# 西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目

# 环境影响报告书

建设单位：中海石油（中国）有限公司上海分公司

中海油研究总院有限责任公司

北京

二〇二四年三月

# 目 录


**1 概述** ..... 1
1.1 项目由来及总体开发方案概述 ..... 1
1.2 环境影响评价工作过程 ..... 1
1.3 关注的主要环境问题 ..... 2
1.4 主要评价结论 ..... 2
**2 总论** ..... 4
2.1 编制依据 ..... 4
2.2 环境影响评价标准 ..... 12
2.3 环境影响要素识别 ..... 20
2.4 环境敏感区和环境保护目标 ..... 22
2.5 环境影响评价工作等级 ..... 25
2.6 环境影响评价范围与评价重点 ..... 37
**3 工程概况与工程分析** ..... 42
3.1 工程概况 ..... 42
3.2 海上工程工程概况及工程分析 ..... 46
3.3 陆上工程工程概况及工程分析 ..... 67
**4 工程区域环境概况** ..... 147
4.1 海上工程海域环境概况 ..... 147
4.2 陆上工程环境概况 ..... 172
**5 环境质量现状调查与评价** ..... 199
5.1 海洋环境现状调查概况 ..... 199
5.2 海水水质现状调查与评价 ..... 208
5.3 海洋沉积物质量现状调查与评价 ..... 216
5.4 海洋生态环境现状调查与评价 ..... 223
5.5 海洋生物质量现状调查与评价 ..... 245
5.6 海洋渔业资源现状调查与评价 ..... 256
5.7 环境空气质量现状调查与评价 ..... 278
5.8 地表水环境质量现状调查与评价 ..... 282
5.9 地下水环境质量现状调查与评价 ..... 286
5.10 土壤环境现状调查与评价 ..... 293
5.11 声环境现状调查与评价 ..... 298
**6 环境影响回顾性分析** ..... 302
6.1 现有工程回顾 ..... 302
6.2 现有工程环评批复情况 ..... 304
6.3 海上工程环保设施运行情况 ..... 309
6.4 宁波终端现有工程污染源排放及达标分析 ..... 314
6.5 溢油风险事故回顾 ..... 328
6.6 海洋环境质量回顾性分析 ..... 328
6.7 环境影响回顾性分析结论 ..... 337
**7 环境影响预测与评价** ..... 339
7.1 海上环境影响预测与评价 ..... 339
7.2 陆域环境影响预测与评价 ..... 363
**8 环境风险分析与评价** ..... 439
8.1 风险评价概述 ..... 439
8.2 海上工程环境风险分析与评价 ..... 440

8.3 陆上工程环境风险分析 465
**9 清洁生产分析与总量控制** 503
9.1 清洁生产分析 503
9.2 总量控制方案建议 504
**10 环境保护对策措施及其合理性分析** 507
10.1 海上工程环境保护对策措施 507
10.2 海洋生态保护对策 515
10.3 陆上工程环境保护对策措施 519
10.4 环保设施“三同时”竣工验收建议 539
**11 环境经济损益分析** 542
11.1 环境经济损益分析 542
11.2 社会效益分析 544
**12 环境管理与监测计划** 545
12.1 环境保护管理计划 545
12.2 环境监测计划 550
**13 评价结论与建议** 556
13.1 工程概况 556
13.2 主要污染源和污染物 557
13.3 规划和政策符合性结论 559
13.4 环境现状分析与评价结论 560
13.5 环境影响预测分析与评价结论 569
13.6 环境风险分析与评价结论 576
13.7 总量控制结论 577
13.8 环境保护对策措施及其合理性分析结论 578
13.9 建设项目环境可行性结论 583
附件1 环评委托书 584
附件2 其他相关环评报告批复文件 585
附件3 其他相关环评报告竣工验收文件 586
附件4 海上工程固体废物委托处理处置合同和资质 587
附件5 陆上工程现有污染源监测报告 588
附件6 宁波终端排污许可证（91310000757922111 0001U） 589
附件7 春晓净化水厂排污许可证（91330206MA2H86GP2J001V） 590
附件8 陆上工程固体废物委托处理处置合同及资质 591
附件9 陆上工程环境质量现状监测报告 592
附件10 陆上工程总量申请文件 594
附件11 宁波终端城镇污水排入排水管网许可证 595
附表 海上工程环境质量现状调查与评价结果 596

# 1　概述

## 1.1 项目由来及总体开发方案概述

根据东海区域产量规划预测，2025-2026 年天然气将上产至 70 亿方并长期稳产。为提升西湖区域年管输能力，需建设“西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目”，通过新建 DH BOP 平台、HY1-1CEP 平台至 TWT-CEP 平台海底输气管道、改扩建宁波终端，解决外输瓶颈，保障 70 亿方产能充分释放和安全生产运行。

西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目海上工程位于东海海域，新建平台距岸（浙江省宁波市）最近距离约※※km（西）。新建平台所在海域水深变化范围为※※m~※※m，新建海管所在海域水深变化范围为※※m~※※m。

本项目新建 1 座增压平台（简称 DH BOP 平台）、1 条 HY1-1CEP 至 TWT-CEP 约 51.3km 的海底输气管道，对依托的 HY1-1CEP 平台和 TWT-CEP 平台进行适应性改造，并对现有宁波终端进行改扩建。宁波终端三期改扩建工程包括新建 1 套处理能力为 $632\times10^4m^3/d$ 的天然气处理装置、新建 3 台 $900\times10^4Nm^3/d$ 进站压缩机（2 用 1 备）、新建 1 台 $626\times10^4Nm^3/d$ 外输压缩机、1 座 $1000m^3/h$ 的循环冷却水装置、1 个 $2500m^3$ 丙烷储罐、利旧 8500kW 热媒炉等。

## 1.2 环境影响评价工作过程

2023 年 11 月，受建设单位中海石油（中国）有限公司上海分公司的委托（见附件 1），中海油研究总院有限责任公司（环评单位）承担了西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目的环境影响评价工作。

环评单位收到环评任务委托 7 个工作日内，建设单位在“中国自然资源报”网站上开展了“西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目环境影响评价公众参与”第一次公示。同时，环评单位开展了资料收集以及相关法规和标准等与本项目有关文件的研究工作，收集的资料主要包括工程资料、相关法规和标准文件、已批复的依托设施相关环评文件等。

通过对西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目的工程资料分析、相关法规和标准等文件研究、环境敏感目标和环境保护目标筛选等工作确定了本项目环境影响评价的评价内容、评价重点、评价工作等级和评价范围，并对本项目海洋环境功能区划及相关规划符合性进行了分析。本项目春、秋两季海洋

环境质量现状调查与评价工作均由国家海洋环境监测中心承担；渔业资源调查与评价内容主要来源于中国水产科学研究院东海水产研究所的调查结果。

根据本项目工程分析和环境现状调查与评价结果，开展了本项目的环境影响预测与评价工作。结合工程分析以及环境影响预测与评价结论，本项目开展了清洁生产分析、环境保护对策措施及其合理性分析、环境风险分析与评价、总量控制建议、环境管理与环境监测以及环境经济损益分析等专题研究。

## 1.3 关注的主要环境问题

西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目海上工程位于东海海域，评价范围内的敏感目标主要是鱼类产卵场、索饵场和越冬场。项目新建平台位于东海产卵带鱼保护区、日本鲭索饵场和蓝点马鲛索饵场内，东海产卵带鱼保护区每年5月1日至6月30日禁止拖网渔船及其他以捕捞产卵带鱼为主的作业渔船进入生产；新建海底管道位于带鱼、海鳗、绿鳍马面鲀和日本鲭越冬场，同时部分管段穿越绿鳍马面鲀产卵场、带鱼索饵场和银鲳越冬场。本项目距离国家级自然保护区、海洋生态红线区、海洋特别保护区、水产种质资源保护区等均较远，新建平台距离最近的东海带鱼国家级水产种质资源保护区试验区约25km，新建海底管道距其最近距离为185km。

本项目在正常建设和生产情况下，关注的主要环境问题是海底管道挖沟埋设时掀起的悬浮物以及生产阶段温排水和生活污水的排放对项目环境保护目标及周围海域的海水水质、沉积物和海洋生态环境的影响范围及程度。在风险事故情况下，关注的主要环境问题是油气泄漏事故对工程设施周围海域的环境敏感目标、海洋生态环境、渔业资源以及渔业生产的潜在影响。

本项目陆上工程根据终端改扩建项目建设和运营期的特点，重点关注的环境问题主要包括现有工程存在的环保问题，以及改扩建项目运行期环境风险及防控措施、污染物的达标排放情况。

## 1.4 主要评价结论

西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目符合国家的产业政策，海上工程符合《全国海洋主体功能区规划》和《全国海洋功能区划（2011~2020年）》，位于《浙江省海洋主体功能区规划》《浙江省海洋功能区划（2011-2020年）》《浙江省国土空间规划（2021—2035年）》和浙江省划定的“三区三线”海洋生态保护红线范围外，最近距离大于69.4km。

本项目陆上工程符合《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》《浙江省煤炭石油天然气发展“十四五”规划》《浙江省生态环境保护“十四五”规划》《宁波市生态环境保护“十四五”规划》等相关规划，与“三线一单”要求相符，不属于列入环境准入负面清单的范畴。

本项目从设计和施工方案上采取了一系列污染治理、环境保护措施，采用的生产工艺流程及设备、污染防治措施等均符合清洁生产的要求。项目存在一定的溢油风险，需采取切实可行的溢油应急防范对策措施。

评价认为，在建设单位落实了各项环境保护措施、生态保护措施、风险防范措施和应急预案的前提下，从环境保护角度考虑，本项目建设可行。

# 2　总论

## 2.1 编制依据

本环境影响报告书主要根据西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目总体开发方案和建设单位反馈的资料，在各项专题研究的基础上，按照中华人民共和国有关环境保护法律法规的要求编制，具体编制依据如下。

### 2.1.1　法律

- 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年 4 月 24 日修订，2015 年 1 月 1 日起施行）
- 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2023 年 10 月 24 日修正，2024 年 1 月 1 日起施行）
- 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018 年 12 月 29 日修正，2003 年 9 月 1 日起施行）
- 《中华人民共和国渔业法》（2013 年 12 月 28 日修正）
- 《中华人民共和国野生动物保护法》（2018 年 10 月 26 日修改）
- 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年 10 月 26 日修正，2018 年 10 月 26 日起施行）
- 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日修正，2018 年 1 月 1 日施行）
- 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018 年 12 月 29 日修改，2022 年 6 月 5 日起施行）
- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 4 月 29 日修订，2020 年 9 月 1 日起施行）
- 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2018 年 8 月 31 日发布，2019 年 1 月 1 日起施行）
- 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012 年 2 月 29 日修改，2012 年 7 月 1 日起施行）
- 《中华人民共和国海上交通安全法》（2021 年 4 月 29 日修改，2021 年 9 月 1 日起施行）
- 《中华人民共和国海域使用管理法》（2001 年 10 月 27 日通过，2002 年 1 月 1 日起施行）

- 《中华人民共和国水土保持法》（2010.12.25 修订，2011 年 3 月 1 日起施行）
- 《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日第三次修正，2020 年 1 月 1 日起施行）
- 《中华人民共和国节约能源法》（2018 年 10 月 26 日修正）
- 《中华人民共和国循环经济促进法》（2018 年 10 月 26 日修正）
- 《中华人民共和国水法》（2016 年 7 月 2 日修改）
- 《中华人民共和国防洪法》（2016 年 7 月 2 日修正）

2.1.2　行政法规与部门规章

- 《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第 682 号，2017 年 10 月 1 日起施行）
- 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部令第 16 号，2021 年 1 月 1 日起施行）
- 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（国务院令第 698 号，2018 年 3 月 19 日修订）
- 《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，自然资源部办公厅（自然资办函〔2022〕2080 号）
- 《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号）
- 《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发〔2015〕17 号，2015 年 4 月 2 日起施行）
- 《国务院关于印发土壤污染防治行动计划的通知》（国发〔2016〕31 号，2016 年 5 月 28 日起施行）
- 《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例实施办法》（国土资源部令第 64 号修改，2016 年 1 月 8 日起施行）
- 《中华人民共和国防治船舶污染海洋环境管理条例》（国务院令第 698 号，2018 年 3 月 19 日修订）
- 《国务院关于印发全国海洋主体功能区规划的通知》（国发〔2015〕42 号，2015 年 8 月 20 日发布）

- 《国务院关于印发中国水生生物资源养护行动纲要的通知》（国发〔2006〕9号，2006年2月27日发布）
- 《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》（国务院，1983年12月29起施行）
- 《铺设海底电缆管道管理规定》（国务院令第27号，1989年3月1日起施行）
- 《海底电缆管道保护规定》（国土资源部令第24号，2004年3月1日起施行）
- 《铺设海底电缆管道管理规定实施办法》（国家海洋局第3号，1992年8月26日起施行）
- 《国家危险废物名录（2021年版）》（生态环境部令第15号，2021年1月1日起施行）
- 《产业结构调整指导目录（2024年本）》（2023年12月1日第6次委务会议审议通过，2024年2月1施行）
- 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发〔2012〕77号，2012年7月3日起施行）
- 《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，2012年8月7日起施行）
- 《关于印发<企业事业单位突发环境事件应急预案备案管理办法（试行）>的通知》（环发（2015）4号，2015年1月8日起施行）
- 《海洋石油勘探开发溢油污染环境事件应急预案》(生态环境部，2022年5月10日起施行）
- 《国家海洋局关于修改<关于颁发《海洋石油勘探开发化学消油剂使用规定》的通知>等3份规范性文件的决定的公告》（国家海洋局公告，2015年11月23日公布）
- 《关于印发<沿海海域船舶排污设备铅封管理规定>的通知》（交海发〔2007〕165号，2007年5月1日起实施）
- 《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》（交通运输部令2017年第15号，2017年5月23日起施行）
- 《交通运输部关于印发船舶大气污染物排放控制区实施方案的通知》

（交海发〔2018〕168 号，2018 年 11 月 30 日发布）

- 《中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定》（中华人民共和国交通运输部令 2021 年第 24 号，2021 年 9 月 1 日施行）
- 《进一步加强石油天然气行业环境影响评价管理的通知》（环办环评函〔2019〕910 号，2019 年 12 月 13 日公布）
- 《中华人民共和国自然保护区条例》（国务院令第 167 号，2017 年 10 月 7 日修订）
- 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（国务院令第 645 号，2013 年 12 月 7 日修改）
- 《水生生物增殖放流管理规定》（中华人民共和国农业部令第 20 号，2009 年 5 月 1 日施行）
- 《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》（农渔发〔2022〕1 号，2022 年 1 月 13 日实施）
- 《农业部办公厅关于进一步规范水生生物增殖放流工作的通知》（农办渔〔2017〕49 号，2017 年 7 月 10 日发布）
- 《关于进一步加强水生生物资源保护 严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2013〕86 号，2013 年 8 月 5 日发布）
- 《关于印发<石化行业 VOCs 污染源排查工作指南>及<石化企业泄漏检测与修复工作指南>的通知》（环办〔2015〕104 号，2015 年 11 月 18 日起施行）
- 《国务院关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发〔2013〕37 号，2013 年 9 月 10 日起施行）
- 《挥发性有机物（VOCs）污染防治技术政策》（环境保护部公告 2013 年第 31 号，2013 年 5 月 24 日起施行）
- 《关于印发<重点行业挥发性有机物综合治理方案>的通知》（环大气〔2019〕53 号，2019 年 6 月 26 日起施行）
- 《关于做好环境影响评价制度与排污许可制衔接相关工作的通知》（环办环评〔2017〕84 号，2017 年 11 月 15 日起施行）
- 《国家发展改革委商务部关于印发<市场准入负面清单（2022 年版）>的通知》（发改体改规〔2022〕397 号，2022 年 3 月 12 日起施行）

- 《关于落实大气污染防治行动计划严格环境影响评价准入的通知》（环办〔2014〕30号，2014年3月25日起施行）
- 《关于印发<建设项目主要污染物排放总量指标审核及管理暂行办法>的通知》（环发（2014）197号，2014年12月30日起施行）
- 《国家发展改革委等9部委印发<关于加强资源环境生态红线管控的指导意见>的通知》（发改环资（2016）1162号，2016年5月30日起施行）
- 《关于开展排放口规范化整治工作的通知》（国家环境保护总局环发〔1999〕24号，2006年修订）
- 《关于进一步加强自然保护区建设和管理工作的通知》（环办（2002）163号，2002年11月19日起施行）
- 《关于印发<建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）>的通知》（环办〔2013〕103号，2013年11月14日起施行）
- 《企业事业单位环境信息公开办法》（部令 第31号，2015年1月1日起施行）
- 《国务院办公厅关于印发控制污染物排放许可制实施方案的通知》（国办发〔2016〕81号，2016年11月10日起施行）
- 《排污许可管理条例》（中华人民共和国国务院令 第736号，2021年3月1日起施行）
- 《浙江省海洋环境保护条例》（浙江省人大常委会，2017年9月30日修正）
- 《浙江省大气污染防治条例》（浙江省人大常委会，2020年11月27日修正）
- 《浙江省水污染防治条例》（浙江省人大常委会，2020年11月27日修正）
- 《浙江省固体废物污染环境防治条例》（浙江省人大常委会，2017年9月30日修正）
- 《浙江省建设项目环境保护管理办法》（浙江省人民政府，2021年2月10日修正）
- 《浙江省排污许可证管理暂行办法》（浙江省人民政府，2015年12月28日修正）

- 关于印发<长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）浙江省实施细则>的通知》（浙江省推动长江经济带发展领导小组办公室）
- 《关于进一步加强建设项目环境保护“三同时”管理的指导意见》（浙环发〔2013〕14 号）
- 《浙江省建设项目主要污染物总量准入审核办法（试行）》（浙环发〔2012〕10 号，2012 年 4 月 1 日起施行）
- 《关于做好挥发性有机物总量控制工作的通知》（浙环发〔2017〕29 号）
- 《浙江省人民政府关于发布浙江省生态保护红线的通知》（浙政发〔2018〕30 号）
- 《关于印发<浙江省工业企业挥发性有机物泄漏检测与修复（LDAR）技术要求>的通知》（浙环办函〔2015〕113 号）
- 《关于印发<浙江省挥发性有机物深化治理与减排工作方案（2017-2020 年）>的通知》（浙环发〔2017〕41 号）
- 关于印发《浙江省土壤污染防治工作方案的通知》（浙政发（2016）47 号）
- 《燃气锅炉低氮改造工作技术指南要求》（浙江省生态环境厅，2019 年 9 月）
- 《浙江省生态环境厅关于执行国家排放标准大气污染物特别排放限值的通告》（浙环发〔2019〕14 号）
- 《关于印发浙江省“十四五”挥发性有机物综合治理方案的通知》（浙环发（2021）10 号）
- 《宁波市大气污染防治条例》（宁波市人民代表大会常务委员会，2016 年 7 月 1 日实施）
- 《宁波市水污染防治行动计划》
- 《宁波市土壤污染防治工作实施方案》（甬政发〔2017〕51 号）
- 《关于印发<宁波市一般工业固体废物环境污染防治管理办法（试行）>的通知》（甬美丽办发〔2019〕13 号）
- 《宁波市环境保护局关于印发<挥发性有机物污染治理相关技术指南>的通知》（甬环发〔2016〕55 号）
- 《宁波市排污权有偿使用和交易工作暂行办法实施细则（试行）》（甬

环发〔2013〕112 号）

- 《宁波市环保局关于进一步规范建设项目主要污染物总量管理相关事宜的通知》（甬环发〔2014〕48 号）
- 《浙江省生态环境保护条例》（浙江省人民代表大会常务委员会 2022 年 8 月 1 日施行）
- 《关于加强工业企业环保设施安全生产工作的指导意见》（浙江省应急管理厅 浙江省生态环境厅，浙应急基础〔2022〕143 号）

2.1.3　技术导则及规范

- 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）
- 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）
- 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）
- 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018）
- 《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）
- 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）
- 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）
- 《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）
- 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）
- 《环境影响评价技术导则 陆地石油天然气开发建设项目》（HJ 349-2023）
- 《突发环境事件应急监测技术规范》（HJ589-2010）
- 《建设项目危险废物环境影响评价指南》（环境保护部公告 2017 年第 43 号）
- 《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ819-2017）
- 《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）
- 《海洋监测规范》（GB17378-2007）
- 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）
- 《国内航行海船法定检验技术规则》（2022）
- 《水上溢油环境风险评估技术导则》*（JT/T1143-2017）
- 《船舶溢油应急能力评估导则》*（JT/T 877-2013）
- 《水运工程环境保护设计规范》*（JTS149-2018）

（备注：*由于行业适用性，部分采用）

2.1.4　基础资料

- 西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目环境影响评价任务委托书
- 西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目可行性研究深化报告（2023.11）
- 《宁波终端改扩建III期工程总说明书》（2023年7月）

2.1.5　其他依据

- 《全国海洋主体功能区规划》（2015.8）
- 《全国海洋功能区划》（2011-2020 年）
- 《全国矿产资源规划》（2016-2020 年）
- 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》
- 《浙江省海洋主体功能区规划》（2017.4）
- 《浙江省海洋功能区划》（2011-2020 年）
- 《浙江省水功能区水环境功能区划分方案（2015 版）》
- 《浙江省生态环境保护“十四五”规划》
- 《浙江省煤炭石油天然气发展“十四五”规划》
- 《浙江省“三线一单”生态环境分区管控方案》（浙环发〔2020〕7 号）
- 《宁波市“三线一单”生态环境分区管控方案》（甬环发〔2020〕56 号）
- 《宁波市环境空气质量功能区划分技术报告》及其调整文件
- 《宁波市环境保护“十四五”规划》，2021 年 8 月 9 日发布实施
- 《宁波市土壤和地下水污染防治“十四五”规划》，2021 年 7 月 25 日发布实施
- 《宁波市东部滨海组团总体规划（2013-2030）》
- 《北仑滨海组团春晓东片区控制性详细规划》
- 《宁波市北仑区春晓镇总体规划（2008~2030 年）》
- 《宁波梅山国际物流产业集聚区总体规划（重点规划区）环境影响报告书》（2018 年）
- 《北仑区声环境功能区划分（调整）方案》（2019 年 4 月）
- 《宁波市“十四五”固体废物污染防治规划》（甬发改规划〔2021〕386 号）

## 2.2 环境影响评价标准

### 2.2.1　海上工程

#### 2.2.1.1 环境质量标准

根据全国海洋功能区划，本项目所在海域位于东海陆架海域，为我国重要的海洋矿产与能源利用和海洋渔业资源利用区域。西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目环境影响评价中所采用的环境质量标准详见表 2.2-1。

表2.2-1 环境质量标准

| 项目 | 采用标准 | 等级 | 适用对象 |
|---|---|---|---|
| 海水水质 | 《海水水质标准》（GB3097-1997） | 执行不劣于现状标准 | 环境质量现状评价、环境影响评价 |
| 沉积物 | 《海洋沉积物质量标准》（GB18668-2002） | | 海洋沉积物质量评价 |
| 海洋生物 | 《海洋生物质量》（GB18421-2001） | | 海洋贝类（双壳类）的生物质量评价 |
| | 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（参照） | / | 甲壳类、软体类和鱼类的重金属生物质量评价（石油烃、砷、铬除外） |
| | 《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)（参照） | / | 软体类和鱼类的石油烃生物质量评价 |

#### 2.2.1.2 污染物排放标准

本项目海上工程位于东海海域，距岸最近距离约※※km。根据《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008），工程所在海域属于三级海域，应执行三级标准。

根据《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交海发〔2018〕168 号），项目所在海域位于控制区管控范围之外。

本项目在开发和生产过程中所产生的相关污染物的处理与排放所执行的标准值见表 2.2-2。

表2.2-2 污染物排放标准

| 污染物 | 采用标准 | 等级 | 标准值 | 适用对象 |
|---|---|---|---|---|
| 生活污水 | 《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008） | 三级 | COD≤500mg/L | 生产阶段排放的生活污水 |
| 生产垃圾 | | | 禁止排放或弃置入海 | 生产阶段产生的生产和生活垃圾 |
| 生活垃圾 | 《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914- | 三级 | 食品废弃物处理至颗粒直径<25mm时，可排放或弃置入海；其他生活垃圾禁止排放或弃置入海 | |

| 污染物 | 采用标准 | 等级 | 标准值 | 适用对象 |
|---|---|---|---|---|
| | 2008） | | | |
| 船舶含油污水 | 《73/78防污公约》《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018） | / | 石油类≤15mg/L<br>排放应在船舶航行中进行 | 作业船舶排放的含油污水 |
| 船舶生活污水 | 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018） | / | 采用下列方式之一进行处理，不得直接排海：<br>a）利用船载收集装置，排入接收设施；<br>b）利用船载生活污水处理装置处理，达到以下规定要求后在航行中排放：（1）在2012年1月1日以前安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，$BOD_5$≤50mg/L，SS≤150 mg/L，耐热大肠菌群≤2500个/L；（2）在2012年1月1日以后安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，$BOD_5$≤25 mg/L，SS≤35mg/L，耐热大肠菌群≤1000个/L，$COD_{Cr}$≤ 125mg/L，pH：6-8.5，总氯（总余氯）<0.5mg/L。<br>污染物排放监控位置：生活污水处理装置出水口。 | 距最近陆地3海里以内（含）的海域产生的船舶生活污水 |
| | | | 同时满足下列条件：<br>（1）使用设备打碎固形物和消毒后排放；<br>（2）船速不低于4节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。 | 3海里<与最近陆地间距离≤12海里的海域 |
| | | | 船速不低于4节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。 | 与最近陆地间距离>12海里的海域 |
| 船舶垃圾 | 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018） | / | 禁止排海，<br>收集并排入接收设施 | 塑料、废弃食用油、生活废弃物等 |
| | | | 在距最近陆地3海里以内（含）的海域，应收集运回陆地处理；在距最近陆地3海里至12海里（含）的海域，粉碎至直径不大于25mm后方可排放；在距最近陆地12海里以外的海域可排放。 | 食品废弃物 |

备注：项目工程位置位于 12 海里以外的海域，在工程位置附近施工时船舶生活污水和船舶垃圾执行 12 海里以外海域的对应标准；当船舶从沿岸行驶至工程位置附近时，分别执行 3 海里以内（含）、3 海里<与最近陆地间距离≤12 海里相对应的标准。

### 2.2.2　陆上工程

#### 2.2.2.1 环境质量标准

a.　环境空气

根据《宁波市环境空气质量功能区划分技术报告》（甬政发[1997]67 号）及其调整文件，陆上工程所在区域环境空气属于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二类功能区。基本污染物 $SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$、$O_3$、CO 执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单（生态环境部 2018 年 29 号）的二级标准；特征因子非甲烷总烃（NMHC）浓度参照执行《大气污染物综合排放标准详解》中的标准限值；特征因子 TVOC、氨、硫化氢执行《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中附录 D 其他污染物空气质量浓度参考限值。具体见下表 2.2-3。

表 2.2-3 环境空气质量标准限值

| 污染物 | 取值时间 | 浓度限值 | 单位 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| $SO_2$ | 年平均 | 60 | μg/m³ | 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其修改单（生态环境部 2018 年 29 号）二级标准 |
| | 24 小时平均 | 150 | | |
| | 1 小时平均 | 500 | | |
| $NO_2$ | 年平均 | 40 | | |
| | 24 小时平均 | 80 | | |
| | 1 小时平均 | 200 | | |
| CO | 24 小时平均 | 4 | mg/m³ | |
| | 1 小时平均 | 10 | | |
| $O_3$ | 日最大 8 小时平均 | 160 | μg/m³ | |
| | 1 小时平均 | 200 | | |
| $PM_{10}$ | 年平均 | 70 | | |
| | 24 小时平均 | 150 | | |
| $PM_{2.5}$ | 年平均 | 35 | | |
| | 24 小时平均 | 75 | | |
| TVOC | 8 小时平均 | 600 | | 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）中附录 D |
| $NH_3$ | 1 小时平均 | 200 | | |
| $H_2S$ | 1 小时平均 | 10 | | |
| NMHC | 1 小时平均 | 2.0 | mg/m³ | 《大气污染物综合排放标准详解》 |

b.　地表水

根据《浙江省水功能区水环境功能区划分方案报告》，项目厂址附近的河流未明确其水环境功能区划分，其实际功能主要为景观河，根据划分方案原则，陆上工程水环境质量执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准。

陆上工程西侧的西直河、东侧的群英河参照执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准，标准详值见表 2.2-4。

表 2.2-4 地表水环境质量标准　单位：mg/L（pH 除外）

| 序号 | 项目 | III 类标准限值 |
|---|---|---|
| 1 | pH | 6～9 |
| 2 | 溶解氧 | ≥5 |
| 3 | 五日生化需氧量（$BOD_5$） | ≤4 |
| 4 | 高锰酸盐指数 | ≤6 |
| 5 | 化学需氧量 | 20 |
| 6 | 氨氮（$NH_3$-N） | ≤1.0 |
| 7 | 总磷（以 P 计） | ≤0.2 |
| 8 | 汞 | ≤0.0001 |
| 9 | 铅 | ≤0.05 |
| 10 | 铬（六价） | ≤0.05 |
| 11 | 挥发酚 | ≤0.005 |
| 12 | 硫化物 | ≤0.2 |
| 13 | 石油类 | ≤0.05 |
| 14 | 粪大肠菌群（个/L） | ≤10000 |
| 15 | 总氮 | ≤1.0 |

c. 地下水

陆上工程地下水评价执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中III类标准，对标准中未涉及的石油类指标参照执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准。标准值详见表 2.2-5。

表 2.2-5 地下水环境质量标准

| 污染物名称 | 单位 | 标准值 | 标准来源 | |
|---|---|---|---|---|
| pH 值 | / | 6.5～8.5 | GB/T 14848-2017 | 表 1 |
| 总硬度（以 $CaCO_3$ 计） | mg/L | ≤450 | | |
| 溶解性总固体 | mg/L | ≤1000 | | |
| 硫酸盐 | mg/L | ≤250 | | |
| 氯化物 | mg/L | ≤250 | | |
| 铁 | mg/L | ≤0.3 | | |
| 锰 | mg/L | ≤0.10 | | |
| 挥发性酚类（以苯酚计） | mg/L | ≤0.002 | | |
| 耗氧量（$COD_{Mn}$ 法，以 $O_2$ 计） | mg/L | ≤3.0 | | |
| 氨氮（以 N 计） | mg/L | ≤0.50 | | |
| 硫化物 | mg/L | ≤0.02 | | |
| 钠 | mg/L | ≤200 | | |
| 总大肠菌群 | MPN/100mL | ≤3.0 | | |
| 菌落总数 | CFU/mL | ≤100 | | |
| 亚硝酸盐（以 N 计） | mg/L | ≤1.00 | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 硝酸盐（以 N 计） | mg/L | ≤20 | | |
| 氰化物 | mg/L | ≤0.05 | | |
| 氟化物 | mg/L | ≤1.0 | | |
| 汞 | mg/L | ≤0.001 | | |
| 砷 | mg/L | ≤0.01 | | |
| 镉 | mg/L | ≤0.005 | | |
| 铬（六价） | mg/L | ≤0.05 | | |
| 铅 | mg/L | ≤0.01 | | |
| 石油类 | mg/L | ≤0.05 | GB 3838-2002 | 表 1 |

d. 土壤污染风险管控标准

本次评价陆上工程按《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进行评价。评价标准值列于表 2.2-6。

表 2.2-6 建设用地土壤污染风险筛选值 （单位：mg/kg）

| 序号 | 污染物项目 | CAS编号 | 筛选值（第二类用地） | 环境标准 |
|---|---|---|---|---|
| 重金属和无机物 | | | | GB36600-2018 |
| 1 | 砷 | 7440-38-2 | 60 | |
| 2 | 镉 | 7440-43-9 | 65 | |
| 3 | 铬（六价） | 18540-29-9 | 5.7 | |
| 4 | 铜 | 7440-50-8 | 18000 | |
| 5 | 铅 | 7439-92-1 | 800 | |
| 6 | 汞 | 7439-97-6 | 38 | |
| 7 | 镍 | 7440-02-0 | 900 | |
| 8 | 钒 | 7440-62-2 | 752 | |
| 9 | 氰化物 | 57-12-5 | 135 | |
| 挥发性有机物 | | | | |
| 10 | 四氯化碳 | 56-23-5 | 2.8 | |
| 11 | 氯仿 | 67-66-3 | 0.9 | |
| 12 | 氯甲烷 | 74-87-3 | 37 | |
| 13 | 1,1-二氯乙烷 | 75-34-3 | 9 | |
| 14 | 1,2-二氯乙烷 | 107-06-2 | 5 | |
| 15 | 1,1-二氯乙烯 | 75-35-4 | 66 | |
| 16 | 顺-1,2-二氯乙烯 | 156-59-2 | 596 | |
| 17 | 反-1,2-二氯乙烯 | 156-60-5 | 54 | |
| 18 | 二氯甲烷 | 75-09-2 | 616 | |
| 19 | 1,2-二氯丙烷 | 78-87-5 | 5 | |
| 20 | 1,1,1,2-四氯乙烷 | 630-20-6 | 10 | |
| 21 | 1,1,2,2-四氯乙烷 | 79-34-5 | 6.8 | |
| 22 | 四氯乙烯 | 127-18-4 | 53 | |
| 23 | 1,1,1-三氯乙烷 | 71-55-6 | 840 | |
| 24 | 1,1,2-三氯乙烷 | 79-00-5 | 2.8 | |

| 序号 | 污染物项目 | CAS编号 | 筛选值（第二类用地） | 环境标准 |
|---|---|---|---|---|
| 25 | 三氯乙烯 | 79-01-6 | 2.8 | |
| 26 | 1,2,3-三氯丙烷 | 96-18-4 | 0.5 | |
| 27 | 氯乙烯 | 75-01-4 | 0.43 | |
| 28 | 苯 | 71-43-2 | 4 | |
| 29 | 氯苯 | 108-90-7 | 270 | |
| 30 | 1,2-二氯苯 | 95-50-1 | 560 | |
| 31 | 1,4-二氯苯 | 106-46-7 | 20 | |
| 32 | 乙苯 | 100-41-4 | 28 | |
| 33 | 苯乙烯 | 100-42-5 | 1290 | |
| 34 | 甲苯 | 108-88-3 | 1200 | |
| 35 | 间二甲苯+对二甲苯 | 108-38-3,<br>106-42-3 | 570 | |
| 36 | 邻二甲苯 | 95-47-6 | 640 | |
| 半挥发性有机物 | | | | |
| 37 | 硝基苯 | 98-95-3 | 76 | |
| 38 | 苯胺 | 62-53-3 | 260 | |
| 39 | 2-氯酚 | 95-57-8 | 2256 | |
| 40 | 苯并[a]蒽 | 56-55-3 | 15 | |
| 41 | 苯并[a]芘 | 50-32-8 | 1.5 | |
| 42 | 苯并[b]荧蒽 | 205-99-2 | 15 | |
| 43 | 苯并[k]荧蒽 | 207-08-9 | 151 | |
| 44 | 䓛 | 218-01-9 | 1293 | |
| 45 | 二苯并[a，h]蒽 | 53-70-3 | 1.5 | |
| 46 | 茚并[1,2,3-cd]芘 | 193-39-5 | 15 | |
| 47 | 萘 | 91-20-3 | 70 | |
| 石油烃类 | | | | |
| 48 | 石油烃（$C_{10}$-$C_{40}$） | - | 4500 | |

e. 声环境

根据《北仑区声环境功能区划分（调整）方案》（仑政〔2019〕22号），陆上工程位于3类功能区，声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的3类功能区标准限值，昼间65dB（A），夜间55dB（A），标准限值见表2.2-7。

表2.2-7 声环境质量评价标准表 单位：dB(A)

| 评价因子 | 类别 | 标准值 | | 采用标准 |
|---|---|---|---|---|
| | | 昼间 | 夜间 | |
| 等效连续A声级 | 3类声环境功能区 | 65 | 55 | 《声环境质量标准》（GB3096-2008） |

2.2.2.2 污染物排放标准

a. 废气

● 燃烧烟气

本次终端改扩建工程将原备用的 1 台 13.4MW 的燃气外输压缩机+1 台余热锅炉转为常用，利旧 8500KW 导热油炉热媒炉（1 用 1 备），废气污染物执行标准不变。1 台 13.4MW 的燃气外输压缩机连接的余热锅炉排放大气污染物参照执行《火电厂大气污染物排放标准》（GB13223-2011）中关于天然气燃气轮机的大气污染物排放限值。8500KW 热媒炉标准执行《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）中相关标准限值，根据浙江省《燃气锅炉低氮改造工作技术指南(试行)》，锅炉低氮改造后 NOx 排放浓度需稳定在 50mg/m$^3$ 以下。标准值见表 2.2-8。

表 2.2-8 有组织排放的大气污染物排放标准表

| 污染物 | 标准限值（mg/m$^3$） | 执行标准 |
|---|---|---|
| 烟尘 | 5 | 《火电厂大气污染物排放标准》（GB13223-2011） |
| $SO_2$ | 35 | |
| $NO_2$ | 50 | |
| 林格曼黑度 | 1级 | |
| 颗粒物 | 20 | 《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）浙江省《燃气锅炉低氮改造工作技术指南(试行)》 |
| 二氧化硫 | 50 | |
| 氮氧化物 | 50 | |
| 林格曼黑度 | ≤1 | |

● 挥发性有机物排放控制要求

本次陆上工程挥发性有机物排放标准执行《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020）。

其中，非甲烷总烃无组织排放厂界浓度执行《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020）企业边界污染物控制要求，标准值见表 2.2-9。

表 2.2-9 无组织排放的大气污染物排放标准表

| 污染源名称 | 污染物 | 标准限值（mg/m$^3$） | 执行标准 |
|---|---|---|---|
| 厂界 | 非甲烷总烃 | 4 | 《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020） |

b. 废水

陆上工程产生的含油废水、初期雨水及原有生活污水经厂区一体化污水处理装置处理后，与循环冷却水等污水通过市政污水管道进入春晓净化水厂处理

后排放（城镇污水排入排水管网许可证见附件 11），本项目改扩建后不新增生活污水排放量。

春晓净化水厂的执行标准为：化学需氧量、氨氮、总氮和总磷等 4 项主要水污染物控制项目执行《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》（DB33/2169-2018）中表 2 标准限值，其他污染物控制指标仍执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级 A 标准。

根据城镇污水排入排水管网许可证（副本）中要求，陆上工程接入春晓净化水厂的污染物浓度限值为“悬浮物 400mg/L、化学需氧量 500mg/L、五日生化需氧量 350mg/L、氨氮 45mg/L”，废水其他因子参考《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)A 级标准执行，标准值见表 2.2-10。

表 2.2-10 拟建项目废水排放限值　单位：mg/L，pH值除外标准

| 序号 | 污染因子 | GB/T 31962-2015 A级标准 | 城镇污水排入排水管网许可证（副本）要求 | 本项目执行标准 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | pH | 6.5~9.5 | - | 6.5~9.5 |
| 2 | 悬浮物 | 400 | 400 | 400 |
| 3 | 化学需氧量 | 500 | 500 | 500 |
| 4 | 五日生化需氧量 | 350 | 350 | 350 |
| 5 | 氨氮 | 45 | 45 | 45 |
| 6 | 总氮 | 70 | / | 70 |
| 7 | 总磷 | 8 | / | 8 |
| 8 | 石油类 | 15 | / | 15 |

c. 噪声

施工期噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），即昼间 70dB（A），夜间 55dB（A）。具体标准值见表 2.2-11。

运营期厂界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类标准，即昼间 65dB（A），夜间 55dB（A）。

表 2.2-11 施工期及运营期噪声排放标准限值 单位dB（A）

| 噪声排放阶段 | 排放限值 | | 排放标准 |
|---|---|---|---|
| | 昼间 | 夜间 | |
| 施工期 | 70 | 55 | 《建筑施工场界环境噪声排放限值》（GB12523-2011） |
| 运营期 | 65 | 55 | 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008） |

d. 固体废物

本次陆上工程的工业固体废物包括一般工业固体废物和危险废物。

本项目产生的危险废物经收集并密封包装后，暂存到本项目危废贮存点，

再委托有资质的危废处理单位处置。危废贮存点执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023），危险废物收集、贮存和运输过程执行《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ 2025-2012）。

本项目产生的一般工业固体废物均经收集外委有资质单位进行处置，收集和临时储存应符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）相关要求，即贮存过程应满足相应防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护要求。

## 2.3 环境影响要素识别

### 2.3.1　海上工程

根据西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目海上工程所在海域环境特征和工程特点，采用矩阵法识别本工程的主要环境影响要素，详见表 2.3-1。本工程的主要不利影响是建设阶段海底管道铺设挖沟时搅起的悬浮物对海水水质、沉积物和海洋生态的影响，以及生产阶段温排水和生活污水排放对海水水质和海洋生态的影响。另外，潜在的事故性溢油也将对海水水质、海洋生态以及海洋资源利用等产生不利影响。

表2.3-1 海上工程主要活动与海洋环境要素关系矩阵表

| 作业内容 \ 环境要素 | | 海洋环境 | | | | 海洋生态 | | | 海洋资源利用 | | | 社会发展 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 水质 | 沉积物 | 地貌 | 大气 | 浮游生物 | 底栖生物 | 渔业资源 | 渔业捕捞 | 水产养殖 | 航运交通 | 就业 | 经济 |
| 海上建设 | 新建平台安装调试 | ● | - | - | - | - | ● | - | ● | - | ▲ | ○ | ○ |
| | 海底管道铺设 | ● | ● | ● | - | ● | ● | ● | ● | - | ● | ○ | ○ |
| | 现有平台适应性改造 | ● | - | - | - | - | - | - | ● | - | ● | ○ | ○ |
| 油气生产 | 油气管输 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | △ | △ |
| 事故 | 油气泄漏事故 | ● | - | - | ● | ● | - | ● | ● | ● | ● | - | - |

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

### 2.3.2　陆上工程

#### 2.3.2.1 施工期环境影响

主要包括施工机械、运输车辆产生的噪声、尾气，施工扬尘，管道焊接烟尘，生产装置试压废水，设备和车辆清洗废水，施工人员产生的生活污水以及生活垃圾，施工时产生的建筑垃圾、施工废料等对环境的影响。

2.3.2.2 运营期环境影响

a. 正常工况

①废气源：工况一：在新建 10.3MW 电驱压缩机运行工况下（6000h/a），启用二期备用的 1 台 13.4MW 燃驱外输压缩机 C 与配套的 8.5MW 余热锅炉 C，及 8500kW 燃气热媒炉 A，同时停用 7MW 燃驱外输压缩机与配套的 5MW 余热锅炉 D。热媒单元新增废气主要为 13.4MW 燃驱外输压缩机 C 产生的燃烧烟气，经 8.5MW 余热锅炉 C 回收热量后，经 8.5MW 余热锅炉 C 排放口（DA007）排放；8500KW 热媒炉 A 产生的燃烧烟气经热媒炉 A 烟气排放口（DA003）排放；同时，减少 7MW 燃驱外输压缩机燃烧烟气经余热锅炉 D 烟气排放口（DA008）排放量。

工况二：在新建 10.3MW 电驱压缩机停用工况下（2400h/a），启用二期备用的 1 台 13.4MW 燃驱外输压缩机 C 与配套的 8.5MW 余热锅炉 C，同时保持 7MW 燃驱外输压缩机与配套的 5MW 余热锅炉 D 运行。热媒单元新增废气主要为 13.4MW 燃驱外输压缩机 C 产生的燃烧烟气，经 8.5MW 余热锅炉 C 回收热量后，经 8.5MW 余热锅炉 C 排放口（DA007）排放。

天然气处理厂燃气压缩机和热媒炉燃烧烟气对环境空气的影响；新建生产装置、储存运输系统的法兰、机泵等动静密封点处泄漏的非甲烷总烃对环境空气的影响。

②废水源：天然气处理厂新增工艺废水、循环冷却水排水、初期雨水、检维修废水对地表水环境的影响；非正常工况下含油生产废水对地下水的影响。

③固废源：天然气处理厂新增废滤芯、废分子筛等一般固废，以及废导热油、污油、废润滑油、废弃的含油抹布和劳保用品、污水处理设施含油污泥等危险废物对环境的影响。

④噪声源：天然气处理厂新增运转机泵、压缩机、冷却器等噪声设备产生的噪声对声环境的影响。

b. 事故状态

在事故状态下，装置或丙烷球罐发生泄漏、火灾爆炸等事故，泄漏的丙烷、次生污染物 CO 等对环境空气产生一定的影响；污染消防水和污染雨水对周边环境产生一定的影响。

根据以上环境影响分析，陆上工程环境影响因素识别结果见表 2.3-2。

表2.3-2 环境影响因子识别结果

| 工程阶段 | 环境要素 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 大气环境 | 地表水环境 | 土壤环境 | 地下水环境 | 声环境 | 生态环境 | 环境风险 |
| 施工期 | -S★○ | | -S★○ | -S★○ | -S★○ | -S★○ | |
| 运营期 | -L★○ | -L★● | -L★● | -L★● | -L★○ | | -S★○ |

备注：+：有利影响，-：不利影响；
S：短期影响，L：长期影响；
★：直接影响，☆：间接影响；
●：累积影响，○非累积影响。

#### 2.3.2.3 评价因子筛选

陆上工程筛选出的环境影响评价因子见表 2.3-3。

表2.3-3 环境影响评价因子

| 环境要素 | 环境质量现状评价因子 | 影响预测因子 | 环境风险评价因子 | 总量控制因子 |
|---|---|---|---|---|
| 环境空气 | $SO_2$、$NO_2$、CO、$O_3$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$、NMHC、TVOC、氨、硫化氢 | $SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$、NMHC | 丙烷、CO | 颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、NMHC |
| 地表水 | pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、$BOD_5$、氨氮、石油类、挥发酚、汞、铅、铬（六价）、总磷、总氮、硫化物、粪大肠菌群 | / | / | COD、氨氮 |
| 地下水 | 八大离子：$K^+$、$Na^+$、$Ca^{2+}$、$Mg^{2+}$、$CO_3^{2-}$、$HCO^{3-}$、$Cl^-$、$SO_4^{2-}$；<br>基本因子：pH值、总硬度（以$CaCO_3$计）、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、挥发性酚类（以苯酚计）、耗氧量（$COD_{Mn}$法，以$O_2$计）、氨氮（以N计）、硫化物、钠、总大肠菌群、菌落总数、亚硝酸盐（以N计）、硝酸盐（以N计）、氰化物、氟化物、汞、砷、镉、铬（六价）、铅；<br>特征因子：石油类。 | 石油类 | 石油类 | / |
| 土壤 | GB36600-2018中的45项基本项目，石油烃、汞2项特征因子 | 石油烃 | / | / |
| 噪声 | 等效连续A声级（LAeq） | 等效连续A声级（LAeq） | / | / |

## 2.4 环境敏感区和环境保护目标

### 2.4.1　海上工程

#### 2.4.1.1 海上工程环境敏感区

西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目海上工程所在海域周围的主

要环境敏感区为鱼类产卵场、索饵场、越冬场和自然保护区、海洋生态特别保护区、水产种质资源保护区等。海上工程距离周围自然保护区等敏感目标较远；工程附近可能受到影响的、必须进行重点保护的环境敏感目标主要为产卵场、索饵场和越冬场，详见报告书“工程区域环境概况”篇章。

2.4.1.2 海上工程环境保护目标

西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目海上工程正常建设、运行情况下的环境保护目标为评价范围海域内的海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物生态。主要依据《海水水质标准》（GB3097-1997）的要求，确保生产阶段所排放的污染物不影响邻近功能区的海水水质。

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

2.4.2　陆上工程

2.4.2.1 环境空气

陆上工程大气环境保护目标见表 2.4-1，大气环境敏感目标分布图见图 2.4-1。

表 2.4-1 大气环境保护目标

| 序号 | 名称 | 坐标（°） | | 相对厂址方位 | 相对厂界距离m | 保护对象 | 保护内容 | 规模（人） | 环境功能区 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 经度 | 纬度 | | | | | | |
| 1 | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | ※※※※ | ※※※※ | SW | 166 | 科研机构 | 人群 | 760 | 二类区 |
| 2 | 中国港口博物馆 | ※※※※ | ※※※※ | NE | 303 | 文物保护单位 | 文物 | 1622 | |
| 3 | 洋沙山社区[1] | ※※※※ | ※※※※ | NE | 420 | 人口集中居住区 | 人群 | 9145 | |
| 4 | 吉利春晓公寓 | ※※※※ | ※※※※ | SW | 797 | 人口集中居住区 | 人群 | 1500 | |
| 5 | 明月湖社区 | ※※※※ | ※※※※ | NE | 1269 | 人口集中居住区 | 人群 | 15000 | |
| 6 | 咸昶村[2] | ※※※※ | ※※※※ | NW | 2457 | 人口集中居住区 | 人群 | 2600 | |
| 7 | 三山村[3] | ※※※※ | ※※※※ | NW | 3810 | 人口集中居住区 | 人群 | 6600 | |

注：表内敏感目标及保护对象包含居住区、医院、学校等。
其中1：包括北仑区滨海新城医院、宁波大学附属春晓实验学校、春晓街道委员会、明皇公寓、

| |
|---|
| CCB建融家园春晓观海公寓、宁波市北仑区行政学院、春晓派出所、宁波北仑泰和中学；<br>2：包含山海丽景小区、宁波市北仑区社会福利院、严玉德幼儿园；<br>3：包含三山学校、春晓镇委党校。 |

图 2.4-1 大气环境、大气环境风险敏感目标

2.4.2.2 地下水

陆上工程终端位于滨海区，评级范围内无集中或分散地下水饮用水水源地（井），亦无国家或地方政府设定的与地下水环境相关的其它保护区。因此，本项目地下水保护目标为评价范围内的浅层地下水，但无敏感保护目标存在。

2.4.2.3 土壤

陆上工程位于浙江省宁波市北仑区春晓街道西直塘洋沙山脚下，占地周边主要为工业用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、空闲地等，不涉及《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）表3中的耕地、园地、居民区、学校、医院、林地等敏感、较敏感土壤环境。本项目评价范围内无土壤环境敏感目标。

2.4.2.4 噪声

厂界周围200m范围声环境敏感保护目标为西南方向166m的中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站，该研究所人数约为760人。

#### 2.4.2.5 环境风险保护目标

本项目的大气风险环境敏感保护目标见表 2.4-2，大气环境敏感目标分布图见图 2.4-1。

表 2.4-2 大气环境风险保护目标

| 序号 | 敏感目标名称 | 相对方位 | 距离/m | 保护对象 | 保护内容 | 规模（人） | 环境功能区 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | SW | 166 | 科研机构 | 人群 | 760 | 二类区 |
| 2 | 中国港口博物馆 | NE | 303 | 文物保护单位 | 文物 | 1622 | |
| 3 | 洋沙山社区[1] | NE | 420 | 人口集中居住区 | 人群 | 9145 | |
| 4 | 吉利春晓公寓 | SW | 797 | 人口集中居住区 | 人群 | 1500 | |
| 5 | 明月湖社区 | NE | 1269 | 人口集中居住区 | 人群 | 15000 | |
| 6 | 咸昶村[2] | NW | 2457 | 人口集中居住区 | 人群 | 2600 | |
| 7 | 宁波滨海国际合作学校 | NE | 3069 | 学校 | 人群 | 2657 | |
| 8 | 慈岙村 | NW | 3398 | 人口集中居住区 | 人群 | 5217 | |
| 9 | 三山村[3] | NW | 3810 | 人口集中居住区 | 人群 | 6600 | |
| 10 | 昆亭村 | NE | 4313 | 人口集中居住区 | 人群 | 4097 | |
| 11 | 卢一村 | SW | 4453 | 人口集中居住区 | 人群 | 1450 | |
| 12 | 宁波大学梅山校区 | NE | 4848 | 学校 | 人群 | 3900 | |

注：表内敏感目标及保护对象包含居住区、医院、学校等。、

其中1：包括北仑区滨海新城医院、宁波大学附属春晓实验学校、春晓街道委员会、明皇公寓、CCB建融家园春晓观海公寓、宁波市北仑区行政学院、春晓派出所、宁波北仑泰和中学；

2：包含山海丽景小区、宁波市北仑区社会福利院、严玉德幼儿园；

3：包含三山学校、春晓镇委党校。

## 2.5 环境影响评价工作等级

### 2.5.1　海上工程

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），海洋工程建设项目的环境影响评价内容，依照建设项目的具体类型及其对海洋环境可能产生的影响确定，见表 2.5-1。

表2.5-1 海洋工程建设项目各单项环境影响评价内容

| 建设项目类型和内容 | 环境影响评价内容 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 海水水质环境 | 海洋沉积物环境 | 海洋生态和生物资源环境 | 海洋地形地貌与冲淤环境 | 海洋水文动力环境 | 环境风险 | 其他评价内容 |
| 海洋矿产资源勘探开发及其附属工程：海洋油（气）开发及其附属工程 | ★ | ★ | ★ | ☆ | ☆ | ★ | ☆ |
| 海底管道、海底电（光）缆工程：海上和海底石油、天然气等管道输送等工程 | ★ | ★ | ★ | ☆ | ☆ | ★ | ☆ |

注1：★为必选环境影响评价内容；
注2：☆为依据建设项目具体情况可选环境影响评价内容。

由表 2.5-1 可见，海洋水文动力环境、海洋地形地貌与冲淤环境的影响评价内容不是海洋油（气）开发及其附属工程的必选评价内容。鉴于本工程新建平台为导管架结构，导管架桩腿间距较大，透水性良好，对水文动力和地形地貌与冲淤环境影响轻微；新铺海底管道全程挖沟铺设，仅在铺管过程中对地形地貌会有短暂影响，海管铺设完成后位于海底 1.0m 及以下，不会对水文动力、地形地貌与冲淤环境造成影响。且本工程不涉及填海、疏浚等对水文动力环境和地形地貌与冲淤环境产生明显影响的工程内容。本次评价将对水文动力环境和地形地貌与冲淤环境影响进行简要分析，选择海水水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态和生物资源环境和环境风险作为主要评价内容。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），海洋油（气）开发及其附属工程建设项目的环境影响评价等级主要根据污水每天排放量、年产油量以及所在海域的生态敏感性来确定；海上和海底石油、天然气等输送管道工程的环境影响评价等级主要根据管道长度和所在海域的生态敏感性来确定。

本工程投产后无生产物流产出和生产水排放，新建海管长度大于 10km，本项目位于/穿越东海产卵带鱼保护区、绿鳍马面鲀产卵场、带鱼、日本鲭和蓝点马鲛索饵场、带鱼、银鲳、海鳗、日本鲭和绿鳍马面鲀越冬场，所处生态环境类型为“海洋生态环境敏感区”。根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）的规定，本项目各评价等级见表 2.5-2。

表2.5-2 环境影响评价等级一览表

| 规范/导则名称 | 工程规模 | 生态环境类型 | 水质环境 | 沉积物环境 | 生态和生物资源环境 |
|---|---|---|---|---|---|
| 海上和海底石油、天然气等输送管道工程 | 管道长度大于10km | 生态环境敏感区 | 1 | 1 | 1 |

由表 2.5-2 可知，根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）中对评价工作等级的判据，确定本项目海水水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态和生物资源环境评价等级为 1 级。

鉴于本工程在建设、生产过程中存在潜在的溢油事故环境风险，参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），确定本项目的风险评价等级为一级，风险评价等级的确定详见报告书“第八篇 环境风险分析与评价”相关内容。

2.5.2　陆上工程

2.5.2.1 大气环境

a.　源强参数

根据工程分析废气污染源的种类主要为有组织排放源。有组织污染源源强参数见表 2.5-3，无组织污染源强源见表 2.5-4。

表 2.5-3有组织污染源排放参数表

| 编号 | 名称 | 排气筒底部中心坐标/m | | 排气筒底部海拔高度/m | 排气筒高度/m | 排气筒出口内径/m | 烟气流速/ $Nm^3/h$ | 烟气温度/°C | 年排放小时数/h | 排放工况 | 污染物 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | X | Y | | | | | | | | 名称 | 排放速率/(kg/h) |
| 1 | DA003：8500kW 燃气热媒炉 A 烟气排放 口 | 80 | -86 | 3 | 8.5 | 1.536 | 10467 | 160 | 6000 | 正常 | $PM_{10}$ | 0.0523 |
| | | | | | | | | | | | $PM_{2.5}$ | 0.02615 |
| | | | | | | | | | | | 二氧化硫 | 0.0028 |
| | | | | | | | | | | | 二氧化氮 | 0.5234 |
| | | | | | | | | | | | NMHC | 0.1632 |
| 2 | DA007：13.4MW 燃驱外输压缩机 C+8.5MW 余热锅炉余热锅炉 C 烟气排放口 | 180 | -153 | 3 | 15 | 2.6 | 102292 | 250 | 8400 | 正常 | $PM_{10}$ | 0.5114 |
| | | | | | | | | | | | $PM_{2.5}$ | 0.2557 |
| | | | | | | | | | | | 二氧化硫 | 0.0121 |
| | | | | | | | | | | | 二氧化氮 | 5.114 |
| | | | | | | | | | | | NMHC | 0.7 |

表 2.5-4 无组织污染源排放参数表

| 编号 | 名称 | 面源中心坐标/m | | 面源海拔高度/m | 面源长度/m | 面源宽度/m | 与正北向夹角/° | 面源有效排放高度/m | 年排放小时数/h | 排放工况 | 污染物 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | X | Y | | | | | | | | 名称 | 排放速率/(Kg/h) |
| 1 | G1:天然气处理装置 | 41 | -290 | 3 | 152.7 | 22 | -32 | 5 | 8400 | 正常 | NMHC | 0.2414 |
| 2 | G2:外输单元 | 163 | -97 | 3 | 32.5 | 20 | -32 | 5 | 8400 | 正常 | NMHC | 0.0259 |
| 3 | G3:丙烷球罐 | -294 | -72 | 3 | 45 | 50 | -32 | 5 | 8400 | 正常 | NMHC | 0.0177 |
| 4 | G4:循环水单元 | -7 | 20 | 3 | 21.3 | 13 | -32 | 8 | 8400 | 正常 | NMHC | 0.0656 |
| 5 | G5:污水处理系统 | -213 | -221 | 3 | 37.15 | 32 | -32 | 5 | 8400 | 正常 | NMHC | 0.0615 |

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ 2.2-2018），确定大气评价工作等级判据。结合项目的工程分析结果，选择正常排放的主要污染物及排放参数，计算各污染物的最大地面空气质量浓度占标率（$P_{max}$）和最远影响距离（$D_{10\%}$），然后按评价工作分级判据进行分级。其中 $P_i$ 计算公式如下：

$$P_i=\frac{C_i}{C_{oi}}\times 100\ \%$$

式中：$P_i$——第 i 个污染物的最大地面空气质量浓度占标率，%；

$C_i$——采用估算模型计算出的第 i 个污染物的最大 1h 地面空气质量浓度，μg/m³；

$C_{0i}$——第 i 个污染物的环境空气质量标准，μg/m³。一般选用 GB3095 中 1h 平均质量浓度的二级浓度限值，如项目位于一类环境空气功能区，应选择相应的一级浓度限值；对该标准中未包含的污染物，使用确定的各评价因子 1h 平均质量浓度限值。对仅有 8h 平均质量浓度限值、日平均质量浓度限值或年平均质量浓度限值的，可分别按 2 倍、3 倍、6 倍折算为 1h 平均质量浓度限值。

评价工作等级按表 2.5-5 的分级判据进行划分，如污染物 i 大于 1，取 $P_i$ 值最大者（$P_{max}$）和其对应的 $D_{10\%}$。

表 2.5-5 评价工作等级

| 评价工作等级 | 评价工作分级判据 |
|---|---|
| 一级评价 | $P_{max} \geq 10\%$ |
| 二级评价 | $1\% \leq P_{max} < 10\%$ |
| 三级评价 | $P_{max} < 1\%$ |

b. 评价因子和评价标准筛选

本次评价预测因子为：$SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$、NMHC，项目所在区域位于二类区。其中，$SO_2$、$NO_2$参照《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准，$PM_{10}$、$PM_{2.5}$参照《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级日均标准按3倍折算，NMHC参照《大气污染物综合排放标准详解》标准。各因子评价标准见表 2.5-6。

表 2.5-6评价因子和评价标准表

| 评价因子 | 平均时段 | 标准值/（μg/m³） | 标准来源 |
|---|---|---|---|
| $SO_2$ | 1h平均 | 500 | 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准 |
| $NO_2$ | 1h平均 | 200 | |
| $PM_{10}$ | 1h平均 | 450 | 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级日均标准按3 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $PM_{2.5}$ | 1h平均 | 225 | 倍折算 |
| NMHC | 1h平均 | 2000 | 《大气污染物综合排放标准详解》 |

c. 城市/农村选项

陆上工程厂区所在区域为城市规划区，人口数设置为市域人口总数 829448 人，项目周边 3km 范围内城市规划见图 2.5-1。

图 2.5-1项目周边城市规划图（局部放大图）

d. 最高/最低环境温度

本项目周边距离最近的气象站为北仑气象站（58563），地理坐标为东经121.83度，北纬29.88度，海拔高度5.00米。根据2003-2022年气象数据统计分析，北仑气象站最高环境温度极值为40.8℃，最低环境温度极值为-6.4℃，气象资料整编表见表 2.5-7所示。

表 2.5-7北仑气象站常规气象项目统计（2003-2022）

| 统计项目 | | 统计值 | 极值出现时间 | 极值 |
|---|---|---|---|---|
| 多年平均气温（℃） | | 17.8 | | |
| 累年极端最高气温（℃） | | 38.5 | 2022/08/22 | 40.8 |
| 累年极端最低气温（℃） | | -3.9 | 2009/01/25 | -6.4 |
| 多年平均气压（hPa） | | 1015.3 | / | / |
| 多年平均水汽压（hPa） | | 17.2 | / | / |
| 多年平均相对湿度(%) | | 75.0 | / | / |
| 多年平均降雨量(mm) | | 1616.2 | 2019/08/10 | 291.0 |
| 灾害天气统计 | 多年平均沙暴日数(d) | 0.0 | / | / |
| | 多年平均雷暴日数(d) | 15.8 | / | / |
| | 多年平均冰雹日数(d) | 0.4 | / | / |
| | 多年平均大风日数(d) | 8.5 | / | / |
| 多年实测极大风速（m/s）、相应风向 | | 22.0 | 2005/08/06 | 32.9E |
| 多年平均风速（m/s） | | 2.4 | / | / |
| 多年主导风向、风向频率(%) | | SSE 10.5 | / | / |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 多年静风频率(风速<0.2m/s)(%) | 9.8 | / | / |

e. 土地利用类型数据

以项目厂界为中心，外扩 3km 范围作为本次估算土地利用类型数据范围，范围总面积 34.84km$^2$。其中，城市覆盖范围为 19.86km$^2$，占总范围的 57%，占地面积最大。范围内土地利用类型图见图 2.5-2。

图 2.5-2土地利用类型图

f. 区域湿度条件

根据《中国干湿状况图》，本项目位于浙江省宁波市，区域湿度条件为潮湿。《中国干湿状况图》见图 2.5-3。

图 2.5-3中国干湿状况分布图

g. 地形资料

本次估算地形数据采用 SRTM3 数据，数据分辨率为 90m，数据格式为 DEM 格式，估算范围内地形图见图 2.5-4。

图 2.5-4 评价范围地形图

h. 岸线距离及方向

本项目位于沿海区域，污染源周边 3km 范围内有大型水体，因此考虑岸边熏烟选项。本项目涉及的所有污染源中，天然气处理装置污染源与海岸线距离最近，岸线距离为 212km，方向为 150°，岸线距离及方向图见图 2.5-5。

图 2.5-5岸线距离及方向图

i. 估算模型参数

根据《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2018)要求，选用AERSCREEN估算模型，估算阶段所采用估算模型参数见表2.5-8。

表2.5-8估算模型参数表

| 参数 | | 取值 |
|---|---|---|
| 城市/农村选项 | 城市/农村 | 城市 |
| | 人口数（城市选项时） | 829448人 |
| 最高环境温度/℃ | | 40.8 |
| 最低环境温度/℃ | | -6.4 |
| 土地利用类型 | | 城市 |
| 区域湿度条件 | | 潮湿 |
| 是否考虑地形 | 考虑地形 | 是 |
| | 地形数据分辨率/m | 90 |
| 是否考虑岸线熏烟 | 考虑岸线熏烟 | 是 |
| | 岸线距离/km | 212 |
| | 岸线方向/° | 150 |

j. 评价等级确定

选择推荐模式中的估算模式对建设项目的大气环境评价工作进行分级以及评价范围的确定，其中，针对面源的估算均按照面源面积等效为圆形面源进行计算。所有污染源估算结果汇总见表2.5-9。因按照大气导则HJ2.2相关要求，估算阶段应选择项目污染源正常排放的主要污染物作为评价因子，不涉及化学转化后生成的二次污染物。出于保守考虑，为了避免评价范围偏小而遗漏重要环境保护目标，这里将$NO_x$以$NO_2$计，并从严取$NO_2$标准以确定评价等级和评价范围。

表2.5-9 评价等级判定汇总表

| 污染源名称 | 污染物 | 下风向最大浓度/μg/m³ | $P_{max}$ /% | $D_{10\%}$ /m | 评价等级 |
|---|---|---|---|---|---|
| DA003：热媒单元热媒炉A烟气排放口 | $PM_{10}$ | 4.50 | 1.00 | 0 | 二级 |
| | $PM_{2.5}$ | 2.25 | 1.00 | 0 | 二级 |
| | 二氧化硫 | 0.24 | 0.05 | 0 | 三级 |
| | **二氧化氮** | 45.06 | 22.53 | **50** | **一级** |
| | NMHC | 14.05 | 0.70 | 0 | 二级 |
| DA007：热媒单元余热锅炉C烟气排放口 | $PM_{10}$ | 5.51 | 1.22 | 0 | 二级 |
| | $PM_{2.5}$ | 2.76 | 1.22 | 0 | 二级 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 二氧化硫 | 0.13 | 0.03 | 0 | 三级 |
| | **二氧化氮** | 55.12 | 27.56 | **175** | **一级** |
| | NMHC | 7.54 | 0.38 | 0 | 二级 |
| 天然气处理装置 | NMHC | 279.94 | 14.00 | 50 | 一级 |
| 外输单元 | NMHC | 71.77 | 3.59 | 0 | 二级 |
| 丙烷球罐 | NMHC | 25.642 | 1.28 | 0 | 二级 |
| 循环水单元 | NMHC | 126.07 | 6.30 | 0 | 二级 |
| 污水处理系统 | NMHC | 127.77 | 6.39 | 0 | 二级 |

估算结果中未出现岸线熏烟所带来的大气环境影响结果，因此判定本项目未发生岸线熏烟。评价等级确定根据估算结果可知，$P_{max}$最大值出现为DA007排放口污染源排放的二氧化氮，$P_{max}$值为27.56%，位于$P_{max}$≥10%区间，因此根据《环境影响评价技术导则 大气环境》(HJ2.2-2018)的规定，大气环境影响评价等级为一级。

2.5.2.2 地表水环境

陆上工程产生的生产废水及生活污水经终端厂区内污水处理装置预处理达到间排标准后通过市政污水管道排入春晓净化水厂处理达标后排放；根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），本项目的评价等级为三级B。

2.5.2.3 地下水环境

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016）判断本项目地下水环境影响评价工作等级如下：

a. 项目行业分类

依据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）附录A“地下水环境影响评价行业分类表”，本工程地下水环境影响评价项目类别参照“F石油、天然气-天然气、页岩气开采（含净化）-II类”，地下水环境影响评价项目类别为报告书II类。

b. 环境敏感程度

建设项目的地下水环境敏感程度可分为敏感、较敏感、不敏感三级，分级原则见表2.5-10。

表2.5-10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、应急水源地，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、应急水源地，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饮用水水源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a。 |
| 不敏感 | 上述地区之外的其它地区。 |

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

本项目陆上终端位于宁波梅山国际物流产业集聚区春晓综合片区内，不属于集中饮用水水源准保护区、不属于集中式饮用水水源地准保护区以外的补给径流区、不属于特殊地下水资源保护区以外的分布区，园区也无分散式居民饮用水水源分布，故本项目地下水环境敏感程度分级属于“不敏感”。

c. 评价工作等级

建设项目地下水环境影响评价工作等级划分见下表。

表 2.5-11 评价工作等级分级表

| 项目类别<br>环境敏感程度 | I类项目 | II类项目 | III类项目 |
|---|---|---|---|
| 敏感 | 一 | 一 | 二 |
| 较敏感 | 一 | 二 | 三 |
| 不敏感 | 二 | 三 | 三 |

依据上述建设项目行业分类和地下水环境敏感程度，依据表 2.5-11判定，陆上附属工程地下水环境影响评价工作等级为“三级”。

2.5.2.4 土壤环境

本项目所在区域土壤以铁铝土为主，具体见图 5.10-2，根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）和《环境影响评价技术导则 陆地石油天然开发建设项目》（HJ 349-2023）非土壤盐化、酸化和碱化地区，按照土壤污染影响型开展评价工作。

a. 项目类别

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）附录 A 表中 A.1 土壤环境影响评价项目类别规定，本项目属于“采矿业”中“天然气开采”项目，土壤环境影响评价项目类别为“II类”。

b. 占地规模

宁波终端占地 29.8hm$^2$，本项目在终端范围内改扩建，不涉及新增占地，宁波终端三期改扩建工程占地范围为 1.02hm$^2$，属于小型。

c. 土壤环境敏感程度

陆上工程位于浙江省宁波市北仑区春晓街道西直塘洋沙山脚下宁波终端范围内，终端周边主要为工业用地、道路及道路两侧植物、沟渠、空闲地等，不涉及耕地、园地等敏感、较敏感土壤环境。因此，土壤敏感程度为不敏感。

d. 评价等级确定

依据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）中“表4 污染影响型评价工作等级划分表”，本项目土壤环境影响评价等级为三级，具体见表 2.5-1212。

表 2.5-12 本项目评价工作等级划分表

| 占地规模 / 评价工作等级 / 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 | - | - |

2.5.2.5 声环境

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）评价分级划分原则，确定本项目声环境影响评价等级为三级。

表 2.5-13 声环境影响评价等级判定依据

| | 评价等级 | 判定依据 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 声环境功能区划 | 评价范围内敏感目标噪声级增量 | 受影响人口数量 |
| 导则规定 | 一级 | 0类区或对噪声有特别限制要求的保护区 | ＞5dB(A) | 显著增加 |
| | 二级 | 1类、2类 | ≥3dB(A)，≤5dB(A) | 增加较多 |
| | 三级 | 3类、4类 | ＜3dB(A) | 变化不大 |
| 本项目情况 | | 本项目所在地声环境功能区为GB3096规定的3类地区 | 评价范围内敏感目标为SW方向166m的中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站建设项目建设前后评价范围内声环境保护目标噪声级增量在3dB(A)以下 | 受影响人口数变化不大 |

2.5.2.6 环境风险

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本项目陆上工程环境风险评级等级为一级。

2.5.2.7 生态环境

根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）工作等级判定依据，本项目位于现有宁波终端厂区范围内，且符合《宁波市“三线一单”生态环境分区管控方案》的管控要求，故本次仅进行生态影响分析。

## 2.6 环境影响评价范围与评价重点

### 2.6.1 评价范围

#### 2.6.1.1 海上工程

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB19485-2014）的要求，评价范围需根据工程特点、所在海域环境特征及周边海洋环境敏感目标分布等确定，覆盖工程建设可能影响到的全部海域。导则要求“评价范围覆盖各单项评价范围”，各单项最大评价范围为海洋生态调查一级评价外扩 8km 至 30km。

根据本项目各环境要素评价等级，并结合项目排污情况以及新建设施所在位置，确定以本项目海上工程新建及依托主要工程设施外扩 15km，构成周围 30km×30km 和 81km×30km 的矩形区域作为本项目正常作业下的环境影响评价范围，评价面积约为 3330km$^2$。

评价范围各端点坐标见表 2.6-1，评价范围示意图见图 2.6-1。

表2.6-1 评价范围各端点坐标

| 端点 | 东经 | 北纬 | 端点 | 东经 | 北纬 |
|---|---|---|---|---|---|
| A | | | B | | |
| C | | | D | | |
| E | | | F | | |
| G | | | H | | |

图2.6-1 海上工程评价范围示意图

2.6.1.2 陆上工程

a. 大气环境

陆上工程$D_{10\%}$最大值出现为DA007排放口污染源排放的二氧化氮，最大$D_{10\%}$为175m，小于2.5km，因此评价范围定为项目厂界外延2.5km，边长为约6km的矩形区域，具体评价范围见图2.6-2。

图2.6-2 大气环境评价范围图

b. 地表水环境

本项目陆上工程地下水环境评价范围为厂区范围内，并对依托的污水处理设施环境可行性进行分析。

c. 地下水环境

在综合考虑陆上工程所在区域地质及水文地质条件、地形地貌特征、陆上工程场地位置的基础上，为了说明地下水环境的基本状况，确定水文地质调查评价范围以西直河、群英河、海岸线及春晓大道为界，地下水的调查评价范围

约 0.51km$^2$，具体位置见图 2.6-3。

图 2.6-3 地下水评价范围图

d. 土壤环境

根据《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）要求，陆上工程土壤环境评价等级为三级，调查评价范围为终端占地范围内及占地范围外50m区域。土壤环境评价范围见图 2.6-4。

图 2.6-4 土壤环境评价范围图

e. 声环境

陆上工程声环境影响评价工作等级为三级，根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ 2.4-2021）中有关规定，施工期评价范围确定为施工场界外200m，运营期评价范围确定为厂界外200m。

f. 环境风险

- 大气环境风险评价范围

陆上工程大气环境风险的评价范围为厂区边界外扩5km的区域，详见图

2.4-1。

● 地下水环境风险评价范围

地下水环境风险评价范围与地下水环境影响评价范围保持一致。

● 地表水环境

厂区设置了环境风险事故水防控体系，防止事故情况下厂区内的事故废水进入厂外水体。因此，对事故水防控体系的有效性进行分析。

g. 生态环境

陆上工程生态环境影响范围为厂区范围内。

2.6.2 评价内容

2.6.2.1 海上工程

根据环境影响识别和有关技术规范的要求，确定本次海上工程环境影响评价的评价内容主要为：建设阶段及正常生产过程中产生的各种污染物（悬浮物和生活污水等）对海水水质、沉积物、海洋生态环境影响评价，以及潜在的溢油事故对海洋生态和渔业资源的影响评价。

本次评价的工程内容主要包括：

- 新建 DH- BOP 平台；
- 新铺设 1 条海底输气管道；
- HY1-1CEP 平台、TWT-CEP 平台适应性改造。

2.6.2.2 陆上工程

本项目陆上工程主要内容为新建1套$22\times10^8m^3/a$天然气处理装置；1套循环水处理装置；根据海上来气情况统筹考虑配置3台$900\times10^4Nm^3/d$进站压缩机（2用1备）；新增1座$2500m^3$丙烷储罐及利旧8500KW热媒炉（1用1备）。根据环境影响识别和有关技术规范的要求，主要评价工程内容建设阶段及正常生产过程中产生的各种污染物对大气环境、声环境、地表水、地下水环境以及生态环境等的影响评价，以及对潜在事故可能造成的烃类泄漏等进行环境风险评价。

2.6.3 评价重点

2.6.3.1 海上工程

依据西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目的特点，在对评价项目进行筛选的基础上，确定正常作业情况下，环境影响评价的评价重点包括：

（1）施工期间海底管道挖沟掀起的悬浮物对工程周围海域的海水水质、沉

积物和底栖生物的影响范围及程度；

（2）生产期间生活污水、温排水的排放对工程周围海水水质、海洋生态和渔业资源影响范围及程度；

（3）环境保护对策措施与清洁生产分析。

溢油风险事故情况下的评价重点：

（1）溢油事故对工程设施周围海域的海洋生态环境、渔业资源、渔业生产以及自然保护区等环境敏感目标的潜在影响；

（2）溢油事故风险分析及其防范对策措施。

2.6.3.2 陆上工程

根据本项目陆上工程的工程特点和所在区域的环境特征，确定陆上工程环境影响评价重点为：

（1）理清现有工程内容，分析项目污染源排放达标情况；

（2）梳理现有工程存在的环保问题，提出“以新带老”措施；

（3）分析改扩建工程正常工况下废气排放、废水排放、噪声排放、固体废物处理处置的防治措施可行性，分析事故工况下环境风险防控措施的有效性；

（4）预测污染物排放对周围环境的影响范围和程度；

（5）提出环境保护措施与建议；

（6）核算污染物排放总量，提出总量控制指标。

# 3　工程概况与工程分析

## 3.1 工程概况

### 3.1.1　项目名称和建设性质

建设项目名称为“西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目”，建设单位为中海石油（中国）有限公司上海分公司。本项目属于扩建海洋油（气）开发工程。

根据东海区域开发策略，亟待通过新建 HY1-1CEP 至 TWT-CEP 平台海底输气复线、新建 DH BOP 平台（TWT-CEP 平台至宁波终端之间），将至宁波终端的输气能力提升至※※$m^3/d$（※※$m^3/a$），以解决外输瓶颈，充分释放区域产能。

本项目新建1座增压平台（DH BOP平台）、1条HY1-1CEP至TWT-CEP约51.3km的海底输气管道，对已建依托平台（HY1-1CEP平台、TWT-CEP平台）进行适应性改造，并对现有宁波终端进行改扩建。宁波终端本次改扩建主要为实现年处理气量※※$m^3/a$（※※$m^3/d$）的需求，扩建工程包括新建1套处理能力为$632\times10^4Nm^3/d$的天然气处理装置、3台$900\times10^4Nm^3/d$进站压缩机（2用1备）、1台$626\times10^4Nm^3/d$外输压缩机、1座$1000m^3/h$的循环冷却水装置、1个$2500m^3$丙烷储罐、利旧8500kW热媒炉（1用1备），以及其他配套公用和辅助生产系统改扩建等。

### 3.1.2　地理位置

西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目海上工程位于东海海域，拟建工程设施（DH BOP平台）距岸（浙江省宁波市）最近距离约※※km。新建平台所在海域水深变化范围为※※m~※※m，新建海管所在海域水深变化范围为※※m~※※m。陆上工程宁波终端位于浙江省宁波市北仑区，距宁波市东南方向约※※km，本次在现有厂区内进行改扩建。新建/依托设施坐标见表 3.1-1，本项目地理位置示意图见图3.1-1。

表 3.1-1本项目主要设施坐标

| 设施 | 关键点名称 | 北纬(N) | 东经 (E) |
|---|---|---|---|
| 新建增压平台 | DH BOP平台 | | |
| HY1-1CEP平台至TWT-CEP平台输气管道 | | | |
| | | | |

图 3.1-1 西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目地理位置示意图

### 3.1.3　工程建设内容及规模

#### 3.1.3.1 工程内容及基础数据

本项目计划于※※※※投产，新建平台和海底管道的设计年限均为 30 年，工程开发投资※※万元人民币（其中海上工程投资※※万元，陆上工程投资※※万元）。其工程内容及基础数据详见表 3.1-2。

表 3.1-2 工程基础数据

| 项目 | 西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目 | |
|---|---|---|
| 新建及改扩建生产设施 | 新建平台 | 新建1座4腿8裙桩DH BOP增压平台，设计输量为※※$m^3/a$ |
| | 新建海底管道 | 1条26″长约51.3km从HY1-1CEP平台至TWT-CEP平台海底输气管道 |
| | 终端改扩建 | 新建1套$632\times10^4m^3/d$天然气处理装置、3台$900\times10^4Nm^3/d$电驱进站压缩机（2用1备）、1台$626\times10^4Nm^3/d$外输压缩机、1座$1000m^3/h$的循环冷却水装置、1个$2500m^3$丙烷储罐、利旧8500kW热媒炉（1用1备），以及其他配套公用和辅助生产系统改扩建等 |
| | 依托平台适应性改造 | HY1-1CEP平台：新增清管球发射器、配管、流量计、调节阀和HIPPS等；<br>TWT-CEP平台：新增配管、清管球接收器和HIPPS等 |
| 生产设施设计年限 | 30年 | |
| 开发投资 | ※※万元人民币 | |
| 预计投产时间 | ※※※※ | |

#### 3.1.3.2 海底管道输量

本项目新建 HY1-1CEP 至 TWT-CEP 干气输送海底管道输量汇总见表 3.1-3。

表3.1-3 HY1-1CEP至TWT干气输送海底管道输气量

| 年份 | 输气量 |
|---|---|
| | $10^8m^3/a$ |
| 2025 | |
| 2026 | |
| 2027 | |
| 2028 | |
| 2029 | |
| 2030 | |
| 2031 | |
| 2032 | |
| 2033 | |
| 2034 | |
| 2035 | |

#### 3.1.3.3 海底管道输送组分

本项目海底管道输送天然气组分见表 3.1-4。

表3.1-4海底管道输送天然气组分数据表

| 组分 | 天然气成分（mol%） | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2025 | | | 2029 | | | 2035 | | |
| | ※※-HY | HY-TWT | BOP | ※※-HY | HY-TWT | BOP | ※※-HY | HY-TWT | BOP |
| 甲烷 | | | | | | | | | |
| 乙烷 | | | | | | | | | |
| 丙烷 | | | | | | | | | |
| 异丁烷 | | | | | | | | | |
| 正丁烷 | | | | | | | | | |
| 异戊烷 | | | | | | | | | |
| 正戊烷 | | | | | | | | | |
| 正己烷 | | | | | | | | | |
| 正庚烷 | | | | | | | | | |
| 正辛烷 | | | | | | | | | |
| 正壬烷 | | | | | | | | | |
| 正癸烷 | | | | | | | | | |
| $CO_2$ | | | | | | | | | |
| $N_2$ | | | | | | | | | |
| $H_2O$ | | | | | | | | | |
| $H_2S$ | | | | | | | | | |
| 模拟组分1（C11+） | | | | | | | | | |
| 模拟组分2（C11+） | | | | | | | | | |
| 模拟组分3（C11+） | | | | | | | | | |
| 模拟组分4（C11+） | | | | | | | | | |

## 3.2 海上工程工程概况及工程分析

### 3.2.1　工程开发方案

西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目海上工程新建 1 座 4 腿导管架 DH BOP 平台，新建 1 条 HY1-1CEP 至 TWT-CEP 约 51.3km 的海底输气管道。新建海管为现有 HY1-1CEP 至 TWT-CEP 平台间输气管线的复线，与现有海管间隔 25~50m 同路由铺设，新建复线管输设计规模为※※$m^3$/a。

东海海域现有西湖、平湖、丽水三个油气区块，共有20个平台，现有工程设施最大天然气外输能力为※※$m^3$/a（※※$m^3$/d），其中宁波方向现有输送能力※※$m^3$/a、南汇方向输送能力※※$m^3$/a。东海区域宝云亭、孔雀亭、团结亭、※※、黄岩1-1、黄岩2-2、※※、绍兴36-5等油气田的物流均进入HY1-1CEP平台进一步处理。HY1-1CEP平台段塞流捕集器分离出的干气与平黄区域的产气混合，大部分气体通过已建海底管道经现有TWT-CEP平台输至宁波终端进行深度处理，剩余部分气体通过海底管道经现有PH-DPP平台输至上海南汇终端；段塞流捕集器分离出的凝析油进入HY1-1CEP平台凝析油处理系统，与平黄区域产油一起稳定后通过海底管道经PH-DPP平台输至岱山终端。

本项目投产后，※※※※平台处理后的干气和脱水凝析油混输至 HY1-1CEP 平台经专用段塞流捕集器进行气液分离，区域内后续其他规划气田物流也计划依托※※※※平台进行处理、外输。段塞流捕集器分离出的干气通过新建海底管道输往 TWT-CEP 平台，HY1-1CEP 平台处理后的其他区域产气通过原已建海底管道输往 TWT-CEP 平台，两根海管输送干气在 TWT-CEP 合并越站，与天外天区域干气共三股气汇合后经现有天然气管道输送至新建 DH BOP 平台。新建 DH BOP 平台设置段塞流捕集器，当分离的天然气压力满足燃料气需求时，优先进入燃料气系统，剩余天然气作为外输气进入干气压缩机进一步增压；当分离的天然气气压力无法满足燃料气要求时，进入干气压缩机增压后节流作为燃料气使用，剩余天然气进入外输海管。分离的凝液经增压后，与外输干气混合经现有海管输送至宁波终端进一步处理。

本项目物流走向见图 3.2-1，总体开发方案示意图见图 3.2-2。

图 3.2-1本项目区域物流走向图

图3.2-2 总体开发方案示意图

### 3.2.2　工程组成

西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目海上工程的工程组成包括新建工程、改造工程和依托工程。

#### 3.2.2.1 新建工程概况

本项目新建工程包括新建平台和新铺海底管道。本项目新建平台阴极保护采用外加电流联合牺牲阳极保护方式，牺牲阳极主要用于初期导管架下水及后期停电工况下对导管架进行补充保护，牺牲阳极的设计保护年限为3年。

a.　DH BOP平台

新建DH BOP平台是一座4腿导管架增压平台，导管架工作点间距为22m×16m。平台不设井槽，共布设三层甲板，分别是上层甲板、中层甲板和下层甲板，其上主要布置了天然气压缩机系统、透平发电机组、10人生活楼及直升机甲板、燃料气系统、开式排放系统、火炬兼闭排系统、化学药剂注入系统、海水系统和生活污水处理系统等。DH BOP平台的立面示意图见图 3.2-3。

图 3.2-3 DH BOP平台立面示意图

● 上层甲板

上层甲板尺寸为52.5m×36m，标高EL.(+)37m。

上层甲板由西向东依次布置了干气压缩机系统、透平压缩机组和10人生活楼及直升机甲板。生活楼顶布置热水系统、压力水罐等，生活楼东侧舷外布置1艘救生艇，上层甲板的西侧B轴处设置火炬臂。

上层甲板南侧1轴处设1台柴油吊机用来吊装货物。

DH BOP平台上层甲板平面布置示意图见图 3.2-4。

图 3.2-4 DH BOP 平台上层甲板平面布置示意图

● 中层甲板

中层甲板尺寸为40.5m×32m，标高为EL.(+)28.5m。

中层甲板 1 轴和 2 轴之间设置防火墙，将危险区和非危险区隔开。防火墙以西为危险区，布置段塞流捕集器、燃料气系统、循环冷却水泵及换热器。防火墙以东为非危险区，布置空压机、公用风/仪表风储罐，氮气发生撬、氮气储罐、柴油消防泵和两层房间。一层房间布置了主开关间、实验室和工作间；二层房间布置中控室、中控设备间、主变压器间、FM200 间、储藏间等。

DH BOP 平台中层甲板平面布置示意图见图 3.2-5。

图 3.2-5 DH BOP 平台中层甲板平面布置示意图

● 下层甲板

下层甲板尺寸为40.5m×35m，标高为EL.(+)22.5m。

下层甲板1轴和2轴之间设置防火墙，将危险区和非危险区隔开。防火墙西侧是危险区，布置高压火炬系统、柴油系统、收发球筒等。防火墙以东为非危险区，布置饮用水罐、海水系统、柴油消防泵、生活污水处理系统等设施，并布置应急机房间、应急开关间和电池间。

DH BOP平台下层甲板平面布置示意图见图 3.2-6。

图 3.2-6 DH BOP 平台下层甲板平面布置示意图

b. 海底管道

本项目计划铺设 1 条海底输气管道，采用单层不保温钢管。管道输送物流

为处理合格的干气，内腐蚀风险较低，采用“碳钢+内腐蚀裕量”的防腐方案，内腐蚀裕量按 1.5mm 考虑。海管设计参数见表 3.2-1，管道截面示意图见图 3.2- 。

表 3.2-1 海管设计参数

| 管道名称 | 输送介质 | 结构形式 | 管长 (km) | 管径 (in) | 设计压力 (MPaA) | 设计温度 (℃) | 腐蚀裕量 (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HY1-1CEP至TWT-CEP海底输气管道 | 干气 | 单层不保温钢管 | 51.3 | 26 | | | |

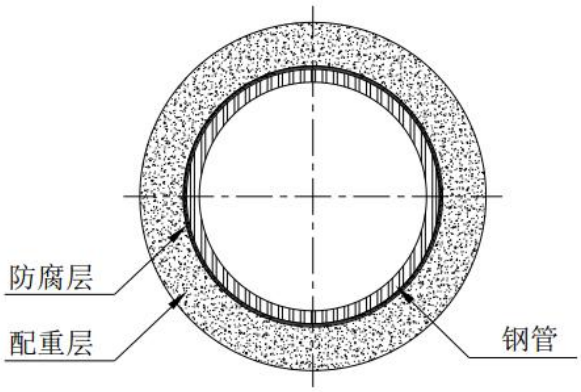



图 3.2-7 新建海底输气管道截面示意图

c. 牺牲阳极

本项目新建 DH BOP 平台全浸区阴极保护采用外加电流阴极+牺牲阳极保护方式，牺牲阳极主要用于初期导管架下水及后期停电工况下对导管架进行补充保护，牺牲阳极的设计保护年限为 3 年。新建海底管道外防腐采取防腐涂层与阴极保护的联合保护方法，阴极保护采用手镯型铝基牺牲阳极。

3.2.2.2 依托工程校核与改造

a. 依托平台校核

本项目海上工程接入后，为保证新建 HY1-1CEP 至 TWT-CEP 海底输气管道接入后入口、出口的正常衔接作业，依托的 HY1-1CEP 平台需新增清管球发射器、流量计、调节阀、配管和 HIPPS 等，TWT-CEP 平台需新增清管球接收器、配管和 HIPPS 等。本项目无新增物流进入依托平台，因此不涉及 HY1-1CEP 平台、TWT-CEP 平台处理设施的改造，仅为满足海管接入做适应性改造。

b. 依托管道校核

本项目新建增压平台位于已建 TWT-CEP 至宁波终端海底管道中间点处，使用机械法兰、膨胀弯实现 DH BOP 平台与主管线的连接。本项目投产后将依

托现有 TWT-CEP 至 DH BOP 输气管道、DH BOP 至宁波终端输气管道、HY1-1CEP 至 TWT-CEP 输气管道和※※※※至 HY1-1CEP 混输管道。本项目依托管道校核情况见表 3.2-2。

表 3.2-2依托海底管道校核

| 管道名称 | 投产时间（年） | 设计寿命（年） | 管长（km） | 管径（in） | 设计压力（kPaA） | 本项目投产后最大操作压力（kPaA） | 设计温度（℃） | 本项目投产后最高操作温度（℃） | 校核结果 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TWT-CEP至DH BOP输气管道 | 2005 | 30 | 173 | 28 | 10490 | 9900 | 45 | 40 | 满足 |
| DH BOP至宁波终端输气管道 | 2005 | 30 | 173 | 28 | 10490 | 9750 | 45 | 40 | 满足 |
| HY1-1CEP至TWT-CEP输气管道 | 2014 | 30 | 51.3 | 22 | 12251 | 11060 | 40 | 40 | 满足 |
| ※※※※至HY1-1CEP混输管道 | 2022 | 30 | 74.5 | 18 | 19100 | 18600 | 53 | 45 | 满足 |

根据校核结果，本项目投产后依托的海底管道最大操作压力和温度均未超过原设计值，依托海底管道在原设计寿命年限内均能够满足现设计条件。在达到已建管道原设计寿命前须进行检测评估，以保证管道的使用安全。

c. 依托平台适应性改造

● HY1-1CEP平台适应性改造

为满足本项目依托，HY1-1CEP 平台需在工作甲板西侧外扩甲板 28.15m×4.5m，布置新增的清管球发射器；工作甲板南侧外扩 11m×2.5m，布置新增的 HIPPS。HY1-1CEP 平台工作甲板改造布置图见图 3.2-8。

图 3.2-8 HY1-1CEP 平台工作甲板改造布置图

● TWT-CEP平台适应性改造

为满足本项目依托，TWT-CEP平台需在MSF甲板北侧外扩甲板42.4m×3.0m，布置新增的清管球收球筒和HIPPS。TWT-CEP平台MSF甲板改造布置图见图3.2-9。

图3.2-9 TWT-CEP平台MSF甲板改造情况

### 3.2.3 施工和建设方案

本项目海上施工作业包括导管架及上部组块的安装、平台连接与调试、海底管道的铺设以及HY1-1CEP平台、TWT-CEP平台适应性改造等。本项目海上建设阶段主要作业内容、参加作业的船舶和作业人员等情况见表3.2-3。

表3.2-3 海上建设阶段作业船舶、人员及作业期

| 施工内容 | | 施工船舶功能类型 | 数量（艘） | 施工天数（d） | 施工人数（人） |
|---|---|---|---|---|---|
| DH BOP平台 | 导管架海上安装 | 浮吊 | 1 | 45 | 300 |
| | | 驳船 | 2 | | |
| | 组块海上安装 | 浮吊 | 1 | 20 | 300 |
| | | 驳船 | 2 | | |
| | 带压开孔施工 | 驳船 | 1 | 150 | 120 |
| | | 拖轮 | 1 | | |
| | | 多功能工程船 | 1 | | |
| | 新建平台连接调试 | 生活支持船 | 1 | 60 | 220 |
| | | 拖轮/供应船 | 1 | | |
| 海底管道铺设 | | 铺管船 | 1 | 30 | 380 |
| | | 多功能工程船1 | 1 | 90 | 120 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 多功能工程船2 | 1 | 15 | 100 |
| | 驳船 | 3 | 30 | 60 |
| 平台适应性改造 | 浮吊 | 1 | 3 | 90 |
| | 拖轮 | 2 | 90 | 65 |

3.2.3.1 带压开孔施工方案

新建 DH BOP 平台位于已建 TWT-CEP 平台至宁波终端海底管道中点处，采用 2 孔带压开孔方案，作业期间不停产安装柔性管临时旁通，使用水下封堵机对主管线进行封堵，水下切割两个封堵口之间的管段。使用机械法兰，通过膨胀弯实现 DH BOP 平台和主管线的接入。带压开孔作业拟采用 HYSY289 或同等能力船舶+饱和潜水。

安装的主要步骤如下：HYSY289 航行至施工现场→施工预调查→带压开孔处吹泥→海管涂层清理→安装带压开孔防渔网保护罩→安装机械三通+球阀+带压开孔设备→①号开孔作业，回收开孔机→②号开孔作业，回收开孔机→安装 1 号封堵机→安装 2 号封堵机→安装 12 寸临时旁通→12 寸临时旁通排水→打开 12 寸旁路阀，物流联通→下放 2 号封堵球→下放 1 号封堵球→氮气置换 28 寸管端内物流→切割封堵器间管道→安装膨胀弯、清管试压、→回收封堵器→连通增压平台→下开孔机具放置三通塞→安装三通盲板→拆除临时旁通→安装保护罩盖板。

3.2.3.2 平台安装

本项目新建平台导管架和上部设施在陆上预制完成后，由驳船运抵现场，导管架先下水，然后由浮吊船安装就位，上部设施也由浮吊船安装。

3.2.3.3 海底管道施工方案

本项目海管铺设采用铺管船铺设，采用犁式挖沟机进行挖沟作业（后挖沟），管道靠自重沉入沟底，挖起的海底沉积物靠海流作用回填埋管，HY1-1CEP 至 TWT-CEP 输气海管顶部埋深 1.0m。海底管道具体施工方案见表 3.2-4。

表 3.2-4海底管道施工方式

| 海管名称 | 长度（km） | 管径（in） | 施工方式 | 埋深（m） |
|---|---|---|---|---|
| HY1-1CEP平台至TWT-CEP平台输气管道 | 51.3 | 26 | 后挖沟，自然回填 | 1.0 |

本项目新建海底管道与已建TWT-CEP到PH-DPP海底管道存在跨越点1处，在原有管缆上方放置混凝土压块，在其上方铺设新建海底管道，新建海管上方

再铺设混凝土压块进行防护，交越段防护设计示意图见图 3.2-10。

图 3.2-10 交越段防护设计示意图

### 3.2.4　生产工艺流程

#### 3.2.4.1 新建 DH BOP 平台工艺流程

新建DH BOP平台接收来自TWT-CEP平台的干气，DH BOP平台设置段塞流捕集器进行气液分离。当分离的天然气压力满足燃料气需求时，优先进入燃料气系统，剩余作为外输气进入干气压缩机进一步增压；当分离的天然气压力无法满足燃料气要求时，进入干气压缩机增压后节流作为燃料气使用，剩余天然气进入外输海管。分离的凝液经增压泵增压后，与外输干气混合一同进入去宁波终端的海管。当输量低于40亿$m^3$/a时越站送至下游终端，不增压。DH BOP平台设计处理规模为62亿$m^3$/a天然气。

DH BOP平台生产工艺流程见图 3.2-11。

图 3.2-11 新建 DH BOP 平台工艺流程图

#### 3.2.4.2 依托 HY1-1CEP 平台工艺流程

东海区域宝云亭、孔雀亭、团结亭、※※、黄岩1-1、黄岩2-2、※※、绍

兴36-5等油气田的物流均进入HY1-1CEP平台进一步处理。HY1-1CEP平台段塞流捕集器分离出的干气与平黄区域的产气混合，大部分气体通过已建海底管道经现有TWT-CEP平台输至宁波终端进行深度处理，剩余部分气体通过海底管道经现有PH-DPP平台输至上海南汇终端；段塞流捕集器分离出的凝析油进入HY1-1CEP平台凝析油处理系统，与平黄区域产油一起稳定后通过海底管道经PH-DPP平台输至岱山终端。

本项目接入后，依托的HY1-1CEP平台新增清管球发射器、流量计、调节阀、配管和HIPPS等。段塞流捕集器气相出口管线新增一条去往新增清管球发射器的管线，管线上设置流量计；同时段塞流捕集器原气相出口管线上新增一个流量调节阀（带关断功能）；为新输气管道设置一套清管球发射器。

正常生产情况下，※※※※平台物流进入HY1-1CEP平台的专用段塞流捕集器进行气液分离。分离的气全部进入本项目新建HY1-1CEP平台至TWT-CEP平台输气管道经TWT-CEP平台海管输至宁波终端进行深度处理；分离出的液相进入凝析油系统处理后，与平黄区域产油一起稳定后通过海底管道经PH-DPP平台输至岱山终端。

当HY1-1CEP平台停产、※※※※平台继续运行时，※※※※平台物流在HY1-1CEP平台越站输送，通过旁通管线直接进入新建HY1-1CEP平台至TWT-CEP平台输气管道。

本项目接入后，HY1-1CEP平台生产工艺流程见图3.2-12。

图3.2-12 依托HY1-1CEP平台工艺流程图

3.2.4.3 依托 TWT-CEP 平台工艺流程

本项目接入后，TWT-CEP 平台新增清管球接收器、配管和 HIPPS 等。正常生产情况下，新建 HY1-1CEP 平台至 TWT-CEP 平台输气管道物流与已建 HY1-1CEP 平台至 TWT-CEP 平台输气管道登平台物流一起合并后，越站进入去 DH BOP 平台的干气外输管线，最终输至宁波终端进行进一步处理。

当 HY1-1CEP 平台停产、※※※※平台运行情况下，优先考虑进入残雪段塞流捕集器，分离后的气越站输送，凝析油去往平湖；HY1-1CEP 平台停产、※※※※平台运行情况下，当残雪段塞流捕集器使用时，上游来流将进入 TWT-C 段塞流捕集器。分离后的气越站输送，凝析油去往平湖。

TWT-CEP 平台生产工艺流程见图 3.2-13。

图 3.2-13 依托 TWT-CEP 平台工艺流程图

3.2.5　工程各阶段产污环节分析

3.2.5.1 海上建设阶段

本项目海上建设阶段的作业内容主要包括平台的导管架和甲板组块海上安装、带压开孔作业、依托设施适应性改造和海底管道的铺设等。

在海上设施的安装、带压开孔作业和依托设施适应性改造过程中，将有浮吊船、驳船、拖轮、铺管船和多功能工程船等船舶参加作业，这些船舶将产生一定量的船舶污染物：船舶含油污水、生活污水、食品废弃物等生活垃圾及少量生产垃圾。主要污染因子包括 COD、石油类等。

在海底管道铺设过程中，铺设作业船舶为铺管船、多功能工程船和驳船，采用挖沟埋设、自然回填的方式，主要污染因子为悬浮物等。除此之外，参加

海底管道的施工船舶还将产生一定量的船舶污染物。

建设施工阶段的产污环节及污染物种类见图 3.2-14。

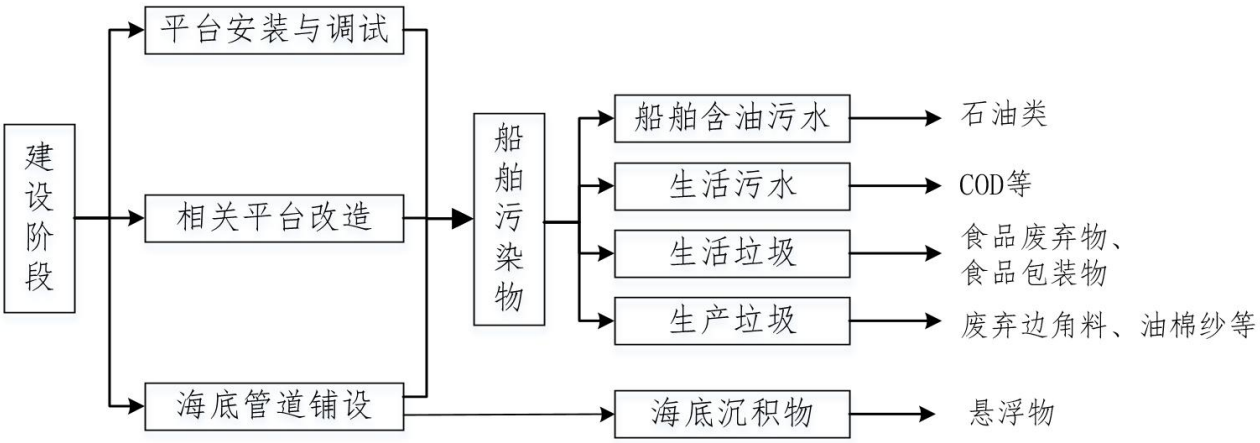



图 3.2-14 海上建设施工阶段的产污环节及污染物种类

3.2.5.2 海上生产阶段

项目生产阶段产生的污染物主要包括生活污水、少量甲板冲洗水、温排水、透平发电机组废气、燃驱离心压缩机废气、生活垃圾、生产垃圾和海管牺牲阳极锌释放等，守护船在生产期间还会产生少量船舶污染物。主要污染因子包括石油类、COD 和 $NO_X$ 等。

海上生产阶段产污环节及污染物种类见图 3.2-15。

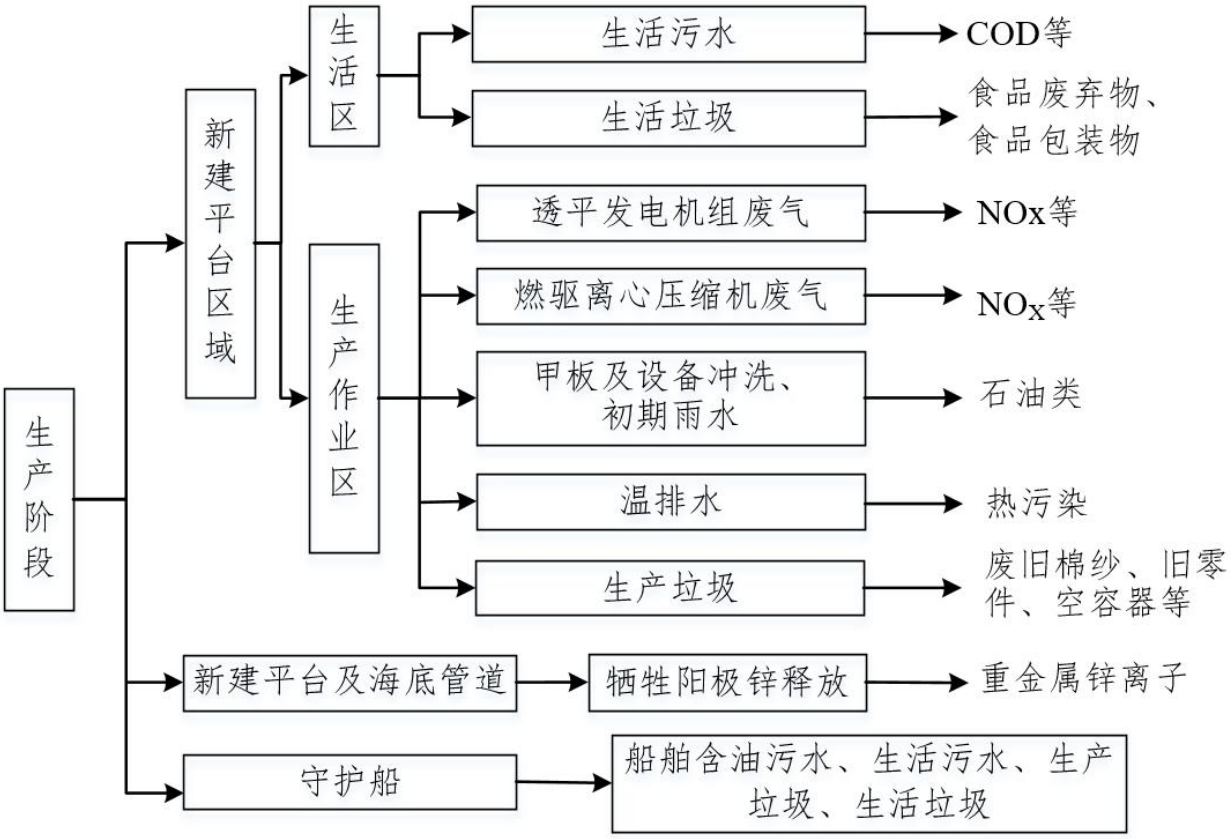



图 3.2-15 海上生产阶段的产污环节及污染物种类

### 3.2.6　工程各阶段污染源强

#### 3.2.6.1 海上建设阶段

a.　悬浮物

- 挖沟埋设产生的悬浮物

本项目海底管道全程埋设，采用后挖沟自然回填的方式，埋设管道顶部距海床表面为 1.0m。核算海底管道扰动海底沉积物量约为 279822m$^3$，所搅动的海底沉积物将有部分形成悬浮物，短时间内随海流扩散，以起沙率 10%计算，悬浮物量约为 27982.2m$^3$。本项目后挖沟截面示意图见图 3.2-16。

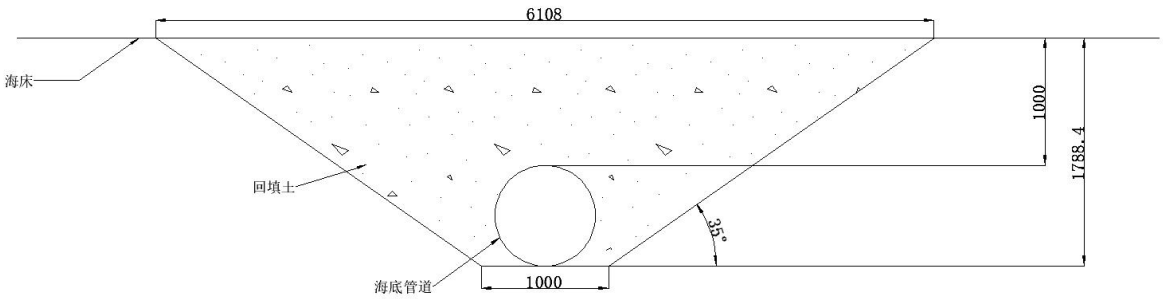



图 3.2-16海底管道后挖沟截面示意图

据核算，本项目铺设海底管道掀起的悬浮物源强约为53.66kg/s，本项目铺设海底管道施工情况和悬浮物源强计算结果见表3.2-

表3.2-5铺设海管施工情况和悬浮物源强

| 新建海底管道 | 长度（km） | 挖沟断面（上宽/下宽/埋深）(m) | 挖沟速率（km/d） | 悬浮物量（$m^3$） | 源强(kg/s) |
|---|---|---|---|---|---|
| HY1-1CEP平台至TWT-CEP平台海底输气管道 | 51.3 | 6.1/1/1 | 5.0 | 27982.2 | 53.66 |

● 带压开孔吹泥作业产生的悬浮物

本项目新建DH BOP平台位于已建TWT-CEP平台至宁波终端海底管道中点处，采用带压开孔方案施工，施工过程中吹泥作业会产生少量的悬浮物。吹泥作业施工长度约为100m（每侧各50m），施工时间约为1d（每侧各0.5d），核算海底管道扰动海底沉积物量约为275$m^3$，所搅动的海底沉积物将有部分形成悬浮物极少，短时间内随海流扩散。

b. 船舶污染物

根据参加作业船舶类型和数量、作业天数及作业人数，对本项目海上建设阶段船舶污染物进行估算。本项目建设阶段船舶污染物核算结果详见表3.2-6。

表3.2-6本项目建设阶段船舶污染物核算结果

| 施工内容 | | 船舶含油污水（$m^3$） | 生活污水（$m^3$） | 生活垃圾（t） | 生产垃圾（t） |
|---|---|---|---|---|---|
| DH BOP平台 | 导管架海上安装 | 37.5 | 4725 | 20.3 | 0.7 |
| | 组块海上安装 | 16.7 | 2100 | 9.0 | 0.3 |
| | 带压开孔施工 | 275 | 6300 | 27.0 | 2.9 |
| | 新建平台连接调试 | 20 | 4620 | 19.8 | 0.2 |
| | 小计 | 349.2 | 17745 | 76.1 | 4.1 |
| 输气管道铺设 | | 82.5 | 8925 | 38.2 | 2.0 |
| 平台适应性改造 | | 31.5 | 2142 | 9.2 | 0.3 |
| 合计 | | 463.2 | 28812 | 123.5 | 3.4 |

● 船舶含油污水

根据开发工程中参加作业船舶类型和数量、作业天数及作业人数，参照《水运工程环境保护设计规范》（JT/S149-2018）中要求“船舶舱底油污水水量宜按实测资料确定”，本项目根据中国海洋石油有限公司石油开发工程的多年统计资料核算船舶含油污水产生量。其中大型施工船舶含油污水产生量按（0.3~0.5）$m^3$/（船·日）估算，本次浮吊船、铺管船、多功能工程船等计算取0.5$m^3$/（船·日）；一般工作船舶含油污水产生量按（3~5）$m^3$/（船·月）估算，

本次驳船、拖轮等一般工作船舶计算取 5m³/（船·月）。据此估算出本项目海上建设阶段船舶含油污水产生量约 463.2m³，经船用油水分离器处理达标后间断排放。

● 生活污水

在海上建设阶段产生的生活污水主要包括施工作业船舶厨房和洗浴污水、厕所和医务室的污水等。根据中国海洋石油有限公司石油开发工程的最新统计资料，生活污水平均每人每天按 0.35m³ 计算，估算本项目海上建设阶段产生的生活污水总计约为 28812m³，处理达标后间断排放。

● 生活垃圾

建设阶段产生的生活垃圾主要是食品废弃物和食品包装物等。根据中国海洋石油有限公司石油开发工程的多年统计资料，生活垃圾按 1.5kg/（人·日）计算，其中食品废弃物按 1kg/（人·日）计算；其它生活垃圾按 0.5kg/（人·日）计算。同时参考《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），沿海船舶生活固体废物单位发生量为 1.5kg/（人·日），与中国海油的统计数据是相同的。由此估算出本项目海上建设阶段共产生生活垃圾约 123.5t，其中食品废弃物 82.3t，其它生活垃圾 41.2t。本项目产生的生活垃圾中食品废弃物在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径小于 25 毫米后方可排放；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。其他生活垃圾运回陆地处理。

● 生产垃圾

建设阶段产生的生产垃圾主要包括废弃的零件、边角料、油棉纱、包装材料和设施维修垃圾等。浮吊船、铺管船、多功能工程船等大型施工船舶按 5t/年计算，拖轮和支持船等小型船舶 0.5t/年计算。由此估算出本项目建设阶段生产垃圾产生量总计约为 6.4t，均运回陆地处理。

c. 建设阶段污染物汇总

本项目建设阶段污染物种类及数量汇总见表 3.2-7。

表 3.2-7 建设阶段污染物汇总

| 污染物 | 产生量 | 排放速率/源强 | 主要污染因子 | 排放/处理方式 |
|---|---|---|---|---|
| 挖沟铺设海管悬浮物（m³） | 27982.2 | 53.66kg/s（最大） | 悬浮物 | 自然回填 |

| 污染物 | | 产生量 | 排放速率/源强 | 主要污染因子 | 排放/处理方式 |
|---|---|---|---|---|---|
| 船舶污染物 | 船舶含油污水（$m^3$） | 463.2 | - | 石油类 | 船用油水分离器处理达标后间断排放 |
| | 生活污水（$m^3$） | 28812 | - | COD 等 | 处理达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）后间断排放 |
| | 生活垃圾（t） | 123.5 | - | 食品废弃物、食品包装等 | 食品废弃物在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径小于 25 毫米后方可排放；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。其他生活垃圾运回陆地处理 |
| | 生产垃圾（t） | 6.4 | - | 废旧器件、油棉纱等 | 分类回收，运回陆地，危险废物交由危废处置单位处置 |

3.2.6.2 海上生产阶段

生产阶段产生的污染物主要是甲板及设备冲洗/初期雨水、温排水、生活污水、生活垃圾、生产垃圾、透平发电机组废气、燃驱离心压缩机废气及少量的船舶含油污水、船舶生活污水及船舶垃圾等船舶污染物。

a. 其他含油污水

本项目新建的DH BOP平台上设有开式排放系统和火炬兼闭排系统，用于收集溢出液、甲板初期雨水/冲洗水等其它含油污水以及带压容器、管线等排放出的带压流体等。根据统计数据，单个平台的其它含油污水产生量约60$m^3$/a，本项目新建平台产生量总计约为60$m^3$/a。其他含油污水打入临时污油罐暂存，由支持船配合平台吊机定期拉回陆地送有资质处理。

b. 温排水

本项目设置 1 套闭式循环冷却水系统，为天然气冷却器、压缩机出口冷却器等供应冷却水，将产生温排水，新建平台最大排放量约为 3700$m^3$/h，温升约 12.8℃，经排放管道海面排放。

c. 试压水

本项目海管建成后，使用海水进行试压，产生海管试压水，产生量约 17563.1$m^3$。试压水采用海水，海管试压完成后直接排放。

d. 透平发电机组废气

本项目计划在新建 DH BOP 平台设置 2 台 5500kW 透平发电机组，一用一

备。根据本项目所产天然气性质，透平发电机组产生的主要污染物为氮氧化物。

参考《第一次全国污染源普查工业污染源产排污系数手册》中相关系数，核算新增透平发电机组产生的氮氧化物为 158.1t/a。新建透平发电机组规模、耗气量及可能产生的污染物量见表 3.2-8。

表 3.2-8 新建透平发电机组污染物产生情况

| 设备 | 规模 | 燃料最大消耗量（万$Sm^3/d$） | 氮氧化物产污系数 | 年运行时间（d） | NOx产生量（t/a） |
|---|---|---|---|---|---|
| 透平发电机组 | 2×5500kW（1用1备） | 4.8 | 9.82g/$m^3$原料 | 350 | 158.1 |

e. 燃驱离心压缩机废气

本项目计划在新建 DH BOP 平台设置 3 台 20MW 燃驱离心压缩机，两用一备。根据本项目所产天然气性质，燃驱离心压缩机产生的主要污染物为氮氧化物。

参考《第一次全国污染源普查工业污染源产排污系数手册》中相关系数，核算新增燃驱离心压缩机产生的氮氧化物为 205.6t/a。新建燃驱离心压缩机规模、耗气量及可能产生的污染物量见表 3.2-9。

表 3.2-9 新建燃驱离心压缩机污染物产生情况

| 设备 | 规模 | 燃料最大消耗量（万$Sm^3/d$） | 氮氧化物产污系数 | 年运行时间（d） | NOx产生量（t/a） |
|---|---|---|---|---|---|
| 燃驱离心压缩机 | 3×20MW（2用1备） | 31.4 | 18.71kg/万$m^3$原料 | 350 | 205.6 |

f. 生活污水/生活垃圾/生产垃圾

生产阶段DH BOP平台生活楼定员为10人，救生艇人数30人。平台的全年平均作业人数按照救生艇作业人数的1.2倍计，即36人估算污染物产生量。生活污水平均每人每天按0.35$m^3$计算，则本平台生活污水产生量为12.6$m^3/d$，4599$m^3/a$，COD产生量为2.30t/a。本项目配备有处理能力为15.12$m^3/d$的电解式生活污水处理系统，处理达标后排海。

生产阶段的生活垃圾主要是食品废弃物和食品包装物等。根据中国海洋石油有限公司石油开发工程的多年统计资料，生活垃圾按1.5kg/（人·日）计算，其中食品废弃物按1.0kg/（人·日）计算，其它生活垃圾按0.5kg/（人·日）。由此估算出本平台生活垃圾产生量为5.475t/a（其中食品废弃物约3.65t/a），产生的食品废弃物处理至颗粒直径<25mm后可排放或弃置入海，其他生活垃圾运回

陆地处理。

在工程生产阶段将会产生一些生产垃圾，如废弃的零件、边角料、油棉纱、包装材料等。根据中国海洋石油有限公司石油开发工程的多年统计资料，本项目投产后产生生产垃圾总量约50t/a。本项目产生的生产垃圾分类收集后运回陆地处理。

g. 牺牲阳极锌释放

本项目新建 DH BOP 平台全浸区阴极保护采用外加电流阴极+牺牲阳极保护方式，牺牲阳极的设计保护年限为 3 年。本项目主要采用铝基牺牲阳极，铝基牺牲阳极除铝外，重金属主要成分为锌，导管架阳极块锌含量为 2.5%~5.75%，保守考虑取 5.75%，阳极块净重为 53.5kg，阳极块数量为 820 块，释放到海水中的锌 0.84t/a，锌释放源强 0.0325mg/s。

本项目新建 HY1-1CEP 平台至 TWT-CEP 平台输气管道全程埋设，设计年限为 30 年，阳极块锌含量为 2.5%~5.75%，保守考虑取 5.75%，阳极块净重约为 120.7~143.3kg，阳极块的间隔约为 73.2~85.4m，阳极块数量为 646 块，释放到海水中的锌 0.15t/a，单块阳极块锌释放源强 0.0073mg/s。

本项目新建平台和海底管道牺牲阳极使用情况及每年释放到海水中的锌情况见表 3.2-10。

表 3.2-10 本项目牺牲阳极用量及释放到海水中的锌含量

| 新建设施 | 阳极块单重（kg） | 数量（块） | 阳极块总重量（kg） | 锌含量（%） | 阳极锌最大含量（kg） | 每年最大锌释放（t/a） | 单块阳极块锌释放速率（mg/s） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DH BOP平台 | 53.5 | 820 | 43870 | 2.5-5.75 | 2522.5 | 0.84 | 0.0325 |
| HY1-1CEP平台至TWT-CEP平台输气管道 | 120.7~143.3 | 646 | 78279.8 | 2.5-5.75 | 4501.1 | 0.15 | 0.0073 |
| 合计 | / | 1466 | 122149.8 | / | / | 0.99 | / |

h. 船舶污染物

本项目投产后，计划新增守护船，根据统计资料，一般守护船的船舶含油污水产生量按（3~5）$m^3$/（船·月）计算，本次取 5$m^3$/（船·月）；生活污水平均每人每天按 0.35$m^3$ 计算，生活垃圾按 1.5kg/（人·日）计算，其中食品废弃物按 1kg/（人·日），其它生活垃圾按 0.5kg/（人·日）；守护船等小型船舶生产垃圾按 0.5t/年计算。据此估算出本项目生产阶段船舶污染物产生量见表 3.2-11。

本项目船舶含油污水、船舶生活污水、生活垃圾及生产垃圾的处理按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）执行。

表 3.2-11 本项目生产阶段船舶污染物核算结果

| 作业内容 | 船舶类型 | 数量（艘） | 作业人数（人） | 作业天数（d/a） | 船舶含油污水（$m^3/a$） | 船舶生活污水（$m^3/a$） | 船舶垃圾(t/a) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 生活垃圾 | 生产垃圾 |
| 日常巡视与守护 | 守护船 | 1 | 20 | 365 | 60 | 2555 | 11.0 | 0.5 |

i. 生产阶段污染物汇总

本项目生产阶段各种污染物的产生量汇总表 3.2-12。

表 3.2-12 生产阶段污染物汇总

| 污染源位置 | 污染物 | 产生量 | 主要污染因子 | 排放/处理方式 |
|---|---|---|---|---|
| DH BOP 平台 | 甲板冲洗水等其他含油污水 | $60m^3/a$ | 石油类 | 经开、闭排收集后打入临时污油罐，由支持船定期拉回陆地处理 |
| | 温排水 | $3700m^3/h$ | 热污染 | 海面排放 |
| | 透平发电机组废气 | $NO_x$：158.1t/a | $NO_x$ | 经排烟管排放 |
| | 燃驱离心压缩机废气 | $NO_x$：205.6t/a | $NO_x$ | 经排烟管排放 |
| | 生活污水 | $4599m^3/a$ | COD等 | 处理达标后（COD浓度≤500mg/L）排海 |
| | 生活垃圾 | 5.475t/a（其中食品废弃物约3.65t/a） | 食品废弃物、食品包装等 | 食品废弃物处理至颗粒直径<25mm时，可排放或弃置入海，其他运回陆地处理 |
| | 生产垃圾 | 50t/a | 废弃的零件、边角料等固体废物 | 分类收集，运回陆地处理 |
| 新建平台牺牲阳极锌释放量 | 重金属 Zn | 0.84t/a | 重金属 Zn | 缓慢释放到环境中 |
| 新建海管牺牲阳极锌释放量 | 重金属 Zn | 0.15t/a | 重金属 Zn | 缓慢释放到环境中 |
| 守护船 | 船舶含油污水 | $60m^3/a$ | 石油类 | 船用油水分离器处理达标后间断排放 |
| | 船舶生活污水 | $2555m^3/a$ | COD 等 | 执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018） |
| | 船舶生活垃圾 | 11.0t/a | 食品废弃物、食品包装等 | |
| | 船舶生产垃圾 | 0.5t/a | 固体废物 | 分类收集，运回陆地处理 |

### 3.2.7　环境影响评价因子筛选

#### 3.2.7.1 非污染环境影响因子分析

本项目非污染影响因子主要是在项目活动对周围海域的航运交通、捕捞作业和海域功能的使用等造成的一定影响。不同工程活动的非污染影响因子筛选及影响程度分析表见表 3.2-13。

表 3.2-13 本项目非污染影响因子筛选及影响程度分析

| 时段 | 工程活动 | 影响要素 | 环境影响表征 | 影响程度 |
|---|---|---|---|---|
| 建设阶段 | 平台安装及海底管道铺设 | 海洋生态 | 占用海域，影响局部使用功能 | D |
| | | 水文动力 | 平台对局部潮流的影响 | D |
| | 施工船舶活动 | 通航环境 | 影响航运交通 | D |
| | | 海洋生态 | 影响渔业捕捞作业 | D |
| 生产阶段 | 平台和海底管道占用海域 | 通航环境 | 影响航运交通 | D |
| | | 海洋生态 | 影响渔业捕捞作业 | D |

注：环境影响相对程度由高至低依次为A(高)、B(中)、C(低)、D(微)。

#### 3.2.7.2 污染环境影响因子分析

根据对工程各阶段污染源、污染物种类及其排放量、处理/处置方式的分析，凭借类似开发工程的评价经验和专业知识，通过综合判断可识别出各污染因子的环境影响程度，并由此确定本次环境影响评价的重点评价因子为：铺设海底管道挖沟作业搅起的海底沉积物，生产运营期的温排水、生活污水等，以及潜在的事故性溢油。不同工程活动的污染影响因子筛选及影响程度分析见表 3.2-14。

表 3.2-14 本项目环境影响因子筛选及影响程度分析

| 时段 | 环境要素 | 影响因子/对象 | 工程内容及表征 | 影响程度 |
|---|---|---|---|---|
| 建设阶段 | 水环境 | 悬浮物 | 海底管道铺设产生悬浮物 | ＋＋ |
| | 底质环境 | 悬浮物 | | ＋ |
| | 生物生态 | 鱼卵/仔稚鱼 | | ＋ |
| | | 底栖生物 | | ＋＋ |
| | | 渔业资源 | | ＋ |
| 生产阶段 | 水环境 | 热污染、COD | 温排水和生活污水的排放 | ＋ |
| 事故风险 | 水环境 | 石油类 | 事故性溢油对海洋生态的影响 | ＋＋＋ |
| | 底质环境 | 石油类 | | ＋＋＋ |
| | 海洋生态 | 海洋生物 | | ＋＋＋ |

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

## 3.3 陆上工程工程概况及工程分析

### 3.3.1　现有工程工程概况

#### 3.3.1.1 地理位置

宁波终端（又称“春晓天然气处理厂”）隶属于中海石油（中国）东海西湖石油天然气作业公司（简称西湖作业公司），属于春晓气田群（一期）开发工程一部分，位于浙江省宁波市北仑区春晓街道西直塘洋沙山脚下，距 TWT-CEP 平台约※※km。厂区占地面积※※$m^2$，于 2005 年 11 月建成投产。宁波终端项目地理位置图见图 3.3-1。

图 3.3-1 宁波终端项目地理位置示意图

#### 3.3.1.2 周边现状

宁波终端厂区东侧为洋沙山路，厂区西侧紧邻西直河，厂区南侧为绿化带及火炬山，厂区西北侧紧邻春晓大道。详见图 3.3-2，图 3.3-3。

图 3.3-2 宁波终端项目地理位置示意图

厂区东侧的群英河

厂区西侧的西直河

厂区南侧的绿化带及火炬山

厂区西北侧的春晓大道

图 3.3-3 宁波终端四至图

3.3.1.3 终端现有工程信息

（1）建设地点：浙江省宁波市北仑区春晓街道西直塘洋沙山脚下

（2）建设单位：中海石油（中国）东海西湖石油天然气作业公司

（3）现有工程内容和规模：

宁波终端厂区占地面积※※$m^2$，于 2005 年 11 月建成投产。2014 年终端进行第一次扩建，2022 年进行第二次扩建，二期工程于 2023 年 12 月投产。

二期扩建后宁波终端天然气处理能力为※※$m^3/d$（※※$m^3/a$）。

（4）工作制度和定员：单班人员 39 人，实行二班倒。

3.3.1.4 终端现有工程组成

宁波终端现有工程主要由天然气工艺生产装置主体工程、储运工程、辅助装置（放空系统、燃料气系统、仪表风系统等）、公用工程、环保工程等组成，详见表 3.3-1。

表 3.3-1终端现有工程一览表

| 类别 | 名称 | 主要工程内容 | 备注 |
|---|---|---|---|
| 主体工程 | 预处理单元 | 1套740$m^3$段塞流捕集器、1套760×$10^4m^3/d$分离设备；<br>1套380×$10^4m^3/d$分离设备；<br>总处理能力为※※$m^3/d$。 | |
| | 露点单元 | 1套流量为890×$10^4m^3/d$的露点分离器；<br>1 套流量为 260×$10^4m^3/d$ 的露点分离器。 | |
| | 脱水单元 | 1 套处理能力为 760×$10^4m^3/d$的聚结分离器、1 套处理能力为 380×$10^4m^3/d$的聚结分离器、1套2474kW再生气加热炉、2台28.4×$10^4m^3/d$再生气压缩机（一用一备）、1套760×$10^4m^3/d$分子筛干燥塔；<br>3 台分子筛脱水塔、1 套热负荷 1025kW 的再生气加热器、2 台功率为 90kW 的再生气压缩机。 | |
| | 制冷单元 | 一期工程：2 台冷箱、2 台低温分离器、2 台膨胀压缩机、2 套吸收塔、2 套脱乙烷塔、2 套脱乙烷塔底再沸器；<br>二期工程：1 台冷箱、1 台低温分离器、1 台膨胀压缩机、1 套脱乙烷塔、1 套脱乙烷塔底再沸器。 | |
| | 分馏单元 | 3 套脱丙烷塔、3 套脱丙烷塔底再沸器、3 套脱丙烷回流罐、3 套脱丁烷塔、3 套脱丁烷塔底再沸器、3 套脱丁烷回流罐、3 套脱戊烷塔、3 套脱戊烷塔底再沸器、3 套脱戊烷回流罐、3 套轻烃缓冲罐。 | |
| | 外输单元 | 3 台 13.4MW 燃驱外输压缩机（2 用 1 备）、1 台 7MW 燃驱外输压缩机。 | |
| | 凝析油稳定单元 | 1 套 2.758MPa 凝析油稳定塔、1 个 2.758MPa 凝液聚结分离器、1 套 272kW 稳定塔进料加热器、1 套 1231kW 稳定塔塔底再沸器。 | |
| 储运 | 储罐 | 丙烷储罐 3×2000$m^3$，丁烷储罐 3×2000$m^3$，戊烷储罐 1×1500$m^3$，稳定轻烃储罐 1×1000$m^3$，稳定轻烃储罐 | |

| 类别 | 名称 | 主要工程内容 | 备注 |
|---|---|---|---|
| 工程 | | 1×25000m³。 | |
| | 装车系统 | 丙烷：Q=4×40m³/h（三用一备）；丁烷：Q=4×40m³/h（三用一备）；戊烷：Q=2×40m³/h，稳定轻烃：Q=1×40m³/h（戊烷、稳定轻烃装车鹤位一用一备，互为备用）。 | |
| 公用系统 | 供水 | 供水能力为 250m³/h，进站水压不小于 0.14Mpa。 | |
| | 循环水冷却单元 | 1 套 84m³/h 的循环冷却水单元、1 套 1000m³/h 的循环冷却水单元。 | |
| | 消防 | 消防水罐、消防泵机组、厂区消防水系统、室内消防给水系统、泡沫灭火系统以及相应的自控系统、火灾探测报警系统等。 | |
| | 供电 | 厂内建有 10kV 变电所一座，现有总负荷为 2413kW | |
| | 自动控制 | 现有工程设有 1 套站控系统 | |
| | 仪表风系统 | 4 台空压机，单台排量 15.3m³/min | |
| | 燃料气系统 | 分为低压燃料气系统和高压燃料气系统 | |
| 环保系统 | 水处理系统 | 生活污水处理系统设计处理能力为 3m³/h。主要包括 1 座生活污水调节池 24m³（有效容积）、1 座曝气生物沉淀池 72m³、1 座清水消毒池 50m³、1 套盘式过滤器、1 套加药装置等。<br>已对原有 1 套 5m³/h 的生产水处理系统升级改造，处理能力升级为 8m³/h，主要包括 1 座 1200m³(有效容积）初期雨水池、1 座 400m³（有效容积）生产污水池、1 座 200m³（有效容积）污油池、1 座 500m³（有效容积）外排监控池、1 套斜板除油橇，1 套涡凹气浮橇，1 套溶气气浮橇，1 具脉冲水解酸化罐，1 套处理规模为 8m³/h 的一元化污水处理装置，配套机泵、加药装置及配套工艺管线等。 | |
| | 闭式排放系统 | 现有工程设有闭式排放系统，以收集事故或检修时工艺设备排放的烃类液体 | |
| | 危废暂存间 | 危废暂存点密闭，地面为防腐防渗地坪，设有排风扇 | 60m² |
| | 火炬系统 | 现有工程设有放空火炬分为常温、低温两个排放系统，处理能力为 760×10⁴m³/d，火炬为常燃系统，最大瞬时放空量为 870×10⁴m³/d | |
| | 风险防范 | 现有 2 座事故池，有效容积分别为 3262.5m³ 和 2358m³ | |

a. 主体工程

宁波终端已建天然气处理装置设计处理能力为※※m³/d（※※m³/a）。主体工程组成详见表 3.3-2，主体工程现场照片见图 3.3-4。

表 3.3-2现有终端生产设施主体工程规模

| 工艺单元 | 设备名称 | 指标 | 设计最大负荷 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 预处理单元 | 分离设备 | 处理能力 | ※※m³/d | 弹性系数为 1.2，最大 1368×10⁴m³/d， |
| | 段塞流捕集器 | 缓冲容积 | 740m³ | |
| 露点单元 | 露点分离器 | 流量 | 1150×10⁴m³/d | 890×10⁴m³/d+260×10⁴m³/d |
| 脱水单元 | 聚结分离器 | 处理能力 | 7.6×10⁶m³/d | |

| 工艺单元 | 设备名称 | 指标 | 设计最大负荷 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| | 再生气压缩机 | 流量 | $28.4\times10^4m^3/d$ | 2 台 |
| | 再生气压缩机 | 流量 | $5.27m^3/min$ | 2 台 |
| | 再生气涤气罐 | 容积 | $0.7m^3$ | |
| | 分子筛干燥塔 | 处理能力 | $760\times10^4m^3/d$ | 1 套 |
| 制冷单元 | 冷箱 | 温度 | 66~-100℃ | 3 台 |
| | 低温分离器 | 压力 | 5.5Mpa | 3 台 |
| | 膨胀压缩机 | 正常处理量 | $340\times10^4m^3/d$ | 2 台 |
| | 密封气加热器 | 热负荷 | 30kW | |
| | 吸收塔 | 压力 | 3.4Mpa | 2 套 |
| | 脱乙烷塔 | 压力 | 3.4Mpa | 3 套 |
| | 脱乙烷塔底再沸器 | 热负荷 | 4445kW | 3 套 |
| | 脱乙烷塔回流罐 | 容积 | $7.2m^3$ | |
| 分馏单元 | 脱丙烷塔 | 压力 | 2.585MPa | 3 套 |
| | 脱丙烷塔底再沸器 | 热负荷 | 3546.1kW | 3 套 |
| | 脱丙烷回流罐 | 容积 | $20.18m^3$ | 3 套 |
| | 脱丁烷塔 | 压力 | 1.379MPa | |
| | 脱丁烷塔底再沸器 | 热负荷 | 2088kW | |
| | 脱丁烷回流罐 | 容积 | $8.5m^3$ | 2 套 |
| | 脱戊烷塔 | 压力 | 0.69MPa | |
| | 脱戊烷塔底再沸器 | 热负荷 | 457kW | |
| | 脱戊烷回流罐 | 容积 | $2.1m^3$ | |
| | 轻烃缓冲罐 | 容积 | $35.4m^3$ | |
| 外输单元 | 外输压缩机 A/B/C/D | 压力 | 6.35MPa | 4 台（A/B/C/D，C 为 A/B 的备用机） |
| | | 处理能力 | $21.4\times10^4\ m^3/h$ | |
| 凝析油稳定单元 | 凝析油稳定塔 | 压力 | 2.758Mpa | 1 套处理规模 $500m^3/d$ |
| | 凝液聚结分离器 | 压力 | 2.758Mpa | |
| | 稳定塔进料加热器 | 热负荷 | 272kW | |
| | 稳定塔塔底再沸器 | 热负荷 | 1231kW | |

预处理单元

露点单元

分馏单元

制冷单元

脱水单元

凝析油稳定单元

图 3.3-4 终端已建主体工程的现状照片

b. 储运工程

本工程的储运工程主要是厂区内的丙烷储罐、丁烷储罐、戊烷储罐、稳定轻烃储罐，以及各产品的装车泵。具体详见表 3.3-3，表 3.3-4，终端已建储运工程的现状照片见图 3.3-5。

表 3.3-3 现有终端储运设施

| 序号 | 储罐名称 | 罐型 | 储罐 | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 个数 | 容积 $m^3$ |
| 1 | 丙烷储罐 | 球罐 | 3 | 2000 |
| 2 | 丁烷储罐 | 球罐 | 3 | 2000 |
| 3 | 戊烷储罐 | 球罐 | 1 | 1500 |
| 4 | 稳定轻烃储罐 | 球罐 | 2 | 3500 |

表 3.3-4 现有天然气外输计量装置装车能力

| 产品名称 | 泵规格 | 装车泵数量（台） | 装车能力（$m^3/d$） | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 丙烷 | Q=40 $m^3/h$，H=60 m | 4 | 960 | 三用一备 |
| 丁烷 | Q=40 $m^3/h$，H=60 m | 4 | 960 | 三用一备 |
| 戊烷 | Q=40 $m^3/h$，H=60 m | 2 | 640 | 两用一备 |
| 稳定轻烃 | Q=40 $m^3/h$，H=60 m | 1 | 640 | 互为备用 |

注：表中数据装车泵均按 8 h 装车时间计算。

储罐区

装车泵

图 3.3-5 终端已建储运工程的现状照片

c. 公用工程

终端公用工程主要包括消防系统、供电系统、安全监控系统、火气探测系统等，详见表 3.3-5。

表 3.3-5 现有公用工程

| 工艺单元 | 设备名称 | 单位 | 数量 | 设计最大负荷 |
|---|---|---|---|---|
| 供电系统 | 中央控制系统 | 套 | 1 | |
| | 10/0.4kV 变配电室 | 座 | 1 | 2250kVA |
| | 压缩机区配电系统 | 套 | 1 | |
| 消防系统 | 消火栓 | 套 | 5 | SSK100/65-1.6 |
| | 消防泡沫泵 | 台 | 2（一用一备） | |
| | 消防稳压装置 | 套 | 2 | |
| | 冷却水系统 | 套 | 1 | |
| | 泡沫系统 | 套 | 1 | |
| | 消防水罐 | 具 | 2 | 3000m³/具 |
| | 水泵结合器 | 台 | 3（2 用 1 备） | Q=15L/s |
| | 事故缓冲池 | 座 | 2 | 3262.5m³+2358m³ |
| 安全监控系统 | | 套 | 1 | |
| 火气探测系统（F&G） | | 套 | 1 | |

d. 环保工程

- 现有废气治理措施

（1） 有组织废气

本项目现有的 2 套 8500kW 热媒炉、1 套 5MW 热媒炉均采用低氮燃烧，3 套 8.5MW 导热油余热锅炉采用低氮燃烧，1 套 7MW 燃驱压缩机透平配一台 5MW 导热油余热锅炉采用选择性催化还原（SCR）。

（2） 无组织废气

本项目废气主要为装置区、罐区、装载区的机泵、连接件、法兰及阀门等动静密封点泄漏无组织排放废气。无组织废气的环保措施为LDAR检测与修复，本项目于2023年11月开展LDAR检测与修复，建议本项目建成后全厂再次开展相关工作。

（3） 火炬

已建火炬系统分为常温、低温两个排放系统。常温放空系统来气进火炬常温分液罐，低温放空系统来气进火炬低温分液罐，分液后混合进火炬燃烧。火炬常温分液罐和火炬低温分液罐分出的液体经火炬常温分液罐输送泵和火炬低温分液罐输送泵排入闭式排放系统。

由于生产过程存在运行不稳定的情况，导致部分时段火炬气燃烧不够充分产生黑烟，针对此现象建设单位采取以下措施：

已采取以下措施：

①改进操作程序、优化运行参数，减少放空次数；

②更换火炬风机及阀门、更换分子封，更换新火炬头；

③仪表对引起过误关断的压力开关、电磁阀、火气探头及时进行更换，机械按时对动设备进行维护保养，关键备件及时采购，对有可能引起生产关断的关键设备出现故障的苗头时，及时进行预防性维修；

另外，拟采取以下措施减少放空量或者不完全燃烧现象：

在火炬放空系统加装火炬气回收系统和等离子点火系统，将放空量较小的气体加压回收对外销售；对分馏单元进行优化改造，减少重组分进入火炬。

● 现有污水处理系统

宁波终端二期工程对原有生产废水处理系统进行升级改造，拆除原有规模为 5m$^3$/h 的含油污水处理系统的高效油水分离器、核桃壳过滤器、精密过滤器和超滤装置等设备，新建 1 套规模为 8m$^3$/h 的污水处理设备，包括斜板除油橇，1 套涡凹气浮橇、1 套溶气气浮橇、1 具脉冲水解酸化罐、1 套一元化污水处理装置，配套机泵、加药装置及配套工艺管线等；另外，新建 1 座 1200m$^3$ 初期雨水池、1 座 400m$^3$ 生产污水池，1 座 200m$^3$ 污油池，1 座 500m$^3$ 外排监控水池。原有的生活污水处理系统转为备用。

二期工程建设期间对一期工程的生产装置区、装车区、罐区等污染区进行了改造，将以上区域的初期雨水进行收集处理后纳管。

根据该终端的污水总量，为保证生化处理系统的连续性，将生活污水、生产废水以及可能受污染的雨水，分别收集至生活污水调节池、生产污水池、初期雨水池，进入处理规模为 8m$^3$/h 的新建生化处理系统。本项目陆上终端为天然气处理站，含油污水主要为烃类，挥发性强，根据现场实测水质数据，$BOD_5$、COD、石油类含量较高。另外该站含油污水为间断排水，排量小。污水处理主要是去除污水中的有机物和石油类，以达到外排接入市政污水管网标准的目标。将含油污水收集至生产污水池，采用“斜板除油+涡凹气浮+溶气气浮+脉冲水解酸化+一元化污水处理装置”处理工艺对生产废水进行处理，处理后的生产、生活污水处理主要水质指标达到城镇污水排入排水管网许可证（副

本）中要求和《污水排入城镇下水道水质标准》中的 A 级标准（GB/T 31962-2015）后，污水排放至终端北侧已建市政污水管道中。

终端污水处理工艺流程见图 3.3-6，污水处理设施现状照片见图 3.3-7。

图 3.3-6 污水处理流程图

初期雨水监控池

生产污水池

外排监控池

污油池

图 3.3-7 污水处理设施现状照片

● 固体废物储存设施

厂内针对工业固体废物、生活污水和生产废水处理污泥、生活垃圾分别建有收集储存设施，定期外委处理。危险品贮存点尺寸 60m²。库内装置的通排风系统及照明设备采用防爆装置，采取了防风、防晒、防雨、防漏、防渗、防腐等措施，符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）标准要求。终端已建危险废物贮存点现场照片见图 3.3-8。

图 3.3-8 终端已建危险废物贮存点现场照片

● 风险防范设施

生产装置区围堰内的事故水，可以通过事故水管道输送到事故缓冲池，2 座缓冲池有效容积分别为 3262.5m³、2358m³。终端事故水池现场照片见图 3.3-9。

图 3.3-9 事故水池现场照片

终端现有工程环保工程一览表详见表 3.3-6。

表 3.3-6 环保工程一览表

| 序号 | 设施名称 | | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 污水处理系统 | 斜板除油橇 | 套 | 1 | 污水处理规模为 8m³/h |
| | | 涡凹气浮橇 | 套 | 1 | |
| | | 溶气气浮橇 | 套 | 1 | |
| | | 脉冲水解酸化罐 | 套 | 1 | |
| | | 一元化污水处理装置 | 套 | 1 | |
| | | 初期雨水池（1200m³） | 座 | 1 | |
| | | 污油池（200m³） | 座 | 1 | |
| | | 生产污水池（400m³） | 座 | 1 | |
| | | 生活污水调节池（24m³） | 座 | | |
| | | 外排监控水池（500m³） | 座 | 1 | |
| | | 配套机泵、加药装置及配套工艺管线 | / | / | |
| 2 | 废气处理设施 | 2 套 8500KW 热媒炉、1 套 5MW 导热油炉、3 套 8.5MW 导热油余热锅炉采用低氮燃烧 | 套 | 6 | / |
| | | 1 套 7MW 燃驱压缩机透平配一台 5MW 导热油余热锅炉采用选择性催化还原（SCR） | 套 | 1 | / |
| 3 | 消声装置 | 隔声、消声装置 | -- | -- | / |
| 4 | 风险防范措施 | 防火堤 | m³ | 4275 | |
| | | 事故水池 | m³ | 5620.5 | |
| 5 | 危险废物贮存点 | 危废贮存点密闭，地面为防腐防渗地坪，设有排风扇 | 1 间 | 60m² | |

### 3.3.1.5 宁波终端二期工程主要环保措施落实情况

宁波终端二期工程主要环保措施落实情况见表 3.3-7。

表 3.3-7 宁波终端二期工程主要环保措施落实情况

| 主要环保措施 | | 二期工程环评批复 | 实际落实情况 |
|---|---|---|---|
| 废气治理措施落实情况 | 有组织废气 | 建设7MW燃驱压缩机透平配一台5MW导热油余热锅炉，采用低氮燃烧技术，氮氧化物排放浓度最大不超过50mg/m³。 | 未采用低氮燃烧措施，采用选择性催化还原（SCR）工艺作为脱硝设施，经过SCR处理后的NOx浓度不高于50mg/m³，不超过环评核算的排放浓度以及污染物排放量。 |
| | 无组织废气 | 设备动静密封点泄漏控制措施：<br>（1）采用防泄漏的装置或设备；<br>（2）按照《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020）5.5设备与管线组件泄漏排放控制要求开展泄漏检测与修复工作，加强生产、输送和储存过程中挥发性有机物泄漏的监测和监管；对管线组件可能的泄漏排放点直接进行检测，及时发现存在泄漏现象的组件，并进行修复或替换，降低泄漏排放；<br>（3）生产过程中的采样使用密闭回路取样连接系统，减少采样时有机物泄漏。 | （1）本项目设计为密闭系统，工艺物料在操作条件下处于密闭的设备和管道中。根据介质特性和操作条件，合理选择设备材质，防止设备因超温、超压、腐蚀等原因引起的泄漏。设计考虑必要的操作裕度和弹性，以适应加工负荷变化的需要。根据物料特性选用符合要求的优质垫片，以减少管道、设备密封泄漏。<br>（2）建设单位定期开展泄漏检测与修复工作，监测频率为2次/年。 |
| | | 含油废水集输和处理系统排放控制措施<br>（1）生产装置区建设1台闭式排放罐，生产装置通过开闭排系统排放的含油废水采用密闭的管道输送。<br>（2）生产废水依托现有工程的污水处理系统处理，污水收集、处理过程采取加盖密闭。根据《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020）5.4.2 重点地区敞开式油气田采出水、原油稳定装置污水、天然气凝液及其产品储罐排水、原油储罐排水的存储和处理设施，若其敞开液面逸散排放的VOCs浓度（以碳计）≥100μmol/mol，应符合下列规定之一：采用浮动顶盖；采用固定顶盖，收集废气至VOCs废气收集处理系统；其他等效措施。拟建项目投产后，应对现有工程的含油废水收集池液面排放的VOCs浓度进行采样监测，如VOCs浓度（以碳计）≥100μmol/mol，应采取以上措施之一。 | （1）二期工程在天然气处理装置区建设1具DN2000×6000mm的闭式排放罐，装置区各设备排放的污水均密闭进入含油污水管道，经汇集后闭式排放罐，经污油泵提升后送至生产废水处理系统。<br>（2）根据2023年12月16日浙江人欣检测研究院股份有限公司对现有工程的含油废水收集池液面排放的VOCs浓度进行采样监测，污油池的非甲烷总烃（以碳计）为1.83mg/m³，经换算VOCs 浓度（以碳计）约为 3.416μmol/mol，远小于100μmol/mol。<br>故宁波终端污水处理池不需采取加盖密闭措施，满足《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020）5.4.2 的相关要求。 |
| 废水 | 废水 | 依托现有工程生产和生活污水处理系统；其中，生产水处理系 | 拆除原有规模为5m³/h的含油污水处理系统的高效油水分离 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 污染治理措施落实情况 | 处理装置改造升级 | 统设计处理规模5m³/h，处理系统流程为高效油水分离器+核桃壳过滤器+精密过滤器+超滤装置深度处理。生活污水处理系统设计处理能力为3m³/h。 | 器、核桃壳过滤器、精密过滤器和超滤装置等设备，新建1套规模为8m³/h的污水处理设备，包括斜板除油橇，1套涡凹气浮橇、1套溶气气浮橇、1具脉冲水解酸化罐、1套一元化污水处理装置，配套机泵、加药装置及配套工艺管线等；另外，新建1座1200m³初期雨水池、1座400m³生产污水池，1座200m³污油池，1座500m³外排监控水池，保留原生活污水处理系统。 |
| | 排水系统优化改造 | 对现有工程的排水系统进行改造，从厂区内建设污水收集系统及排水管道接厂区外的市政污水管网。<br>天然气脱水单元再生气分液罐废水、空压机组废水含油量较大，该含油废水经收集后进入现有含油生产水处理系统进行隔油处理，之后与初期雨水、及循环冷却水混合后，集中排入市政污水管道后进入春晓污水处理厂处理。 | 将生活污水、生产废水以及可能受污染的雨水，分别收集至生活污水调节池、生产污水池、初期雨水池，进入处理规模为8m³/h的生化处理系统，处理达标后送至春晓净水厂处理后排放，企业于2024年1月取得排水证。 |
| | 初期雨水收集系统 | 对二期工艺装置区、2500m³稳定轻烃罐区初期雨水进行收集。 | 对除已收集区域热媒炉区（初期雨水产生量为241.5m³/a）及计划收集区域（二期工艺装置区和2500m³稳定轻烃罐区）外，对全厂其他可能存在污染区域进行加装围堰及初期雨水管网改造，包括装车区、1000m³稳定轻烃罐区、1500m³戊烷球罐区、一期工艺装置区、一期装置区、压缩机区、一期放空区罐池。将上述区域初期雨水全部进行收集，经初期雨水管网进入初期雨水监控池。 |
| 固体废物污染治理措施 | 一般工业固废和生活垃圾 | 按照《固体废物污染环境防治法》的“减量化、资源化、无害化”的原则，对项目产生的固体废物进行防治。根据固体废物的性质和类别，拟建工程主要采用了委托处置的方法予以处理/处置。 | 委托宁波一般工业固废处置单位进行处理；企业每年与有资质单位签订合同。 |
| | 危险废物 | 本项目余热利用导热油装置产生的废导热油、废滤芯，设备检维修产生的含油检修废物、废润滑油，废油漆桶和污水处理系统产生的含油污泥等均属于危险废物，委托有资质单位处理。 | 运营期产生的危险废物种类有废矿物油、含油废物、废油漆桶、废分子筛等，分别委托有资质的4家危废处置公司处理，依托现有60m²危险废物临时暂存点。 |
| 噪声污染防治 | | 1）在生产允许的条件下，尽量选用低噪声设备，如机泵、风 | 采用了低噪声设备并采取减震措施。 |

| | | |
|---|---|---|
| 措施 | 机等；在订货采购时，要求高噪声设备带有配套的消声器。<br>（2）高噪声设备采取减震措施，控制噪声的传播。<br>（3）在总图布置上将强噪声源布置在远离厂界的位置，并尽可能利用建筑物、构筑物来阻隔声波的传播。 | |
| 地下水污染防治措施 | 地下含油污水管道为重点污染防治区，其他区域为一般防渗区 | 已按环评要求落实了防渗措施。 |
| 土壤污染防治措施 | 现泄漏污染后首先切断泄漏位置污染源，阻止污染源进一步对土壤的污染；其次以污染源泄漏点为中心调查确定土壤污染的空间范围；再次对污染土壤进行收集，并进行环保、无害化处理；最后，开展土壤污染监测，确保被污染的土壤全部被清理干净。 | 暂未发生土壤污染事故 |
| 事故废水暂存措施落实情况 | 依托厂区现有事故缓冲池，有效容积约3262.5m$^3$，事故状态下，主装置区、轻烃球罐区、戊烷球罐区的事故水进入该事故缓冲池。 | 除依托现有事故池外，二期工程还在终端生产区新建一座2358m$^3$事故缓冲池，事故水收集后排至终端污水处理厂进行处理，达标后外排至春晓净水厂。 |

3.3.1.6 终端已建工程工艺流程

宁波终端天然气处理工艺为：海管来气首先进入段塞流捕集器，分离出凝析液和气相。凝析液进入凝液处理单元，处理单元中的气相进入低压燃料气系统，液相进入脱丙烷塔进一步处理。段塞流捕集器分离出的气相首先进入分子筛脱水单元，脱水合格后进入两套天然气处理装置，经过冷箱、膨胀制冷、凝液分馏等装置回收气体中 C3 及以上的重烃，产品为干气、丙烷、丁烷、戊烷和稳定轻烃，干气经过增压、计量后外输，液相产品进入储罐，装车外运。

终端现有天然气分离工艺流程见图 3.3-10。

图 3.3-10终端现有工程天然气处理工艺流程图

3.3.1.7 总平面布置

宁波终端平面布置按功能划分可分为：生活办公区、生产装置区、球罐区、装车区、外输计量区、公用工程区、消防装置区、给水站、污水站、预留装置区、压缩机区、火炬区等十二个相对独立的区块。宁波终端现有工程平面布置详见图 3.3-11。

图 3.3-11 宁波终端厂区总平面布置图

3.3.1.8 现有工程环境问题及“以新带老”措施

根据识别，目前宁波终端未发现存在环保问题。

3.3.2　改扩建工程工程概况

3.3.2.1 项目简介

宁波终端位于浙江省宁波市北仑区，建有 2 套天然气处理装置，设计处理能力为 $760\times10^4m^3/d$（$27\times10^8m^3/a$）；宁波终端（二期）改扩建工程新增 1 套 $380\times10^4m^3/d$ 天然气处理装置，二期扩建后处理能力达到※※$m^3/d$（※※$m^3/a$）；扩建 1 套 $260\times10^4m^3/d$ 天然气烃露点控制单元，满足总规模※※$m^3/d$ 总进气要求。

本次宁波终端三期改扩建工程包括新建1套处理能力为$632\times10^4Nm^3/d$的天然气处理装置，主要设施包括天然气预处理单元、脱水单元、制冷单元、分馏单元、储存单元、外输单元；新建3台$900\times10^4Nm^3/d$进站压缩机（2用1备）；新建1台$626\times10^4Nm^3/d$外输压缩机；新建1座$1000m^3/h$的循环冷却水装置；新建1

个2500m³丙烷储罐；利旧8500kW热媒炉（1用1备），以及对配套储运工程、公用工程、环保工程进行的改扩建。项目区域位置示意图如图 3.3-12。

图 3.3-12 项目区域位置示意图

3.3.2.2 项目建设内容

a. 项目组成

陆上工程终端建设内容见表 3.3-8。

表 3.3-8 本项目陆上工程组成一览表

| 序号 | 名称 | 建设内容及规模 | 备注 |
|---|---|---|---|
| 1.主体工程 | | | |
| 1.1 | 天然气处理装置 | 新建 1 套天然气处理装置，处理能力 22×10⁸Nm³/a（632×10⁴Nm³/d），主要设施包括天然气预处理单元、脱水单元、制冷单元、分馏单元、外输单元。新建 3 台 900×10⁴Nm³/d | 新建 |

| 序号 | 名称 | 建设内容及规模 | 备注 |
|---|---|---|---|
| | | 进站压缩机（2 用 1 备）；新建 1 台 626×10$^4$Nm$^3$/d 外输压缩机。 | |
| | | 2.储运工程 | |
| 2.1 | 罐区 | 新建 1 个 2500m$^3$ 丙烷储罐。 | 新建 |
| | | 3.公用工程 | |
| 3.1 | 循环冷却水装置 | 新建 1 座 1000m$^3$/h 的循环冷却水装置。 | 新建 |
| 3.2 | 供电系统 | 新建 1 座 110/10kV 高压配电室，1 座进站压缩机高压变频室，1 座外输压缩机高压变频室，1 座 10/0.4kV 配电室。 | 新建 |
| 3.3 | 消防系统 | 在天然气处理装置区新建 4 套室外地上减压稳压型室外消火栓，2 套 PS50 型消防水炮，2 套室外地上减压稳压型室外泡沫栓，1 套 PP48 型泡沫炮；<br>在罐区新增 1 套消火栓、1 套消防水炮、3 套泡沫炮。 | 新建 |
| 3.4 | 通信系统 | 新增装置区和机柜间的广播对讲系统扩容，新增装置区的工业电视系统扩容，新建巡检通信系统。 | 新建 |
| 3.5 | 自动控制系统 | 在已建的 DCS 系统、1 套 GDS 系统、1 套 FDS（消防联动）系统和火灾报警系统基础上进行扩容，新增 I/O 卡、通讯卡和配套设备等；在终端段塞流捕集器前增加 HIPPS 系统。 | 新建 |
| | | 4.环保工程 | |
| 4.1 | 排水系统 | 设置生产废水系统、初期雨水系统、消防事故水系统，分别接入现有排水系统 | 新建 |
| | | 5.依托工程 | |
| 5.1 | | 主体工程 | |
| 5.1.1 | 凝析油稳定单元 | 现有工程建有 1 套处理规模 500m$^3$/d 凝析油稳定单元 | 依托 |
| 5.1.2 | 外输单元 | 依托现有备用的 1 台 13.4MW 燃驱外输压缩机、1 台 7MW 燃驱外输压缩机（作为新建 626×10$^4$Nm$^3$/d 外输压缩机的备用）。 | 依托 |
| 5.2 | | 储运工程 | |
| 5.2.1 | 储存系统 | 丙烷储罐：3×2000m$^3$；丁烷储罐：3×2000m$^3$；稳定轻烃储罐：1×1000m$^3$、1×2500m$^3$。 | 依托 |
| 5.2.2 | 装车系统 | 2 个丙烷汽车装车撬、2 个丁烷汽车装车撬、1 个稳定轻烃（戊烷）汽车装车撬，每个撬上安装 2 个装车臂、2 套定量装车系统。 | 依托 |
| 5.3 | | 公用工程 | |
| 5.3.1 | 供水 | 现有工程供水能力为 250m$^3$/h，进站水压不小于 0.14Mpa。 | 依托 |
| 5.3.2 | 空氮系统 | 依托现有空氮站，3 台空压机，单台排量 15.3m$^3$/min。 | 依托 |
| 5.3.3 | 燃料气系统 | 依托现有低压燃料气系统和高压燃料气系统。 | 依托 |
| 5.3.4 | 导热油系统 | 依托现有工程 1 台 8.5MW 余热锅炉 C、1 台 8500kW 燃气热媒炉 A，及 1 台 5.0MW 余热锅炉 D。根据生产需要，分两种工况考虑：<br>工况一：8.5MW 余热锅炉 C、8500kW 燃气热媒炉 A 启用时，5.0MW 余热锅炉 D 停用；<br>工况二：8.5MW 余热锅炉 C、5.0MW 余热锅炉 D 启用时， | 依托，8.5MW 燃气热媒炉 B 仍为备用 |

| 序号 | 名称 | 建设内容及规模 | 备注 |
|---|---|---|---|
| | | 8500kW 燃气热媒炉 A 停用。。 | |
| 5.3.5 | 供电 | 循环冷却水部分新增的用电负荷依托二期项目中新建的低压配电柜内备用回路供电；依托二期改造项目新设的中控室。 | 依托 |
| 5.3.6 | 自动控制 | 依托现有工程计算机控制系统，包括 1 套 DCS 系统、1 套 ESD 系统、1 套 GDS 系统、1 套 FDS（消防联动）系统。<br>本次改造不新增操作站和工程师站，与二期工程共用操作站和工程师站，新增的机柜布置在二期工程已建的机柜间内。 | 依托 |
| 5.3.7 | 通信系统 | 现有工业电视监控系统、广播报警系统、卫星通信系统。 | 依托 |
| 5.3.8 | 消防 | 现有消防灭火系统，主要包括：消防水罐、消防泵组、厂区消防水系统、室内消防给水系统、泡沫灭火系统以及相应自控系统、火灾探测报警系统等；设有 2 座 3000m$^3$ 消防水罐，消防补水泵供水量为 250m$^3$/h；2 座 10m$^3$ 泡沫液罐，2 台 160L/s 电动消防泡沫泵、2 台 160L/s 柴油机驱动消防泡沫泵。 | 依托 |
| 5.3.9 | 化验室 | 依托现有化验室。 | 依托 |
| 5.4 | 环保工程 | | |
| 5.4.1 | 排水系统 | 现有工程设有生产废水系统、初期雨水系统、消防事故水系统。 | 依托 |
| 5.4.2 | 闭式排放系统 | 现有闭式排放系统设有 1 座 DN1400×6366mm、1 座 DN2000×6000mm 的闭式排放罐，以收集事故或检修时工艺设备排放的烃类液体。 | 依托 |
| 5.4.3 | 污水处理系统 | 宁波终端现有 1 套处理规模 8m$^3$/h 的污水处理装置，包括 1 座 1200m$^3$ 初期雨水池、1 座 400m$^3$ 生产污水池、1 座 24m$^3$ 生活污水池、1 座 200m$^3$ 污油池、1 套斜板除油橇、1 套涡凹气浮橇、1 套溶气气浮橇、1 具脉冲水解酸化罐、1 套一元化污水处理装置、1 座 500m$^3$ 外排监控水池及配套机泵、加药装置及工艺管线。 | 依托 |
| 5.4.4 | 火炬系统 | 现有火炬放空系统分为常温、低温两个系统，火炬为常燃系统，最大瞬时放空量为 870×10$^4$m$^3$/d。 | 依托 |
| 5.4.5 | 危险废物贮存点 | 现有一座 60m$^2$ 危险废物贮存点。 | 依托 |
| 5.4.6 | 风险防范 | 现有 1 个 3262.5m$^3$ 事故缓冲池、1 个 2358m$^3$ 事故缓冲池。 | 依托 |

b. 主体工程

● 设计规模

本项目新建 1 套天然气处理装置，新建生产装置规模如下：

1）新建装置规模：632×10$^4$Nm$^3$/d（22×10$^8$Nm$^3$/a）；

2）操作弹性：80%~120%；

3）新建 1 套天然气处理装置，主要设施包括天然气预处理单元、脱水单元、制冷单元、分馏单元、外输单元等，处理能力为 632×10$^4$Nm$^3$/d。

（1） 天然气预处理单元

天然气预处理单元主要对海管来气进行预处理，分离出 10μm 机械杂质。

来自海管的天然气经新建生产分离器分离凝液后，与已建分离器来气一并进入新建过滤分离器进一步分离凝液，分离后天然气经新建原料气增压机将压力从 2.9MPa（G）增至 5.0MPa（G）后，进入脱水单元进一步处理。生产分离器、过滤分离器分离后的凝液经已建凝析油稳定单元处理后，进入分馏单元进一步处理。

