

7.5 海洋生物资源及生态功能损失评估

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，海洋生态服务功能的损失按照《海洋生态资本评估技术导则》（GB/T28058-2011），二者合计即为本项目造成海洋生物资源及生态服务功能总的损失。

7.5.1 海洋生物资源损失评估

7.5.1.1 海洋生物资源损失评估方法

依据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），污染物扩散范围内对海洋生物资源的损害评估，分一次性损害和持续性损害。

（1）一次性平均受损量评估



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

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

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；

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

K_{ij} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率，单位为百分之 (%)；生物资源损失率取值参见该标准附录 B；

n ——某一污染物浓度增量分区总数。

(2) 持续性损害受损量评估

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

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

式中：

M_i ——第 i 种类生物资源累计损害量，单位为尾、个或千克 (kg)；

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

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

(3) 底栖生物损失计算方法

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

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

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)。

(4) 海洋生物资源损失率

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)，采用的生物损失率如下。

表 7.1-6 海洋生物资源损失率

污染物 i 的超标倍数 (B_i)	鱼卵、仔稚鱼、幼体 (%)	成体 (%)
$B_i \leq 1$ 倍	5	1
$1 < B_i \leq 4$ 倍	30	10
$4 < B_i \leq 9$ 倍	50	20
$B_i \geq 9$ 倍	70	30

(5) 海洋生物资源密度

本工程海洋生物资源损失估算采用的海洋生物资源密度及其来源如下。

表 7.1-7 海洋生物资源密度

	密度	调查单位	调查时间
鱼卵	0.127 粒/ m^3	中国水产科学研究院南海水产研究所	2018 年 4 月
仔稚鱼	0.007 尾/ m^3		
幼体	17900 尾/ km^2		
成体	538.83 kg/km^2		
底栖生物	2.99 g/m^2	国家海洋局南海环境监测中心	2017 年 10 月

7.5.1.2 海洋生物资源损失估算

本项目脐带缆挖沟埋设悬浮沙影响面积根据预测结果，海洋生物密度根据调查结果 (表 7.1-7)，海洋生物损失率取自表 7.1-6，计算方法根据前述公式 (1)，据此估算本项目施工造成的海域生物资源损失如下。



表 7.1-8 本项目脐带缆挖沟海洋生物损失

资源	面积 (km ²)	Bi≤1	1 < Bi≤4	4 < Bi≤9	Bi ≥9	小计
		1.928	0.732	0.526	0.768	
鱼卵	密度 (个/m ³)	0.127	0.127	0.127	0.127	2.837
	损失率	5%	30%	50%	70%	
	损失量 (10 ⁶ 个)	0.245	0.558	0.669	1.366	
仔鱼	密度 (尾/m ³)	0.0070	0.007	0.007	0.007	0.156
	损失率	5%	30%	50%	70%	
	损失量 (10 ⁶ 尾)	0.013	0.031	0.037	0.075	
幼体	密度(尾/km ²)	17900	17900	17900	17900	19994
	损失率	5%	30%	50%	70%	
	损失量(尾)	1726	3933	4711	9624	
成体	密度(kg/km ²)	538.8	538.8	538.8	538.8	230.7
	损失率	1%	10%	20%	30%	
	损失量(kg)	10.4	39.5	56.7	124.2	

本项目脐带缆挖沟埋设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,按脐带缆两侧各 5m 范围内底栖生物损失率 100%,泥沙覆盖厚度超过 2cm 面积内(扣除前者面积)底栖生物损失率 50%,根据前述公式 (3) 估算底栖生物损失如下。

表 7.1-9 脐带缆挖沟作业的底栖生物损失

面积 (km ²)		密度 (g/m ²)	损失率	损失量 (t)
覆盖 2cm (扣除后者)	0.0893	2.99	50%	0.13
两侧各 5m	0.1287	2.99	100%	0.38
-	-	-	-	0.51

7.5.1.3 海洋生物资源损失补偿计算

a. 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下式计算:

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

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。

b. 幼体经济价值计算

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：

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

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、幼蟹、头足类幼体长成最小成熟规格的重量按 0.1kg/尾，幼虾长成最小成熟规格的重量按 0.01kg/尾。

V——生物成体商品价格，按 15 元/kg。

c. 生物资源经济损失计算

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

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、底栖生物的价格按近年来海洋捕捞产值与产量均值的比值计算，为 1.5 万元/t。

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，幼体长成最小成熟规格重量按 0.1kg/尾，价格按 20 元/kg。本项目脐带缆挖沟埋设对海洋生物资源影响小于 15 天，



属一次性损害，补偿金额按 3 倍计。按照上述原则计算本项目海洋生物资源补偿如下。

表 7.1-10 海洋生物资源补偿

资源类别	损失量	长成率	单价	补偿倍数	补偿金额 (万元)
鱼卵 ($\times 10^6$ 粒)	2.837	1%	1 元/尾	3 倍	8.5
仔鱼 ($\times 10^6$ 尾)	0.156	5%	1 元/尾		2.3
幼鱼 (尾)	19994	/	20 元/kg		12.0
成体 (t)	231	/	1.5 万元/t		1.4
底栖生物 (t)	0.52	/	1.5 万元/t		3.1
小计	-	-	-		27.3

7.5.2 海洋生态功能损失评估

根据《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058-2011)，海洋生态系统服务功能主要包括海洋供给服务、海洋调节服务、海洋文化服务、海洋支持服务共 4 个部分，下面评估本工程对上述服务功能造成的损失。

7.5.2.1 海洋供给服务价值损失

根据《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058-2011)，海洋供给服务评估指标主要考虑渔业供给（养殖生产、捕捞生产）和氧气生产。由于本工程所处海域没有养殖生产，对捕捞生产的影响有限，且生物资源损失已在前面根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)进行了评估，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，本工程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 ($mg/m^2 d$);

S — 评估海域的水域面积，单位为平方千米 (km^2);

N - 时间天数，(d);

Q''_{O_2} — 大型藻类产生的氧气量，单位为吨每年 (t/a);

浮游植物初级生产提供氧气的计算公式为：

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

Q_{PP} — 浮游植物的初级生产力，单位为毫克每平方米每天 ($mg/m^2 d$)。

2017 年 10 月调查初级生产力平均值为 $165.39mg C/(m^2 d)$ ，本项目脐带缆挖沟埋设超一类包络面积 $3.955km^2$ ，挖沟停止后约 5.0h (0.21d) 海水水质即可恢复一类水质，根据上述公式评估氧气生产量的损失为：

$$\begin{aligned} Q_{O_2} &= 2.67 \times Q_{PP} \times S \times N \times 10^{-3} \\ &= 2.67 \times 165.39 \times 3.955 \times 0.21 \times 10^{-3} \\ &= 0.37(t) \end{aligned}$$

根据王燕等人的研究，工业制氧平均价格为 400 元/t，则本工程影响氧气生产价值为 0.01 万元。

7.5.2.2 海洋调节服务价值损失

根据《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058-2011)，海洋调节服务评估主要考虑气候调节和废弃物处理。本项目施工阶段生产垃圾和生活垃圾运回陆地处理，因此，这里仅考虑气候调节功能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以单位面积水域浮游植物和大型藻类固定二氧化碳的量。本工程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）。

2017 年 10 月调查初级生产力平均值为 165.39mg C/(m² d)，本项目脐带缆挖沟埋设超一类包络面积 3.955 km²，挖沟停止后约 5.0h（0.21d）海水水质即可恢复一类水质，根据上述公式评估氧气生产量的损失为：

$$\begin{aligned} Q_{O_2} &= 3.67 \times Q_{PP} \times S \times N \times 10^{-3} \\ &= 3.67 \times 165.39 \times 3.955 \times 0.21 \times 10^{-3} \\ &= 0.5 \text{ (t)} \end{aligned}$$

二氧化碳吸收价值用碳税法计算，瑞典的碳税率在国际上被普遍认可，这里采用这一税率，即 150 美元/t(C)，约合人民币 1000 元/t(C)，因此，本工程造成的气候调节损失为 0.05 万元。

7.5.2.3 海洋文化服务价值损失

根据《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058-2011)，海洋文化服务评估内容主要考虑休闲娱乐、科研服务。

休闲娱乐服务评估主要考虑评估海域以自然海洋景观为主体的海洋旅游景区；休闲娱乐的物质质量采用海洋旅游景区的年旅游人数评估，若旅游人数很少可不进行该项评估。本工程所处海域非旅游区，



所在海域远离海岸，极少有来此观光旅游的人员，休闲旅游价值低，且脐带缆挖沟悬浮沙影响不到海水表层，因此对休闲娱乐基本无影响。

关于科研服务，本工程所处海域未设置专门的实验场所或科研基地；而且本项目是对现有的脐带缆进行挖沟埋设，因此对本海域科研服务功能影响不增加。该海域的科研成果及其科研经费不易统计，因此这里采用成果参照法，根据陈仲新和张新时等(2000)对我国生态效益价值的估算，我国单位面积生态系统的平均科研价值 382 元/hm²。因本项目海域科研价值不会全部丧失，仅仅有一定的影响，这里取科研价值损失 10%。本项目脐带缆长度约 12.87km，按两侧个 50m，占用海域面积为 128.7hm²，占用海域时间按 20 年计，据此估算本项目造成科研服务功能损失约为

$$128.7 \times 382 \times 20 \times 10\% \times 10^{-4} = 9.8 \text{ (万元)}$$

7.5.2.4 海洋支持服务价值损失

根据《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058-2011)，海洋支持服务评估内容主要考虑物种多样性维持、生态系统多样性维持。

本项目脐带缆挖沟埋设超一类包络面积 3.955 km² (395.5hm²)，挖沟停止后约 5.0h (0.00057a) 海水水质即可恢复一类水质。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)，据此估算排污影响造成生物多样性维持功能价值损失约为：

$$395.5 \times 0.00057 \times 8686 \times 10^{-4} = 0.2 \text{ (万元)}$$

综上所述计算结果，本工程造成海洋供给服务价值损失、海洋调节服务价值损失、海洋文化服务价值损失和海洋支持服务价值损失共约 10 万元。

7.6 环境保护目标影响分析

根据 4.3 节分析，本项目海域主要环境敏感目标为产卵场，其与本项目最近距离及敏感时间如下：



表 7.1-11 本项目主要环境敏感目标筛选

类型	敏感区名称	与工程设施最短距离 (km) 与方位	敏感时间
产卵场	蓝圆鲹粤东外海区产卵场	约 23/东北	3~7 月
	鲐鱼粤东外海区产卵场	约 38/东北	2~4 月
	鲐鱼珠江口外海区产卵场	约 19/西南	1~3 月
	深水金线鱼产卵场	包含	3~9 月

从上表可见，除深水金线鱼产卵场以外，其他产卵场距离本项目均较远 (>19km)，而根据脐带缆挖沟悬浮沙预测结果，悬浮沙影响距离最大为 0.5km，挖沟作业影响不到其他产卵场。

而对于本项目位于其中的深水金线鱼产卵场，建议通过挖沟作业时间回避其产卵盛期 (3~5 月)，以及增殖放流等生态补偿措施，最大程度减缓和补偿对其的影响。由于脐带缆挖沟作业是一次性的、短期的施工行为，其对海洋生态环境的影响是短期的、可恢复的。

7.7 水文动力环境影响分析

本项目对现有脐带缆进行挖沟埋设，设计埋深约 1m，不新建其他工程设施和构筑物，且工程海域水深较深，因此本项目对水文动力基本无影响。

7.8 地形地貌与冲淤环境影响分析

本项目对现有脐带缆进行挖沟埋设，设计埋深约 1m，不新建其他工程设施和构筑物，挖沟泥沙在海流及重力作用下自然回填，因此本项目对冲淤基本无影响。



8 环境风险分析与评价

8.1 风险评价概述

8.1.1 评价目的

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018), 结合流花 19-5 气田水下生产设施保护工程的情况, 针对海上工程在建设阶段、生产阶段可能存在的事故风险进行识别, 并对事故源项、事故规模和概率进行分析。根据脐带缆化学药剂环境风险分析结果确定可能影响的方向和范围, 结合项目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, 为项目正常生产做好准备。

8.1.2 评价原则

1) 严格执行国家现行有关法律、法规、标准和规范的要求, 对该项目进行科学、客观、公正、独立及有针对性的评估;

2) 采用可靠、适用的评估技术和评估方法对项目进行定性评估, 遵循针对性、技术可行性、经济合理性、可操作性的原则, 提出消除或减弱脐带缆化学药剂泄漏环境风险的技术和管理措施建议;

3) 真实、准确地作出评估结论。

8.1.3 评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018), 环境风险评价级别划分为一级、二级、三级。根据建设项目设计的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势, 按照表 8.1-1 确定评价工作等级。

表 8.1-1 评价工作等级划分

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

根据本项目可知, 本项目风险潜势为 I 级别, 确定本项目环境风



险评价等级为简单分析。

8.1.4 评价范围

根据《建设项目环境风险评价导则》(HJ 169-2018), 油气、化学品输送管线项目一级、二级评价距管道中心线两侧一般均不低于 200m; 三级评价距管道中心线两侧一般均不低于 100m。由于脐带缆所含化学药剂均溶于海水, 综合考虑本工程以脐带缆路由为中心外扩 5km 的环境影响评价范围及事故应急响应时间, 确定本工程海上风险事故状态下以脐带缆路由为中心线外扩 5km 的范围为环境风险重点评价范围。

8.2 风险调查

8.2.1 建设项目风险源调查

根据《建设项目环境风险评价导则》(HJ 169-2018), 存在物质或能量意外释放、并可能产生环境危害的源为风险源。本工程风险源主要包括脐带缆及管线中存在的液压液、甲醇、防腐剂, 见表 8.2-1。

表 8.2-1 环境风险源汇总表

风险源	环境风险源名称	危险物质名称	最大输送量	长度	管径
脐带缆	PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 低压液压管线	液压液	1.62t	12.3km	12.7mm
	PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 低压液压管线	液压液	1.62t	12.3km	12.7mm
	PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 高压液压管线	液压液	1.62t	12.3km	12.7mm
	PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 高压液压管线	液压液	1.62t	12.3km	12.7mm
	LH19-5SUTU 至 PY30-1DPP 液压回流管线	液压液	6.48t	12.3km	25.4mm
	PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 甲醇注入管线	甲醇	7.79t	12.3km	25.4mm
	PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 防腐剂注入管线	防腐剂	2.98t	12.3km	12.7mm

