

陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖
用海项目
环境影响报告书
(公示稿)

建设单位：陆丰市农业农村局
评价单位：广东三海环保科技有限公司
二〇二三年十一月

建设项目环境影响报告书（表） 编制情况承诺书

本单位 广东三海环保科技有限公司（统一社会信用代码 91440105MA59CA5093）郑重承诺：本单位符合《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》第九条第一款规定，无该条第三款所列情形，不属于（属于/不属于）该条第二款所列单位；本次在环境影响评价信用平台提交的由本单位主持编制的 陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目 项目环境影响报告书（表）基本情况信息真实准确、完整有效，不

名单”。

承诺单位(公章):

2023年9月10日



打印编号: 1698313324000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	nv47fh
建设项目名称	陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目
建设项目类别	03-004海水养殖
环境影响评价文件类型	报告书

二、编制人员情况

1 编制主持人

单位信息查看

广东三海环保科技有限公司

注册时间: 2019-11-12 操作事项: **待办事项** ⁴

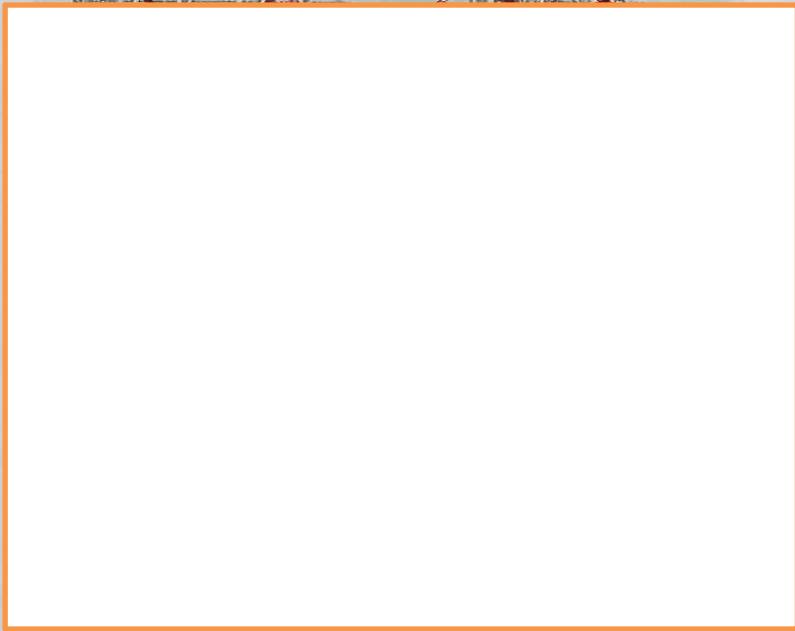
当前状态: **正常公开**

当前记分周期内失信记分

0

2022-11-14~2023-11-13

基本



缴费年月	单位编号	基本养老保险				失业				备注
		缴费基数	单位缴费	个人缴费	个人缴费	缴费基数	单位缴费	个人缴费	单位缴费	
202301	110393699804	8946	1252.44	0	715.68	8946	28.63	17.89	14.31	缓缴
202302	110393699804	8946	1252.44	0	715.68	8946	28.63	17.89	14.31	缓缴
202303	110393699804	8946	1252.44	0	715.68	8946	28.63	17.89	14.31	缓缴
202304	110393699804	8946	1252.44	0	715.68	8946	28.63	17.89	14.31	缓缴
202305	110393699804	8946	1252.44	0	715.68	8946	71.57	17.89	17.89	
202306	110393699804	8946	1252.44	0	715.68	8946	71.57	17.89	17.89	
202307	110393699804	8946	1252.44	0	715.68	8946	71.57	17.89	17.89	

1、表中“单位编号”对应的单位名称如下：

110393699804:广州市:广东三环环保科技有限公司

2、本《参保证明》可由参保人在我局的互联网公共服务网页上自行打印，作为参保人在广州市参加社会保险的证明，向相关部门提供。查验部门可通过上面条形码进行核查，本条形码有效期至2024-01-22，核查网页地址：<http://ggfw.gdhrss.gov.cn>。

3、参保单位实际参保缴费情况，以社保局信息系统记载的最新数据为准。

4、本《参保证明》标注的“缓缴”是指：《转发人力资源社会保障部办公厅 国家税务总局办公厅关于特困行业阶段性实施缓缴企业社会保险费政策的通知》（粤人社规〔2022〕11号）、《广东省人力资源和社会保障厅 广东省发展和改革委员会 广东省财政厅 国家税务总局广东省税务局关于实施扩大阶段性缓缴社会保险费政策实施范围等政策的通知》（粤人社规〔2022〕15号）等文件实施范围内的企业申请缓缴三项社保费单位缴费部分。

5、单位缴费是指单位缴纳的养老保险费，其中“单位缴费划入个帐”是按政策规定，将单位缴纳的社会保险费部分划入参保人个人账户的金额。

证明机构名称（证明专用章）

证明日期:2023年07月26日



缴费年月	单位编号	基本养老保险				失业				备注
		缴费基数	单位缴费	个人缴费	个人缴费	缴费基数	单位缴费	个人缴费	单位缴费	
202301	110393699804	4588	642.32	0	367.04	3500	11.2	7	5.6	和
202302	110393699804	4588	642.32	0	367.04	3500	11.2	7	5.6	和
202303	110393699804	4588	642.32	0	367.04	3500	11.2	7	5.6	和
202304	110393699804	4588	642.32	0	367.04	3500	11.2	7	5.6	和
202305	110393699804	4588	642.32	0	367.04	3500	28	7	7	
202306	110393699804	4588	642.32	0	367.04	3500	28	7	7	
202307	110393699804	5284	739.76	0	422.72	3500	28	7	7	

1、表中“单位编号”对应的单位名称如下：

110393699804:广州市:广东三海环保科技有限公司

2、本《参保证明》可由参保人在我局的互联网公共服务网页上自行打印，作为参保人在广州市参加社会保险的证明，向相关部门提供。查验部门可通过上面条形码进行核查，本条形码有效期至2024-01-22，核查网页地址：<http://ggfw.gdhrss.gov.cn>。

3、参保单位实际参保缴费情况，以社保局信息系统记载的最新数据为准。

4、本《参保证明》标注的“缓缴”是指：《转发人力资源社会保障部办公厅 国家税务总局办公厅关于特困行业阶段性实施缓缴企业社会保险费政策的通知》（粤人社规〔2022〕11号）、《广东省人力资源和社会保障厅 广东省发展和改革委员会 广东省财政厅 国家税务总局广东省税务局关于实施扩大阶段性缓缴社会保险费政策实施范围等政策的通知》（粤人社规〔2022〕15号）等文件实施范围内的企业申请缓缴三项社保费单位缴费部分。

5、单位缴费是指单位缴纳的养老保险费，其中“单位缴费划入个帐”是按政策规定，将单位缴纳的社会保险费部分划入参保人个人账户的金额。

证明机构名称（证明专用章）

证明日期:2023年07月26日



缴费月	单位编号	缴费基数	单位缴费	个人缴费	缴费基数	单位缴费	个人缴费	单位缴费	备注
202301	110393699804	5000	700	0	400	5000	16	8	缓
202302	110393699804	5000	700	0	400	5000	16	8	缓
202303	110393699804	5000	700	0	400	5000	16	8	缓
202304	110393699804	5000	700	0	400	5000	16	8	缓
202305	110393699804	5000	700	0	400	5000	40	10	缓
202306	110393699804	5000	700	0	400	5000	40	10	缓
202307	110393699804	5284	739.76	0	422.72	5000	40	10	缓