由于进入宁波终端的原料气压力降低至 3.0MPa，现有一期、二期工程原料气经新建原料气增压机将压力从 2.9MPa（G）增至 5.0MPa（G）后，分别送至已建一期、二期装置处理。

同时，在越站工况下，经新建原料气增压机增压后天然气直接进入新建露点分离器，以不形成水合物为前提，对天然气节流后压力为 2.55MPa（G），满足外输天然气烃露点要求，满足越站工艺需求。

天然气预处理单元新增生产分离器 2 台、过滤分离器 4 台、离心式增压机 3 台、露点分离器 2 台。天然气预处理单元主要生产设备见表 3.3-9。

表 3.3-9 天然气预处理单元主要生产设备

| 序号 | 设备名称 | 单位 | 数量 | 规格 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 生产分离器 | 台 | 2 | Ø3300×11400mm | 两用 |
| 2 | 过滤分离器 | 台 | 4 | Ø1300×3800mm | 单台处理量600×10$^4$Nm$^3$/d |
| 3 | 露点分离器 | 台 | 2 | Ø3200×11200mm | 操作压力2.55MPa（G） |
| 4 | 离心式增压机 | 台 | 3 | 离心式压缩机<br>入口2.9MPa、出口5.0 MPa<br>轴功率7200kW（电驱） | 单台处理量900×10$^4$Nm$^3$/d |

（2） 天然气脱水单元

新建天然气脱水单元设计处理能力 632×10$^4$Nm$^3$/d，对预处理后的原料气进行深度脱水，使水含量低于 1ppm。采用 2 塔同时吸附，1 塔再生、冷却的分子筛脱水工艺，同时设 1 座再生气干燥器对原料再生气进行干燥，满足再生深度的要求。

本项目天然气脱水单元主要生产设备见表 3.3-10。

表 3.3-10 天然气脱水单元主要生产设备

| 序号 | 设备名称 | 单位 | 数量 | 规格 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 分子筛干燥器 | 座 | 3 | Ø3000×10800mm | 两塔吸附，一塔再生冷却 |
| 2 | 再生气干燥器 | 座 | 1 | Ø1600×6300mm | 操作温度260℃ |
| 3 | 分子筛出口过滤器 | 台 | 2 | Ø1000×4385mm，过滤精度：10μm | 一用一备 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 再生气换热器 | 台 | 1 | 热负荷：3255kW<br>管程：再生气，操作温度220℃<br>壳程：再生气，操作温度260℃ | U型管换热器 |
| 5 | 再生气加热器 | 台 | 1 | 热负荷：3255kW<br>管程：导热油，操作温度310℃<br>壳程：再生气，操作温度260℃ | U型管换热器 |
| 6 | 再生气冷却器 | 台 | 1 | 热负荷：3255kW，功率：120kW | 空冷器 |
| 7 | 再生气分水罐 | 台 | 1 | Ø1400×4200mm | 操作温度40℃ |

（3） 天然气制冷单元

天然气制冷单元设计处理能力 632×10⁴Nm³/d，采用膨胀制冷、分馏塔分馏工艺，利用在一定压力下天然气中各组分的挥发度不同，将天然气制冷至露点温度以下，得到 $C3^+$凝液（NGL），使其与甲烷、乙烷轻组分分离，分离出来的 NGL 送至下游分馏单元得到所需的产品。本单元核心设备为膨胀/增压机组，所有低温来源为膨胀制冷，在冷箱内多股物料换热，实现低温平衡。低温分离器分离的天然气经膨胀/增压机组，进入重吸收塔、脱乙烷塔进一步处理，再经冷箱换热后经膨胀/增压机组增压后经外输单元外输。

本项目天然气制冷单元主要生产设备见表 3.3-11。

表 3.3-11天然气制冷单元主要生产设备

| 序号 | 设备名称 | 单位 | 数量 | 规格 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 冷箱 | 台 | 1 | 5200×3600×8000mm，<br>热负荷：18.178MW | 板翅式 |
| 2 | 脱乙烷塔 | 台 | 1 | Ø2000×27549×24 | 浮阀塔 |
| 3 | 脱乙烷塔底重沸器 | 台 | 1 | A=80m²、Q=2600kW | 釜式换热器 |
| 4 | 脱乙烷塔顶回流罐 | 台 | 1 | Φ1800×6394×22 | 卧式 |
| 5 | 重吸收塔 | 台 | 1 | Ø3000×19000×28 | 浮阀塔 |
| 6 | 低温分离器 | 台 | 1 | Ø1800×6418×34mm | 卧式 |
| 7 | 膨胀/增压机组 | 台 | 1 | 增压端2100kW<br>膨胀端（入口/出口）<br>4.79/1.90MPa<br>压缩端（入口/出口）<br>1.79/2.30MPa<br>增压/膨胀气量241600/252700m³/h | 透平式/增压式- |
| 8 | 脱乙烷塔顶回流泵 | 台 | 2 | Q=75m³/h，H=80m | 1用1备，屏蔽泵 |
| 9 | 重吸收塔底增压泵 | 台 | 2 | Q=50m³/h，H=240m | 1用1备，屏蔽泵 |

（4） 天然气分馏单元

天然气分馏单元采用精馏分离工艺，将制冷单元回收的凝液（$C3^+$）进行多级分离，先后进入脱丙烷塔、脱丁烷塔进行分馏，实现对 C3、C4 及 $C5^+$组分的分离，生产丙烷、丁烷和稳定轻烃产品。

本项目天然气分馏单元主要生产设备见下表 3.3-12。

表 3.3-12 天然气分馏单元主要生产设备

| 序号 | 设备名称 | 单位 | 数量 | 规格 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 脱丙烷塔 | 台 | 1 | DN1600×24254×14mm | 浮阀塔、散堆填料 |
| 2 | 脱丙烷塔重沸器 | 台 | 1 | BKU、Q=1973kW | 换热面积110㎡ |
| 3 | 脱丙烷塔顶冷凝器 | 台 | 1 | BEU、Q=2242kW | 循环水冷 |
| 4 | 脱丙烷塔回流罐 | 台 | 1 | DN1800×6382×16mm | 卧式 |
| 5 | 脱丙烷塔顶回流泵 | 台 | 2 | Q=51m3/h，H=60m、P=18.5kW | 1用1备 |
| 6 | 脱丁烷塔 | 台 | 1 | DN1400×19300×10mm | 浮阀塔、散堆填料 |
| 7 | 脱丁烷塔底重沸器 | 台 | 1 | BKU、Q=1123kW | 换热面积50㎡ |
| 8 | 脱丁烷塔顶冷凝器 | 台 | 1 | BEU、Q=1524kW | 循环水冷 |
| 9 | 脱丁烷塔顶回流罐 | 台 | 1 | DN1200×4266×8mm | 卧式 |
| 10 | 脱丁烷塔顶回流泵 | 台 | 2 | Q=28m3/h，H=60m，P=7.5kW | 1用1备 |
| 11 | 轻烃冷却器 | 台 | 1 | BEU、Q=89kW | 循环水冷 |
| 12 | 热量回收器 | 台 | 1 | BEU、Q=185kW | 换热面积22㎡ |

（5） 天然气外输单元

天然气外输单元主要对制冷分馏后的干气进行二次增压，对膨胀增压机组增压端增压后的干气 2.3MPaG 进行再次增压，满足干气外输压力需求。干气增压机组选用电驱离心压缩机。

天然气外输增压单元主要生产设备见下表 3.3-13。

表 3.3-13 天然气外输单元主要生产设备

| 序号 | 设备名称 | 单位 | 数量 | 规格 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 外输压缩机 | 台 | 1 | $Q=626\times10^4Nm^3/d$<br>入口压力2.3MPa、出口压力6.35MPa<br>轴功率10300kW（电驱） | 离心式 |

● 原料气

（1） 原料气来源

气源自海上平台三甘醇脱水后的海管天然气（水露点工况下 29.4℃考虑）。

（2） 原料气进站条件

原料气进站压力：2.9MPa（表压）

原料气进站温度：25℃

原料气气量：※※$Nm^3/d$（注：本工程标准状况为：20℃，101.325kPa）

（3） 原料气组成

原料气组分以《宁波气田群（二期）开发可行性研究》资料为基础，本次

设计按预测组分进行工艺模拟，原料气组成见表 3.3-14。

表 3.3-14 原料气组成

| 序号 | 组分名称 | 摩尔分数/% | 序号 | 组分名称 | 摩尔分数/% |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 甲烷 | 90.3589 | 8 | 正己烷 | 0.0599 |
| 2 | 乙烷 | 3.8436 | 9 | 正庚烷 | 0.0499 |
| 3 | 丙烷 | 1.3078 | 10 | 正辛烷 | 0.0499 |
| 4 | 异丁烷 | 0.4592 | 11 | 正壬烷 | 0.0299 |
| 5 | 正丁烷 | 0.4492 | 12 | $H_2O$ | 0.2268 |
| 6 | 异戊烷 | 0.1298 | 13 | $CO_2$ | 2.5457 |
| 7 | 正戊烷 | 0.0599 | 14 | 氮气 | 0.4293 |

● 辅料

本项目辅料消耗情况见表 3.3-15。

表 3.3-15 本项目辅料消耗情况一览表

| 序号 | 名称 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 分子筛（分子筛干燥器） | t/3a | 75 | 一次填充 |
| 2 | 分子筛（再生气干燥器） | t/3a | 45 | 一次填充 |
| 3 | 导热油 | t/3a | 140 | 一次填充 |
| 4 | 润滑油（预处理单元） | t/3a | 7.5 | 一次填充 |
| 5 | 润滑油（制冷单元） | t/3a | 4.5 | 一次填充 |
| 6 | 润滑油（外输单元） | t/3a | 9 | 一次填充 |
| 7 | 缓蚀阻垢剂 | t/a | 104 | 循环水单元 |
| 8 | 非氧化性杀菌剂 | t/a | 2074 | 循环水单元 |
| 9 | 粘泥剥离剂 | t/a | 2074 | 循环水单元 |

● 产品

本项目主要产品为液化石油气（商品丙烷、商品丁烷、商品丙丁烷混合物）和稳定轻烃，以及增压后外输出厂的天然气，产品主要参数见表 3.3-16。

表 3.3-16 产品指标

| 序号 | 储罐名称 | 产品产量 | 执行标准 |
|---|---|---|---|
| 1 | 天然气（干气） | | GB17820-2018中一类天然气 |
| 2 | 商品丙烷（液化石油气） | | GB11174-2011 |
| 3 | 商品丁烷（液化石油气） | | |
| 4 | 稳定轻烃 | | GB9053-2013 |

（1） 天然气

本项目外输天然气产品质量满足《天然气》（GB17820-2018）中一类气的标准，产品指标见表 3.3-17

表 3.3-17 外输天然气产品指标

| 序号 | 项目 | 产品指标 | 一类气 | 是否符合 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 高位发热值，MJ/m³ | 36.7 | ≥34 | 符合 |
| 2 | 总硫（以硫计），mg/m³ | ≤20 | ≤20 | 符合 |
| 3 | 硫化氢含量，mg/m³ | ≤6 | ≤6 | 符合 |
| 4 | 二氧化碳摩尔分数，% | 2.62 | ≤3.0 | 符合 |

a 本标准中使用的标准参比条件是101.325KPa，20℃。
b 高位发热量以干基计。

（2） 液化石油气

本项目液化石油气产品包括商品丙烷、商品丁烷、商品丙丁烷混合物，符合《液化石油气》（GB11174-2011）的要求，产品指标分别见表 3.3-18、表 3.3-19、表 3.3-20。

表 3.3-18 液化石油气产品（商品丙烷）指标

| 序号 | 项目 | | 产品指标 | 质量指标 | 是否符合 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 商品丙烷 | 商品丙烷 | |
| 1 | 密度（15℃）/（kg/m³） | | 报告 | 报告 | 符合 |
| 2 | 蒸汽压(37.8℃)/kPa | | 1372 | ≤1430 | 符合 |
| 3 | 组分 | $C_3$烃类组分(体积分数)/% | 97.46 | ≥95 | 符合 |
| | | $C_4$及$C_4$以上烃类组分(体积分数)/% | 1.04 | ≤2.5 | 符合 |
| | | （$C_3$+$C_4$）烃类组分(体积分数)/% | - | - | 符合 |
| | | $C_5$及$C_5$以上烃类组分(体积分数)/% | - | - | 符合 |
| 4 | 残留物 | 蒸发残留物/（mL/100mL） | ≤0.05 | ≤0.05 | 符合 |
| | | 油渍观察 | 通过 | 通过 | 符合 |
| 5 | 铜片腐蚀（40℃，1h）/级 | | ≤1 | ≤1 | 符合 |
| 6 | 总硫含量/（mg/m³） | | ≤343 | ≤343 | 符合 |
| 7 | 硫化氢 | 乙酸铅法 | 无 | 无 | 符合 |
| | | 层析法/（mg/m³） | ≤10 | ≤10 | 符合 |
| 8 | 游离水 | | 无 | 无 | 符合 |

表 3.3-19 液化石油气产品（商品丁烷）指标

| 序号 | 项目 | | 产品指标 | 质量指标 | 是否符合 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 商品丙烷 | 商品丙烷 | |
| 1 | 密度（15℃）/（kg/m³） | | 报告 | 报告 | 符合 |
| 2 | 蒸汽压(37.8℃)/kPa | | 453.5 | ≤485 | 符合 |
| 3 | 组分 | $C_3$烃类组分(体积分数)/% | - | - | 符合 |
| | | $C_4$及$C_4$以上烃类组分(体积分数)/% | - | - | 符合 |
| | | （$C_3$+$C_4$）烃类组分(体积分数)/% | 98.86 | ≥95 | 符合 |
| | | $C_5$及$C_5$以上烃类组分(体积分数)/% | 1.13 | ≤2.0 | 符合 |
| 4 | 残 | 蒸发残留物/（mL/100mL） | ≤0.05 | ≤0.05 | 符合 |

| 序号 | 项目 | | 产品指标 | 质量指标 | 是否符合 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 商品丙烷 | 商品丙烷 | |
| | 留物 | 油渍观察 | 通过 | 通过 | 符合 |
| 5 | 铜片腐蚀（40℃，1h）/级 | | ≤1 | ≤1 | 符合 |
| 6 | 总硫含量/（mg/m³） | | ≤343 | ≤343 | 符合 |
| 7 | 硫化氢 | 乙酸铅法 | 无 | 无 | 符合 |
| | | 层析法/（mg/m³） | ≤10 | ≤10 | 符合 |
| 8 | 游离水 | | 无 | 无 | 符合 |

表 3.3-20 液化石油气产品（商品丙丁烷混合物）指标

| 序号 | 项目 | | 产品指标 | 质量指标 | 是否符合 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 商品丙丁烷 | 商品丙丁烷 | |
| 1 | 密度（15℃）/（kg/m³） | | 报告 | 报告 | 符合 |
| 2 | 蒸汽压(37.8℃)/kPa | | ≤1372 | ≤1380 | 符合 |
| 3 | 组分 | $C_3$烃类组分(体积分数)/% | - | - | 符合 |
| | | $C_4$及$C_4$以上烃类组分(体积分数)/% | - | - | 符合 |
| | | （$C_3$+$C_4$）烃类组分(体积分数)/% | ≥97.46 | ≥95 | 符合 |
| | | $C_5$及$C_5$以上烃类组分(体积分数)/% | ≤1.13 | ≤3.0 | 符合 |
| 4 | 残留物 | 蒸发残留物/（mL/100mL） | ≤0.05 | ≤0.05 | 符合 |
| | | 油渍观察 | 通过 | 通过 | 符合 |
| 5 | 铜片腐蚀（40℃，1h）/级 | | ≤1 | ≤1 | 符合 |
| 6 | 总硫含量/（mg/m³） | | ≤343 | ≤343 | 符合 |
| 7 | 硫化氢 | 乙酸铅法 | 无 | 无 | 符合 |
| | | 层析法/（mg/m³） | ≤10 | ≤10 | 符合 |
| 8 | 游离水 | | 无 | 无 | 符合 |

（3） 稳定轻烃

本项目产品稳定轻烃满足《稳定轻烃》（GB9053-2013）中 1 号稳定轻烃的要求，稳定轻烃的产品指标要求，产品指标见表 3.3-21。

表 3.3-21 稳定轻烃产品指标

| 序号 | 项目 | 质量指标 | 质量指标 | 是否符合 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 饱和蒸汽压，kPa， | 77.33 | 74～200 | 符合 |
| 2 | 馏程<br>10%蒸发温度，℃<br>90%蒸发温度，℃<br>终馏点，℃<br>60℃ 蒸发率，% | —<br>不高于135<br>不高于190<br>实测 | —<br>不高于135<br>不高于190<br>实测 | 符合 |
| 3 | 硫含量，% | 不大于0.05 | 不大于0.05 | 符合 |
| 4 | 机械杂质及水分 | 无 | 无 | 符合 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 | 铜片腐蚀，级 | 不大于1级 | 不大于1级 | 符合 |
| 6 | 颜色，赛波特颜色号 | ＋25 | ＋25 | 符合 |

c. 储运工程

本次扩建后考虑※※$m^3/a$规模的产品产量，本项目新建1座2500$m^3$丙烷球罐，以满足本工程产品储存要求。

储运系统扩建主要生产设备见下表3.3-22。

表3.3-22 新增丙烷储罐参数

| 序号 | 储罐名称 | 设计压力/MPa | 储罐形式 | 数量 | 规格 | 储存天数/d |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 丙烷球罐 | 1.77MPag | 球罐 | 1 | V=2500$m^3$，16.9m | 9.2 |

d. 公用工程

● 循环冷却水单元

本项目新建1套处理规模为1000$m^3/h$的循环冷却水单元，循环冷却水单元采用敞开式压力回流循环冷却水系统，该系统由2座开式冷却塔（单台冷却塔循环水量为500$m^3/h$）、循环冷却水池（两间）、循环水泵（3台、2用1备）、循环冷却水管道、维持水质稳定的水处理设备以及水质监测和管路腐蚀监测等设施组成。循环冷却水单元浓缩倍数为5。

本项目循环冷却水单元主要生产设备见表3.3-23。

表3.3-23 循环冷却水单元主要工艺设备表

| 序号 | 设备名称 | 单位 | 数量 | 规格 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 循环冷却水塔 | 座 | 2 | Q=500$m^3/h$<br>进水温度≯38℃，出水温度：≯32℃ | 温差6℃ |
| 2 | 循环冷却水泵 | 台 | 3 | Q=500$m^3/h$，H=60m | 2用1备 |
| 3 | 石英砂过滤器 | 套 | 2 | Q=50$m^3/h$ | 2套成撬 |
| 4 | 加药撬 | 套 | 3 | 加药装置（缓蚀阻垢剂）：10L/h，<br>加药装置（非氧化性杀菌剂）：200L/h，<br>加药装置（粘泥剥离剂）：200L/h | 撬装 |

● 供电系统

本项目新建1座高压变配电室，采用2路10kV电源进线，均引接自厂区消防水泵房东侧空地处拟建的110kV/10kV变电站（不在本项目评价范围之内），变配电室的高压室内新设2台10kV进线开关柜，2台10kVPT柜及2台10kV出线柜，并预留5个10kV出线柜位置；新建1座进站压缩机高压变频室、1座外输压缩机高压变频室，电源均直接引接自拟建的110kV/10kV变电站，分别为3台进站压缩机（2用1备）及1台外输压缩机供电；新建1座10/0.4kV变配电室，安装2台SCB20-1250kVA-10/0.4kV干式变压器，一用一备运行，电源引自高压配电室，

为扩建区域0.4kV用电设备供电。

本项目新建供电系统主要工程内容见表 3.3-24。

表 3.3-24 供电系统主要工程量

| 序号 | 设备名称 | 单位 | 数量 | 规格 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 高压变配电室 | 座 | 1 | 2台10kV进线开关柜，2台10kVPT柜及2台10kV出线柜，并预留5个10kV出线柜位置 | |
| 2 | 进站压缩机高压变频室 | 座 | 1 | 25.5m×10.6m | 为3台进站压缩机供电 |
| 3 | 外输压缩机高压变频室 | 座 | 1 | 24.4m×6.3m | 为1台外输压缩机供电 |
| 4 | 10/0.4kV变配电室 | 座 | 1 | 2台SCB20-1250kVA-10/0.4kV干式变压器（1用1备） | 为0.4kV用电设备供电 |

● 消防系统

本项目在原料气增压区与工艺装置区南侧新建消防水管线与泡沫管线，并与附近已建消防供水管网与泡沫混合液管网连接形成环状管网，根据已建消火栓与泡沫栓的分布，在消防供水管网新建4套室外地上减压稳压型室外消火栓，2套PS50型消防水炮，在泡沫混合液管网新建2套室外地上减压稳压型室外泡沫栓，1套PP48型泡沫炮；在丙烷储罐区新增1套消火栓、1套消防水炮、3套泡沫炮。

本项目新建消防系统主要工程内容见表 3.3-25。

表 3.3-25 消防系统主要工程量

| 序号 | 设备名称 | 单位 | 数量 | 规格 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 室外地上减压稳压型室外消火栓 | 套 | 4 | SSK 100/65-1.6 | 原料气增压区与工艺装置区 |
| 2 | 室外地上减压稳压型室外泡沫栓 | 套 | 2 | PPK 100/65-1.6 | |
| 3 | PS50型消防水炮 | 套 | 2 | 喷射水量50L/s，射程65m | |
| 4 | PP48型泡沫炮 | 套 | 1 | 喷射水量48L/s，射程60m | |
| 5 | 罐上喷淋装置 | 套 | 1 | 供V=2500m$^3$丙烷罐使用喷淋强度：Q=180L/s | 丙烷罐区 |
| 6 | 室外地上减压稳压型室外消火栓 | 套 | 1 | SSK 100/65-1.6 | |
| 7 | PS80型消防水炮 | 套 | 1 | 喷射水量80L/s，射程77m | |
| 8 | PP48型泡沫炮 | 套 | 3 | 喷射水量 48L/s，射程60ms | |

e. 依托工程及依托可行性分析

● 主体工程

（1） 凝析油稳定单元

现有工程建有 1 套处理规模 500m³/d 凝析油稳定单元，主要包括 1 座 2.758MPa 凝析油稳定塔、1 个 2.758MPa 凝液聚结分离器、1 套 272kW 稳定塔进料加热器、1 套 1231kW 稳定塔塔底再沸器。新建天然气处理装置生产分离器、过滤分离器及露点分离器凝液依托现有凝析油稳定单元处理后，凝液送至分馏单元进一步处理。

（2） 外输单元

宁波终端现有3台13.4MW燃驱外输压缩机、1台7MW燃驱外输压缩机。正常情况下，运行2台13.4MW燃驱外输压缩机和1台7MW燃驱外输压缩机，1台13.4MW燃驱外输压缩机作为备用。

本项目新建1台10.3MW电驱压缩机（处理量626×10⁴Nm³/d）。本项目投产后，在新建10.3MW电驱压缩机运行工况下（运行时间6000小时/a），启用二期备用的1台13.4MW燃驱外输压缩机C、同时停用7MW燃驱外输压缩机；在新建10.3MW电驱压缩机因检维修等原因停用的情况下（以2400小时/a计），启用二期备用的1台13.4MW燃驱压缩机C、同时保持7MW燃驱压缩机运行。

● 储运系统

（1） 罐区

从分馏装置分离出来的产品液化石油气（商品丙烷、商品丁烷、商品丙丁烷混合物）、稳定轻烃冷却后分别经外输泵送至球罐区相应储罐。

已建球罐区共设 3 座 2000m³ 丙烷储罐，3 座 2000m³ 丁烷储罐，1 座 1500m³ 戊烷储罐，1 座 1000m³ 稳定轻烃储罐、1 座 2500m³ 稳定轻烃储罐。其中丙烷、丁烷储罐可以互为备用，且均可以作为液化气储罐使用，当作液化气储罐使用时，可以根据液化气的品质要求，对丙烷、丁烷进行合适比例调和即可。本次改扩建后考虑※※m³/a 规模的产品产量，新建 1 座 2500m³ 丙烷储罐可满足改扩建后产品储存要求。储罐超压气体送至火炬系统处理后排放。

改扩建后的储罐配置及储存天数一览见表 3.3-26。

表 3.3-26 扩建后的储罐配置及储存天数

| 序号 | 储罐名称 | 单罐容积（m³） | 数量（座） | 装满系数 | 储存天数 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 丙烷储罐 | 2000 | 3 | 0.9 | 9.2 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 2500（新建） | 1 | 0.9 | |
| 2 | 丁烷储罐 | 2000 | 3 | 0.9 | 10.09 |
| 3 | 稳定轻烃储罐 | 1000 | 1 | 0.9 | 10.39 |
| | | 2500 | 1 | 0.9 | |
| 4 | 戊烷储罐 | 1500 | 1 | 0.9 | 7.4 |

（2） 装车系统

从分馏装置分离出来的产品液化石油气（商品丙烷、商品丁烷、商品丙丁烷混合物）、稳定轻烃冷却后分别经外输泵送至球罐区相应储罐，再依托现有装车系统装车外运。

现有装车系统设有丙烷（液化气）汽车装车橇2个、丁烷（液化气）汽车装车橇2个、稳定轻烃（戊烷）汽车装车橇1个，每个橇上均安装2个装车臂、2套定量装车系统，可满足本项目装车外运需求。

现有装车系统情况见表 3.3-27。

表 3.3-27 现有装车系统

| 产品名称 | 泵规格 | 装车泵数量（台） | 装车能力（$m^3/d$） | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 丙烷 | Q=40 $m^3/h$，H=60 m | 4 | 960 | 三用一备 |
| 丁烷 | Q=40 $m^3/h$，H=60 m | 4 | 960 | 三用一备 |
| 戊烷 | Q=40 $m^3/h$，H=60 m | 2 | 640 | 两用一备 |
| 稳定轻烃 | Q=40 $m^3/h$，H=60 m | 1 | 640 | 互为备用 |

注：表中数据装车泵均按 8 h 装车时间计算。

- 公用工程

（1） 给水系统

本项目现有恒压供水设备供水能力为 1440$m^3/d$，一期用水量 490$m^3/d$，二期扩建工程增加用水量 356.4$m^3/d$，现有供水富裕量 593.6$m^3/d$，可满足本项目新增 393.61$m^3/d$ 用水需求。

（2） 空氮系统

本项目工厂风、仪表风及氮气依托现有空氮站，其中工厂风来自空氮站非净化空气，压力 0.85MPa（G），主要用于装置检修时吹扫设备和管道；仪表风来自空氮站净化空气，压力 0.85MPa（G），在线压力下水露点≤-70℃，供仪表阀门用，仪表风用气量 10$m^3/min$；氮气来自空氮站制氮机，压力 0.85MPa（G），在线压力下水露点≤-70℃，主要用于冷箱及储罐保压、及压缩机等设备置换、吹扫、机械密封等，氮气用气量 5$m^3/min$。

（3） 燃料气系统

本项目依托现有低压燃料气系统和高压燃料气系统。

由于本项目启用二期备用的 1 台 13.4MW 燃驱外输压缩机 C（运行时间 8400h/a）、启用二期备用的 1 台燃气热媒炉 A（运行时间 6000h/a），同时减少 7MW 燃驱压缩机运行时间 6000h/a，共计新增天然气用量 28401840m$^3$/a。由于本项目设计按预测组分进行工艺模拟，原料气组成未包括硫化氢或总硫，故参考现有项目外输天然气组分分析结果，其总硫的质量浓度为 1.45mg/Nm$^3$。

（4） 导热油系统

本项目供热依托已建导热油系统。

本项目新增负荷 5.812MW（含热损失），建成后总负荷为 25.376MW（含热损失）。已建供热系统原有 4 台燃驱外输压缩机烟气导热油余热锅炉（3×8.5MW 低温+5MW 高温）和 2 台燃气热媒炉（2×8500kW 低温），可满足要求。

本项目投产后，在新建 10.3MW 电驱压缩机运行工况下（6000h/a），启用二期备用的 1 台 13.4MW 燃驱外输压缩机 C 与配套的 8.5MW 余热锅炉 C、启用二期备用的 1 台 8.5MW 燃气热媒炉 A（1 用 1 备）、同时 7MW 燃驱外输压缩机与配套的 5MW 余热锅炉 D 改为备用；在新建 10.3MW 电驱压缩机停用的情况下（2000h/a），启用二期备用的 1 台 13.4MW 燃驱外输压缩机 C 与配套的 8.5MW 余热锅炉 C、同时保持 7MW 燃驱外输压缩机与配套的 5MW 余热锅炉 D 运行，2 台 8500kW 燃气热媒炉仍维持备用。

同时，由于现有的 DN200 高温位供、回油管线管径偏小，不能满足新建脱水单元用热需求。脱水单元高温位导热油需从加热炉区域重新接引，考虑到管架上已经布满管道，新建管线无法沿管架敷设，拟拆除现有 DN200 高温位供、回油管线，在原位置新建ø273×7 高温位供、回油管线，满足新建及现有高温位用热负荷要求；制冷单元使用低温位导热油，供热负荷为 2.394MW（含热损失），供油温度为 204℃,回油温度为 117℃。低温位导热油从北侧管架上层 DN350 供、回油干管上接引，新建导热油管道为ø168.3×5.5。

● 供电系统

根据用电负荷核算，宁波终端现有的供配电设施无法满足新增负荷的需求，故拟在厂区消防水泵房东侧空地处新建 1 座 110kV/10kV 变电站作为整个宁波终端的专用变电站（该变电站不在本项目评价范围之内），本项目的 10kV 外部电源均引接自该变电站。

本项目新建 1 座高压变配电室，采用 2 路 10kV 电源进线，均引接自厂区消防水泵房东侧空地处拟建的 110kV/10kV 变电站，变配电室的高压室内新设 2 台 10kV 进线开关柜，2 台 10kV PT 柜及 2 台 10kV 出线柜，并预留 5 个 10kV 出线柜位置；新建 1 座进站压缩机变压高频室、1 座外输压缩机高压变频室，电源均直接引接自拟建的 110kV/10kV 变电站，分别为 3 台进站压缩机（2 用 1 备）及 1 台外输压缩机供电；新建 1 座 10/0.4kV 变配电室，安装 2 台 SCB20-1250kVA-10/0.4kV 干式变压器，一用一备运行，电源引自高压配电室，为扩建区域 0.4kV 用电设备供电。

由于循环冷却水部分新增负荷距新建变配电室距离约 0.7km，已远超 0.4kV 电源的供电半径，故循环冷却水部分新增的用电负荷 287kW 拟由二期项目中新建的低压配电柜内备用回路供电。

在二期改造项目新设的中控室中新设 2×40kVA USP 一套，为新增的自控、通信等负荷供电。

- 自动控制系统

本项目在二期工程已建的 DCS 系统、1 套 GDS 系统、1 套 FDS（消防联动）系统和火灾报警系统基础上进行扩容，新增 I/O 卡、通讯卡和配套设备等，满足新增 I/O 点的接入要求。

装置区新增膨胀/增压机组、外输增压机组、原料气增压机组等成套成撬设备自带控制柜及操作终端完成设备自身的监控及联锁保护，并能通过通信总线将设备状态参数上传中心控制室 DCS 系统，参与联锁信号采用硬线连接。

由于终端进气量增加，为保证宁波终端火炬系统的泄放安全，需要在终端段塞流捕集器前增加 HIPPS 系统，利用快速切断方式保护下游设备。

本次改造不再新增操作站和工程师站，与二期工程共用操作站和工程师站。新增的机柜布置在二期工程已建的机柜间内。

- 通信系统

宁波终端已建有工业电视监控系统、广播报警系统、卫星通信系统。

本项目在新建丙烷储罐区设置防爆摄像前端设备 1 套，在变配电室、外输压缩机变频室、进站压缩机变频室共设置摄像机前端 6 套，接入已建的工业电视监控系统；在新建变配电室、外输压缩机变频室、进站压缩机变频室设壁挂式扬声器共 4 套接入已建的广播报警系统中；在卫星通信机柜增设 2 台调制解

调器，新增设备与现有系统保持兼容；新建巡检通信系统。

● 消防系统

本项目最大一次消防冷却用水量为 2500m³丙烷储罐区，固定式冷却水流量 156.8L/s，辅助用水量 80L/s，所需消防压力约 1.0MPa，消防冷却用水量 236.8L/s，连续供给时间 6h，一次火灾消防用水总量 5114.9m³，依托已建消防冷却水系统。本项目最大一次泡沫灭火为 2500m³丙烷储罐区，泡沫系统用水量 183L/s，连续供给时间 30min，泡沫液用量 11.97m³，用水量小计 399m³。

已建有 2 台 3000m³ 消防水罐，消防水罐的有效容积为 5640m³，可满足要求；已建电动消防泡沫泵 2 台，柴油机驱动消防泡沫泵 2 台，单台消防泡沫泵 Q=160L/s、扬程 110m，可满足要求；已建 2 座泡沫液罐，单罐容积 10m³，可满足要求。

● 环保工程

（1） 排水系统

本项目按“清污分流、分质处理”原则，分为生产废水、生活污水、循环水排污、初期雨水系统、清洁雨水系统。

生产废水、循环水多介质过滤器（旁滤罐）反冲洗水、初期雨水、事故污水经斜板除油橇、涡凹气浮橇和溶气气浮橇将油脱出后，与生活污水共同进入脉冲水解酸化罐，再经过一元化污水处理装置的处理，进入监控水池储存，达到标准后输送至终端北侧已建的市政污水管道。

循环水排污水经提升泵进入外排监控水池，经监控合格后输送至终端北侧已建的市政污水管道。

工艺装置区的清洁雨水和其它扩建区域的雨水通过地面坡度排到周围已建的雨水收集管网。

工艺装置区发生火灾时，消防废水通过污水管网排入已建的事故缓冲池。已建的事故缓冲池容积为 5620.5m³，可以满足扩建部分的事故水排放需求。

（2） 污水处理系统

宁波终端现有 1 套处理规模 8m³/h（192m³/d）的污水处理系统，采用“斜板除油+涡凹气浮+溶气气浮+脉冲水解酸化+一元化污水处理装置”处理工艺，处理后的合格污水排放至终端北侧已建市政污水管道中。污水处理系统主要包括生产污水池、污油池、斜板除油橇、涡凹气浮橇、溶气气浮橇、脉冲水解酸化

罐、一元化污水处理装置、外排监控水池。将生产废水收集至生产污水池后经斜板除油橇、涡凹气浮橇、溶气气浮橇进行气浮除油后，与生活污水混和共同进入脉冲水解酸化罐，再经过一元化污水处理装置的处理，进入监控水池储存，达到标准后输送至终端北侧已建的市政污水管道。现有一元化污水处理装置，设计处理量 8m$^3$/h，由缺氧池、一级好氧池、二级好氧池、三级好氧池、斜管沉淀池、污泥池、清水消毒池、曝气风机、风机房、控制柜、栏杆、爬梯等组成。

根据二期项目环评报告，二期项目改扩建后外排废水最大量为 43.46m$^3$/d（折合 1.81m$^3$/h）；根据宁波终端 2022 年实际运行情况，生产废水、循环水排污水、生活污水产生量共约 9998m$^3$/a（折合 1.19m$^3$/h）。本项目新增废水最大量为 41.67m$^3$/d（折合 1.74m$^3$/h），现有污水处理系统处理能力富裕 6.19m$^3$/h 以上，可满足本项目污水处理需求。

（3） 火炬系统

现有火炬系统分为常温、低温两个系统，已于 2021 年通过生态环境部环保设施竣工验收（环验〔2021〕2 号），火炬最大瞬时放空量为 870×10$^4$m$^3$/d，可满足本项目最大放空量 632×10$^4$m$^3$/d 需求。

3.3.2.3 总平面布置

已建终端按功能划分可分为：生活办公区、生产装置区、球罐区、装车区、外输计量区、公用工程区、消防装置区、给水站、污水站、预留装置区、压缩机预留区及火炬区等相对独立的区块。

本项目拟在原生产装置区南侧新建一套天然气处理装置（进站预处理单元、脱水单元、制冷单元及分馏单元）；在已建压缩机北侧新建外输压缩机区一座；在原循环水装置西侧新建循环水装置一套；在已建 2500m$^3$ 稳定轻烃储罐北侧新建 1 座 2500m$^3$ 丙烷储罐；在已建辅助用房南侧，新建一座变配电室；在厂区东南角新建外输压缩机变频室一座；在原机柜间西侧新建进站压缩机变频室一座。

站内平面布置均符合《石油天然气工程设计防火规范》（GB 50183-2004）的要求。

本项目工程总平面布置图见图 3.3-13。

、

图 3.3-13 本项目总平面布置图

3.3.2.4 劳动定员及工作制度

本项目设计年运行 350 天，依托宁波终端现有人员，不新增定员。

3.3.2.5 主要经济技术指标

本项目建成投产后，主要经济技术指标见表 3.3-28。

表 3.3-28 主要经济技术指标

| 序号 | 项目名称 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 天然气处理装置 | | | |
| 1.1 | 处理规模 | $10^4Nm^3/d$ | 632 | |
| 2 | 主要原辅料消耗 | | | |
| 2.1 | 分子筛 | t/3a | 120 | 一次填充 |
| 2.2 | 导热油 | t/3a | 140 | 一次填充 |
| 2.3 | 润滑油 | t/3a | 21 | 一次填充 |
| 2.4 | 缓蚀阻垢剂 | t/a | 104 | 循环水单元 |
| 2.5 | 非氧化性杀菌剂 | t/a | 2074 | 循环水单元 |
| 2.6 | 粘泥剥离剂 | t/a | 2074 | 循环水单元 |
| 3 | 主要产品 | | | |
| 3.1 | 天然气 | $10^8Nm^3/a$ | 21.595 | 《天然气》（GB17820-2018）一类气 |
| 3.2 | 商品丙烷（液化石油气） | $10^4$ t/a | 5.3263 | 《液化石油气》（GB11174-2011） |
| 3.3 | 商品丁烷（液化石油气） | $10^4$ t/a | 4.9735 | 《液化石油气》（GB11174-2011） |
| 3.4 | 商品丙丁烷混合物（液化石油气） | $10^4$t/a | - | 由商品丙烷、商品丁烷调和；《液化石油气》（GB11174-2011） |
| 3.5 | 稳定轻烃 | $10^4$t/a | 3.0667 | 《稳定轻烃》（GB9053-2013）1号稳定轻烃 |

| 序号 | 项目名称 | 单位 | 数量 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 4 | 公用工程消耗与能耗 | | | |
| 4.1 | 水 | $10^4$t/a | 13.776 | |
| 4.2 | 电 | $10^4$kWh/a | 24449.46 | |
| 4.3 | 燃气 | $10^4$Nm$^3$/a | 2840.184 | |

### 3.3.3　改扩建工程分析

#### 3.3.3.1 施工期污染因素及源强分析

本项目施工流程及污染因素分析见图 3.3-14。

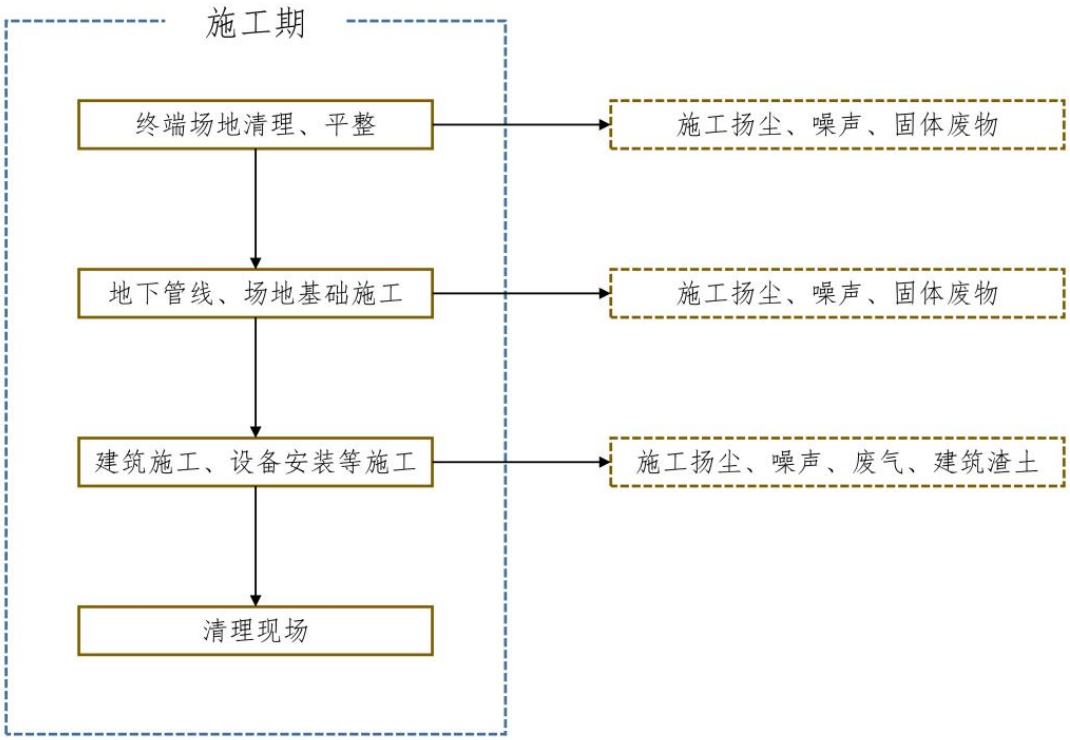



图 3.3-14 施工期污染因素分析图

a.　大气污染物

● 扬尘

车辆往来运输和人员活动等不可避免要产生扬尘污染。厂区场地平整土石方工程会造成土壤松动，在外力作用下易产生扬尘；土石方、建筑材料的装卸过程与运输过程，以及施工机械往来过程产生道路扬尘；施工场地地表裸露，起风后产生二次扬尘。以上扬尘产生量较小，在采取对运输车辆冲洗和加盖篷布、裸露的场地洒水降尘、物料统一堆放和覆盖、道路硬化、加强管理等措施后，产生的扬尘对周边大气环境产生的影响较小。

● 焊接烟尘

本项目在设备安装、管道连接等均使用焊接，在焊接过程中将有一部分焊

接烟气产生。焊接烟气成分大致分为尘粒和气体两类。其中焊接烟气中的气体的成份主要为 CO、$CO_2$、$O_3$、$NO_x$、$CH_4$ 等，而焊接过程对环境影响较大的主要是焊接烟尘。当施工结束后，该影响将随之消失，对周围大气环境产生的影响较小。

● 喷漆废气

本工程管线、设备等防腐、防渗等施工过程会产生少量挥发性有机物，为无组织排放，且随施工进度分布在各处，当施工结束后，该影响将随之消失，因此施工期防腐、防渗等施工过程产生的挥发性有机物属于短期影响，对周围大气环境产生的影响较小。

● 施工机械、车辆等尾气

各施工机械、车辆等以柴油、汽油为燃料，施工过程中会产生一定量的燃油废气，主要污染物为 $NO_x$、$SO_2$、颗粒物、CO 等。在加强施工管理，确保机械燃料符合国家规定的质量标准，施工机械、车辆废气对周边大气环境产生的影响较小，且随着施工结束、影响随之消失。

b. 水污染物

● 生活污水

施工场地的施工人员以 200 人计，施工期约 270 天，生活用水定额按 50L/（人·d），污水排放系数取 85%，生活污水产生量约为 8.5$m^3$/d。其中，主要污染物为 COD、氨氮、总氮、总磷，浓度分别以 340mg/L、32.6mg/L、44.8mg/L 和 4.27mg/L 计，以此估算施工期间生活污水各项污染物产生量，施工期施工人员白天在终端厂内施工，生活污水进入厂区设置的临时厕所，由施工方委托当地环卫部门定期清运；夜间居住在春晓镇区，生活污水依托城镇污水处理系统处理。施工人员生活污水产生情况见表 3.3-29。

表 3.3-29 施工人员生活污水产生情况

| 污染源 | 产生量/（$m^3$/d） | 施工期/d | 污染物 | 浓度/（mg/L） | 排放量 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | kg/d | t |
| 施工人员生活废水 | 8.5 | 270 | COD | 340 | 2.89 | 0.780 |
| | | | 氨氮 | 32.6 | 0.28 | 0.076 |
| | | | 总氮 | 44.8 | 0.38 | 0.103 |
| | | | 总磷 | 4.27 | 0.04 | 0.011 |

● 施工生产废水

施工生产废水主要包括：冲洗废水、机械设备运转的冷却水、设备维修含

油污水和洗涤水等，施工期施工机械冲洗废水、冷却废水等不含油污水统一收集后，就地浇洒路面；含油污水经收集后由施工方委托有资质单位进行处理，对周边地下水环境影响较小。

c. 噪声污染源

陆上工程施工期在厂地平整、设备运输、设备安装、设备及管道焊接、敷设等施工过程中，因使用各种机械设备和车辆而产生噪声污染，其排放强度根据装卸、运输的车辆和工具的型号不同有所不同，一般约 85~110dB（A），具有间断性和暂时性。

为尽量减少本工程建设施工排放噪声对周边可能造成的影响，建设单位和工程施工单位将按照有关规定，采取一系列切实可行的措施来防治噪声污染，如尽量选用低噪声的施工设备或带隔声、消声的设备，合理安排施工时间、避免高噪声设备在休息时间作业，加强对施工设备的维护保养等。

类比二期项目施工情况，本项目施工期噪声污染源对厂外环境影响较小。

d. 固体废物污染源

● 生活垃圾

本项目施工期施工人员生活垃圾人均产生量为 1.5kg/d，本工程施工期高峰期施工人数约 200 人，则产生陆域生活垃圾约 300kg/d。现有项目配备垃圾桶或垃圾箱，生活垃圾经分类收集后由环卫部门统一处理。

● 施工垃圾、建筑垃圾

本项目施工过程产生的施工垃圾主要是少量的废包装物、边角料、焊头等金属类废物，建筑垃圾主要是废混泥土、砂石、板材等，不属于有毒、有害类垃圾，需在施工现场集中收集后进行回收利用或合理处置。

● 废油漆桶、漆渣

喷漆过程中产生的废油漆桶、漆渣，属于危险废物，收集后暂存于现有项目危险废物贮存点，定期委托有资质的单位处理。

● 废机油

施工机械维修、保养期间产生的废机油，属于危险废物，收集后暂存于现有项目危险废物贮存点，定期委托有资质的单位处理。

3.3.3.2 运营期污染影响因素分析

a. 主体工程

本项目新建 1 套天然气处理装置，主要设施包括天然气预处理单元（根据海上来气量适时新建 3 台进站压缩机）、脱水单元、制冷单元、分馏单元、外输单元等，处理能力为 $22\times10^8Nm^3/a$（$632\times10^4m^3/d$），操作弹性 80%~120%。

● 工艺流程及产污环节

（1） 天然气预处理单元

原料气自已建段塞流捕集器气相管线出口进入生产分离器，分离出原料气中的天然气凝液。分离出的天然气凝液去现有凝析油稳定单元；分离出的气相与自海上项目已建生产分离器来气混合后进入过滤分离器。

经过滤分离器进一步分离原料气中的天然气凝液后，分离出的天然气凝液去现有凝析油稳定单元；分离出的气相进入原料气增压机，过滤分离器需定期更换滤芯，产生废滤芯（S1）。

原料气经原料气增压机从 2.9MPa（G）增压至 5.0MPa（G）后汇总进入天然气汇管，正常情况下，进入新建脱水装置（设计处理能力为 $632\times10^4m^3/d$），或进入已建一期或二期装置（设计处理能力为※※$m^3/d$）；当主装置故障时，启用外输越站流程，越站工况下，经节流降压至 2.55MPa（G）后进入新建露点分离器（设计处理能力为 $632\times10^4m^3/d$），分离出的气相与已建露点控制单元来气混合后进入外输增压单元增压后外输，分离出的凝液进入现有凝析油稳定单元处理。原料气增压机需定期更换润滑油，产生废润滑油（S2）。

新建露点分离器采用 J-T 阀加露点分离器工艺，J-T 阀节流制冷工艺利用天然气的压力能，高压天然气通过 J-T 阀时，产生焦耳-汤姆逊效应，使天然气的温度降低，分离出的凝液去现有凝析油稳定单元，脱除凝液后的天然气进入下游外输压缩机增压外输。

（2） 天然气脱水单元

1）天然气吸附脱水

自原料气增压机来的原料气自上而下进入分子筛干燥器吸附脱水。脱水后的干气经分子筛出口过滤器去除颗粒物后进入下游制冷单元。

分子筛干燥器需定期更换分子筛，产生废分子筛（S3）；分子筛出口过滤器需定期更换滤芯，产生废滤芯（S5）。

2）分子筛干燥器再生冷却

取自脱水单元的再生气经再生气干燥器吸附干燥后，进入再生气加热器，用热媒导热油加热至约260℃后，采用与原料气吸附脱水相反的介质流动方向，自下而上通过刚完成吸附过程的分子筛干燥器，以再生分子床层。再生气干燥器需定期更换分子筛，产生废分子筛（S4）。

分子筛干燥器中分子筛吸附的水被高温再生气加热脱附，与再生气一起进入再生气换热器与贫再生气换热后，进入再生气冷却器，空冷后的富再生气进入再生气分水罐，经进一步分离后，再生气返回分子筛干燥器、再生气分水罐凝液作为污水（W1）送至现有污水处理装置处理。

（3） 天然气制冷单元

为实现原料气中轻烃的回收，利用在一定压力下天然气中各组分的挥发度不同，采用膨胀制冷，将原料气制冷至露点温度以下，得到$C^{3+}$凝液（NGL），分离出来的NGL送至下游分馏单元得到所需的产品。

来自脱水单元的净化原料气（其$H_2O$含量＜1ppm）压力~4.85MPa（G）、温度~45℃进入本单元，经过冷箱冷却至-50℃后进入低温分离器分离，分离后低温气相部分经膨胀/增压机组膨胀端制冷后，温度降低至-86.69℃，进入重吸收塔底部；分离后液相部分经冷箱换热后经液位调节阀节流，再进入脱乙烷塔第9块塔盘；低温分离器产生的凝液作为污水（W2）送至现有污水处理装置处理。膨胀/增压机组需定期更换润滑油，产生废润滑油（S6）。

介质在脱乙烷塔内传质传热，充分分馏后，塔顶气相经冷箱冷却后进入脱乙烷塔顶回流罐，回流罐底部液体经过脱乙烷塔顶回流泵增压，进入脱乙烷塔塔顶，回流罐气相部分经节流阀节流后，再次经过冷箱换热后进入重吸收塔塔顶。

在重吸收塔内根据介质分压不同，重新建立组分平衡，重组分在塔底，轻组分在塔顶，产生的塔顶干气经冷箱换热后，通过膨胀增压机组增压端增压后管输至外输单元；重吸收塔底部液相经重吸收塔底增压泵增压后经冷箱换热，进入脱乙烷塔13块塔盘，脱乙烷塔塔底重组分经脱乙烷塔底重沸器加热后进入分馏单元。

（4） 天然气分馏单元

天然气分馏单元采用精馏分离工艺，利用混烃中各组分挥发度的差异，实

现丙烷、丁烷与戊烷及以上重烃组分的分离，生产商品丙烷、商品丁烷、商品丙丁烷混合物和稳定轻烃产品。

自脱乙烷塔塔底重沸器来的凝液经节流降压后，与自现有凝析油稳定单元来的凝液混合后，进入脱丙烷塔第 11 块塔盘进行分馏。

脱丙烷塔塔顶气相经脱丙烷塔顶冷凝器冷凝后进入脱丙烷塔顶回流罐，然后经过脱丙烷塔顶回流泵增压后分为 3 路，一部分回流至脱丙烷塔顶回流罐，一部分作为商品丙烷产品管输至丙烷罐区储存，一部分回流至脱丙烷塔塔顶。脱丙烷塔底设置脱丙烷塔重沸器，将脱丙烷塔塔底液温度加热至约 120℃后，一部分回流至脱丙烷塔塔底、另一部分经节流降温后送至热量回收器，与脱丁烷塔塔底液换热后进入脱丁烷塔中部第 8 块塔盘进料。

脱丁烷塔塔顶气至脱丁烷塔顶冷凝器全部冷凝为液体后进入脱丁烷塔顶回流罐，经脱丁烷塔顶回流泵增压后分为 3 路，一部分回流至脱丁烷塔顶回流罐，一部分作为商品丁烷产品管输至现有丁烷罐区储存，一部分回流至脱丁烷塔塔顶。脱丁烷塔塔底设置脱丁烷塔重沸器，将脱丁烷塔底液温度加热至约 145℃后，一部分回流至脱丁烷塔塔底、另一部分经热量回收器与脱丙烷塔塔底液换热后，再经轻烃冷却器冷却至 40℃后送至现有稳定轻烃储罐。

新建天然气处理装置工艺流程及产污节点图 3.3-15。

图 3.3-15 新建天然气处理装置工艺流程及产污节点图

● 污染源分析及源强核算

（1） 废气

正常工况下，新建天然气处理装置废气污染源主要为机泵、连接件、法兰及阀门等动静密封点泄漏无组织排放废气（G1-预处理、脱水、制冷、分馏单元，G2-外输单元），主要污染物为挥发性有机物。类比现有项目设备与管线组件数量，新建天然气处理装置正常工况无组织废气源强见表 3.3-30。

外输单元，在新建 10.3MW 电驱压缩机运行工况下（6000h/a），启用二期备用的 1 台 13.4MW 燃驱外输压缩机 C、同时停用 7MW 燃驱外输压缩机；在新建 10.3MW 电驱压缩机停用的情况下（2400h/a），启用二期备用的 1 台 13.4MW 燃驱压缩机 C、同时保持 7MW 燃驱压缩机运行。由于 13.4MW 燃驱外输压缩机 C 燃烧烟气经 8.5MW 余热锅炉 C 烟气排放口排放、7MW 燃驱外输压缩机燃烧烟气经余热锅炉 D 烟气排放口排放，故 13.4MW 燃驱外输压缩机 C、7MW 燃驱外输压缩机燃烧烟气纳入热媒单元核算。

非正常工况下，会产生清管废气及超压放空气，经过火炬系统燃烧排放，纳入全厂统一考虑。

（2） 废水

正常工况下，新建天然气处理装置废水污染源主要有：再生气分水罐污水（W1）、低温分离器污水（W2），污染物主要为pH、化学需氧量、氨氮、总氮、石油类、悬浮物，均送至现有生产废水处理系统处理，满足接管标准后接入市政污水管网送至春晓净化水厂进一步处理。类比现有项目，新建天然气处理装置正常工况废水源强核算结果见表 3.3-31。

污染雨水纳入全厂统一考虑；非正常工况下，设备检修与冲洗废水纳入全厂统一考虑。

（3） 噪声

新建天然气处理装置主要噪声源有：原料气增压机（N1）、再生气冷却器（N2）、膨胀/增压机组（N3）、重吸收塔底增压泵（N4）、脱乙烷塔顶回流泵（N5）、脱丙烷塔顶回流泵（N6）、脱丁烷塔顶回流泵（N7）、新建电驱外输增压机组（N8）及启用二期备用的 13.4MW 燃驱外输压缩机 C（N9）。

通过合理布局、采购低噪声风机、低噪声电机等措施，控制噪声源强。类比现有项目，新建天然气处理装置噪声源强核算结果见表 3.3-32。

（4） 固体废物

新建天然气处理装置产生的固体废物主要有：过滤分离器废滤芯（S1）、原料气增压机废润滑油（S2）、分子筛干燥器废分子筛（S3）、再生气干燥器废分子筛（S4）、分子筛出口过滤器废滤芯（S5）、膨胀/增压机组废润滑油（S6）、新建电驱外输增压机组废润滑油（S7）及启用二期备用的13.4MW燃驱外输压缩机C废润滑油（S8）。

类比现有项目，新建天然气处理装置固体废物污染源源强核算情况见表3.3-33。

表 3.3-30 新建天然气处理装置废气污染源源强核算结果（无组织）

| 序号 | 装置名称 | 污染源 | 污染物 | 污染物产生 | | 治理措施 | 污染物排放 | | 排放时间 | 排放参数 | | | | 排放去向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 核算方法 | 污染物产生量 | | 核算方法 | 污染物产生量 | | 长 | 宽 | 高 | 面积 | |
| | | | | | t/a | | | t/a | h/a | m | m | m | $m^2$ | |
| G1 | 天然气处理装置 | 设备与管线组件密封点泄漏 | 挥发性有机物 | 排污系数法 | 2.0280 | 泄漏检测与修复 | 排污系数法 | 2.0280 | 8400 | 152.7 | 22 | 5 | 3359.4 | 大气环境 |
| G2 | 外输单元 | 设备与管线组件密封点泄漏 | 挥发性有机物 | 排污系数法 | 0.2175 | 泄漏检测与修复 | 排污系数法 | 0.2175 | 8400 | 32.5 | 20 | 5 | 650 | 大气环境 |

表 3.3-31 新建天然气处理装置废水污染源源强核算结果

| 序号 | 装置名称 | 污染源 | 污染物 | 污染物产生 | | | | 预处理措施 | | 污染物排放 | | | | 排放时间 | 排放去向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 核算方法 | 废水产生量 | 污染物浓度 | 污染物产生量 | 工艺 | 效率 | 核算方法 | 废水排放量 | 污染物浓度 | 污染物排放量 | | |
| | | | | | $m^3/h$ | mg/L | kg/h | | % | | $m^3/h$ | mg/L | kg/h | h/a | |
| W1 | 天然气处理装置 | 再生气分水罐 | pH | 类比法 | 6~9（无量纲） | | | 收集、密闭输送 | - | 类比法 | 6~9（无量纲） | | | 8400 | 现有污水处理装置 |
| | | | COD | | 0.40 | 500 | 0.20 | | - | | 0.40 | 500 | 0.20 | | |
| | | | 氨氮 | | 0.40 | 20 | 0.008 | | | | 0.40 | 20 | 0.008 | | |
| | | | 总氮 | | 0.40 | 45 | 0.018 | | - | | 0.40 | 45 | 0.018 | | |
| | | | 石油类 | | 0.40 | 200 | 0.08 | | - | | 0.40 | 200 | 0.08 | | |
| | | | 悬浮物 | | 0.40 | 100 | 0.04 | | - | | 0.40 | 100 | 0.04 | | |
| W2 | | 低温分离器 | pH | 类比法 | 6~9（无量纲） | | | 收集、密闭输送 | - | 类比法 | 6~9（无量纲） | | | 8400 | 现有污水处 |
| | | | COD | | 0.082 | 500 | 0.0410 | | | | 0.082 | 500 | 0.0410 | | |
| | | | 氨氮 | | 0.082 | 20 | 0.0016 | | - | | 0.082 | 20 | 0.0016 | | |
| | | | 总氮 | | 0.082 | 45 | 0.0037 | | - | | 0.082 | 45 | 0.0037 | | |
| | | | 石油类 | | 0.082 | 200 | 0.0164 | | - | | 0.082 | 200 | 0.0164 | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 悬浮物 | | 0.082 | 100 | 0.0082 | | - | | 0.082 | 100 | 0.0082 | | 理装置 |

表 3.3-32 新建天然气处理装置噪声污染源源强核算结果

| 序号 | 装置名称 | 噪声源 | 声源类型 | 噪声源强 | | 降噪措施 | 噪声排放值 | | 源强位置 | | | 室内/室外 | 数量（台） | | | 排放时间 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 核算方法 | 噪声值 dB(A) | | 核算方法 | 噪声值 dB(A) | X | Y | Z | | 总数 | 操作 | 备用 | h/a |
| N1 | 天然气处理装置 | 原料气增压机 | 连续 | 类比法 | 93 | 低噪声设备+基础减振 | 类比法 | 85 | 80 | 73 | 2 | 室外 | 3 | 3 | 0 | 8400 |
| N2 | | 再生气冷却器 | 连续 | 类比法 | 85 | 低噪声设备 | 类比法 | 75 | 155 | 4 | 6 | 室外 | 1 | 1 | 0 | 8400 |
| N3 | | 膨胀/增压机组 | 连续 | 类比法 | 93 | 低噪声设备+基础减振 | 类比法 | 85 | 82 | 59 | 2 | 室外 | 1 | 1 | 0 | 8400 |
| N4 | | 重吸收塔底增压泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 116 | 35 | 1 | 室外 | 2 | 1 | 1 | 8400 |
| N5 | | 脱乙烷塔顶回流泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 141 | 37 | 1 | 室外 | 2 | 1 | 1 | 8400 |
| N6 | | 脱丙烷塔顶回流泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 160 | 38 | 1 | 室外 | 2 | 1 | 1 | 8400 |
| N7 | | 脱丁烷塔顶回流泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 184 | 33 | 1 | 室外 | 2 | 1 | 1 | 8400 |
| N8 | | 电驱外输增压机 | 连续 | 类比法 | 93 | 低噪声设备+基础减振 | 类比法 | 85 | 358 | 156 | 2 | 室内 | 1 | 1 | 0 | 6000 |
| N9 | | 13.4MW燃驱外输压缩机C | 连续 | 类比法 | 93 | 低噪声设备+基础减振 | 类比法 | 85 | 377 | 153 | 2 | 室外 | 1 | 1 | 0 | 8400 |

表 3.3-33 新建天然气处理装置固体废物污染源源强核算结果

| 序号 | 装置名称 | 固体废物名称 | 固体废物属性 | 废物类别 | 固体废物代码 | 排放规律 | 产生情况 | | | | | | 处置措施 | | 最终去向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 核算方法 | 产生量 t/a | 形态 | 主要成分 | 有害成分 | 危险特性 | 工艺 | 处置量 t/a | |
| S1 | 天然气处理装置 | 过滤分离器废滤芯 | 危险废物 | HW08 | 900-213-08 | 45t/3a | 物料衡算法 | 15 | 固态 | 玻璃纤维 | 废矿物油 | T，I | 收集、暂存 | 15 | 外委有资质单位处置 |
| S2 | | 原料气增压机废润滑油 | 危险废物 | HW08 | 900-217-08 | 7.5t/3a | 物料衡算法 | 2.5 | 固态 | 废矿物油 | 废矿物油 | T，I | 收集、暂存 | 2.5 | 外委有资质单位处置 |
| S3 | | 分子筛干燥器废分子筛 | 一般固废 | - | 072-999-99 | 75t/3a | 物料衡算法 | 25 | 固态 | 玻璃纤维 | - | - | 收集、暂存 | 25 | 外委处置 |
| S4 | | 再生气干燥器废分子筛 | 一般固废 | - | 072-999-99 | 45t/3a | 物料衡算法 | 15 | 固态 | 玻璃纤维 | - | - | 收集、暂存 | 15 | 外委处置 |
| S5 | | 分子筛出口过滤器废滤芯 | 危险废物 | HW08 | 900-213-08 | 18t/3a | 物料衡算法 | 6 | 固态 | 玻璃纤维 | - | - | 收集、暂存 | 6 | 外委处置 |
| S6 | | 膨胀/增压机组废润滑油 | 危险废物 | HW08 | 900-217-08 | 4.5t/3a | 物料衡算法 | 1.5 | 固态 | 废矿物油 | 废矿物油 | T，I | 收集、暂存 | 1.5 | 外委有资质单位处置 |
| S7 | 外输 | 电驱外输 | 危险废 | HW08 | 900-217-08 | 3t/3a | 物料衡 | 1 | 固态 | 废矿 | 废矿物 | T，I | 收集、 | 1 | 外委 |

| 序号 | 装置名称 | 固体废物名称 | 固体废物属性 | 废物类别 | 固体废物代码 | 排放规律 | 产生情况 | | | | | | 处置措施 | | 最终去向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 核算方法 | 产生量 t/a | 形态 | 主要成分 | 有害成分 | 危险特性 | 工艺 | 处置量 t/a | |
| | 单元 | 增压机废润滑油 | 物 | | | | 算法 | | | 物油 | 油 | | 暂存 | | 有资质单位处置 |
| S8 | | 13.4MW燃驱外输压缩机C废润滑油 | 危险废物 | HW08 | 900-217-08 | 6t/3a | 物料衡算法 | 2 | 固态 | 废矿物油 | 废矿物油 | T，I | 收集、暂存 | 2 | 外委有资质单位处置 |

表 3.3-34 本项目储运工程废气污染源源强核算结果（无组织）

| 序号 | 装置名称 | 污染源 | 污染物 | 污染物产生 | | 治理措施 | 污染物排放 | | 排放时间 | 排放参数 | | | | 排放去向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 核算方法 | 污染物产生量 t/a | | 核算方法 | 污染物产生量 t/a | h/a | 长 m | 宽 m | 高 m | 面积 $m^2$ | |
| G3 | 丙烷球罐 | 设备与管线组件密封点泄漏 | 挥发性有机物 | 排污系数法 | 0.1485 | 泄漏检测与修复 | 排污系数法 | 0.1485 | 8400 | 45 | 50 | 5 | 2250 | 大气环境 |

b. 储运工程

● 储罐设置情况

（1） 储罐

本次扩建后考虑※※$m^3/a$规模的产品产量，在依托现有3座2000$m^3$丙烷储罐、3座2000$m^3$丁烷储罐、1座1000$m^3$稳定轻烃储罐、1座2500$m^3$稳定轻烃储罐基础上，新建1座2500$m^3$丙烷球罐（操作压力1.41MPa、操作温度40℃），以满足本工程产品储存要求。

● 污染源分析及源强核算

（1） 废气

正常工况下，新建丙烷球罐废气污染源主要为机泵、连接件、法兰及阀门等动静密封点泄漏无组织排放废气（G3），主要污染物为挥发性有机物。同时，由于现有储罐均为压力储罐、设置气相返回线，本项目投产后虽然增加周转量，但不增加污染物排放量。

类比现有项目，本项目储运工程无组织废气源强见表3.3-34。具体核算过程见3.2.4小节。

非正常工况下，储罐超压泄放或清管会产生废气，经过火炬系统燃烧排放，纳入全厂统一考虑，详见3.3.3.2-e小节。

（2） 废水

正常工况下，不产生生产废水。

污染雨水纳入全厂统一考虑，详见3.3.3.2-c小节。

非正常工况下，设备检修与冲洗废水纳入全厂统一考虑，详见3.3.3.2-e小节。

（3） 噪声

正常情况下，不新增噪声源。

（4） 固体废物

正常情况下，不新增固体废物。

c. 公用工程

● 循环冷却水单元

（1） 工艺流程及产物环节分析

本项目新建1套处理规模为1000$m^3/h$的循环冷却水单元，循环冷却水单元

采用敞开式压力回流循环冷却水系统，配置 2 座开式冷却塔（单台冷却塔循环水量为 500m³/h、2 用）、3 台循环冷却水泵（2 用 1 备）。本项目循环冷却水流量正常为 820m³/h，浓缩倍数为 5，系统补充水量按照 2%考虑，系统排污量为 0.855m³/h。

新鲜水经厂内新鲜水管网输送至冷却塔塔下的循环冷却水池中，进入吸水池，最后由循环冷却水泵升压后送至各工艺装置；从各工艺装置带压返回的循环热水，经循环水回水管网收集后回到冷却塔进行冷却，冷却后的水流入循环冷却水池再循环使用。

本系统为敞开式系统，在实际运行中，循环热水在冷却过程中不断蒸发、浓缩，造成循环冷却水盐分浓度增高，为此需不断进行排污、补充新鲜水。同时，循环水在循环使用过程中，随着水的不断浓缩和通过空气与周围环境大量接触容易产生腐蚀、结垢和微生物粘泥，造成设备和管道的腐蚀、结垢，从而降低设备的换热效率和使用年限。因此，需对循环冷却水进行水质稳定处理，主要包括对部分循环回水通过石英砂过滤器进行旁滤处理、在循环集水池内通过加药装置投加缓蚀阻垢剂和杀菌剂，使系统安全可靠运行，同时节约水资源，减少对环境的污染。

（2） 污染源分析及源强核算

1）废气

本单元废气主要为新建循环水场冷却塔汽提和风吹排放的无组织废气（G4），主要污染物为挥发性有机物（VOCs）。

根据排污系数法，循环冷却水单元无组织废气源强见表 3.3-38。具体核算过程见 3.3.3.4 小节。

2）废水

本单元废水主要为循环冷却水池（PD-013701）排污水（W3），主要污染物为 pH、化学需氧量、悬浮物、总磷，直接进入外排监控水池，达到接管要求后接入市政污水管道，送至春晓净化水厂进一步处理；石英砂过滤器（PE-013701A/B）反冲洗水（W4），其主要污染物为 pH、化学需氧量、悬浮物、总磷，进入生产废水处理系统处理后，进入外排监控水池，达到接管要求后接入市政污水管道，送至春晓净化水厂进一步处理。

类比现有项目，循环冷却水单元废水源强核算结果见表 3.3-39。

3）噪声

主要噪声源为循环水泵（N10）。

类比现有项目，循环冷却水单元噪声源强核算结果见表 3.3-40。

4）固体废物

本单元固体废物为石英砂过滤器产生的废石英砂（S9）。

类比现有项目，循环冷却水单元固体废物核算结果见表 3.3-41。

● 热媒单元

（1） 工艺流程及产污环节分析

本项目新增负荷 5.812MW（含热损失），建成后总负荷为 25.376MW（含热损失）。已建供热系统已有 4 台燃驱外输压缩机烟气导热油余热锅炉（3×8.5MW 低温+5MW 高温）和 2 台燃气热媒炉（2×8500kW 低温），可满足要求。现有工程采用 2 台 13.4MW 压缩机透平配 2 台 8.5MW 导热油余热锅炉、1 台 7MW 压缩机透平配 1 台 5MW 导热油余热锅炉的运行模式，另 1 台 13.4MW 压缩机 C 与配套的 8.5MW 余热锅炉 C、及 2 台 8500kW 燃气热媒炉 A/B 备用。

本项目投产后，在新建 10.3MW 电驱压缩机运行工况下（6000h/a），启用二期备用的 1 台 13.4MW 燃驱外输压缩机 C 与配套的 8.5MW 余热锅炉 C，及 1 台 8500kW 燃气热媒炉（A/B 备用），同时停用 7MW 燃驱外输压缩机与配套的 5MW 余热锅炉 D；在新建 10.3MW 电驱压缩机停用工况下（2400h/a），启用二期备用的 1 台 13.4MW 燃驱外输压缩机 C 与配套的 8.5MW 余热锅炉 C，同时保持 7MW 燃驱外输压缩机与配套的 5MW 余热锅炉 D 运行，2 台 8500kW 燃气热媒炉 A/B 仍备用。

1）废气

工况一：在新建 10.3MW 电驱压缩机运行工况下（6000h/a），启用二期备用的 1 台 13.4MW 燃驱外输压缩机 C 与配套的 8.5MW 余热锅炉 C，及 1 台 8500kW 燃气热媒炉（A/B 备用），同时停用 7MW 燃驱外输压缩机与配套的 5MW 余热锅炉 D。热媒单元新增废气主要为 13.4MW 燃驱外输压缩机 C 产生的燃烧烟气，经 8.5MW 余热锅炉 C 回收热量后，经 8.5MW 余热锅炉 C 排放口（DA007）排放；及 8500kW 燃气热媒炉 A 产生的燃烧烟气经热媒炉 A 烟气排放口（DA003）排放；同时，减少 7MW 燃驱外输压缩机燃烧烟气经余热锅炉

D 烟气排放口（DA008）排放量。

工况二：在新建 10.3MW 电驱压缩机停用工况下（2400h/a），启用二期备用的 1 台 13.4MW 燃驱外输压缩机 C 与配套的 8.5MW 余热锅炉 C，同时保持 7MW 燃驱外输压缩机与配套的 5MW 余热锅炉 D 运行。热媒单元新增废气主要为 13.4MW 燃驱外输压缩机 C 产生的燃烧烟气，经 8.5MW 余热锅炉 C 回收热量后，经 8.5MW 余热锅炉 C 排放口（DA007）排放。

燃烧烟气主要污染物为烟尘、二氧化硫和氮氧化物。

有组织废气污染源源强核算过程如下：

烟气量：本项目 8.5MW 余热锅炉 C 排放口（配已建 13.4MW 压缩机透平）烟气量计算参考《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》（生态环境部公告 2021 年 第 24 号）中 4411 火力发电、4412 热电联产行业系数手册中天然气燃机工业废气量产污系数（24.55 标立方米/立方米-原料）计算，13.4MW 燃驱压缩机 C 设计燃气量为 4166.6Nm$^3$/h，则 8.5MW 余热锅炉 C 的烟气排放量为 102292Nm$^3$/h。热媒炉 A（DA003）烟气排放口烟气量计算参考《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》（生态环境部公告 2021 年 第 24 号）中 4430 工业锅炉（热力生产和供应行业）中天然气燃气工业锅炉废气量产污系数（107753 标立方米/万立方米-原料）计算，8500kW 燃气热媒炉 A 设计燃气量为 971.4Nm$^3$/h，则 8500kW 燃气热媒炉 A 排放口的烟气排放量为 10467Nm$^3$/h。

颗粒物：类比同类燃气压缩机、热煤炉，颗粒物排放浓度取 5mg/m$^3$，经计算，8.5MW 余热锅炉 C 废气中颗粒物的产生和排放量为 0.5114kg/h、8500kW 燃气热煤炉 A 废气中颗粒物的产生和排放量为 0.0523kg/h。

二氧化硫：采用物料衡算法计算燃烧烟气中二氧化硫排放量，参考现有项目外输天然气组分分析结果确定其中的总硫的质量浓度为 1.45mg/Nm$^3$，则二氧化硫的排放量计算公式及过程如下：

$$E_{SO_2} = 2R \times S_t \times \left(1 - \frac{\eta_s}{100}\right) \times K \times 10^{-5}$$

式中：Eso：核算时段内二氧化硫排放量，t；

R：核算时段内燃料耗量，万 m$^3$；

S：燃料总硫的质量浓度，mg，取 1.45mg/Nm$^3$；

$\eta_s$：脱硫效率，%，取 0%；

K：燃料中的硫燃烧后氧化成二氧化硫的份额，量纲一的量，取 1。

经计算，8.5MW 余热锅炉 C 废气中二氧化硫的产生和排放量为 0.0121kg/h；8500kW 燃气热煤炉 A 废气中二氧化硫的产生和排放量为 0.0028kg/h。

氮氧化物：使用锅炉氮氧化物控制保证浓度值（即承诺更加严格排放浓度限值）和《火电厂大气污染物排放标准》（GB13223-2011）中关于天然气燃气轮机的大气污染物排放限值，即 50mg/m$^3$，经计算，8.5MW 余热锅炉 C 废气中氮氧化物的产生和排放量为 5.114kg/h，8500kW 燃气热煤炉 A 废气中氮氧化物的产生和排放量为 0.5234kg/h。

挥发性有机物：参考《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》（生态环境部公告 2021 年 第 24 号）中《附表 3 工业源挥发性有机物通用源项核算系数手册》中《附表 1 燃烧烟气锅炉挥发性有机物产污系数表》中燃气锅炉-室燃炉-天然气-所有规模，挥发性有机物产污系数（1.68 千克/万立方米-原料）计算，13.4MW 燃驱压缩机 C 设计燃气量为 4166.6Nm$^3$/h、8500kW 燃气热煤炉 A 设计燃气量为 971.4Nm$^3$/h，经计算，余热锅炉 C 废气中挥发性有机物的产生和排放量为 0.7000kg/h，热煤炉 A 废气中挥发性有机物的产生和排放量为 0.1632kg/h，详见表 3.3-35。

表 3.3-35 本项目有组织大气污染源燃烧烟气VOCs排放量

| 污染源 | 燃气消耗量/（Nm$^3$/h） | 产污系数/（kg/万 m$^3$） | VOCs 排放速率/（kg/h） | 排放时间/（h/a） | 排放量/（t/a） |
|---|---|---|---|---|---|
| 余热锅炉 C 烟气排放口 | 4166.6 | 1.68 | 0.7000 | 8400 | 5.8799 |
| 热煤炉 A 烟气排放口 | 971.4 | 1.68 | 0.1632 | 6000 | 0.9792 |

热媒单元有组织废气源强见表 3.3-37。

2）废水

正常工况下，不产生生产废水。

非正常工况下，设备检修与冲洗废水纳入全厂统一考虑，详见 3.3.3.2-e 小节。

3）噪声

主要噪声源为新启用的余热锅炉 C 循环泵（N11）、热煤炉 A 循环泵（N12）二次热油循环泵（N13）。

4）固体废物

本单元固体废物为余热锅炉 C 产生的废导热油（S10）、热媒炉 A 产生的废导热油（S11）。

● 污染雨水

本项目新增的污染雨水（W5）统一核算。装置区、罐区等污染区域均设置了围堰、防火堤等初期污染雨水收集系统，初期污染雨水主要污染物为化学需氧量、氨氮、悬浮物和石油类等，收集后进入宁波终端污水处理系统，处理达标后排入市政污水管网。初期雨水量具体核算过程如下：

（1）暴雨强度核算

本项目初期雨水按照宁波北仑区暴雨公式（宁波市住房和城乡建设局 2015 年修订发布）进行估算。

$$q = \frac{2664.628\ (1 + 0.945 \lg p)}{(t + 13.262)^{0.763}}$$

式中：q—暴雨强度（L/S·ha）；

P—设计暴雨重现期采用 P=1 年；

t—集流时间（min），采用 15min。

计算得北仑区暴雨强度为 q=208.1463 L/S·ha。

（2）本项目新增污染雨水核算

本项目新增污染雨水核算公式采用《室外排水设计规范》（GB50014）的计算公式，其具体公式如下式所示：

雨水量公式：

$$Q=C\cdot F\cdot q$$

式中：Q—雨水量（L/S）；

F—汇水面积（ha）；

C—径流系数，《宁波市北仑区春晓镇总体规划》推荐 C 选取 0.6，本次评价选取 0.6。

本项目新增污染区汇水范围主要包括新增工艺装置区、轻烃球罐罐区，新增污染区汇水面积见表 3.3-36。

表 3.3-36 项目新增污染区面积

| 序号 | 单元名称 | 污染区规格尺寸 | | 污染区面积 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 长/m | 宽/m | $m^2$ | ha |
| 1 | 工艺装置区 | 152.7 | 22 | 3359.4 | 0.33594 |
| 2 | 丙烷球罐罐区 | 45 | 50 | 2250 | 0.225 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 | 合计 | 5609.4 | 0.56094 |

经计算得本项目新增污染雨水量为 70.05L/S，初期雨水一般是指降雨时前 15min 的雨水，因此本项目初期雨水量为 63.05m$^3$/次。根据项目所在地气象统计资料，年均降水日数约为 168d，年降雨次数约为 42 次，则初期雨水产生量约为 2648m$^3$/a，属于间断排放。

d. 环保工程

● 污水处理系统

本项目新增的生产废水中含油废水经收集后依托现有生产废水处理系统进行处理，新增废水采用密闭管线输送，生产废水收集池、初期雨水收集池等废水储存、处理处置过程逸散排放的无组织废气（G5），主要污染物为挥发性有机物（VOCs）。

采用排污系数法，污水处理系统新增无组织废气源强见表 3.3-38。具体核算过程见3.3.3.4小节。

表 3.3-37 公用工程及环保工程废气污染源源强核算结果（有组织）

| 序号 | 装置名称 | 污染源 | 污染物 | 污染物产生 | | | | 预处理措施 | | 污染物排放 | | | | 排放时间 | 排气筒参数 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 核算方法 | 废气产生量 | 污染物浓度 | 污染物速率 | 工艺 | 效率 | 核算方法 | 废气排放量 | 污染物浓度 | 污染物速率 | | 高度 | 温度 | 内径 |
| | | | | | $Nm^3/h$ | $mg/Nm^3$ | kg/h | | % | | $Nm^3/h$ | $mg/Nm^3$ | kg/h | h/a | m | ℃ | m |
| 工况一（6000h/a）<br>（新建10.3MW电驱压缩机运行，启用二期备用13.4MW燃驱外输压缩机C与配套的8.5MW余热锅炉C及8500kW燃气热媒炉A，同时停用现有7MW燃驱外输压缩机与配套的5MW余热锅炉D） | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DA007 | 热媒单元 | 余热锅炉C烟气排放口 | 二氧化硫 | 物料衡算 | 102292 | 0.1183 | 0.0121 | 低氮燃烧 | - | 物料衡算 | 102292 | 0.1183 | 0.0121 | 6000 | 15 | 250 | 2.6 |
| | | | 氮氧化物 | 类比法 | | 50 | 5.114 | | - | 类比法 | | 50 | 5.114 | | | | |
| | | | 颗粒物 | 类比法 | | 5 | 0.5114 | | - | 类比法 | | 5 | 0.5114 | | | | |
| | | | 挥发性有机物 | 产污系数法 | | 6.8430 | 0.7000 | | - | 产污系数法 | | 6.8430 | 0.7000 | | | | |
| DA003 | 热媒单元 | 热媒炉A烟气排放口 | 二氧化硫 | 物料衡算 | 10467 | 0.2675 | 0.0028 | 低氮燃烧 | - | 物料衡算 | 10467 | 0.2675 | 0.0028 | 6000 | 8.5 | 160 | 1.536 |
| | | | 氮氧化物 | 类比法 | | 50 | 0.5234 | | - | 类比法 | | 50 | 0.5234 | | | | |
| | | | 颗粒物 | 类比法 | | 5 | 0.0523 | | - | 类比法 | | 5 | 0.0523 | | | | |
| | | | 挥发性有机物 | 产污系数法 | | 15.5914 | 0.1632 | | - | 产污系数法 | | 15.5914 | 0.1632 | | | | |
| DA008 | 热媒 | 余热 | 二氧化硫 | 物料衡算 | | | | | | | 74400 | 0.0806 | 0.0060 | 减少6000 | 15 | 350 | 2.68 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 单元 | 锅炉D烟气排放口 | 氮氧化物 | 类比法 | | | | | | | | 50 | 3.7200 | | | | |
| | | | 颗粒物 | 类比法 | | | | | | | | 5 | 0.3720 | | | | |
| | | | 挥发性有机物 | 产污系数法 | | | | | | | | 0.6867 | 0.0511 | | | | |

工况二（2400h/a）

（新建10.3MW电驱压缩机停用，启用二期备用的13.4MW燃驱外输压缩机C与配套的8.5MW余热锅炉C，同时保持现有7MW燃驱外输压缩机与配套的5MW余热锅炉D运行）

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DA007 | 热媒单元 | 余热锅炉C烟气排放口 | 二氧化硫 | 物料衡算 | 102292 | 0.1183 | 0.0121 | 低氮燃烧 | - | 物料衡算 | 102292 | 0.1183 | 0.0121 | 2400 | 15 | 250 | 2.6 |
| | | | 氮氧化物 | 类比法 | | 50 | 5.114 | | - | 类比法 | | 50 | 5.114 | | | | |
| | | | 颗粒物 | 类比法 | | 5 | 0.5114 | | - | 类比法 | | 5 | 0.5114 | | | | |
| | | | 挥发性有机物 | 产污系数法 | | 6.8430 | 0.7000 | | - | 产污系数法 | | 6.8430 | 0.7000 | | | | |

表 3.3-38 公用工程及环保工程废气污染源源强核算结果（无组织）

| 序号 | 装置名称 | 污染源 | 污染物 | 污染物产生 | | 治理措施 | 污染物排放 | | 排放时间 | 排放参数 | | | | 排放去向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 核算方法 | 污染物产生量 | | 核算方法 | 污染物排放量 | | 长 | 宽 | 高 | 面积 | |
| | | | | | t/a | | | t/a | h/a | m | m | m | $m^2$ | |
| G4 | 循环水单元 | 循环冷却水逸散 | 挥发性有机物 | 排污系数法 | 0.5510 | 泄漏检测与修复 | 排污系数法 | 0.5510 | 8400 | 21.3 | 13 | 8 | 276.9 | 大气环境 |
| G5 | 污水处理系统 | 废水集输、储存、处置 | 挥发性有机物 | 排污系数法 | 0.5169 | 密闭收集输送 | 排污系数法 | 0.5169 | 8400 | 37.15 | 32 | 5 | 1188.8 | 大气环境 |

表 3.3-39 公用工程及环保工程废水污染源源强核算结果

| 序号 | 装置名称 | 污染源 | 污染物 | 污染物产生 | | | | 预处理措施 | | 污染物排放 | | | | 排放时间 | 排放去向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 核算方法 | 废水产生量 | 污染物浓度 | 污染物产生量 | 工艺 | 效率 | 核算方法 | 废水排放量 | 污染物浓度 | 污染物排放量 | | |
| | | | | | $m^3/h$ | mg/L | kg/h | | % | | $m^3/h$ | mg/L | kg/h | h/a | |
| W3 | 循环水单元 | 循环冷却水池排污水 | pH | 类比法 | 0.855 | 6~9（无量纲） | | 收集、密闭输送 | - | 类比法 | 0.855 | 6~9（无量纲） | | 8400 | 现有污水处理装置 |
| | | | COD | | | 100 | 0.0855 | | - | | | 100 | 0.0855 | | |
| | | | 悬浮物 | | | 100 | 0.0855 | | - | | | 100 | 0.0855 | | |
| | | | 总磷 | | | 10 | 0.0086 | | - | | | 10 | 0.0086 | | |
| W4 | 循环水单元 | 石英砂过滤器反冲洗水 | pH | 类比法 | $2m^3/d$ | 6~9（无量纲） | | 收集、密闭输送 | - | 类比法 | $2m^3/d$ | 6~9（无量纲） | | 8400 | 现有污水处理装置 |
| | | | COD | | | 100 | 0.20kg/d | | - | | | 100 | 0.20kg/d | | |
| | | | 悬浮物 | | | 500 | 1.00kg/d | | - | | | 500 | 1.00kg/d | | |
| | | | 总磷 | | | 10 | 0.02kg/d | | - | | | 10 | 0.02kg/d | | |
| W5 | 污染雨水 | 污染区域 | pH | 类比法 | $2648m^3/a$ | 6~9（无量纲） | | 收集、密闭输送 | - | 类比法 | $2648m^3/a$ | 6~9（无量纲） | | 下雨时 | 现有污水处理装置 |
| | | | COD | | | 300 | 794.4kg/a | | - | | | 300 | 794.4kg/a | | |
| | | | 氨氮 | | | 20 | 52.96kg/a | | | | | 20 | 52.96kg/a | | |
| | | | 总氮 | | | 45 | 119.16kg/a | | - | | | 45 | 119.16kg/a | | |
| | | | 石油类 | | | 100 | 264.80kg/a | | - | | | 100 | 264.80kg/a | | |
| | | | 悬浮物 | | | 200 | 529.60kg/a | | - | | | 200 | 529.60kg/a | | |

表 3.3-40 公用工程及环保工程噪声污染源源强核算结果

| 序号 | 装置名称 | 噪声源 | 声源类型 | 噪声源强 | | 降噪措施 | 噪声排放值 | | 源强位置 | | | 室内/室外 | 数量（台） | | | 排放时间 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 核算方法 | 噪声值 dB(A) | | 核算方法 | 噪声值 dB(A) | X | Y | Z | | 总数 | 操作 | 备用 | h/a |
| N10 | 循环水单元 | 循环水泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 231 | 335 | 1 | 室外 | 3 | 2 | 1 | 8400 |
| N11 | 热媒 | 余热锅 | 连续 | 类比法 | 80 | 低噪 | 类比法 | 80 | 377 | 153 | 2 | 室 | 2 | 1 | 1 | 8400 |

| 序号 | 装置名称 | 噪声源 | 声源类型 | 噪声源强 | | 降噪措施 | 噪声排放值 | | 源强位置 | | | 室内/室外 | 数量（台） | | | 排放时间 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 核算方法 | 噪声值 dB(A) | | 核算方法 | 噪声值 dB(A) | X | Y | Z | | 总数 | 操作 | 备用 | h/a |
| | 单元 | 炉C循环泵 | | | | 声设备 | | | | | | 外 | | | | |
| N12 | | 热煤炉A循环泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 312 | 199 | 1 | 室外 | 2 | 1 | 1 | 6000 |
| N13 | | 二次热油循环泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 286 | 185 | 1 | 室外 | 2 | 1 | 1 | 8400 |

表 3.3-41 公用工程固体废物污染源源强核算结果

| 序号 | 装置名称 | 固体废物名称 | 固体废物属性 | 废物类别 | 固体废物代码 | 排放规律 | 产生情况 | | | | | | 处置措施 | | 最终去向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 核算方法 | 产生量 t/a | 形态 | 主要成分 | 有害成分 | 危险特性 | 工艺 | 处置量 t/a | |
| S9 | 循环水单元 | 石英砂过滤器废石英砂 | 一般废物 | - | 072-999-99 | 15t/3a | 物料衡算法 | 5 | 固态 | 废石英砂 | - | - | 收集、暂存 | 5 | 外委处置 |
| S10 | 热媒单元 | 余热锅炉C废导热油 | 危险废物 | HW08 | 900-249-08 | 100t/5a | 物料衡算法 | 20 | 液态 | 废矿物油 | 废矿物油 | T，I | 收集、暂存 | 20 | 外委有资质单位合规处置 |
| S11 | 热媒单元 | 热媒炉A废导热油 | 危险废物 | HW08 | 900-249-08 | 60t/5a | 物料衡算法 | 12 | 液态 | 废矿物油 | 废矿物油 | T，I | 收集、暂存 | 12 | 外委有资质单位合规处置 |

e. 非正常工况污染源强核算

● 废气污染物排放

本项目非正常工况，包括生产装置或设施启动、停车或设备检修状况，以及设备超压泄放等情况排放的可燃气体，依托现有工程高低压火炬系统燃烧处理后排放。此次核算参考《排污许可申请与核发技术规范 石化工业》（HJ853-2017）中火炬污染物排放量的核算方法核算本项目非正常工况下火炬焚烧排放的挥发性有机物、二氧化硫和氮氧化物量，采用公式如下：

$$E_{火炬系统}=\begin{cases}2\times\sum_{i=1}^{n}(S_i\times Q_i\times t_i) & (二氧化硫)\\ \sum_{i=1}^{n}(\alpha\times Q_i\times t_i) & (氮氧化物、挥发性有机物)\end{cases}$$

式中：$S_i$—火炬气中的硫含量，kg/m³；

Qi—火炬气流量，m³/h；

ti—火炬系统 i 的年运行时间，h/a；

α—排放系数，kg/m³；

n—火炬头的个数。

其中，氮氧化物排放系数取 0.054kg/m³，挥发性有机物（总烃）取 0.002kg/m³，二氧化硫排放量采用物料衡算法计算，火炬气中的硫含量见表格中注释内容。本项目非正常工况火炬燃烧污染物排放核算见表 3.3-42。

● 废水污染物排放

本项目非正常工况的废水排放主要为设备检维修废水（W6）。

类比现有工程，本项目非正常工况废水污染物排放核算结果见表 3.3-43。

● 固体废物

本项目生产过程中需不定期对设备进行检维修，产生的固体废物主要为废矿物油与含矿物油废物，均为危险废物，收集暂存后外委有资质单位合规处置。本项目非正常工况固体废物产生情况核算结果见表 3.3-44。

表 3.3-42 非正常工况可燃气体排放情况一览表

| 序号 | 排放单元 | 排放工况 | 火炬气 | | 排放时间 | 频次 | 火炬气排放量 | 火炬气硫（总硫）含量 | 污染物排放量 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 组成 | 流量 | | | | | 挥发性有机物 | 二氧化硫 | 氮氧化物 |
| | | | | $m^3/h$ | h/次 | 次/a | $m^3/a$ | $mg/m^3$ | t/a | t/a | t/a |
| 1 | 天然气预处理单元 | 停产检修/设备维修 | 天然气 | 20000 | 2 | 1 | 40000 | 1.45 | 0.08 | 0.000116 | 2.16 |
| | | 设备运转异常 | 天然气 | 10000 | 0.1 | 1 | 1000 | 1.45 | 0.002 | 0.000003 | 0.054 |
| 2 | 天然气脱水单元 | 停产检修/设备维修 | 天然气 | 5000 | 1.1 | 1 | 5500 | 1.45 | 0.011 | 0.000016 | 0.297 |
| | | 设备运转异常 | 天然气 | 2000 | 0.1 | 1 | 200 | 1.45 | 0.0004 | 0.000001 | 0.0108 |
| 3 | 天然气制冷单元 | 停产检修/设备维修 | 天然气 | 4000 | 2 | 2 | 16000 | 1.45 | 0.032 | 0.000046 | 0.864 |
| | | 设备运转异常 | 天然气 | 1000 | 2 | 2 | 4000 | 1.45 | 0.008 | 0.000012 | 0.216 |
| 4 | 天然气分馏单元 | 停产检修/设备维修 | 丙烷/丁烷/轻烃 | 1000 | 1 | 6 | 6000 | 1.45 | 0.012 | 0.000017 | 0.324 |
| | | 启停车 | 丙烷/丁烷/轻烃 | 1000 | 1 | 6 | 6000 | 1.45 | 0.012 | 0.000017 | 0.324 |
| | | 设备运转异常 | 丙烷/丁烷/轻烃 | 1000 | 0.2 | 5 | 1000 | 1.45 | 0.002 | 0.000003 | 0.054 |
| 5 | 外输计量系统 | 停产检修/设备维修 | 外输天然气 | 1000 | 1 | 20 | 20000 | 1.45 | 0.04 | 0.000058 | 1.08 |
| | | 启停车 | 外输天然气 | 10000 | 0.5 | 10 | 5000 | 1.45 | 0.01 | 0.000015 | 0.27 |
| | | 设备运转异常 | 外输天然气 | 10000 | 0.1 | 2 | 2000 | 1.45 | 0.004 | 0.000006 | 0.108 |
| 6 | 丙烷储存系统 | 压力容器检验 | 丙烷 | 3375 | 10 | 1 | 33750 | 0 | 0.0675 | 0 | 1.8225 |
| 合计 | | | | | | | | | 0.2809 | 0.0003094 | 7.5843 |

表 3.3-43 非正常工况废水污染源源强核算结果

| 序号 | 装置名称 | 污染源 | 污染物 | 污染物产生 | | | | 预处理措施 | | 污染物排放 | | | | 排放时间 | 排放去向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 核算方法 | 废水产生量 | 污染物浓度 | 污染物产生量 | 工艺 | 效率 | 核算方法 | 废水排放量 | 污染物浓度 | 污染物排放量 | | |
| | | | | | | mg/L | kg/次 | | % | | | mg/L | kg/a | h/a | |
| W6 | 检维修污水 | 设备、管线 | pH | 类比法 | 10.5m³/次 | 6~9（无量纲） | | 收集、密闭输送 | - | 类比法 | 10.5m³/次 | 6~9（无量纲） | | 1次/3a | 现有污水处理装置 |
| | | | COD | | | 500 | 5.25 | | | | | 500 | 1.75 | | |
| | | | 氨氮 | | | 20 | 0.21 | | - | | | 20 | 0.07 | | |
| | | | 总氮 | | | 45 | 0.47 | | - | | | 45 | 0.16 | | |
| | | | 石油类 | | | 200 | 2.10 | | - | | | 200 | 0.70 | | |
| | | | 悬浮物 | | | 100 | 1.05 | | - | | | 100 | 0.35 | | |

表 3.3-44 非正常工况固体废物污染源源强核算结果

| 序号 | 装置名称 | 固体废物名称 | 固体废物属性 | 废物类别 | 固体废物代码 | 排放规律 | 产生情况 | | | | | | 处置措施 | | 最终去向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 核算方法 | 产生量 | 形态 | 主要成分 | 有害成分 | 危险特性 | 工艺 | 处置量 | |
| | | | | | | | | t/a | | | | | | t/a | |
| S12 | 设备检维修、清管 | 含油检修废物 | 危险废物 | HW08 | 900-041-49 | 间断 | 类比法 | 500 | 固态 | 废矿物油与含矿物油废物 | 废矿物油 | T，I | 收集、暂存 | 500 | 外委有资质单位合规处置 |
| S13 | 设备 | 废润滑油 | 危险废物 | HW08 | 900-217-08<br>900-219-08 | 间断 | 类比法 | 5 | 液态 | 废矿物油 | 废矿物油 | T，I | 收集、暂存 | 5 | |
| S14 | 设备、管线 | 废油漆桶 | 危险废物 | HW08 | 900-041-49 | 间断 | 类比法 | 10 | 固态 | 沾染油漆涂料的废弃包装 | 油漆 | T/In | 收集、暂存 | 10 | |

f. 交通运输源

● 运输方式及新增交通量

本项目物料的运输方式主要包括管道、汽车。本项目原料气通过海底输气管线输送到宁波终端。主要产品为丙烷、丁烷和稳定轻烃，以及增压后外输出厂的天然气。其中，天然气通过管道输送至下游用户，丙烷、丁烷和稳定轻烃通过公路交通方式运输。

本项目建成后，根据运输物料量的多少，主要使用重型货车来运输物料，全年运入运出物料合计新增交通流量为 5144 辆/a。本项目建成后新增交通量具体的分析详见表 3.3-45。

表 3.3-45 项目新增交通量分析一览表

| 序号 | 物料名称 | 形态 | 运输量/（t/a） | 运输方式 | 每次运输量/（t/辆） | 增加交通量（辆/a） | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.运入 | | | | | | | |
| 1.1 | 原料天然气 | 气态 | $22.225\times10^8$ $Nm^3/a$ | 管道 | - | - | - |
| 2.运出 | | | | | | | |
| 2.1 | 外输天然气产品 | 气态 | $21.595\times10^8$ $Nm^3/a$ | 管道 | - | - | - |
| 2.2 | 丙烷 | 液态 | 53263 | 汽车 | 25 | 2131 | 重型货车 |
| 2.3 | 丁烷 | 液态 | 49735 | 汽车 | 25 | 1990 | 重型货车 |
| 2.4 | 稳定轻烃 | 液态 | 30667 | 汽车 | 30 | 1023 | 重型货车 |
| 3.新增交通运输量 | | | | | | | |
| 3.1 | 重型货车 | | | | | 5144 | - |

● 交通移动源运输源排放污染物及其排放量

根据原环境保护部 2015 年发布的《道路机动车大气污染物排放清单编制技术指南》（试行）识别本项目交通移动运输源排放污染物及其排放量。本项目建成后，新增交通移动源废气主要为运输物料及产品的机动车排放的尾气。机动车尾气所含成分比较复杂，但排放的主要污染物为 NOx、CO、$PM_{2.5}$、$PM_{10}$和碳氢化合物（HC）等。

根据《道路机动车大气污染物排放清单编制技术指南》（试行）中的表 6 识别出本项目重型柴油车综合基准排放系数，其参数具体见表 3.3-46。

表 3.3-46 柴油车各车型综合基准排放系数一览表

| 序号 | 机动车类型 | | 污染物排放情况（g/km） | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | CO | HC | $NO_x$ | $PM_{2.5}$ | $PM_{10}$ |
| 1 | 重型货车 | 国五 | 2.20 | 0.129 | 4.721 | 0.027 | 0.030 |

根据《道路机动车大气污染物排放清单编制技术指南》（试行）中的表 21 识别出本项目重型柴油车载重系数修正因子，其参数具体见表 3.3-47。

表 3.3-47 柴油车载重系数修正因子一览表

| 序号 | 载重系数 | 污染物排放情况（g/km） | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | CO | HC | NOx | $PM_{2.5}$ | $PM_{10}$ |
| 1 | 0 | 0.87 | 1.00 | 0.83 | 0.90 | 0.90 |
| 2 | 100% | 1.33 | 1.00 | 1.43 | 1.26 | 1.26 |

根据本项目重型柴油车综合基准排放系数及柴油车载重系数修正因子，可知本项目重型柴油车空载、满载车况污染物排放系数，具体见表 3.3-48。

表 3.3-48 各类型柴油车空载、满载污染物排放系数一览表

| 序号 | 机动车类型 | | 污染物排放情况（g/km） | | | | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | CO | HC | NOx | $PM_{2.5}$ | $PM_{10}$ | |
| 1 | 重型货车 | 空载 | 1.914 | 0.129 | 3.91843 | 0.0243 | 0.027 | 载重系数 0 |
| | | 满载 | 2.926 | 0.129 | 6.75103 | 0.03402 | 0.0378 | 载重系数 100% |

本项目新增重型柴油货车 5144 辆/年。车辆运输距离单程按本项目大气环境影响范围约 6km 计，本项目新增重型柴油货车运输距离累计约 61728km（其中空载 30844km、满载 30864km）。

根据《道路机动车大气污染物排放清单编制技术指南》（试行）中，道路机动车尾气排放量的计算公式进行尾气排放量的核算，其具体公式如下：

$$E_1 = \sum_i P_i \times EF_i \times VKT_i \times 10^{-6}$$

式中：$E_1$——为第 i 机动车排放源 i 对应的 CO、HC、$NO_X$、$PM_{2.5}$ 和 $PM_{10}$ 的年排放量，t/a；

EFi ——为 i 类型机动车行驶单位距离尾气所排放的污染物的量，g/kg；

P ——为所在地区新增的 i 类型机动车的数量，辆/年；

VKTi——为 i 类型机动车的年均行驶里程，km/辆。

本项目新增交通移动源污染物排放量具体核算结果见表 3.3-49。

表 3.3-49 本项目新增交通移动源污染物排放量一览表

| 序号 | 机动车类型 | | 污染物排放情况（t/a） | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | CO | HC | NOx | $PM_{2.5}$ | $PM_{10}$ |
| 1 | 重型货车 | 空载 | 0.0590 | 0.0040 | 0.1209 | 0.0007 | 0.0008 |
| | | 满载 | 0.0902 | 0.0040 | 0.2082 | 0.0010 | 0.0012 |
| 2 | 合计 | | 0.1492 | 0.0080 | 0.3291 | 0.0017 | 0.0020 |

3.3.3.3 物料平衡

a. 装置物料平衡

本项目以回收轻烃为目的，$C_3^+$回收率≥99%，经模拟计算，新建天然气处理装置物料平衡见表 3.3-50。

表 3.3-50 本项目新建天然气处理装置物料平衡表

| 入方（t/d） | | | 出方（t/d） | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 序号 | 物料名称 | 数量 | 序号 | 物料名称 | 数量 |
| 1 | 原料气 | 5330.56 | 1 | 外输天然气 | 4673.36 |
| 2 | - | - | 2 | 丙烷 | 152.18 |
| 3 | - | - | 3 | 丁烷 | 142.10 |
| 4 | - | - | 4 | 稳定轻烃 | 87.62 |
| 5 | | | 5 | 去凝析油系统凝液 | 263.73 |
| 6 | | | 6 | 废水带走 | 11.57 |
| 合计 | | 5330.56 | 合计 | | 5330.56 |

b. 水平衡

本项目陆上工程进入现有污水处理系统废水量为21.15t/d，直接进入外排监控池废水量为20.52t/d；本项目经外排监控池监控合格排至春晓净化水厂的废水量为41.67t/d。本项目水平衡见表 3.3-51。本项目投产后水平衡图见图 3.3-16。

表 3.3-51 本项目水平衡表

| 装置或设施名称 | 进水（t/d） | | | | 出水（t/d） | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 新鲜水 | 循环水进水 | 物料带入 | 雨水 | 循环水出水 | 生产废水 | 污染雨水 | 损失 |
| 天然气处理装置 | - | 19680 | 11.57 | - | 19680 | 11.57 | | - |
| 循环冷却水单元 | 393.6 | 19680 | - | - | 19680 | 22.52 | - | 371.08 |
| 污染区域 | - | - | - | 7.57 | - | - | 7.57 | - |
| 检维修 | 0.01 | | | | | 0.01 | | |
| 本项目陆上工程进入现有污水处理系统废水量 | | | | | | 21.15 | | |
| 本项目陆上工程直接进入外排监控池废水量 | | | | | | 20.52 | | |

图 3.3-16 本项目投产后水平衡图

3.3.3.4 挥发性有机物排放量核算

a. 挥发性有机物（VOCs）污染源归类解析

本项目参考《石化行业 VOCs 污染源排查工作指南》（环办〔2015〕104 号）的要求，挥发性有机物（VOCs）污染源排查范围主要包括 12 类，分别为设备动静密封点泄漏，有机液体储存与调和挥发损失，有机液体装卸挥发损失，废水集输、储存与处理处置过程逸散，工艺有组织排放，冷却塔、循环冷却系统释放，非正常工况排放，工艺无组织排放，火炬排放，燃烧烟气排放，采样过程排放和事故排放。

本项目挥发性有机物（VOCs）污染源解析具体见表 3.3-52。

表 3.3-52 本项目挥发性有机物（VOCs）污染源归类解析结果一览表

| 序号 | 源项解析 | 排放形式 | 工况 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 设备动静密封点泄漏 | 无组织 | 正常 | 新建天然气处理装置、新建丙烷球罐区、启用燃驱压缩机或新建电驱压缩机 |
| 2 | 有机液体储存与调和挥发损失 | - | - | 本项目物料储存采用压力罐，并设置气相返回线，正常情况不产生储罐废气 |
| 3 | 有机液体装卸挥发损失 | - | - | 本项目采用压力装车，并设置气相返回线，正常情况不产生装卸废气 |
| 4 | 废水集输、储存、处理处置过程逸散 | 无组织 | 正常 | 新增生产废水 |
| 5 | 循环水冷却系统释放 | 无组织 | 正常 | 新建循环水装置 |
| 6 | 燃烧烟气排放 | 有组织 | 正常 | 导热油余热锅炉 C 烟气 |
| 7 | 火炬排放 | 有组织 | 非正常 | 新增火炬气 |

b. 无组织排放源VOCs排放核算

● 设备动静密封点泄漏

本项目设备的泵、阀门、法兰和连接件等设备动静密封点流经挥发性有机液体、气体时，会存在一定量的挥发性有机物（VOCs）的泄漏排放，主要成分为甲烷，另外还有极少量的非甲烷总烃。泄漏的非甲烷总烃参照《排污许可申请与核发技术规范 石化工业》（HJ853-2017》中下列公式进行计算：

$$E_{设备} = 0.003 \times \sum_{i=1}^{n} \left( e_{TOC,i} \times \frac{WF_{VOCs,i}}{WF_{TOC,i}} \times t_i \right)$$

式中：$E_{设备}$—设备与管线组件密封点泄漏排放量，kg/a；

$t_i$—密封点$i$的年运行时间，h/a；

$e_{TOC,i}$—密封点$i$的总有机碳（TOC）排放速率，kg/h；

$WF_{VOCs,i}$—流经密封点$i$的物料中非甲烷总烃平均质量分数；

$WF_{TOC,i}$—流经密封点$i$的物料中总有机碳（TOC）平均质量分数。

本项目设备与管线组件排放速率取值参数见表 3.3-53。

表 3.3-53 设备与管线组件（eTOC，i）取值参数表

| 序号 | 类型 | 密封点类型 | 排放速率 eTOC,i/（kg/h/排放源） |
|---|---|---|---|
| 1 | 石油炼制工业 | 连接件 | 0.028 |
| 2 | | 开口阀或开口管线 | 0.03 |
| 3 | | 阀门 | 0.064 |
| 4 | | 压缩机、搅拌器、泄压设备 | 0.073 |
| 5 | | 泵 | 0.074 |
| 6 | | 法兰 | 0.085 |
| 7 | | 其他 | 0.073 |

类比现有工程，本项目动静密封点挥发性有机物（VOCs）泄漏量为2.3940t/a，其核算过程详见表 3.3-54。

表 3.3-54 本项目设备动静密封点泄漏量

| 序号 | 污染源 | 动静密封点类型 | 数量/个 | 排放系数/（kg/h/排放源） | $\frac{WF_{VOCs,i}}{WF_{TOC,i}}$ | 系数 | 排放速率/（kg/h） | 年排放时间/h | 年排放量/（t/a） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 天然气处理装置 | 连接件 | 3347 | 0.028 | 0.1519 | 0.003 | 0.042706 | 8400 | 0.3587 |
| | | 开口阀或开口管线 | 191 | 0.03 | 0.1519 | 0.003 | 0.002611 | 8400 | 0.0219 |
| | | 阀门 | 2142 | 0.064 | 0.1519 | 0.003 | 0.062471 | 8400 | 0.5248 |
| | | 压缩机、搅拌器、泄压设备 | 48 | 0.073 | 0.1519 | 0.003 | 0.001597 | 8400 | 0.0134 |
| | | 泵 | 8 | 0.074 | 0.1519 | 0.003 | 0.000270 | 8400 | 0.0023 |
| | | 法兰 | 3402 | 0.085 | 0.1519 | 0.003 | 0.131775 | 8400 | 1.1069 |
| | | 小计 | | | | | 0.241430 | / | 2.0280 |
| 2 | 丙烷球罐区 | 连接件 | 50 | 0.028 | 1 | 0.003 | 0.004200 | 8400 | 0.0353 |
| | | 开口阀或开口管线 | 2 | 0.03 | 1 | 0.003 | 0.000180 | 8400 | 0.0015 |
| | | 阀门 | 15 | 0.064 | 1 | 0.003 | 0.002880 | 8400 | 0.0242 |
| | | 压缩机、搅拌器、泄压设备 | 1 | 0.073 | 1 | 0.003 | 0.000219 | 8400 | 0.0018 |
| | | 泵 | 0 | 0.074 | 1 | 0.003 | 0 | 8400 | 0 |
| | | 法兰 | 40 | 0.085 | 1 | 0.003 | 0.010200 | 8400 | 0.0857 |
| | | 小计 | | | | | 0.017679 | / | 0.1485 |
| 4 | 外输单元 | 连接件 | 2000 | 0.028 | 0.0739 | 0.003 | 0.012415 | 8400 | 0.1043 |
| | | 开口阀或开口管线 | 10 | 0.03 | 0.0739 | 0.003 | 0.000067 | 8400 | 0.0006 |
| | | 阀门 | 270 | 0.064 | 0.0739 | 0.003 | 0.003831 | 8400 | 0.0322 |
| | | 压缩机、搅拌器、泄压设备 | 10 | 0.073 | 0.0739 | 0.003 | 0.000162 | 8400 | 0.0014 |
| | | 泵 | 0 | 0.074 | 0.0739 | 0.003 | 0.000000 | 8400 | 0.0000 |
| | | 法兰 | 500 | 0.085 | 0.0739 | 0.003 | 0.009422 | 8400 | 0.0791 |
| | | 小计 | | | | | 0.025897 | / | 0.2175 |
| 5 | 总计 | | | | | | | | 2.3940 |

● 废水集输、储存、处理处置过程逸散

本项目产生的生产废水经闭排系统收集后依托现有生产废水处理系统进行处理，废水处理过程中 VOCs 的排放采用系数法核算，排放系数参考《污染源源强核算技术指南 石油炼制工业》（HJ982-2018）废水处理过程挥发性有机物产生系数中油/水分离器（水中油的质量浓度＜880mg/L）对应的产生系数。本项目新增进入生产废水处理系统处理的废水量 21.15m³/d；现有工程进入生产废水处理系统处理的废水量 19.46m³/d；现有生活污水进入生产废水处理系统处理的废水量 25.03m³/d。进入生产废水处理系统废水量共 65.64m³/d，折合连续 2.735m³/h，其挥发性有机物无组织排放量为 0.5169t/a，具体见表 3.3-55。

表 3.3-55 废水处理过程无组织挥发性有机物排放量

| 序号 | 污染源 | 排放系数 /（kg/m³） | 排水量 /（m³/h） | 产生量 /（kg/h） | 年排放时间 /（h/a） | 排放量 /（t/a） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 生产废水处理系统 | 0.0225 | 2.735 | 0.0615 | 8400 | 0.5169 |

● 循环水冷却系统释放

本项目新建 1 座 1000m³/h 循环冷却系统，循环水冷却系统采用开式循环水场，当在换热器发生少量或微量泄漏时，含 VOCs 的产品通过换热器裂缝从高压侧泄漏并污染冷却水。由于凉水塔的汽提作用和风吹逸散，VOCs 从冷却水中排入大气。

本项目生产装置内主要挥发性有机物为天然气及轻烃组分，由于天然气中主要组分为甲烷，挥发性有机物组分的含量较小，因此，此处系数法计算循环水冷却系统释放的排放量时，参考美国 AP42 中表 5.1.2 中循环冷却水有监控措施的排放系数，单位体积循环水 VOCs 排放系数为 0.00008kg/m³。本项目正常运行，循环水用量为 820m³/h，故循环水场挥发性有机物（VOCs）排放量约为 0.5510t/a，详见表 3.3-56。

表 3.3-56 冷却塔、循环冷却系统VOCs估算情况一览表

| 序号 | 污染源 | 排放系数 /（kg/m³） | 循环水流量 /（m³/h） | 产生量 /（kg/h） | 年排放时间 /（h/a） | 排放量 /（t/a） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 循环冷却水系统 | 0.00008 | 820 | 0.0656 | 8400 | 0.5510 |

c. 有组织排放源VOCs排放核算

● 燃烧烟气排放

燃烧烟气主要有启用二期备用的 1 台 13.4MW 燃驱外输压缩机 C 与配套的

8.5MW 余热锅炉 C8400h/a，启用 8500kW 燃气热媒炉 A6000h/a，同时 7MW 燃驱外输压缩机与配套的 5MW 余热锅炉 D 改为备用 6000h/a。余热锅炉 C 燃烧烟气 VOCs 排放速率为 0.7000kg/h、年运行时间 8400h，年排放量 5.8799t/a；燃气热媒炉 A 燃烧烟气 VOCs 排放速率为 0.1632kg/h、年运行时间 6000h，年排放量 0.9792t/a；余热锅炉 D 年运行时间减少 6000h，年排放量减少 0.3066t/a。整体上，本项目新增燃烧烟气 VOCs 排放量 6.5525t/a，详见章节 3.3.3.2-c。

● 火炬排放

本项目新建天然气处理装置、丙烷储罐、外输计量系统等非正常工况，包括生产装置或设施启动、停车或设备检修状况，以及管道、设备中天然气超压的情况下释放的天然气等可燃气体，并依托现有工程高低压火炬系统放空，通过燃烧处理后排放，本项目火炬挥发性有机物排放量为 0.2809t/a，详见章节 3.3.3.2-e。

d. 挥发性有机物估算汇总

通过本项目 VOCs 污染源归类解析及 VOCs 污染源估算，本项目 VOCs 排放量为 10.2953t/a，详见表 3.3-57。

表 3.3-57 本项目VOCs排放量汇总表

| 序号 | 源项 | 排放形式 | 排放工况 | 排放量/（t/a） |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 设备动静密封点泄漏 | 无组织 | 正常 | 2.3940 |
| 2 | 废水集输、储存、处理处置过程逸散 | 无组织 | 正常 | 0.5169 |
| 3 | 循环水冷却系统释放 | 无组织 | 正常 | 0.5510 |
| 4 | 燃烧烟气排放 | 有组织 | 正常 | 6.5525 |
| 5 | 火炬排放 | 有组织 | 非正常 | 0.2809 |
| 总计 | | | | 10.2953（正常 10.0144；非正常：0.2809） |

3.3.3.5 污染源汇总及污染物排放总量核算

a. 废气污染源

● 有组织废气

（1） 正常工况

工况一：在新建 10.3MW 电驱压缩机运行工况下（6000h/a），启用二期备用的 1 台 13.4MW 燃驱外输压缩机 C 与配套的 8.5MW 余热锅炉 C，启用二期备用的 8500kW 燃气热媒炉 A，同时 7MW 燃驱外输压缩机与配套的 5MW 余热锅炉 D 改为备用。余热锅炉 C 烟气排放口（DA007）、热媒炉 A 烟气排放口

（DA003）由备用调整为投用；余热锅炉 D 烟气排放口（DA008）由投用调整为备用。

工况二：在新建 10.3MW 电驱压缩机停用工况下（2400h/a），启用二期备用的 1 台 13.4MW 燃驱外输压缩机 C 与配套的 8.5MW 余热锅炉 C，同时保持 7MW 燃驱外输压缩机与配套的 5MW 余热锅炉 D 运行。余热锅炉 C 烟气排放口（DA007）、由备用调整为投用；余热锅炉 D 烟气排放口（DA008）维持投用。

本项目投用后，工况一、工况二共计新增废气排放量 $4.76\times10^8Nm^3/a$，新增二氧化硫排放量 0.0824t/a、氮氧化物排放量 23.7780t/a、颗粒物排放量 2.3776t/a、挥发性有机物排放量 6.5525t/a。本项目有组织废气污染源见表 3.3-58。

（2） 非正常工况

本项目非正常工况下的放空气依托现有火炬系统处理，不新增排放口。现有火炬系统新增二氧化硫排放量 0.0003094t/a、氮氧化物排放量 7.5843t/a、挥发性有机物排放量 0.2809t/a。本项目非正常工况废气污染源见表 3.3-58。

● 无组织废气

本项目无组织废气主要为设备动静密封点泄漏，废水集输、储存、处理处置过程逸散，循环水冷却系统排放的挥发性有机物，新增挥发性有机物无组织排放量 3.4619t/a。本项目无组织废气污染源见表 3.3-59。

b. 废水污染源

本项目新增废水41.67t/d，其中21.15t/d废水送至现有生产废水处理装置处理后进入外排监控池；20.52t/d循环水排污水直接送至外排监控池；经外排监控池监控达到接管标准后送至春晓净化水厂进一步处理。本项目废水污染源汇总表见表 3.3-60。

c. 噪声污染源

本项目噪声污染源汇总表见表 3.3-61。

d. 固体废物

本项目固体废物汇总表见表 3.3-62，新增一般固体废物 190t/a，危险废物 575t/a。

本项目废气、废水、固体废物排放总量汇总结果见 3.3-63。

表 3.3-58 本项目废气污染源汇总（有组织）

| 序号 | 装置名称 | 污染源 | 污染物 | 污染物排放 | | | | | 排放时间 | 排气筒参数 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 核算方法 | 废气排放量 | 污染物浓度 | 污染物速率 | 污染物排放量 | | 高度 | 温度 | 内径 |
| | | | | | $Nm^3/h$ | $mg/Nm^3$ | kg/h | t/a | h/a | m | ℃ | m |
| 正常工况一 | | | | | | | | | | | | |
| DA007（备用改投用） | 热媒单元 | 余热锅炉C烟气排放口 | 二氧化硫 | 物料衡算 | 102292 | 0.1183 | 0.0121 | 0.0726 | 6000 | 15 | 250 | 2.6 |
| | | | 氮氧化物 | 类比法 | | 50 | 5.114 | 30.6840 | | | | |
| | | | 颗粒物 | 类比法 | | 5 | 0.5114 | 3.0684 | | | | |
| | | | 挥发性有机物 | 产污系数法 | | 6.8430 | 0.7000 | 4.1999 | | | | |
| DA003（备用改投用） | 热媒单元 | 热媒炉A烟气排放口 | 二氧化硫 | 物料衡算 | 10467 | 0.2675 | 0.0028 | 0.0168 | 6000 | 8.5 | 160 | 1.536 |
| | | | 氮氧化物 | 类比法 | | 50 | 0.5234 | 3.1404 | | | | |
| | | | 颗粒物 | 类比法 | | 5 | 0.0523 | 0.3138 | | | | |
| | | | 挥发性有机物 | 产污系数法 | | 15.5914 | 0.1632 | 0.9792 | | | | |
| DA008（投用改备用） | 热媒单元 | 余热锅炉D烟气排放口 | 二氧化硫 | | 74400 | | | -0.0360 | -6000 | 15 | 350 | 2.68 |
| | | | 氮氧化物 | | | | | -22.3200 | | | | |
| | | | 颗粒物 | | | | | -2.2320 | | | | |
| | | | 挥发性有机物 | | | | | -0.3066 | | | | |
| 正常工况二 | | | | | | | | | | | | |
| DA007（备用改投用） | 热媒单元 | 余热锅炉C烟气排放口 | 二氧化硫 | 物料衡算 | 102292 | 0.1183 | 0.0121 | 0.02904 | 2400 | 15 | 250 | 2.6 |
| | | | 氮氧化物 | 类比法 | | 50 | 5.114 | 12.2736 | | | | |
| | | | 颗粒物 | 类比法 | | 5 | 0.5114 | 1.22736 | | | | |
| | | | 挥发性有机物 | 产污系数法 | | 6.8430 | 0.7000 | 1.6800 | | | | |
| 非正常工况 | | | | | | | | | | | | |
| DA006 | 火炬 | | 二氧化硫 | 物料衡算 | | | | 0.0003094 | - | 85 | 800 | 1.5 |
| | | | 氮氧化物 | 产污系数法 | | | | 7.5843 | | | | |
| | | | 挥发性有机物 | 产污系数法 | | | | 0.2809 | | | | |
| 正常工况合计 | | | 二氧化硫 | | | | | 0.0824 | | | | |
| | | | 氮氧化物 | | | | | 23.7780 | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 颗粒物 | | | | | 2.3776 | | | | |
| | 挥发性有机物 | | | | | 6.5525 | | | | |
| 非正常工况合计 | 二氧化硫 | | | | | 0.0003094 | | | | |
| | 氮氧化物 | | | | | 7.5843 | | | | |
| | 挥发性有机物 | | | | | 0.2809 | | | | |
| 本项目合计 | 二氧化硫 | | | | | 0.0827 | | | | |
| | 氮氧化物 | | | | | 31.3623 | | | | |
| | 颗粒物 | | | | | 2.3776 | | | | |
| | 挥发性有机物 | | | | | 6.8334 | | | | |

表 3.3-59 本项目废气污染源汇总（无组织）

| 序号 | 装置名称 | 污染源 | 污染物 | 污染物排放 | | 排放时间 | 排放参数 | | | | 排放去向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 核算方法 | 污染物排放量 | | 长 | 宽 | 高 | 面积 | |
| | | | | | t/a | h/a | m | m | m | $m^2$ | |
| G1 | 天然气处理装置 | 设备与管线组件密封点泄漏 | 挥发性有机物 | 排污系数法 | 2.0280 | 8400 | 152.7 | 22 | 5 | 3359.4 | 大气环境 |
| G2 | 外输单元 | 设备与管线组件密封点泄漏 | 挥发性有机物 | 排污系数法 | 0.2175 | 8400 | 32.5 | 20 | 5 | 650 | 大气环境 |
| G3 | 丙烷球罐 | 设备与管线组件密封点泄漏 | 挥发性有机物 | 排污系数法 | 0.1485 | 8400 | 45 | 50 | 5 | 2250 | 大气环境 |
| G4 | 循环水单元 | 循环冷却水逸散 | 挥发性有机物 | 排污系数法 | 0.5510 | 8400 | 21.3 | 13 | 8 | 276.9 | 大气环境 |
| G5 | 污水处理系统 | 废水集输、储存、处置 | 挥发性有机物 | 排污系数法 | 0.5169 | 8400 | 37.15 | 32 | 5 | 1188.8 | 大气环境 |
| 小计 | | | 挥发性有机物 | | 3.4619 | | | | | | |

表 3.3-60 本项目废水污染源汇总表

| 序号 | 装置名称 | 污染源 | 污染物 | 污染物排放 | | | | 排放时间 | 排放去向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 核算方法 | 废水排放量 | 污染物浓度 | 污染物排放量 | | |
| | | | | | $m^3/h$ | mg/L | kg/h | h/a | |
| W1 | 天然气处理装置 | 再生气分水罐 | pH | 类比法 | 0.40 | 6~9（无量纲） | | 8400 | 现有污水处理装置 |
| | | | COD | | | 500 | 0.20 | | |
| | | | 氨氮 | | | 20 | 0.008 | | |
| | | | 总氮 | | | 45 | 0.018 | | |
| | | | 石油类 | | | 200 | 0.08 | | |
| | | | 悬浮物 | | | 100 | 0.04 | | |
| W2 | | 低温分离器 | pH | 类比法 | 0.082 | 6~9（无量纲） | | 8400 | 现有污水处理装置 |
| | | | COD | | | 500 | 0.0410 | | |
| | | | 氨氮 | | | 20 | 0.0016 | | |
| | | | 总氮 | | | 45 | 0.0037 | | |
| | | | 石油类 | | | 200 | 0.0164 | | |
| | | | 悬浮物 | | | 100 | 0.0082 | | |
| W3 | 循环水单元 | 循环冷却水池排污水 | pH | 类比法 | 0.855 | 6~9（无量纲） | | 8400 | 外排监控池 |
| | | | COD | | | 100 | 0.0855 | | |
| | | | 悬浮物 | | | 100 | 0.0855 | | |
| | | | 总磷 | | | 10 | 0.0086 | | |
| W4 | 循环水单元 | 石英砂过滤器反冲洗水 | pH | 类比法 | $2m^3/d$ | 6~9（无量纲） | | 8400 | 现有污水处理装置 |
| | | | COD | | | 100 | 0.20kg/d | | |
| | | | 悬浮物 | | | 500 | 1.00kg/d | | |
| | | | 总磷 | | | 10 | 0.02kg/d | | |
| W5 | 污染雨水 | 污染区域 | pH | 类比法 | $2648m^3/a$ | 6~9（无量纲） | | 下雨时 | 现有污水处理装置 |
| | | | COD | | | 300 | 794.4kg/a | | |
| | | | 氨氮 | | | 20 | 52.96kg/a | | |
| | | | 总氮 | | | 45 | 119.16kg/a | | |
| | | | 石油类 | | | 100 | 264.80kg/a | | |
| | | | 悬浮物 | | | 200 | 529.60kg/a | | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| W6 | 检维修污水 | 设备、管线 | pH | 类比法 | 10.5m³/3a | 6~9（无量纲） | | 1次/3a | 现有污水处理装置 |
| | | | COD | | | 500 | 1.75kg/a | | |
| | | | 氨氮 | | | 20 | 0.07kg/a | | |
| | | | 总氮 | | | 45 | 0.16 kg/a | | |
| | | | 石油类 | | | 200 | 0.70kg/a | | |
| | | | 悬浮物 | | | 100 | 0.35kg/a | | |
| 本项目 | 进入现有污水处理系统废水量 | | | | 21.15m³/d | | | | |
| | 直接进入外排监控池废水量 | | | | 20.52m³/d | | | | |
| | 合计 | | | | 41.67m³/d | | | | |

表 3.3-61 本项目噪声污染源汇总表

| 序号 | 装置名称 | 噪声源 | 声源类型 | 噪声排放值 | | 源强位置 | | | 室内/室外 | 数量（台） | | | 排放时间 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 核算方法 | 噪声值dB(A) | X | Y | Z | | 总数 | 操作 | 备用 | h/a |
| N1 | 天然气处理装置 | 原料气增压机 | 连续 | 类比法 | 85 | 80 | 73 | 2 | 室外 | 3 | 3 | 0 | 8400 |
| N2 | | 再生气冷却器 | 连续 | 类比法 | 75 | 155 | 44 | 6 | 室外 | 1 | 1 | 0 | 8400 |
| N3 | | 膨胀/增压机组 | 连续 | 类比法 | 85 | 82 | 59 | 2 | 室外 | 1 | 1 | 0 | 8400 |
| N4 | | 重吸收塔底增压泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 116 | 35 | 1 | 室外 | 2 | 1 | 1 | 8400 |
| N5 | | 脱乙烷塔顶回流泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 141 | 37 | 1 | 室外 | 2 | 1 | 1 | 8400 |
| N6 | | 脱丙烷塔顶回流泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 160 | 38 | 1 | 室外 | 2 | 1 | 1 | 8400 |
| N7 | | 脱丁烷塔顶回流泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 184 | 33 | 1 | 室外 | 2 | 1 | 1 | 8400 |
| N8 | | 电驱外输增压机 | 连续 | 类比法 | 85 | 358 | 156 | 2 | 室内 | 1 | 1 | 0 | 6000 |
| N9 | | 13.4MW燃驱外输压缩机C | 连续 | 类比法 | 85 | 377 | 153 | 2 | 室外 | 1 | 1 | 0 | 8400 |
| N10 | 循环水单元 | 循环水泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 231 | 335 | 1 | 室外 | 3 | 2 | 1 | 8400 |

| 序号 | 装置名称 | 噪声源 | 声源类型 | 噪声排放值 | | 源强位置 | | | 室内/室外 | 数量（台） | | | 排放时间 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 核算方法 | 噪声值dB(A) | X | Y | Z | | 总数 | 操作 | 备用 | h/a |
| N11 | 热媒单元 | 余热锅炉C循环泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 377 | 153 | 2 | 室外 | 2 | 1 | 1 | 8400 |
| N12 | | 热煤炉A循环泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 312 | 199 | 1 | 室外 | 2 | 1 | 1 | 6000 |
| N13 | | 二次热油循环泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 286 | 185 | 1 | 室外 | 2 | 1 | 1 | 8400 |

表 3.3-62 本项目固体废物污染源汇总表

| 序号 | 装置名称 | 固体废物名称 | 固体废物属性 | 废物类别 | 固体废物代码 | 排放规律 | 处置措施 | | 最终去向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 工艺 | 处置量 t/a | |
| S1 | 天然气处理装置 | 过滤分离器废滤芯 | 危险废物 | HW08 | 900-213-08 | 45t/3a | 收集、暂存 | 15 | 外委有资质单位处置 |
| S2 | | 原料气增压机废润滑油 | 危险废物 | HW08 | 900-217-08 | 7.5t/3a | 收集、暂存 | 2.5 | 外委有资质单位处置 |
| S3 | | 分子筛干燥器废分子筛 | 一般固废 | - | 072-999-99 | 75t/3a | 收集、暂存 | 25 | 外委处置 |
| S4 | | 再生气干燥器废分子筛 | 一般固废 | - | 072-999-99 | 45t/3a | 收集、暂存 | 15 | 外委处置 |
| S5 | | 分子筛出口过滤器废滤芯 | 危险废物 | HW08 | 900-213-08 | 18t/3a | 收集、暂存 | 6 | 外委有资质单位处置 |
| S6 | | 膨胀/增压机组废润滑油 | 危险废物 | HW08 | 900-217-08 | 4.5t/3a | 收集、暂存 | 1.5 | 外委有资质单位处置 |
| S7 | | 电驱外输增压机废润滑油 | 危险废物 | HW08 | 900-217-08 | 3t/3a | 收集、暂存 | 1 | 外委有资质单位处置 |
| S8 | | 13.4MW燃驱外输压缩机C废润滑油 | 危险废物 | HW08 | 900-217-08 | 6t/3a | 收集、暂存 | 2 | 外委有资质单位处置 |
| S9 | 循环水单元 | 石英砂过滤器废石英砂 | 一般废物 | - | 072-999-99 | 15t/3a | 收集、暂存 | 5 | 外委处置 |
| S10 | 热媒单元 | 余热锅炉C废导热油 | 危险废物 | HW08 | 900-249-08 | 100t/5a | 收集、暂存 | 20 | 外委有资质单位处置 |

| 序号 | 装置名称 | 固体废物名称 | 固体废物属性 | 废物类别 | 固体废物代码 | 排放规律 | 处置措施 | | 最终去向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 工艺 | 处置量 t/a | |
| S11 | | 热媒炉A废导热油 | 危险废物 | HW08 | 900-249-08 | 60t/5a | 收集、暂存 | 12 | 外委有资质单位处置 |
| S12 | 设备检维修、清管 | 含油检修废物 | 危险废物 | HW08 | 900-041-49 | 间断 | 收集、暂存 | 500 | 外委有资质单位处置 |
| S13 | 设备 | 废润滑油 | 危险废物 | HW08 | 900-217-08 | 间断 | 收集、暂存 | 5 | 外委有资质单位处置 |
| S14 | 设备、管线 | 废油漆桶 | 危险废物 | HW08 | 900-041-49 | 间断 | 收集、暂存 | 10 | 外委有资质单位处置 |
| 小计 | | | 一般废物 | / | / | / | / | 45 | 外委单位处置 |
| | | | 危险废物 | / | / | / | / | 575 | 外委有资质单位处置 |

3.3-63 本项目废气、废水、固体废物排放总量汇总表

| 类别 | | | 污染物名称 | 产生量/（t/a） | 削减量/（t/a） | 外排量/（t/a） | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 废气 | 有组织废气 | 正常工况 | 二氧化硫 | 0.1184 | 0.0360 | 0.0824 | 余热锅炉C烟气排放口（DA007）由备用改运行8400h/a；热媒炉A烟气排放口（DA003）由备用改运行6000h/a；余热锅炉D烟气排放口（DA008）运行时间减少6000h/a |
| | | | 氮氧化物 | 46.098 | 22.3200 | 23.778 | |
| | | | 颗粒物 | 4.6096 | 2.2320 | 2.3776 | |
| | | | 挥发性有机物 | 6.8591 | 0.3066 | 6.5525 | |
| | | | 烟气量 | $9.2205\times10^8Nm^3/a$ | $4.4640\times10^8Nm^3/a$ | $4.7565\times10^8Nm^3/a$ | |
| | | 非正常工况 | 二氧化硫 | 0.0003094 | 0 | 0.0003094 | 火炬 |
| | | | 氮氧化物 | 7.5843 | 0 | 7.5843 | |
| | | | 挥发性有机物 | 0.2809 | 0 | 0.2809 | |
| | 无组织废气 | | 挥发性有机物 | 3.4619 | 0 | 3.4619 | |
| | 合计 | | 二氧化硫 | 0.1191 | 0.0360 | 0.0827 | |
| | | | 氮氧化物 | 61.3058 | 22.3200 | 31.3623 | |
| | | | 颗粒物 | 4.6096 | 2.2320 | 2.3776 | |
| | | | 挥发性有机物 | 10.8842 | 0.3066 | 10.2953 | |
| | | | 烟气量 | $9.2205\times10^8Nm^3/a$ | $4.4640\times10^8Nm^3/a$ | $4.7565\times10^8Nm^3/a$ | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 废水 | COD | 0.4375 | - | 0.4375 | 经春晓净化水厂处理后外排量 |
| | 石油类 | 0.0146 | - | 0.0146 | |
| | SS | 0.1458 | - | 0.1458 | |
| | 氨氮 | 0.0219 | - | 0.0219 | |
| | 总氮 | 0.1458 | - | 0.1458 | |
| | 废水量 | 14584.50 | - | 14584.50 | |
| 固体废物 | 危险废物 | 575 | - | 575 | 委托有资质单位处置 |
| | 一般工业固废 | 45 | - | 45 | 委托处置 |
| | 合计 | 620 | - | 620 | |

3.3.3.6 “以新带老”措施及污染物削减量

根据识别，目前宁波终端未发现存在环保问题，不产生污染物削减量。

3.3.3.7 改扩建后全厂污染物排放量核算

a. 废气

本项目改扩建后全厂二氧化硫的排放量为 0.3363t/a、氮氧化物的排放量为 148.5255t/a、颗粒物的排放量为 14.0939t/a、挥发性有机物的排放量为 24.1471t/a。

b. 废水

在二期工程施工期间，将一期工程的部分生产区域进行改造，增加了初期雨水收集范围，导致增加初期雨水量 11193m³/a；另外，将现有工程生活污水 8760m³/a 由原来处理后用于厂内绿化，调整为送至现有污水处理系统处理、外排监控池监控达到接管标准后送至春晓净化水厂进一步处理。

根据二期改扩建项目环境影响评价报告，二期改扩建后全厂废水排水量 15151.85m³/a。

宁波终端三期改扩建后全厂废水排放情况见表 3.3-64。

表 3.3-64 三期扩建完成后全厂废水排放总量汇总表

| | 污染物名称 | 废水排放量（m³/d） | 废水排放量（t/a） | 排放标准（mg/L） | 排放量（t） | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 本项目 | COD | 41.67 | 14584.5 | 30 | 0.4375 | 春晓净化水厂处理后外排量 |
| | 氨氮 | | | 1.5 | 0.0219 | |
| | 总氮 | | | 10 | 0.1458 | |
| 现有工程生活污水 | COD | 25.03 | 8760 | 30 | 0.2628 | |
| | 氨氮 | | | 1.5 | 0.0131 | |
| | 总氮 | | | 10 | 0.0873 | |
| 现有工程初期雨水量 | COD | 31.98 | 11193 | 30 | 0.3358 | |
| | 氨氮 | | | 1.5 | 0.0168 | |
| | 总氮 | | | 10 | 0.1119 | |
| 二期环评核算全厂量 | COD | 43.29 | 15151.85 | 30 | 0.4546 | |
| | 氨氮 | | | 1.5 | 0.0227 | |
| | 总氮 | | | 10 | 0.1515 | |
| 合计 | COD | / | 49689.35 | / | 1.4907 | |
| | 氨氮 | | | | 0.0745 | |
| | 总氮 | | | | 0.4965 | |

c. 固体废物

改扩建后全厂的固体废物产生量总量为 744.05t/a。其中，危险废物

620.38t/a，委托有资质单位处置；一般固体废物产生 94.47t/a，委托相关单位处置；生活垃圾 29.20t/a，委托环卫部门统一处理。

本项目改扩建后全厂“三废”排放总量汇总见表 3.3-65。

表 3.3-65 改扩建后全厂“三废”排放总量汇总表

| 类别 | 污染物名称 | 现有工程排放量/产生量（t/a） | 本项目排放量/产生量（t/a） | “以新带老”削减量（t/a） | 扩建后全厂外排量/产生量（t/a） | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 废气 | 二氧化硫 | 0.2536 | 0.0827 | - | 0.3363 | 余热锅炉 C 烟气排放口（DA007）由备用改运行 8400h/a；、热媒炉 A 烟气排放口（DA003）由备用改运行 6000h/a；余热锅炉 D 烟气排放口（DA008）运行时间减少 6000h/a |
| | 氮氧化物 | 117.1632 | 31.3623 | - | 148.5255 | |
| | 颗粒物 | 11.7163 | 2.3776 | - | 14.0939 | |
| | 挥发性有机物 | 13.8518 | 10.2953 | - | 24.1471 | |
| 废水 | COD | 1.0532 | 0.4375 | - | 1.4907 | 现有工程包括现有生活污水、及二期施工对一期工程部分生产区域进行改造而增加的初期雨水量；外排量为经现有生产废水处理装置处理，监控合格后送至春晓净化水厂进一步处理后外排量 |
| | 石油类 | 0.0351 | 0.0146 | - | 0.0497 | |
| | SS | 0.3510 | 0.1458 | - | 0.4968 | |
| | 氨氮 | 0.0526 | 0.0219 | - | 0.0745 | |
| | 总氮 | 0.3507 | 0.1458 | - | 0.4965 | |
| | 废水量 | 35104.85 | 14584.50 | - | 49689.35 | |
| 固体废物 | 危险废物 | 45.38 | 575 | - | 620.38 | 委托有资质单位处置 |
| | 一般工业固废 | 49.47 | 45 | - | 94.47 | 委托处置 |
| | 生活垃圾 | 29.20 | - | - | 29.20 | 委托环卫部门统一处理 |
| | 合计 | 124.05 | 620 | - | 744.05 | |

# 4　工程区域环境概况

## 4.1 海上工程海域环境概况

### 4.1.1　自然环境概况

#### 4.1.1.1 气象与气候条件

本项目海域具有大陆季风气候特征，冬暖夏凉，四季分明，季风明显。春夏盛行偏南风，冬季盛行偏北风，春季多海雾，夏秋多台风。影响该海域的天气系统主要有冷空气（寒潮）、温带气旋和热带气旋。

a.　风况

本项目海域冬季主导风向为偏N向，NNW、N、NNE三个方向比例接近60%，平均风速为8.4 m/s；夏季偏S风处于主导风向，风速相对较小，但多发热带气旋和台风，全年最大风速由台风引起。春、秋两季为过渡转换季节，风向多变，盛行风不明显，此时多有温带气旋产生，可引起大风。夏、秋季海区盛行偏南季风。

该海域1~3月北风占优，1月达到55.4%（NNW、N、NNE），2月达到56.2%（NNW、N、NNE），3月达到45.5%（NNW、N、NNE）。在这三个月中，平均风速在7.9~8.7m/s之间。4、5月间，由干燥的季风向潮湿的季风转变，风向多变。6~8月南风盛行，南风（S、SSW、SW）平均比例接近40%。9~12月，北风向逐渐重新取得优势。9月北风（N、NNE、NE）达到36.9%；10月北风（N、NNE、NE）达到58.3%；11月北风（N、NNE、NE）为54.4%；12月北风（NNW、N、NNE）达到60.5%。

该海域全年主风向为N，所占频率达18.0%；全年最大风速达 41.9 m/s，年平均风速为7.4 m/s，全年风速风向统计见表 4.1-1，风玫瑰见图 4.1-1。

表 4.1-1 项目海域全年平均风速与风向统计

| 方向 | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 频率（%） | 18.0 | 11.6 | 8.5 | 5.1 | 6.1 | 3.6 | 4.0 | 4.2 | |
| 最大风速（m/s） | 30.3 | 27.9 | 41.9 | 32.2 | 31.3 | 28.5 | 29.5 | 29.0 | |
| 平均风速（m/s） | 8.2 | 8.1 | 7.4 | 6.7 | 6.6 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | |
| 方向 | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | 合计 |
| 频率（%） | 7.4 | 5.5 | 4.8 | 3.2 | 3.7 | 2.6 | 4.3 | 7.2 | 100.0 |
| 最大风速（m/s） | 30.7 | 30.1 | 31.0 | 30.0 | 28.1 | 29.8 | 32.7 | 35.3 | 41.9 |
| 平均风速（m/s） | 6.9 | 7.0 | 7.0 | 6.9 | 6.5 | 7.8 | 8.4 | 8.6 | 7.4 |

图 4.1-1 项目海域风玫瑰图

b. 气温和湿度

本项目海域的平均气温为20.7℃。平均气温2月份最低，为11.4℃，8月份最高，为31.1℃。冬夏季均为近岸气温低，远岸高，温差分别为3.2℃和0.4℃，表明冬季温差大，夏季比较接近。

该海域在夏季湿润多雨，湿度大，平均湿度86%，最大空气湿度达95%；冬天受冷空气的影响，温度低，湿度小，平均55%左右，最小空气湿度为30%；春季梅雨季节和秋天的台风季节空气湿润。

c. 降水和雾日、雷暴日

本项目海域的平均年降水量为1348mm，年最大降水量为1845mm。年内各月降水量，主要集中在3~9月，该时段总雨量占全年雨量的75%左右。

本项目海域的年平均雾日为38d，年内各月中以春夏之交时雾日较多。该海域的年雷暴日为23d，全年中90%以上的雷暴集中出现在3~9月份。

d. 热带气旋

热带气旋是影响本项目海域的主要灾害性天气系统。根据近60年的台风资料统计表明，影响本区的热带气旋（气田区域约500km范围内）共有326个，平均每年约5.3个。热带气旋6~9月占总数的近90%，其中8月最多，有112个，占34.4%。热带气旋中最大风速大于24.5 m/s的强热带风暴和台风共计222个，约占热带气旋总数的68.1%，平均每年有3.6个。

4.1.1.2 水文动力环境

a. 波浪

根据本项目海域的波浪浮标观测结果统计，该海域的波浪以风浪为主，冬

季由偏N大风引起强海况；夏季偏S风速较小，风浪相对也较小，但每年有热带气旋影响该海域，最大波浪记录，由热带气旋引起。

该海域的波浪特征为：1月份波浪主浪向为N向，NNW、N、NNE向占56.1%，最大波高7.2m出现在N向。2、3月份主浪向均为北向（NNW、NNE），其出现频率分别为58.0%和46.4%。2月份最大波高6.7m出现在NNW向，3月份最大波高6.1m出现在N向。4月主浪向仍为N向，但是最大波高和出现频率都转小。5、6月波浪逐渐转为S向。7、8月，主浪向均为S向，出现频率分别为16.7%和12.0%。9、10月，主浪向逐渐转为N向。11和12月波浪在N向的出现频率分别为24.3%和29.6%，最大波高分别为6.9m和6.5m。

该海域主浪向为N，频率为18.5%。全年波高波向统计见表 4.1-2。

表 4.1-2 项目海域有效波高与波向统计

| 方向 | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 频率（%） | 18.5 | 11.7 | 8.3 | 4.9 | 6.1 | 3.6 | 3.7 | 3.7 | |
| 最大波高（m） | 11.0 | 9.9 | 12.3 | 11.6 | 11.0 | 9.6 | 11.8 | 9.1 | |
| 平均波高（m） | 2.0 | 1.9 | 1.8 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.5 | |
| 方向 | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | 合计 |
| 频率（%） | 6.7 | 5.1 | 4.1 | 2.8 | 3.2 | 2.3 | 4.3 | 7.4 | 100.0 |
| 最大波高（m） | 7.5 | 8.0 | 7.3 | 7.0 | 6.7 | 10.2 | 10.7 | 10.7 | 12.3 |
| 平均波高（m） | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.5 | 2.1 | 2.1 | 2.1 | 1.7 |

b. 海流和潮汐

1）现场调查概况

中石化海洋石油工程有限公司分别于2023年5月和2023年10月~11月，在本项目海域开展了3个站位的水动力现状调查，根据工程方案和已建设施分布情况将3个测站分别布设于新建增压平台附近、已建HY1-1CEP平台附近和已建TWT-CEP平台附近。上述测站观测要素及站位坐标见表 4.1-，站位布置见图 4.1-2。

表 4.1-3 项目附近海域海流和水位观测站位表

| 测站站号 | 观测要素 | 纬度（N） | 经度（E） |
|---|---|---|---|
| T1站 | 海流、水位 | | |
| T2站 | 海流、水位 | | |
| T3站 | 海流、水位 | | |

图4.1-2 测站位置示意图

2）海流特征分析

针对T1、T2和T3共计3个测站实测获得的海流资料进行质量控制分析后进行一系列数据分析，先将海流分解为东西方向分量（U）和南北方向分量（V），并分别进行低通滤波，得到时间间隔为1小时的海流矢量序列。之后海流资料进行调和分析，得到各主要分潮的潮流调和常数和椭圆要素，推算得出各测站的潮流类型。

根据3个测站的实测海流数据统计及调和分析，3个测站反映的海流特征基本一致，现以T1测站为例描述分析结果如下。

根据统计结果，观测期间表层海流的主流向为ESE（占17%），平均流速为36cm/s；中层海流的主流向为ESE（占17%），平均流速为50cm/s；底层海流的主流向为E（占16.29%），平均流速为25cm/s。统计结果表明该测站海流较为规律，受外海潮波控制，涨落潮流变化周期明显，落潮流在E~ESE方向附近较为集中，而涨潮流在W~NW方向附近较为集中，海流在垂线方向旋转明显（见表4.1-4）。总体上看项目海域的海流符合旋转流的特性，在16方位上均有出现，落潮流稍大于涨潮流。

表4.1-4 涨落潮流特征统计

| | 涨潮平均流速 | 涨潮平均流向 | 涨潮最大流速 | 对应流向 | 落潮平均流速 | 落潮平均流向 | 落潮最大流速 | 对应流向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 表层 | 25 | 251 | 43 | 261 | 26 | 91 | 44 | 111 |
| 中层 | 36 | 270 | 55 | 292 | 41 | 112 | 61 | 129 |
| 底层 | 25 | 270 | 33 | 306 | 24 | 109 | 31 | 109 |

根据实测资料通过调和分析得到的各层的潮流性质参数（表 4.1-5）可知3个测站的表、中、底层潮流类型大部分为规则半日潮流。根据潮流椭圆要素计

算结果，项目海域潮流的旋转流性质较为明显，且半日分潮流的长轴流速明显大于全日分潮流。

表4.1-5 各层潮流性质参数（$W_{O1}+W_{K1}$）/$W_{M2}$

| 测站 | 表层 | 中层 | 底层 |
|---|---|---|---|
| T1 | 0.20 | 0.18 | 0.08 |
| T2 | 0.16 | 0.14 | 0.07 |
| T3 | 0.31 | 0.18 | 0.19 |

3）潮汐特征分析

对3个测站实测获得的潮位资料开展质量控制分析后进行低通滤波，得到1小时间隔的水位数据，再选择主要分潮进行潮汐调和分析。基于潮汐调和分析后得到的调和常数可推算得到潮汐类型指数、相关特征水位等参数。

根据实测验潮数据推算，3个测站反映的潮汐特征基本一致，本项目海域的潮汐类型为正规半日潮。现以T1测站为例描述分析结果如下。

根据T1测站潮位观测资料调和分析，根据潮汐学潮汐类型公式：$E1=(H_{k1}+H_{o1})/H_{M2}$，可以得出$E1=(H_{k1}+H_{o1})/H_{M2}$ =0.49，式中H为K1、O1、M2分潮调和常数的振幅。因此，T1测站潮汐类型属于正规半日潮。依据振幅大小可知主要分潮按重要程度依次排序如下：M2>S2>K1>O1。

该测站主要分潮调和常数见下表4.1-6。

表4.1-6 T1测站主要分潮调和常数

| 分潮 | H（cm） | G（deg） | 分潮 | H（cm） | G（deg） |
|---|---|---|---|---|---|
| M2 | 80.6 | 346.0 | N2 | 15.3 | 333.7 |
| S2 | 32.1 | 16.0 | Q1 | 3.32 | 50.2 |
| O1 | 17.3 | 62.1 | M4 | 1.8 | 214.5 |
| K1 | 23.5 | 84.6 | MS4 | 0.9 | 224.2 |

根据潮汐调和常数推算，相对于海图基准面（位于平均海面以下1.85m），最高天文潮位为3.65m，最低天文潮位为-0.13m。各特征水位相对关系示意图见图4.1-3 3。

图4.1-3 T1测站特征水位示意图（单位：m）

#### 4.1.1.3 地形地貌与冲淤环境

中石化海洋石油工程有限公司分别于 2023 年 5 月和 2023 年 11 月针对本项目新建平台场址和管线路由进行了工程勘察作业，相关地形地貌及冲淤环境概况如下。

a. 水深地形

根据新建增压平台场址调查资料，调查区域内海底比较平缓，水深变化不大。全区水深变化范围为 70.6~71.7m，水深大致由东北往西南方向逐渐变深，平均坡度值为 0.17°。增压平台中心位置实测水深为 71.64m。调查区域内水深分布见图 4.1-4。

根据新建 HY1-1CEP 平台至 TWT-CEP 平台海底管线路由调查资料，调查区域内受海底脊槽区影响，海底地形起伏较大，水深值在 81.5m 至 107.3m 之间变化，沿管线路由方向的海底平均坡度约为 0.22‰。沿预定 HY1-1CEP 平台至 TWT-CEP 平台管线路由方向，KP3.5 至 KP7.0、KP35.7 至 KP32.5 和 KP34.6 至 KP48.1 水深均大于 100m，水深较深，最深处 107.27m 位于 KP40 附近；KP1.7 至 KP3.8 海底坡度较大，约为 10‰；KP6.5 至 KP9.5 海底平均坡度约为 6.45‰；KP10.5 至 KP11.8 海底平均坡度约为 4.1‰；KP13.4 至 KP17.2 位于海底槽区北，KP13.4 至 KP14.8 海底平均坡度约为 3.5‰，南侧 KP15.9 至 KP17.2 海底平均坡度约为 5.4‰；KP18.8 至 KP22.3 海底平均坡度约为 2.82‰，KP32 至 KP35.2 位于海底区，南平均坡度约为 4.2‰，北翼平均坡度约为 3.6‰。根据地形数据，预选路由东侧可看到已建管线留下的管道埋设沟，表现为现状的地形凹陷。调查区域内水深地形分布见图 4.1-5.

