

**第一采油厂南港油田 G5 等 3 个海域井场产  
能建设开发工程环境影响报告书**

**三平环保咨询（北京）有限公司**

**二〇二〇年十一月**

## 概述

### 一、建设项目的特点

为满足大港油田油田增产上储目标，大港油田第一采油厂在南港油田建设 G5 等 3 个海域井场，采用常规井结合大斜度井部署注采方案，区块原油地质储量 [REDACTED]，共新钻井 24 口，[REDACTED]。各井场产液采用汽车拉油的方式运送至马西联合站进行分离和处理。

项目特点主要有：1) 本项目在已经填海成陆区域进行开发，不涉及注水开采工艺，不会新增注水开发导致的地质性溢油风险；2) 本次开发项目新增产液依托大港油田已建生产设施进行处理，依托工程均稳定运行多年，工艺成熟，依托可行；3) 本项目虽位于法定海域范围，但各井场选址区域目前均已形成陆地，评价时同样需关注工程对土壤、地下水等环境要素的影响；4) 本项目位于辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（渤海湾核心区）内，工程对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区的影响需要进行专题论证。

### 二、环境影响评价的工作过程

2019 年 9 月 11 日，建设单位委托我公司，即三平环保咨询（北京）有限公司，承担了本项目的环境影响评价工作。评价单位接受委托后，立即组织项目组相关技术人员对项目区域进行了现场踏勘，收集了工程海域环境质量现状调查结果、环境功能区划及与本工程相关的规划文件、规划环评文件。

在环境影响评价工作开展过程中，由于本项目各井场选址区域目前均已形成陆地且本项目位于辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（渤海湾核心区）内，我公司分别委托天津市地质调查研究院和中国水产科学研究院黄海水产研究所，针对项目对周边土壤地下水环境和对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（渤海湾核心区）的影响进行了专题论证。

在此基础上，环评单位依据项目工程开发方案及相关专题报告，针对工程特点和区域环境质量现状，对项目建设的主要环境影响和环境风险进行了预测、分析和评价，提出了环境保护措施、风险防范措施与应急措施要求，明确了项目建设运营环境管理与监测计划要求，给出了建设项目可行与否的结论，编制完成了《第一采油厂南港油田 G5 等 3 个海域井场产能建设开发工程环境影响报告书》。

### 三、关注的主要环境问题

根据工程特点和所在区域环境现状，本次评价主要关注的环境问题包括：

- (1) 海洋功能区划及相关规划符合性分析；
- (2) 对本工程拟采取的污染防治措施进行技术、经济可行性论证；对风险溢油应急能力进行评估，分析应急处理措施的可行性；
- (3) 各井场在开发过程中对地下水、土壤环境的影响；
- (4) 结合事故统计分析，对本项目建设及生产阶段存在的事故风险进行识别。从环境风险角度分析最大可信事故风险源项、事故后果计算及突发溢油风险事故对工程周边海域海洋水质、生态环境和环境敏感目标的影响预测；通过风险计算明确本项目环境风险的可接受水平。

#### 四、环境影响评价的主要结论

本项目属于国家鼓励类建设项目，符合国家的产业政策和能源政策。工程拟采用的施工设备、工艺和节能、减排对策措施符合清洁生产的要求。

本项目用海符合《全国海洋功能区划（2011-2020）》、《天津市海洋功能区划》的要求，与《全国海洋主体功能区规划》、《天津市主体功能区规划》的要求。

拟建工程施工期间，各种施工均在已经填海区域进行，对海水水质、海洋沉积物和海洋生态环境基本无影响，不会对工程附近海域水质产生不良影响。拟建工程存在一定溢油风险，溢油事故一旦发生会对生态和环境造成危害，本报告提出了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。

建设单位在油田调整开发过程中在严格落实本报告中提出的各项环境保护措施和溢油风险防范措施的基础上，从海洋环境保护角度讲，工程建设可行。

# 目录

<b>1 总论</b>	<b>1</b>
1.1 评价任务由来与评价目的	1
1.2 编制依据	2
1.3 环境影响要素识别和评价因子筛选	5
1.4 海洋功能区划及海洋生态红线	8
1.5 环境影响评价标准	17
1.6 环境影响评价等级	22
1.7 评价范围、评价内容与评价重点	25
1.8 环境保护目标	31
<b>2 建设项目工程分析</b>	<b>34</b>
2.1 建设项目概况	34
2.2 工程分析	60
<b>3 区域自然环境和社会经济概况</b>	<b>69</b>
3.1 工程区域自然环境	69
3.2 工程区域社会环境概况	82
3.3 工程区域海洋资源和海域开发利用情况	83
<b>4 环境质量现状调查与评价</b>	<b>101</b>
4.1 水动力环境现状调查与评价	101
4.2 海水水质现状调查与评价	107
4.3 海洋生态环境现状调查与评价	126
4.4 沉积物现状调查与评价	158
4.5 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价	162
4.6 渔业资源现状调查	165
4.7 回顾性评价分析	179
4.8 环境空气质量现状调查与评价	185
4.9 地下水环境质量现状监测与评价	185
4.10 土壤环境质量现状监测与评价	196
<b>5 环境影响预测与评价</b>	<b>206</b>
5.1 水文动力和地形地貌环境影响预测与评价	206
5.2 海水水质环境影响预测与评价	212
5.3 沉积物环境影响分析	213



5.4 海洋生态环境影响分析与评价.....	213
5.5 地下水和土壤环境影响预测评价.....	214
5.6 其他环境影响评价.....	234
5.7 对环境敏感区和海洋功能区的影响预测与评价.....	234
<b>6 环境风险分析与评价.....</b>	<b>236</b>
6.1 环境风险评价概述.....	236
6.2 环境风险识别.....	237
6.3 事故环境风险分析与事故概率.....	241
6.4 环境风险影响分析.....	244
6.5 事故后果分析.....	255
6.6 环境风险防范措施与对策.....	258
6.7 环境风险应急计划.....	260
6.8 事故防范措施与环境风险应急计划可行性分析.....	262
<b>7 环境保护措施及其可行性论证.....</b>	<b>263</b>
7.1 建设阶段污染防治措施可行性分析.....	263
7.2 生产阶段污染防治措施可行性分析.....	265
7.3 生态保护措施.....	266
7.4 土壤与地下水污染防治措施.....	267
7.5 竣工验收“三同时”一览表.....	272
7.6 环境保护措施一览表.....	272
7.7 清洁生产与总量控制.....	275
<b>8 项目建设合理性分析.....</b>	<b>278</b>
8.1 海洋主体功能区规划符合性分析.....	278
8.2 海洋功能区划符合性分析.....	280
8.3 海洋生态红线符合性.....	285
8.4 与相关规划的符合性分析.....	286
8.5 产业政策符合性分析.....	293
8.6 项目建设环境影响可接受性.....	294
<b>9 环境影响经济损益分析.....</b>	<b>298</b>
9.1 环境经济损益分析.....	298
9.2 环境保护设施 and 环境保护投资估算.....	299
9.3 社会效益分析.....	299
<b>10 环境管理与监测计划.....</b>	<b>301</b>

10.1 环境管理.....	301
10.2 环境监测.....	306
<b>11 环境影响评价结论.....</b>	<b>310</b>
11.1 工程分析结论.....	310
11.2 环境现状分析与评价结论.....	310
11.3 环境影响预测分析与评价结论.....	314
11.4 环境风险分析与评价结论.....	316
11.5 环境保护对策的合理性、可行性结论.....	316
11.6 海洋工程的环境可行性结论.....	317

# 1 总论

## 1.1 评价任务由来与评价目的

### 1.1.1 评价任务由来

港东油田唐东开发区地处大港油田生产区以东 2 公里处，处于滨海新区南港工业区填海造陆区，地面为大港油田采油一厂作业一区、作业二区所管辖区域，目前规划区基本被南港工业区所覆盖。

唐东地区位于港东油田东部，构造单元隶属于北大港构造带东部倾末端。唐东地区经过多年的勘探开发已发现了 [REDACTED] 等多套含油气层系，该地区为多套含油层系叠置的复式油气聚集区。近几年在该地区油气勘探取得重要成果，先后在歧深 1、滨深 24、港深 78 等井区勘探、滚动、开发均取得新的发现和认识。随着勘探开发的不断深入，对其构造、储层、油藏进行了深化认识，进一步落实了储量规模、生产能力，已具备开发建产的条件。

为满足大港油田油田增产上储目标，大港油田第一采油厂在南港油田建设 G5 等 3 个海域井场，采用常规井结合大斜度井部署注采方案，区块原油地质储量 [REDACTED]，部署总井数 24 口，新钻井 24 口 [REDACTED]

根据《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》的规定，本工程在建设前应进行环境影响评价。受中国石油天然气股份有限公司大港油田分公司的委托（委托书见附件 1），我单位承担了第一采油厂南港油田 G5 等 3 个海域井场产能建设开发工程的环境影响评价工作，并依据有关法规、导则的要求完成了《第一采油厂南港油田 G5 等 3 个海域井场产能建设开发工程环境影响报告书》。

### 1.1.2 评价目的

本评价旨在查明建设项目评价范围内的环境质量现状，在全面分析建设项目施工期和营运期的主要污染因子的种类和数量的基础上，预测和评价建设项目对周围环境的影响范围和程度，提出相应的环境保护措施和建议，同时充分识别分析油田开发过程存在的各类潜在风险事故，预测分析风险事故对海洋环境及环境敏感目标的影响，提出风险防范措施建议，评估应急能力水平，从环境保护角度

论证该项目建设的合理性和可行性，为项目建设和报批提供科学依据。

## 1.2 编制依据

### 1.2.1 法律、法规依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日起施行）；
- (2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017 年 11 月 4 日修订）；
- (3) 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修订）；
- (4) 《中华人民共和国海域使用管理法》（2002 年 1 月 1 日起实施）
- (5) 《中华人民共和国渔业法》（2013 年 12 月 28 日修正）；
- (6) 《中华人民共和国海上交通安全法》（2016 年 11 月 7 日修正）；
- (7) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日修订）；
- (8) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 9 月 1 日实施）；
- (9) 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日修正）
- (10) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018 年 12 月 29 日修订）；
- (11) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2019 年 1 月 1 日实施）；
- (12) 《工矿用地土壤环境管理办法》（2018 年 8 月 1 日实施）；
- (13) 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 7 月 16 日修订）；
- (14) 《海洋自然保护区管理办法》（1995 年 5 月 29 日）；
- (15) 《海洋特别保护区管理办法》（国海发〔2010〕21 号）；
- (16) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2018 年 3 月 19 日修订）；
- (17) 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017 年 10 月 7 日修订）；
- (18) 《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》（1983.12）；
- (19) 《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例实施办法》（2016 年 1 月 5 日修订）；
- (20) 《海洋工程环境影响评价管理规定》，（2017 年 4 月 27 日，国海规范〔2017〕7 号）；
- (21) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》（2017 年 3 月 1 日修订）；
- (22) 《水产种质资源保护区管理暂行办法》（农业部 自 2011 年 3 月 1 日起施行）；

- (23) 《国务院关于印发中国水生生物资源养护行动纲要的通知》（2006 年 2 月 14 日）；
- (24) 《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 年 4 月 3 日）；
- (25) 《海上石油勘探开发溢油应急响应执行程序》（国家海洋局）；
- (26) 《产业结构调整指导目录》（2019 年本）；
- (27) 《国家危险废物名录》（2021 年 1 月 1 日起实施）；
- (28) 《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部 2019 年 1 月 1 日起施行）；
- (29) 《渤海综合治理攻坚战行动计划》（环海洋〔2018〕158 号）；
- (30) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部，2021 年 1 月 1 日实施）；
- (31) 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2012〕98 号）；
- (32) 《危险废物污染防治技术政策》（2001.12.17，环发〔2001〕199 号）；
- (33) 《危险废物转移联单管理办法》（原国家环境保护总局令 1999 年第 5 号）。

### 1.2.2 功能区划与相关规划

- (1) 《全国海洋主体功能区规划》（国务院 2015 年 8 月 1 日）；
- (2) 《全国海洋功能区划》（2011-2020 年）；
- (3) 《全国海洋生态环境保护规划》（2017 年-2020 年）；
- (4) 《渤海综合治理攻坚战行动计划》（环海洋〔2018〕158 号）；
- (5) 《天津市海洋功能区划（2011-2020 年）》，天津市人民政府，2012 年 10 月；
- (6) 《天津市海洋主体功能区规划》，天津市人民政府，津政法〔2017〕8 号，2017 年 3 月 13 日；
- (7) 《天津市海洋生态红线区报告》，天津市海洋局，津海环〔2014〕164 号，2014 年 7 月 31 日；
- (8) 《天津市海洋保护规划》，天津市人民政府，2006 年 1 月；
- (9) 《天津港总体规划（2011~2030）》，天津市交通运输和港口管理局，2012

年 2 月；

(10) 《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》；

(11) 《渤海环境保护总体规划（2008-2020 年）》。

### 1.2.3 技术规范与标准

(1) 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）；

(2) 《海洋油气勘探开发工程环境影响评价技术规范》（2014.6）；

(3) 《建设项目环境影响评价技术导则总纲》（HJ 2.1-2016）；

(4) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；

(5) 《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018）；

(6) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）（中华人民共和国农业部 2008 年 3 月）；

(7) 《海洋生态损害评估技术指南（试行）》（国家海洋局，2013 年 8 月）；

(8) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》（2002 年 4 月）；

(9) 《海洋沉积物质量综合评价技术规程（试行）》

(10) 《海上油（气）田开发工程环境保护设计规范》（SY/T 10047-2003）

(11) 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（海洋出版社，1986 年 3 月 1 日）；

(12) 《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）；

(13) 《海洋监测规范》（GB 17378-2007）；

(14) 《海洋生物质量监测技术规程》，国家海洋局 2002 年 4 月；

(15) 《海水水质标准》（GB 3097-1997）；

(16) 《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）；

(17) 《海洋生物质量》（GB 18421-2001）；

(18) 《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）；

(19) 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）；

(20) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610—2016）；

(21) 《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）；

(22) 《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）；

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

(24) 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001）；

- (25)《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018);
- (26)《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016);
- (27)《环境影响评价技术导则 土壤环境(试行)》(HJ964-2018);
- (28)《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)。

## 1.2.4 工程技术文件

- (1)《第一采油厂南港油田 G5 等 3 个海域井场产能建设开发工程委托书》，中国石油天然气股份有限公司大港油田公司，2019 年 9 月；
- (2)《第一采油厂南港油田 G5 等 3 个海域井场开发方案》，中国石油大港油田公司，2019 年 8 月；
- (3)《大港油田第一、第四采油厂及港东油田唐东地区海岸线向海一侧油气开发项目环境现状评估报告》，中国石油天然气股份有限公司大港分公司，2018 年 3 月；
- (4)《第一采油厂南港油田 G5 等 3 个海域井场产能建设开发工程对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区的影响专题论证报告》，中国水产科学研究院黄海水产研究所，2020 年 11 月；
- (5)《第一采油厂南港油田 G5 等 3 个海域井场产能建设开发工程地下水及土壤调查与环境影响评价报告》，天津地质调查研究院，2020 年 10 月；
- (6)《中国石油大港油田第一采油厂产能建设项目(三、四、五期)环境影响报告书》，天津市环境影响评估中心，2017 年 4 月；
- (7)《中国石油大港油田第一采油厂产能建设项目(2018-2022 年)环境影响报告书》，天津市联合泰泽环境科技发展有限公司，2018 年 4 月。

## 1.3 环境影响要素识别和评价因子筛选

### 1.3.1 环境影响要素识别

#### 1.3.1.1 污染环境要素识别

本项目建设阶段，钻井液和钻屑运回陆地处理，施工人员生活污水、生活垃圾外委处理处置。

本项目生产阶段，在生产过程中产生的含油生产水将全部拉运至马西联合站处理，初期污水集中收集，打入生产系统。具体环境影响要素识别见表 1.3-1。

### 1.3.1.2 非污染环境影响要素识别

由于工程建设引起的海域生态、沉积物环境等非污染环境影响要素识别见表 1.3-2。

表 1.3-1 环境影响要素识别

工程行为			影响方式	影响性质	影响对象	影响程度
污染 环境 要素	建设 阶段	地面工程、设备安装	施工扬尘、施工机械和车辆尾气	自然扩散	大气环境	小
			生活污水	定期清运	/	/
			生活垃圾	定期清运	/	/
		钻、完井工程	非含油钻屑钻井液	由大港油田原油运销公司废弃泥浆处理厂接收处理	/	/
			含油钻屑钻井液	由天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司进行处置	/	/
			洗井废水	由马西联合站接收处理	/	/
			钻井噪声	自然扩散	噪声环境	小
	生产 阶段	含油生产水	石油类	处理后回注其他井场地层	/	/
		井下作业废水或修井废水	石油类	定期拉运至马西联合站处理	/	/
		含油工业垃圾	石油类	由天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司进行处置	/	/
		采油作业	非甲烷总烃无组织排放	自然扩散	大气环境	小
			采油设备噪声	自然扩散	噪声环境	小
		采油作业（储油罐）	石油类	溢油事故	土壤、地下水、海洋环境及海域敏感目标	严重

表 1.3-2 非污染环境影响要素识别

工程行为	影响方式	影响性质	影响对象	影响程度
井场建设	占用海域	长期占用	沉积物环境、生态环境、水文动力环境、海洋地形地貌与冲淤环境	小

### 1.3.2 评价因子筛选

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》的有关要求，结合环境影响要素识



别结果，确定本工程环境质量现状评价因子和环境影响预测评价因子如下：

(1) 环境质量现状评价因子

环境质量现状评价因子见表 1.3-3。

表 1.3-3 环境质量现状评价因子

序号	环境要素	评 价 因 子
1	水质环境	pH、化学需氧量、溶解氧、无机氮（硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、）活性磷酸盐、硫化物、挥发性酚、石油类、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷。
2	沉积物环境	有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、总铬、砷，共 10 项。
3	海洋生态环境	叶绿素 a 含量浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物
4	生物体质量	铅、镉、铬、砷、铜、锌、汞、石油类；
5	渔业资源	游泳生物（鱼类、头足类、甲壳类）种类组成、数量分布和资源密度分布；鱼卵和仔稚鱼种类组成和数量分布；
6	土壤环境	
7	地下水环境	

(2) 环境影响预测评价因子

根据海域周围环境的复杂性和工程自身特点，选取以下内容进行预测分析：工程建设前后的潮流形态变化，施工期间对噪声、大气的影晌，项目建设对土壤、地下水的影响等，事故溢油等，详见表 1.3-4。

表 1.3-4 环境影响预测评价因子一览表

评价时段	环境影响要素	预测评价因子	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度
建设阶段	水质环境	悬浮物	井场建设	+
	沉积物环境	悬浮物		++
	生态环境	浮游生物		+
		底栖生物		+++
	渔业资源环境	游泳生物、鱼卵和仔稚鱼		++
		养殖生物		+
	环境敏感区	悬浮物		+
	大气环境	TSP		++
	噪声环境	dB (A)		++
生产阶段	土壤环境	(GB36600-2018) 中第二类用地中 45 项常规因子+石油类的筛选值和管制值	井场建设	+
	地下水环境	石油类		+
	水文动力环境	局部海流流向和流速		+
	海域冲淤环境	局部海域冲淤		+
	噪声环境	dB (A)	井场营运期机械噪声	++

评价时段	环境影响要素	预测评价因子	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度
	土壤环境	(GB36600-2018) 中第二类用地中 45 项常规因子+石油类的筛选值和管制值	落地油及生产设施泄漏	+++
	地下水环境	石油类	落地油及生产设施泄漏	+++
事故状态	水质环境	地质性溢油	风险事故下的溢油	+++
	生态环境	地质性溢油	风险事故下的溢油	+++
	渔业资源环境	地质性溢油	风险事故下的溢油	+++
	海上环境敏感区	地质性溢油	风险事故下的溢油	+++

注：+ 表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较小或轻微，需要进行简要的分析与影响预测；

++ 表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为中等，需要进行常规影响分析与影响预测；

+++ 环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较大或敏感，需要进行重点的影响分析与影响预测。

## 1.4 海洋功能区划及海洋生态红线

### 1.4.1 海洋功能区划

2012 年 10 月 16 日国务院正式批复了《天津市海洋功能区划（2011-2020 年）》。根据《天津市海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目位于“南港工业与城镇用海区”（代码 A3-04），周边毗邻天津港南港港口航运区、大港滨海湿地海洋保护区、天津东南部农渔业区、高沙岭工业与城镇用海区、高沙岭旅游休闲娱乐区、高沙岭东保留区。见图 1.4-1，项目所在及邻近海域的海洋功能区登记表见表 1.4-1。

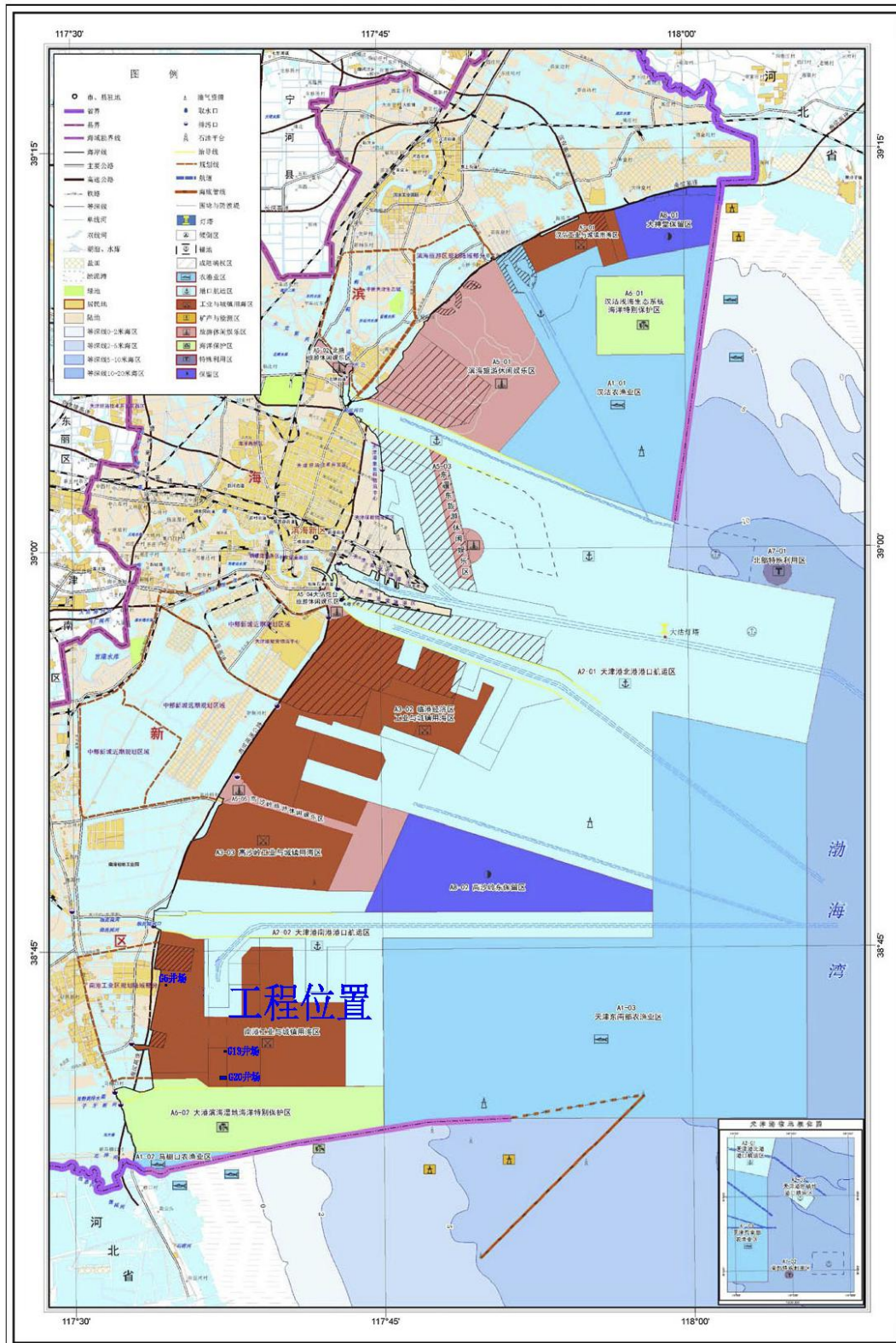


图 1.4-1a 天津市海洋功能区划

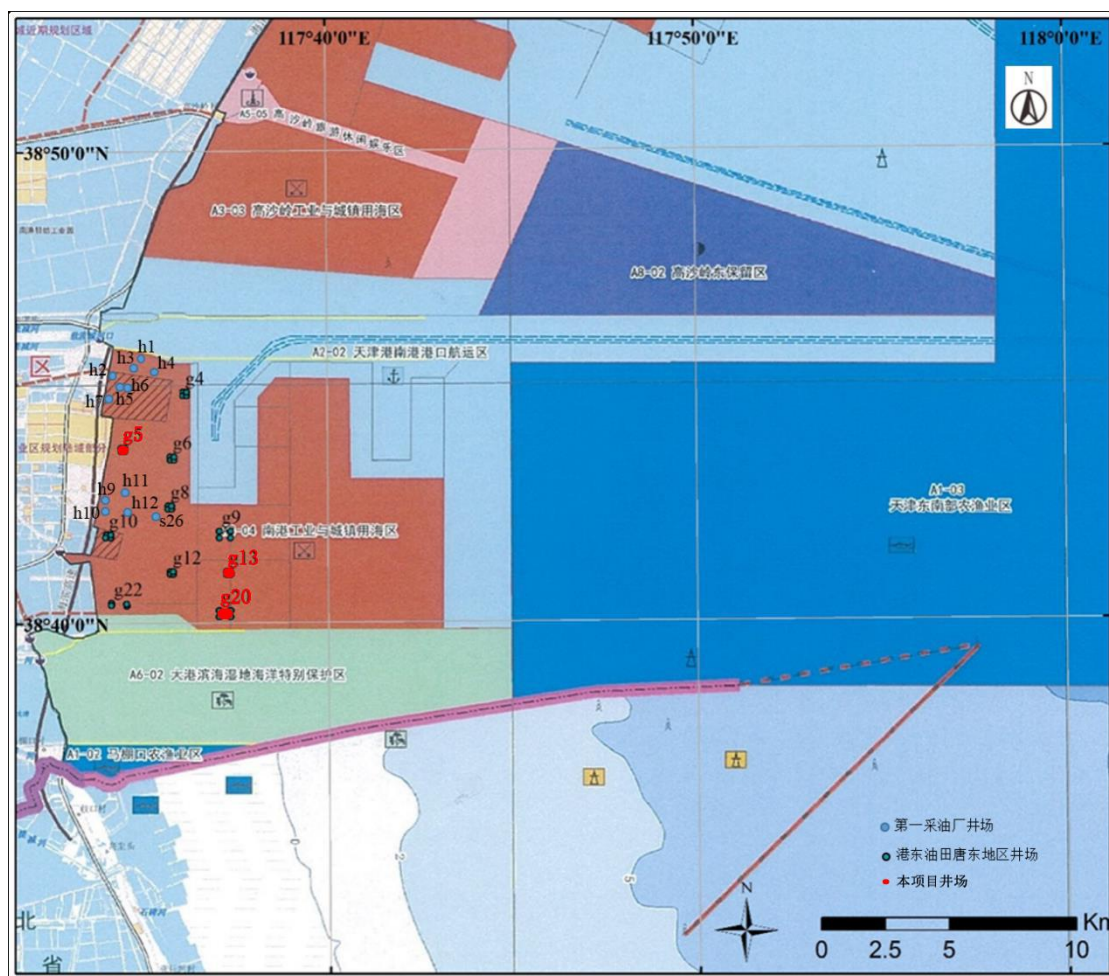


图 1.4-1b 天津市海洋功能区划（局部放大）

表 1.4-1a 项目所在海域海洋功能区划登记表

代码	功能区名称	地理范围	功能区类型	面积 (公顷)	岸段 (米)	管理要求	
						海域使用管理	海洋环境保护
A1-03	天津东南部农渔业区	南港工业区以东海域，天津港锚地以南海域。 117°45'00"E 38°38'15"N; 117°45'00"E 38°45'27"N; 117°58'09"E 38°45'23"N; 117°58'14"E 38°53'53"N; 118°05'44"E 38°52'37"N; 118°05'33"E 38°38'32"N。	农渔业区	53632	0	适宜养殖用海、渔业资源养护和捕捞作业活动；北部海域兼容航道用海；南部海域兼容小规模平台式油气开采及海底电缆管道等用海。 严格限制改变海域自然属性；禁止填海造地以及建设妨碍海上交通的建、构筑物；航道两侧预留一定水域不得从事渔业活动；注意与邻省功能区的协调。	重点保护近海水生生物产卵场和洄游生物种群，恢复中国对虾、三疣梭子蟹、经济鱼种及贝类资源；中东部海域扩大梭鱼、经济贝类等渔业资源的增殖。 加强海上溢油及排污监测，预防污染事故；海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准；油气开采、航道、电缆管道等用海活动应保证农渔业区的海洋环境质量管理要求。
A2-02	天津港南港港口航运区	独流减河北治导线以南，包括南港工业区已建和规划的码头区、航道区。 117°58'09"E 38°46'22"N; 117°45'00"E 38°45'27"N; 117°45'00"E 38°39'53"N; 117°43'11"E 38°43'01"N; 117°58'09"E 38°45'23"N; 117°36'18"E 38°42'32"N; 117°34'10"E 38°45'51"N; 117°35'03"E 38°47'43"N。	港口航运区	14894	4743	保障交通运输安全，适宜港口用海和航道用海，保障工业取水安全，在保障港口航运安全的前提下，兼容油气开采用海。允许适度改变海域自然属性，港口工程鼓励采用突堤和构筑物形式，码头、仓储地可适度填海造地，应循序渐进、节约集约利用和优化码头岸线。 保障防洪治理管理要求，禁止在独流减河治导线范围内建设妨碍行洪的建、构筑物，保障	保障港区前沿的水深条件和水动力环境；加强监管，防范溢油等各类风险事故；废、污水须达标排海。 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不劣于三类标准。本区南港工业与城镇用海区东部水域（东西宽约 2.6km）为与毗邻农渔业区和保护区的缓冲水域，海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于二类标准。

						行洪排涝安全。	
A3-03	高沙岭工业与城镇用海区	高沙岭岸线以东,临港经济区以南,独流减河北治导线以北的区域。 117°35'04"E 38°47'46" N; 117°37'15"E 38°50'36" N; 117°43'36"E 38°49'21" N; 117°42'22"E 38°47'13" N。	工业与城镇用海区	5232	6586	保障工业和城镇建设用海,兼容油气开采用海。在基本功能尚未实现的前提下,根据实际情况可兼容渔业用海。 允许适度改变海域自然属性,科学安排用海时序、节约集约用海,优化围填海平面设计和岸线布局,适度增加公众亲海岸段,加强动态监测和跟踪管理。 开展堤岸改造和景观修复,园区内考虑人工湿地的部署建设,建设生态隔离廊道。	加强工程建设区动态监测与跟踪管理,实行废、污水处理与中水回用,严格防范海洋环境污染、灾害侵害和风险事故的发生。 设置与周围毗邻海域的缓冲范围,严控对毗邻海域的环境影响;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不劣于二类标准。



A3-04	南港工业与城镇用海区	独流减河南治导线以南,青静黄北治导线以北,海岸线以东,南港工业区规划范围内。 117°36'20"E 38°45'28"N; 117°36'18"E 38°42'32"N; 117°38'10"E 38°44'46"N; 117°40'38"E 38°45'08"N; 117°40'39"E 38°43'02"N; 117°43'11"E 38°43'01"N; 117°43'09"E 38°39'53"N; 117°33'46"E 38°40'13"N; 117°34'13"E 38°45'49"N。	工业与城镇用海区	10456	13623	保障南港工业和城镇建设用海,兼容油气开采用海。在基本功能尚未实现的前提下,根据实际情况可兼容渔业用海。允许适度改变海域自然属性,科学安排用海时序、节约集约用海,优化围填海平面设计和岸线布局,适度增加公众亲海岸段,加强动态监测和跟踪管理。开展堤岸改造和景观修复,园区内考虑人工湿地的部署建设,建设生态隔离廊道。	严控对毗邻海洋特别保护区和农渔业区的影响,适当布设海洋环境监测站;实行废、污水处理与中水回用,确需排海要在其东侧达标排放,并需进行深排论证。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不劣于二类标准。南侧和东侧应根据工程建设的平面布置修建防护堤,严禁向邻近功能区的排放和自然流入。
A5-05	高沙岭旅游休闲娱乐区	高沙岭附近,原海滨浴场及以东范围内。 117°46'20"E 38°50'07"N; 117°44'37"E 38°47'13"N; 117°42'22"E 38°47'13"N; 117°43'36"E 38°49'21"N; 117°37'03"E 38°51'28"N。	旅游休闲娱乐区	2746	2636	适宜旅游娱乐用海,适度兼容公务、游艇码头用海;保障工业取水和输水廊道安全,禁止新建排污口。在基本功能尚未实现的前提下,根据实际情况可兼容渔业用海。严格限制改变海域自然属性,整治与修复景观岸线,依托外堤建设景观生态步道和公众亲水岸段。	严禁破坏性开发活动,妥善处理生活垃圾。海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于二类标准。

A6-02	大港滨海湿地海洋特别保护区	<p>马棚口海岸线以东,南港工业区以南,津冀南线以北。</p> <p>117°45'00"E 38°39'53"N; 117°45'00"E 38°38'15"N; 117°38'53"E 38°37'28"N; 117°32'56"E 38°37'30"N; 117°31'55"E 38°39'49"N; 117°33'46"E 38°40'13"N。</p>	海洋保护区	7 633	8 206	<p>保障海洋保护区用海,兼容渔业资源增殖养护和海底电缆管道用海,禁止新建排污口。严格限制改变海域自然属性,渔业基础设施依托陆域空间,渔船停靠、避风水域维持开放式。</p> <p>逐步整治河口区域潮间带形态,保障防洪治理管理要求,禁止在青静黄和北排水河治导线范围内建设妨碍行洪的永久性建、构筑物,保障行洪排涝安全。</p>	<p>重点保护滨海湿地、贝类资源及其栖息环境,恢复滩涂湿地生态环境和浅海生物多样性基因库。加强环境监测,海水水质不劣于二类标准,海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准;油气电缆管道等用海活动应保证海洋特别保护区的环境质量管理要求。</p>
A8-02	高沙岭东保留区	<p>位于高沙岭东。</p> <p>117°58'09"E 38°46'22"N; 117°44'09"E 38°46'26"N; 117°46'20"E 38°50'07"N; 117°58'10"E 38°47'09"N。</p>	保留区	8 164	0	<p>加强管理,区划期限内限制开发。严禁随意开发,确需改变海域自然属性进行开发利用的,应首先修改本《区划》,调整保留区的功能,并按程序报批。</p>	<p>海洋环境质量应维持在不劣于现状的水平。</p>



### 1.4.2 海洋生态红线

根据天津市海洋局关于发布实施<天津市海洋生态红线区报告>的通知》（津海环[2014]164 号）和《天津市海洋生态红线区报告》，本工程不占用海洋生态红线区，工程与海洋生态红线区位置关系见图 1.4-2，项目周边海洋生态红线区保护目标及管控措施见表 1.4-2。

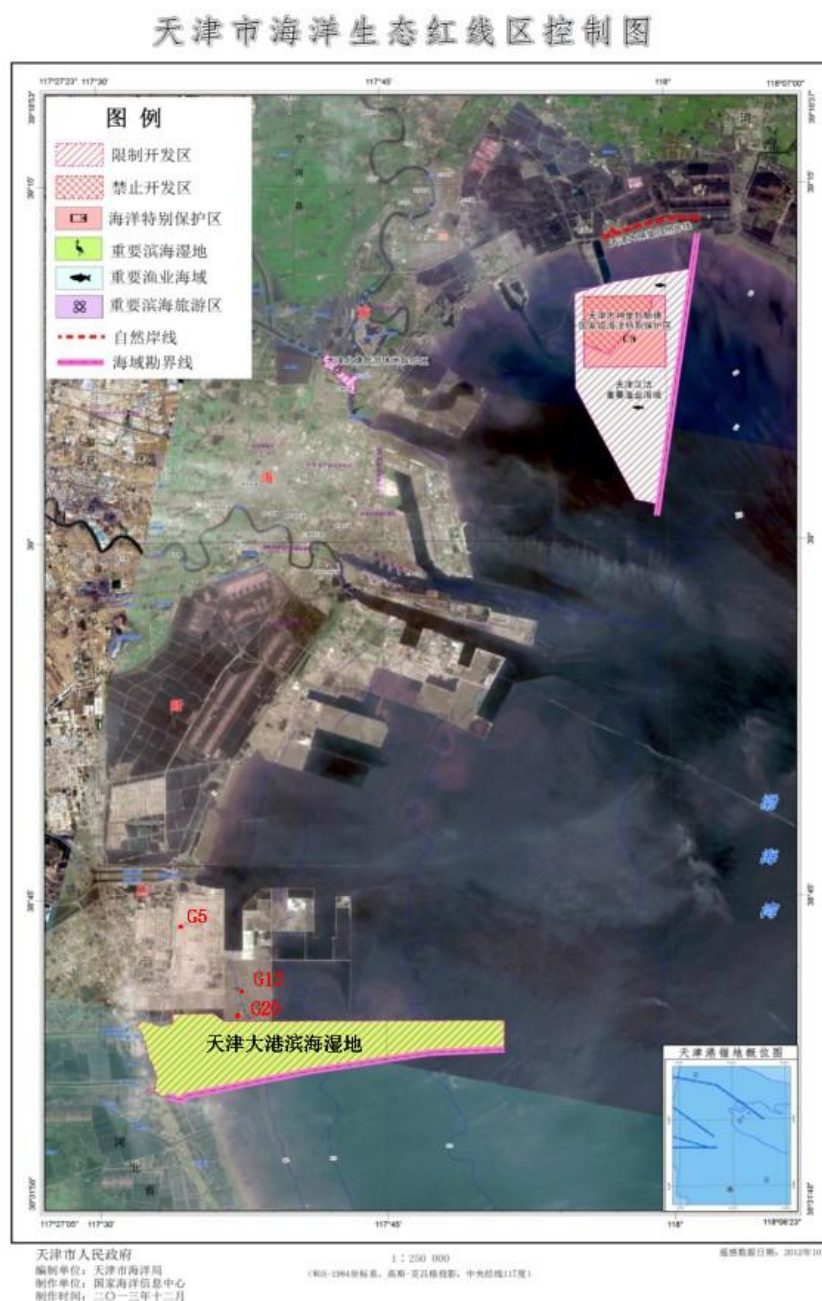


图 1.4-2 天津市海洋生态红线区图

表 1.4-1 项目周边海洋生态红线区登记表

海洋生态红线区		保护目标	管控措施	符合性分析
类型	名称			
重要滨海湿地	天津大港滨海湿地	重点保护滨海湿地、贝类资源及其栖息环境，恢复滩涂湿地生态环境和浅海生物多样性基因库	禁止围填海、矿产资源开发及其他城市建设开发项目等改变海域自然属性、破坏湿地生态功能的开发活动，禁止在青静黄河北排河治导线范围内建设妨碍行洪的永久性建、构筑物，保障行洪排涝安全。	本项目不占用该生态红线区，对该生态红线区的海域自然属性无影响。项目施工期不涉及水上施工，施工期和运营期产生的污水、固体废弃物等均不排海，因此，项目对该生态红线区的生态功能无影响。项目位于青静黄河北排河治导线之外，对该区域的行洪排涝安全没有影响。 <b>结论：符合</b>

## 1.5 环境影响评价标准

### 1.5.1 海洋环境质量标准

#### (1) 海洋环境质量标准

根据《天津市海洋功能区划（2011-2020）》，本工程位于“南港工业与城镇用海区”（功能区代码为 A3-04）。按照本区域环境保护要求，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不劣于二类标准。

海洋生物质量(双壳贝类)评价标准采用《海洋生物质量》(GB18421-2001)规定的标准值；其它甲壳类、鱼类和软体类目前国家尚未颁布统一的评价标准，生物体内污染物质(Hg、Zn、Pb、Cd、Cu)含量评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量采用《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，相应标准限值见表 1.5-1~1.5-4。

表 1.5-1 海水水质标准 单位：mg/L

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
SS	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
pH（无量纲）	7.8~8.5		6.8~8.8	
DO>	6	5	4	3
COD≤	2	3	4	5
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030	0.030	0.045
Hg≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
Cd≤	0.001	0.005	0.01	0.01
Pb≤	0.001	0.005	0.010	0.050
Cu≤	0.005	0.010	0.050	0.050
Zn≤	0.020	0.050	0.10	0.50
As≤	0.020	0.030	0.050	
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50
硫化物≤	0.02	0.05	0.10	0.25

表 1.5-2 沉积物质量标准

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	汞 ( $\times 10^{-6}$ ) ≤	0.20	0.50	1.00
2	镉 ( $\times 10^{-6}$ ) ≤	0.50	1.50	5.00
3	铅 ( $\times 10^{-6}$ ) ≤	60.0	130.0	250.0
4	锌 ( $\times 10^{-6}$ ) ≤	150.0	350.0	600.0
5	铜 ( $\times 10^{-6}$ ) ≤	35.0	100.0	200.0
6	铬 ( $\times 10^{-6}$ ) ≤	80.0	150.0	270.0

序号	项目	第一类	第二类	第三类
7	砷 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	20.0	65.0	93.0
8	有机碳 ( $\times 10^{-2}$ ) $\leq$	2.0	3.0	4.0
9	硫化物 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	300.0	500.0	500.0
10	石油类 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	500.0	1000.0	1500.0

表 1.5-3 海洋贝类生物（双壳）质量标准值（鲜重）单位：mg/kg

序号	项目	第一类	第二类	第三类
1	总汞 $\leq$	0.05	0.10	0.30
2	镉 $\leq$	0.2	2.0	5.0
3	铅 $\leq$	0.1	2.0	6.0
4	铬 $\leq$	0.5	2.0	6.0
5	砷 $\leq$	1.0	5.0	8.0
6	铜 $\leq$	10	25	50（牡蛎 100）
7	锌 $\leq$	20	50	100（牡蛎 500）
8	石油烃 $\leq$	15	50	80

表 1.5-4 非双壳贝类生物生物质量评价标准（鲜重）单位：mg/kg

生物类别	总汞	铜	铅	镉	锌	石油烃
软体动物	$\leq 0.30$	$\leq 100$	$\leq 10.0$	$\leq 5.5$	$\leq 250$	$\leq 20$
甲壳动物	$\leq 0.20$	$\leq 100$	$\leq 2.0$	$\leq 2.0$	$\leq 150$	$\leq 20$
鱼类	$\leq 0.30$	$\leq 20$	$\leq 2.0$	$\leq 0.6$	$\leq 40$	$\leq 20$

## (2) 环境空气质量标准

本工程 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO、O<sub>3</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub> 执行《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）二级标准（见表 1.5-5）。

表 1.5-5 环境空气各项污染物浓度限值

序号	污染物名称	取值时间	标准值	单位
			二级	
1	SO <sub>2</sub>	年平均	60	ug/m <sup>3</sup>
2	NO <sub>2</sub>	年平均	40	
3	CO	24 小时平均	4	mg/m <sup>3</sup>
4	O <sub>3</sub>	日最大 8 小时平均	160	ug/m <sup>3</sup>
5	PM <sub>10</sub>	年平均	70	
6	PM <sub>2.5</sub>	年平均	35	

## (3) 土壤质量标准

本次选用《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB36600-2018）中第二类用地的筛选值和管制值，作为工作区土壤环境评价标准，详见表 1.5-6。

表 1.5-6 建设用地土壤污染风险筛选值和管制值（单位：mg/kg）

序号	污染物项目	筛选值	管制值
----	-------	-----	-----

		第二类用地	第二类用地
1	砷	60	140
2	镉	65	172
3	铬（六价）	5.7	78
4	铜	18000	36000
5	铅	800	2500
6	汞	38	82
7	镍	900	2000
8	四氯化碳	2.8	36
9	氯仿	0.9	10
10	氯甲烷	37	120
11	1,1-二氯乙烷	9	100
12	1,2-二氯乙烷	5	21
13	1,1-二氯乙烯	66	200
14	顺-1,2-二氯乙烯	596	2000
15	反-1,2-二氯乙烯	54	163
16	二氯甲烷	616	2000
17	1,2-二氯丙烷	5	47
18	1,1,1,2-四氯乙烷	10	100
19	1,1,2,2-四氯乙烷	6.8	50
20	四氯乙烯	53	183
21	1,1,1-三氯乙烷	840	840
22	1,1,2-三氯乙烷	2.8	15
23	三氯乙烯	2.8	20
24	1,2,3-三氯丙烷	0.5	5
25	氯乙烯	0.43	4.3
26	苯	4	40
27	氯苯	270	1000
28	1,2-二氯苯	560	560
29	1,4-二氯苯	20	200
30	乙苯	28	280
31	苯乙烯	1290	1290
32	甲苯	1200	1200
33	间二甲苯+对二甲苯	570	570
34	邻二甲苯	640	640
35	硝基苯	76	760
36	苯胺	260	663
37	2-氯酚	2256	4500
38	苯并(a)蒽	15	151
39	苯并(a)芘	1.5	15
40	苯并(b)荧蒽	15	151
41	苯并(k)荧蒽	151	1500
42	蒽	1293	12900
43	二苯并(a,h)蒽	1.5	15
44	茚并(1,2,3-cd)芘	15	151
45	萘	70	700
46	石油烃（C10-C40）	4500	9000

#### （4）地下水质量标准

地下水评价标准采用《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中规定的标准

限值，对于《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中没有的指标，参照《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）相关标准进行分析。地下水质量评价标准见表 1.5-7。

表 1.5-7 地下水质量评价标准

指标	I 类	II 类	III 类	IV 类	V 类	评价标准
pH	6.5~8.5		8.5~9, 5.5~6.5		<5.5, >9	《地下水质量标准》 (GB/T14848-2017)
耗氧量(COD <sub>Mn</sub> 法, 以 O <sub>2</sub> 计 mg/L)	≤1.0	≤2.0	≤3.0	≤10.0	>10.0	
溶解性总固体 (mg/L)	≤300	≤500	≤1000	≤2000	>2000	
总硬度(以 CaCO <sub>3</sub> , mg/L)	≤150	≤300	≤450	≤650	>650	
氨氮(以 N 计, mg/L)	≤0.02	≤0.1	≤0.50	≤1.50	>1.50	
硝酸盐(以 N 计) (mg/L)	≤2.0	≤5.0	≤20.0	≤30.0	>30.0	
亚硝酸盐(以 N 计) (mg/L)	≤0.01	≤0.10	≤1.00	≤4.80	>4.80	
挥发性酚类(以苯酚计, mg/L)	≤0.001	≤0.001	≤0.002	≤0.01	>0.01	
氰化物(mg/L)	≤0.001	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1	
氟化物(mg/L)	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤2.0	>2.0	
六价铬(mg/L)	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.10	>0.10	
氯化物(mg/L)	≤50	≤150	≤250	≤350	>350	
硫酸盐(mg/L)	≤50	≤150	≤250	≤350	>350	
砷(mg/L)	≤0.001	≤0.001	≤0.01	≤0.05	>0.05	
铅(mg/L)	≤0.005	≤0.005	≤0.01	≤0.10	>0.10	
镉(mg/L)	≤0.0001	≤0.001	≤0.005	≤0.01	>0.01	
铁(mg/L)	≤0.1	≤0.2	≤0.3	≤2.0	>2.0	
锰(mg/L)	≤0.05	≤0.05	≤0.10	≤1.50	>1.50	
汞(mg/L)	≤0.0001	≤0.0001	≤0.001	≤0.002	>0.002	
苯(μg/L)	≤0.5	≤1.0	≤10.0	≤120	>120	
甲苯(μg/L)	≤0.5	≤140	≤700	≤1400	>1400	
二甲苯(总量) (μg/L)	≤0.5	≤100	≤500	≤1000	>1000	
硫化物 (mg/L)	≤0.005	≤0.01	≤0.02	≤0.10	>0.10	
钠(mg/L)	≤100	≤150	≤200	≤400	>400	
蒽 (μg/L)	≤1	≤360	≤1800	≤3600	>3600	
萘 (μg/L)	≤1	≤10	≤100	≤600	>600	
石油类(mg/L)	≤0.05	≤0.05	≤0.05	≤0.5	≤1	《地表水环境质量标准》 (GB3838-2002)

## 1.5.2 污染物排放标准

本工程位于渤海湾海域，勘探开发过程中产生的污染物排放标准执行《海洋

石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)。工程钻井、完井作业使用水基钻井液、钻井过程中钻井液、钻屑均集中收集,交由有资质单位回收处置,不外排。工程油气生产阶段的生产水经处理达到《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》(SY/T5329-2012)后回注地层。生活污水统一收集后用罐车拉至指定地点处理。工程的生产垃圾和生活垃圾禁止排放,由相关环卫部门定期清运。具体标准值见表 1.5-8。

表 1.5-8 污染物排放标准

污染物	采用标准	等级	污染因子	标准值	适用对象
钻井液、钻屑、泥浆	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)	一级	石油类	禁止排放钻井油层钻屑和钻井油层钻井液	钻井完井作业过程中产生的泥浆、钻屑
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 $>0.05 \sim \leq 0.5 \mu\text{m}^2$	石油类、SS	含油量 $\leq 15.0\text{mg/L}$ 悬浮 固体含量 $\leq 5.0\text{mg/L}$	生产水处理后回注地层水
固体垃圾	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)	/	/	禁止排放或弃置入海	生产垃圾和生活垃圾

### 1.5.3 其它标准与规范

本工程环境影响评价采用的其它标准与规范见表 1.5-9。

表 1.5-9 其它标准

标准与规范	适用内容
《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB 18599-2001)	固体废弃物的防治与控制
《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2007)	
《危险废物鉴别标准 通则》(GB 5085.7-2019)	

## 1.6 环境影响评价等级

### 1.6.1 评价要素

本工程包括海洋油（气）开发及其附属工程，根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）中评价内容选取原则。确定本工程必选单项海洋环境影响评价要素包括海水水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态和生物资源环境、环境风险四项。考虑填海形成井场导致水文动力的变化和冲刷淤积，确定海洋地形地貌与冲淤环境、水文动力环境也作为本次评价要素，此外，由于本项目位于已填海成陆区域进行建设，本项目将土壤、地下水作为本项目评价内容。

本项目海洋环境影响评价各单项环境影响评价要素筛选见表 1.6-1。

表 1.6-1 海洋工程建设项目各单项环境影响评价要素

建设项目类型和内容	环境影响评价要素						
	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	其它评价内容
海洋矿产资源勘探开发及其附属工程：海洋（海底）矿产资源、海洋油（气）开发及其附属工程，天然气水合物开发.....	★	★	★	☆ <sup>b</sup>	☆ <sup>b</sup>	★	☆

a.★为必选环境影响评价内容；

b.☆为依据建设项目具体情况可选环境影响评价内容；

c.其他评价内容中包括放射性、电磁辐射、热污染、大气、噪声、固废、景观、人文遗迹等评价内容。

d.当工程内容包括需要填海的码头、挖入式港池（码头）、疏浚、冲（吹）填、海中取土（沙）等影响水文动力环境时，应将水文动力环境列为必选评价内容。

注：引自《海洋工程环境影响评价技术导则》表 1。

### 1.6.2 水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境影响评价等级

本工程新建产能最大为 12.38 万 t，工程所在海域属于生态环境敏感区，对照《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）表 2，确定本项目各环境影响要素评价工作等级分别为：海洋水质环境 2 级；海洋沉积物环境 2 级；海洋生态和生物资源环境 1 级、水文动力环境为 2 级。各单项环境影响评价要素的评价工作等级见表 1.6-2。



**表 1.6-2 海洋水质、海洋沉积物、海洋生态和生物资源影响评价工作等级判据**

工程类别	工程规模	本工程规模	工程所在海域特征和生态环境类型	水文动力环境	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	年产油 <20 万吨	新增产能 12.38 万吨	本工程位于渤海湾国家级水产种质资源保护区，属于生态环境敏感区	>2	>2	>3	>1
环境影响评价等级				2	2	2	1

### 1.6.3 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级

本项目施工对海床自然性状略有改变，并产生较轻微冲刷、淤积的影响，对照《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）表 3，确定海洋地形地貌与冲淤环境评价等级为三级。具体判定依据见表 1.6-3。

**表 1.6-3 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价工作等级判据**

评价等级	工程类型和工程内容
1	面积 $50 \times 10^4 \text{m}^2$ 以上的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度等于和大于 2km）等工程；连片和单项海砂开采工程；其它类型海洋工程中不可逆改变或严重改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较严重冲刷、淤积的工程项目。
2	面积 $(50 \sim 30) \times 10^4 \text{m}^2$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 2km~1km）等工程；其它类型海洋工程中较严重改变岸线、滩涂、海床自然性状和产生冲刷、淤积的工程项目。
3	面积 $(30 \sim 20) \times 10^4 \text{m}^2$ 的围海、填海、海湾改造工程，围海筑坝、防波堤、导流堤（长度 1km~0.5km）等工程；其它类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻微冲刷、淤积的工程项目。

### 1.6.4 环境风险影响评价等级

本项目为罐车拉运，功能定位为油气运输，不储存油气，当发生碰撞事故时，最不利情况罐车内液体全部泄漏。总溢油量为 30t。

由此计算危险物质数量与临界量比值（Q）为 0.012， $Q < 1$ 。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 C 可知：当  $Q < 1$  时，该项目环境风险潜势为 I。

由于本项目环境风险潜势划分为 I，根据《建设项目环境风险评价技术导则》

(HJ 169-2018) 中表 1 评价工作等级划分, 确定环境风险评价等级为简要分析。

表 1.6-4 环境风险评价等级划分

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

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

### 1.6.5 土壤环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则土壤环境(试行)》(HJ964-2018)中关于评价等级的规定, 污染影响型评价等级划分见表 1.6-5。

石油开采项目根据导则附录 A 判定属于 I 类项目, 其他建设项目根据项目类别对照附录 A 进行判定。导则将建设项目占地规模分为大型 ( $\geq 50 \text{ hm}^2$ )、中型 ( $5 \sim 50 \text{ hm}^2$ )、小型 ( $\leq 5 \text{ hm}^2$ ), 本项目占地面积为  $13.85 \text{ hm}^2$ , 属于中型项目, 建设项目所在地土壤环境敏感程度分为敏感、较敏感、不敏感, 项目所在地土壤环境敏感程度为不敏感。土壤评价等级为二级。

表 1.6-5 污染型土壤环境影响评价工作等级划分

占地规模 敏感程度	I 类			II 类			III 类		
	大	中	小	大	中	小	大	中	小
敏感	一级	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级
较敏感	一级	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级	-
不敏感	一级	二级	二级	二级	三级	三级	三级	-	-

注: “-”表示可不开展土壤环境影响评价工作。

### 1.6.6 地下水环境影响评价等级

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)附录 A 地下水环境影响评价行业分类表规定, 石油开采类项目为 I 类项目。项目地下水 3000d 的迁移距离内没有特殊地下水资源保护区以及以外的分布区等其他未列入的环境敏感区, 没有集中式饮用水水源和分散式饮用水水源地, 没有集中式饮用水水源准保护区和未划定准保护区的集中式饮用水水源保护区以外的补给径流区, 本项目所在地区地下水环境敏感程度初步判定为不敏感, 敏感程度判定见表 1.6-7。

表 1.6-6 地下水环境敏感程度分级表

敏感程度	地下水环境敏感特征
------	-----------

敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区；除集中式饮用水水源以外的国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区，如热水、矿泉水、温泉等特殊地下水资源保护区。
较敏感	集中式饮用水水源（包括已建成的在用、备用、应急水源，在建和规划的饮用水水源）准保护区以外的补给径流区；未划定准保护区的集中水式饮用水水源，其保护区以外的补给径流区；分散式饮用水水源地；特殊地下水资源（如矿泉水、温泉等）保护区以外的分布区等其他未列入上述敏感分级的环境敏感区。
不敏感	上述地区之外的其它地区。

“环境敏感区”是指《建设项目环境影响评价分类管理名录》中所界定的涉及地下水的环境敏感区。

依据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）的评价工作等级划分原则（见表 1.6-7），项目为 I 类项目，地下水环境敏感程度为不敏感，地下水评价工作等级判定为二级。

表 1.6-7 地下水环境评价等级分级表

	I 类项目	II 类项目	III 类项目
敏感	一级	一级	二级
较敏感	一级	二级	三级
不敏感	二级	三级	三级

## 1.7 评价范围、评价内容与评价重点

### 1.7.1 评价范围

根据各单项环境影响评价要素评价工作等级，综合考虑工程特点、污染物特性、污染物种类以及工程所在海域自然环境特征及重点环境保护目标，确定本项目环境影响评价范围、环境风险评价、环境现状调查范围如下：

#### （1）海洋环境影响评价范围

本项目环境影响评价等级为 1 级，根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）和《海洋油气勘探开发工程环境影响评价技术规范》（国家海洋局 2014 年 4 月 17 日）确定环境影响评价范围如下：

水质环境、沉积物环境、生态环境评价范围：以各井场外缘线为起点分别向外扩展 15 km。

水动力环境、泥沙冲淤环境评价范围：根据工程特点和海域特性，不低于水质环境的评价范围。

岸边以海岸线为界，形成面积约 616km<sup>2</sup> 的区域（37.8km×16.3km）。评价范

围控制点坐标参见表 1.7-1，评价范围见图 1.7-1。

**表 1.7-1 本项目正常作业情况下环境影响评价范围四至坐标**

控制点	经度	纬度
A	38°52'25.35"	117°45'04.54"
B	38°52'23.18"	117°50'14.99"
C	38°30'53.78"	117°49'59.99"
D	38°30'58.54"	117°37'14.02"

#### (2) 环境风险评价范围

本项目海域溢油的影响范围取决于溢油漂移的速度和应急反应时间及处理效果，根据该海区以往同类工程溢油漂移数值预测结果，并考虑到溢油应急反应时间以及海上应急作业时间，选取距离井场周边 70km 海域作为本项目环境风险评价范围。

#### (3) 土壤环境影响评价范围

依据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）的要求，根据评价工作等级为二级的污染影响型项目，调查范围为井场边界外扩 200m，本项目土壤调查评价范围见图 1.7-2。

#### (4) 地下水环境影响评价范围

根据《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2016）对于调查范围的要求，对建设项目（除线性工程）地下水环境影响现状调查评价范围有以下三种方法，分别是公式计算法、查表法和自定义法确定。本次结合实地调查情况综合分析拟建项目周边用地规划、水文地质条件，结合当地浅层地下水环境监测现有资料等分析确定评价范围，因此本次地下水现状调查与评价的工作区范围采用自定义法。

本次根据《环境影响评价技术导则——地下水环境》要求结合野外水文地质调查，地下水评价范围西侧以海港路西侧的景观河为边界，南侧以南堤路为边界，向北扩至港西路以北约 500m，向东扩至西港池东边界，东南延伸至 G20 井场。评价范围的面积约 29.6km<sup>2</sup>；本次采用自定义法确定的调查评价范围同时满足标准规定中查表法；建设项目调查评价范围满足标准规定一级评价的范围要求，具体评价范围见图 1.7-3。

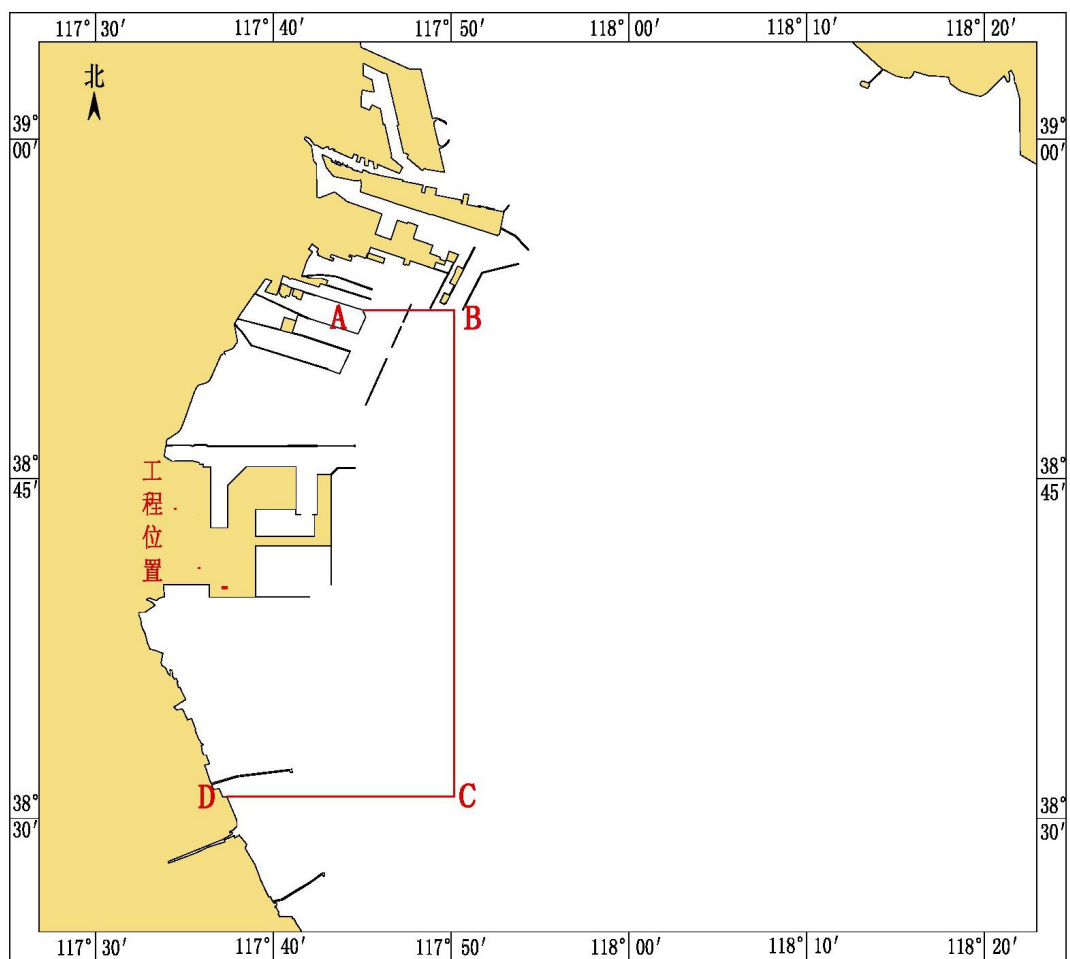


图 1.7-1 本项目评价范围图（海域）



图 1.7-2 土壤调查评价范围图



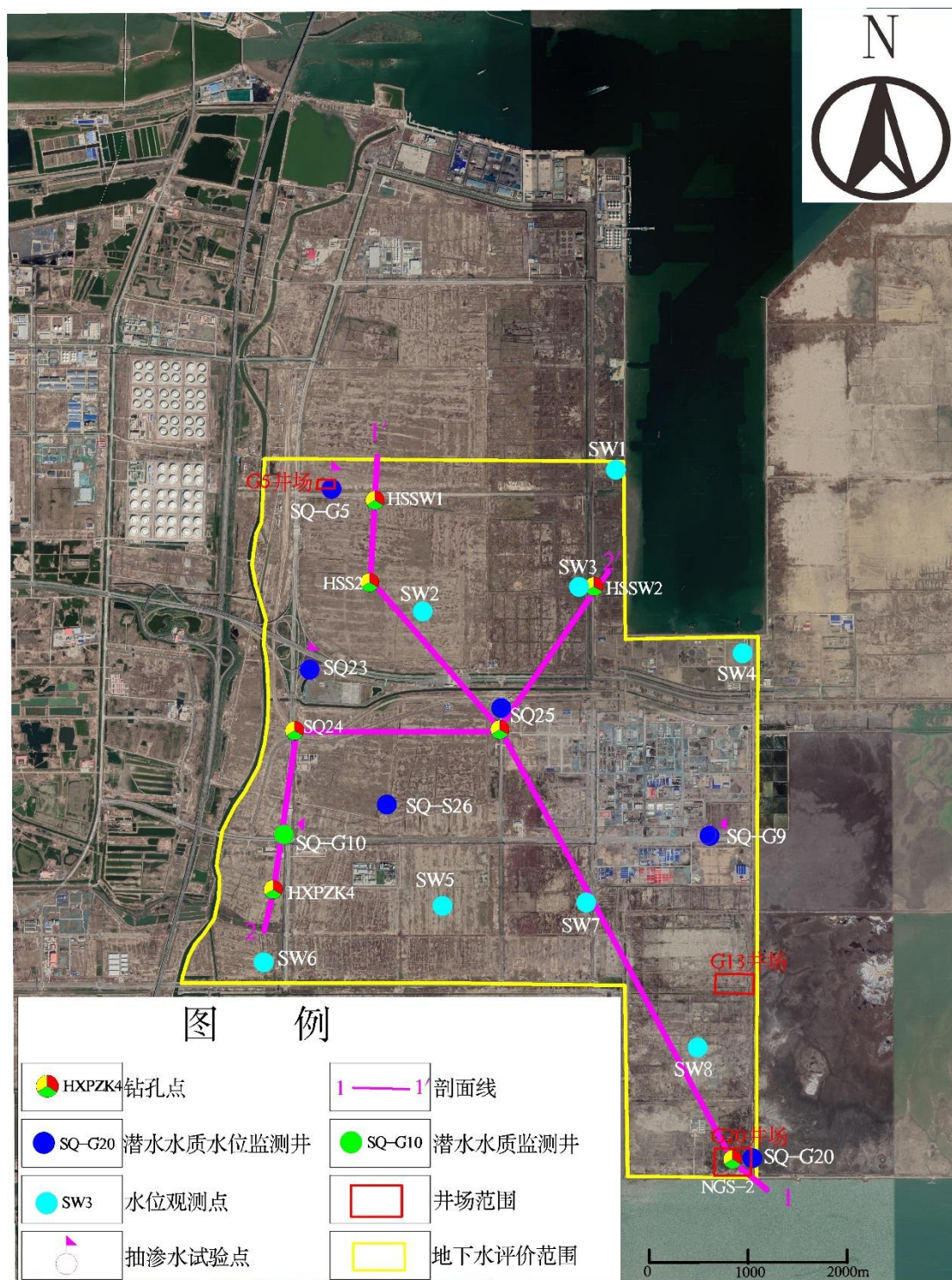


图 1.7-3 地下水评价范围图

### 1.7.2 环境影响评价内容

本工程新建 3 个井场以及地面工程。工程位于“辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（渤海湾核心区）”，根据《水产种质资源保护区管理暂行办法》，设置项目对水产种质资源保护区的影响论证专题。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包括：

（1）分析本工程与国家产业政策、海洋主体功能区划、海洋环境功能区划、海洋生态红线制度要求的符合性；

（2）明确本工程施工期、运营期污染物的产生环节与排放特征，核算污染物的产生量及排放量；

（3）校核依托工程的依托可行性分析，包括原油处理依托可行性、含油污水处理依托可行性分析；

（4）调查与分析工程海域海洋水文、水质、沉积物、海洋生物生态资源等要素，给出评价区域的环境质量现状评价结果；

（5）分析、预测和评价本工程对海洋环境可能造成的影响范围及程度，核算工程实施造成的海洋生物生态资源损失；

（6）调查辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区内主要保护对象及其生物生态学特征，分析工程建设实施对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区的影响程度；

（7）对本工程拟采取的污染防治措施进行技术、经济可行性论证；对风险溢油应急能力进行评估，分析应急处理措施的可行性；

（8）给出本工程建设海洋环境影响是否可接受，工程建设从环境保护角度考虑是否可行的结论。

### 1.7.3 评价重点

依据本油田开发工程的特点和评价海域环境特征，结合本工程分析识别出的环境影响因子和环境影响因素识别结果，确定本工程的环境影响评价重点包括：

（1）海洋功能区划及相关规划符合性分析；

（2）对本工程拟采取的污染防治措施进行技术、经济可行性论证；对风险溢油应急能力进行评估，分析应急处理措施的可行性；

（3）各井场在开发过程中对地下水、土壤环境的影响；

（4）结合事故统计分析，对本项目建设及生产阶段存在的事故风险进行识



别。从环境风险角度分析最大可信事故风险源项、事故后果计算及突发溢油风险事故对工程周边海域海洋水质、生态环境和环境敏感目标的影响预测；通过风险计算明确本项目环境风险的可接受水平。

## 1.8 环境保护目标

本项目评价范围内环境敏感目标包括辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区、大港滨海湿地海洋特别保护区、天津大港滨海湿地；距离项目较近敏感目标有古海岸与湿地国家级自然保护区、天津市北大港湿地自然保护区、团泊-北大港湿地生物多样性维护生态保护红线、独流减河河滨岸带生态保护红线和李二湾-沿海滩涂生物多样性维护生态保护红线，各环境敏感目标详见表 1.8-1，见图 1.8-1。

表 1.8-1 环境敏感目标一览表

序号	敏感区类型	敏感目标名称		与本项目位置关系		主要保护目标	保护期/产卵期
				方位	与本工程最近距离（km）		
1	国家级自然保护区	古海岸与湿地国家级自然保护区贝壳堤马棚口区	实验区	西南侧	5.50	贝壳堤湿地生态系统	--
2	省级自然保护区	天津市北大港湿地自然保护区	核心区	西侧	16.50	内陆湖泊湿地生态系统、沿海滩涂湿地生态系统、野生动植物资源及珍稀鸟类	--
			缓冲区	南侧	0.75		
			实验区	西侧	2.60		
3	国家级水产种质资源保护区	辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区渤海湾保护区	核心区	位于其中	--	中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹等	核心区产卵期为 4 月 25 日～6 月 15 日
4	海洋保护区	大港滨海湿地海洋特别保护区		南侧	0.70	滨海湿地、贝类资源及其栖息环境	--
5	海洋生态红线	天津大港滨海湿地		南侧	0.70	滨海湿地、贝类资源及其栖息环境	--
		沧州歧口浅海湿地		南侧	4.73	保护滨海湿地生物群落	--
		渤海湾（南排河北海域）种质资源保护区		南侧	8.64	系国家级水产种质资源保护区的组成部分	
6	生态保护红线	天津市生态保护红线—独流减河河滨岸带生态保护红线（IV-1）		西北侧	3.35	行洪、排涝、输水、调水、灌溉、备用水源地、生活休闲、生态廊道	--
		天津市生态保护红线—团泊-北大港湿地生物多样性维护生态保护红线（I-1）		西侧	7.70	内陆湖泊湿地生态系统、沿海滩涂湿地生态系统、野生动植物资源及珍稀鸟类	--
		天津市生态保护红线—李二湾-沿海滩涂生物多样性维护生态保护红线（I-2）		南侧	3.75		--

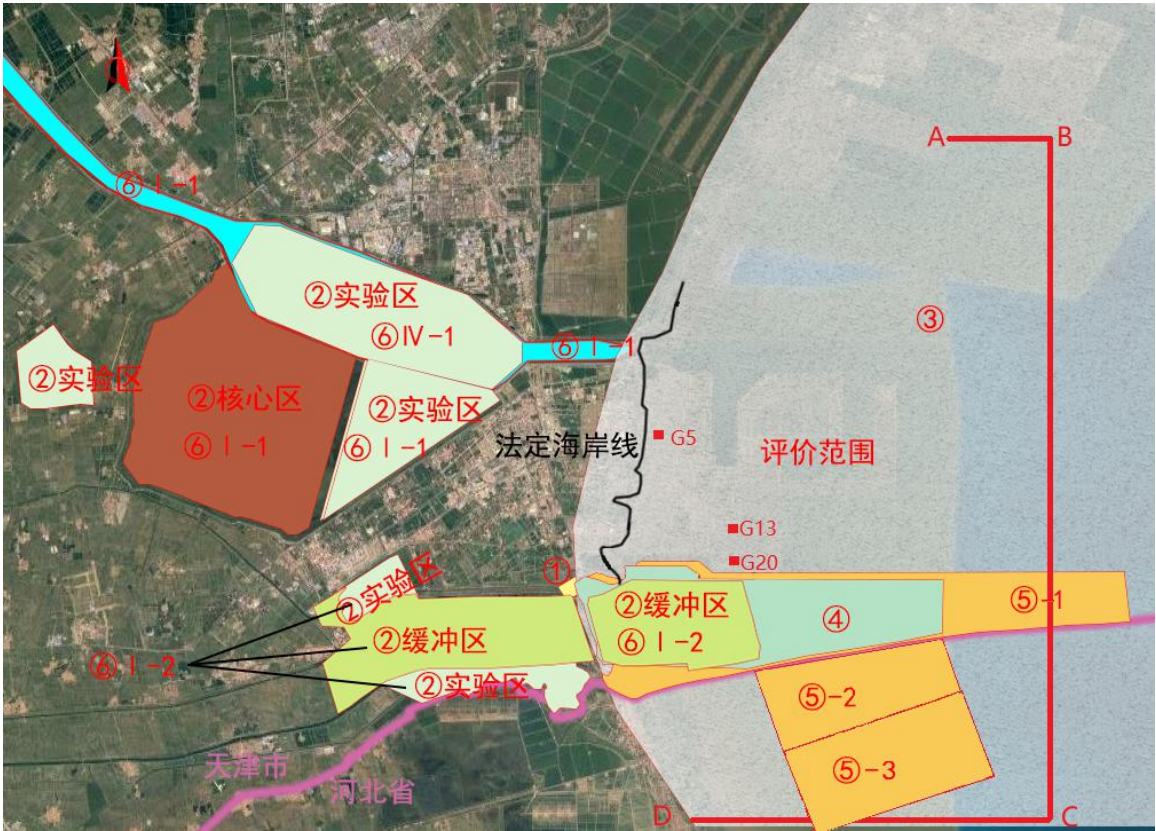


图 1.8-1 环境敏感目标与工程位置图

2 建设项目工程分析

2.1 建设项目概况

2.1.1项目基本情况

项目名称：第一采油厂南港油田 G5 等 3 个海域井场产能建设开发工程

项目性质：新建工程

建设单位：中国石油天然气股份有限公司大港油田分公司

项目投资：80640 万元。其中环保投资约 1573.37 万元。

项目内容：第一采油厂南港油田 G5 等 3 个海域井场产能建设开发工程在 G5、G13、G20 海域井场内拟建新井 24 口，均为油井；产出液在井场内两相分离器中分离，油水采用罐车拉油方式至马西联合站处理，分离出来的天然气经 LNG 压缩撬处理后采用罐车拉气的方式至 LNG 处理站。

2.1.2工程地理位置

第一采油厂南港油田 G5 等 3 个海域井场产能建设开发工程位于天津市南港工业区，隶属于天津市海滨高速以东南港工业区填海范围内，油田开发井场区域坐标范围为 117°33'E-117°38'E，38°40'N-38°44'N。工程地理位置见图 2.1-1。

表 2.1-1 南港油田 G5 等 3 个海域井场平台基本信息

序号	平台名称	经度（E）	纬度（N）	井场建设年限	计划新钻井
1	G5	117°34'24.3485"	38°43'39.9125"	2013 年	8
2	G13	117°33'58.9174"	38°41'49.8298"	2013 年	8
3	G20	117°37'02.7766"	38°40'08.4687"	2013 年	8

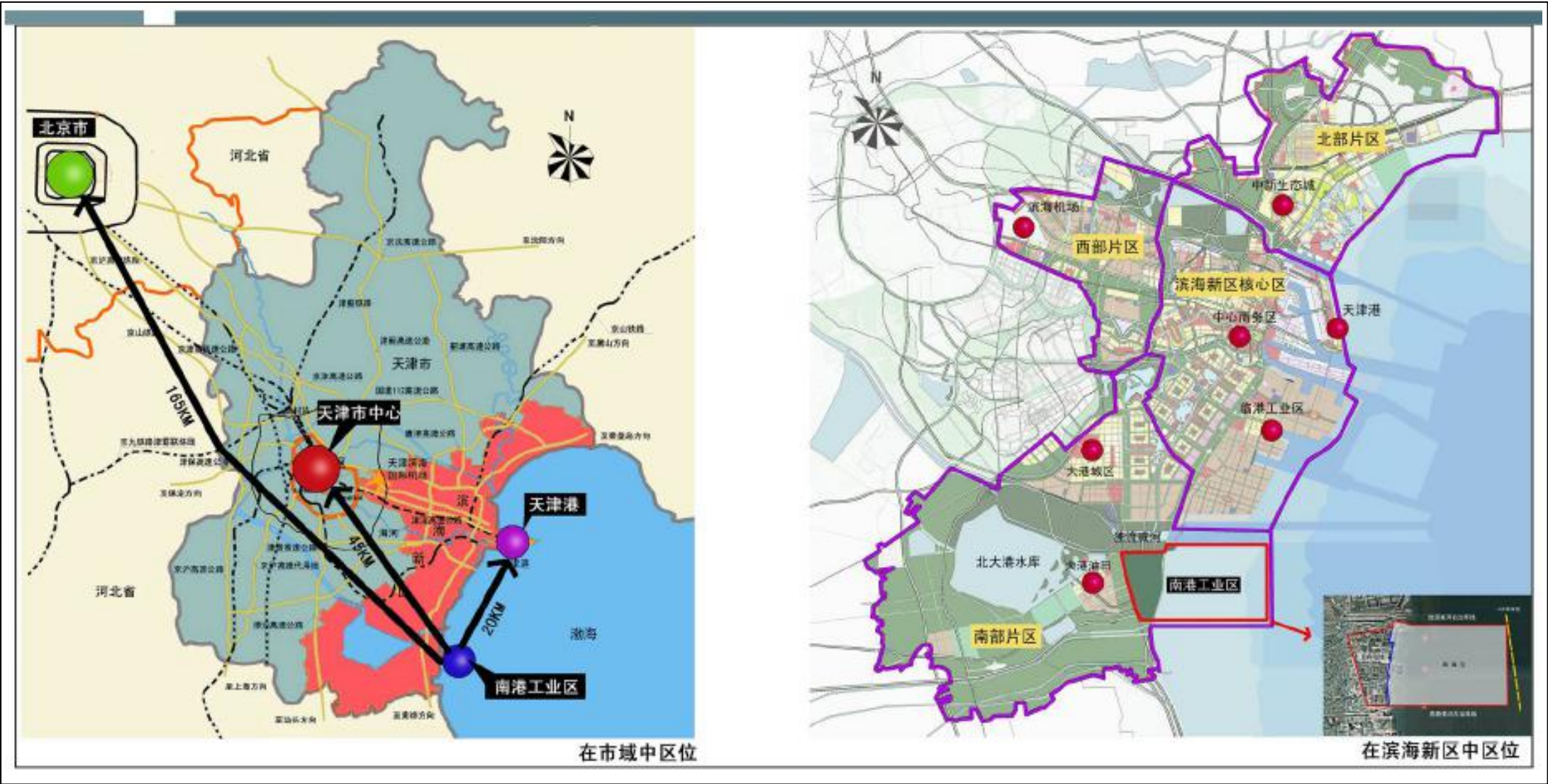


图 2.1-1 天津南港工业区地理区位图





图 2.1-2 工程地理位置示意图



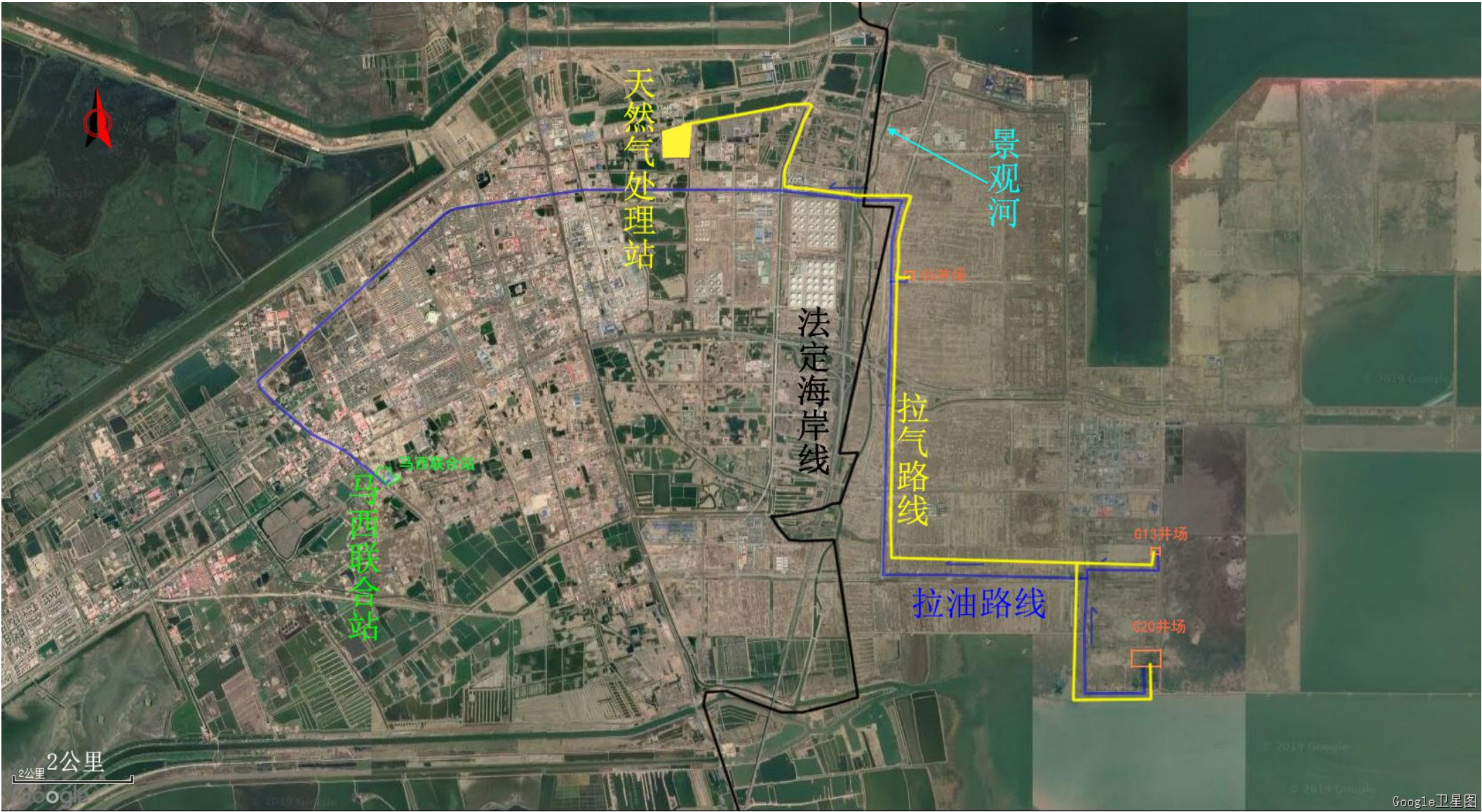


图 2.1-3 工程总平面布置图

2.1.3工程组成

第一采油厂南港油田 G5 等 3 个海域井场产能建设开发工程的工程量主要是新建产能井工程。工程组成详见表 2.1-2。工程总体布局见图 2.1-3。

表 2.1-2 本项目工程组成一览表

序号	主体工程	生产井设置	规模	依托工程	备注
1	G5 井场	钻完井	完成油井数 8 口	拉油→马西联合站 拉气→LNP 处理站	新建
2	G13 井场	钻完井	完成油井数 8 口	拉油→马西联合站 拉气→LNP 处理站	新建
3	G20 井场	钻完井	完成油井数 8 口	拉油→马西联合站 拉气→LNP 处理站	新建

