

广东省海发集团粤琼合作1号养殖试
验装备建设项目
海域使用论证报告表
(公示稿)

编制单位：广东海兰图环境技术研究有限公司

统一社会信用代码：91440101MA59KQLF0D

日期：2025年12月

关于《广东省海发集团粤琼合作 1 号养殖试验装备建设项目 海域使用论证报告表》公示删减内容及理由的说明

根据《自然资源部关于规范海域使用论证材料编制的通知》(自然资规(2021)1 号)相关要求,我司对《广东省海发集团粤琼合作 1 号养殖试验装备建设项目海域使用论证报告表》予以公示。

在报告中,部分相关水文环境现状调查资料、海洋环境现状调查资料、所在海域水深资料、地质勘察资料等涉及第三方技术秘密及商业秘密,信息不能全文公开,制作去除上述信息的论证报告公开版,进行公示。现将删除处理内容说明如下:

1.删除处理相关基础材料的编制单位信息。

原因:影响第三方商业秘密。

2.删除处理部分水文环境现状调查资料、海洋环境现状调查资料及现场踏勘记录。

原因:此部分内容涉及监测单位和委托单位的商业秘密。

3.删除项目工程地质勘察、地形地貌的部分图件及数据。

原因:此部分内容属于项目建设的涉密部分。

4.删除周边用海项目权属信息。

原因:此部分内容涉及第三方商业秘密。

5.删除资料来源说明及附件、附图内容。

原因:此部分内容涉及用海单位、利益相关者及有关管理部门的管理要求,未经同意不允许公开。

广东海兰图环境技术研究有限公司

2025 年 12 月 23 日



论证报告编制信用信息表

论证报告编号	4408252025002887		
论证报告所属项目名称	广东省海发集团粤琼合作 1 号养殖试验装备建设项目		
一、编制单位基本情况			
单位名称	广东海兰图环境技术研究有限公司		
统一社会信用代码	91440101MA59KQLF0D		
法定代表人	吕建海		
联系人	麦晓敏		
联系人手机	13682240015		
二、编制人员有关情况			
姓名	信用编号	本项论证职责	签字
詹凤娉	BH000297	论证项目负责人	詹凤娉
詹凤娉	BH000297	1. 项目用海基本情况 6. 项目用海合理性分析 8. 结论 9. 报告其他内容	詹凤娉
李舒敏	BH000294	2. 项目所在海域概况 4. 海域开发利用协调分析 7. 生态用海对策措施	李舒敏
邹凯林	BH000295	3. 资源生态影响分析 5. 国土空间规划符合性分析	邹凯林
<p>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。</p> <p style="text-align: right;">承诺主体(公章):</p> <p style="text-align: right; margin-right: 50px;">2025 年 12 月 23 日</p>			

目录

1 项目用海基本情况	1
1.1 论证工作由来	1
1.2 论证依据	1
1.3 论证等级、范围和重点	6
1.4 项目地理位置	7
1.5 项目基本情况	7
1.6 平面布置和主要结构、尺度	8
1.7 海上养殖工艺流程及养殖系统	19
1.8 项目主要施工工艺和方法	27
1.9 项目用海需求	32
1.10 项目用海必要性	33
2 项目所在海域概况	44
2.1 海洋资源概况	44
2.2 海洋生态概况	48
3 资源生态影响分析	120
3.1 生态影响分析	120
3.2 资源影响分析	126
4 海域开发利用协调分析	128
4.1 海域开发利用现状	128
4.2 项目用海对海域开发活动的影响分析	132
4.3 利益相关者的界定	134
4.4 需协调部门界定	134
4.5 相关利益协调分析	134
4.6 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析	134
5 国土空间规划符合性分析	136
6 项目用海合理性分析	137
6.1 项目用海选址合理性分析	137
6.2 用海平面布置合理性分析	141

6.3 用海方式合理性分析	144
6.4 占用岸线合理性分析	145
6.5 用海面积合理性分析	145
6.6 用海期限合理性分析	155
7 生态用海对策措施	156
7.1 生态用海对策	156
7.2 生态保护修复措施	159
8 结论	160
8.1 项目用海基本情况	160
8.2 项目用海必要性	160
8.3 用海资源生态影响分析	161
8.4 海域开发利用协调分析	162
8.5 国土空间规划及相关规划符合性分析	162
8.6 用海合理性分析	163
8.7 项目用海可行性	163

项目用海基本情况表					
申请人	单位名称	广东省海洋经济发展集团有限公司			
	法人代表	姓名	黄廉东	职务	董事长
	联系人	姓名	张丽	职务	科技信息部副部长
		通讯地址	湛江市坡头区龙头镇湛江湾实验室龙王湾研发基地总部研发大楼 6 楼 621 办公室		
项目用海基本情况	项目名称	广东省海发集团粤琼合作 1 号养殖试验装备建设项目			
	项目地址	广东省湛江市徐闻县锦和镇东侧海域			
	项目性质	公益性（ ）		经营性（√）	
	用海面积	88.3223 公顷		投资金额	10328.20 万元
	用海期限	15 年		预计就业人数	500 人
	占用岸线	总长度	0m	预计拉动区域 经济 产值	8883/万/年
		自然岸线	0m		
		人工岸线	0m		
		其他岸线	0m		
	海域使用类型	渔业用海的增养殖用海/ 渔业用海的开放式养殖用海		新增岸线	0m
	用海方式		面积/公顷	具体用途	
	透水构筑物		0.8800	升降式智能桁架养殖平台	
	开放式养殖		87.4423	C90 网箱、沉浮式钢管框架 金属网箱	

1 项目用海基本情况

1.1 论证工作由来

湛江市海域面积和大陆岸线长度居于广东省首位，水生生物资源丰富。地处我国大陆最南端，雷州半岛三面环海，形成得天独厚的空间资源、岸线资源、生物资源。湛江海域面积约 2.05 万平方千米，全省最辽阔，其中 10 米以深海域占比 60%，适宜装备养殖的深远海空间辽阔。海水养殖规模雄厚、产值显著、种类繁多，率先布局深远海养殖装备。根据《湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023-2035 年）》，到 2030 年，湛江市现代化海洋牧场全产业链体系基本建成，千亿级产业集群全面构建。全市海水养殖产品总量达到 115 万吨，投放重力式网箱 5000 个、桁架类网箱及养殖平台 19 座，建设 6 个渔港综合体，主要养殖品种良种覆盖率达到 55%，培育 6 个海产品区域公用品牌。到 2035 年，全面建成海洋渔业强市，实现渔业现代化，全面构建“一核四圈”现代化海洋牧场空间格局。

广东省海洋经济发展集团有限公司定位为广东省海洋产业核心投资运营平台、海洋科技成果转化平台、海洋产业资源整合平台、省属现代化海洋牧场一级开发平台企业，业务板块逐步在海洋牧场综合示范产业园建设、种苗、饲料、加工仓储、销售、深远海新能源、高端海洋装备、渔旅融合等领域展开布局。

为积极践行国家、广东省、湛江市政府关于建设海洋牧场现代产业的举措，为地区海洋经济高质量发展贡献力量，广东省海洋经济发展集团有限公司拟投资建设“广东省海发集团粤琼合作 1 号养殖试验装备建设项目”（以下简称“本项目”），建设内容包括升降式智能桁架养殖平台 1 座，沉浮式钢管框架金属网箱 1 组，C90 HDPE 重力式网箱 11 个。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》《广东省海域使用管理条例》等法律法规和相关规定，广东省海洋经济发展集团有限公司委托广东海兰图环境技术研究有限公司承担本项目的海域使用论证工作，按照《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023）等的要求编制了《广东省海发集团粤琼合作 1 号养殖试验装备建设项目海域使用论证报告表》（送审稿）。

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》（全国人民代表大会常务委员会，中华人民共和国主席令第六十一号，2002 年 1 月 1 日施行）；

(2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》（全国人民代表大会常务委员会，全国人民代表大会常务委员会令第九号，2023 年 10 月 24 日第二次修订）；

(3) 《中华人民共和国海上交通安全法》（全国人民代表大会常务委员会，中华人民共和国主席令第七十九号，2021 年 9 月 1 日修订）；

(4) 《中华人民共和国港口法》（全国人民代表大会常务委员会，中华人民共和国主席令第五号，2018 年 12 月 29 日第三次修正）；

(5) 《中华人民共和国渔业法》（全国人民代表大会常务委员会，中华人民共和国主席令第三十四号，2013 年 12 月 28 日修订）；

(6) 《中华人民共和国航道法》（全国人民代表大会常务委员会，中华人民共和国主席令第十七号，2016 年 7 月 2 日修正）；

(7) 《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，中华人民共和国国务院令 475 号，2018 年 3 月 19 日第二次修订）；

(8) 《中华人民共和国自然保护区条例》（国务院，中华人民共和国国务院令 167 号，2017 年 10 月 7 日第二次修订）；

(9) 《中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定》（交通运输部，中华人民共和国交通运输部令 2021 年第 24 号，2021 年 8 月 25 日施行）；

(10) 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（国家发展和改革委员会，中华人民共和国国家发展和改革委员会令 7 号，2023 年 12 月 27 日）；

(11) 《市场准入负面清单（2025 年版）》（发改体改规〔2025〕466 号，2025 年 4 月 16 日）；

(12) 《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，自然资源发〔2022〕142 号，2022 年 8 月 16 日）；

(13) 《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》（自然资源部办公厅，自然资办函〔2022〕640 号，2022 年 4 月）；

(14) 《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）；

（15）《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，自然资规〔2021〕1号，2021年1月8日）；

（16）《自然资源部办公厅关于进一步做好海域使用论证报告评审工作的通知》（自然资源部办公厅，自然资办函〔2021〕2073号，2021年11月10日）；

（17）《生态保护红线生态环境监督办法（试行）》（生态环境部，国环规生态〔2022〕2号，2022年12月27日）；

（18）《农业农村部 工业和信息化部 国家发展改革委 科技部 自然资源部 生态环境部 交通运输部 中国海警局 关于加快推进深远海养殖发展的意见》（农渔发〔2023〕14号，2023年6月）；

（19）《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》（自然资源部，自然资发〔2023〕89号，2023年6月13日）；

（20）《自然资源部办公厅 农业农村部办公厅关于优化养殖用海管理的通知》（自然资源部，自然资办发〔2023〕55号，2023年12月13日）；

（21）《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）；

（22）《广东省海域使用管理条例》（广东省人民代表大会常务委员会，广东省第十三届人民代表大会常务委员会公告第92号，2021年9月29日修正）；

（23）《广东省海域使用金征收标准（2022年修订）》（广东省财政厅 广东省自然资源厅，粤财规〔2022〕4号，2022年6月17日）；

（24）《广东省自然资源厅办公室关于启用我省新修测海岸线成果的通知》（广东省自然资源厅办公室，2022年2月22日）；

（25）《广东省自然资源厅关于加强海洋资源要素保障促进现代化海洋牧场高质量发展的通知》（广东省自然资源厅，粤自然资规字〔2023〕3号，2023年7月1日）；

（26）《广东省自然资源厅 广东省生态环境厅 广东省林业局关于严格生态保护红线管理的通知（试行）》（粤自然资发〔2023〕11号，2023年11月28日）；

(27) 《广东省自然资源厅 广东省农业农村厅转发自然资源部办公厅 农业农村部办公厅关于优化养殖用海管理的通知》（广东省自然资源厅 广东省农业农村厅，粤自然资函〔2024〕294号，2024年4月30日）；

(28) 《广东省自然资源厅关于印发<广东省现代化海洋牧场项目用海申请指引>的通知》（广东省自然资源厅，2024年3月29日）；

(29) 《关于加快海洋渔业转型升级 促进现代化海洋牧场高质量发展的若干措施》（广东省农业农村厅，2023年9月22日）；

(30) 《广东省人民政府关于〈湛江市国土空间总体规划（2021-2035年）〉的批复》（粤府函〔2023〕248号，2023年10月12日）。

1.2.2 相关规划

(1) 《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》（广东省人民政府，粤府〔2021〕28号，2021年4月6日）；

(2) 《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035年）》（广东省自然资源厅，粤自然资发〔2025〕1号，2025年1月23日）；

(3) 《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》（广东省人民政府办公厅，粤府办〔2021〕31号，2021年9月29日）；

(4) 《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2024-2035年）》（广东省农业农村厅，2024年11月19日）；

(5) 《广东省海洋经济发展“十四五”规划》（广东省人民政府办公厅，粤府办〔2021〕33号，2021年9月30日）；

(6) 《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030年）》（广东省农业农村厅，粤农农〔2021〕354号，2021年12月23日）；

(7) 《湛江市国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》（湛府〔2021〕36号，2021年8月7日）；

(8) 《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》（湛府办函〔2019〕32号，2019年4月）；

(9) 《湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023-2035年）》（湛江市海洋与渔业局，2025年）；

(10) 《徐闻县养殖水域滩涂规划（2018年至2030年）（报批稿）》（徐

闻县海洋与渔业局 广东海洋大学，2018 年 12 月）。

1.2.3 标准规范

- (1) 《海域使用论证技术导则》，GB/T 42361-2023；
- (2) 《海域使用分类》，HY/T 123-2009；
- (3) 《海籍调查规范》，HY/T 124-2009；
- (4) 《海洋监测规范》，GB17378-2007；
- (5) 《海洋调查规范》，GB/T12763-2007；
- (6) 《海水水质标准》，GB 3097-1997；
- (7) 《海洋生物质量》，GB 18421-2001；
- (8) 《海洋沉积物质量》，GB 18668-2002；
- (9) 《渔业水质标准》，GB 11607-1989；
- (10) 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》，HJ 1409-2025；
- (11) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》，中华人民共和国水产行业标准，SC/T 9110-2007；
- (12) 《海洋监测技术规程 第 3 部分：生物体》，HY/T 147.3-2013；
- (13) 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》；
- (14) 《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）；
- (15) 《中国地震动参数区划图》，GB 18306-2015；
- (16) 《宗海图编绘技术规范》，HY/T 251-2018；
- (17) 《海洋牧场建设技术指南》，GBT40946-2021；
- (18) 《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准（试行）》，广东省自然资源厅，2024 年 7 月 11 日。

1.2.4 项目技术资料

- (1) 《广东省海发集团粤琼合作 1 号养殖试验装备建设项目可行性研究报告》（送审版）（单位略，2025 年 10 月）；
- (2) 《湛江徐闻东一海上风电项目夏季全潮水文观测成果报告》（单位略，2023 年 11 月）；
- (3) 《湛江徐闻海上风电场项目海洋环境质量现状调查报告》（单位略，

2024 年 7 月）；

(4) 建设单位提供的相关平面布置图、结构图及设计说明等资料。

1.3 论证等级、范围和重点

1.3.1 论证等级

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），本项目海域使用类型为渔业用海（一级类）中的增养殖用海（二级类）；根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009），本项目海域使用类型为渔业用海（一级类）中的开放式养殖用海（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）的透水构筑物（二级方式）和开放式（一级方式）的开放式养殖（二级方式）。

项目用海面积为 88.3223 公顷，其中升降式智能养殖平台申请用海面积 0.8800 公顷，用海方式为透水构筑物，为 60m×90m 的正方形平台，构筑物总长度小于 400 米，用海总面积小于 10 公顷，所有海域论证等级为三级；C90 网箱、沉浮式钢管框架金属网箱申请用海面积为 87.4423 公顷，用海方式为开放式养殖，面积小于 700 公顷，所有海域论证等级为三级。本项目不占用岸线。根据《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023），本项目论证等级为三级。

表 1.3.1-1 海域使用论证等级判据

一级用海方式	二级用海方式	用海规模	所在海域特征	论证等级
构筑物	透水构筑物	构筑物总长度大于（含）2000 米或用海总面积大于（含）30 公顷	所有海域	一
		构筑物总长度（400~2000）米或用海总面积（10~30）公顷	敏感海域	一
			其他海域	二
		构筑物总长度小于（含）400 米或用海总面积小于（含）10 公顷（升降式智能养殖平台尺寸为 60m×90m，用海面积为 0.8800 公顷）	所有海域	三
开放式	开放式养殖	用海面积大于（含）700 公顷	所有海域	二
		用海面积小于 700 公顷（开放式用海面积为 87.4423 公顷）	所有海域	三

<p style="text-align: center;">本项目论证等级</p>	<p style="text-align: center;">三</p>
<div data-bbox="229 309 510 369" data-label="Section-Header"> <h3>1.3.2 论证范围</h3> </div> <div data-bbox="229 387 1361 622" data-label="Text"> <p>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，一级论证向外扩展 15km，二级论证 8km，三级论证 5km。</p> </div> <div data-bbox="229 633 1361 745" data-label="Text"> <p>本项目海域使用论证等级为三级，论证范围按项目用海外缘线外扩 5km 范围为界，确定论证范围面积约 52.0km²。</p> </div> <div data-bbox="580 824 989 866" data-label="Caption"> <p style="text-align: center;">图 1.3.2-1 论证范围示意图（略）</p> </div> <div data-bbox="596 884 975 927" data-label="Caption"> <p style="text-align: center;">表 1.3.2-1 论证范围坐标（略）</p> </div> <div data-bbox="229 978 510 1039" data-label="Section-Header"> <h3>1.3.3 论证重点</h3> </div> <div data-bbox="229 1057 1361 1227" data-label="Text"> <p>参照《海域使用论证技术导则》（GB/T 42361-2023），结合项目海域的自然环境条件、海洋资源分布及开发利用现状等特点，结合项目的用海性质，确定论证工作的论证重点为：</p> </div> <div data-bbox="309 1245 657 1411" data-label="List-Group"> <ul style="list-style-type: none"> （1）选址合理性； （2）资源生态影响分析； （3）用海面积合理性。 </div> <div data-bbox="229 1462 611 1523" data-label="Section-Header"> <h2>1.4 项目地理位置</h2> </div> <div data-bbox="296 1547 1351 1592" data-label="Text"> <p>本项目位于徐闻县锦和镇东侧海域约 15.8km 外海域，具体位置见图 1.4-1。</p> </div> <div data-bbox="593 1675 978 1715" data-label="Caption"> <p style="text-align: center;">图 1.4-1 项目地理位置图（略）</p> </div> <div data-bbox="229 1769 611 1830" data-label="Section-Header"> <h2>1.5 项目基本情况</h2> </div> <div data-bbox="296 1852 1206 1899" data-label="Text"> <p>项目名称：广东省海发集团粤琼合作 1 号养殖试验装备建设项目</p> </div> <div data-bbox="296 1915 662 1960" data-label="Text"> <p>建设性质：新建，经营性</p> </div> <div data-bbox="296 1977 1013 2022" data-label="Text"> <p>申请用海单位：广东省海洋经济发展集团有限公司</p> </div>	

建设内容及规模：本项目布设 11 口 C90 HDPE 圆形加强型网箱、1 组沉浮式钢管框架金属网箱（8 个，单个尺寸为 20m×20m）、1 个升降式智能桁架养殖平台（坐底桩柱式），网箱养殖面积总计为 1.57 万平方米。

本项目总养殖水体为 19.1 万立方米，其中：单个 C90 网箱养殖水体 9000 立方米，1 组沉浮式钢管框架金属网箱养殖水体 32000 立方米，1 个升降式智能桁架养殖平台养殖水体 60000 立方米，项目建成后预计年产量约 1551 吨。

表 1.5-1 养殖规模一览表

序号	建设内容	数量	养殖面积 (单位: 万平方米)	养殖水体 (单位: 万立方米)
1	C90 HDPE 圆形加强型网箱	11 口	0.71	9.9
2	沉浮式钢管框架金属网箱	1 组 (8 个为一组)	0.32	3.2
3	升降式智能桁架养殖平台	1 个	0.54	6.0
合计			1.57	19.1

养殖对象：本项目主要养殖目标对象为卵形鲳鲹（金鲳鱼）、高体鰺（章红鱼）、鳐鱼、金枪鱼等。

1.6 平面布置和主要结构、尺度

1.6.1 平面布置

本项目总平面布置呈矩形，规划尺度为 13.26m×6.81m。各养殖设施在规划区域内分区布置，功能分区明确，布局紧凑。其中沉浮式钢管框架金属网箱布置在规划范围西北侧，升降式智能桁架养殖平台布置在规划范围东北侧，C90 网箱均匀分布于南侧海域。项目总平面布置图见图 1.6.1-1。

图 1.6.1-1 项目平面布置示意图（略）

（1）沉浮式钢管框架金属网箱

沉浮式钢管框架金属网箱布置在规划范围西北侧，养殖水体 32000 立方米。

沉浮式钢管框架金属网箱 1 组共 8 个, 单个尺寸为 20m×20m, 总体尺寸为 401m×519m。

沉浮式钢管框架金属网箱通过系泊系统构成整体, 该系泊系统采用 PP50mm 主纲绳连接各网箱, 并配备 PP40mm 系泊缆绳及 115 米长锚链共同固定于海底。为实现网箱的整体沉浮功能, 每个单元配备了 4 个 FF-600-8 型浮沉浮球 (单个浮力 650kg), 并辅以 8 个 CT-60K-4B 浮球 (单个浮力 200kg) 和 6 个 CT-60K-2B 浮球 (单个浮力 150kg) 共同提供支撑与稳定。

沉浮式钢管框架金属网箱采用水泥块进行固定, 平面布置见图 1.6.1-2。

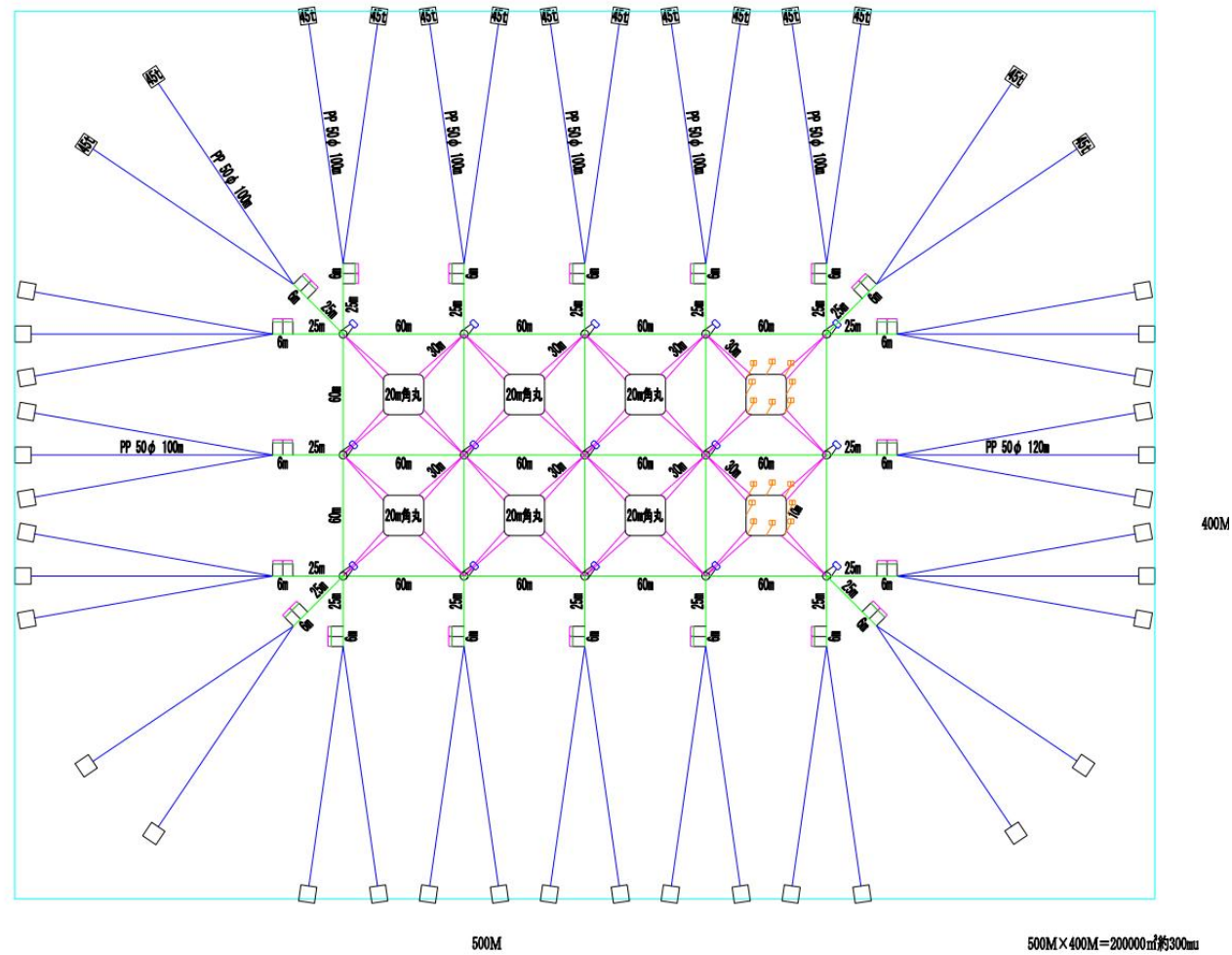


图 1.6.1-2 沉浮式钢管框架金属网箱平面示意图

(2) 升降式智能桁架养殖平台

升降式智能桁架养殖平台布置在规划范围东北侧，平台总长 90 米，宽 60 米，深度 12 米。1 个升降式智能桁架养殖平台养殖水体 60000 立方米。

升降式智能桁架养殖平台通过海底打桩进行定位，平台为坐底桁架式结构，采用新型复合材料建造，通过可自由升降技术，在台风等恶劣海况下将平台沉入海平面 5 米以下，打造“海底池塘”，减少台风天气风浪流对养殖渔获的损害，可抵抗 17 级台风。

根据平台布置功能需求，可分为养殖网箱区、设备区、工作区、饲料存储区、淡水区、燃油区等满足不同功能要求的区域。平台搭载了太阳能电力系统实现绿色能源的自给自足，同时配置柴油发电机、吊机等工程设备，大幅提高渔业生产的便利性。

平台宽阔甲板可预留渔船靠泊区域，平台搭载可升降折叠网箱、可移动自动投料机、饲料舱、吸鱼泵等养殖加工一体化设施，同时配置视频监控、水质监测、海流气象监测、5G 通信基站等监控传输设施，实现自动化、智能化养殖。平台宽阔的甲板空间可搭载工作人员居住、厨房、卫生间等生活模块，配备海水淡化装置和污水处理设备，满足日常生活所需。

平台中间采用可升降式折叠网箱，不同网箱之间独立的，通过网箱升降缩减水体，搭配自动化出鱼系统完成出鱼作业，可满足不同网箱、不同品种、不同规格鱼类规模化养殖。平台可同时与传统网箱合理布局，通过搭载的监测系统和服务系统支撑整个海洋牧场养殖基地，满足工作人员居住、渔场监控、物资供给、休闲渔业扩展等功能。

(3) C90 HDPE 圆形加强型网箱

本项目在规划区域南侧.....共设置 11 个 C90 HDPE 圆形加强型网箱（以下简称“C90 网箱”），采用三列式平面布置，西侧两列，每列布置 3 个网箱；东侧一列，布置 5 个网箱。网箱直径为 29m。单个 C90 网箱养殖水体 9000 立方米。

C90 网箱系泊缆绳采用 PP50mm，水平投影长度一般为水深的 4~5 倍，项目海域水深约为 25-30m，因此本项目系泊缆绳水平投影长度取 100m。相邻网箱中心间距为 229 米（ $[\text{半径 } 14.5\text{m} + \text{系泊缆绳 } 100\text{m}] \times 2 = 229\text{m}$ ）。

C90 网箱锚重量约 750kg，金属链重量约 200kg。

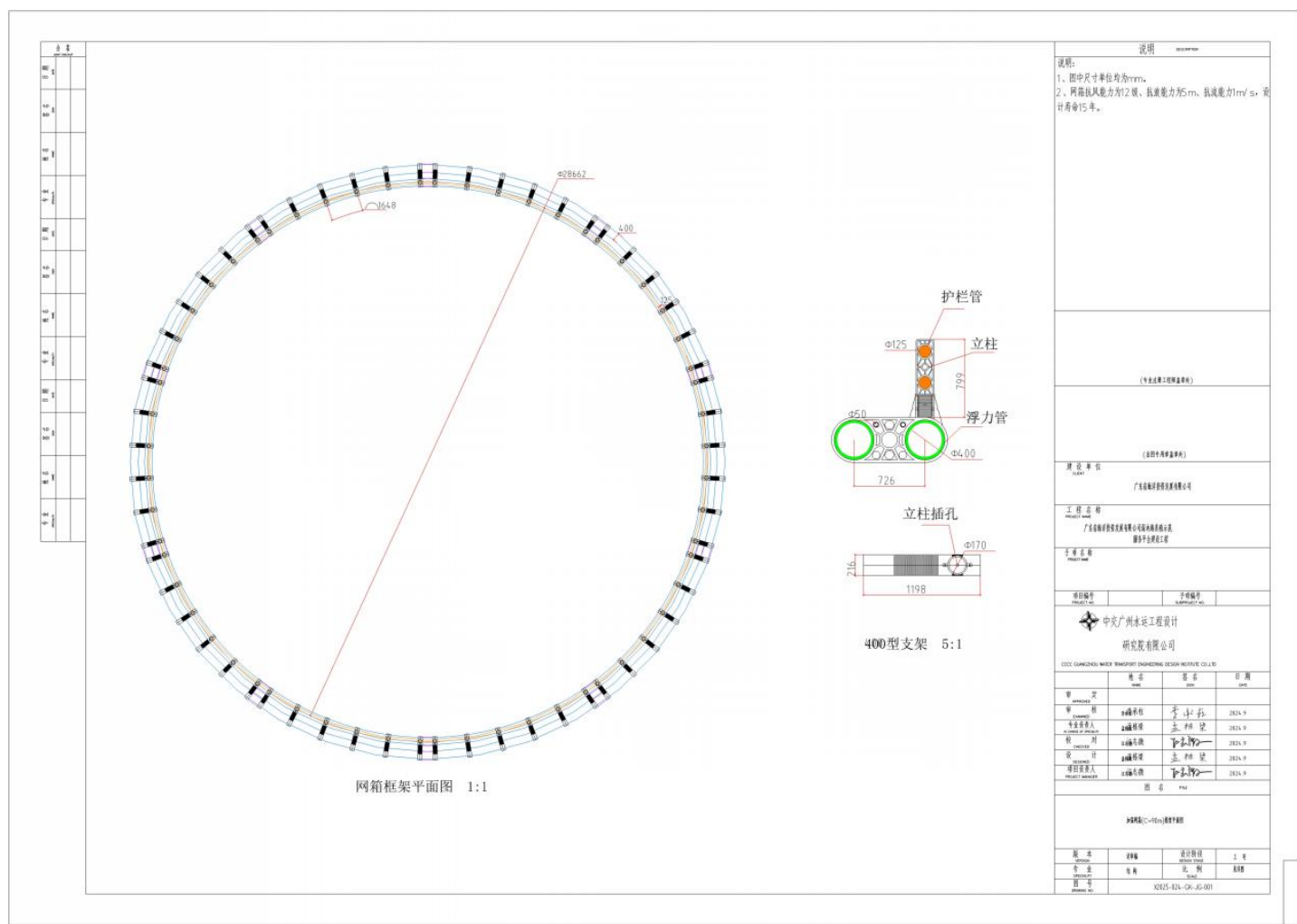


图 1.6.1-3 C90 网箱

1.6.2 主要水工结构、尺度

(1) 升降式智能桁架养殖平台

升降式智能桁架养殖平台采用坐底桁架式结构，固定式可升降网箱由三组“日”字形单元构成。每个“日”字形网箱单元包括主框架和桩腿，主框架的上下横梁采用规格为Φ508mm、壁厚16mm的水平管，立管及网箱底部十字支撑管均采用Φ219mm、壁厚10mm的钢管，确保了整体的承载强度。结构内部以Φ325mm、壁厚10mm的斜撑管进行加固，有效提升了框架的抗风浪稳定性。平台的支撑基础为桩腿系统，共18根，每根桩腿采用Φ800mm、壁厚20mm的钢管制造，并配有焊接齿条，为平台的升降功能提供了关键的传动接口。

根据结构重量统计，主框架重达185吨，桩腿及齿条系统重124吨，升降系统（含基础）重24吨，生活区模块约30吨，舾装件约20吨，结构总重量达383吨。

这一结构体系支撑起总长90米、宽60米、深度12米的作业平台。甲板下方通过十字管等构件进行空间划分，形成养殖网箱区、设备区、工作区等功能区域。平台中间专门设置了可升降式折叠网箱，通过独立的升降机构实现水体积调节。当遭遇台风等恶劣海况时，整个平台可通过桩腿齿条系统下沉至海平面5米以下，其结构设计可抵抗17级台风，为养殖作业提供可靠保障。

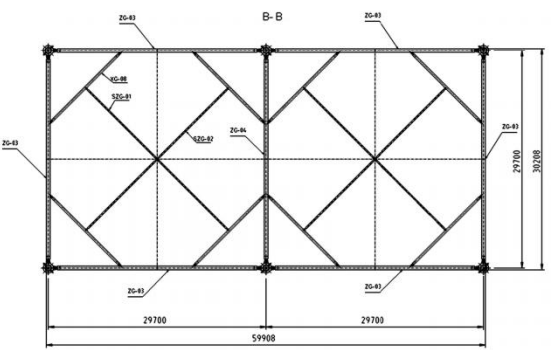
升降式智能桁架养殖平台设计使用年限为15年。

表 1.6.2-1 设计环境参数及工况

环境载荷	抗台风工况
水深	25m以上
入泥（m）	6~10.0
下潜深度（m）	5
结构设计风速（m/s）	58.6
最大波高（m）	7
波浪周期（s）	5.9
表层流速（m/s）	1.8
底层流速（m/s）	0



图 1.6.2-1 升降式智能桁架养殖平台效果图



日字形网箱重量		
名 称	重 量	备 注
主框架	185 T	
桩腿+齿条	124 T	
升降系统	24 T	含基础
生活区	~30 T	上方5米
晒装件	~20 T	
合计	383 T	


说明		DESCRIPTION	
<p>1、圖文式可研將附錄由三幅日說明書。</p> <p>2、日字新開闢水主道和航運站：</p> <p>(1)主新開：上下兩段水主道，為500+16，新開為325+10，主新為4219+10，兩段水主道十字路為219+10。</p> <p>(2)航運站500+20，航運站船池。</p>			
(專業註冊工程師蓋章處)			
(出圖中用章蓋章處)			
建设单位 CLIENT			
广东金海河水利發展有限公司			
工程名称 PROJECT NAME			
广东金海河水利發展有限公司金海河水利發展有限公司 廣東省水利廳工程			
子项目名称 PROJECT NAME			
项目编号 PROJECT NO.		子项目编号 SUBPROJECT NO.	
<div> 中交广州水运工程设计研究院有限公司</div> <div>CCCC GUANGZHOU WATER TRANSPORT ENGINEERING DESIGN INSTITUTE CO., LTD.</div>			
审 定 APPROVED	姓 名 NAME	签 名 SIGN	日 期 DATE
审 核 EXAMINED			
专业负责人 IN CHARGE OF SPECIALITY			
校 对 CHECKED			
设 计 DESIGNED			
项目负人 PROJECT MANAGER			
图 名 TITLE			
升桥式板渡槽结构图			
版 本 VERSION	初稿	设计阶段 DESIGN STAGE	工 作
专 业 SPECIALITY	结构	比 例 SCALE	1:500
图 号 DRAWING NO.	GZ075-021-GK-JC-003		

图 1.6.2-2 升降式智能桁架养殖平台结构图

(2) 沉浮式钢管框架金属网箱

沉浮式钢管框架金属网箱 1 组共 8 个，单个网箱尺寸为 20m×20m×10m。主体框架由上框与底框构成，上框采用 Sch80 65A 钢管，底框采用 SGP 65A 钢管。网衣系统包含三个部分：侧网与底网采用直径为 2.6 毫米的铝合金镀锌线编织，网目尺寸为 25 毫米；盖网则采用 H440T 型号、80 股 7 股绞合的角目结构。网箱的浮沉系统由多种浮球组成：配置 4 个 FF-600-8 型沉浮浮球，每个提供 650 公斤浮力；同时配备 8 个 CT-60K-4B 浮球（单个浮力 200 公斤）和 6 个 CT-60K-2B 浮球（单个浮力 150 公斤）。这些浮球共同工作，使网箱能够在需要时实现上浮或下沉的操作功能。沉浮式钢管框架金属网箱设计使用年限为 15 年。

整个结构通过钢管框架提供支撑，金属网衣形成养殖空间，浮球系统控制沉浮，构成一个完整的沉浮式养殖网箱系统。

表 1.6.2-2 网箱主要参数

参数	内容
尺寸	20m×20m×10m
侧网/底网	铝合金镀锌线网箱 2.6φ目合 25mm
盖网	H440T 80 本 7F 角目
钢管上框	Sch80 65A
钢管底框	SGP 65A
浮沉浮球	FF-600-8（浮力 650kg）4 个
浮球	CT-60K-4B（浮力 200kg）8 个CT-60K-2B（浮力 150kg）6 个

(3) C90 网箱

C90 网箱采用高密度聚乙烯（HDPE）框架作为主体结构，其主要承重浮力管使用 DN400、SDR13.6 规格的 PE 管材（壁厚 29.4 毫米），总用量达 185.5 米，构成了一个坚固的环形主浮管。为增强整体刚性，网箱配备了 60 套 DN400 型支架系统，每套包含支架、护套管件、挡块、销钉及长度为 790 毫米的配套立柱，形成一个密集为加强结构。

在主浮管之上，安装有总长 180 米、直径为 125 毫米的 HDPE 扶手管，作为工作通道的护栏。独特的填充设计是，在主浮管内部填充了同等长度（185.5 米）的 DN400 型泡沫柱，这极大地增加了框架的储备浮力和抗风浪稳定性。

网箱通过一套重型锚固系统进行定位。该系统包括 10 个重达 750 公斤的锚、10 根重 200 公斤的锚链，以及总长 1000 米、直径 50 毫米的 PP 主缆绳。此外，

还辅以 200 米长的 PP 锚点绳（直径 24 毫米）、10 个直径为 280 毫米的锚点球和 10 个 90 吨级卸扣，共同确保了网箱在海洋环境中的稳固性。

C90 网箱设计使用年限为 15 年。

表 1.6.2-3 C90 HDPE 重力式网箱主要参数指标统计表

配置设施	材料名称	单位	C90 网箱	
			数量	规格型号
框架材料	PE管材	米	185.5	DN400, SDR13.6, 壁厚29.4mm
	支架	个	60	DN400型
	护套管件	个	20	DN400型
	挡块	个	120	DN400型
	销钉	个	240	DN400型
主浮管材料	立柱	根	60	支架配套立柱, 790mm
	PE管材	米	180	扶手管, 125mm
	泡沫柱	米	185.5	DN400型
锚固材料	锚	口	10	750kg
	锚链	根	10	200kg
	缆绳	米	1000	PPφ50mm, 100m/根
	锚点绳	米	200	PPφ24mm, 20m/根
	锚点球	个	10	280mm
	卸扣	个	10	90T

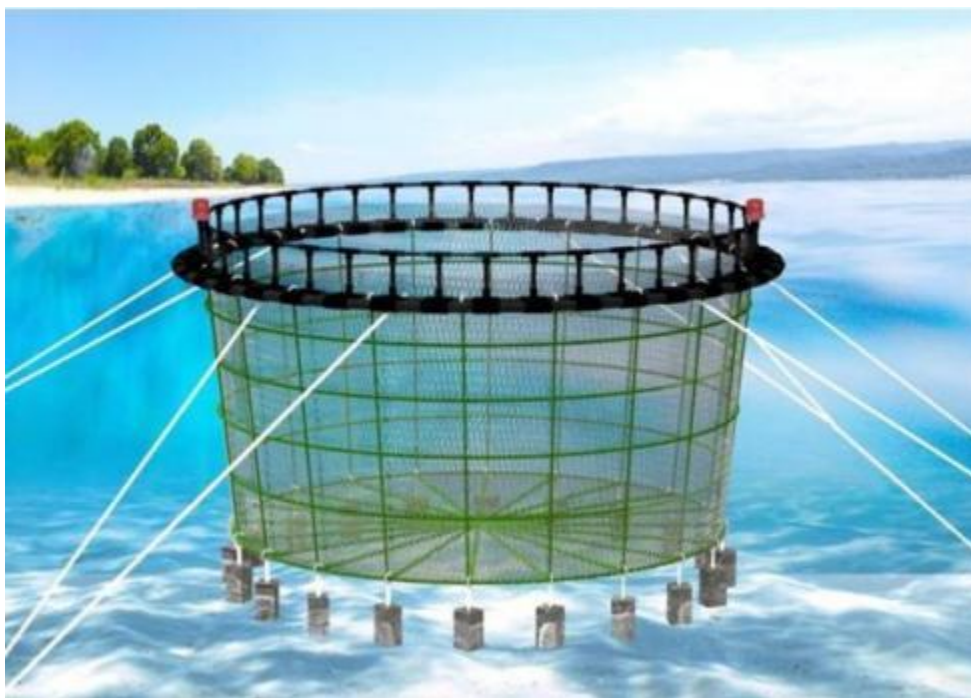


图 1.6.2-3 网箱示意图

1.7 海上养殖工艺流程及养殖系统

本项目主要养殖目标对象为卵形鲳鲹（金鲳鱼）、高体鰺（章红鱼）、鳊鱼、金枪鱼等。

养殖工艺流程针对典型鱼类养殖（卵形鲳鲹和高体鰺）的通用要求进行设计。

1.7.1 养殖品种

（1）卵形鲳鲹（金鲳鱼）

卵形鲳鲹（*Trachinotus ovatus*）是鲹科鲳鲹属。卵形鲳鲹是一种暖水性中上层洄游鱼类，在幼鱼阶段，每年春节后常栖息在河口海湾，群聚性较强，成鱼时向外海深水移动。为肉食性鱼类，仔、稚鱼摄食各种浮游生物和底栖动物，以桡足类幼体为主；稚、幼鱼取食水蚤、多毛类、小型双壳类和端足类；幼、成鱼以端足类、双壳类、软体动物、蟹类幼体和小虾、小鱼等为食。分布于印度洋、太平洋、大西洋热带和温带的海域。

卵形鲳鲹是一种暖水性中上层洄游鱼类，在幼鱼阶段，每年春节后常栖息在河口海湾，群聚性较强，成鱼时向外海深水移动。其适温范围为 16~36℃，生长的最适水温为 22~28℃，该鱼属广盐性鱼类，适盐范围 3~33，盐度 20 以下生长

快速，在高盐度的海水中生长较慢。该鱼耐低温能力差，昼夜不停地快速游泳，每年 12 月下旬至次年 3 月上旬为其越冬期。通常当水温下降至 16℃ 以下时，卵形鲳鲹停止摄食，存活的最低临界温度为 14℃，2 天的 14℃ 以下温度累积出现死亡。

卵形鲳鲹属白昼摄食鱼类，因而人工投喂饵料应于早晨或黄昏前进行，也可用自动喷料机喷喂。在正常的水质条件下，卵形鲳鲹的摄食强度依水温而变动。通常水温 16℃ 以下，卵形鲳鲹完全不摄食，当水温达 16~18℃ 时，才开始少量摄食；水温 22℃ 以上时，积极摄食。



图 1.7.1-1 卵形鲳鲹（金鲳鱼）

（2）高体鰺（章红鱼）

高体鰺（*Seriola dumerili*）为鰺科鰺属，属于暖水性中上层鱼类。栖息水深 18-36m 之间，常结群活动于浅水域，摄食甲壳类、头足类和小鱼。分布于全球的亚热带地区；在印度洋至西太平洋，从南非，波斯湾，日本南部和夏威夷群岛，南至新喀里多尼亚，以及密克罗尼西亚的马里亚纳群岛和卡罗琳群岛；在西大西洋，在加拿大新斯科舍省以南的巴西；东大西洋，从英国沿海到摩洛哥再到地中海都有分布。

高体鰺为暖水性洄游鱼类，有南北间作季节性洄游的现象。从春季至夏季从南向北索饵洄游。自秋季至冬季从北向南产卵洄游。其产卵场位于南沙、中沙和西沙群岛。受精卵在产卵场孵化，然后发育成仔稚鱼。幼鱼开始从产卵场向海南岛、香港、台湾、福建以北洄游，秋季到达日本海区，然后成鱼从日本南下返回热带海域。

高体鰺对温度的适应范围比较高,其生存的水温为 9~33℃,适温为 20~30℃,最适温为 26~28℃。低温致死的水温界限为 9℃ 以下。摄食的水温范围 14~30℃。水温 30℃ 以上摄食不活泼; 32℃ 时, 游泳异常。一般低龄鱼喜较高水温, 而高龄鱼适宜的水温较低。水温为 11~12℃ 时, 高体鰺可 1 个月左右不摄食, 但不死亡。高体鰺对盐度适应范围比较窄, 属外海高盐鱼类, 生活适宜的盐度范围为 28-36; 盐度在 28 以下, 摄食下降; 盐度为 12 时, 可存活 10 小时; 在淡水中可活 20~30 分钟; 受精卵在不同盐度下表现出不同的沉浮性, 在盐度为 30 以下的海水, 呈沉性, 在盐度 32 以上的海水呈浮性; 受精卵孵化和仔稚鱼生长的适宜盐度范围为 30~38, 最适为 32~35。溶氧在 4 毫克/升以上时, 生活正常; 在 3~4 毫克/升时, 摄食下降; 高体鰺生长的较适宜 pH 值为 7.8~8.4。



图 1.7.1-2 高体鰺（章红鱼）

1.7.2 鱼种养殖和运输方案

（1）金鲳鱼养殖方案

在陆上育苗、选苗, 苗种体重 1.3g 以上, 体色正常, 鳍条、鳞被完整, 活动有力, 反应灵敏, 体质健壮, 规格整齐, 无畸形, 无明显外伤, 伤残率 $\leq 2\%$ 。根据水源、水质和水流条件设置投放密度, 通常苗种体重 1.3g~1.7g 放 120ind/m³-160ind/m³, 鱼种体重 100g 以上放 40ind/m³。放养前应用消毒液浸泡作消毒处理, 放养时间以 3 月中旬至 4 月上旬为宜, 选择潮流平缓时投放, 大潮开始 2d~3d 期间不宜放苗。

运输密度视鱼种规格而定, 体重 1.3g~1.7g 的小规格鱼种一般采用充气+纯

氧的敞口容器汽车和充气运输船结合运输模式，充气+纯氧的敞口容器汽车运输密度宜为 $2.0 \times 10^4 \text{ ind/m}^3$ ；充气运输船的运输密度宜为 650 ind/m^3 。鱼种规格在 18g/尾，活水船最大运输密度为 $1.0 \times 10^4 \text{ 尾/m}^3$ ；敞口容器汽车运输，具充气设备，最大运输密度 $0.8 \times 10^4 \text{ 尾/m}^3$ 。大规格鱼种不宜采用小包装密封充氧运输，宜采用活水船运输，运输密度约为 500 ind/m^3 。

饲料选用卵形鲳鲹专用膨化颗粒饲料，其粗蛋白含量不低于 40%，赖氨酸含量不低于 20%，总磷不低于 1.5%，粗脂肪不低于 3.0%，钙不高于 4.6%，质量符合 NY5072 的规定。根据鱼体大小确定饲料粒径，鱼体重 1.3g~2g，一般投喂专用幼鱼开口料；鱼体重 2g~40g，选用饲料粒径为 1.0mm；鱼体重 40g~80g，选用饲料粒径为 1.5mm；鱼体重 80g~125g，选用饲料粒径为 2mm；鱼体重 125g~175g，选用饲料粒径为 2.5mm；鱼体重 175g~225g，选用饲料粒径为 3.0mm；鱼体重 225g 以上，选用饲料粒径为 4.0mm，改用饲料期间，两种饲料合并投喂几天为宜。养殖前期（体重 < 150g/ind）宜使用粗蛋白含量 43%~45% 的海水鱼幼鱼配合饲料，养殖中后期（体重 > 150g/ind）宜使用粗蛋白含量 40%~42% 的海水鱼配合饲料。

投喂时间选择在平潮潮流缓慢期间，放养即可喂食，鱼体重 80g 以下日投喂 3 次~4 次，鱼体重 80g 以上日投喂 2 次~3 次，根据水温、水质、天气、鱼的摄食情况灵活掌握。养殖前期（体重 < 150g/ind）日投喂量为鱼体总重的 5%~6%；养殖中后期（体重 > 150g/ind）日投喂量为鱼体总重的 2%~3%。早晨投喂日总投喂量的 30%~40%，中午投喂 20%~30%（如果水温过高，中午可不投喂），傍晚投喂 30%~40%。投喂量视天气、季节而定，高温、大雨、盐度太低等情况应适当少投或不投。

根据网衣上附着生物量及鱼类养殖情况，宜 40d~50d 换一次网衣，换网衣时必须防止养殖鱼卷入网衣角内造成擦伤和死亡。网衣清洗可采用高压水枪喷洗、淡水浸泡、暴晒等方法。鱼种在小网箱养殖，宜 15d 分疏一次，将规格相近的鱼种分在同一网箱，分疏 2 次~3 次可以移入大网箱养殖。当大网箱内鱼重量超过 10 kg/m^3 时，可进行分箱养殖，鱼体生长和个体大小相近的分在同一网箱。大网箱内养殖鱼的总重量一般不超过 20 kg/m^3 。

每天对水温、盐度、天气、风浪等环境因子、鱼的活动、摄食情况、鱼类健

康状况、病害防治情况及死鱼、病鱼数量、网箱安全程度等进行观察和检测，做好养殖日志；每 10 天随机取样测量体长和体重。在养殖区安装警示性标志和灯具。台风来临之前检查和调整锚索的拉力，在网箱上加盖网，养殖人员撤离养殖区；台风过后应及时检查网箱损坏程度并及时修复。养殖区的生活垃圾、废弃物等不得直接丢弃养殖区，集中收集后运到陆地按规定处理；病鱼、死鱼及时捞出并做消毒处理后运到陆地按规定处理。当鱼体达到商品规格时，将鱼群聚集于网箱一角，即可收获。起捕前停饵 1~2 天。

病害方面以预防为主，防治结合的原则以预防为主，主要是从维护良好的水质、提供充足的营养和控制病原传播等三方面入手。在病害流行季节加强疾病预防工作，在预混合配合饲料粉料中添加大蒜素、免疫多糖或中草药制剂，加工制成软颗粒饲料投喂，网箱内挂消毒剂袋，及时清除病鱼、死鱼。一旦发现养殖鱼发生疾病，立即准确诊断，及时治疗。

表 1.7.2-1 卵形鲳鲹不同年龄组的体长、体重参考范围

年龄	1	2	3	4	5-8
体 长 (mm)	226~300	310~400	400~500	470~510	≥480
体重 (g)	420~940	950~2050	2250~3400	3400~4150	≥5000

2) 高体鲳养殖方案

在陆上育苗、选苗，高体鲳具有生长快、环境适应能力强等特点，可作为我国南海海域深水网箱养殖的优良品种进行推广生产。正常情况下高体鲳长至上市规格需 1.5~2 年时间，在 500g 以前体重增长相对较缓慢，投放深水网箱养殖时宜选择体重大于 1000g 的鱼苗。宜选择冬季水温在 13℃ 以上，无工农业及大量生活污水污染，水流畅通，水体交换良好，水质清新，水深不低于 4.0m 的海区。同时，养殖海区要求盐度相对稳定，常年变化值 20‰~33‰，透明度 0.6m~3.0m 之间，溶解氧 4mg/L 以上。

网目大小依据鱼体规格的大小而定，一般鱼体体长 10cm 以下用 1.1cm~2.0cm 网目，鱼体体长 15cm 以上用 2.5cm~5.3cm 网目。网衣应定期更换、冲洗，以除去附着藻类及杂物，利于水体交换。依据鱼体的生长情况，及时分苗，调整放养密度。鱼体体重 400g~600g 时，放养密度为 14 尾/m³；鱼体体重 600g~1000g 时，放养密度为 10 尾/m³。

饲料选择高蛋白、低脂肪的鱼类，主要是冰冻的玉筋鱼、沙丁鱼、蓝圆鲹、鲐鱼等，解冻后用机器制成肉糜或切碎投喂。体长 5cm~8cm 稚鱼每天投喂 3 次~4 次蓝圆鲹等杂鱼肉糜，投喂量为鱼体体重的 20%~25%；体长 10cm~15cm 幼鱼每天上、下午各投喂 1 次，体长 15cm 以上时每天投喂 1 次，投喂量为鱼体体重的 5%~10%。每周按鱼体体重 0.5%的比例投喂 1 次复合维生素粉（搅拌于饲料中），以定期预防病害。