图4.1-4 新建增压平台场址水深图

图4.1-5 新建HY1-1CEP平台至TWT-CEP平台管线路由（部分）水深图

b. 地貌

根据新建增压平台场址调查资料，调查区域内海底地貌较平缓，主要地貌特征为已建的东海春晓气田群海底输气管道，其埋设沟痕较清晰，管道距离平台中心位置最近距离约 128.5m；除此之外，调查区域内未发现其他对平台安装就位有潜在影响的灾害地质现象或障碍物存在。调查区域内地貌特征见图 4.1-6。

根据新建 HY1-1CEP 平台至 TWT-CEP 平台海底管线路由调查资料，调查区域内侧扫声纳影像色度均匀，显示项目海域内整体平整。调查区域内发现主要地貌特征为已建管道、管道敷设沟和渔业活动痕迹。已建管道及管道敷设沟是本项目预选路由东侧已敷设完成的 HY1-1CEP 平台至 TWT-CEP 平台管道及其敷设留下的痕迹，在本项目路由中心线的侧扫影像中均可见管道敷设沟，呈现为条带状凹陷，已建管道与预选路由中线距离 35~55m 不等。渔业活动痕迹主要表现为锚痕，呈线状零星分布于项目区。除此之外，调查区域内未发现有其它遗弃物及障碍性物体存在。调查区域内地貌特征见图 4.1-7。

图4.1-6 新建增压平台场址地貌特征图

图4.1-7 新建HY1-1CEP平台至TWT-CEP平台管线路由（部分）地貌特征图

c. 冲淤环境概况

根据对本项目周边已建平台的冲刷调查成果，海底面比较平缓，水深变化较小，未发现明显的冲刷痕迹，说明本项目工程海域冲淤环境基本稳定。

根据本项目水深资料、浅剖资料和地貌资料，工程区内海底地形比较稳定（其中增压平台场址内整体地形平坦，海底坡度变化不大；复线路由区域受海底脊槽影响海底起伏较大），表层沉积基本一致。根据地质取样资料，工程区域表层沉积物主要为松散到中密实的细砂。综合水深调查资料、水动力环境资料和海底土质性质可以初步判断本项目区域海底发生冲淤的可能性很小。

### 4.1.2 环境功能区划及相关规划符合性

#### 4.1.2.1 产业政策符合性分析

西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目为海洋油气资源勘探开发工程，属于国家《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“第一类鼓励类”的“七、石油、天然气，1、常规石油、天然气勘探与开采，2、原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施、网络和液化天然气加注设施建设、技术装备开发与应用”。因此，本项目的建设符合国家《产业结构调整指导目录（2024 年本）》的要求。

#### 4.1.2.2 海洋主体功能区规划符合性分析

a. 《全国海洋主体功能区规划》符合性分析

根据《全国海洋主体功能区规划》，本项目海上工程所在海域属于我国专属经济区中的重点开发区域，包括资源勘探开发区、重点边远岛礁及其周边海

域。该区域的开发原则是，加快推进资源勘探与评估，加强深海开采技术研发和成套装备能力建设。资源勘探开发区的开发原则是选择油气资源开采前景较好的海域，稳妥开展勘探、开采工作；加快开发研制深海及远程开采储运成套装备，加强天然气水合物等矿产资源调查评价、勘探开发科研工作。

本项目属于海洋油气勘探开发工程，符合《全国海洋主体功能区规划》的要求。

b. 《浙江省海洋主体功能区规划》符合性分析

根据《浙江省海洋主体功能区规划》，本项目海上工程与浙江省海洋主体功能区划的位置关系见图 4.1-8。由图可见，本项目不在浙江省海洋主体功能区规划的范围内，距离最近的浙江省海洋主体功能区规划优化开发区域约69.4km，与《浙江省海洋主体功能区规划》相协调。

图 4.1-8 浙江省海洋主体功能区规划与本项目位置关系

4.1.2.3 海洋功能区规划符合性分析

a. 《全国海洋功能区划》（2011~2020）符合性分析

根据《全国海洋功能区划》（2011~2020），本项目海上工程所在海域位于东海陆架海域，东海陆架海域包括上海、浙江、福建以东专属经济区和大陆

架海域，为我国重要的海洋矿产与能源利用和海洋渔业资源利用区域。区域重点加强油气资源和浅海砂矿资源勘探开发，建设东海油气资源开采基地，加强传统渔业资源区的恢复与合理利用，重点加强上升流区、鱼类产卵场、索饵场等重要海洋生态系统保护与管理。加强海洋环境监测，防治溢油等海洋环境灾害和突发事件发生。维护重要国际航运水道和海底管道设施安全。

《全国海洋功能区划》（2011~2020）对油气区海洋环境保护要求为：水质执行不劣于现状海水水质标准；沉积物执行不劣于现状海洋沉积物质量标准；海洋生物质量执行不劣于现状海洋生物质量标准；在生态环境方面，应减少对海洋水动力环境产生影响，防止海岛、岸滩及海底地形地貌发生改变，不应对毗邻海洋生态敏感区、亚敏感区产生影响。

本项目采用的海洋水质标准、沉积物标准和生物质量标准均不劣于现状标准。本项目新建平台为导管架平台，透水性良好，对水文动力环境和地形地貌影响很小；同时，项目建设期铺管挖沟产生的悬浮物和生产运营期排放的生活污水和温排水的影响均在排放点周围，不会对毗邻的环境生态敏感区、亚敏感区产生影响。

因此，本项目的开发符合《全国海洋功能区划》（2011~2020）在本区域的功能定位和环境保护的要求。

b. 《浙江省海洋功能区划》（2011-2020年）符合性分析

根据《浙江省海洋功能区划》（2011-2020年），本项目海上工程与浙江省海洋功能区划的位置关系见图4.1-9。由图可见，本项目不在浙江省海洋功能区划的范围内，距离最近浙江省海洋功能区划的东海水产种质资源海洋保护区约69.4km，该保护区管理要求“1、重点保障保护区用海，在不影响整体保护区基本功能前提下，兼容旅游娱乐功能、科研教学用海、交通运输用海和渔业用海；2、禁止改变海域自然属性；3、严格按照国家关于海洋环境保护以及海洋保护区管理的法律、法规和标准进行管理；4、对海洋保护区内的用海活动，进行海域生态环境动态监测。”本项目在建设和正常生产阶段，污染物排放对周围海洋环境造成局部轻微影响，铺管挖沟产生的悬浮物的最大影响距离在0.79km内，生活污水和温排水排放的最大影响距离在50m内，不会影响到69.4km外东海水产种质资源海洋保护区内的海洋生态环境和渔业水域环境。因此本项目开发建设与《浙江省海洋功能区划》（2011-2020年）相协调。

图 4.1-9 浙江省海洋功能区划与本项目位置关系

#### 4.1.2.4 海洋生态保护红线区符合性分析

根据《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2080号），浙江省完成了“三区三线”划定工作，划定成果符合质检要求，从2022年9月30日起正式启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据，本项目海上工程位于“三区三线”划定范围外，最近距离约为69.4km。本项目在建设和正常生产阶段，污染物排放对周围海洋环境造成局部轻微影响，铺管挖沟产生的悬浮物的最大影响距离在0.79km内，生活污水和温排水排放的最大影响距离在50m内，不会影响到69.4km外海洋生态保护红线内的海洋生态环境和渔业水域环境。本项目开发建设与浙江省“三区三线”中的海洋生态保护红线相协调。

图 4.1-10 浙江省海洋生态保护红线与本项目位置关系

4.1.2.5 浙江省国土空间规划符合性分析

《浙江省国土空间规划（2021—2035年）》于2023年12月21日获得国务院批复，本项目海上工程距岸较远，位于浙江省国土空间规划范围之外，距其最近距离约70km。本项目在建设和正常生产阶段，污染物排放对周围海洋环境造成局部轻微影响，铺管挖沟产生的悬浮物的最大影响距离在0.79km内，生活污水和温排水排放的最大影响距离在50m内，不会影响到浙江省国土空间规划内的海洋生态环境。本项目开发建设与浙江省国土空间规划相协调。

4.1.2.6 “三线一单”符合性分析

根据浙江省生态环境厅关于印发《浙江省“三线一单”生态环境分区管控方案》的通知（浙环发〔2020〕7号），本项目海上工程新建设施位于浙江省环境管控单元之外，距一般管控单元最近距离约70km，详见图4.1-11。

图 4.1-11本项目新建设施与浙江省环境管控单元示意图

4.1.2.7 其他相关规划符合性分析

a. 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》符合性分析

根据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年

远景目标纲要》，“十四五期间，实施能源资源安全战略，坚持立足国内、补齐短板、多元保障、强化储备，完善产供储销体系，增强能源持续稳定供应和风险管控能力，实现煤炭供应安全兜底、油气核心需求依靠自保、电力供应稳定可靠。夯实国内产量基础，保持原油和天然气稳产增产，做好煤制油气战略基地规划布局和管控。扩大油气储备规模，健全政府储备和企业社会责任储备有机结合、互为补充的油气储备体系；持续改善环境质量，深入打好污染防治攻坚战，建立健全环境治理体系，推进精准、科学、依法、系统治污，协同推进减污降碳，不断改善空气、水环境质量，有效管控土壤污染风险。”本项目属于海洋油气资源勘探开发项目，符合《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》要求。

b. 《浙江省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》符合性分析

根据《浙江省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，“打造油气全产业链。打造国家级油气储备基地，完善油品储备体系，力争形成油品储备能力7000万吨以上。探索民营企业代储国油、商储国储转换、石油储备动态轮换。提升天然气储气能力，推进宁波舟山LNG接收中心建设，接收中转能力达2300万吨/年以上。加快推进天然气管网独立、管销分离、供气环节扁平化、燃气企业规模化，推动天然气交易平台建设和发展。加快油气管网及码头、库区等设施建设，实现与国家主干网互联互通。”本项目属于海洋油气资源勘探开发项目，项目建设对提升西湖区域天然气外输能力具有重要作用，项目建设符合《浙江省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》要求。

c. 《“十四五”海洋生态环境保护规划》符合性分析

根据《“十四五”海洋生态环境保护规划》，“保护海洋生态系统和生物多样性：完善海洋自然保护地网格、加强海洋生态系统保护、加强海洋生物多样性保护；防范环境风险，有效应对海洋突发环境事件和生态灾害：防范海洋突发环境事件风险、健全海洋突发环境事件和生态灾害应急响应体系；强化海洋工程和海洋倾废环境监管。”

本项目在建设和正常生产阶段，污染物排放对周围海洋环境造成局部轻微影响，不会影响到生态红线区、国家级自然保护区内的海洋环境质量，不会对

海洋生物多样性造成影响。建设单位制定了严格的环境管理制度，本项目投产前将修改应急预案并严格执行环境风险应急预案备案制度，以避免发生重大环境污染事件。综上所述，本项目建设符合《“十四五”海洋生态环境保护规划》要求。

d. 《浙江省海洋生态环境保护“十四五”规划》符合性分析

根据《浙江省海洋生态环境保护“十四五”规划》，“划分海洋生态空间和海洋开发利用空间，严守海洋生态保护红线，健全完善生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单制度，明确禁止和限制发展的涉水涉海行业、生产工艺和产业目录，调整优化不符合海洋环境功能定位的产业布局。”“健全完善海洋突发环境事件的应急预案，将海洋突发环境事件应急内容纳入突发环境事件应急预案，沿海企业严格执行环境风险应急预案备案制度，定期开展应急演练。”

本项目位于生态红线区外，距生态红线区最近距离约69.4km，在建设和正常生产阶段，污染物排放对周围海洋环境造成局部轻微影响，不会影响到69.4km外的生态红线区内的海洋环境质量。建设单位制定了严格的环境管理制度，本项目投产前将修改应急预案并严格执行环境风险应急预案备案制度，定期开展应急演练。综上所述，本项目建设符合《浙江省海洋生态环境保护“十四五”规划》要求。

e. 《重点海域综合治理攻坚战行动方案》符合性分析

《重点海域综合治理攻坚战行动方案》重点任务包括“全面推进长江口-杭州湾、珠江口邻近海域入海排污口排查，建立“一口一档”的入海排污口动态台账。”“推进长江口-杭州湾、珠江口邻近海域滨海湿地和岸线保护修复。”“沿海地方加强沿岸原油码头、危化品运输、重点航线等环境风险隐患排查，强化事前预防和源头监管。建立健全海上溢油监测体系，提升风险早期识别和预报预警能力。”

本项目不新增生产水排海口，仅在建设期铺管挖沟产生悬浮物和生产期排放的生活污水及温排水，仅对周围海洋环境造成局部轻微影响；投产后将进行渔业资源增殖放流；制定严格的环境管理制度和环境风险应急预案，满足应急响应需要。综上所述，本项目符合《重点海域综合治理攻坚战行动方案》的要求。

f.　《浙江省能源发展“十四五”规划》符合性分析

《浙江省能源发展“十四五”规划》提出，“建立天然气供应保障体系。积极拓展气源供应渠道，形成海陆并举、多方气源、储用平衡的安全保供格局，建立与天然气消费快速增长相适应的气源保障体系。”“持续推进天然气管道建设。以宁波、舟山、温州三大 LNG 接收站集中区域外输通道建设为重点，推进甬绍干线等高压力大容量主干管网及川气东送二线浙江段建设，深度融合原有省级管网和国家管网。”

本项目属于海洋油气资源勘探开发项目，项目建设对提升西湖区域天然气外输能力具有重要作用，项目建设符合《浙江省能源发展“十四五”规划》要求。

g.　《“十四五”现代能源体系规划》符合性分析

根据国家能源局发布的《“十四五”现代能源体系规划》（发改能源〔2022〕210 号），“十四五”时期现代能源体系建设的主要目标包括：到 2025 年，国内能源年综合生产能力达到 46 亿吨标准煤以上，原油年产量回升稳定在 2 亿吨水平，天然气年产量达到 2300 亿立方米以上，发电装机总容量达到约 30 亿千瓦，能源储备体系更加完善，能源自主供给能力进一步增强。本项目为海洋油气资源勘探开发项目，符合《“十四五”现代能源体系规划》的目标。

### 4.1.3　工程周围环境敏感目标分布

#### 4.1.3.1 国家级自然保护区

距离本项目最近的国家级自然保护区是象山韭山列岛国家级自然保护区，位于新建DH BOP平台西侧约110km。

象山韭山列岛国家级自然保护区位于舟山群岛最南端，是浙江中部沿海的一个著名列岛。范围是29°32′57.1″N、122°09′31.6″E， 29°32′57.1″N、122°23′48.3″E， 29°18′31.6″N、122°16′49.8″E， 29°18′31.6″N、122°08′29.6″E，四点连线之间的陆域和海域。韭山列岛周围海域是大黄鱼、曼氏无针乌贼等重要渔业资源的产卵场及苗种保护区，并为江豚较大种群分布区及黑嘴端凤头燕鸥、黄嘴白鹭、岩鹭、白鹭、中白鹭、黑尾鸥等重要水鸟的繁殖和栖息地。

#### 4.1.3.2 国家级海洋生态特别保护区

距离本项目最近的国家级海洋生态特别保护区是渔山列岛国家级海洋生态特别保护区，距离DH BOP平台最近距离约100km。

渔山列岛由 13 岛 41 礁组成，其中岛礁面积约 2 平方公里，据调查，渔山

海域有浮游植物135种，浮游动物65种，底栖生物119种。2008年8月6日国家海洋局批准建立渔山列岛国家级海洋生态特别保护区，保护区总面积57平方公里，主要保护丰富的海洋资源、独特的列岛海蚀地貌和领海基点伏虎礁。渔山列岛海洋特别保护区重点保护的生物对象是贝类和藻类。

图4.1-12 本项目与国家级保护区位置关系

4.1.3.3 水产种质资源保护区

距离本项目最近的水产种质资源保护区是东海带鱼国家级水产种质资源保护区，位于DH BOP平台西北约25km，见图4.1-13。

2008年12月，农业部公告（第1130号文）公布了东海带鱼国家级水产种质资源保护区。2011年农业部发文（农办渔〔2011〕114号）对保护区的特别保护期进行了调整。东海带鱼国家级水产种质资源保护区位于东海中北部近海的中间海域，是我国近海最大的水产种质资源保护区之一，是东海带鱼最重要的产卵场、索饵场和洄游等主要的生长繁育区域，也是浙江沿岸小黄鱼、鲳、鲐鲹鱼等主要经济鱼类的产卵场和索饵场。总面积约225万公顷，其中核心区面积约72万公顷，实验区面积约153万公顷。核心区特别保护期为每年4月16日至9月16日。保护区由三个拐点（123°40′E，30°30′N；123°05′E，29°00′N；122°40′E，28°30′N）连线以西至沿岸10m等深线的海域。核心区是由六个拐点连线围成的区域，拐点坐标分别为（123°10′E，30°30′N；122°35′E，29°00′N；

122°10′E，28°30′N；122°30′E，28°30′N；122°55′E，29°00′N；123°30′E，30°30′N）。东海带鱼实验区范围为保护区内除核心区外的其他水域。主要保护对象有带鱼、大黄鱼、小黄鱼、鲐、鲻、灰鲳、银鲳、鳓、蓝点马鲛等重要经济鱼类。

图 4.1-13 本项目与东海带鱼国家级水产种质资源保护区位置关系

4.1.3.4 东海产卵带鱼保护区

为保护带鱼产卵亲体，遏制带鱼资源衰退，经国务院批准，农业部于1988年发布了《关于国务院批准设立东海产卵带鱼保护区的通知》，决定于1989年起，在我国东海区设立产卵带鱼保护区（图4.1-14）。保护区范围为28°30′-30°30′N，124°30′E以西至机轮拖网禁渔区线海域，保护区面积约34000km$^2$。保护区内，每年5月1日至6月30日禁止拖网渔船及其他以捕捞产卵带鱼为主的作业渔船进入该保护区生产。本项目新建DH BOP平台位于东海产卵带鱼保护区内，新建DH BOP平台建设阶段水下施工仅产生少量悬浮沙，运行阶段排放少量生活污水和温排水排放，不会对该保护区保护目标产生明显不利影响。

图 4.1-14 本项目与东海产卵带鱼保护区位置关系

#### 4.1.3.5 大黄鱼幼鱼保护区

为保护大黄鱼的幼鱼繁殖成长，国务院发布了《国务院关于设立幼鱼保护区的决定》，决定从1981年4月22日起，在东海设立大黄鱼幼鱼保护区。保护区范围为29°N，122°45′E; 29°N，123°15′E; 27°30′N，122°00′E; 27°N，121°40′E; 27°N，121°10′E; 27°30′N，121°30′E所围成的海域，保护区面积约10900km$^2$。在保护区每年8~10月禁止机动底拖网渔船进入生产。本项目新建DH BOP平台与大黄鱼幼鱼保护区最近距离约12km，见图4.1-15。

图 4.1-15 本项目与大黄鱼幼鱼保护区位置关系

### 4.1.1　三场一通道

a.　带鱼

带鱼属鲈形目，带鱼科，带鱼属，为集群于近底层的暖温性种类，带鱼资源兴衰关系到东海区海洋捕捞业的稳定，东海许多禁渔期、禁渔区、保护区是以带鱼资源为基础设立。带鱼主要为南北洄游，但也存在东西方向的迁移。越冬场位于26°~32°30′N，126°E以西海域，越冬期11~12月。越冬场西部为带鱼产卵场，5月起鱼群由鱼山以东进入浙江中北部海区，5~7月形成生殖高潮，主要产卵场在28°00~31°30′N、122°00′~124°30′E的范围内，产卵活动一直可延续到10月以后。产卵后，部分亲体停留在产卵场附近索饵，当年生群体也在该区域育幼。本项目新建平台与带鱼产卵场最近距离约3km，新建管线穿越带鱼索饵场和越冬场。

图 4.1-16 带鱼三场一通道分布情况

b. 银鲳

银鲳属鲈形目、鲳科、鲳属，为近海暖温性中上层鱼类，广泛分布于渤海、黄海、东海、南海水域，以南黄海和东海数量较多。银鲳在东海越冬场有2个位置，分别为27°～29°50′N，122°～125°00′E，30°～32°00′N，125°～127°20′E，80～100m水深海域，适温范围12.0～19.0℃，适盐范围34.0～34.8。越冬群体5～6月洄游至浙、闽近海产卵，产卵场在温台近海及闽东近海等。该群体向北不超过长江口，7月产卵结束后，分散索饵育肥，索饵场为沿岸和近海，秋季伴随水温的渐降，逐步洄游至深水区越冬。越冬期12月～翌年2月。本项目新建设施位于银鲳产卵场外，新建管线约14km穿越银鲳越冬场。

图 4.1-17 银鲳三场一通道分布情况

c. 海鳗

海鳗越冬场位于27°～31°30′N，124°～127°E海域，即鱼山-鱼外、舟外渔场沿60~100m水深左右区域，与浙江南部外海鱼群越冬场相混合。3月开始鱼群在外海集群，4月鱼群向西北偏西方向移动（基本沿31°N线向近岸移动），5~6

月在海礁、嵊山渔场与东海南部群系沿岸北上的鱼群汇合，并一起向北游动，10~11月转向东南移动，游向外海越冬场。越冬期12～翌年3月。本项目新建设施位于海鳗产卵场外，新建管线位于海鳗越冬场内。

图 4.1-18 海鳗三场一通道分布情况

d. 日本鲭

东海西部种群日本鲭的越冬场主要在东海中南部至钓鱼岛以北海域，每年3-6月进入闽东、浙江近海产卵，在闽东、浙江中南部海域形成产卵群体，部分未性成熟的日本鲭分布在浙江海域索饵成长。8-10月，随着个体逐渐长大，移向外侧海域索饵，成为群众灯围作业和机轮拖网作业的捕捞对象。10月以后，分布在浙江近海的日本鲭移向东海中南部海域越冬。从黄渤海域南下的日本鲭，10-12月经济州岛西部海域，返回东海中、南部外海越冬。历年的生产资料表明鲐鲹鱼类南部生产渔场北至32°00′N，南至台湾北部的东海外海，渔汛期为1-5月。本项目新建平台位于日本鲭索饵场内，与产卵场最近距离约10km，新建管线位于越冬场内。

图 4.1-19 日本鲭三场一通道分布情况

e. 蓝点马鲛

东海种群蓝点马鲛的越冬场在浙、闽周边渔场。1-2月份为越冬期，越冬场范围较广，南起26°30′N，北至31°30′N，其中舟山渔场东部至舟外渔场西部延续到温台渔场东部至温外渔场西部海区是其主要越冬场。越冬结束后向海州湾北部作生殖洄游。秋末，在浙江沿海的产卵群体离开浙江中部近海、东海北部近海等索饵场向东或东南方向洄游，1月至2月相继回到越冬场越冬。本项目新建平台位于蓝点马鲛索饵场内。

图 4.1-20 蓝点马鲛三场一通道分布情况

f. 绿鳍马面鲀

绿鳍马面鲀属鲀形目、单角革鲀科、马面鲀属，俗称橡皮鱼、剥皮鱼、皮匠鱼等，为外海近底层鱼类。我国各海域均有分布，以东海数量最多，但资源兴盛时间仅维持20年就转入衰退。评价区位置位于绿鳍马面鲀东海南部群系的

产卵场、索饵场和越冬场交汇区域。越冬场地处东海中、北部外海海区，越冬期为12月至翌年2月。3月末到4月，产卵鱼群先后到达评价区西南海域进行产卵（26°00′～28°00′N， 125°30′以西海域），产卵期为3月底至5月，产卵后的亲体陆续离开产卵场，向北作索饵洄游。部分鱼群停留在东海北部边索饵边洄游，在北部形成索饵场。10～11月鱼群陆续从黄海外海向南洄游，11月末前后到达济洲岛西部至西南部海区，少数鱼群与停留在东海区北部的鱼群一起进入东海中北部外海越冬（27°00′～32°00′N），12月至翌年3月分别在东海外海海区越冬。本项目新建管线位于绿鳍马面鲀越冬场内，约27km穿越产卵场。

图 4.1-21 绿鳍马面鲀三场一通道分布情况

4.1.3.6 主要环境敏感目标筛选

根据以上调查分析，本项目新建平台位于东海产卵带鱼保护区和日本鲭、蓝点马鲛索饵场内，新建管线穿越绿鳍马面鲀产卵场、带鱼索饵场和带鱼、银鲳、海鳗、日本鲭、绿鳍马面鲀越冬场。新建平台距东海带鱼国家级水产种质资源保护区最近距离为 25km。

周边主要环境敏感目标见表 4.1-7 和图 4.1-22。

表 4.1-7本项目周边海域敏感目标

| 类型 | 名称 | 与拟建工程设施最近距离及方位 | | 主要保护对象 | 主要保护期 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 新建平台 | 新建管道 | | |
| 渔业水 | 日本鲭产卵场 | 10km/N | 143km/W | 日本鲭 | 3~5 月 |

| 类型 | 名称 | 与拟建工程设施最近距离及方位 | | 主要保护对象 | 主要保护期 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 新建平台 | 新建管道 | | |
| 域 | 带鱼产卵场 | 3km/N | 118km/W | 带鱼 | 5~7 月 |
| | 绿鳍马面鲀产卵场 | 37km/SE | 穿越（穿越长度 27km） | 绿鳍马面鲀 | 4 月中下旬 |
| | 带鱼索饵场 | 80km/NE | 穿越（穿越长度 9km） | 带鱼 | 8~10 月 |
| | 日本鲭索饵场 | 包含 | 126km/W | 日本鲭 | 6-9 月 |
| | 蓝点马鲛索饵场 | 包含 | 95km/W | 蓝点马鲛 | 8~12 月 |
| | 带鱼越冬场 | 45km/SE | 包含 | 带鱼 | 11~12 月 |
| | 银鲳越冬场 | 18km/SE | 穿越（穿越长度 14km） | 银鲳 | 12 月~翌年 2 月 |
| | 海鳗越冬场 | 96km/E | 包含 | 海鳗 | 12 月~翌年 3 月 |
| | 日本鲭越冬场 | 140km/E | 包含 | 日本鲭 | 11 月~翌年 2 月 |
| | 绿鳍马面鲀越冬场 | 122km/E | 包含 | 绿鳍马面鲀 | 12 月~翌年 3 月 |
| | 东海产卵带鱼保护区 | 包含 | 50km/W | 带鱼 | 5 月~6 月 |
| | 大黄鱼幼鱼保护区 | 12km/W | 180km/W | 大黄鱼幼鱼 | 8~10 月 |
| 水产种质资源保护区 | 东海带鱼国家级水产种质资源保护区核心区 | 41km/W | 200km/W | 东海带鱼渔业资源 | 4 月 16 日~9 月 16 日 |
| | 东海带鱼国家级水产种质资源保护区实验区 | 25km/W | 185km/W | 东海带鱼渔业资源 | — |

图 4.1-22 本项目周边海域主要敏感目标分布图

### 4.1.4　通航环境

通航环境依据《黄岩 1-1 平台至天外天平台复线项目通航安全影响论证报告》（上海海事大学，2023 年 11 月）和《HG 气田开发项目通航安全专题报告》（集美大学，2023 年 9 月）内容进行编制，报告均已通过专家审查会审查。

4.1.4.1 港口

本次 HY1-1CEP 平台至 TWT-CEP 平台复线项目位于东海海域，HY1-1CEP 平台与 TWT-CEP 平台与最近的宁波舟山港距离分别约为 360km、330km，距离均较远。

4.1.4.2 航路

根据交通运输部 2011 年 11 月《全国沿海船舶航路总体规划》以及中华人民共和国浙江海事局于 2021 年 8 月 30 日发布的《关于调整浙江沿海主要公共航路的公告》（2021 年 9 月 10 日起实施），拟开发项目附近的船舶航路主要为浙江沿海外航路，工程项目与浙江沿海外航路之间最近距离为 21 海里，距离较远，本项目不会对浙江沿海船舶航路产生影响。

图 4.1-23 本项目新建平台与附近航路位置关系

图 4.1-24 本项目新建管线与附近航路位置关系

#### 4.1.4.3 习惯航路

本工程附近水域船舶习惯航路主要有：中国沿海南、北内贸航线船舶习惯航路；经台湾西部、东部海域往来中国北方港口国际航行船舶习惯航路；台湾海峡至朝鲜海峡航线船舶习惯航路。

本项目新建管线距离最近的台湾海峡至朝鲜海峡习惯航路约45海里，对习惯航路的影响较小。新建DH BOP平台位于中国沿海南、北内贸航线习惯航路东侧，平台建设对附近水域船舶习惯航路产生一定的影响，应采取相应的通航安全保障措施。但由于本项目附近为我国东海开阔水域，周围障碍物、碍航物较少，无论是施工期还是运营期，新建DH BOP平台附近均有足够的水域供上述习惯航路上航行的船舶通行。根据《HG气田开发项目通航安全专题报告》分析结论，在做好通航安全保障措施的基础上，新建DH BOP平台在其建设和运营期间，对周围船舶习惯航路的影响可控，从通航安全的角度而言，拟建工程的建设可行。

图4.1-8 本项目新建平台与附近习惯航路位置关系

图4.1-9 本项目新建管线与附近习惯航路位置关系

## 4.2 陆上工程环境概况

### 4.2.1　自然环境概况

#### 4.2.1.1 地理位置

宁波市北仑区位于北纬29°41′30″～30°01′00″，东经121°11′00″～121°38′50″，地处太平洋西岸，中国大陆海岸线的中部，位于宁波市东部，甬江口南岸，三面环海，东濒东海，北临杭州湾，南临象山港，西接鄞州区。春晓镇位于北仑区最南端，三面环山，一面临海。南濒象山港，西接宁波市鄞州区瞻岐镇，北邻北仑区的大碶街道和柴桥街道，距宁波市中心区33公里。

宁波终端厂址位于浙江省宁波市北仑区春晓街道西直塘洋沙山脚下，依山临海，原为海涂和海礁，七十年代围海成陆，成陆时间短（约30年），地势低平。

#### 4.2.1.2 气候气象

宁波市北仑区地处中纬度大陆东岸，属亚热带季风气候区，四季分明，光照充足，多年日照时数平均值1739.3h，区域雨量充沛，但时空分布不均。冬季受北方冷高压气团控制，以晴冷干燥天气为主。春夏之交，北方冷高压气团和太平洋暖流在此相遇对峙，阴雨连绵，降水集中，形成典型的梅雨天气；夏秋之间，又常受热带风暴和高温干旱侵袭，7～8月经常出现伏旱，8～9月受热带风暴影响2～3次，热带风暴又常常伴有暴雨、暴潮。

北仑气象站（58563）位于浙江省宁波市，地理坐标为东经121.83度，北纬29.88度，海拔高度5.00米。气象站始建于1959年，1959年正式进行气象观测。拥有长期的气象观测资料，本次评价对北仑气象站2022年逐时气象数据进行统计分析。温度、风速、风向等数据统计分析结果见表4.2-1~表4.2-3，根据统计结果可得：

2022年平均温度为18.31℃，5～10月月平均温度高于全年平均值，其它月低于全年平均值，8月平均温度最高为31.02℃，12月平均温度最低为6.81℃。

2022年平均风速为1.34m/s，9月份平均风速最高为1.73 m/s，5月份平均风速最低为0.42m/s。

2022年全年以SSE和N风向为主。

表 4.2-1 北仑气象站2022年平均温度月变化（单位℃）

| 月份 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 温度 | 7.30 | 6.23 | 13.98 | 17.28 | 19.78 | 25.64 | 30.84 | 31.02 | 24.63 | 19.36 | 16.80 | 6.81 |

表 4.2-2 北仑气象站2022年平均风速月变化（单位m/s）

| 月份 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 风速 | 0.99 | 1.17 | 1.46 | 1.31 | 0.42 | 1.51 | 1.50 | 1.65 | 1.73 | 1.55 | 1.26 | 1.58 |

图 4.2-1 北仑气象站2022年风玫瑰图

表 4.2-3北仑气象站2022年风频统计（单位%）

| 风向频率<br>月份 | N | NNE | NE | ENE | E | ESE | SE | SSE | S | SSW | SW | WSW | W | WNW | NW | NNW | C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | 15.32 | 5.24 | 3.23 | 3.09 | 2.69 | 2.69 | 0.94 | 1.88 | 1.88 | 0.81 | 2.28 | 3.36 | 9.14 | 5.65 | 6.85 | 8.87 | 26.08 |
| 02 | 17.11 | 4.91 | 5.65 | 7.29 | 4.61 | 0.45 | 1.93 | 1.79 | 1.79 | 1.19 | 0.89 | 2.23 | 7.14 | 4.61 | 7.59 | 8.93 | 21.88 |
| 03 | 9.54 | 3.49 | 4.30 | 6.05 | 6.99 | 3.09 | 10.48 | 12.90 | 5.24 | 2.96 | 0.94 | 1.21 | 3.76 | 4.17 | 2.82 | 5.38 | 16.67 |
| 04 | 11.94 | 3.75 | 3.33 | 5.00 | 3.19 | 2.92 | 13.19 | 12.36 | 3.33 | 1.67 | 1.67 | 0.42 | 3.47 | 1.94 | 3.33 | 5.97 | 22.50 |
| 05 | 6.18 | 2.02 | 2.55 | 4.57 | 5.11 | 2.42 | 5.11 | 5.91 | 3.63 | 0.67 | 0.27 | 1.08 | 0.54 | 0.54 | 1.34 | 2.82 | 55.24 |
| 06 | 4.17 | 2.08 | 2.64 | 5.97 | 7.36 | 7.64 | 14.72 | 17.50 | 13.47 | 5.56 | 5.83 | 2.92 | 3.47 | 2.08 | 1.81 | 1.39 | 1.39 |
| 07 | 3.23 | 1.34 | 2.28 | 2.69 | 6.85 | 9.01 | 16.13 | 22.31 | 11.02 | 4.84 | 4.57 | 4.70 | 5.91 | 1.21 | 1.34 | 1.34 | 1.21 |
| 08 | 2.82 | 1.88 | 1.21 | 3.23 | 5.24 | 4.84 | 18.95 | 24.46 | 12.90 | 5.78 | 5.38 | 4.30 | 4.97 | 0.81 | 1.08 | 1.48 | 0.67 |
| 09 | 14.86 | 9.31 | 5.97 | 5.56 | 6.25 | 2.64 | 3.19 | 6.11 | 7.64 | 5.28 | 4.44 | 2.78 | 8.06 | 5.56 | 4.17 | 7.36 | 0.83 |
| 10 | 20.03 | 12.77 | 6.32 | 3.63 | 4.17 | 0.67 | 2.28 | 6.18 | 5.51 | 3.23 | 2.02 | 3.90 | 6.59 | 4.44 | 4.44 | 7.12 | 6.72 |
| 11 | 15.14 | 6.81 | 3.47 | 4.44 | 6.53 | 3.19 | 3.75 | 5.14 | 6.25 | 2.78 | 3.33 | 4.58 | 7.78 | 5.42 | 3.75 | 5.00 | 12.64 |
| 12 | 11.16 | 2.02 | 1.61 | 0.81 | 1.08 | 0.54 | 0.81 | 1.34 | 3.09 | 2.96 | 3.36 | 7.80 | 22.98 | 14.78 | 7.66 | 6.05 | 11.96 |

4.2.1.3 地质概况

a. 地质构造

区域大地构造隶属我国东部新华夏系巨型构造体系第二隆起带，华南加里东褶皱系东北域，浙闽粤沿海燕山期火山活动带北段。场区位于北北东向温州——镇海大断裂以东、东西向昌化——普陀大断裂以南（详见图 4.2-2），但距这些大断裂均较远。距场区较近的断裂有北东向三山断裂，该断裂位于场区北，距场区 6~8km，长度约 18km，破碎带宽一般大于 10m，走向 45°，倾向 135°，倾角 65~ 70，属压扭性断裂。场区内断裂构造不发育，钻至基岩的钻孔未见明显断裂迹象。据洋沙山基岩节理统计，节理以北西、北北西、北北东和东西向为主，其中北北西向、北北东向较为发育。

图 4.2-2 评价区地质构造图（引自《浙江省区域地质志（1989）》）

b. 地层岩性

境内出露的地层有中生界上侏罗统和新生界第四系。

上侏罗统（$J_3$）：分布在区境南部、东部和西部丘陵区，由火山碎屑岩、火山熔岩、火山喷发沉积岩等组成，总厚度大于 3045m。根据岩性、岩相、接触关系、岩石化学成分等特征，划分高坞组（$J_{3g}$）、西山头组（$J_{3x}$）、茶湾组（$J_{3c}$）、九里坪组（$J_{3j}$）。

高坞组分布在霞浦、柴桥、白峰、郭巨和大榭岛西部，岩性为流纹质晶屑熔结凝灰岩，貌似花岗岩。西山头组分布在南部的亭子山、九峰山东侧、东盘山、后焦山，西部的阿育王寺北侧、小港街道两侧，东部穿山半岛，大榭岛七

顶山、梅山岛等地。其下部岩性为流纹质晶屑玻屑熔结凝灰岩、凝灰岩夹不稳定沉凝灰岩，上部岩性为英安质含角砾晶屑玻屑熔结凝灰岩。茶湾组分布在穿山半岛南部和青峙、陈山、五乡北侧等地，下部岩性为凝灰质砂岩、沉凝灰岩，上部岩性为玻屑凝灰岩夹沉凝灰岩。九里坪组分布在炮台山东侧、清凉山顶部、陈山、龙山、新路水库等地，岩性为酸性熔岩流纹斑岩，夹少量凝灰质砂岩。

第四系（Q）：区境内广泛分布，主要在大碶平原和长山平原，丘陵山麓和沟谷部位也有分布。依据岩性与成因类型、接触关系、化石、古气候、古地磁以及年龄等特征、划分为中更新统（$Q_2$）、上更新统（$Q_3$）和全新统（$Q_4$）。

中更新统—分布在大碶平原、长山平原的底部，分为上组($Q_2^2$)和下组($Q_2^1$)。下组岩性为坡洪积含粘性土碎砾石、含碎砾石粘土,厚 9.4m。上组的下部为冲洪积、坡洪积含粘性土砂砾石，厚 2m～8m；上部为冲湖积褐灰轻色亚粘土，厚 10.1m。

上更新统—分布在长山平原、大碶平原中深部，为河、湖、海相沉积；山麓部位也有分布，为陆相堆积。分为上、下组。下组下部为海陆过渡相青灰色亚粘土夹 3 层～4 层中粗砂、砂砾石,厚 6.6m；中上部为互层状河流相砂砾石和湖相亚粘土，最大厚度 36.6m。上组下部为海积灰、深灰色亚砂土、亚粘土，厚 16.8m；中上部为冲湖相含少量砾砂灰色亚粘土、亚砂土，厚 15.9m；顶部为冲海积、冲湖积黄色粘土层（又称黄色硬土层），厚 9m～12.4m。在山麓部位，上组为坡洪积、坡积灰黄色含少量碎砾石粘土、含粘性土砾石，厚 3.5m～13m 不等。

全新统—分布在大碶平原和长山平原的浅、表部,为海积和过渡类型沉积物,分为上、中、下组。下组($Q_4^1$)下部为滨海沼泽积淤质亚粘土、粉砂质粘土，厚 1.95m；中部为海积暗灰色软塑状粉质粘土、亚粘土，厚 11.4m；上部冲海积黄绿色硬可塑亚粘土，厚度 8.33m～12.5m。中组（$Q_4^2$）下部为冲海积砂砾石、粘性土厚 5.5m；中部为海积灰色淤质粘土，厚 8m～10m；上部为湖沼积灰黄色淤质粘土、粘土，厚 2m～4m。上组（$Q_4^3$）为海积黄褐色轻亚粘土，下部见砂、贝壳砂及少量砂砾石，厚 5.20m。

近岸浅海区已经过近万年的沉积，物质主要来自浙闽沿岸流带来的长江入海泥沙、陆架再悬浮泥沙以及少量生物碎屑等。全新世沉积层厚度可达 35m 以上，覆盖于高低不平的侵蚀面之上，主要为海岸粘土质粉砂沉积区。地质勘察

表明，场地 15～30m 以浅均为全新世淤泥，淤泥质软土层，物理力学性质差，具有高含水量、孔隙比大、强度低、渗透性弱、流变性和触变性等特点。

c. 地震

终端厂区地处浙东沿海断裂带，在全国地震区、带划分图上，属于我国东南沿海 II 等地震区的东北段，地震活动的震级小、强度弱、频率低。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001），并参照《宁波市地震动峰值加速反应区划图》，测区位于地震动峰值加速度 0.10g 与 0.05g 分界线附近之 0.05g 的一侧区域内，地震设防烈度为VI度。

d. 地形地貌

北仑地区地形呈狭长不规划三角形，西北为滨海水网平原，东南为低山丘陵区，即大矸、柴桥、郭巨一带，面积 4.4×104hm$^2$，山脉走向以最高峰为 657m 的太白山为起始点，向东南延伸到峙头山，境内丘陵起伏，山间台地和山下平原狭小，构成穿山半岛楔入东海，太白山向西北由育王岭与水网平原低山交界，山地面积为 25.5×104hm$^2$，其中海拔 200m 以上的为 0.55×104hm$^2$，滨海及河网平原高程均在吴淞标高 6.3m 以下。

本项目场地位于春晓街道，区内地势平坦，河流池塘交错密布，地貌主要属海积平原，地势向海岸方向略有倾斜，坡度小于 0.1%，地面标高为 1.9~3.8m，略低于高潮海水水面。厂区原为海涂和海礁，70 年代围海成陆，地势低平，场地南部有少量残丘。

4.2.1.4 区域水文地质条件

按地下水的含水介质、赋存条件、水理性质及水力特征，区域地下水可分为松散岩类孔隙水和红层孔隙裂隙水二大类，其中松散岩类孔隙水又可分为孔隙潜水和孔隙承压水（包括浅层和深层承压水）。红层孔隙裂隙水含水层埋藏于第四系覆盖层之下，由白垩系上统（K1）粉砂岩、泥岩等组成。

a. 孔隙潜水

孔隙潜水由全新统海积层组成，岩性为粉质粘土、淤泥质粘性土、粉土等。沿海区域以微咸水—咸水为主，为 Cl-Na 型水，平原内部浅部长期淋漓淡化。富水性差，水量极贫乏，单井涌水量一般小于 5m$^3$/d。虽分布广泛，但不具供水意义，仅淡化地段作为居民生活洗涤用水使用。

b. 浅层孔隙承压水

浅层承压含水层由全新世早期冲、海积层组成，为细砂、粉砂，山前地带为砂、砂砾石，分布较稳定。一般以咸水为主，属 Cl-Na 型水，无供水意义。平原上游地段与河谷潜水有一定水力联系，为淡水。

c. 深层孔隙承压水

深层承压含水层可划分为第 I 含水组（Q3）和第II含水组（Q2）。两个含水组又可按其时代（即上下层序）划分出四个含水层。其中第I2（Q31）和II1（Q22）含水层富水性良好，水量丰富。

（1）第I承压含水层

第 I 承压含水层分布于宁波平原区中部宁波市区和北部镇海一带，I 含水层常被冲湖相粘性土分隔成上下两层，即 I1 层、I2 层，I1 含水层与 I2 含水层两者有水力联系。

I1 含水层由上更新统冲积含砾砂、粉细砂组成。顶板埋深 19~59.64m，宁波市区埋深 45~55m，厚度 0.4~15.72m。

I2 含水层由上更新统冲积砾石、含砾砂组成，顶板埋深 25.15~71.24m，宁波市区埋深为 55~65m，厚度 0.79~17.70m。

I 含水层富水带沿古河道分布，古河道中心及两侧单井涌水量大于 1000m$^3$/d，含水层边缘地带为 100~1000m$^3$/d，水质以微咸水、咸水为主，固形物 1.01~12.68g/L。在兴宁桥—布政一带分布有淡水体，面积 31.2km$^2$，固形物 0.46~0.55g/L，水化学类型主要为 $HCO_3$-Na•Ca 或 $HCO_3$•Cl-Na•Ca 型水。

（2）第II承压含水层

II 含水层由中更新统冲积砂砾石、砾砂层组成，含水层顶板埋 24.50~96.0m，由上游向下游逐渐加深，宁波市区埋深为 65~85m，厚度为 0.5~27.30m。

II 含水层富水性极不均匀，横向变化甚大，富水地段沿古河道呈条带状分布，古河道中心部位单井涌水量大于 1000m$^3$/d，最大达 3000~4000m$^3$/d，其它地段为 100~1000m$^3$/d。

II 含水层地下水水质以微咸水、咸水为主。II 含水层存在一个以宁波城区为中心，南起栎社，北至压赛堰—清水浦，西至布政，东抵潘火一个“弧岛”状淡水体，面积为 158km$^2$。

淡水体固形物含量 0.48~0.95g/L，咸水体固形物含量最大可达 10.44g/L。地下水化学类型由淡水中心向边缘咸水逐渐变化，由淡水中心的 $HCO_3$-Na•Ca 逐渐演变为 $HCO_3$•C1-Na•Ca，C1•$HCO_3$-Na•Ca•Mg，到咸水区变成 C1-Na 型水。孔隙承压含水层深埋于平原下部，上覆为巨厚的粘性土隔水层，一般仅在周边地带接受孔隙潜水及基岩裂隙水的补给，但由于补给途径远，天然水力坡度小，径流缓慢，补给极微弱。

宁波市区深层承压水开采大约始于 20 世纪 30 年代初期。以分层开采宁波市区兴宁桥—布政的第 I 含水层和分布于栎社—压赛堰—清水浦—布政—潘火的第 II 含水层的淡水为主，主要用于工业冷却。至 1985 年，宁波市区地下水开采量达到高峰，为 966.73 万 $m^3$/年。1986 年后地下水控制开采，开采量逐年递减。市区地下水开采量至 2005 年仅为 84 万 $m^3$/年，目前已停止开采。

随着地下水的开采，20 世纪 60 年代后形成了以江东孔浦和海曙南门为中心的地下水水位漏斗，并形成区域地面沉降。1986 年后，随着地下水开采逐渐被控制，地下水位全面回升且变幅较小，地下水位趋向稳定。地下水水位漏斗面积大幅度收缩，并已接近原始水位，地面沉降也得到有效控制。区域水文地质图见下图。

图 4.2-3 区域水文地质图（1999）

4.2.1.5 评价区水文地质条件

a. 地层岩性

项目区第四纪地层厚度在 120m 左右。60m 以下以陆相沉积为主，60m 以上以海陆交互相和海相地层为主。地层、水文地质结构与宁波平原区域地层、

水文地质结构相似。第四纪地层除人工填土外按其时代、成因类型、岩性特征分为 10 个层组 39 层，其岩性和空间展布特征见表 4.2-4。

表 4.2-4 项目区地层划分及特征一览表

| 时代 | 成因时代代号 | 分层层号 | 顶板标高（m） | 厚度（m） | 含水层及代号 | 岩性特征 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | meQ | ①$_1$ | | 0.5~1.5 | 孔隙潜水 | 填土：由碎石、块石及粘性土组成，局部夹碎砖块，土质极不均一。 |
| 全新统 | $mQ_4^3$ | ①$_2$ | -0.0~1.0 | 0.3~0.9 | | 粘土：岩性总体以粘土为主，局部相变为粉质粘土。 |
| | | ①$_3$ | -0.27~-1.64 | 0.40~4.8 | | 淤泥质粉质粘土：岩性总体以淤泥质粉质粘土为主，局部相变为淤泥质粘土和淤泥。 |
| | $mQ_4^2$ | ②$_1$ | -2.19~-4.86 | 1.0~6.85 | | 淤泥质粉质粘土：局部相变为淤泥质粘土和淤泥，常间夹砂质粉土薄层。 |
| | al-$mQ_4^2$ | ②$_{1a}$ | -2.28~-6.99 | 0.80~3.10 | | 淤泥质粘土混碎砾石：碎、砾石含量达30%以上，径以0.2~3cm为主，该层零星分布于山前地段。 |
| | $mQ_4^2$ | ②$_2$ | -8.39~-12.05 | 1.70~9.70 | | 淤泥质粘土：土质较均一，山前地带含少量砂、砾石，场地东南侧相变为淤泥质粘土。 |
| | al-$mQ_4^2$ | ②$_{2a}$ | -11.15 | 0.90 | | 含粘性土砾砂：该层零星分布，砂以中粗砂为主，夹较多贝壳碎片。 |
| | dl-$plQ_4^2$ | ②$_3$ | -12.42 | 1.0 | | 细砂：该层零星分布，夹较多碎、砾石。 |
| | | ②$_4$ | -2.56~-8.17 | 1.80~3.30 | | 含粘性土碎、砾石：碎、砾石径以2~5cm为主，砾石含量达30~50%，分布较多粘性土，含量达20~40%，余者为中粗砂。 |
| | $mQ_4^1$ | ③$_1$ | -12.50~-20.07 | 1.20~12.50 | | 淤泥质粉土：主要见于场地东部，局部间夹砂或粉土薄层，局部相变为淤泥质粉质粘土和粘土。 |
| | | ③$_2$ | -13.09~-28.77 | 1.0~10.5 | | 粘土：主要见于东区东南部，偶夹少量细砂，相变为淤泥质粉质粘土和粉质粘土。 |
| | al-$mQ_4^1$ | ③$_3$ | -11.47 | 1.8 | | 含碎、砾石粉质粘土：偶见，碎石粒径1~2cm，含量约20~30%，土质不均一。 |
| 上更新统 | al-$lQ_3^{2-2}$ | ④'$_1$ | -10.84~-21.27 | 0.80~7.50 | | 粉质粘土：该层分布于场区西北部，土质较均一。 |
| | al-$lQ_3^{2-2}$ | ④$_1$ | -10.09~-25.19 | 0.6~11.8 | | 粘土：土质较均一，岩性以粘土为主，局部相变为粉质粘土，个别地段粉粒含量很高，达砂质粉土。 |
| | $mQ_3^{2-2}$ | ④$_2$ | -13.98~-27.99 | 0.60~9.50 | | 粉质粘土：分布于场地西部，偶含少量贝壳碎屑，局部间夹黄褐色泥质团块，粉粘含量较高，局部相交为粘质粉土。 |
| | al-$mQ_3^{2-2}$ | ④$_3$ | -18.49~-27.22 | 1.2~9.5 | | 粉质粘土夹粉土：仅场地北侧零星分布，粉粒含量高，间夹较多粉土或粉砂薄层、局部相变为粘质粉土或砂土。 |
| | $mQ_3^{2-2}$ | ④$_4$ | -21.91~-33.78 | 0.8~6.1 | | 粘土：仅场地北侧零星分布，土质较均一，局部相变为粉质粘土。 |
| | al-$mQ_3^{2-2}$ | ④'$_5$ | -26.8~-31.7 | 0.60~2.50 | 孔隙承压水 | 含砾粉质粘土：该层零星发布于场区西北侧，土质不均，含有较多粗砂及小砾石。 |
| | al-$plQ_3^{2-2}$ | ④$_5$ | -22.17~-33.42 | 0.3~2.80 | | 含粘性土圆砾：场地内零星分布，土质不均，含较多料性土，砾石粒径0.5~3cm，含量50~65%，粘性土含量15~25%，余者为砂。 |
| | al-$lQ_3^{2-1}$ | ⑤$_1$ | -19.80~-36.39 | 0.9~14.0 | | 粘土、粉质粘土：土质均一性较好，岩性以粘土为主、局部为粉质粘土，局部偶见少量碎石、砾石，场区东南侧相变为含砂粘质粉土。 |
| | | ⑤'$_1$ | -26.52~-35.53 | 0.6~1.7 | | 粘土：零星分布，土质较均一。 |
| | al-$plQ_3^{2-1}$ | ⑤$_2$ | -32.93~-39.44 | 0.8~4.8 | 孔隙承压水 | 粉砂、细砂：零星分布，土质不均，含较多粘性土，局部粉粒含量较高，岩性以粉砂、细砂为主。局部相变为粉土、砾砂。 |

| 时代 | 成因时代代号 | 分层层号 | 顶板标高（m） | 厚度（m） | 含水层及代号 | 岩性特征 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $mQ_3^{2-1}$ | ⑥$_1$ | -29.23~-37.91 | 0.40~8.20 | | 粘土：山前地带局部缺失，土质较均一，局部粉粒含量较好，相变为粉质粘土，山前地带偶夹碎石。 |
| | $al\text{-}mQ_3^{2-1}$ | ⑥$_2$ | -35.55~-37.95 | 0.80~4.90 | | 粉砂、砂质粉土：偶见。夹少量粘性土。 |
| | $al\text{-}plQ_3^{2-1}$ | ⑥$_3$ | -39.11~-41.43 | 0.5~1.90 | 孔隙承压水 | 含粘性土碎、砾石：场地北边零星揭露，土质极不均一，碎、砾石径一般1−4cm，最大达20cm，粘性土含量约25%，余者为中粗砂。 |
| | $al\text{-}lQ_3^1$ | ⑦$_1$ | -37.73~-42.63 | 1.0~5.0 | | 粉质粘土夹粉土：土质较均一，间夹较多粉砂薄层，粉粒含量较高，局部为粉土，偶见碎砾石。 |
| | $mQ_3^1$ | ⑦$_2$ | -39.20~-44.14 | 1.4~3.4 | | 粘土、粉质粘土：个别孔有揭露，土质不甚均一，间夹较多粉砂薄层，局部含碎砾石。 |
| | $al\text{-}mQ_3^1$ | ⑦$_3$ | -40.05~-46.43 | 2.8~5.7 | | 粘质粉土：个别孔有揭露，土质不均，局部相变为粉质钻土。 |
| | $al\text{-}plQ_3^1$ | ⑦$_4$ | -44.70~-47.09 | 2.3~6.8 | 孔隙承压水 | 含粘性土粉砂、细砂：场地零星分布，土质不均，分选性较差，夹较多粘性土薄层，局部相变为粉砂夹粉质粘土和中粗砂。 |
| | | ⑦$_5$ | -43.18~-54.04 | 0.4~8.4 | | 含粘性土碎砾石：个别孔有揭露，砾径以1−2cm为主，最大可达10cm，含量50%以上，局部为圆砾、砾砂、粗砂，含较多粘性土，局部相变为含碎石粉质粘土。 |
| | $al\text{-}lQ_3^1$ | ⑧$_1$ | -45.59~-56.84 | 3.3~7.4 | | 粉质粘土：个别孔有揭露，土质不均，夹较多砂，局部含少量碎石、砾石。 |
| | $mQ_3^1$ | ⑧$_2$ | -45.92~-60.74 | 0.8~7.5 | | 粉质粘土：个别孔有揭露，粉粒含量较高，局部含有砾石，土质不均。 |
| | $al\text{-}plQ_3^1$ | ⑧$_3$ | -52.29~-53.29 | 1.1~2.8 | 孔隙承压水 | 粉砂、粗砂：个别孔有揭露，土质不均，局部夹粘性土薄层，上部粒径较细，下部较粗，局部内夹较多碎石，相变为含粘性土碎石。 |
| | $al\text{-}lQ_3^1$ | ⑧'$_4$ | -62.59 | 3.6 | | 粉质粘土：个别孔有揭露，土质不均，局部夹碎石，碎石局部风化强烈，呈砂土状。 |
| | $al\text{-}lQ_3^1$ | ⑧$_4$ | -52.28~-66.19 | 1.1~9.8 | | 含粘性土碎、砾石：个别孔有揭露，碎、砾石约占50−60%，砾径约14cm，最大大于10cm，粘性土含量约25%，局部夹粉质粘土。 |
| | al-dlQ | ⑨ | -15.31~-72.34 | 0.50~13.5 | | 含碎石粉质粘土、含粘性土碎石：场地内基本均有分布，土质不均，碎石含量10−65%，碎石风化强烈，呈强—全风化状，碎石径一般2~3cm，个别达10cm以上。 |

a. 含水岩组及其富水性

根据地下水含水层介质、水动力特征及其赋存条件，场地范围内的地下水可分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两种类型，三个亚类，即第四系孔隙潜水、孔隙承压水和基岩裂隙水。

b. 松散岩类孔隙潜水

松散岩类孔隙潜水主要赋存于场区表部粉质粘土和淤泥质土层中，其富水性和透水性差，根据初勘抽水试验计算成果和室内土工试验成果，渗透系数为$5.0\times10^{-6}$~$4.07\times10^{-7}$cm/s之间，水量贫乏，单井出水量小于10m$^3$/d。

场地内地下潜水主要接受大气降水和地表水的垂向入渗补给，多以蒸发方式排泄。水位受季节及气候条件等影响，但动态变化不大，潜水位变幅一般在0.2~0.5m之间。本次监测期间测得潜水位埋深为1.46~2.64m。

c. 松散岩类孔隙承压水

松散岩类孔隙承压水主要赋存于含粘性土碎砾石、砂、砾卵石中，主要分布于场区北部，含水层顶板埋深一般为30.0~48.0m，含水层厚度2.5~8.5m，分布不均，连续性较差，透水性较好，根据初勘简易抽水试验成果和区域水文地质资料，平均渗透系数约0.60m/d，水量较丰富，单井开采量可达500m$^3$/d，水质为微咸水、咸水，原始水位埋深0~0.14m，动态变化不明显。

d. 基岩裂隙水

基岩裂隙水主要分布南部洋沙山及平原区下部，含水介质为上侏罗统晶屑熔结凝灰岩。

由于山体高度低，面积小，断裂构造不发育，节理裂隙发育一般、富水性极差，水质以低矿化淡水为主，主要接受大气降水补给。

e. 地下水补给、径流、排泄特征

项目区地下水主要为孔隙潜水类型，浅层孔隙潜水赋存于粘性土和淤泥质粘性土层中，其水位受气候环境影响显著，经统计数据，水位季节性变化幅度在0.5m左右，地下水水位埋深在1.50~2.50m左右。地下水主要接受大气降水和地表水补给，以蒸发和径流方式向大气及河流大海排泄。

项目所在区块地势低平，地形坡度一般为0.31~0.35‰。水力坡度一般为1~3‰，上下游不明显，略向东南微倾。地下水位一般高于当地地表水及平均高潮水位，仅在地表水体附近，随着丰枯季节变化和潮水位的涨落，地下水与

地表水存在微弱的互补排关系。但趋势性流动方向不明显。因为水力坡度极小，渗透性微弱，地下水流动非常缓慢，污染物极难向四周或深部扩散。

#### 4.2.1.6 土壤条件

春晓镇拥有耕地15895亩，滩涂面积13137亩，山林面积55316亩。地表土质以红壤土和沙质粘土为主，土壤深厚肥沃，属酸性基质。原始植被保存较好，林木以阔叶针叶混交林和竹林为主，兼有茶园、柑桔等，森林覆盖率达到58.8%。

沿海中线南侧即工业区地块属于典型的海积平原，地表土质 pH 值在 8.47～8.63 之间，土壤平均 pH 值为 8.5，土壤全盐量在 0.29%～1.97%之间，绝大多数地块的全盐量高达 1.20%以上，局部土壤含盐量最高达到 1.97%，属滨海重度盐碱地，盐碱性较为严重，不益于植物生长。

### 4.2.2　产业政策及规划符合性分析

本项目拟对宁波终端进行三期改扩建，以满足生产要求。新建 1 套处理能力为 $632\times10^4Nm^3/d$ 的天然气处理装置、3 台 $900\times10^4Nm^3/d$ 进站压缩机（2 用 1 备）、1 台 $626\times10^4Nm^3/d$ 外输压缩机、1 座 $1000m^3/h$ 的循环冷却水装置，1 个 $2500m^3$ 丙烷储罐、利旧 8500kW 热媒炉（1 用 1 备），以及其他配套公用和辅助生产系统改扩建等。

#### 4.2.2.1 与《产业结构调整指导目录（2024年本）》

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于“第七项 石油、天然气”中的“1.常规石油、天然气勘探与开采”和“2.原油、天然气、液化天然气、成品油的储存和管道输送设施、网络”，为国家鼓励类项目。因此，本项目符合国家产业政策要求。

#### 4.2.2.2 与《市场准入负面清单（2022年版）》符合性分析

2022 年 3 月 12 日，国家发展改革委、商务部发布了关于印发《市场准入负面清单（2022 年版）》的通知（发改体改规〔2022〕397 号），对照内容，本项目不属于清单中的限制内容。因此，本项目符合市场准入要求。

#### 4.2.2.3 行业及经济发展规划产业政策符合性分析

a. 与《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》符合性分析

2021 年 3 月 13 日，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年

规划和2035年远景目标纲要》（以下简称《国家“十四五”规划》）正式发布，其中对“十四五”期间的能源体系发展进行了引导和规范，指出要推动油气稳定增产，加快天然气管道建设，并增强储备能力。项目与规划内容的符合性分析见下表。

表4.2-5 本项目与《国家“十四五”规划》的符合性分析

| 规划内容 | 本项目的符合性 |
| --- | --- |
| “第十一章 第三节 构建现代能源体系”提出：有序放开油气勘探开发市场准入，加快深海、深层和非常规油气资源利用，推动油气增储上产……完善煤炭跨区域运输通道和集疏运体系，加快建设天然气主干管道，完善油气互联互通网络。 | 符合。<br>本项目对海上开采的天然气进行处理，属于海洋油气勘探开发工程的附属工程。根据东海区域开发策略，亟待通过投用BOP增压平台（天外TWT-CEP平台至宁波终端间），将至宁波终端的输气能力提升至※※$m^3/a$，以充分释放区域产能。 |
| “第五十三章 第二节 实施能源资源安全战略”提出：夯实国内产量基础，保持原油和天然气稳产增产，做好煤制油气战略基地规划布局和管控。扩大油气储备规模，健全政府储备和企业社会责任储备有机结合、互为补充的油气储备体系……多元拓展油气进口来源，维护战略通道和关键节点安全。 | |

拟建设项目对宁波终端进行改扩建，提高天然气输气能力，以充分释放区域产能。因此，本项目符合《国家“十四五”规划》的相关要求。

b. 与《浙江省煤炭石油天然气发展“十四五”规划》符合性分析

2021年7月7日，浙江省发展和改革委员会和浙江省能源局共同发布了《浙江省煤炭石油天然气发展“十四五”规划》，对浙江省的能源发展现状，当前存在的主要问题及面临的形势进行了综合分析，并对接下来的能源发展战略提出了总体要求，明确了能源发展目标和重点任务，是“十四五”期间浙江省能源发展的指导纲领。

规划“二、面临形势（三）国家油气体制改革为产业发展提供了新机遇”中提出：“十四五”将是我国油气体制改革全面推进的时期。按照“放开两头，管住中间”的改革方向，积极顺应国家改革形势，进一步发挥市场在资源配置中的作用，吸引更多主体参与到资源采购和开发环节，建立天然气辅助服务市场，完善天然气产供储销体系建设，强化油气供应保障体系。本项目对海上开采的天然气进行处理，属于海洋油气勘探开发工程的附属工程。根据东海区域开发策略，亟待通过投用DH BOP平台（天外TWT-CEP平台至宁波终端间），将至宁波终端的输气能力提升至※※$m^3/a$，以充分释放区域产能，进而提高天然气处理能力。这不仅能够加快资源转型，实现能源结构转型目标，同时可有效

刺激推动天然气交易市场的建立和完善。

因此，本项目符合《浙江省煤炭石油天然气发展“十四五”规划》的相关要求。

4.2.2.4 与当地发展规划符合性分析

a. 与《宁波市东部滨海组团总体规划》符合性分析

2019 年 7 月 16 日，宁波市规划局发布了《宁波市东部滨海组团总体规划（2013—2030 年）》，规划期末为 2030 年，主要对宁波东部滨海组团的发展定位和产业布局进行了详细规划。规划在“十一、空间管制”指出：为确保规划区生态安全格局，保证各项建设用地的落实，根据因子综合评价分析，结合未来发展，将区域内用地按不同管制要求划分为三个管制分区：适建区、限建区和禁建区。根据宁波市东部滨海组团空间管制图，本项目位于已建区，仅在原厂区内进行改扩建，均在厂内预留用地新建装置或在原设施区进行改造，没有新增土地占用。在宁波市东部滨海组团用地规划图中（图 4.2-5），本项目所在区域规划为工业用地，本项目用地属性为工业用地，同样满足规划要求。

综上所述，本项目符合《宁波市东部滨海组团总体规划》的相关要求。

图 4.2-4《宁波市东部滨海组团总体规划（2013—2030年）》空间管制图

图 4.2-5《宁波市东部滨海组团总体规划（2013—2030年）》用地规划图

b. 与《宁波市北仑区春晓镇总体规划（2008—2030年）》符合性分析

经宁波市政府批准，春晓镇人民政府和宁波市规划设计研究院发布了《宁波市北仑区春晓镇总体规划（2008—2030 年）》，总规对春晓镇的发展目标、空间布局及各系统进行了整体的明确和规划，是春晓镇规划建设区内资源开发利用的基本依据，也将作为春晓镇发展与建设的技术性行政法规。

规划在“第十一章 1.5 近期重点建设项目”中提出：落实近期建设的项目，包括已经通过审批和正在执行招拍挂程序的项目。积极争取意向项目，集中安排、连片开发。近期项目主要有临港工业、石油天然气类项目、物流类项目、高技术类项目和制造类项目。通过一段时间的发展逐渐增加临港工业、循环经济类项目，建设成为特色化的滨海工业新城。本项目作为天然气开发处理类项目，旨在提高宁波终端的处理能力和加工能力，是总规中的重点建设项目。在总体规划图中，本项目所处位置被规划为工业用地，满足总规的用地要求。因此，本项目符合《宁波市北仑区春晓镇总体规划（2008—2030 年）》的相关要求。

图 4.2-6《宁波市北仑区春晓镇总体规划（2008—2030年）》规划图

c. 与《北仑滨海组团春晓东片区控制性详细规划》符合性分析

为进一步深化完善滨海组团总体规划所确立的发展目标，宁波市自然资源与规划局发布了《北仑滨海组团春晓东片区控制性详细规划》，明确了该片区未来的发展方向及策略，以满足和协调各部门的需求和规划管理要求。规划中对春晓片区的用地规划做出了详细规定，本项目为改扩建项目，具体地址位于用地规划图中的工业用地区域，满足相关的使用要求。因此，本项目符合《北仑滨海组团春晓东片区控制性详细规划》的相关要求。

图 4.2-7《北仑滨海组团春晓东片区控制性详细规划》用地规划图

d. 与《宁波市国土空间总体规划（2022—2035年）》符合性分析

宁波市自然资源和规划局发布的《北宁波市国土空间总体规划（2022—2035 年）》以习近平新时代中国特色社会主义思想为指引,把握两个大局,统筹发展和安全,立足宁波实现“两个先行”的使命担当和加快建设现代化滨海大都市的目标任务,在科学划定耕地和永久基本农田、生态保护红线和城镇开发边界的基础上,优化国土空间开发保护格局,为实现高质量发展提供空间保障。

规划在“第 4 节 市域规划分区与管制”中对宁波市国土空间总体规划做了详细的规定。本项目位于浙江省宁波市北仑区春晓镇春晓工业开发区，属于市域城镇开发适宜性等级评价图中的“城镇开发适宜区”，满足市域规划分区与管制的要求。因此，本项目符合《宁波市国土空间总体规划（2022—2035 年）》的相关要求。

图 4.2–8 宁波市国土空间总体规划市域城镇开发适宜性等级评价图

4.2.2.5 与环境保护相关规划符合性分析

a. 与《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022年版）》符合性分析

2022 年 1 月 19 日，推动长江经济带发展领导小组办公室关于印发《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》的通知，提出“要坚持“生态优先、绿色发展”的战略定位和“共抓大保护、不搞大开发”的战略导向，把修复长江生态环境摆在压倒性位置，严格执行负面清单管理制度体系，层层压实责任，

严格落实管控措施，确保涉及长江的一切投资建设活动都以不破坏生态环境为前提”的要求。

本项目为宁波终端的改扩建项目，仅在原厂区内进行改扩建，均在厂内预留用地新建装置或在原设施区进行改造，没有新增土地占用，符合空间准入原则。在施工期和运营期，仅增加有组织排放的燃烧烟气、无组织排放废气、生活污水和生产废水，经过相应环保措施处理后均满足排放标准要求，不会对周边环境产生明显影响，不在环境准入负面清单的限制之列。本项目为天然气开发处理项目，能够优化产业和能源结构，缓解资源消耗压力，符合产业准入要求。综上所述，本项目符合《长江经济带发展负面清单指南（试行，2022 年版）》的准入要求。

b. 与《浙江省生态环境保护“十四五”规划》符合性分析

2021 年 07 月 15 日，经浙江省人民政府同意，浙江省发改委及浙江省生态环境厅共同发布了《浙江省生态环境保护“十四五”规划》。规划对当前存在的主要问题和形势进行了详细分析和综合判断，明确了“十四五”期间的总体发展目标和策略，是浙江省生态环境建设工作的重要纲领。

表 4.2-6 本项目与《浙江省生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

| 规划内容 | 本项目的符合性 |
| --- | --- |
| 在“三、重点任务（一）严格源头治理，全面推进绿色发展”中指出：优化调整能源结构。深入推进国家清洁能源示范省建设，落实能源消费总量和强度“双控”政策，到2025年，万元地区生产总值能耗持续下降……持续实施煤改气工程，有序推进天然气分布式发展，提高天然气覆盖率和气化率。加强清洁能源开发利用，安全高效发展核电，大力推进可再生能源开发利用。加快构建结构多元、供应稳定的现代绿色能源产业体系，建立健全可再生能源电力消纳保障机制。 | 符合。<br>本项目为天然气开发处理项目，通过本项目的改扩建工作提高宁波终端的天然气处理能力及外输能力，充分释放区域产能，能够提高天然气覆盖率，并优化能源结构。 |
| 在“三、重点任务（三）加强协同治理，改善环境空气质量”中提出：加强固定源污染综合治理。深入开展锅炉综合整治，全面淘汰35蒸吨/小时以下燃煤锅炉，继续开展燃气锅炉低氮改造和建成区生物质锅炉超低排放改造或淘汰……进一步深化工业炉窑大气污染综合治理，基本完成使用高污染燃料的燃料类工业炉窑清洁能源替代……以石化、化工、工业涂装、包装印刷、油品储运销为重点，深化VOCs治理……强化声环境功能区管理，地级及以上城市在声环境功能区安装噪声自动监测系统。加强城市噪声敏感建筑物等重点领域噪声管控。 | 符合。<br>本项目利旧8500kW热媒炉（1用1备），已完成低氮燃烧改造；1台13.4MW备用燃气压缩机（配1台余热锅炉）转为常用，燃气压缩机采用先进的低氮氧化物排放机组。均采用清洁、低硫的天然气为燃料。 |
| 在“三、重点任务（四）深化五水共治，提升水生态环境质量”中提出：持续深化水环境治理……加强工业集聚区污水集中处理设施运行维护管理。强化城镇生活污水治理，推进城镇 | 符合。<br>目前2022年全厂生产水量388.04m$^3$，按项目年运行天 |

| | |
|---|---|
| 生活污水处理厂清洁化改造，加快提升生活污水处理能力和城镇污水处理厂效能……加强工业集聚区污水集中处理设施建设与改造、配套管网建设，工业企业达标整治、清洁化改造等。加强排污口规范化建设、入河排污口综合整治等。 | 数为350天计，为1.11m$^3$/d。本项目新增进入现有污水处理系统废水量为21.15m$^3$/d。生产废水处理系统设计处理能力为192m$^3$/d。因此，本项目污水经处理后并满足纳入市政管网相关标准要求后进入春晓净化水厂进一步处理外排，不新增排污口。 |
| 在“三、重点任务（六）实施分类防治，保障土壤和地下水安全”中提出：深化土壤污染源头精准防控……督促土壤污染重点监管单位落实有毒有害物质排放报告、污染隐患排查、用地土壤和地下水自行监测、设施设备拆除污染防治等法定义务，落实重点监管单位周边土壤监督性监测要求。推进地下水污染防治。加强地表水与地下水污染、土壤与地下水污染协同防治。实施地下水国考点位水质巩固（提升）行动，确保实现国家下达的水质目标……宁波市、温州市、绍兴市、台州市和衢州市等重点化工、电镀和印染园区，实施地下水污染阻隔、管控和治理。 | 符合。<br>本项目已完成地下水、地表水及土壤的现状调查及环境影响分析与评价。并根据相关要求进行了防渗处理，能够避免对于土壤和地下水环境的破坏。 |

本项目陆上工程为宁波终端的改扩建项目，将提高天然气处理能力，增大天然气外输量，能够推动能源结构转型，是生态环境建设中的重要内容。改建内容对环境影响较小，且均参照标准要求进行了防护处理，所产生的大气污染、噪声污染、水污染及土壤地下水污染均能保证在达标范围内。综上所述，本项目符合《浙江省生态环境保护“十四五”规划》的相关要求。

c. 与《浙江省“十四五”挥发性有机物综合治理方案》符合性分析

2021 年 8 月 24 日，浙江省生态环境厅发布了《浙江省“十四五”挥发性有机物综合治理方案》，提出了坚持科学精准治污、坚持源头治理优先、坚持激励约束并举、坚持多方协作共治的工作原则，明确了主要目标和主要任务，不断推进 VOCs 综合治理工作以进一步改善环境空气质量。

表 4.2-7 与《浙江省“十四五”挥发性有机物综合治理方案》的符合性分析

| 规划内容 | 本项目的符合性 |
|---|---|
| “二、主要任务（一）推动产业结构调整，助力绿色发展”中提出：严格执行建设项目新增VOCs排放量区域削减替代规定，削减措施原则上应优先来源于纳入排污许可管理的排污单位采取的治理措施，并与建设项目位于同一设区市。上一年度环境空气质量达标的区域，对石化等行业的建设项目VOCs排放量实行等量削减。 | 符合。<br>本项目所在区域属于达标区，运行期加强管理，降低VOCs排放，并将根据相关要求落实VOCs等量削减指标。 |

| | |
|---|---|
| “二、主要任务（三）严格生产环节控制，减少过程泄漏”中提出：严格控制无组织排放。在保证安全前提下，加强含VOCs物料全方位、全链条、全环节密闭管理，做好VOCs物料储存、转移和输送、设备与管线组件泄漏、敞开液面逸散以及工艺过程等无组织排放环节的管理。生产应优先采用密闭设备、在密闭空间中操作或采用全密闭集气罩收集方式，原则上应保持微负压状态，并根据相关规范合理设置通风量。 | 符合。<br>本项目无组织废气主要为设备动静密封点泄漏，废水集输、储存、处理处置过程逸散，循环水冷却系统排放的挥发性有机物。对于设备动静密封点泄漏控制措施，采用防泄漏的装置或设备，开展泄漏检测与修复工作，加强生产、输送和储存过程中挥发性有机物泄漏的监测和监管；对管线组件可能的泄漏排放点直接进行检测，及时发现存在泄漏现象的组件，并进行修复或替换，降低泄漏排放，生产过程中的采样使用密闭回路取样连接系统，减少采样时有机物泄漏。对于新建1座2500m$^3$的球罐储存，装载时通过气相平衡系统控制无组织排放。含油废水依托已建污水处理设施，污水收集、排水过程采取密闭管道集输，接入口和排出口采取与环境空气隔离的措施，污水处理池采取加盖密闭措施。 |
| “二、主要任务（三）严格生产环节控制，减少过程泄漏”中提出：全面开展泄漏检测与修复（LDAR）。石油炼制、石油化学、合成树脂企业严格按照行业排放标准要求开展LDAR工作；其他企业载有气态、液态VOCs物料设备与管线组件密封点大于等于2000个的，应开展LDAR工作。 | 符合。<br>本项目已按照方案要求开展LDAR监测工作，从而避免VOCs的泄漏排放。 |

综上所述，本项目符合《浙江省“十四五”挥发性有机物综合治理方案》的相关要求。

d. 与《宁波市生态环境保护“十四五”规划》符合性分析

2021 年 8 月 12 日，经宁波市人民政府同意，宁波市生态环境局发布了《宁波市生态环境保护“十四五”规划》，针对“十四五”面临的形势提出了生态环境保护的总体要求和目标，明确了具体的工作任务和保障措施，从而推动生态文明建设先行示范，推进生态环境治理体系和治理能力现代化，是“十四五”期间宁波市生态环境保护工作的指导性纲要。本项目与规划的符合性见下表。

表 4.2-8 与《宁波市生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

| 规划内容 | 本项目的符合性 |
|---|---|
| “三、着力推动绿色低碳发展（三）促进能源体系低碳转型”中提出：严格落实能源“双控”制度，努力控制化石能源消费总量，积极开发可再生能源，大力推进能源清洁替代和高效利用，提高能源结构低碳化和清洁化水平……努力推动清洁能源和非化石能源成为能源消费增量的主体……大力发展清洁能源和可再生能源。因地制宜，积极推进天然气分布式能源、光 | 符合。<br>本项目为宁波终端改扩建项目，属于海气登陆，能提高天然气处理量和外输量，有利于优化当地能源结构，减轻资源消耗压力，提高天然 |

| | |
|---|---|
| 伏、风电、核电、氢能、储能等的发展，加快清洁能源示范城市建设……到2025年，全市天然气利用总量达到32亿方/年，可再生能源发电装机容量达到600万千瓦。 | 气等清洁能源占比。 |
| 提高能源利用效率……继续实施锅炉、窑炉的节能改造工程，进一步提高重点耗能行业能效水平……进一步完善配套供热管网，推动重点工业园区的集中供热。 | 符合。<br>本项目供热依托已建导热油系统，通过对现有供热管线进行改造，满足新建及现有供热需求。能够有效利用热源，从而提高能源利用效率，减小供热能耗。 |
| 深化VOCs治理和减排。以石化、化工、工业涂装、包装印刷、油品储运等重点行业为龙头，深入开展 VOCs 综合治理和总量减排。优先推行源头替代，推广使用低 VOCs 排放的工艺装备和低（无）VOCs 含量、低反应活性的原辅材料。加强无组织和非正常工况排放控制，强化废水处理系统等逸散废气收集治理，全面落实《挥发性有机物无组织排放控制标准》。 | 符合。<br>本项目无组织挥发性有机物排放以设备动静密封点泄漏，废水集输、储存、处理处置过程逸散、循环水冷却系统为主。针对VOCs无组织排放采取必要的控制措施，能满足要求，详见“10.3.2.1大气污染防治措施”。 |

综上所述，本项目与《宁波市生态环境保护“十四五”规划》的符合性较高。

e. 与《宁波市土壤和地下水污染防治“十四五”规划》符合性分析

2021 年 8 月 9 日，宁波市发展和改革委员会与宁波市生态环境局共同发布了《宁波市土壤和地下水污染防治“十四五”规划》，基于当前的土壤和地下水环境现状及面临形势提出了保护优先、预防为主、风险管控、系统治理的基本原则和实现全市土壤和地下水环境安全的总体目标，明确了“十四五”期间土壤和地下水环境保护的主要任务和保障措施，是土壤和地下水污染防治工作的指导性规划。

表 4.2-9 与《宁波市土壤和地下水污染防治“十四五”规划》的符合性分析

| 规划内容 | 本项目的符合性 |
|---|---|
| “三、主要任务”（一）加强土壤生态环境保护：严格落实土壤环境影响评价制度。对各类涉及土地利用的规划、涉及有毒有害物质可能造成土壤污染的新（改、扩）建项目，依法进行环境影响评价，提出并落实防腐蚀、防渗漏、防遗撒等土壤污染防治具体措施。<br>（二） 推进地下水生态环境保护：<br>2.巩固提升地下水环境质量。加快完善地下水水质国考点位水质现状监测，分类实施水质巩固或提升行动。 | 符合。<br>本项目为宁波终端改扩建项目，已完成土壤及地下水环境现状调查与评价，并进行了土壤环境影响分析与评价和地下水环境影响预测与评价，符合规划的相关要求。 |
| “三、主要任务”根据工程建设强制性国家规范，针对相关重点行业提出有关防腐蚀、防渗漏设施和泄漏监测装置的设计、建 | 符合。<br>本项目针对施工和运营过程 |

| | |
|---|---|
| 设和安装要求。鼓励土壤污染重点监管单位因地制宜实施管道化、密闭化改造，重点区域防腐防渗改造，以及物料、污水、废气管线架空建设和改造，从源头上消除土壤污染。<br>协同推进土壤和地下水污染治理修复。土壤污染状况调查报告、土壤污染风险管控或修复方案等应包括地下水相关内容，存在地下水污染的，要统筹推进土壤和地下水风险管控（修复）。 | 中可能导致土壤和地下水污染的固废贮存设施进行了防渗处理，可以满足污染防控要求。 |

因此，本项目符合《宁波市土壤和地下水污染防治“十四五”规划》的相关要求。

4.2.2.6 “三线一单“符合性分析

a. 与《浙江省“三线一单”生态环境分区管控方案》符合性分析

2020 年 5 月 23 日，浙江省生态环境厅正式印发了《浙江省“三线一单”生态环境分区管控方案》，“三线一单”根据浙江省区域发展战略定位，划定了生态保护红线，确定了大气环境和水环境质量底线目标以及土壤环境风险防控底线目标，提出了能源、水资源和土地资源利用上线目标，并建立了功能明确、边界清晰的环境管控单元和生态环境准入清单。经分析，本项目符合《浙江省“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求。

b. 与生态保护红线的符合性

浙江省人民政府在 2018 年 7 月 20 日发布了《浙江省生态保护红线划定方案》，对浙江省内的生态保护红线进行了规定和划分。本项目位于宁波市北仑区春晓镇，在宁波终端（一期、二期）的基础上进行改扩建工作，对照浙江省生态保护红线图，占地均不包含生态保护红线区域。本项目选址与“浙东沿海及近岸生物多样性维护生态保护红线”距离最近，约 6km，项目的建设和运行对红线区基本无影响。因此，本项目符合浙江省生态保护红线要求。

图 4.2-9 本项目与浙江省生态保护红线的位置关系示意图

c. 与环境质量底线的符合性

本项目评价范围内大气环境、声环境、土壤环境、地表水环境、地下水环境及生态环境均符合相应环境功能区划要求。原终端正常运行即可满足污染物排放的相关要求，本项目进行改扩建工作后增加的生产废水、有组织排放的燃烧烟气以及无组织排放废气，在采取相应的污染防治措施后，各类污染物均可保证达标排放，不会对周边环境造成明显不良影响，不会改变区域环境功能区质量要求。另外，本项目的推进能够推动海气登陆，有助于区域能源结构的优化和调整，提高天然气作为清洁能源的占比，将对区域大气环境质量具有明显的改善作用。

d. 与资源利用上线的符合性

1. 能源（煤炭）资源利用上线

本项目不涉及燃煤问题，且属于海气登陆，丰富当地天然气的资源并为天然气的使用提供便利，加快当地能源结构转变，有助于完成资源利用上线目标。

2. 水资源利用上线

本项目用水由市政供水管网提供，本着“循环用水、节约用水”原则，控制用水量。本项目的用水主要为循环冷却水用水、冲洗水以及生活用水，用水量较少，不会突破水资源利用上线。

3. 土地资源利用上线

宁波终端（一期、二期）占地为工业用地，本项目为改扩建项目，仅在原厂区内进行改扩建，均在厂内预留用地新建装置或在原设施区进行改造，没有新增土地占用，且能提高原厂区内的土地利用率，符合土地资源利用上线的目标要求。

e. 与生态环境准入清单的符合性

浙江省生态环境准入清单是浙江省内分区分类管控的基本要求。本项目属于天然气开发处理项目，不属于清单中禁止建设的类目。通过本项目的改扩建项目，提高输气产能，以充分释放区域产能，可促进能源结构的转型和优化，与清单中提出的“优化能源结构，加强能源清洁利用，落实煤炭消费减量替代要求，提高能源利用效率”较为契合。因此，本项目与生态环境准入清单的符合性较高。

4.2.2.7 与《宁波市“三线一单”生态环境分区管控方案》符合性分析

2020 年 12 月 10 日，经宁波市人民政府批复同意，宁波市生态环境局发布了《宁波市“三线一单”生态环境分区管控方案》。根据宁波市区域发展战略定位，聚焦生态环境、资源能源、产业发展等方面存在的突出问题，划定了生态保护红线，确定了大气环境和水环境质量底线目标以及土壤环境风险防控底线目标，提出了能源、水资源和土地资源利用上线目标，建立了功能明确、边界清晰的环境管控单元和生态环境准入清单。该方案是战略环评与规划环评落地以及项目环评管理的依据和支撑，为加强生态环境保护、促进形成绿色发展方式和生产生活方式提供抓手。

本项目位于宁波市北仑区，在宁波市“三线一单”生态环境分区管控方案中，环境管控单元名称为“宁波市北仑区春晓产业集聚重点管控单元”，管控单元分类为“产业集聚类重点管控单元”，并提出了“空间布局引导、污染物排放管控、环境风险防控、资源开发效率要求”等具体管控要求。

本项目属于海气登陆项目，能够推动优化当地能源结构，促进煤炭使用量削减，并减少大气污染物排放，符合资源开发效率要求中的“落实煤炭消费减量替代要求，提高资源能源利用效率”。

因此，本项目符合《宁波市“三线一单”生态环境分区管控方案》的管控要求。

图 4.2-9 本项目与宁波市“三线一单”环境管控单元的位置关系示意图

a. 与生态保护红线的符合性

宁波市生态保护红线设置以浙江省生态保护红线为依据，划定陆域生态保护红线面积为 1670.35 平方公里，包括四个大类 54 个功能小区，占全市国土面积为 17.84%。划定海洋生态保护红线面积 3139.40 平方公里，包括 24 个小区，占全市管辖海域面积的 39.8%。

本项目位于宁波市北仑区，经过与北仑区环境管控单元图的比对，本项目选址区域不占用生态保护红线区域，符合生态保护红线要求。

b. 与环境质量底线的符合性

《宁波市“三线一单”生态环境分区管控方案》确定了大气环境和水环境质量底线目标以及土壤环境风险防控底线目标。本项目评价范围内大气环境、声环境、土壤环境、地表水环境、地下水环境及生态环境均符合相应环境功能区划要求。原终端正常运行即可满足污染物排放的相关要求，本项目进行改扩建工作后增加的生产废水、有组织排放的燃烧烟气以及无组织排放废气，在采取相应的污染防治措施后，各类污染物均可保证达标排放，不会对周边环境造成明显不良影响，不会改变区域环境功能区质量要求。另外，本项目的推进能够推动海气登陆，有助于区域能源结构的优化和调整，提高天然气作为清洁能源的占比，将对区域大气环境质量具有明显的改善作用。因此，本项目的建设对周边环境的影响相对较小，可满足环境质量底线目标的要求。

c. 与资源利用上线的符合性

本项目属于海气登陆，丰富当地天然气的资源并为天然气的使用提供便利，有助于转变当地能源结构，助力资源利用上线目标。改扩建项目导致的用水量较小，且经过厂内污水处理设施还可满足循环利用的要求，用水压力较小。另外本项目仅在原厂区内进行改扩建，均在厂内预留用地新建装置或在原设施区进行改造，没有新增土地占用。因此，本项目符合资源利用上线的要求。

d. 与生态环境准入清单的符合性

宁波市生态环境准入清单以浙江省生态环境准入清单为框架，并结合宁波市实际情况制定，是全市分区分类管控的基本要求。

本项目属于天然气开发处理项目，不属于清单中禁止建设的类目。通过本项目的改扩建项目，可促进能源结构的转型和优化，与清单中提出的“优化能源结构，加强能源清洁利用，落实煤炭消费减量替代要求，提高能源利用效率”

较为契合。因此，本项目与生态环境准入清单的符合性较高。

# 5　环境质量现状调查与评价

## 5.1 海洋环境现状调查概况

西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目所处海域的海水水质、海洋沉积物、海洋生物生态和生物质量现状调查工作由国家海洋环境监测中心承担。

### 5.1.1　调查时间与范围

本项目新建 1 座增压平台（DH BOP 平台）、以及 1 条 HY1-1CEP 平台至 TWT-CEP 平台约 51.3km 的海底输气管道，新建 DH BOP 平台与新建海底输气管道距离较远（约 168km），因此分为海管区（本项目新建海底管道所在海域）和平台区（本项目新建增压平台所在海域）两个区域进行环境现状调查与评价。

海管区海水水质、海洋生物生态和生物质量现状春季调查时间为 2022 年 3 月 9 日~16 日；秋季调查时间为 2021 年 8 月 25 日~9 月 9 日；海洋沉积物于 2022 年 3 月 9 日~16 日（春季）同步进行。

平台区海水水质、海洋生物生态和生物质量现状春季调查时间为 2022 年 3 月 9 日~16 日和 2023 年 5 月 5 日~7 日，2 个航次；秋季调查时间为 2021 年 11 月 3 日~11 月 5 日；海洋沉积物于 2022 年 3 月 9 日~16 日和 2023 年 5 月 5 日~7 日（春季）同步进行。

### 5.1.2　调查站位布设

调查海域春、秋两季环境质量现状调查均采用网格布点的方式。春、秋季调查各设 78 个环境现状调查站位，包括海管区 63 个站位、平台区 15 个站位。其中水质、沉积物和海洋生物生态均为 78 个站位，生物质量站位春季海管区 38 个、平台区 9 个，秋季海管区 28 个、平台区 9 个。

海管区站位布设以大致垂直于岸线方向为横断面，共设置调查断面（间隔约 20km）9 条，每条调查断面等距（每 20km 左右）布设调查站位 7 个，共计 63 个站位（站位号：S01~S63）。平台区站位布设采取网格布设法，即设置调查断面 3 条，每条 5 个，共计 15 个站位（站位号：S119~S133）。

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

表 5.1-1 春、秋季调查站位及调查项目

| 海管区 | | | |
|---|---|---|---|
| 站位 | 经度（E） | 纬度（N） | 调查项目 |
| S01 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S02 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S03 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S04 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S05 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S06 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S07 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S08 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S09 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春季） |
| S10 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S11 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S12 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S13 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S14 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S15 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S16 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S17 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S18 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S19 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S20 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S21 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S22 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S23 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S24 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春季） |
| S25 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S26 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S27 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S28 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S29 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S30 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春季） |
| S31 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S32 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S33 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S34 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S35 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S36 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S37 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S38 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S39 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S40 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春季） |
| S41 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春季） |

| 海管区 | | | |
|---|---|---|---|
| 站位 | 经度（E） | 纬度（N） | 调查项目 |
| S42 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S43 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S44 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S45 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S46 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S47 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S48 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S49 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S50 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S51 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S52 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S53 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春季） |
| S54 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S55 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春季） |
| S56 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S57 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S58 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春季） |
| S59 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S60 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S61 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S62 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S63 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| | | | |
| 站位 | | | 调查项目 |
| S119 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S120 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S121 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S122 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S123 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S124 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S125 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S126 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S127 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S128 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S129 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S130 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S131 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |
| S132 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态 |
| S133 | | | 水质、沉积物（春季）、生物生态、生物质量（春、秋季） |

图 5.1-1 春、秋季环境质量现状调查站位布设

### 5.1.3　调查项目

海水水质调查项目：水温、盐度、pH、化学需氧量（COD）、溶解氧（DO）、悬浮物、无机氮（包括硝酸盐氮、亚硝酸盐氮和氨氮）、活性磷酸盐（$PO_4^{3-}$-P）、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷、石油类、硫化物、挥发性酚。

海洋沉积物调查项目：有机碳、石油类、硫化物、汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷及沉积物粒度分析。

海洋生物生态调查项目：叶绿素 a 的含量（并据此估算初级生产力）、浮游植物、浮游动物和底栖生物的种类组成和数量、密度分布。

海洋生物质量调查项目：选取调查海域具有代表性的生物样品，测定其体内的铜、铅、锌、镉、砷、铬、总汞和石油烃含量等。

### 5.1.4　调查方法

此次调查中水质、沉积物、生物生态和生物质量样品的采集、运输、保存和预处理等均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）等要求执行。

（1）海水水质：分 4 个层次进行采集，分别为表层（低于表层 0.5~1.0m）、10m、50m、底层（高于泥线 2m），其中石油类只调查表层样品；

（2）海洋沉积物：用 0.1$m^2$ 的采泥器采集底泥，取表层样。

（3）海洋生物生态：

叶绿素 a 及初级生产力：叶绿素 a 样品的采集与水样采集同步进行，采样

层次同水质样品，采水体积为 250mL，经孔径为 0.8μm 的滤膜过滤后，干燥冷藏保存，采用萃取荧光法进行分析。

浮游生物：浮游植物样品采用浅水III型浮游生物网，自底（距底 2m）至表垂直拖网取得。拖网样品采集后装入标本瓶（500mL），加入甲醛（加入量为样品容量的 5%）；水样样品采集后每升水样加入 6~8mL 饱和碘液固定，带回实验室鉴定分析。浮游动物以浅水I型浮游生物网样品为准，样品采集后装入标本瓶（500mL），加入甲醛溶液（加入量为样品容量的 5%），上岸后静置一昼夜后，浓缩至 100mL 的标本瓶中，带回实验室鉴定分析。

底栖生物：定量样品一般采用 0.1m$^2$ 的采泥器采样，每站 3 次，再用底栖生物旋涡分选装置筛选生物样（上层用 2.0~5.0mm 网眼，中层用 1.0mm 网眼，下层用 0.5mm 网眼）。样品用 5%甲醛固定保存，带回实验室鉴定分析。

### 5.1.5　分析方法

海水水质、海洋沉积物和海洋生物质量调查项目的分析方法见表 5.1-2。

表 5.1-2 海水水质、海洋沉积物和生物质量调查项目的分析方法

| 类别 | 检测项目 | 分析方法 | 检出限 | 引用标准 |
|---|---|---|---|---|
| 水质 | 水温 | 温盐深仪（CTD）定点测温 | | GB/T 12763.2-2007 |
| | 盐度 | 温盐深仪（CTD）法 | - | GB 17378.4-2007 |
| | 化学需氧量 | 碱性高锰酸钾法 | 0.15mg/L | |
| | 溶解氧 | 碘量法 | - | |
| | 石油类 | 紫外分光光度法 | 1.0μg/L | |
| | pH | pH计法 | - | |
| | 悬浮物 | 重量法 | - | |
| | 汞 | 原子荧光法 | $3.0\times10^{-3}$μg/L | GB 17378.4-2007 |
| | 硫化物 | 亚甲基蓝分光光度法 | 0.20μg/L | |
| | 挥发性酚 | 4-氨基安替比林分光光度法 | 1.10μg/L | |
| | 铵盐 | 次溴酸钠氧化法 | 0.42μg/L | |
| | 亚硝酸盐 | 萘乙二胺分光光度法 | 0.30μg/L | |
| | 硝酸盐 | 镉柱还原法 | 0.56μg/L | |
| | 磷酸盐 | 磷钼蓝分光光度法 | 0.62μg/L | |
| | 砷 | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.05μg/L | HY/T 147.1-2013 |
| | 铜 | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.12μg/L | |
| | 铅 | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.07μg/L | |
| | 镉 | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.03μg/L | |
| | 总铬 | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.05μg/L | |
| | 锌 | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.20μg/L | |
| 生物生态 | 叶绿素a | 荧光分光光度计法 | - | GB 17378.7-2007 |
| | 浮游植物 | 镜下鉴定法 | - | |
| | 浮游动物 | 镜下鉴定法 | - | |

| 类别 | 检测项目 | 分析方法 | 检出限 | 引用标准 |
|---|---|---|---|---|
| | 底栖生物 | 镜下鉴定法 | - | |
| 沉积物 | 石油类 | 紫外分光光度法 | 3ng/g | GB 17378.5-2007 |
| | 硫化物 | 碘量法 | 4ng/g | |
| | 有机碳 | 重铬酸钾氧化-还原容量法 | - | |
| | 砷 | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.180ng/g | HY/T 147.2-2013 |
| | 汞 | 热分解冷原子吸收光度法 | 0.005ng/g | |
| | 铜 | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.008ng/g | |
| | 铅 | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.07ng/g | |
| | 镉 | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.015ng/g | |
| | 铬 | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.07ng/g | |
| | 锌 | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.160ng/g | |
| | 粒度 | 激光法 | - | GB/T 12763.8-2007 |
| 生物质量 | 铜 | 电感耦合等离子体-质谱法 | $0.08\times10^{-6}$ | HY/T 147.3-2013 |
| | 铅 | 电感耦合等离子体-质谱法 | $0.04\times10^{-6}$ | |
| | 镉 | 电感耦合等离子体-质谱法 | $0.03\times10^{-6}$ | |
| | 锌 | 电感耦合等离子体-质谱法 | $1.66\times10^{-6}$ | |
| | 铬 | 电感耦合等离子体-质谱法 | $0.30\times10^{-6}$ | |
| | 总汞 | 热分解冷原子吸收光度法 | $0.005\times10^{-6}$ | |
| | 砷 | 电感耦合等离子体-质谱法 | $0.10\times10^{-6}$ | |
| | 石油烃 | 荧光分光光度法 | $0.2\times10^{-6}$ | GB 17378.6-2007 |

### 5.1.6　评价因子与评价标准

#### 5.1.6.1 海水水质

海水水质评价因子包括 pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷、挥发性酚和硫化物共 15 项。根据《海水水质标准》（GB 3097-1997），各评价因子的评价标准值列于表 5.1-3。

根据《浙江省海洋功能区划（2011-2020 年）》和《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2080 号），调查海域海管区和平台区调查站位均位于《浙江省海洋功能区划（2011-2020 年）》和浙江省划定的“三区三线”海洋生态红线范围之外，本项目海水水质按维持现状评价。调查站位与功能区划叠加示意图见图 5.1-2，与生态红线叠加示意图见图 5.1-3。

表 5.1-3 海水水质标准值（单位：mg/L）

| 项目 | 第一类标准值 | 第二类标准值 | 第三类标准值 | 第四类标准值 |
|---|---|---|---|---|
| pH | 7.8~8.5 | | 6.8~8.8 | |
| 溶解氧 | >6 mg/L | >5 mg/L | >4mg/L | >3 mg/L |
| 化学需氧量 | ≤2 mg/L | ≤3 mg/L | ≤4 mg/L | ≤5 mg/L |
| 活性磷酸盐 | ≤0.015 mg/L | ≤0.030 mg /L | | ≤0.045 mg /L |
| 无机氮 | ≤0.20 mg/L | ≤0.30 mg/L | ≤0.40 mg/L | ≤0.50 mg/L |

| 项目 | 第一类标准值 | 第二类标准值 | 第三类标准值 | 第四类标准值 |
|---|---|---|---|---|
| 砷 | ≤0.020 mg/L | ≤0.030 mg/L | ≤0.050 mg/L | |
| 汞 | ≤0.00005 mg/L | ≤0.0002 mg/L | | ≤0.0005 mg/L |
| 铜 | ≤0.005 mg/L | ≤0.010 mg/L | ≤0.050 mg/L | |
| 铅 | ≤0.001 mg/L | ≤0.005 mg/L | ≤0.010 mg/L | ≤0.050 mg/L |
| 锌 | ≤0.020 mg/L | ≤0.050 mg/L | ≤0.10 mg/L | ≤0.50 mg/L |
| 镉 | ≤0.001 mg/L | ≤0.005 mg/L | ≤0.010 mg/L | |
| 总铬 | ≤0.05 mg/L | ≤0.10 mg/L | ≤0.20 mg/L | ≤0.50 mg/L |
| 石油类 | ≤0.05 mg/L | | ≤0.30 mg/L | ≤0.50 mg/L |
| 挥发性酚 | ≤0.005 mg/L | | ≤0.010 mg/L | ≤0.25 mg/L |
| 硫化物 | ≤0.02 mg/L | ≤0.05 mg/L | ≤0.10 mg/L | ≤0.050 mg/L |

图 5.1-2 调查站位与浙江省海洋功能区划叠加示意图

图 5.1-3 调查站位与浙江省海洋生态红线区叠加示意图

5.1.6.2 海洋沉积物质量

海洋沉积物评价因子为有机碳、硫化物、汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷和石油类共 10 项。根据《海洋沉积物质量》（GB18668-2002），各类海洋沉积物质量标准见表 5.1-4。

根据《浙江省海洋功能区划（2011-2020 年）》和《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2080 号），本次沉积物调查站位均位于海洋功能区划和浙江省划定的“三区三线”海洋生态红线范围之外生态红线之外，本项目海洋沉积物按维持现状评价。

表 5.1-4 海洋沉积物质量标准

| 项 目 | | 第一类 | 第二类 | 第三类 |
|---|---|---|---|---|
| 有机碳 | $\times10^{-2}$ | ≤2.0 | ≤3.0 | ≤4.0 |
| 石油类 | $\times10^{-6}$ | ≤500.0 | ≤1000.0 | ≤1500.0 |
| 硫化物 | | ≤300.0 | ≤500.0 | ≤600.0 |
| 汞 | | ≤0.20 | ≤0.50 | ≤1.00 |
| 铜 | | ≤35.0 | ≤100.0 | ≤200.0 |
| 铅 | | ≤60.0 | ≤130.0 | ≤250.0 |
| 镉 | | ≤0.50 | ≤1.50 | ≤5.00 |
| 锌 | | ≤150.0 | ≤350.0 | ≤600.0 |
| 铬 | | ≤80.0 | ≤150.0 | ≤270.0 |
| 砷 | | ≤20.0 | ≤65.0 | ≤93.0 |

5.1.6.3 生物质量

甲壳类、鱼类和软体动物（非双壳类）生物体内污染物质（除石油烃外）含量评价标准参考《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参考《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。各类生物体污染物评价标准见表 5.1-5。

表 5.1-5 海洋生物质量标准值（单位：mg/kg 湿重）

| 生物类别 | Cr | Cu | Pb | Zn | Cd | As | Hg | 石油烃 | 标准 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 软体动物(非双壳类) | \ | 100 | 10.0 | 250 | 5.5 | \ | 0.3 | 20 | 石油烃参考《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中生物质量标准；其余参考《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中生物质量标准。 |
| 甲壳类 | \ | 100 | 2.0 | 150 | 2.0 | \ | 0.2 | \ | |
| 鱼类 | \ | 20 | 2.0 | 40 | 0.6 | \ | 0.3 | 20 | |

### 5.1.7 评价方法

#### 5.1.7.1 海水水质

海水水质采用标准指数法和超标统计法对调查海域进行环境质量现状评价。

标准指数的计算公式如下：

$$PI_i = C_i / S_i$$

式中：$PI_i$ — i项评价因子的标准指数；

$C_i$ — i项评价因子的实测浓度；

$S_i$ — i项评价因子的评价标准。

因为海水中溶解氧（DO）和pH不同于一般的污染指标，有其特殊性，溶解氧用下述公式计算：

$$P_{DO} = \frac{|DO_f - DO|}{DO_f - DO_s} \qquad DO \geq DO_s$$

$$P_{DO} = 10 - 9\frac{DO}{DO_s} \qquad DO < DO_s$$

式中：$DO$ — 溶解氧实测值；

$DO_s$ — 溶解氧标准值；

$DO_f$ — 饱和溶解氧的浓度（mg/L），$DO_f = \frac{468}{(31.6+T)}$。

pH的标准值用下述公式计算：

$$PI_{pH} = |pH - pH_{SM}| / D_s$$

其中，$pH_{SM} = (pH_{Su} + pH_{Sd})/2$，$D_s = (pH_{Su} - pH_{Sd}) / 2$；

式中：$PI_{pH}$ — pH的污染指数；

pH — pH实测值；

$pH_{Su}$ — 海水pH标准的上限值；

$pH_{Sd}$ — 海水pH标准的下限值。

#### 5.1.7.2 海洋沉积物

与海水水质现状评价的方法相同，海洋沉积物质量现状的评价亦采用标准指数法。

#### 5.1.7.3 海洋生物生态

a. 初级生产力

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

$$P = \frac{\text{chla} \times \text{Q} \times E \times D}{2}$$

式中：$P$ –初级生产力（mg·C/m$^2$·d）；

$Q$ –同化指数，为 3.7；

$D$ –白昼时间长短；

E –真光层深度（m），取透明度的 3 倍；

$Chl.a$ –真光层单位面积海面下，叶绿素 a 的浓度（mg/m$^2$）。

b. 多样性指数、均匀度和丰富度

评价生物群落结构特征采用Shannon-Wiener多样性指数（$H'$）（1949）、Pielou均匀度指数（$J'$）（1975）、Margalef丰富度指数（$d$）（1958），计算公式分别为：

$$H' = -\sum^{s} Pi \log_2 Pi$$

$$J' = H' / \log_2 \text{S}$$

$$d = (\text{S-1}) / \log_2 N$$

式中，S为样品的总种类数，N为样品的总个体数，$P_i = n_i/N$（$n_i$是第$i$个物种的个体数）。

一般认为，正常环境多样性指数（$H'$）值高，受污染环境该指数值降低。

5.1.7.4 生物质量

底栖生物质量评价采用单项标准指数法，评价公式与海水水质相同。

5.2 海水水质现状调查与评价

5.2.1　海水水质调查结果

春、秋季调查海管区和平台区海水水质调查项目分析结果见附表 1~附表 4。

5.2.1.1 水温

a. 海管区

春季调查海水水温变化于（13.0~19.6）℃，平均为 15.6℃。

秋季调查海水水温变化于（18.5~30.7）℃，平均为 25.5℃。

b. 平台区

春季调查海水水温变化于（15.5~20.9）℃，平均为 18.3℃。

秋季调查海水水温变化于（19.0~24.4）℃，平均为 22.7℃。

5.2.1.2 盐度

a. 海管区

春季调查海水盐度变化于 33.6~34.6，平均为 34.3。

秋季调查海水盐度变化于 31.2~34.8，平均为 33.8。

b. 平台区

春季调查海水盐度变化于 20.8~34.5，平均为 33.7。

秋季调查海水盐度变化于 32.1~34.6，平均为 33.9。

5.2.1.3 pH

a. 海管区

春季调查海水 pH 值变化于 8.10~8.31，平均为 8.20。

秋季调查海水 pH 值变化于 7.82~8.32，平均为 8.15。

b. 平台区

春季调查海水 pH 值变化于 7.92~8.19，平均为 8.09。

秋季调查海水 pH 值变化于 8.01~8.29，平均为 8.15。

5.2.1.4 溶解氧（DO）

a. 海管区

春季调查海水 DO 变化于（6.3~8.6）mg/L，平均为 8.1mg/L。

秋季调查海水 DO 变化于（6.3~7.8）mg/L，平均为 7.2mg/L。

b. 平台区

春季调查海水 DO 变化于（5.4~9.1）mg/L，平均为 7.6mg/L。

秋季调查海水 DO 变化于（3.6~7.6）mg/L，平均为 5.9mg/L。

5.2.1.5 化学需氧量（COD）

a. 海管区

春季调查海水 COD 变化于（未检出~1.19）mg/L，平均为 0.40mg/L。

秋季调查海水 COD 变化于（未检出~1.24）mg/L，平均为 0.90mg/L。

b. 平台区

春季调查海水 COD 变化于（未检出~1.22）mg/L，平均为 0.48mg/L。

秋季调查海水 COD 变化于（未检出~1.89）mg/L，平均为 0.61mg/L。

5.2.1.6 无机氮（DIN）

a. 海管区

春季调查海水 DIN 变化于（0.002~0.107）mg/L，平均为 0.043mg/L。

秋季调查海水 DIN 变化于（未检出~0.196）mg/L，平均为 0.058mg/L。

b. 平台区

春季调查海水 DIN 变化于（0.007~0.119）mg/L，平均为 0.045mg/L。

秋季调查海水 DIN 变化于（0.016~0.204）mg/L，平均为 0.071mg/L。

5.2.1.7 活性磷酸盐（$PO_4^{3-}$-P）

a. 海管区

春季调查海水 $PO_4^{3-}$-P 变化于（未检出~0.023）mg/L，平均为 0.006mg/L。

秋季调查海水 $PO_4^{3-}$-P 变化于（未检出~0.030）mg/L，平均为 0.013mg/L。

b. 平台区

春季调查海水 $PO_4^{3-}$-P 变化于（未检出~0.022）mg/L，平均为 0.007mg/L。

秋季调查海水 $PO_4^{3-}$-P 变化于（0.003~0.034）mg/L，平均为 0.011mg/L。

5.2.1.8 汞

a. 海管区

春季调查海水汞含量变化于（未检出~0.011）μg/L，平均为 0.004μg/L。

秋季调查海水汞含量变化于（未检出~0.049）μg/L，平均为 0.027μg/L。

b. 平台区

春季调查海水汞含量变化于（0.003~0.017）μg/L，平均为 0.005μg/L。

秋季调查海水汞含量变化于（未检出~0.012）μg/L，平均为 0.002μg/L。

5.2.1.9 锌

a. 海管区

春季调查海水锌含量变化于（2.24~11.57）μg/L，平均为 5.42μg/L。

秋季调查海水锌含量变化于（未检出~18.40）μg/L，平均为 1.57μg/L。

b. 平台区

春季调查海水锌含量变化于（1.99~12.63）μg/L，平均为 6.68μg/L。

秋季调查海水锌含量变化于（0.76~8.63）μg/L，平均为 4.23μg/L。

5.2.1.10 镉

a. 海管区

春季调查海水镉含量变化于（0.27~0.85）μg/L，平均为 0.48μg/L。

秋季调查海水镉含量变化于（未检出~0.39）μg/L，平均为 0.08μg/L。

b. 平台区

春季调查海水镉含量变化于（未检出~0.68）μg/L，平均为 0.31μg/L。

秋季调查海水镉含量变化于（0.06~0.24）μg/L，平均为 0.17μg/L。

5.2.1.11 铅

a. 海管区

春季调查海水铅含量变化于（0.36~1.55）μg/L，平均为 0.68μg/L。

秋季调查海水铅含量变化于（未检出~0.99）μg/L，平均为 0.20μg/L。

b. 平台区

春季调查海水铅含量变化于（0.40~2.95）μg/L，平均为 0.82μg/L。

秋季调查海水铅含量变化于（未检出~3.20）μg/L，平均为 1.48μg/L。

5.2.1.12 砷

a. 海管区

春季调查海水砷含量变化于（0.8~3.6）μg/L，平均为 1.9μg/L。

秋季调查海水砷含量变化于（未检出~1.9）μg/L，平均为 1.4μg/L。

b. 平台区

春季调查海水砷含量变化于（1.4~2.9）μg/L，平均为 2.1μg/L。

秋季调查海水砷含量变化于（0.1~4.2）μg/L，平均为 2.9μg/L。

5.2.1.13 铜

a. 海管区

春季调查海水铜含量变化于（0.62~3.47）μg/L，平均为 1.54μg/L。

秋季调查海水铜含量变化于（未检出~4.88）μg/L，平均为 0.94μg/L。

b. 平台区

春季调查海水铜含量变化于（0.86~4.40）μg/L，平均为 1.63μg/L。

秋季调查海水铜含量变化于（未检出~4.61）μg/L，平均为 0.91μg/L。

5.2.1.14 总铬

a. 海管区

春季调查海水总铬含量变化于（0.27~1.62）μg/L，平均为 0.52μg/L。

秋季调查海水总铬含量变化于（未检出~1.27）μg/L，平均为 0.09μg/L。

b. 平台区

春季调查海水总铬含量变化于（0.42~3.33）μg/L，平均为 1.02μg/L。

秋季调查海水总铬含量变化于（0.02~0.85）μg/L，平均为 0.35μg/L。

5.2.1.15 石油类

a. 海管区

春季调查表层海水石油类含量变化于（未检出~0.037）mg/L，平均为 0.014mg/L。

秋季调查表层海水石油类含量变化于（0.004~0.027）mg/L，平均为 0.014mg/L。

b. 平台区

春季调查表层海水石油类含量变化于（未检出~0.033）mg/L，平均为 0.011mg/L。

秋季调查未检测出石油类。

5.2.1.16 悬浮物

a. 海管区

春季调查海水悬浮物含量变化于（3~13）mg/L，平均为 6mg/L。

秋季调查海水悬浮物含量变化于（未检出~9）mg/L，平均为 0.2mg/L。

b. 平台区

春季调查海水悬浮物含量变化于（5~13）mg/L，平均为 8mg/L。

秋季调查海水悬浮物含量变化于（4~22）mg/L，平均为 12mg/L。

5.2.1.17 挥发性酚

a. 海管区

春季调查海水挥发性酚含量变化于（未检出~0.005）mg/L，平均为 0.002mg/L。

秋季调查未检测出挥发性酚。

b. 平台区

春季调查海水挥发性酚含量变化于（未检出~0.004）mg/L，平均为0.001mg/L。

秋季调查海水挥发性酚含量变化于（未检出~0.004）mg/L，平均为0.002mg/L。

5.2.1.18 硫化物

a. 海管区

春、秋季调查均未检测出硫化物。

b. 平台区

春季调查未检测出硫化物。

秋季调查海水硫化物含量变化于（未检出~0.204）μg/L，平均为0.010μg/L。

5.2.2 海水水质评价结果

调查海域水质站位均位于浙江省海洋功能区和海洋生态红线区之外，按照保持现状进行评价，评价结果见附表5~附表8。

5.2.2.1 春季调查

a. 海管区

春季调查海域海管区水质站位现状符合性统计见表5.2-1。评价因子中除活性磷酸盐和铅外，pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、石油类、铜、锌、镉、总铬、汞、砷、挥发性酚和硫化物均满足第一类海水水质标准。

活性磷酸盐在表层、10m层和底层均有1个站位符合第二（三）类海水水质标准；其余各层次站位均符合第一类海水水质标准。

铅在表层、10m层和底层均有4个站位符合第二类海水水质标准；在50m层有5个站位符合第二类海水水质标准。其余各层次站位均符合第一类海水水质标准。

表5.2-1 春季调查海区位于海管区站位水质现状符合性统计

| 评价因子 | 层次 | 符合水质类别 | 个数 | 站位 |
|---|---|---|---|---|
| 活性磷酸盐 | 表层 | 二（三）类 | 1 | S31 |
| | 10m层 | | 1 | S31 |
| | 底层 | | 1 | S10 |
| 铅 | 表层 | 二类 | 4 | S35、S36、S43、S44 |
| | 10m层 | | 4 | S12、S13、S15、S43 |
| | 50m层 | | 5 | S10、S15、S33、S34、S37 |
| | 底层 | | 4 | S10、S11、S38、S52 |

| 评价因子 | 层次 | 符合水质类别 | 个数 | 站位 |
|---|---|---|---|---|

注：1、pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、石油类、铜、锌、镉、总铬、汞、砷、挥发性酚和硫化物各站位均满足第一类海水水质标准；2、活性磷酸盐和铅未列出的层次和站位均满足第一类海水水质标准。

b. 平台区

春季调查海域平台区水质站位现状符合性统计见表 5.2-2。评价因子中除溶解氧、活性磷酸盐和铅外，pH、化学需氧量、无机氮、石油类、铜、锌、镉、总铬、汞、砷、挥发性酚和硫化物均满足第一类海水水质标准。

溶解氧仅底层有6个站位符合第二类海水水质标准；其余各层次站位均符合第一类海水水质标准。

活性磷酸盐在50m层有1个站位符合第二（三）类海水水质标准；在底层有9个站位符合第二（三）类海水水质标准；其余各层次站位均符合第一类海水水质标准。

铅在表层、10m层和底层均有2个站位符合第二类海水水质标准；在50m层有3个站位符合第二类海水水质标准。其余各层次站位均符合第一类海水水质标准。

表 5.2-2 春季调查海区位于平台区站位水质现状符合性统计

| 评价因子 | 层次 | 符合水质类别 | 个数 | 站位 |
|---|---|---|---|---|
| 溶解氧 | 底层 | 二类 | 6 | S120、S121、S123、S124、S126、S127 |
| 活性磷酸盐 | 50m层 | 二（三）类 | 1 | S128 |
| | 底层 | | 9 | S120~S126、S128、S132 |
| 铅 | 表层 | 二类 | 2 | S120、S123 |
| | 10m层 | | 2 | S123、S127 |
| | 50m层 | | 3 | S120、S126、S127 |
| | 底层 | | 2 | S120、S127 |

注：1、pH、化学需氧量、无机氮、石油类、铜、锌、镉、总铬、汞、砷、挥发性酚和硫化物各站位均满足第一类海水水质标准；2、溶解氧、活性磷酸盐和铅未列出的层次和站位均满足第一类海水水质标准。

5.2.2.2 秋季调查

a. 海管区

秋季调查海域海管区水质站位现状符合性统计见表 5.2-3。评价因子中除活性磷酸盐外，pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、石油类、铜、锌、镉、总铬、汞、砷、铅、挥发性酚和硫化物均满足第一类海水水质标准。

活性磷酸盐在10m层有2个站位符合第二（三）类海水水质标准；在50m层

有33个站位符合第二（三）类海水水质标准；底层所有站位（63个）均符合第二（三）类海水水质标准。

表 5.2-3 秋季调查海区位于海管区站位水质现状符合性统计

| 评价因子 | 层次 | 符合水质类别 | 个数 | 站位 |
|---|---|---|---|---|
| 活性磷酸盐 | 10m层 | 二（三）类 | 2 | S01、S14 |
| | 50m层 | | 33 | S1、S7~S8、S10~S11、S14、S17~S18、S20、S29~S30、S32、S35、S38~S48、S50~S52、S56~S61 |
| | 底层 | | 63 | S01-63 |

注：1、pH、化学需氧量、溶解氧、无机氮、石油类、铜、锌、镉、总铬、汞、砷、铅、硫化物和挥发性酚各站位均满足第一类海水水质标准；2、活性磷酸盐未列出的层次和站位均满足第一类海水水质标准。

b. 平台区

秋季调查海域平台区水质站位现状符合性统计见表 5.2-4。评价因子中除溶解氧、活性磷酸盐和铅外，pH、化学需氧量、无机氮、石油类、铜、锌、镉、总铬、汞、砷、挥发性酚和硫化物均满足第一类海水水质标准。

溶解氧表层和底层均有1个站位符合第二类海水水质标准，50m层有3个站位符合第二类海水水质标准；10m层和50m层均有2个站位符合第三类海水水质标准，底层有8个站位符合第三类海水水质标准；50m层的2个站位和底层的6个站位符合第四类海水水质标准；其余各层次站位均符合第一类海水水质标准。

活性磷酸盐在50m层的2个站位和底层的4个站位符合第二（三）类海水水质标准；在底层有9个站位符合第四类海水水质标准；其余各层次站位均符合第一类海水水质标准。

铅在表层的12个站位、10m层的6个站位、50m层的4个站位和底层的3个站位符合第二类海水水质标准；其余各层次站位均符合第一类海水水质标准。

表 5.2-4 秋季调查海区位于平台区站位水质现状符合性统计

| 评价因子 | 层次 | 符合水质类别 | 个数 | 站位 |
|---|---|---|---|---|
| 溶解氧 | 表层 | 二类 | 1 | S125 |
| | 50m层 | | 3 | S122、S129、S132 |
| | 底层 | | 1 | S127 |
| | 10m层 | 三类 | 2 | S119、S125 |
| | 50m层 | | 2 | S119、S131 |
| | 底层 | | 8 | S120、S123、S126、S129、S130、S131~S133 |
| | 50m层 | 四类 | 2 | S125、S128 |
| | 底层 | | 6 | S119、S121、S122、S124、S125、S128 |
| 活性 | 50m层 | 二（三）类 | 2 | S128、S131 |

| 评价因子 | 层次 | 符合水质类别 | 个数 | 站位 |
|---|---|---|---|---|
| 磷酸盐 | 底层 | | 4 | S123、S124、S126、S130 |
| | 底层 | 四类 | 9 | S119、S120、S121、S122、S125、S128、S129、S131、S132 |
| 铅 | 表层 | 二类 | 12 | S119、S120、S122~S126、S128~S130、S132、S133 |
| | 10m层 | | 6 | S122、S123、S127、S129、S131、S133 |
| | 50m层 | | 4 | S123、S129、S131、S133 |
| | 底层 | | 3 | S123、S131、S133 |

注：1、pH、化学需氧量、无机氮、石油类、铜、锌、镉、总铬、汞、砷、挥发性酚和硫化物各站位均满足第一类海水水质标准；2、溶解氧、活性磷酸盐和铅未列出的层次和站位均满足第一类海水水质标准。

## 5.3 海洋沉积物质量现状调查与评价

### 5.3.1　海洋沉积物组成及其类型

#### 5.3.1.1 海管区

海管区春季表层沉积物的粒度分析结果见表 5.3-1，共包含 3 种沉积物类型，以粉砂质砂为主，占比 87.3%；其次是砂，占比 11.1%；砂质粉砂占比最低，为 1.6%。沉积物中值粒径范围为 0.018~0.255mm，平均值为 0.166mm。

表 5.3-1 海管区表层沉积物类型及粒径级别

| 站位 | 粒级含量(%) | | | 代号及名称 | 中值粒径（mm） |
|---|---|---|---|---|---|
| | 粘土（Y） | 粉砂（T） | 砂（S） | | |
| S01 | | | | | |
| S02 | | | | | |
| S03 | | | | | |
| S04 | | | | | |
| S05 | | | | | |
| S06 | | | | | |
| S07 | | | | | |
| S08 | | | | | |
| S09 | | | | | |
| S10 | | | | | |
| S11 | | | | | |
| S12 | | | | | |
| S13 | | | | | |
| S14 | | | | | |
| S15 | | | | | |
| S16 | | | | | |
| S17 | | | | | |
| S18 | | | | | |
| S19 | | | | | |
| S20 | | | | | |
| S21 | | | | | |
| S22 | | | | | |
| S23 | | | | | |

| 站位 | 粒级含量(%) | | | 代号及名称 | 中值粒径（mm） |
|---|---|---|---|---|---|
| | 粘土（Y） | 粉砂（T） | 砂（S） | | |
| S24 | | | | | |
| S25 | | | | | |
| S26 | | | | | |
| S27 | | | | | |
| S28 | | | | | |
| S29 | | | | | |
| S30 | | | | | |
| S31 | | | | | |
| S32 | | | | | |
| S33 | | | | | |
| S34 | | | | | |
| S35 | | | | | |
| S36 | | | | | |
| S37 | | | | | |
| S38 | | | | | |
| S39 | | | | | |
| S40 | | | | | |
| S41 | | | | | |
| S42 | | | | | |
| S43 | | | | | |
| S44 | | | | | |
| S45 | | | | | |
| S46 | | | | | |
| S47 | | | | | |
| S48 | | | | | |
| S49 | | | | | |
| S50 | | | | | |
| S51 | | | | | |
| S52 | | | | | |
| S53 | | | | | |
| S54 | | | | | |
| S55 | | | | | |
| S56 | | | | | |
| S57 | | | | | |
| S58 | | | | | |
| S59 | | | | | |
| S60 | | | | | |
| S61 | | | | | |
| S62 | | | | | |
| S63 | | | | | |
| 最小值 | | | | | |
| 最大值 | | | | | |
| 平均值 | | | | | |

#### 5.3.1.2 平台区

平台区春季表层沉积物的粒度分析结果见表 5.3-2，共包含 3 种沉积物类型，以粉砂质砂为主，占比 57.1%；其次是粘土质粉砂，占比 28.6%；砂-粉砂-

粘土占比最低，为 14.3%。沉积物中值粒径范围为 0.008~0.179mm，平均值为 0.056mm。

表 5.3-2 平台区表层沉积物类型及粒径级别

| 站位 | 粒级含量（%） | | | 代号及名称 | 中值粒径（mm） |
|---|---|---|---|---|---|
| | 粘土（Y） | 粉砂（T） | 砂（S） | | |
| S119 | | | | | |
| S120 | | | | | |
| S121 | | | | | |
| S122 | | | | | |
| S123 | | | | | |
| S124 | | | | | |
| S125 | | | | | |
| S126 | | | | | |
| S127 | | | | | |
| S128 | | | | | |
| S129 | | | | | |
| S130 | | | | | |
| S131 | | | | | |
| S132 | | | | | |
| S133 | | | | | |
| 最小值 | | | | | |
| 最大值 | | | | | |
| 平均值 | | | | | |

注：“-”表示未采集样品。

### 5.3.2　海洋沉积物质量调查结果

#### 5.3.2.1 海管区

调查海域春季海管区表层沉积物各污染物含量分析结果见表 5.3-3，有机碳含量范围为（0.234~0.493）×$10^{-2}$，石油类含量范围为（未检出~49.4）×$10^{-6}$，硫化物含量范围为（未检出~63.0）×$10^{-6}$，铜含量范围为（4.3~30.4）×$10^{-6}$，铅含量范围为（8.8~14.4）×$10^{-6}$，镉含量范围为（0.04~0.26）×$10^{-6}$，铬含量范围为（12.2~52.4）×$10^{-6}$，锌含量范围为（40.0~69.3）×$10^{-6}$，汞含量范围为（未检出~0.037）×$10^{-6}$，砷含量范围为（3.45~14.70）×$10^{-6}$。

表5.3-3 春季海管区海洋沉积物中各污染物含量

| 站位 | 有机碳 | 石油类 | 硫化物 | 铜 | 铅 | 镉 | 铬 | 锌 | 汞 | 砷 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $10^{-2}$ | $10^{-6}$ | | | | | | | | |
| S01 | | | | | | | | | | |
| S02 | | | | | | | | | | |
| S03 | | | | | | | | | | |
| S04 | | | | | | | | | | |
| S05 | | | | | | | | | | |
| S06 | | | | | | | | | | |

| 站位 | 有机碳 | 石油类 | 硫化物 | 铜 | 铅 | 镉 | 铬 | 锌 | 汞 | 砷 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $10^{-2}$ | $10^{-6}$ | | | | | | | | |
| S07 | | | | | | | | | | |
| S08 | | | | | | | | | | |
| S09 | | | | | | | | | | |
| S10 | | | | | | | | | | |
| S11 | | | | | | | | | | |
| S12 | | | | | | | | | | |
| S13 | | | | | | | | | | |
| S14 | | | | | | | | | | |
| S15 | | | | | | | | | | |
| S16 | | | | | | | | | | |
| S17 | | | | | | | | | | |
| S18 | | | | | | | | | | |
| S19 | | | | | | | | | | |
| S20 | | | | | | | | | | |
| S21 | | | | | | | | | | |
| S22 | | | | | | | | | | |
| S23 | | | | | | | | | | |
| S24 | | | | | | | | | | |
| S25 | | | | | | | | | | |
| S26 | | | | | | | | | | |
| S27 | | | | | | | | | | |
| S28 | | | | | | | | | | |
| S29 | | | | | | | | | | |
| S30 | | | | | | | | | | |
| S31 | | | | | | | | | | |
| S32 | | | | | | | | | | |
| S33 | | | | | | | | | | |
| S34 | | | | | | | | | | |
| S35 | | | | | | | | | | |
| S36 | | | | | | | | | | |
| S37 | | | | | | | | | | |
| S38 | | | | | | | | | | |
| S39 | | | | | | | | | | |
| S40 | | | | | | | | | | |
| S41 | | | | | | | | | | |
| S42 | | | | | | | | | | |
| S43 | | | | | | | | | | |
| S44 | | | | | | | | | | |
| S45 | | | | | | | | | | |
| S46 | | | | | | | | | | |
| S47 | | | | | | | | | | |
| S48 | | | | | | | | | | |
| S49 | | | | | | | | | | |
| S50 | | | | | | | | | | |
| S51 | | | | | | | | | | |
| S52 | | | | | | | | | | |
| S53 | | | | | | | | | | |
| S54 | | | | | | | | | | |
| S55 | | | | | | | | | | |

| 站位 | 有机碳 | 石油类 | 硫化物 | 铜 | 铅 | 镉 | 铬 | 锌 | 汞 | 砷 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $10^{-2}$ | $10^{-6}$ | | | | | | | | |
| S56 | | | | | | | | | | |
| S57 | | | | | | | | | | |
| S58 | | | | | | | | | | |
| S59 | | | | | | | | | | |
| S60 | | | | | | | | | | |
| S61 | | | | | | | | | | |
| S62 | | | | | | | | | | |
| S63 | | | | | | | | | | |
| 最小值 | | | | | | | | | | |
| 最大值 | | | | | | | | | | |
| 平均值 | | | | | | | | | | |

注：ND表示未检出。

5.3.2.2 平台区

调查海域春季平台区表层沉积物各污染物含量分析结果见表 5.3-4，有机碳含量范围为（0.300~0.553）×$10^{-2}$，石油类含量范围为（未检出~60.3）×$10^{-6}$，硫化物含量范围为（未检出~53.4）×$10^{-6}$，铜含量范围为（6.5~22.0）×$10^{-6}$，铅含量范围为（10.6~22.0）×$10^{-6}$，镉含量范围为（0.04~0.30）×$10^{-6}$，铬含量范围为（26.2~63.4）×$10^{-6}$，锌含量范围为（46.0~75.8）×$10^{-6}$，汞含量范围为（0.010~0.142）×$10^{-6}$，砷含量范围为（4.11~6.90）×$10^{-6}$。

表5.3-4 春季平台区海洋沉积物中各污染物含量

| 站位 | 有机碳 | 石油类 | 硫化物 | 铜 | 铅 | 镉 | 铬 | 锌 | 汞 | 砷 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $10^{-2}$ | $10^{-6}$ | | | | | | | | |
| S119 | | | | | | | | | | |
| S122 | | | | | | | | | | |
| S125 | | | | | | | | | | |
| S128 | | | | | | | | | | |
| S129 | | | | | | | | | | |
| S130 | | | | | | | | | | |
| S131 | | | | | | | | | | |
| S132 | | | | | | | | | | |
| S133 | | | | | | | | | | |
| S120 | | | | | | | | | | |
| S121 | | | | | | | | | | |
| S123 | | | | | | | | | | |
| S124 | | | | | | | | | | |
| S126 | | | | | | | | | | |
| S127 | | | | | | | | | | |
| 最小值 | | | | | | | | | | |
| 最大值 | | | | | | | | | | |
| 平均值 | | | | | | | | | | |

注：ND表示未检出，“-”表示未采集样品。

### 5.3.3　海洋沉积物质量评价结果

根据表 5.3-5 和表 5.3-6 可见，调查海域海管区和平台区表层沉积物中各站位的有机碳、硫化物、汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷和石油类均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第一类海洋沉积物质量标准，按一类标准评价的标准指数均低于 1，沉积物环境质量整体状况较好。

表5.3-5 春季海管区海洋沉积物标准指数统计结果（全部按一类标准评价）

| 站位 | 单项标准指数 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 石油类 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 汞 | 砷 | 硫化物 | 有机碳 |
| S01 | | | | | | | | | | |
| S02 | | | | | | | | | | |
| S03 | | | | | | | | | | |
| S04 | | | | | | | | | | |
| S05 | | | | | | | | | | |
| S06 | | | | | | | | | | |
| S07 | | | | | | | | | | |
| S08 | | | | | | | | | | |
| S09 | | | | | | | | | | |
| S10 | | | | | | | | | | |
| S11 | | | | | | | | | | |
| S12 | | | | | | | | | | |
| S13 | | | | | | | | | | |
| S14 | | | | | | | | | | |
| S15 | | | | | | | | | | |
| S16 | | | | | | | | | | |
| S17 | | | | | | | | | | |
| S18 | | | | | | | | | | |
| S19 | | | | | | | | | | |
| S20 | | | | | | | | | | |
| S21 | | | | | | | | | | |
| S22 | | | | | | | | | | |
| S23 | | | | | | | | | | |
| S24 | | | | | | | | | | |
| S25 | | | | | | | | | | |
| S26 | | | | | | | | | | |
| S27 | | | | | | | | | | |
| S28 | | | | | | | | | | |
| S29 | | | | | | | | | | |
| S30 | | | | | | | | | | |
| S31 | | | | | | | | | | |
| S32 | | | | | | | | | | |
| S33 | | | | | | | | | | |
| S34 | | | | | | | | | | |
| S35 | | | | | | | | | | |
| S36 | | | | | | | | | | |
| S37 | | | | | | | | | | |
| S38 | | | | | | | | | | |

| 站位 | 单项标准指数 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 石油类 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 汞 | 砷 | 硫化物 | 有机碳 |
| S39 | | | | | | | | | | |
| S40 | | | | | | | | | | |
| S41 | | | | | | | | | | |
| S42 | | | | | | | | | | |
| S43 | | | | | | | | | | |
| S44 | | | | | | | | | | |
| S45 | | | | | | | | | | |
| S46 | | | | | | | | | | |
| S47 | | | | | | | | | | |
| S48 | | | | | | | | | | |
| S49 | | | | | | | | | | |
| S50 | | | | | | | | | | |
| S51 | | | | | | | | | | |
| S52 | | | | | | | | | | |
| S53 | | | | | | | | | | |
| S54 | | | | | | | | | | |
| S55 | | | | | | | | | | |
| S56 | | | | | | | | | | |
| S57 | | | | | | | | | | |
| S58 | | | | | | | | | | |
| S59 | | | | | | | | | | |
| S60 | | | | | | | | | | |
| S61 | | | | | | | | | | |
| S62 | | | | | | | | | | |
| S63 | | | | | | | | | | |
| 最小值 | | | | | | | | | | |
| 最大值 | | | | | | | | | | |

表5.3-6 春季平台区海洋沉积物标准指数统计结果（全部按一类标准评价）

| 站位 | 单项标准指数 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 石油类 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 汞 | 砷 | 硫化物 | 有机碳 |
| S119 | | | | | | | | | | |
| S120 | | | | | | | | | | |
| S121 | | | | | | | | | | |
| S122 | | | | | | | | | | |
| S123 | | | | | | | | | | |
| S124 | | | | | | | | | | |
| S125 | | | | | | | | | | |
| S126 | | | | | | | | | | |
| S127 | | | | | | | | | | |
| S128 | | | | | | | | | | |
| S129 | | | | | | | | | | |
| S130 | | | | | | | | | | |
| S131 | | | | | | | | | | |
| S132 | | | | | | | | | | |
| S133 | | | | | | | | | | |
| 最小值 | | | | | | | | | | |

| 站位 | 单项标准指数 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 石油类 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 汞 | 砷 | 硫化物 | 有机碳 |
| 最大值 | | | | | | | | | | |

注："-"表示未采集样品。

## 5.4 海洋生态环境现状调查与评价

### 5.4.1　叶绿素a和初级生产力

#### 5.4.1.1 海管区

春、秋季海管区海水叶绿素 a 含量和初级生产力计算结果见表 5.4-1。

春季调查海管区海水表层叶绿素 a 浓度变化于（0.16~3.21）mg/m³，平均值为 0.98mg/m³；10m 层叶绿素 a 浓度变化于（0.19~5.03）mg/m³，平均值为 1.25mg/m³；50m 层叶绿素 a 浓度变化于（0.19~2.00）mg/m³，平均值为 0.43mg/m³；底层叶绿素 a 浓度变化于（0.13~1.54）mg/m³，平均值为 0.40mg/m³。海管区春季各站位初级生产力变化范围为（138~3251）mg·C/(m²·d)，平均值为 740mg·C/(m²·d)。

秋季调查海管区海水表层叶绿素 a 浓度变化于（0.12~0.28）mg/m³，平均值为 0.20mg/m³；10m 层叶绿素 a 浓度变化于（0.18~0.37）mg/m³，平均值为 0.26mg/m³；50m 层叶绿素 a 浓度变化于（0.16~0.40）mg/m³，平均值为 0.31mg/m³；底层叶绿素 a 浓度变化于（0.17~0.36）mg/m³，平均值为 0.26mg/m³。海管区秋季各站位初级生产力变化范围为（130~350）mg·C/(m²·d)，平均值为 242mg·C/(m²·d)。

表5.4-1 春、秋季海管区各站位叶绿素a和海洋初级生产力

| 站位 | 春季 | | | | | 秋季 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 叶绿素a（mg/m³） | | | | 初级生产力 | 叶绿素a（mg/m³） | | | | 初级生产力 |
| | 表层 | 10m层 | 50m层 | 底层 | mgC/(m²·d) | 表层 | 10m层 | 50m层 | 底层 | mg·C/(m²·d) |
| S01 | | | | | | | | | | |
| S02 | | | | | | | | | | |
| S03 | | | | | | | | | | |
| S04 | | | | | | | | | | |
| S05 | | | | | | | | | | |
| S06 | | | | | | | | | | |
| S07 | | | | | | | | | | |
| S08 | | | | | | | | | | |
| S09 | | | | | | | | | | |
| S10 | | | | | | | | | | |
| S11 | | | | | | | | | | |
| S12 | | | | | | | | | | |
| S13 | | | | | | | | | | |
| S14 | | | | | | | | | | |

| 站位 | 春季 | | | | | 秋季 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 叶绿素a（mg/m³） | | | | 初级生产力 | 叶绿素a（mg/m³） | | | | 初级生产力 |
| | 表层 | 10m层 | 50m层 | 底层 | mgC/(m²·d) | 表层 | 10m层 | 50m层 | 底层 | mg·C/(m²·d) |
| S15 | | | | | | | | | | |
| S16 | | | | | | | | | | |
| S17 | | | | | | | | | | |
| S18 | | | | | | | | | | |
| S19 | | | | | | | | | | |
| S20 | | | | | | | | | | |
| S21 | | | | | | | | | | |
| S22 | | | | | | | | | | |
| S23 | | | | | | | | | | |
| S24 | | | | | | | | | | |
| S25 | | | | | | | | | | |
| S26 | | | | | | | | | | |
| S27 | | | | | | | | | | |
| S28 | | | | | | | | | | |
| S29 | | | | | | | | | | |
| S30 | | | | | | | | | | |
| S31 | | | | | | | | | | |
| S32 | | | | | | | | | | |
| S33 | | | | | | | | | | |
| S34 | | | | | | | | | | |
| S35 | | | | | | | | | | |
| S36 | | | | | | | | | | |
| S37 | | | | | | | | | | |
| S38 | | | | | | | | | | |
| S39 | | | | | | | | | | |
| S40 | | | | | | | | | | |
| S41 | | | | | | | | | | |
| S42 | | | | | | | | | | |
| S43 | | | | | | | | | | |
| S44 | | | | | | | | | | |
| S45 | | | | | | | | | | |
| S46 | | | | | | | | | | |
| S47 | | | | | | | | | | |
| S48 | | | | | | | | | | |
| S49 | | | | | | | | | | |
| S50 | | | | | | | | | | |
| S51 | | | | | | | | | | |
| S52 | | | | | | | | | | |
| S53 | | | | | | | | | | |
| S54 | | | | | | | | | | |
| S55 | | | | | | | | | | |
| S56 | | | | | | | | | | |
| S57 | | | | | | | | | | |
| S58 | | | | | | | | | | |
| S59 | | | | | | | | | | |
| S60 | | | | | | | | | | |
| S61 | | | | | | | | | | |

| 站位 | 春季 | | | | | 秋季 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 叶绿素a（mg/m³） | | | | 初级生产力 | 叶绿素a（mg/m³） | | | | 初级生产力 |
| | 表层 | 10m层 | 50m层 | 底层 | mgC/(m²·d) | 表层 | 10m层 | 50m层 | 底层 | mg·C/(m²·d) |
| S62 | | | | | | | | | | |
| S63 | | | | | | | | | | |
| 最小值 | | | | | | | | | | |
| 最大值 | | | | | | | | | | |
| 平均值 | | | | | | | | | | |

5.4.1.2 平台区

春、秋季平台区海水叶绿素 a 含量和初级生产力计算结果见表 5.4-2。

春季调查平台区海水表层叶绿素 a 浓度变化于（0.15~3.68）mg/m³，平均值为 1.26mg/m³；10m 层叶绿素 a 浓度变化于（0.18~2.26）mg/m³，平均值为 1.02mg/m³；50m 层叶绿素 a 浓度变化于（0.16~0.91）mg/m³，平均值为 0.35mg/m³；底层叶绿素 a 浓度变化于（0.07~1.26）mg/m³，平均值为 0.30mg/m³。平台区春季各站位初级生产力变化范围为（144~1449）mg·C/(m²·d)，平均值为 567mg·C/(m²·d)。

秋季调查平台区海水表层叶绿素 a 浓度变化于（0.41~1.30）mg/m³，平均值为 0.87mg/m³；10m 层叶绿素 a 浓度变化于（0.42~2.16）mg/m³，平均值为 0.88mg/m³；50m 层叶绿素 a 浓度变化于（0.19~2.79）mg/m³，平均值为 0.66mg/m³；底层叶绿素 a 浓度变化于（0.11~0.57）mg/m³，平均值为 0.23mg/m³。平台区秋季各站位初级生产力变化范围为（209~622）mg·C/(m²·d)，平均值为 404mg·C/(m²·d)。

表5.4-2 春、秋季平台区各站位叶绿素a和海洋初级生产力

| 站位 | 春季 | | | | | 秋季 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 叶绿素a（mg/m³） | | | | 初级生产力 | 叶绿素a（mg/m³） | | | | 初级生产力 |
| | 表层 | 10m层 | 50m层 | 底层 | mg·C/(m²·d) | 表层 | 10m层 | 50m层 | 底层 | mg·C/(m²·d) |
| S119 | | | | | | | | | | |
| S120 | | | | | | | | | | |
| S121 | | | | | | | | | | |
| S122 | | | | | | | | | | |
| S123 | | | | | | | | | | |
| S124 | | | | | | | | | | |
| S125 | | | | | | | | | | |
| S126 | | | | | | | | | | |
| S127 | | | | | | | | | | |
| S128 | | | | | | | | | | |
| S129 | | | | | | | | | | |
| S130 | | | | | | | | | | |
| S131 | | | | | | | | | | |

| 站位 | 春季 | | | | | 秋季 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 叶绿素a（mg/m³） | | | | 初级生产力 | 叶绿素a（mg/m³） | | | | 初级生产力 |
| | 表层 | 10m层 | 50m层 | 底层 | mg·C/(m²·d) | 表层 | 10m层 | 50m层 | 底层 | mg·C/(m²·d) |
| S132 | | | | | | | | | | |
| S133 | | | | | | | | | | |
| 最小值 | | | | | | | | | | |
| 最大值 | | | | | | | | | | |
| 平均值 | | | | | | | | | | |

### 5.4.2　浮游植物

#### 5.4.2.1 种类组成

a.　海管区

春季调查海域海管区共出现浮游植物 5 门 141 种（详见附表 9），其中硅藻门 104 种，占浮游植物出现种数的 73.76%；甲藻门 24 种，占 17.02%；绿藻门 10 种，占 7.09%；蓝藻门 2 种，占 1.42%；金藻门 1 种，占 0.71%。

秋季调查海域海管区共出现浮游植物 4 门 111 种（详见附表 10），其中硅藻门 57 种，占浮游植物出现种数的 51.35%；甲藻门 51 种，占 45.95%；蓝藻门 2 种，占 1.80%；金藻门 1 种，占 0.90%。

b.　平台区

春季调查海域平台区共出现浮游植物 3 门 80 种（详见附表 11），其中硅藻门 62 种，占浮游植物出现种数的 77.50%；甲藻门 16 种，占 20.00%；绿藻门 2 种，占 2.50%。

秋季调查海域平台区共出现浮游植物 3 门 67 种（详见附表 12），其中硅藻门 54 种，占浮游植物出现种数的 51.49%；甲藻门 12 种，占 17.91%；蓝藻门 1 种，占 1.49%。

#### 5.4.2.2 个体数量分布

a.　海管区

春、秋季浮游植物生物密度分布详见表 5.4-3。

春季调查海域海管区浮游植物密度变化范围在（1.03~444.80）×10⁴ind/m³ 之间，平均密度为 36.34×10⁴ind/m³。

秋季调查海域海管区浮游植物密度变化范围在（1.19~173.45）×10⁴ind/m³ 之间，平均密度为 32.81×10⁴ind/m³。

表5.4-3 春、秋季海管区浮游植物生物密度（×$10^4$ind/$m^3$）

| 春季 | | 秋季 | |
|---|---|---|---|
| 站位 | 生物密度 | 站位 | 生物密度 |
| S01 | | S01 | |
| S02 | | S02 | |
| S03 | | S03 | |
| S04 | | S04 | |
| S05 | | S05 | |
| S06 | | S06 | |
| S07 | | S07 | |
| S08 | | S08 | |
| S09 | | S09 | |
| S10 | | S10 | |
| S11 | | S11 | |
| S12 | | S12 | |
| S13 | | S13 | |
| S14 | | S14 | |
| S15 | | S15 | |
| S16 | | S16 | |
| S17 | | S17 | |
| S18 | | S18 | |
| S19 | | S19 | |
| S20 | | S20 | |
| S21 | | S21 | |
| S22 | | S22 | |
| S23 | | S23 | |
| S24 | | S24 | |
| S25 | | S25 | |
| S26 | | S26 | |
| S27 | | S27 | |
| S28 | | S28 | |
| S29 | | S29 | |
| S30 | | S30 | |
| S31 | | S31 | |
| S32 | | S32 | |
| S33 | | S33 | |
| S34 | | S34 | |
| S35 | | S35 | |
| S36 | | S36 | |
| S37 | | S37 | |
| S38 | | S38 | |
| S39 | | S39 | |
| S40 | | S40 | |
| S41 | | S41 | |
| S42 | | S42 | |

| 春季 | | 秋季 | |
|---|---|---|---|
| 站位 | 生物密度 | 站位 | 生物密度 |
| S43 | | S43 | |
| S44 | | S44 | |
| S45 | | S45 | |
| S46 | | S46 | |
| S47 | | S47 | |
| S48 | | S48 | |
| S49 | | S49 | |
| S50 | | S50 | |
| S51 | | S51 | |
| S52 | | S52 | |
| S53 | | S53 | |
| S54 | | S54 | |
| S55 | | S55 | |
| S56 | | S56 | |
| S57 | | S57 | |
| S58 | | S58 | |
| S59 | | S59 | |
| S60 | | S60 | |
| S61 | | S61 | |
| S62 | | S62 | |
| S63 | | S63 | |
| 最小值 | | 最小值 | |
| 最大值 | | 最大值 | |
| 平均值 | | 平均值 | |

b. 平台区

春、秋季浮游植物生物密度分布详见表 5.4-4。

春季调查海域平台区浮游植物密度变化范围在（3.80~862.77）×$10^4$ind/$m^3$之间，平均密度为 74.84×$10^4$ind/$m^3$。

秋季调查海域平台区浮游植物密度变化范围在（4.76~155.69）×$10^4$ind/$m^3$之间，平均密度为 37.28×$10^4$ind/$m^3$。

表5.4-4 春、秋季平台区浮游植物生物密度（×$10^4$ind/$m^3$）

| 春季 | | 秋季 | |
|---|---|---|---|
| 站位 | 生物密度 | 站位 | 生物密度 |
| S119 | | S119 | |
| S120 | | S120 | |
| S121 | | S121 | |
| S122 | | S122 | |
| S123 | | S123 | |
| S124 | | S124 | |

| 春季 | | 秋季 | |
|---|---|---|---|
| 站位 | 生物密度 | 站位 | 生物密度 |
| S125 | | S125 | |
| S126 | | S126 | |
| S127 | | S127 | |
| S128 | | S128 | |
| S129 | | S129 | |
| S130 | | S130 | |
| S131 | | S131 | |
| S132 | | S132 | |
| S133 | | S133 | |
| 最小值 | | 最小值 | |
| 最大值 | | 最大值 | |
| 平均值 | | 平均值 | |

5.4.2.3 优势种

a. 海管区

春季调查海域海管区浮游植物的优势种有3种，为洛氏角毛藻、中肋骨条藻和夜光藻，优势度依次为0.055、0.055和0.183。

秋季调查海域海管区浮游植物的优势种有2种，为汉氏束毛藻和铁氏束毛藻，优势度分别为0.969和0.015。

b. 平台区

春季调查海域平台区浮游植物的优势种类有2种，为旋链角毛藻和柔弱角毛藻，优势度分别为0.184和0.023。

秋季调查海域平台区浮游植物的优势种类有2种，为海链藻和螺端根管藻，优势度分别为0.856和0.024。

5.4.2.4 群落特征

a. 海管区

春、秋季调查海管区浮游植物群落特征指数见表 5.4-5。

春季调查海管区各站位浮游植物多样性指数（$H'$）范围为 0.12~3.49，平均值为 1.92；均匀度（$J'$）变化范围为 0.03~0.85，平均值为 0.46；丰富度（$d$）变化范围为 0.47~2.09，平均值为 1.08。

秋季调查海管区各站位浮游植物多样性指数（$H'$）范围为0.06~2.44，平均值为0.49；均匀度（$J'$）变化范围为0.02~0.52，平均值为0.12；丰富度（$d$）变化范围为0.26~1.81，平均值为1.07。

总体分析，春、秋季调查海域海管区生物多样性指数较低，且均匀度较差，

丰富度较低，各种类间个体分布不均匀，结构稳定性较差。

表5.4-5 春、秋季海管区浮游植物多样性指数、均匀度和丰富度

| 站位 | 春季 | | | 站位 | 秋季 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 多样性指数（$H'$） | 均匀度（$J'$） | 丰富度（$d$） | | 多样性指数（$H'$） | 均匀度（$J'$） | 丰富度（$d$） |
| S01 | | | | S01 | | | |
| S02 | | | | S02 | | | |
| S03 | | | | S03 | | | |
| S04 | | | | S04 | | | |
| S05 | | | | S05 | | | |
| S06 | | | | S06 | | | |
| S07 | | | | S07 | | | |
| S08 | | | | S08 | | | |
| S09 | | | | S09 | | | |
| S10 | | | | S10 | | | |
| S11 | | | | S11 | | | |
| S12 | | | | S12 | | | |
| S13 | | | | S13 | | | |
| S14 | | | | S14 | | | |
| S15 | | | | S15 | | | |
| S16 | | | | S16 | | | |
| S17 | | | | S17 | | | |
| S18 | | | | S18 | | | |
| S19 | | | | S19 | | | |
| S20 | | | | S20 | | | |
| S21 | | | | S21 | | | |
| S22 | | | | S22 | | | |
| S23 | | | | S23 | | | |
| S24 | | | | S24 | | | |
| S25 | | | | S25 | | | |
| S26 | | | | S26 | | | |
| S27 | | | | S27 | | | |
| S28 | | | | S28 | | | |
| S29 | | | | S29 | | | |
| S30 | | | | S30 | | | |
| S31 | | | | S31 | | | |
| S32 | | | | S32 | | | |
| S33 | | | | S33 | | | |
| S34 | | | | S34 | | | |
| S35 | | | | S35 | | | |
| S36 | | | | S36 | | | |
| S37 | | | | S37 | | | |
| S38 | | | | S38 | | | |
| S39 | | | | S39 | | | |
| S40 | | | | S40 | | | |
| S41 | | | | S41 | | | |
| S42 | | | | S42 | | | |
| S43 | | | | S43 | | | |
| S44 | | | | S44 | | | |

| 站位 | 春季 | | | 站位 | 秋季 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 多样性指数（*H′*） | 均匀度（*J′*） | 丰富度（*d*） | | 多样性指数（*H′*） | 均匀度（*J′*） | 丰富度（*d*） |
| S45 | | | | S45 | | | |
| S46 | | | | S46 | | | |
| S47 | | | | S47 | | | |
| S48 | | | | S48 | | | |
| S49 | | | | S49 | | | |
| S50 | | | | S50 | | | |
| S51 | | | | S51 | | | |
| S52 | | | | S52 | | | |
| S53 | | | | S53 | | | |
| S54 | | | | S54 | | | |
| S55 | | | | S55 | | | |
| S56 | | | | S56 | | | |
| S57 | | | | S57 | | | |
| S58 | | | | S58 | | | |
| S59 | | | | S59 | | | |
| S60 | | | | S60 | | | |
| S61 | | | | S61 | | | |
| S62 | | | | S62 | | | |
| S63 | | | | S63 | | | |
| 最小值 | | | | 最小值 | | | |
| 最大值 | | | | 最大值 | | | |
| 平均值 | | | | 平均值 | | | |

b. 平台区

春、秋季调查平台区浮游植物群落特征指数见表 5.4-6。

春季调查平台区各站位浮游植物多样性指数（*H′*）范围为 2.35~3.79，平均值为 3.10；均匀度（*J′*）变化范围为 0.56~0.89，平均值为 0.73；丰富度（*d*）变化范围为 2.05~9.36，平均值为 5.20。总体分析，春季调查海域生物多样性指数较高，且均匀度较好，各优势种分布比较均匀，结构稳定性较好。

秋季调查平台区各站位浮游植物多样性指数（*H′*）范围为 0.36~2.64，平均值为 1.44；均匀度（*J′*）变化范围为 0.08~0.53，平均值为 0.32；丰富度（*d*）变化范围为 0.64~1.84，平均值为 1.25。总体分析，秋季调查海域平台区生物多样性指数较低，且均匀度较差，丰富度较低，各种类间个体分布不均匀，结构稳定性较差。

表5.4-6 春、秋季平台区浮游植物多样性指数、均匀度和丰富度

| 站位 | 春季 | | | 站位 | 秋季 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 多样性指数（*H′*） | 均匀度（*J′*） | 丰富度（*d*） | | 多样性指数（*H′*） | 均匀度（*J′*） | 丰富度（*d*） |
| S119 | | | | S119 | | | |

| 站位 | 春季 | | | 站位 | 秋季 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 多样性指数（*H'*） | 均匀度（*J'*） | 丰富度（*d*） | | 多样性指数（*H'*） | 均匀度（*J'*） | 丰富度（*d*） |
| S120 | | | | S120 | | | |
| S121 | | | | S121 | | | |
| S122 | | | | S122 | | | |
| S123 | | | | S123 | | | |
| S124 | | | | S124 | | | |
| S125 | | | | S125 | | | |
| S126 | | | | S126 | | | |
| S127 | | | | S127 | | | |
| S128 | | | | S128 | | | |
| S129 | | | | S129 | | | |
| S130 | | | | S130 | | | |
| S131 | | | | S131 | | | |
| S132 | | | | S132 | | | |
| S133 | | | | S133 | | | |
| 最小值 | | | | 最小值 | | | |
| 最大值 | | | | 最大值 | | | |
| 平均值 | | | | 平均值 | | | |

### 5.4.3　浮游动物

#### 5.4.3.1 种类组成

a.　海管区

春季调查海管区共鉴定浮游动物15类227种（详见附表13），其中桡足类103种，占种类组成的45.4%；浮游幼体29种，占种类组成的12.8%；毛颚类19种，占种类组成的8.4%；端足类16种，占种类组成的7.0%；被囊类14种，占种类组成的6.2%；水螅水母类14种，占种类组成的6.2%；磷虾类7种，占种类组成的3.1%；浮游螺类6种，占种类组成的2.6%；管水母类和樱虾类各4种，分别占种类组成的1.8%；浮游多毛类、介形类和糠虾类各3种，分别占种类组成的1.3%；十足类和原生动物门各1种，分别占种类组成的0.4%。

秋季调查海管区共鉴定浮游动物 11 类 124 种（详见附表 14），其中水母类 7 种，占种类组成的 5.6%；桡足类 69 种，占种类组成的 55.6%；端足类 2 种，占种类组成的 1.6%；糠虾类 2 种，占种类组成的 1.6%；莹虾类 3 种，占种类组成的 2.4%；介形类 5 种，占种类组成的 4.1%；翼足类 7 种，占种类组成的 5.6%；异足类 6 种，占种类组成的 4.8%；毛颚动物 5 种，占种类组成的 4.1%；被囊动物 5 种，占种类组成的 4.1%；13 类浮游幼虫，占种类组成的 10.5%；此外，还有水母类、桡足类、端足类、糠虾类、介形类、翼足类、异足类、毛颚动物、被囊动物和多毛类的少量未定种。

b. 平台区

春季调查平台区共鉴定浮游动物15类118种（详见附表15），其中桡足类48种，占种类组成的40.7%；水螅水母类18种，占种类组成的15.3%；浮游幼体17种，占种类组成的14.4%；毛颚类7种，占种类组成的5.9%；腹足类5种，占种类组成的4.2%；端足类4种，占种类组成的3.4%；介形类、糠虾类和有尾类各3种，分别占种类组成的2.5%；海樽类、磷虾类、十足类和栉水母类各2种，分别占种类组成的1.7%；原生生物和枝角类各1种，分别占种类组成的0.9%。

秋季调查平台区共鉴定浮游动物 14 类 128 种（详见附表 16），其中桡足类 62 种，占种类组成的 48.4%；毛颚类 7 种，占种类组成的 5.5%；被囊类 6 种，占种类组成的 4.7%；端足类 9 种，占种类组成的 7.0%；水螅水母类 5 种，占种类组成的 3.9%；樱虾类 3 种，占种类组成的 2.3%；介形类 3 种，占种类组成的 2.3%；管水母类 3 种，占种类组成的 2.3%；浮游多毛类 2 种，占种类组成的 1.6%；浮游螺类 5 种，占种类组成的 3.9%；糠虾类 1 种，占种类组成的 0.8%；磷虾类 4 种，占种类组成的 3.1%；十足类 1 种，占种类组成的 0.8%；浮游幼体 17 种，占种类组成的 13.3%。

5.4.3.2 生物量和密度分布

a. 海管区

春、秋季调查海管区浮游动物生物量和密度见表 5.4-7。

春季调查海管区浮游动物生物量变化范围在（47~947）mg/m$^3$之间，平均为 311mg/m$^3$。浮游动物的密度变化范围为（37~959）ind/m$^3$，平均密度为 198ind/m$^3$。

秋季调查海管区浮游动物生物量变化范围在（1~383）mg/m$^3$之间，平均为 118mg/m$^3$。浮游动物的密度变化范围为（2~1033）ind/m$^3$，平均密度为 220ind/m$^3$。

表5.4-7 春、秋季海管区浮游动物的生物量和密度

| 春季 | | | 秋季 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 站位 | 生物量（mg/m$^3$） | 密度（ind/m$^3$） | 站位 | 生物量（mg/m$^3$） | 密度（ind/m$^3$） |
| S01 | | | S01 | | |
| S02 | | | S02 | | |
| S03 | | | S03 | | |
| S04 | | | S04 | | |
| S05 | | | S05 | | |

| 春季 | | | 秋季 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 站位 | 生物量（mg/m³） | 密度（ind/m³） | 站位 | 生物量（mg/m³） | 密度（ind/m³） |
| S06 | | | S06 | | |
| S07 | | | S07 | | |
| S08 | | | S08 | | |
| S09 | | | S09 | | |
| S10 | | | S10 | | |
| S11 | | | S11 | | |
| S12 | | | S12 | | |
| S13 | | | S13 | | |
| S14 | | | S14 | | |
| S15 | | | S15 | | |
| S16 | | | S16 | | |
| S17 | | | S17 | | |
| S18 | | | S18 | | |
| S19 | | | S19 | | |
| S20 | | | S20 | | |
| S21 | | | S21 | | |
| S22 | | | S22 | | |
| S23 | | | S23 | | |
| S24 | | | S24 | | |
| S25 | | | S25 | | |
| S26 | | | S26 | | |
| S27 | | | S27 | | |
| S28 | | | S28 | | |
| S29 | | | S29 | | |
| S30 | | | S30 | | |
| S31 | | | S31 | | |
| S32 | | | S32 | | |
| S33 | | | S33 | | |
| S34 | | | S34 | | |
| S35 | | | S35 | | |
| S36 | | | S36 | | |
| S37 | | | S37 | | |
| S38 | | | S38 | | |
| S39 | | | S39 | | |
| S40 | | | S40 | | |
| S41 | | | S41 | | |
| S42 | | | S42 | | |
| S43 | | | S43 | | |
| S44 | | | S44 | | |
| S45 | | | S45 | | |
| S46 | | | S46 | | |
| S47 | | | S47 | | |
| S48 | | | S48 | | |
| S49 | | | S49 | | |
| S50 | | | S50 | | |
| S51 | | | S51 | | |
| S52 | | | S52 | | |
| S53 | | | S53 | | |

| 春季 | | | 秋季 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 站位 | 生物量（mg/m³） | 密度（ind/m³） | 站位 | 生物量（mg/m³） | 密度（ind/m³） |
| S54 | | | S54 | | |
| S55 | | | S55 | | |
| S56 | | | S56 | | |
| S57 | | | S57 | | |
| S58 | | | S58 | | |
| S59 | | | S59 | | |
| S60 | | | S60 | | |
| S61 | | | S61 | | |
| S62 | | | S62 | | |
| S63 | | | S63 | | |
| 最小值 | | | 最小值 | | |
| 最大值 | | | 最大值 | | |
| 平均值 | | | 平均值 | | |

b. 平台区

春、秋季调查平台区浮游动物生物量和密度见表 5.4-8。

春季调查平台区浮游动物生物量变化范围在（120~519）mg/m³之间，平均为 325mg/m³。浮游动物的密度变化范围为（40~683）ind/m³，平均密度为 255ind/m³。

秋季调查平台区浮游动物生物量变化范围在（64~1257）mg/m³之间，平均为 450mg/m³。浮游动物的密度变化范围为（68~561）ind/m³，平均密度为 184ind/m³。

表5.4-8 春、秋季海管区浮游动物的生物量和密度

| 春季 | | | 秋季 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 站位 | 生物量（mg/m³） | 密度（个/m³） | 站位 | 生物量（mg/m³） | 密度（个/m³） |
| S119 | | | S119 | | |
| S120 | | | S120 | | |
| S121 | | | S121 | | |
| S122 | | | S122 | | |
| S123 | | | S123 | | |
| S124 | | | S124 | | |
| S125 | | | S125 | | |
| S126 | | | S126 | | |
| S127 | | | S127 | | |
| S128 | | | S128 | | |
| S129 | | | S129 | | |
| S130 | | | S130 | | |
| S131 | | | S131 | | |
| S132 | | | S132 | | |
| S133 | | | S133 | | |

| 春季 | | | 秋季 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 站位 | 生物量（mg/m³） | 密度（个/m³） | 站位 | 生物量（mg/m³） | 密度（个/m³） |
| 最小值 | | | 最小值 | | |
| 最大值 | | | 最大值 | | |
| 平均值 | | | 平均值 | | |