1、表中“单位编号”对应的单位名称如下：

110393699804:广州市:广东三环环保科技有限公司

2、本《参保证明》可由参保人在我局的互联网公共服务网页上自行打印，作为参保人在广州市参加社会保险的证明，向相关部门提供。查验部门可通过上面条形码进行核查，本条形码有效期至2024-01-22，核查网页地址：<http://ggfw.gdhrss.gov.cn>。

3、参保单位实际参保缴费情况，以社保局信息系统记载的最新数据为准。

4、本《参保证明》标注的“缓缴”是指：《转发人力资源社会保障部办公厅 国家税务总局办公厅关于特困行业阶段性实施缓缴企业社会保险费政策的通知》（粤人社规〔2022〕11号）、《广东省人力资源和社会保障厅 广东省发展和改革委员会 广东省财政厅 国家税务总局广东省税务局关于实施扩大阶段性缓缴社会保险费政策实施范围等政策的通知》（粤人社规〔2022〕15号）等文件实施范围内的企业申请缓缴三项社保费单位缴费部分。

5、单位缴费是指单位缴纳的养老保险费，其中“单位缴费划入个帐”是按政策规定，将单位缴纳的社会保险费部分划入参保人个人账户的金额。

证明机构名称（证明专用章）

证明日期:2023年07月26日

建设单位营业执照：



建设单位营业执照：

机构名称 陆丰市农业农村局(陆丰市乡村振兴局)

机构性质 机关

机构地址 广东省陆丰市东海镇龙湖路邻里中心五楼

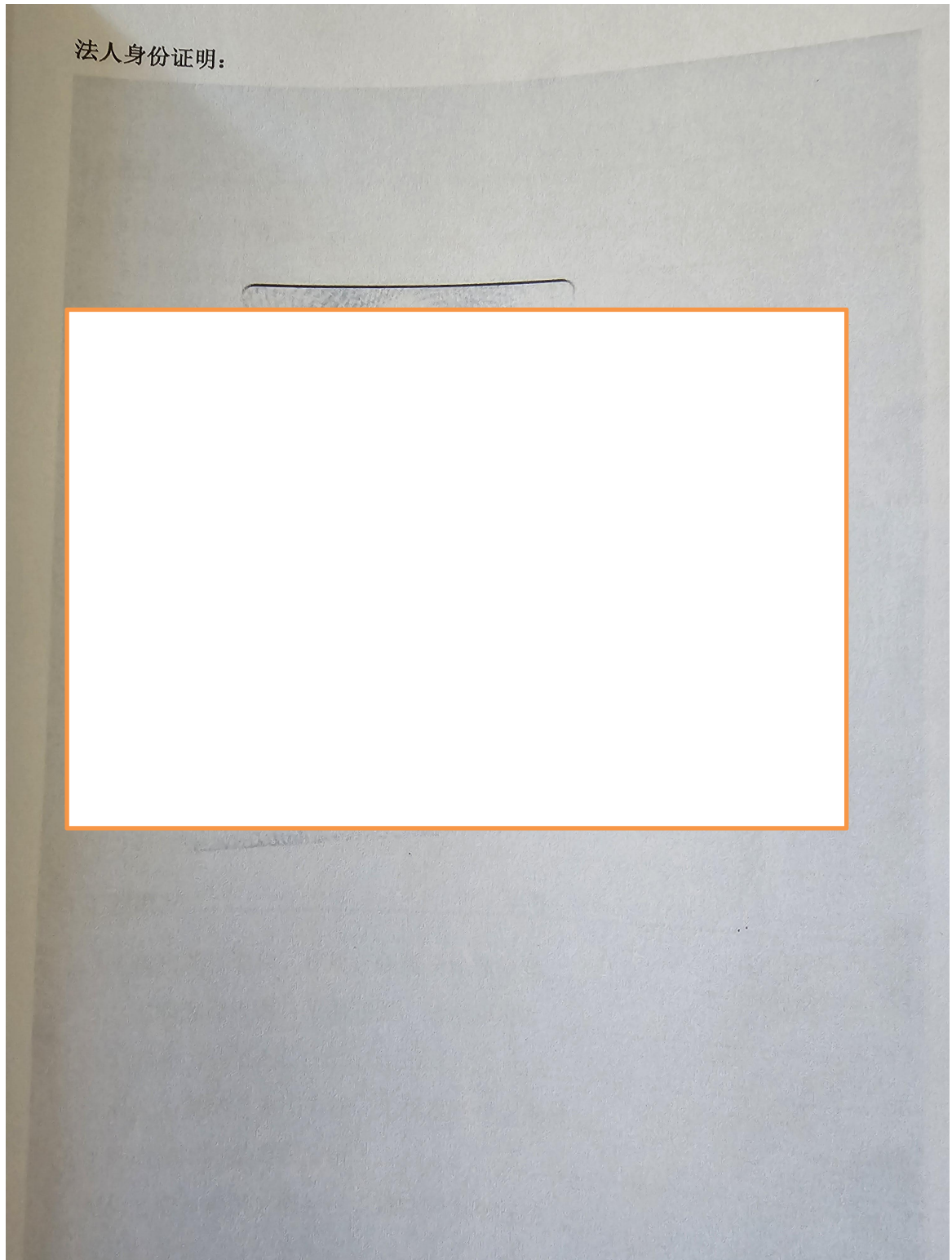
负责人 杨继炫

赋码机关

注：以上信息如发生变化，应到赋码机关更新信息，换领新证。因不及时更新造成二维码失效等信息错误，责任自负。

陆丰市乡村振兴局编制委员会办公室监制

法人身份证明：



目 录

1 概述	1
1.1 建设项目背景	1
1.2 建设项目特点	2
1.3 环境影响评价工作过程	3
1.4 分析判定相关情况	4
1.5 关注的主要环境问题及环境影响	7
1.6 综合评价结论	9
2 总则	10
2.1 编制依据	10
2.2 评价原则与评价目的	17
2.3 环境功能区划	18
2.4 评价标准	29
2.5 评价等级	35
2.6 评价范围	38
2.7 环境保护目标和环境敏感目标	40
3 工程概况	50
3.1 建设项目名称、性质、规模及地理位置	50
3.2 工程建设内容、平面布置、结构和尺度	54
3.3 养殖工艺	63
3.4 施工方案、施工方法、工程量及计划进度	66
3.5 项目用海必要性分析	70
3.6 占用（利用）海岸线、滩涂和海域状况	72
4 工程分析	76
4.1 生产工艺与过程分析	76
4.2 工程各阶段污染环节与环境影响分析	77

4.3 工程各阶段非污染环节与环境影响分析	85
4.4 环境影响要素和评价因子的分析与识别	85
5 区域自然和社会环境现状	88
5.1 工程区域自然环境概况	88
5.2 工程区域自然资源概况	98
5.3 开发利用现状	119
6 环境质量现状调查与评价	126
6.1 水文动力环境现状调查与评价	126
6.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价	233
6.3 海洋环境质量现状调查概况	237
6.4 海洋生态概况	275
6.5 大气环境质量现状	320
6.6 声环境质量现状	321
7 环境影响预测与评价	323
7.1 水文动力环境影响分析	323
7.2 地形地貌与冲淤环境影响分析	333
7.3 海水水质环境影响分析	334
7.4 海洋沉积物环境影响分析	336
7.5 海洋生态环境影响分析	337
7.6 大气环境影响分析	341
7.7 声环境影响分析	341
7.8 固体废物环境影响分析	344
7.9 主要环境敏感目标影响分析	345
7.10 外环境对本项目的影响分析	355
7.11 对通航环境的影响分析	356
8 环境风险分析与评价	358
8.1 环境风险评价等级与危害识别	358
8.2 事故发生几率分析	355