待高体鰺体重大于 1kg 时，转入外海开放式海域，放养密度为 6 尾/m³~7 尾/m³。主要采用杂鱼并掺投少量浮性配合饲料，养殖前期所有杂鱼绞成适口肉块后投喂，冰冻杂鱼则需放在海水中浸泡解冻后加工。浮性饵料蛋白含量为 35%~40%，投喂前浸泡 0.5-1 小时。养殖期间正常情况每天上午 8:00-9:00、下午 5:00-6:00 各投喂 1 次，投喂量以鱼抢食停止为度，同时根据水温和风浪情况增减，一般控制在鱼体重的 4%~7%，投喂时尽量减少人员的走动和外界干扰，以免影响摄食。

养殖过程中每天查看网箱是否破损，养殖鱼游泳行为是否异常及是否有死鱼等情况；养殖过程中随着鱼的生长每 15~20 天更换网衣，保持网箱内水流畅通和网衣清洁；另外，随着养殖鱼的生长，个体差异日益明显，需要每 15~20 天对不同规格的鱼进行大小分选，放于不同的网箱内分别养殖。养殖期间，每月检测一次养殖鱼生长激素、皮质醇、血液生理指标等，及时对养殖鱼健康状况做出评估，并以此为依据进行管理措施调整；同时，养殖过程中定期在饵料中添加保肝剂、复合维生素等营养剂，增强养殖鱼免疫力，提高健康水平。定期随机取样测量体长和体重。在网箱养殖区安装警示设施，以便防止鸟类和水生动物对养殖鱼类的危害，还要及时清除垃圾和大型漂浮物。当灾害性天气到来之前，应在网箱上加装网盖；检查和调整框架、锚、绳的受力情况，并加固网箱的拉绳和固定绳；尽量清除网箱框架上的暴露物；养殖人员、船只迁移至避风港。当强风暴过后应及时检查网箱的受损情况，及时修复保证生产。当体重达到 3.5kg 以上时即可收获。当养殖成鱼出箱时，将鱼群聚于网箱一角即可收获。起捕前，应停止投喂 1~2 天。

项目运输路线图见图 1.7.2-1。

图 1.7.2-1 项目运输路线图（略）

1.7.3 关键养殖作业流程

1) 鱼种投放

鱼种由活鱼运输船运送到网箱后,应尽可能无损伤地将鱼种从活鱼运输船上投放到网箱中,确保养殖成活率。网箱应设置必要的网衣开口对接活鱼输送通道,活鱼运输船上设置必要的转运工具。投放鱼种时,海况条件良好,网箱处于最大吃水状态,确保鱼不会高空摔落,网箱保持平稳固定状态,避免与运输船发生碰撞。

2) 饲料海上转载

饲料运输船饲料运输到网箱后,需与网箱靠泊对接,船舱内的饲料通过船舶和网箱上的饲料输送装置转载到网箱上的饲料存储罐中。由于饲料转载是一个非常频繁的工作(预计每1周进行一次),作业时无法对海况条件做过多严格要求,且转载过程在两个海上浮动的平台间进行,因此设计需要重点关注对接的安全性。

3) 饲料海上仓储

饲料海上仓储是深远海规模化、智能化养殖的基本功能需求。考虑到饲料海上运输、转运成本及安全性等原因,海上饲料舱至少应保存1周的饲料需求量,配置除湿、降温空调设施,保证饲料存储期间不变质、不板结。存储容量过小将会增加运输频次和成本,在恶劣天气无法补给的情况下,造成养殖缺料;容量过大将会增大饲料发霉变质的风险,长时间大功能率空调措施将会显著增加能耗。

4) 饲料投喂

饵料投送应实现鱼群整个养殖期间定时、定量、定点的饲料投放的需求。

本网箱具备全潜养殖和半潜养殖功能,因此饲料投喂设施应具备水面和水下投喂能力。饵料投送要保证覆盖均匀、破损率小、时间可控、数量可调。能够在网箱本地控制,也可在岸上或船上远程控制。每天投喂3~4次,日投喂量为鱼总重量的2%(大鱼阶段)-6%(小鱼阶段)。

5) 水质监测

养殖环境数据的实时监测对于安全养殖、风险防范有着非常重要的意义。

养殖环境关系到鱼品质量、是否处于最佳养殖周期、饲料投放决策、鱼病防治等一系列关键问题,在养殖过程中,必须对水体温度、含氧量、盐度、硝酸盐、氨氮、pH值等进行密切监测,不满足规定值进行报警。

6) 破网监测

养殖过程中渔网存在破损的风险,破损后如果得不到及时发现和维修将导致鱼群逃逸,造成巨大经济损失。采用定期巡查方式识别,破网后识别应保证时效性,对破网位置能够进行准确的定位,以确保能够得到破损及时准确的维修。

7) 死鱼清理

鱼死亡后由于鱼鳔失去了调节作用,一般会沉入水底,腐败后密度会逐渐减小,最终会漂浮出水面。死鱼腐败后会污染养殖水体,传播疾病。因此,一旦发现死鱼后,应尽可能在水中或水底就及时清理掉,避免腐败浮出水面再清理。收集的死鱼不能直接丢弃于附近养殖海区,应临时存储在网箱的生物储存柜里,后续由运输船转运到岸上处理。

8) 鱼群监测

养殖过程中应能实时监测鱼群行为状态,主要通过声、光、电等各类水下智能感知系统,对鱼群的索饵行为、规格大小、群体数量、生长状态、病理异常等数据进行直接或间接观测,除智能感知系统外还应设置便捷的人工取样手段。基于鱼群监测数据的分析研究可用于制定更加精细化的生产工艺。

9) 成鱼聚集

当鱼群生长到预定规格,有特别的出售需求,(超过设计安全标准的)恶劣海况来临前紧急转移,或者发生疫病需要出水治疗等各种情况时,需要进行活鱼的聚集(集鱼)和捕捞。集鱼作业时,使网箱从水下(或水中)缓慢上升,利用底网锥形结构实现活鱼聚集。随着网箱上升、水体空间减小,活鱼密度逐渐增大,水体氧含量也将快速减少,此时应同步开展活鱼捕捞作业,避免鱼群长时间缺氧或碰撞导致死亡,集鱼作业的重难点在于保证起浮过程中网箱的浮态稳定性以及安全定位。

10) 成鱼捕捞

在活鱼聚集的同时,同步开展活鱼的捕捞作业,活鱼一般通过活鱼输送泵从网箱中输送到活鱼运输船中,输送过程应做到保活和低损伤,活鱼的输送效率和集鱼速度要相匹配,输送速度太慢易导致活鱼在网箱中缺氧和擦伤,输送速度太快则应避免在输送系统中的损伤。

(4) 安全管理

海上养殖生产应当贯彻“安全第一，预防为主”的方针，坚持“管生产必须管安全”的原则。项目单位应当加强对海上养殖生产安全工作的监督，对养殖从业人员进行安全生产教育，实行安全生产目标管理责任制和事故责任追究制度。组织制定海上养殖安全生产规章制度、安全技术操作规程和事故应急救援预案，并监督实施和定期组织演练。定期检查船舶及其他安全设施的配备情况，及时消除事故隐患；定期研究和部署安全生产工作，组织执行安全规章制度和安全技术操作规程；安排专人值班，按时收听天气预报，及时传递、发布大风大浪警报；在养殖海域应当配备消防、救生、照明、通讯等安全设备，在养殖区的外围及险区设置明显标志。

海上养殖网箱应确保连接牢固，设置面积满足操作人员需要的操作台，并保证台面平稳坚固。养殖期间定期检查网箱主体结构、网衣、锚缆的完整性、稳定性和连接情况；根据网衣生物附着情况定期清理网衣，以保证网箱内外的水体交换，避免造成网衣破损。密切关注台风预警动态，及时采取预防措施，对网箱框架、锚泊系统、网衣系统检查、加固。

项目单位应当配备与养殖海域相适应的养殖渔船和养殖人员，养殖机动渔船应当持有有效的船舶检验证书、渔船登记证书（国籍证书）和船舶航行签证簿，并随船携带，船舶检验证书、船舶航行签证簿应当按规定年审，养殖渔船不得超过本船航区或本船抗风等级出海作业。养殖从业人员应当接受专业培训和安全教育，取得渔港监督机构核发的船员证书后，方可上岗，职务船员应当持有职务证书，普通船员应当持有训练合格证书。

1.8 项目主要施工工艺和方法

1.8.1 施工条件

项目施工条件较好，有利于项目建设工作的开展主要体现在：

- （1）供水：本工程建设可依托项目周边市政供水设施，淡水供应充足。
- （2）供电：本项目供电采用光伏发电，在临时停电情况下，采用公司自备1600kW柴油发电机供电。
- （3）材料：项目所在地位于湛江市，各种材料市场供应齐全，当地劳动力充足，施工条件较好。电力、材料供应条件良好，有利于项目更便利、更充分地

就地就近利用，减少能源、资源损耗；电力等市场机制完善、施工企业经验丰富，设施配套良好，有利于项目建设工作的开展。

（4）运输条件：项目周边海域航道众多，施工及运营船舶可通过周边航道及航路抵达项目海域。

（5）通信条件：网箱上均安装信号接收装置，能保证施工及运营期的正常通信要求。

1.8.2 施工方法

本项目台风影响频繁，风大浪高。且波浪具有波高大、周期长的特点。台风还会引起风暴增减水，潮汐水位变化大。项目网箱建设数量较多，施工条件相对复杂，需考虑的因素较多，施工难度较大。

（1）HPDE 网箱、沉浮式钢管框架金属网箱施工方法

1) 主要施工流程：

①工具准备：GPS 定位仪、工作船、运输平台、安装船。

②锚位预定：

a.每一组（8 只）网箱均选定 8 个关键锚位预定点。

b.按照总平面布置图锚位点选择原则，标示出网箱所有锚位预定点。

c.在工作船上用绳子将沉子与浮球连接，连接绳的长度与锚投放处水深相近，采用 GPS 定位仪，指挥工作船驶至锚位预定点，依顺序逐一投放，使浮球在纵、横向均排列整齐，最后可将定位浮球在水面的位置作为投锚时的参考投放位置。

③铁锚投放：

a.指挥运输平台驶至第一组网箱的第一个锚位点投放铁锚，平均每个网箱 8 个锚。

b.先投放完一组网箱的铁锚，再投放其余网箱的铁锚。

④网箱固定：

a.每投放完一组网箱的铁锚，即用安装船将网箱框架拖至固定系统的区域内，用锚绳将网箱框架固定，并收紧绳索。

b.锚泊系统安装完毕后，依框架在水面的状态，通过锚绳的松紧进行调节，使其在水面排列整齐。

2) 主要施工方法

①网箱安装前的准备

盆底调查（安装区域的平均水深，最深点和最浅点；海流情况；区域内的重要风向；季节最大风力、风向；近 8~10 年的水文记录；近十年的台风情况；水质调查）；安装船。

②固定系统安装前的准备

用全球定位系统（GPS）选定锚位点。

在辅助小艇上用绳子将沉子与浮球连接，连接绳的长度与锚投放处水深相近，投下沉子作为第一个网箱锚位点。根据网箱固定锚泊系统的布局及锚位间距，依次重复以上步骤，按顺序投放锚位点。依水面上定位浮球位置和锚位点位置坐标进行校正。最后可将定位浮球在水面的位置作为投锚时的参考投放位置。

③抛锚作业

应选择顺风流合压差方向安装作业，平潮时选择顺风方向进行固定系统安装作业，风力影响不大时在顺流向安装作业。

④框架安装前的准备

场地要求，根据网箱规格大小，即场地长度按网箱的周长×宽即按网箱直径尺寸在平缓沙滩或近水的平地；220V，30A 的交流电源。

（2）升降式智能桁架养殖平台

本项目桁架式网箱制作严格按照船舶及海工装备的建造标准进行施工、建造、检验，主要步骤为：钢材预处理—材料加工—零、部件装配—分段装焊—分段合拢—网箱下水—设备调试试验—完工交付等。网箱建造完成后，由专用拖船将其从船厂码头拖航至预定养殖海域。

①拖航

拖航及拖轮：两条辅助拖轮协助精准定位，作业船长及作业人员就位，主拖轮和两条辅助拖轮配合精准定位。主拖轮拖带网箱至就位附近海域，主拖轮抛锚。

②接拖

主拖轮抵达现场后，选择合适的时机，充分利用车舵及侧推艏部接近网箱，网箱将短缆（三角板）放至拖轮艏部作业区，将主拖缆与短缆（三角板）进行连接，主拖缆挂好，主拖轮开始放缆。

③解推

主拖轮拖带抵达指定位置进行解拖工作。完成解拖后，主拖轮绞收主拖缆与短缆（三角板）连接处至艏部作业区，船艏保持与网箱合适距离，主拖轮人员解掉主拖缆，辅助网箱定位。

④网箱初就位

网箱拖航至就位作业点 0.5 海里的安全区域，主拖轮拖带平台顶风顶流，使其滞航，两条辅拖分别靠泊平台的 3#和 4#立柱，使用撇缆设备将预先布置的就位缆绳牵引至就位拖轮连接拖缆，完成网箱 3#和 4#立柱就位拖轮的挂拖。

两套辅助拖轮控制网箱 3#和 4#立柱，主拖轮控制 1#和 2#立柱，继续向网箱就位点移动并调整网箱方向，使 2#立柱面向正南方。

三条就位拖轮控制网箱，测试 DGPS 定位，测试网箱及各就位拖轮的通讯系统，保证定位系统和通讯系统状态良好。

⑤网箱上线

根据潮流表选择连接的作业时间及随海流旋转的方向确定网箱的上线方向。网箱连接人员提前上网箱；网箱距就位点 100m 外靠近就位点的速度不大于 1m/s，逐渐减小；距就位点 100m 范围内速度不大于 0.5m/s，最终网箱在距就位点 20m 处停下，主拖轮船抛下一口定位锚；在三条就位拖轮的配合下，启动拖轮拖缆绞车控制缆绳收放，网箱继续缓慢靠近就位点，网箱上线速度不得超过 0.1m/s。

⑥网箱就位

网箱艏部两条就位拖轮缓慢后拉，保持一定的缆绳张力；网箱船艏主拖轮释放定位锚缓慢释放主拖缆，使各就位拖轮拖缆保持一定的张力；启动网箱船艏的拖轮绞车，缓慢收紧主拖缆；艏部缆绳保持一定的张力，控制网箱的方位；在主拖缆和艏部缆共同作用下，网箱缓慢靠近就位点 5m；当网箱到达就位点时，停止收紧主缆，同时控制缆保持一定的张力，四条就位拖轮将网箱可靠定位，完成网箱的就位工作。

⑦网箱的压载

为了实现网箱的安全就位，需要在网箱到达坐标点之后尽快进行网箱的压载。网箱压载就位无误后，三条拖轮船艏缓慢向网箱立柱方向靠近，解掉主拖缆和辅助缆的链接，主拖缆收回拖轮上，辅助缆由网箱人员负责安装固定到网箱上。

1.8.3 施工机械

本工程拟投入的机械设备如下所示。

表 1.8.3-1 拟投入的主要施工及运营机具及船舶规格、数量

序号	机械设备名称	单位	数量	规格型号	备注
(一)	施工机具				施工机械采用租赁形式
1	作业船只（大型）	艘	1	62m钢体船	配备国际先进活鱼运输设备）
2	作业船只	艘	2	25m 钢体船	
3	拖轮	艘	1	30m 拖轮	系柱拖力约 48 吨
4	GPS	台	1	定位仪	施工定位导航
5	浮标	个	4		边界定位、警示
(二)	运营船舶	艘	1	长35m，宽9.8m	企业采购，满足饵料运输与投喂、网衣更换与储运、苗种起捕与转运等需求，并可兼顾塑料网箱制造与维修、海上锚固施工与人员通勤等额外功能。

1.8.4 土石方平衡

升降式智能桁架养殖平台插入底土，沉浮式钢管框架金属网箱和 C90 网箱采用毛块进行锚固，自动回淤，没有多余的土石方产生。

1.8.5 施工进度计划

根据本项目的建设规模和施工特点，计划总工期 12 个月，详见表 1.8.5-1。

表 1.8.5-1 施工进度计划表

序号	项目名称	月					
		2	4	6	8	10	12
1	总工期						
2	施工前准备						
3	网箱建造						
4	网箱拖航、投放和安装						
5	竣工验收						

1.9 项目用海需求

1.9.1 项目用海需求

随着人类对海洋资源的开发和利用逐渐增多,传统的渔业养殖方式已经逐渐无法满足人类的需求。同时,传统的渔业养殖在实践中也存在着许多问题,如水质污染、养殖物种的种质衰退等。近年来内湾、滩涂及其它近海养殖水域面临的海洋生态问题愈加严峻,内陆污染物排放、海洋石油泄漏及海水养殖自源性污染等不利条件极大压缩了近海养殖可利用空间。因此,现代化海洋牧场的建设已经成了一个必然的趋势和发展方向。

基于以上需求,广东省海洋经济发展集团有限公司根据不同水深、风浪条件、底质条件、建设需求以及科研需求,建设升降式智能桁架养殖平台 1 座,沉浮式钢管框架金属网箱 1 组, C90 HDPE 重力式网箱 11 个,本工程的建设将有力地推动以高投入和高技术为支撑,以高产出和低(零)污染为目标的湾外海域现代养殖业发展,对降低鱼病害,加快推进海洋渔业转型升级具有重要意义。

升降式智能桁架养殖平台采用坐底桁架式结构,用海方式为透水构筑物。平台总长 90 米,宽 60 米,项目占用海域面积为 5400m³。根据《海籍调查规范》(HY/T 124-2009)“透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界。有安全防护要求的透水构筑物用海在透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线基础上,外扩不小于 10m 保护距离为界”。升降式智能桁架养殖平台在垂直投影的外缘线基础上,外扩 10m 保护距离,升降式智能桁架养殖平台申请

用海面积为 0.8800 公顷。

沉浮式钢管框架金属网箱尺寸为 401m×519m，项目占用海域面积为 208119m³；单个 C90 网箱直径为 14.5m，即 11 个网箱投影（不考虑锚链）占用海域面积 7262m³。网箱申请用海方式为开放式养殖，根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009），开放式养殖用海指无须筑堤围割海域，在开敞条件下进行养殖生产所使用的海域。项目网箱应考虑系泊缆绳长度以及升降式智能桁架养殖平台与网箱养殖之间排他性海域的面积，经计算，网箱申请用海面积为 87.4423 公顷。

1.9.2 项目申请用海情况

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），本项目海域使用类型为渔业用海（一级类）中的增养殖用海（二级类）；按《海域使用分类》（HY/T 123-2009），本项目海域使用类型为渔业用海（一级类）中的开放式养殖用海（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）的透水构筑物（二级方式）和开放式（一级方式）的开放式养殖（二级方式）。

项目用海面积为 88.3223 公顷，其中升降式智能养殖平台申请用海面积 0.8800 公顷，用海方式为透水构筑物；C90 网箱、沉浮式钢管框架金属网箱申请用海面积为 87.4423 公顷，用海方式为开放式养殖。本项目不占用岸线。

本项目网箱和平台设计使用年限为 15 年，本次申请使用海域 15 年。

本项目拟申请用海宗海位置图、宗海界址图见附件。

1.10 项目用海必要性

1.10.1 项目建设必要性

随着人类对海洋资源的开发和利用逐渐增多，传统的渔业养殖方式已经逐渐无法满足人类的需求。同时，传统的渔业养殖在实践中也存在着许多问题，如水质污染、养殖物种的种质衰退等。近年来内湾、滩涂及其它近海养殖水域面临的海洋生态问题愈加严峻，内陆污染物排放、海洋石油泄漏及海水养殖自源性污染等不利条件极大压缩了近海养殖可利用空间。因此，现代化养殖的建设已经成了一个必然的趋势和发展方向。

（1）促进海洋强国战略实施的需要

现代化海洋牧场建设是国家海洋强国战略的重要组成部分。国家海洋强国战略是国家经济发展的重要战略之一，旨在开发和利用海洋资源，推动海洋经济发展。而现代化海洋牧场建设正是国家海洋产业中的重要组成部分之一。随着中国海洋经济的快速增长，现代化海洋牧场将成为中国海洋产业链发展的重要途径，在湛江市建设海洋牧场也是为了响应和贯彻国家海洋产业战略的重要需要。

随着我国海洋经济的发展，尤其是“十四五”期间高质量发展的要求，国家需要大力发展海洋养殖业，实现养殖品种优化、养殖方式智能化和健康养殖。现代化海洋牧场建设符合国家海洋经济发展的要求，也是推进高质量发展的必要举措之一。与传统养殖不同，现代化海洋牧场采用先进的技术和技术手段来提高养殖效率，控制环境污染，并使产品质量更稳定。这种养殖方式有助于优化并升级海洋养殖业，提高产业的整体竞争力。现代化海洋牧场建设可以加快养殖业结构优化，推动养殖业应用智能、信息化技术的普及，也可以有效解决环保问题，为国家海洋产业结构转型升级提供新的契机。

现代化海洋牧场建设对国家战略性新兴产业发展具有重要支撑作用。随着国家开展战略性新兴产业发展，现代化海洋牧场也将受到更多关注和支持。在湛江市建设海洋牧场将有助于优化新兴产业布局、实现高效、社会化和可持续发展。同时，现代化海洋牧场建设可以为新兴产业提供资源和生态支撑，进一步推动新兴产业转型升级和发展，加速国家全面建设社会主义现代化强国进程，推进“两个一百年”奋斗目标的实现。

广东省海发集团粤琼合作1号养殖试验装备建设项目建设将是国家海洋战略的重要一环。海洋养殖产业是海洋经济的重要组成部分，现代海洋牧场的建设将有利于提高保护和利用海洋资源、创新海洋科学技术、完善海洋法规等环节，对实现海洋强国和可持续发展目标有重要意义。

（2）促进城乡区域协调发展，推进实施“百千万工程”的需要

党的二十大把高质量发展作为全面建设社会主义现代化国家的首要任务，对推进城乡融合和区域协调发展作出战略部署。而海洋牧场建设，则是促进城乡区域协调发展的必然需求。一是海洋牧场建设有助于实现区域经济的协调发展。我国的海洋资源分布广泛，各地的海洋产业发展水平不同，而海洋牧场的建设，则能够在海洋经济中发挥重要的支持作用，促进不同区域的产业协调发展，从而实

现城乡区域协调发展。二是海洋牧场建设能够实现农村经济转型升级。我国农业发展面临产能过剩和资源环境压力的挑战，而海洋牧场的建设是农村经济转型升级的重要手段之一。海洋牧场可以提供多样化、高附加值的产品，增加农民的收入来源，同时也能够支持农村一、二、三产业融合，实现农村经济的快速转型。三是海洋牧场建设有助于实现城市消费升级。城市消费升级是我国当前经济发展的重要课题，而海洋牧场的建设，则是实现城市消费升级的重要支撑。海洋牧场能够生产出高品质、健康、安全的海洋产品，满足城市居民对食品安全和品质的需求，支持城市消费升级。四是海洋牧场建设有助于改善生态环境。传统的海洋捕捞方式对海洋生态造成了严重破坏，而海洋牧场则能够避免过度捕捞，保护海洋环境，促进海洋资源的可持续利用。同时，海洋牧场还能够发挥出生态环境服务功能，可以净化环境，维护生态平衡。五是海洋牧场建设有助于实现全民共享。建设海洋牧场能够形成多产业联动、多渠道融合的特色农业产业集群，增加当地的就业机会和税收收入，带动当地经济的发展，实现全民共享经济发展成果。

海洋牧场建设是推进广东省“百县千镇万村高质量发展工程”、促进城乡区域协调发展的必然需求。海洋牧场的建设能够实现区域经济的协调发展、促进农村经济转型升级、支撑城市消费升级、改善生态环境、实现全民共享等多重效益，具有广阔的发展前景和重要的战略意义。

（3）落实粮食安全战略、践行大食物观重要举措的需要

习近平总书记一再强调，要树立大食物观，构建多元化食物供给体系，保证粮食安全。2023年习近平总书记在广东考察再一次强调，中国是一个有着14亿多人口的大国，解决好吃饭问题、保障粮食安全，要树立大食物观，既向陆地要食物，也向海洋要食物，耕海牧渔，建设海上牧场。

湛江市海域面积和大陆岸线长度居于广东省首位，水生生物资源丰富。海水养殖规模雄厚、产值显著、种类繁多，湛江市建设海洋牧场基础条件极其优越。

海洋牧场是一个基于现代科技手段的高效、可持续发展的海洋产业，能够提供十分丰富的优质蛋白质食品，如鱼、虾、贝类等，可大大满足人们的食品需求。与农业相比，海洋牧场生产不会受到土地面积、气候、季节等限制，具有更强的适应性和灵活性。现代化海洋牧场的建设在科技的支持和应用下，不仅有助于提高生产效率和精益化管理，促进生产的智能化和工业化，也会形成一条完整的产

业链，带动政府和社会对新兴产业的支持和投资，推动经济的发展。同时以科学、规范的管理方式对海洋牧场实时监测预警，确保不对海洋环境和生态安全造成负面影响，从而实现可持续发展。此外，经过科技的支持，现代海洋牧场可以实现规模化、精细化生产，提供高品质、高安全保障的水产品，进而提升生活质量。

海洋牧场建设充分发挥水产品来源广和水产养殖产出动物蛋白效率高的优势，可持续开发江河湖海资源，向大水面要品质，向深远海要空间，打造“蓝色粮仓”，在保护好生态环境的前提下，提供更多优质水产品，本项目的建设为全方位夯实粮食安全根基进一步提供有力支撑。

（4）推动海洋经济高质量发展的需要

党的二十大报告提出：“高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任务。”《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》明确提出要“积极拓展海洋经济发展空间”“协同推进海洋生态保护、海洋经济发展和海洋权益维护，加快建设海洋强国”，海洋经济成为区域经济发展的新增长点。

我国海洋经济总量“十四五”再上新台阶，在政策利好、智能制造快速发展等背景下，市场需求将进一步释放。海洋牧场建设大力发展深远海新型养殖，扩展外海养殖空间，充分利用东海、南海和公海适宜海域开展优势鱼种规模化养殖，缓解了海洋空间趋紧、亲水空间缺乏、生态空间受损等一系列问题，以科技创新为重要手段，全面推进海洋经济高质量发展，加快建设海洋强国。在广东，海洋经济生产总值约占全省经济总量 1/6，实现经济高质量发展，离不开海洋经济的发展壮大。“世界渔业看中国，中国渔业看广东”。广东海洋自然资源禀赋十分突出，水质环境和气候条件优良，水产品市场需求量大，建设现代化海洋牧场的条件得天独厚。

广东省海发集团粤琼合作 1 号养殖试验装备建设项目建设将以海洋科技创新为主要着力点，推动我国海洋产业朝着高端化、绿色化、集群化与智能化方向发展，全面推进海洋经济高质量发展，加快建设海洋强国。

（5）是广东省海洋经济发展集团有限公司践行使命担当，为推动湛江渔业高质量发展实现海洋强市的需要

本项目由广东省海洋经济发展集团有限公司投资建设，对进一步完善湛江渔业的全产业链发展，推动渔业高质量发展，促进渔业转型升级，带动经济多元化发展，为湛江沿海地区的经济发展带来巨大帮助。海洋牧场建设将对湛江地区的就业、产业带动、贸易、旅游业等产业将做出突出贡献。同时将吸引更多的企业和个人投资，促进地区产业升级和经济增长。

本项目以现代化养殖技术、智慧农业管理等为核心，促进产业升级和转型，提高产出效益和经济增长水平，创造更多的就业机会和增长模式，深化当地经济的多元化发展，实现海洋强市，本项目的建设将是央、国企为地区经济社会高质量发展贡献力量的典范。

（6）是养殖装备与养殖技术走向深远海的必要条件

养殖试验装备建设项目除了具备一般大型海洋装备高技术、高风险、高投入的特点外，还具有标准化、规模化等其他大型海洋装备不具备的特点。装备技术在大规模商业应用推广前，必须经过实际工程环境下严谨、科学的测试验证，在深远海实际高海况海域环境下得到安全性、技术性、经济性等试验验证可行的前提下才能大规模商业应用推广。

（7）本项目建设是落实相关产业规划的要求

1）项目建设与产业结构的符合性

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目属于“第一类 鼓励类”中的“一 农林牧渔业 14. 现代畜牧业及水产生态健康养殖：……淡水与海水渔业资源增殖与保护，海洋牧场”。因此，本项目建设符合国家产业结构政策要求。

根据《市场准入负面清单（2025 年版）》，在获得许可的前提下，项目不属于禁止准入类，与《市场准入负面清单（2025 年版）》要求相符。

2）与《自然资源部办公厅 农业农村部办公厅关于优化养殖用海管理的通知》的符合性分析

《自然资源部办公厅 农业农村部办公厅关于优化养殖用海管理的通知》提出积极推行生态化养殖用海。鼓励在生产中采用新材料、新工艺进行养殖设施升级改造，推广生态健康养殖模式。推动近海养殖提档升级，鼓励发展多层次综合养殖，充分利用海水立体空间，积极推进生态环保网箱、浮球应用替代，减少海

洋塑料垃圾污染。加快重力式网箱、桁架类网箱、养殖工船等深远海养殖渔场建造应用，提高养殖设施和装备的现代化水平。

本项目建设是落实《自然资源部办公厅 农业农村部办公厅关于优化养殖用海管理的通知》提出的“加快重力式网箱、桁架类网箱、养殖工船等深远海养殖渔场建造应用，提高养殖设施和装备的现代化水平”的需要。

3) 与《广东省自然资源厅 广东省农业农村厅转发自然资源部办公厅 农业农村部办公厅关于优化养殖用海管理的通知》的符合性分析

根据《广东省自然资源厅 广东省农业农村厅转发自然资源部办公厅 农业农村部办公厅关于优化养殖用海管理的通知》，“加快推进深远海养殖。各地要以海洋产业园（海洋牧场类）为抓手，全力做好现代化海洋牧场用海服务支撑，重点发展抗风浪强的新型桁架类网箱、新型重力式深水网箱，探索建设大型养殖工船，确保在省现代化海洋牧场发展总体规划出台后半年内，完成现代化海洋牧场未来五年发展所需的规划用海前期手续。”

本项目布置在水深 25m 及以深海域，离岸最近距离为 15.8km。通过项目建设形成深海养殖平台及饲料系统、监控系统等核心设备等关键技术解决方案，开展系列养殖平台的开发，形成了系列化的产品方案，我国行业相关企业和科研单位围绕深海养殖平台开展了相关技术研究工作，目前已基本具备了开展海上试验验证的技术储备和研究能力，但还缺少海上试验应用平台。本项目建设能够满足后续研究测试的需要，也可加快推进深远海养殖示范推广的进程。

因此，本项目符合《广东省自然资源厅 广东省农业农村厅转发自然资源部办公厅 农业农村部办公厅关于优化养殖用海管理的通知》“加快推进深远海养殖”的要求。

4) 与《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2024-2035 年）》的符合性分析

《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2024-2035 年）》提出“以建设‘蓝色粮仓’，引领中国式现代化海洋渔业高质量发展为目标，构建产业全面升级、空间布局优化、生态环境友好、支撑体系完善的现代海洋渔业体系，走出一条具有广东示范、中国特色、国际影响的现代化海洋牧场科学发展之路”。

《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2024-2035 年）》提出“科学布局

深远海养殖区。结合各类规划和管控要求，在 10 米等深线以深或离岸（大陆及有居民海岛岸线）3 千米以上的海域划示深远海养殖规划区面积约 2.55 万平方千米。各地市综合离港距离、气象、水文、水质、底质、地形、灾害等因素，在区位条件较好、海况较温和的深远海养殖规划区中划定深远海养殖区，作为现代化海洋牧场重点建设区域。”“大力推广深远海装备型养殖。推广抗风浪能力强、高海况下适渔性好的养殖装备，根据水深、风浪、潮流等海况条件科学布设重力式网箱，坐底式、升降式、漂浮式桁架类网箱及养殖平台。在海况条件良好的海域，推广采用重力式网箱为主、桁架类网箱及养殖平台为辅的‘1+N’的装备组合布局形式鼓励探索其他新型深远海养殖模式。”

本项目布置在水深 25m 及以深海域，离岸最近距离为 15.8km。项目建设升降式智能桁架养殖平台 1 座，沉浮式钢管框架金属网箱 1 组，C90 HDPE 重力式网箱 11 个。项目建设将以海洋科技创新为主要着力点，推动我国海洋产业朝着高端化、绿色化、集群化与智能化方向发展，全面推进海洋经济高质量发展，加快建设海洋强国。

因此，本项目建设符合《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2024-2035 年）》。

5）与《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》的符合性分析

《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》提出，坚持生态优先，充分对接广东省水域滩涂承载能力和未来人民生活需求，优化养殖水域滩涂布局，科学协调养殖与生产建设空间，加快养殖品种优化和生产方式变革，提高养殖科技创新能力，提升水产品质量和经济效益，调整养殖产业结构，促进渔业一、二、三产业融合发展，大力推进水产品供给侧改革，构建广东省现代养殖产业体系，努力在构建推动经济，高质量发展体制机制，建设现代化经济体系，形成全面开放新格局，营造共建共治共享社会治理格局上走在全国前列。

《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》将全省水域滩涂划分禁止养殖区、限制养殖区、养殖区等三类一级区。其中海域养殖区面积 34304 平方公里，占全省水域滩涂总面积的 45.15%。**本项目位于养殖区**（图 1.10.1-1）。

《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》提出，粤西深蓝渔业区，包括湛江、茂名、阳江等 3 个地市。提升养殖效益，促进养殖高质量发展，重点建设

海陵湾增养殖基地、博贺增养殖基地、雷州半岛增养殖基地建设，大力发展对虾、罗非鱼、湛江南珠、阳江蚝、热带特色贝类养殖等。大力发展深蓝渔业，支持深水抗风浪网箱养殖技术发展，推动湛江、阳江、茂名等深水网箱养殖的产业化、集群化，打造成高标准、高水平、高效益的深水网箱产业园区。促进养殖与捕捞协调发展，发展水产品精深加工和综合利用，发展休闲渔业，建立现代渔业产业体系。

《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》要求，强化养殖生产管理。养殖区内符合规划的养殖项目，应当科学确定养殖密度，完善环保审批、验收、排污许可等手续，水产养殖用水应当符合《渔业水质标准》（GB11607-89）要求，合理投饵和使用药物，配套排放水处理设备设施，防止造成水域的环境污染，养殖生产应符合《水产养殖质量安全管理规划》的有关要求。执行国家和省有关水产品养殖饲料、药剂使用的规定，依法规范、限制抗生素、激素类化学药品的使用。必要时布设海上水产养殖区专用船标。

本项目的建设是进一步完善湛江渔业的全产业链发展，推动渔业高质量发展，促进渔业转型升级，带动经济多元化发展，为湛江沿海地区的经济发展带来巨大帮助。海洋现代化养殖建设将对湛江地区的就业、产业带动、贸易、旅游业等产业将做出突出贡献。同时将吸引更多的企业和个人投资，促进地区产业升级和经济增长。项目建设将以海洋科技创新为主要着力点，推动我国海洋产业朝着高端化、绿色化、集群化与智能化方向发展，全面推进海洋经济高质量发展，加快建设海洋强国。

项目养殖网箱锚块固定于海底，升降式智能桁架养殖平台桩基数量少且直径小，项目建设对水动力环境和冲淤环境的影响小。本项目施工期对水质环境影响主要为养殖网箱锚块、桩基施工作业过程中产生的悬浮泥沙，项目位于开阔海域，水体交换良好，水稀释能力强，对水质环境影响很小，且这种影响将随着锚块和桩基施工结束而逐渐消失；施工期各类船舶产生的含油污水和生活污水应经收集后岸上接收统一处理，不得随意排放，因此，本项目施工期对该海域水质环境的影响较小。

项目运营期船舶生活污水和船舶含油污水收集后交由有资质单位处理，均不外排入海，不会对周边海域水环境造成影响。项目位于开阔海域，水动力交换能

力较强，海水流动性大，饵料残渣和鱼类排泄物能随海水扩散，能够得到自然净化，对周边海域海水水质、沉积物环境影响较小。

因此，项目与《广东省养殖水域滩涂规划》养殖区的要求相符合。

图 1.10.1-1 广东省养殖水域滩涂规划图（略）

6）与《湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023-2035 年）》的符合性分析

《湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023-2035 年）》提出本次湛江市现代化海洋牧场建设规划范围包括湛江市行政辖区内全部陆域和管辖海域国土空间，总面积约 3.37 万平方千米，其中陆域面积约 1.33 万平方千米，海域面积约 2.05 万平方千米。近海养殖空间位于 10 米等深线以浅海域，主要开展普通网箱、贝藻类筏式养殖等多营养层级综合立体养殖；深远海养殖空间位于 10 米等深线以深海域，主要布局重力式网箱、桁架类网箱及养殖平台、养殖工船等大型渔业装备。规划期限为 2023 年至 2035 年，其中，基期年为 2022 年，近期到 2025 年，远期到 2035 年。发展目标为把湛江打造成区域代表性强、生态功能突出、具有典型示范和辐射带动作用的全国现代化海洋牧场先行示范市，形成“一核四圈”的现代化海洋牧场高质量发展格局，全面建成海洋渔业强市，有力支撑广东建设海洋强省、打造“海上新广东”。

《湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023-2035 年）》提出：“拓展深远海养殖空间：在水深 10 米以深的适养海域内科学选址深远海养殖园区，综合考虑水深、水质、海底沉积物、溶解氧、海流、温盐等条件，结合台风、海浪、赤潮等海洋灾害风险开展科学评估和选址。在北部湾乐民海域、包金沙海域、企水海域、流沙湾、琼州海峡东部海域、雷州湾、硃洲岛东部海域、吉兆湾以及规划海上风电场址等海域规划布局 22 片深远海装备养殖园区，面积约 433 平方千米。深远海装备养殖园区发展以重力式深水网箱、桁架类网箱及养殖平台和新型养殖试验装备等为主的装备养殖模式，兼容三倍体生蚝等适宜深远海养殖品种的增养殖。”

本项目布置在水深 25m 及以深海域，离岸最近距离为 15.8km，符合《湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023-2035 年）》“拓展深远海养殖空间”的要求。项目建设将进一步完善湛江渔业的全产业链发展，推动渔业高质量发展，促进渔业转型升级，带动经济多元化发展，为湛江沿海地区的经济发展带来巨大帮助。

海洋现代化养殖建设将对湛江地区的就业、产业带动、贸易、旅游业等产业将做出突出贡献。同时将吸引更多的企业和个人投资，促进地区产业升级和经济增长。

因此，本项目建设符合《湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023-2035 年）》。

图 1.10.1-2 《湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023-2035 年）》海洋适养区域布局图（略）

7) 与《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》的符合性分析

《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》要求，通过优化养殖布局，划定禁养区、限养区和养殖区，维护养殖水域滩涂空间，稳定基本养殖面积，强化养殖与其他生产建设活动的空间协调，为科学开发和合理利用水域滩涂、保护养殖水域及养殖者的合法权益、加强渔业行业规范化管理提供制度化保障，同时为全市构建现代水产养殖业产业体系、建设海洋强市提供科学依据和行动方案指导。

由《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》，本项目位于养殖区，具体位置见图 1.10.1-2。

根据《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》，养殖区内符合规划的养殖项目，应当完成环保审批、验收等手续，科学确定养殖密度、合理投饵和使用药物，配套排放水处理设备设施，防止造成水域的环境污染，养殖生产应符合《水产养殖质量安全管理规定》的有关要求，依法规范、限制抗生素、激素类化学药品的使用。

本项目为开放式养殖用海，项目建设符合国土空间规划的管理要求。项目建设的网箱主要养殖目标对象为卵形鲳鲹（金鲳鱼）、高体鲷（章红鱼）、鮰鱼等典型的南海地区深海网箱适养鱼类。项目施工期对水质环境影响主要为养殖网箱锚块、桩基施工作业过程中产生的悬浮泥沙，项目位于开阔海域，水体交换良好，水稀释能力强，对水质环境影响很小，且这种影响将随着锚块和桩基结束而逐渐消失；施工期各类船舶产生的含油污水和生活污水应经收集后岸上接收统一处理，不得随意排放，因此，本项目施工期对该海域水质环境的影响较小。运营期船舶生活污水和船舶含油污水收集后交由有资质单位处理，均不外排入海，不会对周边海域水环境造成影响。项目位于开阔海域，水动力交换能力较强，海水流动性大，饵料残渣和鱼类排泄物能随海水扩散，能够得到自然净化，对周边海域海水水质、沉积物环境影响较小。

项目可通过控制合理养殖密度，降低海水中总氮、总磷含量，防止造成水域的环境污染，属于绿色、生态的养殖模式，对所在海域的海水水质、沉积物及生物质量影响不大，与《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》相符合。

图 1.10.1-3 湛江市养殖水域滩涂规划图（略）

综上所述，本项目的建设是十分必要的。

1.10.2 项目用海必要性

本项目由广东省海洋经济发展集团有限公司投资建设，计划在徐闻县锦和镇东侧约 15.8km 的开阔海域，布设包括升降式智能桁架养殖平台、沉浮式钢管框架金属网箱及 C90 HDPE 重力式网箱在内的现代化海洋养殖设施。

从项目本质来看，海域是实现所有养殖功能的唯一载体和基本前提。各类网箱与养殖平台的物理存在、锚固布设及生产操作，都必须依托于具备适当水深、稳定底质及良好水动力条件的海域环境。这些设施无法在陆域或近岸浅水区实现其设计功能，唯有在选定的湾外海域，才能充分发挥其抗风浪、智能化与生态化的技术优势，保障养殖活动的安全、高效运行。

在技术层面，项目用海是对科学选址与规范标准的严格遵循。该海域在水深条件、底质类型和水体交换能力等方面，均符合《深水网箱养殖技术规范》等标准对深水网箱养殖区的明确要求。使用这片海域，是对优质海洋生产要素的合理配置，有助于实现高产出与低污染的目标，是从技术上保障项目成功与可持续发展的科学决策。

从政策与产业发展角度看，本项目建设实施符合国家及地方海洋经济发展规划，符合中央一号文件提出的构建多元化食物供给体系的要求。该项目通过科学利用湾外海域资源，有助于转变传统渔业发展方式，推动产业升级，为广东省海洋渔业的深远海拓展提供示范。此类用海行为，是实现“向深海要粮食”战略、优化海洋生态环境的关键路径。

因此，本项目用海既是实现其养殖功能不可替代的基本条件，也是遵循科学规范、服务产业升级与政策导向的必然选择，具有充分且不可替代的必要性。

2 项目所在海域概况

2.1 海洋资源概况

2.1.1 岸线资源

本项目位于徐闻县锦和镇东侧海域约 15.8km 外海域，论证范围内无海岸线资源，不对海岸线资源进行介绍。

2.1.2 滩涂资源

本项目离岸最近距离约 15.8km，所在海域水深为 25-30m，论证范围内不涉及滩涂资源，不对滩涂资源进行介绍。

2.1.3 岛礁资源

本项目不占用岛礁资源，论证范围也不涉及岛礁资源，不对岛礁资源进行介绍。

2.1.4 港口、航道、锚地资源

本项目不位于港口作业区，论证范围也不涉及港口、锚地资源，不对港口、锚地资源进行介绍。

本项目西侧约 1.9km 分布有沙外航道，沙外航道位于广东省湛江市徐闻县，是琼州海峡北岸的重要海上通道，连接中国大陆与海南岛。沙外航道作为琼州海峡航道网络的一部分，是粤港澳大湾区与海南自贸港之间的关键水上通道之一。沙外航道北接湛江港及粤西港口群，南向通过琼州海峡直达海南海口港、洋浦港等。

2.1.5 渔业资源

本节引用《湛江徐闻海上风电场项目海洋环境质量现状调查报告》（单位略，2024 年 7 月），于 2024 年 3 月在项目附近海域进行的海洋生态调查数据。具体站位详见 2.2.6.1 节。

根据调查结果：

(1) 鱼卵仔稚鱼

1) 种类组成

本次调查共记录鱼卵 7 目 25 种, 其中鲈形目 10 种, 占鱼卵总物种数的 40.00%; 鲱形目 7 种, 占鱼卵总物种数的 28.00%; 鲽形目 3 种, 占鱼卵总物种数的 12.00%; 鲉形目 2 种, 占鱼卵总物种数的 8.00%; 其余为灯笼鱼目、仙女鱼目和鲳形目, 分别记录 1 种。本次调查共记录仔稚鱼 5 目 11 种, 其中鲈形目 7 种, 占仔稚鱼总物种数的 63.64%; 其余 4 目分别记录 1 种, 各占 9.09%。

2) 密度分布

a、垂直拖网定量分析

调查海域各站位垂直拖网采集的鱼卵密度变化范围为 (0~11.29) 粒/m³, 平均为 2.73 粒/m³。不同站位的密度差异较大, 最高密度出现在 21#站位, 1#站位未采集到鱼卵。

调查海域各站位垂直拖网采集的仔稚鱼密度变化范围为 (0~0.77) 尾/m³, 平均为 0.18 尾/m³。不同站位的密度差异较大, 最高密度出现在 25#站, 9 个站位未采集到仔稚鱼。

表 2.1.5-1 春季各站位垂直拖网鱼卵仔稚鱼密度统计表

站位	鱼卵密度 (粒/m ³)	仔稚鱼密度 (粒/m ³)
1#	0.00	0.00
3#	0.38	0.00
5#	0.57	0.00
8#	3.48	0.58
9#	1.61	0.00
13#	4.01	0.67
15#	0.52	0.00
16#	0.40	0.00
20#	1.29	0.00
21#	11.29	0.36
22#	6.35	0.20
25#	3.85	0.77
26#	0.93	0.00
28#	3.50	0.00

b、水平拖网定性调查

调查海域各站位水平拖网采集的鱼卵密度变化范围为 (4~900) 粒/网, 平均为 124.5 粒/网。不同站位的密度差异较大, 最高密度出现在 8#站位, 15#站位采

集密度最低。

调查海域各站位水平拖网采集的仔稚鱼密度变化范围为（0~7）尾/网，平均为 1 尾/m³。不同站位的密度差异较大，最高密度出现在 13#站位，5 个站位未采集到仔稚鱼。

表 2.1.5-2 春季各站位水平拖网鱼卵仔稚鱼密度统计表

站位	鱼卵密度（粒/网）	仔稚鱼（尾/网）
1#	19	0
3#	61	0
5#	39	0
8#	900	2
9#	88	3
13#	45	7
15#	4	0
16#	188	1
20#	24	0
21#	40	1
22#	94	1
25#	160	1
26#	41	1
28#	40	1

3) 优势种

鱼卵和仔稚鱼种类若按其优势度 $Y \geq 0.02$ 时即被认定为优势种。

a、垂直拖网定量调查优势种

本次调查海域垂直拖网定量调查的鱼卵有 4 个优势种，分别为鲷科（Sparidae）、鰺科（Teraponidae）、鱯科（Sillaginidae）和鲻科（Mugilidae）。仔稚鱼有 2 个优势种，为鰺（*Engraulis japonicus*）和虾虎鱼科（Gobiidae）。

b、水平拖网定性调查优势种

本次调查海域水平拖网定性调查的鱼卵有 6 个优势种，分别为鰺科（Teraponidae）、舌鰺科（Cynoglossidae）、石首鱼科（Sciaenidae）、鰺（*Engraulis japonicus*）、鲻科（Mugilidae）和鱯科（Sillaginidae）。仔稚鱼有 2 个优势种，为鱯科（Sillaginidae）和鲻科（Mugilidae）。

(2) 游泳生物

1) 种类组成

调查共捕获游泳动物 100 种，隶属于 18 目 48 科 77 属，其中鱼类最多为 75

种，占 75.00%；其次为甲壳类，为 18 种，占 18.00%；头足类 7 种，占 7.00%。

2) 渔获率

14 个站位海域游泳动物数量渔获率范围为 (18~375) ind/h，平均游泳动物数量渔获率为 124ind/h，其中 28#站位游泳动物数量渔获率最低，9#站位游泳动物数量渔获率最高。14 个站位海域游泳动物重量渔获率范围为 (1.1945~12.9006) kg/h，平均游泳动物重量渔获率为 5.2995kg/h，其中 28#站位游泳动物重量渔获率最低，25#站位游泳动物重量渔获率最高。

3) 资源密度

a、各站位资源密度

本次调查的渔业资源密度采用面积法进行估算，网具类型为底拖网，网上纲为 15m，网衣长 26m，网口目 40mm，网囊目 15mm，船速 3 节。各站位渔业资源密度平均重量密度为 127.1775kg/km²，重量密度最高为 25#站位，为 309.5896kg/km²，最低的站位为 28#站位，密度为 28.6657kg/km²。各站位渔业资源密度平均数量密度为 2971ind/km²，尾数资源密度最高为 9#站位，为 8999ind/km²，最低为 28#站位，尾数资源密度为 432ind/km²。

表 2.1.5-3 春季各站位数量渔获率和重量渔获率

站位	尾数资源密度 (ind/km ²)	重量资源密度 (kg/km ²)
1#	2280	105.4548
3#	3408	153.4317
5#	2112	63.0742
8#	2472	122.7310
9#	8999	308.0346
13#	2160	63.4077
15#	3144	136.8661
16#	4272	114.4540
20#	1296	98.2409
21#	1296	37.3698
22#	2352	84.3485
25#	5856	309.5896
26#	1512	154.8164
28#	432	28.6657

b、各种类资源密度

甲壳类幼体生物资源密度为 27.5564kg/km² (1570ind/km²)，甲壳类成体生物资源密度为 46.5953kg/km² (2654ind/km²)。头足类幼体生物资源密度为

26.0213kg/km²（547ind/km²），头足类成体生物资源密度为 141.9341kg/km²（2981ind/km²）。鱼类幼体生物量资源密度为 994.1027kg/km²（21866ind/km²）；鱼类成体生物量资源密度为 544.2752kg/km²（11972ind/km²）。

4) 优势种

本次调查游泳动物的优势种有 3 种，分别为多齿蛇鲭（*Saurida tumbil*）、丝鳍海鲇（*Arius arius*）、中国枪乌贼（*Loligo chinensis*）。

2.1.6 矿产资源

根据《广东省海砂开采三年行动计划（2020-2022 年）》，2020-2022 年共安排海砂开采区 25 片和海砂开采储备区 14 片，总面积约 67.23 平方千米，海砂总资源量（含泥）约 3.95 亿立方米，主要分布在湛江、珠海、江门、阳江、汕尾、揭阳、汕头和茂名等 8 市海域。本项目论证范围内不涉及海砂开采区，本项目距离徐闻计划海砂区最近约 18.7km，距离徐闻储备海砂区最近约 18.3km。

2.1.7 旅游资源

徐闻县海洋旅游资源丰富，特色明显，众多的海岛与美丽的海湾、沙滩、红树林、珊瑚礁形成别具风格的亚热带风光的海上旅游资源。2013 年，徐闻被确定为国家级海洋生态文明示范区。徐闻有着中国大陆最南端的灯楼角、千年丝路第一港（汉代海上丝绸之路始发港）、五彩缤纷珊瑚礁（珊瑚礁国家级自然保护区）、南珠的原乡大井湾等景观资源。在国家海洋局公布的首批可供开发的无人岛名录中，徐闻三墩岛、罗斗沙等五个岛屿名列其中。中国大陆最南端的灯楼角，扼北部湾与琼州海峡进出口的咽喉，是琼州海峡航道的冲要，也是中国海岸的最南点；珊瑚礁国家级自然保护区，拥有我国大陆架浅海连片面积最大、种类最齐全、保存最完好的珊瑚礁群。大汉三墩旅游区，不仅拥有 2000 年前海上丝路始发港，而且拥有独树临风岛、海上鸟巢、牡蛎花滩等奇景。

2.2 海洋生态概况

2.2.1 区域气候与气象

2.2.1.1 气温

根据湛江气象站（110.3° E，21.15° N）2004~2023 年观测数据，湛江市气象站年平均气温为 23.4℃，7 月气温最高（28.8℃），1 月气温最低（15.7℃），近 20 年极端最高气温出现在 2015 年 5 月 30 日（38.4℃），极端最低气温出现在 2016 年 1 月 25 日（2.7℃）。

