

海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建
工程珊瑚礁生态修复项目
海域使用论证报告书
(公示稿)

海南近海工程咨询有限公司

统一社会信用代码: 91460100MA5RCG5H0D

2025年6月



统一社会信用代码
91460100MA5RCG5H0D

营业执照

(副本) (2-1)



扫描二维码登录
“国家企业信用
信息公示系统”
了解更多登记、
备案、许可、监
管信息。

名 称	海南近海工程咨询有限公司	注册 资本	伍佰万圆整
类 型	有限责任公司(自然人投资或控股)	成 立 日 期	2016年03月07日
法 定 代 表 人	杨国庆	住 所	海南省海口市国家高新技术产业开发区科技大道22号海口国科中心B栋704
经 营 范 围	许可项目：建设工程勘察；建设工程设计；测绘服务；建筑劳务分包（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动） 一般项目：工程管理服务；环保咨询服务；海洋服务；海洋环境服务；生态恢复及生态保护服务；环境保护监测；信息技术咨询服务；软件开发；风力发电技术服务；新兴能源技术研发；自然科学研究和试验发展；水环境污染防治服务；土壤污染治理与修复服务；运输设备租赁服务；水上运输设备销售；机械设备租赁；住房租赁；仪器仪表销售（除许可业务外，可自主依法经营法律法规非禁止或限制的项目）		

琼 04260228

登 记 机 关



2023 年 07 月 21 日

国家市场监督管理总局监制

国家企业信用信息公示系统网址：<http://www.gsxt.gov.cn>

论证单位：海南近海工程咨询有限公司

通讯地址：海南省海口市国家高新技术产业开发区科技大道 22 号海口国科中心
B 栋 704

邮政编码：570100

论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4604002025001428		
论证报告所属项目名称	海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程珊瑚礁生态修复项目		
一、编制单位基本情况			
单位名称	海南近海工程咨询有限公司		
统一社会信用代码	91460100MA5RCG5H0D		
法定代表人	杨国庆		
联系人	杨国庆		
联系人手机	18689736001		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
杨晓毅	BH001979	论证项目负责人	杨晓毅
杨晓毅	BH001979	1. 概述 5. 海域开发利用协调分析 7. 项目用海合理性分析 8. 生态用海对策措施	杨晓毅
蒋啸	BH000702	2. 项目用海基本情况 4. 资源生态影响分析 6. 国土空间规划符合性分析 9. 结论	蒋啸
林倩	BH005240	3. 项目所在海域概况 10. 报告其他内容	林倩
本单位符合海域使用论证有关管理规定对编制主体的要求，相关信息真实准确、完整有效，不涉及国家秘密，如隐瞒有关情况或者提供虚假材料的，愿意承担相应的法律责任。愿意接受相应的信用监管，如发生相关失信行为，愿意接受相应的失信行为约束措施。 承诺主体(公章) 2025年6月19日			

项目基本情况表

项目名称	海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程珊瑚礁生态修复项目		
项目地址	海南省儋州市海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区西侧海域		
项目性质	公益性（√）		经营性（）
用海面积	22.2275ha		投资金额 1700 万元
用海期限	10 年		预计就业人数 0 人
占用岸线	总长度	0m	预计拉动区域 经济产值 XX 万元
	自然岸线	0m	
	人工岸线	0m	
海域使用 类型	其他用海		新增岸线 0m
用海方式	面积		具体用途
透水构筑物	1.2708ha		用于投放人工珊瑚礁
开放式养殖	20.9567ha		自然增殖区域

摘要

1、项目用海基本情况

建设单位：海南港航国际港务有限公司

申请用海情况：项目用海类型为其他用海中的其他用海，用海方式一级为构筑物和开放式，二级为透水构筑物和开放式养殖，项目拟申请总用海面积为 22.2275 公顷，其中人工礁体用海面积为 1.2708 公顷，自然增殖区域用海面积为 20.9567 公顷，用海期限为 10 年。

建设内容：项目位于海南省儋州市海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区西侧海域。建设内容包括约 7 万株珊瑚移植、2 万株珊瑚礁补偿修复种植、902 个人工珊瑚礁的制作与投放、10 个珊瑚暂养苗圃的制作与投放、2 套珊瑚礁在线监测系统海区布设工作。

2、项目用海必要性

珊瑚礁是海洋生物多样性的热点区域，许多鱼类和其他海洋生物依赖珊瑚礁生存。通过修复珊瑚礁，可以恢复和保护这些生物的栖息地，维持海洋生态系统的平衡。用海是实施这些保护措施的基础。由于港口工程的建设，其用海及其影响范围的珊瑚将失去生境，必须选择适宜位置开展珊瑚移植工作，并进行珊瑚礁修复工作，减缓项目建设对珊瑚礁生态系统的影响。珊瑚礁修复项目的核心目标是恢复受损的珊瑚礁生态系统。通过在受损区域种植珊瑚苗、建立人工礁体等措施，可以有效促进珊瑚礁的再生。这些措施需要在海洋环境中实施，因此项目用海是非常必要的。

3、规划符合性

根据《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》，项目位于海洋空间功能布局中的海洋生态保护红线内；根据《儋州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，项目位于海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区内，属于生态保护区。

项目为珊瑚礁生态修复项目，对海洋环境修复有积极的影响，根据《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号），珊瑚礁修复属于“对生态功能不造成破坏的有限人为活动”中的第 8 项，即“依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复”，故项目符合生态保护红线的准入要求。项目建设符合《海南

省国土空间规划（2021-2035 年）》《儋州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》。

根据“三区三线”，项目占用海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区生态保护红线，项目建设对周边海洋生态红线影响可控。

4、占用岸线情况

根据海南省最新海岸线修测成果，本项目不占用岸线，也不形成新的岸线。

5、利益相关者协调情况

根据项目用海对周边海域及海岛开发活动的影响分析，项目无利益相关者，项目需协调部门为洋浦海事局、儋州市自然资源管理服务中心及儋州市自然资源和规划局。

6、资源生态影响及生态保护修复措施

工程实施后大范围的流场基本没有改变，改变的区域只局限在工程区附近的局部小范围内。流速改变幅度大于 0.5cm/s 的最远距离往西南方向延伸约 0.65km，往东北方向延伸约 0.82km，拟建珊瑚礁修复区流速改变幅度大于 1m/s 的范围在西南-东北方向影响区域最远只有 0.2km 左右。

珊瑚礁修复区礁体投放后礁区达到平衡时的淤积量最大约为 2cm，出现在拟建珊瑚礁修复区的顺流方向即礁区的西南-东北方向，珊瑚礁修复区的东西两侧基本不存在冲刷。淤积量大于 0.2cm 的最远距离约 0.35km，大于 1cm 的最远距离约 0.13km，出现在北侧修复区的东北方向。

项目建设导致底栖生物损失 0.87kg，由于项目建设不会产生悬浮泥沙，对游泳动物基本无影响，不会造成游泳动物损失。人工礁体投放是珊瑚礁生态恢复和补偿措施的一种手段，且项目施工期造成的生物损失量极低，因此，造成的生物资源损害建议不进行补偿。

7、项目用海合理性

项目通过对比珊瑚拟迁入、补种区的水质、海底地形地貌、底质、水深等环境，将珊瑚种植区（迁入、补种区）设在海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区西侧海域具有更高的适宜性。

项目在珊瑚礁区合理投放人工珊瑚礁，开展人工珊瑚礁种植，可以优化珊瑚基底，减缓悬沙、流沙对珊瑚生长的影响。人工珊瑚礁不仅具有稳固基底的作用，其表面布满陶瓷环有利于珊瑚幼体附着；其次，人工礁体独特的三维孔状（会产

生湍流)及斜体结构,能够最大程度上避免悬浮颗粒物淤积在礁体表面,进而有效保护珊瑚健康成长。本项目通过合理布局,在珊瑚礁生态修复区投放人工珊瑚礁群,为珊瑚生存提供优良场所,保证其健康、稳定生长。

项目海域使用类型为其他用海(一级类)中的其他用海(二级类),用海方式为构筑物(一级方式)中的透水构筑物(二级方式)及开放式(一级方式)中的开放式养殖(二级方式)。项目用海方式与用海单元的功能需求相适应,生态影响可控。项目用海方式合理。

项目设计尺度满足项目用海需求,同时符合行业相关技术规范。宗海单元界址点界定、用海面积的量算符合《海籍调查规范》;项目平面布置设计遵循节约用海原则,严格控制用海范围。

综上所述,项目用海是合理的。

目录

摘要	i
1 概述	1
1.1 论证工作由来	1
1.2 论证依据	2
1.3 论证等级和范围	6
1.4 论证重点	8
2 项目用海基本情况	10
2.1 项目建设内容	10
2.2 项目平面布置和主要结构尺度	10
2.3 项目主要施工工艺和方法	14
2.4 项目用海需求	25
2.5 项目用海必要性	27
3 项目所在海域概况	32
3.1 海洋资源概况	32
3.2 海洋生态概况	38
4 资源生态影响分析	84
4.1 资源影响分析	84
4.2 生态影响分析	85
5 海域开发利用协调分析	90
5.1 海域开发利用现状	90
5.2 项目用海对海域开发活动的影响	92
5.3 利益相关者界定	94
5.4 需协调部门界定	95
5.5 相关利益协调分析	95
5.6 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析	96
6 国土空间规划符合性分析	98
6.1 项目用海与国土空间规划分区的符合性分析	98
6.2 项目用海与海洋生态保护红线的符合性分析	99
7 项目用海合理性分析	102
7.1 用海选址合理性分析	102
7.2 项目用海平面布置合理性分析	109
7.3 项目用海方式合理性分析	113
7.4 占用岸线合理性分析	114
7.5 用海面积合理性分析	114
7.6 用海期限合理性分析	118
8 生态用海对策措施	119
8.1 生态用海对策	119
8.2 生态保护修复措施	126
9 结论	127
9.1 项目用海基本情况	127
9.2 项目用海必要性结论	127
9.3 资源生态影响分析结论	128

9.4 海域开发利用协调分析结论..... 128

9.5 国土空间规划及相关规划符合性分析结论..... 128

9.6 项目用海合理性分析结论..... 129

9.7 项目用海可行性结论..... 129

资料来源说明..... 131

1、引用资料..... 131

2、现场勘查记录..... 132

1 概述

1.1 论证工作由来

洋浦港位于海南省西北部儋州市洋浦经济开发区内，是海南省西北部工业走廊重要出海口和国家一类开放口岸。洋浦港区区位优势明显，处于北部湾中心地带和新加坡-香港-上海-大阪国际海运主航线的中间位置，与北部湾地区 20 多个主要港口城市直线距离不超过 200 海里，是海上丝绸之路的战略支点和我国面向东南亚的航运枢纽、物流中心和出口加工基地。

为贯彻落实国家及海南省关于洋浦港的发展定位与建设要求，助力洋浦港区域国际集装箱枢纽港的建设，洋浦国际集装箱码头有限公司计划启动“海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程”（原名称为“西部陆海新通道洋浦国际集装箱枢纽港扩建工程”，以下简称“扩建工程”）。该扩建工程位于海南省西部洋浦湾内洋浦港小铲滩作业区南部，小铲滩起步工程以西。该扩建工程涉及新增围填海，并且需要开展港池疏浚作业等，主要建设内容有码头、防波堤、港池疏浚、陆域建设及配套工程。

扩建工程周边海域存在珊瑚礁、红树林等典型生态系统，历史上曾是珍稀保护物种-白蝶贝的传统分布区。根据《国务院关于加强滨海湿地保护严格管控围填海的通知》（国发〔2018〕24 号）要求，“新增围填海项目要同步强化生态保护修复，边施工边修复，最大程度避免降低生态系统服务功能”。《海南省贯彻落实国家海洋督察反馈意见整改方案》《国家生态文明试验区（海南）实施方案》《海南省“十四五”生态环境保护规划》《海南省自然资源资产产权制度改革实施方案》等均提出严格管控围填海建设、加强海洋环境资源保护与修复。

扩建工程的建设单位积极贯彻落实国家战略方针要求，牢固树立和践行“绿水青山就是金山银山”的理念，坚持节约资源和保护环境的基本国策，遵循保护优先、节约利用、陆海统筹、科学整治、绿色共享原则，在申请扩建工程用海审批的同时，积极筹备开展海洋生态保护修复工作。根据《海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程珊瑚礁、红树林和白蝶贝生态影响评估报告》（2022 年 6 月），扩建工程中填海造地及港池疏浚等施工将会对所在区域及周边的珊瑚礁、红树林以及白蝶贝等重要、敏感生态系统产生一定的影响和破坏，其中对珊瑚礁生态系

统的破坏最明显，需强化生态保护修复措施，最大程度的避免生态系统服务功能降低。在现场考察、调研以及收集相关资料的基础上，结合扩建工程建设产生的生态问题，编制了《海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程珊瑚礁生态修复项目实施方案》。

根据《海南省实施<中华人民共和国海域使用管理法>办法》《海南省海域使用权审批出让管理办法》和《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的规定和要求，为了能合理、科学地使用海域，保障项目得以顺利实施，需要对“海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程珊瑚礁生态修复项目”进行海域使用论证，在项目建设单位海南港航国际港务有限公司的委托下，海南近海工程咨询有限公司承担了项目论证工作。我公司研究了有关技术文件和项目基础资料，收集了历史和现状资料，进行了现场踏勘，根据有关技术规范，从自然环境、社会环境、海洋功能区划、生态保护等方面综合分析该项目用海的可行性，在此基础上编制了《海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程珊瑚礁生态修复项目海域使用论证报告书》。

1.2 论证依据

1.2.1 法律法规

- 1) 《中华人民共和国海域使用管理法》，全国人大常委会，主席令第61号，2002年1月施行；
- 2) 《中华人民共和国海上交通安全法》，全国人大常委会，2021年9月施行；
- 3) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，全国人大常委会，2023年10月24日修订；
- 4) 《中华人民共和国港口法》，全国人大常委会，主席令第5号，2018年12月施行；
- 5) 《中华人民共和国渔业法》，全国人大常委会，主席令第25号，2013年12月施行；
- 6) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，全国人大常委会，2020年9月1日施行；

- 7) 《中华人民共和国渔港水域交通安全管理条例》国务院，国务院令第 38 号，2019 年 3 月修订；
- 8) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，国务院，国务院令第 475 号，2018 年 3 月修订；
- 9) 《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》，国务院，国务院令第 62 号，2018 年 3 月修订；
- 10) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》，国务院，国务院令第 561 号，2018 年 3 月修订；
- 11) 《国务院办公厅关于沿海省、自治区、直辖市审批项目用海有关问题的通知》，国务院办公厅，国办发〔2002〕36 号，2002 年 7 月 6 日施行；
- 12) 《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》，自然资源部，2021 年 1 月；
- 13) 《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》，自然资源部办公厅，自然资办函〔2022〕2207 号，2022 年 10 月 14 日；
- 14) 《自然资源部办公厅关于依据“三区三线”划定成果报批建设项目用地用海有关事宜的函》，自然资源部办公厅，自然资办函〔2022〕2072 号，2022 年 9 月 28 日；
- 15) 《海域使用权管理规定》，原国家海洋局，国海发〔2006〕27 号，2007 年 1 月 1 日施行；
- 16) 《海域使用权登记办法》，原国家海洋局，国海发〔2006〕28 号，2007 年 1 月 1 日施行；
- 17) 《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》，交通运输部，2021 年 9 月；
- 18) 《海岸线保护与利用管理办法》，原国家海洋局，2017 年 3 月；
- 19) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，国家发展和改革委员会，自 2024 年 2 月 1 日起施行；
- 20) 《国家海洋局关于进一步规范海域使用论证管理工作的意见》，原国家海洋局，国海规范〔2016〕10 号，2017 年 12 月 29 日；

- 21) 《自然资源部办公厅关于进一步规范项目用海监管工作的函》，自然资源部，自然资办函〔2022〕640号，2022年4月；
- 22) 《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》，自然资源部、生态环境部、国家林业和草原局，自然资发〔2022〕142号，2022年8月16日；
- 23) 《海南经济特区海岸带保护与开发管理规定》，海南省人大常委会，2020年2月1日施行；
- 24) 《海南省人民政府关于印发海南经济特区海岸带保护与利用管理实施细则的通知》，海南省人民政府，琼府〔2022〕22号；
- 25) 《海南省海洋环境保护规定》，海南省人大常委会，2016年3月31日修订；
- 26) 《海南省海域使用权审批出让管理办法》，海南省人民政府，琼府〔2022〕41号，2022年11月16日；
- 27) 《海南省生态保护红线管理规定》，2016年7月29日海南省第五届人民代表大会常务委员会第二十二次会议通过，根据2022年5月31日海南省第六届人民代表大会常务委员会第三十六次会议修正；
- 28) 《海南省人民政府关于印发海南省生态红线准入管理目录（修订）的通告》，海南省人民政府办公厅，琼府办〔2023〕4号，2023年1月17日；

1.2.2 相关规划

- 1) 《海南省国土空间规划（2021-2035年）》，海南省人民政府，2023年9月；
- 2) 《海南省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》，海南省人民政府，2025年4月；
- 3) 《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035年）》，海南省自然资源和规划厅，2022年4月；
- 4) 《海南省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，海南省第六届人民代表大会，2021年1月；
- 5) 《海南省海洋经济发展“十四五”规划（2021-2025年）》，海南省人民

政府，2021 年 6 月；

- 6) 《海南省“十四五”生态环境保护规划》，海南省人民政府办公厅，琼府办〔2021〕36 号，2021 年 7 月；
- 7) 《儋州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，儋州市人民政府，2023 年 8 月。

1.2.3 标准规范

- 1) 《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）；
- 2) 《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）；
- 3) 《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》，自然资源部，自然资发〔2023〕234 号，2023 年 11 月；
- 4) 《海域使用面积测量规范》（HY/T 070-2022）；
- 5) 《海域使用分类》（HY/T 123-2009）；
- 6) 《宗海图编绘技术规范》（HY/T 251-2018）；
- 7) 《中国海图图式》（GB 12319-2022）；
- 8) 《海洋监测规范》（GB 17378-2007）；
- 9) 《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）；
- 10) 《海水水质标准》（GB 3097-1997）；
- 11) 《海洋生物质量》（GB 18421-2001）；
- 12) 《海洋沉积物质量标准》（GB 18668-2002）；
- 13) 《近岸海域环境监测技术规范》（HJ 442-2020）；
- 14) 《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）；
- 15) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，国家海洋局，2002 年 4 月；
- 16) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）；
- 17) 《珊瑚礁生态监测技术规程》（HY/T 082-2005）；
- 18) 《海洋生物生态调查技术规程》，国家海洋局 908 专项办公室，海洋生物生态调查技术规程 [M]. 北京：海洋出版社，2006:62-64；

- 19) 《水生生物增殖放流技术规程》(SC/T 9401-2010);
- 20) 《人工鱼礁建设技术规范》(SC/T 9416-2014);
- 21) 《海洋工程地形测量规范》(GB 17501-2017)。

1.2.4 项目技术资料

- 1) 《海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程珊瑚礁生态修复项目实施
方案》，广东海洋大学深圳研究院，2023 年 3 月；
- 2) 《儋州白马井附近海域海洋环境现状秋季水文动力调查技术报告》，海
南安纳检测技术有限公司，2020 年 10 月；
- 3) 《洋浦港小铲滩码头扩建工程岸滩演变分析专题研究报告》，天津科思
特海洋科技有限公司，2022 年 6 月；
- 4) 《洋浦经济开发区、儋州工业园环境质量状况评估报告》，海南国为亿
科环境有限公司，2023 年 3 月；
- 5) 《海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程（一阶段）环境跟踪监测项
目评价报告（2023 年秋季）》，大连华信理化检测中心有限公司，2024 年
3 月；
- 6) 《海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程珊瑚礁生态修复项目第三
方跟踪监测及效果评估跟踪监测成果报告（第一年）》，国家海洋局海口
海洋环境监测中心站，2024 年 7 月；
- 7) 建设单位提供的其他资料。

1.3 论证等级和范围

1.3.1 论证等级

1.3.1.1 用海方式界定

根据《海域使用分类》(HY/T 123-2009) 确定项目海域使用类型为其他用海（一级类）中的其他用海（二级类），人工礁体用海方式为透水构筑物，自然增殖区用海方式为开放式养殖。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》确定用地用海类型为特殊用海（一级类）中的海洋保护修复及海岸防护

工程用海（二级类）。具体用海内容、用海类型及用海方式见表 1.3.1-1 所示。

表 1.3.1-1 项目的用海类型、用海内容和用海方式

用海类型		具体用海内容	用海方式	
一级类	二级类		一级类	二级类
其他用海	其他用海		开放式	开放式养殖
			构筑物	透水构筑物

1.3.1.2 海域使用论证等级界定

项目拟申请用海面积为 22.2275 公顷，其中涉及的用海方式为透水构筑物用海（人工礁体）1.2708 公顷和开放式养殖用海（自然增殖用海）20.9567 公顷。根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）中的海域使用论证工作等级判据，分析透水构筑物和开放式养殖的规模，如表 1.3.1-2。

同一项目用海按不同用海方式、用海规模所判定的等级不一致时，采用就高不就低的原则确定论证等级。经判定，项目最终论证等级为二级，应编制海域使用论证报告书。

表 1.3.1-2 论证工作等级判定

一级用海方式	二级用海方式	项目用海规模	论证等级判据			确定项目论证等级
			用海规模	所在海域特征	论证等级	
构筑物	人工鱼礁	用海面积 1.2708 公顷	用海面积 ≥ 50 公顷	所有海域	一	二
			用海面积 < 50 公顷	所有海域	二	
开放式	开放式养殖	用海面积 20.9567 公顷	用海面积 ≥ 700 公顷	所有海域	二	
			用海面积 < 700 公顷	所有海域	三	

注：引自《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的表 1。

1.3.2 论证范围

根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023），论证范围应依据项目用海情况、所在海域特征及周边海域开发利用现状等确定，应覆盖项目用海可能影响到的全部区域。一般情况下，论证范围以项目用海外缘线为起点进行划定，二级论证向外扩展 8km。

结合项目用海特点、周边开发利用现状以及项目工程实施可能影响的范围，确定项目论证范围以项目场址包络线为基准，分别向北、向西、向南外扩 8km。论证范围见图 1.3.2-1，论证范围边界点坐标见表 1.3.2-1，论证范围面积约 236.76km²。

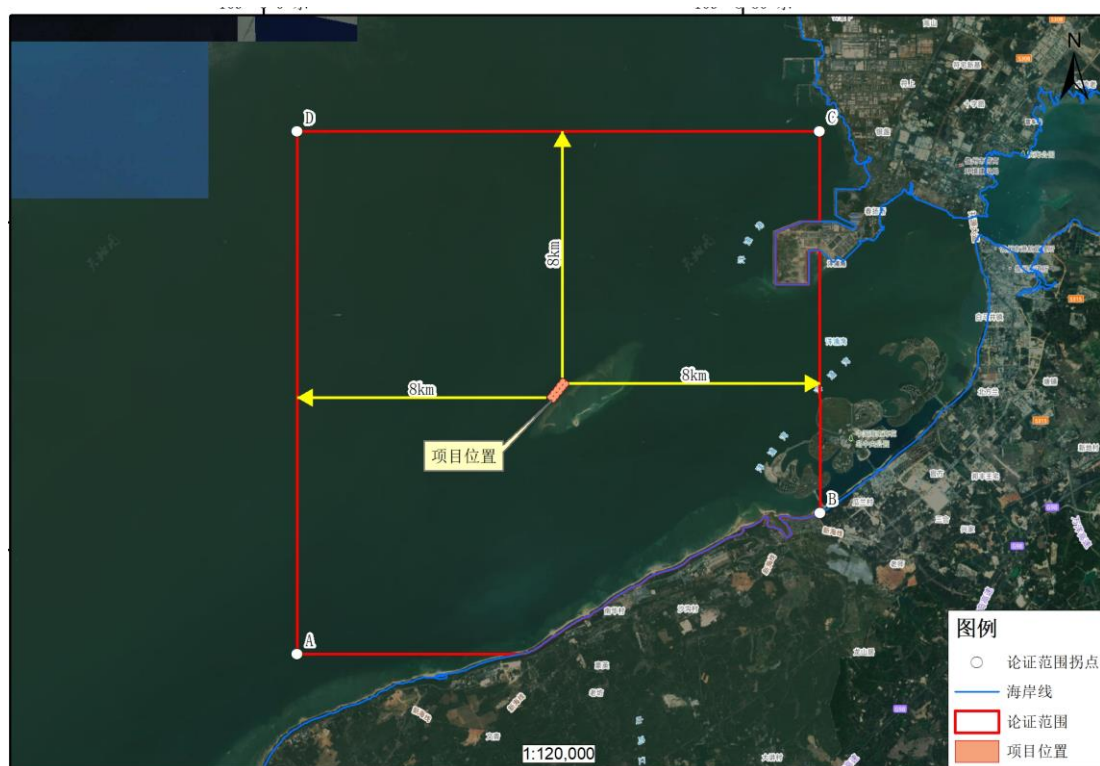


图 1.3.2-1 论证范围图

表 1.3.2-1 论证范围边界控制点坐标

编号	经度	纬度
A		
B		
C		
D		

1.4 论证重点

项目用海类型为其他用海（一级类）中的其他用海（二级类）；论证等级为一级。根据《海域使用论证技术导则》中的海域使用论证重点，结合项目具体情况确定论证重点如下：

- （1）用海必要性；
- （2）用海方式合理性；
- （3）用海面积合理性；
- （4）海域开发利用协调分析
- （5）资源环境影响。

表 1.4-1 海域使用论证重点

海域使用类型		论证重点							
		用海必要性	选址 (线) 合理性	平面 布置 合理性	用海 方式 合理性	用海 面积 合理性	海域开 发利用 协调分 析	资源 环境 影响	生态 用海 对策 措施
特殊 用海	其他特 殊用海	▲			▲	▲	▲	▲	

注：引自《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）的表 C.1。

2 项目用海基本情况

2.1 项目建设内容

(1) 项目名称：海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程珊瑚礁生态修复项目

(2) 项目性质：新建

(3) 投资主体：海南港航国际港务有限公司

(4) 投资额度：1700 万元

(5) 地理位置：海南省儋州市海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区西侧海域。项目地理位置见图 2.1-1。



图 2.1-1 项目地理位置图

(6) 建设内容与规模

项目建设内容包括约 7 万株珊瑚移植、2 万株珊瑚礁补偿修复种植、902 个人工珊瑚礁的制作与投放、10 个珊瑚暂养苗圃的制作与投放、2 套珊瑚礁在线监测系统海区布设工作。

2.2 项目平面布置和主要结构尺度

人工珊瑚礁区设在珊瑚种植区外侧，以平行于种植区边界的形式开展礁体布

局，平行投放人工珊瑚礁群。单体礁之间左右间距 3 米排成行并平行于种植区边界，每 10 个礁体平行于种植区边界投放一行，再以间距 3 米并相互错开的方式排成 5 行，形成一个 50 个单体礁的礁群；每个礁群之间间隔 120 米，共 18 个礁群自西南向东北投放于人工珊瑚礁区。

在人工珊瑚礁实际投放作业时，将在此总体布局的基础上，根据底质类型以及地形情况进行调整，避免将礁体投放在珊瑚礁上，投放过程中强化对自然珊瑚礁的保护措施。



图 2.2-1 项目总平面布置示意图

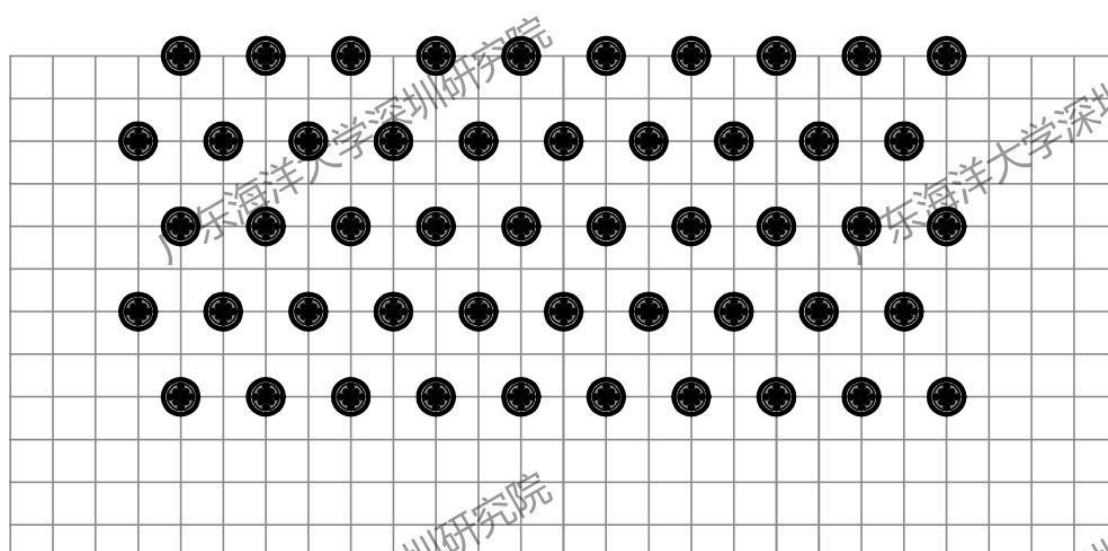
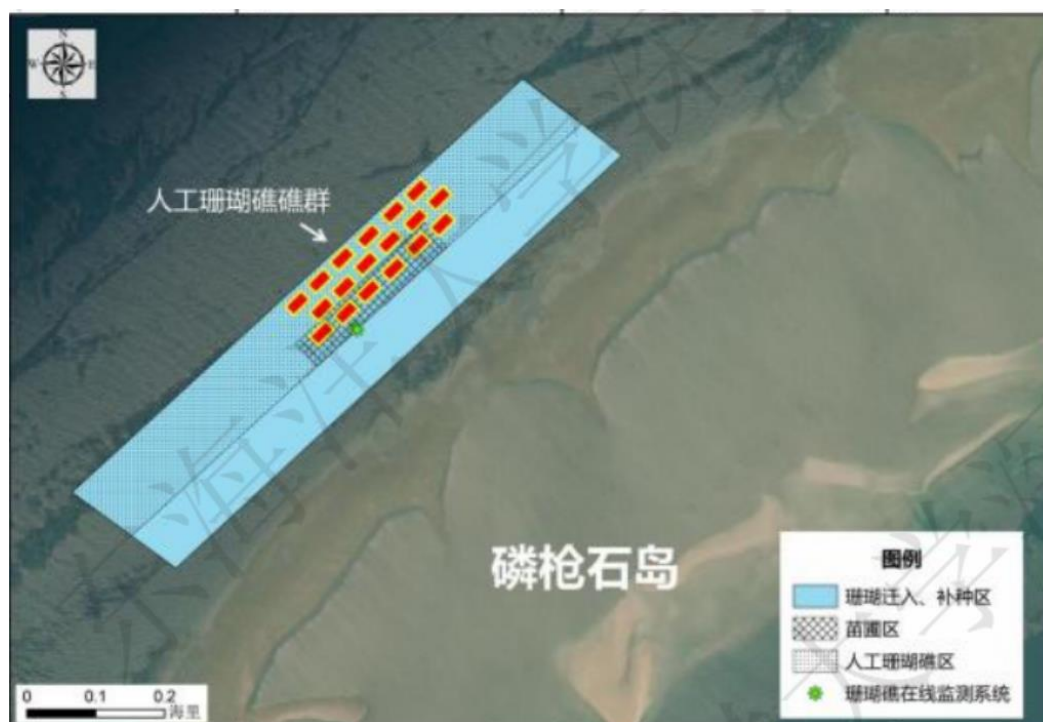




图 2.2-4 珊瑚礁在线监测系统布设位置

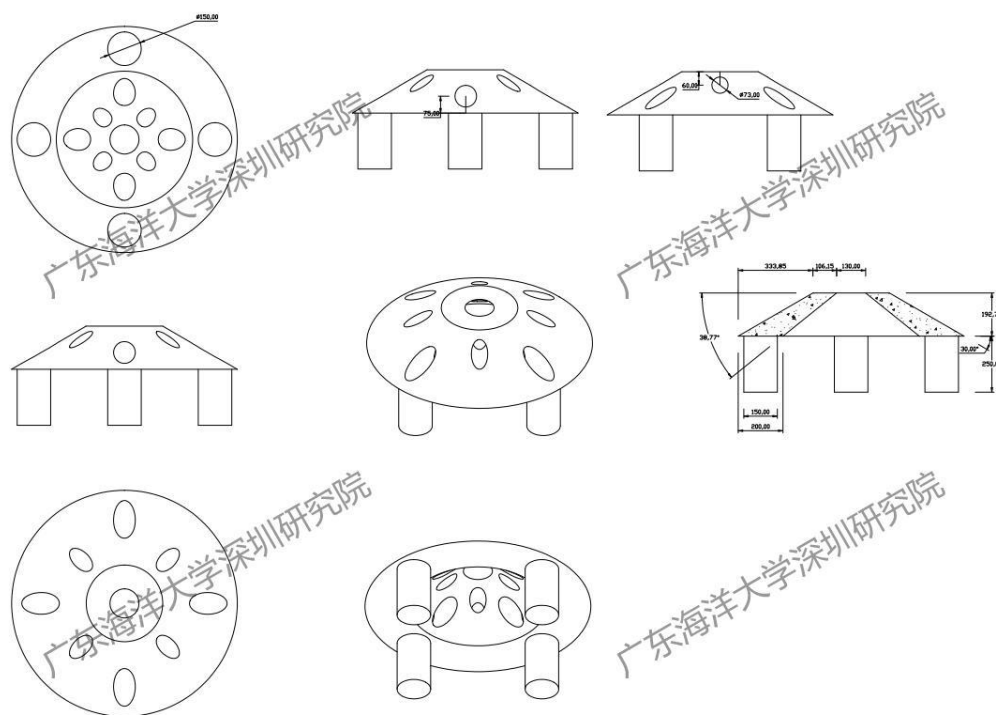


图 2.2-5 人工礁体结构图

礁体整体结构为扁平状半圆锥形，具有多个交流孔和镶嵌板等多维空间结构，规格为下圆直径 1.00m，上圆直径 0.34m，高 0.44m，礁体坡度约为 30° ，体积为 0.062m³，质量约为 150kg，并具有 4 只支撑柱体，抗风浪能力强，聚鱼效果明显。同时，礁体表面贴上陶瓷环或进行表面处理，诱导珊瑚幼虫的附着。礁体寿