8.2.2 环境敏感目标调查

根据调查分析，流花 19-5 脐带缆挖沟保护工程海域环境敏感区主要为脐带缆路由所在海域附近的产卵场。本工程在正常建设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，本工程脐带缆路由所在的深水金线鱼产卵场将作为重点保护目标。脐带缆路由附近可能受到影响的、必须进行重点保护的环境敏感目标见图 8.2-1，与主要敏感目标的方位距离及其敏感时间见表 8.2-2。

图 8.2-1 本工程附近环境敏感目标（深水金线鱼产卵场）示意图

表 8.2-2 本工程主要环境敏感目标

类型	主要环境敏感目标	与工程设施最短距离与方位
产卵场	蓝圆鳐粤东外海区产卵场	约 23/东北
	鲐鱼粤东外海区产卵场	约 38/东北
	鲐鱼珠江口外海区产卵场	约 19/西南
	深水金线鱼产卵场	包含

8.3 环境风险潜势初判断

根据《建设项目环境风险评价导则》(HJ 169-2018)，建设项目风险潜势划分为 I、II、III、IV/IV+级。根据建设项目设计的物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度，结合事故情形下环境影响途径，对建设项目潜在环境危害程度进行概化分析，按照表 8.3-1 确定环境风险潜势。

表 8.3-1 评价工作级别

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



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

8.3.1 危险物质及工艺系统危险性分级确定

8.3.1.1 危险物质数量与临界量比值 (Q)

根据《建设项目环境风险评价导则》(HJ 169-2018)、《危险化学品重大危险源辨识》(GB 18218-2018), 计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其对应临界量的比值 Q 。在不同厂区的同一种物质, 按其在厂界内的最大存在总量计算。

当只涉及一种危险物质时, 计算该物质的总量与其临界量的比值, 即为 Q ;

当存在多种危险物质时, 则按下式计算物质总量与其临界量比值 (Q):

$$\frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \dots + \frac{q_n}{Q_n} \geq 1$$

式中: q_1, q_2, \dots, q_n ——每种危险物质的最大存在总量, t;

Q_1, Q_2, \dots, Q_n ——每种危险物质的临界量, t。

当 $Q < 1$ 时, 该项目环境风险潜势为 I。

当 $Q \geq 1$ 时, 将 Q 值划分为: (1) $1 \leq Q < 10$; (2) $10 \leq Q < 100$; (3) $Q \geq 100$ 。

根据《建设项目环境风险评价导则》(HJ 169-2018) 附录 B, 结合表 8.2-1 本工程环境风险源汇总情况, 其中液压液中主要风险物质为乙二醇, 约占总量的 50%; 防腐剂中主要风险物质为甲醇, 约占总量的 20%。本工程环境风险源主要风险物质及最大存在量见表 8.3-2。

表 8.3-2 本工程环境风险源主要风险物质及最大存在量

风险源	环境风险源名称	危险物质名称	最大输送量	主要风险物质	最大存在量
脐带缆	PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 低	液压液	1.62t	乙二醇	0.81t



风险源	环境风险源名称	危险物质名称	最大输送量	主要风险物质	最大存在量
	压液压管线				
	PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 低压液压管线	液压液	1.62t	乙二醇	0.81t
	PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 高压液压管线	液压液	1.62t	乙二醇	0.81t
	PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 高压液压管线	液压液	1.62t	乙二醇	0.81t
	LH19-5SUTU 至 PY30-1DPP 液压回流管线	液压液	6.48t	乙二醇	3.24t
	PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 甲醇注入管线	甲醇	7.79t	甲醇	7.79t
	PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 防腐剂注入管线	防腐剂	2.98t	甲醇	0.60t

根据《建设项目环境风险评价导则》(HJ 169-2018)、《危险化学品重大危险源辨识》(GB 18218-2018),结合表 8.3-2 本工程环境风险源主要风险物质及最大存在量,本工程重大危险源识别结果如表 8.3-3 所示。其中,乙二醇 LD₅₀ 为 7712mg/kg(大鼠经口),按照《化学品分类和标签规范 第 18 部分:急性毒性》(GB 30000.18-2013),乙二醇毒性低,不属于急性毒性危害分类(5 类)中的任何一类。根据《建设项目环境风险评价导则》(HJ 169-2018),保守参照健康危险毒性物质(类别 2,类别 3)确定乙二醇推荐临界量为 50t。

表 8.3-3 本工程重大危险源识别结果

脐带缆	风险物质	最大存在量	临界量	qi/Qi	识别结果
PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 低压液压管线	乙二醇	0.81t	50t	0.0162	否
PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 低压液压管线	乙二醇	0.81t	50t	0.0162	
PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 高压液压管线	乙二醇	0.81t	50t	0.0162	



PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 高压液压管线	乙二醇	0.81t	50t	0.0162	
LH19-5SUTU 至 PY30-1DPP 液压回流管线	乙二醇	3.24t	50t	0.0648	
PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 甲醇注入管线	甲醇	7.79t	10t	0.779	
PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 防腐剂注入管线	甲醇	0.60t	10t	0.06	
Q				0.9686<1	

8.3.1.2 行业及生产工艺 (M)

分析项目所属行业及生产工艺特点，按照表 8.3-4 评估生产工艺情况。具有多套工艺单元项目，对每套生产工艺分别评分并求和。将 M 划分为 (1) $M>20$; (2) $10<M\leq 20$; (3) $5<M\leq 10$; (4) $M=5$ ，分别以 M1、M2、M3 和 M4 表示。

表 8.3-4 行业及生产工艺

行业	评估依据	分值
石化、化工、医药、轻工、化纤、有色冶炼等	涉及光气及光气化工艺、电解工艺（氯碱）、氯化艺、硝化工艺、合成氨工艺、裂解（裂化）工艺、氟化艺、加氢工艺、重氮化工艺、氧化工艺、过氧化工艺、胺基化工艺、磺化工艺、聚合工艺、烷基化工艺、新型煤化工工艺、电石生产工艺、偶氮化工艺	10/套
	无机酸制酸工艺、焦化工艺	5/套
	其他高温或高压，且涉及危险物质的工艺过程 ^a 、危险物质贮存罐区	5/套 (罐区)
管道、港口/码头等	涉及危险物质管道运输项目、港口/码头等	10
石油天然气	石油、天然气、页岩气开采（含净化），气库（不含加气站的气库），油库（不含加气站的油库）、油气管线 ^b （不含城镇燃气管线）	10
其他	涉及危险物质使用、贮存的项目	5

^a 高温指工艺温度 ≥ 300 °C，高压指压力容器的设计压力 (P) ≥ 10.0 MPa;
^b 长输管道运输项目应按站场、管线分段进行评价。

风险工艺识别见表 8.3-5 所示。本工程为脐带缆挖沟保护作业，涉及主要风险物质为脐带缆所含的乙二醇和甲醇，因此可参照油气管



线生产工艺进行风险生产工艺的识别，保守识别为 M3。

表 8.3-5 风险生产工艺识别

行业	生产工艺	行业	M 值	M 划分
石油天然气	石油、天然气开采，油气管线	石油天然气	10	M3

8.3.1.3 危险物质及工艺系统危险性 (P) 分级

根据危险物质数量与临界量 (Q) 和行业及生产工艺 (M)，按照表 8.3-6 确定物质及工艺系统危险性等级 (P)，分别以 P1、P2、P3、P4 表示。

表 8.3-6 危险物质及工艺系统危险性等级判断 (P)

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

本工程生产工艺识别为 M3，但是危险物质与临界量比值 $Q < 1$ ，因此不存在危险物质及工艺系统危险性等级的判断。

8.3.2 环境敏感程度的分级确定

依据事故情况下危险物质泄漏到水体的排放点接纳地表水体功能敏感性，与下游环境敏感目标情况，共分为三种类型：E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区。分级原则见表 8.3-7，其中地表水功能敏感性分区见表 8.3-8、环境敏感目标分级分别见表 8.3-9。

表 8.3-7 地表水环境敏感程度分级

危险物质数量与临界量比值 (Q)	行业及生产工艺 (P)		
	F1	F2	F3
S1	E1	E1	E2



S2	E1	E2	E2
S3	E1	E2	E3

表 8.3-8 地表水功能敏感性分区

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

表 8.3-9 环境敏感目标分级

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

流花 19-5 脐带缆挖沟保护工程所在海区属于海水水质分类第一类，地表水功能分区应为 F1；并且本工程包含多个环境风险受体，存



在多个产卵场等，环境敏感目标分级应为 S1。根据表 8.3-7 确定，本工程位于环境高度敏感区 E1。

8.3.3 本工程环境风险潜势初判

本工程危险物质及工艺系统不存在危害，虽然位于环境高度敏感区 E1，但由于危险物质与临界量比值 $Q < 1$ ，因此根据表 8.1-1，其风险潜势应为 I 级。

8.3.4 评价工作等级判定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，环境风险评价级别划分为一级、二级、三级。根据建设项目设计的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势，按照表 8.3-10 确定评价工作等级。

表 8.3-10 评价工作等级划分

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

根据分析可知，本工程风险潜势为 I 级。基于上述结果及环境敏感目标的分布情况，确定本工程环境风险评价等级为简单分析。

8.4 风险识别

8.4.1 物质风险识别

本工程生产过程中涉及的物质主要为脐带缆所含化学药剂，经调查为乙二醇和甲醇。根据《危险化学品目录（2015）》，乙二醇和甲醇属于危险化学品，其理化性质及危险特性如表 8.4-1 与表 8.4-2 所示。

表 8.4-1 乙二醇理化性质及危险性质

标识	中文名：乙二醇		英文名：Ethanediol	
	危规号：33501	UN 编号：2363	CAS 号：107-21-1	
理化	外观与性状：无色粘稠液体		溶解性：与水互溶	
	20℃ 密度：1105.2 kg/m ³		熔点（℃）：-13.2℃	



特性	沸点 (°C) : 197.3°C	禁忌物: 强氧化剂、卤素
	稳定性: 正常情况下物料稳定	聚合危害: 不聚合
危险性	危险性类别: 第 3 类 易燃液体	引燃温度 (°C) : >257
	闪点 (°C) : 111.1	燃烧 (分解) 产物: CO、CO ₂
	爆炸下限 (v%) : 3.2	爆炸上限 (v%) : 15.3
	危险特性: 其蒸汽与空气形成爆炸性混合物, 遇明火、高热或极易燃烧爆炸, 与氧化剂能发生强烈反应, 若遇高热, 容器内压增大, 有开裂和爆炸的危险。	
灭火方法: 泡沫、干粉、二氧化碳、砂土		
毒理性	LD ₅₀ : 3500mg/kg (大鼠经皮)	毒性判别: 低毒类
	LD ₅₀ : 7712mg/kg (大鼠经口)	
健康危害	侵入途径: 吸入、食入、皮肤吸收	
	健康危害: 国内尚未见本品急慢性中毒报道。国外的急性中毒多系因误服。吸入中毒表现为反复发作性昏厥, 并可有眼球震颤, 淋巴细胞增多。口服后急性中毒分三个阶段: 第一阶段主要为中枢神经系统症状, 轻者似乙醇中毒表现, 重者迅速产生昏迷抽搐, 最后死亡; 第二阶段, 心肺症状明显, 严重病例可有肺水肿, 支气管肺炎, 心力衰竭; 第三阶段主要表现为不同程度肾功能衰竭。人的本品一次口服致死量估计为 1.4ml/kg(1.56g/kg)。	
	急性中毒:	
急救	皮肤接触: 脱去污染衣物。用水冲洗暴露的部位,并用肥皂(如有)进行清洗。如刺激持续,请求医。	
	眼睛接触: 立即撑开眼睛用大量水冲洗眼睛最少 15 分钟。将受害者送到最接近的医疗设施接受进一步医疗。	
	吸入: 将受害者迁移到空气清新的地方。如受害者没有在短时间内复原, 应将其送到最接近肇事地点的医疗设施接受进一步的医疗。	
	食入: 切勿延迟处理。不应诱导呕吐。如受害者仍是清醒,用水冲洗口腔;喝半杯到一杯水有助于稀释化学品。	
泄漏处理	疏散泄漏区人员至安全区, 禁止无关人员进入污染区, 切断电源。建议应急处理人员戴自给式呼吸器, 穿一般消防防护服。在确保安全情况下堵漏。喷水雾可以减少蒸发, 但不能降低泄漏物在受限制空间内的易燃性。用沙土、蛭石或其它惰性材料吸收, 然后收集运至空旷的地方掩埋、蒸发或焚烧。如大量泄漏, 应利用围堤收容, 然后收集、转移、回收或无害化处理后废弃。	
储运	用镀锌铁桶包装, 每桶 100Kg 或 200Kg。贮存时应密封, 长期贮存要氮封、防潮、防火、防冻。按易燃化学品规定贮运。	



表 8.4-2 甲醇理化性质及危险性质

标识	中文名：甲醇		英文名：Methyl Alcohol	
	危规号：32058	UN 编号：1230	CAS 号：67-56-1	
理化特性	外观与性状：透明或无色液体，轻微酒精味		溶解性：易溶	
	20℃密度：790.0 kg/m ³		凝固点（℃）：-98℃	
	沸点（℃）：<64.7℃		禁忌物：避免与强氧化物接触	
	稳定性：正常使用和贮存条件下稳定		聚合危害：不会发生	
危险特性	危险性类别：易燃液体，类别 2		自燃温度：385℃	
	闪点（℃）：12		燃烧（分解）产物：CO、CO ₂	
	爆炸下限（v%）：6		爆炸上限（v%）：36.5	
	危险特性：易燃，在白天甲醇起火看不见火焰。			
灭火方法：化学干粉、二氧化碳、水雾、泡沫。				
毒理性质	LD ₅₀ : 5628mg/kg（大鼠经口） LC ₅₀ : 64000ppm/4H（大鼠经口）		毒性判别：低毒类	
健康危害	侵入途径：吸入、食入、皮肤接触			
	健康危害：会造成视觉损害，甚至失明。会由皮肤吸收达中毒。大量暴露会致死。主要症状：咳嗽、头痛、眩晕、虚弱、困倦、头晕眼花、恶心、呕吐、酒醉、视力模糊、丧失意识、失明、过度欣快感、口语不清、呼吸急促、严重的上腹疼痛、昏迷、皮肤炎、红斑。			
	急毒性：吸入会造成咳嗽、头痛、眩晕、虚弱、困倦、头晕眼花、恶心、呕吐、酒醉、视力模糊等症状，严重会丧失意识、失明、甚至死亡。可能由皮肤吸收达中毒量。眼睛：其蒸汽刺激眼睛，直接接触可损害角膜表面组织，但通常可复原。食入初期症状类似酒精中毒，可能伴随呼吸急促、上腹疼痛、视力模糊、口语不清、甚至永久性失明等症状，严重可造成长期昏迷，甚至死亡。			
急救	皮肤接触：尽快以缓和流动的水冲洗 20 分钟以上，冲洗时脱掉污染的衣服、鞋子以及皮饰品；须将污染的衣服、鞋子以及皮饰品完全除污后再使用或丢弃。			
	眼睛接触：立即翻开上下眼睑，以缓和流动的温水冲洗眼睛 20 分钟，立即就医。			
	吸入：移除污染源或将患者移至新鲜空气处；若呼吸停止立即由受过训练的人进行人工呼吸，若心跳停止则施与心肺复苏术；立即就医。			
食入：若患者即将丧失意识、已经丧失意识或痉挛，勿经口喂食任何东西；催吐；加 2 匙苏打于一杯水中给患者喝；若患者自发性呕吐，让患者身体				



