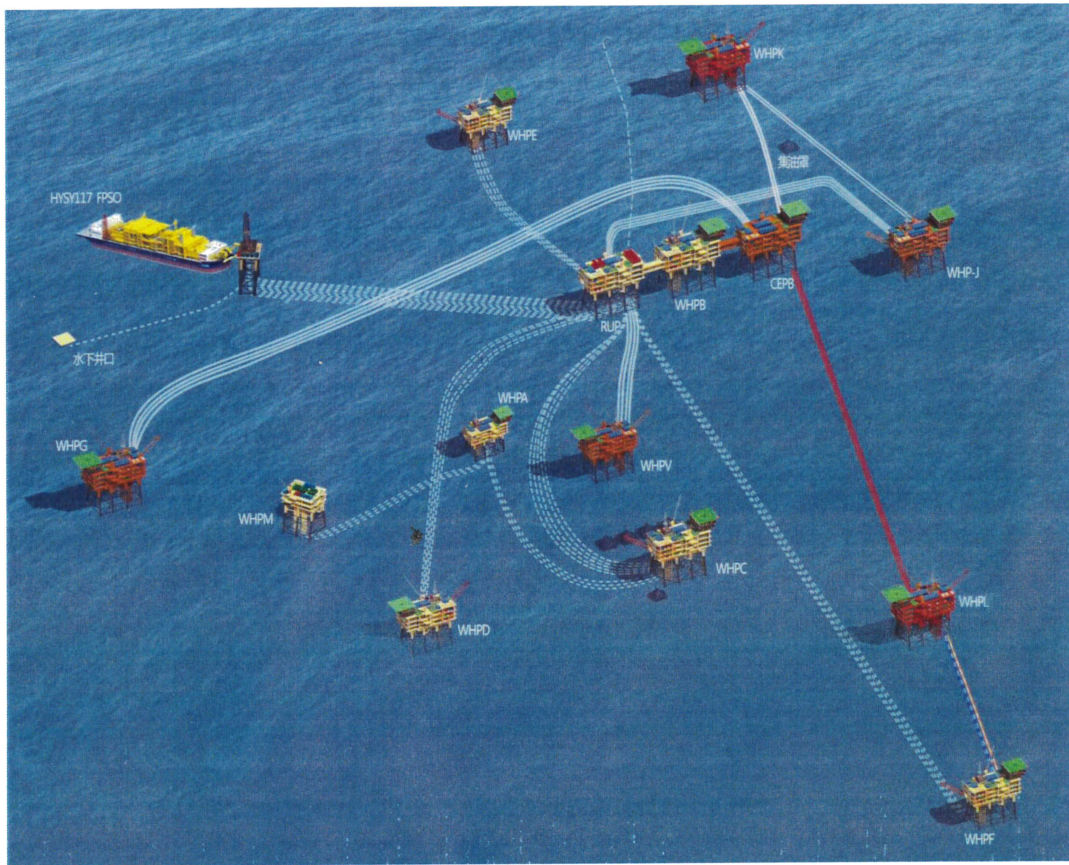


## PL25-6 油田 3 井区开发项目

# 环境影响报告书



中海油研究总院有限责任公司

北京

二〇一九年八月



## 编制单位和编制人员情况表

|                                      |                              |   |   |
|--------------------------------------|------------------------------|---|---|
| 建设项目名称                               |                              | PL25-6 油田 3 井区开发项目  |   |
| 环境影响评价文件类型                           |                              | 环境影响报告书   |   |
| <b>一、建设单位情况</b>                      |                              |   |   |
| 建设单位（签章）                             |                              | 中海石油（中国）有限公司天津分公司   |   |
| 法定代表人或主要负责人（签字）                      |                              | <br> |   |
| 主管人员及联系电话                            |                              | 屈植 022-66500169   |   |
| <b>二、编制单位情况</b>                      |                              |   |   |
| 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）                            |                              | <br> |   |
| <b>三、编制人员情况</b>                      |                              |   |   |
| 编制主持人及联系电话                           |                              | 尤启明 010-84522574  |   |
| <b>1. 编制主持人</b>                      |                              |   |   |
| 姓名                                   | 职业资格证书编号                     |   | 签字  |
| 尤启明                                  | 2017035110352014110703000555 |   |  |
| <b>2. 主要编制人员</b>                     |                              |   |   |
| 姓名                                   | 职业资格证书编号                     | 主要编写内容  | 签字  |
| 尤启明                                  | 2017035110352014110703000555 | 概述、总论、工程概况与工程分析、环境影响评价结论及建议   |  |
| 郭良波                                  | HP0003264                    | 环境影响预测与评价、环境经济损益分析  |  |
| 胡 琴                                  | HP00017635                   | 环境保护对策措施及海洋生态文明建设   |  |
| 郭 静                                  | HP0011532                    | 清洁生产与总量控制   |  |
| 张敏霞                                  | HP0010380                    | 环境风险分析与评价   |  |
| 尹晓娜                                  | HP0009440                    | 环境影响回顾性分析与评价、地质性溢油风险分析、环境管理与监测计划  |  |
| 黄必桂                                  | HP00017666                   | 区域自然环境现状、环境质量现状调查与评价  |  |
| <b>四、参与编制单位和人员情况</b>                 |                              |   |   |
| 海洋环境质量现状调查报告编制单位：国家海洋局北海环境监测中心       |                              |   |   |
| 渔业资源与渔业生产现状调查报告编制单位：中国水产科学研究院黄海水产研究所 |                              |   |   |
| 其他参与编制人员：安明明、谢双蔚、吴迪、崔艺潇、陈星、崔予佳       |                              |   |   |



## 总 目 录

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| <b>1 概述 .....</b>         | <b>1</b>  |
| 1.1 工程项目特点 .....          | 1         |
| 1.2 环境影响评价工作过程 .....      | 1         |
| 1.3 主要环境问题及环境影响 .....     | 2         |
| 1.4 环境影响评价主要结论 .....      | 3         |
| <b>2 总论 .....</b>         | <b>5</b>  |
| 2.1 评价依据 .....            | 5         |
| 2.2 评价标准 .....            | 7         |
| 2.3 环境敏感目标与环境保护目标 .....   | 10        |
| 2.4 评价内容 .....            | 10        |
| 2.5 评价重点 .....            | 11        |
| 2.6 评价工作等级 .....          | 11        |
| 2.7 评价范围 .....            | 12        |
| <b>3 工程概况与工程分析 .....</b>  | <b>14</b> |
| 3.1 建设项目基本情况 .....        | 14        |
| 3.2 工程总体开发方案 .....        | 19        |
| 3.3 新建工程建设项目组成 .....      | 22        |
| 3.4 依托工程设施概况及依托能力校核 ..... | 31        |
| 3.5 工程施工方案 .....          | 36        |
| 3.6 生产工艺过程 .....          | 44        |
| 3.7 建设阶段产污环节与环境影响分析 ..... | 52        |
| 3.8 生产阶段产污环节与环境影响分析 ..... | 52        |
| 3.9 建设阶段污染源强核算 .....      | 53        |
| 3.10 生产阶段污染源强核算 .....     | 58        |
| 3.11 环境影响因素识别 .....       | 61        |
| 3.12 环境影响评价因子筛选 .....     | 62        |
| <b>4 区域自然环境现状 .....</b>   | <b>64</b> |
| 4.1 区域自然环境概况 .....        | 64        |
| 4.2 工程周边海洋资源开发利用现状 .....  | 68        |
| 4.3 环境敏感目标的现状与分布 .....    | 69        |
| 4.4 环境功能区划及相关规划符合性 .....  | 88        |



|          |                           |            |
|----------|---------------------------|------------|
| <b>5</b> | <b>环境质量现状调查与评价 .....</b>  | <b>99</b>  |
| 5.1      | 水文动力环境现状调查与评价 .....       | 99         |
| 5.2      | 地形地貌与工程地质现状调查与评价 .....    | 100        |
| 5.3      | 海水水质质量现状调查与评价 .....       | 101        |
| 5.4      | 海洋沉积物质量现状调查与评价 .....      | 116        |
| 5.5      | 洋生态环境现状调查与评价 .....        | 117        |
| 5.6      | 海洋生物质量现状调查与评价 .....       | 127        |
| 5.7      | 渔业资源现状调查与评价 .....         | 131        |
| <b>6</b> | <b>环境影响回顾性分析与评价 .....</b> | <b>146</b> |
| 6.1      | 现有工程概况 .....              | 146        |
| 6.2      | 依托工程环评批复情况 .....          | 149        |
| 6.3      | 污染物排放情况及污染防治措施运行情况 .....  | 152        |
| 6.4      | 环境风险事故回顾 .....            | 155        |
| 6.5      | 工程海域环境质量情况回顾 .....        | 161        |
| <b>7</b> | <b>环境影响预测与评价 .....</b>    | <b>168</b> |
| 7.1      | 海洋环境影响预测 .....            | 168        |
| 7.2      | 海水水质环境影响评价 .....          | 187        |
| 7.3      | 海洋沉积物环境影响评价 .....         | 188        |
| 7.4      | 海洋生态环境影响评价 .....          | 189        |
| 7.5      | 海洋生物资源及生态环境损害评估 .....     | 191        |
| 7.6      | 环境敏感目标影响分析 .....          | 203        |
| 7.7      | 通航安全环境影响分析 .....          | 203        |
| 7.8      | 水文动力环境影响分析 .....          | 204        |
| 7.9      | 地形地貌与冲淤环境影响分析 .....       | 204        |
| <b>8</b> | <b>环境风险分析与评价 .....</b>    | <b>206</b> |
| 8.1      | 风险评价概述 .....              | 206        |
| 8.2      | 风险调查 .....                | 207        |
| 8.3      | 环境风险潜势初判断 .....           | 209        |
| 8.4      | 风险识别 .....                | 210        |
| 8.5      | 风险事故情形分析 .....            | 213        |
| 8.6      | 溢油风险后果分析 .....            | 221        |
| 8.7      | 环境风险防范措施及应急处置措施 .....     | 230        |



|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 8.8 评价结论与建议.....               | 246        |
| <b>9 地质性溢油风险分析.....</b>        | <b>247</b> |
| 9.1 地质性溢油应急措施.....             | 247        |
| 9.2 结论.....                    | 247        |
| <b>10 清洁生产分析与总量控制.....</b>     | <b>249</b> |
| 10.1 建设项目清洁生产内容与符合性分析.....     | 249        |
| 10.2 建设项目清洁生产评价.....           | 251        |
| 10.3 污染物排放总量控制方案与建议.....       | 256        |
| <b>11 环境保护对策措施及其合理性分析.....</b> | <b>257</b> |
| 11.1 建设阶段环境保护对策措施.....         | 257        |
| 11.2 生产阶段环境保护对策措施.....         | 260        |
| 11.3 海洋生态保护对策与生态文明建设.....      | 267        |
| 11.4 建设项目的环境保护设施和对策措施一览表.....  | 272        |
| 11.5 环保设施“三同时”竣工验收建议.....      | 275        |
| <b>12 环境经济损益分析.....</b>        | <b>276</b> |
| 12.1 环境保护设施和对策措施的费用估算.....     | 276        |
| 12.2 环境保护的经济损益分析.....          | 276        |
| 12.3 社会效益分析.....               | 278        |
| <b>13 环境管理与监测计划.....</b>       | <b>280</b> |
| 13.1 环境保护管理计划.....             | 280        |
| 13.2 环境监测计划.....               | 284        |
| 13.3 海洋环境影响跟踪监测方案.....         | 285        |
| <b>14 环境影响评价结论及建议.....</b>     | <b>287</b> |
| 14.1 工程分析结论.....               | 287        |
| 14.2 环境现状分析与评价结论.....          | 288        |
| 14.3 环境影响预测分析与评价结论.....        | 292        |
| 14.4 环境风险分析与评价结论.....          | 295        |
| 14.5 清洁生产和总量控制结论.....          | 298        |
| 14.6 环境保护对策措施的合理性、可行性结论.....   | 299        |
| 14.7 区域规划和政策符合性结论.....         | 301        |



|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 14.8 建设项目环境可行性结论.....         | 304 |
| 附表 1: 调查海域海水水质各调查项目分析结果.....  | 305 |
| 附表 2: 调查海域各站位水质调查项目的标准指数..... | 305 |
| 附表 3: 海洋生物生态名录.....           | 306 |
| 附件 1: 环评委托书.....              | 318 |
| 附件 2: 固废处理合同及资质证书.....        | 319 |
| 附件 3: 相关环评报告批复文件.....         | 319 |
| 附件 4: 依托工程竣工验收批复文件.....       | 338 |
| 附件 5: 依托工程溢油应急计划备案文件.....     | 342 |
| 附件 6: 现状资料 CMA 报告封页.....      | 343 |
| 附件 7: 中英文简称对照表.....           | 343 |



## 1 概述

### 1.1 工程项目特点

PL25-6 油田 3 井区位于渤海海域的中南部，南与 PL25-6 油田已开发区紧邻，西与 PL19-3 油田相近，东南距山东省龙口市约 78.0km，油田范围内平均水深 25.0~33.0m。PL25-6 油田 3 井区位于渤海湾盆地东部渤南低凸起的东北端，发育在郯庐断裂带上，渤南低凸起北邻渤中、渤东凹陷，西南~东南被黄河口、庙西凹陷环绕，是渤海有利的油气富集区之一，具有优越的油气聚集成藏的地质条件。

PL25-6 油田 3 井区开发项目计划新建一座井口平台(PL25-6WHPL 平台)，设置 40 个井槽，其中 22 个井槽为单筒双井式，共可钻井 62 口。本次开发计划钻井 58 口，其中生产井 37 口，注水井 12 口，先期生产后期转注井 8 口，开发评价井 1 口，预留 4 个井槽。本项目还将铺设 1 条从新建 PL25-6 WHPL 平台至已建 PL25-6 WHPF 平台长约 3.0km 的 12" 海底混输管道；1 条从已建 PL25-6 WHPF 平台至新建 PL25-6 WHPL 平台长约 3.0km 的 12" 海底注水管道；以及 2 条从已建 PL19-3CEPB 平台至新建 PL25-6WHPL 平台长约 5.7km 的海底复合电缆。

新建 PL25-6 WHPL 平台产液全部通过新建混输管道输送至已建的 PL25-6 WHPF 平台，与该平台物流混合后一起输至已建海洋石油 117 号 FPSO 进行油气水处理、储存和外输。PL25-6 WHPL 平台所需注水主要来自于经海洋石油 117 号 FPSO 和 PL19-3 CEPB 平台上处理合格的生产水，经 PL25-6 WHPF 平台通过新建注水管道输至 PL25-6 WHPL 平台进行回注。新建 PL25-6WHPL 平台所需电力由现有 PL19-3 CEPB 平台通过新铺设的海底电缆提供。

本项目开发投资约\*\*\*元人民币，预计投产时间为 2020 年 12 月，高峰年产油量\*\*\*m<sup>3</sup>，高峰年产气量\*\*\*Sm<sup>3</sup>。

### 1.2 环境影响评价工作过程

受建设单位中海石油(中国)有限公司天津分公司的委托，由中海油研究总院有限责任公司承担并完成 PL25-6 油田 3 井区开发项目的环境影响评价工作。



环评单位接到本项目的环评任务委托 7 个工作日内，通过“中国海洋在线”网络媒体及“中国海洋报”报纸媒体进行了信息公开。同时，开展了资料收集、以及相关法规和标准等与本项目有关文件的研究工作，收集的资料主要包括工程资料、相关法规和标准文件、已批复的依托设施相关环评文件等。

通过对 PL25-6 油田 3 井区开发项目设计文件分析、环境敏感目标和环境保护目标筛选等工作确定了本项目环境影响评价的评价内容、评价重点、评价工作等级和评价范围，并对本项目海洋功能区划及相关规划符合性进行了分析。

本项目委托了国家海洋局北海环境监测中心围绕 PL25-6 油田 3 井区周围海域开展了春、秋季两次海洋环境质量现状调查与评价工作；委托了中国水产科学研究院黄海水产研究所开展了春、秋季两次渔业资源调查与评价工作。并根据本项目工程分析和环境现状调查与评价结果，开展了本项目的环境影响预测与评价工作。

结合工程分析以及环境影响预测与评价结论，本项目开展了清洁生产分析、环境保护对策措施及其合理性分析、环境风险分析与评价、总量控制建议、环境管理与环境监测以及环境经济损益分析等专题研究。根据各专题研究结果，完成 PL25-6 油田 3 井区开发项目环境影响报告书的编制，并形成了本项目的征求意见稿全文，在中国海洋在线、中国海洋报以及距离本项目所在海域最近的沿岸地区（蓬莱市和龙口市）进行了信息公开，征求与该建设项目环境影响有关的意见。

PL25-6 油田 3 井区开发项目环境影响报告书完成编制后，建设单位组织国内海洋工程类相关领域专家对本报告书开展了预审工作，并根据专家预审意见对本报告书进行修改完善。建设单位向生态环境主管部门报批 PL25-6 油田 3 井区开发项目环境影响报告书前，在中国海洋在线上开展了第三次公示，公示内容包括 PL25-6 油田 3 井区开发项目环境影响报告书全文及公众参与说明。

### 1.3 主要环境问题及环境影响

根据 PL25-6 油田 3 井区开发项目特征和工程活动特点，主要不利影响是



建设阶段非含油钻井液和钻屑排放及海底管道、电缆铺设挖沟时搅起的悬浮沙对海水水质、底质和海洋生态的影响。另外，潜在的事故性溢油也将对海水水质、海洋生态以及海洋资源利用等产生不利影响。

PL25-6 油田位于渤海中南部海域，油田附近处在正常作业评价范围之内敏感目标主要是中上层鱼类产卵场、索饵场和中华明对虾索饵场等。工程周围其他敏感目标均距油田 30km 以上，距离较近的包括长岛国家级自然保护区、长岛国家级海洋公园、蓬莱登州浅滩国家级海洋生态特别保护区等。

本项目在正常作业情况下关注的主要环境问题和环境影响是钻完井期间排放的钻井液和钻屑、铺设海底管道和海底电缆挖沟埋设时掀起的悬浮物对评价范围内以及上述环境敏感目标海域的海水水质、底质和海洋生态环境的影响范围及程度。在环境风险事故情况下关注的主要环境问题和环境影响是溢油事故对工程设施周围海域的环境敏感目标、海洋生态环境、渔业资源以及渔业生产的潜在影响。

#### 1.4 环境影响评价主要结论

PL25-6 油田 3 井区开发项目符合国家的产业政策，符合《全国海洋主体功能区规划》、《全国海洋功能区划》（2011~2020 年）、《山东省海洋主体功能区规划》和《山东省海洋功能区划（2011~2020 年）》，与《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020）》及《辽宁省（渤海海域）海洋生态红线划定报告（2013.7）》相协调。项目在设计阶段较为充分地考虑了该油田开发项目可能对环境造成的影响，从工艺设计和施工方案上采取了一系列污染治理、环境保护措施以及节能减排措施；工程的生产工艺先进，自动化程度高，符合清洁生产的要求。

本项目在建设过程中主要污染物是钻完井作业产生的钻屑、钻井液和海底管道/电缆挖沟埋设时产生的悬浮沙，其对环境的影响属于短期、可恢复性。生产运行过程中所产生的主要污染物为含油生产水，经处理达标后全部回注地层；其它污染物排放量相对较小，拟采取的清洁生产和污染防治措施得当，污染物排放后对周围环境（水质、底质及生态）的影响范围和程度较小。

本项目的建设和生产对海洋生态资源会产生一定影响和损害，需要采取



有效的保护措施。本项目存在一定的溢油风险，需要采取具有针对性的安全保护措施和切实有效的溢油应急防范对策措施。

评价认为，只要不发生油气泄漏事故，本项目对周边的环境影响程度将是接受的。在建设单位切实落实了各项污染防治对策措施、生态保护对策措施，切实落实风险事故应急对策措施和应急预案的前提下，从环境保护角度考虑，项目建设可行。

## 2 总论

### 2.1 评价依据

本环境影响报告书主要根据 PL25-6 油田 3 井区开发项目总体开发方案，在各项专题研究的基础上，按照中华人民共和国有关环境保护法律、法规的要求而编制，具体编制依据如下。

#### 2.1.1 法律依据

- 中华人民共和国环境保护法（全国人大常委会，2014.04.24 修订）
- 中华人民共和国海洋环境保护法（全国人大常委会，2017.11.05 修订）
- 中华人民共和国环境影响评价法（全国人大常委会，2018.12.29 修订）
- 中华人民共和国海域使用管理法（全国人大常委会，2001.10.27 颁布）
- 中华人民共和国渔业法（全国人大常委会，2013.12.28 修正）
- 中华人民共和国野生动物保护法（全国人大常委会，2018.10.26 修订）
- 中华人民共和国海上交通安全法（全国人大常委会，2016.11.07 修改）
- 中华人民共和国固体废物污染环境防治法（全国人大常委会，2016.11.07 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）

#### 2.1.2 环境保护行政法规、政策、管理文件

- 建设项目环境保护管理条例（国务院，2017.7.16 修改）
- 防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例（国务院，2018.3.19 修订）
- 中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例（国务院，1983.12.29）
- 防治船舶污染海洋环境管理条例（国务院，2017.03.01 修订）
- 铺设海底电缆管道管理规定（国务院，1989.2.11）
- 中国水生生物资源养护行动纲要（国务院，2006.2.14）
- 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，2016.09.02 修正）
- 沿海海域船舶排污设备铅封程序规定（交通运输部，2007.4.10）
- 船舶大气污染物排放控制区实施方案（交通运输部，2018.11.30）
- 海底电缆管道保护规定（国土资源部，2004.1.9 颁布）
- 铺设海底电缆管道管理规定实施办法（国家海洋局，1992.8.26）
- 中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例实施办法（国家海洋局，2016.01.05 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）

### 2.1.3 其他依据

- 全国海洋主体功能区规划（2015.8）
- 全国海洋功能区划（2011-2020）
- 山东省海洋主体功能区规划
- 山东省海洋功能区划（2011-2020）
- 山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020）
- 辽宁省（渤海海域）海洋生态红线划定报告（2013.7）
- 山东省海洋环境保护条例（2016.3.30 修改）
- 山东省海洋生态环境保护规划（2018-2020）
- 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）
- 《建设项目环境风险评价导则》（HJ169-2018）
- 《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）
- 《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》（SY/T 5329-2012）
- 《国内航行海船法定检验技术规则》（2011 年公布，2014 年修改通报，2016 年修改通报，2018 年修改通报）
- 《海洋生态资本评估技术导则》（GB/T 28058-2011）

#### 2.1.4 基础资料

- PL25-6 油田 3 井区开发项目环境影响评价任务委托书（2019.01）
- PL25-6 油田 3 井区开发项目总体开发方案（2019.03）
- PL19-3 油田 1/3/8/9 区块综合调整项目环境影响报告书
- PL19-3 油田 4 区调整/PL19-9 油田二期开发项目环境影响报告书
- PL25-6 油田 3 井区地质性溢油风险评估报告（2019.03）

## 2.2 评价标准

### 2.2.1 环境质量标准

根据全国海洋功能区划（2011-2020 年），本项目所在的渤海中部海域是我国重要的海洋矿产资源利用区域，主要功能为矿产与能源开发、渔业、港口航运。本项目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 本项目采用的环境质量标准

| 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）      | 执行所在功能区划的相应标准 | 环境质量现状评价、环境影响评价                     |
|       | 渔业水质标准（GB11607-89）        |               |                                     |
| 海洋沉积物 | 海洋沉积物质量（GB 18668-2002）    |               | 海洋沉积物质量评价                           |
| 海洋生物  | 海洋生物质量（GB 18421-2001）     |               | 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（软体类和鱼类的生物体内石油烃）            |

### 2.2.2 污染物排放标准

PL25-6 油田 3 井区开发项目位于渤海中部海域，根据《海洋石油勘探开

发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008），本项目所在海域属于一级海域；根据《海洋石油勘探开发污染物生物毒性第 1 部分：分级》（GB18420.1-2009），本项目所在海域属于一级海区。本项目在建设和生产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 本项目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                     |
|--------------|---|----|---|--------------------------|
| 非油层水基钻井液和钻屑  | 海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值（GB4914-2008）  | 一级 | 不得排放含油钻屑和钻井液<br>Hg≤1mg/kg, Cd≤3mg/kg  | 钻井作业排放的非油层水基钻井液和钻屑       |
|              | 海洋石油勘探开发污染物生物毒性（GB18420-2009）   | 一级 | 生物毒性≥ 30000mg/L   |                          |
| 油层段水基钻井液和钻屑  | 海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值（GB 4914-2008）   | 一级 | 钻井油层钻屑和钻井油层钻井液不得排放；禁止排放非水基钻井液钻屑   | 钻井作业产生的油层段钻屑和钻井液         |
| 生活污水         | 海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值（GB 4914-2008）   | 一级 | COD≤300mg/L   | 建设/生产阶段平台生活污水排放          |
| 生产垃圾<br>生活垃圾 | 海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值（GB4914-2008）  | 一级 | 禁止排放或弃置入海   | 建设/生产阶段平台产生的生产垃圾处置       |
| 船舶生活污水       | 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）、《73/78 防污公约》、《国内航行海船法定检验技术规则》（2011 年）及其修改通报 | /  | 采用下列方式之一进行处理，不得直接排海：<br>a) 利用船载收集装置，排入接收设施；<br>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：<br>（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，BOD <sub>5</sub> ≤50mg/L，SS≤150mg/L，耐热大肠菌群≤2500 个/L；<br>（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，BOD <sub>5</sub> ≤25mg/L，SS≤35mg/L，耐热大肠菌群≤1000 个/L，CODCr≤125mg/L，pH：6~8.5，总氯（总余氯）<0.5mg/L。 | 距最近陆地 3 海里以内（含）海域的船舶生活污水 |

| 污染物  | 采用标准  | 等级 | 标准值   | 适用对象                         |
|------|---|----|---|------------------------------|
|      |   |    | 污染物排放监控位置：生活污水<br>水处理装置出水口。<br>同时满足下列条件：<br>（1）使用设备打碎固形物和消毒后排放；<br>（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 海里海域的船舶生活污水 |
|      |   |    | 船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。   | 与最近陆地间距离>12 海里海域的船舶生活污水      |
| 船舶垃圾 | 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）、《73/78 防污公约》、《国内航行海船法定检验技术规则》（2011 年）及其修改通报 | /  | 禁止排海，收集并排入接收设施  | 作业船舶产生的塑料、废弃食用油、生活废弃物等       |
|      |   | /  | 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。       | 作业船舶产生的食品废弃物                 |

### 2.2.3 其他污染物处置标准

本项目所产生水将处理达到《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T5329-2012）中适用于本项目的注水水质要求后（含油浓度≤30mg/L），全部回注地层。船舶含油污水将依据《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，全部运回陆地处理。

表 2.2-3 本项目采用的其他污染物处置标准

| 污染物    | 采用标准                              | 标准值   | 适用对象          |
|--------|-----------------------------------|---|---------------|
| 生产水    | 《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T5329-2012） | 注入层平均空气渗透率>0.5~≤1.5μm <sup>2</sup> （适用于本项目）<br>含油量≤30mg/L | 生产水回注         |
| 船舶含油污水 | 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》                | 全部运回陆地交有资质单位处理  | 建设/生产作业船舶含油污水 |

## 2.3 环境敏感目标与环境保护目标

### 2.3.1 环境敏感目标

PL25-6 油田位于渤海中南部海域，油田附近处在正常作业评价范围之内敏感目标主要是中上层鱼类产卵场、索饵场和中华明对虾索饵场等。工程周围其他敏感目标均距油田 30km 以上，距离较近的包括长岛国家级自然保护区、长岛国家级海洋公园、蓬莱登州浅滩国家级海洋生态特别保护区等。油田正常开发生产作业情况下不会对这些敏感区造成任何影响，但需作为溢油风险评价关注对象。

工程海域附近主要环境敏感目标具体描述详见报告书“第四篇 区域自然环境现状”中内容。

### 2.3.2 环境保护目标

PL25-6 油田 3 井区开发项目在正常建设、生产情况下环境保护目标为环境影响评价范围内的海水水质、沉积物质量和海洋生物质量等。此外，本项目新建海上工程设施附近的中上层鱼类产卵场、索饵场和中华明对虾索饵场等敏感目标也将作为重点保护目标。

溢油情况下的环境保护目标为工程周围海域海水水质、海洋渔业资源、海洋生态环境等环境敏感目标。潜在事故性溢油对周围环境敏感目标的影响范围和程度详见报告书“第八篇 环境风险分析与评价”篇章。

## 2.4 评价内容

根据环境影响识别和有关技术规范的要求，确定本次环境影响评价的评价内容主要为：海上建设阶段和正常生产过程中产生的各类污染物（主要是钻井液、钻屑、悬浮沙和生活污水等）对海水水质、沉积物和海洋生态环境影响评价，以及潜在的溢油事故对海水水质、海洋生态和渔业资源的影响评价。

本次评价的工程内容主要包括：

- 新建 PL25-6 WHPL 井口平台；
- 新铺设的 PL25-6 WHPL 平台至 PL25-6 WHPF 平台的海底混输管道；
- 新铺设的 PL25-6 WHPF 平台至 PL25-6 WHPL 平台的海底注水管道；
- 新铺设的 2 条 PL19-3 CEPB 平台至 PL25-6 WHPL 平台的海底电缆；

- 依托的 PL25-6 WHPF 平台和 PL19-3CEPB 平台适应性改造。

## 2.5 评价重点

根据 PL25-6 油田 3 井区开发项目的特点，在对评价项目进行筛选的基础上，确定本次环境影响评价的评价重点包括：

- 建设期间钻完井作业排放的非油层段水基钻井液及其钻屑，以及海底管道、电缆挖沟埋设期间挖起的海底沉积物对平台周围海域的海水水质、底质和海洋生态环境的影响范围和程度；
  - 环境影响回顾性分析与评价；
  - 污染防治措施与清洁生产分析；
  - 地质性溢油风险分析；
  - 溢油事故对工程设施周围海域的海洋生态环境以及环境敏感目标的潜在影响；
  - 溢油事故防范对策及应急措施可行性分析。

## 2.6 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），海洋工程建设项目的环评内容依照建设项目的具体类型及其对海洋环境可能产生的影响确定，见表 2.6-1。

表 2.6-1 海洋工程建设项目各单项环境影响评价内容

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

由表可见，海洋水文动力环境、海洋地形地貌与冲淤环境的影响评价内容不是海洋油（气）开发及其附属工程的必选评价内容。鉴于本次 PL25-6 油田 3 井区开发项目为全海式工程，新建平台为导管架结构，导管架桩腿间距较大，透水性良好，对水文动力和地形地貌与冲淤环境影响轻微；且本项目不涉及填海、疏浚等对水文动力环境和地形地貌与冲淤环境产生明显影响的工程内容。

因此，本次评价将对海洋水文动力环境和海洋地形地貌与冲淤环境影响进行简要分析。

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

PL25-6 油田 3 井区开发项目位于中上层鱼类产卵场和中华明对虾索饵场内，属于导则中规定的“生态环境敏感区”。本项目投产后，最高新增年产油量约\*\*\*t/a，最高新增日产水量为\*\*\*m<sup>3</sup>/d，产出水经处理后全部回注地层，无含油生产水排放。根据《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014)中对评价工作等级的判据，确定本项目水质环境、生态和生物资源环境评价等级为 1 级，沉积物环境评价等级为 2 级，见表 2.6-2。

表 2.6-2 海洋工程环境影响评价等级

| 工程内容           | 工程规模   | 工程所在海域和生态环境类型 | 水质环境 | 沉积物环境 | 生态和生物资源环境 |
|----------------|--|---------------|------|-------|-----------|
| 海洋油(气)开发及其附属工程 | 污水每天排放量(10000~5000) m <sup>3</sup> 或年产油量(100~50)万吨 | 生态环境敏感区       | 1    | 2     | 1         |

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ/T169-2018)，环境风险评价级别划分为一级、二级、三级和简单分析。根据本项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定本项目环境风险潜势为 I 级(详见第八篇环境风险分析与评价 8.3 节)。按照表 2.6-3 确定环境风险评价工作等级，本项目环境风险评价应进行简单分析，但鉴于项目周边环境较敏感，仍进行了溢油漂移模拟。

表 2.6-3 环境风险评价工作等级划分

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

## 2.7 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，评价范围需根据工程特点、所在海域环境特征及周边海洋环境敏感目标分布等确

定，覆盖工程建设可能影响到的全部海域。

根据 PL25-6 油田 3 井区开发项目排污特点以及可能影响的海域范围，并结合本项目各环境要素评价等级，确定以本项目新建及依托主要工程设施周围 40km×40km 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 1600km<sup>2</sup>；评价范围边界距离本项目新建和依托设施均大于 15km。

本项目环境影响评价评价范围见图 2.7-1。

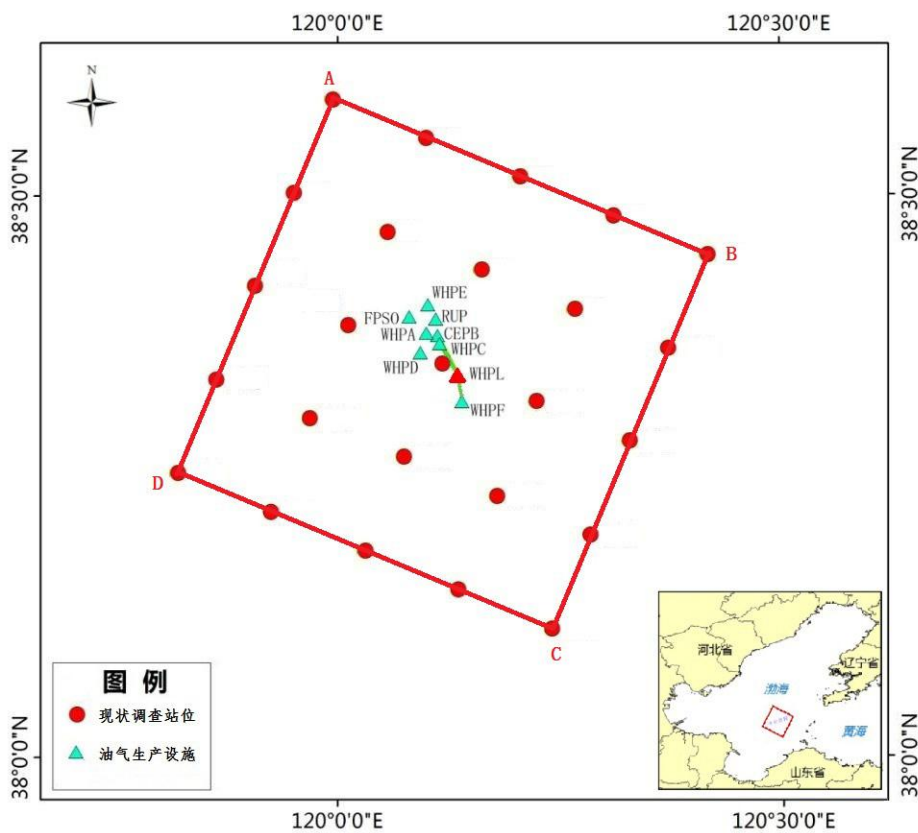


图 2.7-1 本项目正常生产情况下评价范围

### 3 工程概况与工程分析

#### 3.1 建设项目基本情况

##### 3.1.1 项目名称与建设性质

建设项目名称为 PL25-6 油田 3 井区开发项目，建设单位为中海石油(中国)有限公司天津分公司。本项目将新建 1 座井口平台、新铺 2 条海底管道和 2 条海底电缆，并对依托设施进行适应性改造。

本项目属新建海洋石油开发项目，将依托 PL25-6 油田和 PL19-3 油田现有的相关设施进行开发。

##### 3.1.2 地理位置

PL25-6 油田 3 井区位于渤海海域的中南部，南与 PL25-6 油田已开发区紧邻，西与 PL19-3 油田紧邻，东南距山东省龙口市约 78.0km，油田范围内平均水深 25.0m~33.0m。PL25-6 油田 3 井区地理位置见图 3.1-1。



图 3.1-1 PL25-6 油田地理位置示意图

### 3.1.3 项目投资

本项目开发投资\*\*\*元人民币。

### 3.1.4 项目基础数据

#### 3.1.4.1 油田开发数据

PL25-6 油田 3 井区开发项目开发数据详见表 3.1-1。

表 3.1-1 PL25-6 油田 3 井区开发项目开发数据

| 项目        | PL25-6 油田 3 井区开发项目  |
|-----------|---|
| 高峰产油量     | ***m <sup>3</sup> /a  |
| 高峰产水量     | ***m <sup>3</sup> /a  |
| 高峰产气量     | ***Sm <sup>3</sup> /a   |
| 高峰注水量     | ***m <sup>3</sup> /a  |
| 井槽数       | 40 个井槽（其中有 22 个井槽为单筒双井）共可钻 62 口井  |
| 总井数       | 本项目先期钻井 58 口（生产井 37 口，注水井 12 口，先期生产后期转注井 8 口，开发评价井 1 口），预留 2 口生产井和 2 口注水井 |
| 新建设计寿命    | 25 年  |
| 开发方式/采油方式 | 注水开发/电潜泵采油  |
| 工程预计投产时间  | 2020 年 12 月   |
| 工程开发投资    | ***元人民币   |

#### 3.1.4.2 生产物流特性

PL25-6 油田 3 井区开发项目原油物性见表 3.1-2，天然气组分见表 3.1-3。

表 3.1-2 PL25-6 油田 3 井区开发项目原油物性

| 序号 | 项目                       | 检测结果 | 序号  | 项目                     | 检测结果        |     |
|----|--------------------------|------|-----|------------------------|-------------|-----|
| 1  | 密度, kg/m <sup>3</sup>    | 20℃  | *** | 13                     | 沥青质, w %    | *** |
| 2  |                          | 50℃  | *** | 14                     | 残 炭, w %    | *** |
| 3  | 运动粘度, mm <sup>2</sup> /s | 20℃  | *** | 15                     | 酸值, mgKOH/g | *** |
| 4  |                          | 50℃  | *** | 16                     | 含盐量, PTB    | *** |
| 5  | 闭口闪点, °C                 | ***  | 17  | 含硫量, w %               | ***         |     |
| 6  | 开口闪点, °C                 | ***  | 18  | 机械杂质, w %              | ***         |     |
| 7  | 凝点, °C                   | ***  | 19  | 灰分, w %                | ***         |     |
| 8  | 倾点, °C                   | ***  | 20  | 相对分子质量                 | ***         |     |
| 9  | 浊点, °C                   | ***  | 21  | 初馏点/°C                 | ***         |     |
| 10 | 析蜡点, °C                  | ***  | 22  | 原油比热 (50℃), kJ/(kg·°C) | ***         |     |
| 11 | 含蜡量, w %                 | ***  | 23  | 导热系数 W/(m K)           | ***         |     |
| 12 | 胶质, w %                  | ***  | 24  | 低热值 (MJ/kg)            | ***         |     |

表 3.1-3 PL25-6 油田 3 井区开发项目伴生气组分

|     | 伴生气组分（摩尔分数%） |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|-----|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
|     | 甲烷           | 乙烷  | 丙烷  | 异丁烷 | 正丁烷 | 异戊烷 | 正戊烷 | 己烷  | 氮   | 硫化氢 | 二氧化碳 |
| 本项目 | ***          | *** | *** | *** |     | *** |     | *** | *** | *** | ***  |

### 3.1.4.3 生产预测数据

PL25-6 油田 3 井区开发项目生产指标预测详见表 3.1-4, 本项目投产后 PL 油田群生产指标预测详见表 3.1-5。

表 3.1-4 PL25-6 油田 3 井区开发项目生产指标预测

| 时间     | 日产指标              |                   |                   |                                   |                   | 年产指标                              |                                   |                                   |                                   |                                   |
|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|        | 油                 | 水                 | 液                 | 气                                 | 注水                | 油                                 | 水                                 | 液                                 | 气                                 | 注水                                |
|        | m <sup>3</sup> /d | m <sup>3</sup> /d | m <sup>3</sup> /d | 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d | m <sup>3</sup> /d | 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a | 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a | 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a | 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a | 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a |
| 2020 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2021 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2022 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2023 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2024 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2025 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2026 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2027 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2028 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2029 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2030 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2031 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2032 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2033 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2034 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2035 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2036 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2037 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2038 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2039 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2040 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2041 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2042 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2043 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2044 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2045 年 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |

注：包含预留生产井后的配产不会超过以上数据。

表 3.1-5 本项目投产后 PL 油田群生产指标预测

| 时间     | 油田群生产预测 (现有*)                     |                                   |                                   |                                   | 本项目生产预测                           |                                   |                                   |                                   | 本项目投产后油田群生产预测                     |                                   |                                   |                                   |
|--------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|        | 油                                 | 水                                 | 液                                 | 气                                 | 油                                 | 水                                 | 液                                 | 气                                 | 油                                 | 水                                 | 液                                 | 气                                 |
|        | 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a | 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a | 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a | 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a | 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a | 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a | 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a | 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a | 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a | 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a | 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a | 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a |
| 2020 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2021 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2022 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2023 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2024 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2025 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2026 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2027 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2028 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2029 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2030 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2031 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2032 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2033 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2034 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2035 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2036 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2037 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2038 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2039 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2040 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2041 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2042 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2043 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2044 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |
| 2045 年 | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               | ***                               |

注：\*现有油田群生产预测包括 WHPA~WHPG 平台、WHPJ、WHPK、WHPM 和 WHPV 平台产量。

### 3.2 工程总体开发方案

PL25-6 油田 3 井区开发项目采用全海式注水开发，计划新建一座 PL25-6WHPL 井口平台，充分依托 PL19-3 油田和 PL25-6 油田的现有相关设施进行开发。本项目所在的 PL 油田群采用分期开发、分步实施的原则，在设计时已充分考虑了后续产能的接入需求，现有设施能够满足本项目投产后产能接入和用电需求，依托可行性良好，无需对依托设施进行大规模改造，可节省较大的工程量。

新建 PL25-6WHPL 平台与依托设施之间需新建 1 条混输管道、1 条注水管道和 2 条海底电缆。包括 1 条从新建 PL25-6 WHPL 平台至已建 PL25-6 WHPF 平台长约 3.0km 的 12" 海底混输管道；1 条从已建 PL25-6 WHPF 平台至新建 PL25-6 WHPL 平台长约 3.0km 的 12" 海底注水管道；以及 2 条从已建 PL19-3CEPB 平台至新建 PL25-6WHPL 平台长约 5.7km 的海底复合电缆。

新建 PL25-6 WHPL 产液全部通过新建混输管道输送至已建的 PL25-6 WHPF 平台，与该平台物流混合后一起输至已建海洋石油 117 号 FPSO（后简称 FPSO）进行油气水处理。处理合格的原油（含水率小于 0.5%）进入 FPSO 油舱储存，定期外输。分离出的天然气一部分用于 FPSO 上的燃气透平和蒸汽锅炉，另一部分经过海底管线输送到 PL19-3RUP 平台和 PL19-3CEPB 平台作为透平发电机组的燃料，燃料气不足的年份由渤西渤南管网补充。分离出的含油生产水在 FPSO 和 PL19-3CEPB 平台水处理设施处理合格后，经 PL19-3 RUP 平台增压后输往各井口平台回注地层，注水不足部分由 FPSO 海水系统处理合格的海水进行补充。新建 PL25-6WHPL 平台不设电站，所需电力由现有 PL19-3 CEPB 平台通过新铺设的海底电缆提供。

本项目计划于 2020 年 12 月投产。本项目依托相关设施物流走向示意图见图 3.2-1；本项目总体开发方案见图 3.2-2。

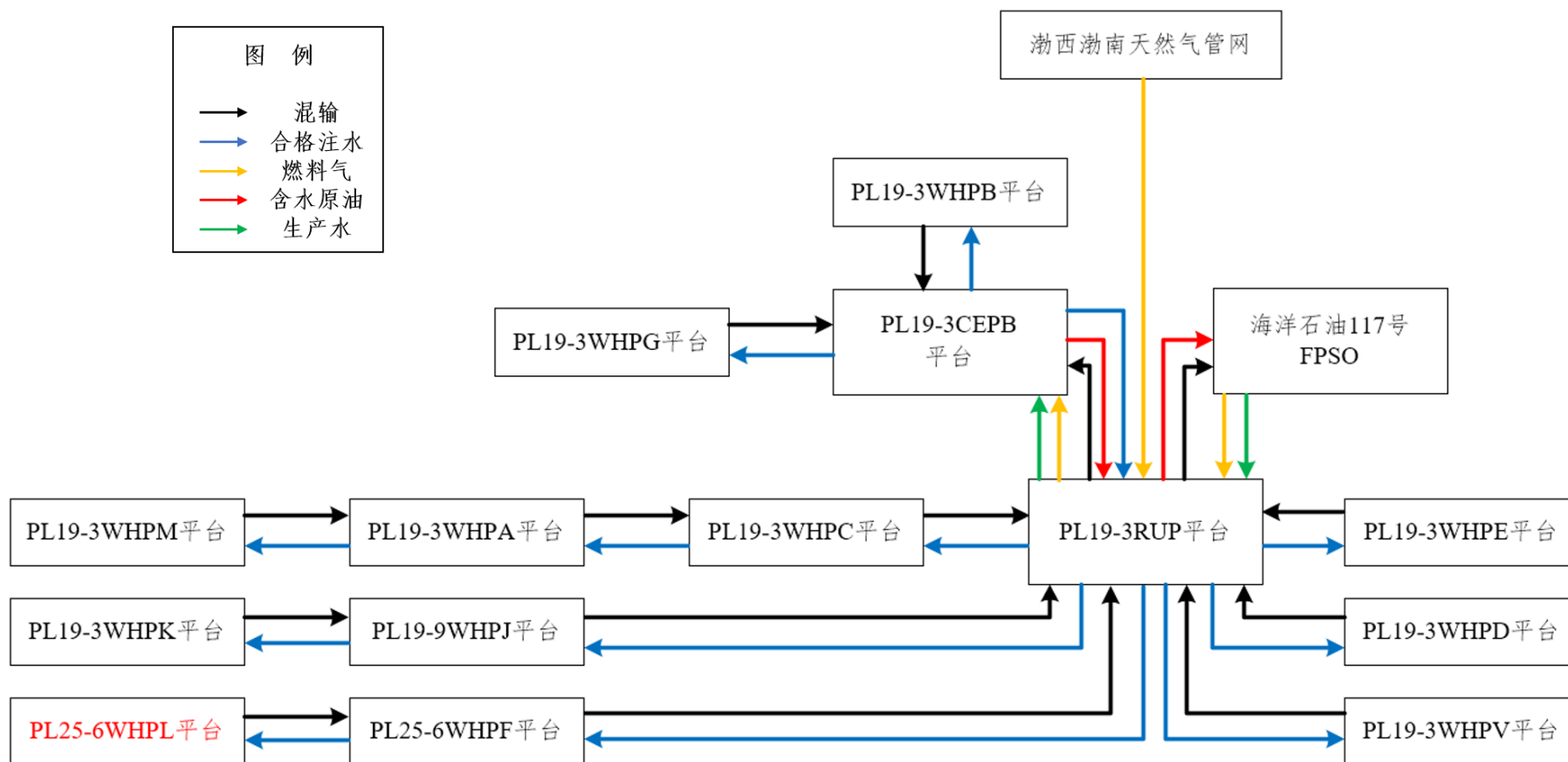


图 3.2-1 本项目依托相关设施物流走向示意图

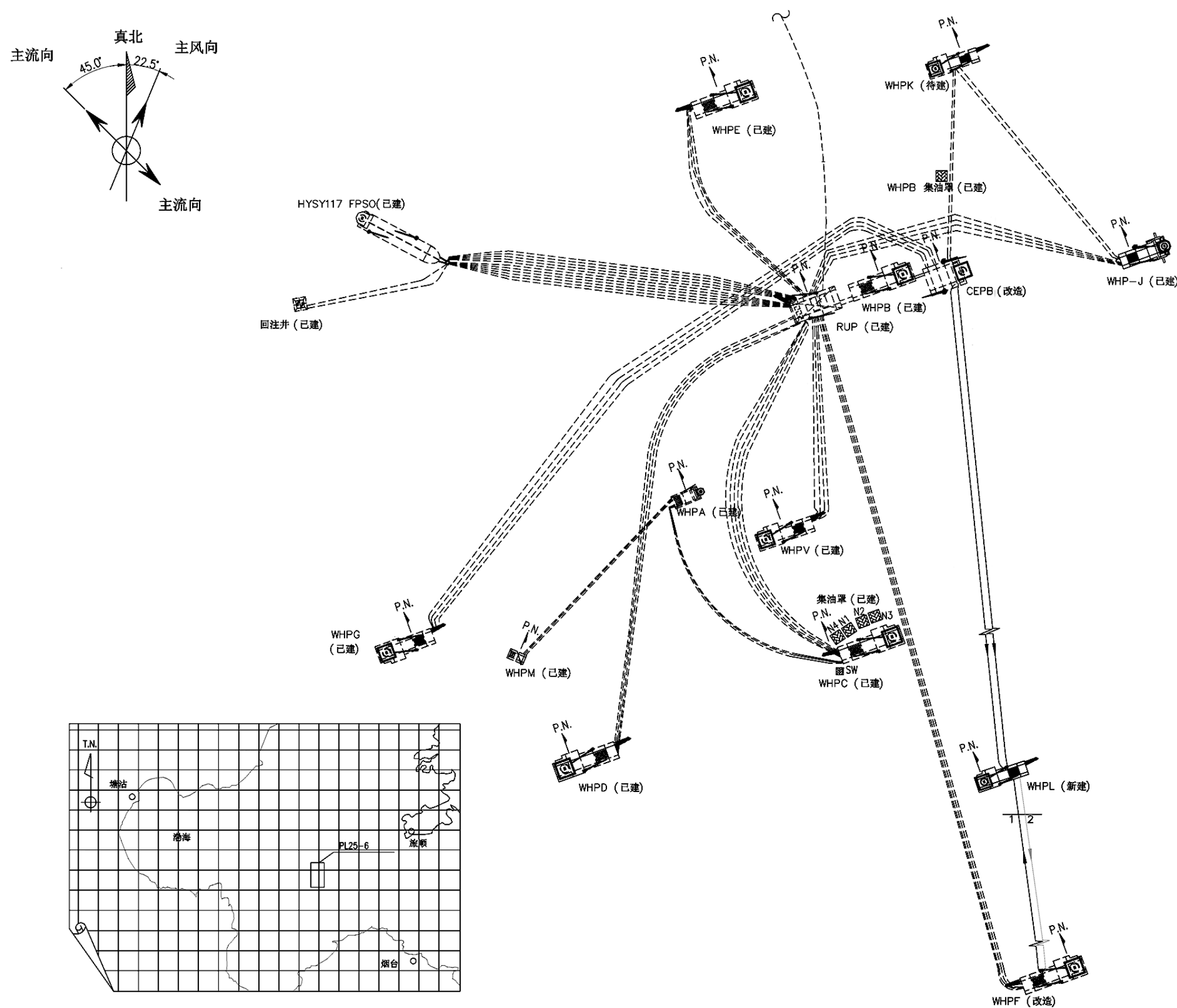


图 3.2-2 PL25-6 油田 3 井区开发项目总体开发方案示意图

### 3.3 新建工程建设项目组成

PL25-6 油田 3 井区开发项目新建工程建设项目组成包括：新建 1 座井口平台（PL25-6WHPL），新建 1 条从新建 PL25-6 WHPL 平台至已建 PL25-6 WHPF 平台长约 3.0km 的 12" 海底混输管道；1 条从已建 PL25-6 WHPF 平台至新建 PL25-6 WHPL 平台长约 3.0km 的 12" 海底注水管道；以及 2 条从已建 PL19-3CEPB 平台至新建 PL25-6WHPL 平台长约 5.7km 的海底复合电缆。本项目新建工程建设项目组成见表 3.3-1。

PL25-6 油田 3 井区开发项目本次计划钻井 58 口，其中生产井 37 口，注水井 12 口，先期生产后期转注井 8 口，开发评价井 1 口，预留 2 口生产井和 2 口注水井。本项目投产后，预计高峰年产油量为\*\*\*m<sup>3</sup>，高峰年产气量为\*\*\*Sm<sup>3</sup>。

表 3.3-1 本项目新建工程建设项目组成

| 工程组成   |                 | 设施及规模  |
|--------|-----------------|--|
| 新建工程   | PL25-6WHPL 井口平台 | PL25-6WHPL 井口平台是一座集生产生活为一体的 8 腿导管架井口平台，平台上共设有 40 个井槽，其中有 22 个井槽为单筒双井，共可钻 62 口井，并设有模块钻机和 100 人生活楼。本平台不设置油、气、水处理设施，工艺设施主要包括生产管汇、测试管汇、多相流量计、清管球发射器等。平台上还设有柴油系统、闭排及冷放空系统、开式排放系统、化学药剂注入系统、公用仪表风系统、氮气系统、海水系统、淡水系统、生活污水处理系统、消防水系统及救生系统公用设施，其中生活污水处理系统设计处理能力为 75.6m <sup>3</sup> /d。 |
|        | 海底管道            | 1) 新铺 1 条从 PL25-6 WHPL 平台至 PL25-6 WHPF 平台长约 3km 的 12" 海底混输管道。<br>2) 新铺 1 条从 PL25-6 WHPF 平台至 PL25-6 WHPL 平台长约 3km 的 12" 海底注水管道。   |
|        | 海底电缆            | 新铺 2 条从 PL19-3CEPB 平台至 PL25-6WHPL 平台长约 5.7km 的海底电缆。  |
| 依托工程改造 | PL25-6 WHPF 平台  | 在 PL25-6 WHPF 平台新增的清管球接收器和注水发球筒，在下层甲板外扩 18.5m×6.0m 的甲板，布置新增设备；同时新增 2 个 12 寸立管。   |
|        | PL19-3CEPB 平台   | 对 PL19-3CEPB 平台电力系统进行改造，将现有备用回路改造作为 PL25-6 WHPL 海缆供电回路。  |

### 3.3.1 PL25-6 WHPL 井口平台

新建 PL25-6 WHPL 平台是一座集生产生活为一体的 8 腿导管架井口平台，导管架工作点间距为  $15\text{m} \times (18.5\text{m} + 20\text{m} + 18.5\text{m})$ 。共设三层甲板，分别是上层甲板、中层甲板、下层甲板。平台共设 40 个井槽，5（行） $\times$ 8（列）排列，井槽间距为  $1.9\text{m} \times 2.25\text{m}$ 。平台钻完井及后期修井均使用模块钻机完成。平台上设有 100 人生活楼及直升机甲板，生产处理设施及公用系统等。

PL25-6 WHPL 井口平台立面图，以及直升机甲板、上层甲板、中层甲板、下层甲板布置图和井槽布置示意图分别参见图 3.3-1、图 3.3-5。

#### 3.3.1.1 上层甲板

上层甲板尺寸为  $66.5\text{m} \times 29.4\text{m}$ ，标高 EL.(+)26.5m。

上层甲板主要布置钻机设备模块和支持模块、100 人生活楼及直升机甲板。其中甲板西侧布置 100 人生活楼，中控操作室设在生活楼内。在生活楼顶布置压力水罐、热水罐、紫外灭菌器等设备。生活楼楼顶设置有直升机甲板，其标高为 EL.(+) 46.5m，可以满足 S92 直升机的安全起降。两艘各 75 人救生艇悬挂于生活楼西侧舷外。生活楼东侧均为模块钻机所需区域。

上层甲板南侧和北侧各设 1 台柴油吊机用来吊装货物，起吊能力均为 30T@15m 和 5T@35m。

#### 3.3.1.2 中层甲板

中层甲板尺寸为  $60\text{m} \times 29.4\text{m}$ ，标高 EL.(+)18m。

中层甲板主要布置井口区、生产计量、注水设施、化学药剂注入撬、公用仪表风系统、柴油消防泵及二层电气房间。

甲板西侧布置有两层电气房间，其中一层布有主开关间、应急发电机间、储藏间。二层房间标高 EL.(+)22.5m，设有中控设备间、应急发电机间、应急开关间、电池间及主变压器间。甲板东侧设有公用仪表风系统、氮气系统、饮用水系统、柴油系统及柴油消防泵。甲板设置有一道 H60 防火墙，将危险区与安全区分开，防火墙东侧布置有化学药剂系统及淡水系统。

井口区 5（行） $\times$ 8（列）排列，井槽间距为  $1.9\text{m} \times 2.25\text{m}$ ，南北侧设有生产/测试管汇、注水管汇、多相流量计、井口控制盘。

### 3.3.1.3 下层甲板

下层甲板尺寸为 60m×29.4m，标高 EL.(+)12.5m。

下层甲板主要布置井口区、清管球收发装置、生产计量系统、海水系统、开闭排系统及一层电气房间。

甲板西侧布置有一层电气房间，其中设有电潜泵变压器和电潜泵控制间、工作间、实验室、HVAC 区域。甲板东侧设有海水系统、电动消防泵及生活污水处理装置。甲板设置有一道 H60 防火墙，将危险区与安全区分开，防火墙东侧布置有清管球收发装置和开排系统。

井口区南北侧布置生产/测试管汇、注水管汇、井口控制盘，东侧布置了闭排系统。

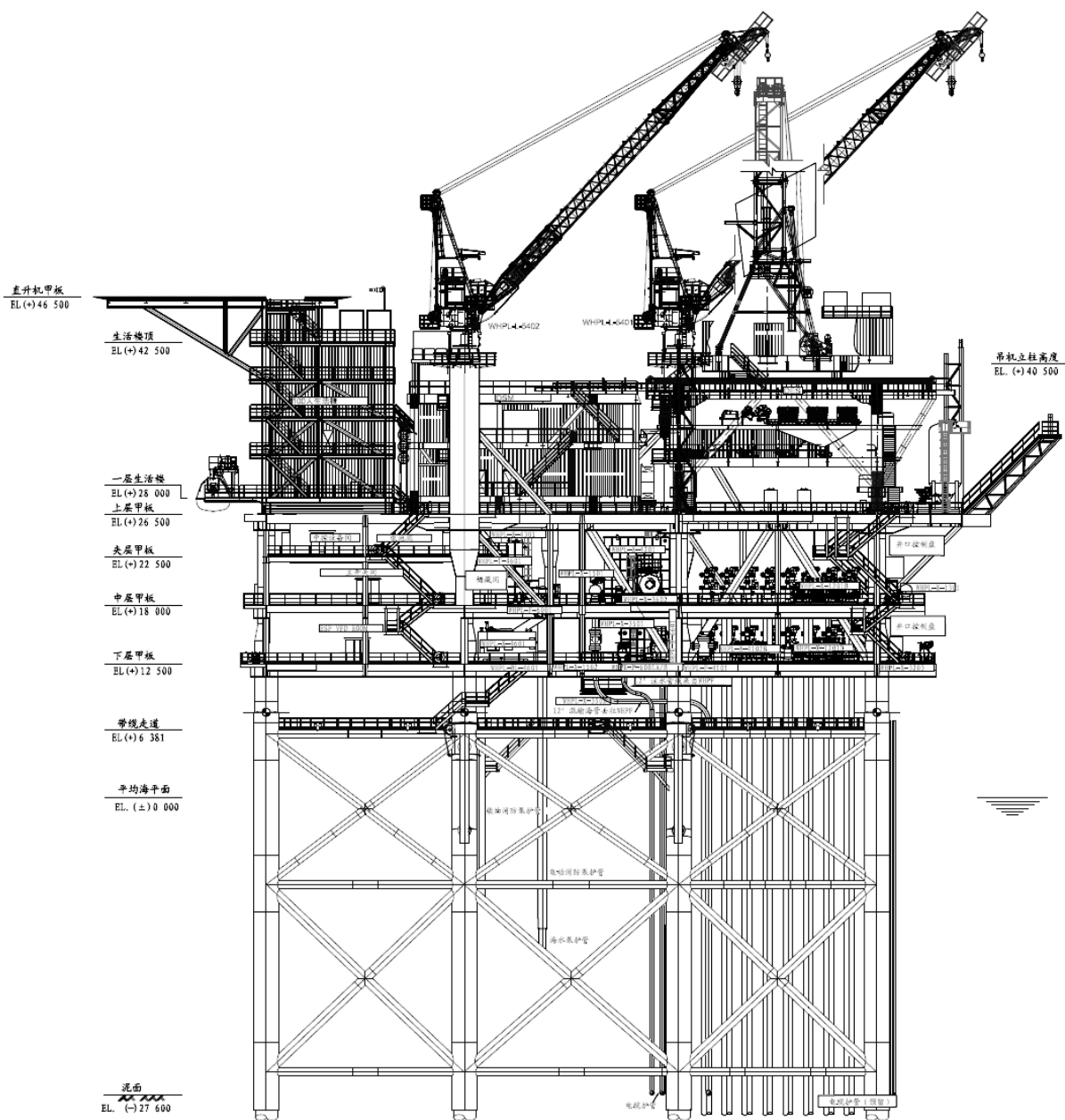


图 3.3-1 PL25-6WHPL 井口平台立面图

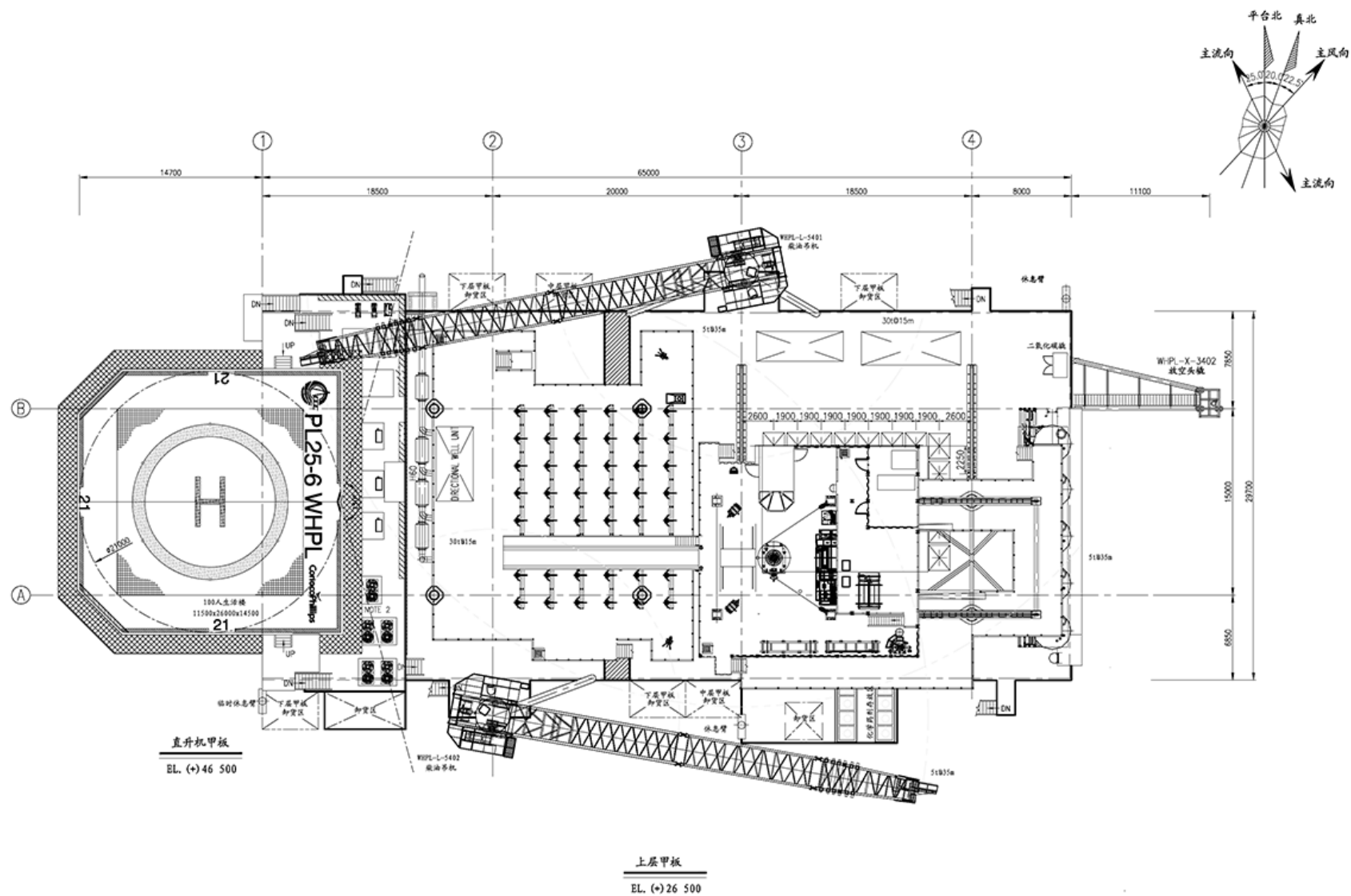


图 3.3-2 PL25-6WHPL 平台上层甲板布置图

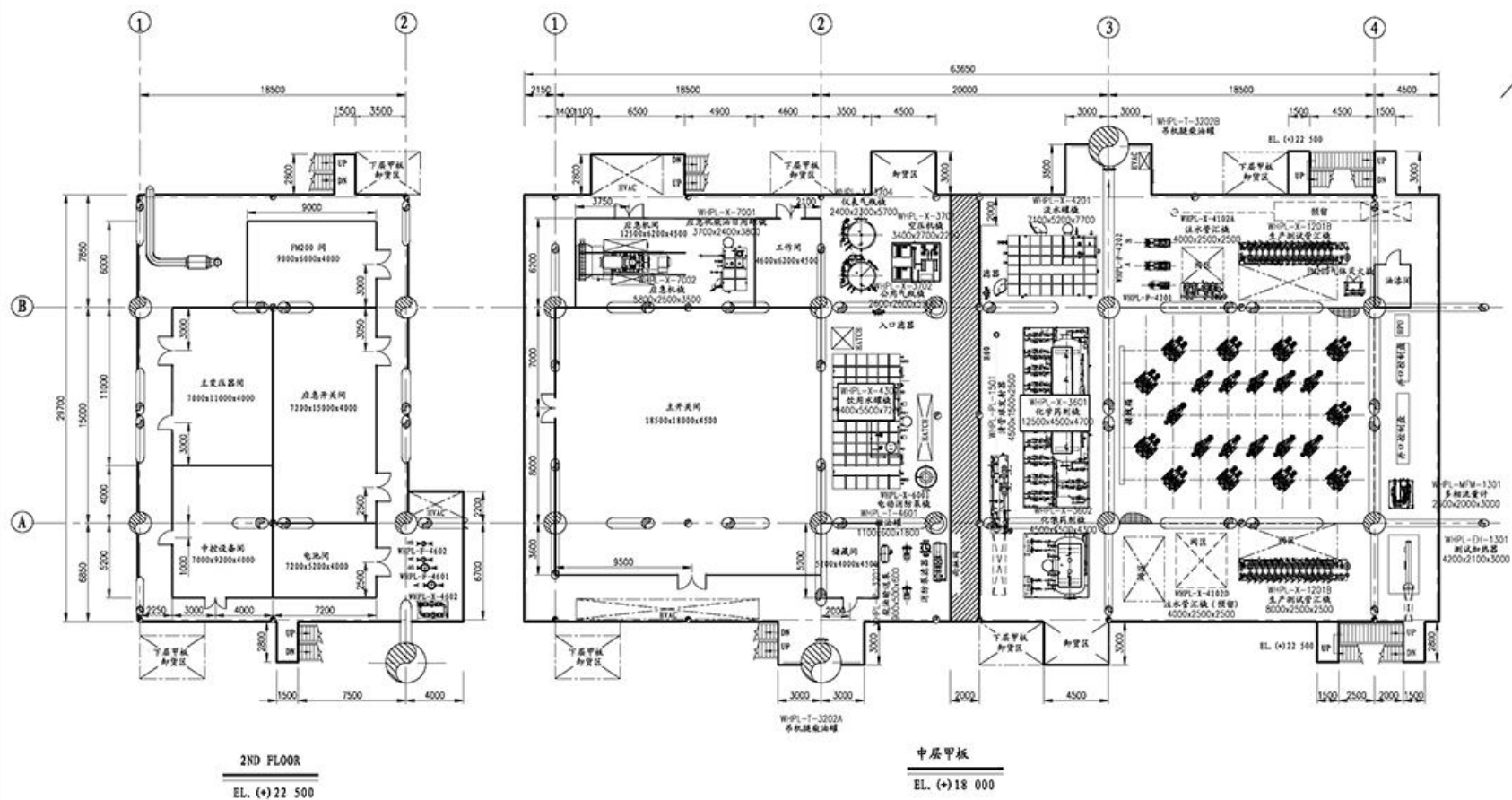
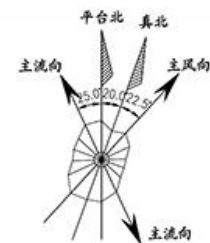


图 3.3-3 PL25-6WHPL 平台中层甲板布置图

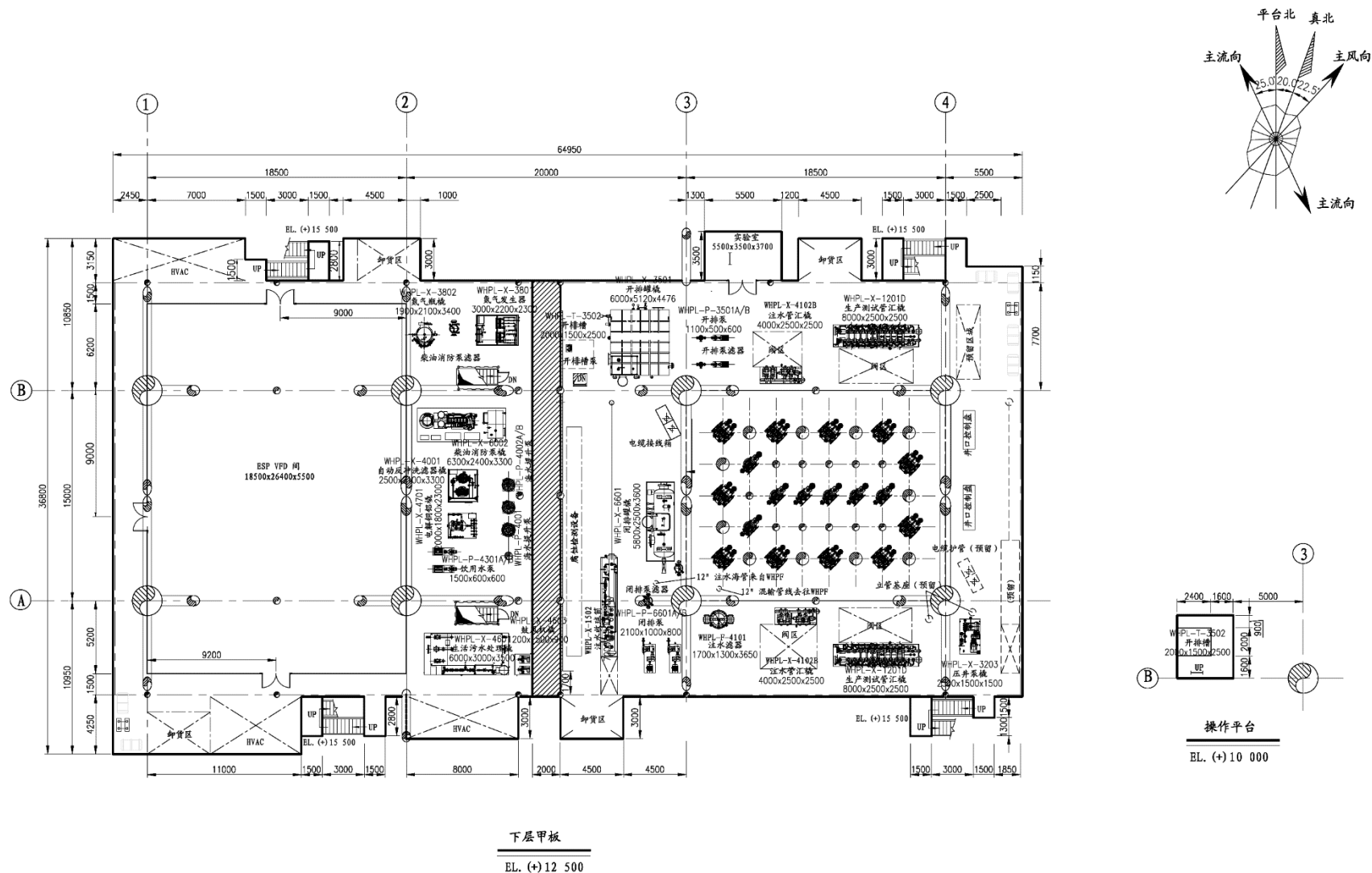


图 3.3-4 PL25-6WHPL 平台下层甲板布置图

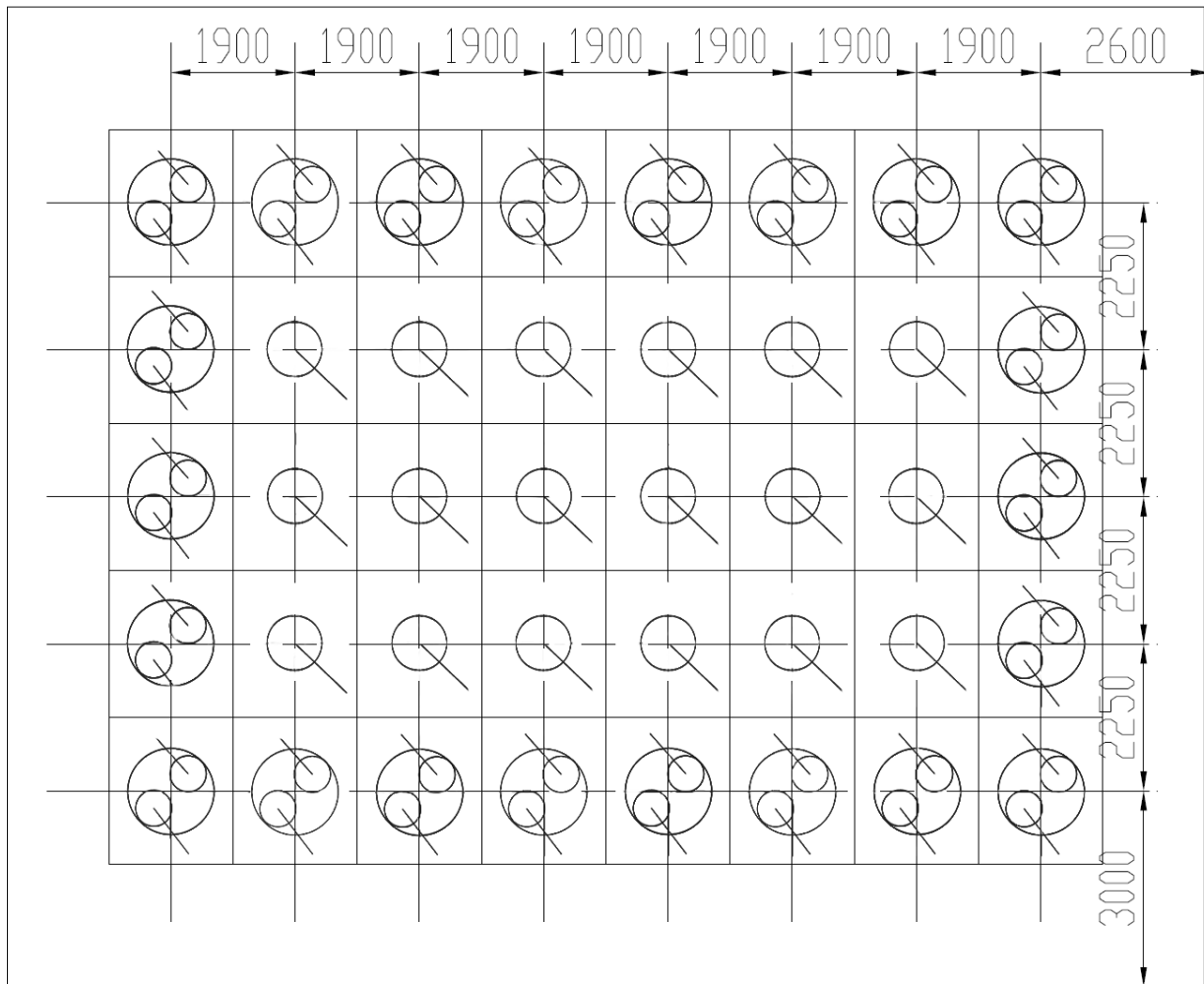


图 3.3-5 PL25-6WHPL 平台井槽布置示意图

### 3.3.2 海底混输管道

PL25-6WHPL 平台至 PL25-6WHPF 平台新建海底混输管道采用单层保温管道结构型式。海底混输管道设计参数详见表 3.3-2，其剖面示意图见图 3.3-6。

表 3.3-2 PL25-6WHPL 平台至 PL25-6WHPF 平台混输管道设计参数

| 设计参数  | PL25-6WHPL 平台至 PL25-6WHPF 平台海底混输管道 |
|-------|------------------------------------|
| 管长    | 3.0km                              |
| 管径    | 12in                               |
| 管道型式  | 单层保温配重管道                           |
| 内管规格  | 323.9mm O.D. × 12.7mm W.T.         |
| 外护管规格 | 8mm W.T.                           |
| 保温层厚度 | 25mm                               |
| 配重层厚度 | 60mm                               |

| 设计参数          | PL25-6WHPL 平台至 PL25-6WHPF 平台海底混输管道 |
|---------------|------------------------------------|
| 内腐蚀裕量         | 3mm                                |
| 设计年限          | 25 年                               |
| 最高操作温度 (°C)   | 53                                 |
| 关断温度 (°C)     | 58                                 |
| 最高操作压力 (kPaA) | 2850                               |

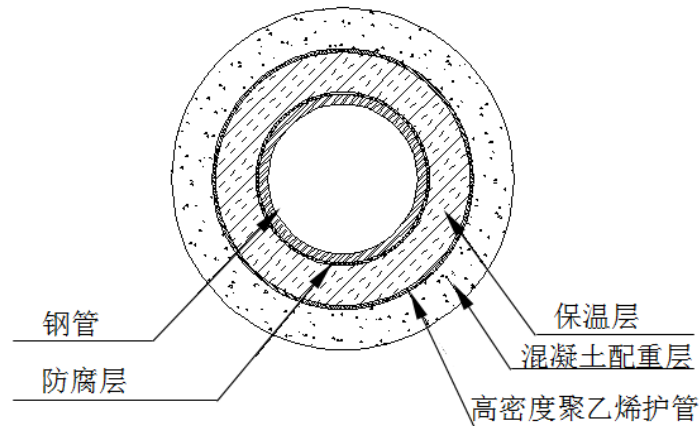


图 3.3-6 单层保温管结构型式

### 3.3.3 海底注水管道

新建的 PL25-6WHPF 平台至 PL25-6WHPL 平台海底注水管道采用单层非保温管结构形式。海底注水管道设计参数详见表 3.3-3；其剖面示意图见图 3.3-7。

表 3.3-3 PL25-6WHPF 平台至 PL25-6WHPL 平台海底注水管道设计参数

| 设计参数          | PL25-6WHPF 平台至 PL25-6WHPL 平台海底注水管道 |
|---------------|------------------------------------|
| 管长            | 3.0km                              |
| 管径            | 12in                               |
| 管道型式          | 单层非保温配重管道                          |
| 内管规格          | 323.9mm O.D. × 12.7mm W.T.         |
| 配重层厚度         | 40mm                               |
| 设计年限          | 25 年                               |
| 最高操作温度 (°C)   | 70                                 |
| 关断温度 (°C)     | 75                                 |
| 最高操作压力 (kPaA) | 11184                              |

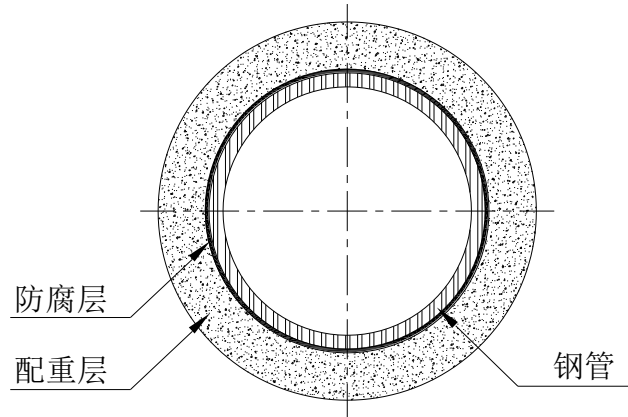


图 3.3-7 海底注水管道结构示意图

### 3.3.4 海底电缆

新建 PL25-6WHPL 平台不设主电站，其电力由 PL19-3CEPB 平台通过海底电缆提供。本项目计划在 PL19-3CEPB 平台至 PL25-6WHPL 平台间新铺 2 条  $3 \times 300\text{mm}^2$  的海底电缆，长约 5.7km，为 PL25-6WHPL 平台供电。

## 3.4 依托工程设施概况及依托能力校核

### 3.4.1 依托工程设施概况

PL 油田群采用分期开发、分步实施的原则，现有及在建海上设施主要包括 11 座井口平台（已建 WHPA 平台~WHPG 平台、WHPJ 平台、WHPM 平台、WHPV 平台、在建 WHPK 平台）、1 座中心处理平台（PL19-3CEPB 平台）、1 座立管公用平台（PL19-3RUP）、1 座单点系泊系统（SYMS）和 1 艘 30 万吨级浮式生产储油装置（海洋石油 117 号 FPSO），以及相应的海底管道和海底电缆。PL 油田群现有平台物流走向见图 3.4-1。

本项目将依托 PL19-3 油田和 PL25-6 油田的现有相关设施进行开发。依托的主要设施包括 PL25-6WHPF 平台、PL19-3 RUP 平台、PL19-3 CEPB 平台及海洋石油 117 号 FPSO。依托工程概况详见表 3.4-1。

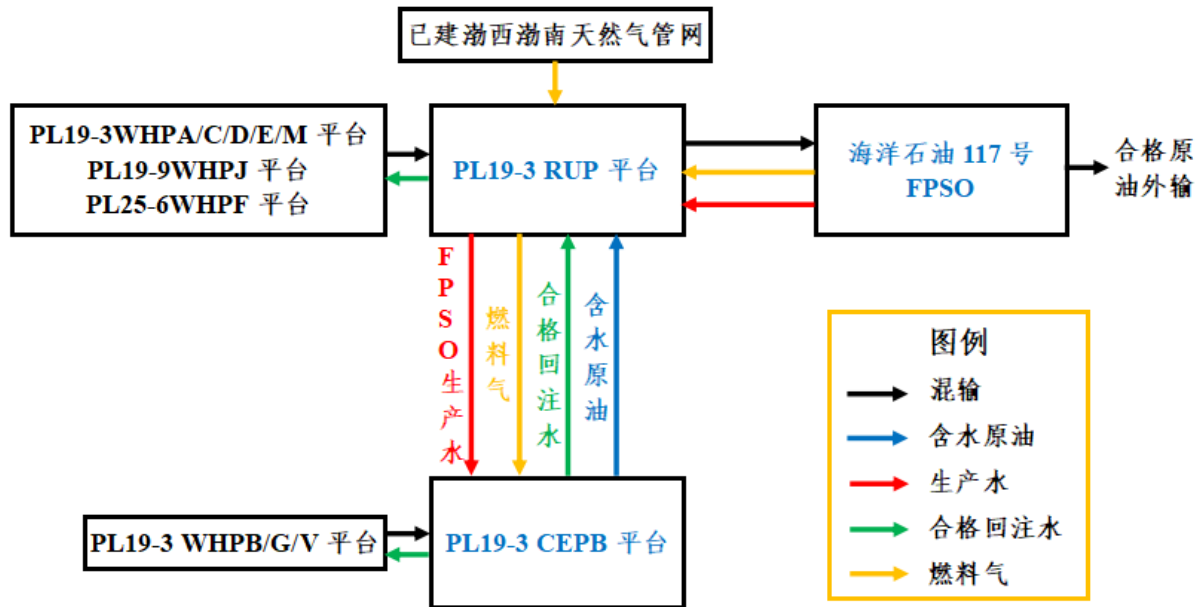


图 3.4-1 PL 油田群现有平台物流走向示意图

表 3.4-1 主要依托设施基本情况

| 平台              | 设施描述   |
|-----------------|--|
| PL19-3 RUP 平台   | 已建 PL19-3 RUP 平台设有 170 人生活楼，主要功能为集输井口物流、注水加压与分配、发电和配电等。  |
| 海洋石油 117 号 FPSO | 已建海洋石油 117 号 FPSO 是一艘 30 万吨级 FPSO，设有 190 人生活楼，具有油气处理、生产水处理、原油储存和外输等功能。主要设置有油气水处理系统、公用系统、消防系统等。FPSO 设计处理能力为：液处理能力 $8.11 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，生产水处理能力 $69120 \text{m}^3/\text{d}$ ，天然气处理能力为 $115 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。 |
| PL25-6 WHPF 平台  | 已建的 WHPF 井口平台设有 120 人生活楼，不设置油气水处理设施。平台共设 40 个井槽，主要设备包括电潜泵、生产管汇、注水管汇、外输泵等。  |
| PL19-3 CEPB 平台  | 已建的 PL19-3 CEPB 中心处理平台设有 80 人生活楼，平台上主要设有燃气透平发电机组、废热回收装置、燃料气压缩机撬、生产水处理系统、燃料气系统、注水系统等。平台生产分离器的处理能力 $58305 \text{m}^3/\text{d}$ ，生产水处理系统设计处理能力为 $52800 \text{m}^3/\text{d}$ ，核桃壳过滤器设计处理能力 $129600 \text{m}^3/\text{d}$ 。                          |

### 3.4.2 依托设施处理能力校核

#### 3.4.2.1 海洋石油 117 号 FPSO 处理能力校核

本次 PL25-6 油田 3 井区开发项目所产物流将依托现有海洋石油 117 号 FPSO 进行处理。本项目投产后，海洋石油 117 号 FPSO 将负责处理 PL 油田群 WHPA/C/D/F/J/K/L/M 平台和部分 WHPB 平台的产液。

海洋石油 117 号 FPSO 油、水、液、气以及补充海水的逐年处理量详见表 3.4-2，设计处理能力及最大处理量对比详见表 3.4-3。

由表可见，本项目投产后，海洋石油 117 号 FPSO 现有的油、水、液、气以及海水处理系统均可以满足本项目投产后的处理需要。

表 3.4-2 本项目投产后海洋石油 117 号 FPSO 处理量一览表

| 时间   | 油                 | 水                 | 液                 | 气                                 | 补充海水*             |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|
|      | m <sup>3</sup> /d | m <sup>3</sup> /d | m <sup>3</sup> /d | 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d | m <sup>3</sup> /d |
| 2021 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2022 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2023 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2024 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2025 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2026 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2027 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2028 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2029 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2030 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2031 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2032 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2033 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2034 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2035 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2036 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2037 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2038 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2039 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2040 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2041 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2042 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2043 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2044 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |
| 2045 | ***               | ***               | ***               | ***                               | ***               |

注：\*由于 PL 油田群产出生产水量无法满足回注量，不足部分将由海洋石油 117 号 FPSO 的海水系统处理部分海水后补充。

表 3.4-3 海洋石油 117 号 FPSO 设计处理能力及处理量

| 海洋石油 117 号 FPSO | 设计处理能力 (m <sup>3</sup> /d) | 本项目投产后最大处理量 (m <sup>3</sup> /d) |
|-----------------|----------------------------|---------------------------------|
| 原油处理能力          | 20000                      | ***                             |
| 液处理能力           | 81100                      | ***                             |
| 气处理能力           | 115×10 <sup>4</sup>        | ***                             |
| 生产水处理能力         | 69120                      | ***                             |
| 海水处理能力          | 42500                      | ***                             |

### 3.4.2.2 PL19-3CEPB 平台水处理能力校核

PL 油田群在海洋石油 117 号 FPSO 处理后的生产水在回注前还将在 PL19-3CEPB 平台利用核桃壳过滤器进行进一步处理。PL19-3CEPB 平台生产水处理系统的处理能力为 52800m<sup>3</sup>/d，负责处理 PL 油田群 WHPE/G/V 平台和部分 WHPB 平台来液；核桃壳过滤器处理能力为 129600m<sup>3</sup>/d，负责对全油田所需的注水进一步处理；注水泵处理能力为 54720m<sup>3</sup>/d，负责对 WHPB/G/V 平台的注水进行增压。

表 3.4-4 是本项目投产后 PL19-3CEPB 平台所需处理的生产水量，由表可见，PL19-3CEPB 平台处理能力可以满足本项目投产后的处理需要。

表 3.4-4 本项目投产后 PL19-3CEPB 平台水处理量

| 时间   | 生产水               | 回注水               | 注水泵               | 时间  | 生产水               | 回注水               | 注水泵               |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|-----|-------------------|-------------------|-------------------|
|      | m <sup>3</sup> /d | m <sup>3</sup> /d | m <sup>3</sup> /d |     | m <sup>3</sup> /d | m <sup>3</sup> /d | m <sup>3</sup> /d |
| 2021 | ***               | ***               | ***               | *** | ***               | ***               | ***               |
| 2022 | ***               | ***               | ***               | *** | ***               | ***               | ***               |
| 2023 | ***               | ***               | ***               | *** | ***               | ***               | ***               |
| 2024 | ***               | ***               | ***               | *** | ***               | ***               | ***               |
| 2025 | ***               | ***               | ***               | *** | ***               | ***               | ***               |
| 2026 | ***               | ***               | ***               | *** | ***               | ***               | ***               |
| 2027 | ***               | ***               | ***               | *** | ***               | ***               | ***               |
| 2028 | ***               | ***               | ***               | *** | ***               | ***               | ***               |
| 2029 | ***               | ***               | ***               | *** | ***               | ***               | ***               |
| 2030 | ***               | ***               | ***               | *** | ***               | ***               | ***               |
| 2031 | ***               | ***               | ***               | *** | ***               | ***               | ***               |
| 2032 | ***               | ***               | ***               | *** | ***               | ***               | ***               |
| 2033 | ***               | ***               | ***               | *** | ***               | ***               | ***               |

### 3.4.2.3 PL19-3RUP 平台注水能力校核

PL19-3RUP 平台主要负责对处理合格的回注水进行增压，分配到各井口平台进行回注。该平台注水泵处理能力为 96000m<sup>3</sup>/d，主要负责对 PL 油田群 WHPA/C/D/F/J/K/M 平台以及本次新建的 WHPL 平台所需回注水进行增压。

表 3.4-5 是本项目投产后 PL19-3RUP 平台所需增压的回注水量，由表可见，PL19-3RUP 平台可以满足本项目投产后的处理需要。

表 3.4-5 本项目投产后 PL19-3RUP 平台回注水增压量

| 时间   | 增压量               | 时间  | 增压量               | 时间  | 增压量               |
|------|-------------------|-----|-------------------|-----|-------------------|
|      | m <sup>3</sup> /d |     | m <sup>3</sup> /d |     | m <sup>3</sup> /d |
| 2021 | ***               | *** | ***               | *** | ***               |
| 2022 | ***               | *** | ***               | *** | ***               |
| 2023 | ***               | *** | ***               | *** | ***               |
| 2024 | ***               | *** | ***               | *** | ***               |
| 2025 | ***               | *** | ***               | *** | ***               |
| 2026 | ***               | *** | ***               | *** | ***               |
| 2027 | ***               | *** | ***               | *** | ***               |
| 2028 | ***               | *** | ***               | *** | ***               |
| 2029 | ***               | *** | ***               | *** | ***               |

#### 3.4.2.4 管道校核

本项目投产后将依托 PL 油田群现有的 4 条海底管道，依托管道基本情况见表 3.4-6。其中 PL19-3 WHPF 至 PL19-3 RUP 混输管道主要用于将新建 PL25-6 WHPL 产能与已建 PL25-6WHPF 平台产能汇合后输往 PL19-3 RUP 平台。PL19-3 RUP 至海洋石油 117 号 FPSO 混输管道主要用于将在 PL19-3 RUP 平台上汇集的物流输送至 FPSO 进行处理。PL19-3 RUP 至 PL19-3 WHPF 注水管道主要用于将处理合格的回注水由 PL19-3 RUP 平台输送至 PL25-6WHPF 平台。海洋石油 117 号 FPSO 至 PL19-3 RUP 注水管道主要用于将经 FPSO 处理后的生产水输送至 PL19-3 RUP 平台。

本项目依托管道校核情况见表 3.4-7。根据校核结果，本项目投产后依托的海底管道压力和温度均未超过原设计值，已有管道在原设计寿命年限内均能够满足现设计条件。但在达到已有管道原设计寿命前需进行检测评估，以保证管道的使用安全。

表 3.4-6 本项目依托管道基本情况

| 序号 | 管线名称                              | 管长 (km) | 管径 (in) |
|----|-----------------------------------|---------|---------|
| 1  | PL19-3 WHPF 至 PL19-3 RUP 混输管道     | 9.5     | 24      |
| 2  | PL19-3 RUP 至海洋石油 117 号 FPSO 混输管道  | 3.1     | 30      |
| 3  | PL19-3 RUP 至 PL19-3 WHPF 注水管道     | 9.5     | 12      |
| 4  | 海洋石油 117 号 FPSO 至 PL19-3 RUP 注水管道 | 3.1     | 30      |

表 3.4-7 本项目依托海底管道校核

| 管线名称                              | 投产时间 | 设计寿命(年) | 设计压力(kPaA) | 本项目投产后最大压力(kPaA) | 设计温度(°C) | 本项目投产后最高温度(°C) |
|-----------------------------------|------|---------|------------|------------------|----------|----------------|
| PL19-3 WHPF 至 PL19-3 RUP 混输管道     | 2009 | 35      | 14272      | 2150             | 79       | 43             |
| PL19-3 RUP 至海洋石油 117 号 FPSO 混输管道  | 2009 | 35      | 14272      | 1410             | 79       | 55             |
| PL19-3 RUP 至 PL19-3 WHPF 注水管道     | 2009 | 35      | 13817      | 13800            | 114      | 78             |
| 海洋石油 117 号 FPSO 至 PL19-3 RUP 注水管道 | 2009 | 35      | 4599       | 4535             | 114      | 88             |

### 3.5 工程施工方案

#### 3.5.1 工程施工作业内容

本项目建设阶段的施工作业内容主要包括钻完井作业、导管架安装、上部组块安装与调试、海底管道和海底电缆的铺设以及依托设施的相关改造等。本项目工程施工作业计划见表 3.5-1。

表 3.5-1 本项目工程施工作业计划

| 作业内容     | 作业期(d) | 作业人数 | 作业船舶                                   |
|----------|--------|------|--|
| 钻完井(含预留) | 1205   | 90   | 守护船(1艘)                                |
| 导管架安装    | 42     | 180  | 浮吊船(1艘)、驳船(3艘)、拖轮(5艘)                  |
| 上部组块安装   | 26     | 230  | 浮吊船(1艘)、驳船(3艘)、拖轮(8艘)、生活支持船(1艘)        |
| 平台调试     | 90     | 80   | 生活支持船(1艘)、拖轮(2艘)                       |
| 海底管道铺设   | 150    | 220  | 铺管船(1艘)、浮吊船(1艘)、后挖沟船(1艘)、驳船(4艘)、拖轮(6艘) |
| 海底电缆铺设   | 36     | 110  | 铺缆船(1艘)、拖轮(1艘)                         |
| 依托设施改造   | 30     | 60   | 守护船(1艘)                                |

注：本项目施工作业计划以具体施工现场情况而定。

#### 3.5.2 平台安装

本项目新建平台海上安装分为导管架安装和上部组块安装两个部分，其中导管架和上部组块均在陆地预制，然后装船运至指定海域进行安装就位。

导管架在青岛场地建造，滑移装船，使用一艘 16800 吨级和两艘 15000 吨级驳船运输导管架、桩和隔水套管到现场。采用 4000 吨级浮吊安装导管架，

打入 8 根主桩和 40 根隔水套管。

上部组块在塘沽场地建造, 滑移装船使用三艘 15000 吨级驳船运输组块、模块钻机和生活楼到现场。组块分东西两块吊装, 采用 4000 吨级浮吊安装。100 人生活楼、电气间、火炬臂、钻机模块单独吊装。

上部组块安装完毕后, 平台开始进行调试。调试阶段主要在新建 PL25-6WHPL 平台各层甲板上进行, 不需使用大型施工船舶。

### 3.5.3 钻完井作业

#### 3.5.3.1 钻完井作业计划

本项目先期钻井 58 口 (生产井 37 口, 注水井 12 口, 先期生产后期转注井 8 口, 开发评价井 1 口), 预留 2 口生产井和 2 口注水井。

本项目使用模块钻机进行钻完井作业, 分 12 批次共钻 58 口井, 后续预留井进行单独钻进。钻完井作业人员共 90 人, 其中平台作业人员 80 人、守护船作业人员 10 人。

#### 3.5.3.2 钻完井方案

本项目新建 PL25-6WHPL 平台计划共钻 62 口井, 钻井总进尺 127341m (含预留井), 平均井深 2054m, 最大井深 2627m。

#### a 井身结构

本项目 PL25-6WHPL 平台拟钻井井身结构及套管程序见表 3.5-2, 实际井身结构需根据实际钻井情况进行调整。典型井型井身结构示意图见图 3.5-1。

表 3.5-2 PL25-6WHPL 平台井身结构

| 序号 | 井型分类          | 井号  | 平均井深(m) | 井数(口) | 井眼尺寸(in)×井深(m) | 套管尺寸(in)×下深(m) |
|----|---------------|---|---------|-------|----------------|----------------|
| 1  | 1500~2000m定向井 | L03、L05、L06、L07、L09、L10、L11、L12、L14、L15、L16、L17、L19、L20、L21、L22、L23、L26、L27、L28、L29、L30、L49、L53、L55、L56、L57 | 1821    | 27    | 16"×410m       | 13-3/8"×405m   |
|    |               | 12-1/4"×1826m   |         |       | 9-5/8"×1821m   |                |

| 序号 | 井型分类          | 井号  | 平均井深(m) | 井数(口) | 井眼尺寸(in)×井深(m) | 套管尺寸(in)×下深(m) |
|----|---------------|---|---------|-------|----------------|----------------|
| 2  | 2000~2500m定向井 | L01、L02、L04、L08、L13、L18、L24、L25、L31、L32、L33、L34、L35、L36、L37、L38、L39、L40、L41、L42、L43、L44、L45、L46、L48、L50、L54 | 2215    | 27    | 16"×410m       | 13-3/8"×405m   |
|    |               |   |         |       | 12-1/4"×2220m  | 9-5/8"×2215m   |
| 3  | 大于2500m定向井    | L47、L61   | 2622    | 2     | 16"×410m       | 13-3/8"×405m   |
|    |               |   |         |       | 12-1/4"×2627m  | 9-5/8"×2622m   |
| 4  | 水平井           | L51H、L52H   | 2458    | 2     | 16"×411m       | 13-3/8"×406m   |
|    |               |   |         |       | 12-1/4"×2001m  | 9-5/8"×1996m   |
|    |               |   |         |       | 8-1/2"×2458m   |                |
| 合计 |               |   |         | 58    |                |                |

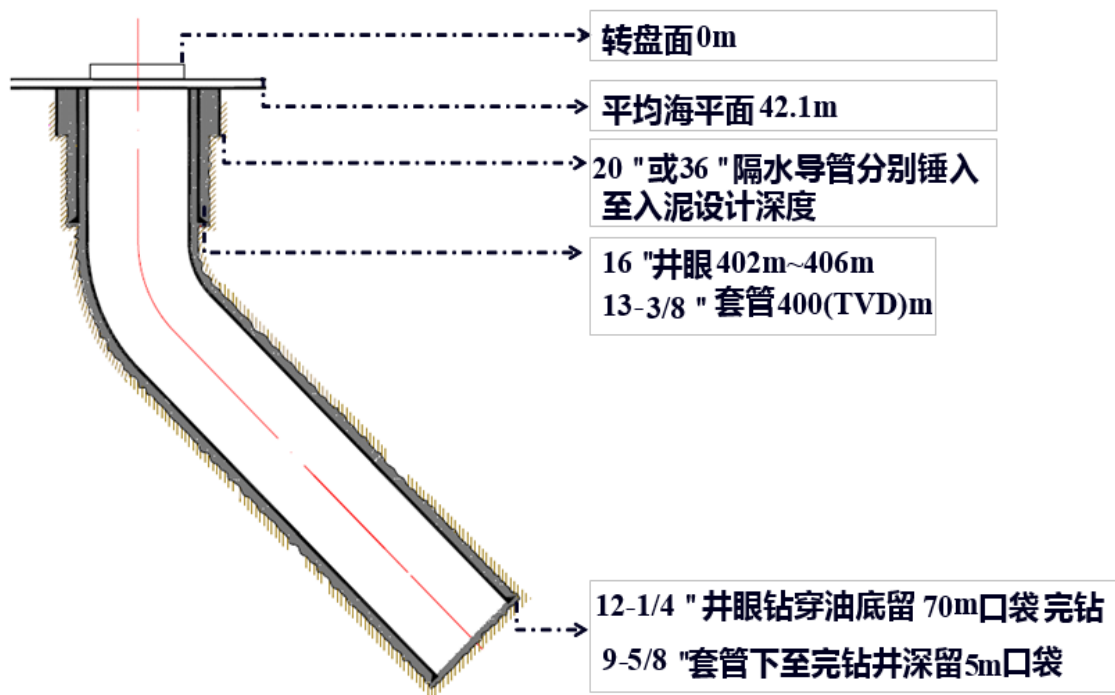


图 3.5-1 (1) 定向井井身结构示意图

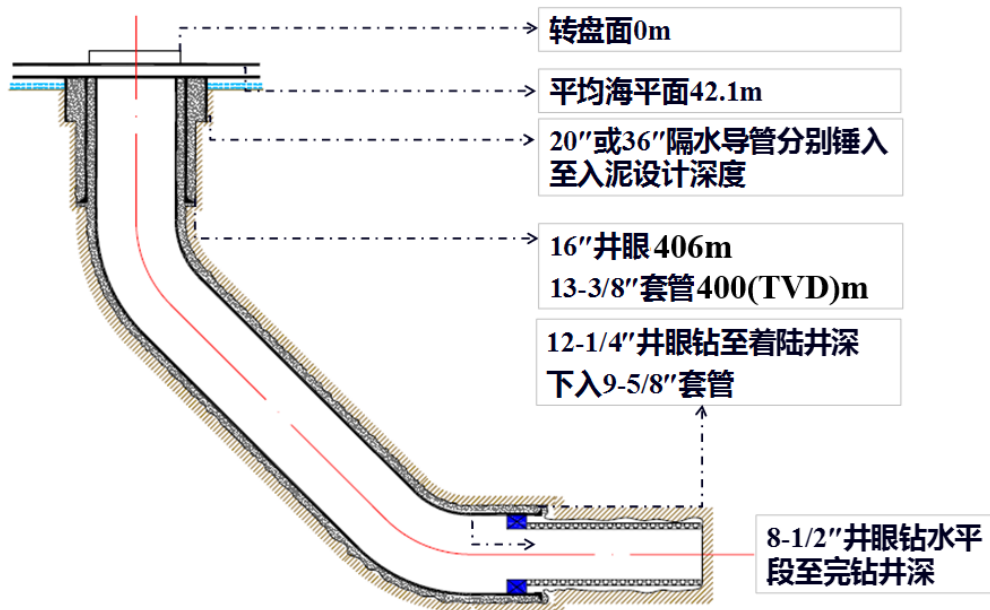


图 3.5-1 (2) 水平井井身结构示意图

b 钻井液体系

本项目在设计阶段对 PL 油田群已钻井使用的钻井液进行了广泛的研究和对比，包括对水基和油基钻井液都进行了技术评估。根据研究结果，PL25-6 油田 3 井区拟钻井表层井段计划采用海水钻进，12-1/4"井段和 8-1/2"井段采用水基钻井液体系。不同井型采用的钻井液体系见表 3.5-3。

表 3.5-3 (1) 本项目定向井钻井液体系

| 井段      | 钻井液类型     | 密度 (g/cm <sup>3</sup> ) |
|---------|-----------|-------------------------|
| 16"     | 海水 + 搬土稠浆 | 1.08-1.10               |
| 12-1/4" | 聚合物聚合醇钻井液 | 1.11-1.20               |

表 3.5-3 (2) 本项目水平井钻井液体系

| 井段      | 钻井液类型          | 密度 (g/cm <sup>3</sup> ) |
|---------|----------------|-------------------------|
| 16"     | 海水 + 搬土稠浆      | 1.08-1.10               |
| 12-1/4" | 聚合物聚合醇钻井液      | 1.11-1.20               |
| 8-1/2"  | 弱凝胶无粘土固相免破胶钻井液 | 1.10-1.15               |

3.5.4 海底管道/海底电缆铺设

本项目采用铺管船/铺缆船对海底管道和海底电缆进行铺设，海底管道和海底电缆均全程埋设。其中海底管道采用后挖沟、自然回填方式，海底管道埋深为 1.5m；海底电缆采用边铺边埋方式，电缆埋深为 1.5m。管缆近平台无法

挖沟埋设的区域，将采用混凝土压块进行覆盖保护。

新建 PL25-6WHPL 平台立管/电缆护管在导管架陆上建造场地预安装，同时将在现有 PL25-6WHPF 平台海上安装 2 根立管，供本项目新建海底管道使用。后安装的立管布置在导管架外侧，并设置防碰撞保护结构和警示标识。本项目新建海底电缆将使用 PL19-3CPEB 平台预留的 2 根电缆护管。

### 3.5.4.1 管缆挖沟和埋设

#### a 海底管道挖沟作业

本项目新建海底混输管道和注水管道均全程挖沟埋设，采用后挖沟、自然回填埋设方式，管道埋深 1.5m。

海底管道采用水力喷射式挖沟机进行挖沟埋设作业，主要依靠铺管船将挖沟机下放到海管上方，精确就位完成后，启动挖沟机，高压水管部分插入海床，通过水力喷射将管道底部的底泥软化，然后吸泥抛至管沟两侧，管道靠自重沉入管沟内指定深度。铺管船绞锚向前移动，挖沟机在拖拉缆的牵引下沿海管路由边行进边进行挖沟作业。