命为 30 年。

2.3 项目主要施工工艺和方法

2.3.1 技术路线

本项目珊瑚礁生态修复总体可分为礁体与苗圃投放、珊瑚迁移、珊瑚种植、珊瑚礁在线监测等部分。

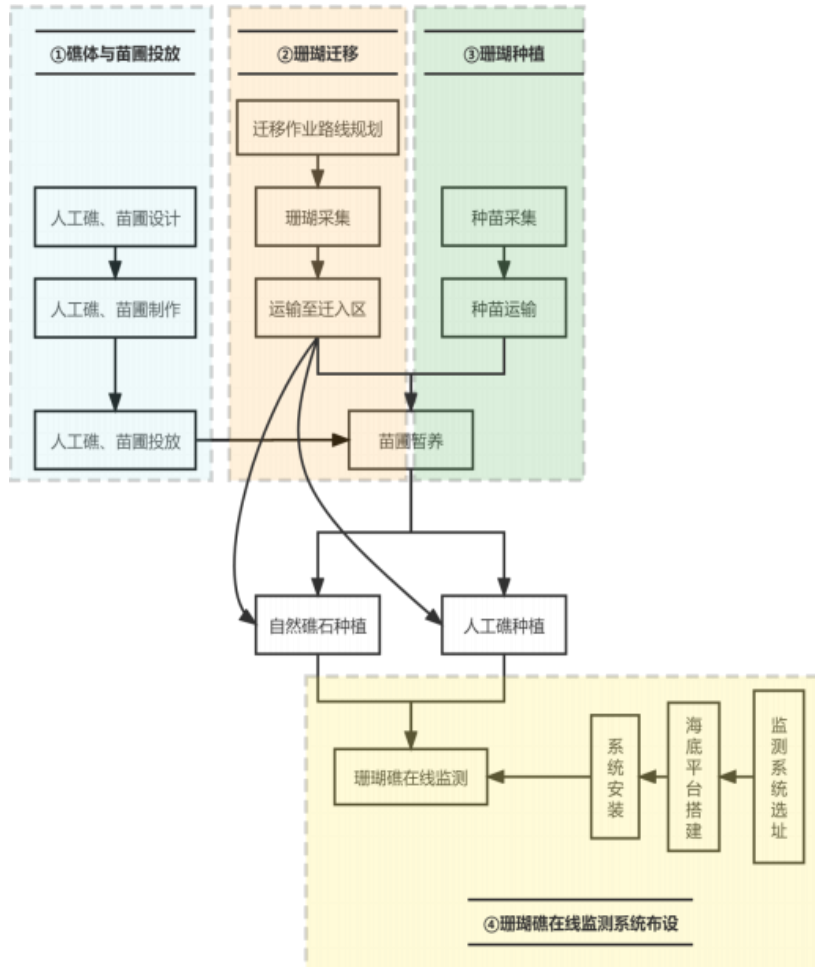


图 2.3.1-1 项目技术路线图

2.3.2 珊瑚迁移

(1) 迁移作业布线规划

项目组派遣专业的潜水调查人员对珊瑚捕捉海域进行珊瑚礁分布区域现状调查评估。摸清石珊瑚分布范围、珊瑚覆盖度、优势种类情况及珊瑚健康状况，为制定捕捉作业布线规划提供指导。

捕捉作业布线规划制定如下：

1.通过前期调查获得捕捉海域的准确石珊瑚分布范围，在石珊瑚分布范围边界布设浮球作为标记（用统一颜色的浮球），为后续作业人员开展水下珊瑚捕捉提供范围标记。

2.在石珊瑚分布区内派遣专业潜水人员布设捕捉样带。捕捉样带平行于海岸线，每条样带长 100m。

3.一条样带左右两侧各 2.5m 所形成的 500m² 的范围为一个捕捉单元。潜水员布设完捕捉样带后在头尾两端升起定位浮球，由调查船上的工作人员对捕捉单元进行编号，并记录具体坐标。同时水下作业的潜水员须沿着样带对每个捕捉单元里的珊瑚情况进行视频拍摄，以获取捕捉前的珊瑚分布情况。

4.每个捕捉单元相互毗邻，直至布线记录到石珊瑚分布区边缘。

（2）迁移珊瑚水下采集

根据捕捉作业布线规划划定的捕捉单元，逐个单元地进行捕捉珊瑚水下采集工作，保证捕捉海区的珊瑚尽可能全部完成迁移。每个捕捉单元派遣 2 名潜水员下水采集，每人负责样带一侧 2.5m 宽范围内的珊瑚捕捉采集。下水作业的潜水员配备相关采集专用工具，同时在每个捕捉单元配置若干个带浮球收集篮，潜水员将捕捉采集的珊瑚统一放置到收集篮内，待完成捕捉单元内的珊瑚采集工作后将收集篮拉回平板运输船，避免捕捉采集的珊瑚处在离水的状态。装有采集珊瑚的收集篮拉回平板运输船后，项目组将会对采集的珊瑚进行数量统计并做好相关记录，同时也将对应数量的记号牌放入收集框内。

根据捕捉采集珊瑚的形态状况采取不同的采集方式，具体操作如下：

1.分枝状珊瑚和叶片状珊瑚采集需要从珊瑚最底部用线锯缓慢切割，使其从底部与生长的珊瑚礁分离。

2.团块状珊瑚采集需要用手持铲、凿子等工具，沿着珊瑚固着边缘无生物组织的部分进行撬动或钻取，保持珊瑚整体的完整性不受破坏损伤，整体进行搬运。

3.表覆形珊瑚的采集需要先使用水下气动切割机，沿着珊瑚边缘将死亡的珊瑚骨骼切断，然后整体转移，尽量避免珊瑚断裂。

4.根据前期专项调查以及潜水摸查，捕捉区域的珊瑚大部分直径小于 50cm，质量小于 20 斤。这部分的珊瑚可以由单人完成捕捉采集工作。对于采集作业过

程中遇到的个体较大（直径大于 50cm）、难以采集的珊瑚，使用 GPS 定位记录相应坐标，待捕捉单元内的其他珊瑚全部采集完成后，由多个潜水员共同协作进行捕捉采集。对于质量 20 斤以上 500 斤以下的珊瑚，将采取多个人协助的方式，采取对珊瑚各个方向打孔后翘起，使其脱离，再使用充气浮球进行采集转运；对质量大于 500 斤的珊瑚，采取切割的方式分割成适合大小的小块珊瑚进行采集转运。

5.同时，在捕捉采集大块珊瑚的过程中不可避免会出现因为采集操作带来的小块碎片断裂的现象，捕捉人员将随身携带样品袋进行收集封装，后续转运到珊瑚苗圃上进行暂养过渡，待其状态恢复后进行种植。

单个捕捉单元珊瑚采集完毕后，还需要其中一名潜水员再沿样带进行检查确认，同时拍摄采集完成后的每个捕捉单元的底质情况视频。确认该捕捉单元内所有的珊瑚采集完毕后再进行下一捕捉单元的作业。

通过浮球收集篮运回的珊瑚在搬至平板运输船前由船上的工作人员进行计数登记和拍照，并在篮中放入对应数量的记号牌，为后期种植做准备。再转移至平板运输船的活水舱内。

（3）迁移珊瑚运输

根据《珊瑚礁生态修复技术》（中国海洋出版社）中有关移植造礁石珊瑚的运输内容，捕捉珊瑚在采集地运输到移植区域过程因浸没在温度不超过 30° C 的适宜、富氧的新鲜海水中，运输时间应该尽量短。在无合适浸没海水条件时，也可通过保持遮阴并间歇性喷洒海水或盖上湿毛巾等方法进行运输，运输时间不超过 60 分钟。本项目珊瑚捕捉地与迁入地（珊瑚种植区）相距约 7km，根据实际情况选择具备活水舱的平板运输船开展珊瑚迁移运输工作，既能保证迁移运输的时间少于 60 分钟，保障运输珊瑚的存活率和完整性，又便于大量迁移珊瑚的顺利运输，提高项目迁移的工作效率。平板运输船上每个运输活水舱体体积在 4m³ 以上，配备打氧、控温和遮阴功能。活水舱内可以根据舱体的情况，搭建数层支架，叠放多层珊瑚个体，同时支架支撑能够避免珊瑚个体相互挤压、碰撞，保证珊瑚的完整性。放置珊瑚时应逐一将珊瑚放入活水舱中，并摆放平整。避免直接将整筐珊瑚倾倒入活水舱内，破坏珊瑚个体，造成珊瑚堆叠。同时开展迁移珊瑚运输应选择天气较好、海浪平静的时间运输珊瑚，避免因海浪影响，造成船只摇

摆，活水舱内的珊瑚相互碰撞、堆叠。在运输时间过程中，需要每 10 分钟观察活水舱内珊瑚状况一次，确保珊瑚状况正常。

（4）迁移珊瑚种植

当平板运输船只抵达珊瑚种植区后，将珊瑚从活水舱内取出，并重新放入收集筐内由潜水员搬运至珊瑚种植区海底。重新放入筐筐时注意不对捕捉珊瑚进行堆叠，同时可按照珊瑚的相同种类或形态进行重新分类摆放到同一收集筐中。由于少量捕捉珊瑚会出现状态较差的情况，迁入后需要进行海区适宜性暂养过渡以适应新的环境，因此需要通过苗圃培育的方式将这些状态较差的珊瑚或珊瑚断枝通过珊瑚培育底托或扎带固定在该海区已搭建好的珊瑚苗圃上，让其在较短时间内恢复适应迁入海区的生态环境，减少迁入珊瑚的死亡率。待其适应后进行自然礁石原位种植或人工珊瑚礁种植。

根据《珊瑚礁生态修复技术》（中国海洋出版社）中有关造礁石珊瑚的固定及基底的选择内容，迁移珊瑚种植的方法和固定基底的选择需综合考虑移植对象的特点和底播区的底质、环境因素。项目组拟定采用钢钉固定和珊瑚胶泥黏合相结合的形式将恢复的珊瑚种植到珊瑚种植区的自然礁石或人工珊瑚礁上。珊瑚种植时需清除礁石或人工珊瑚礁上不利珊瑚生长的藻类或敌害生物。珊瑚种植时宜将同种珊瑚种植于同一礁基上，利于后期珊瑚进行融合。

2.3.3 人工珊瑚礁投放

（1）出运装船点位置

本项目人工珊瑚礁出运装船点位置如下图所示，使用岸上吊臂车，将人工珊瑚礁吊放至运输船上。经前期调查及现场调研，该装船点为水泥石砌堤岸，岸上有渔船绑系用小木桩，岸上可通行运输车辆，前沿水深 2-3m，可满足本项目运输船停靠及珊瑚礁装船需求。



(2) 礁体吊装

吊装预制礁体前，由质量检测技术人员对预制礁体进行检查，查看人工珊瑚礁的型号、数量、编号等，不符合技术要求时应予修整和清理；吊装预制礁体时，应采取必要的保护措施，不得对礁体构件造成损坏；预制礁体吊装采用三点起吊，强度必须达到设计要求，吊装前应对场地进行整平压实；对吊装礁体的吊绳强度和长度应提前确定，如吊绳与礁体水平面所成的夹角小于 45° 时，应重新计算礁体和吊点的强度。



图 2.3.3-2 人工珊瑚礁礁体吊装

(3) 海上运输

海上运输要求：运输礁体使用的驳船、吊船、拖船或辅助船必须性能良好、证书齐全，配备足额具有资格证书的船员；选择风力 ≤ 7 级（蒲氏风力分级）、能见度 $\geq 1000\text{m}$ 的海况条件，确保运输安全；礁体装船时，礁体之间、礁体与船甲板之间采取必要的加固措施，防止礁体滑移；运输船舶在任何时候都应以安全航速行驶。

海上运输航线：本项目珊瑚礁运输船自装船点出发后，先沿 10#危险品锚地北侧水域航行，驶过 10#锚地后，向左转向，在 9#锚地与 10#锚地之间航行，驶过洋浦航道延长线，最后到达珊瑚礁投放水域，航程约 7.8nm。航行过程避免穿越锚地及航道水域

(3) 人工珊瑚礁投放

运输船驶至投放区域，进行精确定位后开始抛锚，抛锚时对地余速控制在 1.0 节以下，由于锚地水深较深先用绞锚机出链 2 节甲板，然后抛锚并倒车使船停住略有后退至锚链吃力，边松锚链，直到 7 节入水刹住，船舶对地余速为零。抛锚确定船舶稳定后才可进行投放工作。投放过程如需要挪动船舶，必须先进行收锚，

收锚结束后再挪动船舶，船舶挪动到指定区域后，再重复抛锚步骤。待船舶稳定后才可进行投放工作。

珊瑚礁投放前应在投放区边缘布置浮标灯，直到礁体投放完成或特别指定的时间。礁体投放时，由吊臂操作员根据潜水员的指示确定礁体投放位置。礁体投放完毕后，应清除所有的临时设施，包括浮标灯。礁区建成后，必须在礁区边角设置渔业标志，浮标数目因礁区大小而异。珊瑚礁投放时必须控制吊臂工作幅度不大于 10m，如无法满足吊臂工作幅度，应适当挪动船舶位置。具体投放步骤如下：

a. 设定珊瑚礁单体拟投点的 GPS 坐标，并根据设定的 GPS 坐标将装载有定位设备的定位船逆流驶至拟投点；

b. 潜水员根据坐标潜入海底，寻找坐标点周围 5m 以内地势平整、没有珊瑚礁分布的区域，在此区域升上一个浮球标志物并将绳端固定；

c. 将投礁船行驶至船侧与浮球标志物之间的水平间距小于吊臂长度的位置，但应与浮球标志物保持一定距离，然后将投放船以首尾抛锚方式锚泊；

d. 将人工珊瑚礁固定在吊钩上，然后使用吊臂将其吊离甲板，并使其起吊后保持平衡；

e. 将吊起的珊瑚礁单体慢速平移至浮球标志物的正上方；

f. 四名潜水员围在浮球标志物周围，使用吊臂将人工珊瑚礁缓慢匀速地下降至礁体触碰水面的高度，由 4 名潜水员扶住礁体，再将人工珊瑚礁缓慢投放；由另 1 名潜水员（信号员）负责吊臂操作员与潜水员之间的沟通与信号传递，潜水员在礁体下沉的过程中对礁体的落点进行调整，使其准确地落在浮球标记点，确保礁体的稳定性以及自然珊瑚礁的安全；

g. 礁体完全下落后，潜水员将礁体脱钩，随后由信号员指挥吊臂操作员慢速收起吊钩；

h. 礁体投放完成后，潜水员对投放的礁体进行检查，确认其是否投放到指定位置和是否压到海区的珊瑚礁。如果其位置不对或压到海域的珊瑚礁，潜水员使用装置对其位置进行迁移调整；

i. 重复步骤 a-h.，直至所有人工珊瑚礁投放完毕。保证整个工程质量达到设计要求。

该投放技术方法已在华南沿岸海域进行了上千次人工珊瑚礁投放实践，不仅可以在珊瑚礁边缘或无珊瑚礁的沙质底质海区高效操作，布设人工珊瑚礁群，也可在珊瑚礁分布海域进行精准化操作，减少人工礁体投放对原生珊瑚礁的损害。

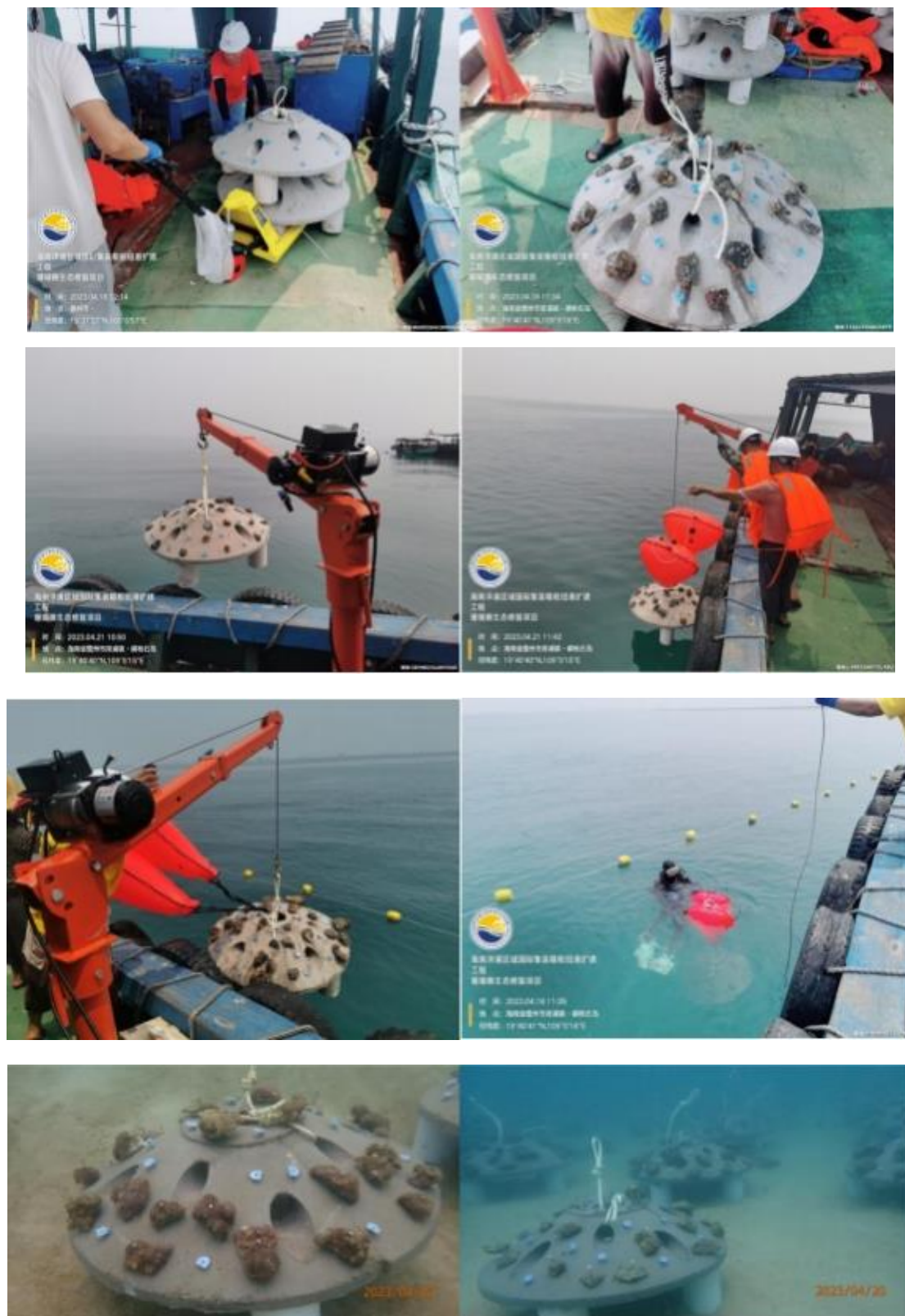


图 2.3.3-3 人工珊瑚礁海区定点投放

2.3.4 珊瑚礁补偿修复种植

(1) 珊瑚种苗来源

本项目珊瑚种苗来源于：1) 广东海洋大学深圳研究院在自然海区大规模人工培育的珊瑚母株，珊瑚母株种类包括滨珊瑚、盔形珊瑚、伯孔珊瑚和鹿角珊瑚等项目相关的修复种类；2) 迁移过程中产生的珊瑚碎片，经人工培育后作为种苗来源。

依据以上有关规范和标准，同时结合项目需求，本项目拟种植的珊瑚种苗规格为团块形珊瑚：直径 $>4\text{cm}$ ；板叶形：直径 $>4\text{cm}$ 。

1) 珊瑚种苗资质保障

广东海洋大学深圳研究院从 2015 年开始培育珊瑚母株，至今累计已有各子代珊瑚母株数量 40000 株以上，为农业农村部批准的珍稀濒危水生动物增殖放流苗种供应单位（石珊瑚），是全国唯一一个石珊瑚增殖放流种苗供用单位。拥有《中华人民共和国水生野生动物驯养繁殖许可证》（石珊瑚）、《中华人民共和国水生野生动物经营利用许可证》（石珊瑚）、“全国海洋珍稀濒危野生动物救护基地”、中国珊瑚保护联盟副主任委员单位、南海区海洋牧场珊瑚礁建设和产业开发工作站、“广东省水生野生动物救护基地”《中华人民共和国水生野生动物特许捕捉证》（石珊瑚）等资质条件，同时还是《海洋牧场珊瑚礁建设技术规范》（T/SCSF0010-2021）编制牵头单位，相关资质条件和亲本种苗数量符合该项目珊瑚母株供应的要求。



(2) 实施方法

在珊瑚礁退化区域选择岩石、死亡礁石作为基质，针对不同珊瑚种类、尺寸和应用场景，采用钢钉固定和水下胶泥黏合相结合的方法，简化水下作业难度，实现珊瑚种植操作的简单化、快速化、工程化和规模化。

1) 珊瑚苗圃暂养恢复

生态补偿修复种植的珊瑚种苗以及珊瑚迁移过程中采集的珊瑚断枝先转移至珊瑚苗圃上暂养，待适应后快速转移到珊瑚种植区。



图 2.3.4-1 珊瑚苗圃暂养恢复

2) 自然岩礁选择与清理

选择水深适宜的天然岩礁作为种植基质，同时清除礁石表面附着的藤壶、藻类以及沉积物等，以促进胶泥黏合，减少其他生物对种植珊瑚种苗生长的影响。

3) 自然礁石原位种植

由于本项目补偿修复种植选用的 8 属的造礁石珊瑚种类为团块状或扁平状珊瑚，采取钢钉固定和水下胶泥黏合相结合的方法，使其能快速稳定地固定在原位礁石上，加强种植珊瑚的抗水流能力，提升种植珊瑚的稳固性和存活率；同时，根据不同珊瑚种类的生长习性及其竞争优势，开展同种珊瑚联合种植。

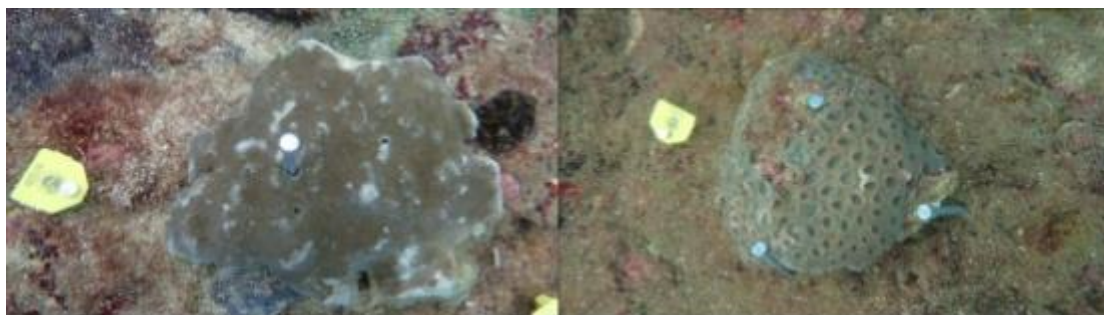


图 2.3.4-2 自然礁石原位种植

(3) 投礁前珊瑚固定种植

由于本项目补偿修复种植选用的 8 属的造礁石珊瑚种类为团块状或扁平状珊瑚，采取钢钉固定和水下胶泥黏合相结合的方法，操作方法如下：先由作业人员制备好需要黏合的胶泥并在礁盘表面用钢钉固定好将要种植珊瑚的标签记号牌。随后从活水仓中取出种植珊瑚使其短暂处于离水状态，由 4-5 个作业人员快速将种植珊瑚固定在标签记号牌下方的礁体表面，并用珊瑚胶泥进行黏合固定。

尺寸较大的种植珊瑚还需作业人员使用气动钻机在珊瑚底部中央打一个孔，并用钢钉穿过植入礁体表面。这种种植方式可以加强种植珊瑚的抗水流能力，提升种植珊瑚的稳固性和存活率；同时，根据不同种类珊瑚生长习性及其竞争优势，采用同一礁盘种植同种珊瑚的联合种植模式，后期根据珊瑚同种融合原理，快速连结成片，促进人工珊瑚礁短时间内形成具有较高初级生产力的“活礁”。一个礁体种植固定20-30株珊瑚。完成种植后由投礁人员将该礁体吊入投放海区进行投放。



图 2.3.4-3 人工珊瑚礁种植

2.3.5 施工进度

项目进度计划见下表。

序号	项目	工期	2022年					2023年					2024年					2025年					2026年					
			12月	1月	2月	3月	4月	5月	6-12月	1-4月	5月	6-12月	1-4月	5月	6-12月	1-4月	5月	6-12月	1-4月	5月	6-12月							
1	合同签订	2周																										
2	项目相关审批材料准备	3周																										
3	合同签订	1周																										
4	项目方案编制	4周																										
5	项目方案专家评审	1周																										
6	项目相关审批手续办理	5周																										
7	项目海域使用论证	5周																										
8	工程地质及海洋工程地质	2周																										
9	工程化设施搭建	3周																										
10	珊瑚礁生态种植	4周																										
11	人工珊瑚礁、海藻设计与模拟制作	2周																										
12	人工珊瑚礁、海藻设计与投放	8周																										
13	珊瑚礁生态种植	8周																										
14	珊瑚礁生态种植种植	7周																										
15	珊瑚礁生态种植系统布设	4周																										
16	日常管理与维护	136周																										
17	项目成果验收	16周																										
18	项目效果评估	12周																										
19	报告编制及项目验收	4周																										

2.4 项目用海需求

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》(自然资发〔2023〕234号),项目用海类型为特殊用海(一级类)中的海洋保护修复及海岸防护工程用海(二级类);根据《海域使用分类》(HY/T123-2009),项目用海类型为其他用海(一级类)中的其他用海(二级类),人工珊瑚礁用海方式为构筑物(一级方式)中的透水构筑物(二级方式)及开放式(一级方式)中的开放式养殖(二级方式)。

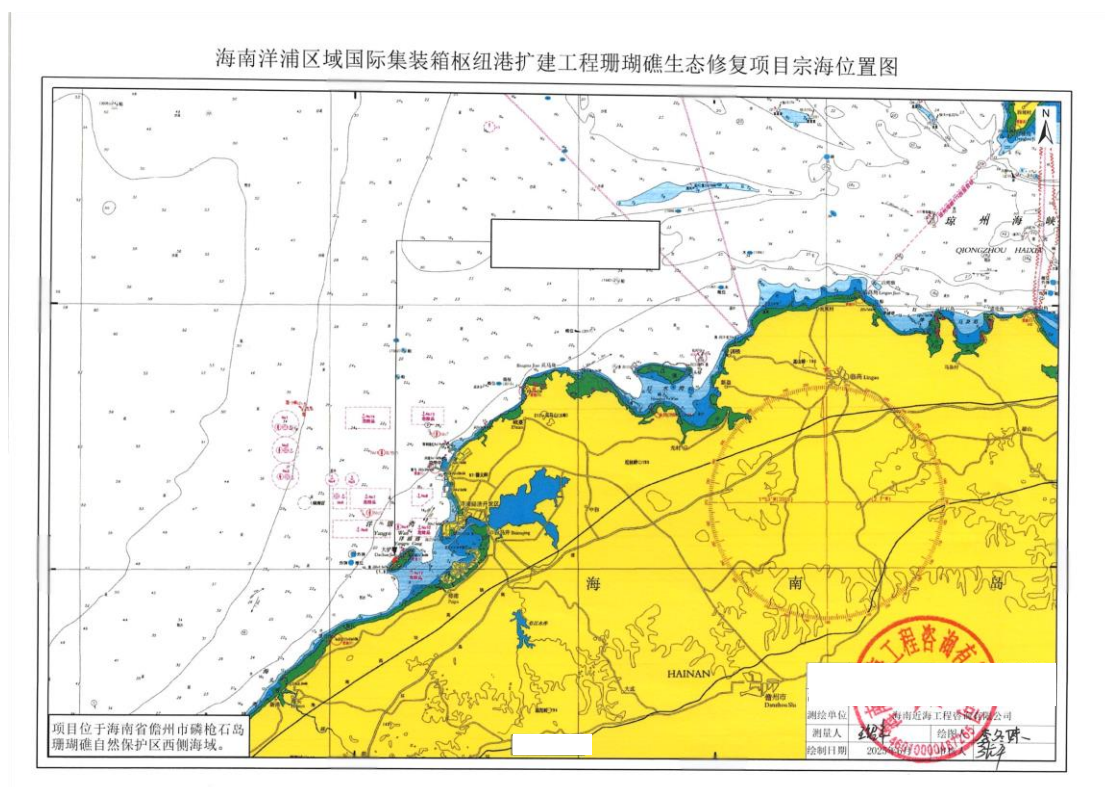


图 1.4-1 项目拟申请宗海位置图

2.5 项目用海必要性

2.5.1 规划符合性

2.5.1.1 项目用海与《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035 年）》的符合性分析

2020 年 6 月 3 日，国家发展改革委、自然资源部发布了《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035 年）》。《规划》中的“专栏 4-7 海岸带生态保护和修复重点工程”包括“2 海南岛重要生态系统保护和修复：全面保护修复热带雨林生态系统，加强珍稀濒危野生动植物栖息地保护恢复，建设生物多样性保护和河流生态廊道。以红树林、珊瑚礁、海草床等典型生态系统为重点，加强综合整治和重要生境修复，强化自然岸线、滨海湿地保护和恢复。”

项目为珊瑚礁生态系统修复项目，通过珊瑚移植、人工珊瑚礁投放等措施，减缓港口项目建设对珊瑚的影响，增加珊瑚礁覆盖率和海底生物多样性，改善海洋生态环境，能够提升海南岛海岸带生态系统结构完整性和功能稳定性。

因此，项目用海与《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035 年）》是相符的。

2.5.1.2 项目用海与《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》的符合性分析

2022 年 4 月，海南省自然资源和规划厅发布了《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》。《规划》中“第四章 国土空间生态修复格局”“第三节 重点区域”提出“二、海岸带生态保护修复重点区域：综合考虑自然保护区、生态敏感区等重点区域，以重要河口、潟湖、海湾、滨海湿地、红树林、珊瑚礁、海草床等典型海洋生态系统为主，包括海口南渡江口、昌江昌化江口、海口湾、三亚湾、东方墩头湾、临高后水湾、澄迈湾等区域的重要河口海湾；海口东寨港、文昌清澜港、琼海长坡镇和潭门镇、三亚梅港及三亚河、儋州新英湾、洋浦港、澄迈花场湾等区域的红树林湿地；三亚湾西岛、陵水分界洲岛、儋州大铲尾和大沙等区域的珊瑚礁；分布在文昌湖心港、琼海龙湾港、陵水黎安港和新村港等区域的海草床；三亚亚龙湾、文昌锦心角及潮滩鼻、琼海龙湾港、万宁月岛、乐东龙栖湾中灶村一老高园村等岸段的砂质岸线”；

项目为珊瑚礁生态系统修复项目，通过珊瑚移植、人工珊瑚礁投放等措施，减缓港口项目建设对珊瑚的影响，恢复海洋生物资源，是实现构建海洋生态安全格局的重要一环，对于恢复区域珊瑚礁生态系统具有重大意义。且已被纳入《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》中专栏 5-2 海岸带生态保护修复重大工程。

因此，项目用海与《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》是相符的。

图 2.5.1-1 项目用海与《海南省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》关系位置图

2.5.2 建设必要性

2.5.2.1 项目建设是贯彻落实党中央重大决策部署的具体实践

国家主席习近平强调，建设海洋强国是实现中华民族伟大复兴的重大战略任务，他对此做出多次批示，强调将其融入“两个一百年”奋斗目标，而海洋生态环境保护又是其中的重要组成部分。

党的二十大报告明确提出：发展海洋经济，保护海洋生态环境，加快建设海洋强国；习近平总书记在海南“4.13”讲话中明确指出，海南是海洋大省，要坚定走人海和谐、合作共赢的发展道路；支持海南建设国家生态文明试验区，要实行最严格的生态环境保护制度，构建高效统一的规划管理体系，率先建立现代生态环境和资源保护监管体制；要严格保护海洋生态环境，建立健全陆海统筹的生态系统保护修复和污染防治区域联动机制。

中央财经委员会第三次会议强调“实施海岸带保护修复工程，建设生态海堤，提升抵御台风、风暴潮等海洋生态灾害能力”。中央财经委员会第九次会议指出“有效发挥森林、草原、湿地、海洋、土壤、冻土的固碳作用，提升生态系统碳汇增量”。

项目秉持“生态优先、绿色发展”理念，拟实施珊瑚礁修复工程，积极落实我国海洋生态文明建设、落实习总书记提出的加大生态系统保护力度、实施重要生态系统保护和修复重大工程的具体举措，符合国家生态文明建设精神，是落实党中央、国务院关于生态文明建设顶层设计的具体实践。

2.5.2.2 项目建设是落实海南岛海岸带生态保护和修复的重要举措

2020 年中央全面深化改革委员会第十三次会议审议通过的《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021-2035 年）》，其中环海南岛属于全国海岸带 12 个重点海洋生态区之一，规划提出实施重要生态系统保护和修复重大工程，海岸带生态保护及修复工程是 9 大重要生态系统保护和修复重大工程之一，具体推进“蓝色海湾”整治，开展退围还海还滩、岸线岸滩修复、河口海湾生态修复、红树林、珊瑚礁等典型海洋生态系统保护修复工程建设。其中海南岛重要生态系统保护和修复专栏提出要“全面保护修复热带雨林生态系统，加强珍稀濒危野生动植物栖息地保护恢复，建设生物多样性保护和河流生态廊道。以红树林、珊瑚礁、海草床等典型生态系统为重点，加强综合整治和重要生境修复，强化自然岸线、滨海湿地保护和恢复”。

项目建设是海南岛重要生态系统保护和修复工程中的重要一环，通过人工礁体投放等措施，增加珊瑚礁覆盖率和海底生物多样性，改善海洋生态环境，同时形成海岸防护屏障，提升海南岛海岸带生态系统结构完整性和功能稳定性。

2.5.2.3 项目建设是实现海洋生态安全格局的重要一环

多年来，海南坚持生态立省，在习近平新时代中国特色社会主义思想指引下，做到五个“坚定不移”：坚定不移坚持“生态立省”、坚定不移严守“生态红线”、坚定不移坚持“海陆统筹”、坚定不移推进“多规合一”改革以及坚定不移鼓励“多样发展”。

《海南省“十四五”生态环境保护规划》明确提出建设“美丽海湾”先行示范区，加强海洋生态系统保护与修复。加强海洋生态系统和海洋生物多样性保护，开展海洋生物多样性调查与观测，恢复修复红树林、海草床、珊瑚礁等典型生态系统，加大重要海洋生物资源及其栖息地保护力度，加强海洋各类保护地建设和规范管理，不断提升海洋生态系统质量和稳定性。

《海南省海洋经济发展“十四五”规划》（2021-2025 年）在完善海洋生态环境保护与治理中提出：强化海洋生态环境保护。推进重点区域、重要生态系统实现集中成片的面上整体保护，结合现状海湾和流域水系分布，打造多条生态廊道，串联陆海生态屏障，全面维护生态系统稳定性和海洋生态服务功能。加强海洋生态系统和海洋生物多样性保护，开展海洋生物多样性调查与观测，恢复红树林、

海草床、珊瑚礁等典型生态系统。构建以海岸带、海岛和自然保护地为支撑的海洋生态安全格局。

项目通过生态修复建设，修复周边海域珊瑚礁资源，改善海域生态环境，恢复海洋生物资源，是实现构建海洋生态安全格局的重要一环。

2.5.2.4 项目建设是修复珊瑚礁生境，提高海岸防灾减灾能力的需要

珊瑚礁是地球上生物多样性及生产力最高的生态系统之一，被认为是海洋中的热带雨林，在海洋生态平衡、渔业资源养护、海洋生物多样性维持、生态旅游观光、海洋药物开发及海岸线保护等方面具有重要价值。造礁石珊瑚作为珊瑚礁生态系统的主要钙化生物之一，是珊瑚礁生态系统重要的框架生物，对于维持珊瑚礁生态系统的生物多样性以及物质循环和能量流动具有决定性作用。但在近年来，世界范围内的珊瑚礁一方面受到人类活动（如过度捕捞、沿岸开发等）的严重干扰和破坏，另一方面还受到海水升温和酸化等全球气候变化的影响。

根据国家海洋局 2006-2010 年全国近岸海域生态监控区专项监测结果中的珊瑚礁主要分布区海南，2010 年监测到的活造礁石珊瑚覆盖度在海南岛东南部平均只有 21.02%、西沙海域平均只有 11.6%，比 2006 年大幅下降，降幅分别达到 48%和 83%，部分区域的珊瑚礁几乎达到了崩溃的程度。崖州湾附近的东钨岛和西鼓岛海域近些年由于极端天气及人类活动等因素影响，局部区域的珊瑚出现珊瑚白化和病害现象，珊瑚生态系统整体呈现退化现象，亟须开展人工修复，以扭转退化趋势，维持珊瑚礁生态系统的稳定性。