	向前倾以减少吸入呕吐物的危险；反复给予喝水；立即就医。
泄漏处理	应急处理：迅速撤离泄露污染区人员至安全地带，并进行隔离，严格限制出入。应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防毒服。尽可能切断泄露源。防止排入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄露：尽可能将溢漏液收集在密闭容器内，用砂土、蛭石或其它惰性材料吸收残液。大量泄露：用沙、泥土或其他惰性吸收剂围堵泄露物，避免泄露物进入下水道、排洪沟等限制性空间。喷雾状水冷却和稀释蒸气、保护现场人员。尽可能将液体回收，转移至槽车或专用收集器内，回收或运至废物处理 所处理。用水冲洗泄露区。
储运	储存于密闭容器内，并置于阴凉、干燥处，远离一般作业场所及不相容物。储存区域有独立通风系统，但无热源、明火及火花。储存于合格、安全的容器内。容器不使用时要加盖。储存区及作业区都应该使用耐溶剂的材料建造。包装容器应严加密封，并有接地链防止静电。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工 具装卸。公路运输时要按规定路线行驶，勿在居民区和人口稠密 区停留。铁路运输时要禁止溜放。严禁用木船、水泥船散装运输。

8.4.2 生产系统风险识别

针对本工程在生产阶段工艺风险进行分析，主要为脐带缆输送化学药剂工艺，环境风险为脐带缆中化学药剂泄漏，如表 8.4-3 所示。

表 8.4-3 生产工艺风险识别

阶段	生产工艺	环境风险性质
生产阶段	脐带缆输送化学药剂	化学药剂泄漏

8.4.3 危险物质向环境转移的途径识别

危险物质主要为乙二醇和甲醇，向环境转移的途径主要通过水体污染(海水污染)，环境风险类型为危险物质泄漏，具体分析如表 8.4-4。

表 8.4-4 危险物质向环境转移的途径识别

危险物质	危险物质特性	环境风险类型	危险物质影响环境的途径和方式
乙二醇	易燃易爆、有毒有害	物质泄漏	水体（海水）
甲醇	易燃易爆、有毒有害	物质泄漏	水体（海水）



8.5 风险事故情形分析

8.5.1 风险事故情形设定

本工程在生产阶段可能存在的主要环境风险为化学药剂泄漏事故，环境风险事故主要为脐带缆中的液压管线、甲醇注入管线、防腐剂注入管线发生泄漏。具体情形分析如表 8.5-1。

表 8.5-1 环境风险事故情形分析

阶段	化学药剂泄漏事故原因	油气泄漏事故情形分析
生产阶段	脐带缆中的液压管线、甲醇注入管线、防腐剂注入管线发生泄漏	海底脐带缆可能因穿孔、破裂等事故导致化学药剂泄漏。导致海底脐带缆泄漏事故的外部原因包括海面失落重物的撞击、渔船拖网或误抛锚、自然灾害等；内部原因有脐带缆管线腐蚀、材料缺陷等；此外还有人员误操作等原因。

8.5.2 风险事故概率分析

本工程事故概率以《国际油气生产商协会风险评估数据指南》(以下简称《风险评估数据指南》)为依据进行分析，中海石油(中国)有限公司是国际油气生产商协会的主要成员之一。该指南整理了挪威科学工业研究基金会、挪威船级社等机构统计的海油工程事故数据。

目前已掌握的统计数据有限，要对所有的事故概率做定量分析是十分困难的，这里结合本工程特点，主要对脐带缆化学药剂泄漏事故作定量分析。由于在脐带缆化学药剂泄漏概率计算方面尚无成熟的统计数据，因此本工程参考海底管道泄漏概率进行脐带缆化学药剂泄漏概率的计算。

根据莫特麦克唐(Mott McDonald)公司的报告《PARLOC: The update of Loss of Contaminant Data for Offshore Pipeline》(以下简称 PARLOC)，该报告统计了 1567 条海管，共 24837km, 328858km a。挪威船级社的《Riser/Pipeline Leak Frequencies》对 PARLOC 报告进行了修正，泄漏概率见表 8.5-2。



表 8.5-2 海底管道及立管管道泄漏概率

管道	类别	泄漏概率	单位
海底管道 (开阔海域)	井流管道, 以及输送未处理流体的小管道。	5.0×10^{-4}	次/km a
	输送处理后的油气, 管径 ≤ 24 英寸	5.1×10^{-5}	次/km a
	输送处理后的油气, 管径 > 24 英寸	1.4×10^{-5}	次/km a
柔性管(海底管道)	全部	2.3×10^{-3}	次/年
海底管道(平台周围安全区内)	管径 ≤ 16 英寸	7.9×10^{-4}	次/年
	管径 > 16 英寸	1.9×10^{-4}	次/年
立管	钢管-管径 ≤ 16 英寸	9.1×10^{-4}	次/年
	钢管管径 > 16 英寸	1.2×10^{-4}	次/年

流花 19-5 气田水下生产设施保护工程挖沟保护的脐带缆主要包括 2 根高压液压管线、2 根低压液压管线、1 根液压回流管线、1 根防腐剂注入管线、1 根甲醇注入管线, 脐带缆内管线为钢管。因此参考表 8.5-2 中柔性管(海底管道)泄漏概率对脐带缆各管线液压液与化学药剂泄漏概率进行计算, 具体管线数据见 8.5-3, 由此估算脐带缆中各管线发生事故的的概率均为 2.3×10^{-3} 次/年。

表 8.5-3 脐带缆中各管线泄漏概率

管线名称	输送介质	内径	长度	泄漏概率
PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 低压液压管线	乙二醇	12.7mm	12.3km	2.3×10^{-3}
PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 低压液压管线	乙二醇	12.7mm	12.3km	2.3×10^{-3}
PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 高压液压管线	乙二醇	12.7mm	12.3km	2.3×10^{-3}
PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 高压液压管线	乙二醇	12.7mm	12.3km	2.3×10^{-3}
LH19-5SUTU 至 PY30-1DPP 液压回流管线	乙二醇	25.4mm	12.3km	2.3×10^{-3}
PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 甲醇注入管线	甲醇	25.4mm	12.3km	2.3×10^{-3}
PY30-1DPP 至 LH19-5SUTU 防腐剂注入管线	甲醇	12.7mm	12.3km	2.3×10^{-3}



8.5.3 脐带缆泄漏事故后果分析

8.5.3.1 生产阶段化学药剂泄漏量

生产阶段脐带缆泄漏事故的主要溢出物质可能是乙二醇和甲醇。对于脐带缆中各条管线，取其中含有的化学药剂的最大存在量作为风险泄漏量。该泄漏量是本着保守原则在极端前提下给出的，实际上化学药剂泄漏量的大小受断裂部位、裂口大小及应急反应措施的及时性和有效性的制约。根据以上分析，生产阶段可能发生事故的化学药剂泄漏量见表 8.5-4。

表 8.5-4 生产运营期最大风险泄漏量

排放源	排放物	风险泄漏量
低压液压管线破裂	乙二醇	1.13t
低压液压管线破裂	乙二醇	1.13t
高压液压管线破裂	乙二醇	1.13t
高压液压管线破裂	乙二醇	1.13t
液压回流管线破裂	乙二醇	4.54t
甲醇注入管线破裂	甲醇	7.79t
防腐剂注入管线破裂	甲醇	0.30t

8.5.3.2 环境风险与最大可信事故

a. 脐带缆化学药剂泄漏事故

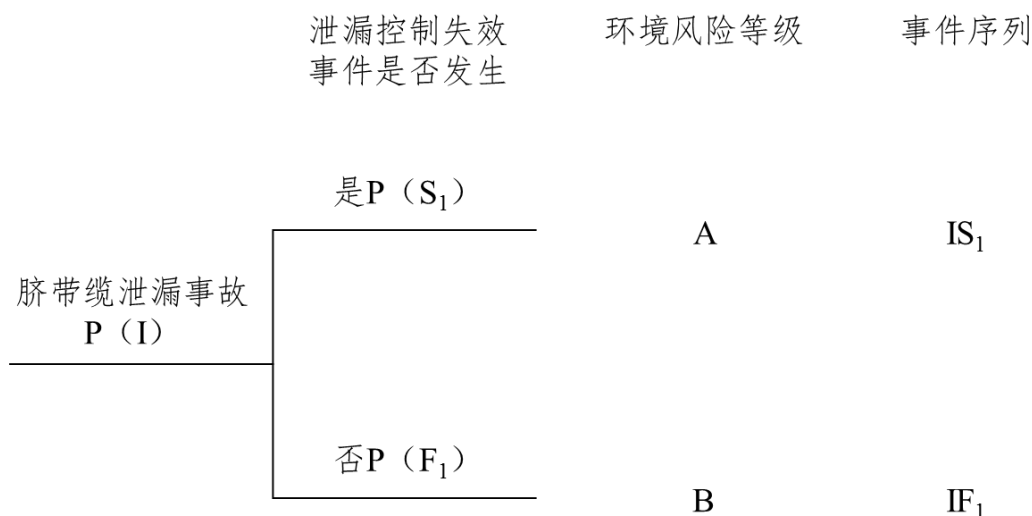


图 8.5-1 脐带缆化学药剂泄漏事故环境风险树

脐带缆化学药剂泄漏介质主要为乙二醇与甲醇，其泄漏源在水下，一般情况下不会出现火灾和爆炸事故。泄漏到水中的化学药剂与水相溶，防止化学药剂的进一步泄漏可以采取关断脐带缆控制设施的应急措施。当脐带缆控制设施正常关断时，会出现 B 级环境风险。而如果泄漏得不到控制，则会出现 A 级环境风险，风险概率约为 2.3×10^{-4} 次/年。

表 8.5-5 脐带缆化学药剂泄漏事故环境风险事故树定量化分析

事件序列	脐带缆泄漏事故	事件 1	事件序列概率
		泄漏控制失效事件	
IS_1	$P(I) = 2.3 \times 10^{-3}$	$P(S_1) = 0.1$	2.3×10^{-4}
IF_1		$P(F_1) = 0.9$	2.07×10^{-3}

b. 最大可信事故

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，通过风险识别，综上所述，并结合国内外同类项目事故统计资料，确定本工程脐带缆化学药剂泄漏事故潜在的环境风险最大，为最大可信事故，其发生概率在 10^{-4} (次/年) 量级。



8.5.4 脐带缆泄漏事故后果分析

海上一旦发生脐带缆化学药剂泄漏事故，溢出的化学药剂由于具有亲水性，迅速溶解在海水里面，一方面在海流作用下向一定方向运移，另一方面，以泄漏点为中心不断向四周扩展，使影响面积增大。同时，在运移扩散过程中，化学药剂浓度快速的稀释；由于海水动力作用，随扩散距离增大，其浓度急剧减小。此外，化学药剂中的不同组分还将发生溶解、被悬浮物吸附沉降及生物吸收等复杂的物理、化学和生物过程。

本工程附近海域主要环境敏感目标为产卵场等，主要环境敏感目标距本工程的最近距离见表 8.5-6。

表 8.5-6 主要环境敏感目标距本工程的最近距离

类型	主要环境敏感目标	方位	与本工程最近距离
产卵场	蓝圆鲹粤东外海区产卵场	约 23/东北	3~7 月
	鲈鱼粤东外海区产卵场	约 38/东北	2~4 月
	鲈鱼珠江口外海区产卵场	约 19/西南	1~3 月
	深水金线鱼产卵场	包含	3~9 月

从上表可见，本工程位于深水金线鱼产卵场内，距离鲈鱼珠江口外海区产卵场约 19km，除此之外其他敏感目标距离均较远。本工程脐带缆所含化学药剂主要为乙二醇与甲醇，使用量小，毒性低，且溶于水。一旦发生泄漏，乙二醇与甲醇能够快速溶于海水并稀释到较低浓度，对周边环境敏感目标影响甚微。

由于本工程距离陆地较远，且化学药剂在海水中稀释很快，即便是不利气象条件，在最大流速情况下泄漏产生的有限的化学药剂均不会抵达岸边。

8.6 环境风险管理

流花 19-5 脐带缆挖沟保护工程在设计、施工、运营中严格落实法律法规和要求，作业者制定了严格的各项操作和管理规程，采取了



严格的防范措施，确保设施安全正常的运行。

8.6.1 环境风险管理目标

环境风险管理目标是采用最低合理可行原则管控环境风险。采取的环境风险防范措施应与社会经济技术发展水平相适应，运用科学的技术手段和管理方法，对环境风险进行有效的预防、监控、响应。

防范脐带缆泄漏发生的最有效途径就是从工程设计、施工安装以及生产管理上采取有效的防范措施，从源头上消除事故隐患，尽可能避免化学药剂泄漏事故的发生。

尽管从工程设计、施工作业以及生产管理采取了全过程的脐带缆泄漏防范措施，但是化学药剂泄漏风险作为一种小概率事件仍然是存在的，本工程制定了相应的应急预案，可以迅速反应将泄漏进行有效控制，总体而言化学药剂泄漏风险概率很低，脐带缆泄漏事故可防可控。

8.6.2 环境风险防范措施

防治泄漏事故发生的最有效途径就是从工程设计、施工作业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，尽可能避免脐带缆泄漏事故的发生，以防止化学药剂环境风险事故对海洋环境的污染。

脐带缆风险事故可能会导致乙二醇、甲醇等化学药剂泄漏风险。作业者将从脐带缆结构设计、工艺设计、制造工艺、压力等级/材质选择和腐蚀控制、施工/安装以及运行管理、运行参数设置、调节等诸多方面着眼，以确保脐带缆安全可靠运行。此外脐带缆具有冗余设置，从而可实现各系统的高可靠性、有效性。