2.2.1.2 降水

根据湛江气象站（110.3°E，21.15°N）2004~2023 年观测数据，湛江气象站年均降水量为 1663.8mm，年平均降水日数（≥0.1mm）为 132.8d，近 20 年年降水总量无明显变化趋势，2023 年年总降水量最大（2361.0mm），2004 年年总降水量最小（1068.5mm）。

2.2.1.3 日照

根据湛江气象站（110.3°E，21.15°N）2004~2023 年观测数据，湛江气象站年日照时数为 1862.7h。

2.2.1.4 相对湿度

根据湛江气象站（110.3° E，21.15° N）2004~2023 年观测数据，湛江气象站年平均相对湿度为 83%。

2.2.1.5 风况

根据湛江气象站（110.3°E，21.15°N）2004~2023 年观测数据，湛江气象站年平均风速为 3.2m/s。近年 2 月和 3 月风速最大（3.6m/s），6 月和 8 月风速最低（2.6m/s）。主要风向为 E、ESE 和 N，占 46.1%，其中以 E 为主风向，占到全年 18.6%左右。

表 2.2.1-1 2004~2023 年月平均风速的月变化（单位：m/s）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均风速	3.5	3.6	3.6	3.4	3	2.6	3	2.6	2.8	3.2	3.4	3.4

表 2.2.1-2 近 20 年区域内平均各风向风频变化情况（2004~2023 年）

风向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
----	---	-----	----	-----	---	-----	----	-----	---

频率	11.5	6.3	6.8	10.2	18.6	16.0	8.3	4.3	2.3
风向	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C	
频率	1.3	1.4	1.7	1.4	2.1	2.4	4.7	1.2	

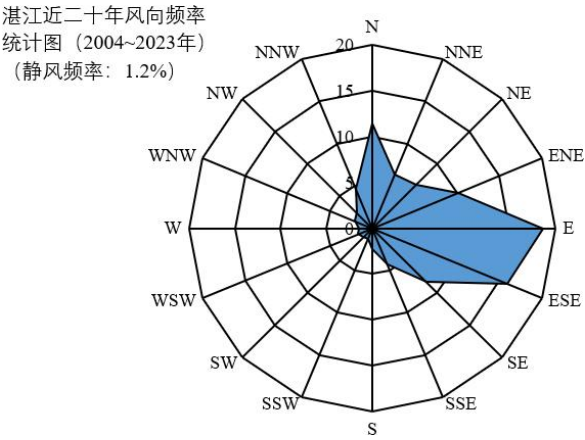


图 2.2.1-1 风向玫瑰图

2.2.2 水文动力

本节引用《湛江徐闻东一海上风电项目夏季全潮水文观测成果报告》，于2023 年 8 月在项目附近海域进行的水文观测数据。

2.2.2.1 调查概况

本次调查共布设 9 个定点潮流测站(A1~A9 站)和 4 个潮位观测站位(T1~T4 站)，具体位置见表 2.2.2-1 和图 2.2.2-1。

表 2.2.2-1 水文观测站坐标和观测内容（略）

图 2.2.2-1 水文观测站位图（略）

2.2.2.2 基面关系

本项目工程区周年潮位统一采用当地理论最低潮面，根据外罗一期风电项目为期一年的临时潮位站资料（T1 站：110°25.317'E，20°39.703'N；T2 站：110°31.645'E，20°30.104'N；T3 站：110°45.433'E，20°36.298'N；），理论最低潮面在 1985 年国家高程基准下 1.488m。

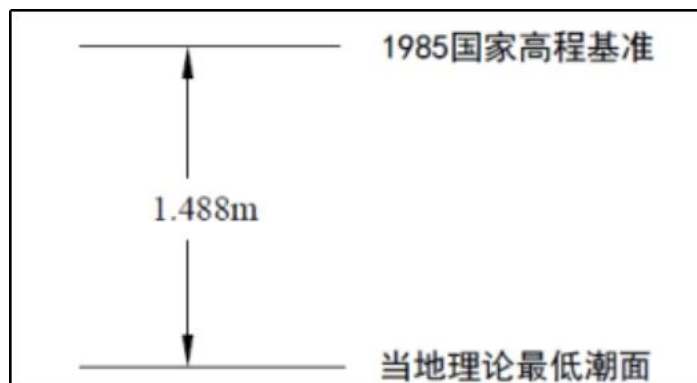


图 2.2.2-2 基面关系图

2.2.2.3 潮汐

(1) 潮汐性质

根据主要日分潮振幅与主要半日分潮振幅的比值 $F = (H_{K1} + H_{O1}) / H_{M2}$ 来划分潮汐的类型。

当 $F \leq 0.5$ 为规则半日潮

$0.5 < F \leq 2.0$ 为不规则半日潮

$2.0 < F \leq 4.0$ 为不规则全日潮

$F > 4.0$ 为规则全日潮

根据调和常数计算得到，T1、T2、T3 和 T4 站的潮汐判别数 F 分别为：1.00、1.08、1.43 和 5.67。这表明，T1、T2 和 T3 均属于不规则半日潮类型，各分潮中半日分潮占主导地位，主要日分潮与半日分潮振幅比分别为 0.62、0.66 和 0.79；T4 站属于规则全日潮类型，各分潮中全日分潮占主导地位，主要全日分潮振幅比为 1.38。T1、T2、T3 和 T4 站的主要浅海分潮振幅和分别为 9.4cm、8.7cm、4.8cm 和 2.6cm。

表 2.2.2-2 潮汐特性统计表（略）

(2) 潮汐特征

① 平均海面

T2 站月平均海面为 59cm，T3 站月平均海面为 62cm，T4 站月平均海面为 58cm，T2、T3、T4 站的平均海面相差不大，均在 60cm 左右。由于 T1 站未进行水准联测，本报告仅统计 T2、T3 和 T4 共 3 个站的月平均海面相对国家 85 基面的高程。

②潮位

T1、T2、T3 和 T4 站最高潮位分别为 252cm、264cm、163cm 和 164cm；最低潮位分别为-163cm、-67cm、-37m 和-74cm。

③潮差

T1、T2、T3 和 T4 站的最大潮差分别为 373cm、294cm、187cm 和 238cm，平均潮差分别为 191cm、171cm、89cm 和 110cm，最大潮差和平均潮差均是 T1 和 T2 站大于 T3 和 T4 站。

④涨、落潮历时

潮位资料统计结果表明，T1 站平均涨潮历时和落潮历时分别为 5h55min 和 7h22min，T2 站分别为 7h1min 和 7h31min，T3 站分别为 7h3min 和 6h44min，T4 站分别为 9h48min 和 8h22min。除了 T1 站，其他三站均是涨潮历时大于落潮历时。从平均涨、落潮历时看，T1 站落潮历时大于涨潮历时 1h27min，T2 站落潮历时大于涨潮历时 30min，T3 站涨潮历时大于落潮历时 19min，T4 站涨潮历时大于落潮历时 1h26min。

表 2.2.2-3 潮汐特征值（略）

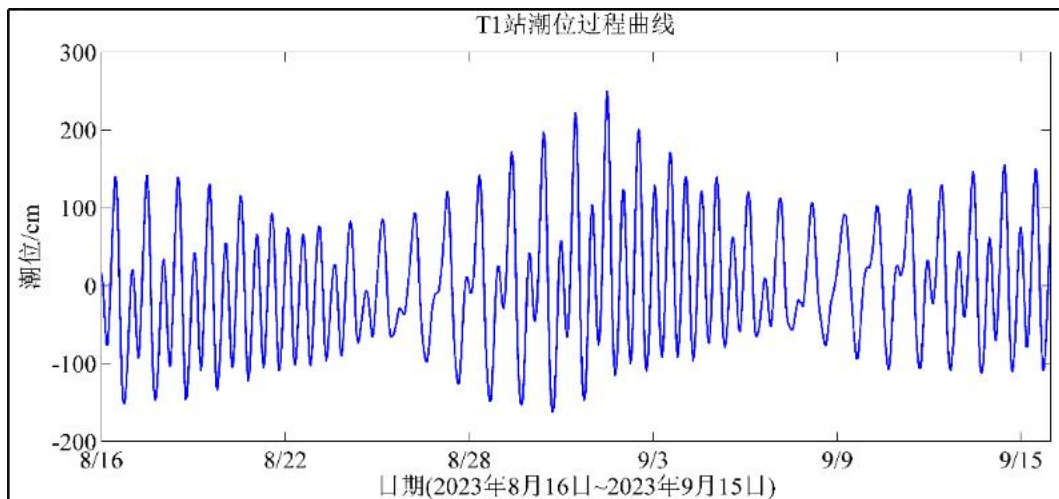


图 2.2.2-3a T1 站潮位过程曲线（月平均海面）

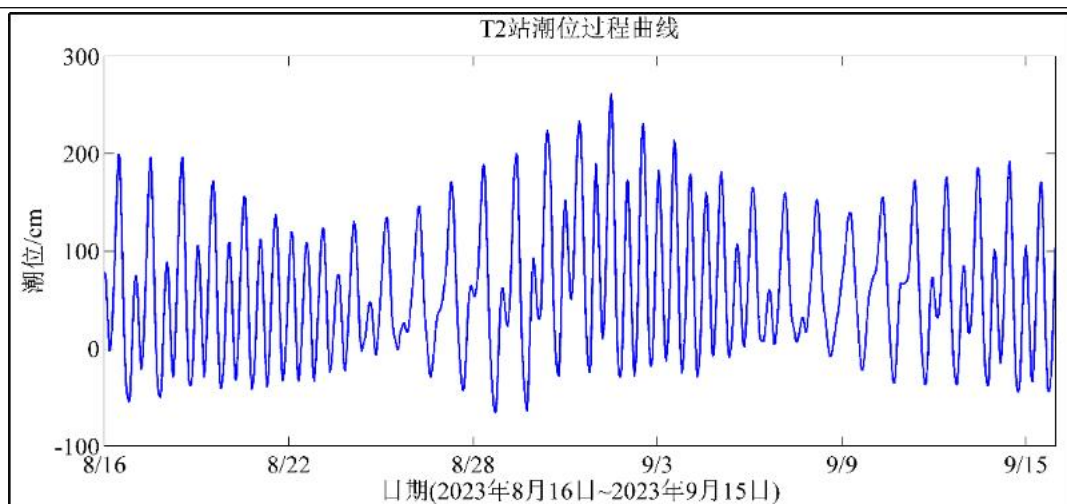


图 2.2.2-3b T2 站潮位过程曲线（国家 85 基面）

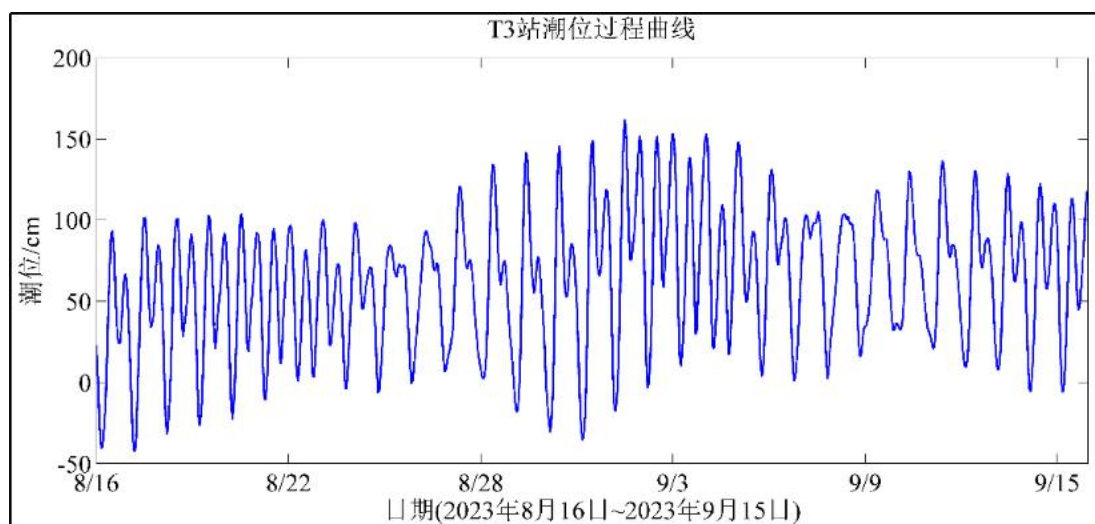


图 2.2.2-3c T3 站潮位过程曲线（国家 85 基面）

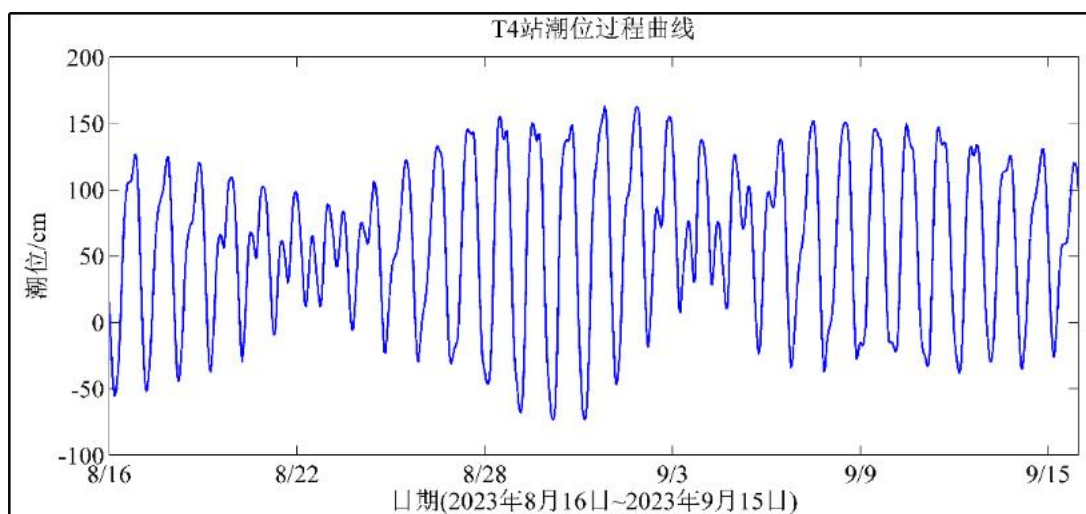


图 2.2.2-3d T4 站潮位过程曲线（国家 85 基面）

2.2.2.4 实测海流

(1) 大潮期海流

调查海区地形复杂,实测海流流向亦较复杂,不同站位涨落潮流向差异较大,且涨、落潮流向不固定,主流向主要为西北-东南向或东北-西南向。其中 A1 站~A3 站、A6 站主流向为西北-东南向, A4 站和 A5 站海流流向散乱, 没有相对固定的主流向, A7 站、A8 主流向为东北-西南向, A9 站主流向为东-西向。

调查海区各站表层平均流速在 25.0cm/s~67.2cm/s 之间; 0.6H 层平均流速在 20.5 cm/s~67.6cm/s 之间; 底层平均流速在 14.6cm/s~57.3cm/s 之间; 垂线平均流速的平均值在 17.6cm/s~66.9cm/s 之间。除个别站外, 由表层至底层, 流速总体呈现减小的趋势。实测表层最大流速为 156.2cm/s; 0.6H 层最大流速为 144.2cm/s; 底层最大流速为 111.5cm/s。调查海区实测最大流速为 172.4cm/s, 位于 A8 站的 0.2H 层。

垂向上, 调查各站流速分布基本相似, 表层和 0.2H 层流速一般比流速中、底层流速大。平面上, 外海 A1 站、A2 站和 A3 站流速比近岸 A7、A8 和 A9 站流速小。流速的最大值往往在中潮位附近出现, 最小值往往在高、低潮位附近出现, 受地形影响, 调查海区的潮波主要表现为驻波的性质。

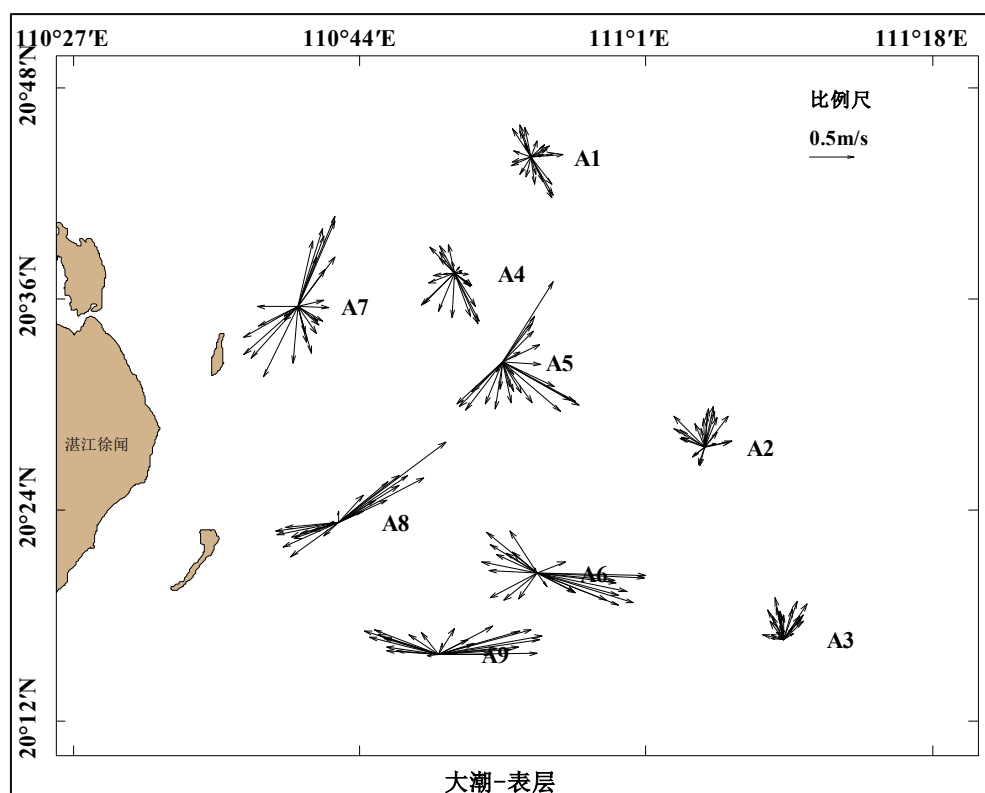


图 2.2.2-4a 大潮期各站表层海流矢量图

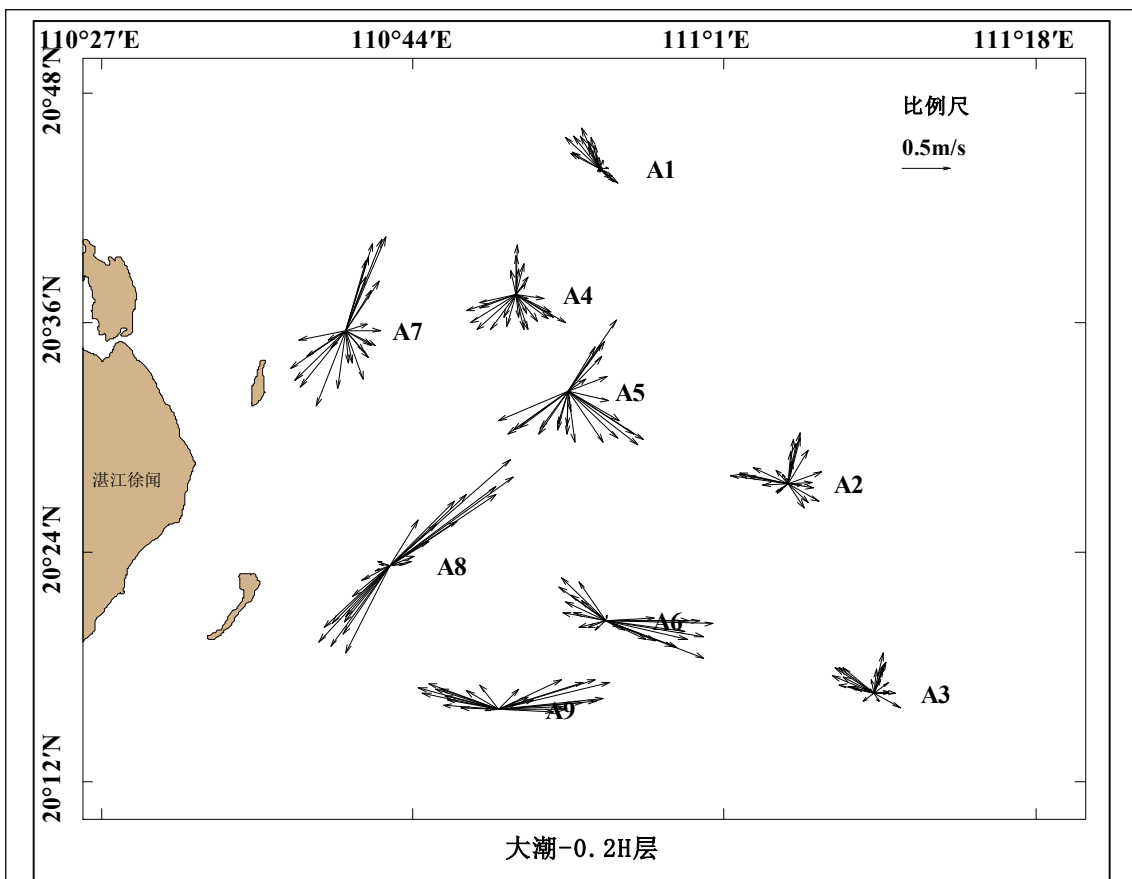


图 2.2.2-4b 大潮期各站 0.2H 层海流矢量图

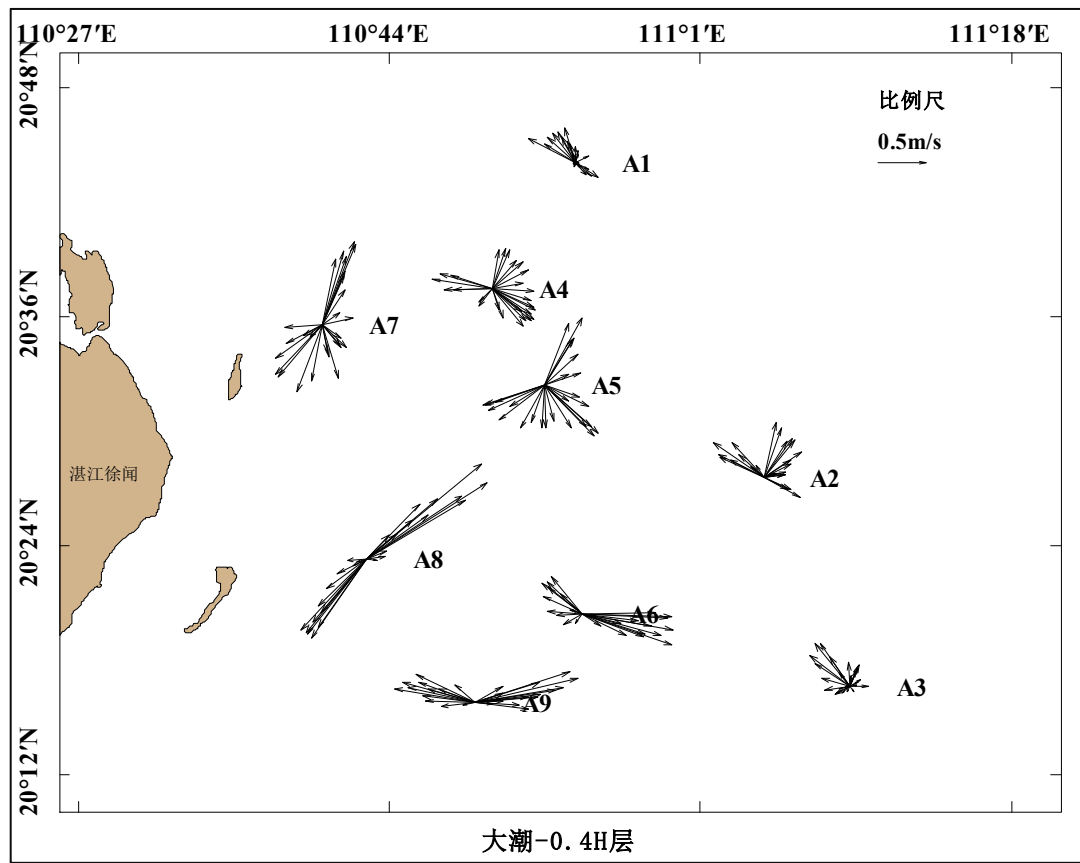


图 2.2.2-4c 大潮期各站 0.4H 层海流矢量图

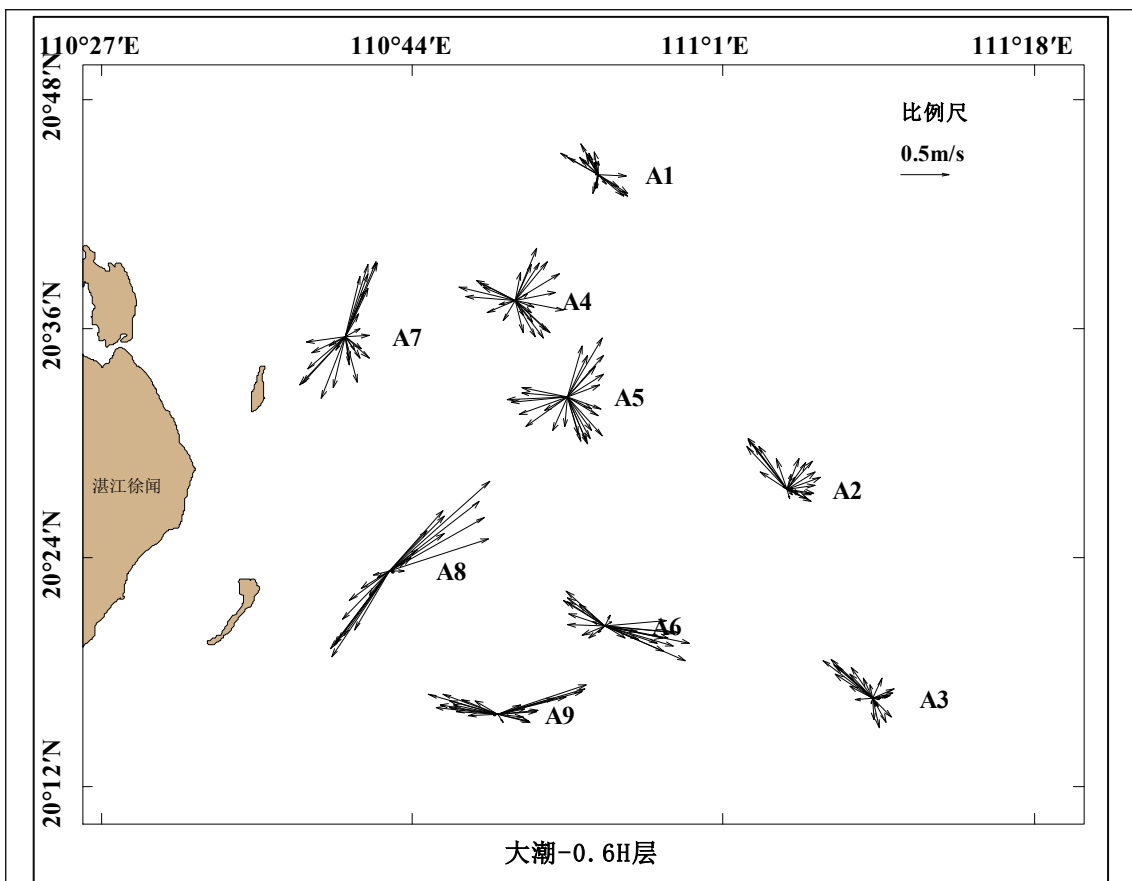


图 2.2.2-4d 大潮期各站 0.6H 层海流矢量图

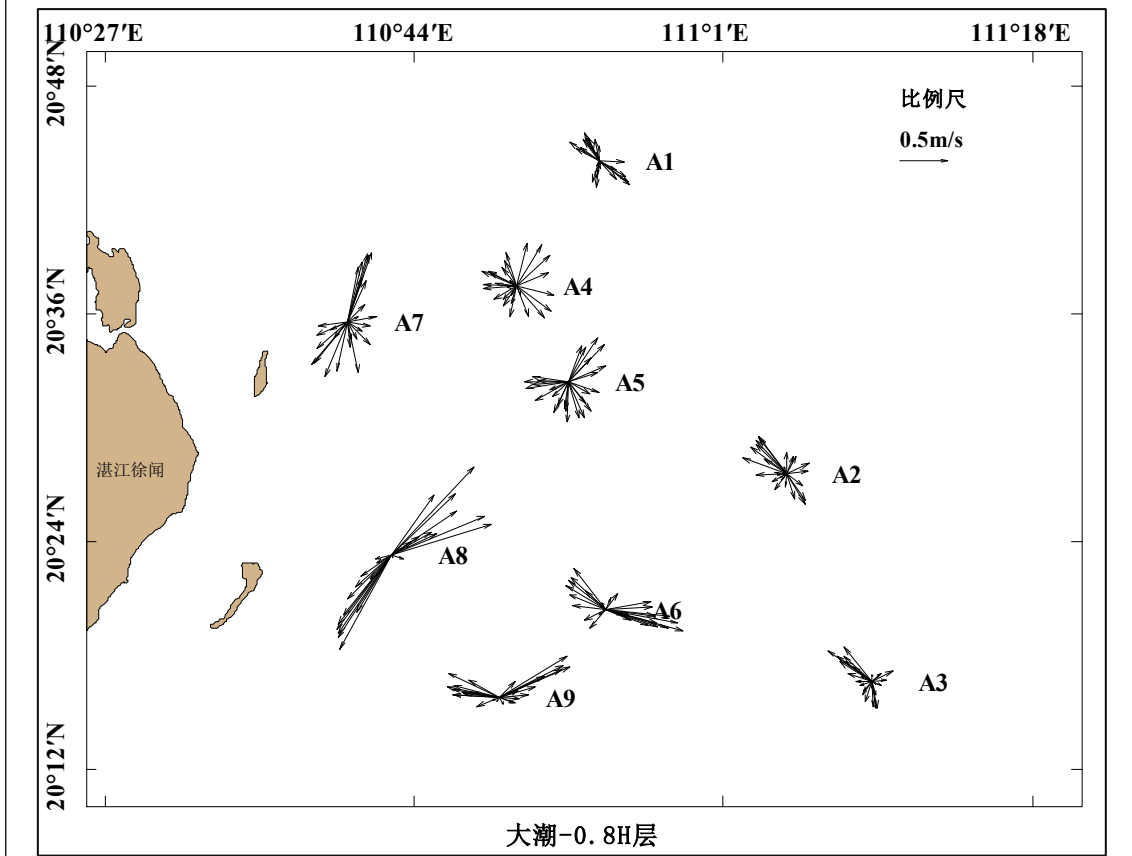


图 2.2.2-4e 大潮期各站 0.8H 层海流矢量图

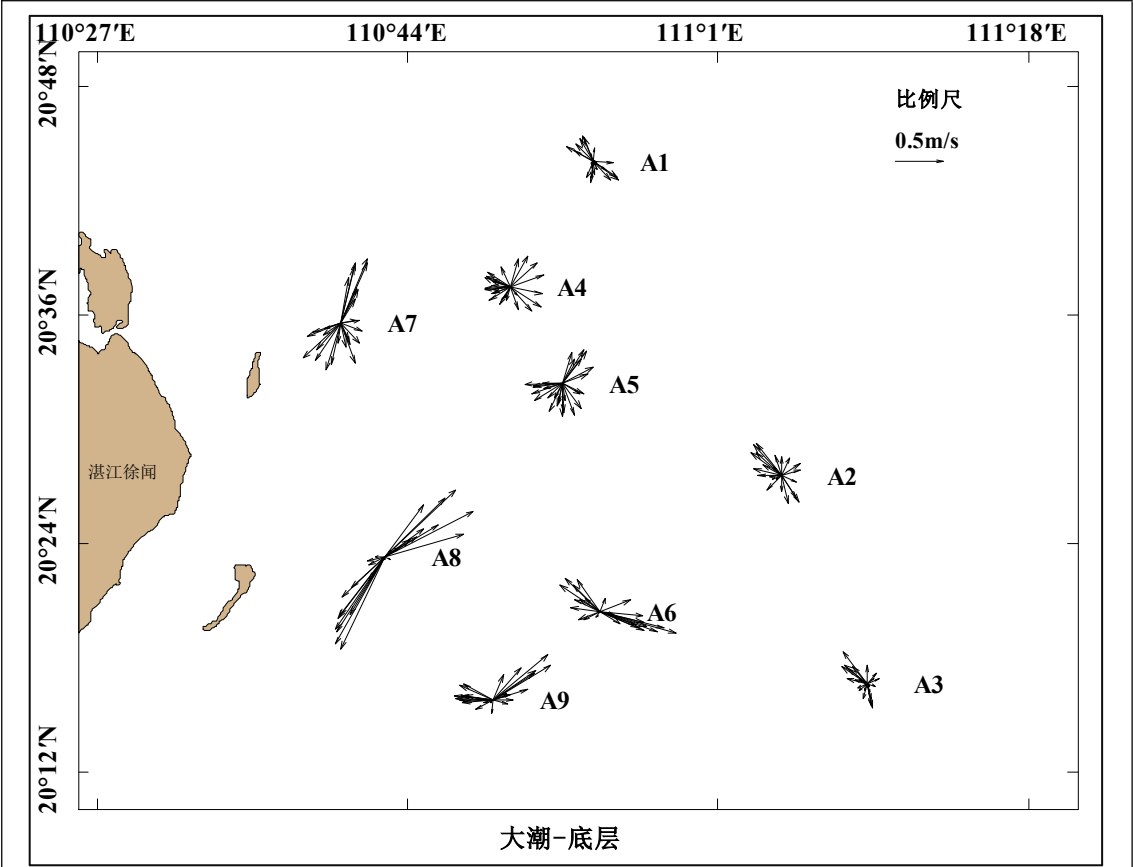


图 2.2.2-4f 大潮期各站底层海流矢量图

表 2.2.2-4 大潮期最大流速统计（单位：流速 cm/s，流向°）（略）

表 2.2.2-5 大潮期平均流速统计（单位：cm/s）（略）

（2）中潮期海流

调查海区地形复杂，实测海流流向亦较复杂，不同站位涨落潮流向差异较大，且涨、落潮流向不固定，主流向主要为西北-东南向或东北-西南向或南-北向。其中 A1 站~A5 站主流向为西北-东南向，A6 站、A9 站海流主要呈朝西南扇状，没有相对固定的主流向，A7 站主流向为南-北向、A8 主流向为东北-西南向。

调查海区各站表层平均流速在 16.3cm/s~42.2cm/s 之间；0.6H 层平均流速在 14.5cm/s~33.0cm/s 之间；底层平均流速在 11.3cm/s~28.7cm/s 之间；垂线平均流速的平均值在 13.5cm/s~33.7cm/s 之间。除个别站外，由表层至底层，流速总体呈现减小的趋势。实测表层最大流速为 103.6cm/s；0.6H 层最大流速为 74.6cm/s；底层最大流速为 71.7cm/s。调查海区实测最大流速为 103.6cm/s，位于 A8 站的表层。

垂向上，调查各站流速分布基本相似，表层和 0.2H 层流速一般比流速中、底层流速大。平面上，外海 A1 站、A2 站和 A3 站流速比近岸 A7、A8 和 A9 站

流速小。潮期平均上，中潮期流速比大潮期明显要小。流速的最大值往往在中潮位附近出现，最小值往往在高、低潮位附近出现，受地形影响，调查海区的潮波主要表现为驻波的性质。

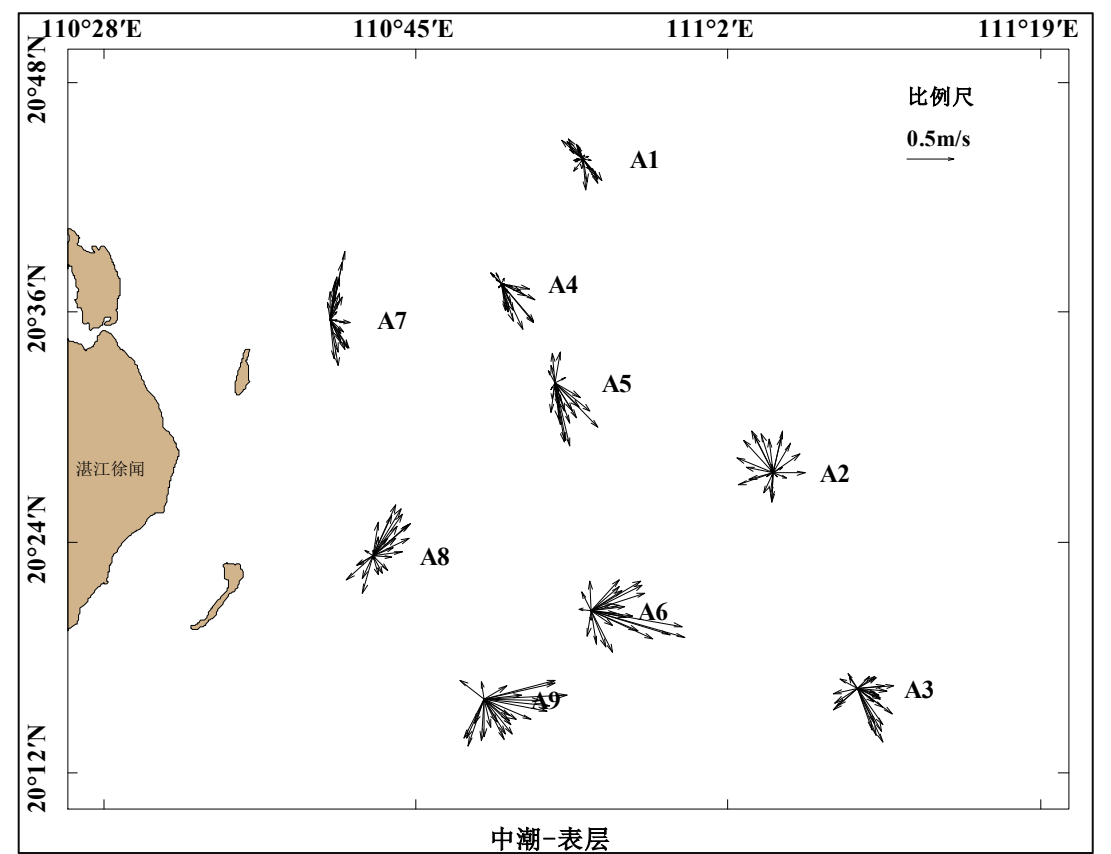


图 2.2.2-5a 中潮期各站表层海流矢量图

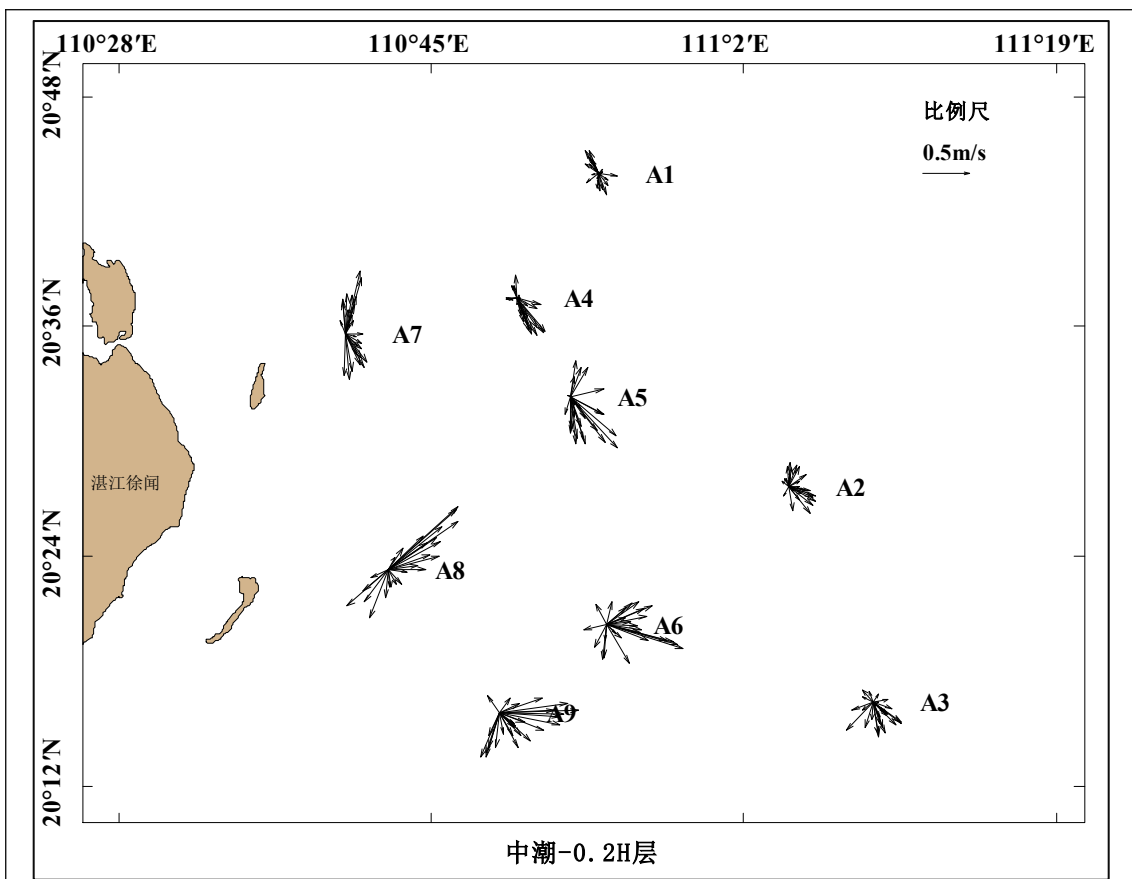


图 2.2.2-5b 中潮期各站 0.2H 层海流矢量图

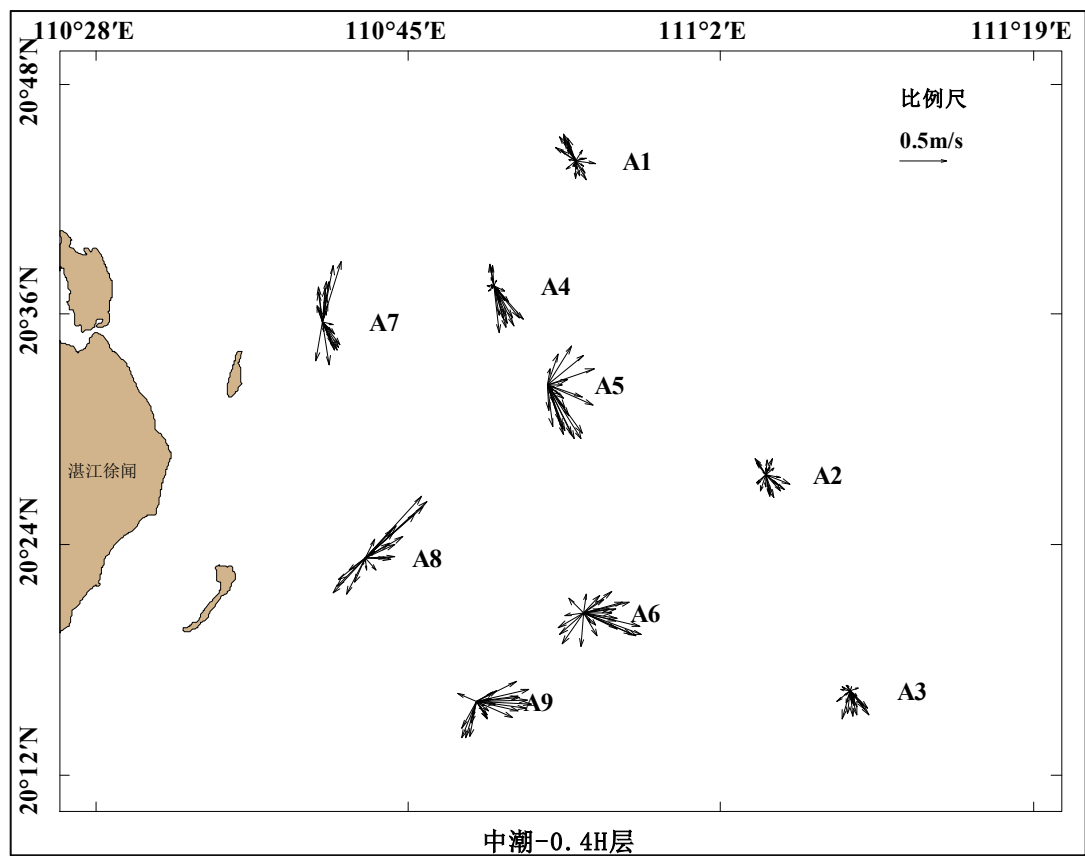


图 2.2.2-5c 中潮期各站 0.4H 层海流矢量图

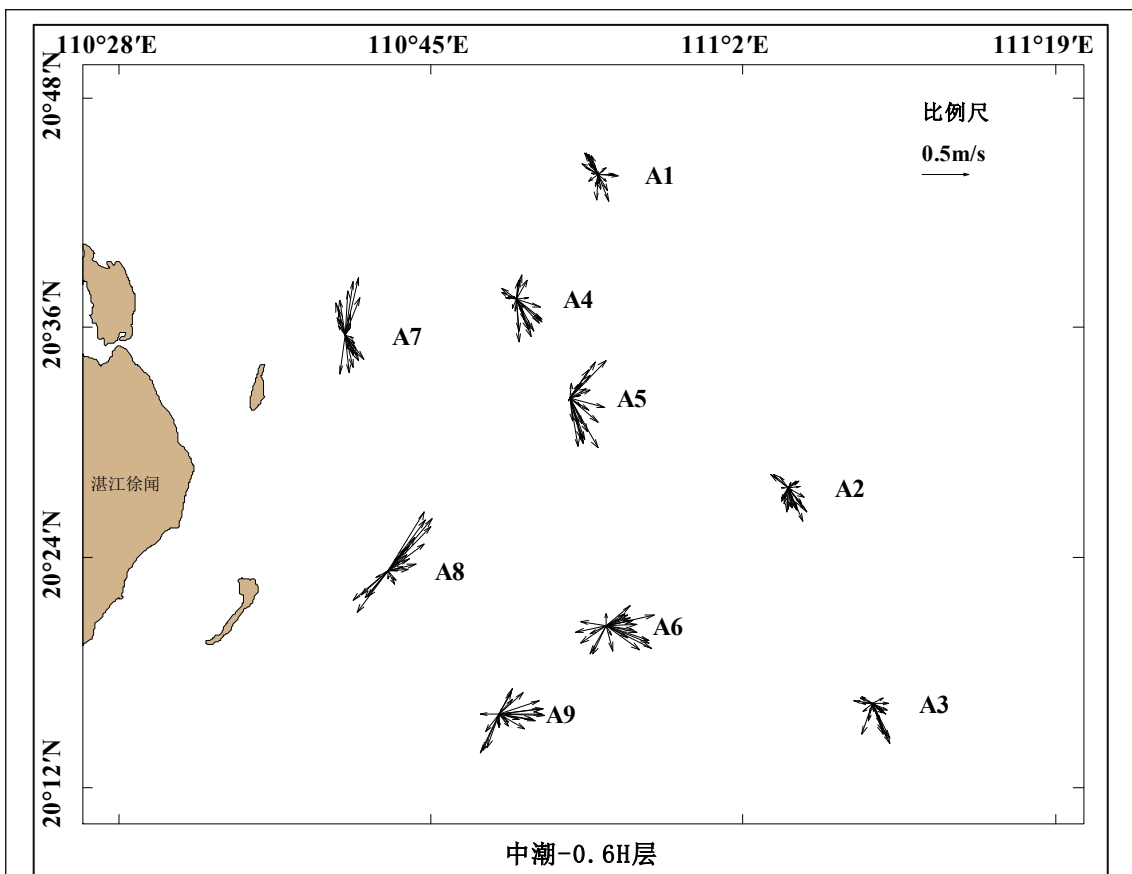


图 2.2.2-5d 中潮期各站 0.6H 层海流矢量图

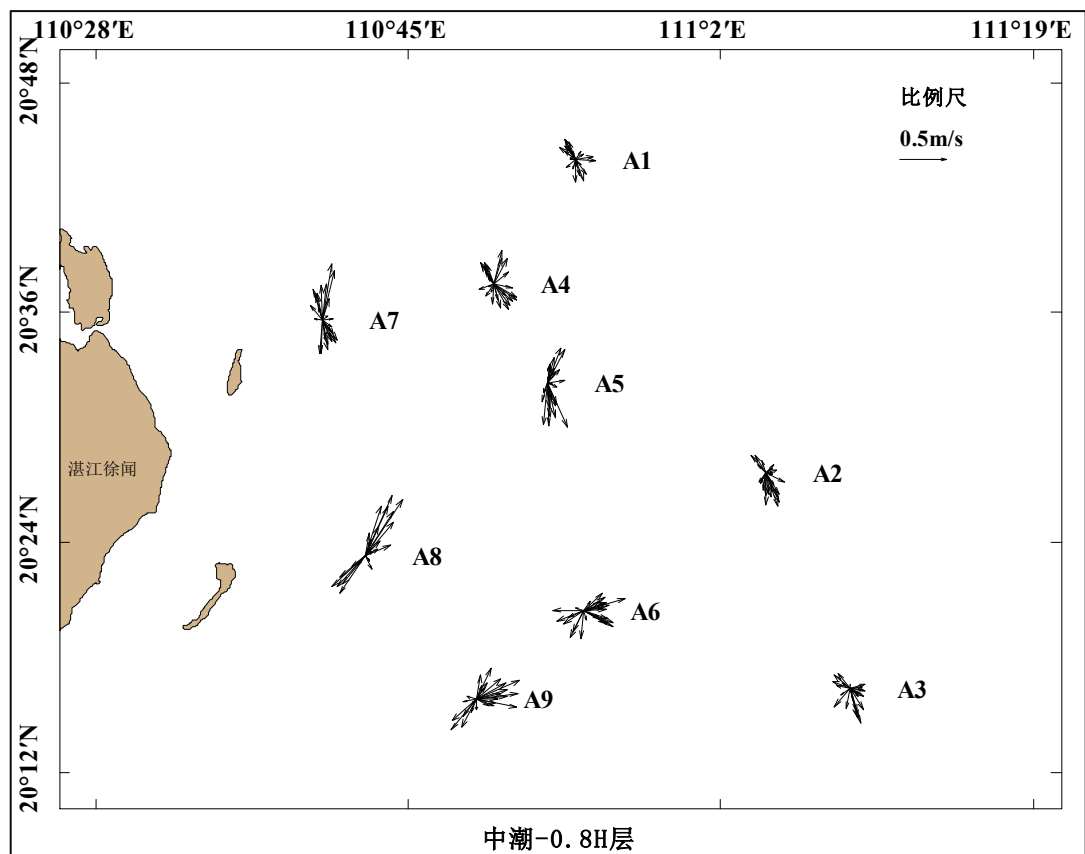


图 2.2.2-5e 中潮期各站 0.8H 层海流矢量图

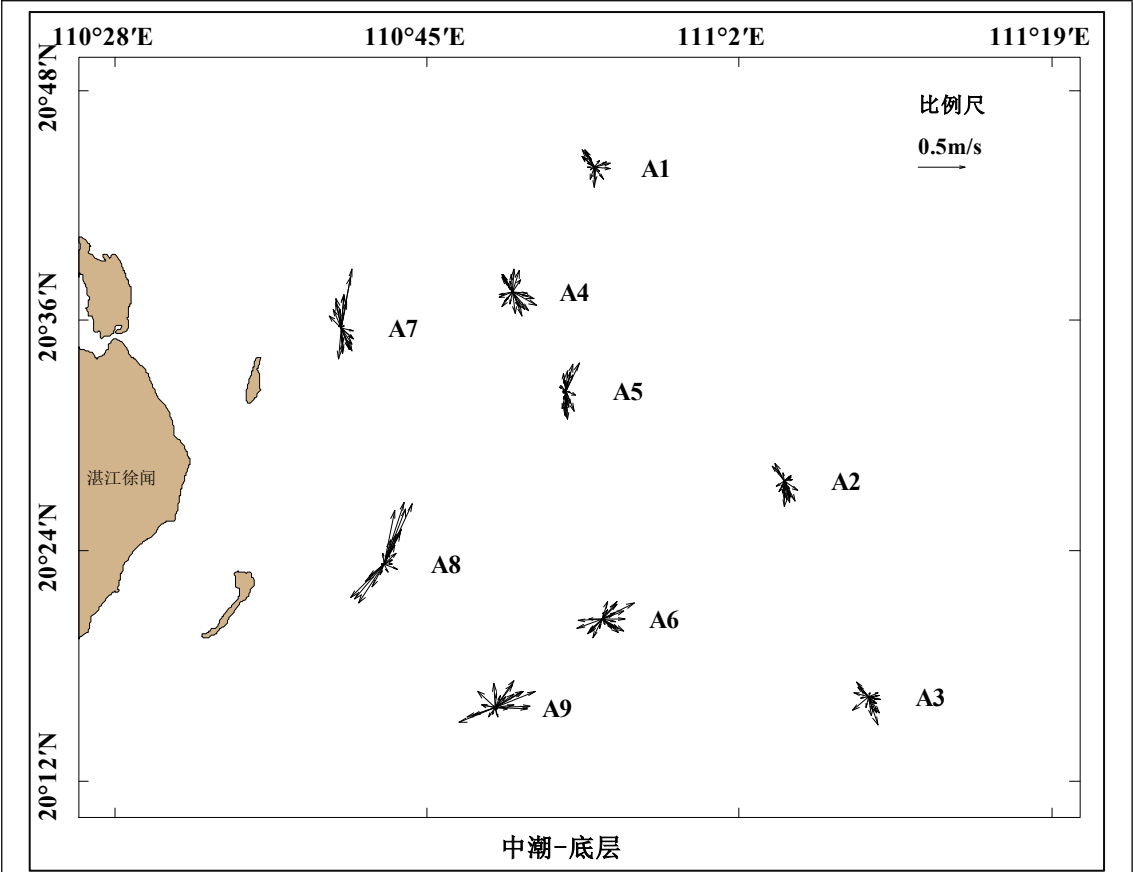


图 2.2.2-5f 中潮期各站底层海流矢量图

表 2.2.2-6 中潮期最大流速统计（单位：流速 cm/s，流向°）（略）

表 2.2.2-7 中潮期平均流速统计（单位：cm/s）（略）

(3) 小潮期海流

调查海区地形复杂，实测海流流向亦较复杂，不同站位涨落潮流向差异较大，且涨、落潮流向不固定，主流向主要为西北-东南向或东北-西南向或南-北向。其中 A1 站~A4 站主流向为西北-东南向，A5 站、A6 站、A9 站海流主要呈朝西南的扇状，没有相对固定的主流向，A7 站主流向为南—北向、A8 海流主要呈朝东北的扇状，没有相对固定的主流向。

