

浙江舟山液化天然气（LNG）接收及加注
站三期 LNG 储罐及配套设施项目
取排水

海洋环境影响报告书
（征求意见稿）

建设单位：新奥（舟山）液化天然气有限公司

评价单位：北京圣洁英博环境工程有限公司

2022 年 9 月

目 录

1 概述	1
1.1 项目由来	1
1.2 评价工作过程	2
1.3 项目特点	3
1.4 相关情况的判定	3
1.5 环境影响评价主要结论	3
2 总则	4
2.1 编制依据	4
2.2 环境影响因素识别与评价因子筛选	6
2.3 评价标准	7
2.4 海洋环境评价工作等级及范围	14
2.5 环境保护目标	15
3 工程分析	21
3.1 拟建工程	21
3.2 现有工程	32
3.3 总量控制	42
4 环境现状调查与评价	43
4.1 自然环境概况	43
4.2 海洋环境质量现状调查与评价	47
4.3 周边海域海洋资源和开发利用情况	104
5 海洋环境影响预测与评价	107
5.1 营运期海洋水文动力环境影响评价	107
5.2 营运期海洋生态环境影响评价	125
5.3 环境风险影响评价	165
6 海洋环境保护措施可行性分析	166
6.1 冷排水的控制措施	166
6.2 海洋生态环境修复措施	166

6.3 污染防治措施及环保投资	167
7 环境经济损益分析	168
7.1 环境经济损益分析	168
7.2 社会效益分析	168
7.3 环境效益分析	168
8 环境管理与监测计划	169
8.1 环境管理	169
8.2 环境监测计划	171
8.3 信息记录和报告	171
8.4 信息公开	172
8.5 信息记录和报告	172
8.6 污染物排放清单	173
9 生态用海方案可行性分析	174
9.1 岸线利用可行性	174
9.2 用海布局可行性	174
9.3 生态修复与补偿可行性	174
9.4 跟踪监测及监测能力建设	175
9.5 生态用海方案可行性结论	175
10 与相关政策的符合性分析	176
10.1 与相关规划符合性	176
10.2 与环评审批原则的符合性	183
11 结论和建议	187
11.1 评价结论	187
11.2 建议	196

附件:

附录 1: 委托书

1 概述

1.1 项目由来

新奥(舟山)液化天然气有限公司是新奥集团股份有限公司下属全资子公司,于2013年5月在浙江省舟山市注册成立,负责浙江舟山液化天然气(LNG)接收及加注站项目的建设和生产运营,该项目位于舟山经济开发区新港工业园区(二期)区块内,总用地面积约982亩。

2013年11月新奥(舟山)液化天然气有限公司报批了《浙江舟山国际航运船舶液化天然气(LNG)加注站试点项目一期工程环境影响报告书》,包括码头工程和陆域工程,周转量为300万t/a。2014年4月11日获得原舟山市环境保护局的审批意见(舟环建审[2014]24号)。一期工程于2016年3月开工建设,2018年8月进入调试期,2021年5月12日一期工程通过竣工环境保护验收。

2019年5月新奥(舟山)液化天然气有限公司报批了《舟山液化天然气(LNG)接收及加注站二期项目环境影响登记表》,新增 2×16 万 m^3 LNG储罐及配套设施,增加周转量200万t/a。2019年5月31日取得舟山市生态环境局的备案文件(编号:2019-004)。二期工程于2019年6月开工建设,2021年6月进入调试期,2021年11月二期工程通过竣工环境保护验收。

根据《关于加快落实天然气储备能力建设任务的通知》(浙发改能源函〔2020〕305号)、《浙江省能源发展“十四五”规划(征求意见稿)》等相关政策的要求,新奥(舟山)液化天然气有限公司为提高项目竞争优势,通过在原有规模基础上扩大储罐罐容规模和接卸能力,在舟山液化天然气(LNG)接收及加注站原有项目(一期和二期工程)982亩土地预留区域内建设舟山液化天然气(LNG)接收及加注站三期项目。主要工程内容为新增4个22万 m^3 全容罐及配套设施,周转量增加350万t/a,总周转量达到850万t/a。本项目已取得浙江省发展和改革委员会核准(浙发改项字[2022]41号,项目代码2112-330000-04-01-915103)。

三期工程陆域部分已单独编制了《浙江舟山液化天然气(LNG)接收及加注站三期LNG储罐及配套设施项目环境影响报告表》,已上报至舟山市生态环境局。由于三期工程配套LNG的气化设施,需取用海水作为热源,取排水口和管路全部依托一期工程已建成的取排水工程,但由于取排水水量的增加,需开展取排水对海洋环境的影响评价。同时二期工程环评报告中明确提出,二期工程LNG气化系统实施对海洋环境的影响需单独开展环评工作,不在二期工程环评报告评价内容范围内。根据二期工程竣工环保验收监

测报告和现场调查，二期工程实际产品方案为装船外运49.6万t/a，槽车加注0.4万t/a，未进行LNG气化外输。因此本次评价内容包括二期和三期工程气化系统实施后的海洋环境影响评价。

1.2 评价工作过程

根据《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》以及《建设项目环境保护分类管理名录》等国家有关环保法律、法规，新奥（舟山）液化天然气有限公司于2022年7月委托北京圣洁英博环境工程有限公司进行该项目的海洋环境影响评价工作。

本次环境影响评价工作在现场踏勘、资料收集的基础上，开展项目工程分析，对海洋环境质量现状进行监测，对现有工程海洋环境影响进行回顾分析，并结合项目冷排水排放情况和防治措施的可行性分析，对项目实施后的海洋环境影响作出分析。本次环境影响评价工作过程主要包括以下三个阶段，见表1.2-1。

表 1.2-1 环境影响评价过程

阶段	工作内容	工作依据、要求及细节
一	确定项目环境影响评价文件类型为报告书	《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》要求，受企业委托后，研究国家和地方有关环境保护的法律法规、政策、标准及相关规划等。
	研究相关技术文件和其他相关文件；进行初步工程分析；开展初步的环境现状调查	根据项目特点，研究相关技术文件和其他有关文件，进行初步的工程分析，开展初步的环境现状调查。
	环境影响识别和评价因子筛选；明确评价重点和环境保护目标；确定工作等级、评价范围和评价标准	根据对项目初步调查，筛选评价因子；对项目选址进行实地踏勘，明确项目实施过程中的评价重点和环境保护目标；根据初步工程分析确定工作等级、评价范围和评价标准
	制定工作方案	制定了监测方案、现场调查方案等，开展第二阶段工作。
二	环境现状调查监测和评价	对区域海域生态环境进行监测、收集、分析与评价。 收集拟建地环境资料包括自然环境、区域污染源情况。
	对建设项目进行工程分析	根据技术规范，分析核算项目污染物产生及排放情况。
	海洋环境影响预测与评价	海域生态环境展开环境影响预测与评价。
	环境影响分析与评价	根据相关导则对项目进行评价。
三	提出环境保护措施，进行技术经济论证	根据工程分析，提出环境保护措施，并进行技术经济论证环境效益。
	给出污染物排放清单	根据工程分析，给出污染物排放清单。
	给出建设项目环境影响评价结论	根据污染物排放情况、环境保护措施以及海洋环境影响预测评价给出建设项目环境影响评价结论。

1.3 项目特点

本项目作为舟山液化天然气（LNG）接收及加注站项目的扩建工程，主要工程内容为新增 4 个 22 万 m^3 全容罐、气化工程及配套设施。项目选址位于接收及加注站现有厂区内，不新增占地。本项目气化工程取水和排水依托现有工程的取排水管道工程，取排水水量有所增加。同时本次评价纳入了二期工程气化系统实施的海洋环境影响。

根据上述工程特点，本次评价主要海洋环境影响为：1、取水量增加对海域水文动力环境的影响；2、冷排水量增加对周边海域环境的影响，影响因子为温降和余氯。

1.4 相关情况的判定

（1）评价文件类型判定

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号），本项目气化系统有冷排水的排放，属于“排海工程”中“日排放量 0.5 万 m^3 及以上的工业废水排放工程”，为编制报告书类别。因此综合判定本项目编制环境影响报告书。

（2）符合产业政策

本项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中的第七条“3 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”，属于鼓励类，符合产业政策要求。

（3）符合“三线一单”要求

根据《舟山市“三线一单”生态环境分区管控方案》（舟政发[2020]24 号），本项目位于“浙江省舟山市海洋产业集聚区重点管控单元 ZH33090220072”，为重点管控单元。本项目建设符合该管控单元的生态环境准入清单要求。

根据《关于印发浙江海洋生态红线划定方案的通知》，本项目取水和冷排水口未在浙江省海洋生态红线区的限制类及禁止类中，符合红线的管控要求。

1.5 环境影响评价主要结论

本项目主体工程属产业政策鼓励类项目，项目取排水设施符合相关环保规划、海洋环境功能区划和“三线一单”的要求。

本项目在严格遵守国家及地方相关法律、法规的要求，认真落实报告书中所提出的各项环境保护措施，并遵循“三同时”的前提下，本项目取排水对周围海洋环境影响较小。因此，从环保角度分析，本项目建设可行。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 国家法律法规

- (1) 中华人民共和国主席令第 9 号《中华人民共和国环境保护法(2014 年修订)》(2015.1.1 施行);
- (2) 中华人民共和国主席令第 24 号《中华人民共和国环境影响评价法(2018 年修正)》(2018.12.29 施行);
- (3) 中华人民共和国主席令第 56 号《中华人民共和国海洋环境保护法(2017 年 11 月修正)》(2017 年 11 月 5 日起施行);
- (4) 中华人民共和国主席令第 39 号《中华人民共和国水土保持法(2010 年修正)》(2011.3.1 施行);
- (5) 中华人民共和国主席令第 70 号《中华人民共和国水污染防治法(2017 年修正)》(2018.1.1 施行);
- (6) 中华人民共和国主席令第 7 号《中华人民共和国海上交通安全法(2016 年修正)》(2016.11.7 施行);
- (7) 中华人民共和国国务院令第 507 号《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》(2008.1.1 施行);
- (8) 中华人民共和国国务院令第 682 号《建设项目环境保护管理条例》(2017.10.1 施行);
- (9) 中华人民共和国原环境保护部令第 35 号《环境保护公众参与办法》(2015.09.01 施行);
- (10) 原环境保护部环发[2014]197 号《建设项目主要污染物排放总量指标审核及管理暂行办法》(2014.12.30 施行);
- (11) 原环境保护部环发[2013]86 号《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》(2013.8.5);
- (12) 原环境保护部环办环评[2018]2 号《关于印发机场、港口、水利(河湖整治与防洪防涝工程)三个行业建设项目环境影响评价文件审批原则的通知》(2018.1.4);

(13) 中华人民共和国原环境保护部令第 16 号《近岸海域环境功能区管理办法(2010 年修正)》(2010.12.22 施行);

(14) 中华人民共和国原环境保护部令第 561 号《中华人民共和国防治船舶污染海洋环境管理条例(2018 年修正)》(2018 年 3 月 19 日修正);

(15) 中华人民共和国农业部令第 20 号《水生生物增殖放流管理规定》(2009.5.1 施行);

(16) 原环境保护部环发[2012]77 号《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(2012.7.3 施行);

(17) 国发[2011]35 号《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》(2011.10.17 施行);

(18) 交通部交海发[2007]165 号《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》(2007.5.1 施行);

(19) 《港口码头水上污染事故应急防备能力要求》(JT/T 451-2017)(2017.11.1 施行)。

2.1.2 地方性环境保护法规、规章

(1) 浙江省人民政府令第 364 号《浙江省建设项目环境保护管理办法》(2011.12.1 施行, 2018.1.22 修正);

(2) 浙江省第十二届人民代表大会常务委员会第四十四次会议《浙江省海洋环境保护条例》(2004.4.1 施行, 2017.9.30 修正);

(3) 浙江省人民政府令第 289 号《浙江省环境污染监督管理办法》(2011.12.31 起施行, 2014 年浙江省人民政府令第 321 号修正);

(4) 原浙江省环境保护厅浙环发[2014]26 号《关于切实加强建设项目环保“三同时”监督管理工作的通知》(2014.4.30 施行);

(5) 原浙江省环境保护厅浙环函(2015)195 号《浙江省企业事业单位突发环境事件应急预案管理实施办法(试行)的通知》(2015.6.8 施行);

(6) 原浙江省环境保护厅浙环发(2018)10 号《浙江省环境保护厅关于印发建设项目环境影响评价信息公开相关法律法规解读的函》(2018.3.22);

(7) 《浙江省建设项目主要污染物总量准入审核办法(试行)》(2012.2.24);

(8)《舟山市“三线一单”生态环境分区管控方案》(舟政发[2020]24号)。

2.1.3 环境保护技术规范

- (1)《环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016);
- (2)《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018);
- (3)《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T19485-2014);
- (4)《港口建设项目环境影响评价规范》(JTS 105-1-2011);
- (5)《港口工程环境保护设计规范》(JTJ231-94);

2.1.4 相关文件及技术资料

- (1)委托书;
- (2)《浙江舟山液化天然气(LNG)接收及加注站三期项目可行性研究报告》(新地能源工程技术有限公司, 2021年5月);
- (3)《浙江舟山液化天然气(LNG)接收及加注站项目一期工程环境影响报告书》(交通运输部天津水运工程科学研究所, 2014年3月);
- (4)《浙江舟山液化天然气(LNG)接收及加注站项目一期工程竣工环境保护验收监测报告》(浙江舟环环境工程设计有限公司, 2021年9月);
- (5)《浙江舟山液化天然气(LNG)接收及加注站项目二期工程环境影响报告书》(上海建科环境技术有限公司, 2019年5月);
- (6)《浙江舟山液化天然气(LNG)接收及加注站二期项目竣工环境保护先行验收监测报告表》(浙江舟环环境工程设计有限公司, 2021年11月);
- (7)《新奥舟山 LNG 接收站三期项目海洋生态环境及渔业资源调查与评价》(自然资源部第二海洋研究所, 2022年5月)。

2.2 环境影响因素识别与评价因子筛选

2.2.1 环境影响因素识别

本项目气化系统取排水全部依托一期工程已建设的取排水工程,因此不涉及工程建设,不存在施工期的环境影响。运行期取排水的环境影响主要为:(1)取水量增加对区域海洋环境的影响;(2)冷排水量增加后,水的温降和余氯对海洋环境的影响。

由于三期项目陆域工程环境影响报告表中已对场区内所有新增设施的环境影响进行了评价（包括新增的气化系统、工艺海水泵等），本项目取排水不会对大气环境、土壤环境、声环境、地下水、固体废物等环境要素造成影响，同时本项目取排水过程中不涉及有毒有害和易燃易爆危险物质的生产、使用和储存，因此不涉及突发性事故的环境影响风险。

2.2.2 评价因子筛选

根据环境影响要素识别结果，结合周围区域环境质量现状及本工程的工艺特点、污染物排放特征，确定本工程影响评价因子见表 2.2-1。

表 2.2-1 评价因子

环境要素		项 目	评 价 因 子
海洋环境	海洋水质环境	现状调查	水温、盐度、透明度、悬浮物、pH、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮（包括 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 和 $\text{NH}_4\text{-N}$ ）、油类、重金属（Cu、Pb、Zn、Cd、总 Cr、Hg、As）
		影响评价	温降和余氯
	海洋生态环境	现状调查	叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物
		影响评价	
	渔业资源	现状调查	鱼卵和仔稚鱼组成、密度；游泳生物的种类组成、优势种、物种多样性参数、渔业资源（重量、尾数）密度、渔获物叉肛长、体重、幼体比例等
		影响评价	
	生物质量	现状调查	重要经济生物体内重金属（Cu、Pb、Zn、Cd、总 Hg、As、Cr）、石油烃
	沉积物环境	现状调查	石油类、有机碳、硫化物以及重金属（Cu、Pb、Zn、Cd、Cr、Hg、As）

2.3 评价标准

2.3.1 环境功能区划

（1）近岸海域环境功能区划

根据《关于舟山市近岸海域环境功能区划调整的复函》（浙环函[2016]200 号），本项目取排水口所在位置近岸海域属舟山环岛四类区，功能区编号 ZSD10IV，海水水质保护目标为四类水质标准，主要使用功能为港口开发、临港经济等，详见图 2.3-1。

（2）海洋功能区划

根据《浙江省海洋功能区划（2011-2020 年）》（国函[2012]163 号），本项目及取排水口位于舟山本岛东北工业与城镇用海区（代码 A3-13），本工程周边的海洋功能区有舟山

本岛东保留区（A8-6）、普陀农渔业区（B1-8）、普陀港口航运区（代码 A2-11）和定海港口航运区（A2-9）等。具体详见图 2.3-2 和表 2.3-1。

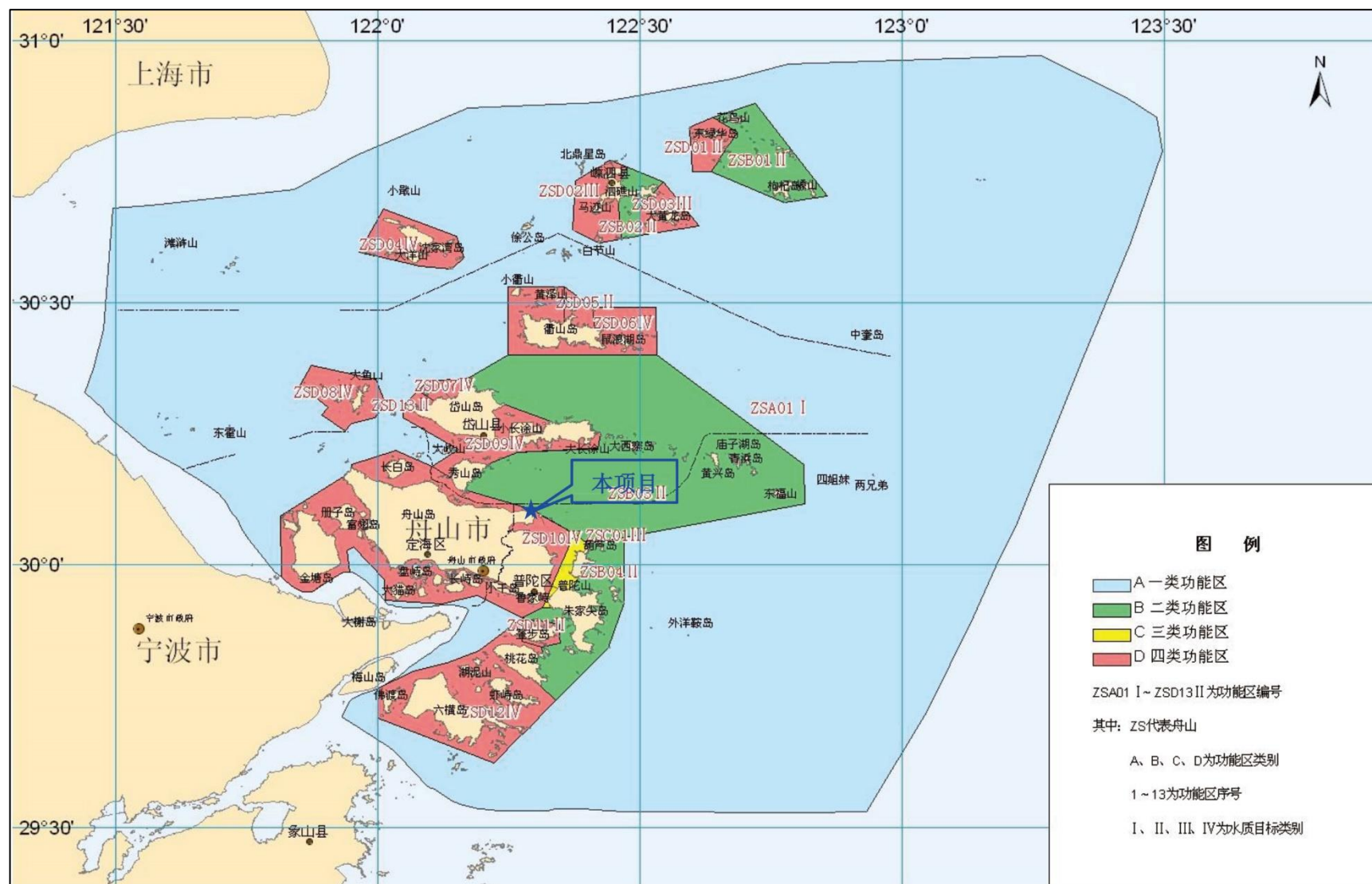


图 2.3-1 舟山市近岸海域环境功能区划图

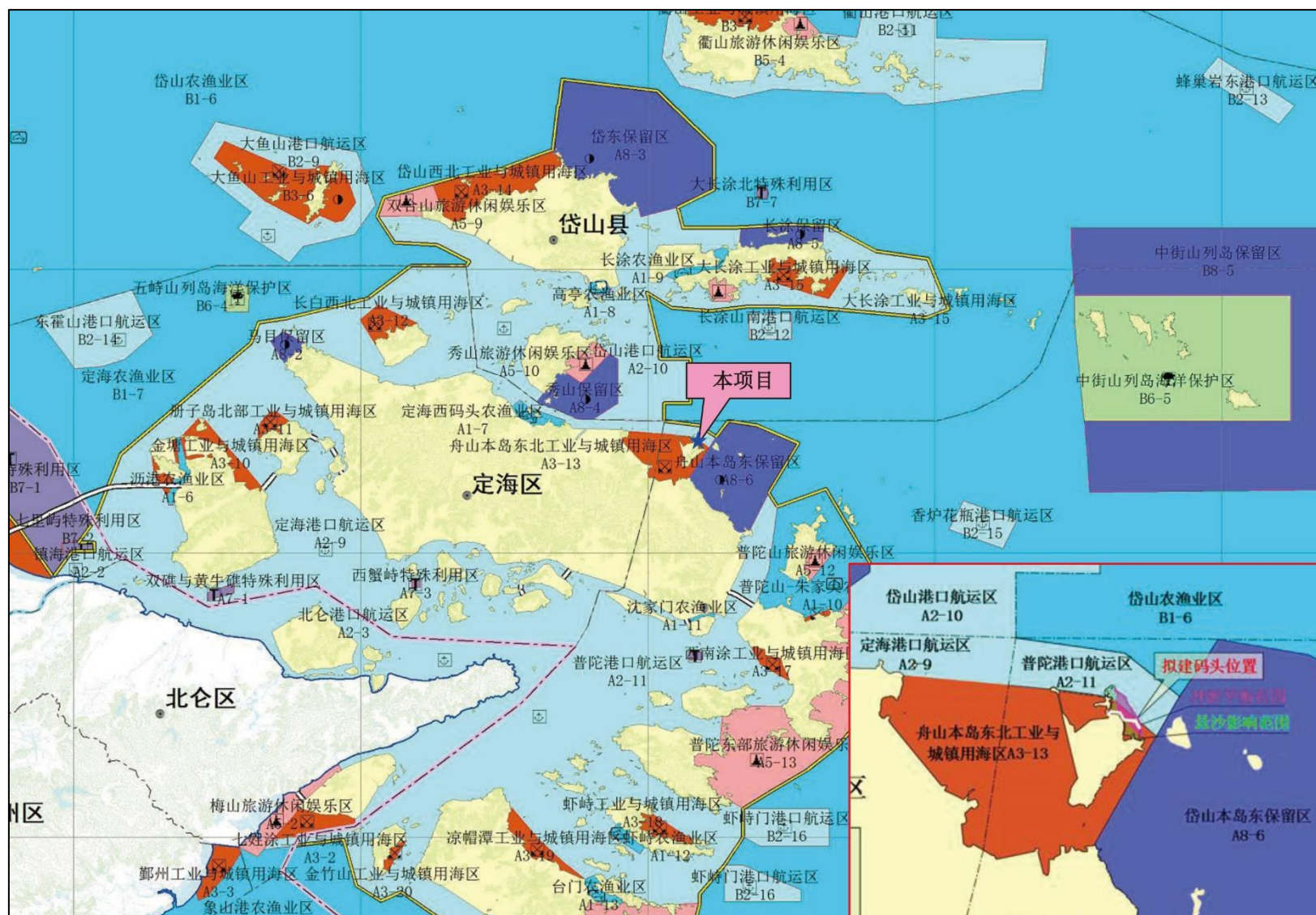


图 2.3-2 浙江省海洋环境功能区划

表 2.3-1 工程附近海域海洋功能区划情况

代码	功能区名称	地区	功能区类型	面积(公顷)	岸线长度(km)	海域使用管理	海洋环境保护
A3-13	舟山本岛东北工业与城镇用海区	定海区、普陀区	工业与城镇用海区	2024	28	1、重点保障工业与城镇建设用海，兼容港口用海，在未开发前可兼容渔业用海； 2、经严格论证后，允许改变海域自然属性； 3、优化围填海平面布局，鼓励增加人工岸线曲折度和长度，将海洋环境整治、生态建设与围填海相结合，节约集约利用海域资源； 4、严格论证围填海活动，保障合理填海需求，填海范围不得超过功能区前沿线，区内水域面积不得少于功能区面积的 12%，填海规模接受国家和省海洋部门指标控制； 5、维持水动力条件稳定，提高防洪功能； 6、施工期间必须采取有效措施降低对周边功能区的影响； 7、加强对海域使用的动态监测。	1、严格控制使用海域的开发活动，减少对周边水域环境的影响； 2、应减小对海洋水动力环境，岸滩及海底地形地貌形态的影响，防止海岸侵蚀，加强岛、礁的保护，不应毗邻海洋基本功能区的环境质量产生影响； 3、海水水质质量、海洋沉积物质量、海洋生物质量维持现状水平。
A2-11	普陀港口航运区	普陀区	港口航运区	50975	335	1、重点保障港口用海、航道和锚地，在不影响港口航运基本功能前提下，兼容工业用海、城镇建设用海和旅游娱乐用海，未开发前可兼容渔业用海； 2、允许适度改变海域自然属性； 3、优化港区平面布局，节约集约利用海域资源； 4、改善水动力条件和泥沙冲淤环境，加强港区海洋环境动态监测。	1、应减少对海洋水动力环境、岸滩及海底地形地貌形态的影响，防止海岸侵蚀，不应毗邻海洋基本功能区的环境质量产生影响； 2、海水水质质量执行不劣于第四类，海洋沉积物质量执行不劣于第三类，海洋生物质量执行不劣于第三类。
A2-9	定海港口航运区	定海区	港口航运区	51680	318	1、重点保障港口用海、航道和锚地，在不影响港口航运基本功能前提下，兼容工业用海、城镇建设用海、旅游娱乐用海、跨海桥梁用海和海底管线用海，未开发前可兼容渔业用海； 2、允许适度改变海域自然属性； 3、优化港区平面布局，节约集约利用海域资源； 4、改善水动力条件和泥沙冲淤环境，加强港区海洋环境动态监测。	1、应减少对海洋水动力环境、岸滩及海底地形地貌形态的影响，防止海岸侵蚀，不应毗邻海洋基本功能区的环境质量产生影响； 2、海水水质质量执行不劣于第四类，海洋沉积物质量执行不劣于第三类，海洋生物质量执行不劣于第三类。

三期 LNG 储罐及配套设施项目取排水海洋环境影响报告书

A8-6	舟山本岛东保留区	普陀区	保留区	5555	18	1、保留原有用海活动，严格限制改变海域自然属性； 2、区划期严禁随意开发，确需改变海域自然属性进行开发利用的，应首先并按程序报批修改本《区划》，调整保留区功能； 3、在未论证开发功能前，可兼容渔业用海和旅游娱乐用海； 4、保护自然岸线，保障一定长度的天然岸线。	海水水质质量、海洋沉积物质量、海洋生物质量等标准维持现状水平。
B1-8	普陀农渔业区	普陀区	农渔业区	322135	24	1、重点保障渔业用海和捕捞用海，在不影响农渔业基本功能前提下，兼容交通运输用海、旅游娱乐用海和倾倒用海； 2、禁止改变海域自然属性。	1、严格保护鱼、虾、蟹等多种水产资源以及产卵、索饵育肥、洄游栖息场所，和大黄鱼、石斑鱼、鲷科类等一些岩礁性鱼类资源； 2、不应造成外来物种侵害，防止养殖自身污染和水体富营养化，维持海洋生物资源可持续利用，保持海洋生态系统结构和功能的稳定； 3、海水水质质量执行不劣于第二类，海洋沉积物质量执行不劣于第一类，海洋生物质量执行不劣于第一类。
B1-6	岱山农渔业区	岱山县	农渔业区	364501	70	1、重点保障渔业用海和捕捞用海，在不影响农渔业基本功能前提下，兼容交通运输用海和旅游娱乐用海； 2、除渔业基础设施外，禁止改变海域自然属性。	1、严格保护鱼、虾、蟹等多种水产资源以及产卵、索饵育肥、洄游栖息场所和大黄鱼、石斑鱼、鲷科类等一些岩礁性鱼类资源； 2、不应造成外来物种侵害，防止养殖自身污染和水体富营养化，维持海洋生物资源可持续利用，保持海洋生态系统结构和功能的稳定； 3、海水水质质量执行不劣于第二类，海洋沉积物质量执行不劣于第一类，海洋生物质量执行不劣于第一类。

2.3.2 环境质量标准

(1) 海水水质

根据近岸海域环境功能区划,本项目排水口周边海域执行《海水水质标准》(GB3097-1997)中的第四类标准,附近海域监测点位根据其所在海域环境功能区划执行相应标准。具体标准值见表 2.3-2。

表 2.3-2 海水水质标准 单位: mg/L (pH 除外)

项目	第一类	第二类	第三类	第四类
悬浮物质	人为增加的量 ≤ 10		人为增加的量 ≤ 100	人为增加的量 ≤ 150
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
	同时不超出该海域正常变动范围的 0.2pH 单位		同时不超出该海域正常变动范围的 0.5pH 单位	
溶解氧 $>$	6	5	4	3
化学需氧量(COD _{Mn}) $\leq$	2	3	4	5
无机氮(以 N 计) $\leq$	0.2	0.3	0.4	0.5
活性磷酸盐(以 P 计) $\leq$	0.015	0.03		0.045
汞 $\leq$	0.00005	0.0002		0.0005
镉 $\leq$	0.001	0.005	0.01	
铅 $\leq$	0.001	0.005	0.01	0.05
砷 $\leq$	0.02	0.03	0.05	
铜 $\leq$	0.005	0.01	0.05	
锌 $\leq$	0.02	0.05	0.1	0.5
硫化物(以 S 计) $\leq$	0.02	0.05	0.1	0.25
挥发性酚 $\leq$	0.005		0.01	0.05

(2) 海洋沉积物

根据近岸海域环境功能区划,本项目排水口周边海域沉积物执行《海洋沉积物质量》(GB 8668-2002)三类标准,附近海域监测点位根据其所在海域环境功能区划执行相应标准,详见 2.3-3。

表 2.3-3 沉积物中主要污染物评价标准 (有机碳除外)

项目	第一类 ($\times 10^{-6}$)	第二类 ($\times 10^{-6}$)	第三类 ($\times 10^{-6}$)
汞 $\leq$	0.2	0.5	1
镉 $\leq$	0.5	1.5	5
铅 $\leq$	60	130	250
锌 $\leq$	150	350	600
铜 $\leq$	35	100	200
铬 $\leq$	80	150	270
砷 $\leq$	20	65	93
有机碳 $\leq (10^{-2})$	2	3	4

硫化物≤	300	500	600
石油类≤	500	1000	1500

(3) 海洋生物质量

根据海域调查情况，采集到的鱼类、甲壳类和其他贝类采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规范》中的“海洋生物质量评价标准”进行评价，生物体内铬和石油烃含量采用《第二次全国海洋污染基线调查报告》中推荐标准进行评价，详见表 2.3-4。

表 2.3-4 海洋生物质量标准

生物类别	总汞	铜	铅	锌	镉	砷	石油 烃	铬	标准来源
	≤								
甲壳类	0.20	100	2.0	150	2.0	1.0	20*	1.5*	全国海岸和海涂资源 综合调查简明规程
鱼类	0.30	20	2.0	40	0.6	1.0	20*	1.5*	

注：*引用于《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》

2.3.3 污染物排放标准

本项目取水作为 LNG 加热气化的加热介质，冷排水执行《海水冷却水排放要求》（GB/T393961-2020）要求，详见表 2.3-5。

表 2.3-5 冷排水执行标准

序号	水质标准	单位	限值	监控位置
1	悬浮物 (SS)	mg/L	≤30	企业海水冷却水排放口或 岸边竖井
			人为增加≤20（有本底情况下执行）	
2	水温	°C	人为造成的海水温降不超过当时当地 5°C	混合区边缘
			人为造成的海水温降夏季不超过当时当地 4°C，冬季不超过当时当地 3°C	
3	总余氯	mg/L	≤0.1	企业海水冷却水排放口或 岸边竖井

2.4 海洋环境评价工作等级及范围

2.4.1 评价工作等级

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），本项目取用海水作为热源进行LNG气化，叠加一期工程取用海水量，本项目二期和三期气化工程全部实施后，取用海水总量为126万m³/d；同时本项目北侧海域分布有海洋生态敏感区—东海带鱼国家级水产种质资源保护区。依据导则要求，判定情况见表2.4-1。

表 2.4-1 海洋环境评价工作等级划分表

工程类型	工程所在和生态环境类型	本工程内容	导则判定依据及结果		
工艺海水取水及冷排水排放	海洋生态敏感区	本项目工艺海水取、排水量为 126 万 m ³ /d	利用海水温降的工程，海水用量大于 100 万 m ³ /d	水文动力环境	1
				水质环境	1
				沉积物环境	1
				生态和生物资源环境	1

根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》(HJ2.3-2018):“建设项目利用海水作为调节温度介质,排水量<500 万 m³/d,评价等级为二级”。本项目冷排水最大量为 126 万 m³/d,评价等级为二级。

综上,本次评价采用较高的评价工作等级,即:水文动力环境 1 级;水质环境 1 级;沉积物 1 级;生态和生物资源 1 级。

2.4.2 评价范围

(1) 海洋水文动力环境调查和评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》,海洋水文动力环境 1 级评价范围垂向距离一般不小于 5km;纵向不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍。

(2) 海洋生态环境评价范围

海洋生态环境的调查评价范围,主要依据被评价区域及周边区域的生态完整性确定。1 级评价以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定调查和评价范围,扩展距离一般不能小于(8~30) km。

(3) 海洋水质、沉积物环境影响评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》,海洋水质、沉积物环境影响评价范围与海洋水文动力环境的评价范围相同。

综合上述要求,结合本次海洋环境调查站位的布设情况和冷排水的影响范围,本次评价范围确定为:以取排水口为中心,外扩 15km,总面积约 556km² 的海域,具体评价范围见图 2.4-1。

2.5 环境保护目标

本次评价参考一期项目竣工环保验收监测报告中的环保目标情况,并根据现场调查,结合海洋功能区划和海洋生态红线划定情况,本项目海洋环境保护目标有螺门新渔港、秀山东南湿地、普陀山旅游区、大长涂旅游休闲娱乐区、东海带鱼国家级水产种质资源

保护区、普陀农渔业区、岱山农渔业区。

本项目环境保护目标分布情况见表 2.5-1 和图 2.5-1~3。

表 2.5-1 环境保护目标表

序号	生态敏感类型	敏感点	方位	距离(km)	保护要求
1	生态红线区	秀山东南湿地	NW	15.0	禁止围填海、矿产资源开发及其他可能改变海域自然属性、破坏湿地生态功能的开发活动；严格限制开展与生态环境保护不一致的开发活动；加强对受损滨海湿地的整治与生态修复。
2		普陀山旅游区	SE	14.5	禁止实施可能改变或影响滨海旅游的开发建设活动；不得新增入海陆源工业直排口；严格控制岸线附近的景区建设工程；不得破坏自然景观和人文景观资源；实行海洋垃圾巡查清理制度，有效清理海洋垃圾；允许实施海岸整治和生态修复工程。
3	海洋功能区	普陀农渔业区	NE	6.6	1、严格保护鱼、虾、蟹等多种水产资源以及产卵、索饵育肥、洄游栖息场所，和大黄鱼、石斑鱼、鲷科类等一些岩礁性鱼类资源； 2、海水水质质量执行不劣于第二类，海洋沉积物质量执行不劣于第一类，海洋生物质量执行不劣于第一类。
4		岱山农渔业区	E	2.6	
5		大长涂旅游休闲娱乐区	N	13.8	1、保护区域内景观资源； 2、海水水质质量执行不劣于第三类，海洋沉积物质量执行不劣于第二类，海洋生物质量执行不劣于第二类。
6	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	N	距离实验区最近50m，距离核心区58km	主要保护对象有带鱼、大黄鱼、小黄鱼、鲐、鲭、灰鲈、银鲈、鳙、蓝点马鲛等重要经济鱼类，本保护区主要保护的是带鱼为重点的重要水产资源种质及产卵场和索饵场，保护带鱼等主要渔业资源的种群结构稳定及其生态群落的多样性和保护区内典型的海洋生态系统。
7	渔港	螺门新渔港	SE	1.9	保护渔业基础设施

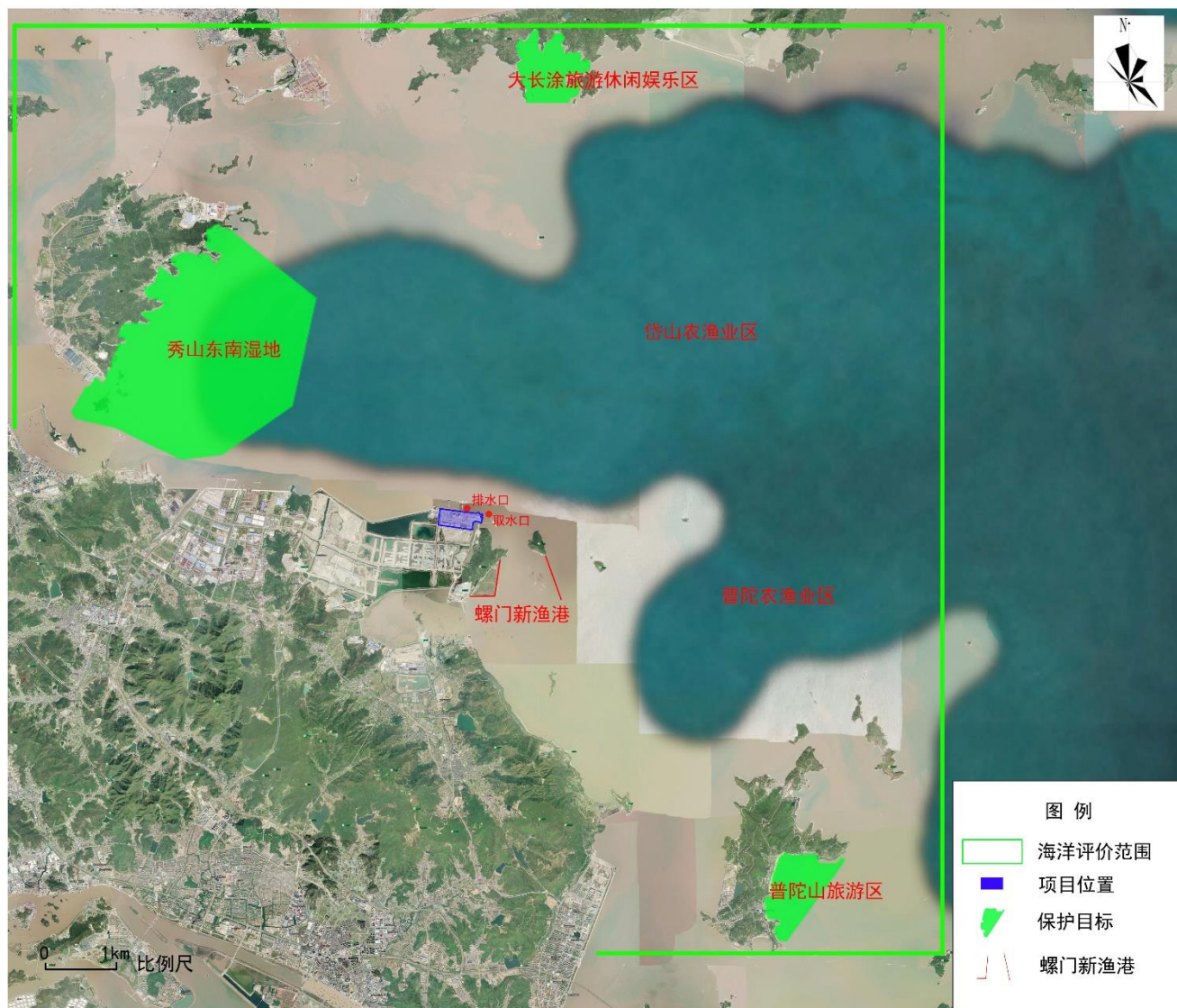


图 2.5-1 海洋环境保护目标图

东海带鱼国家级水产种质资源保护区示意图

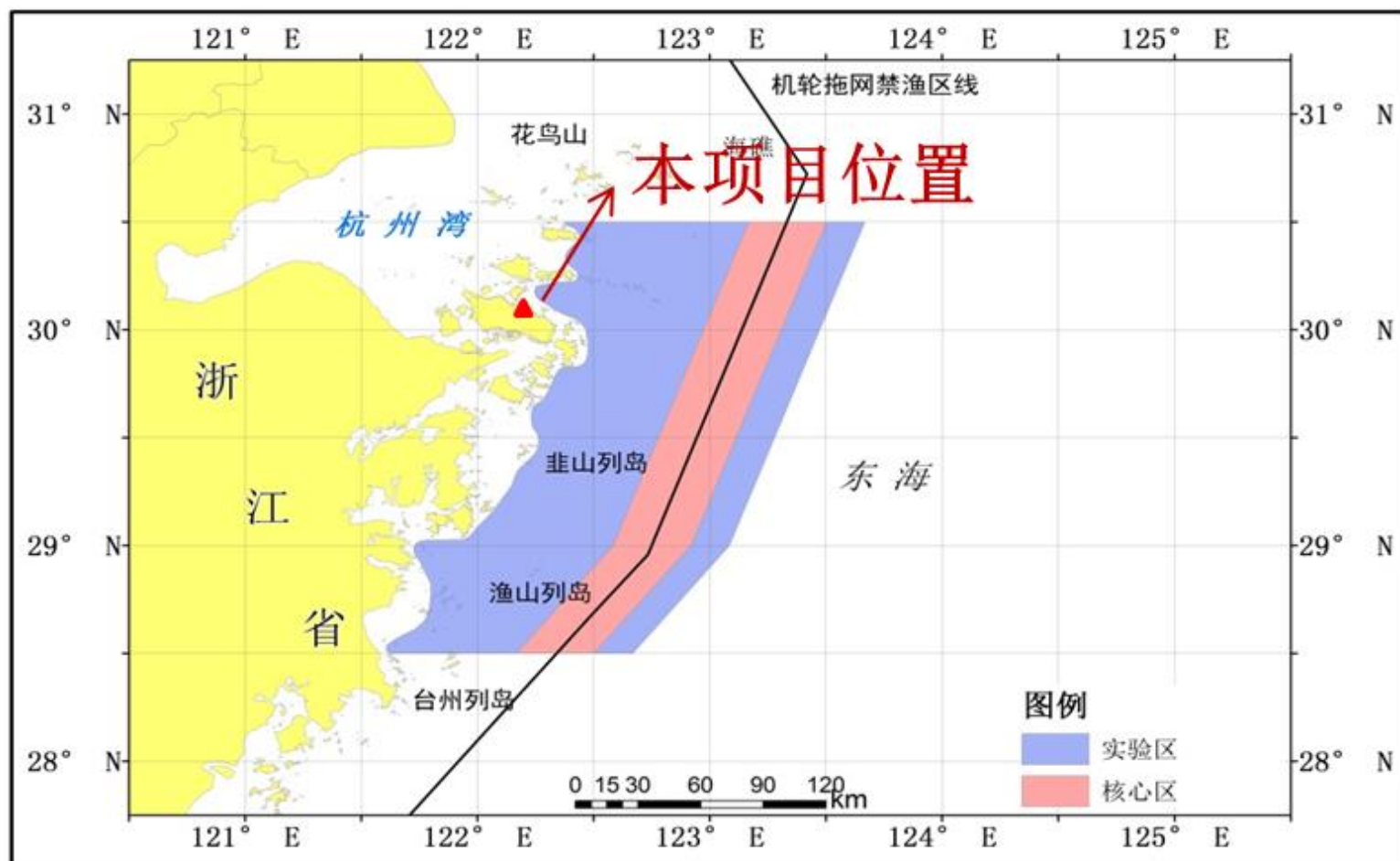


图 2.5-2 带鱼保护区示意图



图 2.5-3 带鱼保护区与本项目位置关系图

3 工程分析

3.1 拟建工程

3.1.1 工程概况

(1) 项目名称：浙江舟山液化天然气（LNG）接收及加注站三期 LNG 储罐及配套项目（以下简称：三期项目）

(2) 项目建设单位：新奥（舟山）液化天然气有限公司

(3) 项目建设性质：扩建项目

(4) 建设地点：浙江省舟山市舟山经济开发区新港工业园区舟山液化天然气（LNG）接收及加注站内预留空地

(5) 建设内容及规模：三期项目工程将建造包括4座22万m³储罐及2台202t/hIFV气化器等配套设施，新增350万t/a周转量，新增气化外输规模350万t/a。三期工程建成后舟山LNG项目总周转量达到850万t/a。

(6) 建设周期：三期项目建设周期为2022年12月~2025年9月。

(7) 劳动定员及工作制度：原有项目营运期劳动定员180人，三期项目新增20名操作人员，总定员达到200人。接收站常年连续运行不停车，年运行时间365d（8760h）；LNG 槽车运输操作天数为330天，每天装车时间为12h。

3.1.2 产品方案与规模

三期项目新增 4 座 22 万 m³ 储罐及 2 台 202t/hIFV 气化器等配套设施，新增 350 万 t/a 周转量，新增气化外输规模 350 万 t/a。三期工程建成后接收站年接卸能力可达 850 万 t。

本项目 850 万 t/a LNG 的装卸均依托一期工程已建设的码头设施。根据《液化天然气码头设计规范》(JTS165-5-2021)，码头工程新增了夜间进出航道和靠泊、离泊的规定，作业条件进一步放宽（国内接收站广东大鹏、中石化天津均已实现夜间靠离泊），同时 2021 年已实现一天两靠作业，码头接卸能力有大幅提升的空间。经可研设计核算，现有航道和码头能满足 850 万 t/a 的装卸能力。

三期项目建成后舟山 LNG 项目规模和产品方案见表 3.1-1。

表 3.1-1 舟山 LNG 项目规模和产品方案表

阶段	名称	相态	规格	产量 (万t/a)	备注
三期	NG (去省管网)	气	压力: 6.3~7.8Mpag 正常外输温度: $\geq 1^{\circ}\text{C}$	350	设计值
二期	NG (去省管网)	气	压力: 6.3~7.8Mpag 正常外输温度: $\geq 1^{\circ}\text{C}$	150	设计值
	装车LNG	液	压力: 0.3Mpag 温度: -161°C	50 (外运 49.6, 作为 燃料加注槽 车0.4)	实际运行值
一期	NG (去省管网)	气	压力: 6.3~7.8Mpag 正常外输温度: $\geq 1^{\circ}\text{C}$	100	实际运行值
	装车+滚装船 LNG	液	压力: 0.3Mpag 温度: -161°C	200	
	装船LNG	液	压力: 0.15Mpag 温度: -161°C	0	
合计				850	

3.1.3 项目组成

三期项目利用原有工程的预留用地, 不新增占地。三期项目新增工程情况以及依托原有工程情况详见表 3.1-2。

表 3.1-2 项目组成一览表

项 目 名 称	单位	一期	二期	三期
主体和辅助工程				
LNG 储罐	座	$2 \times 16 \text{ 万 m}^3$	$2 \times 16 \text{ 万 m}^3$	$4 \times 22 \text{ 万 m}^3$
BOG 压缩机	台	$2 \times 12.24 \text{ t/h}$	依托一期	$1 \times 12.24 \text{ t/h}$
BOG 高压压缩机	台	$2 \times 12.24 \text{ t/h}$	依托一期	依托一期
BOG 再冷凝器	台	$1 \times 40 \text{ t/h}$	依托一期	依托一期
LNG 低压装船泵	台	$2 \times 1680 \text{ m}^3/\text{h}$	/	$8 \times 2500 \text{ m}^3/\text{h}$
LNG 低压外输泵	台	$6 \times 550 \text{ m}^3/\text{h}$	$6 \times 550 \text{ m}^3/\text{h}$	$12 \times 550 \text{ m}^3/\text{h}$
LNG 高压输送泵	台	$2 \times 525 \text{ m}^3/\text{h}$	$3 \times 525 \text{ m}^3/\text{h}$	$3 \times 525 \text{ m}^3/\text{h}$
槽车装车位	个	14	14	/
IFV 气化器	台	$2 \times 202 \text{ t/h}$	$3 \times 202 \text{ t/h}$	$2 \times 202 \text{ t/h}$
火炬系统	套	$1 \times 160 \text{ t/h}$	依托一期	依托一期
燃料气系统	套	$1 \times 80 \text{ kg/h}$	依托一期	依托一期
工艺海水泵	台	3 台 (2 用 1 备) $\times 8750 \text{ m}^3/\text{h}$	3 台 (2 用 1 备) $\times 8750 \text{ m}^3/\text{h}$	2 台 $\times 8750 \text{ m}^3/\text{h}$
计量系统	套	1	1	1
厢式 LNG 加注系统撬	套	/	1	/
公用工程				
供水	/	由新港工业园区供水管网接入	依托一期	依托一期

排水	/	生活污水全部排入企业自建生活污水处理站处理后全部回用于绿化或地面冲洗水，不外排；冲洗油污废水排入企业自建的含油污水处理一体化装置，预处理后排入生活污水处理站处理	依托一期	依托一期
海水取、排水工程	/	气化工序海水取水口位于梁横山一侧，气化工序冷排水口位于北三堤近岸一侧	依托一期	依托一期
供电	/	厂区内建总变电所一座，采用两回 35kV 电源供电，电源均引自新港工业区新港变电站	依托一期	新建一座 110/6kV 变电所；设置两台 110/35kV 变压器向原一、二期供电，另设置两台 110/6kV 变压器为三期设备供电
氮气系统	/	建设 1 套膜制氮装置、1 套液氮气化装置和 1 个氮气缓冲罐	依托一期	依托一期
供气系统	/	建设 2 台空气压缩机（1 开 1 备），单台设计能力 1700Nm ³ /h	依托一期	依托一期
柴油系统	/	建设柴油系统，柴油储罐 50m ³ ，配置 2 台柴油泵，作为消防水泵和应急发电机驱动系统	依托一期	依托一期
环保工程				
废气处理	/	建设一套火炬系统，超压气体进入火炬系统处理	依托一期	依托一期
废水处理	/	冲洗含油污水进入含油污水处理一体化装置，处理规模为 5m ³ /h，处理工艺为气浮+过滤	依托一期	依托一期
	/	厂区生活污水进入生活污水处理站，处理规模为 5m ³ /h，处理工艺为 A2O	依托一期	依托一期
冷海水处理	/	余氯控制措施：控制加氯量并设置余氯在线装置，保证余氯排放浓度满足标准要求	依托一期	依托一期
	/	海水温降控制措施：当温差达到 5℃，海水温差控制器将超弛流量控制器对 LNG 流量进行控制，降低流量，保证温差在 5℃ 范围内	依托一期	依托一期
LNG 泄漏收集池	/	共 7 座事故池，分别为工艺装置区收集池（96m ³ ）、装车区收集池（50m ³ ）、临时候车区收集池（50m ³ ）、1#储罐区收集池（40m ³ ）、2#储罐区收集池（40m ³ ）、1#码头事故收集池（115.2m ³ ）、2#码头 P1 泊位事故收集池（50m ³ ）	共 2 座收集池，3#储罐区收集池（40m ³ ）、4#储罐区收集池（40m ³ ）	共 4 座收集池，5#储罐区收集池（72m ³ ）、6#储罐区收集池（72m ³ ）、7#储罐区收集池（72m ³ ）、8#储罐区收集池（72m ³ ）

3.1.4 项目建设内容

3.1.4.1 主体工程

（1）工艺技术

三期项目依托一期、二期工程已建设施的基础上，新增加4个22万m³全容罐及配套设施，新增350万t/a周转量。装车峰值流量维持二期能力不变。三期项目建成后总的气化

外输峰值流量： $200 \times 10^4 \text{ Nm}^3/\text{h}$ （ $7 \times 202 \text{ t/h}$ ），采用IFV气化器。

本项目设计寿命25年，全年365天、全天24小时连续运行，设计确保接收站可实现不间断供气。

（2）平面布置

三期项目新增设施全部位于原有一期和二期工程的预留区域内，现有场地内功能区合理、明确，通过道路分隔形成规整、明确的区块，分别是工艺区、LNG 储罐区、槽车装车区、公用工程区、仓储区、火炬区、海水取水区、行政办公区等。

三期项目新建设施有：4座22万 m^3 LNG 储罐，12台罐内低压输送泵，8台罐内低压装船泵，1台BOG压缩机，3台高压输出泵，2套LNG气化装置，1套计量撬，2台工艺海水泵、一座110KV开关室、一座110/6KV变电所、一座司机休息室、新增仓库一座、研发楼一座、溢油仓库一座，并相应增加储罐周围消防车道、照明、新增设备的铺砌、硬化等。三期工程主要根据新增设施的工艺流程和特性在原有功能分区内的预留地上进行布置，充分考虑最大化利用接收站内用地，在变电所东侧为冷能利用预留空地。

平面布置情况见图3.1-1。

（3）LNG 组分

舟山LNG项目LNG组成具体数据见表3.1-3。

表 3.1-3 典型的 LNG 组成及物性表

序号	项目	单位	贫气	富气
1	氮	% (mol)	0.2	0.1
2	甲烷	% (mol)	99.61	85
3	乙烷	% (mol)	0.1	10
4	丙烷	% (mol)	0.07	2.79
5	异丁烷	% (mol)	0.01	1.5
6	正丁烷	% (mol)	0.01	0.61
7	碳五以上组分	% (mol)	0	0
8	二氧化碳	% (mol)	0	0
9	硫化氢	mg/NCM	<7.2	
10	总硫	mg/NCM	<33	
11	汞	ng/SCM	<10	
12	高热值	MJ/ m^3	37.79088	43.97395
13	低热值	MJ/ m^3	34.02721	39.79517
14	密度	kg/ m^3	425.1277	478.0952

15	温度	°C	-159.6642	-157.7814
16	黏度	cP	0.108536	0.161945

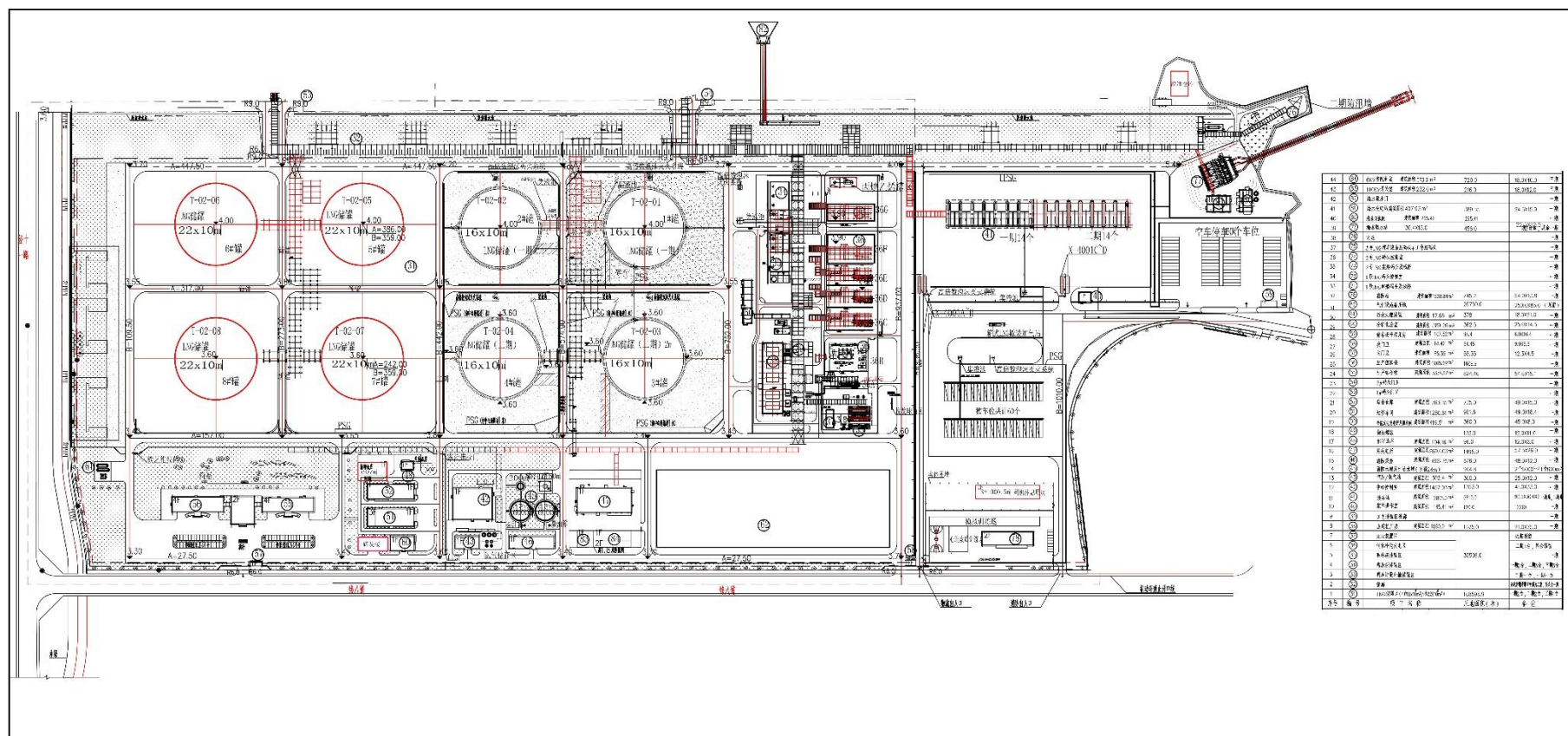


图3.1-1 三期项目平面布置图

3.1.4.2 海水取排水

(1) 取水工程

本项目采用IFV气化器，用海水作为加热LNG的热源。海水通过头部和取水管（3条DN1600管道）后进入取水池，取水池内设置闸门、格栅清污机和旋转滤网。取水泵房平台布置于小麦秆礁以东水域，处于罐区东北角。取水口上部建设取水墩台，平面尺寸30*30m。三期工程依托现有的取水口和取水管道等取水工程。

本项目采用海水立式泵抽取海水，一期工程设置3台（2用1备）海水泵，最大取水量为17500m³/h；二期工程设置3台（2用1备）海水泵，最大取水量为17500m³/h；三期工程新增2台海水泵，最大取水量为17500m³/h。

(2) 排水工程

本项目排水口布置于LNG码头2#引桥东侧，本项目LNG加热后的冷海水采用2根直径1.8m，坡度0.001的玻璃钢管直接排入海域，管口中心标高为+2.43m。本项目三期工程依托现有的排水工程。

根据海水泵设置情况，一期工程最大排水量为17500m³/h，二期工程最大排水量为17500 m³/h，三期工程最大排水量为17500 m³/h。

取排水口位置见图3.1-2。

3.1.4.3 主要工艺设备设施

三期工程新增的工艺设备情况详见表3.1-4。

表 3.1-4 三期项目新增主要设备一览表

工艺设备	三期新增	主要参数	单位
LNG 储罐	4	常压全容罐，容积=22 万 m ³ 外罐尺寸 $\Phi 88 \times 47\text{m}$ 设计压力：-0.5/29KPaG 设计温度：-167℃	座
罐内低压泵	12	Q=550m ³ /h H=251m	台
低压装船泵	8	Q=2500m ³ /h H=136m	台
BOG 压缩机	1	Q=12.24t/h，额定功率=1490kW	台
高压输出泵	3	Q=525m ³ /h H=2119.8m	台
IFV 气化器	2	Q=202t/h	台
气体计量成套包	1	Q=30×3 万 Nm ³ /h	套