(1) 严格执行海底脐带缆挖沟埋设程序，为防止施工过程中可能对海底脐带缆造成的破坏，在施工前对原海底脐带缆实际路由进行探摸，避免破坏影响。

(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

组织机构如下图所示。

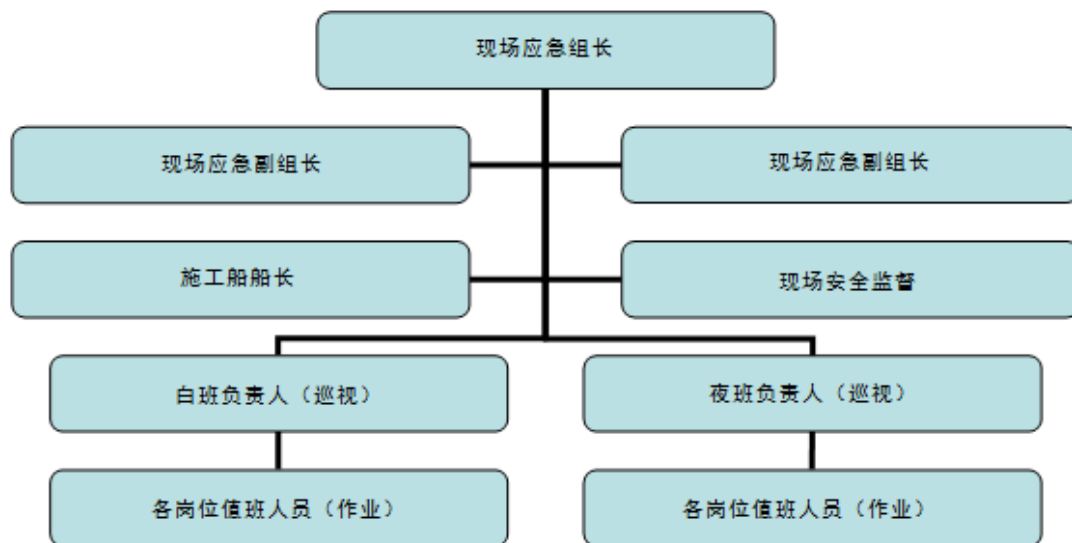


图 8.6-1 现场应急组织机构

(3) 为防止其他船只对施工船舶挖沟作业的影响，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。脐带缆挖沟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) 加强现场管理。任何人发现泄漏时，都必须在安全的前提下马上采取措施切断泄漏源，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应急行动。

8.6.3 脐带缆泄漏事故应急处置措施

流花 19-5 脐带缆挖沟保护工程虽在设计、施工期间将采取各种预防措施，但仍有难以预料的内部或外部原因导致海上脐带缆泄漏事故发生的可能性。这种发生概率很低，但却难以预料，仍然存在不可忽视的环境风险。因此必须在以预防为主的基础上，配备适当的应急设备，制定科学的应急计划并建立严格的应急程序，并充分利用现有

的应急处理能力和措施,尽最大能力降低海上脐带缆泄漏的环境危害程度。

流花 19-5 气田水下生产设施保护工程建设单位已针对本工程制定了详尽的泄漏应急计划,建议在本工程施工作业前,将本工程纳入深圳分公司应急体系中统一考虑,并将修改后的应急预案在有关部门备案。应急预案的主要内容包括气田作业区情况、应急组织机构及职责、泄漏风险分析、泄漏事故处理和泄漏应急能力等。

深圳分公司应急组织机构见图 8.6-2。

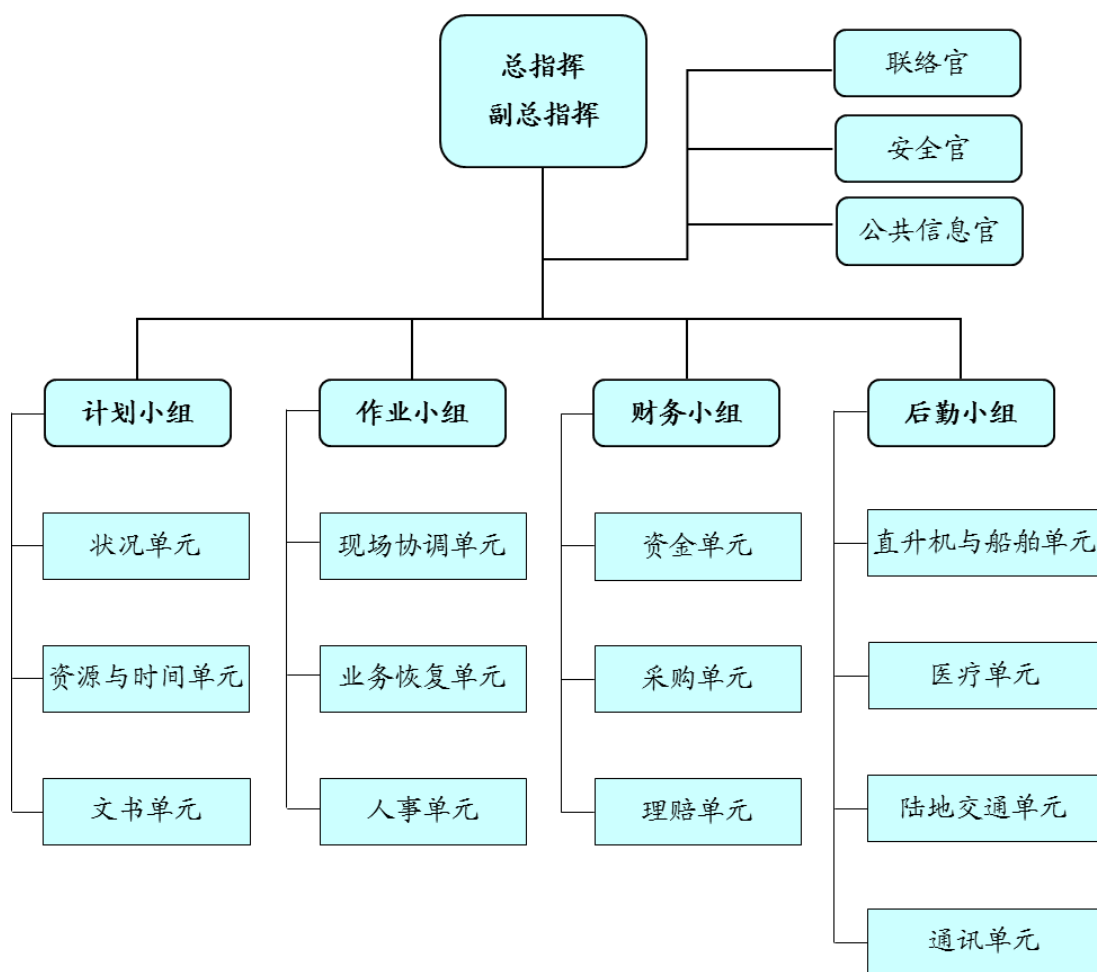


图 8.6-2 深圳分公司应急组织结构

流花 19-5 脐带缆挖沟保护工程所在番禺作业区块的现场级泄漏应急响应流程见图 8.6-3 所示。

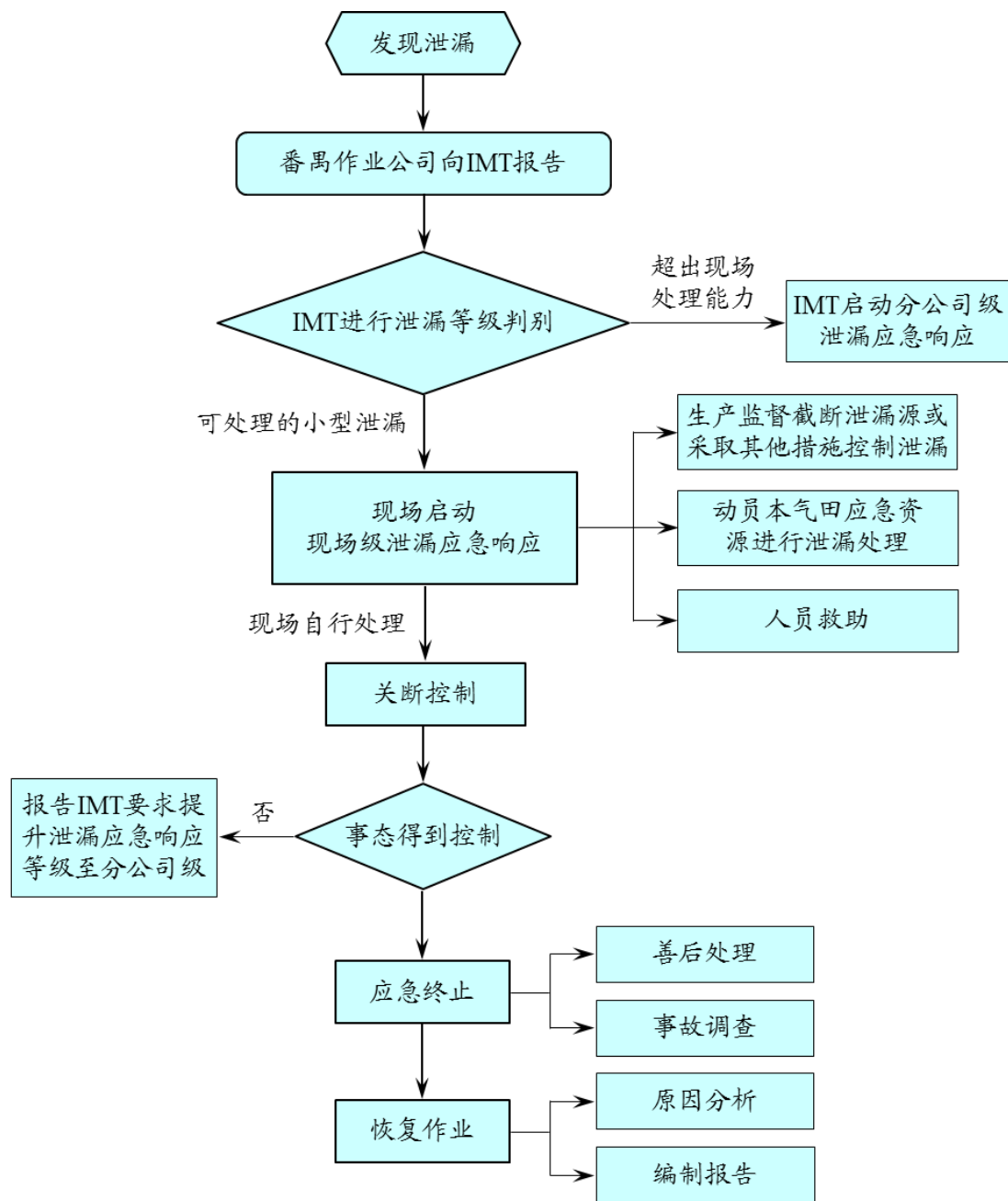


图 8.6-3 番禺作业区块现场级泄漏应急响应流程

在脐带缆各管线破裂引起化学药剂泄漏情况下，建设单位应急组织将及时采取措施进行风险应急响应。

(1) 建设单位应急组织与职责

- ① 总指挥：发出泄漏报警指令，决定停产或关断，向上级汇报。
- ② 副总指挥：组织对生产流程进行切换、隔离和关停，协助堵漏工作，记录所有的应急响应行动、目标和时间。



- ③ 应急成员：按照职责分工，听从指挥，应急响应，现场控制，向指挥中心汇报事故情况，如需要，请求支援。
- ④ 应急支持：按指令进行系统操作，设备启停，协助应急队堵漏工作，协助总指挥做好平台内部联络和信息沟通。
- ⑤ 通讯保障：保证平台对外联络畅通，按指令进行对外通讯联络，提供气象、海况支持。

(2) 针对脐带缆各条管线中具体化学药剂的泄漏，将采取以下具体措施进行应急响应：

1) 防腐剂泄漏

- ① 中控人员在操作站上发现防腐剂注入管线压力异常降低，水下井口注入量大幅低于注入泵出口流量，检查平台系统正常后判断水下脐带缆发生破裂造成防腐剂泄漏；
- ② 中控报告设施总监，启动脐带缆防腐剂泄漏应急预案；
- ③ 立即停止防腐剂注入泵，关闭脐带缆水上终端防腐剂管线两道隔离阀，关闭水下两口井采油树防腐剂注入阀和流量调节阀。

2) 甲醇泄漏

- ① 中控人员在操作站上发现甲醇注入管线压力异常降低，水下井口注入量大幅低于注入泵出口流量，检查平台系统正常后判断水下脐带缆管线破裂造成甲醇泄漏；
- ② 中控报告设施总监，启动脐带缆甲醇泄漏应急预案；
- ③ 甲醇加注为水下井口开井前甲醇注入，立即停止甲醇泵，关闭脐带缆水上终端甲醇管线两道隔离阀，关闭水下采油树甲醇注入阀和流量调节阀，及时调整其余生产井产量，达到外输配产需求；
- ④ 甲醇加注为水下井口开井过程中甲醇注入，立即停止甲醇泵，关闭水下采油树生产主阀和生产翼阀，关闭脐带缆水上终端甲醇管线两道隔离阀，关闭水下采油树甲醇注入阀和流量调



节阀，及时调整其余生产井产量，达到外输配产需求，如为 A2 井开井过程中，则需要在以上响应之后尽快将水下海管压力泄放至安全停输压力 4MPa；

- ⑤ 甲醇加注为水下井口关井前甲醇注入，立即停止甲醇泵，关闭水下采油树生产主阀和生产翼阀，关闭脐带缆水上终端甲醇管线两道隔离阀，关闭水下采油树甲醇注入阀和流量调节阀，打开海管上岸放空阀对海管进行泄压至安全停输压力 4MPa，及时调整其余生产井产量，达到外输配产需求。

8.7 评价结论与建议

本工程从设计阶段采用了国际、国内先进标准，在生产阶段采取了各类风险事故的防范性措施，通过这些措施使得发生脐带缆泄漏事故的概率非常小；为了应对化学药剂泄漏事故的发生，制定了相应的应急预案，从组织机构、资源配备、处理程序等进行了详细规定。

综合以上分析，本工程发生脐带缆泄漏的概率较低，制定了周密的泄漏应急预案，配备了相应的应急关断设备，因此，本工程化学药剂泄漏环境风险可防、可控。



9 环境保护对策措施与海洋生态建设方案

9.1 环境保护对策措施

流花 19-5 气田脐带缆挖沟保护工程主要海上作业内容及主要污染物产生情况详见表 9.1-1。由表 9.1-1 可知，本项目主要在建设阶段产生污染物；该海底脐带缆挖沟保护工程建成后，所依托平台的生产工艺、油气水产量和作业人数等均未发生变化，原有工程设施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。