5.4.3.3 优势种

● 海管区

春季调查海管区浮游动物的优势种为中华哲水蚤、普通波水蚤、百陶箭虫、微刺哲水蚤和亚强真哲水蚤，优势度依次为 0.17、0.06、0.06、0.04 和 0.02。

秋季调查海管区浮游动物的优势种为海洋真刺水蚤、丽隆剑水蚤、中华哲水蚤、针刺拟哲水蚤和肥胖箭虫，优势度依次为 0.12、0.10、0.06、0.04 和 0.04。

● 平台区

春季调查平台区浮游动物占优势的种类为中华哲水蚤、普通波水蚤、海洋真刺水蚤、亚强真哲水蚤、长尾类糠虾幼体、中型萤虾、百陶箭虫、小齿海樽、强壮箭虫、针刺拟哲水蚤、微刺哲水蚤、五角水母和百陶箭虫，优势度依次为 0.40、0.16、0.12、0.11、0.05、0.05、0.04、0.04、0.03、0.03、0.03、0.03 和 0.03。

秋季调查平台区浮游动物占优势的种类为普通波水蚤、中华哲水蚤、亚强真哲水蚤、肥胖箭虫和锥形宽水蚤，优势度依次为 0.18、0.12、0.06、0.06 和 0.05。

5.4.3.4 群落特征

● 海管区

春、秋季调查海管区浮游动物各站位群落指数分析统计结果见表5.4-9。

春季调查海管区浮游动物样品的多样性指数（$H'$）在 1.25~5.11 之间，平均值为 3.50；均匀度（$J'$）在 0.25~0.90 之间，平均值为 0.67；丰富度（$d$）在 1.64~9.52 之间，平均值为 5.33。

秋季调查海管区浮游动物样品的多样性指数（$H'$）在 2.48~4.84 之间，平均值为 4.35；均匀度（$J'$）在 0.49~0.98 之间，平均值为 0.90；丰富度（$d$）在 2.12~13.37 之间，平均值为 4.24。

从各项群落指数来看，海管区浮游动物多样性指数、均匀度和丰富度都较

低，表明该海域浮游动物群落结构稳定性一般。

表5.4-9 春、秋季海管区浮游动物多样性指数、均匀度和丰富度

| 站位 | 春季 | | | 站位 | 秋季 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 多样性指数（*H'*） | 均匀度（*J'*） | 丰富度（*d*） | | 多样性指数（*H'*） | 均匀度（*J'*） | 丰富度（*d*） |
| S01 | | | | S01 | | | 4.53 |
| S02 | | | | S02 | | | |
| S03 | | | | S03 | | | |
| S04 | | | | S04 | | | |
| S05 | | | | S05 | | | |
| S06 | | | | S06 | | | |
| S07 | | | | S07 | | | |
| S08 | | | | S08 | | | |
| S09 | | | | S09 | | | |
| S10 | | | | S10 | | | |
| S11 | | | | S11 | | | |
| S12 | | | | S12 | | | |
| S13 | | | | S13 | | | |
| S14 | | | | S14 | | | |
| S15 | | | | S15 | | | |
| S16 | | | | S16 | | | |
| S17 | | | | S17 | | | |
| S18 | | | | S18 | | | |
| S19 | | | | S19 | | | |
| S20 | | | | S20 | | | |
| S21 | | | | S21 | | | |
| S22 | | | | S22 | | | |
| S23 | | | | S23 | | | |
| S24 | | | | S24 | | | |
| S25 | | | | S25 | | | |
| S26 | | | | S26 | | | |
| S27 | | | | S27 | | | |
| S28 | | | | S28 | | | |
| S29 | | | | S29 | | | |
| S30 | | | | S30 | | | |
| S31 | | | | S31 | | | |
| S32 | | | | S32 | | | |
| S33 | | | | S33 | | | |
| S34 | | | | S34 | | | |
| S35 | | | | S35 | | | |
| S36 | | | | S36 | | | |
| S37 | | | | S37 | | | |
| S38 | | | | S38 | | | |
| S39 | | | | S39 | | | |
| S40 | | | | S40 | | | |
| S41 | | | | S41 | | | |
| S42 | | | | S42 | | | |
| S43 | | | | S43 | | | |
| S44 | | | | S44 | | | |

| 站位 | 春季 | | | 站位 | 秋季 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 多样性指数（$H'$） | 均匀度（$J'$） | 丰富度（$d$） | | 多样性指数（$H'$） | 均匀度（$J'$） | 丰富度（$d$） |
| S45 | | | | S45 | | | |
| S46 | | | | S46 | | | |
| S47 | | | | S47 | | | |
| S48 | | | | S48 | | | |
| S49 | | | | S49 | | | |
| S50 | | | | S50 | | | |
| S51 | | | | S51 | | | |
| S52 | | | | S52 | | | |
| S53 | | | | S53 | | | |
| S54 | | | | S54 | | | |
| S55 | | | | S55 | | | |
| S56 | | | | S56 | | | |
| S57 | | | | S57 | | | |
| S58 | | | | S58 | | | |
| S59 | | | | S59 | | | |
| S60 | | | | S60 | | | |
| S61 | | | | S61 | | | |
| S62 | | | | S62 | | | |
| S63 | | | | S63 | | | |
| 最小值 | | | | 最小值 | | | |
| 最大值 | | | | 最大值 | | | |
| 平均值 | | | | 平均值 | | | |

- 平台区

春、秋季调查平台区浮游动物各站位群落指数分析统计结果见表5.4-10。

春季调查平台区浮游动物样品的多样性指数（$H'$）在 1.64~3.87 之间，平均值为 2.95；均匀度（$J'$）在 0.39~0.79 之间，平均值为 0.62；丰富度（$d$）在 1.97~5.66 之间，平均值为 3.80。

秋季调查平台区浮游动物样品的多样性指数（$H'$）在 2.61~4.77 之间，平均值为 3.64；均匀度（$J'$）在 0.58~0.80 之间，平均值为 0.67；丰富度（$d$）在 3.00~9.13 之间，平均值为 5.94。

从各项群落指数来看，平台区浮游动物多样性指数、均匀度和丰富度都较低，表明该海域浮游动物群落结构稳定性一般。

表5.4-10 春、秋季平台区浮游动物多样性指数、均匀度和丰富度

| 站位 | 春季 | | | 站位 | 秋季 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 多样性指数（$H'$） | 均匀度（$J'$） | 丰富度（$d$） | | 多样性指数（$H'$） | 均匀度（$J'$） | 丰富度（$d$） |
| S119 | | | | S119 | | | |
| S120 | | | | S120 | | | |
| S121 | | | | S121 | | | |

| 站位 | 春季 | | | 站位 | 秋季 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 多样性指数（*H′*） | 均匀度（*J′*） | 丰富度（*d*） | | 多样性指数（*H′*） | 均匀度（*J′*） | 丰富度（*d*） |
| S122 | | | | S122 | | | |
| S123 | | | | S123 | | | |
| S124 | | | | S124 | | | |
| S125 | | | | S125 | | | |
| S126 | | | | S126 | | | |
| S127 | | | | S127 | | | |
| S128 | | | | S128 | | | |
| S129 | | | | S129 | | | |
| S130 | | | | S130 | | | |
| S131 | | | | S131 | | | |
| S132 | | | | S132 | | | |
| S133 | | | | S133 | | | |
| 最小值 | | | | 最小值 | | | |
| 最大值 | | | | 最大值 | | | |
| 平均值 | | | | 平均值 | | | |

### 5.4.4　底栖生物

#### 5.4.4.1 种类组成

a.　海管区

春季调查海管区共鉴定底栖生物 9 门 122 种（详见附表 17），其中环节动物 60 种，占 49.18%；节肢动物 34 种，占 27.87%；软体动物 15 种，占 12.30%；棘皮动物 7 种，占 5.74%；纽形动物 2 种，占 1.64%；脊索动物、刺胞动物、星虫动物和扁形动物各 1 种。

秋季调查海管区共鉴定底栖生物 9 门 106 种（详见附表 18），其中环节动物 57 种，占种类数的 53.77%；甲壳动物 31 种，占种类数的 29.25%；棘皮动物 9 种，占种类数的 8.49%；刺胞动物 3 种，占种类数 2.83%；软体动物 2 种，占种类数 1.89%；星虫动物、纽形动物、帚虫动物和尾索动物各 1 种。

b.　平台区

春季调查平台区共鉴定底栖生物 7 门 64 种（详见附表 19），其中环节动物 35 种，占种类组成的 54.69%；节肢动物 10 种，占种类组成的 15.63%；棘皮动物 9 种，占种类组成的 14.06%；软体动物 7 种，占种类组成的 10.94%；纽形动物、星虫动物和螠虫动物各 1 种，分别占种类组成的 1.56%。

秋季调查平台区共鉴定底栖生物 6 门 91 种（详见附表 20），其中环节动物 48 种，占种类数的 52.75%；棘皮动物 6 种，占种类数的 6.59%；节肢动物 24 种，占种类数 26.37%；软体动物 8 种，占种类数 8.79%；纽形动物 4 种，占

种类数 4.40%；星虫动物 1 种，占种类数 1.10%。

5.4.4.2 生物量和密度分布

a. 海管区

春、秋季调查海管区底栖生物各站位栖息密度和生物量见表 5.4-11。

春季调查海管区底栖生物生物量变化范围在（0.1~41.8）g/m$^2$之间，平均为 8.4g/m$^2$。密度变化范围在（10~470）ind/m$^2$之间，平均为 168ind/m$^2$。

秋季调查海管区底栖生物生物量变化范围在（0~20.6）g/m$^2$，平均值为 1.9g/m$^2$。密度变化范围在（5~165）ind/m$^2$之间，平均为 44ind/m$^2$。

表5.4-11 春、秋季海管区底栖生物各站生物量和栖息密度

| 站位 | 春季 | | 站位 | 秋季 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 栖息密度（ind/m$^2$） | 生物量（g/m$^2$） | | 栖息密度（ind/m$^2$） | 生物量（g/m$^2$） |
| S01 | | | S01 | | |
| S02 | | | S02 | | |
| S03 | | | S03 | | |
| S04 | | | S04 | | |
| S05 | | | S05 | | |
| S06 | | | S06 | | |
| S07 | | | S07 | | |
| S08 | | | S08 | | |
| S09 | | | S09 | | |
| S10 | | | S10 | | |
| S11 | | | S11 | | |
| S12 | | | S12 | | |
| S13 | | | S13 | | |
| S14 | | | S14 | | |
| S15 | | | S15 | | |
| S16 | | | S16 | | |
| S17 | | | S17 | | |
| S18 | | | S18 | | |
| S19 | | | S19 | | |
| S20 | | | S20 | | |
| S21 | | | S21 | | |
| S22 | | | S22 | | |
| S23 | | | S23 | | |
| S24 | | | S24 | | |
| S25 | | | S25 | | |
| S26 | | | S26 | | |
| S27 | | | S27 | | |
| S28 | | | S28 | | |
| S29 | | | S29 | | |
| S30 | | | S30 | | |
| S31 | | | S31 | | |
| S32 | | | S32 | | |

| 站位 | 春季 | | 站位 | 秋季 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 栖息密度（ind/m²） | 生物量（g/m²） | | 栖息密度（ind/m²） | 生物量（g/m²） |
| S33 | | | S33 | | |
| S34 | | | S34 | | |
| S35 | | | S35 | | |
| S36 | | | S36 | | |
| S37 | | | S37 | | |
| S38 | | | S38 | | |
| S39 | | | S39 | | |
| S40 | | | S40 | | |
| S41 | | | S41 | | |
| S42 | | | S42 | | |
| S43 | | | S43 | | |
| S44 | | | S44 | | |
| S45 | | | S45 | | |
| S46 | | | S46 | | |
| S47 | | | S47 | | |
| S48 | | | S48 | | |
| S49 | | | S49 | | |
| S50 | | | S50 | | |
| S51 | | | S51 | | |
| S52 | | | S52 | | |
| S53 | | | S53 | | |
| S54 | | | S54 | | |
| S55 | | | S55 | | |
| S56 | | | S56 | | |
| S57 | | | S57 | | |
| S58 | | | S58 | | |
| S59 | | | S59 | | |
| S60 | | | S60 | | |
| S61 | | | S61 | | |
| S62 | | | S62 | | |
| S63 | | | S63 | | |
| 最小值 | | | 最小值 | | |
| 最大值 | | | 最大值 | | |
| 平均值 | | | 平均值 | | |

b. 平台区

春、秋季调查平台区底栖生物各站位栖息密度和生物量见表 5.4-12。

春季调查平台区底栖生物生物量变化范围在（0.3~140.0）g/m²之间，平均为 20.3g/m²。密度变化范围在（30~270）ind/m²之间，平均为 125ind/m²。

秋季调查平台区底栖生物生物量变化范围在（0.1~2.2）g/m²，平均值为 1.0g/m²。密度变化范围在（20~135）ind/m²之间，平均为 66ind/m²。

表5.4-12 春、秋季平台区底栖生物各站生物量和栖息密度

| 站位 | 春季 | | 站位 | 秋季 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 栖息密度（ind/m²） | 生物量（g/m²） | | 栖息密度（ind/m²） | 生物量（g/m²） |
| S119 | | | S119 | | |
| S120 | | | S120 | | |
| S121 | | | S121 | | |
| S122 | | | S122 | | |
| S123 | | | S123 | | |
| S124 | | | S124 | | |
| S125 | | | S125 | | |
| S126 | | | S126 | | |
| S127 | | | S127 | | |
| S128 | | | S128 | | |
| S129 | | | S129 | | |
| S130 | | | S130 | | |
| S131 | | | S131 | | |
| S132 | | | S132 | | |
| S133 | | | S133 | | |
| 最小值 | | | 最小值 | | |
| 最大值 | | | 最大值 | | |
| 平均值 | | | 平均值 | | |

注："/"表示未采集样品。

5.4.4.3 优势种

a. 海管区

春季调查海管区底栖生物的优势种为大蠕形海葵、寡鳃齿吻沙蚕和细颚美人虾，优势度分别为 0.05、0.03 和 0.03。

秋季调查海管区底栖生物的优势种为细颚美人虾和亚特兰金欧虫，优势度分别为 0.09 和 0.04。

b. 平台区

春季调查平台区底栖生物的优势种为细颚美人虾和亚特兰金欧虫，优势度分别为 0.20 和 0.04。

秋季调查平台区底栖生物的优势种为细颚美人虾，优势度为 0.06。

5.4.4.4 群落特征

a. 海管区

春、秋季调查海管区底栖生物多样性指数、均匀度和丰富度见表 5.4-13。

春季调查海管区底栖生物样品的多样性指数（$H'$）在 0~3.47 之间，平均值为 2.41；均匀度（$J'$）在 0~1.00 之间，平均值为 0.85；丰富度（$d$）在 0.19~1.70 之间，平均值为 0.89。

秋季调查海管区底栖生物样品的多样性指数（*H′*）在0~4.17之间，平均值为2.38；均匀度（*J′*）在0~1.00之间，平均值为0.95；丰富度（*d*）在0.30~2.89之间，平均值为1.01。

从各项群落指数来看，海管区底栖生物多样性指数、均匀度和丰富度都较低，表明该海域底栖生物群落结构稳定性一般。

表5.4-13 春、秋季海管区底栖生物多样性指数、均匀度和丰富度

| 站位 | 春季 | | | 站位 | 秋季 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 多样性指数（*H′*） | 均匀度（*J′*） | 丰富度（*d*） | | 多样性指数（*H′*） | 均匀度（*J′*） | 丰富度（*d*） |
| S01 | | | | S01 | | | |
| S02 | | | | S02 | | | |
| S03 | | | | S03 | | | |
| S04 | | | | S04 | | | |
| S05 | | | | S05 | | | |
| S06 | | | | S06 | | | |
| S07 | | | | S07 | | | |
| S08 | | | | S08 | | | |
| S09 | | | | S09 | | | |
| S10 | | | | S10 | | | |
| S11 | | | | S11 | | | |
| S12 | | | | S12 | | | |
| S13 | | | | S13 | | | |
| S14 | | | | S14 | | | |
| S15 | | | | S15 | | | |
| S16 | | | | S16 | | | |
| S17 | | | | S17 | | | |
| S18 | | | | S18 | | | |
| S19 | | | | S19 | | | |
| S20 | | | | S20 | | | |
| S21 | | | | S21 | | | |
| S22 | | | | S22 | | | |
| S23 | | | | S23 | | | |
| S24 | | | | S24 | | | |
| S25 | | | | S25 | | | |
| S26 | | | | S26 | | | |
| S27 | | | | S27 | | | |
| S28 | | | | S28 | | | |
| S29 | | | | S29 | | | |
| S30 | | | | S30 | | | |
| S31 | | | | S31 | | | |
| S32 | | | | S32 | | | |
| S33 | | | | S33 | | | |
| S34 | | | | S34 | | | |
| S35 | | | | S35 | | | |
| S36 | | | | S36 | | | |
| S37 | | | | S37 | | | |

| 站位 | 春季 | | | 站位 | 秋季 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 多样性指数（*H′*） | 均匀度（*J′*） | 丰富度（*d*） | | 多样性指数（*H′*） | 均匀度（*J′*） | 丰富度（*d*） |
| S38 | | | | S38 | | | |
| S39 | | | | S39 | | | |
| S40 | | | | S40 | | | |
| S41 | | | | S41 | | | |
| S42 | | | | S42 | | | |
| S43 | | | | S43 | | | |
| S44 | | | | S44 | | | |
| S45 | | | | S45 | | | |
| S46 | | | | S46 | | | |
| S47 | | | | S47 | | | |
| S48 | | | | S48 | | | |
| S49 | | | | S49 | | | |
| S50 | | | | S50 | | | |
| S51 | | | | S51 | | | |
| S52 | | | | S52 | | | |
| S53 | | | | S53 | | | |
| S54 | | | | S54 | | | |
| S55 | | | | S55 | | | |
| S56 | | | | S56 | | | |
| S57 | | | | S57 | | | |
| S58 | | | | S58 | | | |
| S59 | | | | S59 | | | |
| S60 | | | | S60 | | | |
| S61 | | | | S61 | | | |
| S62 | | | | S62 | | | |
| S63 | | | | S63 | | | |
| 最小值 | | | | 最小值 | | | |
| 最大值 | | | | 最大值 | | | |
| 平均值 | | | | 平均值 | | | |

b. 平台区

春、秋季调查平台区底栖生物多样性指数、均匀度和丰富度见表 5.4-14。

春季调查平台区底栖生物样品的多样性指数（*H′*）在 1.34~3.24 之间，平均值为 2.43；均匀度（*J′*）在 0.52~1.00 之间，平均值为 0.88；丰富度（*d*）在 0.41~1.36 之间，平均值为 0.92。

秋季调查平台区底栖生物样品的多样性指数（*H′*）在1.50~3.81之间，平均值为2.57；均匀度（*J′*）在0.84~0.98之间，平均值为0.93；丰富度（*d*）在0.46~1.98之间，平均值为1.06。

从各项群落指数来看，平台区底栖生物多样性指数、均匀度和丰富度都较低，表明该海域底栖生物群落结构稳定性一般。

表5.4-14 春、秋季平台区底栖生物多样性指数、均匀度和丰富度

| 站位 | 春季 | | | 站位 | 秋季 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 多样性指数（$H'$） | 均匀度（$J'$） | 丰富度（$d$） | | 多样性指数（$H'$） | 均匀度（$J'$） | 丰富度（$d$） |
| S119 | | | | S119 | | | |
| S120 | | | | S120 | | | |
| S121 | | | | S121 | | | |
| S122 | | | | S122 | | | |
| S123 | | | | S123 | | | |
| S124 | | | | S124 | | | |
| S125 | | | | S125 | | | |
| S126 | | | | S126 | | | |
| S127 | | | | S127 | | | |
| S128 | | | | S128 | | | |
| S129 | | | | S129 | | | |
| S130 | | | | S130 | | | |
| S131 | | | | S131 | | | |
| S132 | | | | S132 | | | |
| S133 | | | | S133 | | | |
| 最小值 | | | | 最小值 | | | |
| 最大值 | | | | 最大值 | | | |
| 平均值 | | | | 平均值 | | | |

注：春季调查S126站位未采集到沉积物样品。

## 5.5 海洋生物质量现状调查与评价

### 5.5.1　主要污染物质的含量状况

a.　海管区

海管区春季生物质量调查共采集到鱼类3种、甲壳类2种；秋季生物质量调查共采集到鱼类3种、甲壳类4种。春、秋季调查海管区底栖生物体内污染物含量分别见表5.5-1和表5.5-2。

表5.5-1 春季海管区海洋生物体内各指标的含量水平（湿重：$\times10^{-6}$）

| 站位 | 物种 | 石油烃 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S3 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 小黄鱼 | | | | | | | | |
| S5 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S7 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S9 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |

| 站位 | 物种 | 石油烃 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S10 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S11 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S13 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 小黄鱼 | | | | | | | | |
| S15 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S17 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S19 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 小黄鱼 | | | | | | | | |
| S21 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S23 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 小黄鱼 | | | | | | | | |
| S24 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S25 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 小黄鱼 | | | | | | | | |
| S27 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S29 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S30 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S31 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S33 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S35 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 小黄鱼 | | | | | | | | |
| S37 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S38 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S39 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S40 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S41 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S43 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S45 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |

| 站位 | 物种 | 石油烃 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 小黄鱼 | | | | | | | | |
| S47 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S49 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S51 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S53 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S55 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S57 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S58 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 小黄鱼 | | | | | | | | |
| S59 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S61 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S63 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |

注：“ND”表示未检出，下同。

表5.5-2 秋季海管区海洋生物体内各指标的含量水平（湿重：$\times10^{-6}$）

| 站位 | 物种 | 石油烃 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S01 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S03 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S05 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S07 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S10 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S11 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S13 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |

| 站位 | 物种 | 石油烃 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S15 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鱼类（银鲳） | | | | | | | | |
| S17 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S19 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S21 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S23 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S29 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S31 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S33 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鱼类（鲻） | | | | | | | | |
| S35 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S37 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S38 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S39 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S43 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鱼类（银鲳） | | | | | | | | |
| S45 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |

| 站位 | 物种 | 石油烃 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S47 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S49 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S51 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S57 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S59 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S61 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S63 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |

b. 平台区

平台区春季生物质量调查共采集到鱼类 5 种、甲壳类 4 种、头足类 3 种；秋季生物质量调查共采集到鱼类 2 种、甲壳类 3 种。春、秋季调查平台区底栖生物体内污染物含量分别见表 5.5-3 和表 5.5-4。

表5.5-3 春季平台区海洋生物体内各指标的含量水平（湿重：$\times10^{-6}$）

| 站位 | 物种 | 石油烃 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S119 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S121 | 管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S123 | 哈氏仿对虾 | | | | | | | | |
| | 银鲳 | | | | | | | | |
| S125 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S126 | 管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 银鲳 | | | | | | | | |
| S127 | 哈氏仿对虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S129 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S131 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |

| 站位 | 物种 | 石油烃 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S133 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |

表5.5-4 秋季平台区海洋生物体内各指标的含量水平（湿重：$\times10^{-6}$）

| 站位 | 物种 | 石油烃 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S119 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 银鲳 | | | | | | | | |
| S121 | 蓝点马鲛 | | | | | | | | |
| | 金乌贼 | | | | | | | | |
| | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| S123 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| | 高脊管鞭虾 | | | | | | | | |
| S125 | 针尖枪乌贼 | | | | | | | | |
| | 高脊管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 太平洋褶柔鱼 | | | | | | | | |
| S126 | 针尖枪乌贼 | | | | | | | | |
| | 高脊管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 银鲳 | | | | | | | | |
| S127 | 带鱼 | | | | | | | | |
| | 高脊管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 金乌贼 | | | | | | | | |
| S129 | 银鲳 | | | | | | | | |
| | 高脊管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 金乌贼 | | | | | | | | |
| S131 | 银鲳 | | | | | | | | |
| | 神户枪乌贼 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S133 | 日本囊对虾 | | | | | | | | |
| | 针尖枪乌贼 | | | | | | | | |
| | 竹筴鱼 | | | | | | | | |

### 5.5.2　生物质量评价结果

a.　海管区

春、秋季调查海管区底栖生物样品中，甲壳类、软体类和鱼类的各项评价因子的单项标准指数值均小于 1，满足生物质量标准的要求（见表 5.5-5 和表 5.5-6）。调查结果表明调查海域底栖生物的生物质量状况良好。

表5.5-5 春季海管区海洋生物质量标准指数

| 站位 | 物种 | 石油烃 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S3 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 小黄鱼 | | | | | | | | |
| S5 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S7 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S9 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S10 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S11 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S13 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 小黄鱼 | | | | | | | | |
| S15 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S17 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S19 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 小黄鱼 | | | | | | | | |
| S21 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S23 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 小黄鱼 | | | | | | | | |
| S24 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S25 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 小黄鱼 | | | | | | | | |
| S27 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S29 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S30 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S31 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S33 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S35 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 小黄鱼 | | | | | | | | |
| S37 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |

| 站位 | 物种 | 石油烃 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S38 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S39 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S40 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S41 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S43 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S45 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 小黄鱼 | | | | | | | | |
| S47 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S49 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S51 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S53 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S55 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S57 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S58 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 小黄鱼 | | | | | | | | |
| S59 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S61 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S63 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |

注：“/”表示该监测项目尚未有标准，下同。

表5.5-6 秋季海管区海洋生物质量标准指数

| 站位 | 物种 | 石油烃 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S01 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S03 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S05 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |

| 站位 | 物种 | 石油烃 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S07 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S10 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S11 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S13 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S15 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 银鲳 | | | | | | | | |
| S17 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S19 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S21 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S23 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S29 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S31 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S33 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鳀 | | | | | | | | |
| S35 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S37 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S38 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |

| 站位 | 物种 | 石油烃 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S39 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S43 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 银鲳 | | | | | | | | |
| S45 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S47 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S49 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S51 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S57 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S59 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S61 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |
| S63 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲐 | | | | | | | | |

b. 平台区

春、秋季调查平台区底栖生物样品中，甲壳类、软体类和鱼类的各项评价因子的单项标准指数值均小于 1，满足生物质量标准的要求（见表 5.5-7 和表 5.5-8）。调查结果表明调查海域底栖生物的生物质量状况良好。

表5.5-7 春季平台区海洋生物质量标准指数

| 站位 | 物种 | 石油烃 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S3 | 管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S5 | 哈氏仿对虾 | | | | | | | | |

| 站位 | 物种 | 石油烃 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 银鲳 | | | | | | | | |
| S7 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S9 | 管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 银鲳 | | | | | | | | |
| S10 | 哈氏仿对虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S11 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 鲳鱼 | | | | | | | | |
| S13 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S15 | 中华管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |

注："/"表示该监测项目尚未有标准，下同。

表5.5-8 秋季平台区海洋生物质量标准指数

| 站位 | 物种 | 石油烃 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S119 | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 银鲳 | | | | | | | | |
| S121 | 蓝点马鲛 | | | | | | | | |
| | 金乌贼 | | | | | | | | |
| | 鹰爪虾 | | | | | | | | |
| S123 | 三疣梭子蟹 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| | 高脊管鞭虾 | | | | | | | | |
| S125 | 针尖枪乌贼 | | | | | | | | |
| | 高脊管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 太平洋褶柔鱼 | | | | | | | | |
| S126 | 针尖枪乌贼 | | | | | | | | |
| | 高脊管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 银鲳 | | | | | | | | |
| S127 | 带鱼 | | | | | | | | |
| | 高脊管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 金乌贼 | | | | | | | | |
| S129 | 银鲳 | | | | | | | | |
| | 高脊管鞭虾 | | | | | | | | |
| | 金乌贼 | | | | | | | | |
| S131 | 银鲳 | | | | | | | | |
| | 神户枪乌贼 | | | | | | | | |
| | 带鱼 | | | | | | | | |
| S133 | 日本囊对虾 | | | | | | | | |
| | 针尖枪乌贼 | | | | | | | | |
| | 竹筴鱼 | | | | | | | | |

## 5.6 海洋渔业资源现状调查与评价

### 5.6.1　调查概况

#### 5.6.1.1 调查时间

中国水产科学研究院东海水产研究所于 2023 年 4 月 10 日~4 月 27 日（春季）和 2021 年 11 月 1 日~19 日（秋季）在项目周边海域进行了渔业资源现状调查。

#### 5.6.1.2 调查范围和站位布设

春、秋季渔业资源现状调查范围为 123°00′E~126°00′E，28°00′N~30°00′N，覆盖项目附近海域 15 个渔区，沿纬向布设 9 个断面，共 55 个站位。调查站位见表 5.6-1 和图 5.6-1。

表 5.6-1 春、秋季渔业资源调查站位表

| 站位 | 经度（E） | 纬度（N） |
|---|---|---|
| S01 | | |
| S02 | | |
| S03 | | |
| S04 | | |
| S05 | | |
| S06 | | |
| S07 | | |
| S08 | | |
| S09 | | |
| S10 | | |
| S11 | | |
| S12 | | |
| S13 | | |
| S14 | | |
| S15 | | |
| S16 | | |
| S17 | | |
| S18 | | |
| S19 | | |
| S20 | | |
| S21 | | |
| S22 | | |
| S23 | | |
| S24 | | |
| S25 | | |
| S26 | | |
| S27 | | |
| S28 | | |
| S29 | | |
| S30 | | |
| S31 | | |
| S32 | | |

| 站位 | 经度（E） | 纬度（N） |
|---|---|---|
| S33 | | |
| S34 | | |
| S35 | | |
| S36 | | |
| S37 | | |
| S38 | | |
| S39 | | |
| S40 | | |
| S41 | | |
| S42 | | |
| S43 | | |
| S44 | | |
| S45 | | |
| S46 | | |
| S47 | | |
| S48 | | |
| S49 | | |
| S50 | | |
| S51 | | |
| S52 | | |
| S53 | | |
| S54 | | |
| S55 | | |

图5.6-1 春、秋季渔业资源调查站位图

5.6.1.3 调查方法

渔业资源调查采样方法按《海洋调查规范》（GB12763-2007）、《海洋渔业资源调查规范》（SC/T9403-2012）、《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）和《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）等规范的要求进行。

两次调查以底拖网作业方式进行。底拖网调查船为“中渔科 211”调查船，吨位 398t，主机功率 634kW。网具为有翼单囊底层拖网，网口规格为 102 目×3m，上纲 72.24m，下纲 82.44m，网囊网目 20mm。

游泳生物：采用底拖网生产渔船现场试捕法进行，拖曳速度为3~3.5海里/小时，拖曳时间为1h。渔获样品分析先将个体较大和渔获量较少的种类单独挑出装入鱼箱，其余的渔获物混合装箱（每箱重约20kg），每箱进行称重，记录渔获量。若渔获不足2箱，全部取样分类；超过2箱，随机取2箱样品。采用随机取样法收集各类的样品，每种每次取样不少于50尾，不足50尾全取。按大、小个体取样分类的种类，同时分别留取生物学测定样品，并分开单独测定，其生物学特征数据按比例进行加权平均处理。对带回实验室进行生物学测定的样品进行标志、编号，并标明捕获时间、站号和航次，入仓速冻或低温保存。

鱼卵、仔稚鱼：采用大型浮游生物网（网口直径 80cm，网目 0.5mm，网衣长 280cm）分别进行水平拖网和垂直拖网采集。水平采集为在海水表层（0~3m）持续拖网 10min，船速 1~2kn；垂直采集依据深度和流速大小调整钢丝长度，由海底至海面垂直或倾斜拖网（落网速度为 0.5m/s，起网速度为 0.5m/s~0.8m/s）。水平采集和垂直采集均记录流量计起始和结束数值。鱼卵和仔稚鱼样品用 5%的中性甲醛溶液固定，带回实验室进行镜检分析，种类鉴定、计数。

5.6.1.4 数据处理方法

a. 渔业资源密度（重量、尾数）估算方法

拖网资源密度的估算采用扫海面积法。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），本报告设定拖网网具鱼类和其它类尾数、重量逃逸率均为 0.5。渔业资源密度以各站位拖网渔获量（重量、尾数）和拖网扫海面积来估算，计算式为：

$$\rho_i = C_i/(a_i * q)$$

式中：

$\rho_i$—第$i$站的资源密度（重量：kg/km$^2$；尾数：$10^3$ ind/km$^2$）；

$C_i$—第$i$站的每小时拖网渔获量（重量：kg/h；尾数：ind/h）；

$a_i$—第$i$站的网具每小时扫海面积（km$^2$/h）（网口水平扩张宽度（km）×拖曳距离（km）），拖曳距离为拖网速度（km/h）和实际拖网时间（h）的乘积；

*q*—网具捕获率（可捕系数＝1－逃逸率），取0.5。

b. 相对重要性指数*IRI*

确定优势种的方法：根据渔获物中个体大小悬殊的特点，选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 *IRI*，来分析渔获物在群体数量组成中其生态的地位，依此确定优势种。

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

式中：*N*—某一种类的尾数占渔获总尾数的百分比；

*W*—某一种类的重量占渔获总重量的百分比；

*F*—某一种类出现的站位数占调查总站位数的百分比。

5.6.2　渔业资源现状调查与评价

5.6.2.1 鱼类资源状况

a. 种类组成

春季捕获鱼类 61 种，隶属于 13 目 42 科 57 属；秋季捕获鱼类 92 种，隶属于 15 目 47 科 75 属。鱼类种类名录见附表 21~附表 22。

b. 优势种

根据相对重要性指数（*IRI*）计算结果，春季鱼类优势种有6种，分别是带鱼、鳀、发光鲷、七星底灯鱼、短鳄齿鱼和竹筴鱼（见表 5.6-2）。

表 5.6-2 春季鱼类优势种

| 种类名 | 出现率（%） | *IRI* |
|---|---|---|
| 带鱼 | | |
| 鳀 | | |
| 发光鲷 | | |
| 七星底灯鱼 | | |
| 鳄齿鱼 | | |
| 竹筴鱼 | | |

根据相对重要性指数（*IRI*）计算结果，秋季鱼类优势种有7种，分别是七星底灯鱼、带鱼、银鲳、发光鲷、麦氏犀鳕、刺鲳和鳄齿鱼（见表 5.6-3）。

表 5.6-3 秋季鱼类优势种

| 种类名 | 出现率（%） | *IRI* |
|---|---|---|
| 七星底灯鱼 | | |
| 带鱼 | | |
| 银鲳 | | |
| 发光鲷 | | |
| 麦氏犀鳕 | | |

| 种类名 | 出现率（%） | *IRI* |
|---|---|---|
| 刺鲳 | | |
| 鳄齿鱼 | | |

c. 渔获组成

春、秋季调查海域鱼类的渔获组成见表 5.6-4。

春季调查海域渔获鱼类重量变化范围为（1.75~465.69）kg/h，平均为55.39kg/h；鱼类数量变化范围为（364~92148）ind/h，平均为14240ind/h。

秋季调查海域渔获鱼类重量变化范围为（4.42~165.52）kg/h，平均为43.35kg/h；鱼类数量变化范围为（268~226561）ind/h，平均为36076ind/h。

表 5.6-4 春、秋季各站位鱼类的渔获组成

| 站位 | 春季 | | 秋季 | |
|---|---|---|---|---|
| | 重量渔获率(kg/h) | 尾数渔获率（ind/h） | 重量渔获率(kg/h) | 尾数渔获率（ind/h） |
| S01 | | | | |
| S02 | | | | |
| S03 | | | | |
| S04 | | | | |
| S05 | | | | |
| S06 | | | | |
| S07 | | | | |
| S08 | | | | |
| S09 | | | | |
| S10 | | | | |
| S11 | | | | |
| S12 | | | | |
| S13 | | | | |
| S14 | | | | |
| S15 | | | | |
| S16 | | | | |
| S17 | | | | |
| S18 | | | | |
| S19 | | | | |
| S20 | | | | |
| S21 | | | | |
| S22 | | | | |
| S23 | | | | |
| S24 | | | | |
| S25 | | | | |
| S26 | | | | |
| S27 | | | | |
| S28 | | | | |
| S29 | | | | |
| S30 | | | | |
| S31 | | | | |
| S33 | | | | |

| 站位 | 春季 | | 秋季 | |
|---|---|---|---|---|
| | 重量渔获率(kg/h) | 尾数渔获率（ind/h） | 重量渔获率(kg/h) | 尾数渔获率（ind/h） |
| S34 | | | | |
| S35 | | | | |
| S37 | | | | |
| S38 | | | | |
| S39 | | | | |
| S40 | | | | |
| S41 | | | | |
| S42 | | | | |
| S44 | | | | |
| S45 | | | | |
| S46 | | | | |
| S47 | | | | |
| S48 | | | | |
| S49 | | | | |
| S50 | | | | |
| S51 | | | | |
| S52 | | | | |
| S53 | | | | |
| S54 | | | | |
| S55 | | | | |
| 最小值 | | | | |
| 最大值 | | | | |
| 平均值 | | | | |

d. 资源数量和评估

春、秋季调查海域鱼类资源状况见表 5.6-5。

春季调查海域鱼类重量资源密度变化范围为（41.14~12470.55）kg/km$^2$，平均为1349.11kg/km$^2$。鱼类尾数资源密度变化范围为（6827~2176720）ind/km$^2$，平均为305647ind/km$^2$。根据幼鱼比例（93%），以及成体和幼体平均体质量计算，成体重量资源密度558.60kg/km$^2$，成体尾数资源密度为20173ind/km$^2$；幼体重量资源密度790.51kg/km$^2$，幼体尾数资源密度285474ind/km$^2$。

秋季调查海域鱼类重量资源密度变化范围为（88.57~3277.58）kg/km$^2$，平均为859.78kg/km$^2$。鱼类尾数资源密度变化范围为（5660~3854104）ind/km$^2$，平均为626626ind/km$^2$。根据幼鱼比例（87%），以及成体和幼体平均体质量计算，成体重量资源密度269.20kg/km$^2$，成体尾数资源密度为82652ind/km$^2$；幼体重量资源密度590.58kg/km$^2$，幼体尾数资源密度543974ind/km$^2$。

表 5.6-5 春、秋季各站位鱼类的资源状况

| 站位 | 春季 | | 秋季 | |
|---|---|---|---|---|
| | 重量资源密度 (kg/km²) | 尾数资源密度 (ind/km²) | 重量资源密度 (kg/km²) | 尾数资源密度 (ind/km²) |
| S01 | | | | |
| S02 | | | | |
| S03 | | | | |
| S04 | | | | |
| S05 | | | | |
| S06 | | | | |
| S07 | | | | |
| S08 | | | | |
| S09 | | | | |
| S10 | | | | |
| S11 | | | | |
| S12 | | | | |
| S13 | | | | |
| S14 | | | | |
| S15 | | | | |
| S16 | | | | |
| S17 | | | | |
| S18 | | | | |
| S19 | | | | |
| S20 | | | | |
| S21 | | | | |
| S22 | | | | |
| S23 | | | | |
| S24 | | | | |
| S25 | | | | |
| S26 | | | | |
| S27 | | | | |
| S28 | | | | |
| S29 | | | | |
| S30 | | | | |
| S31 | | | | |
| S33 | | | | |
| S34 | | | | |
| S35 | | | | |
| S37 | | | | |
| S38 | | | | |
| S39 | | | | |
| S40 | | | | |
| S41 | | | | |
| S42 | | | | |
| S44 | | | | |
| S45 | | | | |
| S46 | | | | |
| S47 | | | | |
| S48 | | | | |
| S49 | | | | |

| 站位 | 春季 | | 秋季 | |
|---|---|---|---|---|
| | 重量资源密度 (kg/km²) | 尾数资源密度（ind/km²） | 重量资源密度 (kg/km²) | 尾数资源密度（ind/km²） |
| S50 | | | | |
| S51 | | | | |
| S52 | | | | |
| S53 | | | | |
| S54 | | | | |
| S55 | | | | |
| 最小值 | | | | |
| 最大值 | | | | |
| 平均值 | | | | |

5.6.2.2 头足类资源

a. 种类组成

春季调查共捕获头足类 13 种，隶属 2 目、5 科、6 属；秋季调查共捕获头足类 20 种，隶属 3 目、7 科、11 属。头足类种类名录见附表 23~附表 24。

b. 优势种

根据相对重要性指数（*IRI*）计算结果，春季头足类优势种有 3 种，分别是太平洋褶柔鱼、四盘耳乌贼和多钩钩腕乌贼（表 5.6-6）。

表 5.6-6 春季调查海域头足类优势种

| 种类名 | 出现率（%） | *IRI* |
|---|---|---|
| 太平洋褶柔鱼 | | |
| 四盘耳乌贼 | | |
| 多钩钩腕乌贼 | | |

根据相对重要性指数（*IRI*）计算结果，秋季头足类优势种有4种，分别是多钩钩腕乌贼、神户乌贼、金乌贼和剑尖枪乌贼（表 5.6-7）。

表 5.6-7 秋季调查海域头足类优势种

| 种类名 | 出现率（%） | *IRI* |
|---|---|---|
| 多钩钩腕乌贼 | | |
| 神户乌贼 | | |
| 金乌贼 | | |
| 剑尖枪乌贼 | | |

c. 渔获组成

春、秋季调查海域头足类的渔获组成见表5.6-8。

春季调查海域渔获头足类重量变化范围为（0~100.87）kg/h，平均为6.95kg/h；头足类数量变化范围为（0~20133）ind/h，平均为1788ind/h。

秋季调查海域渔获头足类重量变化范围为（0.15~64.59）kg/h，平均为

7.60kg/h；头足类数量变化范围为（1~2533）ind/h，平均为608ind/h。

表 5.6-8 春、秋季各站位头足类的渔获组成

| 站位 | 春季 | | 秋季 | |
|---|---|---|---|---|
| | 重量渔获率（kg/h） | 尾数渔获率（ind/h） | 重量渔获率（kg/h） | 尾数渔获率（ind/h） |
| S01 | | | | |
| S02 | | | | |
| S03 | | | | |
| S04 | | | | |
| S05 | | | | |
| S06 | | | | |
| S07 | | | | |
| S08 | | | | |
| S09 | | | | |
| S10 | | | | |
| S11 | | | | |
| S12 | | | | |
| S13 | | | | |
| S14 | | | | |
| S15 | | | | |
| S16 | | | | |
| S17 | | | | |
| S18 | | | | |
| S19 | | | | |
| S20 | | | | |
| S21 | | | | |
| S22 | | | | |
| S23 | | | | |
| S24 | | | | |
| S25 | | | | |
| S26 | | | | |
| S27 | | | | |
| S28 | | | | |
| S29 | | | | |
| S30 | | | | |
| S31 | | | | |
| S33 | | | | |
| S34 | | | | |
| S35 | | | | |
| S37 | | | | |
| S38 | | | | |
| S39 | | | | |
| S40 | | | | |
| S41 | | | | |
| S42 | | | | |
| S44 | | | | |
| S45 | | | | |
| S46 | | | | |
| S47 | | | | |

| 站位 | 春季 | | 秋季 | |
|---|---|---|---|---|
| | 重量渔获率（kg/h） | 尾数渔获率（ind/h） | 重量渔获率（kg/h） | 尾数渔获率（ind/h） |
| S48 | | | | |
| S49 | | | | |
| S50 | | | | |
| S51 | | | | |
| S52 | | | | |
| S53 | | | | |
| S54 | | | | |
| S55 | | | | |
| 最小值 | | | | |
| 最大值 | | | | |
| 平均值 | | | | |

d. 头足类资源数量和评估

春、秋季调查海域头足类资源状况见表 5.6-9。

春季调查海域头足类重量资源密度变化范围为（0~2268.22）kg/km$^2$，平均为156.17kg/km$^2$。头足类尾数资源密度变化范围为（0~452731）ind/km$^2$，平均为40199ind/km$^2$。根据幼体比例计算（76%），成体重量资源密度75.97kg/km$^2$，成体尾数资源密度为9648ind/km$^2$；幼体重量资源密度80.20kg/km$^2$，幼体尾数资源密度30551ind/km$^2$。

秋季调查海域头足类重量资源密度变化范围为（3.20~1452.82）kg/km$^2$，平均为170.97kg/km$^2$。头足类尾数资源密度变化范围为（20~57023）ind/km$^2$，平均为13690ind/km$^2$。根据幼体比例计算（23%），成体重量资源密度155.82kg/km$^2$，成体尾数资源密度为10599ind/km$^2$；幼体重量资源密度15.15kg/km$^2$，幼体尾数资源密度3091ind/km$^2$。

表 5.6-9 春、秋季各站位头足类的资源状况

| 站位 | 春季 | | 秋季 | |
|---|---|---|---|---|
| | 重量资源密度（kg/km$^2$） | 尾数资源密度（ind/km$^2$） | 重量资源密度（kg/km$^2$） | 尾数资源密度（ind/km$^2$） |
| S01 | | | | |
| S02 | | | | |
| S03 | | | | |
| S04 | | | | |
| S05 | | | | |
| S06 | | | | |
| S07 | | | | |
| S08 | | | | |
| S09 | | | | |
| S10 | | | | |
| S11 | | | | |

| 站位 | 春季 | | 秋季 | |
|---|---|---|---|---|
| | 重量资源密度（kg/km²） | 尾数资源密度（ind/km²） | 重量资源密度（kg/km²） | 尾数资源密度（ind/km²） |
| S12 | | | | |
| S13 | | | | |
| S14 | | | | |
| S15 | | | | |
| S16 | | | | |
| S17 | | | | |
| S18 | | | | |
| S19 | | | | |
| S20 | | | | |
| S21 | | | | |
| S22 | | | | |
| S23 | | | | |
| S24 | | | | |
| S25 | | | | |
| S26 | | | | |
| S27 | | | | |
| S28 | | | | |
| S29 | | | | |
| S30 | | | | |
| S31 | | | | |
| S33 | | | | |
| S34 | | | | |
| S35 | | | | |
| S37 | | | | |
| S38 | | | | |
| S39 | | | | |
| S40 | | | | |
| S41 | | | | |
| S42 | | | | |
| S44 | | | | |
| S45 | | | | |
| S46 | | | | |
| S47 | | | | |
| S48 | | | | |
| S49 | | | | |
| S50 | | | | |
| S51 | | | | |
| S52 | | | | |
| S53 | | | | |
| S54 | | | | |
| S55 | | | | |
| 最小值 | | | | |
| 最大值 | | | | |
| 平均值 | | | | |

5.6.2.3 甲壳类资源

a. 种类组成

春季调查共捕获甲壳类21种，隶属2目、8科、14属；秋季调查共捕获甲壳类29种，隶属2目、10科、18属。甲壳类种类名录见附表25~附表26。

b. 优势种

根据相对重要性指数（*IRI*）计算结果，春季甲壳类优势种有3种，分别是长角赤虾、假长缝拟对虾和东海红虾（表5.6-10）。

表5.6-10 春季调查海域甲壳类优势种

| 种类名 | 出现率（%） | *IRI* |
|---|---|---|
| 长角赤虾 | | |
| 假长缝拟对虾 | | |
| 东海红虾 | | |

根据相对重要性指数（*IRI*）计算结果，秋季甲壳类优势种有7种，分别是长角赤虾、东海红虾、假长缝拟对虾、滑脊等腕虾、戴氏赤虾、鹰爪虾和高脊管鞭虾（表5.6-7）。

表5.6-11 秋季调查海域甲壳类优势种

| 种类名 | 出现率（%） | *IRI* |
|---|---|---|
| 长角赤虾 | | |
| 东海红虾 | | |
| 假长缝拟对虾 | | |
| 滑脊等腕虾 | | |
| 戴氏赤虾 | | |
| 鹰爪虾 | | |
| 高脊管鞭虾 | | |

c. 渔获组成

春、秋季调查海域甲壳类的渔获组成见表5.6-12~表5.6-13。

春季调查海域渔获甲壳类重量变化范围为（0~72.36）kg/h，平均为12.44kg/h，其中：虾类重量变化范围为（0~72.35）kg/h，平均值为11.32kg/h，蟹类重量变化范围为（0~18.43）kg/h，平均值为1.12kg/h；甲壳类数量变化范围为（0~55790）ind/h，平均为8691ind/h，其中：虾类尾数变化范围为（0~55789）ind/h，平均值为7884ind/h，蟹类尾数变化范围为（0~13323）ind/h，平均值为807ind/h。

秋季调查海域渔获头足类重量变化范围为（0.03~41.10）kg/h，平均为7.43kg/h，其中：虾类重量变化范围为（0~40.86）kg/h，平均值为6.27kg/h，蟹

类重量变化范围为（0~7.55）kg/h，平均值为1.16kg/h；甲壳类数量变化范围为（9~17253）ind/h，平均为3518ind/h，其中：虾类尾数变化范围为（0~16938）ind/h，平均值为3130ind/h，蟹类尾数变化范围为（0~6185）ind/h，平均值为388ind/h。

表 5.6-12 春、秋季各站位甲壳类的渔获组成

| 站位 | 春季 | | 秋季 | |
|---|---|---|---|---|
| | 重量渔获率（kg/h） | 尾数渔获率（ind/h） | 重量渔获率（kg/h） | 尾数渔获率（ind/h） |
| S01 | | | | |
| S02 | | | | |
| S03 | | | | |
| S04 | | | | |
| S05 | | | | |
| S06 | | | | |
| S07 | | | | |
| S08 | | | | |
| S09 | | | | |
| S10 | | | | |
| S11 | | | | |
| S12 | | | | |
| S13 | | | | |
| S14 | | | | |
| S15 | | | | |
| S16 | | | | |
| S17 | | | | |
| S18 | | | | |
| S19 | | | | |
| S20 | | | | |
| S21 | | | | |
| S22 | | | | |
| S23 | | | | |
| S24 | | | | |
| S25 | | | | |
| S26 | | | | |
| S27 | | | | |
| S28 | | | | |
| S29 | | | | |
| S30 | | | | |
| S31 | | | | |
| S33 | | | | |
| S34 | | | | |
| S35 | | | | |
| S37 | | | | |
| S38 | | | | |
| S39 | | | | |
| S40 | | | | |
| S41 | | | | |

| 站位 | 春季 | | 秋季 | |
|---|---|---|---|---|
| | 重量渔获率（kg/h） | 尾数渔获率（ind/h） | 重量渔获率（kg/h） | 尾数渔获率（ind/h） |
| S42 | | | | |
| S44 | | | | |
| S45 | | | | |
| S46 | | | | |
| S47 | | | | |
| S48 | | | | |
| S49 | | | | |
| S50 | | | | |
| S51 | | | | |
| S52 | | | | |
| S53 | | | | |
| S54 | | | | |
| S55 | | | | |
| 最小值 | | | | |
| 最大值 | | | | |
| 平均值 | | | | |

表 5.6-13 春、秋季调查海域虾类和蟹类的渔获组成

| 站位 | 春季 | | | | 秋季 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 虾类 | | 蟹类 | | 虾类 | | 蟹类 | |
| | 重量渔获率（kg/h） | 尾数渔获率（ind/h） | 重量渔获率（kg/h） | 尾数渔获率（ind/h） | 重量渔获率（kg/h） | 尾数渔获率（ind/h） | 重量渔获率（kg/h） | 尾数渔获率（ind/h） |
| S01 | | | | | | | | |
| S02 | | | | | | | | |
| S03 | | | | | | | | |
| S04 | | | | | | | | |
| S05 | | | | | | | | |
| S06 | | | | | | | | |
| S07 | | | | | | | | |
| S08 | | | | | | | | |
| S09 | | | | | | | | |
| S10 | | | | | | | | |
| S11 | | | | | | | | |
| S12 | | | | | | | | |
| S13 | | | | | | | | |
| S14 | | | | | | | | |
| S15 | | | | | | | | |
| S16 | | | | | | | | |
| S17 | | | | | | | | |
| S18 | | | | | | | | |
| S19 | | | | | | | | |
| S20 | | | | | | | | |
| S21 | | | | | | | | |
| S22 | | | | | | | | |
| S23 | | | | | | | | |
| S24 | | | | | | | | |

| 站位 | 春季 | | | | 秋季 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 虾类 | | 蟹类 | | 虾类 | | 蟹类 | |
| | 重量渔获率（kg/h） | 尾数渔获率（ind/h） | 重量渔获率（kg/h） | 尾数渔获率（ind/h） | 重量渔获率（kg/h） | 尾数渔获率（ind/h） | 重量渔获率（kg/h） | 尾数渔获率（ind/h） |
| S25 | | | | | | | | |
| S26 | | | | | | | | |
| S27 | | | | | | | | |
| S28 | | | | | | | | |
| S29 | | | | | | | | |
| S30 | | | | | | | | |
| S31 | | | | | | | | |
| S33 | | | | | | | | |
| S34 | | | | | | | | |
| S35 | | | | | | | | |
| S37 | | | | | | | | |
| S38 | | | | | | | | |
| S39 | | | | | | | | |
| S40 | | | | | | | | |
| S41 | | | | | | | | |
| S42 | | | | | | | | |
| S44 | | | | | | | | |
| S45 | | | | | | | | |
| S46 | | | | | | | | |
| S47 | | | | | | | | |
| S48 | | | | | | | | |
| S49 | | | | | | | | |
| S50 | | | | | | | | |
| S51 | | | | | | | | |
| S52 | | | | | | | | |
| S53 | | | | | | | | |
| S54 | | | | | | | | |
| S55 | | | | | | | | |
| 最小值 | | | | | | | | |
| 最大值 | | | | | | | | |
| 平均值 | | | | | | | | |

d. 甲壳类资源数量和评估

春、秋季调查海域甲壳类资源状况见表 5.6-14~表 5.6-15。

春季调查海域甲壳类重量资源密度变化范围为（0~1220.20）kg/km$^2$，平均为209.77kg/km$^2$，其中：虾类重量资源密度变化范围为（0~1220.14）kg/km$^2$，平均为190.91kg/km$^2$，蟹类重量资源密度变化范围为（0~310.79）kg/km$^2$，平均为18.86kg/km$^2$；甲壳类尾数资源密度变化范围为（0~940816）ind/km$^2$，平均为146557ind/km$^2$，其中：虾类尾数资源密度变化范围为（0~940792）ind/km$^2$，平均为132947ind/km$^2$，蟹类尾数资源密度变化范围为（0~224665）ind/km$^2$，平均

为13610ind/km²。根据幼体比例计算（65%），成体重量资源密度为129.56kg/km²，成体尾数资源密度为51295ind/km²；幼体重量资源密度为80.21kg/km²，幼体尾数资源密度为95262ind/km²；其中，根据虾类幼体比例计算（64%），虾类成体重量资源密度为120.26kg/km²，幼体尾数资源密度为84820ind/km²，根据蟹类幼体比例计算（77%），蟹类成体重量资源密为9.30kg/km²，幼体尾数资源密度为10442ind/km²。

秋季调查海域甲壳类重量资源密度变化范围为（0.59~693.38）kg/km²，平均为125.35kg/km²，其中：虾类重量资源密度变化范围为（0~689.24）kg/km²，平均为105.85kg/km²，蟹类重量资源密度变化范围为（0~127.34）kg/km²，平均为19.50kg/km²；甲壳类尾数资源密度变化范围为（146~291143）ind/km²，平均为59367ind/km²，其中：虾类尾数资源密度变化范围为（0~285835）ind/km²，平均为52840ind/km²，蟹类尾数资源密度变化范围为（0~104376）ind/km²，平均为6527ind/km²。根据幼体比例计算（45%），成体重量资源密度98.49kg/km²，成体尾数资源密度为32652ind/km²；幼体重量资源密度26.86kg/km²，幼体尾数资源密度26715ind/km²；其中，根据虾类幼体比例计算（47%），虾类成体重量资源密度为81.53kg/km²，幼体尾数资源密度为24951ind/km²，根据蟹类幼体比例计算（27%），蟹类成体重量资源密为16.96kg/km²，幼体尾数资源密度为1764ind/km²。

表 5.6-14 春、秋季各站位甲壳类的资源状况

| 站位 | 春季 | | 秋季 | |
|---|---|---|---|---|
| | 重量资源密度（kg/km²） | 尾数资源密度（ind/km²） | 重量资源密度（kg/km²） | 尾数资源密度（ind/km²） |
| S01 | | | | |
| S02 | | | | |
| S03 | | | | |
| S04 | | | | |
| S05 | | | | |
| S06 | | | | |
| S07 | | | | |
| S08 | | | | |
| S09 | | | | |
| S10 | | | | |
| S11 | | | | |
| S12 | | | | |
| S13 | | | | |
| S14 | | | | |
| S15 | | | | |
| S16 | | | | |

| 站位 | 春季 | | 秋季 | |
|---|---|---|---|---|
| | 重量资源密度（kg/km²） | 尾数资源密度（ind/km²） | 重量资源密度（kg/km²） | 尾数资源密度（ind/km²） |
| S17 | | | | |
| S18 | | | | |
| S19 | | | | |
| S20 | | | | |
| S21 | | | | |
| S22 | | | | |
| S23 | | | | |
| S24 | | | | |
| S25 | | | | |
| S26 | | | | |
| S27 | | | | |
| S28 | | | | |
| S29 | | | | |
| S30 | | | | |
| S31 | | | | |
| S33 | | | | |
| S34 | | | | |
| S35 | | | | |
| S37 | | | | |
| S38 | | | | |
| S39 | | | | |
| S40 | | | | |
| S41 | | | | |
| S42 | | | | |
| S44 | | | | |
| S45 | | | | |
| S46 | | | | |
| S47 | | | | |
| S48 | | | | |
| S49 | | | | |
| S50 | | | | |
| S51 | | | | |
| S52 | | | | |
| S53 | | | | |
| S54 | | | | |
| S55 | | | | |
| 最小值 | | | | |
| 最大值 | | | | |
| 平均值 | | | | |

表 5.6-15 春、秋季调查海域虾类和蟹类的资源状况

| 站位 | 春季 | | | | 秋季 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 虾类 | | 蟹类 | | 虾类 | | 蟹类 | |
| | 重量渔获率（kg/km²） | 尾数渔获率（ind/km²） | 重量渔获率（kg/km²） | 尾数渔获率（ind/km²） | 重量渔获率（kg/km²） | 尾数渔获率（ind/km²） | 重量渔获率（kg/km²） | 尾数渔获率（ind/km²） |
| S01 | | | | | | | | |
| S02 | | | | | | | | |
| S03 | | | | | | | | |
| S04 | | | | | | | | |
| S05 | | | | | | | | |
| S06 | | | | | | | | |
| S07 | | | | | | | | |
| S08 | | | | | | | | |
| S09 | | | | | | | | |
| S10 | | | | | | | | |
| S11 | | | | | | | | |
| S12 | | | | | | | | |
| S13 | | | | | | | | |
| S14 | | | | | | | | |
| S15 | | | | | | | | |
| S16 | | | | | | | | |
| S17 | | | | | | | | |
| S18 | | | | | | | | |
| S19 | | | | | | | | |
| S20 | | | | | | | | |
| S21 | | | | | | | | |
| S22 | | | | | | | | |
| S23 | | | | | | | | |
| S24 | | | | | | | | |
| S25 | | | | | | | | |
| S26 | | | | | | | | |
| S27 | | | | | | | | |
| S28 | | | | | | | | |
| S29 | | | | | | | | |
| S30 | | | | | | | | |
| S31 | | | | | | | | |
| S33 | | | | | | | | |
| S34 | | | | | | | | |
| S35 | | | | | | | | |
| S37 | | | | | | | | |
| S38 | | | | | | | | |
| S39 | | | | | | | | |
| S40 | | | | | | | | |
| S41 | | | | | | | | |
| S42 | | | | | | | | |
| S44 | | | | | | | | |
| S45 | | | | | | | | |
| S46 | | | | | | | | |

| 站位 | 春季 | | | | 秋季 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 虾类 | | 蟹类 | | 虾类 | | 蟹类 | |
| | 重量渔获率（kg/km²） | 尾数渔获率（ind/km²） | 重量渔获率（kg/km²） | 尾数渔获率（ind/km²） | 重量渔获率（kg/km²） | 尾数渔获率（ind/km²） | 重量渔获率（kg/km²） | 尾数渔获率（ind/km²） |
| S47 | | | | | | | | |
| S48 | | | | | | | | |
| S49 | | | | | | | | |
| S50 | | | | | | | | |
| S51 | | | | | | | | |
| S52 | | | | | | | | |
| S53 | | | | | | | | |
| S54 | | | | | | | | |
| S55 | | | | | | | | |
| 最小值 | | | | | | | | |
| 最大值 | | | | | | | | |
| 平均值 | | | | | | | | |

5.6.2.4 鱼卵、仔鱼

a. 种类组成和优势种

春、秋季调查鱼卵、仔稚鱼种类见附表27。

春季调查共采集到鱼卵和仔稚鱼30种，隶属于9目25科，其中鲈形目14种，鲽形目4种，仙鱼目和鲉形目均有2种，其他目均为1种。鱼卵优势种为日本鲭，仔稚鱼优势种为鳀。

秋季调查共采集到鱼卵和仔稚鱼30种，隶属于10目22科，其中鲈形目15种、灯笼鱼目4种、鳗鲡目3种、仙鱼目2种、其他目均为1种。鱼卵优势种为鲂鲱科，仔稚鱼优势种为七星底灯鱼。

b. 数量分布

春、秋两季调查海水鱼卵、仔稚鱼的密度见表 5.6-16。

春季调查鱼卵密度范围为（0~4.739）ind/m³，平均密度为0.361ind/m³；仔稚鱼密度范围为（0~4.296）ind/m³，平均密度为0.616ind/m³。

秋季调查鱼卵密度范围为（0~0.491）ind/m³，平均密度为0.072ind/m³；仔稚鱼密度范围为（0~5.707）ind/m³，平均密度为0.267ind/m³。

表 5.6-16 鱼卵、仔稚鱼密度（ind/m³）

| 站位 | 春季 | | 秋季 | |
|---|---|---|---|---|
| | 鱼卵 | 仔稚鱼 | 鱼卵 | 仔稚鱼 |
| S01 | | | | |
| S02 | | | | |
| S03 | | | | |

| 站位 | 春季 | | 秋季 | |
|---|---|---|---|---|
| | 鱼卵 | 仔稚鱼 | 鱼卵 | 仔稚鱼 |
| S04 | | | | |
| S05 | | | | |
| S06 | | | | |
| S07 | | | | |
| S08 | | | | |
| S09 | | | | |
| S10 | | | | |
| S11 | | | | |
| S12 | | | | |
| S13 | | | | |
| S14 | | | | |
| S15 | | | | |
| S16 | | | | |
| S17 | | | | |
| S18 | | | | |
| S19 | | | | |
| S20 | | | | |
| S21 | | | | |
| S22 | | | | |
| S23 | | | | |
| S24 | | | | |
| S25 | | | | |
| S26 | | | | |
| S27 | | | | |
| S28 | | | | |
| S29 | | | | |
| S30 | | | | |
| S31 | | | | |
| S32 | | | | |
| S33 | | | | |
| S34 | | | | |
| S35 | | | | |
| S36 | | | | |
| S37 | | | | |
| S38 | | | | |
| S39 | | | | |
| S40 | | | | |
| S41 | | | | |
| S42 | | | | |
| S43 | | | | |
| S44 | | | | |
| S45 | | | | |
| S46 | | | | |
| S47 | | | | |
| S48 | | | | |
| S49 | | | | |
| S50 | | | | |
| S51 | | | | |
| S52 | | | | |

| 站位 | 春季 | | 秋季 | |
|---|---|---|---|---|
| | 鱼卵 | 仔稚鱼 | 鱼卵 | 仔稚鱼 |
| S53 | | | | |
| S54 | | | | |
| S55 | | | | |
| 最小值 | | | | |
| 最大值 | | | | |
| 平均值 | | | | |

5.6.2.5 总资源评估

春季调查共捕获游泳动物95种，其中鱼类61种，头足类13种，甲壳类21种。重量平均渔获率74.78kg/h，其中鱼类最高（55.39kg/h），甲壳类次之（12.44 kg/h），头足类最低（6.95kg/h）。尾数平均渔获率为24719ind/h，其中仍以鱼类最高（14240ind/h），甲壳类次之（8691ind/h），头足类最低（1788ind/h）。游泳动物平均资源量为1715.06kg/km$^2$，其中成体平均资源量为764.14kg/km$^2$，幼体平均资源密度为411288ind/km$^2$。

秋季调查共捕获游泳动物141种，其中鱼类92种，头足类20种，甲壳类29种。重量平均渔获率58.38kg/h，其中鱼类最高（43.35kg/h），头足类次之（7.6 kg/h），甲壳类最低（7.43kg/h）。尾数平均渔获率为40202ind/h，其中仍以鱼类最高（36076ind/h），甲壳类次之（3518ind/h），头足类最低（608ind/h）。游泳动物平均资源量为1156.10kg/km$^2$，其中成体平均资源量为523.51kg/km$^2$，幼体平均资源密度为573781ind/km$^2$。

表5.6-17春、秋季调查海域底拖网游泳生物资源

| 站位 | 春季 | | | 秋季 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 总资源量（kg/km$^2$） | 成体资源量（kg/km$^2$） | 幼体资源密度（ind/km$^2$） | 总资源量（kg/km$^2$） | 成体资源量（kg/km$^2$） | 幼体资源密度（ind/km$^2$） |
| S01 | | | | | | |
| S02 | | | | | | |
| S03 | | | | | | |
| S04 | | | | | | |
| S05 | | | | | | |
| S06 | | | | | | |
| S07 | | | | | | |
| S08 | | | | | | |
| S09 | | | | | | |
| S10 | | | | | | |
| S11 | | | | | | |
| S12 | | | | | | |
| S13 | | | | | | |

| 站位 | 春季 | | | 秋季 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 总资源量（kg/km²） | 成体资源量（kg/km²） | 幼体资源密度（ind/km²） | 总资源量（kg/km²） | 成体资源量（kg/km²） | 幼体资源密度（ind/km²） |
| S14 | | | | | | |
| S15 | | | | | | |
| S16 | | | | | | |
| S17 | | | | | | |
| S18 | | | | | | |
| S19 | | | | | | |
| S20 | | | | | | |
| S21 | | | | | | |
| S22 | | | | | | |
| S23 | | | | | | |
| S24 | | | | | | |
| S25 | | | | | | |
| S26 | | | | | | |
| S27 | | | | | | |
| S28 | | | | | | |
| S29 | | | | | | |
| S30 | | | | | | |
| S31 | | | | | | |
| S33 | | | | | | |
| S34 | | | | | | |
| S35 | | | | | | |
| S37 | | | | | | |
| S38 | | | | | | |
| S39 | | | | | | |
| S40 | | | | | | |
| S41 | | | | | | |
| S42 | | | | | | |
| S44 | | | | | | |
| S45 | | | | | | |
| S46 | | | | | | |
| S47 | | | | | | |
| S48 | | | | | | |
| S49 | | | | | | |
| S50 | | | | | | |
| S51 | | | | | | |
| S52 | | | | | | |
| S53 | | | | | | |
| S54 | | | | | | |
| S55 | | | | | | |
| 最小值 | | | | | | |
| 最大值 | | | | | | |
| 平均值 | | | | | | |

## 5.7 环境空气质量现状调查与评价

### 5.7.1　基准年的选择

依据评价所需环境空气质量现状、气象资料等数据的可获得性、数据质量、代表性等因素，选择近 3 年中的 2022 年作为本项目的评价基准年。

### 5.7.2　项目所在区域达标判断

根据宁波市生态环境局北仑分局公开发布的“2022 年 12 月及 1 月-12 月份北仑区环境空气质量报告”显示，宁波市北仑区 2022 年 $SO_2$ 浓度均值为 8μg/m³，$NO_2$ 浓度均值为 31μg/m³，$PM_{10}$ 浓度均值为 37μg/m³，$PM_{2.5}$ 浓度均值 21μg/m³，CO 第 95 百分位数值为 1.0mg/m³，$O_3$ 第 90 百分位数值为 147μg/m³，六项污染物均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值。因此，宁波市北仑区属于达标区。

### 5.7.3　基本污染物的环境质量现状评价

本项目评价范围内没有发布的环境空气质量现状数据，宁波市北仑区新碶城区（区环保大楼站）监测点距离本项目较近，地形和气候条件相近，符合《环境空气质量监测点位布设技术规范》（试行）（HJ664-2013）的规定。因此选取宁波市北仑区新碶城区（区环保大楼站）监测点 2022 年连续 1 年监测数据，作为区域基本污染物环境空气质量现状。自动监测相关信息见表 5.7-1，评价结果详见表 5.7-2。

表 5.7-1监测站点信息

| 站位名称 | 站点级别 | 站点坐标经纬度 | | 站点与项目位置关系 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 经度 | 纬度 | 方位 | 相对厂界距离/km |
| 区环保大楼 | 市控 | | | 东北 | 18 |

表 5.7-2基本污染物评价结果

| 点位名称 | 污染物 | 年评价指标 | 评价标准/（μg/m³） | 现状浓度/（μg/m³） | 最大浓度占标率/% | 超标率/% | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 区环保大楼监测点 | $SO_2$ | 年平均质量浓度 | 60 | 8 | 13.33 | / | 达标 |
| | | 日平均第98百分位数 | 150 | 13 | 8.67 | 0 | 达标 |
| | $NO_2$ | 年平均质量浓度 | 40 | 31 | 77.5 | / | 达标 |
| | | 日平均第98百分位数 | 80 | 63 | 78.75 | 0 | 达标 |
| | $PM_{10}$ | 年平均质量浓度 | 70 | 37 | 52.86 | / | 达标 |
| | | 日平均第95百分位数 | 150 | 78 | 52 | 0 | 达标 |
| | $PM_{2.5}$ | 年平均质量浓度 | 35 | 21 | 60 | / | 达标 |
| | | 日平均第95百分位数 | 75 | 45 | 60 | 0.28 | 达标 |

| 点位名称 | 污染物 | 年评价指标 | 评价标准/（μg/m³） | 现状浓度/（μg/m³） | 最大浓度占标率/% | 超标率/% | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CO | 日平均第95百分位数 | 4000 | 1000 | 25 | 0 | 达标 |
| | $O_3$ | 日最大8小时平均第90百分位数 | 160 | 147 | 91.88 | 5.8 | 达标 |

5.7.4　环境空气质量现状

陆上工程对周边其他污染物（非甲烷总烃、TVOC、氨、硫化氢）环境空气质量现状进行了监测，监测时间为2024.01.21～2024.01.27，监测单位为谱尼测试集团江苏有限公司，报告编号为NO.ISBQD8YC3218665HAZ、NO.ISBQD8YC3218935HAZ（检测报告见附件9）。

5.7.4.1 监测点位

根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018），结合风向频率以及功能区规划，本次环境监测点设置2个，分别为春晓生活区（洋沙山社区）和厂址，现状监测时间为连续7天。监测点位见5.7-1。

5.7.4.2 监测项目及频次

监测因子及时间频次等技术要求见表5.7-3。

表5.7-3监测项目及频次

| 序号 | 监测项目 | 监测时间和频次 |
|---|---|---|
| 1 | 非甲烷总烃、氨、硫化氢 | 2024年1月连续监测7天<br>小时值：每天采样4次（具体为02、08、14、20时），每小时至少采样45min（1h内等时间间隔采集4个样品） |
| 2 | TVOC<br>（同时给出各因子响应值） | 2024年1月连续监测7天8小时平均：<br>每日连续8小时 |

5.7-1 大气环境质量监测点位分布图

#### 5.7.4.3 监测方法

监测方法见表 5.7-4。

表 5.7-4监测方法

| 监测因子 | 分析方法 | 最低检出浓度 |
|---|---|---|
| 非甲烷总烃（结果以碳计） | 《环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法》HJ604-2017 | 0.07mg/m$^3$ |
| TVOC | 室内空气质量标准（GB/T18883-2022）附录D 热解吸/气相色谱-质谱法 | - |
| 氨 | 纳氏试剂分光光度法　HJ 533-2009 | 0.01 mg/m$^3$ |
| 硫化氢（$H_2S$） | 《空气和废气监测分析方法》3.1.11.2 亚加蓝分光光度法 | 0.001 mg/m$^3$ |

#### 5.7.4.4 监测期间气象条件

监测期间的基本气象情况见表表 5.7-5。

表 5.7-5 监测期间的气象情况

| 监测日期 | 监测时段 | 大气压(kPa) | 温度(℃) | 风向 | 风速(m/s) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2024.01.21 | 02:00~03:00 | 102.9 | 5.0 | 西北 | 2.4 |
| | 08:00~09:00 | 102.8 | 6.7 | 北 | 2.5 |
| | 14:00~15:00 | 102.7 | 9.0 | 北 | 2.5 |
| | 20:00~21:00 | 102.9 | 5.4 | 北 | 2.5 |
| 2024.01.22 | 02:00~03:00 | 103.4 | 0.4 | 北 | 2.5 |
| | 08:00~09:00 | 103.2 | 2.3 | 北 | 2.5 |
| | 14:00~15:00 | 102.9 | 5.6 | 北 | 2.5 |
| | 20:00~21:00 | 103.2 | 1.1 | 西北 | 2.6 |
| 2024.01.23 | 02:00~03:00 | 103.4 | -2.3 | 西北 | 2.6 |
| | 08:00~09:00 | 103.3 | 1.0 | 西北 | 2.5 |
| | 14:00~15:00 | 103.0 | 2.4 | 西北 | 2.4 |
| | 20:00~21:00 | 103.3 | -1.4 | 西北 | 2.4 |
| 2024.01.24 | 02:00~03:00 | 103.4 | -3.4 | 西北 | 2.4 |
| | 08:00~09:00 | 103.1 | -1.1 | 西北 | 2.4 |
| | 14:00~15:00 | 102.9 | 5.2 | 西北 | 2.3 |
| | 20:00~21:00 | 103.0 | 1.2 | 北 | 2.3 |
| 2024.01.25 | 02:00~03:00 | 103.3 | -1.4 | 北 | 2.3 |
| | 08:00~09:00 | 103.1 | 1.4 | 北 | 2.4 |
| | 14:00~15:00 | 102.8 | 7.2 | 北 | 2.2 |
| | 20:00~21:00 | 103.1 | 1.0 | 西北 | 2.3 |
| 2024.01.26 | 02:00~03:00 | 103.1 | 0.4 | 西北 | 2.3 |
| | 08:00~09:00 | 103.1 | 4.2 | 西北 | 2.3 |
| | 14:00~15:00 | 102.8 | 10.2 | 西北 | 2.4 |
| | 20:00~21:00 | 102.8 | 8.2 | 西 | 2.3 |
| 2024.01.27 | 02:00~03:00 | 103.0 | 3.4 | 西 | 2.3 |
| | 08:00~09:00 | 103.0 | 4.9 | 西北 | 2.4 |

| 监测日期 | 监测时段 | 大气压(kPa) | 温度(℃) | 风向 | 风速(m/s) |
|---|---|---|---|---|---|
| | 14:00~15:00 | 102.8 | 10.2 | 北 | 2.2 |
| | 20:00~21:00 | 103.0 | 4.2 | 北 | 2.2 |
| 2024.01.21 | 02:00~10:00 | 102.9 | 5.9 | 北 | 2.4 |
| 2024.01.22 | 02:00~10:00 | 103.3 | 1.4 | 北 | 2.5 |
| 2024.01.23 | 02:00~10:00 | 103.3 | 0.8 | 西北 | 2.5 |
| 2024.01.24 | 02:00~10:00 | 103.3 | 0.8 | 西北 | 2.4 |
| 2024.01.25 | 02:00~10:00 | 103.2 | 1.0 | 北 | 2.3 |
| 2024.01.26 | 02:00~10:00 | 103.0 | 2.3 | 西北 | 2.3 |
| 2024.01.27 | 02:00~10:00 | 103.0 | 4.1 | 西北 | 2.4 |

5.7.4.5 监测结果

非甲烷总烃、氨、硫化氢、TVOC 等其他污染物监测结果见表 5.7-6。

表 5.7-6 其他污染物环境质量现状（监测结果）

| 监测点位 | 监测点坐标 | 污染物 | 平均时间 | 评价标准（μg/m³） | 监测浓度范围（μg/m³） | 最大浓度占标率（%） | 超标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 厂址 | ※※※※ | 非甲烷总烃 | 1h | 2000 | | | | 达标 |
| | | 氨 | | 200 | | | | 达标 |
| | | 硫化氢 | | 10 | | | | 达标 |
| | | TVOC | 8h | 600 | | | | 达标 |
| 春晓生活区（洋沙山社区） | ※※※※ | 非甲烷总烃 | 1h | 2000 | | | | 达标 |
| | | 氨 | | 200 | | | | 达标 |
| | | 硫化氢 | | 10 | | | | 达标 |
| | | TVOC | 8h | 600 | | | | 达标 |

上述监测点位其他污染物浓度值均达到相应标准的要求，其中：非甲烷总烃：小时平均浓度范围为 140～630 μg/m³，最大浓度占标率为 31.5%，最大值出现在厂址。氨：小时平均浓度范围为 20～40 μg/m³，最大浓度占标率为 20.0%，最大值出现在厂址、春晓生活区。硫化氢：未检出取检测限一半进行评价，小时平均浓度范围为 0.5 μg/m³，最大浓度占标率为 5.0%。总挥发性有机物：8 小时平均浓度范围为 0.3～39.7 μg/m³，最大浓度占标率为 6.6%，最大值出现在厂址。

5.7.5　环境空气保护目标及网格点环境质量现状浓度

取 2 个补充监测点各污染物不同评价时段监测浓度的最大值，作为评价范

围内环境空气保护目标及网格点环境质量现状浓度，计算方法见如下公式，现状浓度计算结果详见表 5.7-7。

$$C_{现状（x,y）} = MAX\left[\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} C_{现状（i,t）}\right]$$

式中：$C_{现状（x,y）}$—环境空气保护目标及网格点(x,y)环境质量现状浓度，μg/m³；

$C_{现状（i,t）}$—第 j 个监测点位在 t 时刻环境质量现状浓度（包括 1h 平均、8h 平均或日平均质量浓度），μg/m³；

n—现状补充监测点位数。

表 5.7- 7 环境空气保护目标及网格点环境质量现状浓度（补充监测）

| 污染物 | 污染物浓度最大值(mg/m³) |
|---|---|
| | 二类区 |
| 非甲烷总烃 | |
| 氨 | |
| 硫化氢 | |
| TVOC | |
| 备注：硫化氢未检出，取检测限一半进行评价。 | |

5.7.6　环境空气质量现状评价

5.7.6.1 长期监测数据

综合宁波市北仑区新碶城区（区环保大楼站）监测点 $NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$、$O_3$、$SO_2$ 和 CO 等监测因子的 2022 年连续 1 年监测数据，监测值均能满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。因此，项目所在区域为达标区域。

5.7.6.2 补充监测数据

本次陆上工程评价在厂址、及厂址次主导风向下风向 5km 范围内共布设 2 个监测点位进行补充监测，结果表明：非甲烷总烃小时浓度满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）详解中的限值；氨小时浓度满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D.1 的限值；硫化氢未检出；TVOC8 小时浓度满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录 D.1 的限值，监测点位的所有特征污染物均达标。

5.8 地表水环境质量现状调查与评价

为了解本项目陆上工程周边地表水环境质量现状，根据《宁波终端二期改扩建项目环境影响报告书》（2022 年 5 月）内容，引用报告书中 2021.08.13～

2021.08.15 委托宁波谱尼测试技术有限公司开展地表水质量现状监测的报告结果（报告编号：EPBISW9B590765HAZ，检测报告见附件 9）。

### 5.8.1　监测点位

监测期间，在宁波终端周边的内河水域设置 2 个监测断面，监测位置参见表 5.8-1 和图 5.8-1。

图 5.8-1地表水环境质量现状监测点位示意图

表 5.8-1 地表水环境质量现状监测点

| 监测点 | 位置 | 坐标 |
|---|---|---|
| 1# | 群英河下游处 | |
| 2# | 西直河下游入海处 | |

### 5.8.2　监测时间及频次

2021 年 8 月 13 日至 2021 年 8 月 15 日（连续监测 3 天），每天采样分析一次。

### 5.8.3　监测项目及分析方法

监测项目有：pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、$BOD_5$、氨氮、石油类、挥发酚、汞、铅、铬（六价）、总磷、总氮、硫化物、粪大肠菌群（共 15 个监测指标）。同时收集水温、流量、河宽、水深等水文参数。本次地表水分析方法见表 5.8-2。

表 5.8-2 地表水水质监测分析方法与检出限表

| 序号 | 监测项目 | 分析方法 | 方法来源 | 最低检出限 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | pH（无量纲） | 玻璃电极法 | GB6920-1986 | - |
| 2 | 溶解氧 | 电化学探头法 | HJ506-2009 | - |
| 3 | 高锰酸盐指数 | 酸性高锰酸钾法 | GB11892-1989 | 0.5mg/L |
| 4 | 化学需氧量 | 重铬酸盐法 | GB11914-2017 | 4mg/L |
| 5 | $BOD_5$ | 稀释与接种法 | GB7488-1987 | 2 mg/L |
| 6 | 氨氮 | 水杨酸分光光度法 | HJ536-2009 | 0.04mg/L |
| 7 | 总磷 | 钼酸铵分光光度法 | GB11893-1989 | 0.01mg/L |
| 8 | 汞 | 冷原子原子荧光法 | HJ 694-2014 | 0.04μg/L |
| 9 | 六价铬 | 分光光度法 | GB7467-1987 | 0.004mg/L |
| 10 | 铅 | 原子吸收分光光度法 | GB7475-1987 | 0.01mg/L |
| 11 | 挥发酚 | 分光光度法 | HJ503-2009 | 0.0003 mg/L |
| 12 | 石油类 | 紫外分光光度法 | HJ 970-2018 | 0.01mg/L |
| 13 | 硫化物 | 分光光度法 | GB/T16489-1996 | 0.005mg/L |
| 14 | 粪大肠菌群 | 多管发酵法 | HJ347.2-2018 | - |
| 15 | 总氮 | 碱性过硫酸钾消解紫外分光光度法 | GB11894-89 | 0.05 mg/L |

注：未检出表示低于检出限，不评价。

### 5.8.4 监测结果

地表水监测结果统计见表 5.8-3。

表 5.8-3 地表水现状监测统计结果

| 编号 | 项目 | 群英河下游☆1# | | | 西直河下游☆2# | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2021.8.13 | 2021.8.14 | 2021.8.15 | 2021.8.13 | 2021.8.14 | 2021.8.15 |
| 1 | pH | | | | | | |
| 2 | 溶解氧，mg/L | | | | | | |
| 3 | 高锰酸盐指数，mg/L | | | | | | |
| 4 | 化学需氧量，mg/L | | | | | | |
| 5 | 五日生化需氧量，mg/L | | | | | | |
| 6 | 氨氮（以N计），mg/L | | | | | | |
| 7 | 总磷（以P计），mg/L | | | | | | |
| 8 | 汞，mg/L | | | | | | |
| 9 | 六价铬，mg/L | | | | | | |
| 10 | 铅，mg/L | | | | | | |
| 11 | 挥发酚类（以苯酚计），mg/L | | | | | | |
| 12 | 石油类，mg/L | | | | | | |
| 13 | 硫化物，mg/L | | | | | | |

| 编号 | 项目 | 群英河下游☆1# | | | 西直河下游☆2# | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2021.8.13 | 2021.8.14 | 2021.8.15 | 2021.8.13 | 2021.8.14 | 2021.8.15 |
| 14 | 粪大肠菌群，个/L | | | | | | |
| 15 | 总氮（以N计），mg/L | | | | | | |

5.8.5　评价标准

地表水监测终端厂两侧河流执行《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准。

5.8.6　评价方法

本次评价采用标准指数法。

对于随浓度增大而污染程度增大的一般水质因子评价计算公式为：

$$S_{i,j} = c_{i,j} / c_{s,i}$$

式中：$S_{i,j}$—标准指数；

$c_{i,j}$—评价因子 i 在 j 点的实测统计代表值，mg/L；

$c_{s,i}$—评价因子 i 的评价标准限制，mg/L。

对于浓度限于一定范围的评价因子，如 pH、溶解氧，其标准指数按下式计算：

当$pH_j \le 7.0$时，$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}}$$

当$pH_j > 7.0$时，$$S_{pH,j} = \frac{pH_j - 7.0}{pH_{su} - 7.0}$$

式中：$S_{pH,j}$—pH 值的标准指数；

$pH_j$—pH 值的实测统计代表值；

$pH_{sd}$—评价标准中 pH 值的下限值；

$pH_{su}$—评价标准中 pH 值的上限值。

当$DO_j \le DO_f$时，$$S_{Do,j} = DO_s / DO_j$$

当$DO_j > DO_f$时，$$S_{Do,j} = \frac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s}$$

式中，$S_{Do,j}$—DO 的标准指数；

$DO_f$—某水温、气压条件下的饱和溶解氧浓度，mg/L；

$DO_j$—在 j 点的溶解氧实测统计代表值，mg/L；

$DO_s$—溶解氧的评价标准限值，mg/L。

### 5.8.7　评价结果

地表水水质评价标准指数见表 5.8-4。

表 5.8-4 地表水环境质量现状评价标准指数

| 编号 | 项目 | 群英河下游☆1# | | | 西直河下游☆2# | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2021.8.13 | 2021.8.14 | 2021.8.15 | 2021.8.13 | 2021.8.14 | 2021.8.15 |
| 1 | pH | | | | | | |
| 2 | 溶解氧 | | | | | | |
| 3 | 高锰酸盐指数 | | | | | | |
| 4 | 化学需氧量 | | | | | | |
| 5 | 五日生化需氧量 | | | | | | |
| 6 | 氨氮 | | | | | | |
| 7 | 总磷 | | | | | | |
| 8 | 汞 | | | | | | |
| 9 | 六价铬 | | | | | | |
| 10 | 铅 | | | | | | |
| 11 | 挥发酚类 | | | | | | |
| 12 | 石油类 | | | | | | |
| 13 | 硫化物 | | | | | | |
| 14 | 粪大肠菌群 | | | | | | |
| 15 | 总氮 | | | | | | |

注：未检出表示低于检出限，不评价

由表 5.8-3 和表 5.8-4 可知，地表水环境质量现状监测中汞、铅、挥发酚和硫化物均低于检出限，溶解氧、氨氮、粪大肠菌群、总氮出现超标现象，其余监测因子均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准。

群英河下游入海处粪大肠菌群、总氮有超标现象，粪大肠菌群最大超标倍数为 6，总氮最大超标倍数 1.35。

西直河下游入海处氨氮仅在 8 月 15 日超标，最大超标倍数 0.12；其余粪大肠菌群最大超标倍数为 13，总氮最大超标倍数 1.9，溶解氧最大超标倍数为 0.18。

## 5.9 地下水环境质量现状调查与评价

### 5.9.1　监测点位

本项目陆上工程地下水现状监测布设水质监测点 3 个，水位监测点 6 个，各监测点位置与基本情况见表 5.9-1、图 5.9-1，监测时间为 2022 年 5 月 13 日，监测 1 次，监测单位为宁波谱尼测试技术有限公司。

表 5.9-1 地下水现状监测点位基本情况表

| 点位 | 坐标 | 高程（m） | 埋深（m） | 水位（m） | 地下水类型 | 监测内容 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1# | | 5.10 | 2.60 | 2.50 | 潜水 | 水质、水位 |
| 2# | | 5.50 | 2.31 | 3.19 | | 水质、水位 |
| 3# | | 5.20 | 2.47 | 2.73 | | 水质、水位 |
| 4# | | 4.70 | 2.51 | 2.19 | | 水位 |
| 5# | | 4.60 | 1.97 | 2.63 | | 水位 |
| 6# | | 5.70 | 1.92 | 3.78 | | 水位 |

图 5.9-1 地下水现状监测点位图

### 5.9.2 监测项目

依据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）对地下水水质监测的要求，结合本项目废污水污染因子特征，确定本项目地下水环境质量现状监测因子如下：

#### 5.9.2.1 八大离子

$K^+$、$Na^+$、$Ca^{2+}$、$Mg^{2+}$、$CO_3^{2-}$、$HCO_3^-$、$Cl^-$、$SO_4^{2-}$。

#### 5.9.2.2 基本因子

pH 值、总硬度（以 $CaCO_3$ 计）、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、挥发性酚类（以苯酚计）、耗氧量（$COD_{Mn}$ 法，以 $O_2$ 计）、氨氮（以 N 计）、硫化物、钠、总大肠菌群、菌落总数、亚硝酸盐（以 N 计）、硝酸盐（以 N 计）、氰化物、氟化物、汞、砷、镉、铬（六价）、铅。

#### 5.9.2.3 特征因子

石油类。

### 5.9.3　监测及分析方法

样品的采集、保存、分析与质量控制均按《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）进行。各监测项目监测分析方法详见表 5.9-2。

表 5.9-2 地下水环境质量监测分析方法一览表

| 监测项目 | 分析方法 | 方法来源 | 最低检出浓度 |
|---|---|---|---|
| pH值(无量纲) | 水质 pH值的测定电极法 | HJ 1147-2020 | — |
| 总硬度 | 生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标 乙二胺四乙酸二钠滴定法 | GB/T 5750.4-2006 | 1.0mg/L |
| 溶解性总固体 | 生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标 称量法 | GB/T 5750.4-2006 | 4mg/L |
| 挥发酚类 | 生活饮用水标准检验方法 感官性状和物理指标 4-氨基安替吡啉三氯甲烷萃取分光光度法 | GB/T 5750.4-2006 | 0.002mg/L |
| 氰化物 | 生活饮用水标准检验方法 无机非金属指标 | GB/T 5750.5-2006 | 0.001mg/L |
| 铬(六价) | 生活饮用水标准检验方法 金属指标 二苯碳酰二肼分光光度法 | GB/T 5750.6-2006 | 0.004mg/L |
| 镉 | 生活饮用水标准检验方法 金属指标 无火焰原子吸收分光光度法 | GB/T 5750.6-2006 | 0.0001mg/L |
| 铅 | | | 0.005mg/L |
| 耗氧量 | 生活饮用水标准检验方法 有机物综合指标酸性 高锰酸钾滴定法 | GB/T 5750.7-2006 | — |
| 总大肠菌群 | 生活饮用水标准检验方法 微生物指标 多管发酵法 | GB/T 5750.12-2006 | 2MPN/100mL |
| 菌落总数 | 生活饮用水标准检验方法 微生物指标 平皿计数法 | GB/T 5750.12-2006 | 1CFU/mL |
| 石油类 | 水质 石油类的测定 紫外分光光度法 | HJ 970-2018 | 0.01mg/L |
| 氨氮 | 水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法 | HJ 535-2009 | 0.02mg/L |
| 氟化物 | 水质 无机阴离子（$F^-$、$Cl^-$、$NO_2^-$、$Br^-$、$NO_3^-$、$PO_4^{3-}$、$SO_3^{2-}$、$SO_4^{2-}$）的测定 离子色谱法 | GB/T 5750.5-2006 | 0.05mg/L |
| 氯化物 | | | 0.05mg/L |
| 硝酸盐 | | | 0.05mg/L |
| 亚硝酸盐 | | | 0.001mg/L |
| 硫酸盐 | | | 0.05mg/L |
| 汞 | 水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法 | HJ 694-2014 | 0.00004mg/L |
| 砷 | | | 0.0003mg/L |
| 硫化物 | 水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法 | HJ 1226-2021 | 0.003mg/L |
| 铁 | 水质 32种元素的测定 电感耦合等离 | HJ 776-2015 | 0.0045mg/L |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 锰 | 子体发射光谱法 | | 0.0005mg/L |
| 钾 | 水质 32种元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法 | HJ 776-2015 | 0.07mg/L |
| 钙 | | | 0.02mg/L |
| 镁 | | | 0.02mg/L |
| 钠 | | | 0.005mg/L |
| 碳酸根 | 地下水质检验方法滴定法测定碳酸根、重碳酸根和氢氧根 | DZ/T 0064.49-2021 | 5mg/L |
| 重碳酸根 | | | 5mg/L |

5.9.4　评价方法

采用单因子标准指数法对各污染物进行评价：

$P_I=C_I/C_{I,s}$

式中：$P_I$—第 i 种污染物的标准指数；

$C_I$—第 i 种污染物的实测值（mg/L）；

$C_{I,s}$—第 i 种污染物的标准值（mg/L）。

pH 标准指数计算公式为：

$P_{pH}=(7.0-pH)/(7.0-pH_{sd})$　　$pH\leq7.0$

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

式中：pH—实测值；$pH_{sd}$—pH 标准的下限值；$pH_{su}$—pH 标准的上限值。

水质参数的标准指数大于 1 时，表明该水质参数超过了规定的水质标准，已经不能满足使用要求。

5.9.5　地下水质监测及评价结果

地下水水质现状监测及评价结果见表 5.9-3。

从本次地下水水质现状监测及评价结果可以看出：评价区地下水中 pH 值、硫酸盐、铁、挥发性酚类（以苯酚计）、硫化物、亚硝酸盐（以 N 计）、硝酸盐（以 N 计）、氰化物、氟化物、汞、砷、镉、铬（六价）、铅均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准；总硬度（以 $CaCO_3$ 计）、溶解性总固体、氯化物、锰、耗氧量（$COD_{Mn}$ 法，以 $O_2$ 计）、氨氮（以 N 计）、钠、总大肠菌群、菌落总数存在不同程度超标现象；本项目特征因子石油类满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）的III类标准（0.05mg/L）。

其中锰、菌落总数超标率均为 100%，最大超标倍数分别为 12.8（2#）、2499（2#）；锰、溶解性总固体、氯化物、耗氧量（$COD_{Mn}$ 法，以 $O_2$ 计）、钠超标率为 67%，最大超标倍数分别为 0.59（3#）、2.05（3#）、3.23（2#）、

1.21（3#）；总硬度（以 $CaCO_3$ 计）、氨氮（以 N 计）、总大肠菌群超标率均为 33%，最大超标倍数分别为 0.05（1#）、20.20（3#）、14.67（2#）。

本项目位于滨海平原，项目场地地下水埋深较浅，大气降水等入渗导致地下水总大肠菌群、菌落总数、氨氮（以 N 计）等数值较高，部分点位总硬度（以 $CaCO_3$ 计）、溶解性总固体、锰、氯化物、钠等超标与场地地质、水文地质条件相关。

表 5.9-3 地下水水质现状监测及评价结果

| 监测项目 | 单位 | 标准值 | 监测结果 | | | 评价结果 | | | 数据统计分析 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1# | 2# | 3# | 1# | 2# | 3# | 最大值 | 最小值 | 均值 | 标准差 | 检出率 | 超标率 |
| pH | 无量纲 | 6.5～8.5 | | | | | | | | | | | | |
| 总硬度 | mg/L | ≤450 | | | | | | | | | | | | |
| 溶解性总固体 | mg/L | ≤1000 | | | | | | | | | | | | |
| 硫酸盐 | mg/L | ≤250 | | | | | | | | | | | | |
| 氯化物 | mg/L | ≤250 | | | | | | | | | | | | |
| 铁 | mg/L | ≤0.3 | | | | | | | | | | | | |
| 锰 | mg/L | ≤0.10 | | | | | | | | | | | | |
| 挥发性酚类 | mg/L | ≤0.002 | | | | | | | | | | | | |
| 耗氧量 | mg/L | ≤3.0 | | | | | | | | | | | | |
| 氨氮 | mg/L | ≤0.50 | | | | | | | | | | | | |
| 硫化物 | mg/L | ≤0.02 | | | | | | | | | | | | |
| 钠 | mg/L | ≤200 | | | | | | | | | | | | |
| 总大肠菌群 | MPN/100mL | ≤3.0 | | | | | | | | | | | | |
| 菌落总数 | CFU/mL | ≤100 | | | | | | | | | | | | |
| 亚硝酸盐 | mg/L | ≤1.00 | | | | | | | | | | | | |
| 硝酸盐 | mg/L | ≤20 | | | | | | | | | | | | |
| 氰化物 | mg/L | ≤0.05 | | | | | | | | | | | | |
| 氟化物 | mg/L | ≤1.0 | | | | | | | | | | | | |
| 汞 | mg/L | ≤0.001 | | | | | | | | | | | | |
| 砷 | mg/L | ≤0.01 | | | | | | | | | | | | |
| 镉 | mg/L | ≤0.005 | | | | | | | | | | | | |
| 铬（六价） | mg/L | ≤0.05 | | | | | | | | | | | | |
| 铅 | mg/L | ≤0.01 | | | | | | | | | | | | |
| 石油类* | mg/L | ≤0.05 | | | | | | | | | | | | |
| 钾 | mg/L | -* | | | | | | | | | | | | |

| 监测项目 | 单位 | 标准值 | 监测结果 | | | 评价结果 | | | 数据统计分析 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1# | 2# | 3# | 1# | 2# | 3# | 最大值 | 最小值 | 均值 | 标准差 | 检出率 | 超标率 |
| 钙 | mg/L | - | | | | | | | | | | | | |
| 镁 | mg/L | - | | | | | | | | | | | | |
| 碳酸盐 | mg/L | - | | | | | | | | | | | | |
| 重碳酸盐 | mg/L | - | | | | | | | | | | | | |

注：1、“*”表示石油类执行《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）的III类标准限值；
2、“-”表示表示标准中对此项无限值要求。

### 5.9.6　地下水化学类型分析

地下水水化学类型分类方式有很多，本评价采用舒卡列夫方法进行地下水水化学分类。

根据地下水八种主要离子——$K^+$+$Na^+$（$K^+$合并到$Na^+$中）、$Ca^{2+}$、$Mg^{2+}$、$HCO_3^-$、$CO_3^{2-}$、$Cl^-$、$SO_4^{2-}$，将摩尔分数大于25%的阴离子和阳离子进行组合，可划分成49种不同化学类型地下水。本项目各水质监测点位的地下水水化学类型如表5.9-4所示。可以看出，本项目场地地下水水化学类型主要为Cl-Na型水。

表5.9-4 地下水化学类型分析表

| 项目 | | 监测点位 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1# | 2# | 3# |
| 浓度 mg/L | $K^+$ | | | |
| | $Na^+$ | | | |
| | $Ca^{2+}$ | | | |
| | $Mg^{2+}$ | | | |
| | $CO_3^{2-}$ | | | |
| | $HCO_3^-$ | | | |
| | $Cl^-$ | | | |
| | $SO_4^{2-}$ | | | |
| 当量浓度 meq/L | $K^+$+$Na^+$ | | | |
| | $Ca^{2+}$ | | | |
| | $Mg^{2+}$ | | | |
| | $CO_3^{2-}$ | | | |
| | $HCO_3^-$ | | | |
| | $Cl^-$ | | | |
| | $SO_4^{2-}$ | | | |
| 摩尔分数 | $K^+$+$Na^+$ | | | |
| | $Ca^{2+}$ | | | |
| | $Mg^{2+}$ | | | |
| | $CO_3^{2-}$ | | | |
| | $HCO_3^-$ | | | |
| | $Cl^-$ | | | |
| | $SO_4^{2-}$ | | | |
| 地下水水化学类型 | | | | |

## 5.10　土壤环境现状调查与评价

本项目陆上工程位于浙江省宁波市北仑区春晓街道（原三山乡）西直塘洋沙山脚下，本次宁波终端改造工程，均在宁波终端内，不新增永久占地。根据现场调查，新建天然气处理装置、循环冷却水装置、丙烷储罐、外输压缩机区、变配电室、进站压缩机变频室、外输压缩机变频室均在预留用地范围内，污水

处理依托现有污水处理站。本项目场地现状见图 5.10-1。

图 5.10-1本项目场地土地利用现状

5.10.1.1　土壤类型特征

春晓街道拥有耕地 15895 亩，滩涂面积 13137 亩，山林面积 55316 亩。地表土质以红壤土和沙质粘土为主，土壤深厚肥沃，属酸性基质。原始植被保存较好，林木以阔叶针叶混交林和竹林为主，兼有茶园、柑桔等。根据浙江省宁波市土壤类型分布图，本项目位置的土壤类型为铁铝土，具体见图 5.10-2。

图 5.10-2本项目所在区域土壤类型分布图

5.10.1.2　土壤环境现状监测与评价

依据《环境影响评价技术导则 陆地石油天然气开发建设项目》（HJ349-2023）和《环境影响评价技术导则 土壤环境》（试行）（HJ964-2018）相关要求，本次评价于 2023 年 12 月 4 日～12 月 12 日，委托实朴检测技术（上海）

股份有限公司，进行了土壤环境现状监测工作。

5.10.1.3　监测点位

根据建设项目土壤环境影响类型、土地利用类型、评价工作等级，采用代表性原则，使监测点充分反映建设项目调查评价范围内的土壤环境现状。依据对土壤环境现状监测布点要求，结合项目场地及周边实际情况，本项目布设 3 个表层样，其中：S1 位于本项目新建天然气处理工艺装置区、S2 位于循环冷却水装置区、S3 位于丙烷罐区。具体点位分布情况见表 5.10-1 和图 5.10-3。

表5.10-1 土壤环境监测点位

| 编号 | 位置 | | 类型 | 采样深度（m） | 监测因子 |
|---|---|---|---|---|---|
| S1 | 天然气处理工艺装置区 | | 表层样 | 0-0.2m | 石油烃（$C_6$-$C_9$）、石油烃（$C_{10}$-$C_{40}$）、汞、砷、六价铬 |
| S2 | 循环冷却水装置区 | | 表层样 | 0-0.2m | 45项基本项目+石油烃（$C_6$-$C_9$）、石油烃（$C_{10}$-$C_{40}$）、汞、砷、六价铬 |
| S3 | 丙烷罐区 | | 表层样 | 0-0.2m | 石油烃（$C_6$-$C_9$）、石油烃（$C_{10}$-$C_{40}$）、汞、砷、六价铬 |

图5.10-3 土壤环境监测点位示意图

5.10.1.4　监测因子

《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》（试行）（GB36600-2018）表一中 45 项基本项目：砷、镉、铬（六价）、铜、铅、汞、镍、四氯

化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间二甲苯+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、䓛、二苯并[a,h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘。

特征因子：石油烃（$C_6$-$C_9$）、石油烃（$C_{10}$-$C_{40}$）、汞、砷、六价铬。

5.10.1.5　监测时间及频次

2023 年 12 月 4 日采取土壤样品，各监测点位采样 1 次。

5.10.1.6　监测分析方法

土壤样品的采集、保存、分析与质量控制均按《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166 -2004）进行。各监测项目监测分析方法详见表 5.10-2。

表 5.10-2 土壤监测方法统计表

| 检测项目 | 检测方法 | 设备名称 | 设备型号 |
|---|---|---|---|
| pH | HJ 962-2018土壤pH值的测定 电位法 | pH计 | PHS-3E |
| 半挥发性有机物 | HJ 834-2017土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法 | 气相色谱质谱联用仪 | 9000-5977B |
| 干物质 | HJ 613-2011土壤 干物质和水分的测定 重量法 | 电子天平 | ME2002E/02 |
| 镉、铅 | GB/T 17141-1997土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法 | 石墨炉原子吸收分光光度计 | 240ZAA |
| | | 石墨炉原子吸收分光光度计 | AA280Z |
| 汞、砷 | HJ 680-2013土壤和沉积物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法 | 原子荧光光度计 | BAF-2000 |
| | | 原子荧光光度计(AFS) | AFS-230E |
| 挥发性有机物 | HJ 605-2011土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 吹扫捕集气相色谱-质谱法 | 吹扫捕集气相色谱质谱联用仪 （P&T GC/MS） | Atomx XYZ-8890-5977B |
| 六价铬 | HJ 1082-2019土壤和沉积物 六价铬的测定碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法 | 火焰原子吸收分光光度计 | AA280FS |
| 镍、铜 | HJ 491-2019土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法 | 火焰原子吸收分光光度计 | AA280FS |
| 石油烃 | HJ 1020-2019土壤和沉积物 石油 | 吹扫捕集气相色谱质谱联 | Atomx-7890A- |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 烃（$C_6$-$C_9$）的测定 吹扫捕集/气相色谱法 | 用仪（P&T-GC/MS +FID） | 5975C |
| | HJ 1021-2019土壤和沉积物 石油烃（$C_{10}$-$C_{40}$）的测定 气相色谱法 | 气相色谱仪（FID/FID） | 8890 |

### 5.10.1.7 监测结果

土壤现状监测结果见表 5.10-3 和表 5.10-4。

表5.10-3 土壤环境现状监测结果一览表（特征因子） 单位：mg/kg

| 监测点位 | | 石油烃（$C_6$-$C_9$） | 石油烃（$C_{10}$-$C_{40}$） | 砷 | 汞 | 六价铬 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 点位 | 采样深度（m） | | | | | |
| S1 | 0-0.2 | | | | | |
| S2 | 0-0.2 | | | | | |
| S3 | 0-0.2 | | | | | |
| 标准值 | | | | | | |
| 达标情况 | | / | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 |

注：ND 表示未检出。

表5.10-4 土壤环境现状监测结果一览表（S2点位基本因子） 单位：mg/kg

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 重金属和无机物 | 监测因子 | 镉 | 铜 | 铅 | 镍 | | | |
| | 监测值 | | | | | | | |
| | 标准 | 65 | 18000 | 800 | 900 | | | |
| | 达标情况 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | | | |
| 挥发性有机物 | 监测因子 | 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 |
| | 监测值 | | | | | | | |
| | 标准 | 37 | 0.43 | 66 | 616 | 54 | 9 | 596 |
| | 达标情况 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 |
| | 监测因子 | 氯仿 | 1,1,1-三氯乙烷 | 四氯化碳 | 苯 | 1,2-二氯乙烷 | 三氯乙烯 | 1,2-二氯丙烷 |
| | 监测值 | | | | | | | |
| | 标准 | 0.9 | 840 | 2.8 | 4 | 5 | 2.8 | 5 |
| | 达标情况 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 |
| | 监测因子 | 甲苯 | 1,1,2-三氯乙烷 | 四氯乙烯 | 氯苯 | 1,1,1,2-四氯乙烷 | 乙苯 | 间,对-二甲苯 |
| | 监测值 | | | | | | | |
| | 标准 | 1200 | 2.8 | 53 | 270 | 10 | 28 | 570 |
| | 达标情况 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 |
| | 监测因子 | 邻-二甲苯 | 苯乙烯 | 1,1,2,2-四氯乙烷 | 1,2,3-三氯丙烷 | 1,4-二氯苯 | 1,2-二氯苯 | |
| | 监测值 | | | | | | | |
| | 标准 | 640 | 1290 | 6.8 | 0.5 | 20 | 560 | |
| | 达标情况 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 半挥发性有机物 | 监测因子 | **苯胺** | **2-氯酚** | **硝基苯** | **萘** | **苯并(a)蒽** | **䓛** | **苯并(b)荧蒽** |
| | 监测值 | | | | | | | |
| | 标准 | 260 | 2256 | 76 | 70 | 15 | 1293 | 15 |
| | 达标情况 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 |
| | 监测因子 | **苯并(k)荧蒽** | **苯并(a)芘** | **茚并(1,2,3-cd)芘** | **二苯并(a,h)蒽** | | | |
| | 监测值 | | | | | | | |
| | 标准 | 151 | 1.5 | 15 | 1.5 | | | |
| | 达标情况 | 达标 | 达标 | 达标 | 达标 | | | |

注：ND 表示未检出。

#### 5.10.1.8　评价结果

陆上工程各监测点位基本因子的重金属、无机物、挥发性有机物和半挥发性有机物中镉、铜、铅、镍的监测数据均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值，其他基本因子均未检出。

陆上工程各监测点位特征因子，石油烃（$C_{10}$-$C_{40}$）浓度在未检出～23mg/kg 之间，砷浓度在 4.07～4.57mg/kg 之间，汞浓度在 0.049～0.082mg/kg 之间，石油烃（$C_6$-$C_9$）、六价铬未检出，特征因子土壤中浓度均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值。

土壤环境现状特征因子评价结果见表 5.10-5。

表 5.10-5 土壤环境现状评价结果一览表

| 序号 | 检测项目 | 样品数量 | 最小值（mg/kg） | 最大值（mg/kg） | 检出率（%） | 超标率（%） | 最大超标倍数 | 筛选值 mg/kg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 石油烃（$C_6$-$C_9$） | 3 | | | | | | |
| 2 | 石油烃（$C_{10}$-$C_{40}$） | 3 | | | | | | |
| 3 | 砷 | 3 | | | | | | |
| 4 | 汞 | 3 | | | | | | |
| 5 | 六价铬 | 3 | | | | | | |

## 5.11　声环境现状调查与评价

陆上工程 200m 范围内声环境敏感目标为西南方向 166m 的中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站，声环境保护目标调查表见表 5.11-1。委托谱尼测试集团江苏有限公司于 2024 年 01 月 23 日、2024 年 01 月 24 日在中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站设置噪声监测点位进行监测，检测报告见附

件 9。

表 5.11-1 声环境保护目标调查表

| 名称 | 坐标 | 户数 | 建筑物层数 | 建筑物数量 |
|---|---|---|---|---|
| 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | ※※※※ | 1 | 4 | 1 |

为了解项目厂区声环境现状，委托浙江人欣检测研究院股份有限公司于 2023 年 09 月 27 日～2023 年 09 月 28 日对本项目厂界声环境质量现状进行监测，检测报告见附件 9。

### 5.11.1 监测点位及监测因子

在项目厂界四周共设置 8 个监测点，在声环境保护目标“中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站”设置 1 个监测点。监测因子为昼间、夜间连续等效连续 A 声级 Leq，详见表 5.11-和图 5.11-1。

表 5.11-2厂界及声环境保护目标噪声监测点位

| 监测点位 | 监测因子 | 监测时间和频次 |
|---|---|---|
| 1#东侧厂界1 | 昼间、夜间连续等效A声级Leq | 2023年09月27日～2023年09月28日连续监测一天 |
| 2#东侧厂界2 | | |
| 3#南侧厂界1 | | |
| 4#南侧厂界2 | | |
| 5#西侧厂界1 | | |
| 6#西侧厂界2 | | |
| 7#北侧厂界1 | | |
| 8#北侧厂界2 | | |
| 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | | 2024年01月23日～2024年01月24日连续监测2天 |
| 注：昼、夜等效连续A声级（Leq），昼间”是指6:00至22:00之间的时段；“夜间”是指22:00至次日6:00之间的时段。 | | |

图 5.11-1 噪声监测点位图

### 5.11.2 测量气象条件

测量应在无雨雪、无雷电天气，风速为 5m/s 以下时进行。不得在特殊气象条件下测量时，应采取必要措施保证测量准确性，同时注明当时所采取的措施及气象情况。

### 5.11.3 评价标准及方法

厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类声环境功能区标准限值，昼间 65dB（A），夜间 55dB（A）。声环境保护目标执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 3 类功能区标准限值，昼间 65dB（A），夜间 55dB（A）。通过各监测点的监测值与评价标准限值进行比较进行评价。

### 5.11.4 监测及评价结果

根据检测报告，项目厂界噪声结果均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12344-2008）3 类标准限值的要求；声环境保护目标“中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站”噪声监测结果满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 3 类功能区标准限值要求。项目厂界及声环境保护目标噪声监测结果见表 5.11-3。

表 5.11-3 厂界及声环境保护目标声环境质量现状监测评价结果

| 监测点位置 | 监测日期及时间 | | 标准值 | 监测结果 Leq[dB(A)] | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1#东侧厂界1 | 2023.09.28 | 昼间06:00~22:00 | 65 | | 达标 |
| | 2023.09.27 | 夜间22:00~06:00 | 55 | | 达标 |
| 2#东侧厂界2 | 2023.09.28 | 昼间06:00~22:00 | 65 | | 达标 |
| | 2023.09.28 | 夜间22:00~06:00 | 55 | | 达标 |
| 3#南侧厂界1 | 2023.09.28 | 昼间06:00~22:00 | 65 | | 达标 |
| | 2023.09.27 | 夜间22:00~06:00 | 55 | | 达标 |
| 4#南侧厂界2 | 2023.09.28 | 昼间06:00~22:00 | 65 | | 达标 |
| | 2023.09.28 | 夜间22:00~06:00 | 55 | | 达标 |
| 5#西侧厂界1 | 2023.09.28 | 昼间06:00~22:00 | 65 | | 达标 |
| | 2023.09.27 | 夜间22:00~06:00 | 55 | | 达标 |
| 6#西侧厂界2 | 2023.09.28 | 昼间06:00~22:00 | 65 | | 达标 |
| | 2023.09.28 | 夜间22:00~06:00 | 55 | | 达标 |
| 7#北侧厂界1 | 2023.09.28 | 昼间06:00~22:00 | 65 | | 达标 |
| | 2023.09.27 | 夜间22:00~06:00 | 55 | | 达标 |
| 8#北侧厂界2 | 2023.09.28 | 昼间06:00~22:00 | 65 | | 达标 |
| | 2023.09.28 | 夜间22:00~06:00 | 55 | | 达标 |

| 监测点位置 | 监测日期及时间 | | 标准值 | 监测结果 Leq[dB(A)] | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|
| 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 2024.01.23 | 昼间06:00~22:00 | 65 | | 达标 |
| | | 夜间22:00~06:00 | 55 | | 达标 |
| | 2024.01.24 | 昼间06:00~22:00 | 65 | | 达标 |
| | | 夜间22:00~06:00 | 55 | | 达标 |

# 6　环境影响回顾性分析

西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目包括新建 1 座增压平台（DH BOP 平台），新建 1 条 HY1-1CEP 至 TWT-CEP 的海底管道复线（输气管道），对宁波终端进行改扩建，并对已建 HY1-1CEP 和 TWT-CEP 平台进行适应性改造。

新建 DH BOP 增压平台位于已建 TWT-CEP 平台至宁波终端海底输气管道中点处，接收来自已建 TWT-CEP 平台的干气，进行气液分离后外输干气通过已建管道送至宁波终端。本项目依托工程情况见下表。

表 5.11 本项目依托现有工程概况

| 工程名称 | 所属油气田 | 依托功能 | 是否涉及改造 |
|---|---|---|---|
| 已建HY1-1CEP | 平北黄岩油气田群 | 物流输送 | 是，适应性改造 |
| 已建TWT-CEP | 春晓气田群 | 物流输送 | 是，适应性改造 |
| 已建宁波终端 | | 上岸天然气处理、储存及外输 | 是，改扩建 |
| 已建TWT-CEP至宁波终端输气管道和HY1-1CEP至TWT-CEP输气管道 | | 物流输送 | 否 |

为了更加客观地预测评价本项目投产后对周围海域及陆上的环境影响，本篇将主要针对本项目相关现有工程设施和所处海域的环境质量进行简要的回顾性分析评价。

## 6.1 现有工程回顾

### 6.1.1　平北黄岩油气田群

平北黄岩油气田群现有海上生产设施包括 HY1-1CEP 中心平台、※※※※平台以及 HY1-1WHPA、HY2-2WHPA、SHX36-5WHPA、BYT-WHPA、TJT-WHPA、KQT-WHPA、KQT-WHPB 等井口平台。HY2-2WHPA、SHX36-5WHPA、BYT-WHPA、TJT-WHPA、KQT-WHPA、KQT-WHPB 和※※※※平台的物流在各自平台经预处理后，全部输送到 HY1-1CEP 平台与来自 HY1-1WHPA 平台的物流一同进行处理，处理后的凝析油和部分天然气输送至 PH-DPP 平台，与该平台物流一同输送至岱山终端和南汇终端,另一部分天然气经 TWT-CEP 平台输送至宁波终端。

HY1-1CEP 平台是一座 8 腿导管架结构中心平台，设有 120 人生活楼，平台上主要设施包括主工艺系统、天然气脱水系统、伴生气压缩系统、湿气压缩系统、发电/供电系统、生产水处理系统、生活污水处理系统等生产和辅助设备。

该平台于2015年投产。该平台及本项目依托的HY1-1CEP至TWT-CEP输气管道的建设所属的《平北黄岩油气田群（一期）开发工程环境影响报告书》于2013年11月26日取得环评批复（国海环字〔2013〕726号），并于2021年5月8日通过竣工验收（环验〔2021〕2号）。

6.1.2　春晓气田群

春晓气田群现有海上生产设施包括一座TWT-CEP中心平台，以及TWT-WHPA和TWT-WHPC两座井口平台，并有一条输往宁波终端的外输海底管道。TWT-WHPC井口平台的物流在本平台经预处理后，输送到TWT-CEP中心平台，与来自TWT-WHPA平台和周边油气田平台的物流一同进行处理，处理后的天然气输送至宁波终端，凝析油输送至PH-DPP平台，与该平台凝析油一同输送至岱山终端，少量生产水处理达标后排放。同时TWT-CEP平台还作为中转站，接收来自HY1-1CEP的合格天然气输送至宁波终端，该部分物流不进入TWT-CEP平台的处理流程。

TWT-CEP平台是一座8腿导管架结构中心平台，设有90人生活楼，平台上主要设施包括生产分离器、凝析油处理系统、透平发电供电系统、天然气脱水系统、天然气压缩机系统、生产水处理系统、生活污水处理系统等生产和辅助设备。该平台于2005年投产。该平台及本项目依托的TWT-CEP至宁波终端输气管道的建设所属的《春晓气田群总体开发工程环境影响报告书》于2002年10月30日取得环评批复（国海环字〔2002〕325号），于2007年4月5日通过竣工验收（国海环字〔2007〕154号）。2023年2月17日，生态环境部以“环审〔2023〕17号”批复了《天外天和黄岩气田群调整井项目环境影响报告表》，该报告表包括对TWT-CEP平台生产水处理设施调整至设计处理能力运行，并对该平台生活污水处理设施进行升级改造等。本报告表所涉及的调整井项目目前在建中。

宁波终端厂区占地面积298,000m$^2$，宁波终端作为天外天气田群总体开发工程项目的海洋附属工程，在2002年进行了环境影响评价工作，其环境影响报告书已经国家海洋局核准（国海环字（2002）325号），2007年4月通过国家海洋局的竣工验收（国海环字（2007）154号）。

宁波终端扩建工程（第一次）环评于2013年取得国家海洋局的批复，《国家海洋局关于平北黄岩油气田群（一期）开发工程环境影响报告书核准意

见的批复》（国海环字（2013）726号），2021年生态环境部针对平北黄岩油气田群（一期、二期）开发工程进行了环保设施竣工验收（环验（2021）2号）。

宁波终端二期改扩建工程与海上油田开发工程的环评于2022年取得生态环境部的批复，并于2023年12月建成陆续投产，二期扩建后宁波终端天然气处理能力为※※$m^3/d$（※※$m^3/a$）。

根据《固定污染源排污许可分类管理名录》（2019版），企业宁波终端生产属于燃气生产和供应业，涉及通用工序简化管理，故其排污许可申报纳入“简化管理”。企业已于2020年10月取得当地生态环境主管部门颁发的排污许可证。2022年公司“※※气田开发工程”涵盖了宁波终端二期的改扩建内容，主要在现有基础上新建1套天然气处理装置、1套天然气烃露点控制单元，并对配套储运工程、公用工程、环保工程进行相应的改扩建。项目实施后，宁波终端厂内废气污染物排放口位置有所调整，新增了废水污染物排放口，企业于2023年10月30日重新申请，许可证编号：91310000757922111 0001U，见附件6。

6.2 现有工程环评批复情况

本项目相关现有工程环评批复情况见表6.2-1。本项目已竣工验收的相关现有工程均已落实环评报告批复中的各项要求，具体情况见表6.2-2。相关环评和验收批复见本报告附件2和附件3。

表6.2-1本项目相关现有工程环评批复和验收情况一览表

| 项目名称 | 环境影响评价 | | | | 主要建设内容 | | 开始建设时间 | 环保设施竣工验收 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 环评报告名称 | 批复时间 | 批复文号 | 核准部门 | | | | 验收批复时间 | 批复文号 | 核准部门 |
| 春晓气田群总体开发工程 | 春晓气田群总体开发工程环境影响报告书 | 2002年10月30日 | 国海环字〔2002〕325号 | 国家海洋局 | 海上工程 | **TWT-CEP**、TWT-WHPA、TWT-WHPC、**宁波终端及TWT-CEP至宁波终端输气管道**等相应的管线 | 2003年4月1日 | 2007年4月5日 | 国海环字〔2007〕154号（一期竣工验收包含终端）、国海环字〔2013〕206号 | 国家海洋局 |
| | | | | | 陆上工程 | 一座终端处理厂：主要工艺生产装置主要包括段塞流捕集单元、凝液稳定单元、分子筛脱水单元、分馏单元、产品储运单元 | | | | |
| 平北黄岩油气田群（一期）开发工程 | 平北黄岩油气田群（一期）开发工程环境影响报告书 | 2013年11月26日 | 国海环字〔2013〕726号 | 国家海洋局 | 海上工程 | **HY1-1CEP**、HY1-1-WHPA、HY2-2 WHPA、SHX36-5 WHPA、BYT-WHPA、TJT-WHPA、**HY1-1CEP至TWT-CEP输气管道**等管缆及终端改造 | 2014年 | 2021年5月8日 | 环验〔2021〕2号 | 生态环境部 |
| | | | | | 陆上工程 | （1）由于下游天然气用户需要，需在宁波终端厂内建设3台13.4MW（2用1备）的燃气驱动外输增压机，用于天然气的外输增压。单台处理气量为15亿方/年，同时预留1台（7～11）MW燃气驱动外输压缩机以及后期增加的燃气轮机余热回收锅炉的位置。<br>（2）在已建110kV变电所北侧新建变配电室一座。<br>（3）对新建装置配建消防设施，针对全厂事故状态下消防水三级防控需求，新建事故水池（40m×30m×3m）一座。 | | | | |

| 项目名称 | 环境影响评价 | | | | 主要建设内容 | | 开始建设时间 | 环保设施竣工验收 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 环评报告名称 | 批复时间 | 批复文号 | 核准部门 | | | | 验收批复时间 | 批复文号 | 核准部门 |
| 天外天和黄岩气田群调整井项目 | 天外天和黄岩气田群调整井项目环境影响报告表 | 2023年2月17日 | 环审〔2023〕17号 | 生态环境部 | 海上工程 | TWT-WHPA、TWT-WHPC实施调整井及**TWT-CEP平台升级改造**等 | 2023年 | 在建 | | |
| 宁波终端二期工程 | ※※项目环境影响报告书 | 2022年 | / | 生态环境部 | 陆上工程 | （1）新建1套380×$10^4$$m^3$/d天然气处理装置；<br>（2）新建1套260×$10^4$$m^3$/d处理规模的天然气烃露点控制单元；<br>（3）新增1台7MW燃气外输压缩机机组；<br>（4）新建3台余热回收锅炉（其中2台8.5MW和1台5MW余热锅炉）；<br>（5）新建1具2500$m^3$稳定轻烃储罐；<br>（6）新建一套1000$m^3$/h循环冷却水系统；<br>（7）扩建1间机柜间（9m×6m）；<br>（8）新建2台1600kVA的变压器替换630kVA的变压器；<br>（9）新建1具闭式排放罐、新增1台160L/s的消防泡沫泵 | 2022年 | 暂未验收 | | |

注：春晓气田群的TWT-CEP和TWT-WHPA平台于2007年通过竣工验收。TWT-WHPC平台于2013年通过竣工验收。

表 6.2-2本项目相关现有工程环评批复落实情况

| 批复 | 批复要求 | 落实情况 |
|---|---|---|
| 《关于春晓气田群总体开发工程环境影响报告书审批意见的复函》（国海环字〔2002〕325号） | 工程污染物排放总量应当严格按照报告书所提出的排污总量控制指标执行，排污混合区应当控制在平台外缘500m以内海域。 | 已落实。<br>工程在运行过程中严格控制污染物的排放总量和排放浓度，严格执行已批复的排污总量控制指标和排污混合区。 |
| | 工程海上平台多，分布范围广，施工周期长，建设单位应当采取切实可行的污染防治措施，防止对海洋环境的污染损害。 | 已落实。<br>建设单位在施工和生产阶段严格落实了各项污染防治措施。 |
| | 工程位于东海渔业资源丰富海区，海上施工阶段应当尽量避开产卵、幼鱼洄游、索饵等渔业敏感季节，工程建设期和生产运行期应严格控制污染物的排放量和排放浓度，尽量减少对渔业资源和渔业生产的影响。 | 已落实。<br>建设单位在施工阶段严格落实了生态环保措施，合理安排了施工作业时间，在工程建设期和生产运行期严格控制污染物的排放量和排放浓度，确保达标排放。 |
| | 陆地终端工程和突发性海上溢油事故对近岸海水养殖区、盐田和海洋自然保护区等敏感区影响较大，要制定切实可行的应急措施和环保方案，防范溢油风险。发生溢油事故时，应当按照规定立即报告国家海洋局东海分局，并通报渔业、海事、军队等有关部门。 | 已落实。<br>建设单位制定并严格落实溢油风险防范和应急措施。 |
| | 吸取平湖油气田输油管断裂的教训，加强海底管道路由勘察及设计工作，加强正常生产期间的管理，定期对海底管道进行检测。 | 已落实。<br>建设单位加强了海底管道的设计和管理工作，定期对海底管道进行检测。 |
| | 工程建设过程中，建设单位应当按照有关法规的要求，加强施工期的监控管理，并将工程进展情况及时通报国家海洋局东海分局。 | 已落实。<br>建设单位在施工期加强了环境监控管理。 |
| | 工程建设应严格执行环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护“三同时”制度。正式投入生产前应按照规定程序申请环保设施竣工验收。验收合格后，方可正式投入生产。 | 已落实。<br>建设单位严格执行了“三同时”制度，春晓气田群分别于2007年和2013年通过了环保设施竣工验收（国海环字〔2007〕154号、国海环字〔2013〕206号。 |
| | 该工程所使用的石油平台及其它附属设施，在废弃处置前应按照国家有关规定报国家海洋局审批。 | 已落实。<br>该工程所使用的石油平台及其它附属设施均在运营中，尚未废弃。建设单位在平台及其它附属设施废弃处置前将按照国家有关规定报海洋 |

| 批复 | 批复要求 | 落实情况 |
| --- | --- | --- |
| | | 主管部门审批。 |
| 《国家海洋局关于平北黄岩油气田群（一期）开发工程环境影响报告书核准意见的批复》（国海环字〔2013〕726号） | 工程污染物的处理和排放应当符合国家关于污染物管理的规定和标准。海上工程产生的含油量超过8%的钻屑和泥浆运回陆地交由有资质的单位处理；不含油的钻屑和泥浆以及含油量不超过8%的钻屑和泥浆经海区主管部门同意后方可排海；含油生产水、机舱含油污水和生活污水经处理达标后方可排海；生产垃圾和除食品废弃物之外的生活垃圾运回陆地处理。<br>陆上工程施工期的生活污水应经处理后回用，不得排放入海；施工机械产生的含油污水应统一收集、初步处理后送入污水处理厂进行集中处理；施工场地应采取洒水等措施抑制扬尘；生活垃圾经收集后统一处理。陆上工程运营期生产废水经初步处理符合要求后送往污水处理厂进行深度处理，达标后方可排放；生活污水经厂内处理站处理达标后用于绿化；废气经处理达标后方可排放；生活垃圾和一般固体废物应分类收集后交由环卫部门处理，危险废物应交由有资质的单位处理。 | 已落实。<br>产生的污染物处理和排放符合国家有关规定和标准要求。海上工程产生的钻井液和钻屑、含油生产水、生活污水、机舱含油污水经处理达标后排海；生产垃圾和除食品废弃物以外的生活垃圾分类收集运回陆地处理。<br>陆上工程施工期生活污水经处理后回用；施工机械产生的含油污水统一收集、初步处理后送入污水处理厂进行集中处理；施工场地采取了洒水等措施抑制扬尘；生活垃圾经收集后统一处理。运营期生产废水经初步处理符合要求后送往污水处理厂进行深度处理，达标后排放；生活污水经厂内处理站处理达标后用于绿化；废气经处理达标后排放；生活垃圾和一般固体废物分类收集后交由环卫部门处理，危险废物交由有资质的单位处理。 |
| | 海上施工应切实落实生态保护措施，铺管挖沟作业应避开主要经济鱼类的产卵期和越冬期，并采取增殖放流等措施对渔业资源进行养护与修复。陆上施工应选用低噪声的施工机械，并合理安排施工作业时间，禁止夜间进行高噪声施工作业，减小噪声影响。 | 已落实。<br>建设单位在海上施工阶段严格落实了生态保护措施，合理安排了施工作业时间，采取了增殖放流等修复措施。陆上施工选用了低噪声施工机械，并合理安排了施工作业时间。 |
| | 定期对海底管道进行检测与维护，及时发现并消除事故隐患。采取严格的管道防腐和必要的管道防护措施，避免海上作业活动对海底管道等设施造成损害。 | 已落实。<br>建设单位定期对海底管道进行检测与维护，采取了严格的管道防腐和必要的管道防护措施。 |
| | 切实落实风险防范和应急措施。海上施工应严格执行钻井作业规程，配备安全有效的防喷设备及良好的压井材料和井控设备，并设置相应的应急关断系统。陆上终端的应急事故水池应满足应急要求，要有足够容量防止事故污水排放入海。工程投产前，应编制本 | 已落实。<br>建设单位严格落实了风险防范和应急措施，海上施工过程中严格执行钻井作业规程，配备了相关设备。陆上终端的应急事故水池能够满 |

| 批复 | 批复要求 | 落实情况 |
|---|---|---|
| | 工程的溢油应急计划。发生事故时，应当按照规定立即报告国家海洋局东海分局，并及时通报渔业、海事、军队等有关部门。 | 足应急需要。建设单位编制了溢油应急计划，并在国家海洋主管部门登记备案。 |
| | 严格控制污染物的排放总量和排放浓度。陆上终端氮氧化物的排放总量不得超过主管部门分配的总量控制指标。工程投产后，黄岩1-1中心平台含油生产水的排污混合区范围为以排污口为中心400m半径以内的海域，黄岩2-2井口平台含油生产水的排污混合区范围为以排污口为中心100m半径以内的海域，宝云亭井口平台、团结亭井口平台和绍兴36-5井口平台含油生产水的排污混合区范围均为以各自平台排污口为中心150m半径以内的海域。 | 已落实。<br>工程在运行过程中严格控制污染物的排放总量和排放浓度，严格执行已批复的总量控制指标和排污混合区。 |
| | 加强施工期的环境监控管理，落实报告书中的监测计划，并将工程进展情况和监测结果及时通报国家海洋局东海分局。严格执行“三同时”制度，环境保护设施未经检查批准不得投入试运行。 | 已落实。<br>建设单位在施工期加强了环境监控管理，严格落实了报告书中的监测计划，严格执行了“三同时”制度，环保设施通过了验收（环验〔2021〕2号）。 |

## 6.3 海上工程环保设施运行情况

本项目新建 1 座增压平台和新建 1 条 HY1-1CEP 至 TWT-CEP 的海底管道复线（输气管道），对宁波终端进行改扩建，并对已建 HY1-1CEP 和 TWT-CEP 平台进行适应性改造。因此，本节主要对适应性改造的已建 HY1-1CEP 和 TWT-CEP 平台的环保设施运行情况进行回顾。

### 6.3.1　现有工程环保设施情况

HY1-1CEP 和 TWT-CEP 平台的主要环保设施运行情况见表 6.3- 1。

表6.3- 1本项目相关现有工程环保设施运行情况

| 平台名称 | 环保设施 | 数量 | 运行状况 |
|---|---|---|---|
| HY1-1CEP平台/TWT-CEP平台 | 生产水处理系统 | 各1套 | 正常 |
| | 生活污水处理系统 | 各1套 | 正常 |
| | 闭式排放系统 | 各1套 | 正常 |
| | 开式排放系统 | 各1套 | 正常 |
| | 火炬系统 | 各1套 | 正常 |
| | 固体废物收集系统 | 各1套 | 正常 |

### 6.3.2　主要污染物排放情况

#### 6.3.2.1 生产水排放情况

HY1-1CEP 平台含油生产水处理系统采用“生产水缓冲罐+两级聚结过滤器”

的处理流程，处理达标后排海。HY1-1CEP 平台近两年逐月生产水排放情况统计见表 6.3-2。由表可见，HY1-1CEP 平台生产水月排放量在（6329.5 ~18098.6）$m^3$ 之间，含油浓度在（29.5~35.5）mg/L 之间，符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中三级海域排放要求（生产水含油浓度一次容许值≤65mg/L，月平均值≤45mg/L）和已批复总量控制值的要求。生产水处理系统运行状况良好。

表6.3-2 HY1-1CEP平台生产水排放情况

| 时间 | 月排放量（$m^3$） | 含油浓度（mg/L） | 时间 | 月排放量（$m^3$） | 含油浓度（mg/L） |
|---|---|---|---|---|---|
| 2022.01 | | | 2023.01 | | |
| 2022.02 | | | 2023.02 | | |
| 2022.03 | | | 2023.03 | | |
| 2022.04 | | | 2023.04 | | |
| 2022.05 | | | 2023.05 | | |
| 2022.06 | | | 2023.06 | | |
| 2022.07 | | | 2023.07 | | |
| 2022.08 | | | 2023.08 | | |
| 2022.09 | | | 2023.09 | | |
| 2022.10 | | | 2023.10 | | |
| 2022.11 | | | 2023.11 | | |
| 2022.12 | | | 2023.12 | | |
| 最小值 | | | 最小值 | | |
| 最大值 | | | 最大值 | | |
| 排放总量 | | | 排放总量 | | |
| 已批复总量 | 生产水排放总量：584000$m^3$/a；含油浓度≤45mg/L | | | | |

TWT-CEP 平台含油生产水处理系统采用“生产水缓冲罐+两级聚结过滤器”的处理流程，处理达标后排海。TWT-CEP 平台近两年逐月生产水排放情况统计见表 6.3-3。由表可见，TWT-CEP 平台生产水月排放量为（10.5 ~6846.2）$m^3$ 之间，含油浓度在（30.9~37.4）mg/L 之间，符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中三级海域排放要求（生产水含油浓度一次容许值≤65mg/L，月平均值≤45mg/L）和已批复总量控制值的要求。生产水处理系统运行状况良好。

表6.3-3 TWT-CEP平台生产水排放情况

| 时间 | 月排放量（$m^3$） | 含油浓度（mg/L） | 时间 | 月排放量（$m^3$） | 含油浓度（mg/L） |
|---|---|---|---|---|---|
| 2022.01 | | | 2023.01 | | |
| 2022.02 | | | 2023.02 | | |
| 2022.03 | | | 2023.03 | | |
| 2022.04 | | | 2023.04 | | |
| 2022.05 | | | 2023.05 | | |
| 2022.06 | | | 2023.06 | | |
| 2022.07 | | | 2023.07 | | |
| 2022.08 | | | 2023.08 | | |
| 2022.09 | | | 2023.09 | | |
| 2022.10 | | | 2023.10 | | |
| 2022.11 | | | 2023.11 | | |
| 2022.12 | | | 2023.12 | | |
| 最小值 | | | 最小值 | | |
| 最大值 | | | 最大值 | | |
| 排放总量 | | | 排放总量 | | |
| 已批复总量 | 生产水排放总量：73000$m^3$/a；含油浓度≤45mg/L | | | | |

6.3.2.2 生活污水排放情况

HY1-1CEP 平台设有生活污水处理系统，处理达标后排海。近两年逐月生活污水排放情况统计见表 6.3-4。由表可见，HY1-1CEP 平台生活污水月排放量为（197.3 ~1370.4）$m^3$ 之间，COD 排放浓度在（233~276）mg/L 之间，满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中的三级海域排放要求（COD≤500mg/L）和已批复总量控制值的要求。生活污水处理系统运行状况良好。

表6.3-4 HY1-1CEP平台生活污水排放情况

| 时间 | 月排放量（$m^3$） | COD浓度（mg/L） | 时间 | 月排放量（$m^3$） | COD浓度（mg/L） |
|---|---|---|---|---|---|
| 2022.01 | | | 2023.01 | | |
| 2022.02 | | | 2023.02 | | |
| 2022.03 | | | 2023.03 | | |
| 2022.04 | | | 2023.04 | | |
| 2022.05 | | | 2023.05 | | |
| 2022.06 | | | 2023.06 | | |
| 2022.07 | | | 2023.07 | | |
| 2022.08 | | | 2023.08 | | |
| 2022.09 | | | 2023.09 | | |

| 时间 | 月排放量（$m^3$） | COD浓度（mg/L） | 时间 | 月排放量（$m^3$） | COD浓度（mg/L） |
|---|---|---|---|---|---|
| 2022.10 | | | 2023.10 | | |
| 2022.11 | | | 2023.11 | | |
| 2022.12 | | | 2023.12 | | |
| 最小值 | | | 最小值 | | |
| 最大值 | | | 最大值 | | |
| 排放总量 | | | 排放总量 | | |
| 已批复总量 | 生活污水排放总量：11685$m^3$/a；COD≤500mg/L | | | | |

TWT-CEP 平台设有生活污水处理系统，处理达标后排海。近两年逐月生活污水排放情况统计见表 6.3-5。由表可见，TWT-CEP 平台生活污水月排放量为（184.0~1447.1）$m^3$ 之间，COD 排放浓度在（243~393）mg/L 之间，满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中的三级海域排放要求（COD≤500mg/L）和已批复总量控制值的要求。生活污水处理系统运行状况良好。

表6.3-5 TWT-CEP平台生活污水排放情况

| 时间 | 月排放量（$m^3$） | COD浓度（mg/L） | 时间 | 月排放量（$m^3$） | COD浓度（mg/L） |
|---|---|---|---|---|---|
| 2022.01 | | | 2023.01 | | |
| 2022.02 | | | 2023.02 | | |
| 2022.03 | | | 2023.03 | | |
| 2022.04 | | | 2023.04 | | |
| 2022.05 | | | 2023.05 | | |
| 2022.06 | | | 2023.06 | | |
| 2022.07 | | | 2023.07 | | |
| 2022.08 | | | 2023.08 | | |
| 2022.09 | | | 2023.09 | | |
| 2022.10 | | | 2023.10 | | |
| 2022.11 | | | 2023.11 | | |
| 2022.12 | | | 2023.12 | | |
| 最小值 | | | 最小值 | | |
| 最大值 | | | 最大值 | | |
| 排放总量 | | | 排放总量 | | |
| 已批复总量 | 生活污水排放总量：17640$m^3$/a；COD≤500mg/L | | | | |

### 6.3.3　其他污染物处理/排放情况

#### 6.3.3.1 其他含油污水

HY1-1CEP 和 TWT-CEP 平台均设有开/闭式排放系统，开式排放系统主要用于收集溢出液、甲板冲洗水和初期雨水，闭式排放系统用来收集带压容器、管道等排出的带压流体。开式排放罐达到一定液位后，由开式排放泵将收集的

液体送至闭式排放系统；闭式排放罐达到一定液位时，收集的污水送至工艺系统进行处理。根据建设单位提供资料，HY1-1CEP 和 TWT-CEP 平台开/闭排系统均运行较好，自投产以来，未出现海上平台含油污水落海情况。

6.3.3.2 伴生天然气

HY1-1CEP 和 TWT-CEP 平台的火炬系统主要包括高压火炬分液罐、低压火炬分液罐、高压火炬头、低压火炬头和回收泵。火炬系统作为平台的生产安全泄压系统，主要是收集和处理设备/管线系统在正常操作工况、紧急事故工况、维修泄压工况下，所释放、泄放、放空的气体。来自生产系统的气体和闭式排放系统的气体分别通过不同放空管汇进入火炬分液罐，经过分液后的气体经火炬臂进入火炬头烧掉。当罐内达到一定液位时，液体由火炬分液罐排放泵打入闭式排放罐。目前，HY1-1CEP 和 TWT-CEP 平台火炬系统运行情况良好。

6.3.3.3 固体废弃物

在 HY1-1CEP 和 TWT-CEP 平台上均设有固体废弃物收集系统，对除食品废弃物外的生活垃圾和生产垃圾分类进行回收，运回陆地，并按照当地政府实施《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定的要求进行回收利用或处置。

6.3.3.4 船舶污染物

现有工程生产过程中产生的船舶污染物主要包括值班船/供应船等船舶产生的生活污水、生活垃圾、船舶含油污水等。所有作业船舶均设有船用油水分离器，船舶含油污水经处理含油浓度≤15mg/L 后，达标排海。生活污水通过设置在船舶上的生活污水处理装置处理达标后排放入海。食品废弃物在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径不大于 25mm 后排放；在距最近陆地 12 海里以外的海域排放。除食品废弃物外的生活垃圾禁止排入海中，集中运回陆地，并按照当地政府规定的要求进行回收利用或处置，符合《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）相关要求。

## 6.4 宁波终端现有工程污染源排放及达标分析

本节达标分析数据来源于企业 2022 年排污许可执行报告以及 2023 年监测报告。

### 6.4.1　废气达标情况

#### 6.4.1.1 有组织废气

终端厂区内现有 2 台 8500kW 热媒炉、1 台 5.0MW 热媒炉，3 台 13.4MW 压缩机透平配 2 台 8.5MW 导热油余热锅炉，其中 1 台为备用。1 台 7MW 压缩机透平配一台 5MW 导热油余热锅炉。

根据宁波终端排污许可证副本，有组织废气污染源许可情况见表 6.4-1。

表 6.4-1 有组织废气污染源

| 排放口编号 | 排放口名称 | 污染物种类 | 许可排放标准 | | 排气筒参数 | | | 其他信息 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 许可排放浓度限值（mg/m³） | 标准名称 | H/m | D/m | T/°C | |
| DA001 | 余热锅炉A烟气排放口 | 二氧化硫 | 35 | 火电厂大气污染物排放标准（GB13223-2011）表2 | 15 | 3.1 | 250 | 13.4MW外输压缩机A |
| | | 氮氧化物 | 50 | | | | | |
| | | 颗粒物 | 5 | | | | | |
| | | 林格曼黑度 | 1级 | | | | | |
| DA002 | 余热锅炉B烟气排放口 | 二氧化硫 | 35 | | 15 | 3.1 | 250 | 13.4MW外输压缩机B |
| | | 氮氧化物 | 50 | | | | | |
| | | 颗粒物 | 5 | | | | | |
| | | 林格曼黑度 | 1级 | | | | | |
| DA003 | 热媒炉A烟气排放口 | 二氧化硫 | 50 | 《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）表2 | 8.5 | 1.536 | 160 | 8500kW热媒炉A（二期投产后备用） |
| | | 氮氧化物 | 50* | | | | | |
| | | 颗粒物 | 20 | | | | | |
| | | 林格曼黑度 | 1级 | | | | | |
| DA004 | 热媒炉B烟气排放口 | 二氧化硫 | 50 | | 8.5 | 1.536 | 160 | 8500kW热媒炉B（二期投产后备用） |
| | | 氮氧化物 | 50* | | | | | |
| | | 颗粒物 | 20 | | | | | |
| | | 林格曼黑度 | 1级 | | | | | |
| DA005 | 再生气加热炉 | 二氧化硫 | 50 | | 20 | 0.56 | 180 | 2.474MW再生其加热炉（二期投产后备用） |
| | | 氮氧化物 | 50* | | | | | |
| | | 颗粒物 | 20 | | | | | |
| | | 林格曼黑度 | 1级 | | | | | |
| DA006 | 火炬 | 氮氧化物 | / | / | 85 | 1.5 | 800 | |
| | | 颗粒物 | | | | | | |
| DA007 | 外输压缩机C烟气排放口 | 二氧化硫 | 35 | 火电厂大气污染物排放标准（GB13223- | 18.05 | 2.48 | 555 | 13.4MW外输压缩机C（备用） |
| | | 氮氧化物 | 50 | | | | | |
| | | 颗粒物 | 5 | | | | | |
| | | 林格曼黑度 | 1级 | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DA008 | 余热锅炉D烟气排放口 | 二氧化硫 | 35 | 2011）表2 | 15 | 2.68 | 350 | 7MW压缩机D |
| | | 氮氧化物 | 50 | | | | | |
| | | 颗粒物 | 5 | | | | | |
| | | 林格曼黑度 | 1级 | | | | | |
| 主要排放口合计（t/a） | | 颗粒物 | / | | | | | |
| | | 二氧化硫 | / | | | | | |
| | | 氮氧化物 | 91.670000 | | | | | |

本项目废气污染物实际排放量及达标分析相关数据来自排污许可2022年执行报告，由于二期工程于2023年12月调试运行，故二期新增外输压缩机（DA008）达标分析数据采取企业2023年12月29日自行监测结果，详见表6.4-2。

表6.4-2 废气污染物达标分析表

| 排放口编号 | 排放口名称 | 污染物种类 | 许可排放浓度限值（mg/m³） | 监测结果（折标，小时浓度）（mg/m³） | | | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 最小值 | 最大值 | 平均值 | |
| DA001 | 余热锅炉A烟气排放口 | 二氧化硫 | 35 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 达标 |
| | | 氮氧化物 | 50 | 20 | 29 | 25 | |
| | | 颗粒物* | 5 | / | / | / | |
| | | 林格曼黑度 | 1级 | 1 | 1 | 1 | |
| DA002 | 余热锅炉B烟气排放口 | 二氧化硫 | 35 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 达标 |
| | | 氮氧化物 | 50 | 9 | 30 | 18.6 | |
| | | 颗粒物* | 5 | / | / | / | |
| | | 林格曼黑度 | 1级 | 1 | 1 | 1 | |
| DA003 | 热媒炉A烟气排放口 | 二氧化硫 | 50 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 达标 |
| | | 氮氧化物 | 50 | 21 | 46 | 37.6 | |
| | | 颗粒物 | 20 | 2.7 | 2.7 | 2.7 | |
| | | 林格曼黑度 | 1级 | 1 | 1 | 1 | |
| DA004 | 热媒炉B烟气排放口 | 二氧化硫 | 50 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 达标 |
| | | 氮氧化物 | 50 | 29 | 44 | 36.58 | |
| | | 颗粒物 | 20 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | |
| | | 林格曼黑度 | 1级 | 1 | 1 | 1 | |
| DA005 | 再生气加热炉 | 二氧化硫 | 50 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 达标 |
| | | 氮氧化物 | 50 | 31 | 50 | 40.6 | |
| | | 颗粒物 | 20 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | |
| | | 林格曼黑度 | 1级 | 1 | 1 | 1 | |
| DA006 | 火炬 | 氮氧化物 | / | / | / | / | / |
| | | 颗粒物 | | | | | |
| DA007 | 外输压缩机C烟气排放口 | 二氧化硫 | 35 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 达标 |
| | | 氮氧化物 | 50 | 11 | 25 | 16.8 | |
| | | 颗粒物* | 5 | / | / | / | |
| | | 林格曼黑度 | 1级 | 1 | 1 | 1 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DA008 | 外输压缩机D烟气排放口 | 二氧化硫 | 35 | 未检出 | 未检出 | 未检出 | 达标 |
| | | 氮氧化物 | 50 | 8 | 23 | 16 | |
| | | 颗粒物* | 5 | / | / | / | |
| | | 林格曼黑度 | 1级 | 1 | 1 | 1 | |
| 主要排放口合计（t/a） | | 颗粒物 | / | / | | | |
| | | 二氧化硫 | / | | | | |
| | | 氮氧化物 | 9.154488 | | | | |
| 二期投产后满负荷运行排放量（环评批复，t/a） | | 氮氧化物 | 117.1632 | / | | | |
| | | 二氧化硫 | 0.2536 | / | | | |
| | | 颗粒物 | 10.4048 | / | | | |

注：*燃气压缩机温度高达 550 度，无设备可监测颗粒物。

由上表可见，宁波终端有组织排放的氮氧化物的实际排放量低于许可排放量（二期环评批复总量），各污染物监测浓度低于许可排放标准。

6.4.1.2 无组织排放废气

a. 挥发性有机物排放分类解析

根据《石化行业 VOCs 污染源排查工作指南》的要求，挥发性有机物（VOCs）污染源排查范围主要包括 12 类，现有工程挥发性有机物（VOCs）污染源归类解析见表 6.4-3。

表 6.4-3 现有工程挥发性有机物（VOCs）排放计算结果一览表

| 序号 | 源项解析 | 排放形式 | 工况 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 设备动静密封点泄漏 | 无组织 | 正常 | 含装置区、球罐区、外输计量区、装车区 |
| 2 | 废水集输、储存、处理处置过程逸散 | 无组织 | 正常 | 污水收集系统及处理系统一套 |
| 3 | 循环水冷却系统释放 | 无组织 | 正常 | 有一座循环水场 |
| 4 | 火炬排放 | 有组织 | 非正常 | 火炬系统一套，设计规模516m$^3$/h |
| 5 | 燃烧烟气排放 | 有组织 | 正常 | 热媒炉2台、再生气加热炉1台、燃气轮机3台（2用1备） |
| 6 | 采样过程排放 | 无组织 | 正常 | 有开放式采样口10个 |

b. 挥发性有机物（VOCs）排放核算

本次现有工程挥发性有机物排放量核算按照设计生产规模核算，各类别 VOCs 排放量核算过程如下：

1）设备动静密封点泄漏

现有项目设备的泵、阀门、法兰和连接件等设备动静密封点流经挥发性有机液体、气体时，会存在一定量的挥发性有机物（VOCs）的泄漏排放，主要成分为甲烷，另外还有极少量的非甲烷总烃。泄漏的挥发性有机物参照《排污

许可申请与核发技术规范 石化工业》（HJ853-2017）中下列公式进行计算：

$$E_{设备}=0.003\times\sum_{i=1}^{n}\left(e_{TOC,i}\times\frac{WF_{VOCs,i}}{WF_{TOC,i}}\times t_i\right)$$

式中：—设备与管线组件密封点泄漏排放量，kg/a；

—密封点的年运行时间，h/a；

—密封点的总有机碳（TOC）排放速率，kg/h；

—流经密封点的物料中非甲烷总烃平均质量分数；

—流经密封点的物料中总有机碳（TOC）平均质量分数。

表 6.4-4 设备与管线组件（eTOC，i）取值参数表

| 序号 | 类型 | 密封点类型 | 排放速率eTOC,i/（kg/h/排放源） |
|---|---|---|---|
| 1 | 石油炼制工业 | 连接件 | 0.028 |
| 2 | | 开口阀或开口管线 | 0.03 |
| 3 | | 阀门 | 0.064 |
| 4 | | 压缩机、搅拌器、泄压设备 | 0.073 |
| 5 | | 泵 | 0.074 |
| 6 | | 法兰 | 0.085 |
| 7 | | 其他 | 0.073 |

现有项目动静密封点挥发性有机物（VOCs）泄漏量为 10.5348t/a，其核算过程见表 6.4-5。

表 6.4-5 现有项目设备动静密封点泄漏量

| 序号 | 污染源 | 动静密封点类型 | 数量/个 | 排放系数/（kg/h/排放源） | $\frac{WF_{VOCs,i}}{WF_{TOC,i}}$ | 系数 | 排放速率/（kg/h） | 年排放时间/h | 年排放量/（t/a） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 天然气处理装置 | 连接件 | 11443 | 0.028 | 0.1258 | 0.003 | 0.104013 | 8400 | 1.0157 |
| | | 开口阀或开口管线 | 20 | 0.03 | 0.1258 | 0.003 | 0.000125 | 8400 | 0.0019 |
| | | 阀门 | 3009 | 0.064 | 0.1258 | 0.003 | 0.056012 | 8400 | 0.6105 |
| | | 压缩机、搅拌器、泄压设备 | 23 | 0.073 | 0.1258 | 0.003 | 0.000055 | 8400 | 0.0054 |
| | | 泵 | 21 | 0.074 | 0.1258 | 0.003 | 0.000391 | 8400 | 0.0049 |
| | | 法兰 | 5294 | 0.085 | 0.1258 | 0.003 | 0.118500 | 8400 | 1.4265 |
| | | 其他 | 80 | 0.073 | 0.1258 | 0.003 | 0.002204 | 8400 | 0.0185 |
| | | 小计 | | | | | 0.281300 | | 3.0834 |
| 2 | 球罐罐区 | 连接件 | 2386 | 0.028 | 1 | 0.003 | 0.032424 | 8400 | 0.47 |
| | | 开口阀或开口管线 | 20 | 0.03 | 1 | 0.003 | 0.000900 | 8400 | 0.0087 |
| | | 阀门 | 1020 | 0.064 | 1 | 0.003 | 0.144000 | 8400 | 1.2706 |
| | | 压缩机、搅拌器、泄压设备 | 10 | 0.073 | 1 | 0.003 | 0.000000 | 8400 | 0.0026 |
| | | 泵 | 0 | 0.074 | 1 | 0.003 | 0.000000 | 8400 | 0 |
| | | 法兰 | 1935 | 0.085 | 1 | 0.003 | 0.365925 | 8400 | 3.2237 |
| | | 其他 | 16 | 0.073 | 1 | 0.003 | 0.003504 | 8400 | 0.0294 |
| | | 小计 | | | | | 0.546753 | | 5.0048 |
| 3 | 外输压缩机及余热回收装置 | 连接件 | 5706 | 0.028 | 0.14 | 0.003 | 0.066515 | 8400 | 0.594 |
| | | 开口阀或开口管线 | 18 | 0.03 | 0.14 | 0.003 | 0.000202 | 8400 | 0.0032 |
| | | 阀门 | 431 | 0.064 | 0.14 | 0.003 | 0.011182 | 8400 | 0.1181 |
| | | 压缩机、搅拌器、泄压设备 | 1 | 0.073 | 0.14 | 0.003 | 0.000000 | 8400 | 0.0018 |
| | | 泵 | 0 | 0.074 | 0.14 | 0.003 | 0.000000 | 8400 | 0 |
| | | 法兰 | 787 | 0.085 | 0.14 | 0.003 | 0.026668 | 8400 | 0.3097 |
| | | 其他 | 10 | 0.073 | 0.14 | 0.003 | 0.000307 | 8400 | 0.0026 |
| | | 小计 | | | | | 0.104873 | | 1.0294 |
| 4 | 装车区 | 连接件 | 1126 | 0.028 | 1 | 0.003 | 0.010584 | 8400 | 0.1777 |
| | | 开口阀或开口管线 | 40 | 0.03 | 1 | 0.003 | 0.001800 | 8400 | 0.017 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 阀门 | 283 | 0.064 | 1 | 0.003 | 0.033216 | 8400 | 0.3013 |
| | | 压缩机、搅拌器、泄压设备 | 3 | 0.073 | 1 | 0.003 | 0.000000 | 8400 | 0.0007 |
| | | 泵 | 0 | 0.074 | 1 | 0.003 | 0.000000 | 8400 | 0 |
| | | 法兰 | 622 | 0.085 | 1 | 0.003 | 0.102510 | 8400 | 0.9204 |
| | | 其他 | 0 | 0.073 | 1 | 0.003 | 0.000000 | 8400 | 0 |
| | | 小计 | | | | | 0.148110 | | 1.417 |
| 5 | 总计 | | | | | | | | 10.5348 |

2）废水集输、储存、处理处置过程逸散 VOCs 排放量

宁波终端现有项目设有一套生产废水收集系统，含油生产水废水处理过程中VOCs的排放采用系数法核算，排放系数参考《污染源源强核算技术指南 石油炼制工业》（HJ982-2018）废水处理过程挥发性有机物产生系数中油/水分离器（水中油的质量浓度＜880mg/L）对应的产生系数。含油生产废水集输、储存、处理过程挥发性有机物（VOCs）排放量计算过程见表 6.4-6。

表 6.4-6 现有工程废水集输、储存及处理处置过程VOCs估算一览表

| 序号 | 设施名称 | 排放系数（kg/m³） | 水量（m³/a） | VOCs排放量（t/a） | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 生产废水处理系统 | 0.0225 | 388.04 | 0.0087 | 2022年排污许可执行报告实际排放量 |

3）燃烧烟气 VOCs 排放量

已建供热系统已有 4 台燃驱外输压缩机烟气导热油余热锅炉（3×8.5MW 低温+5MW 高温）和 2 台燃气热媒炉（2×8500kW 低温），可满足要求。现有工程采用 2 台 13.4MW 压缩机透平配 2 台 8.5MW 导热油余热锅炉、1 台 7MW 压缩机透平配 1 台 5MW 导热油余热锅炉的运行模式，另 1 台 13.4MW 压缩机 C 与配套的 8.5MW 余热锅炉 C、及 2 台 8500kW 燃气热媒炉 A/B 备用。此处参考《石化行业 VOCs 污染源排查工作指南》燃料燃烧 VOCs 产污系数（天然气：0.0001762kg/m³），核算结果见表 6.4-7。

表 6.4-7 现有工程燃烧烟气VOCs排放量估算情况一览表

| 序号 | 污染源 | 燃气消耗量/（Nm³/h） | 产污系数/（kg/m³） | $WF_{VOCs,i}$ / $WF_{TOC,i}$ | VOCs排放速率/（kg/h） | 排放时间/（h/a） | 排放量/（t/a） | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3×13.4MW压缩机透平（两用一备） | 2807.876（两台） | 0.0001762 | 0.14 | 0.0692 | 8592 | 0.5951 | 2022年实际排放量 |
| 2 | 2×8500kW和一台2.474MW再生气加热炉 | 7633.187（三台） | 0.0001762 | 0.14 | 0.002 | 8592 | 1.6178 | |
| 3 | 5MW导热油余热锅炉（2023年12月投入使用，暂无数据） | / | / | / | / | / | / | |
| 4 | 合计 | | | | | | 2.2129 | |