8.3 环境风险分析预测	355
8.4 风险事故防范措施和应急对策	356
8.5 溢油风险事故应急预案	357
8.6 小结	380
9 环保措施及经济技术可行分析	390
9.1 海洋生态环境保护措施、生态补偿及可行性分析	390
9.2 水污染防治环境保护措施	392
9.3 大气污染防治措施	393
9.4 噪声污染防治措施	394
9.5 固体废物污染防治措施	395
9.6 清洁生产和总量控制	398
10 环保政策及规划相符性分析	401
10.1 产业政策符合性分析	401
10.2 海域相关规划相符性分析	402
10.3 相关规划、环保法规符合性分析	416
10.4“三线一单”符合性分析	438
11 环境经济损益分析	447
11.1 环境保护设施和对策措施的费用估算	447
11.2 环境保护的经济损益分析	447
11.3 环境保护的技术经济合理性	449
12 环境管理与监测计划	451
12.1 目的	451
12.2 环境管理	451
12.3 环境监理	454
12.4 环境监测计划	455
12.5 竣工环境保护验收	456
12.6 小结	457

13 综合结论.....	458
--------------	-----

1 概述

1.1 建设项目背景

2020年10月，党的十九届五中全会《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》文件中明确指出“坚持陆海统筹，发展海洋经济，建设海洋强国”的目标。

2021年4月，农业农村部办公厅印发《关于实施水产绿色健康养殖技术推广“五大行动”的通知》（农办渔[2021]6号），提出开展生态健康养殖模式推广行动。坚持以发展生态健康养殖、促进水产品质量效益提升为目标，因地制宜推广多种形式的生态健康养殖模式。各地要依据资源禀赋，加快推进养殖模式转型升级。加快推进先进技术模式的集成创新和示范推广。

2022年12月，习近平在中央农村工作会议上强调，要锚定建设农业强国目标，科学谋划和推进“三农”工作。习近平在党的二十大报告中指出，“加快建设农业强国”要“发展乡村特色产业，拓宽农民增收致富渠道”。加快建设农业强国、全面推进乡村振兴、做优做强乡村产业。

2023年中央一号文件《中共中央 国务院关于做好2023年全面推进乡村振兴重点工作的意见》指出，全面建设社会主义现代化国家，最艰巨最繁重的任务仍然在农村。守好“三农”基本盘至关重要，必须坚持不懈把解决好“三农”问题作为全党工作重中之重，举全党全社会之力全面推进乡村振兴，加快农业农村现代化。同时指出，“推进水产绿色健康养殖”。

根据《陆丰市海洋经济发展“十四五”规划》中高质量发展海水养殖等要求，坚持规划引领，陆海统筹，充分发挥国务院支持陆丰革命老区振兴发展等政策红利，发挥陆丰的优良资源禀赋，推动海洋经济高质量发展，打造广东省沿海经济带的靓丽明珠。大力推进碣石南海海域国家级海洋牧场示范区建设，扩大城东蚝类、碣石鱿鱼、陆丰虾姑、陆丰东溪虾、白沙乌鱼、赤蟹等陆丰特色海产品养殖规模。

浮筏养殖是浅海水面上利用浮子和绳索组成浮筏，并用缆绳固定于海底，采用吊笼通过吊绳吊在养殖区域对牡蛎进行集约化养殖活动的养殖方式。浮漂具有耐用

性强、浮力大且环保的优点，在防止牡蛎随着重量的增加沉入海底发挥关键性作用。该养殖方式可以使牡蛎具有生长快、个体大、肉质肥美、产量高、经济效益好等特点，为广受养殖户欢迎的牡蛎养殖技术。

为进一步拓展陆丰市海洋养殖产业，推动陆丰市海洋养殖产业转型升级发展。陆丰市农业农村局决定在碣石镇西面海域实施陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目。该项目将在推动陆丰市海水养殖的发展，带动闲置渔民就业，助力水产养殖产业结构调整，促进休闲渔业及海洋经济发展等方面发挥作用。本项目的建设是非常必要且迫切的。

陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目总用海面积 443.4667 公顷，均为延绳式吊养养殖，约 6652 亩。由于项目施工和运营将引起海域水文动力的变化，并对周边海域的冲淤环境产生一定的影响；同时，施工过程和建成后产生的污染物不可避免的对海洋生态环境产生一定影响。根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 年版)，项目类别为“三、渔业 4 海水养殖”中“用海面积 1000 亩及以上的海水养殖（不含底播、藻类养殖）；围海养殖”，本项目应编制环境影响评价报告书。

受陆丰市农业农村局委托（附件 1），广东三海环保科技有限公司（以下简称“公司”）承担了陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目环境影响评价工作。我公司在接受了环境影响评价工作的委托后，立即组织项目参评人员到项目拟建地点进行现场踏勘，详细了解本工程内容，并收集了大量相关信息资料，按照相关法律法规和《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）等的要求，编制完成了《陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目环境影响报告书（送审稿）》。

1.2 建设项目特点

陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目位于陆丰市碣石镇西侧 4.5 公里碣石湾海域，项目地理位置中心坐标为：东经 115°44'29.064"、北纬 22°47'37.681"，项目地理位置详见图 3.1.4-1。本项目养殖区布置在 8m~10m 等深线海域附近，水体交换条件较好。项目平面布置方案将养殖区域分为 6 个养殖作业区，作业区 1~6 面积分别为 68 公顷、88 公顷、68 公顷、67 公顷、80 公顷和 17 公顷，

养殖作业区块间设置 60m 宽的生产作业通道，并在项目养殖区域的 6 个角点分别布置警示浮标一座。项目养殖区采用延绳式吊笼养殖方式养殖牡蛎等产品。

项目用海总面积为 443.4667 公顷，均为渔业用海中的开放式养殖用海，采用延绳式吊笼养殖方式养殖牡蛎等产品。申请用海期限为 15 年。

本项目总投资 2900.38 万元。

1.3 环境影响评价工作过程

建设单位在了解有关环保法规的基础上，于 2023 年 9 月 12 日委托广东三海环保科技有限公司承担陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目的环境影响评价工作。广东三海环保科技有限公司接受委托后，立即成立项目环评课题组，组织有关技术人员进行现场踏勘，收集了本项目及区域社会环境等相关技术资料，开展了项目区域环境现状调查、环境质量现状监测和环境影响预测与评价等工作，编制完成了《陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目环境影响报告书》。