海底混输管道和注水管道后挖沟作业及水力喷射式挖沟机示意图见图 3.5-2；挖沟截面示意图见图 3.5-3。

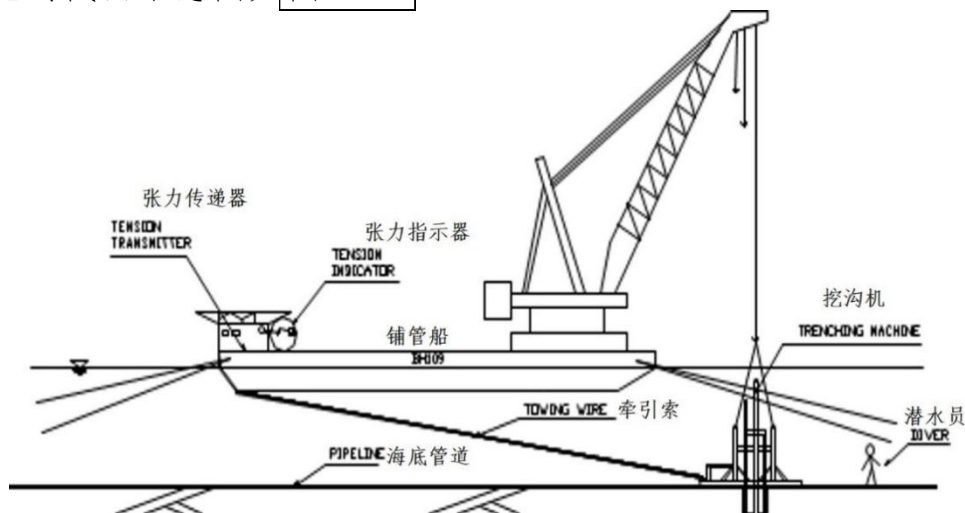


图 3.5-2 海底管道后挖沟作业及水力喷射式挖沟机示意图

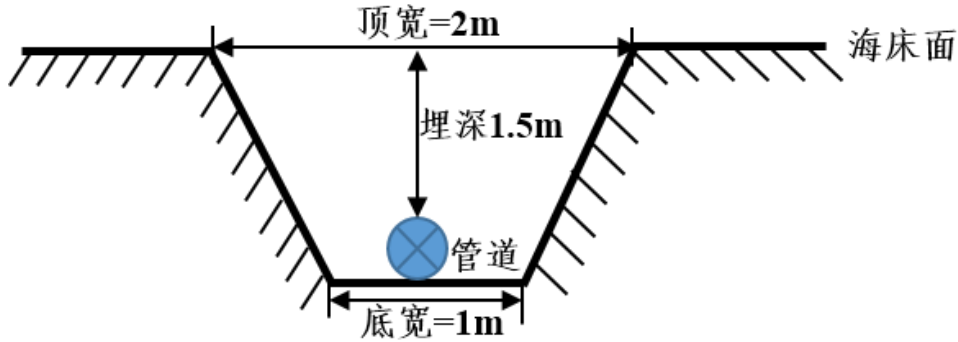


图 3.5-3 海底管道挖沟截面示意图

b 海底电缆挖沟作业

本项目两条海底电缆均全程挖沟埋设，采用边铺边埋方式，埋深均为 1.5m。

海底电缆采用犁式挖沟机进行挖沟埋设作业。海缆犁式挖沟机设备由两部分组成：海缆埋设机和高压泵。海缆埋设机由门吊下放到海床面后，启动高压泵组，高压水进入埋缆机高压水腔，高压水由高压喷头喷射出来，击打铺缆犁刀下的海床面，形成海沟，铺缆犁刀在自重作用下沉入海沟，通过调整深度控制杆限位，当犁刀达到设定深度时停止下沉，铺缆船开始绞锚前行，埋设机在铺缆船的牵引下缓慢沿路由前行，电缆穿过埋设机的海缆腔沉入缆沟，海缆被铺设到海沟内。

海底电缆挖沟作业示意图及犁式挖沟机见图 3.5-4；挖沟截面示意图见图 3.5-5。

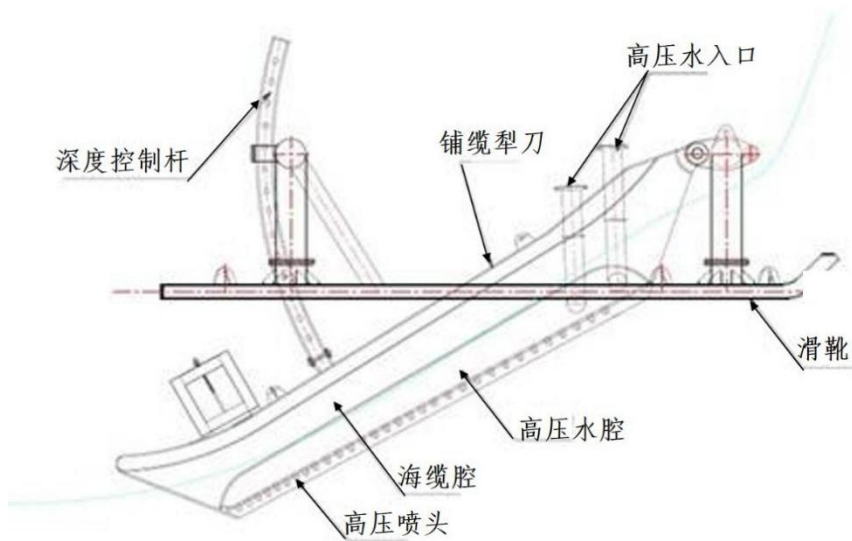


图 3.5-4 海底电缆挖沟作业示意图及犁式挖沟机

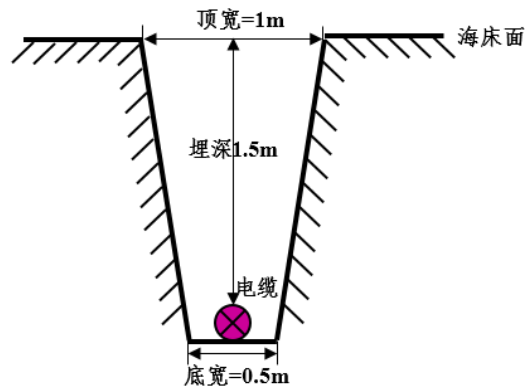


图 3.5-5 海底电缆挖沟截面示意图

### 3.5.5 依托设施改造

为了适应本项目的接入，将对现有 PL25-6WHPF 平台和 PL19-3CEPB 平台进行适应性改造。

#### 3.5.5.1 PL25-6WHPF 平台改造

本项目 PL25-6WHPL 平台所产物流输送至 PL25-6WHPF 平台后，直接接入其外输海管入口，需要在 WHPF 平台上新增一台清管球接收器；来自 PL19-3RUP 平台的 PL25-6WHPL 平台所需回注水，也将直接接入新建注水管道，需要在 WHPF 平台上新增一台注水发球筒。为布置新增的清管球接收器和注水发球筒，需在 PL25-6WHPF 平台下层甲板外扩 18.5m×6.0m 甲板，钢材量为 50 吨，考虑采用平台吊机进行安装。同时，还将在 PL25-6WHPF 平台新增 2 个 12 寸立管，用于连接新建管道。

PL25-6WHPF 平台改造布置图见图 3.5-6。

#### 3.5.5.2 PL19-3CEPB 平台改造

本项目将对 PL19-3 CEPB 平台备用回路进行改造，通过海底电缆为新建 PL25-6 WHPL 平台进行供电，主要将对现有中压配电盘进行改造，并增加两个海缆接线箱。

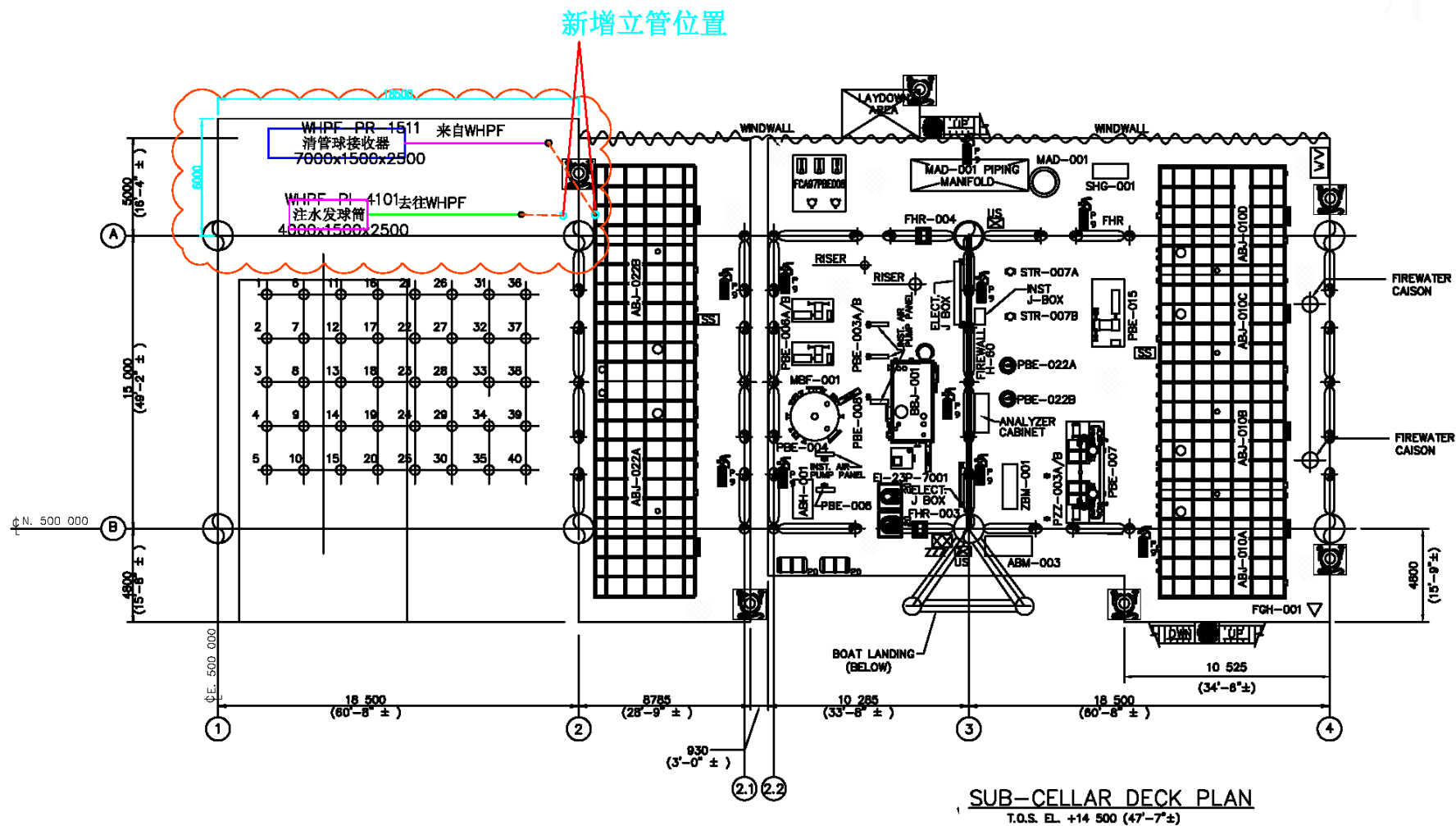


图 3.5-6 PL25-6WHPF 平台改造布置图 (波浪线圈部分为改造部分)

### 3.6 生产工艺过程

本项目计划在 PL25-6 油田 3 井区新建 1 座标准化 8 腿 40 井槽（可打 62 口井）井口平台 PL25-6 WHPL，产液全部混输至已建的 PL25-6 WHPF 平台，与 PL25-6 WHPF 平台物流混合后一起输送至海洋石油 117 号 FPSO 处理和储存。所需注水由海洋石油 117 号 FPSO 和 PL19-3CEPB 处理合格后，经 PL25-6 WHPF 输至新建井口平台 PL25-6 WHPL。所需电量由 PL19-3 CEPB 至 PL25-6 WHPL 新铺电缆提供。

#### 3.6.1 新建 PL25-6WHPL 平台

##### 3.6.1.1 生产工艺流程

新建 PL25-6 WHPL 各井所产物流在生产管汇汇合后利用电潜泵压力通过海底管道输送到 PL25-6 WHPF 平台，然后通过海底管道输送至 PL19-3 RUP 平台，最终输送到海洋石油 117 号 FPSO 进行处理。

需要计量的单井流体经测试管汇进入测试加热器加热到 50℃后，进入多相流量计进行油气水计量，若单井温度大于 50℃，则直接经测试管汇进入多相流量计。计量后的流体与生产管汇的产液汇合，一起进入外输海管。

PL25-6 WHPL 平台生产工艺流程详见图 3.6-1。

##### 3.6.1.2 注水工艺流程

新建 PL25-6 WHPL 平台上设有 12 口注水井以及 8 口后期转注井。注水水质达到《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T 5329-2012）中注入层平均空气渗透率  $>0.05 \sim \leq 1.5 \mu\text{m}^2$  的要求，即含油量小于 30mg/L，悬浮物含量小于 10mg/L，悬浮物粒径中值小于 4 $\mu\text{m}$ 。

PL25-6 WHPL 平台所需注水主要来自海洋石油 117 号 FPSO 和 PL19-3CEPB 处理合格后的生产水，经过 PL19-3RUP 注水泵增压，通过海底管道经由 PL25-6 WHPF 平台输至 PL25-6 WHPL 平台，经过滤后由平台上的管汇将注水分配给各个注水井。

PL25-6 WHPL 平台上设置 1 台注水收球筒、1 台 520m<sup>3</sup>/h 的注水过滤器及三套注水管汇，平台注水系统流程见图 3.6-2。



PL25-6 WHPL 平台的注采平衡表见表 3.6-1，由表可见，PL25-6 WHPL 平台所需最大注水量发生在 2031~2033 年，其值是\*\*\*m<sup>3</sup>/d。本平台所产生水不能满足注水需求，不足部分由经过处理的海水和合格生产水补充，所需最大补充量发生在 2023 年，约\*\*\*m<sup>3</sup>/d。

表 3.6-1 PL25-6 WHPL 平台注水预测与平衡表（单位 m<sup>3</sup>/d）

| 年份   | 日产水量 | 日注水量 | 需补充量 |
|------|------|------|------|
| 2021 | ***  | ***  | ***  |
| 2022 | ***  | ***  | ***  |
| 2023 | ***  | ***  | ***  |
| 2024 | ***  | ***  | ***  |
| 2025 | ***  | ***  | ***  |
| 2026 | ***  | ***  | ***  |
| 2027 | ***  | ***  | ***  |
| 2028 | ***  | ***  | ***  |
| 2029 | ***  | ***  | ***  |
| 2030 | ***  | ***  | ***  |
| 2031 | ***  | ***  | ***  |
| 2032 | ***  | ***  | ***  |
| 2033 | ***  | ***  | ***  |
| 2034 | ***  | ***  | ***  |
| 2035 | ***  | ***  | ***  |
| 2036 | ***  | ***  | ***  |
| 2037 | ***  | ***  | ***  |
| 2038 | ***  | ***  | ***  |
| 2039 | ***  | ***  | ***  |
| 2040 | ***  | ***  | ***  |
| 2041 | ***  | ***  | ***  |
| 2042 | ***  | ***  | ***  |
| 2043 | ***  | ***  | ***  |
| 2044 | ***  | ***  | ***  |
| 2045 | ***  | ***  | ***  |

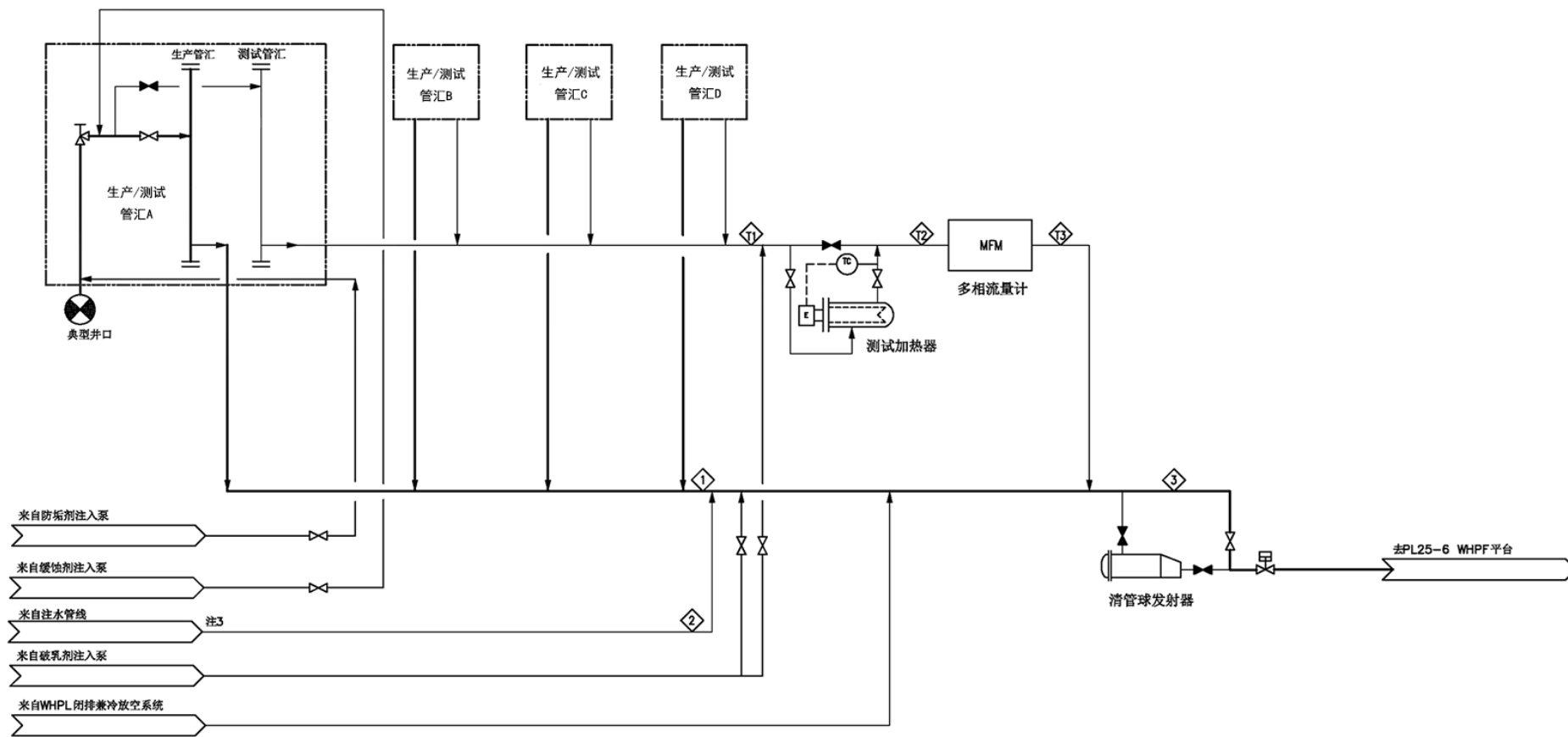


图 3.6-1 PL25-6WHPL 井口平台生产工艺流程

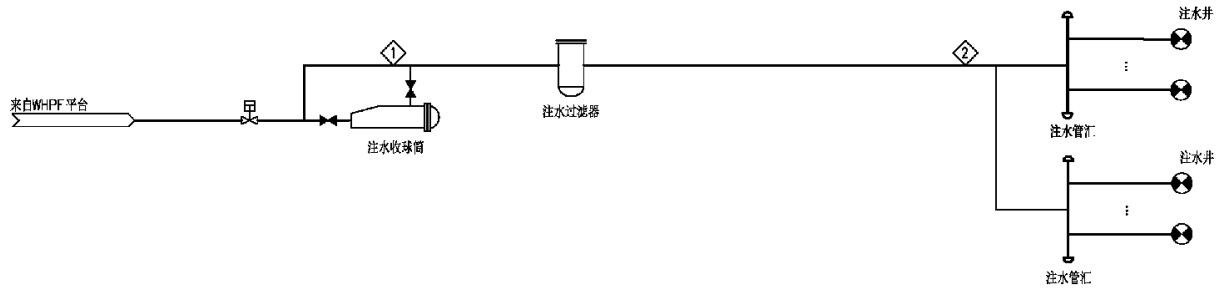


图 3.6-2 PL25-6WHPL 井口平台注水流程

### 3.6.2 海洋石油 117 号 FPSO

本项目投产后，新建 PL25-6WHPL 平台的物流将直接通过海底管道输送至海洋石油 117 号 FPSO 进行处理。

#### 3.6.2.1 生产工艺流程

海洋石油 117 号 FPSO 上设有两套原油处理设施，每套处理设施主要由砂捕集器、游离水分离器、低压分离器等组成。

来自各井口平台的物流汇集到 PL19-3RUP 平台后经 2 条海底管道输送到 FPSO 上处理。物流首先进入砂捕集器，经沉降分离，分离出来的气体进入高压压缩机系统，分离出来的水进入生产水处理系统，分离出的含水原油（含 60% 生产水）经加热器加热后，进入游离水分离器进行三相分离，经沉降分离，分离出的气体经加热器加热后，进入到中压压缩机系统。

从游离水分离器分离出的原油（含 40% 生产水）进入低压分离器进行原油稳定和脱气处理，分离出的气体进入低压压缩机入口，分离出的生产水经泵增压后进入生产水处理系统。从低压分离器出来的原油（含 20% 生产水）经冷却，进入离心机进行原油的分离及原油中所携带的细粉砂的分离，分离后的原油满足外输原油含水率小于等于 0.5%（w）的销售原油要求后，经冷却器冷却后进入原油舱储存。

分离出的水进入生产水处理系统，经处理合格的生产水与处理过的海水混合后输送到 PL19-3 CEPB 平台进一步处理。分离出的天然气经压缩机增压、脱水、加热后一部分用于 FPSO 上的燃气透平和蒸汽锅炉，另一部分经过海底管线输送到 PL19-3RUP 平台和 PL19-3CEPB 平台作为透平机组的燃料，燃料

气不足的年份由渤西渤南管网补充，分离出的砂收集后定期运回陆地交有资质单位处理。

在最高年产时，采用离心机进行原油脱水的设计流程能够保证外输原油的含水率在 0.5% 以下，但生产维护工作量较大，因为 PL 油田原油属于重质原油，分油的离心机需要定期清洗以清除原油中的杂质对离心机喷嘴的堵塞。目前从低压分离器出来的 20% 左右的含水原油直接进入 FPSO 的原油舱，利用大舱进行沉降，沉降后原油出口含水率低于 0.5%，满足外输要求。

海洋石油 117 号 FPSO 原油处理流程见图 3.6-3。

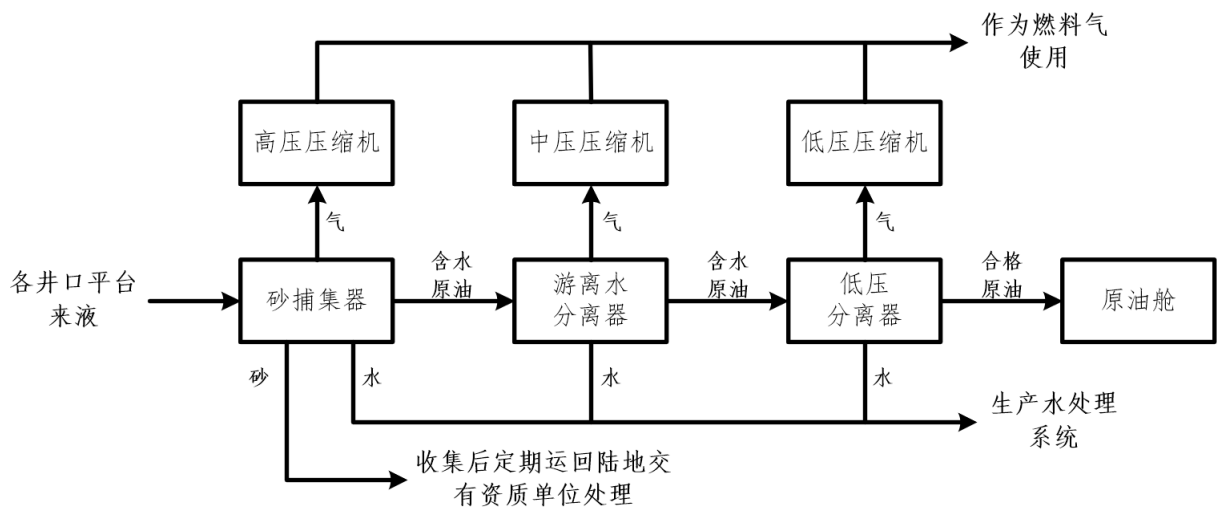


图 3.6-3 海洋石油 117 号 FPSO 原油处理流程

### 3.6.2.2 生产水处理流程

海洋石油 117 号 FPSO 生产水处理流程为生产水闪蒸罐出口生产水首先进入一级水工艺舱进行沉降，经一级水工艺舱沉降处理后，左右舷生产水经过舱壁开孔依靠液位差分别溢流至二级水工艺水舱进一步沉降，而后再经生产水输送泵输送至上部组块的生产水离心机进一步处理。两级水工艺舱收油槽收集的污油送入不合格原油舱，与不合格原油一起送至上部组块原油处理系统进行处理。处理后的生产水进入生产水缓冲罐经缓冲后，与经海水系统处理后的海水混合增压，输送至 PL19-3CEPB 平台的核桃壳过滤器进行深度处理。

FPSO 的生产水处理流程见图 3.6-4，PL 油田群水平衡见表 3.6-2。

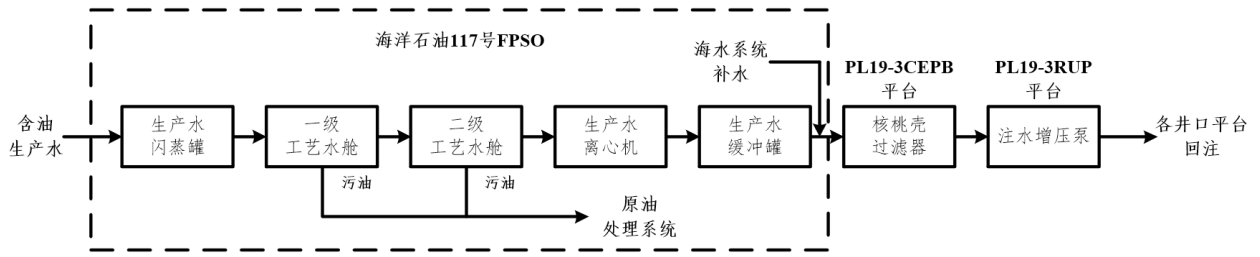


图 3.6-4 海洋石油 117 号 FPSO 的生产水处理流程

### 3.6.2.3 海水处理流程

海洋石油 117 号 FPSO 的海水系统设计能力为 42500m<sup>3</sup>/d，海水通过海水泵增压，进入自动反冲洗过滤器过滤后，先作为冷却水与换热器进行换热，然后进入双介质滤器进一步除去杂质，随后一部分供给船体作为造淡水水源，另一部分进入真空脱氧塔除氧后作为注水补充水。

海洋石油 117 号 FPSO 海水处理流程见图 3.6-5。

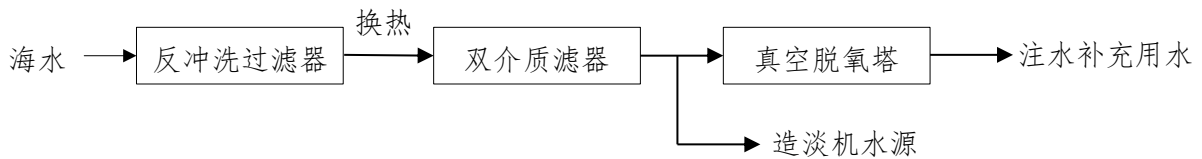


图 3.6-5 海洋石油 117 号 FPSO 海水处理流程

### 3.6.3 PL19-3CEPB 平台

PL 油田群在海洋石油 117 号 FPSO 处理后的生产水在回注前还将在 PL19-3CEPB 平台利用核桃壳过滤器进行进一步处理。

PL19-3CEPB 平台生产水处理系统需要处理该平台本身分离出的生产水，以及来自海洋石油 117 号 FPSO 上生产水处理系统处理后的生产水和补充海水。其中来自 FPSO 的生产水和补充海水只需进入核桃壳过滤器进行过滤处理。

PL19-3CEPB 平台共设置 32 台核桃壳过滤器，考虑 2 台过滤器反洗及备用。核桃壳过滤器最大处理能力为 129600m<sup>3</sup>/d。该核桃壳过滤器能够满足 PL19-3CEPB 平台自身生产水和来自 FPSO 的经过预处理的生产水和补充海水的处理要求。

#### 3.6.4 PL25-6WHPF 平台

本项目投产后，只通过 PL25-6WHPF 平台越站传输，不涉及油气水的处理。需通过 PL25-6WHPF 平台输送新建 PL25-6WHPL 平台的物流，经 PL19-3RUP 平台输送至海洋石油 117 号 FPSO 进行处理，并通过 PL25-6WHPF 平台接收经 PL19-3RUP 平台增压后的合格注水，输送回 PL25-6WHPL 平台。

#### 3.6.5 PL19-3RUP 平台

本项目投产后，只通过 PL19-3RUP 平台越站传输，不涉及油气水的处理。需通过 PL19-3 RUP 平台输送来自 PL25-6WHPF 平台和 PL25-6WHPL 平台的物流，输送至海洋石油 117 号 FPSO 进行处理，并通过 PL19-3RUP 平台输送经 PL19-3CEPB 平台处理合格的注水，输送回 PL25-6WHPL 平台。

表 3.6-2 本项目投产后 PL 油田群水平衡表

| 日期<br>(年) | 全油田<br>生产水 | 全油田<br>注水 | CEPB 平台<br>处理生产水量 | FPSO<br>处理生产水量 | FPSO 海水处理系统<br>海水处理量 (海水补充量) | FPSO 输 CEPB 总水量<br>(生产水+海水) | CEPB 核桃壳过滤器处理<br>水量 (生产水+海水) |
|-----------|------------|-----------|-------------------|----------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 2021      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2022      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2023      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2024      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2025      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2026      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2027      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2028      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2029      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2030      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2031      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2032      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2033      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2034      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2035      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2036      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2037      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2038      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2039      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2040      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2041      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2042      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2043      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2044      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |
| 2045      | ***        | ***       | ***               | ***            | ***                          | ***                         | ***                          |

注：全油田产水量包括现有 WHPA~WHPG 平台、WHPJ 平台、WHPK 平台、WHPM 平台和 WHPV 平台，以及新建 WHPL 平台产水量，全油田产水分别在 PL19-3CEPB 平台和海洋石油 117 号 FPSO 进行处理。全油田注水量=CEPB 平台处理水量+FPSO 处理水量+海水补充量。

### 3.7 建设阶段产污环节与环境影响分析

PL25-6 油田 3 井区开发项目建设阶段的作业内容主要包括 1 座井口平台的导管架和甲板组块海上运输与安装、钻完井作业、2 条海底管道和 2 条电缆的铺设等。

海上设施的安装过程中，将有浮吊船、驳船、拖轮及值班船等船舶参加作业，这些船舶将产生少量的机舱含油污水、生活污水、食品废弃物等生活垃圾及少量生产垃圾。

在钻完井作业过程中还将排放钻井液和钻屑；除此之外，参加钻井作业的值班船还将产生一定量的机舱含油污水、船舶生活污水以及食品废弃物等生活垃圾及生产垃圾。

本项目将新建 2 条长 3km 的海底管道，及 2 条长 5.7km 的海底电缆，需全程挖沟埋设。铺设作业船舶包括铺管船、铺缆船、供应船和拖轮等。因此铺管作业过程中除挖出一定量的海底沉积物外，也会产生少量的机舱含油污水、船舶生活污水和食品废弃物等生活垃圾及少量生产垃圾。

建设阶段的产污环节及污染物种类参见图 3.7-1。

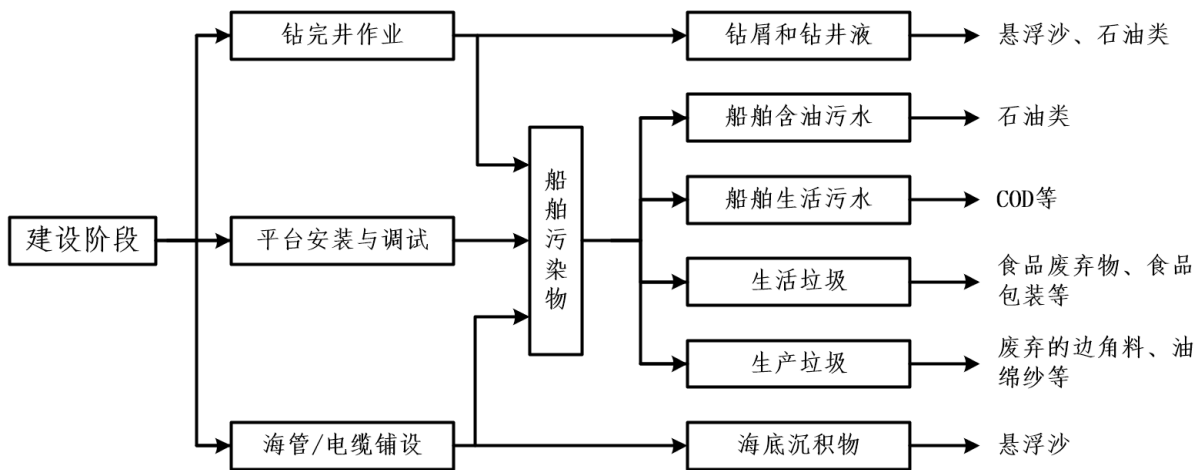


图 3.7-1 建设阶段产污环节与污染物种类

### 3.8 生产阶段产污环节与环境影响分析

在生产阶段，本项目的产污环节主要是新建 PL25-6WHPL 平台生产作业区、生活区，以及依托设施海洋石油 117 号 FPSO 生产作业区等。本项目产生

的污染物主要包括含油生产水、生活污水、食品废弃物等生活垃圾、生产垃圾等。

另外在生产阶段，本项目将配备一艘守护船，产生的船舶污染物种类与建设阶段相同。

生产阶段产污环节及主要污染物种类参见图 3.8-1。

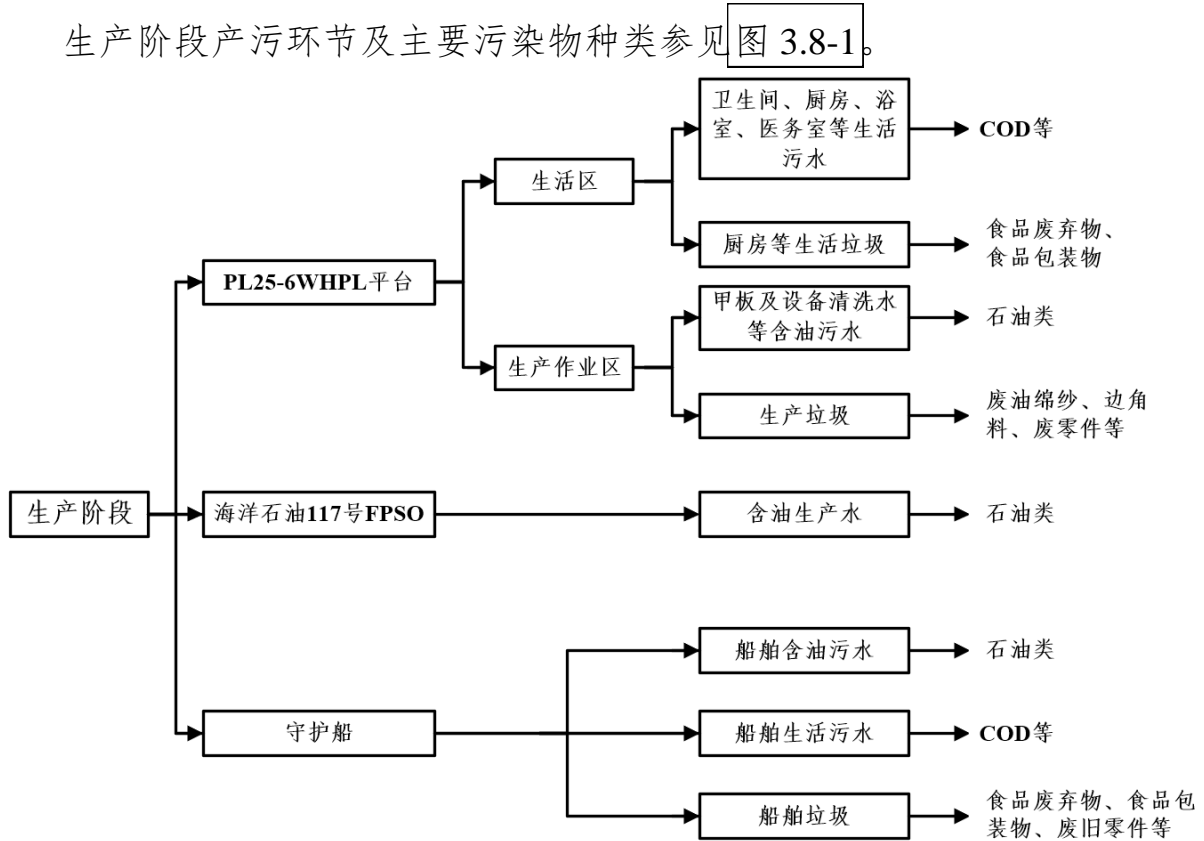


图 3.8-1 生产阶段产污环节与污染物种类

### 3.9 建设阶段污染源强核算

本项目建设阶段产生的污染物主要包括钻屑、钻井液、挖沟产生的悬浮沙以及船舶含油污水、船舶生活污水及船舶垃圾等船舶污染物。

#### 3.9.1 钻屑

钻屑的排放量主要取决于井数和井身结构，PL25-6 油田 3 井区开发项目初期计划钻井 58 口，预留 2 口生产井和 2 口注水井供后期调整。根据井身结构、钻井数量、井眼尺寸、批钻情况等数据，可估算本项目所产生的钻屑总量。

本项目钻屑量核算结果见表 3.9-1，经核算，本项目钻屑最大排放速率为 53.3m<sup>3</sup>/d。钻屑总量计算结果统计见表 3.9-2。

据核算，本项目初期钻井 58 口钻屑总量约为 23037m<sup>3</sup>（堆体积），其中非钻井油层钻屑量 14678m<sup>3</sup>（堆体积），钻井油层钻屑量 8359m<sup>3</sup>（堆体积）。包含预留井槽产生的钻屑总量约为 24626m<sup>3</sup>（堆体积），其中非钻井油层钻屑量 15691m<sup>3</sup>（堆体积），钻井油层钻屑量 8935m<sup>3</sup>（堆体积）。

表 3.9-1 本项目钻屑核算结果

| 井型              | 井数<br>(口) | 钻进时<br>间(天) | 非钻井油层水基钻<br>井液钻屑量(m <sup>3</sup> ) | 钻井油层水基钻<br>井液钻屑量(m <sup>3</sup> ) | 钻屑排放<br>速率(m <sup>3</sup> /d) |
|-----------------|-----------|-------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1500m~2000m 定向井 | 27        | 192         | 6702                               | 2960                              | 50.4                          |
| 2000m~2500m 定向井 | 27        | 216         | 6702                               | 4822                              | 53.3                          |
| >2500m 定向井      | 2         | 19          | 496                                | 499                               | 53.1                          |
| 水平井             | 2         | 21          | 778                                | 77                                | 41.3                          |
| 预留井             | 4         | 31          | 1013                               | 577                               | 51.3                          |
| 合计              | 62        | 479         | 15691                              | 8935                              | 53.3(最大)                      |

注：具体钻井作业产生的钻屑量将根据实际钻井情况有所调整。

表 3.9-2 钻屑量计算结果（堆体积）

| 平台             | 类别     | 井数<br>(口) | 总钻屑量<br>(m <sup>3</sup> ) | 非钻井油层水基钻井<br>液钻屑量 (m <sup>3</sup> ) | 钻井油层水基钻井液<br>钻屑量 (m <sup>3</sup> ) |
|----------------|--------|-----------|---------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| PL25-<br>6WHPL | 初期钻井   | 58        | 23037                     | 14678                               | 8359                               |
|                | 包含预留井槽 | 62        | 24626                     | 15691                               | 8935                               |

注：钻屑堆体积=钻屑实际体积×1.6。

### 3.9.2 钻井液

本项目钻井采用水基钻井液体系，钻井液原则上要求循环使用，其排放环节主要有四个：外排钻屑粘附、固井置换、提钻携带以及钻井结束后的一次性排放。

本项目钻井液量核算详见表 3.9-3，由表可见，本项目先期 58 口井水基钻井液产生量约为 10748m<sup>3</sup>，包含预留井槽水基钻井液产生量约为 12888m<sup>3</sup>。当钻至油层段时，会有钻井油层水基钻井液产生。根据油层段井眼尺寸和钻井液循环利用率等，可估算本项目先期钻井产生的钻井油层水基钻井液量约为 7455m<sup>3</sup>；包含预留井槽后约为 9141m<sup>3</sup>。钻井液最高排放速率出现在批钻结束后一次性排放过程中，本项目最大一次性排放钻井液约 366.2m<sup>3</sup>，最大排放速率约为 35m<sup>3</sup>/h。

根据《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》要求，渤海海域不得排放

钻井油层钻井液，非油层钻井液的排放需满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性分级》中钻井液一级排放标准的要求。

表 3.9-3 本项目钻井液量核算结果

| 平台         | 类别     | 井数 | 批次 | 产生量（水基钻井液合计）<br>(m <sup>3</sup> ) | 处置量（钻井油层水基钻井液）(m <sup>3</sup> ) | 排放量（非钻井油层水基钻井液）(m <sup>3</sup> ) |
|------------|--------|----|----|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| PL25-6WHPL | 初期钻井   | 58 | 12 | 10748                             | 7455                            | 3293                             |
|            | 包含预留井槽 | 62 | 16 | 12888                             | 9141                            | 3747                             |

### 3.9.3 悬浮沙

新铺的海底管道和海底电缆均全程埋设，埋设深度均为顶部距海床表面为 1.5m。铺设海管/电缆悬浮沙源强详见表 3.9-4 所示。

本项目新铺海底混输管道和注水管道长度均为 3km，埋设深度为 1.5m，新建管道外径按 0.5m 考虑，则挖沟深度约 2m。管沟底宽 1m，顶宽 2m，平均挖沟速度按 1500m/d 计算，则每天搅动的海底泥沙约为 4500m<sup>3</sup>/d，每条海底管道搅动的海底沉积物总量约 9000m<sup>3</sup>。海底管道采用水力喷射式挖沟机进行挖沟作业，起沙率按照 10% 计算，则铺设每条海底管道挖沟搅起的悬浮沙量约为 900m<sup>3</sup>。

本项目新铺 2 条海底电缆长度均为 5.7km，埋设深度 1.5m，新建电缆外径按 0.2m 考虑，则挖沟深度约 1.7m。缆沟底宽 0.5m，顶宽 1m，平均挖沟速度按 1500 m/d 计算，则每天搅动的海底沉积物约为 1913m<sup>3</sup>，每条电缆搅动的海底沉积物总量约 7268m<sup>3</sup>。海底电缆采用犁式挖沟机进行挖沟作业，起沙率按照 5% 计算，则铺设每条海底电缆挖沟搅起的悬浮沙量约为 364m<sup>3</sup>。

本项目海底管道/电缆铺设共搅动海底沉积物约 32536m<sup>3</sup>。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。海底管道起沙率按 10% 计算，海底电缆挖沟起沙率按 5% 计算，泥沙湿容重 1.78g/cm<sup>3</sup> 计算，铺设海底管道/电缆挖沟搅起的悬浮沙量约为 2528m<sup>3</sup>。根据表 3.9-4 计算结果，本项目铺设海底管道掀起的悬浮沙源强约为 9.27kg/s；铺设海底电缆掀起的悬浮沙

的源强约为 1.97kg/s。

表 3.9-4 本项目铺设海管/电缆悬浮沙源强

| 污染物              | 长度 (km) | 起沙率 | 每天搅动泥沙量 (m <sup>3</sup> /d) | 搅动泥沙量总量 (m <sup>3</sup> ) | 悬浮沙量 (m <sup>3</sup> ) | 悬浮沙排放速率 (kg/s) |
|------------------|---------|-----|-----------------------------|---------------------------|------------------------|----------------|
| 铺设海底管道挖沙 (共 2 条) | 3       | 10% | 4500                        | 9000                      | 900                    | 9.27           |
| 铺设海底电缆挖沙 (共 2 条) | 5.7     | 5%  | 1913                        | 7268                      | 364                    | 1.97           |
| 铺设海底管道/电缆总计      | -       | -   | -                           | 32536                     | 2528                   | -              |

### 3.9.4 船舶污染物

船舶污染物包括船舶含油污水、船舶生活污水以及废弃边角料、塑料、生活废弃物等船舶垃圾。根据参加作业船舶类型和数量、作业天数及作业人数 (见 [表 3.9-5](#))，对本项目海上建设阶段船舶污染物进行估算。

根据作业期和参与作业的船舶种类及数量，可估算出作业期内船舶污染物的源强。本项目建设阶段船舶污染物核算结果详见 [表 3.9-5](#)。

表 3.9-5 本项目建设阶段船舶污染物核算结果

| 作业内容      | 作业期(d) | 作业人数 | 作业船舶 (艘)   | 船舶含油污水(m <sup>3</sup> ) | 生活污水 (m <sup>3</sup> ) | 固体废物 (t) |       |
|-----------|--------|------|--|-------------------------|------------------------|----------|-------|
|           |        |      |  |                         |                        | 生活垃圾     | 生产垃圾  |
| 钻完井 (含预留) | 1205   | 90   | 守护船 (1 艘)  | 201                     | 37958                  | 163      | 594.0 |
| 导管架安装     | 42     | 180  | 浮吊船 (1 艘)、驳船 (3 艘)、拖轮 (5 艘)                      | 77                      | 2646                   | 11       | 2.5   |
| 上部组块安装    | 26     | 230  | 浮吊船 (1 艘)、驳船 (3 艘)、拖轮 (8 艘)、生活支持船 (1 艘)          | 69                      | 2093                   | 9        | 0.8   |
| 平台调试      | 90     | 80   | 生活支持船 (1 艘)、拖轮 (2 艘)                             | 45                      | 2520                   | 11       | 0.4   |
| 海底管道铺设    | 150    | 220  | 铺管船 (1 艘)、浮吊船 (1 艘)、后挖沟船 (1 艘)、驳船 (4 艘)、拖轮 (6 艘) | 425                     | 11550                  | 50       | 6.4   |
| 海底电缆铺设    | 36     | 110  | 铺缆船 (1 艘)、拖轮 (1 艘)                               | 24                      | 1386                   | 6        | 0.5   |
| 依托设施改造    | 30     | 60   | 守护船 (1 艘)  | 5                       | 630                    | 3        | 0.04  |
| 总计        |        |      |  | 846                     | 58783                  | 252      | 604.7 |

#### 3.9.4.1 船舶含油污水

浮吊船和铺管船等大型施工船舶船舶含油污水产生量按  $(0.3\sim 0.5) \text{ m}^3/(\text{船}\cdot\text{日})$  估算, 本次计算取  $0.5\text{m}^3/(\text{船}\cdot\text{日})$ ; 驳船、拖轮和生活支持船等一般工作船舶含油污水产生量按  $(3\sim 5)\text{m}^3/(\text{船}\cdot\text{月})$  估算, 本次计算取  $5\text{m}^3/(\text{船}\cdot\text{月})$ 。据此估算出海上建设阶段船舶含油污水产生量共计约  $846\text{m}^3$ 。

#### 3.9.4.2 船舶生活污水

生活污水平均每人每天按  $0.35\text{m}^3$  计算, 估算海上建设阶段产生的生活污水总计约为  $58783\text{m}^3$ 。

#### 3.9.4.3 船舶垃圾

建设阶段产生的生活垃圾主要是食品废弃物和食品包装物等。生活垃圾按  $1.5\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{日})$  计算, 其中食品废弃物按  $1\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{日})$  计算; 其它生活垃圾按  $0.5\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{日})$  计算。由此估算出本项目建设阶段共产生生活垃圾总计约  $252\text{t}$ 。

建设阶段产生的生产垃圾主要包括废弃的零件、边角料、油棉纱和包装材料等。钻井期间按  $180\text{t}/\text{年}$  计算; 浮吊船、铺管船等大型施工船舶按  $5\text{t}/\text{年}$  计算, 拖轮和供应船等小型船舶  $0.5\text{t}/\text{年}$  计算。由此估算出本项目建设阶段共产生生产垃圾总计约为  $604.7\text{t}$ 。

#### 3.9.5 建设阶段污染物源强汇总

建设阶段各种污染物源强汇总于 表 3.9-6。

表 3.9-6 本项目建设阶段污染物汇总

| 污染物                         |          | 产生量   | 排放速率                          | 主要污染因子      | 排放/处理方式   |
|-----------------------------|----------|-------|-------------------------------|-------------|---|
| 非油层钻屑 (m <sup>3</sup> )     |          | 15691 | 53.3m <sup>3</sup> /d<br>(最大) | 悬浮沙         | 间断排放  |
| 油层钻屑 (m <sup>3</sup> )      |          | 8935  | -                             | 悬浮沙、石油类     | 运回陆地处理  |
| 钻井油层水基钻井液 (m <sup>3</sup> ) |          | 9141  | -                             |             |   |
| 非油层钻井液 (m <sup>3</sup> )    |          | 3747  | 35m <sup>3</sup> /h<br>(最大)   | 悬浮沙         | 一次性排放   |
| 铺设海底管道悬浮沙 (m <sup>3</sup> ) |          | 1800  | 9.27kg/s                      | 悬浮沙         | 自然回填  |
| 铺设海底电缆悬浮沙 (m <sup>3</sup> ) |          | 728   | 1.97kg/s                      | 悬浮沙         | 自然回填  |
| 船舶含油污水 (m <sup>3</sup> )    |          | 846   | -                             | 石油类         | 铅封运回陆地处理  |
| 船舶生活污水 (m <sup>3</sup> )    |          | 58783 | -                             | COD 等       | 处理达标后排放, 严格执行船舶水污染物排放控制标准   |
| 船舶垃圾                        | 生活垃圾 (t) | 252   | -                             | 食品废弃物、食品包装等 | 食品废弃物在距最近陆地 3 海里至 12 海里 (含) 的海域, 粉碎至直径不大于 25mm 后排放; 在距最近陆地 12 海里以外的海域可排放。食品包装物等运回陆地处理 |
|                             | 生产垃圾 (t) | 604.7 | -                             | 废旧器件、油棉纱等   | 运回陆地处理  |

### 3.10 生产阶段污染源强核算

本项目生产阶段产生的污染物主要包括含油生产水、生活污水、生活垃圾、生产垃圾以及少量的船舶含油污水、船舶生活污水及船舶垃圾等船舶污染物。

#### 3.10.1 含油生产水

本项目投产后, 新建 PL25-6WHPL 平台最大产水量为\*\*\*m<sup>3</sup>/d, 最大注水量为\*\*\*m<sup>3</sup>/d。根据本报告 3.6.1.2 节分析, 本 PL25-6WHPL 平台产水量小于注水量, 不足部分将由海洋石油 117 号 FPSO 及 PL19-3CEPB 平台处理的海水和合格生产水补充。因此, 正常生产情况下, 本项目生产水全部回注地层, 无生产水排放。

非正常工况情况下, 即当地层条件或注水系统出现问题无法进行回注时, 将采取排向海洋石油 117 号 FPSO 不合格原油罐或关井等措施, 避免含油生产水排放入海。

### 3.10.2 其他含油污水

本项目新建的 PL25-6WHPL 平台上设有开式排放系统和闭式兼低压火炬系统,用于收集溢出液、甲板初期雨水/冲洗水等其它含油污水以及带压容器、管线等排放出的带压流体等。根据统计数据,新建井口平台的其它含油污水产生量约  $60\text{m}^3/\text{a}$ 。

### 3.10.3 生活污水

本项目新建的 PL25-6WHPL 平台在正常生产阶段将产生生活污水,生活污水主要包括来自厨房、洗浴室、厕所和医务室等的污水,主要污染因子为 COD 等。新建 PL25-6WHPL 平台设有 100 人生活楼,最大定员数为救生艇人数(150 人),再考虑到修井作业等大型作业时需要经常使用生活支持船等因素,平台的全年平均作业人数按照救生艇作业人数的 1.2 倍,即 180 人进行估算。根据统计数据,海上平台每人每天生活污水产生量约  $0.35\text{m}^3$ ,平台产生生活污水最大约为  $63\text{m}^3/\text{d}$ ( $22995\text{m}^3/\text{a}$ )。经计算 COD 最大排放速率为  $18.9\text{kg}/\text{d}$ ,每天排放 2h 计算,最大排放源强约为  $2.625\text{g}/\text{s}$ 。

新建 PL25-6WHPL 平台将设置一套电解式生活污水处理装置,设计处理能力  $75.6\text{m}^3/\text{d}$ ,能够满足平台生活污水处理需求。同时,作为进一步的减排措施,考虑将生活黑水和灰水分开收集处理,其中黑水直接进入电解式生活污水处理系统,处理合格后排海;灰水进入工艺处理系统,经处理后最终回注地层。

生活灰水回注作为进一步的减排措施,目前尚未在海上平台进行实际应用,处理后的灰水能否满足回注水质要求尚无法得到验证,其稳定性和可靠性均需在生产过程中不断检验。且考虑到当油气生产系统停产或者出现事故,灰水不能直接进入开排罐时,需经过撇油器处理后与黑水一起进入生活污水处理装置进行处理,处理达标后排海。因此项目生活污水处理系统按照处理所有的灰水和黑水的量来设置,当灰水无法回注时,灰水经过撇油器处理后与黑水一起进入生活污水处理装置进行处理,处理达标后排海。

### 3.10.4 生活垃圾

本项目生产阶段产生的生活垃圾主要是食品废弃物、食品包装物和厨余物等。根据中国海洋石油总公司石油开发项目的多年统计资料,海上平台每人



每天生活垃圾产生量约 1.5kg，则 PL25-6WHPL 平台产生生活垃圾最大约为 99t/a（平台的全年平均作业人数按照救生艇作业人数的 1.2 倍估算生活垃圾产生量）。生活垃圾收集后装入回收箱或是回收袋中，用守护船全部运回陆地处理。

### 3.10.5 生产垃圾

本项目生产阶段产生的生产垃圾主要是废弃的零件、边角料、油棉纱、和包装材料等。根据中国海洋石油集团公司石油开发项目的多年统计资料，海上平台生产垃圾产生量按 2.4t/（年·万吨油当量）计算。根据本项目推荐方案生产预测 PL25-6WHPL 平台最高年增油当量约  $62.9 \times 10^4 \text{t/a}$ （2023 年）（原油密度按  $0.967 \text{t/m}^3$  计算），据此估算生产垃圾产生量约为 150t/a。生产垃圾全部运回陆地交由有资质单位进行处理。

### 3.10.6 船舶污染物

本项目生产阶段新建 PL25-6WHPL 平台计划配备一艘守护船，将产生少量的船舶污染物。根据中国海洋石油总公司海洋石油开发项目的统计资料，一般工作船舶包括守护船的船舶含油污水产生量按按  $(3\sim 5) \text{m}^3/(\text{船} \cdot \text{月})$  估算，本次按  $5 \text{m}^3/(\text{船} \cdot \text{月})$  计算，生活污水平均每人每天按  $0.35 \text{m}^3$  计算，生活垃圾按  $1.5 \text{kg}/(\text{人} \cdot \text{日})$  计算，其中食品废弃物按  $1 \text{kg}/(\text{人} \cdot \text{日})$ ；其它生活垃圾按  $0.5 \text{kg}/(\text{人} \cdot \text{日})$ ；守护船等小型船舶生产垃圾按 0.5t/年计算。根据作业船舶类型和数量、作业人数估算，本项目生产阶段船舶污染物核算结果见表 3.10-1。

表 3.10-1 本项目生产阶段船舶污染物核算结果

| 作业内容    | 作业人数 | 作业船舶（艘）  | 船舶含油污水( $\text{m}^3/\text{a}$ ) | 船舶生活污水( $\text{m}^3/\text{a}$ ) | 船舶垃圾 (t/a) |      |
|---------|------|----------|---------------------------------|---------------------------------|------------|------|
|         |      |          |                                 |                                 | 生活垃圾       | 生产垃圾 |
| 日常巡视与守护 | 10   | 守护船（1 艘） | 60                              | 1278                            | 5.5        | 0.5  |

### 3.10.7 生产阶段污染物源强汇总

本项目生产作业阶段的各种污染物源强汇总详见表 3.10-2。

表 3.10-2 生产阶段污染物汇总

| 污染源位置         | 污染物          | 产生量                       | 排放源强/速率              | 主要污染因子      | 排放/处理方式                                |
|---------------|--------------|---------------------------|----------------------|-------------|--|
| PL25-6WHPL 平台 | 生产水          | ***m <sup>3</sup> /d (最大) | -                    | 石油类         | 处理达标后回注地层                              |
|               | 甲板冲洗水等其他含油污水 | 60m <sup>3</sup> /a       | -                    | 石油类         | 进入生产流程                                 |
|               | 生活污水         | 22995m <sup>3</sup> /a    | 63m <sup>3</sup> /d  | COD 等       | 处理达标后间断排放                              |
|               | 生活垃圾         | 99t/a                     | -                    | 固体废物        | 运回陆地处理                                 |
|               | 生产垃圾         | 150t/a                    | -                    | 固体废物        | 运回陆地处理                                 |
| 守护船           | 船舶含油污水       | 60m <sup>3</sup> /a       | -                    | 石油类         | 铅封运回陆地处理                               |
|               | 船舶生活污水       | 1278m <sup>3</sup> /a     | 3.5m <sup>3</sup> /d | COD 等       | 处理达标后排放，严格执行船舶水污染物排放控制标准               |
|               | 船舶生活垃圾       | 5.5t/a                    | 10kg/d (食品废弃物)       | 食品废弃物、食品包装等 | 食品废弃物在距最近陆地 12 海里以外的海域可排放；食品包装物等运回陆地处理 |
|               | 船舶生产垃圾       | 0.5t/a                    | -                    | 废旧器件、油棉纱等   | 运回陆地处理                                 |

### 3.11 环境影响因素识别

根据 PL25-6 油田 3 井区开发项目特征和工程活动特点，采用矩阵法识别本项目的主要海洋环境影响因素，详见表 3.11-1。

表 3.11-1 本项目建设生产与海洋环境要素关系矩阵表

| 作业内容 |           | 海洋环境 |    |    | 海洋生态 |      |      | 海洋资源利用 |      |      | 社会发展 |    |
|------|-----------|------|----|----|------|------|------|--------|------|------|------|----|
|      |           | 水质   | 底质 | 地貌 | 浮游生物 | 底栖生物 | 渔业资源 | 渔业捕捞   | 水产养殖 | 航运交通 | 就业   | 经济 |
| 施工建设 | 新建平台安装调试  | ●    | -  | -  | -    | ●    | -    | ●      | -    | ▲    | ○    | ○  |
|      | 海底管道、电缆铺设 | ●    | ●  | ●  | ●    | ●    | ●    | ●      | -    | ●    | ○    | ○  |
|      | 钻完井作业     | ●    | ●  | ●  | ●    | ●    | ●    | ●      | -    | ●    | ○    | ○  |
| 油气生产 | 油田生产      | -    | -  | -  | -    | -    | -    | -      | -    | -    | △    | △  |
|      | 含油生产水回注   | -    | -  | -  | -    | -    | -    | -      | -    | -    | -    | -  |
|      | 油气输送      | -    | -  | -  | -    | -    | -    | -      | -    | -    | △    | △  |
|      | 船舶运输      | ▲    | -  | -  | -    | -    | -    | ▲      | -    | ▲    | △    | △  |
| 事故   | 油气泄漏事故    | ●    | ●  | -  | ●    | -    | ●    | ●      | ●    | ●    | -    | -  |

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

由表 3.11-1 可见，本项目的主要不利影响是建设阶段非含油钻井液和钻

屑排放及海底管道、电缆铺设挖沟时搅起的悬浮沙对海水水质、底质和海洋生态的影响。另外，潜在的事故性溢油也将对海水水质、海洋生态以及海洋资源利用等产生不利影响。

### 3.12 环境影响评价因子筛选

#### 3.12.1 非污染影响因子分析

PL25-6 油田 3 井区开发项目非污染影响因子主要是在项目活动对周围海域的航运交通、捕捞作业和海域功能的使用等造成的一定影响。不同工程活动的非污染影响因子筛选及影响程度分析见表 3.12-1。

表 3.12-1 非污染环境环境影响评价因子筛选

| 时段   | 工程活动           | 影响要素   | 环境影响表征           | 影响程度 |
|------|----------------|--------|------------------|------|
| 建设阶段 | 平台导管架安装        | 海洋生态   | 占用海域，影响局部使用功能    | +    |
|      |                | 水文动力   | 平台导管架影响局部潮流      | +    |
|      | 海底管道/电缆铺设      | 海洋生态   | 破坏海底，损害底栖生物      | ++   |
|      |                | 地形地貌冲淤 | 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           | +    |
| 生产阶段 | 平台和海底管道/电缆占用海域 | 海洋生态   | 影响渔业捕捞作业         | +    |
|      |                | 通航环境   | 影响航运交通           | +    |
|      |                | 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；

++ 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。

#### 3.12.2 环境污染影响因子分析

根据对本项目各阶段污染源、污染物种类及其排放量、处理/处置方式的分析，凭借类似开发项目的评价经验和专业知识，通过综合判断可识别出各因子对环境的影响程度，并由此确定 PL25-6 油田 3 井区开发项目环境影响评价的重点评价因子为钻井液、钻屑的排放和铺设海管/电缆挖沟产生的悬浮沙，以及潜在的事故性溢油。不同工程活动的环境污染影响因子筛选及影响程度分析见表 3.12-2。

表 3.12-2 环境影响评价因子筛选

| 时段   | 环境要素 | 影响因子   | 工程内容及表征                    | 影响程度 |
|------|------|--------|----------------------------|------|
| 建设阶段 | 水环境  | 水质     | 钻井液、钻屑的排放<br>和海管/电缆铺设产生悬浮沙 | ++   |
|      | 底质环境 | 底质     |                            | +    |
|      | 生物生态 | 鱼卵/仔稚鱼 |                            | ++   |
|      |      | 底栖生物   |                            | ++   |
|      |      | 渔业资源   |                            | +    |
| 生产阶段 | 水环境  | 水质     | 生活污水处理达标后排放                | +    |
| 事故风险 | 水环境  | 水质     | 事故性溢油对海洋生态的影响              | +++  |
|      | 底质环境 | 底质     |                            | +++  |
|      | 海洋生态 | 海洋生物   |                            | +++  |

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 区域自然环境现状

### 4.1 区域自然环境概况

#### 4.1.1 气象气候条件

PL25-6 油田 3 井区开发项目所处海域具有大陆季风气候特征，属北温带亚湿润季风气候。影响该海区的天气系统包括：（1）冷性反气旋和寒潮，带来大量冷空气，使当地气温急剧下降，同时带来持续大风。每年的 11 月至翌年 4 月冷空气出现频率较高，平均有 15 次/年。冷空气对作业海区的影响主要表现为强降温和大风。（2）温带气旋（渤海低压），温带气旋在大陆生成后进入渤海，以春、夏季较多，在渤海常形成偏东和偏南的大风，同时伴有强降雨过程。（3）热带气旋，热带气旋常带来大风、强降水和风暴增水等灾害，一般由东海或南海生成后传入渤海海域，热带气旋进入渤海海域数量较少平均每年 1 次左右。

##### 4.1.1.1 气温

本项目所处海域累年平均气温为 11.9℃。全年最低气温-16℃，最高气温 33℃。夏季最高湿球温度 30℃，夏季最低湿球温度 7℃。

##### 4.1.1.2 降水/湿度

本项目所处海域累年平均降水量为 620mm，年最大降水量 1120mm，单日最大降水量 170mm。

##### 4.1.1.3 海雾

本项目所处海域累年平均雾日为 10.3 天，4 月雾日最多，为 17 天，10 月最少。历年年雾日 4~16 天，最多发生在 1976 年，最少发生在 1974 年和 1975 年。该海域雾的持续时间大都在 4h 以内，对海上航行、作业基本无影响。

##### 4.1.1.4 风况

本项目所处海域常风向为 S 向，其中 SSW、S、SSE 风向年频率之和达 24.86%；其次是 NNE 向，其中 N、NNE、NE 风向年频率之和达 17.85%。

海域海面平均风速以冬半年（10~4 月）较大，各月平均风速在 5.8~8.0m/s

之间。全年月平均最高出现在冷空气开始爆发的 11~12 月。夏季（7~9 月）海区各月平均风速大体相近，夏季 7 月达全年最小。图 4.1-1 为油田海域的年均风玫瑰图。

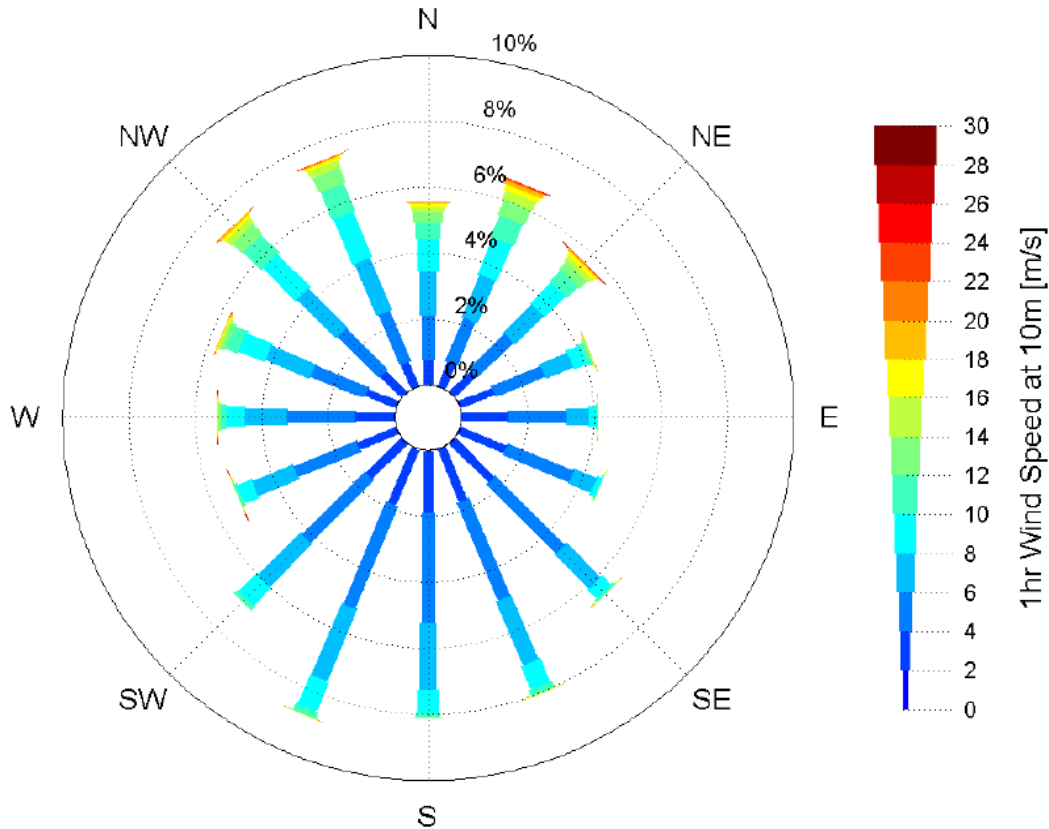


图 4.1-1 本项目所在海域年均风玫瑰图

#### 4.1.2 水文动力环境

##### 4.1.2.1 潮汐

本海区以不正规半日潮为主，潮差一般比较小。最高天文潮为 1.0m，最低天文潮位为 -0.8m。油田海域的潮位特征数据见表 4.1-1。

表 4.1-1 油田所在海区潮位特征值

| 要素     | 以海图基准面起算 (m) |
|--------|--------------|
| 最高天文潮位 | 1.0          |
| 平均海平面  | 0.0          |
| 最低天文潮位 | -0.8         |

##### 4.1.2.2 海流

渤海的海流一般可分为潮流、风海流和环流。冬季在强劲偏北风的驱动下，

可形成较强的风海流。风海流受季节、海区和局域风的影响。

油田所处海域表层和底层均为不规则半日潮流，运动形式为往复流，涨潮流流速大于落潮流流速，表层余流大于底层余流。

#### 4.1.2.3 海浪

油田所处海域的波浪主要为风浪，全年风浪向以 NNE 向为最多，其频率为 11.56%；ENE 向最少，频率不足 3.53%。风浪的大小和方向受制于风速、风区和风向。冬季盛行偏北浪，夏季盛行偏南浪。渤海由于海域面积较小，受涌浪影响较小，但东南、东向大风所造成的涌浪会通过渤海海峡传进渤海湾。

最大波高波向四季性分布。最大波高波向：春季以 NNE 向居多，夏季以 W、WNW、NNW 向居多，秋季以 NE、NNW 向居多，冬季以 NNE、ESE 向居多。图 3.1-3 为油田海域的年均波浪玫瑰图。油田海域的海浪浪向玫瑰图见图 4.1-2。

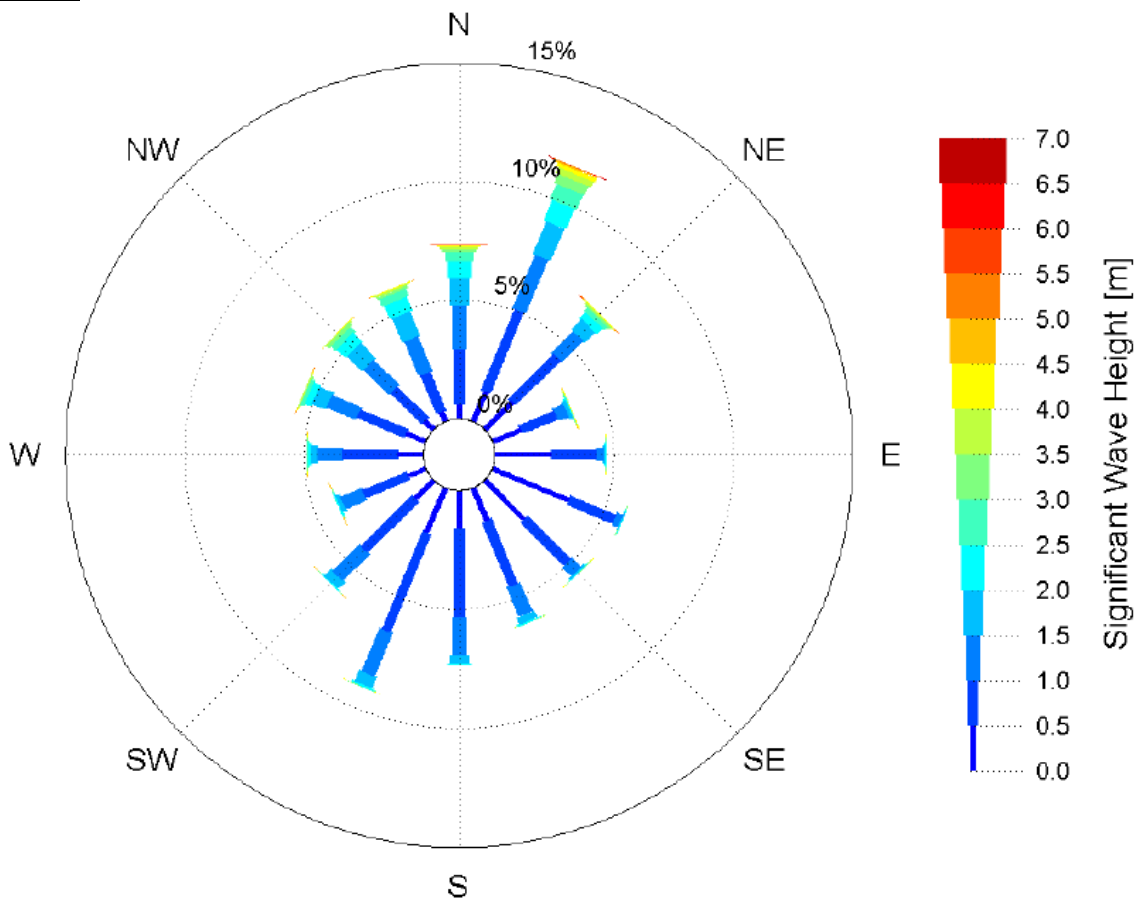


图 4.1-2 本项目所在海域年均波浪玫瑰图

#### 4.1.2.4 水温

本项目所在海域的水温具有季节性变化特点，冬季在 12 月至 3 月，水温为全年最低；夏季在 6 月至 9 月，水温为全年最高，中层会出现温跃层；其中以 8 月份 5m 层的水温最高，为 27℃，底层的最高水温也出现在 8 月份，为 23℃。冬季 5m 层 2 月份的水温最低，一般年份为 0~0.5℃，底层为 0.8℃~1.2℃。在常年偏冷的年份该海域的最低水温可达-1.2℃~-1.7℃。

#### 4.1.3 地形地貌与地质概况

##### 4.1.3.1 区域地质构造

PL25-6 油田位于渤海湾盆地东部渤南低凸起带中段的东北端，发育在郯庐断裂带上。渤南低凸起北邻渤中、渤东凹陷，西南~东南被黄河口、庙西凹陷环绕，是渤海有利的油气富集区之一，具有优越的油气聚集成藏的地质条件。

##### 4.1.3.2 浅部地层特征

油田区域内海底以下约 4m 以上地层为水平层理，构造水平单一，反射能量较强。海底以下 4m~27m 范围内地层为水平或近水平层理，反射能量有强有弱，局部地层受断层、浅层气、异常反射和弱反射影响呈杂乱状或波状发射，反射能量中等。由于大量浅层气的声学屏蔽作用及多次波的影响，海底以下 27m 至探测深度范围（海底以下约 100m）内大部分地层反射能量很弱，呈杂乱状或波状反射，局部地层为近水平层理，反射能量中等到弱。

##### 4.1.3.3 地震活动环境

油田周边 30km 左右主要发育三组断裂，即北东或北北东向、北西向和近东西向断裂。北东向断裂主要有郯庐断裂带的营滩段，是近场区内的主要构造格局。北西向断裂主要是张家口-北京-渤海断裂在海域的延伸，该断裂带形成时间较晚，活动性较强，在近场区内争割了东西向和北东向的断裂，对工程安全有着重要的影响。近场区位于北东向郯庐断裂带和北西向张家口-北京-渤海活动断裂带交汇部位，地质构造复杂，现代构造运动强烈，地震活跃。

PL25-6 油田位于华北地震区，大部分位于郯庐地震带内，一小部分位于河北平原地震带内。渤海地震活动强度大、频度高，7 级以上大地震发生率在



华北地震区内是较高的。PL 油田周边 200km 范围内共记录到  $M_s \geq 4.7$  级的地震 113 次。地震活动的空间分布是不均匀的，基本上体现了渤海地震活动的特征。估计未来百年内 PL 油田周边 30km 区域地震活动处于活跃阶段的尾声。现代地震活动具有继承性，现代小地震较活跃，但强度较低。

对 PL 油田影响烈度最大者应当为 1969 年渤海 7.4 级地震，最大影响烈度估计大于 VIII 度，PL 油田的地震基本烈度为 VIII 度。

#### 4.2 工程周边海洋资源开发利用现状

PL25-6 油田 3 井区位于渤海中部海域，南与 PL25-6 油田已开发区（主体区）紧邻，西与 PL19-3 油田紧邻，东南距山东省龙口市约 78.0km。油田范围内平均水深 25.0~33.0m。本项目周边海域海洋资源开发利用现状主要是油气田开采用海、港口航运、养殖区以及渔业捕捞活动等。

本项目周边海域已经开发的油气田主要包括 PL19-9 油田、PL19-3 油田、PL9-1 油田、渤中 28-1 南油田、渤中 28-1 北油田、渤中 29-4 油田、渤中 29-4 南油田和渤中 35-2 南油田等。

本项目周边最近的港口是龙口港，而后分别为栾家口港、东营港和莱州港等，本项目新建平台距龙口港约 72.2km，距栾家口港约 74.3km，距东营港约 95.6km，距莱州港约 100.1km。本项目新建平台距周边港口较远，相互之间没有影响。

本项目所处海域为渤海的主要渔场，是渤海主要捕捞作业区之一，在渤海的渔业生产中占有较为重要的位置。由于评价区海域本身就为一渔场，一些重要经济鱼类终年生活在该海区，一些种类冬季仅作短距离移动，更多的种类冬季要洄游到黄海东南部越冬。由于水温的季节性变化导致洄游种类在不同的时期进入渤海，因而渔业资源密度分布具有明显的季节差异。其中秋季为渔获量最大的渔汛期。

本项目所处海域周围没有确权养殖区。距离最近的确权养殖区属莱州市海域，工程周围海域的养殖区主要有浅海养殖区、滩涂贝类增养殖区及底播增养殖区等，距离都在 100km 以上。

### 4.3 环境敏感目标的现状与分布

PL25-6 油田 3 井区开发项目附近海域的环境敏感目标主要有国家级自然保护区、海洋特别保护区、水产种质资源保护区、生态红线区和重要渔业水域等。本项目位于中上层鱼类产卵场内，并位于其索饵场边缘；本项目位于底层鱼类产卵场以及索饵场之外约 10 km；本项目位于中华明对虾索饵场内。

#### 4.3.1 国家级海洋保护区

PL25-6 油田 3 井区开发项目周边的国家级自然保护区有长岛国家级自然保护区、大连斑海豹国家自然保护区、蛇岛老铁山国家级自然保护区和黄河三角洲国家级自然保护区，各保护区与本项目新建工程设施位置关系见图 4.3-1。

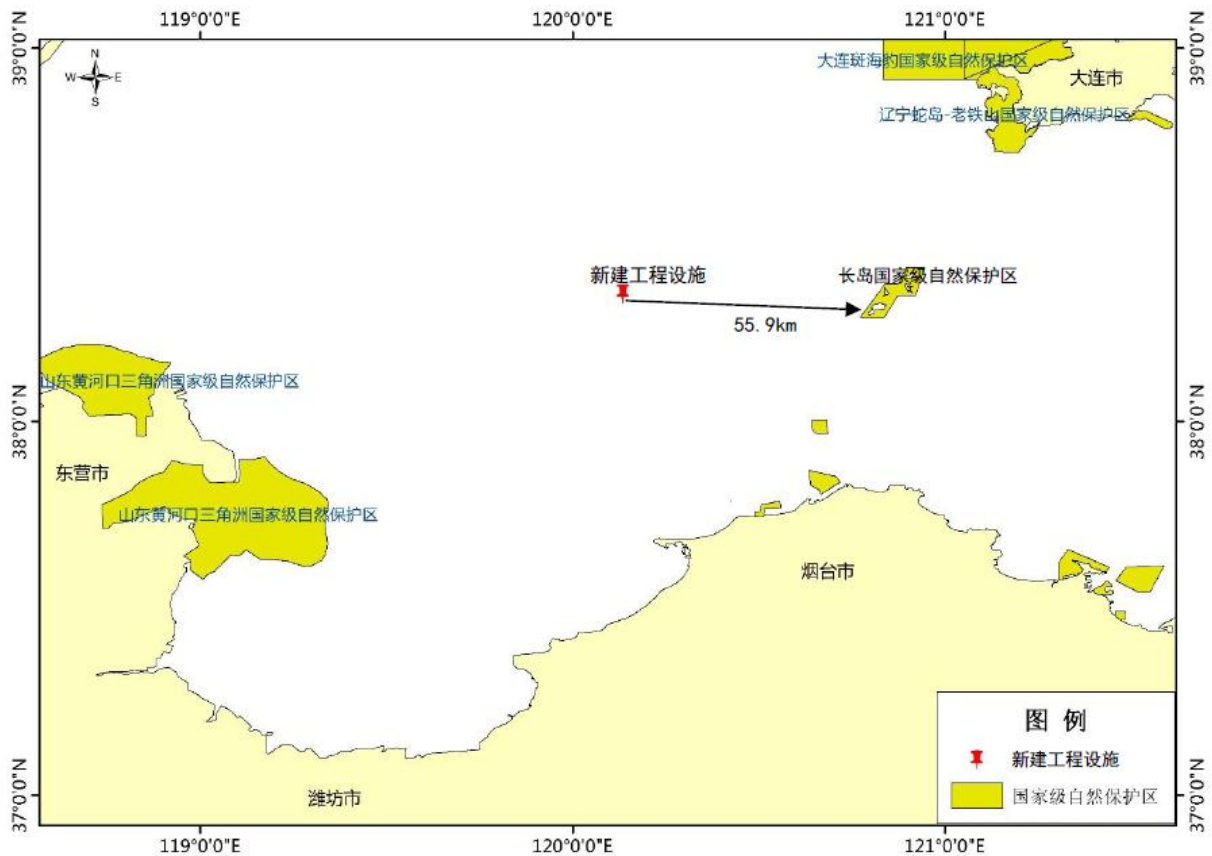


图 4.3-1 PL25-6 油田 3 井区开发项目附近海域主要海洋保护区分布情况

##### 4.3.1.1 长岛国家级自然保护区

长岛国家级自然保护区位于山东省烟台市长岛县境内，山东半岛、辽东半岛之间的渤海海峡、山东省长岛县境内，主要由南北长山岛、南北隍城岛、大小黑山岛、大小钦岛和庙岛、高山岛、候矶岛、轴岛等 32 个岛屿组成，与本

项目最近距离约 55.9km。保护区总面积 5015.2 公顷，其中陆地面积 3910.0 公顷，湿地海域 1105.2 公顷。

该保护区属野生动物自然保护区类型，是以保护迁徙猛禽为主的重要海岛自然保护区。主要保护对象为鹰、隼等猛禽及候鸟栖息地。保护区内有国家级保护动物 49 种，一级有白鹳、中华秋沙鸭、金雕、白肩雕、丹顶鹤等 9 种，二级有大天鹅、小天鹅、鸳鸯及所有鹰科及隼科的所有猛禽共计 40 种。

该保护区海域及海滩内，常可见到海豹，保护区海洋鱼类数量多，价值高，共有 72 种，浅海动物 91 种。国家一级保护鸟类有丹顶鹤、黑鹳等 8 种，国家二级保护鸟类 44 种，省级保护鸟类 358 种。该保护区鸟类以候鸟和旅鸟居多，占总量的 98.0%。候鸟迁徙多集中在春、秋两季。区内有珍稀的猛禽多种，其中国家重点保护的有金雕、白尾海雕、秃鹫、隼类等常在这里出现。

#### 4.3.1.2 大连斑海豹国家级自然保护区

大连斑海豹国家级自然保护区位于大连市渤海沿岸，距市区较近，与本项目新建工程设施最近距离约 75.9 km。该保护区属于野生动物型保护区，主要保护对象是斑海豹及其生态环境。1992 年经大连市人民政府批准建立省级自然保护区，1997 年经国务院批准晋升为国家级自然保护区，2002 年被列入《国际重要湿地名录》。自然保护区总面积为 672275 公顷。其中，核心区 2784.9 km<sup>2</sup>，缓冲区 2716 km<sup>2</sup>，实验区 1221.85 km<sup>2</sup>，调整后保护区分设南北两处核心区。

该保护区为斑海豹最南端的一个繁殖区。每年秋季随着气温转换，水温下降，由日本海进入中国海区的斑海豹，于 11 月后自南向北洄游，12 月份穿越渤海海峡陆续进入保护区。斑海豹进入保护区后即分散选择配偶，成对栖居于浮冰上开始繁殖期生活。随着水温的上升，斑海豹随流南下，到 5 月中旬以后全部离去。斑海豹是唯一能在我国海域进行繁殖的海兽，冬季生殖、冰上产仔。斑海豹的分布范围较小，渤海辽东湾结冰区是斑海豹在我国海域唯一的繁殖区。

该保护区内有鱼类 100 余种，经济甲壳类 5 种，头足类 3 种，贝类 10 余种。另外还有虎头海雕、白尾海雕、白肩雕、黑尾鸥等珍稀鸟类以及维管束植



物 426 种。植被包括沿海岸滩涂植物、浅海植物及北温带海岛植物。尤其有斑海豹、小鲸、虎鲸、伪虎鲸、宽吻海豚、真海豚、江豚等 7 种海兽。据统计，目前保护区斑海豹资源数量仅剩千余头，属濒危物种，列为国家二级重点保护动物。

#### 4.3.1.3 辽宁蛇岛-老铁山国家级自然保护区

蛇岛老铁山国家级自然保护区位于辽东半岛南端，大连市旅顺口区西部，是 1980 年经国务院批准建立的野生动物类型保护区，是环保系统建立的第一个国家级自然保护区。该保护区由蛇岛和老铁山地区两部分组成，总面积 145.95 公顷，核心区 3565 公顷，缓冲区 2815 公顷、实验区 8215 公顷，与本项目新建工程设施最近距离约 96.8 km。主要保护对象为蛇岛蝮蛇和候鸟及其生态环境。其中蛇岛面积 155 公顷。

该保护区分为两个部分：一是四周环海的蛇岛及其周围 200m 海域，面积 155 公顷（以下简称蛇岛地区）。二是以老铁山为代表的陆地部分，面积为 14,440 公顷，包括老铁山、老虎尾、九头山及其周边地区（以下简称老铁山地区）。

蛇岛又名蟒岛，小龙山岛，位于旅顺西北方的渤海中，东距陆地 5.3 海里，南距海猫岛 5 海里。岛屿呈西北—东南走向，长约 1460 m，宽约 760 m，总面积 155 公顷，其中岛屿面积 73 公顷，水域面积 82 公顷，主峰海拔 215m。蛇岛的鸟类有 115 种，隶属 16 目 36 科，昆虫为 58 科、122 种。

老铁山地区位于辽东半岛南端，大连市旅顺口区的西部。调整后保护区共设 4 个核心区，原蛇岛、老铁山、老虎尾核心区不变，原南天门核心区调整为实验区，北部新增九头山核心区。老铁山现已记录的鸟类有 300 种，每年有数百万只候鸟在此迁徙。现有鸟类约占全国鸟类种数的 20%，占东北鸟类种数的 50%，属于国家一类保护鸟类 10 种，二类保护鸟类 45 种，其中猛禽 39 种，占全国猛禽种数的 47.56%，在中、日候鸟保护协定所列的 227 种鸟类中，老铁山就有 167 种，占全国种数 70.9%。

#### 4.3.1.4 山东黄河口三角洲国家级自然保护区

黄河三角洲国家级自然保护区面积 153000 公顷，位于山东省东营市境内，

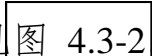
与本项目新建工程设施最近距离约 92.6 km。该保护区 1990 年经东营市人民政府批准建立，1991 年升为省级自然保护区，1992 年晋升为国家级自然保护区，近期核心区修编已通过山东省政府批准。主要保护对象为原生性湿地生态系统和鸟类。

该保护区设三处核心区，分别为黄河口管理站核心区、大汶流管理站核心区和一千二管理站核心区。

缓冲区面积为 11233 公顷，占自然保护区总面积的 7.34%。缓冲区范围包括以下三部分：黄河口管理站缓冲区，面积为 833 公顷；大汶流管理站缓冲区，面积为 5347 公顷；一千二管理站缓冲区，面积为 5053 公顷。

实验区面积为 82348 公顷，占自然保护区总面积的 53.82%。其主要功能是对核心区起到更大的缓冲作用和与周边地区联系纽带作用，在国家法律、法规允许的范围内和在不破坏生态的前提下，可以开展科学实验、教学实习、参观考察、生态旅游、野生动物驯养繁殖及其有益于资源合理利用与生产示范等。

#### 4.3.2 海洋特别保护区

PL25-6 油田 3 井区开发项目周边的海洋特别保护区有长岛国家级海洋公园、龙口黄水河口海洋生态国家级海洋特别保护区、东营黄河口生态国家级海洋特别保护区和莱州湾浅滩海洋资源特别保护区，各保护区与本项目新建工程设施位置关系见  图 4.3-2。

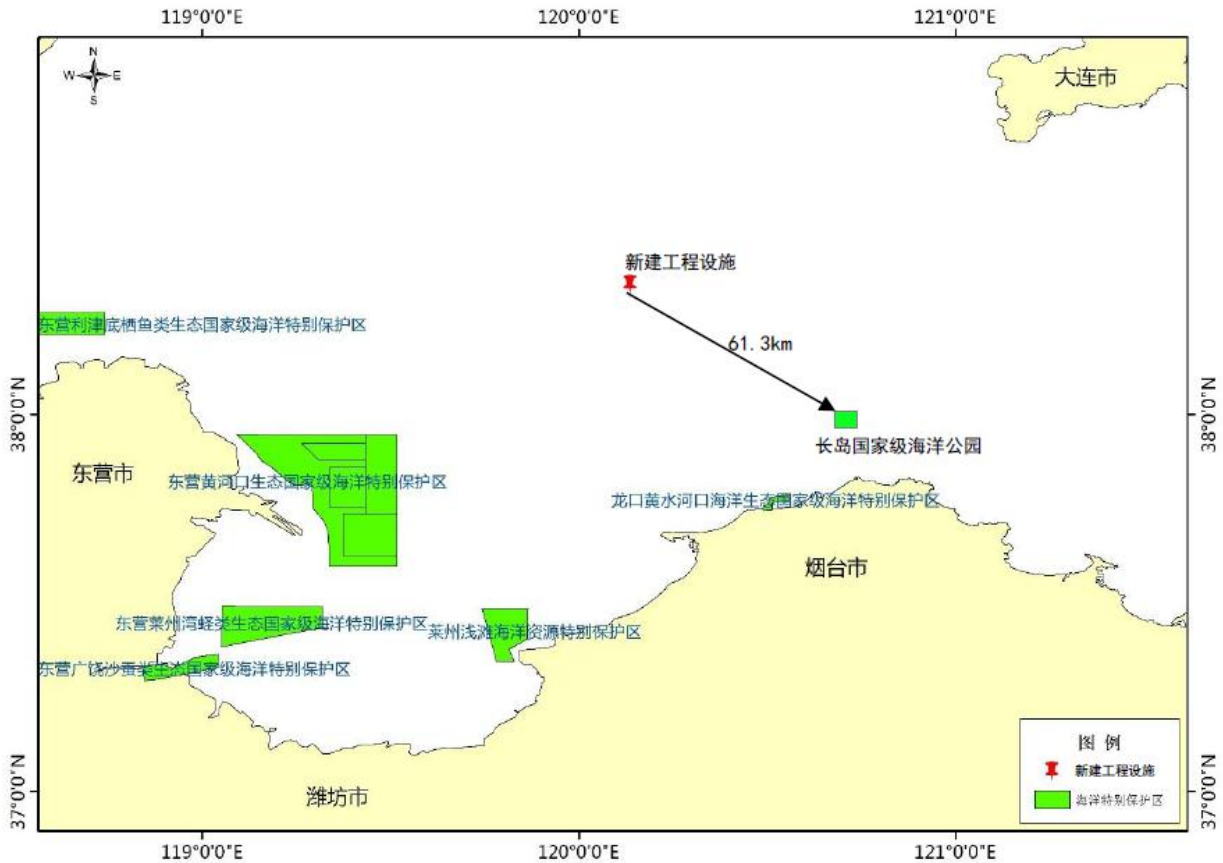


图 4.3-2 PL25-6 油田 3 井区开发项目周边海洋特别保护区示意图

#### 4.3.2.1 长岛国家级海洋公园

长岛国家级海洋公园于 2012 年 12 月 21 日正式获批建立，是烟台市第一个国家级海洋公园，位于长岛县旅游中心区——北长山岛，总面积 1126.47 公顷，海岸线长约 15 公里，其中陆域面积 243.88 公顷，海域面积 882.59 公顷，分为重点保护区、生态与资源恢复区、适度利用区 3 个功能区，与本项目新建工程设施最近距离约 61.3km。

长岛国家级海洋公园是典型的特殊海洋生态景观分布区，山、海、崖、滩、礁、洞、湾、岛资源齐全，自然景观丰富。园区内存在滨海湿地生态系统、岛屿生态系统、滨海植被生态系统，生物资源价值特殊性和非生物资源价值特殊性较显著。区内水域风光类旅游资源，形式多种多样，开阔的海面、幽静的海湾、高险的崖壁、五彩的卵石为创造丰富多变的旅游体验提供了丰富的旅游资源。长岛国家级海洋公园的建设对于保护长岛县独特的原生态环境、野生动物栖息地、多样性的海洋生物和岛屿岩礁群等生态资源，提升长岛县滨海休闲、旅游功能，引导保护性生态旅游项目建设，实现自然资源保护与旅游经济开发

协调发展具有重要意义。

#### 4.3.2.2 龙口黄水河口海洋生态国家级海洋特别保护区

龙口黄水河口海洋生态国家级海洋特别保护区位于胶东半岛，东临烟台，西依潍坊及龙口港，南接青岛，北靠渤海，与天津、大连隔海相望。该海洋特别保护区位于黄水河口水深 0 m-11 m 之间的海域，总面积 2168.89 公顷，与本项目新建工程设施最近距离约 70.4 km。

该海洋特别保护区分为重点保护区、适度利用区以及生态与资源恢复区三个功能区，重点保护区面积 832.2197 公顷，占保护区面积的 38.37%；生态与资源恢复区和预留区面积 539.9762 公顷，占保护区面积的 27.39%；适度利用区面积 742.6941 公顷，占保护区面积的 34.24%。

该海洋特别保护区主要保护生物种类有植物类、底栖生物类以及鱼类。植物类主要是浮游植物，以硅藻门为主，优势种主要有角毛藻、圆筛藻、布氏双尾藻、密连角毛藻、伏氏海毛藻、星脐圆筛藻等。底栖生物类包括福氏玉螺、青蛤、锈凹螺、方格星虫、单环刺螠、中国蛤蜊等。鱼类包括青鳞鱼、鲢鱼、蓝点马鲛、黄鲫和小黄鱼等。

#### 4.3.2.3 东营黄河口生态国家级海洋特别保护区

东营黄河口生态国家级海洋特别保护区位于东营市垦利县东部黄河下游入海处的河口海区，黄河入海口-3 米等深线以东 12 海里附近海域，面积 926 km<sup>2</sup>，与本项目新建工程设施最近距离约 69.9 km。该海洋特别保护区于 2008 年底由国家海洋局批准建立，以黄河口生态系统及生物物种多样性为主要保护对象。分为生态保护区、资源恢复区、环境整治区和预留开发区四部分，重点监控黄河口水域生态环境和河口海区海洋生物资源。该区具有丰富的石油、天然气、地热和卤虫等资源。

生态保护区分为两部分，面积分别为 48.21 km<sup>2</sup> 和 49.57 km<sup>2</sup>，占该海洋特别保护区总面积的 10.56%；资源恢复区分为两部分，面积为 69.77 km<sup>2</sup> 和 121.33 km<sup>2</sup>，占保护区总面积的 20.64%；开发利用区面积 139.92 km<sup>2</sup>，占保护区总面积的 15.11%；环境整治区面积 497.20 km<sup>2</sup>，占保护区总面积的 53.69%。

近年来，由于黄河径流减少、河水污染物侵入，使该海区日益失去鱼虾繁

殖、栖息的条件，生物资源衰退，生物多样性受到严重威胁。该海洋特别保护区建立以后，将通过一系列保护和管理措施，开展海洋生物资源的可持续开发利用，使生态保护区的生物资源密度和生物量得到增长并保持相对稳定，海洋生物的栖息环境得到恢复和改善。

#### 4.3.2.4 莱州湾浅滩海洋资源特别保护区

莱州湾浅滩海洋资源特别保护区建于 2008 年，2012 年升格为国家级。该海洋特别保护区位于莱州湾东岸水深在 0m-6m 之间的湿地区域，总面积为 6780.0982 公顷，与本项目新建工程设施最近距离约 98.1km。该海洋特别保护区中部位于滩涂养殖区内，东北侧部分区域属于海蜇放流点，南侧部分区域属于对虾放流点。主要保护对象为三疣梭子蟹、鲈鱼、文昌鱼（属于国家重点保护野生动物）等产卵、育幼场以及砂矿资源。该海洋特别保护区的建立，不仅有利于保护渔业资源，而且加大了对海砂资源的保护，可以有助于保持岸线形态、长度和邻近海域底质类型的稳定。

#### 4.3.3 国家级水产种质资源保护区

本项目周围海域水产种质资源保护区主要有长岛许氏平鲉国家级水产种质资源保护区、蓬莱牙鲆黄鲈国家级水产种质资源保护区、莱州湾国家级水产种质资源保护区，各水产种质资源保护区与本项目新建工程设施位置关系见图 4.3-3。

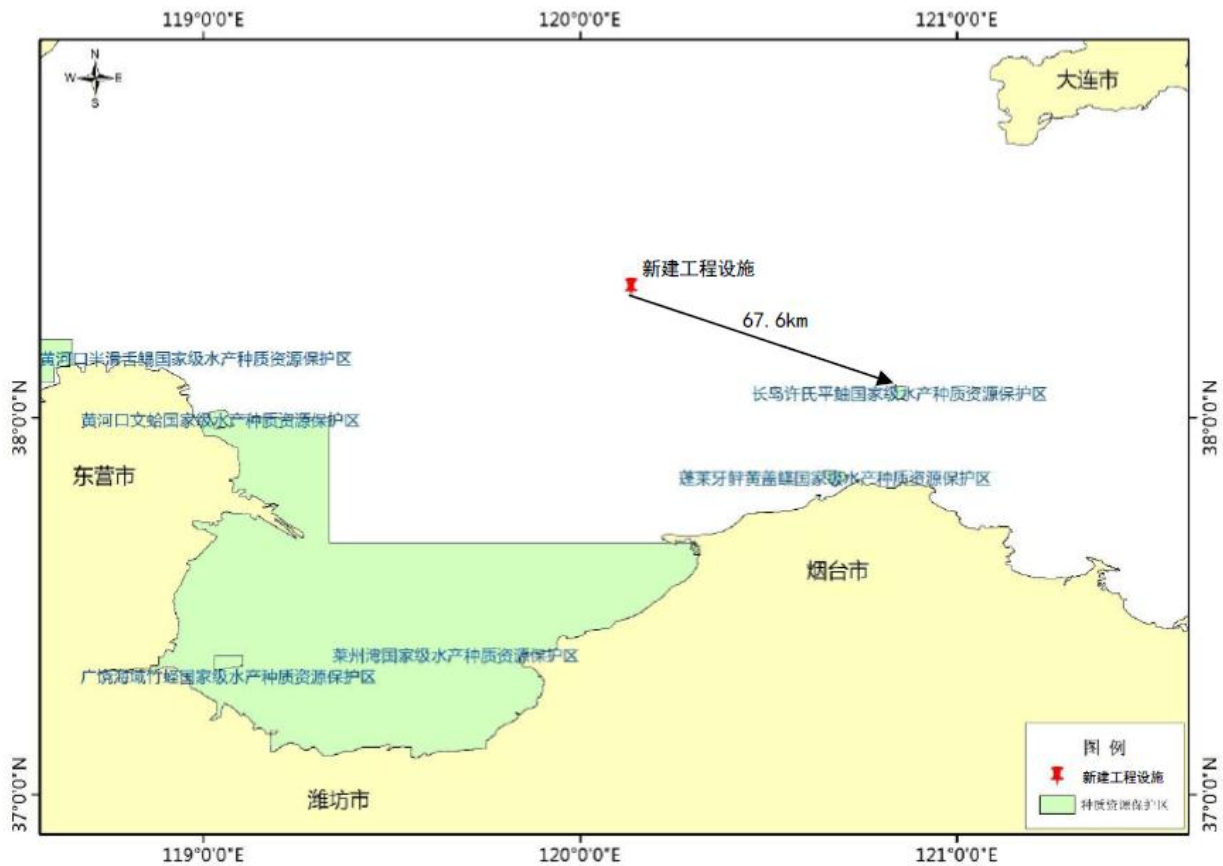


图 4.3-3 PL25-6 油田 3 井区开发项目周边种质资源保护区示意图

#### 4.3.3.1 长岛许氏平鲷国家级水产种质资源保护区

长岛许氏平鲷国家级水产种质资源保护区总面积 1000 公顷，其中核心区面积 180 公顷，实验区面积 820 公顷。核心区特别保护期为 4-8 月。保护区位于长岛县中部偏东侧的车由岛周围海域，与本项目新建工程设施最近距离约 67.6 km。该海域水深、底质适宜，基础饵料丰富，是许氏平鲷集中产卵场。

该保护区主要保护对象为许氏平鲷，其他保护对象包括六线鱼、蓝点马鲛、银鲳、带鱼、鳀鱼、小黄鱼、对虾、毛虾、虾蛄、鹰爪虾、刺参、皱纹盘鲍等。

#### 4.3.3.2 蓬莱牙鲆黄鲈国家级水产种质资源保护区

蓬莱牙鲆黄鲈国家级水产种质资源保护区总面积为 1984 公顷，其中核心区面积 1609 公顷，实验区面积 375 公顷。其核心区特别保护期为褐牙鲆保护期 4-6 月，钝吻黄盖鲈保护期 3-5 月。该保护区位于胶州半岛北端、山东省蓬莱市的近海海域，东起西庄，西至林格庄，与本项目新建工程设施最近距离约 69.9 km。

该保护区主要保护对象为褐牙鲂、钝吻黄盖鲈等主要经济鱼类，其他保护物种包括中国对虾、皇姑鱼、花鲈、鮫鰵、虎鲸、小江豚、太平洋丽龟、文蛤等。

#### 4.3.3.3 莱州湾国家级水产种质资源保护区

莱州湾国家级水产种质资源保护区总面积为 7124 km<sup>2</sup>，其中核心区面积为 1710 km<sup>2</sup>，试验区面积为 5414 km<sup>2</sup>，与本项目新建工程设施最近距离约 74.9km。

该保护区主要保护对象有中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹、真鲷、花鲈，另外还有蓝点马鲛、口虾蛄、半滑舌鳎、文蛤、青蛤、中国毛虾。栖息的其他物种包括银鲳、黄鲫、青鳞沙丁鱼、鲚、凤鲚、鳙、鳊、赤鼻棱鳊、玉筋鱼、黄姑鱼、白姑鱼、叫姑鱼、棘头梅童、鮫等。

#### 4.3.4 海洋生态红线区

根据《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020）》及《辽宁省（渤海海域）海洋生态红线划定报告（2013.7）》，本项目新建工程周围海域的海洋生态红线主要有长岛自然保护区限制区、长岛北四岛禁止区和大连斑海豹保护生态红线区禁止开发区等。其中距离本项目新建工程最近的生态红线区为长岛自然保护区限制区，最近距离约 36km。除此之外，其余生态红线区距本项目新建工程最近距离都在 40 公里之外。本项目新建工程周边生态红线区分布情况具体见表 4.3-1 以及图 4.3-4。

长岛自然保护区限制区位于长岛北侧海域，面积 1998.49 km<sup>2</sup>。其生态保护目标为海洋、海岛生态系统、斑海豹等珍稀野生动物；长岛皱纹盘鲍、光棘球海胆等种质资源及生存环境；渔业资源的产卵场、索饵场、洄游通道等。该生态红线区的管控措施：按照《中华人民共和国自然保护区条例》和《海洋自然保护区管理办法》进行管理。在不影响保护区保护的前提下，可适度进行旅游开发、生态修复、资源恢复、休闲渔业、水产养殖等改善海岛居民生产、生活条件的用海活动。在不影响海域生态环境的前提下，允许航道用海，可适度进行岛陆交通及交通基础设施建设。环境保护要求：加强海域污染防治和监测，确保海岛生态系统不受破坏。维持、恢复、改善海洋生态环境和生物多样性，

保护自然景观。保持岛间各水道的畅通。海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。

本项目建设阶段钻完井作业排放的钻屑、钻井液和铺管挖沟产生的悬浮沙，对环境的影响属于短期、可恢复的；其最大影响距离不超过 0.5km，不会对 36 km 外的长岛自然保护区限制区造成影响。本项目不涉及改变海域自然属性的活动，工程结束后海底环境将较快恢复。本项目生产阶段产生的含油生产水全部回注地层，不会加重对海洋环境的影响；生活污水经处理达标后排放。本项目污染物的处置将严格遵守相关法规的要求。

表 4.3-1 PL25-6 油田 3 井区开发项目周边生态红线一览表

| 序号 | 主要敏感目标       | 方位 | 与新建设施的距离 (km) |
|----|--------------|----|---------------|
| 1  | 长岛北四岛禁止开发区   | 东  | 55.9          |
| 2  | 长岛自然保护区限制开发区 | 东  | 36.0          |
| 3  | 砣矶岛禁止开发区     | 东南 | 54.2          |
| 4  | 高山岛禁止开发区     | 东南 | 47.6          |
| 5  | 猴矶岛禁止开发区     | 东南 | 51.8          |
| 6  | 长岛斑海豹禁止开发区   | 东南 | 58.9          |
| 7  | 龙口渔业海域限制开发区  | 南  | 51.4          |