4）火炬 VOCs 排放量核算

宁波终端现有项目天然气生产装置、外输压缩机单元及球罐罐区在设备启停、设备检修、工艺设备运转异常造成的天然气超压紧急放空情况排放的废气。此次核算参考《排污许可申请与核发技术规范 石化工业》（HJ853-2017）中火炬污染物排放量的核算方法核算本项目非正常工况下火炬焚烧排放的挥发性有机物量，采用公式如下：

$$E_{火炬系统} = \sum_{i}^{n}(\alpha \times Q_i \times t_i)$$

式中：Qi—火炬气流量，$m^3/h$；

ti—火炬系统 i 的年运行时间，h/a；

α—排放系数，$kg/m^3$；

n—火炬头的个数。

其中，挥发性有机物（总烃）取 $0.002kg/m^3$，核算现有项目火炬排放 VOCs 排放量为 0.0288t/a，详见表 6.4-8。

表 6.4-8 本项目火炬VOCs排放量核算结果

| 序号 | 排放单元 | 排放工况 | 火炬气组成 | 火炬气排放量/（$m^3/a$） | $WF_{VOCs,i}$ / $WF_{TOC,i}$ | 挥发性有机物排放量/（kg/a） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 天然气处理装置 | 装置设备启停、检修及超压紧急放空 | 天然气 | 19634.67 | 0.1258 | 6.4497 |
| 2 | 天然气处理装置-分馏单元 | | 丙烷/丁烷/戊烷/轻烃 | 6474 | 1 | 13.948 |
| 3 | 球罐区 | 压力容器检验 | 丙烷/丁烷/戊烷/轻烃 | 2333.33 | 1 | 4.5 |
| 4 | 外输压缩机单元 | 装置设备启停、检修 | 外输天然气 | 8000 | 0.14 | 2.66 |
| 总计 | | | | | | 0.0288t/a |

5）采样过程 VOCs 排放量核算

采样过程排放是指采样管线内物料置换和置换出物料的收集储存过程中逸散的部分 VOCs，宁波终端现场装置共 10 个开放式采样口，按照排放系数法进行核算，排放系数参照《石化行业 VOCs 污染源排查工作指南》中石油炼制和石油化工平均组件排放系数的石油化工行业“取样连接系统”和“开口管线”排放系数加和，即 0.0167kg/h。经核算采样过程 VOCs 排放量为 0.0611t/a。

6）冷却塔、循环冷却系统释放 VOCs 排放量核算

宁波终端现有工程含一个规模为 $1000m^3/h$ 的循环水场，循环水冷却系统采用开式循环水场，当在换热器发生少量或微量泄漏时，含 VOCs 的产品通过换热器裂缝从高压侧泄漏并污染冷却水。由于凉水塔的汽提作用和风吹逸散，

VOCs 从冷却水中排入大气。详细核算结果见表 6.4-9。

表 6.4-9 现有项目冷却塔、循环冷却系统VOCs排放量估算情况一览表

| 循环水场名称 | VOCs排放系数（kg/m³） | 循环水流量（m³/h） | 年运行时间（h） | 年排放量（t/a） | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 循环水站 | 0.00008 | 55 | 8760 | 0.35 | 2022年实际排放量 |

c. 挥发性有机物排放量汇总

现有工程各类各类源排放的 VOCs 量核算汇总见表 6.4-10。

表 6.4-10 本项目VOCs排放量核算表 单位：t/a

| 序号 | 源项 | 排放形式 | 排放工况 | 排放量/（t/a） | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 2022年实际排放量 | 现有工程设计满负荷排放量（数据来自二期环评） |
| 1 | 设备动静密封点泄漏 | 无组织 | 正常 | 10.5348 | 10.5348 |
| 2 | 废水集输、储存、处理处置过程逸散 | 无组织 | 正常 | 0.0087 | 0.3426 |
| 3 | 循环水冷却系统释放 | 无组织 | 正常 | 0.35 | 0.7284 |
| 4 | 燃烧烟气排放 | 有组织 | 正常 | 2.2129 | 2.1561 |
| 5 | 火炬排放 | 有组织 | 非正常 | 0.0188 | 0.0288 |
| 6 | 采样过程VOCs排放 | 无组织 | 正常 | 0.0611 | 0.0611 |
| 7 | 总计 | | | 13.1963 | 13.8518 |

由上表可知，宁波终端现有工程 2022 年 VOCs 排放量为 13.1963/a，原环评 VOCs 总量为 13.8518t/a。

d. 厂界达标判定

厂界无组织排放污染物监测委托浙江人欣检测研究院股份有限公司于 2023 年 12 月 16 日监测，详见表 6.4-11。

表 6.4-11 厂界无组织（非甲烷总烃）分析结果表

| 采样时间 | 浓度（mg/m³） | | | | 评价标准（mg/m³） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 厂界上风向7# | 厂界下风向8# | 厂界下风向9# | 厂界下风向10# | | |
| 第一次 | 0.22 | 0.25 | 0.40 | 0.26 | 4 | 达标 |

监测结果表明：厂界非甲烷总烃的无组织排放浓度可以满足《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020）企业边界污染物控制的要求。

6.4.2　废水

二期工程调试以来，暂无废水排放，本次主要采用 2022 年的数据进行分析。

6.4.2.1 含油生产废水

全厂含油生产废水主要来自天然气处理工艺过程中段塞流捕集器、天然气预分离器等生产设施，2022 年全厂含油生产水排放量 388.04m³，全部按照危废委托有资质单位处理。根据二期环评核算改扩建后全厂废水排水量 15151.85m³/a。初期雨水经集水系统收集至初期雨水收集池，循环冷却水排水与初期雨水及经处理后的生产废水排至市政污水管道后进入春晓净化水厂处理后达标排放，企业于 2024 年 1 月 12 日取得城镇污水排入排水管网许可证，详见附件 11。

6.4.2.2 初期污染雨水

二期环评批复初期雨水产生量约为 5428.08m³/a 以及一期工程初期雨水产生量为 241.5m³/a，由于二期工程实际对初期雨水管网及收集进行改造优化，改造后现有初期雨水收集面积约 3.5721 公顷，现有初期雨水总产生量为 16862m³/a，较一期工程现有初期雨水量和二期环评批复量初期雨水量之和增加初期雨水产生量约 11193m³/a。经收集预处理后进入春晓净化水厂处理后外排，外排初期雨水新增化学需氧量排放量 0.3358t/a，氨氮排放量 0.0168t/a，总氮排放量 0.1119t/，石油类 0.0112t/a。

6.4.2.3 循环水排污水

厂区内现有循环水单元规模为 1000m³/h，采用敞开式压力回流循环冷却水系统，该系统由冷却塔、循环冷却水池、循环水泵、循环水管道以及维持水质稳定的水质稳定设施组成。目前循环冷却水单元间断排放污水，约 30~50m³/次，每 3 周排放一次。

6.4.2.4 生活污水

根据排污许可执行报告 2022 年，2022 年全厂生活污水排放量为 8760m³，经厂区内生活污水处理设施处理达标后绿化回用。

企业委托 2022 年 12 月 30 日委托浙江人欣检测研究院股份有限公司在生化污水处理装置出口进行了采样监测，监测结果及达标分析见表 6.4-12。

表 6.4-12 生活污水处理装置出口水质分析结果表

| 监测项目 | 监测结果 | 标准（城市绿化） | 是否达标 |
|---|---|---|---|
| pH（无量纲） | 7.4 | 6.0~9.0 | 是 |
| 溶解氧 | 4.25 | ≥2 | 是 |
| 五日生化需氧量，mg/L | 4.6 | 10 | 是 |
| 氨氮（以N计），mg/L | ＜0.025 | 8 | 是 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 色度，度 | 5 | 30 | 是 |
| 浊度，NTU | 3.0 | 10 | 是 |
| 阴离子表面活性浓度mg/L | ＜0.05 | 0.5 | 是 |
| 总氯mg/L | 1.55 | ≥1.0 | 是 |
| 粪大肠菌群，MPN/L | 未检出 | / | 是 |

宁波终端生活废水处理后用于厂内绿化，对照《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中的绿化用水的标准，监测污染物符合相关标准。

### 6.4.3　危险废物

宁波终端2023年产生的危险废物种类有废矿物油、含油废物、废油漆桶等，分别委托有资质的2家危废处置公司处理，废物名称、产生量及处置单位见表6.4-13。

表6.4-13 2023年危废产生及处置统计表

| 废物名称 | 2023年产生量（t） | 处置企业 |
|---|---|---|
| 废矿物油（及含油废水） | 1564.85 | 宁波万润特种油品有限公司/宁波海靖环保科技有限公司/浙江归零环保科技有限公司/宁波海靖环保科技有限公司 |
| 废顺滑油空桶 | 1.895 | 宁波北仑环保固废处置有限公司 |
| 沾染油污抹布、纸张、手套、吸油毛毡 | 2.251 | |
| 一般固体危废 | 2.301 | |
| 废分子筛 | 51.46 | |
| 合计 | 1622.757 | / |

### 6.4.4　噪声

#### 6.4.4.1 噪声源强

宁波终端运营期间现有工程主要噪声源为各类机泵运行噪声、压缩机噪声，噪声源强详见表6.4-14。

表 6.4-14 现有工程主要设备噪声源

| 所在区域 | 单元名称 | 噪声源 | 排放规律 | 噪声产生源强 | | 降噪措施 | 噪声排放值 | | 距地高度/m | 室内/室外 | 年运行时间/h | 数量/台 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 核算方法 | 噪声值/dB（A） | | 核算方法 | 噪声值 | | | | 总数 | 操作 | 备用 |
| 工艺装置区 | 脱水单元 | 再生气压缩机 | 连续 | 类比法 | 85 | 低噪声设备 | 类比法 | 85 | 2 | 室外 | 8400 | 2 | 1 | 1 |
| | | 再生气冷却器 | 连续 | 类比法 | 85 | 低噪声设备+减振 | 类比法 | 75 | 6 | 室外 | 8400 | 1 | 1 | 0 |
| 工艺装置区 | 制冷单元 | 膨胀压缩机 | 连续 | 类比法 | 85 | 低噪声设备 | 类比法 | 85 | 3 | 室外 | 8400 | 2 | 2 | 0 |
| | | 吸收塔底泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 1 | 室外 | 8400 | 4 | 2 | 2 |
| | | 脱乙烷塔顶回流泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 1 | 室外 | 8400 | 4 | 2 | 2 |
| 工艺装置区 | 分馏单元 | 脱丙烷塔顶回流泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 1 | 室外 | 8400 | 4 | 2 | 2 |
| | | 脱丁烷塔顶回流泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 1 | 室外 | 8400 | 4 | 2 | 2 |
| | | 脱戊烷塔顶回流泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 1 | 室外 | 8400 | 4 | 2 | 2 |
| 外输压缩区 | 外输增压单元 | 燃气外输压缩机 | 连续 | 类比法 | 85 | 低噪声设备 | 类比法 | 85 | 2 | 室外 | 8400 | 3 | 3 | 0 |
| 工艺装置 | 凝析油稳定系统 | 一级压缩机 | 连续 | 类比法 | 85 | 低噪声设备 | 类比法 | 85 | 2 | 室外 | 8400 | 1 | 1 | 0 |
| | | 二级压缩机 | 连续 | 类比法 | 85 | 低噪声设备 | 类比法 | 85 | 2 | 室外 | 8400 | 1 | 1 | 0 |
| 污水处理区 | 循环冷却水单元 | 循环冷却水泵 | 连续 | 类比法 | 75 | 低噪声设备 | 类比法 | 75 | 1 | 室内 | 8400 | 3 | 2 | 1 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 火炬区 | 火炬 | 火炬头 | 间断 | 类比法 | 90 | - | 类比法 | 90 | 1 | 室外 | | 1 | 0 | 1 |
| 工艺装置区 | 脱水单元 | 再生气冷却器 | 连续 | 类比法 | 85 | 低噪声设备+减振 | 类比法 | 75 | 6 | 室外 | 8400 | 1 | 1 | 0 |
| | | 再生气压缩机 | 连续 | 类比法 | 85 | 低噪声设备 | 类比法 | 85 | 2 | 室外 | 8400 | 2 | 2 | 0 |
| | | 污油泵 | 间断 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 1 | 室外 | 10 | 2 | 2 | 0 |
| | | 雨水泵 | 间断 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | | 室外 | 100 | 1 | 1 | 0 |
| 工艺装置区 | 制冷单元 | 膨胀机带同轴压缩机 | 连续 | 类比法 | 85 | 低噪声设备 | 类比法 | 85 | 3 | 室外 | 8400 | 2 | 2 | 0 |
| | | 重接触塔底泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 1 | 室外 | 8400 | 2 | 1 | 1 |
| | | 脱乙烷塔回流泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 1 | 室外 | 8400 | 2 | 1 | 1 |
| 工艺装置区 | 分馏单元 | 脱丙烷塔回流泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 1 | 室外 | 8400 | 2 | 1 | 1 |
| | | 脱丁烷塔回流泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 1 | 室外 | 8400 | 2 | 1 | 1 |
| 外输压缩机区 | 外输增压单元 | 干气压缩机 | 连续 | 类比法 | 85 | 低噪声设备 | 类比法 | 85 | 2 | 室外 | 8400 | 1 | 1 | 0 |
| | | 冷却器 | 连续 | 类比法 | 85 | 低噪声设备+减振 | 类比法 | 75 | 3 | 室外 | 8400 | 1 | 1 | 0 |
| 工艺装置区 | 闭式排放单元 | 污油泵 | 间断 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 1 | 室外 | 24 | 2 | 2 | 0 |
| | | 移动式潜水排污泵 | 间断 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | - | 室外 | 12 | 1 | 1 | 0 |
| 工艺装置区 | 空压机组 | 微油螺杆式空气压缩机 | 连续 | 类比法 | 85 | 低噪声设备 | 类比法 | 85 | 1 | 室外 | 8400 | 1 | 1 | 0 |
| 循环水装置 | 循环冷却水单元 | 循环冷却水泵 | 连续 | 类比法 | 75 | 低噪声设备 | 类比法 | 75 | 1 | 室内 | 8400 | 3 | 2 | 1 |
| | | 循环冷却水塔 | 连续 | 类比法 | 85 | - | 类比法 | 85 | 20 | 室外 | 8400 | 2 | 2 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 反冲洗水泵 | 连续 | 类比法 | 75 | 低噪声设备 | 类比法 | 75 | 1 | 室外 | 8400 | 2 | 2 | 0 |
| | | 循环水池固定潜水排污泵 | 连续 | 类比法 | 75 | 低噪声设备 | 类比法 | 75 | 1 | 室外 | 8400 | 2 | 1 | 1 |
| 外输压缩机区右侧 | 导热油系统 | 8.5MW 锅炉导热油循环泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 1 | 室外 | 8400 | 3 | 2 | 1 |
| | | 5.0MW 锅炉导热油循环泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 1 | 室外 | 8400 | 2 | 1 | 1 |
| | | 二次热油循环泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 低噪声设备 | 类比法 | 80 | 1 | 室外 | 8400 | 3 | 2 | 1 |
| | | 热媒循环泵（利旧） | 连续 | 类比法 | 85 | 低噪声设备 | 类比法 | 85 | 1 | 室外 | 8400 | 3 | 2 | 1 |
| | | 注（卸）油泵（利旧） | 连续 | 类比法 | 85 | 低噪声设备 | 类比法 | 85 | 1 | 室外 | 8400 | 1 | 1 | 0 |
| 污水处理区 | 污水处理系统 | 初期雨水池提升泵 | 连续 | 类比法 | 93 | 低噪声设备 | 类比法 | 93 | 1 | 室外 | 8400 | 2 | 1 | 1 |
| | | 生产污水池提升泵 | 连续 | 类比法 | 93 | 低噪声设备 | 类比法 | 93 | 1 | 室外 | 8400 | 2 | 1 | 1 |
| | | 污油池提升泵 | 连续 | 类比法 | 93 | 低噪声设备 | 类比法 | 93 | 1 | 室外 | 8400 | 2 | 1 | 1 |
| | | 外排监控水池提升泵 | 连续 | 类比法 | 93 | 低噪声设备 | 类比法 | 93 | 1 | 室外 | 8400 | 2 | 1 | 1 |
| | | 事故缓冲池提升泵 | 连续 | 类比法 | 93 | 低噪声设备 | 类比法 | 93 | 1 | 室外 | 8400 | 2 | 1 | 1 |

6.4.4.2 达标分析

运营期厂界 1m 范围内噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3 类标准，企业于 2023 年 9 月 27~28 日委托浙江人欣检测研究院股份有限公司厂界噪声进行了采样监测，监测结果见表 6.4-15。

表 6.4-15 厂界噪声监测结果分析表

| 监测点位置 | 监测日期及时间 | | 标准值 | 监测结果 Leq[dB(A)] | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1#东侧厂界1 | 2023.09.28 | 昼间06:00~22:00 | 65 | 57.1 | 达标 |
| | 2023.09.27 | 夜间22:00~06:00 | 55 | 50.5 | 达标 |
| 2#东侧厂界2 | 2023.09.28 | 昼间06:00~22:00 | 65 | 61.8 | 达标 |
| | 2023.09.28 | 夜间22:00~06:00 | 55 | 52.3 | 达标 |
| 3#南侧厂界1 | 2023.09.28 | 昼间06:00~22:00 | 65 | 62.1 | 达标 |
| | 2023.09.27 | 夜间22:00~06:00 | 55 | 49.3 | 达标 |
| 4#南侧厂界2 | 2023.09.28 | 昼间06:00~22:00 | 65 | 60.2 | 达标 |
| | 2023.09.28 | 夜间22:00~06:00 | 55 | 50.8 | 达标 |
| 5#西侧厂界1 | 2023.09.28 | 昼间06:00~22:00 | 65 | 61.0 | 达标 |
| | 2023.09.27 | 夜间22:00~06:00 | 55 | 43.0 | 达标 |
| 6#西侧厂界2 | 2023.09.28 | 昼间06:00~22:00 | 65 | 61.3 | 达标 |
| | 2023.09.28 | 夜间22:00~06:00 | 55 | 46.3 | 达标 |
| 7#北侧厂界1 | 2023.09.28 | 昼间06:00~22:00 | 65 | 59.9 | 达标 |
| | 2023.09.27 | 夜间22:00~06:00 | 55 | 52.3 | 达标 |
| 8#北侧厂界2 | 2023.09.28 | 昼间06:00~22:00 | 65 | 62.4 | 达标 |
| | 2023.09.28 | 夜间22:00~06:00 | 55 | 50.8 | 达标 |

监测结果表明：陆上工程东、南、西、北厂界各监测点位昼间和夜间噪声均可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 3 类标准要求。

6.5 溢油风险事故回顾

现有工程相关油气田群在建设和生产过程中未发生过溢油污染事故。

6.6 海洋环境质量回顾性分析

本项目新建 1 座增压平台（DH BOP 平台）和 1 条 HY1-1CEP 至 TWT-CEP 的海底管道复线（输气管道）。为了对新建平台周边海域（以下称“平台区”）和新建海管周边海域（以下称“海管区”）环境质量进行较为系统的分析，本节收集了该海域的历史环境质量现状资料，以对该海域进行环境质量回顾分析。

历史海洋环境质量现状资料分别为：海管区采用 2019 年 10 月、2020 年 4 月、2021 年 8 月和 2022 年 3 月相关单位对该海域调查的资料；平台区采用 2021 年 11 月、2022 年 3 月和 2023 年 5 月相关单位对该海域调查的资料。其中，

2019 年 10 月和 2020 年 4 月的资料来自国家海洋局宁波海洋环境监测中心站；其余 5 次调查资料均来自国家海洋环境监测中心。历次调查内容见表 6.6-1，调查站位见图 6.6-1。历次调查均位于相关海域附近，具有可对比性，便于进行同一海域不同时期调查回顾分析。历次调查均按照《海洋监测规范》和《海洋调查规范》的要求进行，采用的采样分析方法、评价标准及评价内容一致。

表6.6-1 历次调查内容

| 调查时间 | 站位（个） | 调查项目 |
|---|---|---|
| 2019年10月 | 38（海管区） | 水质、沉积物、浮游植物、浮游动物、底栖生物、生物质量 |
| 2020年4月 | 57（海管区） | |
| 2021年8月 | 63（海管区） | |
| 2021年11月 | 15（平台区） | |
| 2022年3月 | 海管区63个，平台区9个 | |
| 2023年5月 | 6（平台区） | |

注：平台区在 2022 年 3 月和 2023 年 5 月的调查站位一共为 15 个，与 2021 年 11 月的 15 个调查站位一致。海管区在 2021 年 8 月和 2022 年 3 月的 63 个调查站位一致。

图 6.6-1 本项目附近海域历次调查站位

### 6.6.1　海水水质状况回顾

海水水质评价因子为 15 项：pH、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮、汞、砷、铜、铅、锌、镉、总铬、硫化物、挥发性酚、石油类。

根据《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》，历次调查的调查站位均属于东海重要资源开发利用区（矿产资源利用、渔业资源利用），且不涉及浙江省海洋功能区和生态红线区，该区域水质要求为不劣于现状水平。鉴于各次调

查站位略有不同，为了便于分析工程所在海域海水水质的变化趋势，统一按照《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类海水水质标准进行评价，如出现不满足第一类海水水质标准的情况，则采用后续类别的海水水质标准进行评价。各次调查数据统计结果见表 6.6-2 和表 6.6-3。

6.6.1.1 海管区

海水温度主要受水深、气温及日照的影响，历次调查中调查海域的水温符合正常的季节变化规律。

历次调查海域的盐度和 pH 变化幅度均不大，均在海水正常的变化范围内。

历次调查的溶解氧含量（DO）仅在 2019 年秋季调查存在符合第三类海水水质标准的站位。其他 4 次调查均符合一类海水水质。历次调查该海域 COD 含量均符合第一类海水水质标准。

作为特征污染物的石油类，在历次调查中均符合第一类海水水质标准，且历次调查的变化幅度不大。

历次调查的无机氮均符合第一类海水水质标准，且 2022 年春季调查较其他 4 次调查相比有所降低。活性磷酸盐含量除 2020 年 4 月调查全部符合第一类海水水质标准，其他 3 次调查均存在符合第二类海水水质标准的站位。

历次调查中，调查海域重金属汞、砷、锌、镉、铜、总铬调查结果均符合第一类海水水质标准。铅在 2022 年春季调查中存在符合二类海水水质标准的站位，其他 3 次调查均符合第一类海水水质标准。

硫化物和挥发性酚在历次调查中含量均维持在低浓度水平，各次调查的结果均符合第一类海水水质标准

海管区调查海域历次调查结果对比表明海水水质状况较稳定，石油类含量均符合第一类海水水质标准，且历次调查的变化幅度不大，该海域油气田开发活动未对海水水质产生明显影响。

表6.6-2 海管区历次调查水质要素统计结果对比

| 项目 | | 2019年10月 | 2020年4月 | 2021年8月 | 2022年3月 |
|---|---|---|---|---|---|
| 水温(℃) | 范围 | | | | |
| 盐度(‰) | 范围 | | | | |
| pH | 范围 | | | | |
| | 超一类比例(%) | | | | |
| DO (mg/L) | 范围 | | | | |
| | 超一类比例(%) | | | | |
| COD | 范围 | | | | |

| 项目 | | 2019年10月 | 2020年4月 | 2021年8月 | 2022年3月 |
|---|---|---|---|---|---|
| (mg/L) | 超一类比例(%) | | | | |
| 石油类(mg/L) | 范围 | | | | |
| | 超一类比例(%) | | | | |
| 无机氮(μg/L) | 范围 | | | | |
| | 超一类比例(%) | | | | |
| 活性磷酸盐(μg/L) | 范围 | | | | |
| | 超一类比例(%) | | | | |
| 汞(μg/L) | 范围 | | | | |
| | 超一类比例(%) | | | | |
| 砷(μg/L) | 范围 | | | | |
| | 超一类比例(%) | | | | |
| 锌(μg/L) | 范围 | | | | |
| | 超一类比例(%) | | | | |
| 镉(μg/L) | 范围 | | | | |
| | 超一类比例(%) | | | | |
| 铅(μg/L) | 范围 | | | | |
| | 超一类比例(%) | | | | |
| 铜(μg/L) | 范围 | | | | |
| | 超一类比例(%) | | | | |
| 总铬(μg/L) | 范围 | | | | |
| | 超一类比例(%) | | | | |
| 硫化物(μg/L) | 范围 | | | | |
| | 超一类比例(%) | | | | |
| 挥发性酚(μg/L) | 范围 | | | | |
| | 超一类比例(%) | | | | |
| 悬浮物(mg/L) | 范围 | | | | |

6.6.1.2 平台区

平台区所在海域，历次调查中，水温、盐度、pH、COD、石油类、汞、砷、锌、镉、铜、总铬、硫化物和挥发性酚的调查值在海水正常变化范围内波动，且均符合一类海水水质标准要求。其中作为特征污染物的石油类含量处于较低水平。

调查海域溶解氧（DO）在 2021 年 11 月有 6%的站位符合第二类海水水质标准，53%的站位符合第三类海水水质标准，40%的站位符合第四类海水水质标准；2022 年 3 月的调查中，无超一类站位；2023 年 5 月调查全部站位均符合二类海水水质标准。

无机氮在 2021 年 11 月的调查中，有 1 个站位超一类，符合二类标准，其他 2 次春季调查，均符合一类海水水质标准要求。活性磷酸盐在 2021 年 11 月调查中有 13%的站位符合第一类海水水质标准，27%的站位符合第二类海水水

质标准，60%的站位符合第四类类海水水质标准；在 2022 年 3 月和 2023 年 5 月的调查中，均存在超一类站位，超一类比例分别为 44%、83%，超一类站位均符合二类海水水质标准。

铅在 2021 年 11 月和 2023 年 5 月调查中，分别有 87%和 67%的超一类站位，超一类站位均符合二类海水水质标准；在 2022 年 3 月的调查中，无超一类站位。

平台区调查海域历次调查结果对比表明海水水质状况较稳定。总体看，2022 和 2023 年调查的 15 个站位相比 2021 年调查的 15 个站位中，溶解氧、活性磷酸盐及铅符合第一类海水水质标准占比有所提升；石油类含量均符合第一类海水水质标准，且处于较低水平，该海域油气田开发活动未对海水水质产生明显影响。

表6.6-3 平台区历次调查水质要素统计结果对比

| 项目 | | 2021年11月 | 2022年3月 | 2023年5月 |
|---|---|---|---|---|
| 水温(℃) | 范围 | | | |
| 盐度(‰) | 范围 | | | |
| pH | 范围 | | | |
| | 超一类比例(%) | | | |
| DO (mg/L) | 范围 | | | |
| | 超一类比例(%) | | | |
| COD (mg/L) | 范围 | | | |
| | 超一类比例(%) | | | |
| 石油类(mg/L) | 范围 | | | |
| | 超一类比例(%) | | | |
| 无机氮(μg/L) | 范围 | | | |
| | 超一类比例(%) | | | |
| 活性磷酸盐 (μg/L) | 范围 | | | |
| | 超一类比例(%) | | | |
| 汞(μg/L) | 范围 | | | |
| | 超一类比例(%) | | | |
| 砷(μg/L) | 范围 | | | |
| | 超一类比例(%) | | | |
| 锌(μg/L) | 范围 | | | |
| | 超一类比例(%) | | | |
| 镉(μg/L) | 范围 | | | |
| | 超一类比例(%) | | | |
| 铅(μg/L) | 范围 | | | |
| | 超一类比例(%) | | | |
| 铜(μg/L) | 范围 | | | |
| | 超一类比例(%) | | | |
| 总铬(μg/L) | 范围 | | | |
| | 超一类比例(%) | | | |

| 项目 | | 2021年11月 | 2022年3月 | 2023年5月 |
|---|---|---|---|---|
| 硫化物(μg/L) | 范围 | | | |
| | 超一类比例(%) | | | |
| 挥发性酚(μg/L) | 范围 | | | |
| | 超一类比例(%) | | | |
| 悬浮物(mg/L) | 范围 | | | |

TWT-CEP 平台和 HY1-1CEP 平台分别于 2005 年和 2015 年投产，2021 年 8 月和 2022 年 3 月在 TWT-CEP 平台和 HY1-1CEP 平台中心点处和距中心 500m 位置共布设 5 个加密站位，加密站位调查油田开发特征污染物 COD 和石油类。根据调查结果，加密站位的 COD 和石油类均处于较低水平，满足第一类海水水质标准。

### 6.6.2　海洋沉积物质量回顾

海洋沉积物质量现状评价因子为：镉、铬、硫化物、铅、砷、石油类、铜、锌、有机碳、汞。沉积物质量评价标准采用《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）第一类标准进行评价。海洋沉积物历次调查结果见表 6.6-4 和表 6.6-5。

#### 6.6.2.1 海管区

海管区调查海域海洋沉积物评价因子的历次调查结果均符合第一类海洋沉积物质量标准，且调查结果的波动均在正常范围之内，各评价因子调查结果范围值见表 6.6-4。海管区调查海域的海洋沉积物环境总体保持良好和稳定。

历次调查中油气田特征污染物石油类含量较低，均符合第一类海洋沉积物质量标准，可见调查海域的油气田开采活动没有对海洋沉积物质量产生明显影响。

表6.6-4 海管区历次调查海洋沉积物调查结果对比

| 调查项目 | 2019年10月 | 2020年4月 | 2021年8月 | 2022年3月 | GB 18668-2002 第一类标准值 |
|---|---|---|---|---|---|
| 有机碳(%) | | | | | 2.0 |
| 石油类($\times10^{-6}$) | | | | | 500.0 |
| 硫化物($\times10^{-6}$) | | | | | 300.0 |
| 铜($\times10^{-6}$) | | | | | 35.0 |
| 铅($\times10^{-6}$) | | | | | 60.0 |
| 锌($\times10^{-6}$) | | | | | 150.0 |
| 镉($\times10^{-6}$) | | | | | 0.50 |
| 铬($\times10^{-6}$) | | | | | 80.0 |
| 砷($\times10^{-6}$) | | | | | 20.0 |
| 汞($\times10^{-6}$) | | | | | 0.20 |

6.6.2.2 平台区

平台区调查海域海洋沉积物评价因子的历次调查结果中镉、硫化物、铅、砷、石油类、铜、锌、有机碳、汞均符合第一类海洋沉积物质量标准，且调查结果的波动均在正常范围之内，各评价因子调查结果范围值见表 6.6-5。铬在 2021 年 11 月份调查中，有 4 个调查站位超一类，符合第二类海洋沉积物质量标准，但在 2022 年 3 月和 2023 年 5 月的 2 次调查中，均符合第一类海洋沉积物质量标准。平台区调查海域的海洋沉积物环境总体保持良好。

历次调查中油气田特征污染物石油类含量较低，均符合第一类海洋沉积物质量标准，可见调查海域的油气田开采活动没有对海洋沉积物质量产生明显影响。

表6.6-5 平台区历次调查海洋沉积物调查结果对比

| 调查项目 | 2021年11月 | 2022年3月 | 2023年5月 | GB 18668-2002 第一类标准值 |
|---|---|---|---|---|
| 有机碳(%) | | | | 2.0 |
| 石油类($\times10^{-6}$) | | | | 500.0 |
| 硫化物($\times10^{-6}$) | | | | 300.0 |
| 铜($\times10^{-6}$) | | | | 35.0 |
| 铅($\times10^{-6}$) | | | | 60.0 |
| 锌($\times10^{-6}$) | | | | 150.0 |
| 镉($\times10^{-6}$) | | | | 0.50 |
| 铬($\times10^{-6}$) | | | | 80.0 |
| 砷($\times10^{-6}$) | | | | 20.0 |
| 汞($\times10^{-6}$) | | | | 0.20 |

6.6.3　海洋生物生态状况回顾

6.6.3.1 叶绿素 a 和初级生产力

历次调查叶绿素 a 及海洋初级生产力对比结果列于表 6.6-6。2 个调查海域的叶绿素 a 含量均较低，为贫营养海域。2 个调查海域初级生产力水平在历次调查中均呈上升趋势。

表6.6-6历次调查叶绿素a和海洋初级生产力比较

| 调查时间/项目 | | | 叶绿素a (μg/L) | | | | 初级生产力 (mg·C/(m²·d)) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 表层 | 10m层 | 50m层 | 底层 | |
| 海管区 | 2020.04 | 范围 | | | | | |
| | | 平均值 | | | | | |
| | 2022.03 | 范围 | | | | | |
| | | 平均值 | | | | | |
| | 2019.10 | 范围 | | | | | |

| 调查时间/项目 | | | 叶绿素a (μg/L) | | | | 初级生产力 (mg·C/(m²·d)) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 表层 | 10m层 | 50m层 | 底层 | |
| | | 平均值 | | | | | |
| | 2021.08 | 范围 | | | | | |
| | | 平均值 | | | | | |
| 平台区 | 2021.11 | 范围 | | | | | |
| | | 平均值 | | | | | |
| | 2022.03/2023.05 | 范围 | | | | | |
| | | 平均值 | | | | | |

6.6.3.2 浮游植物

从历次调查结果可见（表 6.6-7）：

在海管区调查海域中，2022 年调查海域的浮游植物种类数高于历史水平，平均生物密度与 2021 年调查接近，多样性指数、均匀度和丰富度在历次调查中处于中等水平；主要优势种存在年际差异。总体看，海管区海域目前浮游植物生物多样性一般，群落结构稳定性一般。

在平台区调查海域中，2023 年和 2022 年调查海域的浮游植物种类数与 2021 年调查接近，但平均生物密度显著高于 2021 年，且多样性指数高于 2021 年；主要优势种存在年际差异。总体看，平台区海域目前浮游植物生物多样性较好，群落结构稳定性较好。

表6.6-7历次调查浮游植物群落主要指标比较

| 调查时间 | | 平均生物密度（$10^4$个/$m^3$） | 种类数 | H′ | J | d | 优势种 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 海管区 | 2019.10 | | | | | | |
| | 2020.04 | | | | | | |
| | 2022.03 | | | | | | |
| | 2021.08 | | | | | | |
| 平台区 | 2021.11 | | | | | | |
| | 2022.03 | | | | | | |
| | 2023.05 | | | | | | |

注：H′为多样性指数，J 为均匀度，d 为丰富度。下同。

6.6.3.3 浮游动物

从历次调查结果可见（表 6.6-8）：

在海管区调查海域中，普通波水蚤、中华哲水蚤为该海域常年优势种。种群数量的季节变动比较明显。春季浮游动物种类数明显上升。2022 年春季调查海域的浮游动物种类数最多，但平均生物量、平均生物密度、多样性指数均处于中等水平。总体看，调查海域浮游动物种类组成较丰富，个体密度和生物量

存在年际波动，目前群落多样性指数、均匀度和丰富度均保持较高水平，浮游动物群落结构处于较稳定状态。

在平台区调查海域中，中华哲水蚤为该海域常年优势种。历次调查种类数接近。2022 和 2023 年春季调查的生物密度高于 2021 年秋季调查，但生物量要低于后者。总体看，历次调查群落多样性指数、均匀度和丰富度都较好，目前该海域浮游动物群落结构处于基本稳定状态。

表6.6-8历次调查浮游动物群落主要指标比较

| 调查时间 | | 平均生物密度（个/m³） | 种类数 | 平均生物量（mg/m³） | H′ | J | d | 优势种 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 海管区 | 2020.04 | | | | | | | |
| | 2022.03 | | | | | | | |
| | 2019.10 | | | | | | | |
| | 2021.08 | | | | | | | |
| 平台区 | 2021.11 | | | | | | | |
| | 2022.03 | | | | | | | |
| | 2023.05 | | | | | | | |

6.6.3.4 底栖生物

从历次调查结果可见（表 6.6-9）：

在海管区调查海域中，底栖生物种类数、平均生物量和生物密度均有季节性差异，春季调查结果要高于秋季，其中 2022 年 3 月的调查结果，在历次调查中处于最高值。总体看，历次调查各项指标的调查结果仍处于正常波动范围，目前该海域底栖生物群落多样性指数一般，均匀度较高，丰富度低，底栖生物群落结构稳定性一般。

在平台区调查海域中，2022 和 2023 年春季调查的底栖生物种类数低于 2021 年秋季调查，但生物密度和生物量均高于 2021 年秋季调查。群落多样性指数、均匀度和丰富度在历次调查中波动不大。目前该海域底栖生物群落多样性指数一般，均匀度较高，丰富度低，底栖生物群落结构稳定性一般。

表6.6-9历次调查底栖生物群落主要指标比较

| 调查时间 | | 种类数 | 平均生物量（g/m²） | 平均生物密度（个/m²） | H′ | J | d | 优势种 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 海管区 | 2020.04 | | | | | | | |
| | 2022.03 | | | | | | | |
| | 2019.10 | | | | | | | |
| | 2021.08 | | | | | | | |

| 调查时间 | | 种类数 | 平均生物量（g/m²） | 平均生物密度（个/m²） | H′ | J | d | 优势种 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 平台区 | 2021.11 | | | | | | | |
| | 2022.03 | | | | | | | |
| | 2023.05 | | | | | | | |

6.6.3.5 生物质量

历次调查生物质量结果平均值见

表 6.6-10。历次生物质量调查所采集的生物不一致，但均为常见的甲壳类和鱼类。

从表 6.6-10 可见，平台区和海管区所在海域，甲壳类和鱼类的生物质量调查数据均符合相关标准，其中污染物石油烃在生物体内含量在历次调查中均处于较低水平。总体看，2 个调查海域的底栖生物质量状况均保持较好水平。

表6.6-10历次调查生物体内污染物含量对比表（$\times10^{-6}$）

| 生物类别 | | 调查时间 | 总汞 | 砷 | 铜 | 铅 | 铬 | 锌 | 镉 | 石油烃 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 甲壳类 | 平台区 | 2020.04 | | | | | | | | |
| | | 2022.03 | | | | | | | | |
| | | 2019.10 | | | | | | | | |
| | | 2021.08 | | | | | | | | |
| | 海管区 | 2021.11 | | | | | | | | |
| | | 2022.03 | | | | | | | | |
| | | 2023.05 | | | | | | | | |
| 鱼类 | 平台区 | 2020.04 | | | | | | | | |
| | | 2022.03 | | | | | | | | |
| | | 2019.10 | | | | | | | | |
| | | 2021.08 | | | | | | | | |
| | 海管区 | 2021.11 | | | | | | | | |
| | | 2022.03 | | | | | | | | |
| | | 2023.05 | | | | | | | | |
| 评价标准 | 甲壳类 | | | | | | | | | |
| | 鱼类 | | | | | | | | | |

注：“/”表示暂无参考的评价标准。

## 6.7 环境影响回顾性分析结论

本项目依托的已建 HY1-1CEP 和 TWT-CEP 平台的生产水处理系统和生活污水处理系统均运行正常，近两年统计的生产水和生活污水均能实现达标排放，并满足已批复的总量控制指标要求。依托的宁波终端现有工程排放的污染物均

能实现达标排放。

本项目周围海域的油田自投产以来，未发生过溢油事故。

本项目新建海管周边海域（以下称“海管区）和新建平台周边海域（以下称“平台区”）的历次调查结果对比表明：2 个调查海域的海水水质状况均较稳定，石油类含量均符合第一类海水水质标准，且历次调查的变化幅度不大，该海域油气田开发活动未对海水水质产生明显影响。海管区和平台区调查海域沉积物环境均总体保持良好和稳定。虽然油气田建设过程中有一定数量的钻井液和钻屑排放于海，但海底沉积物中特征污染物石油类在表层沉积物中总体仍处于较低水平，油气田开发生产作业未对其产生明显影响。

历次调查显示海管区和平台区调查海域的叶绿素 a 含量均较低，均为贫营养海域；浮游植物群落结构在海管区调查海域稳定性一般，但在平台区调查海域群落结构稳定性较好；浮游动物在海管区调查海域的种群数量存在季节差异，群落结构处于较稳定状态，在平台区调查海域浮游动物群落结构处于基本稳定状态；底栖生物在 2 个调查海域的群落结构稳定性均一般；在历次调查中，特征污染物石油烃在 2 个调查海域的底栖生物体内含量均处于较低水平，2 个海域的底栖生物质量状况均较好

# 7　环境影响预测与评价

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

## 7.1 海上环境影响预测与评价

### 7.1.1　海洋环境影响预测

#### 7.1.1.1 海域流场模型

a.　海流模型

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

连续方程：

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

$x$ 向动量方程：

$$\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}+w\frac{\partial u}{\partial z}=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial x}+\frac{\partial}{\partial x}\left(N_x\frac{\partial u}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(N_y\frac{\partial u}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(N_z\frac{\partial v}{\partial z}\right)+fv$$

$y$ 向动量方程：

$$\frac{\partial v}{\partial t}+u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}+w\frac{\partial v}{\partial z}=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial y}+\frac{\partial}{\partial x}\left(N_x\frac{\partial v}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(N_y\frac{\partial v}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(N_z\frac{\partial v}{\partial z}\right)-fu$$

$z$ 向动量方程：

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

式中：$t$—时间（s）；

g—重力加速度（$m/s^2$）；

ρ—海水密度（$kg/m^3$）；

x，y，z—笛卡尔坐标系；

u，v，w—x，y，z 方向上的速度分量(m/s)；

P—水压力（$kg/m^3$）；

Nx，Ny，Nz—x，y，z 方向上的紊动粘性系数（$m^2/s$）。

● 边界条件

关于 $u$、$v$ 和 $w$ 的表面及底部边界条件为：

在 $z=\eta$ 处：

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

$z=-d$ 处：

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

其中，（$\tau_{bx},\tau_{by}$）为底部摩擦应力在 $x$ 及 $y$ 方向上的分量。

固体侧边界条件：

$$v_n=0$$

开边界水位边界条件：

$$\xi=\sum f_C H_C \cos[\omega_c+(V_0+u)_C-g_C]$$

式中：$H$ 和 $g$ 分别是调和常数的振幅和迟角，下标 $C$ 为某个分潮；

$\omega$ 为分潮频率；

$f$ 为交点因子；

$u$ 为交点订正角；

$V_0$ 是天文潮的初位相。模型中边界水位由 DHI 全球潮汐数据库提取。

● 初始条件

取零初始条件，即从静止水位开始起算，初始时刻水位起伏及各向流速均为0，即：

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

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

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

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

● 计算域及网格设置

本项目所建立的海域数学模型计算域范围覆盖东海海域，在污染物发生点周围将网格进行加密处理，最小网格边长控制在50m。以求得准确的污染物浓

度分布。本项目新建平台、海底管道平均水深在71~107m间变化。考虑到本项目施工及运营期间排放的污染物在垂向上分布在海表、海底，垂向上由表至底按照0.1:0.1:0.5:0.1:0.1:0.1的比例分为5层，若按平均水深94m计算，则垂向5层的层深分别为9.4m、9.4m、47m、9.4m、9.4m、9.4m。计算海域地形及网格设置见图7.1-1。

计算域网格水深示意

加密区网格设置示意（部分）

图7.1-1 水深地形及网格设置情况

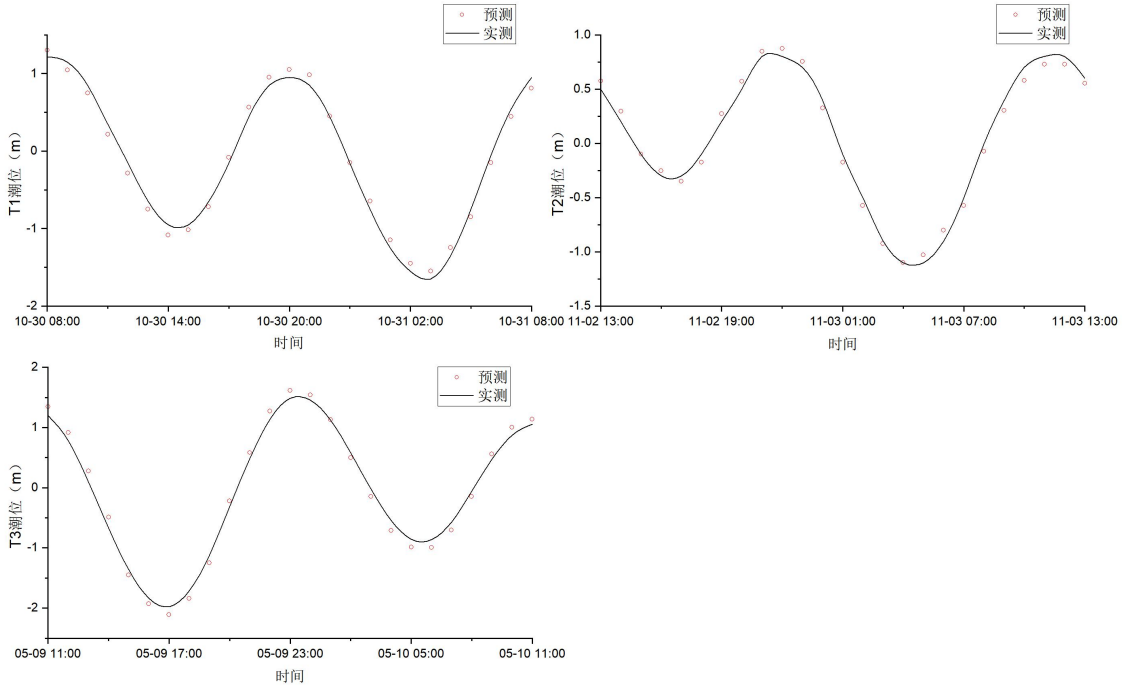
b. 模型验证

验证点潮位、潮流资料均来源于中石化海洋石油工程有限公司，验证点位置见表7.1-1和图7.1-2。在这些点分别将数值计算的结果与实测资料进行了验证，验证结果见图7.1-3。

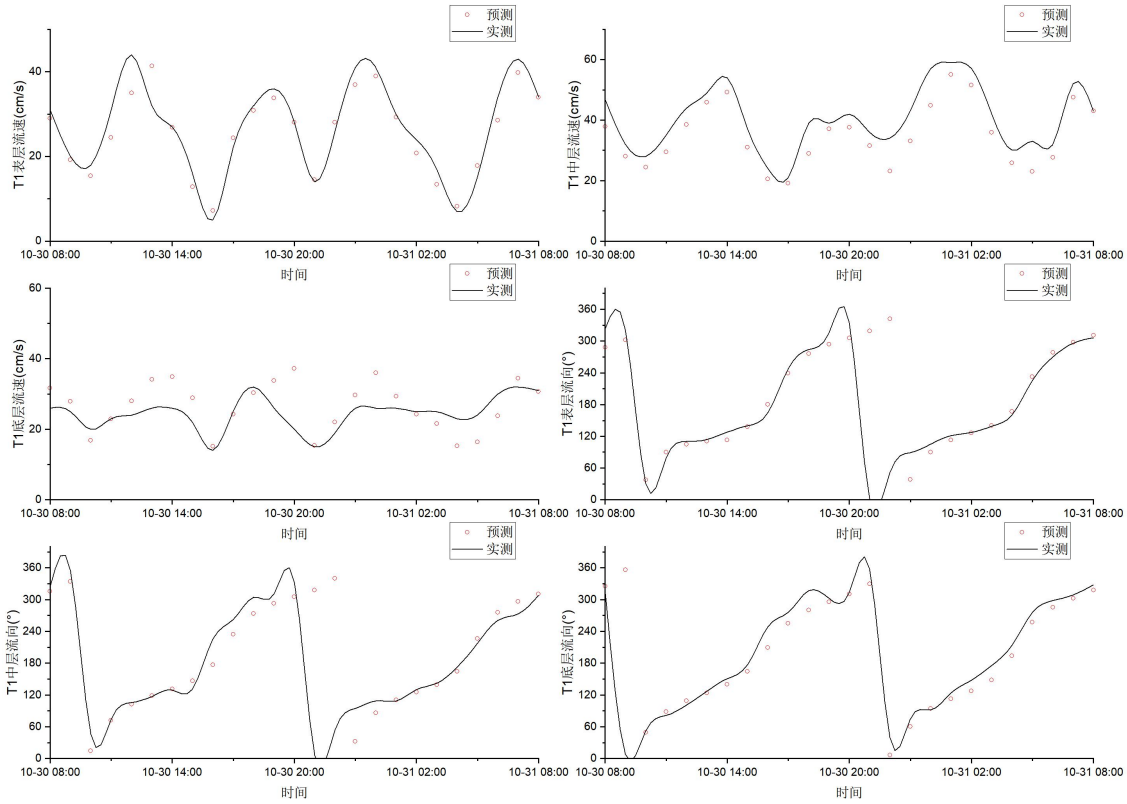
表 7.1-1 验证点坐标位置

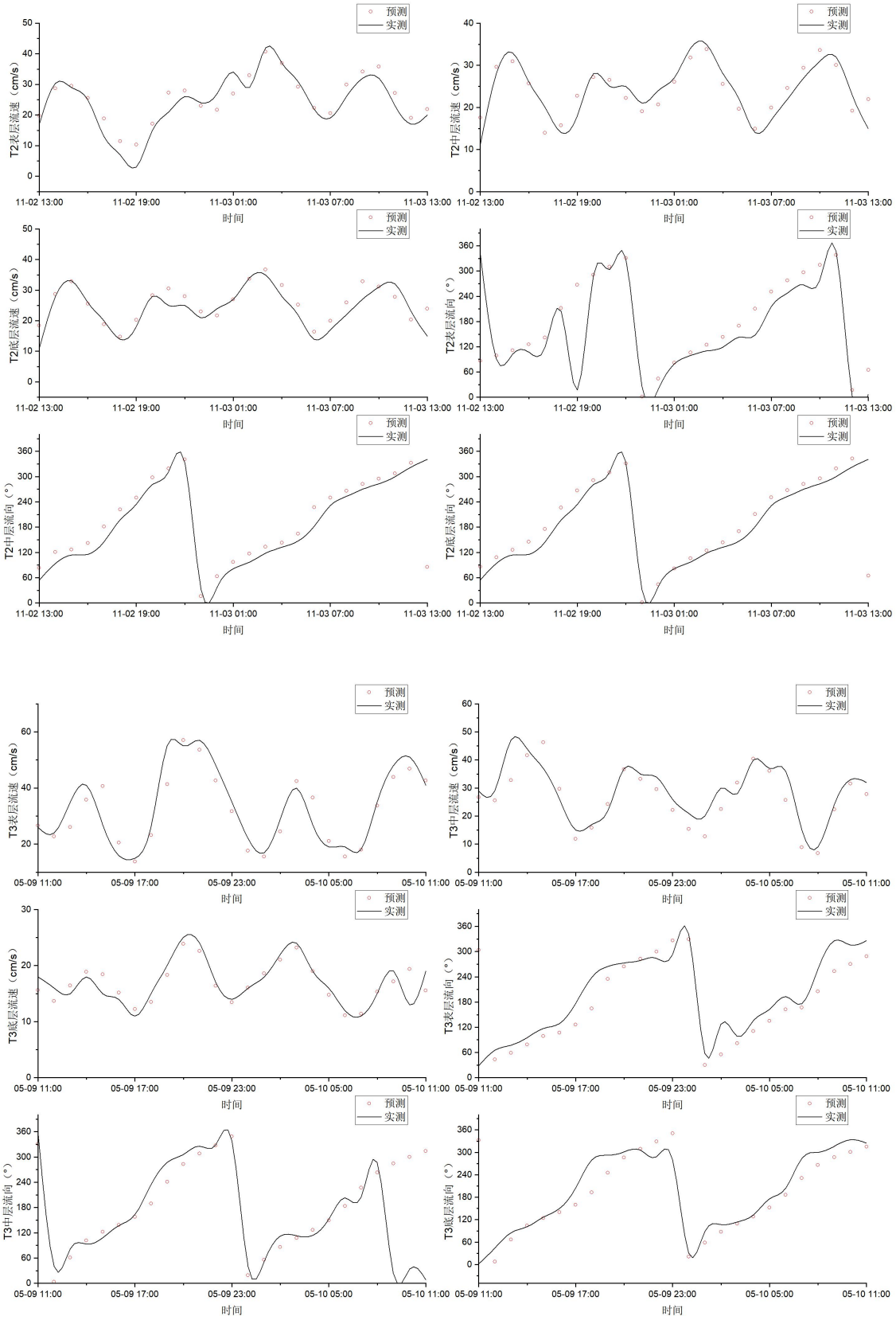
| 验证点 | 验证点坐标 | 资料时间 | 验证因子 |
|---|---|---|---|
| T1 | | 2023.10.30~10.31 | 海流、水位 |
| T2 | | 2023.11.02~11.03 | 海流、水位 |
| T3 | | 2023.05.09~05.10 | 海流、水位 |

图7.1-2 验证点地理位置


预测
实测
T1潮位（m）
T2潮位（m）
T3潮位（m）
时间
10-30 08:00
10-30 14:00
10-30 20:00
10-31 02:00
10-31 08:00
11-02 13:00
11-02 19:00
11-03 01:00
11-03 07:00
11-03 13:00
05-09 11:00
05-09 17:00
05-09 23:00
05-10 05:00
05-10 11:00

潮位验证


预测
实测
T1表层流速(cm/s)
T1中层流速(cm/s)
T1底层流速(cm/s)
T1表层流向(°)
T1中层流向(°)
T1底层流向(°)
时间
10-30 08:00
10-30 14:00
10-30 20:00
10-31 02:00
10-31 08:00




潮流验证

图7.1-3 潮位潮流验证结果

7.1.1.2 悬浮物预测

a. 泥沙输运模块

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

● 基本控制方程

悬沙对流扩散方程：

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

式中，$C$为海水中悬浮物浓度，单位kg/m$^3$；

$w_s$为泥沙沉降速度，单位m/s；

$D_h$、$Dv$分别为水平和垂向泥沙扩散系数，单位m$^2$/s，参数取值为0.01m$^2$/s；

$Q$为泥沙输入源强流量，单位m$^3$/s/m$^3$；

$C_0$为泥沙输入源强中的含沙量，单位kg/m$^3$；

$S$为床沙侵蚀或淤积速率，单位kg/m$^3$/s。

● 泥沙沉降速度

泥沙沉速采用斯托克斯公式计算：

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

式中，$d$为中值粒径，单位m；

$s$为泥沙密度，单位kg/m$^3$；

$v$为运动粘滞系数；

$g$为重力加速度，m/s$^2$。

● 床面淤积速率

就粘性泥沙而言，床面淤积速率基于Krone公式计算：

$$S_D=W_sC_bp_d$$

式中，$W_s$为泥沙沉速，单位m/s；

$C_b$为近底含沙量，单位kg/m$^3$；

$P_d$为床沙淤积概率，认为与水流有效切应力呈正相关关系，即：

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

式中，$\tau_b$、$\tau_{cd}$分别为水流底部切应力和床沙临界淤积切应力，床沙临界淤积切应力取值0.07N/m$^2$。对于非粘性泥沙而言，床沙淤积速率基于下式表达：

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

● 床面侵蚀速率

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

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

式中，$E$为侵蚀系数，单位kg/m$^2$/s；

$\tau_{ce}$为床沙临界侵蚀切应力，参数取值0.2N/m$^2$，$n$为经验常数。

对于未固结粘性床沙侵蚀速率有：

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

式中，$\alpha$为经验系数，单位m/N$^{0.5}$。非粘性床沙侵蚀速率由下式给出：

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

● 边界条件和初始条件

陆边界：

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

开边界：

$$S|_{\Gamma} = 0 \qquad \text{入流段}$$

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

式中，$n$为边界的法线方向；

$\Gamma$为水边界。

因为悬浮物是计算浓度增量，因此初始条件以零值起算。

b. 悬浮物浓度场预测

● 排放方式及源强

本项目海底管道全程埋设，采用后挖沟自然回填的方式，埋设管道顶部距海床表面为1.0m。所搅动的海底沉积物将有部分形成悬浮物，短时间内随海流扩散，以起沙率10%计算。据核算，本项目铺设海底管道掀起的悬浮物源强约为53.66kg/s。详见表7.1-2。

表 7.1-2铺设海管施工情况和悬浮物源强

| 新建海管 | 长度（km） | 挖沟断面（上宽/下宽/埋深）(m) | 挖沟速率（km/d） | 源强(kg/s) |
|---|---|---|---|---|
| HY1-1-CEP平台至TWT- CEP平台海底输气管道 | 51.3 | 6.1/1/1 | 5.0 | 53.66 |

● 预测方法及预测结果

本项目新建的海底管道为连续铺设。因此本次模拟采取移动源的方法来模拟施工造成的悬浮物扩散情况。选取高潮、低潮、涨潮中间时、落潮中间时等四个典型时刻按照上表计算的源强大小、挖沟速度，沿海底管道路由释放悬浮物源强。统计出模拟期间四个时刻悬浮物超标最大范围并取其最大值作为管道铺设悬浮物浓度包络线。此方法能较保守地体现出施工卷起的悬浮物造成的海水水质超标范围扩散的最远距离。海底管道超标预测结果见

表7.1-3，不同浓度区间超标面积统计见表7.1- 4。从预测结果可以看出，悬浮物浓度超标出现在底层和次底层，其余层无污染物超标面积，浓度超标面积有从底层到表层逐渐减小的趋势。底层超一（二）类最大面积约为57.199km$^2$，次底层超一（二）类最大面积约为39.191km$^2$，最大扩散距离约为0.79km。施工结束后悬浮物覆盖厚度超过2cm的总面积约为0.872km$^2$，施工作业停止后8.0h海域即可恢复施工前的水质。

图7.1-4 HY1-1-CEP平台至TWT- CEP平台海底输气管道悬浮物浓度包络线

表7.1-3 HY1-1-CEP平台至TWT- CEP平台海底输气管道预测结果

| 层位 | 超一（二）类包络面积($km^2$) | 超三类包络面积($km^2$) | 超四类包络面积($km^2$) | 超一（二）类最大距离(km) | 恢复时间(h) | 覆盖2cm面积($km^2$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 底层 | 57.199 | 10.974 | 6.129 | 0.79 | 8 | 0.872 |
| 次底层 | 39.191 | 0 | 0 | | | |

表7.1-4铺设海管悬浮物不同浓度区间面积（$km^2$）

| 层位 | Bi<1 | 1≤Bi<4 | 4≤Bi<9 | Bi≥9 |
|---|---|---|---|---|
| 底层 | 20.122 | 16.195 | 9.908 | 10.974 |
| 次底层 | 19.67 | 19.521 | 0 | 0 |

7.1.1.3 生活污水影响预测

本项目新建 DH BOP 平台为有人值守平台，生产阶段会产生生活污水。平台上生活污水经处理设施处理达标后排海，本节将对处理达标后排海的生活污水对海水 COD 浓度影响进行预测分析。

a. 物质输运方程

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

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

式中：C 为污染物浓度（mg/L）；Kp 为污染物降解系数（1/s）；Cs 为污染物排放源浓度（mg/L）；S 为污染物排放源强（L/s）；Dh、Dv 分别为污染物水平和垂向扩散系数。

边界条件和初始条件

闭边界（陆地边界）：

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

$n$为闭边界的法线方向。即沿闭边界所有变量的通量为0，物质不能穿越边界。

开边界：在开边界上可指定物质的数量或者梯度。

初始条件：为海域中污染物浓度的背景值，本次计算根据现状调查中COD最大浓度保守取值为1.24mg/L。

b. 预测方法和预测结果

● 排放方式及源强

本项目新建 DH BOP 平台为有人值守平台，生活楼定员为 10 人。配备有处理能力为 15.12m³/d 的电解式生活污水处理系统，处理达标（COD 浓度≤500mg/L）后排海。本次预测按照处理设施的处理能力为源强计算生活污水排海对海水 COD 浓度造成的影响。处理后的生活污水每天排放时间按 2h 计算，COD 产生源强具体如表 7.1-5。

表7.1-5生活污水排放情况

| 平台 | 排放量(m³/d) | 排放水深 | 排放浓度(mg/L) | COD源强（g/s） |
|---|---|---|---|---|
| DH BOP | 15.12 | 海表 | ≤500 | 1.05 |

● 预测方法及预测结果

本次预测保守按前文计算的 COD 排放源强，在模型中运行 30 天，包含完整的大、中、小潮周期。取 COD 浓度最大包络范围作为结果。预测结果见图 7.1-5。由预测结果可知，由于平台处理后的生活污水 COD 浓度很小，在模型网格分辨率下（50m）预测结果不存在海水 COD 超一类（>2mg/L）面积，生活污水排放造成的海水 COD 浓度最大增量为 0.0054mg/L，调查站位中海水 COD 最大浓度为 1.24mg/L。叠加背景浓度后最大浓度为 1.245mg/L。因此可以

认为平台生活污水排放造成的海洋环境影响不大，不会明显影响项目所在海域的海水水质。

图7.1-5 DH BOP平台生活污水排放COD浓度增量包络线

7.1.1.4 温排水预测

a. 热传导方程

温度的输运传导遵循对流扩散方程：

$$\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial \mathrm{t}}+\frac{\partial u\mathrm{T}}{\partial \mathrm{x}}+\frac{\partial v\mathrm{T}}{\partial y}+\frac{\partial w\mathrm{T}}{\partial z}=F_T+\frac{\partial}{\partial \mathrm{z}}\left(D_v\frac{\partial T}{\partial z}\right)+\widehat{H}+T_sS$$

式中，$D_v$为垂向湍流扩散系数；$\widehat{H}$为大气的热交换源项；$T_s$为温度源项；$F_T$为温度水平扩散项。

表面和底部边界：

$$\mathrm{z}=\eta:$$

$$D_h\frac{\partial T}{\partial z}=\frac{Q_n}{\rho_0 c_p}+T_p\widehat{P}-T_e\widehat{E}$$

$$\mathrm{z}=-\mathrm{d}:$$

$$\frac{\partial T}{\partial z}=0$$

式中，$Q_n$为表面热通量；$c_p$=4217J/(kg·K)，为水的比热。

大气热交换基于潜热通量、感热通量、短波辐射、长波辐射四个过程进行计算。

潜热通量：

潜热通量（蒸发造成的热量损失）遵循道尔顿方程：

$$q_v = LC_e(a_1 + b_1W_{2m})(Q_{water} - Q_{air})$$

式中,L=2.5×10$^6$J/kg，为蒸发潜热；$C_e$=1.32×10$^{-3}$，为道尔顿常数；$W_{2m}$为水面上 2m 风速；$Q_{water}$为水表水蒸气密度，$Q_{air}$为大气中水蒸气密度；$a_1$、$b_1$为常数，此处分别取 0.5 和 0.9。

感热通量：

感热通量取决于水面与大气之间边界层类型，通常边界层为湍流边界，遵循着如下关系：

$$q_c = \begin{cases} \rho_{air}c_{air}c_{heating}W_{10}(T_{air} - T_{water}) & T_{air} \geq T \\ \rho_{air}c_{air}c_{cooling}W_{10}(T_{air} - T_{water}) & T_{air} < T \end{cases}$$

式中，$\rho_{air}$为大气密度；$c_{air}$为大气比热；$c_{heating}$、$c_{cooling}$为斯坦顿常数（均为 0.0011）；$W_{10}$为水面上 10m 风速，临界默认风速值为 2m/s。

短波辐射：

其强度取决于与太阳的距离、赤纬角和纬度、地外辐射以及大气中水蒸气的含量。一天中短波辐射强度随入射角而变化，地表短波辐射强度 $H_0$（MJ/m$^2$/d）按下式计算：

$$H_0 = \frac{24}{\pi}q_{sc}E_0cos(\phi)(sin(\omega_{sr}) - \omega_{sr}cos(\omega_{sr}))$$

长波辐射：

水面对大气的长波辐射减去大气对水面的长波辐射称为净长波辐射，取决于云量，空气温度，空气中的蒸汽压力和相对湿度，净输出的长波辐射$q_{Ir,net}$（W/m$^2$）由布伦特方程给出：

$$q_{Ir,net} = -\sigma_{sb}(T_{air} - T_k)^4(a - b\sqrt{e_d})(c + \frac{n}{n_d})$$

式中，$e_d$为露点温度下的蒸汽压力；n 为日照时间，$n_d$为最大日照时间；$\sigma_{sb}$=5.6697×10$^{-8}$W/(m$^2$·°K$^4$)，为玻尔兹曼常数。

b. 预测源强及预测方法

本项目 DH BOP 平台设置 1 套闭式循环冷却水系统，为天然气冷却器、压

缩机出口冷却器等供应冷却水，将产生温排水，新建平台最大排放量约为3700m³/h，温升约12.8℃，经排放管道海面排放。本节计算该平台温排水造成的温升情况。

在计算冷却水排放造成的海水温升时，温度初始场保守选取夏季水温29℃、空气温度取31℃、相对空气湿度取88%、风速根据现状调查资料取夏季常风向风速，设为6.9m/s，长波辐射、短波辐射值根据美国国家海洋中心发布的夏季海区平均辐射强度分别取-30W/m²、230W/m²。温度场计算时长取30d，结果统计温升最大包络范围。

c. 预测结果

DH BOP平台冷却水排放引起的温升结果见图7.1-6，由预测结果可知，由于冷却水排量很小，在海流的对流扩散作用下，冷却水排放造成的平台海水周围最大温升约1.6℃，在网格尺度（50m）下无温升超标面积存在。冷却水排放对海水温度影响较小。

图7.1-6 DH BOP平台冷却水排放温升包络线

### 7.1.2 海水水质环境影响评价

#### 7.1.2.1 铺设海底管道对海水水质的影响

海底管道挖沟铺设掀起的悬浮物有部分进入水体，短期内对海水水质造成

一定的影响，这种影响是短期的、一次性的、可恢复的，挖沟搅起的悬浮物的影响主要在施工管道两侧。

海底管道挖沟铺设时超一（二）类海水最大影响距离为 0.79km，底层水体超一（二）类水质最大包络面积为 57.199km$^2$，次底层水体超一（二）类水质最大包络面积为 39.191km$^2$，其他层无污染物超标面积；超三、四类水质海域影响范围主要在底层，其面积相对较小。海底管道铺设作业停止后约 8.0h，悬浮物浓度可恢复至施工前水平。

7.1.2.2 生活污水对海水水质的影响

由于本项目新建平台生活污水排放量不大，加之处理后生活污水 COD 浓度较小。因此预测结果不存在海水 COD 超一类（>2mg/L）面积。平台生活污水排放造成的海水水质影响很小。

7.1.2.3 温排水对海水水质的影响

根据预测结果，DH BOP 平台冷却水排放造成的平台海水周围最大温升约 1.6℃，在网格尺度（50m）下无温升超标面积存在，冷却水排放对海水温度影响较小，不会明显影响本海区的海洋水质。

7.1.3　海洋沉积物环境影响评价

本项目铺设海底管道会对沉积物产生影响，首先是开挖和覆盖，搅起的海底泥沙在海流和重力作用下自然回填管沟，覆盖厚度>2cm 的面积主要位于管沟两侧附近，因悬浮物均是局地沉积物再沉积，不会引起沉积物环境变化。本项目新铺 1 条海底管道。根据预测结果，铺设海底管道悬浮物覆盖 2cm 厚度的覆盖面积为 0.872km$^2$。

7.1.4　海洋生态环境影响评价

7.1.4.1 对浮游植物的影响分析

海管铺设搅起的小颗粒轻物质悬浮于水中，将使海水浑浊度增加，透明度降低，致使光合作用降低，从而影响浮游植物的繁殖生长，初级生产力将受到影响。但由于底质多以粉砂和砂质粉砂为主，沉积物粒径较粗，水中悬浮物沉降速度快，运移规模也小，沉积物悬浮时间较短，因此挖沟引起的海水透明度降低会很快得到恢复。

7.1.4.2 对浮游动物的影响分析

浮游植物生产的产物基本上要通过浮游动物这个环节才能被其他动物所利

用，浮游动物通过摄食影响或控制初级生产力，同时其种群动态变化又可能影响许多鱼类和其他动物资源群体的生物量。钻井过程中钻井液、钻屑的排放以及海底管道铺设挖起的悬浮物将增加海水的浑浊度，减少了透光层的厚度，使生物合成量减少，同时使整个水层浮游植物的生产力水平下降，不利于浮游植物生长繁殖，进一步影响浮游动物的摄食能力和摄食量，从而影响了浮游动物的生长和繁殖。但这种影响是短时期的，完成作业之后，通过一系列的稀释、吸附、沉淀或扩散等海洋环境的物理过程，可以恢复浮游生物的正常生存环境。

7.1.4.3 对底栖生物的影响分析

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

堆积在管沟两侧的沉积物，在海水运动作用下部分将很快回填于管沟。但挖沟所破坏的海底海床以及在沟两侧所堆积的泥沙对底栖生物的掩埋造成破坏，并对其周围底栖生物的生长造成一定的影响，使底栖生物量减少，在一定时间内会破坏周围底栖生物并影响沿海底管道一带的海底生态环境。但随着施工结束以及时间的推移，海管路由区的底栖生态会逐渐得到恢复。根据预测结果，本项目挖沟铺设 1 条海管，铺设海底管道悬浮物覆盖 2cm 厚度的面积范围内底栖生物将难以生存，覆盖面积为 0.872km$^2$。

7.1.4.4 工程对渔业资源的影响

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

施工对渔业的影响还体现在浮游动物与浮游植物食物供应所受到的影响上。浮游植物和浮游动物是海洋生物的初级和次级生产力，施工过程会对浮游植物

和浮游动物的生长产生不利影响，严重时甚至会导致死亡。部分鱼类是以浮游植物为食，而且这些种类多为定置性种类，活动能力较弱，工程施工期会对其生长产生不利影响。因此，从食物链的角度考虑，施工不可避免对鱼类和虾类的存活与生长产生抑制作用，对渔业资源带来一定负面影响。

### 7.1.5　海洋生物资源损失评估

#### 7.1.5.1 海洋生物资源损失计算方法

a.　悬浮物海洋生物资源损失计算方法

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

$$W_i = \sum_{j=1}^{n} D_{ij} \times S_j \times K_{ij} \qquad (7.1\text{-}1)$$

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

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

$S_j$—某一污染物第$j$类浓度增量区面积（km$^2$）；

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

$N$—某一污染物浓度增量分区总数。

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

$$M_i = W_i \times T \qquad (7.1\text{-}2)$$

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

Wi—第 i 种类生物资源一次平均损失量，单位为尾、个或千克（kg）；

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

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），各类生物的损失率取值见表 7.1-6。

表7.1-6各类海洋生物损失率

| 污染物超标准倍数（Bi） | 各类生物损失率（%） | | |
|---|---|---|---|
| | 鱼卵、仔稚鱼 | 游泳动物幼体 | 游泳动物成体 |
| Bi≤1倍 | 5 | 5 | 1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1＜Bi ≤4倍 | 10 | 10 | 5 |
| 4＜Bi ≤9倍 | 30 | 30 | 15 |
| Bi ≥9倍 | 50 | 50 | 20 |

b. 底栖生物损失计算方法

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

$$W_i=D_i\times S_i \qquad (7.1\text{-}3)$$

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

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

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

c. 海洋生物资源损失计算参数

鱼卵、仔稚鱼、头足类、甲壳类资源、底栖生物均采用工程海域春、秋两季调查密度的平均值，海洋生物资源密度及来源详见表7.1-7。

表7.1-7海洋生物资源密度及资料来源

| 资源类别 | | 资源密度 | 资料来源 |
|---|---|---|---|
| 鱼卵 | | | 中国水产科学研究院东海水产研究所2021年11月、2023年4月调查平均值 |
| 仔稚鱼 | | | |
| 幼体 | 鱼类 | | |
| | 头足类 | | |
| | 虾类 | | |
| | 蟹类 | | |
| 成体 | | | |
| 底栖生物（平台区） | | | 国家海洋环境监测中心2022年3月、2021年8月调查平均值 |
| 底栖生物（海管区） | | | |

7.1.5.2 海洋生物损失估算结果

a. 海底管道铺设生物损失计算

由前文分析可知，本项目对海洋环境的影响主要体现在建设期海底管道挖沟铺设产生的悬浮物扩散造成的海水水质超标，运营期间因此本节主要对海管挖沟造成的渔业损失进行计算。

根据预测结果，海底管道施工造成的海水悬浮物超标范围集中在底层和次底层，其余层无超标情况。本项目海底管道路由附近平均水深约 94m，则计算时两层水深取 18.8m，超标范围影响面积取两层平均值。各类海洋生物密度见表 7.1-7，海洋生物损失率见表 7.1-6，计算海底管道铺设海洋生物损失见表 7.1-8。

表7.1-8 海底管道铺设海洋生物损失

| 资源 | | 面积（$km^2$） | Bi≤1 | 1＜Bi≤4 | 4＜Bi≤9 | Bi ≥9 | 小计 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 19.896 | 17.858 | 4.954 | 5.487 | |
| 鱼卵 | | 密度（粒/$m^3$） | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 28.994 |
| | | 损失率 | 5% | 10% | 30% | 50% | |
| | | 损失量（$10^6$个） | 4.114 | 7.386 | 6.147 | 11.347 | |
| 仔稚鱼 | | 密度（尾/$m^3$） | 0.44 | 0.44 | 0.44 | 0.44 | 57.989 |
| | | 损失率 | 5% | 10% | 30% | 50% | |
| | | 损失量（$10^6$尾） | 8.229 | 14.772 | 12.294 | 22.694 | |
| 幼体 | 鱼类 | 密度（kg/$km^2$） | 690.55 | 690.55 | 690.55 | 690.55 | 4840.962 |
| | | 损失率 | 5% | 10% | 30% | 50% | |
| | | 损失量（kg） | 686.959 | 1233.184 | 1026.295 | 1894.524 | |
| | 头足类 | 密度（kg/$km^2$） | 47.68 | 47.68 | 47.68 | 47.68 | 334.251 |
| | | 损失率 | 5% | 10% | 30% | 50% | |
| | | 损失量（kg） | 47.432 | 85.147 | 70.862 | 130.810 | |
| | 虾类（虾姑类） | 密度（kg/$km^2$） | 47.49 | 47.49 | 47.49 | 47.49 | 332.920 |
| | | 损失率 | 5% | 10% | 30% | 50% | |
| | | 损失量（kg） | 47.243 | 84.808 | 70.580 | 130.289 | |
| | 蟹类 | 密度（kg/$km^2$） | 6.05 | 6.05 | 6.05 | 6.05 | 42.413 |
| | | 损失率 | 5% | 10% | 30% | 50% | |
| | | 损失量（kg） | 6.019 | 10.804 | 8.992 | 16.598 | |
| 成体 | | 密度（kg/$km^2$） | 643.83 | 643.83 | 643.83 | 643.83 | 1887.941 |
| | | 损失率 | 1% | 5% | 15% | 20% | |
| | | 损失量（kg） | 128.096 | 574.876 | 478.430 | 706.539 | |

铺设海管将对底栖生物造成一定的掩埋，并使其中部分底栖生物死亡，按管道中心线两侧各 5m 范围内底栖生物损失率 100%，泥沙覆盖厚度超过 2cm 面积内（扣除前者面积）底栖生物损失率 50%，根据前述公式（7.1-3）估算悬浮物覆盖造成底栖生物损失见表 7.1-9。

表7.1-9 底栖生物损失计算

| 面积（$km^2$） | | 密度（g/$m^2$） | 损失率 | 损失量（t） |
|---|---|---|---|---|
| 覆盖2cm（扣除后者） | 0.359 | | 50% | 0.924 |
| 两侧各5m | 0.513 | | 100% | 2.642 |
| 合计 | | | | 3.566 |

b.　平台占海损失

本项目平台占海损失保守按照新建平台投影面积下的底栖生物损失100%的原则计算。根据工程资料，本项目新建平台投影面积为1908m$^2$，平台区底栖生物密度取10.65g/m$^2$,则本项目平台占海造成的底栖生物损失为20.32kg，即0.02。

c.　海洋生物资源损失汇总

综上，本项目海洋生物损失为：鱼卵28.994×10$^6$粒，仔稚鱼57.989×10$^6$尾，鱼类幼体4840.962kg，头足类幼体334.251kg，虾类幼体332.92kg，蟹类幼体42.413kg，成体1887.941kg，底栖生物3.586t。

表7.1-10 海洋生物资源损失汇总

| 生物名称 | 平台占海 | 铺设海管 | 小计 |
|---|---|---|---|
| 鱼卵（10$^6$粒） | / | 28.994 | 28.994 |
| 仔稚鱼（10$^6$尾） | / | 57.989 | 57.989 |
| 鱼类幼体（kg） | / | 4840.962 | 4840.962 |
| 头足类幼体（kg） | / | 334.251 | 334.251 |
| 虾类幼体（kg） | / | 332.92 | 332.92 |
| 蟹类幼体（kg） | / | 42.413 | 42.413 |
| 成体（kg） | / | 1887.941 | 1887.941 |
| 底栖生物 | 0.02 | 3.566 | 3.586 |

### 7.1.6　环境敏感目标影响分析

本项目新建平台位于东海产卵带鱼保护区和鲐鱼、蓝点马鲛索饵场内，新建管线部分穿越绿鳍马面鲀产卵场、带鱼索饵场和带鱼、银鲳、海鳗、绿鳍马面鲀越冬场内。项目距离最近的水产种质资源保护区25km。

由前文分析可知，本项目施工期产生的影响主要为新建海底输气管道时挖沟施工产生的悬浮物对海水水质造成的影响。由于挖沟施工卷起的悬浮物为其海底底质，不属于外来污染物，且由于重力原因挖沟卷起的悬浮物将在较短时间内沉降，海水水质将在施工结束后较短时间内恢复至原有水平。因此海管挖沟施工对环境的影响属于短期、局部、可恢复性影响。运营期本项目新建平台主要有处理达标后排放的生活污水以及温排水排放。由前文预测结果可知，由于生活污水和温排水的排量均不大，排水的COD含量以及温升均不高，因此运营期间平台排放的生活污水和温排水对海水水质的影响轻微。

综上，本项目施工及运营期对渔业“三场”产生的影响较小，建设方在施工及运营期间将采取适当的清洁生产方式，结合后续将进行的电缆挖沟施工避让

产卵盛期等生态补偿措施，损失的海洋生物会很快得到恢复。因此，本项目的建设和生产对上述环境敏感目标的影响是可接受的。

7.1.7　通航安全影响分析

为保障本项目投产营运期间航运畅通，防止工程对附近海域通航环境带来不利影响，保障附近来往船舶航行安全和工程自身的安全，建设单位委托上海海事大学、集美大学进行了通航安全影响专题论证，编制了《黄岩 1-1 平台至天外天平台复线项目通航安全影响论证报告》、《HG 气田开发项目通航安全专题报告》，论证结论如下：

7.1.7.1《黄岩1-1平台至天外天平台复线项目通航安全影响论证报告》

1、拟建工程选址合理性

拟建工程场址资源丰富，与海洋功能区划不冲突，与习惯航道、锚地及海底管线的距离满足相关要求，对鸟类、渔业、军事设施的影响较小，水深条件也便于平台间复线项目的建设。因此，拟建工程的选址是合理的。

2、拟建工程与自然环境的相互影响分析

拟建工程施工期间受恶劣天气（如台风、能见度不良等）影响较大，施工作业应在限定的自然条件下进行，并设置大雾监测设施，制定大风、大雾、雷电等天气应急预案。

3、拟建工程对交通组织的影响分析

施工期间，由于施工船舶和运输船舶较多，增加了附近水域的交通流量，将使得该海域的通航环境复杂化。另外，夜间施工作业时，施工场地的炫耀灯光可能对其他船舶的瞭望产生影响，从而影响到船舶的通航环境和通航安全。

营运期间，渔船会对复线的正常运营构成一定威胁，船舶抛锚也会对海管安全造成威胁。

4、拟建工程对习惯航路的影响分析

拟建工程施工期间，将有大量的施工船舶和运输船舶进出工程项目水域，会导致附近水域船舶交通流一定程度的增加。但只要施工期间的安全保障措施得当，工程施工对附近水域船舶通航密度的影响是可控的。

工程建成后，施工船舶和运输船舶将撤离施工现场，仅有少量因设备调试、运行和检修等工作而往小型日常工作船或快艇，不会增加附近水域船舶交通流密度。

5、渔船对拟建工程的影响

针对渔船对拟建工程的影响，除设置警示标志和航标灯外，还建议：

（1）禁止渔船在本项目区域从事张网和拖网作业；

（2）禁止除小型捕捞船（主机功率小满 44.1 千瓦且船长不满 12 米的其他渔船在场区内从事捕捞活动；

（3）禁止 200t 以上渔船和其它作业船舶在本项目水域范围内航行，并保持一定的安全距离。

6、海底管道保护

工程建成后，除在海底管道区设置相关标志并及时将实际敷设路由向国家海洋管理部门申报，由海图出版部门将该路由标于新颁海图外，还建议：

（1）拟建工程海底管道道两侧各 500m 范围设置为管道保护区，管道保护区内禁止打桩、抛锚或从事对管道有损害的活动；

（2）在距离海底管道 500m 范围内禁止采砂活动。

7、关于配套设施的建议

（1）施工期间，建议本项目水域设置航行安全监管系统；

（2）为保证平台的安全，防止航行船舶和渔船碰撞平台，建议在图像监视及安全警卫系统基础上设置监控系统。

8、平台及复线运营期间的安全管理

（1）制定运行规程、检修规程和安全生产管理制度；

（2）制定安全生产事故应急预案

综上所述，拟建工程选址合理，相关设计要素均满足相关要求，与所在海域通航环境基本适应。工程在施工期间和建成投产后，均对通航环境和过往船舶通航安全产生一定的影响，但采取本报告提出的一系列建议和安全保障措施以后，其不利影响将会得到相当程度的缓解或消除，其建设是可行的。

鉴于拟建工程的建设及营运对附近水域的通航环境与通航安全存在的影响，业主单位应充分认识到通航环境和安全生产有着密切的联系，制定相应的安全管理办法。投入必要的人力、物力和配套设施，与当地海事主管部门建立更加有效的联系和协调，处理好与附近通航环境的关系，加强对本项目及附近水域的安全管理，保障设施和通航安全

7.1.7.2 《HG气田开发项目通航安全专题报告》

1、拟建 DH BOP 平台距离《全国沿海航路总体规划》中外航路约 21 海里。因此，拟建工程不会对《全国沿海航路总体规划》中的浙江沿海外航路产生影响。

2、拟建 DH BOP 平台距离浙江海事局发布的《关于调整浙江沿海主要公共航路的公告》中公布的浙江沿海外航路中线约 37 海里。因此，拟建工程也不会对《关于调整浙江沿海主要公共航路的公告》中公布的浙江沿海外航路产生影响。

3、拟建 DH BOP 平台附近水域船舶习惯航路主要有：

（1）中国沿海南、北内贸航线船舶习惯航路；

（2）经台湾西部、东部海域往来中国北方港口的国际航行船舶习惯航路；

（3）台湾海峡至朝鲜海峡航线的船舶习惯航路；

其中，上述三条习惯航路，以中国沿海南、北内贸航线船舶习惯航路上往来船舶最多，但根据 2020 年整年度船舶交通流量分析，通过拟建 DH BOP 平台南北向、东西向各 2 海里截面范围内的船舶流量均很少，平均每天均不足 2 艘次。因此，拟建 DH BOP 平台的建设对附近水域船舶习惯航路虽产生一定的影响，但在采取相应的通航安全保障措施后，拟建 DH BOP 平台建设施工期和营运期，对周边习惯航路的影响较小且可控。

5、拟建工程位于我国东海传统渔场内，周围分布着舟外渔场、鱼外渔场及鱼山渔场等。因此，拟建工程施工作业期间及投入营运后，均可能与渔船作业之间产生相互影响，尤其是施工作业可能受到渔船作业的影响。

6、拟建 DH BOP 平台位于天外 TWT-CEP 平台至宁波处理终端海底管线中间位置上，两者同属于天外 TWT-CEP 平台至宁波处理终端油气输送设施的一部分。DH BOP 平台平台建设施工期间，存在一定的施工风险。

8、拟建工程位于我国东海海域，可能处于西北太平洋台风行进路径上，因此，台风对于拟建工程影响较大，应高度重视台风对于船舶和平台所造成的危害性。另外，浙江沿海一般在每年 11 月～2 月份易受到寒潮大风影响。由寒潮引发的大风其风向较为稳定，风向大多在 WNW～NNW 范围内，风力有时可达 7~9 级，是一种破坏性较强的恶劣天气，拟建工程在施工作业期间及竣工投入营运后，可能会受到这种恶劣天气的不利影响。

9、能见度不良将影响过往船舶对钻井平台、施工作业船舶和守护船的辨识，致使过往船舶有可能因瞭望不当而误闯入施工作业区或平台区，引发船只撞击施工作业船舶或撞击钻井平台事故。因此，拟建工程建设期间及工程建成后，当工程附近海域能见度小于1000m时，应在钻井平台与守护船加派值班瞭望人员，采用各种有效手段，特别是运用AIS信息和VHF与过往船舶加强联系，并定期鸣放雾号和播发航行安全信息，以提醒过往船舶。过往船舶应采取一切有效手段保持正规瞭望，谨慎驾驶。

10、根据工作船靠泊拟建平台的模拟试验，不具备DP功能的船舶在风力小于等于6级、流速2节以下的情况下，工作船能安全靠泊上述平台。

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

### 7.1.8　工程对水文动力的影响分析

本项目主要工程内容为新建1座平台、铺设1条海底管道。由于平台为透水式结构，井口平台等对周边的水动力环境影响很小。新建海底管道埋设于海底以下，挖起的海底泥沙短时间堆积于管沟两侧，在底层流作用下将逐渐回填于管沟，铺设完成后不会影响工程海域水文动力环境。因此对水文动力环境影响很小。

### 7.1.9　工程对冲淤环境的影响分析

平台采用钢制桩腿结构，为透水式结构，平台建设对地形地貌与冲淤环境的影响较小。海底管道埋设在海底，施工期掀起的悬浮泥沙在水流的作用下逐渐沉积在管沟周围，由于悬浮泥沙的产生量较小，加上潮流长时间的输沙作用，不容易淤积，对海底地貌的影响较小。因此，本工程的建设对地形地貌与冲淤环境的影响较小。

### 7.1.10 工程对大气环境的影响分析

本项目在海上建设阶段会对大气环境产生一定影响。施工船舶燃料燃烧将产生废气，但由于施工期较短，随着施工结束对大气的影响消失。本项目平台及海底管道路由位于较开阔海域，有利于大气污染物的稀释扩散，且在本项目设施周围的评价范围内没有大气污染敏感目标。因此，本项目海上建设阶段排

放的气体不会对大气环境质量产生明显影响。

## 7.2 陆域环境影响预测与评价

### 7.2.1　施工期环境影响分析

#### 7.2.1.1 大气环境影响分析

施工期产生的主要大气污染物主要为施工区域开挖土方和运输车辆产生的扬尘、施工机械和车辆等排放的尾气、焊接过程中产生的烟尘以及喷漆涂装过程产生的挥发性有机物等。

a. 施工扬尘影响分析

施工期开挖、回填、土石堆放等产生的扬尘为无组织面源排放，施工机械和汽车运输所导致的扬尘为线性排放。终端厂区施工期主要扬尘来源为：地面开挖和运输车辆行驶产生的扬尘；现场预制和拌和系统产生的扬尘；运输沙石、建筑材料产生的扬尘；地基处理，泥土的搬运和倾倒过程中产生的扬尘；砂石料堆存过程中的风蚀起尘；水泥拆包产生的扬尘。在运输过程中，扬尘的产生量、粒径大小与路面状况、天气状况等多种因素有关。

施工场地扬尘影响分析结果表明：在一般气象条件下，平均风速 2~3m/s 的情况下，建筑工地下风向 TSP 浓度为上风向对照点的 2.0~2.5 倍。如果不采取防护措施，200m 以内将会受到扬尘的严重影响；采用一般的防护措施，150m 内会有影响；在做好施工期扬尘的防护措施下施工，下风向 50m 处的 TSP 浓度会小于 0.3mg/m$^3$。

施工时，施工单位应对粉状物料进行遮挡，并在施工时有规律的洒水降尘。采取以上措施可有效降低施工扬尘的影响。

b. 施工机械、运输车辆尾气影响分析

施工期间，运输汽车以及大型机械施工中，由于使用柴油机等设备，将产生燃烧烟气，主要污染物为 $SO_2$、$NO_2$、颗粒物、CO 等。但由于废气量较小，且施工现场均在空旷的场地或野外，有利于空气的扩散，同时废气污染源具有间歇性和流动性，因此对局部地区的环境影响较轻。

c. 焊接烟尘影响分析

本项目在设备安装、管道连接等均使用焊接，在焊接过程中将有一部分焊接烟气产生。焊接烟气成分大致分为尘粒和气体两类。其中焊接烟气中的气体的成份主要为 CO、$CO_2$、$O_3$、$NO_x$、$CH_4$ 等，而焊接过程对环境影响较大的主

要是焊接烟尘。焊接烟气属于间断的无组织排放，产生的烟尘自重较大，影响范围主要集中在作业现场附近。焊接在厂区露天作业，厂区大气扩散条件比较好，当施工结束后，该影响将随之消失，因此施工期间的焊接烟尘属于短期影响，对周围大气环境产生的影响较小。

d. 喷漆涂装影响分析

本项目设备、管道防腐喷涂选用先进防腐涂料，从源头减少有机废气的产生，施工过程产生的少量挥发性有机物，影响范围主要集中在作业现场附近。厂区大气扩散条件比较好，当施工结束后，该影响将随之消失，因此施工期间涂装等过程有机溶剂使用的影响属于短期影响，对周围大气环境产生的影响较小。

7.2.1.2 地表水环境影响分析

a. 生活污水

本项目施工人员白天在终端内施工，生活污水进入厂区设置的临时厕所，由施工方委托当地环卫部门定期清运。夜间居住在宁波终端外的春晓街道，生活污水依托城镇污水处理系统处理。

施工人数每天约为 200 人，本工程工期约 270 天，用水标准按 50L/（人·d），污水排放系数取 85%，生活污水产生量约为 8.5m$^3$/d，COD 排放量约为 0.780t，氨氮排放量约为 0.076t，总氮排放量约为 0.103t，总磷排放量约为 0.011t。

通过加强管理，生活污水采取上述方式处理后对周边水环境影响较小，不会对水体造成污染。施工高峰期生活污水主要污染物为 COD、氨氮、总氮、总磷，施工期施工人员生活污水依托现有项目生活水处理设施，对周边地表水环境影响较小。

b. 生产废水

施工期产生的生产废水主要包括：冲洗废水、机械设备运转的冷却水、设备维修含油污水和洗涤水等，施工期施工机械冲洗废水、冷却废水等不含油污水统一收集后，就地浇洒路面；含油污水经收集后由施工方委托有资质单位进行处理，对周边地表水环境影响较小。

7.2.1.3 地下水环境影响

施工期间对地下水环境的影响主要表现为施工活动对地下水水质的影响，

施工期间废水主要分为施工生活污水和施工废水。

施工期间生活污水进入厂区设置的临时厕所，由施工方委托当地环卫部门定期清运，施工现场设备和车辆洗涤等产生的施工废水统一收集后，就地浇洒路面。施工期间产生的含油污水经收集后由施工方委托有资质单位进行处理，采取上述措施后，基本不会对地下水产生影响。

7.2.1.4 声环境影响分析

施工噪声主要来源于施工现场的各类机械设备和物料运输的交通噪声。各施工阶段的主要噪声源及其声级见表 7.2-1。施工机械可视为固定点声源。本预测计算采用《环境影响评价技术导则-声环境》(HJ2.4-2021)中附录 A 推荐的噪声预测模式。主要考虑噪声的几何发散衰减，公式如下：

$$Lp(r)=Lw-20\lg(r)-11\text{（自由声场）}$$

$$Lp(r)=Lw-20\lg(r)-8\text{（半自由声场）}$$

式中：Lp(r)——距发声源 r 处的 A 声级，dB(A)；

LA(r0)——声源的倍频带声功率级，dB(A)；

r——距点声源的距离，m。

声源在某厂界预测点产生的等效声级贡献值（$L_{eqg}$）计算公式：

$$L_{eqg}=10\lg\left(\frac{1}{T}\sum_i t_i 10^{0.1L_{Ai}}\right)$$

式中：$L_{eqg}$——声源在预测点的等效声级贡献值，dB(A)；

$L_{Ai}$——i 声源在预测点产生的 A 声级，dB(A)；

T——预测计算时间段，s；

$t_i$——i 声源在 T 段内的运行时间，s。

预测点的预测等效声级（$L_{eq}$）计算公式：

$$L_{eq}=10\lg\left(10^{0.1L_{eqg}}+10^{0.1L_{eqb}}\right)$$

式中：$L_{eqg}$——声源在预测点的等效声级贡献值，dB(A)；

$L_{eqb}$——预测点的背景值，dB(A)。

本项目声环境影响预测采用的软件为三捷公司开发的 Breeze Noise 软件。

表 7.2-1 主要施工机械噪声值

| 序号 | 主要施工机械 | 源强dB(A) |
|---|---|---|
| | | 1m处 |
| 1 | 挖掘机 | 92 |

| 序号 | 主要施工机械 | 源强dB(A) |
|---|---|---|
| | | 1m处 |
| 2 | 吊管机 | 88 |
| 3 | 电焊机 | 85 |
| 4 | 推土机 | 90 |
| 5 | 混凝土搅拌机 | 95 |
| 6 | 混凝土翻斗车 | 90 |
| 7 | 混凝土振捣棒 | 100 |
| 8 | 切割机 | 95 |
| 9 | 柴油发电机 | 100 |

施工期间项目厂界执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011），项目厂界环境噪声排放限值为昼间 70dB(A)，夜间 55dB(A)。终端厂址西南侧 166m 左右的中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站为项目声环境保护目标，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准，即昼间 65dB(A)、夜间 55dB(A)。

施工期间厂界噪声预测结果见表 7.2-2，施工期声环境敏感点噪声预测结果见表 7.2-3，施工期间昼间厂界噪声值等值线图见图 7.2-1，夜间厂界噪声值等值线图见图 7.2-2，施工期间项目昼间对声环境保护目标的噪声贡献值等值线图见表 7.2-3，夜间对声环境保护目标的噪声贡献值等值线图见图 7.2-4。

表 7.2-2 施工期间厂界噪声贡献值

| 位置 | 时段 | 位置 | 贡献值dB(A) | 标准值dB(A) | 达标/超标 |
|---|---|---|---|---|---|
| 厂界 | 昼间 | 西厂界 | 54.96 | 70 | 达标 |
| | | 北厂界 | 43.48 | | |
| | | 东厂界 | 49.47 | | |
| | | 南厂界 | 62.02 | | |
| | 夜间（混凝土搅拌机、翻斗车、振捣棒夜间停用） | 西厂界 | 54.85 | 55 | 达标 |
| | | 北厂界 | 42.07 | | |
| | | 东厂界 | 48.40 | | |
| | | 南厂界 | 54.32 | | |

表 7.2-3 施工期声环境敏感点噪声预测值一览表

| 位置 | 时段 | 贡献值dB(A) | 背景值dB(A) | 预测值dB(A) | 标准值dB(A) | 达标/超标 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 昼间 | 37.94 | 59 | 59.03 | 65 | 达标 | |
| | 夜间 | 36.58 | 47 | 47.38 | 55 | 达标 | 混凝土搅拌机、翻斗车、振捣棒 |

| 位置 | 时段 | 贡献值 dB(A) | 背景值 dB(A) | 预测值 dB(A) | 标准值 dB(A) | 达标/超标 | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 夜间停用 |

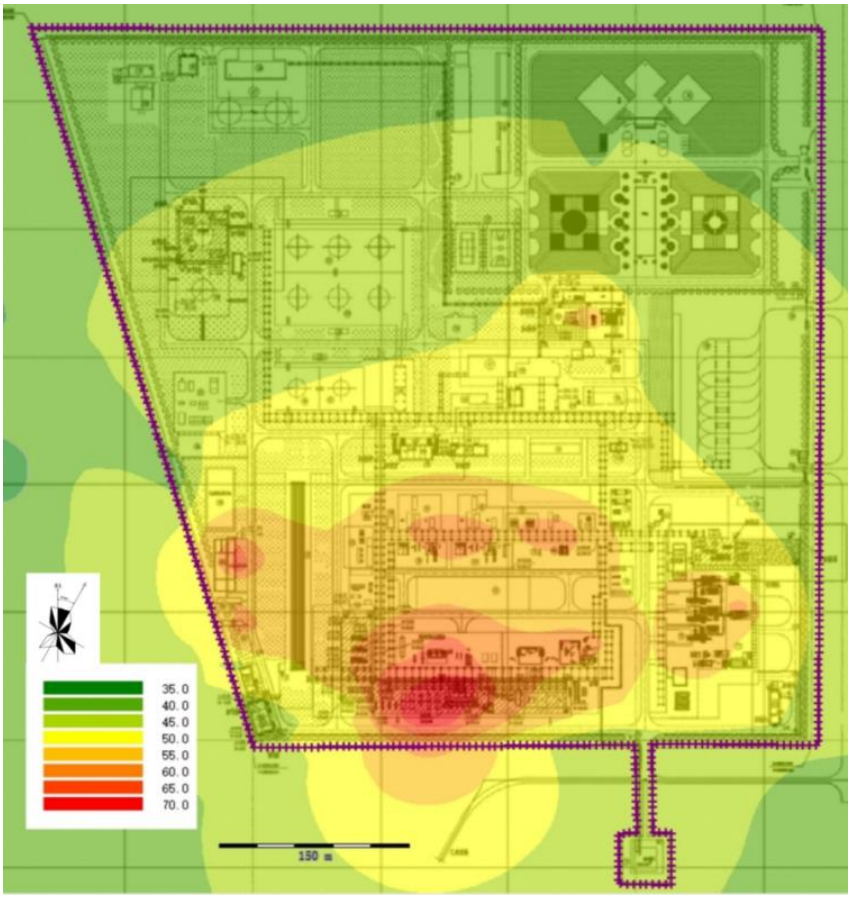



图 7.2-1 本项目昼间厂界施工期噪声等值线图

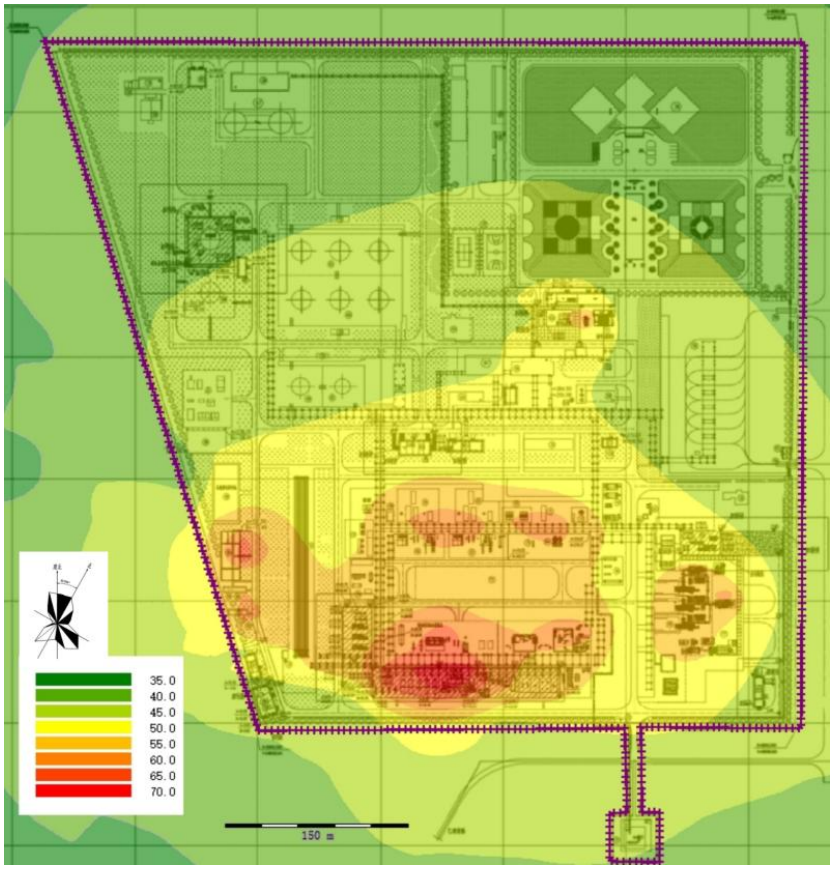



图 7.2-2 本项目夜间厂界施工期噪声等值线图

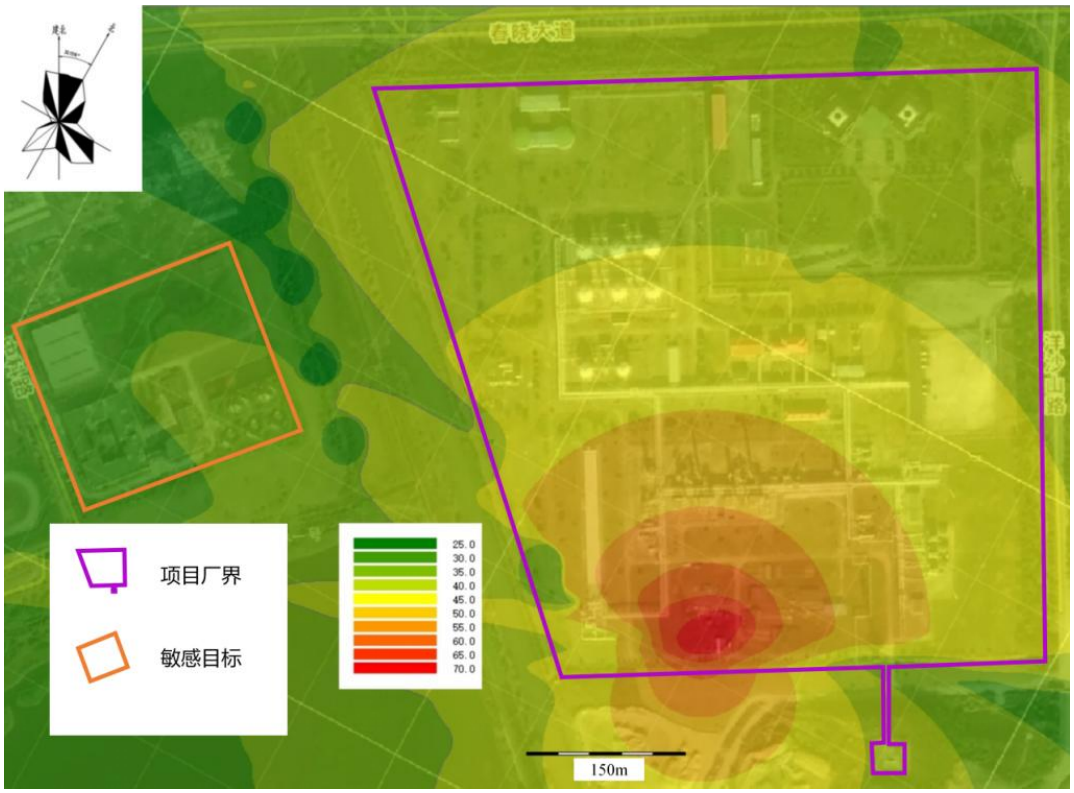



图 7.2-3 施工期间项目对声环境保护目标昼间的噪声贡献值等值线图

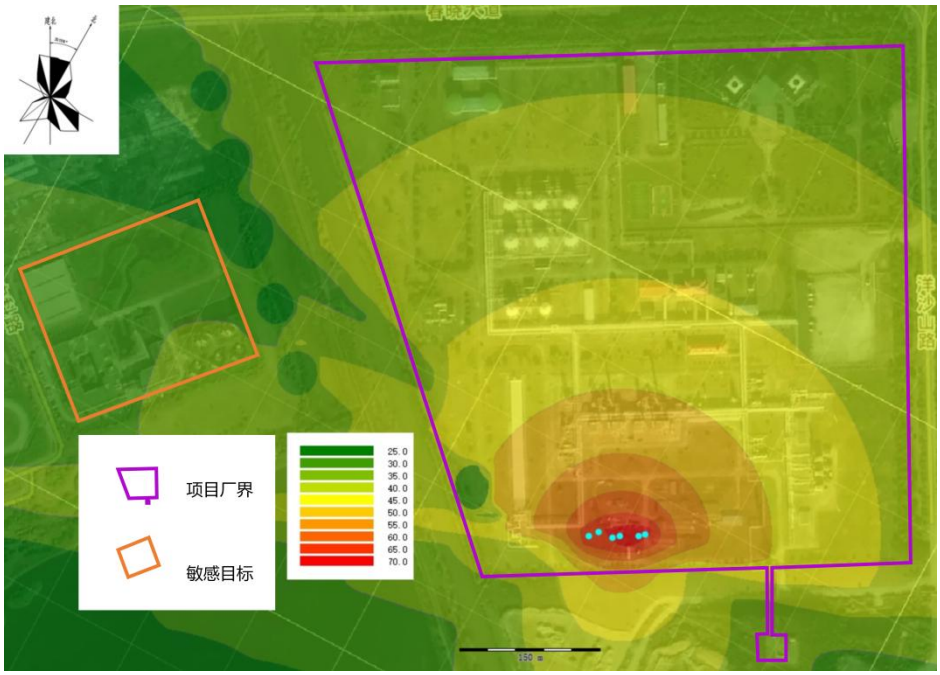



图 7.2-4 施工期间项目对声环境保护目标夜间的噪声贡献值等值线图

从预测结果可知，在施工期间，厂界噪声贡献值在昼间均达标，在停用混凝土搅拌机、混凝土翻斗车、混凝土振捣棒等设备时夜间厂界噪声贡献值均达标，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）噪声排放要求，即昼间限值 70dB(A)，夜间限值 55dB(A)。施工期间项目对声环境保护目标的噪声预测值为昼间 59.03dB(A)，夜间 47.38dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准的要求，对周围声环境影响较小。施工结束后，声环境质量将恢复到原有水平。

7.2.1.5 固体废物影响分析

a. 生活垃圾

在施工现场不设施工营地，设置移动厕所和垃圾收集箱，施工期场地范围内基本不排放生活垃圾。生活垃圾主要为就餐后的废餐盒、部分无害的废料和办公区的少量日常办公垃圾，委托专业的环卫公司进行统一清运、收集和转运，不会对环境产生明显影响。

本项目施工人数每天约为 200 人，施工期约 270 天，施工人员生活垃圾人均产生量按 1.5kg/d 计算，施工期的生活垃圾产生量约为 300kg/d。

b. 施工垃圾

本项目施工过程产生的施工垃圾主要是少量的废包装物、边角料、焊头等金属类废弃物，建筑垃圾主要是废混泥土、砂石、板材等，不属于有毒、有害

类垃圾，需在施工现场集中收集后进行回收利用或合理处置。

c. 废油漆桶、漆渣

喷漆过程中产生的废油漆桶、漆渣，属于危险废物，收集后暂存于现有项目危险废物贮存点，委托有资质的单位定期处理。

d. 废机油

施工机械维修、保养期间产生的废机油，属于危险废物，收集后暂存于现有项目危险废物贮存点，定期委托有资质的单位处理。

上述固废特别是危险废物如果处置不当会对环境产生破坏，因此施工期必须及时处置，避免堆存。施工期的施工固废均进行收集利用，对周围环境影响较小。

7.2.1.6 土壤环境影响分析

施工期，对土壤环境的影响主要来自场地平整、施工机械运行、车辆运输等活动，对土壤的占压和扰动破坏。

本项目终端建设是在现有工程场地内进行施工，场地内已经完成平整，建设阶段，施工机械运行、车辆运输等，对土壤的影响主要是占压和扰动破坏，均在终端范围内，影响范围较小，施工结束后大部分将进行硬化处理。同时施工期污染源主要包括废气、废水、噪声、固废。施工废水均可以有效收集处置，不会出现地表漫流，施工固废均定期清理并且有效处置，施工期污染物的排放是暂时的，且排放量较小，对土壤环境影响很小。因此，施工期对终端场地内土壤环境影响较小。

7.2.1.7 生态环境影响分析

厂区用地性质为工业用地，施工活动集中在厂内预留空地，无新增占地，对生态环境影响很小。

建议作业者与施工单位签订合同时明确以下几点内容，以保护区域生态环境；

（1）工程建设所需土石沙料应从正规的采购渠道购买，严禁购买非法挖

方；

（2）由于工程弃渣与废料多为塑料制品，土著微生物一般无法分解，施工期间应按时收集，遮盖贮存，防止其进入自然环境。

### 7.2.2　运营期环境影响预测与评价

#### 7.2.2.1 大气环境影响分析

a. 预测因子

依据项目工程分析，本项目排放的主要大气污染物为二氧化硫（$SO_2$）、二氧化氮（$NO_2$）、可吸入颗粒物（$PM_{10}$）、一次细颗粒物（$PM_{2.5}$）、非甲烷总烃（NMHC）。由于项目 $SO_2$ 和 $NO_X$ 年排放量之和为 46.22t/a，小于 500t/a，因此不需进行二次 $PM_{2.5}$ 的预测和评价。

因此，确定本次评价预测因子为：$SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$、NMHC。

b. 预测范围

根据估算模式计算结果，本项目的评价范围以厂区内坐标点（29.755N，121.901E）为中心，外延2.5km，形成面积为6km×6km的矩形区域。由于预测范围应覆盖评价范围，并覆盖各污染物短期浓度贡献值占标率大于10%的区域，因此最终确定预测范围与评价范围一致，为6km×6km的矩形区域，且满足覆盖本项目排放各污染物短期贡献浓度占标率为10%区域的要求。

图 7.2-5 项目大气预测范围图

c. 预测模型

本项目厂址距离岸线较近，经过 AERSCREEN 计算，不发生岸边熏烟，且项目预测范围<50km，因此本次预测进一步预测模式选用《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录 A 中推荐的 AERMOD 预测模型。

d. 预测基准年

本次评价选取 2022 年为评价基准年，预测周期为连续 1 年。

e. 预测点设置

本项目的环境空气保护目标主要为评价范围内的居民点，评价范围内无一类区。环境空气保护目标见表 7.2-4 和图 7.2-6。

表 7.2-4 环境空气保护目标表

| 名称 | 坐标（m） | | 保护对象 | 保护内容 | 环境功能区 | 相对厂址方向 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | | | | |
| 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | -527 | -357 | 居住区 | 人群 | 二类 | 西南 |
| 中国港口博物馆 | 462 | 373 | 居住区 | 人群 | 二类 | 东北 |
| 洋沙山社区 | 650 | 1206 | 居住区 | 人群 | 二类 | 东北 |
| 吉利春晓公寓 | -1037 | -741 | 居住区 | 人群 | 二类 | 西南 |
| 明月湖社区 | 1133 | 1973 | 居住区 | 人群 | 二类 | 东北 |
| 咸昶村 | -1707 | 2239 | 居住区 | 人群 | 二类 | 西北 |
| 三山村 | -2806 | 2962 | 居住区 | 人群 | 二类 | 西北 |

图 7.2-6 环境保护目标图

f.　网格点

按照导则要求，本次评价预测网格采用等间距法进行设置，网格间距设置为 50m，网格点设置见图 7.2-7。

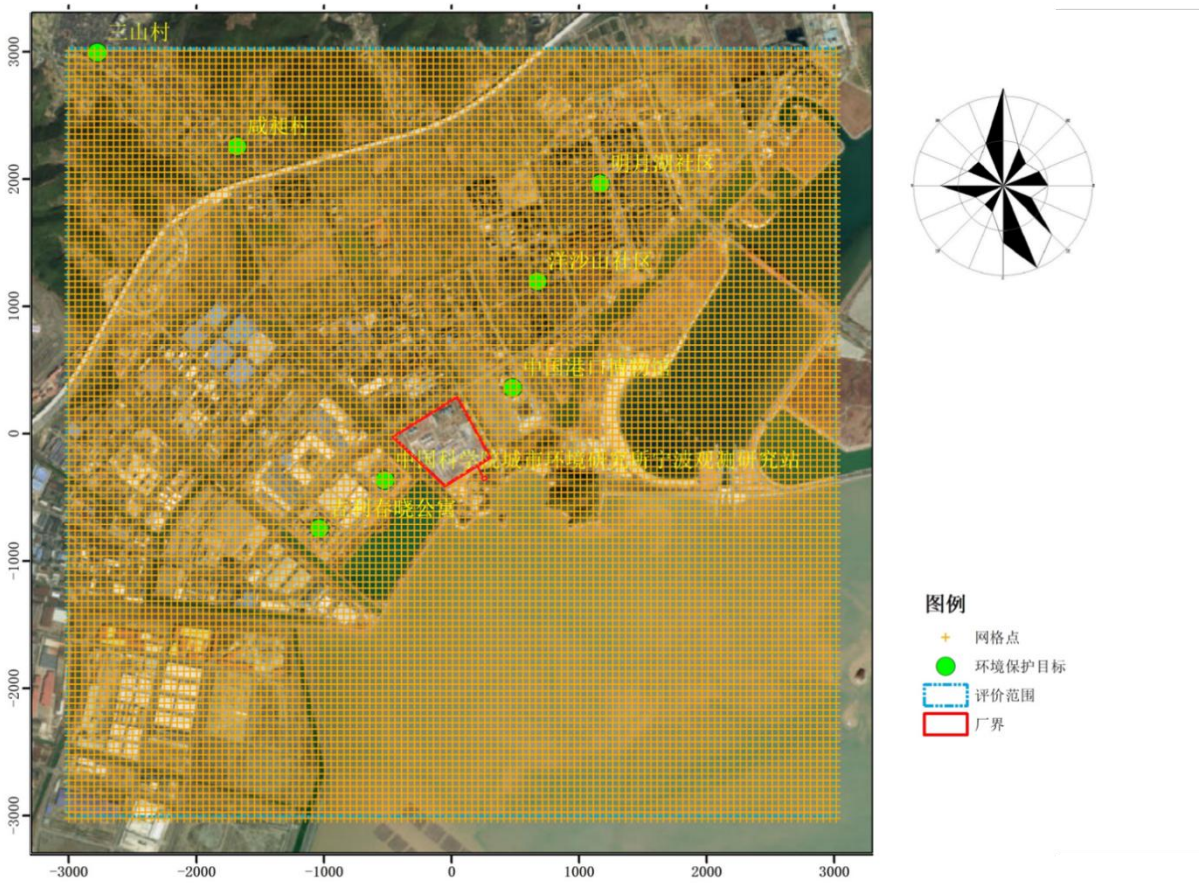



图 7.2-7 网格点设置图

g.　源强参数

根据工程分析，本项目废气污染源的种类主要为有组织排放源和无组织源。本项目废气污染源正常排放分为两种工况，不同工况下有组织污染源源强参数见表 7.2-5 和表 7.2-6；无组织污染源源强参数见表 7.2-7；筛选影响较大火炬源非正常工况污染源源强参数见表 7.2-8。

由于本项目采用基准年为 2022 年，宁波终端二期改扩建项目在 2022 年尚处于在建未投产状态，正式投产时间为 2023 年 12 月，则 2022 年长期例行监测数据未能包含宁波终端二期改扩建项目对大气环境影响情况，因此在考虑本项目排放基本污染物对大气环境的叠加影响时，将宁波终端二期改扩建项目涉及污染源作为拟在建源处理，见表 7.2-9 和表 7.2-10。

本项目特征污染物NMHC环境空气质量补充监测数据监测时间为2024年1月，已经包含宁波终端二期改扩建项目对大气环境的影响，因此在考虑本项目排放特征污染物NMHC对大气环境的叠加影响时，将宁波终端二期改扩建项目涉及污染源作为现有源处理，不再重复叠加。其它现有工程污染源排放参数见表7.2-11。

表 7.2-5 正常工况1下有组织污染源排放参数

| 编号 | 名称 | 排气筒底部中心坐标（m） | | 排气筒底部海拔高度（m） | 排气筒高度（m） | 排气筒出口内径（m） | 烟气流速（$Nm^3/h$） | 烟气温度（℃） | 年排放小时数（h） | 排放工况 | 污染物 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | X | Y | | | | | | | | 名称 | 排放速率（kg/h） |
| 1 | DA003：8500KW燃气热媒炉A烟气排放口 | 80 | -86 | 3 | 8.5 | 1.536 | 10467 | 160 | 6000 | 正常 | $PM_{10}$ | 0.0523 |
| | | | | | | | | | | | $PM_{2.5}$ | 0.02615 |
| | | | | | | | | | | | 二氧化硫 | 0.0028 |
| | | | | | | | | | | | 二氧化氮 | 0.5234 |
| | | | | | | | | | | | NMHC | 0.1632 |
| 2 | DA007：13.4MW燃驱外输压缩机C+8.5MW余热锅炉余热锅炉C烟气排放口 | 180 | -153 | 3 | 15 | 2.6 | 102292 | 250 | 6000 | 正常 | $PM_{10}$ | 0.5114 |
| | | | | | | | | | | | $PM_{2.5}$ | 0.2557 |
| | | | | | | | | | | | 二氧化硫 | 0.0121 |
| | | | | | | | | | | | 二氧化氮 | 5.114 |
| | | | | | | | | | | | NMHC | 0.7 |

注：该工况表现为DA003：8.5MW燃气热媒炉A烟气排放口投用时，表 7.2-9中DA008：7MW压缩机透平+5MW导热油余热锅炉D停用。

表 7.2-6 正常工况2下有组织污染源排放参数

| 编号 | 名称 | 排气筒底部中心坐标（m） | | 排气筒底部海拔高度（m） | 排气筒高度（m） | 排气筒出口内径（m） | 烟气流速（$Nm^3/h$） | 烟气温度（℃） | 年排放小时数（h） | 排放工况 | 污染物 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | X | Y | | | | | | | | 名称 | 排放速率（kg/h） |
| 1 | DA007：13.4MW燃驱外输压缩机C+8.5MW余热锅炉余热锅炉C烟气排放口 | 180 | -153 | 3 | 15 | 2.6 | 102292 | 250 | 2400 | 正常 | $PM_{10}$ | 0.5114 |
| | | | | | | | | | | | $PM_{2.5}$ | 0.2557 |
| | | | | | | | | | | | 二氧化硫 | 0.0121 |
| | | | | | | | | | | | 二氧化氮 | 5.114 |
| | | | | | | | | | | | NMHC | 0.7 |

注：表 7.2-9中拟在建源DW003：7MW压缩机透平或对应5MW导热油余热锅炉投用时，热媒炉A烟气排放口停用。

表 7.2-7 正常工况下无组织污染源排放参数

| 编号 | 名称 | 面源中心坐标（m） | | 面源海拔高度（m） | 面源长度（m） | 面源宽度（m） | 与正北向夹角（°） | 面源有效排放高度（m） | 年排放小时数（h） | 排放工况 | 污染物 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | X | Y | | | | | | | | 名称 | 排放速率（kg/h） |
| 1 | G1:天然气处理装置 | 41 | -290 | 3 | 152.7 | 22 | -32 | 5 | 8400 | 正常 | NMHC | 0.2414 |
| 2 | G2:外输单元 | 163 | -97 | 3 | 32.5 | 20 | -32 | 5 | 8400 | 正常 | NMHC | 0.0259 |
| 3 | G3:丙烷球罐 | -294 | -72 | 3 | 45 | 50 | -32 | 5 | 8400 | 正常 | NMHC | 0.0177 |
| 4 | G4:循环水单元 | -7 | 20 | 3 | 21.3 | 13 | -32 | 8 | 8400 | 正常 | NMHC | 0.0656 |
| 5 | G5:污水处理系统 | -213 | -221 | 3 | 37.15 | 32 | -32 | 5 | 8400 | 正常 | NMHC | 0.0615 |

表 7.2-8 非正常工况下火炬源排放参数

| 编号 | 名称 | 坐标（m） | | 火炬底部海拔（m） | 火炬等效高度（m） | 等效出口内径（m） | 烟气温度（℃） | 等效烟气流速（m/s） | 年排放小时数（h） | 频次 | 排放工况 | 污染物（kg/h） | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | X | Y | | | | | | | | | NMHC | $SO_2$ | $NO_2$ |
| 1 | 天然气预处理单元 | 245 | -334 | 14 | 89.68 | 0.93 | 1000 | 20 | 2 | 1 | 停产检修/设备维修 | 40 | 0.058 | 1080 |
| 2 | 天然气脱水单元 | 245 | -334 | 14 | 93.82 | 1.82 | 1000 | 20 | 1.1 | 1 | 停产检修/设备维修 | 10 | 0.015 | 270 |
| 3 | 天然气制冷单元 | 245 | -334 | 14 | 91.34 | 1.29 | 1000 | 20 | 2 | 2 | 停产检修/设备维修 | 8 | 0.0115 | 216 |
| 4 | 天然气分馏单元 | 245 | -334 | 14 | 187.08 | 23.53 | 1000 | 20 | 0.2 | 5 | 设备运转异常 | 2 | 0.003 | 54 |
| 5 | 外输计量系统 | 245 | -334 | 14 | 92.23 | 1.48 | 1000 | 20 | 0.1 | 2 | 设备运转异常 | 20 | 0.03 | 540 |
| 6 | 丙烷储存系统 | 245 | -334 | 14 | 158.35 | 16.65 | 1000 | 20 | 10 | 1 | 压力容器检验 | 6.75 | 0 | 182.25 |

表 7.2-9 宁波终端二期改扩建项目拟在建有组织污染源排放参数

| 编号 | 名称 | 排气筒底部中心坐标（m） | | 排气筒底部海拔高度（m） | 排气筒高度（m） | 排气筒出口内径（m） | 烟气流速（$Nm^3/h$） | 烟气温度（℃） | 年排放小时数（h） | 排放工况 | 污染物 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | X | Y | | | | | | | | 名称 | 排放速率（kg/h） |
| 1 | DA001：13.4MW压缩机透平+8.5MW导热油余热锅炉A | 199 | -104 | 3 | 15 | 2.6 | 102292.03 | 250 | 8400 | 正常 | $PM_{10}$ | 0.5114 |
| | | | | | | | | | | | $PM_{2.5}$ | 0.2557 |
| | | | | | | | | | | | 二氧化硫 | 0.0121 |
| | | | | | | | | | | | 二氧化氮 | 5.114 |
| | | | | | | | | | | | NMHC | 0.1028 |
| 2 | DA002：13.4MW压缩机透平+8.5MW导热油余热锅炉B | 213 | -130 | 3 | 15 | 2.6 | 102292.03 | 250 | 8400 | 正常 | $PM_{10}$ | 0.5114 |
| | | | | | | | | | | | $PM_{2.5}$ | 0.2557 |
| | | | | | | | | | | | 二氧化硫 | 0.0121 |
| | | | | | | | | | | | 二氧化氮 | 5.114 |
| | | | | | | | | | | | NMHC | 0.1028 |
| 3 | DA008：7MW压缩机透平+5MW导热油余热锅炉D | 213 | -148 | 3 | 15 | 2.68 | 74400 | 350 | 2400 | 正常 | $PM_{10}$ | 0.372 |
| | | | | | | | | | | | $PM_{2.5}$ | 0.186 |
| | | | | | | | | | | | 二氧化硫 | 0.0060 |
| | | | | | | | | | | | 二氧化氮 | 3.72 |
| | | | | | | | | | | | NMHC | 0.0511 |

注：(1)DA008：7MW压缩机透平+5MW导热油余热锅炉D投用时，表 7.2-5中污染源DA003：热媒单元热媒炉A烟气排放口停用；DA008：7MW压缩机透平+5MW导热油余热锅炉D投用时，停用时，表 7.2-5中污染源DA003：热媒单元热媒炉A烟气排放口投用。

(2)对于本项目排放基本污染物，宁波终端二期改扩建项目有组织污染源为拟在建源；对于本项目排放特征污染物，宁波终端二期改扩建项目有组织污染源为现有源。

表 7.2-10 宁波终端二期改扩建项目拟在建无组织污染源排放参数

| 编号 | 名称 | 面源中心坐标（m） | | 面源海拔高度（m） | 面源长度（m） | 面源宽度（m） | 与正北向夹角（°） | 面源有效排放高度（m） | 年排放小时数（h） | 排放工况 | 污染物 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | X | Y | | | | | | | | 名称 | 排放速率（kg/h） |
| 1 | 天然气处理装置 | 58 | -261 | 3 | 151.6 | 61 | -32 | 29 | 8400 | 正常 | NMHC | 0.0858 |
| 2 | 外输及导热油系统 | 197 | -151 | 3 | 64 | 88.78 | -32 | 19 | 8400 | 正常 | NMHC | 0.0491 |
| 3 | 轻烃球罐罐区 | -271 | -120 | 3 | 45 | 50 | -32 | 15 | 8400 | 正常 | NMHC | 0.0177 |
| 4 | 分子筛干燥系统改造单元 | 16 | -175 | 3 | 235 | 101 | -32 | 21 | 8400 | 正常 | NMHC | 0.0206 |
| 5 | 循环冷却水单元 | 8 | 23 | 3 | 36 | 30 | -32 | 5 | 8400 | 正常 | NMHC | 0.08 |
| 6 | 生产水处理系统 | -227 | -211 | 3 | 26 | 18 | -32 | 0.5 | 8400 | 正常 | NMHC | 0.0408 |

注：对于本项目排放基本污染物，宁波终端二期改扩建项目无组织污染源为拟在建源；对于本项目排放特征污染物，宁波终端二期改扩建项目无组织污染源为现有源。

表 7.2-11 现有工程污染源排放参数

| 编号 | 名称 | 面源中心坐标（m） | | 面源海拔高度（m） | 面源长度（m） | 面源宽度（m） | 与正北向夹角（°） | 面源有效排放高度（m） | 年排放小时数（h） | 排放工况 | 污染物 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | X | Y | | | | | | | | 名称 | 排放速率（kg/h） |
| 1 | 天然气处理装置 | 16 | -175 | 3 | 235 | 101 | -32 | 21 | 8400 | 正常 | NMHC | 0.3017 |
| 2 | 外输计量系统 | 197 | 151 | 3 | 64 | 88.78 | -32 | 19 | 8400 | 正常 | NMHC | 0.1542 |
| 3 | 球罐区 | -172 | -84 | 3 | 100 | 158 | -32 | 15 | 8400 | 正常 | NMHC | 0.5468 |
| 4 | 装车区 | 121 | 35 | 3 | 235 | 101 | -32 | 3.5 | 8400 | 正常 | NMHC | 0.1481 |

h. AERMOD模型参数设置

● 气象数据

本项目地面气象数据选择距离厂址最近的北仑气象站，站点信息见表 7.2-12。收集 2022 年的气象要素包括风速、风向、总云量、低云量和气温。其中，总云量和低云量为每天 8、11、14、17、20 五个小时数据插值。

表 7.2-12 地面气象站数据信息

| 气象站名称 | 气象站编号 | 气象站等级 | 气象站坐标 | | 相对距离（km） | 海拔高度（m） | 数据年份 | 气象要素 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 经度 | 纬度 | | | | |
| 北仑 | 58563 | 一般站 | 121.8333 | 29.8833 | 15.7 | 5 | 2022 | 风向、风速、总云量、低云量、气温 |

高空数据为中尺度气象模型 WRF 模拟数据，数据为每天 0、4、8、12、16、20 时的数据，站点信息见表 7.2-13。

表 7.2-13 高空气象站数据信息

| 模拟站坐标 | | 相对距离（km） | 数据年份 | 模拟气象要素 | 模拟方式 |
|---|---|---|---|---|---|
| 经度 | 纬度 | | | | |
| 121.9879 | 29.6031 | 18.9 | 2022 | 每天0、4、8、12、16、20时不同等压面上的气压、离地高度、温度、风向风速 | 中尺度气象模式WRF |

本项目气象站点所在位置见图 7.2-8。

图 7.2-8 气象站点位

● 地形数据

本次大气评价地形数据采用 SRTM3 数据，数据分辨率为 90m，数据格式为 DEM 格式，数据范围为左下角坐标（-28667，-28397），右上角坐标（28444，28411）的矩形，评价范围内地形图见图 7.2-9。

图 7.2-9 评价范围地形

● 地表参数

根据项目周边 3km 内的土地利用现状和 AERMET 地表划分类别，将预测范围划分为 2 个扇区，确定地表类型分别为城市和水面。气候类型为潮湿气候。地表特征参数按季划分。

表 7.2-14 土地利用扇区划分表

| 编号 | 范围° | 土地利用类型 |
|---|---|---|
| 1 | 200-54 | 城市 |
| 2 | 54-200 | 水面 |

图 7.2-10 土地利用山区划分

表 7.2-15 土地利用数据

| 扇区 | 时段 | 正午反照率 | BOWEN | 粗糙度 |
|---|---|---|---|---|
| 200-54 | 春季 | 0.14 | 0.5 | 1 |
| | 夏季 | 0.16 | 1 | 1 |
| | 秋季 | 0.18 | 1 | 1 |
| | 冬季 | 0.35 | 0.5 | 1 |
| 54-200 | 春季 | 0.12 | 0.1 | 0.0001 |
| | 夏季 | 0.1 | 0.1 | 0.0001 |
| | 秋季 | 0.14 | 0.1 | 0.0001 |
| | 冬季 | 0.2 | 0.3 | 0.0001 |

- 其他参数

本项目预测考虑城市效应，厂区所在区域为城市规划区，人口数设置为市域人口总数 829448 人，项目周边 3km 范围内城市规划见图 7.2-11。

图 7.2-11 项目周边城市规划

本次预测不考虑建筑物下洗，不考虑颗粒物干湿沉降，不考虑气态污染物转化。

i. 预测及评价内容

本项目所属地区为达标区域，按照《环境影响评价技术导则—大气环境》（HJ2.2—2018）第 8.7.1 条中达标区的评价项目进行评价，预测及评价内容见表 7.2-16。由于本项目新增源 DA003：热媒单元热媒炉 A 烟气排放口分两种正常工况下运行，即当表 7.2-9 中 DA008：7MW 压缩机透平+5MW 导热油余热锅炉 D 投用时，本项目 DA003 停用；当表 7.2-9 中 DA008：7MW 压缩机透平+5MW 导热油余热锅炉 D 停用时，本项目 DA003 投用。因此本项目对于大气环境的贡献、叠加影响以及厂界、环境防护距离的预测分两种工况考虑。

已知本项目采用基准年为 2022 年，宁波终端二期改扩建项目在 2022 年尚处于在建未投产状态，正式投产时间为 2023 年 12 月，则 2022 年长期例行监测数据未能包含宁波终端二期改扩建项目对大气环境影响情况，因此在考虑本项目排放基本污染物对大气环境的叠加影响时，将宁波终端二期改扩建项目涉及污染源作为拟在建源处理。

本项目特征污染物 NMHC 环境空气质量补充监测数据监测时间为 2024 年 1 月，已经包含宁波终端二期改扩建项目对大气环境的影响，因此在考虑本项目排放特征污染物 NMHC 对大气环境的叠加影响时，将宁波终端二期改扩建项目涉及污染源作为现有源处理，不再重复叠加。

表 7.2-16 预测及评价内容一览表

| 评价对象 | 工况 | 污染源 | 排放形式 | 预测因子 | 预测内容 | 评价内容 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 环境空气质量影响 | 工况1 (DA003投用，DA008停用) | 新增污染源 | 正常排放 | $SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$、NMHC | 短期浓度长期浓度 | 最大浓度占标率 |
| | | | 正常排放 | $SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$、NMHC | 短期浓度长期浓度 | 叠加环境质量现状浓度后的保证率日平均质量浓度和年平均质量浓度的占标率，或短期浓度的达标情况 |
| | | 新增污染源+厂区内拟在建源+现有工程污染源 | 正常排放 | $SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、NMHC | 短期浓度 | 最大厂界浓度占标率 |
| | | | 正常排放 | $SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$、NMHC | 短期浓度 | 大气环境防护距离 |
| | 工况2 (DA003停 | 新增污染源 | 正常排放 | $SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$、NMHC | 短期浓度长期浓度 | 最大浓度占标率 |

| 评价对象 | 工况 | 污染源 | 排放形式 | 预测因子 | 预测内容 | 评价内容 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 用，DA008投用) | | 正常排放 | $SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$、NMHC | 短期浓度长期浓度 | 叠加环境质量现状浓度后的保证率日平均质量浓度和年平均质量浓度的占标率，或短期浓度的达标情况 |
| | | 新增污染源+厂区内拟在建源+现有工程污染源 | 正常排放 | $SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、NMHC | 短期浓度 | 最大厂界浓度占标率 |
| | | | 正常排放 | $SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$、NMHC | 短期浓度 | 大气环境防护距离 |
| | 非正常工况 | 新增污染源 | 非正常排放 | $SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$、NMHC | 1h平均质量浓度 | 最大浓度占标率 |

注：（1）DA003为本项目新增源8.5MW燃气热媒炉A烟气排放口，DA008为宁波终端二期改扩建项目有组织源7MW压缩机透平+5MW导热油余热锅炉D。

（2）对于本项目排放基本污染物，宁波终端二期改扩建项目涉及污染源为拟在建源；对于本项目排放特征污染物，宁波终端二期改扩建项目涉及污染源为现有源。

j. 预测结果及分析

● 本项目贡献值预测结果及分析

（1） 正常工况

① $SO_2$浓度贡献值预测结果及分析

本项目 $SO_2$ 对关心点及网格点最大小时、日均及年均浓度贡献值见表 7.2-17。

根据预测结果，网格点接收到 $SO_2$ 小时、日均及年均最大浓度贡献值分别为 6.63E-02μg/m³、2.06E-02μg/m³、2.28E-03μg/m³，占标率分别为 0.0133%、0.0137%、0.0038%。

$SO_2$ 在各环境空气保护目标的小时最大质量浓度贡献值在 1.03E-02μg/m³～1.83E-02μg/m³ 之间，占二级标准范围为 0.0021%～0.0037%。

$SO_2$ 在各环境空气保护目标的日均最大质量浓度贡献值在 1.57E-03μg/m³～4.48E-03μg/m³ 之间，占二级标准范围为 0.0010%～0.0030%。

$SO_2$ 在各环境空气保护目标的年均最大质量浓度贡献值在 3.00E-04μg/m³～7.70E-04μg/m³ 之间，占二级标准范围为 0.0005%～0.0013%。

表 7.2-17 $SO_2$本项目贡献质量浓度预测结果

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 最大贡献值（μg/m³） | 出现时间 | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $SO_2$ | 中国科学院城市环境 | 1小时 | 1.62E-02 | 2022/03/21 03时 | 0.0032 | 达标 |

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 最大贡献值（μg/m³） | 出现时间 | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 研究所宁波观测研究站 | 日平均 | 4.48E-03 | 2022/03/21 | 0.0030 | 达标 |
| | | 年均 | 7.70E-04 | / | 0.0013 | 达标 |
| | 中国港口博物馆 | 1小时 | 1.03E-02 | 2022/08/27 22时 | 0.0021 | 达标 |
| | | 日平均 | 2.53E-03 | 2022/06/28 | 0.0017 | 达标 |
| | | 年均 | 5.30E-04 | / | 0.0009 | 达标 |
| | 洋沙山社区 | 1小时 | 1.71E-02 | 2022/09/10 02时 | 0.0034 | 达标 |
| | | 日平均 | 2.76E-03 | 2022/09/25 | 0.0018 | 达标 |
| | | 年均 | 4.80E-04 | / | 0.0008 | 达标 |
| | 吉利春晓公寓 | 1小时 | 1.83E-02 | 2022/07/04 03时 | 0.0037 | 达标 |
| | | 日平均 | 3.92E-03 | 2022/03/21 | 0.0026 | 达标 |
| | | 年均 | 6.30E-04 | / | 0.0011 | 达标 |
| | 明月湖社区 | 1小时 | 1.11E-02 | 2022/03/10 01时 | 0.0022 | 达标 |
| | | 日平均 | 1.57E-03 | 2022/11/15 | 0.0010 | 达标 |
| | | 年均 | 3.00E-04 | / | 0.0005 | 达标 |
| | 咸昶村 | 1小时 | 1.50E-02 | 2022/08/11 24时 | 0.0030 | 达标 |
| | | 日平均 | 4.05E-03 | 2022/03/11 | 0.0027 | 达标 |
| | | 年均 | 6.40E-04 | / | 0.0011 | 达标 |
| | 三山村 | 1小时 | 1.09E-02 | 2022/07/31 20时 | 0.0022 | 达标 |
| | | 日平均 | 2.56E-03 | 2022/08/02 | 0.0017 | 达标 |
| | | 年均 | 4.00E-04 | / | 0.0007 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(300,-250) | 1小时 | 6.63E-02 | 2022/09/14 21时 | 0.0133 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(200,-250) | 日平均 | 2.06E-02 | 2022/09/05 | 0.0137 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(200,-250) | 年均 | 2.28E-03 | / | 0.0038 | 达标 |

② $NO_2$浓度贡献值预测结果及分析

本项目 $NO_2$ 对关心点及网格点最大小时、日均及年均浓度贡献值见表 7.2-18。

根据预测结果，网格点接收到 $NO_2$ 小时、日均及年均最大浓度贡献值分别为 27.60μg/m³、6.54μg/m³、0.597μg/m³，占标率分别为 13.80%、8.18%、1.49%。

$NO_2$ 在各环境空气保护目标的小时最大质量浓度贡献值在 3.13μg/m³～5.62μg/m³ 之间，占二级标准范围为 1.57%～2.81%。

$NO_2$ 在各环境空气保护目标的日均最大质量浓度贡献值在 0.52μg/m³～1.36μg/m³ 之间，占二级标准范围为 0.65%～1.70%。

$NO_2$ 在各环境空气保护目标的年均最大质量浓度贡献值在 0.10μg/m³～0.22μg/m³ 之间，占二级标准范围为 0.25%～0.55%。

表 7.2-18 $NO_2$本项目贡献质量浓度预测结果

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 最大贡献值（μg/m³） | 出现时间 | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $NO_2$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 1小时 | 4.980 | 2022/06/08 21时 | 2.49 | 达标 |
| | | 日平均 | 1.360 | 2022/05/23 | 1.70 | 达标 |
| | | 年均 | 0.219 | / | 0.55 | 达标 |
| | 中国港口博物馆 | 1小时 | 3.490 | 2022/08/27 22时 | 1.75 | 达标 |
| | | 日平均 | 0.711 | 2022/10/08 | 0.89 | 达标 |
| | | 年均 | 0.159 | / | 0.40 | 达标 |
| | 洋沙山社区 | 1小时 | 5.410 | 2022/03/10 01时 | 2.71 | 达标 |
| | | 日平均 | 0.982 | 2022/09/25 | 1.23 | 达标 |
| | | 年均 | 0.155 | / | 0.39 | 达标 |
| | 吉利春晓公寓 | 1小时 | 5.620 | 2022/07/04 03时 | 2.81 | 达标 |
| | | 日平均 | 1.130 | 2022/03/21 | 1.41 | 达标 |
| | | 年均 | 0.199 | / | 0.50 | 达标 |
| | 明月湖社区 | 1小时 | 3.810 | 2022/03/10 01时 | 1.91 | 达标 |
| | | 日平均 | 0.523 | 2022/09/25 | 0.65 | 达标 |
| | | 年均 | 0.099 | / | 0.25 | 达标 |
| | 咸昶村 | 1小时 | 4.240 | 2022/07/15 22时 | 2.12 | 达标 |
| | | 日平均 | 1.220 | 2022/03/11 | 1.53 | 达标 |
| | | 年均 | 0.201 | / | 0.50 | 达标 |
| | 三山村 | 1小时 | 3.130 | 2022/04/25 23时 | 1.57 | 达标 |
| | | 日平均 | 0.763 | 2022/08/02 | 0.95 | 达标 |
| | | 年均 | 0.129 | / | 0.32 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(300,-150) | 1小时 | 27.600 | 2022/09/14 21时 | 13.80 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(300,-200) | 日平均 | 6.540 | 2022/09/05 | 8.18 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(200,-250) | 年均 | 0.597 | / | 1.49 | 达标 |

③　$PM_{10}$浓度贡献值预测结果及分析

本项目 $PM_{10}$ 对关心点及网格点最大日均及年均浓度贡献值见表 7.2-19。

根据预测结果，网格点接收到$PM_{10}$日均及年均最大浓度贡献值分别为0.654μg/m³、0.060μg/m³，占标率分别为0.436%、0.085%。

$PM_{10}$在各环境空气保护目标的日均最大质量浓度贡献值在0.052μg/m³～0.136μg/m³之间，占二级标准范围为0.035%～0.091%。

$PM_{10}$ 在各环境空气保护目标的年均最大质量浓度贡献值在 0.010μg/m³～0.022μg/m³ 之间，占二级标准范围为 0.014%～0.031%。

表 7.2-19 $PM_{10}$本项目贡献质量浓度预测结果

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 最大贡献值（μg/m³） | 出现时间 | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $PM_{10}$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 日平均 | 0.136 | 2022/05/23 | 0.091 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.022 | / | 0.031 | 达标 |
| | 中国港口博物馆 | 日平均 | 0.071 | 2022/10/08 | 0.047 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.016 | / | 0.023 | 达标 |
| | 洋沙山社区 | 日平均 | 0.098 | 2022/09/25 | 0.065 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.016 | / | 0.022 | 达标 |
| | 吉利春晓公寓 | 日平均 | 0.113 | 2022/03/21 | 0.075 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.020 | / | 0.028 | 达标 |
| | 明月湖社区 | 日平均 | 0.052 | 2022/09/25 | 0.035 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.010 | / | 0.014 | 达标 |
| | 咸昶村 | 日平均 | 0.122 | 2022/03/11 | 0.081 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.020 | / | 0.029 | 达标 |
| | 三山村 | 日平均 | 0.076 | 2022/08/02 | 0.051 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.013 | / | 0.018 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(300,-200) | 日平均 | 0.654 | 2022/09/05 | 0.436 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(200,-250) | 年平均 | 0.060 | / | 0.085 | 达标 |

④　$PM_{2.5}$浓度贡献值预测结果及分析

本项目 $PM_{2.5}$对关心点及网格点最大日均及年均浓度贡献值见表 7.2-20。

根据预测结果，网格点接收到$PM_{2.5}$日均及年均最大浓度贡献值分别为0.327μg/m³、0.030μg/m³，占标率分别为0.436%、0.085%。

$PM_{2.5}$在各环境空气保护目标的日均最大质量浓度贡献值在0.026μg/m³～0.068μg/m³之间，占二级标准范围为0.035%～0.091%。

$PM_{2.5}$在各环境空气保护目标的年均最大质量浓度贡献值在 0.005μg/m³～0.011μg/m³之间，占二级标准范围为 0.014%～0.031%。

表 7.2-20 $PM_{2.5}$本项目贡献质量浓度预测结果

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 最大贡献值（μg/m³） | 出现时间 | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $PM_{2.5}$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 日平均 | 0.068 | 2022/05/23 | 0.091 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.011 | / | 0.031 | 达标 |
| | 中国港口博物馆 | 日平均 | 0.036 | 2022/10/08 | 0.047 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.008 | / | 0.023 | 达标 |
| | 洋沙山社区 | 日平均 | 0.049 | 2022/09/25 | 0.065 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.008 | / | 0.022 | 达标 |
| | 吉利春晓公寓 | 日平均 | 0.057 | 2022/03/21 | 0.076 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.010 | / | 0.028 | 达标 |

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 最大贡献值（μg/m³） | 出现时间 | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 明月湖社区 | 日平均 | 0.026 | 2022/09/25 | 0.035 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.005 | / | 0.014 | 达标 |
| | 咸昶村 | 日平均 | 0.061 | 2022/03/11 | 0.081 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.010 | / | 0.029 | 达标 |
| | 三山村 | 日平均 | 0.038 | 2022/08/02 | 0.051 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.006 | / | 0.018 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(300,-200) | 日平均 | 0.327 | 2022/09/05 | 0.436 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(200,-250) | 年平均 | 0.030 | / | 0.085 | 达标 |

⑤　NMHC浓度贡献值预测结果及分析

本项目 NMHC 对关心点及网格点最大小时浓度贡献值见表 7.2-21。

根据预测结果，网格点接收到NMHC小时最大浓度贡献值为171.50μg/m³，占标率为8.57%。

NMHC 在各环境空气保护目标的小时最大质量浓度贡献值在 2.59μg/m³～45.62μg/m³ 之间，占二级标准范围为 0.13%～2.28%。

表 7.2-21 NMHC本项目贡献质量浓度预测结果

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 最大贡献值（μg/m³） | 出现时间 | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| NMHC | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 1小时 | 45.62 | 2022/07/12 02时 | 2.28 | 达标 |
| | 中国港口博物馆 | 1小时 | 10.21 | 2022/07/20 24时 | 0.51 | 达标 |
| | 洋沙山社区 | 1小时 | 8.00 | 2022/08/27 22时 | 0.40 | 达标 |
| | 吉利春晓公寓 | 1小时 | 20.42 | 2022/01/27 05时 | 1.02 | 达标 |
| | 明月湖社区 | 1小时 | 2.59 | 2022/07/18 24时 | 0.13 | 达标 |
| | 咸昶村 | 1小时 | 7.17 | 2022/09/30 02时 | 0.36 | 达标 |
| | 三山村 | 1小时 | 4.75 | 2022/06/05 01时 | 0.24 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(150,-400) | 1小时 | 171.50 | 2022/02/06 22时 | 8.57 | 达标 |

（2）　正常工况2

①　$SO_2$浓度贡献值预测结果及分析

本项目 $SO_2$ 对关心点及网格点最大小时、日均及年均浓度贡献值见表 7.2-22。

根据预测结果，网格点接收到 $SO_2$ 小时、日均及年均最大浓度贡献值分别为 6.45E-02μg/m³、1.18E-02μg/m³、8.10E-04μg/m³，占标率分别为 0.01290%、0.00787%、0.00135%。

$SO_2$在各环境空气保护目标的小时最大质量浓度贡献值在5.34E-03μg/m³～9.67E-03μg/m³之间，占二级标准范围为0.00107%～0.00193%。

$SO_2$在各环境空气保护目标的日均最大质量浓度贡献值在1.10E-03μg/m³～2.39E-03μg/m³之间，占二级标准范围为0.00073%～0.00159%。

$SO_2$在各环境空气保护目标的年均最大质量浓度贡献值在1.80E-04μg/m³～3.50E-04μg/m³之间，占二级标准范围为0.00030%～0.00058%。

表7.2-22 $SO_2$本项目贡献质量浓度预测结果

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 最大贡献值（μg/m³） | 出现时间 | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $SO_2$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 1小时 | 8.72E-03 | 2022/05/23 21时 | 0.00174 | 达标 |
| | | 日平均 | 2.39E-03 | 2022/05/23 | 0.00159 | 达标 |
| | | 年均 | 3.10E-04 | / | 0.00052 | 达标 |
| | 中国港口博物馆 | 1小时 | 6.65E-03 | 2022/08/27 22时 | 0.00133 | 达标 |
| | | 日平均 | 1.28E-03 | 2022/09/25 | 0.00085 | 达标 |
| | | 年均 | 2.50E-04 | / | 0.00042 | 达标 |
| | 洋沙山社区 | 1小时 | 9.67E-03 | 2022/03/10 01时 | 0.00193 | 达标 |
| | | 日平均 | 1.97E-03 | 2022/09/25 | 0.00131 | 达标 |
| | | 年均 | 2.80E-04 | / | 0.00047 | 达标 |
| | 吉利春晓公寓 | 1小时 | 9.62E-03 | 2022/03/21 03时 | 0.00192 | 达标 |
| | | 日平均 | 1.70E-03 | 2022/03/21 | 0.00113 | 达标 |
| | | 年均 | 3.50E-04 | / | 0.00058 | 达标 |
| | 明月湖社区 | 1小时 | 7.40E-03 | 2022/03/10 01时 | 0.00148 | 达标 |
| | | 日平均 | 1.10E-03 | 2022/09/25 | 0.00073 | 达标 |
| | | 年均 | 1.80E-04 | / | 0.00030 | 达标 |
| | 咸昶村 | 1小时 | 6.83E-03 | 2022/02/20 24时 | 0.00137 | 达标 |
| | | 日平均 | 1.96E-03 | 2022/03/11 | 0.00131 | 达标 |
| | | 年均 | 3.40E-04 | / | 0.00057 | 达标 |
| | 三山村 | 1小时 | 5.34E-03 | 2022/07/03 03时 | 0.00107 | 达标 |
| | | 日平均 | 1.21E-03 | 2022/08/02 | 0.00081 | 达标 |
| | | 年均 | 2.30E-04 | / | 0.00038 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(300,-150) | 1小时 | 6.45E-02 | 2022/09/14 21时 | 0.01290 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(350,-200) | 日平均 | 1.18E-02 | 2022/09/05 | 0.00787 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(200,-300) | 年均 | 8.10E-04 | / | 0.00135 | 达标 |

② $NO_2$浓度贡献值预测结果及分析

本项目$NO_2$对关心点及网格点最大小时、日均及年均浓度贡献值见表7.2-23表7.2-23。

根据预测结果，网格点接收到$NO_2$小时、日均及年均最大浓度贡献值分别

为 27.30μg/m³、5.00μg/m³、0.342μg/m³，占标率分别为 13.65%、6.25%、0.86%。

$NO_2$ 在各环境空气保护目标的小时最大质量浓度贡献值在 2.26μg/m³～4.09μg/m³ 之间，占二级标准范围为 1.13%～2.05%。

$NO_2$ 在各环境空气保护目标的日均最大质量浓度贡献值在 0.46μg/m³～1.01μg/m³ 之间，占二级标准范围为 0.58%～1.26%。

$NO_2$ 在各环境空气保护目标的年均最大质量浓度贡献值在 0.08μg/m³～0.15μg/m³ 之间，占二级标准范围为 0.19%～0.37%。

表 7.2-23 $NO_2$本项目贡献质量浓度预测结果

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 最大贡献值（μg/m³） | 出现时间 | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $NO_2$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 1小时 | 3.690 | 2022/05/23 21时 | 1.85 | 达标 |
| | | 日平均 | 1.010 | 2022/05/23 | 1.26 | 达标 |
| | | 年均 | 0.132 | / | 0.33 | 达标 |
| | 中国港口博物馆 | 1小时 | 2.810 | 2022/08/27 22时 | 1.41 | 达标 |
| | | 日平均 | 0.542 | 2022/09/25 | 0.68 | 达标 |
| | | 年均 | 0.106 | / | 0.27 | 达标 |
| | 洋沙山社区 | 1小时 | 4.090 | 2022/03/10 01时 | 2.05 | 达标 |
| | | 日平均 | 0.834 | 2022/09/25 | 1.04 | 达标 |
| | | 年均 | 0.118 | / | 0.30 | 达标 |
| | 吉利春晓公寓 | 1小时 | 4.060 | 2022/03/21 03时 | 2.03 | 达标 |
| | | 日平均 | 0.718 | 2022/03/21 | 0.90 | 达标 |
| | | 年均 | 0.147 | / | 0.37 | 达标 |
| | 明月湖社区 | 1小时 | 3.130 | 2022/03/10 01时 | 1.57 | 达标 |
| | | 日平均 | 0.464 | 2022/09/25 | 0.58 | 达标 |
| | | 年均 | 0.078 | / | 0.19 | 达标 |
| | 咸昶村 | 1小时 | 2.890 | 2022/02/20 24时 | 1.45 | 达标 |
| | | 日平均 | 0.828 | 2022/03/11 | 1.04 | 达标 |
| | | 年均 | 0.145 | / | 0.36 | 达标 |
| | 三山村 | 1小时 | 2.260 | 2022/07/03 03时 | 1.13 | 达标 |
| | | 日平均 | 0.511 | 2022/08/02 | 0.64 | 达标 |
| | | 年均 | 0.098 | / | 0.24 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(300,-150) | 1小时 | 27.300 | 2022/09/14 21时 | 13.65 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(350,-200) | 日平均 | 5.000 | 2022/09/05 | 6.25 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(200,-300) | 年均 | 0.342 | / | 0.86 | 达标 |

③　$PM_{10}$浓度贡献值预测结果及分析

本项目 $PM_{10}$ 对关心点及网格点最大日均及年均浓度贡献值见表 7.2-24。

根据预测结果，网格点接收到 $PM_{10}$ 日均及年均最大浓度贡献值分别为

0.500μg/m³、0.034μg/m³，占标率分别为 0.333%、0.049%。

$PM_{10}$ 在各环境空气保护目标的日均最大质量浓度贡献值在 0.046μg/m³～0.101μg/m³ 之间，占二级标准范围为 0.031%～0.067%。

$PM_{10}$ 在各环境空气保护目标的年均最大质量浓度贡献值在 0.008μg/m³～0.015μg/m³ 之间，占二级标准范围为 0.011%～0.021%。

表 7.2-24 $PM_{10}$本项目贡献质量浓度预测结果

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 最大贡献值（μg/m³） | 出现时间 | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $PM_{10}$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 日平均 | 0.101 | 2022/05/23 | 0.067 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.013 | / | 0.019 | 达标 |
| | 中国港口博物馆 | 日平均 | 0.054 | 2022/09/25 | 0.036 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.011 | / | 0.015 | 达标 |
| | 洋沙山社区 | 日平均 | 0.083 | 2022/09/25 | 0.056 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.012 | / | 0.017 | 达标 |
| | 吉利春晓公寓 | 日平均 | 0.072 | 2022/03/21 | 0.048 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.015 | / | 0.021 | 达标 |
| | 明月湖社区 | 日平均 | 0.046 | 2022/09/25 | 0.031 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.008 | / | 0.011 | 达标 |
| | 咸昶村 | 日平均 | 0.083 | 2022/03/11 | 0.055 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.015 | / | 0.021 | 达标 |
| | 三山村 | 日平均 | 0.051 | 2022/08/02 | 0.034 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.010 | / | 0.014 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(350,-200) | 日平均 | 0.500 | 2022/09/05 | 0.333 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(200,-300) | 年平均 | 0.034 | / | 0.049 | 达标 |

④　$PM_{2.5}$浓度贡献值预测结果及分析

本项目 $PM_{2.5}$ 对关心点及网格点最大日均及年均浓度贡献值见表 7.2-25。

根据预测结果，网格点接收到 $PM_{2.5}$ 日均及年均最大浓度贡献值分别为 0.250μg/m³、0.017μg/m³，占标率分别为 0.333%、0.049%。

$PM_{2.5}$ 在各环境空气保护目标的日均最大质量浓度贡献值在 0.023μg/m³~0.051μg/m³ 之间，占二级标准范围为 0.031%~0.067%。

$PM_{2.5}$ 在各环境空气保护目标的年均最大质量浓度贡献值在 0.004μg/m³~0.007μg/m³ 之间，占二级标准范围为 0.011%~0.021%。

表 7.2-25 $PM_{2.5}$本项目贡献质量浓度预测结果

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 最大贡献值（μg/m³） | 出现时间 | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 最大贡献值（μg/m³） | 出现时间 | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $PM_{2.5}$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 日平均 | 0.051 | 2022/05/23 | 0.067 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.007 | / | 0.019 | 达标 |
| | 中国港口博物馆 | 日平均 | 0.027 | 2022/09/25 | 0.036 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.005 | / | 0.015 | 达标 |
| | 洋沙山社区 | 日平均 | 0.042 | 2022/09/25 | 0.056 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.006 | / | 0.017 | 达标 |
| | 吉利春晓公寓 | 日平均 | 0.036 | 2022/03/21 | 0.048 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.007 | / | 0.021 | 达标 |
| | 明月湖社区 | 日平均 | 0.023 | 2022/09/25 | 0.031 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.004 | / | 0.011 | 达标 |
| | 咸昶村 | 日平均 | 0.041 | 2022/03/11 | 0.055 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.007 | / | 0.021 | 达标 |
| | 三山村 | 日平均 | 0.026 | 2022/08/02 | 0.034 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.005 | / | 0.014 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(350,-200) | 日平均 | 0.250 | 2022/09/05 | 0.333 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(200,-300) | 年平均 | 0.017 | / | 0.049 | 达标 |

⑤　NMHC浓度贡献值预测结果及分析

本项目 NMHC 对关心点及网格点最大小时浓度贡献值见表 7.2-26。

根据预测结果，网格点接收到 NMHC 小时最大浓度贡献值为 171.40μg/m³，占标率为 8.57%。

NMHC 在各环境空气保护目标的小时最大质量浓度贡献值在 2.58μg/m³～45.34μg/m³ 之间，占二级标准范围为 0.13%～2.27%。

表 7.2-26 NMHC本项目贡献质量浓度预测结果

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 最大贡献值（μg/m³） | 出现时间 | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| NMHC | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 1小时 | 45.34 | 2022/07/12 02时 | 2.27 | 达标 |
| | 中国港口博物馆 | 1小时 | 10.12 | 2022/07/20 24时 | 0.51 | 达标 |
| | 洋沙山社区 | 1小时 | 7.64 | 2022/08/27 22时 | 0.38 | 达标 |
| | 吉利春晓公寓 | 1小时 | 20.12 | 2022/01/27 05时 | 1.01 | 达标 |
| | 明月湖社区 | 1小时 | 2.58 | 2022/07/18 24时 | 0.13 | 达标 |
| | 咸昶村 | 1小时 | 6.98 | 2022/09/30 02时 | 0.35 | 达标 |
| | 三山村 | 1小时 | 4.72 | 2022/06/05 01时 | 0.24 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(150,-400) | 1小时 | 171.40 | 2022/02/06 22时 | 8.57 | 达标 |

● 叠加预测结果及分析

（1） 正常工况1

① $SO_2$浓度叠加值预测结果及分析

本项目 $SO_2$ 对关心点及网格点 98%保证率日均及年均浓度叠加值见表 7.2-27、图 7.2-12 和图 7.2-13。

根据预测结果，网格点接收到 $SO_2$ 98%保证率日均及年均最大浓度叠加值分别为 13.007μg/m³、7.894μg/m³，占标率分别为 8.672%、13.156%。

$SO_2$ 在各环境空气保护目标的 98%保证率日均质量浓度叠加值在 13.000243μg/m³～13.000689μg/m³ 之间，占二级标准范围为 8.6668%～8.6671%。

$SO_2$ 在各环境空气保护目标的年均最大质量浓度叠加值为 7.89067μg/m³～7.89145μg/m³ 之间，占二级标准范围为 13.151%～13.152%。