本项目建设阶段产生的污染物主要包括海底脐带缆挖沟保护产生的悬浮沙和船舶污染物等。

表 9.1-1 本项目主要海上作业内容及主要污染物

工程内容	本项目产生的主要污染物	
	建设阶段	生产阶段
对已建的流花 19-5 气田水下生产系统至 PY30-1DPP 平台的海底脐带缆（约 12.87km）进行挖沟保护	悬浮沙和船舶污染物等	无

9.1.1 悬浮沙

本项目海底脐带缆将采用水力喷射式挖沟机进行挖沟埋设，主要产生悬浮沙。该挖沟方式能最大限度控制挖沟宽度，减少对海底的扰动，从而减缓并降低挖沟作业对周围海域海洋生态环境的影响。

本项目涉及的海底脐带缆挖沟保护作业所处海域位于深水金线鱼产卵场内，海底脐带缆挖沟保护作业将尽可能避开深水金线鱼产卵场的产卵盛期（3 月~5 月），以降低和缓解对海洋生物的影响程度。

9.1.2 船舶污染物

本项目海底脐带缆挖沟保护期间动用的作业船舶应采用符合《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》（2011）（2014 年修改通报）要求并获得相应的国内航行海船法定证书。



在排放控制区（包括沿海控制区和内河控制区）内航行、停泊、作业的船舶，船舶所使用的燃料油和大气污染物的排放应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发[2018]168号）》的要求。

建设阶段作业船舶将产生一定量的船舶污染物，包括船舶含油污水、船舶生活污水、船舶垃圾和船舶大气污染物等。船舶污染物的排放与处理执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）、《73/78防污公约》和《船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发[2018]168号）》等相关要求。海上建设阶段船舶污染物的环保措施见表 9.1-2。

表 9.1-2 海上建设阶段船舶污染物的环保措施

内容	项目	排放控制要求	备注
船舶含油污水	机器处所油污水	执行石油类 $\leq 15\text{mg/L}$ ，或收集并排入接收设施。	排放应在船舶航行中进行
船舶生活污水	距最近陆地 3 海里以内（含）的海域产生的船舶生活污水	a) 利用船载收集装置，排入接收设施； b) 利用船载生活污水处理装置处理，达到以下规定要求后在航行中排放： (1) 在 2012 年 1 月 1 日以前安装（含更换）生活污水处理装置的船舶， $\text{BOD}_5 \leq 50\text{mg/L}$ ， $\text{SS} \leq 150\text{mg/L}$ ，耐热大肠菌群 ≤ 2500 个/L； (2) 在 2012 年 1 月 1 日以后安装（含更换）生活污水处理装置的船舶， $\text{BOD}_5 \leq 25\text{mg/L}$ ， $\text{SS} \leq 35\text{mg/L}$ ，耐热大肠菌群 ≤ 1000 个/L， $\text{COD}_{\text{Cr}} \leq 125\text{mg/L}$ ， pH : 6~8.5，总氯（总余氯） $< 0.5\text{mg/L}$ 。	污染物排放监控位置：生活污水处理装置出水口
	距最近陆地 3 海里以外海域产生的船舶生活污水	同时满足下列条件： (1) 使用设备打碎固形物和消毒后排放； (2) 船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。	3 海里 $<$ 与最近陆地间距离 ≤ 12 海里的海域
		船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。	与最近陆地间距 > 12 海里的海域
船舶垃圾	塑料、废弃食用油、生	禁止排海	收集并排入接收设



内容	项目	排放控制要求	备注
	活废弃物等		施
	食品废弃物	在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径不大于 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。	
船舶大气污染物	硫氧化物、颗粒物和氮氧化物	船舶大气污染物排放满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发[2018]168号）》的要求	

9.2 清洁生产

清洁生产是实现经济和环境协调持续发展的一项重要措施，清洁生产的目标就是增效、降耗、节能、减污，由单纯的末端治理向生产全过程贯彻，从而实现清洁生产的目的。本节将主要分析海底脐带缆在挖沟保护过程中即建设阶段所采取的清洁生产措施。

(1) 本次海底脐带缆挖沟保护工程将采用水力喷射式挖沟机进行挖沟埋设，通过缩短海底脐带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（缆沟上底宽 1.2m，下底宽 0.4m），减少对海底的扰动。

(2) 建设阶段产生的除食品废弃物以外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。

(3) 建设阶段产生的船舶含油污水中石油类将处理至 $\leq 15\text{mg/L}$ 或收集并排入接收设施，如果排放将在船舶航行中进行达标排放。

(4) 本次海底脐带缆挖沟保护作业过程中，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。

由此可以看出，本项目通过采用先进的挖沟工艺、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。

9.3 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。

9.3.1 海洋生态保护措施

9.3.1.1 敏感目标敏感期避让措施

本项目位于深水金线鱼产卵场内，本项目海底脐带缆挖沟作业将尽可能避开其产卵盛期（3 月~5 月），并通过缩短海底脐带缆的施工期、采用先进挖沟设备作业等方式，减少对海底的开挖面积和悬浮沙产生量，尽可能降低和减缓海底脐带缆挖沟作业对海洋底栖生物和浮游生物的危害。

9.3.1.2 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）施工期产生的除食品废弃物以外的船舶垃圾等均收集后运回陆地交由有资质的单位处理，均不排海。除食品废弃物外的生活垃圾和生产垃圾排海削减率均达到 100%。其中，本项目施工期除食品废弃物外的生活垃圾和生产垃圾等船舶垃圾削减量共约 1.1t。

（2）本项目施工期产生的船舶含油污水量为 9.2m³，采取处理达标排海（石油类含量≤15mg/L）或者收集并排入接收设施的方式进行处置。



9.3.1.3 施工期生态保护措施

a. 施工方案优化措施

根据本项目地质调查和脐带缆路由情况,结合脐带缆被海锚钩挂的异常破损情况以及流花 19-5 气田脐带缆埋深要求,为预防挖沟施工中碰伤脐带缆,采取水力喷射式挖沟机进行挖沟作业;针对部分海床砂质浅的特点,且脐带缆已有破皮及打扭部分,为了防止外力移动脐带缆可能造成的风险,采用压块方式对脐带缆进行保护。

本项目采取的“挖沟+压块”分段保护相结合的施工方案,最大程度减缓了挖沟作业对周围海域海洋生态环境的影响和扰动。

b. 施工期管理措施

(1) 严格限制项目施工区域,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) 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。

9.3.2 海洋生态修复及补偿措施

9.3.2.1 海洋生态修复与补偿费用

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、海洋生态功能等损害进行补偿,并纳入本项目的环保投资。根据第十篇,本项目在建设过程中可能造成的海洋生物资源损失补偿费用约 55.8 万元;同时本项目建设造成的海洋供给服务价值损失、海洋调节服务价值损失、海洋文化服务价值损失和海洋支持服务价值损失共计约 10.06 万元。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,结合实际需要选择生态修复、补偿等项目进行资助或支持,并按要求开展海洋环境跟踪监测。

9.3.2.2 生态补偿与增殖放流

中海石油(中国)有限公司深圳分公司近几年在大鹏海域、珠海



中华白海豚自然保护区内实施了增殖放流活动。该活动由农业部南海区渔业局监督，由中海石油（中国）有限公司深圳分公司委托第三方实施完成。

为落实生态保护措施要求，进行海洋渔业资源恢复、生物多样性保护和生态环境修复。根据《中国水生生物资源养护行动纲要》，建设单位中海石油（中国）有限公司深圳分公司将根据工程实施进度、环评及批复要求在相关主管部门、专业机构的统一指导下选择合适的时机、适合的海域、合适的增殖放流品种开展增殖放流工作。

通过人工方法科学规范地向海洋天然水域增殖放流鱼、虾、贝的幼体（成体或卵等），增加水域资源量，以增加种群数量，改善和优化水域的渔业资源群落结构，是养护水生生物资源、保护生物多样性、改善水域生态环境和促进渔业可持续发展的一项有效措施。

（1）增殖放流方式和品种选择原则

为保证增殖放流苗种的质量和性价比，整个过程均经过严格规范的政府招投标，在专家严格评选后由具有国家或省级良种场等优良资质的苗种场提供鱼虾贝苗，所有苗种均按水生生物资源保护规定进行认真的检验检疫，确保苗种健康无病害。

渔业资源增殖放流品种选择原则为：1）本地原种或子一代的苗种或亲体；2）能大批量人工育苗；3）选择品质优良品种（属优质经济鱼、虾、贝类）；4）选择工程项目附近海域自然生态状况中原有的，确需恢复资源种群的品种；5）禁用影响海洋渔业资源品种，禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种进行增殖放流。

本项目建设单位在 2015 年 8 月曾在珠江口中华白海豚国家级自然保护区附近海域开展了惠州/西江油田群、番禺 10-2/5/8 油田的渔业资源第二次增殖放流活动，共投放斑节对虾 2000 万尾（规格 1.0cm/尾以上）、四指马鲛 60 万尾（规格 2.0~2.5cm/尾）。因放流海域岛屿和礁石密布，有利于鱼虾苗成活和生长，可以快速、有效地恢复渔业资

源，改良渔业结构，也为中华白海豚提供充足饵料来源，取得了良好效果。

建议本项目渔业资源增殖放流计划涉及的具体放流物种、规格、数量等，应根据当地的具体情况并由当地相关主管部门确认后再实施。

(2) 增殖放流实施方案

渔业资源增殖放流实施方案见图 9.3-1。通过开展渔业资源增殖放流、修复效果跟踪和评估，进行海洋渔业资源恢复、生物多样性保护和生态环境修复。

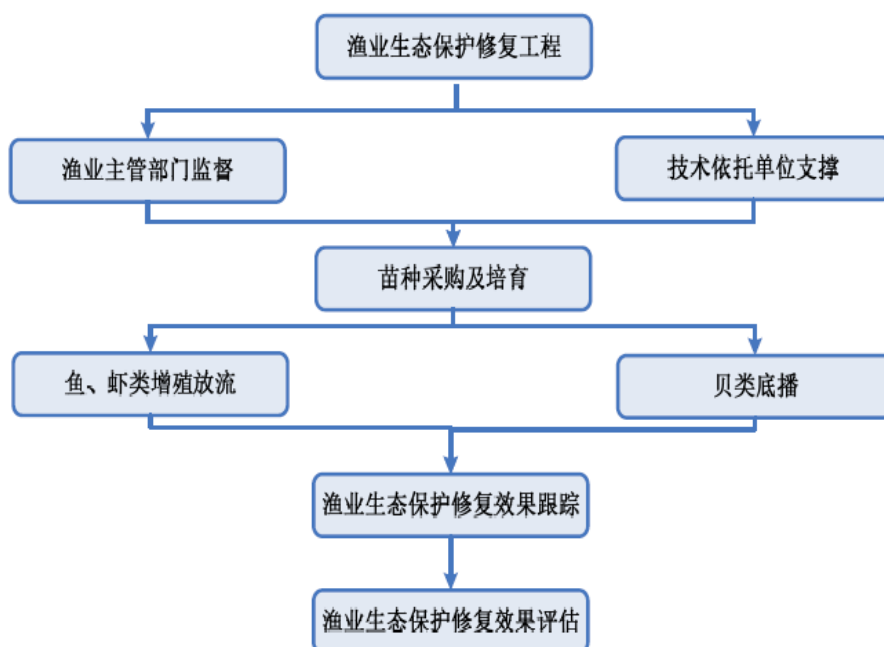


图 9.3-1 渔业资源增殖放流实施方案

(3) 资源修复跟踪监测

为监测项目环境、资源修复实施效果，对修复海域海洋生物和渔业资源的变动情况进行跟踪监测，以评估增殖放流的实施效果。委托有资质的单位或院校对增殖放流及周边海域渔船进行捕捞生产动态监测和放流种类渔获量监测，并派出专人按季度对增殖放流海域周边渔港渔船进行渔获产量抽样调查并进行采样，采用生物分子分析技术检验放流效果；对虾类增殖放流效果监测采用生物分子分析技术进行



尝试性研究。综合各种监测结果，多方面分析和印证渔业资源修复效果进行跟踪评估。

(4) 生态效益

通过鱼类、虾蟹类和贝类的增殖放流，一方面补充和恢复了水生生物资源群体，改善种群结构，维护海洋生物多样性；另一方面，随着放流海域渔业资源的恢复，海洋生态系统服务功能加强，海洋生物环境改善，对加强增殖放流海域周边海洋环境及渔业资源保护，保证海域生态环境和水生生物资源可持续利用，实现渔业健康、稳定和持续发展有着重要意义，生态效益显著。

9.3.2.3 海洋生态保护科研教育支持

鉴于项目所在地的生态环境敏感性，建议建设单位积极支持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。

近年来，广东省大力发展海洋生态文明建设：2016年11月24日广东省与国家海洋局签署《关于进一步深化合作共同推动广东海洋强省建设的框架协议》，协议要求在“十三五”期间，双方将充分发挥广东海洋经济优势在“一带一路”建设中的示范引领作用，携手推动广东海洋生态文明建设，大力发展海洋经济，推进海洋科技自主创新，科学管理和利用海洋资源，共同促进南海保护开发，加强21世纪海上丝绸之路和自贸区海洋经济合作，加快广东海洋强省建设步伐。

因此，建议建设单位与当地海洋主管部门沟通，积极参与这些海洋生态文明建设项目。

9.3.3 环境风险事故防范及应急

本工程主要的环境风险事故为脐带缆泄漏风险事故可能会导致乙二醇、甲醇等化学药剂的泄漏。作业者将从脐带缆结构设计、工艺设计、制造工艺、压力等级/材质选择和腐蚀控制、施工/安装以及运



行管理、运行参数设置、调节等诸多方面着眼，以确保脐带缆安全可靠运行。此外脐带缆具有冗余设置，从而可实现各系统的高可靠性、有效性。

本工程为应对化学药剂泄漏事故的发生，制定相应的应急预案，应急预案的主要内容包括气田作业区情况、应急组织机构及职责、泄漏风险分析、泄漏事故处理和泄漏应急能力等，并从组织机构、资源配备、处理程序等进行详细规定。

综合以上分析，本工程发生脐带缆泄漏的概率较低，通过采取针对性的泄漏风险防范措施、制定周密的泄漏应急预案、配备相应的应急关断设备等，本工程化学药剂泄漏环境风险可防、可控。



10 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，重点评价工程环保投资的经济合理性和可行性；并通过分析本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。

10.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

本项目对现有脐带缆进行挖沟埋设保护，不新增其他工程设施，不涉及工程设施的改造，因此本项目的环境保护投资，为海洋生物资源、海洋生态功能补偿费用，见表 10.1-1。

表 10.1-1 环境保护设施投资

环保投资	设备投资（万元）	折合比例	折合环保投资（万元）
海洋生物资源补偿	27.3	100 %	27.3
生态功能损害补偿	10.06	100	10.06
合计			37.36