项目通过科学地投放人工珊瑚礁、移植和种植珊瑚等措施，有效改善海域生态环境，改善水质，增加珊瑚礁区生物多样性，起到防浪抗浪的作用，达到稳固海岸的目的。

2.5.3 用海必要性

本项目旨在移植和修复珊瑚和珊瑚礁生态环境。珊瑚礁是海洋生态系统中极为重要的组成部分，不仅为众多海洋生物提供栖息地，还对人类社会具有重要的经济和生态价值。然而，由于气候变化、污染、过度捕捞等多种因素的影响，全球范围内的珊瑚礁正面临严重的退化和破坏。因此，珊瑚礁修复项目显得尤为重要，而用海是实现这一目标的必要条件。

珊瑚礁是海洋生物多样性的热点区域,许多鱼类和其他海洋生物依赖珊瑚礁生存。通过修复珊瑚礁,可以恢复和保护这些生物的栖息地,维持海洋生态系统的平衡。用海是实施这些保护措施的基础。

由于港口工程的建设,其用海及其影响范围的珊瑚将失去生境,必须选择适宜位置开展珊瑚移植工作,并进行珊瑚礁修复工作,减缓项目建设对珊瑚礁生态系统的影响。珊瑚礁修复项目的核心目标是恢复受损的珊瑚礁生态系统。通过在受损区域种植珊瑚苗、建立人工礁体等措施,可以有效促进珊瑚礁的再生。这些措施需要在海洋环境中实施,因此用海是必不可少的。

综上所述,珊瑚礁修复项目的用海必要性在于其对生态恢复、生物多样性保护、经济价值、科学研究以及社会和文化价值的多方面贡献。通过合理用海,可以有效推进珊瑚礁修复工作,实现海洋生态系统的可持续发展。项目用海是十分必要的。

3 项目所在海域概况

3.1 海洋资源概况

3.1.1 海岸线资源

根据《儋州市养殖水域滩涂规划（2019—2030 年）》，儋州市海岸线长约 230.55km，包含新英湾、洋浦湾、后水湾等主要海湾和海头岛、小迪岛等海岛。其中后水湾岸线长约 75.4km，大部分均属于基岩港湾岸线；新英湾是洋浦湾的内湾岸线长 50 多 km。

3.1.2 滩涂资源

根据《儋州市养殖水域滩涂规划（2019—2030 年）》，儋州市目前拥有滩涂面积为 2660.20hm²，其中内陆滩涂面积 2538.20hm²，沿海滩涂面积 122hm²。本项目所在区域周边的滩涂资源主要为滨海湿地和红树林湿地。本项目附近的洋浦经济开发区地区的浅海海底地形变化不大，坡度平缓，有珊瑚礁分布，底质为泥、砂泥、砂和岩礁。滩涂底质以泥砂和砂为主，滩涂上繁育着丰富的浅海生物资源，如：文蛤、贻贝、牡蛎、毛蚶、泥蚶和青膏蟹等。新英、海头等港湾的滩涂红树林生长较为茂盛，大片红树林可阻挡风浪，保护海岸不受侵蚀。

3.1.3 岛礁资源

根据《中国海域海岛地名志海南卷》，本项目周边海域的岛礁约有 21 座，分别为海河头岛、海河尾岛、海河尾岛、寨东岛、寨西岛、小白牛岛、白牛北岛、白牛南岛、白牛石、红坎岛、红坎西岛、红坎东岛、海头岛、新港北五岛、新港北四岛、新港北三岛、新港北二岛、新港北一岛、新港岛、大港岛、小港岛、珠碧沙岛。

3.1.4 港口资源

儋州市境内有四个海湾，洋浦湾、后水湾、海头港湾（珠碧江）、峨蔓港湾，儋州市（含洋浦经济开发区）海岸线长 230 多公里，港口众多，其中主要港口有

洋浦港、新英港。

(1) 洋浦港

洋浦港位于儋州辖属海岸线上，岸线东起后水湾的涌潮村，南至儋州市的海头港。洋浦港由于地理位置十分优越，港口条件得天独厚，交通便捷、通畅，码头硬件设施齐全，而且直接依托洋浦经济开发区，发展潜力巨大。洋浦港主要分为洋浦港区、神头港区和后水湾港区三大港区，其中洋浦港区和神头港区是现阶段港口规划的主体，后水湾港区为远景发展港区。各港区主要功能区划及码头设施状况如下：

1) 洋浦港区

洋浦港区位于洋浦半岛南端，洋浦湾北海岸，地理坐标为 $19^{\circ}44'N$, $109^{\circ}12'E$ ，是洋浦港的主体港区，目前洋浦港区已建成国投洋浦港一、二、三期工程和小铲滩作业区起步工程。此外，港区内还有海南海事局洋浦海事监管基地、洋浦电厂及其临时专用油码头、海警码头和军用码头。

①国投洋浦港一、二、三期工程

国投洋浦港一、二、三期工程位于洋浦湾北岸中部，于 2008 年 9 月第三期工程全面竣工投入使用，是由海南省洋浦开发建设控股有限公司控股的国投洋浦港有限公司独家开发建设和经营管理的公用港区，2012 年 11 月 1 日，国投洋浦港有限公司与新加坡裕廊海港私人有限公司合作经营成立国投裕廊洋浦港口有限公司，主要经营洋浦港码头业务，经营范围包括码头货物装卸、仓储、港口设施、设备和港口机械的租赁、维修等服务业务。

一期工程有 3 千吨级泊位 1 个，是供工作船靠泊的非生产性泊位；2 万吨级生产性泊位 2 个，设计通过能力为 173 万 t/a。二期工程由一期工程往西顺延 3 个泊位，其中，#3 为 3.5 万吨级集装箱专用泊位，设计通过能力 88 万 t（11 万 TEU/a），#4、#5 为 3.5 万吨级多用途泊位，设计通过能力为 90 万 t/a。三期工程于 2005 年开始建设，建设 3 个 5 万吨级散杂货泊位，设计年吞吐能力 410 万 t/a，2008 年 9 月建成投产，全港区泊位综合通过能力为 761 万 t/a。

②小铲滩作业区起步工程

2011 年年底洋浦国际集装箱码头有限公司在小铲滩作业区先启动小铲滩起步工程的建设，建成 2 个 5 万吨级多用途泊位，设计年吞吐能力 20 万 TEU/年。

为满足洋浦港未来集装箱吞吐量增加的需要，将小铲滩作业区规划为以集装箱为主的多功能作业区。

③海南海事局洋浦海事监管基地

为加强洋浦港水上安全监督，满足洋浦经济技术开发区经济港口快速发展需要，海南海事局于 2011 年开工建设洋浦海事监管基地，该基地位于洋浦港区电厂西侧，新建海事基地码头长度为 155.2m，已于 2013 年建成投用，现由其分支机构洋浦海事局驻地使用。

④洋浦电厂及其临时专用油码头

洋浦电厂始建于 1993 年，初建规模为 3 台 12.5MW 柴油发电机组和 2 台 138MW 单循环燃油发电机组，于 1995 年投产运营。随着“东方 1-1”天然气田（位于海南省东方市西 104 公里的北部湾海域）的开发，洋浦电厂开始了以天然气代替柴油为燃料的技术改造，同时利用 2 台燃气轮机排出的大量烟气的热能进行余热发电的技术改造工程，2003 年 10 月，油改气工程竣工；2004 年 1 月 6 日余热发电一期工程并网发电，2004 年 12 月 28 日余热发电二期工程竣工并正式投入生产。

2005 年 4 月，洋浦电厂股权变更，主控公司为中海石油气电集团有限责任公司，海南省洋浦开发建设控股有限公司占股，并正式更名为中海海南发电有限公司。

原电厂的临时专用油码头，为 10000 吨级泊位，由于目前洋浦电厂已经完成使用天然气的燃气改造工程，天然气的输送采用管道方式直接送至电厂，该临时油码头已经失去原有使用功能，处于闲置状态。

⑤海警码头

海警码头位于洋浦大桥东侧，海警码头 1 使用单位为儋州海警局；海警码头 2 位于海警码头 1 南侧约 280m 处，使用单位为中国海警局直属第四局舰艇二大队。

⑥军用码头

军用码头位于洋浦大桥东侧，位于海警码头 2，南侧约 120m 处，使用单位为中国人民解放军某部队。

2) 神头港区

神头港区位于五伦角~龙门灯桩~干冲南的洋浦半岛西部,隔着小铲滩作业区已填成陆地区域,以洋浦经济开发区为依托,规划作为洋浦港发展建设大型专业深水泊位的临海工业港区和液体危险品港区。目前已建设有三都区南滩渔港防波堤工程、华能洋浦热电联产工程、洋浦神头公共工程配套区填海工程项目、100万吨/年乙烯及炼油改扩建工程、洋浦乙烯项目填海工程项目、洋浦社兰液体化工仓储区填海工程项目、洋浦莲花山石油仓储区填海工程项目、洋浦莲花山港口物流园填海工程项目、海南省洋浦港油品码头及配套储运设施工程、洋浦港神头港区神北三港池南防波堤工程、洋浦莲花山临港石化物流园码头工程、海南省洋浦港成品油保税库配套码头项目、洋浦成品油保税库填海工程、洋浦浆纸配套工业园填海造地工程、中国石化海南炼化码头改扩建工程(原油码头)、海南炼化续建配套专用码头、海南洋浦天然气加工利用基地、海南洋浦冷能利用基地、海南金海浆纸业有限公司码头(三、四期)扩建工程、海南金海浆纸厂专用码头、海南金海浆纸厂专用码头、精细化工项目、中国石化海南炼化码头改扩建工程(成品油码头)、海南炼化续建火炬工程、洋浦石化配套工业园填海造地工程、海南大洋修造船厂。

3) 后水湾港区

作为洋浦港主体港区的后备接替港区,开辟为大型集装箱和大型干散货作业区,以满足洋浦港远期港口发展的需要。

近几年来,洋浦以油气化工、制浆造纸和保税物流为主体的产业架构已基本形成。洋浦拥有国内少有的天然深水近岸、避风良港,临海陆域平缓,深水岸线约 50 公里,可建 1 万~30 万吨码头泊位 80 多个,具有环北部湾地区建立大型港口的最佳条件。目前,洋浦正在加快港口建设,全面提升港口功能。

(2) 新英港

新英港,位于海南岛西北部儋州湾的东面,新英湾东南隅。船只向西驶出,经马井港和洋浦港,可入北部湾。港南有一条约 300 米长的沙舌状海滩直插新英湾,退潮时露出水面。港浅,仅可泊中、小型渔船。拥有岸型式防浪码头 1 个,长 1100 米,冷冻厂 2 间,冰厂 2 间,船厂 2 间,渔具加工厂 2 间,航标 3 座,鱼市场 428 平方米,日供冰量 925 吨,日供油量 823 吨,日供水量 350 吨,有群众渔船 768 艘,港口吞吐量 63 万余吨。

（3）洋浦渔港

洋浦渔港位于国投洋浦港码头西侧，用于洋浦社区渔民船舶停靠，根据《洋浦港总体规划修编》（2014），渔港所在岸段规划为洋浦港区集装箱作业区。

（4）干冲渔港

干冲渔港位于神头港区中石化海南炼化码头南侧，隔着小铲滩填海工程，岸滩上停放有大量的村民渔船，根据《洋浦港总体规划修编》（2014），渔港所在岸段规划为洋浦港区港口物流园区。

（5）白马井渔港

白马井渔港为国家级中心渔港，位于洋浦湾大桥东侧。其主航道长约 3km，水深 6~8m，能满足 2000 吨级船舶满载进出港的需要，避风条件良好，目前停泊有大量渔船。白马井渔港除国家早期拨款开发建设渔业基础设施外，未兴建渔港配套服务设施。2010 年，白马井中心渔港改扩建工程动工，建设 29 个泊位，其中 3000 吨~5000 吨泊位 10 个，渔港水深 10m。目前仍在建设中。

3.1.5 渔业资源

儋州濒临广阔的北部湾渔场，经济价值高的鱼类较多，主要有红鱼、石斑鱼、海鳗、马鲛、鲳鱼、带鱼、金线鱼等优质名贵鱼类。而且，渔港码头设施已有一定基础，拥有白马井国家一级渔港及新英、海头等渔港。但是，由于近海渔业资源的过度捕捞，北部湾的渔业资源在严重衰退之中，所以应严格限制捕捞力量和合理渔具渔法，休养生息，并采取放流增殖和设置人工鱼礁等增殖措施，促其资源恢复，以利永续利用。

洋浦湾属北部湾内的一个小海湾，北部湾因沿岸有 200 多条河流向湾内输入大量营养物质，南海暖流和黑潮南海分支及北部湾水团相互交错形成错综复杂的海洋生态环境，为海洋生物提供了索饵、产卵、育肥的栖息场所，成为我国四大渔场之一，也是南海北部渔获率最高的海域。根据中国水产科学研究院南海水产研究所历年调查，北部湾海域共记录鱼类 626 种类，隶属于 2 纲 27 目，其中软骨鱼类为 7 目 16 科 27 属 42 种，硬骨鱼类为 20 目 122 科 344 属 584 种。

由于过度捕捞，进入上世纪 90 年代后北部湾渔业资源已明显衰退，比 60 年代初下降 1.3 倍，而 1992~2006 年间，渔业资源密度却较为稳定，主要原因是

北部湾地处热带、亚热带区域，湾内渔业生物具有明显的暖温带和亚热带特点，多数种类产卵期长，有的种类甚至全年均可繁殖；幼鱼生长快，性成熟早，生命周期短，种群分布范围广。因此，在资源密度下降到一定程度以后，就处于相对稳定的状态，特别是在近年大力实施休渔等政策，使资源有所恢复。但是，资源结构却发生了较为明显的变化，重要种类呈现低质化和小型化趋势，经济价值高的优质种类比例大幅下降。

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批），南海中上层鱼类产卵场主要为：蓝圆鲹北部湾产卵场位于东经 $107^{\circ} 15' \sim 109^{\circ} 40'$ ，北纬 $20^{\circ} 00' \sim 21^{\circ} 30'$ ，水深 40m 以内海域，产卵期 3~7 月，本工程风电场在该产卵场内。南海底层、近底层鱼类产卵场主要为：北部湾金线鱼产卵场、二长棘鲷产卵、红笛鲷两处产卵场、绯鲤类北部湾产卵场和长尾大眼鲷北部湾产卵场。虽然本工程不在该产卵场内，但与之相邻不远。根据历年调查所掌握的资料，各种鱼类的产卵期主要集中与 2 月~7 月份。

3.1.6 矿产资源

洋浦经济开发区地区附近海域有储量相当丰富的天然气和开采潜力很大的石油资源，临近盐和钛砂矿的产地，并有丰富的石英砂和大理石资源，为发展与之相应的加工工业奠定了资源基础。其中峨蔓笔架岭的火山灰约有 1.8 亿吨，天然矿泉水储量日产运约 4400 吨。长坡褐煤储量约 1.58 亿吨，长坡油页岩约 28.3 亿吨，光村石英砂约 0.85 亿吨，兰洋重晶石约 42 万吨，兰洋、八一、侨植的石灰石 2.3 亿吨，海头、兰洋、那大等的花岗岩 100 亿吨。此外，金、银、锡、铁、铅、钛、锌、钨、石油、钽、铌和水晶等储量也不少。

3.1.7 旅游资源

儋州市历史悠久，文化灿烂，是历经 11 朝的文化古城，自然、人文旅游资源丰富，是西部地区旅游资源种类最多、最具有特色的市县。儋州市西部濒临北部湾，又拥有海南岛最大的松涛水库，因此自然资源富具山、海、河、湖等自然景观和生态资源的特色，文化底蕴丰厚，社会人文荟萃。旅游资源既有千年古盐田和东坡书院，又有自然的水库景观，加上现代工业化程度较高的洋浦港等，历

史和现代的印记在儋州市均得到很好的体现。洋浦湾的滨海旅游资源有排浦金滩、干冲神头，古迹有白马涌泉等。此外大铲礁的珊瑚礁资源，新英湾的红树林生态资源等，均有待以加强保护和进一步开发利用。

洋浦经济开发区位于海南省儋州市的西北角，这里不仅是中国改革开放的“综合试验田”，拥有丰富的经济资源和优惠政策，还蕴藏着丰富的旅游资源，其中比较著名的有千年古盐田和海花岛旅游度假区。千年古盐田位于洋浦经济开发区盐田村半岛，是洋浦经济开发区内最有名的景点之一，具有 1200 多年的历史，总面积达 750 亩，现存有 7300 多个形态各异的硯式盐槽，是中国最后一批保留原始日晒制盐方式的古盐场。海花岛旅游度假区位于洋浦经济开发区滨海大道海花岛 1 号岛，是一座集旅游观光、商业会展、餐饮娱乐、酒店会议、休闲运动于一体的人工岛。岛上拥有众多景点和活动，如童话世界、植物奇珍馆、珍奇特色植物园、风情商业街、风情饮食街等。游客可以在这里尽情享受海岛风光、品尝美食、参与各种娱乐活动。此外，海花岛还定期举办各种文化活动和表演，为游客带来丰富多彩的旅游体验。

3.2 海洋生态概况

3.2.1 区域气候与气象

儋州地区气候具有明显的季节性特征，四季大气环流特点：冬季（12~2 月）影响儋州地区天气气候的主要地面环流系统是冷高压，高空受偏西气流控制。儋州区域盛行东北气流，上空盛行副热带西风，在其影响下经常有冷空气向南爆发，带来大风、降温、降雨天气；春季（3~5 月）海南岛处于冬季风向夏季风的过度季节，儋州区域受西南气流控制，高层仍由西风急流控制，但已明显减弱；4 月中旬开始，冷暖空气交汇，引发强对流天气，到下旬暖湿的西南风占据海南岛，局地性强降雨和对流天气频发；夏季（6~8 月）儋州区域西南季风强盛，地面受热低压控制，高空西风急流明显减弱和北移，受热带东风控制；秋季（9~11 月）东亚大陆冷高压势力增强，控制了我国大陆地区，南海北部至中南半岛北部开始转为东北季风控制，但风速较小。热带辐合带减弱南侧至 10° N，高空副热带西风增强并南移，副热带高压南落至 20° N 附近，南海北部至中南半岛北部为副热带反气旋环流控制，南亚高压减弱，儋州区域为副热带反气旋控制。根据儋州

气象站近 20 年（2001-2020 年）的气温、相对湿度、气压、降水、蒸发量、风速、风向、雷暴、雾等观测资料，对工程所在区域的气候进行统计分析。

3.2.1.1 气温

根据儋州气象站 2001~2024 年气温资料统计，年平均气温为 25.0℃，月平均气温变化为 17.0（1 月）~30.5℃（6 月），除冬季（12 月和 1 月）平均气温低于 20.0℃外，其余月份均超过 20.0℃，月平均气温温差不大。年极端最低气温为 3.0℃，出现在 2021 年 1 月 13 日；月最低气温除 12~3 月低于 10.0℃外，其余月份均超过 10.0℃；年极端最高气温为 43.0℃，出现在 2024 年 4 月 30 日；月最高温度 2-9 月份均超过 35.0℃，其余月份则高于 28.0℃且低于 35.0℃。

3.2.1.2 降水

儋州地区降水量丰富，各月均有降水，雨季较长。根据儋州气象站 2001~2020 年降水资料统计，年平均降水量为 1947.2mm，年平均降水日数为 112.2 天。月平均降水量为 23.7（1 月）~310.4mm（8 月），降水量主要集中在 6~10 月雨季期间，占全年降水量的 80%以上，降水日数同样是雨季所占比例较大。与之相对的是，12 月至次年 3 月则为旱季，月平均降水量不足 100mm。一日最大降水量为 310.4mm，出现在 2016 年 8 月 18 日，主要是热带影响。

3.2.1.3 风况

根据儋州市 2004-2023 年多年风玫瑰图（图 3.2.1-1），儋州盛行风向主要为东南偏东风、偏东风和南风，夏季以吹东南风为主，冬季以吹偏东北风为主，而春、秋季则为这两种风向互为转换过渡季节。儋州市年平均风速为 1.9m/s，风速的月变化不大。5 月平均风速最小，为 0.9m/s；10 月平均风速最大，为 4.4m/s。大于 2m/s 的风速主要集中在 9-12 月。

图 3.2.1-1 儋州多年风玫瑰图

3.2.1.4 相对湿度

儋州市年平均相对湿度约为 81%，平均相对湿度的月变化不大，范围在 78-85%之间变化，4-7 月相对湿度相对较小。

3.2.1.5 雾况

儋州市一年四季均有雾日出现，多年年平均雾日为 14.3 天左右。雾主要出现在 12 月至次年 4 月份，占全年的 86.7%。

3.2.1.6 雷暴天气

儋州市除却 1 月份几乎一年四季均有雷暴出现，多年年平均雷暴日数平均为 97.7 天左右。雷暴主要出现在 5-9 月份，占全年的 83.8%。

3.2.2 海洋自然灾害

3.2.2.1 热带气旋

海南岛是个多热带气旋影响的地区，平均每年有 7 至 8 个热带气旋影响，最多的年份有 12 个。平均每年有 2 至 3 个登陆，最多的年份有 6 个。影响和登陆海南岛的热带气旋源地在西太平洋和南海海面，纬度一般在北纬 5°至 20°之间。热带气旋影响时间长，从 4 月持续到 12 月，影响和登陆集中期为 6 月至 10 月，占约全年总数的 90%，8、9 月为盛期。登陆地点主要在东、南部沿海地区（其中东部沿海占 72%，南部沿海占 26%），在北部和西部沿海登陆极少。热带造成的风害以沿海地区为重，内陆地区的平原风害重于丘陵地区。热带气旋降水在年降水总量中比重大，平均每年在 20%以上，西部地区达 35%。

根据中国气象局热带气旋资料中心资料，1949~2024 年登陆海南岛的热带气旋共有 169 个，平均每年 2.4 个。这些登陆点中，以文昌登陆的热带气旋最多，共有 39 个，占登陆总数的 23%。登陆海南岛的热带气旋中，登陆时热带气旋中心附近最大风速>40m/s 的台风共有 11 个（由于有些台风资料不全，所以统计上有一定的误差），占登陆总数的 6.5%。热带气旋一般出现在每年的 4~11 月，主要集中在 7~9 月，当热带气旋影响本海区时，会出现大风并常伴有暴雨，海面出现巨浪或风暴潮，对海岸工程和近岸用海产业常造成很大的危害。

此外，根据中国气象局热带气旋资料中心资料，统计到 2000~2024 年登陆海南的热带气旋有 40 个，

表 3.2.2-1 2000~2024 年登陆海南的热带气旋统计（单位：个）

年份	我国编号	中文名	海南登陆地点	登录时强度等级
2000	0016	悟空	陵水	台风（TY）
2001	0114	菲特	文昌、三亚	热带低压（TD）
2002	0220	米克拉	三亚	热带风暴（TS）

年份	我国编号	中文名	海南登陆地点	登录时强度等级
2003	0308	天鹅	万宁	热带风暴 (TS)
	0312	科罗旺	文昌	台风 (TY)
	0320	尼伯特	擦过东方	台风 (TY)
2004	-	-	-	-
2005	0508	天鹰	琼海	强热带风暴 (STS)
	0518	达维	万宁	强台风 (STY)
2006	-	-	-	热带低压 (TD)
2007	0703	桃芝	万宁	热带低压 (TD)
	0714	范斯高	文昌	热带风暴 (TS)
2008	0801	浣熊	文昌	强热带风暴 (STS)
	0817	海高斯	文昌	热带风暴 (TS)
2009	0905	苏迪罗	文昌	热带风暴 (TS)
	0913	彩虹	文昌	热带风暴 (TS)
	0917	芭玛	万宁	热带风暴 (TS)
	-	-	-	热带低压 (TD)
2010	1002	康森	三亚	台风 (TY)
	-	-	-	热带低压 (TD)
2011	1108	洛坦	文昌	强热带风暴 (STS)
	1117	纳沙	文昌	台风 (TY)
	1119	尼格	万宁	强热带风暴 (STS)
2012	-	-	-	-
2013	1305	贝碧嘉	琼海	热带风暴 (TS)
	1309	飞燕	擦过乐东	强热带风暴 (STS)
2014	1409	威马逊	文昌	超强台风 (Super TY)
	1415	海鸥	文昌	强台风 (STY)
2015	1508	鲸鱼	万宁	强热带风暴 (STS)
2016	1603	银河	万宁	强热带风暴 (STS)
	1621	莎莉嘉	万宁	台风 (TY)
2017	-	-	-	热带风暴 (TS)
2018	1804	艾云尼	海口	热带风暴 (TS)
	1809	山神	万宁	热带风暴 (TS)
	1809	山神	乐东	热带低压 (TD)
	1816	贝碧嘉	琼海	热带低压 (TD)
2019	1904	木恩	万宁	热带风暴 (TS)
	1907	韦帕	文昌	热带风暴 (TS)
	1914	剑鱼	万宁	热带风暴 (TS)
2020	2003	森拉克	擦过三亚	热带低压 (TD)
	2016	浪卡	琼海	强热带风暴 (STS)
2021	2104	小熊	东方	热带风暴 (TS)
	-	-	-	热带低压 (TD)
	2117	狮子山	琼海	热带风暴 (TS)
	2118	圆规	琼海	强热带风暴 (STS)
2022	-	-	-	-
2023	2316	三巴	东方	热带风暴 (TS)
	2316	三巴	临高	热带低压 (TD)
2024	2404	派比安	万宁	强热带风暴 (STS)
	2411	摩羯	文昌	超强台风 (Super TY)

3.2.2.2 台风

夏、秋期间，海南岛沿岸常受台风或热带风暴侵袭，台风源地大多在太平西部的菲律宾以东洋面和南海海域，台风源地有季节变动，盛夏主要发生在南海北部海面上，秋季和春季一般发生在菲律宾东部洋面和南沙群岛附近，台风路径复杂。引起海南岛北岸、东岸及南岸海域增水的台风路径一般穿过 $16^{\circ}\text{N}\sim 20^{\circ}\text{N}$ ， $107^{\circ}\text{E}\sim 111^{\circ}\text{E}$ 的矩形海区，台风中心运动方向可分为 SW 向、W 向、WNW 向、NW 向及 N 向（图 3.2.2-1）。

这些方向大多朝向海南岛方向运动。台风经过近岸海域时，强大的风力驱使海水向岸运动，海水在沿岸发生聚集，从而形成增水。风暴潮增水促使波浪侵蚀作用向陆扩展，大量侵蚀泥沙随底部回流向岸外搬移，导致岸滩遭受强烈侵蚀后退。一般 7~10 月为台风活跃期。

根据 1985-2024 年的资料统计，影响儋州的台风共有 41 个，其中超强台风 3 个，强台风 5 个，且强台风和超强台风都是从 2008 年之后发生的。通常在热带气旋影响本地区时会出现大风、强降水、海上巨浪和沿岸风暴潮过程，对工程施工造成一定程度的威胁。每年 6~10 月为热带气旋影响盛期，尤以 7~9 月为最多，占影响总数的 87.5%。

近年来对海南影响最大的是 2024 年第 11 号台风“摩羯”，成为继 2014 年“威马逊”之后登陆中国的最强台风，共造成海南全省因灾死亡 4 人，受伤 95 人，经济损失惨重。台风“摩羯”在海南文昌市翁田镇登陆，登陆时中心附近最大风力有 17 级，台风风速 58 米/秒，台风经过儋州地区时风力逐渐加大，平均风力达到 6 级以上，阵风 8-10 级。受“摩羯”影响，儋州地区出现了大到暴雨，局地大暴雨的天气。过程累积雨量达到 100-150 毫米，个别乡镇超过 200 毫米。台风“摩羯”导致儋州地区部分房屋受损，农作物受灾，造成了一定的经济损失。

图 3.2.2-1 南海北部台风灾害及路径图

图 3.2.2-2 摩羯台风路径图

3.2.2.3 风暴潮

统计表明，海南岛沿海平均每年发生风暴潮 3-4 次。其中，增水达 1 米的严重风暴潮平均每两年出现一次。受风暴潮影响，实际潮位超过当地警戒水位的情况平均每三年发生两次，而超过警戒水位 50 厘米以上的风暴潮约每 5 年出现一

次。从时间分布看，风暴潮可发生于每年 6 月至 12 月，但集中于 7-10 月，10 月为年度高发期。

海南岛风暴潮主要由两类热带气旋引发：一是西北太平洋生成并向西移动进入南海的气旋；二是南海本地生成并向海南岛移动的气旋。受热带气旋路径不确定性、强度变化以及海南岛沿岸地形复杂性的影响，风暴潮增水呈现显著的地理差异性——北部沿岸易形成增水最强区，东部次之，南部增水减弱，西部增水最弱。工程所在的儋州海域位于海南岛西北部，易形成增水。

根据《中国海洋灾害公报》（2014-2023 年）数据，海南省近十年（2014-2023 年）的风暴潮灾害情况见表 3.2.2-2。

表 3.2.2-2 2014~2023 年海南省风暴潮过程部分潮位站变化情况一览表

序号	台风及编号	站位	最大增水（cm）	最高潮位（cm）	超警戒级别
1	1409 “威马逊”	海南秀英	215	-	超 53cm
2	1415 “海鸥”	海南秀英	199	-	超 147cm
3	1522 “彩虹”	海南秀英	-	-	超 41cm
4	1907 “韦帕”	海南东方	42	-	蓝色
5		海南秀英	92	-	蓝色
5	2017 “沙德尔”	海南秀英	78	323	黄色
6		海南清澜	55	236	蓝色
7		海南莺歌海	55	255	蓝色
8		海南东方	49	384	蓝色
9	2107 “查帕卡”	海南海口	30	199	蓝色
10	2118 “圆规”	海南海口	97	251	黄色
11		海南清澜	100	193	蓝色
12		海南博鳌	84	197	蓝色
13		海南乌场	101	194	未超
14		海南东方	68	243	蓝色
15		海南莺歌海	49	197	蓝色
16	2207 “木兰”	海南东方	27	237	蓝色
17	2316 “三巴”	海南三亚	22	156	蓝色
18		海南乌场	18	149	蓝色
19		海南博鳌	21	152	蓝色
20		海南清澜	33	141	蓝色
21		海南秀英	26	168	蓝色

3.2.3 水文动力

水文动力资料引用自《儋州白马井附近海域海洋环境现状秋季水文动力调查技术报告》（海南安纳检测技术有限公司，2020 年 10 月）中海南安纳检测技术有限公司于 2020 年 09 月 15 日~16 日在项目附近海域进行的大潮期潮流、潮位

调查资料。

3.2.3.1 调查概况

调查时间为 2020 年 09 月 15 日~16 日，布设 6 个海流观测站，其中两个为潮位观测站，水文动力调查点位详见图 3.2.3-1。

图 3.2.3-1 2020 年水文观测站位布设示意图

表 3.2.3-1 2020 年水文调查站位表

站号	经度 (E)	纬度 (N)	观测项目
1			潮流、潮位
2			潮流
3			潮流、潮位
4			潮流
5			潮流
6			潮流

(1) 基准面关系

2020 年 9 月 15 日至 2020 年 9 月 16 日（大潮期间），项目附近海域水文特征如下：

3.2.3.2 潮汐

项目附近海域的潮汐属于以全日潮为主的混合潮性质。半月潮周期中当月球赤纬接近零时约 2-3d 的时间产生半日潮现象，每日具有两次高潮和低潮，其余天数为每日一次高程和低潮的全日潮。

统计项目附近海域的多年平均潮差为 181cm，月平均潮差最大为 218cm，出现于 12 月，最小为 147cm，出现于 3 月份。洋浦湾的历年最大潮差为 360cm；各月平均最大潮差 350cm，出现于 12 月，最小为 273cm，出现于 3 月份。

项目附近多年平均涨潮历时大于平均落潮历时，前者为 11h04min，后者为 9h30min，两者相差 1h34min。

在调查期间，项目附近海域潮汐现象呈全日潮。

大潮期，1 站潮位数据显示，该站潮位为全日潮，在调查期间只有一次高潮和低潮，潮位最高为 237cm，发生在 9 月 15 日 14:20；最低潮位为-64cm，发生在 16 日 02:10，潮差为 301cm。涨潮历时 14.17 时，落潮历时 11.83 时，涨潮历时高于落潮，具体见图 3.2.3-2。

3 站位潮位变化规律与 1 站位一致，呈全日潮，在调查期间只有一次高潮和低潮，潮位最高为 206cm，发生在 9 月 15 日 14:20；最低潮位为-89cm，发生在 16 日 01:40，潮差为 295cm。涨潮历时 14.67 时，落潮历时 11.33 时，涨潮历时高于落潮，具体见图 3.2.3-3。

受地形影响，1 站位最高潮位高于 3 站位，但两站位同时达到最高潮位；1 站位最低潮位则高于 3 站位，且晚于 3 站位达到最低潮位，且涨潮历时也短于 3 站位。

图 3.2.3-2 大潮期 1 站实测潮位过程曲线（国家 85 基面）

图 3.2.3-3 大潮期 3 站实测潮位过程曲线（国家 85 基面）

3.2.3.3 海流

在 2020 年 09 月 15 日~16 日调查期间，项目附近海域海风以东南风为主，风速在 0.4m/s~4.4m/s 之间，平均风速为 2.2m/s，海况良好。

大潮期，受地形遮掩影响，洋浦湾及北部神头港区 2~6 站位海流流向为西南-东北向，与洋浦湾及海岸线走向高度一致；新英湾内 1 站位海流流向则表现为东-西向。调查区域各站位海流均表现为往复流。

洋浦湾湾底由于受大铲礁、海花岛及陆域岬角的共同影响，海流流速最小，最大流速小于 40cm/s；新英湾内则由于其位于春江入海通道及新英湾湾口，海流流速较大，最大流速约 70cm/s；外海海流流速较大，最大流速 45.4cm/s~85.6cm/s。各站位各层最大流速随深度增加逐渐减小，见表 3.2.3-2。

表 3.2.3-2 大潮期最大潮流速及对应流向统计（流速单位：cm/s，流向单位：°）

根据同步观测潮汐结果判断涨、落潮时，统计给出各站位涨落潮时的最大流速与流向，见表 3.2.3-3。本次大潮调查期间，两验潮站只有一次高潮和低潮，为正规日潮，1 站潮差为 301cm，涨潮历时 14.17 时，落潮历时 11.83 时，涨潮历时高于落潮；3 站类似，潮差为 295cm。涨潮历时 14.67 时，落潮历时 11.33 时。

实测最大涨潮流速为 68.7cm/s，对应流向为 276°，发生在 1 站表层；实测最大落潮流速为 85.6cm/s，对应流向为 196°，发生在 5 站表层。调查海域中新英湾 1 站位各层为最大涨潮流大于最大落潮流；2~6 站位各层则为最大落潮流大于涨潮流。

表 3.2.3-3 大潮期最大涨、落潮流速及对应流向统计（流速单位：cm/s，流向单位：°）

就各站位潮时段平均而言，大潮期，调查海域平均流速为 13.9cm/s~44.5cm/s；受大铲礁、海花岛及陆域遮掩影响，2 站平均流速明显低于其他站位，低于 20cm/s；3 站位平均流速在 20cm/s 左右；其他站位流速较大，各层平面流速在 20cm/s~45cm/s 左右，且平均流速均随着深度的增加而逐渐减小，见表 3.2.3-4。

表 3.2.3-4 大潮期平均流速统计（流速单位：cm/s）

依据涨、落潮时，统计给出各站位涨落潮时的平均流速，见表 3.2.3-5。大潮期，调查海域涨潮平均流速在 14.0cm/s~41.6cm/s 之间，落潮平均流速在 13.7cm/s~48.3cm/s 之间。调查海域新英湾内 1 站位涨潮平均流速明显大于落潮平均流速，其他站位则相反，涨潮平均流速低于落潮平均流速。

表 3.2.3-5 大潮期涨、落潮平均流速统计（流速单位：cm/s）

根据海流调查结果，大潮期，调查海域各站位各层均表现为往复流特征，且各层流向均较为稳定。洋浦湾及外海流向与海岸线基本平行，即西南—东北向；新英湾 1 站位海流流向则为东-西向，见图 3.2.3-4。