调查海区各站表层平均流速在 16.6cm/s~45.8cm/s 之间；0.6H 层平均流速在 11.9 cm/s~33.5cm/s 之间；底层平均流速在 10.0cm/s~20.5cm/s 之间；垂线平均流速的平均值在 11.5cm/s~33.5cm/s 之间。除个别站外，由表层至底层，流速总体呈现减小的趋势。实测表层最大流速为 121.8cm/s；0.6H 层最大流速为 86.2cm/s；底层最大流速为 58.6cm/s。调查海区实测最大流速为 121.8cm/s，位于 A9 站的表层。

垂向上，调查各站流速分布基本相似，表层和 0.2H 层流速一般比流速中、

底层流速大。平面上，外海 A1 站、A2 站和 A3 站流速比近岸 A7、A8 和 A9 站流速小。潮期平均上，小潮期平均流速与中潮期较接近，但比大潮期明显要小。流速的最大值往往在中潮位附近出现，最小值往往在高、低潮位附近出现，受地形影响，调查海区的潮波主要表现为驻波的性质。

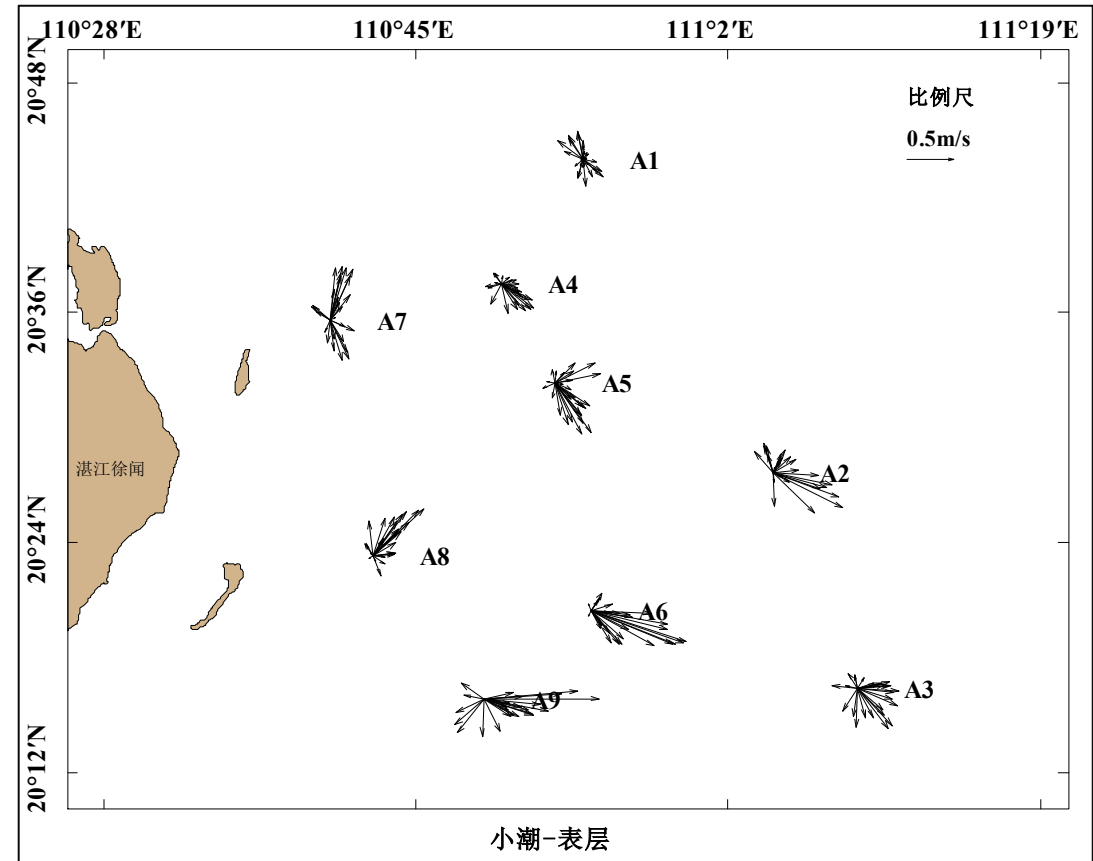


图 2.2.2-6a 小潮期各站表层海流矢量图

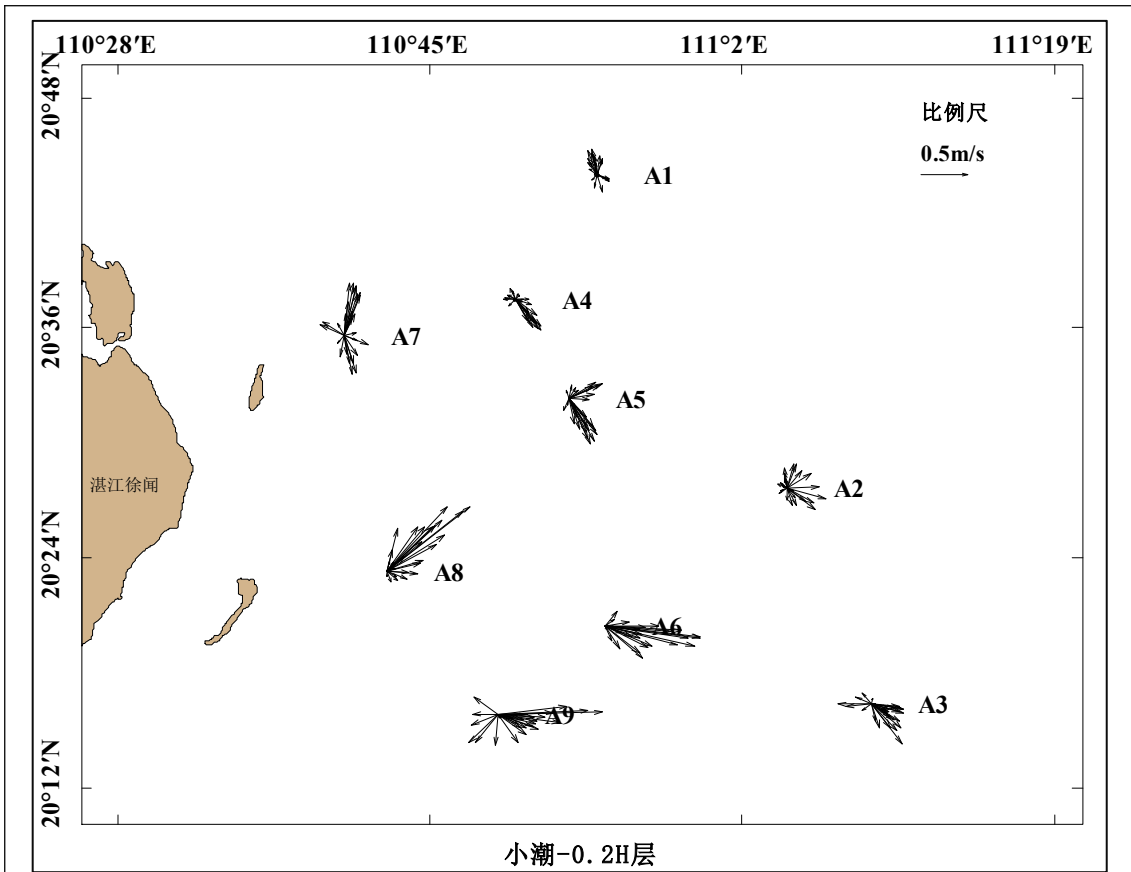


图 2.2.2-6b 小潮期各站 0.2H 层海流矢量图

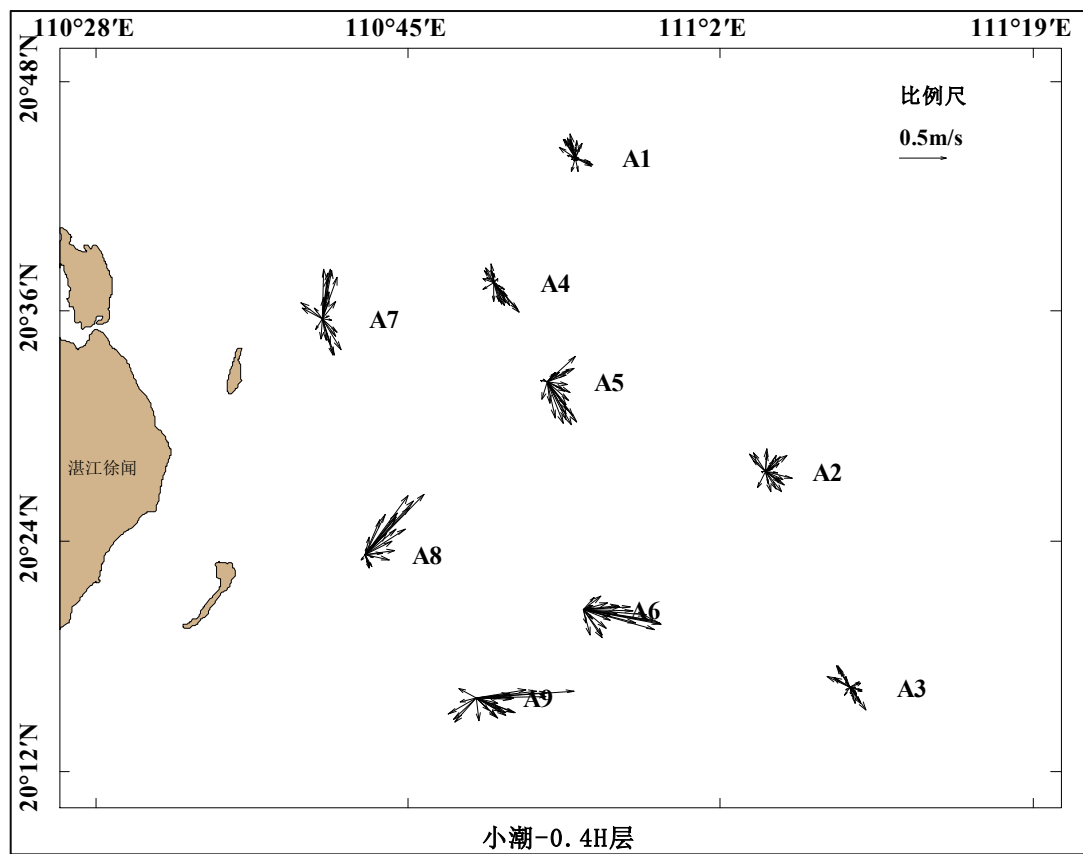


图 2.2.2-6c 小潮期各站 0.4H 层海流矢量图

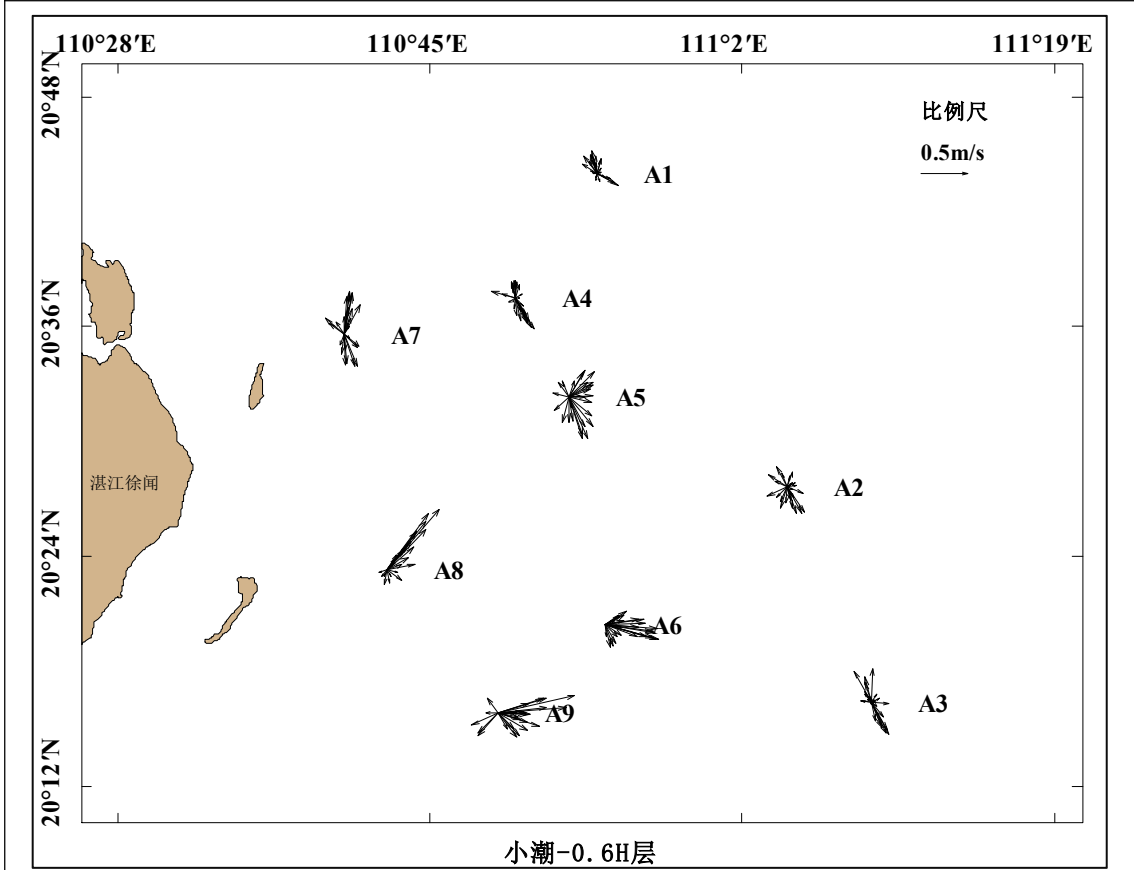


图 2.2.2-6d 小潮期各站 0.6H 层海流矢量图

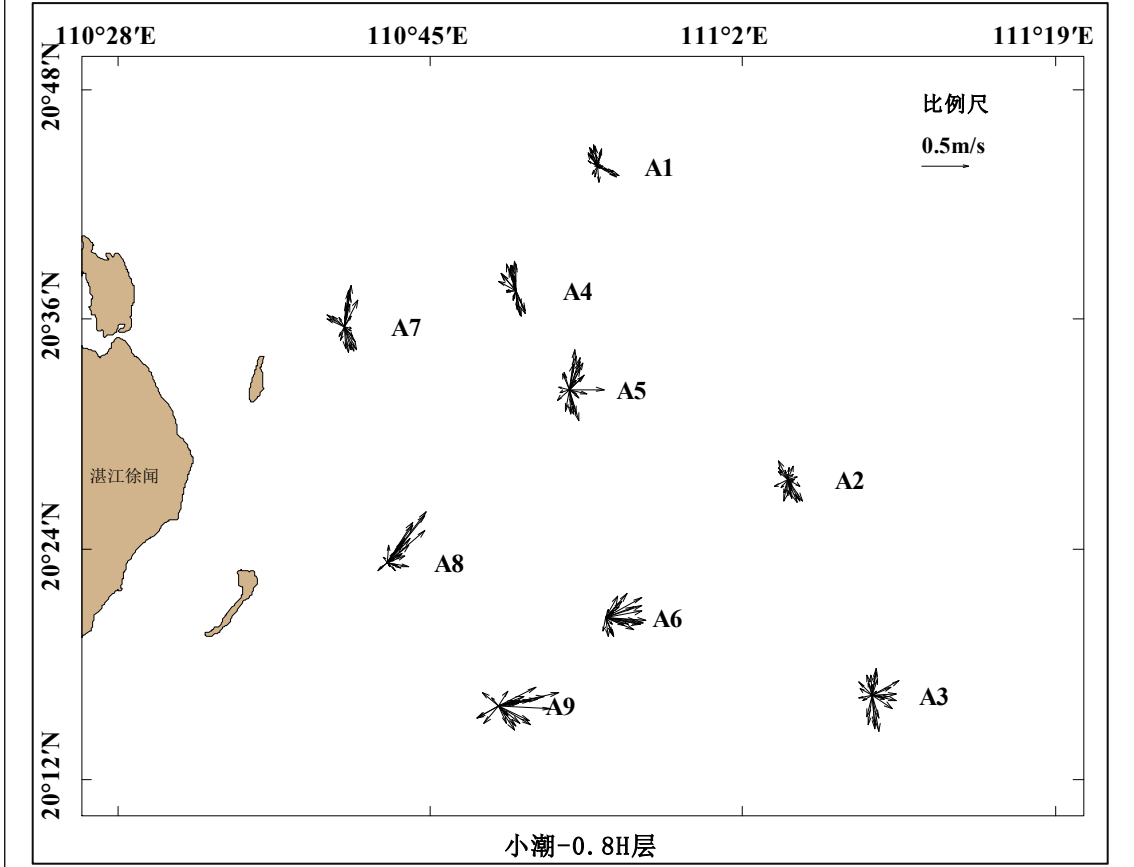


图 2.2.2-6e 小潮期各站 0.8H 层海流矢量图

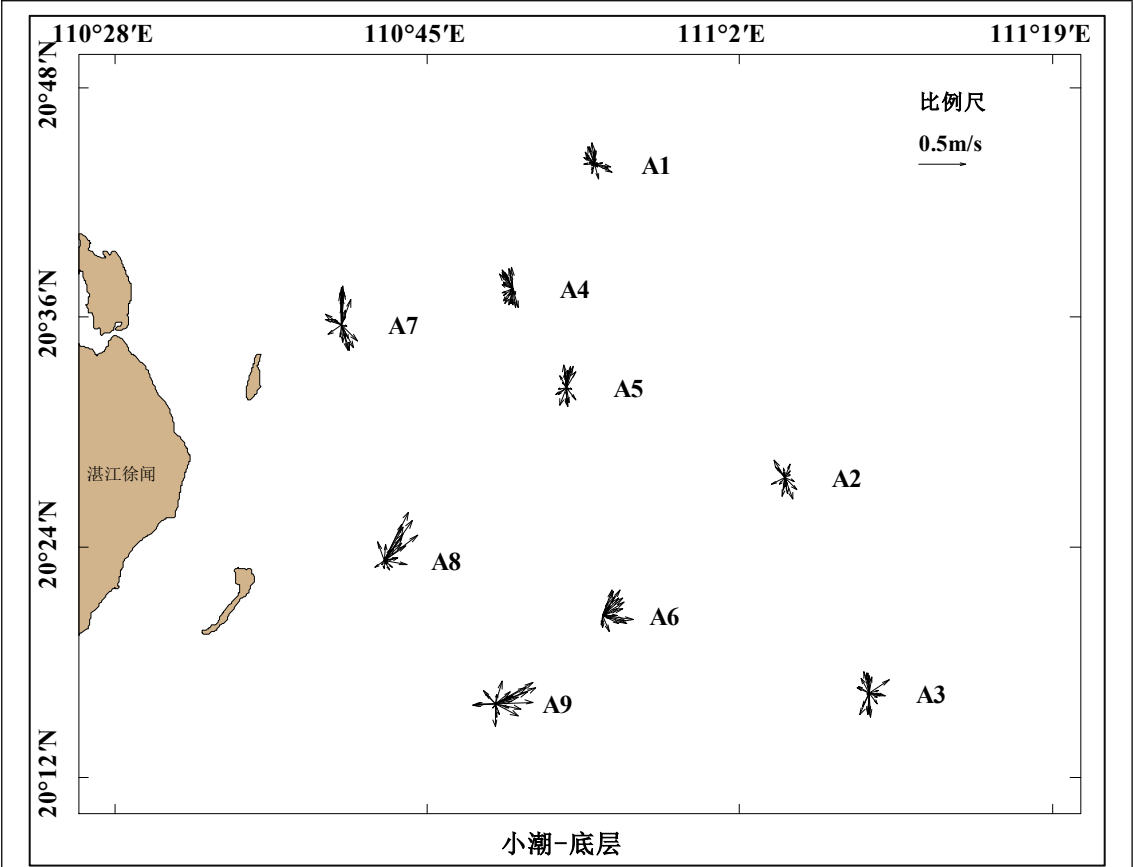


图 2.2.2-6f 小潮期各站底层海流矢量图

表 2.2.2-8 小潮期最大流速统计（单位：流速 cm/s，流向°）（略）

表 2.2.2-9 小潮期平均流速统计（单位：cm/s）（略）

2.2.2.5 潮流

(1) 潮流类型

根据《港口与航道水文规范》（JTS145-2015）（2022 版），潮流按以下潮流性质系数 $F=(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$ 判别标准可分为规则的半日潮流、不规则的半日潮流、不规则的全日潮流和规则的全日潮流四种类型：

$F \leq 0.5$ 规则半日潮流

$0.5 < F \leq 2.0$ 不规则半日潮流

$2.0 < F \leq 4.0$ 不规则全日潮流

$F > 4.0$ 规则全日潮流

其中 W_{O1} 为主要太阴日分潮流的椭圆长半轴长度（单位 cm/s，下同）， W_{K1} 为主要太阴太阳合成日分潮流的椭圆长半轴长度， W_{M2} 为主要太阴半日分潮流的椭圆长半轴长度。

根据《港口与航道水文规范》，对海流观测资料进行准调和分析，分析时选用“引入差比关系的准调和分析方法”，差比数采用 T3 站一个月的潮位资料调和分析计算求得，得出各站层的 O_1 （主要太阴全日分潮流）、 K_1 （太阴太阳合成全日分潮流）、 M_2 （主要太阴半日分潮流）、 S_2 （主要太阳半日分潮流）、 M_4 （浅水分潮流）和 MS_4 （浅水四分之一分潮流）等 6 个主要分潮流的调和常数以及椭圆要素等潮流特征值，并计算各站、层的潮流性质系数 F 。

调查海区的潮流类型较复杂，潮流性质系数 F 在 0.66~10.31 之间，潮流类型有不规则的半日潮流、不规则的全日潮流和规则的全日潮流三种，其中调查区北边 A1 站、A4 站的 F 值在 0.5~2.0 之间，潮流类型为不规则的半日潮流，靠近罗斗沙的 A6 站、A8 站和 A9 站的 F 值大于 4.0，潮流类型为规则的全日潮流，其它站的 F 值主要在 2.0~4.0 之间，潮流类型主要为不规则的全日潮流。因此，调查海区的潮流类型以不规则的全日潮流为主。

表 2.2.2-10 潮流性质系数 F （略）

（2）潮流运动形式和潮流椭圆要素

潮流运动可粗略分为往复流和旋转流，它可由潮流的椭圆率 k 值来描述， k 值为潮流椭圆的短半轴与长半轴之比，其值介于-1~1 之间。 k 的绝对值越小越接近往复流，越大越接近于旋转流。 k 值的正、负号表示潮流旋转的方向，正号表示逆时针方向旋转，负号表示顺时针方向旋转。

根据潮流准调和分析结果，除 A1 站外，调查海区各主要分潮流长半轴主要以 O_1 为最大， M_2 或 K_1 次之， M_4 和 MS_4 最小。分潮流椭圆长轴方向主要为东北—西南向或西北—东南向或南—北向，与当地等深线的总体走向基本一致。受海底摩擦影响，各分潮流椭圆长半轴的最大值主要出现在表层或 0.2H 层。各分潮流长半轴的最大值出现在 A8 站 0.2H 层的 O_1 ，为 73.9cm/s。调查海区主要分潮流椭圆率 k 在 -0.78~0.59 之间，但大部分 k 在 -0.30~0.30 之间，潮流以往复流运动为主。

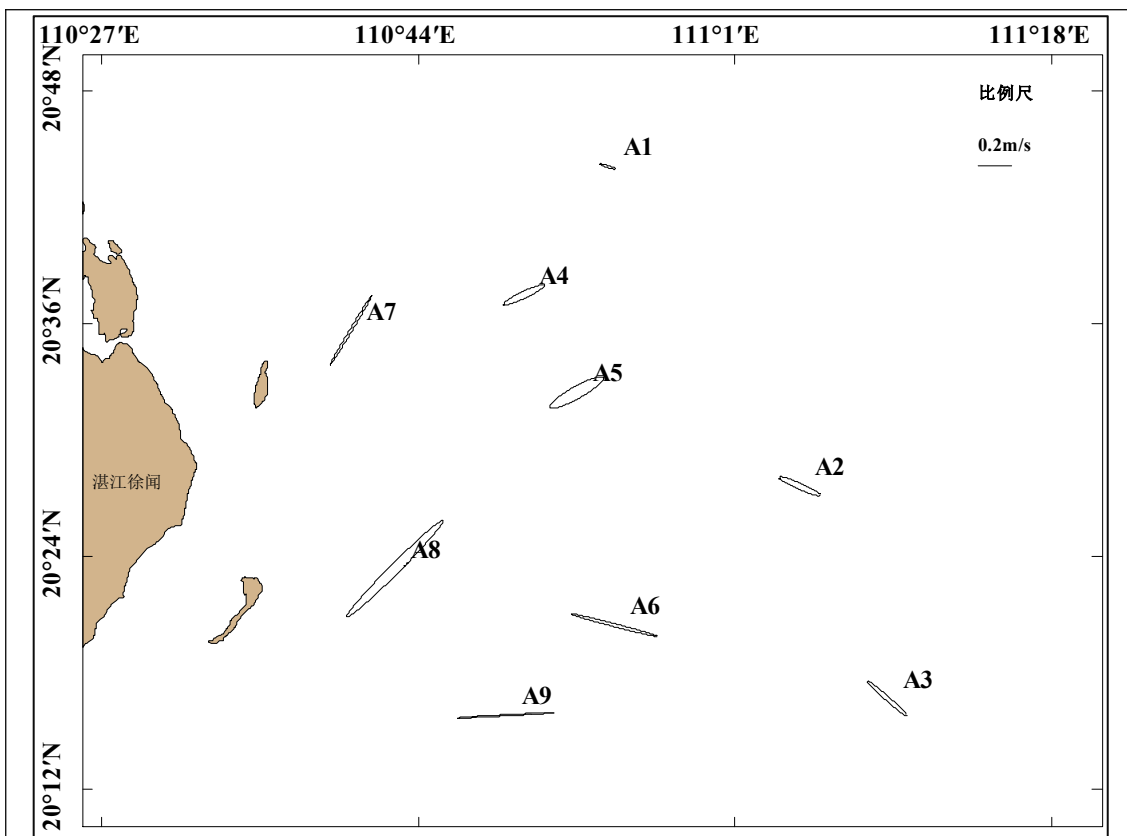


图 2.2.2-7a 0.6H 层 K₁ 分潮椭圆图

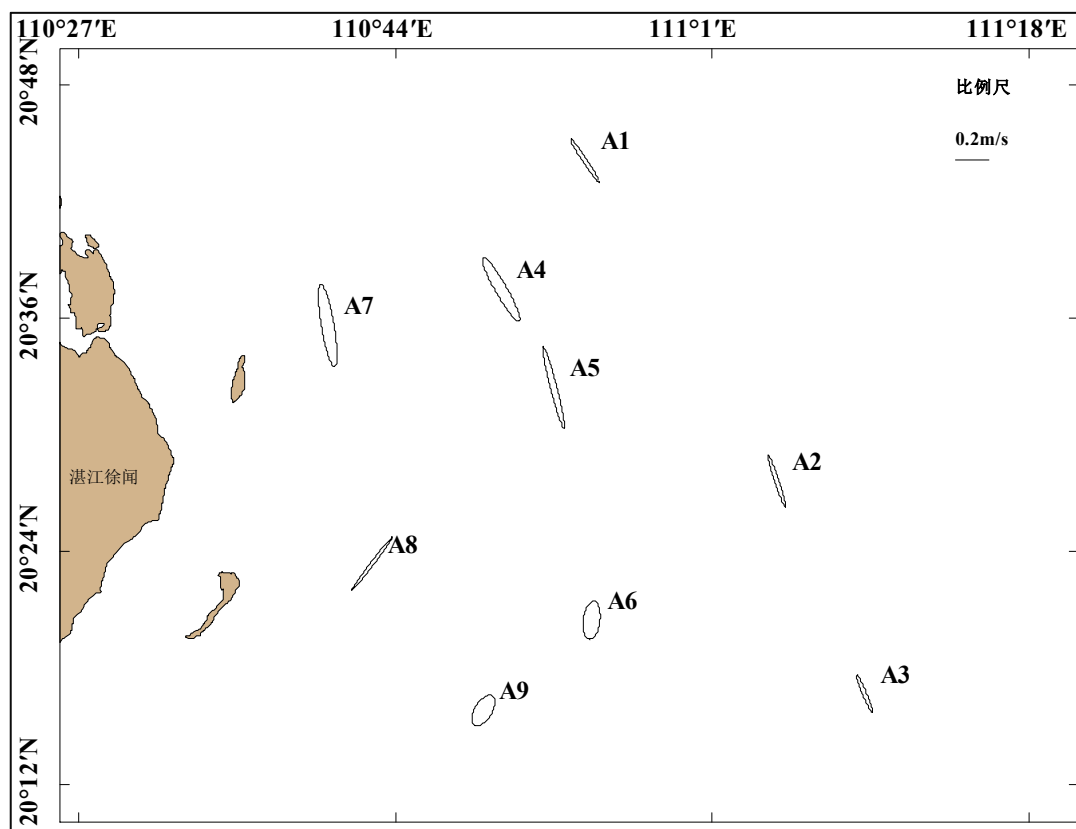


图 2.2.2-7b 0.6H 层 M₂ 分潮椭圆图

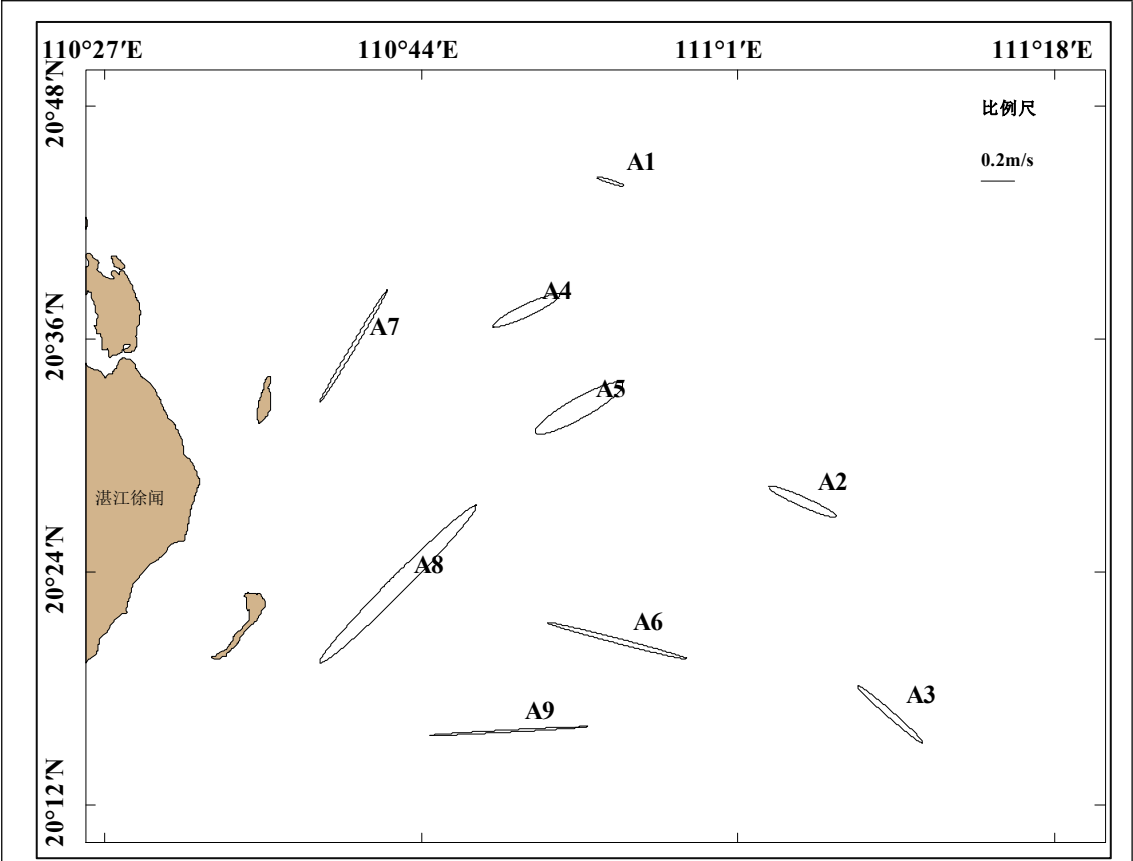


图 2.2.2-7c 0.6H 层 O₁ 分潮椭圆图

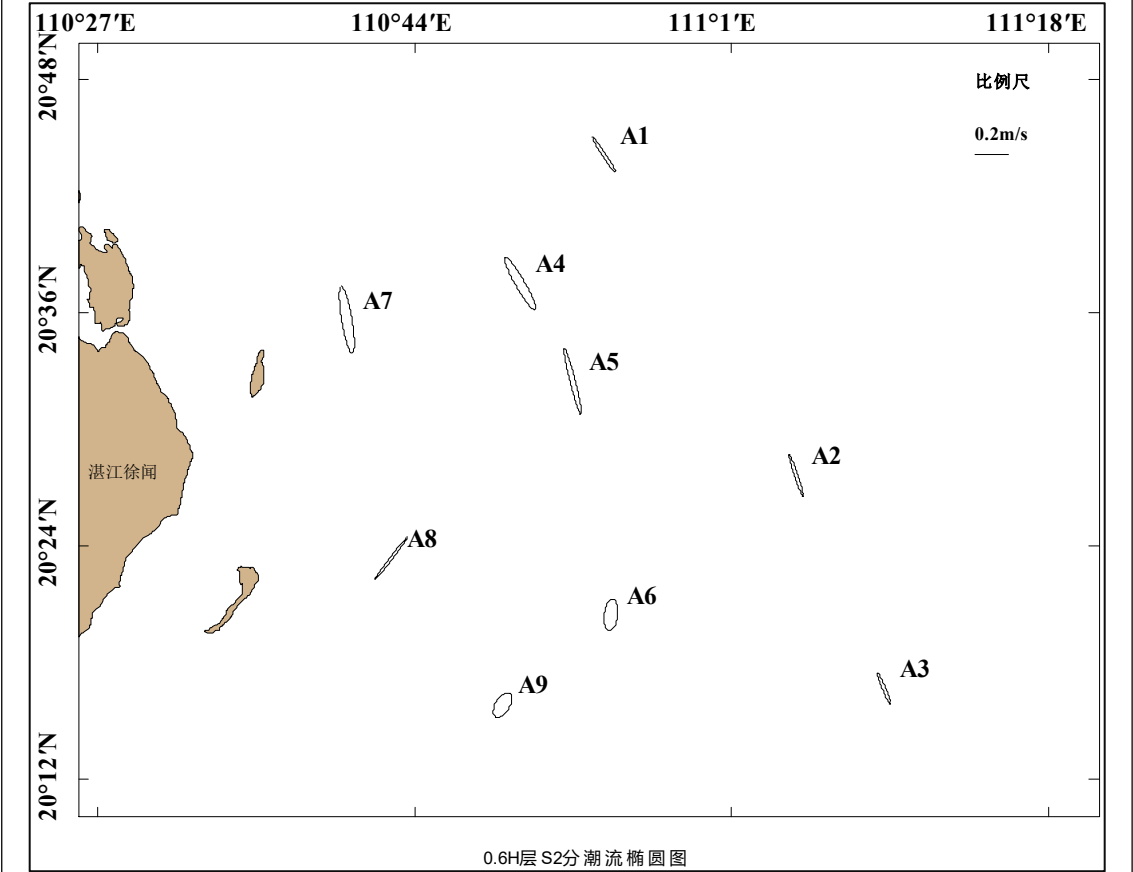


图 2.2.2-7d 0.6H 层 S₂ 分潮椭圆图

表 2.2.2-11a 主要分潮流椭圆要素

站位	分潮	表层					0.2H 层					0.4H 层				
		W	w	k	T	θ	W	w	k	T	θ	W	w	k	T	θ
		cm/s	cm/s		hour	°	cm/s	cm/s		hour	°	cm/s	cm/s		hour	°
A1	O ₁	14.0	1.9	0.14	8.8	16	8.3	2.0	0.24	8.0	339	6.0	3.5	0.59	9.5	333
	K ₁	8.6	1.2	0.14	13.1	16	5.1	1.2	0.24	12.4	339	3.7	2.2	0.59	13.7	333
	M ₂	15.9	0.4	-0.02	13.9	142	13.6	0.3	0.03	14.0	148	14.0	0.4	0.03	13.9	143
	S ₂	12.8	0.3	-0.02	9.6	322	11.0	0.3	0.03	9.7	328	11.3	0.3	0.03	9.6	323
	M ₄	1.4	0.4	-0.25	10.4	290	0.8	0.5	-0.65	8.2	61	1.0	0.6	-0.62	10.3	187
	MS ₄	1.5	0.4	-0.25	8.9	110	0.9	0.6	-0.65	9.8	61	1.1	0.7	-0.62	8.8	7
A2	O ₁	20.8	9.0	-0.43	20.7	230	21.1	6.6	-0.31	20.8	245	22.7	4.7	-0.21	18.3	258
	K ₁	12.8	5.5	-0.43	12.1	50	12.9	4.1	-0.31	12.2	65	13.9	2.9	-0.21	9.9	78
	M ₂	13.3	3.2	-0.24	13.8	142	15.4	0.4	-0.03	13.9	150	15.1	0.8	0.06	13.8	151
	S ₂	10.7	2.6	-0.24	9.4	322	12.5	0.3	-0.03	9.6	330	12.2	0.7	0.06	9.4	331
	M ₄	1.8	0.4	0.21	9.8	211	2.0	1.0	-0.51	10.5	329	1.4	0.1	0.05	10.9	261
	MS ₄	2.0	0.4	0.21	8.3	31	2.2	1.1	-0.51	9.0	149	1.5	0.1	0.05	9.4	81
A3	O ₁	18.6	7.9	-0.43	8.7	68	20.1	8.0	-0.40	20.5	263	14.8	2.9	0.20	19.7	288
	K ₁	11.4	4.9	-0.43	13.0	68	12.3	4.9	-0.40	12.0	83	9.1	1.8	0.20	11.2	108
	M ₂	8.5	3.8	-0.45	14.0	158	10.8	1.2	-0.11	13.8	151	11.5	0.5	0.04	13.4	159
	S ₂	6.9	3.1	-0.45	9.7	338	8.7	0.9	-0.11	9.5	331	9.3	0.4	0.04	9.1	339
	M ₄	1.3	0.3	0.24	8.3	69	0.9	0.4	-0.45	9.6	233	0.7	0.4	-0.56	9.1	186
	MS ₄	1.4	0.3	0.24	9.9	69	0.9	0.4	-0.45	8.1	53	0.7	0.4	-0.56	10.7	186

站位	分潮	表层					0.2H 层					0.4H 层				
		W	w	k	T	θ	W	w	k	T	θ	W	w	k	T	θ
		cm/s	cm/s		hour	°	cm/s	cm/s		hour	°	cm/s	cm/s		hour	°
A4	O ₁	22.1	3.6	0.17	19.9	192	22.9	5.0	-0.22	18.7	224	23.5	1.8	-0.08	17.9	244
	K ₁	13.6	2.2	0.17	11.4	12	14.0	3.1	-0.22	10.3	44	14.4	1.1	-0.08	9.5	64
	M ₂	18.0	1.0	0.06	13.6	132	19.1	1.5	0.08	13.8	136	22.0	0.9	0.04	13.9	143
	S ₂	14.6	0.8	0.06	9.3	312	15.5	1.2	0.08	9.4	316	17.8	0.7	0.04	9.5	323
	M ₄	1.6	0.5	-0.32	9.5	288	1.3	1.0	-0.78	9.9	291	0.9	0.4	0.45	10.4	335
	MS ₄	1.8	0.6	-0.32	8.1	108	1.4	1.1	-0.78	8.4	111	0.9	0.4	0.45	8.9	155
A5	O ₁	35.5	15.4	-0.43	19.7	234	40.7	20.6	-0.51	18.9	235	36.7	13.4	-0.37	18.3	236
	K ₁	21.8	9.5	-0.43	11.2	54	25.0	12.6	-0.51	10.4	55	22.5	8.2	-0.37	9.9	56
	M ₂	22.0	0.1	0.00	13.7	153	20.8	2.0	0.09	13.6	158	22.9	0.9	-0.04	13.5	160
	S ₂	17.8	0.1	0.00	9.4	333	16.8	1.6	0.09	9.3	338	18.5	0.7	-0.04	9.2	340
	M ₄	2.1	0.9	0.44	10.7	247	2.5	0.5	0.19	10.0	271	2.3	0.3	0.13	10.2	290
	MS ₄	2.3	1.0	0.44	9.2	67	2.7	0.5	0.19	8.5	91	2.5	0.3	0.13	8.7	110
A6	O ₁	60.4	2.6	0.04	19.9	282	53.1	1.1	0.02	19.7	284	47.3	1.3	0.03	19.7	284
	K ₁	37.0	1.6	0.04	11.4	102	32.6	0.7	0.02	11.2	104	29.0	0.8	0.03	11.2	104
	M ₂	17.1	9.9	-0.58	12.8	179	13.3	7.5	-0.57	12.7	169	11.9	6.5	-0.55	12.7	177
	S ₂	13.9	8.0	-0.58	8.5	359	10.7	6.1	-0.57	8.4	349	9.6	5.3	-0.55	8.4	357
	M ₄	4.2	1.3	-0.31	8.9	274	4.5	0.6	-0.13	8.8	269	3.8	1.0	-0.26	8.7	269
	MS ₄	4.5	1.4	-0.31	10.5	274	4.9	0.6	-0.13	10.4	269	4.2	1.1	-0.26	10.3	269
A7	O ₁	45.7	0.9	0.02	17.8	214	44.9	1.7	0.04	17.7	212	41.1	1.5	0.04	17.8	211

站位	分潮	表层					0.2H 层					0.4H 层				
		W	w	k	T	θ	W	w	k	T	θ	W	w	k	T	θ
		cm/s	cm/s		hour	°	cm/s	cm/s		hour	°	cm/s	cm/s		hour	°
	K ₁	28.0	0.6	0.02	9.5	34	27.5	1.0	0.04	9.4	32	25.2	0.9	0.04	9.4	31
	M ₂	28.1	3.3	0.12	12.9	168	27.2	3.3	0.12	12.9	168	25.8	3.6	0.14	12.9	168
	S ₂	22.7	2.6	0.12	8.6	348	22.0	2.7	0.12	8.6	348	20.9	2.9	0.14	8.6	348
	M ₄	3.0	0.1	0.02	10.2	336	3.1	0.5	0.16	10.2	333	3.3	0.1	-0.03	10.2	318
	MS ₄	3.3	0.1	0.02	8.7	156	3.3	0.5	0.16	8.8	153	3.6	0.1	-0.03	8.7	138
A8	O ₁	52.1	5.3	-0.10	19.0	239	73.9	1.1	-0.02	19.0	227	69.0	2.5	0.04	19.0	228
	K ₁	32.0	3.3	-0.10	10.6	59	45.3	0.7	-0.02	10.5	47	42.3	1.6	0.04	10.6	48
	M ₂	16.1	0.4	-0.02	14.0	213	24.2	5.1	-0.21	13.9	223	21.0	2.1	-0.10	13.9	220
	S ₂	13.1	0.3	-0.02	9.6	33	19.6	4.1	-0.21	9.6	43	17.0	1.7	-0.10	9.6	40
	M ₄	1.2	0.0	0.03	9.4	197	1.8	0.3	-0.16	10.3	313	1.8	0.8	-0.41	8.4	237
	MS ₄	1.3	0.0	0.03	11.0	197	2.0	0.3	-0.16	8.8	133	2.0	0.8	-0.41	10.0	237
A9	O ₁	64.9	3.7	-0.06	18.8	268	62.4	2.2	-0.04	18.6	268	56.4	0.1	0.00	18.4	268
	K ₁	39.8	2.3	-0.06	10.4	88	38.3	1.3	-0.04	10.2	88	34.6	0.0	0.00	10.0	88
	M ₂	13.0	6.8	-0.53	9.4	77	11.5	7.5	-0.65	9.3	74	8.8	5.5	-0.62	8.0	33
	S ₂	10.5	5.5	-0.53	11.2	77	9.3	6.0	-0.65	11.1	74	7.1	4.4	-0.62	9.9	33
	M ₄	2.5	1.1	-0.43	9.5	6	1.6	0.0	0.02	9.9	33	1.6	0.7	-0.44	9.4	289
	MS ₄	2.7	1.2	-0.43	8.1	186	1.7	0.0	0.02	8.4	213	1.8	0.8	-0.44	10.9	289

表 2.2.2-11b 主要分潮流椭圆要素 (续)

站位	分潮	0.6H 层					0.8H 层					底层				
		W	w	k	T	θ	W	w	k	T	θ	W	w	k	T	θ
		cm/s	cm/s		hour	°	cm/s	cm/s		hour	°	cm/s	cm/s		hour	°
A1	O ₁	8.3	0.9	-0.11	13.3	287	7.7	0.7	0.09	12.1	285	4.6	1.0	0.21	12.5	267
	K ₁	5.1	0.5	-0.11	17.3	287	4.7	0.4	0.09	16.2	285	2.8	0.6	0.21	16.5	267
	M ₂	15.0	1.3	0.09	13.9	145	14.7	1.6	0.11	13.6	147	11.1	1.6	0.15	13.4	145
	S ₂	12.1	1.1	0.09	9.6	325	11.9	1.3	0.11	9.3	327	9.0	1.3	0.15	9.1	325
	M ₄	1.3	0.1	0.04	8.2	127	1.2	0.1	-0.09	8.1	128	1.6	0.1	0.04	9.0	151
	MS ₄	1.4	0.1	0.04	9.8	127	1.3	0.1	-0.09	9.8	128	1.7	0.1	0.04	10.6	151
A2	O ₁	22.0	2.6	-0.12	16.9	293	19.5	0.4	0.02	15.1	297	13.6	2.4	0.17	14.0	296
	K ₁	13.5	1.6	-0.12	8.6	113	12.0	0.2	0.02	18.9	297	8.3	1.5	0.17	17.9	296
	M ₂	15.4	1.2	-0.08	13.8	161	15.0	1.1	-0.07	13.4	167	10.6	0.5	0.04	13.4	169
	S ₂	12.5	1.0	-0.08	9.5	341	12.2	0.9	-0.07	9.1	347	8.6	0.4	0.04	9.1	349
	M ₄	1.1	0.1	-0.11	10.9	244	0.8	0.4	-0.52	9.9	268	1.3	0.6	-0.44	8.2	191
	MS ₄	1.2	0.1	-0.11	9.4	64	0.9	0.5	-0.52	8.5	88	1.4	0.6	-0.44	9.8	191
A3	O ₁	25.4	1.7	-0.07	17.4	310	20.9	0.3	0.01	14.8	316	12.6	1.1	0.09	13.9	320
	K ₁	15.6	1.0	-0.07	9.0	130	12.8	0.2	0.01	18.7	316	7.7	0.7	0.09	17.8	320
	M ₂	11.8	1.2	0.10	13.2	157	11.9	0.9	-0.07	13.0	168	8.9	0.1	-0.01	12.9	171
	S ₂	9.6	1.0	0.10	8.9	337	9.6	0.7	-0.07	8.7	348	7.2	0.1	-0.01	8.6	351
	M ₄	0.9	0.0	0.02	9.6	302	2.3	0.4	0.19	9.7	297	2.2	0.4	-0.18	9.5	294
	MS ₄	1.0	0.0	0.02	8.1	122	2.5	0.5	0.19	8.2	117	2.4	0.4	-0.18	8.0	114

站位	分潮	0.6H 层					0.8H 层					底层				
		W	w	k	T	θ	W	w	k	T	θ	W	w	k	T	θ
		cm/s	cm/s		hour	°	cm/s	cm/s		hour	°	cm/s	cm/s		hour	°
A4	O ₁	22.2	3.6	0.16	16.5	246	17.0	8.7	0.51	14.6	251	13.5	6.2	0.46	13.6	261
	K ₁	13.6	2.2	0.16	8.2	66	10.4	5.4	0.51	18.4	251	8.3	3.8	0.46	17.5	261
	M ₂	21.1	3.4	0.16	13.7	149	19.0	4.7	0.25	13.4	157	14.7	6.6	0.45	13.1	157
	S ₂	17.1	2.7	0.16	9.4	329	15.4	3.8	0.25	9.1	337	11.9	5.4	0.45	8.8	337
	M ₄	1.9	0.2	0.11	10.9	299	1.9	0.6	-0.34	10.3	297	1.9	0.8	-0.43	10.3	280
	MS ₄	2.1	0.2	0.11	9.4	119	2.1	0.7	-0.34	8.8	117	2.1	0.9	-0.43	8.8	100
A5	O ₁	29.7	6.0	-0.20	17.4	242	25.1	2.0	0.08	16.7	241	18.7	3.4	0.18	16.6	237
	K ₁	18.2	3.7	-0.20	9.1	62	15.4	1.2	0.08	8.4	61	11.5	2.1	0.18	8.3	57
	M ₂	24.1	1.8	-0.08	13.3	165	20.9	0.7	-0.03	13.1	172	14.8	1.2	0.08	12.9	174
	S ₂	19.5	1.5	-0.08	8.9	345	16.9	0.5	-0.03	8.7	352	12.0	1.0	0.08	8.6	354
	M ₄	2.5	0.6	-0.22	10.2	332	1.8	0.7	-0.38	9.9	31	1.7	0.0	0.00	10.2	7
	MS ₄	2.7	0.6	-0.22	8.8	152	2.0	0.8	-0.38	8.4	211	1.8	0.0	0.00	8.7	187
A6	O ₁	42.7	1.3	0.03	19.5	284	37.0	1.1	0.03	19.5	284	31.8	2.2	0.07	19.3	288
	K ₁	26.2	0.8	0.03	11.0	104	22.7	0.7	0.03	11.0	104	19.5	1.3	0.07	10.8	108
	M ₂	10.9	5.0	-0.46	12.8	186	11.1	4.5	-0.41	12.9	193	9.0	3.9	-0.43	12.7	196
	S ₂	8.8	4.0	-0.46	8.5	6	9.0	3.7	-0.41	8.6	13	7.3	3.1	-0.43	8.4	16
	M ₄	2.7	0.4	-0.14	9.2	278	2.3	0.3	0.13	9.6	284	1.9	0.2	0.08	9.8	275
	MS ₄	2.9	0.4	-0.14	10.8	278	2.5	0.3	0.13	8.1	104	2.1	0.2	0.08	8.3	95
A7	O ₁	38.0	1.3	0.03	17.7	212	34.3	1.2	0.04	17.6	210	30.9	1.6	0.05	17.4	211