图3.1-2 取排水口位置图

3.1.4.4 公用工程

(1) 给水系统

1) 水源

现有工程用水由新港工业园区供水管网接入，水质满足《生活饮用水卫生标准》，供全厂生产，生活用水。从园区生活水主管接一根DN100的管道到生活水储罐，接一根DN250的管道到消防水储罐，供加注站生产水、生活水系统使用和消防供水。

三期工程仍使用现有水源。

2) 给水系统

①生产给水系统及生活给水系统

现有工程公用工程区内设置3个淡水储罐，分别为1个生活水储罐和2个生产消防水罐，其有效容积分别为200m³、2×6000m³。来自市政管网的水进入站区后送到各个淡水储罐。生活、生产、消防各系统独立设泵从储水罐取水供各系统用水，设备均为露天布置。

三期工程仍使用现有生产、生活给水系统。

②消防给水系统

消防系统采用淡水，来自站内。水消防范围主要包括：消防水源、消防泵、稳压泵、消防环管、消火栓、水炮、水喷雾设施和码头水幕等设施。

采用的消防供水方案为二套。厂前区、工艺区、装车区、一二期储罐区、码头水幕和喷淋为低压消防。码头高压消防炮、三期储罐区域为高压消防水系统。

LNG 储罐区及工艺装置区的消防给水采用淡水，管线为埋地环状布置。干管上每隔 60 米设一个地上消火栓，相应的消防箱内配二条长25m，直径65mm 的水龙带，两只直流喷水枪，消防主干管直径为 500mm，罐区周围设置了SP40 型消防炮。海水消防系统备用。

辅助生产区的消防给水采用淡水，设置了环状的埋地消防水管线，直径为200mm，并配置了相应的消火栓等设施。海水消防系统备用。

三期工程仍使用现有消防给水系统。

（2）排水系统

1）生产、生活污水

本项目三期工程实施后生活污水处理依托一期工程已建成的生活污水处理站（处理能力为100m³/d），处理达标后回用作为绿化及浇洒用水。

本项目三期工程实施后装置区冲洗废水依托一期工程已建成的含油污水处理一体化装置（设计能力为 100m³/d）处理，废水预处理后，与生活污水一并排入生活污水处理站。

2）雨水排放

根据调查，目前站区周围地形的雨水分散排放，雨水均就近排海。站内采用雨污分流的排水体制，一期工程中已建成全厂考虑雨水排放系统，雨水干管沿区内主干道布置，雨水经雨水管道收集后就近、分散、重力流排入周边海域。

三期项目雨水排放依托现有雨水系统。

（3）供电系统

目前厂区内已建总变电所一座，采用两回 35kV 电源供电，电源均引自新港工业区新港变电站，为本项目一期和二期工程的供电。

三期项目在总变电所南侧空地新建一座110kV开关室和一座110/6kV变电所，110kV开关室内设置110kV GIS开关设备，110kV电源引至110kV开关室。新建的110/6kV变电

所，设置两台110/35kV变压器向原一、二期已建的总变电所供电，代替原来的两回35kV线路，原总变电所内变配电设备保持不变。另设置两台110/6kV变压器，为新建的110/6kV变电所供电，三期新增设备均由此变电所供电。

(4) 供气系统

舟山项目一期已经建设 2 台空气压缩机（C-1201A/B，1开1备），单台设计能力1700Nm³/h。三期项目扩建后气源装置计算总容量 1401.6Nm³/h，现有能力能满足三期扩建后总用气量，不新增供气设施。

(5) 氮气系统

舟山项目一期工程已经建设1套膜制氮装置（能力490Nm³/h）、1套液氮气化装置（能力1500Nm³/h）和1个氮气缓冲罐（容积 82m³），总制氮能力 1990Nm³/h。三期项目扩建后氮气连续用气量合计454Nm³/h，间歇用气量合计1446Nm³/h，连续+间歇总用气量1851.6Nm³/h。膜制氮装置现有能力能满足三期扩建后的用气要求，不再新增氮气系统设施。

(6) 火炬系统

火炬系统用于处理BOG总管超压排放的气体。一期工程已设有一套低压火炬系统。低压火炬系统与蒸发气总管相连。火炬布置在厂区的东南角突出礁石上，独立成区，减少对接收站影响。火炬高度约 80m，火炬总管及筒体为 DN1000，设有3个点火器。

当储罐压力达到26kPa(G)，控制阀打开，超压部分气体排入低压火炬系统。为防止空气进入火炬筒体，应连续向BOG总管通入低流量氮气，以保持系统微正压。

三期项目利用现有火炬系统。

(7) 柴油系统

一期工程建设了柴油系统，主要为柴油消防水泵和事故柴油发电机提供燃料。柴油系统设有柴油储罐和柴油泵。柴油储罐为50m³，柴油泵配置2台（1用1备），单台能力为9m³/h。

三期项目利用现有柴油系统。

3.1.4.5 主要原辅材料及能源资源消耗

三期项目建成后，LNG 项目主要原辅材料及能源资源总消耗见表 3.1-5。

表 3.1-5 项目主要原辅材料及能源资源消耗一览表

序号	名称	单位	消耗点统计 (连续/间歇)		设计消耗量 (连续/间歇)
1	氮气	Nm ³ /h	工艺设备	696.0/1446.0	1851.6
2	电力	KW·h	用电设施	8645 万	8645 万
3	柴油	m ³	消防	0/6.3	34
			应急发电机	0/0.7	
4	燃料气	kg/h	火炬点火器和生活用气	70	70

3.1.5 本项目冷排水污染源强及控制措施

本项目采用IFV气化器，采用海水作为热源进行气化。本次评价内容包括二期和三期气化系统实施后的冷排水环境影响。二期工程已建设完成3台海水泵（2用1备），三期工程增设2台海水泵。

一期工程最大排水量为17500m³/h，二期工程增加最大排水量为17500 m³/h，三期工程增加最大排水量为17500 m³/h。

冷海水水质未受到污染，水质较好，主要污染因子为余氯和温度。本项目冷排水的控制措施依托现有工程，主要措施为：余氯控制采用控制加氯量和设置余氯在线装置，保证余氯排放浓度满足《海水冷却水排放要求》（GB39361-2020）；海水温降控制措施为设置取排水口温度在线监测，当温差达到5℃，海水温差控制器将对LNG流量进行控制，降低流量，保证海水进出温差在5℃范围内，满足《海水冷却水排放要求》（GB39361-2020）。

本项目冷排水产生情况见表3.1-6。

表 3.1-6 本项目冷排水污染源强情况表

项目	污染因子	排水量 (m ³ /a)	排放口控制	排放方式	排水去向
冷排水	余氯	35000m ³ /h (一期+二期)	0.1mg/L	连续	由排水口直接排海
	温降		5℃		
	余氯	52500m ³ /h (一期+二期+三期)	0.1mg/L	连续	由排水口直接排海
	温降		5℃		

3.2 现有工程

3.2.1 现有工程环保手续履行情况

2013年11月新奥（舟山）液化天然气有限公司报批了《浙江舟山国际航运船舶液化天然气（LNG）加注站试点项目一期工程环境影响报告书》，2014年4月11日获得原舟山市环境保护局的审批意见（舟环建审[2014]24号）。一期工程于2016年3月开工建设，2018年8月进入调试期，2021年5月12日一期工程通过竣工环境保护验收。

2019年5月新奥（舟山）液化天然气有限公司报批了《舟山液化天然气（LNG）接收及加注站二期项目环境影响登记表》，2019年5月31日取得舟山市生态环境局的备案文件（编号：2019-004）。二期工程于2019年6月开工建设，2021年6月进入调试期，2021年11月二期工程通过竣工环境保护验收。

3.2.2 一期工程概况

3.2.2.1 工程概况

（1）码头工程建设内容及规模：可靠泊26.6万 m^3 LNG船舶的码头（1#）1座，1个泊位，泊位长415m；可靠泊3万 m^3 LNG船舶的码头（2#）1座（水工结构按靠泊18万 m^3 LNG船舶建设），1个泊位，长度461m；滚装船（兼工作船）码头一座，2个泊位，长度450m。

（2）陆域工程建设内容及规模：建造包括2座16万 m^3 储罐及2台202t/hIFV气化器等配套设施，周转量为300万t/a。

（3）劳动定员：一期项目营运期劳动定员180人。

（4）投资：本项目实际总投资额43.68亿元，其中环保投资3500万元，占0.80%。

3.2.2.2 工程组成

项目由主体工程（码头工程、引桥工程、取水工程、储罐工程）、辅助工程（海堤加固、陆域形成）、配套工程（道路、供电系统、给排水系统）和环保工程（污水处理）等组成。项目组成情况详见表3.2-1。码头工程构筑物情况见表3.2-2。

表 3.2-1 一期工程项目组成一览表

类别		项目组成
主体工程	码头工程	可靠泊 26.6 万 m^3 LNG 船舶的码头（1#）1 座，1 个泊位，泊位长 415m；可靠泊 3 万 m^3 LNG 船舶的码头（2#）1 座（水工结构按靠泊 18 万 m^3 LNG 船舶设计建设），1 个泊位，长度 461m；滚装船（兼工作船）码头一座，2 个泊位，长度 450m。
	引桥工程	1#码头引桥长 265m，2#码头引桥长 281m，宽均为 15m。滚装船（兼工作船）码头引桥长 388m，宽 12m

三期 LNG 储罐及配套设项目取排水海洋环境影响报告书

	取水工程	项目采用 IFV 气化器，用海水作为加热 LNG 的热源。海水通过头部和取水管后进入取水池，取水池内设置闸门、格栅清污机和旋转滤网。设计采用海水立式泵抽取海水，海水泵 3 台（2 用 1 备）。工艺海水取水口，水泵为露天布置。为防止海洋生物进入水泵吸水管，设计在取水头部设置格栅，并在吸水前部设置清污机和旋转滤网。
	陆域工程	配备 2 个 16 万 m ³ 的 LNG 全容罐，2 套 BOG 处理系统、2 台 LNG 低压装船泵、6 台低压外输泵、2 台高压输送泵、2 台 IFV 气化器、14 个装车位
	产品方案	LNG 槽车+滚装船 200 万 t/a，天然气管道外输 100 万 t/a
辅助工程	海堤加固	工程原 II 级海堤加固为 I 级海堤，加固后海堤总长不变，仍为 1240m，堤顶加宽至 6.9m，堤顶加高至标高 8.58m，防浪墙顶加高至标高 9.78m。海堤加固仍采用斜坡式海堤
	陆域形成	舟山市政府允诺陆域吹填（填筑）到 3.5m 高程。陆域形成和地基处理均在吹填（填筑）标高 3.5m 上进行。工程陆域用地面积约 982 亩。
配套工程	道路	厂区道路由主次干道组成。主干道宽 9m，次干道 6m（包括 LNG 储罐周围道路）。道路采用混凝土路面，城市型。装车区地坪采用混凝土路面。
	生产、生活辅助建筑物	门卫、海水变电站、海水制氮间、消防站、分析化验室、停车场管理用房、生产值班楼、生产综合楼、综合仓库、维修车间、化学品库、总变电所、消防泵房、空压/氮气站、中心控制室、装车站、装车操作室、压缩机厂房等。
公用工程	供电	工程进线电源电压等级为 35kV，由新港工业园区 110KV 变电站引出两回路 35kV 架空线至本工程界区外，加注站内设 35kV GIS 开关站 1 座，10kV 总变电所 1 座，10kV 海水变电所 1 座；0.4kV 码头变电所 2 座。
	给排水	（1）淡水水源 由新港工业园区生活水主管接一根 DN250 的管道到加注站，进入站区后分别送入生活水储罐及生产消防水储罐，供加注站生产水、生活水系统使用以及码头船舶的淡水补充水和消防供水。 （2）海水水源 工艺海水来自站区东面的取水站，水质相对稳定，昼夜变化不大，温差小，符合用海水加热的直流供水使用条件。 （3）排水 采用雨污水分流制。清洁雨水直接排放。LNG 属于清洁能源，平时操作时不产生污染物。码头面、引桥面雨水自流排入水体。 加注站产生的生活污水经收集、处理后回用作为绿化用水。 海水经气化器加热气化 LNG 后温度降低 5℃ 以内，海水未被污染，直接排入海中。海水在加注站内采用管道排放的方式接入海水排水口。
环保工程	污水处理	场区内设置一座含油污水处理站，处理能力 100m ³ /d，采用气浮-过滤处理工艺；场区内设置一座生活污水处理站，处理能力 100m ³ /d，采用 A2O 处理工艺。
	火炬系统	火炬布置在场区东南角礁石上，独立成区；火炬高度 100m，筒体直径 DN1000，处理能力 240t/h
	固废	场区内设置一座 20m ² 的危废暂存库，用于临时存储生产过程中产生的危险废物。
依托工程	航道	工程直接利用马岙公共航道进港，不需经过龟山航道或灌门航道。外来的大型船舶自香炉花瓶礁东侧东航路为起点，以航向 292° 12' 46" ~ 112° 12' 46" 沿黄大洋海域南部近岛涨落潮主槽（即舟山电厂煤码头万吨级航道）航行 25.6km 至黄它山外侧，然后转向 22°，以航向 270° 00' 00" ~ 090° 00' 00" 航行 5.5km 至梁横山外侧，再转向到达钓梁站址码头前沿。
	锚地	LNG 船舶利用香炉花瓶礁锚地为引航联检锚地，秀山东锚地作为应急锚地，滚装船舶可使用秀山东锚地。

表 3.2-2 一期工程码头构筑物情况一览表

项目	组成	工程内容
1#码头	工作平台	1 座工作平台，平面尺为 53×37m，顶面高程 10.5m，采用高桩墩式结构，上部结构为现浇钢筋混凝土墩台，墩台厚 2.5m，桩基采用 Φ1200mm 钢管桩
	引桥	1 座引桥，长约 265m，宽 15m，引桥近平台深水段由 10.50m 斜坡至 12.00m，中间保持水平段，至后方近岸浅水段降坡至 9.50m，与堤身衔接，采用高桩大板式结构，桥墩中心距为 18m 及 21m，上部结构采用现浇混凝土墩台+叠合式预应力空心大板结构，预制预应力空心板高 1.2m。近平台深水段每榀墩台基桩采用双排 Φ1200mm 钢管桩，近岸浅水段每榀墩台基桩采用双排 Φ1200mm 灌注桩。
	靠船墩	靠船墩共 4 座。1#~4#靠船墩均为长方形，平面尺度为 14m×20m，顶面高程为 7.5m。

		采用高桩墩式结构，上部为现浇钢筋混凝土墩台，墩台厚 3.0m，桩基础采用 $\Phi 1500\text{mm}$ 钢管桩。
	系缆墩	6 座系缆墩，1#~3#系缆墩为圆形，平面尺度为直径 15m，顶面高程为 7.5m。其中 1#、3#系缆墩采用高桩墩式结构，上部为现浇钢筋混凝土墩台，墩台厚 3.0m，桩基础采用 $\Phi 1800\text{mm}$ 钢管桩（部分锚岩）；4#~6#系缆墩为圆形，平面尺度为直径 13m，顶面高程为 7.5m。采用高桩墩式结构，上部为现浇钢筋混凝土墩台，墩台厚 3.0m，桩基础采用 $\Phi 1500\text{mm}$ 钢管桩。
2#码头	工作平台	1 座工作平台，平面尺度（长 $\times$ 宽）为 32m $\times$ 32m，顶面高程为 10.5m。采用高桩墩式结构，上部为现浇钢筋混凝土墩台，墩台厚 2.5m，桩基础采用 $\Phi 1200\text{mm}$ 钢管桩。
	引桥	1 座引桥，长 281m，宽 15m，15m，引桥近支引桥深水由 10.50m 上坡至 12.00m，中间保持水平段，至后方近岸浅水段下坡至 9.50m，与堤身衔接。引桥采用高桩大板式结构，桥墩中心距为 18m 及 21m，上部结构采用现浇混凝土墩台+叠合式预应力空心大板结构，预制预应力空心板高 1.2m。近平台深水段每樁墩台基桩采用双排根 $\Phi 1200\text{mm}$ 钢管桩，近岸浅水段每樁墩台基桩采用双排 $\Phi 1200\text{mm}$ 灌注桩。
	靠船墩	靠船墩共 2 座。1#靠船墩平面尺度为 25m $\times$ 14m，顶面高程为 7.5m，采用高桩墩式结构，上部结构为现浇混凝土墩台，墩台厚 3m，桩基础采用 $\Phi 1500\text{mm}$ 钢管桩；2#靠船墩平面尺度为 20m $\times$ 14m，顶面高程为 7.5m，采用高桩墩式结构，上部结构为现浇混凝土墩台，墩台厚 3m，桩基础采用 $\Phi 1500\text{mm}$ 钢管桩。
	系缆墩	系缆墩共 4 座。系缆墩均为圆形，平面尺度均为直径 13m，均采用高桩墩式结构，上部结构均为现浇钢筋混凝土墩台，墩台均厚 3.0m，桩基础均采用 $\Phi 1500\text{mm}$ 钢管桩。1#、2#顶面高程为 7.5m，3#、4#顶面高程为 9.5m。
3#码头	工作平台	1 座工作平台，长 223.5m，宽 20m，顶面高程 8.8m，为高桩板梁式结构，基桩采用 $\Phi 800\text{mm}$ 组合管桩，排架间距 7m，码头上部结构为现浇横梁、叠合纵梁、叠合面板。
	引桥	1 座引桥，长 388m，宽 12m，采用高桩梁板结构型式，排架间距为 12m。引桥顶面高程 8.80m，岸侧放坡至 8.50m。根据拟建工程位置水深情况，结合地质钻探成果，引桥海侧水深较深处基桩采用 $\Phi 800\text{mm}$ 组合管桩；岸侧基岩段基桩采用 $\Phi 1000\text{mm}$ 嵌岩桩。
	靠船墩	靠船墩共 2 座，平面尺度分别为 46m $\times$ 12m、8m $\times$ 10m，顶面高程为 6.8m，基桩采用 $\Phi 800\text{mm}$ 组合管桩，上部结构为现浇混凝土墩台。
	系缆墩	系缆墩共 7 座，2 座平面尺度均为 5m $\times$ 6m，5 座平面尺度均为 8m $\times$ 10m，顶面高程为 6.8m，#1、#2 系缆墩基桩采用 $\Phi 1000\text{mm}$ 组合管桩，其余均采用基桩采用 $\Phi 800\text{mm}$ 组合管桩。

3.2.2.3 项目平面布置

一期工程站区内功能区块合理、明确，通过道路分隔形成规整、明确的区块，分别是工艺区、LNG 储罐区、槽车装车区、公用工程区、仓储区、火炬区、海水取水区、行政办公区等，各分区具体布置如下：

（1）LNG 储罐区：LNG 储罐靠北侧岸线成两排布置，建设2个 LNG 储罐、远期预留6个LNG储罐。

（2）工艺区：包括 LNG 高压泵、IFV 气化器、BOG 压缩厂房、再冷凝器、计量输出等，布置在储罐区的东面，减少工艺管线。

（3）公用工程区：包括空压 / 氮气站、消防及生产生活水罐、控制楼、总变等，布置在工艺区的南面。

（4）火炬布置在厂区的东南角突出礁石上，独立成区，减少对接收站影响。火炬高度约100m，火炬总管及筒体为 DN1000，烟气出口温度850℃，烟气出口速度 58m/s，长

明灯为1年8760小时排放。

(5) 总变布置在公用工程区的西面，独立成区。

(6) 仓库及维修区：包括综合仓库、综合维修，布置在厂前区的东面，靠近物流出入口。

(7) 槽车装车区：布置在厂区的东侧，靠近槽车滚装船码头，由于滚装船是定期到离港，加注站在运行时将会有较多空车和实车候车，故在此区域设置了一个槽车候车区。

(8) 厂前区：包括生产调度综合楼、生产值班室。布置在厂区的西南角，靠近人流出入口。

(9) 在厂前区和仓库及维修区之间布置预留冷能利用区。

(10) 厂区供设置四个出入口：一个人流出入口，布置在厂前区；一个物流出入口，布置在公用工程区东南角；另外两个物流出入口为槽车专用出入口，布置在槽车装车区南面。

项目平面布置详见图3.2-1。



图3.2-1 现有工程平面布置图

3.2.2.4 工艺流程

(1) LNG运输船卸船

LNG运输船靠泊并与卸料臂对接后，LNG通过运输船上的输送泵经卸料臂通过支管汇集到总管，输送到LNG储罐中。LNG进入储罐后置换出的BOG，一部分利用LNG储罐与LNG运输船间的压差，通过回气管线输到运输船的LNG储舱中，以维持船舱系统压力平衡，另一部分则经过压缩机处理经再冷凝器冷凝及气化单元加压气化后送外输管网。

在卸船操作初期，用较小的卸船流量来冷却卸料臂及辅助设施，从而避免产生的BOG超过蒸发气系统处理能力而排放到火炬。当冷却完成后，逐渐增加流量到设计值。卸船结束后，将码头上布置的氮气管线与卸料臂的氮气接口连接，利用氮气吹扫残留于卸料臂中的LNG至LNG运输船。

(2) LNG加注船装船系统

从LNG储罐中泵出的LNG经装船臂输送到LNG加注船。LNG进入加注船后置换出的BOG，利用船舱与LNG储罐的压差，通过回气管线返回到LNG储罐中，以维持船舱系统压力平衡。

在装船操作初期，用较小的装船流量来冷却装料臂及辅助设施，从而避免产生的BOG超过蒸发气系统处理能力而排放到火炬。当冷却完成后，逐渐增加流量到设计值。装船结束后，将码头上布置的氮气管线与卸料臂的氮气接口连接，利用氮气吹扫残留于装船臂中的LNG至加注船。

由于没有业务来源，自调试以来未进行过LNG加注船（液态）外输。

(3) LNG储存系统

本项目一期建设2座16万 m^3 储罐，总储存能力为32万 m^3 ；16万立方米储罐设计最高正压为29kPa(G)，最低负压-1kPa(G)，设计温度为-196℃~+60℃，日蒸发率0.05%。储罐采用全容罐，内罐材料为9Ni钢、外罐和顶盖为混凝土，两罐间的环状空间和悬挂的内吊顶用绝热材料进行保冷，LNG最大日蒸发气量控制在罐容的0.05%。外罐顶为球型拱顶，为加强风载及地震载荷作用下的储罐稳定，外罐设置有锚固带。外罐设有盘梯和罐顶操作平台，满足操作人员进行操作和完成必要的维护检修。全容罐内径80m，外径82m，内罐高35.65m，外罐高38.5m（不含穹顶）/~50m（含穹顶）。卸船时，LNG通过卸船总管进入陆上储罐。为避免卸船时引起储罐内LNG分层而导致“翻滚”的风险，可根据储

罐内LNG的密度和运输船LNG密度选择卸船时LNG从上部进料管进料，或通过底部进料管下部进料。一般情况下，较重的LNG从上部进料，较轻的LNG从下部进料。储罐的压力保护以表压为基准。第一级超压保护排火炬，当储罐压力达到26kPa(G)，控制阀打开，超压部分气体排入火炬系统。第二级超压保护排大气；当储罐压力达到29kPa(G)，储罐顶压力安全阀打开，超压部分气体直接排入大气。

罐内低压泵主要有二个功能：一是提供动力将LNG从储罐内抽出送至码头装船系统和槽车装车系统及气化外输系统，并对LNG卸料总管循环保冷；二是使罐内LNG循环，罐内底层LNG通过该循环有效的与上层LNG混合，避免分层及“翻滚”。作为输送系统的重要设备。

(4) 蒸发气处理系统

本项目BOG处理采用再冷凝工艺和直接输出工艺结合的方案，正常情况下使用再冷凝工艺，当气化外输量不够和检修时使用直接输出工艺，设置了2台低温往复式BOG压缩机和2台常温往复式BOG高压压缩机。如果蒸发气的流量比压缩机（或再冷凝器）的处理能力高，储罐和蒸发气总管的压力将升高，当压力升高到26kPaG时，将打开BOG总管上的压力控制阀将部分蒸发气排至火炬。实际操作过程中，企业控制压力低于26kPaG，蒸汽将不排至火炬。

再冷凝器由两部分组成，上部为填料段，压缩机压缩后的BOG与过冷的LNG充分接触并被完全冷凝；下部为缓冲段，为高压输送泵提供缓冲。LNG加注站只设1台再冷凝器。再冷凝器设有旁路，未进入再冷凝器的LNG通过旁路与来自再冷凝器的LNG混合后进入高压输送泵，同时旁路也可以保证再冷凝器检修时，LNG可继续被送往高压泵，从而保证外输的正常进行。在外输量较低时（如零输出操作状态），再冷凝器不能将压缩后的蒸发气体完全冷凝下来，此时过量的BOG将经BOG高压压缩机升压后送外输管网。

(5) 高压外输系统

LNG储罐罐内低压泵泵送出的LNG经高压外输系统加压气化成为高压天然气后进入输气首站进行计量分析，然后输送至外输管网。

LNG由储罐内低压泵加压、高压泵增压和气化器气化后进入天然气管网。高压输送泵启动台数根据加注站的外输气量来确定。LNG高压输送泵外输流量可通过泵出口管线及气化器入口的流量调节阀进行控制，也可根据外输天然气总管的压力变化自动控制，

以保证外输天然气总管中的压力稳定。

LNG在气化器中被加热气化，天然气经计量后通过管线送往外输天然气干线。气化后的天然气温度不低于0℃。

(6) 天然气外输系统

本项目外输气体经计量站计量系统分析计量后进入高压外输管线，然后进入输气首站。在外输天然气总管上设有一套完善的压力保护系统，以防输气管线超压。

(7) 火炬系统

火炬系统用于处理BOG总管超压排放的气体。加注站项目内设有一套低压火炬系统。低压火炬系统与蒸发气总管相连。当储罐压力达到26kPa(G)，控制阀打开，超压部分气体排入低压火炬系统。在非正常工况下，如果放空至火炬燃烧后储罐压力仍继续上升，超过安全设定压力后将自动开启LNG储罐顶部的安全阀，罐内蒸发气将直接排入大气直至压力低于设定值，安全阀自动关闭，排放点应位于安全处。为防止空气进入火炬筒体，应连续向BOG总管通入低流量氮气，以保持系统微正压。

(8) 燃料气系统

燃料气系统用于火炬长明灯及供应加注站项目生活区用气。为达到必要的温度，设有一台小负荷电加热器，其目的是将燃料气温度升到预设的温度。

(9) LNG槽车装车系统

LNG槽车装卸车系统包括LNG槽车装卸车臂、LNG槽车装卸车气相返回臂、地及控制设施。加注站项目的主要输出方式之一是槽车LNG外输(包括陆路运输和滚装船运输)，由于没有业务来源，自调试以来未进行过滚装船(液态)外输，仅进行过调试。

槽车装卸车站一期建设有14个装车位。各槽车装车橇均设有液体装车臂与气体返回臂，可同时进行装车作业，单个装车位的装车能力为60m³/h。装车时置换出来的蒸发气靠压差返回蒸发气总管。槽车装卸车系统设有LNG循环管线，用于维持非装卸车作业时装卸车总管处于低温状态，避免开始装运时产生过多的BOG气体进入槽车降低装卸车速率。

槽车装料涉及以下操作：槽车在装车台的停放和固定、接地；液体臂和气体臂的连接，包括所需要的氮气吹扫；打开气体阀，使槽车压力和下游蒸气系统的压力达到平衡；打开液体装料阀，以低流率开始装料；逐步提高装料流量，使之达到正常装料流量；当

达到LNG装料量设定值时，装料流量的降低以及装料停止将自动进行。在关闭阀门后，应将液体臂和气体臂进行排液、排气和氮气吹扫，并将其断开。

3.2.3 二期工程概况

3.2.3.1 工程概况

(1)建设内容及规模：建造包括2座16万m³储罐及3台202t/hIFV气化器等配套设施，周转量为200万t/a。

(2)劳动定员：不新增劳动定员。

(3)投资：本项目实际总投资额24.11亿元，其中环保投资291万元，占0.12%。

3.2.3.2 工程组成

项目由主体工程（储罐工程）、公用工程和环保工程等组成。项目组成情况详见表3.2-3。

表 3.2-3 二期工程项目组成一览表

类别		项目组成
主体工程	储罐工程	新增 2 座 16 万 m ³ 的 LNG 全容罐，2 座储罐最大储存量共为 13.44 万 t。
	外输工程	新增 14 个 LNG 装车位，新增周转量 50 万 t/a。
	加注系统	新增 1 套箱式 LNG 加注系统，包含 1 套 LNG 加液机、1 台潜液泵、1 个 LNG 卧式储罐(60m ³)，一天加注量约为 27m ³ 。
	产品方案	二期工程气化系统未投运，产品方案为：外运 49.6 万 t/a，槽车加注 0.4 万 t/a
公用工程	供水	本项目依托站内一期现有供水系统。
	排水	本项目依托站内一期现有污水处理系统；本项目不新增员工，不新增生活污水。
	供电	本项目利用站内一期工程现有供电系统。
	供气	本项目利用站内一期工程现有空压站，设置有 2 台空气压缩机，最大供气量为 1700Nm ³ /h，供气压力 0.9MPa。
环保工程	废气	项目产生的废气进入一期已建火炬系统处理。新建加注系统加液机自带尾气回收装置
	废水	本项目依托站内一期现有污水处理系统；本项目不新增员工，不新增生活污水。
	固废	项目无新增一般固废和生活垃圾，项目危险废物贮存场所依托一期工程建设的危废暂存库。
	LNG 泄漏收集	项目新增 2 座泄漏收集池，每座有效容积 40m ³

3.2.3.3 项目平面布置

二期工程主要根据新增设施的工艺流程和特性在原有功能分区内预留地上进行布置，主要布置在 LNG 储罐区内；本项目储罐区位于一期储罐区南侧，装车区位于一期装车区东侧，加注系统位于一期装车区南侧，二期项目平面布置见图3.2-1。

3.2.3.4 项目工艺流程

本项目工艺单元主要包括：LNG储存系统、LNG装车设施、箱式LNG加注设施。

（1）LNG储存系统

二期工程增设两座 16万 m^3 储罐。卸船操作时，LNG通过卸船总管，由储罐上进液或者下进液（取决于来液密度）进入储罐。罐内液可通过罐内低压泵给装车岛装液外输。LNG 低压输送泵为潜液泵，安装在储罐的泵井中，每座储罐中均设有2个泵井。二期工程配备 4台低压输送泵，每座 LNG储罐中分别安装 2台低压输送泵。储罐的压力保护以表压为基准。第一级超压保护排火炬，当储罐压力达到 26kPa(G)，控制阀打开，超压部分气体排入火炬系统。第二级超压保护排大气，当储罐压力达到29kPa(G)，储罐顶压力安全阀打开，超压部分气体直接排入大气。

（2）LNG 装车设施

二期项目新增加14个装车位，24小时作业，最大装车量为840 m^3/h ，每个装车位装车流量 60 m^3/h ，采用批量控制器控制充装量。

（3）箱式 LNG 加注设施

由于LNG槽车需要在本站充装 LNG 燃料，设置箱式 LNG 加注系统 1 套，可随时为LNG 燃料车加注 LNG。

卸车流程：卸车流程是把汽车槽车内的LNG转移至LNG撬装加气站的储罐内的过程，利用潜液泵卸车，使LNG经过泵从储罐上进液管进入LNG储罐。

加注流程：LNG 撬装加液站储罐中的饱和液体LNG通过泵加压后由加注枪通过计量后给槽车加注，加液机自带尾气回收装置。

3.2.4 现有工程冷排水排放情况及控制措施

（1）控制措施

现有工程营运期冷海水通过专用排污口排放入海。低温海水排放温差可由中控室在

线实时监测，通过 LNG流量调节、阀门控制等措施控制海水温度，气化器进、出水温度差控制在 5℃以内；为了减少余氯对海洋生态环境的影响，本工程采用在线监测技术和自控技术，控制次氯酸钠发生器的次氯酸钠发生量，确保排水口余氯浓度不大于0.1mg/L，减缓余氯对海域生态环境的影响。温差在线及余氯在线照片详见图3.2-2。

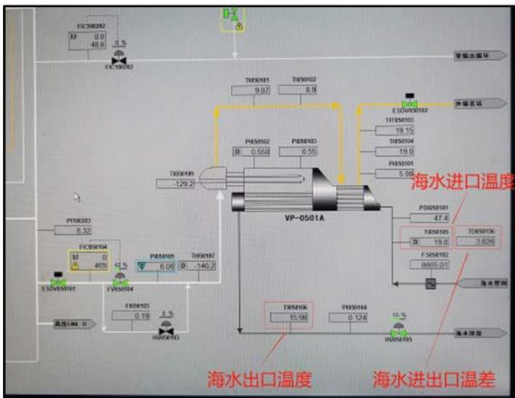
一期工程冷排水最大排放量为17500m³/h。根据二期工程环评和竣工环保验收报告，二期评价内容仅包括气化外输相关设备，不包括气化工程实施后冷排水的环境影响，本次评价期间二期工程未进行气化外输工作，没有冷海水的外排。



海水进口余氯分析仪



海水出口余氯分析仪



冷海水温差在线实时监测

图3.2-2 温差在线及余氯在线设施

(2) 治理措施的有效性

本次评价采用冷排水在线观测数据，监测数据见表3.2-4。

表 3.2-4 冷海水监测结果一览表（近三个月）

检测点位	采样时间		温降（℃）	余氯（mg/L）
排水口	在线监测	2022年5月	2.3	0.04
		2022年6月	1.3	0.02
		2022年7月	1.4	0.04

气化器进、出水温度差控制在 5℃ 以内，余氯控制在 0.1mg/L 以内，满足《海水冷却水排放要求》（GB/T393961-2020）要求。监测结果表明，现有工程冷排水的控制措施有效性良好。

建设单位定期开展排水口周边海域余氯的环境监测，本次评价选取 2021 年 8 月的监测数据，监测结果见表 3.2-5。

表 3.2-5 海域余氯监测结果一览表

检测点位	采样时间	余氯（mg/L）
排水口西北侧 1km	2021年8月17日	0.01
排水口		0.02
取水口		0.01
螺门渔港		0.01

根据监测结果可知，本项目一期工程冷排水排放余氯对周边海域环境影响较小，余氯浓度均低于 0.02mg/L。

3.3 总量控制

国家重点对化学需氧量（COD）、氨氮（NH₃-N）、二氧化硫（SO₂）和氮氧化物（NO_x）四项污染物进行控制。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]197号），烟粉尘、挥发性有机物、重点金属污染物、沿海地级及以上城市总氮和地方实施量控制的特征污染物参照执行。根据《浙江省人民政府办公厅关于印发生态环境保护“十三五”规划的通知》（浙政办发[2016]140号），开展重点海域和沿城市总氮排放量控制试点。

本项目排水主要污染因子为余氯和温降，不涉及上述总量控制因子和总量控制指标。

4 环境现状调查与评价

4.1 自然环境概况

4.1.1 地理位置

舟山群岛新区地处我国东南沿海，长江口南侧，杭州湾外缘的东海洋面上。地理位置介千东经 $121^{\circ} 30' 123^{\circ} 25'$ ，北纬 $29^{\circ} 32' 31^{\circ} 04'$ 之间，东西长182千米，南北宽 169 千米。背靠上海、杭州、宁波等大中城市和长江三角洲等辽阔腹地，面向太平洋，具有较强的地缘优势，踞我国南北沿海航线与长江水道交汇枢纽，是长江流域和长江三角洲对外开放的海上门户和通道，与亚太新兴港口城市呈扇形辐射之势。

本项目位于舟山经济开发区新港工业园区（二期）舟山液化天然气（LNG）接收及加注站场区内，不新增占地。新港工业园区（二期）位于舟山本岛北部，新港工业园（一期）的东侧，东至梁横山，南至钓梁南堤坝和自然山体，西至钓山和自然山体，北至北1堤坝、北2堤坝、牛头山及北3堤坝。

项目地理位置详见图4.1-1。

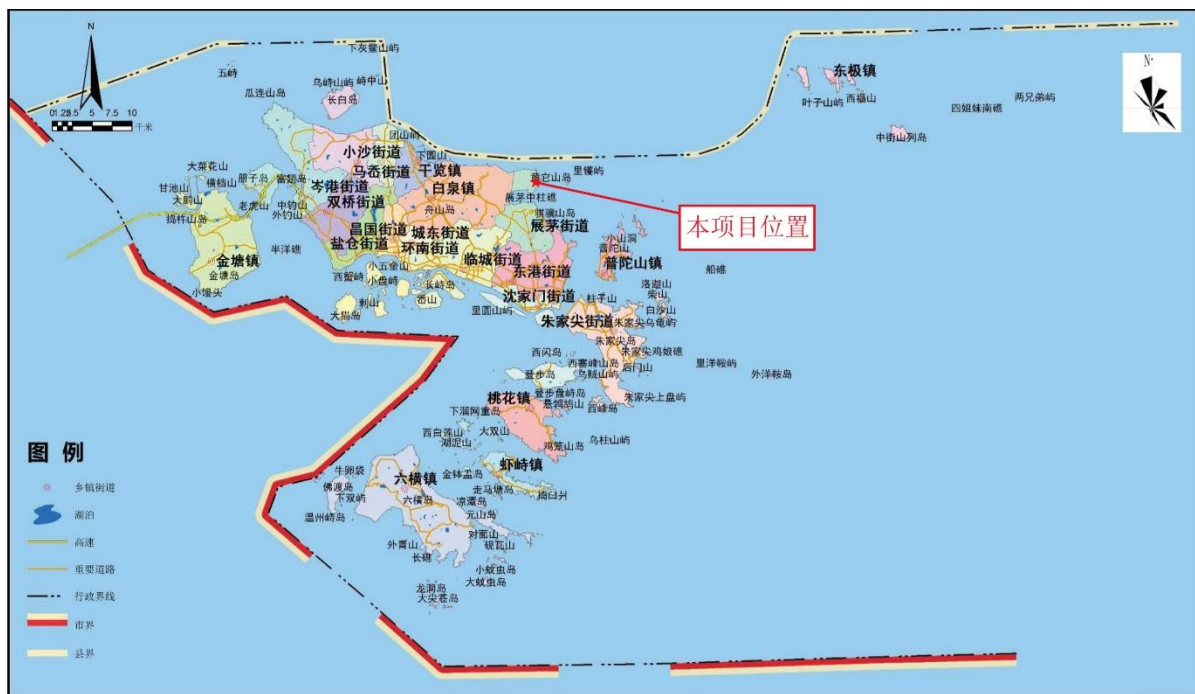


图4.1-1 项目地理位置图

4.1.2 地形地貌

舟山群岛地质构造属闽浙隆起地带的东北端，是浙江境内天台山脉向东北方向延伸

入海的出露部分，为海岛丘陵地貌。岛屿与陆地兼具丘陵山区和沿海平原的特点，主要大岛丘陵起伏，多小盆地，滨海小平原狭窄，平原与丘陵交错分布，山脊或分水岭相隔，形成一丘一壑的地形，小岛大多一岛一丘。全市最高峰为桃花岛对峙山，海拔+544.4m，其次是舟山岛的黄杨尖，海拔+503.6m，其余一般在+200~400m之间，滨海围涂造田，呈小块平原。沿海有面积众多的滩涂和盐地，海岸线蜿蜒曲折。

4.1.3 区域水文地质

(1) 区域地质情况

本项目工程场地原为滩涂及海域，现已回填整平，属于人工堆积平原地貌，场地地面高程在+2.00~3.00m之间。

本场地地质情况如下：

场区域构造单元属华南加里东褶皱系浙东南褶皱带，地质构造形迹以断裂为主，褶皱次之，不同展布方向和不同切割深度的断裂相互交织，形成了本区特有的网格状构造格局，并控制了区内的地质作用和地震活动。

场地大地构造位置属华南加里东褶皱系（I级构造单元）浙东南褶皱带（II级构造单元）丽水-宁波隆起（III级构造单元）新昌-定海断隆（IV级构造单元）的北部。区域构造线为北东向，盖层褶皱不发育，由北东、东西、北西向基底断裂组成区域构造基本格架。区域性大断裂龙泉—宁波北东向断裂在场地以西海域通过，昌化—定海东西向断裂带在场地以南通过，场地内未见区域性大断裂发育。断裂活动时间主要集中在侏罗纪至第三纪，在晚白垩世时活动尤为剧烈，晚第四纪以来，地区构造活动渐趋平缓，断裂活动性较弱。

场地位于地震动峰值加速度0.10g区内，场地及周边存在较深厚第四纪覆盖层，地表总体较平整。查阅历史地形图对拟建场地和周边地形地貌特征、堆积物、树木、水系、生态等迹象，经现场踏勘和调查及勘探孔所揭示地层分布情况，在钻孔深度内未发现活动断裂带、滑坡、危岩和崩塌、泥石流、地面塌陷、空洞等不良地质作用和地质灾害迹象。场地未发现其它如：防空洞、暗浜、暗塘、墓穴、孤石等地下障碍物分布。

综上所述，场地区域地质构造相对稳定，无不良地质作用。

本场区特殊性岩土为①1层素填土、②层淤泥质粘土及⑫1层强风化凝灰岩。

①1层素填土广泛分布，其性质差及厚度变化大，特别是填土含有大量块石，这对

桩基施工有影响。填土层具有厚度大，均匀性差，抗剪强度和承载力低，密度低，固结程度低等特点。

②层淤泥质粘土为海相沉积层，具高含水量、低强度、高压缩性，有较明显的流变、触变特性。

③1 层强风化凝灰岩，岩石破碎，呈碎块状，风化程度不均匀，灌注桩基础施工时易引起塌孔等问题，施工时应予注意，并应采用适宜的钻头钻进。

(2) 区域水文地质情况

根据舟山地区水文地质特点，区域地下水长年稳定水位为 0.5m~1.5m。根据地下水的埋藏条件、赋存条件，将地下水类型分为三种类型：

①上层滞水：赋存于耕土中，主要受大气降水补给，其透水性较好、赋水性较差。水位受季节影响明显，富水性差，水量较小。上层滞水分布不均，水位不一，受外界环境及季节性变化影响变化大，主要为地表径流水及粘性土孔隙夹水，与大气降水及人类活动有关，主要以侧向径流及自然蒸发的方式排泄。

②第四系松散岩类孔隙水：主要赋存于第四系全新统地层中粗砂层、砾砂和圆砾层中，主要受大气降水补给，水位随季节变化。

③基岩裂隙水：主要赋存于基岩裂隙中，由于风化裂隙连通性较差，其导水性、赋水性较差，水量较小。

根据本场地地下水的赋存形式和埋藏条件，工程场地地下水为上层滞水和承压水，上层滞水赋存于素填土和吹填砂中，承压水赋存于含粘性土砾砂中，由于上述含水层中粘性土含量较高，渗透系数不大、富水性较差、水量有限，属微承压水，承压水水头略高于承压水含水层的层顶标高。勘察期间钻孔测得水位埋深 0.70~3.80m，高程在 -0.94~1.81m 之间，地下水受大气降水影响，地下水位年变幅 2.00m 左右。

4.1.4 地表水系

舟山陆域系海岛丘陵区，平地占岛陆面积的 37.4%，约有 2/3 的面积为山丘地。诸岛均无大的水系，多为季节性间歇河流，兼农田灌溉渠系排涝之功用。单独入海的大小河流 1004 条，总长 785.7km，分布在舟山、金塘、六横、岱山、衢山等 18 个较大岛屿上。其中，舟山岛的盐仓、临城、勾山、白泉、芦花、金塘、六横等岛部分河道可通农船，以舟山岛中部的皋白河流为最大，流域面积 59.2km²，干流长 10km，各岛河流

以平地为界，间以山岭，互不相通。

4.1.5 海洋水文特征

(1) 潮汐

舟山海域除金塘海区为不规则半日混合潮海区外，其余海区均为半日潮。本区域所在海域潮波以 m^2 分潮为主，受东海前进波系统控制。潮波浅海分潮影响明显，沈家门、螺门站潮波属于非正规半日浅海潮，而镇海、定海、岱山等站潮波属于不正规半日混合潮。存在着明显的高潮不等和低潮不等现象，春分~秋分期间，夜间的潮高高于白天；秋分~春分期间，白天的潮高高于夜间。潮汐的起潮次序依次为朱家尖至苗子湖一线、定海至岱山一线、龙山至大渔山一线，潮波朝西北方向穿越舟山群岛，自苗子湖到大渔山，位相差 2h 以上。潮差存在自东向西先减小后增大的现象，朱家尖至苗子湖两处，平均潮差均为 2.63m，至定海和岱山时，平均潮差分别为 2.17m 和 2.25m，在镇海处最小，为 2.09m，到龙山和大渔山一线又增加到 2.43m 和 2.61m。各站的平均海面基本相近，在 0.17~0.24 之间。

(2) 潮位（85 国家高程）

多年平均潮位为 0.22m，多年平均高潮位为 1.22m，多年平均低潮位-0.83m；设计高潮位 3.18m（P=2%），设计低潮位-2.21m（P=2%）。

(3) 潮流

舟山市潮流以岱山海区最强，其次为定海海区，嵊泗次之，普陀海区潮流最弱。本区域所在海域潮流较强，且基本为往复流。本海区潮流具有以下特征：

1) 潮波接近前进潮波，涨潮最大流速出现在高潮位前 2h 以内，而落潮最大流速也出现在低潮位前 2h 以内。

2) 潮流动力大。本区涨落潮流流速较大，螺门北侧最大涨、落潮垂线平均流速分别为 1.45m/s 和 1.48m/s。涨落潮流速的空间分布呈现一定的规律性，在相同的潮型及潮时下，主潮流速大于近岸流速。

3) 本海区落潮平均流速大于涨潮平均流速，大潮流速大于中潮流速。

4) 由于本海区岛屿众多，流向受狭道地形影响较大，从涨落潮流向来看，涨潮主流向介于 275° ~ 304° 之间，落潮的主流向介于 105° ~ 148° 之间。

4.1.6 气候特征

舟山位于中纬度地带,属亚热带海洋性季风气候区,其特点是四季分明,冬暖夏凉,气候温暖湿润,光照充足,无霜期长,蒸发量大,无寒潮,台风在冬、夏侵袭影响本区域。

根据定海气象站观测资料,多年平均气温为 16.3℃,极端最高气温 39.1℃(1966 年 8 月 5 日),极端最低气温为-6.5℃(1967 年 1 月 16 日)。多年平均降水量为 1237.3~1350.2mm,区域内降水日数平均为 142~145d,雨水集中在 3-6 月份,5 月最大,12 月最少约 8-9d,全年 $\geq 25\text{mm/d}$ 的天数平均为 13d/a。舟山多年平均相对湿度 79%~80%,6 月最大湿度 88%~91%,12 月最小湿度 70%~71%,多年平均蒸发量 1208.3mm。由于季风的影响,风速、风向的季节变化非常明显,冬季盛行 NNW、NW 风,风速较大;春季风向多变,风速也较大;3 月份以 NNW、NW 风为主,4~5 月份以 SSE、ESE 风出现最多,夏季盛行 SSE、ESE 风,风速一般较小,但在台风活动较多的 7~8 月份,风速较大;秋季风向多变,风速较小。本区多年平均风速 3.6m/s,历年最大风速 33.0m/s,主导风向 ENE。本区域全年各月均有雾,以 3~6 月最多,8~10 月雾日相对较少,历年最多雾日数 44d,最少雾日数 3d,多年平均雾日数 17.4d;本区域历年最多雷暴日数 44d,最少雷暴日数为 13d,多年平均雷暴日数 28.3d。

4.2 海洋环境质量现状调查与评价

4.2.1 水文动力现状调查与评价

4.2.1.1 第一期水文动力现状调查与评价

4.2.1.1.1 海流观测时间及站位布设

海流观测在工程区的近岸海域布置 DL01~DL06 共 6 处水文站和 1 处潮位站,实际监测站位坐标见下表 4.2-1,站位分布见图 4.2-1。观测时间为 2019 年 3 月 16 日 12:00-17 日 16:00(农历二月初十至二月十一,小潮)、3 月 22 日 16:00-23 日 20:00(农历二月十六至二月十七,大潮)、3 月 10 日 00:00-4 月 09 日 23:00(潮位观测)。

表 4.2-1 水文全潮测验站位位置(以经纬度为准)

观测项目	站号	N	E
水文站	DL01		
	DL02		
	DL03		

	DL04			
	DL05	小潮		
		大潮		
	DL06			
潮位站	钓梁潮位站			

4.2.1.1.2 观测结果分析

(1) 平均流速和最大流速

从观测数据中选取表、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H、底等层数据进行统计分析得到平均流速和最大流速分布，见表 4.2-2。从表中可以看出：从表层至底层平均流速及最大流速基本上处于递减趋势，最大涨潮流速基本大于最大落潮流速。最大流速出现时间每个站位的各层时间相近。

表 4.2-2 各观测站每层平均流速及最大流速表

潮汛	垂线号	表		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底	
		流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)	流速 (m/s)	流向 (°)
大潮	DL01												
	DL02												
	DL03												
	DL04												
	DL05												
	DL06												
小潮	DL01												
	DL02												
	DL03												
	DL04												
	DL05												
	DL06												

(2) 结果分析

1) 实测最大流速的极值

将上表所列特征值排列、比较可知：大潮汛期间测点最大流速的极值为 2.08m/s，对应的流向为 101°，出现于 DL03 垂线表层；小潮汛期间测点最大流速的极值为 1.44m/s，

对应的流向为 99° ，出现于 DL01 垂线 0.2H 层。

2) 实测最大流速的平面分布

从总体上看，测区北侧的 3 个垂线流速较大，而位于东侧的 DL05 垂线较小。如大潮期间，DL01、DL02、DL03 实测各层的最大流速介于 $1.20\sim 2.08\text{m/s}$ 之间，DL04、DL05、DL06 垂线各层最大流速介于 $0.50\sim 1.05\text{m/s}$ 之间；而小潮汛期间 DL01、DL02、DL03 实测各层的最大流速介于 $0.74\sim 1.44\text{m/s}$ 之间，DL04、DL05、DL06 垂线各层最大流速介于 $0.19\sim 1.03\text{m/s}$ 之间。

为了直观地反映测区周边水域在水文测验期间涨、落潮流速平面分布，以各站实测垂线平均的最大涨、落潮流速（流向）为例，分别绘制了大、小潮汛垂向平均的流速、流向矢量图（见图 4.2-2～图 4.2-3）。

（4）潮流调和与分析

潮流调和分析的目的是从实际观测资料中求出各主要分潮流的调和常数，从而确定潮流的性质和特征。根据观测数据的个数，用准调和差比法计算各分潮流的调和常数。

①潮流的性质

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

$$0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \leq 0.5$$

为正规半日潮流

$$0.5 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \leq 2.0$$

为不正规半日潮流

$$2.0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \leq 4.0$$

为不正规日潮流

$$4.0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}}$$

为正规日潮流

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

利用上述判别标准，根据调和计算结果求得各站的主要分潮流最大流速的比值。由下表可以看出，测区内所有的垂线的 P 值均小于 0.25，说明测区内 6 个垂线均为半日

潮流。由浅水影响系数 G 可知，测区垂线中 1#、2#、3#浅水分潮影响不是太明显，而 4#、5#、6#垂线浅水分潮影响较明显，所以本海域以正规半日潮流为主。

表 4.2-3 各测站潮流类型系数（垂线平均）

测站	DL01	DL02	DL03	DL04	DL05	DL06
潮流性质判别系数 P						
浅水影响系数 G						
$(W_{K1}+W_{O1})/W_{M2}$						

②潮流的运动形式

潮流运动形式可分为旋转流和往复流，通常以潮流运动的形式可用 $M2$ 分潮流的椭圆率 K 值来表述， K 值越大，潮流运动的旋转流形态就越强；反之，则往复流的性质越明显。当 $|K|=1$ 时，潮流椭圆成圆形，各方向的流速相等，为纯旋转流；当 $|K|=0$ 时，潮流椭圆为一直线，海水质点在一条直线做来回运动，为典型往复流； $|K|$ 值通常在 $0\sim1$ 之间， $|K|$ 值越大，旋转流的形式越显著， $|K|$ 值越小，往复流的形式越显著。事实上纯旋转流和纯往复流是很少存在的，往往两种形式同时并存，只是看哪种形式明显而已。

一般认为， K 的绝对值大于 0.25 时，潮流流向具有较强的旋转性分布，潮流运动可视为旋转流，当 K 的绝对值小于 0.25 时，其流向变化主要集中在涨、落潮流的两个方向上，潮流运动形式具有往复流的特征。潮流的旋转方向，通常是以旋转率 K 前面的符号来判断。 K 前面为“+”，表示潮流逆时针旋转（左旋）， K 前面为“-”，说明潮流是顺时针旋转（右旋）。

从测验海区垂线平均潮流准调和结果来看，测区垂线 $|K|$ 均小于 0.25，表明其为往复流。

③余流

余流是实测海流中分离出潮流后的剩余流动，用长期测流资料分离的余流是一种稳定的定向流动，对水域的物质输移有着重要意义；用短期测流资料分离的余流，代表性较差，但也能大致反映出物质输移的去向。

下表给出了各站垂线平均海流分离出的余流大小及方向。

表 4.2-4 观测期间的余流（单位：流速 cm/s；流向°）

站位	小潮		大潮	
	流速	流向	流速	流向
DL01				
DL02				

DL03				
DL04				
DL05				
DL06				

由表可见,总体上测验海区余流大不,最大余流流速为 27.59cm/s,其流向为 80°,出现在 DL02 站大潮,最小余流为 6.16cm/s,流向为 355°,出现在 DL05 站的大潮。

4.2.1.2 第二期水文动力现状调查与评价

4.2.1.2.1 海流观测时间及站位布设

海流观测在工程区近岸海域布置 SW01~SW06 共 6 处全潮水文站,同时布置 L1、西码头 2 处潮位站,实际监测站位坐标见下表 4.2-5,站位分布见图 4.2-4。观测时间为 2020 年 11 月 1 日 9:00-2 日 12:00 (农历九月十六至九月十七,大潮)、10 月 28 日 13:00-29 日 16:00 (农历九月十二至九月十三,中潮)、10 月 25 日 11:00-10 月 26 日 13:00 (农历九月初九至九月初十,小潮)西码头和 L1 临时站监测 2020 年 10 月 25 日-2020 年 11 月 24 日的逐时潮位。

表 4.2-5 水文全潮测验站位位置(以经纬度为准)

类型	站名	经度 (E)	纬度 (N)	海底高程(m)
全潮水文站				
全潮水文站				
全潮水文站				
全潮水文站				
全潮水文站				
全潮水文站				
潮位站				
潮位站				

4.2.1.2.2 观测结果分析

(1) 平均流速和最大流速

从观测数据中选取表、0.2H、0.4H、0.6H、0.8H、底等层数据进行统计分析得到平均流速和最大流速分布,见表 4.2-6。从表中可以看出:从表层至底层平均流速及最大流速基本上处于递减趋势,最大涨潮流速基本大于最大落潮流速。最大流速出现时间每个站位的各层时间相近。

表 4.2-6 各观测站每层平均流速及最大流速表

站号	潮汛	潮流	面层		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底层	
			流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
SW 01	大潮	涨潮流												
		落潮流												
	中潮	涨潮流												
		落潮流												
	小潮	涨潮流												
		落潮流												
SW 02	大潮	涨潮流												
		落潮流												
	中潮	涨潮流												
		落潮流												
	小潮	涨潮流												
		落潮流												
SW 03	大潮	涨潮流												
		落潮流												
	中潮	涨潮流												
		落潮流												
	小潮	涨潮流												
		落潮流												
SW 04	大潮	涨潮流												
		落潮流												
	中潮	涨潮流												
		落潮流												
	小潮	涨潮流												
		落潮流												
SW 05	大潮	涨潮流												
		落潮流												
	中潮	涨潮流												
		落潮流												
	小潮	涨潮流												
		落潮流												

SW06	大潮	涨潮流												
		落潮流												
	中潮	涨潮流												
		落潮流												
	小潮	涨潮流												
		落潮流												

(2) 结果分析

1) 实测最大流速的极值

将上表所列特征值排列、比较可知：工程海域实测最大涨潮流为 1.92m/s(278°)，出现在 SW05 测站大潮面层，实测最大落潮流速为 1.75m/s(90°)，出现在 SW05 测站大潮面层。

2) 实测最大流速的平面分布

从总体上看，SW01、SW02 测站潮流流速相差不大，平均流速大潮分别为 0.57m/s、0.59m/s，中潮期间分别为 0.51m/s、0.53m/s，小潮期间分别为 0.32m/s、0.34m/s，SW03～SW06 测站平均流速大潮分别为 0.87m/s、0.58m/s、0.81m/s、0.78m/s，中潮期间分别为 0.68m/s、0.53m/s、0.73m/s、0.63m/s，小潮期间分别为 0.37m/s、0.38m/s、0.47m/s、0.34m/s。

为了直观地反映测区周边水域在水文测验期间涨、落潮流速平面分布，我们以各站实测垂线平均的最大涨、落潮流速（流向）为例，又分别绘制了大、中、小潮汛垂向平均的流速、流向矢量图（见图 4.2-6～图 4.2-8）。

(4) 潮流调和分析

潮流调和分析的目的是从实际观测资料中求出各主要分潮流的调和常数，从而确定潮流的性质和特征。根据观测数据的个数，用准调和差比法计算各分潮流的调和常数。

①潮流的性质

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

$$0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \leq 0.5$$

为正规半日潮流

$$0.5 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \leq 2.0$$

为不正规半日潮流

$$2.0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \leq 4.0$$

为不正规日潮流

$$4.0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}}$$

为正规日潮流

其中, W_{M_2} 、 W_{K_1} 、 W_{O_1} 分别为主太阴半日分潮流、太阴太阳赤纬日分潮流和主太阴日分潮流的椭圆长半轴。判定结果见表 4.2-7。

表 4.2-7 各测站潮流类型系数

站号	表层	0.6H	底层	垂平
SW01				
SW02				
SW03				
SW04				
SW05				
SW06				

利用上述判别标准, 根据调和计算结果求得各站的主要分潮流最大流速的比值。由下表可以看出, 测区内所有的垂线的比值均小于 0.25, 说明测区内 6 个垂线均为正规半日潮流。

②潮流的运动形式

潮流运动形式可依主要分潮流 M_2 的椭圆率 K 值予以判定。 $|K|$ 值小于 0.25 时, 往复流形式显著; 反之, 旋转流特征强烈。并规定当 K 值为正时, 潮流呈逆时针的旋转; K 为负时, 潮流呈顺时针向旋转。如表 4.2-8 所示, 各测站主要层次及垂线平均的 $|K|$ 值均小于 0.25, 潮流呈往复流形式。此外工程附近海域各测站主要层次及垂线平均的 K 值均为正值, 表明潮流呈逆时针旋转, 工程周边海域各测站除 SW05 测站外多为负值, 表明潮流呈顺时针旋转。

表 4.2-8 各测站潮流的 K 值统计

站号	表层	0.6H	底层	垂平
SW01				
SW02				
SW03				
SW04				

SW05				
SW06				

③余流

余流乃指消除周期性潮流后的一种相对稳定的流动。然而由于受分析方法和计算资料序列的限制，表 4.2-9 列出的余流值可能包含了部分未被分离的潮流成份，但仍可由此获取某些统计性的认识。

水文测验期间，工程海域 SW01～SW03 测站的余流方向主要为偏东向(落水方向)，SW04、SW05 和 SW06 测站的余流方向主要为偏西向(涨水方向)，工程海域 SW01～SW06 测站最大余流分别为 0.29m/s、0.33m/s、0.12m/s、0.23m/s、0.14m/s、0.05m/s。

表 4.2-9 观测期间的余流（单位：流速 cm/s；流向°）

站号	潮次	表层		0.6H		底层		垂线平均		三潮平均	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
SW01	大潮										
	中潮										
	小潮										
SW02	大潮										
	中潮										
	小潮										
SW03	大潮										
	中潮										
	小潮										
SW04	大潮										
	中潮										
	小潮										
SW05	大潮										
	中潮										
	小潮										
SW06	大潮										
	中潮										
	小潮										

4.2.2 海水水质现状调查与评价

本项目海水水质现状调查与评价委托自然资源部第二海洋研究所于 2021 年 10 月及 2022 年 3 月在工程附近进行的海域环境质量现状监测和调查资料，对项目所在区域海水水质进行综合分析和评价。