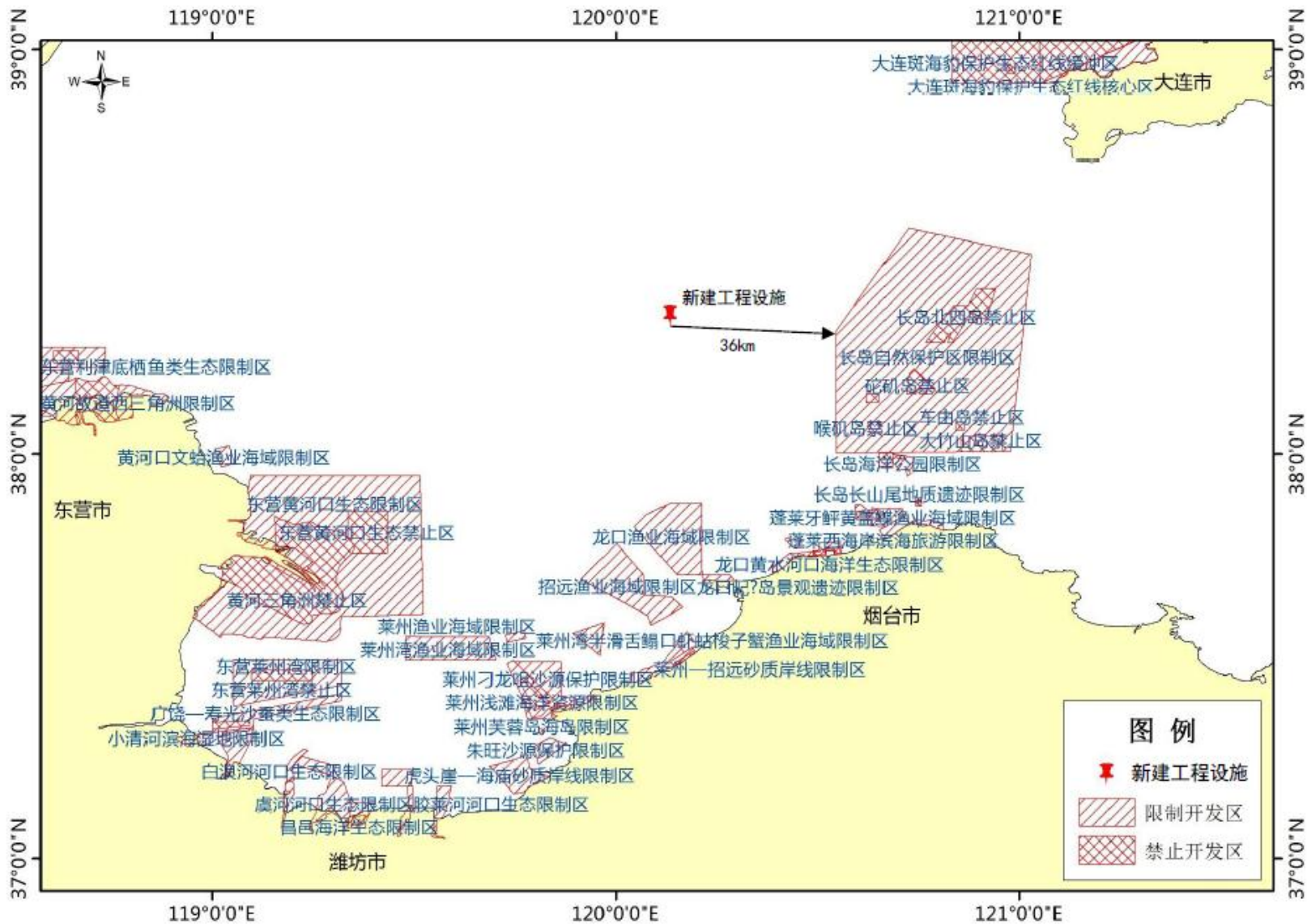


图 4.3-4 PL25-6 油田 3 井区开发项目周边海洋生态保护红线示意图

### 4.3.5 重要渔业水域

本项目新建工程设施位于中上层鱼类产卵场内，并位于其索饵场边缘；本项目位于底层鱼类产卵场以及索饵场之外约 10 km；本项目位于中华明对虾索饵场内。

#### 4.3.5.1 中上层鱼类

本项目新建工程设施附近海域的中上层鱼类在渤海产卵场分布在渤海湾、莱州湾、辽东湾、滦河口、大清河口及戴河口一带水域，产卵期一般在 5-6 月。代表性种类有太平洋鲱鱼、鲢鱼、青鳞、黄鲫、斑鲚、小鳞鳊、鄂针鱼和赤鼻棱鲈等。本项目处于其产卵场内，并处于索饵场边缘，见图 4.3-5。

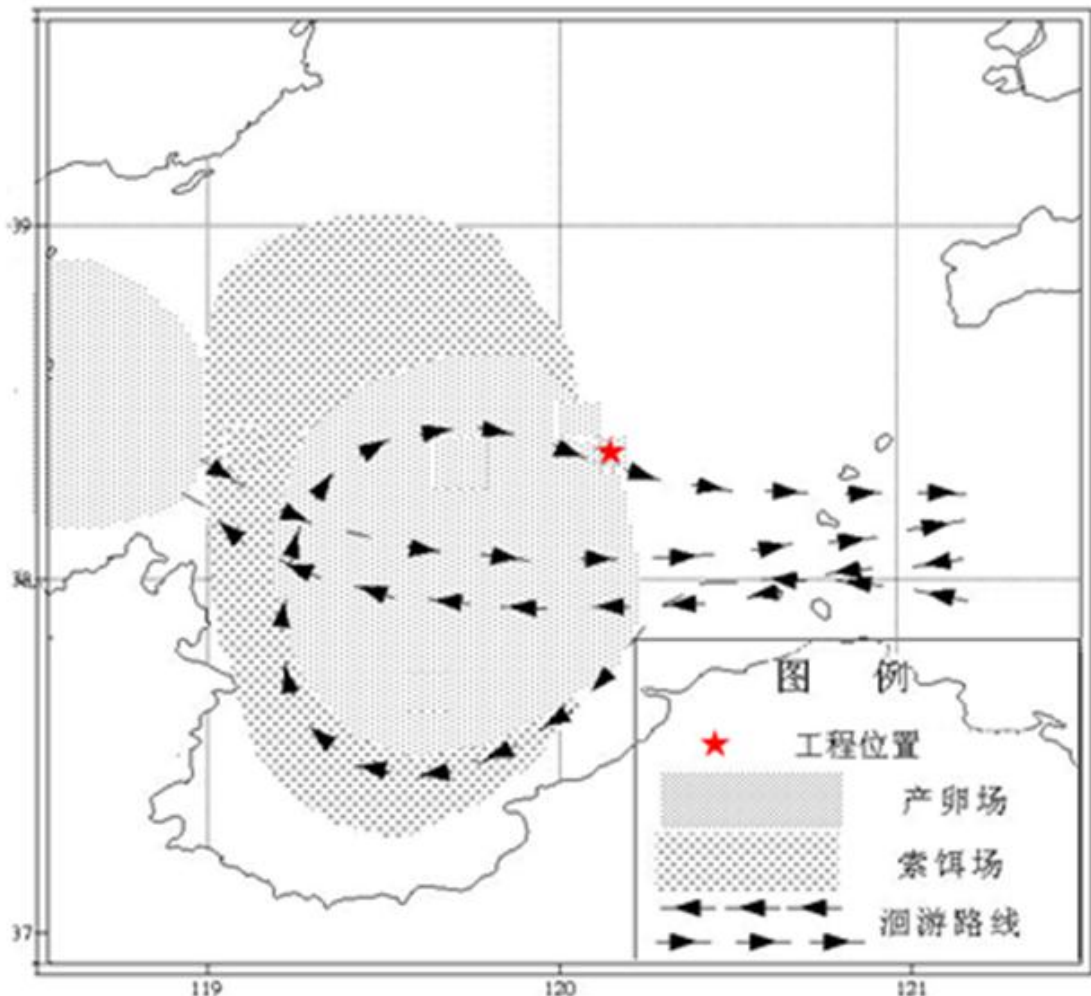


图 4.3-5 中上层鱼类产卵场、索饵场、洄游通道分布

#### 4.3.5.2 底层鱼类

本项目附近海域的底层鱼类的产卵场主要分布在渤海湾、莱州湾、辽东湾，产卵期一般在 5-6 月。代表性种类有小黄鱼、带鱼、东方鲀类、鲈鱼、黄姑鱼、叫姑鱼、白姑鱼、梅童鱼、真鲷、鳎类、鲆类、鲉类等。本项目位于其产卵场、索饵场之外约 10 km，见图 4.3-6。

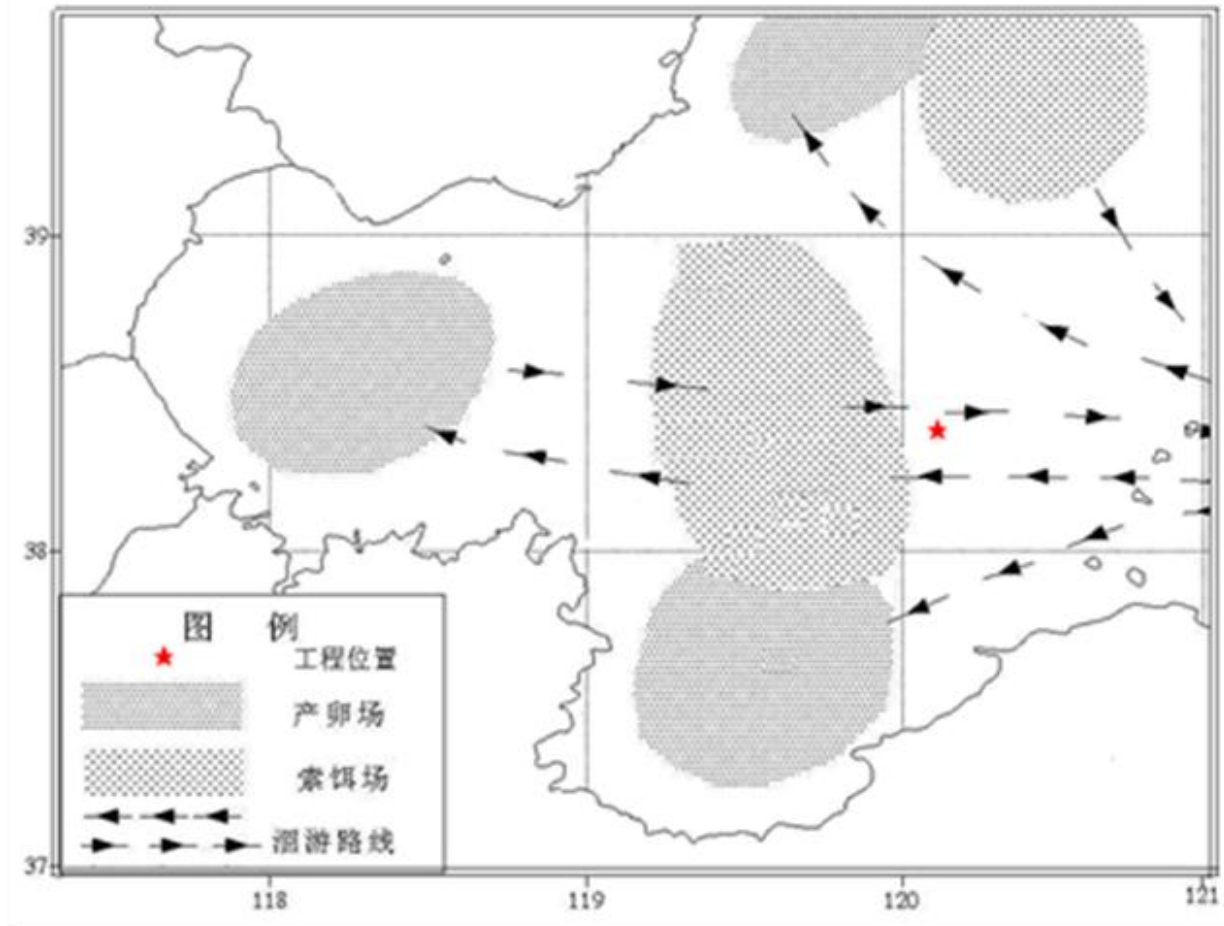


图 4.3-6 底层鱼类产卵场、索饵场、洄游通道分布

#### 4.3.5.3 中国明对虾

本项目新建工程设施位于中国明对虾产卵场内。中国明对虾每年秋末冬初，便开始越冬洄游，到黄海东南部深海区越冬；翌年春北上，形成产卵洄游。4 月下旬开始产卵，雌虾产卵后大部分死亡。卵经过数次变态成为仔虾，仔虾约 18 天经过数十次蜕皮后，变成幼虾，于 6-7 月份在河口附近摄食成长。5 个月后，即可长成 12cm 以上的成虾，9 月份开始向渤海中部及黄海北部洄游，形成秋收渔汛。其渔期在 5 月中旬至 10 月下旬，见图 4.3-7。

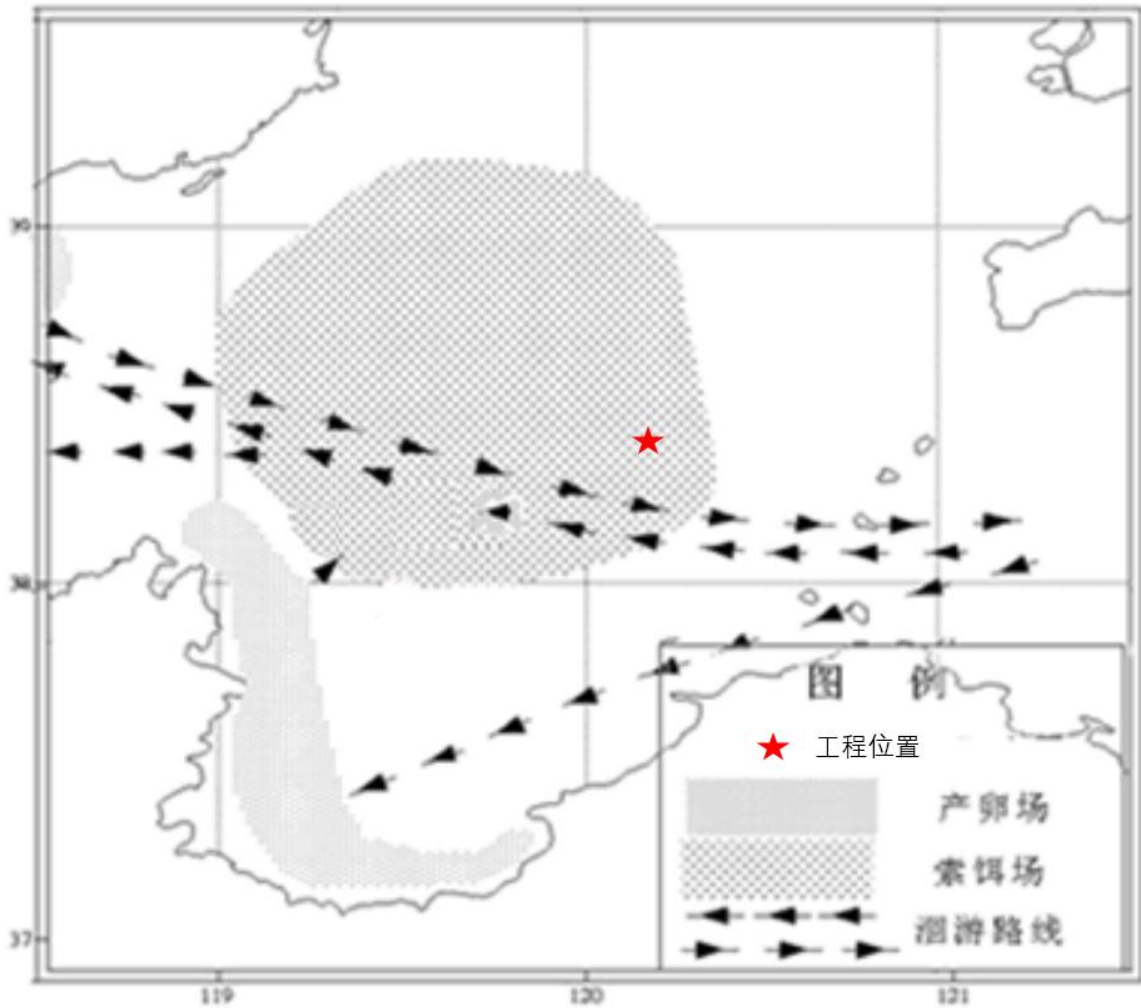


图 4.3-7 中华明对虾产卵场、索饵场、洄游通道分布

#### 4.3.6 通航环境

本项目所在海域的通航资料来源于集美大学编制的《蓬莱 25-6 油田 3 井区开发预可研、可研—通航安全影响论证》（2019 年 4 月）的有关调查资料。

##### 4.3.6.1 习惯航路

PL25-6 油田 3 井区开发项目新建工程设施附近水域船舶习惯航路见图 4.3-8，本项目新建工程设施附近水域主要船舶交通流有：

(1) PL19-3 油田群守护船形成的船舶交通流，该交通流紧邻拟建工程，主要在拟建工程西北部各钻井平台附近；

(2) 长山水道至天津港船舶交通流，该交通流主要是渤海北部各港区的船舶交通流，该股交通流位于拟建工程西南侧；

- (3) 长山水道至黄骅船舶交通流，该股交通流位于拟建工程西南侧；
- (4) 长山水道至滨州船舶交通流，该股交通流位于拟建工程西南侧；
- (5) 长山水道至东营船舶交通流，该股交通流位于拟建工程西南侧；
- (6) 东营港至大连船舶交通流，该股交通流位于拟建工程东北侧。

由图可见，除了 PL19-3 油田群守护船舶形成的船舶交通流距离本项目新建工程设施较近外，其他船舶习惯航路船舶交通流均距离本项目新建工程设施较远，因此，本项目对附近水域船舶习惯航路的影响较小。

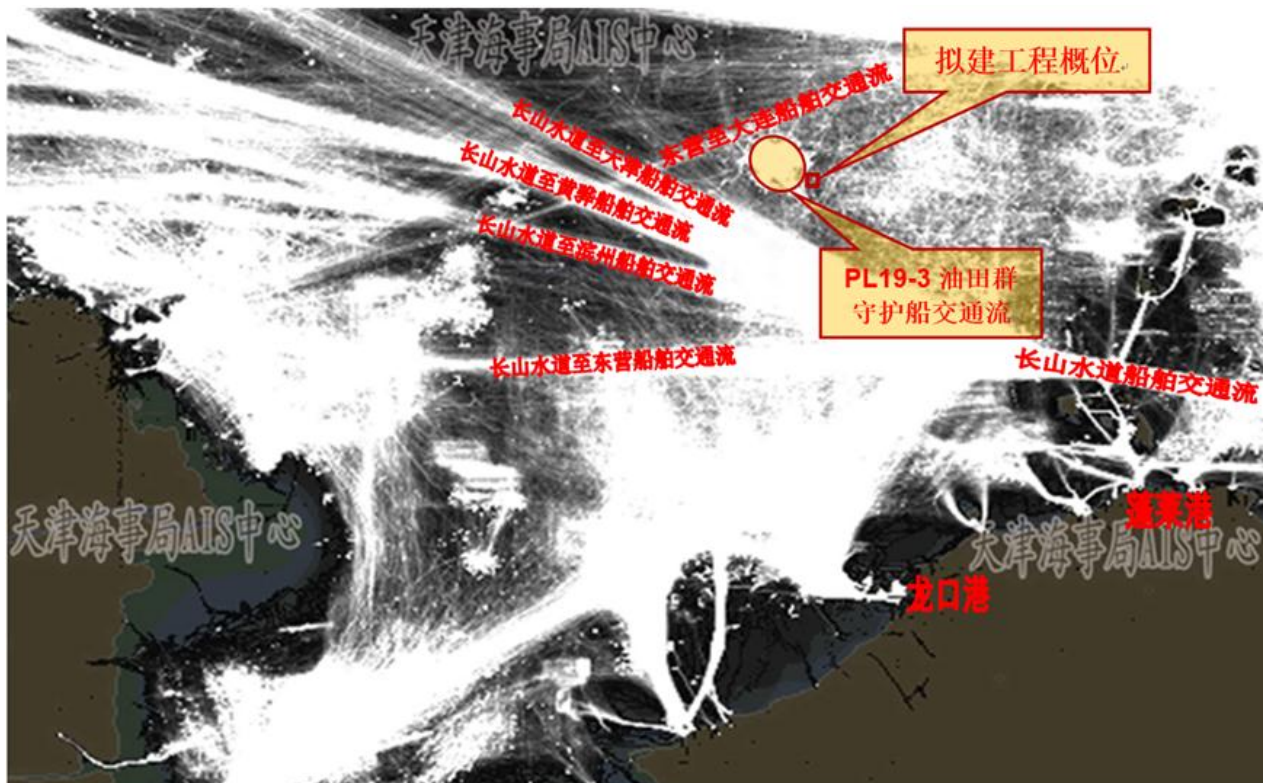


图 4.3-8 PL25-6 油田 3 井区开发项目附近水域船舶习惯航路示意图

#### 4.3.6.2 规划航路

根据《全国沿海航路总体规划》，拟建工程附近规划航路主要是长山水道至天津规划航路以及天津至老铁山规划航路，如图 4.3-9 所示。从图中可以看出，拟建工程距其北侧的黄骅港至老铁山水道的距离约 6.1 海里，距其南侧的天津港至长山水道的距离约 11.2 海里，因此，工程的建设不会对规划航路产生影响。

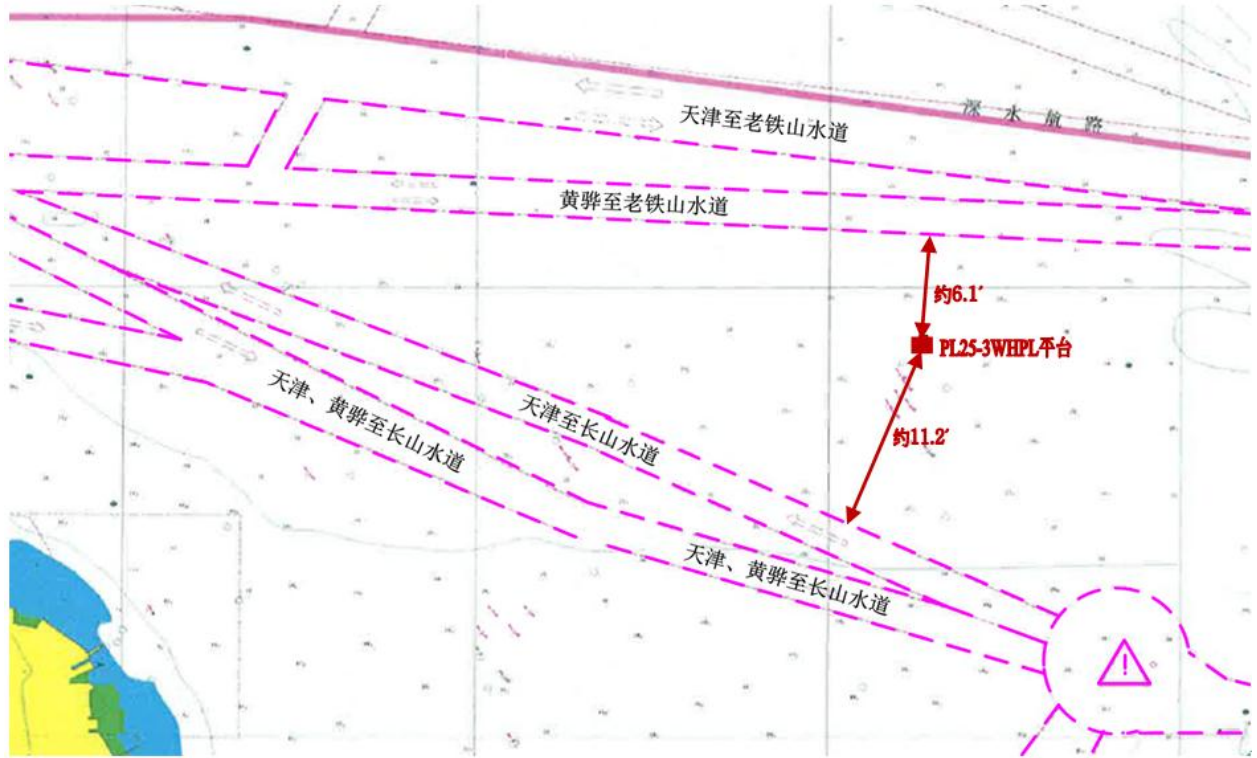


图 4.3-9 本项目新建平台与规划航路位置关系示意图

#### 4.3.6.3 通航安全影响评估结论

根据《蓬莱 25-6 油田 3 井区开发预可研、可研—通航安全影响论证》(2019 年 4 月) 评估结论:

“ (1) 拟建工程附近水域船舶习惯航路主要有长山水道至黄骅、天津、滨州、东营的船舶习惯航路, 拟建工程距离这些船舶习惯航路均较远, 相互之间没有影响。由于建工程位于 PL19-3 油田群附近, PL19-3 油田群守护船舶形成的船舶交通流距离拟建工程较近, 拟建工程在施工作业时, 施工作业船舶与守护船舶相互之间会有一定的影响。

(2) 拟建工程附近水域规划航路主要是长山水道至天津规划航路以及天津至老铁山规划航路, 拟建工程距其北侧的黄骅港至老铁山水道的距离约 6.1 海里, 距其南侧的天津港至长山水道的距离约 11.2 海里, 因此, 工程的建设不会对规划航路产生影响。

(3) 拟建工程位于莱州湾渔场, 但是距离周边养殖场的距离较远, 工程的建设不会对周边养殖场造成影响。然而, 在捕鱼期, 渔船的无序活动可能会影响到拟建工程的施工作业安全。



(4) 拟建工程新建 WHPL 平台距 WHPF 平台与 RUP 平台之间的海底管线的距离约 0.65km，因此，WHPL 平台在施工作业时，以及投入营运后可能会对该管线产生一定的影响。

(5) 拟建工程新建多条海底管线，渔船的拖网作业易破坏海底管线，存在较大的风险。

(6) 渤海湾的寒潮大风是一种破坏性较强的恶劣天气，拟建工程在施工作业期间及竣工投入营运后，会受到这种恶劣天气的不利影响。

(7) 根据工作船靠泊拟建 WHPL 平台的模拟试验，在风力小于 7 级的情况下，工作船能安全靠泊钻井平台。

综上，虽然拟建工程在施工及营运期对附近水域的的通航安全会带来一定程度的影响，但总体可控，拟建工程在达到工可报告的技术要求基础上，通过实施本报告提出的通航安全保障措施，从通航安全的角度而言，拟建工程的建设可行。”

#### 4.3.7 环境敏感目标小结

本项目附近海域主要环境敏感目标包括国家级自然保护区，海洋特别保护区，水产种质资源保护区，海洋生态红线区以及重要渔业水域等。本项目位于中上层鱼类产卵场内，并位于其索饵场边缘；本项目位于底层鱼类产卵场以及索饵场之外约 10km；本项目位于中华明对虾索饵场内。本项目需要进行重点关注的环境敏感目标见表 4.3-2 和图 4.3-10。环境保护目标主要为油田周边海域海洋渔业资源、海洋生态环境和珍稀海洋生物等环境敏感目标。

表 4.3-2 本项目新建设施周围海域环境敏感目标分布

| 类型           | 环境敏感目标名称             | 主要保护目标                                       | 方位 | 与本项目最近距离 (km) |
|--------------|----------------------|--|----|---------------|
| 国家级海洋保护区     | 长岛国家级自然保护区           | 以保护迁徙猛禽为主                                    | 东  | 55.9          |
|              | 大连斑海豹国家级自然保护区        | 斑海豹及其生态环境                                    | 东北 | 75.9          |
|              | 蛇岛老铁山国家级自然保护区        | 蛇岛蝮蛇和候鸟及其生态环境                                | 东北 | 96.8          |
|              | 黄河三角洲国家级自然保护区        | 新生湿地生态系统和珍稀濒危鸟类                              | 西南 | 92.6          |
| 国家级水产种质资源保护区 | 长岛许氏平鲉国家级水产种质资源保护区   | 许氏平鲉等  | 东南 | 67.6          |
|              | 蓬莱牙鲆黄鲈国家级水产种质资源保护区   | 褐牙鲆、钝吻黄盖鲈等                                   | 东南 | 69.9          |
|              | 莱州湾国家级水产种质资源保护区      | 中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹、真鲷、花鲈等                       | 南  | 74.9          |
| 海洋特别保护区      | 长岛国家级海洋公园            | 野生动植物栖息地等生态资源                                | 东南 | 61.3          |
|              | 龙口黄水河口海洋生态国家级海洋特别保护区 | 黄河口生态系统及生物物种多样性等                             | 东南 | 70.4          |
|              | 东营黄河口生态国家级海洋特别保护区    | 黄河口生态系统及生物物种多样性等                             | 西南 | 69.9          |
|              | 莱州湾浅滩海洋资源特别保护区       | 浅滩地貌资源、浅滩海洋生态系统、鲈鱼种质资源等                      | 南  | 98.1          |
| 重要渔业水域       | 中上层鱼类产卵场             | 太平洋鲱鱼、鳀鱼、青鳞、黄鲫、斑鰈、小鳞魮、鄂针鱼、赤鼻棱鳀等              | /  | 包含            |
|              | 中上层鱼类索饵场             | 太平洋鲱鱼、鳀鱼、青鳞、黄鲫、斑鰈、小鳞魮、鄂针鱼、赤鼻棱鳀等              | 西  | 边缘            |
|              | 底层鱼类索饵场              | 小黄鱼、带鱼、东方鲀类、鲈鱼、黄姑鱼、叫姑鱼、白姑鱼、梅童鱼、真鲷、鳐类、鲷类、鲆鲽类等 | 西  | 10.0          |
|              | 中华明对虾索饵场             | 中华明对虾  | /  | 包含            |

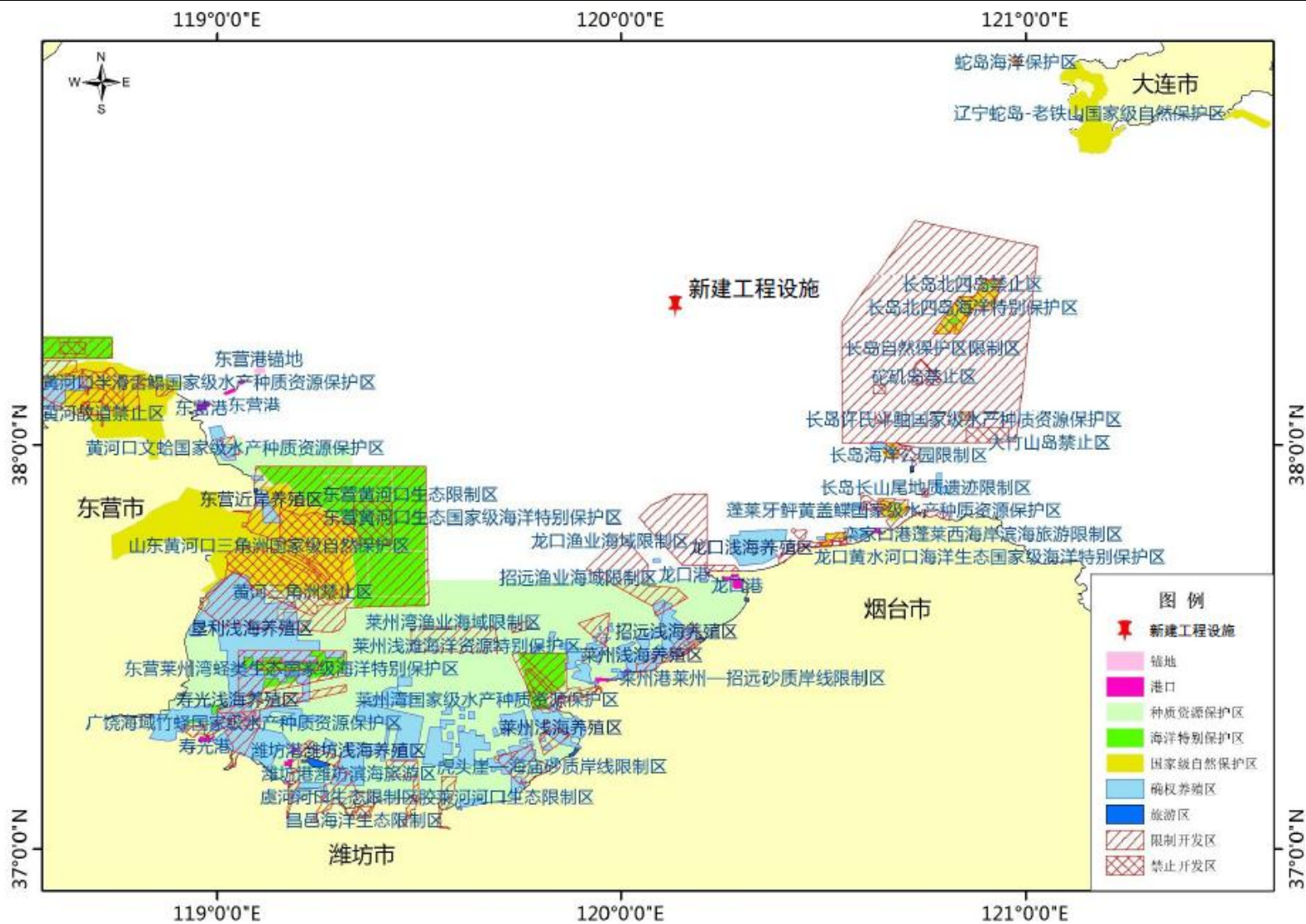


图 4.3-10 本项目新建设施周围海域环境敏感目标分布情况

#### 4.4 环境功能区划及相关规划符合性

##### 4.4.1 产业政策符合性分析

《产业结构调整指导名录》（2011 年本，2013 年修正）中鼓励类目录中包括石油、天然气行业（常规石油、天然气勘探与开采，原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施及网络建设，油气伴生资源综合利用，油气田提高采收率技术、安全生产保障技术、生态环境恢复与污染防治工程技术开发利用）。

本次 PL25-6 油田 3 井区开发项目属于石油、天然气勘探与开采类项目，属于国家产业政策鼓励类，符合国家产业政策。

##### 4.4.2 海洋功能区划符合性分析

###### 4.4.2.1 全国海洋功能区划（2011-2020 年）

本项目所在海域位于《全国海洋功能区划》（2011-2020 年）中的渤海中部海域，是我国重要的海洋矿产资源利用区域，周边海域主要功能为海洋保护、渔业、港口航运。西南部、东北部海域重点发展油气资源勘探开发，协调好油气勘探、开采用海与航运用海之间的关系。加强海域生态环境质量监测，合理利用渔业资源，开展重要渔业品种的增殖和恢复。加强海域生态环境质量监测，防治赤潮、溢油等海洋环境灾害和突发事件。本项目属于海洋油气资源开发，与渤海中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。本项目新建平台均为导管架透水结构，对海洋水动力环境影响轻微；海底管道、电缆挖沟属于短期小范围的海床干扰，工程结束后海底环境将较快恢复。本项目投产后，新建工程设施分离产生的生产水全部回注地层，对周围海域海水水质、海洋沉积物及海洋生物质量的影响均不会增加。本项目将加强环境管理，形成有效的环境管理体系；制定油田溢油应急计划，并配备有效的溢油应急设备，防治海上溢油等重大海洋环境灾害和突发事件。

综上所述，本次 PL25-6 油田 3 井区开发项目的开发建设符合《全国海洋功能区划》（2011-2020 年）要求。

#### 4.4.2.2 山东省海洋功能区划（2011-2020 年）

根据《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，PL25-6 油田 3 井区开发项目所在海域位于《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》区划范围之外。新建工程设施与山东省海洋功能区划位置关系见图 4.4-1。

本项目新建工程设施距离山东省海洋功能区划最近的是长岛北农渔业区（A1-12），最近距离约 30.5 km。工程附近山东省海洋功能区划管理要求见表 4.4-1。

本项目在建设阶段主要污染物是钻井作业产生的钻屑和钻井液，以及铺设海底管道、电缆挖沟时掀起的悬浮沙，排放时间短，对海洋环境影响轻微且短时间内可恢复。正常生产运行过程中所产生的主要污染物为生活污水，经处理达标后排放。以上污染物扩散的超标面积和影响距离均不大，超一类水质的最远距离约为 0.5 km；其它污染物排放量相对较小。本项目在建设和正常生产阶段，污染物排放对周围海洋环境造成局部轻微影响，不会影响到 30.5 km 外山东省海洋功能区划内的海洋生态环境和渔业水域环境。因此，本项目用海与《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》相协调。

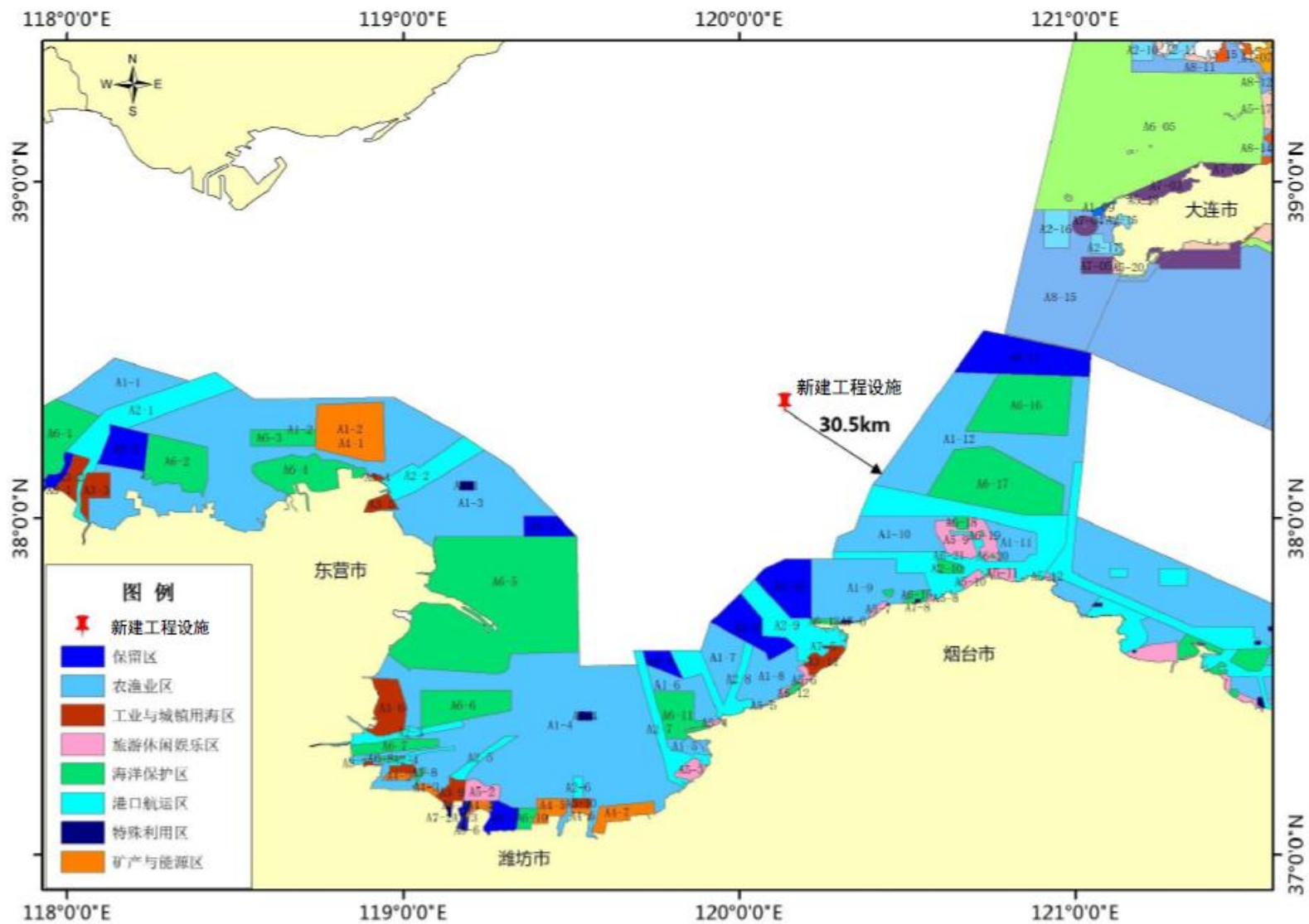


图 4.4-1 新建工程设施与山东省海洋功能区划（2011~2020）位置关系

表 4.4-1 PL25-6 油田 3 井区开发项目附近山东省海洋功能区划管理要求

| 功能区类型 | 代码   | 功能区名称      | 地理范围        | 管理要求  |   | 与本项目距离 (km) |
|-------|------|------------|-------------|---|---|-------------|
|       |      |            |             | 海域使用管理要求  | 海洋环境保护要求  |             |
| 海洋保护区 | A6-5 | 黄河三角洲海洋保护区 | 黄河河口南侧      | 用途管制：本区域基本功能为海洋保护功能，实验区兼容旅游功能。保障黄河三角洲国家级自然保护区和东营黄河口生态国家级海洋特别保护区用海，按照《中华人民共和国自然保护区条例》和《海洋自然保护区管理办法》进行管理。需符合黄河河口综合治理规划和黄河入海流路规划，满足黄河泥沙的需求。保障河口行洪安全。用海方式：核心区和缓冲区禁止改变海域自然属性，实验区严格限制改变海域自然属性。海域整治：保持自然岸线形态、长度和邻近海域底质类型的稳定。对侵蚀岸段进行合理整治。 | 生态保护重点目标：原生性湿地生态系统及珍禽。<br>环境保护要求：严格执行国家关于海洋环境保护的法律、法规和标准，加强海洋环境质量监测。维持、恢复、改善海洋生态环境和生物多样性，保护自然景观。海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均执行一类标准。   | 80.2        |
| 农渔业区  | A1-3 | 河口-利津农渔业区  | 东营港南至孤岛东部海域 | 用途管制：本区域基本功能为农渔业功能，兼容矿产与能源、旅游休闲娱乐等功能。在船舶习惯航路和依法设置的锚地、航道及两侧缓冲区水域禁止养殖。需符合黄河河口综合治理规划和黄河入海流路规划，满足黄河泥沙的需求。加强渔业资源养护，控制捕捞强度。用海方式：允许渔港建设等适度改变海域自然属性的用海，鼓励开放式用海，允许小规模建设石油平台基座、油田后勤服务基础设施。海域整治：本区域可进行沿海防潮堤坝建设，鼓励对人工岸线进行生态化改建。               | 生态保护重点目标：传统渔业资源的产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道等。环境保护要求：加强海域污染防治和监测。油气资源开发注意保护海洋资源环境，防止溢油，避免对毗邻海洋保护区产生影响。渔业设施建设区海水水质不劣于二类（渔港区执行不劣于现状海水水质标准），海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。其它海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。 | 76.2        |
| 农渔业区  | A1-6 | 莱州三山岛农渔业区  | 三山岛西北部海域    | 用途管制：本区域基本功能为农渔业功能，兼容矿产与能源等功能。在船舶习惯航路和依法设置的锚地、航道及两侧缓冲区水域禁止养殖。加强渔业资源养护，控制捕捞强度。保护生物多样性。用海方式：严格限制改变海域自然属性，允许小规模透水构筑物形式用海。海域整治：改善水质环境，修复生态系统。   | 生态保护重点目标：传统渔业资源的产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道等。环境保护要求：加强海域污染防治和监测。渔业设施建设区海水水质不劣于二类（渔港区执行不劣于现状海水水质标准），海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。其它海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。                                      | 96.7        |

| 功能区类型 | 代码    | 功能区名称      | 地理范围             | 管理要求  |  | 与本项目距离 (km) |
|-------|-------|------------|------------------|---|--|-------------|
|       |       |            |                  | 海域使用管理要求  | 海洋环境保护要求   |             |
| 农渔业区  | A1-7  | 莱州三山岛北农渔业区 | 三山岛街道办事处驻地以北海域   | 用途管制：本区域基本功能为农渔业功能，兼容矿产与能源等功能。适宜开发贝类底播增养殖和筏式养殖。在船舶习惯航路和依法设置的锚地、航道及两侧缓冲区水域禁止养殖。加强渔业资源养护，控制捕捞强度。用海方式：严格限制改变海域自然属性，鼓励开放式用海，允许小规模以透水构筑物形式用海。          | 生态保护重点目标：莱州湾三疣梭子蟹种质资源；传统渔业资源的产卵场、索饵场、越冬场、洄游通道等。环境保护要求：加强海域污染防治和监测。水产种质资源保护区、捕捞区海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。其它海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。 | 76.7        |
| 农渔业区  | A1-9  | 龙口北农渔业区    | 龙口北部沿海，砵姆角至黄水河以北 | 用途管制：本区域基本功能为农渔业功能，兼容旅游休闲娱乐等功能，允许适度建设陆岛交通设施。在船舶习惯航路和依法设置的锚地、航道及两侧缓冲区水域禁止养殖。加强渔业资源养护，控制捕捞强度。用海方式：严格限制改变海域自然属性，允许进行开放式养殖。海域整治：严格保护砂质自然岸线，禁止破坏其自然形态。 | 生态保护重点目标：近岸砂质海岸。环境保护要求：加强海域污染防治和监测。渔业设施建设区海水水质不劣于二类（渔港区执行不劣于现状海水水质标准），海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。其它海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。               | 51.7        |
| 农渔业区  | A1-10 | 长岛西农渔业区    | 南长山岛西侧海域         | 用途管制：本区域基本功能为农渔业功能，兼容矿产与能源、旅游休闲娱乐等功能。在船舶习惯航路和依法设置的锚地、航道及两侧缓冲区水域禁止养殖。加强渔业资源养护，控制捕捞强度。军事区内禁止养殖。用海方式：严格限制改变海域自然属性，鼓励开放式用海，严格限制近岸基岩围堰养殖。              | 生态保护重点目标：传统渔业资源的产卵场、索饵场、洄游通道等。环境保护要求：加强海域污染防治和监测。渔业设施建设区海水水质不劣于二类（渔港区执行不劣于现状海水水质标准），海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。其它海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。 | 51.5        |
| 农渔业区  | A1-12 | 长岛北农渔业区    | 长岛北侧海域           | 用途管制：本区域基本功能为农渔业功能，兼容矿产与能源、旅游休闲娱乐、连岛工程等。在船舶习惯航路和依法设置的锚地、航道及两侧缓冲区水域禁止养殖。加强渔业资源养护，控制捕捞强度。军事区内禁止养殖。用海方式：严格限制改变海域自然属性，鼓励开放式用海，允许小规模透水构筑物形式用海。         | 生态保护重点目标：长岛皱纹盘鲍、光棘球海胆国家级水产种质资源；传统渔业资源的产卵场、索饵场、洄游通道等。环境保护要求：加强海域污染防治和监测，确保海岛生态系统不受破坏，避免连岛工程等工程用海对海域环境的影响。水产种质                                       | 30.5        |

| 功能区类型   | 代码   | 功能区名称         | 地理范围      | 管理要求  |  | 与本项目距离 (km) |
|---------|------|---------------|-----------|---|--|-------------|
|         |      |               |           | 海域使用管理要求  | 海洋环境保护要求   |             |
|         |      |               |           |   | 资源保护区、捕捞区海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。其它海域海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准。   |             |
| 港口航运区   | A2-9 | 龙口港口航运区       | 龙口湾内及北部近海 | 用途管制：本区域基本功能为港口航运功能，在基本功能未利用时允许兼容农渔业等功能。保障港口航运用海，航道及两侧缓冲区内禁止养殖。用海方式：允许适度改变海域自然属性，港口内工程用海鼓励采用多突堤式透水构筑物方式。  | 生态保护重点目标：港口水深地形条件。环境保护要求：防止渔港环境污染，加强环境综合治理。避免对毗邻海洋保护区产生影响。港口区海域海水水质不劣于四类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于三类标准。航道及锚地海域海水水质不劣于三类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。                                   | 61          |
| 旅游休闲娱乐区 | A5-7 | 龙口南山东海旅游休闲娱乐区 | 泳汶河至港桑村   | 用途管制：本区域基本功能为旅游休闲娱乐功能，兼容农渔业等功能。允许建设旅游基础设施，严格控制岸线附近的景区建设工程；不得破坏自然景观，严格控制占用岸线、沙滩和沿海防护林。保障河口行洪安全。用海方式：严格限制改变海域自然属性；科学编制旅游开发规划，旅游开发项目要科学论证，做到选址合理、规模适中；合理控制旅游开发强度。海域整治：保护砂质岸线，严格限制改变岸线的自然形态，对侵蚀岸段进行合理整治，逐步恢复自然生态环境。 | 生态保护重点目标：自然景观、沙滩。环境保护要求：加强海洋环境质量监测。河口实行陆源污染物入海总量控制，进行减排防治。妥善处理生活垃圾，避免对毗邻海洋生态敏感区、亚敏感区产生影响。本海域文体休闲娱乐区海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于一类标准；风景旅游区海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于二类标准。 | 70.3        |
| 特殊利用区   | A7-6 | 龙口北部特殊利用区     | 北皂前村北     | 用途管制：本区域基本功能为特殊利用功能。应充分论证，合理规划，科学确定用海的位置和范围。用海方式：严格限制改变海域自然属性；调整时需经科学论证。  | 生态保护重点目标：海洋自然生态系统；海洋水动力条件。环境保护要求：避免对毗邻海洋保护区产生影响。海水水质不劣于四类水质标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于三类标准。   | 73.1        |
| 保留区     | A8-8 | 莱州刁龙咀北保留区     | 刁龙咀北部     | 用途管制：本区域功能待定，为保留区。有待通过科学论证确定具体用途。用海方式：严格限制改变海域自然属性；调整时需经科学论证，调整保留区的功能，并按程序报批。   | 生态保护重点目标：海洋自然生态系统。环境保护要求：保持现状。   | 93.3        |

| 功能区类型 | 代码    | 功能区名称    | 地理范围     | 管理要求  |                                      | 与本项目距离(km) |
|-------|-------|----------|----------|---|--------------------------------------|------------|
|       |       |          |          | 海域使用管理要求  | 海洋环境保护要求                             |            |
| 保留区   | A8-9  | 龙口港保留区   | 龙口港西部海域  | 用途管制：本区域功能待定，为保留区。有待通过科学论证确定具体用途。用海方式：严格限制改变海域自然属性；调整时需经科学论证，调整保留区的功能，并按程序报批。 | 生态保护重点目标：海洋自然生态系统。<br>环境保护要求：保持现状。   | 66.6       |
| 保留区   | A8-10 | 龙口港北部保留区 | 岫姆岛西北    | 用途管制：本区域功能待定，为保留区。有待通过科学论证确定具体用途。用海方式：严格限制改变海域自然属性；调整时需经科学论证，调整保留区的功能，并按程序报批。 | 生态保护重点目标：海洋自然生态系统环境<br>环境保护要求：保持现状。  | 51.9       |
| 保留区   | A8-11 | 长岛北保留区   | 鲁辽边界南侧海域 | 用途管制：本区域功能待定，为保留区。有待通过科学论证确定具体用途。用海方式：严格限制改变海域自然属性；调整时需经科学论证，调整保留区的功能，并按程序报批。 | 生态保护重点目标：老铁山水道、海洋自然生态系统。环境保护要求：保持现状。 | 60.2       |

#### 4.4.3 海洋主体功能区规划符合性分析

##### 4.4.3.1 全国海洋主体功能区规划

根据《全国海洋主体功能区规划》（2015年8月1日），本项目位于重点开发区域中海洋工程与资源开发区。“海洋工程和资源开发区”的定义为“国家批准建设的跨海桥梁、海底隧道等重大基础设施以及海洋能源、矿产资源勘探开发利用所需海域。”该区域要求“海洋工程建设和资源勘探开发应认真做好海域使用论证和环境影响评价，减少对周围海域生态系统的影响，避免发生重大环境污染事件”。

本项目位于“内水和领海主体功能区—重点开发区域”，PL19-3 油田一期工程于 2000 年 7 月由国家海洋局以国海环字[2000]213 号文批准建设，PL19-3 二期工程于 2000 年 4 月由国家海洋局以国海环字[2004]151 号文批准建设，PL19-9 油田综合调整项目于 2015 年 4 月由国家海洋局以国海环字[2015]127 号文批准建设。工程开发过程中严格按照相关规定进行了环境影响评价及海域使用论证工作。目前，PL 油田群含油生产水处理后全部回注地层，生活污水处理达标后排放，减少了对工程周边海域生态系统的影响。工程建设符合《全国海洋主体功能区规划》（2015 年 8 月 1 日）。

本次通过工程分析、环境现状分析、影响预测分析等方面开展环境影响评价工作，本项目仅在施工期对周边海洋环境造成短暂的影响，不会增加长期环境影响。建设单位制定了完善溢油应急计划，本项目将修订并严格按照溢油应急计划做好应急准备和响应工作，避免发生重大环境污染事件，及时阻止污染事件的发生。因此，本项目的建设符合《全国海洋主体功能区规划》（2015 年 8 月 1 日）对该海域的规划要求相符合。

##### 4.4.3.2 山东省海洋主体功能区规划

《山东省海洋主体功能区规划》（2017 年 8 月）在衔接陆域主体功能区的基础上，将山东省海洋空间划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域。本项目位于《山东省海洋主体功能区规划》以外，距离最近的是长岛县海域限制开发区。

长岛县海域主要是做好长岛国家级自然保护区和斑海豹自然保护区的保



护工作，打造国家级的海洋生态产品基地，大力推动人工鱼礁和人工放流工程，重点推进百万亩海底森林和百万亩生态养殖基地建设，建设国家级生态渔业示范区。进一步完善海岛旅游度假设施，打造长岛休闲度假岛。试验潮汐能开发利用，大力发展海洋清洁能源。做好海岸线和海岛生态环境保护工作。海域内无居民海岛发展现代渔业和旅游业。

本项目位于限制开发区之外，并且在工程实施期严格控制污染，不增加长期环境影响，本项目与《山东省海洋主体功能区划》（2017年8月）中的规划不相冲突。

#### 4.4.4 其他相关规划符合性分析

##### 4.4.4.1 中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要

根据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》，十三五期间，将建设现代能源体系，推动能源结构优化升级，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）。拓展蓝色经济空间，科学开发海洋资源，加强海洋资源勘探与开发。本项目建设属于海上油气勘探开发项目，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》的要求。

##### 4.4.4.2 山东省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要

根据《山东省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》，十三五期间山东省将实施建设海洋强省战略，其中对完善海洋经济体系的描述中明确指出，要“大力发展深水海洋资源开采、海洋可再生能源、海上浮式石油、海上后勤补给等装备，打造海工装备制造产业集群。加大海洋油气勘探力度，有序推进海上风电基地建设，积极推进潮汐、潮流等海洋能利用产业化进程。加快海洋化工集聚、集约、精细化发展，推动企业兼并重组，建设盐化工一体化示范工程。实施海上石油钻井平台、港口深水航道、防波堤、跨海桥隧、海底线路管道和设备安装等重大海洋工程。”本项目属于海上油气田开发项目，工程开发建设将使该区域油气资源得到有效利用，将促进工程周边地区相关产业（如石油化工业、港口航运业、装备制造业、建筑业等）的发展，带动当地国民经济发展，符合《山东省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》的要

求。

#### 4.4.4.3 山东省海洋生态环境保护规划（2018~2020）

《山东省海洋生态环境保护规划》（2018-2020）提出要严格落实海洋生态保护红线制度，明确生态保护红线管控要求，构建红线管控体系。强化海洋生态保护红线监督管理，实施最严格的管控措施和海洋环境标准，在建设项目用海环评、排污许可、入海排污口设置等方面严格落实红线管控要求。严格执行海岸工程、海洋工程建设项目环境影响评价与管理制度，加强各类涉海工程的事中、事后监管，强化后评估工作。

本项目位于《山东省海洋生态环境保护规划》（2018-2020）山东省管辖海域之外。项目将严格落实环境影响评价管理要求，并在建设和生产过程中采取了一系列海洋生态保护措施和污染防治措施，项目建设与《山东省海洋生态环境保护规划》（2018-2020）的不冲突。

#### 4.4.4.4 能源发展战略行动计划（2014-2020 年）

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。”本项目属于海洋石油开发项目，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。

#### 4.4.4.5 渤海环境保护总体规划（2008-2020 年）

2009 年发布的《渤海环境保护总体规划》（2008-2020 年）中提出要“有效控制船舶、港口污染，进一步加强石油平台和倾废监管”，加强海洋工程污染防治和保护区建设，强化油气开发区的环境管理，要“在石油平台上设置溢油探测，以监测油气开发区的污染发生及处理状况”，要“提高倾废管理水平，强化油气开发区的环境管理，加强溢油应急技术支持及保障能力，建设渤海污染防治与生态保护系统，力求通过 5-15 年的治理，使渤海环境保护工作上一



个新台阶”等内容。

本项目施工期间钻井油层水基钻井液与钻屑全部运回陆地处理，生产垃圾和生活垃圾分类收集后全部运回陆地处理。项目投产后，含油生产水经处理达标后全部回注地层，不排海。在油气生产工艺系统中的主要设备和管线处将设置相应的压力、温度和液位安全保护装置，生产工艺系统中设置自动报警及相应的应急单元关断系统。此外，本项目将修订并严格按照溢油应急计划做好应急准备和响应工作，以避免发生溢油等环境污染事件。

因此，本项目与《渤海环境保护总体规划》（2008-2020 年）相符合。

#### 4.4.4.6 渤海综合治理攻坚战行动计划

《渤海综合治理攻坚战行动计划》提出要严格环境准入与退出，明确禁止和限制发展的涉水涉海行业、生产工业和产业目录。严格执行环境影响评价制度，推动高质量发展和绿色发展。

要严格执行《船舶水污染物排放控制标准》，限期淘汰不能达到污染物排放标准的船舶禁止船舶向水体超标排放含油污水，继续实施渤海海区船舶排污设备铅封管理制度。

要加强石油勘探开发海上溢油风险防范。加强海上溢油影响的环境监测，完善海上石油开发油指纹库，推动建立石油勘探开发海上排污许可制度。实施渤海海洋生态风险监测，加强对危化品及危险废物等环境健康危害因素的监测，加快建立与攻坚战相匹配的生态环境监测体系。

本项目在建设阶段对周边海域产生的环境影响是短期、局部、可恢复的，在生产阶段将严格对产生的各类污染物进行管控，其中含油生产水经处理达标后全部回注地层，船舶含油污水全部铅封运回陆地处理。同时，本项目对可能发生的污染事故提出了有针对性的安全保护措施和溢油应急防范对策措施。因此，本项目的建设符合《渤海综合治理攻坚战行动计划》。

## 5 环境质量现状调查与评价

### 5.1 水文动力环境现状调查与评价

#### 5.1.1 调查概况

本项目在 2019 年 1 月 - 3 月期间，在新建平台 PL25-6WHPL 附近开展了 3 个站位（D1、D2 和 D3）的海流和水位观测，具体见图 5.1-1。本章将针对 D1、D2 和 D3 测站的观测数据开展海流和水位分析工作。

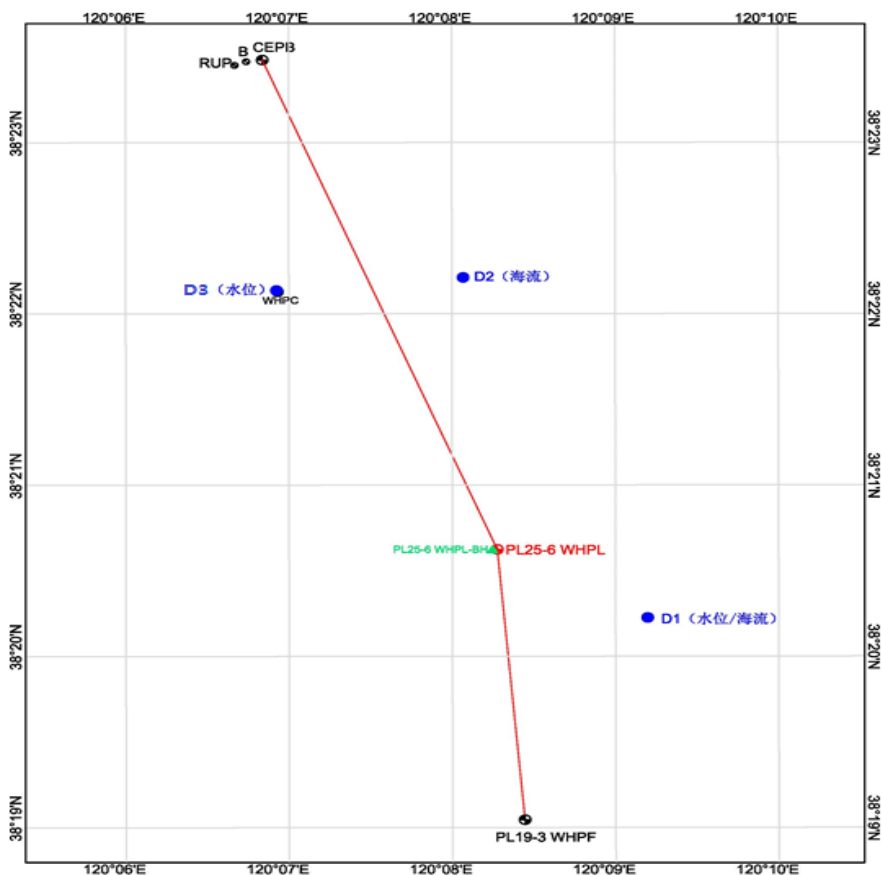


图 5.1-1 水位和海流调查站位示意图

#### 5.1.2 水位

从分析结果可以看出，该海区的潮汐类型为不正规半日潮。

#### 5.1.3 海流

由两个测站各层的潮流性质参数  $(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$  的计算结果可以看出 D1 测站和 D2 测站的表层和底层均为不正规半日潮流。

## 5.2 地形地貌与工程地质现状调查与评价

### 5.2.1 调查概况

#### 5.2.2 新建平台场址区

##### 5.2.2.1 水深

在 PL25-6WHPL 平台场址调查区域内，海底平坦，整个调查区域内水深变化平缓，没有明显的局部起伏。全区水深在 26.6m~26.9m 之间变化。PL25-6WHPL 平台场址位置处水深为 26.8m。

##### 5.2.2.2 地貌特征

在 PL25-6WHPL 平台场址调查区域内，海底地貌资料色度显示均匀，反映无明显的海底底质变化，根据取样资料可知海底底质主要为非常软的褐灰色粉质粘土含粉土包。

除此之外，调查期间调查区域内仅发现少量的锚痕和拖网痕迹，未发现对平台安装具有潜在灾害影响的地貌特征及障碍物和遗弃物。

##### 5.2.2.3 地质特征

在 PL25-6WHPL 平台场址调查区域解释深度范围内的地层中发现 1 处埋藏古河道。埋藏古河道顶部埋深约 3m，底部埋深在 5~8m 之间变化，预定平台中心位置距离埋藏古河道边缘最近约 115m。在 PL25-6WHPL 平台场址调查区域内，未发现断层存在。

### 5.2.3 新建海底管道/电缆路由区

#### 5.2.3.1 水深

本项目新建海底管道/电缆路由区域地形较平坦，水深在 25.0m~28.4m 范围。

#### 5.2.3.2 地貌特征

调查结果表明，路由区南北两端平台附近可见管沟以及管线出露、部分管线、管沟上覆水泥压块。除平台及周边区域之外，路由区未发现明显影响路由建设的地貌单元和障碍物。

### 5.2.3.3 地质特征

根据浅地层剖面调查结果，路由区浅部地层未发现海底滑坡、浅层气、侵蚀沟槽、移动沙波、潮流沙脊等对海底管道有潜在影响的灾害地质因素。

## 5.3 海水水质质量现状调查与评价

PL25-6 油田 3 井区开发项目所处海域的海水水质、海洋沉积物和海洋生物生态现状调查工作由国家海洋局北海环境监测中心承担。

### 5.3.1 调查概况

#### 5.3.1.1 调查时间与范围

PL25-6 油田附近海域海水水质、沉积物和生物质量现状调查于 2016 年 4 月 22 日~4 月 23 日（春季）和 2018 年 11 月 13 日~11 月 15 日（秋季）分两次进行。春、秋季两次调查均围绕本项目所在的 PL25-6 油田及依托的 PL19-3 油田、PL19-9 油田周围海域进行。

#### 5.3.1.2 调查站位布设

调查区域春、秋季调查分别设置 25 个调查站位，其中，海水水质站位各 25 个，沉积物和生物站位（包括浮游动物、浮游植物及底栖生物）分别各 17 个。春季调查以平行于主流向为横断面，分别设 5 个断面，断面间距为 12km；以垂直于主流向为纵断面，分别设 5 个横断面，断面间距为 12km。秋季调查以垂直主流向方向为断面，分别设 5 个断面，断面间距约为 10km；每个断面布设 5 个测站，每个测站间距约为 10km。

春、秋两次环境质量现状调查的站位布设、调查站位坐标见表 5.3-1、图 5.3-1、表 5.3-2 和图 5.3-2。

表 5.3-1 春季调查站位及调查项目

| 站位  | 东经  | 北纬  | 监测项目             |
|-----|-----|-----|------------------|
| P01 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物、生物质量 |
| P02 | *** | *** | 水质               |
| P03 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物、生物质量 |
| P04 | *** | *** | 水质               |
| P05 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物、生物质量 |
| P06 | *** | *** | 水质               |

| 站位  | 东经  | 北纬  | 监测项目             |
|-----|-----|-----|------------------|
| P07 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物、生物质量 |
| P08 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物      |
| P09 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物、生物质量 |
| P10 | *** | *** | 水质               |
| P11 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物      |
| P12 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物、生物质量 |
| P13 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物      |
| P14 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物、生物质量 |
| P15 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物      |
| P16 | *** | *** | 水质               |
| P17 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物、生物质量 |
| P18 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物      |
| P19 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物、生物质量 |
| P20 | *** | *** | 水质               |
| P21 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物、生物质量 |
| P22 | *** | *** | 水质               |
| P23 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物、生物质量 |
| P24 | *** | *** | 水质               |
| P25 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物、生物质量 |

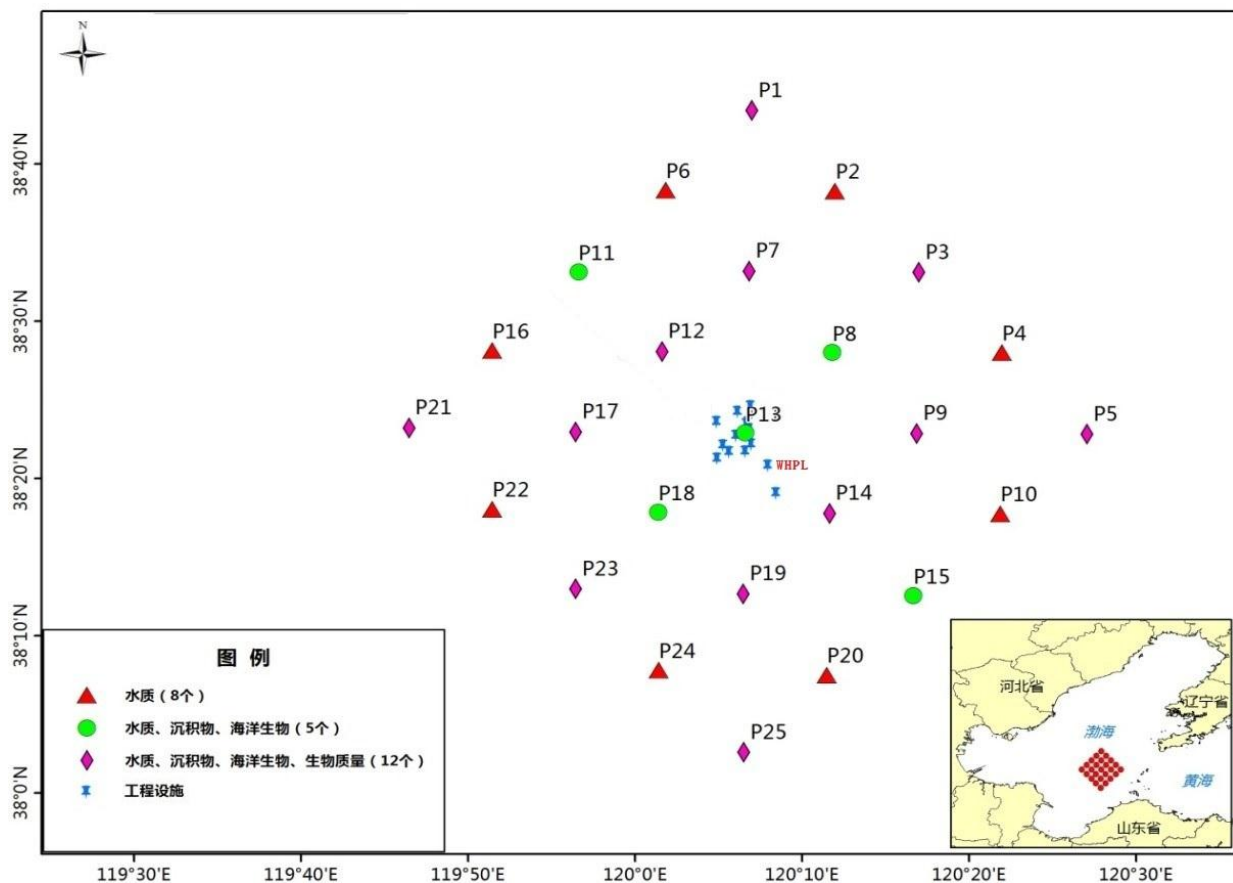


图 5.3-1 春季环境质量现状调查站位布设

表 5.3-2 秋季调查站位及调查项目

| 站位  | 东经  | 北纬  | 调查项目        |
|-----|-----|-----|-------------|
| P01 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物 |
| P02 | *** | *** | 水质          |
| P03 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物 |
| P04 | *** | *** | 水质          |
| P05 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物 |
| P06 | *** | *** | 水质          |
| P07 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物 |
| P08 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物 |
| P09 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物 |
| P10 | *** | *** | 水质          |
| P11 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物 |
| P12 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物 |
| P13 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物 |
| P14 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物 |
| P15 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物 |
| P16 | *** | *** | 水质          |
| P17 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物 |
| P18 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物 |
| P19 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物 |
| P20 | *** | *** | 水质          |
| P21 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物 |
| P22 | *** | *** | 水质          |
| P23 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物 |
| P24 | *** | *** | 水质          |
| P25 | *** | *** | 水质、沉积物、海洋生物 |

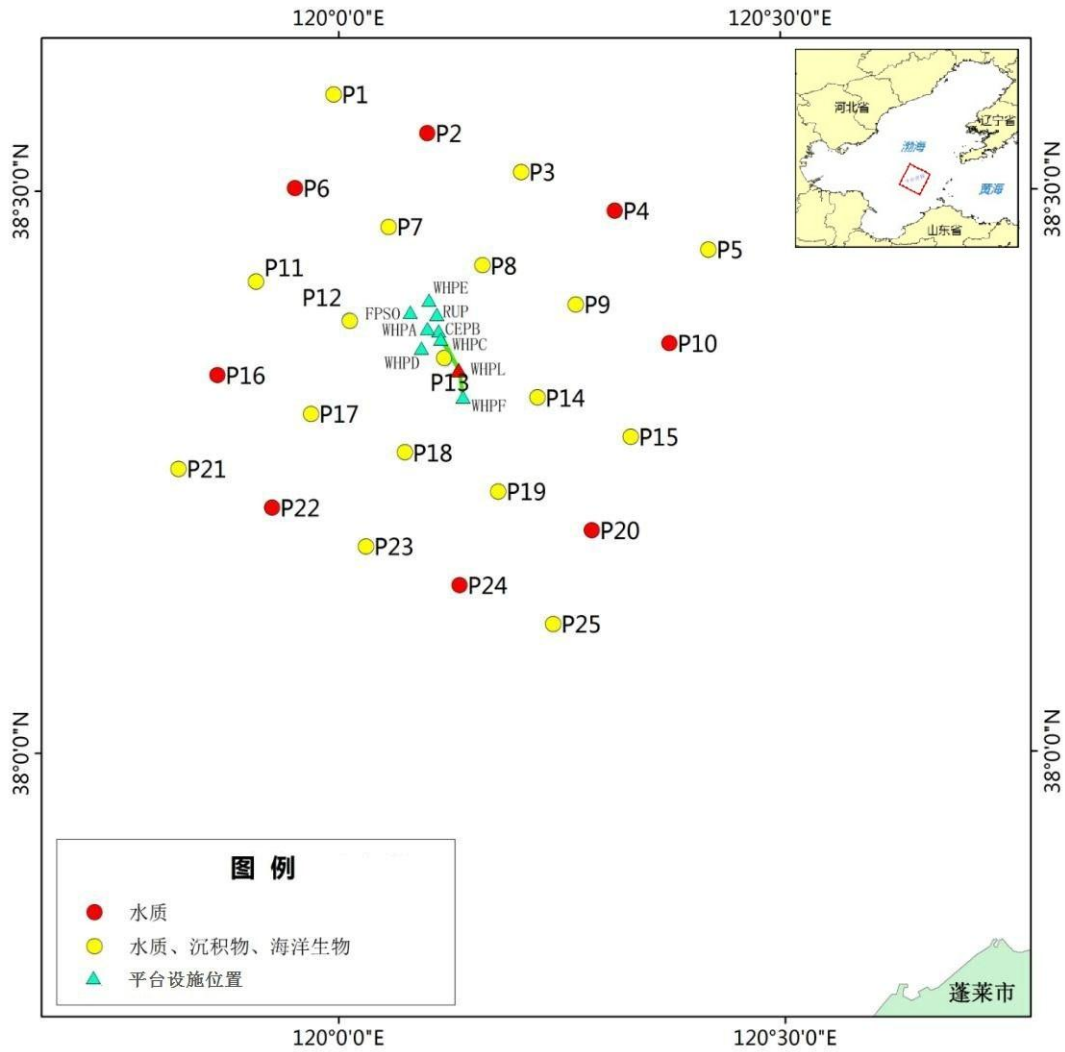


图 5.3-2 秋季环境质量现状调查站位布设

5.3.1.3 调查项目

海水水质、沉积物和生物生态的调查项目详见表 5.3-3。

表 5.3-3 海水水质、沉积物和生物生态调查项目

| 调查对象 | 调查项目   | 项数 |
|------|--|----|
| 水质   | 盐度、pH、溶解氧、石油类、挥发酚、硫化物、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮、悬浮物、铜、铅、锌、镉、砷、汞、总铬 | 17 |
| 沉积物  | 粒度、石油类、硫化物、有机碳、Pb、Zn、Cd、Cu、As、Cr、Hg                      | 11 |
| 生物生态 | 叶绿素 a: 初级生产力   | 2  |
|      | 浮游生物 (包括浮游动物和浮游植物): 种类组成、生物量及密度分布                        | 3  |
|      | 底栖生物: 种类组成分布、生物量、密度分布                                    | 3  |
| 生物质量 | 石油烃、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷                                       | 8  |

调查方法依据《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)中的有关规定,具体



采样要求如下：

(1) 海水水质调查站位依据《海洋监测规范》(GB17378-2007) 中的规定进行水样采集、保存和运输。水质样品采集表层(0.5 m)、10m 和底层(高于泥线 2m)。石油类只调查表层样品。

(2) 沉积物的采集使用曙光型采泥器采集沉积物的表层样。样品采集上来后先进行样品的现场描述。用于分析铜、铅、镉、锌、铬、砷的沉积物样品，将湿样转到洗净并编号的瓷蒸发皿中，置于 80~100℃烘箱内，烘干、研磨、过 160 目尼龙筛后待分析；用于分析石油类、有机碳的沉积物样品须经自然风干、研磨，过 80 目尼龙筛后待分析；用于分析粒度、汞、硫化物的沉积物样品取湿样(硫化物冷冻)。

(3) 生物生态调查站位依据《海洋监测规范》(GB17378-2007)，《海洋调查规范》(GB/T12763-2007) 的技术要求执行，具体的调查与分析方法如下：

#### a 叶绿素 a 及初级生产力

依据《海洋监测规范》(GB17378.4-2007) 水质样品采集的原则，叶绿素 a 样品按水质样品层次采集水样 250mL，经孔径为 0.8 $\mu$ m 的滤膜过滤后，干燥冷藏保存，采用萃取荧光法进行分析。

初级生产力采用 CADEE (1975) 公式，依据叶绿素 a、透明度、水深和碳同化系数进行估算。

#### b 浮游植物

浮游植物现场调查采用浅水 III 型浮游生物网，自底(距底 2m) 至表垂直拖网取得，样品经 5% 福尔马林海水溶液固定保存。以个体计数法进行分析，浮游生物密度换算成个/ $m^3$ 。

#### c 浮游生物

浮游动物现场调查分别采用浅水 I 型和浅水 II 型浮游生物网，自底(距底 2m) 至表垂直拖网取得。样品经 5% 福尔马林海水溶液固定保存。以个体计数法进行分析，浮游生物密度换算成个/ $m^3$ ，浮游动物生物量换算成  $mg/m^3$  作为

调查水域的现存量指标。浮游动物以浅水 I 型浮游生物网的样品为准，夜光藻（*Noctiluca scintillans*）的密度以浅水 II 型浮游生物网样品为准。

d 底栖生物

底栖生物样品系用 0.05m<sup>2</sup> 曙光型采泥器采集，每站采泥 2 次，所获泥样经孔径为 0.5mm 的套筛冲洗后，挑拣全部生物个体作为一个样品，生物标本浸于 75%酒精溶液中固定保存。生物量系根据酒精标本重量计算，称重有感量为 0.001g 的电子天平上进行。

e 生物质量

使用 1.0 米宽阿氏底拖网进行生物个体采集，拖网时间为 40 分钟。所获生物个体作为生物质量样品进行保存和分析。测定生物体内的石油烃和重金属（铬、铅、砷、汞、铜、镉和锌）的含量。

5.3.1.4 分析方法

各调查项目的分析方法均按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）执行，具体分析方法见表 5.3-4。

表 5.3-4 海水水质、沉积物和生物质量调查项目的分析方法

| 项目 | 测定项目         | 分析方法          | 检出限       | 引用标准           |
|----|--------------|---------------|-----------|----------------|
| 水质 | 盐度           | 盐度计法          | -         | GB17378.4-2007 |
|    | 化学需氧量        | 碱性高锰酸钾法       | 0.15mg/L  |                |
|    | 溶解氧          | 碘量法           | 0.32mg/L  |                |
|    | 石油类          | 紫外分光光度法       | 3.5 μg/L  |                |
|    | 挥发酚          | 4-氨基安替比林分光光度法 | 1.1 μg/L  |                |
|    | pH           | pH 计法         | -         |                |
|    | 硫化物          | 亚甲基蓝分光光度法     | 0.2 μg/L  |                |
|    | 氨盐           | 次溴酸盐氧化法       | 0.42 μg/L |                |
|    | 亚硝酸盐         | 萘乙二胺分光光度法     | 0.28 μg/L |                |
|    | 硝酸盐          | 锌-镉还原法        | 0.70 μg/L |                |
|    | 活性磷酸盐        | 抗坏血酸还原的磷钼蓝法   | 0.62 μg/L |                |
|    | 悬浮物          | 重量法           |           |                |
|    | 铜            | 无火焰原子吸收分光光度法  | 0.2 μg/L  |                |
|    | 铅            | 无火焰原子吸收分光光度法  | 0.03 μg/L |                |
|    | 锌            | 火焰原子吸收分光光度法   | 3.1 μg/L  |                |
| 镉  | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.01 μg/L     |           |                |

| 项目   | 测定项目  | 分析方法         | 检出限                    | 引用标准                  |
|------|-------|--------------|------------------------|-----------------------|
|      | 总铬    | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.4 µg/L               |                       |
|      | 砷     | 原子荧光法        | 0.5 µg/L               |                       |
|      | 汞     | 原子荧光法        | 0.007 µg/L             |                       |
| 沉积物  | 石油类   | 紫外分光光度法      | 3×10 <sup>-6</sup>     | GB17378.5-2007        |
|      | 硫化物   | 碘量法          | 4×10 <sup>-6</sup>     |                       |
|      | 铜     | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.5×10 <sup>-6</sup>   |                       |
|      | 铅     | 无火焰原子吸收分光光度法 | 1×10 <sup>-6</sup>     |                       |
|      | 锌     | 火焰原子吸收分光光度法  | 6×10 <sup>-6</sup>     |                       |
|      | 镉     | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.04×10 <sup>-6</sup>  |                       |
|      | 铬     | 无火焰原子吸收分光光度法 | 2×10 <sup>-6</sup>     |                       |
|      | 汞     | 原子荧光法        | 0.002×10 <sup>-6</sup> |                       |
|      | 砷     | 原子荧光法        | 0.06×10 <sup>-6</sup>  |                       |
|      | 有机碳   | 元素分析仪法       | 1.0×10 <sup>-6</sup>   |                       |
|      | 粒度    | 筛析法、沉析法      | -                      | GB/T13909-1992        |
|      | 生物质量  | 铬            | 无火焰原子吸收分光光度法           | 0.04×10 <sup>-6</sup> |
| 铅    |       | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.04×10 <sup>-6</sup>  |                       |
| 石油烃  |       | 荧光分光光度法      | 0.2×10 <sup>-6</sup>   |                       |
| 砷    |       | 原子荧光法        | 0.2×10 <sup>-6</sup>   |                       |
| 铜    |       | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.4×10 <sup>-6</sup>   |                       |
| 汞    |       | 原子荧光法        | 0.002×10 <sup>-6</sup> |                       |
| 镉    |       | 无火焰原子吸收分光光度法 | 0.005×10 <sup>-6</sup> |                       |
| 生物生态 | 锌     | 火焰原子吸收分光光度法  | 0.4×10 <sup>-6</sup>   | GB17378.7-2007        |
|      | 叶绿素 a | 荧光分光光度计法     | -                      |                       |
|      | 浮游植物  | 镜下鉴定法        | -                      |                       |
|      | 浮游动物  |              | -                      |                       |
| 底栖生物 | -     |              |                        |                       |

### 5.3.1.5 评价因子与评价标准

#### a 海水水质

海水水质评价因子包括 pH、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮、悬浮物、石油类（表层）、挥发酚、硫化物、汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷共 16 项。各评价因子的评价标准值列于表 5.3-5。

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

表 5.3-5 海水水质评价标准值

| 评价因子  | 第一类                                     | 第二类           | 第三类                                     | 第四类           |
|-------|---|---------------|---|---------------|
| 悬浮物   | 人为增加的量≤10                               |               | 人为增加的量≤100                              | 人为增加的量≤150    |
| pH    | 7.8~8.5<br>同时不超出该海域正常变动范围的<br>0.2 pH 单位 |               | 6.8~8.8<br>同时不超出该海域正常变动范围的<br>0.5 pH 单位 |               |
| 溶解氧   | > 6 mg/L                                | > 5 mg/L      | > 4 mg/L                                | > 3 mg/L      |
| 化学需氧量 | ≤ 2 mg/L                                | ≤ 3 mg/L      | ≤ 4 mg/L                                | ≤ 5 mg/L      |
| 活性磷酸盐 | ≤ 0.015 mg/L                            | ≤ 0.030 mg/L  |   | ≤ 0.045 mg/L  |
| 无机氮   | ≤ 0.20 mg/L                             | ≤ 0.30 mg/L   | ≤ 0.40 mg/L                             | ≤ 0.50 mg/L   |
| 砷     | ≤ 0.020 mg/L                            | ≤ 0.030 mg/L  | ≤ 0.050 mg/L                            |               |
| 汞     | ≤ 0.00005mg/L                           | ≤ 0.0002 mg/L |   | ≤ 0.0005 mg/L |
| 铜     | ≤ 0.005 mg/L                            | ≤ 0.010 mg/L  | ≤ 0.050 mg/L                            |               |
| 铅     | ≤ 0.001 mg/L                            | ≤ 0.005 mg/L  | ≤ 0.010 mg/L                            | ≤ 0.050 mg/L  |
| 锌     | ≤ 0.020 mg/L                            | ≤ 0.050 mg/L  | ≤ 0.10 mg/L                             | ≤ 0.50 mg/L   |
| 镉     | ≤ 0.001 mg/L                            | ≤ 0.005 mg/L  | ≤ 0.010 mg/L                            |               |
| 总铬    | ≤ 0.05 mg/L                             | ≤ 0.10 mg/L   | ≤ 0.20 mg/L                             | ≤ 0.50 mg/L   |
| 石油类   | ≤ 0.05 mg/L                             |               | ≤ 0.30 mg/L                             | ≤ 0.50 mg/L   |
| 挥发酚   | ≤ 0.005 mg/L                            |               | ≤ 0.010 mg/L                            | ≤ 0.25 mg/L   |
| 硫化物   | ≤ 0.02 mg/L                             | ≤ 0.05 mg/L   | ≤ 0.10 mg/L                             | ≤ 0.050 mg/L  |

b 海洋沉积物质量

沉积物评价因子为有机碳、硫化物、汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷和石油类共 10 项。沉积物采用《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中规定的第一类海洋沉积物质量标准评价；针对超标评价因子，进一步采用第二类标准评价，评价至符合某类标准为止。各评价因子的评价标准值列于表 5.3-6。

表 5.3-6 海洋沉积物质量标准

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

| 评价因子 | 第一类                        | 第二类                         | 引用标准 |
|------|----------------------------|-----------------------------|------|
| 铬    | $\leq 80.0 \times 10^{-6}$ | $\leq 150.0 \times 10^{-6}$ |      |
| 砷    | $\leq 20.0 \times 10^{-6}$ | $\leq 65.0 \times 10^{-6}$  |      |

### c 生物质量

双壳贝类生物质量的评价采用《海洋生物质量》(GB18421-2001)的第一类标准;鱼类和软体类的石油烃采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的生物质量标准;鱼类、甲壳类和软体类体内除石油烃外的污染物质含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准,各类生物体污染物评价标准见表 5.3-7。

表 5.3-7 生物体污染物评价标准 (湿重:  $\times 10^{-6}$ )

| 项目      | Hg   | As | Cu  | Pb  | Cd  | Zn  | Cr  | 石油烃 |
|---------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 贝类 (一类) | 0.05 | 1  | 10  | 0.1 | 0.2 | 20  | 0.5 | 15  |
| 贝类 (二类) | 0.1  | 5  | 25  | 2   | 2   | 50  | 2   | 50  |
| 贝类 (三类) | 0.3  | 8  | 50  | 6   | 5   | 100 | 6   | 80  |
| 软体类     | 0.3  | /  | 100 | 10  | 5.5 | 250 | /   | 20  |
| 甲壳类     | 0.2  | /  | 100 | 2   | 2   | 150 | /   | 20  |
| 鱼类      | 0.3  | /  | 20  | 2   | 0.6 | 40  | /   | 20  |

### 5.3.1.6 评价方法

#### a 海水水质

海水水质环境质量现状评价采用单项标准指数法及超标统计法。

#### ● 单项分指数法

水质单站单参数评价采用单项标准指数法,计算公式如下:

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

式中:  $Q_{ij}$ —站  $j$  评价因子  $i$  的标准指数;

$C_{ij}$ —站  $j$  评价因子  $i$  的实测浓度;

$C_{oi}$ —评价因子  $i$  标准值。

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

(1) 溶解氧标准指数计算公式如下:



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

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

式中： $C_f$ — 现场水温和盐度条件下溶解氧的饱和量；  
 $C_o$ — 现场水溶解氧标准值；  
 $C_j$ — 溶解氧实测值。

(2) pH 标准指数的计算公式如下：

$$IpHi = |Ci - 8.15| / (C_{上} - 8.15)$$

式中： $IpHi$ — pH 值的标准指数  
 $C_{上}$ — pH 评价标准上限值  
 $C_i$ — pH 的实测值

- 超标统计法

统计超标样品的数量及超标率。

b 海洋沉积物

海洋沉积物的评价采用与海水水质相同的标准指数法和超标统计法。

c 海洋生态

- 初级生产力

调查初级生产力采用 CADEE (1975) 公式，依据叶绿素 a、透明度、水深和碳同化系数进行估算。即：

$$P = \frac{\text{Chl.a} \times Q \times D}{2}$$

式中： $P$ — 初级生产力 ( $\text{mg.C/m}^2.\text{d}$ )

$Q$ — 同化指数

$D$ — 白昼时间长短

$\text{Chl.a}$ — 真光层单位面积海面下，叶绿素 a 的浓度 ( $\text{mg/m}^2$ )

- 多样性指数、均匀度、丰度和优势度的计算

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



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

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

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

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

式中： $H'$ —多样性指数； $J$ —均匀度； $P_i = n_i/N$ （ $n_i$  是第  $i$  个物种的个体数， $N$  是全部物种的个数）； $S$ —为种类数； $d$ —丰度； $D_2$ —优势度； $N_1$ —样品中第一优势种的个体数； $N_2$ —样品中第二优势种的个体数； $N_i$ —样品中的总个体数。

#### d 海洋生物质量

海洋生物质量的评价采用与海水水质相同的标准指数法和超标统计法。

### 5.3.2 海水水质现状调查与评价

#### 5.3.2.1 海水水质调查结果

调查海域春、秋季两次海水水质调查项目分析结果见报告书附表 1。

#### 5.3.2.2 海水水质评价结果

春、秋季两次调查海水水质各层评价因子的标准指数见报告书附表 2。海水水质采用《海水水质标准》（GB3097-1997）中第一类海水水质标准进行评价。

#### a 单项标准指数

##### • 春季调查

由附表可见，调查海域海水所有样品中 pH、溶解氧、COD、石油类、活性磷酸盐、砷、镉、铜、总铬、硫化物和挥发酚等 11 项评价因子的单项标准指数均小于 1，符合第一类海水水质标准。

无机氮表层、中层和底层的单项标准指数范围分别为 0.13~1.55、0.15~1.43 和 0.18~1.80，中层超标样品含量均符合第二类海水水质标准，表层站位 P18、底层站位 P7、P24、P25 超标样品含量符合三类海水水质标准。

汞表层、中层和底层的单项标准指数范围分别为 0.24~1.48、0.36~1.64 和



0.46~1.47，超标样品含量均符合第二类海水水质标准。

铅表层、中层和底层的单项标准指数范围分别为 0.69~2.14、0.65~2.14 和 0.65~2.14，超标样品含量均符合第二类海水水质标准。

锌表层、中层和底层的单项标准指数范围分别为 0.42~1.18、0.41~1.14 和 0.46~1.14，超标样品含量均符合第二类海水水质标准。

#### • 秋季调查

由附表可见，调查海域海水所有样品中，pH、溶解氧、COD、砷、镉、铜、总铬、硫化物、石油类和挥发酚等 10 项评价因子的单项标准指数均小于 1，符合第一类海水水质标准。

无机氮表层、中层和底层的单项标准指数范围分别为 0.33~0.79、0.42~1.63 和 0.42~1.44，超标样品含量均符合第三类海水水质标准。

活性磷酸盐表层、中层和底层的单项标准指数范围分别为 0.28~1.14、0.23~0.96 和 0.21~1.00，超标样品含量均符合第二类海水水质标准。

汞表层、中层和底层的单项标准指数范围分别为 0.24~0.75、0.34~1.33 和 0.31~0.84，超标样品含量均符合第二类海水水质标准。

铅表层、中层和底层的单项标准指数范围分别为 0.92~2.40、0.88~2.40 和 0.90~2.34，超标样品含量均符合第二类海水水质标准。

锌表层、中层和底层的单项标准指数范围分别为 0.63~1.34、0.56~1.36 和 0.54~1.36，超标样品含量均符合第二类海水水质标准。

#### b 超标统计

将超标站位样品按《海水水质标准》（GB3097-1997）进行分级评价，超标因子符合的评价等级进行统计结果详见表 5.3-8，超标站位统计详见表 5.3-9。

#### • 春季调查

春季调查海域中，仅无机氮、汞、铅和锌四项评价因子出现超第一类海水水质标准现象，其他评价因子均符合第一类海水水质标准。

调查海域表层海水中汞超标率为 28%，铅超标率为 84%，锌超标率为 44%，超标样品均满足第二类海水水质标准；中层海水汞超标率为 24%、铅超标率为 84%，锌超标率为 32%，超标样品均满足第二类海水水质标准；底层海水

汞超标率为 24%，铅超标率为 76%，锌超标率为 20%，超标样品均满足第二类海水水质标准。

无机氮表层有 12% 的样品超一类海水水质标准，超标的 3 个站位中 2 个站位的超标样品满足第二类海水水质标准，1 个站位的超标样品满足第三类海水水质标准；中层有 4% 的样品超一类海水水质标准，超标的 1 个站位的超标样品满足第二类海水水质标准；底层有 16% 的样品超一类海水水质标准，超标的 4 个站位中 1 个站位的超标样品满足第二类海水水质标准，3 个站位的超标样品满足第三类海水水质标准。

• 秋季调查

秋季调查海域中，活性磷酸盐、无机氮、汞、铅、锌出现超一类海水水质标准现象，其他评价因子均符合第一类海水水质标准。

调查海域表层海水活性磷酸盐超标率为 8%，铅超标率为 92%，锌超标率为 72%，超标样品均满足第二类海水水质标准；中层海水汞超标率为 4%、铅超标率为 84%，锌超标率为 60%，超标样品均满足第二类海水水质标准；底层海水铅超标率为 84%，锌超标率为 56%，超标样品均满足第二类海水水质标准。

无机氮中层超标率为 24.0%，最大超标倍数是 0.63；底层超标率为 12.0%，最大超标倍数是 0.44。中层 P13、P16、P22 和 P23 站超过第一类海水水质标准，但符合第二类海水水质标准，P24 和 P25 站超过第二类海水水质标准，但符合第三类海水水质标准；底层 P7、P11 和 P24 站超过第一类海水水质标准，但符合第二类海水水质标准。表、中、底三层其他站位均符合第一类海水水质标准。

表 5.3-8 调查海区水质超标要素统计

| 序号 | 超标因子 |    | 符合各级别评价标准的站位比例 (%) |     |     |     | 超标率统计<br>(超一类%) |
|----|------|----|--------------------|-----|-----|-----|-----------------|
|    |      |    | 第一类                | 第二类 | 第三类 | 第四类 |                 |
| 春季 | 无机氮  | 表层 | 88                 | 8   | 4   | -   | 12              |
|    |      | 中层 | 96                 | 4   | -   | -   | 4               |
|    |      | 底层 | 84                 | 4   | 12  | -   | 16              |
|    | 汞    | 表层 | 72                 | 28  | -   | -   | 28              |
|    |      | 中层 | 76                 | 24  | -   | -   | 24              |

| 序号 | 超标因子 |       | 符合各级别评价标准的站位比例 (%) |     |     |     | 超标率统计<br>(超一类%) |    |
|----|------|-------|--------------------|-----|-----|-----|-----------------|----|
|    |      |       | 第一类                | 第二类 | 第三类 | 第四类 |                 |    |
|    | 铅    | 底层    | 76                 | 24  | -   | -   | 24              |    |
|    |      | 表层    | 16                 | 84  | -   | -   | 84              |    |
|    |      | 中层    | 16                 | 84  | -   | -   | 84              |    |
|    |      | 底层    | 24                 | 76  | -   | -   | 76              |    |
|    | 锌    | 表层    | 56                 | 44  | -   | -   | 44              |    |
|    |      | 中层    | 68                 | 32  | -   | -   | 32              |    |
|    |      | 底层    | 80                 | 20  | -   | -   | 20              |    |
|    | 秋季   | 活性磷酸盐 | 表层                 | 92  | 8   | -   | -               | 8  |
|    |      | 无机氮   | 中层                 | 76  | 16  | 8   | -               | 24 |
|    |      |       | 底层                 | 88  | 12  | -   | -               | 12 |
|    |      | 汞     | 中层                 | 96  | 4   | -   | -               | 4  |
|    |      | 铅     | 表层                 | 8   | 92  | -   | -               | 92 |
| 中层 |      |       | 8                  | 92  | -   | -   | 92              |    |
| 底层 |      |       | 12                 | 88  | -   | -   | 88              |    |
| 锌  |      | 表层    | 28                 | 72  | -   | -   | 72              |    |
|    |      | 中层    | 36                 | 64  | -   | -   | 64              |    |
|    |      | 底层    | 44                 | 56  | -   | -   | 56              |    |

注：表中的百分数(%)指符合各类别相应评价标准的站位占总站位的比例百分数，符合的不作重复统计；其它未提及的评价因子及层位表示均符合第一类海水水质标准；下同。

表 5.3-9 两次调查海域海水超标评价因子的站位统计

| 时间 | 超标因子  | 层次 | 超标站位数 | 最大超标倍数 | 样品超标率 (%) |
|----|-------|----|-------|--------|-----------|
| 春季 | 无机氮   | 表层 | 3     | 0.55   | 12        |
|    |       | 中层 | 1     | 0.43   | 4         |
|    |       | 底层 | 4     | 0.8    | 16        |
|    | 汞     | 表层 | 7     | 0.48   | 28        |
|    |       | 中层 | 6     | 0.64   | 24        |
|    |       | 底层 | 6     | 0.47   | 24        |
|    | 铅     | 表层 | 21    | 1.14   | 84        |
|    |       | 中层 | 21    | 1.14   | 84        |
|    |       | 底层 | 19    | 1.14   | 76        |
|    | 锌     | 表层 | 11    | 0.18   | 44        |
|    |       | 中层 | 8     | 0.14   | 32        |
|    |       | 底层 | 5     | 0.14   | 20        |
| 秋季 | 活性磷酸盐 | 表层 | 2     | 0.14   | 8         |
|    | 无机氮   | 中层 | 6     | 0.63   | 24        |
|    |       | 底层 | 3     | 0.44   | 12        |
|    | 汞     | 中层 | 1     | 0.33   | 4         |
| 铅  | 表层    | 23 | 1.40  | 92     |           |

| 时间 | 超标因子 | 层次 | 超标站位数 | 最大超标倍数 | 样品超标率 (%) |
|----|------|----|-------|--------|-----------|
|    |      | 中层 | 21    | 1.40   | 84        |
|    |      | 底层 | 21    | 1.34   | 84        |
|    | 锌    | 表层 | 18    | 0.12   | 72        |
|    |      | 中层 | 15    | 0.36   | 60        |
|    |      | 底层 | 14    | 0.36   | 56        |

### c 超标原因分析

#### • 活性磷酸盐、无机氮

由 2013 年至 2017 年的《北海区海洋环境公报》可得，渤海沿岸主要河流每年向海水中输入大量的营养盐类污染物，虽然营养盐污染物年入海总量在 2014 年至 2016 年有所降低，但 2017 年营养盐年入海总量成倍增加，增至近 9 万余吨，是近五年来营养盐年入海总量最高的一年，这可能是造成调查海域磷酸盐和无机氮超标的原因之一。

同时，由 2017 年和 2018 年的《中国海洋生态环境状况公报》可知，2017 年距离项目较近的蓬莱监测站气溶胶中硝酸盐-氮含量超过 3 微克/立方米，硝酸盐-氮湿沉降通量为 0.2 吨/(平方公里·年)；2018 年距离项目较近的蓬莱监测站气溶胶中硝酸盐-氮含量超过 3 微克/立方米，硝酸盐-氮湿沉降通量为 0.3 吨/(平方千米·年)。可见，大气气溶胶和大气污染物湿沉降中的硝酸盐-氮也是海洋中硝酸盐的来源之一。

综上，调查海域活性磷酸盐和无机氮的超标现象估计与附近陆源污染物大量排海和大量海水养殖有关，同时大气污染物湿沉降也会向海洋输入硝酸盐。

#### • 重金属

参照 2013 年至 2016 年的《中国海洋环境质量公报》和 2017 年《中国海洋生态环境状况公报》可以看出，2013 年至 2016 年渤海沿岸主要河流污染物年入海总量呈下降趋势，2017 年渤海沿岸主要河流污染物年入海总量有所升高，升高至 750 吨左右，是海水中重金属部分来源。

参照 2017 年《北海区海洋环境公报》，岸基站大气气溶胶监测结果表明，铅含量为 (22.8~719.8) 纳克/立方米，锌含量为 (50.1~1540.8) 纳克/立方米；铜含量为 (6.5~94.9) 纳克/立方米。岸基站大气污染物湿沉降监测结果表明，

铅含量为（0.2~60.2）微克/升，湿沉降中铜含量为（1.3~77.6）微克/升。大气气溶胶和大气污染物湿沉降中的重金属也是海水中重金属含量的来源之一，有可能造成调查区域重金属出现超标现象。

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

另外，本项目位于渤海中部，渤海是全球 11 个典型的半封闭海之一，水交换能力较差，海水自净能力有限，更新周期长，也是调查区域重金属含量超标的重要原因。

综上，调查海域铅、锌和汞部分测站超标原因与渤海自身的半封闭性有关，同时也可能是入海河流携带大量的重金属污染物进入渤海、陆源入海排污口向调查海域附近海域的重金属直排以及大气干湿沉降等共同作用的结果。

## 5.4 海洋沉积物质量现状调查与评价

海洋沉积物质量选用 2018 年 11 月调查资料进行评价。

### 5.4.1 海洋沉积物粒度和类型

调查海域 16 个沉积物测站的粒度分析表明，该海域沉积物类型有砂、粉砂和黏土，主要是粉砂。

### 5.4.2 海洋沉积物质量调查结果

#### a 单项标准指数

2018 年 11 月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。

#### b 超标统计

单项标准指数表明，调查海域沉积物中有机碳、硫化物、汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷和石油类的含量均符合第一类海洋沉积物质量标准限值要求，无超标样品；调查海域内沉积物环境质量整体状况较好。

## 5.5 海洋生态环境现状调查与评价

### 5.5.1 叶绿素 a 和初级生产力

#### 5.5.1.1 叶绿素 a

春、秋两次调查各站叶绿素 a 含量分别见表 5.5-1 和表 5.5-2。

春季调查海域表层海水叶绿素 a 含量变化于 (0.05~0.94)  $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.30  $\mu\text{g/L}$ 。10m 层海水叶绿素 a 含量变化于 (0.03~0.74)  $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.31  $\mu\text{g/L}$ 。底层海水叶绿素 a 含量变化于 (0.03~0.86)  $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.31  $\mu\text{g/L}$ 。从叶绿素 a 的垂直分布总体上来看，海区各断面的叶绿素 a 的含量差异不大，高值区出现在调查海域平台中南部。

秋季调查海域表层海水叶绿素 a 含量变化于 (0.73~1.65)  $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 1.09  $\mu\text{g/L}$ ，平面分布表现为东南部海域较高，其它海域较低。10m 层海水叶绿素 a 含量变化于 (0.58~1.97)  $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 1.07  $\mu\text{g/L}$ ，分布趋势与表层相似。底层海水叶绿素 a 含量变化于 (0.42~1.63)  $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.97  $\mu\text{g/L}$ ，分布趋势与表层相似。本次调查中各层次叶绿素 a 浓度正常，各水层叶绿素分布相对较为均匀，东南部海域表现出较高的分布趋势，垂直分布表现为表层及 10m 层较高，底层稍低。

表 5.5-1 叶绿素 a 和海洋初级生产力 (春季)

| 站位  | 叶绿素 a ( $\mu\text{g/L}$ ) |       |     | 初级生产力<br>( $\text{mg C}/(\text{m}^2 \text{d})$ ) |
|-----|---------------------------|-------|-----|--|
|     | 表层                        | 10m 层 | 底层  |  |
| P1  | ***                       | ***   | *** | ***  |
| P3  | ***                       | ***   | *** | ***  |
| P5  | ***                       | ***   | *** | ***  |
| P7  | ***                       | ***   | *** | ***  |
| P8  | ***                       | ***   | *** | ***  |
| P9  | ***                       | ***   | *** | ***  |
| P11 | ***                       | ***   | *** | ***  |
| P12 | ***                       | ***   | *** | ***  |
| P13 | ***                       | ***   | *** | ***  |
| P14 | ***                       | ***   | *** | ***  |
| P15 | ***                       | ***   | *** | ***  |
| P17 | ***                       | ***   | *** | ***  |
| P18 | ***                       | ***   | *** | ***  |
| P19 | ***                       | ***   | *** | ***  |
| P21 | ***                       | ***   | *** | ***  |
| P23 | ***                       | ***   | *** | ***  |
| P25 | ***                       | ***   | *** | ***  |
| 最小值 | ***                       | ***   | *** | ***  |
| 最大值 | ***                       | ***   | *** | ***  |

表 5.5-2 叶绿素 a 和海洋初级生产力（秋季）

| 站位  | 叶绿素 a (µg/L) |       |     | 初级生产力<br>(mg C/(m <sup>2</sup> d)) |
|-----|--------------|-------|-----|------------------------------------|
|     | 表层           | 10m 层 | 底层  |                                    |
| P1  | ***          | ***   | *** | ***                                |
| P3  | ***          | ***   | *** | ***                                |
| P5  | ***          | ***   | *** | ***                                |
| P7  | ***          | ***   | *** | ***                                |
| P8  | ***          | ***   | *** | ***                                |
| P9  | ***          | ***   | *** | ***                                |
| P11 | ***          | ***   | *** | ***                                |
| P12 | ***          | ***   | *** | ***                                |
| P13 | ***          | ***   | *** | ***                                |
| P14 | ***          | ***   | *** | ***                                |
| P15 | ***          | ***   | *** | ***                                |
| P17 | ***          | ***   | *** | ***                                |
| P18 | ***          | ***   | *** | ***                                |
| P19 | ***          | ***   | *** | ***                                |
| P21 | ***          | ***   | *** | ***                                |
| P23 | ***          | ***   | *** | ***                                |
| P25 | ***          | ***   | *** | ***                                |
| 最小值 | ***          | ***   | *** | ***                                |
| 最大值 | ***          | ***   | *** | ***                                |

### 5.5.1.2 初级生产力

2016 年 4 月调查海域各站初级生产力变化于(8.99~197.20) mg C/(m<sup>2</sup> d), 平均值为 65.73mg C/(m<sup>2</sup> d) , 高值区出现在调查海域平台中南部, 各站初级生产力计算见。

2018 年 11 月调查海域的初级生产力变化范围为 (153.18~423.19) mg C/(m<sup>2</sup> d), 平均值为 274.45mg C/(m<sup>2</sup> d)。最高值出现在 P14 号站, 最低值出现在 P7 站, 调查海域初级生产力水平受其真光层叶绿素 a 水平和海域透明度的影响, 平面分布趋势与表层叶绿素 a 类似, 调查海域中南部较高。

## 5.5.2 浮游植物

### 5.5.2.1 种类组成

春季调查海域共出现浮游植物 30 种 (其名录详见附表 3)。硅藻种类最多, 共出现 24 种, 占浮游植物总种数的 80%; 甲藻次之, 共出现 5 种, 占浮游植物总种数的 16.7%, 金藻有 1 种。

秋季调查海域共出现浮游植物 72 种 (其名录详见附表 3)。硅藻种类最多, 共出现 55 种, 占浮游植物总种数的 76.4%; 甲藻次之, 共出现 16 种, 占

浮游植物总种数的 22.2%；金藻 1 种，占浮游植物总种数的 1.4%。

### 5.5.2.2 数量分布和优势种

#### a 数量分布

春、秋季调查各站浮游植物及优势种生物密度见表 5.5-3。

春季调查海域浮游植物密度变化于  $(3.21\sim 188.80)\times 10^4$  个/m<sup>3</sup>，平均为  $38.53\times 10^4$  个/m<sup>3</sup>。浮游植物分布呈现由南向北增高的趋势。