站位	分潮	0.6H 层					0.8H 层					底层				
		W	w	k	T	θ	W	w	k	T	θ	W	w	k	T	θ
		cm/s	cm/s		hour	°	cm/s	cm/s		hour	°	cm/s	cm/s		hour	°
	K ₁	23.3	0.8	0.03	9.3	32	21.0	0.8	0.04	9.2	30	18.9	1.0	0.05	9.1	31
	M ₂	24.0	3.7	0.15	12.8	170	21.8	3.2	0.15	12.7	169	20.4	3.1	0.15	12.8	168
	S ₂	19.4	3.0	0.15	8.5	350	17.7	2.6	0.15	8.5	349	16.6	2.5	0.15	8.5	348
	M ₄	3.0	0.5	-0.16	10.3	316	2.5	0.7	-0.28	10.5	308	2.1	0.7	-0.34	10.5	320
	MS ₄	3.3	0.5	-0.16	8.9	136	2.7	0.8	-0.28	9.1	128	2.3	0.8	-0.34	9.1	140
A8	O ₁	64.9	5.1	0.08	19.2	226	62.7	4.2	0.07	19.2	225	56.5	4.3	0.08	19.4	223
	K ₁	39.8	3.1	0.08	10.7	46	38.5	2.5	0.07	10.8	45	34.7	2.6	0.08	10.9	43
	M ₂	19.3	1.1	-0.06	13.9	218	17.6	1.2	-0.07	13.7	213	16.8	0.2	0.01	13.5	212
	S ₂	15.6	0.9	-0.06	9.5	38	14.3	1.0	-0.07	9.3	33	13.6	0.2	0.01	9.1	32
	M ₄	2.6	1.0	-0.39	8.0	230	1.7	0.0	-0.02	11.0	40	1.1	0.4	0.35	10.8	62
	MS ₄	2.8	1.1	-0.39	9.7	230	1.8	0.0	-0.02	9.5	220	1.2	0.4	0.35	9.3	242
A9	O ₁	47.2	0.7	0.01	18.3	267	38.6	1.7	0.04	18.3	261	30.6	2.0	0.06	18.4	254
	K ₁	28.9	0.4	0.01	9.9	87	23.7	1.0	0.04	9.9	81	18.7	1.2	0.06	10.0	74
	M ₂	9.8	5.2	-0.54	14.0	212	10.9	5.4	-0.50	13.9	215	9.8	4.9	-0.50	14.0	220
	S ₂	7.9	4.2	-0.54	9.6	32	8.8	4.4	-0.50	9.6	35	8.0	4.0	-0.50	9.6	40
	M ₄	2.6	0.9	-0.35	10.5	337	2.5	1.1	-0.44	10.6	331	2.9	1.5	-0.52	9.1	268
	MS ₄	2.8	1.0	-0.35	9.0	157	2.7	1.2	-0.44	9.1	151	3.1	1.6	-0.52	10.7	268

说明：W 为长半轴长度，即最大潮流，w 为短半轴长度，即最小潮流，k 为椭率，T 为最大潮流出现时间，θ 为最大潮流方向。

(3) 潮流可能最大流速

根据《港口与航道水文规范》（JTS145-2015）（2022 版）的规定，对于规则半日潮流的海区，潮流可能最大流速 V_{\max} 按式（A）计算；对于规则全日潮流的海区，潮流的可能最大流速 V_{\max} 按式（B）计算；对于不规则半日潮流和不规则全日潮流的海区，潮流的可能最大流速 V_{\max} 取式（A）和式（B）计算中的较大值：

$$\bar{V}_{\max} = 1.295\bar{W}_{M2} + 1.245\bar{W}_{S2} + \bar{W}_{K1} + \bar{W}_{O1} + \bar{W}_{M4} + \bar{W}_{MS4} \quad (\text{A})$$

$$\bar{V}_{\max} = \bar{W}_{M2} + \bar{W}_{S2} + 1.600\bar{W}_{K1} + 1.450\bar{W}_{O1} \quad (\text{B})$$

式中 W 为各分潮流的长半轴矢量，按上式计算的调查海区各站、层的潮流的可能最大流速。

调查海区潮流可能最大流速在 33.3cm/s~223.4cm/s 之间，对应流向多为东北-西南、南-北向或西北-东南向，与当地等深线走向基本一致。最大值出现在 A8 站的 0.2H 层，大小为 223.4cm/s，方向为 46°。

垂向上，调查海区潮流可能最大流速表层或 0.2H 层最大，底层最小。平面分布上，调查海区外海各站（A1 站、A2 站和 A3 站）的潮流可能最大流速一般比近岸各站（A7 站、A8 站和 A9 站）的潮流的可能最大流速小。

表 2.2.2-12 潮流的可能最大流速（单位：流速 cm/s，流向°）

层次 站号	表		0.2H		0.4H		0.6H		0.8H		底	
	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
A1	56.0	352	44.5	153	43.3	147	48.4	134	46.4	136	33.3	135
A2	56.7	25	60.5	92	68.3	100	75.2	129	68.1	135	47.2	135
A3	47.8	87	59.0	101	51.7	126	81.4	137	69.9	145	45.2	151
A4	75.5	350	66.5	13	75.6	95	69.8	99	57.2	125	47.9	126
A5	100.6	31	113.5	36	107.0	34	92.3	35	82.6	36	62.4	35
A6	156.8	113	141.0	113	123.0	114	108.3	114	92.4	117	79.5	120
A7	150.7	20	148.5	19	137.8	18	128.0	19	116.1	17	105.2	17
A8	153.4	54	223.4	46	205.4	47	192.3	45	183.8	43	167.3	41
A9	181.0	87	172.0	86	146.8	83	125.6	80	108.5	73	89.6	68

2.2.2.6 余流

调查海区各站余流差异较大，但以偏东向为主（东北或东南向），且余流受风影响不明显。

大潮期余流在 0.5cm/s~26.3cm/s 之间。最大余流为 26.3cm/s，对应流向为 135°，出现在 A5 站的表层；中潮期余流在 0.9cm/s~36.2cm/s 之间。最大余流为 36.2cm/s，对应流向为 95°，出现在 A6 站的表层；小潮期余流在 0.4cm/s~46.4cm/s 之间。最大余流为 46.4cm/s，对应流向为 104°，出现在 A6 站的 0.2H 层。

余流具有表层和 0.2H 层余流较大，中、底层余流较小的一般特点。空间上，调查海区余流呈现出东北部余流小，西南部余流大的特点。

表 2.2.2-13a 大潮期的余流（单位：流速 cm/s，流向°）（略）

表 2.2.2-13b 中潮期的余流（单位：流速 cm/s，流向°）（略）

表 2.2.2-13c 小潮期的余流（单位：流速 cm/s，流向°）（略）

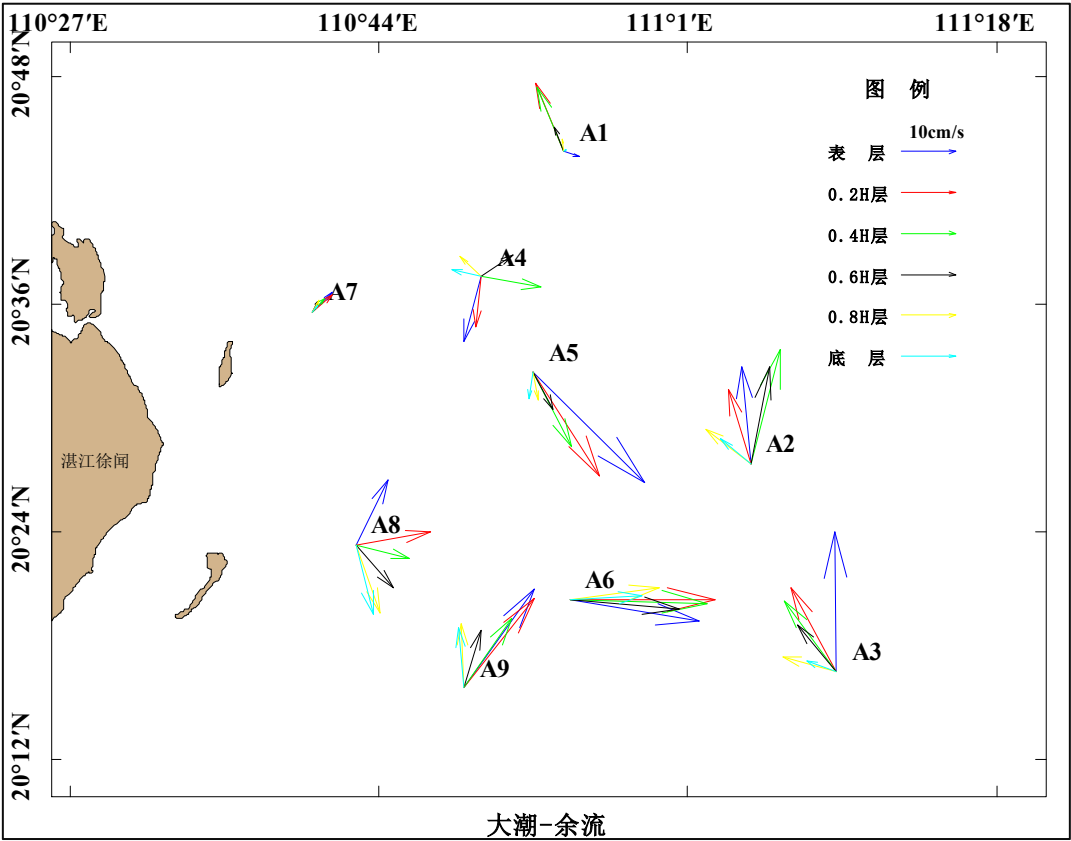


图 2.2.2-8a 大潮期余流平面分布图

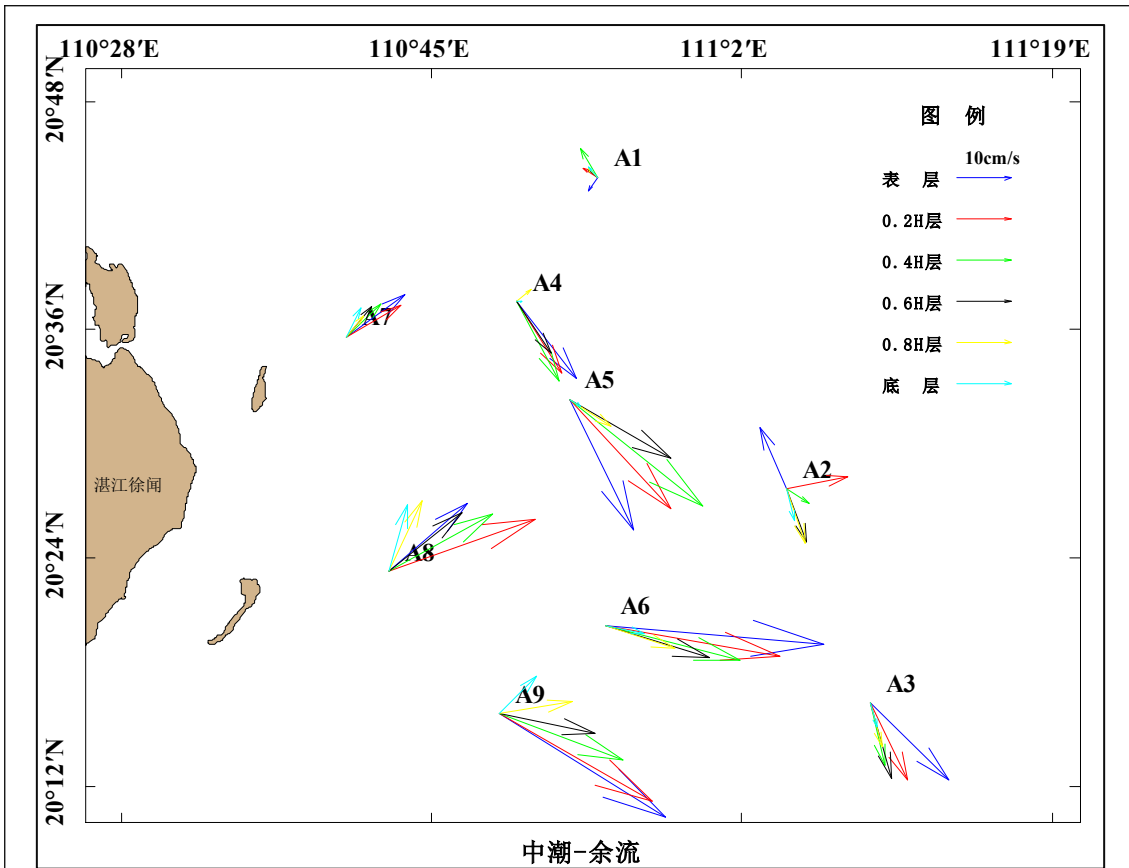


图 2.2.2-8b 中潮期余流平面分布图

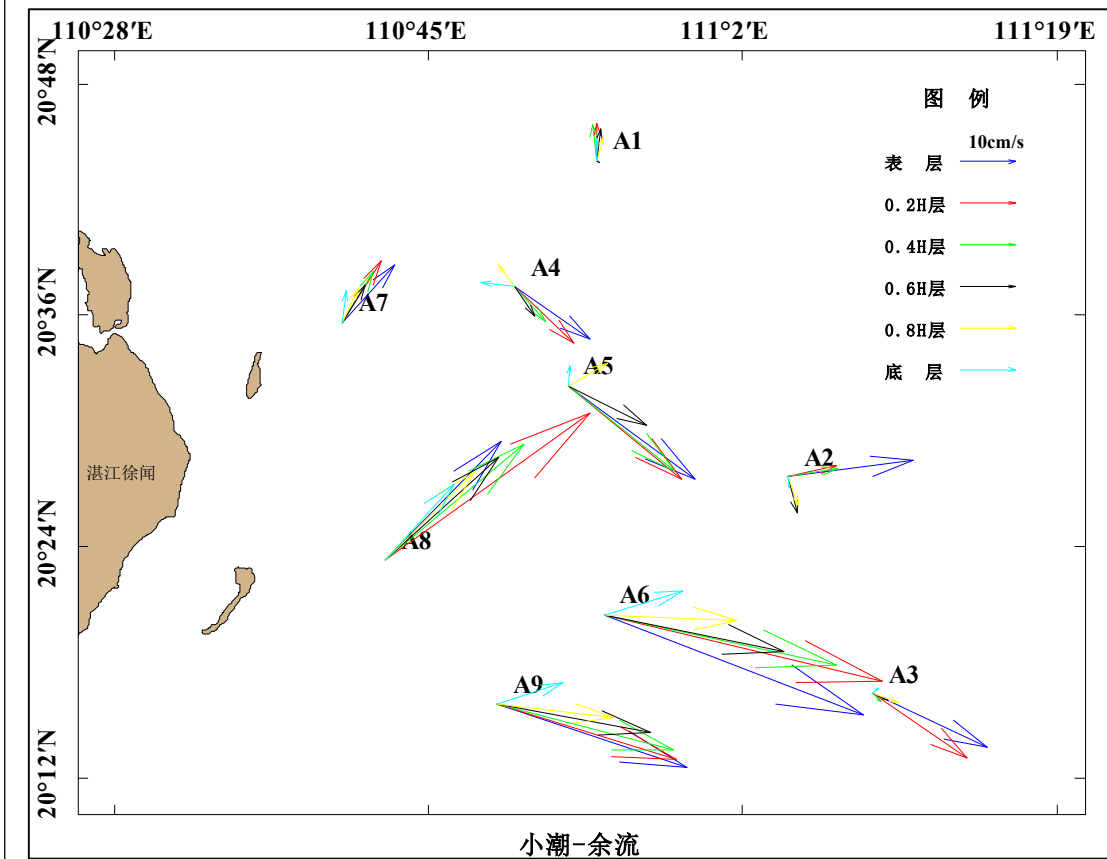


图 2.2.2-8c 小潮期余流平面分布图

2.2.2.7 水温

(1) 周日变化

全潮观测期间,表层水温日变化主要受太阳辐射影响,表底层温度层结受琼州海峡潮流强烈影响,不同站位层结差异明显。调查海域北侧站位,距离琼州海峡较远,温度垂向层结较明显,调查海域南侧站位,距离琼州海峡较近,受强潮流影响,温度垂向混合加强,在大潮期尤为明显。

①大潮期

表层: A4 站水温变化范围为 $27.32^{\circ}\text{C}\sim 31.67^{\circ}\text{C}$, 变化幅度为 4.35°C , 日平均水温为 29.63°C ; A5 站水温变化范围为 $24.66^{\circ}\text{C}\sim 31.37^{\circ}\text{C}$, 变化幅度为 6.71°C , 日平均水温为 27.58°C ; A6 站水温变化范围为 $24.37^{\circ}\text{C}\sim 29.49^{\circ}\text{C}$, 变化幅度为 5.12°C , 日平均水温为 27.71°C 。

底层: A4 站水温变化范围为 $20.34^{\circ}\text{C}\sim 21.28^{\circ}\text{C}$, 变化幅度为 0.94°C , 日平均水温为 20.75°C ; A5 站水温变化范围为 $20.45^{\circ}\text{C}\sim 25.08^{\circ}\text{C}$, 变化幅度为 4.63°C , 日平均水温为 21.80°C ; A6 站水温变化范围为 $22.85^{\circ}\text{C}\sim 29.15^{\circ}\text{C}$, 变化幅度为 6.30°C , 日平均水温为 26.13°C 。

②中潮期

表层: A4 站水温变化范围为 $29.24^{\circ}\text{C}\sim 30.63^{\circ}\text{C}$, 变化幅度为 1.39°C , 日平均水温为 29.65°C ; A5 站水温变化范围为 $27.66^{\circ}\text{C}\sim 30.46^{\circ}\text{C}$, 变化幅度为 2.80°C , 日平均水温为 29.16°C ; A6 站水温变化范围为 $26.86^{\circ}\text{C}\sim 32.10^{\circ}\text{C}$, 变化幅度为 5.24°C , 日平均水温为 28.60°C 。

底层: A4 站水温变化范围为 $20.72^{\circ}\text{C}\sim 21.42^{\circ}\text{C}$, 变化幅度为 0.70°C , 日平均水温为 20.97°C ; A5 站水温变化范围为 $20.48^{\circ}\text{C}\sim 22.64^{\circ}\text{C}$, 变化幅度为 2.15°C , 日平均水温为 21.46°C ; A6 站水温变化范围为 $24.67^{\circ}\text{C}\sim 27.66^{\circ}\text{C}$, 变化幅度为 2.99°C , 日平均水温为 26.36°C 。

③小潮期

表层: A4 站水温变化范围为 $29.72^{\circ}\text{C}\sim 31.46^{\circ}\text{C}$, 变化幅度为 1.74°C , 日平均水温为 30.23°C ; A5 站水温变化范围为 $29.28^{\circ}\text{C}\sim 30.18^{\circ}\text{C}$, 变化幅度为 0.91°C , 日平均水温为 29.80°C ; A6 站水温变化范围为 $28.54^{\circ}\text{C}\sim 32.18^{\circ}\text{C}$, 变化幅度为 3.64°C , 日平均水温为 30.24°C 。

底层: A4 站水温变化范围为 $20.84^{\circ}\text{C}\sim 21.18^{\circ}\text{C}$, 变化幅度为 0.34°C , 日平

均水温为 20.98℃; A5 站水温变化范围为 21.13℃~26.56℃, 变化幅度为 5.42℃, 日平均水温为 22.15℃; A6 站水温变化范围为 25.69℃~30.17℃, 变化幅度为 4.48℃, 日平均水温为 27.44℃。

(2) 潮期变化

各站不同潮期均表现为随水深增加, 海水温度逐渐减小的特征。从不同潮期比较来看, 各站表层基本表现为调查海域北侧的 A4 站大于南侧的 A6 站, 0.6H 层和底层的分布特征一致, 即调查海域南侧的 A6 站最大, 北侧的 A4 站最小。A4 站有较明显的垂向温度层结, A6 站表底层差异明显减小。大潮期各站表层水温平均值为 28.31℃, 0.6H 层为 24.12℃, 底层为 22.89℃; 中潮期各站表层水温平均值为 29.14℃, 0.6H 层为 24.52℃, 底层为 22.93℃; 小潮期各站表层水温平均值为 30.09℃, 0.6H 层为 25.79℃, 底层为 23.52℃。

(3) 垂向变化

各站自表层至底层海水温度随深度逐渐降低, A4 站的垂向层结最强, A5 站次之, A6 站表底差异较小。A6 站在大潮涨急时刻表底层基本完全混合, 显示了琼州海峡潮汐涨落和大小潮周期变化对该海域水温分布的影响较大。

2.2.2.8 盐度

(1) 周日变化

全潮观测期间, 表底层盐度层结受琼州海峡潮流强烈影响, 不同站位层结差异明显。调查海域北侧站位, 距离琼州海峡较远, 盐度垂向层结较明显, 调查海域南侧站位, 距离琼州海峡较近, 受强潮流影响, 盐度垂向混合加强, 在大潮期尤为明显。

①大潮期

表层: A4 站盐度变化范围为 32.69~33.26, 变化幅度为 0.57, 日平均盐度为 32.90; A5 站盐度变化范围为 32.85~33.77, 变化幅度为 0.92, 日平均盐度为 33.29; A6 站盐度变化范围为 32.52~33.71, 变化幅度为 1.19, 日平均盐度为 33.07。

底层: A4 站盐度变化范围为 34.30~34.39, 变化幅度为 0.09, 日平均盐度为 34.35; A5 站盐度变化范围为 33.71~34.37, 变化幅度为 0.66, 日平均盐度为 34.18; A6 站盐度变化范围为 32.60~33.96, 变化幅度为 1.36, 日平均盐度为 33.31。

②中潮期

表层：A4 站盐度变化范围为 33.01~33.28，变化幅度为 0.27，日平均盐度为 33.15；A5 站盐度变化范围为 33.16~33.51，变化幅度为 0.34，日平均盐度为 33.30；A6 站盐度变化范围为 32.64~33.41，变化幅度为 0.77，日平均盐度为 33.06。

底层：A4 站盐度变化范围为 34.27~34.38，变化幅度为 0.11，日平均盐度为 34.33；A5 站盐度变化范围为 34.12~34.57，变化幅度为 0.45，日平均盐度为 34.29；A6 站盐度变化范围为 33.13~33.77，变化幅度为 0.64，日平均盐度为 33.46。

③小潮期

表层：A4 站盐度变化范围为 32.68~33.10，变化幅度为 0.42，日平均盐度为 32.97；A5 站盐度变化范围为 32.88~33.22，变化幅度为 0.34，日平均盐度为 33.08；A6 站盐度变化范围为 32.34~33.07，变化幅度为 0.73，日平均盐度为 32.64。

底层：A4 站盐度变化范围为 34.30~34.47，变化幅度为 0.17，日平均盐度为 34.34；A5 站盐度变化范围为 33.51~34.31，变化幅度为 0.80，日平均盐度为 34.20；A6 站盐度变化范围为 32.52~33.63，变化幅度为 1.11，日平均盐度为 33.24。

(2) 潮期变化

各站不同潮期均表现为随水深增加，海水盐度逐渐增大的特征。从不同潮期比较来看，各站表层盐度分布差异较小，0.6H 层和底层的分布特征一致，即调查海域南侧的 A6 站最大，北侧的 A4 站最小。A4 站有较明显的垂向盐度层结，A6 站表底层差异明显减小。大潮期各站表层盐度平均值为 33.09，0.6H 层为 33.76，底层为 33.94；中潮期各站表层盐度平均值为 33.17，0.6H 层为 33.83，底层为 34.03；小潮期各站表层盐度平均值为 32.90，0.6H 层为 33.61，底层为 33.93。

(3) 垂向变化

各站自表层至底层海水盐度随深度逐渐降低，A4 站的垂向层结最强，A5 站次之，A6 站表底差异较小。A6 站在大潮涨急时刻表底层基本完全混合，显示了琼州海峡潮汐涨落和大小潮周期变化对该海域盐度分布的影响较大。

2.2.2.9 悬浮泥沙

(1) 悬沙含量及其分布特征

大潮调查期间，各站表、中、底层的算术平均含沙量分别为 0.01293kg/m³、0.01430kg/m³、0.01558kg/m³；中潮调查期间，各站表、中、底层的算术平均含沙量分别为 0.00623kg/m³、0.00675kg/m³、0.00872kg/m³；小潮调查期间，各站

表、中、底层的算术平均含沙量分别为 0.00831kg/m^3 、 0.00940kg/m^3 、 0.010956kg/m^3 ，均是底层>中层>表层。

表、中、底层最大含沙量分别为 0.11950kg/m^3 （A8 站，大潮）、 0.12070kg/m^3 （A8 站，大潮）、 0.12630kg/m^3 （A7 站，中潮）。大、中、小潮期间平均含沙量分别为 0.01427kg/m^3 、 0.00723kg/m^3 、 0.00955kg/m^3 ，大潮期>小潮期>中潮期。

大潮观测期间，A1~A9 站平均含沙量分别为 0.00684kg/m^3 、 0.00641kg/m^3 、 0.00890kg/m^3 、 0.00997kg/m^3 、 0.00593kg/m^3 、 0.01446kg/m^3 、 0.01400kg/m^3 、 0.04766kg/m^3 和 0.02871kg/m^3 ，靠近近岸和琼州海峡的 A8 站平均含沙量最大，A9 站次之，离岸稍远的 A1~A5 站的平均含沙量较小，均小于 0.01kg/m^3 ，其中 A5 站的平均含沙量最小；中潮观测期间，A1~A9 站平均含沙量分别为 0.00623kg/m^3 、 0.00695kg/m^3 、 0.00505kg/m^3 、 0.00474kg/m^3 、 0.00594kg/m^3 、 0.00703kg/m^3 、 0.01544kg/m^3 、 0.00648kg/m^3 和 0.00628kg/m^3 ，近岸的 A7 站平均含沙量最大，其余站位的平均含沙量均小于 0.008kg/m^3 ，A4 站的平均含沙量最小；小潮观测期间，A1~A9 站平均含沙量分别为 0.00459kg/m^3 、 0.00510kg/m^3 、 0.00386kg/m^3 、 0.00411kg/m^3 、 0.00879kg/m^3 、 0.01644kg/m^3 、 0.02274kg/m^3 、 0.01079kg/m^3 和 0.00744kg/m^3 ，近岸的 A7 站平均含沙量最大，其次为 A6 站，其 A1~A5 站的平均含沙量均小于 0.00900kg/m^3 ，A3 站的平均含沙量最小。由此可见，大、中、小潮观测期间，观测范围内的平均含沙量空间分布虽不完全相同，但整体上呈现出从近岸到外海、从西到东逐渐减小的趋势。

表 2.2.2-14a 大潮期含沙量特征值统计（单位： kg/m^3 ）（略）

表 2.2.2-14b 中潮期含沙量特征值统计（单位： kg/m^3 ）（略）

表 2.2.2-14c 小潮期含沙量特征值统计（单位： kg/m^3 ）（略）

（2）悬沙含量周日变化特征

一个潮周期内含沙量变化与流速有较密切的关系，大潮期 A6~A9 站表现得较明显，当流速增强时底部泥沙受到冲刷，含沙量增高；而当流速降低到一定程度时，水体中泥沙落淤，含沙量降低。

整体来看，大潮、中潮和小潮期间悬沙含量基本在 0.13kg/m^3 以内，各站悬沙含量在大部分时间段小于 0.015kg/m^3 。

（3）悬沙中值粒径大小及其分布特征

调查海域悬沙颗粒较细,但不同潮期的悬沙颗粒大小是不断变化的。大潮期中值粒径的分布范围为 0.008mm (A8 站)~0.027mm (A3 站),中潮期中值粒径的分布范围为 0.013mm (A1 站)~0.024mm (A4 站),小潮期中值粒径的分布范围为 0.008mm (A6 站)~0.023mm (A2 站);大、中、小潮期悬沙中值粒径的平均值分别为 0.013mm、0.017mm 和 0.012mm,海区悬沙中值粒径的平均值小潮期<大潮期<中潮期。

大、中、小潮期 A1 站~A9 站悬沙中值粒径的平均值分别为 0.015mm、0.016mm、0.016mm、0.016mm、0.014mm、0.011mm、0.016mm、0.011mm 和 0.011mm。各站之间中值粒径差异不大,观测海区西南角的 A6、A8、A9 站的中值粒径相对较小,观测海区东侧 A1~A4 站粒径相对较粗。

悬沙各组成物质中,以粉砂含量最高,为 63.92%~88.29%,平均为 81.24%,粘土含量次之,为 5.36%~22.75%,平均为 12.69%,砂含量次低,为 0.00%~29.40%,平均为 5.97%,砾石含量最低,为 0.00%~3.66%,平均为 0.10%。悬沙组成物质类型有粉砂、粘土质粉砂、砂质粉砂共三种,以粉砂为主。

表 2.2.2-15 各站各潮次悬沙中值粒径平均值统计表(单位: mm) (略)

(4) 悬沙运移及来源分析

各站周日单宽净输沙方向与余流方向在中、小潮基本一致,大潮期在 A7、A9 站二者略有差异,其余站位基本一致,大潮期 A7 站因为东北向流期间悬沙含量高于西南向流期间的含沙量, A9 站因为西北向流期间悬沙含量高于东南向流期间的含沙量,故这 2 个站周日单宽净输沙方向与余流方向存在一定的差别;大潮期, A2、A3、A9 输沙方向为西北向, A1、A7、A8 输沙方向为东北向, A5、A6 输沙方向为东南向;中潮期 A1 输沙方向为西北向, A7、A8 输沙方向仍为东北向, A2、A3、A4、A5、A6、A9 输沙方向为东南向;小潮期各站输沙方向与中潮一致, A1 输沙方向为西北向, A7、A8 输沙方向仍为东北向, A2、A3、A4、A5、A6、A9 输沙方向为东南向。

最大周日单宽净输沙量为 27045.3kg/(m·d),出现在大潮期的 A8 站,对应的净输沙方向为 68°,这与该站在东向流时各层一直保持较高的悬沙含量且东向流对应的悬沙含量高于西向流有关;次大周日单宽净输沙量为 8900.4kg/(m·d),出现在大潮期的 A9 站,对应的净输沙方向为 304°,这与该站在西北向流时各层

一直保持较高的悬沙含量且西北向流对应的悬沙含量高于东南向流有关；最小周日单宽净输沙量为 $6.1\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{d})$ ，出现在大潮期的 A4 站，对应的净输沙方向为 259° ，次小为 $244.6\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{d})$ ，出现在中潮期的 A1 站，对应的净输沙方向为 291° 。

整体上讲，大潮期输沙方向规律性不强，中、小潮期输沙方向从西到东。A6、A8、A9 站输沙量较大，A1、A4 站输沙量较小。

表 2.2.2-16 周日单宽净输沙量 ($\text{kg}/(\text{m}\cdot\text{d})$) 和方向 ($^\circ$) (略)

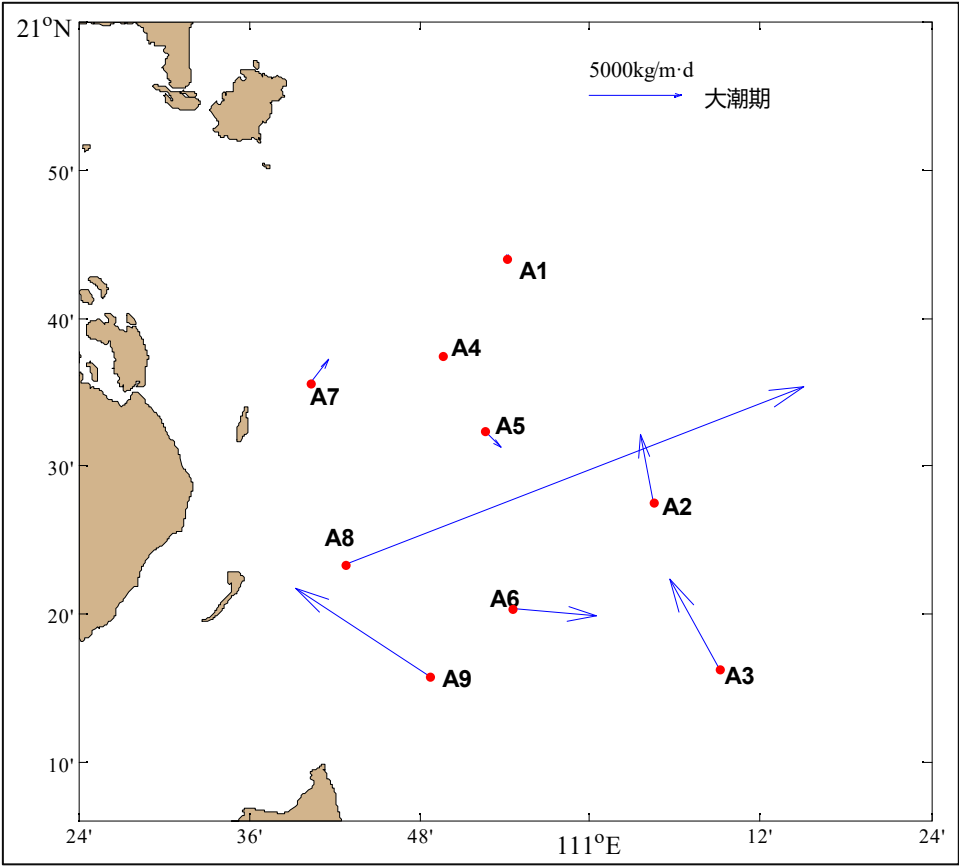


图 2.2.2-9a 大潮期周日单宽净输沙量图

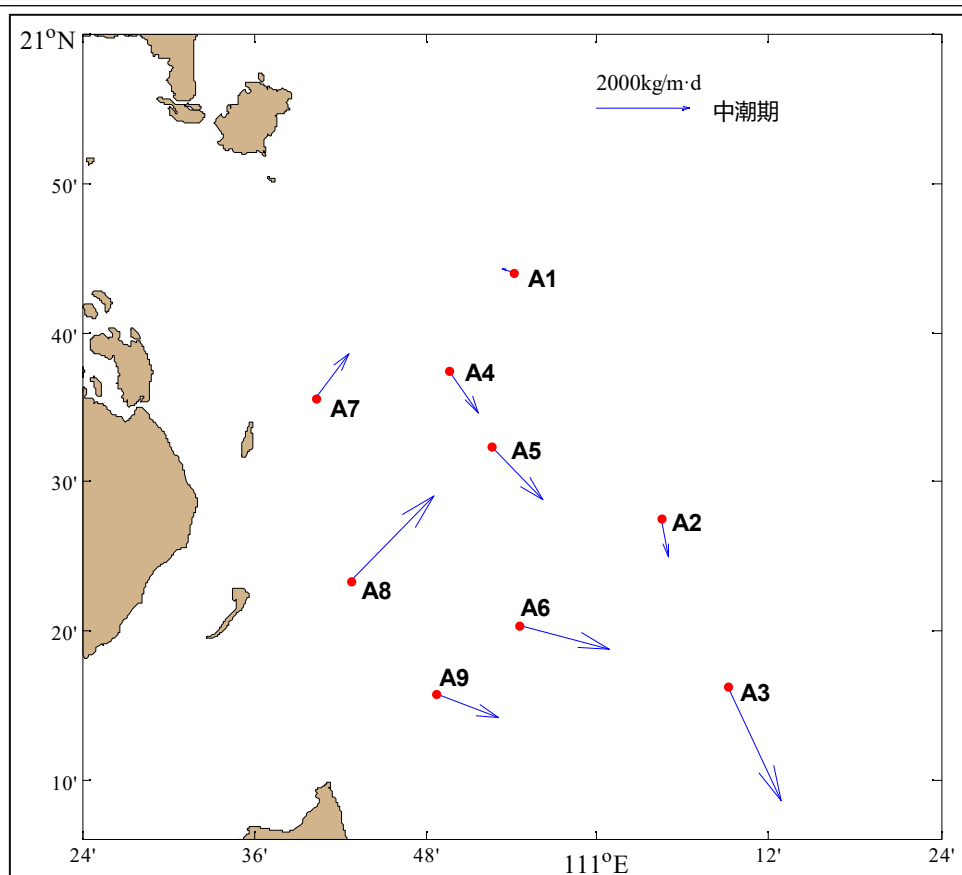


图 2.2.2-9b 中潮期周日单宽净输沙量图

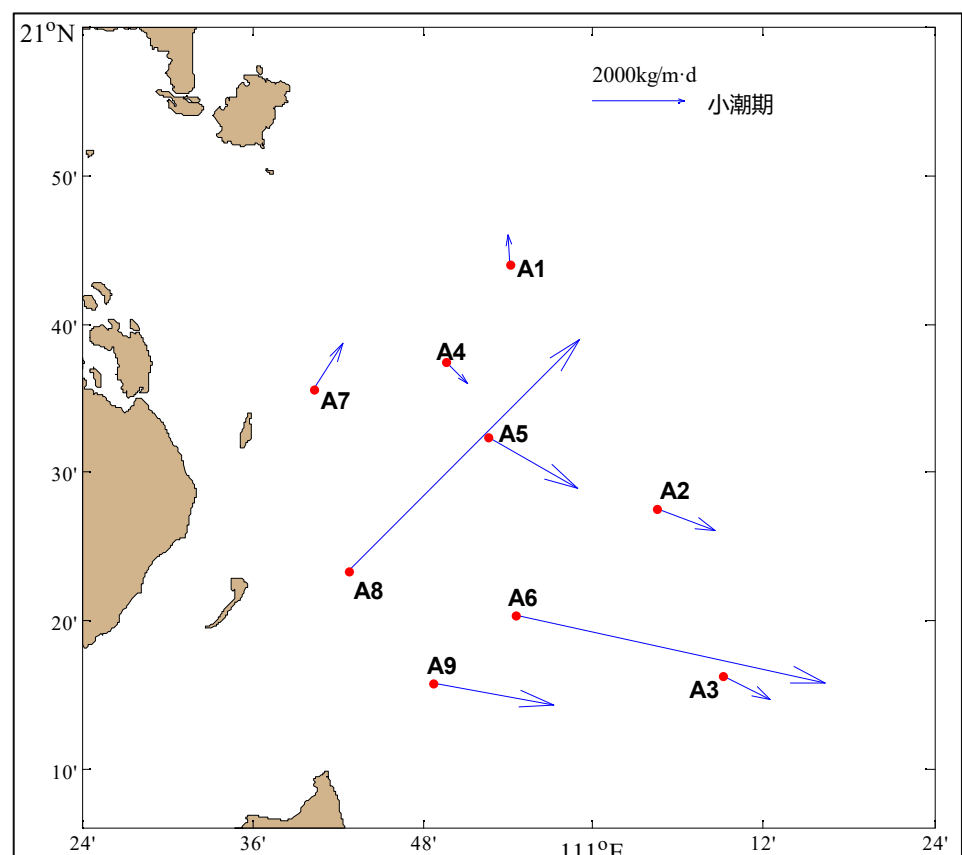


图 2.2.2-9c 小潮期周日单宽净输沙量图

2.2.2.10 表层沉积物

项目海区表层沉积物样品的平均粒级组成为：砾含量 0.14%，砂含量 68.70%，粉砂含量 22.98%，粘土含量 8.32%。沉积物粒级组成以砂为主，粉砂次之。沉积物相对较细，中值粒径在 1.95Φ~8.97Φ之间变化，平均值为 3.53Φ。该片海域表层沉积物中值粒径的分布大致呈现出北侧略粗，南侧略细的分布特征。分选系数在 0.61Φ~2.09Φ之间，平均为 1.09Φ，分选程度差。整体呈现呈南北两侧略小（分选性略好）中部略大（分选性略差）的特征。

2.2.2.11 波浪

根据项目附近的波浪周年观测站 W1 站（坐标：110°45.341'E，20°38.122'N）成果，观测时间为 2019 年 1 月 14 日~2020 年 1 月 13 日。该海域主要受西南季风、东北季风、热带气旋三种天气系统所影响，波浪以风浪为主，年风浪频率达 90%。

周年观测期间，有效波高全年均值为 1.17m，最大值为 5.46m；平均波高全年均值为 0.68m，平均周期为 4.1s。各月最大波高在 2.20~9.12m 之间，说明各月均有大浪发生。2019 年 7 月、8 月台风影响期间，还伴有巨浪发生。台风“韦帕”引起的大浪于 7 月 30 日 17 时开始影响观测海域，8 月 1 日 0 时记录到本次过程的最大波高，最大波高为 9.12m，有效波高为 5.46m。

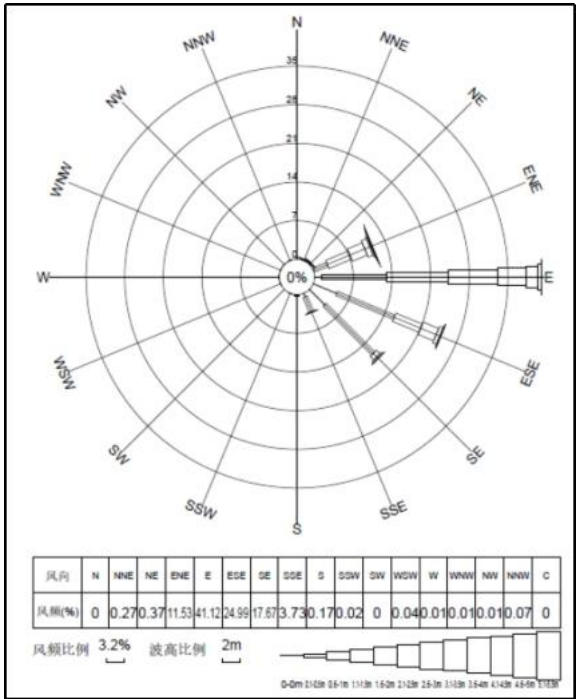


图 2.2.2-10 W1 站全年波浪玫瑰图

2.2.3 海域地形地貌与冲淤

2.2.3.1 地形地貌

本项目位于徐闻县锦和镇东侧海域约 15.8km 外海域，项目区域水深在 25-30m 之间。水下地形较为平坦，属海积地貌单元。项目所在海域水深图详见图 2.2.3-1。

图 2.2.3-1 项目所在区域水深示意图（略）

2.2.3.2 冲淤现状和冲淤变化特征

根据项目附近海域收集到的大范围海图资料主要有：

- 1) 琼州海峡及附近（1:150000），1976 年 10 月版，1962-1973 年测量；
- 2) 琼州海峡（1:150000），2007 年 2 月版，1983-2006 年测量；
- 3) 外罗门至琼州海峡（1:150000），2013 年 1 月版，1983-2012 年测量；
- 4) 外罗门至琼州海峡（1:150000），2018 年 1 月版，2012-2016 年测量。

根据四次海域水深测量时间，主要有三次水深变化，分别为 1962-1973 年测量、1983-2006 年测量和 2012-2016 年测量。

图 2.2.3-1 和 2.2.3-2 为三次水深等深线变化比较图。从 1962-1973 年、2006 年、2016 年等深线变化看，在这近五十多年内，海域水深变化有如下特点：

1) 10m 等深线有东、西略微摆动的趋势，图中深槽 1、2 呈萎缩状态。海图中深槽 1 最大水深在 1962-1973 年为 23.0m，2006 年为 19.4m，2016 年为 13.9m。海图中深槽 2 最大水深 1962-1973 年为 38.0m，2006 年为 44.0m，2016 年为 33.0m；且深槽 2 罗斗沙西北侧 10m 等深线已经不贯通。

2) 5m 等深线新寮岛与硇洲岛之间有略向深海淤涨的态势，新寮岛东面淤涨较为明显；外罗水道外侧两个 5m 浅滩形状在变化。南部主要表现为向陆侵蚀后退的态势。

图 2.2.3-1 10m 等深线变化图（略）

图 2.2.3-2 5m 等深线变化图（略）

2.2.4 工程地质

本节引自周边项目勘测报告，《湛江徐闻海上风电场项目（600MW）岩土工程勘察报告》（国核电力规划设计研究院有限公司，2020年8月）

项目所在海域各岩土层特征按由上至下的揭露顺序描述如下：

第四系全新统海相（Q₄^m）沉积层

①细砂：该层以细砂、中砂、粉砂为主，局部夹粉质黏土或砂质粉土薄层；灰、灰黄、棕黄等色，密实，饱和；主要矿物为石英、长石，砂质较均匀，级配不良；该层在南区分布广泛，且厚度较大，连续性好，北区局部有揭露。

①1 粉砂：该层以粉砂、砂质粉土为主，局部混淤泥或夹软塑黏性土薄层，灰褐、深灰等色，松散，饱和；主要矿物为石英、长石，粘粒、粉粒含量高，总体较均匀，级配不良。该层在北区分布较广泛，局部缺失，南区未揭露，厚度变化较大。

①2 粉砂：该层以粉砂为主，局部夹软塑状态的黏性土、稍密的砂质粉土薄层或呈互层状，深灰、灰褐等色，稍密为主，饱和；主要矿物为石英、长石，粘粒、粉粒含量较高，含少量贝壳碎屑，总体较均匀，级配不良。该层在北区、南区均有分布，呈夹层或透镜体形式分布，厚度变化较大。

①3 粉砂：该层以粉砂为主，局部为细砂或夹软塑状态的黏性土、稍密的砂质粉土薄层，灰黄、灰褐等色，稍密～中密，饱和；主要矿物为石英、长石，粘粒、粉粒含量较高，含少量贝壳碎屑，总体较均匀，级配不良。该层在南区分布广泛，呈夹层分布，局部缺失，北区局部有揭露。

①4 粉砂：该层以粉砂、细砂为主，局部夹可塑状态的黏性土、稍密的砂质粉土薄层，灰黄、灰等色，密实，饱和；主要矿物为石英、长石，粘粒、粉粒含量较高，总体较均匀，级配不良。

②粉质黏土：该层以粉质黏土为主，局部为黏土、砂质粉土或淤泥质粉质黏土，深灰、灰褐等色，可塑状态为主，局部为软塑或硬塑状态，很湿；局部夹粉砂薄层，含少量贝壳碎片。该层在南区分布较广泛，呈夹层分布，北区局部有揭露。

②1 粉砂混淤泥：该层以粉砂混淤泥为主，局部为流塑状态的淤泥、稍密的砂质粉土或夹松散粉砂薄层，灰褐、深灰等色，松散，饱和。土质较均匀，含少

量贝壳碎屑。该层在北区分布普遍南区未揭露该层。

②2 砂质粉土：该层以砂质粉土为主，局部夹松散～稍密的粉砂或软塑状态的黏性土薄层，稍密，很湿；局部混淤泥，含少量贝壳碎屑。该层在北区分布较广泛，呈夹层分布，南区局部有揭露。

②3 粉质黏土：该层以粉质黏土为主，局部为流塑～软塑状态的淤泥质土，深灰、灰等色，软塑状态为主，局部流塑或可塑状态，很湿、饱和；局部夹稍密的粉砂、砂质粉土薄层或呈互层状分布，含少量贝壳碎屑。该层在北、南区分布广泛，呈夹层分布，局部缺失。

②4 粉砂：该层以粉砂为主，局部夹可塑状态的黏性土或二者互层，灰、深灰色，中密为主，局部稍密或密实，饱和；主要矿物为石英、长石，总体较均匀，级配不良。该层在北区分布范围较广，呈夹层分布，局部缺失，厚度较薄，南区局部有揭露。

③砂质粉土：该层以砂质粉土、粉砂为主，夹软塑～可塑状态的粉质黏土薄层，或呈互层状分布，深灰等色，稍密～中密，很湿；该层在北、南区均有分布，分布范围相对较小，厚度小，多呈夹层分布。

③1 粉砂：该层以粉砂为主，局部为细砂或夹黏性土薄层，灰、灰褐等色，中密～密实，饱和；主要矿物为石英、长石，总体较均匀，级配不良。该层在北、南区分布范围较广，呈夹层分布，局部缺失，厚度较薄。

③2 粉质黏土：灰、灰褐等色，软塑～可塑状态，很湿；该层在场区分布范围小，呈透镜体形式分布于③砂质粉土中。

④黏土：该层以黏土为主，局部为粉质黏土或淤泥质土，局部夹粉砂、粉土薄层或呈互层状分布，深灰、灰褐等色，可塑～硬塑状态为主，局部软塑状态，很湿；土质总体均匀，局部含少量贝壳碎屑；该层在场区分布广泛，北区 N1～N13、N22～N26 和南区 S1～S26 区域分布连续，厚度大，层位稳定，均匀性好，其他区域厚度变化及层位起伏较大，其间多加粉砂、细砂、粉土层。

④1 淤泥质粉质黏土：该层以淤泥质粉质黏土为主，局部为粉质黏土或夹砂质粉土、粉砂薄层，深灰、灰褐等色，软塑状态为主，局部流塑状态，很湿，饱和；土质总体均匀，含少量贝壳碎屑。该层分布范围相对较小，在北区局部呈夹层分布，在南区以透镜体形式分布。

④2 黏土：该层以黏土为主，局部为粉质黏土或夹粉土、粉砂薄层，深灰等色，硬塑状态为主，很湿；该层分布范围较小，在局部多呈夹层分布，厚度相对较薄，层位较稳定。

④3 粉质黏土夹粉土：该层以粉质黏土夹粉土为主，局部夹粉砂薄层或呈互层，灰、深灰等色，硬塑状态，很湿；土质均匀性较差。

④4 粉砂：该层以粉砂为主，局部为粉砂夹可塑状态粉质黏土、中密粉土或呈互层状，深灰、灰褐等色，中密为主，局部稍密或密实，级配不良；该层在南区分布较北区广，以夹层或透镜体形式分布，厚度小，变化大，层位不稳定。

④5 细砂：该层以细砂、粉砂为主，局部为中砂或夹砂质粉土、粉质黏土薄层，密实，饱和；主要矿物为石英、长石，总体较均匀，级配不良。该层主要分布于北区部分风机位区域，呈夹层形式分布，局部缺失，其他地段呈透镜体形式分布；局部缺失，厚度较薄。

中更新统北海组河流冲积相沉积层（Q₂^{al}）

⑤细砂：该层以细砂、粉砂为主，局部为中砂、粗砂及少量砾砂，局部夹黏性土、粉土薄层或呈互层分布，褐黄、灰黄、灰等色，密实，饱和；主要矿物为石英、长石，砂质总体较均匀，级配一般，局部有轻微胶结；该层与⑤1 中砂、⑤2 粉砂夹粉质黏土一起构成连续性好、层位较稳定、厚度大的砂土层，在场区分布普遍，其间夹⑤3 黏土、⑤4 黏土夹粉土层。

⑤1 中砂：该层以中砂为主，局部为细砂、粗砂或少量砾砂，浅黄、褐黄、灰黄、灰等色，密实，饱和；主要矿物为石英、长石，砂质总体较均匀，磨圆度较差，级配良好，局部夹黏性土、粉土薄层，混砾石或有轻微胶结，含少量贝壳碎片。该层在场区分布较广，厚度整体较大。

⑤2 粉砂夹粉质黏土：该层以粉砂夹粉质黏土或二者互层为主，局部夹细砂、中砂、黏土、粉土薄层，灰、深灰、灰黄等色，砂土呈密实状，饱和，黏性土呈硬塑状态，很湿；砂土主要矿物为石英、长石，均匀性总体较差，级配一般，局部有轻微胶结，含少量贝壳碎屑。该层在场区分布较广，在局部多以夹层形式分布，厚度变化大，层位稳定性和连续性较差。

⑤3 黏土：该层黏土为主，局部为粉质黏土或夹粉砂、粉土薄层，灰褐、深灰、灰黄等色，硬塑状态，很湿。局部砂粒含量高，含有少量贝壳碎屑。该层在

场区分布较广，在多以夹层形式分布，厚度较小，层位稳定性较差。

⑤4 黏土夹粉土：该层以黏土为主，夹粉土、粉砂层，灰、灰褐等色，黏土呈硬塑状态，很湿，粉土、粉砂呈密实状，很湿、饱和；土质均匀性总体较差，含少量贝壳碎屑。该层在场区分布范围较广，多以夹层或透镜体形式局部分布，厚度变化大，层位稳定性和整体连续性较差。