10.1.1 环境保护投资比例分析

本项目投资约为万元，环保投资 37.36 万元，环保投资占项目投资比例为。

10.2 环境保护的经济损益分析

10.2.1 环境经济损失分析

本项目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。

10.2.1.1 海洋生物资源损失

- a. 海洋生物资源损失补偿计算
- b. 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



经济价值按下式计算：

$$M = W \times P \times E \dots\dots (7)$$

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。

c. 幼体经济价值计算

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下公式计算：

$$M = W \times P \times G \times V \dots\dots (8)$$

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、幼蟹、头足类幼体长成最小成熟规格的重量按 0.1kg/尾，幼虾长成最小成熟规格的重量按 0.01kg/尾。

V——生物成体商品价格，按 15 元/kg。

d. 生物资源经济损失计算

$$M = W \times E \dots\dots (9)$$

式中：

M——第 i 种类生物成体生物资源的经济损失额；



W——第 i 种类生物成体生物资源损失的资源量；

E——生物资源的商品价格，生物资源、底栖生物的价格按近年来海洋捕捞产值与产量均值的比值计算，为 1.5 万元/t。

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，幼体长成最小成熟规格重量按 0.1kg/尾，价格按 20 元/kg。本项目脐带缆挖沟埋设对海洋生物资源影响小于 15 天，属一次性损害，补偿金额按 3 倍计。按照上述原则计算本项目海洋生物资源补偿如下。

表 10.2-1 海洋生物资源补偿

资源类别	损失量	长成率	单价	补偿倍数	补偿金额 (万元)
鱼卵 ($\times 10^6$ 粒)	2.837	1%	1 元/尾	3 倍	8.5
仔鱼 ($\times 10^6$ 尾)	0.156	5%	1 元/尾		2.3
幼鱼 (尾)	20461	/	20 元/kg		12.3
成体 (t)	231	/	1.5 万元/t		1.4
底栖生物 (t)	0.52	/	1.5 万元/t		3.1
小计	-	-	-		27.6

10.2.1.2 海洋生态服务功能损失评估

根据《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058-2011)，海洋生态系统服务功能主要包括海洋供给服务、海洋调节服务、海洋文化服务、海洋支持服务共 4 个部分，计算过程详见第六篇，本工程造成海洋生态系统服务价值损失约 10.06 万元。

表 10.2-2 本工程海洋生态功能损失评估结果

损失类别	海洋供给 服务价值 损失	海洋调节服务 价值损失	海洋文化服务 价值损失	海洋支持 服务价值 损失	合计
损失价值 (万元)	0.01	0.05	9.8	0.2	10.06

10.2.2 环境经济收益分析

本项目不直接产生环境经济效益，但对现有脐带缆挖沟埋设保护



以后,可减少和降低外力对脐带缆的损害,避免外界对脐带缆的破坏,有利于维护脐带缆的完整性,确保流花 19-5 气田安全稳定生产;而且挖沟埋设保护以后,降低了脐带缆中的化学药剂、液压液等由于脐带缆破损造成泄漏的风险,对海洋生态环境具有正面的效益。

10.3 社会效益分析

通过本项目的实施,可以对流花 19-5 气田脐带缆进行有效保护,避免或者降低外力对脐带缆的损伤,确保该气田的安全稳定生产,向社会提供稳定的清洁能源,对于改善能源结构、减少大气排放,以及提高环境空气质量,都是有着积极的、正面的意义,因此本项目具有良好的社会效益。



11 环境管理与监测计划

11.1 环境管理

环境管理是控制污染、保护环境的重要措施。建设单位中海石油（中国）有限公司深圳分公司（以下简称“深圳分公司”）已建立一套系统、完整的环境保护管理机构和程序，对流花 19-5 水下生产系统的环境保护工作实行全过程、程序化的管理。

11.1.1 环境管理的任务和内容

流花 19-5 脐带缆挖沟保护工程在建设阶段和生产过程中将产生一定量的污染物，主要包括悬浮沙、生活污水、船舶含油污水、生活垃圾和生产垃圾等，将对海洋环境造成一定程度的影响，尤其是在发生溢油风险事故时，对海洋生态环境造成严重的污染和破坏。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规章制度并监督执行；
- (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。

11.1.2 机构及岗位的设置

11.1.2.1 机构与定员

深圳分公司作为本项目的作业者，负责本项目建设和生产期间的环境管理工作。该公司成立了以总经理为领导的环境保护管理机构，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。

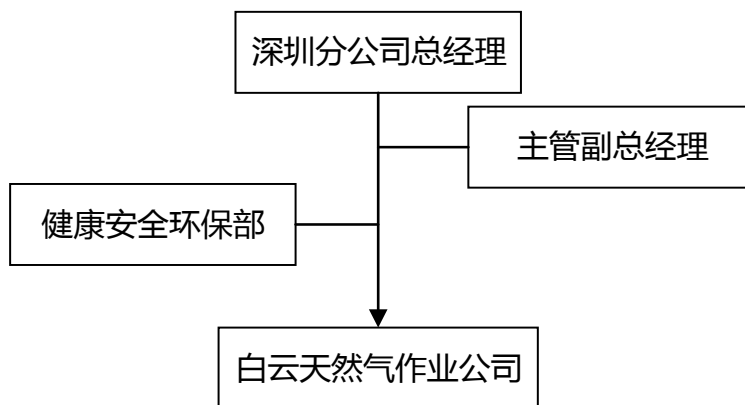


图 10.1-1 深圳分公司环境保护管理机构图

此外，本项目将依托 PY30-1 DDP 平台已建立的海上平台组织机构，将责任落实到每位现场作业人员，PY30-1 DDP 平台已建立的组织机构见图 10.1-2。

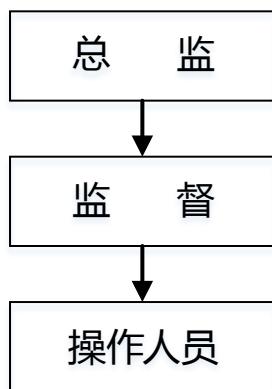


图 10.1-2 PY30-1 DDP 平台已建立的组织机构图

11.1.2.2 主要人员的岗位职责

a. 平台总监

油田安全生产和综合管理的第一责任人，抓好油气田的生产、维修、成本控制、资源协调和应急管理，做好思想建设、组织建设和作风建设等工作。

- 接受上级的作业指令，组织生产计划实施并向上级汇报工作；
- 认真贯彻执行国家和企业劳动保护、安全生产政策、法规、标准；



- 根据法律、规范和公司政策，组织编写和修订油气田的管理与技术文件，同时监督执行；
- 监督原油、天然气、污水、垃圾等处理的质量达标；
- 组织制定各类工作计划并监督执行，确保质量和成本有效控制；
- 监督承包商在平台的一切生产作业，确保作业安全；
- 组织各岗位人员培训，技术考查或考核，对不称职或工作不负责者有处理权，对平台的中、低岗位人员临时顶替有审批权；
- 组织开展查隐患促整改的安全活动；
- 组织召开重要会议并不定期到现场巡回检查；
- 组织制定与修订健康安全环保应急管理文件；
- 紧急情况下采取适当的应急措施；
- 定期组织开展各类应急演练；
- 处置事故并按规定报告；
- 全面组织恶劣环境下应对措施；
- 协调各类生产作业资源，确保生产作业顺利开展；
- 完成上级交办的其他任务。

b. 平台监督

在总监的领导下，协调并完成现场各项生产作业活动、维保作业、健康安全环保工作等。

健康安全环保工作包括：

- 贯彻执行国家有关健康安全环保方面的法规、条例、标准以及有关公司规定和操作规程，对违反法规和制度的人和事有权制止和提出处理意见；
- 制定安全目标与计划并负责落实与实施，组织编写和修订健康安全环保等方面的管理与技术文件，同时执行好此类文件；
- 检查平台的各项环保工作，做到清洁生产；



- 对平台健康安全环保活动进行记录、统计、分析和上报，建立健全平台健康安全环保工作档案；
- 对新员工、承包商、临时人员进行安全教育，检查是否持有相关证件，确保合法合规；
- 对高风险作业，采取相应的预防和保护措施，督促落实安全措施，发现隐患，及时解决；
- 监督检查班组安全活动，巡回检查和维护平台消防系统，安全器材、救生设施，归整安全物料，确保安全可靠可用；
- 组织各种应急演练，参与应急演练和突发事件处理等工作；
- 组织做好直升飞机的安全接送和行李的安全检查工作；
- 做好安全专业工单的审批与执行工作，建立起安全用品合理库存，确保质量和成本有效控制；
- 不定期组织开展各项健康安全环保活动，以内培为主，外培为辅，提高全员的安全技能、环保意识和健康知识；
- 向公司反映安全生产管理中存在的问题，跟踪问题的解决办法；
- 做好其他健康安全环保及综合管理工作；
- 完成上级交办的其他任务。

11.1.3 环境保护管理制度

环境保护是我国的一项基本国策。深圳分公司在石油勘探开发作业和油气生产过程中，应遵守中国环境保护法律、法规、条例和规定，严格执行《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）等标准。结合气田开发的特点，制定相关的管理措施和制度，实施全过程的环境保护管理，减少对海洋环境的污染和影响。本项目所依托的 PY30-1 DPP 平台将执行以下环境保护管理制度。

11.1.3.1 环保监督检查制度

环保管理人员定期到海上平台进行检查，查看各种防污设备、设



施和器材的使用与运转情况是否良好，检查有关文书和证件是否齐全，防污记录簿和防污染季度报表的填写是否真实、正确和上报是否及时。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。

11.1.3.2 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。

11.1.3.3 培训与演习制度

平台上的所有操作人员必须经过环境保护/安全培训，获得海上石油作业安全救生培训等有效的证书才能上岗。建设单位将定期在平台上进行溢油应急演练，以熟悉应急程序和设备的操作。

11.1.3.4 事故报告制度

所有环境污染事故需按溢油应急计划中的报告程序进行。建立应急小组，由油田总监担任组长，监督任小组成员，负责油田安全环保事故处理的应急组织、指挥工作。并按要求向有关政府部门报告。

11.1.3.5 海底管线电缆巡查制度

由值班船对本气田海底管线和电缆进行不定期巡查，防止拖网渔船违章作业对海底管线和电缆造成损害。根据气田运行情况，在必要时委托专业公司对海底管线进行技术监测，以保证海底管线处在安全运行状态。

11.2 环境监测

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。

本项目在挖沟作业完成后，采用 **ROV** 从末端平台喇叭口沿管缆路由进行挖沟后调查，直至平台喇叭口，确认沟型的回填状况。



12 评价结论与建议

12.1 工程分析结论

12.1.1 工程概况

本项目位于中国南海珠江口盆地，距香港东南约 235km，海域水深约为 179m~198m。本项目拟对现有的流花 19-5 气田至番禺 30-1 气田一条脐带缆进行挖沟保护，以保障气田的安全运营。

本次流花 19-5 气田水下生产设施保护工程不涉及对现有流花 19-5 气田产量、物流走向、处理工艺的调整，项目完成后不会新增污染源，流花 19-5 气田污染物产生、排放量不会发生变化。

12.1.2 主要污染源和污染物

本次脐带缆挖沟保护项目建设阶段产生的污染物主要为脐带缆挖沟产生的悬浮沙，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。

本项目脐带缆全长约 12.87km，其中挖沟作业长度约 12.092km，脐带缆挖沟搅起的悬浮沙量约为 1596.2m³。

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，建设阶段产生的生活污水约 582.8m³，生活垃圾约 2.498t，船舶含油污水约 9.2m³，生产垃圾约 0.255t。

本次脐带缆挖沟作业完成后，流花 19-5 气田生产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。

12.2 环境现状分析与评价结论

12.2.1 海洋水文气象环境现状

本工程所在海域地处低纬，属热带海洋性气候，年平均气温为



26.5℃。冬半年（平均 10 月～3 月）为 NE 向季风，受寒潮侵袭，前期较干冷，多晴天，后期多低温阴雨天气。夏半年（平均 5～9 月）为西南季风时期，热带气旋活动频繁，高温，高湿，多暴雨。春秋为过渡季节，比较短促。全年中 NE 向风出现频率最高。流花 19-5 气田所在海域潮汐类型为不正规全日潮，该海域最高天文潮为 1.12m，最低天文潮位为 -0.82m。本海区的潮流主要为不正规全日潮流，潮流流速较小。流花 19-5 气田海域常浪向为 ENE，该海域强浪向为 SW。

12.2.2 海水水质环境现状

根据 2017 年 10 月在本项目海域的环境质量现状调查结果显示：调查海区评价因子 pH 值、COD、石油类、硫化物、汞、砷、锌、镉、铜、总铬和挥发酚所有样品的单项标准指数均小于 1，符合第一类海水水质标准；DO、活性磷酸盐、无机氮和铅在部分站位出现超第一类海水水质标准现象。调查海区海水中的主要污染因子为营养盐，其次为铅。底层海水无机氮和活性磷酸盐的含量较高，部分样品的含量超过第四类海水水质标准。底层海水中存在一定的缺氧现象，溶解氧超标比例较高。造成底层海水无机氮和活性磷酸盐含量较高的原因主要有两个：一是生物有机体死亡后在沉降过程中由于细菌的腐解作用，使无机氮和无机磷（大部分是活性磷酸盐）得到再生，其浓度随深度增加而升高，加之深层水稳定度高，垂直交换减弱，使氮磷在底层积聚；二是浮游植物等初级生产者大都生长在光线充足的上层海水中，真光层以下数量较少，随着深度的增加海洋生物对海水中营养盐的同化作用迅速减弱，因此底层海水中营养盐的含量往往比上层海水要高。铅含量存在不同程度的超标现象，其超标原因可能有二，一是含铅的大气气溶胶在海区通过沉降将铅输送至海水中导致其含量上升，二是本海域铅元素含量的本底值偏高。

12.2.3 海洋沉积物环境现状

根据 2017 年 10 月调查，本项目所在海域表层沉积物中有机碳、



总汞、铅、锌、镉、砷、总铬、油类和硫化物的含量均符合《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中规定的第一类标准限值的要求,无超标现象。调查海域沉积物环境质量状况良好。

12.2.4 海洋生物质量现状

根据 2017 年 10 月调查结果,调查海区底栖生物中鱼类、甲壳类和软体类生物质量较好,各项评价因子均符合相应的评价标准。个别调查站位贝类体内的砷、铅、镉和总铬有超标现象,主要由于贝类对某些重金属具有较强的富集作用,但石油烃质量指数较低,符合生物质量评价标准。