本项目环境影响评价具体工作程序如图 1.3-1 所示：

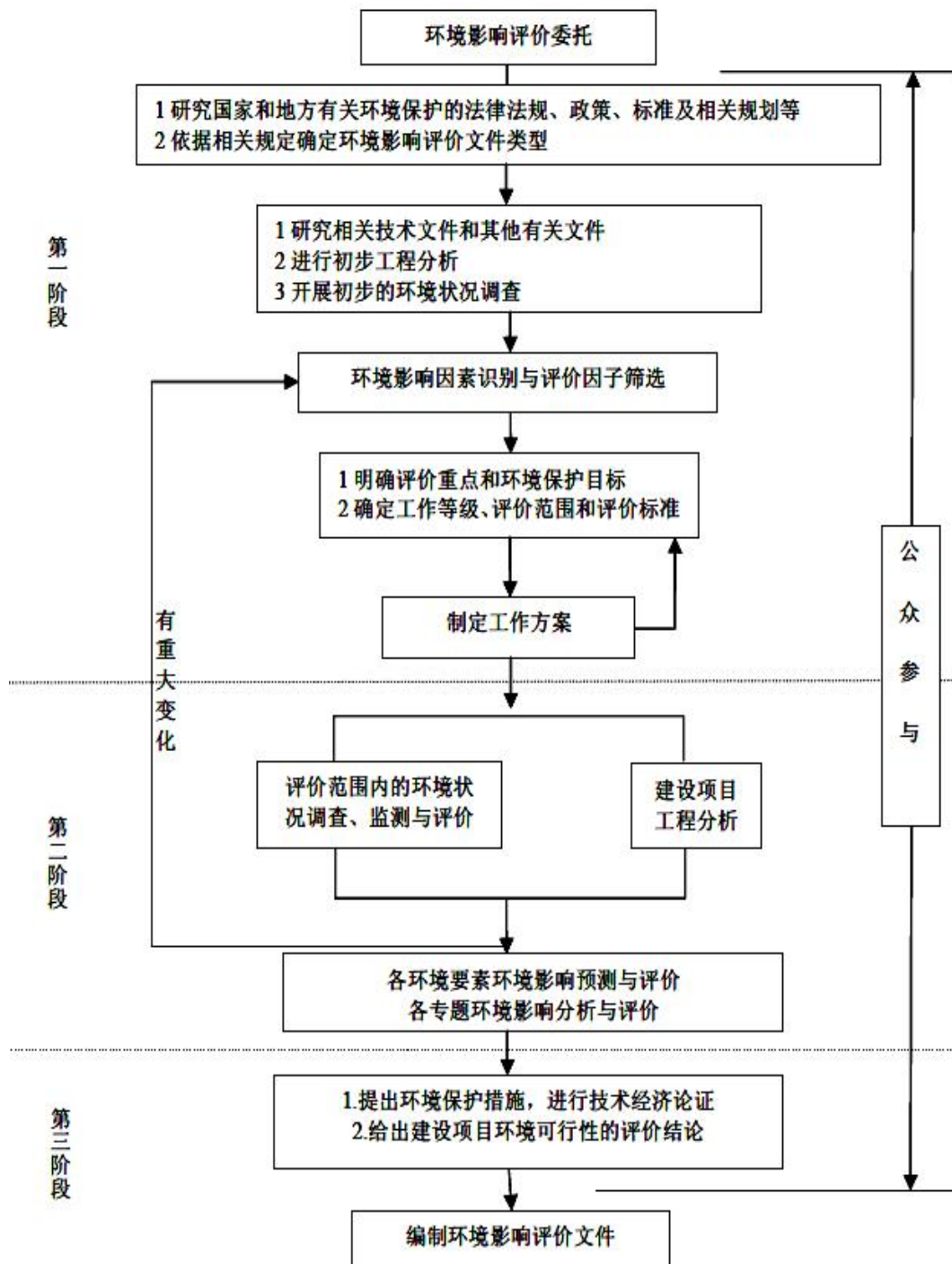


图 1.3-1 项目环境影响评价工作程序

1.4 分析判定相关情况

(1) 产业政策相符性分析

拟建项目为开放式养殖用海项目，属于《产业结构调整指导目录（2023 年本，征求意见稿）》中第一类鼓励类中的“一、农林业—14、现代畜牧业及水产生态健康

养殖”，符合国家产业政策。

根据《市场准入负面清单（2022年版）》（发改体改规[2022]397号），本项目不属于市场禁止准入行业，符合准入要求。

（2）海域相关规划相符性分析

本项目养殖用海所在的海洋功能区为碣石湾农渔业区和珠海-潮州近海农渔业区，项目建设内容符合所在功能区的基本功能定位，用海方式与海域功能相协调，施工及营运期间切实落实环境保护管理可以满足海域管理和海洋环境保护的要求。

本项目不占用海洋生态保护红线，项目养殖区拟建设延绳式吊笼养殖方式养殖，基本不会改变海域自然属性，项目也不进行炸岛等破坏性活动。本项目主要养殖生物为牡蛎，为汕尾海域常见的主要经济品种，不需要投放饲料，以水生微生物和鱼类排泄物为饵料，可以对海区的自然环境起到净化水质的作用，项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海，吊养养殖设施施工产生悬浮泥沙极少量，因此项目的建设对渔业生态环境影响不大。因此，项目建设符合“三区三线”的要求。详细分析见第 10.2 小节。

（3）相关规划、环保法规符合性分析

本项目建设与《广东省海洋主体功能区规划》《广东省海洋经济发展“十四五”规划》《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030年）》《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》《广东省近岸海域环境功能区划》《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》《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》《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030年）》《汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030年）》《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030年）》《广东省国土空间规划（2021-2035年）》《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035年）》《陆丰市海洋经济发展“十四五”规划》等相关环保法规、政策的要求，详细分析见第 10.3 小节。

（4）“三线一单”符合性分析

1) 生态保护红线

根据《广东省国土空间规划（2020~2035）》（2022年）“三区三线”中生态保护红线，本项目不占用生态保护红线。

2) 环境质量底线

根据环境质量现状调查结果，除了个别监测因子的现状监测结果不能满足所在海洋功能区的环境保护要求外，项目所在海域的海洋环境质量现状总体良好。项目施工工程量较小，悬浮泥沙源强小，基本不会对项目所在海域的海洋生态、海水水质环境等产生大的影响。施工期和营运期各类废水均拟收集分类进行处理处置，均不排放入海，不会对所在海域的海水水质、海洋生态环境和海洋沉积物环境等产生大的影响。综合分析，经采取一定的污染防治措施和生态环境保护措施后，本项目不会对所在海域的海洋环境产生明显的不良影响。因此，本项目基本不会改变所在海域的环境质量，不会影响到所在海域的环境质量底线。

3) 资源利用上线

本项目为陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目，采用吊养养殖方式，用海面积根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）和项目的实际用海情况界定，未盲目扩大占用海域资源；项目用海不占用岸线，项目为开放式养殖用海项目，不属于高能耗、高污染项目。因此，项目也符合资源利用上线的要求。

4) 生态环境准入符合性分析

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于一般管控单元。根据《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于碣石湾农渔业区一般管控单元（HY44000030001）。项目为吊养养殖项目，采用渔业原生态养殖生产模式进行牡蛎养殖，投放的种苗不用投喂任何人工饲料和药物，完全依靠摄取海洋生物进行生长，项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海，吊养设施施工产生悬浮泥沙极少量，停止施工后会逐步恢复原本水平，项目采用延绳式吊笼养殖方式，养殖设施主要占据表层海域，不会对重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道造成不利影响，项目建设对海洋生态环境的影响很小。

此外，本项目也不属于《市场准入负面清单（2022年本）》中所列负面清单项目，综合分析，本项目的建设符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》和《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求。