图 3.2.3-4 潮流矢量图（2020 年 9 月 15 日~16 日）

由图 3.2.3-5 和图 3.2.3-6 可见，总体上，各站位潮流随深度变化逐渐减小，且各层流向也保持较好的一致性。新英湾 1 号站海流为东-西向流，以西向流为主，涨潮时海流为西向流，流向无变化，落潮时流向东向流、西向流交替变化，流向切换较快，东向流时间较短；其他各站位各层流向在整个潮期均为西南-东北向流，涨潮时海流以东北向流为主，落潮时海流以西南向流为主，且海流流向在最高、低潮时切换。

图 3.2.3-5 海流矢量时间序列图（潮位 1 站和 3 站）

图 3.2.3-6 各站流速流向过程线

3.2.3.4 余流

大潮期，调查海域余流流速较小，各站位差别较大，其值介于 1.3cm/s~18.5cm/s 之间，1 站位各层余流达到最大，4 站位表层及 0.2H 层余流次之，其他站位余流均小于 10cm/s。1~2 站位余流流向以西向为主；3~4 站位余流流速以西南向为主；5 站位余流流向则以东北向为主，6 站位以南向为主（见图 3.2.3-7）。

表 3.2.3-6 项目附近海域大潮期余流（流速单位：cm/s，流向单位：°）

图 3.2.3-7 项目附近海域余流分布图

3.2.4 地形地貌与冲淤

3.2.4.1 地形地貌

地形地貌资料引自《洋浦港小铲滩码头扩建工程岸滩演变分析专题研究报告》（天津科思特海洋科技有限公司，2022年6月）。工程区所在海域属于洋浦海湾地貌系统，该地区由海拔100m以下的台地和阶地平原织成，北部的德义岭和莲花山海拔分别为99m和67m，并以3~5‰的缓坡地形向南及东南延伸，呈现西北稍高，东南稍低，平坦开阔的地形（图3.2.4-1）。洋浦湾总面积约109km²，整个洋浦湾东西长约26km，南北宽约16.5km；新英湾和洋浦湾共同构成洋浦潮汐通道海湾。洋浦湾潮汐通道是一条长度约8.2km、宽度600m左右、水深10~20m的弧形深槽，最深处在24m以上；拦门沙最浅处水深5m，水深小于8.5m的长度约3.5km。

图 3.2.4-1 洋浦湾海岸线地貌形势图

洋浦湾和新英湾为一深入内陆的溺谷型海湾，其东、南、北三面皆为10-30m台地环抱。北岸都是玄武岩构成的陡峭海岸，高度为10m左右；西北侧岸段则在火山熔岩的基础上发育一条向西南方向延伸的狭长沙嘴，长度达2.8km，并与其南侧的小铲珊瑚礁屿相毗邻，构成了海湾西北侧的洋浦鼻（咀）岸段；海湾东南部从超头市至白马井岬角的岸段，是由湛江组和北海组的疏松沉积层构成的台地，海蚀崖发育，高度在10m左右，显示出侵蚀后退的标志。海蚀崖前缘是一片由湛江组地层塑造而成的浪蚀平台，其上覆盖着淤泥质砂、砾沉积物，构成海湾的南部浅滩——洋浦大浅滩，低潮时可出露，大浅滩中部发育有宽浅的潮流通道。洋浦浅滩北侧还有一条发育良好的潮汐通道，即洋浦深槽，水深最大处可达20m以上（图3.2.4-2）。

图 3.2.4-2 项目周边海域水深地形图

3.2.4.2 区域地质构造

根据区域地质资料,本场区位于王五一文教断裂的附近,该断裂近东西走向,展布在琼北地区,西起王五,向东经澄迈、定安、文昌到文教以东,陆地部分长约 190 公里,宽数公里不等。王五一文教断裂构造将海南岛分成琼北凹陷和南部隆起两个构造单元,是琼北雷琼地层分区海口地层小区与琼中五指山地层分区的分界线,控制着沿构造带分布的中生代和新生代盆地的形成及盆地的沉积作用。此外,根据资料,白马井镇附近的主要断裂构造为:

图 3.2.4-3 洋浦地区区域构造简图

①公堂上断裂:该断裂由多组破裂面组成,组成宽 1.7 公里的一个带,走向北东 50 度,陆地上长 7 公里,南端向海延伸,该断裂晚更新世有过多次运动,具有一定的发震潜势;

②干冲一木棠断裂:它西起干冲海边,向北东经木棠、光村、东英到临高角西面入琼州海峡。陆上分布长约 70 公里,总体走向是:光村以西为北东向,光村以东为渐变北东走向,在光村附近局部为近东西走向。该断裂距场址的最近距离约为 10 公里,干冲一木棠断裂在构造上为临高隆起和峨蔓凹陷的边界断裂;

③新兴一冠英断裂:该断裂北起新兴,向南经牛根、冠英直延伸到禾能村一带,走向北西,倾向北东,长约 14 公里,是德义岭期与峨蔓期火山岩的分界线。形成时代从重力值等线的分布来看,可以认为该断裂晚于北东走向的干冲一木棠断裂,主要活动的时间应为中晚更新世。

通过分析附近地质资料及钻探数据可知,各断裂为非第四纪全新世的活动断裂,对区域稳定性无影响。

3.2.4.3 底质特征

根据上世纪 80 年代洋浦湾海域表层沉积物分布图可以看出(图 3.2.4-4),在水深较小的海滩和岸外浅滩区域,底质以粗粒沉积物为主(平均粒径为 0.25~1.0mm),以粗砂和粗中砂为主,典型分布区主要在洋浦南沙滩和白马井镇至排浦沿岸海滩;在水深较大区域及新英湾湾顶潮滩,泥质沉积物分布广泛(平均粒径为 0.008~0.03mm),主要以粘土质粉砂、粉砂质粘土、砂-粉砂-粘土为主。

图 3.2.4-4 海域沉积物分布(中国海湾志)

根据洋浦港及其附近大范围底质取样资料根据洋浦港及其附近大范围底质

取样资料（图 3.2.4-5～图 3.2.4-7）：

（1）该海域底质沉积物主要为砂砾、粗砂、极粗砂、中砂、粗中砂、粘土质粉砂和粉砂质粘土，其中主要以粘土质粉砂和粗中砂为主；中值粒径在 0.005～1.2mm 之间。

（2）其中粗砂～砂砾主要分布在洋浦湾河流的河口地区，洋浦浅滩低潮水边线附近以及大铲滩与排浦之间的水道，以及白马井南侧浅滩附近；粉砂质粘土广泛分布于该海域，洋浦深槽深泓线一带以及两个滩面，小铲滩与大铲滩之间的水域和洋浦南浅滩的南侧 5m 等深线以内都有粉砂质粘土分布；粘土质粉砂分布也较广，主要分布在拦门沙下游附近以及大、小铲滩西侧水域，海花岛附近主要以相对较粗的粗砂和粗中砂为主。

（3）由河口向海湾，物质均由粗变细，河口堆积体发育，表明河流来沙是新英湾洋浦湾的主要泥沙来源；洋浦湾内，深槽内主要是粘土类等细颗粒物质，南沙滩为砂质，浅滩与深槽之间，有一细颗粒沉积分布区，将南沙滩砂质浅滩与深槽分隔开；从此点也可以看出，南沙滩的砂质沉积物对深槽沉积物没有产生明显影响。

（4）海域的沉积物颗粒分选程度与沉积物类型有很好的对应，一般粉砂质粘土分布区域分选系数在 2.2 以上，分选程度差；粘土质粉砂分布区域分选系数在 1.4～2.2 之间，分选程度中常；其他粗颗粒物质分布区域分选系数都在 1.4 以下，分选程度好或很好。

图 3.2.4-5 海域表层沉积物中值粒径分布

图 3.2.4-6 洋浦湾表层沉积物中值粒径分布图

图 3.2.4-7 洋浦湾沉积物类型分布图

项目所在海域以相对较细的沉积物为主，主要为粉砂质粘土、砂、粉砂、粘土、粘土质粉砂、砂砾，平均粒径在 0.029~1.220mm 之间。与往期资料相比，由于底质采用位置的差别，沉积物类型略有差别，但总体沉积物分布趋势基本没有变化，仍然延续以往的特征，粗颗粒沉积物主要分布大铲滩东南侧附近、大铲滩与排浦之间的水道和白马井南侧浅滩附近；粉砂质粘土广泛分布于洋浦湾海域，洋浦深槽深泓线一带以及两个滩面，小铲滩与大铲滩之间的水域和洋浦南浅滩的南侧 5m 等深线以内都有粉砂质粘土分布；粘土质粉砂分布也较广，主要分布在

神尖角南侧附近以及大、小铲滩西侧水域。

3.2.5 海洋水质环境现状调查与评价

项目海水水质、沉积物、海洋生态、海洋生物质量、渔业资源现状调查资料引用自《洋浦经济开发区、儋州工业园环境质量状况评估报告》（海南国为亿科环境有限公司，2023 年 3 月）和《海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程（一阶段）环境跟踪监测项目评价报告（2023 年秋季）》（大连华信理化检测中心有限公司，2024 年 3 月），由海南国为亿科环境有限公司于 2022 年 11 月在项目区附近海域进行水质、沉积物、生物质量、渔业资源及海洋生态的调查和大连华信理化检测中心有限公司于 2023 年 11 月在项目区附近海域进行水质、沉积物及海洋生态的调查。2022 年的调查共布设水质调查站点 30 个，沉积物调查站点 15 个，生物体质量调查站点 15 个，海洋生物调查站点 15 个，游泳动物调查站点 15 个，潮间带生物断面 4 条；2023 年的调查共布设水质调查站点 19 个、沉积物调查站点 16 个（含沉积物粒度调查）、生态调查站点 13 个。

站点布设见表 3.2.5-1、表 3.2.5-2 和图 3.2.5-1。

表 3.2.5-1 2022 年 11 月海洋环境调查站位坐标一览表

站位	经度（E）	纬度（N）	调查项目
Y1			海水水质
Y2			海水水质
Y3			海水水质、生态（生物质量）、沉积物、渔业资源调查
Y4			海水水质
Y5			海水水质、生态（生物质量）、沉积物、渔业资源调查
Y6			海水水质
Y7			海水水质、生态（生物质量）、沉积物、渔业资源调查
Y8			海水水质
Y9			海水水质、生态（生物质量）、沉积物、渔业资源调查
Y10			海水水质
Y11			海水水质、生态（生物质量）、沉积物、渔业资源调查
Y12			海水水质
Y13			海水水质
Y14			海水水质
Y15			海水水质、生态（生物质量）、沉积物、渔业资源调查
Y16			海水水质

站位	经度 (E)	纬度 (N)	调查项目
Y17			海水水质、生态 (生物质量)、 沉积物、渔业资源调查
Y18			海水水质、生态 (生物质量)、 沉积物、渔业资源调查
Y19			海水水质
Y20			海水水质、生态 (生物质量)、 沉积物、渔业资源调查
Y21			海水水质、生态 (生物质量)、 沉积物、渔业资源调查
Y22			海水水质、生态 (生物质量)、 沉积物、渔业资源调查
Y23			海水水质、生态 (生物质量)、 沉积物、渔业资源调查
Y24			海水水质
Y25			海水水质、生态 (生物质量)、 沉积物、渔业资源调查
Y26			海水水质
Y27			海水水质、生态 (生物质量)、 沉积物、渔业资源调查
Y28			海水水质
Y29			海水水质
Y30			海水水质、生态 (生物质量)、 沉积物、渔业资源调查
C1			潮间带生物
C2			潮间带生物
C3			潮间带生物
C4			潮间带生物

表 3.2.5-2 2023 年 11 月海洋环境调查站位坐标一览表

站位	经度 (E)	纬度 (N)	监测项目
Z1			水质、沉积物、生物生态
Z2			水质
Z3			水质、沉积物、生物生态
Z4			水质
Z5			水质、沉积物、生物生态
Z6			水质
Z7			水质、沉积物、生物生态
Z8			水质、沉积物、生物生态
Z9			水质、沉积物、生物生态
SS1			水质、沉积物、生物生态
SS2			水质、沉积物
SS3			水质、沉积物、生物生态
SS4			水质、沉积物
SS5			水质、沉积物、生物生态
SS6			水质、沉积物、生物生态
SS7			水质、沉积物、生物生态
SS8			水质、沉积物、生物生态
SS9			水质、沉积物

站位	经度 (E)	纬度 (N)	监测项目
SS10			水质、沉积物、生物生态

图 3.2.5-1 海洋环境调查站位分布示意图

3.2.5.1 海水水质环境现状调查评价结果

(1) 调查结果

2022 年 11 月调查期间项目海域海洋环境现状调查水质结果列于表 3.2.5-3 中，水质环境质量评价标准采用《海水水质标准》(GB 3097-1997) 分级评价标准。各监测因子结果如下：

水温：调查期间调查海域海水水温变化范围为 24.4℃~25.9℃，平均值为 25.2℃。

盐度：调查期间海水盐度变化范围为 22.219~33.335，平均值为 32.192。平面上，洋浦湾内海水盐度较低。

pH：调查期间海水 pH 变化范围均为 8.06~8.16，平均值均为 8.12。

透明度：调查期间透明度变化范围为 0.4m~5.0m，平均值为 3.5m。

石油类：调查期间海水石油类变化范围为 0.0042~0.0272mg/L，平均值为 0.0130mg/L。

溶解氧 (DO)：调查期间海水溶解氧变化范围为 6.16mg/L~6.59mg/L，平均值为 6.39mg/L。

化学需氧量 (COD) 调查期间海水 COD 变化范围为 0.16mg/L~3.38mg/L 平均值为 0.80mg/L。

活性磷酸盐调查期间海水活性磷酸盐变化范围为 0.0035mg/L~0.0111mg/L，平均值为 0.0069mg/L。

无机氮 (DIN) 调查期间海水无机氮变化范围为 0.053mg/L~0.278mg/L 平均值为 0.085mg/L。

悬浮物：调查期间海水悬浮物变化范围为 10.6mg/L~26.4mg/L，平均值为 16.8mg/L。

砷：调查期间海水砷的变化范围为 0.6μg/L~1.2μg/L，平均值为 0.9μg/L。

汞：调查期间海水汞的含量变化范围为 0.011~0.035μg/L，平均值为 0.024μg/L。

锌：调查期间海水锌的变化范围为 7.2~14.5μg/L，平均值为 9.7μg/L。

镉：调查期间海水镉的变化范围为 0.01~0.12μg/L，平均值为 0.05μg/L。

铅：调查期间，调查期间海水铅范围为 0.03~0.27 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.15 $\mu\text{g/L}$ 。

铜：调查期间海水铜范围为 0.4~1.7 $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 0.9 $\mu\text{g/L}$ 。

总铬：调查期间海水总铬的浓度较低，仅有 30.65%的样品检出，从平面上看湾内明显高于外海。

2023 年 11 月调查期间项目海域海洋环境现状调查水质结果列于表 3.2.5-4 中，水质环境质量评价标准采用《海水水质标准》（GB 3097-1997）分级评价标准。各监测因子结果如下：

透明度：调查海域海水透明度为（1.5~4.0）m，平均为 2.7m。

水温：调查海域表层海水温度的变化范围为（24.8~25.2） $^{\circ}\text{C}$ ，平均为 24.8 $^{\circ}\text{C}$ ；底层海水温度的变化范围为（24.5~24.6） $^{\circ}\text{C}$ ，平均为 24.6 $^{\circ}\text{C}$ 。

pH 值：调查海域表层海水 pH 值的变化范围为 8.20~8.27；底层海水 pH 值的变化范围为 8.25~8.26。

悬浮物：调查海域表层海水悬浮物变化范围为（12.1~24.8）mg/L，平均为 16.6mg/L；底层海水悬浮物变化范围为（14.2~19.5）mg/L，平均为 17.6mg/L。

盐度：调查海域表层海水盐度变化范围为 31.786~33.097，平均为 32.745；底层海水盐度变化范围为 32.609~32.0860，平均为 32.771。

溶解氧：调查海域表层海水溶解氧的变化范围为（6.74~7.64）mg/L，平均为 7.24mg/L；底层海水溶解氧的变化范围为（6.47~7.02）mg/L，平均为 6.67mg/L。

化学需氧量：调查海域表层海水化学需氧量的变化范围为（0.34~0.47）mg/L，平均为 0.40mg/L；底层海水化学需氧量的变化范围为（0.34~0.38）mg/L，平均为 0.36mg/L。

生化需氧量：调查海域表层海水生化需氧量的变化范围为（未检出~1.2）mg/L，平均为未检出；底层海水生化需氧量为未检出。

氨氮：调查海域表层海水氨氮的变化范围为（ 8.69×10^{-3} ~0.0370）mg/L，平均为 0.0221mg/L；底层变化范围为（ 8.37×10^{-3} ~0.0216）mg/L，平均为 0.0130mg/L。

硝酸盐氮：调查海域表层海水硝酸盐氮的变化范围为（0.0157~0.0384）mg/L，平均为 0.0265mg/L；底层变化范围为（0.0189~0.0297）mg/L，平均为 0.0249mg/L。

亚硝酸盐氮：调查海域表层海水氨氮的变化范围为（ 6.26×10^{-3} ~0.0211）mg/L，平均为 0.0130mg/L；底层变化范围为（ 5.20×10^{-3} ~0.0109）mg/L，平均为 7.46×10^{-3} mg/L。

³mg/L。

活性磷酸盐：调查海域表层海水活性磷酸盐的变化范围为（ $2.35\times 10^{-3}\sim 0.0137$ ）mg/L，平均为 6.39×10^{-3} mg/L；底层变化范围为（ $2.07\times 10^{-3}\sim 0.0110$ ）mg/L，平均为 6.12×10^{-3} mg/L。

石油类：调查海域表层海水石油类的变化范围为（0.01~0.02）mg/L，平均为 0.02mg/L。

铜：调查海域表层海水铜的变化范围为（0.8~2.2） $\mu\text{g/L}$ ，平均为 1.3 $\mu\text{g/L}$ ；底层变化范围为（1.0~1.2） $\mu\text{g/L}$ ，平均为 1.1 $\mu\text{g/L}$ 。

铅：调查海域表层海水铅的变化范围为（0.52~0.64） $\mu\text{g/L}$ ，平均为 0.58 $\mu\text{g/L}$ ；底层海水铅的变化范围为（0.48~0.59） $\mu\text{g/L}$ ，平均为 0.55 $\mu\text{g/L}$ 。

锌：调查海域表层海水锌的变化范围为（10.5~15.8） $\mu\text{g/L}$ ，平均为 12.9 $\mu\text{g/L}$ ；底层海水锌的变化范围为（11.5~13.0） $\mu\text{g/L}$ ，平均为 12.2 $\mu\text{g/L}$ 。

镉：调查海域表层海水镉的变化范围为（0.16~0.22） $\mu\text{g/L}$ ，平均为 0.19 $\mu\text{g/L}$ ；底层海水镉的变化范围为（0.17~0.22） $\mu\text{g/L}$ ，平均为 0.19 $\mu\text{g/L}$ 。

铬：调查海域各层海水铬为未检出。调查海域铬含量较低。

汞：调查海域表层海水汞的变化范围为（0.020~0.049） $\mu\text{g/L}$ ，平均为 0.036 $\mu\text{g/L}$ ；底层海水汞的变化范围为（0.043~0.044） $\mu\text{g/L}$ ，平均为 0.043 $\mu\text{g/L}$ 。

砷：调查海域表层海水砷的变化范围为（0.9~2.2） $\mu\text{g/L}$ ，平均为 1.3 $\mu\text{g/L}$ ；底层海水砷的变化范围为（1.2~1.3） $\mu\text{g/L}$ ，平均为 1.3 $\mu\text{g/L}$ 。

表 3.2.5-3 调查海域 2022 年水质要素调查结果

表 3.2.5-4 调查海域 2023 年水质要素调查结果

（2）评价结果

2022 年 11 月调查期间，根据水质环境质量评价标准采用《海水水质标准》（GB 3097-1997）分级评价标准，各水质站位的超标情况见表 3.2.5-5 和表 3.2.5-6，评价结果如下所示：

①根据单因子评价结果表明：位于二类区的 Y1、Y2、Y3、Y23 号站位海水 pH、锌、化学需氧量、镉、铜、无机氮、总铬、砷、石油类、铅、溶解氧、活性磷酸盐和汞等均能满足《海水水质标准》（GB 30971997）第二类标准；位于四类区的 Y7、Y10、Y14、Y18、Y19、Y20 号站位海水 pH、锌、化学需氧量、镉、铜、无机氮、总铬、砷、石油类、铅、溶解氧、活性磷酸盐和汞等均能满足《海水水质标准》（GB 30971997）第四类标准；位于三类区的 Y4、Y5、Y6、Y15、Y8、Y9、Y11、Y12、Y13、Y16、Y17、Y21、Y22、Y24、Y25、Y26、Y27、Y28、Y29、Y30 号站位海水 pH、锌、化学需氧量、镉、铜、无机氮、总铬、砷、石油类、铅、溶解氧、活性磷酸盐和汞等均能满足《海水水质标准》（GB 30971997 第三类标准。表明洋浦海域水质现状良好。

②调查结果表明：调查期间各站位海水 pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、总铬、砷、石油类、铅、锌、镉、铜和汞等监测项目均符合第一类海水水质标准，化学需氧量和无机氮则出现不同程度超标。

③调查期间 Y1 号站位表层化学需氧量超第二类海水水质标准、符合第三类海水水质标准；Y1 号站位表层无机氮超第一类海水水质标准、符合第二类海水水质标准，其余各站位海水化学需氧量和无机氮均符合第一类海水水质标准。

④评价结果表明：仅有位于二类区的 Y1 号站海水化学需氧量未达到洋浦近岸海域功能区划中的 HN026B II II（新英湾养殖区）的海水水质质量要求，其余站位均能满足各功能区海水水质质量要求。由于本次调查仅有 Y1 一个站位的化学需氧量不符合功能区水质标准，且 Y1 站位位于新英湾海域，水体交换能力较差，因此判断属于个例现象。

综上所述，2022 年 11 月海洋环境现状调查结果表明：项目所在海域水质现状良好。

2023 年 11 月调查期间，根据水质环境质量评价标准采用《海水水质标准》

(GB 3097-1997) 分级评价标准，各水质站位的超标情况见表 3.2.5-7，评价结果如下所示：

2023 年 11 月海洋环境现状调查结果表明：调查海域水质生化需氧量存在 4.5%（1 个）的测站生化学需氧量超出一类水质标准，符合二类海水水质标准；综上所述，调查海域海水 pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷均符合海水水质一类标准。

表 3.2.5-5 水质标准指数统计表（第一类）

表 3.2.5-6 水质（COD、DIN）标准指数（第一、二、三类）

表 3.2.5-7 水质标准指数结果统计表（按一类~二类标准评价）

3.2.6 海洋沉积物质量现状调查与评价

3.2.6.1 海洋沉积物环境现状调查评价结果

(1) 2022 年 11 月海洋沉积物质量调查

各站位的海洋环境现状调查数据见表 3.2.6-1，调查结果如下所示：

硫化物：沉积物中硫化物的变化范围为 $3.5\sim79.5$ ($\times 10^{-6}$) 之间，平均值为 12.5 ($\times 10^{-6}$)。最高值出现在 Y5 号站位最低出现在 Y9 号站位。

石油类：沉积物中石油类的变化范围为 $5.9\sim1.20\times 10^3$ ($\times 10^{-6}$) 之间，平均值为 117.2 ($\times 10^{-6}$)。最高值出现在 Y5 号站位最低出现在 Y30 号站位。

有机碳：沉积物中有机碳的变化范围为 $0.06\sim1.40$ ($\times 10^{-2}$) 之间，平均值为 0.96 ($\times 10^{-2}$)，沉积物中有机碳的最高值出现在 Y5 号站位，最低出现在 Y3 号站位。

锌：沉积物中锌的变化范围为 $29.0\sim98.8$ ($\times 10^{-6}$) 之间，平均值为 70.1 ($\times 10^{-6}$)。各调查站位沉积物锌最高值出现在 Y3 号站位，最低为 Y5 号站位。

铅：沉积物中铅的变化范围为 $16.0\sim27.9$ ($\times 10^{-6}$) 之间，平均值为 22.0 ($\times 10^{-6}$)。各调查站位沉积物铅最高值出现在 Y22 号站位，最低为 Y18 号站位。

铜：沉积物中铜的含量变化范围为 $9.1\sim20.6$ ($\times 10^{-6}$) 之间，平均值为 14.5 ($\times 10^{-6}$)。各调查站位沉积物铜最高值出现在 Y18 号站位，最低为 Y30 号站位。

总汞：沉积物中汞的变化范围为 $0.009\sim0.110$ ($\times 10^{-6}$) 之间，平均值为 0.052 ($\times 10^{-6}$)。各调查站位沉积物总汞含量最高值出现在 Y22 号站位，最低为 Y7 号站位。

砷：沉积物中砷的变化范围为 $4.44\sim7.04$ ($\times 10^{-6}$) 之间，平均值为 5.61 ($\times 10^{-6}$)。最高值出现在 Y15 号站位，最低值出现在 Y17 号站位。

镉：沉积物中镉的变化范围为 $0.09\sim0.19$ ($\times 10^{-6}$) 之间，平均值为 0.14 ($\times 10^{-6}$)。最高值出现在 Y20 号站位，最低值出现在 Y15 号站位。

铬：沉积物中铬的变化范围为 $27.5\sim75.7$ ($\times 10^{-6}$) 之间，平均值为 58.8 ($\times 10^{-6}$)。最高值出现在 Y21 号站位，最低值出现在 Y9 号站位。

表 3.2.6-1 2022 年沉积物调查结果 ($\times 10^{-6}$, 有机碳 $\times 10^{-2}$)

调查海域各站位沉积物中有机碳、硫化物、石油类、锌、镉、铅、铜、铬、砷和总汞监测结果均能满足监测站位所在相应海洋功能区划中的《海洋沉积物质量》(GB 18668-2002)的标准限值要求。其评价指数及达标情况见表 3.2.6-2。

表 3.2.6-2 沉积物标准指数统计表 (第一类)

(2) 2023 年 11 月海洋沉积物质量调查

沉积物监测结果见表 3.2.6-3, 各监测因子监测结果如下:

有机碳: 调查海域表层沉积物中有机碳的浓度范围为 (0.19~1.51) %, 平均为 0.54%。

硫化物: 调查海域表层沉积物中硫化物的浓度范围为 (0.8~99.1) $\times 10^{-6}$, 平均为 26.6×10^{-6} 。

石油类: 调查海域表层沉积物中石油类的浓度范围为 (16.5~24.6) $\times 10^{-6}$, 平均为 19.6×10^{-6} 。

铜: 调查海域表层沉积物中铜的浓度范围为 (7.5~18.6) $\times 10^{-6}$, 平均为 12.0×10^{-6} 。

铅: 调查海域表层沉积物中铅的浓度范围为 (5.4~10.0) $\times 10^{-6}$, 平均为 7.8×10^{-6} 。

锌: 调查海域表层沉积物中锌的浓度范围为 (30.3~100) $\times 10^{-6}$, 平均为 63.1×10^{-6} 。

镉: 调查海域表层沉积物中镉的浓度范围为 (0.04~0.09) $\times 10^{-6}$, 平均为 0.06×10^{-6} 。

总汞: 调查海域表层沉积物中总汞的浓度范围为 (0.031~0.088) $\times 10^{-6}$, 平均为 0.050×10^{-6} 。

砷: 调查海域表层沉积物中砷的浓度范围为 (4.82~10.4) $\times 10^{-6}$, 平均为 6.94×10^{-6} 。

铬: 调查海域表层沉积物中铬的浓度范围为 (11.2~28.5) $\times 10^{-6}$, 平均为 19.1×10^{-6} 。

表 3.2.6-3 沉积物调查要素分析结果

注: SS6、SS7、SS8、SS9、SS10 为礁石底质, 没有采集上沉积物。

2023 年海洋环境现状调查结果表明：调查海域沉积物中有机碳、硫化物、油类、铜、铅、锌、镉、汞、砷、和铬均符合一类标准。各站位所选定的沉积物污染指数结果列于表 3.2.6-4。

表 3.2.6-4 2023 年秋季调查海域沉积物污染指数结果表

(3) 沉积物粒度

沉积物粒度组成见表 3.2.6-5，表层沉积物粒度分析结果显示，砾石的粒组含量为（0.00~22.45）%，平均为 7.65%；砂的粒组含量为（0.04~97.26）%，平均为 62.31%；粉砂的粒组含量为（1.49~65.80）%，平均为 20.07%；黏土的粒组含量为（0.84~39.00）%，平均为 9.96%。调查海区表层沉积类型主要以砂为主，占所采集的样品总数的 54.55%；其次为黏土质粉砂，占所采集的样品总数的 27.27%。

表 3.2.6-5 沉积物中值粒径及沉积物类型

3.2.7 海洋生态环境现状调查与评价

3.2.7.1 海洋生态环境现状调查评价结果

(1) 2022 年 11 月海洋生态环境现状调查评价结果

①叶绿素 a 与初级生产力

由表 3.2.7-1 可见，调查海区叶绿素 a 含量范围是（0.78~8.59） $\mu\text{g/L}$ ，平均值为 2.31 $\mu\text{g/L}$ 。各站点间的叶绿素 a 含量差异较大，最高出现在 Y5 号站位。调查海区初级生产力变化范围是（180.97~1733.79） $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ；平均值是 497.25 $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

表 3.2.7-1 调查海区叶绿素 a 含量和初级生产力

②浮游植物

1) 种类组成

根据本次调查所采集到的样品，调查海域共鉴定到浮游植物 3 门 36 属 73 种（包括变型及变种）。其中硅藻 32 属 66 种，占浮游植物种类数的 90.41%90.41%；甲藻门 3 属 4 种，占种类数的 5.48%5.48%；蓝藻门 1 属 3 种，均占种类数的 4.11%。

2) 细胞密度

各调查站位浮游植物的细胞密度介于 $(0.10\sim23.66) \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 之间, 平均细胞密度为 $4.82 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 。详见表 3.2.7-2。

表 3.2.7-2 各站位浮游植物细胞密度 ($\times 10^4 \text{cells/m}^3$)

3) 优势种

浮游植物优势种的判定依据优势度指数 (计算公式: $Y = (n/N) \times f$, 其中 n 为某物种的个体数, N 为某站总生物数量, f 为该物种出现频率), 根据《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007) 的界定标准, 本研究将 $Y \geq 0.02$ 的物种确定为该海域优势种。

调查海域浮游植物优势种为: 旋链角毛藻、劳氏角毛藻、佛氏海毛藻、菱形海线藻、中肋骨条藻、小环藻属、哈氏半盘藻、环纹娄氏藻、钟形中鼓藻。优势种见表 3.2.7-3。

表 3.2.7-3 浮游植物优势种和优势度

4) 丰富度、单纯度、多样性指数与均匀度

浮游植物多样性反映其种类的多寡和各个种类数量分配的函数关系, 均匀度则反映其种类数量的分配情况, 可以作为水质监测的参数。计算结果表明, 调查期间各站位的浮游植物丰富度指数 (d) 介于 0.90~1.90 之间, 平均值为 1.40; 单纯度 (C) 指数介于 0.11~0.19 之间, 平均值为 0.15; 多样性指数 (H') 介于 2.83~3.86 之间, 平均值为 3.34; 均匀度指数 (J') 介于 0.69~0.88 之间, 平均值为 0.79。结果见表 3.2.7-4。

表 3.2.7-4 浮游植物丰富度 (d)、单纯度 (C)、多样性指数 (H') 和均匀度 (J')

5) 小结

根据本次调查所采集到的样品, 调查海域共鉴定到浮游植物 3 门 36 属 73 种 (包括变型及变种)。各调查站位浮游植物的细胞密度介于 $(0.10\sim23.66) \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 之间, 平均细胞密度为 $4.82 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ 。调查海域浮游植物优势种为: 旋链角毛藻、劳氏角毛藻、佛氏海毛藻、菱形海线藻、中肋骨条藻、小环藻属、哈氏半盘藻、环纹娄氏藻、钟形中鼓藻。调查期间各站位的浮游植物丰富度指数 (d) 介于 0.90~1.90 之间, 平均值为 1.40; 单纯度 (C) 指数介于 0.11~0.19 之间, 平均值为

0.15；多样性指数（ H' ）介于2.83~3.86之间，平均值为3.34；均匀度指数（ J' ）介于0.69~0.88之间，平均值为0.79。

③浮游动物

1) 种类组成

据本次调查所采集到的标本鉴定，调查海域浮游动物共有 9 类 40 属 49 种，其中桡足类最多有 20 属 29 种，占浮游动物总种数的 59.18%；水媳虫类有 9 属 9 种，占浮游动物总种数的 18.37%；毛颚类有 5 属 5 种，占浮游动物总种数的 10.20%；被囊类、十足类、介形类、浮游软体类、栉水母类和原生动物类均有 1 属 1 种，占浮游动物总数 2.17%；另有 12 个类别浮游幼体和若干鱼卵、仔鱼。

2) 生物量和丰度

本次调查浮游动物丰度范围为(5.60~116.26)ind/m³，平均丰度为 44.93 ind/m³，其中最高丰度出现在 Y23 号站位；生物量范围为(0.78~29.10)mg/m³，平均生物量为 7.84 mg/m³，其中最高生物量出现在 Y27 号站位。结果详见表 3.2.7-5。

表 3.2.7-5 各站位浮游动物丰度(ind/m³)和生物量(mg/m³)

3) 优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式： $Y=P_i \times f_i$ ， f_i 为第 i 种在各个站位出现的频率。根据实际调查情况，本次调查将浮游动物的优势度 ≥ 0.05 的种类作为该海域的优势种类。

调查期间该海域浮游动物优势种类主要有微刺哲水蚤、亚强次真哲水蚤和肥胖软箭虫。结果详见表 3.2.7-6。

表 3.2.7-6 浮游动物优势种和优势度

4) 丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

调查期间该水域浮游动物丰富度指数（ d ）范围在 1.21~5.63 之间，平均值为 3.51，最高出现在 Y30 号站位；单纯度指数（ C ）范围在 0.08~0.30 之间，平均值为 0.18，最低出现在 Y7 和 Y20 号站位；多样性指数（ H' ）范围在 2.37~4.03 之间，平均值为 3.20，最高值出现在 Y7 号站位；均匀度指数（ J' ）范围在 0.61~0.92 之间，平均值为 0.78，最高出现在 Y7 和 Y30 号站位。结果详见表 3.2.7-7。

表 3.2.7-7 浮游动物丰富度 (d)、单纯度 (C)、多样性指数 (H') 和均匀度 (J')

5) 小结

据本次调查所采集到的标本鉴定, 调查海域浮游动物共有 9 类 40 属 49 种, 桡足类有 20 属 29 种; 水螅虫类有 9 属 9 种; 毛颚类有 5 属 5 种; 被囊类、十足类、介形类、浮游软体类、栉水母类和原生动物类均有 1 属 1 种; 另有 12 个类别浮游幼体和若干鱼卵、仔鱼。

本次调查浮游动物丰度范围为 $(5.60 \sim 116.26) \text{ ind/m}^3$, 平均丰度为 44.93 ind/m^3 生物量范围为 $(0.78 \sim 29.10) \text{ mg/m}^3$, 平均生物量为 7.84 mg/m^3 。

调查期间该海域浮游动物优势种类主要有微刺哲水蚤、亚强次真哲水蚤和肥胖软箭虫。

该水域浮游动物丰富度指数 (d) 范围在 1.21~5.63 之间, 平均值为 3.51; 单纯度指数 (C) 范围在 0.08~0.30 之间, 平均值为 0.18; 多样性指数 (H') 范围在 2.37~4.03 之间, 平均值为 3.20; 均匀度指数 (J') 范围在 0.61~0.92 之间, 平均值为 0.78。