早更新统湛江组海陆交互相沉积层（ Q_1^{m+al} ）

⑥黏土：该层以黏土为主，局部为粉质黏土，夹粉砂、细砂、砂质粉土薄层或呈互层状，灰、灰褐、深灰、黄褐等色，硬塑状态为主，局部坚硬状态，很湿；土质均匀性总体较好，局部混少量砾石或轻微胶结，含少量贝壳碎片，局部富集；其间夹⑥1 黏土夹粉砂、⑥2 粉砂夹粉质黏土、⑥3 中砂、⑥4 粉砂层。该层在场区普遍分布，所有勘探点均有揭露，厚度大，层位总体稳定。

⑥1 黏土夹粉砂：该层以粉质黏土、黏土为主，夹粉砂、砂质粉土，局部呈互层状，灰褐、深灰等色，黏性土呈硬塑状态，很湿，砂土、砂质粉土呈密实状，饱和、很湿；土质均匀性总体较差，含少量贝壳碎屑。该层在场区分布范围较广，呈夹层或透镜体形式局部分布，厚度变化大，层位稳定性和整体连续性较差。

⑥2 粉砂夹粉质黏土：该层以粉砂、细砂为主，夹黏性土，局部呈互层状，灰、深灰等色，粉砂、砂质粉土呈密实状，粉质黏土呈硬塑状态，饱和、很湿；均匀性总体较差，含少量贝壳碎屑。该层在场区分布范围较广，多以夹层或透镜体形式局部分布，厚度变化大，层位稳定性和整体连续性较差。

⑥3 中砂：该层以中砂、细砂为主，局部为粉砂、粗砂或少量砾砂，灰、灰黄、黄褐、深灰等色，密实，饱和；主要矿物为石英、长石，砂质总体较均匀，磨圆度较差，级配一般，局部夹黏性土、砂质粉土层，混少量砾石，黏粒、粉粒含量高或有轻微胶结，含少量贝壳碎片。该层在场区分布较广，以夹层或透镜体形式分布于⑥黏土中，厚度变化大，层位稳定性和整体连续性较差。

⑥4 粉砂：该层以粉砂、细砂为主，局部夹黏性土、粉土薄层，或呈互层状，灰褐、深灰等色，密实，饱和；主要矿物为石英、长石，砂质总体较均匀，级配一般，含少量贝壳碎片。该层在场区分布较小，多以透镜体或夹层形式局部分布，厚度总体较小，层位稳定性和整体连续性较差。

⑥5 黏土：该层以黏土、粉质黏土为主，局部夹砂质粉土，灰、灰褐等色，

坚硬塑状态，很湿；土质均匀性总体较好，砂粒含量较高。该层在场区分布范围小。

⑦中砂：该层以中砂为主，局部为粉细砂、粗砂或少量砾砂，灰黄、褐黄、灰褐、深灰等色，密实，饱和；主要矿物为石英、长石，黏粒、粉粒含量高，局部轻微胶结，均匀性差，级配一般，局部夹黏性土、粉土薄层，混少量砾石，含少量贝壳碎片，局部富集。该层在场区分布广，厚度较大，部分风机位未揭穿该层。

⑦1 粉质黏土：该层以粉质黏土、黏土为主，局部夹砂质粉土、粉砂薄层，灰褐、深灰等色，硬塑状态，很湿；土质均匀性总体较好，局部较差，砂粒含量较高，含少量贝壳碎屑。该层在北区分布普遍，南区主要分布于西南部，主要以夹层形式分布。

⑦2 粉质黏土夹粉砂：该层以粉质黏土、砂质粉土夹粉砂为主，或呈互层分布，灰、灰褐色，粉质黏土呈硬塑状态，很湿，砂质粉土、粉砂呈密实状，很湿，饱和；砂粒含量高，含少量贝壳碎屑，均匀性较差。该层在场区分布范围有限，主要以夹层或透镜体形式局部分布，厚度变化大，层位稳定性和连续性差。

⑦3 粉砂：该层以粉砂为主，局部为细砂或夹砂质粉土、粉质黏土薄层，灰、灰褐等色，密实，饱和；黏粒、粉粒含量高，含少量贝壳碎屑，均匀性较差。该层在场区分布范围有限，主要以夹层或透镜体形式局部分布，厚度总体较小，层位稳定性和连续性差。

⑧中砂：该层以中砂为主，局部为细砂或粗砂，黄褐、灰黄、灰褐、深灰等色，密实，饱和；主要矿物为石英、长石，黏粒、粉粒含量高，局部轻微胶结，均匀性较差，级配一般，局部夹黏性土、粉土薄层，混少量砾石，含少量贝壳碎片。

⑧1 黏土：该层以黏土、粉质黏土为主，灰褐、深灰等色，硬塑状态，很湿；土质总体较均匀，砂粒含量高，局部夹砂质粉土薄层。

⑧2 细砂：灰、灰黄等色，密实，饱和；黏粒含量高，含少量贝壳碎屑，均匀性总体较差，级配一般。

⑨粉质黏土：该层以粉质黏土为主，局部为黏土或砂质粉土，灰、灰褐等色，硬塑状态，很湿；砂粒含量高，含少量贝壳碎屑，土质总体较均匀。

⑨1 细砂：该层以细砂为主，局部夹粉质黏土薄层；灰、灰褐等色，密实，饱和；黏粒含量高，混少量砾石，均匀性总体较差，级配一般。该层主要揭露于北、南区升压站区，以夹层形式分布于⑨粉质黏土中，厚度小，层位稳定，连续性好。

⑩中砂：该层以中砂为主，局部夹粉质黏土薄层，灰、灰褐、灰黄等色，密实，饱和；主要矿物为石英、长石，黏粒、粉粒含量高，混少量砾石，含少量贝壳碎片，局部轻微胶结，均匀性一般，级配一般。

⑩1 粉砂：该层以粉砂、细砂为主，灰、深灰等色，密实，饱和；主要矿物为石英、长石，砂质较均匀，级配一般。

⑩2 粉质黏土夹粉砂：该层以粉质黏土、砂质粉土夹粉砂为主，或呈互层分布，灰、灰褐色，粉质黏土呈硬塑状态，很湿，砂质粉土、粉砂呈密实状，很湿，饱和；砂粒含量高，含少量贝壳碎屑，均匀性一般。

⑪黏土：该层以黏土为主，局部为粉质黏土或夹粉土、粉砂薄层，灰褐色，硬塑状态，很湿；砂粒含量高，含少量贝壳碎屑，土质均匀。

⑪1 细砂：灰褐等色，密实，饱和；粘粒含量高，混少量砾石，含少量贝壳碎屑，均匀性总体较差，级配一般。

图 2.2.4-1 钻孔平面布置图（略）

图 2.2.4-2 工程地质剖面图（8—8'）（略）

图 2.2.4-3 钻孔柱状图（S34）（略）

2.2.5 海洋自然灾害

2.2.5.1 热带气旋

据统计，每年影响湛江的台风约 3 次，最多年份 7 次，最少年份 0 次。从月份分布来看 6-10 月是台风主要影响期，此期间影响湛江的台风是全年总数的 90% 以上，其中 8-9 月最多，占 50% 以上，尤其 7 月下旬，8 月中旬，9 月上旬最密。

热带气旋常常带来大风、暴雨、大浪和风暴潮等灾害天气，对当地渔船、养

殖业等造成严重损失。台风影响湛江地区最强的极大风速值为 57m/s（1996 年 9 月 9 日的“莎莉”台风）；台风影响湛江地区最强的降水达 300~400mm，过程降水日 4~5 天（9402 号台风）。

2011 年 17 号台风“纳沙”于 9 月 29 日登陆海南后，台风“纳沙”29 日 21 时 15 分再次在广东徐闻县登陆，登陆时中心风力 12 级，给广东带来大风、暴雨、大浪和风暴潮。

2012 年第 13 号台风“启德”于 8 月 17 日 12 时 30 分前后在广东省湛江市麻章区湖光镇沿海登陆，登陆时中心附近最大风力有 13 级（38m/s）。

2014 年 9 号超级台风“威玛逊”在登陆中国海南省文昌市，历史记录，成为建国以来登陆中国最强台风，登陆时 17 级。

2014 年 15 号台风“海鸥”9 月 16 日 9 时 40 分，“海鸥”登陆我国海南省文昌市翁田镇沿海；之后，12 时 45 分前后再登广东徐闻沿海，登陆时强度为台风级（13 级，40 米/秒）。

2015 年 22 号台风“彩虹”（强台风级）于 10 月 4 日 14 时 10 分在湛江市坡头区沿海登陆，登陆时中心附近最大风力 50 米/秒（15 级），为 1949 年以来（有台风气象记录以来）10 月份登陆广东的最强台风。

2017 年有 4 个热带气旋影响湛江，其中 1 个台风（“卡努”）登陆湛江徐闻。

2018 年 6 月 6 日 6 时 25 分，台风艾云尼在广东省湛江市徐闻县新寮镇沿海第 1 次登陆，登陆时中心附近最大风力 8 级。“百里嘉”于 2018 年 9 月 13 日 8 时 30 分前后在广东省湛江市坡头区沿海登陆，登陆时中心附近最大风力有 10 级（25m/s）。

“韦帕”于 2019 年 8 月 1 日 17 时 40 分许在广东省湛江市坡头区沿海再次登陆，登陆时中心附近最大风力仍有 9 级（23m/s）。

2021 年 10 月 13 日 15 时 40 分前后，台风“圆规”在海南省琼海市沿海登陆，登陆时中心附近最大风力 12 级（33 米/秒），中心最低气压为 975 百帕。

2022 年 8 月 10 日 10 时 50 分前后，台风“木兰”在湛江徐闻沿海地区登陆，登陆时中心附近最大风力 9 级（23 米/秒），中心最低气压 992 百帕。

2023 年 7 月 17 日 22 时 20 分前后，“泰利”以台风级强度在广东省湛江市

南三岛沿海登陆，登陆时中心附近最大风力 13 级（38 米/秒），中心最低气压 965 百帕。

2.2.5.2 风暴潮

湛江海域风暴潮发生次数多、强度大、连续性明显，影响范围广，突发性强，灾害损失大。风暴增水多出现于 4~12 月，8 月份和 9 月份是发生次数最多的月份。台风在湛江港及其西南方向登陆时，主要造成正的风暴增水；台风在湛江港东面登陆时，造成的正增水比较小，通常情况下，台风登陆后，湛江港出现负增水。2011-2023 年对湛江影响较大的风暴潮如下表 2.2.5-1。

表 2.2.5-1 2011-2023 年对湛江影响较大的风暴潮情况表

年份	名字	登陆点	登陆时间	风级	风暴增水
2011 年	1117 纳沙	海南省文昌市翁田镇	2011-9-29 (14 时)	14 级 (42m/s)	南渡站 (399cm)、湛江站 (超过 300cm)
2012 年	1213 启德	湛江市麻章区湖光镇	2012-8-17 (12 时)	13 级 (38m/s)	湛江站 (260cm)、硃洲站 (172cm)、南渡站 (202cm)
2013 年	1306 温比亚	湛江市东海岛	2013-07-02 (05 时)	10 级 (28m/s)	珠江口以西沿岸 (38~182cm)、湛江站 (159cm)
2014 年	1409 威马逊	湛江市徐闻县	2014-07-18 (20 时)	16 级 (55m/s)	南渡站 (392cm)、硃洲站 (260cm)、湛江站 (256cm)
2014 年	1415 海鸥	湛江市徐闻县	2014-09-16 (13 时)	13 级 (40m/s)	南渡站 (495cm)、硃洲站 (388cm)、湛江站 (433cm)
2015 年	1522 彩虹	湛江市坡头区	2015-10-04 (13 时)	15 级 (50m/s)	南渡站 (113cm)、硃洲站 (188cm)、湛江站 (212cm)
2016 年	1608 电母	湛江市徐闻县	2016-08-18 (15 时)	8 级 (20m/s)	珠江口到粤西沿岸 (30~60cm)
2016 年	1621 莎莉嘉	海南省万宁市和乐镇	2016-10-18 (9 时)	14 级 (45m/s)	南渡站 (119cm)、硃洲站 (117cm)、湛江站 (110cm)
2017 年	1720 卡努	湛江市徐闻县	2017-10-16 (03 时)	10 级 (25m/s)	湛江站 (121cm)、硃洲站 (119cm)、南渡站 (177cm)、海安站 (62cm)
2018 年	1804 艾云尼	湛江市徐闻县新寮镇	2018-06-06 (6 时)	8 级 (20m/s)	雷州半岛东岸 (40~70cm)
2018 年	1816 贝碧嘉	雷州市东里镇	2018-08-15 (21 时)	9 级 (23m/s)	广东珠江口到雷州半岛东岸沿海 (30~100cm)
2019	1907 韦帕	广东省湛	2019-08-01	9 级	硃洲站 (140cm)

年份	名字	登陆点	登陆时间	风级	风暴增水
年		江市	(17 时)	(23m/s)	
2021 年	2107 查帕卡	阳江市江城区沿海	2021-7-20 (21 时)	12 级 (33m/s)	粤西沿岸各海洋站 (35-40cm)
2021 年	2118 圆规	海南省琼海市沿海	2021-10-13 (15 时)	12 级 (33m/s)	硃洲站 (197cm)、湛江站 (211cm)、海安站 (94cm)
2022 年	2203 暹芭	茂名市电白区沿海	2022-7-2 (15 时)	12 级 (35m/s)	湛江站 (101cm)、南渡站 (154cm)、硃洲站 (100cm)
2022 年	2209 马鞍	茂名市电白区沿海	2022-8-25 (10 时)	12 级 (33m/s)	湛江站 (79cm)、南渡站 (155cm)、硃洲站 (58cm)
2023 年	2304 泰利	广东省湛江市南三岛沿海	2023-7-17 (22 时)	13 级 (38m/s)	海安站 (75cm)、湛江站 (113cm)、硃洲站 (74cm)
2023 年	2309 苏拉	广东省珠海市金湾区沿海	2023-9-2 (3 时)	14 级 (45m/s)	海安站 (49cm)、湛江站 (55cm)、硃洲站 (47cm)

2.2.6 海水水质现状调查与评价

本节引用《湛江徐闻海上风电场项目海洋环境质量现状调查报告》(单位略, 2024 年 7 月), 于 2024 年 3 月在项目附近海域进行的海洋环境现状调查数据。

2.2.6.1 调查概况

本次调查时间为 2024 年 3 月 28 日~3 月 31 日、4 月 10 日, 共设水质调查站位 21 个, 沉积物调查站位 12 个, 生物质量调查站位 3 个, 海洋生态调查站位(含渔业资源)14 个, 潮间带调查断面 3 条。具体调查站位详见表 2.2.6-1 和图 2.2.6-1。

表 2.2.6-1 春季海洋环境现状调查站位(略)

图 2.2.6-1 春季调查站位布设示意图(略)

2.2.6.2 调查项目

调查项目包括水温、pH 值、盐度、石油类、溶解氧、生化需氧量、化学需氧量、氨氮、亚硝酸氮、硝酸氮、活性磷酸盐、悬浮物、汞、铜、铅、锌、镉、砷、总铬、镍、硒、挥发酚、活性硅酸盐。

2.2.6.3 采样与分析方法

(1) 采样方法

所用调查船只进入预定站位，使用 GPS 进行定位，测量水深。根据实测水深，进行透明度等现场观测，并按照《海洋监测规范》（GB17378.3-2007）的要求采集水样，分层采样层次要求见下表。

表 2.2.6-2 水质分层采样层次

水深范围/m	标准层次	底层与相邻标准层次最小距离
小于 10	表层	---
10~25	表层、底层	---
25~50	表层、10m、底层	---
50~100	表层、10m、50m、底层	50
100 以上	表层、10m、50m、以下水层酌情加层、底层	10

注 1：表层系指海面以下 0.1~1m；

注 2：底层，对河口及港湾海域最好离底 2m 的水层，深海或大风浪可酌情增大离底距离。

采样时严禁船舶排污，采样位置应远离船舶排污口，并严格按照相关规定程序和操作要求进行样品的分装、预处理、编号记录、贮存和运输。

(2) 分析方法

样品的分析按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《水质 溶解氧的测定 电化学探头法》（HJ 506-2009）、《海洋调查规范 第 4 部分：海水化学要素调查》（GB/T 12763-2007）、《水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法》（HJ 1226-2021）进行，各项目的分析方法如表 2.2.6-3。

表 2.2.6-3 春季海水调查项目及分析方法

检测项目	检测方法	仪器型号	检出限
pH	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（26）	PHBJ-260 型	/
水温	《水质 水温的测定 温度计或颠倒温度计测定法》GB 13195-91	SWJ-73（-2~40）℃ 0.2℃分度	/
溶解氧	《水质 溶解氧的测定 电化学探头法》 HJ 506-2009	JPB-607A 型	/
盐度	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（29.1）	8371 盐度计	/
化学需氧量	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（32）	聚四氟乙烯滴定管 /50mL	0.20mg/L
铬	《海洋监测规范 第 4 部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（10.1）	原子吸收分光光度计 ZA3000	0.4μg/L

检测项目	检测方法	仪器型号	检出限
锌	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（9.1）	原子吸收分光光度计 ZA3000	3.1μg/L
铜	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（6.1）	原子吸收分光光度计 ZA3700	0.2μg/L
铅	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（7.1）	原子吸收分光光度计 ZA3000	0.03μg/L
镉	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（8.1）	原子吸收分光光度计 ZA3700	0.01μg/L
砷	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（11.1）	原子荧光分光光度计 AFS9710	0.05μg/L
汞	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（5.1）	原子荧光分光光度计 BAF-2000	0.007μg/L
硒	《近岸海域环境监测技术规范 第三部分 近岸海域水质监测》 HJ 442.3-2020 附录 G	宝德原子荧光光度计 BAF-2000	0.2μg/L
镍	《海洋监测规范 第4部分 海水分析》 GB 17378.4-2007（42）	原子吸收分光光度计 ZA3700	0.5μg/L
活性磷酸盐	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 （GB17378.4-2007） 39.1 磷钼蓝分光光度法	可见分光光度计 /SP-722/YH-100	0.02μmol/dm ³
无机氮	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（35）	/	0.0007mg/L
硝酸盐氮	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（38.1）	紫外-可见分光光度计 Ultra-3660	0.05μmol/dm ³
亚硝酸盐氮	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（37）	紫外-可见分光光度计 Ultra-3660	0.02μmol/dm ³
氨氮	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（36.2）	紫外-可见分光光度计 Ultra-3660	0.0025mg/L
硫化物	《水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法》HJ 1226-2021	紫外-可见分光光度计 Ultra-3660	0.003mg/L
挥发酚	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 4-氨基安替比林分光光度法 19	紫外可见分光光度计 SP-1920	0.0011mg/L
石油类	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007 紫外分光光度法 13.2	紫外-可见分光光度计 Ultra-3660	3.5μg/L
悬浮物	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB/T17378.4-2007	分析精密天平 /GL224I-1SCN/YH-075	4mg/L
生化需氧量	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 （GB17378.4-2007） 33.1 五日培养法	生化培养箱 /LRH-150/YH-089	0.5mg/L

检测项目	检测方法	仪器型号	检出限
活性硅酸盐	《海洋监测规范 第4部分：海水分析》 GB 17378.4-2007（17.1）	紫外-可见分光光度计 Ultra-3660	0.05mg/L

2.2.6.4 评价方法与评价标准

(1) 评价方法

采用单因子指数法对海水水质现状进行评价，污染指数大于 1 表示超过了规定的水质标准。各监测项目的污染指数计算公式如下：

除 pH、DO 外的其它污染物的标准指数：

环境质量现状评价采用单项标准指数法。计算公式为：

$$S_{ij} = C_{ij} / C_{s,i}$$

式中：\$S_{i,j}\$—\$i\$ 污染物在 \$j\$ 点的污染指数；

\$C_{i,j}\$—\$i\$ 污染物在 \$j\$ 点的实测浓度，mg/L；

\$C_{s,i}\$—\$i\$ 污染物的评价标准，mg/L。

溶解氧的标准指数为：

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

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

式中：\$S_{DO,j}\$—溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

\$DO_j\$—溶解氧在 \$j\$ 点的实测统计代表值，mg/L；

\$DO_s\$—溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

\$DO_f\$—饱和溶解氧浓度，mg/L，对于河流，\$DO_f = 468 / (31.6 + T)\$，对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域，\$DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)\$；

\$S\$—实用盐度符号，量纲一；

\$T\$—水温，℃。

pH 的标准指数为：

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

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

式中： $S_{pH,j}$ —pH 值的指数，大于 1 表明该水质因子超标；

pH_j —pH 值实测统计代表值；

pH_{su} —pH 评价标准的上限值；

pH_{sd} —pH 评价标准的下限值。

(2) 评价标准

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府〔1999〕68 号）、《关于调整湛江市近岸海域环境功能区划有关问题的复函》（粤办函〔2007〕344 号）规定，各监测站位的水质标准见表 2.2.6-4 和图 2.2.6-2。

表 2.2.6-4 监测站位所处近岸海域环境功能区划水质标准要求表

调查站位	标准要求
1#、2#、7#、8#、13#、19#、25#	执行海水水质第一类标准

注：3#、4#、5#、9#、10#、14#、15#、16#、20#、21#、22#、26#、27#、28#站位不位于近岸海域功能区划中，无水质目标管理要求，按水质类别符合性分析，即从第一类标准开始评价，评价到达标为止。

图 2.2.6-2 监测站位所处近岸海域环境功能区划示意图（略）

海域水质现状评价依据标准《海水水质标准》（GB3097-1997），见表 2.2.6-5。

表 2.2.6-5 海水水质标准 单位：mg/L（pH 除外）

水质指标	第一类	第二类	第三类	第四类
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
化学需氧量≤	2	3	4	5
溶解氧>	6	5	4	3
活性磷酸盐≤（以 P 计）	0.015	0.030	0.030	0.045
无机氮≤（以 N 计）	0.200	0.300	0.400	0.500
石油类≤	0.05	0.05	0.30	0.50
铜≤	0.005	0.010	0.050	0.050
铅≤	0.001	0.005	0.010	0.050
锌≤	0.020	0.050	0.100	0.500
镉≤	0.001	0.005	0.010	0.010
汞≤	0.00005	0.0002	0.0002	0.0005
砷≤	0.020	0.030	0.050	0.050
总铬≤	0.050	0.100	0.200	0.500
硫化物≤（以硫计）	0.020	0.050	0.100	0.250
生化需氧量	1	3	4	5
硒	0.010	0.020	0.020	0.050
镍	0.005	0.010	0.020	0.050
挥发性酚≤	0.005	0.005	0.010	0.050

2.2.6.5 海洋水质调查结果与评价

(1) 调查结果

春季各站位水质监测结果见表 2.2.6-6。

(2) 评价结果

采用上述单项指数法,对现状监测结果进行标准指数计算,各监测点水质评价因子的标准指数见表 2.2.6-7。

执行第一类海水水质标准的站位:1#、2#、7#、8#、13#、19#、25#。由监测结果及标准指数表结果可知:主要超标监测因子为生化需氧量、铅、汞和活性磷酸盐,超标率分别为 33.3%、44.4%、44.4%、22.2%。生化需氧量在 2#表层、7#表层、8#底层超过海水水质第一类标准,但均符合海水水质第二类标准。铅在 1#表层、7#表层、13#表层、19#表层超过海水水质第一类标准,但均符合海水水质第二类标准。汞在 7#表层、8#表底层、25#表层超过海水水质第一类标准,但均符合海水水质第二类标准。活性磷酸盐在 13#表层、25#表层超过海水水质第一类标准,但符合海水水质第二类标准。

3#、4#、5#、9#、10#、14#、15#、16#、20#、21#、22#、26#、27#、28# 站位不位于近岸海域功能区划中,无水质目标管理要求,按水质类别符合性分析,即从第一类标准开始评价,评价到达标为止。由监测结果及标准指数表结果可知:所有站位的溶解氧、pH、石油类、化学需氧量、铜、铅、镉、铬、镍、砷、硒、无机氮、挥发酚均符合海水水质第一类标准。生化需氧量在 3#表层、4#底层、5#表层、9#底层、10#表层和底层、14#表层、15#表层超过海水水质第一类标准,但均符合海水水质第二类标准。锌在 5#表中层超过海水水质第一类标准,但均符合海水水质第二类标准。汞在 5#表底层、9#表底层、10#表中底层、15#底层、16#表中底层、20#表底层、21#底层、22#表中底层、26#表层、27#表底层、28#表底层超过海水水质第一类标准,但均符合海水水质第二类标准。活性磷酸盐在 20#表底层、26#表底层、28#表层超过海水水质第一类标准,但均符合海水水质第二类标准。

综上,本次调查执行近岸海域环境功能区划相应水质标准限值要求的站位中,部分站位的生化需氧量、铅、汞和活性磷酸盐超过其相应功能区水质标准限值要求,其余站位均符合。按水质类别符合性评价的站位,部分站位的生化需氧量、锌、汞和活性磷酸盐超过海水水质第一类标准,但均符合海水水质第二类标准。

2.2.7 海洋沉积物质量现状调查与评价

本节引用《湛江徐闻海上风电场项目海洋环境质量现状调查报告》（单位略，2024 年 7 月），于 2024 年 3 月在项目附近海域进行的海洋沉积物质量现状调查数据。具体站位详见 2.2.6.1 节。

2.2.7.1 调查项目

调查项目包括沉积物粒度、pH、含水率、有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、砷、总铬。

2.2.7.2 采样与分析方法

（1）采样方法

根据《海洋监测规范》（GB 17378.3-2007）中的要求，进行沉积物样品的采集、保存与运输。到达指定站位后，将绞车的钢丝绳与 0.1m² 和 0.05m² 抓斗式采泥器连接，同时测量站位水深，开动绞车将采泥器下放至离海底 3m~5m 时，全速开动绞车使其降至海底。然后将采泥器提至接样板上，打开采泥器上部耳盖，轻轻倾斜使上部积水缓慢流出后，用塑料勺从采泥器耳盖中仔细取上部 0cm~1cm 的沉积物。如遇砂砾层，可在 0cm~3cm 层内混合取样。现场记录底质类型，并分装与处理、保存。

（2）分析方法

样品的分析按照《海洋监测规范》（GB 17378.5-2007）、《海洋监测技术规范 第 2 部分：沉积物》（HY/T 147.2-2013）进行，各项的分析方法如表 2.2.7-1。

表 2.2.7-1 沉积物项目及分析方法

检测项目	检测方法	仪器型号	检出限
pH	《海洋调查规范 第 8 部分：海洋地质地球物理调查》GB/T 12763.8-2007	PHS-3E	/
含水率	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（19）	电子天平 ATX124	/
有机碳	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（18.1）	/	/
石油类	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（13.1）	荧光分光光度计 F97	1.0（10 ⁻⁶ ）
硫化物	《海洋监测规范 第 5 部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（17.1）	UV-2600	0.3（10 ⁻⁶ ）

检测项目	检测方法	仪器型号	检出限
铬	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（10.1）	安捷伦 7800 ICP-MS	2.0（10 ⁻⁶ ）
铜	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（6.1）	安捷伦 7800 ICP-MS	0.5（10 ⁻⁶ ）
锌	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（9.1）	安捷伦 7800 ICP-MS	6.0（10 ⁻⁶ ）
镉	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（8.1）	安捷伦 7800 ICP-MS	0.04（10 ⁻⁶ ）
铅	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（7.1）	安捷伦 7800 ICP-MS	1.0（10 ⁻⁶ ）
汞	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（5.1）	原子荧光光度计 AFS 9710	0.002（10 ⁻⁶ ）
砷	《海洋监测规范 第5部分：沉积物分析》GB 17378.5-2007（11.1）	原子荧光光度计 AFS 9710	0.06（10 ⁻⁶ ）
粒度	《海洋调查规范 第8部分：海洋地质地球物理调查》GB/T12763.8-2007 6.3	激光粒度分析仪 LS-POP（9）	/

2.2.7.3 评价方法与评价标准

（1）评价方法

采用单项参数标准指数法计算沉积物的质量指数，即应用公式 $P_i = C_i / C_{si}$ 。

式中： P_i —第 i 种评价因子的质量指数；

C_i —第 i 种评价因子的实测值；

C_{si} —第 i 种评价因子的标准值。

沉积物质量评价因子的标准指数 >1 ，则表明该项指标已超过了规定的沉积物质量标准。

（2）评价标准

各沉积物质量监测站位按沉积物质量类别符合性分析，即海洋沉积物质量评价从《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）的第一类标准开始评价，超过评价标准的检测结果，按下一级标准评价，超过第三类海洋沉积物标准的检测数据，评价至第三类海洋沉积物标准。

采用现状评价依据标准《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）进行评价，见表 2.2.7-2。

表 2.2.7-2 海洋沉积物质量标准

沉积物质量指标	第一类	第二类	第三类
---------	-----	-----	-----

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

2.2.7.4 海洋沉积物质量调查结果与评价

(1) 调查结果

调查海域沉积物类型主要为砂，5#站位为粘土质粉砂，15#站位为粉砂质砂，沉积物粒度监测结果详见表 2.2.7-3。

海洋沉积物质量监测结果见表 2.2.7-4。

(2) 评价结果

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点沉积物质量评价因子的标准指数见表 2.2.7-5。

各沉积物质量监测站位按沉积物质量类别符合性分析，即海洋沉积物质量评价从《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）的第一类标准开始评价，超过评价标准的检测结果，按下一级标准评价，超过第三类海洋沉积物标准的检测数据，评价至第三类海洋沉积物标准。由监测结果及标准指数表结果可知：所有海洋沉积物质量调查站位的全部监测因子均符合海洋沉积物质量第一类标准要求。

2.2.8 海洋生物质量现状调查与评价

本节引用《湛江徐闻海上风电场项目海洋环境质量现状调查报告》（单位略，2024 年 7 月），于 2024 年 3 月在项目附近海域进行的海洋生物质量现状调查数据。具体站位详见 2.2.6.1 节。

2.2.8.1 调查项目

调查项目包括石油烃、铜、铅、镉、锌、汞、砷和铬。

2.2.8.2 采样与分析方法

(1) 采样方法

用清洁刮刀从其附着物上采集贝类样品，选取足够数量的完好贝类存于高密度塑料袋中，压出袋内空气，将袋口打结或热封，将此袋和样品标签一起放入聚乙烯袋中并封口，存于冷冻箱中。

(2) 分析方法

样品的预处理和分析方法遵照《海洋监测规范》（GB 17378.6-2007）、《海洋监测技术规程 第3部分：生物体》（HY/T 147.3-2013）进行，各项目分析方法如表 2.2.8-1。

表 2.2.8-1 春季海洋生物质量调查项目及分析方法

检测项目	检测方法	仪器设备	检出限
石油烃	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（13）	荧光分光光度计 F97	0.2（10 ⁻⁶ ）
铬	《海洋监测技术规程 第3部分：生物体》HY/T 147.3-2013（6）	日立原子吸收分光光度计	0.30（10 ⁻⁶ ）
铜	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（6.1）	日立原子吸收分光光度计	0.4（10 ⁻⁶ ）
锌	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（9.1）	日立原子吸收分光光度计	0.4（10 ⁻⁶ ）
砷	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（11.1）	海光原子荧光光度计	0.2（10 ⁻⁶ ）
镉	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（8.1）	日立原子吸收分光光度计	0.005（10 ⁻⁶ ）
铅	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（7.1）	日立原子吸收分光光度计	0.04（10 ⁻⁶ ）
汞	《海洋监测规范 第6部分：生物体分析》GB 17378.6-2007（5.1）	宝德原子荧光光度计	0.002（10 ⁻⁶ ）

2.2.8.3 评价方法与评价标准

(1) 评价方法

采用单项参数标准指数法计算生物的质量指数，即应用公式：

$$P_i = C_i / C_{si}$$

式中：P_i为第 i 种评价因子的质量指数；

C_i为第 i 种评价因子的实测值；

C_{si}为第 i 种评价因子的标准值。

生物评价因子的标准指数 >1 ，则表明该项指标已超过规定的生物质量标准。

(2) 评价标准

5#和 9#站位采集到的贝类按海洋生物质量标准符合性分析。25#采集到的软体类（非双壳贝类）的重金属、石油烃的评价标准参考《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C 其他海洋生物质量参考值中的标准进行评价。

表 2.2.8-2 海洋生物（双壳类贝类）质量标准（GB18421-2001）（鲜重：mg/kg）

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

注：以贝类去壳部分的鲜重计

表 2.2.8-3 海洋生物体质量参考值（湿重：mg/kg）

评价因子 \ 生物类别	软体动物（非双壳贝类）
总汞	0.3
镉	5.5
锌	250
铅	10
铜	100
砷	1
石油烃	20

2.2.8.4 海洋生物质量调查结果与评价

(1) 调查结果

春季海洋生物质量监测结果见表 2.2.8-4。

(2) 评价结果

采用上述单项指数法，对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点生物质量评价因子的标准指数见表 2.2.8-5。

由监测结果及标准指数表结果可知：5#站位贝类的石油烃、铅、铜、铬、锌、汞含量符合海洋生物质量第一类标准要求，镉和砷含量符合海洋生物质量第二类

标准要求；9#站位贝类的石油烃、铅、铜、铬、锌、砷汞含量符合海洋生物质量第一类标准要求，镉含量符合海洋生物质量第二类标准要求。25#站位采集到的软体类的生物体内监测因子均符合《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）中规定的生物质量标准。

2.2.9 海洋生态现状

2.2.9.1 调查概况

本节引用《湛江徐闻海上风电场项目海洋环境质量现状调查报告》（单位略，2024年7月），于2024年3月在项目附近海域进行的海洋生态现状调查数据。具体站位详见2.2.6.1节。

2.2.9.2 调查方法

（1）叶绿素 *a* 和初级生产力

与水质采样相同，根据水深，用采水器采集表、底两层或者表层水样，采样后量取一定体积（2L）水样，经 GF/F 玻璃纤维滤膜过滤（过滤时抽气负压小于 50kPa）后，将滤膜对折，用铝箔包好冷冻保存，带回实验室用分光光度计法测定，分析其水体内叶绿素 *a* 含量的平面分布及季节变化，计算初级生产力。

（2）浮游植物

浮游植物定量分析样品用浅水Ⅲ型浮游生物网自底至表层作垂直拖网进行采集。拖网时，落网速度为 0.5m/s，起网为 0.5m/s~0.8m/s。样品用缓冲甲醛溶液固定，加入量为样品体积的 5%。样品带回实验室经浓缩后镜检、观察、鉴定和计数。分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析。

（3）浮游动物

浮游动物样品用浅水Ⅰ型浮游生物网从底层至表层垂直拖曳采集大型浮游动物。采得的样品在现场用中性甲醛溶液固定，加入量为样品的 5%。在室内挑去杂物后以湿重法称取浮游动物的生物量，然后在体视显微镜下对标本进行鉴定和计数。分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析，并提供其种类名录。

（4）底栖生物

定量样品采用 0.05m² 采泥器，在每站位连续采集平行样品 4 次，0.1m² 采泥器，在每站位连续采集平行样 2 次，经孔径为 0.50mm 的筛网筛洗干净后，剩余物用体积分数为 5%-7%的中性甲醛溶液暂时性保存。样品在实验室内进行计数、称重及种类鉴定，分析其种类组成、数量分布、主要优势种及其多样性分析，并提供其种类名录。

(5) 潮间带生物

在项目附近以及相关敏感目标附近设置潮间带生物调查断面，在各断面潮间带的高、中、低潮区分别采集样品。定性样品在各断面周围随机采取；定量样品根据底质类型采用定量采样框（25cm×25cm）随机抛选。对于软相潮区（泥、沙底质类型），采样时将滩涂定量采样框（25cm×25cm×30cm）插入滩涂内，铲取样框内生物样品，所获生物样品用 5%左右的中性福尔马林溶液固定保存；对于硬相潮区（岩岸类型），采样时选取具有代表性的位置放置定量框（25cm×25cm），铲取框内所有的生物，所获生物样品用 5%左右的中性福尔马林溶液固定保存，带回实验室分析、鉴定、计数和称重。

(6) 鱼卵与仔稚鱼

调查选择适于在调查海域作业且设备条件良好的渔船承担，按照 GB/T12763.6-2007 的相关规定进行样品的采集、保存和运输。定量样品网具使用浅水I型浮游生物网垂直采样，并配置网口流量计，角弧形量角器、沉锤等设备，由海底至海面垂直拖网，落网速度为 0.5m/s，起网速度为 0.5m/s~0.8m/s；定性样品采用大型浮游生物网，以 2kn 速度水平拖拽 10min。

(7) 游泳动物

游泳动物调查按照 GB/T12763.6-2007 的相关规定进行样品的采集、保存和运输。

调查船舶要求：游泳动物调查船应由专业调查船承担，或选择适于在调查海域作业且设备条件良好的渔船承担，调查船舶应具备能在调查海域中定位的卫星定位仪、能在调查海域与陆地基地联络的通讯设备，性能良好的探鱼仪和雷达，能随时观察曳网情况的网位仪，与调查水深和调查网具相匹配的起网机和起吊设备，具备渔获物样品冷藏库或冷冻库。本次调查船舶类型为渔船，调查船号为粤湛渔 07038。

调查工作流程：采用单船单囊底拖网进行作业，网口宽度 15m。调查时间选择在白天进行，综合拖速、拖向、流向、流速、风向和风速等多种因素，在距离站位位置 2nmile~4nmile 处放网，拖速控制在 3kn 左右，经 1 小时后正好到达站位位置或附近。临放网前准确测定船位，放网时间以停止曳纲投放，曳纲着底开始受力时为准。拖网中尽量保持拖网方向朝向拖网站位，注意周围船只动态和调查船的拖网是否正常等，若出现不正常拖网时，视其情况改变拖向或立即起网。临起网前准确记录船位，起网时间以起网机开始卷收曳纲时间为准。如遇严重破网等导致渔获量大量减少时，应重新拖网。

样品处理：将囊网里全部渔获物收集，记录估计的网次总质量（kg）。渔获物总质量在 40kg 以下时，全部取样分析；渔获物大于 40kg 时，从中挑出大型的和稀有的标本后，从渔获物中随机取出渔获物分析样品 20kg 左右，然后把余下的渔获物按品种和不同规格装箱，记录该站位准确渔获物总质量（kg）。

2.2.9.3 计算方法

(1) 初级生产力

采用叶绿素 *a* 法，按照 Cadee 和 Hegeman（1974）提出的简化公式估算：

$$P = C_a Q L t / 2$$

式中：*P*—初级生产力（mg•C/m²•d）；

C_a—叶绿素 *a* 含量（mg/m³）；

Q—同化系数（mg•C/(mgChl-*a*•h)），根据以往调查结果取值为 3.70；

L—真光层的深度（m），采用透明度的 3 倍，当水深小于透明度 3 倍时取水深；

t—白昼时间（h），根据以往调查结果取值，春季取 11h，秋季取 12h。

(2) 优势度(*Y*):

$$Y = \frac{n_i}{N} \cdot f_i$$

(3) *Shannon-Weaver* 多样性指数(*H'*):

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

(4) *Pielou* 均匀度指数(*J*):

$$J=H' / \log_2 S$$

(5) Margalef丰富度指数(D):

$$D= (S-1) / \log_2 N$$

上述 (2) ~ (5) 式中:

n_i —第 i 种的个体数量 (ind);

N —某站总生物数量 (ind);

f_i —某种生物的出现频率 (%);

P_i —第 i 种的个体数与总个体数的比值;

S —出现生物总种数。

(6) 鱼卵仔稚鱼密度:

垂直拖网密度计算:

$$N = \frac{n}{v}$$

式中: N —鱼卵仔稚鱼密度 (ind/m³);

n —每网鱼卵仔稚鱼数量, 单位为 (ind);

v —滤水量 (m³), 等于网口面积×采样绳长;

(7) 渔业资源:

资源数量的评估根据底拖网扫海面积法 (密度指数法), 来估算评价区的资源重量密度和生物个体密度。

$$S= (y) / a (1-E)$$

式中: S —重量密度 (kg/km²) 或个体密度 (ind/km²);

a —底拖网每小时的扫海面积 (扫海宽度取浮纲长度的 2/3);

y —平均重量渔获率 (kg/h) 或平均个体渔获率 (ind/h);

E —逃逸率 (取 0.5)。

(8) 游泳生物优势种

根据渔获物中个体大小悬殊的特点, 选用 Pinkas 等提出的相对重要性指数 IRI , 来分析渔获物在群体数量组成中其生态的地位, 依此确定优势种。

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

式中: N —某一种类的 ind 数占渔获总 ind 数的百分比;

W —某一种类的重量占渔获总重量的百分比;

F—某一种类的出现的断面数占调查总断面数的百分比。

2.2.9.4 海洋生态调查结果

(1) 叶绿素 a 与初级生产力

本次调查海域表层水体叶绿素 a 含量的变化范围为 (0.213~4.19) mg/m³, 平均值为 1.140mg/m³, 最高值出现在调查海域的 8#站位, 最低值出现在调查海域 5#站位。

调查海域各站位初级生产力变化范围为 (80.098~518.681) mg·C/m²·d, 平均值为 220.416mg·C/m²·d, 最高值出现在调查海域的 20#站位, 最低值出现在调查海域的 13#站位。

(2) 浮游植物

1) 种类组成

本次调查共记录浮游植物 3 门 104 种, 其中硅藻门 73 种, 占总种数的 70.19%; 甲藻门 30 种, 占总种数的 28.85%; 金藻门 1 种, 占总种数的 0.96%。

2) 个体数量分布

调查海域各调查站位浮游植物个体数量变化范围为 (31.37~8635.46) ×10³ind/m³, 平均为 1427.46×10³ind/m³, 其中以硅藻门的平均个体数量最高, 为 1337.07×10³ind/m³, 占总个体数量的 93.67%, 甲藻门次之, 平均个体数量为 89.81×10³ind/m³, 占总个体数量的 6.29%, 最后是金藻门平均个体数量为 0.58×10³ind/m³, 仅占总个体数量的 0.04%。

不同站位的个体数量差异较大, 最高个体数量出现在 8#站位, 最低个体数量则出现在 1#站位; 各站位藻类组成主要为硅藻门和甲藻门, 金藻门出现在 3 个站位 (8#、9#和 13#)。

3) 优势种

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准, 本次调查的浮游植物优势种出现 5 种, 分别为膜状舟形藻 (*Navicula membranacea*)、罗氏角毛藻 (*Chaetoceros lauderi*)、透明辐杆藻 (*Bacteriastrum hyalinum* var. *hyalinum*)、星脐圆筛藻 (*Coscinodiscus asteromphalus* var. *asteromphalus*) 和夜光藻 (*Noctiluca scintillans*)。

4) 多样性指数、均匀度指数和丰富度指数

本次调查, 各站位浮游植物种数变化范围 10~47 种。多样性指数范围在

1.21~3.07, 平均值为 2.39, 多样性指数以 22#站位最高, 20#站位最低。均匀度指数范围为 0.34~0.85, 平均值为 0.71, 均匀度指数以 25#站位最高, 20#站位最低。丰富度范围在 2.49~6.08, 平均值为 4.38, 丰富度以 22#站位最高, 1#站位最低。

(3) 浮游动物

1) 种类组成

本次调查共记录浮游动物 6 门 60 种和 18 种浮游幼虫, 其中节肢动物门 47 种、被囊动物门 2 种、刺胞动物门 7 种、软体动物门 1 种、毛颚动物门 2 种和栉板动物门 1 种。

2) 浮游动物生物量和个体数量组成

调查海域各站位浮游动物生物量变化范围为 (25.84~125.78) mg/m³, 平均生物量为 66.58mg/m³。最高值出现在 17#站位, 最低出现在 37#站位。

浮游动物各站位个体数量变化范围为 (188.32~1942.29) ind/m³, 平均个体数量为 634.63ind/m³, 其中以节肢动物门平均个体数量最高, 为 488.54ind/m³, 占总个体数量的 76.98%; 浮游幼虫平均个体数量为 119.44ind/m³, 占总个体数量的 18.82%; 然后是被囊动物门, 平均个体数量为 16.21ind/m³, 占总个体数量的 2.55%。

各站位浮游动物个体数量分布不一, 最高值出现在 21#站位, 最低出现在 5#站位; 大部分站位浮游动物主要为节肢动物和浮游幼虫, 少部分点位被囊动物占比明显。

3) 优势种

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准, 本次调查浮游动物的优势种有 7 种, 分别为肥胖三角溞 (*Evadne tergestina*)、鸟喙尖头溞 (*Penilia avirostris*)、软拟海樽 (*Dolioletta gegenbauri*)、微刺哲水蚤 (*Canthocalanus pauper*)、小拟哲水蚤 (*Paracalanus parvus*)、锥形宽水蚤 (*Temora turbinata*)、瘦尾胸刺水蚤 (*Centropages tenuiremis*)。

4) 多样性指数、均匀度指数和丰富度指数

本次调查海域各测站的浮游动物物种数变化范围为 24~46 种。多样性指数范围 1.27~2.55 之间, 平均值为 2.02, 多样性指数最高出现在 5#站位, 最低出现在

21#站位。均匀度指数变化范围在 0.33~0.77 之间，平均值为 0.57，最高出现在 8#站位，最低出现在 21#站位。丰富度范围 3.38~6.08 之间，平均值为 4.77，丰富度最高出现在 5#站位，最低出现在 1#站位。

(4) 大型底栖生物

1) 种类组成

本次调查共记录底栖生物 4 门 40 种，其中环节动物门 15 种，占总种数的 37.50%；软体动物门 16 种，占总种数的 40.00%；节肢动物门 8 种，占总种数的 20.00%；纽形动物门 1 种，占总种数的 2.50%。

2) 栖息密度与生物量

调查海域底栖生物各监测站位的密度变化范围为 (10.00~170.00) ind/m²，平均值为 49.64ind/m²，以软体动物的平均密度最高，为 29.64ind/m²，占总密度的 59.71%；环节动物次之，平均密度为 10.71ind/m²，占总密度的 21.58%；然后是节肢动物，平均密度为 6.07ind/m²，占总密度的 12.23%。各监测站位的底栖生物密度分布不均匀，组成情况不一，其中 20#站位密度最高，1#站位密度最低。

调查海域底栖生物各监测站位的生物量变化范围为 (0.490~25.510) g/m²，平均值为 4.622g/m²，以软体动物门居首位，平均生物量为 4.250g/m²，占总生物量的 91.93%；其次为环节动物门，平均生物量为 0.204g/m²，占总生物量的 4.41%；然后是节肢动物，平均生物量为 0.111g/m²，占总生物量的 2.40%。调查海域的底栖生物的生物量平面分布不均匀，组成情况不一，其中 1#站位的生物量最高，5#站位生物量最低。

3) 优势种

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准，本次调查海域的底栖生物有 2 个优势种，为纽虫 (*Nemertea*) 和三刻纹楔樱蛤 (*Cadella* sp.)。

4) 多样性指数、均匀度指数和丰富度指数

调查海域的各定量采样站位底栖生物出现种数变化的范围在 2~9 种。多样性指数变化范围在 0.30~2.16 之间，平均值为 1.22，多样性指数最高出现在 22#站位，最低为 3#站位。均匀度指数变化范围在 0.44~1.00 之间，平均值为 0.85，均匀度指数最高出现在 1#站位，最低则为 3#站位。丰富度变化范围在 0.42~3.47 之间，平均值为 1.73，丰富度最高出现在 22#站位，最低为 3#站位。

(5) 潮间带生物

1) 种类组成

本次调查共记录潮间带生物 4 门 34 种, 其中环节动物门 8 种, 占总种数的 23.53%; 节肢动物门 9 种, 占总种数的 26.47%; 软体动物门 16 种, 占总种数的 47.06%; 纽形动物门 1 种, 各占总种数的 2.94%。

2) 栖息密度与生物量

调查海域潮间带生物站位平均密度为 198.21ind/m², 以节肢动物居首位, 平均密度为 99.11ind/m², 占总密度的 50.00%; 其次为软体动物, 平均密度为 74.66ind/m², 占总密度的 37.67%。3 个断面潮间带密度分布: C3 断面的密度最高, 密度为 236.66ind/m², C4 断面的密度最低, 密度为 161.32ind/m²。3 个断面主要为节肢动物和软体动物。

调查海域潮间带生物站位平均生物量为 122.337g/m², 以节肢动物居首位, 平均生物量为 59.331g/m², 占总生物量的 48.50%; 其次为软体动物, 其平均生物量为 57.983g/m², 占总生物量的 47.40%。3 个断面潮间带生物量分布: C2 断面的生物量最高, 生物量为 200.757g/m²; C4 断面的生物量最低, 生物量为 61.508g/m²。3 个断面主要为节肢动物和软体动物。

3) 优势种

以优势度 ≥ 0.02 为判断标准, 本次调查潮间带生物有 5 个优势种, 分别为粗糙拟滨螺 (*Littoraria scabra*)、短指和尚蟹 (*Mictyris brevidactylus*)、韦氏毛带蟹 (*Dotilla wichmanni*)、弓绿螂 (*Glaucanome cerea*)、清白招潮 (*Uca lactea*)。

4) 多样性指数、均匀度指数和丰富度指数

3 条潮间带调查断面的潮间带生物出现种数变化的范围在 15~22 种。多样性指数变化范围在 0.54~1.49 之间, 平均值为 0.89, 多样性指数最高出现在 C4 断面, 最低则为 C2 断面。均匀度指数变化范围在 0.19~0.55 之间, 平均值为 0.32, 均匀度指数最高出现在 C4 断面, 最低则为 C2 断面。丰富度变化范围在 3.24~4.52 之间, 平均值为 3.79, 丰富度最高出现在 C3 断面, 最低为 C4 断面。

2.2.10 珍稀海洋生物

(1) 中华白海豚

① 中华白海豚的分布情况

中华白海豚 (*Sousa chinensis*) 为沿岸河口定栖性小型齿鲸类, 属海豚科, 白海豚属, 1988 年被国务院列为国家一级保护动物。2005 年南京师范大学周开亚团队在湛江东部雷州湾海域进行考察时发现了湛江的中华白海豚种群, 湛江市政府于 2007 年建立了雷州湾中华白海豚市级自然保护区。湛江沿岸海域还生活着印太江豚 (*Neophocaena phocaenoides*)。

根据南京师范大学于 2014 年 7 月至 2015 年 6 月在新寮岛和外罗以东近岸海域所进行的为期 1 年的调查, 共在新寮岛和外罗以东近岸海域发现中华白海豚 125 群次, 目击中华白海豚 1065 头次, 目击的中华白海豚群以 7-10 头居多。共识别 132 头中华白海豚。估算在雷州湾南部新寮岛、外罗附近海域的中华白海豚数量约 583 头。调查期间中华白海豚的分布区域见图 2.2.10-1 所示。

该次调查中华白海豚活动海域的水深为 1.2-15.6m, 70% 的活动水域的水深在 8m 以下, 大于 8m 的海域绝大部分位于外罗水道中, 也就是说约 30% 中华白海豚是在水道中发现的。

中华白海豚初始发现位置离海岸垂直距离为 0.3-5.9km。调查海域中华白海豚的栖息地狭窄且近岸, 离海岸垂直距离的最大值是 5.9km。该次调查中华白海豚活动水域的水温为 17.3-29.7℃, 盐度范围是 27.8-32.7‰, pH 范围是 7.98-8.32, 透明度为 0.3-1.7m。

②本项目所在海域的中华白海豚分布情况

调查海域中华白海豚的栖息地狭窄且近岸, 离海岸最大垂直距离 5.9km。主要分布在风场西侧新寮岛近岸海域, 且沿着海岸分布, 没有在罗斗沙附近海域发现中华白海豚。

(2) 印太江豚

①印太江豚的分布情况

印太江豚是国家二级重点保护野生动物。在硇洲岛东部、南部海域, 罗斗沙西部海域直至琼州海峡均有印太江豚分布, 以琼州海峡居多。据南京师范大学于 2014 年 7 月至 2015 年 6 月在项目附近的调查, 调查过程中共发现印太江豚 9 群次, 目击印太江豚 32 头次, 印太江豚分布在距离海岸较远的海域(见图 3.2.15-1)。在硇洲岛东部、南部海域, 罗斗沙西部海域直至琼州海峡均有印太江豚分布, 以琼州海峡居多。共发现印太江豚 9 群次, 目击印太江豚 32 头次, 以 1-3 头的群

居多。印太江豚活动海域的水深为 5.4-13.4m，水温为 17.8-27.5℃，盐度范围是 28.9-31.8‰，pH 范围是 8.01-8.23，透明度为 1.5-4.2m。