4.2.2.1 监测点位

本次调查以项目为中心按“全面覆盖、均匀布设，重点代表”原则，布设海水水质调查站位 20 个，海洋沉积物调查站位 10 个，海洋生态、海洋生物质量、渔业资源调查站位 12 个，潮间带生物调查断面 3 条。调查站位具体布置详见表 4.2-10 和图 4.2-9~10。

根据《海洋监测规范第 3 部分：样品采集、贮存与运输》（GB17378.3-2007）的要求，水深小于 10m 的站位采集表层水样，大于等于 10m 且小于 25m 的站位采集表层和底层水样，大于等于 25m 且小于 50m 的站位采集表层、10m 层和底层水样，大于等于 50m 的站位采集表层、10m 层、50m 层和底层。石油类和叶绿素 a 仅采表层水样。沉积物采集 0-20cm 表层样品。

表 4.2-10 海洋环境质量现状调查站位和项目

站位	经度	纬度	监测项目
XA01			水质、沉积物、生态和生物资源
XA02			水质
XA03			水质、沉积物、生态和生物资源
XA04			水质
XA05			水质、沉积物、生态和生物资源
XA06			水质、沉积物、生态和生物资源
XA07			水质、沉积物、生态和生物资源
XA08			水质
XA09			水质、沉积物、生态和生物资源
XA10			水质
XA11			水质
XA12			水质、生态和生物资源
XA13			水质、生态和生物资源
XA14			水质、沉积物、生态和生物资源
XA15			水质
XA16			水质
XA17			水质、沉积物、生态和生物资源

站位	经度	纬度	监测项目
XA18			水质
XA19			水质、沉积物、生态和生物资源
XA20			水质、沉积物、生态和生物资源
C1			潮间带生物
C2			潮间带生物
C3			潮间带生物

4.2.2.2 水质监测项目

水温、盐度、透明度、悬浮物（SS）、pH、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、活性磷酸盐（ $\text{PO}_4\text{-P}$ ）、无机氮（包括 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 和 $\text{NH}_4\text{-N}$ ）、油类、重金属（Cu、Pb、Zn、Cd、总 Cr、Hg、As）等，共 19 项。

4.2.2.3 采样与检测方法

海洋水质环境的现状调查和监测参照《海洋监测规范》（GB17378.3-2007）中样品采集、贮存与运输和《海洋调查规范》（GB12763.4-2007）及《海洋生态环境监测技术规程》等有关规定进行。

4.2.2.4 监测结果

监测结果见表 4.2-11~4.2-12。

表 4.2-11 工程周边海域水质调查结果（2021 年秋季）

站位	层次	水温	盐度	pH	SS	DO	COD	无机氮	活性磷酸	石油类	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Hg	As
		°C			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
XA01	表																
	底																
XA02	表																
	10m																
	50m																
	底																
XA03	表																
XA04	表																
	底																
XA05	表																
	底																
XA06	表																
	底																
XA07	表																
XA08	表																
	底																
XA09	表																
	底																
XA10	表																
	底																
XA11	表																
	中																
	底																

三期 LNG 储罐及配套设施项目取排水海洋环境影响报告书

XA12	表																
	底																
XA13	表																
	底																
XA14	表																
	10m																
	底																
XA15	表																
	10m																
	底																
XA16	表																
	底																
XA17	表																
	底																
XA18	表																
XA19	表																
	底																
XA20	表																
	底																

表 4.2-12 工程周边海域水质调查结果（2022 年春季）

站位	层次	水温	盐度	pH	SS	DO	COD	无机氮	活性磷酸盐	石油类	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Hg	As
		℃			mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L	μg/L
XA01	表																
XA02	表																
	10m																
	底																
XA03	表																
XA04	表																
	底																
XA05	表																
	底																
XA06	表																
	底																
XA07	表																
XA08	表																
	底																
XA09	表																
	底																
XA10	表																
	底																
XA11	表																
	10m																
	底																
XA12	表																

三期 LNG 储罐及配套设施项目取排水海洋环境影响报告书

	底																
XA13	表																
	底																
XA14	表																
	10m																
	底																
XA15	表																
	10m																
	底																
XA16	表																
	底																
XA17	表																
	底																
XA18	表																
XA19	表																
	底																
XA20	表																
	底																

4.2.2.5 海水水质现状评价

(1) 评价方法

海水水质评价采用单因子污染指数法进行评价，污染程度随实测浓度增大而加重。

公式为：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{0i}}$$

式中： P_i —某污染物的标准指数；

C_i —某污染因子现状监测浓度， mg/m^3 或 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

C_{0i} —某污染因子的环境质量标准， mg/m^3 或 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

pH 的标准指数采用如下模式进行计算：

$$P_{\text{pH}} = \frac{7.0 - \text{pH}}{7.0 - \text{pH}_d} \quad (\text{当 } \text{pH} < 7.0 \text{ 时})$$

$$P_{\text{pH}} = \frac{\text{pH} - 7.0}{\text{pH}_s - 7.0} \quad (\text{当 } \text{pH} > 7.0 \text{ 时})$$

式中： P_{pH} —pH 标准指数；

pH—实测 pH 值；

pH_d —pH 标准下限；

pH_s —pH 标准上限；

溶解氧的单项污染指数计算公式为：

$$P_i = |\text{DO}_f - \text{DO}_i| / (\text{DO}_f - \text{DO}_s) \quad (\text{DO}_i \geq \text{DO}_s)$$

$$P_i = 10 - 9\text{DO}_i / \text{DO}_s \quad (\text{DO}_i < \text{DO}_s)$$

式中： DO_f —某水温、气压条件下的饱和溶解氧浓度 (mg/L)，计算公式采用：

$$\text{DO}_f = 468 / (31.6 + T);$$

DO_i —溶解氧实测值；

DO_s —溶解氧的评价标准限值， mg/L 。

(2) 评价标准

根据项目附近近岸海域功能区分布情况可知，XA01 位于一类海域，其执行《海水水质标准》(GB3097-1997) 中一类海水水质评价标准；XA02、XA03、XA04、XA06、XA11、XA12、XA14、XA18、XA19 位于四类海域，其执行《海水水质标准》(GB3097-

1997) 中四类海水水质评价标准; XA05、XA07、XA08、XA09、XA10、XA13、XA15、XA16、XA17、XA20 位于二类海域, 其执行《海水水质标准》(GB3097-1997) 中二类海水水质评价标准。

(3) 评价结果

针对海水水质标准评价结果分别见表 4.2-12~表 4.2-13。

根据评价结果可知, 项目周围近岸海域除无机氮、活性磷酸盐外其他因子均满足相应海域《海水水质标准》(GB3097-1997) 海水水质评价标准。20 个监测站位全部出现无机氮超标现象, 13 个监测站位出现活性磷酸盐超标现象。

表 4.2-12 秋季调查结果评价指数一览表

站位	采样层次	pH	DO	COD	无机氮	PO ₄ -P	石油类	Cu	Pb	Zn	Cd	Cr	Hg	As
XA01	表													
	底													
XA02	表													
	10m													
	50m													
	底													
XA03	表													
XA04	表													
	底													
XA05	表													
	底													
XA06	表													
	底													
XA07	表													
XA08	表													
	底													
XA09	表													
	底													
XA10	表													
	底													
XA11	表													
	中													
	底													

三期 LNG 储罐及配套设施项目取排水海洋环境影响报告书

XA12	表													
	底													
XA13	表													
	底													
XA14	表													
	10m													
	底													
XA15	表													
	10m													
	底													
XA16	表													
	底													
XA17	表													
	底													
XA18	表													
XA19	表													
	底													
XA20	表													
	底													

表 4.2-13 春季调查结果评价指数一览表

站 位	采样层次	pH	DO	COD	无机氮	PO ₄ -P	石油类	Hg	Cr	Pb	Cd	Zn	As	Cu
XA01	表													
XA02	表													
	10m													
	底													
XA03	表													
XA04	表													
	底													
XA05	表													
	底													
XA06	表													
	底													
XA07	表													
XA08	表													
	底													
XA09	表													
	底													
XA10	表													
	底													
XA11	表													
	10m													
	底													
XA12	表													
	底													

XA13	表													
	底													
XA14	表													
	10m													
	底													
XA15	表													
	10m													
	底													
XA16	表													
	底													
XA17	表													
	底													
XA18	表													
XA19	表													
	底													
XA20	表													
	底													

4.2.3 海洋沉积物环境质量现状调查与评价

本次海洋沉积物质量现状调查与评价于 2022 年 4 月开展，在项目周边共布设 10 个调查站位，对项目所在区域海洋沉积物环境质量进行综合分析和评价。

4.2.3.1 监测点位

监测点位见 4.2.2.1 章节。

4.2.3.2 监测项目

有机碳、硫化物、石油类、Cu、Zn、Pb、Cd、Hg、As、Cr。

4.2.3.3 监测频率及方法

监测频率：一次性采样。

监测方法：沉积物样品采集、贮存与运输按照《海洋监测规范》（GB17378.3-2007）和《海洋调查规范》（GB12763.4-2007）及《海洋生态环境监测技术规程》等有关规定进行。

4.2.3.4 监测结果

监测结果见表 4.2-14。

表 4.2-14 海域沉积物调查结果与统计

站位	有机碳	硫化物	石油类	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Cr	As
	%	$\times 10^{-6}$								
XA03										
XA05										
XA17										
XA20										
XA19										
XA14										
XA09										
XA07										
XA01										
XA06										

4.2.3.5 海洋沉积物现状评价

(1) 评价方法

采用单因子污染指数法进行评价，污染程度随实测浓度增大而加重。公式为：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{0i}}$$

式中： P_i —某污染物的标准指数；

C_i —某污染因子现状监测浓度， mg/m^3 或 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

C_{0i} —某污染因子的环境质量标准， mg/m^3 或 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

(2) 评价标准

根据各个取样点的海域功能可知，XA01 所在海域为海洋渔业区，XA05、XA07、XA09、XA17、XA20 所在海域为海水养殖区，均属于一类海域，执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）一类标准；XA03、XA06、XA14、XA19 所在海域为港口开发区，属于三类海域，执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）三类标准。

(3) 评价结果

评价结果见表 4.2-15。

表 4.2-15 海域沉积物环境质量评价结果一览表

站位	有机碳	硫化物	石油类	Hg	Cd	Pb	Zn	Cu	Cr	As
XA03										
XA05										
XA17										
XA20										
XA19										
XA14										
XA09										
XA07										
XA01										
XA06										

由上表可知，XA01、XA05、XA07、XA09、XA17、XA20 所在海域沉积物中的所有调查因子有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、总汞、砷、总铬均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）第一类标准的要求；XA03、XA06、XA14、XA19 所在海域沉积物中的所有调查因子有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、总汞、砷、

总铬均符合《海洋沉积物质量》(GB18668-2002) 第三类标准的要求, 沉积物质量现状良好。

4.2.4 海洋生态环境现状调查与评价

4.2.4.1 叶绿素 α 和初级生产力

本次春秋两季调查期间的叶绿素 α 和透明度以及初级生产力情况见表 4.2-16。

2021 年秋季调查期间水体中叶绿素 α 浓度在 $1.01\sim 3.50\text{mg}/\text{m}^3$ 之间, 透明度在 $0.1\sim 1.0\text{m}$ 之间, 计算得到初级生产力水平在 $15.58\sim 79.65\text{mgC}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 之间, 平均 $36.17\text{mgC}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

2022 年春季调查期间水体中叶绿素 α 浓度在 $3.75\sim 6.87\text{mg}/\text{m}^3$ 之间, 平均 $5.87\text{mg}/\text{m}^3$, 最小值出现在 XA07 站位, 最大值出现在 XA11 站位; 透明度均为 0.1m , 计算得到初级生产力水平在 $24.96\sim 45.75\text{mgC}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 之间, 平均 $39.10\text{mgC}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$, 最小值出现在 XA07 站位, 最大值出现在 XA11 站位。

表 4.2-16 叶绿素 α 及初级生产力统计表

站位	秋季			春季		
	叶绿素 α mg/m^3	透明度 m	初级生产力 $\text{mgC}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$	叶绿素 α mg/m^3	透明度 m	初级生产力 $\text{mgC}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$
XA01						
XA03						
XA05						
XA06						
XA07						
XA09						
XA12						
XA13						
XA14						
XA17						
XA19						
XA20						

4.2.4.2 浮游植物

(1) 浮游植物的种类组成

2021 年秋季, 共采集并鉴定到浮游植物 5 门共 45 种。2022 年春季, 共采集并鉴定到浮游植物 3 门共 43 种。具体见表 4.2-17。

表 4.2-17 工程附近海域浮游植物种类名录

序号	中文名	拉丁文名	秋季	春季
一	硅藻门	BACILLARIOPHYTA	+	+
1	爱氏辐环藻	Actinocyclus ehrenbergii Ralfs	+	+
2	透明辐杆藻	Bacteriastrum hyalium		+
3	活动齿状藻	Odontella mobiliensis(Bailey) Grunow	+	+
4	旋链角毛藻	Chaetoceros curvisetusCleve		+
5	密连角毛藻	Chaetoceros densus		+
6	洛氏角毛藻	Chaetoceros lorenzianusGrun.		+
7	窄面角毛藻	Chaetoceros paradoxus		+
8	拟旋链角毛藻	Chaetoceros pseudocurvisetus		+
9	豪猪棘冠藻	Corethron hystrix Hensen		+
10	中华齿状藻	Odontella sinensis(Greville) Grunow	+	+
11	窄隙角毛藻	Chaetoceros affinis	+	
12	旋连角毛藻	Chaetoceros curvisetus	+	
13	聚生角毛藻	Chaetoceros socialis	+	
14	拟旋连角毛藻	Chaetoceros pseudocurvisetus	+	
15	蛇目圆筛藻	Coscinodiscus argus Ehr.	+	+
16	星脐圆筛藻	Coscinodiscus asteromphalus Cleve	+	+
17	中心圆筛藻	Coscinodiscus centralis Ehr.	+	+
18	巨圆筛藻	Coscinodiscus gigas	+	+
19	琼氏圆筛藻	Coscinodiscus jonesianus(Grev.)Ostenf.	+	+
20	琼氏圆筛藻变化变种	Coscinodiscus jonesianus var.commutata	+	
21	具边圆筛藻	Coscinodiscus marginatus Ehr.	+	+
22	虹彩圆筛藻	Coscinodiscus oculus-iridis Ehr.	+	+
23	辐射圆筛藻	Coscinodiscus radiatus Ehr.	+	+
24	威利圆筛藻	Coscinodiscus wailesii	+	
25	有棘圆筛藻	Coscinodiscus spinosus		+
26	美丽漂流藻	Planktoniella formosa		+

27	条纹小环藻	Cyclotella striata(Kuetz.)Grun.	+	+
28	柱状小环藻	Cyclotella stylorum Brightw.	+	
29	布氏双尾藻	Ditylum brightwelli(West)Grun.	+	+
30	膜状缪氏藻	Meuniera membranacea(Cleve)P.C.Silva	+	+
31	洛伦菱形藻	Nitzschia lorenziana Grun.	+	+
32	美丽菱形藻	Nitzschia spectabilis(Ehr.)Ralfs	+	+
33	具槽帕拉藻	Paralia sulcata(Ehr.)Cleve	+	+
34	具翼漂流藻	Planktoniella blanda(Schmidt) Syvertsen&Hasle	+	+
35	宽角斜纹藻	Pleurosigma angulatum(Quék.)W.Smith	+	+
36	美丽斜纹藻	Pleurosigma formosum		+
37	大斜纹藻	Pleurosigma major		+
38	拟尖刺菱形藻	Pseudonitzschia pungens	+	
39	掌状冠盖藻	Stephanopyxis palmeriana(Grev.)Grun.	+	+
40	中肋骨条藻	Skeletonema costatum	+	
41	长海毛藻	Thalassiothrix longissima	+	+
42	伏氏海线藻	Thalassionema frauenfeldii(Grunow)Tempère&Peragallo	+	
43	菱形海线藻	Thalassionema nitzschioides(Grun.)V.H.	+	
44	蜂窝三角藻	Triceratium favus	+	
45	离心列海链藻	Thalassiosira eccentrica(Ehr.)Cleve.		+
46	海链藻	Thalassiosira sp.		+
二	甲藻门	PYRROPHYTA	+	
47	塔玛亚历山大藻	Alexandrium tamarense	+	
48	梭角藻	Ceratium fusus	+	
49	裸甲藻	Gymnodinium sp.		+
50	夜光藻	Noctiluca scintillans		+
51	三角角藻	Ceratium tripos(O.F.Mueller) Nitzsch	+	+
52	东海原甲藻	Prorocentrum donghai	+	+
53	扁平原多甲藻	Protoperidinium depressum(Bail.)Balech	+	+
54	原多甲藻孢囊	Protoperidinium cysts	+	+
55	原多甲藻	Protoperidinium sp.	+	+

56	斯氏扁甲藻	Pyrophacus steinii(Schiller)Wall&Dale	+	
57	锥状斯氏藻	Scrippsiella trochoidea(Stein)Loeblich	+	+
三	蓝藻门	CYANOPHYTA	+	
58	颤藻	Oscillatoria sp.	+	
四	裸藻门	EUGLENOPHYTA	+	
59	双鞭藻	Eutreptia sp.	+	
五	金藻门	CHRYSTOPHYTA	+	
60	六等刺硅鞭藻	Dictyochas peculum Ehrenberg	+	+

2021 年秋季调查期间, 硅藻门有 33 种, 约占浮游植物种数的 73.33%; 甲藻门有 9 种, 约占浮游植物种数的 20.00%; 蓝藻门、裸藻门和金藻门各有 1 种, 分别约占浮游植物种数的 2.22%。

2022 年春季调查期间, 硅藻门有 34 种, 约占浮游植物种数的 79.07%; 甲藻门有 8 种, 约占浮游植物种数的 18.60%; 金藻门有 1 种, 约占浮游植物种数的 2.33%。

各季调查期间的浮游植物具体种类组成详见表 4.2-18。

表 4.2-18 调查海域浮游植物种类组成

序号	类群	秋季		春季	
		种数	占比 (%)	种数	占比 (%)
1	硅藻门				
2	甲藻门				
3	蓝藻门				
4	裸藻门				
5	金藻门				
合计					

(2) 优势种

2021 年秋季, 工程附近海域浮游植物出现优势种 (优势度 ≥ 0.02) 4 种, 分为琼氏圆筛藻、虹彩圆筛藻、星脐圆筛藻和中肋骨条藻等, 其他浮游植物优势度均小于 0.02。琼氏圆筛藻作为第一优势种, 优势度达到 0.49, 细胞平均丰度为 $2.15 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ 。具体见表 4.2-19。

表 4.2-19 秋季浮游植物优势种优势度 ($Y \geq 0.02$) 和平均丰度

种名	类群	Y	平均丰度(10^5 cells/m^3)
琼氏圆筛藻			
虹彩圆筛藻			

星脐圆筛藻			
中肋骨条藻			

2022 年春季,工程附近海域浮游植物出现优势种(优势度 ≥ 0.02)7 种,分别为虹彩圆筛藻、布氏双尾藻、辐射圆筛藻、星脐圆筛藻、琼氏圆筛藻、拟旋链角毛藻和夜光藻等,其他浮游植物优势度均小于 0.02。虹彩圆筛藻作为第一优势种,优势度达到 0.33,细胞平均丰度为 $1.92 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ 。具体见表 4.2-20。

表 4.2-20 春季浮游植物优势种优势度($Y \geq 0.02$)和平均丰度

种名	类群	Y	平均丰度(10^5 个/ m^3)
虹彩圆筛藻			
布氏双尾藻			
辐射圆筛藻			
星脐圆筛藻			
琼氏圆筛藻			
拟旋链角毛藻			
夜光藻			

(3) 细胞丰度分布

2021 年秋季,工程附近海域浮游植物分布不均,站位之间细胞丰度差别较大,细胞丰度范围在 $0.73 \times 10^5 \sim 11.74 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$,平均细胞丰度为 $4.41 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$,详见表 4.2-21。细胞丰度最大值出现在 XA07 号站,最小值出现在 XA17 号站。细胞丰度的平面分布见图 4.2-1。

表 4.2-21 调查海域浮游植物细胞丰度、多样性指数、丰富度、均匀度和优势度

站位	细胞丰度 ($\times 10^5 \text{ cells/m}^3$)	多样性 H'	均匀度 J	丰富度 d	单纯度 C
XA01					
XA03					
XA05					
XA06					
XA07					
XA09					
XA12					
XA13					
XA14					
XA17					
XA19					
XA20					

2022 年春季,工程附近海域浮游植物分布不均,站位之间细胞丰度差别较大,细胞

丰度范围在 $1.48 \times 10^5 \sim 22.15 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ ，平均细胞丰度为 $5.77 \times 10^5 \text{ cells/m}^3$ ，详见表 4.2-22。细胞丰度最大值出现在 XA07 号站，最小值出现在 XA06 号站。细胞丰度的平面分布见图 4.2-11~12。

表 4.2-22 春季调查海域浮游植物细胞丰度、多样性指数、丰富度、均匀度和优势度

站位	细胞丰度 ($\times 10^5 \text{ cells/m}^3$)	多样性 H'	均匀度 J	丰富度 d	单纯度 C
XA01					
XA03					
XA05					
XA06					
XA07					
XA09					
XA12					
XA13					
XA14					
XA17					
XA19					
XA20					

(4) 生物多样性分析

根据表 4.2-30 可知，秋季项目附近海域浮游植物多样性指数介于 1.73 到 3.07 之间，平均值为 2.46；均匀度介于 0.39 到 0.74 之间，平均值为 0.56；丰富度指数介于 0.72 到 1.38 之间，平均值为 1.10；单纯度介于 0.17 到 0.47 之间，平均值为 0.29。总体来说，秋季工程附近海域大部分站位浮游植物群落多样性指数中等偏下，丰富度指数中等偏上，均匀度指数中等，单纯度指数较低，说明浮游植物群落结构一般，生物多样性平面分布如图 4.2-13 所示。

根据表 4.2-31 可知，春季项目附近海域浮游植物多样性指数介于 2.06 到 3.58 之间，平均值为 2.86；均匀度介于 0.45 到 0.83 之间，平均值为 0.66；丰富度指数介于 0.70 到 1.41 之间，平均值为 1.07；单纯度介于 0.11 到 0.41 之间，平均值为 0.23。总体来说，春季工程附近海域大部分站位浮游植物群落多样性指数中等偏上，丰富度指数较高，均匀度指数中等偏上，单纯度指数较低，说明浮游植物群落结构合理。生物多样性平面分布如图 4.2-14 所示。

4.2.4.3 浮游动物

(1) 种类组成

2021 年秋季和 2022 年春季调查共采集并鉴定到浮游动物 11 大类 50 种，具体浮游动物种类名录见表 4.2-23，各种类组成见表 4.2-24。

2021 年秋季，调查海域共采集并鉴定到浮游动物 11 大类 39 种（包括浮游幼体）。主要为桡足类，共 17 种，占总种类数的 43.59%；其次为翼足类 6 种，占总种类数的 15.38%；其它种类相对较少。

2022 年春季，调查海域共采集并鉴定到浮游动物 7 大类 26 种（包括浮游幼体）。主要为桡足类，共 19 种，占总种类数的 73.08%；其次为浮游幼体 2 种，占总种类数的 7.69%；其它种类相对较少。

表 4.2-23 调查海域秋季浮游动物名录

序号	中文名	拉丁文名	秋季	春季
一	水螅水母	Hydromedusae	+	+
1	锥形多管水母	Aequorea conica	+	
2	嵎山杯水母	Phialidium chengshanensis		+
二	管水母	Siphonophor	+	+
3	异双生水母	Diphyes dispar	+	
4	五角水母	Muggiaea atlantica	+	+
三	栉水母	Ctenophora	+	
5	刺胞栉水母	Euchlora rubra	+	
6	卵型瓜水母	Beroe ovata	+	
四	多毛类	Polychaeta	+	
7	眼蚕属	Alciopina sp.	+	
五	翼足类	Pteropoda	+	
8	原明螺	Protatlanta souleyeti	+	
9	马蹄蛭螺	Limacina trochiformis	+	
10	泡蛭螺	Limacina bulimoides	+	
11	强卷螺	Agadina sympsoni	+	
12	龟螺属	Cavolinia sp.	+	
13	长轴螺	Peraclis reticulata	+	
六	桡足类	Copepoda	+	+
14	中华哲水蚤	Calanus sinicus	+	+
15	亚强真哲水蚤	Eucalanus subcrassus	+	+
16	狭额真哲水蚤	Eucalanus subtenius	+	
17	针刺拟哲水蚤	Paracalanus aculeatus	+	+
18	瘦拟哲水蚤	Paracalanus gracilis	+	+
19	隆哲水蚤属	Acrocalanus sp.	+	

20	海洋真刺水蚤	<i>Euchaeta marina</i>	+	+
21	长刺小厚壳水蚤	<i>Scolecithricella longispinosa</i>	+	+
22	瘦尾胸刺水蚤	<i>Centropages tenuiremis</i>	+	+
23	背针胸刺水蚤	<i>Centropages dorsis pinatus</i>	+	+
24	真刺唇角水蚤	<i>Labidocera euchaeta</i>	+	+
25	科氏唇角水蚤	<i>Labidocera kroyeri</i>	+	
26	太平洋纺锤水蚤	<i>Acartia pacifica</i>	+	
27	丹氏纺锤水蚤	<i>Acartia danae</i>	+	
28	隐长腹剑水蚤	<i>Oithona decipiens</i>	+	+
29	绿大眼剑水蚤	<i>Corycaeus viretus</i>	+	
30	瘦长毛猛水蚤	<i>Setella gracilis</i>	+	
31	克氏纺锤水蚤	<i>Acartia clausi</i>		+
32	驼背隆哲水蚤	<i>Acrocalanus gibber</i>		+
33	微驼隆哲水蚤	<i>Acrocalanus gracilis</i>		+
34	奥氏胸刺水蚤	<i>Centropages orsinii</i>		+
35	强额拟哲水蚤	<i>Paracalanus crassirostris</i>		+
36	小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>		+
37	双齿许水蚤	<i>Schmackeria dubia</i>		+
38	火腿许水蚤	<i>Schmackeria poplesia</i>		+
30	虫肢歪水蚤	<i>Tortanus vermiculus</i>		+
七	糠虾类	<i>Mysidacea</i>	+	+
40	中华节糠虾	<i>Siriella sinensis</i>	+	
41	漂浮囊糠虾	<i>Gastrosaccus pelagicus</i>	+	+
42	短额刺糠虾	<i>Acanthomysis brevirostris</i>	+	
八	磷虾类	<i>Euphausiacea</i>	+	+
43	中华假磷虾	<i>Pseudeuphausia sinica</i>	+	+
九	十足类	<i>Decapoda</i>	+	
44	细螯虾	<i>Leptochela gracilis</i>	+	
45	安氏白虾	<i>Palaemon annandalei</i>	+	
十	毛颚类	<i>Chaetognatha</i>	+	+
46	肥胖箭虫	<i>Sagitta enflata</i>	+	
47	强壮箭虫	<i>Sagitta crassa</i>	+	
48	百陶箭虫	<i>Sagitta bedoti</i>	+	+
十一	浮游幼体	<i>Larva</i>	+	
49	多毛类幼体	<i>Polychaeta larvae</i>	+	+
50	桡足类幼体	<i>Copepoda larvae</i>		+
51	鱼卵	<i>Fish eggs</i>		+
52	仔稚鱼	<i>Fish larvae</i>	+	+

表 4.2-24 调查海域秋季浮游动物种类组成

序号	种类	秋季		春季	
		种数	占比%	种数	占比%
1	水螅水母				

2	管水母				
3	栉水母				
4	多毛类				
5	翼足类				
6	桡足类				
7	糠虾类				
8	磷虾类				
9	十足类				
10	毛颚类				
11	浮游幼体				
合计					

(2) 优势种

2021 年秋季,调查海域浮游动物优势种($Y \geq 0.02$)共有 6 种,分别为背针胸刺水蚤、亚强真哲水蚤、瘦拟哲水蚤、百陶箭虫、中华假磷虾和瘦长毛猛水蚤。其中背针胸刺水蚤最占优势,优势度和平均丰度分别为 0.13 和 6.00 ind./m^3 , 占总丰度的 17.21%; 其次是亚强真哲水蚤,优势度和平均丰度分别为 0.11 和 5.57 ind./m^3 , 占总丰度的 15.98%。具体见表 4.2-25。

2022 年春季,调查海域浮游动物优势种共有 4 种,分别为针刺拟哲水蚤、中华哲水蚤、克氏纺锤水蚤和亚强真哲水蚤。其中针刺拟哲水蚤最占优势,优势度和平均丰度分别为 0.23 和 13.24 ind./m^3 , 占总丰度的 25.08%; 其次是中华哲水蚤,优势度和平均丰度分别为 0.16 和 11.23 ind./m^3 , 占总丰度的 21.27%。具体见表 4.2-26。

表 4.2-25 秋季浮游动物优势种优势度 ($Y \geq 0.02$) 和平均丰度

序号	种名	类群	Y	平均丰度 ind./m^3	丰度占比%
1	背针胸刺水蚤				
2	亚强真哲水蚤				
3	瘦拟哲水蚤				
4	百陶箭虫				
5	中华假磷虾				
6	瘦长毛猛水蚤				

表 4.2-26 春季浮游动物优势种优势度 ($Y \geq 0.02$) 和平均丰度 (ind./m^3)

序号	种名	类群	Y	平均丰度	丰度占比%
1	针刺拟哲水蚤				
2	中华哲水蚤				
3	克氏纺锤水蚤				
4	亚强真哲水蚤				

(3) 平均丰度和生物量

调查海域的浮游动物生物丰度和生物量统计见表 4.2-27。

2021 年秋季，浮游动物的平均丰度范围在 20.00~72.00ind./m³ 之间，平均值为 34.90ind./m³，最大值出现在 XA03 站位，最小值出现在 XA06 站位，丰度高值出现在秀山岛至大长涂山岛一带海域(图 4.2-15)。浮游动物生物量范围在 5.00~19.00mg/m³ 之间，平均值为 9.89mg/m³，最大值出现在 XA07 站位，最小值出现在 XA06 站位，生物量高值出现在岱山—秀山—大长涂山海域（图 4.2-16）。

2022 年春季，调查海域浮游动物平均丰度范围在 17.14~107.50ind./m³ 之间，平均值为 52.78ind./m³，最大值出现在 XA07 站位，最小值出现在 XA14 站位，各站位平面分布如图 4.2-17 所示；浮游动物生物量范围在 4.29~25.00mg/m³ 之间，平均值为 9.42mg/m³，最大值出现在 XA07 站位，最小值出现在 XA12 站位，各站位平面分布如图 4.2-18 所示。

表 4.2-27 调查海域浮游动物平均丰度和生物量统计表

站位	秋季		春季	
	平均丰度(ind./m ³)	生物量(mg/m ³)	平均丰度(ind./m ³)	生物量(mg/m ³)
XA01				
XA03				
XA05				
XA06				
XA07				
XA09				
XA12				
XA13				
XA14				
XA17				
XA19				
XA20				

(4) 浮游动物多样性分析

调查海域的浮游动物多样性指数、均匀度、丰富度、单纯度等指数详见表 4.2-28。2021 年秋季，调查海域浮游动物生物多样性指数 H'范围在 2.18~3.52 之间，平均值为 2.76，最大值出现在 XA13 站位，最小值出现在 XA03 站位，调整海域整体分布上看（图 4.2-19），以岱山—普陀山为界，西侧海域浮游生物的生物多样性指数高于东侧海域。均匀度 J'范围在 0.84~0.95 之间，平均值为 0.90，最大值出现在 XA19 站位，最小值出现在 XA05 站位。丰富度 d 范围在 0.65~2.25 之间，平均值为 1.20，最大值出现在 XA13 站

位，最小值出现在 XA03 站位。单纯度 C 范围在 0.12~0.24 之间，平均值为 0.17，最大值出现在 XA03 站位，最小值出现在 XA13 站位。

2022 年春季，调查海域浮游动物生物多样性指数 H' 范围在 1.85~2.97 之间，平均值为 2.40，最大值出现在 XA13 站位，最小值出现在 XA07 站位。均匀度 J' 范围在 0.80~0.95 之间，平均值为 0.87，最大值出现在 XA09 站位，最小值出现在 XA07 和 XA20 站位。丰富度 d 范围在 0.61~1.27 之间，平均值为 0.88，最大值出现在 XA13 站位，最小值出现在 XA14 站位。单纯度 C 范围在 0.15~0.33 之间，平均值为 0.23，最大值出现在 XA07 站位，最小值出现在 XA13 站位，各站位的平面分布如图 4.2-20。

表 4.2-28 调查海域秋季浮游动物生态学参数统计表

站位	秋季				春季			
	多样性指数 H'	均匀度 J'	丰富度 d	单纯度 C	多样性指数 H'	均匀度 J'	丰富度 d	单纯度 C
XA01								
XA03								
XA05								
XA06								
XA07								
XA09								
XA12								
XA13								
XA14								
XA17								
XA19								

4.2.4.4 底栖生物

(1) 种类组成

春季两季调查期间的底栖生物名录见表 4.2-29，各生物种类组成见表 4.2-30。

2021 年秋季，共鉴定出 34 种大型底栖生物，各类群分别为：多毛类 12 种，占 35.29%；软体动物 5 种，占 14.71%；甲壳动物 15 种，占 44.12%；棘皮动物 1 种，占 2.94%；鱼类 1 种，占 2.94%。甲壳动物和多毛类是项目附近海域底栖生物物种的主要类群。

2022 年春季，共鉴定出 44 种大型底栖生物，各类群分别为：多毛类 17 种，占 38.64%；

软体动物 5 种，占 11.36%；甲壳动物 16 种，占 36.36%；棘皮动物 1 种，占 2.28%；鱼类 5 种，占 11.36%。甲壳动物和多毛类是项目附近海域底栖生物物种的主要类群。

表 4.2-29 项目附近海域底栖生物种类名录

序号	中文名	拉丁文名	秋季	春季
一	多毛类	Polychaeta	+	+
1	独指虫	Aricidea fragilis	+	+
2	小头虫	Capitella capitata	+	+
3	丝异须虫	Heteromastus filiformis	+	+
4	索沙蚕属	Lumbrineris sp.	+	
5	无疣齿吻沙蚕	Inermonephtys inermis		+
6	异足索沙蚕	Kuwaita heteropoda		+
7	日本索沙蚕	Lumbrineris japonica		+
8	竹节虫	Maldanidae sp.	+	+
9	寡鳃齿吻沙蚕	Nephtys oligobranchia	+	
10	多鳃齿吻沙蚕	Nephtys polybranchia		+
11	长须沙蚕	Nereis longior		+
12	背蚓虫	Notomastus latericeus		+
13	异须沙蚕	Nereis heterocirrata	+	
14	拟特须虫	Paralacydonia paradoxa	+	+
15	奇异稚齿虫	Paraprionospio pinnata		
16	长吻沙蚕	Paraprionospio pinnata	+	+
17	蛇杂毛虫	Poecilochaetus serpens		+
18	多鳞虫科一种	Polynoidae sp.		+
19	拟节虫	Praxillella praetermissa		+
20	双齿围沙蚕	Perinereis aibuhitensis	+	
21	多齿围沙蚕	Perinereis nuntia	+	
22	不倒翁虫	Sternaspis scutata	+	+
二	软体动物	Mollusca	+	+
23	圆筒原盒螺	Cylichna biplicata	+	+
24	彩虹明樱蛤	Moerella iridescent	+	+
25	秀长织纹螺	Nassarius foveolatus	+	
26	红带织纹螺	Nassarius succinctus	+	+
27	纵肋织纹螺	Nassarius variciferus	+	+
28	半褶织纹螺	Nassarius semiplicata		+
三	甲壳动物	Crustacea	+	+
29	中国毛虾	Acetes chinensis	+	+
30	鲜明鼓虾	Alpheus distinguendus	+	+
31	日本鼓虾	Alpheus japonicus	+	+
32	双斑螳	Charybdis bimaculata	+	
33	中华绒螯蟹	Eriocheir sinensis	+	
34	安氏白虾	Exopalaemon annandalei	+	+

35	日本蟳	<i>Charybdis japonica</i>		+
36	窝纹网虾蛄	<i>Dictyosquilla foveolata</i>		+
37	狭颚绒螯蟹	<i>Eriocheir leptognathus</i>		+
38	脊尾白虾	<i>Exopalaemon carinicauda</i>	+	
39	钩虾	<i>Gammaridea</i> sp.	+	+
40	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	+	+
41	葛氏长臂虾	<i>Palaemon gravieri</i>	+	+
42	巨指长臂虾	<i>Palaemon macrodactylus</i>	+	+
43	细巧仿对虾	<i>Parapenaeopsis stenella</i>	+	
44	哈氏仿对虾	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>		+
45	三疣梭子蟹	<i>Portunus trituberculatus</i>	+	+
46	绒毛细足蟹	<i>Raphidopus ciliatus</i>	+	+
47	仿盲蟹一种	<i>Typhlocarcinops</i> sp.		+
48	拟穴青蟹	<i>Scylla paramamosain</i>	+	+
四	棘皮动物	Echinodermata	+	+
49	滩栖阳遂足	<i>Amphiura vadicola</i>	+	+
五	鱼类	Fish	+	+
50	中华栉孔虾虎鱼	<i>Ctenotrypau chenchinensis</i>	+	+
51	矛尾虾虎鱼	<i>Chaeturichthys stigmatias</i>		+
52	拉氏狼牙虾虎鱼	<i>Odontamblyopus lacepedii</i>		+
53	拟矛尾虾虎鱼	<i>Parachaeturichthys polynema</i>		+
54	髯缟虾虎鱼	<i>Tridentiger barbatus</i>		+

表 4.2-30 调查海域底栖生物种类组成

序号	类群	秋季		春季	
		种数	比例%	种数	比例%
1	多毛类				
2	软体动物				
3	甲壳动物				
4	棘皮动物				
5	鱼类				
合计					

(2) 优势种

2021 年秋季，调查海域大型底栖生物优势种 ($Y \geq 0.02$) 共有 2 种，为丝异须虫和不倒翁虫。其中不倒翁虫优势度最高，优势度和平均栖息密度分别为 0.094 和 8.33 个/m²；

丝异须虫的优势度和平均栖息密度分别为 0.024 和 4.17 个/m²。具体见表 4.2-31。

表 4.2-31 2021 年秋季调查海域底栖生物优势种和优势度 (Y)

序号	优势种	类群	优势度 (Y)	平均栖息密度	密度占比%
1	不倒翁虫				
2	丝异须虫				

2022 年春季，调查海域大型底栖生物优势种（ $Y \geq 0.02$ ）共有 3 种，为不倒翁虫、滩栖阳遂足和纵肋织纹螺。其中不倒翁虫优势度最高，优势度和平均栖息密度分别为 0.039 和 4.17 个/ m^2 ；滩栖阳遂足的优势度和平均栖息密度分别为 0.031 和 3.33 个/ m^2 ；纵肋织纹螺的优势度和平均栖息密度分别为 0.029 和 4.17 个/ m^2 。具体见表 4.2-32。

表 4.2-32 2021 年秋季调查海域底栖生物优势种和优势度（Y）

序号	优势种	类群	优势度（Y）	平均栖息密度	密度占比%
1	不倒翁虫				
2	滩栖阳遂足				
3	纵肋织纹螺				

（3）栖息密度和生物量

2021 年秋季，调查海域底栖生物平均栖息密度为 44 个/ m^2 ，范围在 20~100 个/ m^2 ，最大值出现在 20 号站位；平均生物量为 2.73g/ m^2 ，范围在 0.24~14.10g/ m^2 ，最大值出现在 3 号站位。平面分布如图 4.2-21 和图 4.2-22 所示。

2022 年春季，调查海域底栖生物平均栖息密度为 36 个/ m^2 ，范围在 20~70 个/ m^2 ，最大值出现在 1 号站位；平均生物量为 2.49g/ m^2 ，范围在 0.09~10.50g/ m^2 ，最大值出现在 13 号站位。平面分布如图 4.2-23 和图 4.2-24 所示。

两季调查的大型底栖生物栖息密度和生物量详见表 4.2-33。

表 4.2-33 调查海域大型底栖生物栖息密度和生物量

站位	秋季			春季		
	种类数(N)	密度(个/ m^2)	生物量(g/ m^2)	种类数(N)	密度(个/ m^2)	生物量(g/ m^2)
XA01						
XA03						
XA05						
XA06						
XA07						
XA09						
XA12						
XA13						
XA14						
XA17						
XA19						
XA20						

（4）生物多样性分析

2021 年秋季，调查海域底栖生物多样性指数平均值为 1.29（见表 4.2-34），变化范围在 0.92~1.79 之间。底栖生物均匀度指数平均值为 0.94，变化范围在 0.86~1.00 之间；丰富度平均值为 0.44，变化范围在 0.29~0.73 之间；单纯度平均值为 0.43，变化范围在 0.26~0.56。平面分布如图 4.2-25 所示。

表 4.2-34 调查海域大型底栖生物生态学参数统计表

站位	多样性 H'	均匀度 J'	丰富度 d	单纯度 C
XA01				
XA03				
XA05				
XA06				
XA07				
XA09				
XA12				
XA13				
XA14				
XA17				
XA19				
XA20				

2022 年春季，调查海域底栖生物多样性指数平均值为 1.33（见表 4.2-35），变化范围在 0.92~1.92 之间。底栖生物均匀度指数平均值为 0.97，变化范围在 0.87~1.00 之间；丰富度平均值为 0.47，变化范围在 0.26~0.77 之间；单纯度平均值为 0.42，变化范围在 0.28~0.56。平面分布如图 4.2-26 所示。

表 4.2-35 调查海域大型底栖生物生态学参数统计表

站位	多样性 H'	均匀度 J'	丰富度 d	单纯度 C
XA01				
XA03				
XA05				
XA06				
XA07				
XA09				
XA12				
XA13				
XA14				
XA17				
XA19				
XA20				

4.2.4.5 潮间带生物

本次调查共设置三条潮间带调查断面，XAT01 为碎石滩，XAT02 和 XAT03 高潮区为人工堤坝，中低潮区为碎石滩。

(1) 种类组成

2021 年秋季，潮间带调查断面共采集并鉴定到潮间带生物 4 大类 31 种。潮间带生物以软体动物的种数最多，为 18 种（占 58.06%），其次为甲壳类 10 种（占 32.26%）；此外，还发现多毛类 2 种（占 6.45%）和鱼类 1 种（占 3.23%）。

2022 年春季，共获潮间带生物 26 种。潮间带生物以软体动物的种数最多，为 15 种（占 57.69%），其次为甲壳类 10 种（占 38.46%）；此外，还发现鱼类 1 种（占 3.85%）。两季调查期间所获潮间带生物名录如表 4.2-36 所示，具体种类组成见表 4.2-37。

表 4.2-36 项目附近海域潮间带生物种类名录

序号	中文名	拉丁文名	秋季	春季
一	多毛类	Polychaeta	+	
1	滑指矶沙蚕	Eunice indica	+	
2	日本刺沙蚕	Neanthes japonica	+	
二	软体动物	Mollusca	+	+
3	甲虫螺	Cantharus cecillei	+	
4	嫁蛾	Cellana toreuma	+	+
5	中华拟滨螺	Littoraria sinensis	+	+
6	粗糙滨螺	Littorina articulata	+	+
7	短滨螺	Littorina brevicula	+	+
8	波纹滨螺	Littorina undulate	+	
9	单齿螺	Monodonta labio	+	+
10	织纹螺	Nassarius sp.	+	
11	渔舟蜒螺	Nerita albicilla	+	+
12	齿纹蜒螺	Nerita yoldii	+	+
13	史氏背尖贝	Nipponacmea schrenckii	+	+
14	小结节滨螺	Nodilittorina exigua	+	+
15	牡蛎	Ostreidae sp.	+	+
16	花边小节贝	Patelloida heroldi	+	
17	矮拟帽贝	Patelloida pygmaea	+	
18	疣荔枝螺	Thais clavigera	+	+
19	黄口荔枝螺	Thais luteotoma	+	+
20	背肋拟帽贝	Lottia dorsuosa		+
21	锦蜒螺	Nerita albicilla		+
22	日本菊花螺	Siphonaria japonica	+	+

三	甲壳动物	Crustacea	+	+
23	鲜明鼓虾	Alpheus distinguendus	+	
24	网纹纹藤壶	Amphibalanus reticulatus	+	
25	东方小藤壶	Chthamalus challenger	+	
26	平背蜆	Gaetice depressus	+	
27	肉球近方蟹	Hemigrapsus sanguineus	+	+
28	海蟑螂	Ligi aexotica	+	
29	方形大额蟹	Metopograpsus thukuhar	+	+
30	粗腿厚纹蟹	Pachygrapsus crassipes	+	+
31	褶痕厚纹蟹	Pachygrapsus plicatus	+	
32	寄居蟹	Pagurus minutus	+	+
33	白脊管藤壶	Fistulobalanus albicostatus		+
34	钩虾	Gammaridea sp.		+
35	特异大权蟹	Macromedaeus distinguendus		+
36	四齿大额蟹	Metopograpsus quadridentatus		+
37	圆扇蟹	Sphaerozium sp.		+
四	鱼类	Fish	+	+
38	虾虎鱼	Gobiidae sp.	+	+

表 4.2-37 调查海域潮间带生物种类组成

序号	类群	秋季		春季	
		种数	比例%	种数	比例%
1	多毛类				
2	软体动物				
3	甲壳动物				
4	鱼类				
合计					

(2) 优势种

2021 年秋季，潮间带生物主要优势种 ($Y \geq 0.02$) 共有 7 种，分别为短滨螺、小结节滨螺、中华拟滨螺、史氏背尖贝、疣荔枝螺、齿纹蜒螺和单齿螺。其中中华拟滨螺优势度最高，优势度和平均栖息密度分别为 0.206 和 25 个/ m^2 ；史氏背尖贝的优势度和平均栖息密度分别为 0.147 和 18 个/ m^2 ；疣荔枝螺的优势度和平均栖息密度分别为 0.132 和 16 个/ m^2 ；短滨螺的优势度和平均栖息密度分别为 0.127 和 23 个/ m^2 ；齿纹蜒螺的优势度和平均栖息密度分别为 0.103 和 12 个/ m^2 。小结节滨螺的优势度和平均栖息密度分别为 0.074 和 9 个/ m^2 ；单齿螺的优势度和平均栖息密度分别为 0.020 和 4 个/ m^2 。具体见表 4.2-38。

表 4.2-38 2021 年秋季潮间带生物优势种优势度 ($Y \geq 0.02$)

优势种	类群	Y	栖息密度(个/ m^2)
-----	----	---	-----------------

中华拟滨螺			
史氏背尖贝			
疣荔枝螺			
短滨螺			
齿纹蜒螺			
小结节滨螺			
单齿螺			

2022 年春季, 潮间带生物主要优势种 ($Y \geq 0.02$) 共有 8 种, 分别为短滨螺、小结节滨螺、中华拟滨螺、史氏背尖贝、疣荔枝螺、齿纹蜒螺、日本菊花螺和嫁蛾。其中短滨螺优势度最高, 优势度和平均栖息密度分别为 0.255 和 66 个/ m^2 ; 小结节滨螺的优势度和平均栖息密度分别为 0.191 和 50 个/ m^2 ; 史氏背尖贝的优势度和平均栖息密度分别为 0.137 和 36 个/ m^2 ; 嫁蛾的优势度和平均栖息密度分别为 0.059 和 23 个/ m^2 ; 日本菊花螺的优势度和平均栖息密度分别为 0.041 和 16 个/ m^2 ; 中华拟滨螺的优势度和平均栖息密度分别为 0.041 和 16 个/ m^2 ; 齿纹蜒螺的优势度和平均栖息密度分别为 0.027 和 11 个/ m^2 ; 疣荔枝螺的优势度和平均栖息密度分别为 0.023 和 9 个/ m^2 。具体见表 4.2-39。

表 4.2-39 2022 年春季潮间带生物优势种优势度 ($Y \geq 0.02$)

优势种	类群	Y	栖息密度(个/ m^2)
短滨螺			
小结节滨螺			
史氏背尖贝			
嫁蛾			
日本菊花螺			
中华拟滨螺			
齿纹蜒螺			
疣荔枝螺			

(3) 栖息密度和生物量

2021 年秋季调查期间, 潮间带生物平均栖息密度为 121 个/ m^2 ; 潮间带生物平均生物量为 11.02g/ m^2 。其平面分布如图 4.2-27 和图 4.2-28 所示。

由表 4.2-40 可知, 2021 年秋季, 3 条调查断面潮间带生物栖息密度在 96~139 个/ m^2 之间, 平均值为 121 个/ m^2 , T2 断面栖息密度最高, 其次为 T3 断面。其中, 高潮带栖息密度大小顺序为 $T3 > T2 > T1$, 中潮带栖息密度大小顺序为 $T2 > T1 = T3$, 低潮带栖息密度大小顺序为 $T1 > T2 > T3$ 。

3 条调查断面潮间带生物的生物量在 9.28~12.32g/ m^2 之间, 平均值为 11.02g/ m^2 , 最

大值位于 T1 断面，其次为 T2 断面。其中，高潮带生物量大小顺序为 $T1>T2>T3$ ，中潮带生物量大小顺序为 $T2>T1>T3$ ，低潮带生物量大小顺序为 $T1>T3>T2$ 。

表 4.2-40 秋季调查海域潮间带生物栖息密度(个/ m^2)和生物量(g/m^2)

断面	种数(个)	参数	高	中	低	平均值
T1	9					
T2	8					
T3	8					
平均值	8					

2022 年春季调查期间，潮间带生物平均密度为 260 个/ m^2 ；潮间带生物平均生物量为 22.54 g/m^2 。其平面分布如图 4.2-29 和图 4.2-30 所示。

由表 4.2-50 可知，2022 年春季，3 条调查断面潮间带生物栖息密度在 199~309 个/ m^2 之间，平均值为 260 个/ m^2 ，T3 断面栖息密度最高，其次为 T2 断面。其中，高潮带栖息密度大小顺序为 $T2>T3>T1$ ，中潮带栖息密度大小顺序为 $T3>T2>T1$ ，低潮带栖息密度大小顺序为 $T3>T1>T2$ 。

3 条调查断面潮间带生物的生物量在 21.65~23.52 g/m^2 之间，平均值为 22.54 g/m^2 ，最大值位于 T1 断面，其次为 T2 断面。其中，高潮带生物量大小顺序为 $T2>T3>T1$ ，中潮带生物量大小顺序为 $T1>T3>T2$ ，低潮带生物量大小顺序为 $T1>T2>T3$ 。

表 4.2-41 春季调查海域潮间带生物栖息密度(个/ m^2)和生物量(g/m^2)

断面	种数(个)	参数	高	中	低	平均值
T1	8					
T2	8					
T3	10					
平均值	9					

(4) 生物多样性分析

2021 年秋季，调查海区潮间带生物种类多样性指数平均值为 2.68，变化范围在 2.42~3.02 之间；均匀度平均值为 0.87，变化范围在 0.81~0.95 之间；丰富度平均值为 1.25，变化范围在 1.16~1.41 之间；单纯度平均值为 0.20，变化范围在 0.14~0.26（见表 4.2-42），平面分布如图 4.2-31。总体来说，秋季工程附近潮间带调查断面潮间带生物群落多样性指数中等，丰富度指数中等较高，均匀度指数中等偏上，单纯度指数较低，说明潮间带生物群落结构良好。

表 4.2-42 项目附近海域潮间带生物生态学参数（2021 年秋季）

断面	多样性 H'	均匀度 J'	丰富度 d	单纯度 C
T1				
T2				
T3				

2022 年春季，调查海区潮间带生物种类多样性指数平均值为 2.76，变化范围在 2.33~3.10 之间；均匀度平均值为 0.89，变化范围在 0.78~0.95 之间；丰富度平均值为 1.15，变化范围在 1.04~1.32 之间；单纯度平均值为 0.17，变化范围在 0.13~0.24（见表 4.2-43），平面分布如图 4.2-32。

表 4.2-43 项目附近海域潮间带生物生态学参数（2022 年春季）

断面	多样性 H'	均匀度 J'	丰富度 d	单纯度 C
T1				
T2				
T3				

4.2.4.6 生物体质量现状

（1）2021年秋季调查结果

2021年秋季，从本项目渔业资源调查的渔获物中选取了5种经济类鱼类（棘头梅童鱼、尖头黄鳍牙鲷、银鲳、龙头鱼、鲈鱼），2种甲壳类（日本蟳、三疣梭子蟹），对其肌肉组织中7种重金属（Cu、Pb、Zn、Cd、总Hg、As、Cr）和石油烃含量进行检测分析，检测结果见表4.2-44。

表 4.2-44 2021 年秋季调查海域生物质量检测结果（鲜重）

种名	种类	站位号	Cd 10 ⁻⁶	Pb 10 ⁻⁶	Cr 10 ⁻⁶	Cu 10 ⁻⁶	Zn 10 ⁻⁶	Hg 10 ⁻⁶	As 10 ⁻⁶	石油烃 10 ⁻⁶
日本蟳	甲壳类	XA01								

日本蟳	甲壳类	XA03								
三疣梭子蟹	甲壳类	XA05								
三疣梭子蟹	甲壳类	XA06								
棘头梅童鱼	鱼类	XA07								
尖头黄鳍牙鲷	鱼类	XA09								
银鲳	鱼类	XA12								
银鲳	鱼类	XA13								
龙头鱼	鱼类	XA14								
龙头鱼	鱼类	XA17								
鲷鱼	鱼类	XA19								
鲷鱼	鱼类	XA20								

甲壳类中样品中 Cd 的测值范围在 $0.317 \times 10^{-6} \sim 0.405 \times 10^{-6}$ 之间, 平均 0.347×10^{-6} , Pb 的测值范围在 $0.202 \times 10^{-6} \sim 0.609 \times 10^{-6}$ 之间, 平均 0.390×10^{-6} ; Cr 测值范围在 $0.103 \times 10^{-6} \sim 0.199 \times 10^{-6}$ 之间, 平均 0.131×10^{-6} ; Cu 测值范围在 $5.78 \times 10^{-6} \sim 16.05 \times 10^{-6}$ 之间, 平均 10.31×10^{-6} ; Zn 测值范围在 $9.26 \times 10^{-6} \sim 15.14 \times 10^{-6}$ 之间, 平均 11.84×10^{-6} ; Hg 的测值范围在 $0.036 \times 10^{-6} \sim 0.091 \times 10^{-6}$ 之间, 平均 0.058×10^{-6} ; As 的测值范围在 $0.31 \times 10^{-6} \sim 0.43 \times 10^{-6}$ 之间, 平均 0.36×10^{-6} ; 石油烃测值范围在 $8.5 \times 10^{-6} \sim 9.9 \times 10^{-6}$ 之间, 平均 9.0×10^{-6} 。

鱼类中样品中 Cd 的测值范围在 $0.014 \times 10^{-6} \sim 0.051 \times 10^{-6}$ 之间, 平均 0.035×10^{-6} , Pb 的测值范围在 $0.125 \times 10^{-6} \sim 0.554 \times 10^{-6}$ 之间, 平均 0.344×10^{-6} ; Cr 测值范围在 $0.040 \times 10^{-6} \sim 0.139 \times 10^{-6}$ 之间, 平均 0.076×10^{-6} ; Cu 测值范围在 $0.08 \times 10^{-6} \sim 0.15 \times 10^{-6}$ 之间, 平均 0.11×10^{-6} ; Zn 测值范围在 $2.93 \times 10^{-6} \sim 5.03 \times 10^{-6}$ 之间, 平均 3.90×10^{-6} ; Hg 的测值范围在 $0.011 \times 10^{-6} \sim 0.021 \times 10^{-6}$ 之间, 平均 0.016×10^{-6} ; As 的测值范围在 $0.02 \times 10^{-6} \sim 0.24 \times 10^{-6}$ 之间, 平均 0.09×10^{-6} ; 石油烃测值范围在 $5.0 \times 10^{-6} \sim 6.8 \times 10^{-6}$ 之间, 平均 5.9×10^{-6} 。

(2) 2022 年春季调查结果

2022 年春季, 从本项目渔业资源调查的渔获物中选取了 4 种经济类鱼类 (棘头梅童鱼、刀鲚、龙头鱼、鲷鱼), 2 种甲壳类 (日本蟳、三疣梭子蟹), 对其肌肉组织中 7 种重金属 (Cu、Pb、Zn、Cd、总 Hg、As、Cr) 和石油烃含量进行检测分析, 检测结果见表 4.2-45。

表 4.2-45 2022 年春季调查海域生物质量检测结果（鲜重）

种名	种类	站位号	Cd 10 ⁻⁶	Pb 10 ⁻⁶	Cr 10 ⁻⁶	Cu 10 ⁻⁶	Zn 10 ⁻⁶	Hg 10 ⁻⁶	As 10 ⁻⁶	石油烃 10 ⁻⁶
三疣梭子蟹	甲壳类	XA09								
三疣梭子蟹	甲壳类	XA20								
日本蟳	甲壳类	XA06								
日本蟳	甲壳类	XA07								
鲷鱼	鱼类	XA12								
龙头鱼	鱼类	XA14								
棘头梅童鱼	鱼类	XA01								
棘头梅童鱼	鱼类	XA13								
刀鲚	鱼类	XA03								
刀鲚	鱼类	XA05								
刀鲚	鱼类	XA17								
刀鲚	鱼类	XA19								

甲壳类中样品中Cd的测值范围在 $0.369 \times 10^{-6} \sim 0.511 \times 10^{-6}$ 之间，平均 0.452×10^{-6} ，Pb的测值范围在 $0.213 \times 10^{-6} \sim 0.282 \times 10^{-6}$ 之间，平均 0.246×10^{-6} ；Cr测值范围在 $0.087 \times 10^{-6} \sim 0.130 \times 10^{-6}$ 之间，平均 0.105×10^{-6} ；Cu测值范围在 $8.08 \times 10^{-6} \sim 10.11 \times 10^{-6}$ 之间，平均 9.11×10^{-6} ；Zn测值范围在 $11.30 \times 10^{-6} \sim 19.98 \times 10^{-6}$ 之间，平均 16.83×10^{-6} ；Hg的测值范围在 $0.040 \times 10^{-6} \sim 0.055 \times 10^{-6}$ 之间，平均 0.048×10^{-6} ；As的测值范围在 $0.79 \times 10^{-6} \sim 0.95 \times 10^{-6}$ 之间，平均 0.85×10^{-6} ；石油烃测值范围在 $9.8 \times 10^{-6} \sim 11.1 \times 10^{-6}$ 之间，平均 10.3×10^{-6} 。

鱼类中样品中Cd的测值范围在 $0.056 \times 10^{-6} \sim 0.083 \times 10^{-6}$ 之间，平均 0.071×10^{-6} ，Pb的测值范围在 $0.261 \times 10^{-6} \sim 0.428 \times 10^{-6}$ 之间，平均 0.331×10^{-6} ；Cr测值范围在 $0.023 \times 10^{-6} \sim 0.050 \times 10^{-6}$ 之间，平均 0.037×10^{-6} ；Cu测值范围在 $0.14 \times 10^{-6} \sim 0.31 \times 10^{-6}$ 之间，平均 0.24×10^{-6} ；Zn测值范围在 $2.38 \times 10^{-6} \sim 8.76 \times 10^{-6}$ 之间，平均 6.52×10^{-6} ；Hg的测值范围在 $0.008 \times 10^{-6} \sim 0.032 \times 10^{-6}$ 之间，平均 0.019×10^{-6} ；As的测值范围在 $0.13 \times 10^{-6} \sim 0.73 \times 10^{-6}$ 之间，平均 0.30×10^{-6} ；石油烃测值范围在 $5.4 \times 10^{-6} \sim 8.0 \times 10^{-6}$ 之间，平均 7.0×10^{-6} 。

（3）海洋生物体质量现状评价

1）评价方法

采用单因子污染指数法进行评价，污染程度随实测浓度增大而加重。公式为：

$$P_i = \frac{C_i}{C_{0i}}$$

式中： P_i —某污染物的标准指数；

C_i —某污染因子现状监测浓度， mg/m^3 或 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

C_{0i} —某污染因子的环境质量标准， mg/m^3 或 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