表 2.1-3 拟建工程组成及建设规模

主体工程	井场	G5、G13、G20 共计 3 座井场
	井数	新建产能井 24 口，均为油井，其中 G5 井场新建 8 口，G13 井场新建 8 口，G20 井场新建 8 口。
	物流集输	G5、G13、G20 共计 3 座井场均采用井场内设置卧式两相分离器进行油气分离，天然气经天然气压缩撬处理后拉运至 LNP 处理站；分离后的采出液进入储油罐存储，定期装车拉运至马西联合站。
环保工程	3 座井场均为无人驻守，无生活污水处理设施； 选取的抽油机噪声均低于 85dB(A)； 各井场设置一套固废收集容器。	
公用工程	供电系统； 自控系统； 消防系统； 道路工程；	
依托工程	井场单井采出液在井场内进行油气分离，分离后的采出液依托马西联合站进行油水处理，天然气依托 LNP 处理站进行处理。	
开发方式		天然能量开发
采油方式		3 座井场油井采取抽油机油杆泵生产
设计年限		30 年
年运行天数		360 天

表 2.1-3 新建产能井设计参数表

平台名称	井序号	井名	井型	井别	井深（m）	日产油能力（t）
G5	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
G13	1					



平台名称	井序号	井名	井型	井别	井深（m）	日产油能力（t）
	2					
	3					
	4					
	5					
G13	6					
	7					
	8					
G20	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					

### 2.1.4开发方案

第一采油厂南港油田 G5 等 3 个海域井场产能建设开发工程采用常规井结合大斜度井部署注采方案，区块原油地质储量  $389.3 \times 10^4 \text{t}$ ，部署总井数 24 口，新钻井 24 口，平均单井井深 [REDACTED]

(图 2.1-2)。

G5 井场方案部署：部署总井数 8 口，新井 8 口，油井 8 口，

G13 井场方案部署：部署总井数 8 口，新井 8 口，油井 8 口，

G20 井场方案部署：部署总井数 8 口，新井 8 口，油井 8 口，

图 2.1-5 南港油田 G5 等 3 个井场产能规划方案部署图

### 2.1.5原油性质

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

2.1.6 产能预测与建设规模

根据区块南部沙一下板 2、滨 I 油组与区块北部沙一下段板 3 油组先期的探评井验证，结果表明，拟建 G5、G13 和 G20 三个井场的油藏类型与层位均相同，依据周边区块的产能数据，给出本项目产能预测结果，G5 等 3 个井场调整井产能预测见表 2.1-5，各井场调整井产能预测详见附表 1。

由产能开发方案可知，第 2022 年时，油田产能达到最大，其中油田最大产油 [REDACTED] 油田最大产液量 [REDACTED] [REDACTED]。

表 2.1-5 区块整体开发方案产能指标预测表

时间 a	常规井 油井 口	水平井 油井 口	注水井 口	单井日 产水平 t	年产油 10 <sup>4</sup> t	年产气 10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	年产液 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	含水率 %	累计 产油 10 <sup>4</sup> t	累计 产气 10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	累计 产液 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	采油 速度 %	采出 程度 %
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	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2046	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2047	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2048	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2049	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2050	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

### 2.1.7 井场平面布置

因 G5、G13、G20 三个井场内无其他钻井，三个井场规划设计统一按照下图设计，新建产能井 8 口，均为油井。每个井场上新建 8 口井均按照丛式井进行布置，井间距 6m，单井产液物经集油阀组后进入两相分离器进行油气分离，天然气进天然气压缩回收装置，经压缩后拉运至 **LNG 处理站**，分离后的产出液进储油罐定期拉运至**马西联合站**处理，具体如图 2.1-6。井场现状见图 2.1-7。

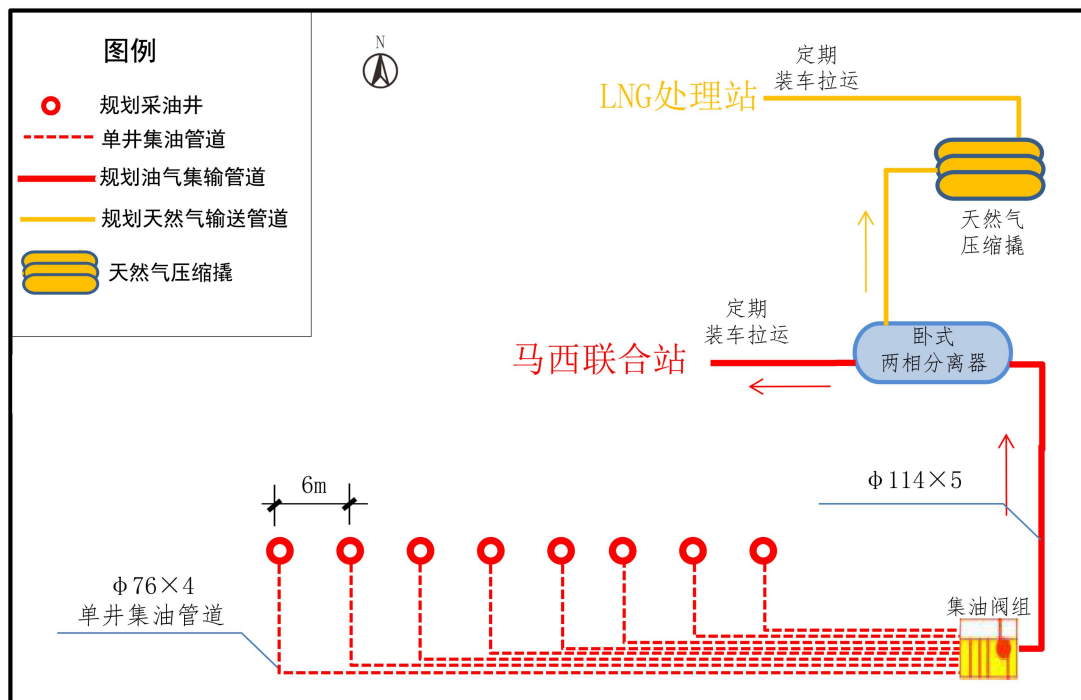


图 2.1-6 井场平面布置图

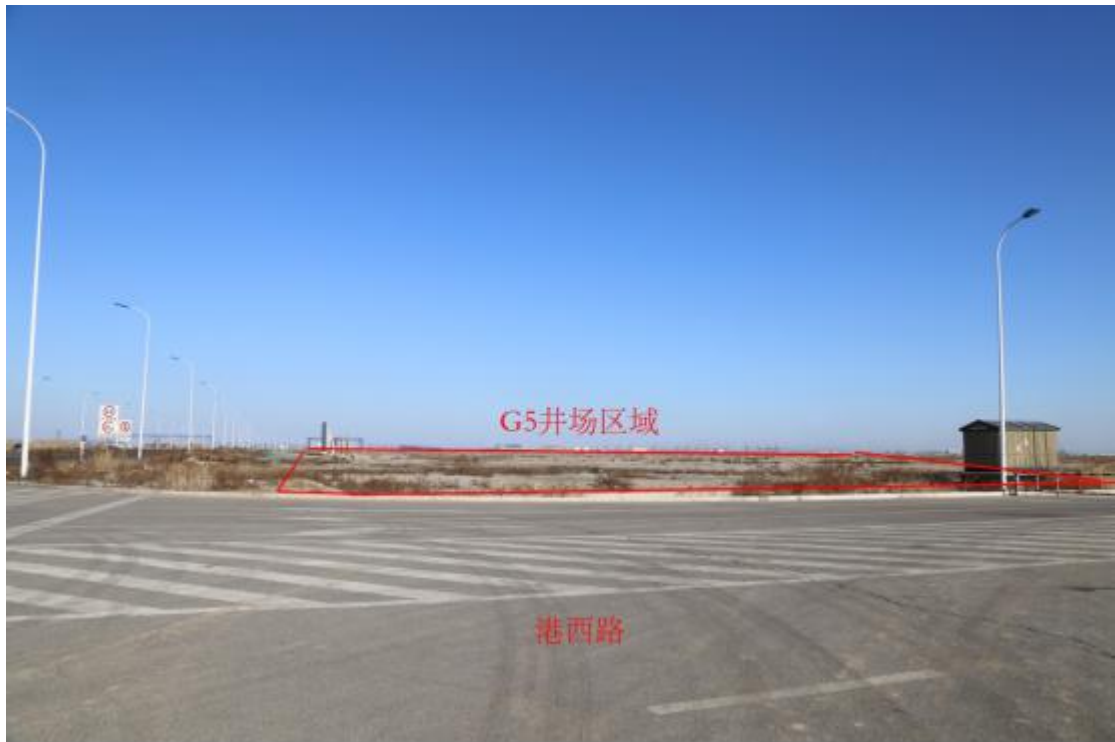


图 2.1-7 (1) G5 井场现状图



图 2.1-7 (2) G13 井场现状图



图 2.1-7 (3) G20 井场现状图

### 2.1.8 钻完井方案

#### (1) 井场平整及钻前处理

场地平整：G5、G13、G20 三个井场地面进行清理和平整工作。

钻前处理：由于该井场为填海造陆区域地基基础严重不实，在该地区实施新井必须先进行井场修垫砸砖处理，根据该地区的地理位置和环境具体情况分析，砸砖处理的地面深度在 1.5-2m 之间，并且钻井施工都是大型机械设备，设备基础至关重要，在进行地面的砸砖处理后还需要打桩，平均单井打桩在 160 根左右；打桩处理后还需要打混凝土基础，每口井根据钻机选择的不同，基础也不同，平均打基础混凝土用量在 676m<sup>3</sup>/口，在进行完这些钻前工程准备工作后，钻机才可以搬上实施新井的施工。钻前工程量统计见表 2.1-6。

表 2.1-6 各平台井钻前工程量统计表

序号	平台	一批井数	单井井深	井场碎砖用量/方	打桩/根	混凝土基础/方
1	G5	1	1	1	1	1
2	G13	1	1	1	1	1
3	G20	1	1	1	1	1

#### (2) 井身结构设计

G5 等 3 个井场完钻井均采用三开三段制、五段制或大斜度的井身结构，表层套管下至明化镇上部，技术套管封固东营底部地层，油层套管下至沙一下部地层，技术套管、生产套管采用组合套管或 P110 钢级套管，以满足套管强度要求；根据生产需要，生产套管还可采用筛管+套管的组合。井身结构设计见表 2.1-6，典型井深结构图见图 2.1-8、2.1-9、2.1-10。

表 2.1-7 井身结构设计表

开钻次数	钻头尺寸(mm)×井深(m)	套管尺寸 (mm) ×下深 (m)	备注
导管			
一开			
二开			
三开			
油井			
水井			

图 2.1-8 三开三段制套管完井井身结构图

图 2.1-9 三开五段制套管完井井身结构图

图 2.1-10 三开大斜度井筛管完井井身结构图

### (3) 钻井液设计

G5 等 3 个井场新钻井根据储层特性及该邻近区块所钻井钻井液使用情况，一开使用膨润土钻井液，保证表层套管顺利下入，根据储层特性及近几年该区块所钻井钻井液使用情况，二开馆陶组及以上地层采用有机硅钻井液，抑制地层造浆；三开采用抑制性强的镶嵌屏蔽钻井液-钾盐聚合物钻井液，提高井壁稳定性，有利于优快钻井和提高固井质量。钻井液设计及成分分析见表 2.2-8~表 2.2-13。

表 2.2-8 镶嵌屏蔽钻井液设计表

井段	层位	钻井液体系	钻井液体系	性能			
				粘度 (S)	API 失水 (ml)	pH 值	含砂量 (%)
一开							
二开							



三开							

表 2.2-9 镶嵌屏蔽钻井液主要成份含量

序 号	主要成分	功能	百分含量%
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

表 2.2-10 有机硅钻井液设计表

井段	层位	钻井液体系	性 能				
			密度 (g/cm <sup>3</sup> )	粘度 (S)	API 失水 (ml)	pH 值	含砂量 (%)
一开							
二开							
三开							

表 2.2-11 有机硅钻井液主要成份含量

序号	主要成分	功能	百分含量%
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

表 2.2-12 镶嵌屏蔽-钾盐聚合物 BH-KSM 钻井液设计表

井段							

一开							
二开							
三开							

表 2.2-13 镶嵌屏蔽-钾盐聚合物 BH-KSM 钻井液主要成份含量

序 号	主要成分	功能	百分含量 (%)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

(4) **完井方案：**根据油藏类型和储层特性及采油工艺的要求，本工程采用定向井井网开发，根据储层油藏埋藏较深、油层厚度较大等特点，本工程采用套管固井射孔完井设计。

(5) **举升方案：**采取抽油机油杆泵生产。针对部分低液量井可采用直线往复电泵深抽，扩大生产压差，提高采收率。

(6) **固井方案：**G5 等 3 个井场新钻井根据地质开发方案，设计水泥浆返过油顶以上 300m，预计水泥返深约 3300m，通过计算，管外液柱压力小于地层破裂压力，采用常规水泥浆体系满足安全施工的要求。为了保证固井质量，在油气活跃的区块可使用加重隔离液。

(7) **施工进度计划：**本工程施工总工期约 4.75 年，采用滚动开发形式；施工期间采用两部 70 型号钻机同时进行施工，施工人数约 60 人（表 2.2-14）。

表 2.2-14 项目施工进度计划表

工程建设阶段	具体工程组成	施工时间 (开始时间至结束时间)	周期 (天)
1、井场平整及钻前处理阶段	井场铺垫 1.5 月 安装打井基础 1.5 月	2021 年 4 月至 2021 年 6 月	90 天
2、钻完井施工阶段	G5 井场钻井施工 2 年 G13 井场钻井施工 15 个月	2021 年 6 月至 2025 年 12 月	1620 天

	G20 井场钻井施工 2 年		
3、工程计划投产	试油投产 2 年	2021 年 9 月至 2026 年 2 月	1620 天

## 2.1.9 拟建工程生产物流集输方案

### (1) 单井计量

每个钻井井场均采用无线远程计量与阀组集中核产相结合的方式。新建油井数据采集与远程监控系统，新建校核阀组 3 套。

### (2) 原油外输

G5、G13、G20 等 3 个井场所有地层产物——生产油气，经集油阀组后进入两相分离器进行油气分离，天然气进天然气压缩回收装置，经压缩后拉运至 **LNG 处理站**，分离后的产出液进储油罐定期拉运至**马西联合站**处理。其工作流程为：两向分离器油出口→液位控制装置→计量装置→拉油鹤管→拉油汽车。

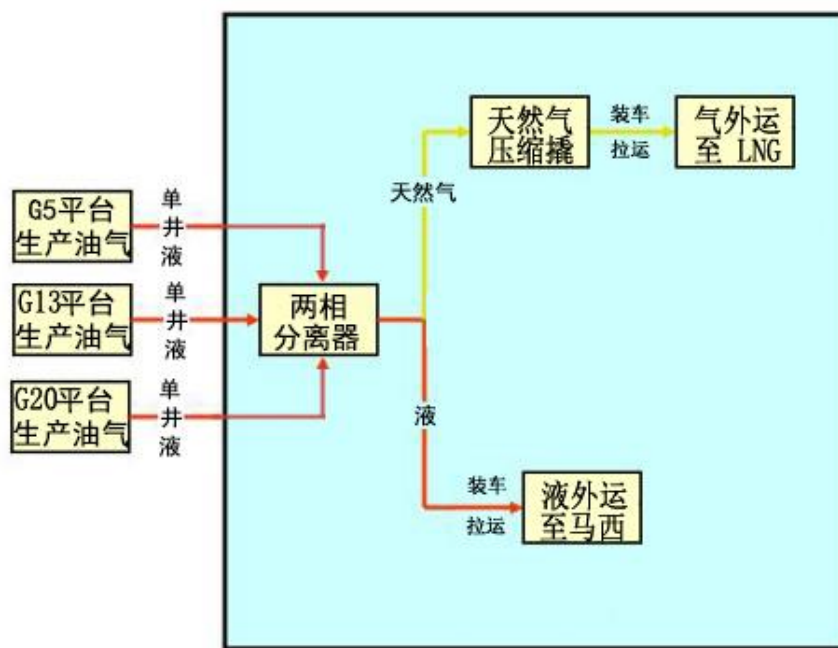


图 2.1-11 井场内油气分离工艺流程图

### (3) 原油处理设施

两相分离器，通常也称为闪蒸罐，在原油与处理过程中，分离水和油田气。本项目不单独设置储油罐，利用油气两相分离器储油、拉油，油气两相分离器尺

寸为  $3\text{m} \times 9.6\text{m}$ ，其容积为  $68\text{m}^3$ ，总处理能力为  $400\text{m}^3/\text{d}$ （按来液量），天然气量  $24\text{万 m}^3/\text{d}$ 。其内容结构如下图。

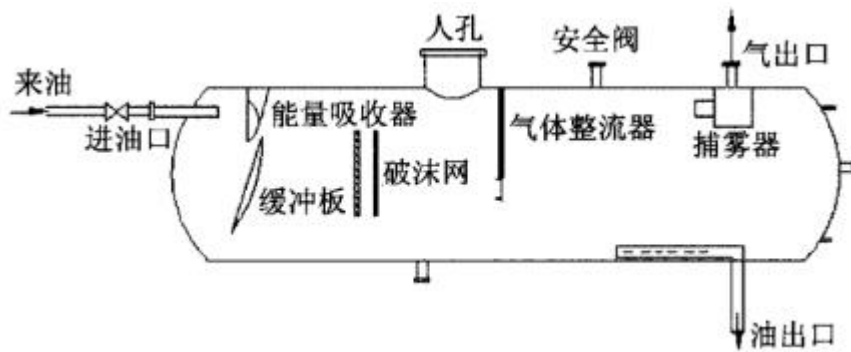


图 2.1-12 两相分离器工作原理图

#### （4）天然气压缩撬

天然气压缩撬用于将分离出来的天然气进行压缩处理后经罐车拉运。本项目天然气压缩撬总处理能力  $24\text{万 m}^3/\text{d}$ 。其工艺流程为：原料气→气体干燥器→天然气压缩机组→储气装置→加气设备（加气机或者加气柱）→天然气运输汽车，其装置见下图。



图 2.1-13 天然气压缩撬装置图

### 2.1.10 其他配套工程

#### （1）供电工程

井场生产用电主要利用南港工业区内规划电网，开发配套至井场。用电负荷

主要包括油井用抽油泵、潜油电泵、注水用注水泵以及油气集输一体化集成装置、照明及其它负荷。

### (2) 自控系统工艺方案

井场采集的数据通过电缆传输至井场 RTU (GPRS)，井场 RTU 仪表数据采用光缆方式上传至一厂信息中心服务器及油井生产信息采集与管理井场。

### (3) 通信工程

通讯方式以光缆为主，接入第一采油厂第一作业区采注二组、采注三组，第一采油厂第二作业区采注五组现有通信系统，实施井场的通讯功能。

### (4) 消防工程

拟建井场均属五级站场，不设消防给水，根据《建筑灭火器配置设计规范》配置相应数量的灭火器材。

### (5) 道路工程

拟建井场生产开发主要利用南港工业区内现有道路进行交通运输。

## 2.1.11 施工资源配置

本工程施工期间主要分为钻前井机械和钻完井机械等，按照施工井场内施工作业人员，按 60 人统计。具体施工设备内容如下：

### (1) 钻前井场工程主要施工设备

钻前井场工程主要施工设备见表 2.1-15。

表 2.1-15 钻前井场工程施工设备表

序号	设备名称	规格型号、载重	用途	数量
1	轮式装载机	3m <sup>3</sup>	平整场地	3 辆
2	推土机	120 匹	平整场地	3 台
3	钢筋设备	套	调制钢筋等	2 套
4	发电机	200kw	施工用电	5 台
5	搅拌站	60m <sup>3</sup> /h	搅拌砼	3 台
6	履带吊	25t	吊运预制	4 台

### (2) 钻完井主要施工设备

钻完井主要施工设备见表 2.1-16。

表 2.1-16 钻完井场工程施工设备表

序号	名 称	型 号	规格	数量
一	钻 机	ZJ50 和 ZJ70	5000m	1

序号	名 称		型 号	规格	数量
二	井 架		JJ-315/45K3	45m	1
三	提升系统	绞 车	JC-50B	1500HP	1
		天 车	TC3-315	3150kN	1
		游动滑车	YC-350	3500kN	1
		大 钩	DG-350	3500kN	1
		水龙头	SL450	4500kN	1
四	转 盘		ZP520	698.5mm	1
五	循环系统配置	钻井泵 1#	3NB-1300CZ	1300HP	1
		钻井泵 2#	3NB-1300CZ	1300HP	1
		钻井液检测计量罐	/	/	1
		钻井液罐	/	/	6
		搅拌器	/	/	8
六	普通钻机动力系统	柴油机 1#	PZ12V-190BG3-3	1100HP	1
		柴油机 2#	PZ12V-190BG3-3	1100HP	1
		柴油机 3#	PZ12V-190BG3-3	1100HP	1
七	发电机组	发电机 1#	VOLVO300KW	400HP	1
		发电机 2#	VOLVO300KW	400HP	1
八	钻机控制系统	自动压风机	ZV2-6.5/12	/	1
		电动压风机	2V2-5.5/12	/	1
		刹车系统	/	/	/
		辅助刹车	/	/	/
九	固控系统	震动筛 1#	/	50l/s	1
		震动筛 2#	/	50l/s	1
		除 砂 器	NC350X2	65l/s	1
		除 泥 器	SB-150X200	160m³/h	1
		离 心 机	ZS-355	60m³/h	2
		除 气 器	LZCQ/3	4m³/min	1
十	井控系统	液气分离器	NQF1200/1.6	5.5 m³/min	1
		环形防喷器	FH35-35	35MPa	1
		双闸板防喷器	2FZ35-70	70MPa	1
		单闸板防喷器	FZ35-70	70MPa	1
		四 通	ST-70	70MPa	1
		远程控制装置	FKQ6406	/	2
		司钻控制装置	与远程控制装置同系列	/	1
		节流管汇	JG-70	70MPa	1
		压井管汇	YG-70	70MPa	1

注：设备配备情况可根据现场具体情况进行调整。

## 2.1.12工程用海

### (1) 工程用海

项目申请用海类型为工业用海，二级类为油气开发用海，用海方式为平台式油气开采。项目申请用海期限为 30 年。其中 G5 申请面积 1.6092 公顷；G13 申请面积 1.5398 公顷；G20 申请面积 11.0417 公顷，具体见图 2.1-15、2.1-16 项目宗海位置图、项目宗海界址图。

## (2) 占用岸线

本项目不占用自然岸线。

图 2.1-14 项目宗海位置图

图 2.1-15a G5 井场宗海界址图

图 2.1-15b G13 井场宗海界址图

图 2.1-16c G20 井场宗海界址图

## 2.1.13 依托马西联合站可行性分析

### (1) 马西联合站

马西联合站始建于 1971 年，位于光明大道以西 1.8 公里，创新路南侧。马西联合站是大港油田第一采油厂的油、气、水集中处理站之一，主要接收第三作业区、第四作业区的来液，系统来液经加药后进入 4 具分离器进行油、水、气分离，分离出来的气经干燥器后输送至中国石油大港油田公司天然气公司，分离出的油经处理后外输至港东联合站，分离出的水去采出水处理系统处理，马西联合站平面布置见图 2.1-16。

### (2) 原油、生产水处理工艺流程

#### 1) 原油处理工艺流程

本项目三个井场的来液通过原油罐车拉至马西联合站后，先进入分离器利用物理沉降和化学破乳作用，将来液中的油、水分离(定期排砂)，分离出来的气进入干燥器，然后外输至天然气公司;分离出的原油处理(工艺同港东联)后经外输泵外输至港东联合站;采出水进入采出水处理系统处理。工艺流程示意图如下所示。

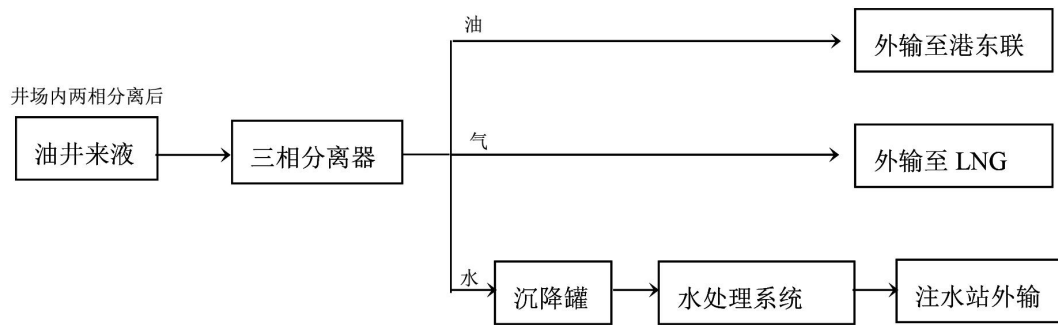


图 2.1-16 马西联合站原油处理工艺流程图

### (3)生产水处理工艺流程

从原油处理区处理后的采出水经过采出水罐沉降后进入核桃壳过滤罐进行粗滤处理，粗滤水一部分直接用于回注或回掺，另一部分再经精细纤维球过滤罐精滤后回注中低渗油藏。粗滤及精滤处理后的水均满足 SY/T 5329-2012《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》标准要求。处理达标后的生产水回注其他井场地层。生产水处理工艺流程图见图 2.1-17。

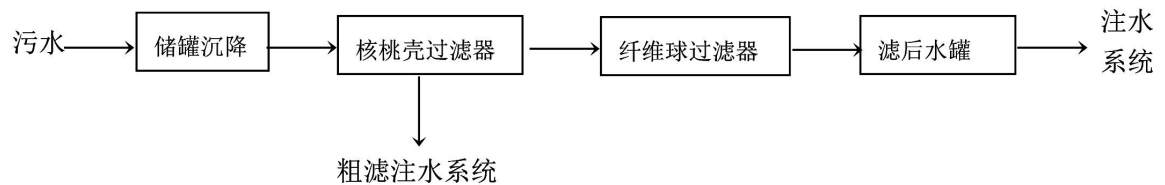


图 2.1-17 马西联合站生产水处理工艺流程图



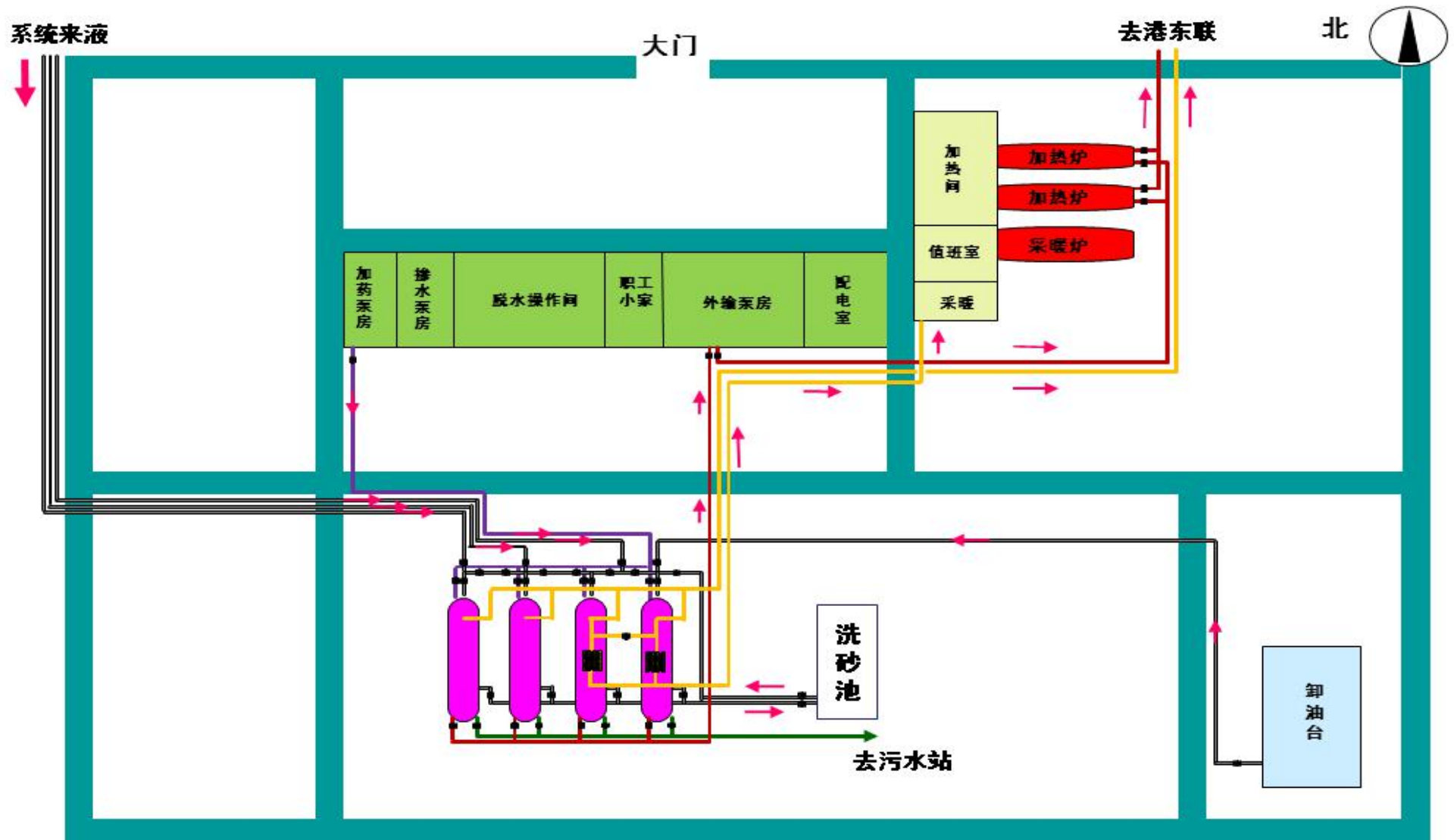


图 2.1-18 马西联合站平面布置图

**(4)原油、生产水处理能力可行性分析**

G5、G13、G20 三个井场新建井产能预测值叠加其他平台产能预测值，逐年物流集输处理平衡见表 2.1-17，依托可行性分析见表 2.1-18，由表 2.1-18 可以看出：本项目含水原油处理、生产水处理量小于马西联合站设计处理能力，因此 G5、G13、G20 三个井场新建井产能依托马西联合站原油、生产水处理系统处理可行。

**表 2.1-17 马西联合站原油、生产水处理平衡表**

年份	其他平台产能		本工程新建井产能		马西联总处理产能		设计处理能力	
	液10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a	水10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a	液10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a	水10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a	液10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a	水10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a	液10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a	水10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a
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	■	■	■	■	■	■	■	■
2046	■	■	■	■	■	■	■	■

2047	■	■	■	■	■	■	■	■
2048	■	■	■	■	■	■	■	■
2049	■	■	■	■	■	■	■	■
2050	■	■	■	■	■	■	■	■

表 2.1-18 本项目实施后依托马西联合站原油、生产水处理可行性分析表

项目	年设计处理能力 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a	预测最大值	依托是否可行
原油处理系统	■	■	可行
生产水处理系统	■	■	可行

### 2.1.14 依托 LNG 处理站可行性分析

G5、G13、G20 三个井场产出天然气经两相分离器进行油气分离，天然气进天然气管压缩回收装置，经压缩后拉运至 LNG 处理站。南阀组天然气处理站设计处理能力 160×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>/d，具体见表 2.1-19。

表 2.1-19 南阀组天然气处理站依托可行性分析表

依托功能	设计能力	现有处理量	新建产能井工程	工程依托是否可行
天然气处理	■	■	■	可行

由表 2.1-19 分析，本项目天然气处理量远远小于南阀组处理站剩余设计处理能力。因此，依托南阀组天然气处理站已有设施可行。

### 2.1.15 环评批复中污染防治措施及环境风险防范措施落实情况

历次环评批复中有关污染防治措施、环境风险防范措施要求的落实情况见表 2.1-20、2.1-21。

**表 2.1-20 本工程及依托工程的环境影响评价、“三同时”及竣工验收制度执行情况**

本工程及依托工程	环评报告书名称	环评是否核准	批复/备案时间	环评批复/备案情况	核准部门	是否执行“三同时”制度	是否竣工验收	验收批复情况
马西联合站	《港中地区地面工艺调整改造工程环境影响报告表》	是	2011.3.24	津滨港环容审[2011]第 15 号（见附件 3）	天津市大港区环境保护局	是	是	《关于港中地区地面工艺调整改造工程竣工环境保护验收意见》（见附件 5）

**表 2.1-21 马西联合站环评批复中有关污染防治措施、环境风险防范措施落实情况一览表**

项目	报告名称	批复要求	落实情况
马西联合站	《港中地区地面工艺调整改造工程环境影响报告表》	<p>（1）严格执行国家相关法律法规，落实有效防范措施，减少扬尘污染；加强对高噪声机械的管理，限定施工作业时间。清扫管线产生的油污、更换的管线、拆除建筑产生的固体废物等须进行妥善处置。</p> <p>施工过程中应实行土壤分层堆放和分层覆土，施工结束后应进行临时占用土地的生态及地形地貌的恢复。</p> <p>（2）对管线涉及到的路线、区域的地下、地面或架空各类已有管线认真调查并制定风险防范和应急预案，避免因施工不慎，导致管线泄漏，威胁环境安全。</p> <p>（3）做好管道的防腐和标识等工作，防止因自然和人为因素造成的管道泄漏污染环境。</p> <p>（4）建立健全事故应急预案和防范措施，制定有效的实施保障系统；应急预案及相应措施应与区域应急预案相衔接，明确逐级报告制度和报告时限等要求，同时要做好风险事故救援的培训工作，定期开展应急演练。</p> <p>（5）马西采出水处理站含油污水处理达标后回注地下；各设备产生的反冲洗水由地下防渗污水池收集，泵入污水沉降罐。马西注水站注水泵房地漏排水（注水泵渗漏水）由地下防渗污水池收集，定期使用潜水排污泵清掏，外运至马西采出水处理站处理。</p> <p>（6）合理布局，采取有效措施，确保马西采出水处理站和马西注水站噪声厂界达标排放。</p> <p>（7）项目建设应严格执行环境保护设施和主体工程同时设计、同时施工、同时投</p>	<p>（1）施工期建设单位尽量避免噪声大的机械在夜间施工；管线清扫过程产生的油污、更换的管线、拆除建筑产生的固体废物均统一收集后，委托相关单位进行了处理，未向环境排放；施工过程中对实行了分层开挖、分层堆放、分层回填；施工结束后及时进行了植被恢复等。</p> <p>（2）施工期未发生由于项目施工导致的各类已有管线的泄漏事故；</p> <p>（3）管道均采取防腐措施，并在管道附近设置了明显的标识；</p> <p>（4）建设单位已经编制了《中国石油天然气股份有限公司大港油田分公司（天津地区）突发环境事件综合应急预案》，该应急预案与区域应急预案相衔接，明确了逐级报告制度和报告时限的要求；且油田定期开展了员工风险事故救援的培训和应急演练工作。</p> <p>（5）马西采出水处理站处理达标的生产水均回注地层，不外排；设备产生的反冲洗水均经收集后泵入污水沉降罐；马西注水站注水泵渗漏水经收集后运至马西采出水处理站处理。</p> <p>（6）根据马西联合站厂界噪声现状监测结果，厂界噪声能够达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB 12348-2008）中 3 类标准要求。</p> <p>（7）项目建设执行了“三同时”制度，开展了竣工验收并于 2013 年</p>

		产的“三同时”制度。试运行期满向天津市大港区环境保护局申办项目竣工环保验收手续,经验收合格后项目方可投入正式使用。	11 月 22 日取得天津市大港区环境保护局的批复 (见附件 5)。
--	--	---	------------------------------------

## 2.2 工程分析

### 2.2.1 建设阶段施工工艺

#### (1) 井场平整及钻前处理

井场平整及钻前处理的主要污染物为废水、废气、噪声及固体废物等，其中废水为施工人员产生的生活污水，废气主要来自场地清理和施工机械产生的扬尘和机械废气，噪声主要为施工机械产生的施工噪声，固体废物主要为施工人员产生的生活垃圾和施工过程中产生的施工废料，具体见图 2.1-1。

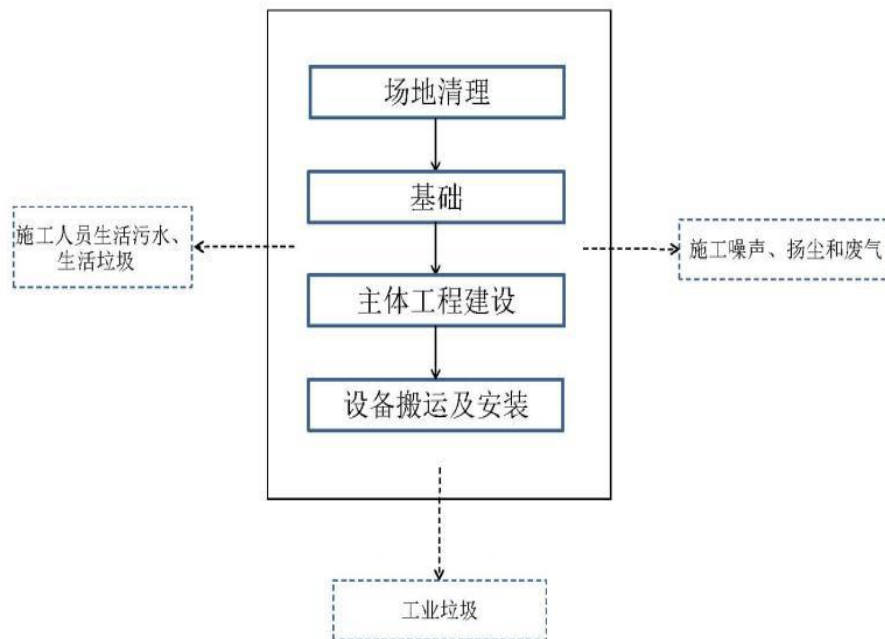


图 2.2-1 场地清理及钻前处理产污环节图

#### (2) 钻完井施工

钻、完井施工程序如下：钻井→下套管柱→注水泥固井→测井→射穿油层（井底完成）→下油管柱、装井口装置→诱导油流→试油→投产。钻、完井施工主要产污环节见图 2.2-2。

在钻、完井施工产生的主要污染物为钻井过程产生钻屑、钻井液、洗井废水等，还包括钻井施工人员产生的生活污水和生活垃圾等；此外，钻井过程中还会产生一定的钻井设备燃油废气和钻井机械噪声。

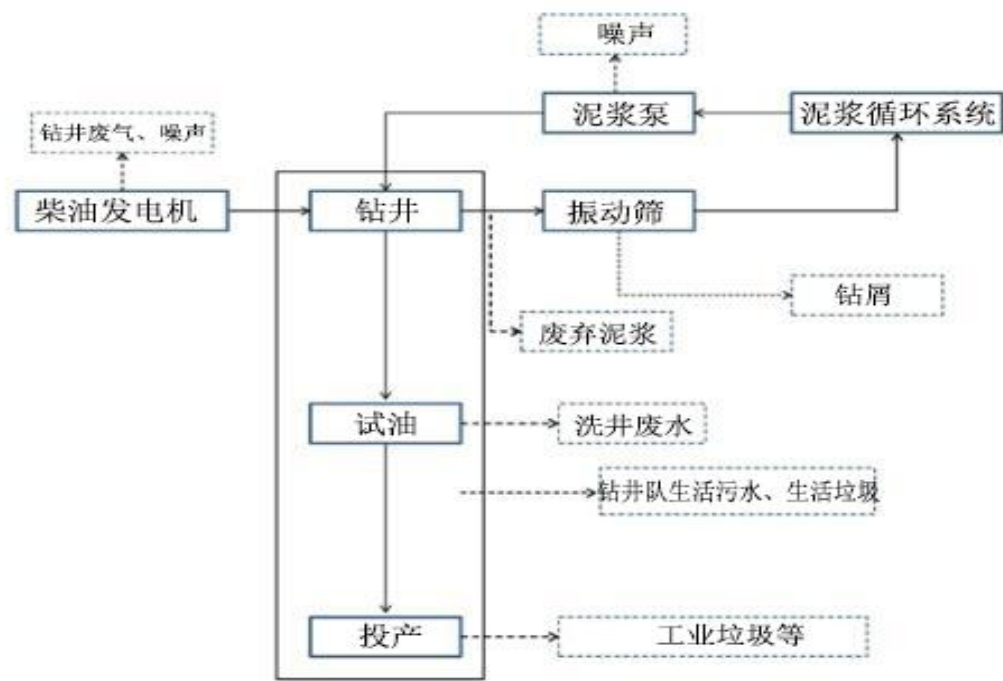


图 2.2-2 钻、完井施工环节及产污环节

2.2.2建设阶段污染源强核算

建设阶段主要污染源强及其污染防治措施有：

(1) 钻屑

①源强核算

钻完井过程中钻屑产生量主要取决于井深和井身结构，参照井身结构可估算出本工程排放的钻屑总量。计算公式如下：

$$V= (I+k) \times \pi R^2 \times h$$

式中：V—钻屑产生体积，m³；k—井径扩大率，取值 0.2；π—3.14；R—井眼半径，m；h—井深长度，m。

本次调整井均为三开井身结构 [redacted]  
不同井径对应井深见表 2.2-1。

表 2.2-1 单井钻屑产生量核算参数

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

单井钻屑源强核算过程如下：

理论一开岩屑： [redacted]

理论二开岩屑: [REDACTED]<sup>3</sup>

理论三开岩屑(含油): [REDACTED]

实际岩屑量(包含井眼扩大率): [REDACTED]

固井材料入井:一口井约 750 吨,通过被岩屑、沉淀等方式被固控设备清除,等同于岩屑,每口井约 350m<sup>3</sup>。(其中含油井段约 100m<sup>3</sup>)

初步估算单井岩屑量约为 800 m<sup>3</sup>,其中含油约 140m<sup>3</sup>,非含油约 660m<sup>3</sup>。

但由于现场岩屑计量方式是以运输工具容积来计算,存在一定误差,单井岩屑实际计算量约  $800 \times (1+0.5) = 1200\text{m}^3$ ,其中含油岩屑 210m<sup>3</sup>,非含油岩屑 990m<sup>3</sup>。

本工程共新建产能井 24 口,钻屑产生总量为 2.88 万 m<sup>3</sup>。其中含油钻屑 0.504 万 m<sup>3</sup>。非含油钻屑 2.376 万 m<sup>3</sup>。各井场钻屑产生量见表 2.2-2。

表 2.2-2 钻屑源强核算结果表

井场名称	调整井数	钻屑产生总量 (m <sup>3</sup> )	含油钻屑产生量 (m <sup>3</sup> )	非含油岩屑 产生量 (m <sup>3</sup> )
G5	8	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
G13	8	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
G20	8	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
合计	24	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

## ②污染防治措施

本工程钻完井作业产生钻屑总量 2.88 万 m<sup>3</sup>,其中非含油钻屑 2.376 万 m<sup>3</sup>,储存在岩屑箱内,定期由中国石油大港油田原油运销公司废弃泥浆处理厂处理,接收协议见附件 8;含油钻屑 0.504 万 m<sup>3</sup>收集后,交由天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司接收处理,资质及协议见附件 7。

## (2) 废弃钻井液

### ①源强核算

本工程一开、二开、三开批钻,每次钻完井作业使用不同的钻井液体系,钻井液循环使用,在钻完井结束后一次性**废弃**,其中一开、二开**废弃**钻井液为非含油钻井液,三开**废弃**钻井液为含油钻井液,本调整工程产生的**废弃**钻井液见表 2.2-3。

表 2.2-3 钻井液源强核算结果表

开钻次数	废弃钻井液产生量	处置方式
一开	280 m <sup>3</sup>	由大港油田原油运销公司废弃泥浆处理厂接收处理
二开	760 m <sup>3</sup>	
三开	560 m <sup>3</sup>	交由天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司接收处理



合计	1600 m <sup>3</sup>	——
----	---------------------	----

## ②污染防治措施

本工程钻完井过程中，共产生废弃钻井液 1600m<sup>3</sup>，其中含油钻井液 560m<sup>3</sup>，非含油钻井液 1040m<sup>3</sup>，均储存在井场内的岩屑箱中，定期清运；其中非含油钻井液交由中国石油大港油田原油运销公司废弃泥浆处理厂接收处理，协议见附件 7。含油钻井液收集后，交由天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司接收处理，资质及协议见附件 7。

### （3）工业垃圾

工业垃圾主要为钻完井过程中产生的固体废弃物，主要为废弃的零件、边角料、油棉纱、包装材料等。本工程共钻井 24 口，按每钻井一口产生工业垃圾 0.5t 计算，则调整井工程产生工业垃圾为 12t，均为含油固体废弃物，交由天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司接收处理，资质及协议见附件 7。

### （4）洗井废水

洗井废水产生量通常按照井身估算，每 1000m 井段需要洗井水用量为 20m<sup>3</sup>，本次调整井均为三开井身结构，单井平均井深 4850m，单井洗井用水量为 97 m<sup>3</sup>，本项目共钻井 24 口，洗井废水总量约为 2328m<sup>3</sup>。洗井废水在井场设置的废弃泥浆罐内暂存，收集后拉运至马西联合站处理，不外排。

### （5）施工生活污水、生活垃圾

本项目建设阶段按照 4.75 年计算，施工人员为 60 人，生活用水定额按 50L/人·d 计，排污系数按 90%计，则本项目施工期污水产生量为 2.7 m<sup>3</sup>/d，施工过程生活污水产生总量为 4681m<sup>3</sup>。生活污水统一收集后由天津绿源环境卫生管理有限公司定期清运处理。

施工期生活垃圾产生负荷按 1.5kg/人·天计，施工时间为 4.75 年，生活垃圾的产生量为 15.6t，统一收集后由天津绿源环境卫生管理有限公司定期清运处理。

### （6）施工废气与噪声

场地清理所产生的施工扬尘主要为 TSP，采用喷水作业进行降尘抑尘；施工机械运行中产生的施工噪声主要为运输车辆、钻井钻机等设备噪声，噪声值在 80~100dB(A)范围内，建议采用低噪音施工设备，降低施工噪声。由于施工噪声和废气随施工结束而消失，基本不会对周围大气环境和声环境造成明显的影响。

### 2.2.3 生产阶段生产工艺

本项目 24 口井采用抽油机有机杆泵生产，单井采出液经集油阀组计量后进入两相分离器进行油气分离（总处理能力  $400\text{m}^3/\text{d}$ ），天然气进天然气压缩回收装置（天然气压缩撬）进行处理，经压缩后拉运至 **LNG 处理站**；分离后的产出液定期拉运至**马西联合站**处理。本阶段主要的污染物为采油和油气分离过程中逸散出来的非甲烷总烃，修井过程中产生的修井废水，产油和维护过程中产生的少量的落地油等，采油设备运转产生的低频机械噪声、空气动力性噪声和运输过程中产生的运输车辆噪声，具体见图 2.1-3。

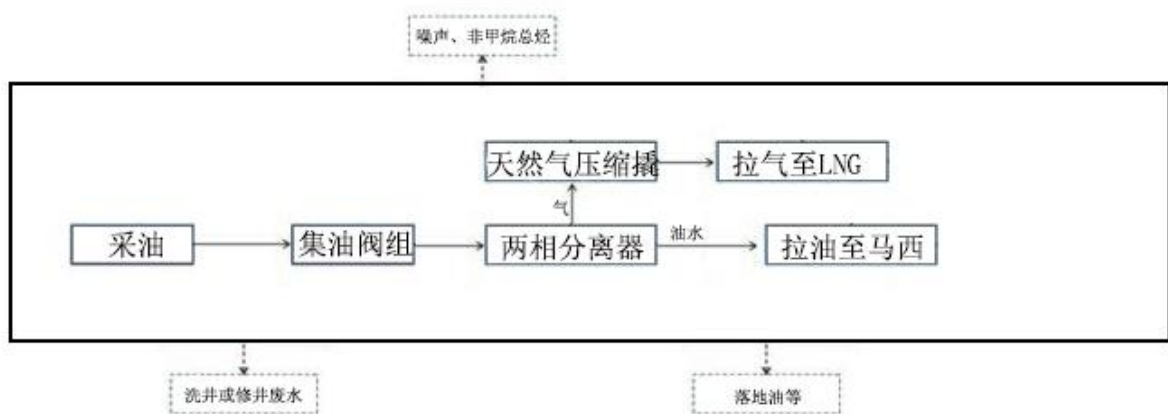


图 2.2-3 采油及井场内油气处理产污环节图

### 2.2.4 生产阶段污染源强核算

本次调整的 3 个井场为无人值守井场，生产阶段主要污染源强及其污染防治措施有：

#### （1）含油生产水

3 个井场调整井新增含油生产水量年最大值为  $14.04 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ （2023 年），含油生产水由马西联合站生产水处理系统处理合格后全部回注其他井场，不外排。

#### （2）洗井/修井废水

井下修井作业废水的产生是临时性的，每次洗/修井产生废水量为  $20 \sim 80\text{m}^3$  主要含有酸、盐类、石油类。根据大港油田运行统计数据，井下作业每 3 年为一个周期，单井每次洗/修井废水产生量平均约为  $45\text{m}^3$ ，每年单井产生的洗/修井废水量平均约为  $15\text{m}^3$ ，本项目 24 井调整井，洗井/修井作业废水产生量约  $360 \text{ m}^3$ 。

目前本次调整的 3 个井场洗井/修井作业主要采用双管循环洗井流程、洗井水罐装贮存，作业结束后拉运至马西联合站处理。

### (3) 固体废弃物

3 个井场生产井在产油和维护过程会产生少量的落地油，根据调查，大港地区落地油每口井产生量约 0.05t，本项目 24 口油井，产生量约 1.2t，均进行收集，交给大港油田公司废旧泥浆处理厂接收处理；

3 个调整的井场为无人值守，不增加定员，因此生产阶段没有生活垃圾产生。

### (4) 废气与噪声

生产阶段中噪声主要来自采油设备(主要是泵)运转产生的低频率机械噪声、空气动力性噪声和车辆运输过程中产生的交通噪声。生产阶段废气主要为采油过程中无组织挥发的烃类气体。

### (5) 初期雨水

建设单位在井场建设与开发过程中严格执行各项安全环保制度，对三个井场初期雨水进行收集处理，本工程按照井台面积  $4\text{m}^2$ ，抽油泵面积  $20\text{m}^2$  计算本项目各平台初期雨水量，经计算本工程初期雨水量合计  $3.6\text{m}^3$ 。本工程按照井场面积计算本项目各井场初期雨水量，经计算本工程初期雨水量合计  $24\text{m}^3$ 。具体每个井场需要配置的初期雨水收集池尺寸见表 2.2-4。

表 2.2-4 各平台初期雨水量及雨水池一览表

序号	井场名称		初期雨水量 $\text{m}^3$	初期雨水收集池初步 设计尺寸	备注说明
1	G5	井场区井台	1.2	建设防渗雨水池 $2\text{m} \times 1\text{m} \times 2\text{m}$	初步设计尺寸能够满足初期雨水量
2	G13	井场区井台	1.2	建设防渗雨水池 $2\text{m} \times 1\text{m} \times 2\text{m}$	
3	G20	井场区井台	1.2	建设防渗雨水池 $4\text{m} \times 2\text{m} \times 2\text{m}$	
合计			3.6	24	

表 2.2-4 建设阶段和生产阶段污染物及防治措施汇总

时段	污染源	产生量	排放量	主要污染因子	处理方式和去向
建设阶段	非含油钻屑	2.376 万方	0	--	由大港油田原油运销公司废弃泥浆处理厂接收处理
	含油钻屑	0.504 万方	0	石油类	钻屑钻井液收集后由天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司进行处置
	非含油钻井液	1040	0	——	由大港油田原油运销公司废弃泥浆处理厂接收处理
	含油钻井液	560	0	石油类	钻屑钻井液收集后由天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司进行处置
	生活污水	4681m <sup>3</sup>	0	COD、BOD <sub>5</sub>	生活污水统一收集后由天津绿源环境卫生管理有限公司定期清运处理
	生活垃圾	15.6t	0	-	生活垃圾统一收集后由天津绿源环境卫生管理有限公司定期清运处理
	施工扬尘和废气	少量	少量	TSP	周围环境
	含油工业垃圾	12t	0	石油类	收集后由天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司进行处置
	洗井废水	2328 m <sup>3</sup>	0		收集后拉运至马西联合站处理
	施工噪声	80~100dB(A)		噪声	自然扩散
生产阶段	含油生产水	最大量 14.04 万方/年 (2023 年)		石油类	处理达标后回注其他井场
	固体废弃物	1.2t/a	0	落地油等	收集后由天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司进行处置
	洗井/修井废水	360 m <sup>3</sup> /a	0	石油类	收集后拉运至马西联合站处理
	采油设备噪声	80~100dB(A)		噪声	自然扩散
	采油废气	少量		烃类气体	自然扩散
	初期雨水	3.6 m <sup>3</sup>		石油类、SS	收集后拉运至马西联合站处理

### 2.2.5 废弃阶段污染影响因素分析

随着油田的持续开发，区块储量的逐渐下降，各油水井将逐渐进入闭井期。废弃阶段具体工程内容因废弃方式或程度不同而有所差异，需届时根据废弃工程具体方案进行详细分析。需按照相关法律规定，油田废弃阶段需另行进行专门的环境影响评估。

### 2.2.6 污染与非污染环境要素分析

#### （1）建设阶段污染与非污染环境要素分析

1) 钻井噪声对井场附近声环境会产生一定的影响；但完钻后该噪声即消失，且井场附近 3km 范围内无居民区，因此，基本不会对周围声环境造成影响。

2) 钻井过程中钻井机械运行过程中向大气中排放的废气会对大气环境产生影响，钻井期间排放的大气污染物随钻井工程的结束而消失，因此，基本不会对周围大气环境造成明显的影响。

3) 工程建设阶段产生的固废（含油钻屑、含油钻井液、非含油钻屑、非含油钻井液、生活垃圾和固体废物）、废水（生活污水、洗井废水）均统一收集后进行合理处理，因此，对开发工程设施周围环境无影响。

4) 钻完井期间井喷溢油对土壤、地下水及海洋环境的影响。

#### （2）生产阶段污染与非污染环境要素分析

1) 三个井场油气水产物均由罐车拉油至马西联合站和拉气至 LNG 处理站进行处理，经联合站内生产水处理系统处理达到《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T5329-2012）后全部回注地层，用于其他井场注水，不外排；

2) 生产阶段各井场均为无人驻守，因此，无生活污水和生活垃圾产生；

3) 生产阶段产生的修井废水和落地油等均经收集后合理处置，不外排；因此，对开发工程设施周围环境无影响。

4) 生产阶段各井场选用的抽油机噪声均低于 100dB(A)，且各井场周边 3km 范围内无居民区，因此，基本不会对周围声环境造成明显的影响。

5) 生产阶段各井场烃类的无组织排放对周围大气环境的影响。

6) 采油过程中非正常（事故）溢油对工程附近土壤、地下水及海洋环境的影响。

## 2.2.7 环境影响因素识别和评价因子筛选

通过对本工程污染与非污染要素的分析,本工程海洋环境影响要素的识别因子的筛选见表 2.2-5, 主要影响要素为采油作业时事故溢油产生的影响。

表 2.2-5 本工程影响环境因素分析

污染 环境 要素	建设 阶段	地面工程、设 备安装	施工扬尘、施工机 械和车辆尾气	自然扩散	大气环境	小
			生活污水	定期清运	/	/
			生活垃圾	定期清运	/	/
		钻、完井工程	非含油钻屑钻井 液	由大港油田原油运销 公司废弃泥浆处理厂 接收处理	/	/
			含油钻屑钻井液	由天津滨海合佳威立 雅环境服务有限公司 进行处置	/	/
			洗井废水	由马西联合站接收处 理	/	/
			钻井噪声	自然扩散	噪声环境	小
	生产 阶段	含油生产水	石油类	处理后回注其他井场 地层	/	/
		井下作业废水 或修井废水	石油类	定期拉运至马西联合 站处理	/	/
		含油工业垃圾	石油类	由天津滨海合佳威立 雅环境服务有限公司 进行处置	/	/
		采油作业	非甲烷总烃无组 织排放	自然扩散	大气环境	小
			采油设备噪声	自然扩散	噪声环境	小
		采油作业(储 油罐)	石油类	溢油事故	土壤、地 下水、海 洋环境及 海域敏感 目标	严重

### 3 区域自然环境和社会经济概况

#### 3.1 工程区域自然环境

##### 3.1.1 气象特征

本海区属于暖温带半湿润大陆性季风性气候，四季分明，冬季寒冷，干燥少雪；春季天气多变，干旱多风；夏季气温较高，雨量多而集中；秋季天高气爽，降温较快。以下内容采用大港气象站实测值进行特征值的统计与分析。

##### 气温

年平均气温为 10.5~11.0℃，大致从东向西年平均气温略有升高。月平均气温最高月出现在 7 月，为 25.3℃，月平均气温最低月出现在 1 月，为-5.9℃。极端最高气温为 37.2℃，极端最低气温为-20.9℃。

##### 降水

年平均降水量为 635.7mm，最大降水量 1315.4mm。雨量多集中于 7~8 月份，这两个月的降水量，占全年降水量的 64%，最大一日降水量达 236.5mm（1975 年 7 月 30 日）。

##### 雾

全年雾日不多，仅 10 天左右，雾季出现在冬季，一般在凌晨发雾，持续时间不长，对区域内及附近海域的船舶航行影响不大。

另外，该区多年平均蒸发量为 2295.2mm。最大冻土层深度为 67cm，霜冻期为 188 天左右。年平均相对湿度为 71%，月平均湿度以 7 月份最高，达 86%。冬季较干燥，1 月份湿度 56%。

##### 相对湿度

大港年平均相对湿度 62%。每年以 7、8 月份平均相对湿度最大，达到 80%；1-5 月份最小，为 57%。

##### 风

大港位于季风气候区，东、夏季形成不同的风向。全年主导风向 SSW 风和 S 风，年频率为 10%，年平均风速 4.1m/s。春季主要风向 SW 风，季频率 15%，季平均风速 5.0m/s。夏季主导风向 S 风，季频率 12%，季平均风速 4.1m/s。秋季

主导风向 S 风，季频率 15%，季平均风速 3.8m/s。冬季主导风向 NNW 风，季频率 13%，季平均风速 3.7m/s。月平均风速 4 月份最大，为 5.3m/s，8 月份最小，为 3.5m/s。静风秋、冬季最多，为 8%和 7%；春季最少，为零。年大风 ( $\geq 17\text{m/s}$ ) 日数平均 27.6 天，年最大风为 ENE 风，24.3m/s。多年各季及年风频玫瑰图见图 3.1-1。

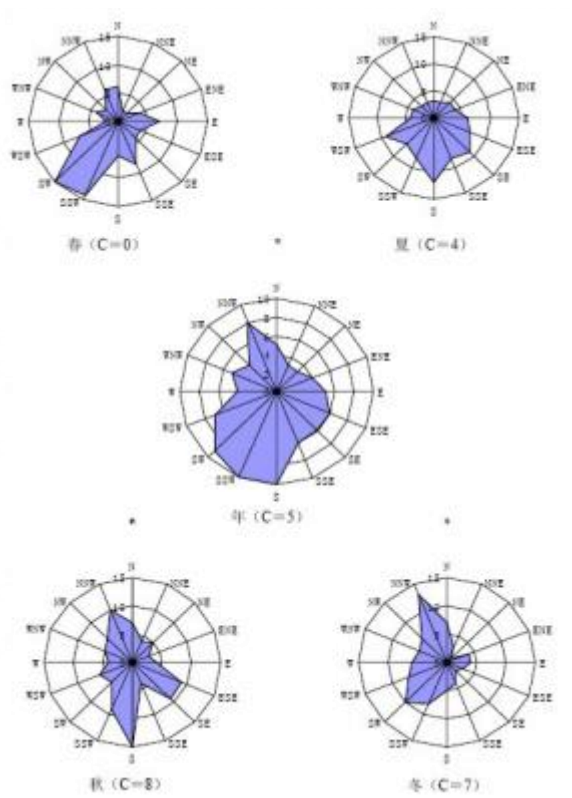


图 3.1-1 年风频玫瑰图

### 3.1.2 河流水系

经由南港工业区附近的主要河流为北侧的独流减河和南侧的子牙新河、青静黄排水渠、北排水河。青静黄排水渠汇入子牙新河东流入海。河流水系见图 3.1-2。





图 3.1-2 河流水系分布图

### 3.1.3 水文特征

#### (1) 波浪

国家海洋局天津海洋环境监测中心站曾在渤海湾海区进行过波浪观测，测点的地理坐标为  $117^{\circ}49'E$ 、 $38^{\circ}34'N$ ，85 年以后就终止了观测。用实测资料统计（1980-1985 年），本区常浪向 ENE 和 E，频率分别为 9.68% 和 9.53%，强浪向 ENE，该向  $H_4\% > 1.5m$  的波高频率为 1.35%， $T \geq 7.0s$  的频率仅为 0.33%，各方向  $H_4\% \geq 1.6m$  的波高频率为 5.06%， $H_4\% \geq 2.0m$  的波高频率为 2.24%。详见波高频率统计表 3.1-1 和波高玫瑰图。

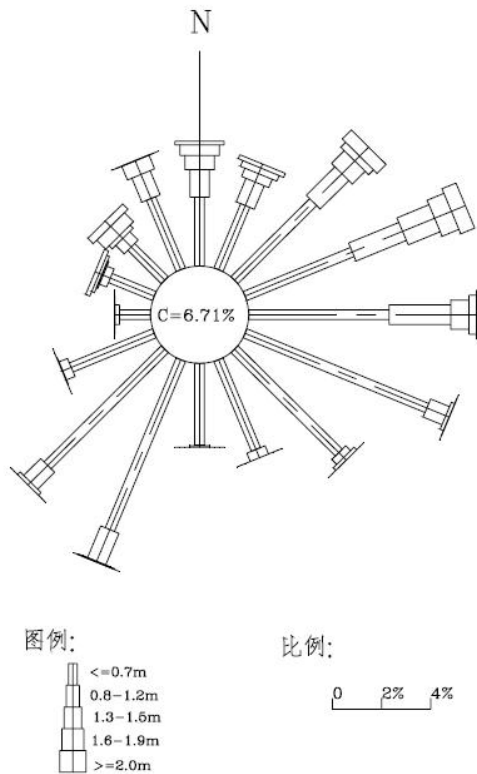


图 3.1-3 波高玫瑰图

### (2) 潮流和潮流

海流以不规则半日潮流为主，基本呈较往复流运动，各测站涨、落潮流方向基本与岸线、等深线垂直。大致涨潮为 W、WSW 方向，落潮为 E、ENE 方向。潮差不等，潮高不等，涨、落潮历时不等现象均较明显。

最高高潮位 5.81m (1992 年 9 月 1 日) (以天津港理论最低潮面起算，下同)

最低低潮位 -1.03m (1968 年 11 月 10 日)

平均高潮位 3.74m

平均低潮位 1.34m

平均海面 2.56m

最大潮差 4.37m (1980 年 10 月)

平均潮差 2.40m

### (3) 海冰

大港沿海常年冰期为 3 个月，1 月中旬至 2 月中旬为盛冰期。沿岸固定冰宽度一般在 500m 以内，冰厚 10~25cm。流冰范围 20~30km，流冰方向多为 SE~NW 向，流速一般 0.30m/s。

表 3.1-1 国家海洋局天津海洋环境监测中心站波高 ( $H_4\%$ ) 频率统计

波高频率 (%) 波向	≤0.7 (m)	0.8-1.2 (m)	1.3-1.5 (m)	1.6-1.9 (m)	≥2.0 (m)	合计
N	2.82	1.13	0.58	0.43	0.15	5.12
NNE	2.85	1.04	0.37	0.25	0.18	4.69
NE	4.53	1.65	0.67	0.25	0.61	7.72
ENE	4.72	2.21	1.41	0.74	0.61	9.68
E	5.70	2.51	0.74	0.25	0.34	9.53
ESE	8.00	0.83	0.15	0.12		9.10
SE	6.00	0.28	0.15			6.43
SSE	3.98	0.37				4.35
S	3.37	0.06				3.43
SSW	7.54	1.41				8.95
SW	6.74	0.98	0.15	0.03		7.90
WSW	3.65	0.37	0.03			4.04
W	1.26	0.18				1.44
WNW	1.93	0.31	0.06	0.03		2.33
NW	1.93	0.49	0.18	0.12	0.18	2.91
NNW	3.16	1.07	0.61	0.52	0.31	5.67
C	6.71					6.71
合计	74.88	14.89	5.18	2.82	2.24	100

### 3.1.4 水文地质条件

#### 3.1.4.1 地下水赋存条件与水化学特性

天津平原松散地层含水砂层分布形态和粒度组成等特征受不同地质历史时期的古气候、古地理沉积环境及新构造运动等因素控制,因此地下水含水层组的划分,是以第四系时代分层和沉积物的岩性特征为基础,以水文地质条件为依据,以地下水的开发利用为目的,地下水从上之下可划分为第 I~IV 含水组,调查评价区所在的滨海新区大港地区地下水各含水组的岩性、分布、结构、厚度、埋藏条件、富水程度的情况描述如下:

第 I 含水组为潜水、微承压水和承压水,底界埋深 85-95m,含水层岩性以粉砂、粉细砂为主,一般厚度 10-20m,西北部最厚为 28m,水位埋深 1-4m,富水性弱,涌水量一般小于 100m<sup>3</sup>/d,局部地段砂层增厚,涌水量可达 100-500m<sup>3</sup>/d。浅层咸水自西向东矿化度增高,一般 3-14g/L,最高达 51.8 g/L,以 Cl—Na 型和 Cl·SO<sub>4</sub>—Na·Mg 型为主。浅层咸水目前很少开发利用。

第 II 含水组底界埋深 180~190m,独流减河以北含水层以细砂、粉细砂为主,砂层累计厚度 30~35m。独流减河以南多为粉砂和粉细砂,砂层厚度 10~

30m。由于颗粒细，厚度薄，富水性较差，涌水量一般  $100\sim 500\text{ m}^3/\text{d}$ 。咸水底界深度由西向东逐渐加大，由西部钱圈水库一带 120m 左右向东及东南部新马棚口一带，增厚至 220m。西北部咸水体相对较薄，咸水体以下第Ⅱ含水组尚有部分淡水含水层，向东部随咸水体增厚，淡水含水层变薄以至尖灭，至大苏庄地区，第Ⅱ含水组全部为咸水。本组大部为咸水，故开采量很小，但受邻区开采Ⅱ组水的影响，大港城区第Ⅱ含水组水位也相应下降。

第Ⅲ含水组底界埋深 285~295m，含水层岩性以细砂、粉细砂为主，一般有 4~5 层，累计厚度 10~30m，西部砂层较厚，富水性好于东部，在大港城建区至太平村一线以东地区，涌水量  $300\sim 500\text{ m}^3/\text{d}$ ，向西增大至  $500\sim 1000\text{ m}^3/\text{d}$ 。目前第Ⅲ含水组开采井不多，该含水组均为淡水，矿化度  $1.1\sim 1.25\text{ g/L}$ ，为  $\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3\text{—Na}$  型和  $\text{Cl}\cdot\text{SO}_4\text{—Na}$  型水。

第Ⅳ含水组底界埋深 410~420m，东北部地区包括部分新近系明化镇组含水层，而西部地区以新近系含水层为主。含水层以粉细砂、细砂为主，中西部夹有中细砂层，共有 5~7 层，累计厚度 20~45m，西部和北部含水层厚度较大，富水性要好于东部。在后十里河—甜水井以东，胜利村以南地区，涌水量多在  $100\sim 500\text{ m}^3/\text{d}$ ，其余地区在  $500\sim 1000\text{ m}^3/\text{d}$ ，在西部与静海县接壤地带及北部板桥农场一带水量较大，涌水量可达  $1000\text{ m}^3/\text{d}$  以上。该含水组是大港地区主要开采层，占年开采量的 30%以上，居各含水组开采量之首。以城建区开采量最大。本组均为淡水，矿化度由北向南增高，由北部官港地区向南至徐庄子一带，矿化度由  $0.66\text{ g/L}$  增至  $1.40\text{ g/L}$ ，水化学类型沿此方向也有相应的变化，由  $\text{HCO}_3\cdot\text{Cl}\text{—Na}$  转为  $\text{Cl}\cdot\text{HCO}_3\text{—Na}$ ，再转为  $\text{Cl}\cdot\text{SO}_4\text{—Na}$  型。水中 F 含量较高，一般  $2\sim 4\text{ mg/L}$ 。





### 3.1.4.2 地下水补径排条件和动态特征

本项目周边地下水潜水含水层由大气降水和河流垂直入渗补给,其中主要为大气降水入渗补给。影响浅层地下水补给的主要地质因素是包气带厚度(潜水位埋深)和地表岩性。大港区由西北至东南,地表岩性由粉质粘土演变为粉土与粉质粘土互层,入渗补给能力由弱变强。

不同深度地下水总体的径流趋势是向沿海地区径流,最终流向海域。大港浅层地下水主要为咸水,矿化度大、用途少,故人工开采很少,天然蒸发是主要的排泄途径,浅层地下水极缓慢地向东部的沿海地区径流,水力坡度小。

潜水水位主要受大气降水的影响,动态特征基本与气象周期一致,高水位出现在汛期的 7~9 月,而低水位出现在 2~5 月,变幅较小,多在 0.5~1.5m。其动态类型属于渗入—蒸发型,多年动态变化较小。

深层地下水不能直接接受大气降水和河流入渗补给,补给条件差,主要接受潜水的越流补给,以消耗弹性储存资源为主。第 II 含水组补给条件稍好,埋深越深,补给条件越差。深层地下水由于长期处于超采状态,地下水流场发生很大变化,水位下降漏斗区往往夺取邻区补给,使流场复杂化,本区深层水的水位下降主要受位于万家码头—咸水沽一带的地下水下降漏斗影响,致使区域地下水向该方向径流。深层地下水唯一的排泄途径是人工开采,地下水动态也主要受开采影响,年内低水位出现于 5~6 月份,高水位往往出现在年初 1~3 月份,多年动态呈逐年下降的趋势,含水组自上而下水位埋深加大,降幅增大,水位下降漏斗范围扩大。由于严重超采,形成水位持续下降和地面沉降等环境地质问题。

根据《第一采油厂南港油田 G5 等 3 个海域井场产能建设开发工程地下水及土壤调查与环境影响评价报告》(2020 年 10 月,天津市地质调查研究院)的勘察资料,本项目场地赋存第四系松散岩类孔隙水,项目场地潜水含水层下的隔水底板,主要岩性以⑧<sub>1</sub>粉质黏土为主,揭露厚度约 2.7m 左右,该隔水层垂向渗透系数  $K_v$  约为  $3.0 \times 10^{-7} \text{m/s}$ ,隔水底板的粉质黏土层为相对不透水岩土层,在场地内能较好的隔断与下部水体的水力联系。因此项目不会发生浅层地下水越流污染深层地下水的情况,因此不会发生越流型污染的现象。

### 3.1.4.3 地下水开发利用概况

滨海新区地下水开采主要用于工业用水、农业灌溉和城镇生活。2009 年大

港区地下水开采量 3438.11 万  $\text{m}^3/\text{a}$ ；2010 年大港区地下水开采量 3631.91 万  $\text{m}^3/\text{a}$ ；2011 年大港区地下水开采量 3639.14 万  $\text{m}^3/\text{a}$ ；2012 年大港区地下水开采量 3547.57 万  $\text{m}^3/\text{a}$ ；2013 年滨海新区地下水开采量 4733.7 万  $\text{m}^3/\text{a}$ ，2014 年滨海新区地下水开采量 5323.16 万  $\text{m}^3/\text{a}$ ，2016 年滨海新区地下水开采量 4043.25 万  $\text{m}^3/\text{a}$ ，2017 年滨海新区地下水开采量 3398.66 万  $\text{m}^3/\text{a}$ ，2018 年滨海新区地下水开采量 2099.37 万  $\text{m}^3/\text{a}$ 。

### 3.1.5 海底地形地貌特征

#### 3.1.5.1 地质类型

根据《天津南港工业区北防波堤及天津南港工业区西港池围堤工程地质勘察报告》（2009 年 8 月，中交第一航务工程勘察设计院有限公司），工程区域地质特点如下：勘察深度范围内，土层分布较有规律。自上而下为海相沉积层的①<sub>1</sub>淤泥、①<sub>2</sub>淤泥质粘土、①<sub>3</sub>粉质粘土混贝壳；海陆交互的②<sub>1</sub>粉质粘土、②<sub>2</sub>粉土、②<sub>3</sub>粘土和②<sub>4</sub>粉砂；陆相沉积的③粉细砂，海相沉积层的④<sub>1</sub>粉质粘土、④<sub>2</sub>粘土和④<sub>3</sub>粉砂。各土层描述如下：

##### （一）海相沉积层

##### ①<sub>1</sub> 淤泥：

褐灰色～灰褐色，软塑状，高塑性，混少量碎贝壳及粉土团块，局部夹粉土薄层。该层分布不连续，主要分布在勘察区的表层。在北防波堤西段，表层分布有稍密状的粉土及粉砂层，以及软塑状的粉质粘土层。

①<sub>2</sub> 淤泥质粘土：褐灰色，软塑状，高塑性，混少许砂斑、碎贝壳、有机质及粉土团，夹粉土薄层。该层分布连续，层底高程介于-10.58～-13.96 米。淤泥质粘土中分布有淤泥质粉质粘土、粘土夹层或透镜体。

①<sub>3</sub> 粉质粘土混贝壳：该层主要以粉质粘土混碎贝壳为主，褐灰色，软塑状为主，局部可塑状，中塑性，混较多碎贝壳、砂颗粒，土质不均匀。局部为淤泥质土混碎贝壳或粉土混碎贝壳。该层分布广泛，土层厚度较薄(1 米左右)。层底高程介于-11.58～-14.96 米。

##### （二）海陆交互相沉积层

②<sub>1</sub> 粉质粘土灰褐色～黄褐色，可塑状～硬塑状，中塑性，土质不均，混粉土斑、粉土团及碎贝壳，有粘土及粉土夹层分布。该层分布较连续。

②<sub>2</sub> 粉土：灰褐色～黄褐色，稍密～中密状，混少量粘粒、有机质、碎贝壳及砂颗粒，土质不均匀。该层分布不连续，层厚不一。

②<sub>3</sub> 粘土灰褐色～黄褐色，可塑状，局部硬塑状，土质不均，高塑性，混粉土斑、粉土团。该层分布不连续，呈透镜体状。

②<sub>4</sub> 粉砂：灰褐色～黄褐色，稍密～中密状，混少许粘粒及碎贝壳。该层分布不连续，在主要在西港池围堤的 K1、K14～K15、K18～K20、K36～K38 钻孔揭露。

### （三）陆相沉积层

③粉细砂：灰褐色～褐黄色，中密～密实状，混少量粘粒及碎贝壳，夹粉土团及粉土薄层。该层在西港池围堤中分布较广泛，仅在钻孔 K38、K39～K41、K43 中没有揭露该层，北防波堤中只有部分钻孔揭露该层，大部分钻孔未穿透该层。

### （四）海相沉积层

④<sub>1</sub> 粘土：褐灰色，可塑状，高塑性，混粉土团块及锈斑，局部夹粉土薄层和碎贝壳。该层主要在控制性钻孔中揭露。

④<sub>2</sub> 粉质粘土：褐灰色，可塑状，局部硬塑状，中塑性，混粉土团块及锈斑，局部夹粉土薄层和碎贝壳。该层主要在控制性钻孔中揭露。

④<sub>3</sub> 粉砂：褐灰色，密实状，混少许粘粒，颗粒较均匀，该层只在部分控制性钻孔中揭露。

## 3.1.6 海底地形地貌特征

本海区海岸带的滩涂及浅海地处渤海湾西北部，受海浪和河流交汇作用，以及受沿岸各种地质构造、地貌构造和气候等多种因素的控制影响，是一个由多种成因的地貌类型组合的地带。根据海岸带调查，本海区海岸带属于华北拗陷中的渤海拗陷中心，基地构造复杂，主要受 NNE 向断裂构造控制，而呈现一系列的隆起拗陷。

工程区海岸为典型的淤泥质海岸，地貌单元属海岸带地貌，包括潮上带、潮间带和潮下带三个基本地貌单元，潮上带与潮间带以人工建造的防潮大堤为界，潮上带地形起伏较大，多为深度可达数米的取土开挖大坑，及盐田蒸发池；潮间带和潮下带地形较平缓，坡度一般 1/1000 左右。根据底质取样资料分析，天津