秋季调查海域浮游植物密度变化于  $(9.71\sim 1135.02)\times 10^4$  个/m<sup>3</sup>，平均为  $128.27\times 10^4$  个/m<sup>3</sup>。浮游植物生物密度平面分布比较均匀，在南部出现高值区。

表 5.5-3 两季调查各站浮游植物密度及优势种密度 ( $\times 10^4$  个/m<sup>3</sup>)

| 春季  |       |           | 秋季  |       |           |
|-----|-------|-----------|-----|-------|-----------|
| 站号  | 总生物密度 | 第 1 优势种密度 | 站号  | 总生物密度 | 第 1 优势种密度 |
| P1  | ***   | ***       | P1  | ***   | ***       |
| P3  | ***   | ***       | P3  | ***   | ***       |
| P5  | ***   | ***       | P5  | ***   | ***       |
| P7  | ***   | ***       | P7  | ***   | ***       |
| P8  | ***   | ***       | P8  | ***   | ***       |
| P9  | ***   | ***       | P9  | ***   | ***       |
| P11 | ***   | ***       | P11 | ***   | ***       |
| P12 | ***   | ***       | P12 | ***   | ***       |
| P13 | ***   | ***       | P13 | ***   | ***       |
| P14 | ***   | ***       | P14 | ***   | ***       |
| P15 | ***   | ***       | P15 | ***   | ***       |
| P17 | ***   | ***       | P17 | ***   | ***       |
| P18 | ***   | ***       | P18 | ***   | ***       |
| P19 | ***   | ***       | P19 | ***   | ***       |
| P21 | ***   | ***       | P21 | ***   | ***       |
| P23 | ***   | ***       | P23 | ***   | ***       |
| P25 | ***   | ***       | P25 | ***   | ***       |
| 最小值 | ***   | ***       | 最小值 | ***   | ***       |
| 最大值 | ***   | ***       | 最大值 | ***   | ***       |
| 平均值 | ***   | ***       | 平均值 | ***   | ***       |

#### b 优势种

春季调查海区浮游植物优势种为具槽直链藻，个体数量占浮游植物总数的 90.5%。

秋季调查海区浮游植物优势种为细弱圆筛藻、三角角藻以及格氏圆筛藻，

其密度分别占浮游植物总密度的 52.9%、14.4% 以及 8.2%

### 5.5.2.3 种类多样性、均匀度、丰富度和优势度

春、秋季调查浮游植物群落特征指数分别见表 5.5-4。

春季调查海域中各站位浮游植物多样性指数变化在 0.17~1.63 之间，平均为 0.71；均匀度指数变化在 0.05~0.49，平均为 0.20；丰度指数(d)变化在 0.57~1.33，平均为 0.88；优势度变化在 0.86~0.99，平均为 0.95。

秋季调查海域中各站位浮游植物多样性指数(H)在 1.12~3.05 之间波动，平均值为 2.17；均匀度(J)在 0.24~0.59 之间波动，平均值为 0.44；丰度指数(d)在 1.06~2.11 之间波动，平均值为 1.51。优势度在 0.61~0.96 之间波动，平均值为 0.75。

表 5.5-4 两季调查浮游植物多样性指数、均匀度、丰度和优势度

| 春季  |     |     |     |     | 秋季  |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 站号  | 丰度  | 均匀度 | 多样性 | 优势度 | 站号  | 多样性 | 均匀度 | 丰度  | 优势度 |
| P1  | *** | *** | *** | *** | P1  | *** | *** | *** | *** |
| P3  | *** | *** | *** | *** | P3  | *** | *** | *** | *** |
| P5  | *** | *** | *** | *** | P5  | *** | *** | *** | *** |
| P7  | *** | *** | *** | *** | P7  | *** | *** | *** | *** |
| P8  | *** | *** | *** | *** | P8  | *** | *** | *** | *** |
| P9  | *** | *** | *** | *** | P9  | *** | *** | *** | *** |
| P11 | *** | *** | *** | *** | P11 | *** | *** | *** | *** |
| P12 | *** | *** | *** | *** | P12 | *** | *** | *** | *** |
| P13 | *** | *** | *** | *** | P13 | *** | *** | *** | *** |
| P14 | *** | *** | *** | *** | P14 | *** | *** | *** | *** |
| P15 | *** | *** | *** | *** | P15 | *** | *** | *** | *** |
| P17 | *** | *** | *** | *** | P17 | *** | *** | *** | *** |
| P18 | *** | *** | *** | *** | P18 | *** | *** | *** | *** |
| P19 | *** | *** | *** | *** | P19 | *** | *** | *** | *** |
| P21 | *** | *** | *** | *** | P21 | *** | *** | *** | *** |
| P23 | *** | *** | *** | *** | P23 | *** | *** | *** | *** |
| P25 | *** | *** | *** | *** | P25 | *** | *** | *** | *** |
| 最小值 | *** | *** | *** | *** | 最小值 | *** | *** | *** | *** |
| 最大值 | *** | *** | *** | *** | 最大值 | *** | *** | *** | *** |
| 平均值 | *** | *** | *** | *** | 平均值 | *** | *** | *** | *** |

## 5.5.3 浮游动物

### 5.5.3.1 大型浮游动物（浅水 I 型网）

#### a 种类组成

春季调查该海域共出现大型浮游动物 12 种（其名录详见附表 3），其中幼

虫幼体和桡足类出现种类最多，分别为 6 种、3 种，占总种数的 50.00%、25.00%；毛颚类有 1 种，占总种数的 8.33%；其余种类各出现一种，占总种数的 16.67%。

秋季调查该海域共出现大型浮游动物 29 种（其名录详见附表 3），其中水螅水母、节肢动物门和幼虫幼体种类最多，各 6 种、8 种和 12 种，分别占总种数的 20.69%、27.59%和 41.38%。

#### b 生物量和生物密度

春、秋季调查海域各站大型浮游动物生物量和生物密度见表 5.5-5。

春季调查海区大型浮游动物的平均生物密度为 521.7 个/m<sup>3</sup>，变化范围为（96.7~962.4）个/m<sup>3</sup>。调查海区浮游动物生物量平均为 428.24mg/m<sup>3</sup>，变化范围（101.7~1141.7）mg/m<sup>3</sup>。浮游动物的生物量分布趋势为中部较低，四周较高。

秋季调查海区大型浮游动物的平均生物密度为 76.9 个/m<sup>3</sup>，变化范围为（2.1~145.2）个/m<sup>3</sup>。调查海区浮游动物生物量平均为 155.60mg/m<sup>3</sup>，变化范围 1.58~463.33mg/m<sup>3</sup>。调查海域浮游动物生物量高值区分布在调查海域中部和北部，南部海域生物量较低。

表 5.5-5 调查海区大型浮游动物生物量及生物密度（个/m<sup>3</sup>）

| 春季  |       | 秋季  |       |
|-----|-------|-----|-------|
| 站号  | 总生物密度 | 站号  | 总生物密度 |
| P1  | ***   | P1  | ***   |
| P3  | ***   | P3  | ***   |
| P5  | ***   | P5  | ***   |
| P7  | ***   | P7  | ***   |
| P8  | ***   | P8  | ***   |
| P9  | ***   | P9  | ***   |
| P11 | ***   | P11 | ***   |
| P12 | ***   | P12 | ***   |
| P13 | ***   | P13 | ***   |
| P14 | ***   | P14 | ***   |
| P15 | ***   | P15 | ***   |
| P17 | ***   | P17 | ***   |
| P18 | ***   | P18 | ***   |
| P19 | ***   | P19 | ***   |
| P21 | ***   | P21 | ***   |
| P23 | ***   | P23 | ***   |

| 春季  |       | 秋季  |       |
|-----|-------|-----|-------|
| 站号  | 总生物密度 | 站号  | 总生物密度 |
| P25 | ***   | P25 | ***   |
| 最小值 | ***   | 最小值 | ***   |
| 最大值 | ***   | 最大值 | ***   |
| 平均值 | ***   | 平均值 | ***   |

c 优势种

春季调查大型浮游动物优势种为中华哲水蚤和墨氏胸刺水蚤，这 2 种优势种的个体数量分别占大型浮游动物生物密度总数的 60.7% 和 32.2%。

秋季调查大型浮游动物优势种为强壮箭虫、大西洋五角水母和中华哲水蚤，其密度分别占浮游动物总密度的 29.6%、25.0% 和 23.2%。

d 种类多样性指数、均匀度和丰富度

春、秋季调查海域各站大型浮游动物群落参数值分析统计结果见表 5.5-6。

春季调查该海域各站位大型浮游动物多样性指数(H)变化在 0.75~1.59 之间，平均为 1.23；均匀度(J)变化在 0.36~0.6 之间，平均为 0.50；丰度(d)变化在 0.47~1.17 之间，平均为 0.75；优势度变化在 0.84~0.97 之间，平均为 0.93。

秋季调查该海域各站位大型浮游动物多样性指数(H)变化在 1.32~2.79 之间，平均为 2.25；均匀度(J)变化在 0.57~0.83 之间，平均为 0.66；丰度(d)变化在 1.19~2.39 之间，平均为 1.82；优势度变化在 0.53~0.86 之间，平均为 0.69。

表 5.5-6 调查海域大型浮游动物多样性指数、均匀度、丰度和优势度

| 春季  |     |     |     |     | 秋季  |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 站号  | 丰度  | 均匀度 | 多样性 | 优势度 | 站号  | 多样性 | 均匀度 | 丰度  | 优势度 |
| P1  | *** | *** | *** | *** | P1  | *** | *** | *** | *** |
| P3  | *** | *** | *** | *** | P3  | *** | *** | *** | *** |
| P5  | *** | *** | *** | *** | P5  | *** | *** | *** | *** |
| P7  | *** | *** | *** | *** | P7  | *** | *** | *** | *** |
| P8  | *** | *** | *** | *** | P8  | *** | *** | *** | *** |
| P9  | *** | *** | *** | *** | P9  | *** | *** | *** | *** |
| P11 | *** | *** | *** | *** | P11 | *** | *** | *** | *** |
| P12 | *** | *** | *** | *** | P12 | *** | *** | *** | *** |
| P13 | *** | *** | *** | *** | P13 | *** | *** | *** | *** |
| P14 | *** | *** | *** | *** | P14 | *** | *** | *** | *** |
| P15 | *** | *** | *** | *** | P15 | *** | *** | *** | *** |
| P17 | *** | *** | *** | *** | P17 | *** | *** | *** | *** |
| P18 | *** | *** | *** | *** | P18 | *** | *** | *** | *** |
| P19 | *** | *** | *** | *** | P19 | *** | *** | *** | *** |
| P21 | *** | *** | *** | *** | P21 | *** | *** | *** | *** |

| 春季  |     |     |     |     | 秋季  |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 站号  | 丰度  | 均匀度 | 多样性 | 优势度 | 站号  | 多样性 | 均匀度 | 丰度  | 优势度 |
| P23 | *** | *** | *** | *** | P23 | *** | *** | *** | *** |
| P25 | *** | *** | *** | *** | P25 | *** | *** | *** | *** |
| 最大值 | *** | *** | *** | *** | 最大值 | *** | *** | *** | *** |
| 最小值 | *** | *** | *** | *** | 最小值 | *** | *** | *** | *** |
| 平均值 | *** | *** | *** | *** | 平均值 | *** | *** | *** | *** |

### 5.5.3.2 中型浮游动物（浅水 II 型网）

#### a 种类组成

春季调查该海域共出现中型浮游动物 18 种（其名录详见附表 3），其中桡足类出现种类最多为 8 种，占中型浮游动物种类组成的 44.44%；其次为幼虫幼体出现 5 种，占 27.78%；原生动物出现 1 种，占 5.56%，其它类出现 3 种，占 16.67%。

秋季调查该海域共出现中型浮游动物 32 种（其名录详见附表 3），包括节肢动物 14 种，占浮游动物种类组成的 43.75%；水螅水母 4 种，占 12.50%；幼虫幼体 10 种，占 31.25%；毛颚类 2 种，占 6.25%；被囊和原生动物各 1 种，各占 3.13%。

#### b 生物量和生物密度

春、秋季调查海域各站中型浮游动物生物量和生物密度见表 5.5-7。

春季调查海区中型浮游动物的平均生物密度为  $1.20 \times 10^4$  个/ $m^3$ ，变化范围为  $(0.18 \sim 4.11) \times 10^4$  个/ $m^3$ 。

秋季调查海区中型浮游动物的平均生物密度为  $4.25 \times 10^4$  个/ $m^3$ ，变化范围为  $(1.42 \sim 7.20) \times 10^4$  个/ $m^3$ 。

表 5.5-7 调查海区中型浮游动物生物量及生物密度（ $10^4$  个/ $m^3$ ）

| 春季  |       | 秋季  |       |
|-----|-------|-----|-------|
| 站号  | 总生物密度 | 站号  | 总生物密度 |
| P1  | ***   | P1  | ***   |
| P3  | ***   | P3  | ***   |
| P5  | ***   | P5  | ***   |
| P7  | ***   | P7  | ***   |
| P8  | ***   | P8  | ***   |
| P9  | ***   | P9  | ***   |
| P11 | ***   | P11 | ***   |
| P12 | ***   | P12 | ***   |

| 春季  |       | 秋季  |       |
|-----|-------|-----|-------|
| 站号  | 总生物密度 | 站号  | 总生物密度 |
| P13 | ***   | P13 | ***   |
| P14 | ***   | P14 | ***   |
| P15 | ***   | P15 | ***   |
| P17 | ***   | P17 | ***   |
| P18 | ***   | P18 | ***   |
| P19 | ***   | P19 | ***   |
| P21 | ***   | P21 | ***   |
| P23 | ***   | P23 | ***   |
| P25 | ***   | P25 | ***   |
| 最小值 | ***   | 最小值 | ***   |
| 最大值 | ***   | 最大值 | ***   |
| 平均值 | ***   | 平均值 | ***   |

c 优势种

春季调查中型浮游动物优势种为双刺纺锤水蚤，其个体数量占中型浮游动物密度总数的 72.6%。

秋季调查中型浮游动物优势种为占优势的种类为夜光虫，其密度占浮游动物总密度的 83.8%。

d 种类多样性指数、均匀度和丰富度

春、秋季调查海域各站中型浮游动物群落参数值分析统计结果见表 5.5-8。

春季调查该海域各站位中型浮游动物多样性指数(H)变化在 0.45~1.82 之间，平均为 0.91；均匀度(J)变化在 0.12~0.70 之间，平均为 0.50；丰度(d)变化在 0.36~2.52 之间，平均为 1.59；优势度在 0.61~0.97 之间，平均为 0.80。

秋季调查该海域各站位中型浮游动物多样性指数(H)变化在 0.64~1.84 之间，平均为 1.13；均匀度(J)变化在 0.15~0.46 之间，平均为 0.28；丰度(d)变化在 0.89~1.26 之间，平均为 1.08；优势度在 0.78~0.94 之间，平均为 0.89。

表 5.5-8 调查海域中型浮游动物多样性指数、均匀度、丰度和优势度

| 春季 |     |     |     |     | 秋季 |     |     |     |     |
|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| 站号 | 丰度  | 均匀度 | 多样性 | 优势度 | 站号 | 多样性 | 均匀度 | 丰度  | 优势度 |
| P1 | *** | *** | *** | *** | P1 | *** | *** | *** | *** |
| P3 | *** | *** | *** | *** | P3 | *** | *** | *** | *** |
| P5 | *** | *** | *** | *** | P5 | *** | *** | *** | *** |
| P7 | *** | *** | *** | *** | P7 | *** | *** | *** | *** |
| P8 | *** | *** | *** | *** | P8 | *** | *** | *** | *** |
| P9 | *** | *** | *** | *** | P9 | *** | *** | *** | *** |

| 春季  |     |     |     |     | 秋季  |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 站号  | 丰度  | 均匀度 | 多样性 | 优势度 | 站号  | 多样性 | 均匀度 | 丰度  | 优势度 |
| P11 | *** | *** | *** | *** | P11 | *** | *** | *** | *** |
| P12 | *** | *** | *** | *** | P12 | *** | *** | *** | *** |
| P13 | *** | *** | *** | *** | P13 | *** | *** | *** | *** |
| P14 | *** | *** | *** | *** | P14 | *** | *** | *** | *** |
| P15 | *** | *** | *** | *** | P15 | *** | *** | *** | *** |
| P17 | *** | *** | *** | *** | P17 | *** | *** | *** | *** |
| P18 | *** | *** | *** | *** | P18 | *** | *** | *** | *** |
| P19 | *** | *** | *** | *** | P19 | *** | *** | *** | *** |
| P21 | *** | *** | *** | *** | P21 | *** | *** | *** | *** |
| P23 | *** | *** | *** | *** | P23 | *** | *** | *** | *** |
| P25 | *** | *** | *** | *** | P25 | *** | *** | *** | *** |
| 最大值 | *** | *** | *** | *** | 最大值 | *** | *** | *** | *** |
| 最小值 | *** | *** | *** | *** | 最小值 | *** | *** | *** | *** |
| 平均值 | *** | *** | *** | *** | 平均值 | *** | *** | *** | *** |

### 5.5.4 底栖生物

#### 5.5.4.1 种类组成

春季调查共获得底栖生物 48 种（其名录详见附表 3），其中环节动物最多，有 28 种，占总种类数的 58.33%；其次为节肢动物，有 9 种，占 18.75%；软体动物有 5 种，占 10.42%；其余门类种类出现较少。

秋季调查共获得底栖生物 48 种（其名录详见附表 3），其中环节动物最多，有 32 种，占总种数的 66.67%；节肢动物 6 种，占 12.50%；软体动物 7 种，占 14.58%；纽形动物 2 种，占 4.17%；棘皮动物 1 种，占 2.08%。

#### 5.5.4.2 生物量和栖息密度

春、秋季调查各站位底栖生物的生物量和生物密度分别见表 5.5-9。

春季调查海域底栖生物生物量变化范围为（1.0~50.7）g/m<sup>2</sup>，平均生物量为 9.3g/m<sup>2</sup>；生物密度变化于（80~570）个/m<sup>2</sup>，平均生物密度为 336 个/m<sup>2</sup>。

秋季调查海域底栖生物生物量变化范围为（0.5~168.8）g/m<sup>2</sup>，平均生物量为 8.4g/m<sup>2</sup>；生物密度变化于（300~1280）个/m<sup>2</sup>，平均生物密度为 697.1 个/m<sup>2</sup>。

表 5.5-9 两季调查各站位底栖生物的生物密度和生物量

| 春季 |                              |                             | 秋季 |                              |                             |
|----|------------------------------|-----------------------------|----|------------------------------|-----------------------------|
| 站号 | 总生物密度<br>(个/m <sup>2</sup> ) | 总生物量<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 站号 | 总生物密度<br>(个/m <sup>2</sup> ) | 总生物量<br>(g/m <sup>2</sup> ) |
| P1 | ***                          | ***                         | P1 | ***                          | ***                         |

| 春季  |                              |                             | 秋季  |                              |                             |
|-----|------------------------------|-----------------------------|-----|------------------------------|-----------------------------|
| 站号  | 总生物密度<br>(个/m <sup>2</sup> ) | 总生物量<br>(g/m <sup>2</sup> ) | 站号  | 总生物密度<br>(个/m <sup>2</sup> ) | 总生物量<br>(g/m <sup>2</sup> ) |
| P3  | ***                          | ***                         | P3  | ***                          | ***                         |
| P5  | ***                          | ***                         | P5  | ***                          | ***                         |
| P7  | ***                          | ***                         | P7  | ***                          | ***                         |
| P8  | ***                          | ***                         | P8  | ***                          | ***                         |
| P9  | ***                          | ***                         | P9  | ***                          | ***                         |
| P11 | ***                          | ***                         | P11 | ***                          | ***                         |
| P12 | ***                          | ***                         | P12 | ***                          | ***                         |
| P13 | ***                          | ***                         | P13 | ***                          | ***                         |
| P14 | ***                          | ***                         | P14 | ***                          | ***                         |
| P15 | ***                          | ***                         | P15 | ***                          | ***                         |
| P17 | ***                          | ***                         | P17 | ***                          | ***                         |
| P18 | ***                          | ***                         | P18 | ***                          | ***                         |
| P19 | ***                          | ***                         | P19 | ***                          | ***                         |
| P21 | ***                          | ***                         | P21 | ***                          | ***                         |
| P23 | ***                          | ***                         | P23 | ***                          | ***                         |
| P25 | ***                          | ***                         | P25 | ***                          | ***                         |
| 最小值 | ***                          | ***                         | 最小值 | ***                          | ***                         |
| 最大值 | ***                          | ***                         | 最大值 | ***                          | ***                         |
| 平均值 | ***                          | ***                         | 平均值 | ***                          | ***                         |

#### 5.5.4.3 种类多样性、均匀度、丰富度和优势度

春、秋季调查海域各站底栖生物群落参数值分析统计结果见表 5.5-10。

春季调查各站底栖生物多样性指数在 2.32~3.78 之间，平均值为 3.20；均匀度变化范围在 0.82~0.98 之间，平均值为 0.90；丰度变化在 1.09~2.84 之间，平均值为 2.01；优势度在 0.28~0.6 之间，平均值为 0.42。总体生境质量为优良，群落结构稳定。

秋季调查各站底栖生物多样性指数在 2.82~3.63 之间，平均值为 3.19；均匀度变化范围在 0.71~0.93 之间，平均值为 0.85；丰度变化在 1.02~1.85 之间，平均值为 1.38；优势度在 0.31~0.59 之间，平均值为 0.44。底栖生物种类丰富度较好，调查海域底栖生物群落正常

表 5.5-10 两季调查各站位底栖生物多样性指数、均匀度、丰度和优势度

| 春季 |     |     |     |     | 秋季 |     |     |     |     |
|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| 站号 | 丰度  | 均匀度 | 多样性 | 优势度 | 站号 | 多样性 | 均匀度 | 丰度  | 优势度 |
| P1 | *** | *** | *** | *** | P1 | *** | *** | *** | *** |
| P3 | *** | *** | *** | *** | P3 | *** | *** | *** | *** |
| P5 | *** | *** | *** | *** | P5 | *** | *** | *** | *** |
| P7 | *** | *** | *** | *** | P7 | *** | *** | *** | *** |

| 春季  |     |     |     |     | 秋季  |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 站号  | 丰度  | 均匀度 | 多样性 | 优势度 | 站号  | 多样性 | 均匀度 | 丰度  | 优势度 |
| P8  | *** | *** | *** | *** | P8  | *** | *** | *** | *** |
| P9  | *** | *** | *** | *** | P9  | *** | *** | *** | *** |
| P11 | *** | *** | *** | *** | P11 | *** | *** | *** | *** |
| P12 | *** | *** | *** | *** | P12 | *** | *** | *** | *** |
| P13 | *** | *** | *** | *** | P13 | *** | *** | *** | *** |
| P14 | *** | *** | *** | *** | P14 | *** | *** | *** | *** |
| P15 | *** | *** | *** | *** | P15 | *** | *** | *** | *** |
| P17 | *** | *** | *** | *** | P17 | *** | *** | *** | *** |
| P18 | *** | *** | *** | *** | P18 | *** | *** | *** | *** |
| P19 | *** | *** | *** | *** | P19 | *** | *** | *** | *** |
| P21 | *** | *** | *** | *** | P21 | *** | *** | *** | *** |
| P23 | *** | *** | *** | *** | P23 | *** | *** | *** | *** |
| P25 | *** | *** | *** | *** | P25 | *** | *** | *** | *** |
| 最大值 | *** | *** | *** | *** | 最大值 | *** | *** | *** | *** |
| 最小值 | *** | *** | *** | *** | 最小值 | *** | *** | *** | *** |
| 平均值 | *** | *** | *** | *** | 平均值 | *** | *** | *** | *** |

## 5.6 海洋生物质量现状调查与评价

### 5.6.1 主要污染物质的含量状况

春季生物质量调查在 12 个站位采集到底栖生物，受测物种有黑鲷、矛尾复蝦虎鱼（鱼类），日本蟳、鲜明鼓虾（甲壳类），紫贻贝（软体动物贝类）。春季调查生物体内污染物含量见表 5.6-1。

秋季生物质量调查在 17 个站位采集到底栖生物，生物样品主要为日本枪乌贼、黄鲫、矛尾虾虎鱼和短吻红舌鳎。其中，黄鲫、矛尾虾虎鱼和短吻红舌鳎属于鱼类，日本枪乌贼属于软体动物。秋季调查生物体内污染物含量见表 5.6-2。

根据《海洋监测规范》（GB17378.6-2007）的有关规定，取待测生物样品的可食部分，测定其铜、铅、锌、镉、铬、砷、汞和石油烃的含量。

表 5.6-1 春季调查生物质量分析结果（湿重： $\times 10^{-6}$ ）

| 站号 | 种名     | 铜   | 铅   | 镉   | 铬   | 锌   | 砷   | 汞   | 石油烃 |
|----|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| P1 | 黑鲷     | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P1 | 鲜明鼓虾   | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P1 | 紫贻贝    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P3 | 黑鲷     | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P3 | 鲜明鼓虾   | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P3 | 紫贻贝    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P5 | 矛尾复蝦虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P5 | 日本蟳    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P7 | 矛尾复蝦虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |

| 站号  | 种名     | 铜   | 铅   | 镉   | 铬   | 锌   | 砷   | 汞   | 石油烃 |
|-----|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| P7  | 日本蟳    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P9  | 黑鲷     | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P9  | 鲜明鼓虾   | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P9  | 紫贻贝    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P12 | 黑鲷     | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P12 | 鲜明鼓虾   | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P12 | 紫贻贝    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P14 | 矛尾复蝦虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P14 | 日本蟳    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P17 | 矛尾复蝦虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P17 | 日本蟳    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P19 | 黑鲷     | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P19 | 鲜明鼓虾   | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P19 | 紫贻贝    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P21 | 矛尾复蝦虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P21 | 日本蟳    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P23 | 黑鲷     | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P23 | 鲜明鼓虾   | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P23 | 紫贻贝    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P25 | 矛尾复蝦虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P25 | 日本蟳    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |

 表 5.6-2 秋季调查生物质量分析结果（湿重： $\times 10^{-6}$ ）

| 站号  | 种名    | 铜   | 铅   | 镉   | 铬   | 锌   | 砷   | 汞   | 石油烃 |
|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| P1  | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P1  | 黄鲫    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P3  | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P3  | 黄鲫    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P5  | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P5  | 黄鲫    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P7  | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P7  | 短吻红舌鲷 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P8  | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P8  | 黄鲫    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P9  | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P9  | 矛尾虾虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P11 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P11 | 黄鲫    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P12 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P12 | 矛尾虾虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P13 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P13 | 矛尾虾虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P14 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P14 | 黄鲫    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P15 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P15 | 黄鲫    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P17 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |

| 站号  | 种名    | 铜   | 铅   | 镉   | 铬   | 锌   | 砷   | 汞   | 石油烃 |
|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| P17 | 短吻红舌鳎 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P18 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P18 | 黄鲫    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P19 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P19 | 矛尾虾虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P21 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P21 | 黄鲫    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P23 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P23 | 矛尾虾虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P25 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P25 | 黄鲫    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |

### 5.6.2 生物质量评价结果

春季调查海区的生物质量调查中，紫贻贝体内石油烃含量略微超出国家规定的的第一类生物质量标准要求，超标率为 17%，最大超标倍数为 0.007 倍；其余生物体内所有评价因子含量均符合生物质量标准要求。总体来看，调查海域生物质量状况良好。春季调查海洋生物质量各评价因子的单项标准指数见表 5.6-3。

秋季调查各受试生物生物质量均较好，铜、铅、锌、铬、汞、石油烃的单项标准指数值均小于 1，无超标样品，满足生物质量标准的要求。秋季调查海洋生物质量各评价因子的单项标准指数见表 5.6-4。

表 5.6-3 春季调查海洋生物质量标准指数值

| 站号  | 种名     | 铜   | 铅   | 镉   | 铬   | 锌   | 砷   | 汞   | 石油烃 |
|-----|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| P1  | 黑鲷     | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P1  | 鲜明鼓虾   | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P1  | 紫贻贝    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P3  | 黑鲷     | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P3  | 鲜明鼓虾   | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P3  | 紫贻贝    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P5  | 矛尾复蝦虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P5  | 日本蟳    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P7  | 矛尾复蝦虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P7  | 日本蟳    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P9  | 黑鲷     | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P9  | 鲜明鼓虾   | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P9  | 紫贻贝    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P12 | 黑鲷     | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P12 | 鲜明鼓虾   | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P12 | 紫贻贝    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P14 | 矛尾复蝦虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |

| 站号  | 种名     | 铜   | 铅   | 镉   | 铬   | 锌   | 砷   | 汞   | 石油烃 |
|-----|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| P14 | 日本蝠    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P17 | 矛尾复蝦虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P17 | 日本蝠    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P19 | 黑鲷     | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P19 | 鲜明鼓虾   | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P19 | 紫贻贝    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P21 | 矛尾复蝦虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P21 | 日本蝠    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P23 | 黑鲷     | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P23 | 鲜明鼓虾   | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P23 | 紫贻贝    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P25 | 矛尾复蝦虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P25 | 日本蝠    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |

表 5.6-4 秋季调查海洋生物质量标准指数值

| 站号  | 中文    | 铜   | 铅   | 镉   | 锌   | 汞   | 石油烃 |
|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| P1  | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P1  | 黄鲫    | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P3  | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P3  | 黄鲫    | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P5  | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P5  | 黄鲫    | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P7  | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P7  | 短吻红舌鲷 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P8  | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P8  | 黄鲫    | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P9  | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P9  | 矛尾虾虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P11 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P11 | 黄鲫    | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P12 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P12 | 矛尾虾虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P13 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P13 | 矛尾虾虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P14 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P14 | 黄鲫    | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P15 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P15 | 黄鲫    | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P17 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P17 | 短吻红舌鲷 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P18 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P18 | 黄鲫    | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P19 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P19 | 矛尾虾虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P21 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P21 | 黄鲫    | *** | *** | *** | *** | *** | *** |

| 站号  | 中文    | 铜   | 铅   | 镉   | 锌   | 汞   | 石油烃 |
|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| P23 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P23 | 矛尾虾虎鱼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P25 | 日本枪乌贼 | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| P25 | 黄鲫    | *** | *** | *** | *** | *** | *** |

## 5.7 渔业资源现状调查与评价

### 5.7.1 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黄海水产研究所调查资料以及相关的科研成果、文献资料等，现状调查分别于 2018 年春季（5 月）和秋季（10 月）进行。调查均围绕本项目所在的 PL25-6 油田及依托的 PL19-3 油田、19-9 油田周围海域进行。

#### 5.7.1.1 调查站位布设

春、秋两季渔业资源调查站位布设相同，共设 12 个调查站位，具体调查站位见图 5.7-1 和表 5.7-1。

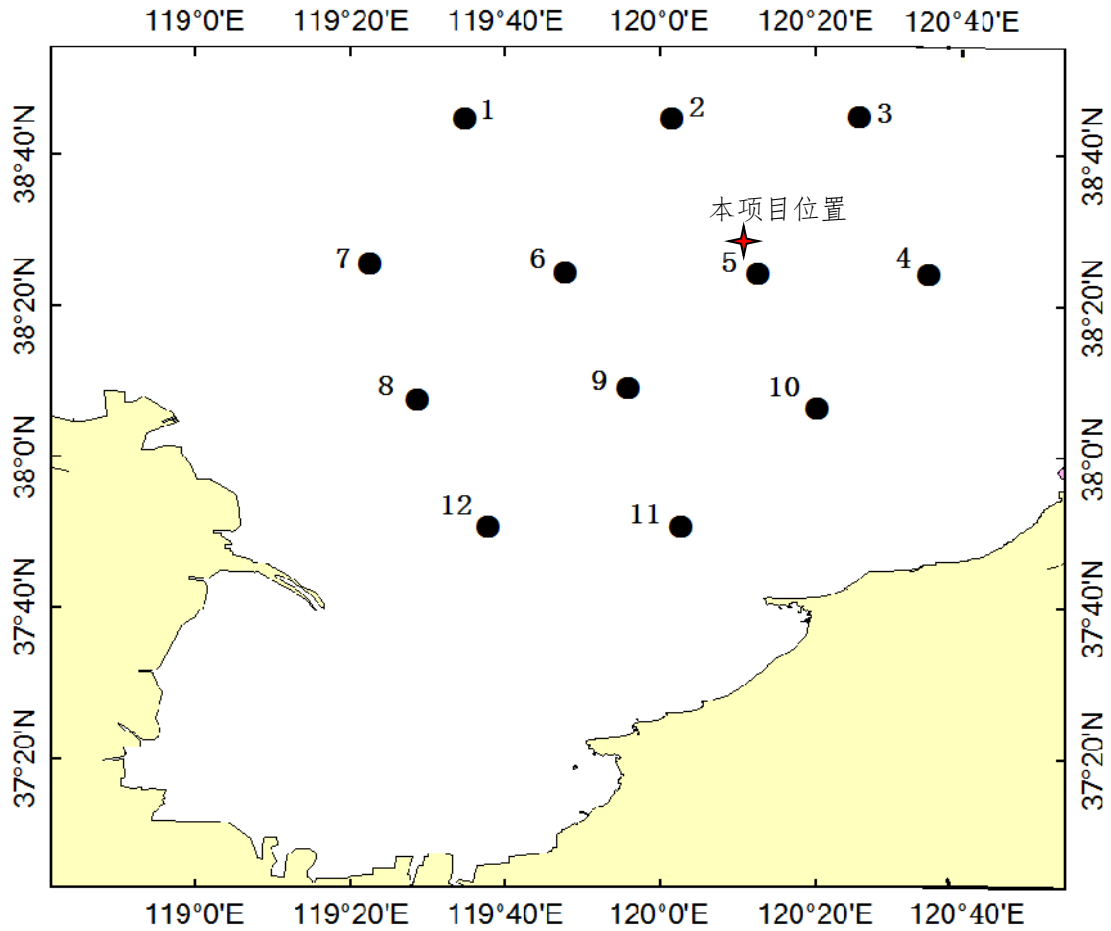


图 5.7-1 渔业资源调查站位

表 5.7-1 渔业资源调查站位坐标

| 站位 | 经度  | 纬度  |
|----|-----|-----|
| 1  | *** | *** |
| 2  | *** | *** |
| 3  | *** | *** |
| 4  | *** | *** |
| 5  | *** | *** |
| 6  | *** | *** |
| 7  | *** | *** |
| 8  | *** | *** |
| 9  | *** | *** |
| 10 | *** | *** |
| 11 | *** | *** |
| 12 | *** | *** |

### 5.7.1.2 调查取样和分析方法

#### a 游泳动物

游泳动物拖网调查按《GB12763.6 海洋调查规范第 6 部分海洋生物调查》

相关规定执行。

渔业资源拖网调查所用网具均为单拖底拖网，网口 1400 目，网目尺寸 5.6 cm，网口周长 80m，囊网网目 20 mm，网口宽度 10.2 m，网口高度 5.5m。每站拖网 1 h，拖网速度 3.0 n mile/h，每站拖网平均扫海面积 0.05667 km<sup>2</sup>。渔获物在船上鉴定种类，并按种类记录重量、尾数等数据，样本冰冻保存带回实验室详细测定生物学数据。

游泳动物资源密度的计算采用扫海面积法，基本原理是通过拖网时网具扫过的单位面积内捕获的游泳动物的数量，计算单位面积内的现存绝对资源密度。

公式如下：

$$\rho = D / (p \cdot a)$$

式中： $\rho$  为现存资源量； $D$  为相对资源密度，即平均渔获量； $a$  为网次扫海面积； $p$  为网具捕获率。

## b 鱼卵、仔稚鱼

鱼卵、仔稚鱼调查根据 GB12763.6《海洋调查规范第 6 部分：海洋生物调查》的有关要求执行。两次调查定量样品采集均使用浅水 I 型浮游生物网（口径 50 cm，长 145 cm）自底至表垂直取样，定性样品采集使用大型浮游生物网（口径 80 cm，长 280 cm）表层水平拖网 10 min，拖网速度 2 n mile/h。采集的样品经 5% 甲醛海水溶液固定保存后，在实验室进行样品分类鉴定和计数。

鱼卵仔稚鱼密度计算公式：

$$G = N / V$$

式中： $G$  为单位体积海水中鱼卵或仔稚鱼个体数，单位为粒/m<sup>3</sup> 或尾/m<sup>3</sup>； $N$  为全网鱼卵或仔稚鱼个体数，单位为粒或尾； $V$  为滤水量，单位为立方米。

## 5.7.2 渔业资源现状调查与评价

### 5.7.2.1 鱼类资源状况

#### a 种类组成和生物特点

春、秋两季调查鱼类种类名录见附表 3。

春季调查共出现鱼类 37 种，其中，中上层鱼类 8 种，占 21.6%，近底层

鱼类 7 种，占 18.9%，底层鱼类 22 种，占 59.5%。无优势种；重要种有斑鰾、青鳞小沙丁鱼、赤鼻棱鯧、六丝钝尾虾虎鱼、鲷、方氏锦鲷、短吻红舌鲷、矛尾虾虎鱼；常见种有细纹狮子鱼、小黄鱼、黄鲫、中华栉孔虾虎鱼、大泷六线鱼、普氏细棘虾虎鱼。按经济价值高低区分，经济价值较高的种类有 9 种，占鱼类种类数的 24.3%，包括褐牙鲈、花鲈、银鲳、许氏平鲈、小黄鱼、蓝点马鲛和鮫等；经济价值一般种类 7 种，占 18.9%，包括大泷六线鱼、斑鰾、高眼鲷和鲷等；经济价值较低种类 21 种，占 56.8%，包括黄鲫、斑尾刺虾虎鱼、六丝钝尾虾虎鱼、方氏锦鲷、赤鼻棱鯧、细纹狮子鱼、青鳞小沙丁鱼和鯧等。

秋季调查共渔获鱼类 40 种，中上层鱼类 9 种，占 22.5%，近底层鱼类 8 种，占 20%，底层鱼类 23 种，占 57.5%。优势种分别为青鳞小沙丁鱼；重要种矛尾虾虎鱼、斑鰾、赤鼻棱鯧、黄鲫、鯧、小黄鱼；常见种短吻红舌鲷、六丝钝尾、虾虎鱼、皮氏叫姑鱼、斑尾刺虾虎鱼、鲷、小带鱼。按经济价值高低区分，经济价值较高的种类有 14 种，占鱼类种类数的 35%，包括银鲳、许氏平鲈、小黄鱼、皮氏叫姑鱼、褐牙鲈和假睛东方鲀等；经济价值一般种类 7 种，占 17.5%，包括大泷六线鱼、长蛇鲻、多鳞鳢和鲷等；经济价值较低种类 19 种，占 47.5%，包括黄鲫、方氏云鲷、矛尾虾虎鱼、绯鲗、中华栉孔虾虎鱼、赤鼻棱鯧、髯缟虾虎鱼、青鳞小沙丁鱼和鯧等。

b 渔获组成

春、秋两季调查各站鱼类资源密度见表 5.7-2。

春季调查渔获量范围为 36~984 尾/h，0.45~4.65kg/h，平均值为 231 尾/h，1.70kg/h。春季调查幼鱼尾数占总尾数的 12.4%，平均幼鱼密度为 29 尾/h，平均生物量 0.09kg/h。鱼类成体平均生物量为 1.61 kg/h。

秋季渔获量范围为 109~3747 尾/h，0.49~14.95 kg/h，平均值为 993 尾/h，5.54kg/h。秋季调查幼鱼尾数占鱼类总尾数的 21.1%，幼鱼平均密度为 210 尾/h，生物量为 0.69 kg/h。鱼类成体平均生物量为 4.85 kg/h。

表 5.7-2 春、秋季鱼类资源密度

| 春季 |            |           | 秋季 |            |           |
|----|------------|-----------|----|------------|-----------|
| 站号 | 生物密度 (尾/h) | 生物量(kg/h) | 站号 | 生物密度 (尾/h) | 生物量(kg/h) |
| 1  | ***        | ***       | 1  | ***        | ***       |

| 春季 |            |           | 秋季 |            |           |
|----|------------|-----------|----|------------|-----------|
| 站号 | 生物密度 (尾/h) | 生物量(kg/h) | 站号 | 生物密度 (尾/h) | 生物量(kg/h) |
| 2  | ***        | ***       | 2  | ***        | ***       |
| 3  | ***        | ***       | 3  | ***        | ***       |
| 4  | ***        | ***       | 4  | ***        | ***       |
| 5  | ***        | ***       | 5  | ***        | ***       |
| 6  | ***        | ***       | 6  | ***        | ***       |
| 7  | ***        | ***       | 7  | ***        | ***       |
| 8  | ***        | ***       | 8  | ***        | ***       |
| 9  | ***        | ***       | 9  | ***        | ***       |
| 10 | ***        | ***       | 10 | ***        | ***       |
| 11 | ***        | ***       | 11 | ***        | ***       |
| 12 | ***        | ***       | 12 | ***        | ***       |
| 平均 | ***        | ***       | 平均 | ***        | ***       |

c 鱼类相对资源量评估

春、秋两季调查鱼类各站鱼类相对资源量见表 5.7-3。

春季鱼类平均资源量为 60.00 kg/ km<sup>2</sup>，其中鱼类成体平均资源量为 56.86kg/km<sup>2</sup>，幼鱼平均资源密度为 1011 尾/ km<sup>2</sup>。

秋季鱼类平均资源量为 195.48kg/km<sup>2</sup>，其中鱼类成体平均资源量为 171.08kg/ km<sup>2</sup>，幼鱼平均资源密度为 7396 尾/ km<sup>2</sup>。

综上，春、秋两季鱼类平均资源量为 127.74kg/ km<sup>2</sup>，其中鱼类成体平均资源量为 113.97kg/ km<sup>2</sup>，幼鱼平均资源密度为 4204 尾/ km<sup>2</sup>。

表 5.7-3 春、秋两季调查各站鱼类相对资源量 (kg/ km<sup>2</sup>)

| 春季 |                             |                             |                              | 秋季 |                             |                             |                              |
|----|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|----|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 站号 | 总资源量 (kg/ km <sup>2</sup> ) | 成体资源量 (kg/km <sup>2</sup> ) | 幼体资源密度 (尾/ km <sup>2</sup> ) | 站号 | 总资源量 (kg/ km <sup>2</sup> ) | 成体资源量 (kg/km <sup>2</sup> ) | 幼体资源密度 (尾/ km <sup>2</sup> ) |
| 1  | ***                         | ***                         | ***                          | 1  | ***                         | ***                         | ***                          |
| 2  | ***                         | ***                         | ***                          | 2  | ***                         | ***                         | ***                          |
| 3  | ***                         | ***                         | ***                          | 3  | ***                         | ***                         | ***                          |
| 4  | ***                         | ***                         | ***                          | 4  | ***                         | ***                         | ***                          |
| 5  | ***                         | ***                         | ***                          | 5  | ***                         | ***                         | ***                          |
| 6  | ***                         | ***                         | ***                          | 6  | ***                         | ***                         | ***                          |
| 7  | ***                         | ***                         | ***                          | 7  | ***                         | ***                         | ***                          |
| 8  | ***                         | ***                         | ***                          | 8  | ***                         | ***                         | ***                          |
| 9  | ***                         | ***                         | ***                          | 9  | ***                         | ***                         | ***                          |
| 10 | ***                         | ***                         | ***                          | 10 | ***                         | ***                         | ***                          |
| 11 | ***                         | ***                         | ***                          | 11 | ***                         | ***                         | ***                          |
| 12 | ***                         | ***                         | ***                          | 12 | ***                         | ***                         | ***                          |
| 平均 | ***                         | ***                         | ***                          | 平均 | ***                         | ***                         | ***                          |

### 5.7.2.2 头足类资源

#### a 种类组成

头足类种类名录见附表 3。

春季调查共出现头足类 4 种，优势种为火枪乌贼，常见种为双喙耳乌贼、短蛸和长蛸。按经济价值区分，共出现经济价值较高的头足类 2 种，为长蛸、短蛸；经济价值一般的头足类为火枪乌贼 1 种；经济价值较低的头足类为双喙耳乌贼 1 种。

秋季调查共渔获头足类 3 种。优势种为枪乌贼，重要种为短蛸和长蛸。按经济价值区分，共出现经济价值较高的头足类 2 种，为长蛸、短蛸；经济价值一般的头足类为火枪乌贼 1 种。

#### b 渔获组成

春、秋两季调查各站头足类资源密度见表 5.7-4。

春季调查头足类生物量变化范围在 0.02~1.16 kg/h，平均值为 0.33 kg/h；头足类生物密度范围在 2~50 尾/h，平均值为 18 尾/h。根据渔获物分析，春季调查头足类幼体尾数占总尾数的 13.4%，幼体平均密度为 2.4ind/h，生物量为 0.01 kg/h，头足类成体平均生物量为 0.32kg/h。

秋季调查头足类生物量变化范围在 0.14~9.29kg/h，平均值为 2.64 kg/h；头足类生物密度范围在 10~3614 尾/h，平均值为 659 尾/h。根据渔获物分析，秋季调查头足类幼体尾数占总尾数的 26.5%，幼体平均密度为 175 尾/h，生物量为 0.66 kg/h，头足类成体平均生物量为 1.98kg/h。

表 5.7-4 春、秋季头足类资源密度

| 春季 |            |            | 秋季 |            |            |
|----|------------|------------|----|------------|------------|
| 站号 | 生物密度 (尾/h) | 生物量 (kg/h) | 站号 | 生物密度 (尾/h) | 生物量 (kg/h) |
| 1  | ***        | ***        | 1  | ***        | ***        |
| 2  | ***        | ***        | 2  | ***        | ***        |
| 3  | ***        | ***        | 3  | ***        | ***        |
| 4  | ***        | ***        | 4  | ***        | ***        |
| 5  | ***        | ***        | 5  | ***        | ***        |
| 6  | ***        | ***        | 6  | ***        | ***        |
| 7  | ***        | ***        | 7  | ***        | ***        |
| 8  | ***        | ***        | 8  | ***        | ***        |
| 9  | ***        | ***        | 9  | ***        | ***        |

| 春季 |            |            | 秋季 |            |            |
|----|------------|------------|----|------------|------------|
| 站号 | 生物密度 (尾/h) | 生物量 (kg/h) | 站号 | 生物密度 (尾/h) | 生物量 (kg/h) |
| 10 | ***        | ***        | 10 | ***        | ***        |
| 11 | ***        | ***        | 11 | ***        | ***        |
| 12 | ***        | ***        | 12 | ***        | ***        |
| 平均 | ***        | ***        | 平均 | ***        | ***        |

c 头足类相对资源量评估

春、秋两季调查鱼类各站头足类相对资源量见表 5.7-5。

春季头足类平均资源量为 11.65kg/km<sup>2</sup>，其中头足类成体平均资源量为 11.30kg/km<sup>2</sup>，幼体平均资源密度为 85 尾/km<sup>2</sup>。

秋季头足类平均资源量为 93.17kg/km<sup>2</sup>，其中头足类成体平均资源量为 69.75kg/km<sup>2</sup>，幼体平均资源密度为 6163 尾/km<sup>2</sup>。

综上，春、秋两季头足类平均资源量为 52.49kg/km<sup>2</sup>，其中成体平均资源量为 40.53kg/km<sup>2</sup>，幼体平均资源密度为 3124 尾/km<sup>2</sup>。

表 5.7-5 春、秋两季调查各站头足类相对资源量 (kg/km<sup>2</sup>)

| 春季 |                            |                             |                             | 秋季 |                            |                             |                             |
|----|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 站号 | 总资源量 (kg/km <sup>2</sup> ) | 成体资源量 (kg/km <sup>2</sup> ) | 幼体资源密度 (尾/km <sup>2</sup> ) | 站号 | 总资源量 (kg/km <sup>2</sup> ) | 成体资源量 (kg/km <sup>2</sup> ) | 幼体资源密度 (尾/km <sup>2</sup> ) |
| 1  | ***                        | ***                         | ***                         | 1  | ***                        | ***                         | ***                         |
| 2  | ***                        | ***                         | ***                         | 2  | ***                        | ***                         | ***                         |
| 3  | ***                        | ***                         | ***                         | 3  | ***                        | ***                         | ***                         |
| 4  | ***                        | ***                         | ***                         | 4  | ***                        | ***                         | ***                         |
| 5  | ***                        | ***                         | ***                         | 5  | ***                        | ***                         | ***                         |
| 6  | ***                        | ***                         | ***                         | 6  | ***                        | ***                         | ***                         |
| 7  | ***                        | ***                         | ***                         | 7  | ***                        | ***                         | ***                         |
| 8  | ***                        | ***                         | ***                         | 8  | ***                        | ***                         | ***                         |
| 9  | ***                        | ***                         | ***                         | 9  | ***                        | ***                         | ***                         |
| 10 | ***                        | ***                         | ***                         | 10 | ***                        | ***                         | ***                         |
| 11 | ***                        | ***                         | ***                         | 11 | ***                        | ***                         | ***                         |
| 12 | ***                        | ***                         | ***                         | 12 | ***                        | ***                         | ***                         |
| 平均 | ***                        | ***                         | ***                         | 平均 | ***                        | ***                         | ***                         |

5.7.2.3 甲壳类资源

a 种类组成

甲壳类种类名录详见附表 3。

春季调查春季调查共捕获甲壳类 16 种，包括虾类 11 种，蟹类 5 种。虾



类按经济价值分，经济价值较高的有 2 种，为口虾蛄和鹰抓虾；经济价值一般的有 6 种，为葛氏长臂虾、日本鼓虾、鲜明鼓虾、脊尾白虾、大螯蛄虾；经济价值较低的有 4 种，为红条鞭腕虾、疣背深额虾、长足七腕虾和日本褐虾。蟹类按经济价值区分，经济价值较高三疣梭子蟹和日本蟳 2 种；其余经济价值均较低。

秋季调查共捕获甲壳类 12 种，其中虾类 8 种，蟹类 4 种。虾类按经济价值区分，经济价值较高的虾类 3 种，为中国对虾、鹰抓虾和口虾蛄；经济价值一般的虾类 4 种，有葛氏长臂虾、日本鼓虾、鲜明鼓虾、脊尾白虾；经济价值较低的虾类 1 种，为红条鞭腕虾。蟹类按经济价值区分，经济价值较高的蟹类为三疣梭子蟹和日本蟳 2 种；经济价值较低的蟹类 3 种，包括隆线强蟹和泥脚隆背蟹。

## b 渔获组成

春、秋两季调查各站甲壳类资源密度见表 5.7-6。

春季调查虾类生物量变化范围在 0.32~12.21kg/h，平均值为 3.09kg/h；生物密度范围在 40~2713 尾/h，平均值为 989 尾/h。蟹类生物量变化范围在 0~0.39kg/h，平均值为 0.17 kg/h；生物密度范围在 0~33 尾/h，平均值为 14 尾/h。根据渔获物分析，调查中虾类幼体的尾数占虾类总尾数的 14.72%，虾类幼体平均生物密度为 146 尾/h，生物量为 0.27kg/h，虾类成体生物密度平均为 843 尾/h，生物量平均为 2.82kg/h；蟹类幼体尾数占虾类总尾数的 8.54%，蟹类幼体平均生物密度为 1.2 尾/h，生物量为 0.012 kg/h，蟹类成体生物密度平均为 13 尾/h，平均生物量为 0.16 kg/h。

秋季调查虾类生物量变化范围在 0.05~27.43kg/h，平均值为 7.89kg/h；生物密度范围在 4~3834 尾/h，平均值为 894 尾/h；蟹类生物量变化范围在 0.04~3.81 kg/h，平均值为 1.11 kg/h；生物密度范围在 1~86 尾/h，平均值为 22 尾/h。根据渔获物分析，秋季调查中虾类幼体的尾数占虾类总尾数的 28.9%，平均生物密度为 258 尾/h，生物量为 1.21 kg/h，虾类成体平均生物密度为 636 尾/h，平均生物量为 6.68kg/h；蟹类幼体的尾数占蟹类总尾数的 14.26%，平均生物密度为 3 尾/h，平均生物量为 0.07 kg/h，蟹类成体平均生物密度为 19 尾



/h, 平均生物量为 1.04 kg/h。

表 5.7-6 春、秋两季调查甲壳类各站的生物密度(尾/h)和生物量(kg/h)

| 春季 |            |     |            |     | 秋季 |            |     |            |     |
|----|------------|-----|------------|-----|----|------------|-----|------------|-----|
| 站号 | 生物密度 (尾/h) |     | 生物量 (kg/h) |     | 站号 | 生物密度 (尾/h) |     | 生物量 (kg/h) |     |
|    | 虾类         | 蟹类  | 虾类         | 蟹类  |    | 虾类         | 蟹类  | 虾类         | 蟹类  |
| 1  | ***        | *** | ***        | *** | 1  | ***        | *** | ***        | *** |
| 2  | ***        | *** | ***        | *** | 2  | ***        | *** | ***        | *** |
| 3  | ***        | *** | ***        | *** | 3  | ***        | *** | ***        | *** |
| 4  | ***        | *** | ***        | *** | 4  | ***        | *** | ***        | *** |
| 5  | ***        | *** | ***        | *** | 5  | ***        | *** | ***        | *** |
| 6  | ***        | *** | ***        | *** | 6  | ***        | *** | ***        | *** |
| 7  | ***        | *** | ***        | *** | 7  | ***        | *** | ***        | *** |
| 8  | ***        | *** | ***        | *** | 8  | ***        | *** | ***        | *** |
| 9  | ***        | *** | ***        | *** | 9  | ***        | *** | ***        | *** |
| 10 | ***        | *** | ***        | *** | 10 | ***        | *** | ***        | *** |
| 11 | ***        | *** | ***        | *** | 11 | ***        | *** | ***        | *** |
| 12 | ***        | *** | ***        | *** | 12 | ***        | *** | ***        | *** |
| 平均 | ***        | *** | ***        | *** | 平均 | ***        | *** | ***        | *** |

### c 甲壳类相对资源量评估

春、秋两季调查甲壳类相对资源量见表 5.7-7

春季调查海域虾类平均资源量为 109.05 kg/km<sup>2</sup>, 其中, 虾类成体资源量为 99.80kg/ km<sup>2</sup>, 虾类幼体平均资源密度为 5138 尾/ km<sup>2</sup>。蟹类平均资源量为 6.00 kg/ km<sup>2</sup>, 其中, 蟹类成体资源量为 5.58kg km<sup>2</sup>, 蟹类幼体平均资源密度为 42 尾/ km<sup>2</sup>。

秋季调查海域虾类平均资源量为 278.45kg/ km<sup>2</sup>, 其中, 虾类成体资源量为 235.84 kg/ km<sup>2</sup>, 虾类幼体平均资源密度为 9105 尾/ km<sup>2</sup>。秋季蟹类平均资源量为 39.17kg/ km<sup>2</sup>, 其中, 蟹类成体资源量为 36.74kg/ km<sup>2</sup>, 蟹类幼体平均资源密度为 106 尾/ km<sup>2</sup>。

综上, 春、秋两季甲壳类平均资源量为 216.34kg/ km<sup>2</sup>, 其中虾类春秋两季平均资源量为 193.75kg/ km<sup>2</sup>, 虾类成体平均资源量为 167.82kg/ km<sup>2</sup>, 虾类幼体平均资源密度为 7122 尾/ km<sup>2</sup>。蟹类春秋两季平均资源量为 22.59kg/ km<sup>2</sup>, 蟹类成体平均资源量为 21.16kg/ km<sup>2</sup>, 蟹类幼体平均资源密度为 74 尾/ km<sup>2</sup>。

表 5.7-7 春、秋两季调查各站甲壳类相对资源量 (kg/km<sup>2</sup>)

| 站号 | 春季                         |     |                             |     |                             |     | 站号 | 秋季                         |     |                             |     |                             |     |
|----|----------------------------|-----|-----------------------------|-----|-----------------------------|-----|----|----------------------------|-----|-----------------------------|-----|-----------------------------|-----|
|    | 总资源量 (kg/km <sup>2</sup> ) |     | 成体资源量 (kg/km <sup>2</sup> ) |     | 幼体资源密度 (尾/km <sup>2</sup> ) |     |    | 总资源量 (kg/km <sup>2</sup> ) |     | 成体资源量 (kg/km <sup>2</sup> ) |     | 幼体资源密度 (尾/km <sup>2</sup> ) |     |
|    | 虾类                         | 蟹类  | 虾类                          | 蟹类  | 虾类                          | 蟹类  |    | 虾类                         | 蟹类  | 虾类                          | 蟹类  | 虾类                          | 蟹类  |
| 1  | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** | 1  | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** |
| 2  | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** | 2  | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** |
| 3  | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** | 3  | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** |
| 4  | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** | 4  | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** |
| 5  | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** | 5  | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** |
| 6  | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** | 6  | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** |
| 7  | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** | 7  | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** |
| 8  | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** | 8  | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** |
| 9  | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** | 9  | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** |
| 10 | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** | 10 | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** |
| 11 | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** | 11 | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** |
| 12 | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** | 12 | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** |
| 平均 | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** | 平均 | ***                        | *** | ***                         | *** | ***                         | *** |

5.7.2.4 总资源评估

春、秋季游泳动物资源状况见表 5.7-8。

a 春季

本次调查，在评价区内共捕获游泳动物 57 种，其中鱼类 37 种，头足类 4 种，甲壳类 16 种。游泳动物总平均渔获量为 5.29 kg/h，游泳动物成体平均渔获量为 4.91kg/h，幼体平均生物量密度为 178 尾/km<sup>2</sup>。

经换算，春季游泳动物成体总平均资源量为 186.70kg/ km<sup>2</sup>，成体资源量 173.54kg/ km<sup>2</sup>，幼体平均资源密度 6276 尾/km<sup>2</sup>。

b 秋季

本次调查，在评价区内共获游泳动物 51 种，其中鱼类 30 种，头足类 3 种，甲壳类 18 种。游泳动物成体总平均渔获率为 27.99 kg/h，平均渔获尾数 2014 尾/h，游泳动物成体平均资源量为 987.30 kg/km<sup>2</sup>，资源密度为 71041 尾/km<sup>2</sup>；幼体渔获率为 540 尾/h，幼体资源密度为 19048 尾/km<sup>2</sup>。

经换算，秋季游泳动物成体总平均资源量为 606.27kg/ km<sup>2</sup>，成体资源量 513.41kg/ km<sup>2</sup>，幼体平均资源密度 22770 尾/km<sup>2</sup>。

表 5.7-8 春、秋两季调查各站游泳动物资源状况 (kg/km<sup>2</sup>)

| 春季 |                            |                             | 秋季                          |    |                            |                             |                             |
|----|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 站号 | 总资源量 (kg/km <sup>2</sup> ) | 成体资源量 (kg/km <sup>2</sup> ) | 幼体资源密度 (尾/km <sup>2</sup> ) | 站号 | 总资源量 (kg/km <sup>2</sup> ) | 成体资源量 (kg/km <sup>2</sup> ) | 幼体资源密度 (尾/km <sup>2</sup> ) |
| 1  | ***                        | ***                         | ***                         | 1  | ***                        | ***                         | ***                         |
| 2  | ***                        | ***                         | ***                         | 2  | ***                        | ***                         | ***                         |
| 3  | ***                        | ***                         | ***                         | 3  | ***                        | ***                         | ***                         |
| 4  | ***                        | ***                         | ***                         | 4  | ***                        | ***                         | ***                         |
| 5  | ***                        | ***                         | ***                         | 5  | ***                        | ***                         | ***                         |
| 6  | ***                        | ***                         | ***                         | 6  | ***                        | ***                         | ***                         |
| 7  | ***                        | ***                         | ***                         | 7  | ***                        | ***                         | ***                         |
| 8  | ***                        | ***                         | ***                         | 8  | ***                        | ***                         | ***                         |
| 9  | ***                        | ***                         | ***                         | 9  | ***                        | ***                         | ***                         |
| 10 | ***                        | ***                         | ***                         | 10 | ***                        | ***                         | ***                         |
| 11 | ***                        | ***                         | ***                         | 11 | ***                        | ***                         | ***                         |
| 12 | ***                        | ***                         | ***                         | 12 | ***                        | ***                         | ***                         |
| 平均 | ***                        | ***                         | ***                         | 平均 | ***                        | ***                         | ***                         |

### 5.7.2.5 鱼卵、仔稚鱼

#### a 种类组成

春季调查所获鱼卵鱼卵 8 种，分别为斑鰈、鯉、焦氏舌鰻、蓝点马鲛、青鳞小沙丁鱼、许氏平鲉、矛尾鰕虎鱼、方氏锦鲷。仔稚鱼 5 种，分别为斑鰈、青鳞小沙丁鱼、矛尾鰕虎鱼和许氏平鲉。

秋季航次调查共采集到鱼卵 1 种，为花鲈。仔稚鱼 1 种，为半滑舌鰻。

#### b 资源密度

春、秋两季调查各站鱼卵、仔稚鱼的密度见表 5.7-9。

春季调查的 12 个站位中，有 11 个站位捕获到鱼卵，出现频率为 91.7%，鱼卵密度范围为 0~0.74 粒/m<sup>3</sup>，平均值为 0.40 粒/m<sup>3</sup>。春季调查的 12 个站位中，有 9 个站位捕获到仔稚鱼，出现频率为 75%，仔稚鱼密度变化范围为 0~0.47 尾/m<sup>3</sup>，平均密度为 0.19 尾/m<sup>3</sup>。

秋季调查的 12 个站位中，有 3 个站位捕获到鱼卵，出现频率为 25%，鱼卵密度范围为 0~0.54 粒/m<sup>3</sup>，平均值为 0.10 粒/m<sup>3</sup>。秋季 12 个站位中，有 2 个站位捕获到仔稚鱼，出现频率为 16.7%，仔稚鱼密度变化范围为 0~0.26 尾/m<sup>3</sup>，平均密度为 0.04 尾/m<sup>3</sup>。

表 5.7-9 春、秋季鱼卵、仔稚鱼密度

| 春季 |                             |                              | 秋季 |                             |                              |
|----|-----------------------------|------------------------------|----|-----------------------------|------------------------------|
| 站号 | 鱼卵密度<br>(粒/m <sup>3</sup> ) | 仔稚鱼密度<br>(尾/m <sup>3</sup> ) | 站号 | 鱼卵密度<br>(粒/m <sup>3</sup> ) | 仔稚鱼密度<br>(尾/m <sup>3</sup> ) |
| 1  | ***                         | ***                          | 1  | ***                         | ***                          |
| 2  | ***                         | ***                          | 2  | ***                         | ***                          |
| 3  | ***                         | ***                          | 3  | ***                         | ***                          |
| 4  | ***                         | ***                          | 4  | ***                         | ***                          |
| 5  | ***                         | ***                          | 5  | ***                         | ***                          |
| 6  | ***                         | ***                          | 6  | ***                         | ***                          |
| 7  | ***                         | ***                          | 7  | ***                         | ***                          |
| 8  | ***                         | ***                          | 8  | ***                         | ***                          |
| 9  | ***                         | ***                          | 9  | ***                         | ***                          |
| 10 | ***                         | ***                          | 10 | ***                         | ***                          |
| 11 | ***                         | ***                          | 11 | ***                         | ***                          |
| 12 | ***                         | ***                          | 12 | ***                         | ***                          |
| 平均 | ***                         | ***                          | 平均 | ***                         | ***                          |

### 5.7.3 渔业生产现状调查与评价

#### 5.7.3.1 沿海主要渔港

评价区周围沿岸除有较大的龙口,长岛和羊口渔港外,还分布有十几个中小型渔港,每个沿海县市都有渔业码头,为沿海渔业生产提供了较为便利的条件,评价海域沿岸主要渔港分布见表 5.7-10。

表 5.7-10 沿海主要渔港分布

| 渔港名称     | 长度<br>(米) | 泊位<br>(个) | 渔港名称    | 长度<br>(米) | 泊位<br>(个) |
|----------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|
| 东营广利渔港   | 350       |           | 垦利小岛河渔港 | 660       |           |
| 垦利红光渔港   | 820       |           | 广饶支脉河渔港 | 560       |           |
| 寿光县羊口渔港  | 1840      | 60        | 蓬莱县渔港   | 89        | 3         |
| 长岛县渔港    | 440       | 15        | 寒亭区央子渔港 | 270       | 9         |
| 长岛砣矶避风港  | 300       |           | 无棣东风渔港  | 500       |           |
| 长岛黄城避风港  |           |           | 无棣岔口渔港  | 90        | 3         |
| 长岛钦岛避风港  |           |           | 利津钓口渔港  | 270       | 9         |
| 蓬莱刘家旺避风港 | 300       |           | 沾化海防渔港  | 110       |           |
| 蓬莱初旺避风港  | 200       |           | 黄骅歧口渔港  | 560       |           |
| 龙口渔港     | 250       | 9         | 黄骅大口河渔港 | 500       |           |
| 三山岛渔港    | 215       | 7         | 海兴县海丰渔港 | 80        |           |

### 5.7.3.2 海洋捕捞概况

#### a 捕捞产量和捕捞方式

评价海域沿岸区市县的海洋捕捞具有悠久的历史，以近海作业为主，生产网具主要包括拖网、流刺网、张网、围网等。基于保护和合理利用资源的目的，1988 年以后易损害幼鱼的底拖网和挂网已退出渤海，因此流网得到了迅速发展，成为主要的作业工具。评价海域沿岸区市县的海洋捕捞状况如表 5.7-11 所示。

表 5.7-11 海洋捕捞总产量（2017 年）（吨）

| 地区  | 捕捞产量   | 鱼类     | 甲壳类   | 头足类  | 贝类    | 其他    |
|-----|--------|--------|-------|------|-------|-------|
| 蓬莱市 | 171773 | 130063 | 6473  | 4503 | 16633 | 13855 |
| 莱州市 | 107178 | 55853  | 20176 | 2020 | 27098 | 2031  |
| 龙口市 | 3690   | 1907   | 1108  | 251  | 328   | 93    |
| 招远市 | 3955   | 2716   | 471   | 267  | 243   | 258   |
| 东营区 | 18306  | 8523   | 2682  |      | 3801  | 3300  |
| 河口区 | 14795  | 3990   | 4645  |      | 6160  |       |
| 垦利县 | 13969  | 6301   | 3107  |      | 3760  | 801   |
| 利津县 | 11688  | 4883   | 2283  |      | 3777  | 745   |
| 广饶县 | 34500  | 33054  | 166   |      | 1280  |       |
| 寿光市 | 148500 | 118800 | 16335 |      | 12771 | 594   |
| 昌邑市 | 18696  | 14946  | 505   |      | 3178  | 75    |

#### b 捕捞种类

海洋捕捞主要渔获种类包括鱼类、甲壳类和贝类三大类，藻类、头足类和其它种类产量较低。捕获的鱼类主要包括鳀鱼、梭鱼、蓝点马鲛、黄姑鱼、鲳鱼、鲈鱼、小黄鱼、带鱼等，捕获的甲壳类主要包括毛虾、鹰爪虾、口虾蛄、对虾、梭子蟹、日本蟳等。

### 5.7.3.3 海水养殖状况

评价海域沿岸海水养殖区分布广泛，主要养殖种类为鱼类、甲壳类和贝类，鱼类主要养殖品种为鲈鱼，甲壳类养殖品种包括日本对虾、南美白对虾、斑节对虾和梭子蟹等，贝类养殖品种包括扇贝、螺、蚶、蛤、蛎和牡蛎等，其它类养殖品种主要为海参；主要养殖方式是浅海、陆基和滩涂养殖。滩涂养殖主要分布在莱州湾的西岸和南岸，浅海养殖和港湾养殖主要分布于莱州湾的东岸。

胶莱河以西至黄河口岸段主要是对虾养殖，虾池多分布于区内河口两岸的潮上带的广大区域，通过入海河道引水入池。潍坊市的羊角沟至莱州市的刁龙嘴岸段，除对虾养殖外，还有滩涂的文蛤、菲律宾蛤仔养殖，刁龙嘴至蓬莱岸段，因底质多属岩礁型，潮间带狭窄，主要为浅海扇贝和藻类养殖。莱州湾沿岸的海水养殖在水产品产值中占有相对大的比重，其经济地位举足轻重。沿岸地区海水养殖面积和海水养殖产量见表 5.7-12。

表 5.7-12 调查海域沿海市县海水养殖面积

| 地区   | 养殖面积 (公顷) | 养殖产量 (吨) | 地区  | 养殖面积 (公顷) | 养殖产量 (吨) |
|------|-----------|----------|-----|-----------|----------|
| 蓬莱市  | 8212      | 165460   | 东营区 | 15900     | 33421    |
| 莱州市  | 54351     | 209802   | 河口区 | 26470     | 125062   |
| 招远市  | 4722      | 50600    | 垦利县 | 41330     | 119809   |
| 龙口市  | 9745      | 30014    | 广饶县 | 9470      | 54500    |
| 寿光市  | 15866     | 75540    | 利津县 | 12670     | 54787    |
| 昌邑市  | 28000     | 182330   | 无棣县 | 46376     | 139465   |
| 滨海新区 | 21660     | 67625    | 沾化县 | 25333     | 116452   |

#### 5.7.3.4 渔场和渔汛

工程位置位于莱州湾北部海域，为渤海的主要渔场，是渤海主要捕捞作业区之一，在渤海的渔业生产中占有较为重要的位置。由于评价区海域本身就为一渔场，一些重要经济鱼类终年生活在该海区，一些种类冬季仅作短距离移动，更多的种类冬季要洄游到黄海东南部越冬。它们一般每年 4 月底、5 月初进入渤海，11 月底和 12 月初离开，一般停留 7~8 个月。由于水温的季节性变化导致洄游性种类在不同时期进入渤海，因而渔业资源密度分布具有明显的季节差异。各种鱼、虾和蟹类在不同季节，其分布范围和数量上变化较大，形成了明显的季节性渔汛，即春汛和秋汛。春汛资源分布属向岸移动型，秋汛资源分布属向外移动型。渔汛主要为 4~10 月，3~6 月为春汛期，9~11 月为秋汛期，一般秋汛大于春汛。

春季评价区及周围水域资源密度较高，资源量高值区出现在莱州湾渔场，主要分布于莱州湾西部的黄河口附近水域。夏季评价区周围水域，特别是黄河口附近和渤海湾南部资源密度较大。秋季是一年中的重要渔汛期，是渔获量最大的季节，其中莱州湾的资源量大于渤海湾。冬季资源量分布明显移向深水区，



主要分布在渤海中部的较深水域。

此外，莱州湾还是毛虾和对虾的主要捕获渔场，由于资源严重衰退，近年来该区对虾产量显著下降，已形不成渔汛，但毛虾年产量一直较高。



## 6 环境影响回顾性分析与评价

本次 PL25-6 油田 3 井区开发项目将依托 PL 油田已建 PL19-3WHPF 平台、PL19-3CEPB 平台、海洋石油 117 号 FPSO 及相应的海底管道和电缆等现有设施进行开发生产。为了更加客观的预测和评价本项目投产后对项目周围海域的环境影响，本篇将对本项目所处的 PL 油田群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 现有工程概况

PL 油田群位于渤海中南部海域，渤中 11/05 (BZ11/05) 合同区，西北距塘沽约 216km，东南距龙口市约 78.0km。油田海域平均水深约为 25m~33m。

PL 油田群采用分期开发、分步实施的原则，现有及在建海上设施主要包括 11 座井口平台（已建 WHPA 平台~WHPG 平台、WHPJ 平台、WHPM 平台、WHPV 平台、在建 WHPK 平台）、1 座中心处理平台（PL19-3CEPB 平台）、1 座立管公用平台（PL19-3RUP）、1 座单点系泊系统（SYMS）和 1 艘 30 万吨级浮式生产储油装置（海洋石油 117 号 FPSO），以及相应的海底管道和海底电缆。

PL19-3 油田一期于 2002 年 12 月底投产，海上工程设施主要包括一座 PL19-3WHPA 井口平台和一艘浮式生产储油装置“明珠号”FPSO。

PL19-3 油田二期与 PL25-6 油田一起开发，于 2007 年陆续投产，海上工程设施主要包括一座立管和公共平台 PL19-3RUP 平台，以及 PL19-3WHPB\C\D\E\M 平台和 PL25-6WHPF 平台等 6 座井口平台，一艘 30 万吨级浮式生产储油装置海洋石油 117 号 FPSO。海洋石油 117 号 FPSO 于 2009 年投产后，“明珠号”FPSO 进行了撤离作业，撤离后的单点导管架改造成无人值守的 PL19-3WHPM 井口平台。

PL 油田群三期开发包括 PL19-9 油田综合调整项目和 PL19-3 油田 1/3/8/9 区综合调整项目。其中 PL19-9 油田综合调整项目新建一座 PL19-9WHPJ 井口平台，于 2016 年底投产；PL19-3 油田 1/3/8/9 区综合调整项目新建 PL19-3WHPG/V 两座井口平台和一座 PL19-3CEPB 中心平台，于 2019 年 6 月投入试生产。

PL19-3 油田 4 区调整/PL19-9 油田二期开发包括新建 1 座井口平台 PL19-3WHPK 平台，预计于 2019 年建成。

PL19-3 油田各井口平台均不单独设油、气、水处理设施，PL 油田群各井口平台油气水均依托海洋石油 117 号 FPSO 和 PL19-3CEPB 平台进行处理，物流走向图见图 6.1-1；现有设施分布图见图 6.1-2，本项目依托设施基本情况见表 6.1-1。

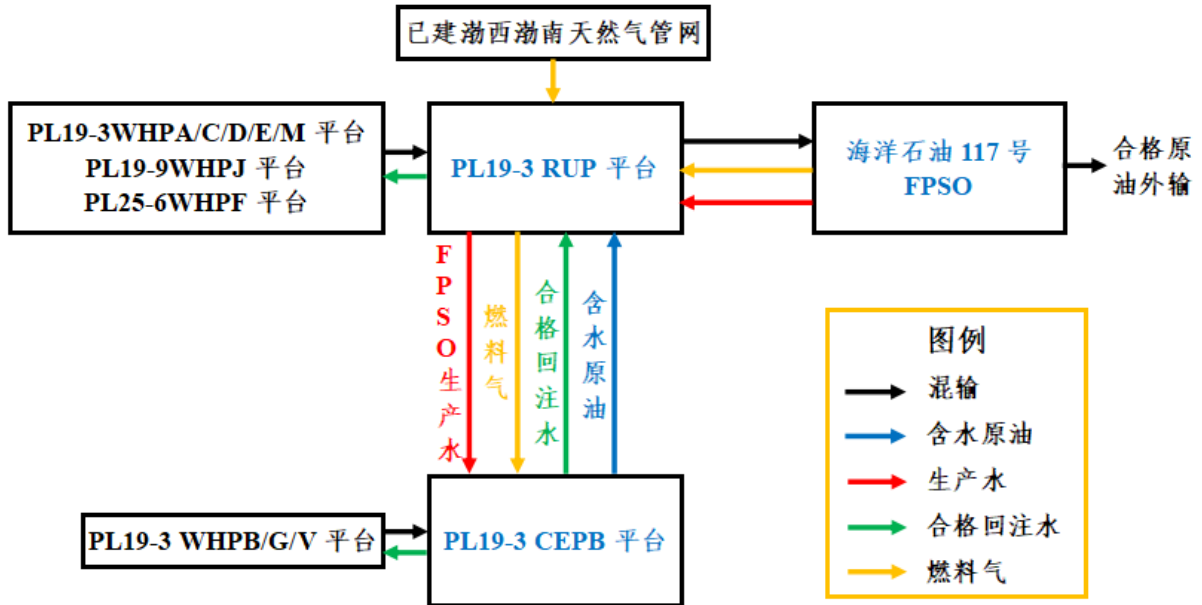


图 6.1-1 PL 油田群已建设施物流走向图

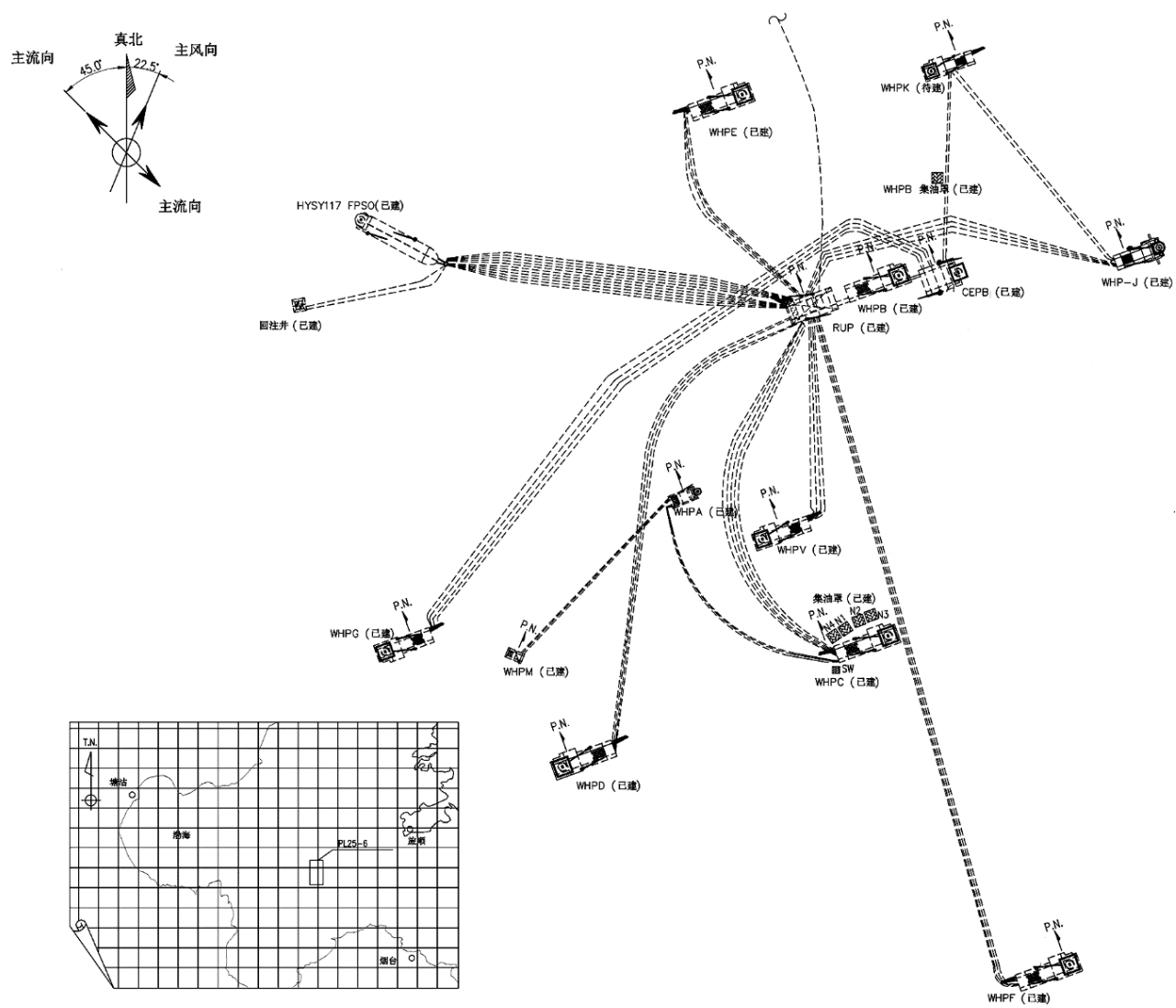


图 6.1-2 PL 油田群现有设施平面布置图

表 6.1-1 本项目主要相关依托设施介绍

| 平台              | 设施描述   | 环评报告书批复情况   |
|-----------------|--|---|
| PL19-3 RUP 平台   | 已建 PL19-3 RUP 平台设有 170 人生活楼，主要功能为集输井口物流、注水加压与分配、包括发电和配电等。  | 《蓬莱 19-3 油田二期工程环境影响报告书》于 2004 年 4 月 27 日获得国家海洋局核准（国海环字 [2004]151 号）   |
| 海洋石油 117 号 FPSO | 已建海洋石油 117 号 FPSO 是一艘 30 万吨级 FPSO，设有 190 人生活楼，具有油气处理、生产水处理、原油储存和外输等功能。主要设置有油气水处理系统、公用系统、消防救生逃生系统等。 |   |
| PL25-6 WHPF 平台  | 已建的 WHPF 井口平台设有 120 人生活楼，不设置油气水处理设施。平台共设 40 个井槽，主要设备包括电潜泵、生产管汇、注水管汇、外输泵等。                          | 《蓬莱 25-6 油田开发工程环境影响报告书》于 2004 年 4 月获得国家海洋局核准（国海环字 [2004]153 号）。后由于工程方案变更，根据国家海洋局《关于蓬莱 25-6 开发项目工程变动环评问题的复函》（海环字 [2008]15 号），重新修订的环评报告于 2008 年 10 月编制完成，2008 年 12 月获得国家海洋局核准（国海环字 [2008]676 号） |
| PL19-3 CEPB 平台  | 已建的 PL19-3 CEPB 中心处理平台设有 80 人生活楼，平台上主要设有燃气透平发电机组、废热回收装置、燃料气压缩机撬、生产水处理系统、燃料气系统、注水系统等。               | 《PL19-3 油田 1/3/8/9 区块综合调整项目环境影响报告书》于 2016 年 6 月 30 日获得国家海洋局核准（国海环字 [2016]301 号）   |

## 6.2 依托工程环评批复情况

本项目依托工程均已获得环评批复，并已落实环评报告及其批复中的各项要求，具体情况见 [表 6.2-1](#) 和 [表 6.2-2](#)，其环评和验收批复文件见本报告附件。

表 6.2-1 环评、三同时批复及竣工验收情况

| 环评批复   | 三同时批复   | 竣工验收  |
|--|---|---|
| 《蓬莱 19-3 油田二期开发工程环境影响报告书》于 2004 年 2 月编制完成，2004 年 4 月获得国家海洋局核准（国海环字[2004]151 号）   | 《关于蓬莱 19-3 油田蓬勃号 FPSO 环保设施三同时检查有关问题的复函》（国海环字[2008]17 号） | 《国家海洋局关于蓬莱 19-3/19-9/25-6 油田环境保护设施竣工验收的批复》（国海环字[2015]390 号） |
| 《蓬莱 25-6 油田开发工程环境影响报告书》于 2004 年 4 月获得国家海洋局核准（国海环字[2004]153 号）。后由于工程方案变更，根据国家海洋局《关于蓬莱 25-6 开发项目工程变动环评问题的复函》（海环字[2008]15 号），重新修订的环评报告于 2008 年 10 月编制完成，2008 年 12 月获得国家海洋局核准（国海环字[2008]676 号） | 《关于蓬莱 19-3 油田 F 平台环保设施三同时检查的复函》（国海环字[2009]744 号）        |   |
| 《蓬莱 19-3 油田 1/3/8/9 区块综合调整项目环境影响报告书》于 2016 年 6 月获得国家海洋局核准（国海环字[2016]301 号）   | 尚未取得  | 尚未取得  |

表 6.2-2 依托工程环评批复落实情况

| 批复                       | 批复要求  | 落实情况   |
|--------------------------|---|--|
| 国家海洋局核准（国海环字[2004]151 号） | 1、鉴于工程位于生态环境敏感的渤海海域，应当加强污染物排放的管理；   | 产生的污染物处理和排放符合国家有关规定和标准要求。生产垃圾、生活垃圾分类收集运回陆地处理；生活污水经处理达标后排海；生产水经处理达标后全部回注地层； |
|                          | 2、该工程海上施工周期长，应当合理安排施工时间，调整施工进度，尽量避开渔业敏感季节；                                      | 切实落实了生态保护措施，合理安排了施工作业时间；   |
|                          | 3、在钻井阶段和生产阶段，泥浆、钻屑、生产含油污水回注系统出现故障时，应当立即停止作业，同时报告国家海洋局北海分局；                      | 钻井阶段和生产阶段，若泥浆、钻屑、生产含油污水回注系统出现故障时，会立即停止作业，同时报告国家海洋局北海分局；                    |
|                          | 4、该油田处于多条航道之间，同时海底管道较多，施工期和运营期应当加强管理，防止船舶碰撞，管道破坏事故的发生及因此造成的污染事故，要提前制定防范对策和应急预案； | 建设单位已制定事故风险防范措施和应急计划，并配备溢油应急设备；  |
|                          | 5、加强油田管道运营期间的安全管理，管线应设置明显标志，布设  | 建设单位已制定事故风险防范措施和应急计划，定期对海底管道进行巡  |

| 批复                       | 批复要求  | 落实情况   |
|--------------------------|---|--|
|                          | 监控仪器，建立日常巡检制度，定期对海底管道进行检测，防止海上其他作业对海底管道的破坏；                                     | 视、检测与维护；   |
|                          | 6、制定切实可行的应急措施和环保方案，FPSO 上应当按照国家有关规定配备相应的应急设备，防范溢油风险；                            | 建设单位已制定事故风险防范措施和应急计划，FPSO 配备溢油应急设备；  |
|                          | 7、工程建设过程中，建设单位应当加强环境管理，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报国家海洋局北海分局。                   | 建设单位落实报告书中的监测计划，完成《蓬莱 19-3 油田一期工程竣工验收海洋环境跟踪监测报告》，将工程进展情况和监测结果及时报国家海洋局北海分局。       |
| 国家海洋局核准（国海环字[2004]153 号） | 1、鉴于工程位于生态环境敏感的渤海海域，应当加强污染物排放的管理；   | 产生的污染物处理和排放符合国家有关规定和标准要求。生产垃圾、生活垃圾分类收集运回陆地处理；生活污水经处理达标后排海；生产水经处理达标后全部回注地层；       |
|                          | 2、合理安排施工时间，调整施工进度，尽量避免渔业敏感季节  | 切实落实了生态保护措施，合理安排了施工作业时间；   |
|                          | 3、在钻井阶段和生产阶段，泥浆、钻屑、生产含油污水回注系统出现故障时，应当立即停止作业，同时报告国家海洋局北海分局；                      | 钻井阶段和生产阶段，若泥浆、钻屑、生产含油污水回注系统出现故障时，会立即停止作业，同时报告国家海洋局北海分局；                          |
|                          | 4、该油田处于多条航道之间，同时海底管道较多，施工期和运营期应当加强管理，防止船舶碰撞，管道破坏事故的发生及因此造成的污染事故，要提前制定防范对策和应急预案； | 建设单位已制定事故风险防范措施和应急计划，并配备溢油应急设备；  |
|                          | 5、该油田周围环境敏感区较多，突发性的溢油事故影响，因此，要从工程设计、施工及管理上采取有效措施，消除事故隐患，并按照规定制定切实可行的应急计划；       | 已落实环境风险防范措施，并配备了溢油应急设备，若发生溢油事故，将立即启动溢油应急计划，并按照规定立即报告国家海洋局北海分局，及时通报渔业、海事、军事等有关部门； |
|                          | 6、工程建设过程中，建设单位应当加强环境管理，落实报告书中的监测计划。   | 建设单位落实报告书中的监测计划，完成《蓬莱 19-3 油田一期工程竣工验收海洋环境跟踪监测报告》》，将工程进展情况和监测结果及时报国家海洋局北海分局。      |
| 国家海洋局核准（国海环字[2016]301 号） | 1、污染物的处理和排放应当符合国家有关规定和标准；   | 产生的污染物处理和排放符合国家有关规定和标准要求。生产垃圾、生活垃圾分类收集运回陆地处理；生活污水经处理达标后排海；生产水经处理                 |

| 批复 | 批复要求  | 落实情况   |
|----|---|--|
|    |   | 达标后全部回注地层；   |
|    | 2、严格按照设计深度下入套管，严格执行钻井作业规程；                                | 严格按照设计深度下入套管，严格执行钻井作业规程；   |
|    | 3、加强注水作业管理，防止地质性溢油事故发生；                                   | 加强了注水作业管理，制定了有针对性的井控预案。  |
|    | 4、切实落实生态环保措施，合理安排施工作业时间；                                  | 切实落实了生态保护措施，合理安排了施工作业时间；   |
|    | 5、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；                             | 建设单位已制定事故风险防范措施和应急计划，定期对海底管道进行巡视、检测与维护；  |
|    | 6、切实落实环境风险防范措施，配备与油田规模相适应的溢油应急设备和物资，制定溢油应急计划报国家海洋局北海分局备案。 | 已落实环境风险防范措施，并配备了溢油应急设备，若发生溢油事故，将立即启动溢油应急计划，并按照规定立即报告国家海洋局北海分局，及时通报渔业、海事、军事等有关部门。 |

### 6.3 污染物排放情况及污染防治措施运行情况

#### 6.3.1 依托工程环保设施情况

本项目主要依托工程的环保设施表 6.3-1。

表 6.3-1 PL 油田群主要环保设施运行情况

| 平台              | 环境保护设施        | 数量  | 运行情况 |
|-----------------|---------------|-----|------|
| 各井口平台           | 电解式生活污水处理系统   | 1 套 | 正常   |
|                 | 开式排放系统        | 1 套 | 正常   |
|                 | 闭式排放及冷放空系统    | 1 套 | 正常   |
|                 | 生产水回注系统       | 1 套 | 正常   |
|                 | 生活、生产垃圾垃圾收集系统 | -   | 正常   |
| 海洋石油 117 号 FPSO | 生产水处理系统       | 1 套 | 正常   |
|                 | 海水系统          | 1 套 | 正常   |
|                 | 生活污水处理系统      | 1 套 | 正常   |
|                 | 开式排放系统        | 1 套 | 正常   |
|                 | 闭式排放系统        | 1 套 | 正常   |
|                 | 火炬系统          | 1 套 | 正常   |
|                 | 生活、生产垃圾垃圾收集系统 | -   | 正常   |

#### 6.3.2 含油生产水回注情况及系统运行情况

PL 油田群开发项目采用注水开发方式，正常生产情况下含油生产水经处理达到注水水质要求后全部回注地层，无含油生产水排放。根据近 3 年对海洋石油 117 号 FPSO 含油生产水回注水质的监测结果，见表 6.3-2。由表可见，

海洋石油 117 号 FPSO 含油生产水回注水质中石油类含量均 $\leq 30\text{mg/L}$ 。石油类可稳定达到《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》(SY/T5329-2012)中石油类 $\leq 30\text{mg/L}$ 的标准要求。

表 6.3-2 海洋石油 117 号 FPSO 含油生产水石油类浓度监测结果

| 时间          | 含油浓度监测值(mg/L) | 回注量(m <sup>3</sup> ) | 时间          | 含油浓度监测值(mg/L) | 回注量(m <sup>3</sup> ) |
|-------------|---------------|----------------------|-------------|---------------|----------------------|
| 2016 年 1 月  | 26            | ***                  | 2017 年 10 月 | 23            | ***                  |
| 2016 年 2 月  | 27            | ***                  | 2017 年 11 月 | 25            | ***                  |
| 2016 年 3 月  | 22            | ***                  | 2017 年 12 月 | 29            | ***                  |
| 2016 年 4 月  | 24            | ***                  | 2018 年 1 月  | 28            | ***                  |
| 2016 年 5 月  | 27            | ***                  | 2018 年 2 月  | 22            | ***                  |
| 2016 年 6 月  | 24            | ***                  | 2018 年 3 月  | 28            | ***                  |
| 2016 年 7 月  | 24            | ***                  | 2018 年 4 月  | 26            | ***                  |
| 2016 年 8 月  | 28            | ***                  | 2018 年 5 月  | 21            | ***                  |
| 2016 年 9 月  | 26            | ***                  | 2018 年 6 月  | 26            | ***                  |
| 2016 年 10 月 | 29            | ***                  | 2018 年 7 月  | 27            | ***                  |
| 2016 年 11 月 | 26            | ***                  | 2018 年 8 月  | 29            | ***                  |
| 2016 年 12 月 | 28            | ***                  | 2018 年 9 月  | 26            | ***                  |
| 2017 年 1 月  | 25            | ***                  | 2018 年 10 月 | 25            | ***                  |
| 2017 年 2 月  | 26            | ***                  | 2018 年 11 月 | 25            | ***                  |
| 2017 年 3 月  | 25            | ***                  | 2018 年 12 月 | 28            | ***                  |
| 2017 年 4 月  | 27            | ***                  | 2019 年 1 月  | 26            | ***                  |
| 2017 年 5 月  | 24            | ***                  | 2019 年 2 月  | 24            | ***                  |
| 2017 年 6 月  | 25            | ***                  | 最小          | 21            | ***                  |
| 2017 年 7 月  | 21            | ***                  | 最大          | 29            | ***                  |
| 2017 年 8 月  | 21            | ***                  | 平均值         | 25            | ***                  |
| 2017 年 9 月  | 24            | ***                  | -           | -             | -                    |

PL 油田群海洋石油 117 号 FPSO 上设有生活污水处理装置，生活污水处理设备采用电解法。根据近 3 年对海洋石油 117 号 FPSO 生活污水出水水质的监测结果（见表 6.3-3），可见生活污水处理装置出口的 COD 浓度比较稳定，经处理后 COD 含量均 $\leq 300\text{mg/L}$ ，符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中的一级标准。

表 6.3-3 海洋石油 117 号 FPSO 生活污水 COD 浓度监测结果

| 时间         | COD 浓度监测值(mg/L) | 排放量(m <sup>3</sup> ) | 时间          | COD 浓度监测值(mg/L) | 排放量(m <sup>3</sup> ) |
|------------|-----------------|----------------------|-------------|-----------------|----------------------|
| 2016 年 1 月 | 87.0            | ***                  | 2017 年 10 月 | 126.0           | ***                  |

| 时间          | COD 浓度监测值(mg/L) | 排放量(m <sup>3</sup> ) | 时间          | COD 浓度监测值(mg/L) | 排放量(m <sup>3</sup> ) |
|-------------|-----------------|----------------------|-------------|-----------------|----------------------|
| 2016 年 2 月  | 71.0            | ***                  | 2017 年 11 月 | 91.0            | ***                  |
| 2016 年 3 月  | 141.0           | ***                  | 2017 年 12 月 | 171.0           | ***                  |
| 2016 年 4 月  | 73.0            | ***                  | 2018 年 1 月  | 205.0           | ***                  |
| 2016 年 5 月  | 57.5            | ***                  | 2018 年 2 月  | 86.0            | ***                  |
| 2016 年 6 月  | 160.0           | ***                  | 2018 年 3 月  | 138.0           | ***                  |
| 2016 年 7 月  | 174.0           | ***                  | 2018 年 4 月  | 110.0           | ***                  |
| 2016 年 8 月  | 79.1            | ***                  | 2018 年 5 月  | 86.3            | ***                  |
| 2016 年 9 月  | 147.6           | ***                  | 2018 年 6 月  | 149.0           | ***                  |
| 2016 年 10 月 | 152.1           | ***                  | 2018 年 7 月  | 86.9            | ***                  |
| 2016 年 11 月 | 44.9            | ***                  | 2018 年 8 月  | 51.8            | ***                  |
| 2016 年 12 月 | 103.9           | ***                  | 2018 年 9 月  | 56.7            | ***                  |
| 2017 年 1 月  | 104.3           | ***                  | 2018 年 10 月 | 64.9            | ***                  |
| 2017 年 2 月  | 79.1            | ***                  | 2018 年 11 月 | 64.0            | ***                  |
| 2017 年 3 月  | 182.0           | ***                  | 2018 年 12 月 | 64.0            | ***                  |
| 2017 年 4 月  | 134.5           | ***                  | 2019 年 1 月  | 54.1            | ***                  |
| 2017 年 5 月  | 90.0            | ***                  | 2019 年 2 月  | 68.2            | ***                  |
| 2017 年 6 月  | 140.0           | ***                  | 最小          | 44.9            | ***                  |
| 2017 年 7 月  | 77.9            | ***                  | 最大          | 205.0           | ***                  |
| 2017 年 8 月  | 167.3           | ***                  | 平均值         | 106.5           | ***                  |
| 2017 年 9 月  | 108.0           | ***                  | -           | -               | -                    |

### 6.3.3 PL19-3WHPF 平台污染物产生和排放情况

PL19-3WHPF 平台上设有生活污水处理装置，生活污水处理设备采用电解法。根据近 3 年对 PL19-3WHPF 生活污水出水水质的监测结果(见表 6.3-4)，可见生活污水处理装置出口的 COD 浓度比较稳定，经处理后 COD 含量均 ≤300mg/L，符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)中的一级标准。

表 6.3-4 PL19-3WHPF 平台生活污水排放浓度及排放量

| 时间         | 月平均监测值(mg/L) | 排放量(m <sup>3</sup> ) | 时间          | 月平均监测值(mg/L) | 排放量(m <sup>3</sup> ) |
|------------|--------------|----------------------|-------------|--------------|----------------------|
| 2016 年 1 月 | 95.0         | ***                  | 2017 年 10 月 | 121.0        | ***                  |
| 2016 年 2 月 | 125.0        | ***                  | 2017 年 11 月 | 69.0         | ***                  |
| 2016 年 3 月 | 83.7         | ***                  | 2017 年 12 月 | 99.0         | ***                  |
| 2016 年 4 月 | 105.0        | ***                  | 2018 年 1 月  | 169.0        | ***                  |
| 2016 年 5 月 | 112.7        | ***                  | 2018 年 2 月  | 67.0         | ***                  |
| 2016 年 6 月 | 116.0        | ***                  | 2018 年 3 月  | 50.0         | ***                  |

| 时间          | 月平均监测值<br>(mg/L) | 排放量<br>(m <sup>3</sup> ) | 时间          | 月平均监测值<br>(mg/L) | 排放量<br>(m <sup>3</sup> ) |
|-------------|------------------|--------------------------|-------------|------------------|--------------------------|
| 2016 年 7 月  | 69.3             | ***                      | 2018 年 4 月  | 87.0             | ***                      |
| 2016 年 8 月  | 140.0            | ***                      | 2018 年 5 月  | 210.0            | ***                      |
| 2016 年 9 月  | 104.0            | ***                      | 2018 年 6 月  | 174.0            | ***                      |
| 2016 年 10 月 | 101.0            | ***                      | 2018 年 7 月  | 60.8             | ***                      |
| 2016 年 11 月 | 88.7             | ***                      | 2018 年 8 月  | 48.3             | ***                      |
| 2016 年 12 月 | 166.0            | ***                      | 2018 年 9 月  | 55.6             | ***                      |
| 2017 年 1 月  | 108.5            | ***                      | 2018 年 10 月 | 66.0             | ***                      |
| 2017 年 2 月  | 138.0            | ***                      | 2018 年 11 月 | 157.0            | ***                      |
| 2017 年 3 月  | 147.0            | ***                      | 2018 年 12 月 | 53.4             | ***                      |
| 2017 年 4 月  | 116.0            | ***                      | 2019 年 1 月  | 119.0            | ***                      |
| 2017 年 5 月  | 95.7             | ***                      | 2019 年 2 月  | 131.0            | ***                      |
| 2017 年 6 月  | 54.2             | ***                      | 最小          | 48.3             | ***                      |
| 2017 年 7 月  | 53.4             | ***                      | 最大          | 210.0            | ***                      |
| 2017 年 8 月  | 102.0            | ***                      | 平均值         | 104.0            | ***                      |
| 2017 年 9 月  | 96.5             | ***                      | -           | -                | -                        |

## 6.4 环境风险事故回顾

根据对 PL 油田群自投产以来所发生的主要故障排污事件和溢油事故的统计分析，除 PL19-3 WHPB 平台和 PL19-3WHPC 平台 2011 年 6 月地质性溢油事故之外，PL 油田群共发生 2 起小型溢油事故。

### 6.4.1 小型溢油事故回顾

PL 油田群自投产以来共发生 0.1 吨以上的小型溢油事故共 2 起，溢油入海的油量分别为 700L 和 1378L，为小型溢油事故，事故的原因均为软管泄漏，事故的统计分析见表 6.4-1。

根据小型溢油事故统计，由于溢油量很小，且采取的措施较为及时合理，从历年现状调查及监测数据显示，小型溢油事故未引发特征污染物含量出现明显变化。并且建设单位及时采取了各种应急及整改措施，比如定期检修设备及管线，及时更换设备及阀门等，从源头预防溢油事故的发生。由于采取了更严格的设计理念和管理要求，自作业权回归中海油后，再未发生过类似事故。

表 6.4-1 PL 油田群小型溢油事故统计

| 序号 | 事故类型 | 发生时间       | 位置              | 排污油量  | 事故原因 | 应急及整改措施                 |
|----|------|------------|-----------------|-------|------|-------------------------|
| 1  | 软管泄漏 | 2010.11.11 | 海洋石油 117 号 FPSO | 1378L | 软管泄漏 | 立即向上级汇报，利用吸油毡等进行处理，加强管理 |
| 2  |      | 2012.6.4   | 海洋石油 117 号 FPSO | 700L  | 软管泄漏 |                         |

渤海油田依据溢油事故不同原因、规模、处置效率和环境影响后果的不同的界定了不同的响应应急级别。一般溢油事故（小型溢油），是指溢油 0.1 吨至 100 吨（含）的海洋石油勘探开发溢油事故。溢油影响范围在 10 公里以内，可使用油田现场资源进行处理（一般溢油吸油毡或吸油围栏清理更为有效）。

一旦发现溢油，海上事故应急总指挥、溢油事故现场指挥立刻采取以下行动：

- 确保事发地人员的安全；
- 任何人发现溢油必须在安全的前提下，立即采取措施切断溢油源，并向上级报告；
- 清点人数并确保所有人员的安全。判断溢油是否有起火或爆炸的危险。如果需要，关闭电源并确保切断其它火源；
- 使用吸油毡或其它材料，设置一个临时围栏以阻挡溢出物质扩散。

现有溢油应急资源：

- FPSO 存储吸油索 3000 米，12.7\*300 厘米，一包 4 个；
- 蓬莱库房库存吸油索 3000 米，12.7\*300 厘米，一包 4 个，可在 6 小时内运抵油田现场；
- FPSO 存储吸油毡 72 包，50\*50\*0.5 厘米，一包 200 个；
- 蓬莱库房库存吸油毡 200 包，可在 6 小时内运抵油田。
- 吸油毡使用量根据现场实际溢油量及扩散面积进行合理布控使用，使用后的吸油毛毡全部集中回收交由陆地有资质的单位进行处理。

PL 油田在开发过程中，作业区已从工程上采取了多项针对各种溢油事故的风险防范措施，主要包括井喷/井涌防范措施、火灾爆炸防范措施、海管/立管保护措施、船舶碰撞防范措施等。除主要防范措施外，在生产过程中还要严格执行各项操作和管理规程，以确保风险防范措施实施效性。

## 6.4.2 地质性溢油事故回顾

2011 年 6 月 4 日和 6 月 17 日, PL19-3 油田 WHPB 平台和 WHPC 平台相继发生两起溢油事故, 对渤海海洋生态环境造成污染损害, 当时的油田作业者康菲石油中国有限公司积极组织各相关方进行应急反应、清理油污, 并与相关第三方进行对污染情况和损害的分析评价工作。

### 6.4.2.1 溢油原因

#### (1) WHPB 平台溢油原因

PL19-3 油田构造为一个在基底隆起背景上发育起来的, 处于郯庐断裂带上, 受两组近南北向走滑断层控制的断裂背斜。郯庐断裂构造运动呈多期幕式的特点, 具有活动期和间歇期两种分布状态。当处于活动期时, 断层可作为运移通道, 与馆陶底部的大套砂砾岩和不整合面形成的疏导体系, 将油气从深层运移至浅部, 进而形成了 PL19-3 油田; 当处于间歇期时, 断层则具有一定的封闭性, 但这种封闭性可能较为脆弱, 如果开发过程中压力过高, 可能导致断层失稳, 断层则呈开启性质。因此, 该构造含油区内的断层, 可能成为地层流体逸散至海底的通道。

WHPB 平台溢油主要原因是 B23 井注水导致各油组层间压力差异较大, L70 油组局部地层压力高于原始地层压力, 致使附近的 F502 断层处于不稳定状态, 原油沿断层面纵向运移并少量溢至海床。

#### (2) WHPC 平台溢油原因

2011 年 6 月 17 日, 发现 WHPC 平台海面发现浮油。其主要原因是 C20 井钻遇因岩屑回注造成的高压层, 发生井涌; 在井涌处置过程中导致表层套管鞋以下地层破裂而产生的地层流体和油基泥浆溢出。

### 6.4.2.2 应急措施

溢油事故发生后, 康菲公司立即采取了溢油应急行动, 中海油也及时启动了溢油应急程序, 并投入大量人力和物力资源, 积极支持并督促康菲公司开展堵漏和清污工作。

### a 溢油事故应急处置阶段

在溢油事故应急处置阶段，为了督促和支持康菲公司及时封堵溢油源和清除海面油污，中海油采取了以下措施：

#### (1) 成立专项工作组指挥应急处置工作

**B** 平台发生渗油事故后，康菲公司立即上报国家海洋局北海分局，并启动了溢油应急行动。中海油对此高度重视，以日报形式将有关情况上报国家海洋局。时任董事长王宜林要求，要尽快查找油源，及时处置。

**C** 平台发生泄漏事故后，公司总部和分公司立即召开两级溢油应急启动会，成立了地质油藏、油污清理、公共关系和法律事务四个专项工作组，由分管领导分别牵头负责，尽最大努力组织协调、调动资源应急处置，同时做好舆情监测、媒体应对、法律事务等工作。会议还要求总公司所属中海油有限公司全力协助康菲公司开展堵漏、清污工作，及时妥善处理好溢油事故。并责成有限公司天津分公司与康菲公司成立联合应急工作组，具体负责溢油应急处置工作。

#### (2) 采取有效措施，封堵溢油点

针对 **B** 平台溢油，康菲公司开始采取降低地层压力的措施，陆续关闭 **B** 平台、**E** 平台注水井，并对 **B23** 井进行回流泄压，**B** 平台渗漏得到基本控制。针对 **C** 平台溢油，分两阶段完成了 **C20** 井 7 个水泥塞封井作业，实现了对该井高压井段的封堵，**C** 平台渗漏得到基本控制。

#### (3) 积极配合康菲公司迅速开展海面清污工作

溢油发生后，中海油先后紧急动用了 31 艘船舶（专用环保船 2 艘、三用工作船 17 艘、渔船 12 艘）；直升机 2 架（飞行 7 架次，累计飞行 19.4 小时）；围油栏 4000 米，吸油拖栏 6400 米，吸油毛毡约 700 公斤；购买卫星图片 13 张；派出专业溢油处置专家和相关技术、操作人员，积极支援康菲公司开展海面清污工作。中海油出动船舶及直升机搜寻海域时间约为 1075 小时，搜寻面积合计约 6000 平方公里。清理受污染海洋面积总计约 600 平方公里，基本完成了两次溢油形成的海面油污清理工作。