12.2.5 海洋生态环境现状

根据 2017 年 10 月调查结果,调查海区叶绿素 a 含量处于低水平,为典型贫营养海区,初级生产力总体水平处于低水平。调查海区浮游植物的生态类型以广温、外洋类群为主;浮游植物的多样性指数高、均匀性较好、丰富度较高,该海区生态环境状况较好,浮游植物群落结构较稳定。调查海区浮游动物群落的生物多样性水平很高,群落间的种类分布也很均匀,浮游动物群落结构稳定,海区生态环境处于健康状态。调查海区底栖生物量变化范围为(0.44~10.01) g/m²,平均为 2.99g/m²,栖息密度变化范围为(5~15) 个/m²,平均为 8.00 个/m²。生物量组成、栖息密度组成以棘皮动物为主。调查海区生物多样性指数、均匀度指数和丰富度指数的平均值处于较高水平,底栖生物群落较为稳定。

12.2.6 渔业资源现状调查

根据 2018 年 4 月在本项目周边海域的渔业资源现状调查结果显示:调查海域渔业资源游泳动物平均总重量渔获率和平均总尾数渔获率分别为 56.43kg/h 和 2412 尾/h,平均重量密度为 538.83kg/km²,平均尾数密度为 23032 尾/km²。幼体群体占有游泳动物群体的平均尾数比例为 77.72%,幼体平均尾数渔获率为 1884 尾/h;幼体平均资源



密度为 17900 尾/km²。鱼类、甲壳类和头足类的尾数密度分别为 14554 尾/km²、1083 尾/km² 和 2263 尾/km²。垂直拖网调查共采到鱼卵 38 粒，平均密度为 127 粒/1000m³。

12.2.7 环境质量回顾性分析

番禺 30-1 气田和流花 19-5 气田投产以来，有含油生产水和生活污水达标排放入海，但是由于对外排污水采取了有效的处理措施，且海区扩散条件良好，因此气田外排污水对气田周围的海水水质并未造成明显损害，从总体上讲，与气田投产初期相比气田附近海区海水含油浓度未见明显升高，水质依然保持在一类标准水平。海底沉积物中各项污染因子含量变化不大，其中特征污染物石油类在表层沉积物中仍处于较低水平。历次调查显示海区叶绿素 a 浓度存在一定的年际变动，叶绿素 a 和初级生产力的季节性差异较显著；浮游植物密度处于较低水平，优势种存在季节性变化，浮游植物群落结构较稳定；浮游动物种类十分丰富，密度和生物量一般，群落的多样性指数和均匀度均处于较高水平，表明浮游动物群落处于健康状态；底栖生物有一定的季节变化，秋季的各项指标略高于春季，近三年底栖生物群落的变化较稳定；生物体内重金属污染物含量有一定的波动，石油烃含量维持在较低的水平，表明气田开采活动未对底栖生物质量状况造成明显影响。

12.2.8 主要环境敏感目标

流花 19-5 气田脐带缆距离海洋保护区、旅游休闲娱乐区、农渔业区和保留区等环境敏感目标均较远，均在 100km 以外；距离最近的产卵场有中上层鱼类产卵场主要包括蓝圆鲹粤东外海区产卵场、鲈鱼珠海口外海区产卵场和鲈鱼粤东外海区产卵场、底层和近底层鱼类产卵场主要包括深水金线鱼产卵场。本项目位于深水金线鱼产卵场内。



12.3 环境影响预测与评价

12.3.1 工程对海水水质的影响

根据数值预测结果,脐带缆挖沟悬浮沙影响仅限于底层(海底0~20m),底层以上无超一类面积,底层超一(二)类包络面积为3.955km²,超一(二)类海水最大影响距离为0.50km,超三、四类面积相对较小,挖沟作业停止后约5.0h即可恢复第一类海水水质标准。

12.3.2 工程对海底沉积物的影响

本项目脐带缆挖沟埋设对沉积物环境的影响主要是开挖和覆盖,搅起的海底泥沙在海流和重力作用下自然回填,覆盖厚度>2cm的面积主要位于挖沟两侧附近,根据数值模拟结果,悬浮沙覆盖2cm厚度的覆盖面积约为0.219km²。因悬浮沙均是局地沉积物再沉降,不会引起沉积物环境的变化。

12.3.3 工程对海洋生态的影响

脐带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。

脐带缆挖沟产生的悬浮沙将对底栖生物造成一定的损害,在悬浮沙覆盖2cm面积内底栖生物会受到一定的影响。除活动能力很小的底栖鱼类外,不会对活动能力较强的中上层鱼类及底层、近底层鱼类造成明显的危害。因而其对底栖生物造成影响的覆盖范围是有限的,不会对周围的整个底栖生态系统稳定性和生物种类多样性造成明显危害。挖沟作业结束后,沉积区的底栖生态将会逐渐恢复。



12.3.4 工程对环境敏感目标的影响

本项目海域主要环境敏感目标为产卵场，除深水金线鱼产卵场以外，其他产卵场距离本项目均较远 (>19km)，而根据脐带缆挖沟悬浮沙预测结果，悬浮沙影响距离最大为 0.5km，挖沟作业影响不到其他产卵场。

12.4 环境风险分析与评价结论

12.4.1 环境风险潜势初判断及评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，本项目风险源主要为脐带缆输送的危险物质，向环境转移的途径主要通过水体污染（海水污染），环境风险类型为危险物质泄漏。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势，本项目风险潜势应为 I 级，确定本项目环境风险评价为简要分析。

12.4.2 环境影响途径及危害后果

本项目危险物质主要为乙二醇和甲醇，向环境转移的途径主要通过水体污染（海水污染），环境风险类型为危险物质泄漏。

本工程附近海域主要环境敏感目标为产卵场等，本工程位于深水金线鱼产卵场内，距离鲐鱼珠江口外海区产卵场约 19km，除此之外其他敏感目标距离均较远。本工程脐带缆所含化学药剂主要为乙二醇与甲醇，使用量小，毒性低，且溶于水。一旦发生泄漏，乙二醇与甲醇能够快速溶于海水并稀释到较低浓度，对周边环境敏感目标影响甚微。由于本工程距离陆地较远，且化学药剂在海水中稀释很快，即便是不利气象条件，在最大流速情况下泄漏产生的有限的化学药剂均不会抵达岸边。

12.4.3 风险防范措施

脐带缆风险事故可能会导致乙二醇、甲醇等化学药剂泄漏风险。作业者将从脐带缆结构设计、工艺设计、制造工艺、压力等级/材质选



择和腐蚀控制、施工/安装以及运行管理、运行参数设置、调节等诸多方面着眼，以确保脐带缆安全可靠运行。

(1) 严格执行海底脐带缆挖沟埋设程序，为防止施工过程中可能对海底脐带缆造成的破坏，在施工前对原海底脐带缆实际路由进行探摸，避免破坏影响。

(2) 成立现场应急组织机构以防范和应对风险事故的发生。

(3) 为防止其他船只对施工船舶挖沟作业的影响，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。脐带缆挖沟作业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；

(5) 加强现场管理。任何人发现泄漏时，都必须在安全的前提下马上采取措施切断泄漏源，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应急行动。

12.4.4 脐带缆泄漏事故应急处置措施

流花 19-5 气田水下生产设施保护工程建设单位已针对本工程制定了详尽的泄漏应急计划，建议在本工程施工作业前，将本工程纳入深圳分公司应急体系中统一考虑，并将修改后的应急预案在有关部门备案。应急预案的主要内容包括气田作业区情况、应急组织机构及职责、泄漏风险分析、泄漏事故处理和泄漏应急能力等。

12.5 环境保护对策措施的合理性、可行性结论

12.5.1 污染防治措施

根据工程分析的结果，本次脐带缆挖沟保护工程建设阶段产生的污染物主要包括海底脐带缆挖沟保护产生的悬浮沙和船舶污染物等，其中船舶污染物包括船舶含油污水、船舶生活污水、船舶垃圾和船舶



大气污染物等。

本项目海底脐带缆挖沟保护期间动用的作业船舶应采用符合《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》(2011)(2014年修改通报)要求并获得相应的国内航行海船法定证书。

在排放控制区(包括沿海控制区和内河控制区)内航行、停泊、作业的船舶,船舶所使用的燃料油和大气污染物的排放应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案(交海发[2018]168号)》的要求。

船舶含油污水和生活污水处理达标后间断排海,食品废弃物在距最近陆地 12 海里以外的海域排放,其他生活、生产垃圾全部运回陆地处理。

12.5.2 生态保护措施

本项目在建设阶段挖沟搅起的悬浮沙和机舱含油污水及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,作业者在脐带缆挖沟保护过程中,将采取以下措施:

(1) 严格限制项目施工区域,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) 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。

12.6 区划规划和政策符合性结论

12.6.1 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),本项目海域属于该规划的专属经济区的重点开发区域。本项目与区域开发原则中“加快推进资源勘探与评估,加强深海开采技术研发和成套装备能



力建设；选择油气资源开采前景较好的海域，稳妥开展勘探、开采工作。加快开发研制深海及远程开采储运成套装备”等要求相符合。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。

12.6.2 全国海洋功能区划

流花 19-5 气田位于珠江口盆地油气资源勘探开发区，本项目属于海洋油气资源开发附属工程，与珠江口盆地主要功能之一的矿产与能源开发具有一致性，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现状水平的水质、沉积物、海洋生物质量标准；本项目对现有脐带缆进行挖沟埋设，设计埋深约 1m，不新建其他工程设施和构筑物，且工程海域水深较深，因此本项目对水文动力基本无影响。综上所述，流花 19-5 气田脐带缆挖沟保护工程符合《全国海洋功能区划(2011~2020 年)》的要求。

12.6.3 广东省海洋功能区划

本项目位于《广东省海洋功能区划(2011~2020 年)》范围之外，本项目距离该规划中的海洋保护区、港口航运区、旅游休闲区、保留区均较远，最近距离均在 100km 以上。本项目在建设阶段主要污染物是脐带缆挖沟掀起的悬浮沙，排放时间短，对海洋环境影响轻微且短时间内可恢复。因此，本项目用海与《广东省海洋功能区划(2011~2020 年)》的管理要求相协调。

12.6.4 海洋生态红线符合性分析

根据《广东省海洋生态红线》，流花 19-5 气田脐带缆挖沟保护工程远离所划定的各类红线区，其中最近距离东沙群岛特别保护海岛限制类红线区约 171km。本项目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，不会影响到 171km 以外的红线区。因此，本项目与《广东省海洋生态红线》对该海域的管



控措施相协调。

12.6.5 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),本项目属于海洋油气开采项目的附属工程,本工程建设符合国家产业政策要求。

本项目的建设符合《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》、《广东省海洋经济发展“十三五”规划》、《广东省环境保护规划纲要(2006—2020 年)》等规划要求。

12.7 评价结论

流花 19-5 气田水下生产设施保护工程符合《产业结构调整指导目录》、《全国海洋主体功能区规划》和全国海洋功能区划及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;脐带缆挖沟作业完成后,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。本工程在施工阶段存在一定环境风险,需要采取具有针对性的安全保护措施和切实有效的环境风险应急防范对策措施。

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,本次流花 19-5 气田水下生产设施保护工程建设可行。



附件 1: 《流花 19-5 气田水下生产设施保护工程环评委托书》

中海石油（中国）有限公司深圳分公司

关于开展流花 19-5 气田水下生产设施保护工程 环境影响评价的委托书

中海油研究总院有限责任公司：

中海石油（中国）有限公司深圳分公司计划开展流花 19-5 气田水下生产设施保护工程项目。

根据国家环境保护相关的法律法规要求，中海石油深圳分公司现委托中海油研究总院有限责任公司按照国家有关法律法规的要求开展以上项目的环境影响评价工作，编制《流花 19-5 气田水下生产设施保护工程的环境影响报告书》。

特此委托。

中海石油（中国）有限公司

深圳分公司

2018 年 12 月 13 日



附件 2：海上油污固体垃圾处理服务合同

海上油污固体垃圾处理服务合同 (深分)

合同编号：CCL2018SZPS0323

本服务合同（以下称“合同”或“本合同”）由以下双方于 2018 年在深圳签订：
 甲方：中海石油（中国）有限公司深圳分公司 乙方：龙善环保股份有限公司
 注册地址：广东省深圳市南山区 注册地址：广东省深圳市

根据《中华人民共和国合同法》及相关法律法规的规定，就乙方为甲方提供海上油污固体垃圾处理服务事宜，经协商一致，双方达成如下合同条款，以兹共同遵守。

第一条 服务

- 1.1 乙方应根据本合同规定为甲方提供海上油污固体垃圾处理服务，完成合同规定的全部工作，具体服务和相关工作的内容、范围、地点及要求详见本合同附件一。
- 1.2 本合同目的：乙方为甲方提供海上油污固体垃圾处理服务。
- 1.3 即使本合同未对某项工作予以明确规定，但是，如相关工作系乙方提供同类服务时，通过执行良好的行业惯例应当预见和完成的工作，或属于为实现本合同目的应当实施的工作，乙方应以符合本合同目的的方式实施该等工作，乙方无权要求调整合同价格或工作期限。
- 1.4 乙方应执行良好的行业惯例提供优质、高效的服务。在提供服务过程中，乙方应维护甲方利益，不得实施任何违背甲方利益的行为。
- 1.5 服务期限：在合同有效期内，以甲方具体通知为准。

第二条 合同价格和付款

- 2.1 双方经协商一致，最终确定合同按费率模式执行。合同价格的各分项价格和组成详见本合同附件三。
- 2.2 合同总价（合同价格）包括净价（不含增值税）及增值税税费，合同总价是本合同项下乙方完成工作、完整履行本合同，甲方应支付的全部对价和报酬，其中净价为固定价格，不受通货膨胀、利率、汇率、税费、成本及市场等因素变化的影响。除非合同另有规定，乙方应承担其在履行本合同义务时产生的全部费用和税费。乙方确认，其同意净价已经获得了所有信息并已考虑了所有可能影响成本和费用的因素。为避免歧义，净价包括：完成工作所需的设备、器具、材料、供应品、备品备件等的费用；直接成本、间接成本、人力成本；履行质量保证责任的费用；与合同相关的除增值税以外的所有税费；或有费用及合同没有列明但系为实现合同目的所必需的工作和服务费用；乙方所有的风险、义务和责任，以及合同中明确说明由乙方承担的成本和费用等。
- 2.3 双方应根据法律法规各自承担其应承担的与本合同有关的所有税费。甲方有权根据法律法规和本合同的规定从应支付给乙方的合同总价中扣除应由甲方代扣、代缴的乙方应付税费，但应向乙方提供完税证明。
- 2.4 本合同项下的增值税税费依据国家相关税务政策的调整而变化。
- 2.5 本合同项下的付款方式：银行电汇。
- 2.6 付款进度：
乙方完成附件一中对应全部（部分）工作，验收合格后四十五（45）日内，甲方应向