1.5 关注的主要环境问题及环境影响

1.5.1 施工期

1.5.1.1 污染环节及环境影响

(1) 废水

施工期，水污染主要来自施工船舶施工人员产生的生活污水，施工船舶舱底含油污水，吊养养殖木桩桩基固定和警示浮标锚块投放过程中产生的悬浮泥沙。由于本项目养殖设施使用木桩和警示浮标锚块规格均比较小，木桩、锚块固定所占面积较小，木桩固定和锚块投放施工悬浮物影响范围主要集中在项目养殖区内，对周边的农渔业区、养殖区水质影响较小，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沉降，施工结束后可以很快恢复至本底值；施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理。含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。

(2) 废气

大气污染主要来源于施工船舶、运输车辆和施工机械产生一定量的尾气以及后方陆地材料装卸、堆放和运输、施工车辆行驶产生的扬尘等；

施工单位应通过选用污染物排放量少的运输车辆、船舶和机械，做好相关保养工作等减少施工车辆、船舶和机械的尾气排放量，同时，应采取加车辆、船舶和机械维护、洒水抑尘等措施降低扬尘排放量，将对周边大气环境的影响降至最低。

(3) 噪声

噪声污染主要为施工期间施工机械和施工船舶噪声。项目施工单位优先选取低噪声、低振动的施工机械、施工船舶和运输车辆，改进施工工艺和方法，防止产生高噪声、高振动，加强机械、车辆和船舶的维修保养工作，加强施工船舶的管理，尽量避免鸣笛，将本项目施工噪声可能产生的影响降至最低。

(4) 固体废物

固体废物污染主要为施工船舶施工人员生活垃圾等；

项目施工人员生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸后，交由环卫部门接收后，

最终送城市垃圾处理厂处理。吊养养殖设施安装过程会产生少量的废弃养殖材料，能回收的回收利用，不能回收的外售给废品收购站不在海域丢弃。经采取措施后，本项目施工期固体废物不会对周边环境产生不良影响。

1.5.1.2 非污染环节及环境影响

施工期主要的非产污环节包括吊养养殖固定设施桩基施工对海洋水动力环境及冲淤环境、海洋生态、渔业资源和通航等影响。

1.5.2 运营期

1.5.2.1 污染环节及环境影响

(1) 废水

运营期，本项目牡蛎养殖过程中无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，养殖污染主要为牡蛎生长过程中产生的分泌排泄物。根据工程分析，本项目牡蛎养殖对海水环境中总氮、总磷、COD 具有少量的削减作用，且不会造成海水中的氨氮含量增加。本项目牡蛎养殖不需要投喂饲料，以海洋微生物为饵料，对项目养殖海域的水环境起到净化作用，牡蛎养殖对海洋水环境的影响是正向影响。项目实施后不会对项目海域周边水质环境产生不利影响。工作人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理。工作船舶含油经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。

(2) 废气

废气主要为运输船、工作船运输过程排放的少量船舶尾气。运营期采用环保型高效运输船、工作船运输，动力燃料选优质燃油，加强船舶的检修和维护，使船舶运行良好，尽量减少运行过程对项目周围大气环境的影响。

(3) 噪声

噪声污染主要为船舶产生的噪声。运营期加强运输船、工作船的维护与保养，避免因不良运行产生的噪声，安装有效的消声器，靠泊停泊时，禁止使用高音喇叭。

(4) 固体废物

固体废物主要包括生活垃圾、废弃养殖材料和敌害生物。运营期生活垃圾待船

船靠岸后，集中收集上岸，交由环卫部门接收处理，废弃养殖材料拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃，敌害生物清理后运回陆地消杀，再采用填埋法处理，基本不会对海洋环境产生影响。

(5) 环境风险事故污染

本项目的环境风险主要为自然灾害对本项目造成的危害风险、船舶溢油事故环境风险，其中以溢油环境风险为主，发生溢油事故后，油膜可到达周边敏感目标，将对敏感目标及岸线等造成一定的影响，且溢油事故的应急处置工作难度较大。因此，项目应严格加强施工和养殖过程的安全管理，采取风险防范措施，制定环境风险应急预案，则本项目环境风险可控。

1.5.2.2 非污染环节及环境影响

工程建成后将在一定程度上导致海洋水文动力条件、地形地貌和冲淤环境的变化，另外，运营期溢油风险事故亦可对周围海域海洋生态环境造成影响。

1.6 综合评价结论

本项目建设符合国家产业政策，选址符合相关规划要求。项目产生的废水等经采取相应的污染治理措施后排放，产生的固体废物能得到妥善处理处置，对周围环境产生的影响较小；本项目可能对海洋环境产生的水质、海洋沉积物和海洋生态环境影响，经采取一定的污染防治措施和生态保护措施后，可降至最低。经预测，项目运营不会降低评价区域原有环境质量级别；公众参与调查期间，均未收到公众意见。

评价认为：在认真落实各项环保措施的前提下，本项目的建设和运营对外环境的影响处于可接受范围；在加强环境风险防范、完备环境应急预案的情况下，本项目运营期的环境风险得到有效控制。从环境保护角度考虑，本项目的建设是可行的。

2 总则

2.1 编制依据

2.1.1 国家法律法规和部门规章

本项目环境影响评价报告在编制过程中，主要依据的国家法律法规和部门规章如下：

(1) 《中华人民共和国环境保护法》，第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订，2015年1月1日起施行；

(2) 《中华人民共和国海洋环境保护法》，第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议修改，自2017年11月5日起施行；

(3) 《中华人民共和国环境影响评价法》，2018年12月29日修订并施行；

(4) 《中华人民共和国海岛保护法》，第十一届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议通过，2010年3月1日起施行；

(5) 《中华人民共和国海域使用管理法》，十届人大常委会第二十四次会议通过，2002年1月1日起施行；

(6) 《中华人民共和国水污染防治法》，2018年1月1日第二次修正实施；

(7) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》，第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议于2020年4月29日修订通过，自2020年9月1日起施行；

(8) 《中华人民共和国大气污染防治法》，2018年10月26日第十三届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第二次修正；

(9) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，2018年12月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议修正；

(10) 《中华人民共和国自然保护区条例》，国务院，2017年10月7日修正；

(11) 《中华人民共和国渔业法》，2013年12月28日第十二届全国人民代表大会常务委员会第六次会议第四次修正；

(12) 《中华人民共和国水法》（2016年7月修订）；

(13) 《中华人民共和国港口法》，2015年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议修正；

(14) 《中华人民共和国海上交通安全法》，2016年11月7日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议修正；

(15) 《中华人民共和国航道法》，2016年7月2日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议修正；

(16) 《中华人民共和国清洁生产促进法》，第十一届全国人民代表大会常务委员会第二十五次会议通过，2012年7月1日施行；

(17) 《中华人民共和国野生动物保护法》，中华人民共和国主席令第16号，2018年10月26日；

(18) 《建设项目环境保护管理条例》，国务院令第682号修正，2017年10月1日起施行；

(19) 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2006年11月1日起施行，2017年国务院令第676号修正，2018年国务院令第507号第二次修订；

(20) 《中华人民共和国防治海岸工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》，2008年1月1日起施行，2017年国务院令第676号修正，2018年国务院令第507号第二次修订；

(21) 《防治船舶污染海洋环境管理条例》，2017年3月1日国务院令第676号修订，2018年国务院令第507号第二次修订；

(22) 《全国海洋经济发展规划纲要》，国务院，国发[2003]13号；

(23) 《国务院关于进一步加强对海洋管理工作若干问题的通知》，国务院，国发[2004]24号；

(24) 《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》（交通部令2010第7号）；

(25) 《中华人民共和国船舶污染海洋环境应急防备和应急处置管理规定》（交通部令2011第4号）；

(26) 《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》，（交通运输部令2019年第2号），自2019年5月1日起施行；