## b 堵漏、清污阶段

为了彻底封堵溢油源和清除海床沉积油污，中海油采取了以下措施：

### (1) 坚决贯彻落实“两个彻底”要求

中海油采取多种方式积极敦促并严格监督康菲公司落实好“两个彻底”指示。中海油与康菲公司召开了 PL19-3 油田溢油事件处理特别联管会，对康菲公司清污速度提出质疑，提出加强组织管理、加大投入力度、改进技术手段和改善作业方式等多项具体措施和要求，有效促进了 C 平台海底清污速度的大幅度提高。

根据康菲公司提供的相关信息和资料，中海油还从专业技术角度出发对漏油情况及事故原因进行了认真分析研究，并多次组织公司内外专家进行研讨和咨询，为作业者封堵溢油源提供建设性意见和建议。

7 月 17 日，为彻底消除 PL19-3 油田 B 平台溢油风险，中海油邀请了四位中国工程院院士在内的十一位专家召开技术研讨会，提出了对 B 平台尽快实施地层泄压的建议，并迅速将反馈至国家海洋局。国家海洋局北海分局原则同意开启 B23、37 井泄压，实施效果良好。此外，为更好地了解信息、督促“两个彻底”落实进度，公司派出代表监督作业者溢油处置工作，并日报总公司和联管会。

8 月 1 日，中海油又邀请中国石油大学（北京）等四所大学的 5 名专家教授召开技术咨询会。专家认为当前主要的措施仍然是通过油井、注水井泄压来控制溢油。而且地层压力下降到一定程度后也有利于将来实施可能的封堵措施，降低封堵作业中再次渗漏的风险，提高封堵作业的成功率。

8 月 17 日，中国石油学会邀请石油行业相关领域的 14 名专家召开了 PL19-3 油田溢油事故技术研讨会，专家建议：B 平台应优先采取注水井停注、生产井大量排液措施，以便对储层尽快泄压，从而控制并减少油气渗漏量，并为后续彻底封堵溢油源创造有利条件。

### (2) 及时开展海岸油污巡查、清理工作

由于康菲公司资源有限，海岸溢油污染的巡查、清理工作主要由中海油所属天津分公司具体负责。自 7 月 18 日以来，天津分公司共派出 120 人，车辆 20 辆，临岸海域巡查渔政船和渔船 6 条。分为天津/河北组、辽宁组、山东组，

组成 14 个小分队，分段开展环渤海岸线往复式巡查、清污工作。

### （3）对全公司所有油气田全面、深入开展溢油隐患排查、整改工作

康菲担任作业者的 PL19-3 油田所发生的这次溢油事故，引发了中海油的深刻反思：安全生产和环保管理永远是公司的薄弱环节。为了吸取教训，公司在事故发生后接连召开 3 次安全环保电视电话会议，明确提出将安全环保工作当作“第一工程”来抓，努力实现本质安全。按照国家海洋局要求，中海油开展对全公司所有油气田的钻、采、储、运全流程的溢油风险排查工作，并将设备大检查和隐患大排查活动扩展到中下游生产企业，以彻底消除事故隐患，坚决杜绝各种事故的发生。

#### 6.4.2.3 整改措施

##### （1）加强油藏管理

康菲石油中国有限公司根据对溢油事故的认识及分析，在避免引起新溢油事故发生的前提下，制定了短期和长期油藏管理措施，主要包括建立注水日常作业和监测系统、分层注水、关注油藏情况等措施。

##### （2）制定开发生产整改方案

溢油事故发生后，按照国家海洋局的要求，康菲石油中国有限公司委托有资质的设计单位制定了 PL19-3 等油田开发生产整改方案，并根据目前油藏、地层及开采现状等数据对油田开发方案（ODP）进行修订，整改方案和修订后的 ODP 中从地质油藏和钻完井两方面提出了一系列措施，包括局部井网、注水方式、岩屑回注方案调整及井身结构设计、固井设计、注水工艺改进、钻井废弃物处理方案调整等方面。

##### （3）重新修订溢油应急预案

溢油事故发生后，康菲石油中国有限公司结合本次事故的经验教训，按照国家的相关规定对原《康菲石油中国有限公司溢油应急计划》和《渤海蓬莱 11/5 区块钻完井溢油应急计划》进行了修订，已编制了《蓬莱油田溢油应急计划》和《蓬莱区块钻完井溢油应急计划》，并在国家海洋局北海分局进行了备案。

#### 6.4.2.4 油田复产环评批复

2011 年 6 月 PL19-3 油田发生地质性溢油事故后，9 月 2 日国家海洋局责令作业者停产整改。重新编制的《蓬莱 19-3 油田开发生产整改及调整工程环境影响报告书》于 2012 年 10 月 24 日获得批复（国海环字[2012]716 号），在认真落实了报告及批复中所提整改措施后，自 2013 年 2 月油田复产以来再未发生溢油事故。

#### 6.5 工程海域环境质量情况回顾

本次 PL25-6 油田 3 井区开发项目回顾性分析采用海域投产前、项目投产后竣工验收和历次春季的调查数据进行回顾对比分析：

PL 油田建设前时期的资料采用 2000 年 2 月的调查数据（引自《蓬莱 19-3 油田一期开发工程环境影响报告书》）；PL 油田投产后时期的资料采用 2005 年 1 月的调查数据（引自《蓬莱 19-3 油田一期工程竣工验收海洋环境跟踪监测报告》）；溢油事故发生前的资料采用 2011 年 5 月的调查数据（引自《蓬莱 19-3 油田开发生产整改及调整工程环境影响报告书》），溢油事故处理后的资料采用 2012 年 5 月的调查数据（引自《蓬莱 19-9 油田综合调整项目环境影响报告书》），现状资料采用 2016 年 4 月的调查数据（调查单位为国家海洋局北海环境监测中心）。

以上调查资料来源见表 6.5-1，各次调查站位位置比较见图 6.5-1。各次调查范围重合程度较好，均能够覆盖 PL 油田群海区，调查时间接近，调查结果可对比性较好，便于进行油田海区不同时期调查结果的回顾对比分析。

各次调查均按照《海洋监测规范》和《海洋调查规范》的要求进行。历年调查采用的采样分析方法、评价标准及评价内容一致。因此能够通过对比分析较客观地反映 PL 油田群周围海域环境状况的变化情况。

表 6.5-1 回顾性分析调查资料引用情况

| 项目 \ 时期 | 油田开发建设前       | 油田开发建设后          | 溢油事故发生前       | 溢油事故处理后      | 现状            |
|---------|---------------|------------------|---------------|--------------|---------------|
| 调查时间    | 2000 年 2 月    | 2005 年 1 月       | 2011 年 5 月    | 2012 年 5 月   | 2016 年 4 月    |
| 调查单位    | 国家海洋局北海环境监测中心 | 国家海洋局天津海洋环境监测中心站 | 青岛环海海洋工程勘察研究院 | 国家海洋局第一海洋研究所 | 国家海洋局北海环境监测中心 |

| 时期          |      | 油田开发建设前          | 油田开发建设后     | 溢油事故发生前          | 溢油事故发生处理后        | 现状               |
|-------------|------|------------------|-------------|------------------|------------------|------------------|
| 调查内容        |      | 水质、沉积物、海洋生物、生物质量 | 水质、沉积物、海洋生物 | 水质、沉积物、海洋生物、生物质量 | 水质、沉积物、海洋生物、生物质量 | 水质、沉积物、海洋生物、生物质量 |
| 站<br>位<br>数 | 水质   | 15               | 19          | 27               | 27               | 25               |
|             | 沉积物  | 8                | 3           | 18               | 23               | 17               |
|             | 海洋生物 | 8                | 3           | 18               | 27               | 17               |

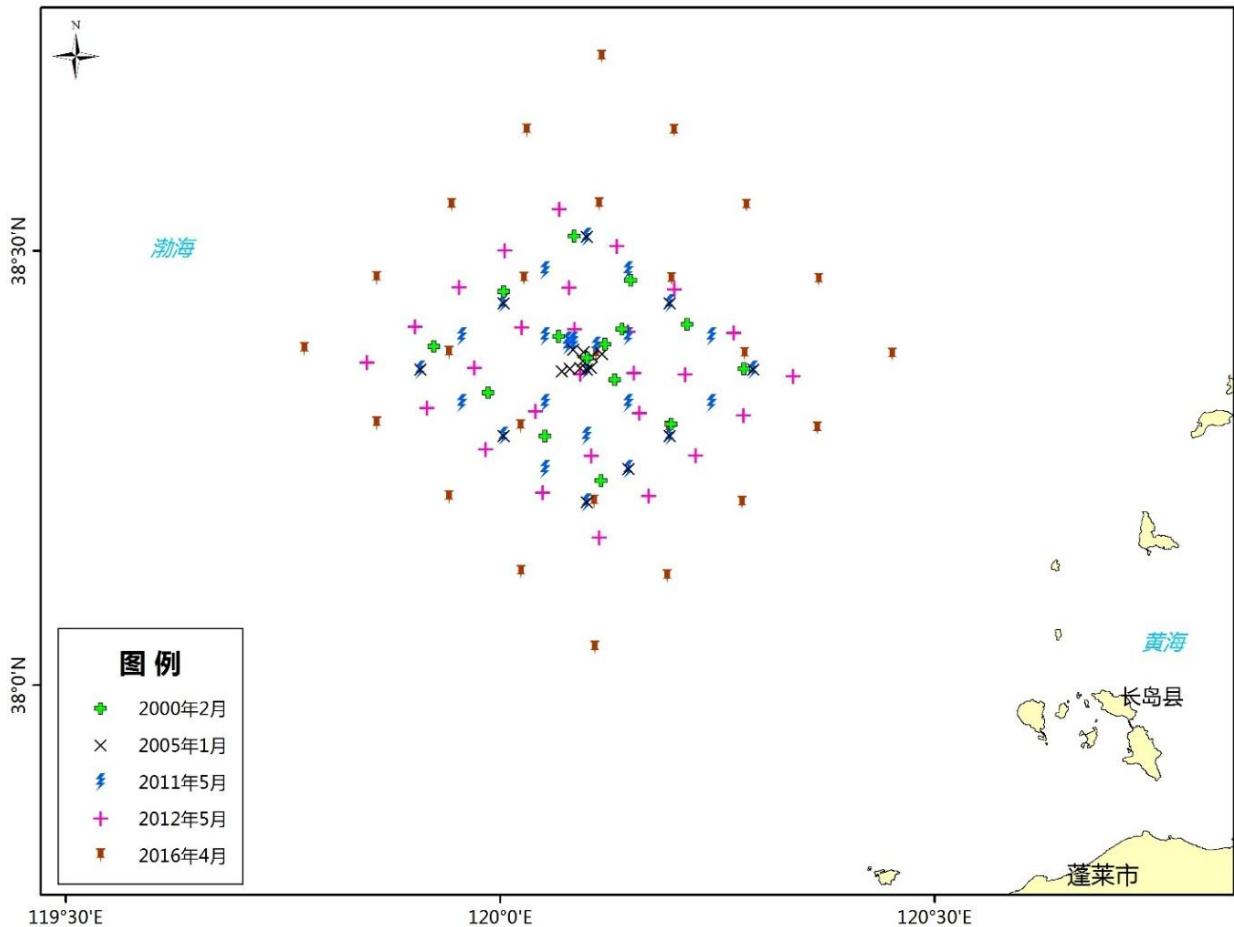


图 6.5-1 各次调查站位位置比较

### 6.5.1 海水质量回顾性分析

2016 年 4 月调查与 2000 年 2 月、2005 年 1 月、2011 年 5 月、2012 年 5 月历次调查监测数据进行了分析比对，该海域海水质量状况与历史状况相比，磷酸盐、无机氮、汞、铅、锌波动不大，主要超标污染物仍然是无机氮、汞、铅和锌。COD、磷酸盐和石油类也在部分调查中出现过超标。分析结果如下：

pH: 2016 年 4 月调查海域海水的 pH 浓度与历次调查结果相比，波动较

小，2016 年 4 月监测值较低。历次调查结果均显示调查海域的海水 pH 浓度符合一类海水水质标准要求。

溶解氧：历次调查结果均显示调查海域的海水溶解氧浓度符合一类海水水质标准要求。

化学需氧量：2016 年 4 月调查海域的海水化学需氧量浓度与历次调查结果相比，略有波动，但浓度在正常范围之内。除 2011 年 5 月调查结果存在超标情况，其他历次调查结果均显示调查海域的海水化学需氧量浓度符合一类海水水质标准要求。

活性磷酸盐：2016 年 4 月调查海域海水磷酸盐浓度与 2000 年 2 月调查结果相比明显好转，除了 2000 年 2 月、2005 年 1 月调查磷酸盐浓度超标外，其余几次调查均在正常范围之内，均符合一类海水水质标准。

无机氮：2016 年 4 月调查海域海水的无机氮浓度与前四次调查结果相比，波动较大，各别站位无机氮浓度超标，不在正常范围之内。2016 年 4 月监测表、底层超标率均分别为 12%、16%。

汞：2016 年 4 月调查海域的汞浓度与 2011 年 5 月调查结果相比，略有波动，各别站位汞浓度超标，超标状况有所好转。这两次调查结果均显示调查海域海水的汞浓度超一类海水水质标准，且 2016 年 4 月监测表、底层超标率分别为 28%和 24%。

砷：2016 年 4 月调查海域的砷浓度与前四次调查结果相比，略有波动，浓度均在正常范围之内。历次调查结果均显示调查海域的海水砷浓度符合一类海水水质标准要求。

镉：2016 年 4 月调查海域的镉浓度与四次调查结果相比，波动较小，浓度均在正常范围之内。历次调查结果均显示调查海域的海水镉浓度符合一类海水水质标准要求。

铅：2016 年 4 月调查海域海水的铅浓度与 2000 年 2 月、2005 年 1 月、2011 年 5 月、2012 年 5 月调查结果相比，波动较小，均有超标现象，且超标率较高，2016 年 4 月监测表、底层超标率均分别为 84%、76%。

铜：2016 年 4 月调查海域表层海水的铜浓度与历次调查结果相比，波动较大，与其他各次调查结果相比，波动较小，浓度在正常范围之内。各次调查

结果均显示调查海域的海水铜浓度符合一类海水水质标准要求。

**锌:** 2016 年 4 月调查海域表层海水的锌浓度与 2011 年 5 月、2012 年 5 月调查结果相比, 波动不大, 均存在超标现象, 且 2016 年 4 月监测表、底层超标率均分别为 44% 和 20%。

**总铬:** 2016 年 4 月调查海域海水总铬浓度与历次调查结果相比, 略有波动, 浓度均在正常范围之内。历次调查结果均显示调查海域的海水总铬浓度符合一类海水水质标准要求。

**硫化物:** 2016 年 4 月调查海域底层海水的硫化物浓度历次调查结果相比, 略有波动, 浓度均在正常范围之内。历次调查结果均显示调查海域的海水硫化物浓度符合一类海水水质标准要求。

**挥发酚:** 2016 年 4 月调查海域表层海水的挥发酚浓度历次调查结果相比, 略有波动, 浓度均在正常范围之内。历次调查结果均显示调查海域的海水挥发酚浓度符合一类海水水质标准要求。

**石油类:** 2016 年 4 月调查海域的石油类浓度与 2000 年 2 月、2011 年 5 月调查结果相比, 波动不大, 均在正常范围之内。除 2012 年 5 月, 其余历次调查结果均显示调查海域的海水石油类浓度符合一类海水水质标准要求。

结合历次调查资料对比分析可知, 调查海域海水中 pH、溶解氧、砷、镉、铜、总铬、硫化物和挥发酚等项目均满足一类海水水质标准要求; COD、磷酸盐、无机氮和石油类在调查中出现过超标。调查海域汞、铅和锌的浓度连续几年均超标, 说明本调查海域中超标因子基本一致。

经初步分析, 调查海域铅、锌和汞部分测站超标原因与渤海自身的半封闭性有关, 同时也可能是入海河流携带大量的重金属污染物进入渤海、陆源入海排污口向调查海域附近海域的重金属直排以及大气干湿沉降等共同作用的结果。

鉴于 PL 油田 FPSO 位置设有生活污水排放口, 也对排放口附近海域水质的变化情况进行回顾性分析。回顾资料将采用 2005 年 1 月、2011 年 5 月和 2012 年 11 月三次调查中, FPSO 近区加密站位表层海水水质的 COD 监测数据。三次调查分别由国家海洋局天津海洋环境监测中心站 (2005 年 1 月) 和青岛环海海洋工程勘察研究院 (2011 年 5 月、2012 年 11 月) 进行。历次调查

中 FPSO 近区海域表层海水中 COD 含量均符合一类海水水质标准要求且处于较稳定状态，油田投产以来没有升高趋势。FPSO 生活污水的排放未对排污混合区外的海水水质造成影响。

### 6.5.2 海洋沉积物质量回顾性分析

2016 年 4 月调查与 2000 年 2 月、2005 年 1 月、2011 年 5 月和 2012 年 5 月共四次沉积物历史调查资料对本海区沉积物环境质量现状比较分析。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；其中 2000 年 2 月调查因子为汞、铅、铬、石油类、硫化物和有机碳。

通过与调查海域在 2000 年 2 月、2005 年 1 月、2011 年 5 月、2012 年 5 月的沉积物监测数据分析对比。由表可见，历次调查海域沉积物中全部评价因子均符合一类海洋沉积物质量标准，表明油田海区沉积物质量环境较好。回顾性分析结果表明，调查海域沉积物各要素的含量略有波动，但均在正常范围内。

### 6.5.3 海洋生物生态回顾性分析

根据 2016 年 4 月、2000 年 2 月、2005 年 1 月、2011 年 5 月和 2012 年 5 月历次海洋生物调查监测数据，对本海区生物生态环境质量的变化情况比较分析。生物生态质量评价因子包括：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物和生物质量。

#### 6.5.3.1 叶绿素 a

根据叶绿素 a 及海洋初级生产力历次调查结果，调查海区叶绿素含量有所波动。

#### 6.5.3.2 浮游植物

浮游植物的历次调查中浮游植物种类数有所波动，2000 年 2 月调查中浮游植物细胞数量最高。出现差异的主要原因可能是由于各次调查时间及站位数量各不相同，历次调查主要优势种基本一致，均为具槽直链藻。总体而言，调查海域浮游植物状无明显变化。

### 6.5.3.3 浮游动物

2012 年 5 月调查浮游动物种类数和个体数量在历次调查中最高。各次调查优势种主要包括强壮箭虫、中华哲水蚤、墨氏胸刺水蚤等，是浮游动物个体数量及生物量的主体。总体而言，调查海区浮游动物状况无明显变化。

### 6.5.3.4 底栖生物

底栖生物的历次调查中 2012 年 5 月调查底栖生物种类数、生物量相对较多，多样性指数相对偏低。2005 年底栖生物种类数较少的原因主要是站位数较少。总体而言，调查海域底栖生物的生态状况较无明显变化。

### 6.5.3.5 生物质量

生物质量的历次调查超标情况统计结果见表 6.5-2。历次调查均根据《海洋监测规范》的有关规定，取调查海域经济物种的可食部分，进行生物体内的铜、铅、锌、镉、铬、汞和石油烃的分析。

分析结果表明，各次调查所测定的石油烃及 6 种重金属元素中，前期贝类铅、镉超标严重，近年来则未发生超标现象；近几年的主要超标对象为贝类体内的石油烃，其值均发生略微超标的现象，总体来看贝类生物质量整体有好转的趋势。其余种类生物质量总体保持在较好的水平。

表 6.5-2 油田海域生物质量超标统计值

| 监测时间       | 调查类群      | 超标种类 | 超标项目（最大超标倍数）            |
|------------|-----------|------|-------------------------|
| 2000 年 2 月 | 贝类、鱼类、甲壳类 | 贝类   | 铅（1.9）、镉(5.0)           |
| 2011 年 5 月 | 贝类、鱼类、甲壳类 | 贝类   | 铅（5.7）、锌（0.1）、石油烃(0.24) |
| 2012 年 5 月 | 鱼类、甲壳类    | 鱼类   | 石油烃(0.01)               |
| 2016 年 4 月 | 贝类、鱼类、甲壳类 | 贝类   | 石油烃(0.007)              |

### 6.5.4 环境影响回顾性分析结论

PL 油田群采用生产水回注开发方式，正常生产情况下含油生产水全部回注地层，对本油田海域的海水水质、沉积物和海洋生物质量不会造成较大影响。建设单位应加强环境管理与监测，并做好环境风险防范措施和应急预案，防止溢油事故对海洋环境的影响和破坏。

经采用 PL 油田群所处海域三个代表性时期的调查数据，对 PL 油田群海

域及周边海域的环境质量现状调查进行回顾分析，除少部分调查站位的海水水质和生物质量出现超标现象以外，本海域大部分调查站位的海水水质、沉积物和海洋生物质量处于稳定状态，均满足标准限值要求。根据溢油事故发生后进行的调查结果显示，油田海域水质和沉积物质量基本恢复到溢油前的水平，出现的超标要素均为该海区近年来普遍超标，与溢油事故关系不大。



## 7 环境影响预测与评价

根据工程分析，本项目建设期主要污染物为钻井液、钻屑、铺设海底管道/电缆搅起的悬浮沙，生产期主要污染物为达标排放的生活污水。本篇利用数值模拟方法对上述污染物影响进行预测，并根据预测结果分析与评价对海洋环境的影响。

### 7.1 海洋环境影响预测

#### 7.1.1 海域流场模型

##### 7.1.1.1 海流模型

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。

连续方程：

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

x 向动量方程：

$$\begin{aligned} & \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = \\ & - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} (N_x \frac{\partial u}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (N_y \frac{\partial u}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (N_z \frac{\partial u}{\partial z}) + f_v \end{aligned}$$

y 向动量方程：

$$\begin{aligned} & \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = \\ & - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} (N_x \frac{\partial v}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (N_y \frac{\partial v}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (N_z \frac{\partial v}{\partial z}) - f_u \end{aligned}$$

z 向动量方程：

$$\begin{aligned} & \frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} = \\ & - \frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} (N_x \frac{\partial w}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (N_y \frac{\partial w}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (N_z \frac{\partial w}{\partial z}) - g \end{aligned}$$

式中：

t——时间 (s) ；



$g$ ——重力加速度 ( $m/s^2$ ) ;

$\rho$ ——海水密度 ( $kg/m^3$ ) ;

$x, y, z$ ——笛卡尔坐标系;

$u, v, w$ —— $x, y, z$  方向上的速度分量( $m/s$ );

$P$ ——水压力 ( $kg/m^3$ ) ;

$N_x, N_y, N_z$ —— $x, y, z$  方向上的紊动粘性系数 ( $m^2/s$ ) 。

### ● 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:

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + u \frac{\partial \eta}{\partial x} + v \frac{\partial \eta}{\partial y} - w = 0$$

$z = -d$  处:

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

其中,  $(\tau_{bx}, \tau_{by})$  为底部摩擦应力在  $x$  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,  $\omega$  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。开边界条件输入的主要分潮有 M2、S2、N2、K1、O1、Q1。

### ● 初始条件

取零初始条件, 即从静止水位开始起算, 初始时刻水位起伏及各向流速均为 0, 即:

$$\xi(x, y, 0) = 0$$

$$u(x, y, z, 0) = 0$$

$$v(x, y, z, 0) = 0$$

$$w(x, y, z, 0) = 0$$

● 计算海域及网格设置

本项目所建立的海域数学模型计算域范围为整个渤海，在计算浓度场时将网格加密至最小网格 5m，以求得准确的污染物浓度分布；本项目平台附近海域平均水深约 27m，在垂向上采用 $\sigma$ 坐标将水体等分为 3 层，即工程海域每层水深约为 9m。计算海域及网格设置如图 7.1-1 所示。

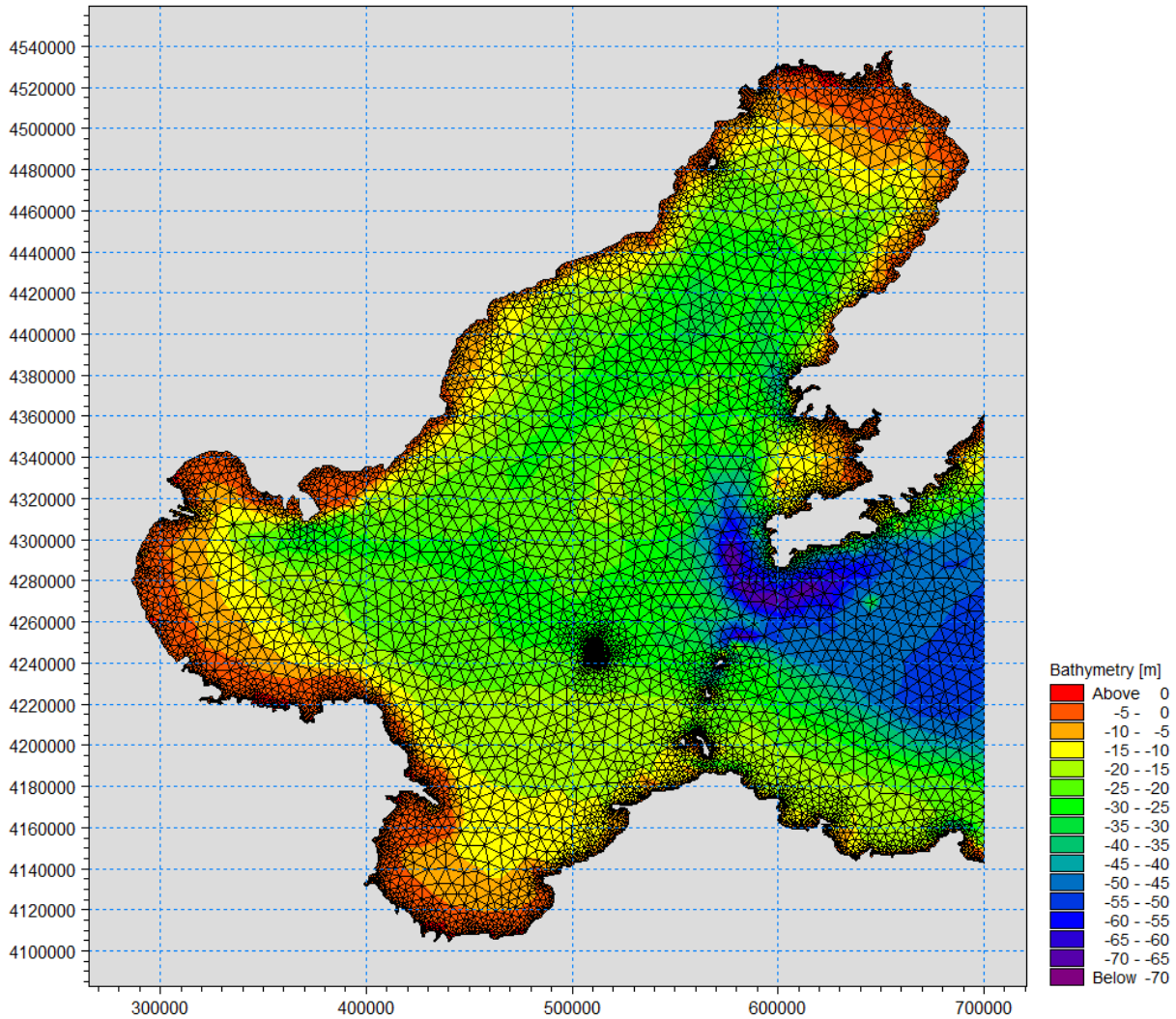


图 7.1-1 海域计算网格设置

7.1.1.2 模型验证

潮流潮位实测资料来自中海油服物探事业部工程勘察中心观测结果，验证点位置见表 7.1-1 和图 7.1-2，在这些点分别将数值计算的结果与实测资料进行了验证，由于所在海域水深较浅，为节省篇幅，仅给出表层验证结果，验证结果见图 7.1-3~图 7.1-13。

表 7.1-1 验证点坐标位置

| 验证点 | 验证点坐标 | 资料时间 | 验证因子 |
|-----|-------|------|------|
| A   | ***   | ***  | 潮流   |
| B   | ***   | ***  | 潮位潮流 |
| C   | ***   | ***  | 潮位潮流 |
| D   | ***   | ***  | 潮位潮流 |

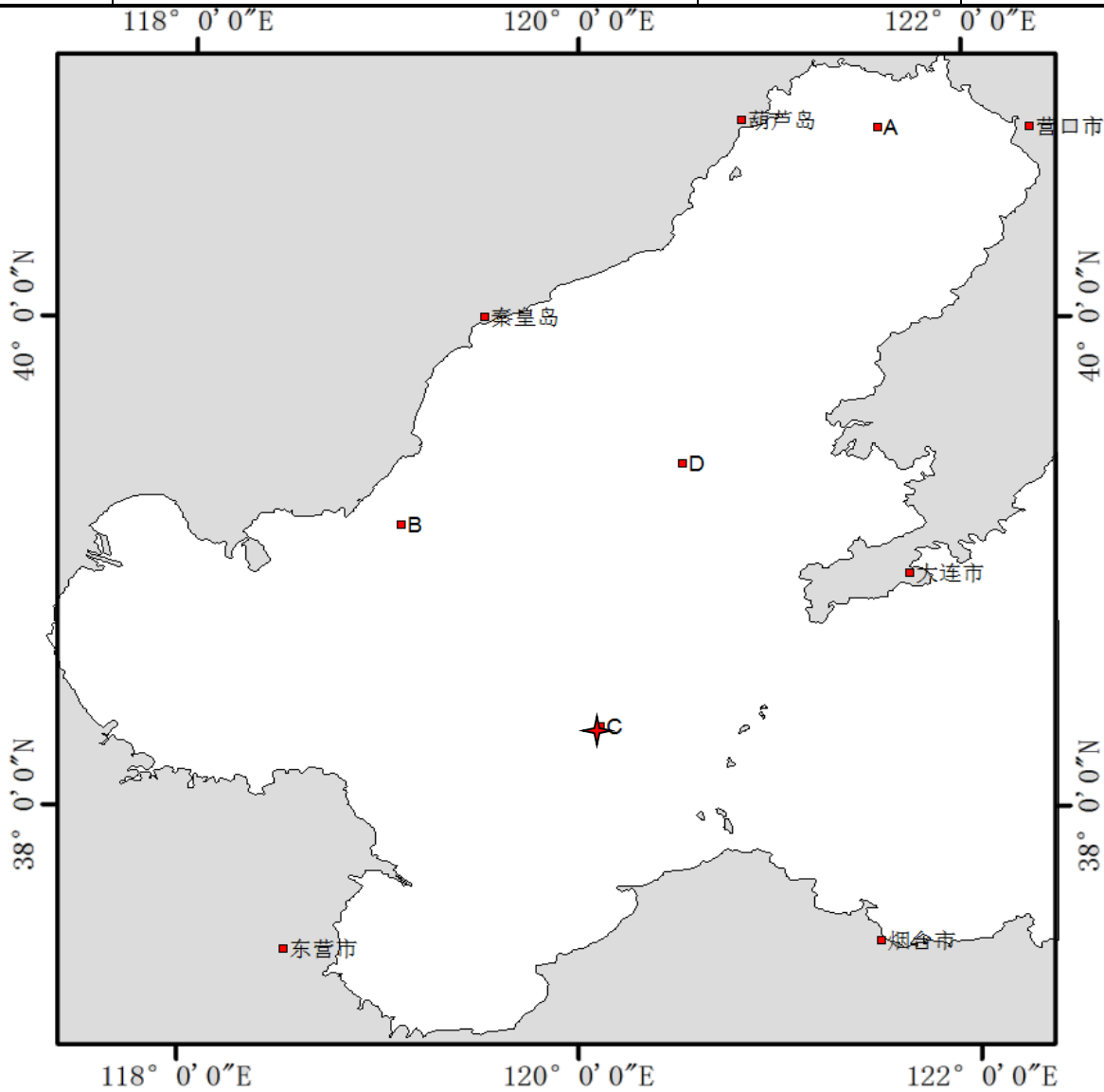


图 7.1-2 验证点地理位置

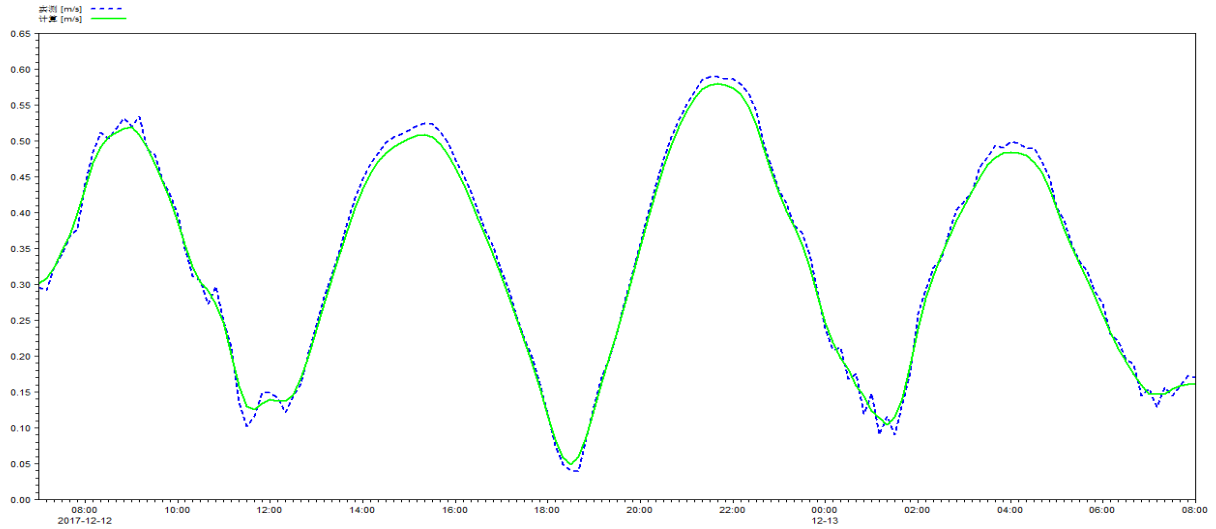


图 7.1-3 A 站流速验证曲线(表层)

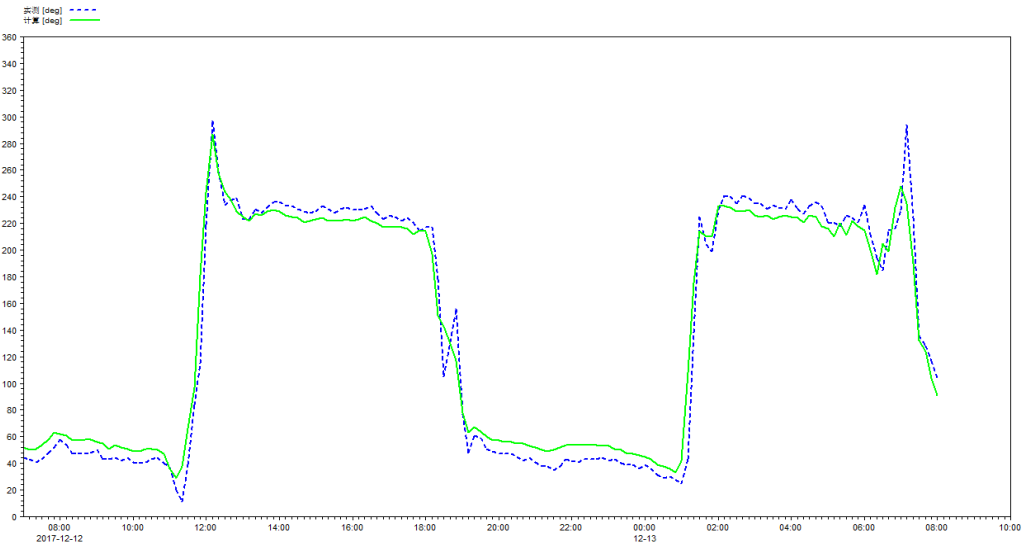


图 7.1-4 A 站流向验证曲线(表层)

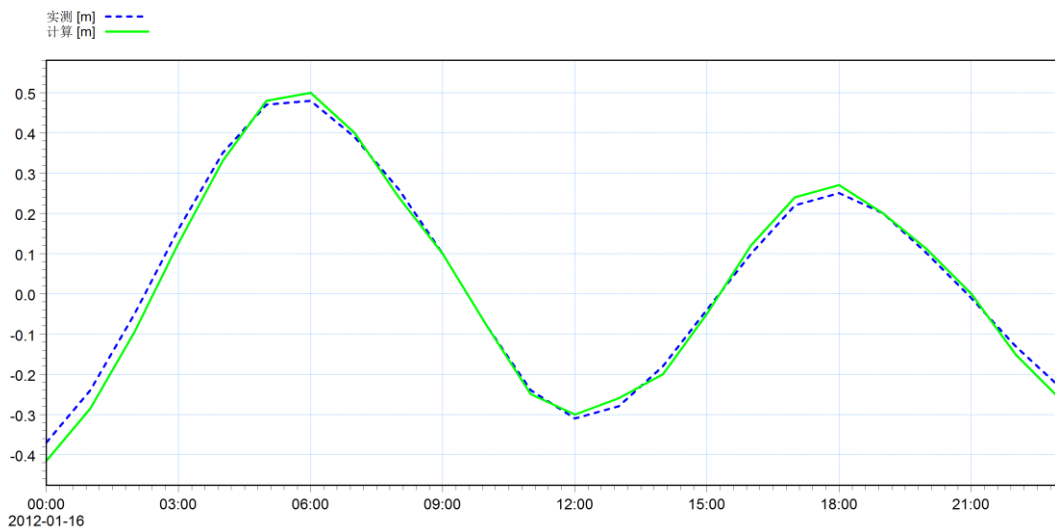


图 7.1-5 B 站潮位验证曲线

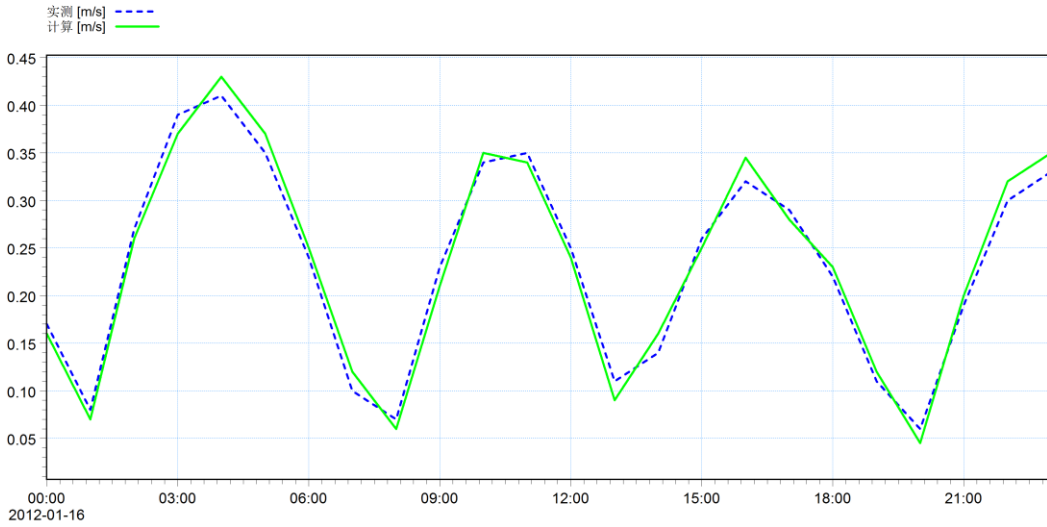


图 7.1-6 B 站流速验证曲线(表层)

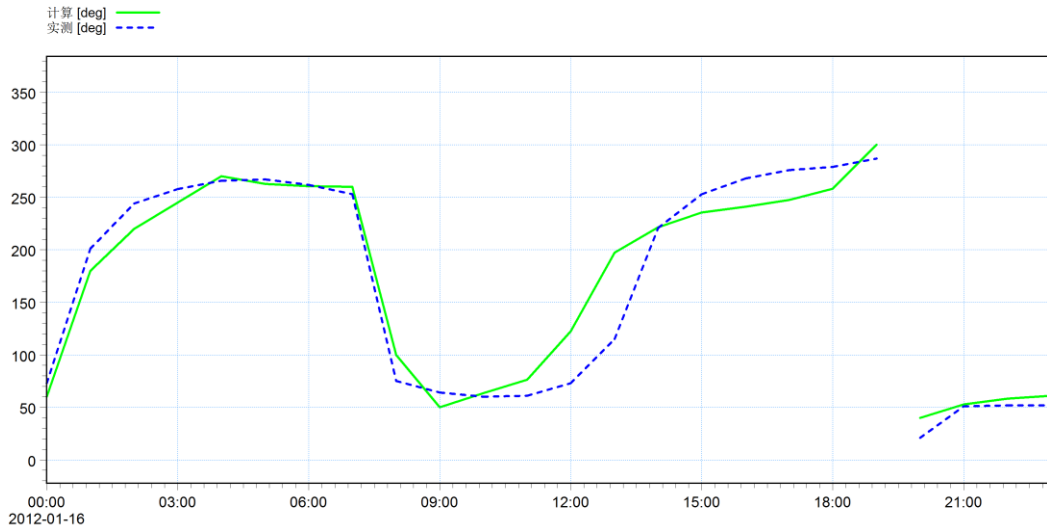


图 7.1-7 B 站流向验证曲线(表层)

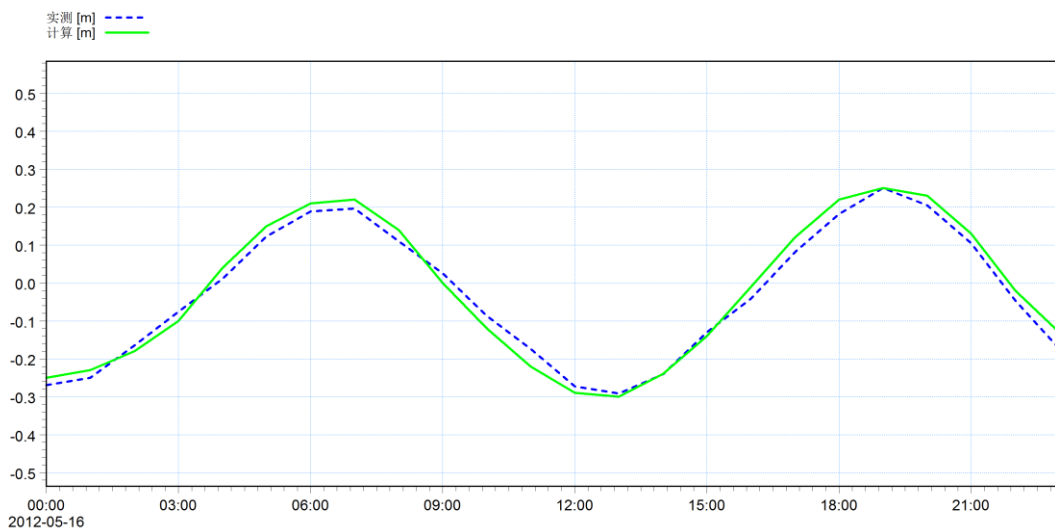


图 7.1-8 C 站潮位验证曲线

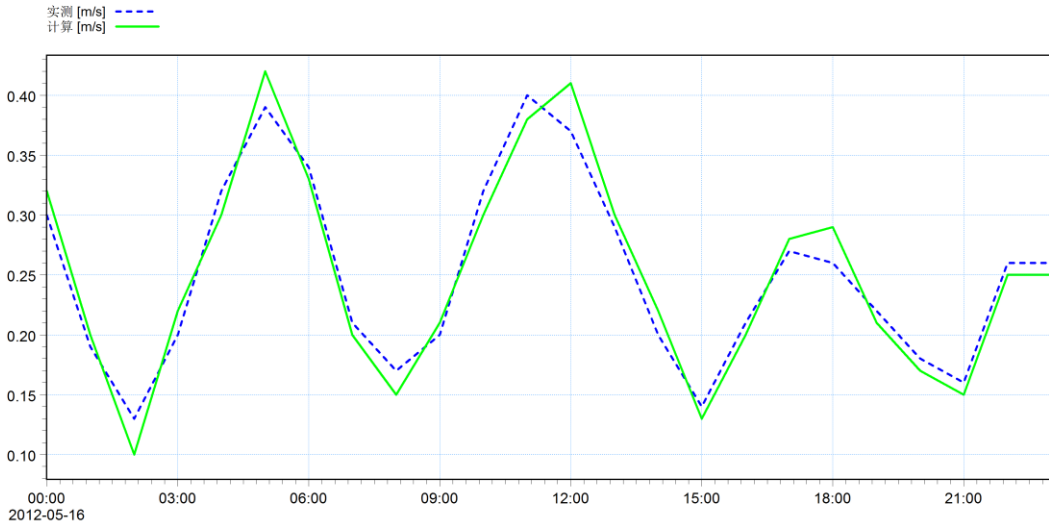


图 7.1-9 C 站流速验证曲线(表层)

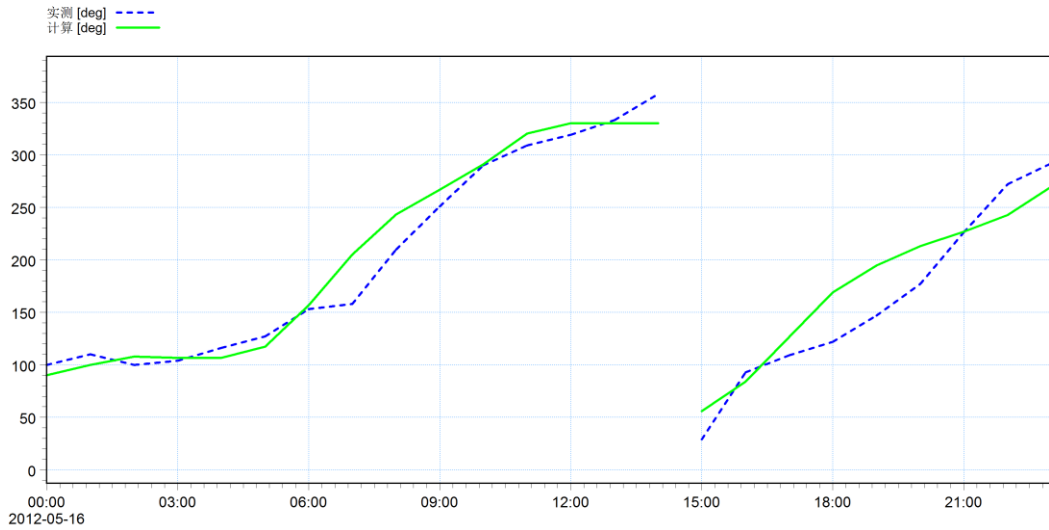


图 7.1-10 C 站流向验证曲线(表层)

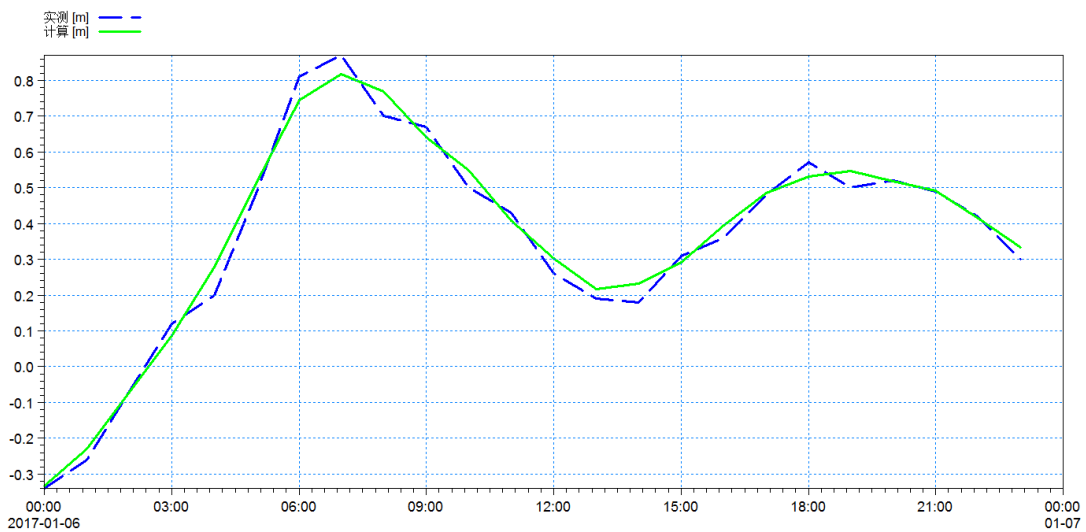


图 7.1-11 D 站潮位验证曲线

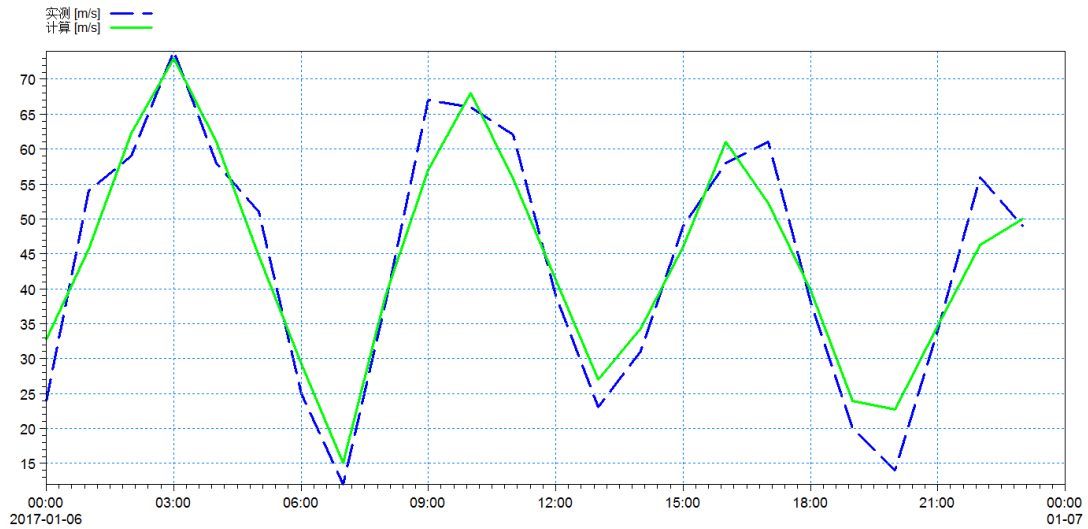


图 7.1-12 D 站流速验证曲线(表层)

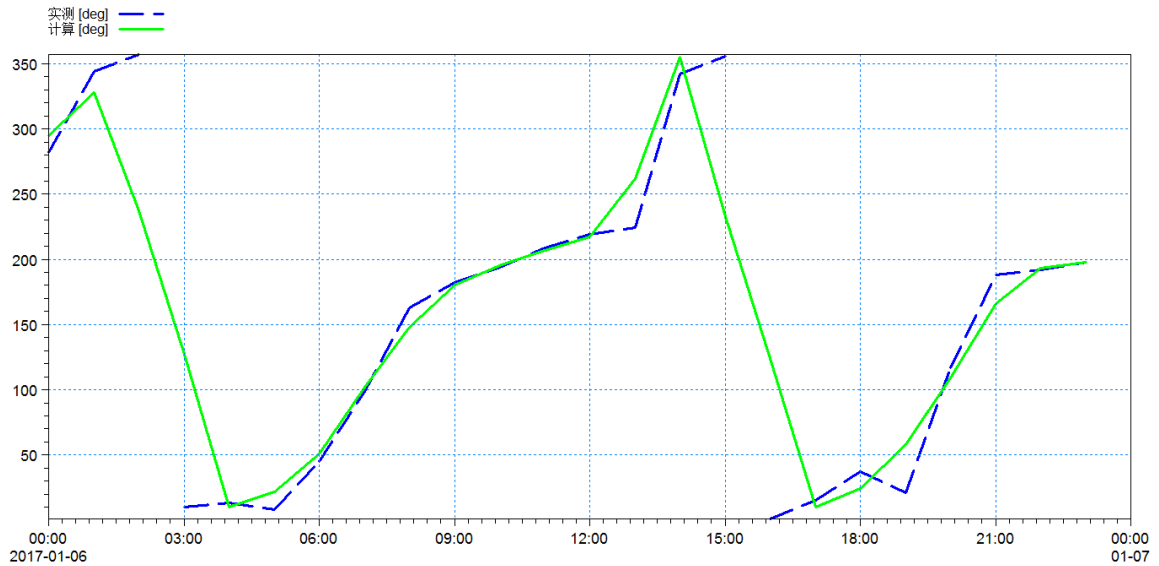


图 7.1-13 D 站流向验证曲线(表层)

从以上验证结果可以看出，潮位误差基本在 10cm 之内，流速过程线的形态基本一致，平均流速偏差在 10% 之内，平均流向误差在 15° 之内，符合有关技术规范的要求，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 泥沙输运模块

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



- 基本控制方程

悬沙对流扩散方程如下

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

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

- 泥沙沉降速度

泥沙沉速采用斯托克斯公式计算:

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

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

- 床面淤积速率

就粘性泥沙而言, 床面淤积速率基于 Krone 公式计算,

$$S_D = W_s C_b p_d$$

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

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

式中  $\tau_b$ 、 $\tau_{cd}$  分别为水流底部切应力和床沙临界淤积切应力, 床沙临界淤积切应力取值  $0.07\text{N}/\text{m}^2$ 。

对于非粘性泥沙而言, 床沙淤积速率基于下式表达,



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

- 床面侵蚀速率

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

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

式中，E 为侵蚀系数，单位  $\text{kg/m}^2/\text{s}$ ； $\tau_{ce}$  为床沙临界侵蚀切应力，参数取值  $0.2\text{N/m}^2$ ，n 为经验常数。

对于未固结粘性床沙侵蚀速率有：

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

式中， $\alpha$  为经验系数，单位  $\text{m/N}^{0.5}$

非粘性床沙侵蚀速率由下式给出：

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

- 边界条件和初始条件

陆边界：

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

开边界：

$$\begin{aligned} S|_{\Gamma} &= 0 \quad \text{入流段} \\ \frac{\partial S}{\partial t} + V_n \frac{\partial S}{\partial \bar{n}} &= 0 \quad \text{出流段} \end{aligned}$$

其中  $\bar{n}$  为边界的法线方向， $\Gamma$  为水边界。

因为悬浮沙是计算浓度增量，因此初始条件以零值起算。

### 7.1.2.2 钻井液浓度场预测

- 排放方式及源强

新建 PL25-6WHPL 平台钻井液在钻井过程中循环使用，最大排放速率出

现在钻井完成后一次性排放，最大一次性排放量 366.2m<sup>3</sup>，最大排放速率约为 35m<sup>3</sup>/h。钻井液密度 1.08g/cm<sup>3</sup>~1.2g/cm<sup>3</sup>（按 1.15g/cm<sup>3</sup> 计算），钻井液固相颗粒粒径 0.008mm~0.062mm，中值粒径为 0.016mm。

● 浓度增量预测结果

由于钻井液排放时间较长，预测结果与开始排放时刻关系不大，故选择大潮期间开始排放进行预测，取最大浓度包络线作为预测结果，钻井液排放预测结果见表 7.1-2、表 7.1-3 和图 7.1-14，从预测结果可以看出，悬浮物超标主要位于海水表层（海面以下 0~9m），超一类最大距离约为 0.50km，停排后恢复时间约为 10.0h，超一类包络面积约为 0.4239km<sup>2</sup>，超三四类面积相对较小。

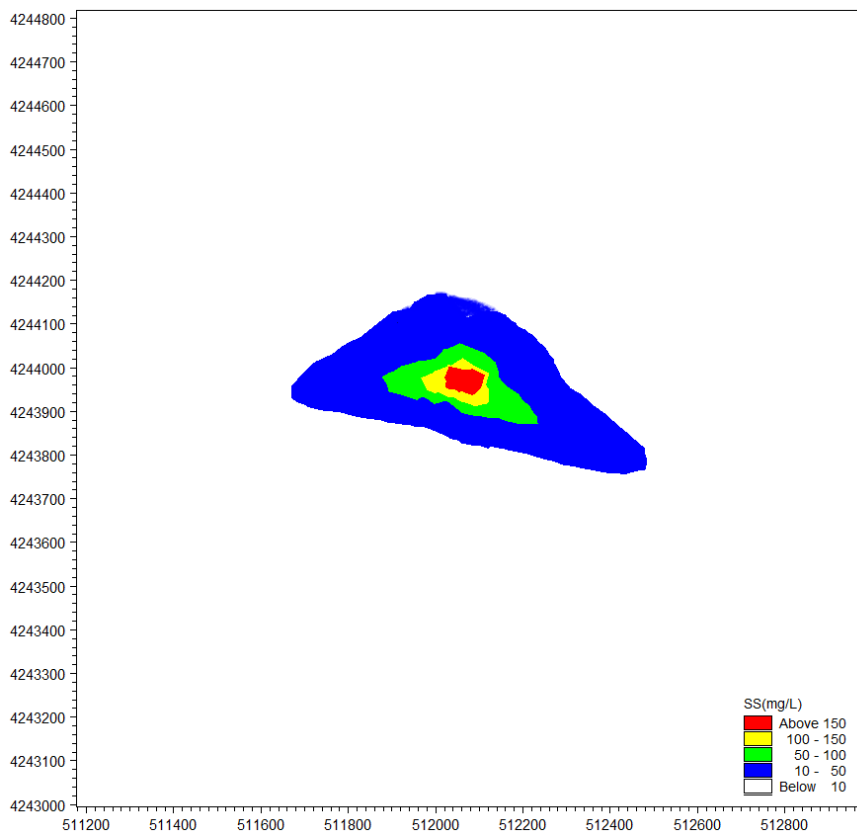


图 7.1-14 PL25-6WHPL 平台钻井液扩散包络线

表 7.1-2 PL25-6WHPL 平台钻井液排放预测结果（表层）

|      | 超一类包络面积 (km <sup>2</sup> ) | 超三类包络面积 (km <sup>2</sup> ) | 超四类包络面积 (km <sup>2</sup> ) | 超一类最大距离 (km) | 恢复时间 (h) |
|------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------|----------|
| 包络面积 | 0.4239                     | 0.0758                     | 0.0607                     | 0.50         | 10.0     |

表 7.1-3 PL25-6WHPL 平台钻井液排放浓度区间面积（表层）

| 浓度 (mg/L) | 10~20  | 20~50  | 50~100 | >100   |
|-----------|--------|--------|--------|--------|
| 包络面积      | 0.2172 | 0.0696 | 0.0613 | 0.0758 |

### 7.1.2.3 钻屑浓度场预测

#### ● 钻屑排放位置

新建 PL25-6WHPL 平台共设 40 个井槽（其中 22 个井槽为单筒双井），共可钻 62 口井，先期钻井 58 口，预留 4 口井。根据第三篇工程分析，包括预留井槽在内产生的钻屑总量约为 24626m<sup>3</sup>（堆体积），其中非钻井油层钻屑量 15691m<sup>3</sup>（堆体积），钻屑最大排放速率为 53.3m<sup>3</sup>/d。

钻屑粒径分布如下，计算时中值粒径取为 70μm、120μm、150μm、230μm 共 4 个等级各占 25%、35%、25%、15% 计算包络面积。

表 7.1-4 钻屑粒径分布

| <105μm | 105~140 μm | 140~178 μm | >178~279 μm |
|--------|------------|------------|-------------|
| 25%    | 35%        | 25%        | 15%         |

#### ● 浓度增量预测结果

由于钻屑为连续排放，且排放时间较长，排放时段涵盖了大潮和小潮，取浓度最大包络线作为预测结果，钻屑排放预测结果见表 7.1-5、表 7.1-6 和图 7.1-15。由预测结果可以看出，由于钻屑粒度较大故而沉速较快，其对水质的影响范围较小，超标主要集中在海水表层（海面以下 0~9m），表层超一类水质海域的最大包络面积为 0.1775km<sup>2</sup>，离排放点的最大距离为 0.30km；超三、四类包络面积相对较小；钻屑停止排放后 3.0h 海水悬浮物浓度即可恢复排放前的水平。钻屑沉降在平台周围，覆盖厚度超过 2cm 的面积约 0.1413km<sup>2</sup>。

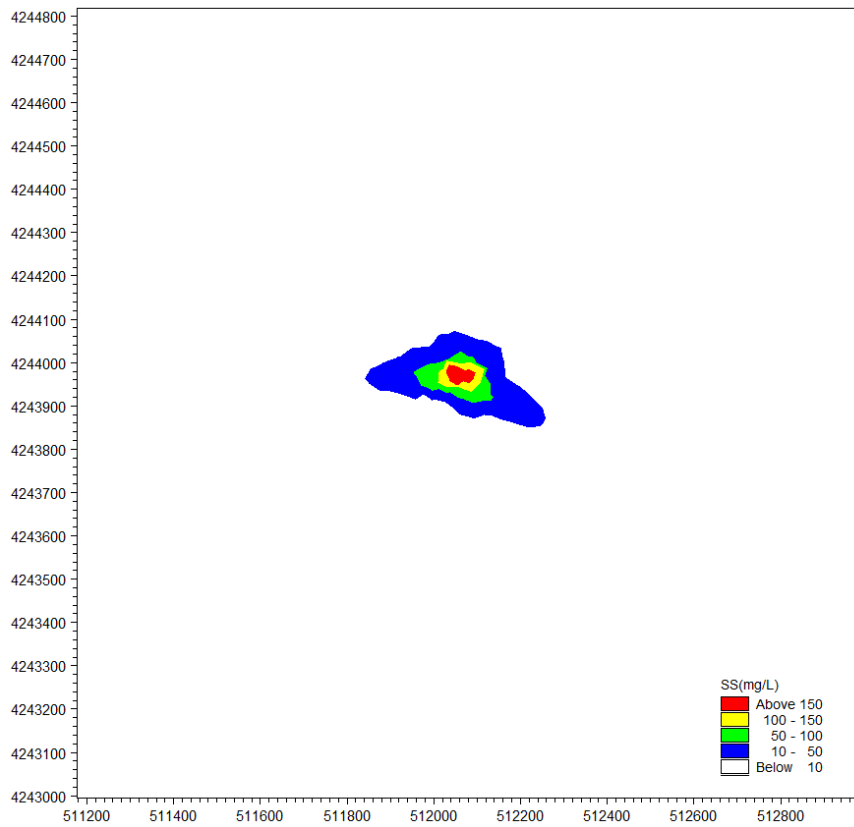


图 7.1-15 PL25-6WHPL 平台钻屑排放浓度包络线

表 7.1-5 PL25-6WHPL 平台钻屑排放预测结果

|    | 超一类包络面积 (km <sup>2</sup> ) | 超三类包络面积 (km <sup>2</sup> ) | 超四类包络面积 (km <sup>2</sup> ) | 超一类最大距离 (km) | 恢复时间 (h) | 覆盖 2cm 面积 (km <sup>2</sup> ) |
|----|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------|----------|------------------------------|
| 表层 | 0.1775                     | 0.0347                     | 0.0295                     | 0.30         | 3.0      | 0.1413                       |
| 中层 | 0.0210                     | —                          | —                          |              |          |                              |
| 底层 | —                          | —                          | —                          |              |          |                              |

表 7.1-6 PL25-6WHPL 平台钻屑排放浓度区间面积 (表层)

| 浓度 (mg/L)               | 10~20  | 20~50  | 50~100 | >100   |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 包络面积 (km <sup>2</sup> ) | 0.0748 | 0.0355 | 0.0325 | 0.0347 |

#### 7.1.2.4 悬浮沙浓度预测

本项目新建 2 条海底管道和 2 条海底电缆，均全程挖沟埋设，铺设过程中将搅起海底泥沙，本节对铺设海底管道和电缆悬浮沙影响范围进行预测。

- 排放位置及源强

本项目新铺海底混输管道和注水管道长度均为 3km，埋设深度为 1.5m，

新建管道外径按 0.5m，则挖沟深度约 2m。管沟底宽 1m，顶宽 2m，平均挖沟速度 1500m/d，采用水力喷射式挖沟机进行挖沟作业，起沙率按 10%，泥沙湿容重 1.78g/cm<sup>3</sup>，则铺设海底管道悬浮沙源强约为 9.27kg/s。

本项目新铺 2 条海底电缆长度均为 5.7km，埋设深度 1.5m，新建电缆外径按 0.2m 考虑，则挖沟深度约 1.7m。缆沟底宽 0.5m，顶宽 1m，平均挖沟速度约 1500 m/d。海底电缆采用犁式挖沟机进行挖沟作业，起沙率按照 5%，泥沙湿容重 1.78g/cm<sup>3</sup>，则铺设海底电缆悬浮沙的源强约为 1.97kg/s。

表 7.1-7 新建海底管道/电缆悬浮沙源强

| 类型   | 起止                    | 长度 (km) | 上宽/下宽 /深度(m) | 挖沟速度 (km/d) | 悬浮沙源强 (kg/s) |
|------|-----------------------|---------|--------------|-------------|--------------|
| 海底管道 | PL25-6WHPL~PL25-6WHPF | 3.0     | 2/1/2        | 1.5         | 9.27         |
| 海底电缆 | PL25-6WHPL~PL19-3CEPB | 5.7     | 1/0.5/1.7    | 1.5         | 1.97         |

● 悬浮沙预测结果

铺设海管悬浮沙预测结果见 表 7.1-8、表 7.1-9，铺设海缆悬浮沙预测结果见 表 7.1-10 和 表 7.1-11。因本项目海底管道和电缆位于同一海域，铺设挖沟掀起的悬浮沙浓度分布图是近似的，为了节省篇幅这里只给出其中一条海管的悬浮沙浓度分布图见 图 7.1-16 至 图 7.1-18

表 7.1-8 海底管道悬浮沙预测结果

| 层位             | 超一类包络面积 (km <sup>2</sup> ) | 超三类包络面积 (km <sup>2</sup> ) | 超四类包络面积 (km <sup>2</sup> ) | 超一类最大距离 (km) | 恢复时间 (h) | 覆盖 2cm 面积 (km <sup>2</sup> ) |
|----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------|----------|------------------------------|
| 表层 (海底 19~27m) | 0.1913                     | 0                          | 0                          | 0.35         | 8.0      | 0.051                        |
| 中层 (海底 10~18m) | 0.4229                     | 0.0783                     | 0                          |              |          |                              |
| 底层 (海底 0~9m)   | 1.3536                     | 0.2373                     | 0.2017                     |              |          |                              |

表 7.1-9 海底管道悬浮沙浓度区间面积 (km<sup>2</sup>)

| 层位             | Bi<1   | 1≤Bi<4 | 4≤Bi<9 | Bi≥9   |
|----------------|--------|--------|--------|--------|
| 表层 (海底 19~27m) | 0.1437 | 0.0475 | 0      | 0      |
| 中层 (海底 10~18m) | 0.2094 | 0.0907 | 0.0445 | 0.0783 |
| 底层 (海底 0~9m)   | 0.6390 | 0.2726 | 0.2047 | 0.2373 |

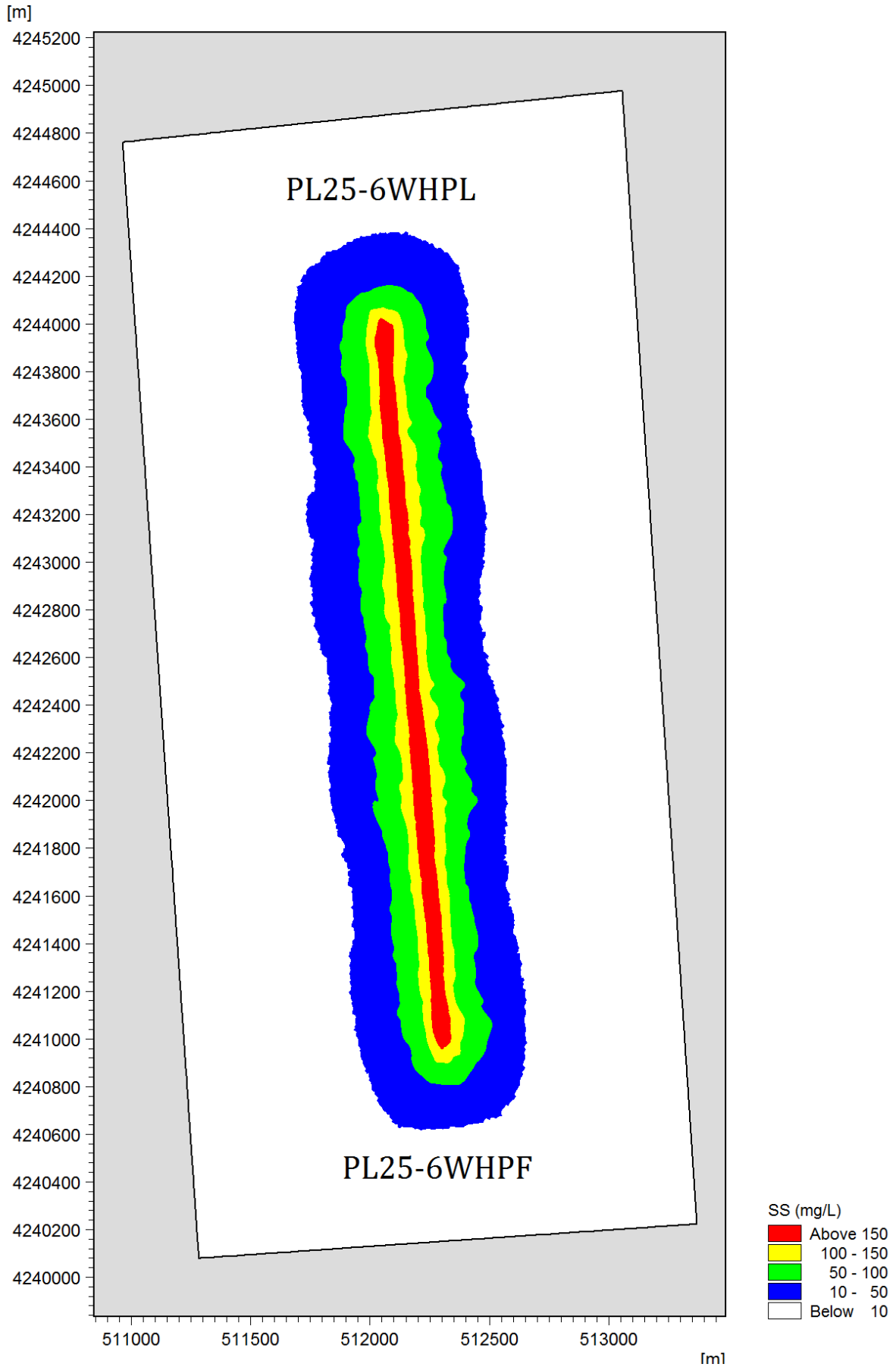


图 7.1-16 海管铺设悬浮沙浓度包络线（底层）

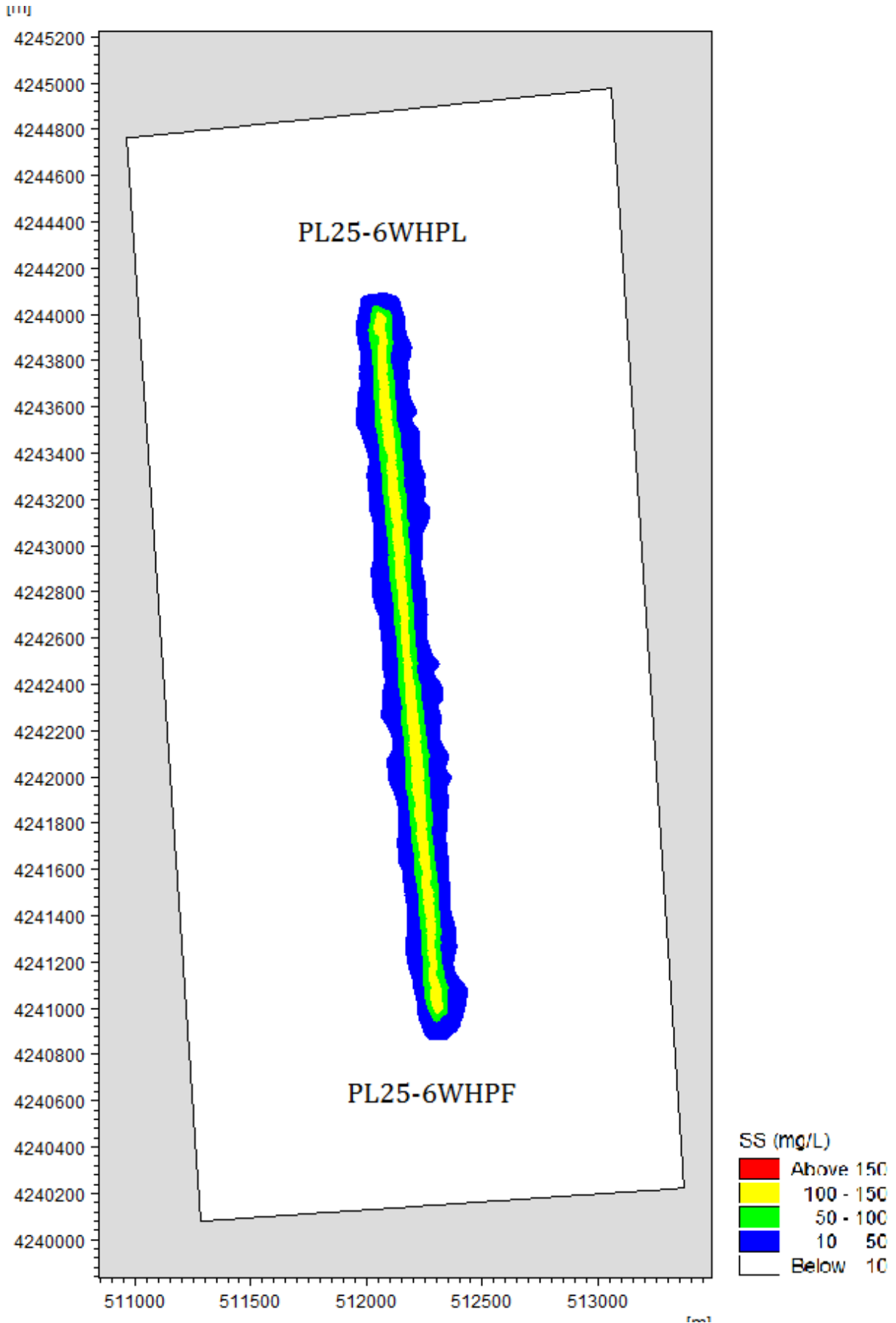


图 7.1-17 海管铺设悬浮沙浓度包络线（中层）

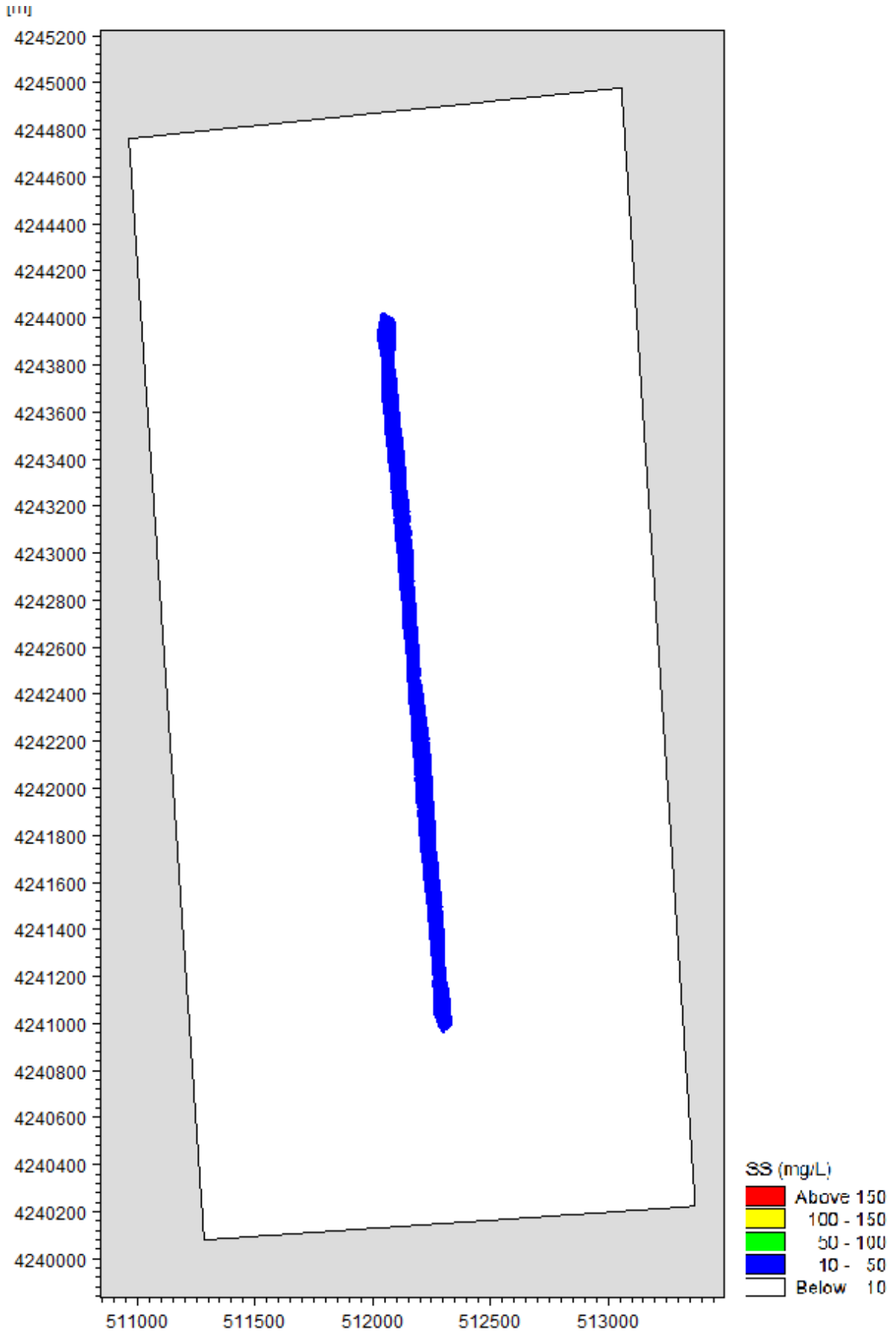


图 7.1-18 海管铺设悬浮沙浓度包络线 (表层)

从以上预测结果可见，铺设海管时悬浮沙浓度及超标面积，呈由底层至表层逐渐减小的趋势，其影响范围和程度自底层至表层逐渐减小，超一类最大距离约为 0.35km，施工结束后悬浮沙覆盖厚度超过 2cm 的面积约为 0.051 km<sup>2</sup>，施工作业停止后 8.0h，悬浮沙浓度增量即可降至第一类（10mg/L）以下。

铺设海缆时悬浮沙浓度及超标面积，呈由底层至表层逐渐减小的趋势，其影响范围和程度自底层至表层逐渐减小，超一类最大距离约为 0.25km，施工结束后悬浮沙覆盖厚度超过 2cm 的总面积约为 0.0684km<sup>2</sup>，施工作业停止后 8.0h，悬浮沙浓度增量即可降至第一类以下。

表 7.1-10 海底电缆悬浮沙预测结果

| 层位 | 超一类包络面积 (km <sup>2</sup> ) | 超三类包络面积 (km <sup>2</sup> ) | 超四类包络面积 (km <sup>2</sup> ) | 超一类最大距离 (km) | 恢复时间 (h) | 覆盖 2cm 面积 (km <sup>2</sup> ) |
|----|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------|----------|------------------------------|
| 表层 | 0.0782                     | 0                          | 0                          | 0.25         | 8.0      | 0.0684                       |
| 中层 | 0.3214                     | 0.0496                     | 0                          |              |          |                              |
| 底层 | 1.0556                     | 0.1957                     | 0.1648                     |              |          |                              |

 表 7.1-11 海底电缆悬浮沙浓度区间面积 (km<sup>2</sup>)

| 层位 | Bi<1   | 1≤Bi<4 | 4≤Bi<9 | Bi≥9   |
|----|--------|--------|--------|--------|
| 表层 | 0.0503 | 0.0145 | 0      | 0      |
| 中层 | 0.1453 | 0.0596 | 0.0670 | 0.0496 |
| 底层 | 0.4773 | 0.1956 | 0.1870 | 0.1957 |

### 7.1.3 COD 浓度预测

#### 7.1.3.1 物质输运方程

浓度预测是在三维水动力模型的基础上，利用对流扩散模型计算排放后的浓度场。对流扩散方程如下：

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial wC}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D_h \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( D_h \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( D_v \frac{\partial C}{\partial z} \right) - K_p C + C_s S$$

式中：C 为污染物浓度 (mg/L)；K<sub>p</sub> 为污染物降解系数 (1/s)；C<sub>s</sub> 为污染物排放源浓度 (mg/L)；S 为污染物排放源强 (1/s)；D<sub>h</sub>、D<sub>v</sub> 分别为污染物水平和垂向扩散系数 (m<sup>2</sup>/s)，参数取值为 0.01m<sup>2</sup>/s。

### 7.1.3.2 边界条件和初始条件

闭边界（陆地边界）：

$$\frac{\partial C}{\partial n} = 0$$

$n$  为闭边界的法线方向。即沿闭边界所有变量的通量为 0，物质不能穿越边界。

开边界：在开边界上可指定物质的数量或者梯度。

在 COD 浓度预测初始条件为背景浓度值。

### 7.1.3.3 COD 排放源强

根据工程分析，新建 PL25-6WHPL 平台设有 100 人生活楼，最大定员数为救生艇人数（150 人），考虑到修井作业等大型作业时需要经常使用生活支持船等因素，平台的全年平均作业人数按照救生艇作业人数的 1.2 倍，即 180 人进行估算。根据统计数据，海上平台每人每天生活污水产生量约  $0.35\text{m}^3$ ，则生活污水量最大约为  $63\text{m}^3/\text{d}$ ，经处理合格后排放，每天排放时间约为 2h，则 COD 最大排放源强约为  $2.625\text{g/s}$ 。

根据 2018 年 11 月环境质量现状调查结果，本项目海域 COD 平均浓度为  $0.91\text{mg/L}$ ，在此基础上计算生活污水排放 COD 浓度分布。

### 7.1.3.4 COD 预测结果

PL25-6WHPL 平台 COD 浓度包络线分布见图 7.1-19。从图可见，由于生活污水排放量很小，基本不存在超一类 ( $>2\text{mg/L}$ ) 面积，COD 浓度增量最大仅为  $0.09\text{mg/L}$ ；由于生活污水密度小于海水，故 COD 影响基本在海水表层，且浓度增量很小，生活污水达标排放对海水水质影响轻微。

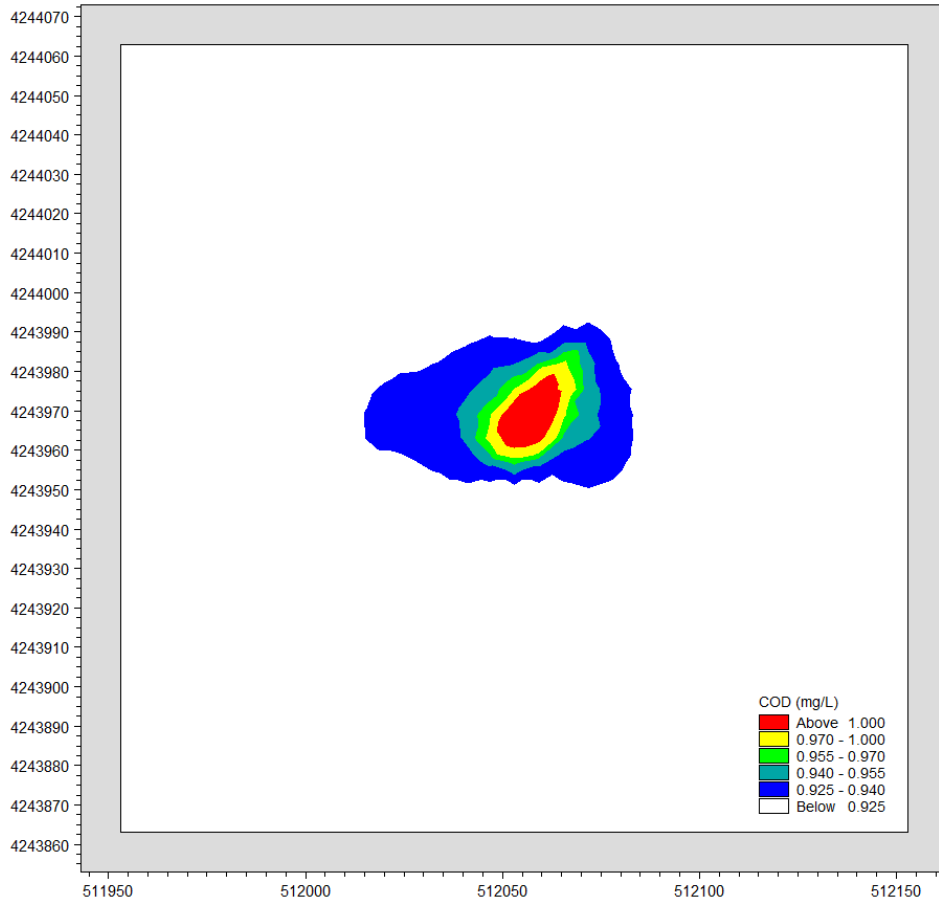


图 7.1-19 PL25-6WHPL 平台表层 COD 浓度包络线分布

## 7.2 海水水质环境影响评价

### 7.2.1 钻井液对海水水质的影响

钻井液中含有少量颗粒态物质，颗粒态物质在随海水运动的同时，将在海水中发生沉降，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。根据数值预测结果，钻井液排放仅对排放点附近水质有影响，且影响主要在表层海域，新建平台无论何时排放钻井液超一(二)类包络面积最大约为  $0.4239\text{km}^2$ ，超一(二)类水质距排放点的最大距离为  $0.50\text{km}$ ；超三、四类水质海域的包络面积最大分别为  $0.0758\text{m}^2$  和  $0.0607\text{km}^2$ 。钻井液停止排放后约  $10.0\text{h}$  即可恢复到第一类海水。

### 7.2.2 钻屑对海水水质的影响

钻屑的成分主要是泥土和岩石碎屑，其粒径远大于钻井液中的粘土类物质，沉降速度快扩散范围较小。根据数值预测结果，钻屑对水质的影响主要在



平台周围不远的水域内,钻屑表层超一(二)类包络面积最大不超过  $0.1775\text{km}^2$ ,距排放点的最大距离为  $0.30\text{km}$ ;超三、四类水质海域的包络面积最大为  $0.0347\text{km}^2$ 、 $0.0295\text{km}^2$ ;中层超一(二)类水质海域的包络面积为  $0.0210\text{km}^2$ ,中层无超三四类浓度;底层基本无超标区域。停止排放后约  $3.0\text{h}$  内即可恢复到排放前水质。

### 7.2.3 铺设海底管道、电缆对海水水质的影响

铺设海底管道、电缆挖沟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,本项目铺设海底管道超一(二)类海水最大影响距离为  $0.35\text{km}$ ,底层超一(二)类包络面积为  $1.3536\text{km}^2$ ;中层超一(二)类水质包络面积为  $0.4229\text{km}^2$ ;表层超一(二)类水质包络面积为  $0.1913\text{km}^2$ 。超三、四类水质海域影响范围主要在底层,其面积相对较小。铺设作业停止后约  $8.0\text{h}$ ,悬浮沙含量可恢复第一类水质。

铺设海底电缆挖沟尺寸相对小很多,其悬浮沙源强相对较小,因此其影响范围远小于铺设海管,超一(二)类海水最大影响距离为  $0.25\text{km}$ ,底层超一(二)类水质最大包络面积为  $1.0556\text{km}^2$ ;中层超一(二)类水质包络面积为  $0.3214\text{km}^2$ ;表层超一(二)类水质包络面积为  $0.0782\text{km}^2$ 。超三、四类水质海域影响范围主要在底层,其面积相对较小。铺设作业停止后约  $8.0\text{h}$ ,悬浮沙含量可恢复第一类水质。

### 7.2.4 生活污水对海水水质的影响

由于 COD 排放源强较小,其对周围海水 COD 浓度增量的贡献最大仅为  $0.09\text{mg/L}$ ,叠加背景值后不存在超一类的面积,因此 COD 排放对海水环境的影响轻微,不会明显影响本海区的海水水质。

## 7.3 海洋沉积物环境影响评价

### 7.3.1 钻屑排放对沉积物环境的影响

钻屑排海后在海水运动的作用下,会在海底一定的范围内沉积。钻屑的沉

积及分布范围受排放量、海流、水深等因素的影响。钻屑的排放将覆盖一部分原海底，所覆盖区域的沉积物类型会有所变化，并可能使沉积物中有机质等污染物的含量稍有升高。根据数值模拟结果，本项目钻屑覆盖厚度超过 2cm 的面积最大为 0.1413km<sup>2</sup>。

### 7.3.2 铺设海底管道电缆对沉积物环境的影响

铺设海底管道电缆对沉积物环境的影响首先是开挖和覆盖，搅起的海底泥沙在海流和重力作用下自然回填缆沟，覆盖厚度>2cm 的面积主要位于缆沟两侧附近，因悬浮沙均是局地沉积物再沉积，不会引起沉积物环境的变化。本项目新建 2 条海底管道和 2 条海底电缆，根据数值模拟结果，悬浮沙覆盖 2cm 厚度的覆盖面积合计约为 0.2388km<sup>2</sup>。

铺设海底管道对沉积物环境的影响其次是海底管道外防腐牺牲阳极中锌的释放。海底管道采用手镯型铝基牺牲阳极，阳极块主要成分为铝，锌的含量仅为 2.5%~5.75%。锌在发生原电池反应后，将以锌离子形态释放到海底沉积物环境中，使管道周围沉积物环境中锌含量略有增加。由于阳极块间隔较远，锌离子向环境释放的影响不会相互叠加，所以可以把每个阳极块当做一个单独的释放源。根据本项目牺牲阳极规格，每个阳极块的重量按 40kg、阳极块中锌含量按 5.75% 计算，假定锌全部释放到周围 10m 的海底沉积物，可使周围沉积物锌含量增加  $0.65 \times 10^{-6}$ ，叠加 2018 年 11 月海洋环境现状调查，本海区沉积物锌含量平均值  $22.79 \times 10^{-6}$ ，则海底管道周围沉积物中锌含量最大为  $23.44 \times 10^{-6}$ ，远低于海洋沉积物质量标准的第一类标准值  $150 \times 10^{-6}$ ，因此海底管道防腐采用的牺牲阳极不会引起沉积物中的锌污染。

## 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

本项目在钻完井阶段所产生的钻屑和钻井液，使平台周围海水中悬浮沙增大，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。由于钻井阶段时间较短，随着施工作业结束，停止钻井液、钻屑的排



放，其影响将会逐渐降低以至消失。

铺设海底管道、电缆挖沟搅起的小颗粒轻物质悬浮于水中，将使海水浑浊度增加，透明度降低，致使光合作用降低，从而影响浮游植物的繁殖生长，基础生产力将受到影响。但由于底质多以粉砂和砂质粉砂为主，沉积物粒径较粗，水中悬浮物沉降速度快，运移规模也小，沉积物悬浮时间较短，因此挖沟而引起的水体透明度会很快得到恢复。

#### 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。钻井过程中钻井液、钻屑的排放以及海底管道、电缆铺设挖起的悬浮沙将增加海水的浑浊度，减少了透光层的厚度，使生物合成量减少，同时使整个水层的浮游植物的生产力水平下降，对浮游植物生长繁殖造成不利，进一步影响了浮游动物的摄食能力和摄食量，从而也影响了浮游动物的生长和繁殖。但这种影响是短时期的，完成作业之后，通过一系列的稀释、吸附、沉淀或扩散等海洋环境的物理过程，从而恢复浮游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，钻井液和钻屑的排放对鱼、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，可以做出如下预测：（1）在排放点周围约 350m 内底栖生物可能会受到钻屑排放的影响。（2）除活动能力很小的底栖鱼类外，钻屑的排放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。（3）本项目在钻井阶段排放的钻屑大部分可能沉积于平台周围 350m 范围内，因而其对底栖生物造成影响的覆盖范围是有限的，不

会对油田开发区周围的整个底栖生态系统稳定性和生物种类多样性造成明显危害。钻屑停止排放后，沉积区的底栖生态将会逐渐恢复。

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

堆积在管/缆沟两侧的沉积物，在海水运动作用下部分将很快回填于沟内。但挖沟所破坏的海底海床以及在沟两侧所堆积的泥沙对底栖生物的掩埋造成破坏，并对其周围底栖生物的生长造成一定的影响，使底栖生物量减少，在一定时间内会破坏周围底栖生物并影响管缆路由一带的海底生态环境。但随着施工结束以及时间的推移，路由区的底栖生态会逐渐得到恢复。

## 7.5 海洋生物资源及生态环境损害评估

本项目对海洋生态环境的损失包括对海洋生物资源的损失和对海洋生态服务功能的损失两部分，其中对海洋生物资源的损失根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）进行估算，对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）并参考《海洋生态损害评估技术指南(试行)》进行估算，二者合计即为本项目对海洋生态环境的总的损失。

### 7.5.1 海洋生物资源损失评估

本项目对海洋生物资源的主要影响环节为：钻井液、钻屑的排放和海管/电缆铺设时的悬浮沙。

#### 7.5.1.1 海洋生物资源损失计算方法

##### a 悬浮沙海洋生物损失计算方法

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

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij} \quad (7.5-1)$$

式中：

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

$D_{ij}$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区第  $i$  种类生物资源密度，单位为尾平方千米、个平方千米或千克平方千米 (kg/km<sup>2</sup>)；

$S_j$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区面积，km<sup>2</sup>；

$K_{ij}$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区第  $i$  种类生物资源损失率，%；

$N$ ——某一污染物浓度增量分区总数。

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

$$M_i = W_i \times T \quad (7.5-2)$$

式中：

$M_i$ ——第  $i$  种类生物资源累计损失量，单位为尾、个或千克 (kg)；

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

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

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

表 7.5-1 各类海洋生物损失率

| 污染物超标准倍数 (Bi)             | 各类生物损失率 (%) |    |    |
|---------------------------|-------------|----|----|
|                           | 鱼卵、仔稚鱼      | 幼体 | 成体 |
| Bi ≤ 1 倍 (10~20mg/L)      | 5           | 5  | 1  |
| 1 < Bi ≤ 4 倍 (20~50mg/L)  | 10          | 10 | 5  |
| 4 < Bi ≤ 9 倍 (50~100mg/L) | 30          | 30 | 15 |
| Bi ≥ 9 倍 (≥100mg/L)       | 50          | 50 | 20 |

#### b 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：

$$W_i = D_i \times S_i \quad (7.5-3)$$



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)/ $\text{km}^2$ ]、尾(个)每立方千米[尾(个)/ $\text{km}^3$ ]或千克每平方千米 ( $\text{kg}/\text{km}^2$ )。在此为底栖生物量。

$S_i$ —第  $i$  种生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米 ( $\text{km}^2$ ) 或立方千米 ( $\text{km}^3$ )。本报告中指钻屑覆盖面积及铺设海底管道、电缆开挖的海底面积。

### c 海洋生物计算参数

鱼卵、仔稚鱼、海洋生物资源成体（鱼类、头足类和甲壳类）及幼体密度取 2018 年 5 月、2018 年 10 月两季调查平均值，底栖生物取 2016 年 4 月、2018 年 11 月两季调查平均值，详见表 7.5-2。

表 7.5-2 海洋生物密度及来源

| 资源类别 | 资源密度                           | 调查单位             | 调查时间                       |
|------|--------------------------------|------------------|----------------------------|
| 鱼卵   | 0.25 粒 / $\text{m}^3$          | 中国水产科学研究院黄海水产研究所 | 2018 年 5 月、2018 年 10 月两季平均 |
| 仔稚鱼  | 0.11 尾 / $\text{m}^3$          |                  |                            |
| 幼体   | 14523 尾/ $\text{km}^2$         |                  |                            |
| 成体   | 389.91 $\text{kg}/\text{km}^2$ |                  |                            |
| 底栖生物 | 8.84 $\text{g}/\text{m}^2$     | 国家海洋局北海环境监测中心    | 2016 年 4 月、2018 年 11 月两季平均 |

### 7.5.1.2 海洋生物损失估算结果

#### a 钻井液排放海洋生物损失

钻井液排放超标面积根据预测结果，其影响主要在海表表层即海面以下 0~9m，海洋生物密度根据调查结果（表 7.5-2），各类海洋生物损失率取自表 7.5-1，计算方法根据前述公式（7.5-1），本项目排放钻井液造成的海洋生物损失如表 7.5-3。

表 7.5-3 钻井液排放海洋生物损失

| 资源  | 面积 (km <sup>2</sup> )   | Bi≤1   | 1<Bi≤4 | 4<Bi≤9 | Bi≥9   | 小计    |
|-----|-------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|
|     |                         | 0.2172 | 0.0696 | 0.0613 | 0.0758 |       |
| 鱼卵  | 密度 (个/m <sup>3</sup> )  | 0.25   | 0.25   | 0.25   | 0.25   | 0.167 |
|     | 损失率                     | 5%     | 10%    | 30%    | 50%    |       |
|     | 损失量 (10 <sup>6</sup> 个) | 0.024  | 0.016  | 0.041  | 0.085  |       |
| 仔稚鱼 | 密度 (尾/m <sup>3</sup> )  | 0.12   | 0.12   | 0.12   | 0.12   | 0.077 |
|     | 损失率                     | 5%     | 10%    | 30%    | 50%    |       |
|     | 损失量 (10 <sup>6</sup> 尾) | 0.011  | 0.007  | 0.019  | 0.039  |       |
| 幼体  | 密度(尾/km <sup>2</sup> )  | 14523  | 14523  | 14523  | 14523  | 1076  |
|     | 损失率                     | 5%     | 10%    | 30%    | 50%    |       |
|     | 损失量(尾)                  | 158    | 101    | 267    | 550    |       |
| 成体  | 密度(kg/km <sup>2</sup> ) | 389.91 | 389.91 | 389.91 | 389.91 | 12    |
|     | 损失率                     | 1%     | 5%     | 15%    | 20%    |       |
|     | 损失量(kg)                 | 0.85   | 1.36   | 3.59   | 5.91   |       |

b 钻屑排放海洋生物损失

钻屑排放超标面积根据预测结果，其影响主要在海面以下 0~9m，海洋生物密度根据调查结果（表 7.5-2），各类海洋生物损失率取自表 7.5-1，计算方法根据前述公式（7.5-1），本项目钻屑持续性排放，根据工程分析持续时间约为 479d，按 15d 一个周期年均 10 周期，据此计算钻屑排放造成海洋生物损失如表 7.5-4。

表 7.5-4 钻屑排放海洋生物损失

| 资源  | 面积 (km <sup>2</sup> )   | Bi≤1   | 1<Bi≤4 | 4<Bi≤9 | Bi≥9   | 小计    | 年均 10 周期 |
|-----|-------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|----------|
|     |                         | 0.0748 | 0.0355 | 0.0325 | 0.0347 |       |          |
| 鱼卵  | 密度 (个/m <sup>3</sup> )  | 0.25   | 0.25   | 0.25   | 0.25   | 0.077 | 0.774    |
|     | 损失率                     | 5%     | 10%    | 30%    | 50%    |       |          |
|     | 损失量 (10 <sup>6</sup> 个) | 0.008  | 0.008  | 0.022  | 0.039  |       |          |
| 仔稚鱼 | 密度 (尾/m <sup>3</sup> )  | 0.115  | 0.115  | 0.115  | 0.115  | 0.46  | 4.600    |
|     | 损失率                     | 5%     | 10%    | 30%    | 50%    |       |          |
|     | 损失量 (10 <sup>6</sup> 尾) | 0.004  | 0.004  | 0.010  | 0.018  |       |          |
| 幼体  | 密度(尾/km <sup>2</sup> )  | 14523  | 14523  | 14523  | 14523  | 499   | 4994     |
|     | 损失率                     | 5%     | 10%    | 30%    | 50%    |       |          |
|     | 损失量(尾)                  | 54     | 52     | 142    | 252    |       |          |
| 成体  | 密度(kg/km <sup>2</sup> ) | 389.91 | 389.91 | 389.91 | 389.91 | 1560  | 15596    |
|     | 损失率                     | 1%     | 5%     | 15%    | 20%    |       |          |
|     | 损失量(kg)                 | 0.0748 | 0.0355 | 0.0325 | 0.0347 |       |          |

钻屑排放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，钻屑按平台周围 50m 半径内底栖生物损失率 100%，覆盖厚度超过 2cm 面积内（扣除平台周围 50m 半径内面积）底栖生物损失率 50%，根据前述公式（7.5-3）估算钻屑排放造成底栖生物损失如表 7.5-5。

表 7.5-5 钻屑排放造成底栖生物损失量

|                 | 面积 (km <sup>2</sup> ) | 密度 (g/m <sup>2</sup> ) | 损失率  | 损失量 (t) |
|-----------------|-----------------------|------------------------|------|---------|
| 覆盖厚度 2cm (扣除后者) | 0.133                 | 8.84                   | 50%  | 0.59    |
| 周围 50m 以内       | 0.008                 | 8.84                   | 100% | 0.07    |
| 合计              | —                     |                        |      | 0.66    |

c 铺设海管/电缆海洋生物损失

首先计算铺设海管和电缆总的超标面积，将全部海管和海缆的表、中、底层各级超标面积相加，然后再表、中、底层面积取平均值，水深取整体水深即本项目海域平均水深约 27m。

表 7.5-6 海底管道悬浮沙浓度区间面积 (km<sup>2</sup>)

| 层位             | Bi<1   | 1≤Bi<4 | 4≤Bi<9 | Bi≥9   |
|----------------|--------|--------|--------|--------|
| 表层 (海底 19~27m) | 0.1437 | 0.0475 | 0      | 0      |
| 中层 (海底 10~18m) | 0.2094 | 0.0907 | 0.0445 | 0.0783 |
| 底层 (海底 0~9m)   | 0.639  | 0.2726 | 0.2047 | 0.2373 |
| 表中底平均          | 0.3307 | 0.1369 | 0.0831 | 0.1052 |
| 2 条海管合计        | 0.6614 | 0.2739 | 0.1661 | 0.2104 |

表 7.5-7 海底电缆悬浮沙浓度区间面积 (km<sup>2</sup>)

| 层位             | Bi<1   | 1≤Bi<4 | 4≤Bi<9 | Bi≥9   |
|----------------|--------|--------|--------|--------|
| 表层 (海底 19~27m) | 0.0503 | 0.0145 | 0      | 0      |
| 中层 (海底 10~18m) | 0.1453 | 0.0596 | 0.067  | 0.0496 |
| 底层 (海底 0~9m)   | 0.4773 | 0.1956 | 0.187  | 0.1957 |
| 表中底平均          | 0.2243 | 0.0899 | 0.0847 | 0.0818 |
| 2 条电缆合计        | 0.4486 | 0.1798 | 0.1693 | 0.1635 |

表 7.5-8 2 条海底管道+2 条海底电缆悬浮沙浓度区间面积合计 (km<sup>2</sup>)

|       | Bi<1   | 1≤Bi<4 | 4≤Bi<9 | Bi≥9   |
|-------|--------|--------|--------|--------|
| 2 条海管 | 0.6614 | 0.2739 | 0.1661 | 0.2104 |
| 2 条电缆 | 0.4486 | 0.1798 | 0.1693 | 0.1635 |
| 总计    | 1.1100 | 0.4537 | 0.3355 | 0.3739 |

海洋生物密度根据调查结果(表 7.5-2), 各类海洋生物损失率取自表 7.5-1, 计算方法根据前述公式(7.5-1), 据此估算铺设海管和电缆海洋生物损失如表 7.5-9。

表 7.5-9 铺设海管及电缆海洋生物损失

| 资源  | 面积 (km <sup>2</sup> )   | Bi≤1   | 1<Bi≤4 | 4<Bi≤9 | Bi≥9   | 小计    |
|-----|-------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|
|     |                         | 1.1000 | 0.4536 | 0.3544 | 0.3739 |       |
| 鱼卵  | 密度 (个/m <sup>3</sup> )  | 0.25   | 0.25   | 0.25   | 0.25   | 2.657 |
|     | 损失率                     | 5%     | 10%    | 30%    | 50%    |       |
|     | 损失量 (10 <sup>6</sup> 个) | 0.371  | 0.306  | 0.718  | 1.262  |       |
| 仔稚鱼 | 密度 (尾/m <sup>3</sup> )  | 0.115  | 0.115  | 0.115  | 0.115  | 1.222 |
|     | 损失率                     | 5%     | 10%    | 30%    | 50%    |       |
|     | 损失量 (10 <sup>6</sup> 尾) | 0.171  | 0.141  | 0.330  | 0.581  |       |
| 幼体  | 密度(尾/km <sup>2</sup> )  | 14523  | 14523  | 14523  | 14523  | 5717  |
|     | 损失率                     | 5%     | 10%    | 30%    | 50%    |       |
|     | 损失量(尾)                  | 799    | 659    | 1544   | 2715   |       |
| 成体  | 密度(kg/km <sup>2</sup> ) | 389.91 | 389.91 | 389.91 | 389.91 | 63.0  |
|     | 损失率                     | 1%     | 5%     | 15%    | 20%    |       |
|     | 损失量(kg)                 | 4.3    | 8.8    | 20.7   | 29.2   |       |

铺设海管/电缆将对底栖生物造成一定的掩埋, 并使其中部分底栖生物死亡, 按管道中心线两侧各 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(7.5-3)估算钻屑排放造成底栖生物损失如表 7.5-10。

表 7.5-10 铺设海管及电缆的底栖生物损失

|         | 面积 (km <sup>2</sup> ) |       | 密度 (g/m <sup>2</sup> ) | 损失率  | 损失量 (t) |
|---------|-----------------------|-------|------------------------|------|---------|
| 2 条海管合计 | 覆盖 2cm (扣除后者)         | 0.042 | 8.84                   | 50%  | 0.19    |
|         | 两侧各 5m                | 0.06  | 8.84                   | 100% | 0.53    |
| 2 条电缆合计 | 覆盖 2cm (扣除后者)         | 0.023 | 8.84                   | 50%  | 0.10    |
|         | 两侧各 5m                | 0.114 | 8.84                   | 100% | 1.01    |
| 总计      | —                     | —     | —                      | —    | 1.82    |