1 / 24

CCL2018SZPS0323



附件一：技术服务内容及要求

一、服务内容：

乙方为甲方提供深海公司自营部分海上油污固体垃圾运输、处理服务

二、技术条件：

乙方应该具备下列条件：

- 1、具有危险废物经营许可证，能够收集、贮存、处理甲方海上平台产生的相关危险废物，具体危险废物种类见表一。
- 2、资质范围在满足处理甲方危废的种类时，处理能力应满足甲方危废的年处理量。
- 3、具有道路运输经营许可证，能够将甲方产生的危险废物从惠州库房运输到乙方的处理站。
- 4、乙方自备运输车辆和装卸人员，依照《危险废物转移联单管理办法》的要求，到甲方指定的时间和地点接收危险废物，并做到依法转移、运输危险废物。
- 5、乙方应具备处理危险废物所需的条件和设施，保证各项处理条件的设施符合国家法律、法规对处理危险废物的技术要求，并在运输和处理过程中，不得产生对环境的二次污染。
- 6、乙方严格按照国家环保相关法律法规的规定和标准对接收的危险废物包装、运输、储存并实施无害化、安全处理。
- 7、乙方应提前按规定办理好相应的危险废物转运联单。

三、服务内容

乙方的具体服务内容包括但不限于：

1. 危险有害废物处理或处置服务：

乙方应按照国家 and 地方相关的法律法规的要求和标准为甲方提供危险有害废物的运送、存放和处理或处置服务。

- 1) 接到甲方正式的通知后，应保证于三（3）个自然日内，将甲方放置在惠州仓库的危险有害废物运至乙方的处理站，乙方负责整个危废转移过程中的包装工作（注：运输服务及包装费用均包含在危废处理费率价格中）；
- 2) 提供相应的设施、场地和人员进行危险有害废物的存放和处理或处置服务（涉及所有费用已包含在危废处理费率价格中）；



- 3) 乙方对需处理的危险有害废物称重时应提前通知甲方指定人员到场, 并将称重结果书面告知甲方, 并由各方签字确认;
- 4) 甲方需处理的有害废物包括: HW49类其他废物。
- 5) 乙方应提前按规定在政府危险废物管理平台上申报相应的转移数量, 转移总数量不超过 150吨, 并办理好相应的危险废物转运联单 (涉及所有费用已包含在危废处理费率价格中)。

备注: 其他未列明要求及技术附件按照 2018-RFPSZ-0338/01 招标 (询价) 文件 (如有澄清文件、会议纪要等, 则一并包含在内) 中要求执行。

双方联系人信息如下:

甲方联系人: 陶龙信 (商务) / 钱小兰 (技术)

电话: 0755-26023710/26022571

传真: 0755-26685121

电子邮箱: taolx@cnooc.com.cn

乙方联系人: 高婷婷

电话: 0752-5537567

传真: 0752-5537155

电子邮箱: ting.gao@longseed.com.cn



危险废物经营许可证
(副本)



编号: 4403060018

发证机关: 广东省环境保护厅

发证日期: 2016年4月1日

核准经营规模: 见附件

有效期限: 自 2015年7月9日 至 2020年7月9日

法人名称: 龙善环保股份有限公司宝安环保固废处理厂

法定代表人: 林龙喜

住所: 深圳市宝安区西乡街道三围村新涌6号闸右侧

经营设施地址: 深圳市宝安区西乡街道三围村新涌6号闸右侧

核准经营方式: 收集、贮存、处理、处置

核准经营危险废物类别: 见附件


2016年4月1日



核准经营危险废物类别：

矿物油 (HM08) 2900吨/年；焚烧处置① HM06
 有机溶剂废物 (HM06)、废乳化液 (HM09)、
 精(蒸)馏残渣 (HM11)、染料涂料废物 (HM12)
 有机树脂类废物 (HM13)、感光材料废物 (HM16)
 含酚废物 (HM39) 共2000吨/年；②其它废物
 HM49) 3000吨/年(其中900-041-49为2600吨/年
 900-039-49为200吨/年、900-043-49为200吨/年)
 收集、贮存、处置含汞废物 (HM29) (废日光灯管、
 高压汞灯、节能灯管等含汞废灯管) 200万支/年。#



附件 3: 相关环评报告批复文件

国家海洋局关于流花 19-5 气田开发工程环境影响报告书核准意见的批复 (国海环字[2013]266 号)

国家海洋局

国海环字〔2013〕266 号

国家海洋局关于流花 19-5 气田开发工程 环境影响报告书核准意见的批复

中海石油(中国)有限公司:

你公司《关于再次呈报流花 19-5 气田开发工程环境影响报告书(报批稿)的报告》(中海油健[2013]107 号)和《流花 19-5 气田开发工程环境影响报告书(报批稿)》(2013 年 3 月版)(以下简称“报告书”)收悉。经研究,对报告书提出核准意见批复如下:

一、流花 19-5 气田位于南海珠江口盆地,距香港东南 235 公里。本工程主要建设内容包括:新建流花 19-5 气田水下生产系统;新建连接水下生产系统和番禺 30-1 钻采平台的脐带缆及管径 12 英寸的海底混输管线各一条,长度均为 11.7 公里;在番禺 30-1 钻采平台上新增部分主工艺系统、干湿气压缩机、化学药剂注入系统、水力旋流器和水下生产系统的上部控制设备等;在珠海横琴终端原有基础上新增一套 4 亿立方米/年的天然气制冷系统和干气增压装置,改造供电系统和局部改造天然气脱水系统等。



经审查，报告书基本符合国家环境保护有关法律法规的要求。从环境保护角度分析，在报告书中各项污染防治对策、生态保护及风险防范对策措施得到落实的前提下，同意核准该项目报告书。请按照报告书中所列的地点、性质、规模、环境保护对策措施及下述要求进行项目建设和运营。

二、项目建设和运营期间应当认真落实报告书中的污染防治、生态保护和风险防范措施、对策及建议，并特别做好以下工作：

（一）工程污染物的处理和排放应当符合国家关于污染物管理的规定和标准。海上主体工程产生的含油量超过 8% 的钻屑和泥浆运回陆地交由有资质的单位收集处理；含油量不超过 8% 的钻屑和泥浆经海区主管部门批准后方可排海；含油生产水、船舶机舱含油污水、生活污水和其他含油废水经处理达标后方可排海；生产垃圾和除食品废弃物以外的生活垃圾运回陆地处理。

陆上终端工程施工期产生的施工废水、生活污水等经处理后用作场地抑尘用水；工程弃土弃渣、生活垃圾定期清理外运；运营期生产废水、生活污水、初期雨水及其他废水经厂区污水处理系统处理达标后方可排放；废分子筛送厂家处理后回收利用，生活垃圾经收集后送城市垃圾处理场处理。

（二）合理安排施工作业时间，禁止夜间进行高噪声施工作业；运营期选用低噪声设备，对噪声源采取降噪措施，确保全部噪声在厂界达标。



(三)严格执行钻井作业规程,配备安全有效的防喷设备及良好的压井材料和井控设备,设置烃类气体探测器,在关键部位安装温度和压力报警装置,并设置相应的应急关断系统;陆上罐区设置防火围堰,并采取措施防止事故泄漏的液体进入雨水系统;应急事故水池应满足应急要求,要有足够容量防止事故污水排放入海。

(四)切实落实生态保护措施,施工作业应尽量避免主要经济鱼类的产卵期,并采取增殖放流等措施对渔业资源进行修复。

(五)定期对海底管道进行检测与维护,及时发现并消除事故隐患;采取必要的工程防护措施,避免海上作业活动对海底管道等设施造成损害;对本工程依托的已有海底管道,在达到其原有设计寿命前需进行检测评估,必要时予以更换。

(六)工程运营前,应编制本工程的溢油应急计划,并纳入已有的溢油应急计划中,报国家海洋局南海分局批准。发生事故时,应当按照规定立即报告国家海洋局南海分局,并及时通报渔业、海事、军队等有关部门。

三、严格控制污染物的排放总量和排放浓度。工程投产后,番禺 30-1 钻采平台含油生产水年排放总量不得超过 66.5 万立方米,石油类年排放量不得超过 30.0 吨,本工程的排污混合区为番禺 30-1 钻采平台含油生产水排放口外缘 500 米半径以内的海域。陆上终端工程的污染物排放量不得超过主管部门分配的总量控制指标。



四、加强施工期的环境监控管理,落实报告书中的监测计划,并将工程进展情况和监测结果及时通报国家海洋局南海分局。严格执行“三同时”制度,环境保护设施未经检查批准不得投入试运行。

五、国家海洋局南海分局负责工程建设和运营期间环境保护的监督管理。请你公司在开工建设之日 30 个工作日内将经核准的环境影响报告书送国家海洋局南海分局。



(此件依申请公开)

抄送: 国家能源局, 交通运输部海事局, 农业部渔业局, 全军环办, 局海域司、中国海监总队、南海分局、海洋咨询中心。



关于番禺 30-1、惠州 21-1 天然气联合开发工程环境影响报告书
核准意见的复函（国海环字[2004]344 号）

3.1.21
FAX IN

国家海洋局

国海环字〔2004〕344 号

关于番禺 30-1、惠州 21-1 天然气联合开发 工程环境影响报告书核准意见的复函

中国海洋石油总公司：

你公司《关于报送番禺 30-1、惠州 21-1 天然气联合开发工程环境影响报告书预审意见的函》（海油函安[2004]37 号）悉。经研究，对修改后的《番禺 30-1、惠州 21-1 天然气联合开发工程环境影响报告书（报批稿）》（以下简称“报告书”）提出核准意见函复如下：

一、经审查，报告书基本符合国家环境保护有关法律法规的要求，从环境保护角度分析，在报告书所提出的各项污染防治及应急措施得到落实的前提下，同意该项目的建设。

二、报告书可作为编制可行性研究报告和开展初步设计的依据。初步设计环境保护篇章应根据经批准的环境影响报告书编写，按有关规定进行审查。



三、在项目建设和运行过程中应当认真落实报告书中所提出的各项污染防治措施、对策及建议，并特别注意以下问题：

（一）工程污染物的处理和排放应当符合国家关于污染物管理的规定和标准。要严格控制主要污染物的排放总量和排放浓度，同意按报告书中“总量控制方案建议”的指标执行。

（二）加强疏浚作业管理，尽量减少同时进行疏浚作业的船只数量，控制挖泥进度，挖泥船舶和船载设备的操作运行必须严格按照操作规程进行，减少疏浚过程对底泥和沉积物的搅动，将影响控制在最小范围内。

（三）加强疏浚船的装舱检查，避免因装舱过量造成泥浆外溢，严防疏浚船沿途洒泥、漏泥。要经常检查输泥管线，遇有破损要立即停止施工并采取补救措施。

（四）吹填作业必须先围堰后填土，作业应当避开养殖区取水时间。

（五）加强对生产/储存设备的监督管理，增加对海底管道等设备的维护和检修频率，避免油田管道事故发生对海洋环境的污染损害。

（六）加强施工期的船舶管理，机舱含油污水应当经过处理后达标排放，生活污水和垃圾应当按照有关规定处理，防止船舶废油、废水、垃圾对海域的污染。同时，要防止船舶碰撞引发交通事故及因此造成的污染事故，要提前制定防范对策和应急预案。

（七）工程海上施工阶段应当避开海洋生物的繁殖和幼体生



长季节，加快施工进度，缩短工程周期和铺设管线时间，以降低施工作业对海洋生态的影响。

(八) 突发性海上溢油事故和陆岸终端、码头天然气泄漏事故对周围环境影响较大，要加强日常管理，制定切实可行的应急措施和环保方案，配备应急设备，防范事故风险。发生事故时，应当按照规定立即报告国家海洋局南海分局，并通报当地政府和渔业、海事、军队等有关部门。

(九) 落实报告书中提出的监测计划，加强施工期的跟踪监测，加强对无组织排放的监控，并将工程进展情况和监测结果及时通报国家海洋局南海分局。

四、工程建设应严格执行环境保护“三同时”制度。试运行前应当按照法律规定申请检查批准；正式投入生产前应当按照规定程序申请环保设施竣工验收。

五、该工程所使用的石油平台及其它附属设施，在废弃处置前应当按照有关规定报国家海洋局审批。

六、国家海洋局南海分局负责工程建设和生产期间环境保护的监督管理。



二〇〇四年八月二十四日



关于番禺 30-1 气田开发工程环境保护设施竣工验收的复函（国海环字[2010]370 号）

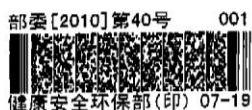
国家海洋局

国海环字〔2010〕370 号

关于番禺 30-1 气田开发工程环境保护设施 竣工验收的复函

中海石油（中国）有限公司：

你公司《关于申请番禺 30-1 气田开发工程环保设施竣工验收的函》（中海油函[2010]12 号）及修改后的《番禺 30-1 气田开发工程环保设施竣工验收监测报告》收悉。经研究，同意番禺 30-1 气田的环境保护设施通过竣工验收，准予正式投入生产。请你公司在生产中严格遵守国家环境保护的有关规定，加强环境保护管理，认真贯彻国家节能减排政策，落实各项环保措施和溢油应急计划。同时，要加强环保设施的管理和维护，确保其运行效果。





主题词：海洋 油田 环保设施 验收 函

公开方式：依申请公开

抄送：南海分局、中国海监总队。

国家海洋局海洋环境保护司

2010年7月7日印发

校对入：陈洁

打印 18 份



国家海洋局办公室关于流花 19-5 气田开发工程环保设施竣工验收延期有关问题的复函（海办环字[2016]44 号）

国家海洋局办公室

海办环字〔2016〕44 号

国家海洋局办公室关于流花 19-5 气田开发工程环保设施竣工验收延期有关问题的复函

中海石油（中国）有限公司：

你公司《关于申请流花 19-5 气田开发工程项目环保设施竣工验收延期的函》（中海油函〔2015〕39 号）收悉。经研究，鉴于该工程依托的番禺 30-1DPP 平台生产水处理系统负荷较小，不具备环保设施竣工验收的条件，同意该项目环保设施竣工验收工作延期进行。请你公司待该项目环保设施满足竣工验收条件后，按照《海洋油气开发工程环境保护设施竣工验收管理办法》的要求向我局申请竣工验收。



（此件依申请公开）

部委[2016]第24号 001



健康安全环保部(印) 02-06



抄送：海警指挥中心、南海分局。