(27) 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》，部令第16号，

自 2021 年 1 月 1 日起施行；

(28) 《近岸海域环境功能区管理办法》，环境保护部令第 16 号，国家环保部，2010 年 12 月；

(29) 《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部部令 第 4 号），2019 年 1 月 1 日；

(30) 《关于进一步加强水产生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》（环发[2013]86 号），环境保护部、农业部，2013 年 8 月 5 日；

(31) 《关于印发〈大气污染防治行动计划〉的通知》（国发[2013]37 号）；

(32) 《关于印发〈水污染防治行动计划〉的通知》（国发[2015]17 号）；

(33) 《中共中央、国务院关于加快推进生态文明建设的意见》，2015 年 4 月 25 日；

(34) 《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》（自然资办函〔2022〕2207 号）；

(35) 生态环境部关于印发《生态保护红线生态环境监督办法（试行）》的通知（中华人民共和国生态环境部，2022 年 12 月 27 日）；

(36) 《关于海洋工程建设项目环境影响评价报告书公众参与有关问题的通知》，国家海洋局，2016 年 12 月 22 日；

(37) 《海岸线保护与利用管理办法》，国家海洋局，2017 年 3 月 31 日；

(38) 《海洋工程环境影响评价管理规定》，国家海洋局，2017 年 6 月修订；

(39) 《产业结构调整指导目录（2023 年本，征求意见稿）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会，2023 年 7 月）；

(40) 《市场准入负面清单（2022 年版）》（发改体改规[2022]397 号）；

(41) 《关于发布〈一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准〉（GB18599-2001）等 3 项国家污染物控制标准修改单的公告》（环境保护局公告 2013 年第 36 号，2013 年 6 月 3 日）；

(42) 《建设项目主要污染物排放总量指标审核及管理暂行办法》（环发[2014]197 号）；

(43) 《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》（国函[2012]182 号）；

(44) 《国家海洋局关于进一步加强海洋工程建设项目和区域建设用海规划

环境保护有关工作的通知》（国海环字[2013]196号），2013年4月2日；

（45）《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》，2021年3月；

（46）《中华人民共和国湿地保护法》，中华人民共和国第十三届全国人民代表大会常务委员会第三十二次会议通过，2022年6月1日起施行；

（47）《自然资源部办公厅关于推进渤海生态修复工作的通知（自然资办函〔2019〕616号）》自然资源部办公厅，2019年4月18日；

（48）《自然资源部办公厅关于简化海洋生态修复项目用海审批手续有关事宜的函（自然资办函〔2020〕770号）》，自然资源部办公厅，2020年5月16日；

（49）《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资发〔2022〕142号）自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局 2022年8月16日；

（50）《国务院关于印发中国水生生物资源养护行动纲要的通知》（国发〔2006〕9号）；

（51）《环境保护部 农业部关于进一步加强水生生物资源保护 严格环境影响评价管理的通知》（粤环〔2013〕71号）。

2.1.2 地方性法规

（1）《广东省实施<中华人民共和国海洋环境保护法>办法》，2018年11月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议第二次修正；

（2）《广东省海域使用管理条例》，2021年9月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十五次会议修正；

（3）《广东省环境保护条例》，2019年11月29日广东省第十三届人民代表大会常务委员会第十五次会议修正；

（4）《广东省固体废物污染环境防治条例》，由广东省第十三届人民代表大会常务委员会第七次会议于2018年11月29日修订通过，自2019年3月1日起施行；

（5）《广东省渔业管理条例》，广东省第十三届人民代表大会常务委员会第十四次会议第三次，2019年9月25日修正；

- (6) 《广东省野生动物保护管理条例》，2020年3月31日，广东省第十三届人民代表大会常务委员会第十九次会议修订；
- (7) 《广东省湿地保护条例》，2014年9月25日广东省第十二届人民代表大会常务委员会第十一次会议修正；
- (8) 《广东省环境保护厅 广东省海洋与渔业局转发环境保护部 农业部关于进一步加强水生生物资源保护 严格环境影响评价管理的通知》，粤环[2013]17号，2013年9月；
- (9) 《广东省航道管理条例》，2006年1月；
- (10) 《广东省人民政府办公厅关于推动我省海域和无居民海岛使用“放管服”改革工作的意见》，粤府办[2017]62号，2017年10月27日；
- (11) 《关于印发<广东省海洋工程项目环境保护监督管理办法（试行）>的通知》，粤海渔函[2017]1252号，2017年11月9日；
- (12) 《广东省环境保护规划纲要（2006-2020年）》，2006年4月4日；
- (13) 《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知（粤府[2020]71号）》，广东省人民政府，2020年12月29日；
- (14) 《广东省人民政府关于印发广东省建设项目环境影响评价文件分级审批办法的通知》（粤府[2019]6号）；
- (15) 《关于印发<广东省环境保护厅审批环境影响评价文件审批程序规定>的通知》（粤环发[2019]8号）；
- (16) 《广东省豁免环境影响评价手续办理的建设项目名录（2020年版）》（粤环函[2020]108号）；
- (17) 《广东省水污染防治行动计划实施方案》（粤府[2015]131号）；
- (18) 《广东省人民政府关于广东省海洋主体功能区规划的批复》（粤府函[2017]359号）；
- (19) 《广东省海洋功能区划》（2011-2020）（粤府[2013]9号，2013年1月22日）；
- (20) 《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68号，1999年7月27日）；
- (21) 《广东省近岸海域污染防治实施方案（2018-2020年）》（粤府函[2018]1158

号)；

(22) 《广东省海洋生态文明建设行动计划(2016~2020)》；

(23) 《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》(粤府[2017]120号)；

(24) 《广东省生态环境保护“十四五”规划》(粤环〔2021〕10号)；

(25) 《广东省生态环境厅关于印发广东省海洋生态环境保护“十四五”规划的通知》(粤环[2022]7号)；

(26) 《广东省人民政府关于印发<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>的通知》，粤府[2021]28号，2021年4月6日；

(27) 《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号；

(28) 《广东省海洋经济发展“十四五”规划》，广东省人民政府办公厅，2021年12月14日；

(29) 《国务院关于《广东省国土空间规划(2021—2035年)》的批复》(国函〔2023〕76号)；

(30) 《汕尾市环境保护规划纲要(2008-2020)》(汕府[2010]62号)；

(31) 《汕尾市国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》；

(32) 《汕尾市生态环境局关于印发<汕尾市海洋生态环境保护“十四五”规划>的通知》；

(33) 《汕尾市养殖水域滩涂规划(2018-2030)》，汕尾市农业农村局，2019年8月16日；

(34) 《汕尾市海洋养殖发展规划(2021-2030年)》，汕尾市农业农村局，2021年12月；

(35) 《汕尾市人民政府关于印发汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》(汕府〔2021〕29号)；