②本项目所在海域的印太江豚分布情况

印太江豚的发现位置离海岸垂直距离为 13.2-19.0km，主要分布在风场西侧距离海岸较远的海域，在硃洲岛东部、南部海域，罗斗沙西部海域直至琼州海峡均有印太江豚分布。

图 2.2.10-1 中华白海豚与印太江豚在项目附近海域的分布图（略）

2.2.11 “三场一通道”分布情况

根据农业部公告第 189 号《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批），南海区渔业水域及项目所在海域“三场一通”情况如下。

（1）南海鱼类产卵场

南海鱼类产卵场分布见图 2.2.11-1 和图 2.2.11-2，本项目不在南海中上层鱼类产卵场内，也不在南海底层、近底层鱼类产卵场内。

（2）南海北部幼鱼繁育场保护区

南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域（图 2.2.11-3），管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。

本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。

（3）南海区黄花鱼幼鱼保护区

黄花鱼幼鱼保护区共有 4 处，其中一处为湛江港口至硃洲岛周围 20 米水深以内海域，保护期为每年的 3 月 1 日至翌年 5 月 31 日。禁渔期间，禁止底拖网渔船和拖虾渔船以及捕捞这类幼鱼的其它作业渔船进入上述海域内生产。本项目部分位于黄花鱼幼鱼保护区内（详见图 2.2.11-4）。

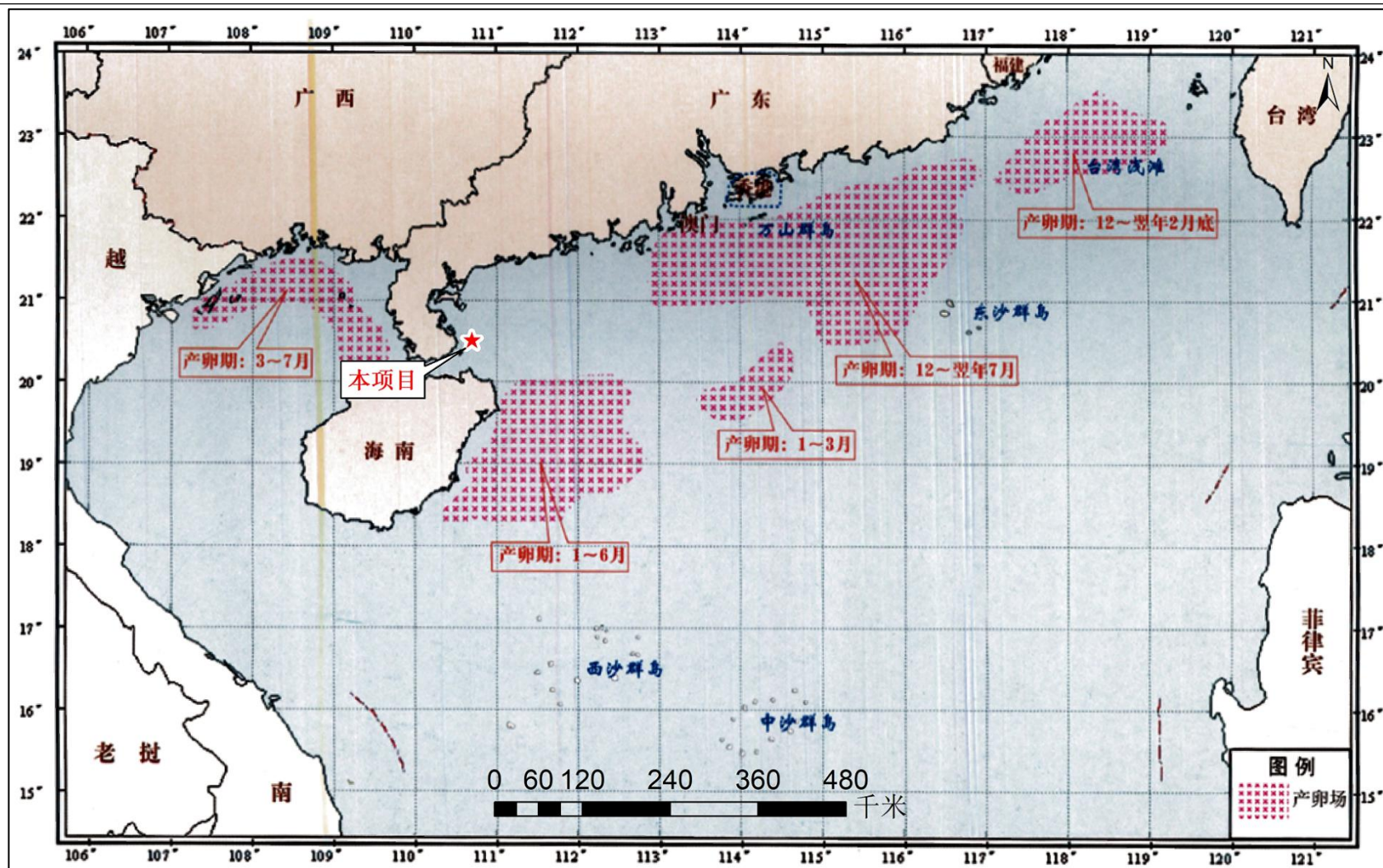


图 2.2.11-1 南海中上层鱼类产卵场示意图

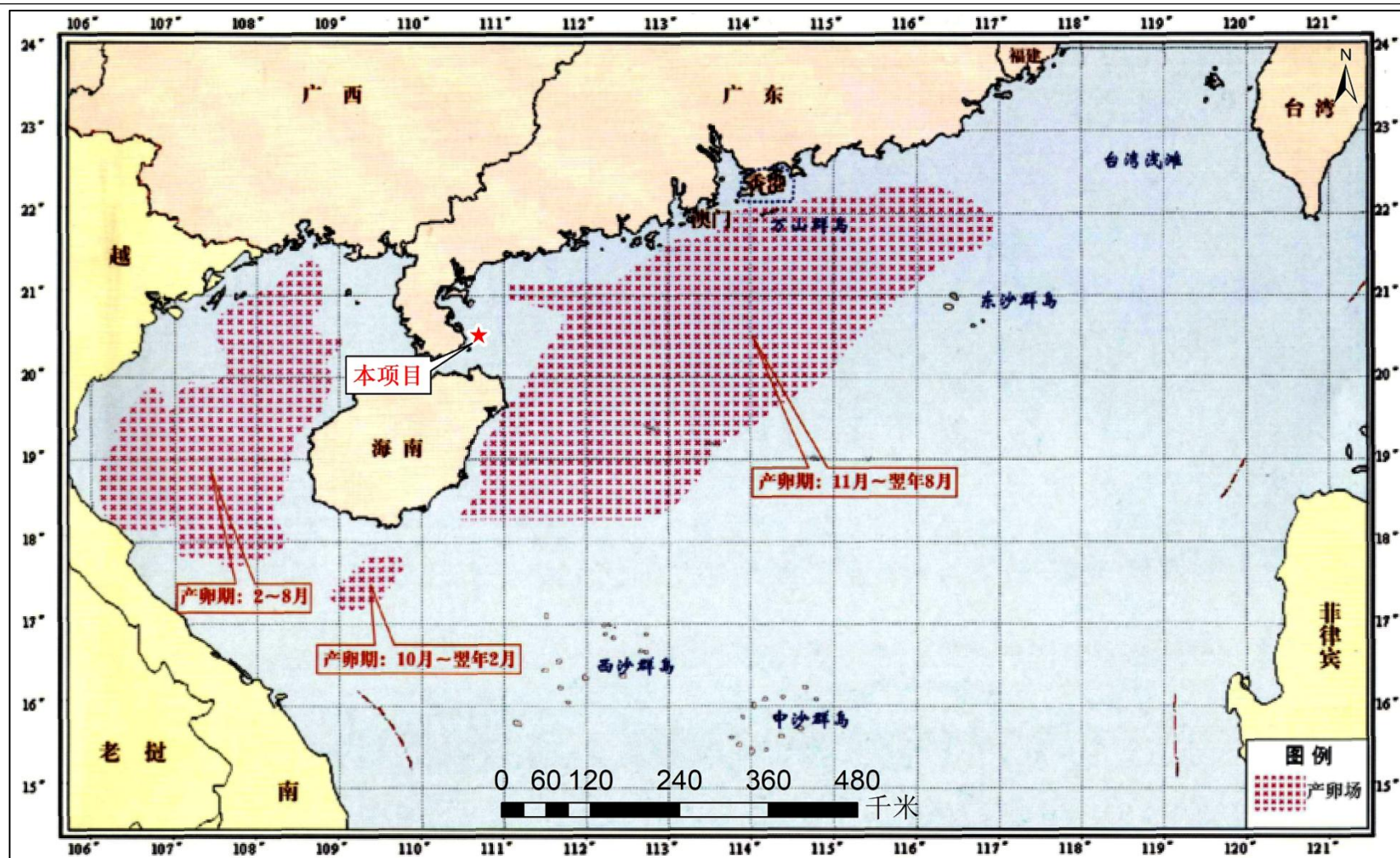


图 2.2.11-2 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图

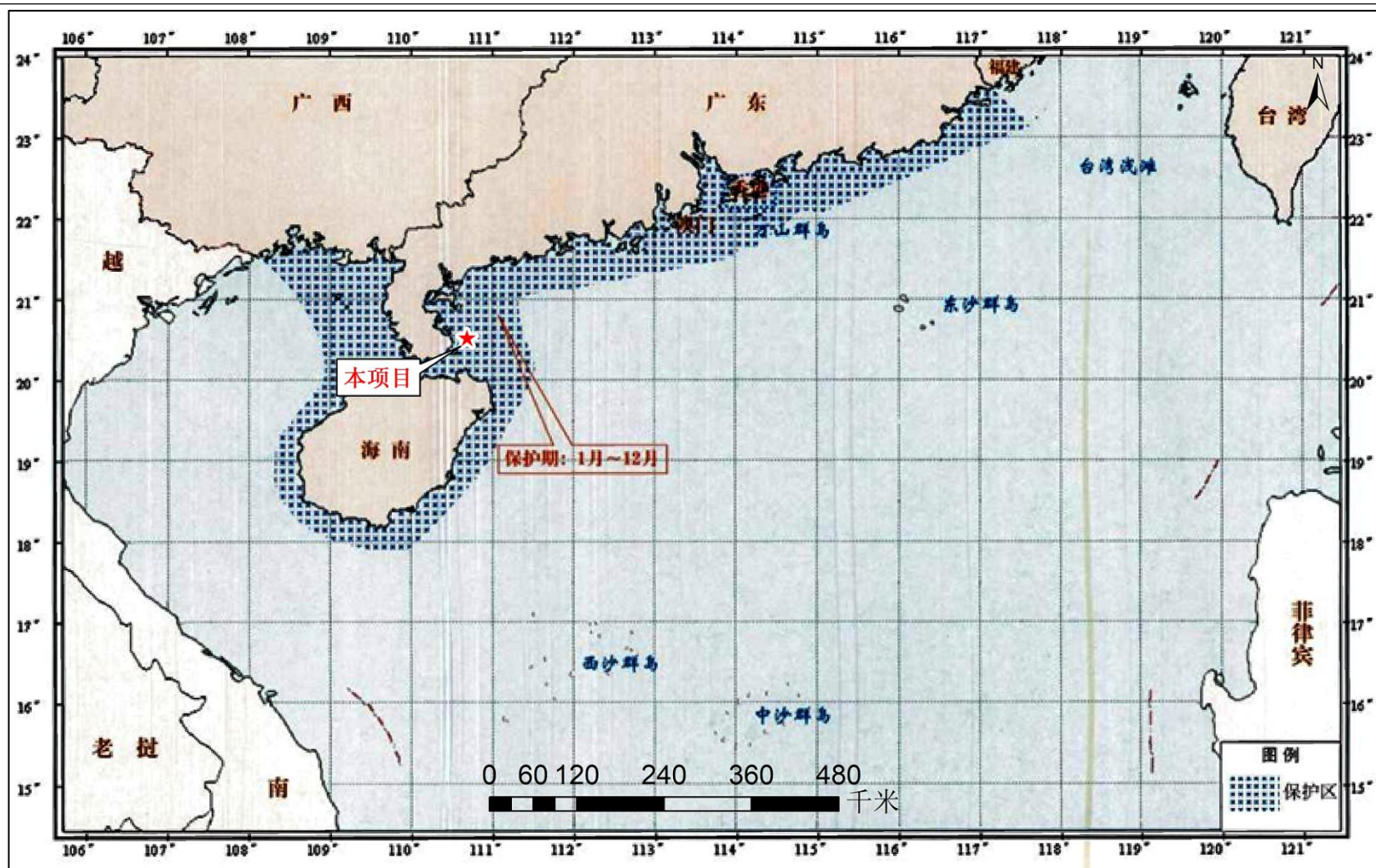


图 2.2.11-3 南海北部幼鱼繁育场保护区范围示意图

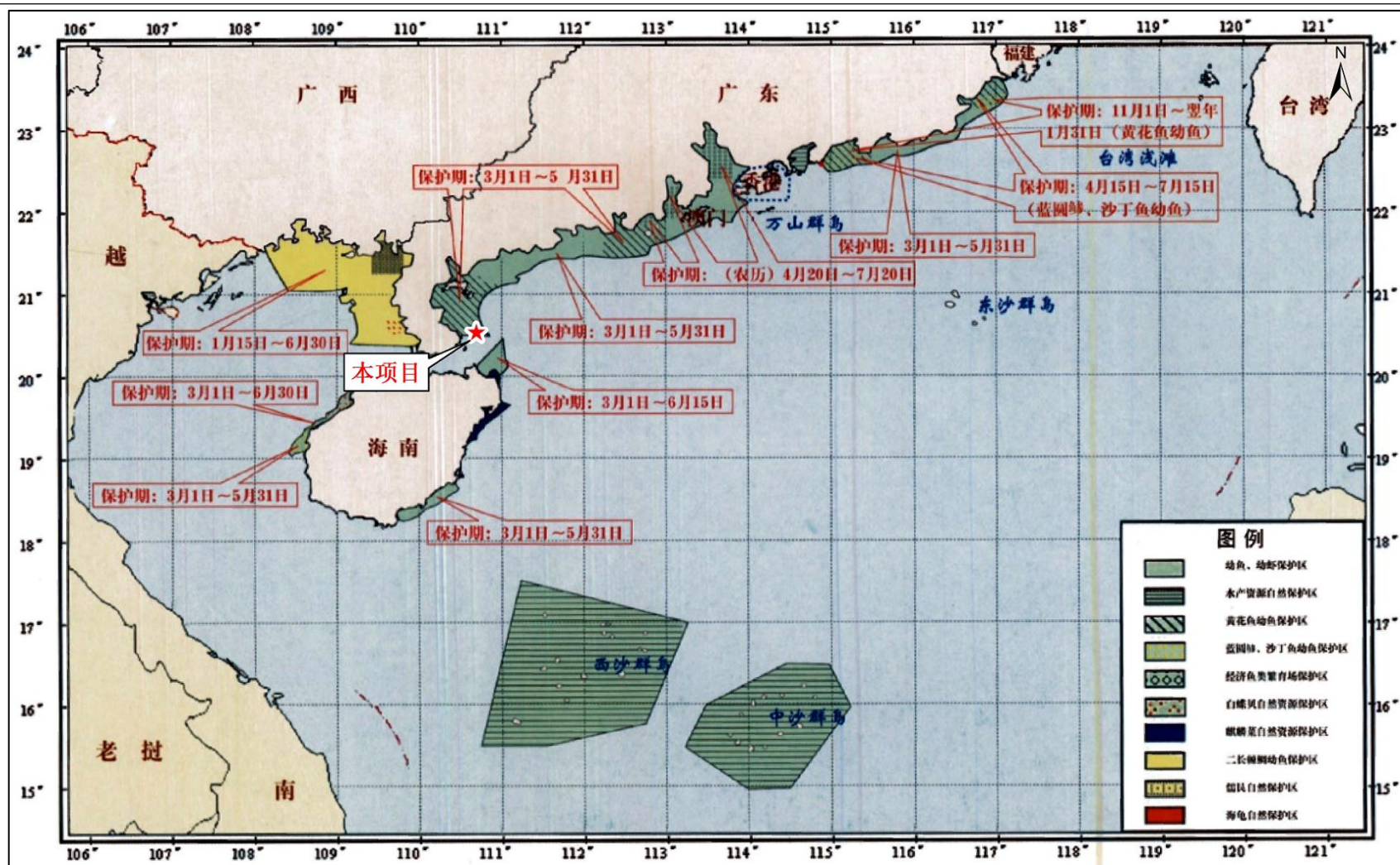


图 2.2.11-4 幼鱼幼虾保护区范围示意图

3 资源生态影响分析

3.1 生态影响分析

3.1.1 对水动力环境影响分析

本项目养殖海域范围内布置 3 种类型的养殖，分别为 C90 型网箱 11 个、沉浮式钢管框架金属网箱 1 组、升降式智能桁架养殖平台 1 个。C90 网箱不设置水工构筑物，通过一套重型锚固系统进行定位，锚链端点为重达 750 公斤的锚；沉浮式钢管框架金属网箱不设置水工构筑物，通过一套重型锚固系统进行定位，锚链端点为重达数吨的水泥块；升降式智能桁架养殖平台的支撑基础为桩腿系统，每根桩腿采用 $\Phi 800\text{mm}$ 、壁厚 20mm 的钢管制造，并配有焊接齿条，为平台的升降功能提供了关键的传动接口。

养殖网箱固定后，锚块固定于海底，基本不会对水文动力环境造成影响；深水网箱网衣减小了海域水流过水断面面积，会对周边的流场产生一定影响，但网箱网衣占用海域空间面积较小，且水流可通过网箱，对水动力环境产生的影响较小；升降式智能桁架养殖平台的支撑基础为 18 根直径 $\Phi 800\text{mm}$ 的钢管桩，桩基数量少且直径小，对所在海域水文动力环境的影响仅在桩基附近会有一定的绕流，对水流不会形成明显的阻断，对周边海域的流场形态基本无影响。

因此，本项目建设对水动力环境的影响很小。

3.1.2 对地形地貌与冲淤环境的影响

本项目养殖网箱固定锚块固定于海底，基本不会对水文动力环境造成影响，从而对地形地貌与冲淤环境的影响很小；升降式智能桁架养殖平台的支撑基础为 18 根直径 $\Phi 800\text{mm}$ 的钢管桩，一般情况下，桩群迎流面易出现冲刷而背流面易出现淤积，由于本项目桩基数量有限，且占用海床底土面积较小，对海流和涨落潮携带的泥沙影响不大，对桩基周边的冲刷和淤积影响很小。

3.1.3 对水质环境的影响

3.1.3.1 施工期水质环境影响

本项目在施工期对水质的影响主要包括施工产生的悬浮泥沙、施工船舶含油污水、施工人员生活污水等。

(1) 悬浮物：本项目养殖在水泥锚定时会产生少量悬浮泥沙，本项目位于开阔海域，水体交换良好，水稀释能力强，对水质环境影响很小，且这种影响随着木水泥锚定结束而逐渐消失。

(2) 施工船上产生的生活污水利用船上的污水收集装置集中收集，靠岸后排入污水处理厂进行统一处理，不排放入海。

(3) 施工期船舶产生的含油污水集中收集在船上的污油水舱（柜），定期由油污水接收船统一接收，上岸后统一进行处理，不排放入海。

通过以上措施，施工期对水质环境的影响很小。

3.1.3.2 运营期水质环境影响

本项目运营期对水质的影响主要来源于工作船含油污水、生活污水以及养殖过程的饵料、养殖品种代谢产物等。

(1) 运营期船舶生活污水和船舶含油污水收集后交由有资质单位处理，均不外排入海，不会对周边海域水环境造成影响。此外，需要注意对这些作业船舶加强管理、维修保养，避免油料跑冒滴漏污染海域水质，并防范船舶发生碰撞导致事故溢油污染水体环境。

(2) 饵料及鱼类排泄物对水质环境的影响

养殖过程投放的饵料只有部分被鱼类摄食，被鱼类摄食的部分，部分以粪便的形式排出，或溶于水中，或沉积于海底，未被鱼类摄食的部分，或流入水中，或在海底产生沉积，使水中氮、磷浓度增加，透明度下降，可能导致养殖区域水质恶化。通过以下措施减小对水质环境的影响：

1) 确定水体对网围精养或网箱养殖的负载能力，综合利用各种相关的数学模型。确定水产养殖水体对营养元素尤其是 N、P 的负载能力，最终确定水体的养殖容量，实现养殖水体的可持续利用。

2) 定期对废弃物的回收和处理，如残饵、网衣废弃物、生活垃圾等；其次，

对底质进行改造，如吸泥、海底耕耘、海底铺沙、海底曝气、海面撒石灰、撒粘土等，以消除由于长期残饵淤积引起的富营养化。

3) 通过生化方法降解氨氮。放养一些滤食性的上层鱼类，可调控浮游生物的结构，防止水质过肥，起到以鱼养水的目的。物理和化学措施包括施用改良水质的物质、使用增氧剂等，其目的是为有益生物种类和生态系统的良性运转创造最佳条件。

4) 采用生态营养学饲料的配制技术。通过选择饲料中所含的能量值与蛋白质含量的最佳比，可以减少饲料中 N 的排泄，其结果是单位生物量所排泄的能量减少。添加植酸酶可以提高植酸磷的利用率，减少粪便中磷的含量。此外，采用科学的投喂标准可减少残饵量。正确掌握投饲技术，并及时清除残饵，减少饲料溶失对水体的污染。

5) 建立环境监测预警体系。根据养殖排污特点和海洋环境状况，定期开展养殖区及周边海域海洋环境监测。根据监测结果，重新制定或调整沉积物污染防治措施。

运营期通过以上措施，可以减少养殖过程中饵料及鱼类排泄物对水质环境的影响。

3.1.4 对沉积物环境的影响

3.1.4.1 施工期沉积物环境影响

本工程施工过程对沉积物的可能影响主要来自养殖网箱锚块、桩基施工作业产生的悬浮泥沙的扩散和沉降。施工产生的悬浮泥沙对沉积物影响包括两个方面：一是粒度较大的泥沙被扰动悬浮到上覆水体后，经过较短距离的扩散即沉降，其沉降范围位于施工点附近，这部分泥沙对施工区外的沉积物基本没有影响；二是粒度较小的颗粒物进入水体而影响海水水质，并长时间悬浮于水体中，经过相对较长距离的扩散后再沉降，随着粒度较小的悬浮物的扩散及沉淀，从项目施工区域漂移的悬浮物将成为其所覆盖区域的新的表层沉积物。

本项目施工期引起的悬浮泥沙量和影响范围较小，影响范围仅集中在项目养殖区附近，且由于工程施工过程产生的悬浮物主要来自本海区，因此，经扩散和沉降后，项目附近海域的沉积物环境不会发生明显变化，且施工产生的悬浮物扩

散对沉积物的影响是短暂的，一旦施工完毕，这种影响将不再持续。

3.1.4.2 运营期沉积物环境影响分析

根据养殖工艺和实际情况，运营期网箱养殖过程中，残饵及代谢物中的有机物质有相当部分流失于水中，但不可溶解部分会沉积在海底，影响养殖区的底质，而且对底质的影响是长期的。养殖过程能够改变底质的运输和沉积方式及溶氧状态，使底泥中 C、N、P 的含量和耗氧量比周围水体沉积物中的含量要明显高出很多。有研究表明，水产养殖过程中，输入水体的总氮、总磷和颗粒物分别有 24%、84%和 93%沉积在底泥里，而富集在底泥里的这些污染物，在一定条件下又会重新释放出来，污染水体，成为水体污染的最重要的内源。残饵和排泄物在底质堆积，促使了微生物活动的加强，也加速了营养盐的再生。在缺氧的条件下，底质中有机质分解产生大量的硫化氢、甲烷、氨及有机酸等，从而导致底质化学特性的改变。本项目位于开阔海域，水动力交换能力较强，海水流动性大，饵料残渣和鱼类排泄物能随海水扩散，能够得到自然净化，对海洋沉积物的影响较小。

养殖收获时渔船产生的舱底油污水均统一收集后上岸，不向海域排放，对海域沉积物环境影响不大。

因此，运营期养殖需控制养殖密度，减小排泄物等对环境 and 生态系统的影响；船舶污水等均统一收集处理，不排入海域水体中，对周边海洋沉积物环境基本没有影响。

3.1.5 对海洋生物的影响分析

3.1.5.1 对底栖生物的影响

本项目 C90 网箱、沉浮式钢管框架金属网箱采用锚块固定，锚块下沉后可能对表层底栖生境造成短暂影响，但施工结束后可快速恢复。项目升降式智能桁架养殖平台采用桩基固定，桩基将占用一定面积的底栖生物环境，将会对生活在该区域的底栖生物造成破坏性损害。同时，施工过程中产生的悬浮泥沙沉降后可能会覆盖原有底质，改变底上和底内动物的生存环境，也会对底栖生物的活动和生存造成一定影响。

此外，研究认为由于大量未消化饵料的堆积，造成网衣下方沉积物处于缺氧

或低氧状态，使底栖动物数量减少，但在种类上没有显著变化。总体来说，项目养殖使营养物质增加，导致周围底栖动物的数量增加，但在网衣下方，营养物质大量堆积，溶解氧下降，水质恶化，底栖动物数量可能会减少。

3.1.5.2 对浮游生物的影响

本项目在养殖网箱固定时会产生少量悬浮泥沙，进而影响了浮游植物的光合作用，一般而言，悬浮物的浓度增加在 10mg/L 以下时，水体中的浮游植物不会受到影响：当悬浮物的浓度增加量在 10~50mg/L 时，浮游植物将会受到轻微的影响：而当悬浮物浓度增加 50mg/L 以上时，浮游植物会受到较大的影响。由于项目用海区属于开阔海域，水深较大，悬浮物扩散能力强，深水网箱悬浮物浓度增量普遍小于 10mg/L，且悬浮时间短，随着施工的结束而很快消除，对海水中浮游生物的影响较小。

本项目网箱养殖投饵等带入的外源营养物质增加了水体的营养物质输入，导致浮游植物开始大量繁殖，但是随着养殖时间的延伸和规模的不断扩大，水体中的营养物质富集，水质恶化，光照降低，浮游植物的数量减少。所以，不同的养殖时间，养殖对水体中浮游植物的影响是不一样的。根据《网箱养殖对水环境的影响及解决办法》文献研究表明，浮游植物数量与总氮、总磷、氮磷比都呈显著相关，水中的总磷每增加 0.01mg/L，浮游植物数量就要增加 3.53×10^5 个/L。至于养殖对浮游动物的影响，一般认为养殖区的浮游动物数量显著减少，原因是浮游动物穿过网衣时被网衣内的鱼摄食。而附近的浮游动物数量与总氮呈显著相关，水中总氮量每增加 0.01mg/L，浮游动物数量也要增加 1.06×10^3 个/L。

3.1.5.3 对鱼类的影响

（1）施工期影响

悬浮物对鱼类的影响主要表现为直接杀死鱼类个体；降低其生长率及其对疾病的抵抗力；干扰其产卵、降低孵化率和仔鱼成活率；改变其洄游习性；降低其饵料生物的密度；降低其捕食效率等。悬浮物对鱼卵的影响原理是水中含有过量的悬浮固体，细微的固体颗粒会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵的呼吸与水体之间的氧和二氧化碳的交换，过高的悬浮物浓度会降低鱼类的繁殖速率。

此外，悬浮泥沙对渔业的影响主要还体现在对浮游动物与浮游植物食物供应

所受到的影响上。浮游植物和浮游动物是海洋生物的初级和次级生产力，海水中悬浮物浓度过高，对浮游植物和浮游动物的生长产生不利影响。从食物链的角度对鱼类和虾类的存活与生长产生明显的抑制作用，对渔业资源带来一定影响，并将改变部分洄游性鱼类的洄游习性。悬浮泥沙对渔业的影响不是永久性的，而是可逆的，会随着施工结束而逐渐恢复。

作业结束运营一段时间后，浮游生物和游泳生物种群数量、群落结构会逐步恢复，生物量也会趋于增加，因此在运营期内一定时间对部分水域采取增殖和禁捕等保护性措施，尽快恢复对渔业生产的不利影响。

根据有关研究资料，水体中 SS 浓度大于 100mg/L 时，水体浑浊度将比较高，透明度明显降低，若高浓度持续时间较长，将影响水生动、植物的生长，尤其对幼鱼苗的生长有明显的阻碍，而且可导致死亡。悬浮物对鱼卵的影响也很大，水体中若含有过量的悬浮固体，细微颗粒会粘附在鱼卵的表面，妨碍鱼卵呼吸，不利于鱼卵的孵化，从而影响鱼类繁殖。据研究，当悬浮固体物质含量达到 1000mg/L 以上，鱼类的鱼卵能够存活的时间将很短。

本项目海上作业施工时间短，产生的悬浮泥沙量较少，主要扩散在项目周围海域，因此，游泳生物会由于作业影响范围内的 SS 增加而游离作业海域，作业完成后在很短的时间内，SS 的影响将消失，鱼类等水生生物又可游回。这种影响持续于整个作业过程，但作业结束后即消失，一般不会对该海域的水生生物资源造成长期、累积的不良影响，但短期内会造成渔业资源一定量的损失。

（2）运营期影响

本项目对鱼类的影响主要有以下两方面。一方面，可增加水体中营养物质的积累，为鱼类的生长提供丰富的饵料基础，使鱼类的生长率和成活率提高。有利于浮游生物种类多样性的保存和生物量的增加，从而为网衣外其他鱼类提供更多的饵料生物，增加鱼产量。

另一方面，可能导致天然鱼类种群生长率、丰度和成活率改变。另外对天然鱼类群落的影响还表现在鱼群出逃后引起的变化，从网衣中出逃的或有意移植的鱼类可能会通过掠食或摄食竞争造成当地种群灭绝、与当地种群杂交、破坏生境和引发流行病等。

本项目养殖期间将采用定期巡察方式识别破网，并进行及时准确的维修，最

大限度防止鱼群逃逸。

3.1.6 对“三场一通道”的影响分析

本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内和黄花鱼幼鱼保护区范围内，本项目养殖网箱通过锚块、桩基固定，工程量较小，施工作业过程中产生的悬浮泥沙污染工程区附近海域的水质环境，使水体浑浊，也将对保护区内的保护生物产生一定影响。

由于项目工程量较小，施工期短，且施工产生的悬浮泥沙主要扩散在项目周围海域，因此，保护区生物会由于施工影响范围内的 SS 增加而游离施工海域，施工作业完成后在很短的时间内，SS 的影响将消失，保护区鱼类等水生生物又可游回。这种影响持续于整个施工过程，但施工结束后即消失，一般不会对该海域的水生生物资源造成长期、累积的不良影响。

3.2 资源影响分析

3.2.1 对海洋空间资源和岸线资源影响

本项目申请用海面积为 88.3223 公顷，其中透水构筑物面积 0.8800 公顷，开放式养殖面积为 87.4423 公顷。本项目开展深远海养殖将占用一定面积的海域，养殖区域对其他海洋开发活动具有排他性。

本项目用海远离大陆及海岛，不占用海岸线资源。

3.2.2 对海洋生物资源的影响

本项目为 3 种养殖模式，其中，C90 圆形加强型网箱、沉浮式钢管框架金属网箱采用锚块固定，锚块实际占用海域面积很小，对表层底栖生境造成短暂影响，但施工结束后可快速恢复；升降式智能桁架养殖平台采用桩基固定，桩基将占用一定面积的底栖生物环境，对底栖生物造成长久影响。参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）（以下简称《规程》），底栖生物资源损害量按如下公式计算：

$$Wi=Di \times Si$$

式中： Wi ——第 i 种生物资源受损量，单位为尾或个或千克（kg），在这里

指潮间带生物或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）/km²、尾（个）/km³、kg/km²。在此为海洋生物资源密度。

S_i ——第 i 种生物占用的水域面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³），在此处木桩和水泥锚所占面积。

升降式智能桁架养殖平台利用 18 根 $\Phi 800\text{mm}$ 的钢管桩固定，则项目建设占用底栖生境总面积为 $\pi \times 0.4^2 \times 18 = 9.05\text{m}^2$ ，本项目论证范围内调查站位底栖生物平均生物量为 18.680g/m²（20 站位）。

则本项目建设占用底栖生境造成的底栖生物损失量为：

$$9.05\text{m}^2 \times 18.680\text{g/m}^2 \times 10^{-3} = 0.17\text{kg}$$

因此，本项目建设造成的底栖生物资源直接损失量为 0.17kg，本项目建设对所在海域的底栖生物损耗量很小。

3.2.3 对其他资源的影响分析

本项目在用海范围进行深水网箱养殖，根据论证范围内资源分布，项目用海对岛礁资源、港口资源和旅游资源等其他海洋资源基本没有影响。

4 海域开发利用协调分析

4.1 海域开发利用现状

4.1.1 社会经济概况

4.1.1.1 湛江市社会经济概况

湛江市，旧称“广州湾”，别称“港城”，位于中国大陆最南端、广东省西南部，辖 4 个区、2 个县，代管 3 个县级市。截至 2023 年末，湛江市全市常住人口为 707.84 万人。

湛江市是广东省域副中心城市，粤西和北部湾城市群中心城市，也是中国首批“一带一路”海上合作支点城市、首批全国海洋经济创新发展示范城市、全国性综合交通枢纽。2023 年，湛江市被评为三线城市。

湛江市以海洋产业为经济发展支柱产业，是中国首批 14 个沿海开放城市之一，是中国西南各省通往国外的主要出海口，亦是中国大陆通往东南亚、非洲、欧洲和大洋洲海上航程最短的口岸。

根据《2024 年湛江市国民经济和社会发展统计公报》（湛江市统计局 国家统计局湛江调查队，2025 年 4 月），经广东省统计局统一核算，2024 年湛江实现地区生产总值（初步核算数）3839.93 亿元，比上年增长 1.2%。其中，第一产业增加值 733.87 亿元，增长 3.6%；第二产业增加值 1237.24 亿元，下降 1.0%；第三产业增加值 1868.82 亿元，增长 1.6%。三次产业结构比重为 19.1: 32.2: 48.7。人均地区生产总值 54087 元（按年平均汇率折算为 7494 美元），增长 0.6%。

全年规模以上工业中，高技术制造业增加值比上年增长 12.2%，占规模以上工业增加值比重 1.8%。全年规模以上服务业中，高技术服务业营业收入增长 9.8%。全年高技术制造业投资增长 5.3%，占固定资产投资比重 0.8%。其中，电子及通信设备制造业投资增长 36.0%。

全年居民消费价格比上年上涨 0.3%。分类别看，其他用品和服务价格上涨 2.3%，衣着价格上涨 2.2%，教育文化和娱乐价格上涨 1.1%，生活用品及服务价格上涨 0.6%，食品烟酒价格上涨 0.4%，居住价格上涨 0.3%，医疗保健价格下降

0.5%，交通和通信价格下降 1.8%。

全年固定资产投资比上年下降 11.3%。分投资主体看，外商投资增长 96.0%，民间投资下降 30.0%，国有经济投资下降 40.4%，港澳台商投资下降 76.8%。

全年货物进出口总额 616.09 亿元，比上年下降 12.1%。其中，出口 194.39 亿元，下降 4.6%；进口 421.70 亿元，下降 15.1%。

全年全市地方一般公共预算收入 164.96 亿元，比上年增长 6.0%；其中，税收收入 87.51 亿元，下降 3.2%。全年一般公共预算支出 533.05 亿元，下降 1.9%。其中，社会保障和就业支出 122.24 亿元，增长 3.7%；教育支出 121.58 亿元，下降 4.4%；卫生健康支出 69.71 亿元，下降 2.5%；一般公共服务支出 52.98 亿元，下降 2.2%；农林水事务支出 50.95 亿元，增长 20.8%。民生类支出 427.55 亿元，占一般公共预算支出比重 80.2%。

4.1.1.2 徐闻县社会经济概况

徐闻县地处中国大陆最南端，广东省西南部，位于东经 109°52′至 110°35′，北纬 20°13′至 20°43′之间。东滨南海，南临琼州海峡，与海南岛隔海相望；西濒北部湾，北与雷州市接壤。徐闻县是汉代海上丝绸之路始发港，直扼大陆通往海南和东南亚之咽喉，自古以来为兵家驻防和商旅之要地。

根据《2024 年徐闻县经济和社会发展统计公报》（徐闻县人民政府，2025 年 4 月），经湛江市地区生产总值统一核算反馈，2024 年徐闻县实现地区生产总值（GDP）2631436 万元，同比增长 2.0%。其中，第一产业增加值 1204140 万元，同比增长 1.7%；第二产业增加值 347526 万元，同比增长 6.1%，其中工业增加值为 320659 万元，同比增长 11.2%；建筑业增加值 30188 万元，同比下降 29.1%；第三产业增加值 1079770 万元，同比增长 1.0%。人均生产总值 40864 元，同比增长 1.2%。三次产业结构为 45.8：13.2：41.0。

2024 年农林牧渔业总产值 1869537 万元，比上年增长 1.9%。其中，农业产值 1350591 万元，同比增长 0.2%；林业产值 18555 万元，同比增长 61.5%；牧业产值 158836 万元，同比增长 9.5%；渔业产值 261469 万元，同比增长 1.2%。

2024 年全县规模以上工业总产值 330987 万元，同比下增长 6.3%。规模以上工业增加值同比增长 13.3%，分门类看，规模以上采矿业增加值下降 83.6%，规模以上制造业增加值增长 4.6%，规模以上电力、热力、燃气及水生产和供应业

增加值增长 17.5%。全县规模以上工业企业 42 家。

2024 年全社会固定资产投资比上年下降 31.0%。房地产开发投资比上年下降 54.8%。全年商品房销售面积 61194 平方米,同比下降 49.9%;商品房销售额 35309 万元,同比下降 51.5%。

2024 年社会消费品零售总额 816337 万元,比上年增长 1.9%。分经营地看,城镇消费品零售额 489562 万元,比上年增长 1.8%;乡村消费品零售额 326775 万元,比上年增长 2.1%,总量占全县社会消费品零售总额的 40.0%。分消费形态看,商品零售 668882 万元,比上年增长 1.9%;餐饮收入 147455 万元,比上年增长 2.2%。

2024 年交通运输、仓储和邮政业实现增加值 219189 万元,同比增长 0.9%。全年港口货物吞吐量 9667 万吨,同比增长 3.5%,占全市比重 35.2%。港口旅客吞吐量 1996.58 万人,同比增长 3.5%。

2024 年一般公共预算收入 85249 万元,同比下降 2.8%;其中税收收入 43336 万元,同比增长 23.0%;非税收入 41913 万元,同比下降 20.1%。一般公共预算支出 460266 万元,同比下降 10.4%;其中社会保障和就业支出 108548 万元,同比下降 0.5%;教育支出 123387 万元,同比增长 0.6%。民生类支出 387315 万元,占一般公共预算支出比重 84.2%。

全年全体居民人均可支配收入 26980 元,同比增长 4.4%。全年城镇居民人均可支配收入 31551 元,同比增长 3.4%。全年农村居民人均可支配收入 23890 元,同比增长 4.8%。

4.1.1.3 海洋产业发展现状及项目所属行业的发展状况

由《全国 20 强!湛江海洋经济城市竞争力进入全省三甲》(湛江市海洋与渔业局,2025 年 9 月 10 日),2025 年上半年湛江市海洋生产总值,初步核算为 623.31 亿元,同比增长 6.05%,占地区生产总值的 34.41%。

(1)“蓝色粮仓”建设成效显著,海洋渔业产量产值连续 30 年居全省首位。

湛江作为全省现代化海洋牧场建设主战场之一,已形成湛江湾、雷州湾、流沙湾、草潭湾等四大深海网箱养殖集聚区,建成大型养殖平台 6 个数量约占全省 38%,HDPE 网箱 3451 个,总量约占全省 54%。

湛江依托广东海洋大学、湛江湾实验室等高校院所,聚焦种业攻坚,硃洲岛

大黄鱼本土化人工繁育技术实现突破。全市拥有 480 家苗种场，数量占全省 23.6%；其中国家级水产良种场 2 家，占全省 33.3%。

湛江的水产种苗产量稳居全省第一，现已成为我省海水种业最重要的创新基地，现代化海洋牧场适养品种持续丰富，形成“金鲳鱼当家品种”+“特色品种”的产品矩阵。在装备制造方面，“恒燧 1 号”建成投产，全球首创漂浮式动力定位养殖平台“湛江湾 1 号”成功下水，实现了多品类多型号养殖平台技术继续领跑全省。

此外，全市现有水产加工企业 200 多家，其中包括 6 家国家级涉渔重点农业龙头企业，年加工能力超 100 万吨，水产品销售网点遍及全球 40 多个国家和地区，现已成为国际对虾交易中心，“买全球、卖全球”格局初步形成。

（2）“蓝色引擎”动能澎湃，现代化临港产业体系日趋完善。

2025 年上半年全市港口完成货物吞吐量 1.36 亿吨，排全省第 3 位，湛江绿色石化产业集群共有规上企业 50 家，已引进世界 500 强企业 4 家，上市公司企业 3 家，高新技术企业 5 家，全市临港绿色石化产业集群，总产值超千亿元。

依托湛江港提升现代化集疏运能力，湛江积极参与西部陆海新通道建设，推动乌石港区、徐闻港区等港区设施优化升级；宝钢湛江钢铁、中科炼化建成投产，巴斯夫（广东）一体化基地、廉江核电等重大项目加快建设，承接产业有序转移主平台、湛江临港经济区等重点产业平台有序推进；编制主导产业链招商图谱，成立宝钢、中科炼化、巴斯夫等政企联合招商专班，推进产业链招商工作。

（3）“鲜美湛江”引客千万，海洋旅游业发展势头迅猛。

湛江上半年共接待游客 1462.08 万人次，同比增长 22.5%，旅游总收入 147.63 亿元，同比增长 23.5%。

湛江依托生态旅游资源，积极打造“鲜美湛江”文旅品牌，整合海洋、民俗、生态等多元文化资源，推动“旅游+”多业态发展。聚焦看海、亲海、乐海主题，大力发展“鲜美”和“水上运动”文旅业态，加快打造半岛风情城市和高水平滨海旅游目的地。系统规划建设“五岛一湾”滨海户外运动目的地，成功举办水上运动嘉年华、“红树林之城”马拉松等活动。

（4）“蓝色宝库”锻造未来，海洋新兴产业聚能起势。

湛江风电总装百万千瓦智能制造中心，已于今年 1 月 7 日正式投产，成功引

进广东蓝水、江苏海力等海洋高端装备制造企业，设立百亿级产业基金，吸引了深圳思傲拓科技落地水下机器人项目，为新兴产业的发展注入了强大动力。

海洋生物精深加工产业延链提质，成功开发方格星虫、鱼鳔、海藻等地方特色水产品。湛江博康海洋生物有限公司已建成东方鲎人工育苗、养殖与综合开发利用完整产业链；湛江安度斯公司已成为全国重要的鲎试剂供应商；宝钢湛江钢铁基地配套的低温多效蒸馏海水淡化项目，填补了国产化海水淡化项目运作模式的空白。

4.1.2 海域使用现状

通过相关人员对项目所在海域周围进行踏勘，以及结合搜集到的资料和遥感影像，本项目周边海域海洋开发利用活动较少，主要为航道、海上风电场。项目所在海域及周边海域海洋开发利用活动见表 4.1.2-1 和图 4.1.2-1。

表 4.1.2-1 项目所在海域开发利用现状表（略）

图 4.1.2-1 项目所在海域开发利用现状（略）

4.1.3 海域使用权属现状

根据本项目周边海域使用权属状况的资料收集情况及调访结果，本项目论证范围内已确权用海项目有 1 个，为湛江徐闻海上风电场项目，与本项目距离约 3.6km，本项目申请用海范围与周边用海项目均无权属重叠。项目论证范围内海域使用权属现状详见表 4.1.3-1 及图 4.1.3-1。

表 4.1.3-1 项目所在海域权属现状信息表（略）

图 4.1.3-1 项目所在海域权属现状图（略）

4.2 项目用海对海域开发活动的影响分析

项目论证范围内开发利用活动主要有航道、海上风电场，结合项目建设和运营情况，项目用海对海域开发活动影响分析如下：

4.2.1 对航道的影响分析

本项目西侧约 1.9km 分布有沙外航道，根据本项目第 3 章分析，项目实施对所在海域水动力环境变化幅度很小，不会对周边海域水动力环境产生明显影响，不会改变该海域地形地貌和冲淤环境，对该海域水质、沉积物环境影响很小。在正常情况下，项目建设不会对周边航道功能造成影响。项目选址与周边航道有一定距离，且周边海域宽阔，水深足够，有足够的空间供过往船舶操纵避让，对海上交通环境基本无影响。

本项目施工建设及运营期间将投入一定数量的船舶，对周边通航环境产生一定影响，但通过严密、科学的施工组织和合理的生产调度，把工程安全、施工安全和通航安全放在首位，做好施工作业的安全管理工作，可以最大限度地减少施工期对通航环境和船舶通航的影响。

4.2.2 对海上风电场的影响分析

湛江徐闻海上风电场项目（拟调整）位于本项目东北侧约 3.6km 处，现已建成并网，本项目施工或运营期间将投入船舶，若操作不慎或意外事故可能对周边已建构筑物及海底电缆管道造成损害。但风电场建成后会在适当位置设置相应的航标灯及警示标志，并将海底电缆具体位置、走向、埋深以及风电场位置海域范围等报请海事局等部门及时更新航海图书资料，申请发布航行通（警）告，其他船只只会采取相应的避让措施；加上项目建设海域宽阔，本项目作业船只通航时有较大空间进行避让，且该风电场与本项目间有一定距离，通过严格控制作业范围，不会对该风电场已建构筑物及海底电缆管道结构安全产生影响。

广东能源湛江徐闻东一海上风电项目（拟申请）、中核集团新华发电湛江徐闻东二海上风电项目（拟申请）、明阳巴斯夫湛江徐闻东三海上风电示范项目（拟申请）送出海缆距离本项目约 0.6km 外，位于海缆保护范围之外，项目的建设不会对风电项目造成影响。上述风电场均未建设。若本项目与上述风电场同时施工，施工船只频繁出入，必将会加大附近的通航密度，造成一定的通航安全风险。另外，如果本项目建设晚于上述风电场，后期施工或运营船只航行的区域可能有其已建好的海底电缆设施，若操作不慎或意外事故有可能破坏其送出海缆。但由于海缆敷设会采取一定的保护措施降低船只航行、抛锚对海底电缆的损坏；风电场建成后会将其海缆具体位置、走向、埋深等报请海事局等部门及时更新航海图书资

料，申请发布航行通（警）告，其他船只采取相应的避让措施；加上项目建设海域宽阔，本项目作业船只通航时有较大空间进行避让。因此，本项目作业船舶破坏上述风电场送出海缆的可能性不大。

4.3 利益相关者的界定

利益相关者指受到项目用海影响而产生直接利益关系的单位和个人。界定的利益相关者应该是与用海项目存在直接利害关系的个人、企事业单位或其他组织或团体。通过对本项目周边用海现状的调查，分析项目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，界定本项目无利益相关者。

4.4 需协调部门界定

本项目建设及运营期间将投入一定数量的船舶，对周边通航环境产生一定影响，界定需协调部门为（略），见表 4.4-1。

表 4.4-1 需协调部门一览表（略）

4.5 相关利益协调分析

本项目建设及运营期间将投入一定数量的船舶，对周边通航环境产生一定影响，项目建设及运营期间需要服从湛江海事局的协调和调度，严格风险管理，避免发生溢油和安全事故。通过严密、科学的组织和合理的生产调度；把通航安全放在首位，做好建设及运营期间的安全管理工作，可以最大限度地减少本项目对通航的影响。

表 4.5-1 利益协调情况一览表（略）

4.6 项目用海对国防安全 and 国家海洋权益的协调性分析

4.6.1 与国防安全和军事活动的协调性分析

本项目建设所在海域及附近海域无国防、军事设施和场地，其工程建设、生产经营不会对国防产生不利影响。因此，本项目用海不涉及国防安全问题。

4.6.2 与国家海洋权益的协调性分析

海域是国家的资源，任何方式的使用都必须尊重国家的权力和维护国家的利益，遵守维护国家权益的有关规则，防止在海域使用中有损于国家海洋资源，破坏生态环境的行为。

本项目建设不涉及国家领海基点，不涉及国家秘密，本项目不会对国防安全
和国家海洋权益产生影响。

5 国土空间规划符合性分析

项目符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《徐闻县国土空间总体规划（2021-2035 年）》的要求，满足《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》关于“湛江东侧近海渔业用海区”的空间准入条件和相关管控要求，不涉及生态保护红线。

项目符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》以及《湛江市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》等省、市相关规划的要求。

6 项目用海合理性分析

本项目布置在水深 25-30m 海域，离岸最近距离为 15.8km，项目选址符合《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准（试行）》关于“重力式深水网箱型现代化海洋牧场原则上布设在 15 米等深线以深或离岸（大陆海岸线）3 公里以上的海域；桁架类网箱及养殖平台型现代化海洋牧场原则上布设在 20 米等深线以深或离岸（大陆海岸线）10 公里以上的海域”的要求。

6.1 项目用海选址合理性分析

6.1.1 区位、社会经济条件适宜性

湛江市地处我国华南经济区与西南经济区结合部，居粤桂琼沿海地区中心，是国家南海战略的大后方和北部湾经济圈的中心城市、粤西海洋经济重点发展区的龙头、国家火炬计划海洋产业特色示范基地、国家海洋高技术产业基地试点市、水海产品外贸转型升级专业型示范基地、国家海洋经济创新发展示范城市，具有地理区域优势。

湛江市三面临海，东临南海北缘，西靠北部湾，与广西壮族自治区毗邻，南隔琼州海峡与海南岛隔海相望，具有得天独厚的海洋资源优势；先后获得“中国对虾之都”“中国海鲜美食之都”称号，及“流沙南珠”国家地理标志产品。水产品现代物流体系初具规模，大力发展适销对路的名优产品 and 健康无公害产品，建设具有国际竞争力的水产产业带和水产品现代物流体系，水产养殖业的发展潜力和市场需求潜力很大，具有明显的市场优势。

因此，本项目区位和社会条件是适宜的。

6.1.2 自然资源和海洋生态适宜性

6.1.2.1 海洋环境质量条件适宜性

本项目主要养殖目标对象为卵形鲳鲹（金鲳鱼）、高体鰺（章红鱼）、鮠鱼、金枪鱼等典型的南海地区深海网箱适养鱼类。卵形鲳鲹是一种暖水性中上层洄游鱼类，其适温范围为 16~36℃，适盐范围 3~33‰；高体鰺是暖水性中上层鱼类，

其适温范围为 9~33℃，养殖海区要求盐度相对稳定，常年变化值 20‰~33‰；鲃为暖温性底层鱼类，其适温范围为 7~32℃，适盐范围为 14~32‰。本项目用海选址海域的春季海洋环境现状调查结果，观测期间水温范围为 21.9~25.6℃，盐度范围为 29.2~31.5，基本满足项目养殖对象的生存要求。

参照《无公害食品标准海水养殖水质》（NY5052-2001）中海水养殖部分水质要求为：汞≤0.002mg/L、镉≤0.005mg/L、铅≤0.05mg/L、铬≤0.1mg/L、砷≤0.03mg/L、铜≤0.01mg/L、锌≤0.1mg/L、石油类≤0.05mg/L。根据本项目周边海域春季海洋环境现状调查结果，项目所在海域海水水质环境状况良好，项目周边海洋环境调查站位海洋环境调查数据显示，用海附近海域重金属和石油类未出现超标现象，符合养殖水质的要求。

此外，所在海域海洋沉积物环境状况良好，未发现超标现象；本次调查的海洋生物体质量中采集的鱼类未发现超标现象。本项目养殖区周围无直接工业“三废”及农业、生活等污染源。因此，本项目所在海域海洋环境质量总体良好，适宜本项目建设。

综上，本项目所在海域的自然环境条件适宜。

6.1.2.2 海洋水动力条件适宜性

水动力条件是影响深远海养殖的最大环境因素之一。流速对鱼类的生长有着极其重要的作用，畅通的水流不仅能给鱼带来新鲜的氧气，同时也带走了鱼的残饵和排泄物，因此，深远海养殖拟养海区需要一定的流速，以利减少自身污染、改善水质、提高养殖种类的品质；但流速不能过大，以免损害养殖设施、减少有效养殖水体、损伤养殖种类、影响养殖生产。本项目所在海域潮汐主要表现为不规则半日潮。根据观测资料，调查海区各站表层大潮期平均流速在 25.0cm/s~67.2cm/s 之间，中潮期各站表层平均流速在 16.3cm/s~42.2cm/s 之间；低潮期调查海区各站表层平均流速在 16.6cm/s~45.8cm/s 之间。流速的最大值往往在中潮位附近出现，最小值往往在高、低潮位附近出现，受地形影响，调查海区的潮波主要表现为驻波的性质。