### 7.5.1.3 海洋生物资源损失价值

#### a 计算方法

##### (1) 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：

$$M = W \times P \times E \quad (7.5-4)$$

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。

### (2) 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：

$$M = W \times P \times G \times V \quad (7.5-5)$$

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 (1.5 万元/t)。

### (3) 生物资源经济损失计算

$$M = W \times E \quad (7.5-6)$$

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。

## b 海洋生物资源损失

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T9110-2007)，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，幼体折算成体比例按 100%，成体价格按 1.5 万元/t。本项目钻井液排放和海底管道电缆施工对海洋生物资源影响属一次性损害，补偿金额按 3 倍计；钻屑为持续性排放，实际影响年限低于 3 年，补偿年限按 3 计，据此计算海洋生物资源补偿共约\*\*\*万元。

表 7.5-11 海洋生物资源补偿

|     | 资源类别                   | 损失量   | 长成率  | 单价       | 补偿倍数/<br>年限 | 补偿金额<br>(万元) |
|-----|------------------------|-------|------|----------|-------------|--------------|
| 钻井液 | 鱼卵 ( $\times 10^6$ 粒)  | 0.167 | 1%   | 1.0 元/尾  | 3 倍         | ***          |
|     | 仔稚鱼 ( $\times 10^6$ 尾) | 0.077 | 5%   | 1.0 元/尾  |             | ***          |
|     | 幼体 (尾)                 | 1076  | 100% | 1.5 万元/t |             | ***          |
|     | 成体 (kg)                | 12    | 100% | 1.5 万元/t |             | ***          |
|     | 小计                     |       | -    | -        |             | ***          |
| 钻屑  | 鱼卵 ( $\times 10^6$ 粒)  | 0.774 | 1%   | 1.0 元/尾  | 3 年         | ***          |
|     | 仔稚鱼 ( $\times 10^6$ 尾) | 4.6   | 5%   | 1.0 元/尾  |             | ***          |
|     | 幼鱼 (尾)                 | 4994  | 100% | 1.5 万元/t |             | ***          |
|     | 成体 (kg)                | 15596 | 100% | 1.5 万元/t |             | ***          |
|     | 底栖生物 (t)               | 0.66  | 100% | 1.5 万元/t |             | ***          |
|     | 小计                     |       | -    | -        |             | ***          |
| 管缆  | 鱼卵 ( $\times 10^6$ 粒)  | 2.657 | 1%   | 1.0 元/尾  | 3 倍         | ***          |
|     | 仔稚鱼 ( $\times 10^6$ 尾) | 1.222 | 5%   | 1.0 元/尾  |             | ***          |
|     | 幼鱼 (尾)                 | 5717  | 100% | 1.5 万元/t |             | ***          |
|     | 成体 (kg)                | 63    | 100% | 1.5 万元/t |             | ***          |
|     | 底栖生物 (t)               | 1.82  | 100% | 1.5 万元/t |             | ***          |
|     | 小计                     |       | -    | -        |             | ***          |
| 合计  | —                      |       | —    | —        | ***         |              |

### 7.5.2 海洋生态服务功能损失评估

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

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



下面评估上述活动对海洋生态系统服务功能的损失。

### 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。由于本项目所处海域没有养殖生产，对捕捞生产的影响有限，且生物资源损失已在 7.5.1 节根据《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，本项目生态调查未调查到大型藻类，在此仅计算浮游植物产生的氧气量。氧气生产的物质量计算公式为：

$$Q_{o_2} = Q'_{o_2} \times S \times N \times 10^{-3} + Q''_{o_2}$$

式中：

$Q_{o_2}$  — 氧气生产的物质量，单位为吨（t）；

$Q'_{o_2}$  — 单位时间单位面积水域浮游植物产生的氧气量，单位为毫克每平方米每天（mg/m<sup>2</sup> d）；

$S$  — 评估海域的水域面积，单位为平方千米（km<sup>2</sup>）；

$N$  — 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<sup>2</sup> d）。

2016 年 4 月和 2018 年 11 月调查初级生产力平均值为 170.09mg C/(m<sup>2</sup> d)，本项目铺设海底管道和电缆影响面积按照表中底层超一类平均面积 2.282km<sup>2</sup>，水质恢复时间为 8.0h；钻井液循环使用间断排放，钻屑在钻井期间连续排放，从不利角度出发以钻屑排放评估对海洋生态系统服务功能影响，根据工程分析，钻屑排放时长约为 479d，根据预测结果钻屑超一类最大面积为 0.1775km<sup>2</sup>，根据上述公式评估氧气生产量的损失为：



$$Q_{O_2} = 2.67 \times Q_{pp} \times S \times N \times 10^{-3}$$

### 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。本项目生产垃圾和生活垃圾运回陆地处理, 生产水处理合格回注地层, 只有少量生活污水、部分钻井泥浆和钻屑排放, 因此, 这里仅考虑气候调节功能和上述污染物排放造成的环境容量损失。

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

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

式中:

$Q_{CO_2}$  — 气候调节的物质量, 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 ( $mg/m^2 d$ );

$S$  — 评估海域的水域面积, 单位为平方千米 ( $km^2$ );

$N$  — 时间天数, (d);

$Q''_{CO_2}$  — 大型藻类固定的二氧化碳量, 单位为吨每年 (t/a);

浮游植物固定二氧化碳量的计算公示为:

$$Q'_{CO_2} = 3.67 \times Q_{pp}$$

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

2016年4月和2018年11月调查初级生产力平均值为  $170.09 mg C/(m^2 d)$ , 本项目铺设海底管道和电缆影响面积按照表中底层超一类平均面积  $2.282 km^2$ , 水质恢复时间为  $8.0h$ ; 钻井液循环使用间断排放, 钻屑在钻井期间连续排放, 从不利角度出发以钻屑排放评估对海洋生态系统服务功能影响, 根据工程分析, 钻屑排放时长约为  $479d$ , 根据预测结果钻屑超一类最大面积为  $0.1775 km^2$ , 根据上述公式评估氧气生产量的损失为:

$$Q_{O_2} = 3.67 \times Q_{pp} \times S \times N \times 10^{-3}$$

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)。

污染物排放造成的环境容量价值损失采用替代成本法进行评估，计算公式如下：

$$V_{sw} = Q_{swt} \times P_w \times N \times 10^{-4}$$

其中， $V_{sw}$ ---废弃物处理的价值量，万元；

$Q_{swt}$ ---废弃物处理的物质质量，t/a；

$P_w$ ---废弃物处理的单价，元/t；

$N$ ---废弃物排放年限，a。

污染物排放量根据第三篇工程分析结果，其中钻屑绝大多数为非钻井油层水基钻井液钻屑，基本不含油；钻井油层的含油钻屑和钻井液全部运回陆地进行处理。钻井液和钻屑中的汞、镉含量根据《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)，生活污水 COD 浓度根据同类设施的运行情况，每一污染当量的取费标准根据国海环字[2003]214 号文件，详见表 7.5-12。

表 7.5-12 污染物排放造成的环境容量损失

|              | 排放量(t)     | 浓度含量 |                    | 物质质量(kg) | 单价(元/kg) | 损失价值(万元) |
|--------------|------------|------|--------------------|----------|----------|----------|
| 建设阶段<br>生活污水 | 58783      | COD  | 300mg/L            | 17634.9  | 0.7      | ***      |
| 生产阶段<br>生活污水 | 22995*20   | COD  | 300mg/L            | 137970   | 0.7      | ***      |
| 钻井液          | 3747*1.25  | 汞    | $1 \times 10^{-6}$ | 4        | 1400     | ***      |
|              |            | 镉    | $3 \times 10^{-6}$ | 14       | 140      | ***      |
| 钻屑           | 15691*1.75 | 汞    | $1 \times 10^{-6}$ | 27       | 1400     | ***      |
|              |            | 镉    | $3 \times 10^{-6}$ | 82       | 140      | ***      |
| 合计           |            |      |                    |          |          | ***      |

### 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。科研服务的物质质量宜



采用公开发表的以评估海域为调查研究区域或实验场所的海洋类科技论文数量进行评估。

关于休闲娱乐服务，本项目所处海域非旅游区，无大量人员来此观光旅游，从不利情况出发按照平台占有海域面积进行休闲娱乐价值损失评估，采用成果参照法，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休闲娱乐功能为 6438 元/a.hm<sup>2</sup>。由于本项目所在海域远离海岸，极少有来此观光旅游的人员，休闲旅游价值低，因此休闲娱乐价值按沿岸海域的 50% 计算。

本项目新建 PL25-6WHPL 平台占用海洋面积按投影面积计算，为 0.1955hm<sup>2</sup>，平台占用海域时间 20a，则估算本项目休闲娱乐价值损失约为\*\*\*万元。

关于科研服务，本项目所处海域未设置专门的实验场所或科研基地；关于该海域的科研成果及其科研经费不易统计，因此这里采用成果参照法，按照平台占有海域面积进行科研服务价值损失评估，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/hm<sup>2</sup>，由于本项目所处海域离岸很远，距离实验场所或科研基地较远，科研服务价值较低，因此其生态价值按沿岸海域的 50% 计算。

本项目新建 PL25-6WHPL 平台占用海洋面积按投影面积计算，为 0.1955hm<sup>2</sup>，平台占用海域时间 20a，据此估算本项目造成科研服务功能损失约为\*\*\*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。

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/(hm<sup>2</sup>.a)，本项目铺设海底管道和电缆影响面积按照表中底层超一类平均面积 2.282km<sup>2</sup> (228.21hm<sup>2</sup>)，水质恢复时间为 8.0h (0.0009 年)；钻井液循环使用间断排放，钻屑在钻井期间连续排放，从不利角度出发以钻屑排放评估对海洋生态系统服务功能影响，



根据工程分析，钻屑排放时长约为 479d（1.31 年），根据预测结果钻屑超一类最大面积为  $0.1775\text{km}^2$ （ $17.75\text{hm}^2$ ）。估算影响造成生物多样性维持功能价值损失约为\*\*\*万元。

综上所述计算结果，本项目造成海洋供给服务价值损失、海洋调节服务价值损失、海洋文化服务价值损失和海洋支持服务价值损失共计\*\*\*万元。

## 7.6 环境敏感目标影响分析

根据第五篇环境敏感目标筛选，本项目周围环境敏感目标包括海洋自然保护区、海洋特别保护区、水产种质资源保护区、海洋生态红线区、旅游区、重要渔业水域等，其中距离海洋自然保护区、海洋特别保护区、水产种质资源保护区、海洋生态红线区、旅游区等均在数十公里之外，根据 7.1 节环境影响预测结果，本项目排放影响最远距离均在 1km 之内，因此本项目建设和生产对上述各类敏感目标基本无影响。

此外，本项目位于中上层鱼类产卵场及中华明对虾索饵场内，其敏感期为每年 5-6 月，建议本项目海管及海缆的挖沟作业避开敏感期，并通过增殖放流等生态补偿措施，使因本项目建设受损的海洋生物资源尽快恢复。由于本项目建设施工是短期的，其对上述敏感目标的影响是短期的、一次性的和可恢复的，在实施了敏感期回避、生态补偿措施之后，其对上述敏感目标的影响是可接受的。

## 7.7 通航安全环境影响分析

建设单位已委托集美大学编制了《蓬莱 25-6 油田 3 井区开发预可研、可研—通航安全影响论证》，其评估结论如下：

（1）拟建工程附近水域船舶习惯航路主要有长山水道至黄骅、天津、滨州、东营的船舶习惯航路，拟建工程距离这些船舶习惯航路均较远，相互之间没有影响。由于建工程位于 PL19-3 油田群附近，PL19-3 油田群守护船舶形成的船舶交通流距离拟建工程较近，拟建工程在施工作业时，施工作业船舶与守护船舶相互之间会有一定的影响。

（2）拟建工程附近水域规划航路主要是长山水道至天津规划航路以及天津至老铁山规划航路，拟建工程距其北侧的黄骅港至老铁山水道的距离约 6.1

海里，距其南侧的天津港至长山水道的距离约 11.2 海里，因此，工程的建设不会对规划航路产生影响。

(3) 拟建工程位于莱州湾渔场，但是距离周边养殖场的距离较远，工程的建设不会对周边养殖场造成影响。然而，在捕鱼期，渔船的无序活动可能会影响到拟建工程的施工作业安全。

(4) 拟建工程新建 WHPL 平台距 WHPF 平台与 RUP 平台之间的海底管线的距离约 0.65km，因此，WHPL 平台在施工作业时，以及投入营运后可能会对该管线产生一定的影响。

(5) 拟建工程新建多条海底管线，渔船的拖网作业易破坏海底管线，存在较大的风险。

(6) 渤海湾的寒潮大风是一种破坏性较强的恶劣天气，拟建工程在施工作业期间及竣工投入营运后，会受到这种恶劣天气的不利影响。

(7) 根据工作船靠泊拟建 WHPL 平台的模拟试验，在风力小于 7 级的情况下，工作船能安全靠泊钻井平台。

综上，虽然拟建工程在施工及营运期对附近水域的通航安全会带来一定程度的影响，但总体可控，拟建工程在达到工可报告的技术要求基础上，通过实施通航安全报告提出的保障措施，从通航安全的角度而言，拟建工程的建设可行。

## 7.8 水文动力环境影响分析

本项目主要工程设施为海上平台和海底管缆，新建平台为为透水式导管架钢结构，仅对桩腿局部流场有一定影响，平台腿会改变局部的流速和流向，但是不会影响整个海域的流场，对本海区的水交换能力没有影响；新建海底管道和电缆埋设于海底以下，挖起的海底泥沙短时间堆积于管/缆沟两侧，在底层流作用下将逐渐回填于管/缆沟，铺设完成后不会影响工程海域水文动力环境。

## 7.9 地形地貌与冲淤环境影响分析

本项目在工程建设过程中钻屑排放、铺设海底管道和电缆以及安装平台会对当地海底底质产生一定的影响。钻屑的排放会在平台周围沉降，覆盖原来

的海底沉积物，局部形成钻屑堆积；新建海底管道和电缆全程埋设，仅铺管挖沟作业过程中会对周围海域的冲淤环境产生一定影响，但施工完成后则对海底的冲淤环境基本无影响。新建平台桩腿附近会有一些的冲刷现象，冲蚀坑面积与深度受该海域冲淤条件、底质情况、时间长度以及桩腿直径等条件影响，但仅限于桩腿附近很小范围内，总体而言对海底的冲淤环境影响很小。

## 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

依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），结合本项目情况，对 PL25-6 油田 3 井区开发项目在建设阶段和生产阶段可能存在的事故风险进行识别。通过事故源项分析，确定事故的源强和概率，根据数模预测结果确定可能影响的方向和范围，结合工程的事故防范措施和应急预案，分析应急设施的数量和能力，完善事故风险应急措施，为项目正常生产做好安全防范准备。

#### 8.1.2 评价原则

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；采用可靠、适用的评估技术和评估方法对项目进行定性、定量评估，遵循针对性、技术可行性、经济合理性、可操作性的原则，提出消除或减弱油气泄漏环境风险的技术和管理措施建议；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/T169-2018），环境风险评价级别划分为一级、二级、三级。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势，按照表 8.1-1 确定环境风险分析评价工作等级。

表 8.1-1 环境风险分析评价工作等级划分

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

根据本章第 8.3 节分析可知，本项目风险潜势为 I，确定 PL25-6 油田 3 井区开发项目环境风险评价为简单分析，但鉴于项目周边环境较敏感，本次评价仍进行了溢油漂移模拟。

### 8.1.4 评价范围

参考周边建设项目溢油漂移数值预测结果及本项目溢油应急响应时间，确定本项目海上风险事故状态下以新建 PL25-6 WHPL 平台为中心，半径 89km（平均风况下油膜 72 小时漂移距离）的范围为环境风险重点评价范围。考虑到本项目周边敏感目标分布情况，环境风险评价范围将适当扩大，扩展至沿岸。

## 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/T169-2018），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。本项目风险源包括新建平台、海底管道及所产原油和天然气，见表 8.2-1 及表 8.2-2。

表 8.2-1 环境风险源汇总表（平台）

| 风险源  | 环境风险源名称           | 危险物质名称 | 最高年产量 | 生产工艺概述                | 物流走向  |
|------|-------------------|--------|-------|-----------------------|---|
| 井口平台 | 新建 PL25-6 WHPL 平台 | 原油     | ***   | 主工艺流程包括原油处理系统和天然气处理系统 | 新建 PL25-6 WHPL 产液全部通过新建混输管道输送至已建的 PL25-6 WHPF 平台，与该平台物流混合后一起输至已建海洋石油 117 号 FPSO（后简称 FPSO）进行油气水处理。 |
|      |                   | 天然气    | ***   |                       |   |

表 8.2-2 环境风险源汇总表（管道）

| 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  |
|-----|-------------------------------------|--------|--|-------|-----|
| 管道  | 新建 PL25-6WHPL 平台至 PL25-6WHPF 平台混输管道 | 原油     | 1885 m <sup>3</sup> /d（2023 年）               | 3.0km | 12" |
|     |                                     | 天然气    | 6×10 <sup>4</sup> Sm <sup>3</sup> /d（2023 年） |       |     |

### 8.2.2 环境敏感目标调查

PL25-6 油田位于渤海海域的中南部，本项目新建 PL25-6 WHPL 平台距离海洋保护区、国家级水产种质资源保护区、养殖区、旅游区等均较远，最近距离为 55.9km。本项目附近海域主要环境敏感目标见图 8.2-1，与主要敏感目标的方位距离见表 8.2-3。

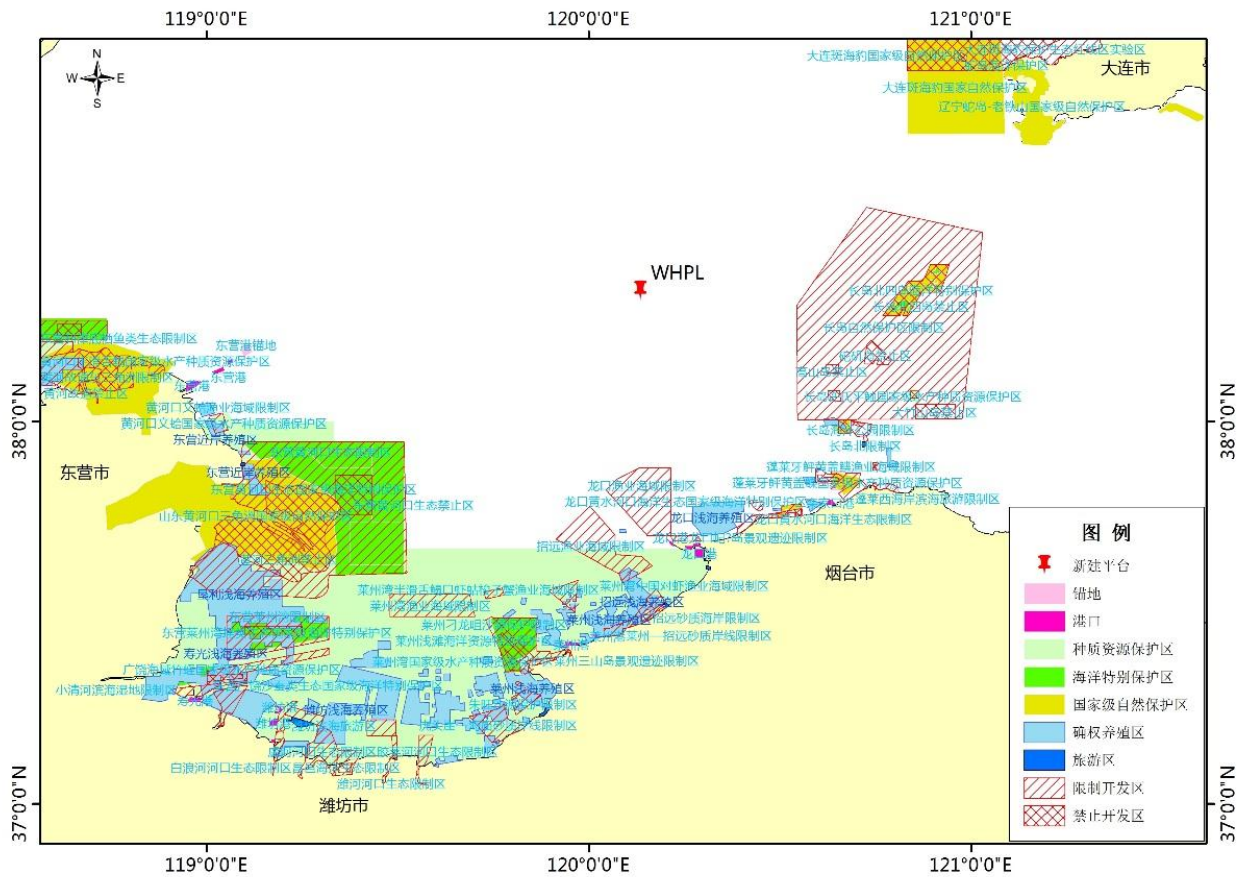


图 8.2-1 本项目新建设施与环境敏感区综合分布图

表 8.2-3 本项目新建设施与环境敏感区一览表

| 类型           | 环境敏感目标名称             | 方位 | 与本项目最近距离 (km) |
|--------------|----------------------|----|---------------|
| 国家级海洋保护区     | 长岛国家级自然保护区           | 东  | 55.9          |
|              | 大连斑海豹国家级自然保护区        | 东北 | 75.9          |
|              | 蛇岛老铁山国家级自然保护区        | 东北 | 96.8          |
|              | 黄河三角洲国家级自然保护区        | 西南 | 92.6          |
| 国家级水产种质资源保护区 | 长岛许氏平鲉国家级水产种质资源保护区   | 东南 | 67.6          |
|              | 蓬莱牙鲆黄鲈国家级水产种质资源保护区   | 东南 | 69.9          |
|              | 莱州湾国家级水产种质资源保护区      | 南  | 74.9          |
| 海洋特别保护区      | 长岛国家级海洋公园            | 东南 | 61.3          |
|              | 龙口黄水河口海洋生态国家级海洋特别保护区 | 东南 | 70.4          |
|              | 东营黄河口生态国家级海洋特别保护区    | 西南 | 69.9          |
| 重要渔业水域       | 莱州湾浅滩海洋资源特别保护区       | 南  | 98.1          |
|              | 中上层鱼类产卵场             | /  | 包含            |
|              | 中上层鱼类索饵场             | 西  | 边缘            |
|              | 底层鱼类索饵场              | 西  | 10.0          |
|              | 中华明对虾索饵场             | /  | 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/T169-2018），建设项目风险潜势划分为 I、II、III、IV/IV+级。根据建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度，结合事故情形下环境影响途径，对建设项目潜在环境危害程度进行概化分析，按照表 8.3-1 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 <sup>+</sup>  | IV        | III       | III       |
| 环境中度敏感区 (E2) | IV               | III       | III       | II        |
| 环境低度敏感区 (E3) | III              | III       | II        | I         |

根据《建设项目环境风险评价导则》（HJ/T169-2018）、《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018），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<sub>1</sub>, q<sub>2</sub>, ..., q<sub>n</sub>——每种危险物质的最大存在总量，t；

Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, ..., Q<sub>n</sub>——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 ≥ 1 时，将 Q 值划分为：(1) 1 ≤ Q < 10；(2) 10 ≤ Q < 100；(3) Q ≥ 100。

新建 PL25-6 WHPL 平台及新建海底管道重大危险源识别见表 8.3-2 和表 8.3-3。

表 8.3-2 新建 PL25-6 WHPL 平台重大危险源识别结果

| 平台                | 物质  | 最大在线量 (t) | 临界量 (t) | qi/Qi      | 识别结果 |
|-------------------|-----|-----------|---------|------------|------|
| 新建 PL25-6 WHPL 平台 | 原油  | 8.73      | 2500    | 0.0035     | 否    |
|                   | 天然气 | 0.035     | 50      | 0.0007     |      |
| 合计                |     |           |         | 0.0042 < 1 |      |

表 8.3-3 新建海底管道重大危险源识别结果

| 海底管道                                | 长度    | 内径   | 有效容积 (m <sup>3</sup> ) | 输送物质 | 最大存在量 (t) | 临界量 (t) | qi/Qi    | 识别结果 |
|-------------------------------------|-------|------|------------------------|------|-----------|---------|----------|------|
| 新建 PL25-6WHPL 平台至 PL25-6WHPF 平台混输管道 | 3.0km | 12 寸 | 219                    | 原油   | 8.15      | 5000    | 0.0034   | 否    |
|                                     |       |      |                        | 天然气  | 0.17      | 50      | 0.0033   |      |
| 合计                                  |       |      |                        |      |           |         | 0.0066<1 |      |

综上所述，本项目  $Q < 1$ ，项目环境风险潜势为 I。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018），环境风险评价级别划分为一级、二级、三级。根据建设项目环境风险潜势初判，按表 8.3-4 确定评价工作等级。

表 8.3-4 评价工作等级划分

| 环境风险潜势 | IV、IV <sup>+</sup> | 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，但鉴于项目周边环境较敏感，本次评价仍进行了溢油漂移模拟。

## 8.4 风险识别

### 8.4.1 物质风险识别

本项目生产过程中所涉及的危险物质主要为原油和天然气，根据《危险化学品名录（2015）》，它们属于危险化学品，其理化性质及危险特性如表 8.4-1 及表 8.4-2。

表 8.4-1 原油理化及危险性质

|      |                              |                              |
|------|------------------------------|------------------------------|
| 标识   | 中文名：原油                       | 英文名：Crude Oil                |
|      | 危规号：32003                    | UN 编号：1267                   |
| 理化特性 | 外观与性状：红色、红棕色或黑色有绿色荧光的稠厚性油状液体 | 溶解性：不溶于水，溶于多数有机溶剂            |
|      | 20℃密度：966.6kg/m <sup>3</sup> | 50℃密度：948.1kg/m <sup>3</sup> |
|      | 沸点（℃）：120-200℃               | 禁忌物：强氧化剂                     |
|      | 稳定性：稳定                       | 聚合危害：不聚合                     |
| 危险特性 | 危险性类别：第 3.2 类中闪点易燃液体         | 引燃温度（℃）：350                  |
|      | 闪点（℃）：44                     | 燃烧（分解）产物：CO、CO <sub>2</sub>  |
|      | 爆炸下限（v%）：1.1                 | 爆炸上限（v%）：8.7                 |



|      |   |          |
|------|---|----------|
|      | 危险特性：其蒸汽与空气形成爆炸性混合物，遇明火、高热或极易燃烧爆炸，与氧化剂能发生强烈反应，若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。  |          |
|      | 灭火方法：泡沫、干粉、二氧化碳、砂土  |          |
| 毒理性质 | LD <sub>50</sub> : 500-5000mg/kg (哺乳动物吸入)   | 毒性判别：低毒类 |
| 健康危害 | 侵入途径：吸入、食入、皮肤吸收<br>健康危害：其蒸汽可引起眼及上呼吸道刺激症状，如浓度过高，几分钟即可引起呼吸困难、紫绀等缺氧症状。<br>急性中毒：  |          |
| 急救   | 皮肤接触：脱去污染的衣着，用肥皂水及清水彻底冲洗<br>眼睛接触：立即提起眼睑，用流动清水冲洗<br>吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处，注意保暖，呼吸困难时给 输氧。呼吸停止时，立即进行人工呼吸，就医。<br>食入：误服者给充分漱口、饮水，就医   |          |
| 泄漏处理 | 疏散泄漏区人员至安全区，禁止无关人员进入污染区，切断电源。建议应急处理人员戴自给式呼吸器，穿一般消防防护服。在确保安全情况下堵漏。喷水雾可以减少蒸发，但不能降低泄漏物在受限制空间内的易燃性。用沙土、蛭石或其它惰性材料吸收，然后收集运至空旷的地方掩埋、蒸发或焚烧。如大量泄漏，应利用围堤收容，然后收集、转移、回收或无害化处理后废弃。 |          |
| 储运   | 远离火种、热源。仓温不宜超过 30℃。配备相应品种和数量的消防器材。要有防火防爆技术措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。灌装时应注意流速（不超过 3m/s），且要有接地装置，防止静电积聚。   |          |

表 8.4-2 天然气理化及危险性质

| 标识  | 中文名：天然气                                 | 英文名：natural gas  |
|---|---|------------------|
|   | 危规号：21007                               | UN 编号：1971       |
| 理化特性  | 外观与性状：无色无臭易燃易爆气体                        | 溶解性：微溶于水，溶于乙醇、乙醚 |
|   | 熔点 (°C)：-182                            | 沸点 (°C)：-161.49  |
|   | 相对密度：(水=1) 0.45 (液化)                    | 相对密度：(空气=1) 0.59 |
|   | 饱和蒸气压 (kPa) 53.32 (-168.8°C)            | 禁忌物：强氧化剂、卤素      |
|   | 临界压力 (MPa) :4.59                        | 临界温度 (°C)：-82.3  |
|   | 稳定性：稳定                                  | 聚合危害：不聚合         |
| 危险特性  | 危险性类别：第 2.1 类易燃气体                       | 燃烧性：易燃           |
|   | 引燃温度 (°C)：482~632                       | 闪点 (°C)：-188     |
|   | 爆炸下限 (v%)：5.0                           | 爆炸上限 (%)：15.0    |
|   | 最小点火能 (MJ)：0.28                         | 最大爆炸压力 (kPa)：680 |
|   | 燃烧热 (MJ/mol) :889.5                     | 火灾危险类别：甲 B       |
|   | 燃烧 (分解) 产物：CO、CO <sub>2</sub> 、水        |                  |
|   | 危险特性：与空气混合能形成爆炸性混合物、遇火星、高热有燃烧爆炸危险       |                  |
| 灭火方法：切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。 |   |                  |
| 灭火剂：泡沫、二氧化碳、雾状水、干粉。                                     |   |                  |
| 毒理  | 工作场所最高容许浓度 MAC：300 (mg/m <sup>3</sup> ) |                  |

|      |   |
|------|---|
| 性质   | 毒性判别：微毒类，多为窒息损害。毒性危害分级 IV 类   |
| 健康危害 | 侵入途径：吸入   |
|      | 健康危害：当空气中浓度过高时，使空气中氧气含量明显降低，使人窒息。皮肤接触液化甲烷可致冻伤。<br>急性中毒：当空气中浓度达到 20~30% 时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加快，若不及时逃离，可致窒息死亡。  |
| 急救   | 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。  |
| 泄漏处理 | 迅速撤离泄漏污染区人员至安全处，并立即隔离，严格限制出入。切断火源，戴自给式呼吸器，穿一般消防防护服。合理通风，禁止泄漏物进入受限制的空间（如下水道），以避免发生爆炸。切断气源，喷洒雾状水稀释，抽排（室内）或强力通风（室外）。如有可能，将残余气或漏出气用排风机送至空旷地方，或装设适当喷头烧掉。也可将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。 |
| 储运   | 储运于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过 30℃。原理或中、热源。防止阳光直射。应与央企、压缩空气、卤素（氟、氯、溴）等分开存放。切忌混储混运。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型。开关设在仓外。配备相应品种和数量的想放弃才。罐储时要有防火防爆技术措施。露天储罐夏天要有降温措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。运输按规定路线行驶。勿在居民区和人口稠密区停留。     |

#### 8.4.2 生产系统风险识别

针对本项目在建设阶段和生产阶段工艺风险进行分析，包括：钻完井工艺、原油处理工艺、天然气处理工艺和海底管道储运工艺，如表 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 |
|------|--------|--------|
| 建设阶段 | 钻完井    | 油气泄漏   |
| 生产阶段 | 原油处理   | 油气泄漏   |
|      | 天然气处理  | 油气泄漏   |
|      | 海底管道储运 | 油气泄漏   |

#### 8.4.3 危险物质向环境转移的途径识别

危险物质包括原油和天然气，向环境转移的途径主要通过水体污染（海水污染），环境风险类型为危险物质泄漏；具体分析如表 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影响方式 |
|------|-----------|--------|------------------|
| 原油   | 易燃易爆、有毒有害 | 物质泄漏   | 水体（海水）           |
| 天然气  | 易燃易爆、有毒有害 | 物质泄漏   | 水体（海水）           |

## 8.5 风险事故情形分析

### 8.5.1 风险事故情形设定

本项目在建设阶段、生产阶段可能存在的主要环境风险为油气泄漏事故，其中建设阶段的环境风险事故包括井喷、输油软管破裂和船舶碰撞；生产阶段的环境风险事故包括井喷、平台泄漏、平台火灾爆炸、海底管道与立管泄漏和船舶碰撞等。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   | 油气泄漏事故原因 | 油气泄漏事故情形分析  |
|------|----------|---|
| 建设阶段 | 井喷       | 在钻完井阶段，存在着发生井喷的可能性。当地层压力过高、且钻井液比重失调以及防井喷措施不当时，将会有原油和天然气物质喷出，引发井喷，井喷时有大量烃类气体释放，聚集到爆炸浓度后遇明火将发生火灾、爆炸，对周围生态环境产生严重威胁。井喷发生后，一般都是由于井壁坍塌或者是地层压力下降而自然停止喷射。   |
|      | 输油软管破裂   | 钻完井阶段，在供应船向受油设施输油时操作失误或输油软管破裂可能造成燃料油泄漏，由于输油作业有严格的操作规定，输油软管定期更换，同时输油软管较短，内部存油量很小，受油作业时供应船与受油设施均有人值班监视，一旦发生事故立即关泵停输，因此不会造成大规模泄漏。  |
|      | 船舶碰撞     | 在建设阶段主要有浮吊船、铺管船、驳船、拖轮、供应船等进行人员和物资的运送和供给，船舶和周围设施之间可能产生碰撞，从而可能导致拖轮、供应船储油舱发生泄漏。  |
| 生产阶段 | 井喷       | 生产阶段在修井作业中，由于修井液比重失调、防喷措施不当及其他误操作等原因，可能引发井喷事故，伴随井喷释放的有原油和天然气物质，当烃类物质聚集到爆炸浓度后，遇明火可能引发平台火灾、爆炸。  |
|      | 平台泄漏     | 在生产阶段平台储罐类容器由于阀失效、管件失效（三通管、弯头、法兰、螺栓、螺母、垫片等）、腐蚀、材料失效（管子、管件、容器破裂）、操作错误、仪表和控制失效等原因可能引发泄漏，泄漏后处理和收集不当，可能导致溢油入海。此外，根据近年来海上发生的事故情况，在紧急泄放情况下，尤其是当泄放量小时，从泄放系统释放的气体会带出少量原油，或由于火炬燃烧不充分，排出的气体瞬时带出少量未燃烧的原油，导致少量原油入海。 |
|      | 平台火灾、爆炸  | 生产阶段平台上进行油气的输送、储存或处理等作业，可能由于设备或人为误操作等原因引起油气泄漏，当泄漏物浓度聚集达到爆炸极限时遇到诸如静电起火、机械撞击起火或吸烟等明火便酿成火灾和爆炸，从而导致事故升级，可能造成原油泄漏  |

|  |           |  |
|--|-----------|--|
|  |           | 入海。  |
|  | 海底管道与立管泄漏 | 海底管道与立管可能因穿孔、破裂等事故导致油气泄漏。研究表明，导致海底管道与立管事故的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；内部原因有管道腐蚀、材料缺陷等；此外还有人员误操作等原因。 |
|  | 船舶碰撞事故    | 生产阶段，主要有供应船、直升机进行人员、物质的运送和供给，供应船与平台等周围设施之间可能产生碰撞造成船舶储油舱泄漏，从而导致油品泄漏。                                    |

### 8.5.2 风险事故概率分析

本项目事故概率以《国际油气生产商协会风险评估数据指南》（2010年3月）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。《风险评估数据指南》归纳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。本项目溢油事故源项分析采用的主要数据涵盖了各海域石油开发工程中的井喷、储罐泄漏、海底管道与立管泄漏、船舶碰撞等事故概率。

由于海上油气田工程开发作业过程中引发溢油事故的因素复杂，加上已掌握的统计数据有限，要对所有事故的发生概率做定量分析是十分困难的，这里只能结合本项目特点，对部分溢油事故做定量分析。

#### 8.5.2.1 井喷

《风险评估数据指南》统计了 1980 年~2005 年美国墨西哥湾外大陆架、英国大陆架、挪威海域等海域发生的井喷事故，其中常规油井的井喷事故概率见表 8.5-2。

表 8.5-2 常规油井发生井喷的概率

| 作业阶段 | 事故概率                 |         |
|------|----------------------|---------|
|      | 井喷                   | 单位      |
| 钻井   | $4.8 \times 10^{-5}$ | 次/每钻一口井 |
| 生产   | $2.6 \times 10^{-6}$ | 次/(井·年) |

PL25-6 油田 3 井区开发项目计划新建一座井口平台(PL25-6WHPL 平台)，设置 40 个井槽，其中 22 个井槽为单筒双井式，共可钻井 62 口。本次开发计划钻井 58 口，其中生产井 37 口，注水井 12 口，先期生产后期转注井 8 口，开发评价井 1 口，预留 4 个井槽（2 口生产井，2 口注水井）。按最大可钻生

产井数（48 口）进行计算。本项目新建平台在钻完井过程中发生井喷事故的概率为  $2.30 \times 10^{-3}$  次；在生产过程中发生井喷事故的概率为  $1.25 \times 10^{-4}$  次/年。

### 8.5.2.2 平台火灾、爆炸

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

|       |                         |
|-------|-------------------------|
| 油气传输区 | $3 \times 10^{-4}$ 次/ a |
| 油气处理区 | $4 \times 10^{-3}$ 次/ a |
| 储油区   | $2 \times 10^{-3}$ 次/ a |

本项目新建的 PL25-6WHPL 平台上设有油气传输设施及配套公用设施等，不设置油气处理设施及储油装置，发生火灾事故的概率为  $3 \times 10^{-4}$  次/a，由火灾引起溢油事故概率至少比火灾事故概率低一个数量级。

### 8.5.2.3 平台容器泄漏

平台上的储罐通常分为常压储罐和带压储罐，常压容器主要有柴油罐、开式排放罐等；带压储罐主要有分离器、闭式排放罐等。《风险评估数据指南》（2010）统计的储罐事故概率和本项目储罐泄漏计算结果见表 8.5-3 和表 8.5-4。新建 PL25-6 WHPL 平台储罐泄漏概率约为  $5.6 \times 10^{-5}$  次/a，通常容器泄漏可进行自动关断，通过及时收集和清理泄漏现场，可避免泄漏物入海。

表 8.5-3 容器泄漏概率统计

| 容器类别 | 事故类型   | 泄漏概率                 | 单位      |
|------|--------|----------------------|---------|
| 常压罐  | 固定顶罐破裂 | $3.0 \times 10^{-6}$ | (次/罐·年) |
| 带压罐  | 罐破裂    | $4.7 \times 10^{-5}$ |         |

表 8.5-4 本项目新建平台储罐及泄漏概览统计

| 平台名称             | 储罐类别 | 储罐名称    | 数量 | 储罐泄漏概率 (次/a)         |
|------------------|------|---------|----|----------------------|
| 新建 PL25-6WHPL 平台 | 常压储罐 | 吊机腿柴油储罐 | 2  | $5.6 \times 10^{-5}$ |
|                  |      | 开式排放罐   | 1  |                      |
|                  | 带压储罐 | 闭式排放罐   | 1  |                      |

### 8.5.2.4 海底管道及立管泄漏

根据莫特麦克唐公司 2003 年出版的报告《PARLOC 2001: The update of

Loss of containment Data for Offshore Pipeline》，该报告中统计了相关海域 1567 条海管，共 24837km，328858km a。同时，挪威船级社的《Riser/Pipeline Leak Frequencies, 2006》对 PARLOC2001 报告进行了修正。具体泄漏概率见表 8.5-5。

表 8.5-5 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)         | 输送处理后的油气，管径≤24 英寸 | $5.1 \times 10^{-5}$ | 次/km a |
| 海底管道<br>(平台周围安全区内) | 管径≤16 英寸          | $7.9 \times 10^{-4}$ | 次/年    |
| 立管                 | 钢管-管径≤16 英寸       | $9.1 \times 10^{-4}$ | 次/年    |

本项目新建 1 条混输管道，以平台周围 500m 范围内作为安全区，海管有两根钢材质立管，由此估算本项目海管发生泄漏事故的概率，计算结果见表 8.5-6。可见，本项目海管发生事故后引发溢油的概率为  $8.92 \times 10^{-4}$  次/a，立管事故引发溢油的概率为  $1.82 \times 10^{-3}$  次/a。

表 8.5-6 海底管道及立管管道泄漏概率

| 名称                                     | 材质 | 管长<br>(km) | 管径<br>(in) | 输送介质  | 海管泄<br>漏概率            | 立管泄<br>漏概率            |
|--|----|------------|------------|-------|-----------------------|-----------------------|
| 新建 PL25-6WHPL 平台至<br>PL25-6WHPF 平台混输管道 | 钢管 | 3          | 12         | 油、气、水 | $8.92 \times 10^{-4}$ | $1.82 \times 10^{-3}$ |

#### 8.5.2.5 船舶碰撞事故

平台附近主要有供应船、值班船等。此外，在该海域航行的外来航船也有可能平台设施发生碰撞。根据《风险评估数据指南》，船舶与平台等油气田设施发生碰撞的概率见表 8.5-7。

表 8.5-7 船舶碰撞事故概率统计

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

本项目船舶碰撞产生严重损伤的概率为  $5 \times 10^{-6}$  次/年。发生严重损伤不一定引起溢油事故，因此，引发溢油事故的概率将更小。

### 8.5.3 油气泄漏事故后果分析

#### 8.5.3.1 建设阶段油气泄漏量

建设阶段的溢油事故所可能排放的物质主要是井流（原油、天然气、采出水等）和燃料油。发生井喷事故时，井流的喷放量可能很大，但具体数量难以估计。对于燃料油泄漏事故，根据钻井装置、供应船的最大储油量以及燃料油输油软管过油量，作为建设阶段的可能最大溢油量，详见表 8.5-8。

表 8.5-8 建设阶段可能溢油量

| 事故         | 排放物质 | 排放量 (m <sup>3</sup> ) |
|------------|------|-----------------------|
| 井喷         | 井流   | 难以估算                  |
| 平台储油罐破裂    | 燃料油  | 40                    |
| 船舶储油舱破裂    | 燃料油  | 50                    |
| 输油软管破裂或误操作 | 燃料油  | 5                     |

#### 8.5.3.2 生产阶段油气泄漏量

生产阶段溢油事故的主要排放物质可能是原油、天然气和燃料油。

当平台发生泄漏事故时，视事故发生的位置和严重程度，可采取相应级别的应急关断，将事故限制在较小范围内，一般不会导致大量原油入海。

当海底管道和立管发生泄漏事故时，其应急关断系统将关断相应的输送系统，关断后管道内部分原油会缓慢泄出。这里考虑了管道的容积、应急关断时间和海水压力和油水不容的特性，估算 100m<sup>3</sup> 作为海管泄漏溢油量。

当输油管道等输送管道发生泄漏事故时，其应急关断系统会在短时间内关断相应的输送系统，溢油量取决于应急反应时间、输送速率和管道的容积，关断后管道内残留的部分液体将泄漏出去。因此这里以其应急关断前溢出量之和作为它们的风险溢油量。

对于供应船，取其燃料油舱的容积为风险溢油量。

上述的溢油量是本着保守原则在极端前提下给出的，实际上的溢油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。

根据对本项目生产设施的分析，生产阶段可能发生的事故排放量如表 8.5-9。

表 8.5-9 生产运营期最大溢油量

| 排放源     | 排放物 | 溢油量 (m <sup>3</sup> ) |
|---------|-----|-----------------------|
| 平台火灾失控  | 井流  | 难以估计                  |
| 海管/立管破裂 | 井流  | 100                   |
| 供应船破舱   | 燃料油 | 50                    |
| 平台容器泄漏  | 燃料油 | 5                     |
| 输油软管破裂  | 燃料油 | 5                     |

8.5.3.3 环境风险与最大可信事故

a 井喷事故

从井喷事故环境风险事故树及其定量化分析 (图 8.5-1, 表 8.5-10) 可以看出。一旦发生井喷, 则多数情况下将发生火灾和爆炸。在发生井喷而未发生火灾情况下, 井喷物将全部进入海洋, 故环境风险级别为 A。发生井喷火灾—爆炸/未爆炸事故的概率分别为  $8.99 \times 10^{-6}$  次/a 和  $9.98 \times 10^{-7}$  次/a。当井喷引起火灾和爆炸事故时, 虽然部分井喷物被燃烧, 减少了进入大气和海洋的总量, 但是火灾和爆炸事故将可能引起事故升级, 因此井喷而导致火灾和爆炸时的环境风险级别也为 A。

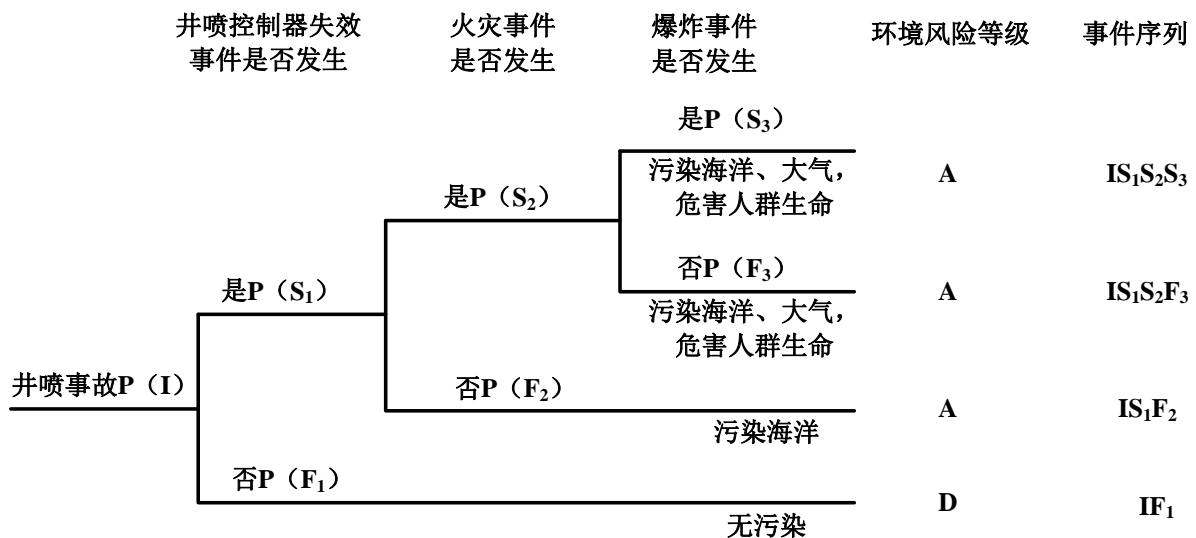


图 8.5-1 井喷事故环境风险树

表 8.5-10 井喷事故环境风险事故树定量化分析

| 事件序列  | 井喷事故                       | 事件 1                   | 事件 2                   | 事件 3                   | 事件序列概率                |
|---|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
|   |                            | 井喷控制器失效事件              | 隔离失败事件                 | 爆炸事件                   |                       |
| IS <sub>1</sub> S <sub>2</sub> S <sub>3</sub> | P(I)=1.25×10 <sup>-4</sup> | P(S <sub>1</sub> )=0.1 | P(S <sub>2</sub> )=0.8 | P(S <sub>3</sub> )=0.9 | 8.99×10 <sup>-6</sup> |
| IS <sub>1</sub> S <sub>2</sub> F <sub>3</sub> |                            | P(S <sub>1</sub> )=0.1 | P(S <sub>2</sub> )=0.8 | P(F <sub>3</sub> )=0.1 | 9.98×10 <sup>-7</sup> |
| IS <sub>1</sub> F <sub>2</sub>                |                            | P(S <sub>1</sub> )=0.1 | P(F <sub>2</sub> )=0.2 | -                      | 2.50×10 <sup>-6</sup> |
| IF <sub>1</sub>                               |                            | P(F <sub>1</sub> )=0.9 | -                      | -                      | 1.12×10 <sup>-4</sup> |

注：P(S<sub>i</sub>)表示表中事件 i 独立发生时的概率，P(F<sub>i</sub>)表示事件 i 独立不发生时的概率，下同。

b 海底管道溢油事故

海底管道泄漏介质主要为原油，由于其泄漏源在水下，因而一般情况下不会出现火灾和爆炸事故。泄漏到海面上的油气通常不会被引燃，多数情况下围油栏能够起到围油作用。只有当围油栏或溢油分散剂不起作用时，才会出现 B 级环境风险。如果泄漏得不到控制，且围油栏和溢油分散剂均不起作用时，则会出现 A 级环境风险，风险概率约为 1.43×10<sup>-5</sup> 次/a。（图 8.5-2，表 8.5-11）。

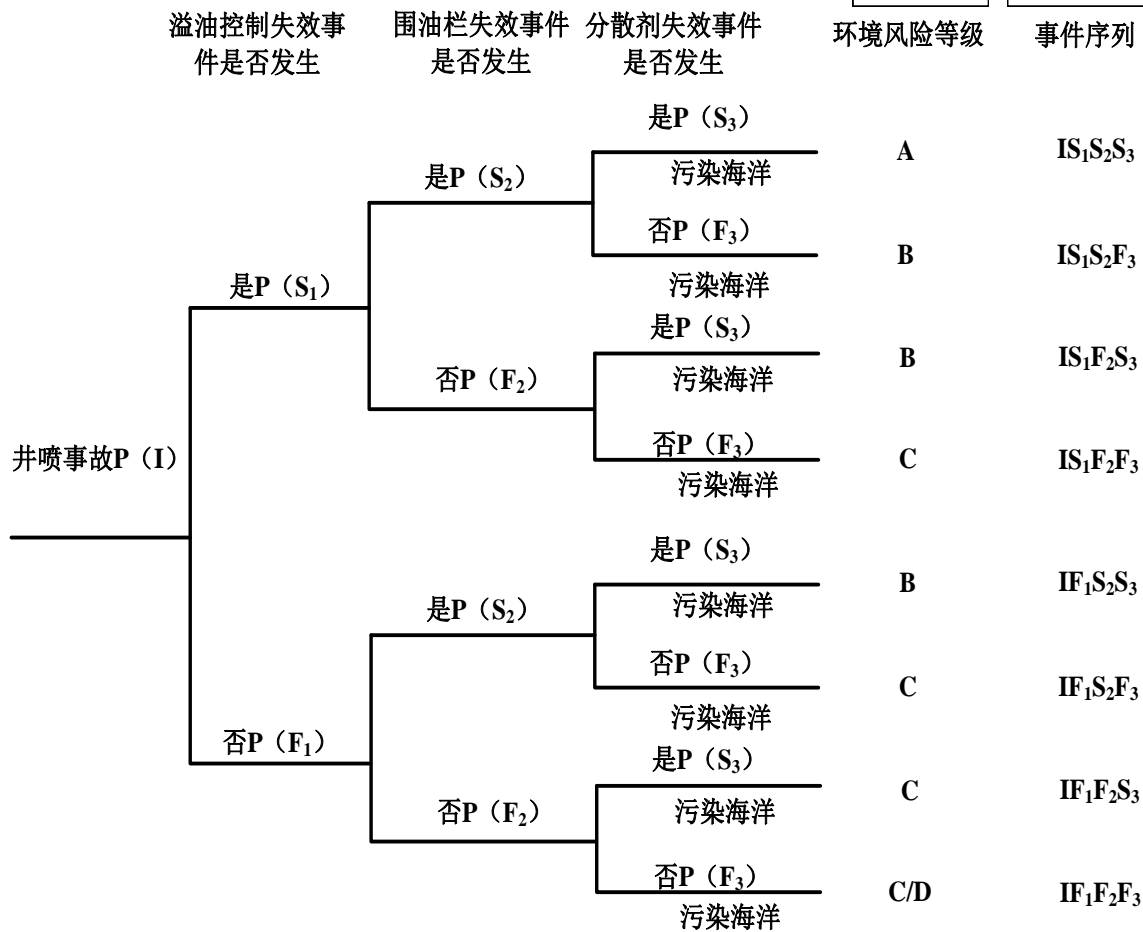


图 8.5-2 海底管道溢油事故环境风险树

表 8.5-11 海底管道事故环境风险事故树定量化分析

| 事件序列  | 海底管道事故                     | 事件 1                   | 事件 2                   | 事件 3                   | 事件序列<br>概率            |
|---|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
|   |                            | 溢油控制失效事件               | 围油栏失效事件                | 分散剂失效事件                |                       |
| IS <sub>1</sub> S <sub>2</sub> S <sub>3</sub> | P(I)=8.92×10 <sup>-4</sup> | P(S <sub>1</sub> )=0.1 | P(S <sub>2</sub> )=0.2 | P(S <sub>3</sub> )=0.8 | 1.43×10 <sup>-5</sup> |
| IS <sub>1</sub> S <sub>2</sub> F <sub>3</sub> |                            | P(S <sub>1</sub> )=0.1 | P(S <sub>2</sub> )=0.2 | P(F <sub>3</sub> )=0.2 | 3.57×10 <sup>-6</sup> |
| IS <sub>1</sub> F <sub>2</sub> S <sub>3</sub> |                            | P(S <sub>1</sub> )=0.1 | P(F <sub>2</sub> )=0.8 | P(S <sub>3</sub> )=0.8 | 5.71×10 <sup>-5</sup> |
| IS <sub>1</sub> F <sub>2</sub> F <sub>3</sub> |                            | P(S <sub>1</sub> )=0.1 | P(F <sub>2</sub> )=0.8 | P(F <sub>3</sub> )=0.2 | 1.43×10 <sup>-5</sup> |
| IF <sub>1</sub> S <sub>2</sub> S <sub>3</sub> |                            | P(F <sub>1</sub> )=0.9 | P(S <sub>2</sub> )=0.2 | P(S <sub>3</sub> )=0.8 | 1.28×10 <sup>-4</sup> |
| IF <sub>1</sub> S <sub>2</sub> F <sub>3</sub> |                            | P(F <sub>1</sub> )=0.9 | P(S <sub>2</sub> )=0.2 | P(F <sub>3</sub> )=0.2 | 3.21×10 <sup>-5</sup> |
| IF <sub>1</sub> F <sub>2</sub> S <sub>3</sub> |                            | P(F <sub>1</sub> )=0.9 | P(F <sub>2</sub> )=0.8 | P(S <sub>3</sub> )=0.8 | 5.14×10 <sup>-4</sup> |
| IF <sub>1</sub> F <sub>2</sub> F <sub>3</sub> |                            | P(F <sub>1</sub> )=0.9 | P(F <sub>2</sub> )=0.8 | P(F <sub>3</sub> )=0.2 | 1.28×10 <sup>-4</sup> |

c 平台火灾事故

从平台火灾事故风险树及定量化分析 (图 8.5-3, 表 8.5-12) 可以看出, 只要平台火灾事故得到有效隔离, 就不会引起爆炸事故, 并可将环境风险降至 C 级以下。只有在灭火和隔离均失败情况下才会出现 A 级环境风险, 其风险概率为 1.9×10<sup>-5</sup> 次/年。

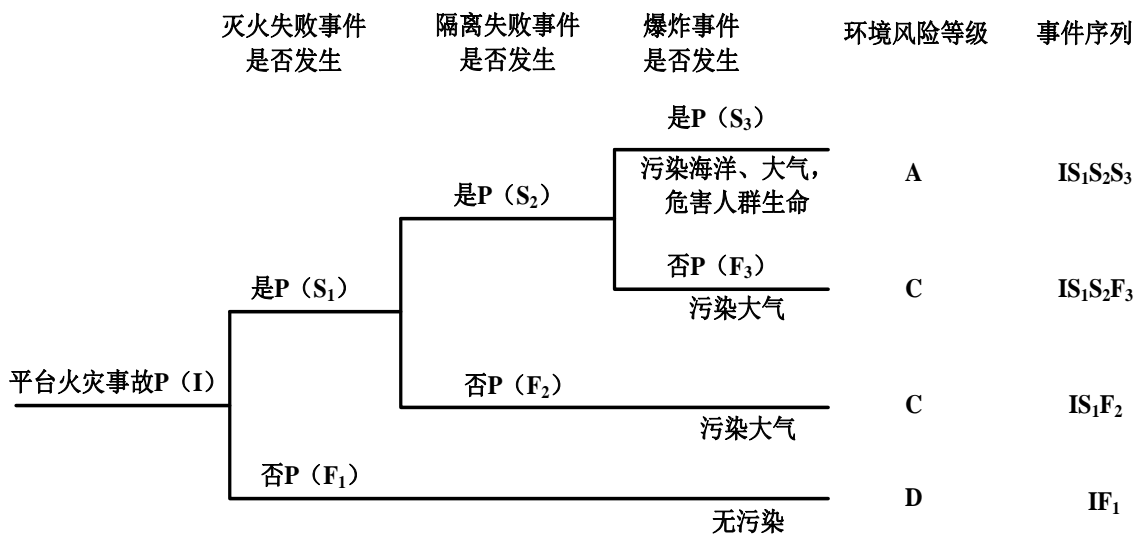


图 8.5-3 生产区火灾溢油事故环境风险树

表 8.5-12 生产区火灾事故环境风险事故树定量化分析

| 事件序列  | 生产区火灾事故                 | 事件 1                   | 事件 2                   | 事件 3                   | 事件序列概率               |
|---|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
|   |                         | 灭火失败事件                 | 火灾事件                   | 爆炸事件                   |                      |
| IS <sub>1</sub> S <sub>2</sub> S <sub>3</sub> | P(I)=3×10 <sup>-4</sup> | P(S <sub>1</sub> )=0.8 | P(S <sub>2</sub> )=0.1 | P(S <sub>3</sub> )=0.8 | 1.9×10 <sup>-5</sup> |
| IS <sub>1</sub> S <sub>2</sub> F <sub>3</sub> |                         | P(S <sub>1</sub> )=0.8 | P(S <sub>2</sub> )=0.1 | P(F <sub>3</sub> )=0.2 | 4.8×10 <sup>-6</sup> |
| IS <sub>1</sub> F <sub>2</sub>                |                         | P(S <sub>1</sub> )=0.8 | P(F <sub>2</sub> )=0.9 | -                      | 2.2×10 <sup>-4</sup> |
| IF <sub>1</sub>                               |                         | P(F <sub>1</sub> )=0.2 | -                      | -                      | 6×10 <sup>-5</sup>   |

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，最大可信事故是指基于经验统计分析，在一定可能性区间内发生的事故中，造成环境危害最严重的事故。综合上述分析，本项目海管/立管泄漏发生概率较大，一旦发生造成的环境危害最为严重，因此确定海管/立管泄漏事故为最大可信事故。

## 8.6 溢油风险后果分析

海上一旦发生溢油事故，溢出油漂浮在海面，一方面在风和流作用下向一定方向运移，另一方面，油膜同时不断向四周扩展，使油膜面积增大。此外，油膜中的不同组分还将发生蒸发、乳化、溶解和被悬浮物吸附沉降及生物降解等复杂的物理、化学和生物过程。

本次溢油漂移数值预测主要考虑了原油在海面上的物理过程(平流、扩散过程)和蒸发、乳化过程，其它过程由于其参数化的复杂性未能计入。

### 8.6.1 油膜轨迹预测

在环境动力模型提供的环境动力参数的基础上，采用欧拉--拉格朗日追踪方法，进行油膜中心轨迹的预测。油膜中心漂移速度，取决于海面风速与表层流，是空间和时间的函数，其值用油膜中心点所在网格点上的速度内插而得。

空间每个网格节点上的  $x$ 、 $y$  方向上的速度在某时刻为：

$$\begin{cases} V_x = V_{rx} + \alpha V_{wind} \sin(180 + \theta_0 + \theta) \\ V_y = V_{ry} + \alpha V_{wind} \cos(180 + \theta_0 + \theta) \end{cases}$$

其中  $V_{rx}$ 、 $V_{ry}$  为网格点上表层流速的  $x$ 、 $y$  方向分量，皆由环境动力学模型求出。 $V_{wind}$  网格点上的风速， $\alpha$  为风因子，计算时取 0.03； $\theta_0$  为风向， $\theta$  为油粒子受风影响的漂移偏角。 $\theta$  的取值与风速的大小有关，公式为：

$$\theta = \begin{cases} 40 - 8\sqrt{V_{wind}} & 0 \leq V_{wind} \leq 25m/s \\ 0 & V_{wind} \geq 25m/s \end{cases}$$

油粒子漂移轨迹计算公式为：

$$\bar{S} = \bar{S}_0 + \int_0^{+\Delta t} V_l(x(t), y(t), t) dt$$

其中： $S_0$  为初始时刻， $S$  为油膜中心点所在位置， $V_l(x(t), y(t), t)$  为拉格朗日追踪速度

$$V_l = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$



由于空间和时间不同，流况不同，有时风速、风向也不同，所以在不同地点、不同时刻发生溢油后所追踪到的油膜中心运移轨迹就不同。

### 8.6.2 油膜扩展输移预测

剪流和湍流引起的扩散过程属于随机运动，可用随机走动法实现模拟。由于每个粒子的随机运动而导致整个粒子云团在水体中的扩散过程。对于水体表面随机扩散过程可用下式描述

$$ra' = R (6k\alpha\Delta t)^{1/2}$$

其中： $ra'$ 为  $\alpha=(x,y,z)$ 方向上的湍动扩散距离； $R$ 为 $[-1, 1]$ 间均匀分布随机数。 $k\alpha$ 为  $\alpha$ 方向上的湍流扩散系数， $\Delta t$ 为时间步长。

溢油的漂移是平流过程、扩散过程、风共同作用的结果。

第  $i$  个粒子在  $\Delta t$  时段内的位移可表示为：

$$x_i = u_i\Delta t + r_x'$$

$$y_i = v_i\Delta t + r_y'$$

其中： $r_x'$ 、 $r_y'$ 为在  $x$ 、 $y$  方向上的随机移动距离； $u_i$ 、 $v_i$ 为第  $i$  个粒子拉格朗日速度在  $x$ 、 $y$  方向上的分量。

由于每个粒子代表一定的油量，根据标识粒子所在的位置和所代表的油量可计算溢油的扩展面积和油膜厚度。

### 8.6.3 油的挥发与乳化

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

#### (1) 溢油的挥发

油膜挥发过程受油性质、风及油组分控制。采用 Stiver 和 Mackay 提出的一个暴露模式来计算油的挥发：

$$F_v = \ln(1 + \theta \cdot \frac{VP_a}{RT^2} \cdot BT_G \cdot \exp(B(1 - T_0/T)))T / BT_G$$

式中： $B$ —系数，取 10.3； $T_G$ —挥发曲线梯度；

$T$ —油表面温度，通常与大气温度相近，根据不同月份区不同值

$T_0$ —初始时油挥发温度； $P_a$ —大气压； $V$ —油分子体积；



$R$ —大气常数； $\theta$ —挥发系数，取  $2.5 \times 10^{-3} U_w^{0.78}$ ； $U_w$ —风速。

$T_0$ 、 $T_G$  的数值常参考如下常数：

$$T_0 = 532.98 - 3.1295 * API$$

$$T_G = 985.62 - 13.597 * API$$

式中： $API$ — $15.5^\circ\text{C}$  时原油密度与  $4^\circ\text{C}$  时水的密度的比值。

$API$  度与相对密度的相关关系式为：

$$API \text{ 度 } (15.5^\circ\text{C}) = (141.5 / \text{相对密度}) - 131.5$$

$API$  度越大，相对密度越小，密度大小与石油的化学组成、所含杂质数量有关。

## (2) 油膜的乳化

乳化过程受风速、波浪、油的厚度、环境温度、油风化程度等因素的影响，一般用含水率来表示乳化程度 (Mackay, 1990)。

$$\frac{dYW_i}{dt} = R_1 - R_2$$

$$R_1 = \frac{K_1}{\eta_0} (1 + U_w)^2 (YW_{\text{sat}} - YW_i)$$

$$R_2 = \frac{K_2}{A_{\text{sph}} \cdot W_{\text{Ax}} \cdot \eta_i} \cdot YW_i$$

式中：

$U_w$

$YW_i$ —第  $i$  个油粒子含水率； $U_w$ —风速；

$W_{\text{Ax}}$ —油的含蜡量； $A_{\text{sph}}$ —油的沥青质量含量%，

$\eta_0$ —油的无水动力粘性系数； $YW_{\text{sat}}$ —稳定含水量；

$K_1$ 、 $K_2$ —常数，分别为  $5.0 \times 10^{-7}$  和  $1.2 \times 10^{-5}$ 。

$\eta_i$ —乳化后油的运动粘性系数，其计算式如下：

$$\eta_i = \eta^{\text{oil}} \exp \frac{2.5 yw_i}{1 - 0.654 yw_i}$$

式中：

$\eta_i$ —乳化后油的运动粘性系数；

$\eta^{\text{oil}}$ —乳化前油的运动粘性系数。

#### 8.6.4 溢油量及溢出方式

根据 8.5.3.3 节分析，海底管道/立管泄漏溢油事故为最大可信事故，而对于海底管道而言，由于事故发生地点和事故原因的不确定性，溢油量是很难确定的。当海底管道发生局部泄漏事故时，管内压力的突然降低将使平台上的自动应急关断系统启动而迅速关断物流，关断后管道内部分原油还会继续从破损处溢出，但其溢出速率将随着管道内外压差的降低而迅速减小，在管道内外压差达到平衡后管道内的原油仅会在海流和比重作用下而缓慢置换溢出，这时管道内残留的原油的溢出速率是缓慢的。因此可将泄漏管道达到外界压力时的原油泄漏量作为海底管道的风险溢油量。

因此一旦发生原油泄漏事故，自动控制系统就会启动应急关断系统，自动应急关断系统的关断时间为 60s，如果自动应急关断系统失灵则进行手动关断，手动关断时间为 10min，且由于在平台上均设置有过程控制系统（用于对工艺及公用设施的运行进行控制）、安全监控系统（包括应急关断和火气监控系统），用于对平台设备及人员安全进行监控和保护。此外还考虑到应急关断时间、海水压力、油水不容、海管埋设于海底、路由区海底平坦以及封堵及时等因素，其溢出量将是有限的。

本报告管道原油泄漏量根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）中推荐的液体泄漏速率公式计算：

$$Q_L = C_d A \rho \sqrt{\frac{2(P - P_0)}{\rho} + 2gh}$$

式中：

$Q_L$ ——液体泄漏速度，kg/s；

$C_d$ ——液体泄漏系数，此值常用 0.6~0.64。

$A$ ——裂口面积， $m^2$ ；

$P$ ——容器内介质压力，Pa；

$P_0$ ——环境压力，Pa；

$g$ ——重力加速度。

$h$ ——裂口之上液位高度，m。

本次新建 1 座中心平台（PL25-6WHPL），新铺设 1 条从 PL25-6WHPL

平台至 PL25-6WHPF 平台长约 3km 的 12"混输管线，假定为 PL25-6WHPL 平台附近海管发生溢油，平台处水深约 28m，管道内物流压力 2650kPa，环境压力 383kPa，液体泄漏系数取 0.62。在考虑小孔泄漏的前提下，根据公式计算得出管道溢油量为 88t (92m<sup>3</sup>)，保守计算取 100m<sup>3</sup>，同时，综合考虑溢油关断、封堵及溢油应急响应时间，考虑溢油持续时间为 4h，油膜漂移预测时间为溢油后的 72h，极值风下基本计算至溢油抵岸。本项目生产的原油为重质原油，密度按 0.967g/cm<sup>3</sup>考虑，含蜡量按 3.12%考虑，沥青质含量按 6.65%考虑，胶质含量按 17.59%考虑，本项目原油物性见第三章表 3.1-2。

### 8.6.5 风场

根据风场资料及敏感目标分布情况，选择海域主导风向和不利风向进行溢油模拟预测，同时对静风情况下的油膜漂移进行预测，风场数据见表 8.6-1。

表 8.6-1 工程海域风场

| 方向        | N   | NE   | S   | SW  | NW  | SE  |
|-----------|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| 平均风速(m/s) | 6.0 | 10.2 | 8.5 | 5.8 | 6.0 | 5.7 |
| 最大风速(m/s) | 16  | 18   | 26  | 23  | 16  | 26  |

### 8.6.6 预测结果

因大潮期间海流流速比小潮期间大，在此海流条件下油膜漂移速度相对较快，因此为安全保守起见，按大潮期间发生溢油进行预测，其预测结果更为保守可靠。

#### 8.6.6.1 油膜漂移轨迹

综合考虑气象资料和工程所处海域相关敏感目标后，按照现有风场资料，给出了上述各个风向在平均风和极值风情况下经过 72h 的溢油油膜漂移轨迹，见图 8.6-1、图 8.6-2，同时选取对敏感目标影响较大的三个典型风向给出极值风条件下的油膜漂移扫海面积图，见图 8.6-3、图 8.6-5。

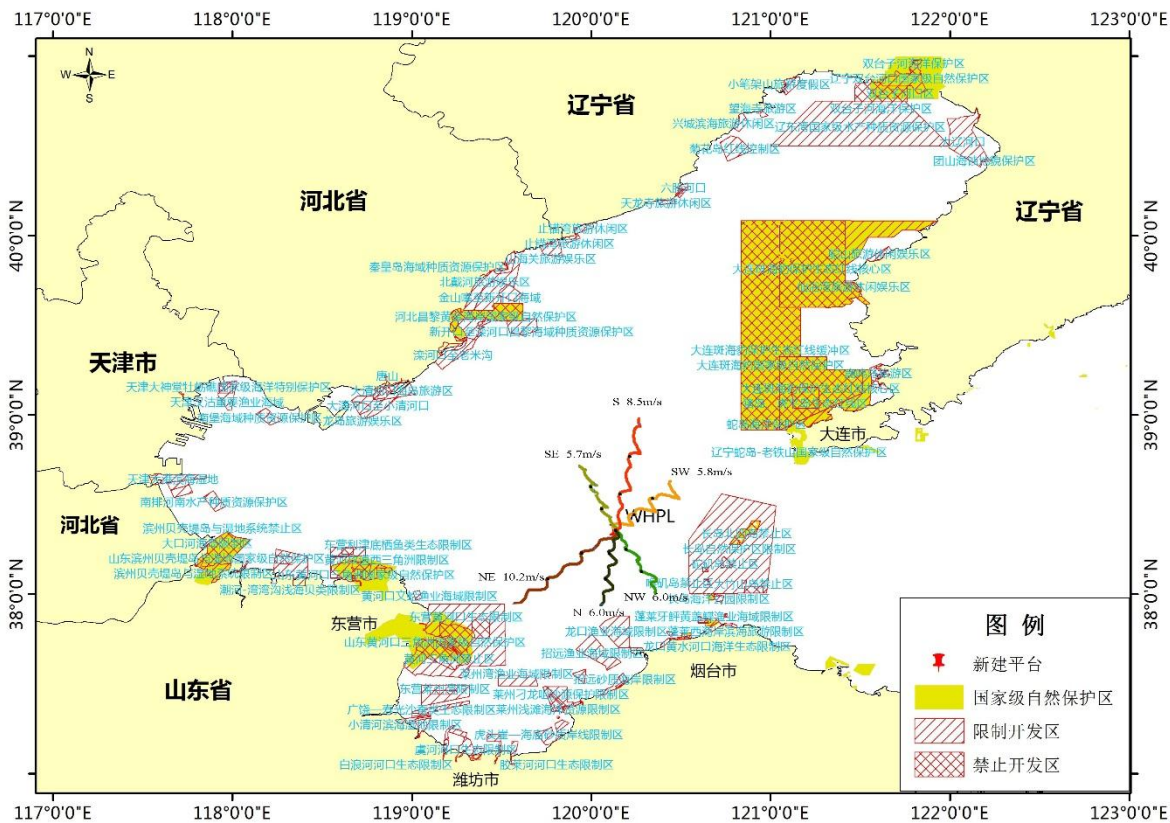


图 8.6-1 PL25-6WHPL 平台平均风速下各风向溢油漂移轨迹图

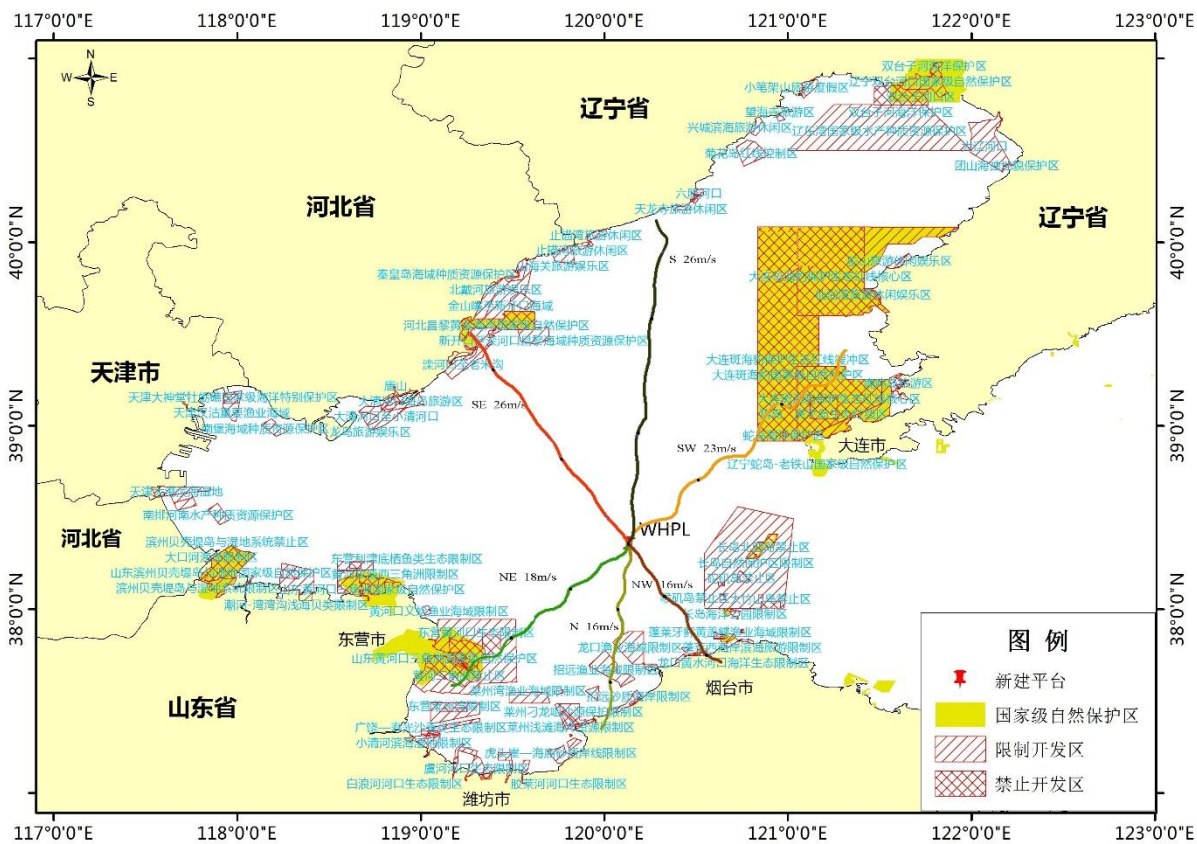


图 8.6-2 PL25-6WHPL 平台极值风速下各风向溢油漂移轨迹图

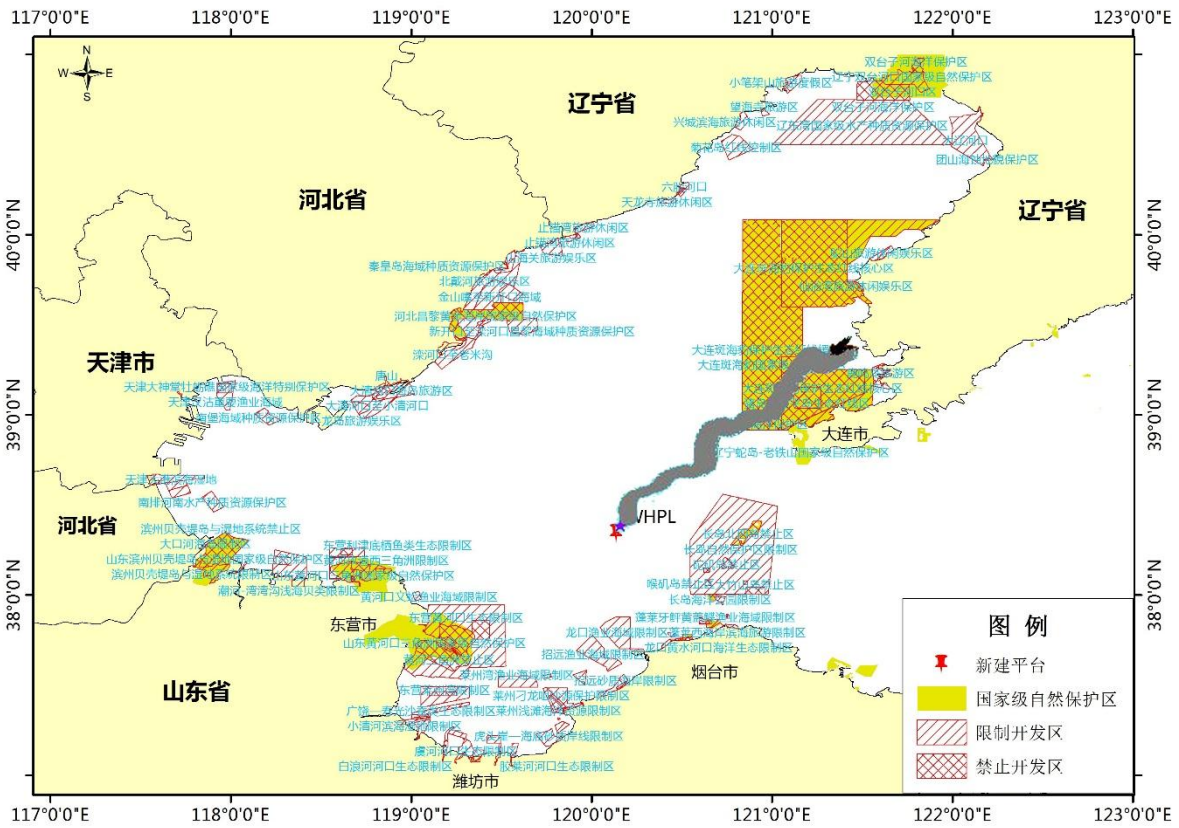


图 8.6-3 典型风向极值风速下溢油漂移扩散图-SW

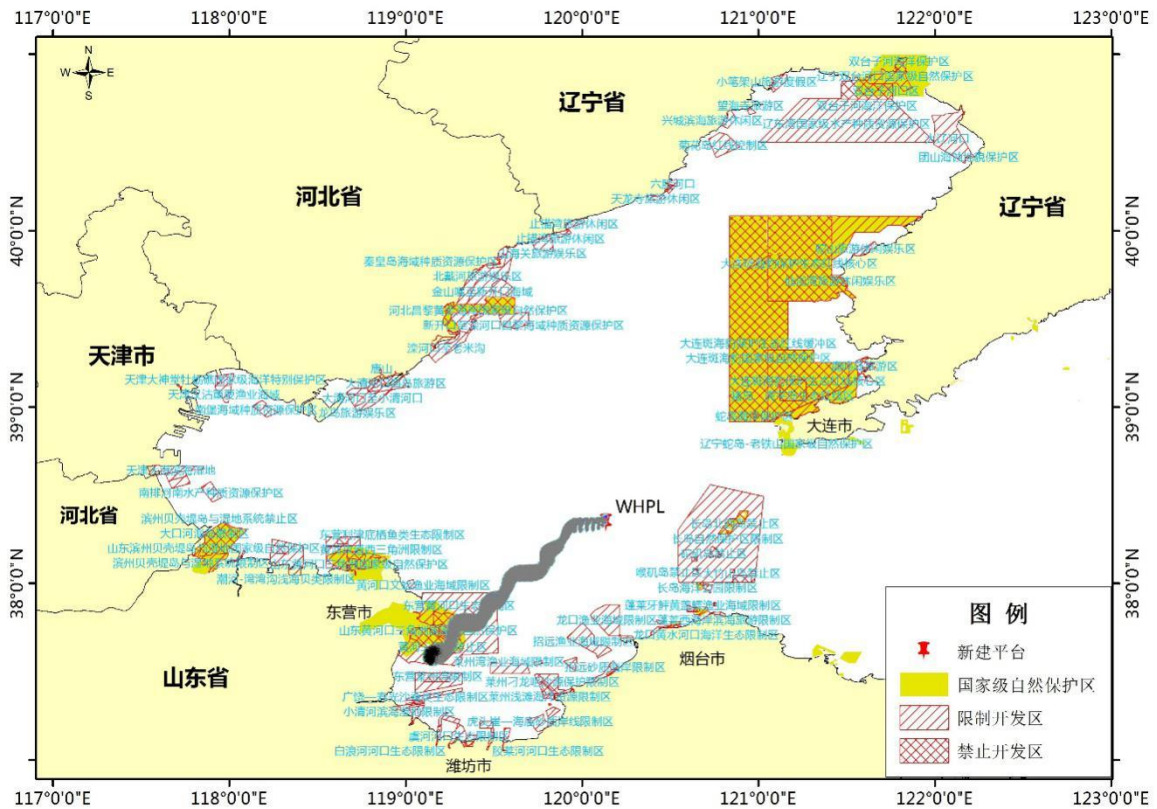


图 8.6-4 典型风向极值风速下溢油漂移扩散图-NE

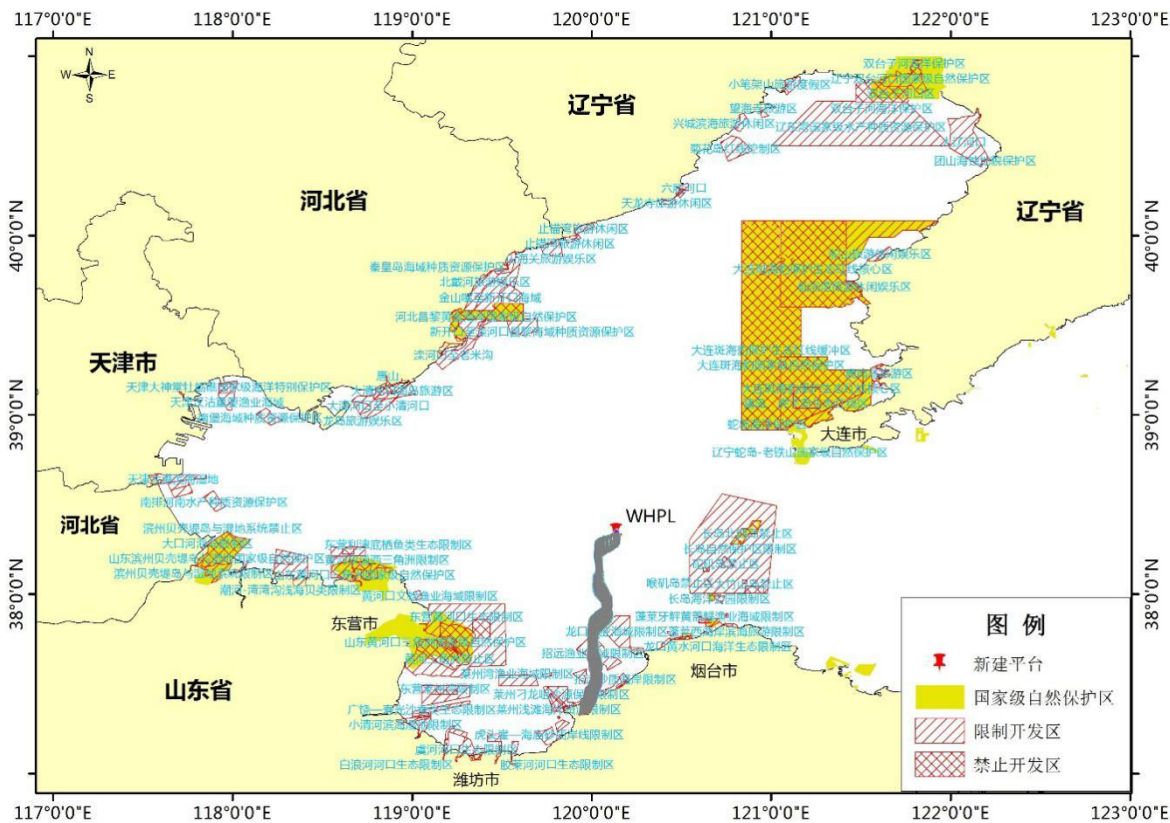


图 8.6-5 典型风向极值风速下溢油漂移扩散图-N

### 8.6.6.2 油膜抵岸时间及漂移平均速率

表 8.6-2 给出了在不同风向平均风速作用下，溢油发生至油膜消失时的油膜漂移距离、漂移的平均速度、扫海的面积等。表 8.6-3 给出了在不同风向极值风速作用下，溢油发生至油膜消失时的油膜漂移距离、漂移的平均速度、扫海的面积等。

表 8.6-2 溢油预测结果（平均风）

|                         | N     | NE    | S     | SW    | NW    | SE    |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 风速(m/s)                 | 6.0   | 10.2  | 8.5   | 5.8   | 6.0   | 5.7   |
| 漂移距离(km)                | 65.5  | 88.6  | 86.7  | 69.6  | 62.1  | 65.4  |
| 平均速度(km/h)              | 0.91  | 1.23  | 1.20  | 0.97  | 0.86  | 0.91  |
| 扫海面积 (km <sup>2</sup> ) | 495.8 | 671.0 | 663.9 | 497.2 | 428.1 | 383.3 |
| 抵岸时间 (h)                | /     | /     | /     | /     | /     | /     |
| 残存油量 (%)                | 12h   | 55.8% | 37.6% | 38.6% | 40.7% | 40.8% |
|                         | 24h   | 51.6% | 32.5% | 33.4% | 35.5% | 35.6% |
|                         | 48h   | 47.6% | 29.5% | 29.2% | 30.5% | 30.6% |
|                         | 72h   | 45.3% | 28.7% | 28.5% | 28.5% | 28.8% |

注：“/”表示不抵岸

表 8.6-3 溢油预测结果(极值风)

|                         |     | N     | NE    | S     | SW    | NW    | SE    |
|-------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 风速(m/s)                 |     | 16    | 18    | 26    | 23    | 16    | 26    |
| 漂移距离(km)                |     | 102.4 | 142.5 | 185.6 | 126.5 | 84.4  | 145.2 |
| 平均速度(km/h)              |     | 1.77  | 1.98  | 2.81  | 2.94  | 1.76  | 2.79  |
| 扫海面积 (km <sup>2</sup> ) |     | 783.6 | 845.5 | 833.6 | 982.1 | 592.4 | 793.7 |
| 抵岸时间 (h)                |     | 58    | /     | 66    | 43    | 48    | 53    |
| 残存油量 (%)                | 12h | 35.2% | 34.5% | 32.5% | 33.2% | 35.2% | 30.5% |
|                         | 24h | 30.0% | 29.4% | 29.2% | 29.5% | 30.0% | 29.3% |
|                         | 48h | 28.5% | 28.4% | 28.4% | -     | 28.9% | 28.2% |
|                         | 72h | -     | 21.6% | -     | -     | -     | -     |

注：“/”表示不抵岸

由以上可以看出，WHPL 平台附近海管发生溢油事故后最大扫海面积为 982.1km<sup>2</sup>（SW、23m/s），平均风条件下油膜在 72h 计算时间内均未抵岸，在极值风条件下，N、S、SW、NW、SE 风向下油膜均可能抵岸，抵岸时间分别为 58h、66h、43h、48h、52h，NE 风向下 72h 内未抵岸。

#### 8.6.6.3 溢油对环境敏感目标的影响

除了溢油抵岸对陆域和沿岸海域造成重大影响外，在溢油漂移和扩散的过程中还会对工程海域附近的若干环境敏感目标造成影响。表 8.6-4 给出了极值风情况下油膜抵达主要敏感目标的最短时间以及该极值风情况下对敏感目标的影响面积。本项目附近海域主要环境敏感目标为海洋保护区、产卵场、渔业资源保护区等。本项目拟新建的 WHPL 井口平台位于中上层鱼类产卵场、索饵场及中华明对虾索饵场内，故无论在何种风向下发生溢油事故，均会对这些敏感区产生影响。此外，项目距离底层鱼类索饵场边缘较近，仅 10km，油膜最短到达时间为 4h。

表 8.6-4 显示，溢油抵达东营黄河口生态国家级海洋特别保护区、大连斑海豹国家级自然保护区的最短时间分别为 30h 和 40h，因此应引起足够重视，做好应急响应的准备。

根据风险预测结果，所选全年主导风向、风频率较大的 6 种风场条件下油膜轨迹均未到达长岛国家级自然保护区和蓬莱登州浅滩国家级海洋生态特别保护区，同时本项目主要依托的 PL19-3 油田已经配备的溢油应急设备，同时渤海区域已投入“海洋石油 252”和“海洋石油 253”两艘环保船，可有效应对

溢油事故的发生。

表 8.6-4 极值风情况下抵达主要敏感目标的最短时间

| 敏感目标                  | 距 WHPL 最短距离 (km) 及方位 | 最短抵达时间 (h) 及相应风向 | 到达敏感目标时扫海面积 (km <sup>2</sup> ) | 残存油量 (%) |
|-----------------------|----------------------|------------------|--------------------------------|----------|
| 中上层鱼类产卵场、索饵场          | 包含                   | /                | /                              | /        |
| 底层鱼类索饵场               | 10/W                 | 4/SE             | 61                             | 55.2%    |
| 中华明对虾索饵场              | 包含                   | /                | /                              | /        |
| 大连斑海豹国家级自然保护区         | 75.9/EN              | 40/SW            | 914                            | 28.5%    |
| 东营黄河口生态国家级海洋特别保护区     | 69.9/WS              | 30/NE            | 352.3                          | 28.8%    |
| 黄河三角洲国家级自然保护区         | 92.6/WS              | 41/NE            | 481.5                          | 28.5%    |
| 辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区 | 74.9/S               | 44/N             | 594.5                          | 28.6%    |
| 滦河口至老米沟沙源保护海域         | 135/WN               | 48/SE            | 718.5                          | 28.2%    |
| 新开口至滦河口沙源保护海域         | 138/WN               | 49.5/SE          | 734                            | 28.1%    |
| 河北昌黎黄金海岸国家级自然保护区      | 145/WN               | 52/SE            | 778.5                          | 27.8%    |

## 8.7 环境风险防范措施及应急处置措施

本项目在设计、施工、运营中严格落实法律法规和要求，作业者天津分公司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。

### 8.7.1 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。

防范油气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，尽可能避免油气泄漏事故的发生。

尽管从工程设计、施工安装以及生产管理采取了全过程的油气泄漏防范措施，但是油气泄漏风险作为一种小概率事件仍然是存在的，本项目制定了相应的应急预案，可以迅速反应将溢油控制和回收，总体而言油气泄漏风险概率

很低，油气泄漏事故可防可控。

### 8.7.2 环境风险防范措施

针对本项目可能发生油气泄漏事故，并对周围附近海域自然保护区、海洋特别保护区、重要渔业水域等环境敏感目标造成影响，本项目从设计阶段、建设阶段、生产阶段均提出了具体的风险事故防范措施。同时本项目投产前将对已制定的《蓬莱油田溢油应急计划》进行修改和完善，对井喷事故、输油软管破裂事故、管道泄漏事故、平台容器泄漏事故、平台火灾/爆炸事故、船舶碰撞事故等提出具体的应急处置措施。

#### 8.7.2.1 设计阶段风险防范措施

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

海底管道和立管的设计，将以国际上认可的规范和标准为依据，选用大于设计寿命的环境条件重现期。海底管道及立管的外防腐采取防腐涂层与阴极保护的联合保护方法，还留有一定的腐蚀裕量，进一步阻止海管腐蚀。作为应急措施，设置有应急安全阀，在紧急情况下可以进行紧急关断保护。

#### 8.7.2.2 建设及生产阶段防范措施

##### a 井喷事故防范措施

为防止井喷事故的发生，油田作业者应在施工阶段采取如下措施：

- 严格实施钻井作业规程；
- 在钻台、钻井液池和钻井液工艺室等场所设置通风系统和烃类气体探测器，自动探测可能聚集的烃类气体；
- 井口控制安全屏蔽由机械或液压控制的监测装置组成，用来控制井喷；
- 选择优质封隔器并及时更换损坏元件；
- 在开钻之前制定周密的钻井计划；
- 配备安全有效的防喷设备和良好的压井材料及井控设备；

- 对关键岗位的操作人员进行专业技术培训，坚持持证上岗，建立健全井控管理系统；
- 加强生产时的观测，及时发现先兆，按正确的关井程序实行有效控制，并及时组织压井作业；
- 设置二氧化碳灭火系统；关键场所设手提灭火器；
- 制定严密的溢油应急计划，一旦发生井喷便采取相应的应急措施；
- 保证钻井、钻井液处理和压井等设备的良好运转；
- 配备反应灵敏的灭火系统；
- 配置守护船值班。

#### b 输油软管破裂事故防范措施

对于钻完井阶段可能发生的供应船向受油设施输油时的输油软管破裂事故，输油作业者需严格按照已有的输油作业操作规定进行输油操作，并定期检测、更换输油软管；同时，在进行输油作业时供应船及受油设施均应设专人值班监视，一旦发生漏油事故立即关泵停输，最大限度防范输油软管破裂事故的发生。

#### c 海底管道事故防范措施

严格按照设计要求进行施工，并在施工中保证海底管道焊接质量。管道铺设完成，要进行扫线、清管和试压。

作业者将制定相应的管道保护和检测程序，由值班船对管道沿途进行巡视，驱散在安全区范围内作业的渔船，对海底管道进行不定期局部检测和定期全面检测，确保海底管道的安全性。

油气传输系统中的主要设备和管道均设置相应的压力、液位和温度报警系统与安全泄压保护装置，对于易发生泄漏的管路全部根据最大压力和最高温度设计，重要位置设置相应的应急关断系统。

定期对各条管道进行清管作业，以减少腐蚀等原因对管道的影响。

#### d 平台容器泄漏/火灾、爆炸事故防范措施

为确保生产阶段的安全生产，在设计中将针对各生产设施采取充分的安



全防护措施；精心考虑各部分的合理布置，对危险区采用防火、防爆设别，并采取有效的隔离措施来降低危险程度；

主要设备、生产装置和单元均设置相应的压力、液位和温度报警系统与安全泄压保护装置及应急关断系统。

在平台容器附近装备火焰和气体探测器，以监测工艺流程中的火情和可燃气体浓度，发现异常及时报警。

#### e 船舶碰撞事故防范措施

作业者将制定相应的保护和监测程序，由值班船对平台周围进行巡视，驱散在安全区范围内作业的渔船，确保平台设施的安全性。

按照《海上固定平台安全规则》的要求，在平台上设置助航标识灯、障碍灯、雾灯、平台标志牌等。

#### f 其它防范措施

在设计、施工、运营中严格落实法律法规和要求，建设单位应制定严格的操作和管理规程，采取严格的防范措施，确保设施安全正常的运行。

### 8.7.3 油气泄漏事故应急处置措施

本项目虽在设计、建造、施工、运行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油气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溢油的环境危害程度。

#### 8.7.3.1 制定溢油应急预案

建设单位已经编制《蓬莱油田溢油应急计划》，并提交国家主管部门登记备案。在 PL25-6 油田 3 井区开发项目正式投产作业前，天津分公司将对已制定的应急预案进行修改和完善，将本项目纳入其中统一考虑，并将修改后的应急预案于投产前报相关主管部门备案。PL25-6 油田 3 井区开发项目应急计划

需与附近其他油田应急计划统一考虑，并纳入分公司应急体系中。编制的应急计划应与《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》相衔接。

已批复的溢油应急计划的主要内容包括：应急组织体系、溢油风险分析与预防措施、溢油事故的处置、溢油应急力量、溢油应急保障、溢油应急善后措施等。

天津分公司和蓬勃作业公司应急组织机构见图 8.7-1 和图 8.7-2。

所有参加开发作业的施工船舶（供应船、值班船或工程船舶等）均需按健康安全环保管理体系的要求向建设单位提供其安全应急计划和溢油应急计划。

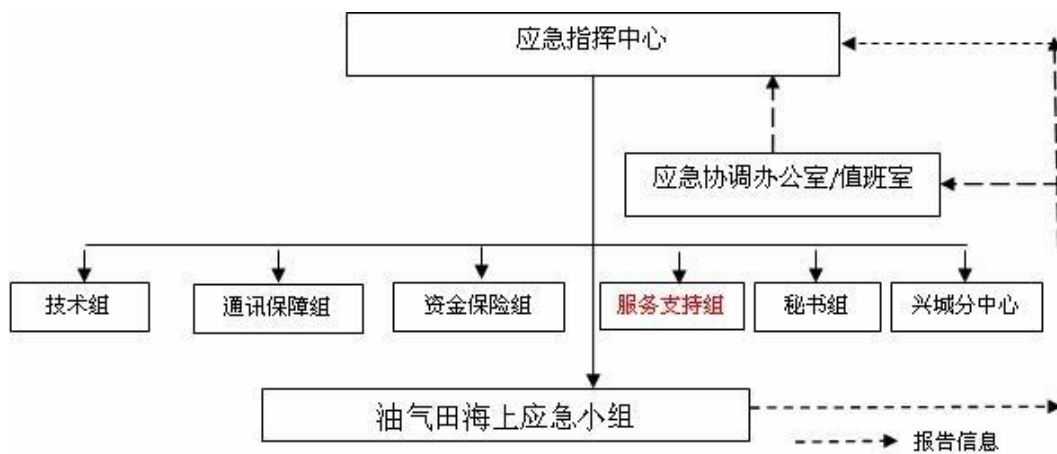


图 8.7-1 建设单位应急组织机构图

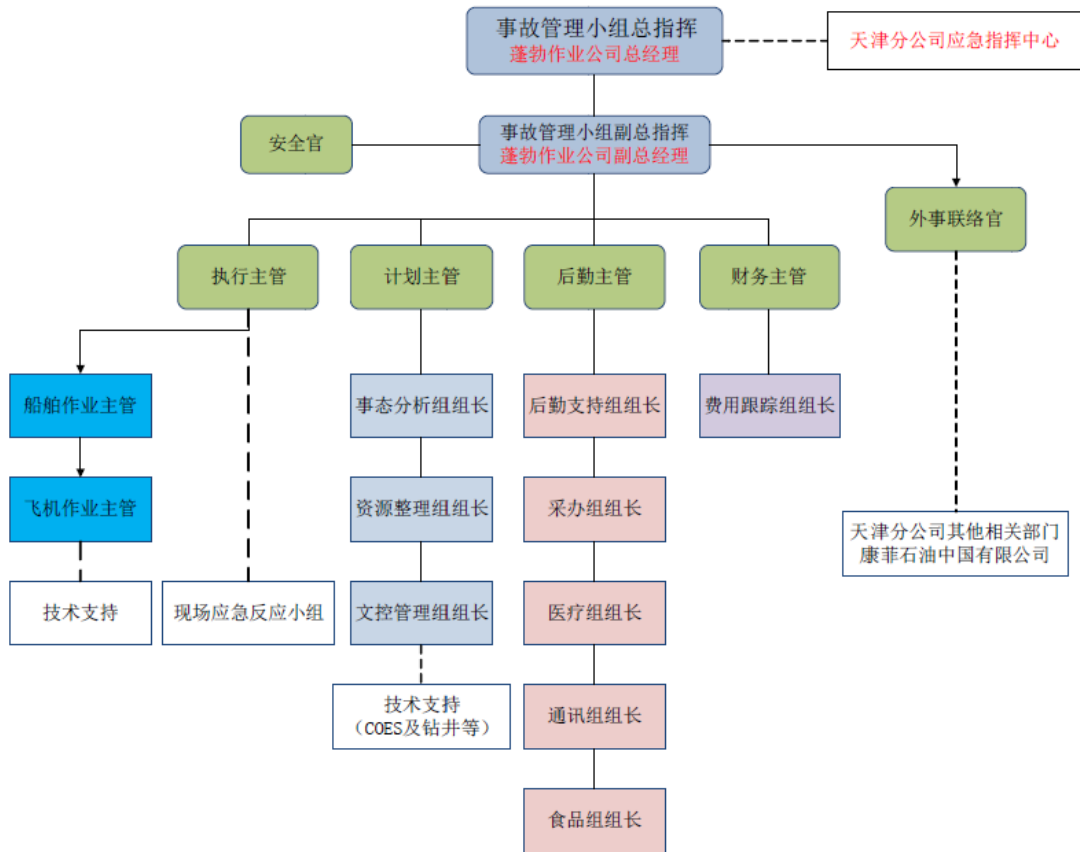


图 8.7-2 建设单位溢油应急联络流程图

发生溢油事故后，无论大小，均必须按照要求尽快向上逐级汇报，并在规定时间内向政府主管部门汇报，溢油事故报告程序见图 8.7-3。

在通知建设单位应急办公室之前完成以下应急反应程序：

- 确保事发地人员安全；
- 任何人看到溢油都必须在安全的前提下，马上采取措施切断溢油源，并向上级报告；
- 确保所有人员的安全。判断溢油是否有起火或爆炸的危险。如需要，关闭电源并确保停止所有产生点火源的活动；
- 使用吸附剂和其它现有材料，在区域周围形成一个临时围栏以阻挡溢出的油扩散；
- 尽可能防止溢油入海；
- 报告并按照相应的应急程序中的内容采取恰当的溢油应急行动。

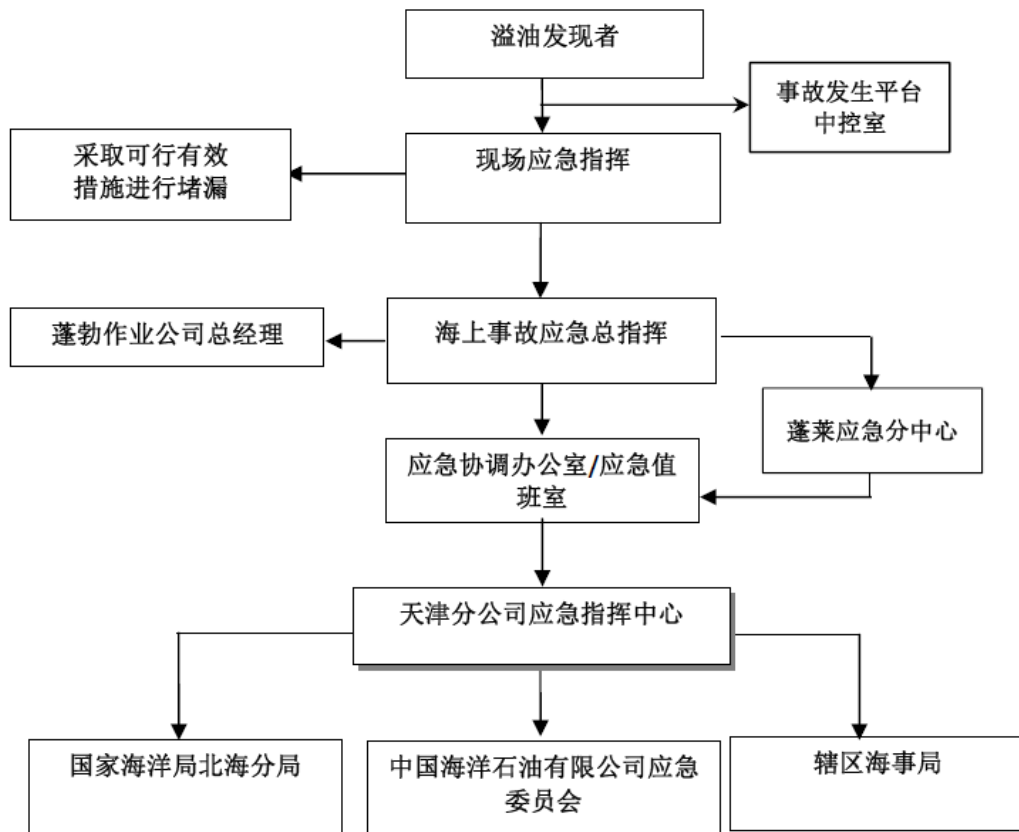


图 8.7-3 溢油应急报告流程

### 8.7.3.2 配置溢油应急资源

本项目主要依托 PL 油田群现有溢油应急设备应对小型溢油，PL 油田群目前已配有较充足的溢油应急设备，且本项目与现有平台距离较近，现有溢油设备能够满足本项目应对一般性溢油事故的需要，当发生较大、重大、特别重大溢油事故时，可借助周边海区可调用的溢油回收设备、环保船等应急资源。本项目新建 PL25-6WHPL 平台将根据需要适时增加消油剂等器材的配备，具体数量和名称将在修订后的溢油应急计划附表中详细列出。

#### a PL 油田群溢油应急设施配备

PL19-3 油田现有溢油应急设备见表 8.7-1，表中所列的溢油应急设备被存储于两个 20 英尺的集装箱中，18 桶消油剂存放在海洋石油 117 号 FPSO 上。