港至南港工业区一带，底质类型相同，其泥沙平均中值粒径为 0.008mm 左右，粘土含量 40%左右，以粘土质粉砂分布为主，粘结力较强。底质分布趋势呈近岸略粗于远岸，南侧略粗于北侧。

根据海图显示，本项目附近区域水深约为 1m 左右。

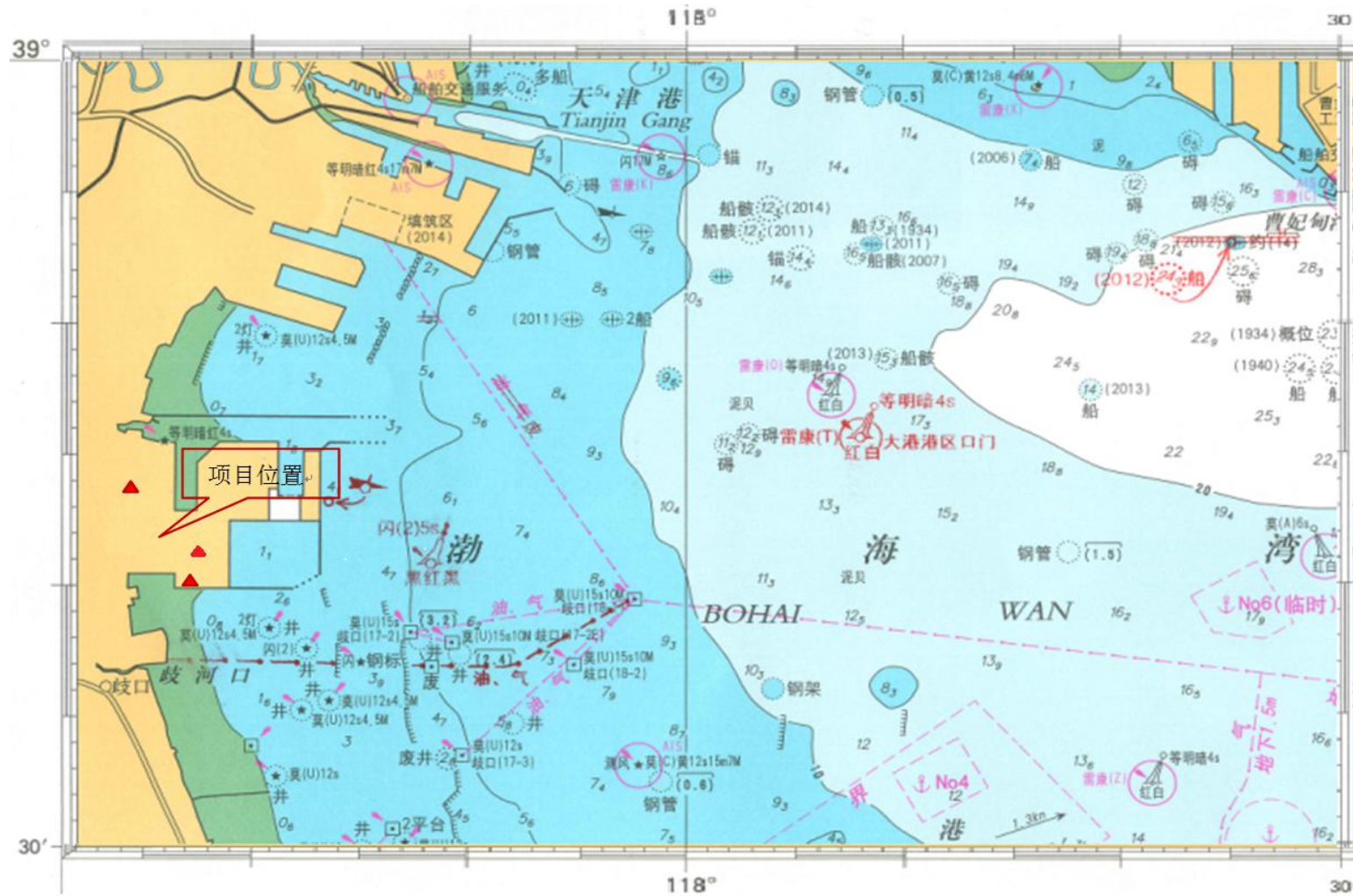


图 3.1-4 项目附近海图

### 3.1.7 自然灾害

#### 1、海冰

本区地处华北平原，渤海湾西部，冬季常受寒潮侵袭，产生海冰。根据 1982~1986 年度海冰实测资料分析统计，本区初冰日在 12 月上旬，盛冰日在 12 月下旬，融冰日在 2 月下旬，终冰日在 3 月上旬，总冰期 91 天，盛冰期 58 天。冰情等级为偏轻年时，冰厚一般 10~20cm，最大 35cm；常年时，冰厚一般 20~30cm，最大 50cm；偏重年时，冰厚一般 30~40cm，最大 60cm；重年时，冰厚一般大于 40cm，最大大于 80cm。流冰速度一般为 0.3~0.4m/s，流冰方向主要集中在偏西(WNW、W、WSW)和偏东(ENE、NE)两个主方向。

工程所处的渤海海域是全球纬度最低的季节性的结冰海域，历史上记载的渤海曾发生严重冰情年份 1936、1947、1957、1969、1977 年。最严重的是 1969 年冬季，整个渤海几乎全部被海冰覆盖，冰厚一般为 20~40cm，最大单冰层厚达 80cm，堆积冰厚高达 9m。两个海上平台相继被冰推倒，为海上油气勘探和生产开采带来极大危害。这年海冰灾害造成的损失达数亿元。近期海冰是 2003 年 1 月上旬和 2 月上旬，渤海的流冰范围较大，渤海湾沿岸最大流冰范围 18 海里，一般冰厚 5~10cm，最大 25cm。

#### 2、风暴潮

风暴潮是由强风或气压骤变等强烈天气系统对海面作用导致水位急剧升降的现象。风暴潮是冀津沿海的主要自然灾害之一，且日趋严重。一是潮位越来越高，二是沿海经济的发展使得风暴潮造成的损失也越来越大。根据风暴潮出现的频率及危害程度，冀津沿海属风暴潮重灾区，常给沿海地区人民的生命财产造成巨大损失。根据《2019 年中国海洋灾害公报》2019 年 8 月 8 日-13 日的“利奇马”台风风暴潮造成津冀地区经济损失 3.35 亿元，河北省黄骅站、曹妃甸站和京唐港站最高潮位达到当地红色警戒潮位，天津市塘沽站最高潮位达到当地黄色警戒潮位。

#### 3、海雾

渤海海雾在 5 月~7 月常见，东部多于西部，主要集中在辽东半岛和山东北部沿海，尤其是成山头附近海域，平均每年有 83 天出雾。在山东渤海段沿岸年平均雾日为（9-13）天。

#### 4、地震

根据《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015)，黄骅地区基本地震加速度值为 0.1g，抗震设防烈度为 7 度。

### 3.2 工程区域社会环境概况

南港工业区规划总面积 200 平方公里，其中陆域面积 162 平方公里，西起津歧公路，东向东围海造陆至-4 米等深线，北起独流减河右治导线，南至青静黄左治导线。

南港工业区将坚持大规模、大基地；走差异化发展道路；创新发展模式，形成强大的基础产业生产力，基础产业高度集聚，产业服务全面提升；以高端化的工业中间产品和通畅的港口服务，提升天津市和环渤海地区的整体产业竞争力。重点发展石化、冶金钢铁、装备制造、港口物流 4 大主导功能，同时互补发展海洋产业、新能源、环保产业。南港工业区总体发展结构为一区、一带、五园。一区：南港工业区；一带：沿津歧路西侧和光明大道之间约 1 公里生态防护隔离带；五园：指石化产业园、冶金装备制造园、综合产业园和港口物流园，以及公用工程园。

区内将形成“五横五纵”的干路公路路网。“五横”——津石高速、红旗路、创新路、南堤路、南港高速；“五纵”——津歧路、西中环延长线、海防路、海滨大道、海港路。南港区及周边形成“两横两纵”集疏运公路网。“两横”：津石高速、南港高速；“两纵”：海滨大道、唐津津汕高速。

南港工业区规划发展成为石油化工、装备制造、钢铁冶金、港口物流、新能源新材料等产业门类高度集聚的综合性工业园区。同时，建立南港工业区内部物质与能量的循环关联系统，形成“资源—产品—再生资源”的循环经济流程，节约资源能源，努力降低能耗，重点产品能耗总体达到或接近 21 世纪国际先进水平。

园区全部建成后，累计总投资预计将达 8000 亿元，可实现产值 1 万亿元，工业增加值 3500 亿元，利税 2000 亿元，创造直接就业岗位约 20 万个。

### 3.3 工程区域海洋资源和海域开发利用情况

#### 3.3.1 岸线资源

天津市岸线包括沿海岸线和通航段海河岸线（以下简称海河岸线），总长 233.2km。其中沿海岸线北起津冀北界的涧河口西刘合庄，南至津冀南界的歧口，全长 153.2km（原始自然岸线约 92.7km）；海河岸线自下游的二道闸至新港船闸，河道长 39.5km，两岸岸线长约 80km。

按自然岸线口径，规划沿海港口岸线 51.2km，占全市沿海自然岸线的 55%；海河港口岸线 21.7km，占海河通航段岸线的 27%。

根据港口规划方案，利用上述自然岸线可形成码头岸线约 202km，其中深水岸线 186km；尚未开发的码头岸线 166km，其中深水岸线 156km。

#### 3.3.2 港口资源

##### （1）天津港

天津港地处渤海湾西端，坐落于天津滨海新区，背靠国家新设立的雄安新区，辐射东北、华北、西北等内陆腹地，连接东北亚与中西亚，是京津冀的海上门户，是中蒙俄经济走廊东部起点、新亚欧大陆桥重要节点、21 世纪海上丝绸之路战略支点。

天津港是世界级人工深水港，30 万吨级船舶可自由进出港口。2014 年 12 月 26 日，天津港复式航道正式通航，使航道通航能力在双向通航基础上实现了再次升级。天津港是综合性港口，港口功能齐全。拥有集装箱、矿石、煤炭、焦炭、原油及制品、钢材、大型设备、滚装汽车、液化天然气、散粮、国际邮轮等各类泊位总数 176 个，其中万吨级以上泊位 122 个。2017 年，天津港货物吞吐量突破 50284 万吨，全国排名第六位；集装箱吞吐量超过 1504 万标准箱，全国排名第六位。

##### （2）天津港大港港区

大港港区位于独流减河南侧，是配套南港工业区开发建设，以服务石油化工等重化临港产业为主的港区。港区处于开发建设阶段，港区外围轮廓已基本形成。码头设施主要集中在港区西侧，建有通用泊位和液体化工品泊位；在港区最东侧，建有 1 个 LNG 接卸泊位。截至 2017 年底，大港港区共建有泊位 23 个，其中生

产性泊位 15 个，形成码头岸线长度 3.7km，年通过能力 2357 万吨。其中：成品油及液体化工品泊位 7 个，通过能力 762 万吨；通用散杂、件杂货泊位 7 个，通过能力 970 万吨。LNG 接卸泊位 1 个，于 2017 年底投入运营，通过能力 625 万吨。

### 3.3.3 渔业资源

天津市沿海区域已鉴明的渔业资源大约有 80 多种，主要渔获种类有 30 多种。其中底层鱼类有鲈鱼、梭鱼、梅童鱼等，中上层鱼类有斑鲷鱼、青鳞鱼、黄鲫等，无脊椎动物有中国明对虾、毛虾、脊尾白虾等，底栖贝类有毛蚶、牡蛎、红螺等。但是，近年来随着污染物入海量增多、拦河大坝截流、过度捕捞，天津近海渔业资源已明显衰退。

近几年渤海实行了伏季休渔制度，主要经济品种的资源量有了明显的恢复，如银鲳、蓝点马鲛、黄鲫、黑鳃梅童鱼、叫姑鱼最为明显，幼鱼数量比以前年份有明显增加；人工增殖放流效果明显。大型经济无脊椎动物中三疣梭子蟹、对虾产量增幅最为明显，经济贝类以牡蛎、缢蛏、泥螺增幅最为明显，渔民普遍受益；渔政管理严格到位，保证了伏季休渔效果。

### 3.3.4 旅游资源

天津市滨海新区目前已经形成了亚洲最大的邮轮母港、东疆湾景区、北塘古镇、滨海航空母舰主题公园等一系列具有海洋特色的旅游资源。这些旅游资源距离本工程均较远。工程邻近区域旅游资源较少，主要有大港湿地公园和官港森林公园。

大港湿地公园地处天津滨海新区，公园长 5000 米，宽 620 米，总占地面积 310 万平方米，分为南部防护林带，中部湿地型绿地，北部滨河风景带三部分，宛如一道绿色长城，在石化产业园区与生活区之间形成绿色隔离带。绵延数千米，古典建筑群、水景和绿化相得益彰，成为市民休闲、游憩、健身的好去处。

官港森林公园位于天津市大港区北部，距天津市中心城区 40 公里，素有天津“白洋淀”之称，有水面 8000 亩，旅游资源开发已初具规模，初步形成具有平原森林特点、体现滨海地区海陆交替带景观的特色。

### 3.3.5 海域使用概述

2008年8月，天津市人民政府委托中国城市规划设计研究院编制的《天津市空间发展战略规划》提出了在大港区海域辟建天津港南部港区，强化港口的辐射带动能力，保障重大项目及时落地，形成新的“港区”（港口与工业区）联动区域，带动临港工业的发展。南港工业区于2008年开始围海造陆，2010年西港池西侧约65km<sup>2</sup>陆域基本吹填完成，2011年西港池东侧规划造陆区域围埝基本形成，部分隔埝逐步形成，2012年至今，南港工业区西港池东侧围海造陆区域内各地块逐步形成。

本工程位于天津市南港工业区。南港工业区海岸线北起独流减河，南至黄骅岐口，全长26公里。海域滩涂面积约为120平方公里，海域使用总面积为2025.939公顷，占天津市海域使用总面积的11.27%。南港工业区海域使用类型以油气开采用海、交通运输用海、临海工业用海为主。

此外，本项目位于辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（渤海湾）内。

#### （1）油气开采用海

工程海域油气开采用海项目为中国石油天然气股份有限公司大港油田公司所属的唐3站、港深3油井、港新539油井、港深66油井、港深64油井、港深6-40油井、港深4-39油井、港深63-2油井、港深67油井。

#### （2）交通运输用海

拟建井场周边的交通运输用海项目包括天津港大港港区新建通用泊位工程、南港工业区北穿港路及配套工程、天津南港铁路工程、南港红旗路立交桥项目、天津南港工业区南防波堤工程、大港港区东防波堤南延工程、天津南港工业区东防波堤工程、南港泰奥石化仓储物流项目码头一期工程、天津港大港港区10-12号化工码头工程、天津南港工业区建材码头、天津南港工业区1#~4#通用泊位工程、天津南港工业区工作船码头工程、天津港大港港区5000吨级航道工程、天津南港工业区北防波堤工程、天津南港工业区北防波堤东段工程等。

#### （3）临海工业用海

拟建井场周边的临海工业用海项目包括东港石油滨海仓储加工基地项目、陶氏化学化工物流中心填海造陆工程、瑞田化工项目填海造陆工程、泰达蓝盾油库项目填海造地工程、京海石化项目填海造地工程、北方石油项目填海造地工程、

中石化天津分公司化工仓储物流项目填海造陆工程、挪威奥德费尔化工物流项目填海造陆工程、东大化工项目填海造陆工程、天津南港工业区公共液体石化仓储项目、南港泰奥石化仓储物流项目油品库区工程、南港泰奥石化仓储物流项目化工品库区工程、先达公司天津南港工业区海水淡化及综合利用一体化项目、中沙新材料园工程、油田东（腾飞路）220千伏输变电工程、天津南港工业区污水应急处理工程、天津滨海工业危险废物处置中心项目、天津液化天然气（LNG）接收站项目以及大港电厂引水渠和泵站取水口。这些工程散布在南港工业区填海造陆区域内。

### 3.3.6 海域使用权属现状

目前南港工业区填海造陆区域内已确权的海洋项目较多，各工程的用海面积、期限、权属人、海域使用证书编号等海域使用权属内容见表3.3-1，与本项目的位关系见图3.3-1。





图 3.3-1 海域开发现状图

表 3.3-1 确权用海项目相关权属内容

序号	项目名称	海域使用权证书编号 (国海证)	权属人	占用海域 面积 (hm <sup>2</sup> )	与本项 目最近 距离约
1	唐 3 站	091200044 号	中国石油天然气股份有限公司大港油田公司	0.698	2.84km
2	港深 3 油井	091200045 号		1.494	2.8km
3	港新 539 油井	091200051 号		0.427	2.04km
4	港深 66 油井	091200046 号		1.134	1.12km
5	港 6-40 油井	2015B12010900446		1.4040	2.46km
6	港 4-39 油井	2015B12010900432		0.5650	2.65km
7	港深 63-2 油井	2014B12010900841		1.7840	3.05km
8	港深 64 油井	2014B12010900839		1.9450	1.81km
9	港深 67 油井	091200048		0.5580	1.76km
10	神华国能天津大港发电厂引水渠	091200040 号	神华国能天津大港发电厂	71.200	4.8km
11	神华国能天津大港发电厂泵站取水口	091200042 号		15.732	5.4km
12	东港石油滨海仓储加工基地项目	101200012 号	天津南港工业区开发有限公司	39.6665	2.35km
13	陶氏化学化工物流中心填海造陆工程	101200051 号		42.9875	2.38km
14	瑞田化工项目填海造陆工程	111200011		39.3224	2.48km
15	泰达蓝盾油库项目填海造地工程	111200012		44.2549	1.77km
16	京海石化项目填海造地工程	101200052		40.9749	1.78km
17	北方石油项目填海造地工程	101200063		48.3474	1.91km
18	中石化天津分公司化工仓储物流项目填海造陆工程	101200053		41.6077	1.17km
19	挪威奥德费尔化工物流项目填海造陆工程	101200062 号		48.0607	1.18km
20	东大化工项目填海造陆工程	111200014		48.0346	1.45km
21	天津港大港港区新建通用泊位工程	填海 2014B12010901020 构筑物 2014B12010901038	天津南港工业区开发有限公司	填海 6.4231 构筑物 1.4639 港池、蓄水 3.3028	4.1km
22	天津南港工业区公共液体石化仓储项目	2013B12010900244	天津南港奥德费尔码头仓储有限公司	18.4509	3.78km
23	南港工业区北穿港路及配套工程	2015B12010900252	天津市南港工业区开发有限公司	23.9906	3.37km

序号	项目名称	海域使用权证书编号 (国海证)	权属人	占用海域 面积 (hm <sup>2</sup> )	与本项 目最近 距离约
24	南港泰奥石化仓储物流项目油品库区工程	2014B12010900126	天津泰奥石化物流有限公司	23.648	2.72km
25	南港泰奥石化仓储物流项目化工品库区工程	2014B12010900087	天津泰奥石化物流有限公司	16.8165	3.44km
26	惠生(天津)化工有限公司轻烃综合利用项目	正在办理用海手续	惠生(天津)化工有限公司	159.7114	0.54km
27	天津南港铁路工程	正在办理用海手续	天津南港工业区开发有限公司	34.0210	0.36km
28	南港红旗路立交桥项目	J1220130004	天津市南港工业区开发有限公司	46.2393	0.84km
29	人工湿地深度处理工程	120000-20140099	天津市南港工业区开发有限公司	33.1969	1.84km
30	天津南港工业区红旗路绿化起步区工程	2014B12010900795	天津市南港工业区开发有限公司	45.1636	2.09km
31	先达公司天津南港工业区海水淡化及综合利用一体化项目	2014B12010900674	先达(天津)海水资源开发有限公司	33.3598	2.48km
32	天津南港港务有限公司配套服务区项目	2014B12010901070	天津南港港务有限公司	17.9603	3.14km
33	中沙新材料园工程	2014B12010900965	天津市南港工业区开发有限公司	49.6654	2.69km
34	西港池南侧生态廊道项目	2015B12010900638	天津南港工业区开发有限公司	41.5558	2.15km
35	新材料园区生态隔离带工程	津(2017)滨海新区不动产权第 10001625 号	天津南港工业区开发有限公司	45.1151	2.32km
36	公用工程岛燃气蒸汽应急锅炉项目	津(2016)滨海新区不动产权第 1000015 号	天津南港工业区开发有限公司	2.4549	2.73km
37	南港蒸汽分输站项目	津(2016)滨海新区不动产权第 1000009 号	天津南港工业区开发有限公司	2.1707	2.25km
38	油田东(腾飞路)220 千伏输变电工程	2013B12010900780	天津市电力公司滨海供电分公司	0.7134	2.40km
39	天津南港工业区污水应急处理工程	2013B12010900768	天津市南港工业区能源有限公司	3.2633	3.71km
40	天津滨海工业危险废物处置中心项目	2013B12010900186	天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司	10.3349	3.55km
41	国家物资储备局天	正在办理用海手续	国家物资储备局天	32.0781	4.66km

序号	项目名称	海域使用权证书编号 (国海证)	权属人	占用海域 面积 (hm <sup>2</sup> )	与本项目最近 距离约
	津 654 工程		津办事处		
42	农药国家工程研究中心(天津)中试基地项目	暂未申请海域	农药国家工程研究中心	2.0002	2.21km
43	天津市津绿宝农药制造有限公司农药研发转化及产业基地项目	正在办理用海手续	天津市津绿宝农药制造有限公司	13.3823	1.78km
44	南防波堤风电项目	正在办理用海手续	中国水电建设集团新能源开发有限责任公司	2	1.02km
45	天津南港工业区红旗路绿化起步区东延工程	2014B12010901080	天津市南港工业区开发有限公司	47.9672	6.05km
46	天津液化天然气(LNG)接收站项目	填海部分 2015A12010900597 取、排水口 2015A12010900607	中国石油化工股份有限公司天然气分公司	161.4568	11.94km
47	天津南港工业区南防波堤工程	2015B12010900088	天津南港工业区开发有限公司	44.1761	2.39km
48	大港港区东防波堤南延工程	2015B12010900473	天津南港工业区开发有限公司	13.5118	8.49km
49	天津南港工业区东防波堤工程	2014B12010900400	天津南港工业区开发有限公司	40.9380	8.92km
50	南港泰奥石化仓储物流项目码头一期工程	2013B12010900011	天津泰奥石化物流有限公司	25.5355	3.74km
51	天津港大港港区 10-12 号化工码头工程	2013B12010900020	天津南港奥德费尔码头仓储有限公司	37.5183	4.06km
52	天津南港工业区建材码头	填海部分 2012B12010900251 港池、透水构筑物 2012B12010900243	天津南港工业区开发有限公司	23.3886 填海 13.5825 构筑物 1.4322 港池、蓄水 8.3739	3.47km
53	天津南港工业区 1#~4#通用泊位工程	填海部分 2012B12010900330 港池、透水构筑物 2015B12010900371	天津南港工业区开发有限公司	62.0067 填海: 34.6590 透水构筑物 3.1824 港池、蓄水 24.1653	3.26km
54	天津南港工业区工作船码头工程	2012B12010900328	天津南港工业区开发有限公司	10.0444 填海 10.7774	3.51km

序号	项目名称	海域使用权证书编号 (国海证)	权属人	占用海域 面积 (hm <sup>2</sup> )	与本项 目最近 距离约
				透水构筑物 0.7475 港池、蓄水 9.2969	
55	天津港大港港区 5000 吨级航道工程	2012B12010900277	天津南港工业区开 发有限公司	323.4044	4.15km
56	天津南港工业区北 防波堤工程	101200057	天津南港工业区开 发有限公司	40.2772	5.32km
57	天津南港工业区北 防波堤东段工程	2012B12010900072		49.7476	9.45km
58	南港工业区工业气 体供应项目	津(2016)滨海新区 不动产权第 1000016 号	液化空气(天津)工 业气体有限公司	3.0621	2.70km
59	天津渤化化工发展 有限公司“两化”搬 迁改造项目填海工 程	国海证 2016A12010900596、 国海证 2016A12010900582、 国海证 2016A12010900609、 国海证 2016A12010900574	天津渤化化工发展 有限公司	305.1306	0.55km
60	天津港大港港区渤 化液体化工码头工 程(一期工程)	/	天津渤化南港码头仓 储有限公司	17.0701	3.17km
61	天津南港工业区西 港池东岸防潮堤及 道路绿化填海造陆 工程	正在办理用海手续	天津南港工业区开 发有限公司	17.8098	3km
62	天津南港工业区散 货物流生态廊道工 程	津(2017)滨海新区 不动产权第 1000023 号	天津南港工业区开 发有限公司	48.2945	3.82km
63	天津南港公用工程 岛项目	国海证 2016B12010900032	天津南港工业区开 发有限公司	49.2936	2.39km

### 3.3.7 主要环境敏感目标概况

#### 3.3.7.1 古海岸与湿地国家级自然保护区贝壳堤老马棚口区

古海岸与湿地国家级自然保护区是于 1992 年 10 月经国务院批准建立的国家级海洋类型自然保护区，也是天津市第二个国家级自然保护区和第一个海洋类型自然保护区。该保护区是在天津市政府 1984 年 12 月批准的“贝壳堤市级自然保护区”基础上扩展、升级而成的。

天津古海岸与湿地国家级自然保护区位于天津市东部,渤海湾西岸的滨海平原地区，范围涉及到滨海新区及东丽、津南和宁河等 3 个区，2010 年 5 月天津古海岸与湿地国家级自然保护区的范围调整申请已经国务院批准，总面积由 99000 公顷调整至 35913 公顷具体内容见《关于调整天津古海岸与湿地等 5 处国家级自然保护区有关事项的通知》(环函〔2009〕301 号)。经过调整后天津古海岸与湿地国家级自然保护区由贝壳堤区域和牡蛎礁、七里海湿地区域组成，范围在东经 117°14'35"-117°46'34"，北纬 38°33'40"-39°32'02"之间，涉及滨海新区、津南区、宝坻区和宁河县的部分区域，其中核心区、缓冲区分布在滨海新区大港、塘沽及津南和宁河 2 个区。本保护区保护对象为贝壳堤、牡蛎滩和七里海湿地生态系统。其中贝壳堤分布面积约为 1.02 万公顷，牡蛎滩和七里海湿地为 8.88 万公顷。贝壳堤老马棚口区域：东自子牙新河主槽挡潮闸(117°32'06.028"E，38°39'49.180"N)起，向南经防减淤实验站，穿津岐公路，至独流减河桥(117°32'14.459"E，38°39'17.432"N)为东界；南沿独流减河向西，经河漫滩，至老马棚口实验区最南端界碑(117°31'33.972"E，38°39'10.819"N)为南界；西沿保护区原边界向北，穿独流减河、子牙新河，至马棚口苹果园(117°31'25.536"E，38°39'42.566"N)为西界；北沿马棚口村南边界，至子牙新河主槽挡潮闸为北界。

天津古海岸与湿地国家级自然保护区核心区、缓冲区与本工程距离 20km 以上，仅实验区贝壳堤老马棚口区域位于大港油田第一采油厂附近，距本项目最近距离约 5.5km。



图 3.3-2 本项目与古海岸与湿地国家级自然保护区位置关系图

### 3.3.7.2 天津市北大港湿地自然保护区

(1) 自然保护区概况：天津北大港湿地自然保护区是在原大港区政府 1999 年 8 月批准成立的古泻湖湿地自然保护区（区级）的基础上扩建而成。2001 年 12 月经市政府批准，建成了天津北大港湿地自然保护区（市级）。2008 年 5 月天津市北大港湿地自然保护区经过调整后，包括北大港水库、沙井子水库、钱圈水库、独流减河下游、官港湖、李二湾和沿海滩涂共七个部分。保护区总面积 34887.13 公顷。其中核心区面积 11802 公顷，占保护区面积比例 33.83%；缓冲区面积 9205.46 公顷，占保护区面积比例 26.39%；实验区面积 13879.67 公顷，占保护区面积比例 39.78%。

(2) 主要保护对象及价值：该保护区为湿地自然生态系统类型自然保护区，其保护对象是内陆湖泊湿地生态系统、沿海滩涂湿地生态系统，野生动植物资源及珍稀鸟类。保护区内生态环境优越，适宜多种多样的动物和植物生存、栖息、繁衍，是我国生物多样性最丰富的地区之一。本项目距该保护区涉海部分的沿海滩涂缓冲区最近距离为 3.75km。

表 3.3-2 保护区功能区划分表

功能区划分	面积（公顷）	范围
核心区	11802	北大港水库西库:北大港水库大堤以内西部区域。(道路、管廊去除
缓冲区	9205.46	①北大港水库西库沿大堤内外各 100 米，面积约 560 公顷。②李二湾:津歧路-子牙新河右堤-太沙路延至北排河北堤-北排河北堤。面积 5708 公顷。(道路、管廊去除 126 公顷)③沿海滩涂:李二湾东侧沿海滩涂，面积 2937.46 公顷。(道路、管廊去除 126 公顷)
实验区	13879.67	①李二湾南侧区域:港西街一北排河一津歧公路一河北省界。(1390.76)公顷②北大港水库东库部分(3660 公顷)③沙井子水库(面积 680 公顷)④钱圈水库(面积 1374.91 公顷)⑤独流减河下游:东千米桥以西-独流减河北堤-万家码头大桥以东-独流减河南堤。面积 6774 公顷。(道路、管廊去除 306 公顷)



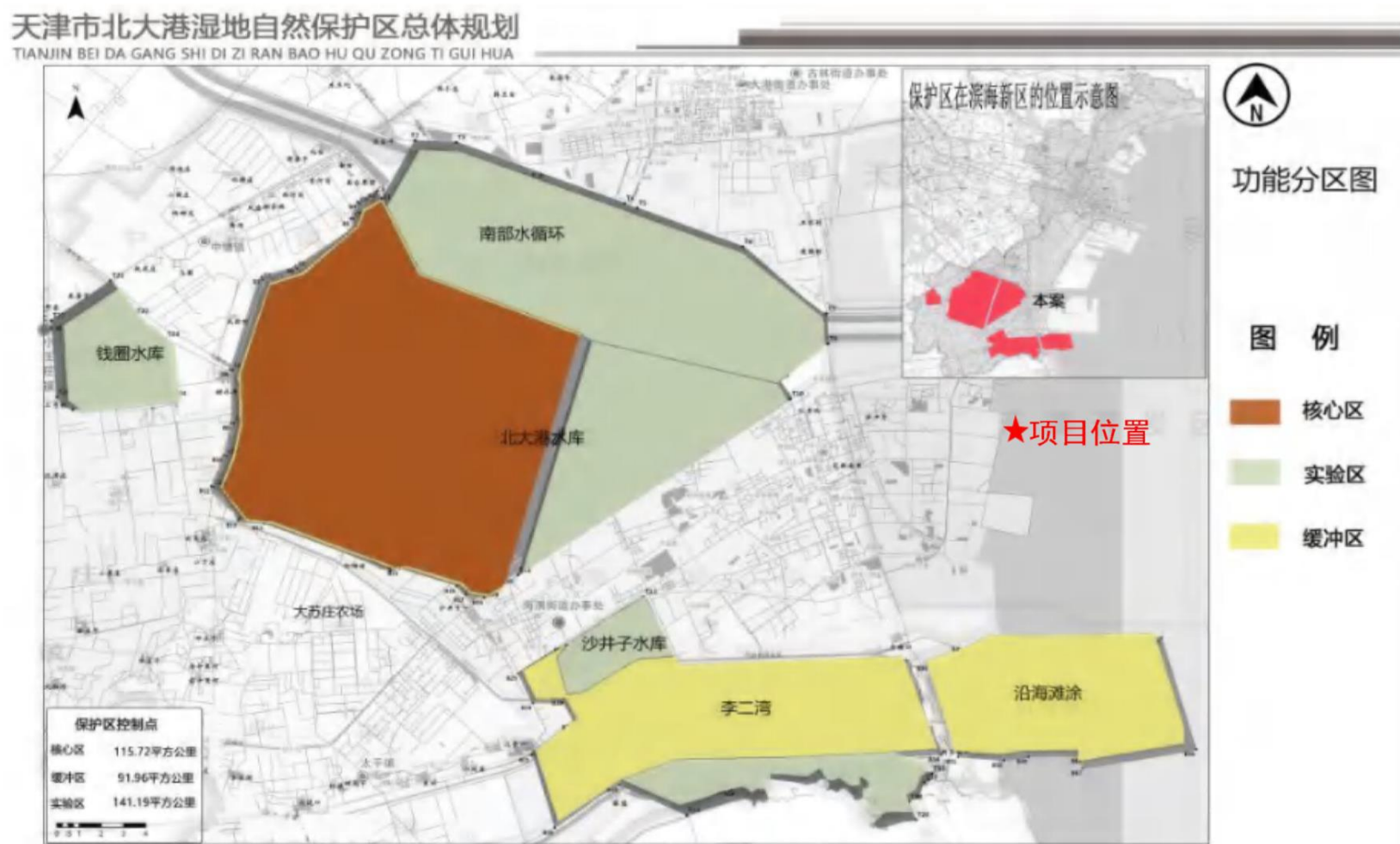


图 3.3-3 本项目与天津市北大港湿地自然保护区位置关系图

### 3.3.7.3 辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区渤海湾保护区

2007 年 12 月 12 日，农业部以第 947 号公告公布了批准了辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区，该保护区总面积为 23219km<sup>2</sup>，其中核心区面积为 9625km<sup>2</sup>，实验区总面积为 13594km<sup>2</sup>。核心区特别保护期为每年 4 月 25 日-6 月 15 日。保护区包括辽东湾保护区、渤海湾保护区和莱州湾保护区，范围在东经 117°35'-122°20'，北纬 37°03'-41°00'之间。

渤海湾核心区面积为 6160km<sup>2</sup>，核心区范围是由 4 个拐点顺次连线与西面的海岸线（即大潮平均高潮痕迹线）所围的海域，拐点坐标为(118°15'00"E，39°02'34"N；118°15'E，38°25'N；118°20'E，38°20'N；118°20'E，38°01'30"N)。海岸线北起河北省唐山市南堡渔港西侧，经丰南、沙河黑沿子入海口、涧河入海口，向西经天津的海河、独流减河入海口，向西至歧口河口为折点向南再经河北省黄骅市、海兴县的南排河李家堡、石碎河家堡入海口、大口河入海口、马颊河、徒骇河入海口，南至山东省滨州市湾湾沟乡。该区主要保护对象有中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹；保护区内还栖息着银鲳、黄鲫、青鳞沙丁鱼、鲚、凤鲚、鳎、鲢、赤鼻棱鳀、玉筋鱼、黄姑鱼、白姑鱼、叫姑鱼、棘头梅童、鲛、花鲈、中国毛虾、海蜇等渔业种类。

本工程位于辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区内。

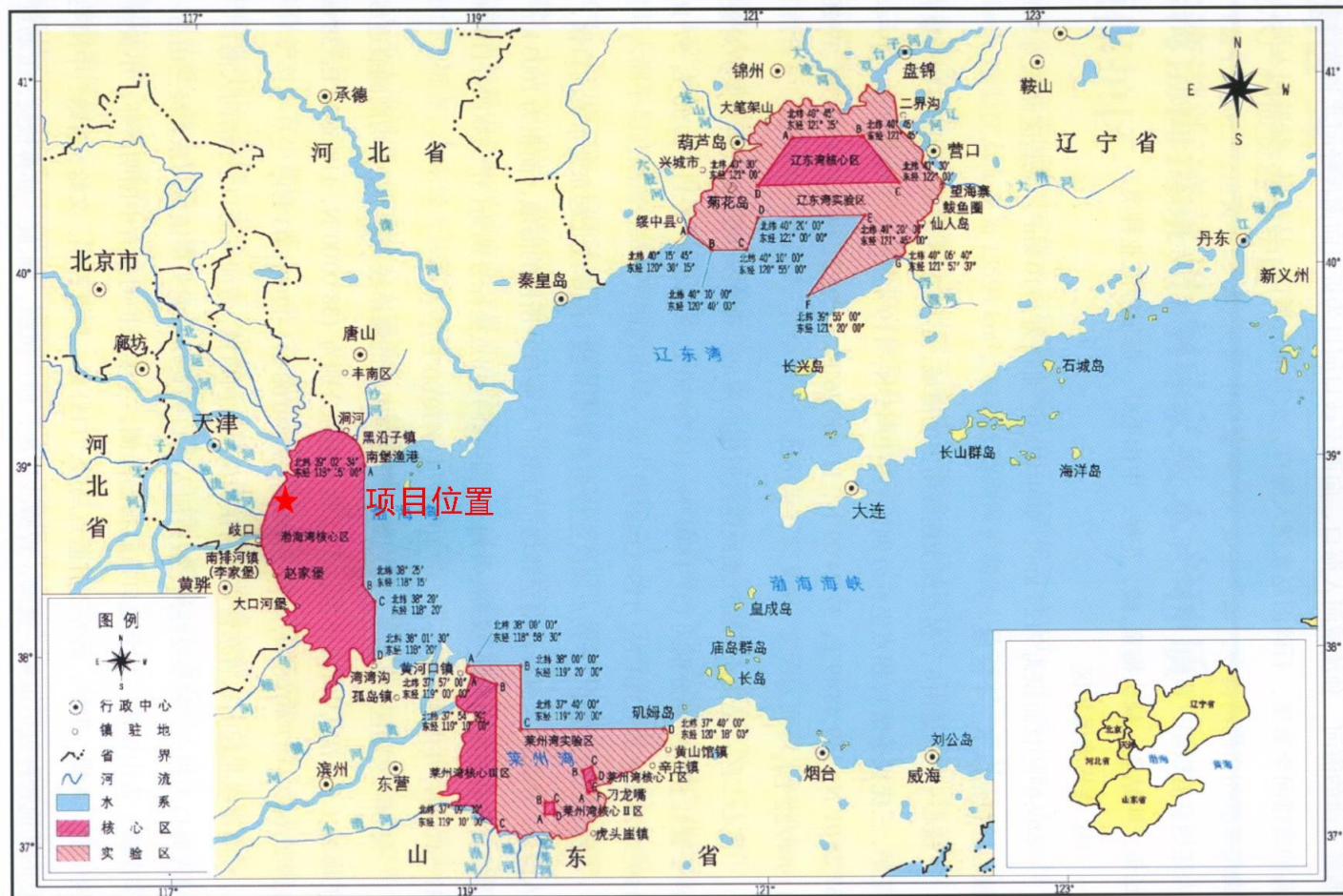


图 3.3-4 本项目与辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区位置关系图



### 3.3.7.4 大港滨海湿地海洋特别保护区

大港滨海湿地海洋特别保护区地理范围为马棚口海岸线以东，南港工业区以南，津冀南线以北。拐点坐标为(117°45'00"E, 38°39'53"N; 117°45'00"E, 38°38'15"N; 117°38'53"E, 38°37'28"N; 117°32'56"E, 38°37'30"N; 117°31'55"E, 38°39'40"N; 117°33'46"E, 38°40'13"N)，海域使用管理要求为：保障海洋保护区用海，兼容渔业资源增殖养护和海底电缆管道用海，禁止新建排污口。严格限制改变海域自然属性，渔业基础设施依托陆域空间，渔船停靠、避风水域维持开放式。逐步整治河口区域潮间带形态，保障防洪治理管理要求，禁止在青静黄和北排水河治导线范围内建设妨碍行洪的永久性建、筑物，保障行洪排涝安全。海洋环境保护要求为：重点保护滨海湿地、贝类资源及其栖息环境，恢复滩涂湿地生态环境和浅海生物多样性基因库。加强环境监测，海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准；油气电缆管道等用海活动应保证海洋特别保护区的环境质量管理要求。

本工程位于大港滨海湿地海洋特别保护区北侧，最近距离为 3.70km。

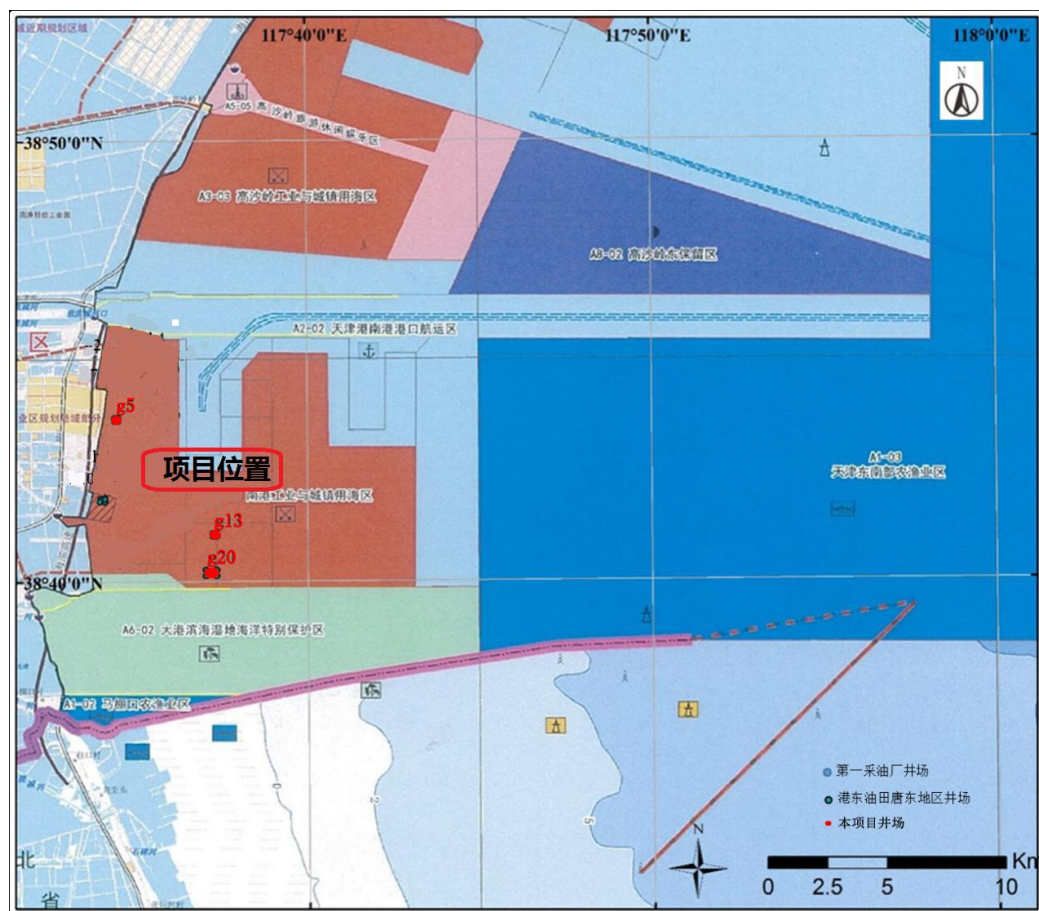


图 3.3-5 本项目与天津市海洋功能区划图（部分）位置关系图

### 3.3.7.5天津大港滨海湿地

根据《天津市海洋生态红线区报告（报批稿）》（天津市海洋局，2013 年 12 月），天津大港滨海湿地的类型为重要滨海湿地，地理范围（拐点坐标）：117°51'10"E38°39'51"N；117°51'10"E38°38'38"N；117°47'15"E38°38'31"N；117°45'00"E38°38'15"N；117°38'53"E38°37'28"N；117°33'19"E38°36'43"N；117°32'27"E38°37'03"N；117°32'56"E38°37'30"N；117°31'55"E38°39'49"N；117°33'46"E38°40'13"N；117°43'09"E38°39'53"N；117°45'00"E38°39'53"N。覆盖区域为：大港海岸线以东、天津南港工业区南边界以南、天津河北海域分界线以北的近矩形区域。面积约为 106.37 平方公里，岸线长度为 9.69 公里。保护目标为：重点保护滨海湿地、贝类资源及其栖息环境，恢复滩涂湿地生态环境和浅海生物多样性基因库。管控措施为禁止围填海、矿产资源开发及其他城市建设开发项目等改变海域自然属性、破坏湿地生态功能的开发活动，禁止在青静黄和北排水河治导线范围内建设妨碍行洪的永久性建、构筑物，保障行洪排涝安全。

本工程位于天津大港滨海湿地北侧，最近距离为 3.70km。

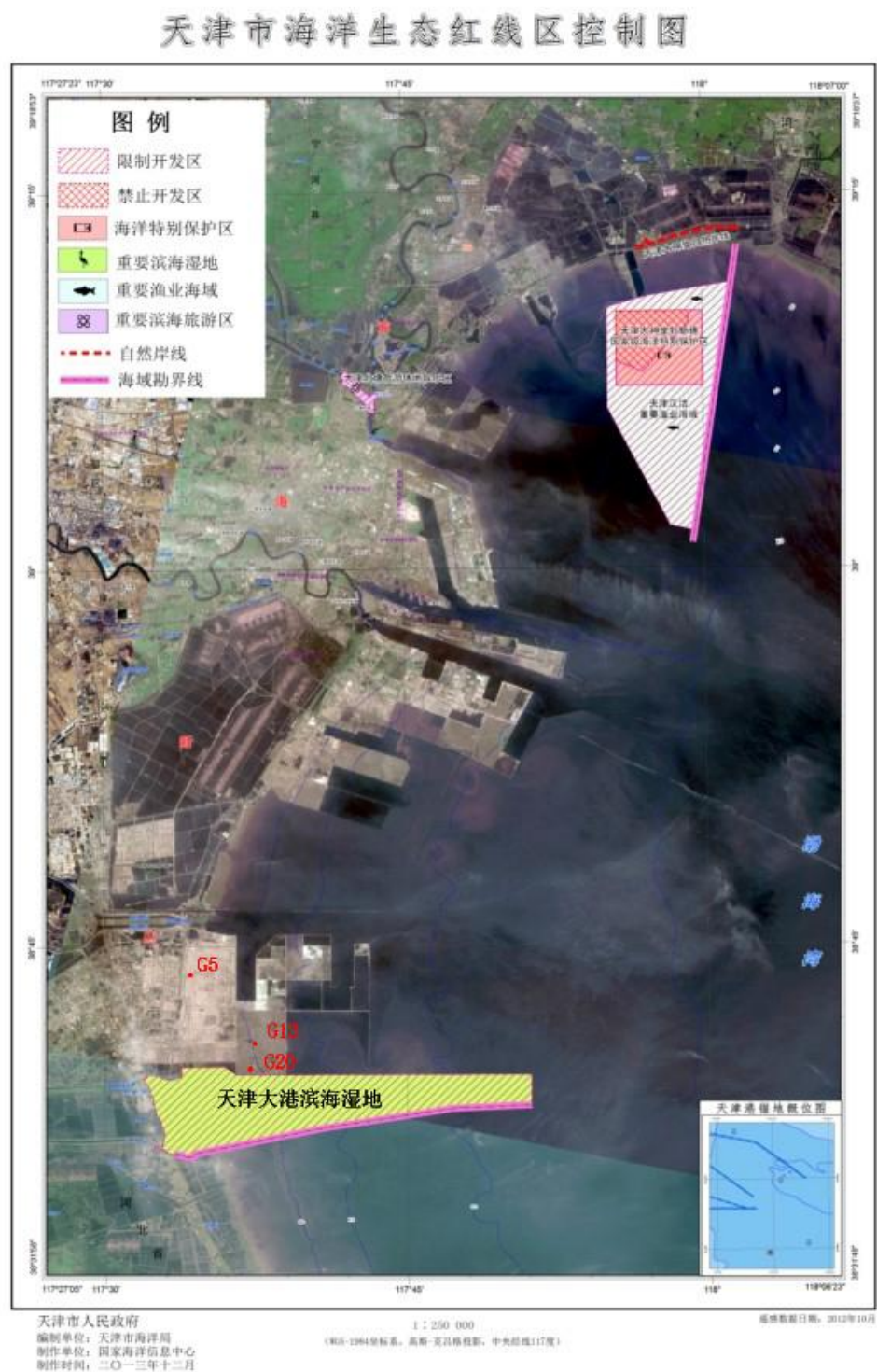


图 3.3-6 本项目与天津市海洋生态红线区位置关系

## 4 环境质量现状调查与评价

海洋水质现状调查、海洋生态现状调查、海洋沉积物现状调查引用的 2017 年 9 月调查数据来源于《大港油田系列项目环境现状调查与评价》(2017.10); 2020 年 4 月的海洋水质现状调查、海洋生态现状调查、水动力环境现状调查数据资料来源于青岛环海海洋工程勘察研究院编制的《南港油田 G5 等 4 个海域井场产能建设开发工程环境影响评价项目海洋环境质量现状春季调查报告》。

渔业资源调查数据主要来源于 2017 年 5 月(春季)、10 月(秋季)中国水产科学研究院黄海水产研究所和河北省海洋与水产科学研究院在本海区进行的渔业资源调查资料。

地下水环境质量现状调查、土壤环境影响现状调查引自《第一采油厂南港油田 G5 等 3 个海域井场产能建设开发工程地下水及土壤调查与环境影响评价报告》，天津市地质调查研究院，2020 年 10 月。

### 4.1 水动力环境现状调查与评价

#### 4.1.1 调查概况

青岛环海海洋工程勘察研究院于 2020 年 4 月 25 日至 4 月 26 日(农历四月初三至四月初四,大潮期)进行潮流观测,沿主潮流方向设主断面,主断面两边各设一个断面,在每条断面上均匀布设 2 个站位,共 6 个潮流及悬浮砂观测站位,具体的观测站点见表 4.1-1、图 4.1-1。水位调查站位选择 2 个潮流站位同步进行水位观测。

表 4.1-1 调查站位布设

调查站位	经度	纬度	调查项目
1	117°38'00.85"东	38°48'31.93"北	水动力
2	117°44'43.01"东	38°48'32.16"北	水动力
3	117°40'49.58"东	38°40'57.10"北	水动力
4	117°46'34.51"东	38°40'50.65"北	水动力
5	117°39'34.13"东	38°33'55.66"北	水动力
6	117°46'37.46"东	38°33'49.41"北	水动力





图 4.1-1 水动力调查站位图

#### 4.1.2调查和分析内容

海流观测层次根据站位水深分为表层或表、底两层。表层在水面以下 3m 以内，底层距离海底 3m 以内。使用的仪器是经试验合格的海流计。各站均进行 25 个小时的连续取样。

分析内容主要包括：各站层流速流向频率分布，实测最大涨落潮流流速及对应流向，潮流涨、落潮历时；潮流准调和分析，潮流类型与动力形式；余流流速、流向。

### 4.1.3 流向流速统计分析

#### 4.1.3.1 流速流向分布

根据大潮期各站海流实测资料，对流向频率进行统计，统计结果见表 4.1-2，实测流速矢量见图 4.1-2。

可以看出：各站实测海流流向相对集中的方向主要包括 WSW~NW 以及 ENE~SE 向，涨潮流多在偏 W 向区间，而落潮流多在偏 E 向区间。

表 4.1-2 实测流向分布 (%)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



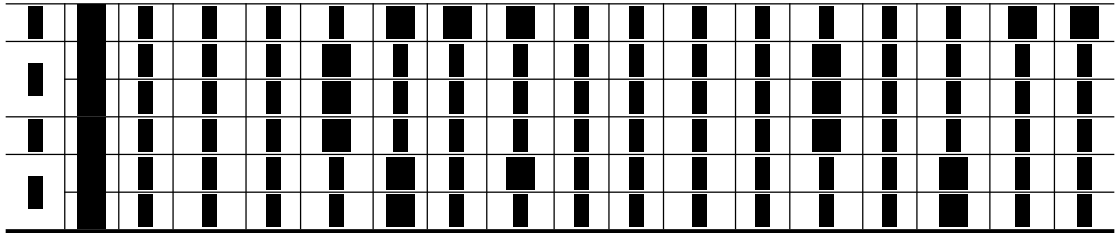
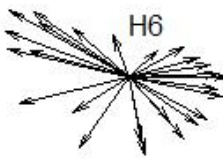
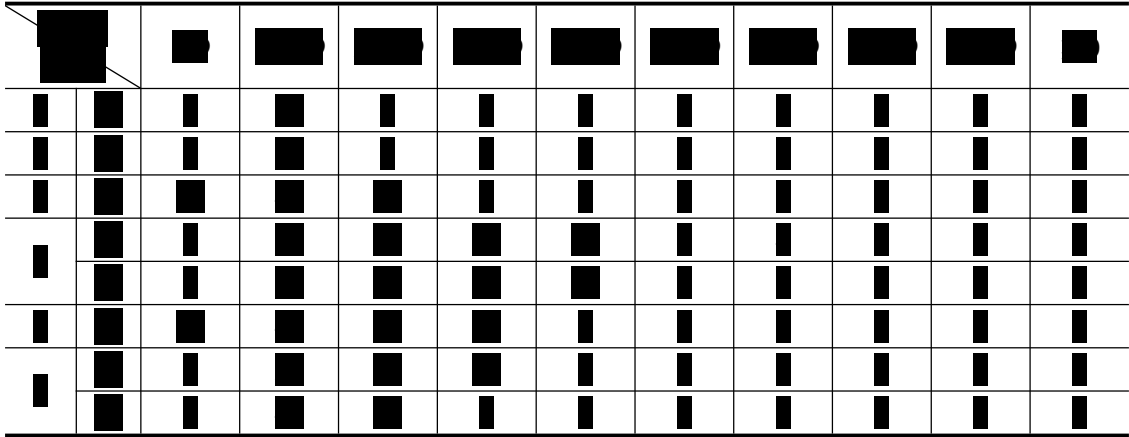


表 4.1-3 为各层、各级流速出现频率，由表中可以看出，观测期间各站层流速区间分布有一定差别，北部的 1 号和 2 号站流速整体上小于其余各站，而以中部的 4 号站流速最大。

表 4.1-3 各站各级流速（cm/s）出现频率（%）



50 cm/s

图 4.1-2 各站表层实测流速矢量图

#### 4.1.3.2 平均流速和最大流速

平均流速和最大流速分布见表 4.1-4，总体上看表、底层平均流速相差不大，涨潮流大于落潮流；实测最大涨潮流流速为 60.9cm/s、对应流向为 253°，最大落潮流流速为 46.1 cm/s、对应流向为 73°，均出现于 4 号站表层。

表 4.1-4 实测平均流速和最大流速及对应流向 (单位: cm/s, °)

[illegible]

#### 4.1.4潮流

#### 4.1.4.1潮流性质

同潮汐性质分类一样,通常以主要分潮流最大流速的比值作为潮流类型划分的依据,其标准是:

$$0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \leq 0.5 \quad \text{为正规半日潮流}$$

$$0.5 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \leq 2.0 \quad \text{为不正规半日潮流}$$

$$2.0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \leq 4.0 \quad \text{为不正规日潮流}$$

$$4.0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \quad \text{为正规日潮流}$$

其中,  $W_{M_2}$ 、 $W_{K_1}$ 、 $W_{O_1}$  分别为主太阴半日分潮流、太阴太阳赤纬日分潮流和主太阴日分潮流的椭圆长半轴。

利用潮流类型分类判别标准, 根据调和计算结果, 算得潮流性质比值。由表 4.1-5 可以看出, 各站层 K 值均小于 0.5, 观测期间本海区潮流属正规半日潮流性



余流是由浅海中多种因素引起的，主要有潮汐余流（因摩擦、海底地形、边界形状种种原因使得潮流非线性现象所致）、风生流、密度流等。要把上述流动逐个分开是十分困难的，所以在这里描述的是基于周日观测实测的由各种因素流动合成的余流。

表 4.1-7 余流计算结果

[illegible]

### 4.1.5 小结

1) 本海区海流以潮流为主，潮流性质为正规半日潮流，兼有旋转与往复运动。

2) 观测各站海流流向都较为集中，观测各站实测海流流向相对集中的方向主要包括 WSW~NW 以及 ENE~SE 向，涨潮流多在偏 W 向区间，而落潮流多在偏 E 向区间。观测期间各站层流速区间分布有一定差别，北部的 1 号和 2 号站流速整体上小于其余各站，而以中部的 4 号站流速最大。

3) 观测各站位余流流速位于 1-11cm/s 区间范围内，各站余流流速各有不同。垂向上，表层余流流速与底层相当，各站余流流向相对分散。

## 4.2 海水水质现状调查与评价

### 4.2.1 调查概况

青岛环海海洋工程勘察研究院于 2017 年 9 月 16-19 日及 2020 年 4 月 18-28 日对工程海域进行了水质调查、沉积物、生态、生物质量的现状调查。

充分考虑历史监测站位，以拟建为中心，沿工程所在海域垂直岸线方向设置监测断面，断面间间隔约 6km，共计 10 条断面，沿垂直断面设置站位，每条断面均匀布设 3~5 个站位，共计 41 个水质站位，原则上沉积物站位数量为水质站位数量的 50%，实际布设站位 21 个，海洋生态环境站位数量为水质站位数量的 60%，实际布设站位 25 个，按照典型生态区和不同底质设潮间带调查断面 3 条，每条断面在高潮区、中潮区、低潮区各设置 1 个站位，共 9 个站位。具体站位经纬度见表 4.2-1，具体站位图见图 4.2-1。

表 4.2-1 调查站位坐标表

站号	经度 (E)	纬度 (N)	调查内容
1	117°50'53.55"	38°53'54.19"	水质、沉积物、生物
2	117°47'21.53"	38°51'22.87"	水质、沉积物、生物
3	117°50'51.73"	38°51'21.39"	水质
4	117°36'28.09"	38°48'12.20"	水质、沉积物、生物
5	117°38'59.70"	38°48'11.39"	水质、生物
6	117°42'56.47"	38°48'10.00"	水质、沉积物、生物
7	117°46'53.23"	38°48'08.49"	水质

8	117°50'49.43"	38°48'06.84"	水质、沉积物、生物
9	117°36'56.13"	38°46'19.77"	水质
10	117°38'58.68"	38°46'19.11"	水质
11	117°42'55.35"	38°46'17.73"	水质
12	117°46'51.11"	38°44'53.93"	水质、沉积物、生物
13	117°50'47.13"	38°44'52.29"	水质
14	117°36'55.09"	38°44'18.90"	水质
15	117°41'50.10"	38°44'17.24"	水质
16	117°46'48.99"	38°41'39.37"	水质
17	117°50'44.83"	38°41'37.73"	水质、沉积物、生物
18	117°34'58.19"	38°38'28.94"	水质、沉积物、生物
19	117°38'54.40"	38°38'25.58"	水质、生物
20	117°42'50.65"	38°38'25.65"	水质、沉积物、生物
21	117°46'46.88"	38°38'24.81"	水质
22	117°50'42.54"	38°38'23.17"	水质
23	117°36'21.51"	38°35'13.94"	水质、沉积物、生物
24	117°38'52.67"	38°35'13.13"	水质、生物
25	117°42'48.72"	38°35'11.75"	水质、沉积物、生物
26	117°46'44.77"	38°35'10.25"	水质
27	117°50'40.26"	38°35'08.62"	水质、沉积物、生物
28	117°38'51.07"	38°32'14.48"	水质、沉积物、生物
29	117°42'46.80"	38°31'57.19"	水质、生物
30	117°46'42.67"	38°31'55.68"	水质、沉积物、生物
31	117°50'37.99"	38°31'54.05"	水质
32	117°39'43.55"	38°28'43.68"	水质、沉积物、生物
33	117°42'44.88"	38°28'42.62"	水质、沉积物、生物
34	117°46'40.58"	38°28'41.12"	水质
35	117°50'35.72"	38°28'39.49"	水质、沉积物、生物
36	117°42'42.97"	38°25'28.05"	水质、沉积物、生物
37	117°46'38.49"	38°25'26.55"	水质、沉积物、生物
38	117°50'33.45"	38°25'24.93"	水质
39	117°42'41.06"	38°22'13.47"	水质、沉积物、生物
40	117°46'36.41"	38°22'11.98"	水质
41	117°50'31.20"	38°22'10.36"	水质、沉积物、生物
C1	117°35'26.27"	38°49'20.40"	潮间带
C2	117°32'51.31"	38°38'42.39"	潮间带
C3	117°38'19.11"	38°29'44.22"	潮间带

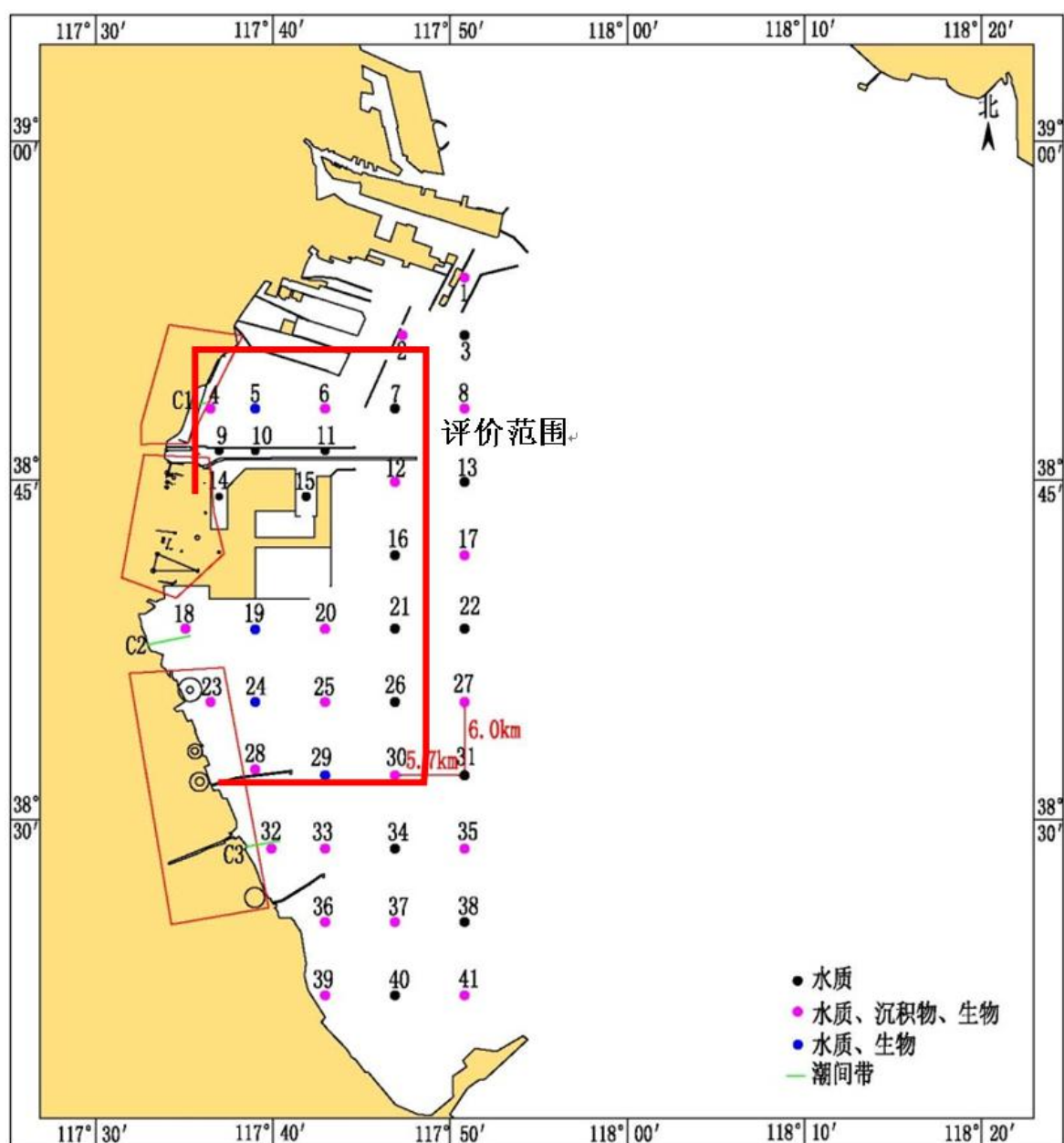


图 4.2-1 调查站位布设示意图

## 4.2.2 调查和分析方法

### 4.2.2.1 调查方法

海水水质调查方法为现场监测法。采集保存、运输和分析均按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）执行。

### 4.2.2.2 分析方法

水质样品各测项的取样和分析均按 GB17378《海洋监测规范》和 GB12763《海洋调查规范》中规定的方法进行，各监测项目分析方法具体见表 4.2-2。

表 4.2-2 调查海区水样的分析方法

监测项目		分 析 方 法	检出限
pH		多参数水质仪测定	0.01
水温		多参数水质仪测定	
盐度		多参数水质仪测定	0.01
DO		多参数水质仪测定	0.01mg/L
悬浮物		重量法	2mg/L
COD		碱性高锰酸钾法	0.15mg/L
石油类		紫外分光光度法	3.5μg/L
活性磷酸盐		磷钼蓝分光光度法	0.2μg/L
无 机 氮	硝酸盐	铈还原法	0.7μg/L
	亚硝酸盐	盐酸萘乙二胺分光光度法	0.3μg/L
	氨	次溴酸盐氧化法	0.4μg/L
砷		原子荧光法	0.5μg/L
铜		无火焰原子吸收分光光度法	0.2μg/L
铅		无火焰原子吸收分光光度法	0.03μg/L
锌		火焰原子吸收分光光度法	3.1μg/L
镉		无火焰原子吸收分光光度法	0.01μg/L
汞		原子荧光法	0.007μg/L
总铬		无火焰原子吸收分光光度法	0.3μg/L
挥发性酚		4-氨基安替比林分光光度法	1.1μg/L
硫化物		亚甲基蓝分光光度法	3.3μg/L

### 4.2.3 评价因子、评价标准和评价方法

#### 1) 评价因子

2017年9月水质评价因子为pH、DO、COD、石油类、活性磷酸盐、无机氮、挥发性酚、硫化物、砷、铜、铅、锌、镉、汞、总铬。

#### 2) 评价标准

表 4.2-3 海水水质标准 (mg/L, pH 无量纲)

污染物名称	第一类	第二类	第三类	第四类
SS	人为增加的量≤10		人为增加的量≤100	人为增加的量≤150
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
DO>	6	5	4	3
COD≤	2	3	4	5
无机氮≤	0.20	0.30	0.40	0.50
活性磷酸盐≤	0.015	0.030	0.030	0.045
总 Hg≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
Cd≤	0.001	0.005	0.01	0.01
Pb≤	0.001	0.005	0.010	0.050
Cu≤	0.005	0.010	0.050	0.050
Zn≤	0.020	0.050	0.10	0.50
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50



## 3) 执行标准

依据《河北省海洋功能区（2011-2020年）》和《天津市海洋功能区划（2011-2020年）》，本工程调查站位所在功能区有不同的水质评价等级要求，因此应按照功能区划的海洋环境保护要求执行水质评价，见表4.2-4。

表 4.2-4 各监测站位执行标准

站位	所在功能区	评价标准
1、2、3	天津港北港港口航运区	海水水质：三类 沉积物：一类
4、5	高沙岭工业与城镇用海区	海水水质：三类 沉积物：一类
6	高沙岭旅游休闲娱乐区	海水水质：二类 沉积物：一类
7、8	高沙岭东保留区	海水水质：二类 沉积物：一类
9、10、11、 14、15	天津港北港港口航运区	海水水质：二类 沉积物：一类
12、13、16、17	天津东南部农渔业区	海水水质：二类 沉积物：一类
18、19、20	大港滨海湿地海洋特别保护区	海水水质：二类 沉积物：一类
21、22、27	歧口东矿产与能源区	海水水质：二类 沉积物：一类
23、24、25、26、28、29、30、 31、32、33、34、35、36	歧口至前徐家堡农渔业区	海水水质：一类 沉积物：一类
37、38	黄骅港北部保留区	海水水质：二类 沉积物：一类
39	渤海新区工业与城镇用海区	海水水质：三类 沉积物：一类
40、41	黄骅港口航运区	海水水质：二类 沉积物：一类

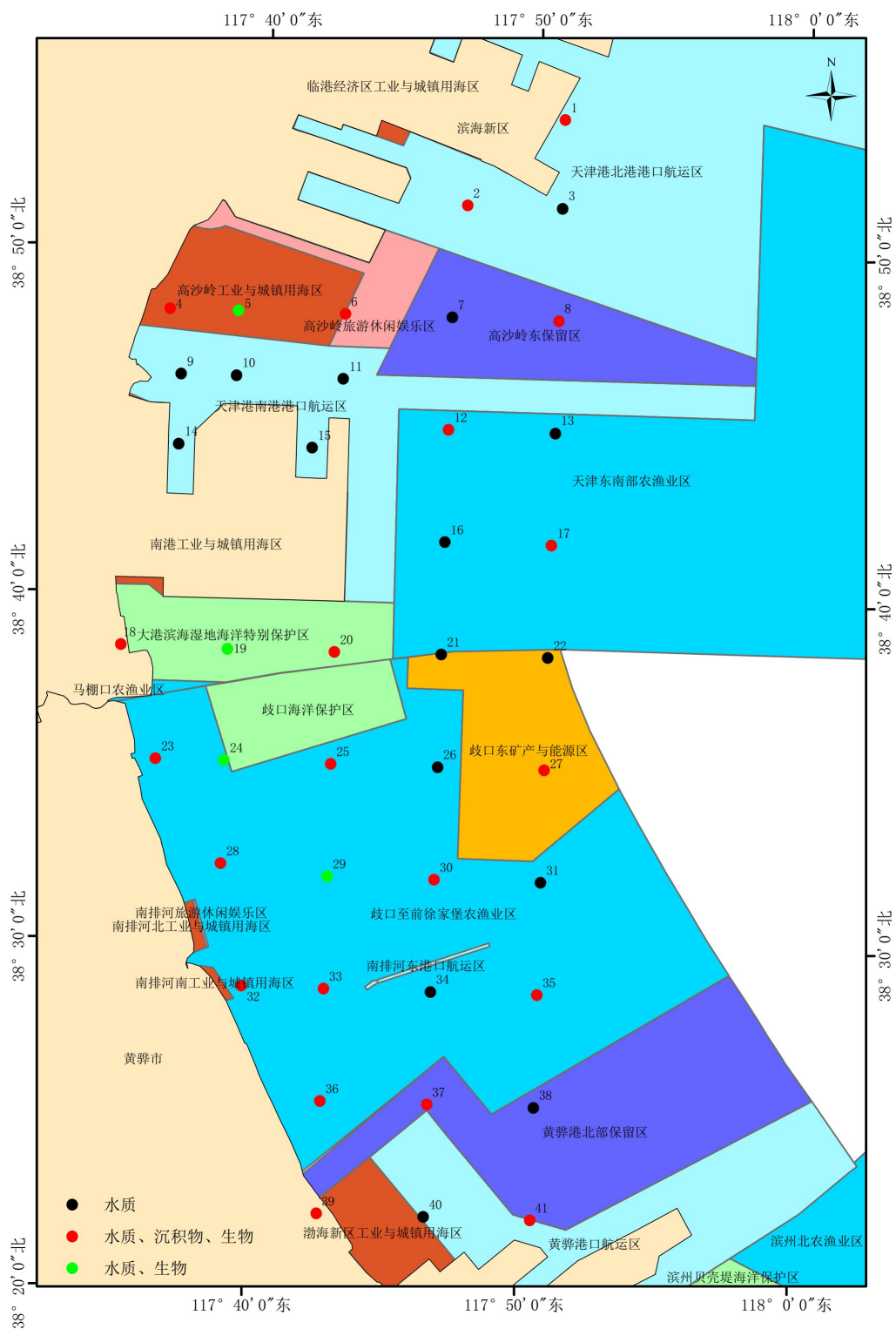


图 4.2-2 调查站位与海洋功能区划叠置图

#### 4) 评价方法

评价方法采用标准指数法。标准指数法的计算方法如下：

一般污染物：

$$P_i = C_i / C_o$$

式中：

$P_i$ —I 种污染物的污染指数；

$C_i$ —I 种污染物的实测浓度值（mg/L）；

$C_o$ —I 种污染物的评价标准（mg/L）。

pH：

$S_{pH}, j = (7.0 - pH_j) / (7.0 - pH_{sd}) \quad pH_j \leq 7.0$

$S_{pH}, j = (pH_j - 7.0) / (pH_{su} - 7.0) \quad pH_j > 7.0$

式中： $S_{pH}$ —pH 值的标准指数；

$pH_j$ —j 站位的 pH 值测定值；

$pH_{su}$ —标准中规定的 pH 值上限；

$pH_{sd}$ —标准中规定的 pH 值下限。

DO：

$S_{DO,j} = |DO_f - DO_j| / (DO_f - DO_s) \quad DO_j > DO_f$

$S_{DO,j} = DO_s / DO_j \quad DO_j \leq DO_f$

式中：

$S_{DO,j}$ —溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

$DO_f$ —饱和溶解氧浓度，mg/l，对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域， $DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$ ；

$DO_s$ —溶解氧的水质标准，mg/L；

$DO_j$ —溶解氧的实测值，mg/L；

S—盐度，量纲一；

T—水温，℃。

#### 4.2.4 调查结果

（1）2017 年 9 月

2017 年 9 月调查结果见表 4.2-5 所示。

表 4.2-5 2017 年 9 月水质实测结果统计表

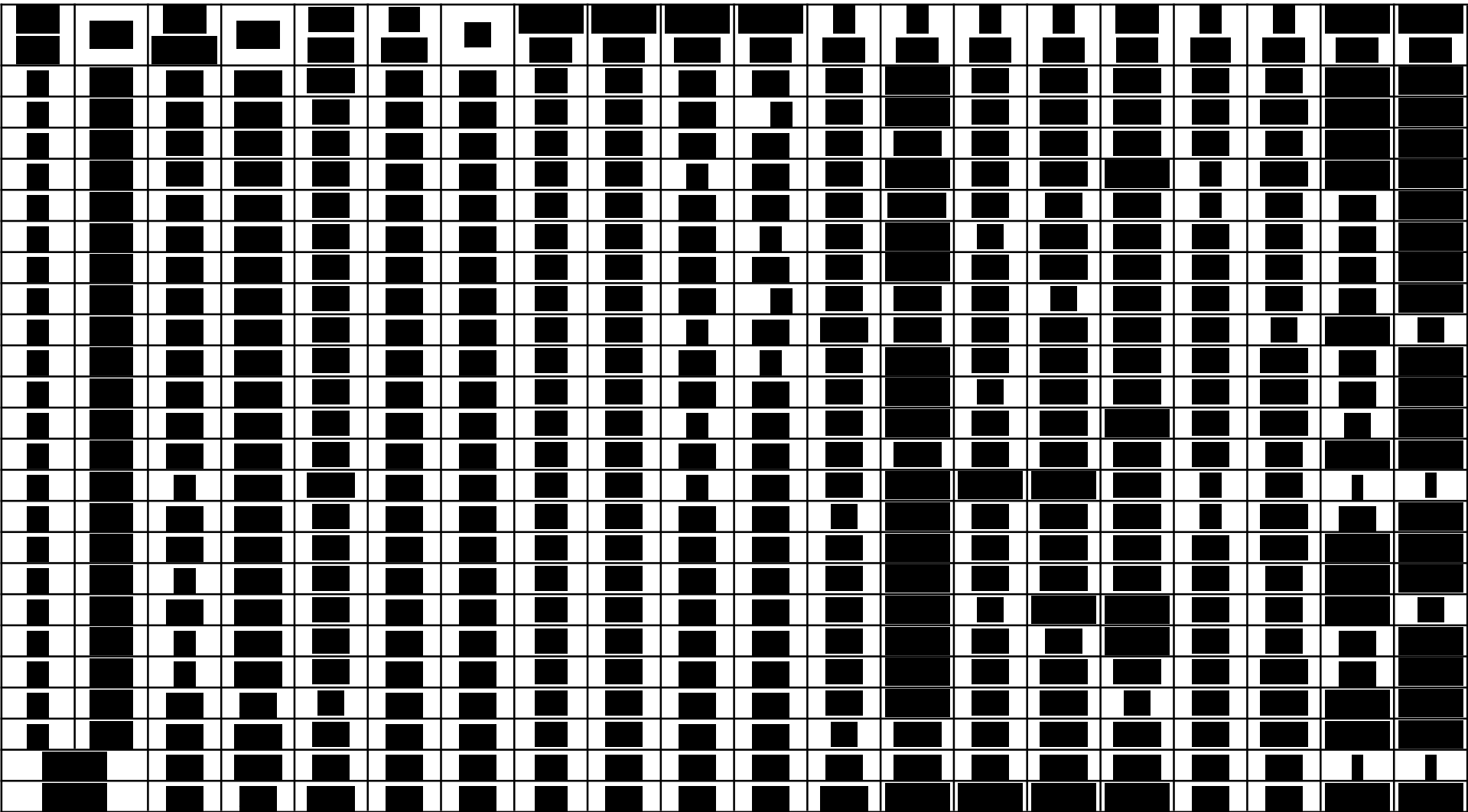
[illegible]

[illegible]

(2) 2020 年 4 月

2020 年 4 月调查结果表 4.2-6 所示。

表 4.2-6 2020 年 4 月水质实测结果统计表





## 4.2.5 评价结果及致因分析

### (1) 2017 年 9 月

2017 年 9 月各评价因子的单因子评价指数结果见表 4.2-7 所示。

按照各监测站位的执行标准进行评价，结论如下：

1) 按照一类标准评价的 23、24、25、26、28、29、30、31、32、33、34、35、36 号站位中，所有站位 DO 含量均不符合一类标准，最大超标倍数为 1，但符合第二类标准；所有站位无机氮含量均超出第一类标准，最大超标倍数为 2.57，超标站位中 25 号符合第二类标准，23、24、25、30、33 号符合第三类标准，26、29、32 号符合第四类标准，28、31、34、36 号站位超第四类标准；表层 34 号站位石油类含量超第一类标准，最大超标倍数为 0.07，但符合第三类标准；其余所有监测项目均符合一类标准。

2) 按二类标准评价的 6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、27、37、38、40、41 号站位中，表层 9 号、14 号站位 DO 含量不符合第二类标准，最大超标倍数为 0.05，但符合第三类标准；无机氮含量除表层 20、21、38 号站符合二类标准外，其余站位均超标，最大超标倍数为 1.63 超标站位中 18、19、20、21、22、27 号站位符合第三类标准，其他超标站位均超第四类标准；表层 9、10、14、15、40 号站位石油类含量超第二类标准，最大超标倍数为 0.05，但符合第三类标准；其余所有监测项目均符合二类标准。

3) 按三类标准评价的 1、2、3、4、5、39 号站位中，所有站位无机氮含量全部超出三类标准，最大超标倍数为 0.87，均超出第四类标准；其余监测项目符合三类标准。

### 4) 致因分析

DO 部分站位不符合标准，主要是由于海水温度太高导致的，可能与采样的时间有关。

石油类部分站位超标，根据回顾性评价分析可知，石油类年际变化均在正常范围内，未因围填海工程出现显著的相关性变化，超标站位 34 号临近于南排河东港口航运区，石油类含量超标与船舶活动有关；超标站位 9、10、14、15 号位于天津港南港港口航运区，石油类含量超标与船舶活动有关；超标站位 40 号临近渤海新区工业与城镇用海区，推测与开发活动加剧有关。

无机氮大部分站位超标，根据历年天津市生态环境状况公报，近年来无机氮是天津市近岸海域水质的主要超标因子，主要由陆源污染物所致。

表 4.2-7 2017 年 9 月水质评价结果统计表 (按功能区评价)

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	3	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	4	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	6	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	7	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	8	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	9	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	10	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	11	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	12	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	3	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	4	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	6	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	7	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	8	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

[illegible]

## (2) 2020 年 4 月

2020 年 4 月各评价因子的单因子评价指数结果见表 4.2-8 所示。

按照各监测站位的执行标准进行评价，结论如下：

1) 按照一类标准评价的 23、24、25、26、28、29、30、31、32、33、34、35、36 号站位中，所有站位无机氮含量均超出第一类标准，最大超标倍数为 1.44，超标站位中 23、31 号符合第二类标准，24、35 号符合第三类标准，25、26、28、29、30、33、34、36 号符合第四类标准；其余所有监测项目均符合第一类标准。

2) 按二类标准评价的 6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、22、27、37、38、40、41 号站位中，无机氮含量除表层 38、40 号站符合第二类标准外，其余站位均超标，最大超标倍数为 0.83，超标站位中表层 6、10、13、14、15、20、21、27、37 号符合第三类标准，表层 7、8、9、11、16、17、21、22、41、底层 27 号符合第四类标准，12、18、19 号超第四类标准；其余所有监测项目均符合第二类标准。