表 7.2-27 $SO_2$叠加质量浓度预测结果表

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 贡献值(μg/m³) | 占标率（%） | 现状浓度(μg/m³) | 叠加后浓度(μg/m³) | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SO_2$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 98%保证率日平均 | 4.07E-04 | 2.71E-04 | 13.00 | 13.000 | 8.667 | 达标 |
| | | 年平均 | 1.45E-03 | 2.42E-03 | 7.89 | 7.891 | 13.152 | 达标 |
| | 中国港口博物馆 | 98%保证率日平均 | 6.89E-04 | 4.59E-04 | 13.00 | 13.001 | 8.667 | 达标 |
| | | 年平均 | 1.03E-03 | 1.72E-03 | 7.89 | 7.891 | 13.152 | 达标 |
| | 洋沙山社区 | 98%保证率日平均 | 5.19E-04 | 3.46E-04 | 13.00 | 13.001 | 8.667 | 达标 |
| | | 年平均 | 1.05E-03 | 1.75E-03 | 7.89 | 7.891 | 13.152 | 达标 |
| | 吉利春晓公寓 | 98%保证率日平均 | 6.05E-04 | 4.03E-04 | 13.00 | 13.001 | 8.667 | 达标 |
| | | 年平均 | 1.31E-03 | 2.18E-03 | 7.89 | 7.891 | 13.152 | 达标 |
| | 明月湖社区 | 98%保证率日平均 | 3.80E-04 | 2.53E-04 | 13.00 | 13.000 | 8.667 | 达标 |
| | | 年平均 | 6.70E-04 | 1.12E-03 | 7.89 | 7.891 | 13.151 | 达标 |
| | 咸昶村 | 98%保证率日平均 | 4.10E-04 | 2.73E-04 | 13.00 | 13.000 | 8.667 | 达标 |
| | | 年平均 | 1.32E-03 | 2.20E-03 | 7.89 | 7.891 | 13.152 | 达标 |
| | 三山村 | 98%保证率日平均 | 2.43E-04 | 1.62E-04 | 13.00 | 13.000 | 8.667 | 达标 |
| | | 年平均 | 8.50E-04 | 1.42E-03 | 7.89 | 7.891 | 13.151 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(250,-250) | 98%保证率日平均 | 7.44E-03 | 4.96E-03 | 13.00 | 13.007 | 8.672 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(200,-250) | 年平均 | 3.82E-03 | 6.37E-03 | 7.89 | 7.894 | 13.156 | 达标 |

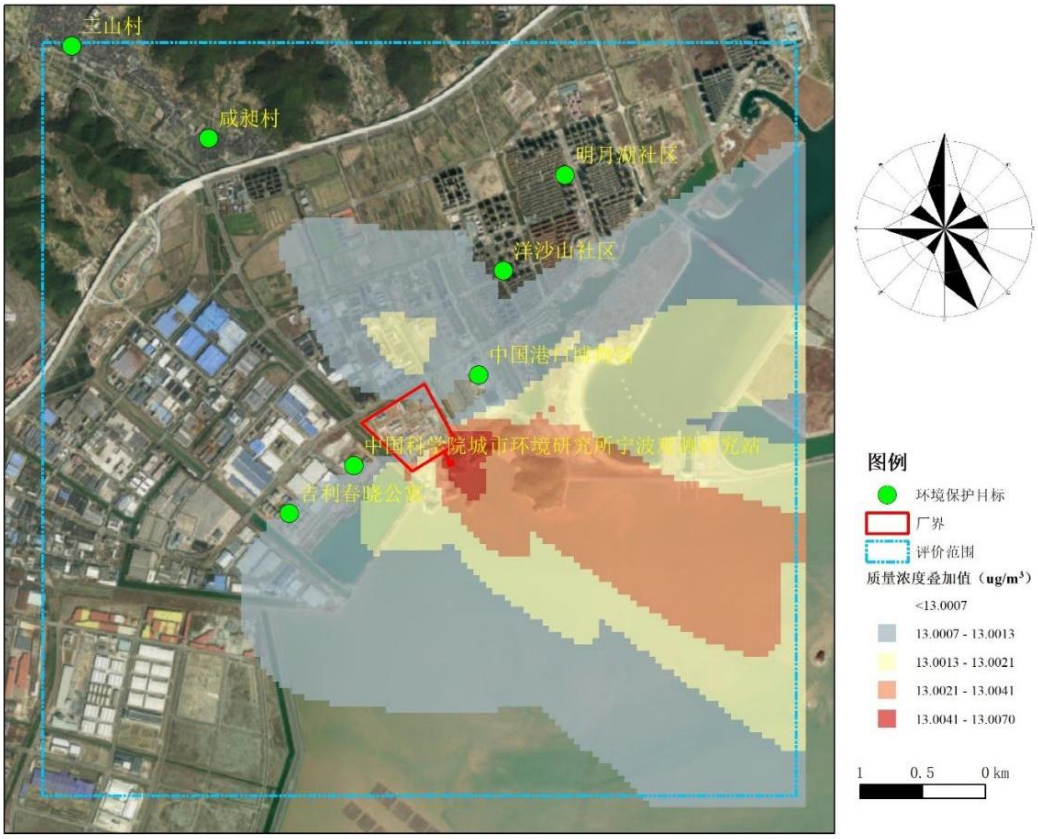



图 7.2-12 $SO_2$98%保证率日平均质量浓度分布（单位：μg/m³）

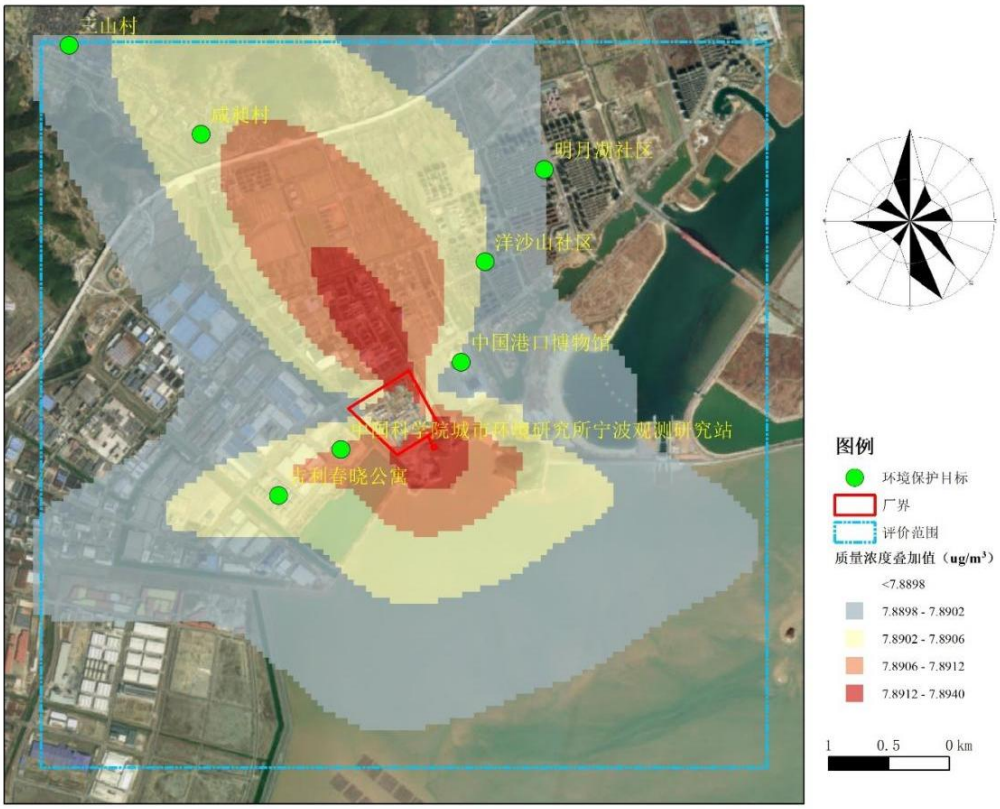



图 7.2-13 $SO_2$年均质量浓度分布（单位：μg/m³）

② $NO_2$浓度叠加值预测结果及分析

本项目 $NO_2$ 对关心点及网格点 98%保证率日均及年均浓度叠加值见表 7.2-28、图 7.2-14 和图 7.2-15。

根据预测结果，网格点接收到 $NO_2$ 98%保证率日均及年均最大浓度叠加值分别为 64.896μg/m³、32.560μg/m³，占标率分别为 81.13%、81.50%。

$NO_2$ 在各环境空气保护目标的 98%保证率日均质量浓度叠加值在 63.53μg/m³～64.13μg/m³ 之间，占二级标准范围为 79.38%～80.13%。

$NO_2$ 在各环境空气保护目标的年均最大质量浓度叠加值在 31.56μg/m³～31.80μg/m³ 之间，占二级标准范围为 79.00%～79.50%。

表 7.2-28 $NO_2$叠加质量浓度预测结果

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 贡献值(μg/m³) | 占标率（%） | 现状浓度(μg/m³) | 叠加后浓度(μg/m³) | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $NO_2$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 98%保证率日平均 | 0.53 | 0.66 | 63.00 | 63.525 | 79.38 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.50 | 1.26 | 31.30 | 31.802 | 79.50 | 达标 |
| | 中国港口博物馆 | 98%保证率日平均 | 0.98 | 1.22 | 63.00 | 63.976 | 80.00 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.37 | 0.92 | 31.30 | 31.669 | 79.25 | 达标 |
| | 洋沙山社区 | 98%保证率日平均 | 0.98 | 1.23 | 63.00 | 63.981 | 80.00 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.40 | 0.99 | 31.30 | 31.697 | 79.25 | 达标 |
| | 吉利春晓公寓 | 98%保证率日平均 | 0.92 | 1.15 | 63.00 | 63.920 | 79.88 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.49 | 1.22 | 31.30 | 31.788 | 79.50 | 达标 |
| | 明月湖社区 | 98%保证率日平均 | 0.62 | 0.78 | 63.00 | 63.622 | 79.50 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.26 | 0.64 | 31.30 | 31.557 | 79.00 | 达标 |
| | 咸昶村 | 98%保证率日平均 | 0.13 | 0.17 | 64.00 | 64.134 | 80.13 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.49 | 1.22 | 31.30 | 31.788 | 79.50 | 达标 |
| | 三山村 | 98%保证率日平均 | 0.89 | 1.11 | 63.00 | 63.886 | 79.88 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.32 | 0.80 | 31.30 | 31.621 | 79.00 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(-400,1250) | 98%保证率日平均 | 0.90 | 1.12 | 64.00 | 64.896 | 81.13 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(200,-250) | 年平均 | 1.26 | 3.15 | 31.30 | 32.560 | 81.50 | 达标 |

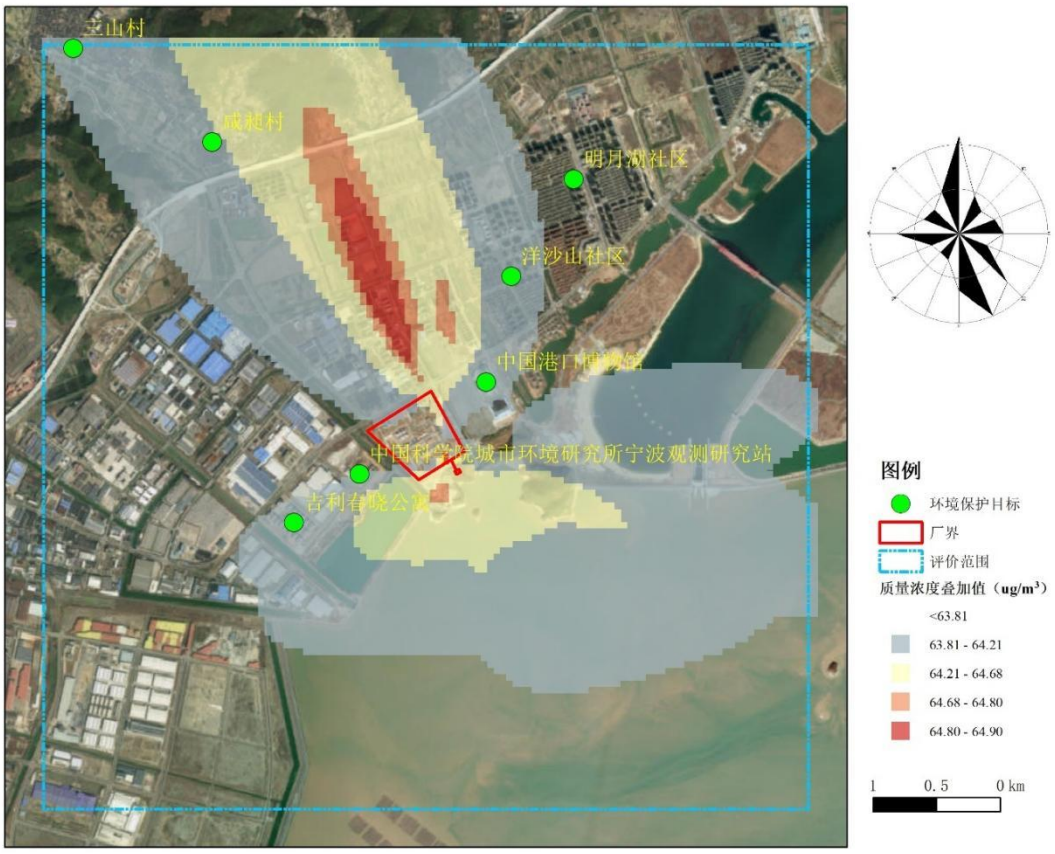



图 7.2-14 $NO_2$98%保证率日平均质量浓度分布（单位：μg/m³）

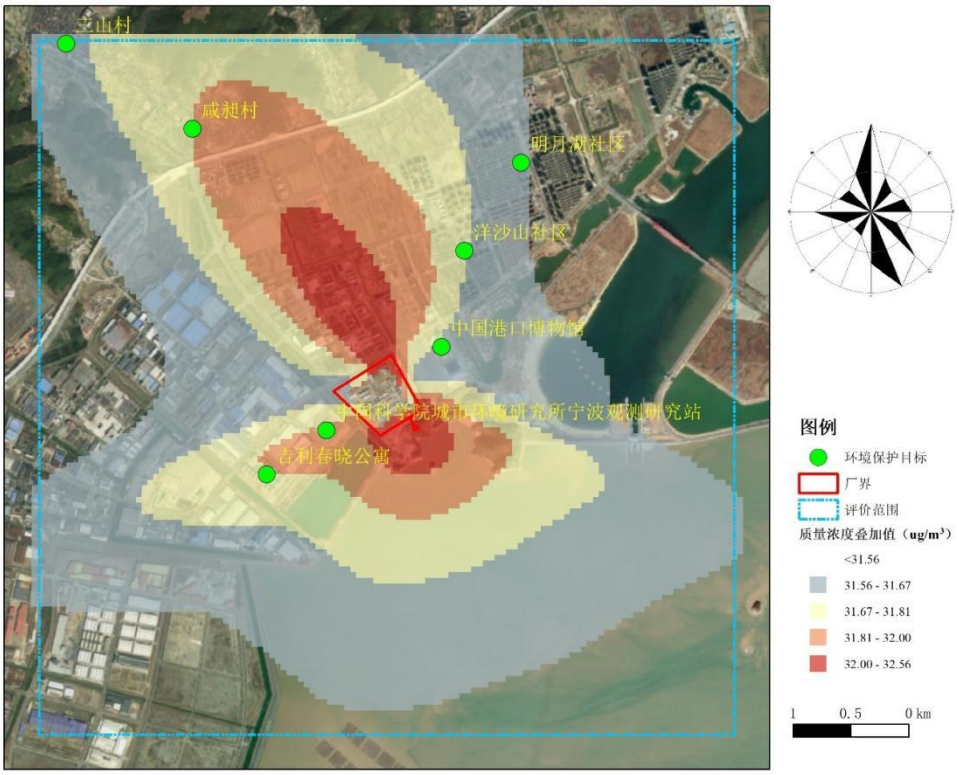



图 7.2-15 $NO_2$年均质量浓度分布（单位：μg/m³）

③　$PM_{10}$浓度叠加值预测结果及分析

本项目 $PM_{10}$ 对关心点及网格点 95%保证率日均及年均浓度叠加值见表 7.2-29、图 7.2-16 和图 7.2-17。

根据预测结果，网格点接收到 $PM_{10}$ 95%保证率日均及年均最大浓度叠加值分别为 82.249μg/m³、37.326μg/m³，占标率分别为 54.80%、53.29%。

$PM_{10}$ 在各环境空气保护目标的 95%保证率日均质量浓度叠加值在 82.007μg/m³～82.053μg/m³ 之间，占二级标准范围为 54.67%～54.73%。

$PM_{10}$ 在各环境空气保护目标的年均最大质量浓度叠加值在 37.226μg/m³～37.250μg/m³ 之间，占二级标准范围为 53.18%～53.21%。

表 7.2-29 $PM_{10}$叠加质量浓度预测结果

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 贡献值 (μg/m³) | 占标率（%） | 现状浓度 (μg/m³) | 叠加后浓度 (μg/m³) | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $PM_{10}$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 95%证率日平均 | 3.16E-02 | 0.021 | 82.00 | 82.032 | 54.67 | 达标 |
| | | 年平均 | 5.02E-02 | 0.072 | 37.20 | 37.250 | 53.21 | 达标 |
| | 中国港口博物馆 | 95%证率日平均 | 2.82E-02 | 0.019 | 82.00 | 82.028 | 54.67 | 达标 |
| | | 年平均 | 3.69E-02 | 0.053 | 37.20 | 37.237 | 53.20 | 达标 |
| | 洋沙山社区 | 95%证率日平均 | 1.76E-02 | 0.012 | 82.00 | 82.018 | 54.67 | 达标 |
| | | 年平均 | 3.97E-02 | 0.057 | 37.20 | 37.240 | 53.20 | 达标 |
| | 吉利春晓公寓 | 95%证率日平均 | 5.31E-02 | 0.035 | 82.00 | 82.053 | 54.73 | 达标 |
| | | 年平均 | 4.88E-02 | 0.070 | 37.20 | 37.249 | 53.21 | 达标 |
| | 明月湖社区 | 95%证率日平均 | 1.09E-02 | 0.007 | 82.00 | 82.011 | 54.67 | 达标 |
| | | 年平均 | 2.57E-02 | 0.037 | 37.20 | 37.226 | 53.18 | 达标 |
| | 咸昶村 | 95%证率日平均 | 2.19E-02 | 0.015 | 82.00 | 82.022 | 54.67 | 达标 |
| | | 年平均 | 4.88E-02 | 0.070 | 37.20 | 37.249 | 53.21 | 达标 |
| | 三山村 | 95%证率日平均 | 6.77E-03 | 0.005 | 82.00 | 82.007 | 54.67 | 达标 |
| | | 年平均 | 3.21E-02 | 0.046 | 37.20 | 37.232 | 53.19 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(250,-250) | 95%证率日平均 | 2.49E-01 | 0.166 | 82.00 | 82.249 | 54.80 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(200,-250) | 年平均 | 1.26E-01 | 0.180 | 37.20 | 37.326 | 53.29 | 达标 |

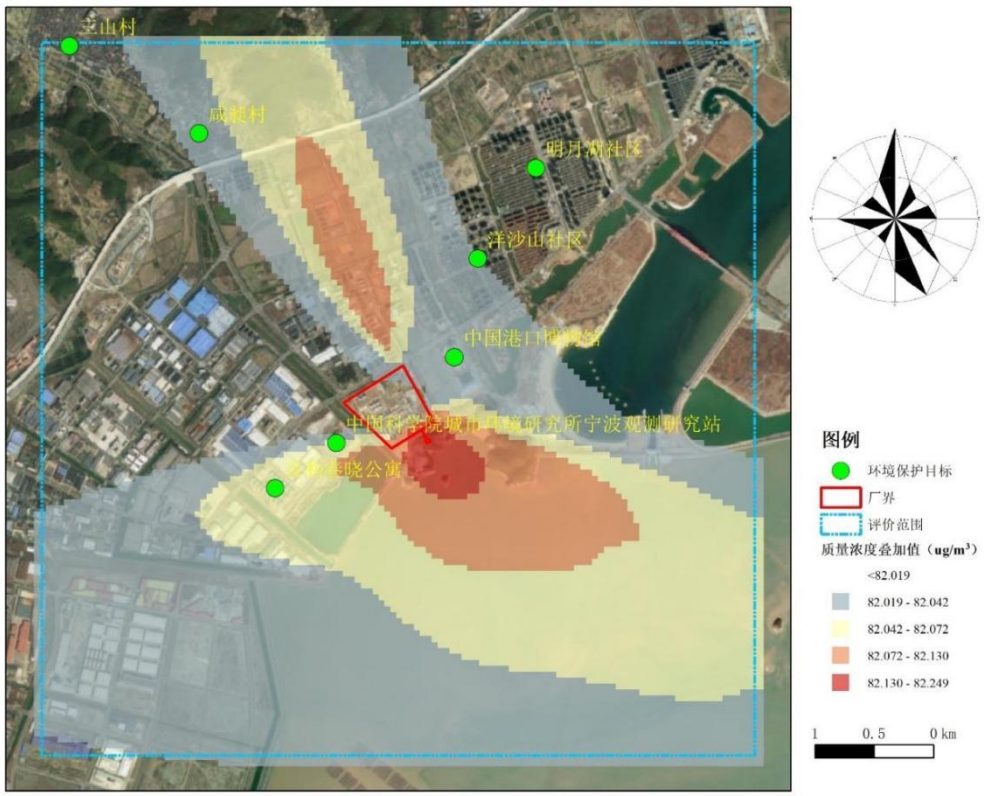



图 7.2-16 $PM_{10}$ 95%保证率日平均质量浓度分布（单位：μg/m³）

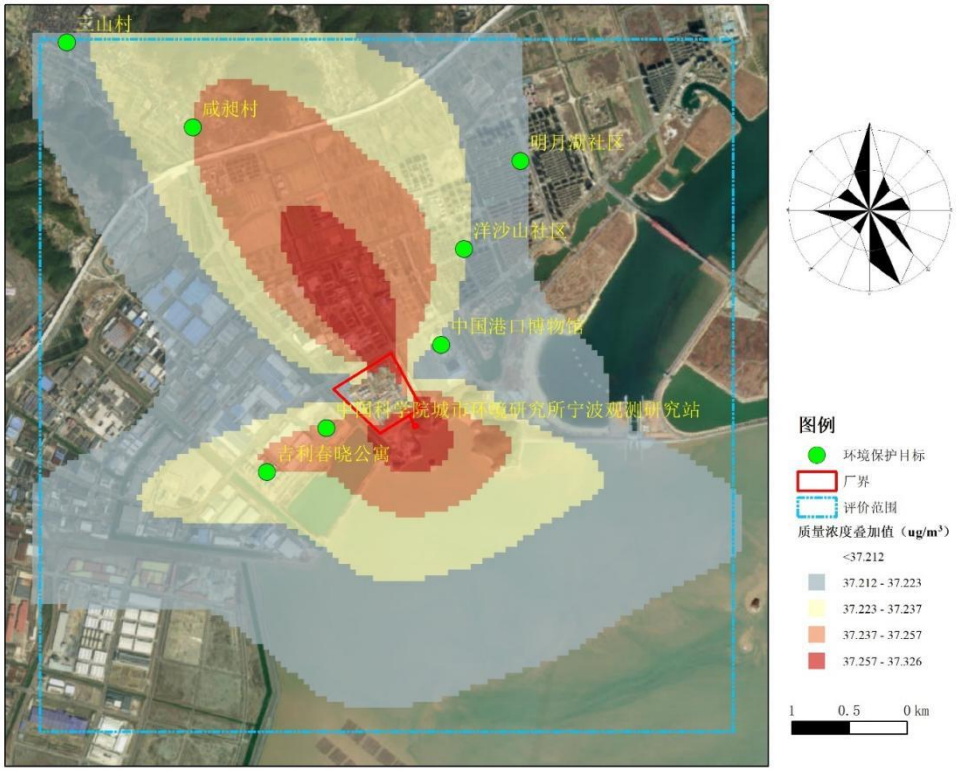



图 7.2-17 $PM_{10}$年均质量浓度分布（单位：μg/m³）

④ $PM_{2.5}$浓度叠加值预测结果及分析

本项目 $PM_{2.5}$ 对关心点及网格点 95%保证率日均及年均浓度叠加值见表 7.2-30、图 7.2-18 和图 7.2-19。

根据预测结果，网格点接收到 $PM_{2.5}$ 95%保证率日均及年均最大浓度叠加值分别为 46.163μg/m³、20.663μg/m³，占标率分别为 61.55%、59.04%。

$PM_{2.5}$ 在各环境空气保护目标的 95%保证率日均质量浓度叠加值在 46.000μg/m³～46.040μg/m³ 之间，占二级标准范围为 61.33%～62.39%。

$PM_{2.5}$ 在各环境空气保护目标的年均最大质量浓度叠加值在 20.613μg/m³～20.625μg/m³ 之间，占二级标准范围为 58.89%～58.93%。

表 7.2-30 $PM_{2.5}$叠加质量浓度预测结果

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 贡献值(μg/m³) | 占标率（%） | 现状浓度(μg/m³) | 叠加后浓度(μg/m³) | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $PM_{2.5}$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 95%证率日平均 | 1.57E-02 | 0.021 | 46.00 | 46.016 | 61.35 | 达标 |
| | | 年平均 | 2.51E-02 | 0.072 | 20.60 | 20.625 | 58.93 | 达标 |
| | 中国港口博物馆 | 95%证率日平均 | 1.14E-05 | 0.000 | 46.00 | 46.000 | 61.33 | 达标 |
| | | 年平均 | 1.85E-02 | 0.053 | 20.60 | 20.619 | 58.91 | 达标 |
| | 洋沙山社区 | 95%证率日平均 | 0.00E+00 | 0.000 | 46.00 | 46.000 | 61.33 | 达标 |
| | | 年平均 | 1.98E-02 | 0.057 | 20.60 | 20.620 | 58.91 | 达标 |
| | 吉利春晓公寓 | 95%证率日平均 | 4.03E-02 | 0.054 | 46.00 | 46.040 | 61.39 | 达标 |
| | | 年平均 | 2.44E-02 | 0.070 | 20.60 | 20.624 | 58.93 | 达标 |
| | 明月湖社区 | 95%证率日平均 | 0.00E+00 | 0.000 | 46.00 | 46.000 | 61.33 | 达标 |
| | | 年平均 | 1.29E-02 | 0.037 | 20.60 | 20.613 | 58.89 | 达标 |
| | 咸昶村 | 95%证率日平均 | 0.00E+00 | 0.000 | 46.00 | 46.000 | 61.33 | 达标 |
| | | 年平均 | 2.44E-02 | 0.070 | 20.60 | 20.624 | 58.93 | 达标 |
| | 三山村 | 95%证率日平均 | 0.00E+00 | 0.000 | 46.00 | 46.000 | 61.33 | 达标 |
| | | 年平均 | 1.60E-02 | 0.046 | 20.60 | 20.616 | 58.90 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(250,-300) | 95%证率日平均 | 1.63E-01 | 0.217 | 46.00 | 46.163 | 61.55 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(200,-250) | 年平均 | 6.28E-02 | 0.179 | 20.60 | 20.663 | 59.04 | 达标 |

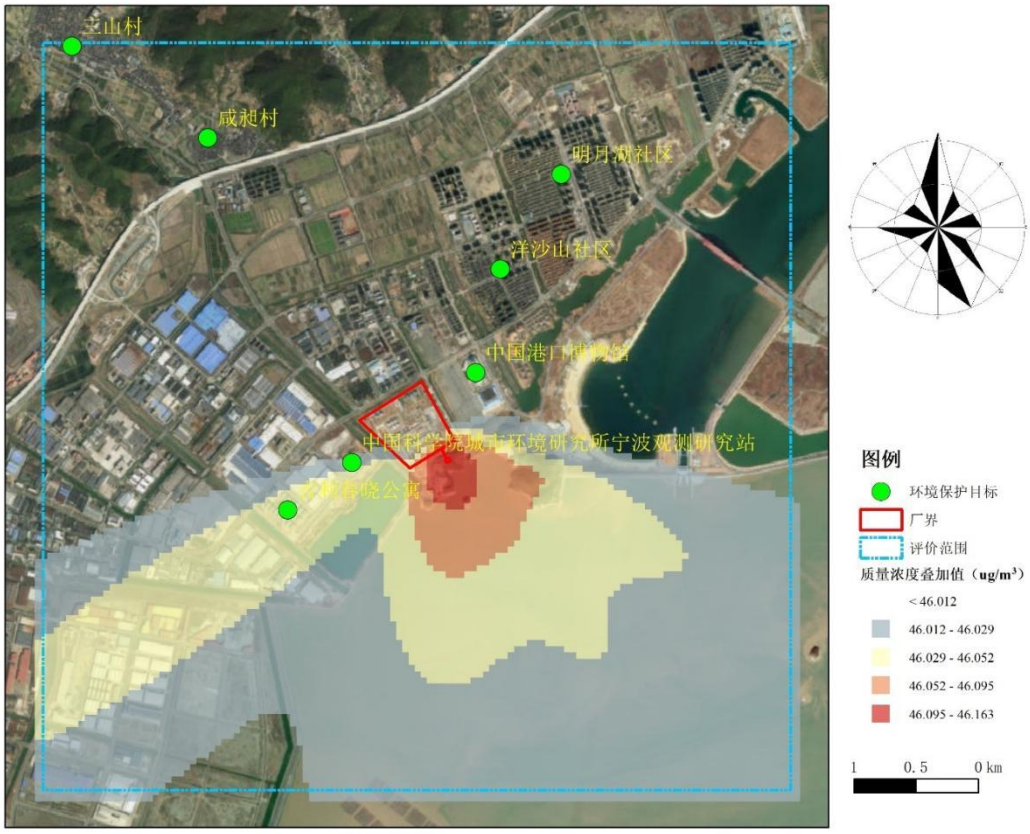



图 7.2-18 $PM_{2.5}$ 95%保证率日平均质量浓度分布（单位：μg/m³）

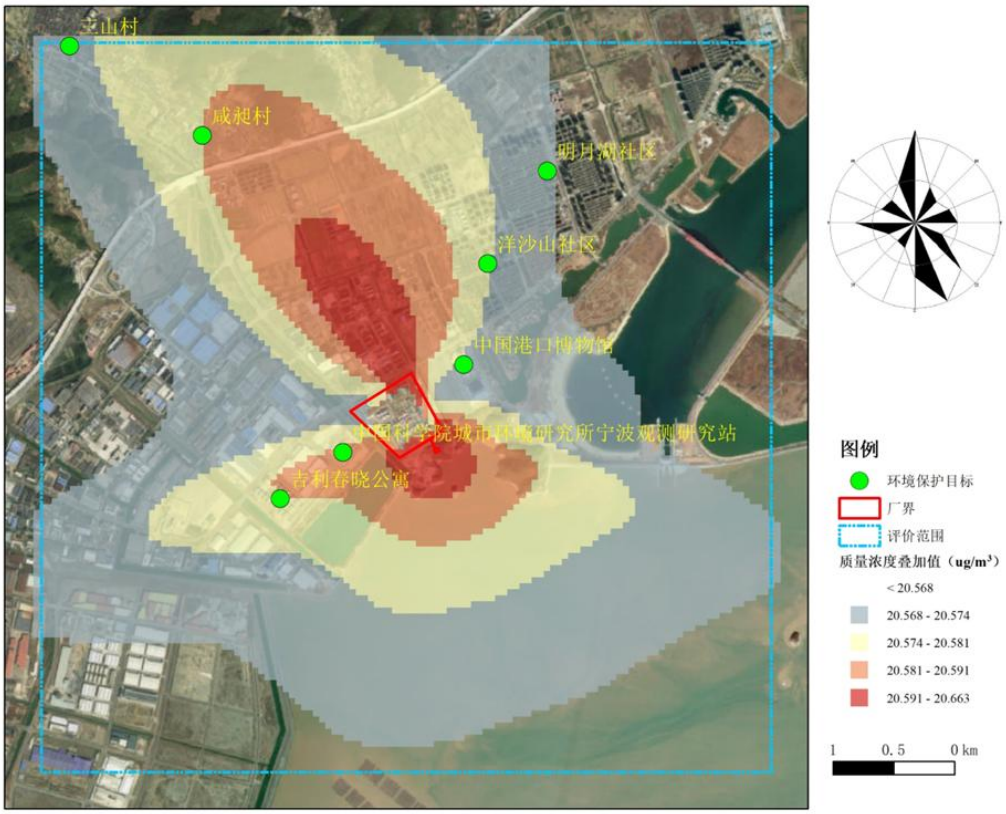



图 7.2-19 $PM_{2.5}$年均质量浓度分布（单位：μg/m³）

⑤　NMHC浓度叠加值预测结果及分析

本项目 NMHC 对关心点及网格点最大小时浓度叠加值见表 7.2-31 和图 7.2-20。

根据预测结果，网格点接收到 NMHC 小时最大浓度叠加值为 681.50μg/m³，占标率为 34.075%。

NMHC 在各环境空气保护目标的小时最大质量浓度叠加值在 512.59μg/m³～555.62μg/m³之间，占二级标准范围为 25.63%～27.78%。

表 7.2-31 NMHC叠加质量浓度预测结果

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 贡献值(μg/m³) | 占标率（%） | 现状浓度(μg/m³) | 叠加后浓度(μg/m³) | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NMHC | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 1小时 | 45.62 | 2.28 | 510.00 | 555.62 | 27.78 | 达标 |
| | 中国港口博物馆 | 1小时 | 10.21 | 0.51 | 510.00 | 520.21 | 26.01 | 达标 |
| | 洋沙山社区 | 1小时 | 8.00 | 0.40 | 510.00 | 518.00 | 25.90 | 达标 |
| | 吉利春晓公寓 | 1小时 | 20.42 | 1.02 | 510.00 | 530.42 | 26.52 | 达标 |
| | 明月湖社区 | 1小时 | 2.59 | 0.13 | 510.00 | 512.59 | 25.63 | 达标 |
| | 咸昶村 | 1小时 | 7.17 | 0.36 | 510.00 | 517.17 | 25.86 | 达标 |
| | 三山村 | 1小时 | 4.75 | 0.24 | 510.00 | 514.75 | 25.74 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(-300,-200) | 1小时 | 171.50 | 8.57 | 510.00 | 681.50 | 34.07 | 达标 |

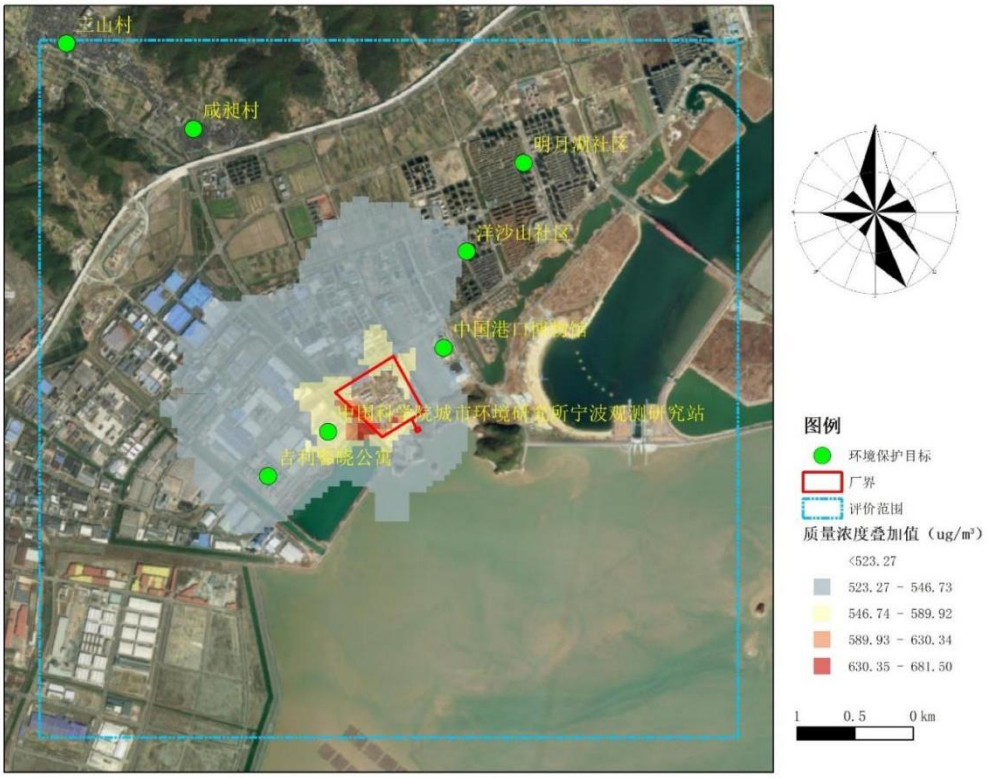



图 7.2-20 NMHC小时均质量浓度分布（单位：μg/m³）

（2） 正常工况2

① $SO_2$浓度叠加值预测结果及分析

本项目 $SO_2$ 对关心点及网格点 98%保证率日均及年均浓度叠加值见表 7.2-32、图 7.2-21 和图 7.2-22。

根据预测结果，网格点接收到 $SO_2$ 98%保证率日均及年均最大浓度叠加值分别为 13.0069 μg/m³、7.89295 μg/m³，占标率分别为 8.671 %、13.155 %。

$SO_2$ 在各环境空气保护目标的 98%保证率日均质量浓度叠加值在 13.000261μg/m³～13.000575μg/m³ 之间，占二级标准范围为 8.666841 %～8.667050 %。

$SO_2$ 在各环境空气保护目标的年均最大质量浓度叠加值为 7.890650 μg/m³～7.891210 μg/m³ 之间，占二级标准范围为 13.151083 %～13.152017 %。

表 7.2-32 $SO_2$叠加质量浓度预测结果

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 贡献值 (μg/m³) | 占标率（%） | 现状浓度 (μg/m³) | 叠加后浓度 (μg/m³) | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SO_2$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 98%保证率日平均 | 2.67E-04 | 1.78E-04 | 13.00 | 13.000267 | 8.667 | 达标 |
| | | 年平均 | 1.15E-03 | 1.92E-03 | 7.89 | 7.891150 | 13.152 | 达标 |
| | 中国港口博物馆 | 98%保证率日平均 | 5.58E-04 | 3.72E-04 | 13.00 | 13.000558 | 8.667 | 达标 |
| | | 年平均 | 8.90E-04 | 1.48E-03 | 7.89 | 7.890890 | 13.151 | 达标 |
| | 洋沙山社区 | 98%保证率日平均 | 5.29E-04 | 3.53E-04 | 13.00 | 13.000529 | 8.667 | 达标 |
| | | 年平均 | 1.00E-03 | 1.67E-03 | 7.89 | 7.891000 | 13.152 | 达标 |
| | 吉利春晓公寓 | 98%保证率日平均 | 5.75E-04 | 3.83E-04 | 13.00 | 13.000575 | 8.667 | 达标 |
| | | 年平均 | 1.21E-03 | 2.02E-03 | 7.89 | 7.891210 | 13.152 | 达标 |
| | 明月湖社区 | 98%保证率日平均 | 3.94E-04 | 2.63E-04 | 13.00 | 13.000394 | 8.667 | 达标 |
| | | 年平均 | 6.50E-04 | 1.08E-03 | 7.89 | 7.890650 | 13.151 | 达标 |
| | 咸昶村 | 98%保证率日平均 | 4.26E-04 | 2.84E-04 | 13.00 | 13.000426 | 8.667 | 达标 |
| | | 年平均 | 1.20E-03 | 2.00E-03 | 7.89 | 7.891200 | 13.152 | 达标 |
| | 三山村 | 98%保证率日平均 | 2.61E-04 | 1.74E-04 | 13.00 | 13.000261 | 8.667 | 达标 |
| | | 年平均 | 8.00E-04 | 1.33E-03 | 7.89 | 7.890800 | 13.151 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(300,-300) | 98%保证率日平均 | 6.90E-03 | 4.60E-03 | 13.00 | 13.006900 | 8.671 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(250,-300) | 年平均 | 2.95E-03 | 4.92E-03 | 7.89 | 7.892950 | 13.155 | 达标 |

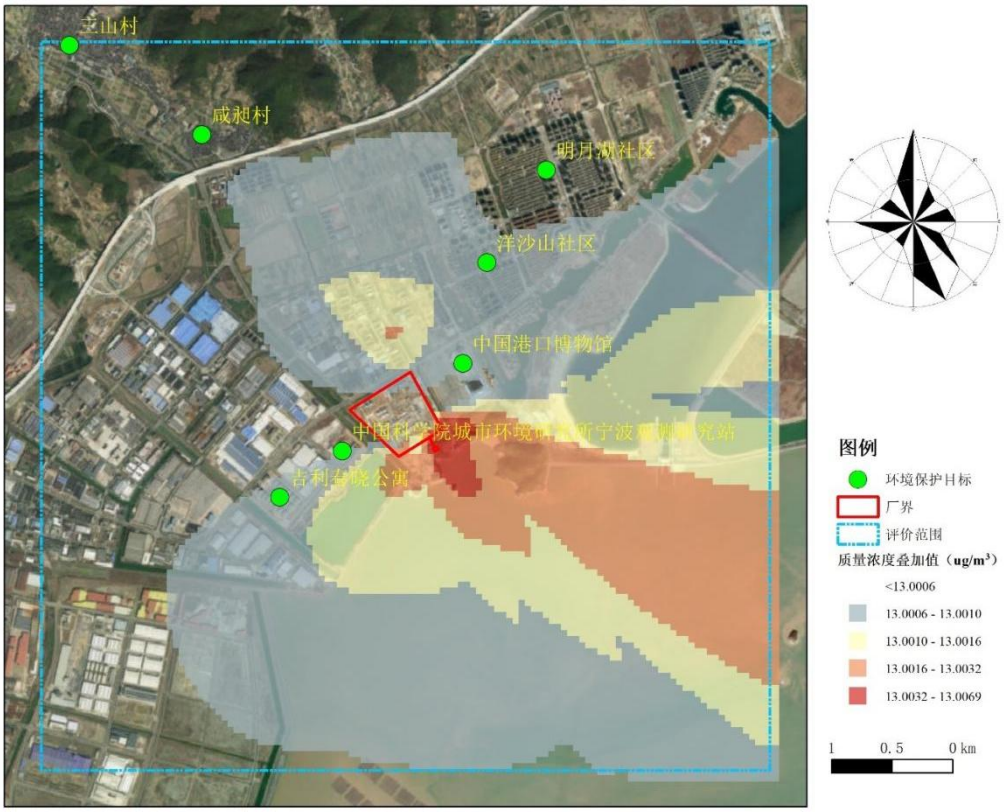



图 7.2-21 $SO_2$ 98%保证率日平均质量浓度分布（单位：μg/m³）

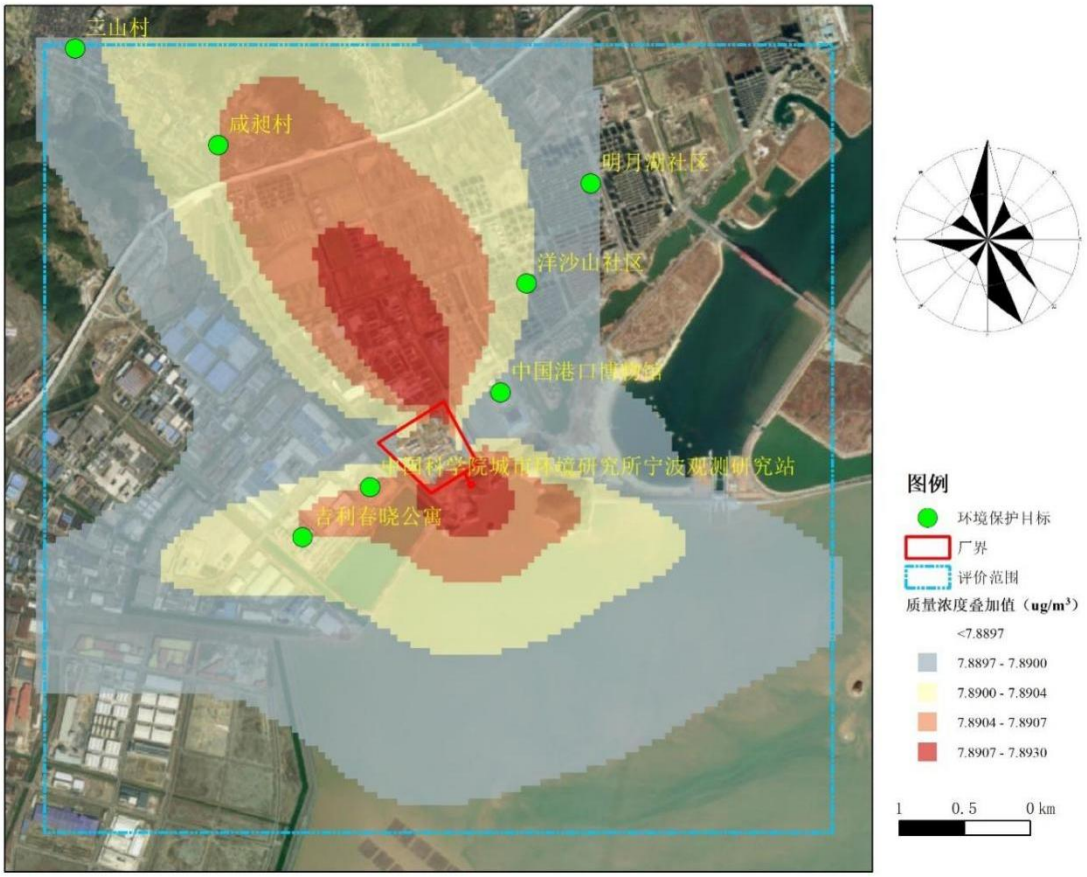



图 7.2-22 $SO_2$年均质量浓度分布（单位：μg/m³）

② $NO_2$浓度叠加值预测结果及分析

本项目 $NO_2$ 对关心点及网格点 98%保证率日均及年均浓度叠加值见表 7.2-33、图 7.2-23 和图 7.2-24。

根据预测结果，网格点接收到 $NO_2$ 98%保证率日均及年均最大浓度叠加值分别为 64.970μg/m³、32.640μg/m³，占标率分别为 81.25%、81.50%。

$NO_2$ 在各环境空气保护目标的 98%保证率日均质量浓度叠加值在 63.52μg/m³～64.16μg/m³之间，占二级标准范围为 79.38%～80.25%。

$NO_2$ 在各环境空气保护目标的年均最大质量浓度叠加值在 31.60μg/m³～31.85μg/m³之间，占二级标准范围为 79.00%～79.50%。

表 7.2-33 $NO_2$叠加质量浓度预测结果

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 贡献值(μg/m³) | 占标率（%） | 现状浓度(μg/m³) | 叠加后浓度(μg/m³) | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $NO_2$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 98%保证日平均 | 0.52 | 0.65 | 63.00 | 63.517 | 79.38 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.52 | 1.30 | 31.30 | 31.819 | 79.50 | 达标 |
| | 中国港口博物馆 | 98%保证率日平均 | 1.13 | 1.41 | 63.00 | 64.130 | 80.13 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.40 | 1.01 | 31.30 | 31.702 | 79.25 | 达标 |
| | 洋沙山社区 | 98%保证率日平均 | 1.14 | 1.43 | 63.00 | 64.140 | 80.13 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.45 | 1.13 | 31.30 | 31.752 | 79.25 | 达标 |
| | 吉利春晓公寓 | 98%保证率日平均 | 1.07 | 1.34 | 63.00 | 64.070 | 80.13 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.55 | 1.37 | 31.30 | 31.846 | 79.50 | 达标 |
| | 明月湖社区 | 98%保证率日平均 | 0.73 | 0.92 | 63.00 | 63.733 | 79.63 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.30 | 0.74 | 31.30 | 31.595 | 79.00 | 达标 |
| | 咸昶村 | 98%保证率日平均 | 0.16 | 0.20 | 64.00 | 64.159 | 80.25 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.54 | 1.35 | 31.30 | 31.840 | 79.50 | 达标 |
| | 三山村 | 98%保证率日平均 | 0.03 | 0.03 | 64.00 | 64.028 | 80.00 | 达标 |
| | | 年平均 | 0.36 | 0.91 | 31.30 | 31.662 | 79.25 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(150,-550) | 98%保证率日平均 | 1.97 | 2.46 | 63.00 | 64.970 | 81.25 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(250,-300) | 年平均 | 1.34 | 3.35 | 31.30 | 32.640 | 81.50 | 达标 |

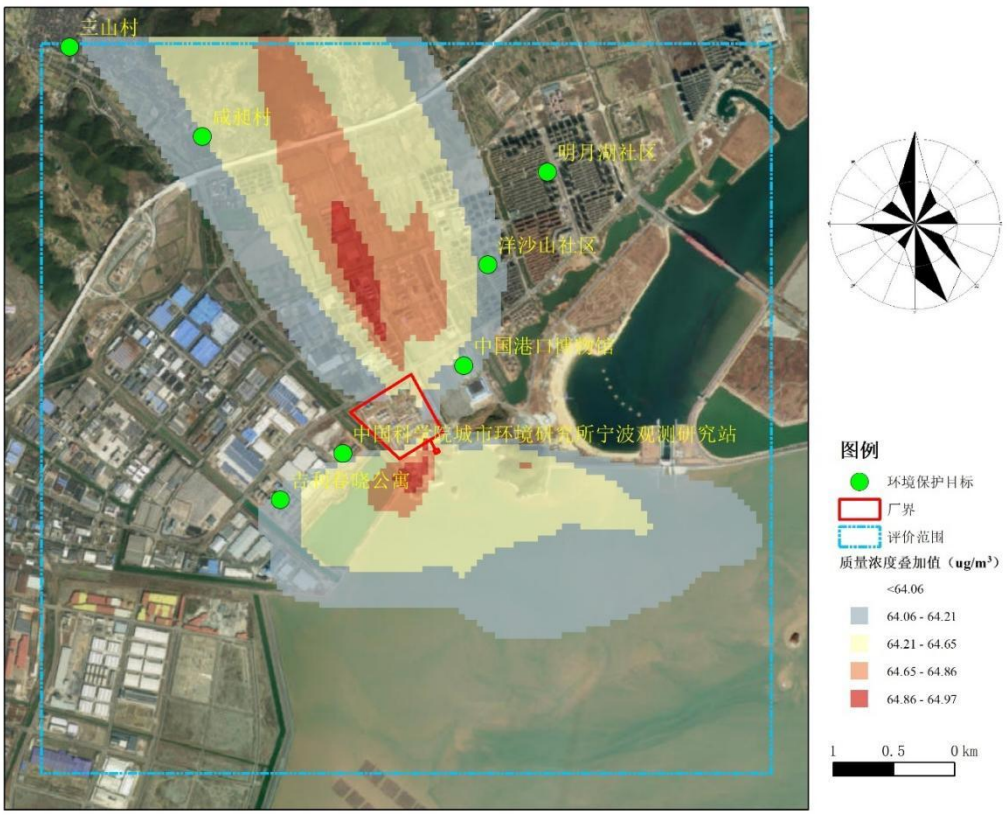



图 7.2-23 $NO_2$98%保证率日平均质量浓度分布（单位：μg/m³）

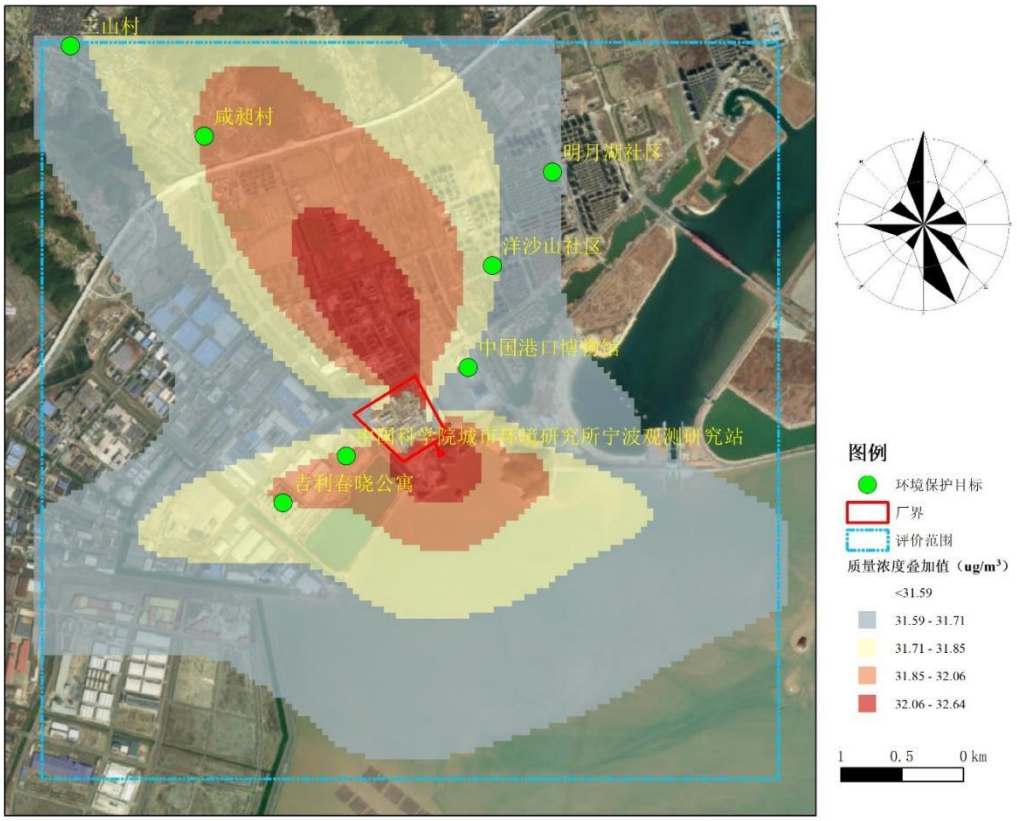



图 7.2-24 $NO_2$年均质量浓度分布（单位：μg/m³）

③ $PM_{10}$浓度叠加值预测结果及分析

本项目 $PM_{10}$ 对关心点及网格点 95%保证率日均及年均浓度叠加值见表 7.2-34、图 7.2-25 和图 7.2-26。

根据预测结果，网格点接收到 $PM_{10}$ 95%保证率日均及年均最大浓度叠加值分别为 82.275μg/m³、37.334μg/m³，占标率分别为 54.85%、53.33%。

$PM_{10}$ 在各环境空气保护目标的 95%保证率日均质量浓度叠加值在 82.008μg/m³～82.062μg/m³ 之间，占二级标准范围为 54.67%～54.71%。

$PM_{10}$ 在各环境空气保护目标的年均最大质量浓度叠加值在 37.230μg/m³～37.255μg/m³ 之间，占二级标准范围为 53.19%～53.22%。

表 7.2-34 $PM_{10}$叠加质量浓度预测结果

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 贡献值 (μg/m³) | 占标率（%） | 现状浓度 (μg/m³) | 叠加后浓度 (μg/m³) | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $PM_{10}$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 95%证率日平均 | 3.20E-02 | 0.021 | 82.00 | 82.032 | 54.69 | 达标 |
| | | 年平均 | 5.19E-02 | 0.074 | 37.20 | 37.252 | 53.22 | 达标 |
| | 中国港口博物馆 | 95%证率日平均 | 3.24E-02 | 0.022 | 82.00 | 82.032 | 54.69 | 达标 |
| | | 年平均 | 4.02E-02 | 0.057 | 37.20 | 37.240 | 53.20 | 达标 |
| | 洋沙山社区 | 95%证率日平均 | 2.10E-02 | 0.014 | 82.00 | 82.021 | 54.68 | 达标 |
| | | 年平均 | 4.52E-02 | 0.065 | 37.20 | 37.245 | 53.21 | 达标 |
| | 吉利春晓公寓 | 95%证率日平均 | 6.15E-02 | 0.041 | 82.00 | 82.062 | 54.71 | 达标 |
| | | 年平均 | 5.46E-02 | 0.078 | 37.20 | 37.255 | 53.22 | 达标 |
| | 明月湖社区 | 95%证率日平均 | 1.31E-02 | 0.009 | 82.00 | 82.013 | 54.68 | 达标 |
| | | 年平均 | 2.95E-02 | 0.042 | 37.20 | 37.230 | 53.19 | 达标 |
| | 咸昶村 | 95%证率日平均 | 2.54E-02 | 0.017 | 82.00 | 82.025 | 54.68 | 达标 |
| | | 年平均 | 5.41E-02 | 0.077 | 37.20 | 37.254 | 53.22 | 达标 |
| | 三山村 | 95%证率日平均 | 8.09E-03 | 0.005 | 82.00 | 82.008 | 54.67 | 达标 |
| | | 年平均 | 3.62E-02 | 0.052 | 37.20 | 37.236 | 53.19 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(300,-350) | 95%证率日平均 | 2.75E-01 | 0.183 | 82.00 | 82.275 | 54.85 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(250,-300) | 年平均 | 1.34E-01 | 0.191 | 37.20 | 37.334 | 53.33 | 达标 |

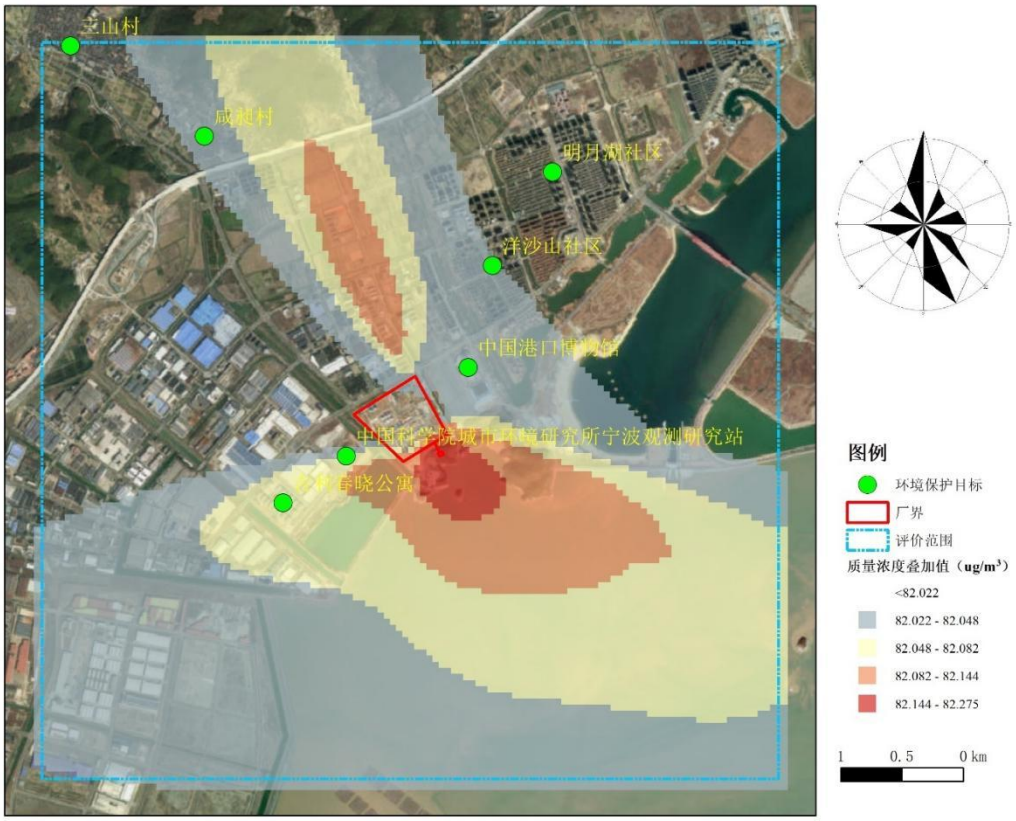



图 7.2-25 $PM_{10}$ 95%保证率日平均质量浓度分布（单位：μg/m³）

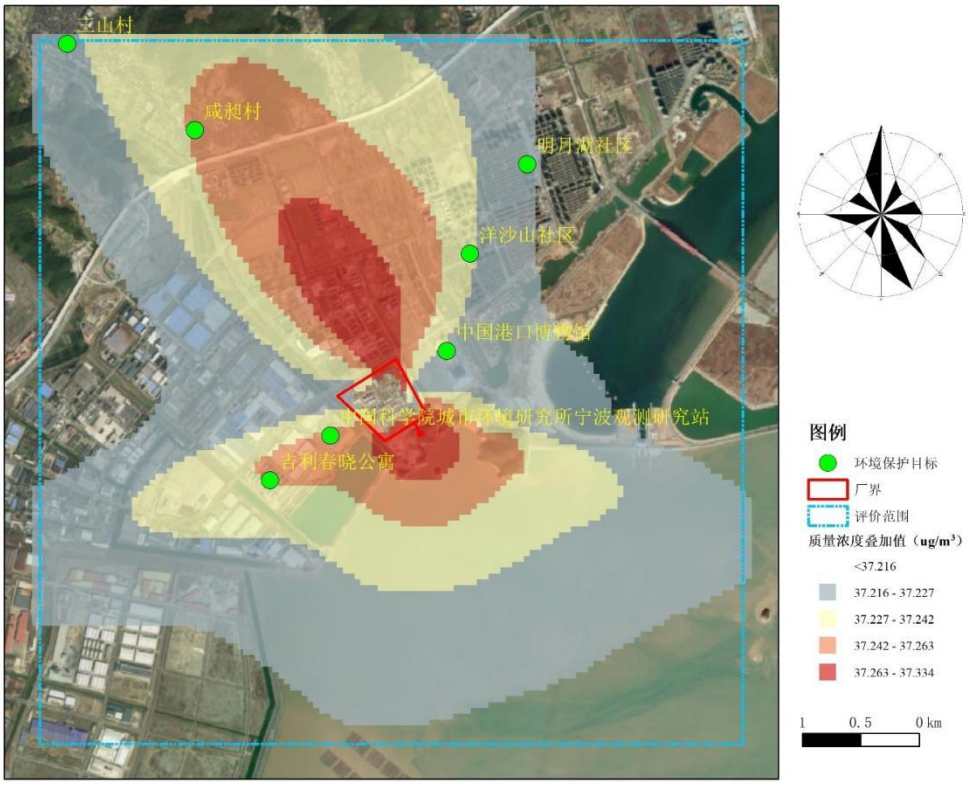



图 7.2-26 $PM_{10}$年均质量浓度分布（单位：μg/m³）

④ $PM_{2.5}$浓度叠加值预测结果及分析

本项目 $PM_{2.5}$ 对关心点及网格点 95%保证率日均及年均浓度叠加值见表 7.2-35、图 7.2-27 和图 7.2-28。

根据预测结果，网格点接收到 $PM_{2.5}$ 95%保证率日均及年均最大浓度叠加值分别为 46.183μg/m³、20.667μg/m³，占标率分别为 61.58%、59.05%。

$PM_{2.5}$ 在各环境空气保护目标的 95%保证率日均质量浓度叠加值在 46.000μg/m³～46.038μg/m³ 之间，占二级标准范围为 61.33%～61.38%。

$PM_{2.5}$ 在各环境空气保护目标的年均最大质量浓度叠加值在 20.615μg/m³～20.627μg/m³ 之间，占二级标准范围为 58.90%～58.94%。

表 7.2-35 $PM_{2.5}$叠加质量浓度预测结果

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 贡献值(μg/m³) | 占标率（%） | 现状浓度（μg/m³） | 叠加后浓度(μg/m³) | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $PM_{2.5}$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 95%证率日平均 | 1.11E-02 | 0.015 | 46.00 | 46.011 | 61.35 | 达标 |
| | | 年平均 | 2.60E-02 | 0.074 | 20.60 | 20.626 | 58.93 | 达标 |
| | 中国港口博物馆 | 95%证率日平均 | 0.00E+00 | 0.000 | 46.00 | 46.000 | 61.33 | 达标 |
| | | 年平均 | 2.01E-02 | 0.057 | 20.60 | 20.620 | 58.91 | 达标 |
| | 洋沙山社区 | 95%证率日平均 | 0.00E+00 | 0.000 | 46.00 | 46.000 | 61.33 | 达标 |
| | | 年平均 | 2.26E-02 | 0.065 | 20.60 | 20.623 | 58.92 | 达标 |
| | 吉利春晓公寓 | 95%证率日平均 | 3.83E-02 | 0.051 | 46.00 | 46.038 | 61.38 | 达标 |
| | | 年平均 | 2.73E-02 | 0.078 | 20.60 | 20.627 | 58.94 | 达标 |
| | 明月湖社区 | 95%证率日平均 | 0.00E+00 | 0.000 | 46.00 | 46.000 | 61.33 | 达标 |
| | | 年平均 | 1.48E-02 | 0.042 | 20.60 | 20.615 | 58.90 | 达标 |
| | 咸昶村 | 95%证率日平均 | 0.00E+00 | 0.000 | 46.00 | 46.000 | 61.33 | 达标 |
| | | 年平均 | 2.70E-02 | 0.077 | 20.60 | 20.627 | 58.93 | 达标 |
| | 三山村 | 95%证率日平均 | 0.00E+00 | 0.000 | 46.00 | 46.000 | 61.33 | 达标 |
| | | 年平均 | 1.81E-02 | 0.052 | 20.60 | 20.618 | 58.91 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(250,-400) | 95%证率日平均 | 1.83E-01 | 0.244 | 46.00 | 46.183 | 61.58 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度(250,-300) | 年平均 | 6.71E-02 | 0.192 | 20.60 | 20.667 | 59.05 | 达标 |

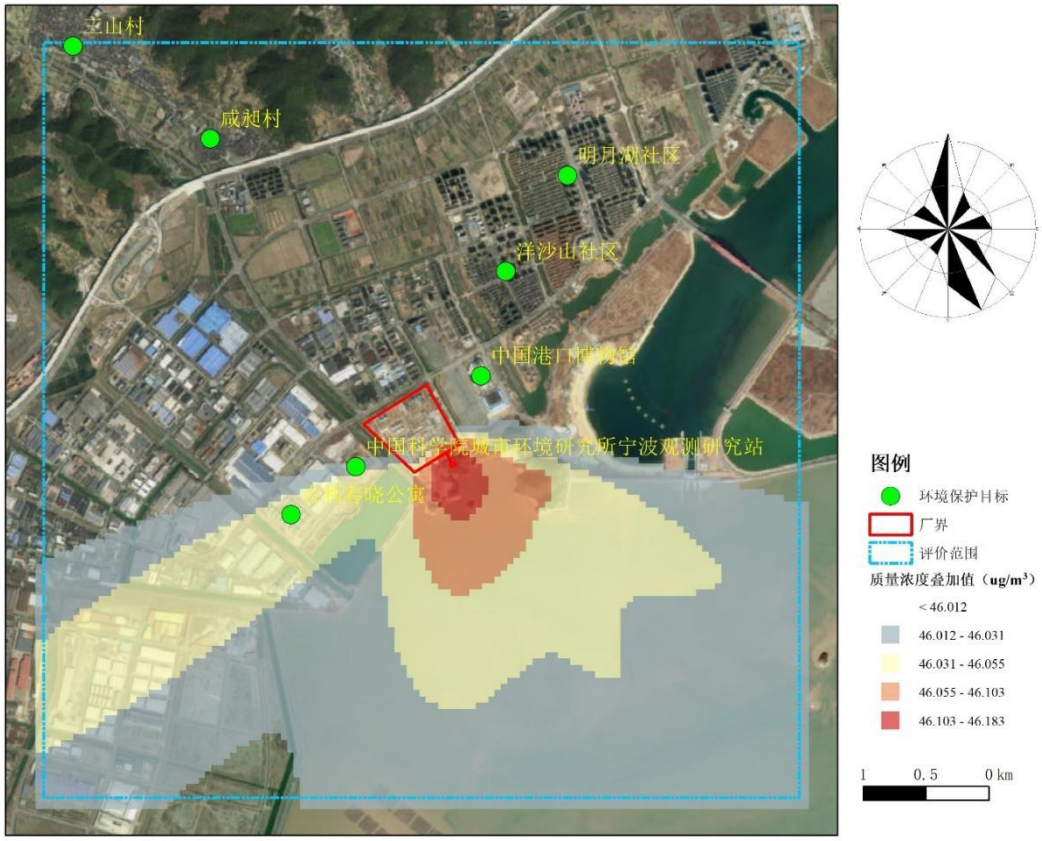



图 7.2-27 $PM_{2.5}$ 95%保证率日平均质量浓度分布（单位：μg/m³）

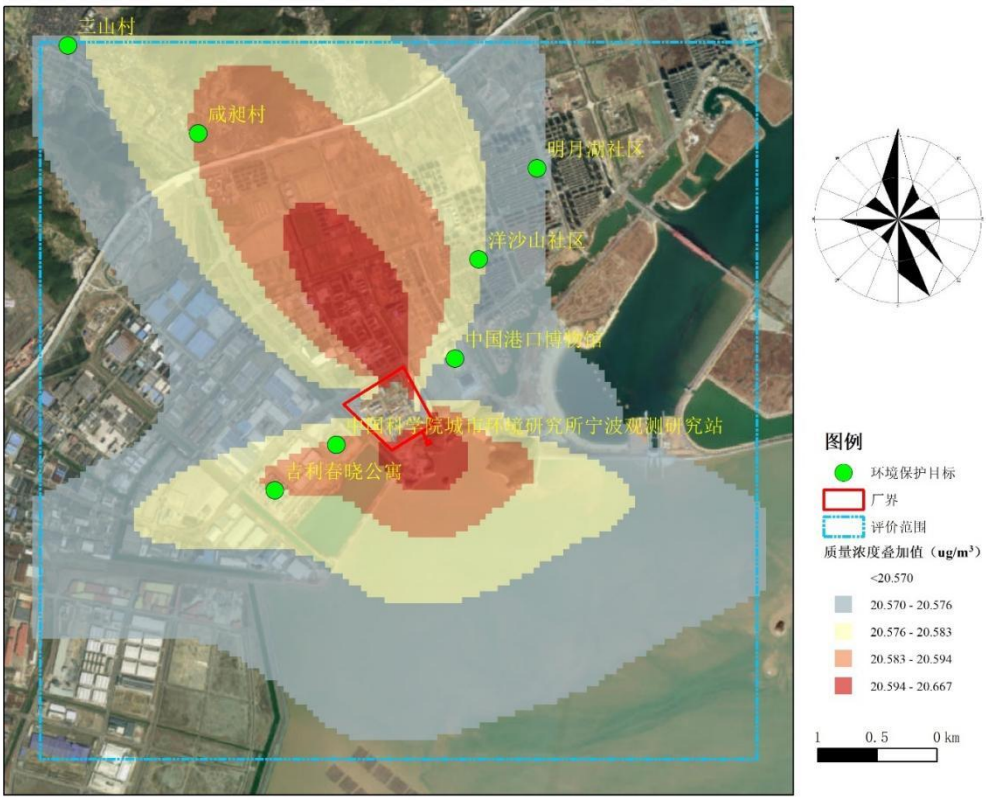



图 7.2-28 $PM_{2.5}$年均质量浓度分布（单位：μg/m³）

⑤　NMHC浓度叠加值预测结果及分析

本项目 NMHC 对关心点及网格点最大小时浓度叠加值见表 7.2-36 和图 7.2-29。

根据预测结果，网格点接收到 NMHC 小时最大浓度叠加值为 681.40μg/m³，占标率为 34.07%。

NMHC 在各环境空气保护目标的小时最大质量浓度叠加值在 512.58μg/m³～555.34μg/m³ 之间，占二级标准范围为 25.63%～27.77%。

表 7.2-36 NMHC叠加质量浓度预测结果

| 污染物 | 预测点 | 平均时段 | 贡献值 (μg/m³) | 占标率（%） | 现状浓度 (μg/m³) | 叠加后浓度 (μg/m³) | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NMHC | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 1小时 | 45.34 | 2.27 | 510.00 | 555.34 | 27.77 | 达标 |
| | 中国港口博物馆 | 1小时 | 10.12 | 0.51 | 510.00 | 520.12 | 26.01 | 达标 |
| | 洋沙山社区 | 1小时 | 7.64 | 0.38 | 510.00 | 517.64 | 25.88 | 达标 |
| | 吉利春晓公寓 | 1小时 | 20.12 | 1.01 | 510.00 | 530.12 | 26.51 | 达标 |
| | 明月湖社区 | 1小时 | 2.58 | 0.13 | 510.00 | 512.58 | 25.63 | 达标 |
| | 咸昶村 | 1小时 | 6.98 | 0.35 | 510.00 | 516.98 | 25.85 | 达标 |
| | 三山村 | 1小时 | 4.72 | 0.24 | 510.00 | 514.72 | 25.74 | 达标 |
| | 区域最大落地浓度 (-300,-200) | 1小时 | 171.40 | 8.57 | 510.00 | 681.40 | 34.07 | 达标 |

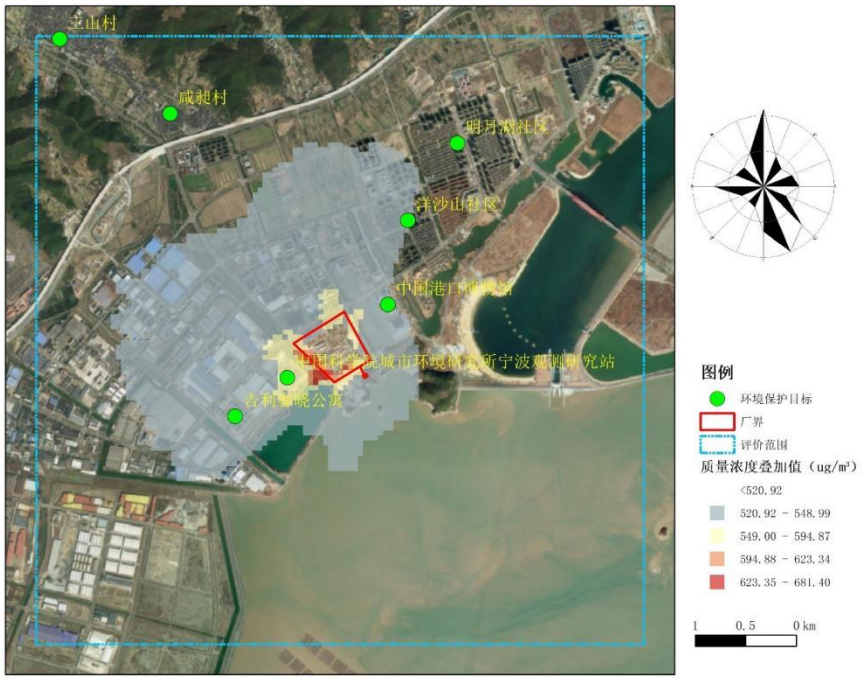



图 7.2-29 NMHC小时均质量浓度分布（单位：μg/m³）

● 非正常排放影响预测与评价

本次评价的非正常排放影响主要考虑火炬源的非正常工况对环境空气影响。

各非正常工况下，$SO_2$、$NO_2$、NMHC 最大小时贡献浓度预测结果见表 7.2-37。

根据预测结果，可以看出：

1）$SO_2$ 各环境空气保护目标最大小时贡献值在 0.010μg/m³-0.067μg/m³，占标率在 0.002%-0.013%之间，区域小时最大落地浓度点贡献值为 0.072μg/m³，占标率为 0.014%，未超过环境质量标准的要求。

2）$NO_2$ 各环境空气保护目标最大小时贡献值在 3.14μg/m³-987.00μg/m³，占标率在 1.57%-493.50%之间，区域小时最大落地浓度点贡献值为 1130.00μg/m³，占标率为 565.00%，超过环境质量标准的要求。

3）NMHC 各环境空气保护目标最大小时贡献值在 2.590μg/m3-77.700μg/m³，占标率在 0.130%-3.885%之间，区域小时最大落地浓度点贡献值为 179.000μg/m³，占标率为 8.950%，未超过环境质量标准的要求。

表 7.2-37 非正常工况下最大小时贡献质量浓度预测结果

| 工况 | 污染物 | 预测点 | 最大贡献值/(μg/m³) | 出现时间 | 占标率/% | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 天然气预处理单元-停产检修/设备维修 | NMHC | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 77.700 | 2022/05/23 24时 | 3.885 | 达标 |
| | | 中国港口博物馆 | 33.200 | 2022/11/06 22时 | 1.660 | 达标 |
| | | 洋沙山社区 | 41.500 | 2022/08/27 22时 | 2.075 | 达标 |
| | | 吉利春晓公寓 | 56.200 | 2022/01/27 05时 | 2.810 | 达标 |
| | | 明月湖社区 | 29.200 | 2022/03/10 01时 | 1.460 | 达标 |
| | | 咸昶村 | 29.900 | 2022/07/08 06时 | 1.495 | 达标 |
| | | 三山村 | 22.800 | 2022/07/15 21时 | 1.140 | 达标 |
| | | 最大落地浓度位置(-150,-400) | 179.000 | 2022/02/06 22时 | 8.950 | 达标 |
| | $NO_2$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 901.000 | 2022/02/28 20时 | 450.500 | 超标 |
| | | 中国港口博物馆 | 886.000 | 2022/01/20 02时 | 443.000 | 超标 |
| | | 洋沙山社区 | 949.000 | 2022/01/20 02时 | 474.500 | 超标 |
| | | 吉利春晓公寓 | 987.000 | 2022/05/23 21时 | 493.500 | 超标 |
| | | 明月湖社区 | 772.000 | 2022/03/10 01时 | 386.000 | 超标 |
| | | 咸昶村 | 641.000 | 2022/03/11 05时 | 320.500 | 超标 |
| | | 三山村 | 502.000 | 2022/11/07 23时 | 251.000 | 超标 |
| | | 最大落地浓度位置(300,-400) | 1130.000 | 2022/05/02 13时 | 565.000 | 超标 |
| | $SO_2$ | 中国科学院城市环境研究 | 0.059 | 2022/05/23 24时 | 0.012 | 达标 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 所宁波观测研究站 | | | | |
| | | 中国港口博物馆 | 0.057 | 2022/08/27 22时 | 0.011 | 达标 |
| | | 洋沙山社区 | 0.065 | 2022/03/10 01时 | 0.013 | 达标 |
| | | 吉利春晓公寓 | 0.067 | 2022/12/08 04时 | 0.013 | 达标 |
| | | 明月湖社区 | 0.052 | 2022/03/10 01时 | 0.010 | 达标 |
| | | 咸昶村 | 0.048 | 2022/07/15 22时 | 0.010 | 达标 |
| | | 三山村 | 0.037 | 2022/04/25 23时 | 0.007 | 达标 |
| | | 最大落地浓度位置(-400,700) | 0.072 | 2022/01/12 07时 | 0.014 | 达标 |
| 天然气脱水单元-停产检修/设备维修 | NMHC | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 48.900 | 2022/07/12 02时 | 2.445 | 达标 |
| | | 中国港口博物馆 | 12.000 | 2022/07/20 24时 | 0.600 | 达标 |
| | | 洋沙山社区 | 13.700 | 2022/08/27 22时 | 0.685 | 达标 |
| | | 吉利春晓公寓 | 26.300 | 2022/01/27 05时 | 1.315 | 达标 |
| | | 明月湖社区 | 6.350 | 2022/03/10 01时 | 0.318 | 达标 |
| | | 咸昶村 | 11.800 | 2022/09/30 02时 | 0.590 | 达标 |
| | | 三山村 | 8.590 | 2022/07/15 21时 | 0.430 | 达标 |
| | | 最大落地浓度位置(-150,-400) | 172.000 | 2022/02/06 22时 | 8.600 | 达标 |
| | $NO_2$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 101.000 | 2022/02/28 20时 | 50.500 | 达标 |
| | | 中国港口博物馆 | 96.400 | 2022/01/20 02时 | 48.200 | 达标 |
| | | 洋沙山社区 | 170.000 | 2022/01/20 02时 | 85.000 | 达标 |
| | | 吉利春晓公寓 | 165.000 | 2022/12/08 04时 | 82.500 | 达标 |
| | | 明月湖社区 | 156.000 | 2022/03/10 01时 | 78.000 | 达标 |
| | | 咸昶村 | 137.000 | 2022/03/11 05时 | 68.500 | 达标 |
| | | 三山村 | 113.000 | 2022/04/25 23时 | 56.500 | 达标 |
| | | 最大落地浓度位置(-650,1100) | 177.000 | 2022/01/12 07时 | 88.500 | 达标 |
| | $SO_2$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 0.020 | 2022/05/23 21时 | 0.004 | 达标 |
| | | 中国港口博物馆 | 0.015 | 2022/08/27 22时 | 0.003 | 达标 |
| | | 洋沙山社区 | 0.026 | 2022/03/10 01时 | 0.005 | 达标 |
| | | 吉利春晓公寓 | 0.024 | 2022/03/21 03时 | 0.005 | 达标 |
| | | 明月湖社区 | 0.020 | 2022/03/10 01时 | 0.004 | 达标 |
| | | 咸昶村 | 0.022 | 2022/07/15 22时 | 0.004 | 达标 |
| | | 三山村 | 0.016 | 2022/04/25 23时 | 0.003 | 达标 |
| | | 最大落地浓度位置(300,-150) | 0.066 | 2022/09/14 21时 | 0.013 | 达标 |
| 天然气制冷单元-停产检修/设备维修 | NMHC | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 50.300 | 2022/07/12 02时 | 2.515 | 达标 |
| | | 中国港口博物馆 | 12.100 | 2022/07/20 24时 | 0.605 | 达标 |
| | | 洋沙山社区 | 13.800 | 2022/08/27 22时 | 0.690 | 达标 |
| | | 吉利春晓公寓 | 26.500 | 2022/01/27 05时 | 1.325 | 达标 |
| | | 明月湖社区 | 5.950 | 2022/03/10 01时 | 0.298 | 达标 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 咸昶村 | 11.400 | 2022/09/30 02时 | 0.570 | 达标 |
| | | 三山村 | 8.110 | 2022/07/15 21时 | 0.406 | 达标 |
| | | 最大落地浓度位置(-150,-400) | 172.000 | 2022/02/06 22时 | 8.600 | 达标 |
| | $NO_2$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 140.000 | 2022/02/28 20时 | 70.000 | 达标 |
| | | 中国港口博物馆 | 136.000 | 2022/01/20 02时 | 68.000 | 达标 |
| | | 洋沙山社区 | 169.000 | 2022/01/20 02时 | 84.500 | 达标 |
| | | 吉利春晓公寓 | 172.000 | 2022/12/08 04时 | 86.000 | 达标 |
| | | 明月湖社区 | 145.000 | 2022/03/10 01时 | 72.500 | 达标 |
| | | 咸昶村 | 124.000 | 2022/03/11 05时 | 62.000 | 达标 |
| | | 三山村 | 99.400 | 2022/11/07 23时 | 49.700 | 达标 |
| | | 最大落地浓度位置(-950,150) | 178.000 | 2022/12/26 06时 | 89.000 | 达标 |
| | $SO_2$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 0.021 | 2022/05/23 21时 | 0.004 | 达标 |
| | | 中国港口博物馆 | 0.017 | 2022/08/27 22时 | 0.003 | 达标 |
| | | 洋沙山社区 | 0.025 | 2022/03/10 01时 | 0.005 | 达标 |
| | | 吉利春晓公寓 | 0.024 | 2022/03/21 03时 | 0.005 | 达标 |
| | | 明月湖社区 | 0.019 | 2022/03/10 01时 | 0.004 | 达标 |
| | | 咸昶村 | 0.021 | 2022/07/15 22时 | 0.004 | 达标 |
| | | 三山村 | 0.015 | 2022/04/25 23时 | 0.003 | 达标 |
| | | 最大落地浓度位置(300,-150) | 0.066 | 2022/09/14 21时 | 0.013 | 达标 |
| 天然气分馏单元-设备运转异常 | NMHC | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 45.600 | 2022/07/12 02时 | 2.280 | 达标 |
| | | 中国港口博物馆 | 10.200 | 2022/07/20 24时 | 0.510 | 达标 |
| | | 洋沙山社区 | 8.000 | 2022/08/27 22时 | 0.400 | 达标 |
| | | 吉利春晓公寓 | 20.400 | 2022/01/27 05时 | 1.020 | 达标 |
| | | 明月湖社区 | 2.590 | 2022/07/18 24时 | 0.130 | 达标 |
| | | 咸昶村 | 7.170 | 2022/09/30 02时 | 0.359 | 达标 |
| | | 三山村 | 4.750 | 2022/06/05 01时 | 0.238 | 达标 |
| | | 最大落地浓度位置(-150,-400) | 171.000 | 2022/02/06 22时 | 8.550 | 达标 |
| | $NO_2$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 4.990 | 2022/06/08 21时 | 2.495 | 达标 |
| | | 中国港口博物馆 | 3.510 | 2022/08/27 22时 | 1.755 | 达标 |
| | | 洋沙山社区 | 5.420 | 2022/03/10 01时 | 2.710 | 达标 |
| | | 吉利春晓公寓 | 5.630 | 2022/07/04 03时 | 2.815 | 达标 |
| | | 明月湖社区 | 3.820 | 2022/03/10 01时 | 1.910 | 达标 |
| | | 咸昶村 | 4.250 | 2022/07/15 22时 | 2.125 | 达标 |
| | | 三山村 | 3.140 | 2022/04/25 23时 | 1.570 | 达标 |
| | | 最大落地浓度位置(300,-150) | 27.600 | 2022/09/14 21时 | 13.800 | 达标 |
| | $SO_2$ | 中国科学院城市环境研究 | 0.016 | 2022/03/21 03时 | 0.003 | 达标 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 所宁波观测研究站 | | | | |
| | | 中国港口博物馆 | 0.010 | 2022/08/27 22时 | 0.002 | 达标 |
| | | 洋沙山社区 | 0.017 | 2022/09/10 02时 | 0.003 | 达标 |
| | | 吉利春晓公寓 | 0.018 | 2022/07/04 03时 | 0.004 | 达标 |
| | | 明月湖社区 | 0.011 | 2022/03/10 01时 | 0.002 | 达标 |
| | | 咸昶村 | 0.015 | 2022/08/11 24时 | 0.003 | 达标 |
| | | 三山村 | 0.011 | 2022/07/31 20时 | 0.002 | 达标 |
| | | 最大落地浓度位置(300,-150) | 0.066 | 2022/09/14 21时 | 0.013 | 达标 |
| 外输计量系统-设备运转异常 | NMHC | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 55.500 | 2022/05/23 24时 | 2.775 | 达标 |
| | | 中国港口博物馆 | 14.500 | 2022/07/20 24时 | 0.725 | 达标 |
| | | 洋沙山社区 | 21.300 | 2022/08/27 22时 | 1.065 | 达标 |
| | | 吉利春晓公寓 | 34.400 | 2022/01/27 05时 | 1.720 | 达标 |
| | | 明月湖社区 | 13.100 | 2022/03/10 01时 | 0.655 | 达标 |
| | | 咸昶村 | 17.300 | 2022/09/30 02时 | 0.865 | 达标 |
| | | 三山村 | 13.100 | 2022/07/15 21时 | 0.655 | 达标 |
| | | 最大落地浓度位置(-150,-400) | 173.000 | 2022/02/06 22时 | 8.650 | 达标 |
| | $NO_2$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 289.000 | 2022/02/28 20时 | 144.500 | 超标 |
| | | 中国港口博物馆 | 279.000 | 2022/01/20 02时 | 139.500 | 超标 |
| | | 洋沙山社区 | 384.000 | 2022/01/20 02时 | 192.000 | 超标 |
| | | 吉利春晓公寓 | 388.000 | 2022/05/23 21时 | 194.000 | 超标 |
| | | 明月湖社区 | 339.000 | 2022/03/10 01时 | 169.500 | 超标 |
| | | 咸昶村 | 292.000 | 2022/03/11 05时 | 146.000 | 超标 |
| | | 三山村 | 237.000 | 2022/11/07 23时 | 118.500 | 超标 |
| | | 最大落地浓度位置(-900,150) | 401.000 | 2022/12/26 06时 | 200.500 | 超标 |
| | $SO_2$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 0.028 | 2022/05/23 21时 | 0.006 | 达标 |
| | | 中国港口博物馆 | 0.025 | 2022/08/27 22时 | 0.005 | 达标 |
| | | 洋沙山社区 | 0.037 | 2022/03/10 01时 | 0.007 | 达标 |
| | | 吉利春晓公寓 | 0.036 | 2022/03/21 03时 | 0.007 | 达标 |
| | | 明月湖社区 | 0.030 | 2022/03/10 01时 | 0.006 | 达标 |
| | | 咸昶村 | 0.030 | 2022/07/15 22时 | 0.006 | 达标 |
| | | 三山村 | 0.023 | 2022/04/25 23时 | 0.005 | 达标 |
| | | 最大落地浓度位置(300,-150) | 0.066 | 2022/09/14 21时 | 0.013 | 达标 |
| 丙烷存储系统-压力容器检验 | NMHC | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 47.600 | 2022/07/12 02时 | 2.380 | 达标 |
| | | 中国港口博物馆 | 11.400 | 2022/07/20 24时 | 0.570 | 达标 |
| | | 洋沙山社区 | 12.200 | 2022/08/27 22时 | 0.610 | 达标 |
| | | 吉利春晓公寓 | 24.600 | 2022/01/27 05时 | 1.230 | 达标 |
| | | 明月湖社区 | 4.820 | 2022/03/10 01时 | 0.241 | 达标 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 咸昶村 | 10.600 | 2022/09/30 02时 | 0.530 | 达标 |
| | | 三山村 | 7.470 | 2022/07/15 21时 | 0.374 | 达标 |
| | | 最大落地浓度位置(-150,-400) | 172.000 | 2022/02/06 22时 | 8.600 | 达标 |
| | $NO_2$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 63.700 | 2022/02/28 20时 | 31.850 | 达标 |
| | | 中国港口博物馆 | 61.200 | 2022/09/22 07时 | 30.600 | 达标 |
| | | 洋沙山社区 | 125.000 | 2022/01/20 02时 | 62.500 | 达标 |
| | | 吉利春晓公寓 | 120.000 | 2022/12/08 04时 | 60.000 | 达标 |
| | | 明月湖社区 | 115.000 | 2022/03/10 01时 | 57.500 | 达标 |
| | | 咸昶村 | 100.000 | 2022/03/11 05时 | 50.000 | 达标 |
| | | 三山村 | 82.000 | 2022/04/25 23时 | 41.000 | 达标 |
| | | 最大落地浓度位置(-650,1100) | 130.000 | 2022/01/12 07时 | 65.000 | 达标 |
| | $SO_2$ | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 0.016 | 2022/03/21 03时 | 0.003 | 达标 |
| | | 中国港口博物馆 | 0.010 | 2022/08/27 22时 | 0.002 | 达标 |
| | | 洋沙山社区 | 0.017 | 2022/09/10 02时 | 0.003 | 达标 |
| | | 吉利春晓公寓 | 0.018 | 2022/07/04 03时 | 0.004 | 达标 |
| | | 明月湖社区 | 0.011 | 2022/03/10 01时 | 0.002 | 达标 |
| | | 咸昶村 | 0.015 | 2022/08/11 24时 | 0.003 | 达标 |
| | | 三山村 | 0.011 | 2022/07/31 20时 | 0.002 | 达标 |
| | | 最大落地浓度位置(300,-150) | 0.066 | 2022/09/14 21时 | 0.013 | 达标 |

● 厂界达标分析

（1） 正常工况1

计算叠加拟在建污染源和现有工程污染源情况下，NMHC、$SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$在厂界的小时平均浓度贡献最大值见表 7.2-38，可以看出各类污染物均满足厂界浓度监控限值。

表 7.2-38 工况1厂界浓度统计表

| 污染物 | 最大浓度坐标（m） | | 厂界受体最大浓度(μg/m³) | 厂界标准(μg/m³) | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | | | | |
| NMHC | -243 | -227 | 614.55 | 4000 | 15.364 | 达标 |
| $SO_2$ | 294 | -176 | 0.15 | 400 | 0.04 | 达标 |
| $NO_2$ | 294 | -176 | 60.45 | 120 | 50.38 | 达标 |
| $PM_{10}$ | 294 | -176 | 6.04 | 1000 | 0.60 | 达标 |

（2） 正常工况2

计算叠加拟在建污染源和现有工程污染源情况下，NMHC、$SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$在厂界的小时平均浓度贡献最大值见表 7.2-39，可以看出各类污染

物均满足厂界浓度监控限值。

表 7.2-39 工况2厂界浓度统计表

| 污染物 | 最大浓度坐标（m） | | 厂界受体最大浓度(μg/m³) | 厂界标准(μg/m³) | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | | | | |
| NMHC | -243 | -227 | 614.46 | 4000 | 15.362 | 达标 |
| $SO_2$ | 294 | -176 | 0.18 | 400 | 0.05 | 达标 |
| $NO_2$ | 294 | -176 | 85.01 | 120 | 70.84 | 达标 |
| $PM_{10}$ | 294 | -176 | 8.50 | 1000 | 0.85 | 达标 |

- 大气环境防护距离

（1） 正常工况1

本项目叠加拟在建污染源和现有工程污染源情况下，厂界外所有 NMHC、$SO_2$、NOx（以 $NO_2$ 计）、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$ 短期贡献浓度最大值见表 7.2-40，各污染物短期贡献浓度最大值均达标，不需设置大气环境防护距离。

表 7.2-40 厂界外短期贡献浓度最大值统计

| 污染物 | 最大浓度坐标（m） | | 平均时段 | 厂界外最大浓度(μg/m³) | 评价标准(μg/m³) | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | | | | | |
| NMHC | -300 | -200 | 1h平均 | 334.67 | 2000 | 16.73 | 达标 |
| $SO_2$ | 300 | -150 | 1h平均 | 0.19 | 500 | 0.04 | 达标 |
| | 350 | -150 | 日平均 | 0.04 | 150 | 0.03 | 达标 |
| $NO_2$ | 300 | -150 | 1h平均 | 80.53 | 200 | 40.27 | 达标 |
| | 400 | -150 | 日平均 | 15.06 | 80 | 18.83 | 达标 |
| $PM_{10}$ | 400 | -150 | 日平均 | 1.50 | 150 | 1.00 | 达标 |
| $PM_{2.5}$ | 400 | -150 | 日平均 | 0.75 | 75 | 1.00 | 达标 |

（2） 正常工况2

本项目叠加拟在建污染源和现有工程污染源情况下，厂界外所有 NMHC、$SO_2$、$NO_X$（以 $NO_2$ 计）、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$ 短期贡献浓度最大值见表 7.2-41，各污染物短期贡献浓度最大值均达标，不需设置大气环境防护距离。

表 7.2-41 厂界外短期贡献浓度最大值统计

| 污染物 | 最大浓度坐标（m） | | 平均时段 | 厂界外最大浓度(μg/m³) | 评价标准(μg/m³) | 占标率（%） | 达标情况 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | | | | | |
| NMHC | -300 | -200 | 1h平均 | 334.59 | 2000 | 16.73 | 达标 |
| $SO_2$ | 300 | -150 | 1h平均 | 0.24 | 500 | 0.05 | 达标 |
| | 400 | -150 | 日平均 | 0.04 | 150 | 0.03 | 达标 |
| $NO_2$ | 300 | -150 | 1h平均 | 109.51 | 200 | 54.76 | 达标 |
| | 400 | -150 | 日平均 | 18.25 | 80 | 22.81 | 达标 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $PM_{10}$ | 400 | -150 | 日平均 | 1.83 | 150 | 1.22 | 达标 |
| $PM_{2.5}$ | 400 | -150 | 日平均 | 0.91 | 75 | 1.22 | 达标 |

k. 小结

● 区域达标判定

本项目位于浙江省宁波市北仑区，评价范围内的环境空气质量为二类区，根据 2022 年宁波市环境质量公报结论，评价范围内为达标区。

● 项目污染物贡献值评价结论

统计两种正常工况情形下各污染物最大贡献情况。本项目污染源正常排放下污染物（$SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$、NMHC）短期浓度（小时和日均）贡献值的最大浓度占标率均≤100%。

区域 $SO_2$、$NO_2$ 小时最大浓度贡献值分别为 0.066μg/m³、27.6μg/m³，占二级级标准 0.013%、13.8%。区域内 NMHC 小时最大浓度贡献值为 171.50μg/m³，占标率为 8.57%。

区域内 $SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$ 日均最大浓度贡献值分别为 0.021μg/m³、6.54μg/m³、0.654μg/m³、0.327μg/m³，占二级标准 0.014%、8.18%、0.44%、0.44%。

本项目新增污染源正常排放下污染物（$SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$ 和 $PM_{2.5}$）年均浓度贡献值的最大浓度占标率≤30%。

区域内 $SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$ 和 $PM_{2.5}$ 年均最大浓度贡献值分别为 0.00228ug/m³、0.597μg/m³、0.0597μg/m³、0.0299μg/m³，占二级标准的 0.0038%、1.49%、0.085%、0.085%。

● 环境功能区划符合性

统计两种正常工况情形下各污染物对大气环境最大影响情况。叠加区域相关源和现状浓度后，$SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$ 区域保证率日均质量浓度，分别为 13.01μg/m³、64.97μg/m³、82.275μg/m³、46.183μg/m³，占二级标准的 8.67%、81.25%、54.85%、61.58%；$SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$ 年均最大质量浓度叠加值分别为 7.894μg/m³、32.64μg/m³、37.33μg/m³、20.667μg/m³，占二级标准的 13.16%、81.50%、53.33%、59.05%。

叠加区域相关源和现状浓度后，NMHC 小时最大质量浓度叠加值为 681.50μg/m³，占标率为 34.07%。

叠加现状浓度的环境影响后，$SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$ 的保证率日平均质

量浓度和年平均质量浓度均符合环境质量标准，NMHC 小时最大质量浓度符合环境质量标准。因此本项目的运行不改变区域环境功能。

- 大气环境防护距离

两种正常工况情形下，本项目叠加相同厂区内二期拟在建源和现有工程污染源情况以后，厂界浓度均达标，短期贡献浓度也均达标，不需设置大气环境防护距离。

综上所述，本项目大气环境影响可以接受。

l. 大气环境影响评价自查表

表 7.2-42 建设项目大气环境影响评价自查表

<table>
<tr><th colspan="2">工作内容</th><th colspan="8">自查项目</th></tr>
<tr><td rowspan="2">评价等级与范围</td><td>评价等级</td><td colspan="3">一级☑</td><td colspan="3">二级□</td><td colspan="2">三级□</td></tr>
<tr><td>评价范围</td><td colspan="3">边长=50km□</td><td colspan="3">边长 5~50km☑</td><td colspan="2">边长=5 km□</td></tr>
<tr><td rowspan="2">评价因子</td><td>$SO_2+NO_x$ 排放量</td><td colspan="2">≥ 2000t/a□</td><td colspan="4">500 ~ 2000t/a□</td><td colspan="2">＜500 t/a☑</td></tr>
<tr><td>评价因子</td><td colspan="4">基本污染物 ($SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$)<br>其他污染物 (NMHC)</td><td colspan="4">包括二次 $PM_{2.5}$□<br>不包括二次 $PM_{2.5}$☑</td></tr>
<tr><td>评价标准</td><td>评价标准</td><td colspan="3">国家标准☑</td><td>地方标准 □</td><td colspan="3">附录 D □</td><td>其他标准☑</td></tr>
<tr><td rowspan="3">现状评价</td><td>环境功能区</td><td colspan="3">一类区□</td><td colspan="3">二类区☑</td><td colspan="2">一类区和二类区□</td></tr>
<tr><td>评价基准年</td><td colspan="8">（2022）年</td></tr>
<tr><td>环境空气质量现状调查数据来源</td><td colspan="3">长期例行监测数据☑</td><td colspan="3">主管部门发布的数据□</td><td colspan="2">现状补充监测☑</td></tr>
<tr><td>现状评价</td><td colspan="4">达标区☑</td><td colspan="4">不达标区□</td></tr>
<tr><td>污染源调查</td><td>调查内容</td><td colspan="3">本项目正常排放源 ☑<br>本项目非正常排放源 ☑<br>现有污染源 ☑</td><td>拟替代的污染源□</td><td colspan="3">其他在建、拟建项目污染源□</td><td>区域污染源□</td></tr>
<tr><td rowspan="7">大气环境影响预测与评价</td><td>预测模型</td><td>AERMOD ☑</td><td>ADMS □</td><td colspan="2">AUSTAL2000 □</td><td colspan="2">EDMS/AEDT □</td><td>CALPUFF □</td><td>网格模型 □</td><td>其他 □</td></tr>
<tr><td>预测范围</td><td colspan="2">边长≥ 50km□</td><td colspan="4">边长 5~50km☑</td><td colspan="2">边长 = 5 km □</td></tr>
<tr><td>预测因子</td><td colspan="4">预测因子($SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$、NMHC)</td><td colspan="4">包括二次 $PM_{2.5}$ □<br>不包括二次 $PM_{2.5}$ ☑</td></tr>
<tr><td>正常排放短期浓度贡献值</td><td colspan="4">$C_{本项目}$最大占标率≤100%☑</td><td colspan="4">$C_{本项目}$最大占标率＞100% □</td></tr>
<tr><td rowspan="2">正常排放年均浓度贡献值</td><td>一类区</td><td colspan="3">$C_{本项目}$最大占标率≤10%□</td><td colspan="4">$C_{本项目}$最大标率＞10% □</td></tr>
<tr><td>二类区</td><td colspan="3">$C_{本项目}$最大占标率≤30%☑</td><td colspan="4">$C_{本项目}$最大标率＞30% □</td></tr>
<tr><td>非正常排放 1h 浓度贡献值</td><td colspan="2">非正常持续时长<br>（ ）h</td><td colspan="3">$C_{非正常}$占标率≤100% □</td><td colspan="3">$C_{非正常}$占标率＞100%□</td></tr>
</table>

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 保证率日平均浓度和年平均浓度叠加值 | $C_{叠加}$达标 ☑ | | $C_{叠加}$不达标 □ | |
| | 区域环境质量的整体变化情况 | $k$ ≤-20% □ | | $k$ ＞-20% □ | |
| 环境监测计划 | 污染源监测 | 监测因子：（氮氧化物、颗粒物、二氧化硫、林格曼黑度） | | 有组织废气监测 ☑<br>无组织废气监测 ☑ | 无监测□ |
| | 环境质量监测 | 监测因子：（非甲烷总烃） | | 监测点位数（1） | 无监测□ |
| 评价结论 | 环境影响 | 可以接受 ☑ 不可以接受 □ | | | |
| | 大气环境防护距离 | 距（/）厂界最远（/）m | | | |
| | 污染源年排放量 | $SO_2$:（0.083）t/a | $NO_x$:（31.362）t/a | 颗粒物:（2.378）t/a | $VOC_s$:（10.295）t/a |
| 注：“□”为勾选项，填“√”；“（ ）”为内容填写项 | | | | | |

7.2.2.2 地下水环境影响预测及评价

a. 污染源及污染途径

● 正常状况

本项目现有及新建严格按照《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T 50934-2013）进行地表分区防渗处理，物料及污水输送管线、污废水处理装置等也经过防渗防腐处理，正常状况下不应有废污水处理装置或其它物料暴露而发生渗漏至地下水的情景发生。

● 非正常状况

非正常状况指建设项目的工艺设备或地下水环境保护措施因系统老化、腐蚀等原因不能正常运行或保护效果达不到设计要求时的运行状况。

由本项目工程分析可知，在生产运行期间，只有当装置单元、储运工程中液体物料装卸和储罐、公用工程中废污水管网以及环保工程中水工构筑物的分区防渗措施等出现破损或施工质量存在问题的情况下，如处置不当，污染物可能下渗影响地下水环境。

b. 污染源位置设定

本项目为天然气陆上终端处理厂，通过对终端处理厂平面布置综合分析，综合考虑建设项目物料及废水的特性、装置设施的装备情况以及项目区水文地质条件，本次评价非正常状况泄漏点设定为：现有生产废水处理系统生产污水池底部开裂渗漏，特征污染物石油类污染地下水。

根据工程分析，新建装置进入生产污水池的废水主要有：再生气分水罐污水（W1）、低温分离器污水（W2）、石英砂过滤器反冲洗水（W4）、污染雨水（W5）、检维修污水（W6），各股废水中主要污染物为 COD（100～500mg/L）、氨氮（0~20mg/L）、总氮（0~45mg/L）、总磷（0~10mg/L）、石油类（100～200mg/L）、悬浮物（100～500mg/L）。本次评价选用特征污染物石油类为表征，浓度保守取 200mg/L。

c. 预测模型

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）附录 D（常用地下水评价预测模型）中 D.1.2.1 一维稳定流动一维水动力弥散问题所给出的解析法求解公式 D.2 预测。

一维半无限长多孔介质柱体，一端为定浓度边界：

$$\frac{C}{C_0}=\frac{1}{2}erfc\left(\frac{x-ut}{2\sqrt{D_L t}}\right)+\frac{1}{2}e^{\frac{ux}{D_L}}erfc\left(\frac{x+ut}{2\sqrt{D_L t}}\right)$$

式中：$x$—距注入点的距离，m；

$t$—时间，d；

$C(x,\ t)$—$t$时刻$x$处的示踪剂浓度，g/L；

$C_0$—注入的示踪剂的浓度，g/L；

$u$—水流速度，m/d；

$D_L$—纵向弥散系数，$m^2/d$；

erfc（ ）—余误差函数。

d. 模型参数选取

浅层孔隙潜水赋存于粘性土和淤泥质粘性土层中，根据初勘抽水试验计算成果和室内土工试验成果，渗透系数为 $5.0\times10^{-6}$~$4.07\times10^{-7}$cm/s，本次评价粘性土的渗透系数保守取 $5.0\times10^{-6}$cm/s（0.004m/d），有效孔隙率取 0.1。

通过地下水位监测数据绘制流场，评价区水力坡度取 3‰。

水流速度按公式$u=K\cdot I/n$计算，计算得水流速度 $u$ 约为 0.00012m/d。

纵向弥散系数按公式$D_L=u\alpha_L$计算，参考 Gelhar 等人关于纵向弥散度与观测尺度关系的理论，结合评价区地下水流速较缓的实际情况，纵向弥散度选用 10m。由此计算评价区的纵向弥散系数：$D_L$=0.0012$m^2$/d。

e. 预测结果与分析

根据预测可知，污水处理设施生产污水池（依托）底部开裂渗漏后，石油类预测结果为：泄漏后 100 天，石油类在含水层的超标距离（按照 GB 3838-2002 的 III 类限值 0.05mg/L 计）为下游 1.49m，影响距离（按石油类检出限 0.01mg/L 计）为下游 1.72m；泄漏后 1000 天，石油类的超标距离为下游 4.79m，影响距离为下游 5.50m；泄漏后 10 年，石油类的超标距离为下游 9.27m，影响距离为下游 10.70m；泄漏后 30 年，石油类的超标距离为下游 16.71m，影响距离为下游 19.06m；场地边界处（约 45m）石油类在模拟时段内均未检出。预测结果见表 7.2-43。

表 7.2-43 生产污水池（依托）底部渗漏污染范围

| 预测因子 | 污染源源强（mg/L） | 模拟时间（d） | 超标距离（m） | 影响距离（m） |
|---|---|---|---|---|
| 石油类 | 200 | 100 | 1.49 | 1.72 |
| | | 1000 | 4.79 | 5.50 |
| | | 10年 | 9.27 | 10.70 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 30年 | 16.71 | 19.06 |

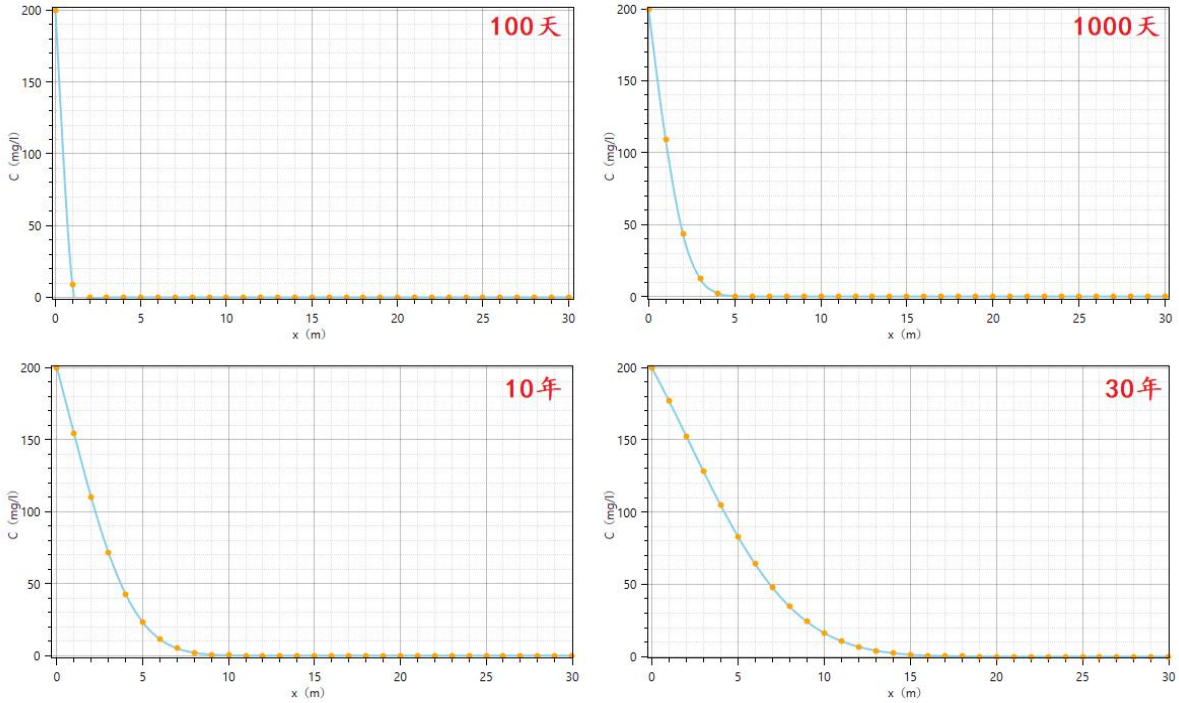



图 7.2-30 生产污水池（依托）底部渗漏污染曲线

f.　小结

本项目场地所在区域地下水水力梯度相对较小、含水层渗透性能相对较差，地下水流速较慢，污染物进入潜水含水层中纵向扩散速度缓慢。从上述地下水污染预测结果可知，非正常状况下，30 年后特征污染物石油类最大影响距离约为 19.06m。但地下水具有埋藏隐蔽性和一旦污染很难治理的特征，因此需在设备设施运行过程中加强防渗层进行检查，对破损处进行及时修补，并加强运营期地下水监控工作，避免在项目运营过程中造成地下水污染。

7.2.2.3 土壤环境影响分析

a.　污染源及影响途径

本项目对土壤的潜在污染源主要有天然气处理装置区的天然气预处理单元、天然气脱水单元、天然气制冷单元，储运工程的外输计量系统，环保工程的污水处理系统。

本项目排放的废气污染物主要是新建天然气处理装置和丙烷球罐机泵、连接件、法兰及阀门等动静密封点泄漏无组织排放的挥发性有机废气，基本不会通过大气沉降的途径对土壤造成累积性影响。因此本项目对土壤环境的影响途径主要为垂直入渗。

b. 正常工况下对土壤的影响

本项目天然气处理装置区设备密闭运行同时地面进行了硬化处理；扩建装置各设备所排放的污水均密闭进入原含油污水管道，经汇集后进闭式排放罐，经污油泵提升后，污油去装车外运，污水去终端已建污水处理系统污水闭式排放单元，因此正常运营情况下，对土壤环境无影响。

c. 非正常工况下对土壤的影响

在非正常情况下，天然气处理装置区的天然气预处理单元、天然气脱水单元、天然气制冷单元，储运工程的外输计量系统设备、管线检维修含油污水、固体废物“跑、冒、滴、漏”通过垂直入渗进入土壤，对土壤环境产生一定的影响；天然气处理装置区的天然气脱水单元分子筛脱水塔、分子筛粉尘过滤器等设备设施老化腐蚀泄漏，凝析油或含油污水“跑、冒、滴、漏”通过垂直入渗进入土壤，对土壤环境产生一定的影响；含油污水管道和闭式排放罐等设备设施老化腐蚀泄漏，含油污水“跑、冒、滴、漏”通过垂直入渗进入土壤，对土壤环境产生一定的影响；污水处理站内污水调节池、中间缓冲池等设备设施老化腐蚀泄漏，含油污水“跑、冒、滴、漏”通过垂直入渗进入土壤，对土壤环境产生一定的影响。

d. 事故状态下对土壤的影响

项目运营期间，若发生泄漏、火灾、爆炸等风险事故，稳定轻烃等液态物料发生泄漏或天然气设施发生泄漏、火灾、爆炸，会产生泄漏物料或大量的被污染的消防水，如果泄漏的稳定轻烃等液态物料或被污染的消防水未被及时收集的情况下，其一旦进入土壤可能对周围土壤造成污染，破坏土壤的结构，增加土壤石油类中污染物，对土壤环境造成局部斑块状的影响。

但考虑到风险事故后，能够及时对泄漏的稳定轻烃等物料和消防污水进行收集和处置，减少泄漏物料与污水在地面停留的时间，切断泄漏物料与消防污水渗入土壤，从而降低通过垂直入渗影响土壤的风险。另外对受污染的表层土需及时清理，进行相应的处置。

表 7.2-44 土壤环境影响评价自查表

| 工作内容 | | 完成情况 | 备注 |
|---|---|---|---|
| 影响识别 | 影响类型 | 污染影响型☑；生态影响型□；两种兼有□ | |
| | 土地利用类型 | 建设用地☑；农用地□；未利用地□ | |
| | 占地规模 | 1.02hm$^2$ | |
| | 敏感目标信息 | 敏感目标（无）、方位（）、距离（） | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 影响途径 | 大气沉降□；地面漫流□；垂直入渗☑；地下水位□；其他（） | | | | |
| | 全部污染物 | 凝析油 | | | | |
| | 特征因子 | 石油烃 | | | | |
| | 所属土壤环境影响评价项目类别 | I类□；II类☑；III类□；IV类□ | | | | |
| | 敏感程度 | 敏感□；较敏感□；不敏感☑ | | | | |
| 评价工作等级 | | 一级□；二级□；三级☑ | | | | |
| 现状调查内容 | 资料收集 | a）☑；b）☑；c）☑；d）□ | | | | |
| | 理化特性 | / | | | | |
| | 现状监测点位 | | 占地范围内 | 占地范围外 | 深度 | |
| | | 表层样点数 | 3 | 0 | 0-0.2m | |
| | | 柱状样点数 | 0 | 0 | | |
| | 现状监测因子 | GB36600中基本项目和石油烃（$C_{10}$-$C_{40}$）、石油烃（$C_6$-$C_9$）汞、砷、六价铬 | | | | |
| 现状评价 | 评价因子 | GB36600中基本项目和石油烃（$C_{10}$-$C_{40}$）、石油烃（$C_6$-$C_9$）汞、砷、六价铬 | | | | |
| | 评价标准 | GB15618□；GB36600☑；表D.1□；表D.2□；其他（） | | | | |
| | 现状评价结论 | 各监测点位的监测因子均满足相应标准限值要求。 | | | | |
| 影响预测 | 预测因子 | / | | | | |
| | 预测方法 | 附录E□；附录F□；其他（无） | | | | |
| | 预测分析内容 | 影响范围（）<br>影响程度（√） | | | | |
| | 预测结论 | 达标结论：a）☑；b）□；c）□<br>不达标结论：a）□；b）□ | | | | |
| 防治措施 | 防控措施 | 土壤环境质量现状保障☑；源头控制☑；过程防控☑；其他（） | | | | |
| | 跟踪监测 | 监测点数 | 监测指标 | 监测频次 | | 纳入现有工程整体考虑。 |
| | | / | / | / | | |
| | 信息公开指标 | / | | | | |
| 评价结论 | | 本项目在落实土壤保护措施的前提下，项目建设对厂区及周围土壤环境的影响可接受。 | | | | |

注1：“□”为勾选项，可√；“（）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。
注2：需要分别开展土壤环境影响评级工作的，分别填写自查表。

7.2.2.4 地表水影响分析与评价

a. 废水产生情况

本项目运营期正常工况下的废水主要包括生活污水和生产废水。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），本项目的评价等级为三级B，主要分析依托的环境可行性。

生活污水处理合格后接市政管网。本项目废水污染源主要包括生产废水、

循环冷却水单元排污水、工艺装置检修废水和初期污染雨水，其产生情况见表7.2-45。

表 7.2-45 陆上终端排水量统计表

| 项目排污点 | | 水量（$m^3/h$） | 水　质 | 排放特点 |
|---|---|---|---|---|
| 天然气脱水单元 | 再生气分水罐 | 0.4 | COD、氨氮、总氮、石油类、悬浮物、pH | 连续 |
| | 低温分离器 | 0.082 | COD、氨氮、总氮、石油类、悬浮物、pH | 连续 |
| 循环冷却水单元水排污 | 循环冷却水池排污水 | 0.855 | COD、悬浮物、总磷、pH | 连续 |
| | 石英砂过滤器反冲洗水 | $2m^3/d$ | COD、悬浮物、总磷、pH | 连续 |
| 检维修 | | $10.5m^3$/次 | COD、氨氮、总氮、石油类、悬浮物、pH | 1次/3a |
| 初期污染雨水 | | $2648m^3/a$ | COD、氨氮、总氮、石油类、悬浮物、pH | 下雨时 |

b. 废水处理措施

生活污水主要来自厂内办公区、生活区产生的盥洗废水。本项目未新增定员，无新增生活污水。

本项目陆上工程进入现有污水处理系统废水量为 $21.15m^3/d$，直接进入外排监控池废水量为 $20.52m^3/d$，经外排监控池监控合格排至春晓净化水厂的废水量为 $41.67m^3/d$。现有工程进入生产废水处理系统处理的废水量 $19.46m^3/d$；现有生活污水进入生产废水处理系统处理的废水量 $25.03m^3/d$，根据工程分析，改扩建后全厂的废水排放量为 $49689.35m^3/a$。

目前终端建设污水处理系统一套，设计处理规模 $8m^3/h$，处理能力满足扩建后含油生产水的处理需求。初期雨水经集水系统收集至初期雨水收集池，循环冷却水排水与经处理后的初期雨水和含油废水水质达到排放标准后排至市政污水管道进入春晓净化水厂处理。根据城镇污水排入排水管网许可证（副本）中要求本项目接入春晓净化水厂的污染物浓度限值为“悬浮物 400mg/L、化学需氧量 500mg/L、五日生化需氧量 350mg/L、氨氮 45mg/L”，废水其他因子参考《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)A 级标准执行，厂内污水处理设施及春晓净化水厂位置见图 7.2-31。

图 7.2-31 项目与春晓净化水厂位置关系

c. 依托现有工程污水处理设施可行性分析

● 处理工艺依托可行性分析

宁波终端二期工程将原有污水处理系统进行了优化升级，该污水处理系统为保证生化处理系统的连续性，将生活污水、生产废水以及可能受污染的雨水，分别收集至生活污水池、生产污水池、初期雨水池后进入处理规模为8m$^3$/h的生化处理系统，检测合格的循环系统排污水排入外排监控水池，不合格的循环系统排污水经初期雨水池收集。污水处理主要是去除污水中的有机物和石油类，以达到外排接入市政污水管网标准的目标。污水处理系统工艺主要为斜板除油橇+涡凹气浮橇和溶气气浮橇+脉冲水解酸化罐+一元化污水处理装置工艺处理，将生产废水收集至生产污水池后经斜板除油橇、涡凹气浮橇、溶气气浮橇进行气浮除油后，与生活污水混和共同进入脉冲水解酸化罐，再经过一元化污水处理装置的处理。一元化污水处理装置设计处理量为8m$^3$/h，由缺氧池、一级好氧池、二级好氧池、三级好氧池、斜管沉淀池、污泥池、清水消毒池、曝气风机、风机房、控制柜、栏杆、爬梯等组成。根据城镇污水排入排水管网许可证（副本）中要求本项目接入春晓净化水厂的污染物浓度限值为“悬浮物400mg/L、化学需氧量500mg/L、五日生化需氧量350mg/L、氨氮45mg/L”，废水其他因子参考《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)A级标准执行。污水处理系统工艺见图 7.2-32 。

图 7.2-32 污水处理设施工艺流程

● 处理规模依托可行性分析

宁波终端三期工程废水排放总量为 41.67m³/d，其中进入现有污水处理系统废水量为 21.15m³/d，直接进入外排监控池废水量为 20.52m³/d。现有工程废水排放总量为 100.30m³/d，其中进入现有污水处理系统废水量为 76.30m³/d，直接进入外排监控池废水量为 24.00m³/d。改扩建后全厂的废水排放量为 141.97m³/d（49689.35m³/a），改扩建后全厂进入现有污水处理系统废水量为 97.45m³/d（4.06m³/h），现有工程污水处理系统设计处理规模为 8m³/h，处理能力满足改扩建后全厂污水的处理需求。

d. 依托春晓净化水厂可行性分析

● 处理工艺依托可行性分析

本项目运营期正常工况下的废水主要包括生产废水及生活污水，其中生产废水主要污染物为石油类、SS、COD。

春晓净化水厂采用“预处理+改良 Bardenpho+磁混凝沉淀”处理工艺处理废水，整体流程包括粗格栅及进水泵房、中格栅、曝气沉砂池、细格栅、生物池（厌氧-缺氧-好氧-缺氧-好氧）、二沉池、中间提升泵房、磁混凝沉淀池、连续砂滤池、紫外消毒渠及出水泵房。工艺流程见图 7.2-33。工艺处理达标后尾水通过管道排入明月直河。

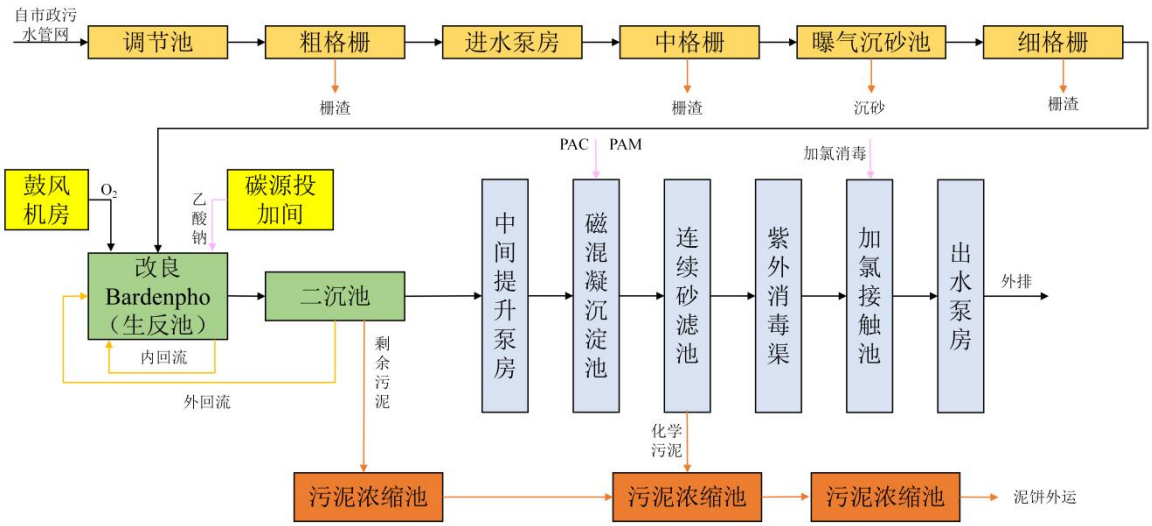



图 7.2-33 春晓净化水厂污水处理工艺流程

● 处理规模可行性分析

春晓净化水厂项目于 2021 年 4 月获得了宁波市生态环境局北仑分局的备案受理书，目前项目一期工程（日处理能力 3 万 t/d）已建成投运，除臭设施、在线监控等环保设施同步投运，服务范围包括春晓街道和梅山街道两个区域的全部污水，根据工程分析，本项目建成后宁波终端新增排入春晓净化水厂废水量为为 41.67t/d，全厂进入春晓净化水厂废水量为为 142t/d，春晓净化水厂处理能力可以满足本项目需求。

● 春晓净化水厂排放口质量达标分析

春晓净化水厂出水水质中的化学需氧量、氨氮、总氮和总磷 4 项主要水污染物控制项目执行《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》（DB33/2169-2018）中表 2 标准，其他污染物控制指标仍然执行《城镇污水处理厂染物排放标准》（GB18918-2002）中的一级 A 标准，尾水最终通过排污口排至明月直河。

● 依托水体环境影响分析结论

依据《宁波梅港净水有限公司春晓净化水厂尾水排放水质影响预测专题研究》，项目正常排放工况下，春晓净化水厂的尾水进入河道后，内河网水质劣 IV 类的污染物高浓度区主要集中在明月直河、笠帽礁河、明月河内以及中直河、东直河、春晓河的部分河段；经过人工湿地后水质明显好转，经群英河向其他河道继续扩散。净化水厂尾水排放的 COD、$NH_3$-N 及 TP 污染物在枯水期、最枯月条件下，对三个市控（考核）断面的水质影响，均未超过 III 类水质标准限值。

e. 小结

综上所述，本工程产生的废水依托现有工程的生产水处理设施，废水产生量满足生产水处理规模的要求，根据城镇污水排入排水管网许可证（副本）中要求本项目接入春晓净化水厂的污染物浓度限值为“悬浮物400mg/L、化学需氧量500mg/L、五日生化需氧量350mg/L、氨氮45mg/L”，废水其他因子参考《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)A级标准执行，工艺处理达标后尾水通过管道排入明月直河，依托可行，对外环境影响较小。

表 7.2-46 地表水环境影响评价自查表

<table>
<tr><th colspan="2">工作内容</th><th colspan="4">自查项目</th></tr>
<tr><td rowspan="5">影响识别</td><td>影响类型</td><td colspan="4">水污染影响型 ☑；水文要素影响型 □</td></tr>
<tr><td>水环境保护目标</td><td colspan="4">饮用水水源保护区 □；饮用水取水口 □；涉水的自然保护区 □；重要湿地 □；重点保护与珍稀水生生物的栖息地 □；重要水生生物的自然产卵场及索饵场、越冬场和洄游通道、天然渔场等渔业水体 □；涉水的风景名胜区 □；其他 □</td></tr>
<tr><td rowspan="2">影响途径</td><td colspan="2">水污染影响型</td><td colspan="2">水文要素影响型</td></tr>
<tr><td colspan="2">直接排放 □；间接排放 ☑；其他 □</td><td colspan="2">水温 □；径流 □；水域面积 □</td></tr>
<tr><td>影响因子</td><td colspan="2">持久性污染物 □；有毒有害污染物 ☑；非持久性污染物☑；pH 值 □；热污染 □；富营养化 □；其他 □</td><td colspan="2">水温 □；水位（水深）□；流速 □；流量 □；其他 □</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">评价等级</td><td colspan="2">水污染影响型</td><td colspan="2">水文要素影响型</td></tr>
<tr><td colspan="2">一级□；二级□；三级A □；三级B ☑</td><td colspan="2">一级 □；二级 □；三级 □</td></tr>
<tr><td rowspan="7">现状调查</td><td rowspan="2">区域污染源</td><td colspan="2">调查项目</td><td colspan="2">数据来源</td></tr>
<tr><td>已建□；在建□；拟建☑；其他□</td><td>拟替代的污染源□</td><td colspan="2">排污许可证□；环评□；环保验收□；既有实测□；现场监测□；入河排放口数据□；其他□</td></tr>
<tr><td rowspan="2">受影响水体水环境质量</td><td colspan="2">调查时期</td><td colspan="2">数据来源</td></tr>
<tr><td colspan="2">丰水期 □；平水期 □；枯水期 □；冰封期 □；<br>春季□；夏季□；秋季□；冬季□</td><td colspan="2">生态环境保护主管部门□；补充监测 □；其他 □</td></tr>
<tr><td>区域水资源开发利用状况</td><td colspan="4">未开发 □；开发量 40%以下 □；开发量 40%以上 □</td></tr>
<tr><td rowspan="2">水文情势调查</td><td colspan="2">调查时期</td><td colspan="2">数据来源</td></tr>
<tr><td colspan="2">丰水期 □；平水期 □；枯水期 □；冰封期<br>春季 □；夏季 □；秋季 □；冬季 □</td><td colspan="2">水行政主管部门 □；补充监测 □；其他 □</td></tr>
<tr><td rowspan="2">补充监测</td><td>监测时期</td><td colspan="2">监测因子</td><td>监测断面或点位</td></tr>
<tr><td>丰水期 □；平水期</td><td colspan="2"></td><td>监测断面或点位个数</td></tr>
</table>

| 工作内容 | | 自查项目 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | □；枯水期□；冰封期□<br>春季□；夏季□；秋季□；冬季□ | | （）个 |
| 现状评价 | 评价范围 | 河流：长度（）km；湖库、河口及近岸海域：面积（/）$km^2$ | | |
| | 评价因子 | | | |
| | 评价标准 | 河流、湖库、河口：I类□；II类□；III类□；IV类□；V类□<br>近岸海域：第一类□；第二类□；第三类□；第四类□ 规划年评价标准（/） | | |
| | 评价时期 | 丰水期□；平水期□；枯水期□；冰封期□<br>春季□；夏季□；秋季□；冬季□ | | |
| | 评价结论 | 水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标状况□：达标□；不达标□<br>水环境控制单元或断面水质达标状况□：达标□；不达标□<br>水环境保护目标质量状况□：达标□；不达标□<br>对照断面、控制断面等代表性断面的水质状况□：达标□；不达标□<br>底泥污染评价□<br>水资源与开发利用程度及其水文情势评价□<br>水环境质量回顾评价□<br>流域（区域）水资源（包括水能资源）与开发利用总体状况、生态流量管理要求与现状满足程度、建设项目占用水域空间的水流状况与河湖演变状况□ | | 达标区□<br>不达标区□ |
| 影响预测 | 预测范围 | 河流：长度（/）km；湖库、河口及近岸海域：面积（/）$km^2$ | | |
| | 预测因子 | （/） | | |
| | 预测时期 | 丰水期□；平水期□；枯水期□；冰封期□<br>春季□；夏季□；秋季□；冬季□<br>设计水文条件□ | | |
| | 预测情景 | 建设期□；生产运行期□；服务期满后□<br>正常工况□；非正常工况□<br>污染控制和减缓措施方案□<br>区（流）域环境质量改善目标要求情景□ | | |
| | 预测方法 | 数值解□：解析解□；其他□<br>导则推荐模式□：其他□ | | |
| 影响评价 | 水污染控制和水环境影响减缓措施有效性评价 | 区（流）域水环境质量改善目标□；替代削减源□ | | |
| | 水环境影响评价 | 排放口混合区外满足水环境管理要求□<br>水环境功能区或水功能区、近岸海域环境功能区水质达标□<br>满足水环境保护目标水域水环境质量要求□<br>水环境控制单元或断面水质达标□<br>满足重点水污染物排放总量控制指标要求，重点行业建设项目，主要污染物排放满足等量或减量替代要求□<br>满足区（流）域水环境质量改善目标要求□ | | |

<table>
<tr><th colspan="2">工作内容</th><th colspan="5">自查项目</th></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="5">水文要素影响型建设项目同时应包括水文情势变化评价、主要水文特征值影响评价、生态流量符合性评价 □<br>对于新设或调整入河（湖库、近岸海域）排放口的建设项目，应包括排放口设置的环境合理性评价 □<br>满足生态保护红线、水环境质量底线、资源利用上线和环境准入清单管理要求 □</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">污染源排放量核算</td><td>污染物名称</td><td colspan="2">排放量/（t/a）</td><td colspan="2">排放浓度/（mg/L）</td></tr>
<tr><td>（化学需氧量/氨氮/总氮）</td><td colspan="2">1.036/0.052/0.345</td><td colspan="2">30/1.5/10</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">替代源排放情况</td><td>污染源名称</td><td>排污许可证编号</td><td>污染物名称</td><td>排放量/（t/a）</td><td>排放浓度/（mg/L）</td></tr>
<tr><td>（/）</td><td>（/）</td><td>（/）</td><td>（/）</td><td>（/）</td></tr>
<tr><td colspan="2">生态流量确定</td><td colspan="5">生态流量：一般水期（ ）$m^3/s$；鱼类繁殖期（ ）$m^3/s$；其他（ ）$m^3/s$<br>生态水位：一般水期（ ）m；鱼类繁殖期（ ）m；其他（ ）m</td></tr>
<tr><td rowspan="6">防治措施</td><td>环保措施</td><td colspan="5">污水处理设施☑；水文减缓设施 □；生态流量保障设施 □；区域削减 □；依托其他工程措施 □；其他 □</td></tr>
<tr><td rowspan="4">监测计划</td><td></td><td colspan="2">环境质量</td><td colspan="2">污染源</td></tr>
<tr><td>监测方式</td><td colspan="2">手动 □；自动 □；无监测☑</td><td colspan="2">手动☑；自动 □；无监测 □</td></tr>
<tr><td>监测点位</td><td colspan="2">（/）</td><td colspan="2">（废水排放口/雨水总排口）</td></tr>
<tr><td>监测因子</td><td colspan="2">（/）</td><td colspan="2">（化学需氧量、氨氮）</td></tr>
<tr><td>污染物排放清单</td><td colspan="5">☑</td></tr>
<tr><td colspan="2">评价结论</td><td colspan="5">可以接受 ☑；不可以接受 □</td></tr>
<tr><td colspan="7">注：“□”为勾选项，可√；“（ ）”为内容填写项；“备注”为其他补充内容。</td></tr>
</table>

7.2.2.5 声环境影响分析与评价

本项目噪声评价等级为三级，主体工程营运期主要噪声源为泵、风机、压缩机和冷却器等设备，项目通过选用低噪声设备，使用减震等降噪措施，降低噪声对周围环境的影响，本项目西南侧 166m 左右的中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站为声环境保护目标。

a. 运营期主要噪声源分析

终端新增主要噪声源数量及声级强度见表 7.2-47。

表 7.2-47 运营期站场新增主要噪声源一览表

| 序号 | 装置名称 | 噪声源 | 声源类型 | 噪声排放值 | | 源强位置 | | | 室内/室外 | 数量（台） | | | 排放时间 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 核算方法 | 噪声值 dB(A) | X | Y | Z | | 总数 | 操作 | 备用 | h/a |
| N1 | 天然 | 原料气增压机 | 连续 | 类比法 | 85 | 80 | 73 | 2 | 室外 | 3 | 3 | 0 | 8400 |

| 序号 | 装置名称 | 噪声源 | 声源类型 | 噪声排放值 | | 源强位置 | | | 室内/室外 | 数量（台） | | | 排放时间 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 核算方法 | 噪声值dB(A) | X | Y | Z | | 总数 | 操作 | 备用 | h/a |
| N2 | 气处理装置 | 再生气冷却器 | 连续 | 类比法 | 75 | 155 | 44 | 6 | 室外 | 1 | 1 | 0 | 8400 |
| N3 | | 膨胀/增压机组 | 连续 | 类比法 | 85 | 82 | 59 | 2 | 室外 | 1 | 1 | 0 | 8400 |
| N4 | | 重吸收塔底增压泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 116 | 35 | 1 | 室外 | 2 | 1 | 1 | 8400 |
| N5 | | 脱乙烷塔顶回流泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 141 | 37 | 1 | 室外 | 2 | 1 | 1 | 8400 |
| N6 | | 脱丙烷塔顶回流泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 160 | 38 | 1 | 室外 | 2 | 1 | 1 | 8400 |
| N7 | | 脱丁烷塔顶回流泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 184 | 33 | 1 | 室外 | 2 | 1 | 1 | 8400 |
| N8 | | 电驱外输增压机 | 连续 | 类比法 | 85 | 358 | 156 | 2 | 室内 | 1 | 1 | 0 | 6000 |
| N9 | | 13.4MW燃驱外输压缩机C | 连续 | 类比法 | 85 | 377 | 153 | 2 | 室外 | 1 | 1 | 0 | 8400 |
| N10 | 循环水单元 | 循环水泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 231 | 335 | 1 | 室外 | 3 | 2 | 1 | 8400 |
| N11 | 热媒单元 | 余热锅炉C循环泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 377 | 153 | 2 | 室外 | 2 | 1 | 1 | 8400 |
| N12 | | 热煤炉A循环泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 312 | 199 | 1 | 室外 | 2 | 1 | 1 | 6000 |
| N13 | | 二次热油循环泵 | 连续 | 类比法 | 80 | 286 | 185 | 1 | 室外 | 2 | 1 | 1 | 8400 |

b. 预测模式

本预测计算采用《环境影响评价技术导则-声环境》(HJ2.4-2021)中推荐的工业噪声预测模式。主要考虑噪声的几何发散衰减，公式如下：

$$L_{p(r)}=L_w-20\lg(r)-11\text{（自由声场）}$$

$$L_{p(r)}=L_w-20\lg(r)-8\text{（半自由声场）}$$

式中：$L_{p(r)}$——距发声源 r 处的 A 声级，dB(A)；

$L_w$——声源的倍频带声功率级，dB(A)

r——距点声源的距离，m。

声源在某厂界预测点产生的等效声级贡献值（$L_{eqg}$）计算公式：

$$L_{eqg}=10\lg\left(\frac{1}{T}\sum_i t_i 10^{0.1L_{Ai}}\right)$$

式中：$L_{eqg}$——声源在预测点的等效声级贡献值，dB(A)；

$L_{Ai}$——i 声源在预测点产生的 A 声级，dB(A)；

T——预测计算时间段，s；

$t_i$——i 声源在 T 段内的运行时间，s。

预测点的预测等效声级（$L_{eq}$）计算公式：

$$L_{eq} = 10\lg\left(10^{0.1L_{eqg}} + 10^{0.1L_{eqb}}\right)$$

式中：$L_{eq}$——预测点的噪声预测值，dB(A)

$L_{eqg}$——声源在预测点的等效声级贡献值，dB(A)；

$L_{eqb}$——预测点的背景值，dB(A)。

本项目声环境影响预测采用的软件为三捷公司开发的 Breeze Noise 软件。

c. 预测因子

预测因子为等效连续 A 声级 $L_{eq}$。

d. 评价内容

正常工况下，对项目噪声源进行预测。预测各噪声源对厂界声环境的影响，预测厂界噪声值及达标情况，并绘制等声级线图。

e. 评价标准

本项目厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 3 类标准，即昼间 65dB(A)、夜间 55dB(A)，本项目声环境保护目标处执行《声环境质量标准》（GB 3096-2008）3 类标准，即昼间 65dB(A)，夜间 55dB(A)。

f. 预测及评价结果

正常工况下厂界噪声预测结果见表 7.2-48，声环境敏感点噪声预测结果见表 7.2-49，厂界运营期噪声等值线图见见图 7.2-34，本项目运营期声环境保护目标噪声贡献值等值线图见图 7.2-35。

从预测结果可知，在正常工况下，厂界噪声贡献值均达标。其中，西厂界噪声贡献值最大，为 53.93dB(A)；北厂界噪声贡献值为 42.62dB(A)；东厂界噪声贡献值为 49.64dB(A)；南厂界噪声贡献值为 50.91dB(A)。本项目西南侧 166m 左右的中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站为本项目声环境保护目标，所处区域为 3 类声环境功能区。在正常工况下，本项目对声环境保护目标处噪声预测值为昼间 59.01dB(A)，夜间 47.09dB(A)，满足声环境保护目标处

所执行的声环境质量标准（GB 3096-2008），即昼间 65dB(A)，夜间 55dB(A)。本项目噪声对周围声环境影响较小。

表 7.2-48 厂界噪声贡献值

| 位置 | 时段 | 位置 | 贡献值dB(A) | 标准值dB(A) | 达标/超标 |
|---|---|---|---|---|---|
| 厂界 | 昼间 | 西厂界 | 53.93 | 65 | 达标 |
| | | 北厂界 | 42.62 | | |
| | | 东厂界 | 49.64 | | |
| | | 南厂界 | 50.91 | | |
| | 夜间 | 西厂界 | 53.93 | 55 | 达标 |
| | | 北厂界 | 42.62 | | |
| | | 东厂界 | 49.64 | | |
| | | 南厂界 | 50.91 | | |

表 7.2-49 运行期声环境敏感点噪声预测值一览表

| 位置 | 时段 | 贡献值 dB(A) | 背景值 dB(A) | 预测值 dB(A) | 标准值 dB(A) | 达标/超标 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | 昼间 | 30.38 | 59 | 59.01 | 65 | 达标 |
| | 夜间 | 30.38 | 47 | 47.09 | 55 | 达标 |

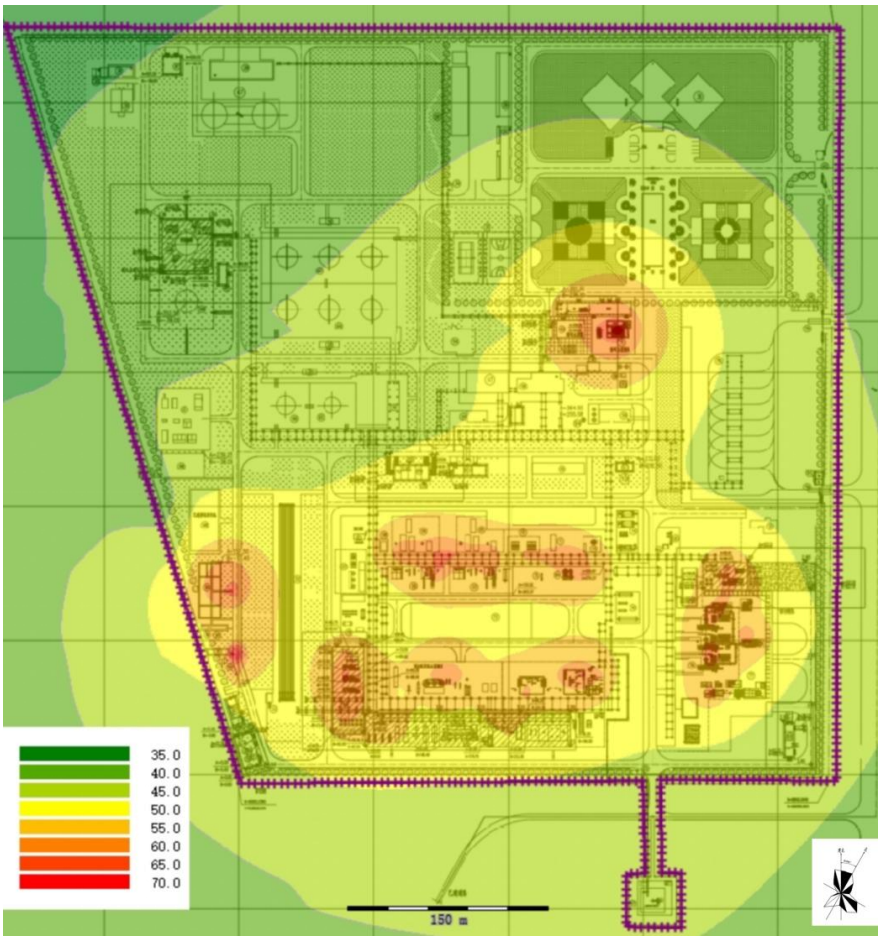



图 7.2-34 本项目厂界运营期噪声等值线图

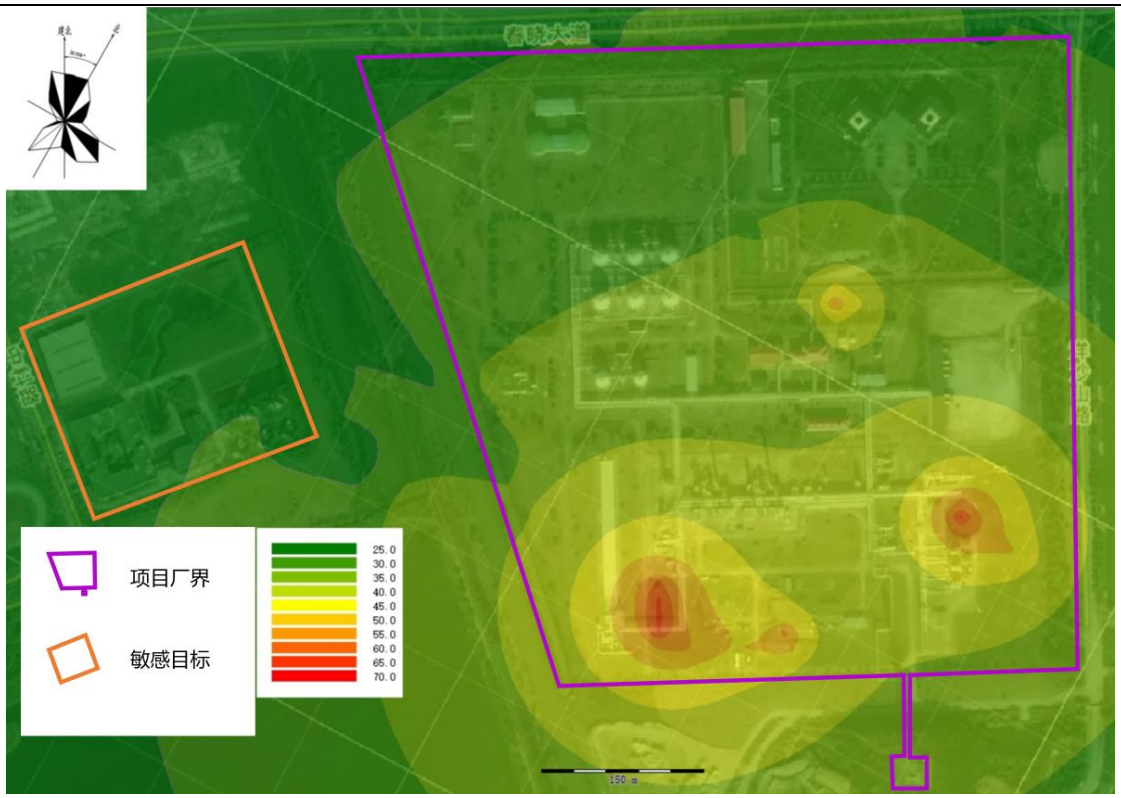



图 7.2-35 本项目运营期声环境保护目标噪声贡献值等值线图

g. 小结

在正常工况下，本项目厂界噪声贡献值及对声环境保护目标处噪声预测值均达标。其中，西厂界噪声贡献值最大，为 53.93dB(A)；北厂界噪声贡献值为 42.62dB(A)；东厂界噪声贡献值为 49.64dB(A)；南厂界噪声贡献值为 50.91dB(A)。厂址评价范围内 166m 左右的中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站为声环境保护目标，本项目对声环境保护目标处噪声预测值为昼间 59.01dB(A)，夜间 47.09dB(A)，项目噪声对周围声环境影响较小。

7.2.2.6 固废环境影响分析

据终端产生固体废物性质，分为生活垃圾、一般工业固废和危险废物。

a. 固体废物产生量及处理去向

- 生活垃圾

生产人员和后勤人员最大同时驻厂约 80 人/天，生活垃圾年产生量约为 29.2t。工作人员产生的生活垃圾集中收集后，经分类后可回收利用的回收利用，不能回收利用的部分交由北仑区环卫部门进行处理处置。

- 一般固废

本项目运营期间产生的一般工业固废种类有分子筛干燥器废分子筛、再生气干燥器废分子筛、石英砂过滤器废石英砂，产生量为 45t/a，委托相关单位处

置。

● 危险废物

本项目产生的危险废物包括废润滑油、废导热油、含油检修废物、废油漆桶等，年产生危险废物合计约 575t/a，全部暂存贮存点，最终委托有资质单位处置。

表 7.2-50 危险废物产生量及处置

| 序号 | 危险废物产生情况 | | | | 污染防治措施 | | 最终去向 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 工况 | 名称 | 类别 | 代码 | 工艺 | 处置量（t/a） | |
| 1 | 正常工况 | 原料气增压机废润滑油 | HW08 | 900-217-08 | 根据危险废物类别和性质，分类包装于危废贮存点暂存后，委托处置 | 2.5 | 危废处置单位 |
| 2 | | 膨胀/增压机组废润滑油 | HW08 | 900-217-08 | | 1.5 | |
| 3 | | 13.4MW燃驱外输压缩机C产生的废润滑油 | HW08 | 900-217-08 | | 2 | |
| 4 | | 电驱外输增压机组废润滑油 | HW08 | 900-217-08 | | 1 | |
| 5 | | 余热锅炉C废导热油 | HW08 | 900-249-08 | | 20 | |
| 6 | | 热媒炉A废导热油 | HW08 | 900-249-08 | | 12 | |
| 7 | | 过滤分离器废滤芯 | HW08 | 900-213-08 | | 15 | |
| 8 | | 分子筛出口过滤器废滤芯 | HW08 | 900-213-08 | | 6 | |
| 9 | 非正常工况 | 含油检修废物 | HW08 | 900-041-49 | | 500 | |
| 10 | | 废润滑油 | HW08 | 900-217-08 | | 5 | |
| 11 | | 废油漆桶 | HW08 | 900-041-49 | | 10 | |

b. 生活垃圾的环境影响分析

运营期终端每年产生量为 29.2t，本次改扩建未新增生活垃圾。工作人员产生的生活垃圾集中收集，经分类后可回收利用的回收利用，不能回收利用的部分交由北仑区环卫部门进行处理处置，对周围环境影响很小。

c. 一般固废的环境影响分析

本项目产生的一般固废主要为分子筛干燥器废分子筛、再生气干燥器废分子筛、石英砂过滤器废石英砂。

本项目以固废箱形式贮存一般固废，固废箱建于危废贮存点间隔壁，满足防渗漏、防雨淋、防扬尘等环境保护措施。

本项目产生的一般固废委托宁波一般工业固废处置单位进行处理；企业每年与有资质单位签订合同。用上述方式处理后本项目产生的工业固废均不排放外环境，对外环境的影响较小。

d. 厂内危险废物贮存点的环境影响分析

本项目依托已建 60m$^2$ 危险废物贮存点，位于厂区北侧，便于公用工程和

装置区临时储存的危险废物的运输。室内地面设有排水沟及集水坑，室内装置的通排风系统及照明设备一律采用防爆装置。进入贮存点的危险废物应为袋装（固体）、桶装（液体）以免泄漏，不相容的废物应分别包装；装有危废的容器或包装袋应粘贴符合标准的分类标签。入库废物采取上述措施后，液态废物存放在密闭容器中无挥发性有机物产生，其他暂存废物根据其种类形态，隔断暂存，贮存点有屋顶和围墙，应按照《危险废物贮存污染控制标准》（18597-2023）进行“四防”（防风、防雨、防晒、防渗漏）措施，因此危险废物贮存点对周围环境产生影响很小。

e. 危险废物运输过程的环境影响分析

- 厂内运输的环境影响分析

本项目产生的液态废物利用密闭桶由现场回收点运输至贮存点，危险废物在项目的产生点进行有效收集，厂区内采用小型装卸车作为运输工具，从产生点转运至危险废物贮存点，运输在厂区内完成，盛装危险废物的容器均符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）相关要求，因此厂区内运输过程环境影响较小。

- 厂外运输的环境影响分析

本项目由厂家回收的固废以及外委有资质的危废处置中心处置的固废，运输过程严格执行《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012）中的要求和规定，正常情况下不会产生新的次生污染，主要环境影响为运输车辆尾气及扬尘、噪声对周边环境的影响。

f. 危险废物委托处置的环境影响分析

本项目产生的危险废物暂存在厂区已建的危险废物贮存点，定期外委有资质单位进行处置。危险废物处置前，建设单位应与有资质的单位签订危险废物委托处置合同，确保受委托单位的处置类别和能力可以满足本项目需求；危险废物的运输采取危险废物转移“五联单”制度，保证运输安全，防止非法转移和非法处置，保证危险废物的安全监控，防止危险废物污染事故发生。

在采取以上措施后，本项目的危险废物可以得到妥善处置，对外环境影响较小。

g. 小结

根据“资源化、减量化、无害化”原则，本项目的危险废物优先由具备资质

的厂家回收利用，不能回收利用的委托有资质单位处置；一般固废中可以回收利用的有厂家回收资源化利用，无法回收的一般固废根据实际情况合法合规进行处置；生活垃圾由当地环卫部门定期清运。

建设单位在认真落实上述固体废物处置措施，保证各种固体废物得到有效处置，营运期产生的各种固体废物对环境的影响可得到有效的控制，从而避免项目产生的固废对地下水环境和土壤环境造成二次污染。

7.2.2.7 生态环境影响分析

运营期间，本项目除对非生物因子（水、空气、土壤等）产生一定的影响外，不会新增对生态环境的影响，而是在已经形成扰动与破坏的基础上采取植被恢复与绿化措施，逐步改善区域生态环境。

本项目投产运营后，正常生产情况下，无污废水就地排放，噪声、废气等均能满足相应标准要求，项目运营期对周边生态环境质量无影响。此外，终端内将进行绿化工程，种植行道树、绿篱、草皮等，能够吸附灰尘、净化空气、减弱噪声、调温调湿、改善局部生态环境。

# 8　环境风险分析与评价

## 8.1 风险评价概述

### 8.1.1　评价目的

依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），结合西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目的情况，本次评价分别对海上主体工程和陆上附属工程在建设阶段和生产阶段可能存在的事故风险进行识别。通过事故源项分析，确定事故的源强和概率，根据数模预测结果确定可能影响的方向和范围，结合工程的事故防范措施和应急预案，分析应急设施的数量和能力，完善事故风险应急措施，为项目正常生产做好安全防范准备。

### 8.1.2　评价原则

严格执行国家现行有关法律、法规、标准和规范的要求，对该项目进行科学、客观、公正、独立及有针对性的评估；采用可靠、适用的评估技术和评估方法对项目进行定性、定量评估，遵循针对性、技术可行性、经济合理性、可操作性的原则，提出消除或减弱油气泄漏环境风险的技术和管理措施建议；真实、准确地作出评估结论。

### 8.1.3　评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018），环境风险评价级别划分为一级、二级、三级。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势，按照表8.1-1确定环境风险分析评价工作等级。

表8.1-1 环境风险分析评价工作等级划分

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

根据本篇第8.2节分析可知，本项目海上主体工程风险潜势为IV级别，确定本项目海上主体工程环境风险评价等级为一级。

根据本篇第8.3节分析可知，本项目终端工程的大气环境风险评价等级为一级，地下水环境风险评价等级为二级，地表水环境风险评价等级为二级，环境风险综合评价等级为一级。

### 8.1.4　评价范围

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），环境风险评价范围应根据环境敏感目标分布情况、事故后果预测可能对环境产生危害的范围

综合确定。项目周边所在区域，评价范围外存在需要特别关注的环境敏感目标，评价范围需延伸至所关心的目标。因此，参考周边建设项目溢油漂移数值预测结果及本项目溢油应急响应时间，确定本项目海上风险事故状态下以新建DH BOP平台为中心，半径95km（平均风况下油膜72小时漂移距离）的范围为环境风险重点评价范围。

本项目终端工程大气环境风险的评价范围为厂区边界外扩 5km 的区域，地下水环境风险评价范围与地下水环境影响评价范围保持一致，具体见地下水环境影响评价章节，地表水环境风险评价范围为终端工程厂界，。

## 8.2 海上工程环境风险分析与评价

### 8.2.1　风险调查

#### 8.2.1.1 建设项目风险源调查

根据《建设项目环境风险评价导则》（HJ169-2018），存在物质或能量意外释放，并可能产生环境危害的源为风险源。本项目海上主体工程风险源包括凝析油、天然气及燃料油，见表8.2-1及表8.2-2。

表8.2-1 环境风险源（平台）

| 风险源 | 环境风险源名称 | 危险物质名称 | 平台概况 |
|---|---|---|---|
| 平台 | DH BOP 平台 | 凝析油 | 新建 DH BOP 平台是一座 4 腿导管架增压平台，导管架工作点间距为 22m×16m。平台不设井槽，共布设三层甲板，分别是上层甲板、中层甲板和下层甲板，其上主要布置了天然气压缩机系统、透平发电机组、10 人生活楼及直升机甲板注水系统、燃料气系统、开式排放系统、火炬兼闭排系统、化学药剂注入系统、海水系统和生活污水处理系统等 |
| | | 燃料油 | |
| | | 天然气 | |

表8.2-2 环境风险源（管道）

| 风险源 | 环境风险源名称 | 危险物质名称 | 设计压力（MPaA） | 长度（km） | 管径（″） |
|---|---|---|---|---|---|
| 管道 | HY1-1-CEP 至 TWT-CEP 海底输气管道 | 天然气 | 19.1 | 51.3 | 26 |

#### 8.2.1.2 环境敏感目标调查

本项目附近海域主要环境敏感目标详见本报告第四篇。

### 8.2.2　环境风险潜势初判断

根据《建设项目环境风险评价导则》（HJ/T169-2018），建设项目风险潜

势划分为I、II、III、IV/IV+级。根据建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度，结合事故情形下环境影响途径，对建设项目潜在环境危害程度进行概化分析，按照表8.2-3确定环境风险潜势。

表8.2-3 评价工作级别

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

8.2.2.1 危险物质及工艺系统危险性分级确定

a. 危险物质数量与临界量比值（Q）

根据《建设项目环境风险评价导则》（HJ/T169-2018），计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其对应临界量的比值Q。在不同厂区的同一种物质，按其在厂界内的最大存在总量计算。

当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为 Q;

当存在多种危险物质时，则按下式计算物质总量与其临界量比值（Q）：

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

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

$Q_1, Q_1,\ldots$，$Q_n$——每种危险物质的临界量，t。

当 Q<1 时，该项目环境风险潜势为 I。

当 Q≥1 时，将 Q 值划分为：（1）1≤Q<10；（2）10≤Q<100；（3）Q≥100。

表8.2-4 本项目危险源识别结果

| 平台 | 物质 | 最大在线量（t） | 临界量（t） | $q_i/Q_i$ | 识别结果 |
|---|---|---|---|---|---|
| DH BOP 平台 | 凝析油 | 120.2 | 2500 | 0.04808 | 是 |
| | 天然气 | 12.2 | 10 | 1.22 | |
| | 燃料油 | 46.2 | 2500 | 0.01848 | |
| HY1-1-CEP 至 TWT-CEP 海底输气管道 | 天然气 | 1360 | 10 | 136 | |
| 合计 | | | | Q=137.28656 | |

综上，本项目危险物质数量与临界量比值Q为137.28656（Q≥100）。

b. 行业及生产工艺（M）

分析项目所属行业及生产工艺特点，按照评估生产工艺情况。具有多套工

艺单元项目，对每套生产工艺分别评分并求和。将M划分为（1）M>20；（2）10<M≤20；（3）5<M≤10；（4）M=5，分别以M1、M2、M3和M4表示。本项目风险工艺识别见表8.2-5和表8.2-6。