2) 评价标准

本次调查项目附近生物质量评价执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》推荐值进行比较，铬和石油烃采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规范》推荐值。

3) 评价结果

2021年秋季调查期间的生物质量评价因子单项标准指数见表4.2-46。

表 4.2-46 2021 年秋季调查海域生物质量单因子评价指数值

种名	种类	站位号	Cd	Pb	Cr	Cu	Zn	Hg	石油烃
日本蟳	蟹类	XA01							
日本蟳	蟹类	XA03							
三疣梭子蟹	蟹类	XA05							
三疣梭子蟹	蟹类	XA06							
棘头梅童鱼	鱼类	XA07							
尖头黄鳍牙鲷	鱼类	XA09							
银鲳	鱼类	XA12							
银鲳	鱼类	XA13							
龙头鱼	鱼类	XA14							
龙头鱼	鱼类	XA17							
鲷鱼	鱼类	XA19							
鲷鱼	鱼类	XA20							

由表可知，鱼类和蟹类（甲壳类）肌肉组织中6种重金属和石油烃均小于相应的推荐值，符合评价标准。

2021年秋季调查期间的生物质量评价因子单项标准指数见表4.2-47。

表 4.2-47 2022 年春季调查海域生物质量单因子评价指数值

种名	种类	站位号	Cd	Pb	Cr	Cu	Zn	Hg	石油烃
三疣梭子蟹	甲壳类	XA09							
三疣梭子蟹	甲壳类	XA20							
日本蟳	甲壳类	XA06							
日本蟳	甲壳类	XA07							

鲢鱼	鱼类	XA12							
龙头鱼	鱼类	XA14							
棘头梅童鱼	鱼类	XA01							
棘头梅童鱼	鱼类	XA13							
刀鲚	鱼类	XA03							
刀鲚	鱼类	XA05							
刀鲚	鱼类	XA17							
刀鲚	鱼类	XA19							

由表可知，鱼类和甲壳类肌肉组织中各评价因子的标准指数均小于1，符合评价标准。

4.2.4.7 渔业资源现状调查

(1) 渔获物种类组成

2021年秋季和2022年春季调查所获渔获物名录见表4.2-48，各类渔获物种类组成及占比详见表4.2-49。

2021年秋季调查所获的拖网渔获物，经分析共鉴定出游泳生物种类40种。其中，鱼类有21种，占总种类数的52.50%；虾类有14种，占总种类数的35.00%；蟹类有5种，占总种类数的12.50%。各调查站位种类分布不均，其中XA05号站位种类最多，为23种；种类最少的站位出现在XA13号和XA19号站位，均仅有7种。

2022年春季调查所获的拖网渔获物，经分析共鉴定出游泳生物种类37种。其中，鱼类有19种，占总种类数的51.35%；虾类有13种，占总种类数的35.14%；蟹类有5种，占总种类数的13.51%。各调查站位种类分布不均，其中XA20号站位种类最多，为25种；种类最少的站位出现在XA06号站位，仅有9种。

表 4.2-48 渔业资源名录

序号	种名	拉丁文名	秋季	春季
一	鱼类	Fish	+	+
1	白姑鱼	<i>Argyrosomus argentatus</i>	+	+
2	带鱼	<i>Trichiurus japonicus</i>	+	
3	刀鲚	<i>Coilia nasus</i>	+	+
4	凤鲚	<i>Coilia mystus</i>	+	+
5	海鳗	<i>Muraenesox cinereus</i>	+	+
6	黄姑鱼	<i>Nibea albiflora</i>	+	+
7	黄鲫	<i>Setipinna taty</i>	+	+
8	棘头梅童鱼	<i>Collichthys lucidus</i>	+	+
9	焦氏舌鳎	<i>Cynoglossus joyneri</i>	+	+

10	拉氏狼牙虾虎鱼	<i>Odontamblyopus lacepedii</i>	+	+
11	龙头鱼	<i>Harpodon nehereus</i>	+	+
12	小黄鱼	<i>Larimichthys polyactis</i>	+	
13	中国鲷	<i>Dasyatis sinensis</i>	+	
14	髯须虾虎鱼	<i>Tridentiger barbatus</i>	+	+
15	矛尾虾虎鱼	<i>Chaeturichthys stigmatias</i>		+
16	横带髯鲷	<i>Hapalogenys mucronatus</i>	+	+
17	银鲳	<i>Pampus argenteus</i>	+	
18	鲷	<i>Platycephalus indicus</i>		+
19	鲳鱼	<i>Miichthys miiuy</i>	+	+
20	中华栉孔虾虎鱼	<i>Ctenotrypauchen chinensis</i>	+	+
21	尖头黄鳍牙鲷	<i>Chrysochir aureus</i>	+	
22	黄吻棱鲷	<i>Thryssa vitrirostris</i>	+	
23	黑鳃梅童鱼	<i>Collichthys niveatus</i>	+	
24	中国大银鱼	<i>Protosalanx hyalocranius</i>		+
25	麦氏犀鲨	<i>Bregmaceros maccllellandi</i>		+
二	虾类	Shrimp	+	+
26	安氏白虾	<i>Exopalaemon annandalei</i>	+	+
27	鞭腕虾	<i>Lysmata vittata</i>	+	
28	葛氏长臂虾	<i>Palaemon gravieri</i>	+	+
29	哈氏仿对虾	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	+	+
30	脊尾白虾	<i>Exopalaemon carinicauda</i>	+	+
31	巨指长臂虾	<i>Palaemon macrodactylus</i>	+	+
32	口虾蛄	<i>Oratosquilla oratoria</i>	+	+
33	日本鼓虾	<i>Alpheus japonicus</i>	+	+
34	鲜明鼓虾	<i>Alpheus distinguendus</i>		+
35	细巧仿对虾	<i>Parapenaeopsis tenella</i>	+	
36	中国毛虾	<i>Acetes chinensis</i>	+	+
37	中国明对虾	<i>Fenneropenaeus chinensis</i>		+
38	中华管鞭虾	<i>Solenocera crassicornis</i>	+	
39	周氏新对虾	<i>Metapenaeus joyneri</i>	+	
40	窝纹网虾蛄	<i>Dictyosquilla foveolata</i>	+	+
41	扁足异对虾	<i>Atypopenaeus stenodactylus</i>	+	
42	细螯虾	<i>leptochela gracilis</i>		+
43	脊腹褐虾	<i>Crangon affinis</i>		+
三	蟹类	Crab	+	+
44	隆线强蟹	<i>Eucrater crenata</i>	+	+
45	日本蟳	<i>Charybdis japonica</i>	+	+
46	三疣梭子蟹	<i>Portunus trituberculatus</i>	+	+
47	绒毛细足蟹	<i>Raphidopus ciliatus</i>	+	+
48	拟穴青蟹	<i>Scylla paramamosain</i>	+	
49	绒毛细足蟹	<i>Raphidopus ciliatus</i>		+

表 4.2-49 渔获物种类组成及百分比

类群	秋季		春季	
	种数	百分比 (%)	种数	百分比 (%)
鱼类				
虾类				
蟹类				
合计				

(2) 渔获物（重量、尾数）分类群组成

春秋两季调查期间的渔获物种类组成详见表4.2-50。

2021年秋季调查期间，鱼类重量占总渔获物重量的百分比为77.54%，虾类占总渔获物的重量百分比为3.66%，蟹类占总渔获物重量的百分比为18.79%。鱼类尾数占总渔获物的尾数百分比为39.48%，虾类尾数占总渔获物的尾数百分比为43.68%，蟹类尾数占总渔获物的尾数百分比为16.84%。其中，重量百分比是鱼类占绝对优势，而尾数百分比是虾类占优势。

2022年春季调查期间，鱼类重量占总渔获物重量的百分比为56.45%，虾类占总渔获物的重量百分比为4.83%，蟹类占总渔获物重量的百分比为38.73%。鱼类尾数占总渔获物的尾数百分比为26.03%，虾类尾数占总渔获物的尾数百分比为40.69%，蟹类尾数占总渔获物的尾数百分比为33.28%。其中，重量百分比是鱼类占绝对优势，而尾数百分比是虾类占优势。

表 4.2-50 渔获物(重量、尾数)分类群百分比组成

类群		秋季		春季	
		重量百分比 (%)	尾数百分比 (%)	重量百分比 (%)	尾数百分比 (%)
鱼类					
甲壳动物	虾类				
	蟹类				
合计					

(3) 渔业资源密度

2021年秋季，调查海域各类群渔业资源重量密度平均值为346.45kg/km²。其中，鱼类为265.48kg/km²；虾类为14.04kg/km²；蟹类为66.93kg/km²。

2021年秋季，调查海域各类群渔业资源尾数密度平均值为20.37×10³ind/km²。其中，鱼类为7.89×10³ind/km²；虾类为9.33×10³ind/km²；蟹类为3.15×10³ind/km²。

2022年春季,调查海域各类群渔业资源重量密度平均值为 $361.02\text{kg}/\text{km}^2$ 。其中,鱼类为 $193.18\text{kg}/\text{km}^2$;虾类为 $18.26\text{kg}/\text{km}^2$;蟹类为 $149.57\text{kg}/\text{km}^2$ 。

2022年春季,调查海域各类群渔业资源尾数密度平均值为 $22.43\times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ 。其中,鱼类为 $6.12\times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$;虾类为 $8.87\times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$;蟹类为 $7.44\times 10^3\text{ind}/\text{km}^2$ 。春秋两季调查期间的渔业资源平均密度统计见表4.2-51。

表 4.2-51 各类群渔业资源平均密度

类群		秋季		春季	
		重量密度 (kg/km^2)	尾数密度 ($10^3\text{ind.}/\text{km}^2$)	重量密度 (kg/km^2)	尾数密度 ($10^3\text{ind.}/\text{km}^2$)
鱼类					
甲壳动物	虾类				
	蟹类				
合计					

(4) 资源密度(重量、尾数)平面分布

根据渔业资源密度估算方法计算得出调查海域不同调查站位的渔业资源密度(重量、尾数),如表 4.2-52 所示。

表 4.2-52 各调查站位渔业资源重量、尾数密度

调查站位	秋季		春季	
	重量密度 (kg/km^2)	尾数密度 ($10^3\text{ind}/\text{km}^2$)	重量密度 (kg/km^2)	尾数密度 ($10^3\text{ind}/\text{km}^2$)
XA01				
XA03				
XA05				
XA06				
XA07				
XA09				
XA12				
XA13				
XA14				
XA17				
XA19				
XA20				

2021年秋季,调查海域各站位渔业资源重量密度分布在 $39.83\text{kg}/\text{km}^2\sim 1020.99\text{kg}/\text{km}^2$ 之间,平均值为 $346.45\text{kg}/\text{km}^2$ 。渔业资源重量密度最高的是XA17号站位,最低的是XA12号站位。其中XA01号、XA03号、XA05号、XA09号和XA17号站位高于调查海域的平均

重量密度。

2021年秋季，调查海域各站位渔业资源尾数密度分布在 $3.60 \times 10^3 \text{ ind/km}^2 \sim 56.06 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ 之间，平均值为 $20.37 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ 。渔业资源尾数密度最高是XA01号站位，最低的是XA12号站位。其中XA01号、XA03号、XA05号、XA06号、XA07号和XA09号站位高于调查海域的平均尾数密度。

2022年春季，调查海域各站位渔业资源重量密度分布在 $50.20 \text{ kg/km}^2 \sim 946.61 \text{ kg/km}^2$ 之间，平均值为 361.02 kg/km^2 。渔业资源重量密度最高的是XA03号站位，最低的是XA06号站位。其中XA01号、XA03号、XA05号、XA07号和XA14号站位高于调查海域的平均重量密度。

2022年春季，调查海域各站位渔业资源尾数密度分布在 $4.18 \times 10^3 \text{ ind/km}^2 \sim 54.00 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ 之间，平均值为 $22.43 \times 10^3 \text{ ind/km}^2$ 。渔业资源尾数密度最高是XA03号站位，最低的是XA13号站位。其中XA01号、XA03号、XA05号、XA07号、XA09号和XA14号站位高于调查海域的平均尾数密度。

(5) 渔获物优势种

2021年秋季，调查海域优势种为龙头鱼、三疣梭子蟹、鲷鱼、安氏白虾和刀鲚共计5种。常见种为葛氏长臂虾、日本蟳、口虾蛄、中国鲇、棘头梅童鱼和脊尾白虾等共计6种。调查期间的渔业资源的优势种和常见种相对重要性指数值（IRI）见表4.2-53。

2022年春季，调查海域优势种为三疣梭子蟹、鲷鱼、安氏白虾、刀鲚、葛氏长臂虾、日本蟳共计6种。常见种为口虾蛄、中华栉孔虾虎鱼、龙头鱼、焦氏舌鳎、棘头梅童鱼共计5种。调查期间的渔业资源的优势种和常见种相对重要性指数值（IRI）见表4.2-54。

表 4.2-53 秋季调查海域优势种和常见种相对重要性指数值（IRI）

类群	种类	N%	W%	F%	IRI
鱼类	龙头鱼				
蟹类	三疣梭子蟹				
鱼类	鲷鱼				
虾类	安氏白虾				
鱼类	刀鲚				
虾类	葛氏长臂虾				
蟹类	日本蟳				

虾类	口虾蛄				
鱼类	中国鲂				
鱼类	棘头梅童鱼				
虾类	脊尾白虾				

表 4.2-54 春季调查海域优势种和常见种相对重要性指数值 (IRI)

类群	种类	N%	W%	F%	IRI
蟹类	三疣梭子蟹				
鱼类	鲢鱼				
虾类	安氏白虾				
鱼类	刀鲚				
虾类	葛氏长臂虾				
蟹类	日本蟳				
虾类	口虾蛄				
鱼类	中华栉孔虾虎鱼				
鱼类	龙头鱼				
鱼类	焦氏舌鳎				
鱼类	棘头梅童鱼				

(6) 渔获物体长、体重和幼体比例

2021年秋季, 工程附近海域的鱼类平均体长为14.41cm, 虾类为4.55cm, 蟹类为5.75cm。鱼类平均体重为36.58g, 虾类为1.56g, 蟹类为20.79g。鱼类平均幼体比例为17.78%, 虾类为15.71%, 蟹类为39.18% (表4.2-55)。调查海域不同种类渔获物体长范围、平均体长、体重范围、平均体重及幼体比例, 如表4.2-56所示。

2022年春季, 工程附近海域的鱼类平均体长为12.36cm, 虾类为4.33cm, 蟹类为5.84cm。鱼类平均体重为37.74g, 虾类为2.06g, 蟹类为20.26g。鱼类平均幼体比例为35.82%, 虾类为16.27%, 蟹类为29.90% (表4.2-57)。调查海域不同种类渔获物体长范围、平均体长、体重范围、平均体重及幼体比例, 如表4.2-58所示。

表 4.2-55 秋季分类群平均体重、体长和幼体比例

类群	平均体长 (cm)	平均体重 (g)	幼体比%
鱼类			
虾类			
蟹类			

表 4.2-56 不同渔获种类的体长、体重分布与幼体比例（秋季）

类群	种类	体长 (cm)		体重(g)		幼体比%
		范围	均值	范围	均值	
鱼类	白姑鱼					
鱼类	带鱼					
鱼类	刀鲚					
鱼类	凤鲚					
鱼类	海鳗					
鱼类	黄姑鱼					
鱼类	黄鲫					
鱼类	棘头梅童鱼					
鱼类	焦氏舌鳎					
鱼类	拉氏狼牙虾虎					
鱼类	龙头鱼					
鱼类	小黄鱼					
鱼类	中国鲷					
鱼类	髭缟虾虎鱼					
鱼类	横带髭鲷					
鱼类	银鲳					
鱼类	鲩鱼					
鱼类	中华栉孔虾虎					
鱼类	尖头黄鳍牙鲷					
鱼类	黄吻棱鳀					
鱼类	黑鳃梅童鱼					
蟹类	隆线强蟹					
蟹类	日本蟳					
蟹类	三疣梭子蟹					
蟹类	绒毛细足蟹					
蟹类	拟穴青蟹					
虾类	安氏白虾					
虾类	鞭腕虾					
虾类	葛氏长臂虾					
虾类	哈氏仿对虾					
虾类	脊尾白虾					
虾类	巨指长臂虾					
虾类	口虾蛄					
虾类	日本鼓虾					
虾类	细巧仿对虾					
虾类	中国毛虾					
虾类	中华管鞭虾					
虾类	周氏新对虾					
虾类	窝纹网虾蛄					

虾类	扁足异对虾					
----	-------	--	--	--	--	--

表 4.2-57 春季分类群平均体重、体长和幼体比例

类群	平均体长 (cm)	平均体重 (g)	幼体比%
鱼类			
虾类			
蟹类			

表 4.2-58 不同渔获种类的体长、体重分布与幼体比例 (春秋)

类群	种类	体长 (cm)		体重(g)		幼体比%
		范围	均值	范围	均值	
鱼类	白姑鱼					
鱼类	刀鲚					
鱼类	凤鲚					
鱼类	海鳗					
鱼类	黄姑鱼					
鱼类	黄鲫					
鱼类	棘头梅童鱼					
鱼类	焦氏舌鳎					
鱼类	拉氏狼牙虾虎					
鱼类	龙头鱼					
鱼类	矛尾虾虎鱼					
鱼类	髯缟虾虎鱼					
鱼类	拟矛尾虾虎鱼					
鱼类	横带髯鲷					
鱼类	鲷					
鱼类	鮆鱼					
鱼类	中华栉孔虾虎					
鱼类	中国大银鱼					
鱼类	麦氏犀鳕					
蟹类	隆线强蟹					
蟹类	日本蟳					
蟹类	三疣梭子蟹					
蟹类	狭颚绒螯蟹					
蟹类	绒毛细足蟹					
虾类	安氏白虾					
虾类	葛氏长臂虾					
虾类	哈氏仿对虾					
虾类	脊尾白虾					
虾类	巨指长臂虾					
虾类	口虾蛄					
虾类	日本鼓虾					
虾类	鲜明鼓虾					
虾类	中国毛虾					

类群	种类					
虾类	中国明对虾					
虾类	窝纹网虾蛄					
虾类	细螯虾					
虾类	脊腹褐虾					

(7) 物种多样性

2021年秋季, 调查海域各站位物种多样性指数如表4.2-68所示。调查海域渔获物尾数多样性指数 (H') 均值为2.32 (1.77-2.95); 丰富度指数 (d) 均值为0.91 (0.51-1.47); 均匀度指数 (J') 均值为0.64 (0.46-0.77); 单纯度指数 (C) 均值为0.31 (0.18-0.51)。

调查海域渔获物重量多样性指数 (H') 均值为2.36 (1.87-3.02); 丰富度指数 (d) 均值为1.65 (1.00-2.27); 均匀度指数 (J') 均值为0.65 (0.46-0.77); 单纯度指数 (C) 均值为0.27 (0.16-0.38)。

表 4.2-59 秋季调查海域各站位物种 (尾数、重量) 多样性

站位	尾数密度多样性				重量密度多样性			
	C	H'	J'	d	C	H'	J'	d
XA01								
XA03								
XA05								
XA06								
XA07								
XA09								
XA12								
XA13								
XA14								
XA17								
XA19								
XA20								

2022 年春季, 调查海域各站位物种多样性指数如表 4.2-69 所示。调查海域渔获物尾数多样性指数 (H') 均值为 2.72 (2.06-3.87); 丰富度指数 (d) 均值为 1.06 (0.61-1.67); 均匀度指数 (J') 均值为 0.69 (0.51-0.91); 单纯度指数 (C) 均值为 0.26 (0.08-0.42)。

调查海域渔获物重量多样性指数 (H') 均值为 1.96 (0.61-3.09); 丰富度指数 (d) 均值为 1.86 (1.21-3.18); 均匀度指数 (J') 均值为 0.50 (0.16-0.70); 单纯度指数 (C) 均值为 0.42 (0.15-0.85)。

表 4.2-60 春季调查海域各站位物种（尾数、重量）多样性

站位	尾数密度多样性				重量密度多样性			
	C	H'	J'	d	C	H'	J'	d
XA01								
XA03								
XA05								
XA06								
XA07								
XA09								
XA12								
XA13								
XA14								
XA17								
XA19								
XA20								

(8) 鱼卵、仔稚鱼

1) 种类组成

2021年秋季和2022年春季调查，根据垂直拖网样品，共鉴定鱼卵和仔稚鱼3目3科6种，详见表4.2-61。

2021年秋季，根据垂直拖网样品，鉴定后发现鱼卵和仔稚鱼共隶属于1目1科2种，其中鱼卵共0枚，仔稚鱼共1目1科2种2尾。

2022年春季，根据垂直拖网样品，鉴定后发现鱼卵和仔稚鱼共隶属于3目3科5种，其中鱼卵共2目2科2种3枚，仔稚鱼共3目3科4种5尾。

表 4.2-61 调查海域春季鱼卵、仔稚鱼名录

序号	中文名	拉丁文名	秋季		春季	
			鱼	仔稚	鱼	仔稚
一	鲱形目	Clupeiformes				
(一)	鯷科	Engraulidae				
1	鯷科未定种	<i>Engraulidae</i> sp.	-	+	+	+
	鲚属	<i>Coilia</i>				
2	刀鲚	<i>Coilia nasus</i>			-	+
	小公鱼属	<i>Stolephorus</i>				
3	康氏小公鱼	<i>Anchoviella commersonii</i>	-	+		
二	鲈形目	Perciformes				
(二)	石首鱼科	Sciaenidae				
4	石首鱼科未定	<i>Sciaenidae</i> sp.			+	-
	梅童鱼属	<i>Collichthys</i>				

5	棘头梅童鱼	<i>Collichthys lucidus</i>			-	+
三	鲮形目	Mugiliformes				
(三	鰕虎鱼科	Gobiidae				
6	矛尾鰕虎鱼	<i>Chaeturichthys stigmatias</i>			-	+

2) 鱼卵、仔稚鱼密度

2021 年秋季, 调查海域垂直拖网鱼卵、仔稚鱼密度分布详见表 4.2-62。鱼卵密度为 0ind./m³, 仔稚鱼密度在 0~0.31ind./m³ 之间, 平均值为 0.05ind./m³, 出现在 XA09 和 XA17 站位。

表 4.2-62 调查海域鱼卵仔稚鱼密度分布 (垂直拖网)

站位	鱼卵 (ind./m ³)	鱼卵 (ind./网)	仔稚鱼	仔稚鱼 (ind./网)
XA01				
XA03				
XA05				
XA06				
XA07				
XA09				
XA12				
XA13				
XA14				
XA17				
XA19				
XA20				

2022 年春季, 调查海域垂直拖网鱼卵、仔稚鱼密度分布详见表 4.2-63。鱼卵密度为 0~0.56ind./m³ 之间, 平均值为 0.07ind./m³, 最大值出现在 XA20 站位, 出现鱼卵 2 枚。仔稚鱼密度在 0~1.25ind./m³ 之间, 平均值为 0.23ind./m³, 最大值出现在 XA01 站位。

表 4.2-63 调查海域鱼卵仔稚鱼密度分布

站位	鱼卵 (ind./m ³)	鱼卵 (ind./网)	仔稚鱼 (ind./m ³)	仔稚鱼 (ind./网)
XA01				
XA03				
XA05				
XA06				
XA07				
XA09				
XA12				
XA13				
XA14				

XA17				
XA19				
XA20				

4.3 周边海域海洋资源和开发利用情况

根据现场踏勘及对当地相关部门的走访调查，工程海域周围的海洋开发活动主要有港口、航道、锚地、旅游资源、岛礁资源等。

4.3.1 港口资源

本项目位于舟山本岛东北部，周边主要的港口资源有白泉港区、螺门新渔港。

(1) 白泉港区

位于舟山本岛东北部，陆域范围西起浪熹、东至横梁山，划分为浪西、北蝉、横梁共3个作业区。浪西作业区以通用散杂货运输为主，规划布置5万吨级以上通用泊位11个，服务于后方经济开发区和综合保税区本岛分区运输需求；北蝉作业区后方通过围垦已形成陆域，规划为海洋产业及配套码头区，远期预留接续梁横作业区LNG的发展空间；梁横作业区规划为LNG及危险品作业区，初步布置2个大型LNG泊位及3~4个转水泊位。

(2) 螺门（新）渔港

位于梁横山和黄它山之间海域，属于公益性渔港，是普陀区北片渔港群的重要基础设施。渔港内包括直立式护岸1245m，南堤长870m，码头三座六个泊位，防波堤1500m，排涝闸1座，排涝河道1576m，港池开挖336万m³，港区道路2.5万m²，施工道路1888m。程占地面积60.20hm²，项目总投资1.97亿元。

该港区主要供渔船平时避风停泊之用，在台风期，渔船均在其它地方避风。

4.3.2 航道锚地

(1) 航道资源

本工程位于舟山本岛东北部，北有岱衢洋，西有灰鳖洋，东为黄大洋，附近航道资源主要有螺门渔港水道、灌门航道、龟山航门航道、里钹屿水道等。

①螺门渔港水道

水道最窄处有小岛中柱山，长600m，水深可达30余米，两侧均为水下浅滩，浅区水深4~5m。

②灌门航道

由里镬屿西北侧水域起至世纪太平洋油品码头北侧水域止，满足10万吨级船舶双向通航要求，航道总长22.1km，航道设计通航水深15.9m，粽子山与龙王跳嘴狭口段有效宽度450m，狭口外航段宽1000m，狭口内航段宽 500~600m，受龙王跳咀与青山之间的跨海电力电缆净空限制，目前灌门航道仅可满足10万吨级船舶通航要求。灌门航道2009年开通后，年均通航船舶100余艘，最大通航等级为8~10万吨级油轮、化学品船。

③龟山航门航道

按5万吨级船舶双向通航设计。航道在秀山岛西侧与灌门航道相连通形成环线航路。航道长36.2km，设计通航水深14.5m，网仓礁与官山之间狭口炸礁后航道宽 500m，狭口以外航道宽800m、狭口内段 500m。龟山航门在瓦窑门山与小黄沙山咀之间架设有110kV跨海电力电缆，可满足5万吨级船舶双向通航、以及钻井平台（净空高度小于43.0m）拖带通过净空宽度要求。

④里镬屿水道

该航道区介于里镬屿与西南方的铜礁之间，水深20m左右，潮流NW~SE，水道西侧有8.8m高的铜礁。里镬屿灯桩为良好导航物标，为中小型船舶南北航行之主要航道。

⑤莲花洋水道航道

位于普陀册与螺门之间，宽约1.85km，水深7~25m，水道内潮流近似回旋流，主流S~N方向，最大流速2.5节，水道西侧为东港开发区。船舶要保持在水道中央航行，一般无甚困难。该水道为沈家门、普陀山往来上海之常用水道。

（2）锚地资源

工程附近锚地资源有黄它山北锚地、香炉花瓶礁锚地、秀山东锚地、秀山东扩大锚地、秀山西锚地。

香炉花瓶礁锚地：位于普陀山岛东北侧海域，面积14.8km²，水深18.6m，泥底，主要功能为5~10万吨级船舶引航、待泊、候潮使用，容量为15艘。

秀山东锚地：位于秀山岛东侧海域，面积30.1km²，地水深5~15.6m，泥底，主要功能为5万吨级以下船舶待泊、避风使用，容量为35艘。

秀山东扩大锚地：位于秀山岛东侧海域，面积3.7km²，地水深9~15m，泥底，主要功能为5万吨级以下船舶待泊、避风使用，容量为4艘。

秀山西锚地：位于秀山岛西侧海域，面积 3.2km^2 ，水深 $11\sim 15\text{m}$ ，泥底，适合 1.5 万吨级以下船舶避风、待泊使用，容量为 3 艘。

黄它山北锚地：该规划锚地为新建锚地，位于青它山以北，锚地水深 $22\sim 30\text{m}$ ，面积 3.4km^2 ，可作为白泉港区 LNG 船锚地。

航道和锚地分布情况见图4.3-1。

表 4.3-1 工程海域附近现有锚地表

序号	锚地名称	主要用途	水深 (m)	面积 (km^2)	代表船型 (万吨)	容量 (艘)
ZX24	秀山东锚地	待泊、避风	$5\sim 20$	30.2	≤ 5 万吨级	39
XZ27	秀山东扩大锚地	待泊、避风	$9\sim 15$	3.7	≤ 5 万吨级	4
XZ26	秀山西锚地	待泊、避风	$9\sim 23$	3.24	≤ 1.5	3
XZ23	香炉花瓶礁锚地	引航、待泊、避风	$18\sim 20$	14.82	$5\sim 10$ 万吨级	15
GZ16	黄它山北锚地	LNG 船锚泊	$22\sim 30$	3.4	≤ 15	1

4.3.3 旅游资源

舟山市地处海岛，海洋生态环境得天独厚，森林覆盖率达 51.1% ，空气质量常年保持优良，“海天佛国、渔都港城”名闻天下。核心旅游资源包括“海天佛国”普陀山、“国家海岛生态公园”朱家尖、“十里渔港”沈家门及海岛植物园“桃花岛”。其中，国家级风景名胜区普陀山为中国四大佛教名山之一，是国内最大的观音菩萨供奉地，在我国沿海及东南亚一带久享盛名；朱家尖被国际沙雕组织WSSA确定为世界上沙质和风景最好的沙滩之一，已形成著名的海洋旅游名牌；“十里渔港”沈家门与挪威卑尔根港、秘鲁的卡亚俄港并称为世界三大渔港，以古老独特的渔家风情和海鲜夜排档闻名遐迩；省级风景名胜区桃花岛因武侠小说大师金庸先生名作《射雕英雄传》蜚声海内外。几处重量级旅游资源互为犄角，集“佛、滩、渔、文”于一体。汇“山、海、港、岛”于一城，自然与人文景观交相辉映，在沙雕节、观音文化节等重大节庆活动的交织映衬下，海洋旅游产品的形象和内容极为丰满，其独特性、震撼性和知名度冠绝长三角。

5 海洋环境影响预测与评价

5.1 营运期海洋水文动力环境影响评价

5.1.1 数学模型建立

5.1.1.1 基础资料

(1) 水深数据：局部地区采用最新测量的 CAD 水深图；大范围地形水深采用航保部发布的最新海图，主要海图信息见下表：

表 5.1-1 使用海图编号

海图编号	比例尺	图名
C1513519	1: 80000	洛伽山至象山港
C1513521	1: 35000	六横岛及附近
C1513511	1: 50000	象山港及附近

(2) 数模验证数据采用 2019 年春季潮位、潮流资料。

5.1.1.2 二维潮流数学模型

本报告采用丹麦水力学研究所研制的平面二维数值模型 MIKE21FM 来预测工程海域的水动力变化，该模型被广泛用于模拟河流、湖泊、河口、海湾、海岸及海洋的水流、波浪、泥沙及环境，为工程应用、海岸管理及规划提供了完备、有效的设计环境。该软件具有算法可靠、计算稳定、界面友好、前后处理功能强大等优点，已在多个国家的海岸工程上得到应用。MIKE21FM 采用非结构三角网格剖分计算域，并基于有限体积法进行水平空间离散，三角网格能较好的拟合陆边界，网格设计灵活且可随意控制网格疏密。在时间上，该模型采用一阶显式欧拉差分格式离散动量方程与输运方程。模型具体控制方程如下：

(1) 质量守恒方程：

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(hu) + \frac{\partial}{\partial y}(hv) = 0$$

动量方程：

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon_x \frac{\partial u}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon_x \frac{\partial u}{\partial y} \right) - fv + \frac{gu\sqrt{u^2 + v^2}}{C_z^2 H} &= -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\varepsilon_y \frac{\partial v}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left(\varepsilon_y \frac{\partial v}{\partial y} \right) + fu + \frac{gv\sqrt{u^2 + v^2}}{C_z^2 H} &= -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} \end{aligned}$$

式中：

ζ 为水位；

h 为静水深；

H 为总水深， $H=h+\zeta$ ；

u 、 v 分别为 x 和 y 方向垂向平均流速；

g 为重力加速度， $g=9.81\text{m/s}^2$ ；

f 为柯氏力参数($f=2\omega\sin\varphi$ ， φ 为计算海域所处地理纬度)；

C_z 为谢才系数， $C_z = \frac{1}{n} H^{\frac{1}{6}}$ ， n 为曼宁系数；

ε_x 和 ε_y 分别为 x 和 y 方向水平涡动粘滞系数；

(2) 定解条件

$$\begin{cases} \zeta(x, y, t)|_{t=t_0} = \zeta(x, y, t_0) = 0 \\ u(x, y, t)|_{t=t_0} = v(x, y, t)|_{t=t_0} = 0 \end{cases}$$

初始条件：

边界条件：固边界取法向流速为零，即 $\vec{V} \cdot \vec{n} = 0$ ；在潮滩区采用动边界处理；水边界采用预报潮位控制。

5.1.1.3 模型初始及边界条件

(1) 模型计算区域

本模型计算区域范围较大，基本包含了项目所能影响的海域范围，计算区域见图 5.1-1。

(2) 计算域网格剖分

工程区采用非结构三角形网格剖分计算域，对取排水口工程区网格进行加密，网格尺度最小为 5m。在远离工程海域，网格相对稀疏，不同尺度网格之间通过设置实现平滑过渡，计算域网格剖分见图 5.1-2。

(3) 模型岸线及水下地形

水下地形资料的精确性对模型计算有着极其重要的影响。计算域内大范围水下地形由海军航保部海图通过 GIS 数字化得到，工程附近海域采用最新测量的水下地形 CAD 数据，所有数据基面均统一至平均海平面（图 5.1-3a 和图 5.1-3b）。

(4) 边界条件

开边界调和常数由 OTIS 东中国海大洋模型得到，然后根据得到的调和常数对开边

界进行水位预报，预报公式如下：

$$\zeta = A_0 + \sum_{i=1}^{11} H_i F_i \cos[\sigma_i t - (v_0 + u)_i + g_i]$$

式中： A_0 为平均海面， F_i 、 $(v_0 + u)_i$ 为天文要素， σ_i 为角频率， H_i 、 g_i 为某分潮的调和常数，即振幅与迟角，采用 11 个分潮（M2、S2、N2、K2、K1、O1、P1、Q1、MF、M4、MS4）进行逐时潮位预报，然后将水位插值到各个开边界点。

（5）计算时间步长

模型计算时间步长根据 CFL 条件进行动态调整，确保模型计算稳定进行，平均时间步长 0.5 s，最短时间步长为 0.01s。

（6）床面糙率系数

根据实测水文资料对模型进行多次率定，选取最优值使得误差最小。

（7）水平涡动粘滞系数

采用考虑亚尺度网格效应的 Smagorinsky (1963) 公式计算水平涡粘系数，表达式如下， $A = c_s^2 l^2 \sqrt{2S_{ij}S_{ij}}$ ，式中 c_s 为常数， l 为特征混合长度，由 $S_{ij} = \frac{1}{2}(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i})$ ($i, j = 1, 2$) 计算得到。

（8）科氏力

科氏力随纬度变化，具体计算公式为 $f = 2\omega \sin\varphi$ ， φ 为计算海域所处地理纬度。

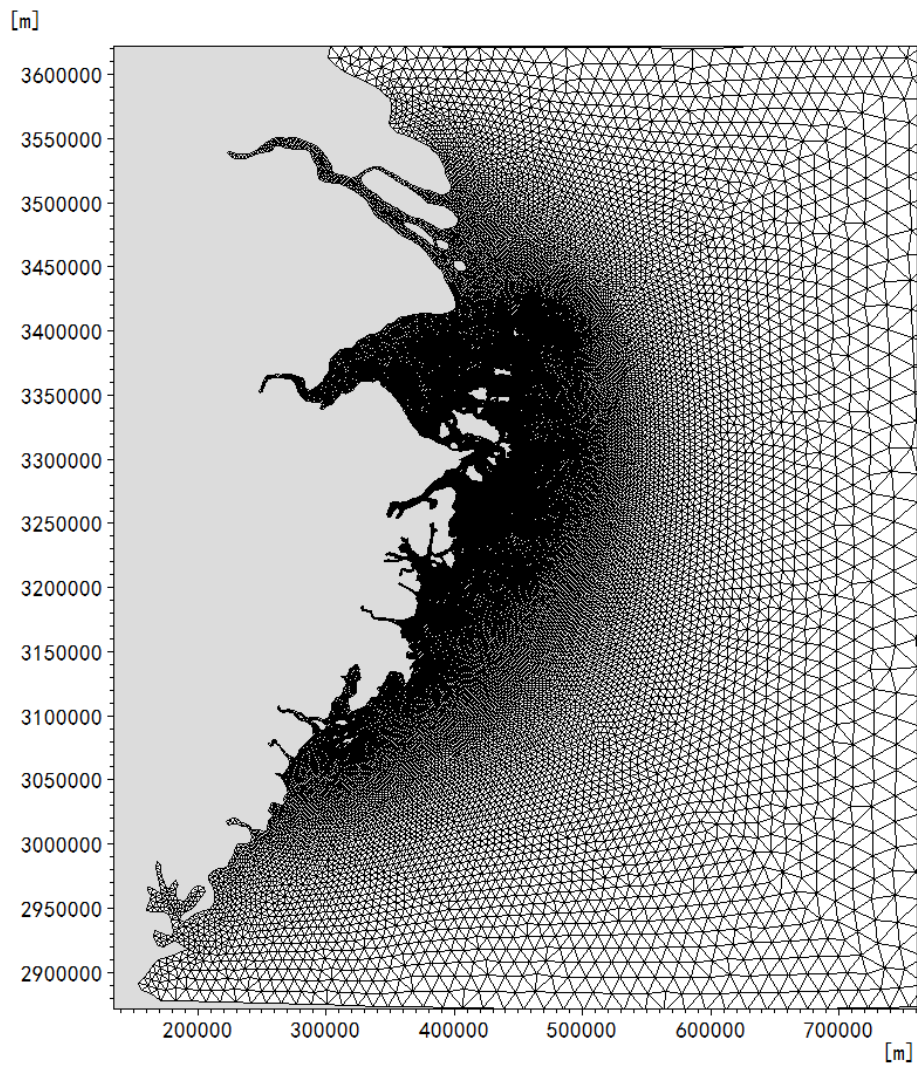


图 5.1-1 模型计算区域示意图

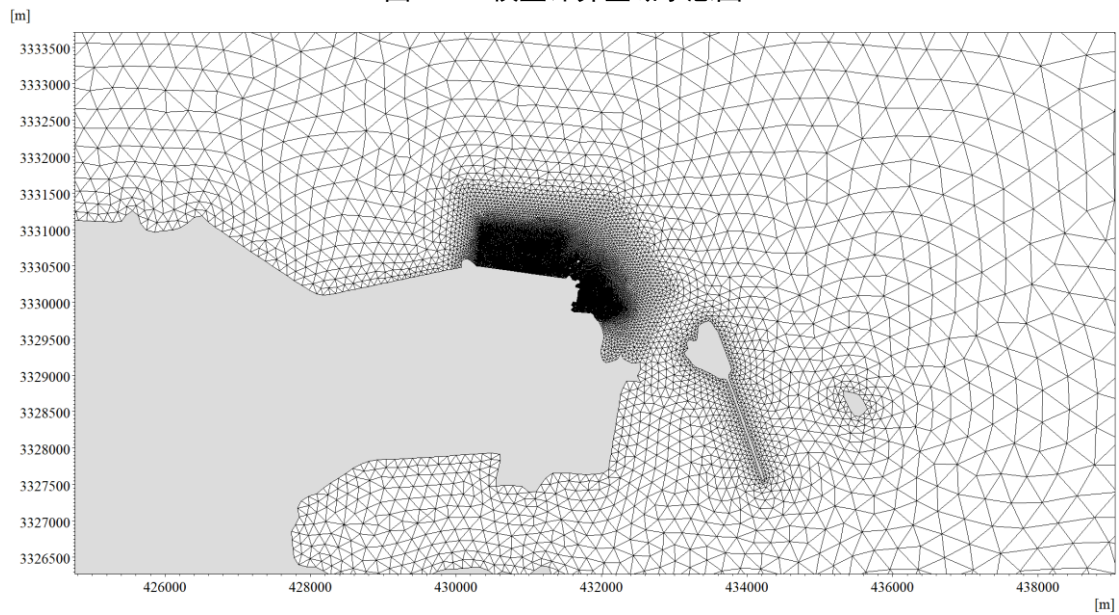


图 5.1-2 工程区附近网格布置图

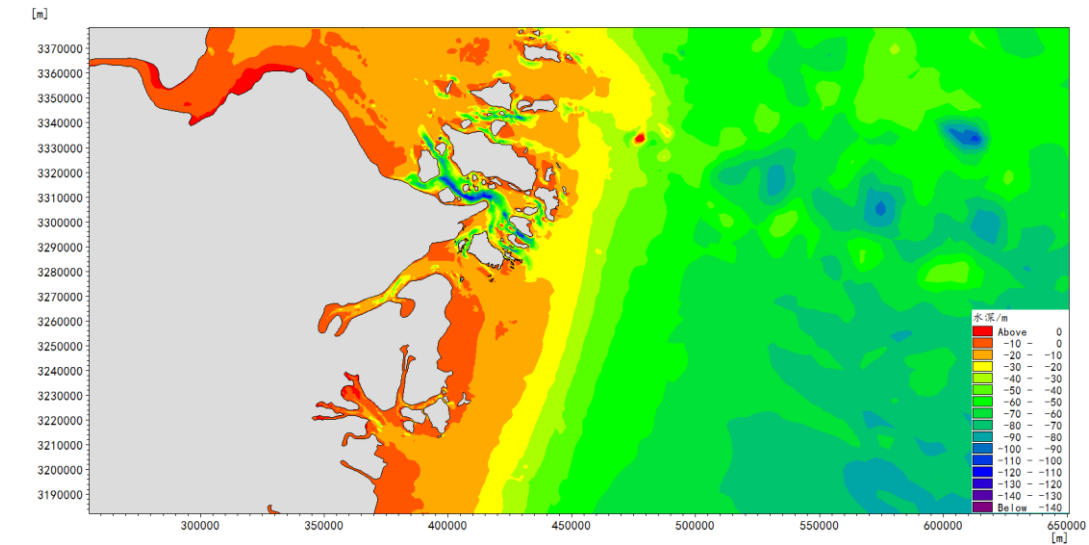


图 5.1-3a 大范围水深地形示意图

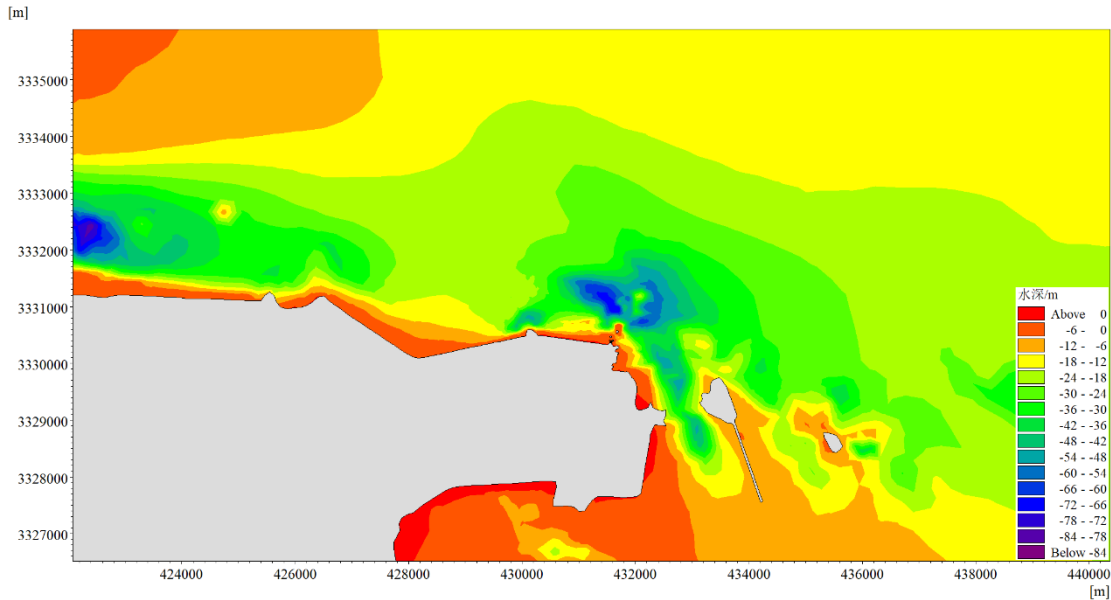


图 5.1-3b 工程区附近水深地形示意图

5.1.1.4 模型验证

模型验证采用的资料包括两部分，分别采用 2019 年 3 月份钓梁潮位站和 6 个潮流站的数据对模型进行验证,从而评估模型的可靠性。潮流站和潮位站的具体位置如表 5.1-2 和图 5.1-4 所示。

表 5.1-2 潮流潮位观测站站经纬度

站名	经度	纬度
DL01		
DL02		
DL03		

DL04		
DL05		
DL06		
钩梁潮位站		

(1) 潮位验证

潮位验证结果如图 5.1-5 所示。由图可见，大、小潮期间实测潮位与模拟计算的潮位之间拟合得较好，最高、最低潮位的模拟误差一般在 0.20m 以内。潮汐相位模拟的基本与实测一致，误差较小。证明本模型对潮位的模拟较为准确。

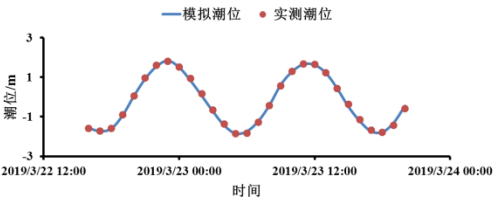


图 5.1-5a 钩梁站验证结果示意图（大潮）

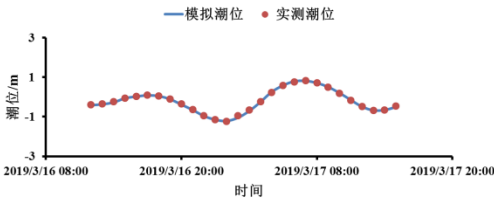


图 5.1-5b 钩梁站验证结果示意图（小潮）

(2) 潮流验证

潮流验证选取 2019 年 6 个潮流站的大、小潮潮流数据进行流速流向验证，其中大潮时间为 2019 年 3 月 22 日 16: 00~2019 年 3 月 22 日 20: 00；小潮时间为 2019 年 3 月 16 日 12: 00~2019 年 3 月 17 日 15: 00；各站位验证结果如图 5.1-6a~图 5.1-7f 所示，并统计各站结果误差如表 5.1-3 所示。由图表可见：

流向的拟合较好，除 DL05 站潮流向较乱，与模拟潮流误差较大外，其余站位的平均流向误差在 20°以内。涨、落潮流流速的主峰拟合得较好，峰值流速误差较小，平均流速误差都在 0.15m/s 以内，具体流速、流向误差如表 5.1-3 所示。

总体而言，单站流向和流速的模拟结果令人满意，模拟结果准确反映了工程区域的潮流特征，符合规范要求，模型可应用于工程后的预测等各项工作。

表 5.1-3 流速流向误差统计

站位编号	平均流速误差 (m/s)	平均流向误差 (°)
DL01	0.10	11
DL02	0.11	10
DL03	0.09	12
DL04	0.07	15

DL05	0.06	19
DL06	0.05	13

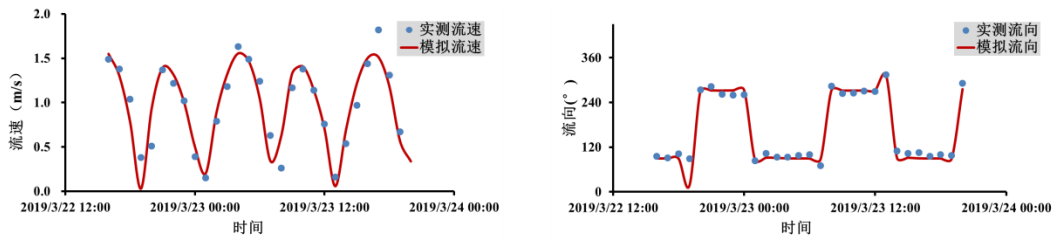


图 5.1-6a DL01 站点流速流向验证（大潮）

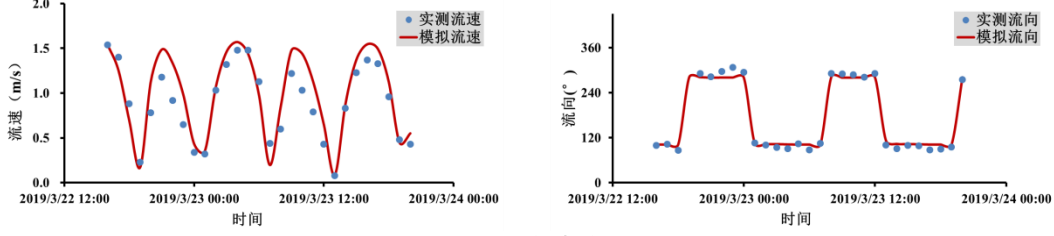


图 5.1-6b DL02 站点流速流向验证（大潮）

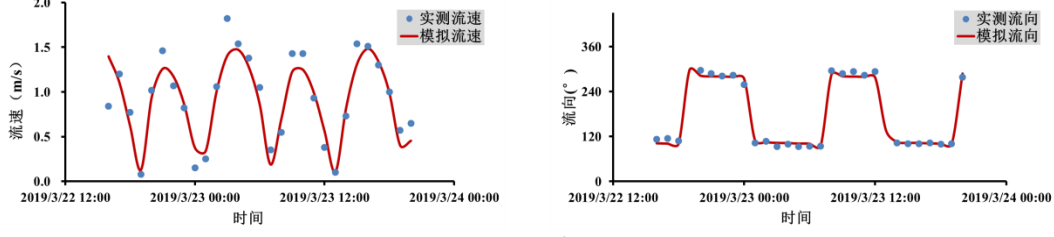


图 5.1-6c DL03 站点流速流向验证（大潮）

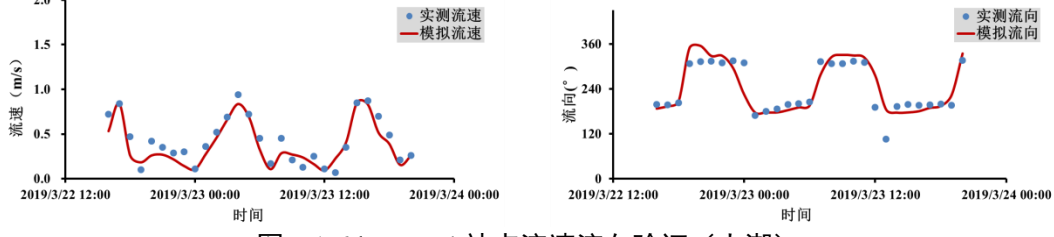


图 5.1-6d DL04 站点流速流向验证（大潮）

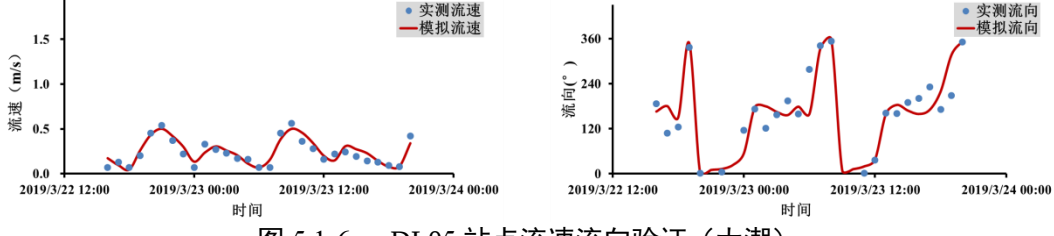
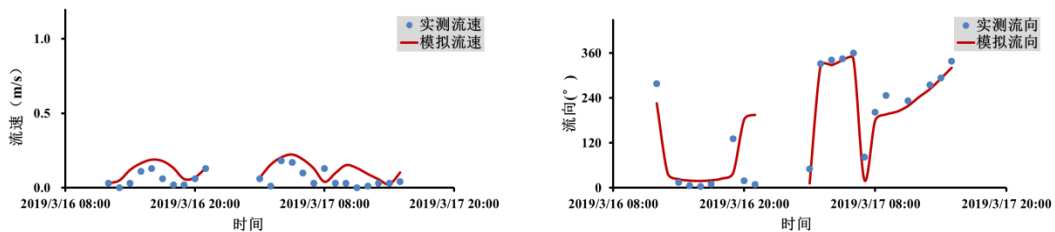
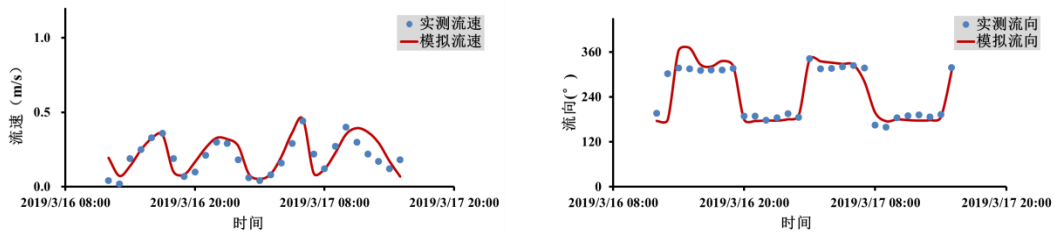
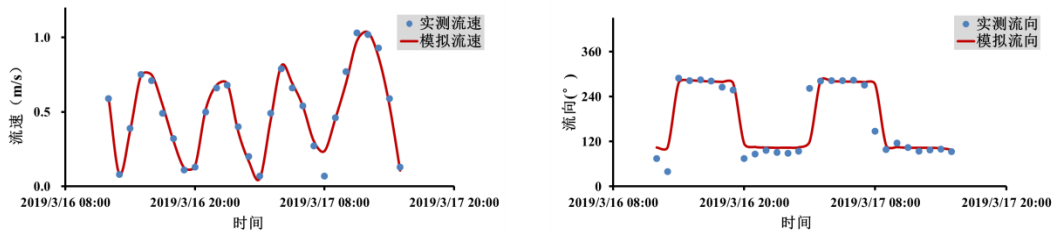
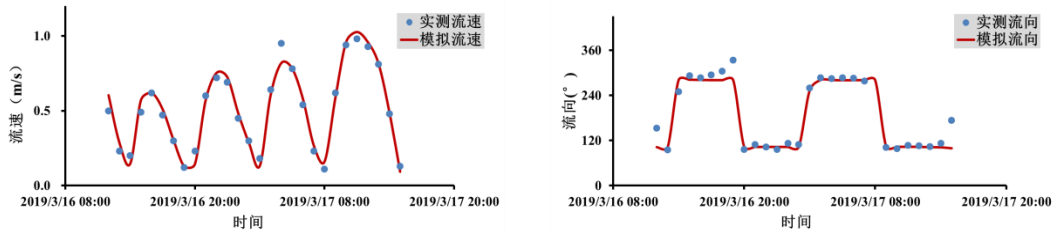
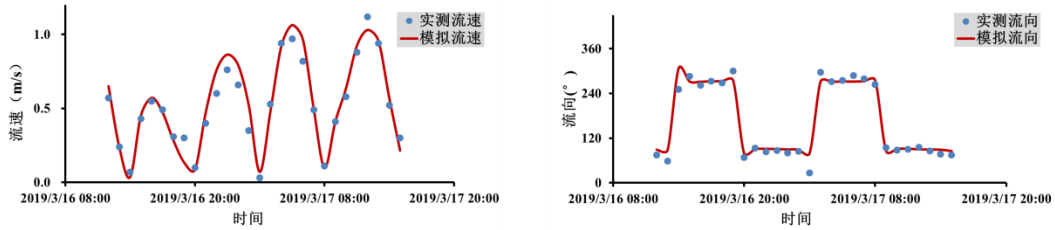
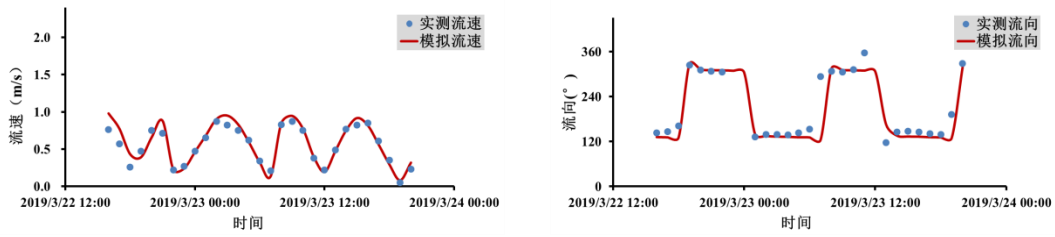


图 5.1-6e DL05 站点流速流向验证（大潮）



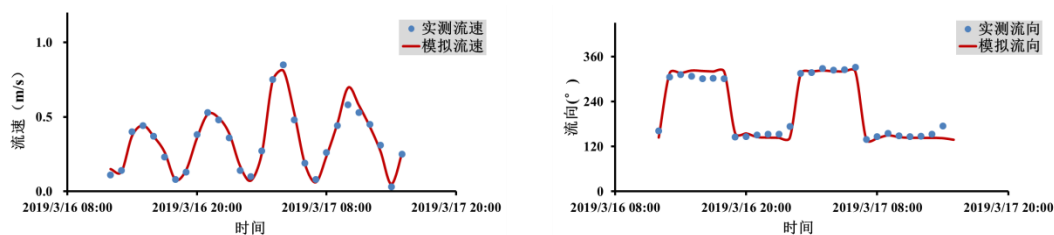


图 5.1-7f DL06 站点流速流向验证 (小潮)

(3) 工程区潮流场分析

计算域内单站潮流模拟验证计算结果较好,基本反映了工程区海域潮流的实际变化。为进一步了解工程区附近总体流场分布,我们给出了大范围 and 工程区附近涨落急流矢图,由图 5.1-8a~图 5.1-9b 可见。

外海潮波从东南外海向西北方向传播,由于舟山海区岛屿较多,涨落潮流在途径这些水道时由于地形的集束作用流速会陡然增大。涨潮时,外海潮流经过普沈水道后进入舟山本岛东北部,潮流偏转后穿越长白水道、龟山水道后进入杭州湾。落潮时,潮流经过舟山和岱山之前的水道后分为多支,其中一支经过长白水道后流经工程区,然后继续汇入外海。

新奥 LNG 码头位于几条水道交汇处,岸线曲折,水下地形复杂,容易形成回流和涡漩,构成了一个复杂的流场环境。工程水域流向受周边岛礁、地形影响明显,码头前沿主流向基本与岸线平行,涨潮流以西向为主,落潮流以东向为主;东部近大麦杆礁附近,流速较小,流向不稳定,存在环流现象,受梁横山及突出岬角的影响,取排水口附近回流现象较为明显。