④大型底栖生物

1) 种类组成

调查海域大型底栖生物共采集鉴定到 9 门 53 科 100 种, 其中节肢动物有 15 科 40 种, 占总种类数的 40.00%; 脊索动物有 11 科 22 种, 占总种类数的 22.00% 环节动物有 14 科 19 种, 占总种类数的 19.00%; 软体动物有 7 科 12 种, 占总种类数的 12.00%; 棘皮动物有 2 科 3 种, 占总种类数的 3.00%; 纽形动物、刺胞动物、星虫动物、绿藻门各有 1 科 1 种, 均占总种类数的 1.00%。

2) 生物量和栖息密度

调查结果表明, 各站位底栖生物栖息密度的幅度为 $(4.98 \sim 59.70) \text{ ind/m}^2$, 平均密度为 23.88 ind/m^2 , 最高出现在 Y27 号站位, 最低出现在 Y15 号站位; 生物量的幅度为 $(0.07 \sim 33.43) \text{ g/m}^2$, 平均生物量为 7.98 g/m^2 , 最高出现在 Y11 号站位, 最低出现在 Y17 号站位。详见表 3.2.7-8。

表 3.2.7-8 各站位大型底栖动物生物量 (g/m^2) 和栖息密度 (ind/m^2)

3) 各类别生物量和栖息密度

调查海域大型底栖生物栖息密度主要以环节动物为主，平均密度为 13.27 ind/m²；其次为节肢动物，平均密度为 4.98 ind/m²；最低为星虫动物，平均密度为 0.33 ind/m²。生物量以软体动物为主，平均生物量为 3.81 g/m²；其次为节肢动物，平均生物量为 2.52 g/m²；纽形动物最低，平均生物量为 0.03 g/m²。详见表 3.2.7-10。

4) 优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式： $Y=P_i \times f_i$ ， f_i 为第 i 种在各个站位出现的频率。根据实际调查情况，本次调查将大型底栖生物的优势度 ≥ 0.01 的种类作为该海域的优势种类。调查期间该海域大型底栖生物优势种类突出，优势种有白色吻沙蚕、背蚓虫、锥稚虫、小瘤犹帝虫、毛须鳃虫、欧努菲虫、波纹巴非蛤、双鳃内卷齿蚕。详见表 3.2.7-9。

表 3.2.7-9 大型底栖动物的优势种和优势度

表 3.2.7-10 各站位类别生物量 (g/m²) 和栖息密度 (ind/m²)

5) 丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

各站丰富度 (d) 的幅度为 01.13, 平均值为 0.63, 最高值出现在 Y9 和 Y11 号站位, 最低值出现在 Y15 号站位; 各站单纯度 (C) 的幅度为 0.161.00, 平均值为 0.35, 最高值出现在 Y15 号站位, 最低值出现在 Y9 和 Y11 号站位; 各站多样性指数 (H') 的幅度为 02.75, 平均值为 1.75, 最高值出现在 Y9 和 Y11 号站位, 最低值出现在 Y15 号站位; 各站底栖生物均匀度 (J') 的幅度为 01.00, 平均值为 0.87 最高值出现在 Y3、Y5、Y17、Y18、Y23、Y30 号站位, 最低值出现 Y15 站位。详见表 3.2.7-11。

表 3.2.7-11 大型底栖生物丰富度 (d)、单纯度 (C)、多样性指数 (H') 和均匀度 (J')

6) 小结

调查海域大型底栖生物共采集鉴定到 9 门 53 科 100 种, 其中节肢动物有 15 科 40 种; 脊索动物有 11 科 22 种; 环节动物有 14 科 19 种; 软体动物有 7 科 12 种; 棘皮动物有 2 科 3 种; 纽形动物、刺胞动物、星虫动物、绿藻门各有 1 科 1 种。

调查海域各站位底栖生物栖息密度的幅度为 (4.98~59.70) ind/m², 平均密度为 23.88 ind/m²; 生物量的幅度为 0.07~33.43 g/m², 平均生物量为 7.98 g/m²。栖息密度主要以环节动物为主, 平均密度为 13.27 ind/m²; 其次为节肢动物, 平均密度为 4.98 ind/m²; 最低为星虫动物, 平均密度为 0.33 ind/m²。生物量以软体动物为主, 平均生物量为 3.81 g/m²; 其次为节肢动物, 平均生物量为 2.52 g/m² 纽形动物最低, 平均生物量为 0.03 g/m²。

调查期间该海域大型底栖生物优势种类突出, 优势种有白色吻沙蚕、背蚓虫、锥稚虫、小瘤犹帝虫、毛须鳃虫、欧努菲虫、波纹巴非蛤、双鳃内卷齿蚕。各站丰富度的幅度为 01.13, 平均值为 0.63; 各站单纯度的幅度为 0.161.00, 平均值为 0.35; 各站多样性指数的幅度为 02.75, 平均值为 1.75; 各站底栖生物均匀度的幅度为 01.00, 平均值为 0.87。

⑤潮间带生物

1) 种类组成

4 个潮间带断面共采获了 12 个生物类别中的 74 科 124 种生物（包含定性样品）。其中扁形动物、褐藻门、红藻门、棘皮动物、脊索动物、半索动物和蠕虫动物均有 1 科 1 种，占总种类数的 0.81%；刺胞动物有 2 科 2 种，占总种类数的 1.61%；环节动物有 8 科 10 种，占总种类数的 8.06%；节肢动物有 23 科 44 种，占总种类数的 35.48%；软体动物有 31 科 58 种，占总种类数的 46.77%；星虫动物有 3 科 3 种，占总种类数的 2.42%。

C1 出现 51 种生物；C2 出现 58 种生物；C3 出现 79 种生物；C4 出现 24 种生物。不同断面出现的生物种类数详见表 3.2.7-12。

表 3.2.7-12 不同断面出现的生物种类数

2) 生物量和栖息密度

4 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 10.04 ind/m²，平均生物量为 1.53g/m²；中潮区平均栖息密度为 184.33 ind/m²，平均生物量为 246.80 g/m²；低潮区平均栖息密度为 282.00 ind/m²，平均生物量为 321.38 g/m²。详见表 3.2.7-13。

表 3.2.7-13 潮间带生物量（g/m²）和栖息密度（ind/m²）

3) 类别生物量和栖息密度

各类别生物的生物量和栖息密度如表 3.2.7-14 所示，栖息密度和生物量主要以软体动物为主，平均密度为 81.11 ind/m²，平均生物量为 147.93 g/m²；其次为节肢动物，平均密度为 64.68 ind/m²，平均生物量为 33.78 g/m²。

表 3.2.7-14 潮间带生物的种类组成生物量与栖息密度

4) 优势种

优势种的确定由优势度决定，计算公式： $Y=Pi \times fi$ ， fi 为第 i 种在各个站位出现的频率。本次调查潮间带生物以潮区为站点计算各种类的栖息密度百分比和出现频率，并把优势度 >0.02 种类作为该区域的优势种类。

该海域的潮间带生物优势种类有小相手蟹、棘刺牡蛎、对称拟蚶、双带栉桑甚螺、宽额大额蟹和变化短齿蛤。见表 3.2.7-15。

表 3.2.7-15 潮间带生物的优势种

5) 丰富度、单纯度、多样性指数和均匀度

高潮区丰富度 (d) 平均为 0.17；单纯度 (C) 平均为 0.56；多样性指数 (H') 平均为 0.46；均匀度 (J') 平均为 0.33。中潮区丰富度 (d) 平均为 3.44；单纯度 (C) 平均为 0.11；多样性指数 (H') 平均为 3.89；均匀度 (J') 平均为 0.84。低潮区丰富度 (d) 平均为 2.46；单纯度 (C) 平均为 0.11；多样性指数 (H') 平均为 3.70；均匀度 (J') 平均为 0.89。详见表 3.2.7-16。

表 3.2.7-16 潮间带生物的丰富度 (d)、单纯度 (C)、多样性指数 (H') 和均匀度 (J')

6) 小结

4 个潮间带断面共采获了 12 个生物类别中的 74 科 124 种生物（包含定性样品）。其中扁形动物、褐藻门、红藻门、棘皮动物、脊索动物、半索动物和蠕虫动物均有 1 科 1 种；刺胞动物有 2 科 2 种；环节动物有 8 科 10 种；节肢动物有 23 科 44 种；软体动物有 31 科 58 种；星虫动物有 3 科 3 种。C1 出现 51 种生物；C2 出现 58 种生物；C3 出现 79 种生物；C4 出现 24 种生物。

4 条潮间带生物断面高潮区平均栖息密度为 10.04 ind/m^2 ，平均生物量为 1.53 g/m^2 ；中潮区平均栖息密度为 184.33 ind/m^2 ，平均生物量为 246.80 g/m^2 ；低潮区平均栖息密度为 282.00 ind/m^2 ，平均生物量为 321.38 g/m^2 。栖息密度和生物量主要以软体动物为主，平均密度为 81.11 ind/m^2 ，平均生物量为 147.93 g/m^2 ；其次为节肢动物，平均密度为 64.68 ind/m^2 ，平均生物量为 33.78 g/m^2 。

该海域的潮间带生物优势种类有小相手蟹、棘刺牡蛎、对称拟蚶、双带栉桑甚螺、宽额大额蟹和变化短齿蛤。

高潮区丰富度 (d) 平均为 0.17；单纯度 (C) 平均为 0.56；多样性指数 (H')

平均为 0.46；均匀度 (J') 平均为 0.33。中潮区丰富度 (d) 平均为 3.44；单纯度 (C) 平均为 0.11；多样性指数 (H') 平均为 3.89；均匀度 (J') 平均为 0.84。低潮区丰富度 (d) 平均为 2.46；单纯度 (C) 平均为 0.11；多样性指数 (H') 平均为 3.70；均匀度 (J') 平均为 0.89。

⑥鱼卵、仔稚鱼调查结果

1) 种类组成

在采集的 30 个样品中共鉴定出 14 个种类，隶属于 14 科。其中鉴定到属的有 5 种，鉴定到种的有 7 种，其余鉴定到科，部分未鉴定出种类。从发育阶段来看，鱼卵出现有 7 种，仔、稚鱼出现有 12 种。

水平拖网共捕获鱼卵 35 粒，仔、稚鱼 35 尾。鱼卵数量以黄鳍鲷鱼卵最多，占总数的 71.43%。仔、稚鱼数量少鳞鱈最多，占总数的 28.57%，其次是鲷科一种，占总数的 25.71%。本次调查鱼卵优势种为黄鳍鲷，仔、稚鱼的优势种为少鳞鱈、鲷科一种。见表 3.2.7-17。

表 3.2.7-17 鱼卵和仔、稚鱼种类组成

2) 密度分布

本次垂直拖网调查采集到的鱼卵密度范围为(0~2.78)粒/ m^3 ，平均密度为0.39粒/ m^3 ，最大值出现在Y30号站位；采集到仔、稚鱼密度范围为(0~0.93)尾/ m^3 ，平均密度为0.24尾/ m^3 ，最大值出现在Y11号站位。详见表3.2.7-18。

表 3.2.7-18 鱼卵和仔、稚鱼调查结果

⑦游泳生物

1) 游泳生物资源现状

种类组成：本次调查采用单拖底拖网采样方式，分析评价该项目海域游泳动物的种类组成。经鉴定，共捕获游泳动物 72 种，分别隶属于 12 目 40 科。其中鱼类 8 目 35 科 55 种，占有所有种类的 76.39%；甲壳类 2 目 3 科 15 种，占有所有种类的 20.83%；头足类 2 目 2 科 2 种，占有所有种类的 2.78%。

渔获率和现存资源密度：本次调查共采集到游泳动物的渔获量总重量有 81.11kg，其中，鱼类重量为 55.85kg，占总渔获量的 68.86%；甲壳类重量为 4.99kg，占总渔获量的 6.15%；头足类重量为 20.27kg，占总渔获量 24.99%。个体数量计，

共采集到个体有 5544ind, 鱼类为 4684ind, 占总个体渔获数量的 84.49%84.49%; 甲壳类为 557ind, 占总个体渔获数量的 10.04%; 头足类为 303ind, 占总个体渔获量的 5.47%。游泳动物重量渔获率范围为 0.016kg/h~14.12kg/h, 游泳动物的平均重量渔获率为 5.38kg/h。各站位中重量渔获率以 Y21 号站最高, 为 14.12kg/h; 渔获率较高的站位还有 Y9 号站, 渔获率为 7.17kg/hY5 号站最低, 为 0.016kg/h。各类中鱼类重量渔获率为 3.72kg/h, 占渔获游泳动物的 69.14%; 甲壳类重量渔获率为 0.31kg/h; 占渔获游泳动物的 5.72%; 头足类重量渔获率为 1.35kg/h; 占渔获游泳动物的 25.14%。按个体计, 评价区游泳动物的个体渔获率范围为 1.3ind/h~1831ind/h, 平均个体渔获率为 368ind/h。各站位中个体渔获率以 Y21 号站最高, 为 1831ind/h; 依次为 Y30 号站, 为 688ind/h; Y5 号站最低, 为 1.3ind/h。各类中鱼类个体渔获率为 311ind/h, 占渔获游泳动物的 84.71%; 甲壳类个体渔获率为 36ind/h, 占渔获游泳动物的 9.79%; 头足类个体渔获率为 20ind/h 占渔获游泳动物的 5.50%。调查海域中外海海域游泳动物的重量资源密度为 446.29 kg/km²。各类中鱼类重量资源密度为 308.67 kg/km², 甲壳类重量资源密度为 25.37 kg/km², 头足类重量资源密度为 112.24 kg/km²。各站中以 Y21 号站重量资源密度最高 (1016.49 kg/km²); Y9 号站次之 (516.20 kg/km²); Y7 号站较低 (241.76 kg/km²)。按个体计, 游泳动物的资源密度约为 30514 ind/km²。各类中鱼类个体资源密度为 25857 ind/km², 甲壳类个体资源密度为 2979 ind/km², 头足类个体资源密度为 1678 ind/km²。各站位中个体资源密度以 Y21 号站最高 (131821 ind/km²); Y30 号站次之 (49532 ind/km²); Y7 号站最低 (11087 ind/km²)。其他各站资源密度见表 3.2.7-19。

表 3.2.7-19 调查海域游泳动物渔获率和资源密度

优势种: 根据相对重要性指数 (*IRI*) 公式计算评价调查海域内鱼类的相对重要性指标 (*IRI*), 并以 *IRI* 大于 100 作为优势渔获物的判断指标, 本次调查的优势渔获物鱼类共有 14 种。其中, 黄斑光胸鲳的 *IRI* 最高, 为 2430 其他优势种依次为仰口鲳 (1606)、克氏副叶鲔 (717)、蓝圆鲔 (657)、鰺 (509)、马拉巴若鲔 (406)、卵形鲳鲹 (322)、二长棘犁齿鲷 (305)、截尾银姑鱼 (278)、棕斑兔头鲷 (209)、短吻鲳 (175)、灰鲳 (132)、无齿鲔 (113)、黑口鰺 (108)。优势

渔获物甲壳类有 2 种优势种。其中，须赤虾的 *IRI* 最高，为 724；其他优势种依次为猛虾蛄（289）。优势渔获物头足类有 1 种优势种，中国枪乌贼（2614）。其他种类的相对重要性指数小于 100。优势种渔获率及百分比组成见表 3.2.7-20。

表 3.2.7-20 调查海域渔获物优势种

2) 鱼类资源状况

种类组成：经鉴定，本次调查共捕获鱼类 55 种，分隶于 8 目 35 科。以鲈形目的种类数最多，共有 39 种；鲉形目、鲱形目、鲽形目 4 种；其他各目均为 1 种，鲹科 7 种；鳎科 6 种；天竺鲷科 3 种；鲟科、鲈科、羊鱼科、石首鱼科、鲷科、鲱科、鲷科 2 种，其他各科均为 1 种。

渔获率与资源密度分布：本次调查底拖网渔获的鱼类总重量为 81.11kg，平均重量渔获率为 3.72kg/h。各站位中以 Y21 号站重量渔获率最高，为 12.08kg/h；Y3 号站重量渔获率最低，为 0.004kg/h。按个体计，鱼类的平均个体渔获率为 311ind/h。各站位中以 Y21 号站个体渔获率最高，为 1795ind/h；Y5 号站个体渔获率最低，为 0.6ind/h。调查海域中外海海域目前鱼类的平均重量资源密度为 308.67 kg/km²。各站位中以 Y21 号站重量资源密度最高，为 869.76 kg/km²；Y7 号站重量资源密度最低，为 102.38 kg/km²。按个体计，鱼类的平均个体资源密度为 25857 ind/km²。各站位中以 Y21 号站个体资源密度最高，为 129230ind/km²；Y7 号站个体资源密度最低，资源密度为 4536 ind/km²。调查海域鱼类的渔获率和资源密度见表 3.2.7-21。

表 3.2.7-21 调查海域鱼类的渔获率和资源密度

鱼类优势种：根据相对重要性指数 (*IRI*) 公式计算评价调查海域内鱼类的相对重要性指标 (*IRI*)，并以 *IRI* 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，本次调查的优势渔获物鱼类共有 14 种。其中，黄斑光胸鲷的 *IRI* 最高，为 2430 其他优势种依次为仰口鲷（1606）、克氏副叶鲷（717）、蓝圆鲷（657）、鲷（509）、马拉巴若鲷（406）、卵形鲳鲷（322）、二长棘犁齿鲷（305）、截尾银姑鱼（278）、棕斑兔头鲷（209）、短吻鲷（175）、灰鲷（132）、无齿鲷（113）、黑口鲷（108）。其他种类的相对重要性指数小于 100。优势种渔获率及百分比组成见表 3.2.7-22。

表 3.2.7-22 鱼类优势种渔获率及百分比组成

3) 头足类资源状况

种类组成：本次调查共渔获头足类 2 种，隶属 2 目 2 科，其中，枪形目、乌贼目 1 种。其他各科均为 1 种。渔获率和资源密度分布：本次调查，头足类的重量渔获率范围为 0~2.06 kg/h，平均 1.35 kg/h，按个体计，个体渔获率范围为 0~35ind/h，平均 20 ind/h。采用扫海面积法估算附近海域的资源密度。评价区外海海域目前头足类的平均重量资源密度为 112.24 kg/km²。各站位中以 Y17 号站重量资源密度最高，为 148.24 kg/km²；Y30 号站重量资源密度最低，为 66.52 kg/km²。按个体计，平均个体资源密度为 1678ind/km²。各站位中以 Y17 号站个体资源密度最高，为 2520 ind/km²；Y20 号站个体资源密度最低，为 1152 ind/km²。结果详见表 3.2.7-23。

表 3.2.7-23 调查海域头足类的渔获率和资源密度

头足类优势种：根据相对重要性指数 (*IRI*) 公式计算评价调查海域内头足类的相对重要性指标 (*IRI*)，并以 *IRI* 大于 100 作为优势渔获物的判断指标。优势渔获物头足类有 1 种优势种，中国枪乌贼 (*IRI* 为 2614)。

4) 甲壳类资源状况

种类组成：经鉴定，本次调查渔获的甲壳类共 15 种，分属 2 目 3 科。其中，十足目 13 种；口足目 2 种，梭子蟹 7 种；对虾科 6 种；虾蛄科 2 种，其他各科均为 1 种。

渔获率和资源密度分布：调查海域甲壳类重量渔获率范围为 0.011kg/h~0.94kg/h，平均 0.31kg/h。按个体计，甲壳类的个体渔获率范围为 0.8ind/h~94ind/h，平均 36ind/h。评价外海海域目前甲壳类的平均重量资源密度约为 25.37 kg/km²。各站位中以 Y27 号站重量资源密度最高，为 67.60 kg/km²；Y22 号站重量资源密度最低，为 5.47kg/km²。按个体计，甲壳类的平均个体资源密度为 2979 ind/km²。各站位中以 Y18 号站个体资源密度最高，为 6767ind/km²；Y9 号站个体资源密度最低，为 936 ind/km²。结果详见表 3.2.7-24。

表 3.2.7-24 调查海域甲壳类的渔获率和资源密度

甲壳类优势种：根据相对重要性指数 (*IRI*) 公式计算评价调查海域内甲壳类的相对重要性指标 (*IRI*)，并以 *IRI* 大于 100 作为优势渔获物的判断指标，优势

渔获物甲壳类有 2 种优势种。其中，须赤虾的 *IRI* 最高，为 724；其它优势种依次为猛虾蛄（289）。其他相对重要指数均小于 100。

5) 物种多样性分析

项目海域渔获物重量密度多样性指数 (H') 均值为 3.26 (1.70-4.10)，均匀度指数 (J') 均值为 0.76 (0.57-0.85)，单纯度指数 (C) 均值为 0.18 (0.08-0.48)，丰富度指数 (d) 均值为 2.55 (0.41-3.72)。渔获物个体密度多样性指数 (H') 均值为 3.15 (1.76-3.83)，均匀度指数 (J') 均值为 0.74 (0.39-0.87)，单纯度指数 (C) 均值为 0.19 (0.10-0.50)，丰富度指数 (d) 均值为 1.47 (0.27-2.17)。结果详见表 3.2.7-25。

表 3.2.7-25 渔获物多样性指数值

6) 渔获物体重、体长和幼体比例

根据渔获物个体长度大于其最小性成熟长度为成鱼，而小于最小性成熟长度为幼鱼的划分标准来估算幼鱼的比例。本次调查主要经济鱼类的出现频率、平均体重和幼鱼比例，主要种类幼鱼比例情况如下：

在本次调查的渔获物中，鱼类幼体约占 77.48%，主要幼鱼渔获物为黄斑光胸鲷、仰口鲷、克氏副叶鲽、蓝圆鲽、鰺、马拉巴若鲽、卵形鲳鲽、二长棘犁齿鲷、截尾银姑鱼、棕斑兔头鲈、短吻鲷、灰鲷、无齿鲽、黑口鰺。结果详见表 3.2.7-26。

表 3.2.7-26 主要渔获种类幼体比例

7) 小结

本次调查共渔获游泳动物 72 种，其中鱼类 55 种，头足类 2 种，甲壳类 15 种。游泳动物的平均渔获率为 5.38kg/h 和 368ind/h。其中，鱼类为 3.72kg/h 和 311ind/h，头足类的平均渔获率为 1.35kg/h 和 20ind/h，甲壳类的平均渔获率为 0.31kg/h 和 36ind/h。根据扫海面积法估算，评价区外海海域目前游泳动物的资源密度约为 446.29 kg/km² 和 30514 ind/km²，其中鱼类约为 308.67kg/km² 和 25857 ind/km²，头足类 112.24 kg/km² 和 1678 ind/km²，甲壳类约为 25.37kg/km² 和 2979ind/km²。

本次调查的优势渔获物鱼类共有 14 种。其中，黄斑光胸鲷的 *IRI* 最高，为 2430；其他优势种依次为仰口鲷（1606）、克氏副叶鲽（717）、蓝圆鲽（657）、

鰺 (509)、马拉巴若鲹 (406)、卵形鲳鲹 (322)、二长棘犁齿鲷 (305)、截尾银姑鱼 (278)、棕斑兔头鲈 (209)、短吻鲷 (175)、灰鲷 (132)、无齿鲹 (113)、黑口鰺 (108)。优势渔获物甲壳类有 2 种优势种。其中, 须赤虾的 *IRI* 最高, 为 724; 其他优势种依次为猛虾蛄 (289)。优势渔获物头足类有 1 种优势种, 中国枪乌贼 (2614)。其他种类的相对重要性指数小于 100。

项目海域渔获物重量密度多样性指数 (H') 均值为 3.26 (1.70-4.10), 均匀度指数 (J') 均值为 0.76 (0.57-0.85), 单纯度指数 (C) 均值为 0.18 (0.08-0.48), 丰富度指数 (d) 均值为 2.55 (0.41-3.72)。渔获物个体密度多样性指数 (H') 均值为 3.15 (1.76-3.83), 均匀度指数 (J') 均值为 0.74 (0.39-0.87), 单纯度指数 (C) 均值为 0.19 (0.10-0.50), 丰富度指数 (d) 均值为 1.47 (0.27-2.17)。

在本次调查的渔获物中, 鱼类幼体约占 77.48%, 主要幼鱼渔获物为黄斑光胸鲷、仰口鲷、克氏副叶鲹、蓝圆鲹、鰺、马拉巴若鲹、卵形鲳鲹、二长棘犁齿鲷、截尾银姑鱼、棕斑兔头鲈、短吻鲷、灰鲷、无齿鲹、黑口鰺。

依据《中华人民共和国野生动物保护法》中的相关规定, 已核对“国家重点保护野生动物名录”, 在本次调查的海区中没有捕获到保护鱼类及其他珍稀鱼类。

(2) 2023 年 11 月海洋生态环境现状调查评价结果

①叶绿素 a 及初级生产力

本次调查叶绿素 a 含量均值为 $0.86\mu\text{g/L}$, 波动范围在 $(0.64-1.73)\mu\text{g/L}$ 之间, Z3 表层最大, SS10 表层最小。初级生产力均值为 $138\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$, 波动范围在 $(72-412)\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 之间, Z3 表层最大, Z8 表层最小。

表 3.2.7-27 叶绿素 a 含量和初级生产力调查结果

②浮游植物

1) 种类组成

浮游植物 2 门 34 属 68 种, 其中硅藻 57 种, 占总种数的 83.82%; 甲藻 11 种, 占总种数的 16.18%。

2) 数量分布

网采浮游植物平均细胞密度为 $461.84\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3$, 密度波动范围在 $(116.00-1087.20)\times 10^4\text{cells}/\text{m}^3$ 之间, SS6 站位最大, SS5 站位最小。网采浮游植物平均

物种数为 33 种，物种数波动范围在（29-41）种之间，Z3 站位最大，SS7 站位最小。

表 3.2.7-28 网采浮游植物细胞密度与物种数

水采浮游植物平均细胞密度 $1.16 \times 10^4 \text{cells/L}$ ，波动范围（0.20-5.22） $\times 10^4 \text{cells/L}$ ，Z3 表层最大，Z9 表层最小。水采浮游植物平均物种数 11 种，波动范围（7-18）种，Z3 表层最大，Z9 表层最小。

表 3.2.7-29 水采浮游植物细胞密度与物种数

3) 优势种

网采浮游植物优势种共 4 种，分别为中肋骨条藻（*Skeletonema costatum*）、菱形海线藻（*Thalassionema nitzschioides*）、细弱海链藻（*Thalassiosira subtilis*）、旋链角毛藻（*Chaetoceros curvisetus*）。

水采浮游植物优势种共 3 种，分别为中肋骨条藻（*Skeletonema costatum*）、菱形海线藻（*Thalassionema nitzschioides*）、旋链角毛藻（*Chaetoceros curvisetus*）。

表 3.2.7-30 浮游植物优势种及其优势度

4) 群落特征

多样性指数（ H' ）均值为 3.01，波动范围在（2.20-3.64）之间，Z9 站位最大，SS10 站位最小；均匀度指数（ J' ）均值为 0.59，波动范围在（0.44-0.72）之间，Z9 站位最大，SS10 站位最小；丰富度指数（ d ）均值为 1.64，波动范围在（1.51-1.90）之间，Z9 站位最大，Z5 站位最小；优势度指数（ D ）均值为 0.51，波动范围在（0.33-0.66）之间，SS7 站位最大，SS10 站位最小。

表 3.2.7-31 浮游植物群落特征结果

③浮游动物

1) 种类组成

浮游动物共 9 类 43 属 54 种，其中桡足类 28 种，占总种数的 51.87%；浮游幼虫 13 种，占总种数的 24.07%；水母类 5 种，占总种数的 9.26%，毛颚类、十足类各 2 种，各占总种数的 3.70%；被囊类、枝角类、原生动物、介形类各 1 种，各占总种数的 1.85%。

2) 数量分布

大型浮游动物生物密度均值为 608 ind/m³, 波动范围在 (139-1830) ind/m³ 之间, Z8 站位最大, SS7 站位最小;

大型浮游动物生物量均值为 202.42 mg/m³, 波动范围在 (62.50-700.00) mg/m³ 之间, Z8 站位最大, SS7 站位最小;

大型浮游动物物种数均值为 20 种, 波动范围在 (10-26) 种之间, Z1、Z3 站位最大, Z9 站位最小。

中、小型浮游动物生物密度均值为 40931 ind/m³, 波动范围在 (11534-95000) ind/m³ 之间, Z8 站位最大, Z3 站位最小;

中、小型浮游动物物种数均值为 15 种, 波动范围在 (12-19) 种之间, Z3 站位最大, SS10 站位最小。

表 3.2.7-32 浮游动物生物密度、生物量和物种数

3) 优势种

大型浮游动物优势种共 5 种, 分别间型莹虾 (*Lucifer intermedius*)、肥胖箭虫 (*Sagitta enflata*)、孔雀强额哲水蚤 (*Pavocalanus crassirostris*)、拟长腹剑水蚤 (*Oithona similis*)、针刺拟哲水蚤 (*Paracalanus aculeatus*);

中、小型浮游动物优势种共 6 种, 分别为拟长腹剑水蚤 (*Oithona similis*)、孔雀强额哲水蚤 (*Pavocalanus crassirostris*)、简长腹剑水蚤 (*Oithona simplex*)、尖额谐猛水蚤 (*Euterpina acutifrons*)、异体住囊虫 (*Oikopleura dioica*)、针刺拟哲水蚤 (*Paracalanus aculeatus*)。

表 3.2.7-33 浮游动物优势种及其优势度

4) 群落特征

大型浮游动物多样性指数 (H') 均值为 3.52, 波动范围在 (3.06-3.94) 之间, SS6 站位最大, SS10 站位最小; 均匀度指数 (J') 均值为 0.83, 波动范围在 (0.71-0.96) 之间, Z9 站位最大, Z5 站位最小; 丰富度指数 (d) 均值为 2.42, 波动范围在 (1.64-3.19) 之间, Z8 站位最大, SS10 站位最小; 优势度指数 (D) 均值为 0.41, 波动范围在 (0.32-0.55) 之间, SS3 站位最大, Z8 站位最小。

中、小型浮游动物多样性指数 (H') 均值为 2.69, 波动范围在 (2.45-3.23) 之间, Z3 站位最大, SS7 站位最小; 均匀度指数 (J') 均值为 0.70, 波动范围在 (0.61-

0.77) 之间, Z1、SS3 站位最大, SS7 站位最小; 丰富度指数 (d) 均值为 1.08, 波动范围在 (0.81-1.39) 之间, SS7 站位最大, Z7 站位最小; 优势度指数 (D) 均值为 0.59, 波动范围在 (0.46-0.66) 之间, SS7 站位最大, SS3 站位最小。

表 3.2.7-34 浮游动物群落特征结果

④大型底栖生物

1) 种类组成

大型底栖生物 5 门 29 属 31 种, 其中环节动物 17 种, 占总种数的 54.83%; 节肢动物 7 种, 占总种数的 22.58%; 软体动物 5 种, 占总种数的 16.13%; 棘皮动物、曳鳃动物各 1 种, 各占总数的 3.23%。

2) 数量分布

大型底栖生物栖息密度均值为 27 ind/m², 栖息密度波动范围在 (5-75) ind/m² 之间, Z5 站位最大, SS1、SS3、SS5 站位最小; 生物量均值为 43.43 g/m², 生物量波动范围在 (0.05-387.00) g/m² 之间, Z9 站位最大, SS1、SS3 站位最小; 物种数均值为 4 种, 物种数波动范围在 (1-10) 种之间, Z5 站位最大, SS1、SS3、SS5 站位最小。

表 3.2.7-35 大型底栖栖息密度、生物量和物种数

3) 优势种

大型底栖生物优势种共 1 种, 为寡鳃齿吻沙蚕 (*Nephtys oligobranchia*), 其出现率为 44%, 优势度为 0.05。

4) 群落特征

大型底栖生物多样性指数均值为 1.63, 波动范围在 (0-3.24) 之间, Z5 站位最大, SS1、SS3、SS5 站位最小; 均匀度指数均值为 0.65, 波动范围在 (0-1.00) 之间, Z3、Z8 站位最大, SS1、SS3、SS5 站位最小; 丰富度指数均值为 1.20, 波动范围在 (0-2.30) 之间, Z5 站位最大, SS1、SS3、SS5 站位最小; 优势度指数均值为 0.33, 波动范围在 (0-1.00) 之间, Z8 站位最大, SS1、SS3、SS5 站位最小。

表 3.2.7-36 大型底栖生物群落特征结果

⑤鱼卵和仔、稚鱼

1) 种类组成定性和定量检出鱼卵 6 种, 为鲱科 (*Clupeidae und.*)、石首鱼科 (*Sciaenidae und.*)、大眼鲷科 (*Priacanthidae und.*)、小公鱼属 (*Stolephorus sp.*)、鲷科 (*Leiognathidae und.*)、鲻科 (*Mugilidae und.*); 仔、稚鱼 5 种, 为鲱科 (*Clupeidae und.*)、鲷科 (*Leiognathidae und.*)、鲻科 (*Mugilidae und.*)、舌鳎属 (*Cynoglossus sp.*)、虾虎鱼科 (*Gobiidae und.*)。

2) 数量特征

定性鱼卵数量均值为 15 ind/net • 10min, 波动范围为 (0-112) ind/net • 10min, SS1 站位最大, SS6、SS7 站位最小; 定性仔、稚鱼均值为 1 ind/net • 10min, 波动范围为 (0-6) ind/net • 10min, Z3 站位最大, Z5、Z7、SS3、SS6、SS7、SS8 站位最小;

定量鱼卵丰度均值为 14.37 ind/m³, 波动范围为 (0-94.28) ind/m³, SS1 站位最大, Z1、Z3、Z5、Z7、Z9、SS6、SS7、SS10 站位最小; 定量仔、稚鱼均值为 0.35 ind/m³, 波动范围为 (0-2.86) ind/m³, Z1 站位最大, Z5、Z7、Z8、Z9、SS1、SS5、SS6、SS7、SS8、SS10 站位最小。

表 3.2.7-37 鱼卵和仔、稚鱼分布

3.2.8 海洋生物质量现状调查与评价

3.2.8.1 海洋生物质量现状调查评价结果

(1) 调查结果

各站位的海洋环境现状调查数据如表 3.2.8-1 所示。

由于海南岛周边海域大型底栖生物的生物量较小, 通过阿氏拖网调查获取的大型底栖生物的生物量已不能满足生物质量样品分析的要求, 因此, 本次生物质量样品的主要来自游泳动物。通过渔业资源拖网调查方式, 在设定的大型底栖生物站位上获取的具有代表性的鱼类、甲壳类和软体类的本地经济种类、本地常见和优势种类。

调查项目附近海域的鱼类主要有: 卵形鲳鲹、鰺、蓝圆鲹、棕斑兔头鲷、克

氏副叶鲔、黄斑光胸鲷、钝鲈、短棘鲷、马拉巴若鲔、甲壳类主要有：远洋梭子蟹、中型新对虾、须赤虾、软体类主要有：中国枪乌贼、贝类主要有：对生塑蛤。

（2）评价结果

各站位的海洋环境现状调查数据如表 3.2.8-2 和表 3.2.8-3 所示，评价结果表明：调查海域各站位鱼类、甲壳类和软体类生物样品中的石油烃、铜、铅、汞、砷、锌和镉等指标均满足相应海洋功能区划中的所规定的生物质量标准。

表 3.2.8-1 生物体样品中总石油烃、重金属元素含量

表 3.2.8-2 生物质量标准指数统计表（第一类）

表 3.2.8-3 贝类标准指数表（第一类、第二类）

3.2.9 珊瑚礁资源调查现状

珊瑚资源调查引自《海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程珊瑚礁生态修复项目第三方跟踪监测及效果评估跟踪监测成果报告（第一年）》（国家海洋局海口海洋环境监测中心站，2024 年 7 月）。