表8.2-5 行业及生产工艺

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

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

表8.2-6 本次新建海底输气管道项目风险生产工艺识别

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

c. 危险物质及工艺系统危险性（P）分级

根据危险物质数量与临界量（Q）和行业及生产工艺（M），按照表8.2-7确定物质及工艺系统危险性等级（P），分别以P1、P2、P3、P4表示。

表8.2-7 危险物质及工艺系统危险性等级判断（P）

| 危险物质数量与临界量比值（Q） | 行业及生产工艺（P） | | | |
|---|---|---|---|---|
| | M1 | M2 | M3 | M4 |
| Q≥100 | P1 | P1 | **P2** | P3 |
| 10≤Q<100 | P1 | P2 | P3 | P4 |
| 1≤Q<10 | P2 | P3 | P4 | P4 |

本项目危险物质与临界量比值划分为Q≥100，生产工艺识别为M3，因此危险物质及工艺系统危险性等级判断为P2。

8.2.2.2 环境敏感程度的分级确定

依据事故情况下危险物质泄漏到水体的排放点受纳地表水体功能敏感性与下游环境敏感目标情况，共分为三种类型，E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3为环境低度敏感区，分级原则见表8.2-8。其中地表水功能敏感性分区见表8.2-9和环境敏感目标分级分别见表8.2-10。

表8.2-8 地表水环境敏感程度分级

| 环境敏感目标 | 地表水功能敏感性 | | |
|---|---|---|---|
| | F1 | F2 | F3 |
| S1 | E1 | E1 | E2 |
| S2 | E1 | E2 | E2 |
| S3 | E1 | E2 | E3 |

表8.2-9 地表水功能敏感性分区

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

表8.2-10 环境敏感目标分级

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

本项目位于处于东海产卵带鱼保护区范围内，为环境高度敏感区E1。

8.2.2.3 本项目环境风险潜势初判

根据表8.2-3，本项目危险物质及工艺系统危险性分级为P2，位于环境高度敏感区E1，风险潜势应为IV级。

8.2.2.4 评价工作等级判定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018），环境风险评价级别划分为一级、二级、三级。根据建设项目环境风险潜势初判，按表8.2-11确定评价工作等级。

表8.2-11 评价工作等级划分

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

根据上述分析可知，本项目风险潜势为IV级别。基于上述结果及的分布情况，确定本项目海上主体工程环境风险评价等级为一级。

8.2.3　风险识别

8.2.3.1 物质风险识别

参考化学品安全技术说明书数据库，本项目涉及的主要风险物质的理化性质及危险特性详见表8.2-12、表8.2-13和表8.2-14。

表8.2-12 凝析油理化及危险性质

| 标识 | 中文名：凝析油 | | 英文名：Crude Oil |
|---|---|---|---|
| | 危规号：32003 | UN 编号：1267 | CAS 号：8002-05-9 |
| 理化特性 | 外观与性状：红色、红棕色或黑色有绿色荧光的稠厚性油状液体 | | 溶解性：不溶于水，溶于多数有机溶剂 |
| | 20℃密度：904~963kg/m$^3$ | | |
| | 沸点（℃）：120-200℃ | | 禁忌物：强氧化剂 |
| | 稳定性：稳定 | | 聚合危害：不聚合 |
| 危险特性 | 危险性类别：第 3.2 类中闪点易燃液体 | | 引燃温度（℃）：350 |
| | 闪点（℃）：44 | | 燃烧（分解）产物：CO、$CO_2$ |
| | 爆炸下限（v%）：1.1 | | 爆炸上限（v%）：8.7 |
| | 危险特性：其蒸汽与空气形成爆炸性混合物，遇明火、高热或极易燃烧爆炸，与氧化剂能发生强烈反应，若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。 | | |
| | 灭火方法：泡沫、干粉、二氧化碳、砂土 | | |
| 毒理性质 | $LD_{50}$：500-5000mg/kg（哺乳动物吸入） | | 毒性判别：低毒类 |
| 健康危害 | 侵入途径：吸入、食入、皮肤吸收 | | |
| | 健康危害：其蒸汽可引起眼及上呼吸道刺激症状，如浓度过高，几分钟即可引起呼吸困难、紫绀等缺氧症状。 | | |
| | 急性中毒： | | |
| 急救 | 皮肤接触：脱去污染的衣着，用肥皂水及清水彻底冲洗 | | |

| | |
|---|---|
| | 眼睛接触：立即提起眼睑，用流动清水冲洗 |
| | 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处，注意保暖，呼吸困难时给输氧。呼吸停止时，立即进行人工呼吸，就医。 |
| | 食入：误服者给充分漱口、饮水，就医 |
| 泄漏处理 | 疏散泄漏区人员至安全区，禁止无关人员进入污染区，切断电源。建议应急处理人员戴自给式呼吸器，穿一般消防防护服。在确保安全情况下堵漏。喷水雾可以减少蒸发，但不能降低泄漏物在受限制空间内的易燃性。用沙土、蛭石或其它惰性材料吸收，然后收集运至空旷的地方掩埋、蒸发或焚烧。如大量泄漏，应利用围堤收容，然后收集、转移、回收或无害化处理后废弃。 |
| 储运 | 远离火种、热源。仓温不宜超过 30℃。配备相应品种和数量的消防器材。要有防火防爆技术措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。灌装时应注意流速（不超过 3m/s），且要有接地装置，防止静电积聚。 |

表8.2-13 天然气理化及危险性质

| 标识 | 中文名：天然气 | | 英文名：natural gas |
|---|---|---|---|
| | 危规号：21007 | UN 编号：1971 | CAS 号：74-82-8 |
| 理化特性 | 外观与性状：无色无臭易燃易爆气体 | | 溶解性：微溶于水，溶于乙醇、乙醚 |
| | 熔点（℃）：-182 | | 沸点（℃）：-161.49 |
| | 相对密度：（水=1）0.45（液化） | | 相对密度：（空气=1）0.59 |
| | 饱和蒸气压（kPa）53.32（-168.8℃） | | 禁忌物：强氧化机、卤素 |
| | 临界压力（MPa）:4.59 | | 临界温度（℃：）-82.3 |
| | 稳定性：稳定 | | 聚合危害：不聚合 |
| 危险特性 | 危险性类别：第 2.1 类易燃气体 | | 燃烧性：易燃 |
| | 引燃温度（℃）：482~632 | | 闪点（℃）：-188 |
| | 爆炸下限（v%）：5.0 | | 爆炸上限（%）：15.0 |
| | 最小点火能（MJ）：0.28 | | 最大爆炸压力（kPa）：680 |
| | 燃烧热（MJ/mol）:889.5 | | 火灾危险类别：甲 B |
| | 燃烧（分解）产物：CO、$CO_2$、水。 | | |
| | 危险特性：与空气混合能形成爆炸性混合物、遇火星、高热有燃烧爆炸危险。 | | |
| | 灭火方法：切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。 | | |
| | 灭火剂：泡沫、二氧化碳、雾状水、干粉。 | | |
| 毒理性质 | 工作场所最高容许浓度 MAC：300（$mg/m^3$）。 | | |
| | 毒性判别：微毒类，多为窒息损害。毒性危害分级 IV 类。 | | |
| 健康危害 | 侵入途径：吸入。 | | |
| | 健康危害：当空气中浓度过高时，使空气中氧气含量明显降低，使人窒息。皮肤接触液化甲烷可致冻伤。 | | |
| | 急性中毒：当空气中浓度达到 20%~30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加快，若不及时逃离，可致窒息死亡。 | | |
| 急救 | 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。 | | |
| 泄漏处理 | 迅速撤离泄漏污染区人员至安全处，并立即隔离，严格限制出入。切断火源，戴自给式呼吸器，穿一般消防防护服。合理通风，禁止泄漏物进入受限制的空间（如下水道），以避免发生爆炸。切断气源，喷洒雾状水稀释，抽排（室内）或强力通风（室外）。如有可能，将残余气或漏出气用排风机送至空旷地方，或装设适当喷头烧掉。也可将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再 | | |

| | |
|---|---|
| | 用。 |
| 储运 | 储运于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过 30℃。原理或中、热源。防止阳光直射。应与央企、压缩空气、卤素（氟、氯、溴）等分开存放。切忌混储混运。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型。开关设在仓外。配备相应品种和数量的消防器材。罐储时要有防火防爆技术措施。露天储罐夏天要有降温措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。运输按规定路线行驶。勿在居民区和人口稠密区停留。 |

表8.2-14 燃料油理化性质及危险特性表

| 标识 | 内容 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 中文名称 | 燃料油 | | 英文名称 | A Fuel oil；Heavy oil A |
| 理化特性 | 外观与气味 | 黄色液体 | | | |
| | 溶解性 | 不溶于水 | | 倾点（℃） | ≤-10 |
| | 冷滤点（℃） | 冬季 | -13~-7 | 密度（g/cm³）（25℃） | 0.84 |
| | | 夏季 | -3~3 | | |
| | 馏程（℃） | 90% | ≤350 | 闪点（℃） | 70~130 |
| | | 95% | ≥320 | 运动粘度 mm²/s（50℃） | 2~4 |
| | 主要用途 | 主要用作船用柴油发动机燃料。 | | | |
| 危害信息 | 燃烧与爆炸危险性 | 可燃。其蒸气与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高热易燃烧或爆炸。燃烧产生有毒的一氧化碳气体。在高温火场中，受热的容器或储罐有破裂和爆炸的危险。 | | | |
| | 活性反应 | 与强氧化剂反应。 | | | |
| | 禁忌物 | 强氧化剂。 | | | |
| | 侵入途径 | 吸入，食入。 | | | |

8.2.3.2 危险物质向环境转移的途径识别

危险物质包括凝析油、天然气和燃料油，向环境转移的途径主要通过水体污染（海水污染），环境风险类型为危险物质泄漏，具体分析如表8.2-15。

表8.2-15 危险物质向环境转移的途径识别

| 危险物质 | 危险物质特性 | 环境风险类型 | 环境影响的途径和影响方式 |
|---|---|---|---|
| 凝析油 | 易燃易爆、有毒有害 | 物质泄漏 | 水体（海水） |
| 燃料油 | 易燃易爆、有毒有害 | | 水体（海水） |
| 天然气 | 易燃易爆、有毒有害 | | 水体（海水）及大气环境 |

8.2.4　风险事故情形分析

8.2.4.1 风险事故情形设定

本项目在建设阶段、生产阶段可能存在的主要环境风险为油气泄漏事故，其中建设阶段的环境风险事故为施工船舶碰撞；生产阶段的环境风险事故包括平台容器泄漏、平台火灾爆炸、海底管道与立管泄漏及守护船舶碰撞等。具体情形分析如表8.2-16。

表8.2-16 环境风险事故情形分析

| 阶段 | 油气泄漏事故原因 | 油气泄漏事故情形分析 |
|---|---|---|
| 建设阶段 | 施工船舶碰撞 | 在建设阶段不同施工船舶及周围设施之间可能产生碰撞，从而可能导致施工船舶储油舱发生泄漏。 |
| 生产阶段 | 平台泄漏 | 在生产阶段平台储罐类容器由于阀失效、管件失效（三通管、弯头、法兰、螺栓、螺母、垫片等）、腐蚀、材料失效(管子、管件、容器破裂)、操作错误、仪表和控制失效等原因可能引发泄漏，泄漏后处理和收集不当，可能导致溢油入海。 |
| | 平台火灾、爆炸 | 生产阶段平台上进行油气的输送、处理等作业，可能由于设备或人为误操作等原因引起油气泄漏，当泄漏物浓度聚集达到爆炸极限时遇到诸如静电起火、机械撞击起火或吸烟等明火便酿成火灾和爆炸，从而导致事故升级，可能造成凝析油泄漏入海。 |
| | 海底管道与立管泄漏 | 海底管道与立管可能因穿孔、破裂等事故导致海管泄漏。研究表明，导致海底管道与立管事故的外部原因包括海面失落重物的撞击、渔船拖网或误抛锚、自然灾害等；内部原因有管道腐蚀、材料缺陷等；此外还有人员误操作等原因。 |
| | 守护船舶碰撞 | 建设单位计划新增1艘守护船用于日常巡视与守护，在此过程中，该艘守护船可能与平台及该海域航行的外来航船发生碰撞，导致储油舱发生泄漏。 |

8.2.4.2 风险事故概率分析

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

由于掌握的统计数据有限，要对所有的事故概率做定量分析是十分困难的，这里结合本项目特点，对部分油气泄漏事故做定量分析。

a. 平台火灾、爆炸

根据S.Fjeld和T.Andersen等人通过对北海油田的事故分析，给出了海上生产设施各区的火灾事故发生频率：

油气传输区　　$3\times10^{-4}$次/a

油气处理区　　$4\times10^{-3}$次/a

储油区　　$2\times10^{-3}$次/a

本项目海上工程中新建的DH BOP平台上设有油气传输系统，因此，平台发生火灾的概率为$3\times10^{-4}$次/a。由火灾引起溢油事故概率至少比火灾事故概率低一个数量级。

b. 平台容器泄漏

《国际油气生产商协会风险评估数据指南》统计的储罐事故概率和本项目新增储罐泄漏计算结果见表8.2-17和表8.2-18。

表8.2-17 容器泄漏概率统计

| 罐类别 | 事故类型 | 泄漏概率 | 单位 |
|---|---|---|---|
| 常压罐 | 固定顶罐破裂 | $3.0\times10^{-6}$ | (次/罐·年) |
| 带压罐 | 罐破裂 | $4.7\times10^{-5}$ | |

表8.2-18 新建平台储罐及泄漏概率统计

| 平台名称 | 储罐类别 | 数量 | 储罐泄漏概率（次/a） |
|---|---|---|---|
| DH BOP 平台 | 常压罐 | 6 | $1.8\times10^{-5}$ |
| | 带压罐 | 13 | $6.1\times10^{-4}$ |

c. 海底管道及立管泄漏

根据《国际油气生产商协会风险评估数据指南》，不同海底管道的泄漏概率见表8.2-19。

表8.2-19海底管道及立管管道泄漏概率

| 管道 | 类别 | 泄漏概率 | 单位 |
|---|---|---|---|
| 海底管道(开阔海域) | 输送处理后的油气，管径＞24英寸 | $1.4\times10^{-5}$ | 次/km·a |
| 立管 | 钢管-管径≤16 英寸 | $9.1\times10^{-4}$ | 次/年 |
| | 钢管管径>16 英寸 | $1.2\times10^{-4}$ | 次/年 |

本项目新建1条HY1-1CEP至TWT-CEP约51.3km的海底输气管道，在平台两侧各有1根钢制立管，由此估算本项目海管发生泄漏事故的概率，计算结果见表8.2-20。

表8.2-20 海底管道及立管管道泄漏概率

| 名称 | 材质 | 管长（km） | 管径（″） | 输送介质 | 海管泄漏概率 | 立管泄漏概率 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| HY1-1CEP 至 TWT-CEP 海底输气管道 | 钢管 | 51.3 | 26 | 天然气 | $7.2\times10^{-4}$ | $2.4\times10^{-4}$ |

d. 船舶碰撞事故

根据《国际油气生产商协会风险评估数据指南》，船舶发生碰撞的概率见表8.2-21。

表8.2-21 船舶碰撞事故概率统计

| 船舶类型 | 碰撞频率(次/装置·年) | 亚洲地区分配系数 | 严重、重大损伤 | 碰撞概率 |
|---|---|---|---|---|
| 本油田群船舶 | $8.8\times10^{-5}$ | 0.17 | 26% | $3.9\times10^{-6}$ |
| 航船 | $2.5\times10^{-5}$ | 0.17 | 26% | $1.1\times10^{-6}$ |

在生产阶段，本项目投产后，建设单位计划新增1艘守护船用于日常巡视与守护，在此过程中，该艘守护船可能与平台及该海域航行的外来航船发生碰撞；在建设阶段，本项目主要涉及驳船、浮吊船、拖轮、铺管船、工作船等船舶类型，用于包括导管架海上运输及安装、组块海上运输及安装、海底管道铺设、依托平台改造等不同施工阶段，因停留时间、海域有所不同，所以本项目施工船舶相互碰撞的可能性非常小。本项目平台、海管铺设所使用的施工船舶占用水域较小，附近航线船舶密度较小，且在项目施工期间会划定安全作业区，本工程的建设基本不会对附近航线上船舶的安全行驶构成影响。

由上表计算可知，本项目船舶碰撞产生严重损伤的概率为$5\times10^{-6}$次/年，而发生严重损伤不一定引起溢油事故，因此，引发溢油事故的概率将更小。

8.2.4.3 油气泄漏事故后果分析

a. 建设阶段溢油量

海上建设阶段的溢油事故所可能溢出的物质主要是燃料油。

针对施工船舶碰撞事故，鉴于目前未锁定施工船舶资源，参考建设单位常用的滨海109号铺管船进行估算。滨海109号铺管船设有两个燃油舱，单舱最大有效容积约为185m$^3$，按照燃料油密度0.84t/m$^3$计算，单舱最大实际储油量约为155t。

b. 生产阶段溢油量

生产阶段溢油事故的主要溢出物质可能是凝析油、燃料油。

针对平台火灾、爆炸事故，主要考虑新建平台工艺系统中凝析油泄漏。溢油量基准可参考新建平台工艺系统中凝析油最大在线量进行估算，考虑凝析油易挥发且在该事故情境下部分凝析油落海后燃烧，其溢油入海量实际将远小于新建平台工艺系统中凝析油最大在线量。

针对平台容器泄漏事故，主要考虑新建平台中燃料油罐泄漏。溢油量基准可参考新建平台燃料油罐的罐容进行估算。

针对守护船舶碰撞事故，鉴于目前尚无法确定守护船具体型号，参考建设单位目前常用的国海民详船进行估算。国海民详船设有6个燃油舱，单舱最大

有效容积约为135m³，按照燃料油密度0.84t/m³计算，单舱最大实际储油量约为113t。

c. 环境风险与最具代表性事故

根据上述分析，本项目在建设阶段所涉及到的环境风险事故为施工船舶碰撞，在生产阶段的环境风险事故包括平台容器泄漏、平台火灾爆炸、海底管道与立管泄漏及守护船舶碰撞等。

其中，针对建设阶段的施工船舶碰撞事故，因本项目施工时间相对较短，作业结束后发生施工船舶碰撞引发溢油的风险便随即消失且概率较小。针对生产阶段的各事故类型，守护船舶碰撞所引发溢油的泄漏量最大，且环境影响最为严重，因此确定守护船舶碰撞事故为本项目最具代表性事故。

### 8.2.5 溢油风险后果分析

海上一旦发生溢油事故，溢出油漂浮在海面，一方面在风和流作用下向一定方向运移，另一方面，油膜同时不断向四周扩展，使油膜面积增大。此外，油膜中的不同组分还将发生蒸发、乳化、溶解和被悬浮物吸附沉降及生物降解等复杂的物理、化学和生物过程。

本次溢油漂移数值预测主要考虑了凝析油在海面上的物理过程（平流、扩散过程）和蒸发、乳化过程，其它过程由于其参数化的复杂性未能计入。

#### 8.2.5.1 油膜轨迹预测

在环境动力模型提供的环境动力参数的基础上，采用欧拉--拉格朗日追踪方法，进行油膜中心轨迹的预测。油膜中心漂移速度，取决于海面风速与表层流，是空间和时间的函数，其值用油膜中心点所在网格点上的速度内插而得。空间每个网格节点上的x、y方向上的速度在某时刻为：

$$\begin{cases} V_x = V_{rx} + \alpha V_{wind} \sin(180 + \theta_0 + \theta) \\ V_y = V_{ry} + \alpha V_{wind} \cos(180 + \theta_0 + \theta) \end{cases}$$

其中$V_{rx}$、$V_{ry}$为网格点上表层流速的x、y方向分量，皆由环境动力学模型求出；$V_{wind}$网格点上的风速，α为风因子，计算时取0.03；$\theta_0$为风向，$\theta$为油粒子受风影响的漂移偏角，$\theta$的取值与风速的大小有关，公式为：

$$\theta = \begin{cases} 40 - 8\sqrt{V_{wind}} & 0 \le V_{wind} \le 25m/s \\ 0 & V_{wind} \ge 25m/s \end{cases}$$

油粒子漂移轨迹计算公式为：

$$\vec{S} = \vec{S}_0 + \int_t^{t+\Delta t} V_l(x(t), y(t), t)dt$$

其中：$S_0$为初始时刻，$S$为油膜中心点所在位置，$V_l(x(t),y(t),t)$为拉格朗日追踪速度

$$V_l = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

由于空间和时间不同，流况不同，有时风速、风向也不同，所以在不同地点、不同时刻发生溢油后所追踪到的油膜中心运移轨迹就不同。

8.2.5.2 油膜扩展输移预测

剪流和湍流引起的扩散过程属于随机运动，可用随机走动法实现模拟。

由于每个粒子的随机运动而导致整个粒子云团在水体中的扩散过程。对于水体表面随机扩散过程可用下式描述

$$ra' = R\ (6k\alpha\Delta t)^{1/2}$$

其中：ra'为α=(x,y,z)方向上的湍动扩散距离；R为[-1，1]间均匀分布随机数。kα为α方向上的湍流扩散系数，Δt为时间步长。

溢油的漂移是平流过程、扩散过程、风共同作用的结果。

第 i 个粒子在Δt 时段内的位移可表示为：

$$x_i = u_i\Delta t + r_x'$$

$$y_i = v_i\Delta t + r_y'$$

其中：$r_x'$、$r_y'$为在x、y方向上的随机移动距离；$u_i$、$v_i$为第i个粒子拉格朗日速度在x、y方向上的分量。

由于每个粒子代表一定的油量，根据标识粒子所在的位置和所代表的油量可计算溢油的扩展面积和油膜厚度。

8.2.5.3 油的挥发与乳化

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

a. 溢油的挥发

油膜挥发过程受油性质、风及油组分控制。采用Stiver和Mackay提出的一个暴露模式来计算油的挥发：

$$F_V = \ln(1 + \theta \cdot \frac{VP_a}{RT^2} \cdot BT_G \cdot \exp(B(1 - T_0 / T)))T / BT_G$$

式中：$B$ 系数，取 10.3；

$T_G$ 挥发曲线梯度；

$T$ 油表面温度，通常与大气温度相近，根据不同月份取不同值；

$T_0$ 初始时油挥发温度；

$P_a$ 大气压；

$V$ 油分子体积；

$R$　大气常数；

$\theta$ 挥发系数，取 $2.5\times10^{-3}U_w^{0.78}$；$U_w$ 风速。

$T_0$、$T_G$ 的数值常参考如下常数：

$$T_0=532.98-3.1295*API$$

$$T_G=985.62-13.597*API$$

式中：API　15.5℃时燃料油密度与 4℃时水的密度的比值。

API 度与相对密度的相关关系式为：

API 度（15.5℃）=（141.5/相对密度）-131.5

API 度越大，相对密度越小，密度大小与石油的化学组成、所含杂质数量有关。

b. 油膜的乳化

乳化过程受风速、波浪、油的厚度、环境温度、油风化程度等因素的影响，一般用含水率来表示乳化程度（Mackay，1990）。

$$\frac{dYW_i}{dt}=R_1-R_2$$

$$R_1=\frac{K_1}{\eta_0}(1+U_W)^2(YW_{\text{sat}}-YW_i)$$

$$R_2=\frac{K_2}{A_{\text{sph}}\cdot W_{\text{Ax}}\cdot\eta_i}\cdot YW_i$$

式中：$YW_i$ 第 $i$ 个油粒子含水率；

$U_w$ 风速；

$W_{Ax}$ 油的含蜡量；

$A_{sph}$ 油的沥青质量含量%；

$\eta_0$油的无水动力粘性系数；

$YW_{sat}$稳定含水量；

$K_1$、$K_2$常数，分别为 $5.0\times10^{-7}$和 $1.2\times10^{-5}$；

$\eta_i$乳化后油的运动粘性系数，其计算式如下：

$$\eta_i = \eta^{oil} \exp\frac{2.5yw_i}{1-0.654yw_i}$$

式中：$\eta_i$乳化后油的运动粘性系数；

$\eta^{oil}$乳化前油的运动粘性系数。

8.2.5.4 溢油点及溢油量

a. 溢油点

根据上述分析，本项目最具代表性事故为守护船舶碰撞溢油事故。本项目新增守护船在投用后将主要负责本项目新建设施的日常巡视与守护。本项目距离附近环境敏感区最近的设施为新建DH BOP平台，其距离东海带鱼国家级水产种质资源保护区约25km。因此，假定本项目新增守护船在DH BOP平台（※※※※※※E，※※※※※※N）附近发生海损性事故致使燃料油泄漏。

b. 溢油量

参考《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017），守护船舶碰撞溢油事故的溢油量按照设计船型的1个燃料油边仓的容积确定。

鉴于目前尚无法确定新增守护船的具体型号，参考建设单位目前常用的典型守护船，即国海民详船进行估算。国海民详船长83.40米，船宽18.00米，吃水6.70米，设有6个燃油舱，其单舱的有效容积在57m³~135m³之间，本次选取最大单舱最大有效容积约（135m³）作为最具代表性事故源强。泄漏油品考虑为燃料油，密度考虑为0.84t/m³，模拟预测时长考虑为泄漏事故发生后72h，选择最不利条件大潮期涨潮时刻作为溢油开始时刻。

8.2.5.5 风场

根据本项目溢油模拟预测点环境概况风场资料及敏感目标分布情况，选择其所在海域主导风向和不利风向进行溢油模拟预测，风场数据见表 8.2-22。

表 8.2-22 项目所在海域主导风向和不利风向

| 风向 | N（主导风） | NNE | NEE | E（不利风） | SE | SSE | S |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 平均风速 | 8.2 | 8.1 | 6.7 | 6.6 | 6.5 | 6.5 | 6.9 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| （m/s） | | | | | | | |
| 最大风速（m/s） | 30.3 | 27.9 | 32.2 | 31.3 | 29.5 | 29.0 | 30.7 |

8.2.5.6 预测结果

a. 油膜漂移轨迹

综合考虑气象资料和工程所处海域相关敏感目标后，按照现有风场资料，给出了预测点上述各个风向在平均风和极值风情况下的溢油油膜漂移轨迹，见图 8.2-1及图 8.2-2。

图 8.2-1 平均风速情况下油膜轨迹

图 8.2-2 极值风速情况下油膜轨迹

b. 油膜抵岸时间及漂移平均速率

表8.2-23和表 8.2-24分别给出了不同风向平均风速和极值风速作用下，守护船舶碰撞溢油开始72h内油膜漂移距离、漂移平均速度、扫海面积等。

表8.2-23 溢油平均风条件下油膜漂移预测结果

| 风向 | N | NNE | NEE | E | SE | SSE | S |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 风速(m/s) | 8.2 | 8.1 | 6.7 | 6.6 | 6.5 | 6.5 | 6.9 |
| 漂移距离(km) | 50.1 | 47.5 | 55.4 | 67.0 | 85.7 | 90.5 | 94.8 |
| 平均速度(km/h) | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.2 | 1.3 | 1.3 |
| 扫海面积（$km^2$） | 247 | 219 | 311 | 394 | 514 | 554 | 592 |
| 抵岸时间（h） | / | / | | / | / | / | / |
| 残存油量（%） | 40.6 | 41.5 | 40.5 | 41.5 | 40.6 | 40.6 | 40.1 |

表 8.2-24 溢油极值风条件下油膜漂移预测结果

| 风向 | N | NNE | NEE | E | SE | SSE | S |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 风速(m/s) | 30.3 | 27.9 | 32.2 | 31.3 | 29.5 | 29.0 | 30.7 |
| 漂移距离(km) | 192.8 | 165.1 | 161.3 | 137.7 | 162.3 | 162.6 | 265 |
| 平均速度(km/h) | 2.7 | 2.3 | 3.1 | 3.1 | 3.4 | 3.5 | 3.7 |
| 扫海面积（$km^2$） | 635.1 | 735.1 | 536 | 501 | 634 | 497 | 639 |
| 抵岸时间（h） | / | / | 52 | 44 | 48 | 47 | / |
| 残存油量（%） | 37.1 | 37.5 | 38.6 | 39.6 | 39.4 | 39.6 | 37.1 |

注：“/”表示未抵岸。

c. 溢油对环境敏感目标的影响

表 8.2-25给出了溢油点附近的敏感区的分布以及溢油抵达敏感目标的最短时间等。可以看出，当守护船在本项目新建DH BOP平台附近发生溢油事故时，油膜在E风向极值风条件下22.3h可到达其他红线区，8.1h可到达东海带鱼国家级水产种质资源保护区实验区，13.2h可到达东海带鱼国家级水产种质资源保护区核心区；此外本项目新建DH BOP平台位于日本鲭索饵场、蓝点马鲛索饵场及东海产卵带鱼保护区内，无论何时发生溢油事故都将对其造成不利影响。

表 8.2-25 各敏感区的分布及抵达主要敏感目标的时间

| 类型 | 名称 | 距溢油点最短距离（km）及方位 | 风向 | 抵达最短时间(h) |
|---|---|---|---|---|
| 海洋生态红线区 | 其他红线区 | 69.4km/W | E | 22.3 |
| 国家级自然保护区 | 象山韭山列岛国家级自然保护区 | 110km/W | E | 35.4 |
| 水产种质资源保护区 | 东海带鱼国家级水产种质资源保护区核心区 | 41km/W | E | 13.2 |
| | 东海带鱼国家级水产种质资源保护区实验区 | 25km/W | E | 8.1 |

| 类型 | 名称 | 距溢油点最短距离（km）及方位 | 风向 | 抵达最短时间(h) |
|---|---|---|---|---|
| 渔业水域 | 日本鲭产卵场 | 10km/N | N | 3.7 |
| | 带鱼产卵场 | 3km/N | N | 1.1 |
| | 绿鳍马面鲀产卵场 | 37km/SE | SE | 10.9 |
| | 带鱼索饵场 | 80km/NE | NE | 34.8 |
| | 日本鲭索饵场 | 包含 | / | / |
| | 蓝点马鲛索饵场 | 包含 | / | / |
| | 带鱼越冬场 | 45km/SE | SE | 13.2 |
| | 银鲳越冬场 | 18km/SE | SE | 5.3 |
| | 海鳗越冬场 | 96km/E | E | 31.0 |
| | 日本鲭越冬场 | 140km/E | E | 45.2 |
| | 绿鳍马面鲀越冬场 | 122km/E | E | 39.4 |
| | 东海产卵带鱼保护区 | 包含 | / | / |
| | 大黄鱼幼鱼保护区 | 12km/E | E | 3.9 |

### 8.2.6　环境风险防范措施及应急处置措施

本项目在设计、施工、运营中严格落实法律法规和要求，作业者上海分公司制定了严格的各项操作和管理规程，采取了严格的防范措施，确保设施安全正常的运行。

#### 8.2.6.1 环境风险管理目标

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

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

尽管从工程设计、施工安装以及生产管理采取了全过程的油气泄漏防范措施，但是油气泄漏风险作为一种小概率事件仍然是存在的，本项目制定了相应的应急预案，可以迅速反应将溢油控制和回收，总体而言油气泄漏风险概率很低，油气泄漏事故可防可控。

#### 8.2.6.2 设计阶段风险防范措施

严格按照设计标准进行精心设计，正确应用设计规范和建造安装规范是工程各系统结构强度、稳性和抗疲劳程度的基本保证。为此，本项目的设计将严格执行国家有关法规、规范和标准以及遵循国际通用规范和标准，实施这些规范和标准可以保证工程设计、建造和安装质量，是确保安全生产的关键。

海底管道的设计，将以国际上认可的规范和标准为依据，选用大于设计寿命的环境条件重现期。海底管道采取防腐涂层与阴极保护的联合保护方法，并留有一定的腐蚀裕量，进一步阻止腐蚀。

8.2.6.3 建设及生产阶段防范措施

a. 平台容器泄漏/火灾、爆炸事故防范措施

主要设备、装置和单元均设置相应的压力、液位和温度报警系统与安全泄压保护装置及应急关断系统。

在平台容器附近装备火焰和气体探测器，以监测火情和可燃气体浓度，发现异常及时报警。

b. 海底管道事故防范措施

严格按照设计要求进行施工，并在施工中保证海底管道焊接质量。管道铺设完成，要进行扫线、清管和试压。

作业者将制定相应的管道保护和检测程序，由值班船对管道沿途进行定期巡视，驱散在安全区范围内作业的渔船，对海底管道进行不定期局部检测和定期全面检测，确保海底管道的安全性。

油气传输系统中的主要设备和管道均设置相应的压力、液位和温度报警系统与安全泄压保护装置，对于易发生泄漏的管路全部根据最大压力和最高温度设计，重要位置设置相应的应急关断系统。

定期对气田群海底管道进行清管作业，以减少腐蚀等原因对管线的影响。每年均有定期的外勘来监测是否有移位和悬空现象，如有超过设计允许的悬跨长度，可通过管道下方垫水泥灌浆袋支撑管道以减小悬跨。

c. 船舶碰撞事故防范措施

作业者应制定相应的保护和监测程序；按要求设置必要的安全作业区或警戒区，设置有关标志或配备警戒船；及时了解掌握天气变化和水情动态；按规定显示有效的航行、停泊和作业信号。

d. 其它防范措施

在设计、施工、运营中严格落实法律法规和要求，建设单位应制定严格的操作和管理规程，采取严格的防范措施，确保设施安全正常的运行。

8.2.6.4 油气泄漏事故应急处置措施

本项目虽在设计、建造、施工、运行期间将采取各种预防措施，但仍有难

以预料的内部或外部原因导致海上油气泄漏事故发生的可能性。这种发生概率很低，但却难以预料，仍然存在不可忽视的环境风险。因此必须在以预防为主的基础上，配备适当的应急设备，制定科学的应急计划并建立严格的应急程序，并充分利用现有的应急处理能力和措施，尽最大能力降低海上溢油的环境危害程度。

a. 制定溢油应急预案

建设单位制定了严格的环境管理制度，本项目投产之前将对现有《平北黄岩油气田群（一期）溢油应急计划》、《天外天黄岩气田群溢油应急计划》进行修订，并将溢油应急计划上报生态环境部太湖流域东海海域生态环境监督管理局备案，编制的应急计划应与《海洋石油勘探开发溢油污染环境事件应急预案》相衔接。编制的溢油应急计划的主要内容包括：应急组织体系、溢油风险分析与预防措施、溢油事故的处置、溢油应急力量、溢油应急保障、溢油应急善后措施等。参加施工作业的施工船舶需参照《防治船舶污染海洋环境管理条例》和质量健康安全环境管理体系的相关要求向建设单位提供其安全应急预案和溢油应急计划。船舶发生污染事故的应急预案应符合《防治船舶污染海洋环境管理条例》规定的相关要求。上海分公司应急组织机构和溢油应急联络流程见图8.2-3。

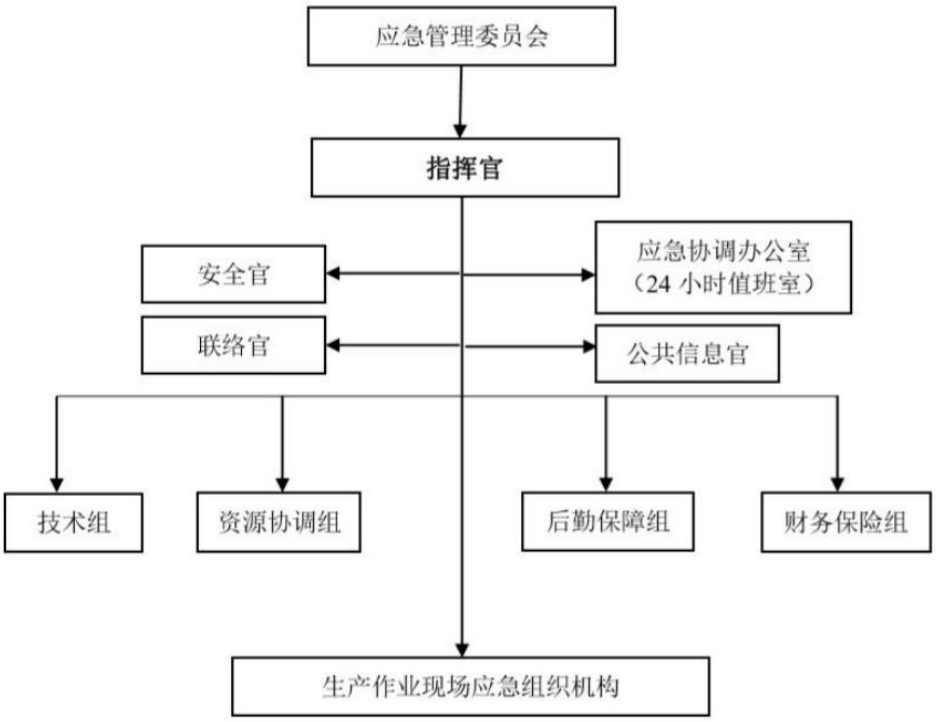



图8.2-3 建设单位应急组织机构图

发生溢油事故后，无论大小，均必须按照要求尽快向上逐级汇报，并在规定时间内向政府主管部门汇报，溢油事故报告程序见图8.2-4。

在通知建设单位应急办公室之前完成以下应急反应程序：

1）　确保事发地人员安全；

2）　任何人看到溢油都必须在安全的前提下，马上采取措施切断溢油源，并向上级报告；

3）　确保所有人员的安全。判断溢油是否有起火或爆炸的危险。如需要，关闭电源并确保停止所有产生点火源的活动；

4）　使用吸附剂和其它现有材料，在区域周围形成一个临时围栏以阻挡溢出的油扩散；

5）　尽可能防止溢油入海；

6）　报告并按照相应的应急程序中的内容采取恰当的溢油应急行动。

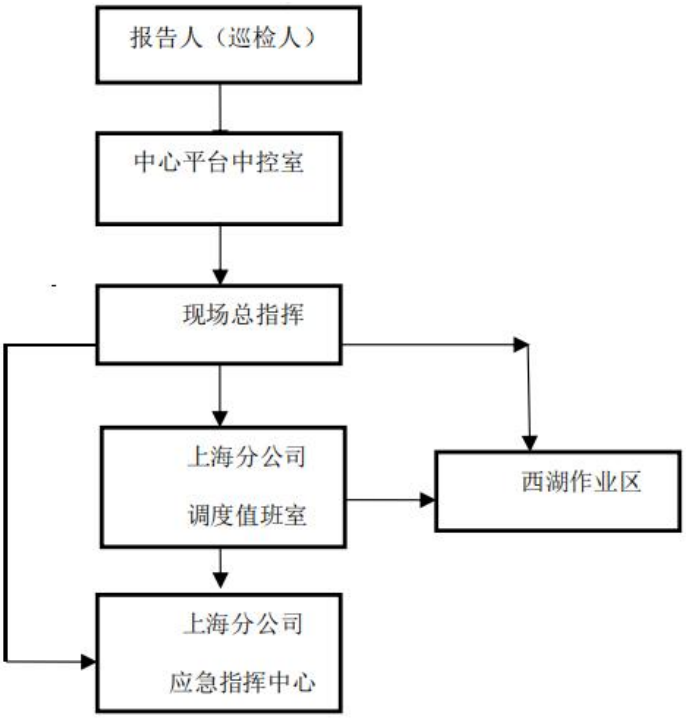



图8.2-4 溢油应急报告流程

b. 建立分级响应机制

根据《关于印发海洋石油勘探开发溢油污染环境事件应急预案的通知》（环海洋函〔2022〕27号）的规定，海洋石油勘探开发溢油污染环境事件分为特别重大、重大、较大、一般四级。

（1）特别重大溢油污染环境事件

溢油量1000吨以上的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件；或者溢油量500吨以上且可能污染敏感海域，或者可能造成重大国际影响、社会影响的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件；

（2）重大溢油污染环境事件

溢油量500吨以上1000吨以下，但不会污染敏感海域，不会造成重大国际影响、社会影响的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件；

（3）较大溢油污染环境事件

溢油量100吨以上500吨以下的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件；

（4）一般溢油污染环境事件

溢油量1吨以上100吨以下的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件。

建设单位发现溢油事件后，应立即电话报告生态环境部太湖流域东海海域生态环境监督管理局，并在1小时内将初步情况书面上报生态环境部太湖流域东海海域生态环境监督管理局。应急响应启动后，建设单位应每日将事件应急工作情况报送生态环境部太湖流域东海海域生态环境监督管理局，包括应急安排、现场状况、处置情况等详细内容。当发生溢油量小于 1 吨的油污入海事件时，由建设单位根据溢油应急计划启动应急响应，并向生态环境部太湖流域东海海域生态环境监督管理局报告事件情况及处置进展。

c. 事故应急处理措施

（1）海底管道泄漏事故应急措施

发现生产流程参数异常变化，立即报告平台长；

启动应急预案，通过广播通告事故情况；

及时向分公司应急值班室和作业公司总经理汇报事故情况，必要时请求支援；

对生产流程进行全面检查，根据情况实施生产关断；

根据情况对破损海管进行泄压及海水置换的工艺处置；

通知守护船前往管道破损地点，勘察现场情况。

（2）新建平台火灾/爆炸事故应急措施

发现火灾或爆炸后立即拉响警报，同时用附近合适的消防设备灭火；

立即向中控或油气田总监报告事件的位置、类型和程度；

现场应急消防队穿好消防救生设备，到达事故现场；

查清起火位置后，应立即组织全体人员根据不同火种，采取不同的灭火方式进行灭火；

如有伤员，抢救伤员到安全地带；

防止火灾蔓延，对周围设备设施采取有效地隔离、降温；

尽可能先使用水消防炮和泡沫消防炮进行灭火，对着火点周围进行灭火和冷却，以控制火灾；

通知守护船立即到现场附近待命或实施救助；

向分公司应急值班室汇报所有信息。

（3）船舶碰撞事故应急措施

当发生船舶碰撞平台的事故后，发现者应第一时间报告中控室、平台长，并提供碰撞船只/物体的种类、尺寸、形状、构造、位置、漂移速度、方向以及附近区域是否有其它船只等重要信息；

启动应急预案；通知守护船赶赴事故现场；通知分公司应急指挥中心，视事故情况决定是否请求外部支援；

对海上设施的风险做出评估，根据情况准备实施关断并且准备好消防器材、救生设备，采取行动保护人员、设施和环境；

获取碰撞船只的确切位置，利用适当的锚定船只/拖轮帮助失控船只或使其转向以避开海上设施；

根据失事船舶需求，组织相关人员参加失事船舶抢险救援工作。

d. 配置溢油应急资源

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

本项目可调动的应急力量主要包括HY1-1 CEP平台、TWT-CEP平台、岱山终端的溢油应急设施，详见表8.2-26。

表8.2-26 上海分公司溢油应急物资一览表

| 设备<br>存放点 | 围油栏 | 撇油器 | 储油囊 |
|---|---|---|---|
| HY1-1 CEP | 400m | 30m$^3$/h | 20m$^3$ |
| TWT-CEP | 400m | 30m$^3$/h | 20m$^3$ |
| 岱山终端 | 1040m | 30m$^3$/h | 30m$^3$ |

e. 应急响应时间分析

本项目可调动的应急力量到达溢油应急现场时间详见表8.2-27。

表8.2-27 溢油应急设备到达溢油应急现场时间一览表

| 起点 | 终点DH BOP平台附近 | 距离（km） | 动员、装船时间（h） | 航行时间（h） | 到达溢油现场时间（h） |
|---|---|---|---|---|---|
| 平湖平台 | 溢油现场 | 155 | 1.5 | 7.0 | 8.5 |
| 八角亭平台 | 溢油现场 | 157 | 1.5 | 7.1 | 8.6 |
| 天外天气田群 | 溢油现场 | 170 | 1.5 | 7.7 | 9.2 |
| 黄岩平台 | 溢油现场 | 171 | 1.5 | 7.8 | 9.3 |
| 岱山终端 | 溢油现场 | 184 | 1.5 | 8.3 | 9.8 |
| 孔雀亭平台 | 溢油现场 | 193 | 1.5 | 8.7 | 10.2 |

注：表中所有计算均以直线航行距离为计算基础，船舶航行速度为平均巡航速度12节（约22.2公里/小时）。在实际中，陆地运输受交通路况影响；海上受海况影响，船舶会以船舶的最大航速航行，确保溢油应急资源及相关环保专业人员能够在第一时间内到达指定地点进行海面溢油的围控和回收作业。

f. 应急能力可行性分析

由于目前尚未发布海洋油气开发的溢油应急能力评估方法，本项目主要根据海洋油气开发工程现场溢油应急适用情况，部分参照《船舶溢油应急能力评估导则》（JT/T 877-2013）的基础上进行溢油应急能力的估算。鉴于目前尚无法确定新增守护船的具体型号，参考建设单位目前常用的典型守护船，即国海民详船进行估算。国海民详船长 83.40 米，船宽 18.00 米，吃水 6.70 米。

- 围控与防控能力

总的围控与防护能力计算公式：

$$L = L_1+L_2+L_3+L_4$$

式中：L 表示围油栏的总数量（m）；$L_1$ 表示溢油源围控的围油栏数量（m）；$L_2$ 表示收油作业配套的围油栏数量（m）；$L_3$ 表示导流配套的围油栏数量（m）；$L_4$ 表示防护配套的围油栏数量（m）。

$L_1$、$L_2$、$L_3$、$L_4$ 具体公式如下：

$$L_1 \geq 3\times(B+W)\times N_1$$

式中：B 表示最大船型船舶的船长（m）；W 表示最大船型船舶的船宽（m）；$N_1$ 表示布设围控的围油栏层数。

$$L_2=D\times100$$

式中：$L_2$ 表示收油作业配套围油栏数量；D 表示收油系统数量。

$$L_3=U\times N_1$$

式中：L3 表示导流配套围油栏数量；U 表示一组围油栏的长度（m）；$N_1$

表示所需导流的围油栏的组数。

$$L_4 = (L_1+L_2+L_3) \times \varphi$$

式中：φ表示加权系数，取值区间为 0.2~0.5，环境敏感度越高，取值越大。

本项目参考守护船国海民详船进行估算，船长为 83.4m，船宽为 18m：

溢油源围控围油栏数量 $L_1=3\times(83.4+18)\times1=304m$；

收油作业配套围油栏数量 $L_2=1\times100=100m$；

导流配套的围油栏数量 $L_3=200\times1=200m$；

防护配套的围油栏数量$(304+100+200)\times0.2=120m$；

所需围油栏总数量=304+100+200+120=724m。

- 机械回收能力

机械回收能力按下式进行：

$$E=V*b/(\alpha*h)$$

式中：E——收油机回收速率，单位为立方米每小时（$m^3/h$）；

V——总溢油量，单位为方（$m^3$）；

b——机械回收量占总溢油量的比例，40%~60%，取50%；

α——回收油量占回收液体总量的比例（%），20%-80%，取50%；

h——回收工作时间，单位为小时（h），取12h。

本项目溢油量为$135m^3$，在12h内回收所需的机械回收能力约为$12\ m^3/h$。

- 临时储存能力

临时储存装置的储存能力应该满足合理储存并及时转运回收的溢油的需要。根据机械回收能力、储存容积、转运能力等因素计算临时储存能力，一般情况下，临时储存能力应满足收油机工作12h回收的油水混合物储存需求，可根据转运能力进行响应的调整。转运能力指通过过驳、运输、卸载等方式及时将回收的油水混合物转移处理，保障回收作业连续进行的能力。

$$C=E*t$$

式中：E—收油机回收速率，$m^3/h$；

t—临时储存回收时间，h，一般取 12h。

根据前述计算的机械回收能力，本项目需要的临时储存能力为$144m^3$。

g. 应急能力符合性分析

本项目可调动围油栏共约1840m；可调动的溢油回收能力共约$90m^3/h$；可

调动的临时储油能力（浮式储油囊容积计）共约70m³/h。建设单位海上工作船舶库（东海作业）共包括18艘守护船，守护船均大多有多功能仓、污油舱及溢油仓，在执行溢油回收任务时，可用于临时储存收油机回收的污油。以国海民详船为例，该船多功能仓、污油舱及溢油仓的容积约为902m³，因此建设单位可调动的临时储油能力可以满足本项目最具代表性事故的应急需求（约144m³）。

根据预测结果，当守护船在本项目新建DH BOP平台附近发生溢油事故时，油膜在E风向极值风条件下22.3h可到达其他红线区，13.2h可到达东海带鱼国家级水产种质资源保护区核心区。根据响应时间分析，本项目可调动的溢油应急物资可以在9.8小时内到达溢油现场。应急能力符合分析见表8.2-28。

表8.2-28 溢油应急设备到达溢油应急现场时间一览表

| 序号 | 溢油规模 | 溢油应急能力估算 | | 合计 | 是否满足本项目溢油应急能力要求 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 135m³ | 围油栏 | 724m | 1840m | 可以满足要求 |
| 2 | | 机械回收能力 | 12m³/h | 90m³/h | |
| 3 | | 临时储存能力 | 144m³ | 70m³ | |

根据上表，在海况允许和应急响应及时的情况下，本项目附近可调动的溢油应急设备可以满足本项目在合理时间内对最具代表性事故的溢油规模（135m³）做出适当的反应。当发生超出自身控制能力的溢油污染环境事件时，还可以通过集团公司的统一指挥协调，联系政府主管部门、海事局、国家其它救助机构或借助区域性溢油应急联合组织其他成员的设备进行应急处理，能够满足项目在建设阶段和生产阶段中对溢油应急防范和处理的要求。

### 8.2.7　海上工程风险评价结论与建议

本次环境风险评价识别出来的环境风险类型包括施工船舶碰撞、平台容器泄漏、平台火灾爆炸、海底管道与立管泄漏及守护船舶碰撞等事故。本项目最具代表性事故为守护船舶碰撞溢油事故。选取了不利的溢油位置作为溢油点进行了模拟预测，溢油量最大为135m³。根据预测结果分析，当守护船在本项目新建DH BOP平台附近发生溢油事故时，油膜在E风向极值风条件下22.3h可到达其他红线区，13.2h可到达东海带鱼国家级水产种质资源保护区核心区。由于本项目位于日本鲭索饵场、蓝点马鲛索饵场及东海产卵带鱼保护区内，无论何时溢油都会对这些渔业水域产生不利影响，因此，相关部门需做好防护应急工作，防止溢油事故的发生。

本项目从设计阶段采用国内外先进标准，在建设和生产阶段采取各类风险事故的防范性措施，通过这些措施使得发生油气泄漏事故的概率非常小；为了应对油气泄漏事故的发生，本项目将修订现有的溢油应急计划，从组织机构、资源配备、处理程序等进行详细规定。根据响应时间分析，本项目可调动的溢油应急物资可以在9.8小时内到达溢油现场并开展围控及回收作业。通过对溢油应急能力的计算，本项目可调动的溢油应急设备可以满足本项目最具代表性溢油事故的应急能力需求。当发生超出自身控制能力的溢油污染环境事件时，还可以通过集团公司的统一指挥协调，联系政府主管部门、海事局、国家其它救助机构或借助区域性溢油应急联合组织其他成员的设备进行应急处理，能够满足项目在建设阶段和生产阶段中对溢油应急防范和处理的要求。

鉴于项目周边环境敏感目标较多，建设单位应按照法律法规要求采取切实有效措施，防范溢油风险事故，完善溢油应急预案，加强溢油应急能力建设，一旦发生溢油污染事故，应当立即启动相应的应急预案，采取有效措施控制和消除污染。综上所述，本项目油气泄漏环境风险可防、可控。

## 8.3 陆上工程环境风险分析

本项目陆上工程在已建宁波终端的预留地内进行三期改扩建，主要包括新建 1 套处理能力为 $632\times10^4m^3/d$ 的天然气处理装置、3 台 $900\times10^4Nm^3/d$ 进站压缩机（2 用 1 备）、1 台 $626\times10^4Nm^3/d$ 外输压缩机、1 座 $1000m^3/h$ 的循环冷却水装置，1 个 $2500m^3$ 丙烷储罐、利旧 8500kW 热媒炉（1 用 1 备），以及其他配套公用和辅助生产系统改扩建等。

依据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），针对本项目在宁波终端进行改扩建工程时，在建设阶段和生产阶段可能存在的事故风险进行识别，并对事故源项、规模和概率进行分析；根据模型预测结果确定可能影响的范围，核实并完善事故风险应急措施，为宁波终端正常生产做好安全防范准备。

### 8.3.1　环境风险调查

#### 8.3.1.1 风险源调查

根据《建设项目环境风险评价技术导则》和本项目工程组成，宁波终端三期改扩建工程以天外 TWT-CEP 平台输送的天然气为原料，对其处理加工生产天然气、丙烷、丁烷、稳定轻烃，其主要扩散途径为大气扩散。本项目涉及的

主要危险物质主要包括天然气、丙烷、丁烷、稳定轻烃。危险物质分布和易燃易爆、有毒有害特性见章节 8.3.3.1。

本项目涉及危险物质的主要建设内容为：

1）新建 1 套天然气处理装置，主要设施包括天然气预处理单元、脱水单元、制冷单元、分馏单元等，处理能力为 $632\times10^4m^3/d$。

2）新建 1 座 $2500m^3$ 丙烷球罐，储存站内天然气处理生产的丙烷产品。

8.3.1.2 环境敏感目标调查

本项目涉及的环境风险物质是天然气、丙烷、丁烷、稳定轻烃等物质，以及风险物质泄漏发生不完全燃烧产生的次生污染物 CO，这些污染物的主要扩散途径为大气扩散。本项目在事故状态下，主要危险物质泄漏后将挥发至大气环境中，同时，本项目设施发生泄漏后，泄漏物料将对地下水环境产生不利影响。

经调查本项目环境敏感目标情况见下表，敏感目标调查的范围为距离厂址边界 5km。

图8.3-1 环境风险敏感目标

表 8.3-1 项目环境敏感特征

| 类别 | 环境敏感特征 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 环境空气 | 项目边界周边5km范围内 | | | | | |
| | 序号 | 敏感目标名称 | 相对方位 | 距离/m | 属性 | 人口数/人 |
| | 1 | 中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站 | SW | 166 | 科研机构 | 760 |
| | 2 | 中国港口博物馆 | NE | 303 | 文物保护单位 | 1622 |
| | 3 | 洋沙山社区（包括北仑区滨海新城医院、宁波大学附属春晓实验学校、春晓街道委员会、明皇公寓、CCB建融家园春晓观海公寓、宁波市北仑区行政学院、春晓派出所、宁波北仑泰和中学） | NE | 420 | 人口集中居住区 | 9145 |
| | 4 | 吉利春晓公寓 | SW | 797 | 人口集中居住区 | 1500 |
| | 5 | 明月湖社区 | NE | 1269 | 人口集中居住区 | 15000 |
| | 6 | 咸昶村（包含山海丽景小区、宁波市北仑区社会福利院、严玉德幼儿园） | NW | 2457 | 人口集中居住区 | 2600 |
| | 7 | 宁波滨海国际合作学校 | NE | 3069 | 学校 | 2657 |
| | 8 | 慈岙村 | NW | 3398 | 人口集中居住区 | 5217 |
| | 9 | 三山村（包含三山学校、春晓镇委党校） | NW | 3810 | 人口集中居住区 | 6600 |
| | 10 | 昆亭村 | NE | 4313 | 人口集中居住区 | 4097 |
| | 11 | 卢一村 | SW | 4453 | 人口集中居住区 | 1450 |
| | 12 | 宁波大学梅山校区 | NE | 4848 | 学校 | 3900 |
| | 项目边界周边500m范围内人口数小计 | | | | | 11527人 |
| | 项目边界周边5km范围内人口数小计 | | | | | 54548人 |
| | 大气环境敏感程度E值 | | | | | E1 |
| 地表水 | 受纳水体 | | | | | |
| | 序号 | 受纳水体名称 | 排放点水域环境功能 | | | 24h内流经范围/km |
| | 1 | 不涉及 | 无事故排放点 | | | / |
| 地下水 | 序号 | 环境敏感区名称 | 环境敏感特征 | 水质目标 | 包气带防污性能 | 与下游厂界距离/m |
| | 1 | 无 | 不敏感 G3 | III类 | D2 | / |
| | 地下水环境敏感程度E 值 | | | | E3 | |

### 8.3.2　评价等级和评价范围

#### 8.3.2.1 建设项目环境风险潜势初判

a. 危险物质及工艺系统危险性（P）判定

本项目涉及的危险物质主要包括天然气、丙烷、丁烷、稳定轻烃（稳定轻烃产品主要成分为戊烷）等。终端工程内的危险单元包括工艺装置区、丙烷罐区。

本项目危险物质数量与临界量比值（Q）见下表。

表 8.3-2本项目Q值确定

| 序号 | 危险单元 | 危险物质名称 | CAS号 | 最大存在总量qn/t | 临界量Qn/t | Q值 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 工艺装置区 | 天然气 | 74-82-8 | 28.70 | 10.00 | 2.87 |
| | | 丙烷 | 74-98-6 | 1.06 | 10.00 | 0.11 |
| | | 丁烷 | 106-97-8 | 0.97 | 10.00 | 0.10 |
| | | 稳定轻烃 | / | 0.61 | 10.00 | 0.06 |
| 2 | 丙烷罐区 | 丙烷 | 74-98-6 | 1192.50 | 10.00 | 119.25 |
| | Q值合计 | | | | | 122.39 |

注：稳定轻烃参考戊烷的临界量；天然气参考甲烷的临界量。

由上表可知，本项目终端工程 Q=122.39（Q≥100）。

b. 行业及生产工艺（M）

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 C“危险物质及工艺系统危险性（P）的分级”中表 C.1，根据本项目生产工业特点，本项目 M 值确定见下表。

表 8.3-3建设项目M 值确定

| 序号 | 工程类别 | 行业 | 工艺单元名称 | 生产工艺 | M值 | 数量 | M值 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 终端工程 | 其他 | 工艺装置区 | 其他高温或高压，且涉及危险物质的工艺过程 | 5 | 1 | 10（M3） |
| | | | 丙烷罐区 | 危险物质贮存罐区 | 5 | 1 | |

c. 危险物质及工艺系统危险性（P）分级

根据导则附录 C 中表 C.2，判断本项目危险物质及工艺系统危险性等级见下表。本项目终端工程 P 的级别为 P2。

表 8.3-4 危险物质及工艺系统危险性等级判断

| 序号 | 工程内容 | M值 | Q值 | P |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 终端工程 | M3 | Q≥100 | P2 |

8.3.2.2 环境敏感程度（E）判定

a. 大气环境

根据大气环境敏感目标调查，宁波终端周边 5km 范围内居住区、医疗卫生、文化教育、科研、行政办公等机构人口总数为 54548 人，大于 5 万人，项目周围 500m 范围内 11527 人，大于 1000 人，项目厂址 500m 范围内存在中国港口博物馆，是国家一级博物馆、国家 4A 级旅游景区，属于需要特殊保护的区域，因此拟建项目天然气陆上终端环境风险大气环境敏感程度为 E1 环境高度敏感区。

b. 地表水环境

本项目污水收集后送至现有污水处理装置进行处理后进入外排监控池，经外排监控池监控达到接管标准后送至春晓净化水厂进一步处理，无直接外排点；终端距海域最近距离为 118m，根据《浙江省海洋功能区划》（2011-2020 年），周边海域为旅游休闲娱乐区以及工业用海区。按照地表水环境敏感程度判断，在最不利情况下终端事故废水通过雨水管网进入西直河，其水环境功能区划为Ⅲ类，功能敏感性分区为较敏感 F2；目前，西直河上设有闸门，事故状态下可关闭闸门，防止事故水入海。根据近岸海域环境功能区规划，西直河入海口近岸海域环境功能区为北仑春晓三类区（NBC12Ⅱ），水质保护目标为Ⅱ类，功能敏感性分区为较敏感 F2。西直河排放点下游及近岸海域范围内不存在敏感目标，敏感目标分级均为 S3，故本项目地表水环境敏感程度等级为 E2。

c. 地下水环境

项目所在区域不存在集中式饮用水水源及分散式饮用水水源地，也不存在特殊地下水资源，因此地下水环境敏感性分区为不敏感 G3，项目所在区域包气带防污性能分级为 D2，则本项目的地下水环境敏感程度分级为环境低度敏感区（E3）。

8.3.2.3 风险潜势判断

本项目环境风险潜势等级见下表。

表 8.3-5环境风险潜势分析结果

| 要素 | 敏感程度分级结果 | 危险物质及工艺系统危害性 | 环境风险潜势判定 |
|---|---|---|---|
| 大气 | E1 | P2 | IV |
| 地下水 | E3 | P2 | III |
| 地表水 | E2 | P2 | III |

8.3.2.4 评价等级

根据以上分析结果，确定本项目风险评价工作等级见下表。

表 8.3-6环境风险评价工作等级划分

| 要素 | 环境风险潜势判定 | 环境风险评价等级 |
|---|---|---|
| 大气 | Ⅳ | 一 |
| 地下水 | III | 二 |
| 地表水 | III | 二 |

因此，本项目终端工程的大气环境风险评价等级为一级，地下水环境风险评价等级为二级，地表水环境风险评价等级为二级，环境风险综合评价等级为一级。

8.3.2.5 评价范围

a. 大气环境风险评价范围

本项目终端工程大气环境风险的评价范围为厂区边界外扩 5km 的区域。

b. 地下水环境风险评价范围

地下水环境风险评价范围与地下水环境影响评价范围保持一致，具体见地下水环境影响评价章节。

c. 地表水环境风险评价范围

本项目通过建立三级防控事故废水收集系统，切断了厂区事故废水进入外部地表水环境的途径，地表水环境风险评价范围为终端工程厂区范围。

8.3.3　风险识别

8.3.3.1 物质危险性识别

本项目生产或储运过程中涉及到的天然气、丙烷、丁烷和稳定轻烃为易燃易爆物质。其中稳定轻烃是以戊烷及更重的烃类为主要成分的液体产品，其中戊烷含量一般大于 50%。根据《危险化学品目录（2022 调整版）》，天然气、丙烷、丁烷、戊烷被列入此名录；根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 B，甲烷（外输天然气干气主要组分为甲烷）、丙烷、丁烷、戊烷被列入此目录中。

本项目危险物质中“火灾危险级别”参考石油化工企业设计防火标准（2018年版）》（GB50160-2008）识别；各危险物质的大气毒性终点浓度值选取参见《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录H。

表 8.3-7主要物质危险性识别表

| 序号 | 名称 | 易燃危险性识别 | | | | 毒性终点浓度-1/（mg/m³） | 毒性终点浓度-2/（mg/m³） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 沸点℃ | 闪点℃ | 爆炸极限（体积比%） | 火灾危险级别 | | |
| 1 | 丙烷 | -42.1 | -104 | 2.1～9.5 | 甲 | 59000 | 31000 |
| 2 | 丁烷 | -0.5 | -60 | 1.8～8.4 | 甲 | 130000 | 40000 |
| 3 | 天然气 | -161.4 | -190 | 5.0~15.0 | 甲 | / | / |
| 4 | 戊烷 | 36.1 | -40 | 1.7~9.8 | 甲B | 570000 | 96000 |

注：天然气参考甲烷的危险性。

#### 8.3.3.2 生产系统危险性识别

a. 危险单元分布

本项目终端工程危险单元主要为工艺装置区、丙烷罐区。项目危险单元分布情况见下图。

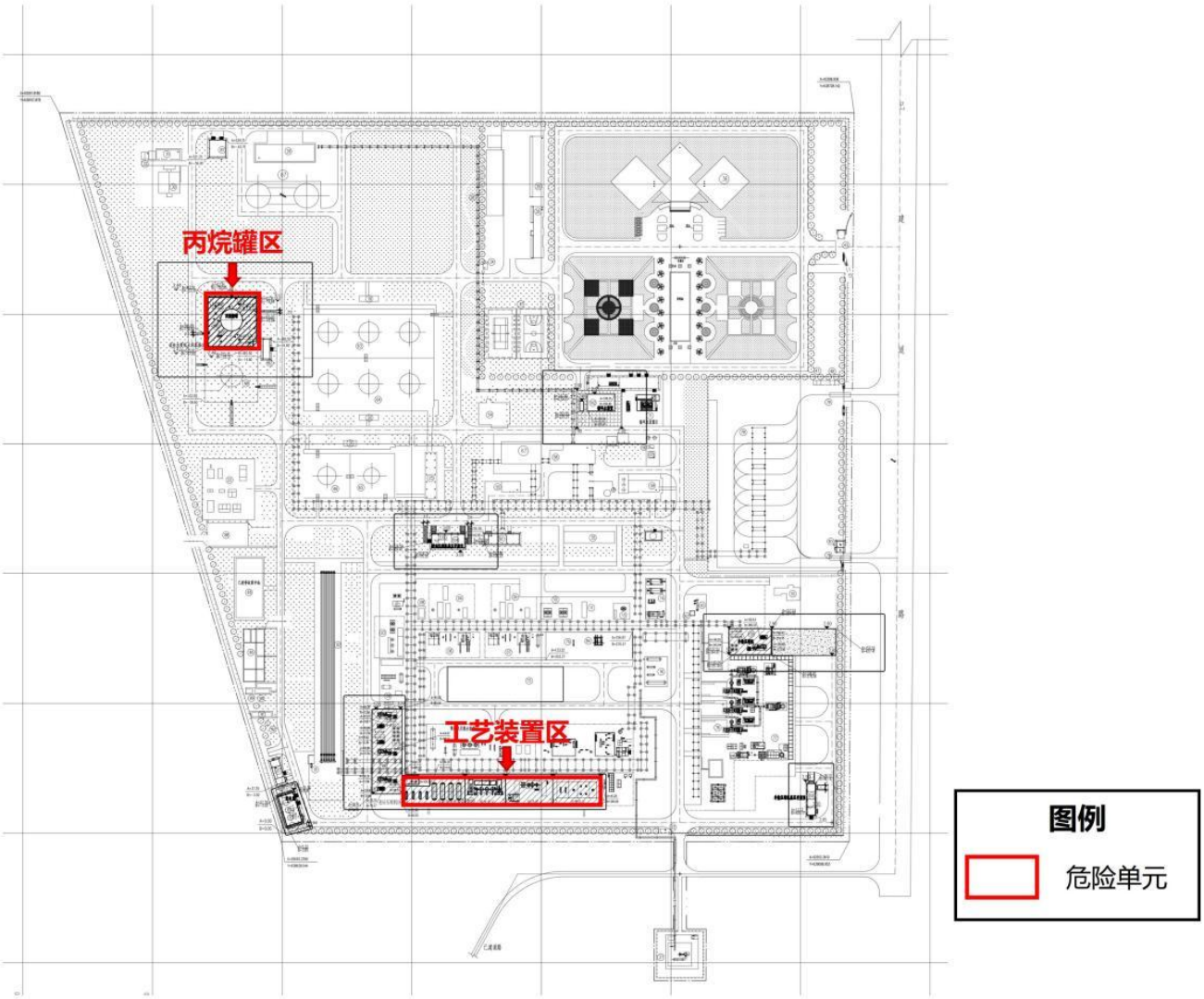



图 8.3–2终端工程风险单元分布图

b. 生产装置危险因素识别

天然气陆上终端最常见可能泄漏的位置就是动静密封点处，如法兰、螺纹接口处。管线穿孔泄漏也时有发生，主要是管线弯头处，特别是排污管线和放空管线的弯头处。在线路上最常见的泄漏是由管道穿孔引起的。本项目涉及的常见泄漏有以下几种：

1）法兰间的泄漏

① 密封垫片压紧力不足，法兰结合面粗糙，安装密封垫出现偏装，螺栓松紧不一，两法兰中心线偏移。这种泄漏主要由于施工、安装质量引起的，主要发生在投产试压阶段；

② 由于工艺设计不合理，减振措施不到位或外界因素造成管道振动，致使螺栓松动，造成泄漏；

③ 管道变形或沉降造成泄漏；

④ 螺栓由于热胀冷缩等原因造成的伸长及变形，在季节交替时的泄漏主要是由这种故障引起的；

⑤ 密封垫片长期使用，产生塑性变形、回弹力下降以及垫片材料老化等造成泄漏，这种泄漏在老管线上比较常见；

⑥ 天然气腐蚀，造成泄漏，这种情况比较少见，但由于垫片和法兰质量问题可能产生此种泄漏。

2）管道泄漏

管道泄漏包括夹渣、气孔、未焊透、裂纹等焊接缺陷引起的泄漏，但随着焊接技术的发展和施工质量以及检测手段的提高，这种焊接缺陷逐渐减少。此外还有腐蚀引起的泄漏，天然气站场管道引起腐蚀的原因很多，常见的有：周围介质引起的均匀腐蚀；应力引起的腐蚀；氧和水引起的腐蚀；硫和细菌引起的腐蚀；氢引起的腐蚀。

3）阀门泄漏

① 连接法兰及压盖法兰泄漏：这种泄漏一般可在降压的情况下，通过拧紧螺栓得以解决；

② 焊缝泄漏：对于焊接体球阀，有可能因焊接缺陷出现泄漏，但这种泄漏很少见。

③ 阀体泄漏：阀体的泄漏主要是由于阀门生产过程中的铸造缺陷所引起的。天然气的腐蚀和冲刷也可能造成阀体泄漏，这种泄漏常出现在调压阀上。

④ 填料泄漏：阀门阀杆采用填料密封结构处所发生的泄漏，长时间使用填料老化、磨损、腐蚀等使其失效，通过更换填料或拧紧能够得以解决。

4）装车区泄漏

本项目从分馏装置分离出来的产品商品丙烷、商品丁烷、液化石油气、稳定轻烃冷却后分别经外输泵送至球罐区相应储罐，再依托现有装车系统装车外运。本项目运行投产后，由于生产规模增加，装车较之前更为频繁，装车设施在物料装卸过程中，由于设备失修、管道接口/阀门破裂以及管理操作不当导致的装车软管脱落、断裂，均可能造成物料泄漏，引发中毒乃至火灾、爆炸事故。

8.3.3.3 环境风险类型及危害分析

本项目危险物质扩散途径主要有以下几个方面：

大气扩散：本项目运营期终端工程存在的环境风险事故主要为天然气、丙烷、丁烷、稳定轻烃等危险物质泄漏事故、火灾爆炸事故对大气环境产生不利影响。

地表水环境扩散：本项目设置事故废水环境风险防范措施，可有效控制事故废水外排，本项目涉及的危险物质无泄漏到周边水体的环境影响途径和排放点，不会对项目周边地表水环境产生不利影响。

地下水扩散：本项目天然气、丙烷、丁烷几乎不溶于水，事故状态下对下水水质无影响；稳定轻烃在事故状态下渗入土壤/地下含水层，对土壤环境/地下水环境造成环境风险事故。

#### 8.3.3.4 施工期环境风险识别

本项目施工期主要为土建工程，不涉及有毒有害、易燃易爆危险物质。但是由于本项目扩建的天然气处理装置和丙烷球罐等装置邻近终端现有的天然气装置区和罐区，因此存在一定的施工风险。

（1）开工前，通过对施工现场及周边环境的踏勘和调查，制定详尽的施工方案，施工安全保证措施及应急预案。

（2）施工时，应划定安全施工范围，不得越界施工。施工范围用护栏围护，在围护板顶上挂红灯警示。每个工作点应配置灭火器。

（3）施工期间一旦发生风险事故，应立即按照《中海石油（中国）东海西湖石油天然气作业公司春晓天然气处理厂突发环境事件应急预案》的要求启动应急处理程序。

### 8.3.4　风险识别结果

本项目风险识别详见表 8.3-8。

表 8.3-8本项目环境风险识别表

| 序号 | 工程类别 | 危险单元 | 风险源 | 主要危险物质 | 环境风险类型 | 环境影响途径 | 可能受影响的环境敏感目标 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 终端工程 | 工艺装置区 | 工艺设备、管线等 | 天然气、丙烷、丁烷、稳定轻烃 | 泄漏、火灾和爆炸 | 大气、地下水 | 大气环境敏感目标、潜水含水层、土壤 |
| | | 丙烷罐区 | 储罐、管线等 | 丙烷 | 泄漏、火灾和爆炸 | 大气 | 大气环境敏感目标 |

### 8.3.5　风险事故情形分析

#### 8.3.5.1 风险事故情形设定

a.　风险事故统计资料分析

目前国内外缺乏针对终端工程的专项统计，因此本次评价将类比石油化工行业事故统计资料开展事故分析。

根据“世界石油化工企业 30 年近 100 起特大事故”资料按照事故发生原因划分，发生事故的比例情况见下表。

表 8.3-9 100起特大事故按事故原因分布情况

| 序号 | 事故原因 | 发生次数 | 所占百分率/% |
|---|---|---|---|
| 1 | 操作失误 | 15 | 15.5 |
| 2 | 泵设备故障 | 18 | 18.6 |
| 3 | 阀门管道泄漏 | 34 | 35.1 |
| 4 | 雷击自然灾害 | 8 | 8.2 |
| 5 | 仪表电器失灵 | 12 | 12.4 |
| 6 | 突沸反应失控 | 10 | 10.4 |

由上表可知，造成火灾爆炸事故原因中，阀门管道泄漏比率很大，占 35.1%，其次是泵设备故障，占 18.6%。另外，因仪表电气失控导致消防报警失灵，引发事故发生的比率为 12.4%，也是造成严重事故后果的主要原因。

b.　最大可信事故

根据 HJ169-2018 中 8.1 节要求，设定的风险事故情形发生可能性要处于合理的区间。一般情况下，发生频率小于 $10^{-6}$/年的事件是极小概率事件，可作为代表性事故中的最大可信事故设定的参考。基于同行业的风险事故统计资料分析、主要物质危险性以及本项目危险物质最大存在总量，本项目最大可信事故筛选结果为丙烷储罐至装车区总管泄漏。由于本项目厂址附近存在大气环境风险敏感目标（中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站，距离厂址 166m，丙烷储罐 245m），因此保守估计考虑丙烷储罐至装车区总管全管径断裂作为最大可信事故。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 E 中工艺储罐的泄漏频率，本项目最大可信事故及其对应的事故频率情况见下表。

表 8.3-10最大可信事故及发生概率

| 序号 | 工程类别 | 危险单元 | 风险源 | 事故类型 | 危险物质 | 最大可信事故 | 发生概率 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 终端工程 | 丙烷罐区 | 丙烷 | 泄漏 | 丙烷 | 丙烷储罐至 | $3.3\times10^{-5}$次 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 储罐 | | | 装车区总管全管径断裂 | /a |

8.3.5.2 源项分析

根据最大可信事故的描述，本次丙烷储罐泄漏事故考虑丙烷储罐罐底与管道连接处泄漏（管道 DN150）。

a. 泄漏量

丙烷罐体内液体泄漏速度可用《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中推荐的两相流泄漏计算公式，其泄漏速度为：

$$Q_{LG} = C_d A\sqrt{2\rho_m(P - P_C)}$$

$$\rho_m = \frac{1}{\frac{F_V}{\rho_1} + \frac{1 - F_V}{\rho_2}}$$

$$F_V = \frac{C_p(T_{LG} - T_C)}{H}$$

式中：

$Q_{LG}$——两相流泄漏速度，kg/s；

$C_d$——两相流泄漏系数；

$P_C$——临界压力，Pa；

P——操作压力或容器压力，Pa；

A——裂口面积，$m^2$，取 $2.04\times10^{-2}m^2$；

$\rho_m$——两相混合物的平均密度，$kg/m^3$；

$\rho_1$——液体蒸发的蒸汽密度，$kg/m^3$；

$\rho_2$——液体密度，$kg/m^3$；

$F_V$——蒸发的液体占液体总量的比例；

$C_p$——两相混合物的定压比热容，J/(kg·K)；

$T_{LG}$——两相混合物的温度，K；

$T_C$——液体在临界压力下的沸点，K；

H——液体的汽化热，J/kg。

根据本项目设计文件，此次丙烷储罐至丙烷装车泵管线的操作压力为 $1.44\times10^6$Pa，环境压力为 $1.013\times10^5$Pa；管道内径为 161.19mm，液态丙烷密度

约为 530kg/m³，扩散过程中，丙烷的液态部分仍会不断气化为蒸气。对于两相混合物，后续扩散建议采用 SLAB 模式。由于本项目丙烷储罐出口管线设有自动切断阀，根据建设项目环境风险评价技术导则（HJ169-2018）要求，应考虑截断阀启动前、后的泄漏量。截断阀启动前，泄漏量按实际工况确定；截断阀启动后，泄漏量以管道泄压至与环境压力平衡所需要时间计。根据设计资料，当本项目丙烷储罐出口管线出现泄漏时，截断阀可在 10s 内关断。

本项目选用质量可靠、技术先进、经济合理、性能稳定、有成熟使用经验的仪表及控制系统，能够满足工艺过程的生产管理需要，实施后能够实现终端管理、控制一体化，为保守考虑，本项目风险评价事故发生后关闭截断阀的响应时间按 10s 计，结合管道实际工况可获得截断阀关闭前的泄漏量。截断阀启动后，泄漏量以管道泄压至与环境压力平衡所需时间计，利用 ALOHA 风险模拟程序估算泄漏时间为 60s。

b. 蒸发源强

丙烷的沸点为-42.1℃，宁波终端所在地区多年年均气温为 17.7℃，高于轻烃沸点温度，因此丙烷储罐至装车区总管全管径断裂后，泄漏后的丙烷会闪蒸形成蒸汽云团并在大气环境中扩散。根据输送管道的操作流量确定泄漏事故源强见下表。

表 8.3-11本项目管道丙烷泄漏源强计算参数

| 管段 | 内径（mm） | 管道压力（MPaA） | 温度（℃） | 管道长度（m） |
|---|---|---|---|---|
| 丙烷储罐至装车区输送管道 | 161.19 | 1.44 | 40 | 330 |

表 8.3-12本项目丙烷泄漏源强一览表

| 风险事故情形描述 | 危险单元 | 危险物质 | 影响途径 | 最大泄漏速率/（kg/s） | | 泄漏量/kg | | | 泄漏时间/s | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 阀门关闭前 | 阀门关闭后 | 阀门关闭前 | 阀门关闭后 | 合计 | 阀门关闭前 | 阀门关闭后 |
| 丙烷储罐至装车区输送管道全管径断裂 | 丙烷储罐至装车区输送管道 | 丙烷 | 大气扩散 | 58.164 | 59.466 | 581.64 | 3567.96 | 4419.6 | 10 | 60 |

注：截断阀启动前，泄漏速率和泄漏量按实际工况确定；截断阀关闭 60s 后泄漏速率非常小，可以忽略不计，保守考虑，此次预测源强以最大泄漏速率泄漏 60s+截断阀响应时间（10s）的总时间为准。

c. 火灾次生污染物源强

丙烷遇明火燃烧或爆炸，产生大量的一氧化碳（CO），其源强采用以下计算方法。

（1）CO 释放源强

丙烷的燃烧速度公式参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中推荐的油品火灾伴生/次生 CO 产生量，公式如下：

$$G_{一氧化碳} = 2330qCQ$$

式中：

$G_{一氧化碳}$——CO 的产生量，kg/s；

$C$——物质中碳的含量，本次取 81.82%；

$q$——化学不完全燃烧值，本次取 1.5%；

$Q$——参与燃烧的物质的量，t/s。

通过计算，本项目火灾释放的 CO 速率为 1.70kg/s。

丙烷泄漏发生火灾后的 CO 属于轻质气体，评价采用 AFTOX 模型进行风险预测。

8.3.6　环境风险预测与评价

8.3.6.1 大气环境风险预测与评价

a. 计算模式与参数选择

（1）模型选取

计算模式采用《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 G 中推荐的模型计算。SLAB 模型适用于平坦地形下重质气体排放的扩散模拟。

本项目中最近的受体点为中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站距事故点最近距离为 245m，T 最常见气象（风速为 1.34m/s）=182.84s，T 最不利气象（风速为 1.5m/s）=163.34s，丙烷储罐丙烷泄漏时间 Td 为 70s，Td<T，事故源为瞬时排放，其理查德森数 Ri 计算公式为：

$$R_i=\frac{g(Q_t/\rho_{rel})^{\frac{1}{3}}}{U_r^2}\times\left(\frac{\rho_{rel}-\rho_a}{\rho_a}\right)$$

丙烷排入大气的两相混合物初始密度为 4.7639kg/m$^3$，经计算，最常见气象（风速为 1.34m/s）及最不利气象（风速为 1.5m/s）Ri 分别为 160.8587 和 128.3724，均大于 0.04，为重质气体，选用 SLAB 模式进行预测。

（2）计算模型参数选取

大气环境风险评价工作等级为一级评价，需选取最常见气象及最不利气象条件进行后果预测。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），最常见气象条件由当地近 3 年内的至少连续 1 年气象观测资料统计分析得出，本项目选取宁波北仑区气象站 2022 年的气象数据作为最常见气象，主要参数见下表。

表 8.3-13 大气风险预测模型主要参数

| 参数类型 | 选项 | 参数 |
|---|---|---|
| 基本情况 | 事故源经度/（°） | E:121.90175420 |
| | 事故源纬度/（°） | N:29.75192473 |
| | 事故源类型 | 危险物质泄漏，以及火灾次生污染物排放 |
| 最不利气象 | 风速/（m/s） | 1.5 |
| | 环境温度 | 25 |
| | 相对湿度/% | 50 |
| | 稳定度 | F |
| 最常见气象 | 风速/（m/s） | 1.34 |
| | 环境温度 | 18.37 |
| | 相对湿度/% | 75.7 |
| | 稳定度 | D |
| 其他参数 | 地表粗糙度/m | 1m |
| | 事故考虑地形 | 否 |
| | 地形数据精度/m | / |

b. 评价标准

本项目环境风险预测评价标准为各危险物质的大气毒性终点浓度，大气毒性终点浓度值选取参见《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）附录 H。各危险物质大气毒性终点浓度值见下表。

表 8.3-14 评价因子及评价标准

| 序号 | 危险物质名称 | CAS号 | 毒性终点浓度-1/（mg/m³） | 毒性终点浓度-2/（mg/m³） |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 一氧化碳 | 630-08-0 | 380 | 95 |
| 3 | 丙烷 | 74-98-6 | 59000 | 31000 |

c. 丙烷储罐至装车区输送管道全管径断裂影响分析

丙烷储罐至装车区输送管道全管径断裂事故对大气环境的影响分析见下表。

表 8.3-15 丙烷储罐至装车区输送管道全管径断裂事故影响预测结果

| 风险事故情形分析 | |
|---|---|
| 代表性风险事故情形描述 | 丙烷储罐至装车区输送管道全管径断裂事故 |

| 环境风险类型 | 泄漏 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 泄漏设备类型 | 管道 | 操作温度/℃ | 40 | 操作压力/MPa | 1.44 |
| 泄漏危险物质 | 丙烷 | 最大存在量/$m^3$ | / | 泄漏孔径/mm | 161.19 |
| 泄漏速率/（kg/s） | 59.466 | 泄漏时间/s | 70 | 泄漏量/t | 4.4196 |
| 泄漏高度/m | 2 | 泄漏液体蒸发速度/（kg/s） | / | 泄漏频率 | $3.3\times10^{-5}$次/a |

| 事故后果预测 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 大气 | 危险物质 | 最不利气象条件下大气环境影响 | | | |
| | 丙烷 | 指标 | 浓度值/（$mg/m^3$） | 最远影响距离/m | 到达时间/min |
| | | 大气毒性终点浓度-1 | 59000 | 10 | / |
| | | 敏感目标名称 | 超标时间/min | 超标持续时间/min | 最大浓度/($mg/m^3$) |
| | | / | / | / | / |
| | | 指标 | 浓度值/（$mg/m^3$） | 最远影响距离/m | 到达时间/min |
| | | 大气毒性终点浓度-2 | 31000 | 50 | / |
| | | 敏感目标名称 | 超标时间/min | 超标持续时间/min | 最大浓度/($mg/m^3$) |
| | | / | / | / | / |
| | 危险物质 | 最常见气象条件下大气环境影响 | | | |
| | 丙烷 | 指标 | 浓度值/（$mg/m^3$） | 最远影响距离/m | 到达时间/min |
| | | 大气毒性终点浓度-1 | 59000 | / | / |
| | | 敏感目标名称 | 超标时间/min | 超标持续时间/min | 最大浓度/($mg/m^3$) |
| | | / | / | / | / |
| | | 指标 | 浓度值/（$mg/m^3$） | 最远影响距离/m | 到达时间/min |
| | | 大气毒性终点浓度-2 | 31000 | 10 | / |
| | | 敏感目标名称 | 超标时间/min | 超标持续时间/min | 最大浓度/($mg/m^3$) |
| | | / | / | / | / |

由上表计算结果可知，丙烷储罐至装车区输送管道全管径断裂丙烷扩散后，在最不利气象条件下，大气毒性终点浓度-1 的影响范围为 10m，大气毒性终点浓度-2 的影响范围为 50m；距离本项目最近的大气环境风险敏感目标为中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站（距离事故发生点 245m），因此，大气毒性终点浓度范围内无大气环境风险敏感目标，丙烷装车管道泄漏事故对其影

响较小。

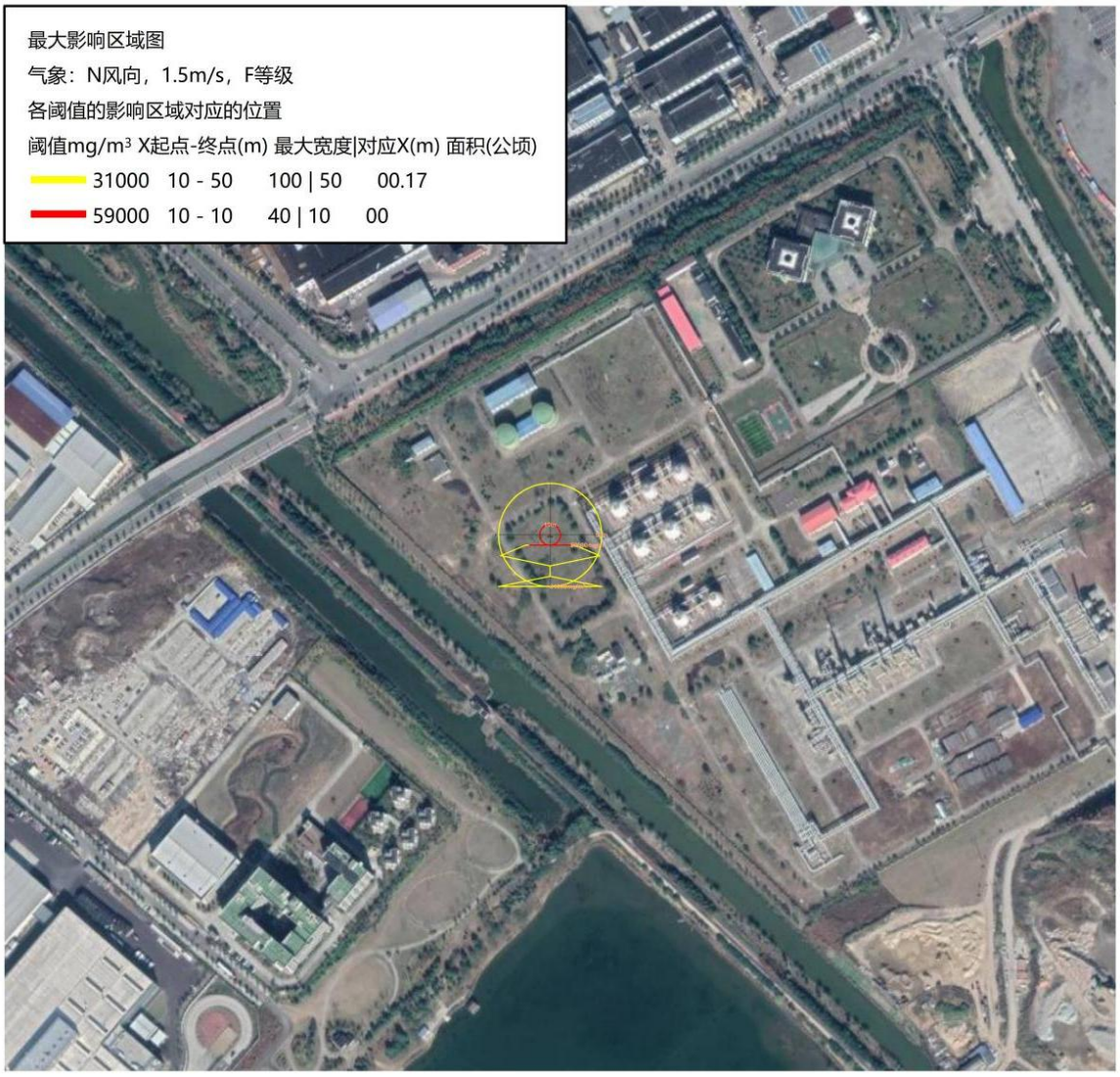



图 8.3-3 丙烷泄漏大气环境影响影响范围（最不利气象）

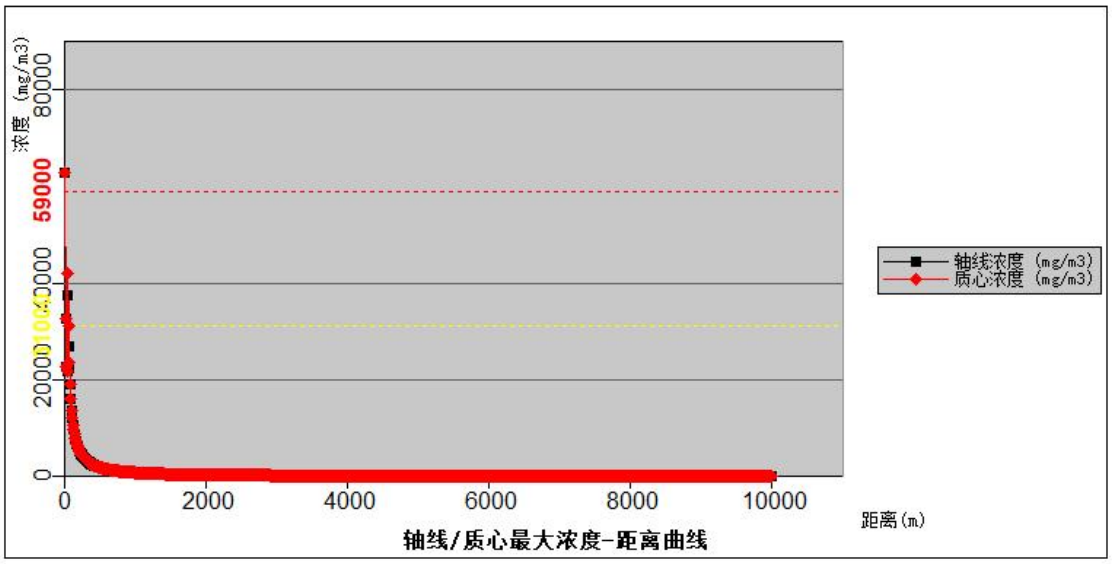



图 8.3-4丙烷泄漏下风向不同距离处最大浓度变化曲线（最不利气象）

丙烷储罐至装车区输送管道全管径断裂丙烷扩散后，在最常见气象条件下，未达到大气毒性终点浓度-1，大气毒性终点浓度-2 的影响范围为 10m；距离本项目最近的大气环境风险敏感目标为中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站（距离事故发生点 245m），因此，大气毒性终点浓度范围内无大气环境风险敏感目标，丙烷装车管道泄漏事故对其影响较小。

图 8.3-5 丙烷泄漏大气环境影响影响范围（最常见气象）

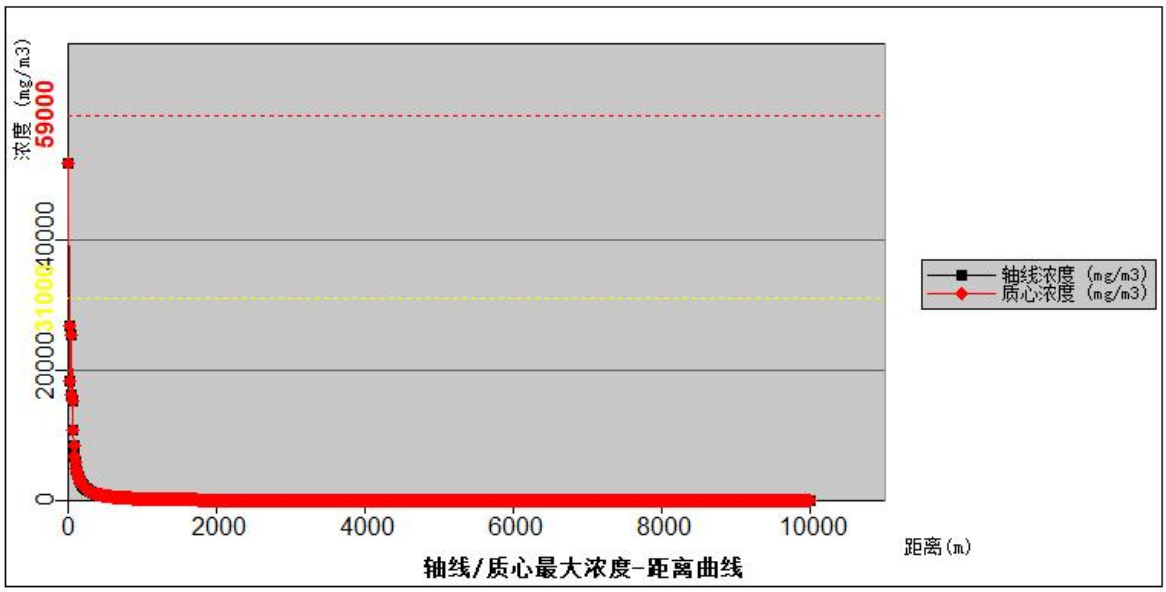



图 8.3-6丙烷泄漏下风向不同距离处最大浓度变化曲线（最常见气象）

d. 丙烷火灾次生污染事故

丙烷火灾次生污染事故次生污染物为一氧化碳，在最不利气象条件及最常见气象条件下，均未出现毒性终点浓度-1 和大气毒性终点浓度-2。预测结果详见下表。

表 8.3-16 丙烷储罐管道泄漏火灾事故影响预测结果

<table>
<tr><th colspan="6">风险事故情形分析</th></tr>
<tr><td>代表性风险事故情形描述</td><td colspan="5">丙烷储罐至装车区输送管道全管径断裂火灾事故</td></tr>
<tr><td>环境风险类型</td><td colspan="5">泄漏火灾</td></tr>
<tr><td colspan="6">事故后果预测</td></tr>
<tr><td rowspan="8">大气</td><td>危险物质</td><td colspan="4">最不利气象条件下大气环境影响</td></tr>
<tr><td rowspan="3">一氧化碳</td><td>指标</td><td>浓度值/（mg/m³）</td><td>最远影响距离/m</td><td>到达时间/min</td></tr>
<tr><td>大气毒性终点浓度-1</td><td>380</td><td>/</td><td>/</td></tr>
<tr><td>大气毒性终点浓度-2</td><td>95</td><td>/</td><td>/</td></tr>
<tr><td>危险物质</td><td colspan="4">最常见气象条件下大气环境影响</td></tr>
<tr><td rowspan="3">一氧化碳</td><td>指标</td><td>浓度值/（mg/m³）</td><td>最远影响距离/m</td><td>到达时间/min</td></tr>
<tr><td>大气毒性终点浓度-1</td><td>380</td><td>/</td><td>/</td></tr>
<tr><td>大气毒性终点浓度-2</td><td>95</td><td>/</td><td>/</td></tr>
</table>

8.3.6.2 地表水环境风险分析

a. 终端事故状态下防控体系

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）的要求，本项目事故废水风险防控体系设置如下：

（1）“单元级”环境风险防控体系

本项目“单元级”事故废水风险防控体系为罐组的防火堤（高度为 1.8m）、新建天然气装置区围堰（不低于 150mm）。根据设计文件，本项目新建丙烷罐区布置 1 座 2500m$^3$ 球罐，罐组的防火堤（高度为 1.8m），符合《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）相关要求；罐区防火堤内的有效容积为 2689.6m$^3$（41m×41m×1.6m），大于罐组内一个最大罐的有效容积。新建天然气装置区设置不低于 150mm 的围堰。各围堰均设有独立的雨水排放控制阀门，一旦发生泄漏，可将泄漏出的液体围在一定范围内，防止进入雨水系统。

（2）“厂区级”环境风险防控体系

本项目“厂区级”防控体系为事故水池。

事故缓冲池：终端目前建有效容积为 5620.5m$^3$ 事故缓冲池（2358m$^3$+3262.5m$^3$），作为收集储罐区、天然气装置区等事故废水的事故缓冲池。

2500m$^3$ 稳定轻烃储罐区、1500m$^3$ 戊烷储罐区、1000m$^3$ 稳定轻烃罐区、装车区、压缩机区、一期工艺装置区、二期工艺装置区、热媒炉区、放空排放区罐池、原油稳定区和段塞流捕集器区、三期工艺装置区、三期 2500m$^3$ 丙烷罐区等涉及污染雨水的区域均设有雨水和事故水切换阀门，根据设计文件，其占地面积 4.133ha。正常工况时，初期雨水管阀常开，清洁雨水管网和事故污水管网阀门常闭，下雨时，雨后 20min 后关闭初期雨水管阀门，开启清洁雨水管阀门，事故污水管阀门保持关闭；事故状态下，关闭初期雨水管阀门和清洁雨水管阀门，开启事故污水管阀门。

发生事故时，一部分事故水存在防火堤内，当防火堤不足以容纳泄漏物料和消防水时，泄漏的物料和消防水通过防火堤内较低一侧排水沟收集，由暗管出防火堤后经切换阀组切换至事故污水管网系统引入事故缓冲池；天然气装置区设置不低于 150mm 的围堰，发生事故时，事故水由排污沟和暗管出围堰后由事故废水管网系统引入事故缓冲池。事故水收集后排至终端污水处理厂进行

处理，达标后外排至春晓净化水厂。事故缓冲池总出口设有闸门，处于常闭状态。通过三级防控事故废水收集系统的建立，切断了厂区事故废水进入外部地表水环境的途径，故不再对厂区事故污水地表水的情景进行预测。

本项目事故水流向及收集系统分布见下图。

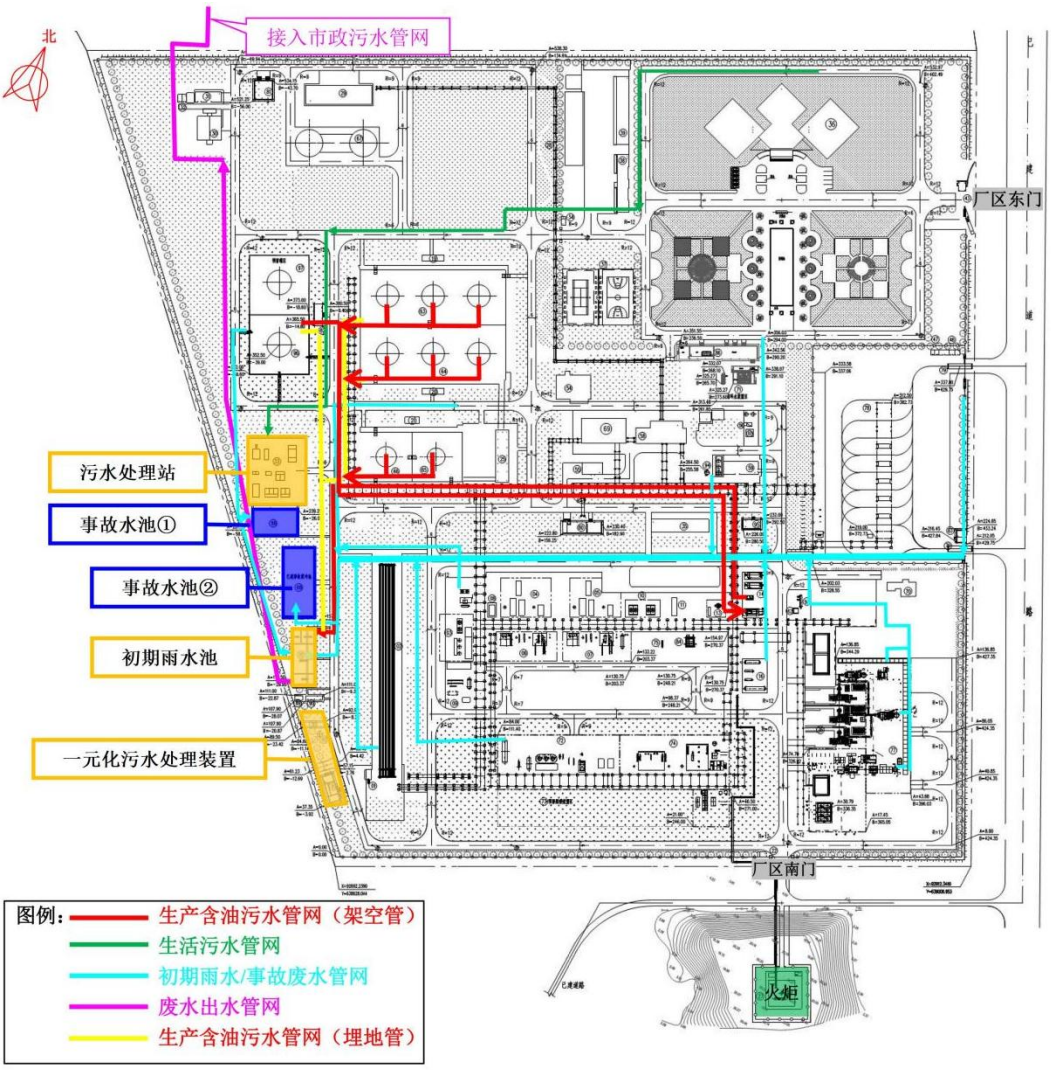



图8.3-7 本项目事故水收集示意图

b. 事故污水防控能力分析

（1）计算公式

按照《石油化工环境保护设计规范》（SH/T 3024-2017）的规定，事故污水缓冲设施所需的总有效容积按以下公式核算：

$$V_{总}=（V_1+V_2-V_3）_{max}+V_4+V_5$$

式中：$V_{总}$——事故排水储存设施的总有效容积（即事故排水总量），$m^3$；

$V_1$——收集系统范围内发生事故的物料量；

$V_2$——发生事故的储罐或装置的消防水量，$m^3$；

$V_3$——发生事故时可以转输到其他储存或处理设施的物料量，$m^3$；

$V_4$——发生事故时仍必须进入该收集系统的生产废水量，$m^3$；

$V_5$——发生事故时可能进入该收集系统的降雨量，$m^3$。

$$V_5=10qF$$

式中：F—进入事故废水收集系统的雨水汇水面积，ha；

q——日降雨强度，mm。

$$q=q_a/n;$$

式中：$q_a$——年均降雨强度，mm；

n——年均降雨天数。

（2）计算过程

物料量 $V_1$：终端工程丙烷罐区泄漏涉及的危险物质丙烷，在进入大气环境后会迅速挥发，物料量以 $0m^3$ 计；工艺装置区泄漏涉及的危险物质包括天然气、丙烷、丁烷及稳定轻烃，由于天然气、丙烷、丁烷进入大气环境后以气态形式存在，不进入事故水系统，因此本项目工艺装置区物料量以稳定轻烃最大存在量计算，为 $0.95m^3$（$0.61t\div0.6445t/m^3$，根据设计文件，本项目稳定轻烃密度为 $0.6445t/m^3$）。

消防污水产生量 $V_2$：根据设计文件，终端工程工艺装置区、丙烷罐区火灾最大消防冷却用水量如下表所示。

表 8.3-17 消防用水量计算表

| 区域 | | 流量/L/s | 连续供给时间/h | 一次火灾用水量/$m^3$ |
|---|---|---|---|---|
| 丙烷罐区 | 消防喷淋冷却用水 | 156.8 | 6 | 5513.9 |
| | 辅助用水量 | 80 | 6 | |
| | 泡沫灭火系统 | 183 | 0.5 | |
| | 管道冲水量 | $79m^3$ | / | |
| 工艺装置区 | 消防喷淋冷却用水 | 45 | 3 | 629 |
| | 泡沫灭火系统 | 137 | 0.25 | |
| | 管道冲水量 | $20m^3$ | / | |

转移量 $V_3$：转移量为 0。

生产废水 $V_4$：本项目事故时没有生产废水产生，$V_4=0$。

雨水流量 $V_5$：宁波市年降雨量为年平均降雨量 1501mm，年平均降雨时间为 165d，平均日降雨量 q＝9.10mm，污染区占地面积 4.133ha。事故状态下污染区内的雨水均进入事故水收集系统，则事故状态下污染雨水量为 $376.1033m^3$。

经过以上核算事故废水的总量见下表。

表 8.3-18 事故废水最大量

| 罐区名称 | 物料量$V_1/m^3$ | 消防水量$V_2/m^3$ | 降雨量$V_5/m^3$ | $V_{事故}/m^3$ |
|---|---|---|---|---|
| 丙烷罐区 | 0 | 5513.9 | 376.1033 | 5890.0033 |
| 工艺装置区 | 0.95 | 629 | 376.1033 | 1006.0533 |

（3）分析结果

项目事故废水容纳能力核算见下表。

本项目工艺装置区、丙烷罐区事故水最大产生量分别为 5890.0033m³、1006.0533m³，事故水总存储能力分别为 8310.1m³、5620.5m³，防控裕量分别为 2420.10m³、4614.45m³，满足本项目应急储存要求。

表 8.3-19事故水容纳能力核算

| 区域名称 | $V_{事故废水}/m^3$ | 事故水容纳能力核算/m³ | | | 防控能力判定/m³ | | 是否满足事故水容纳能力 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 防火堤有效容积 | 转移量 | 事故缓冲池 | $V_{防控能力}$ | 防控裕量 | |
| 丙烷罐区 | 5890.0033 | 2689.6 | 0 | 5620.5 | 8310.1 | 2420.10 | 满足 |
| 工艺装置区 | 1006.0533 | / | 0 | 5620.5 | 5620.5 | 4614.45 | 满足 |

由上表核算结果可知，本项目配套建设的事故水收集系统能够满足发生火灾事故时产生的事故污水的存储要求，能够防止事故状态下事故消防废水进入厂外水体环境中。

c. 分析结论

本项目构建了完善的环境风险事故水防控体系。终端一旦发生事故，受污染的消防水经过防火堤的阻隔，可有效控制在防火堤内。若防火堤失效，事故污水会通过厂区内事故污水管网通过重力流进入到事故缓冲池。事故状态下，切断雨污外排放口。防火堤、事故缓冲池的总容积可以满足最大一次消防水及泄漏物料的防控能力。此外，根据《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004），终端实际泄漏物料拦截设施为二道，即：防火堤（围堰）、事故缓冲池，可实现逐级防范，在发生极端事故时能阻止泄漏物料流向站场外。

同时，本项目需加强对事故水池和雨水监控池的日常管理，事故水池应保持空置状态，且雨水监控池在降雨后应按照监控结果及时进行排空，以保证事故水池和雨水监控池的储存能力。

环境风险事故应急终止后，应对事故池以及雨水监控池的事故废水进行及时有效处置，尽快排空事故水池以及雨水监控池。

综上，本项目地表水环境风险防范措施有效。

8.3.6.3 地下水环境风险预测与评价

a. 环境风险事故情景

本项目主要产品为商品丙烷、商品丁烷、液化石油气和稳定轻烃，以及增压后外输出厂的天然气；其中天然气、丙烷、丁烷等在常压下是一种无色气体，几乎不溶于水，在事故状态下，泄漏后将挥发至大气环境中，其对下水水质无影响；本项目稳定轻烃如发生环境风险事故，事故泄漏的稳定轻烃通过破损的地面向地下渗透，从而造成地下水环境污染。根据设计文件，按照工艺流程，本项目稳定轻烃从脱丁烷塔产出，稳定轻烃的产生速率是 87.26t/d，工艺装置区脱丁烷塔稳定轻烃最大存在量为 0.61t。假设事故状态下脱丁烷塔内稳定轻烃全泄漏，因为稳定轻烃以戊烷为主要成分，其饱和蒸气压低、且微溶于水，假设 1%稳定轻烃随消防水等入渗进入地下水，即为地下水环境风险事故源强为 6kg。

本项目稳定轻烃以戊烷为主要成分，环境质量标准中无相关限值要求，本次评价以石油类为表征。

b. 预测模型

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）附录 D（常用地下水评价预测模型）中 D.1.2.1 一维稳定流动一维水动力弥散问题所给出的解析法求解公式 D.1 预测。

一维半无限长多孔介质柱体，示踪剂瞬时注入：

$$C(x,t)=\frac{m/W}{2n_e\sqrt{\pi D_L t}}e^{-\frac{(x-ut)^2}{4D_L t}}$$

式中：$x$—距注入点的距离，m；

$t$—时间，d；

$C(x,\ t)$—$t$时刻$x$处的示踪剂浓度，g/L；

$m$—注入的示踪剂质量，kg；

$W$—横截面面积，$m^2$；

$u$—水流速度，m/d；

$n_e$—有效孔隙度，无量纲；

$D_L$—纵向弥散系数，$m^2/d$；

$\pi$—圆周率。

c. 模型参数选取

横截面面积假设为 100m²，其他模型参数选取见 7.2.2.2。

d. 预测结果与分析

根据预测可知，脱丁烷塔事故泄漏后，石油类预测结果为：泄漏后 100 天，石油类在含水层的超标距离（按照 GB 3838-2002 的III类限值 0.05mg/L 计）为下游 2.11m，影响距离（按石油类检出限 0.01mg/L 计）为下游 2.28m；泄漏后 1000 天，石油类的超标距离为下游 6.33m，影响距离为下游 6.92m；泄漏后 10 年，石油类的超标距离为下游 11.82m，影响距离为下游 12.99m；泄漏后 30 年，石油类的超标距离为下游 20.27m，影响距离为下游 22.39m；场地边界处（约 240m）石油类在模拟时段内均未检出。预测结果详见表 8.3-20。

表8.3-20 脱丁烷塔事故泄漏污染范围表

| 预测因子 | 污染源源强（kg） | 模拟时间（d） | 最大浓度（mg/L） | 超标距离（m） | 影响距离（m） |
|---|---|---|---|---|---|
| 石油类 | 6 | 100 | 488.60 | 2.11 | 2.28 |
| | | 1000 | 154.51 | 6.33 | 6.92 |
| | | 10年 | 80.87 | 11.82 | 12.99 |
| | | 30年 | 46.69 | 20.27 | 22.39 |

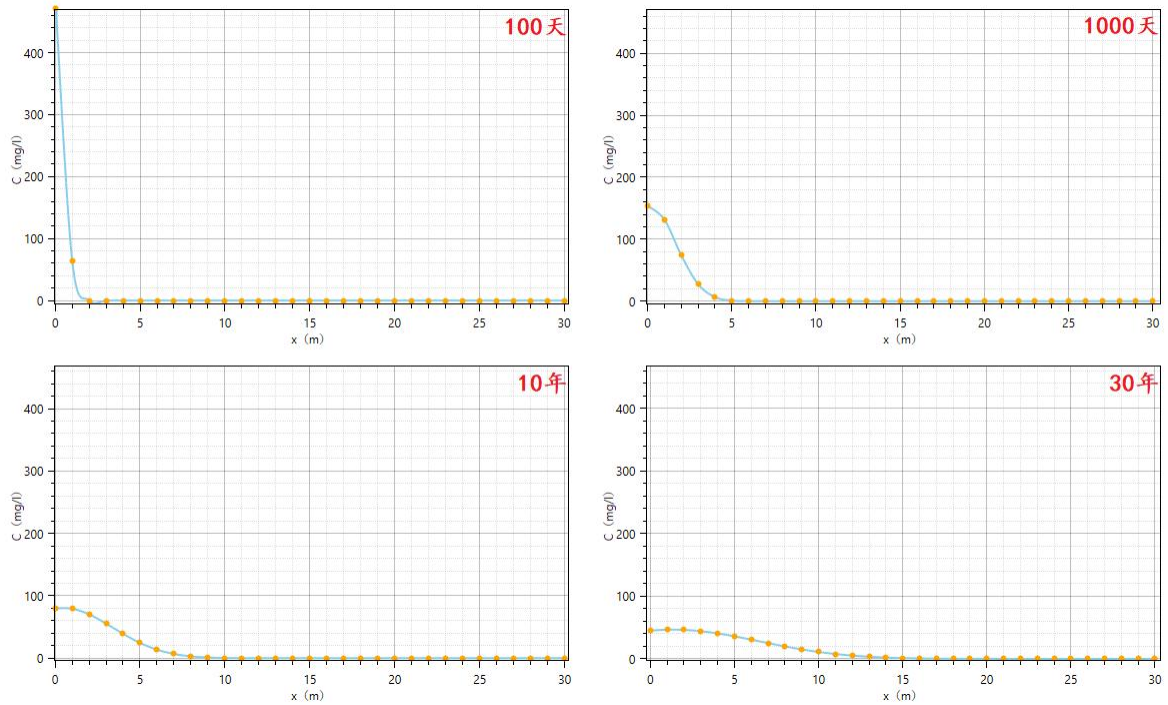



图 8.3-8 脱丁烷塔事故泄漏污染曲线图

e. 小结

本项目场地所在区域地下水水力梯度相对较小、含水层渗透性能相对较差，

地下水流速较慢，污染物进入潜水含水层中纵向扩散速度缓慢。从上述地下水污染预测结果可知，事故状况下，30 年后特征污染物石油类最大影响距离约为 22.39m。但地下水具有埋藏隐蔽性和一旦污染很难治理的特征，因此需在设备设施运行过程中加强防渗层进行检查，对破损处进行及时修补，并在发生事故后，应及时处理被污染的土壤，控制污染范围，并对污染地下水进行治理，修复防渗工程，同时应增加事故对应的特征污染物的监测频次，减轻环境风险事故对造成地下水污染。

8.3.6.4 土壤环境风险影响分析

项目运营期间，若发生泄漏、火灾、爆炸等风险事故，稳定轻烃等液态物料发生泄漏或天然气设施发生泄漏、火灾、爆炸，会产生泄漏物料或大量的被污染的消防水，如果泄漏的稳定轻烃等液态物料或被污染的消防水未被及时收集的情况下，其一旦进入土壤可能对周围土壤造成污染，破坏土壤的结构，增加土壤石油类中污染物，对土壤环境造成局部斑块状的影响。

但考虑到风险事故后，能够及时对泄漏的稳定轻烃等物料和消防污水进行收集和处置，减少泄漏物料与污水在地面停留的时间，切断泄漏物料与消防污水渗入土壤，从而降低通过垂直入渗影响土壤的风险。另外对受污染的表层土需及时清理，进行相应的处置。

8.3.7　环境风险管理

8.3.7.1 环境风险管理制度

中海石油（中国）东海西湖石油天然气作业公司已经建立了企业的 HSE 管理体系，设置应急组织机构，完善应急响应程序，制定相关岗位职责，落实应急资源和物资配置，构建项目与周边企业及社会应急联动机制。负责项目建设和运营期间全过程的风险管理，主要环境风险管理内容包括但不限于：

(1) 针对终端运营全过程建立健全岗位操作规程手册，按要求对岗位职员进行技能培训。

(2) 贯彻《突发环境事件应急管理办法》，落实企业环境安全主体责任，根据《企业突发环境事件隐患排查与治理工作指南（试行）》开展日常环境风险隐患排查。

(3) 完善企业应急队伍和应急能力构建，落实环境风险应急预案的编制与备案工作，定期进行日常环境应急演练。

(4) 加强设施设备完好性维护，及时修正企业环境风险应对能力上的差距。

(5) 建立了巡检制度，制定巡检点位，巡检人员定时对巡检点位进行巡检，并记录巡检过程中设备的运行情况，可有效预防及发现管道泄漏事故，并对相关事故进行有效防控。

(6) 制定严格完善的装车区车辆入库管理制度、装车台操作规程等管理文件，明确装卸作业的安全管理要求，操作流程以及注意事项；严格根据管理制度、操作规程要求对危险化学品槽罐车开展装车前、装车中、装车后安全检查；装卸车作业过程中，严格执行管理制度、操作规程，控制装车、卸车流速。同时，加强设施设备的管理，定期组织对溢油探头、定量装车系统、静电连锁装置、紧急切断阀、可燃/有毒气体检测装置等关键设备进行测试、检查，确保安全可靠，一旦发现故障，应急及时处理，并做好相关记录。加强对静电风险防控，操作人员上下装车台、管道进行操作时，应进行人体静电消除；在作业区域范围内应严禁有动火作业。

8.3.7.2 现有工程已采取风险防范措施

a. 总图布置和安全防范措施

本项目站场平面布置执行《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）中一级站场的防火安全距离。整个厂区占地面积 280595.53m$^2$（合 380.57 亩）；厂区征地面积 297550.0m$^2$（合 4 亩）。

本项目按照“人员集中场所”与“有爆炸危险性”场所分离的总设计思路建设，总平面根据《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）要求的布置原则、火灾危险性进行分区布置：生产区的工艺设备区等位于全年最小风频的上风侧。各建构筑物与工艺设备区之间的间距符合相应规范的安全间距要求。

根据风玫瑰、站外道路位置、已建项目施工图、终端改扩建初步设计文件及宁波二期 ODP 报告，本次设计拟在原生产装置区南侧、新建一套轻烃回收装置（脱水区、制冷区及分馏区）；在已建压缩机北侧扩建外输压缩机区一座；原循环水装置西侧扩建循环水装置一套；在已建辅助用房南侧，新建一座配电室（23.5×12m）；原压缩机区北侧、东南侧各新建外输压缩机区一座；外输压缩机高压变频室一座（24.4m×6.3m）；原东侧机柜间新建进站压缩机高压变频室一座（25.5m×10.6m）。新建 1 座 2500m$^3$ 丙烷球罐，规划选址符合规

范要求，区域布置的防火间距均不小于《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）中的相关规定。此外，本项目还符合《公路安全保护条例》中华人民共和国国务院令第593号文规定。

站场建、构筑物设计标高高于周边道路及场地设计标高，主站场区排雨水按雨水暗管排水方式排水；放空火炬区为散排。场地雨水走向为：建（构）筑物屋面（或平台顶面）→场地→道路→雨水暗管→站外。根据《石油天然气防火规范》（GB50183-2004）中总平面布置的有关规定，终端现有区域布置、总平面布置及生产设施相关要求方面均达到了有关规定要求。站内平面布置均符合《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）的要求。

b. 自动控制设计安全防范措施

终端现有1套完善的站控系统，该系统由过程控制系统DCS、紧急关断系统ESD和火气系统FGS组成，能够对工艺装置进行监控，并对装车区进行远程监视。

c. 消防及火灾报警系统

终端建有一套完整的消防灭火系统，主要包括：消防水罐、消防泵组、厂区消防水系统、室内消防给水系统、泡沫灭火系统以及相应自控系统、火灾探测报警系统等。终端站内设有3000m³消防水罐2座，消防水罐由站内给水提升系统的已建消防补水泵供水，供水量为250m³/h。

终端已建消防系统主要设备：消火栓5套、消防泡沫泵2台（1用1备）、消防稳压装置2套、冷却水系统1套、泡沫系统1套、消防水罐2具（3000m³/具）、水泵结合器3台（2用1备、Q=15L/s）。

已有消防水管网布置成环状，平时由消防泵稳压装置自动维持管网压力。消防泵出口干管上设有压力开关，一旦由于消防大量用水使用管网压力降到0.70MPa时，系统自动启动一台消防泵，如果压力继续下降到0.65MPa时，启动第二台消防泵，为管网提供消防冷却水，并在管网压力降到0.60MPa时或者管网压力超过1.30MPa，报警阀自动报警。防火堤外设有雨淋阀组间保证消防水在消防泵启动后5分钟内到达着火点，喷淋水在1分钟内到达着火罐和相应的相邻罐。

根据已建消火栓与泡沫栓的分布，本项目在消防供水管网新建4套室外地上减压稳压型室外消火栓，2套PS50型消防水炮，在泡沫混合液管网新建2套

室外地上减压稳压型室外泡沫栓，1 套 PP48 型泡沫炮；在丙烷储罐区新增 1 套消火栓、1 套消防水炮、3 套泡沫炮。

a. 危险化学品截流系统

企业厂内各罐区均有密封的符合要求的截流设施，且桶(瓶、袋) 装危化品存放到专用仓库:危化品装置区和装卸区均有密封的符合相关设计规范要求的截流设施:危化品罐区、装置区和装卸区截流设施外设有雨污水切换阀。

b. 生产废水总排口监视和切断装置

厂内废水均能排至自建的污水站内处理，且总排口设有监视和关闭设施。

c. 毒害气体泄漏预警和切断装置

已在生产区域/界设置可燃或有害气体泄漏报警和远程切断系统。

综上，在现有环境风险防范措施下，终端现有的环境风险可防可控。

8.3.7.3 本项目环境风险防范措施

a. 工程风险防范措施

项目在工程设计上主要采用以下措施防范火灾及爆炸事故的发生，详见表 8.3-21。

表 8.3-21 环境风险工程防范措施

| 序号 | 工程防范措施 | 具体内容 |
|---|---|---|
| 1 | 总图布置 | ①本工程是在原终端站内进行扩建，本项目建成后，厂区按功能可划分为：生活办公区、生产装置区、球罐区、装车区、外输计量区、公用工程区、消防装置区、给水站、污水站和火炬区等相对独立的区块，各功能分区划分区划分合理，既能满足生产要求，又能与现有设施协调一致。<br>②本工程属于海洋油气田陆上终端工程，其站内设施安全防护距离、厂区内新建设施与周边设施防火间距的布置满足《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）的相关要求。 |
| 2 | 储运<br>工艺措施 | ①采用成熟可靠的储运工艺流程，储存系统设计为密闭系统，使物料在操作条件下处于密闭的储罐中。<br>②球罐设有高低液位报警，温度计、温度变送器、压力表、压力变送器及高压报警，设有雷达液位计监视罐内液位。<br>③球罐的罐根设有紧急切断阀，安装在防火堤内，与球罐的高高液位、低低液位自动联锁，且与球罐的高高压力自动联锁。<br>④球罐的进出口工艺管道上设有远程切断阀，安装在防火堤外。远程切断阀不参与联锁系统，该阀可就地操作，也可在控制室远距离操作。<br>⑤球罐的罐顶气相平衡管线上设有紧急切断阀，安装在防火堤外，与球罐的高高液位自动联锁，且与球罐的高高压力自动联锁。<br>⑤罐区周边及防火堤内均设有可燃气体探测器及火焰探测器，在罐 |

| | | |
|---|---|---|
| | | 区周边可操作的位置设有手动报警按钮及声光报警器。<br>⑥罐区按《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）要求，设置防火堤和隔堤，防止储罐泄漏时液体外流和火势蔓延。 |
| 3 | 设备防护措施 | 合理选择储罐结构及材质，加强防护和使用条件监控，防止设备因超温、超压等原因引起的泄漏，保障设备设施的本质安全。 |
| 4 | 自动控制及报警 | 终端现有控制系统包括过程控制系统（PCS）、紧急关断系统（ESD）和火气系统（FGS）。本次自控设计相关新增仪表信号的传输和自动控制功能在本终端原有PCS系统、ESD系统和FGS系统的基础上进行扩容，完成工程的安全联锁，并对可燃、有毒气体检测报警及联锁区域声光报警器。 |
| 5 | 通信安全措施 | 新增装置区和机柜间的广播对讲系统扩容，新增装置区的工业电视系统扩容。 |

b. 大气环境风险防范措施

本项目大气环境风险主要源于丙烷储罐泄漏或泄漏丙烷发生火灾或爆炸产生的次生污染物。本项目新增计算机控制系统（包括：PCS、ESD、FGS），实现对新增工艺装置工艺及设施的参数监控、安全联锁保护、可燃气体泄漏检测等功能，保证设备设施运行本质安全，降低和防范事故发生的概率。

通过大气环境风险分析与预测，储罐发生泄漏、火灾和爆炸事故时，未出现丙烷和次生污染物一氧化碳的毒性终点浓度，应主要防范火灾热辐射和爆炸冲击波对周边人群的伤害。距项目最近的敏感人群为终端西南方向的科研机构。发生事故时应根据事故大小、现场应急救援、气象条件、交通条件等完成应急疏散。

c. 地表水环境风险防范措施

终端突发水环境事件风险防范措施：

（1）设置了事故缓冲池、集水池等各类应急池；事故缓冲池容积符合相关规范要求；事故缓冲池（重力流）位于厂区标高最低处，位置合理，能确保所有受污染的雨水、消防水和泄漏物等通过排水系统接入事故缓冲池或全部收集；项目产生的事故水可依托本项目的污水处理厂进行处理。

（2）事故状态下，天然气装置区和装车区的排水管道（围堰、防火堤）接入雨水或清净下水系统的阀（闸）关闭，通向事故缓冲池或污水处理系统的阀（闸）打开；受污染地面冲洗水和初期雨水、消防水等能排入污水处理系统。

（3）事故时，事故水利用事故污水管网系统收集排入事故缓冲池，当发生事故时，立即启动应急预案，将雨水排口的闸门关闭，将事故污水控制在终端内的储存设施。

（4）出罐区的雨水管道均在防火堤和围堤外设置雨水和事故水切换阀门；雨水出终端外排口设闸门。

（5）终端距海域最近距离为 118m，厂区周边有西直河、群英河。其中西直河与海联通。在极端事故状态下，事故水进入西直河。目前，西直河上设有闸门，事故状态下可关闭闸门，防止事故水入海。

d. 地下水及土壤污染风险防范措施

为了避免工程事故造成地下水污染，参照《石油化工防渗工程技术规范》（GB/T 50934-2013），将厂区内生产单元划分为重点污染防治区、一般污染防治区和非污染防治区。本项目污染防治区划分详见表8.3-22。

表8.3-22 污染防治分区划分

| 序号 | 装置、单元名称 | 污染防治区域及部位 | 污染防治区类别 |
|---|---|---|---|
| 1 | 工艺装置区 | 工艺装置区界内地面 | 一般 |
| 2 | 丙烷罐区 | 防火堤内地面及防火堤 | 一般 |
| 3 | 循环水装置区 | 塔底水池的底板及壁板 | 一般 |
| | | 加药间、药剂间房间内的地面 | 一般 |
| 4 | 地下管道 | 地下含油污水管道 | 重点 |

上述区域做好分区防渗，可防止泄漏的物料或污水、废液通过地面渗透进入土壤/地下含水层，防范土壤环境/地下水环境造成风险事故。

8.3.7.4 突发环境事件应急预案管理要求

a. 突发环境事件应急预案编制原则要求

本项目环境风险应急预案由中海石油（中国）东海西湖石油天然气作业公司作为责任主体，充分依托公司现有应急预案体系，项目建成后，建设单位按照相关要求，曾于 2016 年 2 月委托编制了《中海石油（中国）东海西湖石油天然气作业公司春晓天然气处理厂突发环境事件应急预案》，并于同年 6 月在相关部门完成了备案（备案编号为：330206-2016-028-H），后又于 2019 年 9 月、2022 年 9 月对原应急预案分别进行了修订并完成备案，备案编号分别为 330206-2019-049-H、330206-2022-071-M，2023 年 8 月委托修订《中海石油（中国）东海西湖石油天然气作业公司春晓天然气处理厂突发环境事件应急预案（修订）》（预案编号：RXP2023ZHY1028）。本项目投产前拟将将本项目突发环境污染事件应急预案相关内容纳入到现有应急体系中，并报行政主管部门完成备案工作，环境风险事故应急预案应包括预案适用范围、突发环境事件

分级、应急组织体系、预警机制、信息报告与发布、应急响应与措施、后期处置、应急保障、宣传培训、演练计划等内容。

此外，由于中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站、中国港口博物馆、洋沙山社区距离本项目较近，距离分别为 166m、303m、420m，《中海石油（中国）东海西湖石油天然气作业公司春晓天然气处理厂突发环境事件应急预案》修订时，将中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站、中国港口博物馆、洋沙山社区作为重点范围区域，明确事故状态下中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站、中国港口博物馆、洋沙山社区的应急响应措施。

b. 环境风险应急救援组织机构

根据企业的实际情况，建立突发环境污染事故的应急救援组织机构，主要由应急领导 小组、应急办公室、应急工作专业处置小组、应急工作支持部门等构成。 同时根据应急 的需要，还可以借助北仑区的安全、卫生、环保及公安等力量，或与临近企业、社区合作 加强应急组织机构的建制。 企业应急组织机构结构详见下图。

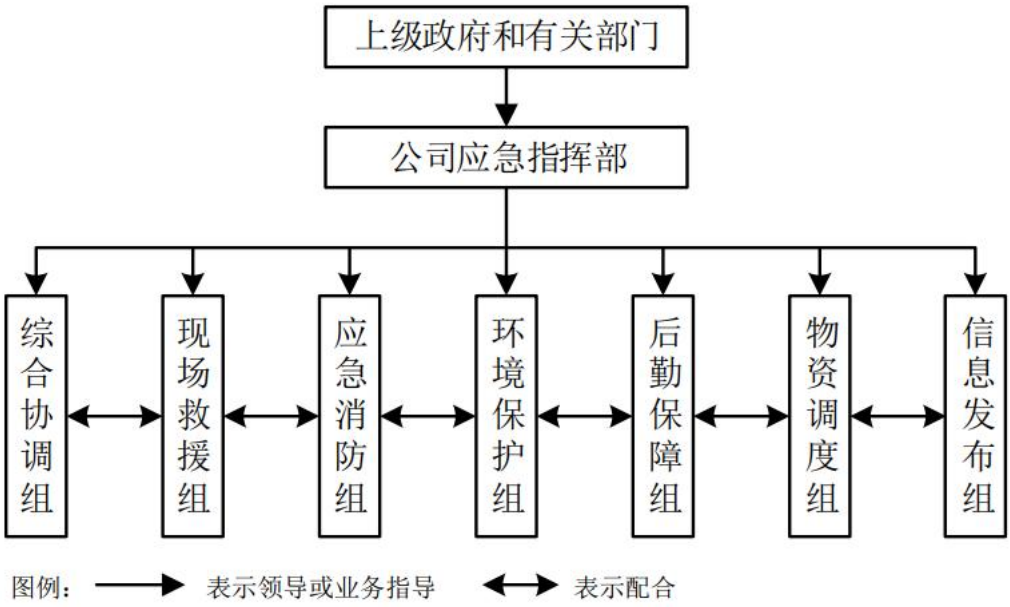



图8.3-9 应急救援组织机构图

c. 应急响应措施

1．车间级环境污染事故

一般环境污染事件是对工厂区内某套装置或产品车间范围的生产安全和人员安全以及周边环境造成较小危害和威胁，由车间自主进行处置的灾害事故。一般环境事件发生后，相应的发布 A 级警报，由车间组织救援力量展开救援。

1) 指挥调度程序

当发生一般环境事件时，装置单元或车间必须立即按预案进行处置，并向企业应急救援指挥部报告。

2）处置流程

当发生一般环境事件时，应急处置原则上由车间自行处置，由应急救援指挥部视情况通知有关应急力量待命。

2．厂区级环境污染事故

较大环境污染事故是对厂区内生产安全和人员安全造成较大危害和威胁，造成或者可能造成人员伤亡、财产损失和环境破坏，需要调工厂内相关应急力量进行应急处置的环境污染事故。较大环境污染事故发生后，相应的发布厂区级警报，由工厂组织救援力量展开救援，并报宁波市生态环境局北仑分局备案。

1）指挥调度程序当发生较大环境污染事故时，工厂必须立即按预案进行处置，并在第一时间内向北仑区人民政府报警。北仑区人民政府接警后，视情况派出消防或治安、医疗、监测等方面的应急人员赶赴现场，并向宁波市生态环境局报告。

2）处置流程当发生较大环境污染事故时，原则上由工厂组织应急救援力量处置，北仑区人民政府会视情况派出应急力量到达现场后，协助工厂进行应急监测以及事故处置。

3．厂外级环境污染事故

重大环境污染事故是对厂区的生产安全和人员安全造成重大危害和威胁，严重影响到邻近工厂的生产安全和人员安全，造成或可能造成人员伤亡、财产损失和环境破坏，需要调度周边地区的相关力量和资源进行应急处置的环境污染事故。重大环境污染事故发生后，相应的发布厂外级警报，由北仑区人民政府处置。

1）指挥调度程序

当发生重大环境污染事故时，工厂必须立即按预案进行处置，并在第一时间内向北仑区人民政府报警，并积极组织工厂应急力量紧急处置。北仑区人民政府接警后，迅速派出消防、治安、医疗、监测等方面的应急人员赶赴现场，并立即通知其他邻近工厂紧急做好安全防护工作，派出各自应急力量增援；并邀请应急咨询专家组到应急中心开会，分析情况，提出现场监控、救援、污染

处置、环境恢复的建议，为相关专业应急机构提供技术支持；根据专家的建议，派出相关应急救援力量和专家赶赴现场，参加、指导现场应急救援。并向宁波市生态环境局报告。

2）处置流程

当发生重大环境污染事故时，由工厂应急力量予以先期处置。北仑区人民政府派出应急力量到达现场后，与工厂共同处置事故。同时开设现场指挥部，各应急力量一律服从现场指挥部的统一指挥。现场指挥部接受北仑区人民政府的领导，重大决策经协商后由总指挥或副总指挥决定。

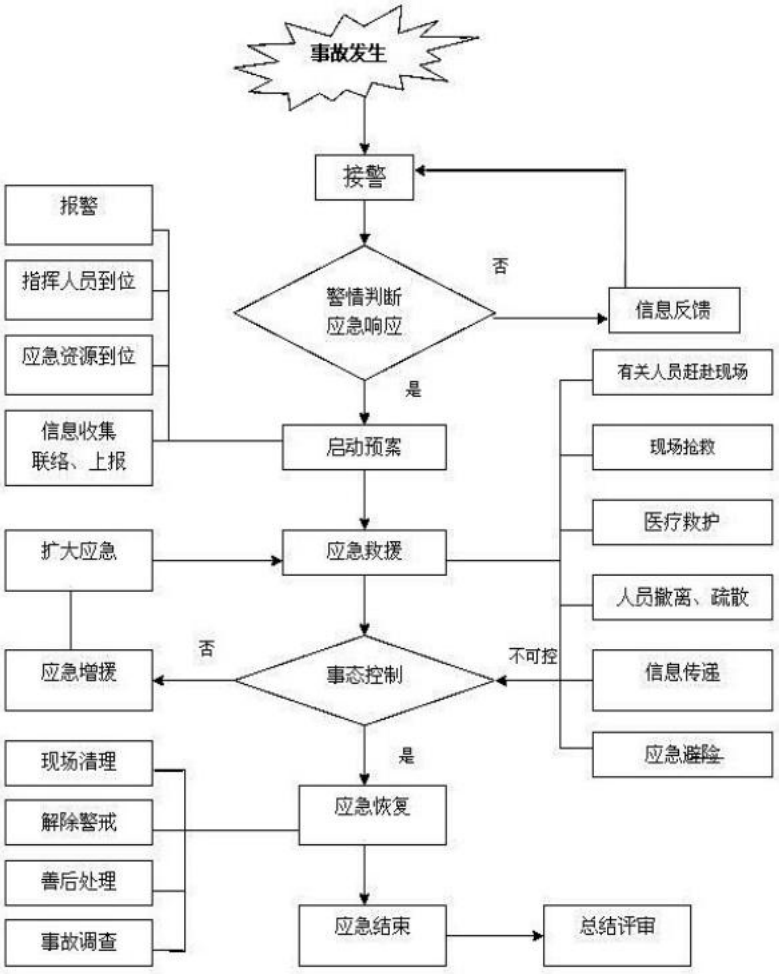



图8.3-10 企业突发环境突发污染事件应急响应流程图

d. 人员紧急撤离和疏散

1）疏散、撤离组织负责人

事故发生后，现场负责人或到达现场的应急指挥中心人员作为疏散、撤离组织负责人，厂区警戒组协助疏散、撤离。

2）撤离方式

事故现场人员向上风或侧向风方向转移，负责疏散、撤离的治安队员引导和护送疏散人群到安全区，并逐一清点人数。在疏散和撤离的路线上可设立指示牌，指明方向，人员不要在低洼处滞留；要查清是否有人留在泄漏区或污染区。如有没有及时撤离人员，应由配戴适宜防护装备的抢险队员两人进入现场搜寻，并实施救助。当事故威胁到周边地区的群众时，及时向上级环保部门、当地政府部门报告，由公安、民政部门、街道组织抽调力量负责组织实施。

3）撤离路线描述

依据发生事故的场所，设施及周围情况、化学品的性质和危害程度，以及当时的风向等气象情况由应急指挥中心确定疏散、撤离路线。

4）非事故原发点现场人员的紧急疏散

应急指挥中心根据事故可能扩大的范围和当时气象条件，抢险进展情况及预计延展趋势，综合分析判断，对可能涉及的生产装置决定是否紧急停车和疏散人员，并向他们通报这一决定。防止引起恐慌或引发派生事故。

5）周边区域的工厂、社区人员的疏散

根据当时的气象条件、污染物可能扩散的区域和污染物的性质，由应急指挥中心决定是否需要向周边地区发布信息，并与政府有关部门联系，若根据实际需要对周边区域的工业企业，社区和村落的人员进行疏散时，立即组织广播车辆和专业人员协助公安及其他政府有关部门的人员进行动员和疏导，使周边区域人员安全疏散。

6）应急物资保障

企业应依据重特大事件应急处置的需求，建立健全以应急物资储备为主，社会救援物资为辅的物资保障体系，建立应急物资动态管理制度。企业生产装置区、球罐区等按规范设置了消防栓、灭火器、防爆灯、水喷淋等应急设施，并备有防化服、空气呼吸器、防毒过滤面罩等防护用品。企业配备有充足的医疗物资，一旦发生重大危险事故，有人员伤害时，可使用企业内配备的急救箱，箱内存放防中暑、抗炎、烧伤、洗消急救药品和急救纱包等，可作现场救援之用。企业应加强对储备物资的管理，所有应急设备、器材应有专人管理，定期检测，建立台帐，并对各类物资及时予以补充和更新；要采用就近原则，备足、备齐，定置明确，能保证现场应急处置的人员在第一时间内启用。

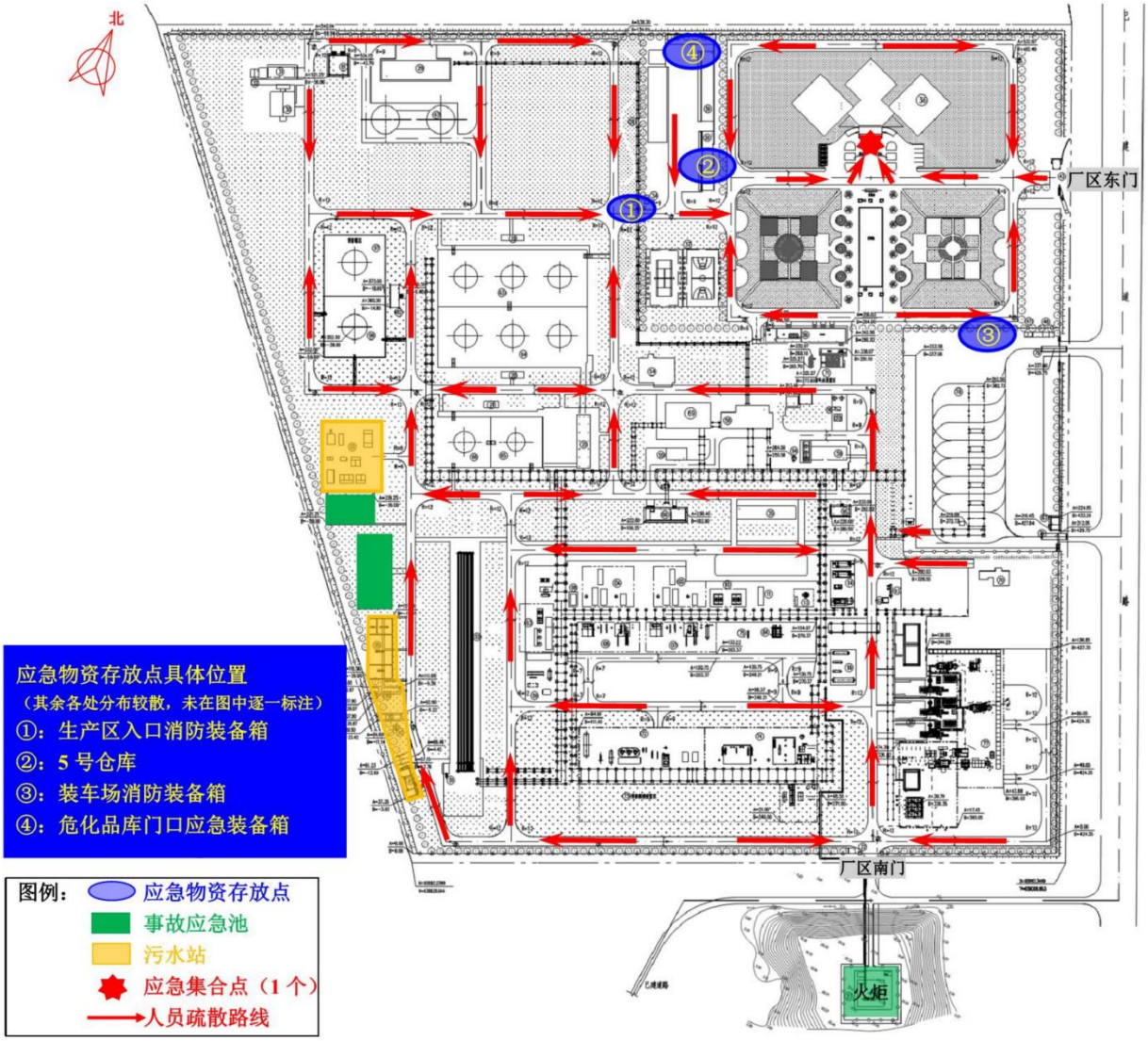



图 8.3-11 人员应急疏散路线及应急物资分布图

装车场消防装备箱

装置区消防水炮

压缩机区消防水炮

图8.3-12 应急防控/物资措施现状图（部分举例）

e. 环境风险应急衔接及区域联动

按属地管理原则与宁波市北仑区《北仑区突发环境事件应急预案》相衔接。明确本项目与北仑区突发环境事件应急预案的联动方式和应急响应程序，当突发环境事件处于本公司能力可控制范围内时，启动本应急预案对突发环境事件进行处置；当突发环境事件超出了本公司的应急处置能力时，则与上级人民政府发布的其他应急预案衔接，当上级预案启动后，本预案作为辅助执行。

### 8.3.8 陆上工程风险评价结论与建议

#### 8.3.8.1 项目危险因素

本次改扩建工程运行过程涉及的主要危险工艺为生产装置区、丙烷罐区，涉及的危险物质主要为天然气、丙烷、丁烷和稳定轻烃。

项目的主要危险因素为危险物质的泄漏和火灾、爆炸等引发的伴生/次生污染物排放。

#### 8.3.8.2 环境敏感性及事故环境影响

项目所在区域的大气环境风险敏感目标主要为终端周边 5km 范围内居住区、医疗机构、行政办公、学校和科研机构，人口数约为 54548 人。

项目评价范围内无地表水环境和地下水环境敏感区。

根据对大气环境风险最大可信事故的预测结果，丙烷储罐至装车区输送管道全管径断裂丙烷扩散后，在最不利气象条件下，大气毒性终点浓度-1 的影响范围为 10m，大气毒性终点浓度-2 的影响范围为 50m；在最常见气象条件下，未达到大气毒性终点浓度-1，大气毒性终点浓度-2 的影响范围为 10m。大气毒性终点浓度范围内均无大气环境风险敏感目标，丙烷装车管道泄漏事故对其影响较小。丙烷火灾次生污染事故次生污染物一氧化碳，在最不利气象条件及最常见气象条件下，均未出现毒性终点浓度-1 和大气毒性终点浓度-2。

#### 8.3.8.3 环境风险防范措施和应急预案

本项目设有大气环境风险防范措施、地表水污染风险防范措施、地下水和土壤风险防范措施等，可对环境风险事故进行有效的预防、监控和响应。

项目建成后，建设单位按照国家、地方和相关部门要求，将本项目突发环境污染事件应急预案相关内容纳入到现有应急体系中，并报行政主管部门完成备案工作，明确与相关企业的联动及园区应急预案等上级应急预案相衔接，发生超出事故企业自身解决能力突发环境事件时可进行有效的应急联动，为控制本工程可能发生的各类、各级环境风险事故，降低并最终消除其环境影响，提供有效的技术和应急保障。

#### 8.3.8.4 结论与建议

在严格落实报告提出的环境风险防范措施，建立有效的突发环境事件应急预案，加强环境风险管理的条件下，本项目的环境风险可防可控。

# 9　清洁生产分析与总量控制

## 9.1 清洁生产分析

清洁生产是指将综合预防的环境保护策略持续应用于生产过程和产品中，以期减少对人类和环境的风险。清洁生产从本质上来说，就是对生产过程与产品采取整体预防的环境策略，减少或者消除它们对人类及环境的可能危害，同时充分满足人类需要，使社会经济效益最大化的一种生产模式。清洁生产是实现经济和环境协调持续发展的一项重要措施，其目标就是增效、降耗、节能、减污，由单纯的末端治理向生产全过程贯彻，从而实现清洁生产的目的。西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目在贯彻清洁生产原则的基础上，在设计上采用先进的工艺技术，在管理上制定明确的规章制度，在生产全过程中采取各种措施以确保清洁生产的严格执行。

本节将分别针对海上工程和陆上工程在建设施工过程中所采取的清洁生产措施开展分析。

### 9.1.1　海上工程清洁生产分析

本项目计划铺设 1 条 HY1-1CEP 平台至 TWT-CEP 平台长约 51.3km 的输气管道，该管道拟采用“HYSY201”或同等能力铺管船进行铺设，建设阶段所采取的清洁生产措施如下：

（1）本次海底管道铺设时采用后挖沟埋设，自然回填，埋深 1.0m；管道近平台无法挖沟埋设的区域，采用混凝土压块进行覆盖保护。挖沟埋设作业通过采用先进的施工工艺，同时合理安排施工作业工期，尽可能减缓并降低施工作业对海洋底栖生物的影响程度和范围。

（2）建设过程中产生的船舶含油污水，经处理达标后（石油类≤15mg/L）在船舶航行中进行排海。

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

综上所述，本项目通过采用先进的铺管方式和铺管工艺、优化施工作业时间、控制污染物的排放以及严格的作业规程等措施来保证本项目的顺利实施，尽可能避免或减轻对周围环境的影响，从而达到清洁生产的目的。

### 9.1.2　陆上工程清洁生产分析

本项目采用的天然气处理工艺成熟可靠，在生产过程中注重节能降耗和污

染物控制，采用的工艺目前达到国际/国内先进清洁生产水平。

## 9.2 总量控制方案建议

### 9.2.1　海上总量控制方案建议

#### 9.2.1.1 受控污染物筛选

西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目新建 DH BOP 增压平台位于天外 TWT-CEP 平台至宁波终端输气管道中点处，工程距离天外 TWT-CEP 平台和宁波终端均为※※km。增压平台距岸最近距离约※※km，新建平台所在海域水深变化范围为※※m~※※m，新建海管所在海域水深变化范围为※※m~※※m。DH BOP 平台设有 10 人生活楼，因此项目生产过程中产生的污染物为生活污水和生活垃圾。生活污水处理达标后排海，除食品废弃物外的生活垃圾均运回陆地处理。根据本项目的特征污染物种类，选择生活污水以及特征污染物 COD 作为海上总量控制的受控污染物。

#### 9.2.1.2 排污混合区建议

DH BOP 平台设置有生活污水处理装置，生活污水处理达标后排海。根据环境影响预测结果，该平台生活污水排放造成的 COD 超一类海水水质区域距离平台排放口小于 50m（1 个网格）。因此，建议 DH BOP 平台排污混合区为以排放口为中心 500m 半径以内海域。

#### 9.2.1.3 总量控制指标建议

根据本报告“第三章 工程概况与工程分析”，新建 DH BOP 平台产生的生活污水量为 4599m$^3$/a（12.6m$^3$/d），经平台上的生活污水处理装置处理达标后排海（COD≤500mg/L）。因此，建议新建 DH BOP 平台生活污水的总量控制指标为 4599m$^3$/a，COD 排放总量为 2.30t/a。

本项目投产后，总量控制指标建议见表 9.2-1。

表9.2-1 污染物总量控制指标建议

| 工程设施 | 污染物 | 总量控制建议值 | 允许排放浓度 |
|---|---|---|---|
| DH BOP平台 | 生活污水 | 4599m$^3$/a | COD≤500mg/L |
| | 生活污水中COD | 2.30t/a | - |

### 9.2.2　陆上总量控制方案建议

#### 9.2.2.1 受控污染物筛选

根据《建设项目主要污染物排放总量指标审核及管理暂行办法》（环发〔2014〕19 号）、《浙江省“十四五”节能减排综合工作方案》以及地方管理要

求，本项目纳入总量控制的污染物因子为：氮氧化物、二氧化硫、颗粒物、挥发性有机物、化学需氧量、氨氮。

9.2.2.2 总量控制指标核算

a. 大气污染控制因子

本项目新增大气污染物总量控制指标见表 9.2-2。

表 9.2-2 本项目大气污染物新增总量控制指标

| 类别 | 污染物名称 | 改扩建项目净新增外排量（t/a） | 备注 |
|---|---|---|---|
| 大气污染控制因子 | 氮氧化物 | 31.362 | - |
| | 二氧化硫 | 0.083 | - |
| | 颗粒物 | 2.378 | |
| | 挥发性有机物 | 10.295 | |

b. 废水污染控制因子

本项目新增废水 41.67t/d，经现有污水处理系统处理、外排监控池监控达到接管标准后送至春晓净化水厂进一步处理。同时现有工程生活污水 8760t/a（25.03t/d）由原来处理后用于厂内绿化，调整为送至现有污水处理系统处理、外排监控池监控达到接管标准后送至春晓净化水厂进一步处理。

另外，二期工程施工期间，将一期工程的部分生产区域进行改造，增加了初期雨水收集范围，因此而增加的初期雨水量为 11193m$^3$/a。

根据排污许可证副本，春晓净化水厂化学需氧量、氨氮许可排放浓度为别为 30mg/L、1.5mg/L，则本项目通过春晓净化水厂处理后外排废水新增化学需氧量、氨氮总量控制指标分别为 1.036t/a、0.052t/a 。

本项目废水污染物新增总量控制指标见表 9.2-3。

表 9.2-3 本项目废水污染控制因子新增总量控制指标

| 类别 | 污染物名称 | 改扩建项目净新增外排量（t/a） | 备注 |
|---|---|---|---|
| 废水污染控制因子 | 化学需氧量 | 1.036 | 包括新增一期生产区域污染雨水、及生活污水外排量 |
| | 氨氮 | 0.052 | |

9.2.2.3 总量指标平衡方案

本项目大气污染控制因子中氮氧化物的新增排放量使用宁波终端现有总量文件“关于平北黄岩油气田群（一期）开发工程宁波终端改扩建工程排污总量调剂的初步意见”（宁波市北仑区环境保护局，2013 年 1 月 28 日，见附件 10），共有氮氧化物总量 152.7t/a，现有工程氮氧化物总量 117.1632t/a（二期

环评批复全厂总排放量），剩余35.5368t/a，可满足本项目新增31.362t/a需求。

根据《宁波市生态环境局北仑分局关于中海石油（中国）有限公司上海分公司宁波终端三期改扩建项目污染物排放总量调剂的意见》（见附件10），本项目新增二氧化硫、颗粒物、挥发性有机物新增分别为0.083t/a、31.362t/a、2.378t/a、10.295t/a，均从宁波钢铁有限公司超低排放项目削减量中调剂。

本项目废水经厂内污水处理系统处理、经监控满足接管要求后，送至春晓净化水厂进一步处理后达标排放。新增化学需氧量外排总量1.036t/a、氨氮外排总量0.052t/a，从宁波北仑岩东水务有限公司柴桥净化水厂减排削减量中调剂。

本项目新增主要污染物总量控制因子总量指标平衡方案见表9.2-4。

表9.2-4 本项目新增主要污染物总量指标平衡方案

| 总量控制因子 | 新增总量（t/a） | 平衡方案 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 削减替代比例 | 削减替代量（t/a） | 替代来源 |
| 二氧化硫 | 0.0827 | 1:1 | 0.0827 | 宁波钢铁有限公司 |
| 颗粒物 | 2.378 | 1:1 | 2.378 | |
| 挥发性有机物 | 10.295 | 1:1 | 10.295 | |
| 化学需氧量 | 1.036 | 1:1 | 1.036 | 宁波北仑岩东水务有限公司柴桥净化水厂 |
| 氨氮 | 0.052 | 1:1 | 0.052 | |

# 10 环境保护对策措施及其合理性分析

## 10.1 海上工程环境保护对策措施

本节主要就本项目海上工程建设阶段和生产阶段正常生产作业情况下的环境保护对策措施进行分析；环境风险事故防范措施在“第八篇 环境风险分析与评价”中详细说明。

### 10.1.1 建设阶段环保措施

本项目海上工程建设阶段产生的污染物包括铺设海底管道时挖沟埋设掀起的悬浮物、带压开孔吹泥作业产生的悬浮物，以及施工船舶产生的船舶污染物等。建设单位拟采取有效的环境保护对策措施，以使上述污染物的处理/处置符合国家、地方法规和标准的要求。

#### 10.1.1.1 船舶污染物

本项目建设阶段需动用浮吊船、铺管船、驳船和拖轮等各类施工作业船舶，各类作业船舶应采用符合《国内航行海船法定检验技术规则（2022 年）》的要求并获得相应的国内航行海船法定证书的作业船舶，作业船舶应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发〔2018〕168 号）》的要求。

建设阶段作业船舶将产生一定量的船舶污染物，包括船舶含油污水、船舶生活污水和船舶垃圾等。船舶污染物的排放与处理执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）相关要求。船舶产生的污染物在接收、转运过程中应严格按照相关要求和规定开展，采取分类、密闭等措施。含油危险固体废物运回陆地交由有资质的单位处理，运输过程应全程采取密闭措施，防止运输过程发生逸散和泄漏等情况。

海上建设阶段船舶污染物的污染防治措施具体见表 10.1-1。

表10.1-1 海上建设阶段船舶污染物的污染防治措施

| 内容 | 项目 | 排放控制要求 | 备注 |
|---|---|---|---|
| 船舶含油污水 | 机器处所含油污水 | 执行石油类≤15mg/L，或收集并排入接收设施。 | 排放应在船舶航行中进行 |
| 船舶生活污水 | 距最近陆地3海里以内（含）的海域产生的船舶生活污水 | a）利用船载收集装置，排入接收设施；<br>b）利用船载生活污水处理装置处理，达到以下规定要求后在航行中排放：（1）在2012年1月1日以前安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，$BOD_5$≤50mg/L，SS≤150mg/L，耐热大肠菌群≤2500个/L；<br>（2）在2012年1月1日以后安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，$BOD_5$≤25mg/L，SS≤35mg/L，耐热大肠菌群≤1000个/L，$COD_{Cr}$≤125mg/L，pH：6~8.5，总氯 | 污染物排放监控位置：生活污水处理装置出水口 |

| 内容 | 项目 | 排放控制要求 | 备注 |
|---|---|---|---|
| | | （总余氯）<0.5mg/L | |
| | 距最近陆地3海里以外海域产生的船舶生活污水 | 同时满足下列条件：<br>（1）使用设备打碎固形物和消毒后排放；<br>（2）船速不低于4节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率 | 3海里<与最近陆地间距离≤12海里的海域 |
| | | 船速不低于4节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率 | 与最近陆地间距离>12海里的海域 |
| 船舶垃圾 | 塑料、废弃食用油、生活废弃物等 | 禁止排海 | 收集并排入接收设施 |
| | 食品废弃物 | 在距最近陆地3海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地3海里至12海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径不大于25毫米后方可排放；在距最近陆地12海里以外的海域可以排放 | - |
| 船舶大气污染物 | 硫氧化物、颗粒物和氮氧化物 | 船舶大气污染物排放应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发〔2018〕168号）》的要求 | 在排放控制区内需满足该要求 |

#### 10.1.1.2　悬浮物

本项目海底管道采用铺管船进行铺设，采用犁式挖沟机进行挖沟作业，海底管道铺设时将尽量缩短海上铺设作业时间，以减缓铺设作业对海洋渔业资源和生态环境的影响。

### 10.1.2 生产阶段环保措施

本项目海上工程生产阶段产生的污染物包括甲板及设备冲洗/初期雨水、温排水、生活污水、生活垃圾、生产垃圾及船舶含油污水、船舶生活污水及船舶垃圾等。建设单位将采取相应污染防治对策措施，以使上述污染物的排放和处置符合国家或地方法规和标准的要求。

#### 10.1.2.1　其它含油污水

本项目新建的 DH BOP 平台上设有开式排放系统和火炬兼闭排系统，用于收集溢出液、甲板初期雨水/冲洗水等其它含油污水以及带压容器、管线等排放出的带压流体等。

开式排放系统主要包括开排沉箱和开式排放泵。主要用来收集溢出液、设备冷却、冷凝水、甲板初期雨水和冲洗水等。当开排沉箱达到一定的液位时，由开式排放泵将含油污水打入临时污油罐暂存（平台上设置 4 个临时污油罐，单个容积为 5m³）。DH BOP 平台开排系统工艺流程详见图 3.1-1。

闭排管汇主要收集带压容器、管线等维修工况排放出的带压流体，收集的流体进入火炬兼闭排分液罐。因 DH BOP 平台来气为干气，火炬兼闭排分液罐的液无法直接进入处理流程，当罐内达到一定液位时，经闭排泵打入临时污油罐，临时污油罐由支持船配合平台吊机定期拉回陆地交有资质单位处理，支持船转运周期为一个月一次，具体频次可根据情况调整。DH BOP 平台火炬兼闭排系统工艺流程详见图 10.1-2。