表 8.7-1 PL 油田群溢油应急设备

| 序号 | 名称      | 型号、规格                             | 数量    |
|----|---------|-----------------------------------|-------|
| 1  | 海上围油栏系统 | 4×100 m Ro-Boom1500 型围油栏适用于开阔海域拦截 | 400 m |

| 序号 | 名称             | 型号、规格   | 数量                       |
|----|----------------|---|--------------------------|
|    | OSC-2 号集装箱     | 溢油 (OSC-2); 配有 2×15 m ASTM 滑座, 拖带设备 x2, 8-75 千克重锚系  |                          |
|    |                | 200 m 卷筒 Ro-Boom1500 型 (OSC-2)<br>借助于两台机械动力的卷筒轴布栏, 回收及存储围油栏。每台卷筒轴可以控制 200 m 围油栏。卷筒存储于 20 英尺的集装箱中, 届时随取随用。   | 2 台                      |
|    |                | 围油栏警示灯(OSC-1)<br>可连接在围油栏上, 以便于夜间辨认。   | 12 个                     |
| 2  | 撇油系统 OSC-1 集装箱 | Lamor Mini Max 100 型撇油器 (OSC-1)<br>撇油器会清理围油栏中拦截的溢油。撇油器设计得相对轻便, 以 100m <sup>3</sup> /h 的速度回收溢油。此系统为水力驱动 (柴油机发动), 浮式, 有三个盘刷, 其直径为 1100mm。使用一台 Desmi DOP-250 型改良的阿基米德螺杆泵, 将撇出的油抽到悬浮的 Ro 储罐中, (规格见下) 以储存回收的溢油。<br>所有系统均配备相应的辅助设备。 | 1 台                      |
|    |                | Desmi DOP-250 垂直, 改良的阿基米德螺杆泵 (OSC-1); 最大排出压力: 10bar(150PSI); 轴承轴力: ~5 t   | 1 台                      |
|    |                | Desmi Ro-Boom 型浮式储油袋(OSC-1); 容量: 10m <sup>3</sup> (每个); 尺寸:长×宽×高(未充气): 9500×2200×5mm<br>长×宽×高(储存量.): 600×2200mm   | 2 套                      |
| 3  | 消油剂喷洒系统        | 分散剂喷洒系统-柴油机驱动 Hatz 发动机/Comet 泵 (OSC-1) 存于值班船或供应船上, 溢油时用于喷洒消油剂。消油剂泵为 Comet 隔膜泵 (105/20), 最高速度 450 转/分, 喷洒量 83 升/分, 最高泵压为 20 巴, 喷洒装置上装有额定释放压力为 8bar 的压力释放阀。喷洒系统配有手持和 6m 长喷洒系统两种, 由铝管制成 (2 部分), 喷洒臂配有 12 个 AN35 型喷嘴              | 1 套                      |
| 4  | 消油剂            | 海欧 4 号-200 升/桶  | 18 桶                     |
| 5  | 吸油毡 (OSC-1)    | Desmi Ro-Clean 吸油毡 40×50 厘米和吸油辊, 用于一般吸油。多用途吸油毡存于集装箱中, 用于回收水面剩于浮油, 或溢油回收完毕后清洁设备。   | 72 包<br>(×100)<br>) 32 张 |

## b 附近可借助的应急力量

在超出 PL 油田自身溢油应急能力时, 将通过天津分公司应急协调办公室的调配和指挥, 周边油气田的应急资源前往事故现场, 共同清理海上油污, 尽可能减小海洋环境的破坏。本项目周边可借用的应急力量包括渤中、曹妃甸、

秦皇岛、旅大等多个油田设施，附近其他油田可借用的应急设备见表 8.7-2，  
 应急船舶航行速度按 12 节考虑，则周边油田应急响应时间见表 8.7-3。

表 8.7-2 天津分公司溢油应急设备清单

| 序号 | 设备名称 | 规格型号             | 数量   | 性能                      | 存放地                             |
|----|------|------------------|------|-------------------------|---------------------------------|
| 1  | 围油栏  | RO-BOOM1500      | 400m | 吃水 0.7m，干舷 0.5m         | 渤中 25-1 油田<br>(BZ25-1 平台)       |
| 2  | 撇油器  | MINIMAX20        | 1 套  | 20m <sup>3</sup> /小时    |                                 |
| 3  | 储油囊  | FN10             | 2 套  | 储油 10m <sup>3</sup> /套  |                                 |
| 4  | 喷洒装置 | PSB40            | 1 套  | 2.4m <sup>3</sup> /小时   |                                 |
| 5  | 清洗装置 | HDS1000DE        | 1 套  |                         |                                 |
| 6  | 清洗机  | HDS 1000DE       | 1 套  | 产生高压热水或蒸汽               | 渤中 25-1 油田<br>(海洋石油 113 号 FPSO) |
| 7  | 围油栏  | HOB1500          | 200m | 吃水 0.79m，干舷 0.50m       |                                 |
| 8  | 动力装置 | LPP30            | 1 套  | 功率 35kw，风冷柴油机           |                                 |
| 9  | 撇油器  | MINIMAX20        | 1 套  | 20m <sup>3</sup> /h     |                                 |
| 10 | 储油囊  | FN10 浮动油囊        | 4 套  | 储油 10m <sup>3</sup> /套  |                                 |
| 11 | 喷洒设备 | PSB40            | 1 套  | 喷洒 2.4t/h               |                                 |
| 12 | 手持喷枪 |                  | 2 支  | 喷洒 1.8t/h 支             |                                 |
| 13 | 消油剂  | 海鸥 4 号           | 6 桶  | 170 升/桶                 | 渤中 34-1 油田<br>(BZ34-1CEP 平台)    |
| 14 | 撇油器  | ZSC30 撇油器        | 1 套  | 30m <sup>3</sup> /小时    |                                 |
| 15 | 围油栏  | HRA1500          | 400m | 吃水 0.7m，干舷 0.50m        |                                 |
| 16 | 储油囊  | FN5              | 2 套  | 储油 5m <sup>3</sup> /套   |                                 |
| 17 | 动力装置 | HPP30            | 1 套  | 功率 30kw                 |                                 |
| 18 | 喷洒设备 | PSB50C 消油剂<br>喷洒 | 1 套  | 喷洒 3m <sup>3</sup> /h 套 |                                 |
| 19 | 清洗装置 | HDS1000DE        |      |                         |                                 |
| 20 | 手持喷枪 |                  | 4 支  |                         | 渤中 28-1 油田<br>(友谊号 FPSO)        |
| 21 | 工作艇  |                  | 1 艘  | 功率 152HP，拖力 1.75t       |                                 |
| 22 | 清洗机  | HDS 1000DE       | 1 套  | 产生高压热水或蒸汽               |                                 |
| 23 | 撇油器  | LMS              | 1 套  | 60m <sup>3</sup> /h     |                                 |
| 24 | 动力装置 | LPP30            | 1 套  | 功率 35kw，风冷柴油机           |                                 |
| 25 | 储油囊  | FN3 浮动油囊         | 2 套  | 储油 3m <sup>3</sup> /套   |                                 |
| 26 | 喷洒设备 | PSB50            | 1 套  | 喷洒 3t/h                 |                                 |
| 27 | 围油栏  | QW1500           | 400m | 吃水 0.75m，干舷 0.50m       | 秦皇岛 32-6 油田<br>(世纪号 FPSO)       |
| 28 | 手持喷枪 |                  | 2 支  | 喷洒 1.8t/h 支             |                                 |
| 29 | 消油剂  | 海鸥 4 号           | 12 桶 | 170 升/桶                 |                                 |
| 30 | 储油囊  | FN3 浮动油囊         | 7 套  | 储油 3m <sup>3</sup> /套   |                                 |
| 31 | 动力装置 | PK1650           | 1 套  | 功率 21kw                 |                                 |
| 32 | 围油栏  | QW1500           | 400m | 吃水 0.70m，干舷 0.50m       |                                 |
| 33 | 撇油器  | ZSC40            | 1 套  | 40m <sup>3</sup> /h     |                                 |
| 34 | 油拖网  | SW4              | 2 套  | 回收水面凝固油块                |                                 |
| 35 | 充吸气机 | FGC              | 1 套  | 12.5m <sup>3</sup> /min |                                 |
| 36 | 动力装置 |                  | 1 套  | 32kw                    |                                 |



| 序号 | 设备名称 | 规格型号         | 数量   | 性能                     | 存放地                                 |
|----|------|--------------|------|------------------------|-------------------------------------|
| 37 | 喷洒装置 | PSB40        | 1 套  | 喷洒 2.4t/h              |                                     |
| 38 | 手提风机 | SGC          | 1 套  | 900m <sup>3</sup> /h   |                                     |
| 39 | 清洗机  | 1508 高温高压清洗机 | 2 套  | 功率 4kw/套               |                                     |
| 40 | 围油栏  | HRA1500      | 400m | 吃水 0.7m, 干舷 0.50m      | 旅大 32-2 油田<br>(LD32-2 平台)           |
| 41 | 撇油器  | ZSPS30       | 1 套  | 30 方/小时                |                                     |
| 42 | 储油囊  | FN5          | 2 套  | 5 方                    |                                     |
| 43 | 储油囊  | FN10         | 1 套  | 10 方                   |                                     |
| 44 | 喷洒装置 | PSB50C       | 1 套  | 3 方/小时                 |                                     |
| 45 | 清洗装置 | HDS1000DE    | 1 套  |                        |                                     |
| 46 | 油拖网  | SM2          | 1 套  |                        |                                     |
| 47 | 消油剂  | 海鸥 4 号       | 6 桶  | 170 升/桶                | 曹妃甸 11-1 油田<br>(海洋石油<br>112 号 FPSO) |
| 48 | 清洗机  | HDS 1000DE   | 1 套  | 产生高压热水或蒸汽              |                                     |
| 49 | 围油栏  | HOB1500      | 200m | 吃水 0.79m, 干舷 0.50m     |                                     |
| 50 | 撇油器  | LMS          | 1 套  | 60 m <sup>3</sup> /h   |                                     |
| 51 | 动力装置 | LPP53        | 1 套  | 功率 53kw, 风冷柴油机         |                                     |
| 52 | 储油囊  | FN10 浮动油囊    | 4 套  | 储油 10m <sup>3</sup> /套 |                                     |
| 53 | 喷洒设备 | PSB40        | 1 套  | 喷洒 2.4t/h              |                                     |
| 54 | 手持喷枪 |              | 2 支  | 喷洒 1.8t/h 支            |                                     |

表 8.7-3 周边油田应急响应时间

| 设施名称        | 与 PL25-6WHPL 平台<br>距离 (km) | 航行时间<br>(h) | 动员时间<br>(h) | 到达时间<br>(h) |
|-------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| 渤中 25-1 油田  | 90                         | 4.0         | 2.0         | 6.0         |
| 渤中 34-1 油田  | 58                         | 2.6         | 2.0         | 4.6         |
| 渤中 28-1 油田  | 45                         | 2.0         | 2.0         | 4.0         |
| 秦皇岛 32-6 油田 | 118                        | 5.3         | 2.0         | 7.3         |
| 旅大 32-2 油田  | 94                         | 4.2         | 2.0         | 6.2         |
| 曹妃甸 11-1 油田 | 134                        | 6.0         | 2.0         | 8.0         |

## c 环保船

“海洋石油 252”和“海洋石油 253”两艘环保船在渤海区域已运行投入使用，具有溢油应急回收、全天候雷达溢油监测、海面油污消除、货物和人员运输、海上消防等多种功能，是国内首批采用两侧内置式溢油回收设备的环保船，其溢油回收能力为 200m<sup>3</sup>/h，溢油回收效率高、速度快，有利于进一步增强我国全海域溢油应急响应能力。

#### d 其他应急力量

如果发生大型溢油事故，或溢油处理所需的设备、人员超出天津分公司现有的溢油应急力量，则需借用外部的溢油应急力量。能借用的应急资源详见表 8.7-4。

表 8.7-4 周边油气田可调用的溢油回收设备

| 设备名称    | 规格型号             | 数量   | 性能                       | 存放地  |      |
|---------|------------------|------|--------------------------|------|------|
| 撇油器     | LSC-4            | 1 套  | 80m <sup>3</sup> /h      | 塘沽基地 |      |
| 撇油器     | Minimax10        | 1 套  | 10 m <sup>3</sup> /h     |      |      |
| 撇油器     | Minimax100       | 1 套  | 100 m <sup>3</sup> /h    |      |      |
| 撇油器     | ALLIGATOR100     | 1 套  | 60 m <sup>3</sup> /h     |      |      |
| 撇油器     | ZK30 真空式         | 1 套  | 大于 3 m <sup>3</sup> / h  |      |      |
| 动力装置    | LPP53            | 2 套  | 功率 53kw,风冷柴油机            |      |      |
| 动力装置    | LPP20            | 1 套  | 功率 21kw,风冷柴油机            |      |      |
| 动力装置    | LPP6             | 1 套  | 功率 4.6kw,风冷柴油机           |      |      |
| 动力装置    | DSPP50           | 1 套  | 功率 50kw,风冷柴油机            |      |      |
| 围油栏     | RO-BOOM1500      | 400m | 吃水 0.7m, 干舷 0.5m         |      |      |
| 围油栏     | FOB1000          | 400m | 吃水 0.35m, 干舷 0.65m       |      |      |
| 消油剂喷洒装置 | PSB80            | 2 套  | 喷洒 4.8 m <sup>3</sup> /h |      |      |
| 储油囊     | 10m <sup>3</sup> | 1 套  | 储油 10m <sup>3</sup> /套   |      |      |
| 储油罐     | 9m <sup>3</sup>  | 2 套  | 储油 9m <sup>3</sup> /套    |      |      |
| 储油囊     | FN10 浮动油囊        | 1 套  | 储油 10m <sup>3</sup> /套   |      |      |
| 储油罐     | QG5              | 2 套  | 储油 5m <sup>3</sup> /套    |      |      |
| 储油罐     | QG9              | 2 套  | 储油 9m <sup>3</sup> /套    |      |      |
| 储油罐     | HFT007L          | 5 套  | 储油 7m <sup>3</sup> /套    |      |      |
| 清洗机     | HDS 1000DE       | 2 套  | 产生高压热水或蒸汽                |      |      |
| 吸油拖栏    | XTL-Y220         | 200m | 吸油能力 22KG/M              |      |      |
| 撇油器     | LMS 多功能          | 1 套  | 60 m <sup>3</sup> /h     |      | 龙口基地 |
| 撇油器     | Minimax20        | 1 套  | 20 m <sup>3</sup> /h     |      |      |
| 撇油器     | ZK30 真空式         | 1 套  | 大于 3 m <sup>3</sup> / h  |      |      |
| 动力装置    | LPP53            | 1 套  | 功率 53kw,风冷柴油机            |      |      |
| 动力装置    | LPP30            | 1 套  | 功率 35 kw,风冷柴油机           |      |      |
| 围油栏     | QW1500           | 400m | 吃水 0.75m, 干舷 0.50m       |      |      |
| 围油栏     | GWJ800           | 200m | 吃水 0.28m, 干舷 0.45m       |      |      |
| 储油囊     | FN10 浮动油囊        | 3 套  | 储油 10m <sup>3</sup> /套   |      |      |
| 储油囊     | FN5 浮动油囊         | 1 套  | 储油 5m <sup>3</sup> /套    |      |      |
| 储油罐     | QG5              | 1 套  | 储油 5m <sup>3</sup> /套    |      |      |
| 清洗机     | HDS 1000DE       | 1 套  | 产生高压热水或蒸汽                |      |      |
| 消油剂喷洒装置 | PSB40            | 1 套  | 喷洒 2.4t/H                |      |      |
| 储油罐     | HFT007L          | 3 套  | 储油 7m <sup>3</sup> /套    |      |      |
| 撇油器     | LSC-4            | 1 套  | 80m <sup>3</sup> /h      | 绥中基地 |      |

| 设备名称    | 规格型号       | 数量   | 性能                       | 存放地 |
|---------|------------|------|--------------------------|-----|
| 撇油器     | LMS 多功能    | 1 套  | 60 m <sup>3</sup> /h     |     |
| 撇油器     | Minimax10  | 1 套  | 10 m <sup>3</sup> /h     |     |
| 撇油器     | MINI-VAC   | 1 套  | 11 m <sup>3</sup> /h     |     |
| 围油栏     | HRA1500    | 400m | 吃水 0.7m, 干舷 0.5m         |     |
| 动力装置    | LPP30      | 1 套  | 功率 35kw, 风冷柴油机           |     |
| 动力装置    | LPP53      | 1 套  | 功率 53kw, 风冷柴油机           |     |
| 动力装置    | LPP50D     | 2 套  | 功率 53kw, 风冷柴油机           |     |
| 动力装置    | LPP6       | 1 套  | 功率 4.6kw, 风冷柴油机          |     |
| 围油栏     | GWJ800     | 200m | 吃水 0.28m, 干舷 0.45m       |     |
| 消油剂喷洒装置 | PS80       | 1 套  | 喷洒 4.8 m <sup>3</sup> /h |     |
| 清洗机     | HDS 1000DE | 1 套  | 产生高压热水或蒸汽                |     |
| 储油罐     | QG5        | 2 套  | 储油 5m <sup>3</sup> /套    |     |
| 吸油拖栏    | XTL-Y220   | 200m | 吸油能力 22KG/M              |     |

### 8.7.3.3 建立分级响应机制

溢油事故的应急程序是根据事故类型的大小不同而定。不同规模的溢油需要不同的级别、应急设备和人员。根据《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》的规定，溢油事故分为特别重大、重大、较大和一般四种类型。

(1) 特别重大溢油事故，是指溢油 1000 吨以上的海洋石油勘探开发溢油事故；

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

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

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

溢油应急处理流程见图 8.7-4。

根据溢油事故的严重程度和发展态势，将应急响应设定为 I 级、II 级、III 级和 IV 级四个等级。溢油事故发生在敏感海域时，可适当调整响应级别。应急响应启动后，可根据事态发展调整响应级别，避免响应不足或响应过度。

发生特别重大、重大、较大、一般溢油事故后，将根据相关部委最新职能划分，由生态环境相关主管部门分别启动 I 级、II 级、III 级、IV 级应急响应。发生溢油事故后，建设单位应及时启动油田溢油应急计划和分公司溢油应急

计划，并由分公司应急中心报总公司及政府相关部门，总部和相关主管部门及地方政府根据情况确定是否启动相应应急计划。

PL25-6 油田 3 井区开发项目的作业者将严格按照上述要求执行。当发生一般性溢油事故后，分公司将根据不同情况，充分利用 PL 油田群现场及中海油专业溢油应急机构的应急资源加以处理和控制在；当发生较大溢油事故后，需要中海石油中国有限公司天津分公司及政府的溢油应急力量协助处理和控制在。当发生特别重大或重大溢油事故时，要迅速上报，并根据国家主管部门统一指挥，按照国家重大海上溢油应急处置预案进行相应的溢油应急处理。

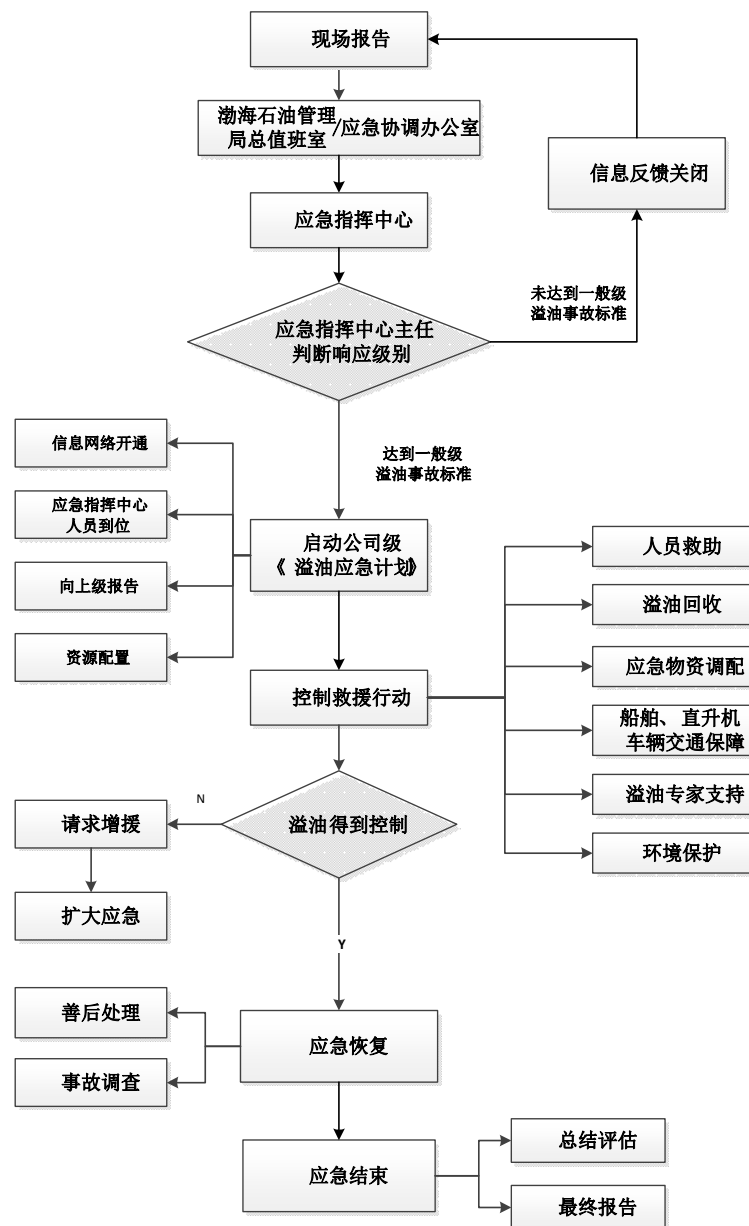


图 8.7-4 溢油应急处理流程

### 8.7.3.4 事故应急处理措施

#### a 井喷事故应急措施

1. 现场人员发现井涌险情立即报告平台长；
2. 如果已经发生油气泄漏则通过广播报警，熄灭所有火源、禁止使用非防爆设备，停止所有可能产生火源的作业；
3. 启动平台应急程序并向油田总监报告，平台操作人员进入应急状态；
4. 关闭油井安全装置（SSV、SSSV 和防喷器），确保所有作业人员安全，到作业现场评估事故严重性，停止可能产生火源的活动，尽可能减少溢油入海，执行井控程序；
5. 启动应急预案，向建设单位应急值班室汇报和作业公司总经理汇报，协调指挥所有应急活动，必要时停止生产活动；
6. 守护船随时保持与平台联系，注意观察平台上的情况；判断事故现场风向，赶赴事故现场上风处待命，做好撤离人员的准备工作。

当有迹象表明，井内压力有可能超过井控设备额定压力时或有可能失控时，应立即下令采取以下措施：

1. 立即按照指令关闭生产流程；
2. 广播通知所有人员事故情况；
3. 通知守护船提供协助；
4. 报告分公司应急指挥中心已采取行动和效果；
5. 如井喷原油对海洋造成污染，其处理方案和汇报程序执行溢油应急计划；
6. 事态发展到需要先撤离无关人员时，先撤离部分人员以减少不必要的损失；
7. 若发生火灾、爆炸，在保证人员安全的前提下组织人员灭火；
8. 若井喷失控无法控制，对人员生命造成极大威胁时，油田总监下达撤离平台的命令；
9. 应急领导小组根据现场情况，在分公司应急协调办公室配合下，调动

其他船舶、直升机使现场人员撤离。

#### b 管道泄漏事故应急措施

1. 发现生产流程参数异常变化，立即报告平台长；
2. 启动应急预案，通过广播通告事故情况；
3. 及时向分公司应急值班室和作业公司总经理汇报事故情况，必要时请求支援；
4. 对生产流程进行全面检查，根据情况实施生产关断；
5. 根据情况对破损海管进行泄压及海水置换的工艺处置；
6. 通知守护船前往管道破损地点，勘察现场溢油情况；
7. 启动油田溢油应急计划清理海面原油，或根据溢油情况通知专业溢油处置公司协助清理海面溢油。

#### c 平台容器泄漏事故应急措施

1. 发现泄漏事故后，发现者应立刻向中控室、平台长报告泄漏事故，汇报内容包括泄漏品的名称、泄漏位置、人员伤亡情况；并向上风向撤离，启动警报并通知周围人员；
2. 启动危险化学品泄漏警报并进行广播通知；
3. 根据现场情况进行必要生产、设备的关停；
4. 评估现场风险，建立警戒区；
5. 确认泄漏的危险化学品安全说明书、毒性、对生活区、设备设施及海洋环境的影响；分析泄漏的危险化学品或其蒸气发生火灾/爆炸的可能性；
6. 根据危险化学品的使用情况，采用设备停转或技术措施减少危险化学品的泄漏量；根据事故情况决定是否关停生产或进行部分疏散撤离；
7. 现场应急救援(穿戴自给式空气呼吸器并携带气体探测设备和隔离服)，组织堵漏和危化品回收方案，做好泄漏介质的围堵和回收措施，防止扩散或流入海。

#### d 平台火灾/爆炸事故应急措施

1. 发现火灾或爆炸后立即拉响警报，同时用附近合适的消防设备灭火；
2. 立即向中控或油田总监报告事件的位置、类型和程度；
3. 现场应急消防队穿好消防救生设备，到达事故现场；
4. 查清起火位置后，应立即组织全体人员根据不同火种，采取不同的灭火方式进行灭火；
5. 如有伤员，抢救伤员到安全地带；
6. 防止火灾蔓延，对周围设备设施采取有效地隔离、降温；
7. 尽可能先使用水消防炮和泡沫消防炮进行灭火，对着火点周围进行灭火和冷却，以控制火灾；
8. 通知守护船立即到现场附近待命或实施救助；
9. 向分公司应急值班室汇报所有信息。

#### e 船舶碰撞事故应急措施

1. 当发生船舶碰撞平台的事故后，发现者应第一时间报告中控室、平台长，并提供碰撞船只/物体的种类、尺寸、形状、构造、位置、漂移速度、方向以及附近区域是否有其它船只等重要信息。
2. 启动应急预案；通知守护船赶赴事故现场；通知分公司应急指挥中心，视事故情况决定是否请求外部支援；
3. 对海上设施的风险做出评估，根据情况准备实施关断并且准备好消防器材、救生设备，采取行动保护人员、设施和环境；
4. 获取碰撞船只的确切位置，利用适当的锚定船只/拖轮帮助失控船只或使其转向以避免海上设施；
5. 根据失事船舶需求，组织本油田人员参加失事船舶抢险救援工作。

#### 8.7.4 溢油应急可行性分析

当发生一般类型溢油应急事故时，在最不利的条件下，即管道溢油发生在新建 PL25-6 WHPL 平台附近处，浮油以约 2.94km/h 的漂移速度向远离平台的方向漂移。若溢油应急船舶以平均巡航速度 12 节航行，人员动员和设备装船时间需 2h，则当发生溢油后 2.5h 以内工作船就可赶到浮油所在位置。现有

平台的溢油分散剂和吸油毡等溢油应急设备数量充足，可以满足本项目在合理的时间内对溢油量 10t 以内的溢油事故做出适当反应。

当发生溢油量 10t 以上的溢油事故时，可借助于周边区域其他油气田、陆岸基地的应急设备和外部溢油应急支援力量进行应急处理。建设单位与中海石油（中国）有限公司其他分公司及中海石油环保服务股份有限公司建立了密切的联系，当发生大型溢油事故能及时获得可动用的溢油应急设备。此外，作为三大石油化工公司应急救援联动协调小组成员，当发生溢油事故时，建设单位能按照《三大石油化工公司应急救援联动协调方案》共享中国石化和中国石油的区域溢油应急资源，当事态超过本区应急能力时，通过区域协调办向三大公司应急救援联动协调小组请求支援。

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

## 8.8 评价结论与建议

本项目从设计阶段采用了国际国内先进标准，在建设和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油气泄漏事故的概率非常小；为了应对油气泄漏事故的发生，制定了溢油应急预案，从组织机构、资源配备、处理程序等进行了详细规定，而且企业的溢油应急计划与政府的分级响应机制相衔接。

综合以上分析，PL25-6 油田 3 井区发生油气泄漏的概率较低，制定了周密的溢油应急预案，依托的 PL 油田群已配备了相应的溢油应急资源，因此，本项目油气泄漏环境风险可控。



## 9 地质性溢油风险分析

本章引用中海石油(中国)有限公司天津分公司编制的《PL25-6 油田 3 井区地质油藏方案地质性溢油风险评估报告》中评估成果。

\*\*\*

### 9.1 地质性溢油应急措施

根据地质性溢油特点,给出一旦发生地质性溢油后的应急处置措施,应急处置措施严格按《渤海蓬莱 11/05 区块钻完井溢油应急计划》执行。应急措施主要针对切断海底溢油源、在海底对溢出的原油所采取的应急措施,其他措施可按照工程性溢油的应急措施执行。

监测中如发现设定的异常值,立即关停注入井并分析原因。如发现注水井注水异常,则立即启动应对措施。主要包括(但不限于)以下方面:

(1) 关停注水井:先关停附近的注水井,然后由近及远地分批关闭其它注水井或减少其注水量,尽快对注水井返排,以便使地层尽快泄压。

(2) 分析注水异常原因:根据注水井周边井网、注入井情况,分析引起注水异常可能的层位、注水井等,为制定应对措施提供依据。

(3) 制定相应对策:根据注水异常原因分析,研究制定有效的处理对策,如加大油井排液泄压、注水井返排等措施。

### 9.2 结论

PL25-6 油田 3 井区开发方案研究过程中,从油田地质特征、油藏工程、钻完井方案、注水方式等方面对可能导致溢油的潜在风险进行了逐一分析,并针对识别出的风险因素提出了防范和应对措施,最终得到以下结论:

(1) 通过落实风险断层位置和砂体分布特征,在开发复算方案中采用优化井位部署、完善注采井网、细分开发层系、实施分层配注等方式实现油田注采平衡。

(2) 钻完井工程针对可能存在的地质性溢油风险因素,通过平台位置优选、井身结构设计、固井方案优化、井轨迹优化等措施,全面防范避免钻完井过程可能的风险。

(3) PL25-6 油田 3 井区开发方案遵循了海洋石油行业标准，并充分借鉴了良好实践经验，针对风险因素提出了一系列生产动态监测和应急措施。

因此，PL25-6 油田 3 井区开发方案的地质性溢油风险和钻完井工程风险都是可控的。

## 10 清洁生产分析与总量控制

### 10.1 建设项目清洁生产内容与符合性分析

PL25-6 油田 3 井区开发项目在贯彻清洁生产原则的基础上，在设计上采用先进的工艺技术，在管理上制定明确的规章制度，在生产全过程中采取各种措施以确保清洁生产的严格执行。

本章将从本项目产品的清洁性分析、各阶段采取的清洁生产措施以及根据清洁生产评价指标对本项目进行分析，并给出清洁生产结论和建议。

#### 10.1.1 建设阶段清洁生产措施

本项目在钻井作业过程中全部使用水基钻井液，通过循环使用以减少钻井液的使用量和排放量，从而降低钻井液排放对海水水质、海底沉积物及海洋生态的影响。本项目排放的非钻井油层水基钻井液及其钻屑中重晶石中最大值满足  $Hg \leq 1mg/kg$ 、 $Cd \leq 3mg/kg$ ，钻井油层钻井液和钻屑以及无法满足排放要求的非钻井油层水基钻井液及其钻屑经收集后运回陆地处理，不排海。

本项目海底管道/电缆均全程埋设，其中海底管道采用后挖沟自然回填方式。与其他铺管挖沟的施工工艺相比，后挖沟自然回填可减少挖沟面积，直接减少对海底沉积物和底栖生物的损失和破坏，降低了对周围海域环境的影响。海底电缆采用犁式挖沟机进行挖沟作业，能最大限度控制挖沟宽度，减少对海底的扰动，从而减缓并降低电缆铺设对周围海域海洋生态环境的影响。

对于钻完井作业、海底管道/电缆铺设作业和海上设施安装作业等，建设单位将制定严格的安全环保作业规程，并严格遵照执行。

综上所述，本项目在建设阶段将通过钻井液的循环利用减少污染物的排放量；海底管道采用后挖沟自然回填作业方式，海底电缆采用犁式挖沟机进行挖沟作业方式，能够尽可能减缓并降低工程建设对周围海域生物资源的影响；同时，用严格的环境安全管理来保证各项作业安全进行，避免污染环境事故的发生从而达到清洁生产的目的。

## 10.1.2 生产阶段清洁生产措施

### 10.1.2.1 选用先进的工艺及技术路线

本项目生产过程中，新建 PL25-6WHPL 平台及依托平台的生产物流处理均采用自动化控制程度较高的全密闭工艺流程，所选用的技术和设备均为在国内外先进和成熟的技术和设备，并在渤海多个油田开发过程中已有成功的应用。

新建 PL25-6WHPL 平台设置井口计量装置和公用系统。平台主要设备和管道处均设置相应的压力、温度和液位安全保护装置，避免由于压力、液位和温度异常产生的事故隐患，避免带压流体的跑、冒、滴、漏。

新建 PL25-6WHPL 平台和依托平台均设置有中控室，并设置独立的控制系统，功能包括井口控制、生产过程控制、应急关断和火气探测报警及控制，并实现对平台进行集中监控。与控制系统相对应，平台还设置自动报警及相应的设备单元关断、生产系统关断和全面关断等不同级别的紧急关断系统。一旦出现问题，可根据不同事故的级别自动启动相应级别的紧急关断系统，将危害和损失降至最低程度。油气生产工艺流程的全过程运行状态、以及各种自动控制系统、声光报警系统、紧急关断系统的工作状态，均可在控制室实现可视化，从而保证油田清洁生产过程的顺利进行。

通过上述分析可以看出，本项目选用了国际上先进的工艺技术；生产物流处理全部采用自动化控制程度高的全密闭工艺流程；平台设置有中控室等，这些措施均符合清洁生产相关法律法规的要求。

### 10.1.2.2 设置污染物收集系统，减污及消除跑冒滴漏

新建平台设有开式排放系统和闭式兼冷放空系统，用于收集设备及作业区甲板冲洗水、初期雨水以及带压装置可能泄放的液体或其它含油污水，由此可避免污染物的排放，达到清洁生产的目的。

### 10.1.2.3 污染物最大限度的资源化

本项目产生的含油生产水将在依托设施海洋石油 117 号 FPSO 上设置的生产水处理系统进行处理，从含油生产水中回收的污油打回生产流程，使之转化为产品，使污染物最大限度的资源化。

#### 10.1.2.4 必要的末端治理措施

- 本项目生产过程中产生的含油生产水经依托设施生产水处理系统和注水系统处理达到注水水质标准后（石油类含量小于 30mg/L），作为注水水源全部回注地层，无含油生产水排放。

- 新建平台上产生的初期雨水、甲板冲洗水和带压流体等其它含油污水经平台设置的开/闭式排放系统进行收集后，最终进入处理工艺流程进行处理。

- 新建平台上产生的生活污水经平台的生活污水处理装置处理达标后，黑水排放入海，灰水在撇油器处理后，经开/闭排输送至工艺处理流程，最终回注地层。

- 新建平台配置生产垃圾和生活垃圾回收箱，生产垃圾和生活垃圾等进行分类回收后，运回陆地交给地方有资质的单位进行处理。

#### 10.1.2.5 现场管理中的清洁生产控制措施

在本项目正常生产过程中，对于各项操作均将制定明确的作业规程，同时制定严格的环境保护及管理制度，并设置专人、专岗进行监督和管理，以确保环境保护制度落到实处。采取具体措施规范生产及施工作业活动，尽最大可能避免危害环境的事件发生。这些措施主要包括：

- 本油田产生污染物的排放均按国家有关规定填写登记表。
- 定期对生产设备、探测报警及应急关断等设备进行检查维护。
- 油田设置有安全监督，负责贯彻执行国家相关的环境保护法规和标准，在日常生产时对平台上的生产设施进行巡视和检查，及时发现和解决问题。安全监督对临时登临平台的人员进行安全环保教育。

- 定期对含油生产水和生活污水进行监测，监测含油生产水的石油类浓度值，监测生活污水中 COD 浓度。

- 实行环境保护会议制度，对生产中发现的环保问题及时研究出整改措施，提出工作要求。

### 10.2 建设项目清洁生产评价

#### 10.2.1 清洁生产指标

根据国家发展和改革委员会、工业和信息化部于 2009 年联合发布的《石



油和天然气开采行业清洁生产评价指标体系（试行）》，对 PL25-6 油田 3 井区开发项目清洁生产指标进行定量和定性评价。《石油和天然气开采行业清洁生产评价指标体系（试行）》依据综合评价所得分值将企业清洁生产水平等级划分为两级，即代表国内先进水平的“清洁生产先进企业”，和代表国内一般水平的“清洁生产企业”。

石油和天然气开采行业建设项目清洁生产分析指标主要包括资源能源消耗指标、生产技术特征指标、污染物产生指标、资源综合利用指标、环境管理与劳动安全卫生指标等。该指标体系分为定量评价与定性要求两大部分。定量指标和定性指标分为一级指标和二级指标：一级指标为普遍性、概括性的指标；二级指标为反映油气勘探开发企业清洁生产各方面具有代表性的、易于评价考核的指标。通过对比本项目各项指标的实际达到值、评价基准值和指标的权重值，经过计算和评分，综合考评企业的清洁生产水平。

本项目钻井作业和采油作业的清洁生产指标执行情况分别见表 10.2-1 和表 10.2-2。根据《石油和天然气开采行业清洁生产评价指标体系（试行）》中表 4 的分级标准， $P \geq 90$  为清洁生产先进企业， $75 \leq P < 90$  为清洁生产企业。由表 10.2-1 和表 10.2-2 可知，从资源能源利用指标、生产技术特征指标、资源综合利用指标、污染物产生指标以及环境管理要求等方面进行定量和定性评价，经计算，PL25-6 油田 3 井区开发项目的钻井作业的清洁生产综合评价指数为 99.6，采油作业的清洁生产综合评价指数为 99.6，由此可知本项目可评为清洁生产先进水平，即属“清洁生产先进企业”。

### 10.2.2 清洁生产结论和建议

本项目针对项目区油气藏资源特点，从钻井液的选用、工艺技术、管缆挖沟的施工工艺、污染物处理措施、生产水的全部回注地层和生产运营管理控制等方面均符合清洁生产原则，最大限度的降低对周围海洋生态环境的破坏。本项目通过采用先进的钻井、集输、油气处理和生产水全部回注等工艺保证生产运营安全，项目达到清洁生产先进水平。

建议建设单位在实际施工和运营过程中加强作业人员的宣传教育和培训，提高作业人员的清洁生产意识，保证本项目清洁生产工艺均落到实处。

表 10.2-1 清洁生产评价指标及本项目清洁生产执行情况（钻井作业）

| 定量指标*         |     |         |                            |                 |                   | 本项目钻井作业评价             |                 |                       |  |
|---------------|-----|---------|----------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|--|
| 一级指标          | 权重值 | 二级指标    | 单位                         | 权重值（修正值 $K_i$ ） | 评价基准值（ $S_{oi}$ ） | 本项目实际值（ $S_{xi}$ ）    | 单项评价指数（ $S_i$ ） | 定量评价指标的考核总分值（ $P_1$ ） |  |
| (1) 资源与能源消耗指标 | 30  | 占地面积    | $m^2$                      | 15              | 符合行业标准要求          | 符合行业标准要求              | 1               | 100                   |  |
|               |     | 新鲜水消耗   | t/100m 标准进尺                | 15              | $\leq 25$         | $\leq 25$             | 1               |                       |  |
| (2) 生产技术特征指标  | 5   | 固井质量合格率 | %                          | 5               | $\geq 95$         | $\geq 95$             | 1               |                       |  |
| (3) 资源综合利用指标  | 30  | 钻井液循环率  | 井深 3000m 以上                | 15              | $\geq 60$         | $\geq 60$             | 1               |                       |  |
|               |     | 污油回收率   | %                          | 15              | $\geq 90$         | $\geq 90$             | 1               |                       |  |
| (4) 污染物产生指标   | 35  | 石油类     | mg/L                       | 10              | 15                | $\leq 15$             | 1               |                       |  |
|               |     | COD     | mg/L                       | 10              | $\leq 300$        | $\leq 300$            | 1               |                       |  |
|               |     | 废弃钻井液   | $m^3/100m$ 标准进尺            | 15              | $\leq 10$         | 9.40                  | 1               |                       |  |
| 定性指标*         |     |         |                            |                 |                   |                       |                 |                       |  |
| 一级指标          | 权重值 | 二级指标    |                            | 指标分值            | 本项目实际值（ $F_i$ ）   | 定性评价指标的考核总分值（ $P_2$ ） |                 |                       |  |
| (1) 资源与能源消耗指标 | 15  | 钻井液毒性   | 可生物降解或无毒钻井液                | 15              | 15                | 99                    |                 |                       |  |
| (2) 生产技术特征指标  | 30  | 钻井设备    | 国内领先                       | 5               | 5                 |                       |                 |                       |  |
|               |     | 压力平衡技术  | 具备欠平衡技术                    | 5               | 5                 |                       |                 |                       |  |
|               |     | 钻井液收集设施 | 配有收集设施，且使钻井液不落地            | 5               | 5                 |                       |                 |                       |  |
|               |     | 固控设备    | 配备振动筛、除气器、除泥器、除砂器、离心机等固控设备 | 5               | 5                 |                       |                 |                       |  |

|   |    |                  |    |    |                                      |  |
|---|----|------------------|----|----|--------------------------------------|--|
|   |    | 井控措施             | 具备 | 5  | 5                                    |  |
|   |    | 有无防噪措施           | 有  | 5  | 5                                    |  |
| (3) 环境管理体系建设  | 35 | 建立 HSE 管理体系      |    | 20 | 20                                   |  |
|   |    | 制订节能减排工作计划       |    | 15 | 14                                   |  |
| (4) 贯彻执行环境保护法规的符合性  | 20 | 废弃钻井泥浆处置措施满足法规要求 |    | 10 | 10                                   |  |
|   |    | 污染物排放总量控制与减排措施情况 |    | 5  | 5                                    |  |
|   |    | 满足其他法律法规要求       |    | 5  | 5                                    |  |
| 本项目清洁生产综合评价指数 (P) : $P=0.6P_1+0.4P_2$ ; 其中 $P_1 = \sum_{i=1}^n S_i \times K_i$ ; $P_2 = \sum_{i=1}^n F_i$ |    |                  |    |    | P=99.6                               |  |
| 清洁生产等级评定: $P \geq 90$ (清洁生产先进企业); $75 \leq P < 90$ (清洁生产企业)   |    |                  |    |    | 本项目钻井作业评定为: 清洁生产先进企业 ( $P \geq 90$ ) |  |

注: “\*”根据《石油和天然气开采行业清洁生产评价指标体系(试行)》, 清洁生产指标体系分为定量指标 ( $P_1$ ) 和定性指标 ( $P_2$ ) 两部分。

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

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

表 10.2-2 清洁生产评价指标及本项目清洁生产执行情况 (采油作业)

| 定量指标          |     |            |             |     |                    | 本项目采油作业评价           |                  |                        |
|---------------|-----|------------|-------------|-----|--------------------|---------------------|------------------|------------------------|
| 一级指标          | 权重值 | 二级指标       | 单位          | 权重值 | 评价基准值 ( $S_{oi}$ ) | 本项目实际值 ( $S_{xi}$ ) | 单项评价指数 ( $S_i$ ) | 定量评价指标的考核总分值 ( $P_1$ ) |
| (1) 资源与能源消耗指标 | 30  | 综合能耗       | kg 标煤/t 采出液 | 30  | $\leq 65$          | $\leq 65$           | 1                | 100                    |
| (2) 资源综合利用指标  | 30  | 余热余能利用率    | %           | 15  | $\geq 60$          | $\geq 60$           | 1                |                        |
|               |     | 油井伴生气回收利用率 | %           | 15  | $\geq 80$          | $\geq 80$           | 1                |                        |
| (3) 污染物产生指标   | 40  | 石油类        | mg/L        | 5   | 达到回注标准要求           | 达到回注标准要求            | 1                |                        |
|               |     | COD        | mg/L        | 5   | $\leq 300$         | $\leq 300$          | 1                |                        |

|   |     | 落地原油回收率            | %                | 10   | 100                         | 100                            | 1 |  |
|---|-----|--------------------|------------------|------|-----------------------------|--------------------------------|---|--|
|   |     | 含油生产水回用率           | %                | 10   | ≥60                         | 100                            | 1 |  |
|   |     | 油井伴生气外排率           | %                | 10   | ≤20                         | ≤20                            | 1 |  |
| <b>定性指标</b>   |     |                    |                  |      |                             |                                |   |  |
| 一级指标  | 权重值 | 二级指标               |                  | 指标分值 | 本项目实际值 (F <sub>i</sub> )    | 定性评价指标的考核总分值 (P <sub>2</sub> ) |   |  |
| (1) 生产技术特征指标  | 45  | 井筒质量               | 井筒设施完好           | 5    | 5                           | 99                             |   |  |
|   |     | 采油                 | 套管气回收装置          | 10   | 10                          |                                |   |  |
|   |     |                    | 防止落地原油产生措施       | 10   | 9                           |                                |   |  |
|   |     | 采油方式               | 采油方式经过综合评价确定     | 10   | 10                          |                                |   |  |
|   |     | 集输流程               | 全密闭流程, 并具有轻烃回收装置 | 10   | 10                          |                                |   |  |
| (2) 环境管理体系建设  | 35  | 建立 HSE 管理体系并通过认证   |                  | 20   | 20                          |                                |   |  |
|   |     | 制订节能减排工作计划         |                  | 15   | 15                          |                                |   |  |
| (3) 贯彻执行环境保护法规的符合性  | 20  | 建设项目环保“三同时”制度执行情况  |                  | 5    | 5                           |                                |   |  |
|   |     | 建设项目环境影响评价制度执行情况   |                  | 10   | 10                          |                                |   |  |
|   |     | 污染物排放总量控制与减排指标完成情况 |                  | 5    | 5                           |                                |   |  |
| 本项目清洁生产综合评价指数 (P) : $P=0.6P_1+0.4P_2$ ; 其中 $P_1 = \sum_{i=1}^n S_i \times K_i$ ; $P_2 = \sum_{i=1}^n F_i$ |     |                    |                  |      | P=99.6                      |                                |   |  |
| 清洁生产等级评定: $P \geq 90$ (清洁生产先进企业); $75 \leq P < 90$ (清洁生产企业)   |     |                    |                  |      | 本项目采油作业评定为: 清洁生产先进企业 (P≥90) |                                |   |  |

### 10.3 污染物排放总量控制方案与建议

#### 10.3.1 污染物总量控制因子选择

本项目在开发过程中排放的具体污染物种类、数量和处理排放方式在本报告“第三章 工程概况与工程分析”中已有详细叙述。PL25-6 油田 3 井区开发项目东南距山东省龙口市约 78.0km，远离陆地人群，项目海域无大气污染物敏感目标；本项目产生的废水主要为含油生产水（依托海洋石油 117 号 FPSO 和 PL19-3CEPB 平台进行处理，处理合格后全部回注地层，不外排），以及本项目新建 PL25-6WHPL 平台达标排放的生活污水；新建 PL25-6WHPL 平台产生的生产垃圾和生活垃圾等固体废弃物均运回陆地处理。

综上所述，确定新建 PL25-6WHPL 平台的生活污水及其特征污染物 COD 作为本项目的受控污染物。

#### 10.3.2 污染物总量控制指标建议

本项目新建 PL25-6WHPL 平台为有人井口平台，有生活污水产生与排放，平台设有生活污水处理系统。根据第三篇工程分析结果，生产阶段生活污水排放量约为 22995m<sup>3</sup>/a(63m<sup>3</sup>/d)，油田所在海域 COD 排放浓度限值为 300mg/L。

因此，建议本项目生活污水的排放量作为总量控制指标，即 22995m<sup>3</sup>/a，其中 COD 排放量控制指标为 6.90t/a。本项目新建 PL25-6WHPL 平台的生活污水和 COD 排放总量控制指标建议值见表 10.3-1。

表 10.3-1 本项目污染物总量控制指标建议

| 新建井口平台     | 生活污水排放总量控制建议值 (m <sup>3</sup> /a) | COD 排放量 (t/a) | COD 允许排放浓度 (mg/L) | COD 控制排放浓度 (mg/L) |
|------------|-----------------------------------|---------------|-------------------|-------------------|
| PL25-6WHPL | 22995                             | 6.90          | ≤300              | ≤300              |

## 11 环境保护对策措施及其合理性分析

本节主要对 PL25-6 油田 3 井区开发项目建设阶段和生产阶段在正常作业情况下采取的环境保护对策措施进行分析；环境风险事故防范措施在“第八篇环境风险分析与评价”中详细说明。

本项目主要工程内容及主要污染物产生情况详见表 11.1-1。

表 11.1-1 本项目主要工程内容及其主要污染物产生情况

| 设施                    | 名称  | 产生的主要污染物              |   |
|-----------------------|---|-----------------------|---|
|                       |   | 建设阶段                  | 生产阶段  |
| 新建 1 座平台              | PL25-6WHPL 井口平台                                   | 钻井液、钻屑、生产垃圾、船舶污染物等    | 含油生产水*、生活污水、生活垃圾、生产垃圾、初期雨水/冲洗水/带压流体等其它含油污水、船舶污染物等 |
| 新建 2 条海底管道<br>(均挖沟埋设) | PL25-6WHPL 平台至 PL25-6WHPF 平台<br>(3.0km@12"混输管道)   | 悬浮沙、生产垃圾、船舶污染物等       | —   |
|                       | PL25-6WHPF 平台至 PL25-6WHPL 平台<br>(3.0km@12"注水管道)   |                       |   |
| 新建 2 条海底电缆<br>(均挖沟埋设) | PL19-3CEPB 平台至 PL25-6WHPL 平台 (2 条长度均为 5.7km 海底电缆) |                       |   |
| 依托设施的相应改造             | PL25-6WHPF 平台、PL19-3CEPB 平台等相应改造                  | 生活污水、生活垃圾、生产垃圾、船舶污染物等 | —   |

注：“\*”新建 PL25-6WHPL 平台的物流输送至海洋石油 117 号 FPSO 平台进行处理。

### 11.1 建设阶段环境保护对策措施

本项目建设阶段产生的污染物主要包括钻井液和钻屑、铺设海底管道/电缆时挖沟埋设掀起的悬浮沙、生产垃圾以及船舶污染物等。建设单位将采取有效的环境保护措施，以使上述污染物的处理/处置符合国家、地方环境保护法规和标准的要求。

#### 11.1.1 钻井液和钻屑

本项目新建 PL25-6WHPL 平台采用平台上的模块钻机进行钻完井作业，



在钻井过程中全部采用水基钻井液。钻井液循环系统的主要工艺流程为：从井口返出的钻井液和钻屑通过平台上设置的相关设备进行分离后，分离出的钻井液返回钻井液/泥浆池后循环使用，分离出的钻屑经检测达标后排海，不能满足排放要求的钻井液和钻屑经收集后运回陆地处理。向海中排放的钻井液和钻屑，其生物毒性容许值须达到《海洋石油勘探开发污染物生物毒性分级》标准中一级标准的要求，即钻井液和钻屑的生物毒性容许值不低于 30,000mg/L，并同时满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）钻井液和钻屑一级排放标准的要求，即渤海不得排放钻井油层钻井液和钻屑，重金属  $Hg \leq 1mg/kg$ ， $Cd \leq 3mg/kg$ 。无法满足排放要求的钻屑和钻井液禁止向海中排放，由专用钻屑钻井液回收罐回收，运回陆地交给有资质的单位进行处置（危险废物处置服务合同及相关资质见报告书附件）。

#### 11.1.2 悬浮沙

本项目在海底管道和电缆铺设过程中，将采用先进的施工技术方案，尽量减轻铺管施工作业对海洋生物资源和海洋生态环境的影响。本项目新建的海底管道和电缆均全程埋设，其中海底管道采用后挖沟自然回填方式，电缆采用犁式挖沟机进行挖沟作业，采用的施工方式能够减少挖沟面积，直接减少对海底沉积物和底栖生物的损失和破坏，降低对周围海域环境的影响。

本项目位于中上层鱼类产卵场内，为减轻铺管施工对海洋生态的影响，本项目在建设阶段应严格控制铺设海底管道、电缆挖沟作业的时间，尽可能避开鱼类产卵盛期（5~6月），以降低和缓解对海洋生态资源的影响程度。

#### 11.1.3 生产垃圾

海上建设阶段将产生一定量的生产垃圾，如废钢材、棉纱、木块、边角料和水泥等废弃物。生产垃圾将全部分类回收至垃圾箱内，运回陆地交由有资质的单位统一进行处置（危险废物处理资质见报告书附件）。

#### 11.1.4 船舶污染物

本项目建设阶段需动用浮吊船、驳船、铺管船、拖轮和供应船等各类施工船舶，各类作业船舶应采用符合《国内航行海船法定检验技术规则》（2011）

及其修改通报要求，并获得相应的国内航行海船法定证书的作业船舶。

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、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）、《沿海海域船舶排污设备铅封程序规定》、《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。其中船舶含油污水和船舶垃圾（除食品废弃物）均运回陆地处理。

建设阶段船舶污染物的污染防治措施具体详见表 11.1-2。

表 11.1-2 建设阶段船舶污染物的污染防治措施

| 船舶污染物  |                             | 排放控制要求  | 备注                              |
|--------|-----------------------------|---|---------------------------------|
| 船舶含油污水 | 含油污水                        | 船舶铅封，产生的船舶含油污水经收集并排入接收设施。   | 禁止排海                            |
| 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 | 采用下列方式之一进行处理，不得直接排海：<br>a) 利用船载收集装置，排入接收设施；<br>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， $BOD_5 \leq 50\text{mg/L}$ ， $SS \leq 150\text{mg/L}$ ，耐热大肠菌群 $\leq 2500$ 个/L；<br>（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， $BOD_5 \leq 25\text{mg/L}$ ， $SS \leq 35\text{mg/L}$ ，耐热大肠菌群 $\leq 1000$ 个/L， $COD_{Cr} \leq 125\text{mg/L}$ ，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：<br>（1）使用设备打碎固形物和消毒后排放；<br>（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 $\leq 12$ 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。   | 与最近陆地间距离 $> 12$ 海里的海域           |
| 船舶垃圾   | 塑料、废弃食用油、生活废弃物等             | 禁止排海，收集并排入接收设施  | 收集并排入接收设施                       |
|        | 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  | /                               |

| 船舶污染物   |               | 排放控制要求  | 备注 |
|---------|---------------|---|----|
|         |               | 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 | /  |

## 11.2 生产阶段环境保护对策措施

本项目生产阶段正常工况下产生的主要污染物有含油生产水、初期雨水/冲洗水/带压流体等其它含油污水、生活污水、生活垃圾、生产垃圾和船舶污染物等。建设单位均将采取相应环境保护措施，以使上述污染物处理/处置符合国家或地方的法规和标准的要求。

### 11.2.1 含油生产水

本项目新建的 PL25-6WHPL 平台所产物流全部混输至已建的 PL25-6WHPF 平台，与 PL25-6WHPF 平台物流混合后一起经 PL19-3RUP 平台，再输送至海洋石油 117 号 FPSO 进行油气水分离与处理。含油生产水经 FPSO 生产水处理系统和 PL19-3CEPB 平台的核桃壳过滤器处理合格后，经过 PL19-3RUP 平台注水泵增压，通过海底管道经由 PL25-6WHPF 平台输至 PL25-6WHPL 平台回注地层。含油生产水处理流程见第三篇图 3.6-4。

PL25-6 油田 3 井区开发项目投产后，其所产含油生产水经处理后全部回注地层。当地层条件或注水系统出现问题无法进行回注时，将采取排向海洋石油 117 号 FPSO 不合格原油罐或关井等措施避免含油生产水排放入海。以下对海洋石油 117 号 FPSO 和 PL19-3CEPB 平台的含油生产水处理流程、处理效果、处理能力可行性以及回注可行性进行整体分析。

#### 11.2.1.1 含油生产水处理流程

海洋石油 117 号 FPSO 含油生产水处理流程采用“生产水闪蒸罐+一级水工艺舱+二级水工艺水舱+生产水离心机+生产水缓冲罐”的处理流程。具体流程如下：生产水闪蒸罐出口生产水首先进入一级水工艺水舱进行沉降，经一级水工艺舱沉降处理后，左右舷生产水经过舱壁开孔依靠液位差分别溢流至二级水工艺水舱进一步沉降，而后经生产水输送泵输送至上部组块的生产水离

离心机进一步处理。两级水工艺舱收油槽收集的污油送入不合格原油舱，与不合格原油一起送至原油系统处理。处理后的生产水进入生产水缓冲罐经缓冲后，生产水与 FPSO 处理后的海水混合增压输至 PL19-3CEPB 平台的核桃壳过滤器进行深度处理，处理合格的生产水进入注水系统。经处理后生产水中石油类含量小于 30mg/L。

#### 11.2.1.2 含油生产水处理效果可行性分析

含油生产水的处理效果取决于生产水处理工艺流程；而含油生产水处理工艺流程的选择取决于含油生产水处理的难易程度、标准以及最终处置方式。本项目含油生产水将依托现有海洋石油 117 号 FPSO 和 PL19-3CEPB 平台处理达到回注标准后，全部回注地层，不排海。生产水回注标准为：含油 $\leq$ 30mg/L，SS $\leq$ 10mg/L。

本项目含油生产水在海洋石油 117 号 FPSO 和 PL19-3CEPB 平台上经过生产水闪蒸罐+一级水工艺舱沉降+二级水工艺舱沉降+生产水离心机+生产水缓冲罐+核桃壳过滤器（PL19-3CEPB 平台）的生产水处理流程。水舱沉降的除油效率按 50%考虑，生产水离心机的除油效率通常在 60%以上，核桃壳过滤器的除油效率通常在 80%左右。油气水生产工艺系统产生的含油生产水中石油类的含量按 1000mg/L 考虑，经处理后的生产水含油浓度可以达到 30mg/L 以下。海洋石油 117 号 FPSO 处理后生产水的含油浓度可满足 PL 油田生产水回注标准中含油量限值要求。

根据海洋石油 117 号 FPSO 近年逐月生产水处理/回注统计可知（见本报告第六篇），FPSO 含油生产水回注水质中石油类含量在（21~29）mg/L，均 $\leq$ 30mg/L，石油类可稳定达到《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》（SY/T5329-2012）中石油类 $\leq$ 30mg/L 的标准要求。

因此，本项目依托设施的生产水处理系统处理效果可行。

#### 11.2.1.3 含油生产水处理能力可行性分析

海洋石油 117 号 FPSO 生产水处理系统最大处理能力为 69120m<sup>3</sup>/d，PL19-3CEPB 平台核桃壳过滤器设计处理能力为 129600m<sup>3</sup>/d。

本项目投产后，PL 油田群、PL19-3CEPB 平台及 FPSO 生产水和注水能



力校核见第三篇表 3.4-2 和表 3.4-4。由表可知，FPSO 生产水系统和 PL19-3CEPB 平台核桃壳过滤器设计处理能力可以满足处理需要。

#### 11.2.1.4 含油生产水回注可行性分析

本项目新建 PL25-6WHPL 平台设有 12 口注水井、8 口后期转注井以及 2 口预留注水井，注水水源主要来自于海洋石油 117 号 FPSO 和 PL19-3CEPB 平台处理合格后的生产水，不足的部分由经过处理的海水补充；处理合格的生产水经过 PL19-3RUP 平台注水泵增压，通过海底管道经 PL25-6WHPF 平台输至 PL25-6WHPL 平台，由管汇将注水分配给各个注水井。

本项目新建 PL25-6WHPL 平台的注水系统设备详见表 11.2-1；注水系统工艺流程见第三篇图 3.6-2。

表 11.2-1 本项目新建 PL25-6WHPL 平台注水系统设备

| 新建平台名称        | 注水系统设备                             | 注水水质指标   |
|---------------|------------------------------------|--|
| PL25-6WHPL 平台 | 1 台注水收球筒；<br>2 台注水过滤器；<br>2 套注水管汇。 | 注水水质指标为：<br>含油量 $\leq 30\text{mg/L}$ ；<br>悬浮固体含量 $\leq 10\text{mg/L}$ ；<br>悬浮物颗粒直径中值 $\leq 4\mu\text{m}$ 。 |

由第三篇表 3.6-1 可知，PL25-6WHPL 平台所需最大注水量发生在 2031~2033 年，其值是  $11207\text{m}^3/\text{d}$ ，本平台产水量小于本平台注水量，注水量与产水量的缺口由经过海洋石油 117 号 FPSO 及 PL19-3CEPB 平台处理合格的生产水和海水补充。因此正常生产情况下，本项目含油生产水全部回注地层，无含油生产水排放。

综上所述，正常生产情况下，本项目投产后 PL25-6WHPL 平台需注水量能够保证本项目所产生生产水全部回注地层，无含油生产水排放。且含油生产水经生产水处理系统处理后，其注水水质能够满足回注地层的需求。非正常工况下，即当地层条件或注水系统出现问题无法进行回注时，将采取排向海洋石油 117 号 FPSO 不合格原油罐或关井等措施，避免含油生产水排放入海。

#### 11.2.2 生活污水

本项目新建 PL25-6WHPL 平台设置 100 人生活楼，正常生产阶段将产生生活污水。生活污水主要包括来自厨房、洗浴室、厕所和医务室等的污水，主

要污染因子是 COD 等。本项目在 PL25-6WHPL 平台设置一套电解式生活污水处理装置，生活污水处理能力为 75.6m<sup>3</sup>/d。

作为进一步的减排措施，考虑将生活黑水和灰水分开收集处理，其中黑水直接进入电解式生活污水处理系统，处理合格后排海。灰水进入过滤器过滤，然后进入开排罐，再通过开排泵打入闭排系统，最后进入混输管道输往 FPSO。经处理后的灰水最终回注地层。平台外排生活污水满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级排放标准的规定。

生活灰水回注作为进一步的减排措施，目前尚未在海上平台进行实际应用，处理后的灰水能否满足回注水质要求尚无法得到验证，其稳定性和可靠性均需在生产过程中不断检验。且考虑到当油气生产系统停产或者出现故障，灰水不能直接进入开排罐时，需经过撇油器处理后与黑水一起进入生活污水处理装置进行处理，处理达标后排海。因此项目生活污水处理系统按照处理所有的灰水和黑水的量来设置，当灰水无法回注时，灰水经过撇油器处理后与黑水一起进入生活污水处理装置进行处理，处理达标后排海。

### 11.2.3 其他含油污水

本项目新建 PL25-6WHPL 平台设有开式排放系统和闭式排放兼冷放空系统，见表 11.2-2。PL25-6WHPL 平台的开式排放系统和闭式排放兼冷放空系统工艺流程图分别见图 11.2-1 和图 11.2-2。

开式排放系统主要包括开式排放罐、开排槽、开式排放泵、开排槽泵等。开式排放罐主要用来收集溢出液、设备冷却、冷凝水、甲板雨水、冲洗水以及生活灰水。当开式排放罐达到一定的液位时，由开式排放泵将含油污水打入闭式排放罐。下层甲板设置开排槽，用于收集下层甲板的雨水和冲洗水，当下雨或冲洗甲板时，需及时将开排槽中的液体泵入开排罐中。

闭式排放兼冷放空系统主要包括闭式排放兼冷放空罐、闭式排放罐加热器、闭式排放泵。闭式排放兼冷放空罐主要收集 PL25-6WHPL 平台上带压容器、管线等排放出的带压流体，当达到一定的液位时，由闭式排放泵将流体打入生产流程。正常生产时，平台无气体排放，当发生事故时，泄放气体通过冷放空臂排入大气。

表 11.2-2 新建 PL25-6WHPL 平台开/闭式排放系统主要设备

| 平台            | 开式排放系统  | 闭式排放兼冷放空系统                   |
|---------------|---|------------------------------|
| PL25-6WHPL 平台 | 开式排放罐 1 台；<br>开式排放泵 2 台；<br>开排槽；<br>开排槽泵 1 台。 | 闭式排放兼冷放空罐 1 台；<br>闭式排放泵 2 台。 |

#### 11.2.4 生活垃圾和生产垃圾

正常生产阶段产生固体废弃物主要包括生活垃圾和生产垃圾。正常生产阶段平台产生的生产垃圾以及作业船舶产生的船舶污染物等的控制与治理方案同建设阶段。

本项目对生产过程中产生的生活垃圾、生产垃圾等固体废弃物禁止排海，将集中装箱运回陆地，并按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定的要求，对其中的危险废物交由有资质的单位进行回收利用或处置（危险废物处理资质见报告书附件）。

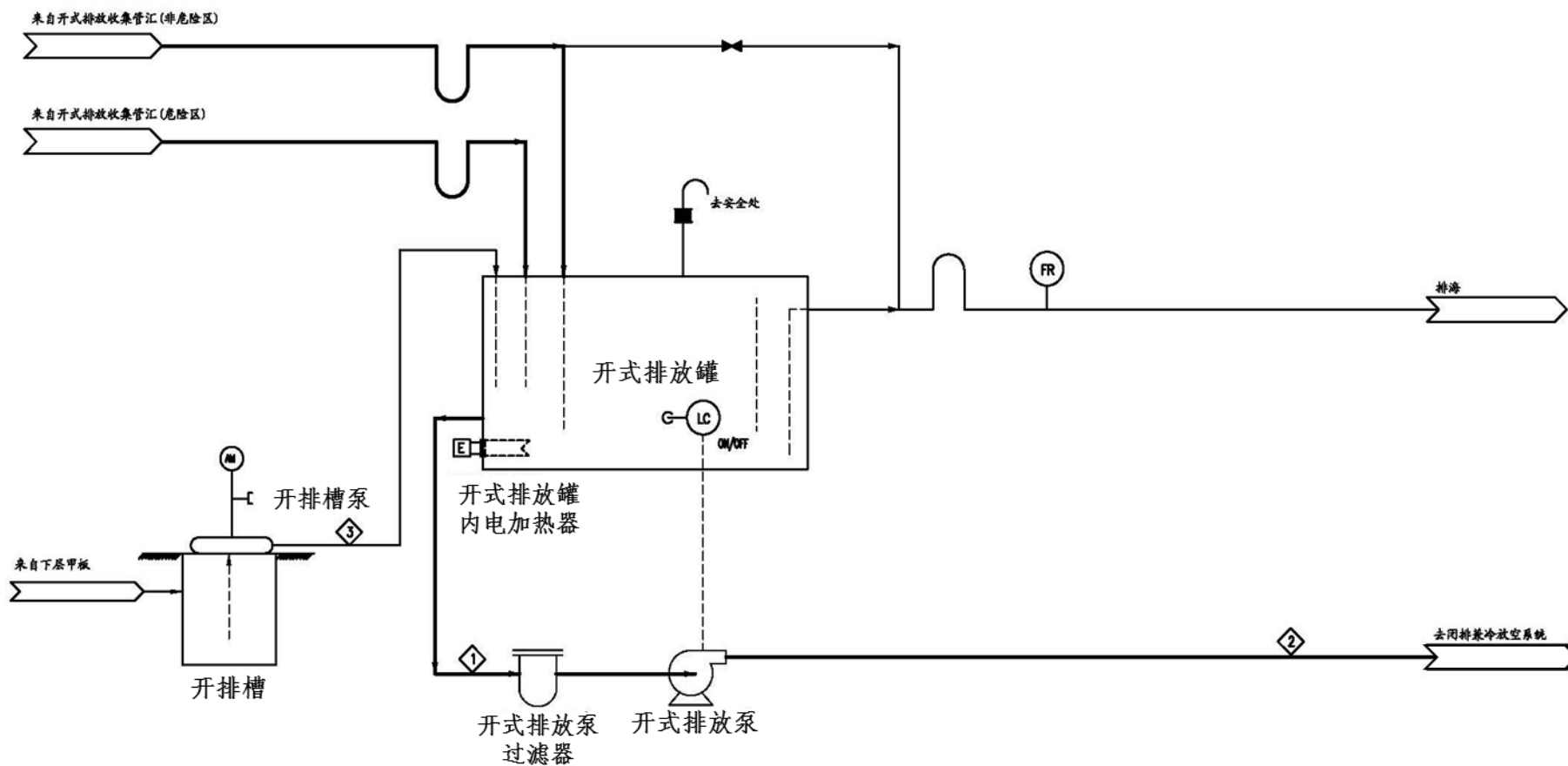


图 11.2-1 PL25-6WHPL 平台开式排放系统工艺流程

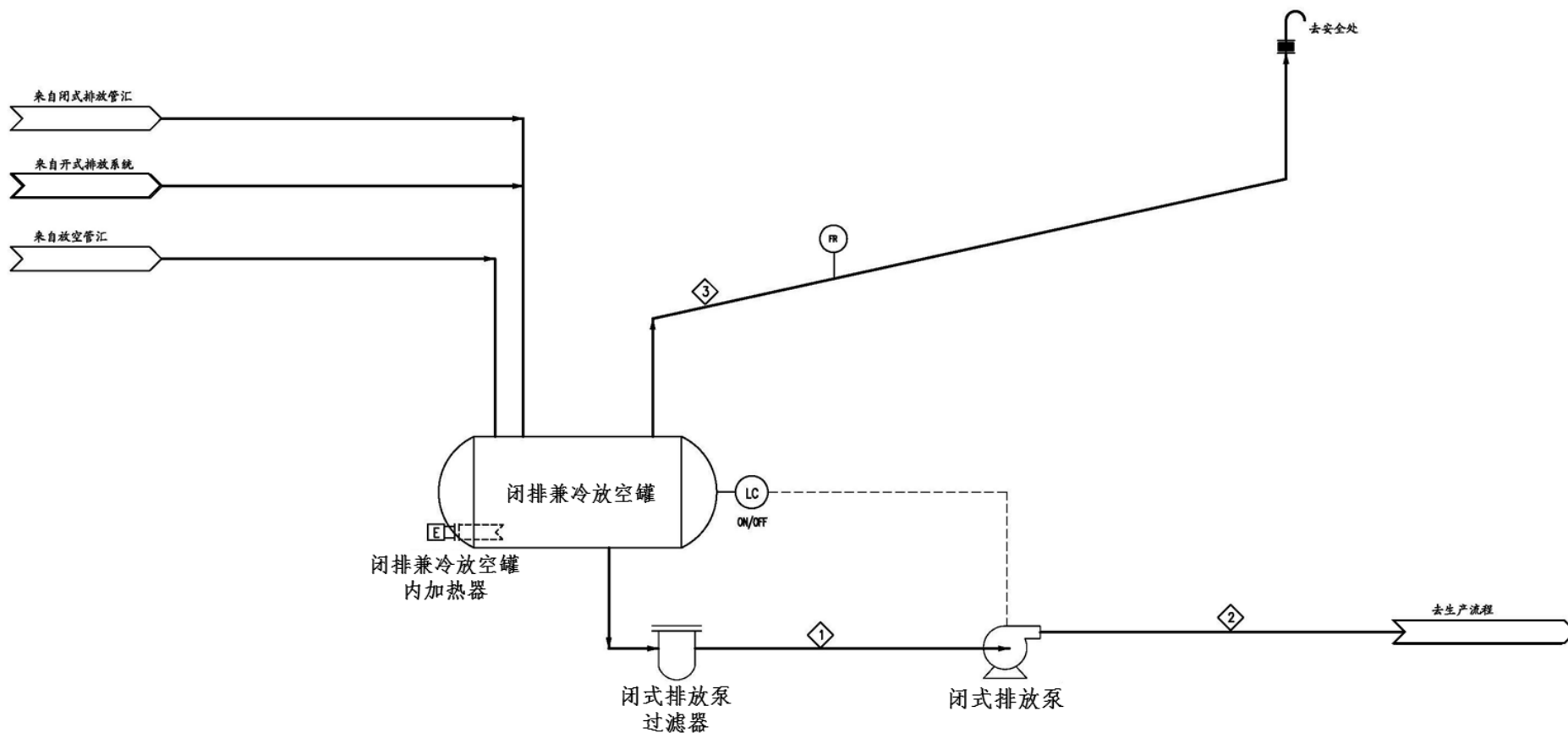


图 11.2-2 PL25-6WHPL 平台闭排兼冷放空系统工艺流程

### 11.3 海洋生态保护对策与生态文明建设

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。

#### 11.3.1 海洋生态保护对策

##### 11.3.1.1 保护目标敏感期避让措施

本项目位于中上层鱼类产卵场及中华明对虾索饵场内，其敏感期为每年 5-6 月。本项目造成生态损失最大的施工作业为铺设海底管道、电缆。为减轻挖沟作业对海洋生态的影响，本项目在建设阶段应严格控制铺设海底管道、电缆挖沟作业的时间，尽可能避开其敏感期（5~6 月），以降低和缓解对海洋生态资源的影响程度。

##### 11.3.1.2 海洋生态环境影响削减措施

鉴于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，本项目钻井作业过程中全部使用水基钻井液，且通过循环使用减少钻井液的排放量，钻井油层钻井液和钻屑经收集后全部运回陆地处理，不排海。含油生产水经处理至注水水质标准后全部回注地层，无含油生产水排放。生活污水经处理达标后排海。本项目产生的生活垃圾、生产垃圾全部运回陆地交有资质单位处理，不排海。新建平台设有开/闭式排放系统，收集初期雨水、甲板冲洗水及各类带压流体，防止排放入海。具体削减量如下：

（1）钻完井过程中产生的所有钻井油层水基钻井液及其钻屑，均由专用钻屑钻井液回收罐回收，运回陆地交有资质的单位进行处理。钻井油层水基钻井液削减量约 9141m<sup>3</sup>，钻井油层水基钻井液钻屑削减量约 8935m<sup>3</sup>，含油钻井液和钻屑排放的削减率为 100%。

（2）本项目建设阶段和生产阶段所有生活垃圾和生产垃圾等经分类收集



后，全部集中装箱运回陆地交有资质的单位处理，均不排海。项目建设阶段生活垃圾削减量达 252t，生产垃圾削减量达 604.7t；生产阶段，新建平台整个服役期内（25a）生活垃圾削减量达 2475t，生产垃圾削减量达 3750t。

（3）本项目投产后新建 PL25-6WHPL 平台年平均含油生产水产生量为  $***\text{m}^3/\text{a}$ （石油类含量约 1000mg/L），均在现有海洋石油 117 号 FPSO 和 PL19-3CEPB 平台进行处理，经处理满足回注标准后（石油类含量 30mg/L），全部回注地层。油田整个服役期内（25a），含油生产水削减量  $***\text{m}^3$ ，同时回收石油类达  $***\text{t}$ ，含油生产水排放的削减率达到 100%。

（4）本项目建设阶段和生产阶段的船舶含油污水全部运回陆地处理，不排海。油田建设阶段船舶含油污水削减量为  $846\text{m}^3$ ；生产阶段船舶含油污水削减量为  $1500\text{m}^3$ 。

### 11.3.1.3 生态保护对策措施

#### a 施工工艺优化措施

为减轻对生态环境的影响，对本项目施工作业方案进行以下优化：

（1）本项目新铺设的海底管道采用后挖沟自然回填的作业方式，海底电缆采用犁式挖沟机边铺边埋自然回填的作业方式，可有效减少挖沟面积，最大限度减轻对底栖生物的损害。

（2）优化施工方案，加强科学管理，在保证施工质量的前提下尽可能缩短作业时间，以减轻铺管作业对海洋生态资源的影响程度。

#### b 施工期管理措施

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

（2）施工应尽量避免恶劣天气，保障施工安全并尽量避免悬浮物剧烈扩散。

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

### 11.3.2 海洋生态补偿措施

本项目设生态补偿资金对项目施工及运营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，并纳入项目生产预备费及操作费，根据实际需要分年度列支。专项资金数额将根据损失计算结果进行设置。根据第七篇 7.5 节，本项目在建设和生产过程中可能造成的渔业资源损失价值约\*\*\*万元，生态服务功能损失约\*\*\*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补偿项目进行资助或支持，并按要求开展海洋环境跟踪监测。

#### 11.3.2.1 生态补偿与增殖放流

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

建议将本项目渔业资源补偿的 85%左右(约\*\*\*万元)用于增殖放流工作，其中约\*\*\*万元用于购买苗种，\*\*\*万元用于增殖放流工作，主要包括增值放流苗种的检验检疫、放流用船和用车等。根据本海域现存物种情况，建议放流的种类包括中国对虾、三疣梭子蟹、牙鲆等。按照《水产苗种管理办法》中规定做法，放流的幼鱼必须是由野生亲本人工繁殖的子一代。放流苗种必须无伤残、无病害，体格健壮。不同的放流种类，由于其生态习性不同，适宜的放流规格也不一样，其中中国对虾规格为全长应在 1cm 左右；三疣梭子蟹应为二期稚蟹；牙鲆规格为全长 5cm 左右。建议增值放流物种、规格、数量等见表 11.3-1。

表 11.3-1 本项目增殖放流建议

| 生物品种  | 规格  | 拟放流数量 | 单价  | 所需金额(万元) |
|-------|-----|-------|-----|----------|
| 中国对虾  | *** | ***   | *** | ***      |
| 三疣梭子蟹 | *** | ***   | *** | ***      |
| 牙鲆    | *** | ***   | *** | ***      |
| 合计    |     |       | *** |          |

本项目具体放流品种、规格、放流时间等还应根据当地的具体情况由当地渔业主管部门确认后组织实施。放流的时间将依据增殖放流鱼类和其它生物

品种地理分布特征、饵料习性特征，环境适应特征和其他生物学特征分析；并根据不同放流品种的生物学特性和生态习性，确定适宜的放流海域。

### 11.3.2.2 油田服役期满环境恢复措施

油田服务期满后，将根据当时有关法律法规的要求，对所有井口进行永久性封堵并拆除海上构筑物，对海洋生态环境进行恢复。具体处置方式和程序将事先报经国家主管部门认可。在油气田废弃处置前，作业者将编制油田废弃计划书并提交给政府主管部门。计划书内容包括油田废弃程序、操作计划、环境影响分析等。海底管线将采取清洗、封堵等处置措施；井口拆除前需对生产设备和管线进行清洗，拆除的工程废料、残油等生产垃圾禁止投入海域，运回陆地处理或回收利用。其他污染物（生活污水、机舱污水、生活垃圾等）的环保措施与海上施工阶段相同。

### 11.3.3 海洋生态环境监测措施

根据项目特点，对施工期排放的钻屑和钻井液、运营期排放的生活污水制定监测计划，严格确保排放的污染物满足相应的排放标准；同时根据海域环境特征，在工程区附近设立跟踪监测站点，对海域的海水水质、沉积物、海洋生物资源（包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物和底栖生物）等进行监测。

本项目监测方案包括常规监测、非常规监测方案、竣工验收监测及跟踪监测方案。

#### 11.3.3.1 常规监测

本项目在正常建设和生产作业期间，需对下列项目进行监测：

钻井液、钻屑：在钻井作业期间，按《海洋石油勘探开发污染物生物毒性第 1 部分：分级》（GB/T18420.1-2009）和《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）的要求对所排放的钻屑和钻井液进行监测。

含油生产水：生产水回注前监测其含油量、悬浮固体含量和悬浮物颗粒中值粒径等注水水质控制指标，具体按《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T5329-2012）执行。

化学需氧量（COD）：监测生活污水中的 COD，具体按《海洋石油勘探

开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）执行。

#### 11.3.3.2 非常规监测

配合政府部门对防污染设备的检查工作，以及在事故状态下配合有关部门作好对事故的跟踪监测。跟踪监测调查与分析方法按《海洋监测规范》执行。

#### 11.3.3.3 竣工验收监测

本项目在建成后试生产期间将委托有资质的单位开展竣工验收监测，主要检查和监测各环保设施的建设和运行情况。验收监测单位将根据相关要求编制验收监测方案，根据现场情况，编制完成建设项目环境保护设施竣工验收监测报告。

#### 11.3.3.4 跟踪监测

本项目新建的 PL25-6WHPL 平台无生产水处理装置，含油生产水均回注地层，不排海；PL25-6WHPL 平台设置生活污水处理装置，生活污水处理达标后排海。考虑到海上平台安全作业区距离等因素，建议以 PL25-6WHPL 平台为中心，在距离平台 500m 范围均匀布设 4 个跟踪监测点位，详见第十三篇 13.3 节。

#### 11.3.4 溢油应急防范措施

本项目主要依托 PL 油田已经配备的溢油应急设备，作业过程中如果海上设施发生溢油，所有存放在 FPSO 和值班船的溢油反应设备将用来回收溢油。本项目新建平台建成后，将根据需要适时增加消油剂等器材的配备，具体数量和名称将在修订后的溢油应急计划附表中详细列出。

建设单位中海石油(中国)有限公司天津分公司已针对现有的 PL 油田的开发活动编制《蓬莱油田溢油应急计划》，并已提交国家相关主管部门备案。在本项目正式投产作业前，建设单位将补充、完善现有工程的应急预案，将本项目的溢油应急计划纳入其中，并将统筹考虑本海域其它油气田开发工程的溢油应急，纳入分公司应急体系中，报相关主管部门备案。

本项目在设计阶段、建设阶段以及生产阶段均将制定并严格实施溢油事故防范措施，同时针对项目地质油藏特性制定、实施相应的地质性溢油事故风



险防范措施，力争最大限度杜绝溢油事故的发生，防范对海洋环境的污染。

### 11.3.5 海洋生态保护对策小结

PL25-6 油田 3 井区开发项目在建设和生产过程中将采用先进成熟的生产技术、工艺和设备，采取有效的防止和减轻污染的措施。但在开发过程中钻屑/钻井液的排放，以及海底管道、电缆铺设掀起的海底沉积物不可避免的对海洋生物造成一定的影响。

为使油田开发的同时保护好海洋环境，建设单位应积极采取有效措施，尽可能地减少对海洋生态环境和生态资源的损害，以达到海洋油气开发与海洋环境保护两者兼顾的目的。为此，建议建设单位在本项目开发过程中，采取如下措施：

(1) 海底管道、电缆挖沟作业时间尽可能避开鱼类产卵盛期（5~6 月），以降低和缓解对生态资源的影响程度；

(2) 在生产阶段必须严格控制污染物的排放量和排放浓度，减少对海洋环境影响的范围和程度。

(3) 由于工程位于中上层鱼类产卵场和中华明对虾索饵场内部，建设单位应加强设备管理、严格操作规程、减少人为失误，从根本上将事故发生概率降到最低，务必将防范事故发生的措施放在首要位置。

(4) 建设单位必须具备控制溢油的有效手段和措施。一旦溢油事故发生，应及时向主管部门通报情况，并立即采取一切措施将溢油控制在最小范围内。若需要采用化学消油剂处理溢油，应事先征得相关主管部门同意。

(5) 鉴于本项目建设过程中和油田生产过程中将对周围海域的海洋生态造成不可避免的影响，建设单位需与相关主管部门协商，对本项目造成的海洋生物资源损失采取适当的生态恢复或补偿措施，如人工增殖放流、渔业资源养护与管理、人工鱼礁以及进行渔业资源和生态环境监测等，使渔业资源得到尽快恢复和可持续利用，其经费应纳入本项目的环保投资预算。

## 11.4 建设项目的环境保护设施 and 对策措施一览表

综上所述，建设项目的环境保护设施 and 对策措施见 

|          |
|----------|
| 表 11.4-1 |
|----------|

。

表 11.4-1 PL25-6 油田 3 井区开发项目主要环保措施

| 污染防治措施 | 具体内容   | 规模数量   | 预期效果   | 实施地点及投入使用时间                          | 责任主体及运行机制        |
|--------|--|--|--|--------------------------------------|------------------|
| 钻井液和钻屑 | 主要对钻井油层钻井液和钻井油层钻屑的处理   | 新建 PL25-6WHPL 平台钻井产生非钻井油层水基钻井液约 3747m <sup>3</sup> ，钻井油层水基钻井液约为 9141m <sup>3</sup> ；非钻井油层水基钻井液钻屑体积量约为 15691m <sup>3</sup> ，油层钻屑体积量约为 8935m <sup>3</sup>  | 钻井油层水基钻井液及其钻屑全部运回陆地，交有资质单位进行处理。排放的非钻井油层水基钻井液及其钻屑中重金属含量应满足 Hg≤1mg/kg，Cd≤3mg/kg。无法满足排放要求的钻屑和钻井液禁止排海，由专用钻屑/钻井液回收罐回收，运回陆地进行处理                                      | 新建 PL25-6WHPL 平台；与钻井作业同步。            | 由建设单位负责建设、使用和管理。 |
| 含油生产水  | 本项目所产物流输往海洋石油 117 号 FPSO 进行分离处理，FPSO 和 PL19-3CEPB 平台设有生产水处理系统，生产水处理达标后全部回注地层 | 海洋石油 117 号 FPSO 的生产水处理流程采用“生产水闪蒸罐+一级水工艺舱+二级水工艺水舱+生产水离心机+生产水缓冲罐”的处理流程，设计处理能力为 69120m <sup>3</sup> /d。经海洋石油 117 号 FPSO 生产水处理系统处理后的生产水与 FPSO 处理后的海水混合增压后输至 PL19-3CEPB 平台的核桃壳过滤器再进行深度处理，核桃壳过滤器设计处理能力为 129600m <sup>3</sup> /d。 | 本项目含油生产水在海洋石油 117 号 FPSO 和 PL19-3CEPB 平台处理达标，石油类含量小于 30mg/L，作为注水水源回注 PL25-6WHPL 平台，PL25-6WHPL 平台产水量小于本平台注水量，不足的部分由 FPSO 海水系统处理的海水给予补充。本项目含油生产水全部回注地层，无含油生产水排放。 | 新建 PL25-6WHPL 平台；与生产设施同步建设，同步投入生产使用。 |                  |
| 其它含油污水 | 开式排放系统、闭式排放兼冷放空系统  | PL25-6WHPL 平台设置开式排放罐和开式排放泵等<br>PL25-6WHPL 平台设置闭式排放   | 开式排放罐主要用来收集溢出液、设备冷却、冷凝水、甲板雨水、冲洗水以及生活灰水等<br>闭式排放兼冷放空罐主要收集 PL25-   |                                      |                  |

| 污染防治措施    | 具体内容   | 规模数量   | 预期效果  | 实施地点及投入使用时间               | 责任主体及运行机制           |  |
|-----------|--|--|---|---------------------------|---------------------|--|
|           |  | 兼冷放空罐和闭式排放泵等   | 6WHPL 平台上带压容器、管线等排放出的带压流体   |                           |                     |  |
| 生活垃圾及生产垃圾 | 分类回收   | 新建 PL25-6WHPL 平台设置分类回收箱                                  | 生活垃圾和生产垃圾等固废运回陆地交给有资质的单位进行处理  |                           |                     |  |
| 生活污水      | 生活污水处理系统                                       | PL25-6WHPL 平台设置一套电解式生活污水处理装置，处理能力为 75.6m <sup>3</sup> /d | 生活污水经处理达标后 (COD≤300mg/L) 排海   |                           |                     |  |
| 船舶污染物     | 船舶含油污水   | 船舶铅封，禁止排海  | 产生的船舶含油污水经收集并排入接收设施   | 船舶自带处理系统或接收设施             | 由船舶所属单位负责           |  |
|           | 船舶生活污水   | 参见本篇表 11.1-2 对应的船舶生活污水环境保护措施                             |   |                           |                     |  |
|           | 船舶垃圾   | 塑料、废弃食用油、生活废弃物等  | 禁止排海，收集并排入接收设施  |                           |                     |  |
|           |  | 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  | 满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案》的要求                                  |   |                           |                     |  |
| 生态补偿      | 按照国家的相关要求及其他主管部门的要求，并在相关政府部门的指导下，制定科学合理的生态补偿方案 | 整个生态补偿工作的合规性应置于海洋管理部门监督下，由建设单位按照市场经济法则实施                 | 达到保护项目周围海域生物和生态资源的目的  | 渤海海域；本项目投产后，在专业单位建议的时间内完成 | 由建设单位负责落实，可委托专业单位完成 |  |

### 11.5 环保设施“三同时”竣工验收建议

PL25-6 油田 3 井区开发项目环保设施“三同时”竣工验收建议见表 11.5-1。

表 11.5-1 本项目主要环保设施“三同时”竣工验收建议

| 环保设施/环境管理       | 验收内容   | 执行标准/处理效果   |
|-----------------|--|---|
| 生产水处理系统         | 依托设施海洋石油 117 号 FPSO 和 PL19-3CEPB 平台生产水处理系统的配备、运行情况及处理效果；注水系统运行情况及回注效果等 | 含油生产水经依托设施海洋石油 117 号 FPSO 和 PL19-3CEPB 平台生产水处理系统处理，达到生产水回注标准（含油量 $\leq 30\text{mg/L}$ ，悬浮固体含量 $\leq 10\text{mg/L}$ ）后全部回注地层 |
| 生活污水处理系统        | PL25-6WHPL 平台上生活污水处理装置的配备、运行情况及处理效果                                    | 生活污水经生活污水处理装置处理后达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值（GB4914-2008）》一级标准  |
| 闭排兼冷放空系统        | PL25-6WHPL 平台上闭排兼冷放空系统的配备及运行情况   | 主要收集 PL25-6WHPL 平台上带压容器、管线等排放出的带压流体等进入闭排罐   |
| 开式排放系统          | PL25-6WHPL 平台上开式排放系统的配备及运行情况   | 收集溢出液、设备冷却、冷凝水、甲板雨水、冲洗水以及生活灰水等进入开式排放罐   |
| 生活垃圾和生产垃圾处理系统   | PL25-6WHPL 平台上固体废弃物分类和回收设备的配备及运行情况                                     | 平台上需设置生活垃圾箱和生产垃圾箱，海上无固废排放，均运回陆地处理/处置  |
| 具备环境保护设施正常运转的条件 | 经培训合格的操作人员、健全的岗位操作规程及相应的规章制度以及原料、动力供应等                                 | 落实各种规章制度和操作规程、溢油应急计划、环境管理机构设置等内容  |
| 环境管理与监测计划       | 环境管理机构的设置、环保管理规章、制度以及监测计划等。  |   |

## 12 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；并通过分析油田工程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。

### 12.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

环境保护投资主要包括一次性环保设施投资及其辅助费用，在确定环境保护投资费用时，根据《海上油(气)田开发工程环境保护设计规范》(SY/T10047-2003)，对环境保护设施及其投资按如下原则划分：

凡属污染治理和环境保护需要的专用设备、装置、监测仪器等，其资金按 100% 列入环境保护投资；生产需要又为环境保护服务的设备或设施分别按不同情况以 25%~50% 比例列入环境保护投资。

根据上述原则，将本项目的环境保护设施及其直接投资费用列于表 12.1-1。由表可见，本项目环境保护设施投资为\*\*\*万元，海洋生态环境补偿费共约为\*\*\*万元。

表 12.1-1 环境保护设施投资估算

| 平台             | 环保设备     | 投资总额 (万元) | 折合比例 | 折合环保投资 (万元) |
|----------------|----------|-----------|------|-------------|
| PL25-6<br>WHPL | 开式排放系统   | ***       | 100% | ***         |
|                | 闭式排放系统   | ***       | 50%  | ***         |
|                | 生活污水处理系统 | ***       | 100% | ***         |
|                | 注水系统     | ***       | 50%  | ***         |
|                | 消防设备及材料  | ***       | 25%  | ***         |
|                | 应急关断系统   | ***       | 50%  | ***         |
|                | 小计       | ***       | /    | ***         |
| 海洋生态环境补偿       |          |           |      | ***         |

本项目工程总投资（不含勘探费、弃置费等）总额为\*\*\*亿元，环保投资额为\*\*\*万元，环境保护投资占工程投资的比例约为 1.66%

### 12.2 环境保护的经济损益分析

### 12.2.1 环境经济损失分析

本项目对海洋生态环境的损害包括对海洋生物资源的损害和对海洋生态功能的损害两部分，其中对海洋生物资源的损害按照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）进行估算，对海洋生态功能的损害参照《海洋生态资本评估技术导则》（GB/T28058-2011）进行估算，二者合计约\*\*\*万元即为本项目造成海洋生态环境总损失。

#### 12.2.1.1 海洋生物资源损失

根据预测结果及《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，幼体折算成体比例按 100%，成体价格按 1.5 万元/t。本项目钻井液排放和海底管道、电缆施工对海洋生物资源影响属一次性损害，补偿金额按 3 倍计；钻屑为持续性排放，实际影响年限低于 3 年，补偿年限按 3 计，据此计算海洋生物资源补偿共约\*\*\*万元。

表 12.2-1 海洋生物资源补偿计算结果

|     | 资源类别                     | 损失量   | 长成率  | 单价       | 补偿倍数/<br>年限 | 补偿金额<br>(万元) |
|-----|--------------------------|-------|------|----------|-------------|--------------|
| 钻井液 | 鱼卵 (×10 <sup>6</sup> 粒)  | 0.167 | 1%   | 1.0 元/尾  | 3 倍         | ***          |
|     | 仔稚鱼 (×10 <sup>6</sup> 尾) | 0.077 | 5%   | 1.0 元/尾  |             | ***          |
|     | 幼体 (尾)                   | 1076  | 100% | 1.5 万元/t |             | ***          |
|     | 成体 (kg)                  | 12    | 100% | 1.5 万元/t |             | ***          |
|     | 小计                       |       | -    | -        |             | ***          |
| 钻屑  | 鱼卵 (×10 <sup>6</sup> 粒)  | 0.774 | 1%   | 1.0 元/尾  | 3 年         | ***          |
|     | 仔稚鱼 (×10 <sup>6</sup> 尾) | 4.6   | 5%   | 1.0 元/尾  |             | ***          |
|     | 幼体 (尾)                   | 4994  | 100% | 1.5 万元/t |             | ***          |
|     | 成体 (kg)                  | 15596 | 100% | 1.5 万元/t |             | ***          |
|     | 底栖生物 (t)                 | 0.66  | 100% | 1.5 万元/t |             | ***          |
|     | 小计                       |       | -    | -        |             | ***          |
| 管缆  | 鱼卵 (×10 <sup>6</sup> 粒)  | 2.657 | 1%   | 1.0 元/尾  | 3 倍         | ***          |
|     | 仔稚鱼 (×10 <sup>6</sup> 尾) | 1.222 | 5%   | 1.0 元/尾  |             | ***          |
|     | 幼体 (尾)                   | 5717  | 100% | 1.5 万元/t |             | ***          |
|     | 成体 (kg)                  | 63    | 100% | 1.5 万元/t |             | ***          |
|     | 底栖生物 (t)                 | 1.82  | 100% | 1.5 万元/t |             | ***          |
|     | 小计                       |       | -    | -        |             | ***          |
| 合计  | —                        |       | —    | —        | ***         |              |

### 12.2.1.2 海洋生态服务功能损失

根据《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058-2011), 海洋生态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、海洋文化服务共 4 个部分, 各部分服务价值损失计算过程详见第七篇 7.5.2 节, 本项目造成海洋生态系统服务价值损失约\*\*\*万元。

表 12.2-2 本项目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) | ***        | ***        | ***        | ***        | *** |

### 12.2.2 环境经济收益分析

#### 12.2.2.1 直接环境经济收益

环境直接经济收益是指环保措施直接提供的产品价值。本项目投产后, 含油生产水累计产量约为\*\*\*m<sup>3</sup>, 含油生产水经处理后浓度从 1000mg/L 降低至低于 30mg/L, 由此累计回收石油约\*\*\*t, 按原油 2500 元/t 计算, 折合经济价值约\*\*\*元。

#### 12.2.2.2 间接环境经济收益

环境间接收益是指环保措施实施后的社会效益。由含油污水处理系统及天然气利用所产生的间接收益按年回收资源、能源价值的 40% 计算, 可达\*\*\*元; 其它间接收益按年回收资源、能源价值的 10% 计算, 为\*\*\*元, 两项合计约为\*\*\*元。

#### 12.2.2.3 总环境经济收益

综合环境直接收益与间接收益之和, 本项目建成投产后, 生产运营期总的环境经济收益为\*\*\*元。

### 12.3 社会效益分析

随着我国工业化和城镇化进程的加快, 石油需求将呈强劲增长态势。国内石油开发和生产已日益不能适应经济和社会发展的需要, 供需矛盾日益突出,



进口量逐年上升，每年都要花大量外汇进口石油。对国际石油市场的依存度不断提高。因而本项目的实施将为缓解我国的石油资源短缺、保障国民经济持续、快速、健康发展发挥一定作用。尤其是对拉动项目所在地区的区域经济和地方经济发展，将发挥积极作用，注入新的活力。此外油田开发项目的实施，也将会对进一步带动我国相关产业的发展（如钢铁、造船、机械制造、电子、仪表等）发挥一定的作用，同时促进下游产品开发和石油技术服务业的发展，增加诸多领域的就业机会。

从社会、经济效益等各个方面来看，本次油田开发项目是一项利国利民的工程，其环保设施的设置与投资是合理可行的。

## 13 环境管理与监测计划

### 13.1 环境保护管理计划

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）有限公司天津分公司（以下简称“天津分公司”）已建立一套系统、完整的环境保护管理机构和程序，对本项目的环境保护工作实行全过程、程序化的管理。

#### 13.1.1 环境管理的任务和内容

PL25-6 油田 3 井区开发项目在建设阶段和生产过程中将产生一定量的污染物，主要包括钻井液、钻屑、悬浮沙、含油生产水、生活污水、机舱含油污水、生活垃圾和生产垃圾等。这些物质若处理不当，将会对周围海域海洋环境造成一定程度的影响。

为了做好海洋环境保护工作，加强对本油田环保设施运行和维护管理、控制外排污染物对海洋环境的影响程度，天津分公司成立了专门机构进行环境保护管理工作。本油田的环境管理主要任务和内容包括：

- (1) 贯彻执行环境保护法规和标准；
- (2) 组织制定和修改与本项目有关的环保管理制度并监督执行；
- (3) 组织制定环境保护长远规划、年度计划和限期治理的项目；
- (4) 检查本项目环保设施的运行状态；
- (5) 广泛应用环境保护的先进技术和经验；
- (6) 组织开展环保专业技术培训，提高人员素质水平；
- (7) 组织编写和填写政府部门要求的各种环境保护报告和记录；
- (8) 配合有关管理部门的环境监测和检查。

#### 13.1.2 机构及岗位的设置

##### 13.1.2.1 机构与定员

中海石油（中国）有限公司天津分公司作为本项目的建设单位，负责油田工程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体系，积极履行职能范围内的环保职责，健全环保制度并强化执行，推动环境管理持续改进，其环境管理组织机构见图 13.1-1。

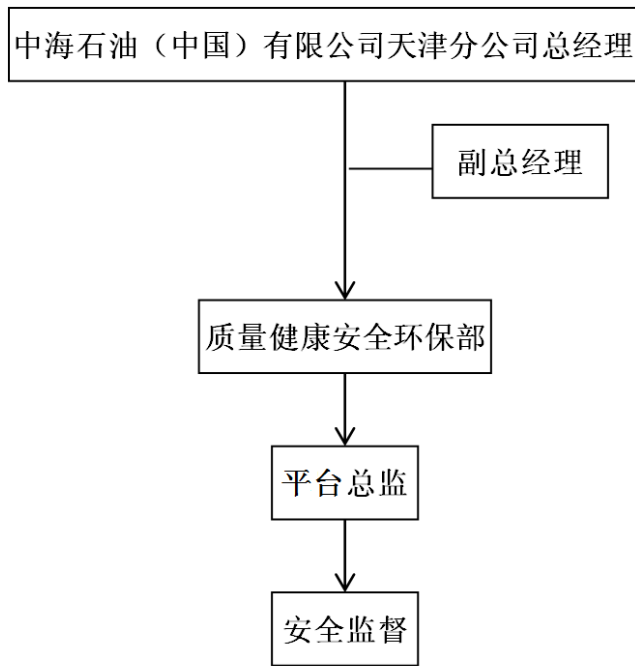


图 13.1-1 天津分公司环境保护管理机构图

此外，本项目将建立系统、完整的海上平台组织机构，并将责任落实到每位现场作业人员。本项目新建的 PL25-6 WHPL 井口平台的组织机构见图 13.1-2。

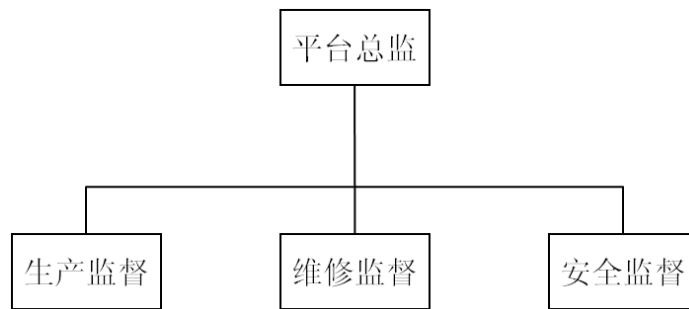


图 13.1-2 PL25-6 WHPL 井口平台环境保护组织机构图

### 13.1.2.2 主要人员的岗位职责

#### (1) 平台总监

平台总监是油田海上作业时的安全第一责任人，各项工作必须对天津分公司/作业公司经理负责，负责和组织好安全生产；接受和执行生产指令，组织实施平台安全生产管理和行政管理工作；负责制订和落实各项管理制度和应急措施，以及重要施工方案的制订和实施；对生产设备、工艺流程、油田设

施的异常情况，及时组织人员查清及进行抢修，保证正常生产，并及时通知上级主管部门；做好平台的设备管理工作，保证设备设施安全，确保平台生产；掌握日常生产动态，合理安排各岗位工作，协调各部门的工作。

### （2）生产监督

生产监督负责对生产部门管理，包括所有操作工作的全面管理及工作安排；检查和督促、协调各部门的日常工作；负责生产设施、辅助设施的技术管理、安全操作及维护；平台生产系统重大作业时的现场直接组织人；组织和实施维修计划，负责编写生产操作程序，及对事故的应急处理；以及其它相关工作。

### （3）维修监督

维修监督是平台所有设备管理、操作、安全运行和维修的组织者和主要责任人，对平台总监负责；负责平台主要设备的档案建立和管理；掌握平台耗品耗件及各种备件情况及相关文书工作的跟踪和存档；确定重要备件的库存量，保证油田的正常生产；负责定期提交设备维修、设备改造及备件清单计划。

### （4）安全监督

安全监督对本平台安全工作实行全面监督；贯彻执行国家有关部门、总公司、上级部门的安全生产法规和有关规章制度；负责平台的一切安全工作，是平台安全生产直接负责人；负责检查平台生产设施的安全生产情况，组织和参加有关的事故调查，监督事故的处理，并提出安全改进措施；负责定期对安全消防及救生设备进行检查、试运转，及时补充安全、应急、救生设备的配件，确保它们状态良好；协助平台总监制定整个平台的应急计划、应急部署及组织应急演练工作；负责对平台的生产作业和外来人员作业实施安全监督和教育；负责检查和审批重大作业的安全措施；负责直升机起飞、降落、加油的安全工作；负责平台内起重吊人、吊物以及系泊、带缆等作业的安全检查等。

## 13.1.3 环境保护管理制度

环境保护是我国的一项基本国策。天津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，严格执行污染物达标排放标准，如《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)

等。结合油田开发的特点，制定相关的管理措施和制度，实施全过程的环境保护管理，减少对海洋环境的污染和影响。本项目将执行以下环境保护管理制度。

#### 13.1.3.1 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正确和上报是否及时。海上安全监督/生产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。

#### 13.1.3.2 安全/环保会议制度

定期举行安全监督参加的安全/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。

#### 13.1.3.3 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。

#### 13.1.3.4 事故报告制度

所有环境污染事故将按溢油应急计划中的报告程序进行。油田将建立应急小组，由油田总监担任组长，生产监督、各岗位监督和安全监督任小组成员，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。

#### 13.1.3.5 海底管道/电缆巡查制度

由值班船对本油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。根据油田运行情况，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。

## 13.2 环境监测计划

环境监测是环境管理的前提和基础。环境监测的主要任务：一是定期监测各工程设施外排污染物的排放浓度，确保达标排放；二是为加强环境保护管理、保证污染物处理设备正常运转；分析外排污染物浓度和排量的变化规律，为制定污染控制措施和环保管理提供依据。

### 13.2.1 监测岗位

新建的 PL25-6 WHPL 平台不设油气水处理设施，所产物流依托现有 PL19-3 油田相关设施进行处理，新建平台产液全部混输至已建的 PL19-3WHPF 平台，与 PL19-3 WHPF 平台物流混合后一起经 PL19-3 RUP 平台，再输送至海洋石油 117 号 FPSO 进行处理和储存。PL25-6 WHPL 平台设有生活污水处理装置，生活污水经处理达标后排海。依托设施海洋石油 117 号 FPSO 与 PL19-3 CEPB 平台上均设有含油生产水处理系统，并设有化验室和化验岗；化验员经培训合格后上岗，负责本油田的化验工作。

### 13.2.2 监测项目与频率

#### 13.2.2.1 常规监测

本项目在正常建设和生产作业期间，需对下列项目进行监测：

钻井液、钻屑：在钻井作业期间，按《海洋石油勘探开发污染物生物毒性第 1 部分：分级》（GB/T18420.1-2009）和《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）的要求对所排放的钻屑和钻井液进行监测。

含油生产水：新建的 PL25-6 WHPL 平台所产物流依托海洋石油 117 号 FPSO 进行处理，生产水经生产水处理系统处理达标后回注地层。PL25-6 WHPL 平台的注水水源主要来自于经海洋石油 117 号 FPSO 和 PL19-3 CEPB 平台上处理合格的生产水，不足的部分由海水进行补充。注水水源回注前先在 PL19-3 CEPB 平台和海洋石油 117 号 FPSO 进行监测；主要监测其含油量、悬浮固体含量和悬浮物颗粒中值粒径等注水水质控制指标，具体按《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T5329-2012）执行。

化学需氧量（COD）：监测生活污水中的 COD，具体按《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）执行。每月取样 1 次，送至陆地

有资质的检测单位进行测定。

### 13.2.2.2 非常规监测

配合政府部门对防污染设备的检查工作，以及在事故状态下配合有关部门作好对事故的跟踪监测。跟踪监测调查与分析方法按《海洋监测规范》执行。

### 13.2.3 监测设备

新建 PL25-6 WHPL 平台所依托的海洋石油 117 号 FPSO 和 PL19-3 CEPB 平台均设有化验室，化验室内配备以下环境监测设备或仪器：红外分光测油仪、常规化学分析仪器（用于水样的前处理）、天平、冰箱、电热及干燥设备和电器控制设备等。

钻井液、钻屑和生产水的生物毒性容许值和生活污水中 COD 的监测将委托海洋行政主管部门认可的陆上相关单位进行，因此不另设监测仪器。

## 13.3 海洋环境影响跟踪监测方案

### 13.3.1 监测点位布设

根据预测结果，考虑到海上平台安全作业区距离等因素，建议以设有生活污水排放口的新建 PL25-6 WHPL 平台为中心，在距离平台 500m 范围均匀布设 4 个跟踪监测点位。海洋环境监测站位布设示意图见 图 13.3-1。