3.2.9.1 站位布设

本次珊瑚礁资源调查共布设珊瑚礁生态调查站位 14 个，这些站位位于珊瑚修复区和小铲滩码头西侧区域。具体位置和坐标见表 3.2.9-1 和图 3.2.9-1。

表 3.2.9-1 项目附近珊瑚生态调查站位

序号	站号	站位坐标	
		经度（°E）	纬度（°N）
1	YZ1		
2	YZ2		
3	YZ3		
4	YZ4		
5	YZ5		
6	YZ6		
7	YZ7		
8	YZ8		
9	YZ9		
10	YZ10		
11	对照 1		
12	对照 2		
13	YZ11		
14	YZ12		

图 3.2.9-1 珊瑚礁调查站位

3.2.9.2 调查结果

（1）珊瑚礁群落结构及种类

①珊瑚种类

最新航次调查站位共鉴定出造礁石珊瑚 11 科 24 属 56 种，其中裸肋珊瑚科种类最多，有 27 种，占总种类数量的 48.2%；其次为滨珊瑚科和鹿角珊瑚科，均有 9 种，占比 16.1%；其他珊瑚科为 1-2 种（图 3.2.9-2）。

图 3.2.9-2 造礁石珊瑚主要种类组成

图 3.2.9-3 移植区部分造礁石珊瑚

②活珊瑚覆盖率

磷枪石岛珊瑚礁移植修复区活珊瑚覆盖率平均为 12.4% (YZ1-10)；小铲滩西侧活珊瑚覆盖率平均为 21.5% (YZ11、YZ12)；磷枪石岛对照站位活珊瑚覆盖率平均为 9.8% (对照 1、对照 2)。修复区站位中 YZ6 号站活珊瑚覆盖率较高，覆盖率为 15.2%；YZ10 号站较低，覆盖率为 6.8% (表 3.2.9-2)。

表 3.2.9-2 修复区活珊瑚覆盖率

③优势种

调查范围内造礁石珊瑚优势种按照优势度从高到低分别为斯氏伯孔珊瑚、澄黄滨珊瑚、秘密角蜂巢珊瑚和多孔同星珊瑚。其中斯氏伯孔珊瑚占绝对优势，调查区域造礁石珊瑚种类相对单一，珊瑚群落结构稳定性较差。

④硬珊瑚补充量

硬珊瑚补充量为单位面积内小于 5 cm 的新生珊瑚的数量。此次硬珊瑚补充量调查各站位均有新生珊瑚出现。磷枪石岛珊瑚移植区硬珊瑚补充量平均为 4.6 ind/m² (YZ1-10)、对照区硬珊瑚补充量平均为 5.8 ind/m²、小铲滩码头西侧海域硬珊瑚补充量平均为 2.1 ind/m²。新补充的珊瑚种类主要为滨珊瑚科和裸肋珊瑚科珊瑚，与造礁石珊瑚优势种群基本一致。

表 3.2.9-3 造珊瑚补充量统计情况

表 3.2.9-4 HMRE 有关硬珊瑚补充量的评价标准

依据 HMRE 有关硬珊瑚补充量的评价标准，此次珊瑚移植区硬珊瑚补充量平均为 4.6 ind/m²，处于一般水平；小铲滩码头西侧海域硬珊瑚补充量平均为 2.1 ind/m²，属于较差水平。

⑤珊瑚死亡与白化

生态调查区域造礁石珊瑚的死亡率和白化率均处于较低水平，1 年内死亡珊瑚覆盖率平均为 0.13%，白化珊瑚覆盖率平均为 0.09%。调查区内的移植种植的珊瑚出现死亡情况相对较多。此外在实际调查中发现样带两侧珊瑚白化现象。

表 3.2.9-5 珊瑚白化和死亡情况

⑥小结

调查共鉴定出造礁石珊瑚 11 科 24 属 56 种，其中裸肋珊瑚科种类最多，有 27 种；珊瑚礁移植修复区活珊瑚覆盖率平均为 12.4%；小铲滩西侧活珊瑚覆盖率平均为 21.5%；磷枪石岛对照站位活珊瑚覆盖率平均为 9.8%；造礁石珊瑚优势种按照优势度从高到低分别为斯氏伯孔珊瑚、澄黄滨珊瑚、秘密角蜂巢珊瑚和多孔同星珊瑚，其中斯氏伯孔珊瑚占绝对优势；珊瑚移植区硬珊瑚补充量平均为 4.6 ind/m²、对照区硬珊瑚补充量平均为 5.8 ind/m²、小铲滩码头西侧海域硬珊瑚补充量平均为 2.1 ind/m²。新补充的珊瑚种类主要为滨珊瑚科和裸肋珊瑚科珊瑚；死亡珊瑚覆盖率平均为 0.13%，白化珊瑚覆盖率平均为 0.09%，样带两侧出现少量珊瑚白化现象。

(2) 珊瑚礁生物

①珊瑚礁鱼类

通过潜水拍摄样带视频的方法，调查了磷枪石岛珊瑚礁修复区珊瑚礁鱼类种类和分布状况，调查方式包括样带定量调查法（即布设长 50 米，宽 5 米的样带，记录样带范围内的鱼类）和定性调查。

调查在视频样带中共观测到珊瑚礁鱼类 8 科 13 种，其中雀鲷科种类较多，为 5 种，其次为隆头鱼科 4 种，蓝子鱼科、鲷科、虾虎鱼科、鹦嘴鱼科种类数较少，均为 1 种。YZ5 号站观测到珊瑚礁鱼类 6 种，主要为雀鲷科种类；YZ8、YZ10 号站均观测到珊瑚礁鱼类 4 种。

图 3.2.9-4 部分珊瑚礁鱼类照片

从鱼类密度的分布来看，不同鱼类的密度差异较大，雀鲷科(43.43 ind/250m²)是主要种类，其次是虾虎鱼科和隆头鱼科，平均密度分别为 30.67 ind/250m² 和 1.89 ind/250m²，其它科密度均较低。鱼类食性主要以非植食性鱼类为主。从不同珊瑚礁鱼类平均密度的变化来看，菲律宾雀鲷平均密度相对最高，为 24.89 ind/250m²，其次是黑新箭齿雀鲷，平均密度为 16.43 ind/250m²。其它种类珊瑚礁鱼类的平均密度较低，在 0.17~1.51 ind/250m² 之间。

调查区域珊瑚礁鱼类平均密度 67.25 ind/250m²。YZ9 号站位珊瑚礁鱼类密度

最高, 为 $178.0 \text{ ind}/250\text{m}^2$, 其次是 YZ8 号站位, 为 $133.0 \text{ ind}/250\text{m}^2$ 。珊瑚礁鱼类主要体长分布区间是 10~20 cm 和 5~10 cm, 其他体长的比例较低, 大于 30 cm 的鱼类在各调查站位均未有发现, 不同体长鱼类分布比例存在一定失衡, 鱼类趋于小型化。优势种主要为黑新箭齿雀鲷、菲律宾雀鲷等珊瑚礁鱼类。

②大型底栖无脊椎动物

对磷枪石岛珊瑚移植修复区珊瑚礁调查样带分析后, 共发现海葵、海参、海绵、甲壳类、贝类、螺类和管虫共计 7 个大类 (部分种类的照片如图 3.2.9-5 所示)。受摄像机拍摄清晰度和生物体表附着物等因素的限制, 绝大多数动物无法准确鉴定到种、属级分类阶元。

图 3.2.9-5 部分大型底栖无脊椎动物照片

调查发现, YZ6 号站大型底栖无脊椎动物栖息密度最高, 为 $56.0 \text{ ind}/100\text{m}^2$, 其次是 YZ5 号站位, 大型底栖无脊椎动物栖息密度为 $37.0 \text{ ind}/100\text{m}^2$, 全海域平均栖息密度为 $20.8 \text{ ind}/100\text{m}^2$ 。YZ11 号站位大型底栖无脊椎动物的种类数多, 物种最为丰富, 有 6 种。各断面栖息密度最高的大型底栖无脊椎动物为 YZ6 号站位的螺类, 栖息密度达 $38.0 \text{ ind}/100\text{m}^2$ 。

表 3.2.9-6 各种大型底栖无脊椎动物栖息密度(单位: $\text{ind}/100\text{m}^2$)

从整个调查区域来看, 大型底栖无脊椎动物螺类、贝类和甲壳类的栖息密度相对较高, 其平均栖息密度分别为 $12.3 \text{ ind}/100\text{m}^2$ 、 $2.8 \text{ ind}/100\text{m}^2$ 和 $2.5 \text{ ind}/100\text{m}^2$, 其余各类生物的平均栖息密度在 $0.1\sim 2.0 \text{ ind}/100\text{m}^2$ 之间。

③大型底栖藻类

磷枪石岛珊瑚礁生态调查发现的大型底栖藻类相对较少, 共发现大型藻类 2 门 8 种。主要种类为匍扇藻、中叶藻、红耳壳藻和石花菜。调查海域大型海藻平均覆盖率为 12.8% (表 3.2.9-7)。总体来看本次珊瑚礁调查海域各断面大型藻类覆盖率相对较高。调查海域匍扇藻覆盖率较高, 平均覆盖率 10.5%, 其次是中叶藻, 平均覆盖率 5.1%。本次珊瑚礁生态调查区大型海藻高度平均 0.4 cm, 调查区域大型海藻的高度大多约为 0.4 cm。

图 3.2.9-6 部分大型底栖藻类照片

表 3.2.9-7 各站位大型藻类平均覆盖率和高度

(3) 种植珊瑚生长情况

①补种珊瑚成活情况

第一年度第六次跟踪监测调查在实际珊瑚补种修复区随机布设 4 条长 50 m 的样带，拍摄样带两侧各 2.5 m 范围内所有人工种植在人工礁体上的珊瑚。

调查共在珊瑚补种修复区域拍摄记录到人工礁体 245 个，总计补种珊瑚应为 5880 株，实际发现存活的人工补种珊瑚合计 5448 株，平均成活率为 92.65%。跟踪监测调查发现，人工礁体上的补种珊瑚生长情况总体良好，未发现明显死亡情况，个别礁体上出现补种珊瑚脱落丢失的情况，脱落的珊瑚很难存活，可判断该珊瑚未存活或已死亡（图 3.2.9-7）。

通过对本次调查拍摄的珊瑚特写照片判读发现，部分珊瑚已生长至礁体上，与礁体融合（图 3.2.9-8），并在珊瑚礁体上发现零星硬珊瑚补充量（图 3.2.9-9）。这种情况表明补种珊瑚生长情况良好，出现增长繁殖情况。

图 3.2.9-7 补种珊瑚的人工礁体情况

图 3.2.9-8 补种珊瑚的增长繁殖情况

图 3.2.9-9 礁体上的硬珊瑚补充量

②移植珊瑚成活情况

调查在珊瑚移植区域设置 10 个站位，根据实际情况每个站位在相应的珊瑚移植区域布设 1 条样带，样带长 50 m，拍摄记录样带两侧各 2.5 m 范围所有人工移植珊瑚的生长情况。

调查发现，珊瑚移植修复区域合计发现人工种植的珊瑚幼苗 1466 株，白化或死亡珊瑚 10 株，移植丢失珊瑚 209 株，总成活率达到 85.98%。各站位移植珊瑚的成活情况见表 3.3-1。其中，YZ7、YZ5 和 YZ10 站位移植珊瑚成活率较高，分别达 93.44%、91.62%和 91.37%；YZ1 站位移植珊瑚成活率最低，为 74.51%，未达到 75%的预期成活率。

表 3.2.9-8 各调查站位种植珊瑚成活率情况

图 3.2.9-10 种植的珊瑚生长情况

调查发现，种植的珊瑚存在不同的生长状态，大部分种植的珊瑚生长良好；

发现种植珊瑚白化或死亡情况；出现少量种植的珊瑚脱落不知所踪的情况，仅剩种植标牌或种植珊瑚时固定所用钉子、胶泥等，极有可能已死亡（图 3.2.9-11）。

图 3.2.9-11 种植珊瑚丢失、白化、死亡现象

4 资源生态影响分析

4.1 资源影响分析

4.1.1 海洋空间资源影响分析

项目位于磷枪石岛附近海域，项目占用海域为 22.2275 公顷，用海方式为透水构筑物及开放式养殖。项目建设不占用海岸线，不改变岸线的原有形态和生态功能。项目建设不占用海岛资源，能够提升海岛防灾减灾能力和海岛生态系统服务功能。

4.1.2 海洋生物资源影响分析

根据项目建设规模、设计方案及施工工艺等方面的分析，项目用海对海洋生物资源的影响主要为项目建设压覆底栖生物和占用底栖生物生境影响、施工产生悬浮物对游泳动物及鱼卵仔鱼的影响。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)(以下简称《规程》)进行生物资源损失补偿计算。

(1) 底栖生物

参照《规程》，底栖生物损失按下述公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

W_i —第 i 种生物资源受损量，单位为尾或个或千克 (kg)，在这里指底栖生物资源受损量。

D_i —评估区域内第 i 种生物资源密度，单位为尾 (个) 每平方千米 [尾 (个) /km²]、尾 (个) 每立方千米 [尾 (个) /km³] 或千克每平方千米 (kg/km²)。在此为底栖生物密度。

S_i —第 i 种生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米 (km²) 或立方千米 (km³)。

根据 2023 年 10 月对项目附近底栖生物的调查，底栖生物平均生物量为 43.43g/m²。

在施工期间，由于投放人工礁体施工作业，改变了生物原有的栖息环境，对底栖生物造成一定影响。项目建设将彻底改变施工海域内的底质环境，使得少量活动能力强的底栖种类逃往别处，大部分底栖种类将被掩埋、覆盖或挖除，除少数能够存活外，绝大多数将死亡，导致底栖生物资源损失。项目人工礁体实际占用海域只有直径 15cm 的支

撑足，总占地面积 $(0.15/2)^2 \times 4 \times 902 = 20\text{m}^2$ 。

项目建设导致底栖生物损失量计算如下：

$$20 \times 43.43 \times 10^{-3} = 0.87\text{kg}$$

(2) 游泳动物

由于项目建设不会产生悬浮泥沙，对游泳动物基本无影响，不会造成游泳动物损失。

底栖生物按照贝类平均价格 10 元/kg 计算，游泳生物价格按海鱼的平均价格计算（15 元/kg）。

按照《规程》，占用年限低于 3 年的，按 3 年补偿；占用年限 3-20 年的，按照实际占用年限补偿；占用 20 年以上的，按不低于 20 年计算。一次性生物资源损害补偿为一次性损害额的 3 倍。项目施工所导致的底栖生物损害皆为持续性损害，占用年限大于 20 年，按 20 年进行补偿，经计算补偿额为 174 元，由于本项目属于珊瑚礁生态修复项目，可以起到为鱼类提供栖息空间的作用，因此可不进行补偿工作。

4.2 生态影响分析

4.2.1 对水文动力环境影响分析

4.2.1.1 项目用海对潮流场的影响分析

3、计算结果分析

本区域海流受海南岛西南部的潮波控制，大潮期的潮流受北部湾的全日潮为主，大潮期的潮流在一天之内为一次涨潮和一次落潮过程。为了能反映项目工程所在海域现状流态特征，本报告给出潮汐动力较强的大潮期项目用海区域涨急时刻与落急时刻局部流场分布图。流场的数值计算结果表明：

(1) 本项目所在海域，大潮涨潮时，受陆地边界的影响，涨潮流由西南往东北方向流动，珊瑚礁修复区的涨急最大流速在 40-50cm/s 之间，大铲礁礁坪所在的浅水区域受底部摩擦力的作用流速较小，出现最大流速只有 15cm/s 左右的低流速区。落潮时，流向主要由东北往西南方向流动，珊瑚礁修复区的最大落急流速在 50-60cm/s 之间，落急流速略大于涨急流速，同时也看到，大铲礁礁坪处落潮时跟涨潮时一样也出现低流速区。

(2) 工程后，珊瑚礁修复区礁体对水流产生一定的阻挡作用，流速略有下降，从工程前后流速改变图可以看出，大范围的流场基本没有改变，改变的区域只局限在工程区附

近的局部小范围内。工程前后涨急流速最大下降 2cm/s 左右，落急流速最大下降也为 2cm/s 左右，流速改变幅度大于 0.5cm/s 的最远距离往西南方向延伸约 0.65km，往东北方向延伸约 0.82km。流速改变幅度大于 1m/s 的范围与拟建珊瑚礁修复区的最远距离在西南-东北方向只有 200m 左右。

整体上，珊瑚礁修复区的流速略有下降，但流速下降的幅度和范围都较小。

图 4.2.1-1 工程前，大潮期涨急流场图

图 4.2.1-2 工程前，大潮期落急流场图

图 4.2.1-3 工程后，大潮期涨急流场图

图 4.2.1-4 工程后，大潮期落急流场图

图 4.2.1-5 工程前后涨急流速改变图

图 4.2.1-6 工程前后落急流速改变图

4.2.2 对地形地貌与冲淤影响分析

根据 2020 年 9 月 15 日至 16 日在拟建珊瑚礁修复区周边海域观测的 6 个站实测含沙量资料统计，本项目拟建工程区域周边水域 6 个水文站的平均含沙量为 0.034kg/m³。

为了定量地研究项目工程完成以后周边近岸区的泥沙回淤情况，在完成潮流数值计算以后，对于泥沙的淤积影响进行计算分析。回淤强度的计算采用文献^[1]提出的公式进行计算：

$$p = \frac{\alpha \omega t}{\gamma_d} \left[1 - \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{2m} \right] \quad (4.2.2-1)$$

式中， ω 为泥沙沉速，单位 m/s，根据 2020 年 9 月的实测悬沙含量和粒度分析资料，本项目拟建工程周边海区所含悬沙为粘土质粉砂和粉砂，在此取粘土质粉砂的沉速为 0.05cm/s。

图 4.2.2-1 工程后项目附近冲淤图

(2) 计算结果分析

由图 4.2.2-1 可以看出，本工程完成以后，由于珊瑚礁修复区礁体对水流产生了一定的阻挡作用，珊瑚礁修复区流速略有下降，因此泥沙将在修复区缓慢沉降而形成淤积，与水动力的变化规律类似，由于水流在顺流方向流速下降，因此淤积也发生在西南-东北方向。

珊瑚礁修复区礁体投放后礁区达到平衡时的淤积量最大约为 2cm，出现在拟建珊瑚

礁修复区的顺流方向即礁区的西南-东北方向，珊瑚礁修复区的东西两侧基本不存在冲刷。淤积量大于 0.2cm 的最远距离约 0.35km，大于 1cm 的最远距离约 0.13km，出现在北侧修复区的东北方向。

整体上，珊瑚礁修复区建成后将产生一定的淤积，但淤积的范围和幅度都较小。

4.2.3 对水质环境的影响分析

项目采用潜水员引导安置至海床的方式安装人工珊瑚礁，不会产生悬浮泥沙影响，体现了生态施工的理念。

项目施工期、运营期各项废水均能得到妥善处置，去向明确，不外排，不会对周边水环境产生不利影响。

(1) 施工期废水

施工期废水主要为船舶机舱含油污水、船舶生活污水、施工人员生活污水。

船舶机舱含油污水收集后交由有资质单位接收处理；船舶生活污水在码头上收集后排入已建的污水处理设施处理后回用；施工现场设置移动式厕所，海岛施工人员生活污水排入已建的污水处理设施处理后回用。

(2) 运营期废水

项目运营期不存在维护性工作，不会产生废水。

4.2.4 对沉积物环境影响分析

项目采用潜水员引导安置至海床的方式安装人工珊瑚礁，不会产生悬浮泥沙影响，体现了生态施工的理念。因此项目建设对海洋沉积物环境基本无影响。

4.2.5 对海洋生态环境影响分析

1. 对浮游生物的影响

项目采用潜水员引导安置至海床的方式安装人工珊瑚礁，不会产生悬浮泥沙影响，体现了生态施工的理念。因此，项目建设对浮游生物基本无影响。

2. 对底栖生物的影响

珊瑚礁投放在一定程度上改变了该海域局部区域底栖生物的栖息环境，导致底栖生物被挖起死亡或被掩埋致死，因此底栖生物资源受到一定影响。项目投放的人工珊瑚礁体将占用底栖生物生境，但由于项目建设规模较小，只有支撑足占用海域，面积约为 20

平方米，对底栖生物的种类和数量影响极小。

3.对渔业资源的影响

施工期珊瑚礁投放过程中水下人工作业对游泳生物产生一定的驱散效应，但基本不会造成游泳生物损失。修复后的珊瑚礁为鱼类提供繁殖、觅食和庇护场所，尤其对幼鱼存活率提升显著，有助于经济鱼类种群恢复。恢复的礁区能吸引更多物种，如石斑鱼、龙虾等高价品种，形成良性生态循环。因此，施工期间产生的悬浮物不会对渔业资源造成较大的影响。

4.2.6 对磷枪石岛珊瑚礁生态系统的影响分析

根据调查，人工珊瑚礁投放位置不存在珊瑚，项目建设未占用珊瑚生境。项目采用潜水员引导安置至海床的方式安装人工珊瑚礁，不会产生悬浮泥沙影响，体现了生态施工的理念，对已有的珊瑚礁生态系统未产生不良影响。人工珊瑚礁的投放能够为海洋生物提供新的栖息和繁殖场所，与已有珊瑚礁形成互补，扩大生物栖息地范围，增加生态系统的空间异质性，吸引更多种类和数量的海洋生物聚集，提升生物多样性。同时，人工珊瑚礁与现存珊瑚礁共同构建更完整的珊瑚群落结构，增强生态系统的稳定性。在生物层面，新修复区域与已有珊瑚礁之间形成生物廊道，促进了物种的交流与扩散，有利于维持种群的遗传多样性，增强生物对环境变化的适应能力。不同生活史阶段的生物可以在修复区域和已有珊瑚礁之间完成生长、繁殖和索饵等生命活动，优化了生态系统的食物网结构，提高了能量传递效率。在生态服务功能方面，协同作用显著提升了珊瑚礁生态系统的防护功能，减少海岸侵蚀，为沿海地区提供更有效的防灾减灾屏障；同时增强了生态系统碳汇能力，通过珊瑚礁生物的钙化作用和微生物活动，固定更多的二氧化碳，缓解全球气候变暖压力。此外，健康的珊瑚礁生态系统还具有极高的旅游和科研价值，修复措施与已有系统的协同发展能够促进海洋生态旅游的可持续发展，为科研人员提供更丰富的研究样本和场所，带动相关产业发展，创造更多的经济和社会效益。

本项目移植的珊瑚为磷枪石岛不远处的小铲滩区域的珊瑚物种，属于本地物种，不会导致生物入侵的风险。修复工程施工对周边海域的短暂扰动可能影响已有生态系统的稳定性等，需要在实施过程中加强监测和管理，采取针对性的防范措施，确保生态修复与已有珊瑚礁生态系统的协同作用能够持续、稳定地发挥积极影响。

4.2.7 对“三场一通道”影响分析

根据项目所在海域“三场一通道”情况，项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区及南海区幼鱼、幼虾保护区内，距离南海鱼类产卵场较远，影响较小。

南海北部幼鱼繁育场保护区的管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。项目不涉及拖网作业，因此符合管理要求。由于整个南海海区-40m等深线以浅全部为保护区范围，项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。虽然项目建设不属于渔业限制行为，但项目施工对底质扰动不可避免会对幼鱼幼虾成长造成相应影响。南海区幼鱼幼虾保护区主要功能为渔业水域，保护内容为水质和生态。保护区性质为幼鱼幼虾保护区非水生生物自然保护区和水产种质资源保护区。项目采用潜水员引导安置至海床的方式安装人工珊瑚礁，不会产生悬浮泥沙影响，体现了生态施工的理念，对南海北部幼鱼繁育场保护区及南海区幼鱼、幼虾保护区的影响较小。

5 海域开发利用协调分析

5.1 海域开发利用现状

5.1.1 社会经济概况

(1) 社会环境

儋州市(含洋浦经济开发区)地处海南岛西北部,毗邻北部湾。陆地面积 3406 平方公里,约占全省十分之一;海岸线 300 公里,约占全省六分之一,是海南省陆地面积最大、海岸线最长的市县。下辖 3 个办事处、16 个镇、319 个村(居)委会,常住人口近百万,约占全省十分之一。境内有洋浦经济开发区、中国热带农业科学院、海南大学热带农林学院等。其中,中国热带农业科学院隶属国家农业农村部,是我国唯一的国家级综合性热带科研机构,被联合国粮农组织授予“热带农业研究培训参考中心”。

排浦镇隶属于儋州市,位于儋州市西北部,东与白马井镇接壤,南连雅星镇,西邻海头镇,西北濒临北部湾,北与洋浦经济开发区隔海相望。镇人民政府距儋州市区 60 千米,行政区域总面积 142.59 平方千米。排浦镇辖 2 个社区:排浦社区、龙山居社区;7 个行政村:禾丰村、沙沟村、南华村、昌王村、瓜兰村、黑石村、春花村;33 个自然村。主要旅游景点有中国海南海花岛、磷枪石岛、龙港海滩、南华海滩、叶榕海滩、海塘银滩等旅游景点。

(2) 经济环境

根据《儋州市 2025 年政府工作报告》,儋州市地区生产总值 1012.7 亿元、同比增长 4.1%(下同),其中洋浦增长 7.0%,引领带动作用持续彰显;产业结构加快优化,三次产业比例 16.5:30.6:52.9,二产增加 2.1 个百分点,一产稳、二产强、三产优的发展态势巩固提升。

港口货物吞吐量 6629.8 万吨、增长 14.2%;集装箱吞吐量 200.2 万标箱、增长 9.2%,跻身全国港口 20 强、全球港口百强。新开通阿布扎比、胡志明等航线 5 条,内外贸航线累计达 50 条,形成“兼备内外贸、通达近远洋”的区域国际集装箱中转航线格局。新增航运主体近百家、海事登记船舶 81 艘,水运周转量首次突破万亿吨公里、增长 14.4%。

新材料产业集群成势、四路并进，海南炼化百万吨乙烯达产满产、逸盛石化跃居全球最大的 PTA 供应商、京博石化成功赢得政策加持，成为全省首个千亿级先进制造业产业集群，洋浦化工园区在全国 695 家化工园区中位列“最具潜力十强”。新能源产业蓬勃兴起，两大海上风场当年开工当年并网发电，建成海上风机 105 座，成功经受“摩羯”台风检验；两大风电装备制造项目建成投用、出厂机组 85 个；西门子能源创新研究中心正式运行；汇聚 21 个国家专家学者的全球绿色航运大会成功举办。数字经济开局起步，印发三年行动方案，全国首个“数字加工贸易区”获批成立，润泽新型算力基础设施主体封顶，国家超级计算无锡中心海南自贸港研究院挂牌；入选全国首个货运智能网联汽车准入和上路试点城市。高新技术企业 104 家、“专精特新”中小企业 6 家，超额完成省下达任务。

农业发展稳产增效。高标准农田新增 1 万亩，粮食、油料播种面积完成省下达任务，200 亩以上规模化农业种植基地累计建成 185 个，市级粮食储备库建成投用。连续 20 年获国务院生猪调出大县奖励，生猪出栏 110 万头，禽类出栏 1900 万只。金雨、神农、翔泰等三大渔业规模化养殖项目相继投产，降低“摩羯”台风影响，渔业新增产量 6500 余吨。农业“接二连三”，澳斯卡入选农业产业化国家重点龙头企业，深儋农产品集配中心启动运营，蔚林橡胶厂正式投产。“儋州有味”新授权企业 6 家；成功举办首届农产品产销对接大会、意向金额超 20 亿元；冬交会儋州馆热闹火爆，嘉禾水果、海头地瓜等产品备受欢迎，成交量增长 85%。

5.1.2 海域使用现状

根据海南省海域使用动态监管中心的数据、收集的历史资料及现场踏勘，项目论证范围海域使用活动主要包括交通运输用海、工业用海、旅游娱乐用海及造地工程用海。

表 5.1.2-1 项目周边海域使用现状一览表

序号	开发利用活动名称	权利人	海域使用类型	方位，距离
1	洋浦开控多用途码头项目	**公司	造地工程用海	东北侧，7.9km
2	洋浦开建通用码头项目	**公司	造地工程用海	东北侧，8.5km
3	洋浦港务多用途码头项目	**公司	造地工程用海	东北侧，7.7km

序号	开发利用活动名称	权利人	海域使用类型	方位, 距离
4	洋浦港区小铲滩港口支持系统码头陆域形成工程	**公司	工业用海	东北侧, 8.2km
5	洋浦泛洋航运码头项目	**公司	造地工程用海	东北侧, 8.8km
6	海南大洋修造船厂	**公司	交通运输用海	东北侧, 10.6km
7	儋州市白马井海花岛影视创作基地填海造地项目等 11 宗用海	**公司	旅游娱乐用海	东南侧, 6.6km
8	洋浦港锚地	**局	锚地用海	距最近锚地距离为南侧 2.1km



图 5.1.2-1 项目周边海域使用现状图

5.1.3 海域使用权属

根据海域使用权属现状调查, 项目周边无海域使用权属。

5.2 项目用海对海域开发活动的影响

根据 5.1 节开发利用现状的分析, 本项目所在附近海域及近岸的主要开发活动有 5 项, 项目用海对海域开发活动的影响主要体现在施工期通航影响。结合项目施工情况, 项目用海对海域开发活动影响分析如下。

5.2.1 项目用海对造地工程用海的影响

项目东北侧有洋浦开控多用途码头项目、洋浦开建通用码头项目、洋浦港务多用途码头项目、洋浦泛洋航运码头项目 4 宗造地工程用海项目，海域使用权人分别为海南省洋浦开发建设控股有限公司、洋浦经济开发区开发有限公司、洋浦控股港务有限公司、海南省泛洋航运有限公司，由于上述项目距离本项目均较远，距离为 7.9km 以上，不会干扰上述项目的正常运营。因此，项目对周边工业用海无影响。

5.2.2 项目用海对工业用海的影响

项目东北侧 8.2km 处有一宗洋浦港区小铲滩港口支持系统码头陆域形成工程用海项目，海域使用权人为海南省洋浦开发建设控股有限公司。由于项目距离该项目较远，不会干扰该项目的正常运营。因此，项目对周边工业用海无影响。

5.2.3 项目用海对交通运输用海的影响

项目东北侧 10.6km 处有一宗海南大洋修造船厂用海项目，海域使用权人为海南大洋船舶修造有限公司。由于项目距离该项目较远，不会干扰该项目的正常运营。因此，项目对周边交通运输用海无影响。

5.2.4 项目用海对旅游娱乐用海的影响

项目东北侧 6.6km 处有儋州市白马井海花岛影视创作基地填海造地项目等 11 宗用海项目，海域使用权人为儋州辉望投资有限公司、儋州诺亚投资有限公司等 8 家公司。由于项目距离该项目较远，不会干扰该旅游项目的正常运营。因此，项目对周边旅游娱乐用海无影响。

5.2.5 项目用海对当地渔民活动的影响

项目附近海域有部分渔民会从港口出海打渔，渔船就近停泊在项目区域附近海域。本项目施工期施工船舶进出作业会在一定程度上影响渔船停泊，甚至改变渔民赶潮打渔的习惯航线和海域。因此，本项目用海对当地渔民存在一定的影响，但影响是暂时的，随着施工作业结束，这种影响便不复存在。建议施工前建设

单位做好与政府部门和当地渔民的沟通协调工作。

5.2.6 对磷枪石岛珊瑚礁生态系统的影响

根据调查人工珊瑚礁投放位置不存在珊瑚，项目建设未占用珊瑚生境。项目采用潜水员引导安置至海床的方式安装人工珊瑚礁，不会产生悬浮泥沙影响，体现了生态施工的理念，对已有的珊瑚礁生态系统未产生不良影响。

5.2.1 项目用海对通航安全的影响

项目距离洋浦港锚地的最近距离超过 2.1km，施工期船舶往来不经过锚地，对锚地基本无影响。

项目施工期可能会对通航产生一定影响。尤其是在项目施工过程中，施工船较多，会对通航安全方面产生以下影响：

（1）施工期间作业船舶和施工作业机具将占用一定的通航水域，对于通过该水域的船舶正常航行有一定的影响；

（2）施工船舶进出该水域客观上增加了船舶交通流量和密度；

（3）施工作业期间，若发生施工船舶火灾、爆炸、沉船、主机、舵机故障、船舶失控漂航等事故，对施工水域附近船舶航行安全会有很大的影响。

综上，项目施工期会对通航安全产生一定影响。为了减少或避免项目实施对通航安全的影响，在项目实施前，施工单位和建设单位等相关各方将制定完备的施工组织措施及应急预案，并在施工过程中严格执行。

5.3 利益相关者界定

利益相关者指与项目用海有直接或间接连带关系或者受到项目用海影响的开发、利用者，界定的利益相关者应该是与用海项目存在利害关系的个人、企事业单位或其他组织或团体。

通过对项目周围用海现状的调查，分析规划用海对周边开发活动的影响情况，按照利益相关者的界定原则，对项目用海的利益相关者进行了界定，项目建设涉及的利益相关者见下表。

根据项目用海对周边海域及海岛开发活动的影响分析，项目无利益相关者，项目需协调部门为洋浦海事局、儋州市自然资源管理服务中心、儋州市自然资源

和规划局。

表 5.3-1 利益相关者分析表

序号	现状用海情况	相对位置及距离	利益相关者或协调责任人	可能影响因素	影响程度	是否为利益相关者或协调责任人
1	渔民打渔	/	当地渔民	通航影响	小	否

5.4 需协调部门界定

表 5.4-1 需协调责任部门界定分析表

序号	现状用海情况	相对位置及距离	需协调部门	可能影响因素	影响程度	是否为利益相关者或协调责任人
1	洋浦港锚地	南侧，2.1km	洋浦海事局	通航影响	小	是
2	海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区	占用	儋州市自然资源管理服务中心	施工影响	小	是
3	珊瑚礁	项目周边海域有珊瑚礁分布	儋州市自然资源和规划局	施工影响	小	是

5.5 相关利益协调分析

表 5.5-1 利益相关者协调分析一览表

序号	利益相关者或协调责任人	利益相关者情况	协调内容	协调方案或建议
1	洋浦海事局	通航影响	①建设单位已根据有关规定，开展通航安全保障方案编制工作。 ②建设单位已在施工前取得水上水下作业和活动许可；	已协调，见附件 6
2	儋州市自然资源管理服务中心	施工影响	建设单位向儋州市自然资源管理服务中心提交申请及活动计划，并按照相关规定报批	正在协调
3	儋州市自然资源和规划局	施工影响	建议建设单位征求儋州市自然资源和规划局的意见和建议，从生态环境保护角度出发，建设单位应制定可行性方案和采取切实可行的措施，发现异样问题应立即启动应急预案将对保护区生态影响降到最	正在协调

			低，并及时上报儋州市自然资源和规划局	
--	--	--	--------------------	--

5.5.1 与当地渔民的协调

考虑项目施工期可能会对渔船航行安全上存在一定影响，建议施工前建设单位做好与政府部门和当地渔民的沟通协调工作。

5.5.2 与洋浦海事局的协调

考虑到项目施工期船舶密度增加会对过往船只的航行安全存在一定的影响，建设单位已与洋浦海事局进行沟通和协调。①建设单位已根据有关规定，开展通航安全保障方案编制工作。②建设单位已在施工前取得水上水下作业和活动许可。

5.5.3 与儋州市自然资源管理服务中心的协调

项目位于海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区的核心区，依据《海南省自然保护区条例》，建设单位应向儋州市自然资源管理服务中心提交申请及活动计划，并按照相关规定报批。

5.5.4 与儋州市自然资源和规划局的协调

项目周边有珊瑚礁分布，考虑到项目施工期可能会对珊瑚礁造成暂时的不利影响。建议建设单位征求儋州市自然资源和规划局的意见和建议，从生态环境保护角度出发，建设单位应制定可行性方案和采取切实可行的措施，发现异样问题应立即启动应急预案将对保护区生态影响降到最低，并及时上报儋州市自然资源和规划局。