3) 按三类标准评价的 1、2、3、4、5、39 号站位中，表层 39 号站位无机氮含量超出第三类标准，最大超标倍数为 0.2，但符合第四类标准；其余监测项目符合第三类标准。

### 4) 致因分析

无机氮大部分站位超标，根据历年天津市生态环境状况公报，无机氮近年来是天津市近岸海域水质的主要超标因子，主要由陆源污染物所致。

表 4.2-8 2020 年 4 月水质评价结果统计表（按功能区评价）

5

## 4.3 海洋生态环境现状调查与评价

### 4.3.1 调查概况

海洋生态现状调查引用的调查数据来源于，青岛环海海洋工程勘察研究院于 2017 年 9 月 16-19 日及 2020 年 4 月 18-28 日对工程海域进行的生态、生物质量的现状调查结果。调查站位布设见图 4.2-1。

### 4.3.2 调查和分析方法

#### ①叶绿素 a

依据《海洋监测规范》(GB17378-2007)规定的水质样品采样方法，即水深小于 10m 只采表层，水深大于（或等于）10m 采表、底两层的原则，叶绿素 a 样品采集表层水样 250mL，经孔径为 0.8 $\mu$ m 的滤膜过滤后，干燥冷藏保存，采用荧光分光光度法进行分析。

#### ②浮游生物

浮游生物样品用浅水 I、III 型浮游生物网自底至表垂直拖网取得，经 5%福尔马林海水溶液固定保存。室内分析鉴定按《海洋调查规范》(GB12763-2007)中规定的方法进行，最后浮游动物、浮游植物出现的个体数换算成个/m<sup>3</sup>、浮游动物生物量换算成 mg/m<sup>3</sup>，作为调查海域的现存量指标。

#### ③底栖生物

底栖生物样品用 0.05m<sup>2</sup>曙光型采泥器，每站采集 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。生物量根据酒精标本重量计算，称重在感量为 0.001g 的电子天平上进行。

#### ④生物质量

生物质量调查的所有样品的采集、预处理、制备、保存和检测方法，严格按《海洋调查规范》(GB/T12763-2007)和《海洋监测规范》(GB17378-2007)执行（表 4.3-1）。以生物体内的铬、铜、铅、锌、镉、砷、汞、石油烃作为评价因子。

表 4.3-1 生物体质量监测项目及分析方法

监测项目	分析方法	引用标准	检出限
------	------	------	-----



石油烃	荧光分光光度法	GB17378.6	$0.2 \times 10^{-6}$
铜	无火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6	$0.4 \times 10^{-6}$
铅	无火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6	$0.04 \times 10^{-6}$
镉	无火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6	$0.005 \times 10^{-6}$
锌	火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6	$0.4 \times 10^{-6}$
铬	无火焰原子吸收分光光度法	GB17378.6	$0.04 \times 10^{-6}$
汞	原子荧光法	GB17378.6	$0.002 \times 10^{-6}$
砷	原子荧光法	GB17378.6	$0.2 \times 10^{-6}$

### 4.3.3 评价因子、评价标准和评价方法

#### (1) 评价因子

1) **海洋生态**: 叶绿素 a (并据此估算初级生产力); 浮游植物、浮游动物、底栖生物的种类组成、数量、生物量及密度分布等, 并进行潮间带生物调查。

2) **生物质量**: 调查站位与海洋生态调查站位一致, 从各站选取鱼类、贝类、甲壳类、头足类 4 种代表性种类, 冷冻保存, 带回实验室进行分析, 分析项目包括重金属 (总汞、铬、铜、铅、镉、锌、砷) 和石油烃共 8 项。

#### (2) 生物质量评价标准

软体动物 (双壳类) 评价标准采用《海洋生物质量》(GB18421-2001) 中的一类标准; 甲壳类、软体动物 (双壳类除外) 和鱼类生物体内污染物质 (除石油烃外) 含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准, 石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册) 中规定的生物质量标准 (表 4.3-2)。

表 4.3-2 海洋生物体污染物评价标准 (湿重, 单位:  $10^{-6}$ )

标准值	铜	铅	锌	镉	砷	铬	总汞	石油烃
软体动物 (双壳类)	10	0.1	20	0.2	1.0	0.5	0.05	15
鱼类	200	2.0	40	0.6	/	/	0.3	20
软体动物 (双壳类除外)	100	10.0	250	5.5	/	/	0.3	20
甲壳类	100	2.0	150	2.0	/	/	0.2	20

#### (3) 群落特征值计算方法

在对海洋生态群落特征进行评价时, 需计算优势度、生物多样性指数、均匀度、丰富度等参数, 计算公式如下:

丰富度 d (Margalef 指数计算公式为:  $d = (S-1) / \log_2 N$ ;

物种多样性指数采用香农-威纳指数 ( $H'$ , Shannon-Weaver index), 计算公式

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

均匀度  $J$  (Pielou 指数), 计算公式为:  $J = H' / H_{max}$ ;

优势度指数:  $D = (N_1 + N_2) / N_T$ ;

优势种优势度  $Y$  计算公式为:  $Y = (n_i / N) \cdot f_i$ ;

式中:  $S$  为样品中的种类总数,  $P_i$  为第  $i$  种的个体数 ( $n_i$ ) 与总个体数 ( $N$ ) 的比值;  $H_{max}$  为  $\log_2 S$ , 表示多样性指数的最大值;  $N_1$  为样品中第一优势种的个体数,  $N_2$  为样品中第二优势种的个体数,  $N_T$  为样品中的总个体数;  $N$  为样品中的生物个体数,  $f_i$  为第  $i$  种个体在各样品中的出现频率。参照徐兆礼等 (1989) 对浮游动物优势度的划分标准, 当  $Y > 0.02$  时, 即认为其为优势种。

### 4.3.4 调查结果

#### 4.3.4.1 叶绿素 a

(1) 2017 年 9 月调查结果

通过对调查海区 25 个站位的叶绿素 a 含量进行测定。结果显示表层叶绿素 a 变化范围 (0.34~9.07)  $\text{mg}/\text{m}^3$ , 均值为  $2.61 \text{mg}/\text{m}^3$  (表 4.3-3, 图 4.3-1)。

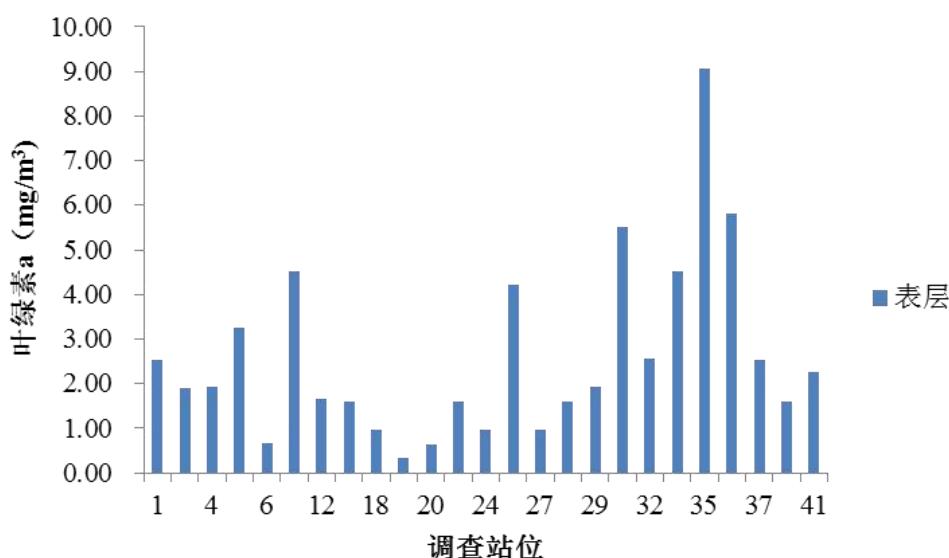


图 4.3-1 调查海域的叶绿素 a 含量

表 4.3-3 调查海域叶绿素 a 含量 (mg/m<sup>3</sup>)

[illegible]

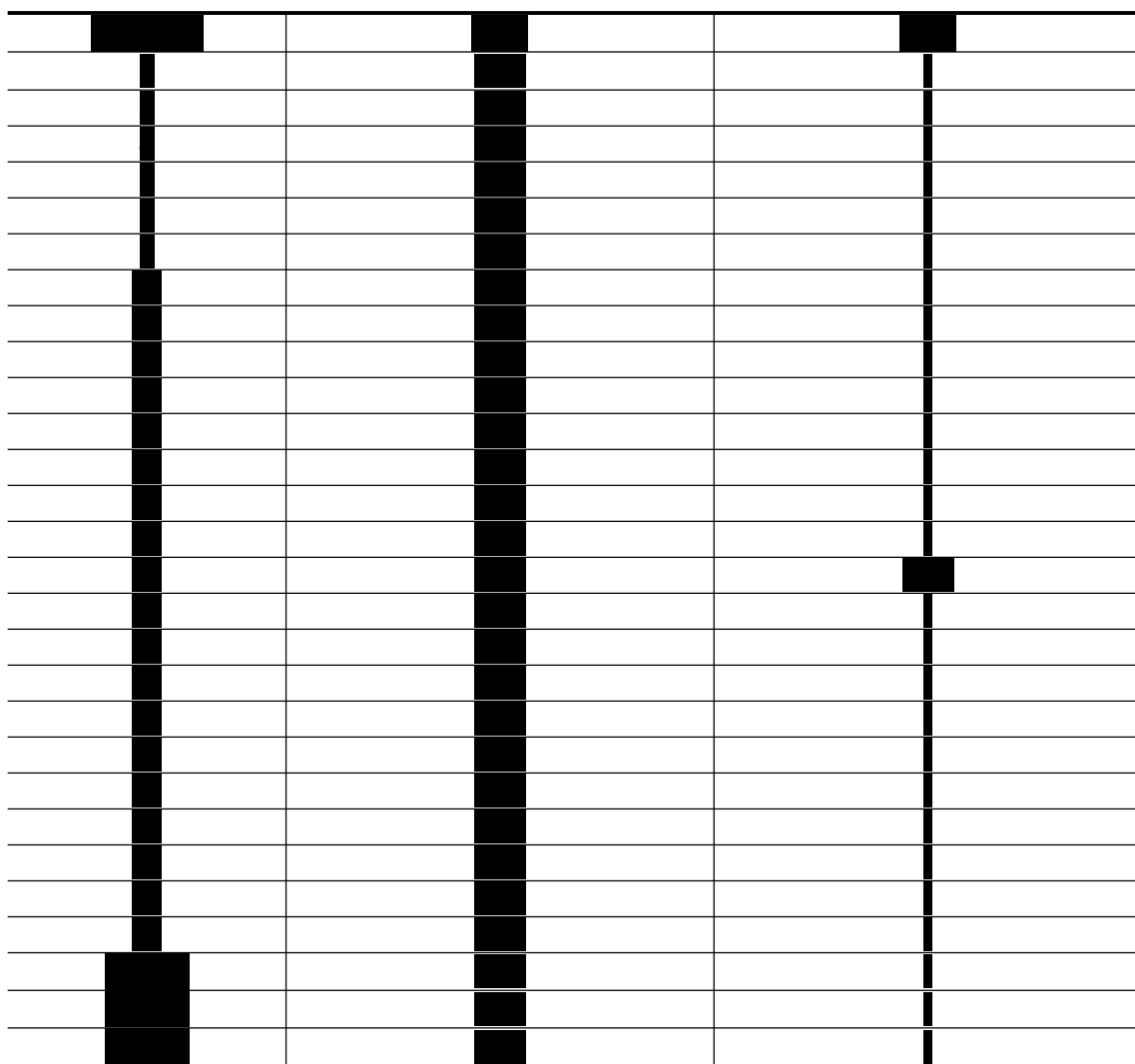
由于叶绿素 a 是浮游植物任一种群都具有的特征，而叶绿素 b 或 c 不是任一种群都有，因此，通常用叶绿素 a (chl-a) 表示初级生产力水平。按照 Cadée 和 Hegeman (1974) 提出的简化公式估算：

$$P = \frac{P_s ED}{2}$$

式中： $P$  为每日现场的初级生产力，单位： $\text{mgC}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ， $P_s$  为表层水中浮游植物的潜在生产力，单位： $\text{mgC}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$ ， $E$  为真光层的深度，单位： $\text{m}$ ， $D$  为白昼时间的长短，单位： $\text{h}$ 。

其中, 表层水 (1m 以内) 中浮游植物的潜在生产力  $P_s$  根据表层水中叶绿素





注：“/”表示水深不足，只取表层水样。

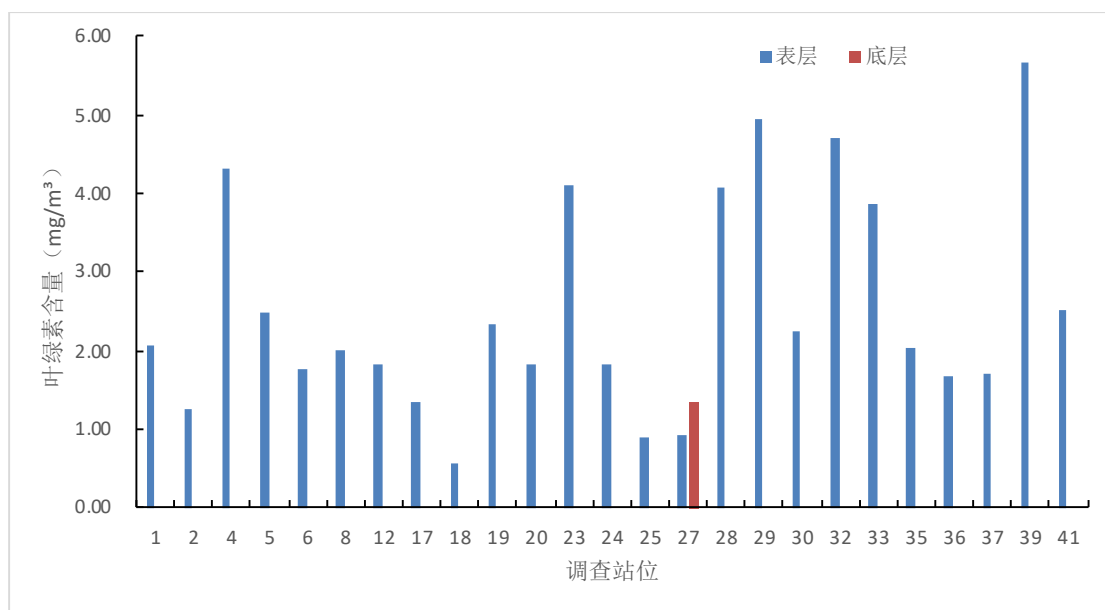


图 4.3-2 调查海域的叶绿素 a 含量



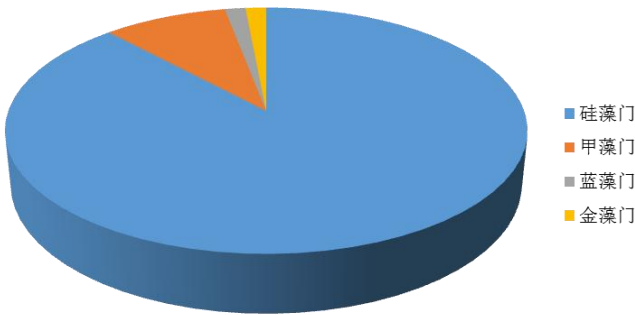


图 4.3-3 浮游植物种类组成

2) 数量分布

整个调查海域浮游植物以硅藻门种类为主，各调查站位的种类数量存在一定的差异；浮游植物种类数分布呈现南部低，北部高的特征。种类数大于 20 种的站位均分布在北部海域，最高值出现在 5 号站位（27 种）（表 4.3-7）。

3) 总丰度及平面分布

调查海域浮游植物细胞丰度为（28912~18492000）个/m<sup>3</sup>，平均为 1301181 个/m<sup>3</sup>。其中，硅藻在细胞丰度上占绝对优势，其次是甲藻，再次为金藻。浮游植物各站位细胞丰度水平分布情况见图 4.3-4。浮游植物细胞丰度分布呈南低北高的趋势，最高站位出现在 17 号站位。

表 4.3-7 调查海域浮游植物细胞丰度和种类数

站位	硅藻门	甲藻门	蓝藻门	金藻门	种类数
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					
71					
72					
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					
91					
92					
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					
100					

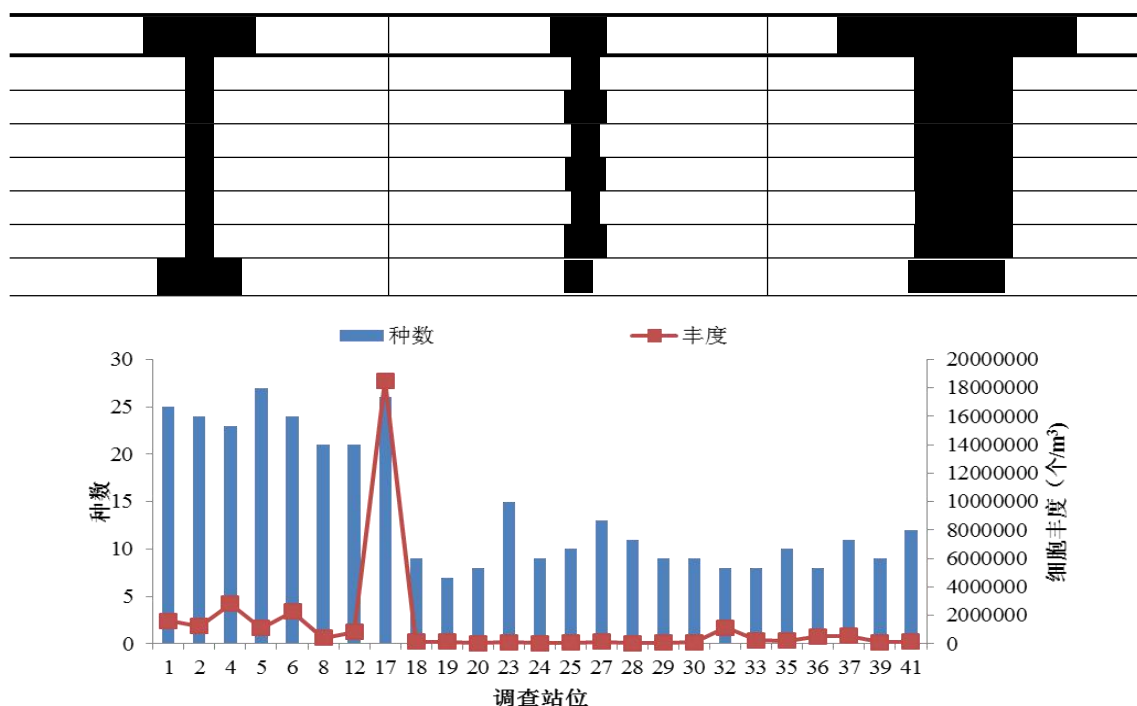


图 4.3-4 调查海域浮游植物种类和丰度

#### 4) 优势种

浮游植物主要优势种情况见表 4.3-8。调查海域浮游植物优势种有 6 种，全部为硅藻。部分种类如尖刺伪菱形藻，不仅出现的频率较高，而且占总丰度的比例较大，表明该种类在调查海域形成优势种群。

表 4.3-8 调查海域浮游植物优势种

[illegible]

## 5) 生物多样性分析

本次调查浮游植物群落的丰富度指数变化范围 (0.50~1.87), 均值为 1.02; 均匀度变化范围 (0.36~0.86), 均值为 0.71; 多样性指数变化范围 (1.15~3.94), 均值为 2.65; 优势度变化范围 (0.00~0.82), 均值为 0.39 (表 4.3-9)。

香浓威纳多样性指数在群落多样性测度上借用了信息论中不定性测量方法，就是预测下一个采集的个体属于什么种，如果群落的多样性程度越高，其不定性



	1	2	3	4	5
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					
71					
72					
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					
91					
92					
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					
100					

### 1) 种类组成

2020 年 4 月，调查海域共获得浮游植物 2 门 29 种。其中，硅藻门 27 种，占总种类数的 93.1%；甲藻门 2 种，占 6.9%。优势种 3 种 ( $Y \geq 0.02$ )，分别为布氏双尾藻 (*Ditylumbrightwelli*)、中肋骨条藻 (*Skeletonemacostatum*)、和优美旭氏藻矮小变型 (*Schrderelladelicatula f. schrderi*)。

135

调查海区浮游植物细胞密度变化范围在（65800~15307600）cells/m<sup>3</sup>之间，平均值为 1847015cells/m<sup>3</sup>。最高值和最低值分别出现在 39 站位和 17 站位。

表 4.3-10 调查海域浮游植物细胞密度和种类数

站号	种类数	细胞密度 (个/m <sup>3</sup> )
1	4	100000
2	3	100000
4	4	100000
5	3	100000
6	5	100000
8	2	100000
12	3	100000
17	3	100000
18	3	100000
19	3	100000
20	4	100000
23	5	100000
24	4	100000
25	3	100000
27	5	100000
28	9	200000
29	5	100000
30	6	100000
32	8	400000
33	11	500000
35	3	100000
36	13	1000000
37	12	400000
39	16	15307600
41	9	400000

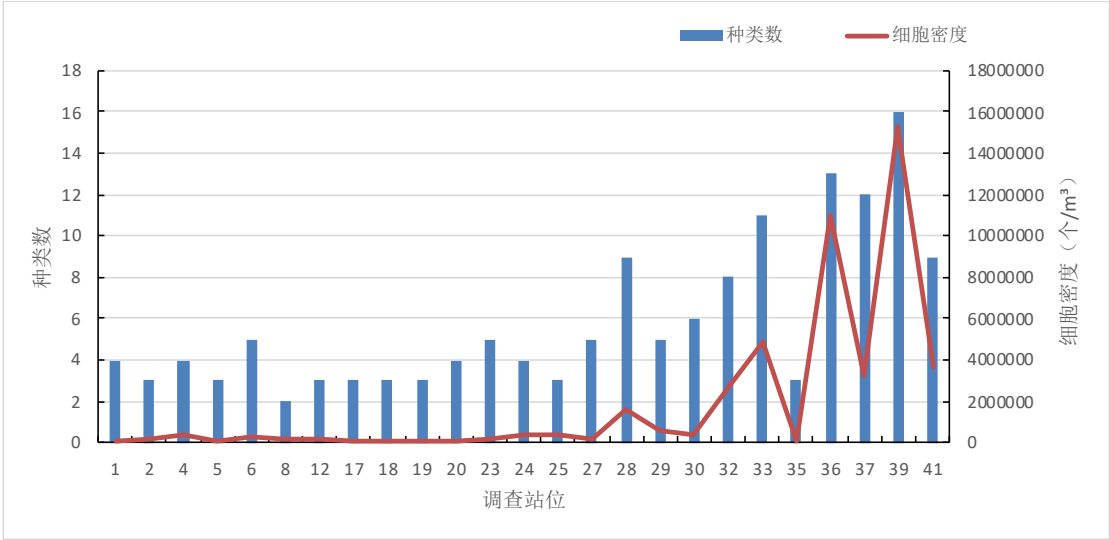


图 4.3-5 调查海域浮游植物细胞密度和种类数

### 3) 群落多样性水平

本次调查浮游植物群落的丰富度指数变化范围 (0.06~0.63), 均值为 0.24; 均匀度变化范围 (0.31~1.10), 均值为 0.77; 多样性指数变化范围 (0.31~2.85), 均值为 1.75; 优势度变化范围 (0.51~1.00), 均值为 0.75 (表 4.3-11)。

表 4.3-11 调查海域浮游植物群落特征

[illegible]

#### 4.3.4.3浮游动物

### （1）2017 年 9 月调查结果

### 1) 种类组成

共鉴定浮游动物 23 种（不包括 7 种浮游幼体、鱼卵和仔鱼）。其中，桡足类 14 种，占总种类数的 60.9%；水母类 5 种，占总种类数的 21.7%；甲壳类、原生动物、毛颚动物门和脊索动物门各 1 种，各占总种类数的 4.3%（见浮游动物种

## 2) 数量分布

表 4.3-12 调查海域浮游动物种类数

### 3) 总生物量、总丰度及平面分布

强壮箭虫、小拟哲水蚤和纺锤水蚤含量均较高。调查海域浮游动物生物量和丰度平面分布见表 4.3-13 和图 4.3-6。

表 4.3-13 调查海域浮游动物生物量和丰度

[illegible]

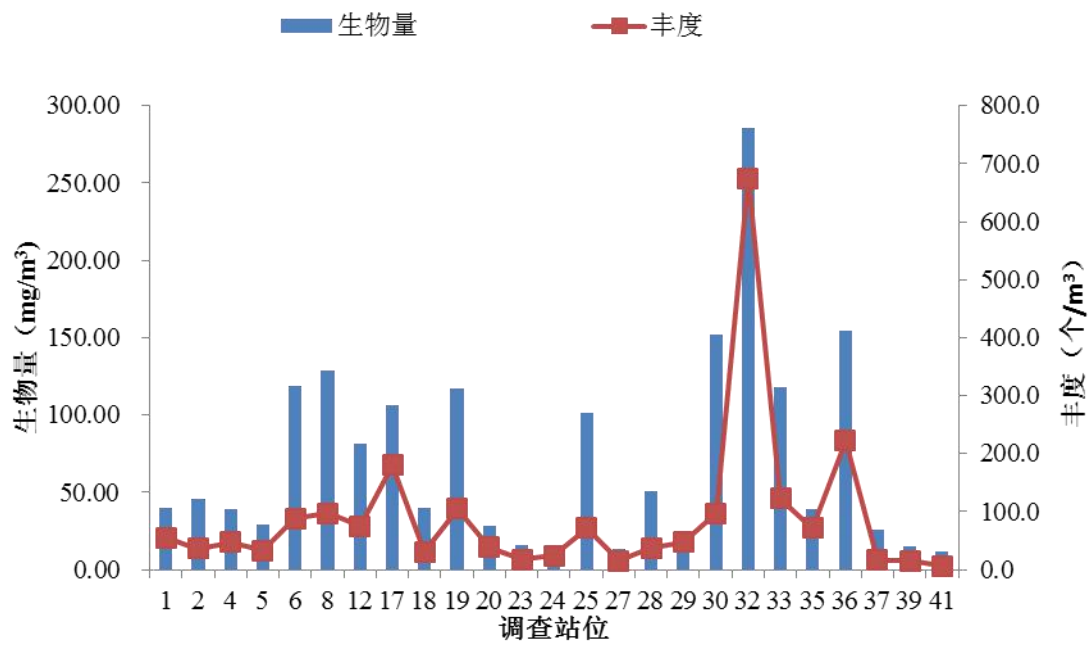


图 4.3-6 调查海域浮游动物生物量和丰度

4) 优势种

浮游动物主要优势种情况见表 4.3-14。从表中可以看出，调查海域共有优势种 2 种，分别为强壮箭虫（*Sagitta crassa*）和纺锤水蚤（*Acartia* sp.）。

表 4.3-14 调查海域浮游动物优势种

种类	优势度
强壮箭虫	0.3
纺锤水蚤	0.2

5) 物种多样性指数

本次调查浮游动物群落的丰富度指数变化范围（0.36~3.20），均值为 1.53；均匀度变化范围（0.58~1.00），均值为 0.81；多样性指数变化范围（0.72~3.06），均值为 2.11；优势度变化范围（0.24~0.98），均值为 0.55（表 4.3-15）。基于蔡晓明等（1992）提出的多样性指数环境质量评价标准，将 H'值分为四个等级：0~1 为重污染；1~2 为中度污染；2~3 为轻度污染；大于 3 为清洁。按照上述等级分类标准，本评价海域多样性指数平均值为 2.20，属于轻度污染状况。

表 4.3-15 调查海域浮游动物群落特征








1	2	3
4	5	6
7	8	9
10	11	12
13	14	15
16	17	18
19	20	21

### 3) 群落多样性水平

本次调查浮游动物群落的丰富度指数变化范围 (0.32~1.86), 均值为 1.02; 均匀度变化范围 (0.55~0.89), 均值为 0.74; 多样性指数变化范围 (1.32~2.41), 均值为 1.91; 优势度变化范围 (0.54~0.88), 均值为 0.70。

表 4.3-17 调查海域浮游动物群落特征

A 20x20 grid with black and white squares. The pattern consists of vertical bars of black squares. The first bar is 1 square wide and 19 squares high. The second bar is 1 square wide and 19 squares high. The third bar is 1 square wide and 19 squares high. The fourth bar is 1 square wide and 19 squares high. The fifth bar is 1 square wide and 19 squares high. The sixth bar is 1 square wide and 19 squares high. The seventh bar is 1 square wide and 19 squares high. The eighth bar is 1 square wide and 19 squares high. The ninth bar is 1 square wide and 19 squares high. The tenth bar is 1 square wide and 19 squares high. The eleventh bar is 1 square wide and 19 squares high. The twelfth bar is 1 square wide and 19 squares high. The thirteenth bar is 1 square wide and 19 squares high. The fourteenth bar is 1 square wide and 19 squares high. The fifteenth bar is 1 square wide and 19 squares high. The sixteenth bar is 1 square wide and 19 squares high. The seventeenth bar is 1 square wide and 19 squares high. The eighteenth bar is 1 square wide and 19 squares high. The nineteenth bar is 1 square wide and 19 squares high. The twentieth bar is 1 square wide and 19 squares high.

注：“/”代表该站位种类数只有 1 种，群落多样性水平不予评价。

4.3.4.4底栖生物

(1) 2017 年 9 月调查结果

1) 种类组成

本次调查共发现大型底栖生物 50 种，隶属于环节动物、节肢动物、软体动物、棘皮动物、纽形动物和腔肠动物（详见大型底栖生物种名录）。其中环节动物发现种类最多，共发现 20 种，占底栖生物发现总种类数的 40.0%；节肢动物发现 11 种，占底栖生物发现总种类数的 22.0%；软体动物发现 16 种，占底栖生物发现总种类数的 32.0%；棘皮动物、纽形动物和腔肠动物各发现 1 种，各占底栖生物发现总种类数的 2.0%（图 4.3-8）。

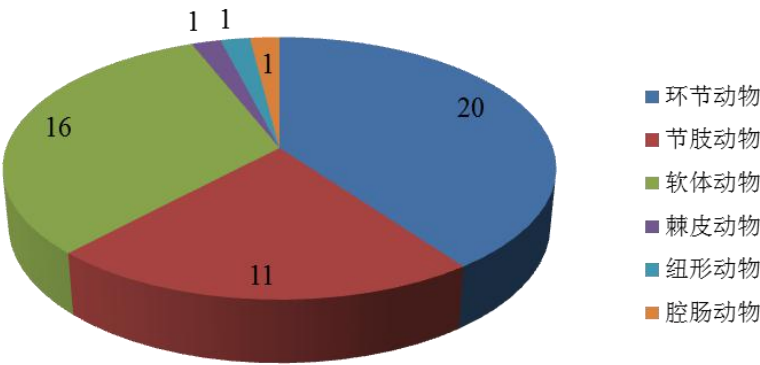


图 4.3-8 调查海域大型底栖生物种类组成

2) 数量分布

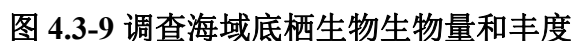
调查海域底栖生物种类数分布存在一定的差异，大部分调查海域的种类数大于 6 种，调查海域底栖生物种类数均值为 8 种，种类数发现最多的站位为 12 号站位，6 号和 37 号站位，仅发现一种大型底栖生物（表 4.3-18）。

表 4.3-18 调查海域底栖生物种类数

站位	种类数	种类数	种类数
1	1	1	1
2	1	1	1
3	1	1	1
4	1	1	1
5	1	1	1
6	1	1	1
7	1	1	1
8	1	1	1
9	1	1	1
10	1	1	1
11	1	1	1
12	1	1	1
13	1	1	1
14	1	1	1
15	1	1	1
16	1	1	1
17	1	1	1
18	1	1	1
19	1	1	1
20	1	1	1
21	1	1	1
22	1	1	1
23	1	1	1
24	1	1	1
25	1	1	1
26	1	1	1
27	1	1	1
28	1	1	1
29	1	1	1
30	1	1	1
31	1	1	1
32	1	1	1
33	1	1	1
34	1	1	1
35	1	1	1
36	1	1	1
37	1	1	1
38	1	1	1
39	1	1	1
40	1	1	1
41	1	1	1
42	1	1	1
43	1	1	1
44	1	1	1
45	1	1	1
46	1	1	1
47	1	1	1
48	1	1	1
49	1	1	1
50	1	1	1

本次调查底栖生物湿重生物量变化范围在(0.30~514.08) g/m<sup>2</sup>之间,平均为46.09g/m<sup>2</sup>,最高值出现在 29 站位。底栖生物丰度变化范围在(20~1040) 个/m<sup>2</sup>之间,平均密度为 280 个/m<sup>2</sup>,最高值出现在 32 站位。调查海域浮游动物生物量和丰度平面分布见表 4.3-19 和图 4.3-9。

[illegible]



大型底栖生物主要优势种情况见表 4.3-20。从表中可以看出, 调查海域共有优势种 4 种, 分别为光滑狭口螺(*Stenothyra deltae*)、纤细长涟虫(*Iphinoe tenera*)、捻塔螺属的一种(*Actaeopyramis* sp.) 和深沟毛虫(*Sigambra bassi*)。

[illegible]

在调查海域底栖生物鉴定过程中, 6 号和 37 号站位, 仅发现一种大型底栖生物, 不具有代表性。因此, 群落多样性水平分析为剩余 23 个站位, 剔除 6 号和 37 号站位。同时, 由于调查海域大型底栖生物发现种类数较少, 优势种优势

度较低, 因此, 大型底栖生物群落结构的优势度指数不进行分析。

本次调查底栖生物群落的丰富度指数变化范围为(0.49~2.28),均值为 1.30;均匀度变化范围为(0.48~1.00),均值为 0.92;多样性指数变化范围为(1.35~3.77),均值为 2.69 (表 4.3-21)。基于蔡晓明等(1992)提出的多样性指数环境质量评价标准,将 H'值分为四个等级:0~1 为重污染;1~2 为中度污染;2~3 为轻度污染;大于 3 为清洁。按照上述等级分类标准,本评价海域多样性指数平均值为 2.69,属于轻度污染状况。

表 4.3-21 调查海域底栖生物群落特征

[illegible]

(2) 2020 年 4 月

### 1) 种类组成

本次调查共发现大型底栖生物 29 种，隶属于多毛类、软体动物、甲壳类、棘皮动物和脊索动物（详见大型底栖生物种名录）。其中多毛类共发现 12 种，占总种类数的 41.4%；软体动物共发现 8 种，占总种类数的 27.6%；甲壳类共发现

6 种，占总种类数的 20.7%；棘皮动物共发现 2 种，占总种类数的 6.9%；脊索动物 1 种，占总种类数的 3.4%。多毛类、软体动物和甲壳类是构成该区底栖生物种类的主要类群。

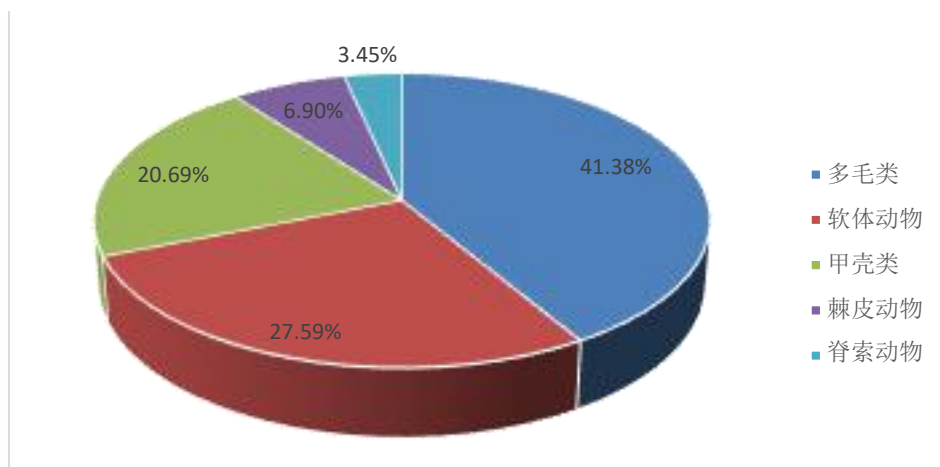


图 4.3-10 调查海域大型底栖生物种类组成

## 2) 栖息密度和生物量分布

2020 年 4 月，底栖生物湿重生物量变化范围在  $(0.07\sim 213.38)$   $\text{g}/\text{m}^2$  之间，平均为  $11.89\text{g}/\text{m}^2$ ，最高值和最低值分别出现在 19 站位和 30 站位。栖息密度变化范围在  $(20\sim 230)$   $\text{ind}/\text{m}^2$  之间，平均密度为  $98\text{ind}/\text{m}^2$ ，最高值和最低值分别出现在 2 站位和 27、30、35 站位。

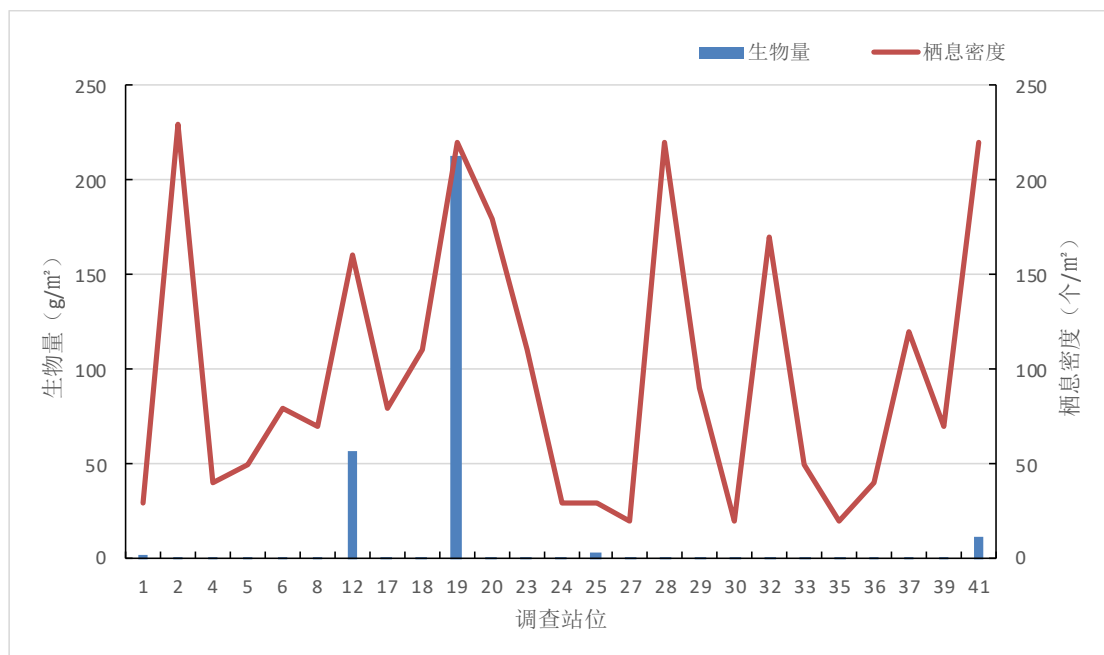
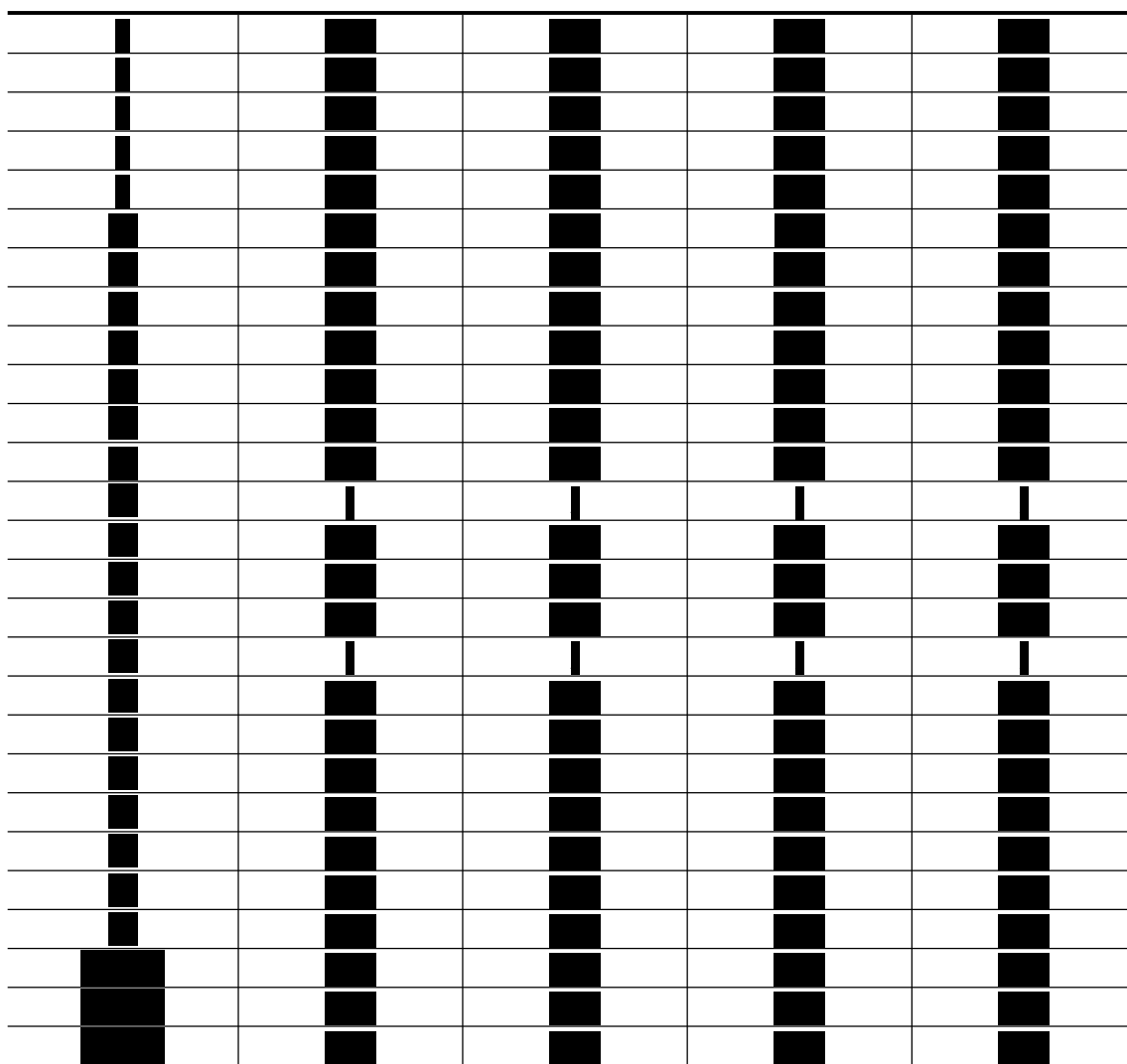


图 4.3-11 调查海域底栖生物生物量和栖息密度

Category	Sub-category	Value
Category 1	Sub-category 1.1	10
	Sub-category 1.2	20
	Sub-category 1.3	30
	Sub-category 1.4	40
	Sub-category 1.5	50
	Sub-category 1.6	60
	Sub-category 1.7	70
	Sub-category 1.8	80
	Sub-category 1.9	90
	Sub-category 1.10	100
	Sub-category 1.11	110
	Sub-category 1.12	120
	Sub-category 1.13	130
	Sub-category 1.14	140
	Sub-category 1.15	150
	Sub-category 1.16	160
	Sub-category 1.17	170
	Sub-category 1.18	180
	Sub-category 1.19	190
	Sub-category 1.20	200
Category 2	Sub-category 2.1	10
	Sub-category 2.2	20
	Sub-category 2.3	30
	Sub-category 2.4	40
	Sub-category 2.5	50
	Sub-category 2.6	60
	Sub-category 2.7	70
	Sub-category 2.8	80
	Sub-category 2.9	90
	Sub-category 2.10	100
	Sub-category 2.11	110
	Sub-category 2.12	120
	Sub-category 2.13	130
	Sub-category 2.14	140
	Sub-category 2.15	150
	Sub-category 2.16	160
	Sub-category 2.17	170
	Sub-category 2.18	180
	Sub-category 2.19	190
	Sub-category 2.20	200
Category 3	Sub-category 3.1	10
	Sub-category 3.2	20
	Sub-category 3.3	30
	Sub-category 3.4	40
	Sub-category 3.5	50
	Sub-category 3.6	60
	Sub-category 3.7	70
	Sub-category 3.8	80
	Sub-category 3.9	90
	Sub-category 3.10	100
	Sub-category 3.11	110
	Sub-category 3.12	120
	Sub-category 3.13	130
	Sub-category 3.14	140
	Sub-category 3.15	150
	Sub-category 3.16	160
	Sub-category 3.17	170
	Sub-category 3.18	180
	Sub-category 3.19	190
	Sub-category 3.20	200

底栖生物群落的丰富度指数变化范围为 (0.13~1.16), 均值为 0.33; 均匀度变化范围为 (0.54~1.00), 均值为 0.85; 多样性指数变化范围为 (0.59~2.99), 均值为 1.30; 优势度变化范围 (0.45~1.00), 均值为 0.85。

██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
1	2	3	4	5



注：“7”代表该站位种类数只有 1 种，群落多样性水平不予评价。

#### 4.3.4.5 潮间带生物

##### (1) 2017 年 9 月

##### 1) 种类组成

本次潮间带调查共发现生物 7 种（见潮间带生物种名录），其中节肢动物发现 3 种，占有发现种类的 42.9%，软体动物发现 2 种（占 28.6%），环节动物和鱼类各发现 1 中（共占 14.3%）。

##### 2) 数量分布

调查海域潮间带生物种类数较少，C2 断面中潮带发现种类数最多，为 5 种，C1 断面中高潮带和 C2 断面低潮带发现种类数最少，为 2 种。

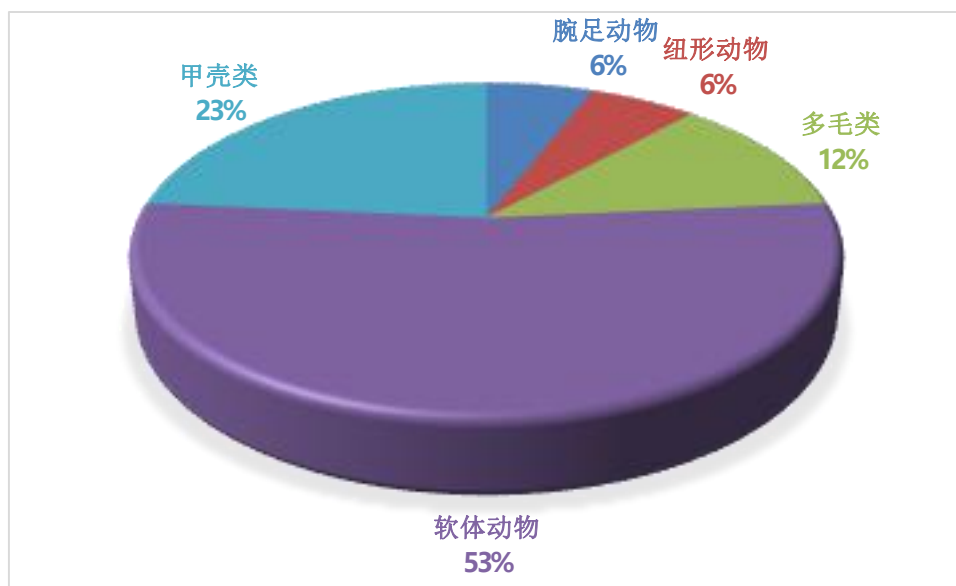
##### 3) 生物量、栖息密度组成与分布

本次定量调查中三个断面潮间带生物的生物量在（11.01~63.65）g/m<sup>2</sup> 之间，



平均为 31.96 g/m<sup>2</sup>（表 4.3-24）。最大值出现在 C1 断面中潮带，最小值在 C3 断面中潮带。栖息密度在（12~80）个/m<sup>2</sup> 之间，平均为 50g/m<sup>2</sup>，最大值在 C1 断面高潮带和中潮带，最小值在 C2 断面高潮带。本次调查中的同一断面内，生物栖息密度最大值多出现在高潮带。

表 4.3-24 潮间带生物生物量和栖息密度





2017 年 9 月评价结果见表 4.3-29。除 29、30、32、37、39 和 41 站位中的口  
虾蛄个体镉超标，其余站位的生物质量评价因子均满足相应的生物质量标准。

[illegible]



ID	Name	Performance Metrics (Q1-Q4)							
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
1	John Doe	85	78	92	88	75	82	90	87
2	Jane Smith	72	80	85	79	68	75	82	76
		88	82	90	85	78	85	92	88
3	Michael Chen	90	85	95	92	80	88	95	91
		78	82	88	85	75	80	85	82
4	Emily Davis	82	75	88	80	70	78	85	79
		95	90	98	95	85	92	98	95
5	David Wilson	75	80	85	82	65	72	78	75
		88	85	90	88	78	85	90	88
6	Sophia Garcia	85	82	88	85	75	80	85	82
		92	88	95	92	82	88	95	92
7	Daniel Kim	78	85	90	88	70	78	85	82
		85	82	88	85	75	80	85	82
8	Olivia Brown	92	88	95	92	80	88	95	91
		80	75	85	80	70	75	85	80
9	Liam O'Connell	88	85	90	88	78	85	90	88
		95	92	98	95	85	92	98	95
10	Ava Miller	75	80	85	82	65	72	78	75
		85	82	88	85	75	80	85	82
11	Noah Taylor	82	78	85	80	70	75	82	78
		90	88	95	92	82	88	95	92
12	Isabella White	78	85	90	88	70	78	85	82
		85	82	88	85	75	80	85	82
13	Ethan Green	90	88	95	92	80	88	95	91
		80	75	85	80	70	75	85	80
14	Mia Adams	88	85	90	88	78	85	90	88
		95	92	98	95	85	92	98	95
15	Lucas Baker	75	80	85	82	65	72	78	75
		85	82	88	85	75	80	85	82
16	Charlotte Lee	82	78	85	80	70	75	82	78
		90	88	95	92	82	88	95	92
17	Benjamin Hall	78	85	90	88	70	78	85	82
		85	82	88	85	75	80	85	82
18	Abigail King	90	88	95	92	80	88	95	91
		80	75	85	80	70	75	85	80
19	Caleb Wright	88	85	90	88	78	85	90	88
		95	92	98	95	85	92	98	95
20	Evelyn Scott	75	80	85	82	65	72	78	75
		85	82	88	85	75	80	85	82
21	Gabriel Young	82	78	85	80	70	75	82	78
		90	88	95	92	82	88	95	92
22	Victoria Perez	78	85	90	88	70	78	85	82
		85	82	88	85	75	80	85	82
23	Julian Roberts	90	88	95	92	80	88	95	91
		80	75	85	80	70	75	85	80
24	Scarlett Evans	88	85	90	88	78	85	90	88
		95	92	98	95	85	92	98	95
25	Nathan Carter	75	80	85	82	65	72	78	75
		85	82	88	85	75	80	85	82
26	Hannah Moore	82	78	85	80	70	75	82	78
		90	88	95	92	82	88	95	92
27	Isaac Turner	78	85	90	88	70	78	85	82
		85	82	88	85	75	80	85	82
28	Grace Phillips	90	88	95	92	80	88	95	91
		80	75	85	80	70	75	85	80
29	Caleb King	88	85	90	88	78	85	90	88
		95	92	98	95	85	92	98</	

[illegible]

■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

注：“/”代表缺乏评价标准，未进行评价；区域性监测检出率占样品频数的 1/2 以上（包括 1/2）或不足 1/2 时，未检出部分可分别取检出限的 1/2 和 1/4 量参加统计计算，计算结果不足 0.01 的按照 0.01 统计

## 4.4 沉积物现状调查与评价

### 4.4.1 调查概况

海洋沉积物现状调查引用的 2017 年 9 月调查数据来源于《大港油田系列项目环境现状调查与评价》（2017.10）。调查站位布设见图 4.2-1。

### 4.4.2 调查和分析方法

#### （1）调查方法

沉积物样品只采集海底表层沉积物，采集保存、运输和分析均按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）执行。

#### （2）分析方法

沉积物样品各测项的分析均按 GB17378《海洋监测规范》中规定的分析方法进行（表 4.4-1）。

表 4.4-1 沉积物监测项目和分析方法

项目	分析方法	检出限
有机碳	重铬酸钾氧化—还原容量法	
硫化物	碘量法	$4.0 \times 10^{-6}$
石油类	紫外分光光度法	$3.0 \times 10^{-6}$
铜	火焰原子吸收分光光度法	$2.0 \times 10^{-6}$
铅	火焰原子吸收分光光度法	$3.0 \times 10^{-6}$
锌	火焰原子吸收分光光度法	$6.0 \times 10^{-6}$
镉	火焰原子吸收分光光度法	$0.05 \times 10^{-6}$
汞	原子荧光法	$0.002 \times 10^{-6}$
铬	无火焰原子吸收分光光度法	$2.0 \times 10^{-6}$
砷	原子荧光法	$0.06 \times 10^{-6}$



#### 4.4.3 评价因子、评价标准及评价方法

##### (1) 评价因子

沉积物评价因子：有机碳、石油类、硫化物、重金属（汞、铜、铅、镉、锌、铬）。

##### (2) 评价标准

调查站位沉积物评价标准采用《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）见表 4.4-2。

表 4.4-2 海洋沉积物标准

项目	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅
一类	$\leq 2.0 \times 10^{-2}$	$\leq 300.0 \times 10^{-6}$	$\leq 500.0 \times 10^{-6}$	$\leq 35.0 \times 10^{-6}$	$\leq 60.0 \times 10^{-6}$
二类	$\leq 3.0 \times 10^{-2}$	$\leq 500.0 \times 10^{-6}$	$\leq 1000.0 \times 10^{-6}$	$\leq 100.0 \times 10^{-6}$	$\leq 130.0 \times 10^{-6}$
三类	$\leq 4.0 \times 10^{-2}$	$\leq 600.0 \times 10^{-6}$	$\leq 1500.0 \times 10^{-6}$	$\leq 200.0 \times 10^{-6}$	$\leq 250.0 \times 10^{-6}$
项目	锌	镉	汞	铬	砷
一类	$\leq 150.0 \times 10^{-6}$	$\leq 0.50 \times 10^{-6}$	$\leq 0.20 \times 10^{-6}$	$\leq 80.0 \times 10^{-6}$	$\leq 20.0 \times 10^{-6}$
二类	$\leq 350.0 \times 10^{-6}$	$\leq 1.50 \times 10^{-6}$	$\leq 0.50 \times 10^{-6}$	$\leq 150.0 \times 10^{-6}$	$\leq 65.0 \times 10^{-6}$
三类	$\leq 600.0 \times 10^{-6}$	$\leq 5.00 \times 10^{-6}$	$\leq 1.00 \times 10^{-6}$	$\leq 270.0 \times 10^{-6}$	$\leq 93.0 \times 10^{-6}$

##### (3) 执行标准

根据《天津市海洋功能区划（2011-2020 年）》、《河北省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目的监测站位位于不同功能区内，应按功能区执行不同的评价标准，详见表 4.2-4。

##### (4) 评价方法

评价方法采用标准指数法。

其中单因子污染标准指数法，按下列公式计算：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中： $I_i$ —— $i$  项污染物的质量指数；

$C_i$ —— $i$  项污染物的实测浓度；

$S_i$ —— $i$  项污染物评价标准；

$I_i$  是无量纲量，其大小描述被测样品的质量状况。

#### 4.4.4 调查结果

对 2017 年 9 月沉积物实测数据进行统计分析，统计结果见表 4.4-3。沉积物粒度分析结果见表 4.4-4，沉积物类型以黏土质粉砂和粉砂质砂为主。

表 4.4-3 2017 年 9 月沉积物监测结果

[illegible]

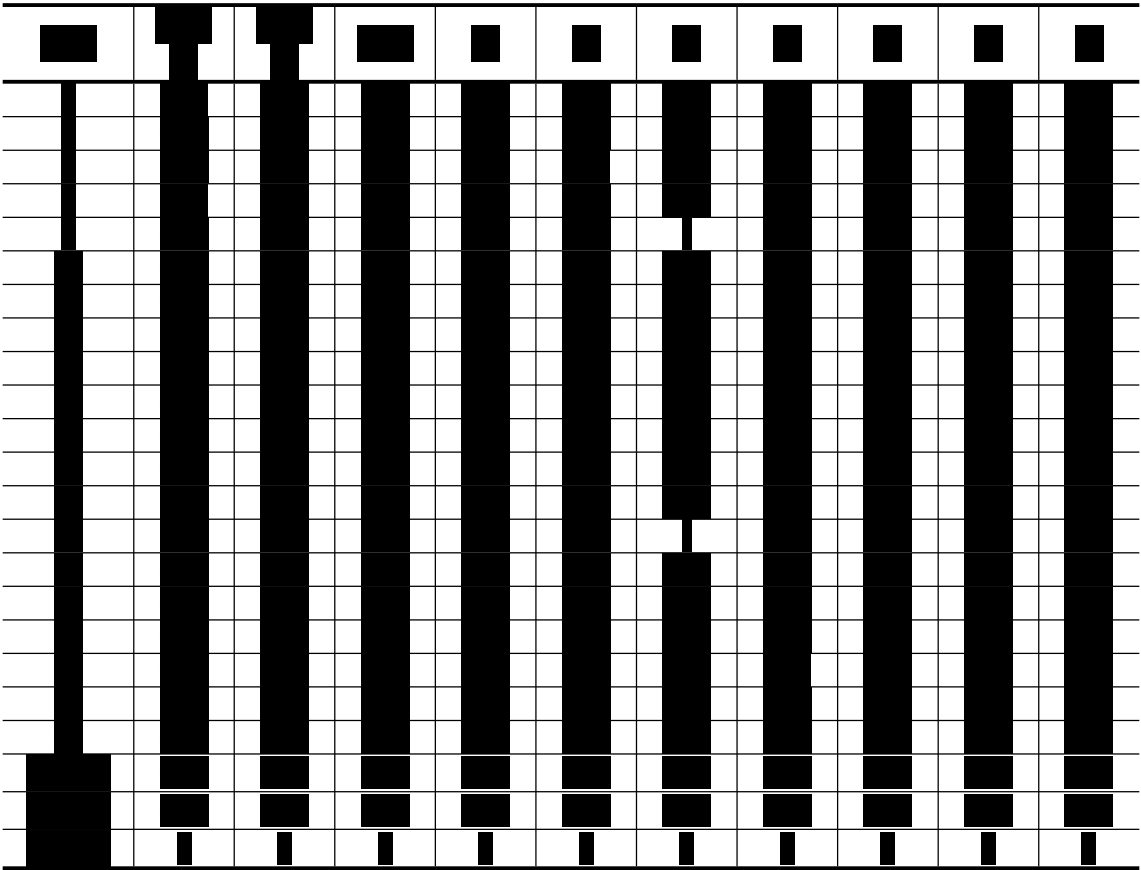
表 4.4-4 2017 年 9 月沉积物粒度分析结果表

[illegible]

4.4.5评价结果

评价结果见表 4.4-5。评价结果表明：各监测站位沉积物各项评价指标满足其所在功能区要求，表明沉积物质量较好。

表 4.4-5 2017 年 9 月沉积物监测各要素评价指数



4.5 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

图 4.5-1 为南港工业区围填海实施前 20 多年南港工业区附近海域主要等深线的变化。从图可见，1985~2009 年南港围填海所在海域水深是比较稳定的。近岸等深线 20 多年来变化不大，0m 等深线附近冲淤变化较小，5m 等深线附近冲淤幅度也不大。

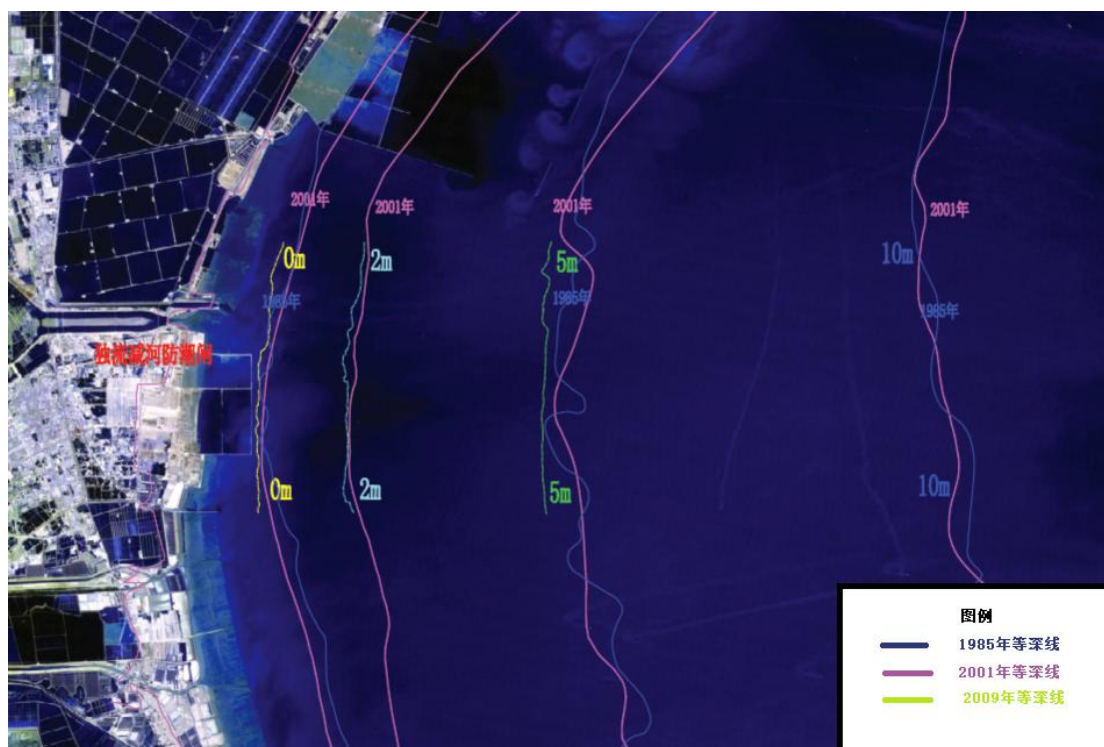


图 4.5-1 南港工业区附近海域水深变化（图中绿色为 2009 年 5 月等深线）

南港围填海实施前、实施过程中和实施后，南港工业区附近海域地形分别见图 4.5-2、图 4.5-3 和图 4.5-4，南港围填海实施前后测图地形变化见图 4.5-5。

南港东防潮堤、北防波堤、南防波堤和东南角基本在 2012 年全部形成。从图 4.5-3 可见，南港工业区围填海工程实施后，附近海域底床地形变化的主要特征是：南港北防波堤外侧附近、东防潮堤外侧附近和东南角内是泥沙淤积区域，其中东南角内不封闭区域淤积比较明显，多年累计地形平均抬高了 1.62m，局部最大为 2.5m。独流减河口闸下通道内（港内）、子牙新河口附近和东南角外侧地形降低，其中港内和子牙新河口附近平均降低了 5.63m 和 5.07m，属于人为疏浚所致。在东南角附近局部区域，围填海实施导致周边潮流动力有所增强，引起了局部冲刷调整。

结合南港围填海相关设计资料分析，工程所在南港工业区附近海域于 2011~2012 年间曾开展了大范围取泥工程，东南角内海域存在吹填施工溢流及其他施工过程产生的泥沙淤积。根据取泥设计平面图，取泥区内计划开挖至底高程 -14m（大沽基面），开挖范围面积约 9.98km<sup>2</sup>。通过与 2018 年实测地形对比表明，取泥坑大致与设计范围相符，但因缺乏取泥竣工后实测地形资料，局部开挖深度不详。从图 4.5-4 中可以看出取泥坑的痕迹，但坑内地形差异很大，浅至 -2m，

深至超过-10m，可见取泥坑开挖时并未按照同一底高程挖深。因此，可推断取泥坑由开挖后至 2018 年 12 月，其内部呈逐步回淤状态，不同部位淤积强度有所差异。

东南角海域形成半封闭状态，内部总体呈淤积发展趋势。

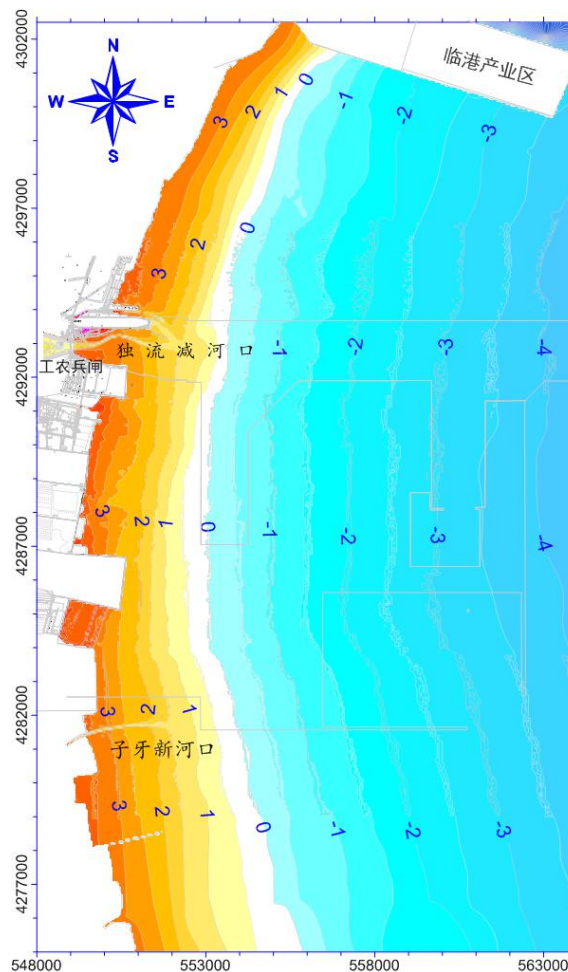


图 4.5-2 南港附近海域 2009 年 5 月实测地形（理论基面高程）

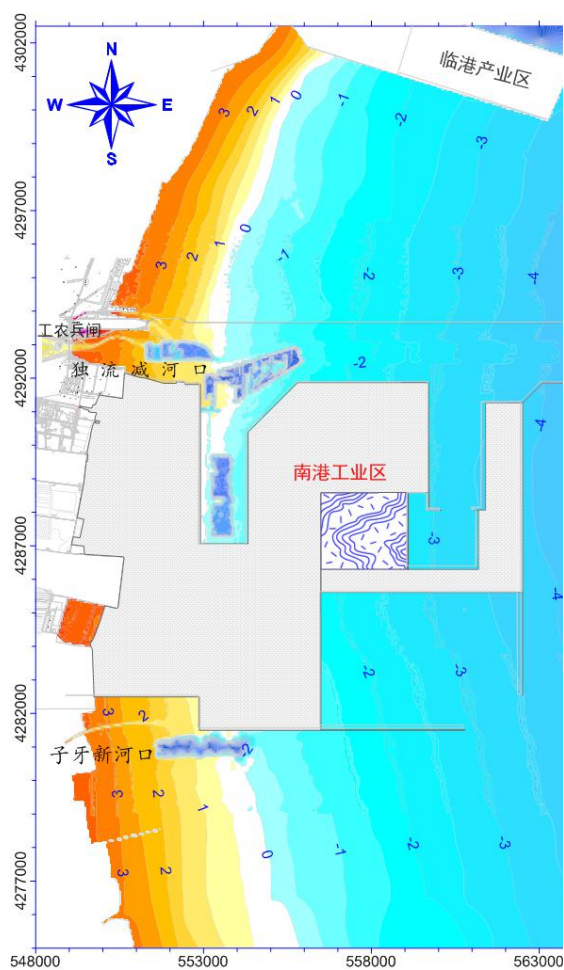


图 4.5-3 南港附近海域 2011 年 11 月实测地形（理论基面高程）

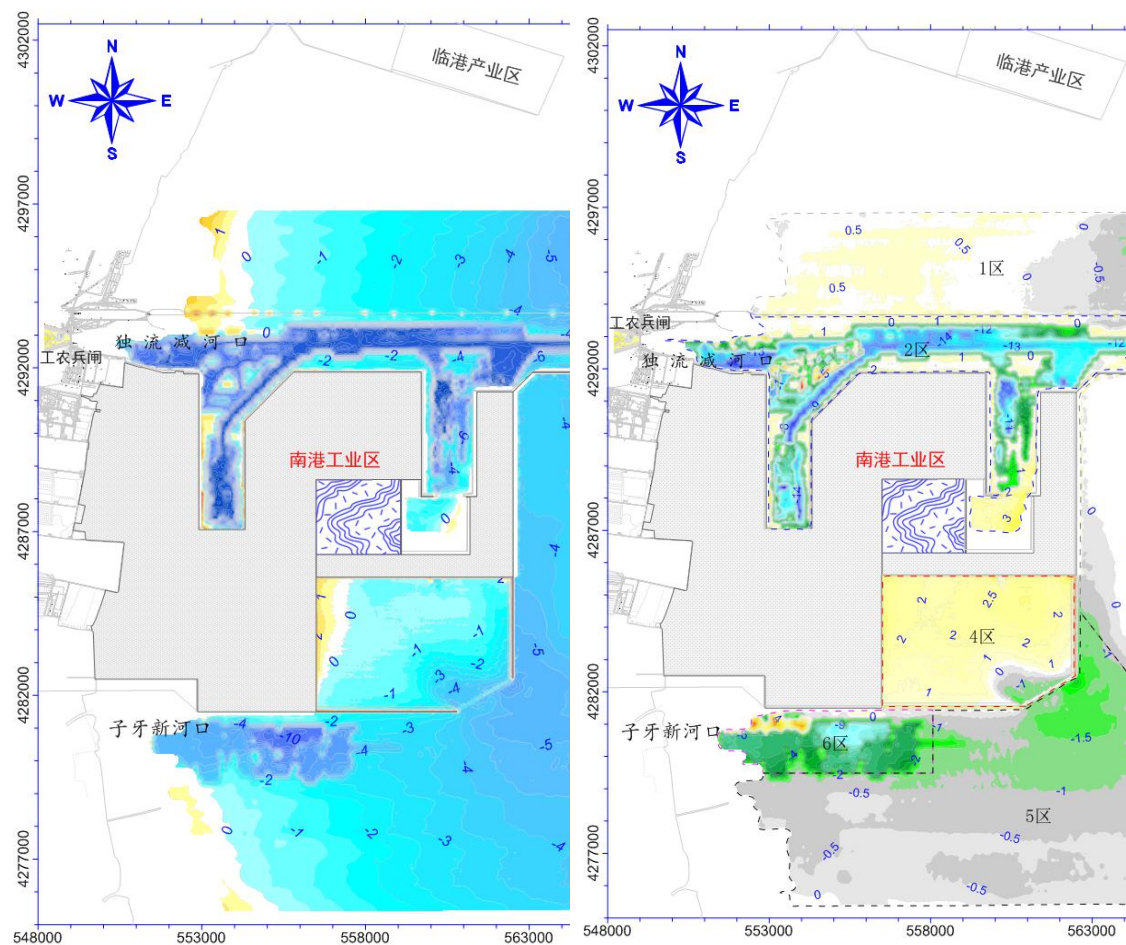


图 4.5-5 南港附近海域实测水深地形

图 4.5-4 南港附近海域 2018 年 12 月  
实测地形（理论基面高程）

变化（其中 2 区和 6 区与 2011 年 11 月  
测图比较，其它 4 个区与 2009 年 5 月  
测图比较）

## 4.6 渔业资源现状调查

### 4.6.1 调查时间和调查范围

本报告中引用的渔业资源调查数据主要来源于 2017 年 5 月（春季）、10 月（秋季）中国水产科学研究院黄海水产研究所和河北省海洋与水产科学研究院在本海区进行的渔业资源调查资料。春季调查时间为 2017 年 5 月 21 日至 25 日，秋季调查时间为 2017 年 10 月 10 日至 15 日。

在项目附近海域共设置 12 个调查站位，进行渔业资源现状调查。调查站位及范围见表 4.6-1 和图 4.6-1。



表 4.6-1 2017 年 5 月和 2017 年 10 月调查站位表

站位	纬度 (N)	经度 (E)	调查项目
1	38° 21' 22"	118° 14' 10"	鱼卵、仔稚鱼 渔业资源
2	38° 23' 35"	117° 52' 12"	
3	38° 39' 25"	118° 32' 05"	
4	38° 31' 25"	118° 20' 05"	
5	38° 32' 10"	118° 02' 30"	
6	38° 31' 30"	117° 45' 15"	
7	38° 50' 38"	118° 29' 22"	
8	38° 42' 44"	118° 06' 48"	
9	38° 44' 24"	117° 47' 45"	
10	38° 58' 16"	118° 14' 38"	
11	38° 54' 14"	117° 48' 34"	
12	39° 02' 10"	117° 58' 03"	

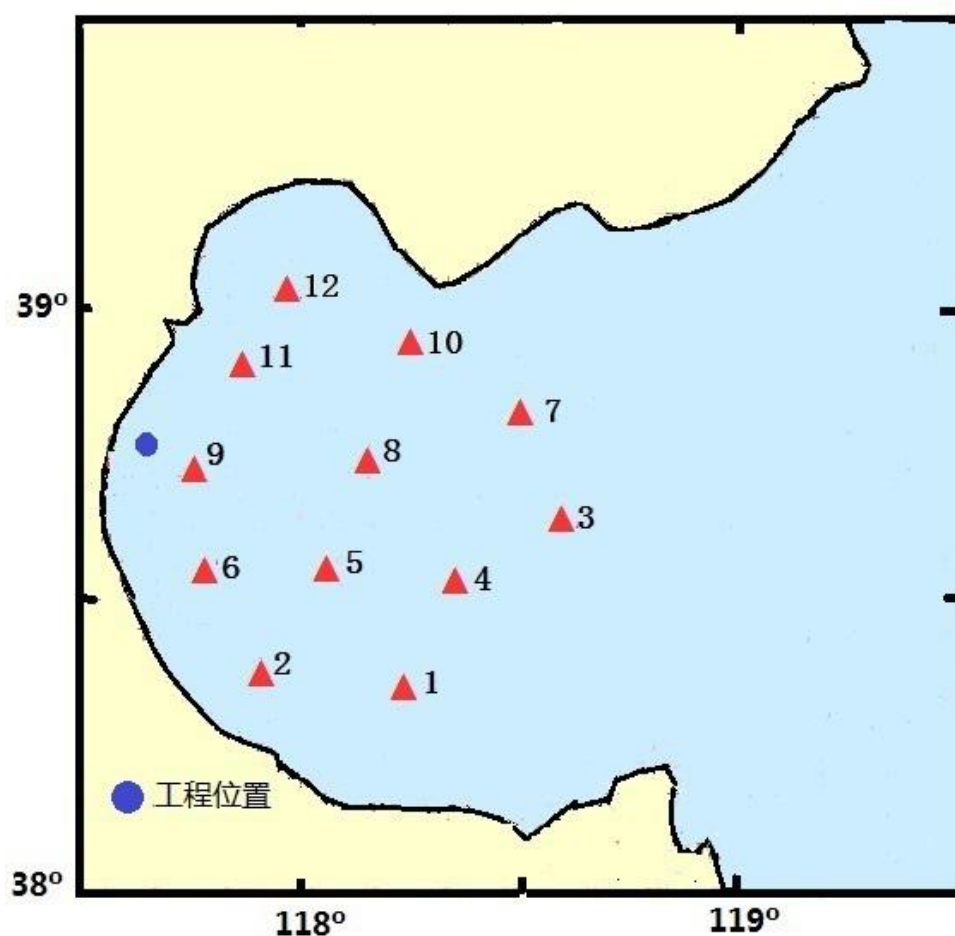


图 4.6-1 2017 年 5 月和 2017 年 10 月调查站位示意图

#### 4.6.2 调查、分析方法

鱼卵、仔稚鱼、游泳动物现场采样按照 GB12763.6—2007《海洋调查规范-海洋生物调查》的有关要求进行。



### (1) 鱼卵、仔稚鱼

样品采集按我国《海洋调查规范》(GB12763.6-2007) 进行。定量样品采集采用浅水 I 型浮游生物网(口径 50cm, 长 145cm, 网口面积 0.2m<sup>2</sup>) 自海底至表面垂直拖曳采集鱼卵、仔稚鱼, 拖速约 0.5m/s, 取样进行定量分析。定性样品采集使用大型浮游生物网(口径 80cm, 长 280cm, 网口面积 0.5m<sup>2</sup>), 拖速约 2.0 nmile/h, 水平连续拖网 10min, 取样进行定性分析; 样品保存于 5% 的海水福尔马林的溶液中, 带回实验室后进行分类、鉴定和计数。

鱼卵仔稚鱼密度计算公式:  $G=N/V$

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

### (2) 渔业资源

游泳动物拖网调查使用适合当地的单拖渔船, 单拖网囊网目应取选择性低的网目(网囊部 2a 小于 20mm), 每站拖曳 1h 左右(视具体海上作业条件而定), 拖网速度控制在 3kn 为宜。每网调查的渔获物进行分物种渔获重量和尾数统计。记录网产量, 进行主要物种生物学测定。渔业资源密度计算采用面积法。渔业资源密度计算执行中华人民共和国水产行业标准(SC/T9110-2007), 各调查站资源密度(重量和尾数)的计算式为:

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

式中:  $D$  为渔业资源密度, 单位为, 尾/km<sup>2</sup> 或 kg/km<sup>2</sup>;

$C$  为平均每小时拖网渔获量, 单位为, 尾/网.h 或 kg/网.h;

$a$  为每小时网具取样面积, 单位为 km<sup>2</sup>/网.h;

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

### (3) 相对重要性指数

在生物群落中, 并非所有的物种都同等重要, 优势种是对群落起主要控制影响的种类。判断一个群落的组成, 优势种的变化是一个重要指标。为了确定各种游泳动物在整个群落中的重要性, 采用 Pinkas(1971 年)提出的相对重要性指标 ( $IRI$ ) 来衡量游泳动物在不同海区、不同季节的地位。其优点是即考虑了捕获物的尾数和重量, 也考虑了它们出现的频率。计算公式为:

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

式中：N 为某种类尾数占总尾数的百分比；W 为某种类重量占总重量的百分比；F 为某一种类出现的站次数占调查总站次数的百分比。

一般情况下，IRI 值大于 1000 的种类为优势种，IRI 值在 100~1000 之间为重要种，IRI 值在 10~100 之间为常见种，IRI 值在 1~10 之间为一般种，IRI 值在 1 以下为少见种。由此来确定各个种类在生物群落中的重要性。

#### 4.6.2.1 鱼卵、仔稚鱼

##### (1) 种类组成

##### ★ 春季

春季航次调查共采集到鱼卵 7 种，分别为斑鰾、赤鼻棱鯧、短吻红舌鰻、蓝点马鲛、青鳞、梭鱼及鲷。采集仔稚鱼 5 种，分别为斑鰾、赤鼻棱鯧、青鳞、梭鱼及鰕虎鱼（表 4.6-2）。

表 4.6-2 春季调查海域鱼卵、仔稚鱼种类组成

种名	拉丁文	分类		生态类型	
		目	科	鱼卵	仔稚鱼
斑鰾	<i>Clupanodon punctatus</i>	鲱形目	鲱科	+	+
赤鼻棱鯧	<i>Thrissa kammalensis</i>	鲱形目	鯧科	+	+
短吻红舌鰻	<i>Cynoglossus joyneri</i>	鰻形目	舌鰻科	+	
蓝点马鲛	<i>Sawara niphonia</i>	鲈形目	鲛科	+	
青鳞	<i>Harengula zunasi</i>	鲱形目	鲱科	+	+
梭鱼	<i>Liza haematocheila</i>	鲷形目	鲷科	+	+
矛尾鰕虎鱼	<i>Chaeturichthys stigmatias</i>	鲈形目	鰕虎鱼科		+
鲷	<i>Platycephalus indicus</i>	鲷形目	鲷科	+	
合计				7	5