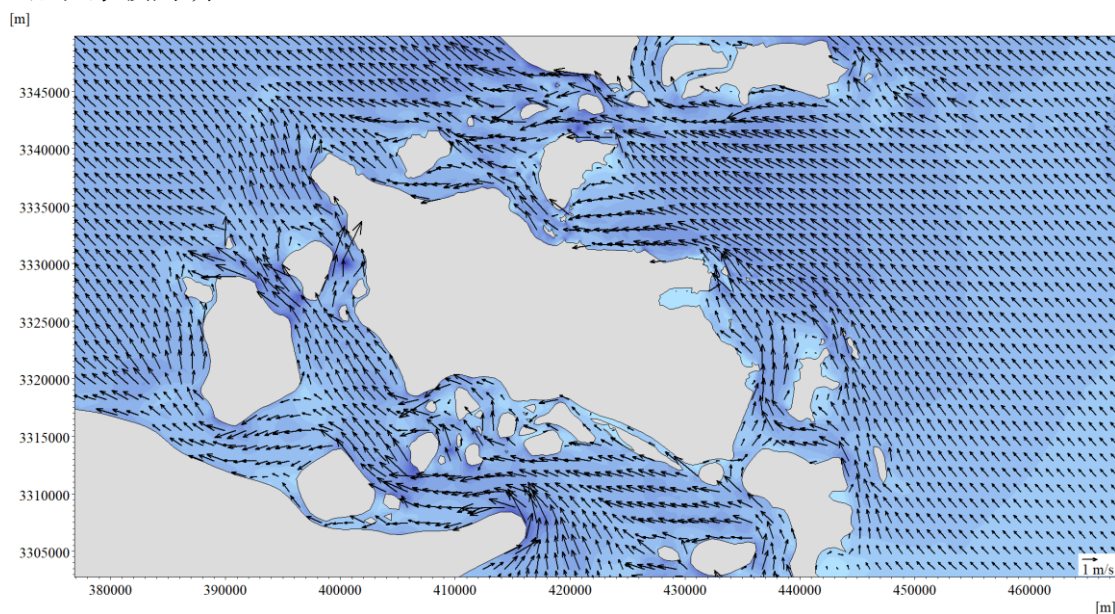


图 5.1-8a 大范围涨急流矢图

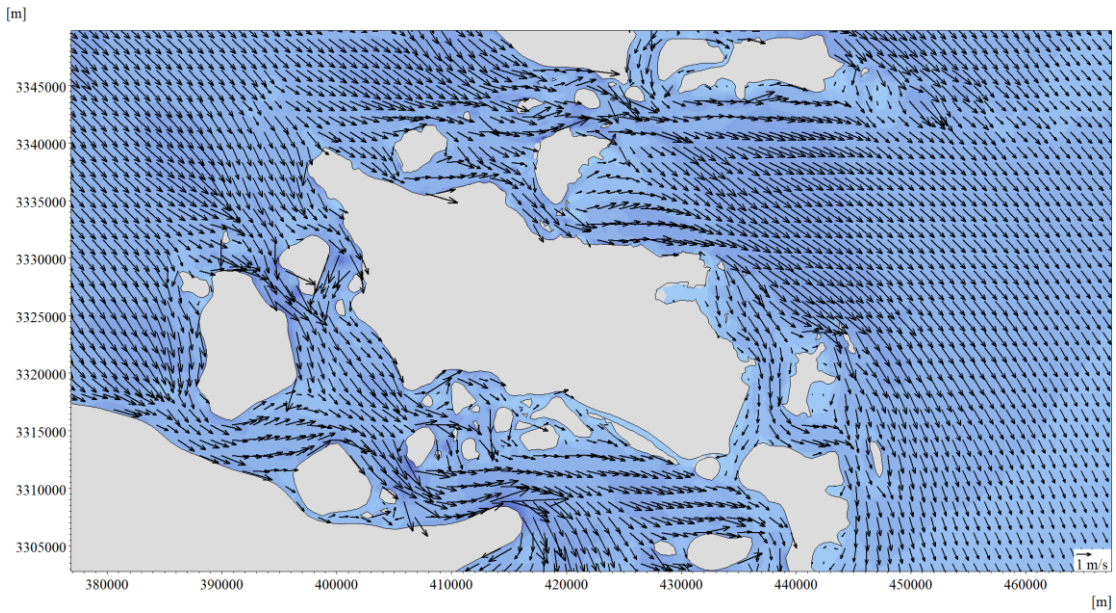


图 5.1-8b 大范围落急流矢图

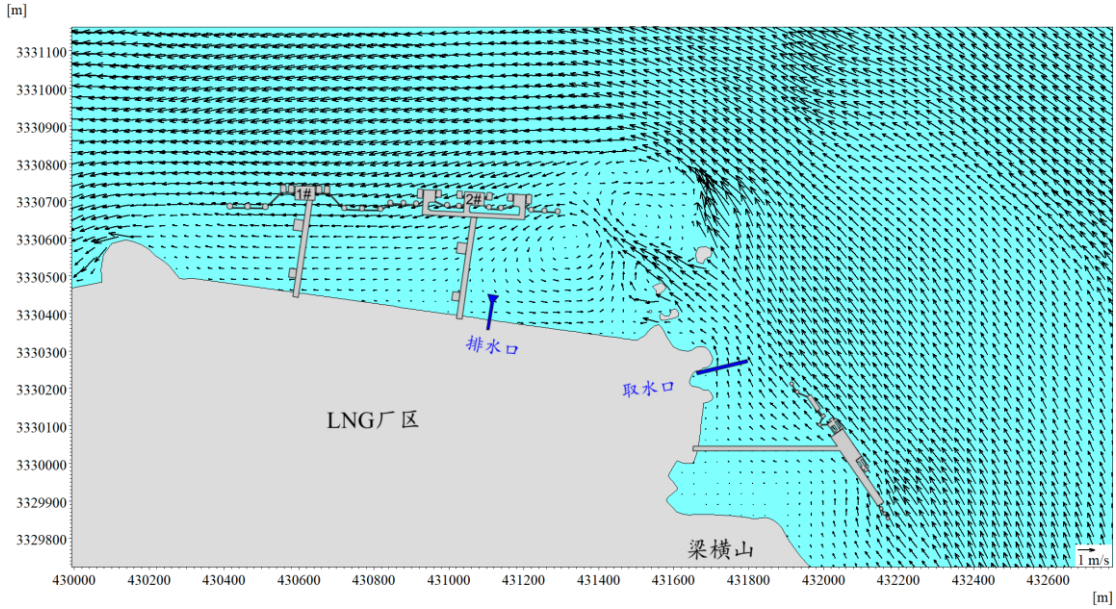


图 5.1-9a 工程区附近涨急流矢图

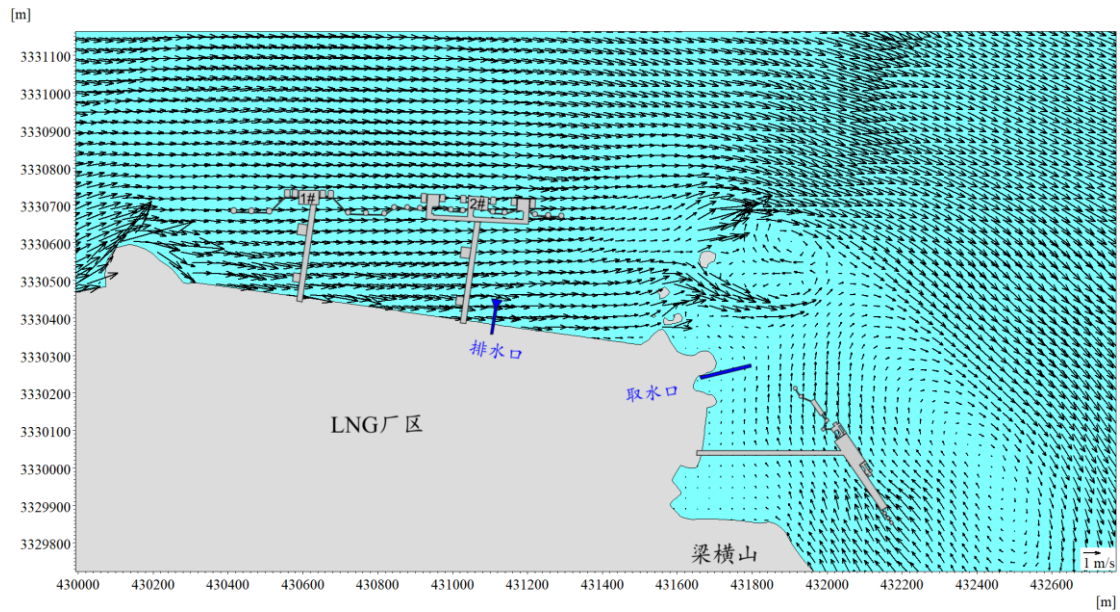


图 5.1-9b 工程区附近落急流矢图

5.1.2 水文动力影响预测

5.1.2.1 预测工况设定

本报告工程影响预测采用典型潮型，首先采用观测潮位进行潮汐调和分析，并基于调和常数预报整年的逐时潮位数据，然后对潮差进行累计频率统计，选取 10% 累计频率的潮差作为典型潮过程进行水动力预测计算。本次评价设置了 2 个工况进行计算，工况 1 为一期和二期工程气化系统实施后海洋环境影响，工况 2 为一期、二期和三期工程气化系统实施后的海洋环境影响。取排水量、具体流量、余氯和温降参数如表 5.1-4 所示。

表 5.1-4 模型预测工况设置表

编号	取排水量	余氯排放最大浓度	排水口温降
工况 1	35000m ³ /h（1 期+2 期）	0.1mg/L	5℃
工况 2	52500m ³ /h（1 期+2 期+3 期）	0.1mg/L	5℃

5.1.2.2 取排水后流矢变化分析预测

工况 1 取排水前后潮流流矢对比见图 5.1-10a~5.1-10b。由图可知，排水口处的流矢有一定的变化，主要集中在排水口局部区域，对码头泊位等区域影响较小，取水口处流矢变化也不明显。

工况 2 取排水前后潮流流矢对比见图 5.1-11a~5.1-12b。由图可知，由于取排水流量

增加，对周边流矢的影响要略大于工况 1，但是流矢的变化依然主要集中在取排水口局部区域，影响范围有限，对码头及泊位处的流矢基本无影响。

总体而言，两种工况下流矢变化范围较为集中，主要集中在取排水口附近，对周边码头、泊位及航道区域的流矢影响较小，不会改变周边流矢分布特征。

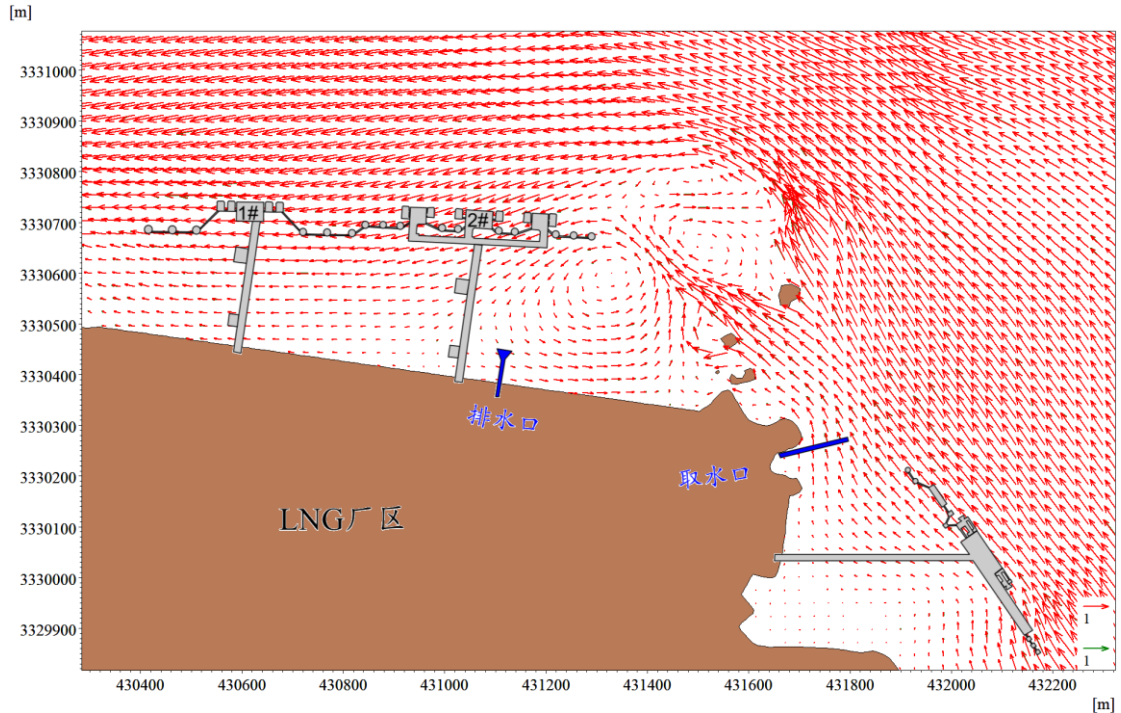


图 5.1-10a 工况 1 取排水前后涨潮流矢对比（绿色为工程前，红色为工程后）

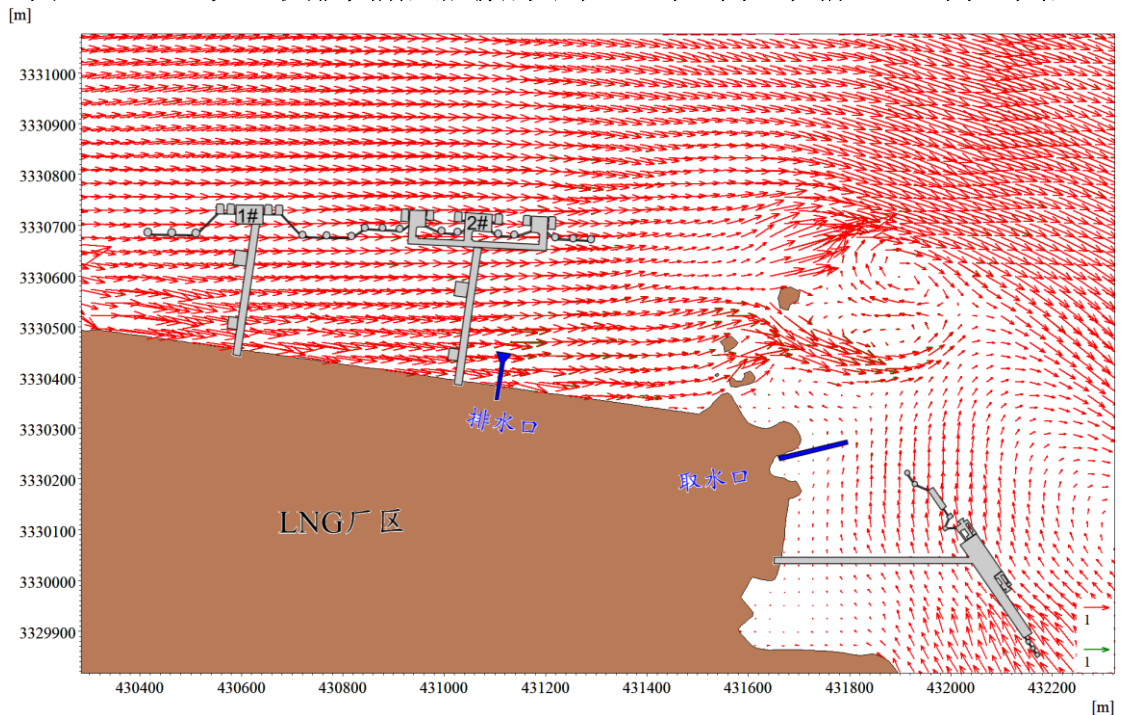


图 5.1-10b 工况 1 取排水前后落潮流矢对比（绿色为工程前，红色为工程后）

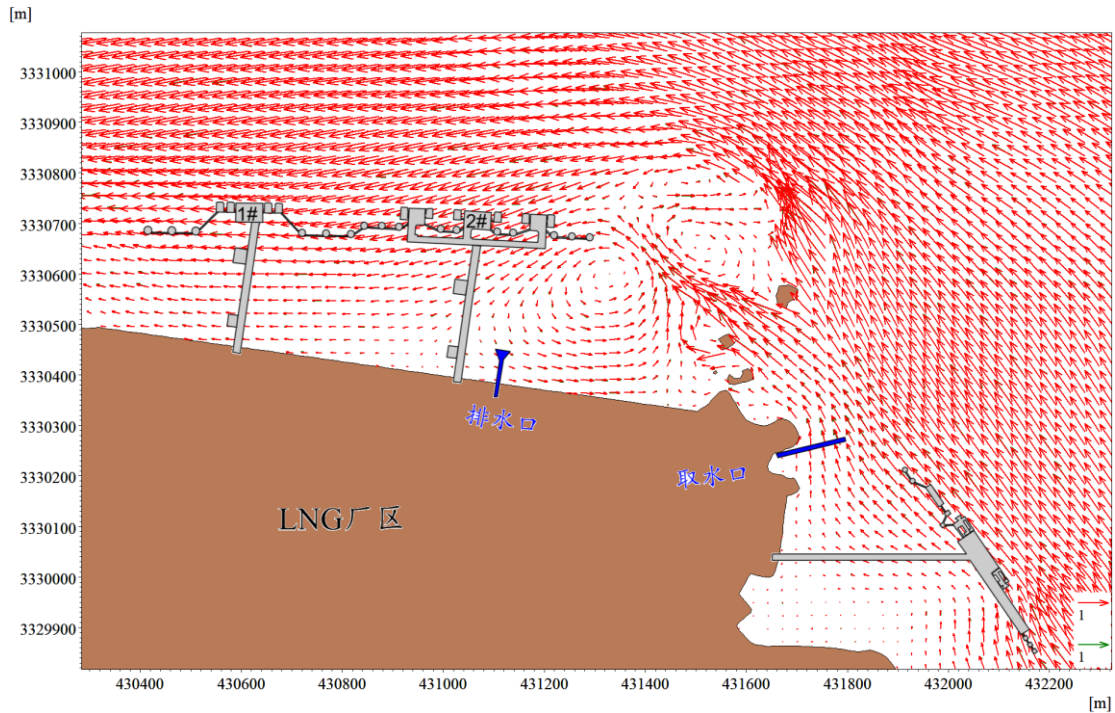


图 5.1-11a 工况 2 取排水前后涨潮流矢对比（绿色为工程前，红色为工程后）

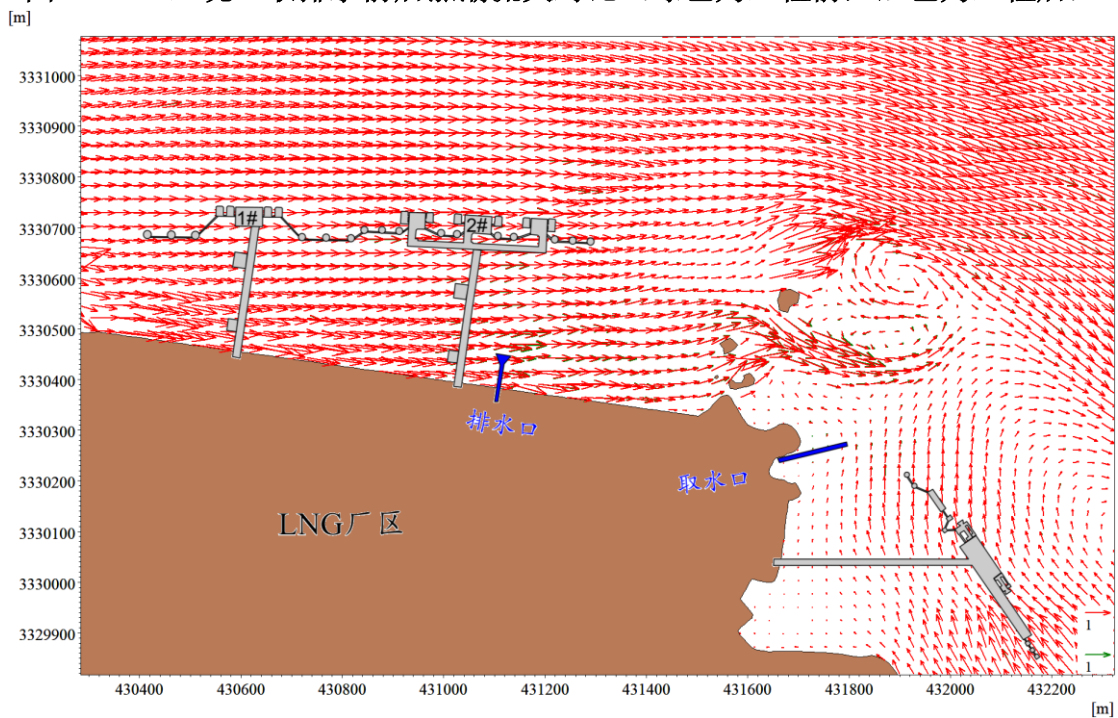


图 5.1-12b 工况 2 取排水前后落潮流矢对比（绿色为工程前，红色为工程后）

5.1.2.3 取排水后流速变化分析预测

工况 1 前后流速变化如图 5.1-13a~5.1-13c 所示：涨潮时，取水口影响范围较小，流速以增加为主，流速增加 0.03~0.06m/s，排水口流速以减小为主，减小范围呈现带状分布，流速减小 0.03~0.04m/s；落潮时取水口流速增加幅度为 0.04~0.05m/s，排水口处流

速减小 0.04~0.06m/s。从平均流速变化来看,排水口造成的流速影响范围略大于取水口,流速变化主要集中在取排水口附近海域呈带状分布,排水口处平均流速减小 0.02~0.04m/s,取水口处平均流速增加 0.03~0.05m/s。

工况 2 前后流速变化如图 5.1-14a~5.1-14c 所示:由于排水量增大,流速变化范围也有所增加。涨潮时,取水口影响范围较小,流速以增加为主,流速增加 0.06~0.08m/s,排水口流速以减小为主,减小范围呈现带状分布,流速减小 0.04~0.06m/s;落潮时取水口流速增加幅度为 0.05~0.08m/s,排水口处流速减小 0.06~0.08m/s。从平均流速变化来看,排水口造成的流速影响范围略大于取水口,流速变化主要集中在取排水口附近海域呈带状分布,排水口处平均流速减小 0.04~0.06m/s,取水口处平均流速增加 0.05~0.07m/s。

总体而言,取排水口处流速影响范围较为集中,主要在取排水口附近,排水口流速变化以减小为主,呈带状分布,取水口处流速有所增加,对周边码头泊位及航道的影响都较小。

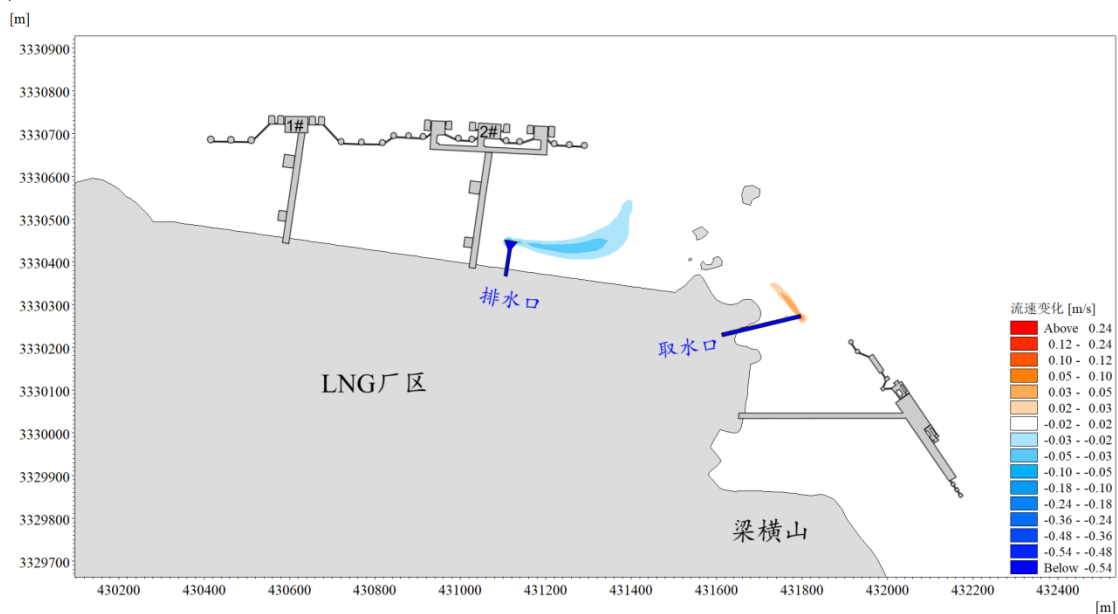


图 5.1-13a 工况 1 取排水口工程前后涨潮流速变化

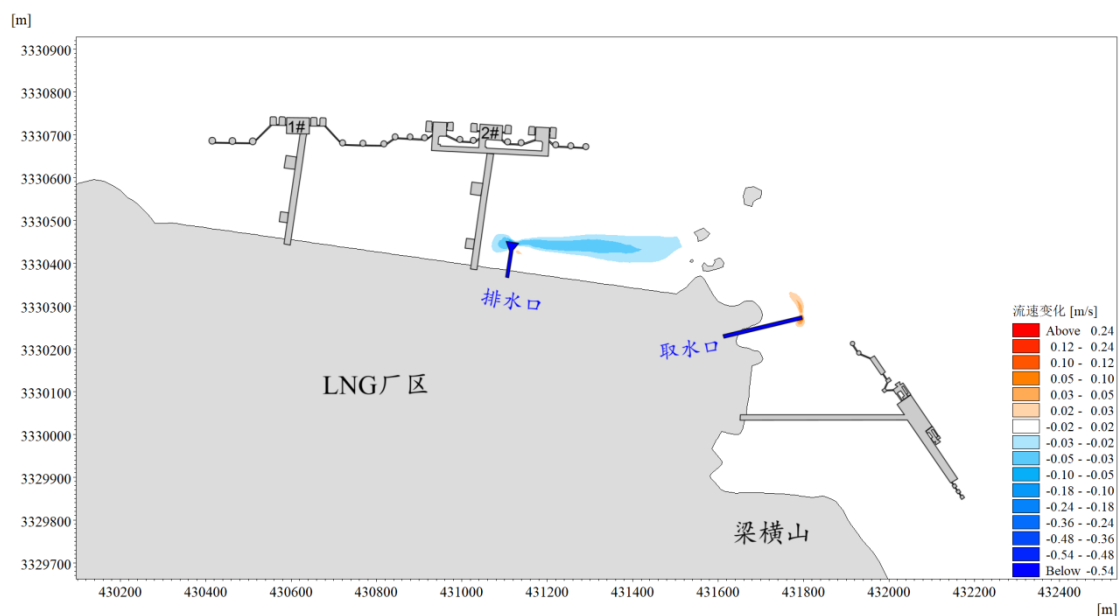


图 5.1-13b 工况 1 取排水口工程前后落潮流速变化

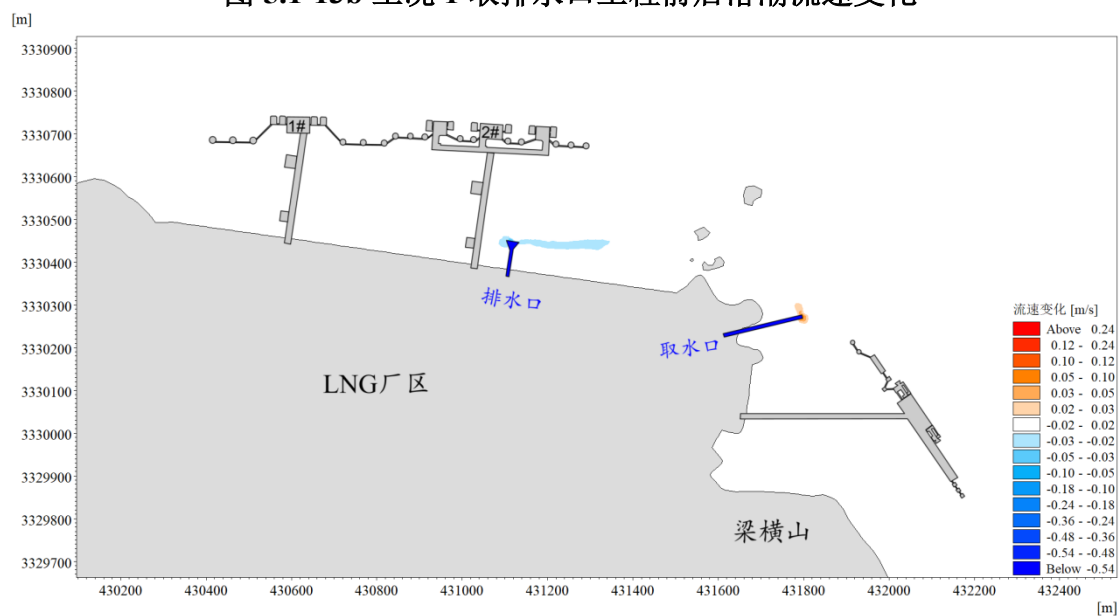


图 5.1-13c 工况 1 取排水口工程前后平均流速变化

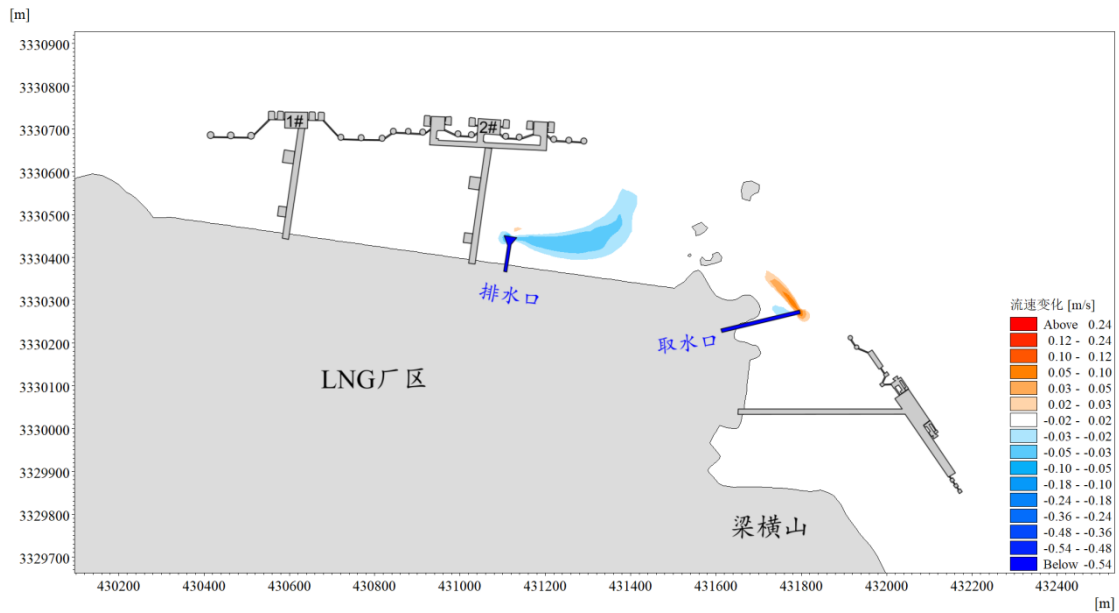


图 5.1-14a 工况 2 取排水口工程前后涨潮流速变化

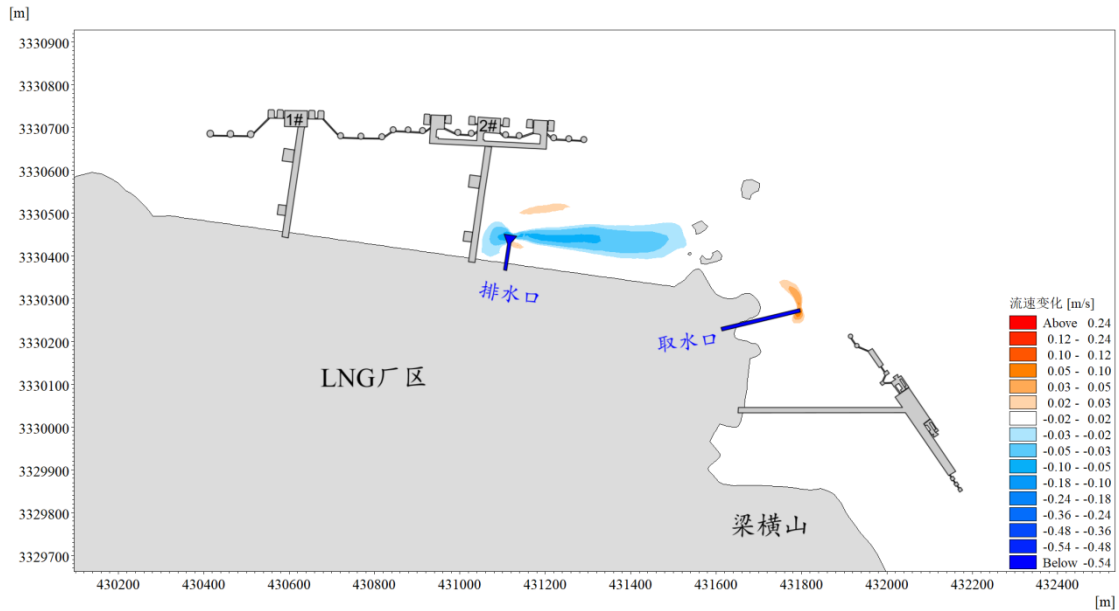


图 5.1-14b 工况 2 取排水口工程前后落潮流速变化

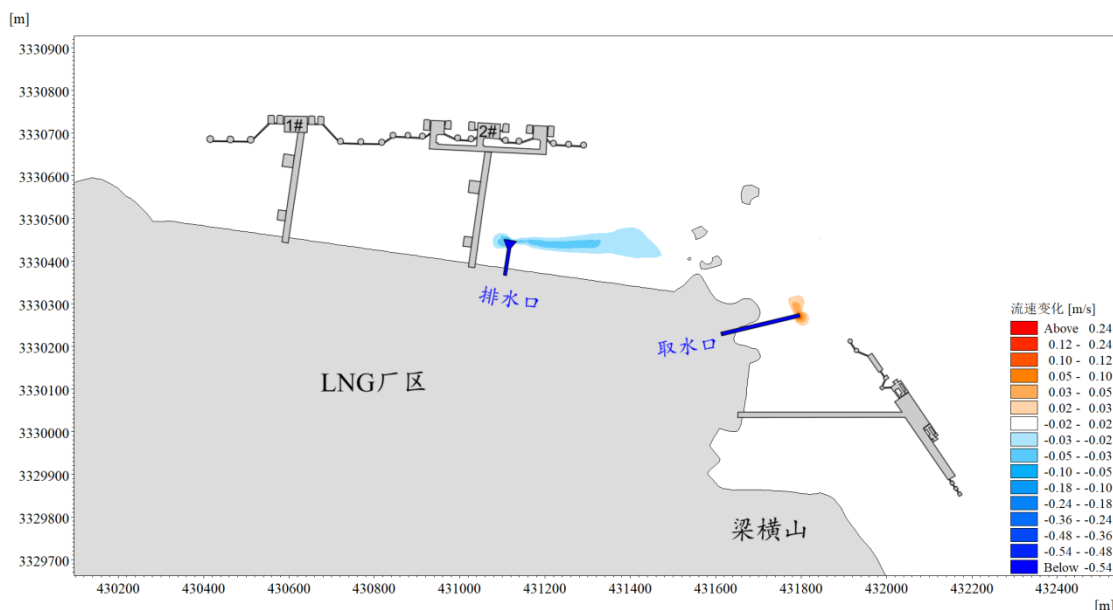


图 5.1-14c 工况 2 取排水口工程前后平均流速变化

5.1.3 泥沙冲淤影响评价

取排水前泥沙处于冲淤平衡状态，由于取排水后使部分水域流速变化，造成淤积或冲刷影响，根据这一原理本次评价预测取排水后泥沙冲淤厚度。

(1) 预测模型

根据泥沙运动理论中的输沙平衡原理，若考虑潮流的挟沙能力 S^* 则

$$S^* = k \frac{V^2}{gH}$$

其中 H 为实际水深， g 为重力加速度， k 为挟沙系数。在实际悬浮浓度大于 S^* 时，则发生泥沙沉降过程。

取排水后的海床地形预测选用半经验半理论的回淤强度公式计算：

$$\Delta H = h_1 - h_2 = \frac{\alpha \omega S^* \Delta t}{\gamma_s'} \left(1 - \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^2 \left(\frac{h_1}{h_2} \right) \right)$$

式中 S^* 为挟沙能力； v_1 、 v_2 为工程前、后的垂线平均流速(由模拟得到)； h_1 、 h_2 为工程前、后的水深。(5-2) 反映了流速的变化和水深变化的联系。在计算中，有关参数的量值如下：

α 为悬沙沉降机率取 0.5；

沉降速度 ω 取为 0.0005m/s；

平均含沙量 S 取水文测验各站平均含沙量浓度为 0.267kg/m³；

γ_s' 为淤积物干容重 1750d50^{0.183}，本海区的泥沙粒径比较细，根据水文测验资料，泥

沙中值粒径的平均值 $D_{50}=7.89\mu\text{m}$ ；

经过 3~4 年达到冲淤平衡后，水深与动力(流速)、泥沙处于相对平衡状态，最终淤积厚度计算公式为：

$$\Delta H_{\text{最终}} = h_1 * \left[\left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{0.667} - 1 \right]$$

(2) 预测结果

本次预测设置了两个工况，工况设计见表 5.1-4。

工况 1 最终冲淤分布如图 5.1-15 所示，排水口处以淤积为主，淤积为 0.4~0.5m，外侧局部冲刷为 0.15~0.2m 左右，取水口处冲刷幅度为 0.3~0.4m。冲淤影响范围较小。

工况 2 最终冲淤分布如图 5.1-16 所示，工况 2 的冲淤要大于工况 1，排水口处以淤积为主，口门附近淤积为 0.5~0.7m，外侧局部冲刷为 0.25~0.3m 左右，取水口处冲刷幅度为 0.5~0.6m。

总体而言，冲淤范围局限在取排水口附近，对周围码头和航道影响较小。

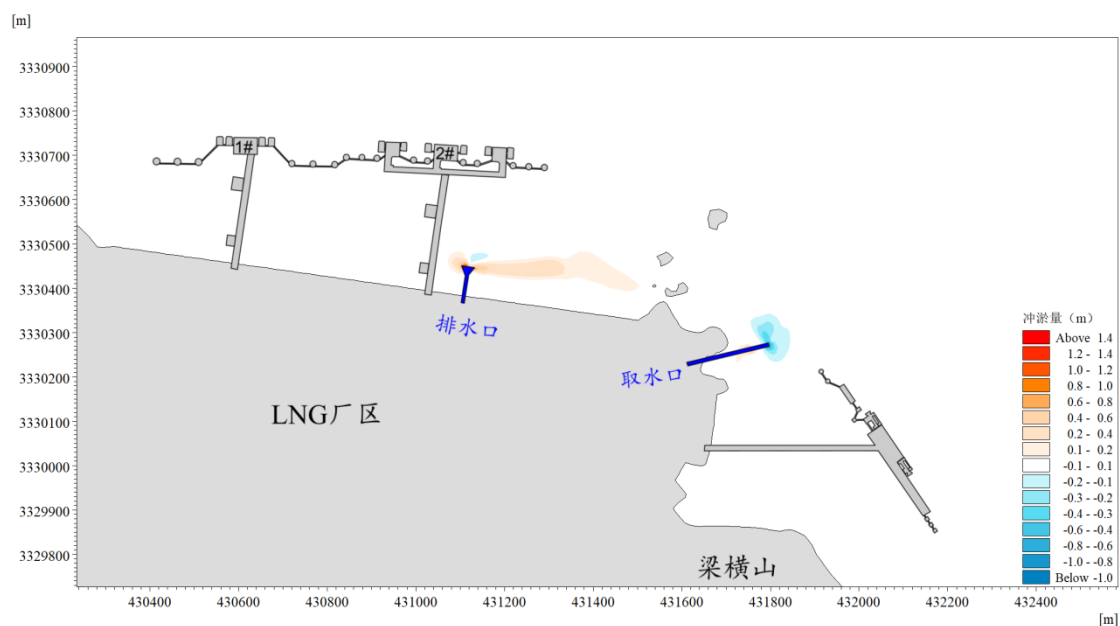


图 5.1-15 工况 1 最终淤积分布预测图

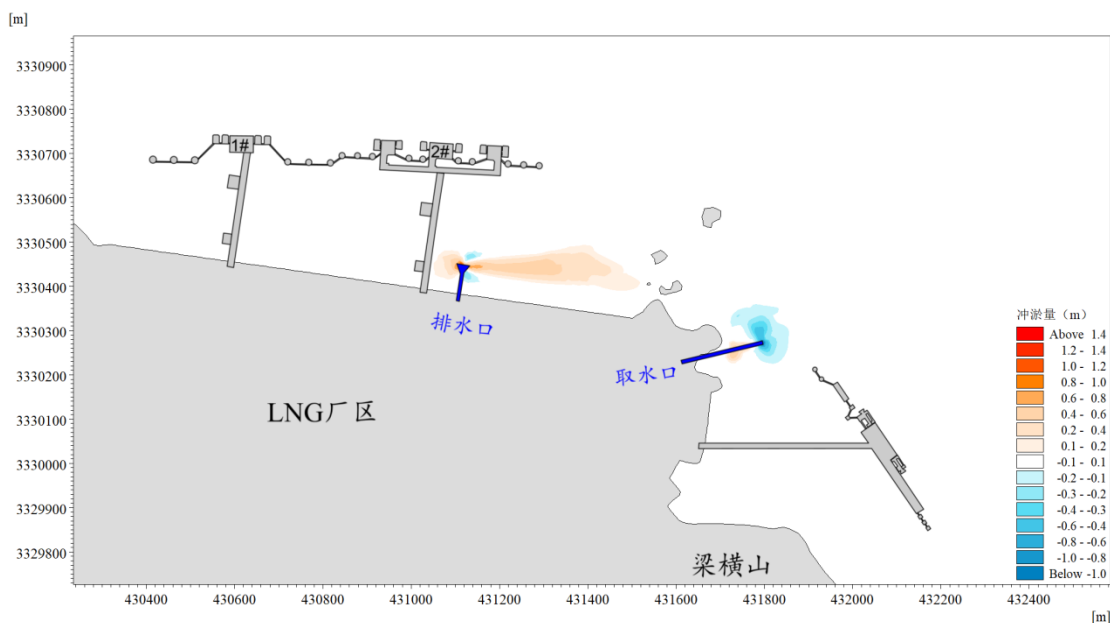


图 5.1-16 工况 2 最终淤积分布预测图

5.2 营运期海洋生态环境影响评价

5.2.1 余氯海洋环境影响预测

(1) 预测模型

本次评价余氯预测所用计算模块为 MIKE21 的 TR 模块。MIKE21 输运模块基本运动方程如下：

$$\frac{\partial}{\partial t}(hc) + \frac{\partial}{\partial x}(uhc) + \frac{\partial}{\partial y}(vhc) = \frac{\partial}{\partial x}\left(h \cdot D_x \cdot \frac{\partial c}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(h \cdot D_y \cdot \frac{\partial c}{\partial y}\right) - F \cdot h \cdot c + s$$

其中， D_x, D_y 分别为 x, y 方向的扩散系数， c 为污染物浓度，式中 S 为污染物源强， F 为衰减系数。本次计算选取液氯作为污染物代表，扩散系数 $D_x=D_y=5\text{m}^2/\text{s}$ 。从保守角度考虑，本次计算不考虑余氯的衰减。

(2) 预测源强

本次预测设置两个工况，工况情况和计算源强见表 5.1-4。

(3) 预测结果

两个工况下全潮周期过程内的余氯扩散范围如图 5.2-1~2 所示，并统计不同浓度范围下的包络面积和扩散距离如表 5.2-1~2 所示。由图表可知：

在工况 1 下，排水口处余氯浓度较大，超过了 0.06mg/L ，然后向周边海域浓度迅速

降低,受涨落潮流方向影响,扩散范围主要呈带状分布。余氯超过 0.06mg/L 的最远扩散距离为 38m,最大扩散面积为 0.0018km²;余氯超过 0.04mg/L 的最远扩散距离为 89m,最大扩散面积为 0.0069km²;余氯超过 0.02mg/L 的最远扩散距离为 221m,最大扩散面积为 0.0209km²;余氯超过 0.01mg/L 的最远扩散距离为 360m,最大扩散面积为 0.0471km²。

在工况 2 条件下,由于排水量增大,排水口附近余氯浓度较大,超过了 0.06mg/L,然后随着向周边海域扩散,浓度有所降低,受涨落潮流方向影响,扩散范围主要呈带状分布。余氯超过 0.06mg/L 的最远扩散距离为 56m,最大扩散面积为 0.0032km²;余氯超过 0.04mg/L 的最远扩散距离为 115m,最大扩散面积为 0.0121km²;余氯超过 0.02mg/L 的最远扩散距离为 308m,最大扩散面积为 0.0372km²;余氯超过 0.01mg/L 的最远扩散距离为 492m,最大扩散面积为 0.0798km²。

总体而言,高浓度余氯主要集中在排水口处,浓度向周边海域迅速衰减,余氯分布受潮流流向影响主要呈带状分布,对周边大范围海域都不会产生严重影响。

表 5.2-1 工况 1 排水口余氯扩散范围预测表

浓度 扩散范围	≥0.01 (mg/L)	≥0.02 (mg/L)	≥0.04 (mg/L)	≥0.06 (mg/L)
最远扩散距离 (m)	360	221	89	38
最大扩散面积 (km ²)	0.0471	0.0209	0.0069	0.0018

表 5.2-2 工况 2 排水口余氯扩散范围预测表

浓度 扩散范围	≥0.01 (mg/L)	≥0.02 (mg/L)	≥0.04 (mg/L)	≥0.06 (mg/L)
最远扩散距离 (m)	492	308	115	56
最大扩散面积 (km ²)	0.0798	0.0372	0.0121	0.0032

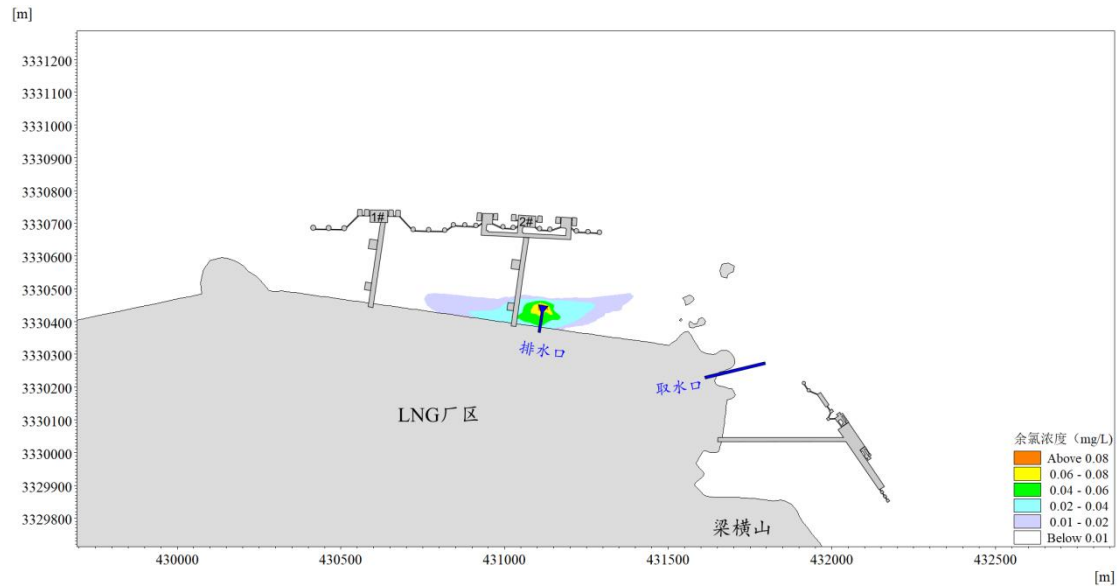


图 5.2-1 工况 1 排水口余氯扩散范围

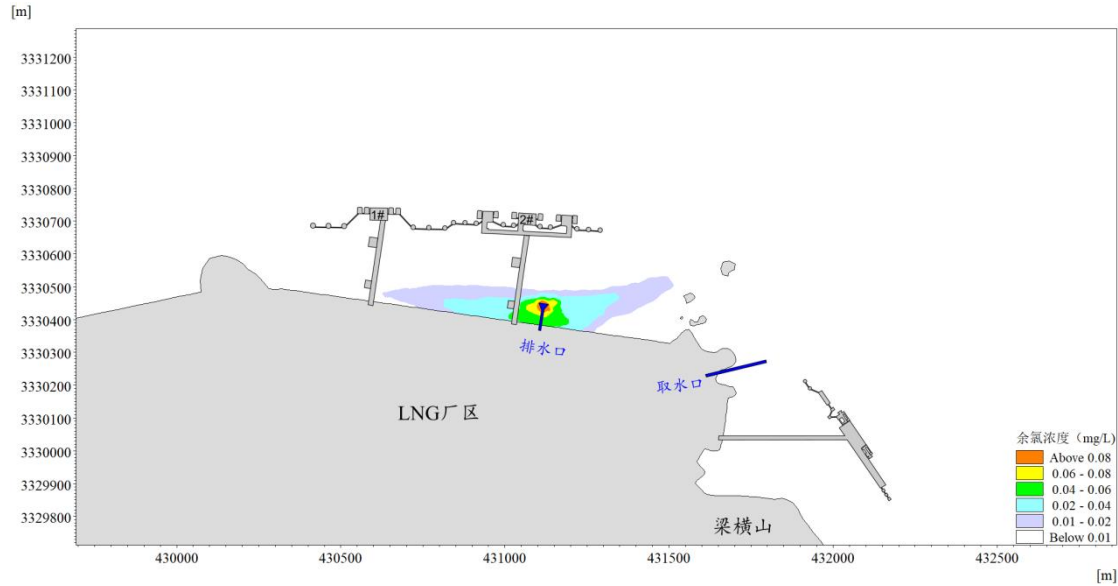


图 5.2-2 工况 2 排水口余氯扩散范围

5.2.2 温降海洋环境影响预测

(1) 预测模型

冷排水计算采用温盐扩散模型进行计算，计算方程如下：

$$\frac{\partial HT}{\partial t} + \frac{\partial HuT}{\partial x} + \frac{\partial HvT}{\partial y} = HF_T + H\eta + HTS$$

考虑到工程区水深较浅，水温垂直混合充分，温度分层不明显，因此采用二维模型进行温降计算。以上公式中， T 为水温， u 、 v 为二维平均流速， F_T 为水平扩散项，

$F_T = \frac{\partial}{\partial x}(D_h \frac{\partial T}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(D_h \frac{\partial T}{\partial y})$, s 为排水口冷排水点源; η 为海汽热交换项, H 为总水深。

(2) 预测源强

本次评价设置了两个工况,具体表 5.1-4。根据周边水温统计资料可知,排水口周边平均温度为 17.6°C,取此值设为背景海水温度,排水口处排放水温比背景温度低 5°C,不考虑蒸发和降雨等影响。

(3) 预测结果

不同工况下冷排水温降扩散范围如图 5.2-3 和 5.2-4 所示,不同温降扩散距离和扩散范围统计结果如表 5.2-3 所示。

在工况 1 排水条件下,海水温降范围主要集中在排水口附近,降温幅度由中心向外围逐渐减小。全潮过程中温降超过 4°C 的最远扩散距离为 21m,最大扩散面积为 0.0011km²;温降超过 3°C 的最远扩散距离为 51m,最大扩散面积为 0.0029km²;温降超过 2°C 的最远扩散距离为 108m,最大扩散面积为 0.0082km²;温降超过 1°C 的最远扩散距离为 213m,最大扩散面积为 0.0269km²。

在工况 2 排水条件下,海水温降范围主要集中在排水口附近,降温幅度由中心向外围逐渐减小。由于工况 2 水量较大,因此温降范围要大于工况 1。全潮过程中温降超过 4°C 的最远扩散距离为 39m,最大扩散面积为 0.0018km²;温降超过 3°C 的最远扩散距离为 69m,最大扩散面积为 0.0051km²;温降超过 2°C 的最远扩散距离为 139m,最大扩散面积为 0.0124km²;温降超过 1°C 的最远扩散距离为 289m,最大扩散面积为 0.0381km²。

我国海水水质标准规定二类海水人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1°C,其他季节<2°C,四类海水<4°C。但海水水质标准中没有冷海水排放造成的温降标准。由于大多数海洋生物的耐温下限要比上限大,在对于温降的影响评价中仍按最严格的不超过当时当地海水水温 1°C 的要求进行评价。本工程在即使在考虑了三期水量的工况 2 条件下,温降>1°C 的扩散面积为 0.0381 km²,范围有限,表明冷排水对周边海域水质环境不会产生明显影响。

总体而言,本工程冷排水排放造成的温降范围主要集中在工程区附近,温降幅度较大区域主要在排水口处,周边其他区域温降幅度较小,对周边大范围区域的海水环境影响较小。

表 5.2-3 排水口温降预测结果表

工况 \ 温降	$\geq 1.0^{\circ}\text{C}$	$\geq 2.0^{\circ}\text{C}$	$\geq 3.0^{\circ}\text{C}$	$\geq 4.0^{\circ}\text{C}$
工况 1 全潮最大温降范围	0.0269	0.0082	0.0029	0.0011
工况 1 全潮最大温降距离	213	108	51	21
工况 2 全潮最大温降范围	0.0381	0.0124	0.0051	0.0018
工况 2 全潮最大温降距离	289	139	69	39

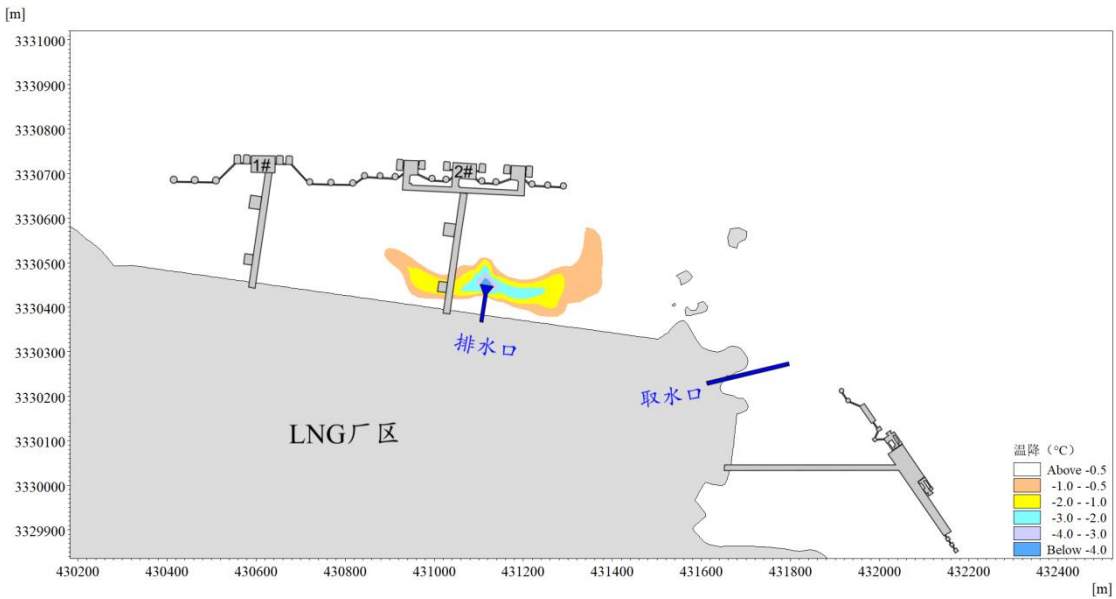


图 5.2-3a 工况 1 排水口冷排水温降扩散范围（大潮）

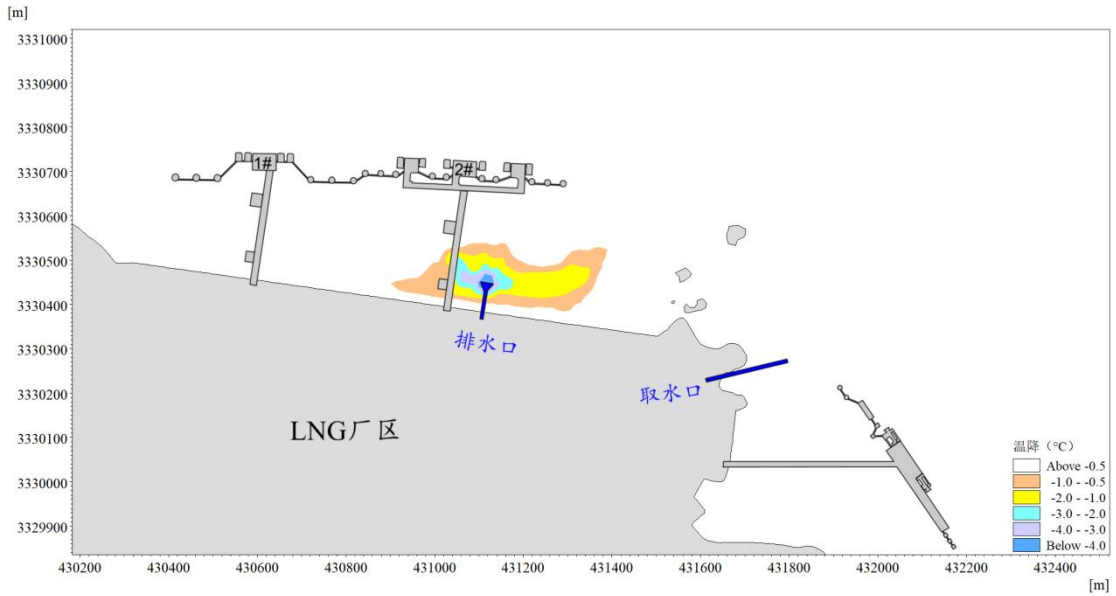


图 5.2-3b 工况 1 排水口冷排水温降扩散范围（小潮）

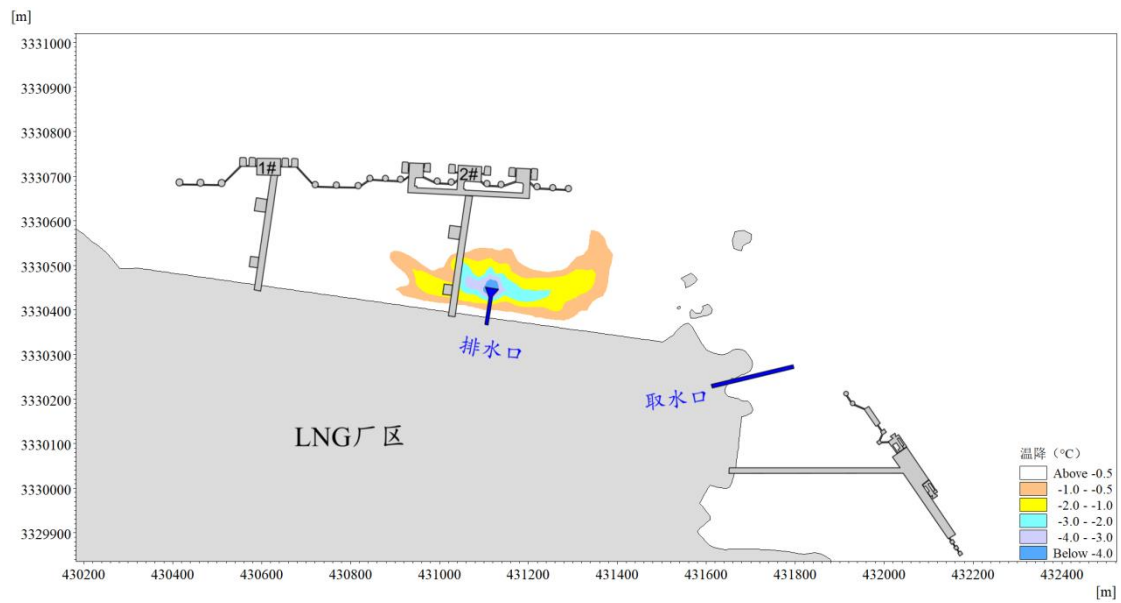


图 5.2-3c 工况 1 排水口冷排水温降扩散范围（全潮）

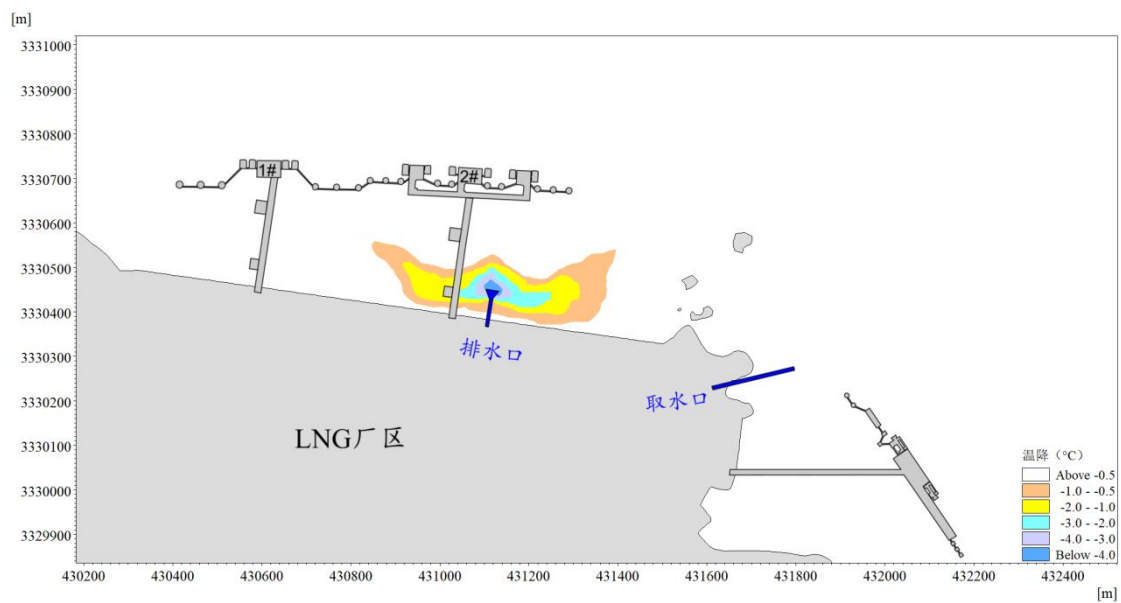


图 5.2-4a 工况 2 排水口冷排水温降扩散范围（大潮）

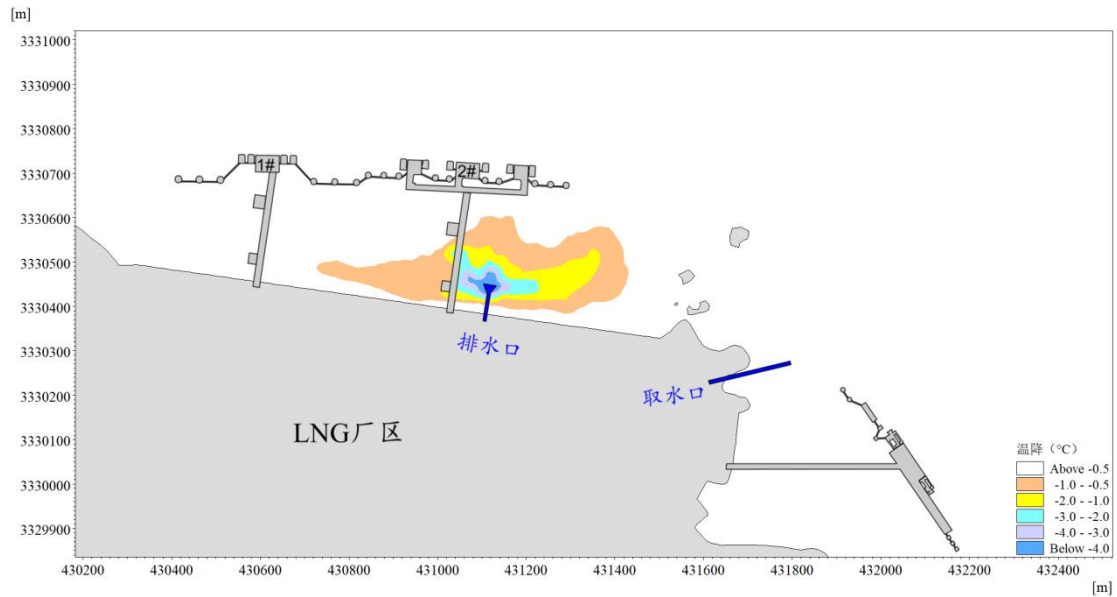


图 5.2-4b 工况 2 排水口冷排水温降扩散范围（小潮）

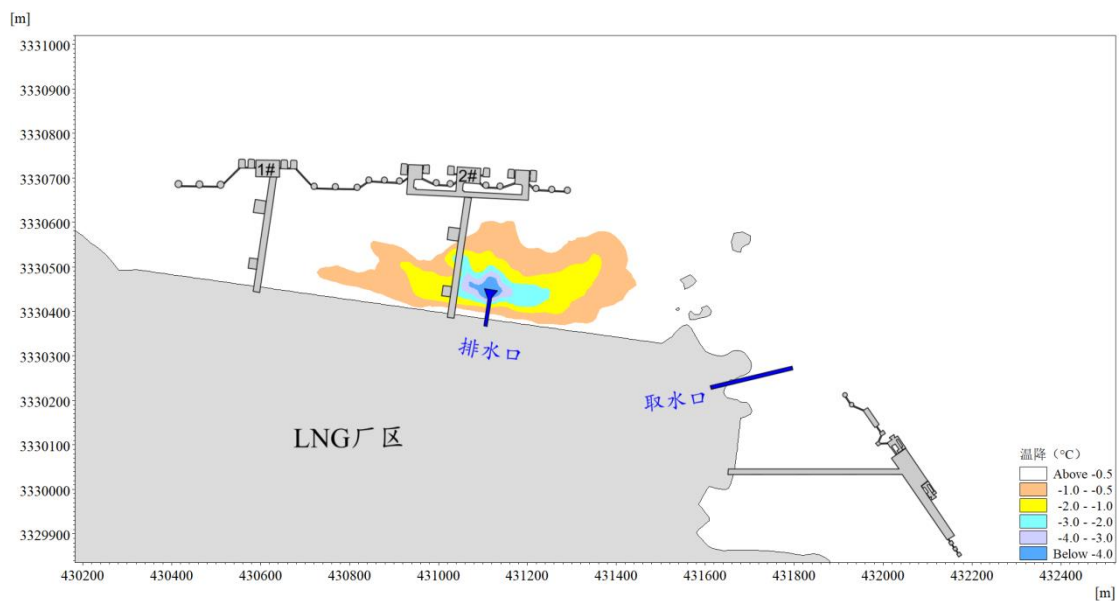


图 5.2-4c 工况 2 排水口冷排水温降扩散范围（全潮）

5.2.3 海洋生态环境影响评价

本工程营运后对海洋生态环境产生影响的主要污染因子为工艺区冷海水产生的温降和其中所含的余氯，此外项目取水口取水时的卷载效应也会对海洋生物产生的影响。

5.2.3.1 冷排水对海洋生态环境的影响

冷海水排入海域后，在水动力条件的作用下，冷海水水团的温度升高，与此同时，排放口附近一定范围内的海洋环境水体水温则有不同程度的下降。由于任何海洋生物都

有一定的温度适应范围，从该意义上来讲，温升对海洋生物的影响，可为预测温降对生物的影响提供借鉴。

（1）对浮游生物的影响

根据国外有关的研究，水温升高大于 6-8℃时，在夏季仅引起浮游植物光合作用的活性减弱，这种现象并未破坏藻类的细胞，经过几个小时（不超过一昼夜），浮游植物的光合作用就能恢复。对浮游动物而言，水体温升小于 3℃时，多数情况下不会对其种群有不利影响。