(37) 《汕尾市国土空间总体规划(2021-2035年)》，汕尾市人民政府，2023年7月；

(36) 《陆丰市海洋经济发展“十四五”规划》，陆丰市人民政府，2022年7月。

2.1.3 技术规范和标准

环境影响评价中应遵循的技术规范和标准主要有：

- (1) 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）；
- (2) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ 2.1-2016）；
- (3) 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ 19-2022）；
- (4) 《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ 2.3—2018）；
- (5) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- (6) 《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2021）；
- (7) 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
- (8) 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）；
- (9) 《生态环境状况评价技术规范》（HJ192-2015）；
- (10) 《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》，国家海洋局，2002年4月；
- (11) 《海洋监测规范》，GB17378-2007；
- (12) 《海洋调查规范》，GB/T12763-2007；
- (13) 《海水水质标准》，GB3097-1997；
- (14) 《海洋沉积物质量》，GB18668-2002；
- (15) 《海洋生物质量》，GB 18421-2001；
- (16) 《船舶水污染物排放控制标准》，GB3552-2018；
- (17) 广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）；
- (18) 《海洋生态资本评估技术导则》（GB/T28058-2011）；
- (19) 《海洋生态损害评估技术指南（试行）》（国海环字[2013]583号）；
- (20) 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）
- (21) 《港口码头溢油应急设备配备要求》（JT/T451-2009）；
- (22) 《海洋渔业资源调查规范》（SC/T9404-2012）。

2.1.4 工程基础资料

- (1) 委托书；

(2) 《陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目可行性研究报告》，大连水产规划设计研究院有限公司，2023年8月；

(3) 《陆丰市开放式养殖用海项目（碣石区块）海洋环境现状调查与评价报告》，汕尾市润邦检测技术有限公司，2022年11月和2023年4月；

(4) 《陆丰市开放式养殖用海项目（碣石区块）海洋生态与渔业资源现状调查报告》，汕尾市润邦检测技术有限公司，2022年11月和2023年4月；

(5) 《关于对陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目用海的意见》，中国人民解放军海军南海舰队参谋部作战处，2023年10月；

(6) 政府会议纪要。

2.2 评价原则与评价目的

2.2.1 评价原则

突出环境影响评价的源头预防作用，坚持保护和改善环境质量。

(1) 依法评价

贯彻执行我国环境保护相关法律法规、标准、政策和规划等，优化项目建设，服务环境管理。

(2) 科学评价

规范环境影响评价方法，科学分析项目建设对环境质量的影响。

(3) 突出重点

根据建设项目的工程内容及其特点，明确与环境要素间的作用效应关系，根据规划环境影响评价结论和审查意见，充分利用符合时效的数据资料及成果，对建设项目主要环境影响予以重点分析和评价。

2.2.2 评价目的

根据工程区域的环境特点和环境质量控制目标，分别对施工行为和建成后带来的环境影响进行全面、科学的评价和论证，以期达到如下的目的：

(1) 结合汕尾市海洋养殖发展规划、汕尾市养殖水域滩涂规划和广东省海洋功能区划等相关规划，论证项目选址的可行性和布局的合理性。

(2) 对工程项目的工程内容进行分析,了解本项目在施工期和运营期对环境产生的不利影响,确定污染源和潜在的污染因素,计算污染物的排放量。

(3) 根据工程的特点和污染特征,确定主要污染因子和环境影响要素,开展项目所在区域的自然环境和环境质量现状调查,确定环境评价的主要保护目标和评价重点。

(4) 通过环境质量现状监测,对项目区域的环境质量水平给出明确的结论。

(5) 对项目可能造成的环境影响进行预测和评价,确定可能的影响范围和程度,计算对环境敏感目标的影响程度,提出相应的防范措施。

(6) 根据工程分析和影响预测评价的结果、实际施工情况,对工程施工方案、建设方案的环保措施进行评价和可行性论证,提出控制污染、减缓和恢复生态不利影响的对策和建议。

(7) 明确给出拟建本工程环境影响的可行性结论,为生态环境主管部门的决策提供科学依据。

2.3 环境功能区划

2.3.1 海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划(2011-2020)》,项目所在海域的海洋功能区划为碣石湾农渔业区和珠海-潮州近海农渔业区。本建设项目所在海域海洋功能区划图见图 2.3.1-1。

项目所在海域周边海洋功能区有田尾山工业与城镇用海区、金厢旅游休闲娱乐区、碣石湾西部工业与城镇用海区、施公寮港口航运区、遮浪海洋保护区等。所在功能区及周边功能区要求见表 2.3.1-1。

2.3.2 近岸海域环境功能区划

根据《广东省近岸海域环境功能区划》(粤府办[1999]68号)和《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》(粤办函[2013]127号),项目养殖区位于 412-碣石湾浅海渔业区,执行一类海水水质标准。本建设项目所在近岸海域环境功能区图见 2.3.2-1。

2.3.3 海洋主体功能区划

本项目位于《广东省海洋主体功能区规划》“限制开发区域”中的“海洋渔业保障区”，见附图 2.3.3-1。限制开发区域的功能定位为：我省重要的海洋渔业生产基地，重要的海洋生态环境保护地区，是保障海洋食品供给和生态安全的重要海域，满足人类发展对海洋渔业资源和海洋生态环境的需求，是人与海洋和谐发展的重要载体。

2.3.4 生态功能区划

根据《广东省人民政府关于印发广东省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》、《汕尾市人民政府关于印发汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（汕府[2021]29号），项目选址海域属于“碣石湾农渔业区一般管控单元 (HY44150030001)”和“珠海-潮州近海农渔业区一般管控单元 (HY44150030007)”。详见图 2.3.4-1 和图 2.3.4-2。

2.3.5 小结

本项目所在地的环境功能区划详见下表 2.3.5-1。

表 2.3.5-1 项目所在区域环境功能区

序号	评价区域	功能区划分
1	海洋功能区	项目位于碣石湾农渔业区和珠海-潮州近海农渔业区，执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。海洋生物中的软体类、甲壳类和鱼类的生物体内污染物质（除石油烃外）含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。
2	近岸海域环境功能区	项目养殖区位于碣石湾浅海渔业区，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类水质标准。
3	环境空气功能区	/
4	声环境功能区	/
5	地表水环境功能区	/
6	地下水环境功能区	/
7	生态功能区划	项目选址海域属于“碣石湾农渔业区一般管控单元 (HY44150030001)”和“珠海-潮州近海农渔业区一般管控单元 (HY44150030007)”。

序号	评价区域	功能区划分
8	污水处理厂集水范围	否
9	饮用水源保护区	否
10	基本农田保护区	否
11	自然保护区和风景名胜 区	否
12	水库保护区	否
13	文物保护单位	否
14	生态敏感与脆弱区	否
15	海洋生态保护红线区	否