图10.1-1 DH BOP平台开排系统工艺流程图

图10.1-2 DH BOP平台火炬兼闭排系统工艺流程图

10.1.2.2　生产垃圾和生活垃圾

本项目海上工程将产生一定量的生产垃圾和生活垃圾，生产垃圾主要是废弃的零件、边角料等固体废物，生活垃圾主要是食品废弃物、食品包装物和厨余物等。本项目生产过程中产生的除食品废弃物外的生活垃圾、生产垃圾等固体废弃物禁止排海，将集中装箱运回陆地，并按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定的要求进行处置，对其中的危险废物交由有资质的单位进行回收利用或处置。

建设单位已委托舟山市纳海固体废物集中处置有限公司处置本项目海上工程产生的危险废物，相关合同和单位资质见附件 4。

10.1.2.3　生活污水

生产阶段产生的生活污水其主要污染因子为 COD。本项目新建 DH BOP 平台生活楼定员为 10 人，生活污水经平台上设置的电解式生活污水处理系统处理合格后排海。DH BOP 平台设置 1 套处理规模为 15.12$m^3$/d 的电解式生活污水处理系统。

按照《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）三级标准的规定，油田所处海域生活污水排海要求为 COD≤500mg/L，并且在排海出口设置流量计量装置。

10.1.2.4　船舶污染物

本项目投产后，计划新增一艘支持船，船舶含油污水、生活污水、生活垃圾及生产垃圾的处理同海上建设阶段。

10.1.3 环境保护对策措施一览表

综上所述，本项目海上工程建设阶段与生产阶段的环境保护对策措施见表 10.1-2。

表10.1-2 本项目海上工程环境保护对策措施一览表

<table>
<tr><th>环保措施</th><th>具体内容</th><th>规模数量</th><th>预期效果</th><th>实施地点及<br>投入时间</th><th>责任主体</th></tr>
<tr><td rowspan="2">其它含油污水</td><td>开式排放系统</td><td>开排沉箱、开式排放泵等</td><td rowspan="2">开排沉箱主要用来收集溢出液、初期甲板雨水和冲洗水等；<br>火炬兼闭排分液罐主要收集平台上带压容器、管线等排放出的带压流体、开排系统的污油等；<br>开闭排系统收集的含油污水进入临时污油罐，由支持船定期拉回陆地交有资质单位处理</td><td rowspan="4">DH BOP平台，与生产设施同步建设，同步投入生产使用</td><td rowspan="4">由建设单位负责建设、使用和管理</td></tr>
<tr><td>火炬兼闭排系统</td><td>火炬兼闭排分液罐、火炬兼闭排分液罐泵等</td></tr>
<tr><td>生产垃圾</td><td>分类回收</td><td>分类回收箱</td><td>分类收集运回陆地处理</td></tr>
<tr><td>生活垃圾</td><td>分类回收</td><td>分类回收箱</td><td>分类收集，除食品废弃物外运回陆地处理</td></tr>
<tr><td>生活污水</td><td>DH BOP平台配备生活污水处理装置</td><td>生活楼定员10人，设置15.12m$^3$/d的电解式生活污水处理系统</td><td>经处理达标后（COD≤500mg/L）排海</td></tr>
<tr><td>平台导管架防腐措施</td><td colspan="2">本项目新建平台阴极保护采用外加电流+牺牲阳极相结合的方式。牺牲阳极主要用于初期导管架下水及后期停电工况下对导管架进行补充保护</td><td>生产阶段对导管架的外防腐措施主要采用外加电流阴极保护方式，采用外加电流阴极保护的防腐方式可以有效减少牺牲阳极锌释放对周围海域环境的影响</td><td>DH BOP平台，与生产设施同步建设，同步投入生产使用</td><td>由建设单位负责建设、使用和管理</td></tr>
<tr><td rowspan="4">船舶污染物</td><td>船舶含油污水</td><td>船舶处理系统或接收设施与船舶吨位相匹配</td><td>执行石油类≤15mg/L，排放应在船舶航行中进行；或收集并排入接收设施</td><td rowspan="4">船舶自带处理系统或接收设施</td><td rowspan="4">由船舶所属单位负责</td></tr>
<tr><td>船舶生活污水</td><td colspan="2">执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）相关要求</td></tr>
<tr><td>船舶垃圾</td><td colspan="2">食品废弃物在距最近陆地3海里至12海里（含）的海域，粉碎至直径不大于25mm后排放；在距最近陆地12海里以外的海域可排放。食品包装物等运回陆地处理</td></tr>
<tr><td colspan="2">船舶大气污染物</td><td>满足《船舶大气污染物排放控制区实施方</td></tr>
</table>

| 环保措施 | 具体内容 | 规模数量 | 预期效果 | | 实施地点及投入时间 | 责任主体 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 案》的要求 | | | |
| 生态补偿 | 人工增殖放流等，其经费应纳入项目环保投资预算 | | 根据本项目造成的海洋生物资源损失，应采取适当的生态恢复或补偿措施 | 按照海洋渔业行政主管部门的要求，确定增殖放流的品种和数量、实施方式等 | 项目附近海域；在施工完成后，在专业单位建议的时间内完成 | 由建设单位负责落实，可委托专业单位完成 |

## 10.2　海洋生态保护对策

### 10.2.1 海洋生态保护措施

#### 10.2.1.1　敏感目标保护措施

本项目新建DH BOP平台位于东海产卵带鱼保护区内，新建平台无钻完井作业，无钻屑钻井液排放，施工对东海产卵带鱼保护区的影响很小；新建海管部分穿越绿鳍马面鲀产卵场，位于产卵场内管段挖沟作业避开其产卵盛期4月中下旬，因此，海管挖沟作业对产卵场影响很小。

为减轻施工对海洋生态的影响，在建设阶段应严格控制平台打桩作业、铺设海管挖沟作业的时间，尽量缩短施工作业时间。

运营期新建平台含油污水经开闭排系统收集后储存于临时污油罐，最终由支持船运回陆地交有资质单位处理，从而减轻对海洋生态环境的影响。

#### 10.2.1.2　生态环境影响削减措施

为了尽可能减少项目建设和运行对周围海洋生态环境、敏感目标的不利影响，本项目采取了多项生态环境影响削减措施：平台生活垃圾（除食品废弃物外）、生产垃圾全部运回陆地处理，不排海；新建平台设有开/闭式排放系统，收集溢出液、甲板初期雨水/冲洗水等其它含油污水以及带压容器、管线等排放出的带压流体等，防止排放入海。

各类污染物具体削减量如下：

（1）本项目施工期生活污水（COD含量约2000mg/L）收集处理，经生活污水处理设施处理达标后（COD含量500mg/L以下）排海，污染物排放削减率达75%；生活垃圾（除食品废弃物外）分类收集后，集中装箱运回陆地处理，不排海，除食品废弃物外的生活垃圾排海削减率均达到100%。

（2）本项目施工期和运营期生产垃圾分类收集后，集中装箱运回陆地处理，不排海，排海削减率均达到100%。

（3）本项目施工期的船舶含油污水的排放与处理执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）相关要求。项目施工期和运营期船舶含油污水中石油类含量按500mg/L考虑，船舶含油污水中石油类排放限值按15mg/L计算，污染物排放削减率达97%。

#### 10.2.1.3　施工期生态保护措施

为减轻对生态环境的影响，本项目在施工过程中将采取以下措施：

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

（2）优化施工方案，加强科学管理，在保证施工质量的前提下尽可能缩短作业时间，以减轻海管铺设作业对海洋生态资源的影响程度。

（3）施工应尽量避免恶劣天气，保障施工安全并尽量避免悬浮物剧烈扩散。

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

### 10.2.2 海洋生态修复及补偿措施

#### 10.2.2.1 海洋生态修复与补偿费用

本项目将设生态修复/补偿资金对项目施工及运营过程中造成的海洋生物资源损害进行补偿，并纳入项目环保投资。专项资金数额将根据损失计算结果进行设置。根据11.2.1节，本项目在建设和生产过程中可能造成的海洋生物资源损失价值约※※万元。专项资金将根据项目所在海域实际情况，在相关主管部门的指导下，结合实际需要选择生态修复、补偿等项目进行资助或支持，并按要求开展海洋环境监测。

#### 10.2.2.2 生态补偿与增殖放流

为落实生态保护措施要求，进行海洋渔业资源恢复、生物多样性保护和生态环境修复。根据《中国水生生物资源养护行动纲要》，建设单位将根据工程实施进度、环评及批复要求，在渔业主管部门指导下开展渔业资源生态修复工作。在相关主管部门、专业机构的统一指导下选择合适的时机、合适的海域、合适的增殖放流品种开展增殖放流工作。

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

a. 增殖放流方式和品种选择原则

为保证增殖放流苗种的质量和高性价比，整个过程均需经过严格规范的招投标，在专家严格评选后由具有国家或省级良种场等优良资质的苗种场提供鱼

虾贝苗，所有苗种均按水生生物资源保护规定进行认真的检验检疫，确保苗种健康无病害。

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

项目所在海域水位较深，不适合进行人工增殖放流，可采用异地补偿的方式进行，建议根据《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》，采用适宜东海区的放流品种在沿岸进行增殖放流。为避免增殖放流后幼苗受到人为干扰（如捕捞活动等），建议放流时间于休渔期（5月1日至9月16日）进行。

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

b. 增殖放流实施方案实施

渔业资源增殖放流实施方案见图10.2-1。通过开展渔业资源增殖放流、修复效果跟踪和评估，进行海洋渔业资源恢复、生物多样性保护和生态环境修复。

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

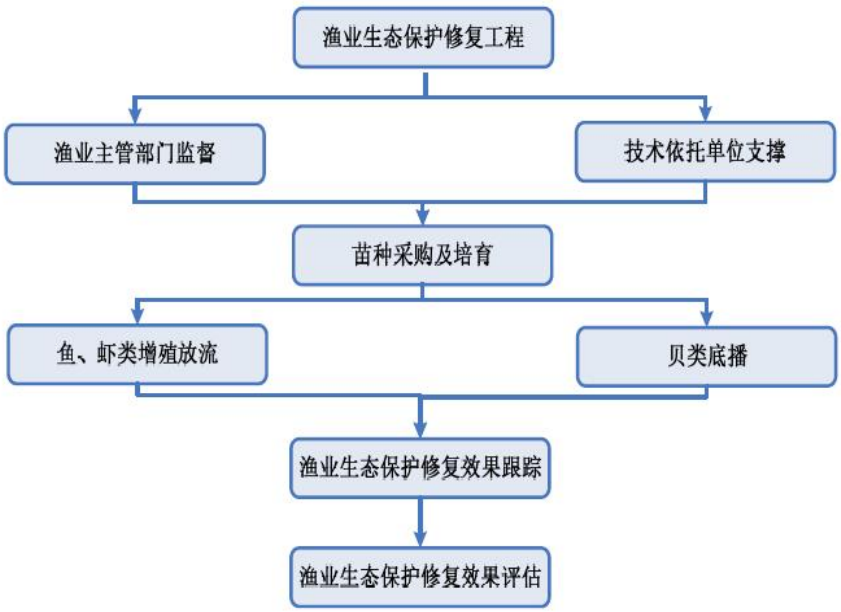



图 10.2-1 渔业资源增殖放流实施方案

### 10.2.3 生态保护措施建议

本项目在建设和生产过程中将采用先进成熟的生产技术、工艺和设备，采取有效的防止和减轻污染的措施，但在施工过程中海管铺设掀起的悬浮物以及生产阶段达标排放的生活污水将不可避免的对海洋生物造成一定的影响。

为使油田开发的同时保护好海洋环境，建设单位应积极采取有效措施，尽可能地减少对海洋生态环境和海洋生物资源的损害，以达到海洋油气开发与海洋环境保护两者兼顾的目的。为此，建议建设单位在本项目开发过程中，采取如下措施：

（1）在建设阶段应严格控制铺设海管挖沟作业的时间，优化施工工艺，以降低和缓解对海洋生态资源的影响程度。

（2）在建设和生产阶段必须严格控制污染物的排放量和排放浓度，减少对海洋环境影响的范围和程度。

（3）建设单位应加强设备管理、严格操作规程、减少人为失误，从根本上将环境风险事故发生概率降到最低，务必将防范事故发生的措施放在首要位置。

（4）建设单位必须具备控制溢油的有效手段和措施。一旦溢油事故发生，应及时向主管部门通报情况，并立即采取一切措施将溢油控制在最小范围内。若需要采用化学消油剂处理溢油，应事先征得相关主管部门同意。

（5）建设单位需与相关主管部门协商，对本项目造成的海洋生物资源损

失采取适当的生态恢复或补偿措施，如人工增殖放流、渔业资源养护与管理、人工鱼礁以及进行渔业资源和生态环境监测等，使渔业资源得到尽快恢复和可持续利用等，其经费应纳入本项目的环保投资预算。

## 10.3　陆上工程环境保护对策措施

### 10.3.1 施工期环境保护措施

#### 10.3.1.1　大气污染防治措施

a. 施工期扬尘污染防治措施

（1）拟进行绿色施工，采取遮盖、围挡、密闭、喷洒、冲洗、绿化等防尘措施。施工现场封闭设置围挡墙，严禁敞开式作业。平整场地、清运建筑垃圾和渣土等施工，采用边施工边洒水等作业方式。

（2）工地内设置相应的车辆冲洗和排水设施，运输车辆冲洗干净后出场，并保持出入口通道及道路两侧整洁。在城镇道路上行驶的机动车不得带泥带灰上路。运输砂石、渣土、土方、垃圾等物料的车辆采取蓬盖、密闭等措施，防止在运输过程中因物料遗撒或者泄漏而产生扬尘污染。

（3）施工产生的建筑垃圾、渣土及时清运，不能及时清运的，在施工场地内设置临时性密闭堆放设施进行存放或采取其他有效防尘措施。工程高处的物料、建筑垃圾、渣土等用容器垂直清运，禁止凌空抛掷。施工扫尾阶段清扫出的建筑垃圾、渣土应装袋扎口清运或用密闭容器清运，外架拆除时采取洒水等防尘措施。

（4）堆场场坪、路面拟进行硬化处理，并保持路面整洁；堆场周边配备高于堆存物料的围挡、防风抑尘网等设施；根据堆场物料类别采取相应的覆盖、喷淋和围挡等防风抑尘措施；露天装卸物料采取洒水、喷淋等抑尘措施；密闭输送物料在装料、卸料处配备吸尘、喷淋等防尘设施。

（5）重污染天气下按要求做好应急响应工作。

（6）项目拟制定扬尘污染防治责任制度和防治措施，与施工单位签订施工承包合同明确施工单位的扬尘污染防治责任；建设项目监理单位将扬尘污染防治纳入工程监理细则。

b. 施工机械、运输车辆尾气防治措施

项目拟使用符合排放标准、合规的施工机械、车辆进行施工，施工机械和车辆使用符合规定的燃油。

#### 10.3.1.2　废水污染防治措施

（1）本项目陆上终端工程施工人员白天在终端厂内施工，生活污水进入厂区设置的临时厕所，由施工方定期清运；夜间居住在宁波市北仑区，生活污水依托城镇污水处理系统处理。

（2）施工现场设备和车辆洗涤等产生的施工废水统一收集后，就地浇洒路面。

（3）储罐、管道试压水尽量循环利用，少量用于施工场地及道路抑尘及绿化。

#### 10.3.1.3　噪声污染防治措施

（1）进场施工机械设备优先选用低噪声设备，施工机械定期保养，保证机械设备完好，减轻设备噪声影响。

（2）为减轻运输车辆的噪声影响，必须规定运输路线，减少或避免穿越居住区，适当降低车速，车辆行驶中尽可能减少鸣笛和夜间运输。

（3）加强施工管理，合理安排施工作业时间，尽可能避免大量高噪声设备同时施工。高噪声作业施工时间尽量安排在昼间进行。

（4）尽量采用市政电网供电，尽量避免使用柴油发电机组。

#### 10.3.1.4　固体废物污染防治措施

本项目陆上终端工程施工期固体废物主要包括建筑垃圾、施工人员产生的生活垃圾。

（1）生活垃圾依托当地环卫部门定期收集送至生活垃圾处理场进行处置。

（2）对建筑垃圾其中的金属等可回收部分进行回收，渣土、废弃砖石等尽量回用作场地填方等，不能回收利用的按照政府主管部门要求堆放至指定堆放点。

#### 10.3.1.5　生态环境保护措施

本项目陆上终端工程位于现有宁波终端厂区内，施工期间加强现场施工管理，注意土石挖方和填方平衡，尽量不用或少用外来土方。场地内土方开挖可能造成水土流失，因此在施工现场要合理施工，尽量减少土石方开挖量。施工场地要及时清理，施工期间产生的建筑垃圾要送往政府指定的建筑垃圾堆放点，禁止随处丢弃。对弃土采取防尘网覆盖、种植植物等措施防治扬尘和水土流失。

### 10.3.2 运营期环境保护措施

#### 10.3.2.1 大气污染防治措施

本项目陆上终端工程在生产运营期产生的废气包含有组织排放废气和无组织排放废气两类。

有组织排放废气主要来自将二期工程备用的 1 台 13.4MW 的备用燃驱增压外输机组（配 1 台余热锅炉）转为常用，及利旧 8500kW 热媒炉（1 用 1 备）的燃烧烟气，其主要污染物是颗粒物及少量的 $SO_2$、NOx。挥发性有机物无组织排放废气为来自生产设备动静密封点、循环冷却水系统逸散、污水处理系统集输储存及产品储运的挥发损失，其主要污染物是挥发性有机物。

a. 有组织排放废气的处理措施

本项目陆上终端工程燃驱透平有组织排放的燃烧烟气的处理措施为：

● 颗粒物、二氧化硫控制措施

宁波终端三期改扩建工程投产后，利旧 8500kW 热媒炉（1 用 1 备），1 台 13.4MW 备用燃气压缩机（配 1 台余热回收锅炉）转为常用，控制措施主要为：采用清洁、低硫的天然气为燃料，从源头上减少了二氧化硫和颗粒物的产生。

根据 2023 年 12 月企业委托浙江人欣监测研究院自行监测对热媒炉排放废气的监测结果，颗粒物 2.7~3.4mg/Nm$^3$，二氧化硫未检出；燃气压缩机（A/B/C）的二氧化硫的排放浓度未检出。

综上，本项目利旧 8500kW 热媒炉（1 用 1 备）排放废气颗粒物、二氧化硫浓度满足《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）表 3 中的相关标准，备用 13.4MW 燃驱压缩机透平（配 1 台余热锅炉）转常用排放废气颗粒物、二氧化硫浓度可满足《火电厂大气污染物排放标准》（GB13223-2011）中排放限值要求。

● 氮氧化物控制措施

本次利旧的 8500kW 热媒炉（1 用 1 备）进行了低氮燃烧技术改造，1 台 13.4MW 备用转常用的燃气压缩机采用先进的低氮氧化物排放机组，采用低氮型燃烧器控制 NOx 的生成，从源头控制氮氧化物的排放。低氮燃烧技术主要是通过降低空气过剩系数，来降低燃料周围氧的浓度，在过剩空气少的情况下降低温度峰值以减少“热力型 NOx”；同时在氧浓度较低情况下，增加可燃物在火焰前峰和反应区中停留的时间以控制“热力型 NOx”的生成。

根据2023年12月浙江人欣监测研究院对热媒炉和13.4MW燃驱压缩机透平（燃驱压缩机组C）排放废气的监测结果，氮氧化物的排放浓度为9~49mg/Nm$^3$，热媒炉可满足《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）表3中排放限值要求，燃驱压缩机透平可满足《火电厂大气污染物排放标准》（GB13223-2011）中氮氧化物50mg/Nm$^3$的排放限值要求。

b. 无组织排放废气的处理措施

● 设备动静密封点泄漏控制措施

（1）采用防泄漏的装置或设备。

（2）按照《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020）“5.5设备与管线组件泄漏排放控制要求”，开展泄漏检测与修复工作，加强生产、输送和储存过程中挥发性有机物泄漏的监测和监管；对管线组件可能的泄漏排放点直接进行检测，及时发现存在泄漏现象的组件，并进行修复或替换，降低泄漏排放。

● 挥发性有机液体存储排放控制措施

本项目的丙烷产品采用新建1座2500m$^3$的球罐储存，符合《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020）5.2.1的要求。

● 挥发性有机液体装载排放控制措施

本项目的丙烷产品装载配有气相平衡系统，符合《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020）5.3.2的要求。

● 生产废水集输和处理系统排放控制措施

生产废水依托已建污水处理设施，污水收集、排水过程采取密闭管道集输，接入口和排出口采取与环境空气隔离的措施，经分析，依托已建生产废水处理措施系统满足《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020）中5.4.1相关要求。

目前，宁波终端污水处理池采取加盖密闭措施。根据《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020）5.4.2重点地区敞开式油气田采出水、原油稳定装置污水、天然气凝液及其产品储罐排水、原油储罐排水的存储和处理设施，若其敞开液面逸散排放的VOCs浓度（以碳计）≥100μmol/mol，应符合下列规定之一：

（1）采用浮动顶盖。

（2）对设施采用固定顶盖进行封闭，收集排放废气中非甲烷总烃浓度不超过 120 mg/m³。收集废气中非甲烷总烃初始排放速率≥2 kg/h 的，废气处理设施非甲烷总烃去除效率不低于 80%。

（3）其他等效措施。

根据 2023 年 12 月 16 日浙江人欣检测研究院股份有限公司对现有工程的含油废水收集池液面排放的 VOCs 浓度进行采样监测，污油池的非甲烷总烃（以碳计）为 1.83mg/m³，经换算 VOCs 浓度（以碳计）约为 3.416μmol/mol，远小于 100μmol/mol。

综上所述，宁波终端污水处理池采取加盖密闭措施，满足《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020）5.4.2 的相关要求。

c. 非正常工况废气排放控制措施

系统超压或检维修状态下，生产装置排放的气体通过火炬系统排放。

宁波终端已建放空火炬系统分为常温、低温两个系统，分别设有常温分液罐和低温分液罐，除去 300μm 以上的液滴后混合进入火炬。火炬最大处理能力为※※m³/d。

火炬设置了长明灯，可及时点燃并充分燃烧。

终端厂监测火炬及其引燃设施的工作状态（火炬气流量、火炬火焰温度、火种气流量、火种温度等），并编制了监测记录留存。

以上措施满足《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020）5.7.4 要求。

10.3.2.2　废水污染防治措施

a. 现有排水系统

天然气脱水单元再生气分液罐废水、空压机组废水含油量较大，该含油废水经收集后进入宁波终端已建污水处理系统处理，污水处理系统采用斜板除油橇+涡凹气浮橇和溶气气浮橇+脉冲水解酸化罐+一元化污水处理装置工艺处理，处理后的水进入监控水池储存。

根据城镇污水排入排水管网许可证（副本）中要求本项目接入春晓净化水厂的污染物浓度限值为“悬浮物400mg/L、化学需氧量500mg/L、五日生化需氧量350mg/L、氨氮45mg/L”，废水其他因子参考《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)A级标准执行后排至市政污水管道，最终进入春晓净化水厂

处理。

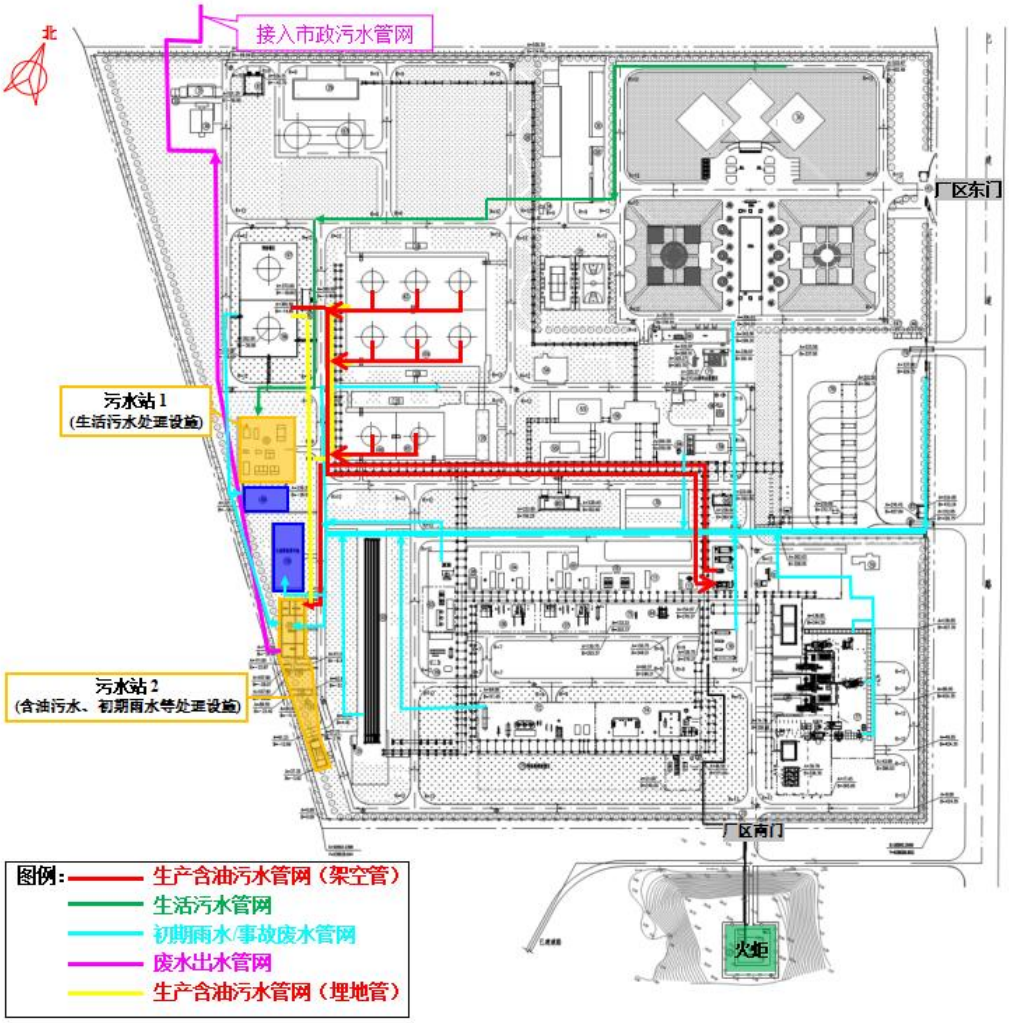



图 10.3-1 厂区内污水排放系统示意图

b. 厂区内处理方式及能力分析

本项目陆上终端工程新增生产废水包括生产设施排放的含油污水、其他生产废水及循环冷却废水等。

● 生产设施排放的生产废水

本项目的天然气脱水单元再生气分液罐废水、低温分离器废水依托已建生产污水收集系统、污水处理系统进行收集及处理，新增废水量为 11.57t/d。

● 其他生产废水

本项目新增其他生产废水 9.58t/d，主要包括反冲洗水、初期雨水及少量检修废水等。装置区、罐区等污染区域均设置了围堰、防火堤等初期污染雨水收集系统，初期污染雨水主要污染物为化学需氧量、氨氮、悬浮物和石油类等，收集后进入污水处理系统，处理达标后排入市政污水管网；反冲洗水及少量检

修废水依托已建生产废水收集系统、污水处理系统进行收集及处理。

● 循环冷却水

循环冷却水经收集后直接进入外排监控池，经外排监控池监控合格后排至春晓净水厂，本项目新增循环冷却废水量为 20.52t/d。

● 污水处理工艺及能力可行性分析

厂内已建污水处理系统主要由“斜板除油橇+涡凹气浮橇和溶气气浮橇+脉冲水解酸化罐+一元化污水处理装置”等板块组成，其中，一元化污水处理装置主要由缺氧池、一级好氧池、二级好氧池、三级好氧池、斜管沉淀池、污泥池、清水消毒池、曝气风机、风机房等组成。已建污水处理系统的设计处理能力为 192t/d（8t/h）。

根据二期项目环评报告，二期项目改扩建后外排废水最大量为 43.46$m^3$/d（折合 1.81$m^3$/h）；根据宁波终端 2022 年实际运行情况，生产污水、循环水排污水、生活污水产生量共约 9998$m^3$/a（折合 1.19$m^3$/h）。本项目新增废水最大量为 41.67$m^3$/d（折合 1.74$m^3$/h），现有工程污水处理系统设计规模为 8t/h，能力富裕 6.19$m^3$/h 以上，可满足本项目新增污水处理需求。

终端现有污水处理装置处理工艺流程详见图 10.3-2。

图 10.3-2 宁波终端现有污水处理工艺流程图

c. 依托春晓净化水厂可行性分析

● 水厂概况

宁波梅港净水有限公司春晓净化水厂工程总规模 12 万 t/d，其中一期项目 3 万 t/d。服务范围包括春晓街道和梅山街道两个区域的全部污水，尾水通过春晓净化水厂现有排污口排至明月直河，之后再排入明月湖和护塘河 48 亩人工湿地。

2021 年 4 月宁波市生态环境局北仑分局以《浙江省“规划环评+环境标准”改革建设项目登记表备案受理书》（仑梅环备〔2021〕014 号）文备案了《春晓净化水厂建设项目环境影响评价登记表》。

2023 年 9 月宁波梅港净水有限公司春晓净化水厂取得排污许可证（91330206MA2H86GP2J001V），详见附件 7。

宁波终端已于 2024 年 1 月取得了污水排入春晓净化水厂的许可证，详见附件 11。

● 处理工艺

春晓净化水厂采用“预处理+改良 Bardenpho +磁混凝沉淀”处理工艺处理废水，具体工艺流程见图 10.3-3。

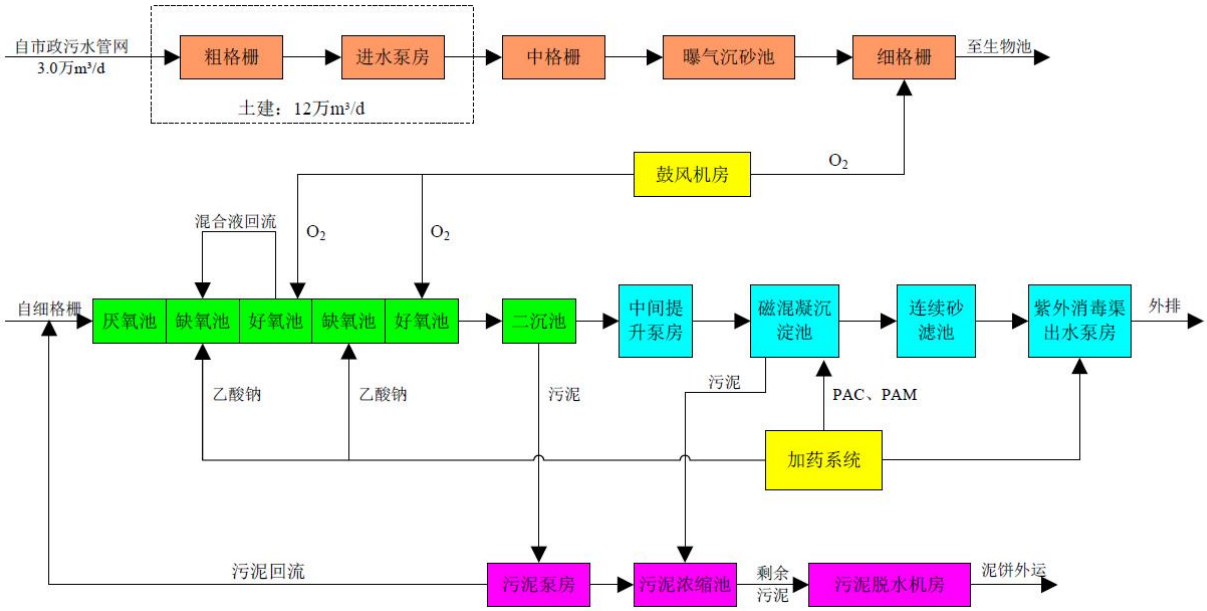



图 10.3-3 春晓净化水厂污水处理工艺流程图

● 出水水质

对照《关于明确我市城镇污水处理厂类IV排放标准限值的通知》（甬环发〔2019〕39 号）等相关要求，春晓净水厂设计出水质中化学需氧量、氨氮、和

总磷 4 项主要水污染物控制项目执行《城镇处理厂排放标准》（DB33/2169 - 2018）中表 2 相关排放限值，其他污染物控制项目执行《城镇污水处理厂染物排放标准》（GB18918-2002）中一级 A 标准，具体见表 10.3- 1。

表10.3- 1 出水水质指标 单位：pH外，mg/L

| 项目 | pH | $BOD_5$ | CODcr | SS | $NH_3$-N | TN | TP | 色度 | 石油类 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 出水 | 6~9 | ≤10 | ≤30 | ≤10 | ≤1.5（3） | ≤10（12） | ≤0.3 | ≤30 | ≤1 |

*注：括号内数值为每年 11 月 1 日至次年 3 月 31 日执行。

● 依托可行性分析

春晓净化水厂一期项目处理规模为 3 万 t/d，根据工程分析，本项目投产后新增排水量为 41.67t/d，春晓净化水厂处理规模可满足本项目新增废水处理需求。

表10.3- 2 各类废水外排标准符合性分析 单位：mg/L，pH值除外

| 序号 | 污染因子 | 废水种类 | | | | | | 全厂外排水执行标准 | 是否符合标准 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 现有项目 | | 本项目 | | | 初期雨水 | | |
| | | 天然气处理装置含油污水 | 循环冷却单元排污水 | 天然气脱水单元再生气分液罐废水 | 循环冷却单元排污水 | 空压机组废水 | | | |
| 1 | pH | 6~9 | 6~9 | 6~9 | 6~9 | 6~9 | 6~9 | 6~9 | 符合 |
| 2 | 悬浮物 | 100 | 80 | 100 | 80 | 100 | 30 | 400 | 符合 |
| 3 | 化学需氧量 | 500 | 100 | 500 | 100 | 500 | - | 500 | 符合 |
| 4 | 氨氮 | 20 | 6 | 20 | 6 | 20 | - | 45 | 符合 |
| 5 | 总氮 | 45 | 14 | 45 | 14 | 45 | - | 70 | 符合 |
| 6 | 石油类 | 15 | 0.7 | 15 | 0.7 | 15 | 5 | 15 | 符合 |

备注：2023 年 12 月二期工程建成陆续投产，截至目前，废水产生量较小，因此尚未进入宁波终端的生产废水处理系统进行处置，也没有水进入市政管网，因此没有厂区内的污水监测数据。

从工程分析中各股废水的浓度分析可以看出，项目投产后排放的废水可以达到市政管网的接管标准。

本项目废水中的污染物指标主要为常规污染物及特征污染物石油类，春晓净化水厂的处理工艺可满足本项目的处理需求。

10.3.2.3　固体废物污染防治措施

本项目陆上终端工程产生的固体废物有危险废物、一般工业固废和生活垃圾等。按照《固体废物污染环境防治法》的“减量化、资源化、无害化”的原则，对项目产生的固体废物进行防治。根据固体废物的性质和类别，本项目主要采用了委托处置的方法予以处理/处置。

a. 一般工业固废处置方式

本项目产生的一般工业固废主要包括废滤芯、废分子筛等，新增一般固体废物 45t/a。委托有资质单位进行处理；企业每年与有资质单位签订合同。一般固体废物在厂区内收集和临时贮存，应符合《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB 18599-2020）相关要求。

b. 危险废物的污染防治措施

● 产生及处理措施

本项目余热利用导热油装置产生的废导热油、废滤芯，设备检维修产生的含油检修废物、废润滑油，废油漆桶和污水处理系统产生的含油污泥等均属于危险废物，危险废物产生量为 575t/a，委托有资质单位处理。目前签订的委托合同及委托单位资质见附件 8。

● 收集、暂存、运输的管理要求

（1）收集

危险废物在收集时，应清楚废物的类别及主要成分，以方便委托单位处理，根据危险废物的性质和形态，采用不同大小和不同材质的容器进行包装，所有包装容器应足够安全，并经过周密检验，严防在装载、搬移或运输途中出现渗漏、溢出、抛洒或挥发等情况。最后按照对危险废物交换和转移管理工作的要求，对危险废物进行安全包装，并在包装的明显位置附上危险废物标签。

（2）贮存点要求

宁波终端现有 1 座 60m$^2$ 危险废物贮存点，危险废物在厂内临时储存时，执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2023）中相关规定，要求做到以下几点：

①危险废物贮存设施按《环境保护图形标志（GB15562-1995）》的规定设置警示标志。

②贮存点具有固定的区域边界，并采取与其他区域进行隔离的措施。

③采取防风、防雨、防晒和防止危险废物流失、扬散等措施。

④贮存点贮存的危险废物置于容器或包装物中，不直接散堆。

⑤采取防渗、防漏等污染防治措施或采用具有相应功能的装置。

⑥贮存点及时清运贮存的危险废物，实时贮存量不超过 3 吨。

⑦危险废物贮存设施内清理出来的泄漏物，一律按危险废物处理。

宁波终端现有危废贮存点满足以上标准要求。

（3）危险废物运输防治要求

危险废物运输中应做到以下几点：

①危险废物运输应由持有危险废物经营许可证的单位按照其许可证的经营范围组织实施，承担危险废物运输的单位应获得交通运输部门颁发的危险货物运输资质。

②承运危险废物的运输单位，应在危险废物包装上设置标志。

③危险废物公路运输时，运输车辆应设置车辆标志。

④组织危险废物的运输单位，在事先需作出周密的运输计划和行驶路线，其中包括有效的废物泄漏情况下的应急措施。

⑤按照《危险废物转移管理办法》（生态环境部、公安部、交通运输部令第 23 号，2022 年 1 月 1 日起施行），移出人应填写、运行危险废物转移联单，在危险废物转移联单中如实填写移出人、承运人、接受人信息，转移危险废物的种类、重量（数量）、危险特性等信息，以及突发环境事件的防范措施等；承运人应填写、运行危险废物转移联单，在危险废物转移联单中如实填写承运人名称、运输工具及其营运证件号，以及运输起点和终点等运输相关信息，并与危险货物运单一并随运输工具携带；接受人应填写、运行危险废物转移联单，在危险废物转移联单中如实填写是否接受的意见，以及利用、处置方式和接受量等信息。

⑥运输过程严格执行《危险废物收集 贮存 运输技术规范》（HJ2025-2012）相关要求。

● 依托可行性分析

本项目现有 1 座 60m$^2$ 危险废物贮存点，主要用于临时堆放产生后不能立即运走的危险废物。

挥发性有机液体以及沾染油污抹布、手套、吸油毛毡等可能产生挥发性有机废气的固废均分类装入密封桶中，分类堆放在暂存库中。

根据危险废物储存点的暂存能力以及危废暂存时间规定，定期通知签订委托合同的危废处置单位（详见附件 8）将产生的危险废物进行清运，贮存点容量可满足危险废物临时堆放能力要求。

危废贮存点的要求满足 GB 18597-2023 中 8.3 相关要求。

10.3.2.4　噪声污染防治措施

本项目陆上终端工程拟采取的噪声控制环境保护措施包括：

（1）在生产允许的条件下，尽量选用低噪声设备，如机泵、风机等；在订货采购时，要求高噪声设备带有配套的消声器。

（2）高噪声设备采取基础减震措施，控制噪声的传播。

（3）在总图布置上将强噪声源布置在远离厂界的位置，并尽可能利用建筑物、构筑物及绿化带等来阻隔声波的传播。

10.3.2.5　地下水污染防治措施

a.　防治原则

针对项目可能发生的地下水污染，本项目陆上终端工程地下水污染防治措施按照“源头控制、分区防治、污染监控、应急响应”相结合的原则，从污染物的产生、入渗、扩散、应急响应全方位进行控制。

主动控制，即从源头控制措施，主要包括在工艺、管道、设备、污水储存及处理构筑物采取相应措施，防治和降低污染物跑、冒、滴、漏，将污染物泄漏的环境风险事故降到最低程度。

被动控制，即末端控制措施，主要包括装置区内污染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，防治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，集中送至污水处理系统处理。

（1）源头控制措施

主要包括在工艺、管道、设备、污水储存及处理构筑物采取相应措施，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：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”，减少由于埋地管道泄漏而造成的地下水污染。

（2）分区防控措施

主要包括厂内污染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，集中送至项目生产废水处理系统：分区防控采取分区防渗，重点污染防治区、一般污染防治区和非污染防治区防渗措施有区别的防渗原则。

（3）污染监控体系

实施覆盖生产区的地下水污染监控系统，包括建立完善的监测制度、配备检测仪器和设备、科学、合理设置地下水污染监控井，及时发现污染、及时控制。

（4）应急响应措施

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。

b. 污染防治与控制措施

● 源头控制

本项目设计执行国家、行业、地方各相关法律、法规和标准规范，做到安全设施与主体工程同时设计，不留隐患，在预防事故措施、控制事故措施、减少与消除事故影响措施方面严格把关，实现长期、安全、稳定生产，保障职工人身安全与健康。

管道的工程设计、施工、运行管理等方面采取控制措施，保证施工质量，投产前按要求试压、检查焊缝质量，防止或将物料泄漏的可能性降到最低限度。定期检修，全线每年至少检修一次，对管道易腐蚀部位定期更换部件或进行维护，保证管道无腐蚀、无泄漏，做到提前发现问题及时处理。

（1）防泄漏

本项目设计为密闭系统，工艺物料在操作条件下处于密闭的设备和管道中。根据介质特性和操作条件，合理选择设备材质，防止设备因超温、超压、腐蚀等原因引起的泄漏。设计考虑必要的操作裕度和弹性，以适应加工负荷变化的需要。根据物料特性选用符合要求的优质垫片，以减少管道、设备密封泄漏。

受压元件所用的材料应符合《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016）、《压力容器》（GB/T150.1~150.4-2011）、《钢制球形储罐》（GB/T 12337-2014）等国家强制性法规和标准的要求，防止因腐蚀、超压等原因引起的泄漏。对输送易燃、易爆介质的管线，尽量采用焊接连接型式。合理选用法兰、螺栓（母）垫片、阀门的形式和等级，严防泄漏。设备、储罐、管道、阀门及其它管件的质量应符合要求，确保设备的高度密封性，杜绝管线、法兰、阀门等泄漏。

（2）防腐蚀

埋地管道、地面管道及设备均进行外表面防腐，地面管道及设备外防腐蚀

涂料同时具有耐潮湿、耐“盐雾”腐、耐日晒的特点。埋地管道、地面管道及设备防腐符合《石油天然气站场管道及设备外防腐层技术规范》（SY/T 7036-2016）。

本项目大气环境腐蚀等级按 C5 考虑，设计寿命为 15 年以上。对于奥氏体不锈钢，防腐层选择不含有锌、铅、铜及其化合物的涂料，且该防腐层固化后不含有游离的、可溶性氯化物或其他卤化物。其它地上不保温设备、管道及钢结构（介质温度≤100℃）外防腐应采用具有耐候性、耐化学性、抗介质渗透性、粘结性好的防腐层。

本项目外防腐推荐选择丙烯酸脂肪族聚氨酯涂层结构：环氧富锌底漆+环氧云铁中间漆+丙烯酸脂肪族聚氨酯面漆，防腐层结构按照《石油天然气站场管道及设备外防腐层技术规范》（SY/T 7036-2016）中表 4.1.2-1 进行选择。设备内防腐推荐采用 VOC 含量小，较为环保型的无溶剂环氧涂料。

（3）设备及管道

本项目压力容器设计符合《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG R 21-2016）、《压力容器》（GB/T 150-2011）等规范的要求。设计文件对设备的材质、制造、检验与验收均提出相应的要求。

本项目管道设计符合国家标准《输送流体用无缝钢管》（GB/T 8163-2018）、《低压流体输送用焊接钢管》（GB/T 3091-2015）、《工业金属管道设计规范（2008 年版）》[GB 50316-2000（2008 版）]等规范的要求；管道焊缝要求进行 100%外观检查，焊缝检查等级为I、II、III级的可燃介质管道要求采用射线检测，焊缝检测数量、焊缝质量应符合《工业金属管道工程施工质量验收规范》（GB50184-2011）中 8.2.1 条相关规定。

● 分区防控

（1）防渗分区

为了避免工程事故造成地下水污染，依据《石油化工防渗工程技术规范》（GB/T 50934-2013），将厂区内生产单元划分为重点污染防治区、一般污染防治区和非污染防治区。各污染防治区的划分原则如下：

重点污染防治区：指对地下水环境有污染的物料或污染物泄漏后，不能及时发现或处理的区域或部位。例如处于地下或半地下的生产功能单元，包括地下管道、地下容器、储罐及设备，（半）地下污水池、等区域或部位。这些区

域或部位一旦出现设备腐蚀穿孔、地基不均匀沉降造成管道和罐基础地基变形等情况，就会发生物料和污染物泄漏，并渗入土壤，进入地下水，对地下水环境造成污染。此类工程隐蔽区内，一旦出现渗漏现象，又不容易被人发现，不容易得到及时的处理，因此，将此类隐蔽工程区域定位为重点污染防治区。本项目主要包括地下含油污水管道、循环冷却水单元排污水池等。

一般污染防治区：指对地下水环境有污染的物料或污染物泄漏后，不可及时发现或处理的区域或部位。例如裸露于地面之上的生产功能单元，包括架空设备、容器、管道，地面明沟等。这些设备、区域发生损坏，出现物料和污染物泄漏现象，可及时被人或仪器发现与报警，及时得到处理，即使物料和污染物泄漏出来，也首先落在地面上，在短时间内不会大量渗入土壤及地下水。本项目主要包括天然气处理装置地面、循环水装置区等。

非污染防治区：指除污染防治区以外的区域。该区域没有物料或污染物泄漏，不会对地下水环境造成污染。如管理区、集中控制室等辅助区域，装置区以外的系统管廊区和雨水明沟等。本区可不采取专门针对地下水污染的防治措施，但装置区外系统管廊区地基处理应分层压实。

本项目在宁波终端现有用地范围内进行改扩建，现有主要工程采用防渗设计见表 10.3-3。

表10.3-3 本项目现有工程污染防渗设计

| 序号 | 装置名称 | 污染防治区域及部位 | 采取的防渗措施 |
|---|---|---|---|
| 1 | 球罐区 | 防火堤之间的地面及防火堤 | 一期：地面整体浇筑混凝土，标号为C30，厚20cm，内配双层双向钢筋网；地面涂抹防火水泥浆，厚2cm。<br>二期：10cm C30抗渗水泥混凝土+30cm厚级配碎石+素土压实。 |
| 2 | 工艺装置区 | 工艺装置区界内地面 | 一期：地面整体浇筑混凝土，标号为C30，厚20cm，内配单层双向钢筋网。<br>二期：10cm C30抗渗水泥混凝土+30cm厚级配碎石+素土压实。 |
| 3 | 污水处理区 | 联合水池底板及壁板 | 抗渗混凝土，池内壁涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料。 |
| 4 | 地下管道 | 地下含油污水管道 | 采用低压流体输送用焊接钢管。 |
| 5 | 危废暂存点 | 地面 | 10cm C25抗渗水泥混凝土+环氧地坪漆。 |

注：危废暂存点执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2001），其基础防渗要求与《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）一致。

本项目在宁波终端现有用地范围内进行改扩建，新建1套天然气处理装置，新建进站预处理单元、脱水单元、制冷单元和分馏单元，新建3台原料气进站压缩机（2用1备），新建1台外输压缩机，新建1套循环水装置，新建1座丙烷储罐等。依据《石油化工防渗工程技术规范》（GB/T 50934-2013），本项目污染防治区划分详见表10.3-4、图10.3-4。

表10.3-4 污染防治分区划分表

| 序号 | 装置、单元名称 | 污染防治区域及部位 | 污染防治区类别 | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 工艺区及压缩机区 | 工艺装置区界内地面 | 一般 | - |
| 2 | 丙烷罐区 | 防火堤内地面及防火堤 | 一般 | 严于GB50934 |
| 3 | 循环水装置区 | 塔底水池的底板及壁板 | 一般 | - |
| | | 加药间、药剂间房间内的地面 | 一般 | 加药橇安装在二期工程的预留房间 |
| 4 | 地下管道 | 地下含油污水管道 | 重点 | - |

图 10.3-4 污染防治分区示意图

（2）防渗措施设计要求

依据《石油化工防渗工程技术规范》（GB/T 50934-2013），本项目重点污染防治区和一般污染防治区地下水防渗工程的设计应符合下列规定：

污染防治区应设置防渗层，防渗层的设计使用年限不应低于其主体的设计使用年限；一般污染防治区防渗层的防渗性能不应低于 1.5m 厚渗透系数为 $1.0\times10^{-7}$cm/s 的粘土层的防渗性能；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 $1.0\times10^{-7}$cm/s 的粘土层的防渗性能。

本项目丙烷储罐区、工艺装置区及压缩机区场地采用抗渗水泥混凝土场地，场地结构为：10cm C30 抗渗水泥混凝土+30cm 厚级配碎石+素土压实。重力流排水管线采用低压流体输送用焊接钢管，执行标准为《低压流体输送用焊接钢管》（GB/T 3091-2015），管线与阀门之间采用法兰连接。坑池均采用抗渗混凝土，池内壁涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料。

● 污染监控

（1）现有地下水监测计划

为了及时准确地掌握宁波终端工程场地地下水环境质量状况和地下水体中污染物的动态变化，建设单位按照《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ 819-2017）、建立了地下水长期监控系统，以便及时发现并及时控制。

结合厂区含水层系统和地下水径流系统特征、项目平面布置和潜在污染源位置等因素，在生产废水处理系统下游设置了 1 眼监测孔，监测点位及内容见 12.2.2.2 节。

（2）本项目监测计划

依据《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）和《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ 610-2016）的相关要求，结合研究区水文地质条件，及已有监测井与本项目位置关系，确定本项目不新增监测井，本项目地下水自行监测计划纳入现有的地下水长期监控系统。

（3）监测信息记录和报告

建设单位应严格按照《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ 819-2017）的相关规定，做好信息的记录和报告，并按照《企业环境信息依法披露管理办法》（生态环境部令 第 24 号）规定的内容及方式对自行监测信息公开。

● 应急响应

当厂区发生污染泄漏事件或地下水污染监控系统发现明显地下水污染，应及时调查并切断污染源，对泄漏区域的地面可见污染物进行及时的去污染清理，一方面，通过应急抽水、井点降水法等措施抑制污染物向下游扩散速度，控制潜水含水层地下水中的污染物，另一方面，抽出的污水应统一送至事故池，并对污水进行采样分析，根据污染情况和生产废水处理系统处理能力，选择送生产废水处理系统或外送至其他有资质的单位处理。

对突发环境事件中污染的土壤和地下水，应根据《建设用地土壤污染状况调查 技术导则》（HJ 25.1-2019）、《建设用地土壤污染风险管控和修复 监测技术导则》（HJ 25.2-2019）、《建设用地土壤污染风险评估技术导则》（HJ 25.3-2019）、《建设用地土壤修复技术导则》（HJ 25.4-2019）、《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ 964-2018）等系列导则的要求，同时结合场地现状，依次开展场地环境调查，确定场地土壤和地下水污染范围和程度，再进行污染场地风险评估，明确现在和未来场地利用可能产生的健康风险水平，提出污染物修复目标值，确定场地土壤和地下水的修复范围，最后筛选修复技术和制定修复方案，开展污染场地的修复工程。

（1）地下水污染应急监测

如发现异常或发生事故，加密监测频次，增加监测点位，并分析污染原因，确定泄漏污染源，及采取应急措施。

（2）地下水污染应急治理程序

针对应急工作需要，参照“污染场地环境保护标准体系”的相关技术导则，结合地下水污染治理的技术特点，制定地下水污染应急治理程序见图 10.3-5。

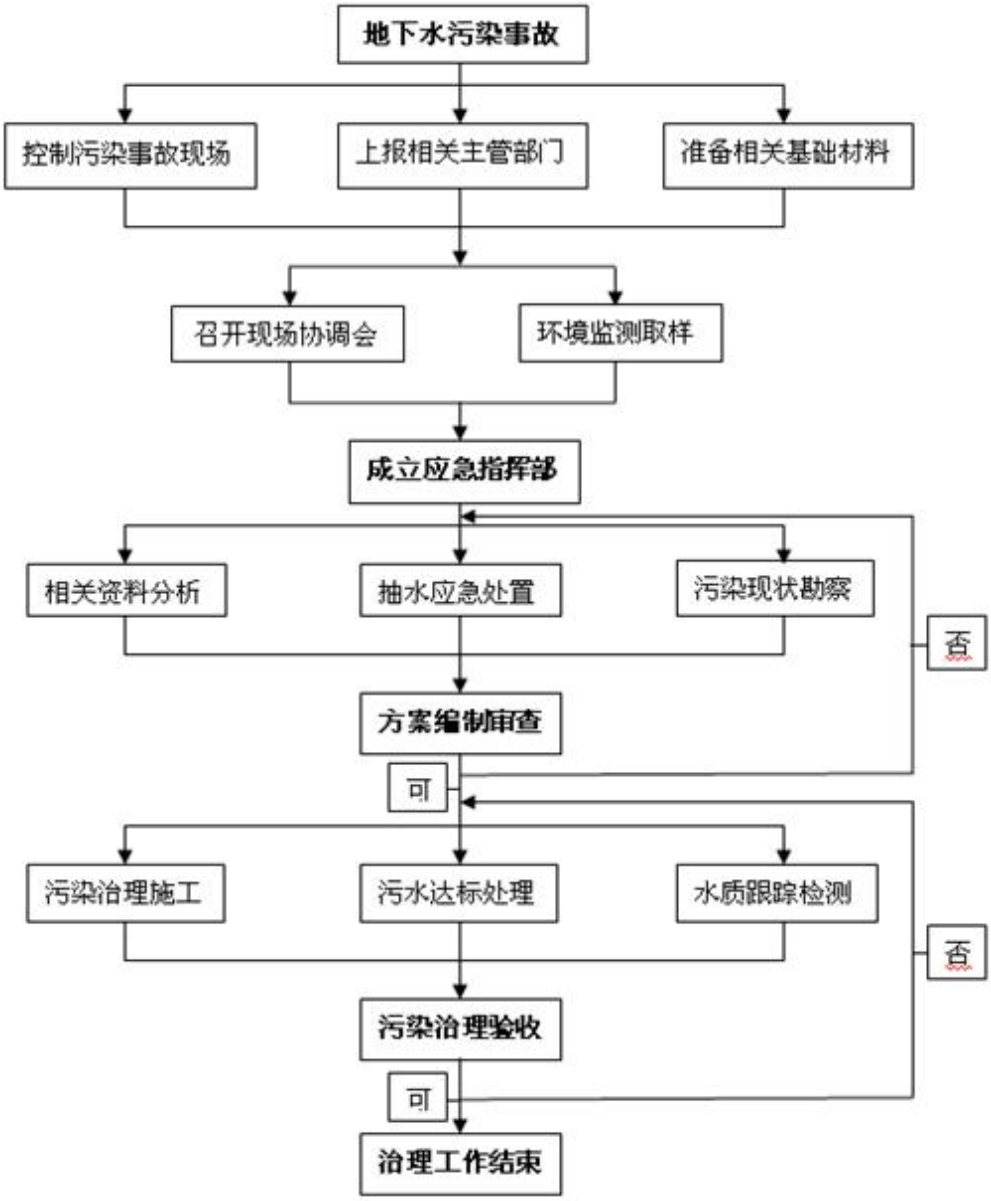



图 10.3-5 地下水污染应急治理程序框图

（3）建议治理措施

本项目宁波终端场地潜水含水层岩性主要为粉土、粉砂，水力梯度相对平缓。针对项目场地水文地质和包气带特征，建议采取如下污染应急治理措施。

①一旦发生地下水污染事故，应立即启动应急预案。

②查明并切断污染源，在最短时间内清除地表污染物。

③加密地下水污染监控井的监测频率，并实时进行化验分析。

④一旦发现监控井地下水受到污染，立即启动抽水设施。

⑤探明地下水污染深度、范围和污染程度。

⑥依据地下水污染情况和污染场地的含水层埋藏分布特征，结合拟采用的地下水污染治理技术方法，制定地下水污染治理实施方案。

⑦依据实施方案进行施工，抽取被污染的地下水体，并依据各井孔出水情况进行调整。

⑧将抽取的地下水进行集中收集处理，并送实验室进行化验分析。

⑨当地下水中的特征污染物浓度满足地下水功能区划的标准后，逐步停止井点抽水，并进行土壤修复治理工作。

10.3.2.6　土壤污染防治措施

● 源头控制措施

（1）工艺装置区段分离器，循环水装置区，地下管道等设备设施选用密闭性好的设备，加强生产运营管理，提高设备、池体等检修频率，防止跑冒滴漏。

（2）天然气处理装置、丙烷球罐等设备设施设置尽量采用“可视化”原则，即尽可能地上敷设，做到污染物“早发现、早处理”，从而减小土壤环境污染。

● 过程防控措施

（1）严格按照《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T50934-2013）等要求进行防渗，对不同分区采取了相应的主动防渗措施、进行了防渗系统设计施工，详见“地下水污染控制措施”。

（2）收集事故废水及物料、受污染的初期雨水，可防止地面漫流对土壤环境的影响。

● 跟踪监测

本建项目土壤环境评价工作等级为三级，按照《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）要求，必要时可开展跟踪监测。

● 事故风险应急措施及应急监测

（1）处理处置措施

发现泄漏污染后首先切断泄漏位置污染源，阻止污染源进一步对土壤的污染；其次以污染源泄漏点为中心调查确定土壤污染的空间范围；再次对污染土壤进行收集，并进行环保、无害化处理；最后，开展土壤污染监测，确保被污染的土壤全部被清理干净。

（2）土壤应急监测

事故发生后，根据事故位置设置土壤的监测点，监测周期需要从事故发生至其后的半年至一年的时间内，定期监测土壤中石油烃含量，了解事故对土壤的污染情况。

● 现有工程土壤环境保护措施

本项目新建1套轻烃回收装置，新建进站预处理单元、脱水单元、制冷单元和分馏单元，新建3台原料气压缩机及空冷器，新建1台外输压缩机及空冷器，新建1套循环水装置，新建1座丙烷储罐等。终端改扩建内容全部位于现有终端内，污染源未发生变化。现有工程已经采取如下措施：

源头控制：现有工程段塞流捕集器、分离器均采用密闭性好的设备，储罐均进行防腐。定期进行设备、池体检查、管道巡查。

过程防控：球罐区地面整体浇筑混凝土，标号为C30，厚20cm，内配双层双向钢筋网；地面涂抹防火水泥浆，厚2cm；工艺装置区地面整体浇筑混凝土，标号为C30，厚20cm，内配单层双向钢筋网；污水处理区污水池底板及壁板采用C40混凝土，垫层采用C20混凝土；池内敷设高密度聚乙烯（HDPE）膜防渗层。

自行监测：现有工程于2021年8月进行了土壤监测工作，重点污染关注区域在污水处理站区域，现场采样共设置土壤监测点位1个，监测因子为《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）中基本项目和石油烃（$C_{10}$-$C_{40}$）共46项。监测结果均满足《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要求。

#### 10.3.2.7　运营期生态保护措施

本项目是在已有宁波终端厂区空地上进行改扩建，不新占用土地，终端内已进行绿化，种植行道树、绿篱、草皮等，能够吸附灰尘、净化空气、减弱噪声、调温调湿、改善局部生态环境。

## 10.4　环保设施“三同时”竣工验收建议

本项目海上工程环保设施“三同时”竣工验收建议见表10.4-1；本次陆上终端改扩建不涉及新增环保设施，陆上工程保护设施“三同时”验收内容见表10.4-2。

表10.4-1 本项目海上工程主要环保设施“三同时”竣工验收建议

| 环保设施/环境管理 | 验收内容 | 执行标准/处理效果 |
| --- | --- | --- |
| 生活污水处理系统 | DH BOP平台上生活污水处理装置的配备、运行情况及处理效果 | 生活污水经电解式生活污水处理装置处理后达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值（GB4914-2008）》三级标准 |

| 环保设施/环境管理 | 验收内容 | 执行标准/处理效果 |
|---|---|---|
| 火炬兼闭排系统 | DH BOP平台上火炬兼闭排系统的配备及运行情况 | 收集带压容器、管线等维修工况排放出的带压流体、开排系统的污油；开闭排系统收集的含油污水进入临时污油罐，由支持船定期拉回陆地交有资质单位处理 |
| 开式排放系统 | DH BOP平台上开式排放系统的配备及运行情况 | 收集溢出液、设备冷却、冷凝水、甲板初期雨水和冲洗水等 |
| 生产垃圾处理 | DH BOP平台上固体废弃物分类和回收设备的配备及运行情况 | 平台上需设置垃圾箱，海上无固废排放，均运回陆地处理/处置 |
| 具备环境保护设施正常运转的条件 | 经培训合格的操作人员、健全的岗位操作规程及相应的规章制度以及原料、动力供应等 | 落实各种规章制度和操作规程、溢油应急计划、环境管理机构设置等内容 |
| 环境管理与监测计划 | 环境管理机构的设置、环保管理规章、制度以及监测计划、设备和手段等 | |

表10.4-2 本项目陆上工程主要环保设施“三同时”竣工验收建议

| 项目 | 污染源 | 污染物 | 治理措施 | 排放限值 | 验收标准 |
|---|---|---|---|---|---|
| 废气 | 13.4MW的燃气增压外输机组连接的余热锅炉废气 | 烟尘 | 低氮燃烧 | 5mg/m$^3$ | 《火电厂大气污染物排放标准》（GB13223-2011） |
| | | $SO_2$ | | 35mg/m$^3$ | |
| | | $NO_2$ | | 50mg/m$^3$ | |
| | | 林格曼黑度 | | 1级 | |
| | 8500KW热媒炉 | 颗粒物 | 低氮燃烧 | 20 | 《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）<br>浙江省《燃气锅炉低氮改造工作技术指南(试行)》 |
| | | 二氧化硫 | | 50 | |
| | | 氮氧化物 | | 50 | |
| | | 林格曼黑度 | | ≤1 | |
| | 设备与管线组件泄漏 | 挥发性有机物 | 泄漏检测与修复（载有气态VOCs物料、液态VOCs物料或质 量占比≥10%的天然气的设备与管线组件的密封点≥2000个） | 2000μmol/mol | 《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB 39728—2020） |
| | 装载 | | 气相平衡系统 | / | |
| 废水 | 生产废水、初期雨水 | pH、COD、氨 | 依托厂区内已建污水处理装置，与厂区内 | 悬浮物400mg/L、化学 | 城镇污水排入排水管网许可证 |

| 项目 | 污染源 | 污染物 | 治理措施 | 排放限值 | 验收标准 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 氮、总氮、石油类、悬浮物等 | 现有污水一起排入监控池，检验合格后排入市政官网 | 需氧量500mg/L、五日生化需氧量350mg/L、氨氮45mg/L” | （副本）中要求《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)A级标准 |
| | 循环冷却单元排污水 | | 依托现有设施，直接排入监控池 | | |
| 噪声 | 设备运转 | dB（A） | 选用低噪声设备、采用基础减振等 | 昼间≤65dB(A)<br>夜间≤55dB(A) | 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）3类标准 |
| 固体废物 | 废机油、废油漆涂料包装桶等 | | 分类收集，依托现有危废贮存设施暂存于危废贮存点，定期有资质单位运走处置 | / | 《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）<br>《危险废物收集贮存 运输技术规范》（HJ 2025-2012） |

# 11 环境经济损益分析

环境经济损益分析是环境影响评价的一项重要内容，其任务是通过分析环保投资及其所能收到的环境保护经济效果，重点评价工程环保投资的经济合理性和可行性；并通过分析油田工程项目的环境经济效益，从环境经济角度对项目的可行性进行评估，为建设项目的决策提供依据。

## 11.1 环境经济损益分析

### 11.1.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

环境保护投资主要包括一次性环保设施投资及其辅助费用，在确定海上设施环境保护投资费用时，根据《海上油（气）田开发工程环境保护设计规范》(SY/T10047-2019)，对环境保护设施及其投资按如下原则划分：凡属污染治理和环境保护需要的专用设备、装置、监测仪器等，其资金按100%列入环境保护投资；生产需要又为环境保护服务的设备或设施分别按不同情况以25%~50%比例列入环境保护投资。陆上设施则包括废水处理、噪声防治、防腐措施等。

根据上述原则，将本项目的环境保护设施及其直接投资费用列于表11.1-1。

表11.1-1 环境保护设施投资估算

| 环保设备 | | 设备投资（万元） | 折合比率 | 折合环保投资（万元） |
|---|---|---|---|---|
| 海上环保设施 | | | | |
| DH BOP平台 | 生活污水处理系统 | | 100% | |
| | 开式排放系统 | | 100% | |
| | 火炬兼闭排系统 | | 100% | |
| | 消防/救生系统 | | 25% | |
| | 应急关断系统/火气探测系统 | | 25% | |
| 海洋生物资源补偿 | | | 100% | |
| 小计 | | | | |
| 陆上环保设施 | | | | |
| 废水处理 | 污水处理及雨水处理 | | 100% | |
| 噪声防治 | 金属声屏障 | | 100% | |
| 防腐措施 | 防腐措施 | | 100% | |
| 小计 | | | | |
| 总计 | | | | |

本项目海上工程投资总额为※※万元（不含勘探费、油藏研究费、生产准备费、弃置费等），环保直接投资额为※※万元，环境保护投资占工程投资的

比例为：

$$CT = C1/T \times 100\% = ※※/※※ \times 100\% = 0.88\%$$

其中：

CT：环境保护投资占工程投资的比例；

C1：环保投资额；

T：工程设施投资总额。

### 11.1.2 环境保护的经济损益分析

#### 11.1.2.1 环境经济损失分析

a. 海洋生物资源损失分析

海洋生物资源损失量根据预测结果，并根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），鱼卵生长到商品鱼苗按1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按5%成活率计算，幼鱼、头足类幼体、蟹类幼体、虾类幼体折算成体比例按100%。本项目海管施工对海洋生物资源影响属一次性损害，补偿金额按3倍计；平台占海损失补偿年限按20年计算。按照上述原则计算海洋生物资源补偿金额约为※※万元。

表 11.1-2 海洋生物资源补偿

| 排放物 | 资源类别 | | 损失量 | 长成率/折算率 | 单价 | 补偿倍数/年限 | 补偿金额（万元） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 海底管道挖沟悬浮物 | 鱼卵（$\times 10^6$粒） | | 28.994 | 1% | 0.5元/尾 | 3倍 | |
| | 仔稚鱼（$\times 10^6$尾） | | 57.989 | 5% | 0.5元/尾 | | |
| | 幼体 | 鱼类（kg） | 4840.962 | -- | 15元/kg | | |
| | | 头足类（kg） | 334.251 | -- | 20元/kg | | |
| | | 虾类（kg） | 332.92 | -- | 30元/kg | | |
| | | 蟹类（kg） | 42.413 | -- | 30元/kg | | |
| | 成体（kg） | | 1887.941 | 100% | 1.5万元/t | | |
| | 底栖生物（t） | | 3.566 | 100% | 1.5万元/t | | |
| 小计 | | | | | | | |
| 平台占海 | 底栖生物（t） | | 0.02 | 100% | 1.5万元/t | 20 | |
| 合计 | | | | | | | |

b. 陆上终端环境损失分析

本项目在施工期间新增生产及生活废水，废水经现有工程污水处理设施处理合格后排市政管网；施工扬尘对局地环境空气质量存在不利影响；施工机械噪声及原料运输噪声对厂区现有工作人员造成影响；新增装置建筑用地将占用厂区现有空地，影响局部景观。

本项目投入运行后，环境损失主要表现为装置运行噪声、微量废气及潜在的风险事故对周边环境的影响。本项目原料及产品，属于易燃易爆，在生产运营过程中存在一定环境风险，倘若发生风险事故将会对周围环境空气、地表水等造成一定的影响。

#### 11.1.2.2 环境经济收益

本项目产气输送至宁波终端经处理后最终产品为干气、商品丙烷、商品丁烷、液化气及稳定轻烃。本次终端改扩建可为当地能源市场的供应起到积极的作用。天然气作为清洁环保的优质能源，几乎不含硫、粉尘和其他有害物质，燃烧时产生二氧化碳少于其他化石燃料，造成温室效应较低，因而能从根本上改善当地的环境质量，带来巨大的环境效益。

## 11.2 社会效益分析

随着我国工业化和城镇化进程的加快，油气需求将呈强劲增长态势。国内油气开发和生产已日益不能适应经济和社会发展的需要，供需矛盾日益突出，进口量逐年上升，每年都要花大量外汇进口油气，对国际油气市场的依存度不断提高。因而本项目的实施将为缓解我国的油气资源短缺、保障国民经济持续、快速、健康发展发挥一定作用。尤其是对拉动项目所在地区的区域经济和地方经济发展，将发挥积极作用，注入新的活力。此外本项目的实施，也将会对进一步带动我国相关产业的发展（如钢铁、造船、机械制造、电子、仪表等）发挥一定的作用，同时促进下游产品开发和油气技术服务业的发展，增加诸多领域的就业机会。

本工程生产的商品天然气将有利于宁波地区能源结构的改进，将极大的减少 $SO_2$、$NO_2$ 等污染物质的排放。从而对提高空气质量、防治酸雨发生起到有利的作用，促进经济、资源、环境可持续发展。本项目建成投产后，对稳定我国特别是华东地区能源供应市场将起到一定作用。本项目根据当地社会环境的需求对天然气进行合理的净化处理及组分分离，有利于下游不同用户的合理利用资源，满足宁波市内天然气的需求及化工基地的需要；该项目投产后为国家带来税收收入。本项目的开发将会带动周边地区相关产业的发展和进步，有利于社会稳定，促进社会健康发展。

从环境、经济、社会效益等各方面来看，本项目是一项利国利民的工程，其环保的设置与投资是合理可行。

# 12 环境管理与监测计划

## 12.1 环境保护管理计划

环境管理是控制污染、保护环境的重要措施。建设单位中海石油（中国）有限公司上海分公司（以下简称“上海分公司”）已建立一套系统、完整的环境保护管理机构和程序，对本项目的环境保护工作实行全过程、程序化的管理。

### 12.1.1 环境管理的任务和内容

为了做好海洋环境保护工作，加强对西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目环保设施的运行和维护管理、控制外排污染物对海洋环境的影响程度，建设单位成立了专门机构进行环境保护管理工作。本项目的环境管理主要任务和内容包括：

（1）贯彻执行国家的环境保护法规、标准和政策；

（2）组织制定和修改与本项目有关的环境保护政策、规章和制度，并监督执行；

（3）组织制定环境保护长远规划、年度计划和限期治理的项目；

（4）检查本项目环保设施的运行状态；

（5）广泛应用环境保护的先进技术和经验；

（6）组织开展环保专业技术培训，提高人员素质水平；

（7）组织编写和填写政府部门要求的各种环境保护报告和记录；

（8）配合有关管理部门的环境监测和检查。

### 12.1.2 机构及岗位的设置

#### 12.1.2.1 机构与定员

中海石油（中国）有限公司上海分公司作为本项目的建设单位，负责本气田工程建设和生产期间的环境管理工作。该公司成立了以总经理为领导的环境保护管理体系，积极履行职能范围内的环保职责，健全环保制度并强化执行，推动环境管理持续改进。严格按照国家环保法规标准和集团公司颁发的一系列的环保管理规定、办法开展环境保护管理工作，并已形成了一套系统、完整的环保管理机构和环境保护管理体系。环境管理组织机构见图 12.1-1。

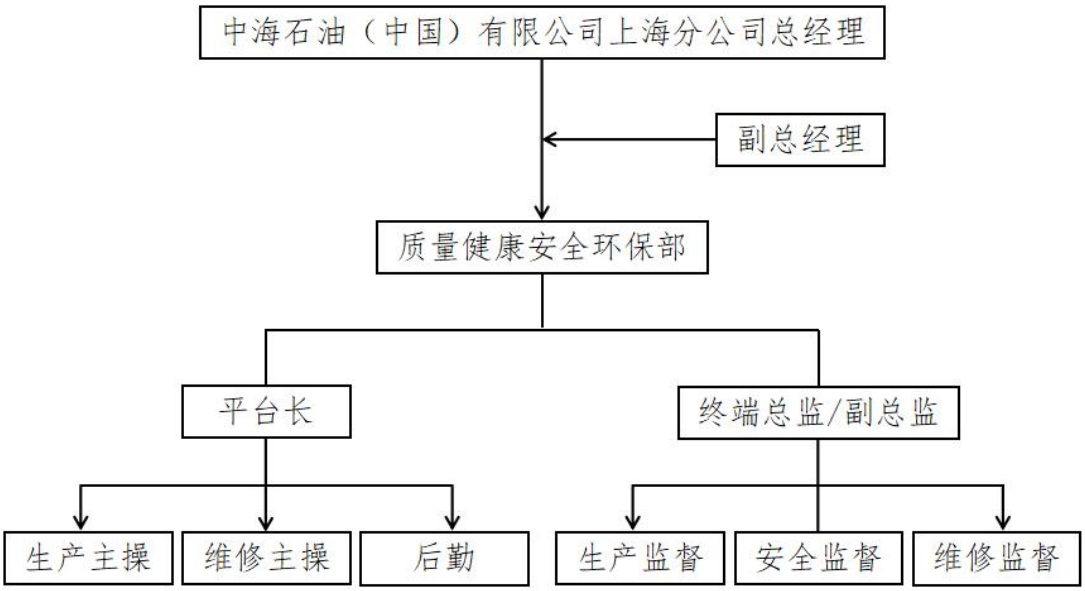



图 12.1-1 建设单位环境保护管理机构图

此外，本项目将建立系统、完整的海上平台组织机构，并将责任落实到每位现场作业人员。本项目新建的DH BOP平台的组织机构见图 12.1-2。

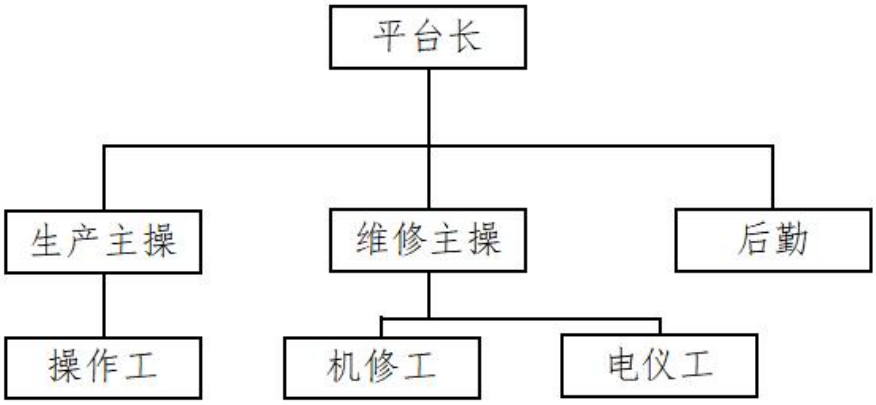



图 12.1-2 平台组织机构图

12.1.2.2 岗位设置和职责

本项目由海上、陆上两部分组成，因此岗位设置和职责也分海上和陆上两部分分别论述。

a. 海上平台主要岗位设置和职责

（1）平台长

平台长是增压平台海上作业时的安全第一责任人，各项工作必须对天然气开发生产/作业公司总经理负责；接受和执行生产指令，组织实施平台安全生产管理和日常管理工作；对生产设备、工艺流程及油田其它设施的异常情况，及时组织人员进行抢修，采取对策，并及时通知上级主管部门；掌握日常生产动

态，合理安排各岗位工作，协调各专业工作；以及负责外来人员管理、配件订单审查、演习组织实施、人员培训考核等其他相关工作。

（2）生产主操

生产主操负责对生产班组管理，包括所有生产工艺工作的全面管理；检查和督促、协调各部门的日常工作；负责生产设施、辅助设施的技术管理、安全操作及维护；平台生产系统重大作业时的现场直接组织人；组织和实施维修计划，负责编写生产操作程序，及对事故的应急处理；以及其它相关工作。

（3）维修主操

维修主操是平台所有设备管理、操作、安全运行和维修的组织者和主要责任人，对平台长负责；负责平台主要设备的档案建立和管理；掌握平台耗品、耗件及各种备件情况及相关文书工作的跟踪和存档；确定重要备件的库存量，保证气田的正常生产；负责定期提交设备维修、设备改造及备件清单计划；以及其它相关工作。

（4）操作工、机修工、电仪工

操作工接受生产指令，保质保量的完成各项生产任务，对生产主操负责。机修工接受维修指令，完成各项维修任务，以及分管设备巡检和日常维护工作，对维修主操负责。电仪工是平台电器设备维修和管理的责任人，负责平台所有电器的管理和维护保养，对维修主操负责。

b. 陆上终端主要岗位设置和职责

（1）终端总监

终端总监/副总监（互为倒班）是终端作业时的安全第一责任人，各项工作必须对上海分公司/作业公司经理负责，负责和组织好安全生产；接受和执行生产指令，组织实施终端安全生产管理和行政管理工作；负责制订和落实各项管理制度和应急措施，以及重要施工方案的制订和实施；对生产设备、工艺流程的异常情况，及时组织人员查清情况及进行抢修，采取对策，保证正常生产，并及时通知上级主管部门；以及其它相关工作。

（2）生产监督

生产监督负责生产部门管理，包括所有操作工作的全面管理和工作安排，以及检查和督促、协调各部门的日常工作；负责天然气、凝液、污水、燃料气等的质量控制；负责生产设施、辅助设施的技术管理、安全操作及维护；终端

生产系统重大作业时的现场直接组织人；以及其它相关工作。

（3）安全监督

安全监督负责全面监督终端安全工作，并贯彻执行国家有关部门、总公司、上级部门的安全生产法规和有关规章制度，是终端安全生产直接负责人；负责检查终端生产设施的安全生产情况，组织和参加有关的事故调查，监督事故的处理，并组织提出安全改进措施等；协助终端总监制定整个陆上终端的应急计划、应急部署及组织应急演习工作；以及其它相关工作。

（4）维修监督

维修监督是终端所有设备管理、操作、安全运行和维修的组织者和主要责任人，对终端总监负责；负责终端的油、气、水管理工作，负责车辆装卸货物工作。

12.1.3 环境保护管理要求

环境保护是我国的一项基本国策。上海分公司在石油勘探开发作业和油气生产过程中，应遵守国家相关环境保护法律、法规、条例和规定，严格执行相应的污染物排放标准。结合本项目开发的特点，制定相关的管理措施和制度，实施全过程的环境保护管理，减少对环境的污染和影响。本项目将执行以下环境保护管理制度。

（1）环保监督检查制度

环保管理人员定期到陆上终端/海上平台进行检查，查看各种防污设备、设施和器材的使用与运转情况是否良好，检查有关文书和证件是否齐全，防污记录簿和防污染季度报表的填写是否真实、正确和上报是否及时。安全监督/生产监督对当班期间所进行的工作进行监督，就违反或可能违反环境保护法规、政策和程序的事件提出劝告，对环保设备、设施和器材的使用和维护情况进行日常检查，发现问题及时解决。

（2）安全/环保会议制度

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

（3）培训与演习制度

建设及运营的单位定期或不定期组织环保、应急培训，加强工作人员环保

意识。陆上终端/海上平台的所有操作人员必须经过环境保护/安全培训，获得有效的证书才能上岗。建设单位将定期在陆上终端/海上平台进行溢油应急演习，以熟悉应急程序和设备的操作。

（4）事故报告制度

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

（5）海底管线/电缆巡查制度

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

（6）陆上终端污染物排放口（源）管理

排污口（源）是建设单位污染物进入环境、污染环境的通道，强化排污口（源）的管理是实施污染物总量控制的基础工作之一，也是区域环境管理逐步实现污染物排放科学化、定量化的重要手段。

① 排污口（源）管理原则包括：向环境排放污染物的排放口必须规范化；排污口应便于采样与计量监测，便于日常现场监督检查；如实向环保管理部门申报排污口数量、位置及所排放的主要污染物种类、数量、浓度、排放去向等情况；废气排气装置应设置便于采样、监测的采样孔和采样平台，设置应符合《污染源监测技术规范》；固体废物堆存场地要有防扬撒、防流失、防渗漏等措施。

② 排污口（源）立标管理：废气排放口和噪声排放源图形符号分为提示图形符号和警告图形符号两种，图形符号的设置按《环境保护图形标志 排放口（源）》（GB15562.1-1995）执行；危险废物的图形符号的设置按《危险废物识别标志设置技术规范》（HJ 1276-2022）执行。

（7）陆上终端排污许可管理要求

宁波终端已于2023年10月30日重新取得了排污许可证（简化管理），根据《排污许可管理条例》第十五条第一款“涉及新建、改建、扩建排放污染物的项目排污单位应当重新申请取得排污许可证”；第十二条“对实行排污许可简化管理的排污单位，审批部门应当自受理申请之日起20日内作出审批决定；

对符合条件的颁发排污许可证，对不符合条件的不予许可并书面说明理由”。本项目应在自发生变动之日起前20日内进行重新申请。

日常环境管理中，建设单位需严格按照排污许可证中执行报告要求定期上报，上报内容需符合要求；建设单位需严格按照自行监测方案开展自行监测；建设单位需严格执行排污许可证中环境管理台账记录要求记录的相关内容，记录频次、形式等需满足排污许可证的管理要求；建设单位需按照排污许可证要求定期开展信息公示。

## 12.2 环境监测计划

环境监测是环境管理的前提和基础。环境监测的主要任务：一是定期监测各工程设施外排污染物的排放浓度，确保达标排放；二是为加强环境保护管理、保证污染物处理设备正常运转；分析外排污染物浓度和排量的变化规律，为制定污染控制措施和环保管理提供依据。

### 12.2.1 海上工程监测计划

#### 12.2.1.1 监测岗位

DH BOP平台上排放处理达标的生活污水，该平台上的工作人员兼职化验员岗位，负责设施的外排生活污水化验工作，受安全环保监督和公司健康安全环保部的指导。

#### 12.2.1.2 污染源监测计划

（1）运营期监测计划

在正常生产作业期间，需对DH BOP平台生活污水中的化学需氧量（COD）进行监测；监测频率和方法按照《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）和相关政府管理部门的要求执行。每月取样1次，委托具有相关资质的、相关主管部门认可的陆上检测单位进行检测。

（2）非常规检测

配合政府部门进行防污设备的检查工作，以及在事故状态下支持、协助有关部门做好事故的跟踪监测。

#### 12.2.1.3 跟踪监测计划

DH BOP平台建设单位可根据建设项目环境影响情况开展跟踪监测，监测站位布设、监测内容和监测方法及频次等具体内容建议如下。

（1）监测点位布设

根据环境影响预测结果，考虑到海上平台安全作业区距离等因素，建议以DH BOP平台为中心，在距离平台500m半径范围均匀布设4个监测点位，监测站位布设见图12.2-1。

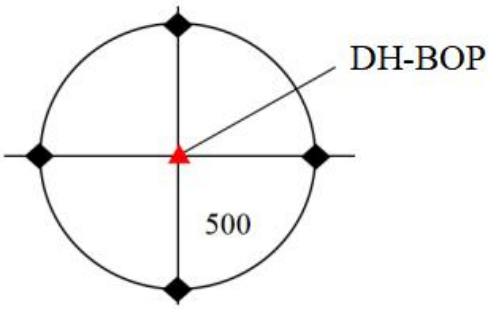



图12.2-1 海洋环境监测站位布设示意图

（2）监测内容

水质监测包括悬浮物、无机氮、活性磷酸盐、COD、重金属（包括Cu、Pb、Hg、Cd、Zn、Cr、As）、石油类、硫化物、挥发性酚；

沉积物监测包括重金属（包括Cu、Pb、Hg、Cd、Zn、Cr、As）、石油类、有机碳、硫化物；

生物监测包括叶绿素a、浮游植物、浮游动物、底栖生物。

环境影响跟踪监测的特征污染物主要为生产运营期间生活污水中的COD，其他监测项目可根据实际情况进行筛选。

（3）监测方法与频率

海洋环境影响跟踪监测调查与分析方法按《海洋调查规范》（GB12763-2007）和《海洋监测规范》（GB17378-2007）执行。

建议本项目海洋环境影响跟踪监测频率为本项目竣工验收（试运行）进行一次监测，投产后3~5年进行一次监测。

（4）监测机构

监测机构应具有海洋环境调查的资质，具有计量认证证书，并提交有效的计量认证检测报告（CMA）。

### 12.2.2 陆上工程监测计划

#### 12.2.2.1 环境监测机构

宁波终端目前日常环境监测工作外委第三方进行，在项目建成后，建设单位应配备相应的环境监测人员和设备，负责日常的环境监测工作，本项目的环境监测纳入现有环境监测机构中统一管理。

#### 12.2.2.2 环境跟踪监测计划

根据运营期的环境污染特点，环境监测包括污染源监测、环境质量监测和针对开停车以及发生污染事故性排放的非常规监测。

（1）污染源监测

本项目建成投产后，为了全面掌握污染物排放状况，应根据的排污口设置及污染物排放情况，设定监测点位和监测项目。根据本项目污染排放和环境影响特点，污染源监测计划主要包括对本项目的运营期废水、废气、厂界噪声的定期监测。

根据《环境影响评价导则 大气环境》（HJ 2.2-2018）、《排污单位自行监测技术指南 陆上石油天然气开采工业》（HJ 1248-2022）、《排污许可证申请与核发技术规范 总则》（HJ942-2018）、《排污单位自行监测技术指南 火力发电及锅炉》（HJ 820-2017）要求，本项目改造后全厂所有污染源监测可参考表 12.2-1 进行。

表 12.2-1 宁波终端全厂污染源监测计划

| 监测项目 | | 监测内容 | 监测点位 | 监测频率 | 标准 |
|---|---|---|---|---|---|
| 厂界噪声 [a] | | 等效 A 声级 | 厂界外 1 m | 1 次/季 | 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008） |
| 废气 | 8.5MW 余热锅炉 A | 氮氧化物 | 排气筒采样口 | 1 次/月 | 《火电厂大气污染物排放标准》（GB13223-2011） |
| | | 颗粒物、二氧化硫、林格曼黑度 | | 1 次/年 | |
| | 8.5MW 余热锅炉 B | 氮氧化物 | 排气筒采样口 | 1 次/月 | |
| | | 颗粒物、二氧化硫、林格曼黑度 | | 1 次/年 | |
| | 8.5MW 余热锅炉 C | 氮氧化物 | 排气筒采样口 | 1 次/月 | |
| | | 颗粒物、二氧化硫、林格曼黑度 | | 1 次/年 | |
| | 5MW 余热锅炉 D（投用期间） | 氮氧化物 | 排气筒采样口 | 1 次/月 | |
| | | 颗粒物、二氧化硫、林格曼黑度 | | 1 次/年 | |
| | 8500 kW 燃气热媒炉 A（投用期间） | 氮氧化物、颗粒物、二氧化硫、林格曼黑度 | 排气筒采样口 | 1 次/年 | 《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014） |
| | 火炬 | 火炬气流量、火炬火焰温度、火种气流量、火种温度 | 火炬及长明灯 | 连续 | 《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB 39728-2020） |
| | 无组织-企业边界 | 非甲烷总烃 | 厂界上风向、 | 1 次/季 | |

| 监测项目 | | 监测内容 | 监测点位 | 监测频率 | 标准 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 下风向 | | |
| | 无组织-设备与管线组件密封点[b] | 泄漏检测值 | 泵、压缩机、搅拌器（机）、阀门、开口阀或开口管线、泄压设备、取样连接系统 | 1 次/半年 | |
| | | | 法兰及其他连接件、其他密封设备 | 年 | |
| 废水 | 生产废水、生活污水总排放口 | 流量、化学需氧量、氨氮 | 外排监控水池 | 月 | 城镇污水排入排水管网许可证（副本）中要求：悬浮物 400mg/L、化学需氧量 500mg/L、五日生化需氧量 350mg/L、氨氮 45mg/L，其他因子参考《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)A 级标准 |
| | | pH 值、悬浮物、五日生化需氧量、石油类、总有机碳、硫化物、总磷 | | 1 次/季 | |
| | | 挥发酚、阴离子表面活性剂 | | 1 次/半年 | |
| 雨水排放口（2 个） | | 化学需氧量、石油类 | 雨水排放口 | 季度[d] | |

注：[a]夜间有频发、偶发噪声影响时，应同时测量频发、偶发最大声级。[b]载有气态 VOCs 物料、液态 VOCs 物料或质量占比≥10%的天然气的设备与管线组件，密封点数量≥2000 个，应开展泄漏检测。满足 GB 37822 中豁免条件的，可免予泄漏检测。[c]根据 2023 年浙江省环境监管重点单位名录，项目终端属于环境风险重点管控单位，不属于水环境重点排污单位，因此，不需要自动监测。[d]有流动水排放时按季度监测，如监测一年无异常情况，可放宽至每年开展一次监测。

（2）环境质量监测

本项目环境质量监测主要包括对地下水和大气进行常规监测，分析其中有害物质的浓度，检查是否符合国家规定的标准；如超标，则通知有关部门查找原因，并采取治理措施。

a. 地下水

依据地下水监测原则，参照《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）和《排污单位自行监测技术指南 陆上石油天然气开采工业》（HJ 1248-2022）的相关要求，结合厂区含水层系统和地下水径流系统特征、项目平面布置和潜在污染源位置等因素，在生产废水处理系统下游设置了 1 眼监控井，本项目投产后与现有工程的地下水监测合并执行。监测点位及地下水监控井相对位置、井深、井孔结构等详见图 12.2-2、表 12.2-2。

图 12.2-2 地下水监测井布置图

表 12.2-2 地下水监测计划

| 孔号 | 相对位置 | 孔深（m） | 井孔结构 | 监测层位 | 监测频率 | 监测内容 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MW1 | 污水处理系统西南侧 | 7.5m | 孔径200mm，管径80mm，孔口以下1.0m采用水泥止水，中部滤水管，底部1.0m沉砂管 | 孔隙潜水 | 1次/半年 | 汞、砷、铬（六价）和石油类。 |

b. 大气监测

依据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）环境质量监测要求，大气环境质量监测点位选择项目厂界外侧，数量为 1 个。监测频率为每年至少一次，本项目投产后与宁波终端二期改扩建的环境空气质量监测合并执行。具体跟踪监测计划见表 12.2-3。

表 12.2-3 环境质量监测计划

| 监测点位 | 监测指标 | 监测频率 | 执行标准 |
|---|---|---|---|
| 厂界外 | 非甲烷总烃 | 1 次/年 | 《大气污染物综合排放标准详解》 |

c. 应急监测

在本工程开停车以及发生污染事故性排放时，应及时组织对相关排放点进行监测和跟踪。具体的监测计划见表 12.2-4。

表 12.2-4 事故应急环境监测计划

| 监测项目 | 监测因子 | 监测点位 | 监测频率 |
|---|---|---|---|
| 废气 | CO、NMHC | 事故现场及下风向一定范围内；若为大型事故，还应在下风向环境保护目标处增设监测点 | 按事故级别制定监测频次，对大型事故或毒物泄漏事故应对相关地点进行紧急高频次监测（1 次/小时），并随着事故的处理及污染物浓度的降低，逐步降低 |

| 监测项目 | 监测因子 | 监测点位 | 监测频率 |
|---|---|---|---|
| | | | 监测频次，直至环境空气质量恢复正常水平 |
| 废水 | pH、石油类、硫化物、氨氮、COD、SS | 在泄漏现场周围排水系统汇水处增设临时监测点 | 连续监测，临时增设的监测点采取高频次监测（1 次/小时） |
| 地下水 | 石油类 | 建设项目场地、上、下游 3 个监控井 | 需要从事故发生至其后的半年至一年的时间内定期监测地下水污染物含量 |
| 土壤 | 石油类 | 根据事故发生位置设置 | 需要从事故发生至其后的半年至一年的时间内定期监测土壤中石油烃含量 |

# 13 评价结论与建议

## 13.1 工程概况

根据东海区域开发策略，亟待通过新建 HY1-1CEP 至 TWT-CEP 平台海底输气复线、投用 DH BOP 平台（TWT-CEP 平台至宁波终端之间），将至宁波终端的输气能力提升至※※$m^3/d$（※※$m^3/a$），以解决外输瓶颈，充分释放区域产能。

西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目海上工程位于东海海域，新建平台距岸（浙江省宁波市）最近距离约※※km（西）。陆上工程宁波终端位于浙江省宁波市北仑区，距宁波市东南方向约※※km。项目新建平台所在海域水深变化范围为※※m~※※m，新建海管所在海域水深变化范围为※※m~※※m。

本项目海上工程新建 1 座增压平台（DH BOP 平台）、1 条 HY1-1CEP 至 TWT-CEP 约 51.3km 的海底输气管道，对依托的 HY1-1CEP 平台和 TWT-CEP 平台进行适应性改造，并对现有宁波终端进行改扩建。陆上工程宁波终端的改扩建工程内容包括新建 1 套处理规模为 $22\times10^8m^3/a$ 天然气处理装置、1 座 $1000m^3/h$ 的循环冷却水装置、3 台进站压缩机（2 用 1 备）、1 个 $2500m^3$ 丙烷储罐、利旧 8500kW 热媒炉（1 用 1 备）等，本次改扩建后宁波终端的输气能力将提升至※※$m^3/a$。新建 DH BOP 平台采用本次新建的透平发电机组为其供电。

东海海域现有西湖、平湖、丽水三个油气区块，共有20个平台，现有工程设施最大天然气外输能力为$45\times10^8m^3/a$（$1285\times10^4m^3/d$），其中宁波方向现有输送能力※※$m^3/a$、南汇方向输送能力※※$m^3/a$。东海区域宝云亭、孔雀亭、团结亭、宁波19-6、黄岩1-1、黄岩2-2、※※、绍兴36-5等油气田的物流均进入HY1-1CEP平台进一步处理。HY1-1CEP平台段塞流捕集器分离出的干气与平黄区域的产气混合，大部分气体通过已建海底管道经现有TWT-CEP平台输至宁波终端进行深度处理，剩余部分气体通过海底管道经现有PH-DPP平台输至上海南汇终端；段塞流捕集器分离出的凝析油进入HY1-1CEP平台凝析油处理系统，与平黄区域产油一起稳定后通过海底管道经PH-DPP平台输至岱山终端。

本项目投产后，※※※※平台处理后的干气和脱水凝析油混输至 HY1-1CEP 平台经专用段塞流捕集器进行气液分离，分离出的干气全部进入新建海

底管道输往 TWT-CEP 平台，HY1-1CEP 平台处理后的其他区域产气通过原已建海底管道输往 TWT-CEP 平台，两根海管输送干气在 TWT-CEP 合并越站，与天外天区域干气共三股气汇合后经现有天然气管道输送至新建 DH BOP 平台。新建 DH BOP 平台设置段塞流捕集器，当分离的天然气压力满足燃料气需求时，优先进入燃料气系统，剩余天然气作为外输气进入干气压缩机进一步增压；当分离的天然气气压力无法满足燃料气要求时，进入干气压缩机增压后节流作为燃料气使用，剩余天然气进入外输海管。分离的凝液经增压后，与外输干气混合经现有海管输送至宁波终端进一步处理。

本项目新建 DH BOP 平台位于已建 TWT-CEP 平台至宁波终端海底管道中点处，采用 2 孔带压开孔方案，作业期间不停产安装柔性管临时旁通，使用水下封堵机对主管线进行封堵，水下切割两个封堵口之间的管段。新建平台导管架和上部设施在陆上预制完成后，由驳船运抵现场，导管架先下水，然后由浮吊船安装就位，上部设施也由浮吊船安装。新建海管铺设采用铺管船后挖沟埋设，自然回填埋深 1.0m。本项目陆上工程施工内容主要包括终端场地清理、平整，地下管线、厂区基础施工，建筑施工、设备安装以及现场清理等工作。陆上工程扩建天然气处理工艺为：海管来气首先进入段塞流捕集器，分离出凝析液和气相。凝析液进入凝液处理单元，处理单元中的气相进入低压燃料气系统，液相进入脱丙烷塔进一步处理。段塞流捕集器分离出的气相首先进入分子筛脱水单元，脱水合格后进入两套天然气处理装置，经过冷箱、膨胀制冷、凝液分馏等装置回收气体中 C3 及以上的重烃，主要产品为液化石油气（商品丙烷、商品丁烷、商品丙丁烷混合物）和稳定轻烃，以及增压后外输出厂的天然气。

本项目计划于※※投产，项目工程开发投资为※※万元人民币（海上工程※※万元，陆上工程※※万元），其中环保投资※※万元人民币（海上工程※※万元，陆上工程※※万元）。

## 13.2 主要污染源和污染物

### 13.2.1 海上工程主要污染源和污染物

西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目海上工程建设阶段产生的污染物主要包括铺设海底管道挖沟埋设作业产生的悬浮物和水下带压开孔吹泥产生的少量悬浮物，此外还有参加施工的船舶和人员所产生的船舶含油污水、生活污水、生活垃圾，以及设施安装产生的生产垃圾等船舶污染物。经核算，本

项目铺设海管悬浮物产生总量为27982.2m$^3$，悬浮物的最大源强约为53.66kg/s。建设期施工船舶含油污水产生量约463.2m$^3$、生活污水约28812m$^3$、生活垃圾约123.5t、生产垃圾约6.4t。

海上工程生产阶段产生的污染物主要包括生活污水、少量甲板冲洗水、温排水、试压水、透平发电机组废气、燃驱离心压缩机废气、生活垃圾、生产垃圾等。本项目新建平台产生的甲板冲洗水等其他含油污水量约为60m$^3$/a，其他含油污水打入临时污油罐暂存，由支持船配合平台吊机定期拉回陆地送有资质处理。；产生的温排水最大排放量约为3700m$^3$/h，温升约12.8℃；新增透平发电机组产生的氮氧化物约为158.1t/a；新增燃驱离心压缩机产生的氮氧化物为205.6t/a；新建平台生活污水最大约为4599m$^3$/a，经处理达标后排海；生活垃圾最大产生量约为5.475t/a，生产垃圾最大产生总量约50t/a。产生的食品废弃物处理至颗粒直径<25mm后可排放或弃置入海，其他生活垃圾和生产垃圾收集后全部运回陆地处理。

### 13.2.2 陆上工程主要污染源和污染物

#### 13.2.2.1 大气污染物

本项目陆上工程投用后，正常生产情况下，有组织废气包括工况一和工况二。工况一、工况二共计新增废气排放量 4.76×10$^8$Nm$^3$/a，新增二氧化硫排放量 0.0824t/a、氮氧化物排放量 23.7780t/a、颗粒物排放量 2.3776t/a、挥发性有机物排放量 6.5525t/a。

本项目非正常工况下的放空气依托现有火炬系统处理，不新增排放口。现有火炬系统新增二氧化硫排放量 0.0003094t/a、氮氧化物排放量 7.5843t/a、挥发性有机物排放量 0.2809t/a。

#### 13.2.2.2 水污染物

本项目新增废水 14584.5t/a，其中 7402.5t/a 废水送至现有生产废水处理装置处理后进入外排监控池；7182t/a 循环水排污水直接送至外排监控池；经外排监控池监控达到接管标准后送至春晓净化水厂进一步处理。

#### 13.2.2.3 固体废物

陆上工程新增一般固体废物 45t/a，危险废物 575t/a。危险废物依托已建的 60m$^2$ 的危险废物贮存点，用于对厂内的危险废物暂时储存，最终委托有资质单位处置；一般固废委托相关处置单位合规处置，生活垃圾由环卫部门清运。

13.2.2.4 噪声排放

噪声源主要包括压缩机、冷却器和各类泵体运行噪声等，噪声声压级不超过 85dB(A)。

13.2.2.5 改扩建后全厂“三废”排放核算结果

宁波终端三期改扩建后全厂二氧化硫的排放量为 0.3363t/a、氮氧化物的排放量为 148.5255t/a、颗粒物的排放量为 14.0939t/a、挥发性有机物的排放量为 24.1471t/a。

宁波终端三期改扩建后全厂的废水排放量为 49685.35t/a，经春晓净化水厂处理后的 COD 排放量为 1.4907t/a，石油类的排放量为 0.0497t/a，悬浮物的排放量为 0.4968t/a，氨氮排放量为 0.0745t/a，总氮排放量为 0.4965t/a。

宁波终端三期改扩建后全厂的固体废物产生量总量为 744.05t/a。其中，危险废物 620.38t/a，委托有资质单位处置；一般固体废物产生 94.47t/a，委托相关单位处置；生活垃圾 29.20t/a，委托环卫部门统一处理。

13.3 规划和政策符合性结论

西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目符合《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“第一类 鼓励类”的“七、石油天然气，1、常规石油、天然气勘探与开采，2、原油、天然气、液化天然气、成品油的储存和管道输送设施、网络和液化天然气加注设施建设、技术装备开发与应用”。因此，本项目的建设符合国家产业政策的要求。

13.3.1 海上工程规划和政策符合性

本项目海上工程符合《全国海洋主体功能区规划》和《全国海洋功能区划（2011~2020 年）》，与《浙江省海洋主体功能区规划》《浙江省海洋功能区划》（2011-2020 年）《浙江省“三线一单”生态环境分区管控方案》（浙环发〔2020〕7 号）的管理要求相协调。本项目位于浙江省划定的“三区三线”海洋生态红线范围外，最近距离约为 69.4km，与浙江省海洋生态红线相协调。

13.3.2 陆上工程规划和政策符合性

本项目陆上工程符合《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》《浙江省煤炭石油天然气发展“十四五”规划》。

陆上工程建设运营阶段符合《浙江省生态环境保护“十四五”规划》《浙江省“十四五”挥发性有机物综合治理方案》《宁波市土壤和地下水污染防治“十四

五”规划》等相关环境保护规划要求。

本项目陆上工程在宁波终端（一、二期）的基础上进行扩建工作，对照浙江省生态保护红线图，占地均不包含生态保护红线区域。本项目与“浙东沿海及近岸生物多样性维护生态保护红线”距离最近，约 6km，项目的建设和运行对红线区基本无影响。因此，本项目符合浙江省生态保护红线要求。

## 13.4 环境现状分析与评价结论

### 13.4.1 环境现状分析与评价

#### 13.4.1.1 海上工程周边环境现状分析与评价

a. 海洋水文动力、地形地貌及冲淤环境

本项目分别于 2023 年 5 月和 2023 年 10 月~11 月在项目所在海域设置了 3 个水文动力测站（T1、T2 和 T3），根据实测潮汐调和分析结果，本海区的潮汐类型属于正规半日潮；根据测站实测海流资料，T1、T2 和 T3 测站所在海域表层、中层和底层大部分为规则半日潮流。

本项目于 2023 年 5 月和 2023 年 11 月针对新建平台场址和管线路由进行了工程场地勘察。根据调查资料显示，DH BOP 平台调查区域内海底比较平缓，水深变化不大，全区水深变化范围为 70.6~71.7m，水深大致由东北往西南方向逐渐变深，DH BOP 平台中心位置实测水深为 71.64m。新建 HY1-1CEP 平台至 TWT-CEP 平台海底管线路由区受海底脊槽区影响，海底地形起伏较大，水深值在 81.5m 至 107.3m 之间变化。

根据现有的地貌资料分析，在 DH BOP 平台场址调查区域内，海底地貌较平缓，主要地貌特征为已建的东海春晓气田群海底输气管道，其埋设沟痕较清晰，管道距离平台中心位置最近距离约 128.5m；除此之外，调查区域内未发现其他对平台安装就位有潜在影响的灾害地质现象或障碍物存在。新建 HY1-1CEP 平台至 TWT-CEP 平台海底管线路由区整体平整，主要地貌特征为已建管道、管道敷设沟和渔业活动痕迹。已建管道及管道敷设沟是本项目预选路由东侧现有的 HY1-1CEP 平台至 TWT-CEP 平台管道及其敷设留下的痕迹，渔业活动痕迹主要表现为锚痕，呈线状零星分布于项目区。除此之外，调查区域内未发现有其它遗弃物及障碍性物体存在。

根据对本项目周边已建平台的冲刷调查成果，海底面比较平缓，水深变化较小，未发现明显的冲刷痕迹，说明本项目工程海域冲淤环境基本稳定。根据

本项目水深资料、浅剖资料和地貌资料，工程区内海底地形比较稳定，表层沉积基本一致。根据地质取样资料，工程区域表层沉积物主要为松散到中密实的细砂。综合水深调查资料、水动力环境资料和海底土质性质可以初步判断本项目区域海底发生冲淤的可能性很小。

b. 海洋水质环境现状

本新建 DH BOP 平台与新建海底输气管道距离较远，因此分为海管区（本项目新建海底管道所在海域）和平台区（本项目新建增压平台所在海域）对两个区域分别进行环境现状调查与评价。

本项目海上工程海管区分别于 2022 年 3 月 9 日~16 日（春季）和 2021 年 8 月 25 日~9 月 9 日（秋季）进行了春、秋季海水水质现状调查，均布设 63 个水质站位。平台区分别于 2022 年 3 月 9 日~16 日、2023 年 5 月 5 日~7 日（春季）和 2021 年 11 月 3 日~11 月 5 日（秋季）进行了春、秋季海水水质现状调查，均布设 15 个水质站位。海管区和平台区春、秋季调查单位均为国家海洋环境监测中心。海水水质评价因子包括 pH、溶解氧、化学需氧量、石油类、汞、铜、铅、锌、镉、总铬、砷、挥发性酚、活性磷酸盐、无机氮和硫化物共 15 项。

根据《浙江省海洋功能区划（2011-2020年）》和《自然资源部办公厅关于浙江等省（市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2080号），调查海域海管区和平台区调查站位均位于《浙江省海洋功能区划（2011-2020年）》和浙江省划定的“三区三线”海洋生态红线范围之外，本项目海水水质按维持现状评价。

春季调查海域海管区 pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、石油类、铜、锌、镉、总铬、汞、砷、挥发性酚和硫化物均满足第一类海水水质标准。活性磷酸盐在表层、10m 层和底层均有 1 个站位符合第二（三）类海水水质标准；铅在表层、10m 层和底层均有 4 个站位符合第二类海水水质标准，在 50m 层有 5 个站位符合第二类海水水质标准；活性磷酸盐和铅在其余各层次站位均符合第一类海水水质标准。

春季调查海域平台区pH、化学需氧量、无机氮、石油类、铜、锌、镉、总铬、汞、砷、挥发性酚和硫化物均满足第一类海水水质标准。溶解氧仅底层有6个站位符合第二类海水水质标准；活性磷酸盐在50m层有1个站位符合第二

（三）类海水水质标准，在底层有9个站位符合第二（三）类海水水质标准；铅在表层、10m层和底层均有2个站位符合第二类海水水质标准，在50m层有3个站位符合第二类海水水质标准；溶解氧、活性磷酸盐和铅在其余各层次站位均符合第一类海水水质标准。

秋季调查海域海管区pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、石油类、铜、锌、镉、总铬、汞、砷、铅、挥发性酚和硫化物均满足第一类海水水质标准。活性磷酸盐在10m层有2个站位符合第二（三）类海水水质标准，在50m层有33个站位符合第二（三）类海水水质标准，底层所有站位（63个）均符合第二（三）类海水水质标准；活性磷酸盐在其余各站位均符合第一类海水水质标准。

秋季调查海域平台区 pH、化学需氧量、无机氮、石油类、铜、锌、镉、总铬、汞、砷、挥发性酚和硫化物均满足第一类海水水质标准。溶解氧表层和底层均有 1 个站位符合第二类海水水质标准，50m 层有 3 个站位符合第二类海水水质标准；10m 层和 50m 层均有 2 个站位符合第三类海水水质标准，底层有 8 个站位符合第三类海水水质标准；50m 层的 2 个站位和底层的 6 个站位符合第四类海水水质标准。活性磷酸盐在 50m 层的 2 个站位和底层的 4 个站位符合第二（三）类海水水质标准；在底层有 9 个站位符合第四类海水水质标准。铅在表层的 12 个站位、10m 层的 6 个站位、50m 层的 4 个站位和底层的 3 个站位符合第二类海水水质标准。溶解氧、活性磷酸盐和铅在其余各层次站位均符合第一类海水水质标准。

c. 海洋沉积物环境现状

本项目海上工程海管区于 2022 年 3 月 9 日~16 日（春季）进行了海洋沉积物现状调查，布设 63 个调查站位；平台区于 2022 年 3 月 9 日~16 日和 2023 年 5 月 5 日~7 日（春季）进行了海洋沉积物现状调查，布设 15 个调查站位。海管区和平台区春季调查单位为国家海洋环境监测中心。海洋沉积物评价因子汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、石油类、硫化物及有机碳共 10 项。本项目沉积物现状评价按照工程分布情况分海管区和平台区分别开展评价，调查站位均位于《浙江省海洋功能区划（2011-2020 年）》和浙江省划定的“三区三线”海洋生态红线范围之外，本项目海洋沉积物按维持现状评价。根据调查结果，调查海域沉积物中各评价因子均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）第一类评价标准，沉积物质量良好。

d. 海洋生态环境现状

本项目海上工程海管区分别于2022年3月9日~16日（春季）和2021年8月25日~9月9日进行了春、秋季海洋生物生态现状调查，均布设63个海洋生物生态站位。平台区分别于2022年3月9日~16日、2023年5月5日~7日（春季）和2021年11月3日~11月5日（秋季）进行了春、秋季海洋生物生态现状调查，均布设15个海洋生物生态站位。海管区和平台区春、秋季调查单位均为国家海洋环境监测中心。本项目海洋生物生态现状评价按照工程分布情况分海管区和平台区分别开展评价。

调查结果表明：春季调查海管区各站位叶绿素a浓度变化于（0.12~0.40）mg/m$^3$，平均值为0.26mg/m$^3$，春季调查平台区各站位叶绿素a浓度变化于（0.07~3.68）mg/m$^3$，平均值为0.73mg/m$^3$。秋季调查海管区各站位叶绿素a浓度变化于（0.13~5.03）mg/m$^3$，平均值为0.76mg/m$^3$；秋季调查平台区各站位叶绿素a浓度变化于（0.11~2.79）mg/m$^3$，平均值为0.66mg/m$^3$。春、秋季海水中叶绿素a含量总体偏低，为贫营养海域。

春季海管区各站位初级生产力变化范围为（138~3251）mg·C/(m$^2$·d)，平均值为740mg·C/(m$^2$·d)；春季平台区各站位初级生产力变化范围为（144~1449）mg·C/(m$^2$·d)，平均值为567mg·C/(m$^2$·d)。秋季海管区各站位初级生产力变化范围为（130~350）mg·C/(m$^2$·d)，平均值为242mg·C/(m$^2$·d)；秋季平台区各站位初级生产力变化范围为（209~622）mg·C/(m$^2$·d)，平均值为404mg·C/(m$^2$·d)。

春季调查海域海管区共获浮游植物141种，浮游植物密度变化范围在（1.03~444.80）×10$^4$个/m$^3$之间；春季调查海域平台区共获浮游植物80种，浮游植物密度变化范围在（3.80~862.77）×10$^4$个/m$^3$之间。秋季调查海域海管区共获浮游植物111种，浮游植物密度变化范围在（1.19~173.45）×10$^4$个/m$^3$之间；秋季调查海域平台区共获浮游植物67种，浮游植物密度变化范围在（4.76~155.69）×10$^4$个/m$^3$之间。该海域春、秋季调查生物多样性指数较低，且均匀度较差，丰富度较低，各种类间个体分布不均匀，结构稳定性较差。

春季调查海域海管区浮游动物共获227种，浮游动物生物量变化范围在（47~947）mg/m$^3$之间，密度变化范围在（37~959）个/m$^3$之间；春季调查海域平台区浮游动物共获118种，浮游动物生物量变化范围在（120~519）mg/m$^3$之间，密度变化范围在（40~683）个/m$^3$之间。秋季调查海域海管区浮游动物共获

124种，浮游动物生物量变化范围在（1~383）mg/m³之间，密度变化范围为（2~1033）个/m³；秋季调查海域平台区浮游动物共获128种，浮游动物生物量变化范围在（64~1257）mg/m³之间，密度变化范围为（68~561）个/m³。调查海域浮游动物多样性指数、均匀度和丰富度都较低，浮游动物群落结构稳定性一般。

春季调查海域海管区底栖生物共获122种，生物量变化范围在（0.1~41.8）g/m²之间，平均为8.4g/m²，密度变化范围在（10~470）个/m²之间，平均为168个/m²；春季调查海域平台区底栖生物共获64种，生物量变化范围在（0.3~140.0）g/m²之间，平均为20.3g/m²，密度变化范围在（30~270）个/m²之间，平均为125个/m²。秋季调查海域海管区底栖生物共获106种，生物量变化范围在（0~20.6）g/m²之间，平均为1.9g/m²，密度变化范围在（5~165）个/m²之间，平均为44个/m²；秋季调查海域平台区底栖生物共获91种，生物量变化范围在（0.1~2.2）g/m²之间，平均为1.0g/m²。密度变化范围在（20~135）个/m²之间，平均为66个/m²。调查海域底栖生物多样性指数、均匀度和丰富度都较低，底栖生物群落结构稳定性一般。

e. 海洋生物质量环境现状

本项目海上工程海管区分别于2022年3月9日~16日（春季）和2021年8月25日~9月9日（秋季）进行了春、秋季海洋生物质量现状调查，春季布设38个海洋生物质量站位，秋季布设28个海洋生物质量站位。平台区分别于2022年3月9日~16日、2023年5月5日~7日（春季）和2021年11月3日~11月5日（秋季）进行了春、秋季海洋生物质量现状调查，春、秋季均布设9个海洋生物质量站位。海管区和平台区春、秋季调查单位均为国家海洋环境监测中心。

春季调查海管区共采集到鱼类3种、甲壳类2种，春季调查平台区共采集到鱼类5种、甲壳类4种、头足类3种；秋季调查海管区共采集到鱼类3种、甲壳类4种，秋季调查平台区共采集到鱼类2种、甲壳类3种。

春、秋季调查海管区和平台区底栖生物样品中，甲壳类、软体类和鱼类的各项评价因子的单项标准指数值均小于1，无超标现象，符合生物质量标准要求。调查结果表明调查海域底栖生物的生物质量状况良好。

f. 海洋渔业资源现状

本项目于2023年4月10日~4月27日（春季）和2021年11月1日~19日

（秋季）进行了海洋渔业资源现状调查，春、秋季调查单位均为中国水产科学研究院东海水产研究所，均布设 55 个站位。

春季调查渔业资源重量密度平均值为1715.06kg/km$^2$。鱼类共有61种，成体平均重量资源密度558.60kg/km$^2$，幼体平均尾数资源密度285474ind/km$^2$。头足类有13种，成体平均资源密度75.97kg/km$^2$，幼体平均资源密度30551ind/km$^2$。甲壳类有21种，虾类成体平均资源密度为120.26kg/km$^2$，虾类幼体平均资源密度为84820ind/km$^2$；蟹类成体平均资源密度为9.30kg/km$^2$，蟹类幼体平均资源密度为10442ind/km$^2$。

秋季调查渔业资源重量密度平均值为1156.10kg/km$^2$。鱼类共有92种，成体重量资源密度269.20kg/km$^2$，幼体尾数资源密度543974ind/km$^2$。头足类有20种，成体平均资源密度155.82kg/km$^2$，幼体平均资源密度3091ind/km$^2$。甲壳类有29种，虾类成体平均资源密度为81.53kg/km$^2$，虾类幼体平均资源密度为24951ind/km$^2$；蟹类成体平均资源密度为16.96kg/km$^2$，蟹类幼体平均资源密度为1764ind/km$^2$。

春季调查共采集到鱼卵和仔稚鱼 30 种，鱼卵平均密度为 0.361ind/m$^3$，仔稚鱼平均密度为 0.616ind/m$^3$。秋季调查共采集到鱼卵和仔稚鱼 30 种，鱼卵平均密度为 0.072ind/m$^3$，仔稚鱼平均密度为 0.267ind/m$^3$。

13.4.1.2 陆上工程周边环境现状分析与评价

a. 环境空气质量现状评价

根据宁波市生态环境局北仑分局公开发布的“2022 年 12 月及 1-12 月份北仑区环境空气质量报告”显示，宁波市北仑区 2022 年 $SO_2$ 浓度均值为 8μg/m$^3$，$NO_2$ 浓度均值为 31μg/m$^3$，$PM_{10}$ 浓度均值为 37μg/m$^3$，$PM_{2.5}$ 浓度均值 21μg/m$^3$，CO 第 95 百分位数值为 1.0mg/m$^3$，$O_3$ 第 90 百分位数值为 147μg/m$^3$，六项污染物均达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值。宁波市北仑区属于达标区。

根据2024年其他污染物（非甲烷总烃、氨、硫化氢和TVOC）补充监测结果表明：非甲烷总烃小时浓度满足《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）详解中的限值；氨小时浓度满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录D.1的限值；硫化氢未检出；TVOC 8小时浓度满足《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）附录D.1的限值，监测点位的所有

特征污染物均达标。

b. 地下水环境质量现状评价

2022 年 5 月 13 日，宁波谱尼测试技术有限公司在宁波终端厂区内开展地下水现状监测，布设水质监测点 3 个，水位监测点 6 个，监测因子主要为八大离子、基本因子、特征因子（石油类）。

从本次地下水水质现状监测及评价结果可以看出：评价区 pH 值、硫酸盐、铁、挥发性酚类（以苯酚计）、硫化物、亚硝酸盐（以 N 计）、硝酸盐（以 N 计）、氰化物、氟化物、汞、砷、镉、铬（六价）、铅均满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准；总硬度（以 $CaCO_3$ 计）、溶解性总固体、氯化物、锰、耗氧量（$COD_{Mn}$ 法，以 $O_2$ 计）、氨氮（以 N 计）、钠、总大肠菌群、菌落总数存在不同程度超标现象，地下水水质已不满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）III类标准；陆上工程特征因子石油类满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）的III类标准（0.05mg/L）。

其中锰、菌落总数超标率均为100%，最大超标倍数分别为12.8（2#）、2499（2#）；锰、溶解性总固体、氯化物、耗氧量（$COD_{Mn}$法，以$O_2$计）、钠超标率为67%，最大超标倍数分别为0.59（3#）、2.05（3#）、3.23（2#）、1.21（3#）；总硬度（以$CaCO_3$计）、氨氮（以N计）、钠超标率均为33%，最大超标倍数分别为0.05（1#）、20.20（3#）、14.67（2#）。陆上工程位于滨海平原，项目场地地下水埋深较浅，绿化水、大气降水等入渗导致地下水总大肠菌群、菌落总数、氨氮（以N计）等数值较高，部分点位总硬度（以$CaCO_3$计）、溶解性总固体、锰、氯化物、钠等超标与场地地质、水文地质条件相关。

陆上工程特征因子石油类满足《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）的III类标准（0.05mg/L）。

c. 地表水环境质量现状评价

2021 年 8 月 13 日至 2021 年 8 月 15 日（连续监测 3 天）宁波谱尼测试技术有限公司对宁波终端厂区周边的群英河下游、西直河下游设置 2 个监测断面开展水质监测。

监测结果表明，本次地表水环境质量现状监测中汞、铅、挥发酚和硫化物均低于检出限，各监测因子中，溶解氧、氨氮、类大肠杆菌、总氮出现超标现象，其余因子均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III 类标准。群

英河下游入海处类大肠杆菌、总氮有超标现象，类大肠杆菌最大超标倍数为 6，总氮最大超标倍数 1.35。西直河下游入海处氨氮仅在 8 月 15 日超标，最大超标倍数 0.12；其余类大肠杆菌最大超标倍数为 13，总氮最大超标倍数 1.95，溶解氧最大超标倍数为 0.18。

d. 土壤环境质量现状评价

2023 年 12 月 4 日～12 月 12 日，实朴检测技术(上海)股份有限公司，对宁波终端厂区内土壤环境现状开展监测工作，陆上工程布设 3 个表层样，其中：1 位于本项目新建天然气处理工艺装置区、S2 位于循环冷却水装置区、S3 位于丙烷罐区。

监测结果显示，设置的各监测点位基本因子的重金属、无机物、挥发性有机物和半挥发性有机物中镉、铜、铅、镍的监测数据均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值，其他基本因子均未检出。

各监测点位特征因子，石油烃（$C_{10}$-$C_{40}$）浓度在未检出～23mg/kg 之间，砷浓度在 4.07～4.57mg/kg 之间，汞浓度在 0.049～0.082mg/kg 之间，石油烃（$C_6$-$C_9$）、六价铬未检出，特征因子土壤中浓度均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）中第二类用地筛选值。

e. 声环境质量现状评价

2023 年 09 月 27 日～2023 年 09 月 28 日对宁波终端厂界声环境现状进行监测。2024 年 01 月 23 日、2024 年 01 月 24 日对声环境评价范围内的声环境保护目标“中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站”设置噪声监测点位进行监测。根据监测结果，项目厂界噪声结果均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12344-2008）3 类标准限值的要求；声环境保护目标“中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站”噪声监测结果满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中的 3 类功能区标准限值要求。

### 13.4.2 主要环境敏感目标

#### 13.4.2.1 海上工程主要环境敏感目标

海上工程位于东海海域，工程周围海域的主要环境敏感目标有国家级自然保护区、海洋生态红线区、海洋特别保护区、水产种质资源保护区、东海产卵带鱼保护区，以及鱼类产卵场、索饵场和越冬场等重要渔业水域。本项目新建

平台位于东海产卵带鱼保护区和日本鲭、蓝点马鲛索饵场内，新建管线位于或穿越绿鳍马面鲀产卵场、带鱼索饵场和带鱼、银鲳、海鳗、日本鲭、绿鳍马面鲀越冬场。本项目距离国家级自然保护区、海洋生态红线区、海洋特别保护区、水产种质资源保护区等均较远，新建平台距离最近的东海带鱼国家级水产种质资源保护区实验区约25km，新建海底管道距其最近距离为185km。

#### 13.4.2.2 陆上工程主要环境敏感目标

陆上工程评价范围内的主要保护目标为周边科研机构和人口集中居住区，其中距离最近的中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站约 166m。

### 13.4.3 环境影响回顾性分析

#### 13.4.3.1 海上工程环境影响回顾性分析

本工程依托的HY1-1CEP平台和TWT-CEP平台现有的生产水处理系统、生活污水处理系统和其他环保设施目前运行正常，含油生产水和生活污水可以实现达标排放。油气田生产阶段主要污染物为含油生产水，但由于生产水量较小，经处理合格后排放对周围海水水质、海洋沉积物和海洋生物生态环境影响不大。

本项目海上工程所在海域海水水质、海洋沉积物、生物生态状况较历史资料总体变化不大。评价海域海水水质基本在正常范围内波动，调查海域溶解氧、活性磷酸盐和铅为该海域的主要污染物，近几年海水中石油类浓度均符合一类海水水质标准。海底沉积物中除2021年11月调查中铬个别站位符合第二类海洋沉积物质量标准外，其余评价因子均符合第一类沉积物质量标准。历次调查浮游植物和浮游动物群落结构总体稳定，底栖生物群落结构稳定性一般；油田周围海域生物质量状况基本保持稳定，生物质量总体保持在较好水平。现有油气田的建设和生产对该海域海洋环境无明显影响。

#### 13.4.3.2 陆上工程环境影响回顾性分析

宁波终端一期工程建设2台8500kW热媒炉，供热设备为导热油余热锅炉，陆上工程采用已建13.4MW压缩机透平配8.5MW余热锅炉，3台13.4MW压缩机透平配2台8.5MW导热油余热锅炉，其中1台为备用。二期建设7MW压缩机透平配一台5MW导热油余热锅炉。有组织排放的氮氧化物的实际排放量低于许可排放量，各污染物监测浓度低于许可排放标准。

根据2022年排污许可执行报告宁波终端厂界非甲烷总烃的无组织排放浓度可以满足《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020）

企业边界污染物控制的要求。

宁波终端厂区内现有生活废水处理后用于厂内绿化，排放污染物均《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中的绿化用水的标准，符合相关标准。生产废水2022年全厂生产水排放量388.04m$^3$，全部按照危废委托有资质单位处理。根据二期环评核算改扩建后全厂废水排放量为13881.25t/a（其中包括正常工况13880.58t/a，非正常工况0.67t/a），化学需氧量的排放量为1.0066t/a，石油类排放量为0.0388t/a，悬浮物排放量为0.8472t/a，氨氮排放量为0.0564t/a，总氮排放量为0.1308t/a。初期雨水经集水系统收集至初期雨水收集池，循环冷却水排水与初期雨水及经处理后的含油废水排至市政污水管道后进入春晓净化水厂处理后达标排放，企业于2024年1月12日取得城镇污水排入排水管网许可证。

宁波终端于2023年9月28日委托专业检测单位对厂界噪声进行了采样监测，经监测结果显示终端厂界各监测点位昼间和夜间噪声均可以满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中3类标准要求。

2022年宁波终端产生的危险废物委托有资质单位进行处理处置。

综上所述宁波终端现有工程环保设施运行状态良好，污染物经过处理后均可实现达标排放或回用。

## 13.5 环境影响预测分析与评价结论

### 13.5.1 海上工程环境影响分析与评价

#### 13.5.1.1 海水水质环境影响评价

a. 海管铺设对海水水质的影响

海上工程铺设 HY1-1CEP 平台至 TWT-CEP 平台海底管道产生的悬浮物造成底层水体超一（二）类水质包络面积 57.199km$^2$，超一（二）类最大距离为 0.79km，施工停止后 8.0h 海水水质可恢复一类水质标准。

由此可见，悬浮物虽对管道路由区的海域水质有一定的影响，但由于铺设海底管道是一次性的，随着施工完毕后时间的推移，能够在一定的时间内减少甚至消除这种影响。因此铺管悬浮物对海水水质的影响是一次性的、短期的和可恢复的。

b. 生活污水对海水水质的影响

由于本工程 COD 排放源强较小，影响面积较小，无论何时排放超一类水

质影响面积在一个计算网格范围内，距排放点最大距离<50m。COD 排放对海洋环境的影响不大，不会明显影响本海区的海洋水质。

c. 温排水对海水水质的影响

本项目 DH BOP 平台闭式循环冷却水系统排放的少量温排水对海水温升影响极小，温排水排放造成的平台海水周围最大温升约 1.6℃，温排水影响范围基本位于 1 个计算网格（50m）之内，影响范围和温升均较小。

13.5.1.2 海洋沉积物环境影响评价

在铺设海底管道期间，搅起来的海底沉积物堆积在管沟两侧，在挖沟结束后在海水运动作用下将回填于管沟。因此，对底质的直接影响就是挖起和覆盖。本工程铺设 1 条海底管道，根据预测可知，悬浮物覆盖 2cm 厚度的范围主要分布在海底管道两侧，覆盖 2cm 厚度的面积合计为 0.872km$^2$。在此范围内，原海底沉积物将受到一定程度的覆盖和破坏。

13.5.1.3 工程对海洋生态的影响

本工程对海洋生态影响的主要因素是海上铺设海底管道掀起的悬浮物，导致局部海域范围内的悬浮物浓度超标，影响水体中浮游动植物的生长与繁殖，对鱼卵、仔稚鱼和游泳动物产生一定的影响，造成底栖生物的掩埋、覆盖等。同时本工程新建 DH BOP 平台闭式循环冷却水系统排放温排水也会对浮游生物产生一定影响。但由于浮游生物的生殖周期短，繁殖快，其损伤后的恢复也较快，因此，本工程温排水排放造成的损伤对海区浮游生物总量和种群结构等影响不大。

根据计算结果，本项目海洋生物损失为：鱼卵28.994×10$^6$粒，仔稚鱼57.989×10$^6$尾，鱼类幼体4840.962kg，头足类幼体334.251kg，虾类幼体332.92kg，蟹类幼体42.413kg，成体1887.941kg，底栖生物3.586t。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），估算本项目造成海洋生物资源损失约为※※万元。

13.5.2 陆上工程环境影响分析与评价

13.5.2.1 施工期环境影响

a. 大气环境影响分析

根据本项目陆上工程的施工特点，施工期产生的主要大气污染物为施工扬尘、车辆扬尘及大型运输车辆、推土机等排放的尾气、焊接烟尘以及喷漆涂装

过程产生的挥发性有机物等。施工期间大气影响短期影响，在采取相关环保措施后对周围大气环境产生的影响较小。

b. 水环境影响分析

陆上工程施工期废水主要包括施工生活污水、施工生产废水。

陆上工程扩建施工期生活污水进入厂区设置的临时厕所，由施工方定期清运，不会对厂区周围水体造成污染。

施工生产废水主要包括：冲洗废水、机械设备运转的冷却水、设备维修含油污水和洗涤水等，施工期施工机械冲洗废水、冷却废水等不含油污水统一收集后，就地浇洒路面；含油污水经收集后由施工方委托有资质单位进行处理，对周边地下水环境影响较小。

c. 声环境影响分析

根据预测结果，施工期间，厂界噪声贡献值在昼间均达标，在停用混凝土搅拌机、混凝土翻斗车、混凝土振捣棒等设备时夜间厂界噪声贡献值均达标，满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）噪声排放要求，即昼间限值 70dB(A)，夜间限值 55dB(A)。施工期间项目对声环境保护目标的噪声预测值为昼间 59.03dB(A)，夜间 47.38dB(A)，满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）3 类标准的要求，对周围声环境影响较小。

综上，施工阶段的噪声影响不大，施工结束后，声环境质量将恢复到原有水平。

d. 固体废物环境影响分析

陆上工程施工期产生的固体废物主要为生活垃圾、施工垃圾、弃土弃渣、施工废料等，施工期生活垃圾委托当地环卫部门清运；建筑垃圾充分回收利用，或填坑平整低洼地，或用于铺路，无法重复与回收利用的施工弃渣运到指定地点集中处理。

在对施工期所产生的各种固废妥善处置的条件下，不会对周围环境产生影响。

e. 土壤环境影响分析

本项目陆上工程施工废水均可以有效收集处置，不会出现地表漫流，施工固废均定期清理并且有效处置，施工期污染物的排放是暂时的，且排放量较小，对土壤环境影响很小。

f. 生态环境影响分析

陆上工程厂区用地性质为工业用地，施工活动集中在厂内预留空地，无新增占地，对生态环境影响很小。

13.5.2.2 运行期环境影响

a. 大气环境

依据陆上工程分析，本项目排放的主要大气污染物为二氧化硫（$SO_2$）、二氧化氮（$NO_2$）、可吸入颗粒物（$PM_{10}$）、一次细颗粒物（$PM_{2.5}$）、非甲烷总烃（NMHC）。因此，确定本次评价预测因子为：$SO_2$、$NO_x$（以 $NO_2$ 计）、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$、NMHC。陆上工程位于浙江省宁波市北仑区，评价范围内的环境空气质量为二类区，评价范围内为达标区。

根据本项目评价内容分两种工况开展预测，工况一：在新建 10.3MW 电驱压缩机运行工况下（6000h/a），启用二期备用的 1 台 13.4MW 燃驱外输压缩机 C 与配套的 8.5MW 余热锅炉 C，及 1 台 8500kW 燃气热媒炉 A，同时二期建设的 7MW 燃驱外输压缩机与配套的 5MW 余热锅炉 D 转为备用。工况二：在新建 10.3MW 电驱压缩机停用工况下（2400h/a），启用二期备用的 1 台 13.4MW 燃驱外输压缩机 C 与配套的 8.5MW 余热锅炉 C，同时保持 7MW 燃驱外输压缩机与配套的 5MW 余热锅炉 D 运行。

综上，本项目对于大气环境的贡献、叠加影响以及厂界、环境防护距离的预测分两种工况考虑。

两种正常工况情形下，陆上工程污染源正常排放下污染物（$SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$、NMHC）短期浓度（小时和日均）贡献值的最大浓度占标率均≤100%。

区域 $SO_2$、$NO_2$ 小时最大浓度贡献值分别为 0.066 μg/m$^3$、27.6 μg/m$^3$，占二级级标准 0.013%、13.8%。区域内 NMHC 小时最大浓度贡献值为 171.50 μg/m$^3$，占标率为 8.57%。

区域内 $SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$ 日均最大浓度贡献值分别为 0.021 μg/m$^3$、6.54 μg/m$^3$、0.654 μg/m$^3$、0.327 μg/m$^3$，占二级标准 0.014%、8.18%、0.44%、0.44%。

本项目新增污染源正常排放下污染物（$SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$ 和 $PM_{2.5}$）年均浓度贡献值的最大浓度占标率≤30%。

区域内 $SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$和 $PM_{2.5}$年均最大浓度贡献值分别为 0.00228ug/m³、0.597μg/m³、0.0597μg/m³、0.0299μg/m³，占二级标准的 0.0038%、1.49%、0.085%、0.085%。

统计两种正常工况情形下各污染物对大气环境最大影响情况。叠加区域相关源和现状浓度后，$SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$区域保证率日均质量浓度，分别为 13.01 μg/m³、64.97 μg/m³、82.275 μg/m³、46.183 μg/m³，占二级标准的 8.67%、81.25%、54.85%、61.58%；$SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$年均最大质量浓度叠加值分别为 7.894 μg/m³、32.64 μg/m³、37.33 μg/m³、20.667 μg/m³，占二级标准的 13.16%、81.50%、53.33%、59.05%。

叠加区域相关源和现状浓度后，NMHC 小时最大质量浓度叠加值为 681.50μg/m³，占标率为 34.07%。

叠加现状浓度的环境影响后，$SO_2$、$NO_2$、$PM_{10}$、$PM_{2.5}$的保证率日平均质量浓度和年平均质量浓度均符合环境质量标准, NMHC 小时最大质量浓度符合环境质量标准。因此本项目的运行不改变区域环境功能。

两种正常工况情形下，本项目叠加厂区现有工程污染源情况以后，厂界浓度均达标，短期贡献浓度也均达标，不需设置大气环境防护距离。

综上所述，本项目大气环境影响可以接受。

b. 地表水环境

陆上工程建成后，运营期间不新增定员，无新增生活污水。生产废水主要包括含油生产、循环排污水、场地冲洗水、工艺装置检修废水和初期污染雨水。

根据城镇污水排入排水管网许可证（副本）中要求本项目接入春晓净化水厂的污染物浓度限值为“悬浮物400mg/L、化学需氧量500mg/L、五日生化需氧量350mg/L、氨氮45mg/L”，废水其他因子参考《污水排入城镇下水道水质标准》(GB/T31962-2015)A级标准执行，故陆上工程运营期生活污水、生产废水经波终端厂区内已建的污水处理系统处理后满足接管标准后接入市政管道进入春晓净化水厂，不会对周围水环境产生不利影响。

陆上工程生活区原有生活污水处理装置作为备用生活污水处理装置，该备用生活污水处理装置可将生活污水处理达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T 18920-2020）中的绿化用水的标准后进行绿化，不会对周围水环境产生影响。

c. 地下水环境

● 正常工况下

陆上工程严格按照《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T 50934-2013）进行地表分区防渗处理，物料及污水输送管线、污废水处理装置等也经过防渗防腐处理，正常状况下不应有废污水处理装置或其它物料暴露而发生渗漏至地下水的情景发生。

● 非正常工况下

本项目陆上工程场地所在区域地下水水力梯度相对较小、含水层渗透性能相对较差，地下水流速较慢，污染物进入潜水含水层中纵向扩散速度缓慢。从上述地下水污染预测结果可知，非正常状况下，30 年后特征污染物石油类最大影响距离约为 19.06m。但地下水具有埋藏隐蔽性和一旦污染很难治理的特征，因此需在设备设施运行过程中加强防渗层进行检查，对破损处进行及时修补，并加强运营期地下水监控工作，避免在项目运营过程中造成地下水污染。

d. 土壤环境

● 正常工况下

本项目陆上工程天然气处理装置区设备密闭运行同时地面进行了硬化处理；扩建装置各设备所排放的污水均密闭进入原含油污水管道，经汇集后进闭式排放罐，经污油泵提升后，污油去装车外运，污水去终端已建污水处理系统污水闭式排放单元，因此正常运营情况下，对土壤环境无影响。

● 非正常工况下

在非正常情况下，陆上工程天然气处理装置区的段塞流捕集器及凝析油稳定单元段塞流捕集器、露点分离器、生产分离器、过滤分离器等设备设施老化腐蚀泄漏，凝析油或含油污水“跑、冒、滴、漏”通过垂直入渗进入土壤，对土壤环境产生一定的影响。

e. 声环境

从预测结果可知，在正常工况下，陆上工程宁波终端厂界噪声贡献值均达标。本项目对声环境保护目标 200 米范围内的中国科学院城市环境研究所宁波观测研究站处噪声预测值为昼间 59.01dB(A)，夜间 47.09dB(A)，满足声环境保护目标处所执行的声环境质量标准（GB 3096－2008），即昼间 65dB(A)，夜间 55dB(A)。

综上，运行期对厂区周边影响不大。项目噪声对周围声环境影响较小。

f. 生态环境

运营期间，本项目陆上工程除对非生物因子（水、空气、土壤等）产生一定的影响外，将不再新增对生态环境的影响，而是在已经形成扰动与破坏的基础上采取植被恢复与绿化措施，逐步改善区域生态环境。

陆上工程投产运营后，正常生产情况下，无污废水就地排放，噪声、废气等均能满足相应标准要求，项目运营期对周边生态环境质量无影响。此外，终端内已进行绿化，种植行道树、绿篱、草皮等，能够吸附灰尘、净化空气、减弱噪声、调温调湿、改善局部生态环境。

g. 固体废物

本项目陆上工程运营过程中的固体废物分类收集、分类处置，生活垃圾由环卫部门清运、一般固废和危险废物委托专业资质单位进行处置。

陆上工程依托已有的一座工业固体废物和危险废物贮存点临时存放危险废物，以避免库区内危险废物在贮存过程中产生二次污染。危废贮存点建设须满足《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）的要求。在各种固废妥善处置的条件下，对周围环境影响较小。

13.5.3 工程对环境敏感目标的影响

本项目新建平台位于东海产卵带鱼保护区和日本鲭、蓝点马鲛索饵场内，新建管线位于或穿越绿鳍马面鲀产卵场、带鱼索饵场和带鱼、银鲳、海鳗、绿鳍马面鲀越冬场内。项目距离其他敏感目标距项目均较远，距离最近的水产种质资源保护区约 25km。

根据数值预测结果，正常工况下，铺管悬浮物对环境敏感目标的影响范围较小，且是短期的、可恢复的，随着施工结束停止排放后在较短时间内水质即可恢复。运营期生活污水达标排放，影响范围较小；温排水的排放量不大，排水的温升不高，运营期间平台排放的生活污水和温排水对50m之外的敏感目标不会产生影响。

综上，本项目施工及运营期对渔业“三场”产生的影响较小，建设方在施工及运营期间将采取适当的清洁生产方式，结合后续的生态补偿措施，损失的海洋生物会很快得到恢复。因此，本项目的建设和生产对上述环境敏感目标的影响是可接受的。

## 13.6 环境风险分析与评价结论

### 13.6.1 海上工程环境风险分析与评价

本项目建设阶段的环境风险为施工船舶碰撞，生产阶段的环境风险事故包括平台容器泄漏、平台火灾爆炸、海底管道与立管泄漏及守护船舶碰撞等。

确定本项目生产阶段守护船舶碰撞事故为本项目最具代表性事故。本项目选取了新增守护船在 DH BOP 平台附近发生海损性事故致使燃料油泄漏，按照设计船型的 1 个燃料油边仓的容积确定，溢油量为 135m$^3$。根据预测结果分析，当守护船在 DH BOP 平台附近发生泄漏时，由于溢油点位于日本鲭、蓝点马鲛索饵场及东海产卵带鱼保护区内，因此无论何种风况下溢油，均会对这其产生不利影响。同时油膜在 E 风向极值风条件下 22.3h 可到达其他红线区，13.2h 可到达东海带鱼国家级水产种质资源保护区核心区。建设单位应引起足够的重视，做好应防范和应急响应的准备。

根据应急响应时间分析，本项目及附近可依托的溢油应急资源可以在 8.5~10.2h 内响应溢油事故，并陆续进行溢油回收作业。通过对溢油能力的计算，本项目及附近可依托的溢油应急设备可以满足本项目最具代表性溢油量的溢油应急能力要求。当发生超出自身控制能力的溢油事故时，还可以通过集团公司的统一指挥协同，联系政府主管部门、海事局、国家其它救助机构或借助区域性溢油应急联合组织其他成员的设备进行应急处理，能够满足项目在建设阶段和生产阶段中对溢油应急防范和处理的要求。

本项目投产之前将对现有《平北黄岩油气田群（一期）溢油应急计划》、《天外天黄岩气田群溢油应急计划》进行修订，并将溢油应急计划上报生态环境部太湖流域东海海域生态环境监督管理局备案，编制的应急计划应与《海洋石油勘探开发溢油污染环境事件应急预案》相衔接。

鉴于项目周边环境敏感目标较多，建设单位应按照法律法规要求采取切实有效措施，防范溢油风险事故，完善溢油应急预案，加强溢油应急能力建设，一旦发生溢油污染事故，应当立即启动相应的应急预案，采取有效措施控制和消除污染。综上所述，本项目海上工程油气泄漏环境风险可防、可控。

### 13.6.2 陆上工程环境风险分析与评价

本项目陆上工程运行过程涉及的主要危险工艺为生产装置区、丙烷罐区、外输压缩机区、原料气增压区，涉及的危险物质主要为天然气、丙烷、丁烷和

稳定轻烃。

陆上工程的主要危险因素为危险物质的泄漏和火灾、爆炸等引发的伴生/次生污染物排放。

陆上工程所在区域的大气环境风险敏感目标主要为终端周边5km范围内居住区、医疗机构、行政办公、学校和科研机构，人口数约为54548人。

陆上工程评价范围内无地表水环境和地下水环境敏感区。

陆上工程选取丙烷储罐至装车区总管全管径断裂作为最大可信事故。根据预测结果，丙烷储罐至装车区输送管道全管径断裂丙烷扩散后，在最不利气象条件下，大气毒性终点浓度-1的影响范围为10m，大气毒性终点浓度-2的影响范围为50m；在最常见气象条件下，未达到大气毒性终点浓度-1，大气毒性终点浓度-2的影响范围为10m。大气毒性终点浓度范围内均无大气环境风险敏感目标，丙烷装车管道泄漏事故对其影响较小。丙烷火灾次生污染事故次生污染物一氧化碳，在最不利气象条件及最常见气象条件下，均未出现毒性终点浓度-1和大气毒性终点浓度-2。

陆上工程设有大气环境风险防范措施、水污染风险防范措施、地下水和土壤风险防范措施等，可对环境风险事故进行有效的预防、监控和响应。根据核算结果，本项目配套建设的事故水收集系统能够满足发生火灾事故时产生的事故污水的存储要求，能够防止事故状态下事故消防废水进入厂外水体环境中。

陆上工程建成后，建设单位按照国家、地方和相关部门要求，将本项目突发环境污染事件应急预案相关内容纳入到现有应急体系中，并报行政主管部门完成备案工作，明确与相关企业的联动及园区应急预案等上级应急预案相衔接，发生超出事故企业自身解决能力突发环境事件时可进行有效的应急联动，为控制本工程可能发生的各类、各级环境风险事故，降低并最终消除其环境影响，提供有效的技术和应急保障。

## 13.7 总量控制结论

### 13.7.1 海上工程总量控制建议

海上工程新建 DH BOP 平台产生的生活污水量为 4599m$^3$/a（12.6m$^3$/d），经平台上的生活污水处理装置处理达标后排海（COD≤500mg/L）。因此，建议新建 DH BOP 平台生活污水的总量控制指标为 4599m$^3$/a，COD 排放总量为 2.30t/a。

13.7.2 陆上工程总量控制建议

陆上工程大气污染控制因子中氮氧化物的新增排放量来自宁波终端现有总量文件“关于平北黄岩油气田群（一期）开发工程宁波终端扩建工程排污总量调剂的初步意见”，共有氮氧化物总量 152.7t/a，现有工程氮氧化物许可排放量 117.1632t/a，剩余 35.5368t/a，可满足本项目新增 31.632t/a 需求。陆上工程挥发性有机物新增总量 10.295t/a，二氧化硫 0.083t/a，颗粒物 2.378t/a。根据“宁波市生态环境局北仑分局关于中海石油（中国）有限公司上海分公司宁波终端三期改扩建项目污染物排放总量调剂的意见”,挥发性有机物从宁波钢铁有限公司超低排放改造项目消减量中调剂。

陆上工程废水经厂内污水处理系统处理、经监控满足接管要求后，送至春晓净化水厂进一步处理后达标排放。根据排污许可证副本，春晓净化水厂化学需氧量、氨氮、总氮许可排放浓度为别为 30mg/L、1.5mg/L、10mg/L，则本项目通过春晓净化水厂处理后外排废水新增化学需氧量、氨氮、总氮总量控制指标分别为 1.036t/a、0.052t/a、0.345t/a 。根据“宁波市生态环境局北仑分局关于中海石油（中国）有限公司上海分公司宁波终端三期改扩建项目污染物排放总量调剂的意见”,该部分总量从宁波北仑岩东税务有限公司柴桥净化水厂减排消减量中调剂。

13.8 环境保护对策措施及其合理性分析结论

13.8.1 海上工程对策措施及其合理性分析

13.8.1.1 环境保护对策措施

新建的 DH BOP 平台上设有开式排放系统和火炬兼闭排系统，用于收集溢出液、甲板初期雨水/冲洗水等其它含油污水以及带压容器、管线等排放出的带压流体等。开式排放系统和火炬兼闭排系统产生的含油污水均打入临时污油罐，由支持船配合平台吊机定期拉回陆地交有资质单位处理。

本项目新建平台设有 10 人生活楼，采用电解法生活污水处理工艺，处理后 COD 浓度满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)三级排放标准（≤500mg/L）的要求。

船舶机舱含油污水经船舶配备的处理装置处理达标后排海，生活垃圾中食品废弃物用食品粉碎机粉碎到粒径<25mm 后间断排放；食品包装类生活垃圾和生产垃圾等分类装箱后，运回陆地处理处置；生产垃圾运回陆地交有资质单位

处理处置。

13.8.1.2 海洋生态保护措施

西湖区域天然气外输与终端设施能力提升项目在建设和生产过程中将采用先进成熟的生产技术、工艺和设备，采取有效的防止和减轻污染的措施。但在施工过程中海管铺设掀起的悬浮物以及生产阶段达标排放的生活污水等将不可避免的对海洋生物造成一定的影响。

为使油气开发的同时保护好海洋环境，建设单位应积极采取有效措施，尽可能地减少对海洋渔业生态环境和渔业资源的损害，以达到海洋油气开发与海洋环境两者兼顾的目的。为此，建议建设单位在气田群开发过程中，采取如下措施：

（1）在建设阶段应严格控制铺设海管挖沟作业的时间，优化施工工艺，新建海管穿越绿鳍马面鲀产卵场，位于产卵场内管段挖沟作业时需避开其产卵盛期（4 月中下旬），以降低和缓解对海洋生态资源的影响程度。

（2）在建设和生产阶段必须严格控制污染物的排放量和排放浓度，减少对海洋环境影响的范围和程度。

（3）建设单位应加强设备管理、严格操作规程、减少人为失误，从根本上将环境风险事故发生概率降到最低，务必将防范事故发生的措施放在首要位置。

（4）建设单位必须具备控制溢油的有效手段和措施。一旦溢油事故发生，应及时向主管部门通报情况，并立即采取一切措施将溢油控制在最小范围内。若需要采用化学消油剂处理溢油，应事先征得相关主管部门同意。

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

13.8.2 陆上工程对策措施及其合理性分析

13.8.2.1 施工期环境保护对策措施

a. 大气污染防治对策措施

陆上工程施工废气污染源主要来自地面开挖、回填、运输车辆行驶产生的扬尘、施工机械、运输车辆排放的尾气。建设单位拟通过加强施工期管理、合

理安排施工时序、采取降尘防尘措施等降低大气环境影响。

b. 水污染物防治对策措施

陆上工程施工期施工人员生活污水进入厂区设置的临时厕所，由施工方定期清运；施工现场设备和车辆洗涤等产生的施工废水统一收集后储罐用于道路抑尘及绿化、管道试压水尽量循环利用，用于施工场地及道路抑尘及绿化。

c. 噪声污染防治对策措施

①进场施工机械设备优先选用低噪声设备，施工机械定期保养，保证机械设备完好，减轻设备噪声影响。

②为减轻运输车辆的噪声影响，必须规定运输路线，减少或避免穿越居住区，适当降低车速，车辆行驶中尽可能减少鸣笛和夜间运输。

③加强施工管理，合理安排施工作业时间，尽可能避免大量高噪声设备同时施工。高噪声作业施工时间尽量安排在昼间进行。施工期间禁止在夜间使用混凝土搅拌机、混凝土翻斗车、混凝土振捣棒等高噪声设备。

④尽量采用市政电网供电，尽量避免使用柴油发电机组。

d. 生态环境保护措施

本次陆上工程位于现有宁波终端厂区内，施工期间加强现场施工管理，注意土石挖方和填方平衡，尽量不用或少用外来土方。场地内土方开挖可能造成水土流失，因此在施工现场要合理施工，尽量减少土石方开挖量。施工场地要及时清理，施工期间产生的建筑垃圾要送往政府指定的建筑垃圾堆放点，禁止随处丢弃。对弃土采取防尘网覆盖、种植植物等措施防治扬尘和水土流失。

e. 固体废物污染防治对策措施

本项目陆上工程施工期固体废物主要包括建筑垃圾、施工人员产生的生活垃圾。

①生活垃圾依托当地环卫部门定期收集送至生活垃圾处理场进行处置。

②对建筑垃圾其中的金属等可回收部分进行回收，渣土、废弃砖石等尽量回用作场地填方等，不能回收利用的按照政府主管部门要求堆放至指定堆放点。

13.8.2.2 运营期环境保护对策措施

a. 大气污染防治措施

陆上工程在生产中产生的废气包含有组织排放废气和无组织排放废气两类，有组织排放废气主要包括燃气压缩机的燃烧烟气，其主要污染物是颗粒物及少

量的 $SO_2$、$NO_x$。无组织排放废气为来自生产设备和产品储运的挥发损失，其主要污染物是挥发性有机物。

➢ 针对燃气压缩机有组织排放的燃烧烟气的处理措施为：

（1）燃料采用清洁、低硫的天然气，从源头上减少了二氧化硫和颗粒物的产生；

（2）采用低氮燃烧技术，减少氮氧化物的排放。

➢ 针对无组织排放废气的处理措施为：

（1）设备动静密封点采取泄漏控制措施；

（2）挥发性有机液体存储和装载排放控制需要符合《陆上石油天然气开采工业大气污染物排放标准》（GB39728-2020）相关要求。

b. 水污染物防治措施

陆上工程运营期厂区内将生活污水、生产废水以及可能受污染的雨水，分别收集至生活污水池、生产污水池、初期雨水池后送至现有污水处理系统处理达到接管标准后送至春晓净化水厂进一步处理。

陆上工程扩建后循环冷却水排放至外排监控池后经检测合格排入市政污水管道最终进入春晓净化水厂处理后排放。

c. 固体废物污染防治措施

陆上工程产生的一般工业固废主要包括废滤芯、废分子筛等，委托宁波一般工业固废处置单位进行处理；企业每年与有资质单位签订合同。

陆上工程余热利用导热油装置产生的废导热油、废滤芯，设备检维修产生的含油检修废物、废润滑油，废油漆桶和污水处理系统产生的含油污泥等均属于危险废物，委托有资质单位处理。

d. 噪声污染防治措施

（1）在生产允许的条件下，尽量选用低噪声设备，如机泵、风机等；在订货采购时，要求高噪声设备带有配套的消声器。

（2）高噪声设备采取减震措施，控制噪声的传播。

（3）在总图布置上将强噪声源布置在远离厂界的位置，并尽可能利用建筑物、构筑物来阻隔声波的传播。

e. 地下水污染防治措施

针对项目可能发生的地下水污染，陆上工程地下水污染防治措施按照“源

头控制、分区防治、污染监控、应急响应”相结合的原则，从污染物的产生、入渗、扩散、应急响应全方位进行控制。

主动控制，即从源头控制措施，主要包括在工艺、管道、设备、污水储存及处理构筑物采取相应措施，防治和降低污染物跑、冒、滴、漏，将污染物泄漏的环境风险事故降到最低程度。

被动控制，即末端控制措施，主要包括装置区内污染区地面的防渗措施和泄漏、渗漏污染物收集措施，包括在污染区地面进行防渗处理，防治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，集中送至污水处理场处理。

f. 土壤污染防治措施

针对土壤污染的特点采取“污染物源头控制、过程控制、跟踪监测”的原则开展土壤污染防治。

● 源头控制措施

①工艺装置区选用密闭性好的设备，加强生产运营管理，提高设备、池体等检修频率，防止跑冒滴漏。

②天然气处理装置、丙烷球罐等设备设施设置尽量采用“可视化”原则，地上敷设，做到污染物“早发现、早处理”，从而减小土壤环境污染。

● 过程防控措施

①严格按照《石油化工工程防渗技术规范》（GB/T50934-2013）等要求进行防渗，对不同分区采取了相应的主动防渗措施、进行了防渗系统设计施工。

②收集事故废水及物料、受污染的初期雨水，可防止地面漫流对土壤环境的影响。

● 跟踪监测

按照《环境影响评价技术导则 土壤环境（试行）》（HJ964-2018）要求，必要时可开展跟踪监测。

g. 生态保护措施

陆上工程扩建是在已有宁波终端厂区空地上进行扩建，不新占用土地，终端内已进行绿化，种植行道树、绿篱、草皮等，能够吸附灰尘、净化空气、减弱噪声、调温调湿、改善局部生态环境。

## 13.9 建设项目环境可行性结论

本项目为海洋油气开发工程及其附属工程，符合国家产业政策，符合《全国海洋主体功能区划》、《全国海洋功能区划》（2011~2020）、《浙江省海洋主体功能区规划》、《浙江省海洋功能区划（2011-2020 年）》和《浙江省国土空间规划（2021-2035 年）》的相关要求，项目位于浙江省划定的“三区三线”海洋生态红线范围外，与浙江省海洋生态红线相协调。项目总体开发方案中较为充分地考虑了工程开发可能对环境造成的影响，从工艺设计和施工方案上采取了一系列污染治理、环境保护措施以及节能减排措施；本工程的生产工艺先进，自动化程度高，符合清洁生产的要求。

海上主体工程海域的海水、沉积物和生物环境质量现状较好，评价范围之内的敏感目标主要是东海产卵带鱼保护区、鱼类产卵场、索饵场和越冬场等。本工程项目在建设过程中主要污染物是海底管道铺设产生的悬浮物，其对环境的影响属于短期、可恢复性。生产运行过程中所产生的主要污染物为温排水和生活污水，生活污水经处理达标后排放。其它污染物排放量相对较小，拟采取的清洁生产和污染防治措施得当，污染物排放后对周围环境（水质、底质及生态）的影响范围和程度较小。

工程的建设和生产对海洋生态和渔业资源会产生一定影响和损害，需要采取有效的保护或补偿措施。拟建工程存在一定的溢油风险，需要采取具有针对性的安全保护措施和切实有效的溢油应急防范对策措施。

陆上工程符合国家和地方产业政策，符合国家和地方环保政策，符合“三线一单”的管控要求和《宁波市国土空间总体规划（2022—2035 年）》的相关要求；在采取相应环保措施的前提下，施工期和运营期的废水、废气、噪声等污染物均能达标排放，对环境影响较小；在落实本次评价中的相应环境风险防范措施、完善事故应急预案的前提下，本项目风险可防可控。

评价认为，在建设单位切实落实了各项污染防治对策措施、生态保护对策措施，切实落实风险事故应急对策措施和应急预案的前提下，从环境保护角度考虑，工程建设可行。

# 附件1 环评委托书

附件2 其他相关环评报告批复文件

《关于春晓气田群总体开发工程环境影响报告书审批意见的复函》（国海环字〔2002〕325号）

《关于天外天和黄岩气田群调整井项目环境影响报告表的批复》（环审〔2023〕17号）

附件3 其他相关环评报告竣工验收文件

《关于春晓气田群一期工程环保设施竣工验收的复函》（国海环字〔2007〕154号）

《国家海洋局关于天外天气田C平台环境保护设施竣工验收的批复》（国海环字〔2013〕206号）

《国家海洋局关于平北黄岩油气田群（一期、二期）开发工程环境保护竣工验收复函》（环验〔2021〕2号）

# 附件4 海上工程固体废物委托处理处置合同和资质

# 附件5 陆上工程现有污染源监测报告

附件6 宁波终端排污许可证（91310000757922111 0001U）

附件7 春晓净化水厂排污许可证（91330206MA2H86GP2J001V）

# 附件8 陆上工程固体废物委托处理处置合同及资质

# 附件9 陆上工程环境质量现状监测报告

# 附件10 陆上工程总量申请文件

# 附件11 宁波终端城镇污水排入排水管网许可证

附表 海上工程环境质量现状调查与评价结果

附表 1 春季海管区水质要素分析结果

附表 2 秋季海管区水质要素分析结果

附表 3 春季平台区水质要素分析结果

附表 4 秋季平台区水质要素分析结果

附表 5 春季海管区海水水质各评价因子的标准指数（按一类水质标准评价）

附表 6 秋季海管区海水水质各评价因子的标准指数（按一类水质标准评价）

附表 7 春季平台区海水水质各评价因子的标准指数（按一类水质标准评价）

附表 8 秋季平台区海水水质各评价因子的标准指数（按一类水质标准评价）

附表 9 春季调查海管区浮游植物种类名录

附表 10 秋季调查海管区浮游植物种类名录

附表 11 春季调查平台区浮游植物种类名录

附表 12 秋季调查平台区浮游植物种类名录

附表 13 春季调查海管区浮游动物种类名录

附表 14 秋季调查海管区浮游动物种类名录

附表 15 春季调查平台区浮游动物种类名录

附表 16 秋季调查平台区浮游动物种类名录

附表 17 春季调查海管区底栖生物名录

附表 18 秋季调查海管区底栖生物名录

附表 19 春季调查平台区底栖生物名录

附表 20 秋季调查平台区底栖生物名录

附表 21 春季调查鱼类种类名录

附表 22 秋季调查鱼类种类名录

附表 23 春季调查头足类种类名录

附表 24 秋季调查头足类种类名录

附表 25 春季调查甲壳类种类名录

附表 26 秋季调查甲壳类种类名录

附表 27 春、秋季调查鱼卵、仔稚鱼种类名录（未定种未列出）