（2）对鱼类的影响分析

鱼类在不同的发育阶段往往对温度条件有不同的要求，繁殖和发育时期的要求特别严格，许多海洋动物非到一定的水温是不会产卵的。有的时候海洋动物能在某一海区生活，但由于不能满足繁殖和发育所要求的条件（包括适宜温度及持续的时间），则这些动物在这一海区就不能完成繁殖和发育，因而有所谓生殖区和不育区之别。

一方面，如果水温低于适温范围，将会抑制鱼类的新陈代谢和生长发育，如果超过其忍受限度，还将会导致死亡。另一方面，鱼类能感受到环境水温的微弱变化，对低于适温范围的低温水体，具有回避反应，这使许多鱼类进行远距离的适温回游，这种回避现象排除了冬季幼鱼和成鱼受到冷威胁的可能性。此外，水温的变化会影响鱼类的产卵，影响渔期的迟早、渔场的变动，影响渔获量。在夏季，适当的温度降低，对鱼类的生物是有利的，而在冬季的温降，对鱼类的生长是不利的。温降大于环境 4-5℃的区域，渔获物减少较明显。在温降为 4-5℃的区域，冬季渔获量将变低，而夏季则将有所恢复；在温降为 2-3℃的区域，冬季将出现低渔获量，但夏、春季出现高渔获量；而温降低于 2℃的区域的影响将不明显。

（3）对虾类的影响

在夏、秋季节期间，接收站冷排水引起的温降对本海域的虾类不会有明显的不利影响，虾类都能正常生长繁殖；在冬、春季低温季节，温降达 3℃以上时，虾类幼体的生长可能会受到抑制，其存活率可能会降低，虾类的成年个体多数会回避低温区，从而影响温降场内的对虾捕获量。虾类耐冷性将随着驯化温度不同而不同。因此，随着虾类对驯化温度（冷排水造成的温降影响）的不断适应，其耐冷性也将会有所下降，冷排水温降对虾类资源的影响也将有所减轻。对于广温性对虾类来说，温降 1℃仍在其适温范围

内，基本不会对虾类的生长造成影响。

5.2.3.2 余氯对海洋生态环境的影响

为防止海水中污损生物在系统内壁的附着，向所取的海水中连续加入低浓度氯，以抑制污损生物生长，海水通过冷却系统后又再排出，其中的余氯亦随之排放到海洋中，从而可能对邻近海域生态环境造成不良影响。连续加氯浓度一般在 0.1~0.5mg/L 之间。

(1) 余氯对浮游植物的影响

冷排水中的余氯是损害浮游植物的主要因素，而冷排水的热冲击对浮游植物的影响不大。0.2mg/L 的氯可以直接杀死冷却水中 60%~80% 的藻类。但 GLasstone 等认为即使 20% 的浮游植物种群被杀死，水域的净影响也可以被忽略。Sarvanane 等认为在海滨工业海水排水口有效氯浓度控制在 0.2~0.5mg/L 时，将取水口、冷却管内、排水口的 3 份水样进行室内培养，硅藻的初始浓度分别为 413、352、381ind/mL，达到同一细胞密度 ($617 \times 10^4 \sim 813 \times 10^4$ ind/mL) 分别需要 3、6、8d，说明浮游植物具有较强的恢复潜能，余氯对浮游植物的损伤能得到较快恢复。此外，不同水质条件下，氯对浮游植物的影响程度不一。当海水中总颗粒物和溶解有机碳占比例较高时，则同样浓度的氯对浮游植物的影响较小，因为大量氯主要被前者所消耗。

(2) 余氯对浮游动物的影响

浮游动物虽是水生生态系统的重要组成部分，但目前对浮游动物受氯的影响研究报道较少。从表 5.2-4 可见，浮游动物对氯较敏感，较低浓度的氯即可对浮游动物产生明显的影响；浮游动物受氯连续暴露影响的浓度低于间歇暴露的浓度。

表 5.2-4 余氯对浮游动物的影响

物种	温度(℃)	盐度	判定指标	影响浓度(mg/L)
Mysidopsisbahia	25±1	20	96hLC50	0.062
	25±1	20	96hILC50	0.210
	25±1	20	96hILC50	0.073
	25±1	20	LC50	0.267
Neomysissp	15	28	LC50	0.162

(3) 余氯对贝类的影响

余氯可造成贝类滤食率、足活动频率、外壳开闭频率、耗氧量、足丝分泌量、排粪量等亚致死参数的降低，从而使贝类失去附着能力。当余氯浓度低于 1mg/L 时，贝类仍

可以打开外壳进行摄食，但摄食速率降低。MasiLamoni 等认为余氯对贝类致毒的机理可能为：①氯直接对贝类鳃上皮细胞造成伤害；②由氯造成的氧化作用破坏贝类呼吸膜，导致其体内缺氧、窒息而死；③氯直接参加贝类酶系统的氧化作用。

（4）余氯对鱼类的影响

余氯对鱼鳃有损伤作用，使鱼鳃组织发生病变，如组织增生、上皮组织脱离、鳃中积累大量粘液、生成动脉瘤等，从而影响并阻碍鱼鳃与水中溶解氧的交换。余氯也可能通过鱼鳃组织渗入血液中，把血液中能携带氧的还原性血红蛋白氧化成不能携带氧的正铁血红蛋白，还可能抑制正铁血红蛋白还原性酶的活性，从而导致血液运载氧的能力下降。

有些鱼类可以通过自身的调节，对氯产生一定的抗性，提高自身对氯的忍耐力。如 Lotts 等认为 0.04~0.08mg/L 的余氯可以引发鲤科鱼对氯的适应能力，但这一适应过程中鱼类生理和生化方面的变化并不清楚。

（5）余氯在海水中的形态及其衰减

余氯有较强的氧化性，它不仅可以杀死细菌，同样对生物有机体产生危害，因此对邻近海域生态环境将造成一定影响。水体中余氯以游离态余氯（FRC）和化合态余氯（CRC）两种形式存在，其中游离态余氯对水生生物的毒性较强，大约为化合态余氯的 6 倍。海水中的游离态余氯不稳定，余氯与海水中的氨或有机胺化合生成氯胺。研究表明，其在海水中的半衰期约为 1 小时。余氯在海水中的衰减曲线见图 5.2-5。

（6）余氯对生态影响试验结果

根据有关研究成果，余氯对水生生物的毒性机制主要是破坏动物从水中吸取溶解氧的能力，对鱼类的鳃器官有明显的损伤作用，对虾类的损伤相对稍小，对贝类受精卵发育有抑制作用。余氯对水生生物的毒性影响与余氯的形态、浓度、胁迫时间以及水生生物对其敏感性等因素有关。

一般而言，水中存在余氯的浓度越高对水生生物的毒性越大，生物个体越小，对余氯的敏感性越大。实验表明：鱼类对余氯的安全耐受极限为 0.3mg/L，余氯对鱼虾幼体的毒性和致死浓度见表 5.2-5 和表 5.2-6。此外 0.5mg/L 的余氯即可造成甲壳类 50%死亡，0.05mg/L 的余氯即可对贝类受精卵发育产生明显的抑制作用。余氯对大多数的夹带生物产生有害影响，对浮游植物的影响比较明显，0.1~0.7mg/L 的余氯可使其生产力下

降 50~90%。余氯为 0.25~0.75mg/L 时，可造成 50%浮游动物死亡。

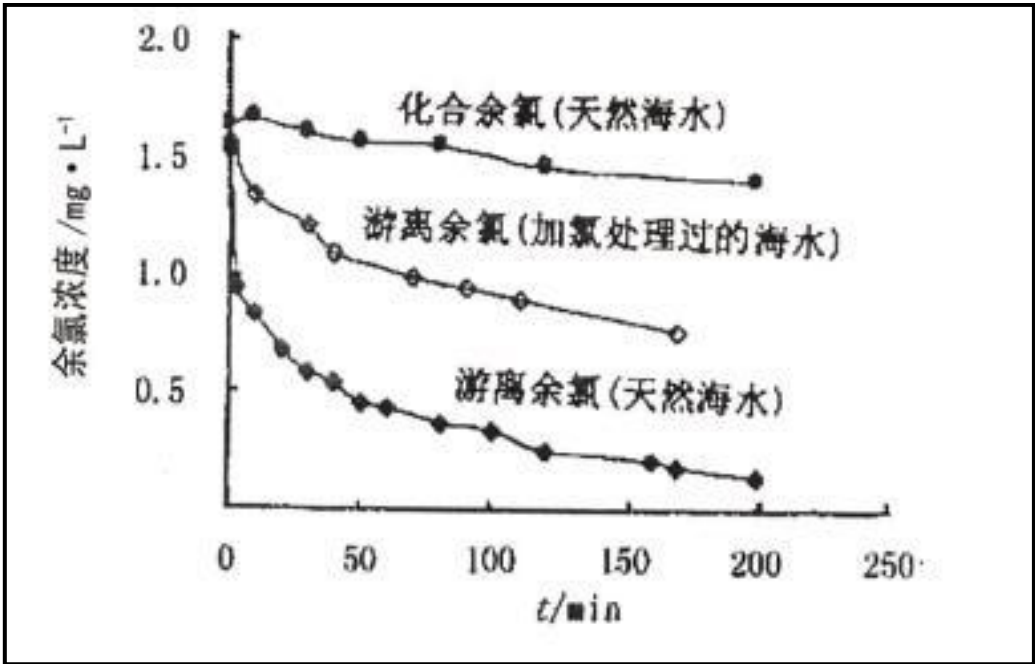


图 5.2-5 余氯在海水中的衰减

表 5.2-5 余氯对鱼虾幼体的毒性

平鲷仔鱼			黑鲷仔鱼			斑节对虾	
余氯浓度 (mg/L)	耗氧率 (mg/(h·g))	存活率 (%)	余氯浓度 (mg/L)	耗氧率 (mg/(h·g))	存活率 (%)	余氯浓度 (mg/L)	存活率 (%)
0.00	1.063	100	0	0.964	100	0	100
0.30	0.936	90	0.45	0.953	70	4.87	80
0.50	0.867	60	0.60	0.811	60	5.73	40
0.88	0.727	20	0.75	0.626	40	6.44	20

表 5.2-6 余氯对鱼虾幼体的致死浓度

生物种类	余氯形态	48hLC50 浓度(mg/L)	48hLC1 浓度(mg/L)
平鲷仔鱼	FRC	0.19	0.07
	CRC	0.56	0.21
黑鲷仔鱼	FRC	0.18	0.06
	CRC	0.60	0.24
斑节对虾	FRC	1.72	0.69
	CRC	5.60	4.13

(7) 余氯的类比调查

根据张穗等对大亚湾核电站排放口邻近的海域中余氯的调查研究。该调查在一年四季各采样一次，在排水渠中按 50m 间隔设置 3 个监测点，监测的余氯浓度分别为 0.20、0.17、0.13mg/L，说明余氯的衰减速率很快；海域中余氯高值区出现排水口附近，含量为 0.03~0.04mg/L；在接近排水口的区域余氯浓度稍高，一般为 0.02~0.03mg/L；离岸

测站含量都较低，通常为 $\leq 0.01\text{mg/L}$ ；大亚湾核电站邻近海域水体中的余氯含量较低，一年四季的平均水平仅为 $0.01\sim 0.02\text{mg/L}$ ，季节分布均匀，冬季相对较高，夏季较低，但无明显差异，余氯在水体中的垂直分布较一致，表、底层水体中余氯的含量无明显差异。海水中余氯形态为化合态。

根据 2021 年一期工程排水口附近海水余氯监测结果，排水口处余氯浓度为 0.02mg/L ，排水口西北一公里处余氯浓度为 0.01mg/L ，余氯含量较低，表明一期工程实施冷排水余氯对周边海域影响较小。

(8) 本项目冷排水中余氯的影响分析

本工程 0.01mg/L 余氯最大包络面积为 4.71hm^2 ，最远扩散距离 360m ； 0.02mg/L 余氯最大包络面积为 2.09hm^2 ，最远扩散距离为 221m ； 0.04mg/L 余氯最大包络面积为 0.69hm^2 ，最远扩散距离为 89m ； 0.06mg/L 余氯最大包络面积为 0.18hm^2 ，最远扩散距离为 38m ；

成鱼和虾类对余氯的毒性有趋避能力，抵御能力也较强，因此受影响程度较低。幼鱼对毒性的敏感性较大，但趋避能力弱，在余氯排放的余流影响范围内将受到影响。贝类底栖动物受精卵或幼体，由于其基本无趋避能力，长时间处于一定余氯浓度的海水环境下，即使浓度较低，也会有一定的影响。

余氯伴随冷排水排入海域，在海域潮流的作用下，余氯在环境水体中衰减较快，在排放口附近浓度相对较高，对水生生物如扇贝受精卵或幼体、仔鱼等造成一定影响。排放口外围绝大部分海域余氯浓度较小，对大多数水生生物来说影响较小。

5.2.3.3 取水卷载效应对海洋生态环境的影响

LNG 气化过程需要海水作为热源，然后海水排放到附近海域中。被卷入的水中生物，要受到机械冲击和化学冲击（余氯），会导致冷却水中生物损伤或死亡，对工程附近海区生物资源产生不良影响。在运行过程中使用海水作为热源，会给邻近的水域生态环境造成一定影响。

LNG 海水系统包括取水管道、防栅栏、滤网、水泵、换热器、排水管道等设施。

被吸海水首先要通过隔栅网和滤网后，才进入取水管道。滤网的直径为 $5\sim 7\text{mm}$ ，正常运行时小于 $5\sim 7\text{mm}$ 的水生生物才会被吸入到换热内。在管内的流速为 $2\sim 3\text{m/s}$ ，水一般只需 $1\sim 2\text{min}$ 即流出换热器进入排水管道。能过滤网系统而进入换热器的小型生

物，鱼、虾的卵及仔鱼都会受到冲击损害。

机械冲击是指小生物（小于 3mm）在其通过冷凝器期间，受到机械撞击、离心力和压力骤变的冲击。参考国外相关文献得知，受到压力骤变的浮游动物会在机械冲击下立即死亡，部分浮游生物因机械冲击失去附属器官后，减弱浮力而造成缓慢死亡；化学冲击是为了防止生物阻塞冷凝管的管壁，冷却水中加入足以抵制生物生长的氯，冷却水中的生物将会受到一定的影响。

（1）卷载冲击对水生生物的影响分析

国内外对浮游生物的研究表明，浮游藻类机械损伤率约 20%，浮游动物机械损伤率约 70%，由于浮游生物生殖周期短、繁殖快，且浮游动物属于 r-生态类对策型，对水环境中生物总量不会产生明显的危害。根据东北师范大学在电厂运行条件下的实验结果，鲢鱼 *C. moiliorell* (Cuvieret VaLenciennes) 幼鱼由于机械冲击造成的损伤率平均为 43.88%。根据电厂冷却系统对仔虾的损伤试验，仔虾平均致死率约 40%。上述分析表明即使在冷却水温度适于生物生存的冬季，由于卷载冲击冷却水中某些生物的死亡率也高达 40%。

（2）化学冲击对生物的影响

化学冲击是由于冷却水被氯化所引起的，当余氯含量接近 0.3mg/L 时，会使藻类的初生组织完全受到抑制，增长过程也受到部分抑制，余氯含量在 0.3~0.02mg/L 之间时，藻类的初生组织部分受抑制，对增长过程无影响。浮游动物对氯化作用敏感程度不及浮游植物。

5.2.3.4 生态损失估算

根据《浙江舟山液化天然气 (LNG) 接收及加注站项目一期工程环境影响报告书》(交通运输部天津水运工程科学研究所，2014 年 3 月)，一期工程冷排水最大排放量为 17500m³/h，环评单位已经估算一期工程取排水造成的生态损失，建设单位已经委托农业部东海区渔政局对附近海域进行了相关生态修复。

本次评价仅针对二期和三期取排水对生态造成的损失进行评估。根据设计文件，本项目气化 1tLNG 需要取用海水量为 43m³，本项目二期和三期气化总规模为 500 万 t/a，取用海水总量为 2.15 亿 m³/a。本项目一、二期和三期冷排水量和排放源强是一致的，因此二期+三期实施后新增的余氯和温降影响范围与工况 1 的预测结果是一致的。本次评价

以此为基础进行生态损失估算。

(1) 渔业资源损害评估内容

① 污染物扩散对海洋生物资源损害评估

污染物扩散范围内对海洋生物资源的损害评估分一次性损害和持续性损害。当污染物浓度增量区域存在时间不超过 15d 时，按一次性平均受损害量评估。一次性平均受损害量评估按以下公式计算：

$$W = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij}$$

式中：

W_i ——第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾、个、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/km²、个/km²、kg/km²；

S_j ——污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为 km²；

K_{ij} ——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率，单位为%；生物资源损失率取值参见表 5.2-7。

n ——某一污染物浓度增量分区总数

表 5.2-7 污染物对各类生物损失率

污染物 i 的超标 倍数 (B_i)	各类生物损失率 (%)			
	鱼卵和仔稚鱼	成体	浮游动物	浮游植物
$B_i \leq 1$ 倍	5	<1	5	5
$1 < B_i \leq 4$ 倍	5~30	1~10	10~30	10~30
$4 < B_i \leq 9$ 倍	30~50	10~20	30~50	30~50
$B_i \geq 9$ 倍	≥ 50	≥ 20	≥ 50	≥ 50

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积损害量。计算以年为单位的生物资源的累计损害量按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

M_i ——第 i 种类生物资源累计损害量，单位为尾、个、千克 (kg)；

W_i ——第 i 种类生物资源一次评价损害量，单位为尾、个、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，本期工程全年冷海水排放时间累计约 8.5 个月，持续周期数为 17。

②机械卷载效应对渔业资源的损失评估

取水卷载效应对鱼卵、仔稚鱼的损害按下式计算：

$$WDQI$$

式中：

W ——鱼卵、仔稚鱼年损失量，单位为：粒（尾）；

D ——评估区域鱼卵、仔稚鱼平均分布密度，单位为：粒（尾）/ m^3

Q ——日取水总量，单位为： m^3 /日，二期和三期工程处理 LNG 为 500 万吨/年，每吨 LNG 气化需要海水 43 吨，机械卷载取水为 21500 万方/a；

P ——鱼卵、仔稚鱼全年出现的天数占全年的比率，单位为：% ，本海域取 50%。

（2）渔业资源现状评价参数

根据《新奥舟山 LNG 接收站三期项目海洋生态环境及渔业资源调查与评价》（自然资源部第二海洋研究所，2022 年 5 月），项目海域春秋两季航次调查资料的综合数据，鱼卵密度平均值为 $0.035 ind./m^3$ 、仔稚鱼密度平均值为 $0.14 ind./m^3$ 。2021 年秋季渔业资源尾数密度平均值为 $20.37 \times 10^3 ind./km^2$ ，其中，鱼类为 $7.89 \times 10^3 ind./km^2$ ；虾类为 $9.33 \times 10^3 ind./km^2$ ；蟹类为 $3.15 \times 10^3 ind./km^2$ ，其中，鱼类平均幼体比例为 17.78%，虾类为 15.71%，蟹类为 39.18%。2022 年春季渔业资源尾数密度平均值为 $22.43 \times 10^3 ind./km^2$ ，其中，鱼类为 $6.12 \times 10^3 ind./km^2$ ；虾类为 $8.87 \times 10^3 ind./km^2$ ；蟹类为 $7.44 \times 10^3 ind./km^2$ ，其中，鱼类平均幼体比例为 35.82%，虾类为 16.27%，蟹类为 29.90%。综合计算，渔业资源幼体尾数密度平均值为 $4.95 \times 10^3 ind./km^2$ 。鱼卵、仔鱼换算为鱼苗（幼体）的系数分别为 1%、5%。

（3）渔业资源损失量

①营运期余氯对渔业资源的损失评估

根据徐兆礼等人的研究（《机械卷载和余氯对渔业资源损失量评估初探》，海洋环境科学，2007 年 6 月），在涉海工程中，由于余氯和机械卷载效应仍是主要的影响因素，余氯的影响范围大于冷排水，所以只要计算余氯水和机械卷载对渔业资源的影响即可。考虑到成鱼能够游离余氯场而避免受到影响，但幼鱼和底栖性的虾、蟹类因回避能力较弱将受影响，本文设定鱼卵仔鱼、幼鱼、虾、蟹 50%死亡或不能生长（称为余氯死亡率）。根据前文数模计算结果，二期+三期冷排水排放后余氯浓度大于 $0.02 mg/L$ 的最大包络面

积 0.0209km^2 ，因此可以认为二期和三期工程运行后的余氯排放对周围海域中海洋生物产生不利影响的贡献范围为 0.0209km^2 ，影响水深按 5.0m 估算。损失量估算见表 5.2-8。

表 5.2-8 余氯对渔业资源损失量估算（1 年损失量）

项目	鱼卵	仔稚鱼	幼体鱼
密度	0.035ind./m^3	0.14ind./m^3	$4.95\times 10^3\text{ind./km}^2$
影响水域/ km^2	0.0209	0.0209	0.0209
影响水深/m	5.0	5.0	5.0
余氯死亡率/%	50%	50%	50%
周期/T	17	17	17
换算系数/%	1%	5%	100%
损失量/ ind.a^{-1}	311	6218	880
补偿单价/元 ind.^{-1}	0.3	0.3	0.3
补偿金额/元	93.3	1865.4	264
合计/元	2223		

②取水口卷载效应对渔业资源的影响评价

本工程取水口位于 -7.0m 等深线处，鱼卵的吸入率以 100% 进行估算；仔鱼的吸入率按 100% 进行估算；幼体鱼的吸入率以 5% 进行估算。在加氯作用下，进入卷载系统的鱼卵、仔鱼和幼体鱼 100% 死亡。二期和三期取排水卷载效应对渔业资源损害结果见错误! 未找到引用源。5.2-9。

表 5.2-9 取水卷载效应对鱼卵仔稚鱼损失估算（1 年损失量）

项目	鱼卵	仔稚鱼	幼体鱼
密度	0.035ind./m^3	0.14ind./m^3	$4.95\times 10^3\text{ind./km}^2$
取水量/万方/a	21500	21500	21500
影响水深/m	7.0	7.0	7.0
吸入率/%	100%	100%	5%
全年出现比率/%	50%	50%	50%
死亡率/%	100%	100%	100%
损失量/ind	3762369	15049477	3780
换算系数/%	1%	5%	100%
补偿单价/元 ind.^{-1}	0.3	0.3	0.3
补偿金额/元	11287	225742	1134
合计/元	238163		

（4）补偿价值

①补偿年限

根据中华人民共和国水产行业标准《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》的规定，长期性影响补偿年限按 20 年计算，一次性影响补偿年限按 3 年计算。本项目营运期机械卷载、余氯冷排水排放等造成的影响为长期性的，补偿年限按 20 年计算。

②计算结果

本工程对渔业生物资源的影响主要是：①排放水中余氯对渔业资源的影响；②营运期机械卷载效应对渔业资源的影响。评估经济损失共计 4807720 元（见表 5.2-10）。该补偿费用包括东海带鱼种植资源保护区专题报告中的补偿评估费用。

表 5.2-10 生物资源经济损失补偿评估结果

序号	项目	余氯造成渔业资源经济损失	取水口卷载效应造成渔业资源经济损失
1	1 年损失额（元）	2223	238163
2	补偿年限（年）	20	20
3	补偿额	44460	4763260
4	合计（元）	4807720	

5.2.4 对东海带鱼水产种质资源保护区的影响评价

建设单位委托浙江省海洋水产研究所编制了东海带鱼水产种质资源保护区影响评价专题论证报告，本章节内容及评价结论全部摘自该报告。

5.2.4.1 保护区概况

（1）保护区概况及保护对象

东海带鱼国家级水产种质资源保护区（以下简称“带鱼保护区”）由农业部于 2008 年 12 月批准设立，是迄今为止国内最大的海洋水产种质资源保护区，总面积约 225 万公顷，其中核心区面积约 72 万公顷，试验区面积约 153 万公顷。保护区位于东海中北部近海的中间海域，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 10 米等深线的海域。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）。实验区范围为保护区内除核心区外的其他水域（图 2.5-2）。

带鱼保护区重点保护带鱼产卵亲体和幼鱼，主要保护对象为带鱼、大黄鱼、小黄鱼、鲈、蓝圆鲹、灰鲳、银鲳、鳓、蓝点马鲛等重要经济鱼类，其他保护物种包括海蜇、鳀、

发光鲷、细条天竺鲷、短尾大眼鲷、黄鳍马面鲀、刺鲳、龙头鱼、黄鲫、鰕齿鱼、日本（囊）对虾、假长缝拟对虾、葛氏长臂虾、菲赤虾、须赤虾、鹰爪虾、中华管鞭虾、凹管鞭虾、大管鞭虾、哈氏仿对虾、东海红虾、高脊管鞭虾、戴氏赤虾、细巧仿对虾、三疣梭子蟹、细点圆趾蟹、日本蟳、锈斑蟳、武士蟳、光掌蟳、红星梭子蟹、双斑蟳、荧光梭子蟹、长手隆背蟹、卷折馒头蟹、逍遥馒头蟹及乌贼等头足类等 46 种水生动物。

（2）东海带鱼特征、生活习性和洄游特征

1）带鱼特征

带鱼（*Trichiurus japonicus*）隶属于鲈形目带鱼科，全长一般 50–70cm，大者长达 120cm。带鱼体呈带状，侧扁；前部背腹缘几平行；头狭长，尖突；吻尖长；眼中大，位高，眼间隔平坦，中央微凸；口大，平直，口裂后缘达眼下方；下颌长于上颌，突出；牙强大，侧扁而尖，两颌前端各有 2 对倒钩状大犬牙，上颌具侧牙 10–13 颗，下颌具侧牙 12–14 颗；鳃孔宽大，鳃耙 8–14+15–24，细短；体光滑，鳞退化为银膜；侧线于胸鳍上方显著下弯，沿腹缘伸达尾端；背鳍 128–145，起点在头后部，延达尾端；臀鳍 88–113–13，完全由分离小棘组成，仅棘尖外露，第 1 鳍棘甚小；胸鳍 11–12，短、尖而低；无腹鳍；尾鞭状，尾鳍消失；体银白色，背鳍上关部及胸鳍浅灰色，具细小黑点；尾暗黑色；脂肪较多且集中于体外层。带鱼外形见图 5.2-6。



图 5.2-6 带鱼的外形图

带鱼腹部有游离的小刺，游动时不用鳍划水，通过摆动身躯来向上游动。捕食毛虾、

乌贼及其他小型鱼类。洄游性鱼类。带鱼食性很杂而且非常贪吃，有时会同类相食。有昼夜垂直移动的习惯，白天群栖息于海洋中、下水层，晚间活动于海水底层。带鱼寿命 8 年左右，1 龄鱼的平均身长 18–19 厘米，重 90–110 克，当年即可繁殖，2 龄鱼可长到 300 克左右。

2) 带鱼生活习性

带鱼游泳能力差，白天浮在海水表层，晚上就降到海底。静止时头向上、身体呈垂直，只靠背鳍及胸鳍的挥动，眼睛注视头上的动静，若发现猎物时，背鳍就急速震动，身体弯曲，扑向食物。带鱼具有结群排队的特性，每年春天回暖水温上升时，带鱼成群游向近岸，由南至北作生殖洄游，是为捕捞季节；冬至时，水温降低，带鱼又游向水深处避寒。

带鱼全年摄食的饵料种类数共有 60 余种，鱼类和甲壳类为其主要饵料类群。带鱼的食物组成存在季节差异，春季以细条天竺鲷、磷虾和带鱼为主要食物；夏季以带鱼、磷虾、糠虾和刺鲳为主要食物；秋季以口足类幼体、七星底灯鱼和竹荚鱼为主要食物；冬季以带鱼、七星底灯鱼、小带鱼和糠虾为主要食物。摄食强度的季节变化并不明显，秋季最高，夏季最低；各个季节的主要饵料类群组成存在差异，鱼类饵料的重量百分比均最高；饵料多样性指数季节差异并不显著，秋季最高，冬季和夏季较低。通过与历史资料进行比较发现，东海带鱼的食物组成发生了较大的变化，已由过去以磷虾为主转变为以鱼类为主，同时表现出明显的同类相食的现象。

3) 带鱼洄游分布

带鱼属暖水性中下层鱼类，广泛分布于大西洋、太平洋、印度洋的热带至温带海域。我国沿海均有分布，浙江为重要产区。国外分布于朝鲜、日本、印度尼西亚、菲律宾、印度、非洲东岸及红海等海域。

我国近海的带鱼可分为黄渤海种群、东海种群、南海种群 3 个地理种群，本保护区主要生存对象为东海带鱼。东海种群基本上属于南、北往返洄游类型（图 2.5-7）。春季，在浙江中南部外海越冬的带鱼性腺开始发育并向近海移动，由南向北进行生殖洄游。浙江中南部近海的带鱼产卵期为 4–6 月，浙江中北部海域的带鱼 5–7 月形成生殖高潮。从 8 月起产卵鱼群明显减少，主群继续北上越过长江口，8–10 月进入黄海南部海域索饵。秋末冬初，鱼群开始进行越冬洄游，或从江苏沿海、长江口、舟山渔场的索饵海区沿东

南方向进入东海外海，或由北向南沿浙江近海进入福建的闽东、闽中渔场。但闽南—台湾浅滩的群体一般不作长距离洄游。20 世纪 90 年代以来，随着渔场水温的变暖和过度捕捞引起的带鱼种群适应性调节，东海带鱼产卵场范围比以往更广阔，只要温度适宜，越冬鱼群进入传统近海产卵场之前就可以产卵，产卵时间也相应延长，除 5-7 月产卵高峰期外，几乎周年都有部分带鱼产卵。

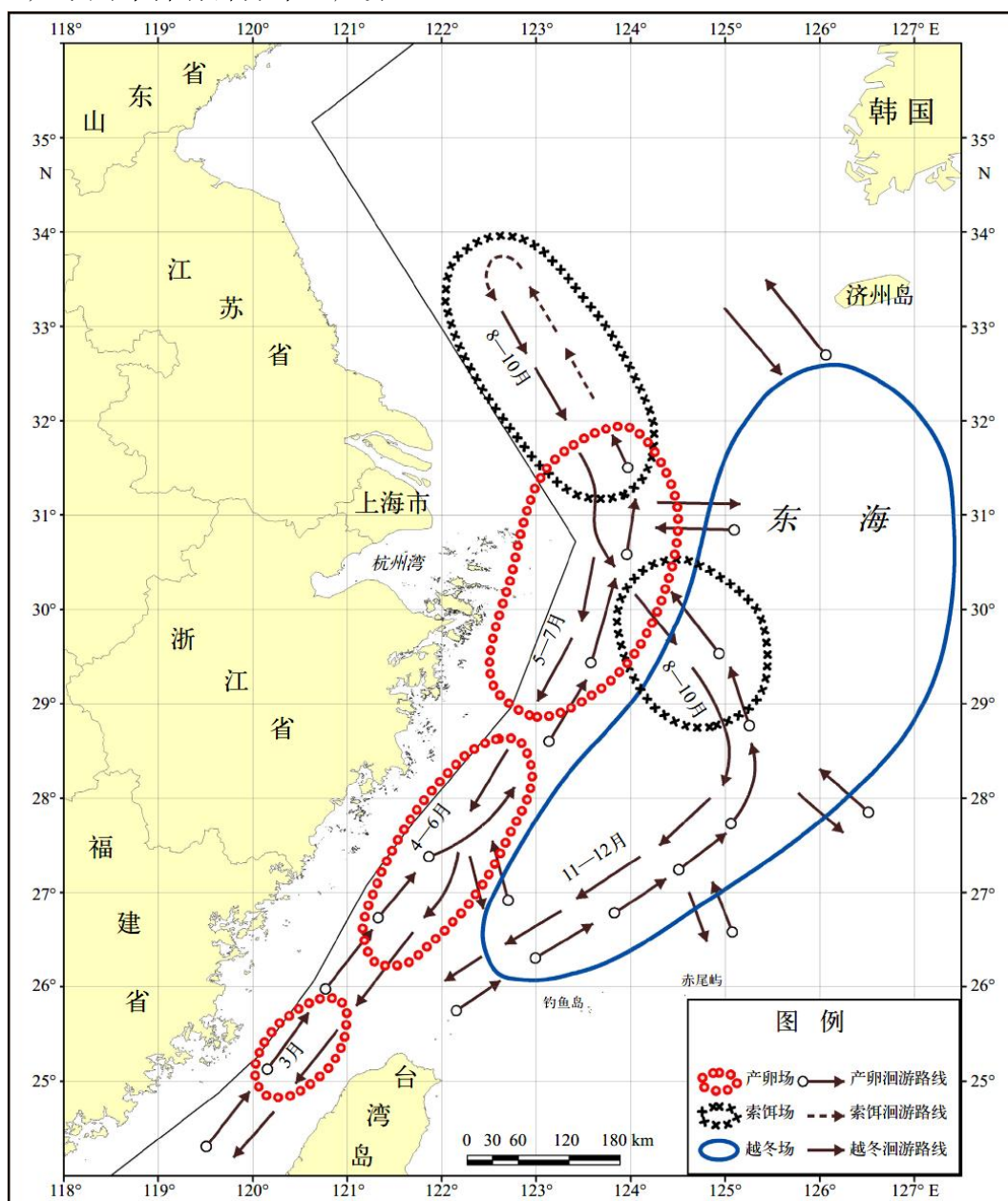


图 2.5-7 东海区带鱼“三场一通道”示意图

5.2.4.2 对带鱼保护区保护对象及功能影响评价

(1) 对保护区主要保护对象的影响

东海带鱼国家级水产种质资源保护区重点保护带鱼产卵亲体和幼鱼，主要保护对象为带鱼、大黄鱼、小黄鱼、鲈、蓝圆鲹、灰鲈、银鲈、鳓、蓝点马鲛等重要经济鱼类。

饵料丰度决定了仔稚鱼的生长速度 (Miller et al., 2009)，进而影响仔稚鱼的存活率。Leis 等研究发现，许多海洋鱼类的早期仔鱼具有游泳能力，且速动快、定向性强，可改变其垂直位置。Dudley 等也研究证实仔稚鱼具有较强游泳和感觉能力，特别是后期仔鱼可主动选择栖息水域。Strydom 等研究结果显示，仔稚鱼具有自主选择水深较浅的碎波带作为其保育场，以躲避捕食者和降低水流对其影响。带鱼的游泳能力差，白天浮在海水中层，晚上就降到海底。静止时头向上、身体呈垂直，只靠背鳍及胸鳍的挥动，眼睛注视头上的动静，若发现猎物时，背鳍就急速震动，身体弯曲，扑向食物。东海带鱼全年摄食的饵料种类数共有 60 余种，鱼类和甲壳类为其主要饵料类群。带鱼的食物组成存在季节差异，春季以细条天竺鲷、磷虾和带鱼为主要食物；夏季以带鱼、磷虾、和鲳鱼为主要食物；秋季以口足类幼体、为主要食物；冬季以小带鱼和糠虾为主要食物。东海近岸水域是鲱科、鳀科、虾虎鱼、鲷科等众多鱼类的产卵场和育幼场，大量的仔稚鱼春夏季在该水域进行育幼生长。因此，带鱼食物基础较为良好。

另一方面，对于水产资源物种而言，生物、物理和化学环境决定其种群数量和结构。生物环境通常包括处于物种食物链下端的饵料基础和上端的捕食者，海洋建设工程造成的生物环境改变主要为前者。

本项目位于带鱼保护区西侧实验区边缘，虽然工程取排水可能对带鱼保护区水生生物和生态环境产生一定影响，但此种影响在空间和时间上均处于可控范围，不会显著降低东海的带鱼及其他主要鱼类赖以生存的食物基础，也不会显著影响鱼类的生存环境。项目运营期产生的余氯、冷排水和机械卷吸的影响面积较小，不会显著影响水产种质资源保护区，因此本项目并未显著改变东海带鱼及其他保护鱼类的生存的物理和化学环境，也不会影响种群的生存和繁衍。

综上，本项目对东海带鱼国家级水产种质资源保护区存在一定的不利影响，但此种影响并未显著降低带鱼等主要保护对象的的饵料基础，也未压缩物种的生存空间，本项目取排水对带鱼及其他主要保护鱼类的影响在可控范围之内。

(2) 对保护区主要功能的影响

1) 产卵场

运营阶段产生的振动和噪声可能会使一些鱼类的个体出现行为紊乱，妨碍其正常生活习性；鱼类对外界声音的反应比较敏感，会使鱼类产生背离性行为，逃避开噪声源，会避开声音干扰而游向其他方，逃离产卵场造成繁殖失败。上述影响在一定程度上对东海带鱼国家级水产种质资源保护区的产卵场功能产生影响。

本项目位于带鱼保护区重点保护对象带鱼产卵场的外侧，且运营期的余氯、冷排水、机械卷吸等的影响面积较小，对带鱼的产卵场影响较小。同时随着鱼类对新环境的适应，影响也会逐渐下降。

2) 索饵场

东海的带鱼全年摄食的饵料种类数共有 60 余种，鱼类和甲壳类为其主要饵料类群。带鱼的食物组成存在季节差异，春季以细条天竺鲷、磷虾和带鱼为主要食物；夏季以带鱼、磷虾、和鲳鱼为主要食物；秋季以口足类幼体、为主要食物；冬季以小带鱼和糠虾为主要食物。稚鱼的丰度与饵料生物丰度极显著相关，饵料生物发生高峰期时带鱼丰度急剧升高，并随着饵料丰度降低而下降。因此在饵料生物摄食不足的情况下，带鱼生长将受到制约。

本项目位置与带鱼保护区重点保护对象带鱼的索饵场有一定的距离，本项目取排水基本不会对带鱼捕获食物造成影响，因此对索饵场的影响较小。

3) 越冬场

本项目所处位置为带鱼保护区的西侧实验区，项目取排水仅仅会引起取排水口水文的局部变化，对区域水体的扰动在一定程度较小，对原来连续的海流系统没有造成分隔，未阻隔洄游通道，不会对鱼类的生存和洄游等行为产生明显影响。

保护区所属的带鱼属于东海中部种群，越冬场分布在渔外、舟外渔场 60~100 m 水深区域，鱼群 3 月开始在外海集群，4 月向西北偏西方向移动，5~6 月在海礁与东海南部种群汇合，产卵后向北移动至吕泗渔场，10~11 月向东南移动到越冬场。

项目位置距离带鱼越冬场与越冬洄游路线较远，对鱼类越冬影响较小。

4) 洄游通道

本项目取排水不会阻断水流，距离带鱼保护区的重点保护对象带鱼的产卵、索饵、越冬洄游通道均较远，不会影响带鱼等主要种群的洄游活动。

5.2.5 对“三场一通道”的影响评价

根据《东海主要经济种类三场一通道及保护区图集》，本项目周边无经济鱼类产卵场保护区，周边海域主要经济鱼种为大黄鱼、小黄鱼、白姑鱼、鳆鱼、银鲳、三疣梭子蟹等。

5.2.5.1 经济鱼类“三场一通道”现状情况

(1) 大黄鱼

大黄鱼为暖温性近海集群洄游鱼类（图 2.5-8），通常栖息在 80m 以浅的水域，主要以小鱼及虾、蟹等甲壳类为食。根据一些学者对我国沿海大黄鱼形态和生态地理学研究查明，大黄鱼有 3 个地理种群（族）：分布在黄海南部和东海北部近海的鱼群（包括吕泗、岱衢、猫头洋等产卵场的生殖鱼群）属岱衢族；分布在东海南部和南海东北部近海的鱼群（包括官井洋，南澳、汕尾等产卵场的生殖鱼群）属闽—粤东族；分布在南海珠江口以西到琼州海峡以东近海的鱼群（包括硃洲岛附近产卵场的生殖鱼群）属硃洲族。大黄鱼一年有两个生殖期，大部分在春夏季产卵的称“春宗”（产卵期 4-6 月），少数在秋季产卵的称“秋宗”（产卵期 9-10 月）。

根据 20 世纪 70-80 年代东海区大陆架的调查结果显示，分布于东海区的大黄鱼主要有两大越冬场：①江外舟外油场及大沙沙外渔场越冬场，50-80m 水深海域；②浙南、闽东，闽中外侧海区越冬场，30-60m 水深海域。其中，第一个越冬场泡围较大，鱼群数量也较多。越冬场的水温为 9-11℃，盐度 33 左右。越冬期一般为 12 月至翌年 2 月，随着沿岸春季水温升高，暖流势力增强，4-6 月春夏季产卵鱼群从越冬场结群游向沿岸产卵场产卵。9-10 月有少量群体向沿岸作秋季产卵洄游。在江外、舟外、大沙越冬场的鱼群主群朝西和西北游向长江口渔场北部和吕泗渔场南部，支群朝偏西方向进入岱衢洋，大戢洋海区产卵场；在大沙越冬场的鱼群，除主要进入吕泗洋外，尚有一定数量鱼群进入海州湾产卵场。此外，大沙越冬场外侧及江外、舟外越冬场东北部的部分产卵鱼群进入朝鲜半岛西南部岩泰岛附近的产卵场。浙南、闽东、闽中越冬场的鱼群则主要进入浙闽沿海产卵场，其中闽东渔场大黄鱼群主要进入官井洋和东引海域，并有部分鱼群混同浙南越冬场的鱼群北上，分别进入洞头洋、大目洋、猫头洋和岱衢洋产卵场。

大黄鱼的产卵场一般位于河口湾岬附近及岛屿间的低盐区（盐度 27-31），水深一般

在 20m 以浅，透明度不超过 1m，流速不低于 1.02m/s，水温一般为 16–22℃。幼鱼摄食以桡足类、端足类、糠虾、磷虾为主要饵料，成鱼主要捕食小型鱼类和甲壳类。产卵后的亲鱼一般移向产卵场外侧海区分散索饵，当年生幼鱼则随着逐渐发育成长由浅水区向稍深水区移动。秋末冬初随着渔场水温降低，成鱼和幼鱼又先后向较深水区的越冬场洄游。

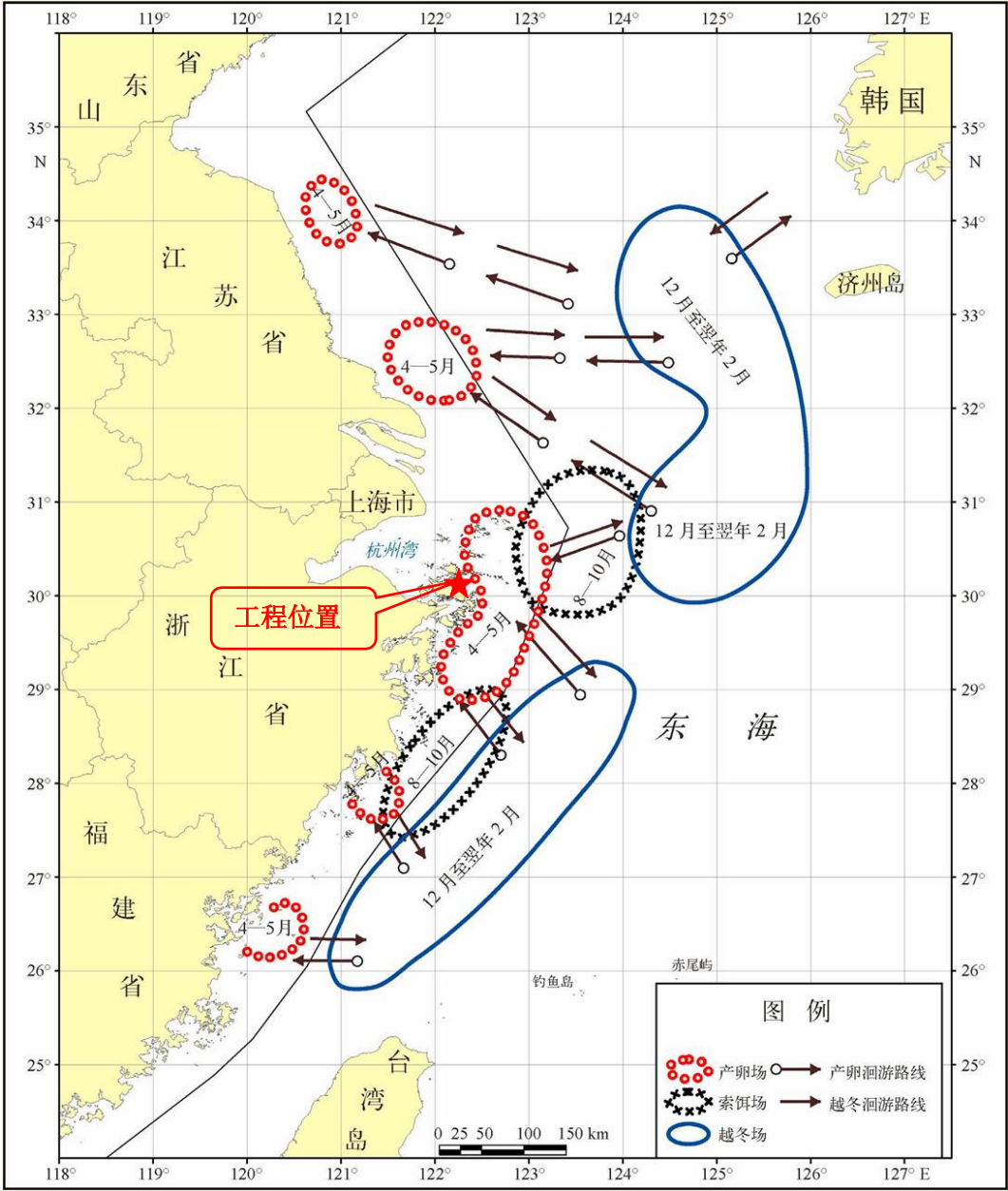


图 2.5-8 东海区大黄鱼“三场一通道”示意图

(2) 小黄鱼

小黄鱼属近海底层结群性洄游鱼类，为暖温种，在东海、黄海、渤海广泛分布。主

要分布区集中于 27°N 以北、 $125^{\circ}30'\text{E}$ 以西水深不超过 100m 的海域，以长江径流影响较大的黄海南部和东海北部水深 40–80m 的海域分布密度最大。

根据历史调查资料和相关研究，小黄鱼分为黄渤海种群（北部）、南黄海种群（中部）和东海种群（南部）3 个不同的地理种群，这 3 个种群在越冬场和产卵场之间作周年的往复移动（图 2.5-9）。

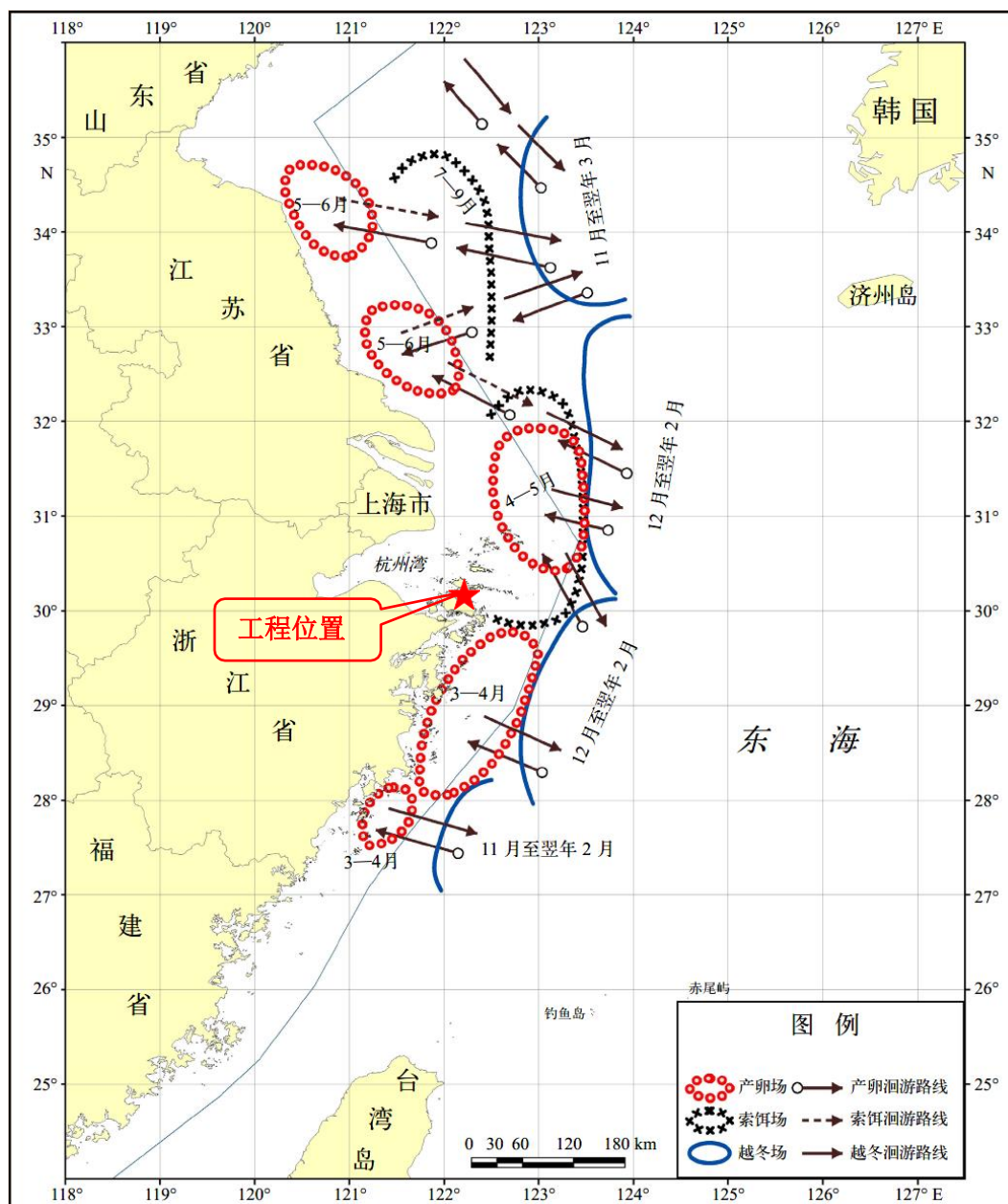


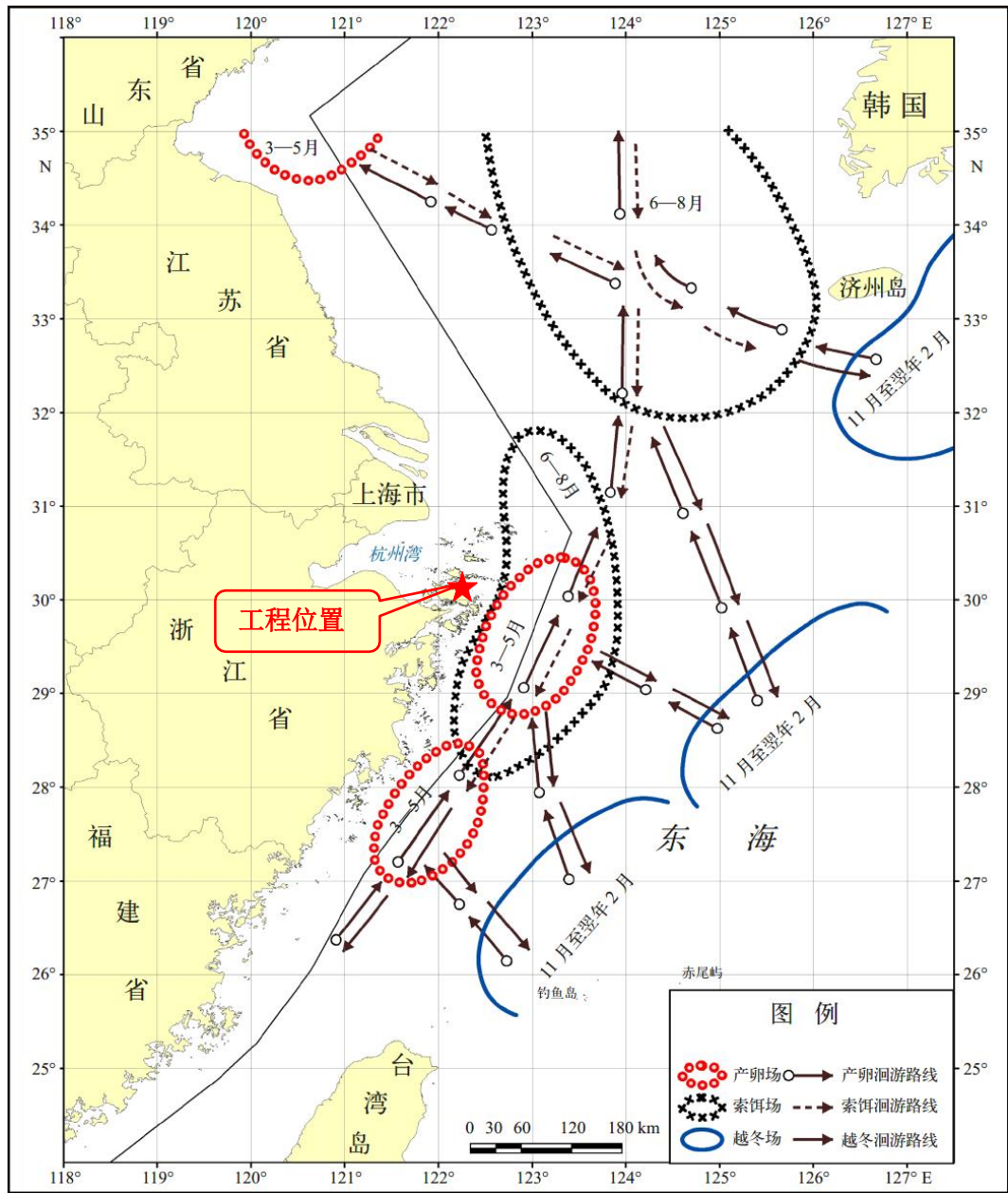
图 2.5-9 东海区小黄鱼“三场一通道”示意图

东海种群越冬场位于浙江外海海域，产卵场在浙江近海洞头洋至舟山群岛附近海域。

其洄游的基本趋向是由越冬场东西向沿 50–60m 等深线往返于产卵场和越冬场之间。受暖流影响，每年 12 月至翌年 2 月在济州岛西南、东海中南部海域越冬场越冬。3 月，外海小黄鱼经由长江口外侧以南水域向近海作产卵洄游，3 月下旬进入舟山渔场，这部分鱼群在舟山渔场与从东海中南部近海北上的产卵群体汇合，部分就地产卵，部分于 4 月北上与黄海中部越冬场而来的种群汇合在吕泗渔场产卵；5–6 月，产卵后的小黄鱼成鱼和稚幼鱼群体集中在舟山渔场、长江口渔场和吕泗渔场禁渔线外侧索饵；7–9 月进入大沙渔场索饵；10 月以后，索饵场的小黄鱼大部分游向外海的越冬场，小部分南下回到东海中南部近海的越冬场。