##### ★ 秋季

秋季航次调查共采集到鱼卵 1 种，为花鲈。采集仔稚鱼 1 种，为半滑舌鰻（表 4.6-3）。

表 4.6-3 秋季调查海域鱼卵、仔稚鱼种类组成

种名	拉丁文	分类		生态类型	
		目	科	鱼卵	仔稚鱼
花鲈	<i>Lateolabrax maculatus</i>	鲈形目	花鲈科	+	
半滑舌鰻	<i>Cynoglossus semilaevis Gunther</i>	鰻形目	舌鰻科		+
合计				1	1

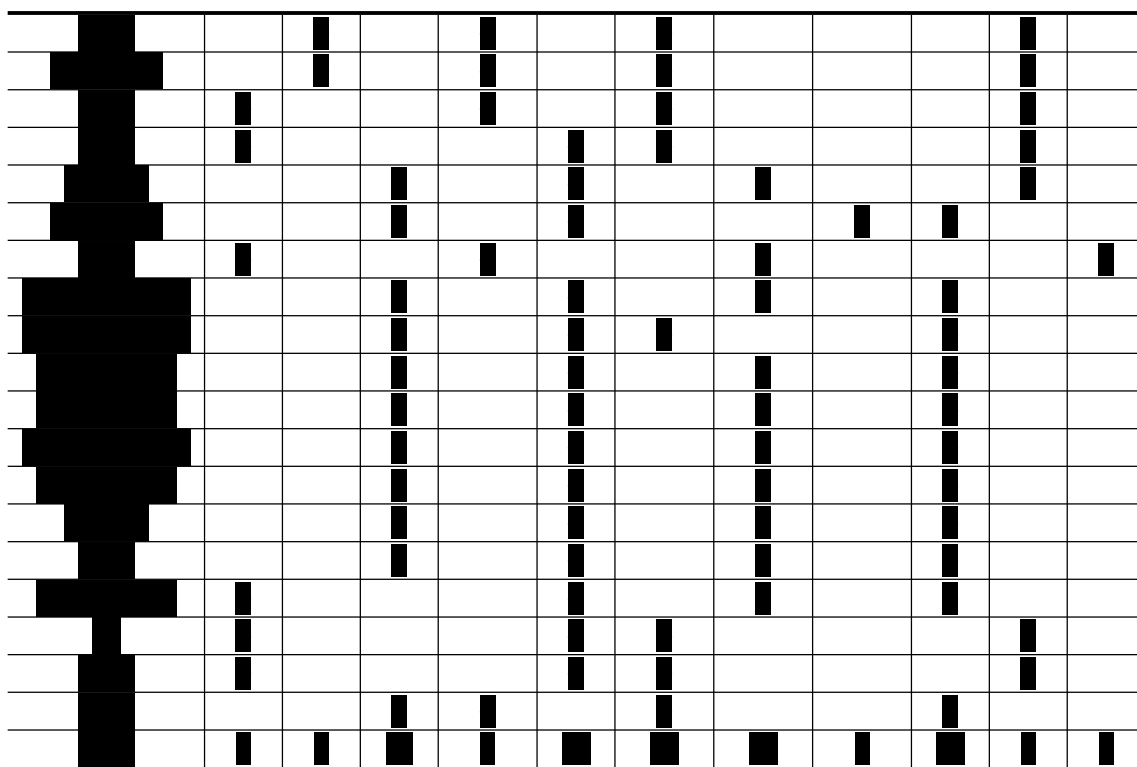


[illegible]

所捕获的 23 种鱼类中, 暖水性鱼类有 10 种, 占鱼类种数的 43.48%, 暖温性鱼类有 12 种, 占鱼类种数的 52.17%, 冷温性鱼类有 1 种, 占鱼类种数的 4.35%; 按栖息水层分, 底层鱼类有 16 种, 占鱼类种数的 69.57%, 中上层鱼类有 7 种, 占鱼类种数的 30.43%; 按越冬场分, 渤海地方性鱼类有 13 种, 占鱼类种数的 56.52%, 长距离洄游性鱼类有 10 种, 占鱼类种数的 43.48%; 按经济价值分, 经济价值较高的有 7 种, 占鱼类种数的 30.43%, 经济价值一般的有 5 种, 占鱼类种数的 21.74%, 经济价值较低有 11 种, 占鱼类种数的 47.83%。详见表 4.6-6。

表 4.6-6 调查海域鱼类种类组成

[illegible]



(2) 生物量和生物密度

## ★ 春季

春季调查共捕获鱼类 15 种，鱼类生物量变化范围在 0.26~5.28kg/h，平均值为 2.02kg/h；鱼类生物密度范围在 27~274 尾/h，平均值为 137 尾/h（表 4.6-7）。其生物量（kg/h）组成为：尖尾鲈虎鱼（35.87 %）、斑鲈（29.18%）、短吻红舌鲷（17.27%）、黄鲫（7.76%），以上 4 种鱼合计占鱼类总渔获生物量的 90.08%；其生物密度（ind/h）组成为：尖尾鲈虎鱼（38.41%），短吻红舌鲷（26.53%），斑鲈（10.58%），凹鳍孔鲈虎鱼（9.50%）；以上 4 种鱼合计占鱼类总渔获密度的 85.02%。

根据渔获物分析，春季调查幼鱼尾数占鱼类总尾数的 16.8%，幼鱼平均密度为 23 尾/h，生物量为 0.13kg/h，成体鱼类平均生物量为 1.86 kg/h。

## ★ 秋季

秋季调查共捕获鱼类 19 种，鱼类生物量变化范围在 1.77~11.21 kg/h，平均值为 4.91 kg/h；鱼类生物密度范围在 360~3664 尾/h，平均值为 1146 尾/h（表 4.6-8）。其生物量（kg/h）组成为：尖尾鲈虎鱼（66.36 %）、矛尾鲈虎鱼（10.14%）、短吻红舌鲷（7.05%）、黄鲫（5.52%），以上 4 种鱼合计占鱼类总渔获生物量的 89.07%；其生物密度（ind/h）组成为：尖尾鲈虎鱼（69.51%）、黄鲫（8.40%）、赤鼻棱鲷（5.26%）、凹鳍孔鲈虎鱼（4.63%）、短吻红舌鲷（3.21%）；以上 5 种

[illegible]

表 4.6-7 春季鱼类数量组成及分布

[illegible]

根据渔获物分析, 秋季调查幼鱼尾数占鱼类总尾数的 19.8%, 幼鱼平均密度为 227 尾/h, 生物量为 1.22kg/h, 成体鱼类平均生物量为 3.69 kg/h。

春季（5月）共捕获鱼类15种，平均渔获量为2.02kg/，137尾/h。其中幼鱼平均密度为23尾/h,成体鱼类为1.86kg/h。折算为平均资源密度：鱼类成体为31.61kg/km<sup>2</sup>，幼鱼为360尾/km<sup>2</sup>。

中幼鱼平均密度为 227 尾/h,成体鱼类为 3.69 kg/h。折算为平均资源密度: 鱼类成体为 57.75 kg/km<sup>2</sup>, 幼鱼为 3552 尾/km<sup>2</sup>。

根据鱼类资源调查结果，鱼类成体资源密度全年平均值为  $44.68 \text{ kg/km}^2$ ，幼鱼平均资源密度为  $1956 \text{ 尾/km}^2$ 。

#### 4.6.2.3 头足类资源状况

### (1) 种类组成及优势种

调查海域的头足类主要有两种类型，一是沿岸性种类，多栖息在近岸浅海水域，个体较小，游泳速度较慢，仅做短距离移动。属于这种类型的有短蛸和长蛸。另一类型是近海性种类，多栖息于沿岸水和外海水交汇的近海水域，个体较大游泳速度较快，洄游距离较长，对环境具有较好的适应力，空间分布范围较广，如日本枪乌贼。渔获物中，头足类主要有 4 种，见表 4.6-9，优势种为日本枪乌贼。

表 4.6-9 头足类种类组成

[illegible]

## （2）生物量和生物密度

头足类的生命周期都较短，大部分为一年生，春夏季产卵的较多，产卵后大部分亲体死亡。调查结果显示，头足类生物量夏季多于春季。调查结果显示，头足类生物量秋季最多，冬季最少。

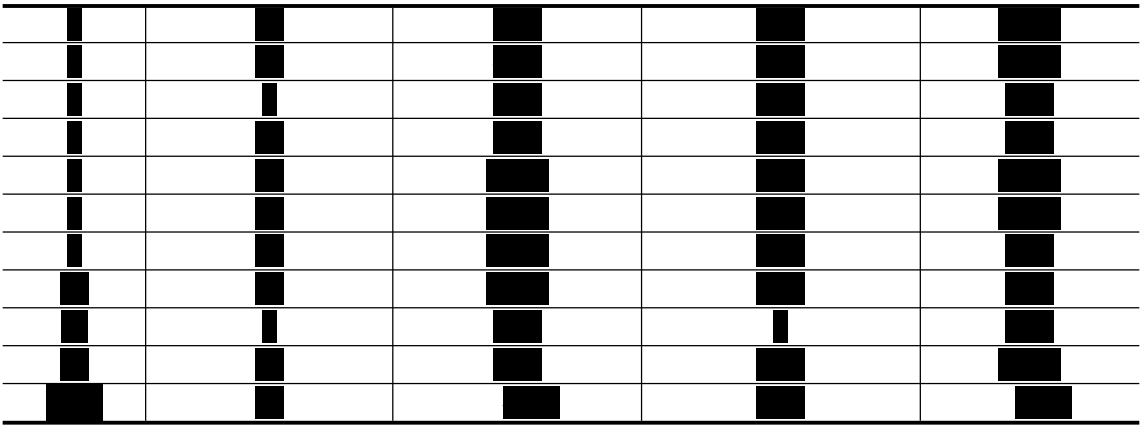
★ 春季

春季捕获头足类 4 种, 为日本枪乌贼、短蛸、长蛸和双喙耳乌贼。平均渔获量 23 尾/h, 0.93kg/h。头足类生物量范围在 0~3.64kg/h, 最高的是 9 号站, 其次为 4 号站, 12 号站均未采捕到头足类。见表 4.6-10。

根据渔获物分析,春季调查头足类幼体尾数占总尾数的 17.39%,幼体平均密度为 4 ind/h,生物量为 0.015 kg/h,头足类成体平均生物量为 0.915kg/h。

表 4.6-10 春季拖网捕获的头足类

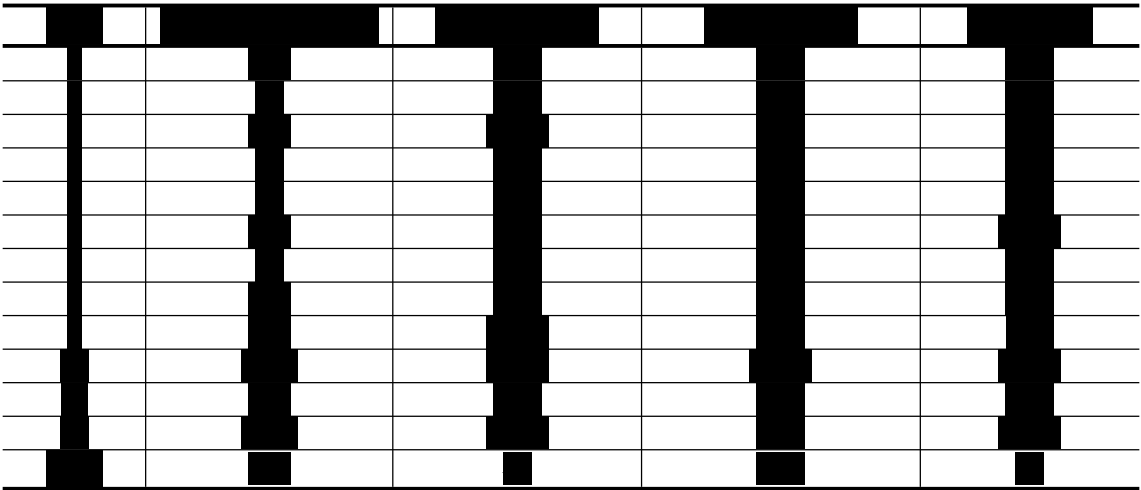
[illegible]



★ 秋季

秋季捕获头足类 3 种，为日本枪乌贼、短蛸和长蛸。头足类生物量变化范围在 0.26~13.01 kg/h，平均值为 3.68 kg/h；头足类生物密度范围在 20~2832 尾/h，平均值为 590 尾/h，见表 4.6-11。

表 4.6-11 秋季拖网捕获的头足类



根据渔获物分析，秋季调查头足类幼体尾数占总尾数的 22.88%，幼体平均密度为 135 尾/h，生物量为 0.38 kg/h，头足类成体平均生物量为 3.30kg/h。

(3) 资源数量及评估

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

春季（5 月）捕获头足类 4 种，平均渔获量 23 尾/h，0.93kg/h。其中幼体平均密度为 4 ind/h，成体平均生物量为 0.915kg/h。经换算头足类资源密度：头足类成体为 14.32 kg/km<sup>2</sup>，幼体平均资源密度为 63 尾/km<sup>2</sup>。

秋季（10 月）捕获头足类 3 种，平均渔获量为 3.68 kg/h，590 尾/h。其中幼体平均密度为 135 ind/h，成体平均生物量为 3.30kg/h。经换算头足类资源密度：



头足类成体平均资源量为 51.64 kg/km<sup>2</sup>, 幼体为 2113 尾/km<sup>2</sup>。

头足类成体资源密度全年平均值为  $32.98\text{kg}/\text{km}^2$ ，幼体为  $1088\text{尾}/\text{km}^2$ 。

#### 4.6.2.4 甲壳类资源状况

### (1) 种类组成

本次调查共捕获甲壳类 13 种，隶属于 2 目，8 科，其中虾类 10 种，蟹类 2 种，口足类 1 种，详见表 4.6-12。

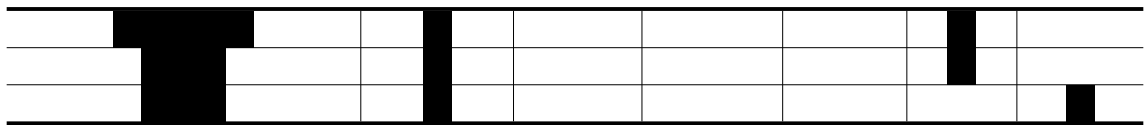
表 4.6-12 调查海区甲壳类名录

[illegible]

其中春季调查捕获甲壳类 9 种, 优势种为口虾蛄和日本鼓虾; 秋季调查捕获甲壳类 10 种, 优势种为口虾蛄; 从经济价值来看经济价值较高为 7 种, 占种类数的 53.85%, 经济价值较低的 3 种, 占种类数的 23.08%, 表 4.6-13。

表 4.6-13 调查海区甲壳类种类组成

[illegible]



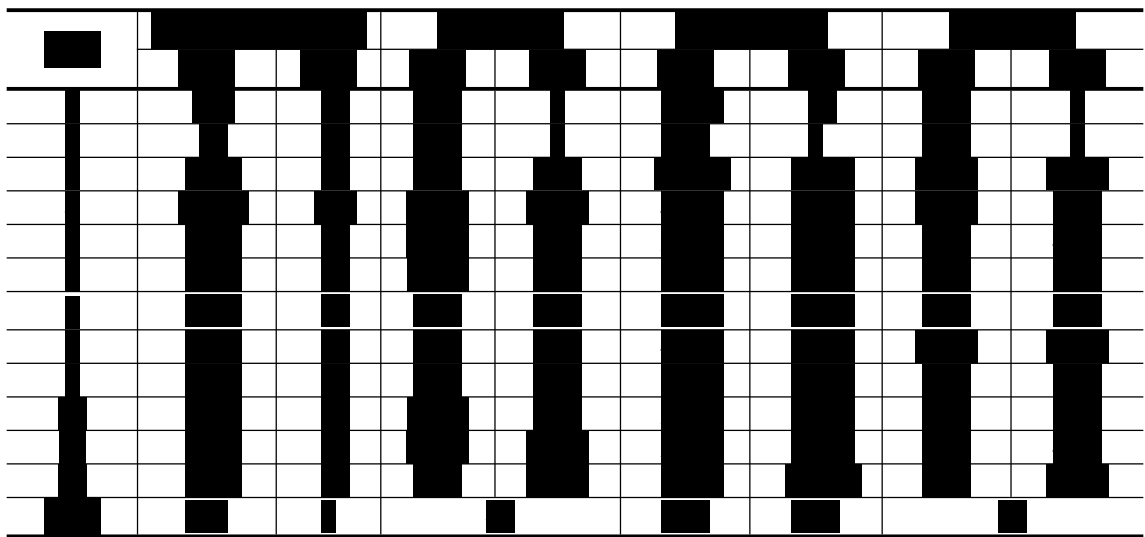
(2) 渔获量及季节变化

### ★ 春季

春季调查甲壳类生物量变化范围在 0.02~14.45kg/h, 平均值为 3.46 kg/h; 甲壳类生物密度范围在 6~1094 尾/h, 平均值为 435 尾/h。其中, 虾类生物量变化范围在 0.01~14.26kg/h, 平均值为 3.41 kg/h; 生物密度范围在 6~1075 尾/h, 平均值为 430 尾/h, 蟹类生物量变化范围在 0~0.19kg/h, 平均值为 0.05 kg/h; 生物密度范围在 0~17 尾/h, 平均值为 5 尾/h, (表 4.6-14)。

根据渔获物分析, 本次调查中虾类幼体的尾数占虾类总尾数的 16.74%, 虾类幼体平均生物密度为 72 尾/h, 生物量为 0.12 kg/h, 虾类成体生物密度平均为 358 尾/h, 平均生物量为 3.29kg/h; 蟹类均为成体, 平均生物量为 0.05kg/h, 平均生物密度为 5 尾/h。

表 4.6-14 春季甲壳类数量组成及分布



### ★ 秋季

秋季调查甲壳类生物量变化范围在 2.09~13.18 kg/h, 平均值为 7.19 kg/h; 甲壳类生物密度范围在 429~1522 尾/h, 平均值为 831 尾/h。其中, 虾类生物量变化范围在 2.09~10.26kg/h, 平均值为 6.03 kg/h; 生物密度范围在 385~1522 尾/h, 平均值为 784 尾/h, 蟹类生物量变化范围在 0~3.10 kg/h, 平均值为 1.16 kg/h; 生物密度范围在 0~91 尾/h, 平均值为 47 尾/h (表 4.6-15)。

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 22.32%, 平

均生物密度为 175 尾/h，平均生物量为 0.25 kg/h，虾类成体平均生物密度为 609 尾/h，平均生物量为 5.78kg/h；蟹类幼体的尾数占蟹类总尾数的 18.18%，平均生物密度为 9 尾/h，平均生物量为 0.11 kg/h，蟹类成体平均生物密度为 38 尾/h，平均生物量为 1.05 kg/h。

表 4.6-15 秋季甲壳类数量组成及分布

### (3) 资源量评估

春季（5 月）甲壳类平均渔获量值为 3.46 kg/h，435 尾/h。其中，虾类为 3.41 kg/h，430 尾/h，蟹类为 0.05 kg/h，5 尾/h。虾类幼体为 72 尾/h，虾类成体为 358 尾/h，3.29kg/h；蟹类均为成体，为 0.05kg/h，为 5 尾/h。换算为资源密度：虾类成体为 51.49kg/km<sup>2</sup>，幼体为 1127 尾/km<sup>2</sup>。蟹类成体为 0.78kg/km<sup>2</sup>。

秋季（10 月）甲壳类平均渔获量值为 7.19kg/h，831 尾/h。其中，虾类为 6.03kg/h，784 尾/h，蟹类为 1.16kg/h，47 尾/h。虾类幼体为 175 尾/h，虾类成体为 5.78kg/h；蟹类幼体为 9 尾/h，成体为 1.05kg/h，为 5 尾/h。换算为资源密度：虾类成体为 90.45kg/km<sup>2</sup>，幼体为 2739 尾/km<sup>2</sup>。蟹类成体为 16.43kg/km<sup>2</sup>，幼体为 141 尾/km<sup>2</sup>。

根据渔业资源调查结果，虾类全年平均值成体为 70.97kg/km<sup>2</sup>，幼体为 1933 尾/km<sup>2</sup>；蟹类全年平均值成体为 8.61 kg/km<sup>2</sup>，幼体为 71 尾/km<sup>2</sup>。

#### 4.6.2.5 优势种与优势度

##### (1) 春季

经计算春季游泳动物优势种有 3 种分别为口虾蛄（IRI=6252.2）、日本鼓虾



## 4.7 回顾性评价分析

以下引用《天津南港工业区围填海项目生态评估报告》(2019.3)的相关内容,回顾分析工程周边海水水质环境的变化情况。

选取 2008 年、2010 年、2013 年及 2016 年 4 个时间节点，选择每个时间节点春、秋两季的监测资料进行分别回顾，对南港工业区所在海域环境质量状况的变化趋势进行分析。选取时间节点见表 4.7-1。

表 4.7-1 选取时间节点

序号	时间节点	季节
1	2008 年	春季、秋季
2	2010 年	春季、秋季
3	2013 年	春季、秋季
4	2016 年	春季、秋季

2008 年 3 月在南港工业区周边布设 20 个水质测站、13 个沉积物测站和 13 个生物测站，具体见图 4.7-1； 2008 年 11 月在南港工业区周边布设 20 个水质测站、12 个沉积物测站和 12 个生物测站，具体见图 4.7-2； 2010 年 5 月在南港工业区周边布设 20 个水质测站、13 个沉积物测站和 13 个生物测站，具体见图 4.7-2； 2010 年 11 月在南港工业区周边布设水质调查站 44 个，沉积物调查站 27 个，海洋生物调查站 27 个，具体见图 4.7-3； 2013 年 4 月在南港工业区周边布设水质调查站 44 个，海洋生物调查站 29 个，具体见图 4.7-3； 2013 年 10 月在南港工业区周边布设水质调查站 44 个，海洋生物调查站 29 个，具体见图 4.7-3； 2016 年 4 月在南港工业区周边布设水质调查站 38 个，海洋生物调查站 23 个，具体见图 4.7-4； 2016 年 12 月在南港工业区周边布设水质调查站 38 个，海洋沉积物站位 23 个，海洋生物调查站 23 个，具体见图 4.7-4。

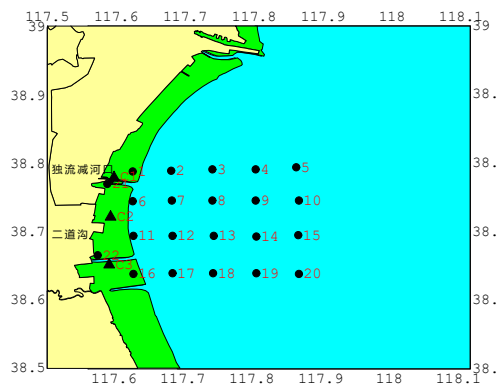


图 4.7-1 2008 年 3 月海洋环境质量现状调查站位图

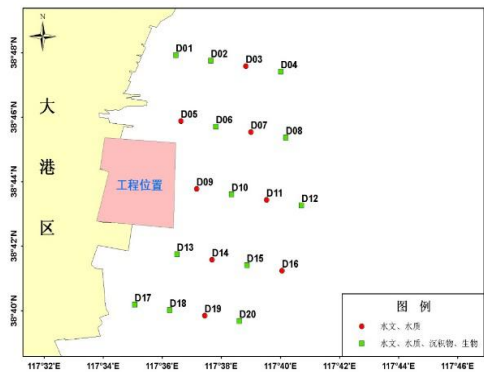


图 4.7-2 2008 年 11 月、2010 年 5 月海洋环境质量现状调查站位图

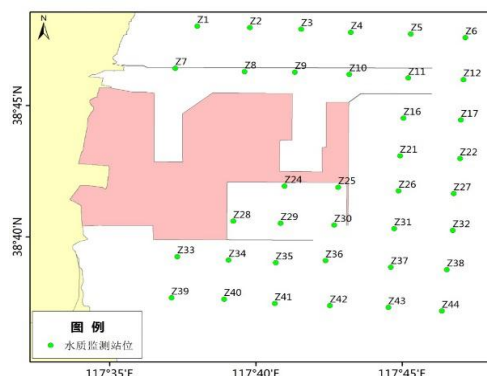


图 4.7-3 2010 年 11 月、2013 年 4 月、2013 年 10 月海洋环境质量现状调查  
图 4.7-4 2016 年 4 月、2016 年 12 月海洋环境质量现状调查站位图

根据所有调查站位的各监测要素均值，由高到低逐级采用《海水水质标准》（GB3097-1997）中的标准对项目海域整体评估，直至符合某类标准为止。

评估结果表明：

工程所在海域海水监测因子除无机氮外，其他监测因子的各年度均值均满足二类水质标准要求。COD、磷酸盐、石油类、汞、锌、砷、铅、铜、镉含量的年际变化均在正常范围内。悬浮物 and 无机氮的含量有小幅上升。

无机氮污染物含量略有增高的主因为陆源污染。悬浮物含量的升高，但根据其后续监测结果表明主要由于南港工业区填海施工所致，施工结束后悬浮物含量逐渐恢复至围填海之前状态。

表 4.7-2 南港工业区海域海水水质变化趋势

施工后较施工前含量变化		评价要素
无明显变化	平稳趋势	COD、磷酸盐、石油类、汞、锌、砷、铅、铜、镉 悬浮物、无机氮
	先上升、后下降	

## 4.7.2 沉积物环境质量回顾性分析

以下引用《天津南港工业区围填海项目生态评估报告》（2019.3）的相关内容，回顾分析南港工业区围填海对沉积物环境的影响。

选取 2008 年、2010 年、2013 年及 2016 年 4 个时间节点，选择每个时间节点春、秋两季的监测资料进行汇总，对南港工业区所在海域环境质量状况进行分析。调查时段及调查站位详见前文。

根据所有调查站位的各监测要素均值，由高到低逐级采用《海洋沉积物质量》

(GB18668-2002) 中的标准对项目海域整体评估, 直至符合某类标准为止。

评估结果表明:

工程所在海域沉积物监测因子监测值均符合一类标准要求, 监测海域沉积物环境质量良好。沉积物有机碳、镉、铅和镉的含量均在正常范围内波动, 锌含量在围填海施工后相比于施工前略有下降。沉积物石油类和硫化物含量因南港工业区整体围填海出现先小幅上升, 后下降的趋势。

沉积物中石油类含量在围填海施工期间的小幅增高可能与填海施工及港口建设等海域开发活动有关, 但其仍符合一类海水沉积物质量标准, 而其含量在围填海施工后回落。沉积物中硫化物的含量在围填海施工期后的小幅增高可能与填海施工及港口建设等海域开发活动有关, 但仍符合一类海水沉积物质量标准。

**表 4.7-3 围填海施工前后南港工业区海域海水沉积物质量变化趋势**

施工后较施工前含量变化		评价要素
略有下降		锌
无明显变化	平稳趋势	有机碳、镉、铅、镉
	先上升、后下降	石油类、硫化物

#### 4.7.3 海洋生态影响回顾性分析

以下引用《天津南港工业区围填海项目生态评估报告》(2019.3) 的相关内容, 回顾分析南港工业区围填海对海洋生态环境的影响。

##### (1) 选取资料的时间节点

搜集了南港工业区附近海域 8 个时段的调查资料进行海洋生物生态影响分析, 各时间段和围填海时间关系见表 4.7-4。

**表 4.7-4 选取时间节点和围填海时间关系**

生物类型	时间节点
叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物	2008 年 11 月
	2010 年 11 月
	2013 年 10 月
	2017 年 12 月
潮间带生物	2008 年 3 月
	2010 年 5 月
	2010 年 9 月
	2017 年 4 月
	2017 年 11 月

##### (2) 站位覆盖范围、站位表、站位图等信息



## ①叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物历史资料选取

2008 年 11 月在南港工业区周边布设 12 个站，具体见图 4.7-2；2010 年 11 月在南港工业区周边布设 27 个站，具体见图 4.7-3；2013 年 10 月在南港工业区周边布设 29 个站，具体见图 4.7-3；2016 年 12 月在南港工业区周边布设 23 个站，具体见图 4.7-4。

## ②潮间带生物生态影响历史资料选取

2008 年 3 月在独流减河口到子牙新河河口之间的潮间带区域布设潮间带断面 3 条；2010 年 5 月、2010 年 11 月在南港工业区北侧布设断面 3 条；2017 年 4 月、2017 年 11 月分别在南港工业区南侧和北侧分别布设和 3 条断面；历次调查站位信息见表 4.7-5。

表 4.7-5 潮间带调查站位信息表

调查时间	序号	经度	纬度
2008.3	C1	117°36'1.50"E	38°46'40.94"N
	C2	117°35'43.68"E	38°43'16.42"N
	C3	117°35'33.97"E	38°39'6.60"N
2010.5	A 断面高潮区	117°34.5'	38°45'
	A 断面中潮区	117°35.0'	38°45'
	A 断面低潮区	117°35.5'	38°45'
	B 断面中潮区	117°35.0'	38°42'
	B 断面低潮区	117°35.5'	38°42'
2010.9	高潮区	117°34'4.08"E	38°46'.840"N
	中潮区	117°34'27.48"E	38°46'.840"N
	低潮区	117°34'51.24"E	38°46'.840"N
2017.4	C4	117°43'43"	38°21'30"
	C5	117°39'23"	38°28'04"
	C6	117°35'46"	38°36'09"
2017.11	C4	117°34'46"	38°39'50"
	C5	117°36'13"	39°37'37"
	C6	117°35'46"	38°36'09"

## (3) 评估方法

生物生态环境影响回顾与评估方法与水质评估方法相同。根据工程进度，选取 2008 年、2010 年、2013 年及 2017 年四个时间节点，选择秋季作为对比季节，对相关年份的监测资料进行汇总，通过对生物各个监测因子的趋势分析开展海洋工程对海洋生态环境的影响评价。

## (4) 评估结果

评估结果表明：

项目建设所在海域叶绿素 a 含量在 2008 年~2017 年有所下降，后逐渐回升；浮游动植物的多样性指数较为稳定。潮间带生物和底栖生物的栖息环境随南港工业区填海施工被破坏，造成潮间带生物和底栖生物的损失，生物密度等指标有所下降。

## 4.8 环境空气质量现状调查与评价

本次评价收集了《2019 年天津市环境空气质量公报》中的数据。滨海新区 2019 年全年 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、CO、O<sub>3</sub> 六个基本评价项目的监测结果列于表 4.8-1 中。根据《2019 年天津市环境空气质量公报》，天津市滨海新区 2019 年常规大气污染物中 PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、NO<sub>2</sub> 年平均质量浓度和 O<sub>3</sub> 最大 8 小时滑动平均值的第 90 百分位数质量浓度均超出《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，SO<sub>2</sub> 年平均质量浓度和 CO24 小时平均第 95 百分位数质量浓度均满足国家标准值，天津市滨海新区为不达标区域。

表 4.8-1 2019 年滨海新区环境空气监测结果（单位：μg/m<sup>3</sup>）

污染物	年评价指标	现状浓度	标准值	占标率	达标情况
PM <sub>2.5</sub>	年平均质量浓度	50	35	142.9%	不达标
PM <sub>10</sub>	年平均质量浓度	75	70	107.1%	不达标
SO <sub>2</sub>	年平均质量浓度	11	60	18.3%	达标
NO <sub>2</sub>	年平均质量浓度	44	40	110%	不达标
CO	24 小时平均第 95 百分位数质量浓度	1.8	4.0	45%	达标
O <sub>3</sub>	最大 8 小时滑动平均值的第 90 百分位数质量浓度	188	160	117.5%	不达标

## 4.9 地下水环境质量现状监测与评价

### 4.9.1 调查概况

#### （1）监测布点

根据《环境影响评价技术导则—地下水环境》（HJ 610—2016），本项目地下水评价等级为**二级**。根据现状监测点的布设原则，本次的监测层为潜水含水层。本次工作收集 13 眼潜水含水层监测井，新施工 2 眼潜水含水层监测井。

天津市地质调查研究院于 2019 年 12 月，对井号为 SQ23、SQ25、SQ-S26、SQ-G5、SQ-G9、SQ-G20、SQ-G10 的 7 眼潜水监测井进行一期水质调查；于 2019 年 8 月和 12 月对评价区内潜水含水层和微承压含水层分别开展两期水位监测，对井号为 SQ23、SQ25、SQ-S26、SQ-G5、SQ-G9、SQ-G20、SW1、SW2、SW3、SW4、SW5、SW6、SW7、SW8 的 14 眼潜水监测井开展了两期水位监测工作。

表 4.9-1 项目监测井基本情况一览表

序号	井号	监测层位	井深 (m)	性质
1	SQ23	潜水	15	水质水位井
2	SQ25	潜水	15	水质水位井
3	SQ-S26	潜水	12	水质水位井
4	SQ-G5	潜水	12	水质水位井
5	SQ-G10	潜水	12	水质井
6	SQ-G9	潜水	15	水质水位井
7	SQ-G20	潜水	15	水质水位井
8	SW1	潜水	6	水位井
9	SW2	潜水	6	水位井
10	SW3	潜水	6	水位井
11	SW4	潜水	6	水位井
12	SW5	潜水	6	水位井
13	SW6	潜水	6	水位井
14	SW7	潜水	6	水位井
15	SW8	潜水	6	水位井

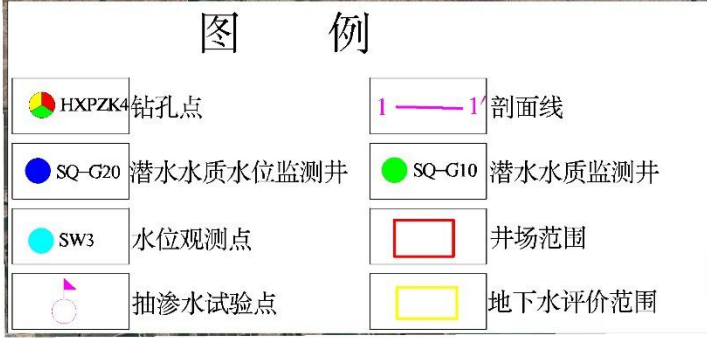


图 4.9-1 监测井位置示意图

## (2) 分析方法

水质监测项目分析方法见下表。

表 4.9-2 地下水监测项目的分析方法

序号	检测项目	检测方法	方法来源	检出限
1	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	气相色谱法	HJ 1021-2019	6mg/kg
2	铜	火焰原子吸收分光光度法	HJ 491-2019	1mg/kg
3	镉	石墨炉原子吸收分光光度法	GB/T 17141-1997	0.01mg/kg
4	铬(六价)	碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法	HJ 1082-2019	2mg/kg
5	镍	火焰原子吸收分光光度法	HJ 491-2019	3mg/kg
6	铅	石墨炉原子吸收分光光度法	GB/T 17141-1997	0.1mg/kg
7	汞	微波消解/原子荧光法	HJ 680-2013	0.002mg/kg

#### 4.9.2 评价因子、评价标准及评价方法

##### (1) 评价因子

根据《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)及项目特征,确定评价因子:

(一) 基本因子: K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>、CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、挥发性酚类、氰化物、砷、汞、铬(六价)、总硬度、铅、氟化物、镉、铁、锰、溶解性总固体、耗氧量、硫酸盐、氯化物。

(二) 特征因子: 石油类。另外对苯、甲苯、二甲苯、萘、蒽、硫化物、总磷、苯并(b)荧蒽、苯并(a)芘九项因子进行检测保留本底值。

##### (2) 评价标准

本项目地下水监测分析方法按《地下水质量标准》(GB/T14848-2017),对于《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)没有的指标,参照《地表水环境质量标准》(GB3838—2002)相关标准进行分析。

表 4.9-3 评价标准

指标	I 类	II类	III类	IV类	V类	评价标准
pH	6.5~8.5			5.5~6.5 8.5~9	<5.5, >9	《地下水质量标准》 (GB/T14848-2017)
耗氧量(COD <sub>Mn</sub> 法, 以 O <sub>2</sub> 计 mg/L)	≤1	≤2	≤3	≤10	>10	
溶解性总固体(mg/L)	≤300	≤500	≤1000	≤2000	>2000	
总硬度(以 CaCO <sub>3</sub> , mg/L)	≤150	≤300	≤450	≤650	>650	
氨氮(以 N 计, mg/L)	≤0.02	≤0.1	≤0.5	≤1.5	>1.5	
硝酸盐(以 N 计)(mg/L)	≤2	≤5	≤20	≤30	>30	
亚硝酸盐(以 N 计)(mg/L)	≤0.01	≤0.1	≤1	≤4.8	>4.8	

/ L)						
挥发性酚类 (以苯酚计, mg / L)	≤0.001	≤0.001	≤0.002	≤0.01	>0.01	
氰化物(mg / L)	≤0.001	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1	
氟化物(mg / L)	≤1	≤1	≤1	≤2	>2	
六价铬(mg / L)	≤0.005	≤0.01	≤0.05	≤0.1	>0.1	
钠(mg / L)	≤100	≤150	≤200	≤400	>400	
氯化物(mg / L)	≤50	≤150	≤250	≤350	>350	
硫酸盐(mg / L)	≤50	≤150	≤250	≤350	>350	
铅(mg / L)	≤0.005	≤0.005	≤0.01	≤0.1	>0.1	
锰(mg / L)	≤0.05	≤0.05	≤0.1	≤1.5	>1.5	
镉(mg / L)	≤0.0001	≤0.001	≤0.005	≤0.01	>0.01	
砷(mg / L)	≤0.001	≤0.001	≤0.01	≤0.05	>0.05	
铁(mg / L)	≤0.1	≤0.2	≤0.3	≤2	>2	
汞(mg / L)	≤0.0001	≤0.0001	≤0.001	≤0.002	>0.002	
硫化物(mg / L)	≤0.005	≤0.01	≤0.02	≤0.1	>0.1	
苯 (μg/L)	≤0.5	≤1	≤10	≤120	>120	
甲苯 (μg/L)	≤0.5	≤140	≤700	≤1400	>1400	
二甲苯 (μg/L)	≤0.5	≤100	≤500	≤1000	>1000	
萘 (μg/L)	≤1	≤10	≤100	≤600	>600	
蒽 (μg/L)	≤1	≤360	≤1800	≤3600	>3600	
苯并(b)荧蒽 (μg/L)	≤0.1	≤0.4	≤4	≤8	>8	
苯并(a)芘 (μg/L)	≤0.002	≤0.002	≤0.01	≤0.5	>0.5	
石油类(mg / L)	≤0.05	≤0.05	≤0.05	≤0.5	≤1	《地表水环境质量标准》 (GB3838—2002)
总磷(mg / L)	≤0.02	≤0.1	≤0.2	≤0.3	≤0.4	



### (3) 评价方法

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ 610-2016)，地下水水质现状评价采用标准指数法，标准指数 $>1$ ，表明该水质因子已超标，标准指数越大，超标越严重。标准指数公式分为以下两种情况：

1) 评价标准为定值的水质因子标准指数计算公式：

$$P_i = C_i / C_0$$

式中： $P_i$ — $i$  污染物指数；

$C_i$ — $i$  污染物实测值，mg/L；

$C_0$ — $i$  污染物质量标准，mg/L。

2) pH 值标准指数计算公式：

$$pH = (7.0 - pH) / (7.0 - pH_{sd})$$

$$pH = (pH - 7.0) / (pH_{su} - 7.0)$$

式中： $P_{pH}$ ——pH 的标准指数，无量纲；

pH——pH 监测值；

$pH_{su}$ ——标准中的上限值；  $pH_{sd}$ ——标准中的下限值。

### 4.9.3 水质调查及评价结果

根据评价区内 7 个潜水地下水监测井的检测数据：pH 值、硝酸盐氮(以 N 计)、亚硝酸盐氮(以 N 计)、挥发酚(以苯酚计)、氰化物(以 CN-计)、六价铬、铅、汞、苯、甲苯、二甲苯、萘、苯并(b)荧蒽满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)I 类标准限值；镉、砷满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)II 类标准限值；砷、苯并(a)芘满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)III 类标准限值；耗氧量、氟化物(以 F-计)、硫化物、铁满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)IV 类标准限值；溶解性总固体、氨氮(以 N 计)、总硬度(以  $CaCO_3$  计)、钠离子、氯化物、硫酸盐、锰满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)V 类标准限值；总磷、石油类满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) IV 类标准限值。

评价区地下水监测结果见下表。



4.9-4 潜水含水层地下水水质监测结果一览表

井名	井口		井底		井壁		井底		井壁		井底		井壁	
	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底
井1	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底
井2	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底
井3	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底
井4	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底
井5	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底
井6	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底
井7	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底
井8	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底
井9	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底
井10	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底
井11	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底
井12	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底
井13	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底
井14	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底
井15	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底
井16	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底
井17	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底
井18	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底
井19	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底
井20	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底	井口	井底

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135
136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165
166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195
196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225
226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255
256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285
286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300
301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315
316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330
331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345
346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360
361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375
376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390
391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405
406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420
421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435
436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450
451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465
466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480
481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495
496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510

注: XXXL 表示小于检出限。

#### 4.9.4 水位调查结果

项目区内潜水地下水整体流向为西南向东北方向流动；评价范围内平均水力坡度大致在 0.15‰左右，反映区域内浅层水径流相对滞缓。2019 年 8 月份和 12 月份的两期统测水位数据见下表。

表 4.9-1 潜水监测井枯水期、丰水期水位统测表（m）

序号	井号	X	Y	地面高程	8 月水位	12 月水位
1	SQ-G9	553778.2	4284945	2.21	0.39	0.28
2	SQ-G20	554209.2	4281688	2.1	0.8	0.5
3	SQ23	549739	4286622	2.22	0.58	0.4
4	SQ25	551672.4	4286236	2.28	0.42	0.28
5	SQ-S26	550518.8	4285260	2.18	0.64	0.43
6	SQ-G5	549960	4288446	1.65	0.4	0.27
7	SW1	552831.3	4288640	1.63	0.01	0.01
8	SW2	550882	4287209	2.05	0.41	0.27
9	SW3	552458.9	4287459	1.98	0.12	0.05
10	SW4	554112.2	4286786	1.73	0.05	0.02
11	SW5	551080.3	4284237	2.33	0.71	0.61
12	SW6	549275.9	4283669	2.47	0.88	0.7
13	SW7	552531.6	4284270	2.25	0.6	0.5
14	SW8	553658	4282807	2.16	0.72	0.63

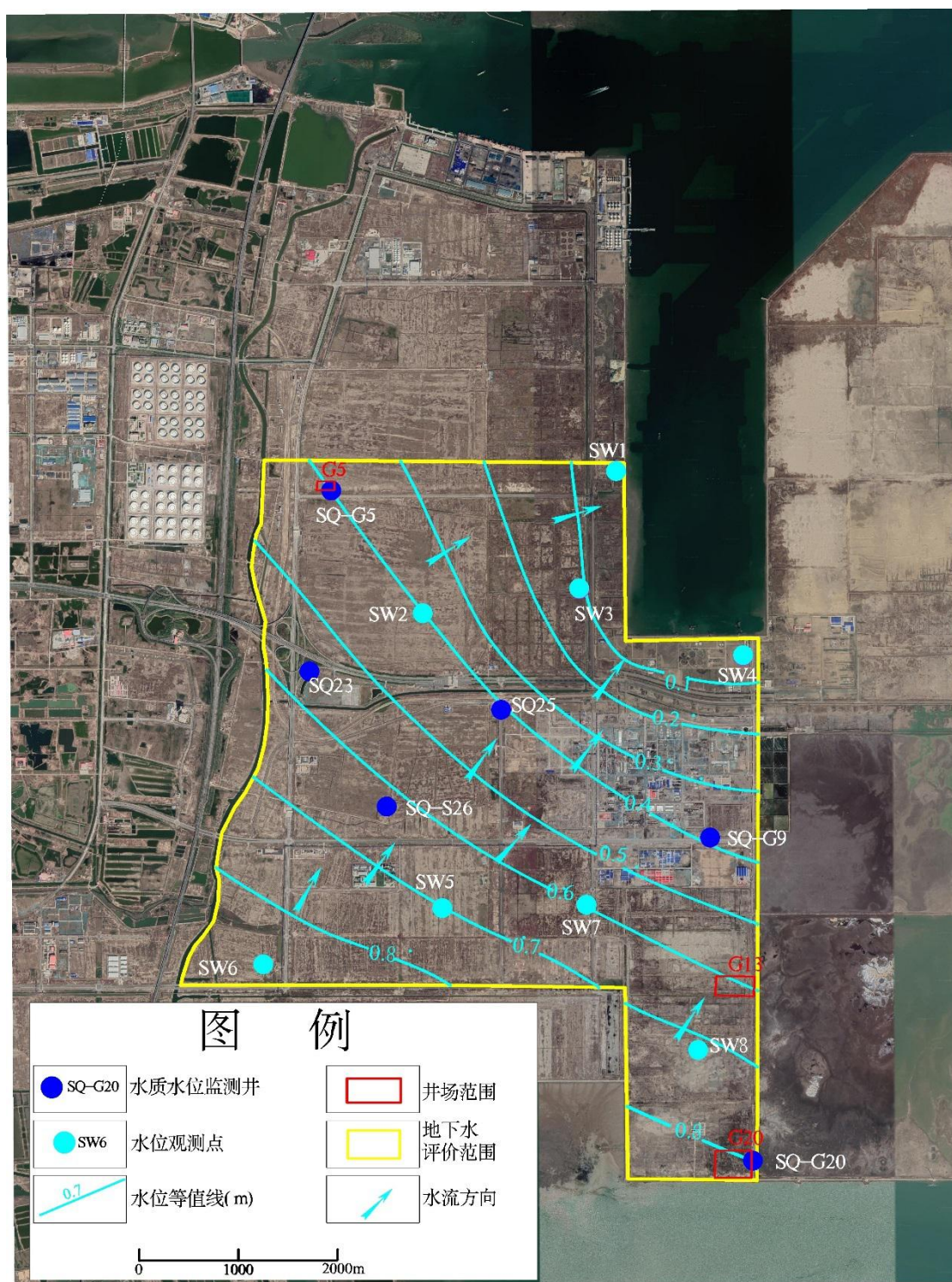


图 4.9-2 潜水流场图 2019 年 8 月



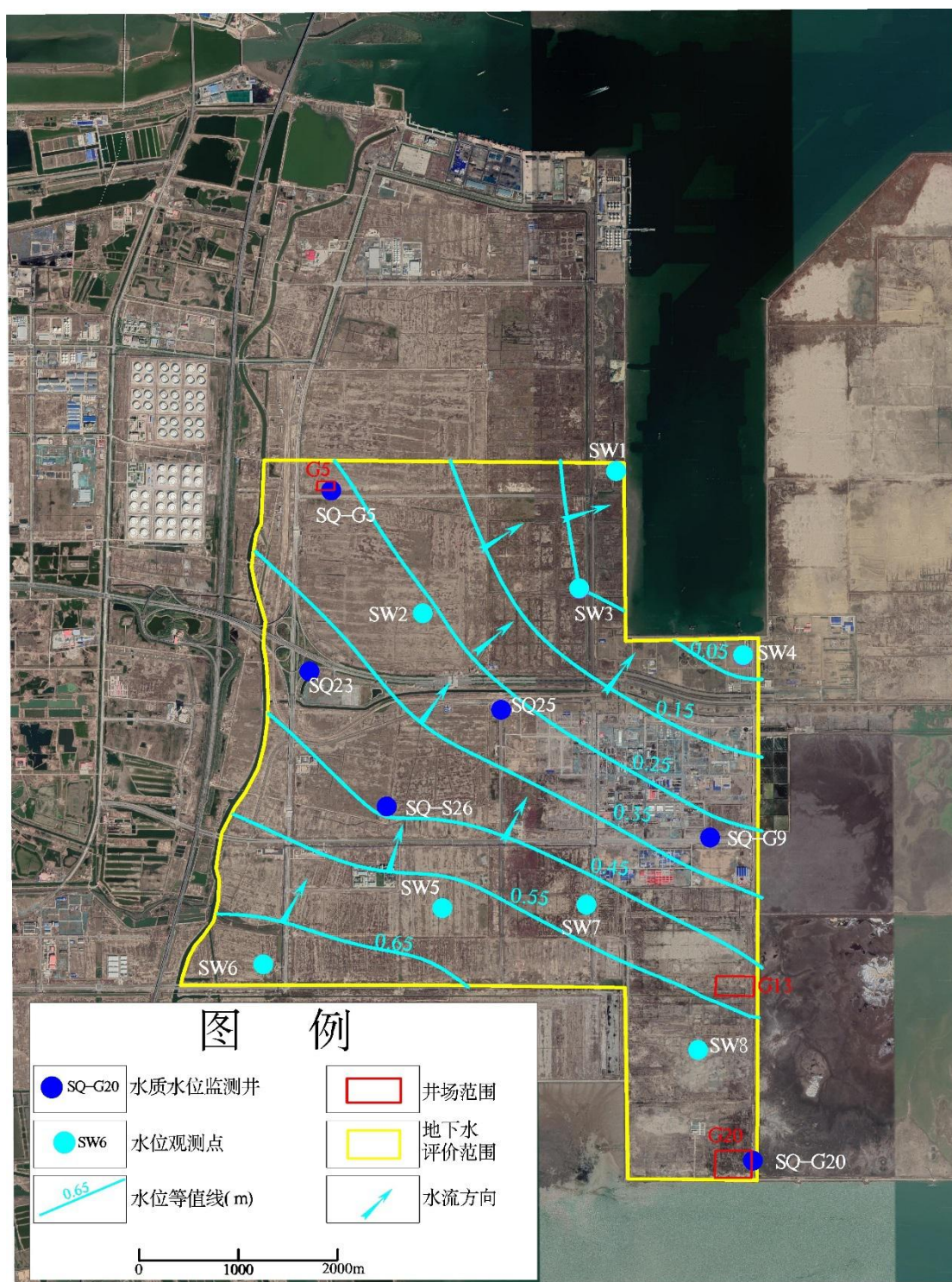


图 4.9-3 潜水流场图 2019 年 12 月

## 4.10 土壤环境质量现状监测与评价

### 4.10.1 调查概况

依据《环境影响评价技术导则土壤环境（试行）》（HJ964-2018），项目涉及 G5、G13、G20 3 个井场，本项目总的土壤评价等级为二级。

本次评价在每个井场内选取三个柱状点（TZ1、TZ2、TZ3）和一个表层点（TB1），在每个井场外选取 2 个表层点（TB2、TB3），以及在 G5 井场外相对未受污染区域布设一个背景点 G5-BJD。具体布点见表 4.10-1、图 4.10-1。

4.10-2 土壤监测布点一览表

井场名称	点位编号	采样深度 (m)	样品编号	评价因子	布点位置
G5	G5-TZ1	0.2	G5-TZ1-1	45 项基本因子+石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	井场内规划油井附近
		1.2	G5-TZ1-2		
	G5-TZ2	0.2	G5-TZ2-1		井场内规划单井集油管线附近
		1.2	G5-TZ2-2		
	G5-TZ3	0.2	G5-TZ3-1		井场内新建储油罐附近
		1.2	G5-TZ3-2		
	G5-TB1	0.2	G5-TB1-1	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	井场内新建两相分离器附近
	G5-TB2	0.2	G5-TB2-1		井场外北侧
G13	G13-TZ1	0.2	G13-TZ1-1	45 项基本因子+石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	井场内规划油井附近
		1.2	G13-TZ1-2		
	G13-TZ2	0.2	G13-TZ2-1		井场内规划单井集油管线附近
		1.2	G13-TZ2-2		
	G13-TZ3	0.2	G13-TZ3-1		井场内新建储油罐附近
		1.2	G13-TZ3-2		
	G13-TB1	0.2	G13-TB1-1	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	井场内新建两相分离器附近
	G13-TB2	0.2	G13-TB2-1		井场外北侧
	G13-TB3	0.2	G13-TB3-1		井场外南侧
G20	G20-TZ1	0.2	G20-TZ1-1	45 项基本因子+石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	井场内规划油井附近
		1.2	G20-TZ1-2		
	G20-TZ2	0.2	G20-TZ2-1		井场内规划单井集油管线附近
		1.2	G20-TZ2-2		
	G20-TZ3	0.2	G20-TZ3-1		井场内新建储油罐附近
		1.2	G20-TZ3-2		
	G20-TB1	0.2	G20-TB1-1	石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	井场内新建两相分离器附近
	G20-TB2	0.2	G20-TB2-1		井场外北侧
	G20-TB3	0.2	G20-TB3-1		井场外南侧

## 4.10.2 评价因子、评价标准及评价方法

### (1) 评价因子

45 项基本因子为《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB36600-2018）中规定的七项重金属（ $\text{Cr}^{6+}$ 、Ni、As、Cu、Hg、Pb、Cd）、苯、甲苯、乙苯、间&对-二甲苯、苯乙烯、邻-二甲苯、1,2-二氯丙烷、氯甲烷、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、二氯甲烷、反-1,2-二氯乙烯、1,1-二氯乙烷、顺-1,2-二氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、四氯化碳、1,2-二氯乙烷、三氯乙烯、1,1,2-三氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷、氯苯、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯、氯仿、2-氯苯酚、萘、苯并(a)蒽、蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽、硝基苯、苯胺

特征因子为：石油烃（ $\text{C}_{10}\text{-C}_{40}$ ）。

各点位的评价因子见表 4.10-2 土壤监测布点一览表。

### (2) 评价标准

《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB36600-2018）中第二类用地的筛选值，作为本项目评价范围内土壤环境评价标准。

表 4.10-4 《建设用地土壤污染风险筛选值和管制值》（单位：mg/kg）

污染物项目	筛选值		管制值	
	第一类用地	第二类用地	第一类用地	第二类用地
六价铬	3	5.7	30	78
铜	2000	18000	8000	36000
镍	150	900	600	2000
砷	20	60	120	140
铅	400	800	800	2500
镉	20	65	47	172
汞	8	38	33	82
石油烃( $\text{C}_{10}\text{-C}_{40}$ )	826	4500	5000	9000
苯	1	4	10	40
甲苯	1200	1200	1200	1200
乙苯	7.2	28	72	280
间&对-二甲苯	163	570	500	570
苯乙烯	1290	1290	1290	1290
邻-二甲苯	222	640	640	640
1,2-二氯丙烷	1	5	5	47



污染物项目	筛选值		管制值	
	第一类用地	第二类用地	第一类用地	第二类用地
氯甲烷	12	37	21	120
氯乙烯	0.12	0.43	1.2	4.3
1,1-二氯乙烯	12	66	40	200
二氯甲烷	94	616	300	2000
反-1,2-二氯乙烯	10	54	31	163
1,1-二氯乙烷	3	9	20	100
顺-1,2-二氯乙烯	66	596	200	2000
1,1,1-三氯乙烷	701	840	840	840
四氯化碳	0.9	2.8	9	36
1,2-二氯乙烷	0.52	5	6	21
三氯乙烯	0.7	2.8	7	20
1,1,2-三氯乙烷	0.6	2.8	5	15
四氯乙烯	11	53	34	183
1,1,1,2-四氯乙烷	2.6	10	26	100
1,1,2,2-四氯乙烷	1.6	6.8	14	50
1,2,3-三氯丙烷	0.05	0.5	0.5	5
氯苯	68	270	200	1000
1,4-二氯苯	5.6	20	56	200
1,2-二氯苯	560	560	560	560
氯仿	0.3	0.9	5	10
2-氯苯酚	250	2256	500	4500
萘	25	70	255	700
苯并(a)蒽	5.5	15	55	151
蒽	490	1293	4900	12900
苯并(b)荧蒽	5.5	15	55	151
苯并(k)荧蒽	55	151	550	1500
苯并(a)芘	0.55	1.5	5.5	15
茚并(1,2,3-cd)芘	5.5	15	55	151
二苯并(a,h)蒽	0.55	1.5	5.5	15
硝基苯	34	76	190	760
苯胺	92	260	211	663

### (3) 评价方法

采用标准指数法进行评价。

其计算公式如下：

$$P_i = C_i / C_0$$

式中：P<sub>i</sub>—i 污染物指数；

$C_i$ —i 污染物实测值, mg/kg;

$C_0$ —i 污染物质量标准, mg/kg。

### 4.10.3 调查结果及评价结果

#### 4.10.3.1 土壤理化性质

项目调查评价范围内土壤均为滨海潮滩盐土。

表 4.10-5: 土壤理化特性调查表

点号		G10	
经度		117.573355	纬度 38.698176
层次		心土层 (0.5m)	底土层 (1.0m)
现场记录	颜色	黄褐色	黄褐色
	结构	碎屑状	块状
	质地	壤土	粉质粘土
	砂砾含量	27.5	1.5
	其他异物	无	无
实验室测定	pH 值	8.42	8.32
	阳离子交换量	119.78mmol/kg	97.33mmol/kg
	氧化还原电位	356mv	330mv
	饱和导水率/ (mm/min)	$8.79 \times 10^{-3}$	$< 4.63 \times 10^{-6}$
	土壤容重/ (g/cm <sup>3</sup> )	1.63	1.36
	孔隙度%	38.39	48.53

#### 4.10.3.2 监测结果

监测结果见下表。

表 4.10-6a 土壤环境监测结果统计表 (mg/kg)

[illegible]



表 4.10-6a 土壤环境质量监测结果统计表 (mg/kg)

检测项目	检测结果																			
	G5-TZ 2-1	G5-TZ 2-2	G5-TZ 3-1	G5-TZ 3-2	G5-TB 1-1	G5-TB 2-1	G1 3-T Z2-1	G1 3-T Z2-2	G1 3-T Z3-1	G1 3-T Z3-2	G1 3-T B1-1	G1 3-T B2-1	G1 3-T B3-1	G2 0-T Z2-1	G2 0-T Z2-2	G2 0-T Z3-1	G2 0-T Z3-2	G2 0-T B1-1	G2 0-T B2-1	G20-TB 3-1
石油烃 (C10-C40)	8	ND	13	23	9	35	9	14	34	8	32	8	ND	35	ND	20	15	37	7	24

#### 4.10.3.3 评价结果

场地内采取的土壤样品中的七项重金属 (Cr<sup>6+</sup>、Ni、As、Cu、Hg、Pb、Cd)、石油烃(C10-C40)、苯、甲苯、乙苯、间&对-二甲苯、苯乙烯、邻-二甲苯、1,2-二氯丙烷、氯甲烷、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、二氯甲烷、反-1,2-二氯乙烯、1,1-二氯乙烷、顺-1,2-二氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、四氯化碳、1,2-二氯乙烷、三氯乙烯、1,1,2-三氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷、氯苯、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯、氯仿、2-氯苯酚、萘、苯并(a)蒽、蒽、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽、硝基苯、苯胺的检测值均小于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(试行)(GB36600-2018)中第二类用地筛选值标准。

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	1	1	1	1	1
24	1	1	1	1	1	1	1	1
25	1	1	1	1	1	1	1	1
26	1	1	1	1	1	1	1	1
27	1	1	1	1	1	1	1	1
28	1	1	1	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1	1	1
31	1	1	1	1	1	1	1	1
32	1	1	1	1	1	1	1	1
33	1	1	1	1	1	1	1	1
34	1	1	1	1	1	1	1	1
35	1	1	1	1	1	1	1	1
36	1	1	1	1	1	1	1	1
37	1	1	1	1	1	1	1	1
38	1	1	1	1	1	1	1	1
39	1	1	1	1	1	1	1	1
40	1	1	1	1	1	1	1	1
41	1	1	1	1	1	1	1	1
42	1	1	1	1	1	1	1	1
43	1	1	1	1	1	1	1	1
44	1	1	1	1	1	1	1	1
45	1	1	1	1	1	1	1	1
46	1	1	1	1	1	1	1	1
47	1	1	1	1	1	1	1	1
48	1	1	1	1	1	1	1	1
49	1	1	1	1	1	1	1	1
50	1	1	1	1	1	1	1	1
51	1	1	1	1	1	1	1	1
52	1	1	1	1	1	1	1	1
53	1	1	1	1	1	1	1	1
54	1	1	1	1	1	1	1	1
55	1	1	1	1	1	1	1	1
56	1	1	1	1	1	1	1	1
57	1	1	1	1	1	1	1	1
58	1	1	1	1	1	1	1	1
59	1	1	1	1	1	1	1	1
60	1	1	1	1	1	1	1	1
61	1	1	1	1	1	1	1	1
62	1	1	1	1	1	1	1	1
63	1	1	1	1	1	1	1	1
64	1	1	1	1	1	1	1	1
65	1	1	1	1	1	1	1	1
66	1	1	1	1	1	1	1	1
67	1	1	1	1	1	1	1	1
68	1	1	1	1	1	1	1	1
69	1	1	1	1	1	1	1	1
70	1	1	1	1	1	1	1	1
71	1	1	1	1	1	1	1	1
72	1	1	1	1	1	1	1	1
73	1	1	1	1	1	1	1	1
74	1	1	1	1	1	1	1	1
75	1	1	1	1	1	1	1	1
76	1	1	1	1	1	1	1	1
77	1	1	1	1	1	1	1	1
78	1	1	1	1	1	1	1	1
79	1	1	1	1	1	1	1	1
80	1	1	1	1	1	1	1	1
81	1	1	1	1	1	1	1	1
82	1	1	1	1	1	1	1	1
83	1	1	1	1	1	1	1	1
84	1	1	1	1	1	1	1	1
85	1	1	1	1	1	1	1	1
86	1	1	1	1	1	1	1	1
87	1	1	1	1	1	1	1	1
88	1	1	1	1	1	1	1	1
89	1	1	1	1	1	1	1	1
90	1	1	1	1	1	1	1	1
91	1	1	1	1	1	1	1	1
92	1	1	1	1	1	1	1	1
93	1	1	1	1	1	1	1	1
94	1	1	1	1	1	1	1	1
95	1	1	1	1	1	1	1	1
96	1	1	1	1	1	1	1	1
97	1	1	1	1	1	1	1	1
98	1	1	1	1	1	1	1	1
99	1	1	1	1	1	1	1	1
100	1	1	1	1	1	1	1	1

[illegible]

## 5 环境影响预测与评价

### 5.1 水文动力和地形地貌环境影响预测与评价

本项目拟建井场位于南港工业区已经形成的填海造陆区内。井场的后续施工不涉及水上施工内容，仅需进行钻前井场地基处理、钻完井作业、建设栏杆围墙及其他陆上设施的建设，工程建设对附近海域的水动力状况和泥沙输移基本无影响。若追述这些井场建设对水文动力环境的影响，应与南港工业区整体填海对水文动力环境的影响合并论述，不再对工程单独成陆的影响进行预测分析。本节内容引用《天津南港工业区围填海项目生态评估报告》（2019 年 3 月）的相关内容，论述南港工业区围填海的水文动力和地形地貌环境影响。

#### 5.1.1 水动力环境影响分析

根据《天津南港工业区围填海项目生态评估报告》（2019 年 3 月）数值预测结果，南港工业区围填海对水文动力环境的影响如下：

##### （1）潮位影响

南港工业区围填海实施后，渤海湾最高潮位略有抬高，最低潮位略有下降，潮位变化总体不超过 0.01m，潮差相应增大约 0.02m，其增幅为 1%。莱州湾潮位变化呈相反趋势，最高潮位略有降低，最低潮位略有升高，湾口潮差减幅为 0.01~0.02m，近岸潮差减幅为 0.04m。南港及周边围填海共同实施后，上述各海域潮位变化趋势相似。渤海湾最高潮位总体抬高约 0.03m，近岸局部区域抬高幅度略大，约 0.05m，最低潮位总体降低约 0.03m。莱州湾海域潮差减小，最高和最低潮位在湾顶附近最大变幅约 0.05m。在渤海其他海域潮位变化不明显。

##### （2）潮流影响

南港工业区围填海实施后，渤海湾涨、落急流场与围填海实施前流场相比，外海流速分布大体一致，仅南港附近流速差异比较明显。南港工业区围填海会使东侧海域流速有所减小，南侧附近海域流速总体有所增大，北侧附近海域流速变化相对较小。

东侧海域，潮流流速以减小为主，流速减小较大区域紧邻东防潮堤。其中涨急时刻流速降幅 0.5m/s、0.1m/s 和 0.05m/s 距离东防潮堤分别约 1.5km、9.1km



和 15km，包络面积分别约 9.5km<sup>2</sup>、145km<sup>2</sup> 和 284km<sup>2</sup>。东侧海域潮流流向总体仍表现为东-西往复走向，仅东防潮堤附近潮流受边界影响而有所偏转。落急和平均流速各变化量分布特征与涨急相似，但覆盖范围均明显减小。

南侧海域，由于东侧海域部分水体汇流，潮流流速以增大为主，流速增加最大区域位于东南角口门附近。涨急时刻流速增幅 0.5m/s、0.1m/s 和 0.05m/s 距离东南角口门分别约 0.6km、4.7km 和 6.3km，包络面积分别约 0.7km<sup>2</sup>、36km<sup>2</sup> 和 81km<sup>2</sup>。落急和平均流速各变化量分布特征与涨急相似，但覆盖范围均明显减小。流向影响方面，南港东南角附近涨落潮流向较围填海实施前存在逆时针旋转，总体呈西南-东北向往复。在南防波堤临近海域，潮流涨落方向更偏向平行于防波堤轴线方向，较围填海实施前略有不同。

对于北侧附近海域，南港工业区围填海实施对其影响总体较小，涨落急流速变化基本不超过 0.05m/s。上述由数学模型计算结果分析得到的南港围填海附近海域潮流场变化特征与实测资料分析结果是一致的。

根据数学模型统计结果，在流速变化 $\pm 0.03\text{m/s}$ 和 $\pm 0.01\text{m/s}$ 等值线附近，南港工业区围填海实施前的涨急流速大致为 0.6~0.65m/s，落急流速大致为 0.45~0.55m/s，流速变化 $\pm 0.03\text{m/s}$ 对应的涨急流速减小百分比不超过 5%，落急流速减小百分比不超过 7%。流速变化 $\pm 0.01\text{m/s}$ 对应的流速减小比例更小，涨急流速减小百分比不超过 2%，落急流速减小百分比不超过 3%。南港围填海 15km 评估范围边界附近流速变化值最大为 $\pm 0.03\text{m/s}$ （东边界），其流速变化影响为 5~7%。

南港工业区围填海及防波堤工程建设后，由于通道口门防波堤的束窄和归顺水流作用，口门处局部流速增大，涨急、落急和平均流速最大增幅分别超过 0.2m/s、0.1m/s 和 0.1m/s。沿通道向独流减河口闸下，流速呈减小变化，通道内涨急、落急和平均流速最大减幅分别超过 0.3m/s、0.1m/s 和 0.1m/s，最大减幅位置位于通道与西港池交汇区域。

### （3）波浪影响

南港工业区围填海实施后，在 NE 向 100 年一遇波浪组合 200 年一遇潮位条件下，由于大港港区航道反射，在离南港口门外约 20km 附近航道北侧波浪增强区域，波高增幅 0.05m，较之南港围填海实施前增强约 1%。南港口门两侧防波堤掩护，波高均在一定范围内发生不同程度衰减。同样，南港南堤外侧受东堤掩护，波浪有不同程度衰减。NE 向 50 年一遇波浪组合极端高潮位条件，南港工业区围填海前后波高变化等值线的分布形态与 100 年一遇波浪场相近，只是变化范

围略有减小。NE 向代表波组合平均海平面条件，因波高相对较小，航道反射形成的波高增强区已不明显，波高变化主要是受建筑物掩护的后方波高有不同程度衰减。

E 向 100 年一遇波浪组合 200 年一遇潮位条件下，由于东堤的反射作用及航道对波浪影响，东堤外侧有明显的波高增大区域，在口门外 15km 附近的航道南侧有局部波高增大区域，增幅约 1%。南港北防波堤与临港经济区之间波浪衰减，波高减小幅度约 2%。南港南堤外侧受建筑物掩护波高发生小幅衰减。E 向 50 年一遇波浪组合极端高潮位条件下，波高变化等值线分布与 100 年一遇波浪的变化形态相近。E 向代表波组合平均海平面条件下，波高衰减区域集中在独流减河口北防波堤外侧海域和南堤外侧，衰减幅度均小于 0.05m。

SE 向 100 年一遇波浪组合 200 年一遇潮位条件下，南港东堤外侧海域受到东堤和航道的反射作用，波高增大 0.05m 的等值线由东堤一直延伸口门以东约 20km 范围。航道北侧与临港经济区之间则波浪衰减，在口门防波堤外侧波高最大减少 0.5m。SE 向 50 年一遇波浪组合极端高潮位条件下，其等值线分布与 100 年一遇波浪的变化结果相近。SE 向代表波组合平均海平面条件下，受围填海区域的遮挡和北防波堤掩护，北防波堤与临港经济区之间波浪衰减，东堤与口内防波堤之间则因局部反射，波高增大。在南港以南海域，波高未见明显变化。

独流减河口通道受防波堤掩护，不同方向波浪在通道内均不同程度减小，防波堤对 E 向波浪的掩护效果相对较弱，故通道内航道两侧滩地波高衰减程度要小于航道挖深部位。南港东南角围海区域留有 2km 口门，受东堤和南堤掩护，不同方向波浪传入东南角后均不同程度衰减，相对而言，南堤内侧沿线和南北向围埝的南段受掩护程度较弱。

#### **(4) 渤海湾纳潮量影响**

南港工业区围填海实施后，南港围填海面积与渤海湾纳潮面积相比减少约 0.79%，相应渤海湾纳潮量减小约 0.03%。南港及周边围填海实施后，随着渤海湾纳潮面积进一步减小（约 2.2%），渤海湾纳潮量减少约 0.21%。

#### **(5) 渤海湾水体交换影响**

南港工业区围填海实施使评估范围内南港东侧和北侧及渤海湾北部海域水体交换能力略有减小，南侧水体交换能力有所增大。评估范围内由于南港围填海的阻水效应，调整了区域局部流态，北侧海域水体交换率减小 3%以内，南侧部分增大 1%以内。南港工业区围填海的实施，从空间上存在调整渤海湾水体南北

分配的趋势，基本不会对湾内整体水体交换能力产生影响。南港及周边围填海实施后，进一步调整了水体在渤海湾内的分配格局，由于纳潮面积与纳潮量的减少，渤海湾整体水体交换能力略呈下降趋势。

#### （6）独流减河口及南港工业区东南角内水体交换影响

南港工业区围填海实施前，独流减河口闸下通道为开敞海域，具有较强的水体交换能力。南港工业区围填海实施后，独流减河口闸下形成较长河口通道，在潮流动力驱动下总体仍具有较好的水体交换能力，与围填海实施前相比有所下降。独流减河口防潮闸不泄流情况下，由于通道内水体仅能由口门纳潮量进行交换，且越靠近通道里侧流速越小，故近口门段水域换水效率较高，西港池南端换水效率较低。通道中部至口门段水域换水 15 天后水体交换率均达到 50%以上，30 天后达到 65%~90%，60 天后达到 80%~90%。西港池口门附近换水 15 天后水体交换率为 15%~30%，30 天后达到 30%~50%，60 天后达 60%~80%。独流减河口闸下换水 30 天后水体交换率约 20%，60 天后可达 50%。西港池南端水体交换能力相对较弱，60 天后水体交换率约 30%。

河口防潮闸下泄一定流量（如  $100\text{m}^3/\text{s}$ ）条件时，可明显改善河口通道水体交换能力。通道换水 15 天后换水率普遍达 60%，30 天后换水率普遍达到 80%，60 天后基本完全交换。西港池南端换水略慢，换水 30 天后换水率达 20%，60 天后换水率达 70%以上，换水效率明显高于不泄流条件。

南港工业区围填海实施后，东南角围海区域水体与外海交换能力较强，换水 5 天后区域内换水率达到 50%，10 天后达到 80%~90%，20 天后区域内水体基本完全交换。

#### （7）本项目对水动力的影响

本项目拟建井场位于南港工业区已经形成的填海造陆区内。井场的后续施工不涉及水上施工内容，仅需进行钻前井场地基处理、钻完井作业、建设栏杆围墙及其他陆上设施的建设，工程建设对附近海域的水动力状况基本无影响。

### 5.1.2 地形地貌及冲淤环境影响分析

根据《天津南港工业区围填海项目生态评估报告》（2019 年 3 月）数值预测结果，南港工业区围填海对地形地貌、冲淤环境的影响如下：

#### （1）南港工业区北侧海域影响

南港工业区围填海实施后，北防波堤北侧海域近岸会出现少量泥沙淤积。围

填海实施 7、10 和 15 年后,近岸平均累计淤积厚度分别约 0.43m、0.56m 和 0.74m,多年累计淤厚超过 0.5m 范围分别约 15.4km<sup>2</sup>、21.7km<sup>2</sup> 和 31.8km<sup>2</sup>,前 7 年、7 至 10 年间和 10 至 15 年间年均淤积速率分别约 0.061m/a、0.043m/a 和 0.036m/a。在临港产业区离岸堤堤头会出现局部冲刷,围填海实施 7、10 和 15 年后,离岸堤堤头最大累计局部冲刷分别约 1.16m、1.33m 和 1.49m,周边海床整体冲刷厚度分别约 0.39m、0.48m 和 0.60m,多年累计冲刷超过 0.5m 范围分别约 15.2km<sup>2</sup>、19.5km<sup>2</sup> 和 25.0km<sup>2</sup>,前 7 年、7 至 10 年间和 10 至 15 年间年均淤积速率分别约 0.056m/a、0.030m/a 和 0.024m/a。总体上,南港北侧海域多年冲淤变化较小,冲淤速率不大并存在逐步减小趋势,岸滩总体稳定。临港产业区离岸堤堤头初期局部冲刷较大,随着时间的推移冲刷速率较快减缓,逐渐趋于稳定。

### (2) 南港工业区东侧海域

南港工业区围填海实施后,在波浪、潮流动力作用下,东侧海域多年冲淤变化不大。南港围填海实施 7、10 和 15 年后,东侧海域平均累计淤积厚度分别约 0.15m、0.19m 和 0.26m,平均累计冲刷厚度分别约 0.16m、0.20m 和 0.27m,多年年均冲淤速率小于 0.02m/a,冲淤幅度相近,冲淤速率不大,总体保持冲淤平衡。随着大港港区港池航道建设和疏浚维护,施工溢流可能会引起南港东侧海域部分淤积。

### (3) 南港工业区南侧海域

南港工业区围填海实施后,在距离南港约 6km 外的南侧海域近岸会出现一些淤积。围填海实施 7、10 和 15 年后,近岸平均累计淤积厚度分别约 0.48m、0.60m 和 0.74m,累计淤厚超过 0.5m 范围分别约 31.8km<sup>2</sup>、47.4km<sup>2</sup> 和 43.8km<sup>2</sup>,前 7 年、7 至 10 年间和 10 至 15 年间年均淤积速率分别约 0.069m/a、0.040 m/a 和 0.028m/a。在子牙新河口近岸三角区,近岸淤积基本集中在取泥坑内,取泥坑 7、10 和 15 年累计淤积量分别约 3039 万 m<sup>3</sup>、4180 万 m<sup>3</sup> 和 5866 万 m<sup>3</sup>,前 7 年、7 至 10 年间和 10 至 15 年间年均淤积速率分别约 434 万 m<sup>3</sup>、380 万 m<sup>3</sup> 和 337 万 m<sup>3</sup>。在取泥坑集沙作用下,子牙新河口及周边海床淤积不大,围填海实施 7、10 和 15 年后子牙新河口近岸三角区平均累计淤积分别约 0.15m、0.19m 和 0.26m,多年年均淤积速率不超过 0.014m/a。总体上,南港围填海南侧海域近岸多年淤积较小,年均淤积速率不大,并且存在逐步减小趋势,岸滩总体稳定。南港南侧取泥坑集沙作用明显,淤积速率随时间推移有所减小,但淤积依然显著,在一段时间内能够减少子牙新河口泥沙淤积,有利于保障河口行洪安全。

#### (4) 东南角围海区域附近海域

南港工业区围填海实施后,东南角附近海域会出现局部冲刷,较大冲刷集中在东南角围海区域口门位置,最大冲刷位于东防潮堤南端。南港围填海实施 7、10 和 15 年后,东防潮堤南端最大累计局部冲刷厚度分别约 3.78m、4.42m 和 5.12m,累计冲刷超过 2m 范围分别约 2.3km<sup>2</sup>、5.6km<sup>2</sup> 和 12.1km<sup>2</sup>,前 7 年、7 至 10 年间和 10 至 15 年间最大年均局部冲刷速率分别约 0.54m/a、0.21m/a 和 0.14m/a。受东南角口门局部冲刷影响,周边海域也存在一些冲刷。围填海实施 7、10 和 15 年后,周边平均冲刷厚度分别约 0.56m、0.74m 和 0.93m,多年累计冲刷超过 0.5m 范围分别约 58.5km<sup>2</sup>、73.4km<sup>2</sup> 和 91.4km<sup>2</sup>,前 7 年、7 至 10 年间和 10 至 15 年间周边海域年均冲刷速率分别约 0.084m/a、0.050m/a 和 0.038m/a。总体上,紧邻南港东南角口门处局部冲刷明显,周边海床受其影响也存在一些冲刷,随着时间的推移,东南角附近各区域冲刷速率较快减小,岸滩逐步趋于稳定。

#### (5) 独流减河口通道

独流减河口形成较长通道后,内部成为弱动力环境区域,在波浪、潮流动力作用下通道内会有一些淤积。独流减河口闸下行洪通道结合大港港区港池航道建设后,有助于维护通道水深条件,有利于保障独流减河口行洪安全。

#### (6) 东南角围海区域内部

东南角围海区域形成后,该区域与外界连通,泥沙进入东南角形成了内部淤积。东南角形成约 7、10 和 15 年,内部淤积量分别约 1596 万方、2114 万方和 2849 万方,前 7 年、7 至 10 年间和 10 至 15 年间年均淤积量分别约 228 万方/a、173 万方/a 和 143 万方/a,淤积速率逐步减小。

#### (7) 本项目地形地貌的影响

本项目拟建井场位于南港工业区已经形成的填海造陆区内。井场的后续施工不涉及水上施工内容,仅需进行钻前井场地基处理、钻完井作业、建设栏杆围墙及其他陆上设施的建设,工程建设对附近海域的地形地貌和泥沙输移基本无影响。

## 5.2 海水水质环境影响预测与评价

### 5.2.1 悬浮泥沙对海水水质影响

本工程位于南港工业区围填海项目已成陆地区。井场的后续施工不涉及水上施工内容，仅需进行钻前井场地基处理、钻完井作业、建设栏杆围墙及其他陆上设施的建设，因此，工程建设不会产生悬浮泥沙。

### 5.2.2 钻井废水对海水水质的影响

钻井废水主要由洗井水、钻具冲洗水及起下钻时的泥浆流失物、泥浆循环系统的渗透物等组成，是泥浆等物质被水高倍稀释的产物，根据历史开发经验，钻井废水产生量约为  $30\text{m}^3$ /单井。钻井废水在泥浆罐内暂存，与废弃钻井泥浆和钻井岩屑一并拉运至废弃泥浆处理厂处理，不外排。施工期钻井废水不会对周围水体造成不良影响。

### 5.2.3 施工其他污水对海水水质的影响

本项目拟建井场位于南港工业区已经形成的填海造陆区内。井场的后续施工不涉及水上施工内容，仅需进行钻前井场地基处理、钻完井作业、建设栏杆围墙及其他陆上设施的建设。施工期间产生的钻井机械冲洗废水经井场上的地面管沟排到废水池中，部分可以用于配制钻井液或冲洗钻台。施工期生活污水由钻井队统一收集处理。因此，施工期产生的污水均不外排，不会对周围海水水质产生影响。

### 5.2.4 运营期对海水水质的影响

项目运营期，水环境影响因素主要包括含油生产水、初期雨水、井下作业废水等。其中，含油生产水经处理达到回注标准后回注油层。初期雨水由井场内的雨水收集池进行收集后装车外运处理。井下作业废水主要采用双管循环洗井流程、洗井水车罐装贮存，作业结束后拉运至港东联合站西北侧废弃钻井泥浆与井下作业废液处理站处理。因此，项目运营期产生的污水均不外排，不会对周围海水水质产生显著影响。