5.6 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析

5.6.1 项目用海对国防安全和军事活动的影响分析

项目用海范围内没有国防设施和军事活动区，没有涉及军事用海，因此，项目用海对国防安全和军事活动不会产生影响。

5.6.2 项目对国家海洋权益的影响分析

项目用海没有涉及领海基点，也没有涉及国家秘密，不会对国家海洋权益产生影响。

6 国土空间规划符合性分析

6.1 项目用海与国土空间规划分区的符合性分析

6.1.1 《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》

项目位于海洋空间功能布局中的海洋生态保护红线内，不涉及海岸带。

项目为珊瑚礁生态修复项目，对海洋环境修复有积极的影响。根据《海南省人民政府办公厅关于印发海南省生态保护红线准入管理目录（修订）的通知》（琼府办〔2023〕4 号）中“8.依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复-（6）海域、海岛、海岸线生态修复；珊瑚礁、海草床、红树林等海洋生态系统修复工程及渔业增殖放流”，项目已纳入《海南省国土空间修复规划》“专栏 5-2 海岸带生态保护修复重大工程 珊瑚礁生态系统修复项目：在磷枪石岛实施珊瑚礁生态系统修复工程，通过室内培育、人工移植等方式，修复珊瑚礁生态系统 330 公顷，2021-2025 年实施完成”。满足生态红线准入要求。

项目建设不会对水动力环境产生明显影响。项目采用潜水员引导安置至海床的方式安装人工珊瑚礁，不会产生悬浮泥沙影响，体现了生态施工的理念。项目建设有助于保护因填海项目建设占用生境的珊瑚礁，有助于改善磷枪石岛区域珊瑚礁生境，增加珊瑚覆盖率。

项目不涉及海岸带，不会对海岸线的形态及原有的生态工程造成影响。

根据《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号），珊瑚礁修复属于“对生态功能不造成破坏的有限人为活动”中的第 8 项，即“依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复”，故项目符合生态保护红线的准入要求。

综上，项目建设符合《海南省国土空间规划（2021-2035 年）》。

6.1.2 《海南省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》

项目位于海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区内，项目建设有助于保护因填海项目建设占用生境的珊瑚礁，有助于改善磷枪石岛区域珊瑚礁生境，增加珊瑚覆盖率。项目建设不会对水动力环境产生明显影响。项目采用潜水员引导安

置至海床的方式安装人工珊瑚礁，不会产生悬浮泥沙影响，体现了生态施工的理念，不会对已有珊瑚礁产生不良影响。

综上，项目建设符合《海南省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》。

6.1.3 《儋州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》

项目位于海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区内，属于生态保护区。项目建设有助于保护因填海项目建设占用生境的珊瑚礁，有助于改善磷枪石岛区域珊瑚礁生境，增加珊瑚覆盖率。项目建设不会对水动力环境产生明显影响。项目采用潜水员引导安置至海床的方式安装人工珊瑚礁，不会产生悬浮泥沙影响，体现了生态施工的理念，不会对已有珊瑚礁产生不良影响。

综上，项目建设符合《儋州市国土空间总体规划（2021-2035 年）》。

6.2 项目用海与海洋生态保护红线的符合性分析

6.2.1 项目所在及周边海域海洋生态保护红线

2022 年 10 月，《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》发布，标志着“三区三线”正式启用。海南省人民政府于 2016 年 9 月 1 日实施了《海南省生态保护红线管理规定》（以下简称《规定》），并于 2022 年 5 月 31 日海南省第六届人民代表大会常务委员会第三十六次会议修正，自公布之日起施行。为了进一步贯彻落实习近平生态文明思想和习近平总书记视察海南时的重要讲话和批示指示精神，结合近年来中共中央办公厅、国务院办公厅陆续出台的一系列关于生态保护红线的政策文件精神，《规定》中关于生态保护红线的概念内涵、划定范围、划定程序、调整情形及管控要求等方面的内容及时作出修改，以便更好地为当前生态保护红线管理工作提供法治保障。

生态保护红线，是指在生态空间范围内具有特殊重要生态功能、应当强制性严格保护的区域。生态保护红线划分为自然保护地核心保护区和其他区域。自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动，经依法批准的科学研究观测、调查监测、生态修复等法律、法规和国家有关规定允许的活动除外。其他区域严格禁止开发、生产性建设活动，除国家重大战略项目外，仅允许对生态功能不造成破坏的下列

人为活动。

经查询海南省“三区三线”数据，项目占用海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区生态保护红线，项目周边海洋生态红线有峨蔓-后水湾海岸防护物理防护极重要区、海南儋州峨蔓火山海岸省级地质公园。具体情况详见下表。

表 5.6.2-1 项目与海洋生态红线相对位置关系

序号	生态红线区	红线类型	与项目最近距离、相对位置
1	海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区	珊瑚礁	项目占用
2	磷枪石岛特别保护海岛	特别保护海岛	南侧，约 2.1km
3	观音角-排浦海岸防护物理防护极重要区	海岸防护物理防护极重要区	南侧，约 5.3km

图 5.6.2-1 项目与海洋生态保护红线关系位置图

6.2.2 项目用海对海洋生态保护红线的影响分析

项目位于海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区内，项目建设有助于保护因填海项目建设占用生境的珊瑚礁，有助于改善磷枪石岛区域珊瑚礁生境，增加珊瑚覆盖率。项目建设不会对水动力环境产生明显影响。项目采用潜水员引导安置至海床的方式安装人工珊瑚礁，不会产生悬浮泥沙影响，体现了生态施工的理念，不会对已有珊瑚礁产生不良影响。

施工期废水主要为船舶机舱含油污水、船舶生活污水。船舶机舱含油污水收集后交由有资质单位接收处理；船舶生活污水在码头上收集后排入已建的污水处理设施处理后回用，产生的污水均得到妥善处理，不会污染海水水质。

因此。项目建设对项目用海及周边生态红线内的海洋生态环境基本不会产生影响。

6.2.3 项目用海与海洋生态保护红线的符合性分析

项目为珊瑚礁生态修复项目，对海洋环境修复有积极的影响。根据《海南省人民政府办公厅关于印发海南省生态保护红线准入管理目录（修订）的通知》（琼府办〔2023〕4号）中“8.依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复-（6）海域、海岛、海岸线生态修复；珊瑚礁、海草床、红树林等海洋生态系统修复工程及渔业增殖放流”，项目已纳入《海南省国土空间修复

规划》“专栏 5-2 海岸带生态保护修复重大工程 珊瑚礁生态系统修复项目：在磷枪石岛实施珊瑚礁生态系统修复工程，通过室内培育、人工移植等方式，修复珊瑚礁生态系统 330 公顷，2021-2025 年实施完成”。满足生态红线准入要求。

项目建设不会对水动力环境产生明显影响。项目采用潜水员引导安置至海床的方式安装人工珊瑚礁，不会产生悬浮泥沙影响，体现了生态施工的理念。项目建设有助于保护因填海项目建设占用生境的珊瑚礁，有助于改善磷枪石岛区域珊瑚礁生境，增加珊瑚覆盖率。

根据《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142 号），珊瑚礁修复属于“对生态功能不造成破坏的有限人为活动”中的第 8 项，即“依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划开展的生态修复”，故项目符合生态保护红线的准入要求。

综上，项目建设符合生态保护红线管控要求。

7 项目用海合理性分析

7.1 用海选址合理性分析

7.1.1 项目选址与社会条件的适宜性

项目位于海南省儋州市海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区西侧海域，该海域海洋生物资源丰富，是多种重要经济渔业生物的繁育场。

项目所在区域水域开阔，水上施工的水域面积较大，各类施工船舶干扰较少，有利于人工珊瑚礁投放。

项目通过科学地投放人工珊瑚礁、移植和种植珊瑚等措施，一方面有效改善了海域生态环境质量，改善水质，增加珊瑚礁区域的生物多样性，并充分发挥了防浪减灾功能，实现了海岸带生态系统的稳定加固；另一方面促进了渔业资源的可持续利用，为渔业资源提供了必要的休养生息空间，切实提高了渔业资源可捕捞量，带来了可观的经济效益增长。促使渔民收益明显改善，同时推动儋州当地水产品加工、贸易、运输、渔需物资等相关行业的发展，创造了更多的就业机会，为渔业可持续发展和社会发展做出了积极贡献。

因此，项目选址与区位和社会条件是适宜的。

7.1.2 自然环境条件分析

根据项目招标文件需求，珊瑚拟迁入、补种区有：1）磷枪石珊瑚礁自然保护区周边海域；2）海花岛西南侧海域；3）备选迁入、补种区：小铲滩码头西侧和北侧。

本方案在总结扩建工程附近海域珊瑚礁本底情况的基础上，通过对比分析以上3个拟迁入、补种区的自然条件、迁移距离、用海现状等因素，将珊瑚种植区（迁入、补种区）设在海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区西侧海域。各区域位置如图5.3-1所示，各区域选址分析如下：

园，儋州范围面积总计为 0.33 平方千米。

表1-2 整合优化后自然保护地数据

序号	自然保护地名称	规划分区	级别	面积（公顷）
1	海南儋州番加地方级自然保护区	核心保护区	地方级	2157.69
2	海南儋州番加地方级自然保护区	一般控制区	地方级	1234.63
3	海南儋州磷枪石岛珊瑚礁地方级自然保护区	核心保护区	地方级	468.90
4	海南儋州磷枪石岛珊瑚礁地方级自然保护区	一般控制区	地方级	382.85
5	海南儋州新英湾红树林地方级自然保护区	核心保护区	地方级	1047.91
6	海南儋州新英湾红树林地方级自然保护区	一般控制区	地方级	1021.57
7	海南临高白蝶贝地方级自然保护区	一般控制区	地方级	3858.36
8	海南儋州蓝洋温泉国家级森林公园	一般控制区	国家级	5427.37
9	海南儋州新盈红树林国家级湿地公园	一般控制区	国家级	438.70
10	海南儋州海上地方级森林公园	一般控制区	地方级	448.59
11	海南儋州峨蔓火山海岸地方级地质公园	一般控制区	地方级	1143.86
12	海南儋州莲花山地方级地质公园	一般控制区	地方级	239.79
13	海南儋州石花水洞地方级地质公园	一般控制区	地方级	98.00
14	海南临高彩桥红树林地方级湿地公园	一般控制区	地方级	33.36
15	云月湖地方级风景名胜區	一般控制区	地方级	1509.66

1.4.5. 面积计算采用标准



图 7.1.2-1 选址比选图

7.1.2.1 海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区西侧海域

(1) 水文特征

海域潮流基本呈往复流，流向与等深线方向基本一致，平均流速在 0.2 m/s 左右，落潮流速大于涨潮流速；涨潮历时大于落潮历时；涨落潮流速均有沿深槽

向外减小的趋势。依照潮汐分类标准，洋浦港海域的潮汐属于以全日潮为主的混合潮性质，平均潮差为 1.8~2.0 m 左右，涨潮历时大于落潮历。

(2) 水质现状

根据《海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程用海珊瑚礁和白蝶贝生态调查报告》（2022 年 6 月）的环境调查结果，磷枪石岛保护区西侧海域水质良好，达到一类水质标准，悬浮物平均浓度约 2.3mg/L，符合迁入要求。

(3) 珊瑚礁资源现状

2022 年 3 月在大铲礁调查共发现造礁石珊瑚有 9 科 14 属 23 种，优势种为团块滨珊瑚、丛生盔形珊瑚、斯氏伯孔珊瑚、澄黄滨珊瑚。各站位活珊瑚覆盖率范围为 6.35%~31.22%，平均 18.0%；硬珊瑚补充量范围为 0.84~5.65 ind/m²，平均 2.26 ind/m²。大铲礁礁区底质以礁石为主，礁石覆盖率范围为 36.15%~57.39%，平均 47.01%，可为造礁石珊瑚迁入和补偿修复提供充足的空间。调查中发现珊瑚死亡现象，死珊瑚覆盖率范围为 0.08%~87%，平均 0.31%。未发现珊瑚病害情况。

(4) 用海现状

位于海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区周边，周边人类活动较少，地理位置开阔，水交换相对更为顺畅，适合造礁石珊瑚生长繁育。

7.1.2.2 海花岛西南侧海域

(1) 水文特征

海域潮流基本呈往复流，流向与等深线方向基本一致，平均流速在 0.2 m/s 左右，落潮流速大于涨潮流速；涨潮历时大于落潮历时；涨落潮流速均有沿深槽向外减小的趋势。依照潮汐分类标准，洋浦港海域的潮汐属于以全日潮为主的混合潮性质，平均潮差为 1.8~2.0m 左右，涨潮历时大于落潮历。

(2) 水质现状

根据《海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程用海珊瑚礁和白蝶贝生态调查报告》（2022 年 6 月）的环境调查结果，海花岛西南侧海域水质良好，达到一类水质标准，悬浮物平均浓度约 6.4 mg/L，符合珊瑚移植要求。

(3) 珊瑚礁资源现状

珊瑚礁生态系统保存相对完好，出现 3.5%的珊瑚死亡现象，1.8%的白化现

象。2022 年调查发现珊瑚种类 9 种，主要为裸肋珊瑚科、滨珊瑚科，优势种为团块滨珊瑚、丛生盔形珊瑚、斯氏伯孔珊瑚、澄黄滨珊瑚。珊瑚覆盖度为 32.5%，硬珊瑚补充量约为 0.4 ind/m^2 。

（4）用海现状

距离海花岛较近，自然环境受到周边旅游活动的干扰。

7.1.2.3 小铲滩码头西侧和北侧海域

（1）水文特征

潮汐类型为正规日潮，最高高潮位（洋浦海基准面）4.06m，最低低潮位 0.24m，平均潮位 1.9m；该海区的潮流性质为不正规半日潮流和不正规日潮流，小铲滩附近存在余流涡，最大余流速度 0.1 m/s ；平均海水温度为 26.0°C ，1 月份平均水温最低为 20.1°C ，6、7 月份平均水温最高为 29.8°C ；海水盐度较为稳定，年平均盐度为 33.7。

（2）水质现状

根据《海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程用海珊瑚礁和白蝶贝生态调查报告》（2022 年 6 月）的环境调查结果，小铲滩码头西侧和北侧水质符合一类海水水质标准。

（3）珊瑚礁资源现状

造礁石珊瑚集中分布于小铲滩码头的西侧，造礁石珊瑚整体呈带状分布于礁石区，分布带内侧防波堤护岸的扭王字块已生长有大量造礁石珊瑚，外侧最远离堤岸约 150m；2022 年调查共发现造礁石珊瑚 7 科 18 种，主要为裸肋珊瑚科、滨珊瑚科，优势种为斯氏伯孔珊瑚、小角孔珊瑚和柱形角孔珊瑚。活珊瑚覆盖率范围为 9.2%~50.0%，平均为 24.3%；硬珊瑚补充量平均为 0.8 ind/m^2 ，死亡率为 0%。

（4）用海现状

邻近项目用海区域，受项目施工影响。

表 7.1.2-1 拟选珊瑚种植区对比分析

评价指标类型	指标名称	适宜范围	海南儋州磷枪石岛珊瑚礁省级自然保护区西侧海域	海花岛西南侧海域	小铲滩码头西侧和北侧海域
自然条件	水温	适宜温度为 18℃~30℃,最适温度为 23℃~27℃	22.0℃ (1 月)	22.4℃ (1 月)	21.4℃ (1 月)
	盐度	正常生长盐度为 27~40,最适盐度为 34~37	32.84	33.28	33.7
	悬浮物	<10mg/L	2.3mg/L	6.4mg/L	6.34mg/L
	pH	适宜造礁石珊瑚生长的平均 pH 值范围为 8.1~8.25	8.15	8.17	8.19
	水深、光照	水深小于 15 米, 保证区域的光照强度大于表层的 2%	3.3m~16.4m	1.7m~2.1m	2.5m~10m
	污染物	符合国家一类水质标准	一类海水	一类海水	一类海水
	敌害生物	周边海域无造礁石珊瑚的敌害生物暴发	无	无	无
	竞争生物	种植区内无海藻暴发或出现水华	无	无	无
	海浪	尽量避免有 3m 以上大浪	偶尔有大浪	偶尔有大浪	偶尔有大浪
	底质	较硬的基底, 如基岩、礁石	礁石、粗中沙	珊瑚、中粗沙	砂、砾、砾质砂
距离	距离	<15km	7km	10km	<1km
珊瑚本底情况		种植区内要有珊瑚礁分布	有, 优势种与迁出区基本相同; 活珊瑚覆盖率平均为 18.0%; 硬珊瑚补充量平均为 2.26ind/m ² ; 死珊瑚覆盖率范围平均为 0.31%	有, 优势种与迁出区基本相同; 珊瑚覆盖度为 32.5%, 硬珊瑚补充量约为 0.4ind/m ² ; 有 3.5%的珊瑚死亡现象, 1.8%的白化现象	有, 优势种与迁出区基本相同; 活珊瑚覆盖率平均为 24.3%; 硬珊瑚补充量平均为 0.8ind/m ² , 死亡率为 0%
人类活动	渔业活动	避免拖网和赶海的捕捞活动	无	无	无
	污染排放	附近 1km 没有大的污水排放口	无	无	无
	海岸工程	附近 800m 无海岸建设工程	无	无	有
推荐方案: 选择海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区西侧海域作为珊瑚种植区具有更高的适宜性和可行性					

通过对珊瑚迁移区与拟迁入区的水质、海底地形地貌、底质、水深等环境情况对比发现：

1.海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区西侧海域、海花岛西南侧海域、小铲滩码头西侧和北侧海域的水文、水质情况基本相同；

2.海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区西侧海域悬浮物浓度明显更低，仅为其他两个海域的约 1/3，能够提高珊瑚存活率；

3.海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区西侧海域的底质以礁石为主，礁石覆盖率范围为 36.15%~57.39%，能为造礁石珊瑚迁入和补偿修复提供充足的空间；

4.海花岛西南侧海域的珊瑚补充量最低，有 3.5%死亡的现象，且距离较远，迁地移植过程可能造成珊瑚较大损失，区域周边为海花岛旅游区，人类活动较为密集；

5.小铲滩码头西侧和北侧距离项目用海区域太近，人为干扰因素较多，不宜开展珊瑚种植与人工珊瑚礁投放工作。

因此，选择海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区西侧海域作为珊瑚种植区具有更高的适宜性。

1992 年 4 月儋县人民政府印发《关于建立儋县自然保护区的通知》（儋府〔1992〕16 号），批复成立磷枪石岛珊瑚礁保护区，批复面积 131.00 公顷，主要保护对象为珊瑚礁及其自然生态系统。地理位置（两点坐标）：东经 109° 6'31"、北纬 19° 41'29"；东经 109° 4'50"、北纬 19° 40'00"，界桩点 10 个，保护区形状为长方形。经核对：本项目拟划定的珊瑚种植区范围最近点距海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区批复范围线 161 米。因此，珊瑚种植区不涉及海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区批复范围，符合《海南省生态保护红线管理规定》《海南省人民政府办公厅关于印发海南省生态保护红线准入管理目录的通知》（琼府办〔2022〕31 号）规定的生态修复工程准入要求。

综上，项目选择海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区西侧海域作为珊瑚种植区具有更高的适宜性和可行性。

7.1.3 项目选址与区域生态环境的适宜性

根据前文分析,本项目施工的影响范围较小,仅在施工区域周边,项目采用潜水员引导安置至海床的方式安装人工珊瑚礁,不会产生悬浮泥沙影响。项目施工期间对海洋生态环境的影响主要是项目占用底栖生物资源的永久性损害、施工产生悬浮对游泳生物及渔业资源的损害。项目建设导致底栖生物损失量为 0.87kg,由于项目建设不会产生悬浮泥沙,对游泳动物基本无影响。

项目通过科学地投放人工珊瑚礁、移植和种植珊瑚等措施,有效改善海域生态环境,改善水质,增加珊瑚礁区生物多样性,起到防浪抗浪的作用,达到稳固海岸的目的。

综上所述,项目用海未造成海域海洋生态环境的恶化,因此,项目所在海域的生态环境能够适应本项目用海。

7.1.4 项目选址与周边海域开发活动的适宜性

本项目没有相关利益者。

根据 5.1 节分析,项目采用潜水员引导安置至海床的方式安装人工珊瑚礁,不会产生悬浮泥沙影响,通过珊瑚移植、人工珊瑚礁投放等措施,减缓港口项目建设对珊瑚的影响,增加珊瑚礁覆盖率和海底生物多样性,改善海洋生态环境,能够提升海南岛海岸带生态系统结构完整性和功能稳定性。

本项目建设不在航道、港区、锚地、海洋倾倒区、河口、军事禁区、海底线缆管道附近等敏感区。因此,项目建设不会对周边用海活动产生影响,与周边其他用海活动不冲突。与其他开发活动不存在冲突,与周边用海活动相适宜。

因此,本项目于周边用海活动具有较好的适宜性。

7.1.5 项目选址与区域海洋产业发展的适宜性

根据《海南省海洋经济发展“十四五”规划》,2015~2020 年间,海南省海洋产业生产总值由 1005 亿元增长到 1536 亿元,年均增长 8.85%;海洋经济占全省 GDP 的比重由 26.9%上升到 27.8%。传统海洋产业保持稳定发展邮轮游艇等旅游业态快速发展,深海智能养殖渔场、现代化海洋牧场、渔港经济区等渔业新业态不断萌发,深海科技、海洋信息等产业快速起步,以海洋渔业、海洋旅游业、海

洋交通运输业、海洋科研教育管理服务业为支柱的海洋产业体系初步形成。

但目前海洋产业发展基础薄弱是主要突出矛盾之一。海洋渔业仍以传统捕捞为主，2019 年全省海洋捕捞产值占比为 65.2%，远高于全国 37.2% 的平均水平；水产品精深加工能力不强，智能网箱、海洋牧场、休闲渔业等发展滞后。海洋旅游以自然观光、滨海休闲度假为主，多元化、国际化产品与服务供给能力较弱，邮轮游艇旅游发展不充分、基础设施不完善。港口、航道、锚地等建设滞后，航运运力和航线密度亟待提升，现代航运业还处于起步阶段。海洋油气产业规模小，海洋新兴产业尚处于培育期，新动能、新业态发展缓慢。

规划指出，**加大海洋生态修复整治力度**。实施海洋生物养护工程，严格执行近海海域禁渔、伏季休渔制度，加强南海海域重要海洋生物繁殖场、索饵场、越冬场、洄游通道及水产种质资源保护区的保护和修复。实施河口、海湾、海岛、海岸带、**珊瑚礁**、红树林、海草床等重要生态系统的保护与修复。保护修复东寨港、清澜港、铁炉港、新英湾等红树林生态系统，保护修复文昌、琼海、陵水、三亚等区域珊瑚礁、海草床和沿海自然岸线等，实施重要流域入海河口综合治理和生态修复。持续稳妥处理全省围填海历史遗留问题。

项目建设是海南岛重要生态系统保护和修复工程中的重要一环，通过人工礁体投放等措施，增加珊瑚礁覆盖率和海底生物多样性，改善海洋生态环境，同时形成海岸防护屏障，提升海南岛海岸带生态系统结构完整性和功能稳定性。

综上，项目用海有利于海洋产业协调发展。

7.2 项目用海平面布置合理性分析

7.2.1 平面布置体现节约集约用海原则

（1）投放布局依据及要求

根据《人工鱼礁建设技术规范》（SC/T 9416-2014）、《珊瑚礁型海洋牧场建设规范》（DB 46/T 677-2025）等作业实施规范标准开展人工珊瑚礁投放，基本要求如下：

- a、人工珊瑚礁布局应优先保证近底层水流交换畅通，等深线多排并列；
- b.建设海域底质分布有造礁石珊瑚的区域，可采用单人工基质定点投放；
- c.投放区域应选择底质较为平坦、风浪较小海域，海域底质状况使投放后的

人工珊瑚礁不发生滑移、倾覆和沉陷现象；

d.人工珊瑚礁应确保布设于珊瑚礁建设海域目标造礁石珊瑚最适生长水深范围；

e.投放时应避免人工珊瑚礁相互碰撞或与海底剧烈碰撞；

f.应符合国家和地方的相关法律法规、海洋功能区划、海洋生态红线管控要求与渔业发展规划等。

(2) 单位鱼礁平面布置

根据《珊瑚礁型海洋牧场建设规范》(DB 46/T 677-2025) 中 9.3.1 节规定，项目人工珊瑚礁平面布置按照《人工鱼礁建设技术规范》(SC/T 9416) 的相关规定执行：

1) 单位鱼礁的配置：对于 I 型和 II 型鱼礁生物，要求鱼礁内部结构复杂，配置时应以多个小型单体鱼礁为主，按照一定排列方式组合配置，鱼礁投影面积与鱼礁设置范围面积比例以 5%~10%为宜；对于 III 型鱼礁生物，要求鱼礁有足够的高度，配置时应以中型或大型鱼礁组合配置为主，鱼礁高度为水深的 1/10 左右为宜，礁体顶端到水面最低水位（潮位）距离应不妨碍船舶的航行。

2) 鱼礁群的配置：对于 I 型和 II 型鱼礁生物，单位鱼礁的间距不应超过 200m；对于 III 型鱼礁生物可适当扩大单位鱼礁的间距。根据单位鱼礁对鱼群诱导机能的作用范围，人工鱼礁渔场中鱼礁群的最大间距不应超过 1000m。鱼礁群应顺流方向配置于鱼类洄游路线上，礁群配置时可采用五角形或 Y 形等，以提高诱集效果。

表 7.2.1-1 项目单位鱼礁平面布置与相关技术规范的符合性一览表

序号	《人工鱼礁建设技术规范》 (SC/T 9416) 规范要求	项目建设参数	是否满足规范要求
1	对于 I 型和 II 型鱼礁生物，要求鱼礁内部结构复杂，配置时应以多个小型单体鱼礁为主，按照一定排列方式组合配置，鱼礁投影面积与鱼礁设置范围面积比例以 5%~10%为宜；对于 III 型鱼礁生物，要求鱼礁有足够的高度，配置时应以中型或大型鱼礁组合配置为主，鱼礁高度为水深的 1/10 左右为宜，礁体顶端到水面最低水位（潮位）距离应不妨碍船舶的航行。	单位礁体整体结构为扁平状半圆锥形，下圆直径 1.00m，上圆直径 0.34m，高 0.44m，此布置条件下，礁体投影面积（39.25m ² ）与礁体范围面积（706m ² ）比为 5.6%，满足 5%~10%的标准要求。	满足
2	对于 I 型和 II 型鱼礁生物，单位鱼礁的间距不应超过 200m；对于 III	项目单位礁群间距为 120m，不超过 200m。	满足

型鱼礁生物可适当扩大单位鱼礁的间距。根据单位鱼礁对鱼群诱导机能的作用范围，人工鱼礁渔场中鱼礁群的最大间距不应超过 1000m。鱼礁群应顺流方向配置于鱼类洄游路线上，礁群配置时可采用五角形或 Y 形等，以提高诱集效果。	满足单位礁群的间距不应超过 200m 规范要求	
--	-------------------------	--

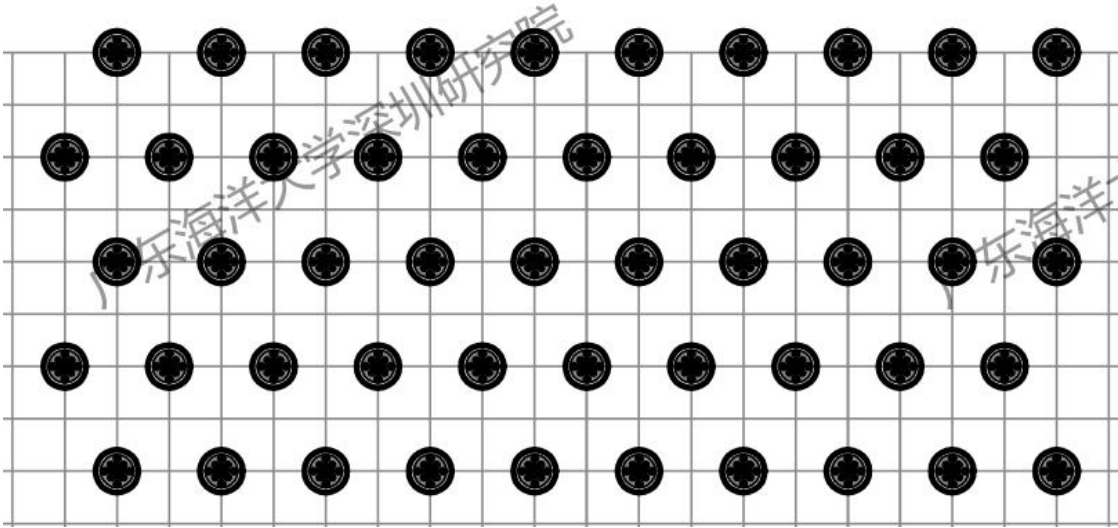


图 7.2.1-1 单位礁体平面布置示意图

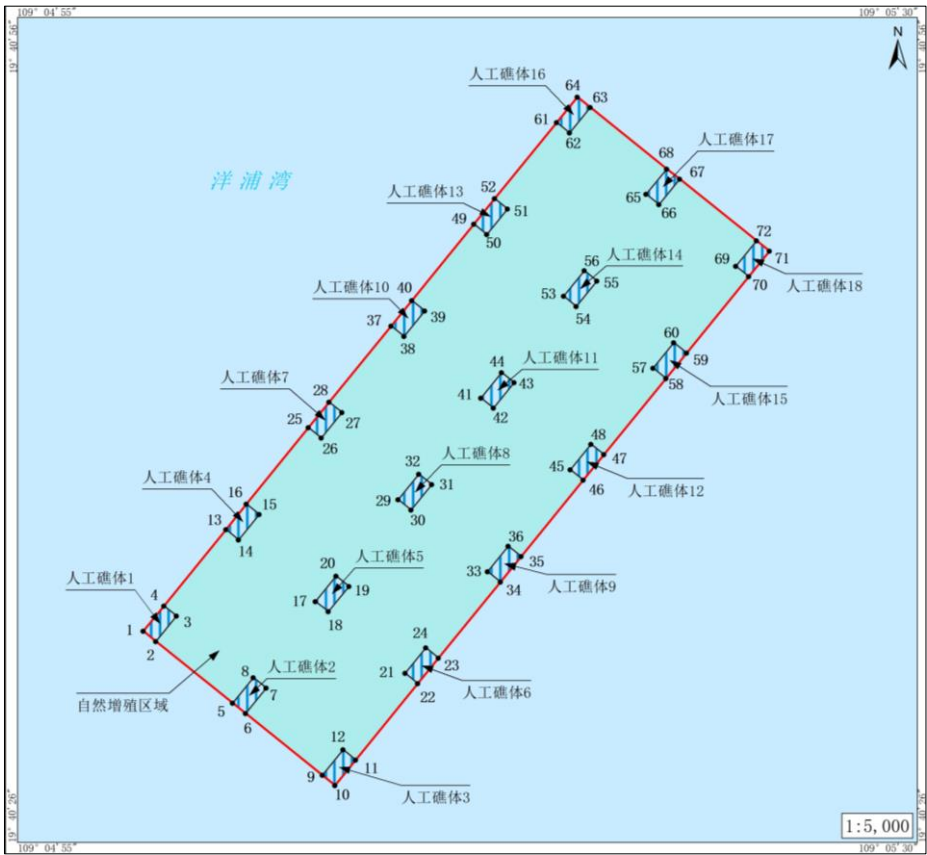


图 7.2.1-2 单位礁群平面布局图

综上，项目人工珊瑚礁平面布置根据相关技术规范制定，在满足建设项目需要的基础上，最大限度地节约了用海面积。因此项目平面布置体现了集约、节约用海的原则。

7.2.2 平面布置有利于生态保护

项目用海方式为透水构筑物及开放式养殖，项目建设对海域自然属性和基本功能影响较小，保持了流场的流畅性，不会对海洋生物洄游通道造成影响。礁群的布置方案体现了以下特点：礁群的密度高、覆盖面积大、形成海流通过的流态复杂、辐射范围更大。更加有利于海洋生态环境的恢复。

项目在洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程周边投放珊瑚礁，能够恢复区域因施工期而受损的珊瑚礁生态系统及海洋生物资源，增加食物网的复杂性，逐渐修复形成良好的区域海洋生态环境，实现物种保护，恢复区域生物多样性，维护区域海洋生态环境的稳定性。

项目的平面布局通过合理布局、采用有效的环保措施等布置原则，有利于生态环境保护。

7.2.3 平面布置最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响

项目礁区布局充分考虑海域水流通道，保证单位鱼礁之间的水流通道足够宽阔，水流畅通，礁区受流场冲刷影响较小，稳定性增强，礁体周围泥沙搬运和淤积大幅减小。

根据第四章数值模拟结果，工程实施后大范围的流场基本没有改变，改变的区域只局限在工程区附近的局部小范围内。流速改变幅度大于 0.5cm/s 的最远距离往西南方向延伸约 0.65km ，往东北方向延伸约 0.82km ，流速改变幅度大于 1m/s 的范围与拟建珊瑚礁修复区的最远距离在西南-东北方向只有 0.2km 左右。

因此，项目平面布置能够最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

7.2.4 平面布置能与周边其他用海活动相适应

通过第五章节的分析，项目周边无其他用海活动，经数值模拟分析表明，项目采用潜水员引导安置至海床的方式安装人工珊瑚礁，不会产生悬浮泥沙影响。

且项目通过珊瑚移植、人工珊瑚礁投放等措施,减缓港口项目建设对珊瑚的影响,增加珊瑚礁覆盖率和海底生物多样性,改善海洋生态环境,能够提升海南岛海岸带生态系统结构完整性和功能稳定性。

因此,项目平面布置与周边其它用海活动相适应。

7.3 项目用海方式合理性分析

7.3.1 用海方式遵循尽最大可能不填海和少填海、不采用非透水构筑物,尽可能采用透水式、开放式的用海原则

项目主要建设内容为投放人工珊瑚礁。根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》(自然资发〔2023〕234号),项目用海类型为特殊用海(一级类)中的海洋保护修复及海岸防护工程用海(二级类);根据《海域使用分类》(HY/T 123-2009),项目用海类型为其他用海(一级类)中的其他用海,用海方式为透水构筑物及开放式养殖。

因此,项目用海方式遵循尽最大可能不填海和少填海、不采用非透水构筑物,尽可能采用透水式、开放式的用海原则。

7.3.2 用海方式是否有利于维护海域基本功能

项目采用透水构筑物及开放式养殖的用海方式,该生态友好型设计充分考虑维护海洋自然属性。人工珊瑚礁具有多个交流孔和镶嵌板等多维空间结构,以分散布局的方式布置在海底,单体高度控制在合理范围内,各礁体之间保持科学间距,确保海水能够自由流通,不会对海域原有的海流运动和水交换造成阻隔。项目实施后,不仅可以恢复海洋生物资源,也为许多生物提供了天然的庇护场及索饵、育幼场,礁区的虫黄藻、浮游生物、附着生物、大型藻类的生长可固定大量 CO_2 和营养盐,并释放出 O_2 ,这在一定程度上可改善礁区的水质状况。

因此,项目用海方式有利于维护海域基本功能。

7.3.3 用海方式能最大程度地减少对区域海洋生态系统的影响

本项目用海方式为透水构筑物及开放式养殖,人工珊瑚礁为底栖生物提供了

良好的栖息空间，具有良好的增殖和养护功能，可有效提高海域生物的多样性，能够有效改善海域的生态环境，形成新的海域生态系统，提高海域涵养生物资源的能力，增加渔业资源量，生态效益明显。项目建设造成的生物资源损失远小于对项目实施后项目所在海域内的生物资源的增量，有利于保护区域的生态和环境。

综上所述，项目采用透水构筑物及开放式养殖的用海方式，是在满足项目需求的同时，尽最大可能地维护海域基本功能，最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。项目建设对保护和保全区域海洋生态系统具有重要作用。可见，项目的用海方式是合理的。

7.3.4 用海方式能最大程度地减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

项目用海方式为透水构筑物及开放式养殖，对于区域的潮流场、波浪场的影响是较小的。本海域海床稳定，基本为冲淤平衡状态。由第四章数模分析结果可知，项目建设对潮流的流速和流向影响较小，对水动力的影响只局限于施工附近的小范围内；礁群建成后由于水流在顺流方向流速下降，局部主要呈现淤积的趋势，淤积发生在西南-东北方向，并不会对海底地形造成明显的影响。

因此，项目用海对所在海域的水文动力环境和冲淤环境影响较小。

7.4 占用岸线合理性分析

项目建设不占用海岸线。项目工程均位于海域，因而项目建设不需要占用岸线，不改变岸线形态。

7.5 用海面积合理性分析

7.5.1 项目用海面积合理性

7.5.1.1 项目用海面积满足项目用海需求

根据《海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程珊瑚礁生态修复项目实施方案》，人工珊瑚礁区设在珊瑚种植区外侧，以平行于种植区边界的形式开展礁体布局，平行投放人工珊瑚礁群。单体礁之间左右间距 3 米排成行并平行于种植区

边界，每 10 个礁体平行于种植区边界投放一行，再以间距 3 米并相互错开的方式排成 5 行，形成一个 50 个单体礁的礁群；每个礁群之间间隔 120 米，共 18 个礁群自西南向东北投放于人工珊瑚礁区。

因此，根据项目的建设规模、平面布置、设计要求、《海籍调查规范》的规定，确定了宗海界址点，同时按照《海域使用面积测量技术规范》的要求，确定了项目总用海面积为 22.2275 公顷，其中人工礁体用海面积为 1.2708 公顷，自然增殖区域用海面积为 20.9567 公顷。

因此，项目用海面积满足项目用海的实际需求。

7.5.1.2 项目用海面积符合相关行业的设计标准和规范

项目人工珊瑚礁平面布局充分参照《人工鱼礁建设技术规范》（SC/T 9416-2014）及《珊瑚礁型海洋牧场建设规范》（DB 46/T 677-2025）等标准的要求设计，设计中同时考虑国家通用规范、行业规范对项目进行论证分析，并参考了项目周边已建海洋牧场的案例，确保项目能够达到海洋资源恢复成效。因此，项目用海面积符合相关行业的设计标准和规范。

7.5.1.3 项目用海面积满足产业用海控制指标要求

项目通过科学地投放人工珊瑚礁、移植和种植珊瑚等措施，有效改善海域生态环境，改善水质，增加珊瑚礁区生物多样性，起到防浪抗浪的作用，达到稳固海岸的目的。项目用海方式、用海面积和用海强度均严格控制在合理范围内，因此，项目用海符合用海控制性指标要求。

7.5.1.4 减少项目用海面积的可能性

项目前期已开展了项目所在海域的人工珊瑚礁生态适宜性研究，通过多方面研究分析确定人工珊瑚礁平面布置，因此，人工珊瑚礁用海面积无减少可能性。人工珊瑚礁平置布置依照《人工鱼礁建设技术规范》（SC/T 9416-2014）及《珊瑚礁型海洋牧场建设规范》（DB 46/T 677-2025）等相关规范设计，平面布置已进行了多方案的优化、比选，是目前为止最优的方案，用海面积无减少可能性。

综上所述，项目用海面积不宜减少，无减少用海面积的可能性。

7.5.2 宗海图绘制

7.5.2.1 宗海界址点的确定

项目用海方式为透水构筑物及开放式养殖，人工礁体无安全防护要求，故宗海界址点界定参照《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）中 5.4.1.4 节人工鱼礁用海，“以废船、堆石、人工块体及其他投弃物形成的人工鱼礁用海，以被投弃的海底人工鱼礁体外缘顶点的连线或主管部门批准的范围为界”。

项目宗海界址点共计 72 个，各个界址点界定依据如下：

人工礁体 1：界址点 1~4，为人工礁体 1 外侧单位礁礁体外缘线顶点的连线。

人工礁体 2：界址点 5~8，为人工礁体 1 外侧单位礁礁体外缘线顶点的连线。

.....