（3）日本鲭

又名鲈鱼，属暖水性中上层鱼类，广泛分布于西北太平洋沿岸海域，中国沿岸及日本朝鲜等海域均有分布。东海、黄海的日本鲭种群一般可分为东海西部种群、闽南—粤东近海地方种群与五岛西部种群 3 个种群（图 2.5-10）。



东海西部种群主要洄游分布于闽东至黄海北部一带海域，其个体较大，洄游距离较长；闽南—粤东近海地方种群主要洄游分布在闽南、粤东近海—台湾浅滩，其个体较小，洄游距离较短。产卵期 3—6 月，产卵盛期 4—5 月。

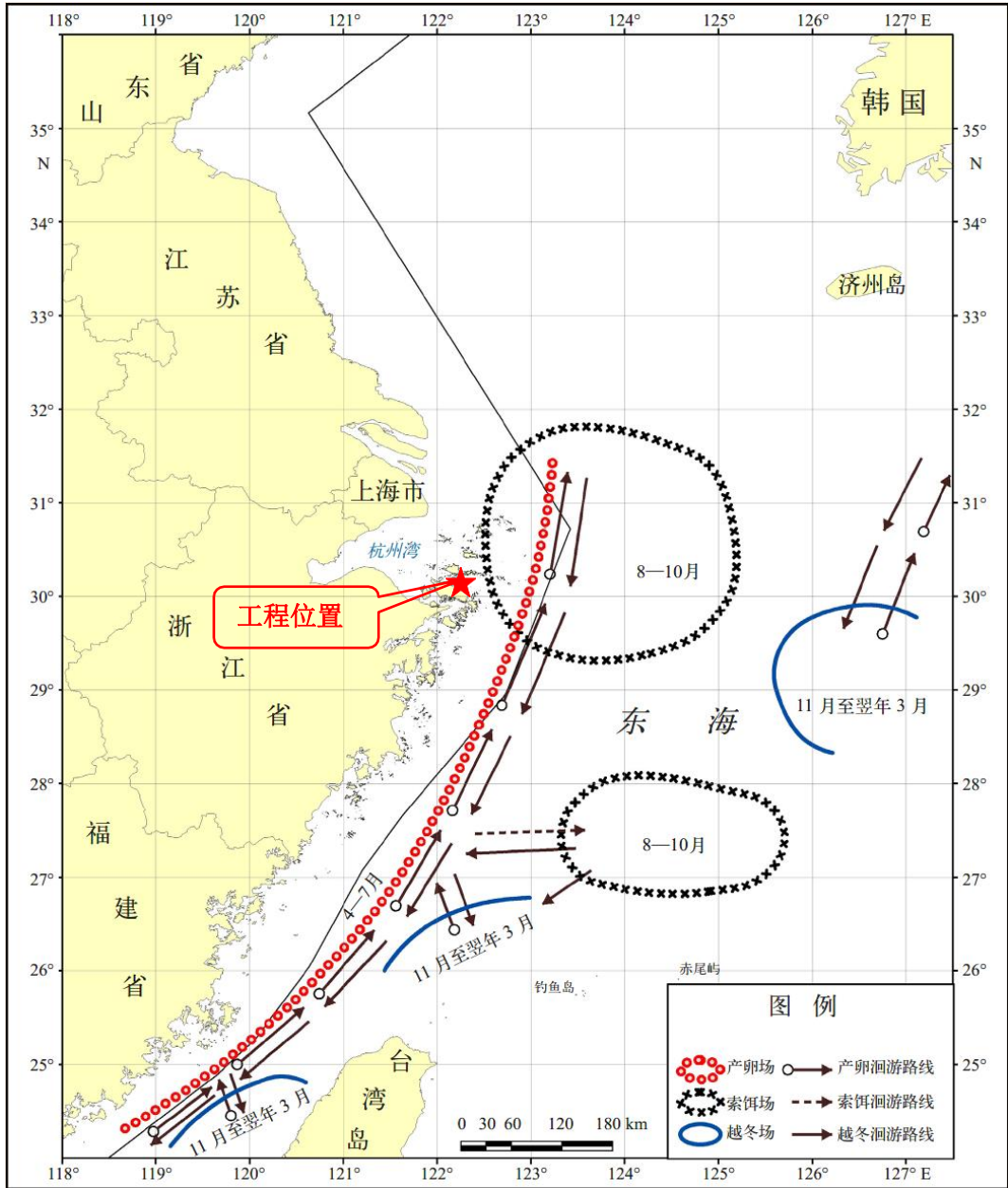
东海西部种群越冬场主要在东海中南部至钓鱼岛以北海域。每年 3—5 月，随着台湾暖流势力增强，性腺发育成熟的鱼群进入闽东、浙江近海集群产卵。随后部分性腺晚成熟的日本鲭继续北上，与越冬后北上的五岛西部种群一起，进入黄海、渤海产卵。也有部分产过卵及性未成熟的日本鲭分布在浙江海域索饵，夏、秋季成为拖网和围网的捕捞

对象。当年生幼鱼 6-7 月在浙江沿岸及岛屿周围海域索饵生长。8-10 月，随着个体逐渐长大，移向外侧海域索饵，主要分布在舟山渔场海礁至象山渔山列岛之间沿禁渔区线附近海域，成为浙江群众灯光围网与机轮拖网作业的捕捞对象。10 月以后，随着北方冷空气南下，水温下降，暖流向南退缩，分布在浙江近海的日本鲭向东海中南部海域越冬洄游。从黄海、渤海海域南下的日本鲭，10-12 月经济州岛西部海域，返回东海中南部外海越冬。

（4）蓝圆鲹

蓝圆鲹属近海暖水性中上层鱼类，广泛分布于太平洋、印度洋海域，我国分布于南海、东海和南海海域，尤以台湾海峡和浙江近海资源较为丰富。据相关文献研究，东海区的蓝圆鲹通常分为东海西部种群、闽南—粤东近海地方种群和九州西岸种群 3 个种群。本工程附近的保护区主要生活种群为东海西部种群。

东海西部种群分布范围北起长江口以北，南至台湾海峡中南部，洄游距离较长。其越冬场有两个，一个在台湾海峡中南部海域，另一个在台湾北部彭佳屿附近水深 100-150m 的海域。每年 3 月初，位于台湾海峡中南部深水区的越冬群体，随着性腺的逐渐发育成熟，相继离开越冬场向西北方向作产卵洄游，抵达闽中、闽东近海产卵场进行生殖活动。产卵结束后，亲鱼继续向北洄游，幼鱼也随着西南季风逐渐进入浙江近海。位于台湾北部海域的越冬群体，也于 3-4 月分批集群游往浙江近海产卵。进入产卵场的时间大致为：披山、南麂、北麂近海为 4-5 月，渔山、大陈近海为 5-6 月，舟山近海为 6-7 月。产卵盛期为 5-6 月，产卵时间最迟可持续至 9 月。8-10 月，成鱼和幼鱼分布在浙江北部和中部海域进行索饵，常以个体大小集群，通常幼鱼群体离海岸线较近，成鱼群体离海岸线较远，到 11 月，随着水温的下降，开始南下作越冬洄游（图 2.5-11）。



(5) 灰鲳

灰鲳为暖温性近海中上层鱼类，分布于我国诸海区，朝鲜半岛和日本西部海域，也分布于印度洋北部沿岸、西太平洋浅海以及西非沿岸。栖息于水深 30-90m 的海区。

灰鲳的越冬场在济州岛邻近海域、东海北部外海和浙江温台外海，后者为主要的越冬场。灰鲳产卵场的分布与银鲳大致相同，也分为南、北两个，中心产卵场在水深 15m 左右的近岸浅水区，适温范围为 19-28℃，最适水温为 22-28℃。产卵期以温州近海为最长，从 4 月延续到 8 月；三门湾口和灵江口外为 4-6 月，象山至韭山一带为 4-7 月，

盛期都在 5 月。灰鲳的幼鱼主要摄食箭虫、磷虾、桡足类及各种幼鱼等。成鱼则主要摄食小型鱼类、虾类及浮游生物等。索饵鱼群在近海逗留的时间较短。温台外海是灰鲳的主要越冬场，大约从 4 月开始，鱼群向浙、闽近海作产卵洄游。以后一部分体型较大的鱼群向西北洄游到浙江北部及江苏近海。6 月上、中旬，随着性腺的发育成熟，鱼群进入近岸产卵场（图 2.5-12）。

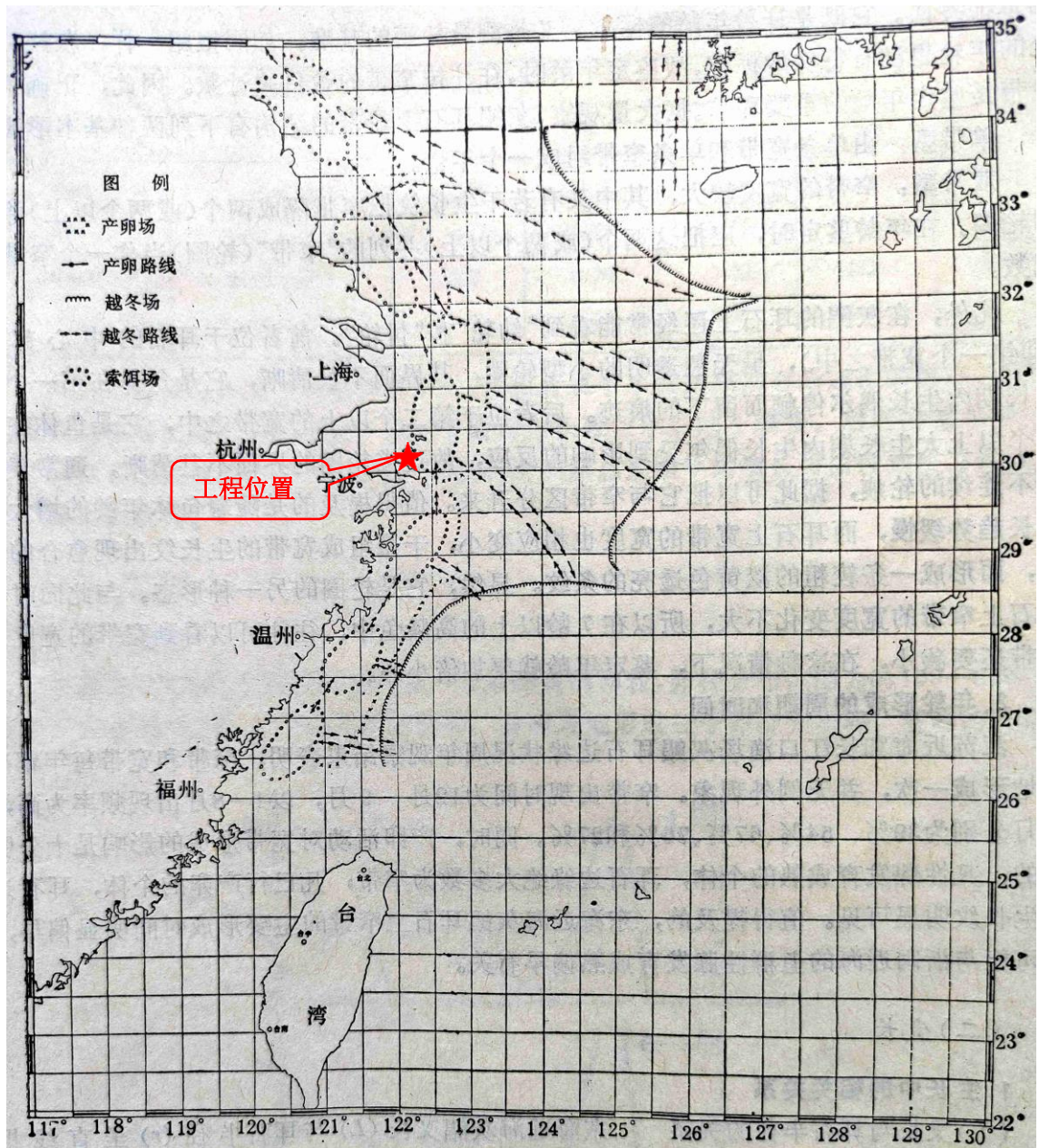


图 2.5-12 东海区灰鲳“三场一通道”示意图

(6) 银鲳

银鲳属暖水性中上层鱼类，广泛分布于印度洋、太平洋，我国渤海、黄海、东海、台湾海峡及南海北部均有分布。我国近海的银鲳主要可划分为黄渤海种群和东海种群。本工程附近保护区内主要种群为东海种群（2.5-13）。

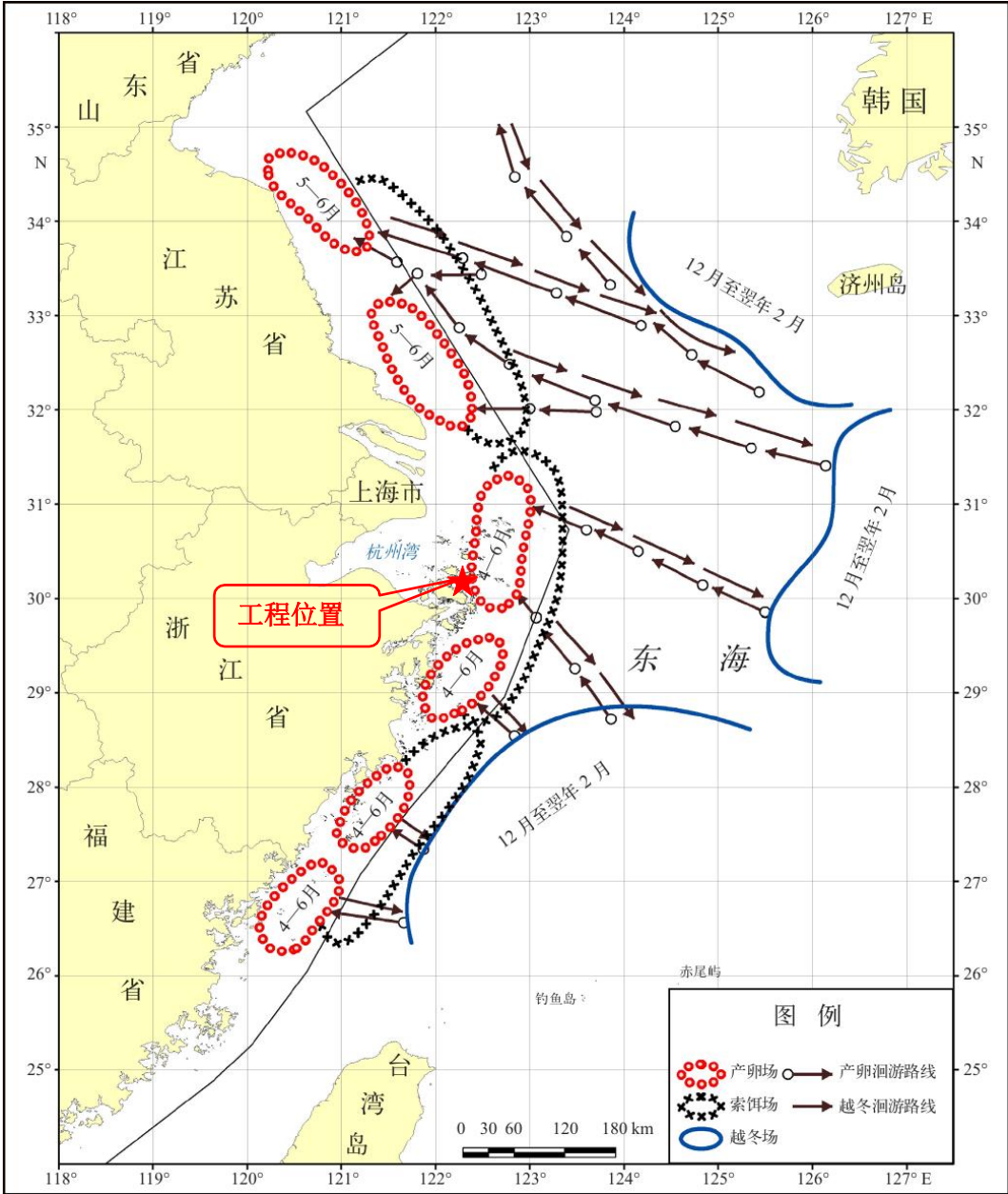


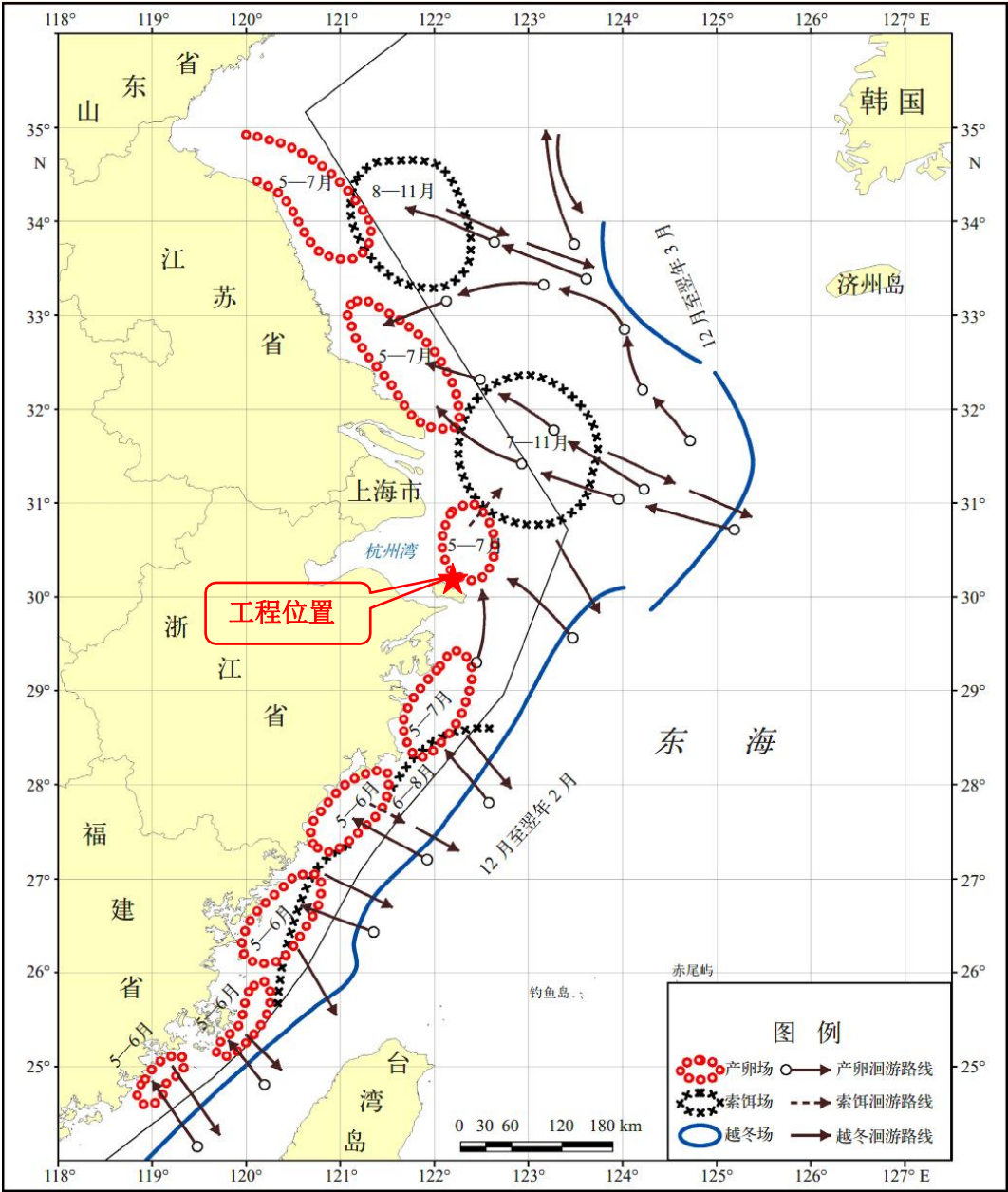
图 2.5-13 东海区银鲳“三场一通道”示意图

东海种群产卵场主要位于吕泗渔场、舟山渔场、渔山渔场、温台渔场和闽东渔场等海域。春季，随着台湾暖流的增强，银鲳自东南向西北由水深 70–100 m 的深海区向近海岩礁、沙滩水深 10–20m 一带河口附近水域作产卵洄游，产卵期 4–6 月，产卵盛期在

4 月中下旬至 5 月，浙江和江苏沿岸稍有前后，南部早于北部。夏季，产卵后分散在近岸索饵育肥。秋末，水温下降，鱼群离岸向深水区作越冬洄游。冬季，主要栖息在水深较深的外海。

(7) 鰺

鰺属暖水性中上层鱼类，分布于印度洋和太平洋西部。我国沿海均有分布，其中以东海最多（图 2.5-14）。



东海区鰺的产卵场多分布于沿岸河口和港湾水域，产卵期为 4-7 月，主要产卵期在

5-6 月。一般分为福建种群、浙江种群和江苏种群等 3 个产卵鱼群：

1) 福建产卵群体自 5 月中旬开始在福建近海产卵，约 6 月上旬产卵群体经马祖、西引、西洋抵达嵛山水深 20~35m 一带产卵。6 月下旬，鱼群北上索饵，进入浙南近海，秋后（9-10 月）陆续从浙江沿海南下。

2) 浙江近海产卵群体于 5 月初前后自南向北在温州沿岸、大陈至渔山近海产卵，月下旬至 7 月到达猫头洋，大目洋、灰鳖洋及舟山以北至长江口以南海区产卵。产卵后，鱼群向外海索饵，并有向北移动趋势。入冬以后，鱼群逐渐向深水移动，返回越冬场。

3) 江苏近海产卵群体于 5-7 月在吕泗渔场与海州湾渔场产卵，鱼群产卵后分别向江办近海南北两个索饵场移动，入冬以后鱼群开始作越冬洄游，12 月至翌年 1 月，到达沙外渔场、江外渔场和舟外渔场越冬。

（8）蓝点马鲛

蓝点马鲛属于暖水性中上层鱼类，广泛分布于西北太平洋的日本、朝鲜半岛及中国沿海。为大型长距离洄游性鱼类，产卵场多位于沿岸港湾和河口水域。

蓝点马鲛一般划分为黄渤海种群和东海种群。东海种群越冬场位于 $25^{\circ}30' - 31^{\circ}30' N$ 的浙闽外海，西自禁渔区线附近海域，东至 120m 等深线。越冬期为 1-2 月。3 月开始向近岸作产卵洄游，4 月在近海越冬的鱼群进入沿岸产卵场，在外海越冬的鱼群继续向西或西北方向洄游，相继到福建、浙江至江苏沿岸的河口、港湾、岛礁附近海域产卵。产卵场主要包括厦门近海至兄弟岛、牛山、闽东、瓯江口、象山港口、舟山大戢洋至岱衢洋。产卵期为 3-6 月，5 月为盛期，福建沿岸较早，浙江至江苏南部沿岸稍迟。夏季幼鱼在沿岸水域索饵生长，秋末索饵鱼群先后离开索饵场向东或东南方向洄游，12 月至翌年 1 月到达越冬场越冬（图 2.5-15）。

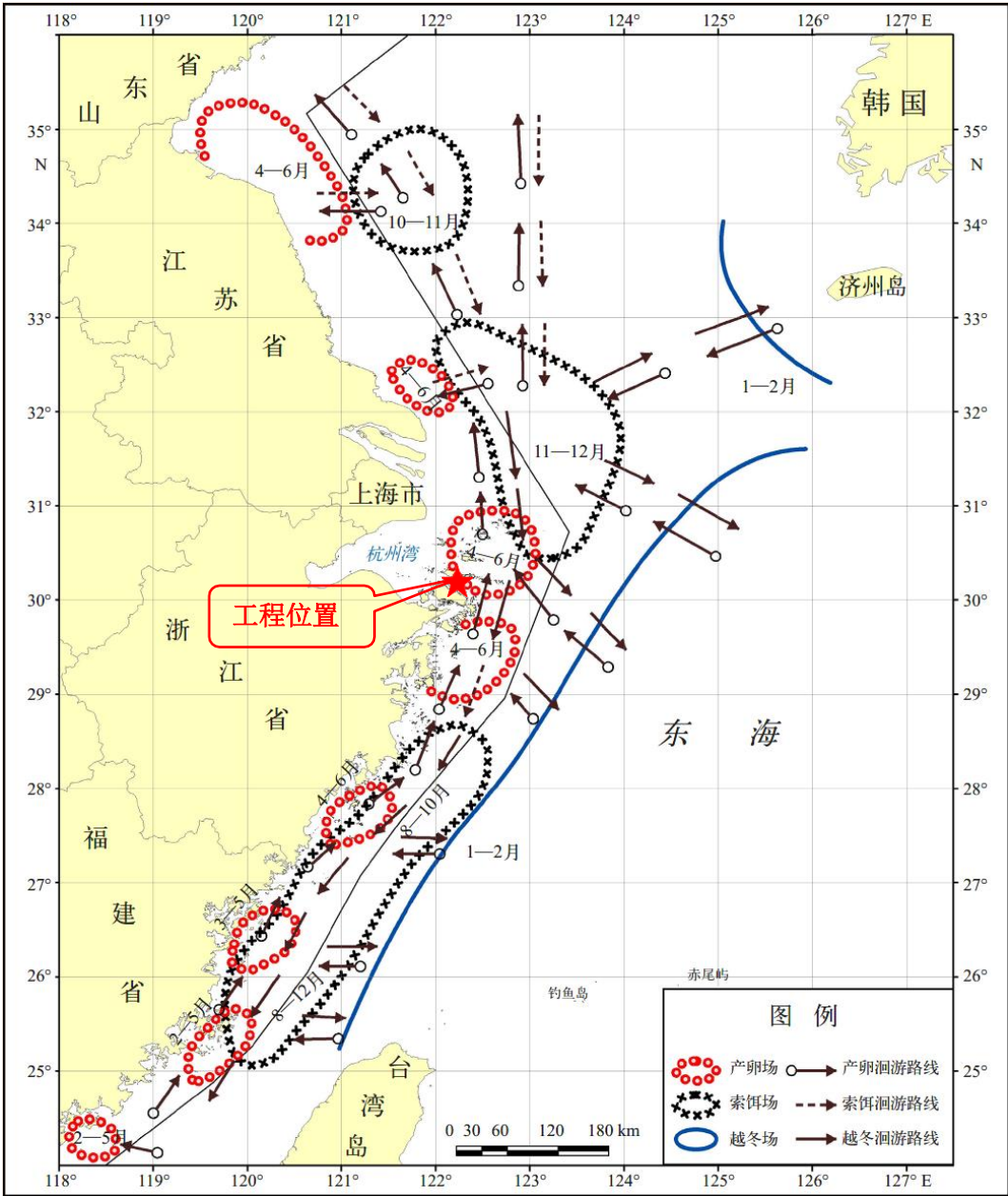


图 2.5-15 东海区银蓝点马鲛“三场一通道”示意图

(9) 白姑鱼

白姑鱼属暖温性近底层鱼类，广泛分布于印度洋和太平洋西部海域，我国沿岸均有分布，一般栖息在水深 40-100m 泥沙底海区。主要以底栖十足类、小型鱼类和头足类为食。产卵期为 5-9 月，6-7 月为盛期。初次性成熟年龄为 1 龄，大量性成熟年龄为 2 龄左右。白姑鱼具有年龄结构较为简单、生殖期长、产卵场较广而分散等特点。分布在东海区的白姑鱼大致分为黄海种群和东海种群两个种群。

东海种群：东海种群主要有南、北两个越冬场，越冬期 12 月至翌年 2 月。北部越

冬场位于舟外和江外两处渔场，该越冬场的群体常与黄海越冬群体相混合。东海北部鱼群春季从越冬场向近海移动，于 5-9 月密集于长江口、舟山渔场产卵，6-7 月为产卵盛期，而后逐渐向北进行索饵洄游，随着水温下降，鱼群转向越冬场。东海南部鱼群的越冬场大致在浙江南部至福建北部近海较深海区，鱼群沿东海南部的大陆沿岸作南北洄游，3-4 月由外侧海区向沿岸移动，5-8 月密集于闽中及舟山渔场一带产卵，仔幼鱼在产卵场附近水域索饵育肥，产卵鱼群尔后继续北上，约 10 月开始掉头向南移动，逐步返回南部越冬场。此外，在上述两个主要越冬场之间尚存在一个较小的越冬场，位于舟山渔场和渔山渔场，124° E 以西至禁渔区线之间（见图 2.5-16）。

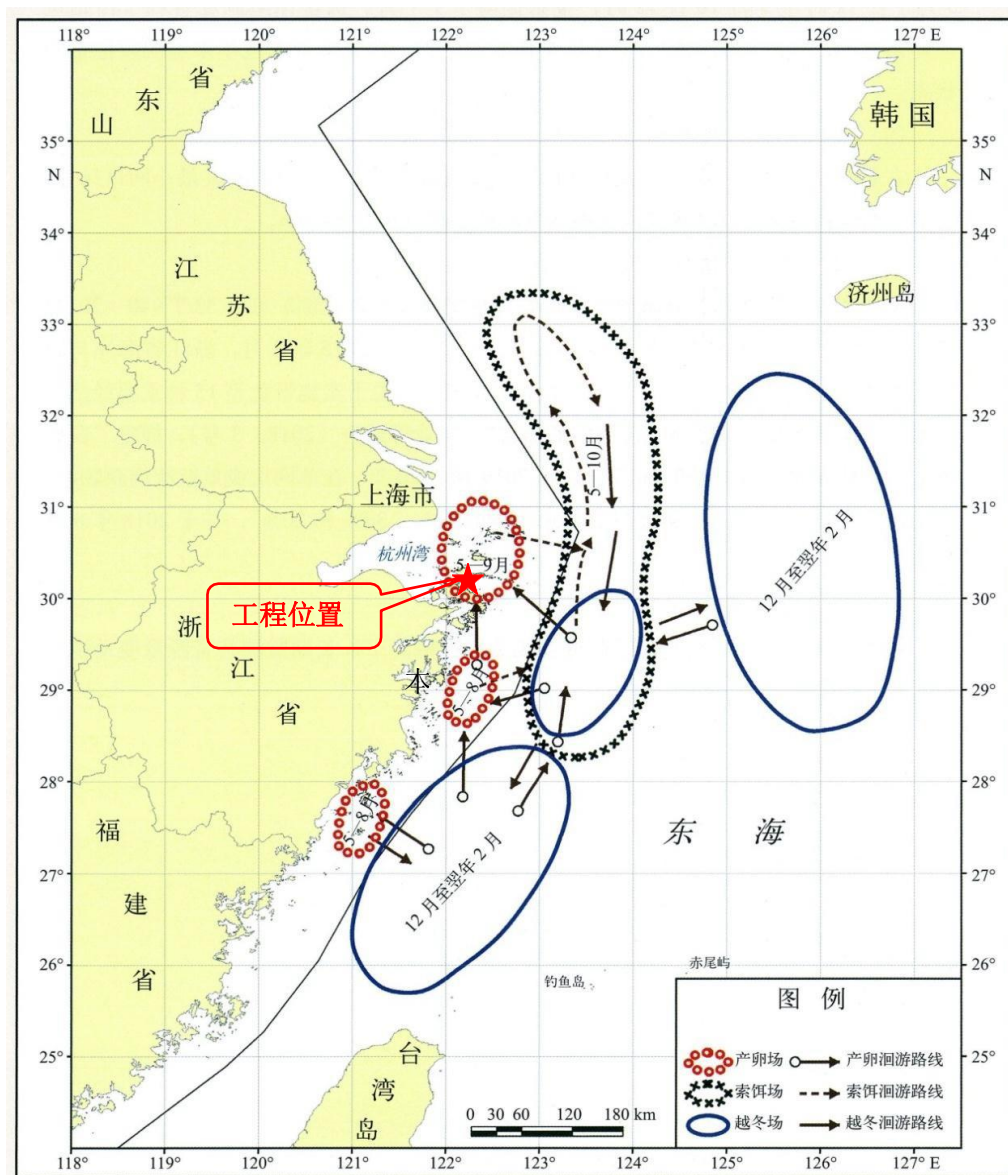


图 2.5-16 白姑鱼“三场一通道”示意图

(9) 鮠

鮠鱼为近海暖温性中下层鱼类，主要分布于西太平洋的中国、朝鲜和日本沿海。东海区产卵场位于杭州湾、舟山嵊泗和岱衢洋海域、洞头南麂列岛周边以及江苏沿岸海域，浙江沿岸海域产卵期为 8-10 月，江苏沿岸产卵期为 9-10 月。索饵场基本位于产卵场及周边水域，范围稍大于产卵场，索饵期为 3-11 月。越冬场位于沙外渔场、江外渔场、舟外渔场、温外渔场 70m 以深的外海，越冬期为 12 月至翌年 2 月。

8-10 月，在江浙近海的索饵群体进入产卵场产卵，产卵高峰期为 8 月底至 9 月。孵化后的幼体在产卵场周边问口、岛礁海域索饵育肥。产卵后的亲体索饵后于 11~12 月向外海进行越冬洄游，12 月至翌年 2 月在外海越冬场越冬，春夏季外海越冬鱼群进入近海海域索饵（图 2.5-17）。

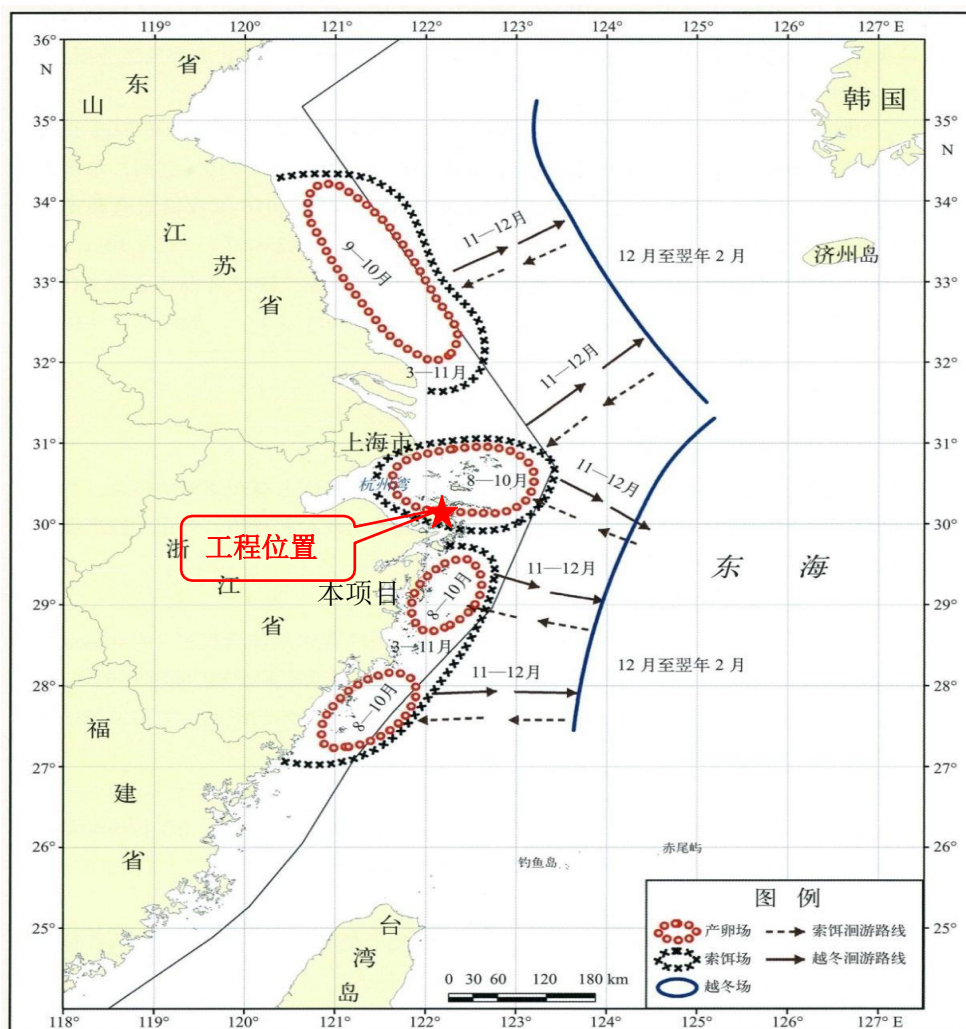
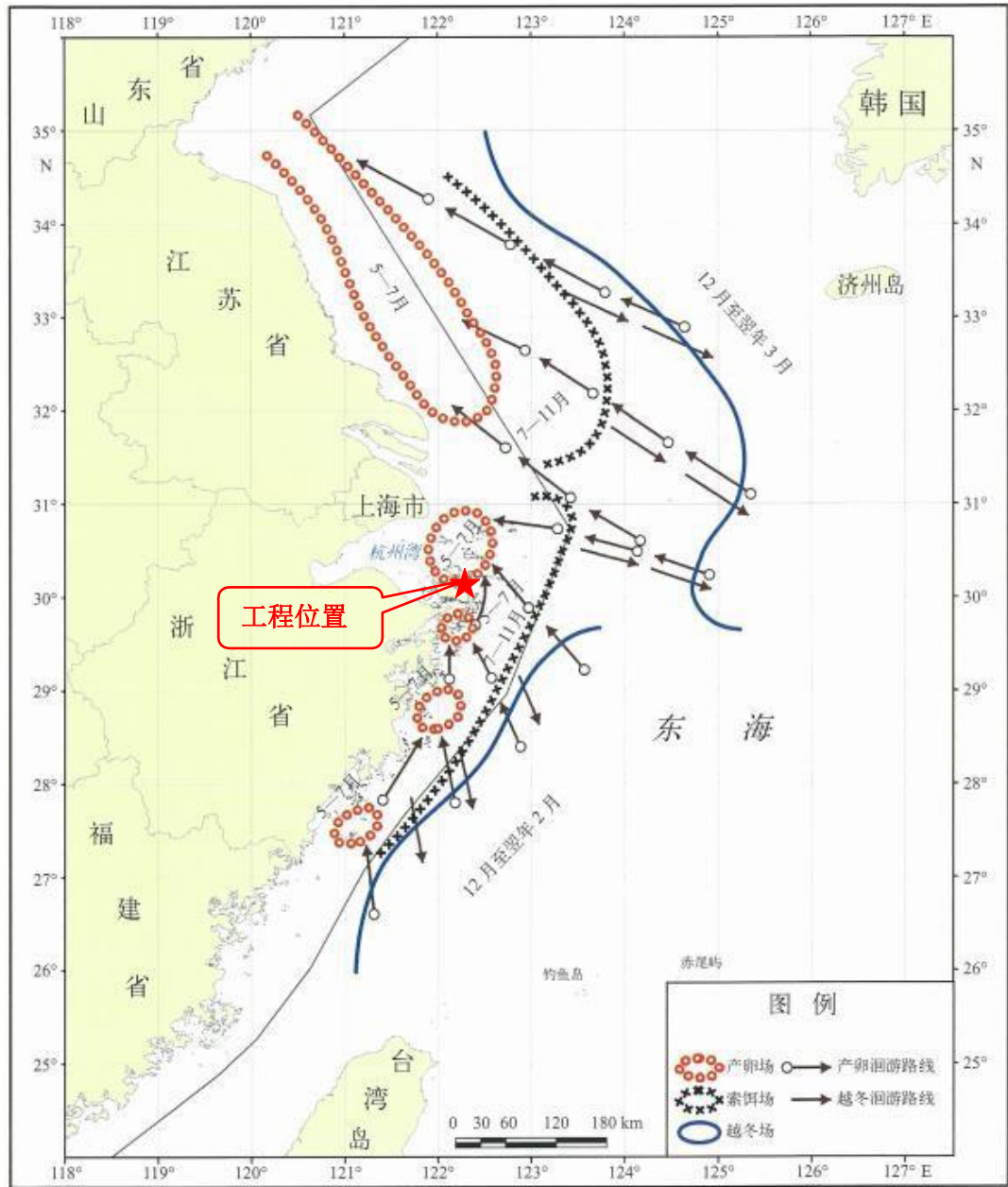


图 2.5-17 鮠“三场一通道”示意图

(10) 黄鲫

黄鲫 (*Setipinna taty*) 属近海暖水性中下层鱼类。广泛分布于缅甸、马来西亚、印度尼西亚、印度、朝鲜、韩国、日本及中国沿岸泥沙底质海区。我国黄鲫产卵海区一般位于河口附近水深 20 m 以浅水域, 越冬场在黄海南部和东海 60~100m 水深海区, 有明显的季节性洄游现象。冬季, 黄鲫群体开始移动到黄海南部至东海海域越冬。黄鲫主要有南、北两个越冬场, 南部越冬场位于浙闽近海, 北部越冬场位于黄海中部至济州岛西南海域。3 月中旬, 向近岸作生殖洄游, 产卵场主要位于南北麂列岛附近海域、三门湾口、象山港口、六横岛及其附近海域、杭州湾口以及江苏近海一带, 产卵期 5-7 月, 5-6 月为盛期。自 7 月开始, 亲鱼及幼鱼分布在各产卵场外侧或近岸进行索饵, 索饵场相对集中在黄海中南部, 11-12 月开始越冬洄游 (见图 2.5-18)。

《东海大陆架生物资源与环境》依据 1997 年~2000 年的调查资料研究可得, 黄鲫分布范围已明显缩小, 其春、夏、秋、冬四季分布的地理位置比较相似, 主要分布在长江口及以北近外海, 即 30°N 以北海域, 以 31°N 以北海域更为集中, 在台湾岛北部及西北部海域, 即 26°N、121°E 附近的海域也有分布, 而浙江沿海海域黄鲫数量很少。其次, 从黄鲫分布的季节差异来看, 四个季节中, 除分布范围大小有所变化外, 黄鲫季节性洄游特征似乎不明显。



(11) 三疣梭子蟹

三疣梭子蟹属沿岸河口性栖息种类，分布于日本、韩国、朝鲜、菲律宾、马来群岛、红海，我国黄海、渤海、东海、南海均有分布，尤以东海数量最多。东海区三疣梭子蟹的集中越冬场所有 3 处：①渔山、温台渔场、福建北部水深 40-70m 的海域；②福建沿岸水深 25-50m 海域；③江外渔场的 125° E 以东 100m 以浅水域有一个相对集群度较低的越冬群。主要的产卵场分布在浙江近海 30m 以浅水域至福建北部的 20m 以浅水域。吕泗渔场长江口渔场一舟山渔场是其索饵群体高密度分布区。

春季，性成熟个体从越冬海区向近岸浅海、河口、港湾作产卵洄游。3-5 月在福建沿岸海区 10-20m 水深海域，4-6 月在浙江中南部沿岸海域，5-7 月在舟山、长江口 30m 以浅海域进行繁殖，产卵场底质以泥沙质为主；繁殖后的群体分布在沿海索饵，索饵区主要集中在长江口、舟山渔场。6-8 月孵出的幼蟹在沿岸浅海区索饵，并向深海区移动；8-9 月，繁殖群体和当年生群体的一部分北移至长江口渔场、吕泗渔场、大沙渔场索饵，另一部分于 9-11 月在嵊泗四周边海域索饵；10 月以后，索饵群体开始自北向南，自内侧浅水区向外侧深水区作越冬洄游（见图 2.5-19）。

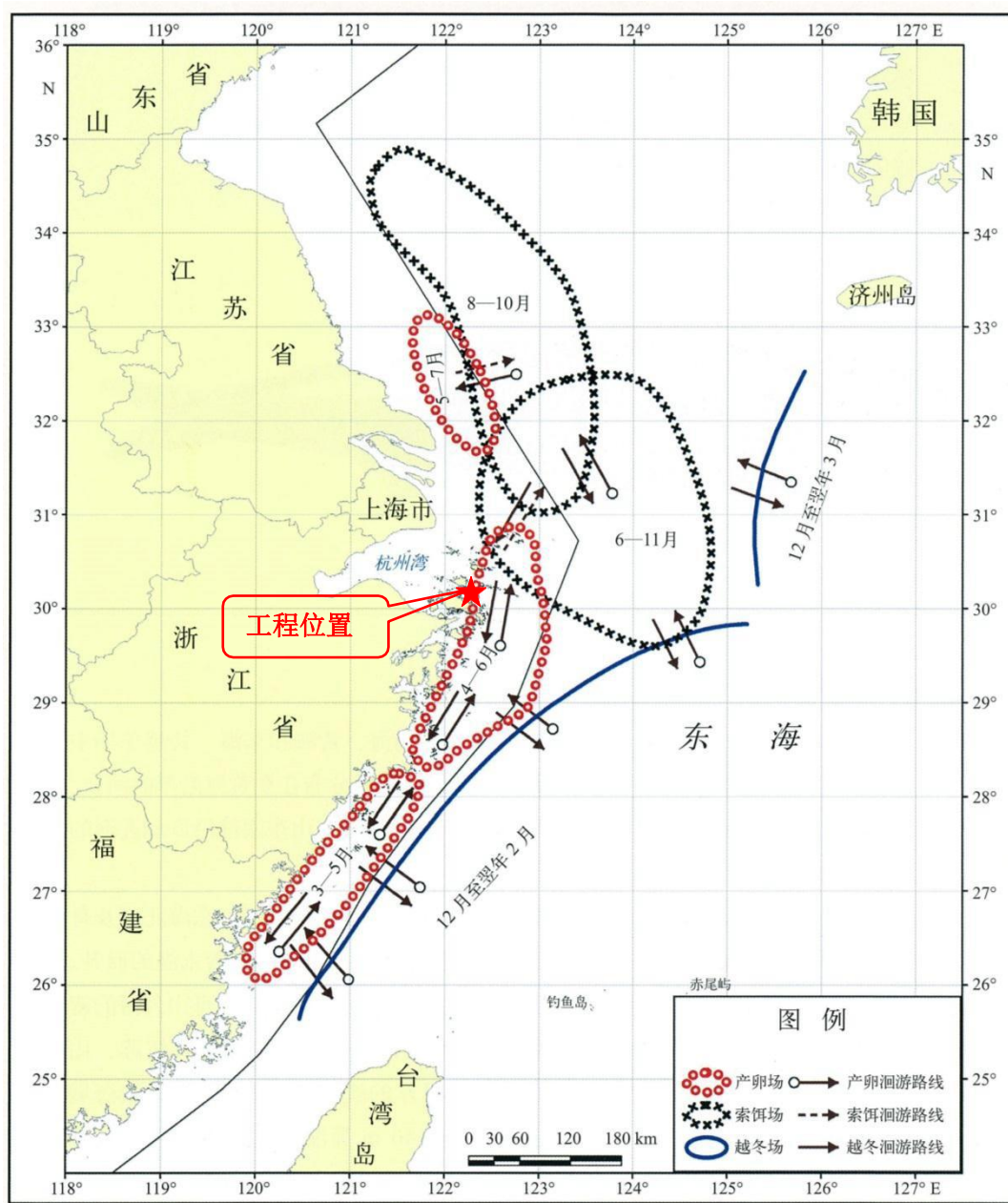


图 2.5-19 三疣梭子蟹“三场一通道”示意图

5.2.5.2 对经济鱼类“三场一通道”的影响评价

根据上述经济鱼类“三场一通道”分布情况，本项目所在海域主要为东海渔区白姑鱼的产卵场、鳁鱼的索饵场、三疣梭子蟹的产卵场等。根据营运期余氯和温降预测结果，影响范围主要集中在排水口附近，位于码头后方港池范围内的舟山环岛四类区海域内，影响范围小，因此对海洋环境以及鱼类的产卵和索饵场影响较小。

其他主要经济鱼种大黄鱼、小黄鱼、银鲳、日本鲭、蓝圆鲹、灰鲳、黄鲫、蓝点马鲛、鳙等的“三场一通道”距离本项目排水口有一定距离，因此不会对其产生影响。

综上所述，本项目取排水对周边主要经济鱼种的“三场一通道”总体影响较小。

5.2.6 对其他环境敏感区的环境影响评价

本项目取排水口附近分布的敏感区有：螺门新渔港、秀山东南湿地、普陀山旅游区、大长涂旅游休闲娱乐区、普陀农渔业区、岱山农渔业区。本次评价将取排水水文动力预测结果以及冷排水余氯和温降预测结果与保护目标进行叠加可知，本项目取排水后对水文动力和海洋生态环境的影响全部集中码头后方取排水口附近海域，没有对周围环境敏感区造成影响，具体分析详见表 5.2-11。

表 5.2-11 项目对环境敏感区影响分析表

环境要素		本工程影响范围及程度	是否影响到环境敏感区
水文动力环境		本项目实施后取排水量增加，会周边海域流速造成影响，预测结果如下： 工况 1：流速变化主要集中在取排水口附近海域呈带状分布，排水口处平均流速减小 0.02~0.04m/s，取水口处平均流速增加 0.03~0.05m/s； 工况 2：流速变化主要集中在取排水口附近海域呈带状分布，排水口处平均流速减小 0.04~0.06m/s，取水口处平均流速增加 0.05~0.07m/s。	否 流速变化区域全部集中在取排水口附近，影响范围内不涉及敏感区
泥沙冲淤环境		取排水后使部分水域流速变化，造成淤积或冲刷影响，预测结果如下： 工况 1：排水口处以淤积为主，淤积为 0.4~0.5m，外侧局部冲刷为 0.15~0.2m 左右，取水口处冲刷幅度为 0.3~0.4m； 工况 2：排水口处以淤积为主，口门附近淤积为 0.5~0.7m，外侧局部冲刷为 0.25~0.3m 左右，取水口处冲刷幅度为 0.5~0.6m。	否 淤积或冲刷区域全部集中在取排水口附近，影响范围内不涉及敏感区
海洋生态环境	余氯影响	工况 1：余氯超过 0.01mg/L 的最远扩散距离为 360m，最大扩散面积为 0.0471km ² 。 工况 2：余氯超过 0.01mg/L 的最远扩散距离为 492m，最大扩散面积为 0.0798km ² 。	否 余氯影响范围集中在排水口附近，影响范围内不涉及敏感区
	温降影响	工况 1：温降超过 1℃的最远扩散距离为 213m，最大扩散面积为 0.0269km ² 。 工况 2：温降超过 1℃的最远扩散距离为 289m，最大扩散面积为 0.0381km ² 。	否 温降影响范围集中在排水口附近，影响范围内不涉及敏感区

5.3 环境风险影响评价

本次评价主要内容为扩建工程实施后取排水的海洋环境影响，本次扩建工程取排水设施全部依托现有工程，不涉及施工期的环境影响。营运期主要为取水和排水对海洋水文动力、水质、海洋生态等的影响。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169—2018），通过环境风险识别，本项目取排水不涉及环境风险源，不需开展环境风险评价。

6 海洋环境保护措施可行性分析

6.1 冷排水的控制措施

本项目冷排水中温降和余氯的控制措施依托现有工程，具体措施如下：

低温海水排放温差可由中控室在线实时监测，通过 LNG 流量调节、阀门控制等措施控制海水温度，气化器进、出水温度差控制在 5℃ 以内；为了减少余氯对海洋生态环境的影响，本工程采用在线监测技术和自控技术，控制次氯酸钠发生器的次氯酸钠发生量，确保排水口余氯浓度不大于 0.1mg/L，减缓余氯对海域生态环境的影响。

根据一期工程余氯和温降的在线监测数据，温降和余氯值全部满足《海水冷却水排放要求》（GB/T393961-2020）要求，表明本项目措施有效。

6.2 海洋生态环境修复措施

工程建设实施对海域生态环境会产生一定的影响，建设单位应按照本报告计算的生态补偿金额投入相应的资金进行海域生态修复。建设单位应与当地生态环境部门和海洋渔业部门协商，按照主管部门的要求，制定相应的生态修复方案，合理安排项目附近海域生态修复工作。也可将资金纳入当地专项的海域生态修复资金中，由相关部门统一进行海域生态环境的修复工作。

目前，海域生态修复主要措施为增殖放流，放流时间应为适合放流种繁殖时间，放流的生态物种应为当地的常见种，苗种供应单位须具有市级或市级以上水产原（良）种（繁育）场（基地）资质。项目实施后，具体放流数量、时间、地点及放流品种等应按照当地主管部门的增殖放流计划并结合本工程的建设实际情况进行实施。增殖放流方案和计划如下：

（1）增殖放流品种选择原则

本地原种或子一代的苗种或亲体；能大批量人工育苗；品质优良（属优质经济鱼、虾类、贝类）；适应工程附近海域生态环境且生势良好；工程附近海域自然生态状况中曾经拥有的种类，确需放流其他苗种的，应当通过省级以上渔业行政主管部门组织的专家论证；鱼类品种以舟山常见经济鱼类品种为主，或在资源结构中明显低于自然生态状况中的比例，资源衰退难以自然恢复；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。

海洋生态修复措施中的增殖放流物种应为自然种，而且苗种来源要有保障，选择本海域的常见种和优势种，不能放流经过人工改良的品种；具体种类的选择由实施单位编制《实施方案》并经专家评审确定。

（2）增殖放流苗种规格质量

鱼苗体长应在 5cm 以上；蟹类头胸甲宽度应在 1.5cm 以上，海蜇类平均伞径应在 1cm 以上。放流苗种应当来自有资质的生产单位、检验机构认可。

（3）增殖放流计划

在营运期间根据实际情况开始实施海洋生物增殖放流，增殖放流的期限为 2-3 年，每年 1 次。每年的增殖放流工作安排在休渔期间内的 6 月下旬至 9 月上旬，以避开高强度捕捞压力时间，提高增殖放流效果。

（4）增殖放流前后的管理

放流前后的现场监督主要由渔政管理部门承担。放流前清理放流区域的作业，并划出一定范围的临时保护区，放流后加强巡逻管理。

6.3 污染防治措施及环保投资

6.3.1 污染防治设施汇总

本项目新增的污染防治措施汇总情况见表 6.3-1。

表 6.3-1 本项目污染防治措施汇总一览表

阶段	项目	污染源名称	治理措施	排放去向	执行排放标准
营运期	水	冷排水	依托现有工程温降和余氯的在线和自控技术设施	向海域直接排放	达到《海水冷却水排放要求》（GB/T39361-2020）要求
	生态	海域生态影响	营运期生态损失共计4807720元，开展增殖放流	/	通过冷排水的源头控制，减少海洋生物损失，并进行生态修复补偿，减小海域生态影响

6.3.2 环保投资

本项目冷排水在线和自控措施全部依托现有工程，本项目取排水量增加后新增的环保投资为海域生态损失补偿费用，共计 4807720 元。

7 环境经济损益分析

7.1 环境经济损益分析

本项目取用海水主要是气化系统实施作为热源对 LNG 进行气化外输。根据设计方案财务评价，LNG 接收站气化收费价格为 324.94 元/吨，项目的内部收益率可以达到预定的水平（全投资税后 10%），达产年销售收入 956880 万元，项目的盈利水平较好。

7.2 社会效益分析

本项目符合国家大力发展 LNG 产业的政策要求、落实了当地政府“十四五”发展规划，满足了当地天然气市场发展的旺盛需求。

（1）本项目建设符合我国大力发展 LNG 产业的政策方向。三期项目建成，将与已经建成的现有一、二期项目一起，形成 850 万吨/年的项目加工能力，提高项目整体的安全性、经济性和保障能力。该项目是我国规模化、集约化建设沿海 LNG 接收站的典型示范，助力我国 LNG 接收站整体运营水平跨越新的高度。

（2）本项目是落实浙江省“十四五”发展规划目标的关键项目之一，有助于浙江省实现 LNG 登陆中心的形成，为该地区及周边省份社会经济发展提供清洁、经济、安全、稳定、可靠的能量来源。

（3）在双碳目标指引下，为了有效降低浙江省碳排放强度，推进煤改气在社会各行各业顺利进行，浙江省政府鼓励现有 LNG 接收站扩大储罐规模，形成区域性储气调峰中心，本项目建设可满足当地天然气市场发展的旺盛需求。

（4）本项目建设 4 座 22 万方储罐，可以为当地政府实行储气能力指标提供物质基础。

7.3 环境效益分析

本项目取排水对环境的影响主要集中在对周边海洋环境的影响，根据预测，本项目取排水对海洋环境影响较小。根据估算，取排水将造成海洋生态损失 4807720 元。对本次评价提出了保护措施，采取增殖放流方式修复海洋环境，具有较好的环境效益。

8 环境管理与监测计划

8.1 环境管理

8.1.1 环境管理目标

通过制订系统的、科学的环境管理计划，使本项目主体工程建设和环境保护设施建设符合国家同时设计、同时施工和同时投产的“三同时”制度要求，使环保措施得以具体落实，并为环保部门对其进行监督和管理提供依据。

通过实施环境管理计划，重视对环保防治措施的实施和管理，使本项目的建设和营运对周边的大气环境、地表水环境、声环境、生态环境的负面影响降到最低，使本项目建设的经济效益和环境效益得以协调、持续和稳定发展。

8.1.2 环境保护管理机构设置

本工程作为扩建项目，企业已设置了环境管理机构，负责监督和管理本项目营运期的环境保护措施的制定、落实等管理工作，负责营运期的环境监测和环境保护管理。

本项目的环境管理机构由公司总经理、主管环保的副总经理、环保专职人员和各主要部门负责人组成，下设环境管理办公室。公司总经理主要负责制定环境方针和环境目标，为环境管理方案的执行提供必要的支持和物质保障等；主管环保副经理，在环境管理中代表项目经理行使职权，监督体系的建立和实施等；公司环保人员，负责监督环境保护标准的贯彻实施，确保所有有关环保方面的要求能正确、完全的执行等。

企业环境管理办公室的主要职责是：

- (1) 贯彻执行国家和地方环境保护方面的方针、政策及法律、法规；
- (2) 组织制定本企业的环境保护规章制度和标准，并督促检查执行；
- (3) 负责体系建立和实施过程中的监督、协调、人员培训和文件管理等工作；
- (4) 明确各部门在环境管理工作中应负的职责；
- (5) 制定污染控制及改善环境质量的计划；
- (6) 负责有关环保文件、技术资料的收集建档；
- (7) 负责各种应急预案和环境管理及监测计划的制定和校审工作，并负责事故的应急处理和善后事宜。

8.1.3 环境管理

根据本项目取排水的环境影响，本项目实施后环境管理的内容为运营期必须遵守国家、地方有关环境保护的法律、法规和标准，制定和调整项目环境保护目标，接受地方环境保护主管部门的监督，协调与有关部门的关系，以及一切与改善及保护海洋环境有关的管理活动。

（1）环境管理机构主要职责

企业环境管理机构的基本任务是负责组织、落实、监督本企业的环保工作，其主要职责如下：

- 1）贯彻执行国家环境保护的方针、政策、法律和法规；
- 2）组织制订企业的环境保护规章制度和标准并督促检查执行根据企业特点，制定污染控制及改善环境质量计划；
- 3）负责组织环境监测、事故防范以及外部协调工作，负责组织突发事故的应急处理和善后事宜；
- 4）组织开展环境保护的科研、宣传教育和技术培训工作；
- 5）监督“三同时”规定的执行情况，确保环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时运行，有效控制污染；
- 6）检查本单位环境保护设施的运行。