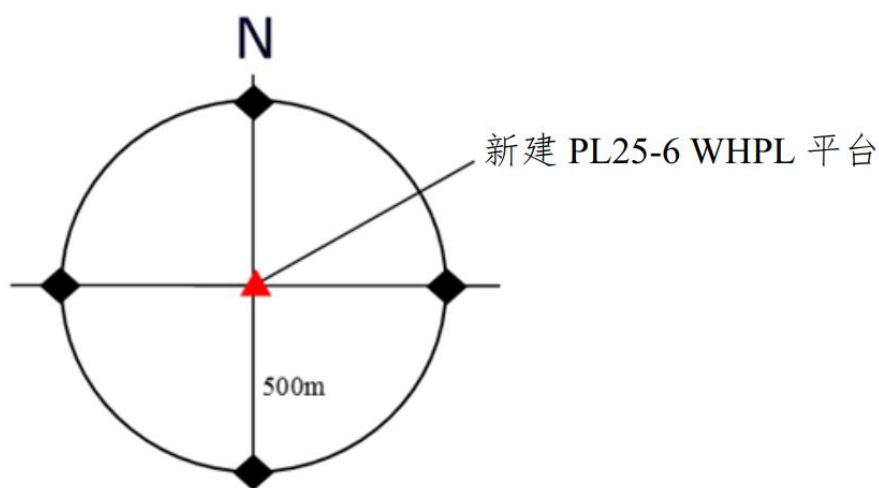


图 13.3-1 海洋环境监测站位布设示意图



### 13.3.2 监测内容

水质监测包括悬浮物、营养盐（包括无机氮、磷酸盐）、COD、重金属（包括 Cu、Pb、Hg、Cd、Zn、Cr）、石油类、硫化物、挥发酚；

沉积物监测包括重金属（包括 Cu、Pb、Hg、Cd、Zn、Cr）、石油类、有机碳、硫化物；

生物监测包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物。

本项目的特征污染物（生产运营期间生活污水中的 COD）是跟踪监测必测内容，其他监测项目可根据实际情况进行筛选。

### 13.3.3 监测方法与频率

海洋环境影响跟踪监测调查与分析方法按《海洋调查规范》（GB12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）执行。

建议在竣工验收（试运行）进行一次监测，在生产运营 3~5 年后再进行一次监测。

### 13.3.4 监测资质

监测机构应具备海洋环境调查的资质，具有计量认证证书，取得的调查结果能够得到政府主管部门的认可。

## 14 环境影响评价结论及建议

### 14.1 工程分析结论

#### 14.1.1 工程概况

PL25-6 油田 3 井区开发项目采用全海式注水开发,充分依托 PL19-3 油田和 PL25-6 油田的现有相关设施进行开发。计划新建一座 PL25-6WHPL 井口平台,设置 40 个井槽,其中 22 个井槽为单筒双井式,共可钻井 62 口。本次开发计划钻井 58 口,其中生产井 37 口,注水井 12 口,先期生产后期转注井 8 口,开发评价井 1 口,预留 4 个井槽(2 口生产井和 2 口注水井)。本项目还将新建 1 条从新建 PL25-6 WHPL 平台至已建 PL25-6 WHPF 平台长约 3.0km 的 12" 海底混输管道;1 条从已建 PL25-6 WHPF 平台至新建 PL25-6 WHPL 平台长约 3.0km 的 12" 海底注水管道;以及 2 条从已建 PL19-3CEPB 平台至新建 PL25-6WHPL 平台长约 5.7km 的海底复合电缆。本项目高峰年产油量为  $***\text{m}^3$ ,高峰年产气量为  $***\text{Sm}^3$ ,预计投产时间为 2020 年 12 月。

#### 14.1.2 生产工艺流程

新建 PL25-6 WHPL 产液全部通过新建混输管道输送至已建的 PL25-6 WHPF 平台,与该平台物流混合后一起输至已建海洋石油 117 号 FPSO 进行油气水处理。处理合格的原油(含水率小于 0.5%)进入 FPSO 油舱储存,定期外输。分离出的天然气一部分用于 FPSO 上的燃气透平和蒸汽锅炉,另一部分经过海底管线输送到 PL19-3RUP 平台和 PL19-3CEPB 平台作为透平发电机组的燃料,燃料气不足的部分由渤西渤南管网补充。分离出的含油生产水通过 FPSO 和 PL19-3CEPB 平台上的水处理设施处理合格,经 PL19-3 RUP 平台增压后输往各井口平台回注地层,注水不足部分由 FPSO 海水系统处理合格的海水进行补充。新建 PL25-6WHPL 平台不设电站,所需电力由现有 PL19-3 CEPB 平台通过新铺设的海底电缆提供。

#### 14.1.3 污染物及污染源强

PL25-6 油田 3 井区开发项目建设阶段产生的污染物主要包括钻屑、钻井液、挖沟产生的悬浮沙以及船舶含油污水、船舶生活污水及船舶垃圾等船舶污



染物。生产阶段产生的污染物主要包括含油生产水、生活污水、生活垃圾、生产垃圾以及少量船舶污染物。

本项目建设阶段产生的钻井液总量（含预留井槽）为  $12888\text{m}^3$ ，其中非钻井油层水基钻井液为  $3747\text{m}^3$ ，钻井油层水基钻井液为  $9141\text{m}^3$ ；产生的钻屑总量（含预留井槽）为  $24626\text{m}^3$ ，其中非钻井油层水基钻井液钻屑体积量约为  $15691\text{m}^3$ ，油层钻屑体积量约为  $8935\text{m}^3$ 。符合排放标准的钻屑和钻井液，检验合格并经相关主管部门批准后排海，钻井油层水基钻井液、钻井油层水基钻井液钻屑及其它不能满足排放要求的钻井液及钻屑均收集后全部运回陆地处理。铺设海底管道/电缆挖沟搅起的悬浮沙量约为  $2528\text{m}^3$ ，铺设过程将采用先进的施工技术、优化铺设作业时间和时段等措施，以减缓铺设作业对海洋渔业资源和生态环境的影响。建设阶段共产生船舶含油污水  $846\text{m}^3$ ，全部铅封运回陆地处理；共产生船舶生活污水  $58783\text{m}^3$ ，经处理达标后排放；共产生船舶生活垃圾  $252\text{t}$ 、船舶生产垃圾  $604\text{t}$ ，其中食品废弃物经处理达标排放，其他船舶垃圾运回陆地交给有资质的单位进行处理。

本项目生产阶段新建 PL25-6WHPL 平台最大产水量为  $***\text{m}^3/\text{d}$ ，经依托的海洋石油 117 号 FPSO 和 PL19-3CEPB 处理合格后全部回注地层。新建 PL25-6WHPL 平台最大注水量为  $***\text{m}^3/\text{d}$ ，产水不足部分将由经过海洋石油 117 号 FPSO 及 PL19-3CEPB 平台处理的海水和合格生产水补充。生活污水产生量约  $63\text{m}^3/\text{d}$ ，处理达标后排海。生活垃圾产生量  $99\text{t}/\text{a}$ ，生产垃圾产生量  $150\text{t}/\text{a}$ ，经收集后全部运回陆地处理。船舶含油污水  $60\text{m}^3/\text{a}$ ，船舶生活污水  $1278\text{m}^3/\text{a}$ ，船舶生活垃圾  $5.5\text{t}/\text{a}$ ，船舶生产垃圾为  $0.5\text{t}/\text{a}$ ，船舶污染物处置方式同建设阶段。

## 14.2 环境现状分析与评价结论

### 14.2.1 水文气象环境现状

PL25-6 油田 3 井区开发项目所处海域具有大陆季风气候特征，属北温带亚湿润季风气候，累年平均气温为  $11.9^\circ\text{C}$ ，全年最低气温  $-16^\circ\text{C}$ ，最高气温  $33^\circ\text{C}$ 。项目海域累年平均降水量为  $620\text{mm}$ ，年最大降水量  $1120\text{mm}$ ，单日最大降水量  $170\text{mm}$ 。该海域常风向为偏 S 向，其中 SSW、S、SSE 风向年频率之

和达 24.86%；其次是 NNE 向，其中 N、NNE、NE 风向年频率之和达 17.85%。

本项目所处海域的潮汐类型属于不正规半日潮，一般一天为两次高潮两次低潮，且潮汐的日不等现象比较显著。项目海域表层和底层均为不规则半日潮流，运动形式为往复流，涨潮流流速大于落潮流流速，表层余流大于底层余流。项目海域的波浪主要为风浪，风浪的大小和方向受制于风速和风向，冬季盛行偏北浪，夏季盛行偏南浪。项目海域受涌浪影响较小，但东南、东向大风所造成的涌浪会通过渤海海峡传进渤海湾。

#### 14.2.2 海水水质环境现状

根据 2016 年 4 月和 2018 年 11 月两次在本项目海域的环境质量现状调查结果显示：2016 年 4 月调查中海区 pH、溶解氧、COD、石油类、活性磷酸盐、砷、镉、铜、总铬、硫化物和挥发酚均满足第一类海水水质标准；无机氮、汞、铅和锌有部分样品超标。

2018 年 11 月调查中海区 pH、溶解氧、COD、砷、镉、铜、总铬、硫化物、石油类和挥发酚均满足第一类海水水质标准；活性磷酸盐、无机氮、汞、铅、锌有部分样品超标。

综合考虑空间布局、监测现状数据的平面分布和北海区海洋环境质量公报等资料进行分析，调查海域活性磷酸盐和无机氮的超标现象估计与附近陆源污染物大量排海和大量海水养殖有关，同时大气污染物湿沉降也会向海洋输入硝酸盐。调查海域铅、锌和汞部分测站超标原因与渤海自身的半封闭性有关，同时也可能是入海河流携带大量的重金属污染物进入渤海、陆源入海排污口向调查海域附近海域的重金属直排以及大气干湿沉降等共同作用的结果。

#### 14.2.3 海洋沉积物环境现状

根据 2018 年 11 月调查结果，调查海区沉积物中有机碳、硫化物、汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷和石油类的含量均符合第一类海洋沉积物质量标准限值要求，无超标样品；调查海域内沉积物环境质量整体状况较好。

#### 14.2.4 海洋生物质量现状

2016 年 4 月调查共测定底栖生物质量样品 30 个，除紫贻贝体内石油烃略

微超标外，鱼类和甲壳类的生物质量较好，满足生物质量标准的要求，未出现超标现象。

2018 年 11 月调查共测定底栖生物质量样品 34 个，各受试生物的生物质量较好，均满足生物质量标准的要求，未出现超标现象。

#### 14.2.5 海洋生态环境现状

根据 2016 年 4 月和 2018 年 11 月两次在本项目海域的海洋生态现状调查结果显示：

2016 年 4 月调查海域表、中、底层叶绿素 a 平均值分别为  $0.3\mu\text{g/L}$ 、 $0.31\mu\text{g/L}$  和  $0.31\mu\text{g/L}$ ；各站初级生产力平均值为  $65.73\text{mg.C/m}^2\cdot\text{d}$ 。调查海域浮游植物密度变化范围在  $(3.21\sim 188.80)\times 10^4$  个/ $\text{m}^3$  之间，平均密度为  $38.53\times 10^4$  个/ $\text{m}^3$ ；调查海域浮游植物优势度较高，多样性指数较低，群落结构较差。调查海域大型浮游动物生物密度的变化范围在  $(96.7\sim 962.4)$  个/ $\text{m}^3$ ，平均为  $521.7$  个/ $\text{m}^3$ ，生物量的变化范围在  $(101.7\sim 1141.7)$   $\text{mg/m}^3$  之间，平均为  $428.24\text{mg/m}^3$ ；调查海域浮游动物出现种类较少，群落优势度较高，丰富度较低，多样性指数较低，群落结构较差。调查海域底栖生物生物量变化范围在  $(1.0\sim 50.7)$   $\text{g/m}^2$  之间，平均为  $9.28\text{g/m}^2$ ，生物密度变化范围在  $(80\sim 570)$  个/ $\text{m}^2$  之间，平均为  $336.5$  个/ $\text{m}^2$ ；调查海域底栖生物多样性较好，生物分布较均匀，生物群落较稳定，底栖生物生存环境正常。

2018 年 11 月调查海域表、中、底层叶绿素 a 平均值分别为  $1.09\mu\text{g/L}$ 、 $1.07\mu\text{g/L}$  和  $0.97\mu\text{g/L}$ ；各站初级生产力平均值为  $274.45\text{mg C}/(\text{m}^2\text{ d})$ 。调查海域浮游植物密度变化范围在  $(9.71\sim 1135.02)\times 10^4$  个/ $\text{m}^3$  之间，平均密度为  $128.27\times 10^4$  个/ $\text{m}^3$ ；调查海域浮游植物种类丰富度较好，群落结构状况稳定。调查海域大型浮游动物生物密度的变化范围在  $(2.1\sim 145.2)$  个/ $\text{m}^3$  之间，平均为  $76.9$  个/ $\text{m}^3$ ，生物量的变化范围在  $(1.58\sim 463.33)$   $\text{mg/m}^3$  之间，平均为  $155.6\text{mg/m}^3$ ；调查海域浮游动物多样性指数较低，优势度较高，群落相对单一。调查海域底栖生物生物量变化范围在  $(0.5\sim 68.8)$   $\text{g/m}^2$  之间，平均为  $8.4\text{g/m}^2$ ，生物密度变化范围在  $(300\sim 1280)$  个/ $\text{m}^2$  之间，平均为  $697.1$  个/ $\text{m}^2$ ；调查海域底栖生物多样性较好，生物分布较均匀，生物群落较稳定，底栖生物生存环境



正常。

#### 14.2.6 渔业资源现状调查

根据 2018 年 5 月和 2018 年 10 月两次在本项目周边海域的渔业资源现状调查结果显示：

2018 年 5 月调查共捕获游泳动物 57 种，其中鱼类 37 种，头足类 4 种，甲壳类 16 种。游泳动物总资源密度为  $186.70\text{kg}/\text{km}^2$ ，其中成体资源密度为  $173.54\text{kg}/\text{km}^2$ ，幼体平均资源密度  $6276\text{尾}/\text{km}^2$ 。调查共获鱼卵 8 种，鱼卵平均密度为  $0.40\text{粒}/\text{m}^3$ ；共获仔稚鱼 5 种，平均密度为  $0.19\text{尾}/\text{m}^3$ 。

2018 年 10 月调查共捕获游泳动物 51 种，其中鱼类 30 种，头足类 3 种，甲壳类 18 种。游泳动物总资源密度为  $606.27\text{kg}/\text{km}^2$ ，其中成体资源密度为  $513.41\text{kg}/\text{km}^2$ ，幼体平均资源密度  $22770\text{尾}/\text{km}^2$ 。调查共获鱼卵 1 种，鱼卵平均密度为  $0.1\text{粒}/\text{m}^3$ ；共获仔稚鱼 1 种，平均密度为  $0.04\text{尾}/\text{m}^3$ 。

#### 14.2.7 环境影响回顾性分析

本项目依托的 PL 油田群采用分期开发、分步实施的原则，现有及在建海上设施主要包括 11 座井口平台（已建 WHPA 平台~WHPG 平台、WHPJ 平台、WHPK 平台、WHPM 平台、WHPV 平台、在建 WHPK 平台）、1 座中心处理平台（PL19-3CEPB 平台）、1 座立管公用平台（PL19-3RUP）、1 座单点系泊系统（SYMS）和 1 艘 30 万吨级浮式生产储油装置（海洋石油 117 号 FPSO），以及相应的海底管道和海底电缆。

PL 油田群的开发建设均严格按照相关法律法规的要求编制了环评报告，并在进行开发方案设计时，根据国家相关法律法规要求设计了相应的环保设施。油田环保设施的设计、建造工作与海上钻井、生产平台的设计工作同时进行，并随油田一起投入试运行。现有生产水处理系统、生活污水处理装置和其他环保设施目前运行正常，含油生产水、生活污水均能实现达标回注或排放。

PL 油田区域海水水质、海洋沉积物、生物生态状况较历史资料总体变化不大，处于稳定状态。溢油事故发生后进行的调查结果显示，油田海域水质和沉积物质量基本恢复到溢油前的水平，出现的超标要素均为该海区近年来普遍超标因子，与溢油事故关系不大。



## 14.3 环境影响预测分析与评价结论

### 14.3.1 工程对海水水质的影响

#### a 钻井液排放对海水水质的影响

钻井液中含有少量颗粒态物质，颗粒态物质在随海水运动的同时，将在海水中发生沉降，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。

根据数值预测结果，钻井液排放仅对排放点附近水质有影响，且影响主要在表层海域，新建平台无论何时排放钻井液超一(二)类包络面积最大约为  $0.4239\text{km}^2$ ，超一(二)类水质距排放点的最大距离为  $0.50\text{km}$ ；超三、四类水质海域的包络面积最大分别为  $0.0758\text{m}^2$  和  $0.0607\text{km}^2$ 。钻井液停止排放后约  $10.0\text{h}$  即可恢复到排放前水质。

#### b 钻屑排放对海水水质的影响

钻屑的成分主要是泥土和岩石碎屑，其粒径远大于钻井液中的粘土类物质，沉降速度快扩散范围较小。

根据数值预测结果，钻屑对水质的影响主要在平台周围不远的水域内，钻屑表层超一(二)类包络面积最大不超过  $0.1775\text{km}^2$ ，距排放点的最大距离为  $0.30\text{km}$ ；超三、四类水质海域的包络面积最大为  $0.0347\text{km}^2$ 、 $0.0295\text{km}^2$ ；中层超一(二)类水质海域的包络面积为  $0.0210\text{km}^2$ ，中层无超三四类浓度；底层基本无超标区域。停止排放后约  $3.0\text{h}$  内即可恢复到排放前水质。

#### c 海底管道/电缆铺设对海水水质的影响

新铺海底管道/电缆铺设挖沟时对海水水质的主要影响是悬浮沙浓度增大和降低海水透光度。根据预测结果可知，在挖沟作业期间，悬浮物超一(二)类水域影响面积最大为底层，其次为中层和表层，最大影响距离由底层至表层逐渐减小。

根据数值预测结果，本项目铺设海底管道超一(二)类海水最大影响距离为  $0.35\text{km}$ ，底层超一(二)类包络面积为  $1.3536\text{km}^2$ ；中层超一(二)类水质包络面积为  $0.4229\text{km}^2$ ；表层超一(二)类水质包络面积为  $0.1913\text{km}^2$ 。超三、四类水质海域影响范围主要在底层，其面积相对较小。铺设作业停止后约  $8.0\text{h}$ ，悬浮沙含量可恢复挖沟前水质。



铺设海底电缆挖沟尺寸相对小很多，其悬浮沙源强相对较小，因此其影响范围远小于铺设海管，超一(二)类海水最大影响距离为 0.25km，底层超一(二)类水质最大包络面积为 1.0556km<sup>2</sup>；中层超一(二)类水质包络面积为 0.3214km<sup>2</sup>；表层超一(二)类水质包络面积为 0.0782km<sup>2</sup>。超三、四类水质海域影响范围主要在底层，其面积相对较小。铺设作业停止后约 8.0h，悬浮沙含量可恢复挖沟前水质。

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

#### d 生活污水对海水水质的影响

由于新建 PL25-6WHPL 平台 COD 排放源强较小，其对周围海水 COD 浓度增量的贡献最大仅为 0.09mg/L，叠加背景值后不存在超一类的面积，因此 COD 排放对海水环境的影响轻微，不会明显影响本海区的海水水质。

### 14.3.2 工程对海洋沉积物的影响

#### a 钻屑对海洋沉积物的影响

钻屑排海后在海水运动的作用下，会在海底一定的范围内沉积。钻屑的沉积及分布范围受排放量、海流、水深等因素的影响。钻屑的排放将覆盖一部分原海底，所覆盖区域的沉积物类型会有所变化，并可能使沉积物中有机质等污染物的含量稍有升高。根据数值模拟结果，本项目钻屑覆盖厚度超过 2cm 的面积最大为 0.1413km<sup>2</sup>。

#### b 海底管道/电缆铺设对海洋沉积物的影响

铺设海底管道电缆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缆沟，覆盖厚度>2cm 的面积主要位于缆沟两侧附近，因悬浮沙均是局地沉积物再沉积，不会引起沉积物环境的变化。本项目新建 2 条海底管道和 2 条海底电缆，根据数值模拟结果，悬浮沙覆盖 2cm 厚度的覆盖面积合计约为 0.2388km<sup>2</sup>。



### 14.3.3 工程对海洋生态环境的影响

本项目对海洋生态环境的影响包括对海洋生物资源的影响和对海洋生态服务功能的影响两部分。

本项目对海洋生物资源的主要影响环节为钻井液、钻屑的排放和海底管道/电缆铺设时的悬浮沙排放，导致局部海域范围内的悬浮物浓度超标，影响水体中浮游动植物的生长与繁殖，对鱼卵、仔稚鱼和游泳动物产生一定的影响，并造成底栖生物的掩埋、覆盖等。经计算，本项目造成海洋生物资源损失共约\*\*\*万元。

本项目对海洋生态系统服务功能的影响主要是建设期海底管道和电缆铺设以及钻井液钻屑排放，生产期生活污水的排放，以及平台占用海域的影响。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。经计算，本项目造成海洋生态服务价值损失共计约\*\*\*万元。

### 14.3.4 工程对环境敏感目标的影响

根据环境敏感目标筛选，本项目周围环境敏感目标包括海洋自然保护区、海洋特别保护区、水产种质资源保护区、海洋生态红线区、旅游区、重要渔业水域等，其中距离海洋自然保护区、海洋特别保护区、水产种质资源保护区、海洋生态红线区、旅游区等均在数十公里之外，根据环境影响预测结果，本项目排放影响最远距离均在 0.5km 之内，因此本项目建设和生产对上述各类敏感目标基本无影响。

此外，本项目位于中上层鱼类产卵场及中华明对虾索饵场及内部，其敏感期为每年 5-6 月，建议本项目海管及海缆的铺设避开敏感期，并通过增殖放流等生态补偿措施，使因本项目建设受损的海洋生物资源尽快恢复，由于本项目建设施工是短期的，其对上述敏感目标的影响是短期的、一次性的和可恢复的，在实施了敏感期回避、生态补偿措施之后，其对上述敏感目标的影响是可接受的。



## 14.4 环境风险分析与评价结论

### 14.4.1 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)，本项目风险源包括新建平台、海底管道及所产原油和天然气，向环境转移的途径主要通过水体污染(海水污染)，环境风险类型为危险物质泄漏。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，本项目环境风险潜势为 I 级，确定本项目环境风险评价为简单分析，但鉴于项目周边环境较敏感，本次评价仍进行了溢油漂移模拟。

### 14.4.2 溢油影响途径及危害后果

本项目危险物质原油和天然气向环境转移的途径主要通过水体污染(海水污染)，环境风险类型为危险物质泄漏。本项目海底管道/立管泄漏溢油事故为最大可信事故，假定新建 PL25-6WHPL 平台附近海管发生溢油，根据公式计算得出管道溢油量取  $100\text{m}^3$ 。

溢油预测结果表明，除了溢油抵岸对陆域和沿岸海域造成重大影响外，在溢油漂移和扩散的过程中还会对工程海域附近的若干环境敏感目标造成影响。本项目附近海域主要环境敏感目标为海洋保护区、产卵场、渔业资源保护区等。本项目拟新建的 PL25-6 WHPL 井口平台位于中上层鱼类产卵场、中华明对虾索饵场内，并在中上层鱼类索饵场边缘，故无论在何种风向下发生溢油事故，均会对这些敏感区产生影响。此外，项目距离底层鱼类索饵场边缘较近，仅 10km，油膜最短到达时间为 4h。同时，溢油抵达东营黄河口生态国家级海洋特别保护区、大连斑海豹国家级自然保护区的最短时间分别为 30h 和 40h，因此应引起足够重视，做好应急响应的准备。

### 14.4.3 环境风险防范措施及应急要求

#### 14.4.3.1 风险事故防范措施

防治溢油事故发生的最有效途径就是从工程设计、施工建造和安装以及生产管理上采取有效的防范措施，消除事故隐患，及时制止事故苗头，尽可能避免油气泄漏事故的发生，以防止环境风险溢油事故对海洋环境的污染。具体溢油事故防范措施如下：



### a 设计阶段风险防范措施

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

为确保安全生产，在设计中将针对各生产设施采取充分的安全防护措施。精心考虑各部分的合理布置，对危险区采用防火、防爆设别，并采取有效的隔离措施来降低危险程度。

海底管道和立管的设计，将以国际上认可的规范和标准为依据，选用大于设计寿命的环境条件重现期。海底管道及立管的外防腐采取防腐涂层与阴极保护的联合保护方法，还留有一定的腐蚀裕量，进一步阻止海管腐蚀。作为应急措施，设置有应急安全阀，在紧急情况下可以进行紧急关断保护。

### b 施工阶段防范措施

(1) 为防止钻井阶段井喷事故的发生，建设单位将采取以下措施：严格实施钻井作业规程；在钻台、钻井液池和钻井液工艺室等场所设置通风系统和烃类气体探测器，自动探测可能聚集的烃类气体；井口控制安全屏蔽由机械或液压控制的监测装置组成，用来控制井喷；选择优质封隔器并及时更换损坏元件；在开钻之前制定周密的钻井计划；配备安全有效的防喷设备和良好的压井材料及井控设备；对关键岗位的操作人员进行专业技术培训，坚持持证上岗，建立健全井控管理系统；加强观测，及时发现先兆，按正确的关井程序实行有效控制，并及时组织压井作业；设置二氧化碳灭火系统；关键场所设手提灭火器；制定严密的溢油应急计划，一旦发生井喷便采取相应的应急措施；保证钻井、钻井液处理和压井等设备的良好运转；配备反应灵敏的灭火系统；配置守护船值班。

(2) 为防止输油软管破裂事故的发生，建设单位将采取以下措施：输油作业者需严格按照已有的输油作业操作规定进行输油操作，并定期检测、更换输油软管；同时，在进行输油作业时供应船及受油设施均应设专人值班监视，一旦发生漏油事故立即关泵停输，最大限度防范输油软管破裂事故的发生。



(3) 为防止海底管道泄漏事故的发生,建设单位将严格按照设计要求进行施工,并在施工中保证海底管道焊接质量,铺设完成后按要求进行扫线、清管和试压。

### c 生产阶段防范措施

(1) 为防止海底管道泄漏事故的发生,建设单位将采取以下措施:管道作业者将制定相应的管道保护和检测程序,由值班船对管道沿途进行巡视,驱散在安全区范围内作业的渔船,对海底管道进行不定期局部检测和定期全面检测,确保海底管道的安全性。油气传输系统中的主要设备和管道均设置相应的压力、液位和温度报警系统与安全泄压保护装置,对于易发生泄漏的管路全部根据最大压力和最高温度设计,重要位置设置相应的应急关断系统。定期对各条管道进行清管作业,以减少腐蚀等原因对管道的影响。

(2) 为防止平台容器泄漏、火灾、爆炸事故的发生,建设单位将采取以下措施:主要设备、生产装置和单元均设置相应的压力、液位和温度报警系统与安全泄压保护装置及应急关断系统。在平台容器附近装备火焰和气体探测器,以监测工艺流程中的火情和可燃气体浓度,发现异常及时报警。

(3) 为防止船舶碰撞事故的发生,建设单位将采取以下措施:作业者将制定相应的保护和监测程序,由值班船对平台周围进行巡视,驱散在安全区范围内作业的渔船,确保平台设施的安全性。按照《海上固定平台安全规则》的要求,在平台上设置助航标识灯、障碍灯、雾灯、平台标志牌等。

(4) 本项目将严格落实法律法规和要求,建设单位应制定严格的操作和管理规程,采取严格的防范措施,确保设施安全正常的运行。

#### 14.4.3.2 地质性溢油风险事故防范措施

PL25-6 油田 3 井区开发项目针对地质性溢油风险开展了研究工作,从油田地质特征、油藏工程、钻完井方案、注水方式等方面对可能导致溢油的潜在风险进行了逐一分析,并针对识别出的风险因素提出了防范和应对措施。

通过落实风险断层位置和砂体分布特征,在开发方案中采用优化井位部署、完善注采井网、细分开发层系、实施分层配注等方式实现油田注采平衡。

钻完井工程针对可能存在的地质性溢油风险因素,通过平台位置优选、井



身结构设计、固井方案优化、井轨迹优化等措施，全面防范避免钻完井过程可能的风险。

同时，PL25-6 油田 3 井区开发方案遵循海洋石油行业标准，并充分借鉴良好实践经验，针对风险因素提出了一系列生产动态监测和应急措施。

#### 14.4.3.3 溢油应急预案及可行性分析

建设单位已经编制《蓬莱油田溢油应急计划》，并提交国家相关主管部门登记备案。在 PL25-6 油田 3 井区开发项目正式投产作业前，天津分公司将对已制定的应急预案进行修改和完善，将本项目纳入其中统一考虑，并将修改后的应急预案于投产前报相关主管部门备案。PL25-6 油田 3 井区开发项目应急预案需与附近其他油田应急计划统一考虑，并纳入分公司应急体系中。编制的应急计划应与《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》相衔接。已批复的溢油应急计划的主要内容包括：应急组织体系、溢油风险分析与预防措施、溢油事故的处置、溢油应急力量、溢油应急保障、溢油应急善后措施等。

根据对溢油应急风险防范措施的分析，本项目从工程设计、施工建造和安装过程以及生产管理上都提出了有效的防范措施，基本可以保证在合理的时间内对一般类型的溢油事故做出适当的反应。当发生较大类型的溢油事故时，可借助周边油田中海油专业溢油应急机构及政府资源等区域性溢油应急设备进行应急处理，在 24h 内作出有效反应。综上所述，本项目所依托的现有溢油应急设备及提出的溢油风险防范措施可以满足本项目投产后油田风险防范的需求。

### 14.5 清洁生产和总量控制结论

#### 14.5.1 清洁生产分析结论

本项目在建设阶段采用水基钻井液进行钻井作业，通过钻井液的循环利用，减少污染物的排放量；海底管道采用后挖沟自然回填作业方式，海底电缆采用犁式挖沟机进行作业，且作业时间避开鱼类的产卵盛期，尽可能减缓并降低工程建设对周围海域生物资源的影响；用严格的环境安全管理来保证生产安全进行，避免污染环境事故的发生。生产阶段选用国内外先进工艺技术；生产物流处理全部采用自动化控制程度高的全密闭工艺流程；设置探测报警和

紧急关断系统等，这些措施均符合清洁生产相关法律法规的要求。

根据《石油和天然气开采行业清洁生产评价指标体系（试行）》的分级标准，从资源能源利用指标、生产技术特征指标、资源综合利用指标、污染物产生指标以及环境管理要求等方面进行定量和定性评价，经计算，本项目的钻井作业的清洁生产综合评价指数为 99.6，采油作业的清洁生产综合评价指数为 99.6，由此可知本项目可评为清洁生产先进水平，即属“清洁生产先进企业”。

#### 14.5.2 总量控制建议

新建 PL25-6WHPL 平台为有人平台，设有生活污水处理系统，有生活污水产生与排放。本项目每年产生的生活污水量约为 22995m<sup>3</sup>，经生活污水处理装置处理达标后排海，油田所在海域 COD 排放浓度限值为 300mg/L。因此建议本项目生活污水的总量控制指标为 22995m<sup>3</sup>/a，其中 COD 排放量控制指标为 6.90t/a。

### 14.6 环境保护对策措施的合理性、可行性结论

#### 14.6.1 环境保护对策措施

本项目钻井过程中向海中排放的钻井液和钻屑，其生物毒性容许值须达到《海洋石油勘探开发污染物生物毒性分级》标准中一级标准的要求，即钻井液和钻屑的生物毒性容许值不低于 30000mg/L。并同时满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中钻井液和钻屑一级排放标准的要求，即渤海不得排放钻井油层钻井液和钻屑，重金属  $Hg \leq 1mg/kg$ ， $Cd \leq 3mg/kg$ 。无法满足上述要求的钻屑和钻井液禁止向海中排放，由专用钻屑钻井液回收罐回收，全部运回陆地进行处理。

在管道/电缆铺设过程中，将采用先进的施工技术方案，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。本项目新铺海管/电缆全程埋设。其中海底管道采用后挖沟自然回填方式，与其他铺管挖沟的施工工艺相比，后挖沟自然回填可减少挖沟面积，直接减少对海底沉积物和底栖生物的损失和破坏，降低了对周围海域环境的影响。海底电缆采用犁式挖沟机进行挖沟作业，能最大限度控制挖沟宽度，减少对海底的扰动，从而减缓并降低电缆铺设对周围海域海洋生态环境的影响。

本项目生产水将在海洋石油 117 号 FPSO 和 PL19-3CEPB 平台进行处理。海洋石油 117 号 FPSO 含油生产水处理流程采用“生产水闪蒸罐+一级水工艺舱+二级水工艺水舱+生产水离心机+生产水缓冲罐”的处理流程，处理后的生产水与处理后的海水混合增压输至 PL19-3CEPB 平台的核桃壳过滤器进行深度处理，处理合格的生产水进入注水系统，现有处理系统可以满足本项目投产后的需求。生产水经处理满足《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T5329-2012）中相关注水水质要求后（含油浓度 $\leq 30\text{mg/L}$ ，悬浮固体含量 $\leq 10\text{mg/L}$ ），全部回注地层。

本项目在新建 PL25-6WHPL 平台设有 100 人生活楼，将采用电解法生活污水处理工艺。平台外排生活污水满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中一级排放标准（COD 含量 $\leq 300\text{mg/L}$ ）的要求。

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）、《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（2007.4.10）、《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。船舶含油污水全部运回陆地交有资质单位处理；生活污水处理达标后间断排放，严格执行船舶水污染物排放控制标准；食品废弃物达标排放，食品包装物等船舶垃圾运回陆地处理。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。

本项目生产过程中产生的生活垃圾、生产垃圾等固体废弃物禁止排海，将集中装箱运回陆地，并按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定的要求，交由有资质的单位进行回收利用或处置。

#### 14.6.2 海洋生态保护措施

PL25-6 油田 3 井区开发项目在建设和生产过程中将采用先进成熟的生产技术、工艺和设备，采取有效的防止和减轻污染的措施。但在开发过程中钻屑/钻井液的排放，以及海底管道、电缆铺设掀起的海底沉积物不可避免的对海洋生物造成一定的影响。

为使油田开发的同时保护好海洋环境，建设单位应积极采取有效措施，尽可能地减少对海洋生态环境和生态资源的损害，以达到海洋油气开发与海洋环境保护两者兼顾的目的。为此，建议建设单位在本项目开发过程中，采取如下措施：

(1) 海底管道、电缆挖沟作业时间尽可能避开鱼类产卵盛期（5~6月），以降低和缓解对生态资源的影响程度。

(2) 在生产阶段必须严格控制污染物的排放量和排放浓度，减少对海洋环境影响的范围和程度。

(3) 由于工程位于中上层鱼类产卵场和中华明对虾索饵场内部，建设单位应加强设备管理、严格操作规程、减少人为失误，从根本上将事故发生概率降到最低，务必将防范事故发生的措施放在首要位置。

(4) 建设单位必须具备控制溢油的有效手段和措施。一旦溢油事故发生，应及时向主管部门通报情况，并立即采取一切措施将溢油控制在最小范围内。若需要采用化学消油剂处理溢油，应事先征得相关主管部门同意。

(5) 鉴于本项目建设过程中和油田生产过程中将对周围海域的海洋生态造成不可避免的影响，建设单位需与相关主管部门协商，对本项目造成的海洋生物资源损失采取适当的生态恢复或补偿措施，如人工增殖放流、渔业资源养护与管理、人工鱼礁以及进行渔业资源和生态环境监测等，使渔业资源得到尽快恢复和可持续利用等，其经费应纳入本项目的环保投资预算。

## 14.7 区域规划和政策符合性结论

### 14.7.1 全国海洋功能区划

本项目所在海域位于《全国海洋功能区划》（2011~2020）中的渤海中部海域，是我国重要的海洋矿产资源利用区域，周边海域主要功能为海洋保护、渔业、港口航运。西南部、东北部海域重点发展油气资源勘探开发，协调好油气勘探、开采用海与航运用海之间的关系。加强海域生态环境质量监测，合理利用渔业资源，开展重要渔业品种的增殖和恢复。加强海域生态环境质量监测，防治赤潮、溢油等海洋环境灾害和突发事件。

PL25-6 油田 3 井区开发项目用海属于油气开采用海，工程建设符合海洋



功能区划对该海域的功能定位。本项目将严格执行国家关于海洋环境保护的法律、法规和标准；污染物的处理、排放、处置将严格遵守污染物排放管理的要求，以减少对海水水质、沉积物、生物质量及海洋生态的影响；同时将加强对石油平台和管线的安全检查，防止溢油事故发生。因此本项目建设符合《全国海洋功能区划（2011~2020 年）》的要求。

#### 14.7.2 山东省海洋功能区划

根据《山东省海洋功能区划（2011~2020 年）》，PL25-6 油田 3 井区开发项目所在海域位于《山东省海洋功能区划（2011~2020 年）》区划范围之外。本项目新建工程设施距离山东省海洋功能区划最近的是长岛北农渔业区，最近距离约 30.5km。

本项目在建设和正常生产阶段，污染物排放对周围海洋环境造成局部轻微影响，不会影响到山东省海洋功能区划内的海洋生态环境和渔业水域环境。因此，本项目用海与《山东省海洋功能区划（2011-2020 年）》相协调。

#### 14.7.3 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），本项目位于重点开发区域中海洋工程与资源开发区。“海洋工程和资源开发区”的定义为“国家批准建设的跨海桥梁、海底隧道等重大基础设施以及海洋能源、矿产资源勘探开发利用所需海域。”该区域要求“海洋工程建设和资源勘探开发应认真做好海域使用论证和环境影响评价，减少对周围海域生态系统的影响，避免发生重大环境污染事件”。

本项目仅在施工期对周边海洋环境造成短暂的影响，不会增加长期环境影响。建设单位制定了完善溢油应急计划，本项目建成后将严格按照溢油应急计划做好应急准备和响应工作，避免发生重大环境污染事件，及时组织污染事件的发生。因此，本项目的建设符合《全国海洋主体功能区规划》对该海域的规划要求相符合。

#### 14.7.4 山东省海洋主体功能区规划

《山东省海洋主体功能区规划》在衔接陆域主体功能区的基础上，将山东



省海洋空间划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域，本项目位于长岛县海域限制开发区以外。

本项目将实施严格的污染控制措施，在正常建设和生产阶段，污染物的排放仅对周边海洋环境造成局部轻微影响，不会影响到《山东省海洋主体功能区规划》内海洋空间，与该规划不相冲突。

#### 14.7.5 生态保护红线

根据《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020）》及《辽宁省（渤海海域）海洋生态红线划定报告（2013.7）》，本项目周围海域的海洋生态红线主要有长岛自然保护区限制区、长岛北四岛禁止区和大连斑海豹保护生态红线区禁止开发区等。其中距离本项目新建工程最近的生态红线区为长岛自然保护区限制区，最近距离约 36km。

本项目建设阶段钻完井作业排放的钻屑、钻井液和铺管挖沟产生的悬浮沙，对环境的影响属于短期、可恢复的；其最大影响距离不超过 0.5km，不会对 36km 外的长岛自然保护区限制区造成影响。本项目不涉及改变海域自然属性的活动，工程结束后海底环境将较快恢复。本项目污染物的处置将严格遵守相关法规的要求，生产阶段产生的含油生产水全部回注地层，不会加重对海洋环境的影响；生活污水经处理达标后排放。因此，本项目的开发与《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020）》及《辽宁省（渤海海域）海洋生态红线划定报告（2013.7）》相协调。

#### 14.7.6 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），本项目为海上油气开采项目，属于《产业结构调整指导目录》中鼓励类“常规石油、天然气勘探与开采”项目，本项目的建设符合国家产业政策要求。

本项目的开发建设与《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《山东省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《山东省海洋生态环境保护规划（2018~2020）》、《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》、《渤海环境保护总体规划》（2008-2020 年）、《渤海综合治理攻坚战行动计划》等相关要求相符合。



## 14.8 建设项目环境可行性结论

综上所述，PL25-6 油田 3 井区开发项目符合国家的产业政策，符合《全国海洋主体功能区规划》、《全国海洋功能区划》（2011~2020 年）、《山东省海洋主体功能区规划》和《山东省海洋功能区划（2011~2020 年）》，与《山东省渤海海洋生态红线区划定方案（2013-2020）》及《辽宁省（渤海海域）海洋生态红线划定报告（2013.7）》相协调。项目在设计阶段较为充分地考虑了该油田开发项目可能对环境造成的影响，从工艺设计和施工方案上采取了一系列污染治理、环境保护措施以及节能减排措施；工程的生产工艺先进，自动化程度高，符合清洁生产的要求。

本项目在建设过程中主要污染物是钻完井作业产生的钻屑、钻井液和海底管道/电缆挖沟埋设时产生的悬浮沙，其对环境的影响属于短期、可恢复性。生产运行过程中所产生的主要污染物为含油生产水，经处理达标后全部回注地层；其它污染物排放量相对较小，拟采取的清洁生产和污染防治措施得当，污染物排放后对周围环境（水质、底质及生态）的影响范围和程度较小。

本项目的建设和生产对海洋生态资源会产生一定影响和损害，需要采取有效的保护措施。本项目存在一定的溢油风险，需要采取具有针对性的安全保护措施和切实有效的溢油应急防范对策措施。

评价认为，只要不发生油气泄漏事故，本项目对周边的环境影响程度将是接受的。在建设单位切实落实了各项污染防治对策措施、生态保护对策措施，切实落实风险事故应急对策措施和应急预案的前提下，从环境保护角度考虑，项目建设可行。

附表 1: 调查海域海水水质各调查项目分析结果

\*\*\*

附表 2: 调查海域各站位水质调查项目的标准指数

\*\*\*

**附表 3：海洋生物生态名录**
**浮游植物种名录（春季）**

| 序号 | 中文名    | 拉丁名  |
|----|--------|--|
| 1  | 中肋骨条藻  | <i>Skeletonema costatum</i> Cleve                |
| 2  | 具槽直链藻  | <i>paralia sulcata</i> (Ehrenberg)Cleve          |
| 3  | 辐射圆筛藻  | <i>Coscinodiscus radiatus</i> Ehrenberg          |
| 4  | 威氏圆筛藻  | <i>Coscinodiscus wailesii</i> Gran & Angst       |
| 5  | 虹彩圆筛藻  | <i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> Ehrenberg     |
| 6  | 星脐圆筛藻  | <i>Coscinodiscus asteromphalus</i> Ehrenberg     |
| 7  | 强氏圆筛藻  | <i>Coscinodiscus janischii</i> A.Schmidt         |
| 8  | 圆筛藻    | <i>Coscinodiscus</i> sp.                         |
| 9  | 三舌辐裯藻  | <i>Actinoptychus trilingulatus</i> Brightwell    |
| 10 | 豪猪棘冠藻  | <i>Corethron hystrix</i> Hensen                  |
| 11 | 密联角毛藻  | <i>Chaetoceros densus</i> (Cleve) Cleve          |
| 12 | 布氏双尾藻  | <i>Ditylum brightwellii</i> (West)Grunow         |
| 13 | 佛氏海线藻  | <i>Thalassionema frauenfeldii</i> (Grunow)Grunow |
| 14 | 刚毛根管藻  | <i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell          |
| 15 | 柔弱根管藻  | <i>Rhizosolenia delicatula</i> Cleve             |
| 16 | 印度翼根管藻 | <i>Rhizosolenia alata</i> f.indica Hustedt       |
| 17 | 龙骨藻    | <i>Tropidoneis</i> sp.                           |
| 18 | 日本星杆藻  | <i>Asterionellopsis japonica</i> Cleve           |
| 19 | 相似斜纹藻  | <i>Pleurosigma affine</i> Grunow                 |
| 20 | 海洋斜纹藻  | <i>Pleurosigma pelagicum</i>                     |
| 21 | 斜纹藻    | <i>Pleurosigma</i> sp.                           |
| 22 | 舟形藻    | <i>Navicula</i> sp.                              |
| 23 | 长菱形藻   | <i>Nitzschia longissima</i> (Breb.) Ralfs        |
| 24 | 尖刺菱形藻  | <i>Nitzschia pungens</i> Grunow                  |
| 25 | 夜光藻    | <i>Noctiluca scintillans</i> Swerzy              |
| 26 | 梭角藻    | <i>Ceratium fusus</i> Schutii(Her.) Dujardin     |
| 27 | 中型角藻   | <i>Ceratium intermedium</i> Jorensen             |
| 28 | 三角角藻   | <i>Ceratium tripos</i> (Muller) Nitzsch          |
| 29 | 扁形多甲藻  | <i>Peridinium depressum</i> Baileg               |
| 30 | 小等刺硅边藻 | <i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg                |

**浮游植物种名录（秋季）**

| 序号 | 种名    | 拉丁名                                   |
|----|-------|---------------------------------------|
| 1  | 具槽帕拉藻 | <i>Paralia sulcata</i> Cleve          |
| 2  | 哈德掌状藻 | <i>Palmeria hardmaniana</i> Greville  |
| 3  | 细弱海链藻 | <i>Thalassiosira subtilis</i> Gran    |
| 4  | 六角辐裯藻 | <i>Actinoptychus hexagonus</i> Grunow |

| 序号 | 种名        | 拉丁名  |
|----|-----------|--|
| 5  | 条纹小环藻     | <i>Cyclotella striata</i>  |
| 6  | 星脐圆筛藻     | <i>Coscinodiscus asteromphalus</i> var. <i>asteromphalus</i>       |
| 7  | 明壁圆筛藻     | <i>Coscinodiscus debiliis</i> Grove                                |
| 8  | 巨圆筛藻      | <i>Coscinodiscus gigas</i> var. <i>gigas</i> Ehrenberg             |
| 9  | 格氏圆筛藻     | <i>Coscinodiscus granii</i> Grouh                                  |
| 10 | 细弱圆筛藻     | <i>Coscinodiscus subtilis</i> var. <i>subtilis</i> Ehrenberg       |
| 11 | 圆海链藻      | <i>Thalassiosira rotula</i> Meunier                                |
| 12 | 塔形盖冠藻     | <i>Stephanopyxis turris</i> var. <i>turris</i>                     |
| 13 | 掌状盖冠藻     | <i>Stephanopyxis palmeriana</i> Grunow                             |
| 14 | 中肋骨条藻     | <i>Skeletonema costatum</i> Cleve                                  |
| 15 | 优美旭氏藻矮小变种 | <i>Schroderella delicatula</i> f. <i>schroderi</i> Sournia         |
| 16 | 丹麦细柱藻     | <i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve                                |
| 17 | 棘冠藻       | <i>Corethron criophilum</i> Castracane                             |
| 18 | 柔弱几内亚藻    | <i>Guinardia delicatula</i> Hasle et al                            |
| 19 | 斯氏几内亚藻    | <i>Gossleriella striata</i> Hasle et al                            |
| 20 | 薄壁几内亚藻    | <i>Guinardia flaccida</i> Peragallo                                |
| 21 | 翼根管藻纤细变形  | <i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>gracillima</i>                     |
| 22 | 翼根管藻印度变形  | <i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>indica</i> Ostenfeld               |
| 23 | 笔尖形刚毛藻    | <i>Rhizosolenia styliformis</i> var. <i>styliformis</i> Brightwell |
| 24 | 刚毛根管藻     | <i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell                            |
| 25 | 中华根管藻     | <i>Rhizosolenia sinensis</i> Qian                                  |
| 26 | 透明辐杆藻     | <i>Bacteriastrum hyalinum</i> var. <i>hyalinum</i> Lauder          |
| 27 | 窄隙角毛藻     | <i>Chaetoceros affinis</i> var. <i>affinis</i> Lauder              |
| 28 | 北方角毛藻     | <i>Chaetoceros borealis</i> Bailey                                 |
| 29 | 卡氏角毛藻     | <i>Chaetoceros castracanei</i> Karsten                             |
| 30 | 发状角毛藻     | <i>Chaetoceros crinitus</i> SchÜtt                                 |
| 31 | 紧挤角毛藻     | <i>Chaetoceros coarctatus</i> Lauder                               |
| 32 | 丹麦角毛藻     | <i>Chaetoceros danicus</i> Cleve                                   |
| 33 | 柔弱角毛藻     | <i>Chaetoceros debilis</i> Cleve                                   |
| 34 | 并基角毛藻     | <i>Chaetoceros decipiens</i> f. <i>decipiens</i> Cleve             |
| 35 | 密连角毛藻     | <i>Chaetoceros densus</i> Cleve                                    |
| 36 | 冕孢角毛藻     | <i>Chaetoceros diadema</i> Gran                                    |
| 37 | 双脊角毛藻     | <i>Chaetoceros costatus</i> Pavillard                              |
| 38 | 双突角毛藻     | <i>Chaetoceros didymus</i>   |
| 39 | 远距角毛藻     | <i>Chaetoceros distans</i> Cleve                                   |
| 40 | 艾氏角毛藻     | <i>Chaetoceros eibenii</i> Grunow                                  |
| 41 | 劳氏角毛藻     | <i>Chaetoceros lorenzianus</i> Grunow                              |
| 42 | 旋链角毛藻     | <i>Chaetoceros pseudocurvisetus</i> Mangin                         |
| 43 | 秘鲁角毛藻     | <i>Chaetoceros peruvianus</i> Brightwell                           |
| 44 | 扭链角毛藻     | <i>Chaetoceros tortissimus</i> Gran                                |
| 45 | 齿角毛藻      | <i>Chaetoceros denticulatus</i> f. <i>denticulatus</i> Lauder      |
| 46 | 大西洋角毛藻    | <i>Chaetoceros atlanticus</i> var. <i>atlanticus</i> Cleve         |

| 序号 | 种名     | 拉丁名                                    |
|----|--------|--|
| 47 | 中华齿状藻  | <i>Odontella sinensis</i> Grunow       |
| 48 | 布氏双尾藻  | <i>Ditylum brightwellii</i> Grunow     |
| 49 | 短角弯角藻  | <i>Eucampia zodiacus</i> Ehrenberg     |
| 50 | 膜状繆氏藻  | <i>Meuniera membranacea</i> Silva      |
| 51 | 直舟形藻   | <i>Navicula directa</i>                |
| 52 | 曲舟藻    | <i>Pleurosigma</i> spp.                |
| 53 | 长菱形藻   | <i>Nitzschia longissima</i> Ralfs      |
| 54 | 尖刺伪菱形藻 | <i>Pseudo-nitzschia pungens</i> Hasle  |
| 55 | 菱形藻    | <i>Nitzschia</i> spp.                  |
| 56 | 镰状环沟藻  | <i>Gyrodinium falcatum</i>             |
| 57 | 夜光藻    | <i>Noctiluca scintillans</i>           |
| 58 | 具尾鳍藻   | <i>Dinophysis caudata</i> Saville-Kent |
| 59 | 叉角藻    | <i>Ceratium furca</i>                  |
| 60 | 奇长角藻   | <i>Ceratium extensum</i>               |
| 61 | 大角角藻   | <i>Ceratium macroceros</i>             |
| 62 | 三叉角藻   | <i>Ceratium trichoceros</i>            |
| 63 | 三角角藻   | <i>Ceratium tripos</i>                 |
| 64 | 矮胖角藻   | <i>Ceratium humile</i>                 |
| 65 | 多边膝沟藻  | <i>Gonyaulax polyedra</i>              |
| 66 | 优美原多甲藻 | <i>Protoperidinium elegans</i>         |
| 67 | 大多甲藻   | <i>Peridinium grande</i>               |
| 68 | 灰甲多甲藻  | <i>Peridinium pellucidum</i>           |
| 69 | 五角多甲藻  | <i>Peridinium pentagonum</i>           |
| 70 | 膨胀多甲藻  | <i>Peridinium tumidum</i>              |
| 71 | 锥形多甲藻  | <i>Peridinium conicum</i>              |
| 72 | 小等刺硅鞭藻 | <i>Dictyocha fibula</i>                |

### 大型浮游动物种名录（春季）

| 序号 | 中文名    | 拉丁名                                 |
|----|--------|-------------------------------------|
| 1  | 中华哲水蚤  | <i>Calanus sinicus</i> Brodsky      |
| 2  | 墨氏胸刺水蚤 | <i>Centropages mcmurrici</i> Willey |
| 3  | 双刺纺锤水蚤 | <i>Acartia bifilosa</i> Giesbrecht  |
| 4  | 细长脚绒   | <i>Themisto gracilipes</i>          |
| 5  | 强壮箭虫   | <i>Sagitta crassa</i> Tokioka       |
| 6  | 住囊虫    | <i>Oikopleura</i> sp.               |
| 7  | 多毛类幼体  | <i>Polychaeta</i> larva             |
| 8  | 腹足类幼虫  | <i>Gastropoda</i> larva             |
| 9  | 双壳类幼虫  | <i>Cyphonautes</i> larva            |
| 10 | 长尾类幼虫  | <i>Macruran</i> larva               |
| 11 | 磷虾类幼体  | <i>Euphausiacea</i> larva           |
| 12 | 海蛇尾幼体  | <i>Ophiopluteus</i> larva           |

### 大型浮游动物物种名录（秋季）

| 序号 | 种名      | 拉丁名                                  |
|----|---------|--------------------------------------|
| 1  | 大西洋五角水母 | <i>Muggiaea atlantica</i>            |
| 2  | 单囊美螅水母  | <i>Clytia folleata</i>               |
| 3  | 灯塔水母    | <i>Turritopsis nutricula</i>         |
| 4  | 蕈枝螅水母   | <i>Obelia sp.</i>                    |
| 5  | 锡兰和平水母  | <i>Eirene ceylonensis</i>            |
| 6  | 球型侧腕水母  | <i>Pleurobrachia globosa</i>         |
| 7  | 背针胸刺水蚤  | <i>Centropages dorsispinatus</i>     |
| 8  | 近缘大眼剑水蚤 | <i>Corycaeus affinis</i>             |
| 9  | 拟长腹剑水蚤  | <i>Oithona similis</i>               |
| 10 | 小拟哲水蚤   | <i>Paracalanus parvus</i>            |
| 11 | 真刺唇角水蚤  | <i>Labidocera euchaeta</i>           |
| 12 | 中华哲水蚤   | <i>Calanus sinicus</i>               |
| 13 | 细足法虫戎   | <i>Themisto gracilipes</i>           |
| 14 | 莹虾      | <i>Lucifer sp.</i>                   |
| 15 | 强壮箭虫    | <i>Sagitta crassa</i>                |
| 16 | 小齿海樽    | <i>Doliolum denticulatum</i>         |
| 17 | 异体住囊虫   | <i>Oikopleura dioica</i>             |
| 18 | 桡足类无节幼虫 | <i>Nauplius larvae (Copepoda)</i>    |
| 19 | 桡足类幼体   | <i>Copepoda larvae</i>               |
| 20 | 蛇尾类幼体   | <i>Ophiuroidea larvae</i>            |
| 21 | 蛇尾类长腕幼虫 | <i>Ophiopluteus larva</i>            |
| 22 | 双壳类幼体   | <i>Bivalve larvae</i>                |
| 23 | 多毛类幼体   | <i>Polychaeta larvae</i>             |
| 24 | 耳状幼虫    | <i>Auricularia larvae</i>            |
| 25 | 腹足类幼体   | <i>Gastropoda larvae</i>             |
| 26 | 海星羽腕幼虫  | <i>Bipinnaria larvae</i>             |
| 27 | 腕足类舌贝幼虫 | <i>Lingula larvae</i>                |
| 28 | 帚虫类辐轮幼虫 | <i>Phoronida actinotrocha larvae</i> |
| 29 | 长尾类幼体   | <i>Macrura larvae</i>                |

### 中小型浮游动物物种名录（春季）

| 序号 | 中文名     | 拉丁名   |
|----|---------|---|
| 1  | 夜光虫     | <i>Noctiluca scintillans</i> (Macarfnay) Kofoid & Swezy |
| 2  | 中华哲水蚤   | <i>Calanus sinicus</i> Brodsky                          |
| 3  | 小拟哲水蚤   | <i>Paracalanus parvus</i> (Claus)                       |
| 4  | 双刺纺锤水蚤  | <i>Acartia bifilosa</i> Giesbrecht                      |
| 5  | 近缘大眼剑水蚤 | <i>Corycaeus affinis</i> McMurrichi                     |
| 6  | 长腹剑水蚤   | <i>Oithona sp.</i>                                      |
| 7  | 小毛猛水蚤   | <i>Microsetella noruegica</i>                           |

|    |        |                                      |
|----|--------|--------------------------------------|
| 8  | 猛水蚤目   | <i>Harpacticoiada</i>                |
| 9  | 墨氏胸刺水蚤 | <i>Centropages mcmurrichi</i> Willey |
| 10 | 细长脚绒   | <i>Themisto gracilipes</i>           |
| 11 | 刺糠虾    | <i>Acanthomysis</i> sp.              |
| 12 | 强壮箭虫   | <i>Sagitta crassa</i> Tokioka        |
| 13 | 住囊虫    | <i>Oikopleura</i> sp.                |
| 14 | 多毛类幼体  | <i>Polychaeta</i> larva              |
| 15 | 双壳类幼虫  | <i>Cyphonautes</i> larva             |
| 16 | 腹足类幼虫  | <i>Gastropoda</i> larva              |
| 17 | 长尾类幼虫  | <i>Macruran</i> larva                |
| 18 | 长腕幼虫   | <i>Ophiopluteus</i> larva            |

### 中小型浮游动物种名录（秋季）

| 序号 | 中文名     | 拉丁名                               |
|----|---------|-----------------------------------|
| 1  | 大西洋五角水母 | <i>Muggiaea atlantica</i>         |
| 2  | 灯塔水母    | <i>Turritopsis nutricula</i>      |
| 3  | 锡兰和平水母  | <i>Eirene ceylonensis</i>         |
| 4  | 球型侧腕水母  | <i>Pleurobrachia globosa</i>      |
| 5  | 背针胸刺水蚤  | <i>Centropages dorsispinatus</i>  |
| 6  | 腹针胸刺水蚤  | <i>Centropages abdominalis</i>    |
| 7  | 拟长腹剑水蚤  | <i>Oithona similis</i>            |
| 8  | 强额孔雀水蚤  | <i>Parvocalanus crassirostris</i> |
| 9  | 双毛纺锤水蚤  | <i>Acartia bifilosa</i>           |
| 10 | 太平洋纺锤水蚤 | <i>Acartia pacifica</i>           |
| 11 | 汤氏长足水蚤  | <i>Calanopia thompsoni</i>        |
| 12 | 细足法虫戎   | <i>Themisto gracilipes</i>        |
| 13 | 圆唇角水蚤   | <i>Labidocera rotunda</i>         |
| 14 | 真刺唇角水蚤  | <i>Labidocera euchaeta</i>        |
| 15 | 中华哲水蚤   | <i>Calanus sinicus</i>            |
| 16 | 小拟哲水蚤   | <i>Paracalanus parvus</i>         |
| 17 | 近缘大眼剑水蚤 | <i>Corycaeus affinis</i>          |
| 18 | 钩虾      | <i>Gammaridean</i> sp.            |
| 19 | 强壮箭虫    | <i>Sagitta crassa</i>             |
| 20 | 拿卡箭虫    | <i>Sagitta nage</i>               |
| 21 | 异体住囊虫   | <i>Oikopleura dioica</i>          |
| 22 | 夜光虫     | <i>Noctiluca miliaris</i>         |
| 23 | 多毛类幼体   | <i>Polychaeta</i> larvae          |
| 24 | 耳状幼虫    | <i>Auricularia</i> larvae         |
| 25 | 腹足类幼体   | <i>Gastropoda</i> larvae          |
| 26 | 糠虾幼体    | <i>Mysidacea</i> larvae           |
| 27 | 桡足类无节幼虫 | <i>Nauplius</i> larvae (Copepoda) |
| 28 | 桡足类幼体   | <i>Copepoda</i> larvae            |

|    |         |                                      |
|----|---------|--------------------------------------|
| 29 | 蛇尾类长腕幼虫 | <i>Ophiopluteus</i> larvae           |
| 30 | 双壳类幼体   | <i>Bivalve</i> larvae                |
| 31 | 长尾类幼体   | <i>Macrura</i> larvae                |
| 32 | 帚虫类辐轮幼虫 | <i>Phoronida actinotrocha</i> larvae |

## 底栖生物种名录（春季）

| 序号 | 中文名    | 拉丁名   |
|----|--------|---|
| 1  | 海葵     | <i>Actiniaria</i>   |
| 2  | 海仙人掌   | <i>Cavernularia</i> sp.   |
| 3  | 纽虫     | <i>Nemertea</i>   |
| 4  | 涡虫     | <i>Turbellaria</i>  |
| 5  | 长须沙蚕   | <i>Nereis longior</i> Chlebovitsch et Wu, 1962                      |
| 6  | 琥珀刺沙蚕  | <i>Neanthes succinea</i> (Leuckart, 1847)                           |
| 7  | 乳突半突虫  | <i>Phyllodoce</i> (Anaitides) <i>papillosa</i> Uschakov et Wu, 1959 |
| 8  | 额刺裂虫   | <i>Ehlersia cornuta</i> (Rathke, 1843)                              |
| 9  | 寡节甘吻沙蚕 | <i>Glycinde gurjanovae</i> Uschakov et Wu, 1962                     |
| 10 | 寡鳃齿吻沙蚕 | <i>Nephtys oligobranchia</i> Southern, 1921                         |
| 11 | 长吻沙蚕   | <i>Glycera chirori</i> Izuka, 1912                                  |
| 12 | 尖叶长手沙蚕 | <i>Magelona cineta</i> Ehlers, 1908                                 |
| 13 | 覆瓦哈鳞虫  | <i>Harmothoë imbricata</i> (Linnaeus, 1767)                         |
| 14 | 花冈钩毛虫  | <i>Sigambra hanaokai</i> Kitamori, 1960                             |
| 15 | 双唇索沙蚕  | <i>Lumbrineris cruzensis</i> Hartman, 1944                          |
| 16 | 拟特须虫   | <i>Paralacydonia paradoxa</i> Fauvel, 1913                          |
| 17 | 短鳃伪才女虫 | <i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> (Okuda, 1937)                 |
| 18 | 奇异稚齿虫  | <i>Paraprionospio pinnata</i> (Ehlers, 1901)                        |
| 19 | 独指虫    | <i>Aricidea</i> ( <i>Aricidea</i> ) <i>fragilis</i> Webster, 1879   |
| 20 | 尖锥虫    | <i>Scoloplos</i> ( <i>Scoloplos</i> ) <i>armiger</i> Müller, 1776   |
| 21 | 不倒翁虫   | <i>Sternaspis sculata</i> (Renier, 1807)                            |
| 22 | 孟加拉海扇虫 | <i>Pherusa cf. bengalensis</i> (Fauvel, 1932)                       |
| 23 | 日本双边帽虫 | <i>Amphictene japonica</i> Nilsson, 1928                            |
| 24 | 曲强真节虫  | <i>Euclymene lombricoides</i> (Quatrefages, 1865)                   |
| 25 | 须鳃虫    | <i>Cirriiformia filigera</i> (delle Chiaje, 1825)                   |
| 26 | 中阿曼吉虫  | <i>Armandia intermedia</i> Fauvel, 1902                             |
| 27 | 背蚓虫    | <i>Notomastus latericeus</i> Sars, 1857                             |
| 28 | 中蚓虫    | <i>Mediomastus</i> sp.  |
| 29 | 双栉虫    | <i>Ampharete acutifrons</i> (Grube, 1860)                           |
| 30 | 副栉虫    | <i>Paramphicteis angustifolia</i> (Grube, 1878)                     |
| 31 | 扁蛭虫    | <i>Loimia medusa</i> (Savigny, 1818)                                |
| 32 | 西方似蛭虫  | <i>Amaeana occidentalis</i> (Hartman, 1944)                         |
| 33 | 银白壳蛞蝓  | <i>Philine argentata</i> (Gould, 1859)                              |
| 34 | 螺      | <i>Gastropoda</i>   |
| 35 | 薄壳索足蛤  | <i>Thyasira tokunagaii</i> Kuroda et Habe, 1951                     |

| 序号 | 中文名     | 拉丁名   |
|----|---------|---|
| 36 | 彩虹明樱蛤   | <i>Moerella iridescens</i> (Benson, 1842)               |
| 37 | 江戸明樱蛤   | <i>Moerella jodoensis</i> (Lischke, 1872)               |
| 38 | 日本拟背尾水虱 | <i>Paranthura japonica</i> Richardson, 1909             |
| 39 | 日本游泳水虱  | <i>Natatolana japonensis</i> Richardson, 1904           |
| 40 | 三叶针尾涟虫  | <i>Diastylis tricincta</i> (Zimmer, 1903)               |
| 41 | 细长涟虫    | <i>Iphinoe tenera</i> Lomakina, 1960                    |
| 42 | 短角双眼钩虾  | <i>Ampelisca brevicornis</i> (Costa, 1853)              |
| 43 | 极地蚤钩虾   | <i>Pontocrates altamarinus</i> (Bate et Westwood, 1862) |
| 44 | 头角泥钩虾   | <i>Eriopisella propagatio</i> Imbach, 1967              |
| 45 | 长尾亮钩虾   | <i>Photis longicaudata</i> (Bate et Westwood, 1862)     |
| 46 | 螺赢蜚     | <i>Corophium</i> sp.                                    |
| 47 | 心形海胆    | <i>Echinocardium cordatum</i> (Pennant, 1777)           |
| 48 | 棘刺锚参    | <i>Protankyra bidentata</i> (Woodward et Barrett, 1858) |

### 底栖生物种名录 (秋季)

| 序号 | 种名     | 拉丁名  |
|----|--------|--|
| 1  | 平角涡虫   | <i>Paraplanocera reticulate</i> (Stimpso)                        |
| 2  | 纽虫     | <i>Nemertea</i>  |
| 3  | 心形海胆   | <i>Echinocardium cordatum</i> (Pennant,1777)                     |
| 4  | 角海蛹    | <i>Ophelina acuminata</i> Örsted,1843                            |
| 5  | 背褶沙蚕   | <i>Tambalagama fauveli</i> Pillai,1961                           |
| 6  | 尖叶长手沙蚕 | <i>Magelona cineta</i> Ehlers,1908                               |
| 7  | 全刺沙蚕   | <i>Nectoneanthes oxypoda</i> (Marenzeller,1879)                  |
| 8  | 长须沙蚕   | <i>Glycera chirori</i> Izuka,1912                                |
| 9  | 长吻沙蚕   | <i>Glycera chirori</i> Izuka,1912                                |
| 10 | 寡节甘吻沙蚕 | <i>Glycinde gurjanovae</i> Uschakov et Wu,1962                   |
| 11 | 寡鳃齿吻沙蚕 | <i>Nephtys oligobranchia</i> Southern,1921                       |
| 12 | 拟特须虫   | <i>Paralacydonia paradoxa</i> Fauvel,1913                        |
| 13 | 乳突半突虫  | <i>Phyllodoce</i> (Anaitides) papillosa                          |
| 14 | 渤海格鳞虫  | <i>Gattyana pohaiensis</i> Uschakov et Wu,1959                   |
| 15 | 日本强鳞虫  | <i>Sthenolepis japonica</i> (McIntosh,1885)                      |
| 16 | 双毛鳃虫   | <i>Trichobranchus bibranchiatus</i> Moore,1903                   |
| 17 | 双唇索沙蚕  | <i>Lumbrineris cruzensis</i> Hartman,1944                        |
| 18 | 尖锥虫    | <i>Scoloplos</i> ( <i>Scoloplos</i> ) <i>armiger</i> Müller,1776 |
| 19 | 鳞腹沟虫   | <i>Scoelepis squamata</i> (Müller,1806)                          |
| 20 | 奇异稚齿虫  | <i>Paraprionospio pinnata</i> (Ehlers,1901)                      |
| 21 | 蛇杂毛虫   | <i>Poecilochaetus serpens</i> Allen,1904                         |
| 22 | 独指虫    | <i>Aricidea</i> ( <i>Aricidea</i> ) <i>fragilis</i> Webster,1879 |
| 23 | 多丝独毛虫  | <i>Tharyx multifilis</i> Moore,1909                              |
| 24 | 孟加拉海扇虫 | <i>Pherusa cf. bengalensis</i> (Fauvel,1932)                     |
| 25 | 不倒翁虫   | <i>Sternaspis sculata</i> (Renier,1807)                          |

| 序号 | 种名      | 拉丁名   |
|----|---------|---|
| 26 | 丝异须虫    | <i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)  |
| 27 | 背蚓虫     | <i>Notomastus latericeus</i> Sars, 1857           |
| 28 | 曲强真节虫   | <i>Euclymene lombricoides</i> (Quatrefages, 1865) |
| 29 | 双栉虫     | <i>Ampharete acutifrons</i> (Grube, 1860)         |
| 30 | 梳鳃虫     | <i>Terebellides stroemii</i> Sars, 1835           |
| 31 | 西方似蛭虫   | <i>Amaeana occidentalis</i> (Hartman, 1944)       |
| 32 | 扁蛭虫     | <i>Loimia medusa</i> (Savigny, 1818)              |
| 33 | 额刺裂虫    | <i>Ehlersia cornuta</i> (Rathke, 1843)            |
| 34 | 花冈钩毛虫   | <i>Sigambra hanaokai</i> Kitamori, 1960           |
| 35 | 膜质伪才女虫  | <i>Pseudopolydora kempii</i> (Southern, 1921)     |
| 36 | 经氏壳蛞蝓   | <i>Philine kinglipini</i> Tchang, 1934            |
| 37 | 理蛤      | <i>Theora lata</i> (Hinds, 1844)                  |
| 38 | 短竹蛭     | <i>Solen dunkerianus</i> Clessin, 1888            |
| 39 | 尖顶绒蛤    | <i>Pseudopythina tsurumaru</i>                    |
| 40 | 小蝶铰蛤    | <i>Trigonothracia pusilla</i> (Gould, 1861)       |
| 41 | 江户明樱蛤   | <i>Moerella jodoensis</i> (Lischke, 1872)         |
| 42 | 圆筒原盒螺   | <i>Eocylichna braunsi</i> (Yokoyama, 1850)        |
| 43 | 日本拟背尾水虱 | <i>Paranthura japonica</i> Richardson, 1909       |
| 44 | 日本游泳水虱  | <i>Natatolana japonensis</i> Richardson, 1904     |
| 45 | 头角泥钩虾   | <i>Eriopisella propagatio</i> Imbach, 1967        |
| 46 | 锯齿铲钩虾   | <i>Listriella serra</i> (Imbach, 1967)            |
| 47 | 美原双眼钩虾  | <i>Ampelisca miharaensis</i> Nagata, 1959         |
| 48 | 拟钩虾 sp. | <i>Gammaropsis</i> sp.                            |

### 鱼卵与仔稚鱼名录（春季）

| 序号 | 种名     | 拉丁文                              |
|----|--------|----------------------------------|
| 1  | 斑鰹     | <i>Konosirus punctatus</i>       |
| 2  | 小带鱼    | <i>Eupleurogrammus muticus</i>   |
| 3  | 绿鳍鱼    | <i>Chelidonichthys kumu</i>      |
| 4  | 许氏平鲉   | <i>Sebastes schlegelii</i>       |
| 5  | 鲷      | <i>Liza haematocheilus</i>       |
| 6  | 黑棘鲷    | <i>Acanthopagrus schlegelii</i>  |
| 7  | 鳀      | <i>Engraulis japonicus</i>       |
| 8  | 方氏云鳎   | <i>Enedrias fangi</i>            |
| 9  | 青鳞小沙丁鱼 | <i>Sardinella zunasi</i>         |
| 10 | 长蛇鲻    | <i>Saurida elongata</i>          |
| 11 | 绯衙     | <i>Callionymus beniteguri</i>    |
| 12 | 矛尾虾虎鱼  | <i>Chaeturichthys stigmatias</i> |
| 13 | 带鱼     | <i>Trichiurus lepturus</i>       |
| 14 | 蓝点马鲛   | <i>Scomberomorus niphonius</i>   |



## 鱼卵与仔稚鱼名录（秋季）

| 序号 | 种名      | 拉丁文                              |
|----|---------|----------------------------------|
| 1  | 斑鱚      | <i>Konosirus punctatus</i>       |
| 2  | 小带鱼     | <i>Eupleurogrammus muticus</i>   |
| 3  | 鮫       | <i>Liza haematocheilus</i>       |
| 4  | 鯷       | <i>Engraulis japonicus</i>       |
| 5  | 方氏云鲷    | <i>Enedrias fangi</i>            |
| 6  | 鲷       | <i>Platycephalus indicus</i>     |
| 7  | 矛尾虾虎鱼   | <i>Chaeturichthys stigmatias</i> |
| 8  | 斑尾刺虾虎鱼  | <i>Acanthogobius ommaturus</i>   |
| 9  | 六丝钝尾虾虎鱼 | <i>Odontamblyopus lacepedii</i>  |
| 13 | 带鱼      | <i>Trichiurus lepturus</i>       |
| 14 | 蓝点马鲛    | <i>Scomberomorus niphonius</i>   |

## 鱼类种类名录（春季）

| 序号 | 种名     | 拉丁名                                |
|----|--------|------------------------------------|
| 1  | 斑鱚     | <i>Konosirus punctatus</i>         |
| 2  | 鯷      | <i>Engraulis japonicus</i>         |
| 3  | 黄鲫     | <i>Setipinna taty</i>              |
| 4  | 中颌棱鯧   | <i>Thryssa mystax</i>              |
| 5  | 赤鼻棱鯧   | <i>Thrissa kammalensis</i>         |
| 6  | 黄鮫鱈    | <i>Lophius litulon</i>             |
| 7  | 绵鲷     | <i>Zoarces elongatus</i>           |
| 8  | 细纹狮子鱼  | <i>Liparis tanakae</i>             |
| 9  | 尖海龙    | <i>Syngnathus acus</i>             |
| 10 | 许氏平鲈   | <i>Sebastes schlegeli</i>          |
| 11 | 鲷      | <i>Platycephalus indicus</i>       |
| 12 | 大泷六线鱼  | <i>Hexagrammos otakii</i>          |
| 13 | 银姑鱼    | <i>Pennahia argentatus</i>         |
| 14 | 皮氏叫姑鱼  | <i>Johnius belengerii</i>          |
| 15 | 小黄鱼    | <i>Larimichthys polyactis</i>      |
| 16 | 方氏云鲷   | <i>Enedrias fangi</i>              |
| 17 | 绯鲷     | <i>Callionymus beniteguri</i>      |
| 18 | 花鲈     | <i>Lateolabrax maculatus</i>       |
| 19 | 小带鱼    | <i>Eupleurogrammus punctamanus</i> |
| 20 | 石鲈     | <i>Kareius bicoloratus</i>         |
| 21 | 银鲳     | <i>Pampus argenteus</i>            |
| 22 | 髯缟虾虎鱼  | <i>Tridentiger barbatus</i>        |
| 23 | 纹缟虾虎鱼  | <i>Tridentiger trigonocephalus</i> |
| 24 | 斑尾刺虾虎鱼 | <i>Acanthogobius ommaturus</i>     |
| 25 | 矛尾虾虎鱼  | <i>Chaeturichthys stigmatias</i>   |
| 26 | 黄鳍刺虾虎鱼 | <i>Acanthogobius flavimanus</i>    |



|    |         |                                    |
|----|---------|------------------------------------|
| 27 | 六丝钝尾虾虎鱼 | <i>Amblychaeturichtys hexanema</i> |
| 28 | 拉氏狼牙虾虎鱼 | <i>Odontamblyopus lacepedii</i>    |
| 29 | 中华栉孔虾虎鱼 | <i>Ctenotrypauchen chinensis</i>   |
| 30 | 普氏细棘虾虎鱼 | <i>Acentrogobius pflaumii</i>      |
| 31 | 短吻红舌鲷   | <i>Cynoglossus joyeri</i>          |
| 32 | 鲛       | <i>Mugil soiuu</i>                 |
| 33 | 青鳞小沙丁鱼  | <i>Sardinella zunasi</i>           |
| 34 | 蓝点马鲛    | <i>Scomberomorus niphonius</i>     |
| 35 | 褐牙鲆     | <i>Paralichthys olivaceus</i>      |
| 36 | 高眼鲽     | <i>Cleisthenes herzensteini</i>    |
| 37 | 假睛东方鲀   | <i>Takifugu pseudommus</i>         |

### 鱼类种类名录（秋季）

| 序号 | 种名    | 拉丁名                                |
|----|-------|------------------------------------|
| 1  | 斑鰾    | <i>Konosirus punctatus</i>         |
| 2  | 鰾     | <i>Engraulis japonicus</i>         |
| 3  | 黄鲫    | <i>Setipinna taty</i>              |
| 4  | 凤鲚    | <i>Coilia mystus</i>               |
| 5  | 中颌棱鲛  | <i>Thryssa mystax</i>              |
| 6  | 赤鼻棱鲛  | <i>Thrissa kammalensis</i>         |
| 7  | 安氏新银鱼 | <i>Neosalanx anderssoni</i>        |
| 8  | 长蛇鲻   | <i>Saurida elongata</i>            |
| 9  | 绵鲷    | <i>Zoarces elongatus</i>           |
| 10 | 半滑舌鲷  | <i>Cynoglossus semilaevis</i>      |
| 11 | 细条天竺鲷 | <i>Apogon lineatus</i>             |
| 12 | 许氏平鲈  | <i>Sebastes schlegeli</i>          |
| 13 | 鲷     | <i>Platycephalus indicus</i>       |
| 14 | 大泷六线鱼 | <i>Hexagrammos otakii</i>          |
| 15 | 多鳞鱚   | <i>Sillago sihama</i>              |
| 16 | 黑棘鲷   | <i>Acanthopagrus schlegelii</i>    |
| 17 | 真鲷    | <i>Pagrus major</i>                |
| 18 | 叫姑鱼   | <i>Johnius belengerii</i>          |
| 19 | 小黄鱼   | <i>Larimichthys polyactis</i>      |
| 20 | 银姑鱼   | <i>Pennahia argentatus</i>         |
| 21 | 方氏云鲷  | <i>Enedrias fangi</i>              |
| 22 | 带鱼    | <i>Trichiurus lepturus</i>         |
| 23 | 绯鲷    | <i>Callionymus beniteguri</i>      |
| 24 | 小带鱼   | <i>Eupleurogrammus punctamanus</i> |
| 25 | 石鲮    | <i>Kareius bicoloratus</i>         |
| 26 | 银鲳    | <i>Pampus argenteus</i>            |
| 27 | 髯缟虾虎鱼 | <i>Tridentiger barbatus</i>        |
| 28 | 纹缟虾虎鱼 | <i>Tridentiger trigonocephalus</i> |
| 29 | 矛尾虾虎鱼 | <i>Chaeturichthys stigmatias</i>   |



|    |         |                                    |
|----|---------|------------------------------------|
| 30 | 黄鳍刺虾虎鱼  | <i>Acanthogobius flavimanus</i>    |
| 31 | 六丝钝尾虾虎鱼 | <i>Amblychaeturichtys hexanema</i> |
| 32 | 拉氏狼牙虾虎鱼 | <i>Odontamblyopus lacepedii</i>    |
| 33 | 中华栉孔虾虎鱼 | <i>Ctenotrypauchen chinensis</i>   |
| 34 | 普氏细棘虾虎鱼 | <i>Acentrogobius pflaumii</i>      |
| 35 | 短吻红舌鲷   | <i>Cynoglossus joyeri</i>          |
| 36 | 鲈       | <i>Scomber japonicus</i>           |
| 37 | 青鳞小沙丁鱼  | <i>Sardinella zunasi</i>           |
| 38 | 蓝点马鲛    | <i>Scomberomorus niphonius</i>     |
| 39 | 褐牙鲆     | <i>Paralichthys olivaceus</i>      |
| 40 | 假睛东方鲀   | <i>Takifugu pseudommus</i>         |

### 头足类名录（春季）

| 序号 | 种名    | 拉丁名                       |
|----|-------|---------------------------|
| 1  | 火枪乌贼  | <i>Loliolus beka</i>      |
| 2  | 双喙耳乌贼 | <i>Sepiola birostrata</i> |
| 3  | 短蛸    | <i>Octopus fangsiao</i>   |
| 4  | 长蛸    | <i>Octopus cf.</i>        |

### 头足类名录（秋季）

| 序号 | 种名   | 拉丁名                     |
|----|------|-------------------------|
| 1  | 火枪乌贼 | <i>Loliolus beka</i>    |
| 2  | 短蛸   | <i>Octopus fangsiao</i> |
| 3  | 长蛸   | <i>Octopus cf.</i>      |

### 甲壳类名录（春季）

| 序号 | 种名    | 拉丁名                                 |
|----|-------|-------------------------------------|
| 1  | 口虾蛄   | <i>Orgatosquilla oratoria</i>       |
| 2  | 鹰爪虾   | <i>Trachysalambria curvirostris</i> |
| 3  | 鲜明鼓虾  | <i>Alpheus distinguendus</i>        |
| 4  | 日本鼓虾  | <i>Alpheus japonicus</i>            |
| 5  | 长足七腕虾 | <i>Heptacarpus futirostris</i>      |
| 6  | 疣背深额虾 | <i>Latreutes planirostris</i>       |
| 7  | 红条鞭腕虾 | <i>Lysmata vittata</i>              |
| 8  | 日本褐虾  | <i>Crangon hakodatei</i>            |
| 9  | 脊尾白虾  | <i>Exopalaemon carinicauda</i>      |
| 10 | 大螯蛄虾  | <i>Upogebia major</i>               |
| 11 | 泥脚隆背蟹 | <i>Carcinoplax vestita</i>          |
| 12 | 隆线强蟹  | <i>Eucrate crenata</i>              |
| 13 | 三疣梭子蟹 | <i>Portunus trituberculatus</i>     |
| 14 | 日本螯   | <i>Charybdis japonica</i>           |
| 15 | 绒螯近方蟹 | <i>Hemigrapsus penicillatus</i>     |



## 甲壳类名录（秋季）

| 序号 | 种名    | 拉丁名                                 |
|----|-------|-------------------------------------|
| 1  | 口虾蛄   | <i>Orgyosquilla oratoria</i>        |
| 2  | 中国明对虾 | <i>Fenneropenaeus chinensis</i>     |
| 3  | 鹰爪虾   | <i>Trachysalambria curvirostris</i> |
| 4  | 鲜明鼓虾  | <i>Alpheus distinguendus</i>        |
| 5  | 日本鼓虾  | <i>Alpheus japonicus</i>            |
| 6  | 红条鞭腕虾 | <i>Lysmata vittata</i>              |
| 7  | 葛氏长臂虾 | <i>Palaemon gravieri</i>            |
| 8  | 脊尾白虾  | <i>Exopalaemon carinicauda</i>      |
| 9  | 泥脚隆背蟹 | <i>Carcinoplax vestita</i>          |
| 10 | 隆线强蟹  | <i>Eucrate crenata</i>              |
| 11 | 三疣梭子蟹 | <i>Portunus trituberculatus</i>     |
| 12 | 日本蟳   | <i>Charybdis japonica</i>           |

## 附件 1：环评委托书

### PL25-6 油田 3 井区开发项目环评委托书

中海油研究总院有限责任公司：

中海石油（中国）有限公司天津分公司计划实施 PL25-6 油田 3 井区开发工程，委托贵单位按照《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》以及《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》的规定，对 PL25-6 油田 3 井区开发项目进行环境影响评价，编制环境影响报告书。

特此委托！

（联系人：张效楠 电话:022-66500327）

中海石油（中国）有限公司  
天津分公司  
二〇一九年一月三日



附件 2: 固废处理合同及资质证书

\*\*\*

附件 3: 相关环评报告批复文件

# 国家海洋局

国海环字[2000]213号

## 关于蓬莱 19-3 油田一期开发工程 环境影响报告书的批复

中国海洋石油总公司:

你公司“关于报送《蓬莱 19-3 油田开发工程环境影响报告书》预审意见的函”(海油函安[2000]17号)收悉,经研究,对报送的《蓬莱 19-3 油田一期开发工程环境影响报告书》(以下简称“报告书”)批复如下:

一、原则同意你公司的预审意见。从海洋环境保护方面分析,在采取报告书提出的各项污染防治及应急措施的前提下,可以进行该工程的建设。报告书可作为报批可行性研究报告和开展初步设计的依据。

二、初步设计环境保护篇章应根据批准的环境影响报告书编写,由你公司组织审查,报主管部门备案。

三、该工程作业区范围为油田开发工程设施周围 1 海里半径以内的海域,距排放口 800 米半径处应达

到环境背景值。

四、该工程污染物排放总量控制指标为：含油污水的最大排水量每年 528000 立方米，最高排放速率每天 1600 立方米。

五、该工程在建设和生产过程中应作好以下工作：

1、因沿岸环境保护敏感目标较多，在海洋石油开发时应采取切实有效措施，防范溢油风险。发生溢油时，应按规定立即报告主管部门，并通报环保、渔业、海事、军队等有关部门。

2、由于海底管线采取直接敷设的方式，应采取有效措施予以保护，防止渔网拖挂造成溢油事故。

3、建设单位在作业前应按规定编制溢油应急计划报主管部门审批，并按要求配备溢油等风险事故的应急设备、器材以及应急通讯网络。

4、建设单位必须严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。竣工后按规定程序申请环保设施验收。

5、该工程在勘探开发中使用的海洋石油平台及其它附属设施，在废弃处理前应按照国家有关规定编制处置方案报主管部门批准。

6、在工程建设过程中，建设单位应将工程进展情况及时通报主管部门。

六、工程建设期间环境保护的监督管理由国家海洋局北海分局负责。



主题词：海洋 石油 环评 报告书 批复

---

抄报：国土资源部

---

抄送：国家计委，环保总局，农业部，交通部，全军环办，山东省海洋与渔业厅，国家海洋局北海分局，中国国际工程咨询公司，中海石油（中国）有限公司，中海石油研究中心

（打印 25 份）

---

# 国家海洋局

国海环字〔2004〕151号

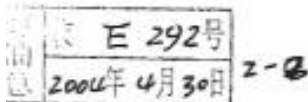
## 关于蓬莱 19-3 油田二期开发工程 环境影响报告书核准意见的复函

中国海洋石油总公司：

你公司《关于报送蓬莱 19-3 油田二期及蓬莱 25-6 油田开发工程环境影响报告书预审意见的函》（海油函安〔2004〕9 号）悉。经研究，对报送的《蓬莱 19-3 油田二期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、报告书基本符合国家有关法律法规的要求，可以作为工程立项的依据。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，同意该工程的建设。

二、报告书应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、严格控制污染物排放总量，以排放口为中心 500 米半径以内海域作为该工程的排污混合区。

四、工程在建设和生产过程中应当做好以下工作：

1. 鉴于工程位于生态环境敏感的渤海海域，应当加强污染物排放的管理。“C”平台投产后至工程全部建成投产前，一期工程的 FPSO 的生产污水排放量不得超过 1600m<sup>3</sup>/d，工程建成投产后的生产污水除处理系统检修时在符合有关规定的情况下可以排放外，不得排放入海；生活污水、生活废水应当处理达标后方可排海；机舱污水应当按照有关规定运回陆地处理，严禁排放入海；除食品废弃物外的生活垃圾和工业垃圾应当做到全部回收，运回陆地按照有关规定处理；钻井作业使用的泥浆应当循环使用，除钻第一口井产生的钻屑和泥浆经处理达标后可以排海外，其余的泥浆和钻屑禁止排放入海。

2. 该工程海上施工周期长，应当合理安排施工时间，调整施工进度，尽量避开渔业敏感季节。

3. 在钻井阶段和生产阶段，泥浆、钻屑、生产含油污水回注系统出现故障时，应当立即停止作业，同时报告国家海洋局北海分局。

4. 该油田处于多条航道之间，同时海底管道较多，施工期和营运期应当加强管理，防止船舶碰撞、管道破坏事故的发生及因此造成的污染事故，要提前制定防范对策和应急预案。

5. 加强油田管道运营期间的安全管理，管线应设置明显标志，布设监控仪器，建立日常巡检制度，定期对海底管道进行检测，防止海上其他作业对海底管道的破坏。

6. 制定切实可行的应急措施和环保方案，FPSO 上应当按照国家有关规定配备相应的应急设备，防范溢油风险。发生溢油事故时，应当按照规定立即报告国家海洋局北海分局，采取一切措施将溢油控制在最小范围内，并及时通报渔业、海事、军队等有关部门。

7. 工程建设过程中，建设单位应当加强环境管理，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报国家海洋局北海分局。

五、国家海洋局北海分局负责工程建设和生产期间环境保护的监督管理。



二〇〇四年四月二十七日



# 国家海洋局

国海环字〔2010〕269号

## 关于蓬莱 19-3 油田 3 区北调整井(蓬莱 19-3 油田明珠轮单点系泊改造项目) 环境影响报告书核准意见复函

康菲石油中国有限公司:

你公司“关于蓬莱 19-3 油田 3 区北调整井项目（亦称蓬莱 19-3 油田明珠轮单点系泊改造项目）环评报告书组织审核的请示”及《蓬莱 19-3 油田 3 区北调整井（蓬莱 19-3 油田明珠轮单点系泊改造项目）环境影响报告书》（以下简称“报告书”）收悉。经研究，提出核准意见函复如下：

一、该工程利用已建蓬莱 19-3 油田现有海上设施及明珠号油轮撤离后的单点系泊系统、海底管道和电缆进行开发，将明珠号油轮撤离后留下的单点系泊改造成无人采油平台，设计钻井 9 口，其中生产井 6 口、回注井 3 口。经审查，报告书基本符合环

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生态保护、污染防治及应急措施得到全面落实后，拟建工程的不利环境影响可得到一定程度的减缓。因此，我局同意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。

二、工程污染物的处理和排放应当符合国家有关规定和标准。钻井期间产生的不含油泥浆和钻屑，除第一口回注井的可以排放外，其余全部回注；含油的钻屑和泥浆运回陆地交由有资质的单位处理。含油生产水正常工况下经处理后回注地层，不得排放入海；非正常工况下排海浓度必须符合国家标准，年最大排放量不得超过 7.5 万  $m^3$ ，年排放天数不得超过 21 天。船舶机舱污水、生产期间产生的生活垃圾和工业垃圾分类收集，运回陆地处理。生活污水处理达标后排海。

三、加强施工船舶管理，减少船舶碰撞及由此导致的污染事故发生。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，制定事故风险防范措施和应急计划。发生事故时，应当按照规定立即报告国家海洋局北海分局，并及时通报渔业、海事、军队等有关部门。

四、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北海分局。

五、国家海洋局北海分局负责工程建设和生产期间环境保护的监督管理。



二〇一〇年五月十七日



# 国家海洋局

国海环字〔2012〕716号

## 国家海洋局关于蓬莱 19-3 油田开发生产整改 及调整工程环境影响报告书 核准意见的批复

康菲石油中国有限公司、中海石油（中国）有限公司：

你公司《关于核准〈蓬莱 19-3 油田开发生产整改及调整工程环境影响报告书〉的申请》（康菲石油中国中海油〔2012〕003号）及《蓬莱 19-3 油田开发生产整改及调整工程环境影响报告书（2012 年 10 月版）》（以下简称“报告书”）收悉。经研究，现提出核准意见批复如下：

一、蓬莱 19-3 油田由康菲石油中国有限公司、中海石油（中国）有限公司合作开发建设。蓬莱 19-3 油田 B、C 平台分别于 2011 年 6 月 4 日和 6 月 17 日发生溢油事故。9 月 2 日，我局责令蓬莱 19-3 全油田停注、停钻、停产，重新编制环境影响报告书。由于蓬莱 19-9 油田和蓬莱 25-6 油田依托蓬莱 19-3 油田进行生产和污染物处理，重新编制的报告书包括了蓬莱 19-9 油田和蓬莱 25-6 油田的内容。本核准意见同样适应于蓬莱 19-9 油田和蓬莱 25-6 油田。

二、蓬莱 19-3/19-9/25-6 油田位于渤海中南部海域，海上设



施主要包括7座井口平台（A、B、C、D、E、F和M平台）、1座立管公用平台、1座单点系泊系统和1艘30万吨级浮式生产储油装置（“蓬勃号”FPSO），以及相应的海底管道和海底电缆。整改调整工程主要包括：对115口井实施钻井作业，其中，侧钻井103口，原总体开发方案剩余井12口；对25口井下分层配注管柱，实施分层注水；对27口井部分注水段关停或暂停；对11口井进行补孔。油田整改调整工程实施后，共有生产井207口，注水井57口，最高年产油量643.1万方。关于利用剩余井槽新钻的22口井，待油田复产后，根据实际情况另行报批。

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，在报告书提出的各项生态保护、污染防治、风险防范及应急措施得到全面落实的前提下，同意核准该工程的环境影响报告书。

三、根据申请文件所述，康菲石油中国有限公司为蓬莱 19-3 油田的作业者，负责油田的开发和生产作业。作业者负责按照环境保护有关法律法规的规定，采取有效措施，防止油田开发生产对海洋环境造成污染和损害，并及时清除油田作业过程中造成的污染。

四、认真落实报告书中所提出的各项污染防治和生态保护措施、对策及建议。油田复产应按照稳中求进的原则分期逐步恢复，生产过程中应特别注意以下问题：

（一）严格落实环评报告书中所提出的井身结构、套管程序、固井设计改进等整改措施；切实执行钻井作业规程，配备安全有

效的井控设备，设置烃类气体探测器，在关键部位安装温度或压力报警装置，并设置相应的应急关断系统；钻井过程中备足压井材料，加强实时监测，以便及时、有效控制可能遇到的溢流和井涌事故。

（二）海上施工作业应尽量避免主要经济鱼类的产卵盛期，减轻对渔业资源的影响，并采取增殖、放流等措施对邻近海域渔业资源进行养护与修复。

（三）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。钻井液和钻屑不再回注地层，含油钻井液和钻屑运回陆地交由有资质的单位处置，不含油钻井液和钻屑经国家海洋局北海分局批准后间歇排海。含油生产水经处理达标后全部回注；甲板冲洗水、初期雨水等其他含油废水通过平台上的开/闭式排放系统，进入原油系统处理；船舶机舱含油污水运回陆地交由有资质的单位处置；生活污水经处理达标后排海；生产垃圾和生活垃圾运回陆地处理。

（四）切实加强生产管理。严格按设计的合理注入压力和注入量进行注水作业，并实时监控注水压力和注水量，科学调整注水井井位、层位，严禁超压、超量注水。采用分层注水，定期对吸水剖面和产液剖面进行监测。优化注入水量和采出液量，合理控制油田采出液量和采出速度，年采出液量不得超出报告书的最大预测值，切实实现注采平衡。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。

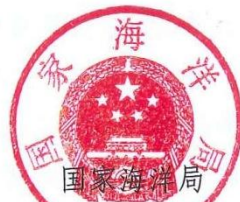
(五) 认真落实报告书中所提出的各项风险防范措施、对策及建议。加强作业船舶的管理, 避免船舶碰撞及因此引发的溢油事故。工程复产前, 应编制溢油应急计划报国家海洋局北海分局批准。发生事故时, 应立即采取有效措施, 切断溢油源并排除危害, 同时立即报告国家海洋局北海分局, 并及时通报海事、渔业、军队等有关部门。

五、严格控制污染物的排放总量和排放浓度。油田复产后, 生活污水年最大排放量不得超过 81670 方, COD 年最大排放量不得超过 25 吨。

六、加强环境监控管理, 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北海分局。

七、国家海洋局北海分局负责工程建设和生产期间环境保护的监督管理。

请两公司务必密切合作、加强沟通, 按照报告书所述的地点、性质、规模、环境保护对策措施及核准意见要求进行项目建设和运营, 确保工程项目的开发建设不对海洋环境造成污染损害。



2012 年 10 月 24 日

抄送: 国家能源局, 交通部海事局, 农业部渔业局, 全军环办, 局海域司、中国海监总队、北海分局。

— 4 —

# 国家海洋局

国海环字〔2015〕127号

## 国家海洋局关于蓬莱 19-9 油田综合调整项目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《关于呈报〈蓬莱 19-9 油田综合调整项目环境影响报告书（报批稿）〉的报告》（中海油安〔2014〕404号）及《蓬莱 19-9 油田综合调整项目环境影响报告书（2014年10月版）》（以下简称报告书）收悉。经研究，现批复如下：

一、工程新建 1 座井口平台 WHPJ，设置 40 个井槽（其中 22 个为单筒双井井槽），钻 57 口井，其中生产井 37 口、注水井 20 口；预留井槽 5 个。新建 WHPJ 平台与立管公用平台间的海底混输管线和注水管线各 1 条、海底电缆 2 条，长度均为 1.9 公里。同时，对立管公用平台进行改造。

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，在报告书提出的各项生态保护、污染防治及应急措施得到全面落实后，工程建设产生的不利环境影响可得到一定程度的减缓。因此，同意核准该工程的环境影响报告书。请按照报告书中所列的建设地点、性质、规模、环境保护对策措施等进行项目建

部委〔2015〕第41号 001



健康安全环保部(印) 04-10



设和运营。

二、认真落实报告书中所提出的各项污染防治、生态保护和风险防范措施、对策，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有关规定和标准。含油水基泥浆和钻屑、机舱含油污水不得排海，应运回陆地交由有资质的单位处理；非含油水基泥浆和钻屑经国家海洋局北海分局批准后方可排海；生活污水经处理达标后方可排海；生产水经处理达标后全部回注地层；生产垃圾、生活垃圾应分类收集运回陆地处理。

(二)加强钻完井工程管理，防止井喷和火灾爆炸事故发生。严格实施钻井作业规程，配备安全有效的井控设备和充足的压井材料，建立健全井控管理系统，采取有效井眼防碰措施，加强随钻监测，及时控制可能遇到的溢流和井涌。

(三)加强注水作业管理，防止地质性溢油事故发生。预先识别海底地质断层和压力异常地层，优化钻井设计，制定有针对性井控预案。实施精细化管理，严格按设计进行注水作业，油田注水地层压力应小于原始地层压力，加强注水井实时监测，发现异常情况，应立即停止注水并采取有效措施，杜绝局部超注超压。

(四)切实落实生态保护措施，合理安排施工作业时间。泥浆、钻屑排放应避免工程所在海域主要经济鱼类产卵期（6月），减轻对海洋生态环境和渔业资源的影响。

(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；加强海底管道巡检工作，并采取必要的管道防护措施，避免海上作业活动对海底管道等设施造成损害，防止海底管道因腐蚀或外力破坏等原因造成的油气泄漏。

（六）严格落实环境风险防范对策措施，按照有关规定制定溢油应急计划报国家海洋局北海分局备案。发生溢油事故时，按照规定立即报告国家海洋局北海分局，及时通报渔业、海事、军队等有关部门。

（七）加强与海军北海舰队等有关部门的沟通，及时通报有关情况，防止项目建设与运营对军事设施和军事活动产生影响。

三、加强工程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北海分局。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。

四、国家海洋局北海分局负责工程施工和运营期间环境保护的监督管理。请你公司自批复之日起 30 个工作日内将经核准的报告书送国家海洋局北海分局，并对北海分局开展的事中事后监管工作予以配合。



（此件依申请公开）



抄送：国家能源局，交通运输部海事局，农业部渔业渔政管理局，  
全军环办，海警指挥中心、海域司、北海分局、信息中心、  
咨询中心。

— 4 —

# 国家海洋局

国海环字〔2016〕301号

## 国家海洋局关于 PL19-3 油田 1/3/8/9 区块综合调整项目环境影响报告书的批复

中海石油（中国）有限公司：

你公司《关于呈报〈PL19-3 油田 1/3/8/9 区块综合调整项目环境影响报告书（报批稿）〉的报告》（中海油安〔2016〕145号）收悉。经研究，批复如下：

一、工程新建 1 座中心平台和 2 座井口平台，新铺混输管道、注水管道各 2 条，海底电缆 4 条。经审查，在落实报告书提出的各项环境保护措施后，该工程可以满足国家海洋环境保护相关法律法规和标准的要求，同意核准该环境影响报告书。

二、工程施工和运营期间，应严格落实报告书中的污染防治、生态保护和风险防范措施，并重点做好以下工作。

（一）污染物的处理和排放应当符合国家有关规定和标准。含油钻井液和钻屑运回陆地交由有资质的单位处置；非含油钻井液和钻屑符合国家标准方可间歇排海；船舶机舱含油污水、生活垃圾和生产垃圾运回陆地处理；含油生产水经处理达标后全部回注地层；生活污水经处理达标后方可排海。



(二)严格按照设计深度下入套管,严格执行钻井作业规程;配备安全有效的井控设备和充足的压井材料;在关键部位安装温度和压力报警器,并设置相应的应急关断系统;加强随钻监测,及时控制可能遇到的溢流和井涌。

(三)加强注水作业管理,防止地质性溢油事故发生。预先识别海底地质断层和压力异常地层,制定有针对性井控预案。严格按照设计注入压力和注入量进行分层系注水作业。在注水过程中加强实时监测,发现异常情况,立即停止注水并采取有效措施,杜绝超注超压。

(四)切实落实生态保护措施,合理安排施工作业时间。施工期应尽可能避开工程所在海域主要经济鱼类的产卵盛期(5-6月),减轻对海洋生态环境和渔业资源的影响。

(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;加强海底管道巡检工作,并采取必要的管道防护措施,避免海上作业活动对海底管道等设施造成损害,防止海底管道因腐蚀或外力破坏等原因造成的油气泄漏。

(六)切实落实环境风险防范措施,配备与油田规模相适应的溢油应急设备和物资,制定溢油应急计划报国家海洋局北海分局备案。发生溢油事故时,应当立即启动溢油应急计划,采取有效措施减轻事故对海洋环境特别是对敏感目标、渔业资源等的影响,并按照规定立即报告国家海洋局北海分局,及时通报渔业、海事、军队等有关部门。

附件 4：依托工程竣工验收批复文件

# 国家海洋局

国海环字〔2005〕500 号

## 关于蓬莱 19-3 油田一期工程 环保设施竣工验收的复函

康菲石油中国有限公司：

你公司关于“渤海蓬莱 19-3 油田一期环保‘三同时’验收的申请”收悉。经研究，同意蓬莱 19-3 油田一期工程的环保设施通过竣工验收，准予正式投入生产。请你公司在生产中严格遵守国家海洋环境保护的有关规定，加强环境保护管理，认真落实各项环保措施和溢油应急计划。



二〇〇五年九月二十三日



主题词：海洋 油田 环保设施 验收 函

---

抄送：北海分局，中国海监总队，中海石油（中国）有限公司天津分公司。

---

国家海洋局海洋环境保护司

2005 年 9 月 26 日印发

---

校对人：胡松琴

打印 17 份

---

# 国家海洋局

国海环字〔2015〕390号

## 国家海洋局关于蓬莱 19-3/19-9/25-6 油田 环境保护设施竣工验收的批复

中海石油（中国）有限公司、康菲石油中国有限公司：

你公司《关于蓬莱 19-3/19-9/25-6 油田环境保护设施竣工验收的申请》和《关于蓬莱 19-3/19-9/25-6 油田环境保护设施竣工验收情况说明的函》（中海油函〔2015〕26号）收悉。经研究，批复如下：

一、根据《中华人民共和国海洋环境保护法》和《海洋油气开发工程环境保护设施竣工验收管理办法》的有关规定，我局对蓬莱 19-3/19-9/25-6 油田的环保设施进行了现场检查，并召开了竣工验收会议。鉴于你公司已对蓬莱 19-3/19-9/25-6 油田生产水处理系统进行了优化整改，经研究，同意该工程环境保护设施通过竣工验收，准予正式投入生产运营。

二、请你公司严格遵守国家环境保护的有关规定，加强环境保护管理，落实各项环境保护措施，并特别注意以下问题：

（一）定期对溢油风险源进行隐患排查与评估，从源头杜绝溢油事故的发生；加强管道设施检测，防止因腐蚀或误操作等原

部委〔2015〕第112号 001



健康安全环保部(印) 08-28

因造成的油气泄漏。

(二) 落实环境影响报告书中的监测计划, 加强环保设施管理和维护, 确保生产水、生活污水达标处理。

(三) 认真落实溢油应急计划, 严格执行溢油应急响应程序, 加强溢油应急设备管理与维护, 确保发生溢油事故时能够及时、快速和有效处置。

三、国家海洋局北海分局负责工程运营期间环境保护的监督管理。请你公司对北海分局的监督检查工作予以配合。



(此件依申请公开)

抄送: 海警指挥中心、北海分局、信息中心。

附件 5：依托工程溢油应急计划备案文件

海洋石油勘探开发溢油应急计划备案登记表

|         |                       |      |               |
|---------|-----------------------|------|---------------|
| 报备单位名称  | 中海石油（中国）有限公司天津分公司     |      |               |
| 报备单位地址  | 天津市塘沽区<br>渤海石油路 688 号 | 邮政编码 | 300452        |
| 联系电话    | 022-25809561          | 传真   | 022-25807545  |
| 电子邮箱    | quzhi2@cnoc.com.cn    |      |               |
| 备案单位经办人 | 张中杰                   | 联系电话 | 0532-58750133 |

你单位提交的：

《蓬莱油田溢油应急计划》

《蓬莱区块钻完井溢油应急计划》

经形式审查符合要求，予以备案。



**附件 6：现状资料 CMA 报告封页**

\*\*\*

**附件 7：中英文简称对照表**

| 英文缩写          | 中文                       |
|---------------|--------------------------|
| PL25-6WHPL 平台 | PL25-6 油田井口平台 L（本项目新建）   |
| PL19-3WHPA 平台 | PL19-3 油田油田井口平台 A（已建）    |
| PL19-3WHPB 平台 | PL19-3 油田井口平台 B（已建）      |
| PL19-3WHPC 平台 | PL19-3 油田井口平台 C（已建）      |
| PL19-3WHPD 平台 | PL19-3 油田井口平台 D（已建）      |
| PL19-3WHPE 平台 | PL19-3 油田井口平台 E（已建）      |
| PL25-6WHPF 平台 | PL25-6 油田井口平台 F（已建）      |
| PL19-3WHPG 平台 | PL19-3 油田井口平台 G（已建）      |
| PL19-9WHPJ 平台 | PL19-3 油田井口平台 J（已建）      |
| PL19-3WHPK 平台 | PL19-3 油田井口平台 K（在建）      |
| PL19-3WHPM 平台 | PL19-3 油田井口平台 M（已建）      |
| PL19-3WHPV 平台 | PL19-3 油田井口平台 V（已建）      |
| PL19-3RUP 平台  | PL19-3 油田立管和公共平台（已建）     |
| PL19-3CEPB 平台 | PL19-3 油田中心处理平台 B（已建）    |
| HYSY117 FPSO  | 海洋石油 117 号浮式生产储油外输系统（已建） |
| SYMS          | 单点系泊系统（已建）               |