人工礁体 17：界址点 65~68，为单位鱼礁 17 外侧单位礁礁体外缘线顶点的连线。

人工礁体 18：界址点 69~72，为人工礁体 18 外侧单位鱼礁礁体外缘线顶点的连线。

自然增殖区域：用海范围为折线 1-2-5-6-9-10-11-22-23-34-35-46-47-58-59-70-71-72-67-68-63-64-61-52-49-40-37-28-25-16-13-4-1 所围成的宗海范围扣除人工礁体 1~18 后的剩余范围。

本项目宗海界址点的确定符合《海籍调查规范》，宗海界址点线和宗海范围的确定是合理的。

7.5.2.2 宗海图的绘制方法

1、宗海位置图的绘制方法

在 GIS 制图软件形成 shp 格式的矢量数据。宗海位置图采用中国人民解放军海军海道测量局于 2020 年 1 月出版的图号为 C1316500 的海图，图式采用 GB12319-1998，CGCS2000 坐标系，深度一米—理论最低潮面，高程一米—1985 年国家高程基准，比例尺为 1:250000（19°47′）。将图件作为宗海位置图底图，根据海图上附载的方格网经纬度坐标，经过海图地理配准，将用海位置叠加至上述海图中，补充《宗海图编绘技术规范》（HY 251-2018）上要求其他地理要素和图式，形成宗海位置图。

2、宗海界址图的绘制方法

利用委托方提供的基础数据，在 GIS 制图软件中，使用 2019 年修测海岸线为基准，形成海域和陆域。图式采用高斯-克吕格投影（中央经线 $109^{\circ} 00'$ ），CGCS2000 坐标系，深度——米——当地理论最低潮面，高程——米——1985 年国家高程基准。

7.5.2.3 项目用海面积量算

根据国家海洋局关于印发《海域使用权登记办法》的通知（国海发〔2006〕28 号），“第四条海域使用权登记以宗海为基本单位。权属界址线所封闭的用海单元称宗海。”同时，根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）中“3.2 宗海指被权属界址线所封闭的同类型用海单元”，按照上述办法和规范对本项目用海单元的用海范围进行了界定，并绘制了宗海位置图、宗海界址图。

项目用海面积的量算是各界址点在 CGCS2000 坐标系，高斯投影（中央经线 $109^{\circ}00'E$ ）下，借助 GIS 软件的计算功能对项目用海范围进行计算，得出用海总面积为 22.2275 公顷，其中人工礁体 1.2708 公顷，自然增殖区域 20.9567 公顷。因此该项目用海界址点的选择和面积的量算符合《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）。

7.5.2.4 宗海图绘制成果

本项目绘制宗海图成果包括宗海位置图、宗海界址图，具体成果如下图所示。

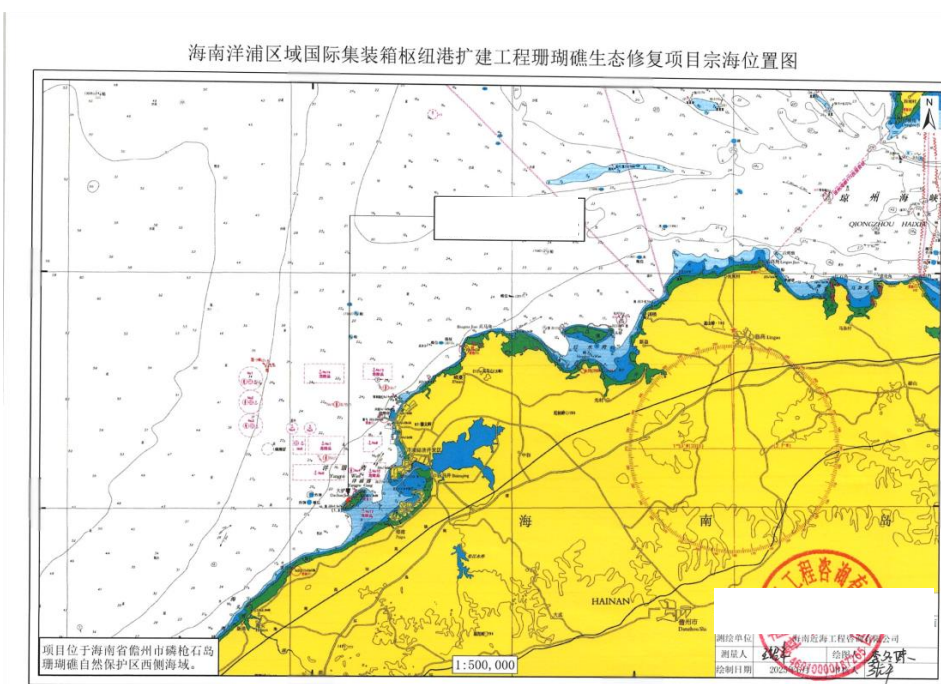


图 7.5.2-1 项目宗海位置图

8 生态用海对策措施

8.1 生态用海对策

8.1.1 项目设计阶段

项目设计参照《人工鱼礁礁体制作技术规范》(T/SCSF 0005-2020)、《人工鱼礁技术规范》(SC/T9416-2014)、《海洋牧场珊瑚礁建设技术规范》(T/SCSF 0010-2021)等标准的要求设计。本项目礁体整体结构为扁平状半圆锥形,具有多个交流孔和镶嵌板等多维空间结构,规格为下圆直径 1.00 m,上圆直径 0.34 m,高 0.44 m,礁体坡度约为 30°,体积为 0.062 m³,质量约为 150 kg,并具有 4 只支撑柱体,抗风浪能力强,聚鱼效果明显。同时,礁体表面贴上陶瓷环或进行表面处理,诱导珊瑚幼虫的附着,具有以下特点:

a.该礁体侧壁面设计坡度较缓,同时设计了大小不等的交流孔结构,结合扁平圆台结构,减缓水流对礁体的冲击受力,具有超强抗风浪和海流冲刷能力;

b.针对本项目改善珊瑚礁底质环境和为种植珊瑚提供载体的需求,本研究设计的人工珊瑚礁极大提升了种植珊瑚的表面空间;

c.针对珊瑚原位种植的需求,对礁体表面的添加特殊附着层材质,可诱导珊瑚幼虫附着,促进人工礁体与生物的融合;

d.针对项目周边海域珊瑚礁生物密度较低的现状,该礁体表面设计大小不等的交流孔和镶嵌板等多维空间结构,适合各种生物庇护,吸引更多礁栖生物栖息和索饵。同时礁体的交流孔结构会产生上升流效应,促进珊瑚礁生态链的能量流动与物质循环,具备自我生产力,构建初级食物链,形成小型生态系统,打造人工生态“活礁”。

e.针对本项目人工珊瑚礁投放区域底质的不同,设计具有支撑柱结构,同时根据不同底质和人工珊瑚礁投放功能需求设计不同高度的支撑柱体,降低对海床原有生物的破坏,防止礁体下沉;

f.针对缓解高悬浮物浓度对珊瑚影响的要求,设计的人工珊瑚礁体可具备独特的三维孔状结构,可有效缓解悬浮物的沉积。

经潮流场影响模拟,礁体的投放对水动力影响较小。项目投放人工珊瑚礁对

周边生态保护红线的影响较小。

因此，项目用海设计充分体现了生态化理念。

8.1.2 项目施工阶段

1.人工礁体施工

为减少工程施工对生态产生的影响，可采用有效的施工方法，降低海水悬浮物的影响范围。施工期人工礁体投放环节避开渔业资源繁殖季节，施工前可先驱散工程区域的游泳动物再进行施工，同时加强施工区附近海域的水质监测，掌握施工活动与水体中悬浮物增量的规律，尽可能避免对海洋生态产生不利影响。

投放礁体采取以下措施：

- 1) 合理规划施工周期，施工期人工礁体投放应避开渔业资源繁殖季节；
- 2) 严格控制施工作业水域范围，降低施工对海洋生态环境的扰动程度，工程外边线严格按照设计尺度控制；
- 3) 施工过程中采用技术性能优良的设备机具，对可能发生泥沙、油污水泄漏外溢的风险环节进行重点防控，投放礁体时注意控制投放速度，尽量减少海底的泥沙扰动；
- 4) 污水槽车定期运至地方污水处理厂统一处理；
- 5) 委托有资质单位统一收集处理船舶含油污水、船舶生活污水，不排放；
- 6) 施工期垃圾由各施工单位负责处理，不得随意抛弃或填埋。建设单位应在施工招标书中提出相应的条款和处罚制度；
- 7) 船舶垃圾应做好日常的收集、分类与储存工作，靠岸后交陆域处理；施工人员的生活垃圾实行袋装化，收集上岸交由环卫部门收集处理；加强对施工人员的管理，禁止将施工、生活废弃物丢弃水域；
- 8) 看护船舶油污水严禁排放入海，应统一收集上岸委托有资质的含油污水专业处理单位收集处理；生活污水由专用环保型旱厕收集粪便水并及时上岸处理。

2.溢油事故风险防范措施

溢油污染分为事故性污染和操作性污染两大类，船舶发生事故性污染的主要原因有：船舶触礁搁浅、船与码头相撞、操作失误、失火、风浪等造成的污染；操作性污染的主要原因有：加油作业以及船舶事故性排放机舱油污水、洗舱水、

废油等造成的污染。造成溢油事故除了一些不可抗拒的自然因素外，绝大多数是由于操作不当或者违章作业等人为因素引起的。引起这些事故的原因很多，例如船舶值班监督、定位、瞭望人员责任感不强，引航判断有误，船速控制不当，对航行水域不够熟悉，驾驶员过于疲劳，对恶劣气象条件不重视与心理准备不够，对风海流变化引走锚的估计有误，繁忙水域的船舶回旋操作失误，复杂情况下的操船应变能力与经验不足，良好海况与气候条件下船员的心理警觉程度不够等。

海上溢油会对海洋生物，如浮游生物、游泳生物、鸟类、珊瑚、滨海旅游休闲区等产生较大的影响：

（1）溢油对海域水质和沉积物环境的影响

受溢油影响的海域，油膜覆盖在海水表面，可溶性组分不断溶于水中，在风浪的冲击下，油膜不断破碎分散，并与水混合成为乳化油，增加了水中的石油浓度。油膜覆盖下，影响海一气之间的交换，致使溶解氧减少，从而影响水的物理化学和生物化学过程。

溢油后，石油的重组分可自行沉积，或粘附在悬浮物颗粒中，沉积在沉积物表面。油块可在重力作用下沉降，从而影响沉积物表面物理性质和化学成分。

（2）溢油对海域生物资源的影响

油膜覆盖下，影响水一气之间的交换，致使溶解氧减少，光照减弱，从而影响浮游动物、浮游植物、底栖生物及珊瑚礁的生长。而溶解及乳化后的油会对水生生物资源造成一定危害，沉积到底质的油类将对底栖生物造成严重影响。因此，一旦发生事故溢油且处理不及时，将对油膜扫过海域的水生生物资源造成一定影响，主要体现在溢油突发时的急性致死影响及围油、回收油不彻底而产生的长期慢性污染影响。

（3）对珊瑚的影响

根据国际石油工业环境保护协会（IPIECA）的相关研究成果，海上溢油产生的油污对珊瑚的影响与珊瑚的所在位置及作用时间有关，一般来说，一次性的溢油事故，对浅层珊瑚（0~0.5m）有轻微影响，对深水珊瑚并没有什么损害，尽管油污可以毒死珊瑚礁中的有机物（如甲壳类动物和海胆）；但是长期的油污染会对珊瑚产生较大影响（如定殖能力下降，珊瑚大量死亡，损害生殖系统等）。

（4）对滨海旅游资源的影响

海上溢油的发生，会对滨海旅游资源产生不利影响，特别是沿岸的沙滩等产生较大不利影响，海面上漂浮的油污随着风浪和潮汐的推动被冲到海域或者海滩上，堆积在潮间带，特别是在高潮线附近的岩石坑或洼地里，油污有的黏在海边的岩石表面，还有的黏在鹅卵石和沙砾上。如果沙的黏性小，溢油还能渗入海滩表层沙子里，形成厚厚的油砂混合层，带来视觉的厌恶感，令人望而却步。溢油还能使接触污染海水的游客感染皮肤病、眼疾、呼吸道疾病等，特别是工程周边沙滩带来不利影响。

鉴于海上溢油事故无论是溢油量、风条件以及溢油时间均有较大的随机性，因此。在发生溢油时，应当及时采取相应措施防止溢油扩散，最大限度地减少溢油污染对海洋环境的影响。控制和减轻溢油事故所造成的损害程度的进一步扩散的最合理时间是在溢油发生后 2 小时内采用必要的消油或围油措施防止油膜范围扩大。溢油事故对生态环境影响巨大，需对溢油事故严加防范、杜绝发生，避免造成经济损失和环境污染。

8.1.3 生态跟踪监测

环境监测作为环境监督管理的主要实施手段，可以通过其及时掌握施工期和运营期周围海域的环境变化情况，从而反馈给项目决策部门，为项目的环境管理提供科学依据。参考《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》制定环境监测计划。监测采样及分析方法需满足《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)和《海洋监测规范》(GB 17378-2007)等有关规范的要求。

本项目海洋环境监测计划已纳入海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程跟踪监测方案(详见 8.1.3.1 节)，故不再单独制定本项目跟踪监测方案。经统计，目前已开展 1 次海洋环境跟踪监测，监测时间为 2023 年 11 月~12 月(秋季)。

项目于 2023 年 6 月 16 日完成施工，《海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程珊瑚礁生态修复项目实施方案》已提出珊瑚礁跟踪监测及效果评估方案(详见 8.1.3.2 节)。经统计，目前项目已开展 10 次跟踪监测及效果评估工作：其中项目施工结束的第 1 年(2023 年 6 月至 2024 年 7 月)第 1 季度每月开展 1 次监测，其他季度每季度开展 1 次监测，共开展了 6 次监测，监测时间为：2024 年 7 月起每季度开展 1 次监测，至今共开展了 2 次监测。

8.1.3.1 水质、沉积物、生态跟踪监测

监测站位:在项目用海区及周边海域布设 19 个水质监测站位,16 个沉积物、13 个生态站位, 具体监测站位见图 8.1.3-1 和表 8.1.3-2。

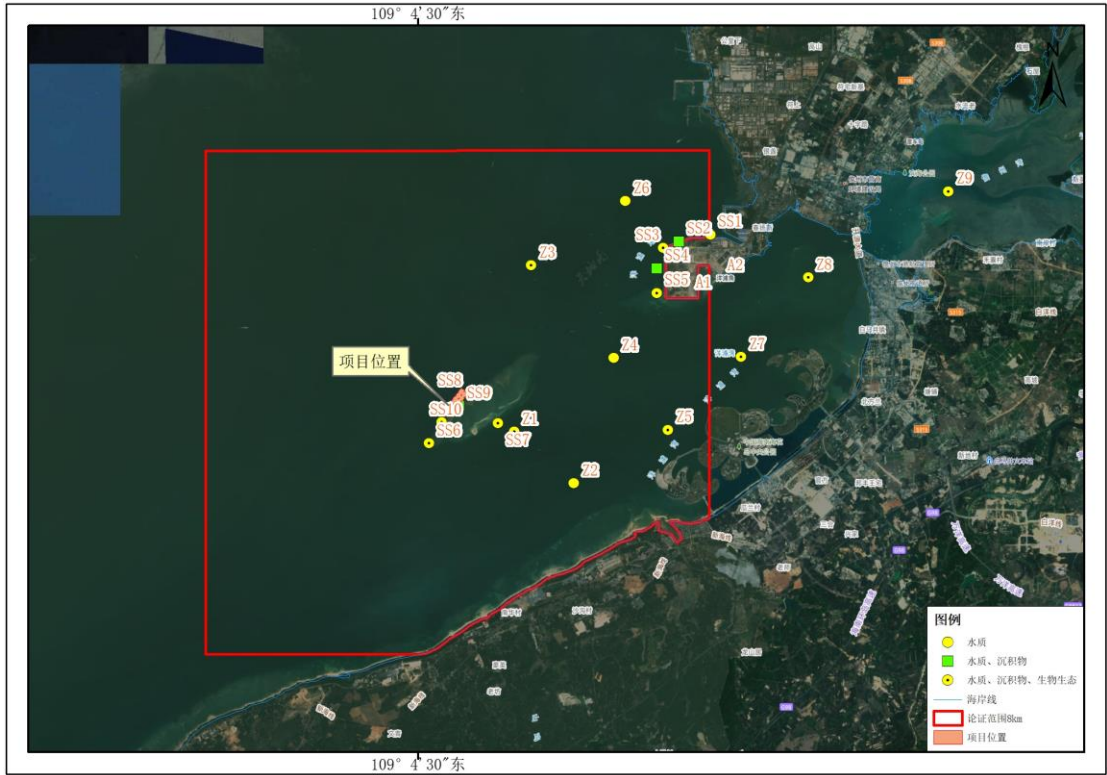


图 8.1.3-1 水质、沉积物、生态跟踪监测站位布设图

表 8.1.3-1 跟踪监测站位坐标表

站位	经度	纬度	监测内容
Z1			水质、沉积物、生物生态
Z2			水质
Z3			水质、沉积物、生物生态
Z4			水质
Z5			水质、沉积物、生物生态
Z6			水质
Z7			水质、沉积物、生物生态
Z8			水质、沉积物、生物生态
Z9			水质、沉积物、生物生态
SS1			水质、沉积物、生物生态
SS2			水质、沉积物
SS3			水质、沉积物、生物生态
SS4			水质、沉积物
SS5			水质、沉积物、生物生态
SS6			水质、沉积物、生物生态
SS7			水质、沉积物、生物生态
SS8			水质、沉积物、生物生态
SS9			水质、沉积物
SS10			水质、沉积物、生物生态

监测项目：①水质：透明度、水温、盐度、pH 值、悬浮物、溶解氧、化学需氧量、生化需氧量、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、活性磷酸盐、石油类、重金属（总汞、铜、铅、锌、铬、镉、砷）；②沉积物：石油类、硫化物、总有机碳、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷、沉积物粒度；③生态（含生物质量）：铜、铅、镉、锌、铬、总汞、砷、石油烃，叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、大型底栖生物。

监测频率：施工期春、秋季各监测 1 次，施工结束后监测 1 次。

8.1.3.2 珊瑚礁跟踪监测

监测站位：在珊瑚迁入区和周边区域布设珊瑚礁生态监测站位，共计布设不少于 10 个珊瑚礁生态监测站位。坐标如下：

表 8.1.3-2 珊瑚礁跟踪监测站位坐标一览表

序号	经度	纬度	监测内容
SS1			珊瑚礁
SS2			珊瑚礁
SS3			珊瑚礁
SS4			珊瑚礁
SS5			珊瑚礁
SS6			珊瑚礁
SS7			珊瑚礁
SS8			珊瑚礁
SS9			珊瑚礁
SS10			珊瑚礁

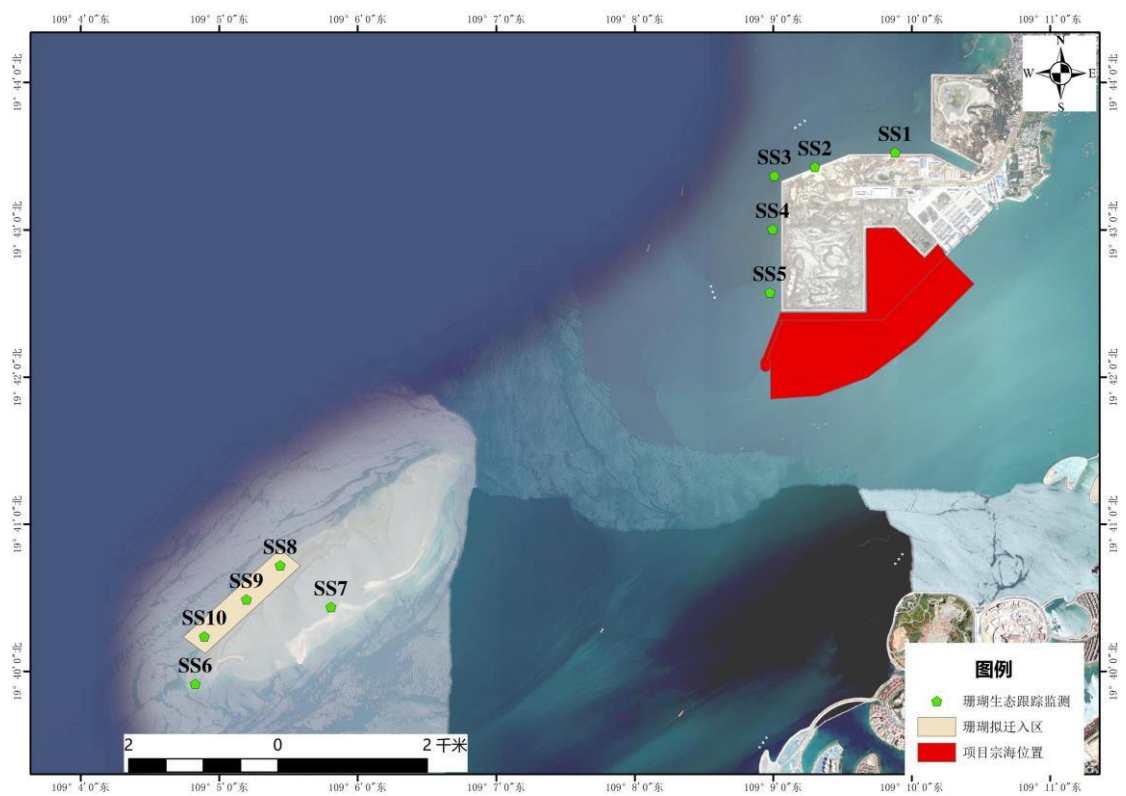


图 8.1.3-2 珊瑚礁跟踪监测站位分布图

监测项目：①造礁石珊瑚：造礁石珊瑚种类、活珊瑚覆盖率、珊瑚死亡率、硬珊瑚补充量、珊瑚白化与病害情况、敌害生物种类与数量、移植珊瑚的存活率、移植珊瑚的死亡率、移植或自然附着珊瑚的生长率；②礁栖生物：大型底栖无脊椎动物、鱼类、大型藻类。③水质：在施工期，加强透明度、悬浮物、浑浊度监测。防污帘里侧、外侧分别布设水质监测站位，在移植区域和修复区域内各布设一套珊瑚礁在线监测系统，实时掌握珊瑚礁附近海域温度、盐度、深度、叶绿素、溶解氧、pH 值、浊度、流速剖面、水下高清视频等要素变化情况和珊瑚礁的生长状态。④其他指标：碎石、沙和泥覆盖率、人工礁保存率等。

监测频率：

（1）验收评估：移植工程完成后立即进行一次验收评估。评估内容包括投放人工礁数量、移植珊瑚的数量和种类、成活率、移植地的敌害生物状况等工程数量和质量指标。移植结束后，需对移植的范围内进行一次全面的摸排，确保珊瑚全部移植。

（2）修复过程效果评估：在项目移植和补种验收完成后，跟踪监测第 1 年内，计划开展 6 次跟踪监测评估，在第一季度中每月 1 次，其后每季度 1 次；跟踪监测第 2、3 年，每季度开展 1 次跟踪监测和存活率评估，并提交评估报告。

(3) 最终修复效果评估：按合同约定完成所有工作，并达到合同约定的条件后开展一次最终修复效果评估，提交终期评估报告。

8.1.3.3 执行单位和监督单位

通过实施生态跟踪监测，全面及时地掌握项目运营期间的海洋生态环境状况，若发现对本项目或周围其他用海不利的环境变化，应加密监测频次，并根据实际情况，及时调整项目用海方案，或采取必要的环保措施。

本项目生态跟踪监测可委托有资质的监测单位具体执行，并由当地生态环境保护行政主管部门、自然资源和规划部门进行监督指导，并将监测报告及时报送上述部门，作为用海单位续期用海的重要依据之一。

8.2 生态保护修复措施

根据第4章节计算，项目建设导致底栖生物损失量为0.87kg，由于项目建设不会产生悬浮泥沙，对游泳动物基本无影响，不会造成游泳动物损失。人工珊瑚礁投放是珊瑚礁生态恢复和补偿措施的一种手段，且项目施工期造成的生物损失量极低，因此，造成的生物资源损害建议不进行补偿。

9 结论

9.1 项目用海基本情况

项目位于海南省儋州市海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区西侧海域。项目建设内容包括约 7 万株珊瑚移植、2 万株珊瑚礁补偿修复种植、902 个人工珊瑚礁的制作与投放、10 个珊瑚暂养苗圃的制作与投放、2 套珊瑚礁在线监测系统海区布设工作。人工珊瑚礁区设在珊瑚种植区外侧，以平行于种植区边界的形式开展礁体布局，平行投放人工珊瑚礁群。单体礁之间左右间距 3 米排成行并平行于种植区边界，每 10 个礁体平行于种植区边界投放一行，再以间距 3 米并相互错开的方式排成 5 行，形成一个 50 个单体礁的礁群；每个礁群之间间隔 120 米，共 18 个礁群自西南向东北投放于人工珊瑚礁区。

根据《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》确定用地用海类型为特殊用海（一级类）中的海洋保护修复及海岸防护工程用海（二级类）；根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009）确定项目海域使用类型为其他用海（一级类）中的其他用海（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式）和开放式（一级方式）中的开放式养殖（二级方式）。其中透水构筑物 1.2708 公顷（均为人工礁体）。项目不占用自然岸线和人工岸线，不形成人工岸线。项目用海申请期限为 10 年。

9.2 项目用海必要性结论

珊瑚礁是海洋生物多样性的热点区域，许多鱼类和其他海洋生物依赖珊瑚礁生存。通过修复珊瑚礁，可以恢复和保护这些生物的栖息地，维持海洋生态系统的平衡。用海是实施这些保护措施的基础。由于港口工程的建设，其用海及其影响范围的珊瑚将失去生境，必须选择适宜位置开展珊瑚移植工作，并进行珊瑚礁修复工作，减缓项目建设对珊瑚礁生态系统的影响。珊瑚礁修复项目的核心目标是恢复受损的珊瑚礁生态系统。通过在受损区域种植珊瑚苗、建立人工礁体等措施，可以有效促进珊瑚礁的再生。这些措施需要在海洋环境中实施，因此项目用海是非常必要的。

9.3 资源生态影响分析结论

工程实施后大范围的流场基本没有改变,改变的区域只局限在工程区附近的局部小范围内。流速改变幅度大于 0.5cm/s 的最远距离往西南方向延伸约 0.65km,往东北方向延伸约 0.82km,流速改变幅度大于 1m/s 的范围与拟建珊瑚礁修复区的最远距离在西南-东北方向只有 0.2km 左右。

珊瑚礁修复区礁体投放后礁区达到平衡时的淤积量最大约为 2cm,出现在拟建珊瑚礁修复区的顺流方向即礁区的西南-东北方向,珊瑚礁修复区的东西两侧基本不存在冲刷。淤积量大于 0.2cm 的最远距离约 0.35km,大于 1cm 的最远距离约 0.13km,出现在北侧修复区的东北方向。

项目建设导致底栖生物损失 0.87kg,由于项目建设不会产生悬浮泥沙,对游泳动物基本无影响,不会造成游泳动物损失。人工礁体投放是珊瑚礁生态恢复和补偿措施的一种手段,且项目施工期造成的生物损失量极低,因此,造成的生物资源损害建议不进行补偿。

9.4 海域开发利用协调分析结论

根据项目用海对周边海域及海岛开发活动的影响分析,项目无利益相关者,项目需协调部门为洋浦海事局、儋州市自然资源管理服务中心及儋州市自然资源和规划局。项目用海论证范围内没有国家安全设施和军事活动区,项目用海不会对国家安全和军事活动造成影响。项目用海没有涉及领海基点,也没有涉及国家秘密,不会对国家海洋权益产生影响。

9.5 国土空间规划及相关规划符合性分析结论

根据《海南省国土空间规划(2021-2035年)》,项目位于海洋空间功能布局中的海洋生态保护红线内;根据《儋州市国土空间总体规划(2021-2035年)》,项目位于海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区内,属于生态保护区。

项目为珊瑚礁生态修复项目,对海洋环境修复有积极的影响,根据《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知(试行)》(自然资发〔2022〕142号),珊瑚礁修复属于“对生态功能不造成破坏的有限人为活动”中的第8项,即“依据县级以上国土空间规划和生态保护修复专项规划

开展的生态修复”，故项目符合生态保护红线的准入要求。项目建设符合《海南省国土空间规划（2021-2035年）》《儋州市国土空间总体规划（2021-2035年）》。

根据“三区三线”，项目占用海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区生态保护红线，项目建设对周边海洋生态红线影响可控。

9.6 项目用海合理性分析结论

项目海域位于儋州市海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区西侧海域，项目海域距岸较近，满足在人工珊瑚礁建设过程中的水电需求。此外，施工机械和人员可以直接在陆上租赁和招聘，便于施工。因此，项目海域区位及周边社会条件能够满足项目建设和营运的要求。

项目海域使用类型为其他用海（一级类）中的其他用海（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）中的透水构筑物（二级方式）及开放式（一级方式）中的开放式养殖。项目用海方式与用海单元的功能需求相适应，生态影响可控。项目用海方式合理。

项目设计尺度满足项目用海需求，同时符合行业相关技术规范。宗海单元界址点界定、用海面积的量算符合《海籍调查规范》；项目平面布置设计遵循节约用海原则，严格控制用海范围。项目通过珊瑚移植、人工珊瑚礁投放等措施，减缓港口项目建设对珊瑚的影响，增加珊瑚礁覆盖率和海底生物多样性，改善海洋生态环境，能够提升海南岛海岸带生态系统结构完整性和功能稳定性。

综上所述，项目用海是合理的。

9.7 项目用海可行性结论

该项目的建设是必要的，用海也是必要的。

工程建设对项目所在海域及周边海域海洋环境影响较小。

项目建设符合产业政策，项目选址具有较好的社会区位和适宜的自然条件，项目用海符合《海南省国土空间规划（2021-2035年）》《儋州市国土空间总体规划（2021-2035年）》，符合国家及地方产业政策。项目用海理由充分，用海方式合理，用海面积适宜，申请海域使用期限符合国家有关规定。项目用海与周边用海活动相适宜。

综上，从海域使用角度考虑，项目用海可行。

资料来源说明

1、引用资料

- 1) 《海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程珊瑚礁生态修复项目实施方案》，广东海洋大学深圳研究院，2023 年 3 月；
- 2) 《儋州白马井附近海域海洋环境现状秋季水文动力调查技术报告》，海南安纳检测技术有限公司，2020 年 10 月；
- 3) 《洋浦港小铲滩码头扩建工程岸滩演变分析专题研究报告》，天津科思特海洋科技有限公司，2022 年 6 月；
- 4) 《洋浦经济开发区、儋州工业园环境质量状况评估报告》，海南国为亿科环境有限公司，2023 年 3 月；
- 5) 《海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程（一阶段）环境跟踪监测项目评价报告（2023 年秋季）》，大连华信理化检测中心有限公司，2024 年 3 月；
- 6) 《海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程珊瑚礁生态修复项目第三方跟踪监测及效果评估跟踪监测成果报告（第一年）》，国家海洋局海口海洋环境监测中心站，2024 年 7 月；
- 7) 建设单位提供的其他资料。

2、现场勘查记录

项目名称		海南洋浦区域国际集装箱枢纽港扩建工程 珊瑚礁修复项目	
勘查概况			
勘查人员	杨晓毅	勘查责任单位	海南近海工程咨询有限公司
勘查时间	2025 年 3 月 20 日	勘查地点	海南省儋州市排浦镇
勘查内容 简述	项目位于海南省儋州市海南儋州磷枪石岛珊瑚礁市级自然保护区西侧海域，主要建设内容为人工珊瑚礁、珊瑚暂养苗圃及珊瑚移植。		
	踏勘设备： 千寻星炬 SR3，仪器水平定位精度≤8mm，垂直定位精度≤15mm； 大疆无人机 现场照片：		
			
项目负责人	杨晓毅		