## 5.3 沉积物环境影响分析

拟建工程位于天津市南港工业区已填海造地范围内，工程所在区属于成陆区。井场建设过程中拟建工程井场建设均在井场范围内，不会引起周围环境沉积物环境的变化。施工期间所产生的钻屑、泥浆、含油污泥、含油工业垃圾由天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司接收处理，均不外排。此外营运期井场不设置固定工作人员，无生活垃圾产生。运营期间产生的含油工业垃圾由天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司接收处理，生活垃圾运往当地环卫部门处理，均不外排。因此不会对周围海域沉积物环境造成不良影响。

## 5.4 海洋生态环境影响分析与评价

### 5.4.1 施工期生态环境影响分析与评价

拟建工程位于天津市南港工业区已填海造地范围内，工程所在区属于成陆区。井场建设过程中拟建工程井场建设均在井场范围内，不会对海洋生态环境造成影响。

本工程占用南港工业区已填海造地，因此本报告引用《天津南港工业区围填海项目生态评估报告》（2019 年 3 月）中填海造地对海洋生物生态的影响结果。

项目围填海占用较大面积的浅海水域，并将其永久改变为陆地，失去了海洋属性，占有海域的海洋生物特别是底栖生物、渔业资源的损失是显而易见的，应该根据项目占用海域进行详细的损失计算。

《围填海项目生态评估技术指南（试行）》指出，“围填海项目生态损害评估对象主要包括潮间带生物资源、底栖生物资源、渔业资源等海洋生物资源，其损害价值量计算方法可参考《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）。集中连片或相邻的围填海项目开展整体生态评估的，需计算单个项目的海洋生态损害价值，一般按照面积比例折算。”

本工程位于南港工业区，南港工业区整体围填海已编制了《天津南港工业区围填海项目生态评估报告》。该报告依据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）对南港工业区整体围填海对鱼卵、仔稚鱼、游泳生物、底栖生物和潮间带生物的损失量及价值评估进行了计算。南港工业区围填海渔业资源损失估算结果为：渔业资源损失经济价值约为：鱼卵仔稚鱼 39014.5 万元，游泳动物 2163.2 万元，底栖生物 30323.3 万元，潮间带生物 12429.4 万元，

共计 83930.4 万元。

南港工业区围填海占用的海域面积为 9671.76hm<sup>2</sup>，其中本工程占用的海域面积为 14.1907 hm<sup>2</sup>，本工程面积占南港围填海面积的比例为 0.147%。因此，本工程的渔业资源损失经济价值按该比例进行折算，折算结果为：鱼卵仔稚鱼 57.35 万元，游泳动物 3.18 万元，底栖生物 44.57 万元，潮间带生物 18.27 万元，共计 123.37 万元。

其次，围填海建设对周边海域的生物生态也有一定的影响。工程所在海域叶绿素 a 含量在围填海施工期内有所下降，后逐渐回升；浮游植物、浮游动物和底栖生物多样性指数较为稳定，填海前后变化不大。其历史监测结果与天津近岸海域浮游植物分布的一般规律基本一致。围填海对该区域海洋生物生态影响有限。

春季潮间带的生物量对比反映出围填海建设期间对潮间生物存在一定影响，但是随着围填海建设的结束，潮间带生物又得到恢复。

整体分析认为南港工业区围填海建设期间对鱼卵仔稚鱼的密度产生了一定的影响，但随着工程建设的结束，又有所恢复。南港工业区围填海建设对于邻近海域渔业资源的影响主要体现在对于生物生存环境的占用以及施工期间对游泳生物的影响。工程建设造成生物种类数量的降低，但随着工程建设的结束，生物种类得到恢复；工程建设也造成了游泳生物资源密度的降低，但波动不大。

## 5.4.2 运营期生态环境影响分析与评价

运营期间，井场配套设施完善，可以满足产能需要。生产过程中含油生产水、井下废水等均直接使用罐车拉运至马西联合站处理，固体废物定期清运，均不外排。项目运营期对海洋生态环境产生影响较小。

## 5.5 地下水和土壤环境影响预测评价

### 5.5.1 地下水环境影响预测评价

#### 5.5.1.1 预测时间

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）第 9.3 节要求，地下水环境影响评价预测时段应选取可能产生地下水污染的关键时段，至少包括污染发生后 100d、1000d，服务年限或能反应特征因子迁移规律的其他重要的时间节点。本项目选取的预测时间为运营期，分别设置 100d、1000d、10 年和 30



年（满足新建单井集油管线寿命）四个不同模拟周期。

### 5.5.1.2 预测范围

根据工程分析可知，每个井场上新建 8 口油井均按照丛式井进行布置，井间距 6m，单井产液物经集油阀组后进入两相分离器进行油气分离，天然气进天然气压缩回收装置，经压缩后拉运至 LNG 处理站，分离后的产出液进储油罐定期拉运至马西联合站处理。集油阀组和两相分离器均位于地面以上，一旦发生泄漏易于及时发现并进行处理。而单井管线与新建采油井连接部分由于埋于地下，若因腐蚀、老化或其他原因使污染物发生泄漏，由于不易及时发现致使污染物泄漏直接进入含水层中，从而污染潜水含水层。故本次预测点位为新建单井管线与新建油井连接处。

由于三个井场地面开发方案相同，G20 井场面积最大，且靠近海域，更具有代表性，因此本次评价选取 G20 井场进行预测分析。

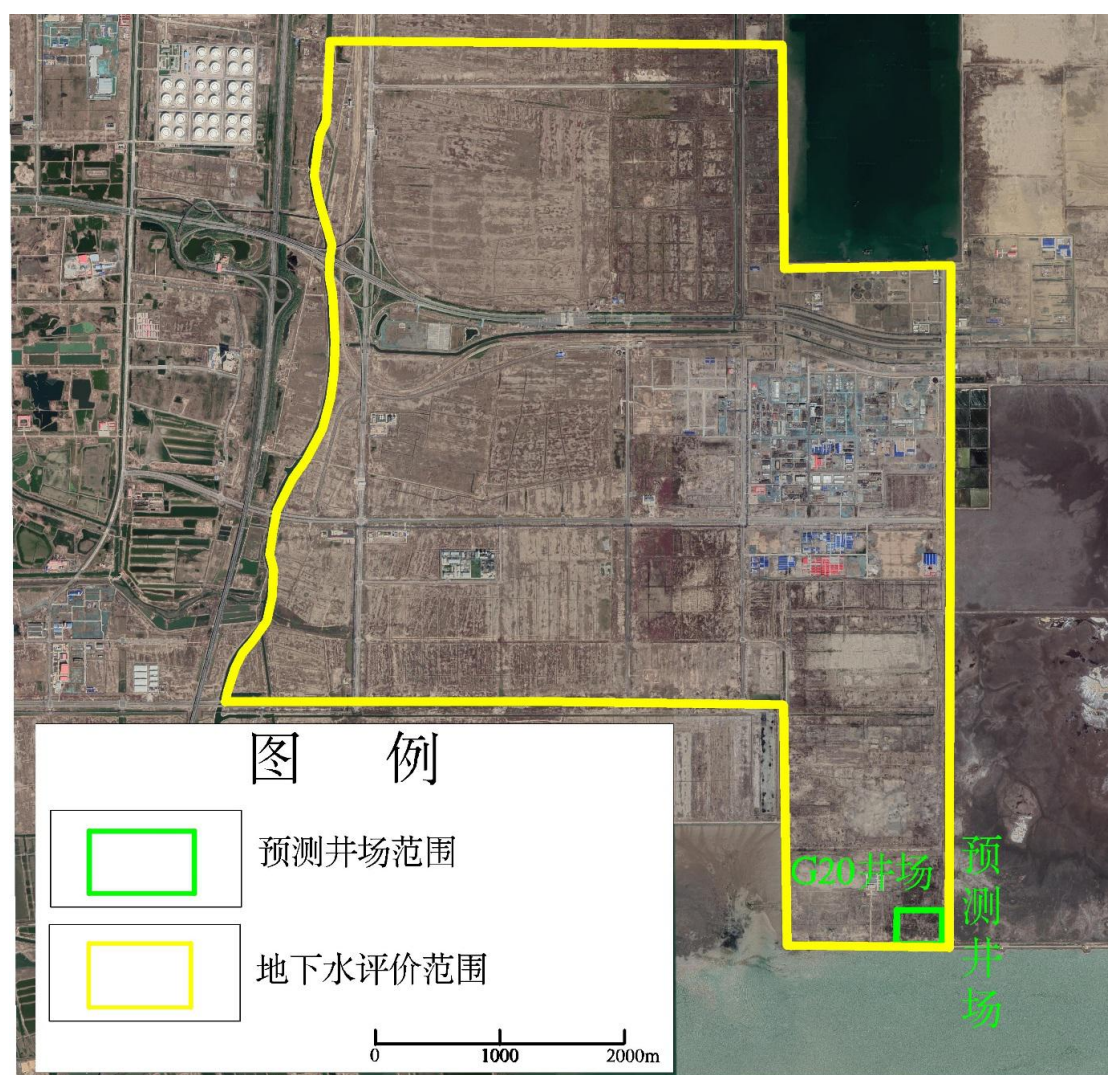


图 5.5-1 G20 井场位置分布示意图

### 5.5.1.3 预测因子及标准

本次预测选择钻井采出水主要污染因子进行分析，其选择因子为石油类指标进行预测评价。石油密度比水轻，进入含水层后集中于含水层顶部，在地下水中不断溶解，溶解于水中的石油近似作为石油类污染物，随着地下水对流和弥散作用在含水层中持续扩散，对含水层产生污染影响。石油可溶于多种有机溶剂，难溶于水，但可与水形成乳状液；石油的化学元素主要是碳（83%~87%）、氢（11%~14%），其余为硫（0.06%~0.8%）、氮（0.02%~1.7%）、氧（0.08%~1.82%）及微量金属元素（镍、钒、铁等）。由碳和氢化合形成的烃类物质构成石油的主要组成部分，约占 95%~99%，根据相关研究表明，碳氢化合物在水中的溶解度随分子量的增大而降低，分子量较小的石油产品，如商业汽油，其溶解性达到 20~80mg/L。在本次工作中按照危害最大化取值，在非正常状况下，溶解后的石油类作为含水层的主要污染物，溶解度取值为 100mg/L。（引用自《拜城盆地北部洪积扇砂砾石包气带石油类和 CODMn 的运移分析》）。

在地下水预测部分，由于《地下水质量标准》（GB/T14848-93）中没有石油类评价标准，因此采用《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）中的Ⅲ类标准作为界定污染物超标范围的标准。

### 5.5.1.4 污染途径

本项目场地地下赋存第四系松散岩类孔隙水，根据水文地质条件，项目场地潜水含水层下的隔水底板，主要岩性以⑧1 粉质黏土为主，揭露厚度约 2.7m 左右，根据勘察资料，该隔水层垂向渗透系数  $K_v$  约为  $3.0 \times 10^{-7} \text{m/s}$ ，隔水底板的粉质黏土层为相对不透水岩土层，在场地内能较好的隔断与下部水体的水力联系。因此项目不会发生浅层地下水越流污染深层地下水的情况，因此不会发生越流型污染的现象。

本项目施工期间的废水污染源主要为废弃钻井液、洗井废水以及生活污水。钻屑储存在岩屑箱内，随后运往大港油田原油运销公司废弃泥浆处理厂进行处理；废弃钻井液和洗井废水在井场设置的废弃泥浆罐内暂存，收集后拉运至马西联合站处理。岩屑箱和泥浆罐均为抗腐蚀、防渗漏的金属罐，且离地架空放置，罐下铺设 HDPE 土工膜，一旦发生渗漏，能在第一时间发现并及时处理。渗漏出的泥浆由于 HDPE 土工膜的防渗作用，不会入渗到地下水环境中。施工期环

境影响是暂时的，施工结束后受影响的环境因素可恢复到现状水平，本项目施工期对地下水环境影响微弱，故不对施工期进行地下水预测分析。

因此本项目主要对运营期单井管线与新建油井连接部分采出液泄漏导致石油类污染物入渗对地下水环境产生一定影响的情况进行预测。

运营期的含油生产水先暂存在泥浆罐内，后拉至马西联合站处理合格后全部回注其他井场，不外排；运营期的洗井修井废水的产生是临时性的，暂存在泥浆罐内作业结束后拉运至马西联合站处理；由于泥浆罐为抗腐蚀、防渗漏的金属材质，且离地架空放置，罐下铺设 HDPE 土工膜，一旦发生渗漏，能在第一时间发现并及时处理，故不对泥浆罐进行地下水预测。运营期的初期雨水量合计 3.6m<sup>3</sup>，水量很小，其内污染物浓度低。在初期雨水池满足《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T50943-2013）相关防渗基础上，不再对雨水池进行地下水预测。

故本次主要对单井管线与新建油井连接部分发生泄露的情形进行预测。

#### 5.5.1.5 地下水预测情景设定

依据《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）要求本项目对地下水环境的影响应从正常状况、非正常状况两种情形进行模拟预测。

（1）在正常状况下，单井管线与新建油井连接部分防渗性能符合《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016），污染物从源头到末端均得到有效控制，污染物不会入渗到地下水含水层，按照《环境影响评价技术导则地下水环境》（HJ610-2016）相关要求不再对正常状况下的地下水影响进行预测。

（2）在非正常状况下，井场内新建单井管线采用埋地设置，埋深约 1.2m。若单井管线与新建油井连接部分由于腐蚀、老化或其他原因使污染物发生泄漏，由于管线连接处埋于地下若发生泄漏不易发现，致使污染物泄漏直接进入含水层中，从而污染潜水含水层。此外，由于项目建设或地质环境问题，可能出现因基础不均匀沉降等原因，管道连接处因相对位移造成防渗失效，污染物渗入地下。本次预测地下水污染源假定管线连接处内污染物直接进入含水层，从而对污染物在含水层中迁移转化进行模拟计算。

#### 5.5.1.6 污染源强设定

在运营期地下单井管线泄漏的情景模式下，污染源强设计为管道的漏模式。本项目单井管线内径 DN68mm，材质为 20#碳钢无缝钢管，参考《给排水管道工程施工及验收规范》（GB50268-2008）中关于水压试验验收的要求，内径

100mm 钢管水压试验验收标准为 0.28L/min.km，本次计算即使用此参数。项目  
在非正常状况下，假设管道内的渗漏速率为标准中允许量的 10 倍，因此入渗量  
为 2.8L/min.km。每个井场中单井管线总长度为 400m，假设最靠近东边（地下水  
下游方向）的油井与单井管线连接处有泄露，连接处假设按照 1m 计算，则输油  
管道的渗漏速率为 0.168L/h。石油类溶解度取值为 100mg/L。则每天的泄露量为：

$$W=0.168\text{L/h}\times 24\text{h}\times 100\text{mg/L}=403.2\text{mg}$$

### 5.5.1.7 地下水系统模型建立

#### （1）概念模型和计算范围

从工作区区域地形地貌特征、水文特征、地质条件、水文地质条件和周围的  
地下水环境保护目标等综合因素考虑，可以将埋深 0~30m 地层概化为 3 层：潜  
水含水层、相对隔水层、微承压含水层。本次评价工作范围即为模型计算范围，  
约 27.57km<sup>2</sup>，模型计算深度约 30m。模拟范围见上图。

考虑到潜水含水层水位埋深不大，当项目运转处于非正常状况时，含有污染  
物极可能沿着孔隙以捷径式入渗的方式快速进入含水层从而随地下水流进行迁  
移。因此，本次污染物模拟计算，受到资料的限制，模拟过程未考虑污染物在含  
水层中的吸附、挥发、生物化学反应，模型中各项参数予以保守性考虑。这样选  
择的理由是：①从保守性角度考虑，假设污染物在运移中不与含水层介质发生反  
应，可以被认为是保守型污染质，只按保守型污染质来计算，即只考虑运移过程  
中的对流、弥散作用，在国际上有很多用保守型污染质作为模拟因子的环境质量  
评价的成功实例；②保守型考虑符合工程设计思想。

#### （2）边界条件

水平边界：模型东侧靠海，西侧为河流，作为定水头边界；其他地区根据工  
作区水位观测点的水位资料经过克里金插值后，扩展到模型边界上，作为通用水  
头边界条件。

垂向边界：根据场地水文地质条件，潜水主要补给源来自大气降水。排泄方  
式主要是蒸发排泄和侧向径流排泄，并对下伏微承压地下水有一定的越流排泄。  
故模型区上边界以潜水含水层自由水面为界，微承压含水层底板作为模型下边  
界。

根据这些特征，将场地研究区概化为具有稳定的空间结构，三维地下水连续  
非均质各向异性的模型。

### (3) 源汇项处理和确定

由水文地质条件可知，模拟区地下水的主要补给项有：大气降雨入渗、边界流入等；地下水的主要排泄项为：侧向径流排泄和自然蒸发。

大气降水入渗补给量：降雨入渗量是研究区地下水系统最主要的补给量。入渗量主要受降雨量、地表岩性、水位埋深、地形地貌等条件影响。根据前人工作成果和本次调查，模拟区大气降水入渗系数值 确定为 0.05~0.08；收集了项目区多年平均大气降水量为 593.6mm，因此，研究区大气降水入渗补给地下水量为：

$$Q = \alpha PF10^{-3} / 365$$

式中：Q-降雨入渗补给量，m<sup>3</sup>/d， $\alpha$ -降雨入渗系数；P-降雨量，mm/a；F-计算区面积，m<sup>2</sup>。

②侧向流入量：根据钻孔数据和实地踏勘调查结果，侧向流入量根据含水层渗透系数、厚度和水力梯度通过达西定律计算得到：

$$Q_c = K \cdot M \cdot B \cdot I$$

式中：Q<sub>c</sub>-含水层的侧向流入流出量（m<sup>3</sup>/d）；K-边界附近含水层的渗透系数（m<sup>3</sup>/d）；M-含水层的厚度（m）；B-边界的长度（m）；I-边界附近的地下水水力梯度，可从地下水等值线图上量出。

③蒸发量：根据相关资料，地下水蒸发作用的极限深度为 4 米，项目区年平均蒸发量约为 1777.7mm。利用阿维扬诺夫的线性公式计算地下水蒸散发量：

$$E_g = \begin{cases} 0 & h_s - h \geq 4m \\ E_0 \left( 1 - \frac{h_s - h}{\Delta} \right)^\alpha & 0 < h_s - h \leq 4m \\ E_0 & h_s - h \leq 0m \end{cases}$$

式中：E<sub>g</sub>-地下水蒸散发强度（mm/d）；E<sub>0</sub>-水面蒸发潜力（mm/d）；h<sub>s</sub>-地面标高；h-潜水位标高；Δ-地下水蒸发极限深度，

### (4) 地下水数学模型

根据研究区的水文地质概念模型，建立数学模型。地下水的运动可由以下控制方程和相应的边界和初始条件如下：

控制方程：

$$\mu_s \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( K_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) + W$$

式中：μ<sub>s</sub>为贮水率（1/m），W为源汇项（1/d），K<sub>x</sub>，K<sub>y</sub>，K<sub>z</sub>为x，y，z

方向上的渗透系数 (m/d),  $h$  为地下水水位 (m),  $t$  为时间。

初始条件:

$$h(x, y, z, t) = h_0(x, y, z) \quad (x, y, z) \in \Omega, t = 0$$

式中,  $h_0(x, y, z)$  为已知水位分布,  $\Omega$  为模型模拟区。

边界条件:

第一类边界条件

$$h(x, y, z, t)|_{\Gamma_1} = h(x, y, z, t) \quad (x, y, z) \in \Gamma_1, t \geq 0$$

式中,  $\Gamma_1$  为第一类边界,  $h(x, y, z, t)$  为第一类边界上的已知水位。

第二类边界条件

$$k \frac{\partial h}{\partial n}|_{\Gamma_2} = Q$$

式中,  $\Gamma_2$  为第二类边界。

#### (5) 软件选择和网格剖分

本次模拟计算选择 GMS 软件包中的 Modflow 模型模块对本次评价区地下水流进行模拟, 并采用该软件中的 MT3D 模块进行三维溶质运移模拟。

GMS 软件是由美国 Aquaveo 公司在综合已有地下水模型的基础上而开发的可视化三维地下水模拟软件包。由于 GMS 软件具有良好的使用界面, 强大的前处理、后处理功能及优良的三维可视效果, 目前成为国际上最通用的地下水模拟软件。GMS 软件模块多, 功能全, 几乎可以用来模拟与地下水相关的所有水流和溶质运移问题。

本次模型范围面积约 29.6km<sup>2</sup>, 使用模拟软件中的 modflow 模块对水流进行模拟, 采用有限差分法, 平面上进行矩形剖分, 剖分网格大小为 1~20m, 污染点源附近网格大小为 1m×1m, 远离污染点源网格大小为 20m, 平面共剖分 85682 个网格, 垂向上共 3 层, 总计 257046 个网格。模型网格剖分见图所示。



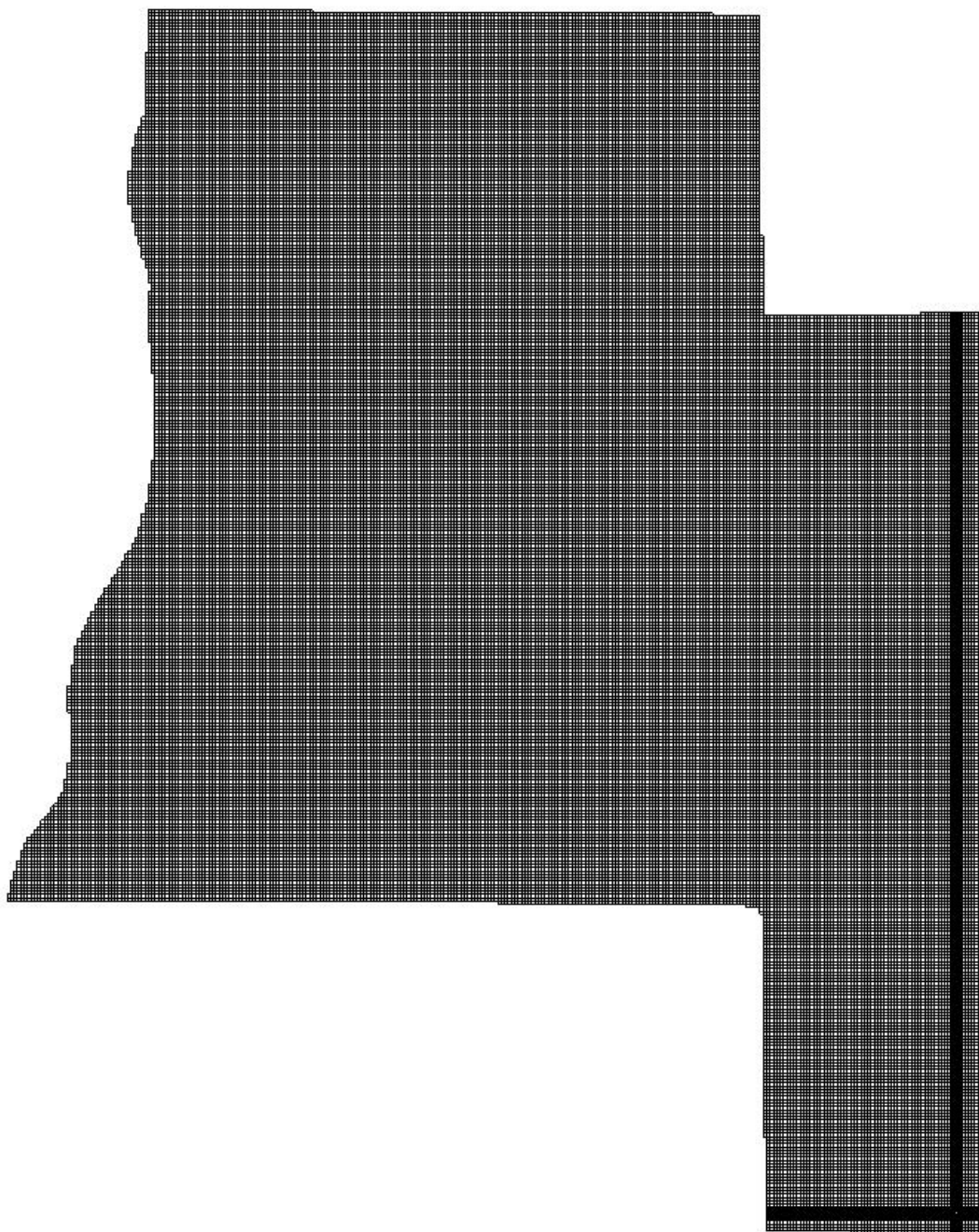


图 5.5-2 模型网格剖分示意图

(6) 水文地质参数给定

本次模拟中，结合场地地层岩性以及经验数据，根据本次抽水试验得到的水文地质参数结果，对模型参数的进行初始赋值。潜水含水层参数采用本次抽水试验获得参数进行克里金插值，相对隔水层和微承压含水层的参数采用区域资料给定。模型初始水文地质参数取值见下表。

表 5.5-1 模型中主要水文地质参数

模型 分层	名称	水平渗透系数 (m/d)	垂直渗透系 数 (m/d)	给水度或 贮水率	有效孔隙度	纵向弥散度 (m)
1	潜水含水层	0.08~0.13	0.008~0.013	0.04-0.07	0.04-0.08	5
2	相对隔水层	0.01	0.001	0.00001	0.06	1
3	微承压含水层	1.5	0.15	0.00006	0.25~0.35	10

#### 5.5.1.8 模型识别验证

地下水模型的主要工作在于模型的识别和验证,通过模型的识别和验证,使模型达到所需的精度的情况下进行模型的模拟预测。其校正主要遵循以下原则:

①模拟的地下水流场要与实际地下水流场基本一致,即要求地下水模拟等值线与实测地下水位等值线吻合,模拟流场可以客观反映地下水流动的趋势;②识别的水文地质参数要符合实际水文地质条件。根据以上原则,对模型进行识别,先给出各个参数的范围值,采用自动和手动相结合的方法,通过实际水位和计算水位的拟合分析判断,如果计算水位与实测水位相差大,则根据参数的变化范围和实际水位差值,再试给另一组参数,直至二者拟合较好为止。

本次评价仅收集了模拟区一期(2019年8月)的水位等值线,以期通过模拟区的水位等值线进行模型的拟合验证。由于项目区地下水水位埋藏深度较浅,地下水水位变幅较小,本次评价采用稳定流模型进行模型的识别验证,模拟预测采用非稳定流模型。本次模型的模拟水位和实际水位的拟合情况如图 5.5-3 所示,潜水含水层分区及参数校正结果见图 5.5-4 和表 5.5-2 所示。



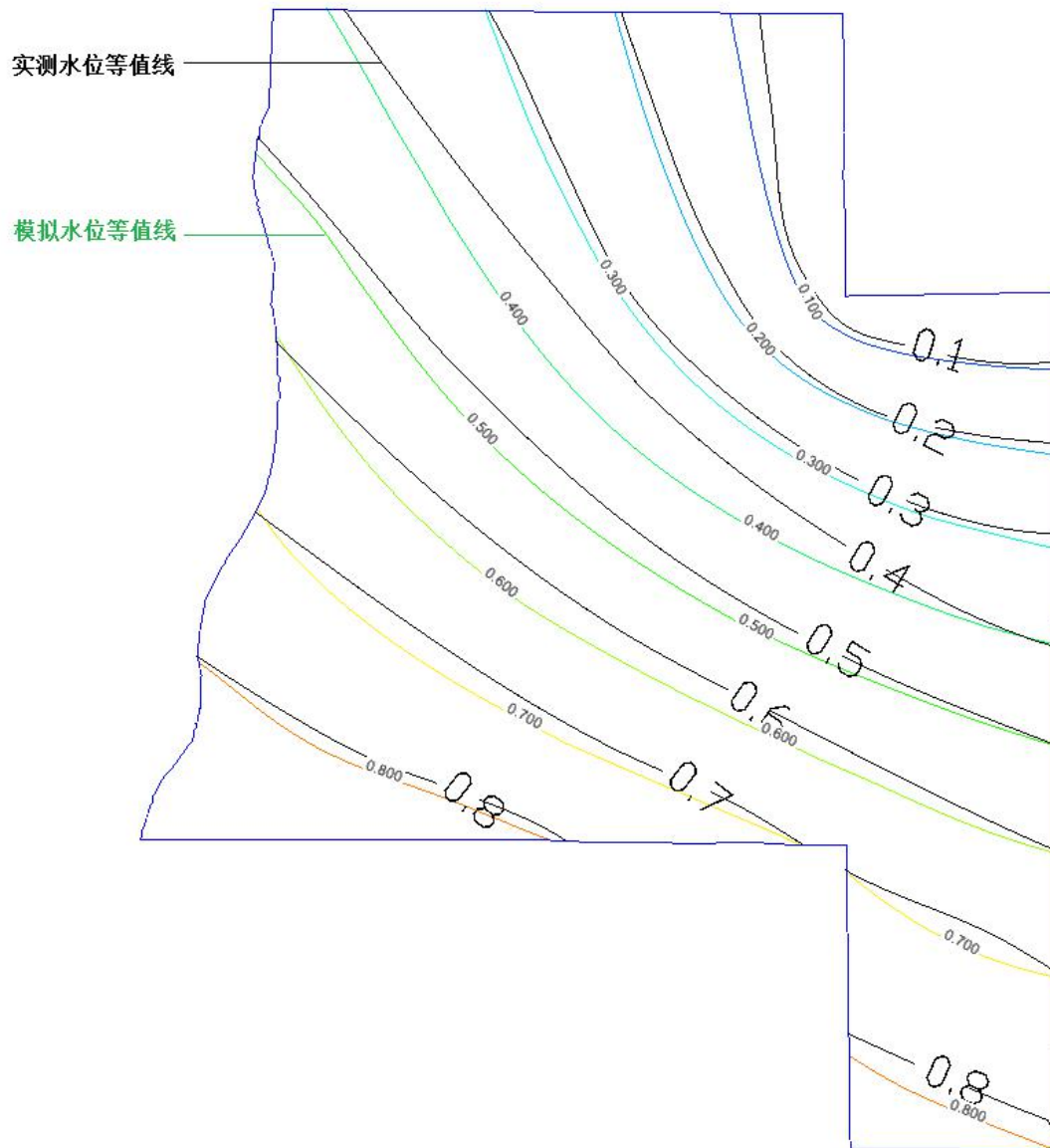


图 5.5-3 模型潜水含水层水位等值线拟合图

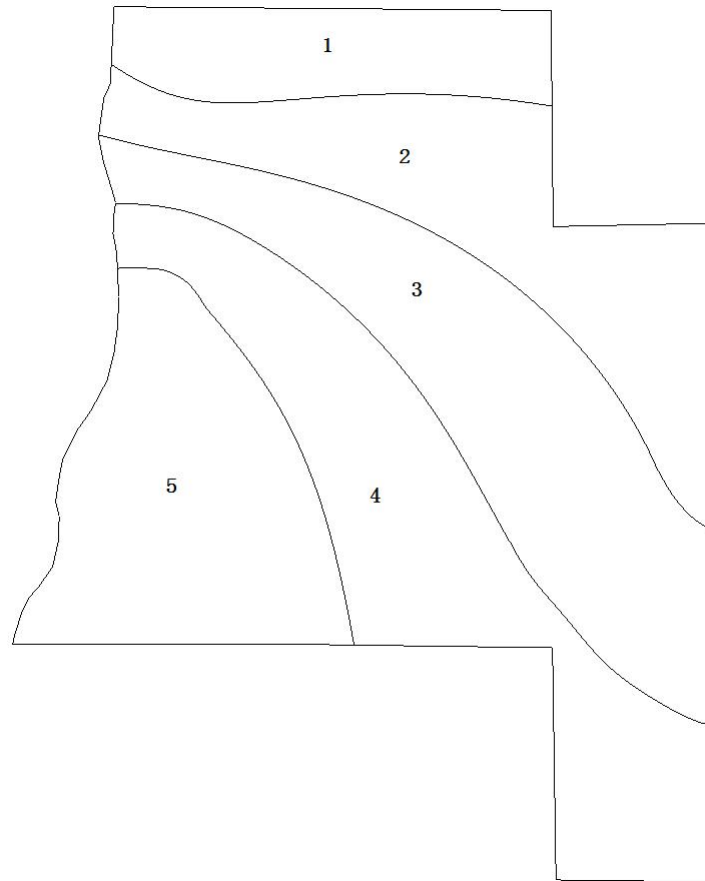


图 5.5-4 评价区潜水含水层水文地质参数分区图（结合表 5.1-2 获取各分区参数）

表 5.5-2 潜水含水层参数校正结果表

分区	水平渗透系数(m/d)	垂直渗透系数 (m/d)	给水度	有效孔隙度
1	0.12	0.012	0.06	0.07
2	0.11	0.011	0.05	0.06
3	0.1	0.01	0.06	0.07
4	0.09	0.009	0.05	0.06
5	0.08	0.008	0.04	0.05

#### 5.5.1.9 地下水污染物运移的模拟与预测

##### (1) 地下水溶质运移数学模型

为了预测污染物在地下水中的运移，建立如下地下水溶质运移的数学模型。

控制方程：

$$R\theta \frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_i} \left( \theta D_{ij} \frac{\partial C}{\partial x_{ij}} \right) - \frac{\partial}{\partial x_j} (\theta v_i C) - WC_s - WC - \lambda \theta C - \lambda \rho_b \bar{C}$$

式中：R 为迟滞系数； $\rho_b$  为土壤的容重（mg/l）； $\theta$  为土壤孔隙率；C 为

组分浓度 (mg/L);  $\bar{C}$  为土壤颗粒骨架吸附的溶质浓度 (mg/L);  $D_{ij}$  为弥散系数 ( $\text{m}^2/\text{d}$ );  $v_i$  为地下水速度张量;  $W$  为水流的源汇项,  $\lambda_1$  和  $\lambda_2$  分别为溶解相和吸附相的反应速率。

初始条件:

$$C(x, y, z, t_0) = 0 \quad (x, y, z) \in \Omega$$

边界条件:

$$\theta D_{tj} \frac{\partial C}{\partial x_{ij}} |_{\Gamma} = Q$$

式中,  $\Gamma$  为模拟区域边界。

本次研究采用 GMS 软件地下水溶质运移模块 MT3DMS。

MT3D 是模块化的三维运移模型 (Modular 3-Dimensional Transport Model) 的简称, 它是 C.Zheng (郑春苗) 在美国环境保护署 (U.S. Environmental Protection Agency, USEPA) 资助下开发, 并于 1990 年发布的一个用于地下水中污染物运移的实际应用模拟软件。该软件一经发布就逐渐受到国外水文地质工作者的推广应用。1998 年, C.Zheng 和 P. Wang 在 MT3D 的基础上开发出第二代模拟软件—MT3DMS。它增加和丰富了 MT3D 软件中原有的求解子程序包, 能够在保证质量守恒的同时尽可能减小数值弥散和人工振荡引起的误差。

污染物在地下水中的运移转化过程是极其复杂的, 不仅有对流、弥散作用, 而且可能有离子交换、化学反应、微生物降解等化学和生物化学作用, 在不同的环境下这些作用的方向和强度又有很大不同。根据环境影响评价风险最大化原则, 本次模拟不考虑污染物迁移过程中的吸附、化学反应和生物降解等作用, 只考虑对流弥散作用对污染物运移的影响。

弥散参数是建立地下水溶质运移模型中较难确定的参数。弥散系数与孔隙的平均流速呈线性关系, 其比值为弥散度, 在模型中流速是自动计算的, 溶质运移模型需要给定纵向弥散度, 横向弥散度为纵向弥散度的十分之一。

本次评价纵向弥散度根据前人的研究成果和一些类似水文地质条件的模拟结果确定, 潜水含水层纵向弥散度取 5m。

## (2) 污染物在地下水中的运移预测

根据本次预测结果, 输油管道发生渗漏后, 石油类对地下水的影响情况如表 5.5-3 所示, 污染范围如图 5.5-5~5.5-8 所示。

表 5.5-3 预测结果表

预测时间	污染迁移距离(m)	污染范围（m <sup>2</sup> ）
100 天	2.5	13.3
1000 天	5.3	75.7
10 年	9.3	244
30 年	15.9	678

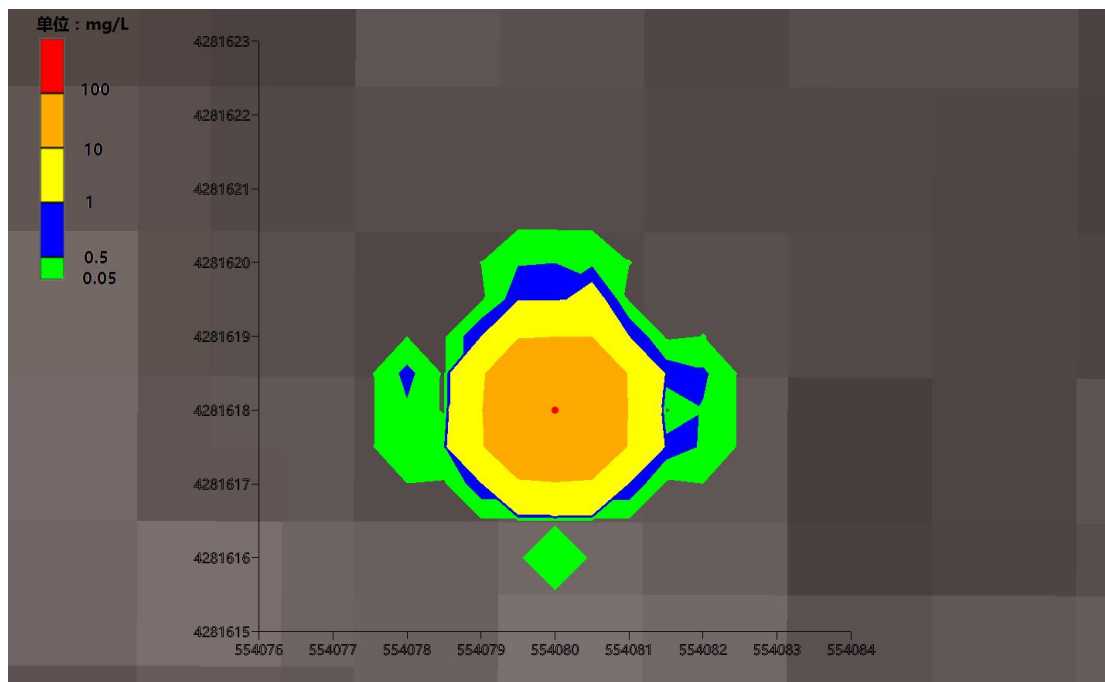


图 5.5-5 100 天污染物迁移范围图

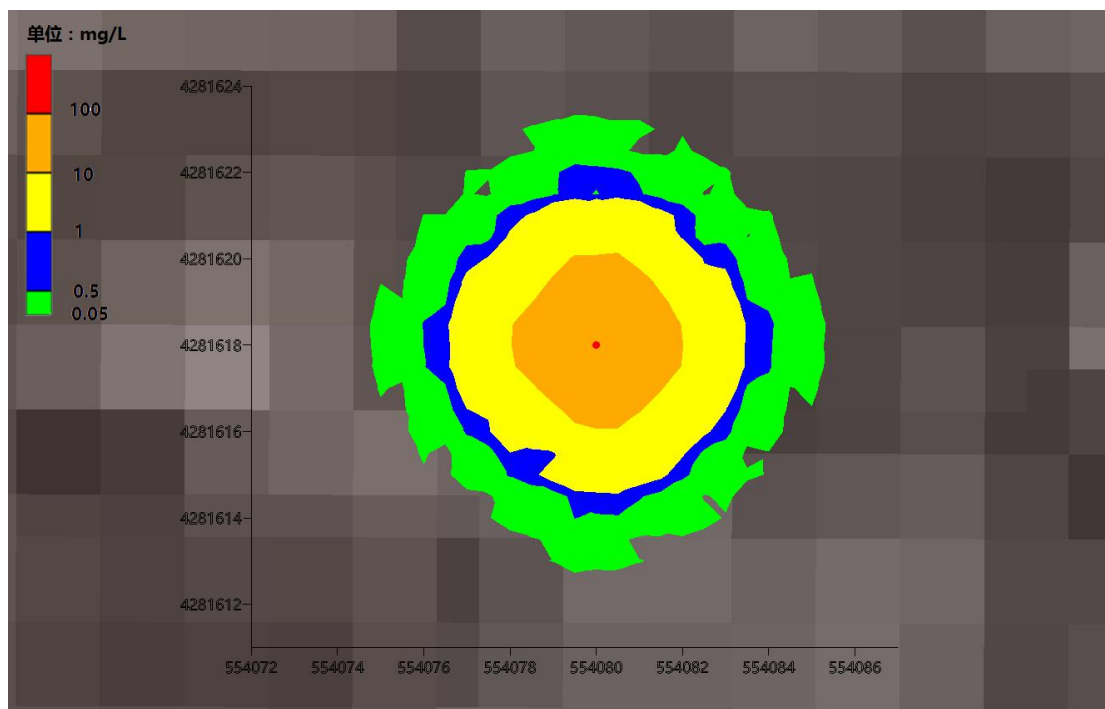


图 5.5-6 1000 天污染物迁移范围图

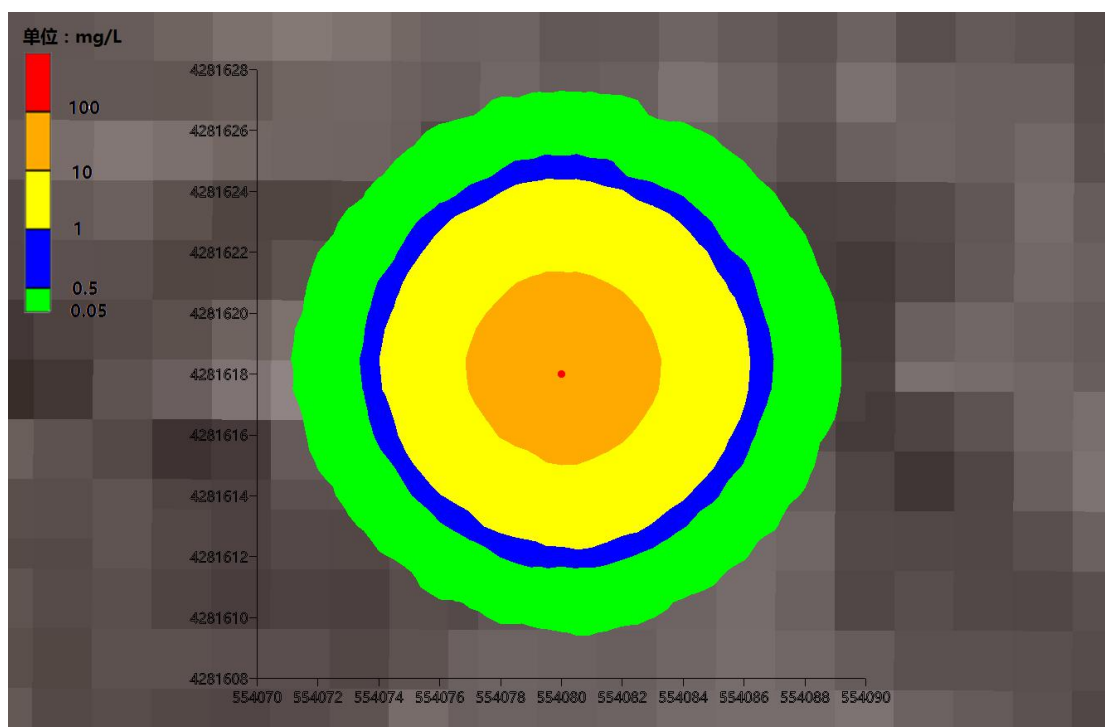


图 5.5-7 10 年污染物迁移范围图

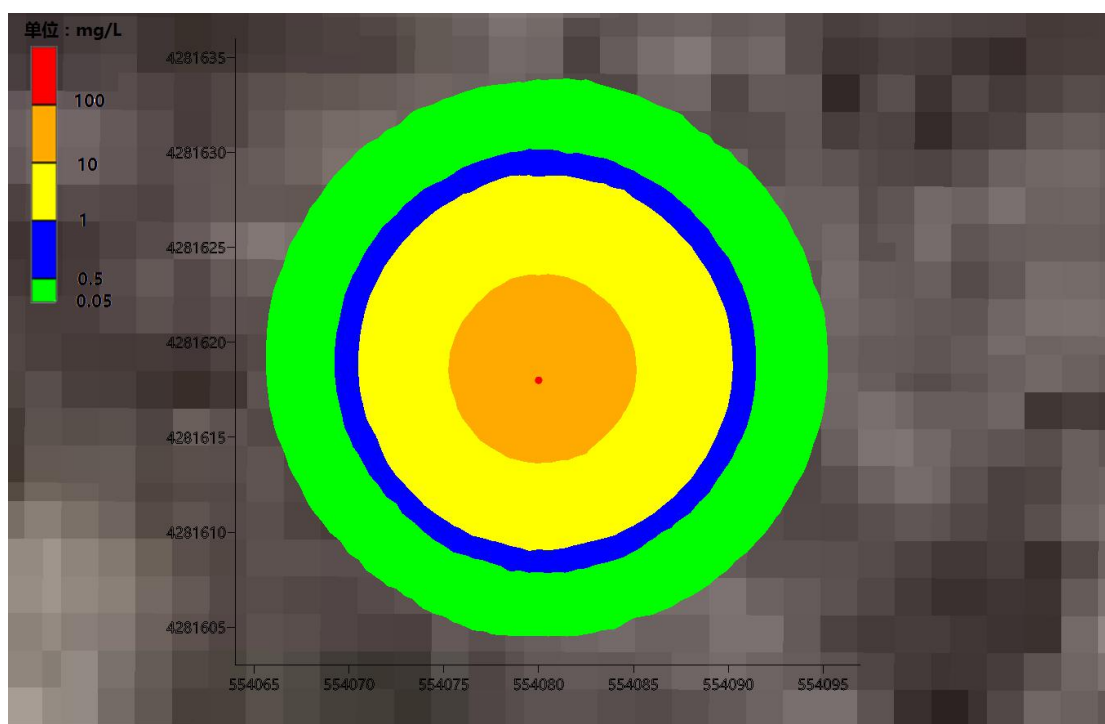


图 5.5-8 30 年污染物迁移范围图

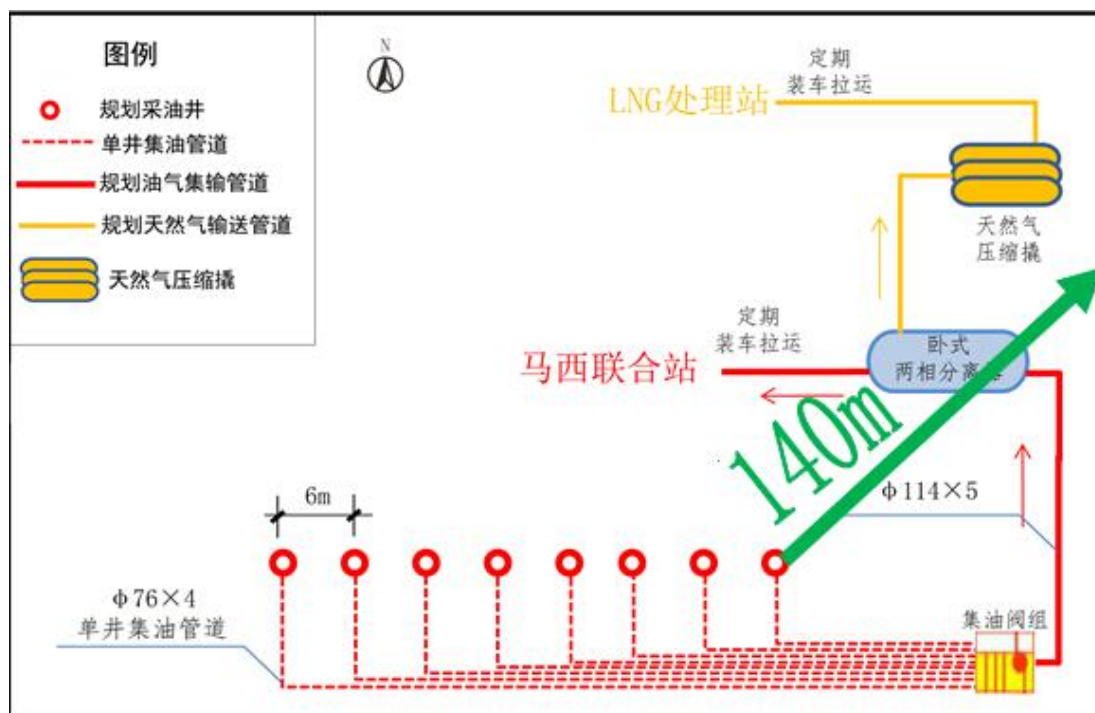


图 5.5-9 G20 井场内泄漏点位置示意图

由图 5.5-9 可知，8 口新建油井均按照丛式井进行布置，井间距 6m，最东侧新建油井沿地下水下游方向距离厂区边界最近，距离井场东边界约 140m，按保守估计，假定泄漏点为最东侧新建油井与单井管线连接处。

在项目运营期非正常状况下，由于项目地下水含水层污染物扩散能力较差，对周边地下水的影响在一定时间内会持续影响，由预测结果可知，地下水中石油污染浓度以泄露点为中心向周围呈逐渐减小趋势，而影响距离和影响范围随着时间推移逐渐变大，平面上石油类污染物泄漏后主要随地下水流方向运移，在 100 天时污染物石油类污染点源的最远运移距离为 2.5m，污染范围为 13.3m<sup>2</sup>，未超出 G20 井场范围。在 1000 天时污染物石油类污染点源的最远运移距离为 5.3m，污染范围为 75.7m<sup>2</sup>，未超出 G20 井场范围。在 10 年时污染物石油类污染点源的最远运移距离为 9.3m，污染范围为 244m<sup>2</sup>，未超出 G20 井场范围。在 30 年时污染物石油类污染点源的最远运移距离为 15.9m，污染范围为 678m<sup>2</sup>，未超出 G20 井场范围。在加强监测及时发现问题及时有效处理的条件下，建设项目对地下水环境的影响是可接受的。

### 5.5.2 土壤环境影响预测分析

根据对建设项目进行的工程分析，本项目可能对土壤环境产生影响的主要污

染物为运营期钻井采出液以及非正常状况的落地油的垂直渗入等。另外，落地油在没有及时处理的情况下，通过雨水的冲刷，以地表漫流的方式污染土壤环境。由此判定本次项目土壤环境影响类型为污染影响型。

#### 5.5.2.1 地面漫流

由于雨水冲刷，井场内未及时清理的落地油中污染物随积水运移至井场以外，由于原油的溶解度很低，并且经过大量雨水的稀释，污染物浓度较低，对于井场以外的影响较小。故地面漫流对土壤环境产生的影响较小。

#### 5.5.2.2 垂直入渗

##### （一）土壤预测时段

本项目施工期间的废水污染源主要为废弃钻井液、洗井废水以及生活污水。钻屑储存在岩屑箱内，随后运往大港油田原油运销公司废弃泥浆处理厂进行处理；废弃钻井液和洗井废水在井场设置的废弃泥浆罐内暂存，收集后拉运至马西联合站处理。建议岩屑箱和泥浆罐均设置成抗腐蚀、防渗漏的金属材质，且离地架空放置，罐下或箱下铺设 HDPE 土工膜，一旦发生渗漏，能在第一时间发现并及时处理。渗漏出的泥浆由于 HDPE 土工膜的防渗作用，不会入渗到土壤环境中。故不再对施工期进行预测。

本次垂直入渗主要针对运营期单井管线内采出液渗漏导致石油类污染物入渗进入土壤，对土壤环境产生影响进行预测分析。

综上，土壤预测时段为运营期。

##### （二）土壤预测情景设定

运营期的含油生产水先暂存在泥浆罐内，后拉至马西联合站处理合格后全部回注其他井场，不外排；运营期的洗井修井废水的产生是临时性的，暂存在泥浆罐内作业结束后拉运至马西联合站处理；由于泥浆罐为抗腐蚀、防渗漏的金属材质，且离地架空放置，罐下铺设 HDPE 土工膜，一旦发生渗漏，能在第一时间发现并及时处理，故不对泥浆罐进行土壤预测。运营期的初期雨水量合计  $3.6\text{m}^3$ ，收集在初期雨水池内，由于评价范围内包气带平均厚度约为  $1.6\text{m}$ ，污水池池体埋深为  $2\text{m}$ ，已经超过地下水潜水水位，一旦发生渗漏，污染物将不通过包气带直接进水地下水环境。建议初期雨水池按照《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T50943-2013）中的石油化工装置区的典型污染防治分区表中一般防治区的要求进行设计，雨水池结构厚度不小于  $250\text{mm}$ ，混凝土抗渗等级不低于 P8，



能有效防止污染物渗漏，处理技术要求可满足土壤污染防治的相关规定，故不对雨水池进行土壤预测。

储油罐和卧式两相分离器均离地架空放置且其下均铺设 HDPE 土工膜，集油阀组与埋地汇管通过立管连接，集油阀组离地放置且距离地面约 40-60cm，综上所述可知，储油罐、卧式两相分离器和集油阀组均位于地上，一旦泄露易于发现和及时处理。而单井管线与新建油井连接处位于地下，埋深约 1.2 米。在非正常状况下，单井管线与新建油井连接部分由于腐蚀、老化或其他原因使污染物发生泄漏，污染物泄漏直接进入土壤中，从而污染土壤环境。故本次主要对单井管线与新建油井连接部分发生泄露的情形进行预测。

### （三）预测范围

本次预测范围为 G5、G13、G20 三个井场范围内的包气带土壤。

### （四）预测因子

钻井采出液中含有最大的污染物为原油，对应《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）中的石油类，以及《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB36600-2018）中的石油烃（C10-C40）。本次预测选用石油类作为预测因子。

### （五）评价标准

本次预测因子为石油类。地下水中的标准限值参照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的Ⅲ类标准。假设石油类在土壤中全部以石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）形式存在，其在土壤中的标准限值参照《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600—2018）中第二类用地筛选值。当包气带底部地下水中污染物浓度大于标准限值时，表示污染物穿透包气带，地下水受到污染，以此计算穿透时间；当包气带底部土壤中污染物含量超过标准限值时，表示包气带被完全污染，以此计算包气带土壤污染时间。

根据项目 7 个潜水地下水监测井的监测数据，评价范围内地下水中石油类浓度平均值为 0.26mg/L，为Ⅳ类，因此计算穿透时间时不再叠加背景值。项目土壤中石油烃（C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>）平均值为 20.26mg/kg，因此计算包气带土壤污染时间时应叠加背景值。各指标具体情况见表 5.5-4。

表 5.5-4 评价标准

污染物	介质	标准值
-----	----	-----



石油类	地下水	0.05mg/L
石油烃 (C <sub>10</sub> -C <sub>40</sub> )	土壤	4479.74mg/kg

### (六) 预测方法

本项目土壤环境影响类型为污染影响型，土壤污染途径主要为垂直入渗，因此，本次预测选择污染物以点源形式垂直进入土壤环境的情形，预测模型为一维非饱和溶质垂向运移模型，模型方程如下：

$$\frac{\partial(\theta C)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left( \theta D \frac{\partial C}{\partial z} \right) - \frac{\partial}{\partial z} (qC)$$

初始条件： $C(z, t) = 0 \quad t = 0, L \leq z < 0$

边界条件： $C(z, t) = C_0 \quad t > 0, z = 0$

式中： $C$ — $t$ 时刻 $x$ 处的污染物浓度 (mg/L)；

$C_0$ —注入污染物的浓度 (mg/L)；

$q$ —渗流速率 (m/d)；

$z$ —沿 $z$ 轴的距离 (m)，评价范围内包气带平均厚度约为 1.6m，管线埋深约 1.2m，故 $z$ 取 0.4m；

$t$ —时间变量 (d)；

$\theta$ —体积含水率 (%),  $\theta = \omega \cdot \frac{\rho_d}{\rho_w}$ ，根据土工试验，质量含水率 $\omega$ 取 30.4%；

根据理化性质，容重 $\rho_d$ 取 1.36kg/L；水密度 $\rho_w$ 为 1kg/L。

$D$ —弥散系数 (m<sup>2</sup>/d),  $D = \alpha_m u$ ,  $u = q/n$ ,  $n$ 取 0.07；

$q$ —渗流速率 (m/d),  $q = KI$ ；

$K$ —饱和导水率 (m/d)，根据土壤理化性质，取  $6.67 \times 10^{-6}$ m/d；

### (七) 预测源强 $C_0$

由产能开发方案可知，第 2 年时，油田产能达到最大，每个井场最大年产油量  $3.21 \times 10^4$ t，年产液量为  $4.19 \times 10^4$ m<sup>3</sup>，故石油类初始浓度经计算为 766109.79mg/L。

### (八) 预测结果

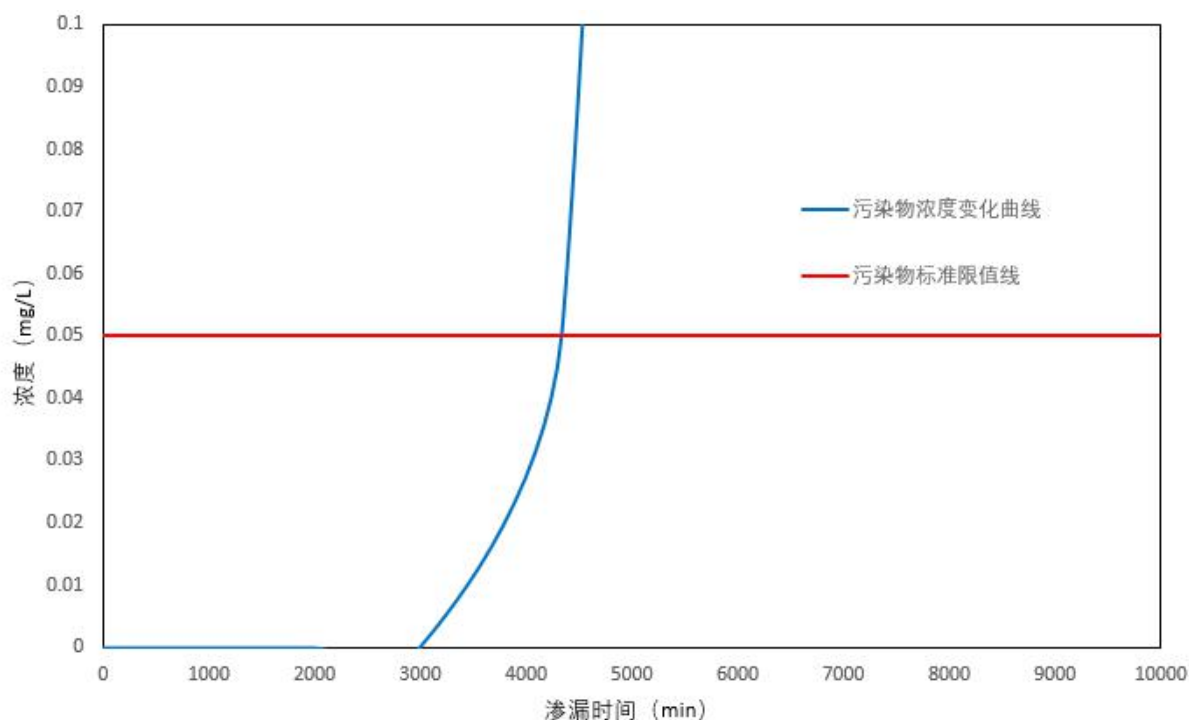


图 5.5-10 包气带底部地下水中石油类浓度-时间关系

从图 5.5-10 可见，在非正常状况下，井场中单井管线与新建油井连接处破损后采出液渗漏到包气带后约 4339min，潜水含水层与包气带接触位置石油类贡献浓度即超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水标准限值（0.05mg/L）。

假设石油类充满土壤中的孔隙，在不考虑土壤的吸附解吸、生物降解、粘滞等物理化学作用的情况下，土壤中石油烃（C10-C40）含量为：

$$\text{土壤中石油烃（C10-C40）含量} = \frac{C_0 \times \text{孔隙度}}{\text{土壤容量}}$$

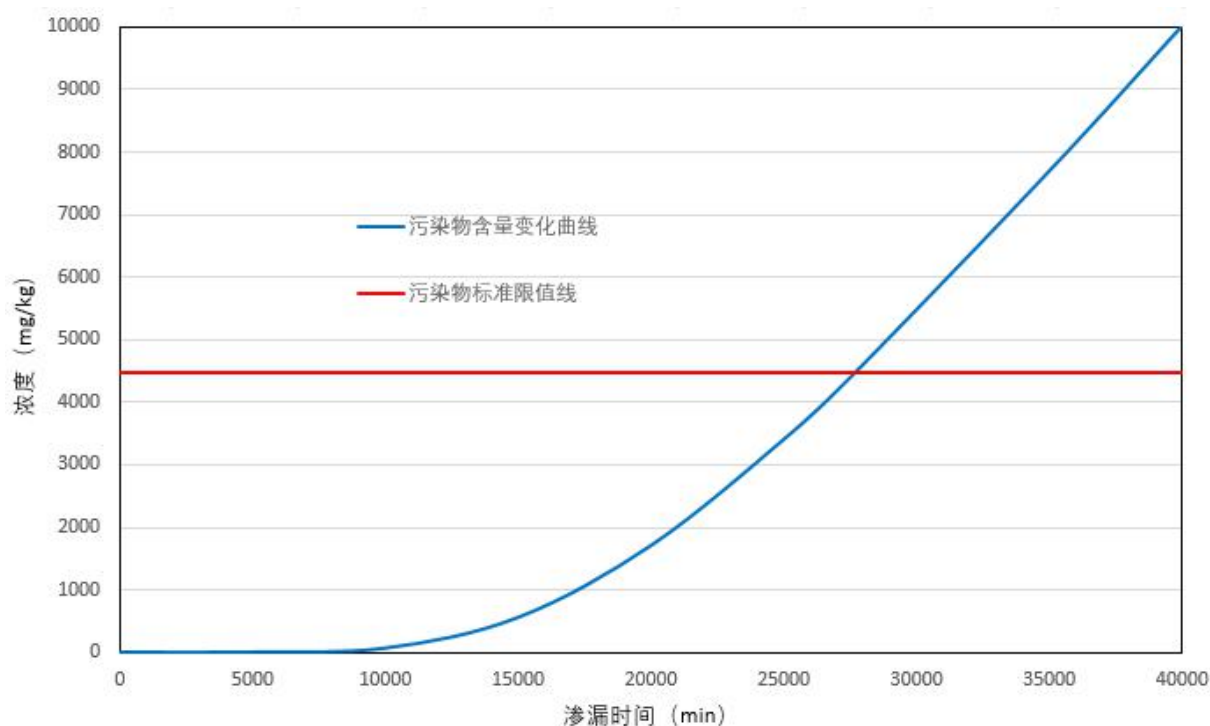


图 5.5-11 包气带底部土壤中石油烃（C10-C40）含量-时间关系

从图 5.5-11 可见，在非正常状况下，井场中单井管线与新建油井连接处破损后采出液渗漏到包气带后约 27719min，包气带底部土壤中石油烃（C10-C40）含量叠加现状平均值后超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值（4500mg/kg）。

#### （九）预测结论

在非正常状况下，井场中单井管线与新建油井连接处破损后采出液渗漏到包气带后约 4339min，潜水含水层与包气带接触位置石油类贡献浓度即超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水标准限值；渗漏发生 27719min 后，包气带底部土壤中石油烃（C10-C40）含量叠加现状平均值后超过《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值。

可考虑使用高密度聚乙烯（HDPE）膜防渗层，或采用满足地下水导则及其他相关规范的防渗措施。在符合导则的防渗措施得以落实后，几乎不会有污染物渗漏，处理技术要求可满足土壤污染防治的相关规定。

## 5.6 其他环境影响评价

### 5.6.1 大气环境

本工程施工期造成的大气环境污染主要有施工扬尘及施工机械、车辆产生的少量废气，随着施工结束污染消失。施工场地周边无大气环境保护目标。施工期间加强对施工机械、运输车的维修保养，禁止不符合国家废气排放标准的机械和车辆进入工区，禁止以柴油为燃料的施工机械超负荷工作，减少烟度和颗粒物排放。扬尘及机械、车辆废气属于阶段性局部污染。营运期生产阶段废气主要为采油过程中无组织挥发的少量烃类气体，项目周边空气流通条件好，因此对大气环境影响是可接受的。

### 5.6.2 声环境

本工程噪声污染来源主要为施工机械、车辆产生噪声。施工期间避免在同一工程区大量动力机械设备同时运作导致局部声级过高。施工单位选用噪声低的施工机械，并应加强机械设备的维护保养，保持润滑，紧固各部件，整体设备应安放稳固。设备发生故障应及时维修，减少运行震动噪声。通过这些措施，降低噪声对周边的影响，且项目周边无噪声敏感点，随着施工结束，污染消失。

### 5.6.3 固体废物

本项目固体废物主要有施工期生活垃圾及废弃边角料等施工垃圾，营运期生活垃圾及含油垃圾等。生活垃圾集中收集后交由环卫部门处理，对周边环境无影响。施工期施工垃圾及营运期含油垃圾委托有资质的单位进行处理。因此本项目产生的固体废物均不外排，对周边环境不产生影响。

## 5.7 对环境敏感区和海洋功能区的影响预测与评价

工程周边分布的环境敏感区主要为辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区和大港滨海湿地海洋特别保护区。

### 5.7.1 对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区的影响

本工程位于渤海湾莱州湾辽东湾国家级水产种质资源保护区中的渤海湾保护区核心区内，主要保护对象有中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹；保护区内还

栖息着银鲳、黄鲫、青鳞小沙丁鱼、鲚、凤鲚、鳙、鳊、赤鼻棱鳊、玉筋鱼、黄姑鱼、白姑鱼、叫姑鱼、棘头梅童鱼、鲛、花鲈、中国毛虾、海蜇等渔业种类。工程建设及生产活动均在陆域范围进行，项目施工过程中无悬浮沙产生，施工污染物处理处置去向明确，废水、固体废物均不排海，且运营多年未发生环境事故，工程建设与生产对渤海湾莱州湾辽东湾国家级水产种质资源保护区影响较小。

### 5.7.2 对大港滨海湿地海洋保护区的影响

大港滨海湿地海洋保护区位于马棚口海岸线以东，南港工业区以南，津冀南线以北（ $38^{\circ}37'28''\text{N}\sim 38^{\circ}40'13''\text{N}$ ， $117^{\circ}31'55''\text{E}\sim 117^{\circ}45'00''\text{E}$ ），用海类型为保障海洋保护区用海，兼容渔业资源增殖养护和海底电缆管道用海，重点保护滨海湿地、贝类资源及栖息环境，恢复滩涂湿地生态环境和浅海生物多样性基因库。工程建设及生产活动均在陆域范围进行，无污废水、悬浮物直接等入海，且运营多年未发生环境事故，工程建设与生产对大港滨海湿地海洋保护区影响较小。

### 5.7.3 对周边海域开发活动的影响

本工程位于天津市南港工业区。南港工业区海岸线北起独流减河，南至黄骅岐口，全长 26 公里。海域滩涂面积约为 120 平方公里，海域使用总面积为 2025.939 公顷，占天津市海域使用总面积的 11.27%。南港工业区海域使用类型以油气开采用海、交通运输用海、临海工业用海为主。

拟建工程附近海域的油气开发用海项目主要为中国石油天然气股份有限公司大港油田公司所属的油气开采设施，唐 3 站、港深 3 油井、港新 539 油井、港深 66 油井、港深 64 油井、港深 6-40 油井、港深 4-39 油井、港深 63-2 油井、港深 67 油井。

本工程为新建井场工程，含水原油拉至马西联合站进行处理，对其他井场不产生影响。此外，中国石油天然气股份有限公司大港油田公司通过内部沟通，并已征得其同意。项目建设对项目周边油气开发活动基本无影响。

## 6 环境风险分析与评价

### 6.1 环境风险评价概述

#### 6.1.1 评价目的、评价内容和评价重点

##### (1) 评价目的

环境风险评价的目的是以突发性事故导致的危险物质环境急性损害防控为目标，对建设项目的环境进行分析、预测和评估、提出环境风险预防、控制、减缓措施，明确环境风险监控及应急建议要求，为建设项目环境风险防控提供科学依据。

##### (2) 评价内容

本项目环境风险评价主要工作内容为：识别涉及环境风险的工程内容和事故风险概率；预测风险事故对环境的影响；制定相应的风险防范措施、应急对策以及设备配置方案。具体评价内容如下：

##### 1) 风险识别和事故情形分析

对本项目涉及的物质、工艺、可能发生环境风险类型、突发性环境事故环境影响途径和可能受影响的环境敏感目标进行风险识别，并根据筛选具有代表性的风险事故情形，设定事故源项。

##### 2) 环境风险影响预测

预测分析说明环境风险危害范围与程度。

##### 3) 应急防治对策

根据本项目环境风险影响预测结果，确定应急防治对策，评估现有污染事故应急能力，据此提出应急设备配备方案，提出应急预案的要点及总体编制要求。

表 6.1-1 环境风险评估内容一览表

序号	程序	主要内容
1	环境风险识别	进行风险源、危险物质、暴露途径和可能受影响的环境保护目标的识别
2	事故风险分析与事故概率统计	分别对不同类型风险事故进行统计分析，推算本项目发生突发性环境事故概率
3	风险影响预测	污染事故危害程度
4	降低风险对策	减少事故概率和危害后果对策
5	应急能力评估	综合评估周边防治水上污染事故风险能力，并分析企业应急预案的依托可行性
6	评估结论	得到风险评估结论

## 6.1.2 环境风险评价等级

根据现状调查，本工程区域现状标高 3.5m，位于南港工业区已经形成的填海造陆区内。

### （1）危险物质及工艺系统危险性（P）分级

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）、《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），生产过程中使用的柴油、石油开采过程中产生的原油和伴生气，属于易燃易爆危险性物质，临界量均为 2500t。

本项目为罐车拉运，功能定位为油气运输，不储存油气，当发生碰撞事故时，最不利情况罐车内液体全部泄漏。总溢油量为 30t。

由此计算危险物质数量与临界量比值（Q）为 0.012， $Q < 1$ 。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 C 可知：当  $Q < 1$  时，该项目环境风险潜势为 I。

### （2）评级等级

本项目环境风险潜势划分为 I，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）中表 1 评价工作等级划分，确定环境风险评价等级为简要分析。

表 6.1-2 环境风险评价等级划分

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

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

## 6.2 环境风险识别

### 6.2.1 风险类型识别

#### 6.2.1.1 建设阶段风险类型识别

在钻、完井作业中，由于钻井液比重失调、防喷措施不当及其他误操作活动导致地层压力欠平衡或静液柱降低导致欠平衡而引起循环液漏失等原因，可能导致发生井涌。若不及时控制或控制不当，可能引发井喷事故。伴随井喷可能释放大量的原油和大量烃类物质，如果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，可能对周围海域环境产生严重威胁。

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

环境。

### 6.2.1.2 生产阶段风险类型识别

#### (1) 井口区井涌或井喷

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

#### (2) 运输车碰撞溢油

油气集输采用罐车拉油工艺。在油气运输过程中罐车碰撞、侧翻等原因可能引发油气泄漏。

#### (3) 地质性溢油

对于断裂系统十分复杂的油田，不恰当注入会造成储层压力高压异常，如储层附近恰好存在着连通海床的自然地质断层，储层压力可能使储层流体沿附近的地质断层自储层段运移至海床而造成油气泄漏事故。此外，如油田表层套管下深不足或固井质量较差，在钻遇异常高压油气层时，也可能产生地质性油气泄漏事故。接下来将针对地质性溢油风险进行详细分析，见 6.4.3 地质性溢油风险分析小节。

### 6.2.2 物质危险性识别

按照《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018) 对本项目所涉及的有毒有害、易燃易爆物质进行危险性识别，本项目涉及的风险物质为原油、天然气。

原油、天然气物质危险特性表见表 6.2-1 和表 6.2-2。

表 6.2-1 原油危险特性表

类别	项目	原油
理化性质	外观及性状	红色、红棕色或黑色有绿色荧光的稠厚性油状液体
	分子量	-
	凝点/沸点(°C)	< -5°C/120-200°C
	相对密度	相对水 0.856~0.941
	饱和蒸汽压(kPa)	-
	溶解性	不溶于水，溶于多数有机溶剂
燃烧爆炸危险性	危险性类别	第 3.2 类中闪点易燃液体
	闪点/引燃温度(°C)	<-18/350
	爆炸极限(vol%)	1.1-8.7



类别	项目	原油
	稳定性	稳定
	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
	储运注意事项	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。
毒理	毒性	LD50 :500-5000mg/kg（哺乳动物吸入）
	毒物分级	IV 类
性质	健康危害	其蒸汽可引起眼及上呼吸道刺激症状，如浓度过高，几分钟即可引起呼吸困难、紫绀等缺氧症状。
急救措施	皮肤接触	脱去污染的衣着，用肥皂水及清水彻底冲洗
	眼睛接触	立即提起眼睑，用流动清水冲洗
	吸入	迅速脱离现场至空气新鲜处，注意保暖，呼吸困难时给输氧。呼吸停止时，立即进行人工呼吸，就医。
	食入	误服者给充分漱口、饮水，就医
泄漏处置		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。

表 6.2-2 天然气危险特性表

类别	项目	天然气
理化性质	外观及性状	无色、无味、无毒且无腐蚀性气体
	分子量	-
	沸点(℃)	-160~-164℃
	相对密度	相对于水，0.45kg/Nm <sup>3</sup>
	饱和蒸汽压(kPa)	-
	溶解性	溶于水
燃烧爆炸危险性	危险性类别	第 2.1 类中易燃气体
	闪点/引燃温度(℃)	-/482~632℃
	爆炸极限(vol%)	5-15
	稳定性	稳定
	危险特性	与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高热极易燃烧爆炸。与氟、氯等能发生剧烈的化学反应。其蒸气遇明火会引着回燃。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、雾状水
	储运注意事项	易燃压缩气体。储存于阴凉、干燥、通风良好的不燃库房。仓温不宜超过 30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧气、压缩空气、卤素(氟、氯、溴)、氧化剂等分开存放。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型。名是储罐存放，储罐区域要有禁火标志和防火防爆技术措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。槽车运送时要灌装适量，不可超压超量运输。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。

类别	项目	天然气
毒理	毒性	接触限制
性质	健康危害	侵入途径吸入。健康危害急性中毒时,可有头昏、头痛、呕吐、乏力甚至昏迷。病程中尚可出现精神症状,步态不稳,昏迷过程久者,醒后可有运动性失语及偏瘫。长期接触天然气者,可出现神经衰弱综合症。
急救措施		应使吸入天然气的患者脱离污染区,安置休息并保暖;当呼吸失调时进行输氧;如呼吸停止,应先清洗口腔和呼吸道中的粘液及呕吐物,然后立即进行口对口人工呼吸,并送医院急救;液体与皮肤接触时用水冲洗,如产生冻疮,就医诊治。
泄漏处置		切断火源。戴自给式呼吸器,穿一般消防防护服。合理通风,禁止泄露物进入受限制的空间(如下水道等),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)。漏气容器不能再用,且要经过技术处理以清除可能剩下的气体。

### 6.2.3 有毒有害物质扩散途径识别

有毒有害物质扩散途径包括大气、地表水、海洋、地下水、土壤等途径。本工程位于南港工业区填海造地已成陆地区,发生风险事故时,有毒有害物质主要通过大气、地表水等途径扩散。

#### (1) 水环境

当发生溢油事故时,原油或天然气会通过地表水扩散至海水中,影响海水水质。若未能及时采取风险防范和应急措施,溢油会在风和波浪的共同作用下向外扩散,对工程周边的养殖区、自然保护区等敏感目标造成不利影响。

#### (2) 大气环境

当发生油气泄漏事故时,泄漏的原油在地表水或海上漂移并挥发;若泄漏的原油遇到静电或明火,将会发生火灾事故产生  $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}$  等次生污染物,影响周围环境空气质量。

### 6.2.4 可能受影响的环境保护目标

当发生原油泄漏事故时,若未能及时采取风险防范措施,可能会对这周围的海洋环境保护目标造成污染。

本工程的海洋环境保护目标主要包括辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区、大港滨海湿地海洋特别保护区、天津大港滨海湿地;距离项目较近敏感目标有古海岸与湿地国家级自然保护区、天津市北大港湿地自然保护区、团泊-北大港湿地生物多样性维护生态保护红线、独流减河河滨岸带生态保护红线和李二湾-沿海滩涂生物多样性维护生态保护红线等。

## 6.3 事故环境风险分析与事故概率

### 6.3.1 井口区井涌或井喷

#### (1) 井喷事故类比统计

在钻井过程中,当钻穿高压油气层时,因处理不当等原因可能造成井喷事故。据不完全统计,建国以来井喷失控井占完成井的 0.24%。井喷时从井口喷出的油气流高达数十米,喷出的气体可达几十万立方米,原油数百吨乃至上千吨,并且易引发火灾。井喷喷出的大量烃类气体会污染环境空气,原油覆盖植物、覆盖地表、污染土壤,进入地面水则造成地面水环境污染,故井喷是油田的重大环境污染事件。据统计,有 34%的井喷失控井发生火灾。

据有关事故资料分析,多数井喷事故的发生属责任事故,操作者起钻时不灌或不按规定灌钻井液、未及时发现井涌或井涌时处理不当等等,占井喷事故的 51%;因井口不装或不按要求安装防喷器或钻井液密度过低的,占井喷事故的 40.5%;其它原因仅占 8.5%。

其次,类比调查大港油田近几年来发生的生产事故,发生于钻井阶段的占 65.9%,钻井阶段是油田开发建设的事事故多发阶段。大港油田钻井作业各时段井喷统计见表 5.3-1。

表 5.3-1 大港油田钻井作业各时段井喷统计

项目		起止年份							
		合计		1964~1980		1981~1990		1991~1992	
		次	%	次	%	次	%	次	%
发生井喷时的工况	总次数	70		30		28		12	
	钻进	31	44.3	21	70	7	25	3	25
	接单根	3	4.3	0	0	1	3.6	2	16.7
	起钻	21	30	4	13.3	13	46.4	4	33.3
	下钻	3	4.3	1	3.4	2	7.1	0	0
	下钻完循环	7	10	4	13.3	1	3.6	2	16.7
	空井	4	5.7	0	0	3	10.7	1	8.3
	跑油	1	1.4	0	0	1	3.6	0	0
井喷的原因	总次数	50		12		27		11	
	钻井液密度低	31	62	12	100	15	55.5	4	36.4
	起钻抽汲	5	10	0	0	4	14.8	1	9.1
	井漏	3	6	0	0	2	7.4	1	9.1
	注水井影响	11	22	0	0	6	22.2	5	45.4

因地层的复杂多变性,钻井过程中存在井喷事故发生的可能性,但油气田已发生的井喷事故多发生在油气田勘探开发初期,随着对地层和地质状况的不断深

入了解，加之防喷技术的提高，大港油田公司加大资金投入，加强监督检查，目前油气田勘探开发过程中井喷事故的发生概率在不断降低。

## （2）井喷事故因素分析

钻井是为揭开油气层，获得有开采价值的天然气流或原油，因此，当钻井进入高压油气层后，如井控措施不当可能发生井喷事故；井下作业时（射孔、酸化、压裂、下泵、洗井、修井等）时技术不过关、措施不利也会导致井喷事故的发生。发生井喷最根本的原因是井内液柱压力低于地层孔隙压力，使井底压力不平衡，防止井喷的关键是及时发现溢流和及时控制溢流。大量实例表明，由于操作者直接的责任而引起的井控措施不当、违反操作规程、井控设施故障是造成井喷失控事故的主要因素，通常井喷可由以下因素引起。