（2）营运期环境管理计划

营运期的环境管理包括日常环境管理及事故情况下的环境管理两方面的内容。

- 1）建立环保指标考核管理制度，定期对相关部门进行考核，以推动环保工作的开展；
- 2）定期进行环保工作检查，及时发现问题、处理问题，确保环保设施的正常运转，保证达标排放；
- 3）对专、兼职环境管理人员进行环保业务知识的培训，并在全公司范围内进行环保知识的宣传和教育，树立全员的环保意识；
- 4）定期组织召开环保工作例会，针对生产中存在的环保问题进行讨论，制定处理措施和改进方案，并报上级主管部门；
- 5）制定日常环境监测计划、事故时环境监测计划，以及对重大环境因素的监测计划

和方案；

6) 建立环境管理台账，制定重大环境因素的整改方案和计划检，并查其落实情况；

8.2 环境监测计划

8.2.1 污染源监测

本项目取排水主要污染来源于冷排水的温降和余氯对环境的影响，监测计划如下：

监测点位：排水口

监测项目：温降、余氯

监测频次：实时在线监测。

8.2.2 环境质量监测

考虑本项目的冷排水的影响，本次评价参照现有工程海洋监测情况，提出后续海洋环境监测计划，详见 8.2-1。

表8.2-1 营运期海洋环境监测计划一览表

监测内容	监测项目	监测点位	监测频次和时间
海水水质	水温、余氯	共设置 4 个点位：取水口、排水口、排水口 西北 1 公里、螺门渔港	每年一次
海洋生态	底栖生物、浮游动物、浮游 植物、鱼卵与仔鱼	共设置 4 个点位：取水口、排水口、排水口 西北 1 公里、螺门渔港	每年一次

8.3 信息记录和报告

8.3.1 信息记录

1、手工监测的记录

(1) 采样记录：采样日期、采样时间、采样点位、混合取样的样品数量、采样器名称、采样人姓名等。

(2) 样品保存和交接：样品保存方式、样品传输交接记录。

(3) 样品分析记录：分析日期、样品处理方式、分析方法、质控措施、分析结果、分析人姓名等。

(4) 质控记录：质控结果报告单。

2、自动监测运维记录

包括自动监测系统运行状况、系统辅助设备运行状况、系统校准、校验工作等；仪

器说明书及相关标准规范中规定的其他检查项目；校准、维护保养、维修记录等。

3、生产和污染治理设施运行状况

记录监测期间企业及各主要生产设施运行状况（包括停机、启动情况）、产品产量、主要原辅料使用量、取水量、主要燃料消耗量、燃料主要成分、污染治理设施主要运行状态参数、污染治理主要药剂消耗情况等。日常生产中上述信息也需整理成台账保存备查。

8.3.2 信息报告

排污单位应编写自行监测年度报告，年度报告至少应包含以下内容：

- a) 监测方案的调整变化情况及变更原因；
- b) 企业及各主要生产设施全年运行天数，各监测点、各监测指标全年监测次数、超标情况、浓度分布情况；
- c) 按要求开展的周边环境质量影响状况监测结果；
- d) 自行监测开展的其他情况说明；
- e) 排污单位实现达标排放所采取的主要措施。

8.3.3 应急报告

监测结果出现超标的，排污单位应加密监测，并检查超标原因。短期内无法实现稳定达标排放的，应向环境保护主管部门提交事故分析报告，说明事故发生的原因，采取减轻或防止污染的措施，以及今后的预防及改进措施等；若因发生事故或者其他突发事件，应及时向环境保护主管部门等有关部门报告。

8.4 信息公开

地方环境保护主管部门排污单位自行监测信息公开内容及方式按照《企业事业单位环境信息公开办法》（环境保护部令 第 31 号）及《国家重点监控企业自行监测及信息公开办法（试行）》（环发[2013]81 号）执行。

8.5 信息记录和报告

排污单位对其自行监测结果及信息公开内容的真实性、准确性、完整性负责。排污单位应积极配合并接受环境保护行政主管部门的日常监督管理。

8.6 污染物排放清单

按照《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ2.1-2016)要求,本项目污染物排放清单与三同时验收一览表见表 8.6-1~2。

表8.6-1 冷排水直接排放口基本情况

排放口 编号	排放口地理坐标		废水排放量 / (t/h)	排放去 向	排放规律	受纳自然水体信息		备注
	经度	纬度				名称	受纳水体功 能目标	
DW001	122.284655 57	30.10315465	35000 (一 期+二期) 52500 (一 期+二期+ 三期)	周边海 域	连续排放	舟山环岛 四类区	GB3097- 1997 第四 类	海水冷 却水排 放

表8.6-2 项目污染物排放清单与“三同时”验收一览表

污染源	主要污染 物	主要污染防治措施	执行标准	治理效果
冷排水口	余氯、温 降	利用现有工程的余氯 和温度在线监测和控 制措施, 并进行增殖 放流	《海水冷却水排放要 求》(GB/T393961- 2020)	冷排水口水质满足《海 水冷却水排放要求》 (GB/T393961-2020); 开展增至放流等生态修 复补偿工作
备注: 本项目二期气化系统与三期工程分阶段验收				

9 生态用海方案可行性分析

2015 年 6 月 19 日，国家海洋局发布了《国家海洋局海洋生态文明建设实施方案（2015-2020 年）》（国海发〔2015〕8 号），方案指出：坚持海陆统筹、区域联动，以海洋环境保护和资源节约利用为主线，以海洋生态文明制度体系和能力建设为重点，以重大项目和工程为抓手，将海洋生态文明建设贯穿于海洋事业发展的全过程和各方面，实行基于生态系统的海洋综合管理，推动海洋生态环境质量逐步改善、海洋资源高效利用、开发保护空间合理布局、开发方式切实转变，为建设海洋强国、打造美丽海洋，全面建成小康社会、实现中华民族伟大复兴做出积极贡献。

为落实海洋生态文明建设要求，加强海洋工程建设项目环境影响评价，国家海洋局于 2017 年 4 月 27 日发布了《国家海洋局关于印发〈海洋工程环境影响评价管理的规定〉的通知》（国海规范〔2017〕7 号），该通知要求海洋工程建设项目环境影响报告书应当包括：与海洋主体功能区划、海洋功能区划、海洋环境保护规划、海洋生态红线制度等相关规划和要求符合性；生态用海方案（包括岸线利用、用海布局、生态修复与补偿、跟踪监测及监测能力建设等方案）的环境可行性分析等内容。因此，本报告根据工程特性进行生态用海方案环境可行性分析。

9.1 岸线利用可行性

本项目取排水利用现有工程已建成并运行的取排水设施。根据《浙江省海洋生态红线划定方案》，本工程所在岸线及周边岸线均不属于海洋生态红线范围内的大陆自然岸线及海岛自然岸线，对周边控制岸线无影响。

9.2 用海布局可行性

本项目取排水利用现有工程已建成并运行的取排水设施，根据本项目取排水水文动力、泥沙冲淤、余氯、温降等的环境影响预测，影响范围均集中在取排水口附近，对周边海洋环境影响较小。因此本工程用海布局合理。

9.3 生态修复与补偿可行性

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，建设项目取排水对海洋生态环境造成一定的负面影响，应当承担起对受损海域进行生态补偿的环境责任和社会要求。

建设项目对海洋生物资源的补偿和生态修复措施应按相关的法律、法规要求，征得相应海洋主管部门的同意后方可实施。

扩建工程的建设对海域生态环境会产生一定的影响，本次评价提出，建设单位应投入相应的资金进行海域生态修复。建设单位应在当地海洋主管部门指导下，制定相应的生态修复方案，合理安排项目附近海域生态修复工作。目前，增殖放流是进行海域生态修复的有效措施之一，放流的生态物种应为当地的常见种，放流品种可选黑鲷、日本对虾等。放流一般在施工完成后的休渔期（4~10 月）进行。增殖放流资金可纳入舟山市生态补偿资金进行统筹处理。

9.4 跟踪监测及监测能力建设

本项目报告已制定了营运期环境跟踪监测方案（见8.2章节），建设单位应按照监测方案要求，与有资质有技术能力的监测单位签订委托合同。

环境跟踪监测需由海洋环境监测单位来实施完成，海洋环境监测单位必须熟悉工程海域的海洋环境特征，具备海洋水质、生态的计量认证证书（CMA）等相关资质，对跟踪监测结果负责。

9.5 生态用海方案可行性结论

本项目取排水利用现有工程已建成并运行的取排水设施，不占用岸线资源。

根据本项目取排水水文动力、泥沙冲淤、余氯、温降等的环境影响预测，影响范围均集中在取排水口附近，对周边海洋环境影响较小。因此本工程用海布局合理。

本工程海洋环境跟踪监测由认证证书（CMA）的海洋环境监测单位进行检测，项目跟踪监测是可行的。

此外，本工程将制定生态修复方案，拟采用增殖放流的方式，放流实施操作具有可行性。

综上所述，本工程生态用海方案是可行的。

10 与相关政策的符合性分析

10.1 与相关规划符合性

10.1.1 与“三线一单”生态环境分区管控方案符合性

10.1.1.1 生态红线

根据《舟山市区生态保护红线划定技术报告》中的“生态保护红线分布图”（见图9.1-1），项目不在当地饮用水源区、风景区、自然保护区等生态保护区内，不涉及当地生态保护红线，满足区域生态保护红线的管控要求。

浙江省政府发布了《关于印发浙江海洋生态红线划定方案的通知》，明确把重要海洋生态功能区、生态敏感区和生态脆弱区纳入海洋生态红线区管辖范围，要求严格落实红线管控措施。浙江省海洋生态红线区划见图9.1-2。本项目取水和冷排水口未在浙江省海洋生态红线区的限制类及禁止类中，符合红线的管控要求。



图9.1-1 舟山生态保护红线图

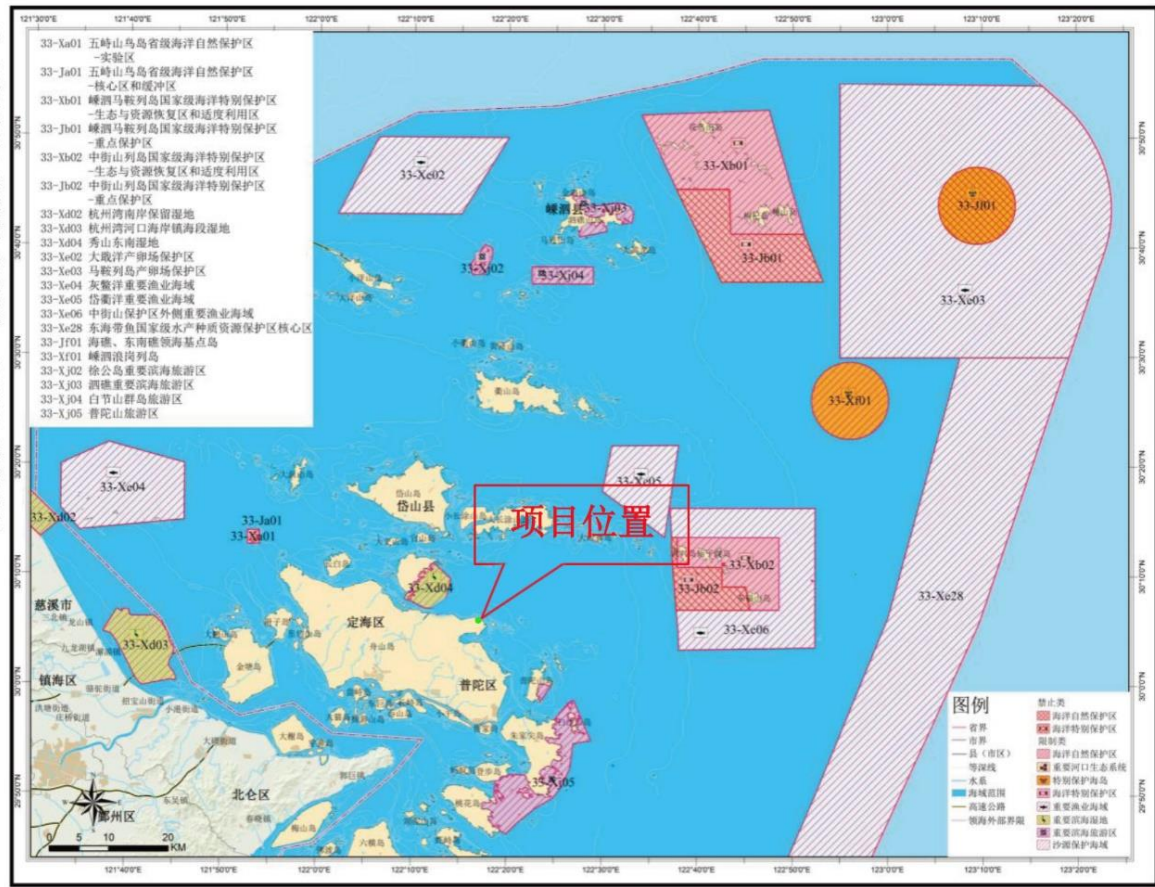


图9.1-2 浙江省海洋生态红线图

10.1.1.2 环境质量底线

根据本项目所在区域海洋环境质量监测可知，项目周围近岸海域除无机氮、活性磷酸盐外其他因子均满足相应海域《海水水质标准》（GB3097-1997）水质评价标准。20 个监测站位全部出现无机氮超标现象，13 个监测站位出现活性磷酸盐超标现象。

本项目冷排水的污染因子为温降和余氯，经预测，温降和余氯对周边海域环境影响较小，在采取海洋生态修复措施后，符合环境质量底线要求。

10.1.1.3 资源利用上线

本项目取排水依托一期项目取排水工程设施，不再新建，不新增占地。本项目取用海水作为热源使用后全部排入周边海域，因此符合资源利用上线的要求。

10.1.1.4 环境管控单元

根据《舟山市“三线一单”生态环境分区管控方案》（舟政发[2020]24号），本项目位于“浙江省舟山市海洋产业集聚区重点管控单元ZH33090220072”，为重点管控

单元，符合性分析见表9.1-1，环境管控单元分类图见图9.1-3。

综上所述，本项目的建设符合环境管控单元的要求。

表9.1-1 本项目与所在地块环境管控单元符合性分析

管控单元内容		符合性分析	是否符合
空间布局约束	禁止新建、扩建不符合园区发展（总体）规划的其他三类工业建设项目。优化完善区域产业布局，合理规划布局三类工业项目，鼓励对三类工业项目进行淘汰和提升改造。合理规划居住区与工业功能区，在居住区和工业区、工业企业之间设置防护绿地、生活绿地等隔离带	本项目主体工程属于 G5941 油气仓储，不属于管控的三类工业项目；本项目属扩建工程，现有工程周边已无居民区分布	是
污染物排放管控	严格实施污染物总量控制制度，根据区域环境质量改善目标，削减污染物排放总量。新建二类、三类工业项目污染物排放水平要达到同行业国内先进水平。加快落实污水处理厂建设及提升改造项目，推进工业园区（工业企业）“污水零直排区”建设，所有企业实现雨污分流。加强土壤和地下水污染防治与修复。	本项目冷排水水质较好，不涉及污染物总量控制。	是

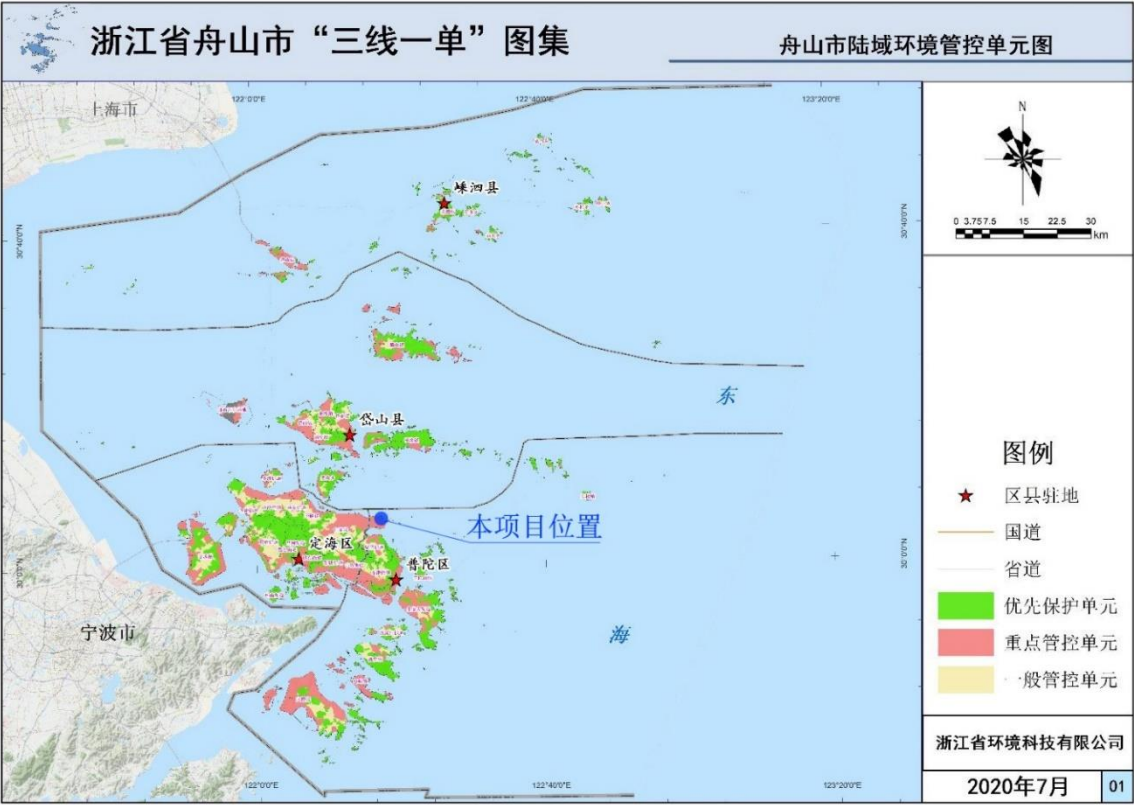


图 9.1-3 生态管控单元图

10.1.2 与《浙江省海洋功能区划（2011~2020 年）》符合性

根据《浙江省海洋功能区划（2011-2020）》，本工程取排水口位于舟山本岛东北工业与城镇用海区（代码 A3-13），功能区划见图 2.3-2。

舟山本岛东北工业与城镇用海区海域使用管理要求：1、重点保障工业与城镇建设用海，兼容港口用海，在未开发前可兼容渔业用海；2、经严格论证后，允许改变海域自然属性；3、优化围填海平面布局，鼓励增加人工岸线曲折度和长度，将海洋环境整治、生态建设与围填海相结合，节约集约利用海域资源；4、严格论证围填海活动，保障合理填海需求，填海范围不得超过功能区前沿线，区内水域面积不得少于功能区面积的 12%，填海规模接受国家和省海洋部门指标控制；5、维持水动力条件稳定，提高防洪功能；6、施工期间必须采取有效措施降低对周边功能区的影响；7、加强对海域使用的动态监测。

舟山本岛东北工业与城镇用海区海洋环境保护要求：1、严格控制使用海域的开发活动，减少对周边水域环境的影响；2、应减小对海洋水动力环境，岸滩及海底地形地貌形态的影响，防止海岸侵蚀，加强岛、礁的保护，不应对毗邻海洋基本功能区的环境质量产生影响；3、海水水质质量、海洋沉积物质量、海洋生物质量维持现状水平。

符合性分析：本项目取排水依托现有取排水工程，不新建工程设施；营运期排水温降及余氯的影响范围在排水口周边，不会对海域环境造成明显不利影响。因此符合所在功能区海洋功能区划要求。

10.1.3 与《浙江省海岛保护规划（2017-2022 年）》符合性

根据《浙江省海岛保护规划（2017-2022 年）》，本项目取排水口位于梁横山北侧（图 9.1-5），梁横山岛的海岛功能定位为临港工业岛：在海岛及周边海域生态环境保护的基础上，以产业集聚区、经济开发区、工业园区等平台为依托，适度发展具有较强港口指向性的重化工业。

保护和管理要求为：在符合海域功能前提下，经严格科学论证，优化岸线开发布局，实现集约高效利用。严控有可能对海岛及海域生态环境造成不可逆转性影响的粗放型产业项目。加大环境综合整治力度，强化对海岛生态敏感区、近岸海域等重要区域的生态保护。

本项目取排水依托现有取排水工程，不新建工程设施，不占用海岛资源；营运期排

水温降及余氯的影响范围在排水口周边，不会对周边海域环境造成明显不利影响，并加强对海域环境监测等措施来保护周边海洋环境，总的来看项目建设是符合梁横山岛的保护和管理要求的。本项目符合《浙江省海岛保护规划（2017-2022 年）》。

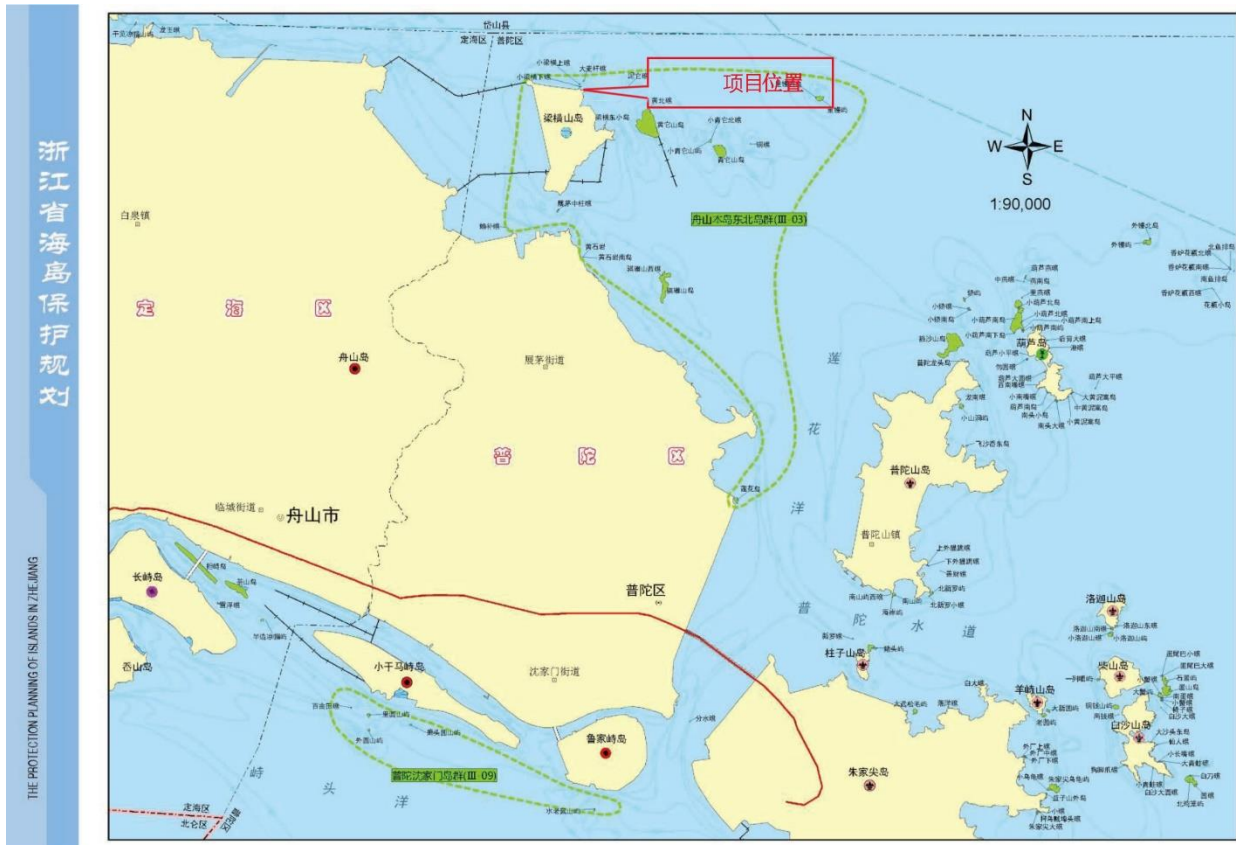


图 9.1-5 浙江省海岛保护规划图

10.1.4 与《浙江省海洋主体功能区规划》符合性

浙江省人民政府于 2017 年 4 月发布了《浙江省海洋主体功能区规划》，该规划将浙江省划分为优化开发区域、限制开发区域和禁止开发区域三类主体功能区。其中，优化开发区域面积 3.13 万平方千米，占 70.31%；限制开发区域面积 1.12 万平方千米，占 25.25%；禁止开发区域面积 0.20 万平方千米，占 4.44%。见图 9.1-6。

本工程所在的定海海域属于优化开发区域，该区域的开发导向为：重点保障港口、工业、旅游基础设施、渔业基础设施等用海，建设金塘港区、马岙港区、岑港港区，发展临港装备、绿色石化、粮油加工、水产精深加工、机械加工制造、港航物流等产业，积极推行海水直接利用和淡化海水作为工业用水。严格控制新增围填海，优化利用存量围填海。加强生态保护修复，加强港口岸线资源的保护开发，力促舟山国家远洋渔业基

地形成规模，争创国家级生态文明示范区。加强五峙山列岛海洋自然保护区的保护，严格按照法定要求保护。积极推进舟山江海联运服务中心、中澳产业园、舟山远洋渔业基地所涉及无居民海岛的开发利用，加强海岛生态环境保护，实现科学可持续发展。

本项目主体工程为 LNG 项目，为区域开发导向中的绿色石化项目；本项目直接取用海水作为热源进行利用，取排水依托现有取排水工程，不再新建工程设施；营运期排水温降及余氯的影响范围在排水口周边，不会对周边海域以及五峙山列岛海洋自然保护区环境造成不利影响，同时通过生态修复措施来保护周边海洋环境。

因此，本工程的建设与《浙江省海洋主体功能区规划》相符。

浙江省海洋主体功能区分区成果图

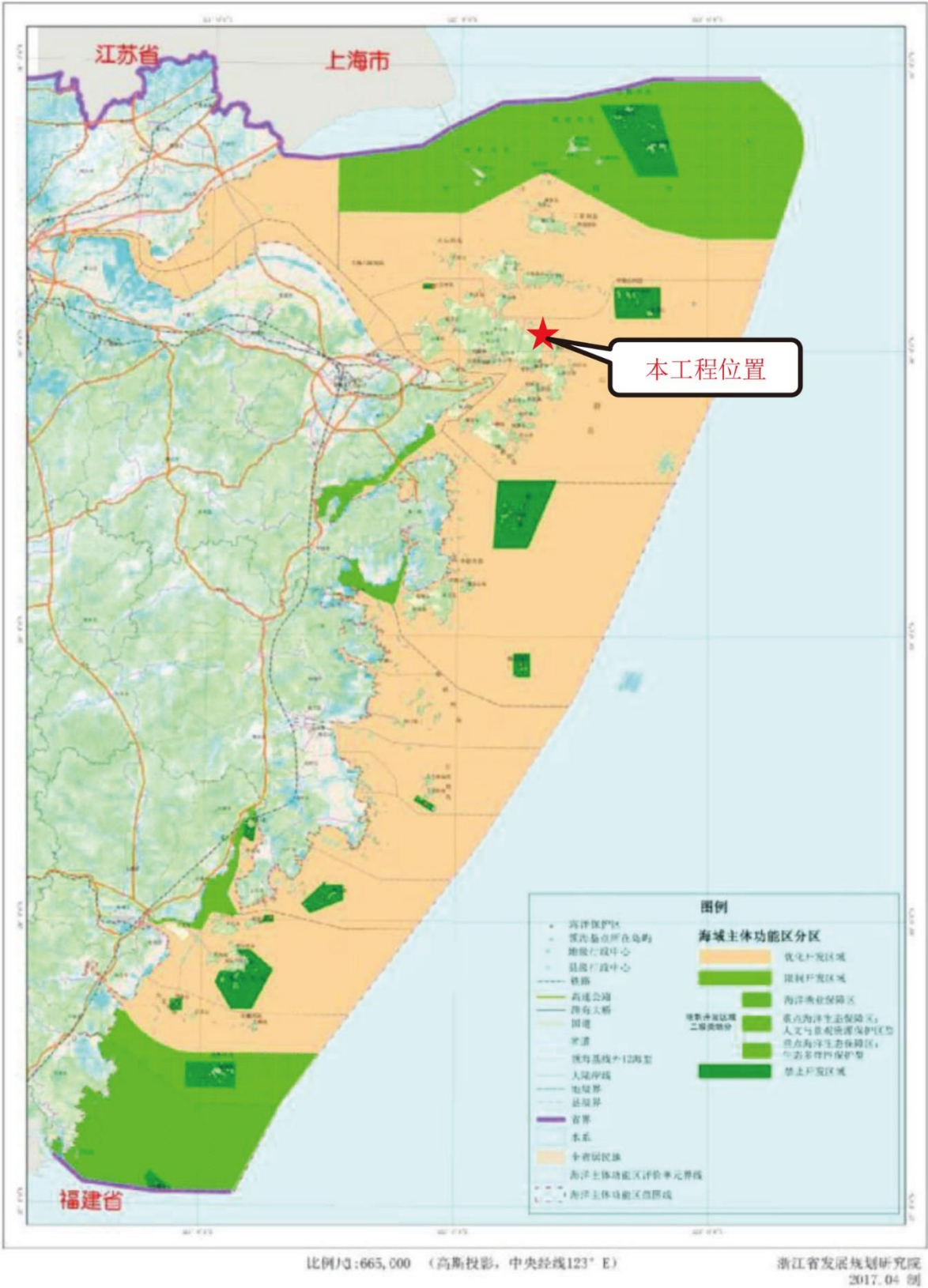


图 9.1-6 海洋环境主体功能区划图

10.2 与环评审批原则的符合性

10.2.1 建设项目环境保护管理条例“四性五不批”符合性

根据《国务院关于修改〈建设项目环境保护管理条例〉的决定》(中华人民共和国第 682 号令):

第九条:环境保护行政主管部门审批环境影响报告书、环境影响报告表,应当重点审查建设项目的环境可行性、环境影响分析预测评估的可靠性、环境保护措施的有效性、环境影响评价结论的科学性等。

第十一条:“建设项目有下列情形之一的,环境保护行政主管部门应当对环境影响报告书、环境影响报告表作出不予批准的决定:

“(一)建设项目类型及其选址、布局、规模等不符合环境保护法律法规和相关法定规划;”

“(二)所在区域环境质量未达到国家或者地方环境质量标准,且建设项目拟采取的措施不能满足区域环境质量改善目标管理要求;”

“(三)建设项目采取的污染防治措施无法确保污染物排放达到国家和地方排放标准,或者未采取必要措施预防和控制生态破坏;”

“(四)改建、扩建和技术改造项目,未针对项目原有环境污染和生态破坏提出有效防治措施;”

“(五)建设项目的环境影响报告书、环境影响报告表的基础资料数据明显不实,内容存在重大缺陷、遗漏,或者环境影响评价结论不明确、不合理。”

本次报告对上述内容进行分析,具体如下:

10.2.1.1 建设项目环境可行性分析

(1) 与“三线一单”的符合性

根据 9.1.1 节分析,本项目建设符合“三线一单”控制要求。

(2) 环保要求的符合性

1) 污染物排放符合国家、省规定的污染物排放标准

本项目取用海水作为 LNG 加热热源,冷排水中温降和余氯均能够满足《海水冷却水排放要求》(GB/T393961-2020)要求。

因此本项目通过落实环评提出的各项污染防治对策措施，对产生的污染物均可进行有效处理处置，可确保满足国家相关排放标准和控制要求。

2) 排放污染物符合国家、省规定的主要污染物排放总量控制指标

本项目冷排水水质较好，不涉及总量控制指标。

3) 造成的环境影响是否符合建设项目所在地环境功能区划确定的环境质量要求

经预测可知，本项目冷排水温降和余氯影响主要集中在排水口局部水域，不会对评价范围内海域及海洋环境保护目标造成明显不利影响。

(3) 其他部门审批要求符合性分析

对照《产业结构调整指导目录（2019 年版）》，本项目主体工程属于鼓励类第七大项“石油、天然气”第 3 条：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。

根据 9.1 节分析，本项目建设符合《浙江省海洋功能区划（2011-2020）》、《浙江省海岛保护规划（2017-2022 年）》和《浙江省海洋主体功能区规划》的要求。

10.2.1.2 环境影响分析预测评估的可靠性分析

本次评价主要是气化工程取水和排水对海洋环境的影响预测，预测内容主要包括：取排水对水文动力和泥沙冲淤的影响预测，排水余氯和温降的影响预测。

根据预测分析结果，本项目实施后取排水对周边海域的水文动力、水质等影响较小，影响范围主要集中在取排水口附近。

本次环评选用的方法均按照相应导则的要求，满足可靠性原则。

10.2.1.3 环境保护措施的有效性分析

(1) 本项目作为扩建工程，取排水设施和环保措施全部依托现有工程，根据现有工程冷排水水质监测情况，余氯和温降在采用现有的控制措施后，全部能够满足排放标准要求。因此扩建工程实施后仍可以保证达标排放。

(2) 本项目根据预测结果，提出了对海洋生态资源损失进行补偿。

本项目采用的环境保护措施可靠、有效，可以确保各项污染物经过处理后达标排放。

10.2.1.4 环境影响评价结论的科学性分析

本项目的基础资料真实有效，根据多次内部和外部的审核指导，不存在重大缺陷和

遗漏。环评结论客观、过程公开、评价公正，并综合考虑规划及建设项目实施后对各种环境因素及其所构成的生态系统可能造成的影响，环评结论是科学的。

10.2.1.5 建设项目类型及其选址、布局、规模等符合环境保护法律法规和相关法定规划

本项目的建设类型及其选址、布局、规模等符合环境保护法律法规，符合《舟山市“三线一单”生态环境分区管控方案》要求，符合《浙江省海洋功能区划（2011-2020）》、《浙江省海岛保护规划（2017-2022 年）》和《浙江省海洋主体功能区规划》等规划要求。因此建设项目类型及其选址、布局、规模 等符合环境保护法律法规和相关法定规划。

10.2.1.6 建设项目拟采取的措施能够满足区域环境质量改善目标管理要求

根据本项目所在区域海洋环境质量监测可知，项目周围近岸海域除无机氮、活性磷酸盐外其他因子均满足相应海域《海水水质标准》（GB3097-1997）水质评价标准。20 个监测站位全部出现无机氮超标现象，13 个监测站位出现活性磷酸盐超标现象。

本项目冷排水水质较好，主要污染因子为余氯和温降，因此不会加重无机氮和活性磷酸盐的污染影响。根据预测结果，本项目水质排放严格按照排放标准，影响范围集中在排水口附近，对周边海域影响较小。

10.2.1.7 建设项目采取的污染防治措施能够确保污染物排放达到国家和地方排放标准，并采取必要措施预防和控制生态破坏

本项目作为扩建工程，取排水设施和环保措施全部依托现有工程，根据现有工程冷排水水质监测情况，余氯和温降在采用现有的控制措施后，全部能够满足排放标准要求。因此扩建工程实施后仍可以保证达标排放。

同时本项目设置有温降和余氯的在线监测设备，进行实施监控。

10.2.1.8 改建、扩建和技术改造项目，针对项目原有环境污染和生态破坏提出有效防治措施

本项目属扩建项目，本次评价已对现有工程冷排水的污染控制措施进行分析评价，能够满足环保要求，现有工程不存在环境污染和生态破坏问题。

10.2.1.9 建设项目的环境影响报告书的基础资料数据真实有效,不存在重大缺陷、遗漏,或者环境影响评价结论不明确、不合理的情况

本次环评报告采用的基础资料数据均采用项目方实际建设申报内容,环境监测数据均由正规资质单位监测取得。本次评价严格按照环评技术导则,并结合项目的特点进行报告编制。

10.2.1.10 结论

综上所述,本次建设项目环境可行、环境影响分析预测评估可靠、环境保护措施有效、环境影响评价结论科学;且建设项目类型及其选址、布局、规模等符合环境保护法律法规和相关法定规划;本项目拟采取的措施可满足区域环境质量改善目标管理要求;建设项目采取的污染防治措施可确保污染物排放达到国家和地方排放标准;建设项目的环境影响报告书的基础资料数据真实,内容无重大缺陷、遗漏,环境影响评价结论明确、合理。

项目符合建设项目环境保护管理条例相关要求。

10.2.2 与《浙江省建设项目环境保护管理办法》(2021 修正)符合性分析

根据《浙江省建设项目环境保护管理办法》第三条:建设项目应当符合生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单管控的要求;排放污染物应当符合国家、省规定的污染物排放标准和重点污染物排放总量控制要求。建设项目还应当符合国土空间规划、国家和省产业政策等要求。

上述内容均已在 9.2.1 章节中予以分析,项目建设符合《浙江省建设项目环境保护管理办法》第三条中要求。

11 结论和建议

11.1 评价结论

11.1.1 项目概况

(1) 项目名称：浙江舟山液化天然气（LNG）接收及加注站三期 LNG 储罐及配套项目（以下简称：三期项目）

(2) 项目建设单位：新奥（舟山）液化天然气有限公司

(3) 项目建设性质：扩建项目

(4) 建设地点：浙江省舟山市舟山经济开发区新港工业园区舟山液化天然气（LNG）接收及加注站内预留空地

(5) 建设内容及规模：三期项目工程将建造包括 4 座 22 万 m^3 储罐及 2 台 202t/h IFV 气化器等配套设施，新增 350 万 t/a 周转量，新增气化外输规模 350 万 t/a。三期工程建成后舟山 LNG 项目总周转量达到 850 万 t/a。

(6) 建设周期：三期项目建设周期为 2022 年 12 月~2025 年 9 月。

(7) 劳动定员及工作制度：原有项目营运期劳动定员 180 人，三期项目新增 20 名操作人员，总定员达到 200 人。接收站常年连续运行不停车，年运行时间 365d (8760h)；LNG 槽车运输操作天数为 330 天，每天装车时间为 12h。

(8) 海水取水：本项目采用 IFV 气化器，用海水作为加热 LNG 的热源。三期工程依托现有的取水口和取水管道等取水工程。本项目采用海水立式泵抽取海水，一期工程设置 3 台（2 用 1 备）海水泵，最大取水量为 $17500\text{m}^3/\text{h}$ ；二期工程设置 3 台（2 用 1 备）海水泵，最大取水量为 $17500\text{m}^3/\text{h}$ ；三期工程新增 2 台海水泵，最大取水量为 $17500\text{m}^3/\text{h}$ 。

(9) 冷排水：本项目三期工程依托现有的排水工程。一期工程最大排水量为 $17500\text{m}^3/\text{h}$ ，二期工程最大排水量为 $17500\text{m}^3/\text{h}$ ，三期工程最大排水量为 $17500\text{m}^3/\text{h}$ 。

11.1.2 环境质量现状

(1) 海水水质现状监测与评价

项目周围近岸海域除无机氮、活性磷酸盐外其他因子均满足相应海域《海水水质标准》（GB3097-1997）水质评价标准。20 个监测站位全部出现无机氮超标现象，13 个监测站位出现活性磷酸盐超标现象。

(2) 海洋沉积物现状监测与评价

各监测点位海洋沉积物均满足《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002)中相应功能区标准,调查海域沉积物质量现状良好。

(3) 海洋生态环境现状监测与评价

1) 叶绿素 a 和初级生产力

2021 年秋季调查期间,水体中叶绿素 α 浓度在 $1.01\sim 3.50\text{mg}/\text{m}^3$ 之间;计算得到初级生产力水平在 $15.58\sim 79.65\text{mgC}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 之间,平均 $36.17\text{mgC}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

2022 年春季调查期间,水体中叶绿素 α 浓度在 $3.75\sim 6.87\text{mg}/\text{m}^3$ 之间,平均 $5.87\text{mg}/\text{m}^3$;计算得到初级生产力水平在 $24.96\sim 45.75\text{mgC}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 之间,平均 $39.10\text{mgC}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

2) 浮游植物

2021 年秋季,共采集并鉴定到浮游植物 5 门共 45 种。其中硅藻门有 33 种,约占浮游植物种数的 73.33%;甲藻门有 9 种,约占浮游植物种数的 20.00%;蓝藻门、裸藻门和金藻门各有 1 种,分别约占浮游植物种数的 2.22%。优势种 4 种,分为琼氏圆筛藻、虹彩圆筛藻、星脐圆筛藻和中肋骨条藻等。细胞丰度范围在 $0.73\times 10^5\sim 11.74\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$,平均细胞丰度为 $4.41\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$ 。生物多样性指数介于 1.73 到 3.07 之间,平均值为 2.46;均匀度介于 0.39 到 0.74 之间,平均值为 0.56;丰富度指数介于 0.72 到 1.38 之间,平均值为 1.10;单纯度介于 0.17 到 0.47 之间,平均值为 0.29。群落多样性指数中等偏下,丰富度指数中等偏上,均匀度指数中等,单纯度指数较低,说明浮游植物群落结构一般。

2022 年春季,共采集并鉴定到浮游植物 3 门共 43 种。硅藻门有 34 种,约占浮游植物种数的 79.07%;甲藻门有 8 种,约占浮游植物种数的 18.60%;金藻门有 1 种,约占浮游植物种数的 2.33%。优势种 7 种,分别为虹彩圆筛藻、布氏双尾藻、辐射圆筛藻、星脐圆筛藻、琼氏圆筛藻、拟旋链角毛藻和夜光藻等。细胞丰度范围在 $1.48\times 10^5\sim 22.15\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$,平均细胞丰度为 $5.77\times 10^5\text{cells}/\text{m}^3$ 。生物多样性指数介于 2.06 到 3.58 之间,平均值为 2.86;均匀度介于 0.45 到 0.83 之间,平均值为 0.66;丰富度指数介于 0.70 到 1.41 之间,平均值为 1.07;单纯度介于 0.11 到 0.41 之间,平均值为 0.23。群落多样性指数中等偏上,丰富度指数较高,均匀度指数中等偏上,单纯度指数较低,说明浮游植物群落结构合理。

3) 浮游动物

2021 年秋季和 2022 年春季调查共采集并鉴定到浮游动物 11 大类 50 种，其中 2021 年秋季 11 大类 39 种（包括浮游幼体）。主要为桡足类，占总种类数的 43.59%；2022 年春季 7 大类 26 种（包括浮游幼体）。主要为桡足类，占总种类数的 73.08%。

2021 年秋季，调查海域浮游动物优势种共有 6 种，分别为背针胸刺水蚤、亚强真哲水蚤、瘦拟哲水蚤、百陶箭虫、中华假磷虾和瘦长毛猛水蚤；2022 年春季，调查海域浮游动物优势种共有 4 种，分别为针刺拟哲水蚤、中华哲水蚤、克氏纺锤水蚤和亚强真哲水蚤。

2021 年秋季，浮游动物的平均丰度范围在 $20.00\sim72.00\text{ind./m}^3$ 之间，平均值为 34.90ind./m^3 ，生物量范围在 $5.00\sim19.00\text{mg/m}^3$ 之间，平均值为 9.89mg/m^3 ；2022 年春季，调查海域浮游动物平均丰度范围在 $17.14\sim107.50\text{ind./m}^3$ 之间，平均值为 52.78ind./m^3 ，生物量范围在 $4.29\sim25.00\text{mg/m}^3$ 之间，平均值为 9.42mg/m^3 。

2021 年秋季，调查海域浮游动物生物多样性指数 H' 范围在 2.18~3.52 之间，平均值为 2.76；均匀度 J 范围在 0.84~0.95 之间，平均值为 0.90；丰富度 d 范围在 0.65~2.25 之间，平均值为 1.20；单纯度 C 范围在 0.12~0.24 之间，平均值为 0.17。

2022 年春季，调查海域浮游动物生物多样性指数 H' 范围在 1.85~2.97 之间，平均值为 2.40；均匀度 J 范围在 0.80~0.95 之间，平均值为 0.87；丰富度 d 范围在 0.61~1.27 之间，平均值为 0.88；单纯度 C 范围在 0.15~0.33 之间，平均值为 0.23。

4) 底栖生物

2021 年秋季，共鉴定出 34 种大型底栖生物，甲壳动物和多毛类是项目附近海域底栖生物物种的主要类群。优势种共有 2 种，为丝异须虫和不倒翁虫。平均栖息密度为 44 个/ m^2 ，范围在 20~100 个/ m^2 。平均生物量为 2.73g/m^2 ，范围在 $0.24\sim14.10\text{g/m}^2$ 。生物多样性指数平均值为 1.29，变化范围在 0.92~1.79 之间。均匀度指数平均值为 0.94，变化范围在 0.86~1.00 之间。丰富度平均值为 0.44，变化范围在 0.29~0.73 之间。单纯度平均值为 0.43，变化范围在 0.26~0.56。

2022 年春季，共鉴定出 44 种大型底栖生物，甲壳动物和多毛类是项目附近海域底栖生物物种的主要类群。优势种共有 3 种，为不倒翁虫、滩栖阳遂足和纵肋织纹螺。平均栖息密度为 36 个/ m^2 ，范围在 20~70 个/ m^2 。平均生物量为 2.49g/m^2 ，范围在 $0.09\sim10.50\text{g/m}^2$ 。生物多样性指数平均值为 1.33，变化范围在 0.92~1.92 之间。底栖生物

均匀度指数平均值为 0.97，变化范围在 0.87~1.00 之间。丰富度平均值为 0.47，变化范围在 0.26~0.77 之间。单纯度平均值为 0.42，变化范围在 0.28~0.56。

5) 潮间带生物

2021 年秋季共采集并鉴定到潮间带生物 4 大类 31 种。潮间带生物以软体动物的种数最多，占 58.06%。主要优势种共有 7 种，分别为短滨螺、小结节滨螺、中华拟滨螺、史氏背尖贝、疣荔枝螺、齿纹蜒螺和单齿螺。栖息密度在 96~139 个/m² 之间，平均值为 121 个/m²。生物量在 9.28~12.32g/m² 之间，平均值为 11.02g/m²。种类多样性指数平均值为 2.68，变化范围在 2.42~3.02 之间。均匀度平均值为 0.87，变化范围在 0.81~0.95 之间。丰富度平均值为 1.25，变化范围在 1.16~1.41 之间。单纯度平均值为 0.20，变化范围在 0.14~0.26。

2022 年春季共获潮间带生物 26 种。潮间带生物以软体动物的种数最多，占 57.69%。主要优势种共有 8 种，分别为短滨螺、小结节滨螺、中华拟滨螺、史氏背尖贝、疣荔枝螺、齿纹蜒螺、日本菊花螺和嫁蛾。栖息密度在 199~309 个/m² 之间，平均值为 260 个/m²。生物量在 21.65~23.52g/m² 之间，平均值为 22.54g/m²。生物多样性指数平均值为 2.76，变化范围在 2.33~3.10 之间。均匀度平均值为 0.89，变化范围在 0.78~0.95 之间。丰富度平均值为 1.15，变化范围在 1.04~1.32 之间。单纯度平均值为 0.17，变化范围在 0.13~0.24。

6) 生物质量

2021 年秋季，选取了 5 种经济类鱼类（棘头梅童鱼、尖头黄鳍牙鲷、银鲳、龙头鱼、鳓鱼），2 种甲壳类（日本蟳、三疣梭子蟹）进行检测分析评价，鱼类和蟹类（甲壳类）肌肉组织中 6 种重金属和石油烃均小于相应的推荐值，符合评价标准。

2022 年春季，选取了 4 种经济类鱼类（棘头梅童鱼、刀鲚、龙头鱼、鳓鱼），2 种甲壳类（日本蟳、三疣梭子蟹）进行检测分析评价，鱼类和蟹类（甲壳类）肌肉组织中 6 种重金属和石油烃均小于相应的推荐值，符合评价标准。

(4) 渔业资源调查

1) 渔获物种类组成

2021 年秋季调查所获的拖网渔获物，共鉴定出游泳生物种类 40 种。其中，鱼类有 21 种，占总种类数的 52.50%；虾类有 14 种，占总种类数的 35.00%。2022 年春季调查所获的

拖网渔获物，共鉴定出游泳生物种类37种。其中，鱼类有19种，占总种类数的51.35%；虾类有13种，占总种类数的35.14%。

2) 渔获物（重量、尾数）分类群组成

2021年秋季调查期间，重量百分比是鱼类占绝对优势（77.54%），而尾数百分比是虾类占优势（43.68%）。

2022年春季调查期间，重量百分比是鱼类占绝对优势（56.45%），而尾数百分比是虾类占优势（40.69%）。

3) 渔业资源密度

2021年秋季，调查海域各类群渔业资源重量密度平均值为 $346.45\text{kg}/\text{km}^2$ ，调查海域各类群渔业资源尾数密度平均值为 $20.37 \times 10^3 \text{ind}/\text{km}^2$ 。

2022年春季，调查海域各类群渔业资源重量密度平均值为 $361.02\text{kg}/\text{km}^2$ ，调查海域各类群渔业资源尾数密度平均值为 $22.43 \times 10^3 \text{ind}/\text{km}^2$ 。

4) 资源密度（重量、尾数）平面分布

2021年秋季，渔业资源重量密度最高的是XA17号站位，最低的是XA12号站位。渔业资源尾数密度最高是XA01号站位，最低的是XA12号站位。

2022年春季，渔业资源重量密度最高的是XA03号站位，最低的是XA06号站位。渔业资源尾数密度最高是XA03号站位，最低的是XA13号站位。

5) 渔获物优势种

2021年秋季，调查海域优势种为龙头鱼、三疣梭子蟹、鲷鱼、安氏白虾和刀鲚共计5种。常见种为葛氏长臂虾、日本蟳、口虾蛄、中国鲂、棘头梅童鱼和脊尾白虾等共计6种。

2022年春季，调查海域优势种为三疣梭子蟹、鲷鱼、安氏白虾、刀鲚、葛氏长臂虾、日本蟳共计6种。常见种为口虾蛄、中华栉孔虾虎鱼、龙头鱼、焦氏舌鳎、棘头梅童鱼共计5种。

6) 渔获物体长、体重和幼体比例

2021年秋季，工程附近海域的鱼类平均体长为14.41cm，虾类为4.55cm，蟹类为5.75cm。鱼类平均体重为36.58g，虾类为1.56g，蟹类为20.79g。鱼类平均幼体比例为17.78%，虾类为15.71%，蟹类为39.18%。

2022年春季，工程附近海域的鱼类平均体长为12.36cm，虾类为4.33cm，蟹类为5.84cm。鱼类平均体重为37.74g，虾类为2.06g，蟹类为20.26g。鱼类平均幼体比例为35.82%，虾类为16.27%，蟹类为29.90%。

7) 物种多样性

2021年秋季，调查海域渔获物尾数多样性指数（H'）均值为2.32（1.77-2.95）；丰富度指数（d）均值为0.91（0.51-1.47）；均匀度指数（J'）均值为0.64（0.46-0.77）；单纯度指数（C）均值为0.31（0.18-0.51）。调查海域渔获物重量多样性指数（H'）均值为2.36（1.87-3.02）；丰富度指数（d）均值为1.65（1.00-2.27）；均匀度指数（J'）均值为0.65（0.46-0.77）；单纯度指数（C）均值为0.27（0.16-0.38）。

2022年春季，调查海域渔获物尾数多样性指数（H'）均值为2.72（2.06-3.87）；丰富度指数（d）均值为1.06（0.61-1.67）；均匀度指数（J'）均值为0.69（0.51-0.91）；单纯度指数（C）均值为0.26（0.08-0.42）。调查海域渔获物重量多样性指数（H'）均值为1.96（0.61-3.09）；丰富度指数（d）均值为1.86（1.21-3.18）；均匀度指数（J'）均值为0.50（0.16-0.70）；单纯度指数（C）均值为0.42（0.15-0.85）。

8) 鱼卵、仔稚鱼

2021年秋季鉴定后发现鱼卵和仔稚鱼共隶属于1目1科2种，其中鱼卵共0枚，仔稚鱼共1目1科2种2尾。2022年春季鉴定后发现鱼卵和仔稚鱼共隶属于3目3科5种，其中鱼卵共2目2科2种3枚，仔稚鱼共3目3科4种5尾。

2021年秋季，鱼卵密度为0 ind./m³，仔稚鱼密度在0~0.31 ind./m³之间，平均值为0.05 ind./m³，出现在XA09和XA17站位。2022年春季，鱼卵密度为0~0.56 ind./m³之间，平均值为0.07 ind./m³，最大值出现在XA20站位，出现鱼卵2枚。仔稚鱼密度在0~1.25 ind./m³之间，平均值为0.23 ind./m³，最大值出现在XA01站位。

11.1.3 环境影响评价结论

本次评价设置了2个工况进行模拟预测，工况1为一期和二期工程气化系统实施后海洋环境影响预测，工况2为一期、二期和三期工程气化系统实施后的海洋环境影响预测。

(1) 水文动力影响评价

工况1：排水口处的流失有一定的变化，主要集中在排水口局部区域，对码头泊位

等区域影响较小，取水口处流矢变化也不明显。工况 2：由于取排水流量增加，对周边流矢的影响要略大于工况 1，但是流矢的变化依然主要集中在取排水口局部区域，影响范围有限，对码头及泊位处的流矢基本无影响。

工况 1：从平均流速变化来看，排水口造成的流速影响范围略大于取水口，流速变化主要集中在取排水口附近海域呈带状分布，排水口处平均流速减小 $0.02\sim 0.04\text{m/s}$ ，取水口处平均流速增加 $0.03\sim 0.05\text{m/s}$ 。工况 2：从平均流速变化来看，排水口造成的流速影响范围略大于取水口，流速变化主要集中在取排水口附近海域呈带状分布，排水口处平均流速减小 $0.04\sim 0.06\text{m/s}$ ，取水口处平均流速增加 $0.05\sim 0.07\text{m/s}$ 。

（2）泥沙冲淤影响评价

工况 1：排水口处以淤积为主，淤积为 $0.4\sim 0.5\text{m}$ ，外侧局部冲刷为 $0.15\sim 0.2\text{m}$ 左右，取水口处冲刷幅度为 $0.3\sim 0.4\text{m}$ 。冲淤影响范围较小。工况 2：工况 2 的冲淤要大于工况 1，排水口处以淤积为主，口门附近淤积为 $0.5\sim 0.7\text{m}$ ，外侧局部冲刷为 $0.25\sim 0.3\text{m}$ 左右，取水口处冲刷幅度为 $0.5\sim 0.6\text{m}$ 。冲淤影响范围仍较小。

（3）海洋生态环境影响评价

1）余氯影响预测

工况 1：排水口处余氯浓度较大，超过了 0.06mg/L ，然后向周边海域浓度迅速降低，受涨落潮流方向影响，扩散范围主要呈带状分布。余氯超过 0.01mg/L 的最远扩散距离为 360m ，最大扩散面积为 0.0471km^2 。

工况 2：排水口附近余氯浓度较大，超过了 0.06mg/L ，然后随着向周边海域扩散，浓度有所降低，受涨落潮流方向影响，扩散范围主要呈带状分布。余氯超过 0.01mg/L 的最远扩散距离为 492m ，最大扩散面积为 0.0798km^2 。

总体而言，高浓度余氯主要集中在排水口处，浓度向周边海域迅速衰减，余氯分布受潮流流向影响主要呈带状分布，对周边大范围海域都不会产生严重影响。

2）温降影响预测

工况 1：海水温降范围主要集中在排水口附近，降温幅度由中心向外围逐渐减小。全潮过程中温降超过 4°C 的最远扩散距离为 21m ，最大扩散面积为 0.0011km^2 ；温降超过 1°C 的最远扩散距离为 213m ，最大扩散面积为 0.0269km^2 。

工况 2：海水温降范围主要集中在排水口附近，降温幅度由中心向外围逐渐减小。

由于工况 2 水量较大，因此温降范围要大于工况 1。全潮过程中温降超过 4℃的最远扩散距离为 39m，最大扩散面积为 0.0018km²；温降超过 1℃的最远扩散距离为 289m，最大扩散面积为 0.0381km²。

成鱼和虾类对余氯的毒性有趋避能力，抵御能力也较强，因此受影响程度较低。幼鱼对毒性的敏感性较大，但趋避能力弱，在余氯排放的余流影响范围内将受到影响。贝类底栖动物受精卵或幼体，由于其基本无趋避能力，长时间处于一定余氯浓度的海水环境下，即使浓度较低，也会有一定的影响。余氯伴随冷排水排入海域，在海域潮流的作用下，余氯在环境水体中衰减较快，在排放口附近浓度相对较高，对水生生物如扇贝受精卵或幼体、仔鱼等造成一定影响。排放口外围绝大部分海域余氯浓度较小，对大多数水生物来说影响较小。

3) 生态损失估算

本工程对渔业生物资源的影响主要是：①排放水中余氯对渔业资源的影响；②运营期机械卷载效应对渔业资源的影响。评估经济损失共计 4807720 元。

(4) 东海带鱼水产种质资源保护区的影响评价

东海带鱼水产种质资源保护区实验区距离本项目较近，项目运营期产生的余氯、冷排水和机械卷吸的影响面积较小，不会显著影响水产种质资源保护区，因此本项目并未显著改变东海带鱼及其他保护鱼类的生存的物理和化学环境，不会影响种群的生存和繁衍。

11.1.4 海洋环境保护措施可行性结论

(1) 冷排水控制措施

本项目冷排水中温降和余氯的控制措施依托现有工程，其中低温海水排放温差可由中控室在线实时监测，通过 LNG 流量调节、阀门控制等措施控制海水温度，气化器进、出水温度差控制在 5℃以内；为了减少余氯对海洋生态环境的影响，本工程采用在线监测技术和自控技术，控制次氯酸钠发生器的次氯酸钠发生量，确保排水口余氯浓度不大于 0.1mg/L，减缓余氯对海域生态环境的影响。

根据一期工程余氯和温降的在线监测数据，温降和余氯值全部满足《海水冷却水排放要求》（GB/T393961-2020）要求，表明本项目措施有效。

(2) 海洋生态修复措施

工程建设实施对海域生态环境会产生一定的影响，建设单位应按照本报告计算的生态补偿金额投入相应的资金进行海域生态修复。建设单位应与当地生态环境部门和海洋渔业部门协商，按照主管部门的要求，制定相应的生态修复方案，合理安排项目附近海域生态修复工作。也可将资金纳入当地专项的海域生态修复资金中，由相关部门统一进行海域生态环境的修复工作。

目前，海域生态修复主要措施为增殖放流，放流时间应为适合放流种繁殖时间，放流的生态物种应为当地的常见种，苗种供应单位须具有市级或市级以上水产原（良）种（繁育）场（基地）资质。项目实施后，具体放流数量、时间、地点及放流品种等应按照当地主管部门的增殖放流计划并结合本工程的建设实际情况进行实施。

11.1.5 产业政策分析结论

经分析，本项目符合国家和地方产业政策，项目符合国家、地方海洋功能区划，项目建设符合“三线一单”的管控要求。

11.1.6 环境管理与监测计划

通过建立环境管理体系，规范企业管理、落实环境管理职责，确保各项目环保设施的正常运转，通过定期对冷排水水质和海洋环境进行监测，做到达标排放，同时对海洋环境保护措施进行监督检查，保证环保设施的正常运行。

11.1.7 公众参与结论

建设单位按照《环境影响评价公众参与办法》要求开展了公众参与。通过网上公示、张贴公示、报纸公示等形式对本工程建设概况、主要环境影响以及拟采取的环境保护措施进行了公开，征求公众的意见和建议。

本工程公示期间，公众未对本工程建设提出环境影响相关的意见或建议。建设单位对本工程公众参与的真实性和有效性负责。

11.1.8 项目建设可行性分析结论

本项目主体工程属产业政策鼓励类项目，项目取排水设施符合相关环保规划、海洋环境功能区划和“三线一单”的要求。

本项目在严格遵守国家及地方相关法律、法规的要求，认真落实报告书中所提出的

各项环境保护措施，并遵循“三同时”的前提下，本项目取排水对周围海洋环境影响较小。因此，从环保角度分析，本项目建设可行。

11.2 建议

- (1) 加强运营期海洋环境保护措施的监督检查，保证环保设施的正常运行。
- (2) 严格按照本次评价提出的环境监测计划开展日常监测工作。

附录 1

委托书

北京圣洁英博环境工程有限公司

我公司计划投资建设浙江舟山液化天然气（LNG）接收及加注站三期 LNG 储罐及配套设施项目。依据《中华人民共和国环境影响评价法》的要求，特委托贵单位承担该项目取排水海洋环境影响报告书的编制工作。

请接收委托后，按照国家建设项目环境影响评价相关要求，尽快开展工作，保证项目顺利进行。

特此委托。

委托单位：新奥（舟山）液化天然气有限公司

2022 年 7 月 13 日