根据《深水网箱养殖技术规范》（DB 44/T 742-2010）“养殖海区的选择 5.1 宜选择有岛礁屏障，海底地势平缓，坡度小，底质为泥质或泥沙质，浮式深水网箱要求水深 10m 以上，升降式深水网箱要求水深 15m 以上，潮流通畅，海区流

速小于 1.0m/s, 流向平直而稳定, 采用挡流、分流等措施后网箱内流速小于 0.8m/s 的海区。养殖区周围无直接工业“三废”及农业、生活等污染源, 有用于生活和生产的淡水。”根据所在海域的平均流速, 项目养殖区位于 25-30m 海域, 潮流通畅, 海区流速小于 1.0m/s, 流向平直而稳定, 养殖区周围无直接工业“三废”及农业、生活等污染源, 项目海域水动力条件适宜网箱布置。

6.1.2.3 气象气候条件适宜性

项目所在地属南亚热带季风气候区, 海洋性气候明显, 光、热、水资源丰富。其主要气候特点是: 气候温暖, 雨量充沛, 雨热同季, 光照充足; 冬不寒冷, 夏不酷热, 夏长冬短, 春早秋迟, 因此, 该区域的气候条件适宜于本项目的建设。本地区偶受热带气旋影响, 雷暴天气多, 对本项目有一定的影响。项目施工期应尽量避免台风季节, 在台风季节施工应做好各项抗台预案和安全措施, 以减轻灾害带来的损失; 项目网箱和养殖平台均设置有避台系统, 运营期间若遇台风可采取避台措施躲避台风, 此外, 也可对项目网箱避台系统设计方案的合理性进行验证。

6.1.2.4 水深及地质条件适宜性

本项目位于徐闻县锦和镇东侧海域约 15.8km 外海域, 项目区域水深在 25-30m 之间。水下地形较为平坦, 属海积地貌单元。由于水深较大, 离岸距离较远, 海床表面的水动力条件较弱, 难以引起海床泥沙起动, 加之周围无大量泥沙输入, 海床地形整体处于相对稳定的状态。项目所处海域开阔, 水深适宜、海底平坦, 地质适合网箱平台抛锚和养殖平台固定。

根据《深水网箱养殖技术规范》(DB 44/T 742-2010)“养殖海区的选择 5.1 宜选择有岛礁屏障, 海底地势平缓, 坡度小, 底质为泥质或泥沙质”, 本项目拟养殖区地质主要为细砂、粉砂, 底质适合养殖。

综上, 本项目所在海域水深及地质条件适宜网箱和平台养殖布置。

6.1.2.5 生态环境适宜性

本项目距离大陆最近约 15.8km, 用海选址远离生态保护红线, 不涉及自然保护区, 升降式智能桁架养殖平台通过海底打桩进行定位, 沉浮式钢管框架金属网箱和 C90 网箱采用锚固系统进行固定。

养殖平台在施工过程中，桩基施工引起的悬浮泥沙在潮流的作用下向外海扩散，造成水体混浊水质下降，并使得周边水域底栖生物生存环境遭到破坏，对浮游生物也产生影响，主要污染物为悬浮物。但施工悬沙影响时间基本为施工期，施工期结束后其影响也逐渐消失，不会对海洋环境产生较大的不利影响。本工程施工过程中产生的悬浮物扩散和沉降后，沉积物的环境质量不会产生较大变化，仍将基本保持现有水平。

沉浮式钢管框架金属网箱和 C90 网箱建设无永久构筑物，网箱为透空式结构，水流可以自由通过，锚泊系统绳索直径都很小，不会引起波浪和潮流等水动力改变，不会改变区域水深地形，对水动力和地形地貌与冲淤环境的影响很小。对水质环境影响主要为锚固系统锚定过程中产生的悬浮泥沙，锚固系统无需开挖施工，依靠自重贯入海床，产生的悬浮泥沙含量很少，且该海域水体交换能力较好，悬浮泥沙的浓度会在短时间内降低，施工结束后可以很快恢复至本底值。

施工期各类船舶产生的含油污水应经收集后岸上接收统一处理，不得随意排放。项目位于开阔海域，水动力交换能力较强，饵料残渣和鱼类排泄物能随海水扩散，并被网箱外的浮游生物和其他鱼、虾类所利用，会降低对海域环境的污染程度，形成一个相对稳定的生态系统，对周边海域生态环境影响较小。

因此，本项目的选址与区域海洋生态环境是适宜的。

6.1.3 与周边海域开发活动的适宜性

本项目所在海域开发利用活动少，主要为航路和海上风电。通过分析项目对所在海域开发活动的影响，确定本项目无利益相关者，需协调部门为湛江海事局。建议建设单位建设及运营期间服从湛江海事局的协调和调度，严格风险管理，避免发生溢油和安全事故。通过严密、科学的组织和合理的生产调度；把通航安全放在首位，做好建设及运营期间的安全管理工作；船舶运用技术良好、谨慎驾驶的驾驶员，可以最大限度地减少本项目对通航的影响。

因此，本项目用海选址与周边海域开发活动是相适宜的。

6.1.4 项目用海是否有利于海洋产业协同发展

广东省海洋经济发展集团有限公司根据不同水深、风浪条件、底质条件、建设需求以及科研需求，建设升降式智能桁架养殖平台 1 座，沉浮式钢管框架金属

网箱 1 组，C90 HDPE 重力式网箱 11 个，本工程的建设将有力地推动以高投入和高技术为支撑，以高产出和低（零）污染为目标的湾外海域现代养殖业发展，对降低鱼病害、加快推进海洋渔业转型升级具有重要意义。

本项目的建设是国家海洋战略的重要一环。海洋养殖产业是海洋经济的重要组成部分，现代海洋牧场的建设将有利于提高保护和利用海洋资源、创新海洋科学技术、完善海洋法规等环节，对实现海洋强国和可持续发展目标有重要意义；以海洋科技创新为主要着力点，推动我国海洋产业朝着高端化、绿色化、集群化与智能化方向发展，全面推进海洋经济高质量发展，加快建设海洋强国；海洋牧场建设将对湛江地区的就业、产业带动、贸易、旅游业等产业将做出突出贡献。同时将吸引更多的企业和个人投资，促进地区产业升级和经济增长。

项目建设响应了国家和广东省各级政策精神，是支撑国家海洋战略和经济发展，可进一步完善湛江渔业的全产业链发展，推动渔业高质量发展，促进渔业转型升级，带动经济多元化发展，为湛江沿海地区的经济发展带来巨大帮助。

综上，本项目用海选址合理。

6.2 用海平面布置合理性分析

6.2.1 项目用海平面布置是否与节约集约用海相适宜

本项目升降式智能桁架养殖平台根据平台布置功能需求，需满足养殖网箱区、设备区、工作区、饲料存储区、淡水区、燃油区等不同功能要求的区域，设置成 90m×60m×12m 的养殖平台。

沉浮式钢管框架金属网箱通过系泊系统构成整体，系泊系统采用 PP50mm 主纲绳连接各网箱，并配备 PP40mm 系泊缆绳及 115 米长锚链共同固定于海底。

C90 网箱直径为 90m，C90 网箱系泊缆绳采用 PP50mm，系泊缆绳水平投影长度取 100m。网箱中心间距需保留 229 米的安全距离。

单个 C90 网箱养殖水体 9000 立方米，1 组沉浮式钢管框架金属网箱养殖水体 32000 立方米，1 个升降式智能桁架养殖平台养殖水体 60000 立方米，本项目总养殖水体为 19.1 万立方米。

根据《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准（试行）》“重力式深水网箱型现代化海洋牧场外缘边线包络海域面积（包含锚泊系统）原则上

当水深小于等于 20 米时，每 1 万 m^2 养殖装备垂直投影面积控制在 36 公顷以内，当水深大于 20 米时，水深每增加 1 米，每 1 万 m^2 养殖装备垂直投影面积控制用海面积增加 1 公顷。”和“桁架类网箱及养殖平台型现代化海洋牧场外缘边线包络海域面积（包含锚泊系统）原则上每 1 万 m^3 养殖水体控制在 4 公顷以内”。

（1）重力式深水网箱

C90 网箱和沉浮式钢管框架金属网箱均属于重力式深水网箱。单个 C90 网箱垂直投影面积为 660.5m^2 ，11 口网箱 0.73 万 m^2 ，沉浮式钢管框架金属网箱垂直投影面积为 20.8 万 m^2 ，求得重力式深水网箱垂直投影面积为 21.33 万 m^2 。重力式深水网箱用海面积（包含锚泊系统）为 87.4423 公顷，求得每 1 万 m^2 养殖装备垂直投影面积为 4 公顷，满足“重力式深水网箱型现代化海洋牧场外缘边线包络海域面积（包含锚泊系统）原则上当水深小于等于 20 米时，每 1 万 m^2 养殖装备垂直投影面积控制在 36 公顷以内，当水深大于 20 米时，水深每增加 1 米，每 1 万 m^2 养殖装备垂直投影面积控制用海面积增加 1 公顷”的要求。

（2）养殖平台

升降式智能桁架养殖平台“桁架类网箱及养殖平台型现代化海洋牧场外缘边线包络海域面积（包含锚泊系统）原则上每 1 万 m^3 养殖水体控制在 4 公顷以内”，1 个升降式智能桁架养殖平台养殖水体 60000 立方米，即缘边线包络海域面积需控制在 24 公顷内，本项目升降式智能桁架养殖平台用海面积为 0.88 公顷，远小于 24 公顷。

项目建设符合《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准（试行）》要求。

因此，本项目平面布局紧凑，在满足养殖需要的前提下，兼顾了养殖工作人员生活的需求，未盲目扩大规模多占用海域，体现了集约、节约用海的原则。

6.2.2 项目用海平面布置是否与生态保护相适宜

本项目开展养殖用海，项目所处海域开阔，平面布置不会影响海域水体的流通性。项目在平面布置中已避开航道、锚地、自然保护区、生态红线区，有利于海洋生态系统保护。本项目位于开阔海域，水动力交换能力强，运营期间饵料残渣和鱼类排泄物能随海水扩散，并被网箱外的浮游生物和其他鱼、虾类所利用，会降低对海域环境的污染程度，形成一个相对稳定的生态系统，有效减少残饵和

粪便对水质、生态环境的影响。此外，本项目网箱配置水质监测系统，全天候随时监测水质各项指标，可利用该监测系统反馈网箱海域水质变化，以准确分析其影响，及时调整措施和控制养殖污染物扩散影响。

本项目施工期和运营期污水等均进行收集处理，不排海，施工期和运营期会增加海域中船舶数量，应采取有效措施防范船舶碰撞风险事故发生。项目运营期对资源环境基本无影响，体现了保护海洋生态环境的原则。

6.2.3 项目用海平面布置是否与水文动力、地形地貌与冲淤环境相适宜

本项目养殖网箱固定后，锚块固定于海底，基本不会对水文动力环境造成影响；深水网箱网衣减小了海域水流过水断面面积，会对周边的流场产生一定影响，但网箱网衣占用海域空间面积较小，且水流可通过网箱，对水动力环境产生的影响较小；升降式智能桁架养殖平台的支撑基础为 18 根直径 $\Phi 800\text{mm}$ 的钢管桩，桩基数量少且直径小，对所在海域水文动力环境的影响仅在桩基附近会有一定的绕流，对水流不会形成明显的阻断，对周边海域的流场形态基本无影响。本项目建设对水动力环境的影响很小。

本项目养殖网箱固定锚块固定于海底，基本不会对水文动力环境造成影响，从而对地形地貌与冲淤环境的影响很小；升降式智能桁架养殖平台的支撑基础为 18 根直径 $\Phi 800\text{mm}$ 的钢管桩，一般情况下，桩群迎流面易出现冲刷而背流面易出现淤积，由于本项目桩基数量有限，且占用海床底土面积较小，对海流和涨落潮携带的泥沙影响不大，对桩基周边的冲刷和淤积影响很小。因此，本项目的用海平面布置均考虑了尽可能减少对水文动力环境、冲淤环境的影响。

6.2.4 项目用海平面布置是否与周边海域开发活动相适宜

本项目所在海域开发利用活动少，主要为航道、海上风电场。通过分析项目对所在海域开发活动的影响，确定本项目无利益相关者，需协调部门为湛江海事局。建议建设单位建设及运营期间服从湛江海事局的协调和调度，严格风险管理，避免发生溢油和安全事故。通过严密、科学的组织和合理的生产调度；把通航安全放在首位，做好建设及运营期间的安全管理工作；船舶运用技术良好、谨慎驾驶的驾驶员，可以最大限度地减少本项目对通航的影响。因此，本项目用海平面

布置与周边海域开发活动相适宜。

综上，本项目用海平面布置合理。

6.3 用海方式合理性分析

用海方式为构筑物（一级方式）的透水构筑物（二级方式）和开放式（一级方式）的开放式养殖（二级方式）。以下从用海方式是否有利于维护海域基本功能、是否有利于保护区域海洋生态系统、是否有利于减少对水文动力环境和冲淤环境的影响等方面分析项目用海方式的合理性。

6.3.1 项目用海方式是否有利于维护海域基本功能

根据《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》，本项目位于湛江东侧近海渔业用海区，项目为开放式养殖用海，不会改变海域自然属性；本项目位于开阔海域，项目建设不会引起波浪和潮流等水动力改变，不会改变区域水深地形；施工悬沙影响是暂时的，各类船舶产生的含油污水经收集后岸上接收统一处理，对水动力、地形地貌与冲淤环境、水质的影响很小。运营期死鱼收集后运输船转运到岸上处理，不丢弃入海，对周边水质环境不会产生影响。项目位于开阔海域，水动力交换能力较强，饵料残渣和鱼类排泄物能随海水扩散，并被网箱外的浮游生物和其他鱼、虾类所利用，会降低对海域环境的污染程度，形成一个相对稳定的生态系统，对周边海域海水水质、沉积物环境影响较小。项目的建设与其所在功能区海洋环境保护要求相符，不会对该海域功能区的海洋功能发挥产生不良影响。

因此，本项目的用海方式与维护海域基本功能是适宜的。

6.3.2 项目用海方式是否有利于保护区域海洋生态系统

本项目基本不会改变海域自然属性，对周边海域海水水质、沉积物产生的影响较小。本项目用海方式是满足项目正常运营所必须的，项目采取透水构筑物和开放式养殖的用海方式有利于维护海域基本功能，项目建设符合所在海洋功能区的管控要求，不会对项目海域的海洋环境造成不可逆转的改变，能最大程度地减少对水文动力环境、冲淤环境的影响，有利于保持自然岸线和海域自然属性，有利于保护和保全区域海洋生态系统。

6.3.3 项目用海方式是否有利于减少对水文动力环境和冲淤环境的影响

海域地形地貌冲淤环境是在水动力长期作用下形成的稳定环境，影响地形地貌冲淤环境的主要因素为水动力和底质类型，本项目用海方式为透水构筑物 and 开放式养殖，本项目不涉及大规模围填海沟槽开挖等重大海底地貌改造工程，项目建设也不会明显改变项目所在海域和附近海域海岸侵蚀和淤积现状，项目实施对所在海域水动力环境变化幅度很小，不会对周边海域水动力环境产生明显影响，不会改变区域水深地形，不会明显改变海底底质类型，不会改变周边海域的地形地貌与冲淤环境状况，对岸滩冲淤也没有影响。因此，本项目用海方式能最大程度减少对水文动力环境和冲淤环境的影响。

综上，本项目用海方式合理。

6.4 占用岸线合理性分析

本项目申请用海范围距离陆地最近约 15.8km，项目用海不涉及占用岸线。

6.5 用海面积合理性分析

6.5.1 用海面积合理性

6.5.1.1 用海面积是否满足用海需求

随着人类对海洋资源的开发和利用逐渐增多，传统的渔业养殖方式已经逐渐无法满足人类的需求。同时，传统的渔业养殖在实践中也存在着许多问题，如水质污染、养殖物种的种质衰退等。近年来内湾、滩涂及其它近海养殖水域面临的海洋生态问题愈加严峻，内陆污染物排放、海洋石油泄漏及海水养殖自源性污染等不利条件极大压缩了近海养殖可利用空间。因此，现代化海洋牧场的建设已经成了一个必然的趋势和发展方向。

基于以上需求，广东省海洋经济发展集团有限公司根据不同水深、风浪条件、底质条件、建设需求以及科研需求，建设升降式智能桁架养殖平台 1 座，沉浮式钢管框架金属网箱 1 组，C90 HDPE 重力式网箱 11 个，本工程的建设将有力地推动以高投入和高技术为支撑，以高产出和低（零）污染为目标的湾外海域现代

养殖业发展，对降低鱼病害，加快推进海洋渔业转型升级具有重要意义。

升降式智能桁架养殖平台采用坐底桁架式结构，用海方式为透水构筑物。平台总长 90 米，宽 60 米，项目占用海域面积为 5400m³。根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）“透水构筑物用海以构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线为界。有安全防护要求的透水构筑物用海在透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线基础上，外扩不小于 10m 保护距离为界”。升降式智能桁架养殖平台在垂直投影的外缘线基础上，外扩 10m 保护距离，升降式智能桁架养殖平台申请用海面积为 0.8800 公顷。

沉浮式钢管框架金属网箱尺寸为 401m×519m，项目占用海域面积为 208119m³；单个 C90 网箱半径为 14.5m，即 11 个网箱投影（不考虑锚链）占用海域面积 7262m³。网箱申请用海方式为开放式养殖，根据《海域使用分类》（HY/T 123-2009），开放式养殖用海指无须筑堤围割海域，在开敞条件下进行养殖生产所使用的海域。项目网箱应考虑系泊缆绳长度以及升降式智能桁架养殖平台与网箱养殖之间排他性海域的面积，经计算，网箱申请用海面积为 87.4423 公顷。

因此，升降式智能桁架养殖平台申请用海面积为 0.8800 公顷，网箱申请用海面积为 87.4423 公顷可以满足用海需求。

6.5.1.2 项目用海面积是否符合相关行业设计标准和规范

（1）与《海籍调查规范》（HY/T124-2009）的符合性分析

升降式智能桁架养殖平台采用坐底桁架式结构，共设置 18 根桩，用海方式为透水构筑物。根据《海籍调查规范》（HY/T124-2009），“有安全防护要求的透水构筑物用海在透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线基础上，外扩不小于 10m 保护距离为界。”确定项目用海范围。

网箱养殖（包含锚泊系统）申请用海范围根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）“5.3.4 开放式用海 以实际设计或使用的范围为界”确定，沉浮式钢管框架金属网箱和 C90 网箱以其所需锚固范围进行用海申请。经界定，项目申请用海总面积为 88.3223 公顷，其中升降式智能养殖平台申请用海面积 0.8800 公顷；C90 网箱、沉浮式钢管框架金属网箱申请用海面积为 87.4423 公顷。

综上，本项目用海界定符合《海籍调查规范》（HY/T124-2009）的要求。

（2）与《海域使用面积测量规范》的符合性分析

按照《海域使用面积测量技术规范》，本次论证项目拟申请用海面积，是根据坐标解析法进行面积计算，即利用已有的各点平面坐标计算面积，借助于画图软件计算功能直接求得。

6.5.1.3 用海面积是否满足产业用海面积控制指标

根据《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准（试行）》，原则上需严格遵守控制性指标，满足用海面积控制要求，其中控制性指标包括离岸距离和水深、已开发利用海域、规划符合性等，现分析如下：

（一）控制性指标

（1）离岸距离和水深

重力式深水网箱型原则上布设在 15 米等深线以深或离岸（大陆海岸线）3 公里以上的海域，桁架类网箱及养殖平台型原则上布设在 20 米等深线以深或离岸（大陆海岸线）10 公里以上的海域。本项目位于徐闻县锦和镇东侧海域约 15.8km 外海域，拟养殖海域水深为 25-30m，符合离岸距离和水深的控制性指标。

（2）已开发利用海域

项目申请用海范围内无已开发海域活动，距离较近的开发利用现状为航路和海上风电，符合不位于已开发利用海域内的控制性指标。

（3）规划符合性

项目符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《徐闻县国土空间总体规划（2021-2035 年）》的要求，满足《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》关于“湛江东侧近海渔业用海区”的空间准入条件和相关管控要求，不涉及生态保护红线。

项目符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》以及《湛江市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》等省、市相关规划的要求。

项目符合《自然资源部办公厅 农业农村部办公厅关于优化养殖用海管理的通知》《广东省自然资源厅 广东省农业农村厅转发自然资源部办公厅 农业农村部办公厅关于优化养殖用海管理的通知》《广东省现代化海洋牧场发展总体规划

（2024-2035 年）》《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准》《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》《湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023-2035 年）》《湛江市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》等行业相关规划要求。

（二）用海面积控制指标

单个 C90 网箱养殖水体 9000 立方米，1 组沉浮式钢管框架金属网箱养殖水体 32000 立方米，1 个升降式智能桁架养殖平台养殖水体 60000 立方米，本项目总养殖水体为 19.1 万立方米。

根据《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准（试行）》“重力式深水网箱型现代化海洋牧场外缘边线包络海域面积（包含锚泊系统）原则上当水深小于等于 20 米时，每 1 万 m^2 养殖装备垂直投影面积控制在 36 公顷以内，当水深大于 20 米时，水深每增加 1 米，每 1 万 m^2 养殖装备垂直投影面积控制用海面积增加 1 公顷”和“桁架类网箱及养殖平台型现代化海洋牧场外缘边线包络海域面积（包含锚泊系统）原则上每 1 万 m^3 养殖水体控制在 4 公顷以内”。

（1）重力式深水网箱

C90 网箱和沉浮式钢管框架金属网箱均属于重力式深水网箱。单个 C90 网箱垂直投影面积为 660.5m^2 ，11 口网箱 0.73 万 m^2 ，沉浮式钢管框架金属网箱垂直投影面积为 20.8 万 m^2 ，求得重力式深水网箱垂直投影面积为 21.33 万 m^2 。重力式深水网箱用海面积（包含锚泊系统）为 87.4423 公顷，求得每 1 万 m^2 养殖装备垂直投影面积为 4 公顷，满足“重力式深水网箱型现代化海洋牧场外缘边线包络海域面积（包含锚泊系统）原则上当水深小于等于 20 米时，每 1 万 m^2 养殖装备垂直投影面积控制在 36 公顷以内，当水深大于 20 米时，水深每增加 1 米，每 1 万 m^2 养殖装备垂直投影面积控制用海面积增加 1 公顷”的要求。

综上，本项目遵守《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准（试行）》中控制性指标，满足其用海面积控制要求。

表 6.5.1-1 控制性指标

控制性指标		类型		
		重力式深水网箱型	桁架类网箱及养殖平台型	投礁型
离岸距离和水深		原则上布设在15米等深 线以深或离岸（大陆海岸 线）3公里以上的海域	原则上布设在20米等深线以深 或离岸（大陆海岸线）10公里以 上的海域	原则上布设在15米等深线 以深，或离岸（大陆海岸 线）3公里以上且6米等深 线以深的海域
已开发利用海域		不位于已开发利用海域内（养殖用海除外）		
规划符合性	国土空间规划	应符合国土空间规划分区的用途管制和生态保护红线管控要求		
	海岸带及海洋空间 规划	应符合海岸带规划分区的管控要求		
	养殖水域滩涂规划	应符合养殖水域滩涂功能分区的管控要求，不位于禁止养殖区海域内		

表 6.5.1-2 海洋产业园（海洋牧场类）用海面积控制表

类型		最大水深 h （米）	用海面积控制要求
装备型	重力式深水网箱 型	≤ 20	外缘边线包络海域面积原则上每1万 m^2 养殖装备垂直投影面积控制在36公顷（包含锚泊系统）以内
		>20	外缘边线包络海域面积原则上每1万 m^2 养殖装备垂直投影面积控制在 $36 + (h - 20)$ 公顷（包含锚泊系统）以内
	桁架类网箱及养殖平台型	-	外缘边线包络海域面积原则上每1万 m^3 养殖水体控制在4公顷（包含锚泊系统）以内

6.5.1.4 减少项目用海面积的可能性

本项目平面布置紧凑，在满足养殖需要的前提下，兼顾了养殖工作人员生活的需求，未盲目扩大规模多占用海域，体现了集约、节约用海的原则。用海面积申请满足用海需求且符合《海籍调查规范》（HY/T124-2009）的要求，用海面积暂无减少的可能性。

6.5.2 宗海图绘制

本项目宗海图绘制以设计单位提供的设计方案为基础，依据《海籍调查规范》和《宗海图编绘技术规范》，完成了本项目宗海图的绘制。

本项目宗海图绘制采用坐标系为 CGCS2000，投影方式采用高斯-克吕格投影，中央子午线为 $110^{\circ}30'$ 。

（1）宗海位置图的绘制方法

本项目宗海位置图底图采用中华人民共和国海事局，2023 年 1 月第 4 次印刷的海图《外罗门至琼州海峡》（图幅号 88001）作为底图，比例尺为 1:150 000，深度、高程单位为米，地图投影为墨卡托投影（ $20^{\circ}23'$ ），图式采用 GB12319-1998。将上述图件作为宗海位置图的底图，根据海图上附载的方格网经纬度坐标，将用海位置叠加之上述图件中，并填上《海籍调查规范》和《宗海图编绘技术规范》（HY/T251-2018）上要求的其他海籍要素，形成宗海位置图。

（2）宗海界址图的绘制方法

利用设计单位提供的项目平面布置图及数字化地形图作为宗海平面图的基础数据，利用地理制图软件矢量化地形图作为宗海界址图的底图，根据《海籍调查规范》《宗海图编绘技术规范》对宗海和宗海内部单元的界定原则，形成用海单元的界址范围。

项目宗海位置图见图 6.5.2-1，宗海界址图见图 6.5.2-2。

广东省海发集团粤琼合作1号养殖试验装备建设项目宗海位置图

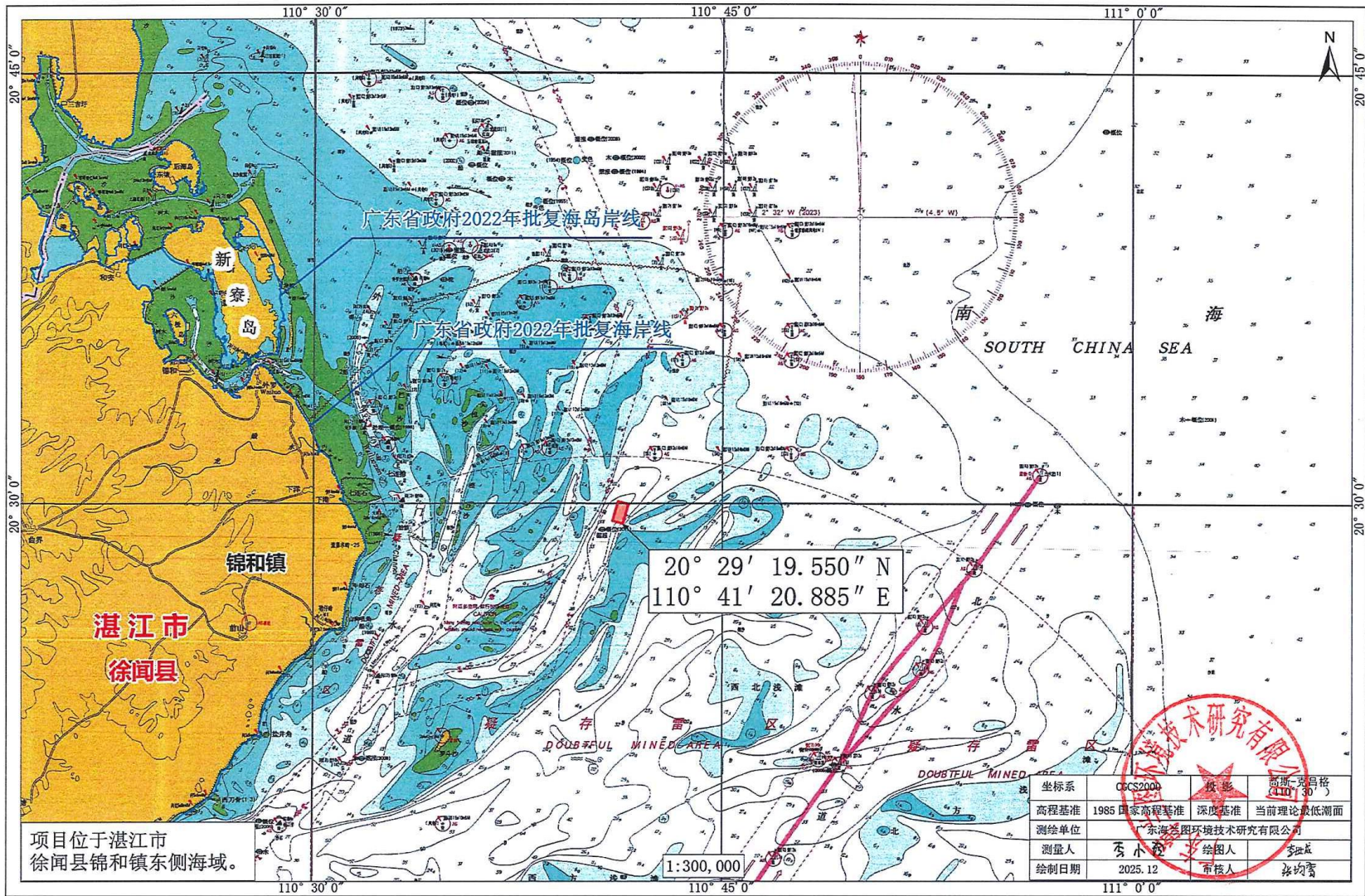


图 6.5.2-1 项目宗海位置图

广东省海发集团粤琼合作1号养殖试验装备建设项目宗海界址图

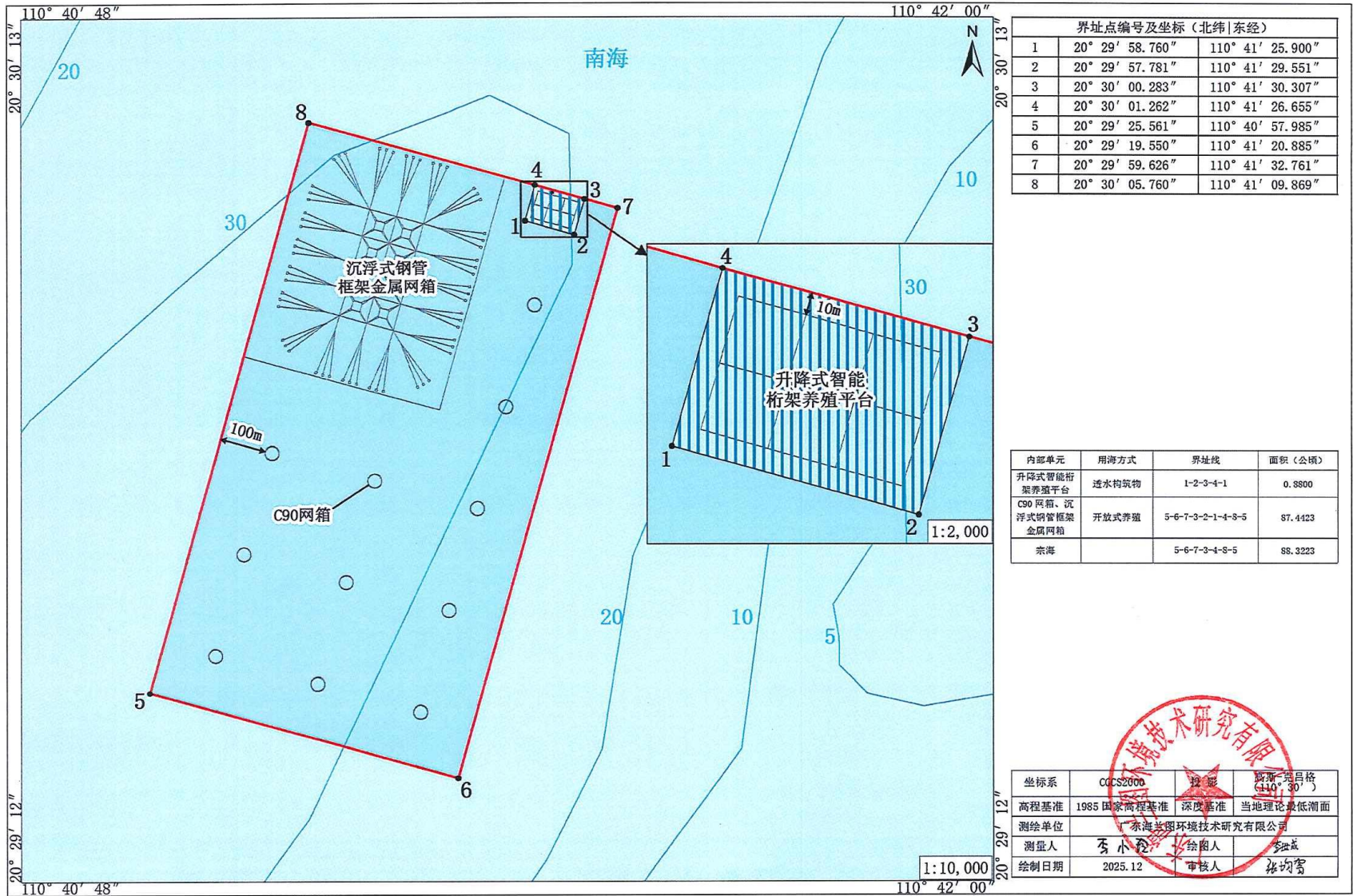


图 6.5.2-2 项目宗海平面布置图

6.5.3 用海面积量算

6.5.3.1 宗海界址点的确定

升降式智能桁架养殖平台根据《海籍调查规范》（HYT124-2009），“有安全防护要求的透水构筑物用海在透水构筑物及其防护设施垂直投影的外缘线基础上，外扩不小于 10m 保护距离为界”确定项目用海界址点。

网箱养殖（包含锚泊系统）申请用海范围根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）“5.3.4 开放式用海 以实际设计或使用的范围为界”确定项目用海界址点。

6.5.3.2 宗海界址点坐标的确定

宗海界址点在软件中绘制属于高斯投影下的平面坐标，高斯投影平面坐标转化为大地坐标（经纬度）即运用了高斯反算过程所使用的高斯反算公式算出。根据数字化宗海平面图上所载的界址点 CGCS2000 大地坐标系，利用相关测量专业的坐标换算软件，输入必要的转换条件，自动将各界址点的平面坐标换算成以高斯投影、110°30'为中央子午线的 CGCS2000 大地坐标。

高斯投影反算公式：

$$l = \frac{1}{\cos B_f} \left(\frac{y}{N_f} \right) \left[1 - \frac{1}{6} (1 + 2t_f^2 + \eta_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^2 + \frac{1}{120} (5 + 28t_f^2 + 24t_f^4 + 6\eta_f^2 + 8\eta_f^2 t_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^4 \right]$$
$$B = B_f - \frac{t_f}{2M_f} y \left(\frac{y}{N_f} \right) \left[1 - \frac{1}{12} (5 + 3t_f^2 + \eta_f^2 - 9\eta_f^2 t_f^2) \left(\frac{y}{N_f} \right)^2 + \frac{1}{360} (61 + 90t_f^2 + 45t_f^4) \left(\frac{y}{N_f} \right)^4 \right]$$

6.5.3.3 用海面积的计算

（1）宗海面积的计算方法

本次宗海面积计算采用坐标解析法进行面积计算，即利用经外扩后的各点平面坐标计算面积，通过计算直接求得用海面积。

（2）宗海面积的计算结果

根据《海籍调查规范》及本项目用海方式，经界定，项目申请用海总面积为 88.3223 公顷，其中升降式智能养殖平台申请用海面积 0.8800 公顷；C90 网箱、沉浮式钢管框架金属网箱申请用海面积为 87.4423 公顷。

6.6 用海期限合理性分析

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），本项目海域使用类型为渔业用海（一级类）中的增养殖用海（二级类）；按《海域使用分类》（HY/T 123-2009），本项目海域使用类型为渔业用海（一级类）中的开放式养殖用海（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）的透水构筑物（二级方式）和开放式（一级方式）的开放式养殖（二级方式）。

根据《中华人民共和国海域使用管理法》的规定：“海域使用权最高期限，按照下列用途确定：

- （一）养殖用海十五年；
- （二）拆船用海二十年；
- （三）旅游、娱乐用海二十五年；
- （四）盐业、矿业用海三十年；
- （五）公益事业用海四十年；
- （六）港口、修造船厂等建设工程用海五十年。

本项目设计使用年限为 15 年，本项目主要用于养殖试验装备建设项目，为养殖用海，本次申请使用海域 15 年，符合《中华人民共和国海域使用管理法》的规定。

因此，本项目申请用海期限是合理的。

用海期限届满之后，若本项目用海需求和规模没有发生改变，需要继续用海的，可根据《中华人民共和国海域使用管理法》第四章第二十六条规定：“海域使用权期限届满，海域使用权人需要继续使用海域的，应当至迟于期限届满前二个月向原批准用海的人民政府申请续期。”

7 生态用海对策措施

7.1 生态用海对策

7.1.1 生态保护对策

7.1.1.1 设计阶段生态保护对策

本项目设计体现了生态化理念，避让了生态敏感目标。本项目布置在湛江市徐闻县锦和镇东侧海域约 15.8km 外海域，项目选址避让了生态保护红线，尽可能减少对海洋自然资源的占用。

本项目用海方式为透水构筑物和开放式养殖，设计阶段遵循了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。

7.1.1.2 施工阶段生态保护对策

（1）施工期间合理安排施工进度，养殖网箱平台安放应避开鱼虾产卵期和浮游期，网箱安装过程缓慢且平稳，减少对海底的扰动，减轻悬浮物影响；

（2）施工船上产生的生活污水利用船上的污水收集装置集中收集，靠岸后排入污水处理厂进行统一处理，不排放入海；

（3）施工期船舶产生的含油污水集中收集在船上的污油水舱（柜），定期由油污水接收船统一接收，上岸后统一进行处理，不排放入海；

（4）施工期船舶生活垃圾应参照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）中对船舶垃圾的排放控制要求进行分类管理，在船上配备垃圾桶或者袋装收集，定期运至市政环卫部门指定的垃圾处置场所进行统一处置，不排放入海；

（5）船舶维修产生的废润滑油按照危险废物相关收集规范要求合理、安全、可靠的包装后，采用专用车或船将废润滑油运至危险废物收集贮存中心进行处置，不排放入海。

7.1.1.3 运营阶段生态保护对策

（1）合理规划

按照不同海域使用功能，对其养殖水面进行科学规划。确定水体对网围精养或网箱养殖的负载能力，综合利用各种相关的数学模型。确定水产养殖水体对营养元素尤其是 N、P 的负载能力，最终确定水体的养殖容量，实现养殖水体的可持续利用。

（2）富营养化的治理

定期对废弃物的回收和处理，如残饵、网衣废弃物、生活垃圾等；其次，对底质进行改造，如吸泥、海底耕耘、海底铺沙、海底曝气、海面撒石灰、撒粘土等，以消除由于长期残饵淤积引起的富营养化。

（3）通过生化方法降解氨氮

生物学技术包括通过养殖一些对净化水质有益的鱼类或种植一些大型水生生物，达到净化水质的目的。如放养些滤食性的上层鱼类，可调控浮游生物的结构，防止水质过肥，起到以鱼养水的目的。物理和化学措施包括施用改良水质的物质、使用增氧剂等，其目的是为有益生物种类和生态系统的良性运转创造最佳条件。

（4）采用生态营养学饲料的配制技术

注意饲料营养成分和投喂方式。易消化的碳水化合物的加入会提高蛋白质利用率。通过选择饲料中所含的能量值与蛋白质含量的最佳比，可以减少饲料中 N 的排泄，其结果是单位生物量所排泄的能量减少。添加植酸酶可以提高植酸磷的利用率，减少粪便中磷的含量。此外，采用科学的投喂标准可减少残饵量。正确掌握投饲技术，并及时清除残饵，减少饲料溶失对水体的污染。

（5）规范健康养殖

在健康养殖模式下，合理的养殖密度，科学的放养品种结构，以及适度投入，能使水体保持良好的生态环境。

（6）减少药物使用量

尽可能使用“绿色水产药品”，它既不破坏水产动物的生态平衡，也不会产生药物残留，而且防治效果较佳。也可利用生物修复技术，特别是利用微生物降解有机污染物的能力来控制和改善养殖环境，从而达到控制和优化水域生态环境的目的。

（7）建立环境监测预警体系

根据养殖排污特点和海洋环境状况，定期开展养殖区及周边海域海洋环境监测。根据监测结果，重新制定或调整沉积物污染防治措施。

7.1.1.4 极端天气风险分析和应对措施

湛江是台风频发区域。台风带来的强风、巨浪和急流可能摧毁网箱的框架，冲垮锚泊系统，导致网箱移位、倾覆或解体、养殖鱼类逃逸。台风也可能导致水温、盐度急剧变化，水体浑浊溶氧降低，鱼类易产生应激反应，免疫力下降，继而引发疾病。建议采取以下对策措施：

（1）网箱结构选用具备高强度和高柔韧性的材料制作框架，能通过形变有效消散波浪的冲击能量。

（2）优化锚固系统，确保其能深扎海床，有效抵消风浪冲击。可通过加锚、加绳、加铁链等方式进行额外加固。

（3）台风季前，定期检查网箱结构完整性，重点查看网衣有无破损、框架连接点及锚绳磨损情况。收到台风预警后，立即对网箱及附属设施进行检查加固。

（4）台风来临前，可在网箱上方加盖一层渔网，形成“网袋”以增加防护，防止养殖鱼类逃逸。

（5）在养殖平台上布设智能传感器，用于收集气象、水文、水质等数据。有助于及时掌握平台安全状态，并为网箱后续的防台决策提供信息支撑。

（6）密切关注气象预报和台风预警信息，及时了解台风的动向和影响范围，以便提前采取防范措施。

（7）台风来临前减少或停止投喂。台风过后，待环境稳定，逐步恢复投喂。

（8）台风后需密切关注鱼类健康状况，加强病害监测。及时打捞死亡鱼类并进行无害化处理，防止病原传播。

7.1.2 生态跟踪监测

根据本工程特点，按照《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，制订项目生态跟踪监测计划。

（1）监测范围和站位

在本项目周边海域布置 5 个站位，用于水质、沉积物和海洋生物监测，监测过程中可视情况做适当的调整。站位布设如图 7.1.2-1 所示，坐标见表 7.1.2-1。

表 7.1.2-1 生态跟踪监测站位一览表（略）

图 7.1.2-1 生态跟踪监测站位图（略）

（2）监测项目

①水质：pH、溶解氧、COD、无机氮（铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐）、活性磷酸盐、SS、石油类、铜、铅、镉、总铬、锌、总汞等。

②沉积物：铜、铅、镉、锌、汞、砷、有机碳、硫化物、石油类。

③海洋生态：叶绿素 a、初级生产力、浮游动物、浮游植物、底栖生物、鱼卵仔稚鱼、游泳生物等。

（3）监测频率

项目施工期和运营期监测频率均为每年 2 次，春秋各 1 次。

各监测项目的具体采样与监测方法参照《海洋调查规范》和《海洋监测规范》等。

7.2 生态保护修复措施

本项目为广东省海发集团粤琼合作 1 号养殖试验装备建设项目，项目建设“升降式智能桁架养殖平台 1 座，沉浮式钢管框架金属网箱 1 组，C90 HDPE 重力式网箱 11 个。项目用海方式为透水构筑物 and 开放式养殖，用海面积为 88.3223 公顷。根据第 3 章分析，项目建设对资源生态影响小，且网箱的锚泊系统、框架等水下结构，为藻类、贝类、甲壳类等海洋生物提供了附着基和庇护所，从而吸引鱼类聚集，形成局部的生态系统，增加生物多样性。因此，本项目无需开展生态修复措施。

8 结论

8.1 项目用海基本情况

广东省海发集团粤琼合作 1 号养殖试验装备建设项目位于徐闻县锦和镇东侧海域约 15.8km 外海域，建设内容包括升降式智能桁架养殖平台 1 座，沉浮式钢管框架金属网箱 1 组，C90 HDPE 重力式网箱 11 个。本项目的建设是广东省海洋经济发展集团有限公司积极践行国家、广东省、湛江市政府关于建设海洋牧场现代产业的举措，为地区海洋经济高质量发展贡献力量。

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），本项目海域使用类型为渔业用海（一级类）中的增养殖用海（二级类）；按《海域使用分类》（HY/T 123-2009），本项目海域使用类型为渔业用海（一级类）中的开放式养殖用海（二级类），用海方式为构筑物（一级方式）的透水构筑物（二级方式）和开放式（一级方式）的开放式养殖（二级方式）。

本项目申请用海总面积为 88.3223 公顷，其中升降式智能养殖平台申请用海面积 0.8800 公顷；C90 网箱和沉浮式钢管框架金属网箱申请用海面积为 87.4423 公顷。项目申请用海期限为 15 年。本项目不占用海岸线资源。

8.2 项目用海必要性

项目由广东省海洋经济发展集团有限公司投资建设，计划在徐闻县锦和镇东侧约 15.8km 的开阔海域布设包括升降式智能桁架养殖平台、沉浮式钢管框架金属网箱及 C90 HDPE 重力式网箱在内的现代化海洋养殖设施。

从项目本质来看，海域是实现所有养殖功能的唯一载体和基本前提。各类网箱与养殖平台的物理存在、锚固布设及生产操作，都必须依托于具备适当水深、稳定底质及良好水动力条件的海域环境。这些设施无法在陆域或近岸浅水区实现其设计功能，唯有在选定的湾外海域，才能充分发挥其抗风浪、智能化与生态化的技术优势，保障养殖活动的安全、高效运行。

在技术层面，项目用海是对科学选址与规范标准的严格遵循。该海域在水深条件、底质类型和水体交换能力等方面，均符合《深水网箱养殖技术规范》等标准对深水网箱养殖区的明确要求。使用这片海域，是对优质海洋生产要素的合理配置，有助于实现高

产出与低污染的目标，是从技术上保障项目成功与可持续发展的科学决策。

从政策与产业发展角度看，本项目建设实施符合国家及地方海洋经济发展规划，符合中央一号文件提出的构建多元化食物供给体系的要求。该项目通过科学利用湾外海域资源，有助于转变传统渔业发展方式，推动产业升级，为广东省海洋渔业的深远海拓展提供示范。此类用海行为，是实现“向深海要粮食”战略、优化海洋生态环境的关键路径。

因此，本项目用海是必要的。

8.3 用海资源生态影响分析

本项目养殖网箱固定后，锚块固定于海底，基本不会对水文动力环境造成影响；深水网箱网衣减小了海域水流过水断面面积，会对周边的流场产生一定影响，但网箱网衣占用海域空间面积较小，但水流可通过网箱，对水动力环境产生的影响较小；升降式智能桁架养殖平台的支撑基础为 18 根直径 $\Phi 800\text{mm}$ 的钢管桩，桩基数量少且直径小，对所在海域水文动力环境的影响仅在桩基附近会有一定的绕流，对水流不会形成明显的阻断，对周边海域的流场形态基本无影响。本项目建设对水动力环境的影响很小。

本项目养殖网箱固定锚块固定于海底，基本不会对水文动力环境造成影响，从而对地形地貌与冲淤环境的影响很小；升降式智能桁架养殖平台的支撑基础为 18 根直径 $\Phi 800\text{mm}$ 的钢管桩，一般情况下，桩群迎流面易出现冲刷而背流面易出现淤积，由于本项目桩基数量有限，且占用海床底土面积较小，对海流和涨落潮携带的泥沙影响不大，对桩基周边的冲刷和淤积影响很小。因此，本项目对水文动力环境、冲淤环境的影响较小。

本项目在施工期对水质的影响主要包括施工产生的悬浮泥沙、施工船舶含油污水、施工人员生活污水等。本项目养殖在水泥锚定时会产生少量悬浮泥沙，本项目位于开阔海域，水体交换良好，水稀释能力强，对水质环境影响很小，且这种影响随着木水泥锚定结束而逐渐消失。施工船上产生的生活污水利用船上的污水收集装置集中收集，靠岸后排入污水处理厂进行统一处理，不排放入海。施工期船舶产生的含油污水集中收集在船上的污油水舱（柜），定期由油污水接收船统一接收，上岸后统一进行处理，不排放入海。通过以上措施，施工期对水质环境的影响很小。

项目位于开阔海域，水动力交换能力较强，饵料残渣和鱼类排泄物能随海水扩散，并被网箱外的浮游生物和其他鱼、虾类所利用，会降低对海域环境的污染程度，形成一

个相对稳定的生态系统，对周边海域生态环境影响较小。

本项目用海远离海岸线，不占用自然海岸线资源。项目占用海域空间资源较大，对所在海域具有排他性，考虑项目用海方式为开放式和透水构筑，总体来说项目用海对海域空间资源的影响较小。

8.4 海域开发利用协调分析

本项目所在海域开发利用活动少，主要为航道、海上风电场。通过分析项目对所在海域开发活动的影响，确定本项目无利益相关者，需协调部门为湛江海事局。建议建设单位建设及运营期间服从湛江海事局的协调和调度，严格风险管理，避免发生溢油和安全事故。通过严密、科学的组织和合理的生产调度；把通航安全放在首位，做好建设及运营期间的安全管理工作；船舶运用技术良好、谨慎驾驶的驾驶员，可以最大限度地减少本项目对通航的影响。

本项目所在及附近海域无国防设施，其工程建设、生产经营不会对国防产生不利影响；不涉及领海基点，也不涉及国家秘密，对国家海洋权益没有损害。

8.5 国土空间规划及相关规划符合性分析

项目符合《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》《广东省国土空间生态修复规划（2021-2035 年）》《湛江市国土空间总体规划（2021-2035 年）》《徐闻县国土空间总体规划（2021-2035 年）》的要求，满足《广东省海岸带及海洋空间规划（2021-2035 年）》关于“湛江东侧近海渔业用海区”的空间准入条件和相关管控要求，不涉及生态保护红线。

项目符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《广东省自然资源保护与开发“十四五”规划》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》以及《湛江市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》等省、市相关规划的要求。

项目符合《自然资源部办公厅 农业农村部办公厅关于优化养殖用海管理的通知》《广东省自然资源厅 广东省农业农村厅转发自然资源部办公厅 农业农村部办公厅关于优化养殖用海管理的通知》《广东省现代化海洋牧场发展总体规划（2024-2035 年）》《广东省海洋产业园（海洋牧场类）用海选址及控制标准》《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030 年）》《湛江市现代化海洋牧场建设规划（2023-2035 年）》《湛江市养殖

水域滩涂规划（2018-2030 年）》等行业相关规划要求。

8.6 用海合理性分析

本项目用海选址区位、社会经济条件适宜，所在海域的气象条件、水文条件、工程地质等条件适宜，项目用海对海洋生态环境的影响很小，对周边海域开发活动具有较好的协调性。

本项目用海平面布置已尽可能体现了集约、节约用海的原则，项目用海方式为透水构筑物 and 开放式养殖，用海平面布置和用海方式已尽可能减小对水文动力环境、地形地貌与冲淤环境的影响，尽可能减小对周边海域开发活动的影响，不会造成所在岸线的形态和功能发生改变，用海平面布置和用海方式合理。

本项目申请用海面积满足项目用海需求，符合有关行业的设计规范，宗海界址点的界定和宗海面积的量算符合《海籍调查规范》等相关规范要求。项目申请用海期限 15 年，符合《中华人民共和国海域使用管理法》。

综合考虑项目所在地的海域自然、环境、资源情况，区域社会、经济等各种因素，本项目选址、平面布置、用海方式、申请用海面积和用海期限合理。

8.7 项目用海可行性

综上所述，广东省海发集团粤琼合作 1 号养殖试验装备建设项目用海是必要的，与周边开发利用活动是可协调的，与所在国土空间规划、省海岸带及海洋空间规划“湛江东侧近海渔业用海区”的空间准入条件和相关管控要求均相符，不涉及生态保护红线。项目选址、用海方式、用海平面布置、用海面积和用海期限是合理的。在严格按照本报告中提出的要求，做好海域环境的保护工作的前提下，从海域使用角度出发，本项目用海是可行的。