从事故原因分析，导致井喷失控的主要因素涉及以下几个方面：

- 1) 当钻井钻至油气层，由于对地层压力预测不准，钻井泥浆的密度偏低，使泥浆液柱压力达不到抑制地层压力的要求，或泥浆密度附加值不够；
- 2) 起、下钻及下套管未及时灌满井筒内的泥浆，或起钻速度过快抽喷；
- 3) 对地质情况掌握不够，地质差异认识不足，地层实际压力比预计值大得多；
- 4) 井口设备装置、井身结构、油层套管、技术套管等存在内在质量问题；
- 5) 井口未安装防喷器或防喷器的安装不符合要求；
- 6) 完井固井质量出现问题；
- 7) 钻井设备受地面、地下流体的侵蚀，而长期生产维护不及时，而出现损坏、破裂渗漏；
- 8) 井下工具、封隔器胶皮失灵，解封不开，起钻时造成抽汲油气层；
- 9) 施工组织不严密，违章逾越程序；
- 10) 井场布置不合理，违反安全管理规定；
- 11) 作业人员素质差，缺乏应急能力。

## （3）井喷事故概率分析

《风险评估数据指南》统计了 1980~2005 年美国墨西哥湾外大陆架、英国大陆架、挪威海域等海域发生的井喷事故，其中常规油井发生井涌和井喷的概率见表 5.3-2。

表 5.3-2 常规油井井涌和井喷事故概率

井别	事故频率		
	井涌	井喷	单位
生产井	$2.9 \times 10^{-6}$	$2.6 \times 10^{-6}$	次/（井·a）
注水井	-	$2.4 \times 10^{-6}$	次/（井·a）

根据工程方案，本项目总井数 24 口，采油井 24 口、注水井 0 口，根据表 5.3-2 估算，生产井发生井涌的概率为  $6.96 \times 10^{-5}$  次/a，井喷的概率为  $6.24 \times 10^{-5}$  次/a。

### 6.3.2 井喷事故分析

根据大港油田各区块开发现状，大港油田各区块油藏压力在 19.2~28.5MPa 之间，压力系数在 0.94~1.08，生产压力差在 7.11MPa~13.67MPa。地层属正常压力系统的油藏，油井基本不具备自喷能力，发生井喷的几率很小。

针对钻井过程中可能发生的井喷事故，大港油田第一采油厂采取的防范措施主要有以下方案：

（1）钻井、地质设计井控及重要安全环保风险评审率 100%，设计中明确单井存在的井控风险，制定相应的风险削减措施；

（2）按井控风险级别划分，井控装置压力级别及相关井控辅助设备符合《大港油田井控实施细则》的规定；

（3）开钻前按设计或停注通知单要求停注周边注水井并保持至完井。并依据设计储备足够的加重剂和重钻井液；

（4）按井控细则要求加强防喷演习等应急演练，岗位人员井控持证率 100%；

（5）施工中认真坐岗，密切观察液面变化情况、井口返出钻井液流量，发现异常要及时采取相应措施，并根据现场录井 DC 指数监测情况及时调整钻井液密度，防止井喷事故发生；

（6）根据生产工况，评估潜在的井控风险，其削减措施有效落实到班组岗位；

（7）钻井、井下、采油要及时协调井控工作中出现的问题，应急信号要统一，确保施工现场的井控安全；

（8）井喷险情发生时，要立即按“四.七”动作关井；

（9）一旦发生井喷应立即启动井喷应急响应。并调集收油设备、设施进行清除污染处理。

## 6.4 环境风险分析

### 6.4.1 钻井溢油风险分析

#### 6.4.1.1 钻井风险识别

在海上石油生产过程中，引起海上钻井溢油风险的原因主要分为事故性溢油和生产性溢油。事故性溢油属种潜在的偶然事件，导致海上油田事故性溢油的主要原因可分为自然因素、人员误操作、设备腐蚀老化及对新的地层油藏构造认识不足等等。海上一旦发生事故性溢油，必然对海洋环境及其生物产生巨大的影响。引起海上事故性溢油的主要原因为自然环境因素、未知地层情况突变及人员的误操作。

##### (1) 钻井施工

井喷是造成事故性溢油并产生重大影响的一个主要方面，当钻井进入含高压流体的地层后，因各种原因使井底压力不能平衡地层压力时而造成井喷和井喷失控事故。在钻井和其他作业中，一旦地层压力大于钻井液的压力时，就会发生井涌，地层流体进入井内。当钻井液和海上井控设备失控且地层流体进入井内时，井涌则演变为井喷，导致地层流体大量外泄，并失去控制。井喷产生强烈的影响，对海洋环境的破坏力巨大。

换装井口、起下管柱、完井负压射孔以及二次完井等作业都是易发生井喷事故的施工。地质资料不清，断裂带不明；浅层油气层不清；地层压力系数不详；隔水管入深不足；表层套管下深不够；泥浆比重不适合；施工前因没有合理选配压井液，没有合理选择射孔方式，防喷装置没有检查、试压，油管强度不够、压裂液变质、封隔器不工作、放压控制不当等可能井内液柱压力不能平衡地层压力引起溢流甚至井喷。引起井喷的主要原因有：

- 1) 承钻井地层压力异常；
- 2) 承钻井周围有可能造成地层异常的施工井位；
- 3) 设计或者测量有误；
- 5) 没有及时边起钻边灌泥浆；
- 6) 地层漏失严重；地层压力掌握不准；
- 7) 泥浆密度低；
- 8) 起钻抽吸；
- 9) 停泵时环空压耗消失；

10) 起钻过程修理设备;

11) 灌浆装置损坏且没有发现。

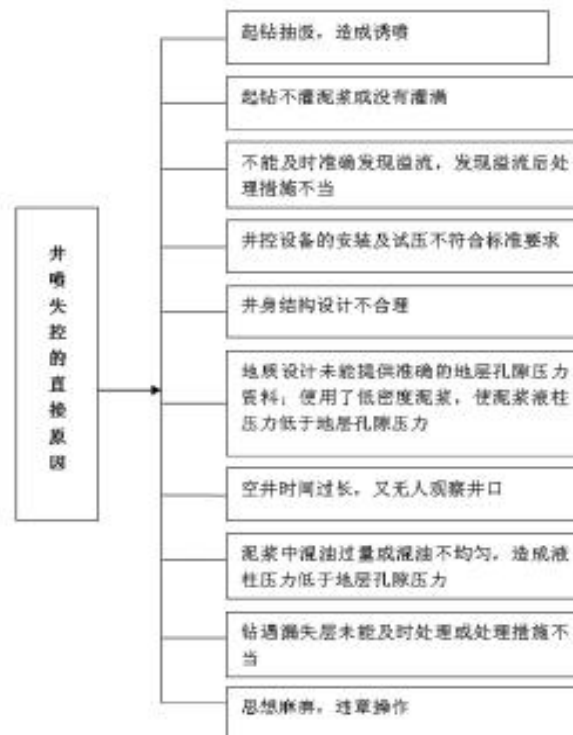


图 6.4-1 井喷失控的直接原因

浅层气也是渤海湾区域诱发井喷失控的主要原因之一。浅层气埋藏在浅部地层，一般为蕴藏在海床面以下 800m 范围内未胶结地层中的天然气。浅层气分布在平原组、明化镇组等地层，埋深在 150~900m。浅层气井喷的直接原因包括：

①钻井液密度偏低，或钻遇压力异常的浅层气层。②起钻时泵入钻井液量不足，或起钻抽汲“拔活塞”。③井漏引起井内液柱压力降低。④停泵静止时间过长，气体通过扩散作用侵入井眼，积聚形成气柱，逐渐上升，体积不断膨胀，最终导致井喷发生。⑤固井期间由于泵入低密度的冲洗液、隔离液，井内液柱压力降低；候凝时，水泥浆随着稠化凝固产生“失重”现象，使井内液柱压力降低，导致井喷。

老区钻井邻近的注水井和采油井，由于油水窜层将可能破坏钻井生产过程的井筒体系的压力平衡，影响钻井的固井质量及井控安全，甚至进而引发钻井过程发生井漏和井喷事故。

另外，地层承压实验、井喷（溢流）压井作业时，如果处理不当超过地层破裂压力和断层开启压力，将可能造成串层甚至溢油风险。

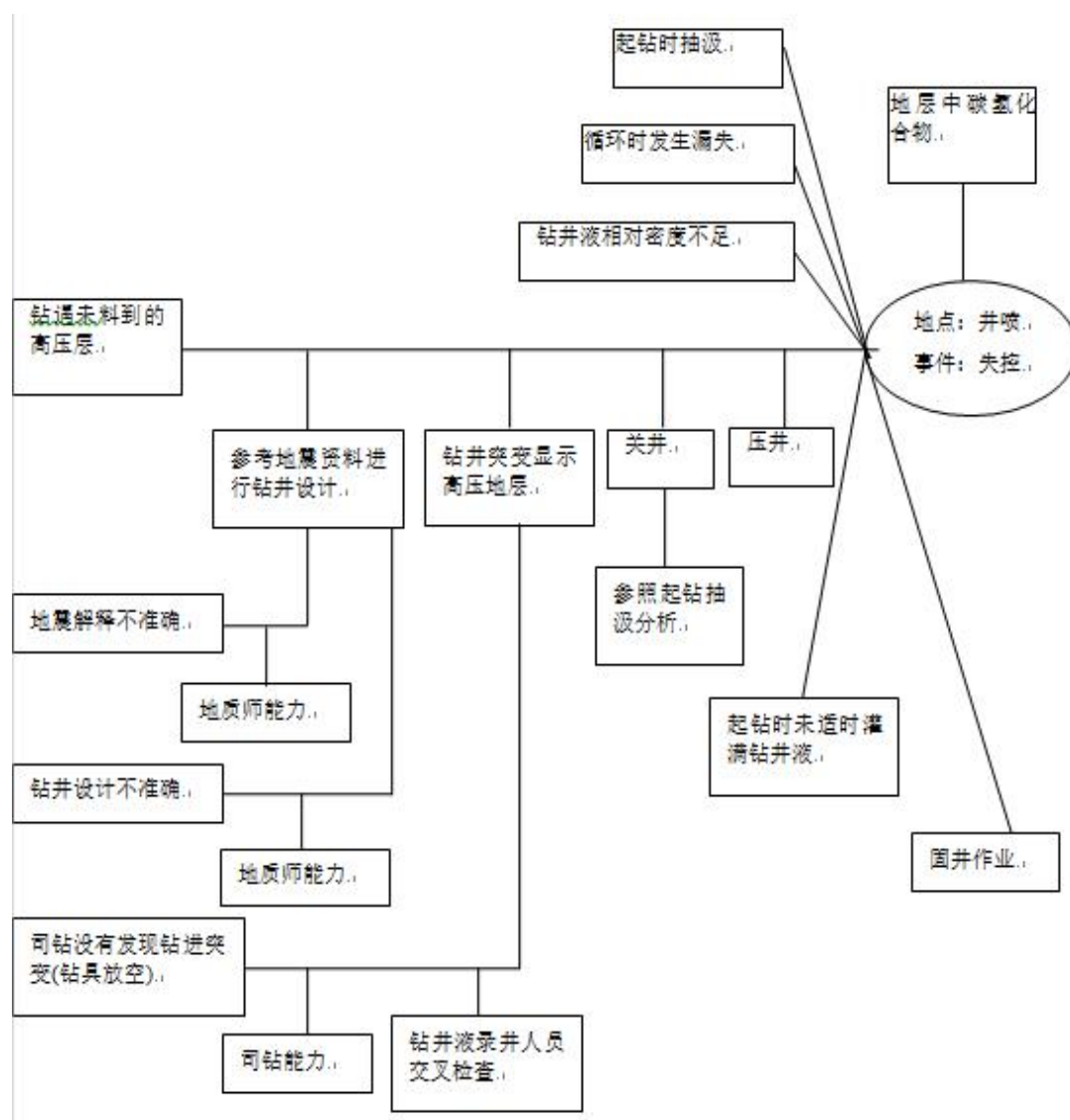


图 6.4-2 井喷事故识别树状图

## (2) 固井施工

由于油田老区开发时间长,地层亏空严重,目前油层压力系数一般为0.7~0.97之间,钻井过程、固井过程极易发生漏失现象,不仅对油层产生污染影响产能,而且严重影响固井质量、造成固井质量不合格,同时由于泥浆漏失严重或者泥浆失重,将可能使井筒内液柱压力与地层压力不平衡而引发溢流及井喷失控。套管质量和固井水泥环质量好坏不仅直接影响到后期开发,而且会诱发油气窜槽,导致溢油风险。

- 1) 表层固井质量不好, 造成表层套管外出油、气、水。
- 2) 地层压力高、含气是造成固井质量不好的原因之一。
- 3) 地层压力不是一个压力体系是造成固井质量不好的原因之一。
- 4) 地层压力低, 渗透性好, 易漏是造成固井质量不好的原因之一。



5) 钻井过程中发生井下事故或复杂情况,造成井眼不规则,井径大小不一,是造成固井质量不好的原因之一。

### (3) 完井交井

油气井交井后井口外溢油气水情况原因分析:

1) 套管质量不合格,密封不好或有孔洞,造成油层套管内出油、气、水外溢。

2) 下套管时没有上好扣或套管密封脂不好造成接箍丝扣进油、气、水,造成油层套管内出油、气、水。

3) 套管头密封质量不合格,下边上窜的油、气、水从套管头处溢出。

#### 6.4.1.2 钻井风险防范措施

##### (1) 井身结构设计

设计依据标准为《井身结构设计方法 SY/T 5431-2017》、《套管柱结构与强度设计 SY/T5724-2008》:

1) 开发井应满足油、气田开发的要求,生产套管尺寸应根据生产层的产能、油管尺寸、增产措施以及后期作业的要求确定。

2) 探井应满足顺利钻达设计目的层的要求。

##### (2) 套管设计

套管斜穿过平原组松散地层,下至胶结较好的明化镇地层,关井允许套压较高,可以更好的满足关井、压井安全需要。通过科学的设计井身结构,能够保证井控安全。

##### (3) 水泥返深

1) 油井生产套管的管外水泥返深至少应在最浅一层油层(气层)顶部 150m (200m)以上。

2) 油井技术套管的管外水泥返深至少应在最浅一层油层(气层)顶部 150m (200m)以上,如存在复杂地层至少达到其相应深度 100m 以上。

3) 尾管的管外水泥应返至悬挂器位置。

##### (4) 固井质量

1) 油水井必须使用国内大厂家生产、符合 API 标准的合格套管,套管按企业标准试压合格,禁止使用质量不合格套管;

2) 采用固井后测固井质量,水泥返高要求返至表层以内 200 米,这样就保

证了油气不会沿固井水泥环缝隙（固井质量很差的情况）上行到表层套管鞋，压漏表层，或沿油层套管和表层套管环空（水泥返不到表层以内的情况）上行到套管头，破坏套管头，造成油气泄露。因此建设单位应继续坚持固井后测固井质量；

3) 针对不同地层优化井身结构设计和固井水泥设计，固井过程中严格执行质量控制程序，固井水泥返高要求表层套管固井水泥必须返至井口，油层套管（或技术套管）固井水泥必须返入表层套管或上一层套管内 200 米，实现各层套管环空之间的完全封隔，并通过固井质量测井检查固井质量合格，对于固井水泥未返入表层套管或上一层套管内的，坚决实施环空挤注水泥措施，并对环空试压合格（试压压力 15MPa）；

4) 固井质量严格执行《固井质量评价方法 SY/T6592-2016》进行评价。所有油井、水井油层（生产）套管、技术套管必须全部实行固井质量测井检查评价，了解固井水泥返高和固井质量，并针对固井存在问题采取相应的措施。

### **（5）钻井井身质量及钻井井眼防碰**

钻井采用科学布井，合理选择井距，严格执行标准《钻井井身质量控制规范 SY/T5088-2017》、《钻井井眼防碰技术要求 SY/T6396-2014》和钻井工程设计对钻井井身轨迹、钻井井眼防碰措施，不得打碰邻近完钻井。具体采取以下钻井井眼防碰措施规避钻井风险：

1) 优化钻井设计：主要做好对井身轨迹、井身结构优化设计，采用表层定向工艺，避免直井段过长容易打碰邻井；表层套管下过稳斜段 30 米，避免打碰油层套管（生产套管）；钻井施工中必须对所钻井轨迹与周围井的轨迹进行扫描，标明最近距离，提出防碰预警提示；

2) 采用先进防碰施工工艺：采用 MWD 无线随钻监测技术，实时监测轨迹走向，及时调整轨迹钻进参数，避免与邻井相碰；对丛式井组有套管磁干扰井段采用陀螺测斜、测方位技术，确保井斜、方位数据准确；必要时实施钻井绕障施工工艺。

3) 监督管理方面：钻井技术服务人员和监督严格把好钻井施工质量，严格做到丛式井组每口井，必须采用丛式井组设计软件进行轨迹防碰扫描，施工时做到心中有数。

### **（6）钻井井控措施**

在钻井施工时一直严格执行关井保钻的措施，相邻注水井在开钻前都要提前停注泄压，以免井涌、井漏事故的发生，坚持做好一次井控，努力避免二次井控，

杜绝三次井控，钻井施工过程中同时还储备好足够的重泥浆和加重材料，目前的井控措施能够满足井涌溢流压井不压破地层及相关断层。为防止钻井过程中发生井喷及井喷失控事故发生，具体采取了以下预防措施：

1) 抓好钻井地质和工程设计，按照“无环保要求、无井控措施”设计不予审批原则，严格把好设计审批关，杜绝无设计开钻现象；

2) 严格按设计要求实行，安装符合要求的合格防喷器井控设备，全部按设计要求试压合格；

3) 严格执行打开油层前井控验收制度，确保打开油层钻井施工安全；

4) 储备充足重泥浆，满足紧急情况钻井压井需要；

5) 严格井控管理程序，坐岗观察到位，井控措施落实到位，杜绝违章施工作业现象；

6) 严格老区钻井保障性关井，按井控标准要求提前 2~3 天关闭邻近注水井和采油井，确保钻井井控安全，防止钻井过程发生井漏和井喷事故，保证油层保护质量和固井质量。

### (7) 防井喷措施

1) 防喷系统包括防喷器、四通、节流和压井管汇、放喷管线、液气分离器和液控设备等。其中节流和压井管汇、放喷管线和液控设备均不须重新安装，应逐项进行认真检查保养，按额定压力进行试压合格。

2) 本项目拟采用的防喷器组压力等级为 70MPa，温度等级为 T20（-29 至 121℃），材料等级为 EE 级，符合 API Spec 6A 产品规范，防喷器在井控车间检修完成后，应按额定压力试压合格，填写产品出厂合格证，随防喷器一同送平台，双方进行交接验收。

3) 防喷器安装、检查与试压按要求执行。

4) 防喷器远程控制台应不少于两个，应在生活区的视线开阔、操作方便处安装一个。

5) 防喷器液压控制台若未安装在钻台或位置不方便时，在司钻操作岗位附近应安装司钻操作控制台。

6) 防喷器液压控制台的电源线必须专线控制。

7) 表层套管及油层套管用套管头连接，套管头按额定压力试压合格。

8) 油层套管固井充分候凝后，本体试压 20MPa，30min 压力不下降小于 0.5MPa 为合格。

## (8) 岩屑回注

岩屑回注技术对地层产生破坏作用，容易发生溢油风险。本项目开发目前不采用岩屑回注的方式回收岩屑，以免破坏地层，造成溢油事件。

### 6.4.1.3 小结

通过对第一采油厂南港油田钻井设计方案的井身结构、钻具组合、钻井液、完井液设计、完井方式等方案的评估、校核，本评价认为钻井设计方案符合国家、行业标准规范安全技术相关要求，井控安全措施必要、可行，符合安全规范要求，能够将钻井溢油的风险控制在可接受范围内。

## 6.4.2 罐车拉运事故入海可能性分析

### (1) 溢油位置的选择

考虑到运输车侧翻导致原油入海可能性，选取溢油点位为道路与景观河穿越处。预测点坐标为：117°33'51.09"E，38°44'22.82"N。溢油点距最近河流闸门口处距离为 7.26km（见图 6.4-3）。



图 6.4-3 项目溢油点距最近水闸示意图

### (2) 油品性质

本项目输送物流为原油，密度为  $0.8489\text{t/m}^3$ 。

### (3) 源强

本工程运输车碰撞溢油进行分析，确定溢油影响预测的溢油量约 30t（碰撞侧翻全部泄漏计算），溢油时间为 1 分钟。

### (4) 景观河入海计算

景观河河道平均宽度为 42m，最高水位 2.5~2.08m，截止闸（水闸）1 座，平均流速在 0.2~0.3m/s。

#### （5）溢油事故入海可能性分析

溢油点距最近河流闸门口处距离为 7.26km，平均流速在 0.2~0.3m/s。经计算可知，当发生溢油事故时，溢油点至最近水闸所需时间约 6.7h。根据《水闸设计规范》相关管理规定，水闸闸门启闭顺序和开度调节设置计算机监控系统、视频监视系统和工程安全自动监测系统，在 1h 内能确保水闸关闭，防止溢油河水入海。因此当发生溢油事故时，可以确保第一时间内水闸关闭，防止溢油河水入海。

### 6.4.3 地质性溢油风险分析

#### 6.4.3.1 工程地质条件

##### （1）油田构造特征

大港油田第一采油厂开发区域在构造上属北大港潜山构造带东翼倾没部位，东南邻歧口生油凹陷，西南与港中开发区相邻，西北为板桥油田；主体位于港东主断层上升盘，北至唐家河断层。各级断层呈现向西收敛，向东发散的帚状展布，为一大型鼻状构造，具有西北高、东南低的特点，由于该区处于海陆的过渡带受北大港潜山和基底走滑构造的影响，东西两侧的断裂、构造特征明显不同，平面上构造分布具有东西成排，南北成带的特点。西侧受港东、唐家河等断层控制，在其下降盘侧发育大型断鼻构造，由南至北依次排列。东侧受近东西走向的断层控制，发育了一系列的正向、反向断鼻及断块。

本次新开发的 3 个井场构造上位于北大港构造带东南部，其东邻歧中断裂构造带，西接马东构造成熟区带，南以浅鞍与歧东含油构造相接，北依白水头地区。构造面积 62km<sup>2</sup>，储层为沙一下段板 2-滨 I 油组，平均孔隙度 16%，渗透率  $3.92 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，油藏埋深 3800m-4300m，原始地层压力为 53.8MPa，压力系数 1.5~1.6，地层温度 131℃，属典型的超高压深层低渗透油藏。唐东地区断块位置图见 6.4-4，北大港潜山构造带地震剖面图见 6.4-5，港东油田沙一中底界构造见图 6.4-6。

图 6.4-4 唐东地区断块位置图

图 6.4-5 北大港潜山构造带地震剖面图

图 6.4-6 唐东地区地质构造图

## (2) 断层特征

本项目目标区域为垒块背景上的反向断鼻构造，中间被北东向的滨海 28 井断层分割，主要发育北西西向断层，目标区主控断层为港东断层，港东断层作为横贯该区的主要断层，走向北东～北北东，全长 22km，是一条切穿整个沉积盖层，断至结晶基底的深大断层。该断层自早第三纪发育，至晚第三纪明化期结束，是一条断距下大上小，继承性发育断层，其次为港深 78 井断层和滨海 28 井断层。其中港深 78 井断层断距 100m 左右，滨海 28 井断层断距 80m 左右，其它小断层断距 10-30m。滨海 28 井断层北翼发育垒块构造，南翼发育堑块构造。板 2 圈闭面积 72Km<sup>2</sup>，圈闭幅度 280m。滨 I 圈闭面积 72Km<sup>2</sup>，圈闭幅度 360m。在滨 I 油组顶界构造图上，构造高点埋深 4040m，构造幅度较陡。在板 2 油组顶界构造图上，高点埋深为 3880m，向东和向西南方向地层逐渐变陡。控制油藏的断层分布图见 6.4-7。

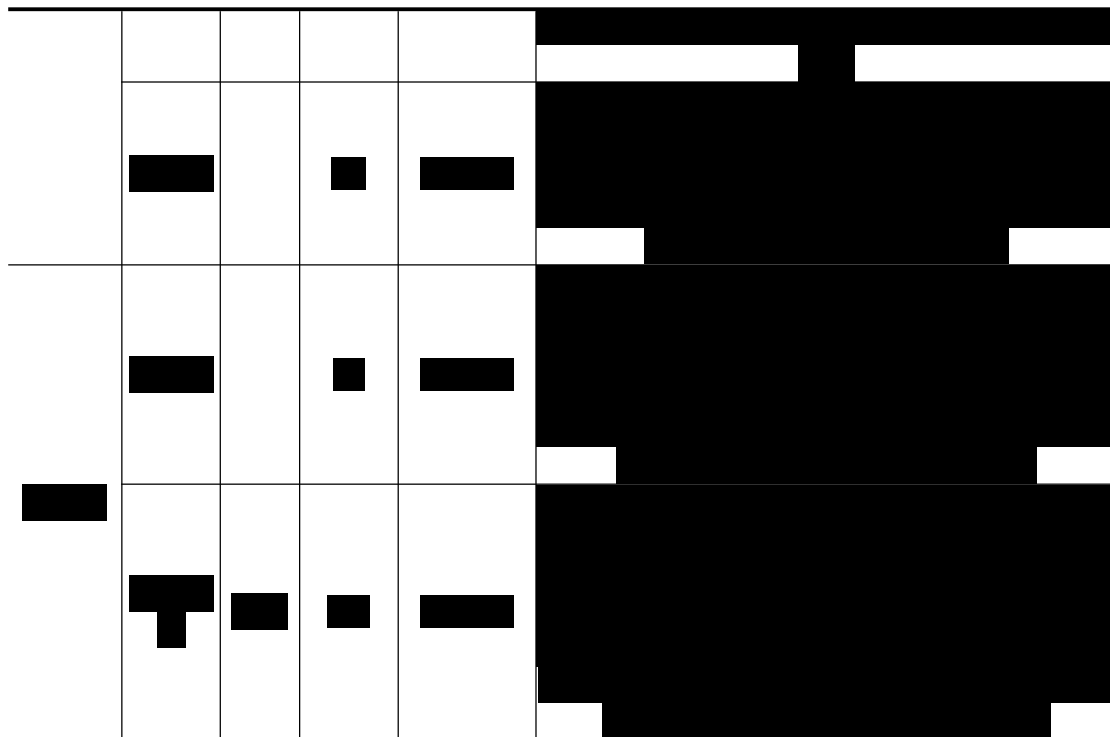
图 6.4-7 工程区断裂位置图

### (3) 地层特征

研究区经钻井揭示的地层（总厚度达 4000m 以上）自下而上有：古近系沙河街组、东营组，新近系馆陶组、明化镇组和第四系地层。其中沙一下段、中段为主要含油层系；馆陶组与古近系东营组、第四系平原组与下伏新近系明化镇组呈不整合接触，古近系内部东营组与沙河街组、新近系内部明化镇组与下伏馆陶组呈整合接触。

表 6.4-1 工程区地层参数表

[illegible]



沙一下地层厚度约 300~500m，埋深 3700~4500m。岩性为灰色、灰褐色细砂岩、深灰色泥岩，剖面特征表现为砂泥岩呈韵律分布。在井震结合基础上，按沉积旋回将沙一下分为四个油组：板 2、板 3、板四和滨 I 油组，又进一步将板 2 和滨 I 细分为板 2 上、板 2 下和滨 I 上、滨 I 下（图 6.4-8）。下部的滨 I 油组地层厚度 90-120 m，为砂泥岩间互的正旋回组合，砂岩含钙，泥质不纯，多为粉砂质泥岩，砂层厚度一般小于 5m，与下伏沙二段地层呈整合接触；板四油组地层厚度 65-85 m，岩性为深灰色泥岩、浅灰色细砂岩、砂岩(局部含钙)。单砂层厚 5~11m。板 3 油组地层厚度 50~85 m，为下细上粗的反旋回组合，岩性较上下地层细，为水体比较稳定、水动力作用较弱时期沉积。以泥岩为主，由灰色、浅灰色细砂岩与灰色泥岩组成。板 3 油组底界泥岩为低阻抗，板四油组顶砂岩为高阻抗，从而在地震剖面上板 3、板四油组之间形成一个连续性很好的、稳定的强反射界面。板 2 油组地层厚度 85~135 m，为多个正、反旋回组合成的复合旋回，岩性为灰色、浅灰色细砂岩与灰色泥岩组成，砂岩较疏松，分选好，泥质纯、砂泥岩呈韵律分布，是本区主要含油目的层。

图 6.4-8 工程区剖面结构图

沙一中发育近 500m 厚的稳定泥岩，可作为区域盖层，对沙一下地层油藏形成起到遮挡作用，阻止油气逃逸、圈闭成藏。

#### (4) 储层特征

本项目主要控制含油目的层为沙一下段板 2-滨 I 油组。区块北部滨 108X1 断块板 2 下油组上报探明含油面积  $1.8\text{km}^2$ 、储量  $36.62\times 10^4\text{t}$ ，板 3 油组上报探明含油面积  $2.1\text{km}^2$ 、储量  $163.94\times 10^4\text{t}$ ，探明石油地质储量合计  $200.54\times 10^4\text{t}$ ，溶解气地质储量  $6.75\times 10^8\text{m}^3$ 。滨 109X1 断块板 2 上油组上报探明含油面积  $0.69\text{km}^2$ 、储量  $4.87\times 10^4\text{t}$ ，板 2 下油组上报探明含油面积  $0.76\text{km}^2$ 、储量  $22.97\times 10^4\text{t}$ ，探明石油地质储量合计  $27.84\times 10^4\text{t}$ ，溶解气地质储量  $0.35\times 10^8\text{m}^3$ 。

##### 6.4.3.2 断层开启性条件分析

油藏在原始状态下，断层均为闭合状态。但在开发过程中由于压力激动打破油藏原有的压力系统，可能造成断层开启。开发过程中导致断层开启的因素主要有三个方面，一是高强度岩屑回注；二是压裂储层改造；三是油藏超破裂压力注水。项目区域未进行岩屑回注、压裂储层改造，不采用注水开发技术。因此，本项目采油基本不会导致底层破裂，发生地质性溢油概率很低。

##### 6.4.4 地下水风险分析

一般情况下风险事故造成的原油或含油污水地上泄漏不会直接影响地下水，而是通过土壤渗透影响浅层地下水。资料研究结果表明，一般石油类污染物在土壤中绝大部分集中在  $0\sim 10\text{cm}$  及  $10\sim 30\text{cm}$  层位中，且主要积聚在土壤表层  $80\text{cm}$  以内，一般很难下渗至  $2\text{m}$  以下。由此可见，落地油一般不会对潜水含水层造成影响。

井漏是指在钻进、固井、测试或修井等井下作业中各种工作液（包括钻井液、水泥浆、完井液以及其他流体等）在压差作用下直接进入地层的一种井下复杂情况。发生井漏后，井下作业中使用的各种工作业中的污染物将随之一起进入地下水含水层，污染地下水环境。根据大港油田各区块开发现状，大港油田各区块油藏压力在  $19.2\sim 28.5\text{MPa}$  之间，压力系数在  $0.94\sim 1.08$ ，生产压力差在  $7.11\text{MPa}\sim 13.67\text{MPa}$ 。地层属正常压力系统的油藏，油井基本不具备自喷能力，发生井漏井喷的几率很小。

一旦发生土壤污染情况，及时将受到污染的土壤挖出，拉运至有资质的单位进行处理，受污染土壤运输过程中，应注意防止洒漏，对车上的土壤进行苫盖，防止通过扬尘造成二次污染。若发生地下水污染情况，应在污染区域地下水流场下游设置应急井，对污染的地下水进行抽排，将抽出的地下水通过罐车拉运至马



西联合站进行处理，拉运污染水的罐应具有足够的防渗能力，杜绝运输过程中的跑冒滴漏，以免造成二次污染。

## 6.5 事故后果分析

### 6.5.1 溢油对敏感区影响分析

对于本工程溢油事故而言，环境敏感区主要包括辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区、大港滨海湿地海洋特别保护区。

一旦发生溢油泄漏入海事故而又没有任何应对措施，油膜在风和潮流的共同作用下将会抵达敏感区并造成严重污染，在工程运营过程中，应加强管理，杜绝运输车辆碰撞的发生。本项目需配备足够的溢油应急反应设施，并保持高效、可用性，使溢油在抵达附近环境敏感区域之前得以有效控制、回收。

### 6.5.2 溢油对海洋生物的影响

溢油进入海洋后，会发生扩散、乳化、溶解、光氧化，形成石油聚合物，产生吸附沉降和生物降解等物理和化学变化。并在潮流、风、温度、光照等多种因素的作用下，发生蒸发、乳化等变化。事故性溢油对海洋生物和渔业资源的影响是石油勘探开发过程对海洋的一个重要潜在影响，任何形式的溢油对海洋生态环境都可能是灾难性的，不仅使幼体受损，甚至使成体生物死亡，从而对渔业资源造成严重破坏。

溢油影响程度如果按油膜所处地理位置来划分等级的话，那么油膜处在岸边是最严重的一级；油膜处在 10m 等深线至低潮线次之；油膜处在 10m 等深线以深海域属三级影响，如果按时间划分，夏半年将比冬半年更加敏感。本项目位于浅海海域，较为敏感，需要提高溢油应急资源调配效率，尽量减少响应时间。

溢油对海洋生物的危害有物理作用和化学毒害两个方面。物理作用主要包括油污黏着或覆盖生物体表，导致生物更新换代或减弱活动能力；油颗粒堵塞动物的呼吸和进水系统，致使生物窒息；油沉降于潮间带和浅水海底，使一些动物的幼虫、海藻孢子失去合适的固着基质等。溢油对海洋生物的化学毒性主要取决于油的种类和成分，通常炼制油的毒性高于原油，低分子烃对生物的毒害要大于高分子烃，在各类烃类中，其毒性一般按芳烃、烯烃、环烃、链烃的顺序而依次降低。原油和乳化剂对海洋生物的影响一是破坏了细胞膜的正常结构，二是干扰生物体的酶系统从而影响其正常代谢过程的进行。

### (1) 溢油对海洋微生物的影响

海洋微生物在海洋生态系统中占有重要地位，它不仅是分解者，积极参与净化污染物质和物质循环，而且也是许多海洋生物的饵料。溢油对海洋微生物的影响主要有以下方面：

①抑制趋化能力：许多细菌是能运动的，它们具有化学感受器，对化学物质有正的趋化性或负的趋化性，石油能抑制细菌的化学感受器的感受力。

②影响酶活性：研究者 Griffiths 等人对原油对北亚极海洋沉积物中微生物酶系长期影响的试验结果表明，受污染区微生物的磷酸脂酶、壳二糖酶、纤维素酶、昆布多糖酶的活性明显降低，而 $\alpha$ -淀粉酶、藻脲酸酶的活性增强。

③降低代谢活性：据文献报道， $1 \times 10^4$  的新鲜 Cook 原油明显降低了微生物对氮的固定和反硝化率及氧化还原电位，提高了  $\text{CO}_2$  和  $\text{CH}_4$  的生成率。而风化的 Cook 原油除了没有降低反硝化率外，对微生物代谢活性影响与新鲜原油相似。

### (2) 溢油对浮游植物的影响

浮游植物是海洋有机质的主要生产者，它是浮游动物的基础饵料，也是海洋食物网结构的基础环节，在海洋生态系统的物质循环与能量转换过程中起着重要作用。若溢油发生时，大部分溢油浮于水面并扩散成油膜，油膜在海面的停留将影响海水与大气之间的物质交流和热交换，使海水中的含氧量、温度等因素发生较大的变化，使浮游植物窒息死亡，并降低透光率，影响浮游植物的光合作用。

经相关试验发现，溢油能降低某些藻类对  $\text{CO}_2$  的吸收，影响其光合作用，如巨藻的叶片浸入石油烃海水中，经 4 天的暴露之后， $5 \sim 10\text{mg/L}$  的甲酚和苯酚， $10 \sim 100\text{mg/L}$  的燃料油可降低叶片光合作用的 50%。另外还发现海水中低浓度的石油烃对藻类的生长具有促进作用（如  $0.7\text{mg/L}$  的原油提取液能促进石莼的光合作用率），而高浓度的石油烃对藻类产生危害，但抑制作用因藻类种类不同而有差异。同时油污染往往能改变浮游植物群落的种类组成，促进以硅藻类为主的群落转变为以鞭毛藻为主的群落。

### (3) 溢油对浮游动物的影响

海洋浮游动物是海洋食物链中的主要环节，在海洋生态系统中，对物质循环和能量流动、海域生物生产力及其调节机制都起着不可忽视的作用。浮游动物对石油类的敏感性较高，一旦发生溢油将对浮游动物产生较大的毒害效应。

许多试验结果表明，油的浓度超过  $50\text{mg/L}$  时，对于桡足类动物在 24h 内将发生有害影响，并且幼体的敏感性高于成体，例如纺锤水蚤培育在  $500\text{mg/L}$  的

石油烃中，经 82h，无节幼体个体死亡数目已达半数，但成体死亡半数所需时间要长 1 倍。

#### **(4) 溢油对底栖生物的影响**

底栖生物不仅受海水中石油的影响，而且受沉降到海底的石油的影响。底栖动物栖息在海底，当大量的石油从海面下沉时，由于石油堵塞软体动物的出入水管或因石油氧化时消耗底层水中氧气，能使软体动物窒息死亡。另一方面，几乎所有的双壳类动物都是滤食性的，当海水中有大量石油小滴时，就会被吸入软体动物的入水管，聚集在套膜腔内，如果石油呈乳化状或被吸附在泥粒上，也可能粘在鳃上或进入肠胃中，损害其生理机能，直至达到致死的程度。

一些试验发现，棘皮动物对油污染是很敏感的，将海胆暴露在 0.1% 的柴油乳化液中能引起管足的钝化，暴露时间超过 1 小时就会死亡。

#### **(5) 溢油对鱼类的影响**

溢油事故对成体鱼类的影响较小，主要是由于大量油在海水表面以漂浮形态存在，或者覆盖在海滩上，而大多数鱼类是在中层和底层水中生活。另外，许多上层和中层鱼能逃避黑色油块，底层鱼凭视觉和嗅觉尽量避免与下沉的油块接触。再者鱼类的体表、口和鳃具有黏液，不易被油污黏污。一般来说，如果溢油事故发生在开阔水域，鱼类受伤害程度轻；若发生在半封闭或水体交换不良的水域，鱼类受损害程度重。

溢油事故对鱼类的慢性、长期效应，主要表现在鱼类的形态、结构、鱼体内酶的活性、生长发育以及种群数量变动等方面。

#### **(6) 溢油对鱼卵和仔鱼的影响**

油污染对鱼卵及仔、稚鱼的影响极大，主要是由于多类经济鱼类为浮性卵，油膜对鱼卵的黏着、渗透等直接影响鱼卵的孵化率及孵化质量，而仔、稚鱼对油污的反应极敏感，较小的油污浓度即能引起仔、稚鱼的死亡和畸形。溢油事故中沉降的油块也能对一些沉性鱼卵产生不良影响。若溢油污染事故发生在产卵或孵化场，由于油的覆盖或毒害，鱼卵和幼体会被杀死；性成熟的鱼，当产卵洄游到严重油污、地理位置狭窄、浅水和水交换不良处，也会被杀死；产卵场或孵化场受到严重油污，将影响鱼的怀卵数量和产卵行为，种群繁衍可能受到伤害。

### **6.5.3 溢油对渔业资源的影响**

事故性溢油破坏海洋环境给渔业生产带来的损失是多方面的。首先，污染能

引起该海域的鱼虾回避使渔场破坏或引起鱼类死亡，造成捕捞直接减产。其次，表现为由于品质的下降造成产值损失。此外，溢油发生的时间和位置不同，渔业损失相差悬殊。如果油污染发生在产卵期和污染区正处于产卵中心，因鱼类早期生命发育阶段的胚胎和仔鱼是整个生命周期中对各种污染物最为敏感的阶段，油污染使产卵成活率低、孵化仔鱼的畸形率和死亡率高，所以能影响种群资源延续，造成渔业资源补充量下降。渤海大部分经济鱼类都是浮性卵，因此，它们除了受海水油中可溶性成分的毒性影响外，也极易受到浮在海面上的油膜的影响。

根据中国水产科学研究院南海水产研究所对南海发生的多起溢油事故的调查结果，溢油造成渔业资源的平均损失约 40% 左右。农业部黄渤海区渔业生态环境监测中心于 2005 年 11 月对 2002 年 11 月 23 日塔斯曼海油轮溢油“造成渤海天然渔业资源损害”一案进行跟踪调查，结果表明，经过三年的时间渔业资源密度仅为本底值的 52.3%。此外，溢油事故将会使受污染海域经济生物带有油污气味，从而影响水产品的品质、经济价值和食品安全，因此，事故性溢油对海洋渔业资源的损害巨大，并具有中长期影响。

## 6.6 环境风险防范措施与对策

### 6.6.1 钻井溢油风险安全措施

#### 6.6.1.1 设计阶段采用的钻井溢油风险安全措施

(1) 优化钻井设计：主要做好对井身轨迹、井身结构优化设计，采用表层定向工艺，避免直井段过长容易打碰邻井；表层套管下过稳斜段 30 米，避免打碰油层套管（生产套管）；钻井施工中必须对所钻井轨迹与周围井的轨迹进行扫描，标明最近距离，提出防碰预警提示；

(2) 采用先进防碰施工工艺：采用 MWD 无线随钻监测技术，实时监测轨迹走向，及时调整轨迹钻进参数，避免与邻井相碰；对丛式井组有套管磁干扰井段采用陀螺测斜、测方位技术，确保井斜、方位数据准确；必要时实施钻井绕障施工工艺；

(3) 监督管理方面：钻井技术服务人员和监督严格把好钻井施工质量，严格做到丛式井组每口井，必须采用丛式井组设计软件进行轨迹防碰扫描，施工时做到心中有数；

(4) 在老区钻井，对早期完成井的井口坐标和井身轨迹数据有疑问时，要

采取补测手段进行校正数据；

(5) 严格按设计要求实行，安装符合要求的合格防喷器井控设备，全部按设计要求试压合格；

(6) 严格执行打开油层前井控验收制度，确保打开油层钻井施工安全；

(7) 储备充足重泥浆，满足紧急情况钻井压井需要；

(8) 严格井控管理程序，坐岗观察到位，井控措施落实到位，杜绝违章施工作业现象；

(9) 严格老区钻井保障性关井，按井控标准要求提前 2~3 天关闭邻近注水井和采油井，确保钻井井控安全，防止钻井过程发生井漏和井喷事故，保证油层保护质量和固井质量。

#### 6.6.1.2 钻井过程的溢油风险防范措施

在钻井过程中，要对各层系的地层压力进行评价，对于异常压力系统要做定期进行监测，并根据实际情况制定出详实的防范措施。钻井过程中在满足地质目标的同时，根据地层压力确定合理的井身结构、钻井液密度及井口装置。要认真考虑地层压力变化导致海底溢油风险，对风险进行评估，防止钻井中溢油的发生。具体的防范措施有：

(1) 应用多种资料，准确预测油气层地层压力；

(2) 采用符合行业标准的钻井、完井工程设计；

(3) 钻井时认真按批准设计要求施工，严格实施钻井作业规程，开钻之前制定周密的钻井计划；

(4) 观察有关钻井参数，及时调整泥浆性能；

(5) 使用可靠的井控装置并定期进行测试；

(6) 钻进中作好地层压力的监测工作，关井压力不大于地层破裂压力，以防止压漏地层；

(7) 钻井中严格执行工程设计中的密度，监测循环当量密度的变化，防止由于当量密度大于地层破裂压力，造成人为漏失；

(8) 处理井喷、井涌中，计算好关井压力，防止套压过大，造成地下井喷；

(9) 处理卡钻、井塌、井漏等复杂事故中，要考虑地层所能承受的破裂压力值，防止憋压过高造成人为井漏；

(10) 加强浅层气的防范工作，按设计要求装好防浅层气井口，当必现有浅

层气溢出时及时按操作规程关井，及时将浅层气导流出井筒，防止关井井口压力过大造成浅层地层破裂。

(11) 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；

(12) 加强钻时观测，及时发现先兆，按正确的关井程序实行有效控制，并及时组织压井作业；

(13) 设置消防喷淋系统，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。

## 6.6.2 生产阶段车辆碰撞防范措施

(1) 车辆驾驶员的业务技术应符合要求。

(2) 车辆在路上行驶时应遵守交通规则，避免疲劳驾驶等。

(3) 应实施值班制度。

(4) 做到有序运输，严禁乱穿乱越。

(5) 避免夜间运输。

(6) 避开在雾季、台风季节进行运输，在遇到不利天气时及时停止运输，禁止在能见度不良和风力大于 6 级的天气进行作业。

(7) 运输车辆司机应定期进行单位的安全宣传、教育的学习，制定安全生产措施以及日常的安全监督、检查等，执行安全领导小组的决定，落实安全措施，分解安全责任落实到人。

## 6.7 环境风险应急计划

### 6.7.1 应急响应原则

随着大港油田、冀东油田、辽河油田滩海石油勘探与开发工作的全面部署，中国石油天然气股份有限公司已在渤海海域设立中国石油海上应急救援响应中心，该中心将在渤海设立塘沽救援站、曹妃甸救援站和营口救援站。针对上述几个油田在渤海海域海洋石油的勘探开发特点，成立的响应中心和救援站主要针对滩海和极浅海海域的溢油进行应急响应，初步规划达到国家二级响应水平。

发生小型溢油事故 立足于生产作业现场溢油应急力量实现自救、自清的原则，及时配置现场溢油应急救助清除设备；发生中大型溢油事故，除应有效调用大港油田公司的溢油应急力量外，大港油田公司将有效调用中石油所属的溢油应

急力量快速到达溢油现场投入现场溢油应急反应与回收。

如果发生大型溢油事故，或溢油所需的设备、人员超出大港油田及中石油集团内部能够动员的溢油应急力量，需借助外部力量与内部应急能力相结合的原则，由大港油田公司向上级部门及地方政府，申请求援，以便调集国内、国际救援力量共同投入应急反应。

在大港油田公司上述油田区块内的海上石油生产开发作业期间，大港油田公司应急指挥中心应急办公室及第一采油厂应急领导小组应急办公室应保证每天 24h 的应急值班制度。

### 6.7.2 应急响应时间

1) 现场有部分应急资源可立即投入溢油应急行动，大港油田第一采油厂应急资源投入唐东开发区大约需要 1h。

2) 中石油大港油田公司的溢油应急力量位于天津市大港区，从该基地到达唐东开发区的反应时间为 1h（包括人员动员、陆地运输、设备装船）。

3) 中国石油海上应急救援响应中心在塘沽和曹妃甸设有救援站，其中塘沽救援站距离大港油田唐东开发区较近。从该救援站到达大港油田的反应时间约 2h（包括人员动员、陆地运输、设备装船）。

#### (3) 油田自身溢油应急能力

大港油田第一采油厂唐东开发区位于陆地，井场上配备的溢油应急物资包括 10 桶消油剂(SHX-2)、300 块吸油毡(ENV 1000×2000×5)、200m 围油栏(GW900 20m/节)。此外，大港油田已经与黄骅水产局签订了船舶协议进行守护；为应对滩涂溢油事故以及增加逃生通道，同时还配备了以下应急救援设施：

1) 1 辆时速为每分钟 80m 的 DM4700B 多功能水陆两栖工作车，允许载重 520kg、乘员 4 人，用于溢油回收、人员拉运、泥土挖掘，缺点是水中抗风能力差。

2) 2 辆浮箱链轨沼泽车，最高车速：陆地上 7km/h、水中 3km/h；总质量(kg) 15000、浮力储备 30%、用于溢油回收、吊装、人员拉运。

3) 1 艘进口 AB6 型空气船，自重不超过 1300kg，最大载重量 1000kg，空气船特点：

适航区域：表面为稀泥的海滩、湖泊、沼泽中行驶；

波浪情况：平均能适应波浪 60cm，有经验的驾驶员可以对付 90cm 高的波

浪，最舒服的工作波浪最高 30cm；

速度：最高速度 60km/小时，吃水越浅，速度越快。

## 6.8 事故防范措施与环境风险应急计划可行性分析

本工程周围有诸多敏感区，一旦发生较大类型溢油，周围海域受到污染，湿地自然保护区、海洋生态保护区及种质资源区都将受到严重影响。由此可见，油田开发的溢油应急策略应具备高效性，一旦出现溢油事故，装备有足够的溢油应急设备的船只应在溢油开始扩散前就第一时间赶到现场并展开溢油收集工作。

目前大港油田公司按一般类型溢油规模配备了应急设备，同时建议在拟建疆场内配备应急设备，能够基本可以保证在合理的时间内对一般类型溢油做出适当的反应，避免对海洋/陆上环境的影响。而对于较大类型溢油，可借助于区域性溢油应急能力进行应急处理，将对海洋/陆上的影响降到最低。



## 7 环境保护措施及其可行性论证

### 7.1 建设阶段污染防治措施可行性分析

本项目为第一采油厂南港油田 G5 等 3 个海域井场产能建设开发工程，地处渤海湾海域南港工业区填海用地范围内。根据本工程特点及本项目施工工艺方案，为保护项目所在海域海洋环境，本节将从项目施工全过程角度出发，结合项目各阶段污染和非污染的影响，提出具体的污染防治措施，并论证环保措施的可行性。

#### 7.1.1 建设阶段污染防治措施

项目建设期产生的主要污染物有钻井钻屑和泥浆、生活污水、生活垃圾、洗井废水和工业垃圾等。建设阶段将采取以下污染防治措施，使上述污染物的排放、处置和生态影响符合国家或地方法规和标准的要求，最大程度的降低其对环境的负面影响。

##### 7.1.1.1 固体废物污染防治措施

###### (1) 钻井钻屑和废弃泥浆的处理

本工程钻井阶段采用水基钻井液，水基钻井液循环使用。

本工程钻完井作业产生的非含油钻屑、钻井液储存在岩屑箱内，定期拉运至大港油田原油运销公司废弃泥浆处理厂处理（接收协议见附件 8）。中国石油大港油田原油运销公司废弃泥浆处理厂处理为第一采油厂内部单位，专门用于废弃泥浆处理与处置。

含油钻屑、钻井液收集后由天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司接收处理，该公司年处理能力为 4.53 万吨，能够满足本项目对含油钻屑处理的要求，资质及处理协议见附件 7。

###### (2) 生活垃圾与含油工业垃圾

施工期施工人员所产生的生活垃圾统一收集后由天津绿源环境卫生管理有限公司定期清运处理。工程建设阶段产生的含油工业垃圾收集后由天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司进行处置。

### 7.1.1.2 水污染防治措施

本工程钻井阶段采用水基钻井液，水基钻井液循环使用。施工期产生的废水主要为钻完井过程中洗井废水和施工人员的生活污水。洗井废水收集后统一拉运至马西联合站，马西联合站是大港油田第一采油厂的油、气、水集中处理站之一，其处理工艺和处理能力均可满足本工程处理需求。施工产生的生活污水统一收集后由天津绿源环境卫生管理有限公司定期清运处理，依托可行。

### 7.1.1.3 噪声污染防治措施

本项目在施工期产生的建筑施工噪声会对周围环境产生一定的影响，但这种影响会随着施工结束而消失。主要防治措施如下：

①控制声源 通过选取低噪声、低振动的施工机械和运输车辆，加强机械、车辆的维修、保养工作，使其始终保持正常运行；产生噪声的部分还可以采用部分封闭或者完全封闭的办法，尽量减少振动面的振幅；闲置的机械设备等应该予以关闭或者减速；一切动力机械设备都应该经常检修，特别是那些会因为部件松动而产生噪声的机械，以及那些降噪部件容易损坏而导致强噪声产生的机械设备。

②控制噪声传播 将各种噪声比较大的机械设备远离环境敏感点，并进行一定的隔离和防护消声处理。必要的时候，可以在局部地方建立临时性声屏障，声屏障可以设在面向环境敏感点的施工场地边界上，如果产生噪声的动力机械设备相对固定，也可以设在机械设备附近。隔声屏可降低噪声 15dB（A）左右。

#### ③加强管理

施工管理方面要合理安排施工时间，禁止夜间 22 时至昼间 8 时进行施工作业；用高噪声机械施工时，禁止在休息时间作业；制定施工计划，尽可能避免大量高噪声设备同时施工。车辆管理方面要尽可能减少夜间运输量，限制大型载重车车速；定期维修、养护运输车辆，减少或杜绝鸣笛；合理安排运输路线。

### 7.1.1.4 大气污染防治措施

本项目在施工期产生的建筑施工噪声、扬尘污染和汽车尾气会对周围环境产生一定的影响，但这种影响是暂时的，待施工结束后，对周围环境影响即可消失。主要防治措施如下：

①建筑材料定点堆放，采取苫盖措施进行防护。

②地面经常洒水保持湿润。如果在工程建设期间对路面实施洒水抑尘，每天

洒水 4 次~5 次，可使扬尘减少 70%左右。

③及时清除运输车辆轮胎上的泥土，以减少道路扬尘。

④对受影响的施工人员应做好劳动保护，如佩戴防尘口罩、面罩。并加强对施工人员的环保教育，提高全体施工人员的环保意识，坚持文明施工、科学施工，减少施工期的大气污染。

## 7.2 生产阶段污染防治措施可行性分析

### 7.2.1 生产阶段污染防治措施

根据工程分析结果，生产阶段产生的主要污染物有：含油生产水、含油工业垃圾、修井废水等。

#### 7.1.2.1 固体废物污染防治措施

生产阶段井场不设置固定工作人员，无生活垃圾产生；落地油等含油工业垃圾收集后交由天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司进行处置，依托可行。

#### 7.1.2.2 水污染防治措施

(1) 含油生产水：本项目实施后，三个井场产出液经两相分离器进行油气分离后，分离后的产出液进储油罐定期拉运至马西联合站处理。在马西联合站经三相分离后含油生产水进入现有集输与处理系统，经处理达标后用于其他井场内生产水回注地层，不外排。

(2) 初期雨水：本工程按照井台面积  $4\text{m}^2$ ，抽油泵面积  $20\text{m}^2$  计算本项目各平台初期雨水量，经计算本工程初期雨水量合计  $3.6\text{m}^3$ 。按照本工程设计的雨水收集池，计划在三个井场内各新建雨水收集池一座，其中 G5 井场雨水收集池尺寸为  $2\text{m}\times 1\text{m}\times 2\text{m}$ ；G13 井场雨水收集池尺寸为  $2\text{m}\times 1\text{m}\times 2\text{m}$ ；G20 井场雨水收集池尺寸为  $4\text{m}\times 2\text{m}\times 2\text{m}$ ；其设计尺寸能够满足对初期雨水的收集要求。初期雨水经收集池收集后定期拉运至马西联合站污水处理系统处理，依托可行。

(3) 洗井/修井废水：本项目洗井/修井作业废水产生量约  $360\text{m}^3$ 。目前本次调整的 3 个井场洗井/修井作业主要采用双管循环洗井流程、洗井水罐装贮存，作业结束后拉运至马西联合站处理。

(4) 生活污水：生产阶段井场不设置固定工作人员，通过定期维护即可，故本项目生产阶段无生活污水产生。

### 7.1.2.3 声污染防治措施

生产阶段中噪声主要来自采油设备(主要是泵)运转产生的低频率机械噪声、空气动力性噪声。近处噪声强度多在 85~100dB。生产阶段间应加强管理,定期检查,保证机械正常运行。

### 7.1.2.4 大气污染防治措施

生产阶段废气主要为油气开采与集输过程中无组织挥发的烃类气体,通过自然扩散方式进入大气。

#### (1) 油气井密封性

为了确保油气井密封性,必须确保从钻井到完井投产的每一步使用的工具、完成的工艺都具有密封性。

①油层套管外固井水泥全部返到地面,防止储层气沿水泥环发生气窜;

②气井油层套管与完井油管采用气密封螺纹(特种金属密封扣)。为保证气密封性,由专业下套管队伍采用专用下套管工具完成,并且每个丝扣需采用氦气检测其气密封效果。为了加强生产套管外环空的气密封性,在储层的上下端各接入一只遇水遇油管外膨胀器;

③完井中涉及的工具、设备的橡胶件满足温度、压力,及防腐的要求。通过采取以上措施,可以确保油气密封性。

#### (2) 油气分离与集输措施

油气分离与集输过程中,必须采取密封装置或设备,防止挥发性气体在生产过程中的泄漏;同时应加强使用油、气罐车的管理与定期检测工作,根据《天津市大气污染防治条例》,“使用油、气罐车的单位,应当按照有关规定安装、使用油气回收装置,每年向环境保护行政主管部门报送油气排放检测报告”。

## 7.3 生态保护措施

本项目位于南港工业区已经形成的填海造陆区内。建设阶段与生产阶段均不涉及水上施工内容,具体施工内容包括井场平整及钻前处理、钻完井施工和生产运行(含井下修井作业)。由 6.1.1 小节和 6.1.2 小节可知,项目施工期与运营期产生的污染物均得到有效处理与处置,均不外排,无入海的可能性,不会对海域环境造成不良影响。

因本工程位于辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区—渤海湾保

保护区核心区内,本工程建设及生产活动均在现有井场内,项目施工过程中无悬浮沙产生,施工污染物处理处置去向明确,废水、固体废物均不排海,且运营多年未发生环境事故,工程建设与生产对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区影响较小。对渔业生物资源的影响主要体现在场地建设将永久占用该海域内的潮间带生物和底栖生物的栖息环境,并对鱼卵、仔稚鱼、游泳动物等造成一定的损失。

为缓解项目建设对生态的影响以及对海洋生态造成的影响,建设单位将按要求落实生态补偿,开展增殖放流活动。并将《南港油田 G5 等 3 个海域井场产能建设开发工程对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区的影响专题论证报告》中渔业生物资源损失进行的经济补偿纳入环保投资,具体见表 6.5-1。针对本工程建设内容,建议采取如下措施:

(1) 加强工程建设阶段和生产阶段管理,保证各项环境保护设施正常运行,避免出现污染物入海引起海洋生态污染的情况。

(2) 本工程生产阶段,要加强巡查管理,严格执行各项操作规章制度,减少人为失误,避免引发溢油事故,将溢油事故的发生概率降到最低。

## 7.4 土壤与地下水污染防治措施

针对本项目可能发生的地下水污染,地下水污染防治措施按照“源头控制、分区防控、污染监控、应急响应”相结合的原则,从污染物的处理、入渗、扩散、应急响应全阶段进行控制。

**源头控制:** 主要包括前期油田勘探;对油井、水井及管道的施工等,防止和降低污染物跑、冒、滴、漏,将污染物泄漏的环境风险事故降到最低程度;钻井施工、钻井液处理等均严格按相关规范要求执行。场地内管线敷设尽量采用“可视化”原则,即管道尽可能地上敷设,做到污染物“早发现、早处理”。施工过程中采用钻井废弃物不落地处理技术,防止落地油污下渗污染土壤及地下水。污水处理过程中要加强控制点源污染。点源污染防治措施主要包括:加强污水管网建设防腐工作,保证污水处理池建设质量,防止污染物扩散或下渗污染到浅层地下水;提高全区污水处理率,加快分散污水处理设施建设。

**分区防控:** 结合井场采油、输送、管道、污染物储存等布局,实行重点防渗区、一般防渗区和简单防渗区防渗措施有区别的防渗原则。由于井场较为分散,其应结合实际情况综合考虑做防渗处理;主要包括井站作业区地面的防渗措施和

泄漏、渗漏污染物收集措施，即在污染区地面进行防渗处理，防止非正常状况下洒落地面的污染物渗入地下，并把滞留在地面的污染物收集起来。

**污染监控：**根据地下水预测结果，项目防渗层如果发生破损等防渗层性能降低的情况，项目污染源对潜水含水层以及土壤环境有一定的影响，因此应对项目地下管线设置必要的检漏时间及周期，在一个检漏周期内，对可能有污染物跑冒滴漏等产生的地区进行必要的检漏工作，及时发现污染物渗漏等事件，采取补救措施。

设置专门的地下水长期监控井，以作为日常地下水监控及风险应急状态的地下水监控井。本项目保留 4 口长期观测井，定期进行监测，发现水质异常或者发现有化学品泄漏都应立即进行监测，并加密监测频率。

**应急响应：**包括一旦发现地下水污染事故，立即启动应急预案、采取应急措施控制地下水污染，并使污染得到治理。

### (1) 分区控制措施

根据本次项目工程分析结合《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T50943-2013）中的石油化工装置区的典型污染防治分区表（表 6.2-1），本次项目建设场地地下水污染分区见表 7.4-1 和表 7.4-2。

**表 7.4-1 石油化工装置区的典型污染防治分区（引用自《石油化工工程防渗技术规范》）**

装置、单元名称	污染防治区域及部位	污染防治区类别
地下管道	生产污水（初期雨水）、油污、各种废溶剂等地下管道	重点
地下罐	各种地下油污罐、废溶剂罐、碱渣罐、烯烃罐等基础的底板及壁板	重点
生产污水井及各种污水池	生产污水的检查井、水封井、渗漏液检查井、污水池和初期雨水提升池底板及壁板	重点
生产污水预处理	生产污水预处理池的底板及壁板	重点
储焦池	储焦池的底板及壁板	重点
液硫池	液硫池的底板及壁板	一般
生产污水沟	机泵边沟、油站、除盐水站边沟和生产污水明沟的底板及壁板	一般
地面	—	一般

**表 7.4-2 地下水污染防治分区**

编号	单元名称	污染防治区类别	污染防治区域及部位
1	单井管线	重点	管线连接处

2	油气集输管线	重点	管线连接处
3	采油井和回注井井身	重点	井身

对于《石油化工工程防渗技术规范》(GB/T50943-2013)中没有规定的装置结合《环境影响技术评价导则地下水环境》(HJ610-2016)的相关要求提出防渗分区见表 6.2-3。按照本次工作调查结果,项目场地内包气带平均厚度 1.6m,包气带岩性以黏性土为主,根据渗水试验的结果,场地包气带平均渗透系数为  $5.62 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ,对照导则中的天然包气带防污性能分级参照表,评价范围内包气带防污性能分级为中等。根据构筑物的污染控制难易程度、污染物类型划分防渗分区。

表 7.4-3 普通建筑物地下水污染防治分区

编号	单元名称	天然包气带防污性能	污染控制难易程度	污染物类型	污染防治类别	污染防治区域及部位
1	钻井泥浆罐	中	易	其他	简单防渗	地面
2	储油罐	中	易	其他	简单防渗	地面
3	卧式两相分离器	中	易	其他	简单防渗	地面
4	钻机	中	难	其他	一般防渗	地面

## (2) 防渗措施要求

根据《石油化工工程防渗技术规范》(GB/T 50934-2013)规定,重点污染防治区防渗层的防渗性能不应低于 6.0m 厚渗透系数为不大于  $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$  的等效黏土层的防渗性能。根据《环境影响技术评价导则地下水环境》(HJ610-2016)规定,一般防渗区的防渗层的防渗性能不应低于 1.5m 厚,渗透系数为不大于  $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$  的等效黏土防渗层的防渗水平。简单防渗区防渗技术要求是一般地面硬化。

建设单位应当重视防渗工程的设计和施工,聘请专业的设计单位参考《石油化工工程防渗技术规范》(GB/T 50934-2013)及《环境影响技术评价导则地下水环境》(HJ610-2016)的防渗要求进行设计,也可以采取满足或优于上述规范的其他防渗措施。

本项目防渗建议如下:

(一) 储油罐和卧式两相分离器材质均为钢板,均离地架空放置且其下铺设 HDPE 土工膜。钻井泥浆罐离地架空设置,泥浆罐采用抗腐蚀、防渗漏的金属罐,罐下铺设 HDPE 土工膜。储油罐、卧式两相分离器和钻井泥浆罐均为简单防渗

区，地面防渗性能符合《环境影响技术评价导则地下水环境》（HJ610-2016）中对于简单防渗区的防渗要求。

（二）钻机位于地上，与地面接触，属一般防渗区。根据厂方提供资料，钻机底部铺设 HDPE 土工膜，防渗性能符合《环境影响技术评价导则地下水环境》（HJ610-2016）中对于一般防渗区的防渗要求。

（三）采油井的井身位于地下，其中的采出液或回注水均含有石油类等污染物，属重点污染防治区。根据厂方提供资料，采油井套管为无缝钢管，连接方式为焊接，管道设计的腐蚀余量为 2mm 以上，采用三层 PE 外防腐。套管以内的油管材质采用 20#无缝钢管，连接方式为焊接，管道设计的腐蚀余量为 2mm 以上，采用三层 PE 外防腐。井身的防渗性能满足《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T 50934-2013）中关于重点污染防治区的防渗要求。

（四）井场内单井输油工艺管线埋于地下 1.2m 处，其中的采出液含有石油类等污染物，属重点污染防治区。根据《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T 50934-2013）相关规定，提出防渗要求如下：

（1）地下管道应符合下列规定：

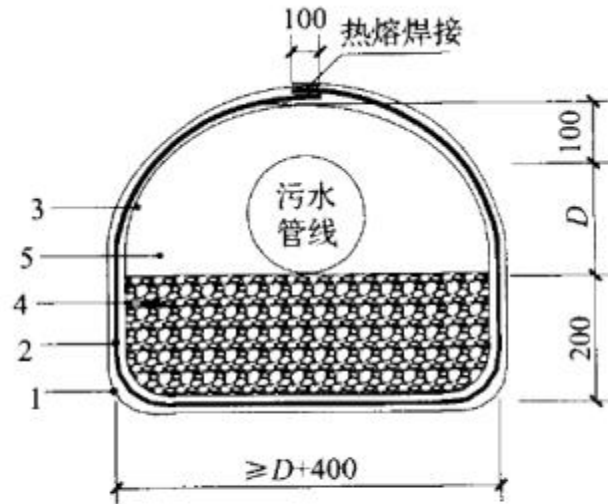
- ①一级地管、二级地管宜采用钢制管道，三级地管应采用钢制管道。
- ②当管道公称直径不大于 500mm 时，应采用无缝钢管；当管道公称直径大于 500mm 时，宜采用直缝埋弧焊接钢管，焊缝应进行 100%射线探伤。
- ③管道设计壁厚的腐蚀余量不应小于 2mm 或采用管道内防腐。
- ④管道的外防腐等级应采用特加强级。
- ⑤管道的连接方式应采用焊接。

（2）当一级地管、二级地管采用非钢制金属管道时，宜采用高密度聚乙烯（HDPE）膜防渗层，也可采用抗渗钢筋混凝土管沟或套管。

（3）地下管道的高密度聚乙烯（HDPE）膜防渗层应符合下列规定：

- ①高密度聚乙烯膜厚度不宜小于 1.5mm；
- ②膜两侧应设置保护层，保护层宜采用长丝无纺土工布。





地下管道高密度聚乙烯(HDPE)膜防渗层示意

1—膜下保护层;2—高密度聚乙烯(HDPE)膜;  
3—膜上保护层;4—砂石层;5—中粗砂

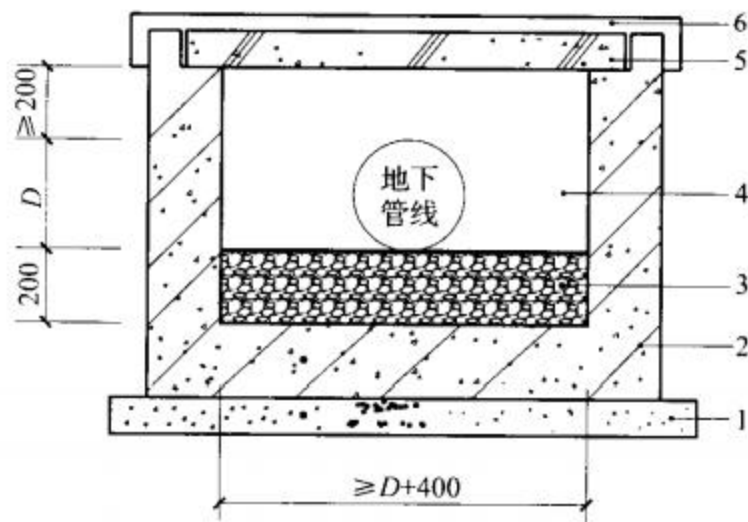
图 7.4-1 地下管道高密度聚乙烯膜防渗示意图

(4) 抗渗钢筋混凝土管沟防渗层应符合下列规定:

①沟底、沟壁和顶板的混凝土强度等级不宜低于 C30, 抗渗等级不应低于 P8, 混凝土垫层的强度等级不宜低于 C15。

②沟底、沟壁的厚度不宜小于 200mm。

③沟底、沟壁的内表面和顶板顶面应抹聚合物水泥防水砂浆, 厚度不应小于 10mm。



1 混凝土垫层;2—管沟;3—砂石垫层;  
4—中粗砂;5—管沟顶板;6 防水砂浆

图 7.4-2 抗渗钢筋混凝土管沟防渗层示意图

建设单位宜聘请专业设计单位进行防渗设计,也可以采用其他满足或者优于上述建议的防渗措施。

在项目采取有效防渗措施后,其各种状况下的污染物对地下水和土壤的影响能达到相关规范的要求。为更好的保护地下水和土壤环境,本项目提出了防渗措施的标准及要求,防渗目标及防渗分区明确,防渗要求严格,在充分落实以上防渗措施的前提下,项目建设能够达到保护地下水和土壤环境的目的。

## 7.5 竣工验收“三同时”一览表

本项目竣工验收时的三同时一览表见表 7.5-1。

## 7.6 环境保护措施一览表

本项目环境保护设施和对策措施见表 7.6-1。

表 7.5-1 竣工验收“三同时”一览表

类型	污染源	主要污染因子	环保验收措施	依据的排放标准或相关规定
废水污染物	含油生产水	石油类	定期对含油污水处理系统进行维护检修,保证其正常运转,生产水处理达标,回注水应满足《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》(SY/T5329-2012)水质的要求	《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》(SY/T5329-2012)
固体废弃物	工业垃圾	固体废弃物	统一收集运回陆地交由协作单位处理,检查相关交接手续。	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB14914-2008)
	含油固体废弃物	含油固体废弃物	统一收集运回陆地交由有资质单位处理,检查相关交接手续。	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB14914-2008)
土壤地下水污染防治措施	储罐、工艺管线等	石油烃	采取分级防渗措施	《石油化工工程防渗技术规范》(GB/T 50934-2013)及《环境影响评价技术导则地下水环境》(HJ610-2016)的防渗要求进行设计

表 7.6-1 环境保护设施和对策措施一览表

建设阶段	序号	污染源		污染因子	设备或措施	处理效果
施工期	1	钻屑和泥浆	非含油钻屑和泥浆	SS	由大港油田原油运销公司废弃泥浆处理厂接收处理	符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》
			含油钻屑和泥浆	石油类	由天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司进行处置	符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》
	2	固废	工业垃圾	废弃边角料等	定期清运	
			生活垃圾	食品固体废弃物	定期清运	
	3	废水	生活污水	COD	定期清运	--
	4	废气	施工扬尘、施工机械和车辆尾气	SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、TSP	自然扩散	--
	5	噪声	施工机械		减少鸣笛，加强养护	达到《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
营运期	1	废水	含油生产水	石油类	拉运到马西联合站进行处理	回注水达到《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T5329-2012）后回注
			初期雨水	石油类	初期雨水池进行收集	自然晾晒
	2	固废	含油固体废弃物	废弃油棉纱等	由天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司进行处置	符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》
	3	废气	井口、装卸无组织排放	非甲烷总烃无组织排放	自然扩散	《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）的浓度限值；参照《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB37822-2019)的相关要求
	4	噪声	采油设备噪声	采油设备噪声	自然扩散	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）2 类标准要求
	5	生态环境	建设单位应对项目附近水域的生物资源恢复做出经济补偿，生态补偿款主要用于当地海洋农渔业主管部门人工增殖放流、资源养护与管理以及生态环境跟踪调查及补偿方案的效果评估			
	6	土壤、地下水	储罐、工艺管线等	石油烃	采取分级防渗措施	《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T 50934-2013）及《环境影

建设阶段	序号	污染源		污染因子	设备或措施	处理效果
						响技术评价导则地下水环境》 (HJ610-2016)的防渗要求进行设计

## 7.7 清洁生产与总量控制

### 7.7.1 清洁生产分析

#### (1) 先进的工艺与设备

本工程钻井作业过程中，不使用毒性较大的油基钻井液和混油钻井液，选择了无毒的水基钻井液，减少了环境污染；本项目通过对钻井液循环使用，尽量减少钻井液的使用量和产生量。

本项目生产过程中的生产物流处理将采用自动化控制程度较高的工艺流程，所选用的油气水分离及含油生产水处理技术和设备均为在国内外较为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。在原油生产工艺系统中的主要设备和管线处均设置了相应的压力、温度和液位安全保护装置，如在井口装置、出油管线和生产管汇上安装了低压传感器和压力安全阀，避免由于压力、液位和温度异常产生的事故隐患，避免了带压流体的跑、冒、滴、漏。

#### (2) 资源能源利用

本项目三个井场产出天然气经天然气压缩撬后运至 LNG 处理站进行处理；分离后的产出液经马西联合站后油经管道输送至港东联合站，含油生产水处理达标后回注至其他井场地层，本项目资源能源得以有效利用。

#### (3) 污染物产生及污染防治措施

在建设及运营阶段产生的各项污染物均得到合理有效的处理，污染物的处置符合国家或地方法规和标准的要求。正常生产排污和检修排污、初期雨水等全部收集，整个井场实现含油污水“零排放”。通过避免污染物的排放，达到清洁生产的目的。

#### (4) 废物回收利用

本工程投产后，产生的含油生产水经马西联合站的生产水处理设施处理达标后全部回注其他井场地层，回用率可达 100%，回注水质达到《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T5329-2012）中的相关标准要求。在建设阶段和营运阶段产生的污染物均得到有效的处理。污染物的排放和处置符合国家或地方法规和标准的要求。

综合评价本工程清洁生产水平优于或达到国内清洁生产先进水平，绝大多数达到国际先进水平，因此从清洁生产角度分析，本工程可行。

我国目前还未正式发布海洋石油开采行业的清洁生产技术要求,本工程清洁生产指标分析参照《清洁生产技术要求 石油天然气开采业——稠油开采(征求意见稿)》部分指标进行分析,具体技术要求内容见表 7.7-1。清洁生产技术要求内容指标分三级:

一级指标:达到国际上同行业清洁生产先进水平。国际先进指标采用公开报道的国际先进水平。

二级指标:达到国内同行业清洁生产水平,采用公开报道的国内先进水平,并参考有关的统计数据。

三级指标:达到国内一般清洁生产水平,即基本要求。

**表 7.7-1 石油天然气开采业——稠油开采清洁生产技术要求内容**

清洁生产指标等级	一级	二级	三级
一、生产工艺与装备要求			
1.使用的钻井液	可生物降解的钻井液	水基钻井液	油基钻井液
2.井控装置	具备	具备	具备
3.防止井场落地原油产生的措施	井口具备油回收设施	具备防止原油落地设施	具备落地原油回收措施
4.原油集输流程	密闭,并具备轻烃回收设施	密闭	半密闭
二、资源能源利用指标			
1.采油耗新鲜水, t/t 原油	≤3.0	≤5.0	≤7.0
2.采油综合能耗, kg 标煤/t 采出液	≤20	≤60	≤130
三、污染物产生指标(末端处理前)			
1.钻井废水, t/100m 进尺	≤10	≤30	≤70
2.钻井废弃泥浆, t/100m 进尺	≤1.0	≤2.0	≤6.0
3.落地原油, kg/t 原油	≤1.0	≤2.0	≤5.0
四、废物回收利用指标			
1.采油废水回用率, %	≥95	≥70	≥40
2.钻井泥浆循环率, %	≥95	≥80	≥50
五、环境管理要求			
1.生产管理	对能源资源消耗和污染物产生实行严格的定额管理,考核机制健全	能源资源消耗实行定额管理,考核机制健全	能源资源消耗实行定额管理
2.环境管理制度	通过 ISO14001 环境管理体系认证	建立并运行健康、安全和环境(HSE)管理体系	环境管理制度完善、原始记录及统计数据齐全

本工程采用 13 项清洁生产指标进行分析，分析结果见表 7.7-2。由表 7.7-2 可以看出：本工程考核了 13 项指标，除 3 项指标为清洁生产水平二级外，其它 11 项指标均达到了清洁生产一级水平，总体清洁生产水平较高，达到国内同行业清洁生产先进水平。

表 7.7-2 本项目清洁生产水平分析

清洁生产指标	本工程情况描述	等级
一、生产工艺与装备要求		
使用的钻井液	本工程采用水基钻井液	二级
井控装置	具备井控装置	一级
防止井场落地原油产生的措施	井口具备油回收设施	一级
原油集输流程	采用管道输送生产方式的平台为密闭生产，具备轻烃回收设施；	一级
二、资源能源利用指标		
采油耗新鲜水，t/t 原油	■	一级
采油综合能耗，kg 标煤/t 采出液	■	二级
■		
钻井废水，t/100m 进尺	■	一级
钻井废弃泥浆，t/100m 进尺	■	一级
落地原油，kg/t 原油	■	一级
■		
采油废水回用率，%	■	一级
钻井泥浆循环率，%	■	一级
五、环境管理要求		
生产管理	对能源资源消耗和污染物产生实行严格的定额管理，考核机制健全	一级
环境管理制度	建立并运行健康、安全和环境(HSE)管理体系	二级

### 7.7.2 总量控制

本工程运行投产后，马西联合站接收 G5、G13、G20 及附近油气开发平台的含水原油进行三相分离，分离后的采出水经涡凹气浮设备和流砂过滤器过滤，达到《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》(SY/T 5329-2012)标准后进入 700m<sup>3</sup> 滤后水罐，用于回注地层。井场所产生的含油生产水均不外排，因此本项目不涉及生产水（石油类）的总量控制指标。

本工程运行投产后，各井场不安排人员长期驻守，仍为无人驻守，由联合站专员巡查，运营期间无生活污水产生，井下作业产生的修井废水均不外排，拉至马西联合站进行处理。

综上，本项目不涉及总量控制指标。

## 8 项目建设合理性分析

### 8.1 海洋主体功能区规划符合性分析

#### 8.1.1 全国海洋主体功能区规划符合性分析

本工程位于渤海湾海域，属于《全国海洋主体功能区规划》（国发〔2015〕42 号）“优化开发区域”。渤海湾海域包括河北省秦皇岛市、唐山市、沧州市和天津市毗邻海域。主要发展方向“优化港口功能与布局，推动天津北方国际航运中心建设。积极推进工厂化循环水养殖和集约化养殖。加快海水综合利用、海洋精细化工业等产业发展，控制重化工业规模。保护水产种质资源，开展海岸生态修复和防护林体系建设。加强海洋环境突发事件监视监测和海洋灾害应急处置体系建设，强化石油勘探开发区域监测与评价，提高溢油事故应急能力”。

本项目位于天津市滨海新区，属于优化开发区域的渤海湾地区。本项目是石油勘探与开发工程，和《全国海洋主体功能区规划》（2014）在本海域的功能定位不冲突。

工程施工期产生的含油污水、生活污水、生活垃圾等污染物处理处置去向明确，含油钻屑泥浆委托有资质单位处理。施工活动对渔业资源的影响可以通过调整施工计划、规范施工工艺加以减缓，工程建设对渔业资源造成的损害通过采取生态补偿和增殖放流措施进行恢复。

项目营运期正常工况下，含油生产水、生产垃圾、生活垃圾、生活污水等均交由有资质的单位处理，不排海，污染物处理处置去向明确。营运期存在潜在的溢油事故风险，建设单位采取了有效的风险防范措施和应急措施。同时，加强项目和周边海域应急能力建设，定期进行环境风险事故应急演练，提高应急设备、应急人员和应急监视监测等方面的能力，保障事故发生后能够有效开展应急行动，降低污染事故影响程度。符合全国海洋主体功能区对本海域“.....加强海洋环境突发事件监视监测和海洋灾害应急处置体系建设，强化石油勘探开发区域监测与评价，提高溢油事故应急能力”的功能管理要求。

综上，本工程建设符合《全国海洋主体功能区规划》（2014），建设单位在建设和生产运行过程中应严格执行“加强海洋环境突发事件监视监测和海洋灾害应急处置体系建设，强化石油勘探开发区域监测与评价，提高溢油事故应急能力”，从而保障本海域海洋主体功能。



### 8.1.2 天津市海洋主体功能区规划符合性分析

2017 年 3 月，天津市人民政府发布《天津市海洋主体功能区规划》，提出：“按照国家将天津市管理海域整体确定为国家级海洋优化开发区域的定位要求，根据《省级海洋主体功能区分区技术规程（试行）》技术规范，天津市管理海域划分为优化开发区域和禁止开发区域两类主体功能区。除禁止开发区域外，天津市管理海域全部划为海洋优化开发区域，该区域总面积 2129.7 平方公里，占全市规划海域面积的 99.2%”。其重点任务为“优化海洋空间布局，南港工业区，以打造高端海洋石油石化产业集聚区域和循环经济示范区为目标，形成上下游产业衔接的世界级生态型海洋石油石化产业集群等”。

本项目位于海洋优化开发区域，本项目为石油勘探与开发项目，项目的建设满足“打造高端海洋石油石化产业集聚区域和循环经济示范区为目标，形成上下游产业衔接的世界级生态型海洋石油石化产业集群等”的任务内容，符合《天津市海洋主体功能区规划》的要求。



图 8.1-1 本项目与天津市海洋主体功能区规划图位置关系

## 8.2 海洋功能区划符合性分析

### 8.2.1 全国海洋功能区划符合性分析

项目所在的海域属于《全国海洋功能区划（2011~2020 年）》中的渤海湾海域，包括唐山滦河口至冀鲁海域分界毗邻海域，“主要功能为港口航运、工业与城镇用海、矿产与能源开发。天津港、唐山港、黄骅港及周边海域重点发展港口航运。唐山曹妃甸新区、天津滨海新区、沧州渤海新区等区域集约发展临海工业

与生态城镇。区域积极发展滩海油气资源勘探开发。加强临海工业与港口区海洋环境治理,维护天津古海岸湿地、大港滨海湿地、汉沽滨海湿地及浅海生态系统、黄骅古贝壳堤、唐山乐亭石臼坨诸岛等海洋保护区生态环境,积极推进各类海洋保护区规划与建设。稳定提高盐业、渔业等传统海洋资源利用效率。开展滩涂湿地生态系统整治修复,提高海岸景观质量和滨海城镇区生态宜居水平。区域实施污染物排海总量控制制度,改善海洋环境质量”。

本项目位于天津市滨海新区,所在海域位于渤海湾海域,属于滩海油气资源勘探开发工程,符合《全国海洋功能区划》中“矿产与能源开发”的主要功能,工程开发与生产过程均在南港工业区已成陆区域内,对“大港滨海湿地、汉沽滨海湿地及浅海生态系统、黄骅古贝壳堤”不会产生不利影响,工程生产过程没有污染物排放入海,符合该区域“实施污染物排海总量控制制度,改善海洋环境质量”管理要求,因此,本项目建设符合《全国海洋功能区划》。

## 8.2.2 天津市海洋功能区划符合性分析

### 1) 用海功能定位符合性

第一采油厂井场位于南港工业与城镇用海区(A3-04):“保障工业与城镇建设用海,兼容油气开采用海。在基本功能尚未实现的前提下,根据实际情况可兼容渔业用海。”用海方式:“允许适度改变海域自然属性,科学安排用海时序,节约集约用海,优化围填海平面设计和岸线布局,适度增加公众亲海岸段,加强动态监测和跟踪管理。开展堤岸改造和景观修复,园区内考虑人工湿地的部署建设,建设生态隔离廊道。”本项目为石油勘探与开发工程,符合所在功能区“保障工业与城镇建设用海,兼容油气开采用海。在基本功能尚未实现的前提下,根据实际情况可兼容渔业用海。”

### 2) 海洋环境保护要求符合性

南港工业与城镇用海区(A3-04)环境保护管理要求为:“严控毗邻海洋特别保护区和农渔业区的影响,适当布设海洋环境监测站;实行废、污水处理与中水回用,确需排放需在其东侧达标排放,并需进行深排论证。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不劣于二类标准。南侧和东侧应根据工程建设的平面布置修建防护堤,严禁向邻近功能区排放和自然流入。”

工程建设符合南港工业与城镇用海区(A3-04)的海域使用管理和海洋环境保护要求,工程在已形成陆地区域内进行建设,施工及运营期无污染物排海,根

据工程周边最近海洋环境现状监测结果,工程所在海洋功能区环境质量满足环境保护管理要求。同时工程在运行过程中不会对邻近的天津东南部农渔业区、大港滨海湿地海洋特别保护区等功能区产生影响。

综上所述,项目的建设符合《天津市海洋功能区划(2011-2020 年)》对该功能区功能用途的管理和海洋环境保护要求。

本项目与天津市海洋功能区划图(部分)位置关系图见图 8.2-1,各功能区海域使用管理要求和海洋环境保护要求详见表 8.2-1。

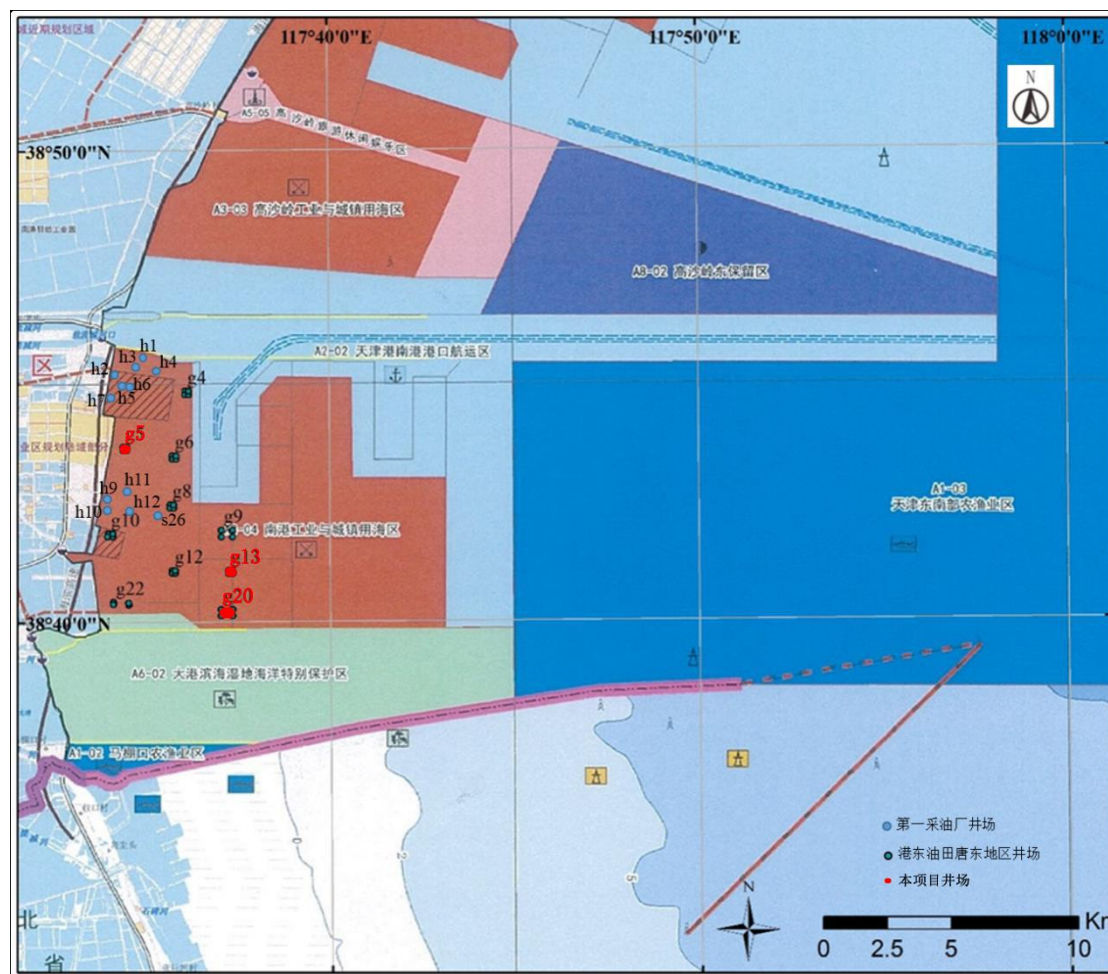


图 8.2-1 本项目与天津市海洋功能区划图(部分)位置关系图

表 8.2-1 工程区及邻近天津市海洋功能区划登记表

功能区类型	编号	功能区名称	地理范围	管理要求	
				海洋使用管理	海洋环境保护
农渔业区	A1-03	天津东南部农渔业区	南港工业区以东海域，天津港锚地以南海域	<p>适宜养殖用海、渔业资源养护和捕捞作业活动；北部海域兼容航道用海；南部海域兼容小规模平台式油气开采及海底电缆管道等用海。</p> <p>严格限制改变海域自然属性；禁止填海造地以及建设妨碍海上交通的构筑物；航道两侧预留一定水域不得从事渔业活动；注意与邻省功能区的协调。</p>	<p>重点保护近海水生生物产卵场和洄游生物种群，恢复中国对虾、三疣梭子蟹、经济鱼种及贝类资源；中东部海域扩大梭鱼、经济贝类等渔业资源的增殖。</p> <p>加强海上溢油及排污监测，预防污染事故；海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准；油气开采、航道、电缆管道等用海活动应保证农渔业区的海洋环境质量管理要求。</p>
港口航运区	A2-02	天津港南港港口航运区	独流减河北治导线以南，包括南港工业区已建和规划的码头区、航道区	<p>保障交通运输安全，适宜港口用海和航道用海，保障工业取水安全，在保障港口航运安全的前提下兼容油气开采用海。</p> <p>允许适度改变海域自然属性，港口工程鼓励采用突堤和构筑物形式，码头、仓储地可适度填海造地，应循序渐进、节约集约利用和优化码头岸线。</p> <p>保障防洪治理管理要求，禁止在独流减河治导线范围内建设妨碍行洪建、构筑物。</p>	<p>保障港区前沿的水深条件和水动力环境；加强监管，防范溢油等风险事故；废、污水必须达标排海。</p> <p>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不劣于三类标准，本区南港工业与城镇用海区东部水域为与毗邻农渔业区和保护区的缓冲水域，海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于二类标准。</p>
工业与城镇用海区	A3-04	南港工业与城镇用海区	独流减河南治导线以南，青静黄北治导线以北，海岸线以东，南港工业区规划范围	<p>保障工业与城镇建设用海，兼容油气开采用海。在基本功能尚未实现的前提下，根据实际情况可兼容渔业用海。</p> <p>允许适度改变海域自然属性，科学安排用海时序，节约集约用海，优化围填海平面设计和岸线布局，适度增加公众亲海岸段，加强动态监测和跟踪管理。</p> <p>开展堤岸改造和景观修复，园区内考虑人工湿地的部署建设，建设生态隔离廊道。</p>	<p>严控毗邻海洋特别保护区和农渔业区的影响，适当布设海洋环境监测站；实行废、污水处理与中水回用，确需排放需在其东侧达标排放，并需进行深排论证。</p> <p>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不劣于二类标准。南侧和东侧应根据工程建设的平面布置修建防护堤，严禁向邻近功能区排放和自然流入。</p>

功能区类型	编号	功能区名称	地理范围	管理要求	
				海洋使用管理	海洋环境保护
			围内		
海洋保护区	A6-02	大港滨海湿地海洋特别保护区	马棚口海岸线以东，南港工业区以南，津冀南线以北	保障海洋保护区用海，兼容渔业资源增殖养护和海底电缆管道用海，禁止新建排污口。 严格限制改变海域自然属性，渔业基础设施依托陆域空间，渔船停靠、避风水域维持开放式。 逐步整治河口区域潮间带形态，保障防洪治理管理要求，禁止在青静黄河北排水河治导线范围内建设妨碍行洪的永久性建、构筑物，保障行洪排涝安全。	重点保护滨海湿地、贝类资源及其栖息环境，恢复滩涂湿地生态环境和浅海生物多样性基因库。加强环境监测，海水水质不劣于二类标准，海洋沉积物质量和海洋生物质量不劣于一类标准；油气电缆管道等用海活动应保证海洋特别保护区的环境质量管理要求。

### 8.3 海洋生态红线符合性

根据《天津市海洋局关于发布实施<天津市海洋生态红线区报告>的通知》(津海环[2014]164 号)和《天津市海洋生态红线区报告》，全市划定的海洋生态红线区包括 219.79km<sup>2</sup> 海域和 18.63km 岸线，分布在天津大神堂牡蛎礁国家级海洋特别保护区、汉沽重要渔业海域、北塘旅游休闲娱乐区、大港滨海湿地和天津大神堂自然岸线等 5 个区域。

本项目所在海域位于大港滨海湿地海洋保护区以北，本项目未涉及天津市海洋生态红线区。因建设项目距离大港滨海湿地海洋保护区较近，将加强管理，严格落实防范措施，做好海洋溢油风险评估，将风险降到最低，避免溢油事故的发生，保护海洋环境。

工程占地和占用海域不直接涉及天津市海洋生态红线区，且工程施工、生产等活动均在已成陆地上进行，无污染物排海，因此工程建设及生产阶段不会对周边的渔业水域、沙源保护海域、旅游区和海洋保护区红线区等环境产生不利影响。因此，项目建设符合《天津市海洋生态红线》制度。天津市海洋生态红线区控制图见图 8.3-1。



天津市海洋生态红线区控制图

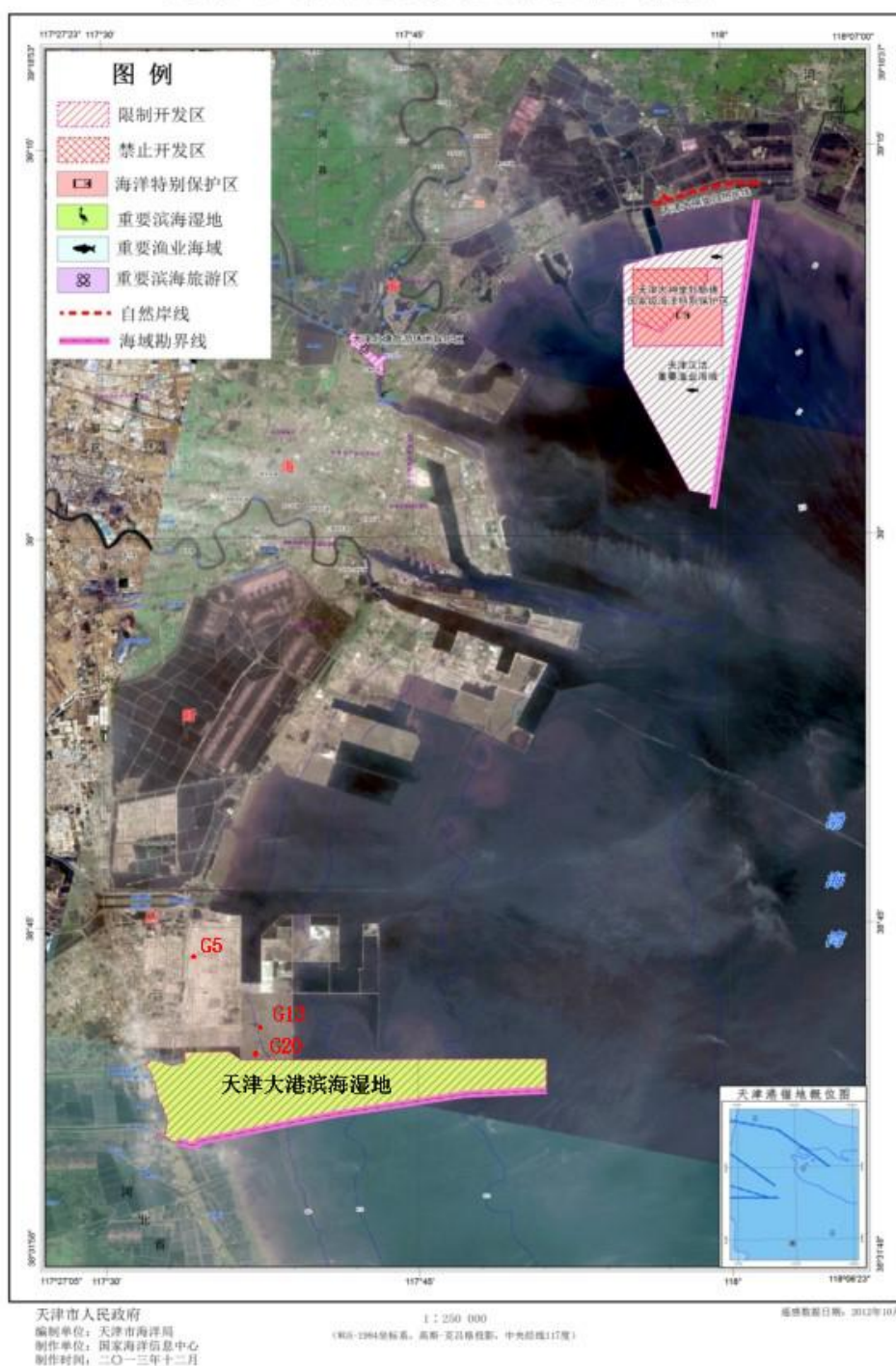


图 8.3-1 本项目与天津市海洋生态红线区位置关系

#### 8.4 与相关规划的符合性分析

#### 8.4.1 《水产种植资源保护区管理暂行办法》要求的符合性分析

### (1) 位置关系



本工程位于辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区渤海湾保护区核心区内（见图 8.4-1）。



图 8.4-1 本工程与渤海湾国家级水产种质资源保护区位置关系示意图

#### (2) 保护区管理规定/要求和管理现状

为加强水产种质资源保护，根据《渔业法》等有关法律法规，2010 年 12 月 30 日经农业部第 12 次常务会议审议通过，2011 年 3 月 1 日起施行《水产种质资源保护区管理暂行办法》。《水产种质资源保护区管理暂行办法》的实行对于强化和规范水产种质资源保护区管理、保护重要水产种质资源及其生存环境、促进渔业可持续发展和国家生态文明建设将发挥重要作用。水产种质资源保护区的保护和管理措施具体如下：

“第十六条 农业部和省级人民政府渔业行政主管部门应当分别针对国家级和省级水产种质资源保护区主要保护对象的繁殖期、幼体生长期等生长繁育关键阶段设定特别保护期。特别保护期内不得从事捕捞、爆破作业以及其他可能对保护区内生物资源和生态环境造成损害的活动。

特别保护期外从事捕捞活动，应当遵守《渔业法》及有关法律法规的规定。”

“第十七条 在水产种质资源保护区内从事修建水利工程、疏浚航道、建闸筑坝、勘探和开采矿产资源、港口建设等工程建设的，或者在水产种质资源保护区外从事可能损害保护区功能的工程建设活动的，应当按照国家有关规定编制建设

项目对水产种质资源保护区的影响专题论证报告，并将其纳入环境影响评价报告书。”

“第十八条 省级以上人民政府渔业行政主管部门应当依法参与涉及水产种质资源保护区的建设项目环境影响评价，组织专家审查建设项目对水产种质资源保护区的影响专题论证报告，并根据审查结论向建设单位和环境影响评价主管部门出具意见。

建设单位应当将渔业行政主管部门的意见纳入环境影响评价报告书，并根据渔业行政主管部门意见采取有关保护措施。”

“第二十条 禁止在水产种质资源保护区内从事围湖造田、围海造地或围填海工程。”

“第二十一条 禁止在水产种质资源保护区内新建排污口。

在水产种质资源保护区附近新建、改建、扩建排污口，应当保证保护区水体不受污染。”

“第二十三条 单位和个人违反本办法规定，对水产种质资源保护区内的水产种质资源及其生存环境造成损害的，由县级以上人民政府渔业行政主管部门或者其所属的渔政监督管理机构、水产种质资源保护区管理机构依法处理。”

### （3）符合性分析

本工程属于勘探和开采矿产资源项目，本项目已经按照“国家有关规定编制建设项目对水产种质资源保护区的影响专题论证报告”。评价将渔业行政主管部门的意见纳入环境影响评价报告书，建设单位将根据“渔业行政主管部门意见采取有关保护措施。”

本项目为海上石油开发，不属于“围湖造田、围海造地或围填海工程。”在生产运行期不新建排污口，符合“第二十条 禁止在水产种质资源保护区内从事围湖造田、围海造地或围填海工程。”“第二十一条禁止在水产种质资源保护区内新建排污口”的管理要求。

综上，本工程建设符合《水产种质资源保护区管理暂行办法》。

## 8.4.2 《渤海环境保护总体规划（2008-2020 年）》符合性分析

《渤海环境保护总体规划（2008-2020 年）》肯定了渤海治污工作，总结了“十五”期间的环境问题，提出了一阶段的“规划范围、指导思想、原则和目标”、“重点任务”、“主要工程”和“保障措施”。规划中提出要“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。

本工程施工期间含油钻井液与钻屑全部运回交由有资质的单位处理；工业垃圾和生活垃圾分类收集后全部交由环卫部门处理。工程投产后，含水原油直接使用罐车拉至马西联合站处理。此外，根据应急计划，在油气生产工艺系统中的主要设备和管线处均设置了相应的安全保护装置，生产工艺系统中设置了自动报警及相应的应急单元系统，并按照应急计划配备了溢油应急设备。因此，本工程与《渤海环境保护总体规划（2008-2020 年）》相符合。

#### 8.4.3 与《天津市海洋环境保护规划（2014-2020 年）》的符合性分析

根据《天津市海洋环境保护规划（2014-2020 年）》，本工程位于其划定的南港工业与城镇用海区，相对位置关系详见图 8.4-2。

南港工业与城镇用海区的主要管控措施为：严控对毗邻海洋特别保护区和农渔业区的影响，适当布设海洋环境监测站；实行废、污水处理与中水回用，加强动态监测和跟踪管理。开展堤岸改造和景观修复，开展人工湿地和生态隔离廊道建设。

本工程拟建井场位于南港工业区已形成陆域内，项目建设对毗邻大港滨海湿地海洋特别保护区和天津东南部农渔业区不产生不利影响。项目施工期和运营期产生的污水和固体废弃物均不排海，对海洋环境质量没有影响。项目运营期环境监测将纳入南港工业区的年度环境监测计划中。因此本项目用海符合《天津市海洋环境保护规划（2014-2020 年）》的要求。

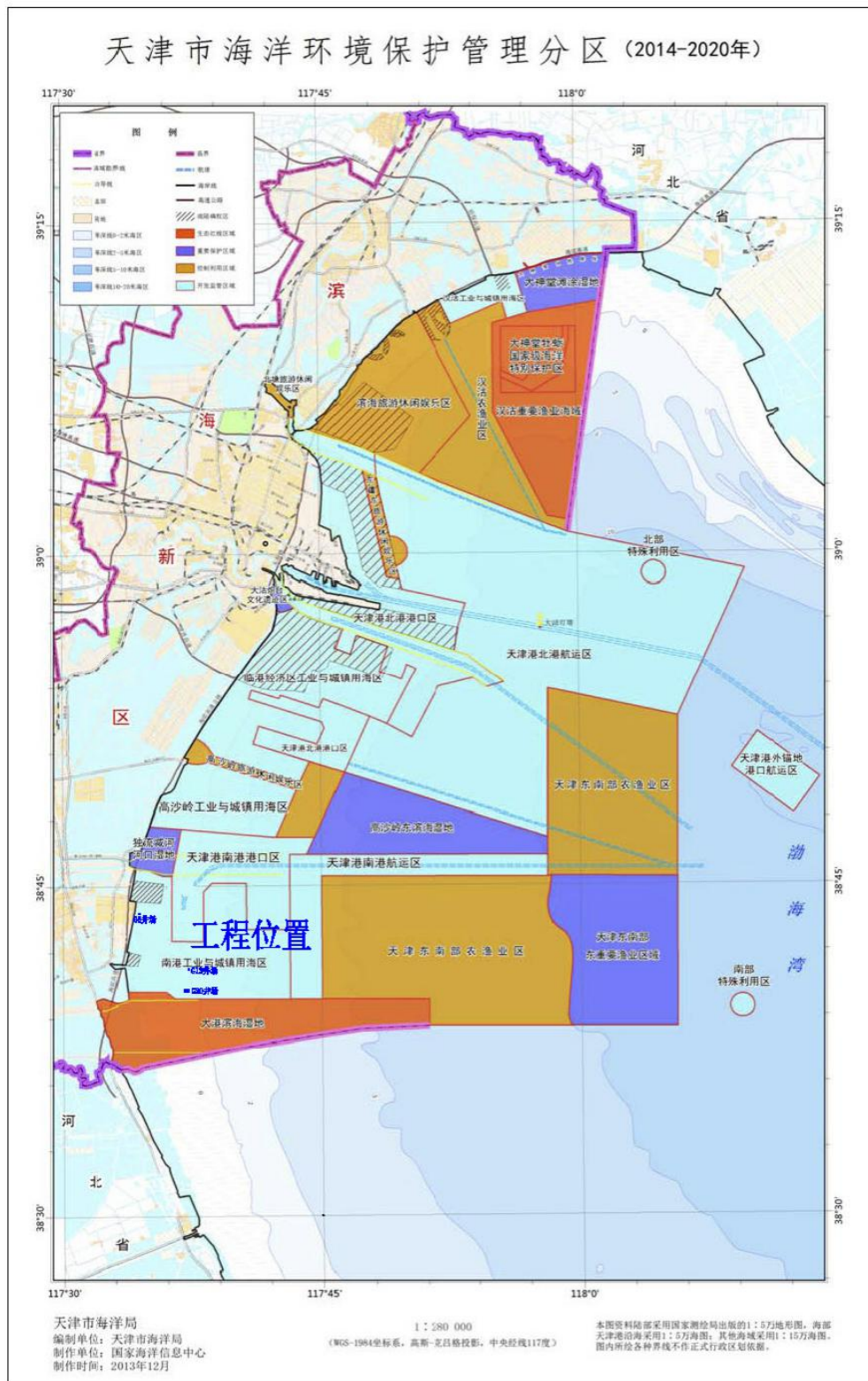


图 8.4-2a 本项目在天津市海洋环境保护规划的相对位置图



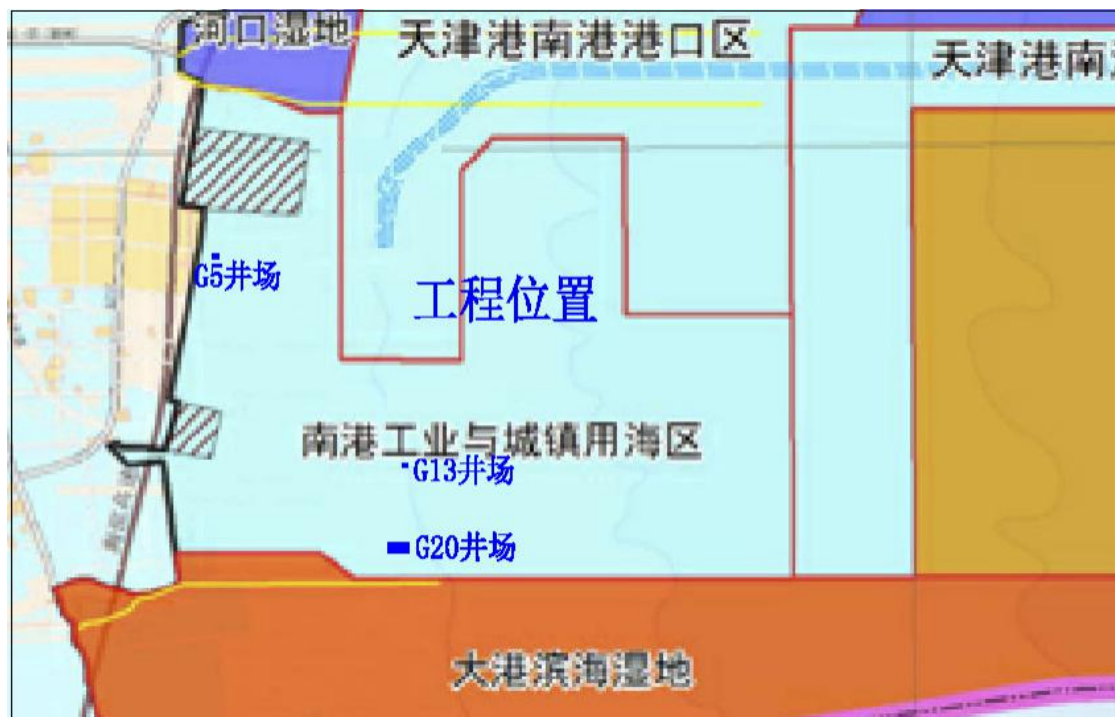


图 8.4-2b 本项目在天津市海洋环境保护规划的相对位置图（局部）

#### 8.4.4 项目用海与《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》符合性分析

《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》提出：“稳步提高国内石油产量。坚持陆上和海上并重，巩固老油田，开发新油田，突破海上油田，大力支持低品位资源开发，建设大庆、辽河、新疆、塔里木、胜利、长庆、渤海、南海、延长等 9 个千万吨级大油田。加快海洋石油开发。按照以近养远、远近结合，自主开发与对外合作并举的方针，加强渤海、东海和南海等海域近海油气勘探开发，加强南海深水油气勘探开发形势跟踪分析，积极推进深海对外招标和合作，尽快突破深海采油技术和装备自主制造能力，大力提升海洋油气产量。”

项目建成后，将实现港东油田的有效开发。因此，项目用海符合《能源发展战略行动计划（2014-2020 年）》的相关要求。

#### 8.4.5 项目用海与《天津市滨海新区国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》的符合性分析

根据《天津市滨海新区国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》，“十三五”期间南港区域、临港经济区、中心商务区、滨海旅游区、中新天津生态城五大区域基本完成主要开发建设任务。

南港区域。南港工业区，推进填海造陆和基础设施建设，建成公用工程岛，

重点引进石油化工和现代冶金龙头项目，发展配套产业和港口物流。到2015年，完成填海造陆100平方公里，累计完成投资2000亿元，实现工业总产值1500亿元。轻纺经济区，加快土地整理和基础设施建设进度，完成一期26平方公里开发建设，做好和南港工业区的衔接，承接石化中下游产业。到2015年，累计完成投资600亿元，实现工业总产值500亿元。南港、轻纺生活区，加快基础设施、生态住宅和商贸等配套设施建设，突出低碳、绿色特点，发展生态住宅，满足发展需要。

要做强做大优势产业。石油化工：以规模化、一体化、集约化为方向，**依托南港工业区和大港三角地，发展石油化工产业集群，建设世界级石油化工产业基地。提高油气资源勘探水平和开采能力，扩大渤海石油生产能力，稳定大港油田生产规模。**建设中俄1300万吨炼油、中卡韩百万吨乙烯、蓝星化工基地、中海油天津研发产业基地等项目，完善中石化百万吨乙烯工程，拓展塑料、化纤、合成橡胶等高端产品系列，发展轻工纺织、新型建材等一批石化中下游产业，形成“油头—化身—轻纺尾”的大型石化产业链。

本项目拟建设8座井场开发区域油气资源，项目的建设能够提高大港油田的石油生产能力，因此工程的建设与《天津市滨海新区国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》是相符合的。

#### 8.4.6 项目用海与天津南港工业区规划的符合性分析

2009 年11月天津市人民政府正式批复了《天津南港工业区总体发展规划（2009-2023）》（津政函[2009]154号）和《天津南港工业区分区规划（2009-2020）》（津政函[2009]155号）。

本规划的规划区位于天津滨海新区南部片区的大港区。规划区范围北至独流减河右治导线以北新建防波堤，西至津歧公路，南至青静黄河左治导线，东至海水等深线-4 m处。规划区面积约200km<sup>2</sup>，其中：航道港池水域约38km<sup>2</sup>，陆域油气开采区面积约14.5km<sup>2</sup>，陆域规划建设用地面积约147.5km<sup>2</sup>。

发展目标为以发展石油化工、冶金装备制造为主导，以承接重大产业项目为重点，以与产业发展相适应的港口物流业为支撑，建成综合性、一体化的现代工业港区。近期满足重大项目需要建设码头，远期建设专业化综合性港区。规划形成“一区、一带、四园”的总体发展结构。“一区”指南港工业区世界级重、化产业基地，国家循环经济示范区。“一带”指南港工业区西侧，沿津歧路建设宽约1 公里的生态绿化防护隔离带，形成南港工业区和大港油田城区之间的绿色生态屏

障。“四园”指四大产业园。包括石化产业园、冶金装备制造园、综合产业园、港口物流园。

本项目建成后将进行油气开发活动，位于南港工业区规划的石化产业园，因此其建设符合《天津南港工业区总体发展规划（2009-2023）》和《天津南港工业区分区规划（2009-2020）》。



图 8.4-3 本项目项目用海与天津南港工业区规划的位置（局部）

## 8.5 产业政策符合性分析

《产业结构调整指导目录（2019 年本）》由鼓励类、限制类、淘汰类三类目录组成。鼓励类主要是对经济社会发展有重要促进作用，有利于节约资源、保护环境、产业结构优化升级，需要采取措施予以鼓励和支持的关键技术、装备及产品。《产业结构调整指导目录（2019 年本）》在石油、天然气方面的鼓励类目录包括常规石油、天然气勘探与开采；页岩气、油页岩、油砂、天然气水合物等非常规资源勘探开发；原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施及网络建设；油气伴生资源综合利用；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；放空天然气回收利用与装置制造；天然气分布式能源技术开发与应用；石油储运设施挥发油气回收技术开发与

应用；液化天然气技术开发与应用。

本工程建设属于上述目录中的“常规石油、天然气勘探与开采”，因此，本项目属于国家产业政策鼓励类。

## 8.6 项目建设环境影响可接受性

### 8.6.1 项目选址合理性

#### (1) 选址区域交通运输条件良好

本工程拟建井场散布于港东油田唐东开发区。港东油田唐东开发区地处大港油田生产区以东 2 公里处，位于天津滨海新区南港工业区填海造陆区，地面为大港油田第一采油厂第一作业区、第二作业区所管辖区域，目前规划区基本被南港工业区所覆盖。天津南港工业区位于天津市东南，东临渤海湾，东北与塘沽相连，西与静海县接壤，北与津南区毗邻，南与河北省黄骅市交界。天津南港工业区隶属天津市滨海新区，是天津市滨海新区的重要发展区域。该区距北京约 165km，距天津市中心区约 45km。

天津拥有铁路、公路、海运等多种运输方式。南港工业区内货运铁路与天津市地方铁路和国家铁路网自由联通，拥有万马、黄马两条进港线，形成客货混合、路港联运的大型铁路枢纽；南港工业区紧邻津缙、津歧、津港等国家级公路；唐津高速、津沪高速、津广高速近在咫尺。海滨大道和滨海高速公路贯穿其中，与津晋、丹拉、京沪、京福等高速公路顺畅联接，形成对外快速通道。于此同时，区内拥有网格格式高等级公路，连接各个功能区，形成四通八达的公路交通格局；大港港区（南港工业区港区）是天津港规划的八大港区之一，是天津港的重要组成部分，多个码头已投产运营，经预测，2015~2020 年天津港大港港区总吞吐量发展水平为 3400~6800 万吨。

本项目选址于南港工业区内，铁路、公路、水运十分便利，交通运输条件良好。

#### (2) 选址区内油藏丰富

██  
██  
██  
██



油气开发工程选址备择性较窄，唐东地区丰富的油藏资源决定了拟建的井场应在油藏附近区域。目前，唐东地区地面已被南港工业区填海造陆区覆盖，因此，项目选址于南港工业区内是适宜的。

### （3）南港工业区的功能定位和发展布局

2008 年 8 月，天津市人民政府委托中国城市规划设计研究院编制的《天津市空间发展战略规划》提出了在大港区海域辟建天津港南部港区，强化港口的辐射带动能力，保障重大项目及时落地，形成新的“港区”（港口与工业区）联动区域，带动临港工业的发展，优化产业布局。2009 年 11 月天津市第 38 次市长办公会批准了《天津南港工业区分区规划（2009-2020）》。规划中明确南港工业区发展目标为：以发展石油化工、冶金装备制造和工业为主导，以承接重大产业项目为重点，以与产业发展相适应的港口物流业为支撑，建成综合性、一体化的现代工业港区。南港工业区的发展定位为：世界级重化产业和港口综合体。南港工业区的主要发展职能包括四个方面，分别为世界级重化工业基地职能、与北港区共同构建北方国际航运中心职能、区域产业带动枢纽职能、国家循环经济示范职能。

南港工业区规划形成“一区、一带、四园”的总体发展结构。“一区”指南港工业区世界级重、化产业基地，国家循环经济示范区。“一带”指南港工业区西侧，沿津歧路建设宽约 1 公里的生态绿化防护隔离带，形成南港工业区和大港油田城区之间的绿色生态屏障。“四园”指四大产业园，包括石化产业园、冶金装备制造园、综合产业园、港口物流园。

本项目建成后将进行油气开发活动，位于南港工业区规划的石化产业园，项目选址符合南港工业区的发展规划。

## 8.6.2 平面布置合理性

本工程拟建设 3 个井场进行油气资源的开发，每个井场的位置综合考虑了钻井控制范围、钻井难度、后期潜力和油田经济效益等因素，从总体布局上来讲，3 个井场的布置是合理的。

就每一个井场的平面布置来说，根据油气开采的正常生产配套工程要求，3

个井场统一规划设计，新建产能井 8 口，均为油井。每个井场上新建 8 口井均按照丛式井进行布置，井间距 6m，单井产液物经集油阀组后进入两相分离器进行油气分离，天然气进天然气压缩回收装置，经压缩后拉运至 LNG 处理站，分离后的产出液进储油罐定期拉运至马西联合站处理。在满足生产要求的前提下，布局合理。

### 8.6.3 环境影响可接受性分析

本项目拟建井场位于南港工业区已经形成的填海造陆区内。井场的后续施工不涉及水上施工内容，仅需进行钻前井场地基处理、钻完井作业、建设栏杆围墙及其他陆上设施的建设。因此，本工程对水动力环境、冲淤环境没有影响。

项目施工期产生的污染物主要为钻屑、泥浆、洗井废水、含油工业垃圾、生活垃圾、生活污水。钻屑和泥浆一同运往中国石油大港油田原油运销公司废弃泥浆处理厂进行处理。中国石油大港油田原油运销公司废弃泥浆处理厂处理为第一采油厂内部单位，专门用于废弃泥浆处理与处置。洗井废水收集后统一拉运至马西联合站，马西联合站是大港油田第一采油厂的油、气、水集中处理站之一，其处理工艺和处理能力均可满足本工程处理需求。工程建设阶段产生的含油工业垃圾收集后由天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司进行处置。施工期施工人员所产生的生活垃圾统一收集后由天津绿源环境卫生管理有限公司定期清运处理。施工产生的生活污水统一收集后由天津绿源环境卫生管理有限公司定期清运处理，依托可行。施工期产生的污染物均不外排，不会对周围海水水质、沉积物及生态环境产生显著影响。工程建设与生产对辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区影响较小。对渔业生物资源的影响主要体现在场地建设将永久占用该海域内的潮间带生物和底栖生物的栖息环境，并对鱼卵、仔稚鱼、游泳动物等造成一定的损失。为缓解项目建设对生态的影响以及对海洋生态造成的影响，建设单位将按要求落实生态补偿，开展增殖放流活动。

本项目实施后，三个井场产出液经两相分离器进行油气分离后，分离后的产出液进储油罐定期拉运至马西联合站处理。在马西联合站经三相分离后含油生产水进入现有集输与处理系统，经处理达标后用于其他井场内生产水回注地层，不外排。初期雨水经收集池收集后定期拉运至马西联合站污水处理系统处理。3 个井场洗井/修井作业主要采用双管循环洗井流程、洗井水罐装贮存，作业结束后拉运至马西联合站处理。落地油等含油工业垃圾收集后交由天津滨海合佳威立雅

环境服务有限公司进行处置。

综上所述，建设单位在油田开发过程中在严格落实本报告中提出的各项环境保护措施的基础上，从环境保护角度讲，工程建设可行。

## 9 环境影响经济损益分析

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益，重点评价工程投资的经济合理性和可行性，并通过分析工程项目的环境经济效益，从环境经济角度对项目的可行性进行评估，为建设项目的决策提供依据。南港油田 G5 等三个井场开发的同时，将不可避免的对涉海工程所在海域造成一定的生态损害。

### 9.1 环境经济损益分析

#### 9.1.1 环境经济收益分析

原油价格根据中国石油天然气集团公司《建设项目经济评价参数》（2008）的要求，按 60 美元/桶计取，换算 3036 元/吨（根据油价走势现状，原油价格按 2400 元/吨计）。

本工程建设投产石油累计新建产能 [REDACTED]，石油产量效益约为 [REDACTED] 万元。

#### 9.1.2 环境经济损失分析

本项目位于南港工业区已经形成的填海造陆区内。建设阶段与生产阶段均不涉及水上施工内容，具体施工内容包括井场平整及钻前处理、钻完井施工和生产运行（含井下修井作业），项目施工期与运营期产生的污染物均得到有效处理与处置，均不外排。

本项目对海洋生物资源的影响主要体现在井场建设将永久占用该海域内的潮间带生物和底栖生物的栖息环境，并对鱼卵、仔稚鱼、游泳动物等造成一定的损失。

根据中华人民共和国水产行业标准《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》的规定：（1）“占用渔业水域的生物资源损害补偿，占用年限 20 年以上的，按不低于 20 年补偿”（2）“一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍”进行补偿。

本工程位于南港工业区，南港工业区整体围填海已编制了《天津南港工业区围填海项目生态评估报告》。该报告依据《建设项目对海洋生物资源影响评价技

术规程》(SC/T 9110-2007)对南港工业区整体围填海对鱼卵、仔稚鱼、游泳生物、底栖生物和潮间带生物的损失量及价值评估进行了计算。

南港工业区围填海占用的海域面积为 9671.76hm<sup>2</sup>,其中本工程占用的海域面积为 14.1907 hm<sup>2</sup>,本工程面积占南港围填海面积的比例为 0.147%。因此,本工程的渔业资源损失经济价值按该比例进行折算,折算结果为:鱼卵仔稚鱼 57.35 万元,游泳动物 3.18 万元,底栖生物 44.57 万元,潮间带生物 18.27 万元,共计 123.37 万元。

## 9.2 环境保护设施和环境保护投资估算

本项目环保投资费用主要包括海洋生态损失补偿费、水污染防治、环境保护临时措施、环境风险防范措施、环境管理、环境监测等费用。根据《海上油(气)田开发工程环境保护设计规范》(SY/T10047-2003),凡属污染防治和环境保护所需要的装用装置和设施,应按投资比例的 100%列入环境保护投资,生产或安全需要同时又为环境保护服务设备或设施分别按不同情况以 20%~50%比例列入环境保护投资。生态补偿费按 100%列入环境保护投资。

根据上述原则,各项费用估算见表 9.2-1,本项目建设投资为 80640 万元,环境保护投资 1573.37 万元,环境保护设施投资占总投资的比例为 1.95%。

表 9.2-1 环保投资估算一览表(单位:万元)

井场	环保投资	总投资额	折合比率	折合环保投资
施工期	污水处理费	500	100%	500
	固废处理费	600	100%	600
营运期	雨水收集池	50	100%	50
	工业垃圾处理费	100	100%	100
海洋生态环境损失费		123.37	100%	123.37
竣工验收费用		100	100%	100
海洋生态环境监测费用		100	100%	100
合计				1573.37

## 9.3 社会效益分析

油气田的开发对国民经济的发展具有极重要的作用。油气是重要的能源之一,是工业的血液,制约着若干行业的发展。因而油气田开发不仅经济效益本身极为显著,而且可以通过解决直接和间接的就业机会带动其他相关产业的发展,具有重要的社会效益。

本工程的建设将对该区域的生物资源、渔业资源等造成一定的直接影响,但本工程的开发将会对进一步带动相关产业的发展和进步(如机械制造、电子、仪表等等)起到一定的作用,可为国家增加税收收入,增加出口创汇。此外,本工程在建设和生产阶段将提供一定的就业机会,有利于增强社会的系统功能,改善区域的整体环境。

因此,本工程是一项利国利民的工程,其环保设施的设置与环保投资是合理的,具有良好的经济和社会效益。

## 10 环境管理与监测计划

### 10.1 环境管理

#### 10.1.1 环境管理任务和内容

环境管理是控制污染、保护环境的重要措施。本工程对环境的影响主要来自施工期的各种作业活动以及运营期的污染物排放,为最大限度的减轻施工作业对生态环境的影响,确保工程正常运行,首先应建立科学有效的环境管理体制,落实各项环保措施。中国石油天然气股份有限公司大港油田分公司历来重视对环境的保护工作,按照 HSE 管理体系的模式,建立了相应的 HSE 管理机构,实行逐级负责制。

##### 10.1.1.1 施工期环境监理

实施环境监理制度是环境管理的重要环节。建议建设单位(甲方)聘请有资质的环境监理机构(第三方),对施工单位、承包商、供应商(统称乙方)执行国家及省级环保法律、法规、制度、标准、规范的情况依法进行监督检查,特别是加强施工现场的环境监理检查工作,目的是协助建设单位落实施工期间的各项环境保护要求和施工合同中的环保规定,确保本项目的建设符合有关环保法律法规的要求。为确保各项环保措施的落实,最大限度地减轻施工作业对环境的影响,本项目在施工期间要实施 HSE 管理。

施工期 HSE 管理主要工作是施工现场环境监察,主要任务为:

- (1) 宣传国家和地方有关环境方面的法律、法规;
- (2) 落实环评报告书及施工设计中的环保措施;
- (3) 及时发现施工中新出现的环境问题,提出改善措施;
- (4) 记录施工中环保工作状况,建立环保档案,为竣工验收提供基础资料。

##### 10.1.1.2 运营期环境管理

环境管理工作主要围绕以下几个方面进行:协助有关环保部门进行环境保护设施的竣工验收工作;定期进行环保安全检查和召开有关会议;对领导和职工进行环保安全方面的培训;制定各种可能发生事故的应急计划,定期进行演练;配备各种必要的维护、抢修器材和设备,保证在发生事故时能及时到位;在项目运

营期，环境管理除了应对站场各项环保设施定期运行和维护工作之外，工作重点应针对管道破裂、海上溢油、平台储罐着火等重大事故的预防和处理；重大环境污染事故不同于一般的环境污染，它没有固定的排放方式和排放途径，具有发生突然、危害严重等特点，必须制订相应的事故预防措施、事故应急措施以及生态恢复补偿措施等。

### （1）正常工况的环境管理

#### A、制订必要的规章制度和操作规程

①生产过程中安全操作规程；

②设备检修过程中安全操作规程；

③正常运行过程中安全操作规程；

④各种特殊作业（危险区域用火、进入设备场地等）中的安全操作规程；

⑤不同岗位的规程和管理制度，如输油操作岗位、计量操作岗位、自动控制操作岗位、平台罐区工作岗位及巡线、抢维修岗位等。

⑥环境保护管理规程，包括 ISO14001 环境管理体系、环境管理手册、程序文件、作业指导书齐备，并搞好环境监测、设施运行方面的资料、档案、管理工作，收集、整理和推广环保先进技术和经验。

#### B、实施清洁生产管理

企业应建立原材料质检制度和原材料定额管理，对能耗、水耗等指标进行考核，并进行清洁生产审核。

#### C、员工的培训

培训工作包括上岗前培训和上岗后的定期培训，培训的方式可采用理论培训和现场演练两种方式，培训的内容包括基础培训、技能培训和应急培训三部分。

#### D、加强环保设备的管理

建立环保设备台帐，制定主要环保设备的操作规程及安排专门操作人员，建立重点处理设备的环保运行记录等。

#### E、落实管理制度

除加强环保设备的基础管理外，还需狠抓各项管理制度的落实，制定环保经济责任制考核制度，以提高各部门对环境保护的责任感。

### （2）事故风险的预防与管理

#### A、制订应急预案



做好突发性自然灾害的预防工作。密切与地震、水文和气象部门之间的信息沟通，及时制定完善的对策；制定风险事故应急预案。方案应经有关部门协商和认同，一旦发生事故时，可以有效协调实施。应急预案应包括控制事故蔓延、减少影响范围的具体行动计划。

#### B、对事故隐患进行监护

对事故隐患进行监护，掌握事故隐患的发展状态，积极采取有效措施，防止事故发生。对已确认的重大事故隐患，应本着治理与监护并行的原则进行处理。在目前技术、财力等方面能够解决的，要通过技术改造或治理，尽快消除事故隐患，防止事故发生。

#### C、强化专业人员培训和建立安全信息数据库

有计划、分期分批对环保人员进行培训，聘请专家讲课，收看国内外事故录像资料，吸收这些事件中预防措施和救援方案的经验，学习借鉴此类事故发生后的救助方案。日常要经常进行人员训练和实践演习，锻炼指挥队伍，以提高他们对事故的防范和处理能力。

建立安全信息数据库或信息软件，使安全工程技术人员能及时查询到所需的安全信息数据，用于日常管理和事故处置工作。

### 10.1.1.3环境管理机构设置

中国石油天然气股份有限公司大港油田分公司环境保护工作实行经理负责制，公司总经理为第一责任者，主管副总经理直接领导公司的安全环保工作。在组织机构上公司下设安全环保科，负责组织、落实、监督本公司范围内的环境保护工作；各平台均设有安全环保员。实行三级管理，在各自负责的范围内行使监督、检查和奖惩职责。环境保护管理程序见图 10.1-1。

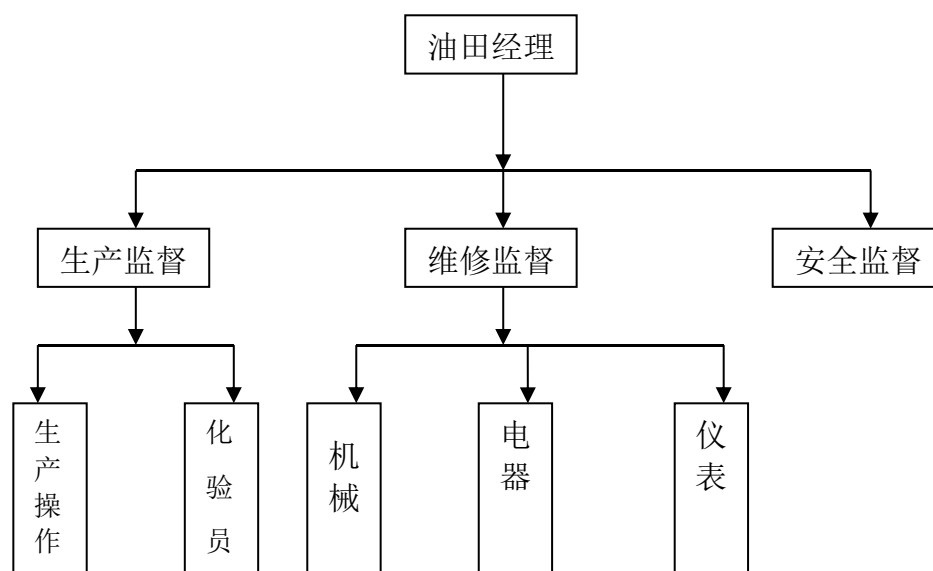


图 10.1-1 南港油田环境保护管理程序

### (1) 油田经理

全面负责油田的安全生产和环境保护的管理工作，制定和落实油田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，负责技术管理和培训，处理临时发生的生产、安全和环保等各种问题，并采取应急处理措施。

### (2) 安全环保监督

负责落实全油田安全和环保工作的各项制度及规定；协助制定应急计划；对内外人员进行安全、环保教育；监督、纠正各种违章作业和操作，一旦发生事故立即赶赴现场查明原因，提出处理意见；做好污染处理设备和安全消防设施的定期检查和检测；对污水排放和垃圾处理进行监督。落实执行有关健康、安全、环保法律法规，建立健全海上平台的健康、安全环保制度，并负责落实；负责对有关健康、安全、环保设备、设施的管理，并监督所有系统设备符合安全规范的要求；对海上平台人员的生产操作进行安全监督，组织分析安全生产形势，制定防范措施；以及上级领导和部门交办的其他任务。

### (3) 生产监督

向油田经理负责，认真执行油井管理措施和油田经理的工作指令；确保原油生产按计划完成和污水处理达到规定指标；熟练操作包括污染治理设备在内的各种工艺设备，指导有关人员处理故障。负责管理和指导所有生产作业以满足政府规定、公司要求的指标与程序，实现生产及安全健康环保目标，负责生产系统的计划与控制，使产量最大化、注水有效化、有效利用产出气；以及其他相关工作。

### (4) 维修监督

向油田经理负责，负责最大限度地保持健康与安全状况下，确保关键设备的可靠性、可用性、整体安全性能与工作性能，负责执行设备维护管理长期计划，保证设备完好以满足生产目标，以及其他相关的设备维护工作。

### 10.1.2 环保管理制度

中国石油天然气股份有限公司大港油田分公司将根据国家和地方的有关环保政策和要求建立并执行下列环保管理制度：

#### （1）环保会议制度

每月召开一次安全环保例会，分析总结安全生产和安全、环保制度执行情况；查找安全环保问题和隐患，制定相应的安全环保措施；传达上级有关指示和安全、防火及环保等方面的文件。

#### （2）环保宣传教育制度

充分利用各种宣传工具，通过各种渠道，积极及时地宣传国家有关安全环保管理规定和安全环保知识，对所有工作人员进行安全环保知识教育，提出安全环保要求，讲清注意事项。

#### （3）环保检查制度

采油厂每月对海上生产设施进行安全环保抽查，各部门不定期地进行安全生产和环境保护自检，检查存在的隐患和问题，及时加以妥善处理或向有关领导汇报，提出整改措施和计划。每年都采取综合检查和专项检查相结合、监督检查与自我检查相结合、定期检查与动态检查相结合等方式，进行全方位、全过程的安全环保监管。综合检查方面，落实巡回检查、“日、周、月”检、夜查、要害部位专项检查和节前检查。突出抓好问题整改复查为主要内容的检查，促进了安全环保管理整体水平的提升。

#### （4）环保奖惩制度

为加强环境保护管理，制定《采油厂环境保护工作特别管理规定》。油田工作人员的奖金与安全生产和环境保护工作挂钩，对在安全环保方面成绩突出的班组或个人进行奖励，反之对不严格执行安全环保有关规定，违反安全环保工作制度的有关人员将扣除奖金。在评选先进、表彰奖励工作中，实行安全环保否决制度。

#### （5）切实加强平台环保管理工作

海上平台空间小，一旦出现溢油，就可能对海洋环境造成严重污染，为此采

油厂坚持“预防为主”的思想，切实强化管理，避免污染事故发生。在平台环保管理方面，采油厂重点强化以下几个方面的管理：一是加强巡回检查和了望制度的落实，定期检查平台设施，发现事故苗头，及时采取措施；二是加强平台防污设施的管理，通过定期维护保养，切实做到全部处理、达标排放；三是加强化学消油剂的使用管理，严格控制使用消油剂，避免二次污染；四是建立完善海陆防范监控体系，同时加强海上日常监控管理。

## 10.2 环境监测

环境监测是环境管理的前提和基础。环境监测的主要任务是定期监测各工程设施上外排污染物的排放浓度，掌握达标情况，为加强环境保护管理、保证污染处理设备正常运转提供科学依据；分析外排污染物浓度和排量的变化规律，为制定污染控制措施和环保管理提供依据。本工程的环境监测计划依据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》制定。

### 10.2.1 监测计划

#### 10.2.1.1 施工期环境监测计划

##### （1）污染源监测计划

根据工程分析结果，本工程施工阶段产生的固态、液态污染物质均运至相关处置单位处理，不在施工区域排放，故本阶段不制定污染源监测计划。

##### （2）环境质量监测计划

为掌握工程建设对海洋环境质量的影响程度，建设单位应根据相关规定对工程周边展开环境质量跟踪监测，为了保证监测的有效性，本评价制定施工期环境监测监测计划。监测项目、监测方案、监测范围和站位布设原则、监测频率等具体内容见表 10.2-1、10.2-2。

根据监测计划建设单位需委托有调查和监测能力的环境监测部门，对工程周边海域定期进行水质监测，提交有效计量认证分析的监测报告，对环境监测反馈的信息进行科学分析，并建立资料档案。

表 10.2-1 环境监测站坐标表

站位	纬度	经度	监测项目
1	38°40'3.67"北	117°36'18.20"东	水质、生态
2	38°44'20.71"北	117°36'59.46"东	水质、生态

表 10.2-2 施工期工程海域环境质量监测计划一览表

环境要素	监测项目	监测方法	监测频率	监测单位
海水水质	COD	《海洋监测规范》 GB17378.4-2007	施工期在一年以上，则进行春秋两季各一次监测；不足一年，选择大潮期开展一期监测	国家海洋行政主管部门认可的监测单位
	无机氮			
	石油类			
	SS			
海洋生态	叶绿素 a	《海洋监测规范》 GB17378.7-2007	施工期间与水质同步开展一期监测	
	浮游植物			
	浮游动物			
	底栖生物			

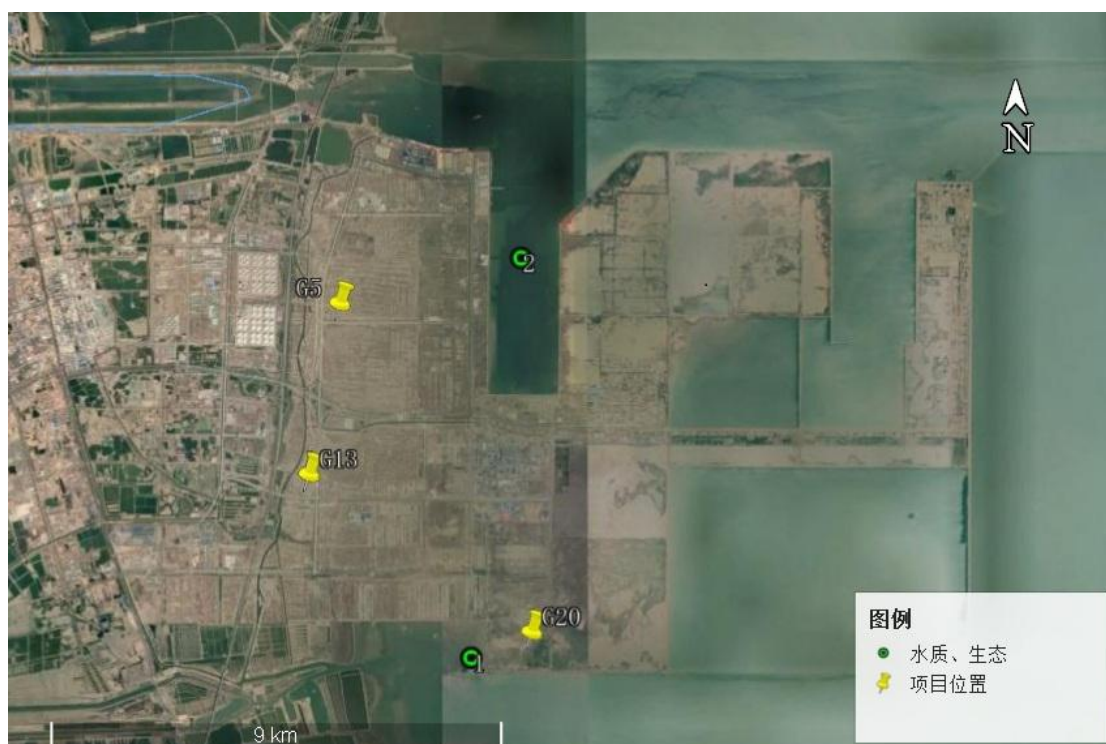


图 10.2-1 施工期环境监测计划布点图

### 10.2.1.2 运营期环境监测计划

本工程运营阶段平台为无人平台，含油生产水运至马西联合站处理达标后全部回注地层，用于其他井场注水，不外排。

评价主要针对海洋水质、生态环境、沉积物制定监测计划，海水水质、海洋生态环境监测项目、监测方案、监测范围和站位布设原则、监测频率等内容见表 10.2-3、10.2-4，监测布点见图 10.2-2。

运营阶段建设单位应对工程周边海域的海水水质环境、海洋沉积物环境和海洋生态环境定期进行监测，制定海洋环境质量跟踪监测方案，提交有效计量认证分析监测报告，对环境监测反馈的信息进行科学分析，并建立资料档案。除此之

外，还需对海底管道进行不定期局部检查和定期全面检查，以便及早发现隐患，及时处理，防止事故发生。

表 10.2-3 环境监测站坐标表

站位	维度	经度	监测项目
1	38°40'3.67"北	117°36'18.20"东	水质、生态、沉积物
2	38°44'20.71"北	117°36'59.46"东	水质、生态、沉积物

表 10.2-4 运营期工程周边海域监测计划一览表

环境要素	监测项目	监测方法	监测频率	监测单位
海水水质	COD	《海洋监测规范》 GB17378.4-2007	工程投产第一年进行春秋两季各一次监测，运行一年后，如监测结果变化不大，可逐减	国家海洋行政主管部门认可的监测单位
	无机氮			
	无机磷			
	石油类			
	重金属铅、锌			
海洋生态环境	叶绿素 a	《海洋监测规范》 GB17378.7-2007	工程投产后每年一次，运行一年后，如监测结果变化不大，可逐减	
	浮游植物			
	浮游动物			
	底栖生物			
	生物体内石油类			
沉积物环境	石油类	《海洋监测规范》 GB17378.5-2007	工程投产后两年一次，如监测结果变化不大，可逐减	



图 10.2-2 运营期监测布点图

10.2.1.3事故监测计划

配合政府部门对防污染设备的检查工作，以及在事故状态下配合有关部门作

好对事故的跟踪监测。

发生溢油事故时除在常规监测站位进行水质监测外，根据事故性质、事故影响的大小，视具体情况增加对海洋生态环境、海洋生物质量、沉积物环境的监测，站位布设根据实际情况进行调整。可采用有偿服务的方式委托海洋行政主管部门认可的监测单位开展环境事故跟踪监测。

## 11 环境影响评价结论

### 11.1 工程分析结论

第一采油厂南港油田 G5 等 3 个海域井场产能建设开发工程采用常规井结合大斜度井部署注采方案，区块原油地质储量 [REDACTED] 部署总井数 24 口，新钻井 24 口，平均单井井深 [REDACTED] [REDACTED] [REDACTED]。

项目产出液在井场内两相分离器中分离，油水采用罐车拉油方式至马西联合站处理，分离出来的天然气经 LNG 压缩撬处理后采用罐车拉气的方式至 LNG 处理站。

项目投资：本项目建设投资为 80640 万元，环境保护投资 1573.37 万元，环境保护设施投资占总投资的比例为 1.95%。

本工程钻井过程中共产生钻井液 1600m<sup>3</sup>，其中含油钻井液约为 560m<sup>3</sup>。产生钻屑 28800m<sup>3</sup>，其中含油钻屑约 5040m<sup>3</sup>。钻屑、钻井液全部外委处理；施工产生生活污水 4681m<sup>3</sup>，生活垃圾 15.6t，工业垃圾 12t。

油田生产运营期主要污染物为生产水、修井产生的工业垃圾等。据生产预测，本工程最大产水量为 14.04 万 m<sup>3</sup>/a，洗井废水 360m<sup>3</sup>/a。

### 11.2 环境现状分析与评价结论

#### 11.2.1 海水水质现状

春、秋水质评价结果表明：除部分站位 DO、无机氮、石油类外，所有监测项目均符合所在功能区要求的海水水质标准。



### 11.2.2 海底沉积物现状

各监测站位沉积物各项评价指标满足其所在功能区要求,表明沉积物质量较好。

### 11.2.3 浮游植物现状

秋季调查共鉴定浮游植物 67 种(见浮游植物种名录),其中硅藻 59 种,占发现总种类的 88.1%;甲藻 6 种,占发现总种类的 9.0%;金藻和蓝藻各 1 种,浮游植物以硅藻门种类为主,各调查站位的种类数量存在一定的差异;浮游植物种类数分布呈现南部低,北部高的特征。浮游植物细胞丰度为(28912~18492000)个/ $\text{m}^3$ ,平均为 1301181 个/ $\text{m}^3$ 。

春季调查海域共获得浮游植物 2 门 29 种。其中,硅藻门 27 种,占总种类数的 93.1%;甲藻门 2 种,调查海区浮游植物细胞密度变化范围在(65800~15307600) cells/ $\text{m}^3$ 之间,平均值为 1847015 cells/ $\text{m}^3$ 。调查浮游植物群落的丰富度指数变化范围(0.06~0.63),均值为 0.24;均匀度变化范围(0.31~1.10),均值为 0.77;

浮游植物群落的多样性指数和丰富度指数较高,种间个体数差别不大,均匀度较高,监测海域的浮游植物群落结构稳定,功能良好。

### 11.2.4 浮游动物现状

春季监测共鉴定浮游动物 13 种,浮游幼体、鱼卵和仔鱼 6 种。其中桡足类 7 种,占总种类数的 53.8%;浮游动物湿重生物量的变化范围在(220.00~8680.00) g/ $\text{m}^3$ 之间,均值为 2497.45 g/ $\text{m}^3$ ,最高值和最低值分别出现在 6 站位和 29 站位。调查浮游动物群落的丰富度指数变化范围(0.32~1.86),均值为 1.02;均匀度变化范围(0.55~0.89),均值为 0.74;

秋季调查共鉴定浮游动物 23 种(不包括 7 种浮游幼体、鱼卵和仔鱼)。其中,桡足类 14 种,占总种类数的 60.9%;水母类 5 种,占总种类数的 21.7%;甲壳类、原生动物、毛额动物门和脊索动物门各 1 种,各占总种类数的 4.3%。浮游动物种类数分布呈现南部低,北部高的特征。大部分调查海域的种类数大于 8 种,并且种类数大于 10 种的站位大部分分布在北部海域。浮游动物湿重生物量的变化范围在(11.90~285.50) mg/ $\text{m}^3$ 之间,均值为 71.74 mg/ $\text{m}^3$ ,最高值出现在 32 号站位;浮游动物丰度在(6.7~675.0) 个/ $\text{m}^3$ 之间,均值为 88.9 个/ $\text{m}^3$ 。

### 11.2.5 底栖生物现状

秋季调查共发现大型底栖生物 50 种，隶属于环节动物、节肢动物、软体动物、棘皮动物、纽形动物和腔肠动物（详见大型底栖生物种名录）。其中环节动物发现种类最多，共发现 20 种，调查海域底栖生物种类数分布存在一定的差异，大部分调查海域的种类数大于 6 种，调查海域底栖生物种类数均值为 8 种，本次调查底栖生物湿重生物量变化范围在  $(0.30\sim514.08)\text{g/m}^2$  之间，平均为  $46.09\text{g/m}^2$ 。

春季调查共发现大型底栖生物 29 种，隶属于多毛类、软体动物、甲壳类、棘皮动物和脊索动物（详见大型底栖生物种名录）。其中多毛类共发现 12 种，占总种类数的 41.4%；底栖生物湿重生物量变化范围在  $(0.07\sim213.38)\text{g/m}^2$  之间，平均为  $11.89\text{g/m}^2$ ，最高值和最低值分别出现在 19 站位和 30 站位。底栖生物群落的丰富度指数变化范围为  $(0.13\sim1.16)$ ，均值为 0.33；均匀度变化范围为  $(0.54\sim1.00)$ ，均值为 0.85。

### 11.2.6 生物质量现状

各项指标的平均标准指数值均小于 1，满足评价标准的要求。

### 11.2.7 鱼卵仔稚鱼

春季航次调查，调查的 12 个站位中，水平和垂直拖网均有 9 个站位捕获到鱼卵，出现频率为 75%；11 个站位捕获到仔稚鱼，出现频率为 91.7%。垂直拖网鱼卵密度变化范围为  $0\sim1.24\text{ ind/m}^3$ ，平均密度为  $0.31\text{ ind/m}^3$ ，最大值出现在 2 号站位。仔稚鱼密度变化范围为  $0\sim1.36\text{ ind/m}^3$ ，平均密度为  $0.50\text{ ind/m}^3$ 。

秋季航次调查，调查的 12 个站位中，水平拖网有 3 个站位捕获到鱼卵，出现频率为 25%；1 个站位捕获到仔稚鱼，出现频率为 8.3%。垂直拖网鱼卵仅在 10 号站采集到鱼卵和仔稚鱼，出现频率为 8.3%，鱼卵平均密度为  $0.222\text{ ind/m}^3$ ，仔稚鱼平均密度为  $0.019\text{ ind/m}^3$ 。

### 11.2.8 渔业资源现状

春季调查共捕获鱼类 15 种，鱼类生物量变化范围在  $0.26\sim5.28\text{kg/h}$ ，平均值为  $1.99\text{kg/h}$ ；鱼类生物密度范围在  $27\sim274\text{ 尾/h}$ ，鱼类平均资源量为  $31.16\text{ kg/km}^2$ ，资源密度为  $2137\text{ 尾/km}^2$ ，其中鱼类成体平均资源量为  $29.18\text{ kg/km}^2$ ，幼鱼平均资源密度为  $359\text{ 尾/km}^2$ 。春季捕获头足类 4 种，为日本枪乌贼、短蛸、长蛸和双喙耳乌贼。平均渔获量  $22\text{ 尾/h}$ ， $0.84\text{kg/h}$ 。头足类生物量范围在  $0\sim3.64\text{kg/h}$ ，头足

类平均资源量为 13.13 kg/km<sup>2</sup>，资源密度为 349 尾/km<sup>2</sup>，其中头足类成体平均资源量为 12.96 kg/km<sup>2</sup>，幼体平均资源密度为 43 尾/km<sup>2</sup>。春季调查甲壳类生物量变化范围在 0.02~14.45kg/h，平均值为 3.42 kg/h；甲壳类生物密度范围在 6~1094 尾/h，平均值为 432 尾/h。春季虾类平均资源量为 52.86 kg/km<sup>2</sup>，6676 尾/km<sup>2</sup>，其中，虾类成体资源量为 51.14kg/km<sup>2</sup>，资源密度为 5580 尾/km<sup>2</sup>；虾类幼体平均资源量为 1.72kg/km<sup>2</sup>，资源密度为 1096 尾/km<sup>2</sup>。蟹类平均资源量为 0.69kg/km<sup>2</sup>，资源密度为 76 尾/km<sup>2</sup>。

秋季调查共捕获鱼类 19 种，鱼类生物量变化范围在 1.77~11.21 kg/h，平均值为 4.97 kg/h；鱼类生物密度范围在 360~3664 尾/h，平均值为 1156 尾/h，秋季（10 月）鱼类平均资源量为 77.82 kg/km<sup>2</sup>，资源密度为 18093 尾/km<sup>2</sup>，其中鱼类成体平均资源量为 58.11kg/km<sup>2</sup>，幼鱼平均资源密度为 3582 尾/km<sup>2</sup>。秋季捕获头足类 3 种，为日本枪乌贼、短蛸和长蛸。头足类生物量变化范围在 0.26~13.01 kg/h，平均值为 3.50 kg/h；头足类生物密度范围在 20~2832 尾/h，平均值为 551 尾/h，秋季（10 月）头足类平均资源量为 54.81 kg/km<sup>2</sup>，资源密度为 8627 尾/km<sup>2</sup>，其中头足类成体平均资源量为 49.77 kg/km<sup>2</sup>，幼体平均资源密度为 1941 尾/km<sup>2</sup>。秋季调查甲壳类生物量变化范围在 2.09~13.18 kg/h，平均值为 7.04 kg/h；甲壳类生物密度范围在 429~1522 尾/h，平均值为 806 尾/h。秋季（10 月）虾类成体资源量为 89.46 kg/km<sup>2</sup>，平均资源密度为 9264 尾/km<sup>2</sup>；虾类幼体平均资源量为 3.60 kg/km<sup>2</sup>，资源密度为 2608 尾/km<sup>2</sup>。蟹类成体资源量为 15.51kg/km<sup>2</sup>，平均资源密度为 604 尾/km<sup>2</sup>；蟹类幼体平均资源量为 1.64 kg/km<sup>2</sup>，资源密度为 134 尾/km<sup>2</sup>。

### 11.2.9 地下水环境质量现状

根据评价区内 7 个潜水地下水监测井的检测数据：pH 值、硝酸盐氮(以 N 计)、亚硝酸盐氮(以 N 计)、挥发酚(以苯酚计)、氰化物(以 CN-计)、六价铬、铅、汞、苯、甲苯、二甲苯、萘、苯并(b)荧蒽满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)I 类标准限值；镉、砷满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)II 类标准限值；砷、苯并(a)芘满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)III 类标准限值；耗氧量、氟化物(以 F-计)、硫化物、铁满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)IV 类标准限值；溶解性总固体、氨氮(以 N 计)、总硬度(以 CaCO<sub>3</sub> 计)、钠离子、氯化物、硫酸盐、锰满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)V 类标准限值；总磷、石油类满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) IV 类标准限值。

### 11.2.10 土壤环境质量现状

场地内采取的土壤样品中的七项重金属 ( $\text{Cr}^{6+}$ 、Ni、As、Cu、Hg、Pb、Cd)、石油烃(C10-C40)、苯、甲苯、乙苯、间&对-二甲苯、苯乙烯、邻-二甲苯、1,2-二氯丙烷、氯甲烷、氯乙烯、1,1-二氯乙烯、二氯甲烷、反-1,2-二氯乙烯、1,1-二氯乙烷、顺-1,2-二氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、四氯化碳、1,2-二氯乙烷、三氯乙烯、1,1,2-三氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、1,2,3-三氯丙烷、氯苯、1,4-二氯苯、1,2-二氯苯、氯仿、2-氯苯酚、萘、苯并(a)蒽、蒈、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3-cd)芘、二苯并(a,h)蒽、硝基苯、苯胺的检测值均小于《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(试行)(GB36600-2018)中第二类用地筛选值标准。

## 11.3 环境影响预测分析与评价结论

### 11.3.1 水文动力和地形地貌环境影响分析

本项目拟建井场位于南港工业区已经形成的填海造陆区内。井场的后续施工不涉及水上施工内容,仅需进行钻前井场地基处理、钻完井作业、建设栏杆围墙及其他陆上设施的建设,工程建设对附近海域的水动力状况和泥沙输移基本无影响。

### 11.3.2 水质环境影响评价

本工程位于南港工业区围填海项目已成陆地区。井场的后续施工不涉及水上施工内容,仅需进行钻前井场地基处理、钻完井作业、建设栏杆围墙及其他陆上设施的建设,因此,工程建设不会产生悬浮泥沙。

项目运营期,水环境影响因素主要包括含油生产水、初期雨水、井下作业废水等。其中,含油生产水经处理达到回注标准后回注油层。初期雨水由井场内的雨水收集池进行收集后装车外运处理。井下作业废水主要采用双管循环洗井流程、洗井水车罐装贮存,作业结束后拉运至港东联合站西北侧废弃钻井泥浆与井下作业废液处理站处理。因此,项目运营期产生的污水均不外排,不会对周围海水水质产生显著影响。

### 11.3.3 沉积物环境影响评价

拟建工程位于天津市南港工业区已填海造地范围内,工程所在区属于成陆

区。井场建设过程中拟建工程井场建设均在井场范围内，不会引起周围环境沉积物环境的变化。施工期间所产生的钻屑、泥浆、含油污泥、含油工业垃圾由大港油田公司废旧泥浆处理厂接收处理，均不外排。此外营运期井场不设置固定工作人员，无生活垃圾产生。运营期间产生的含油工业垃圾由大港油田公司废旧泥浆处理厂接收处理，生活垃圾运往当地环卫部门处理，均不外排。因此不会对周围海域沉积物环境造成不良影响。

#### 11.3.4 对海洋环境敏感目标的影响分析

工程周边分布的环境敏感区主要为辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区和大港滨海湿地海洋特别保护区。

工程建设及生产活动均在陆域范围进行，项目施工过程中无悬浮沙产生，施工污染物处理处置去向明确，废水、固体废物均不排海，且运营多年未发生环境事故，工程建设不会对环境敏感目标产生不利影响。

#### 11.3.5 海洋生态影响分析与评价结论

本工程位于南港工业区，南港工业区整体围填海已编制了《天津南港工业区围填海项目生态评估报告》。该报告依据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）对南港工业区整体围填海对鱼卵、仔稚鱼、游泳生物、底栖生物和潮间带生物的损失量及价值评估进行了计算。

南港工业区围填海占用的海域面积为 9671.76hm<sup>2</sup>，其中本工程占用的海域面积为 14.1907 hm<sup>2</sup>，本工程面积占南港围填海面积的比例为 0.147%。因此，本工程的渔业资源损失经济价值按该比例进行折算，折算结果为：鱼卵仔稚鱼 57.35 万元，游泳动物 3.18 万元，底栖生物 44.57 万元，潮间带生物 18.27 万元，共计 123.37 万元。

#### 11.3.6 地下水和土壤影响分析与评价结论

在项目运营期非正常状况下，由于项目地下水含水层污染物扩散能力较差，对周边地下水的影响在一定时间内会持续影响，由预测结果可知，地下水中石油污染浓度以泄露点为中心向周围呈逐渐减小趋势，而影响距离和影响范围随着时间推移逐渐变大，平面上石油类污染物泄漏后主要随地下水流方向运移，在 100 天时污染物石油类污染点源的最远运移距离为 2.5m，污染范围为 13.3m<sup>2</sup>，未超出 G20 井场范围。在 1000 天时污染物石油类污染点源的最远运移距离为 5.3m，

污染范围为 75.7m<sup>2</sup>，未超出 G20 井场范围。在 10 年时污染物石油类污染点源的最远运移距离为 9.3m，污染范围为 244m<sup>2</sup>，未超出 G20 井场范围。在 30 年时污染物石油类污染点源的最远运移距离为 15.9m，污染范围为 678m<sup>2</sup>，未超出 G20 井场范围。在加强监测及时发现问题及时有效处理的条件下，建设项目对地下水环境的影响是可接受的。

在非正常状况下，井场中单井管线与新建油井连接处破损后采出液渗漏到包气带后约 4339min，潜水含水层与包气带接触位置石油类贡献浓度即超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类水标准限值；渗漏发生 27719min 后，包气带底部土壤中石油烃（C10-C40）含量叠加现状平均值后超过《土壤环境质量建设用土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值。

可考虑使用高密度聚乙烯（HDPE）膜防渗层，或采用满足地下水导则及其他相关规范的防渗措施。在符合导则的防渗措施得以落实后，几乎不会有污染物渗漏，处理技术要求可满足土壤污染防治的相关规定。

## 11.4 环境风险分析与评价结论

本工程海上部分最主要的环境风险类型主要包括：井喷、井涌发生的溢油泄漏，根据环境风险分析本项目溢油入海可能性很小。本工程不涉及注水施工，发生地质性溢油可能性极低，建设单位建立了详细的环境风险防范措施，本项目风险总体可控。

## 11.5 环境保护对策的合理性、可行性结论

### 11.5.1 建设阶段环境保护措施

项目建设期产生的主要污染物有钻井钻屑和泥浆、生活污水、生活垃圾、洗井废水和工业垃圾等。建设阶段将污染防治措施，使上述污染物的排放、处置和生态影响符合国家或地方法规和标准的要求，最大程度的降低其对环境的负面影响。

### 11.5.2 运营阶段污染防治措施

根据工程分析结果，生产阶段产生的主要污染物有：含油生产水、含油工业垃圾、修井废水等。

落地油等含油工业垃圾收集后交由天津滨海合佳威立雅环境服务有限公司进行处置，依托可行。含油生产水定期拉运至**马西联合站**处理，初期雨水经收集池收集后定期拉运至马西联合站污水处理系统处理，洗井/修井废水罐装贮存，作业结束后拉运至马西联合站处理。

## 11.6 海洋工程的环境可行性结论

本项目属于国家鼓励类建设项目，符合国家的产业政策和能源政策。工程拟采用的施工设备、工艺和节能、减排对策措施符合清洁生产的要求。

本项目用海符合《全国海洋功能区划（2011-2020）》、《天津市海洋功能区划》的要求，与《全国海洋主体功能区规划》、《天津市主体功能区规划》的要求。

拟建工程施工期间，各种施工均在已经填海区域进行，对海水水质、海洋沉积物和海洋生态环境基本无影响，不会对工程附近海域水质产生不良影响。拟建工程存在一定溢油风险，溢油事故一旦发生会对生态和环境造成危害，本报告提出了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。

建设单位在油田调整开发过程中在严格落实本报告中提出的各项环境保护措施和溢油风险防范措施的基础上，从海洋环境保护角度讲，工程建设可行。