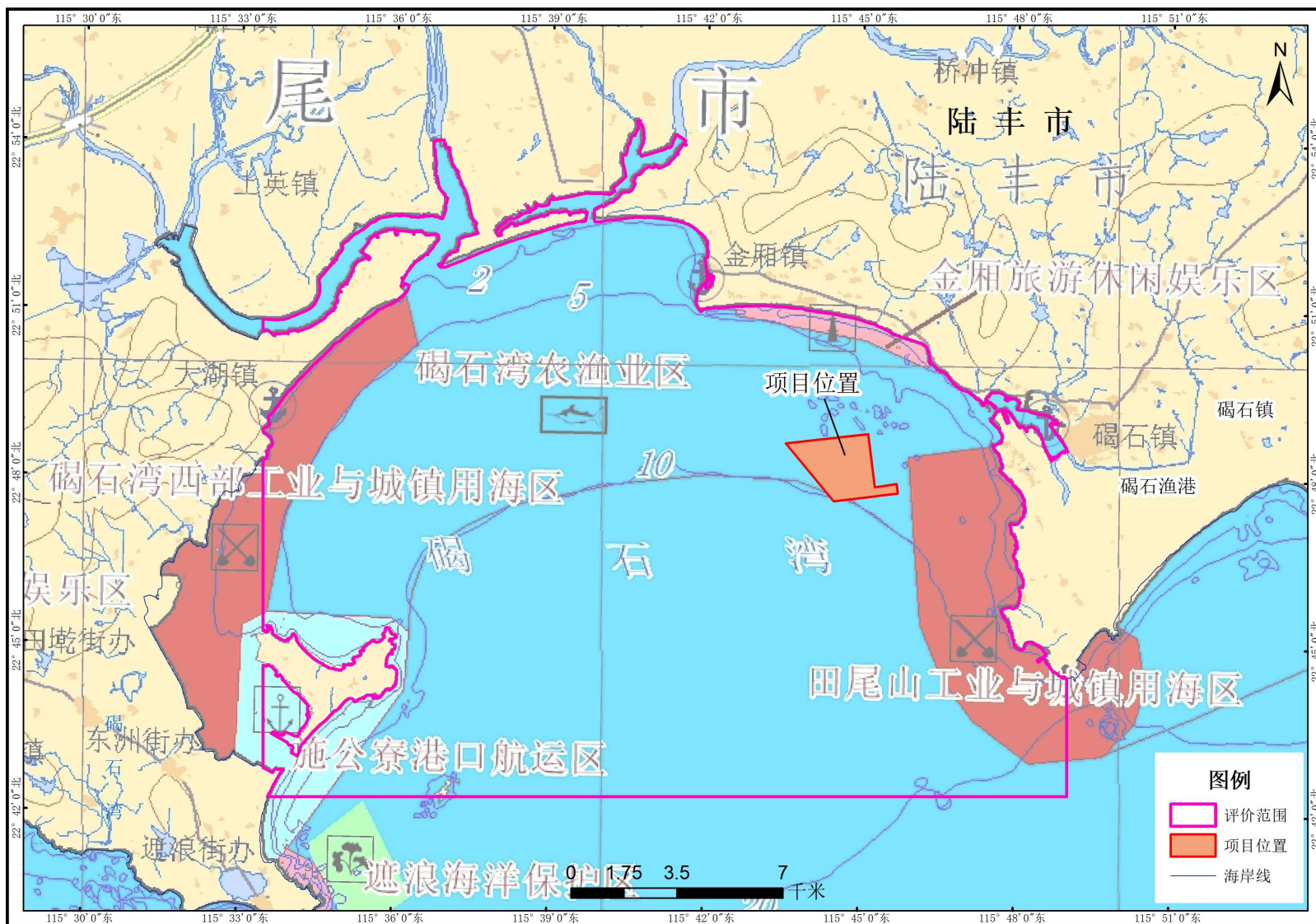


图 2.3.1-1 项目所在海域及周边海域海洋功能区分布示意图 (广东省)

表 2.3.1-1 项目周边海洋功能区登记表（广东省）

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
127	A1-16	碣石湾农渔业区	汕尾市	东至:115°49'00" 西至:115°31'21" 南至:22°45'11" 北至:22°54'24"	农渔业区	17434 91757	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2. 保障金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海需求; 3. 保留海马洲旅游区、乌坎港区、金厢港区的用海; 4. 经过严格论证,保障核电等工业发展的用海需求; 5. 严格控制螺河河口海域、乌坎港、碣石渔港的围填海; 6. 合理控制养殖规模和密度; 7. 维护河口海域防洪纳潮功能,维持航道畅通。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护碣石湾生态环境; 2. 保护鲍、海马等重要渔业品种; 3. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化,防止外来物种入侵; 4. 加强渔港环境污染治理,生产废水、生活污水须达标排海; 5. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
128	A5-29	金厢旅游休闲娱乐区	汕尾市	东至:115°46'23" 西至:115°42'33" 南至:22°49'58" 北至:22°51'06"	旅游休闲娱乐区	411 7277	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海; 2. 保障碣石渔港、人工鱼礁用海需求; 3. 禁止在沙滩上建设永久性构筑物,保护砂质海岸; 4. 依据生态环境的承载力,合理控制旅游开发强度。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护近岸海域生态环境; 2. 生产废水、生活污水须达标排海; 3. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
129	A3-26	田尾山工业与城镇用海区	汕尾市	东至:115°50'30" 西至:115°45'56" 南至:22°42'55" 北至:22°48'35"	工业与城镇用海区	4183 15382	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 2. 保障核电用海需求, 在基本功能未利用前, 保留浅海增殖养殖等渔业用海; 3. 适当保障港口航运用海需求; 4. 围填海须严格论证, 优化围填海平面布局, 节约集约利用海域资源; 5. 工程建设及营运期间采取有效措施降低对周边功能区的影响; 6. 加强对围填海、温排水的动态监测和监管。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加强海洋环境监测, 建立完善的应急体系; 2. 基本功能未利用前, 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准; 3. 工程建设期间及建设完成后, 执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
126	A3-25	碣石湾西部工业与城镇用海区	汕尾市	东至:115°36'25" 西至:115°31'17" 南至:22°42'51" 北至:22°51'15"	工业与城镇用海区	3445 24141	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 2. 保障大湖渔港用海需求,在基本功能未利用前,保留白沙湾增养殖等渔业用海; 3. 适当保障港口航运用海需求; 4. 保护海铺圩-角仔砂质海岸、基岩海岸; 5. 围填海须严格论证,优化围填海平面布局,节约集约利用海域资源; 6. 加强对围填海的动态监测和监管。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化,防止外来物种入侵; 2. 基本功能未利用前,执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准; 3. 工程建设期间及建设完成后,执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
125	A2-25	施公寮港口航运区	汕尾市	东至:115°36'16" 西至:115°32'55" 南至:22°41'04" 北至:22°45'31"	港口 航运 区	2207 5693	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为交通运输用海; 2. 适当保障临海能源工业用海; 3. 维持航道畅通,维护海上交通安全; 4. 在施公寮半岛东部、北部海域基本功能未利用前,保留浅海增养殖等渔业用海及部分旅游娱乐用海; 5. 保护基岩海岸及施公寮半岛北部砂质海岸; 6. 围填海须严格论证,优化围填海平面布局,节约集约利用海域资源; 7. 工程建设及营运期间采取有效措施降低对汕尾市遮浪角东人工鱼礁海洋生态市级自然保护区的影响; 8. 加强用海动态监测和监管。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加强港区环境污染治理,生产废水、生活污水须达标排海; 2. 执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
220	B1-2	珠海-潮州近海农渔业区	珠海市、深圳市、惠州市、汕尾市、揭阳市、汕头市、潮州市	东至:117°31'36" 西至:114°26'02" 南至:21°49'34" 北至:23°35'10"	农渔业区	1272845	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2. 禁止炸岛等破坏性活动; 3. 40米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度,维持渔业生产秩序; 4. 经过严格论证,保障交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求; 5. 优先保障军事用海需求。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道; 2. 执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
229	B6-31	遮浪海洋保护区	汕尾市	东至:115°36'19" 西至:115°34'18" 南至:22°39'42" 北至:22°42'10"	海洋保护区	819	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海; 2. 严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护人工鱼礁礁体及海域生态环境; 2. 加强保护区海洋生态环境监测; 3. 执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

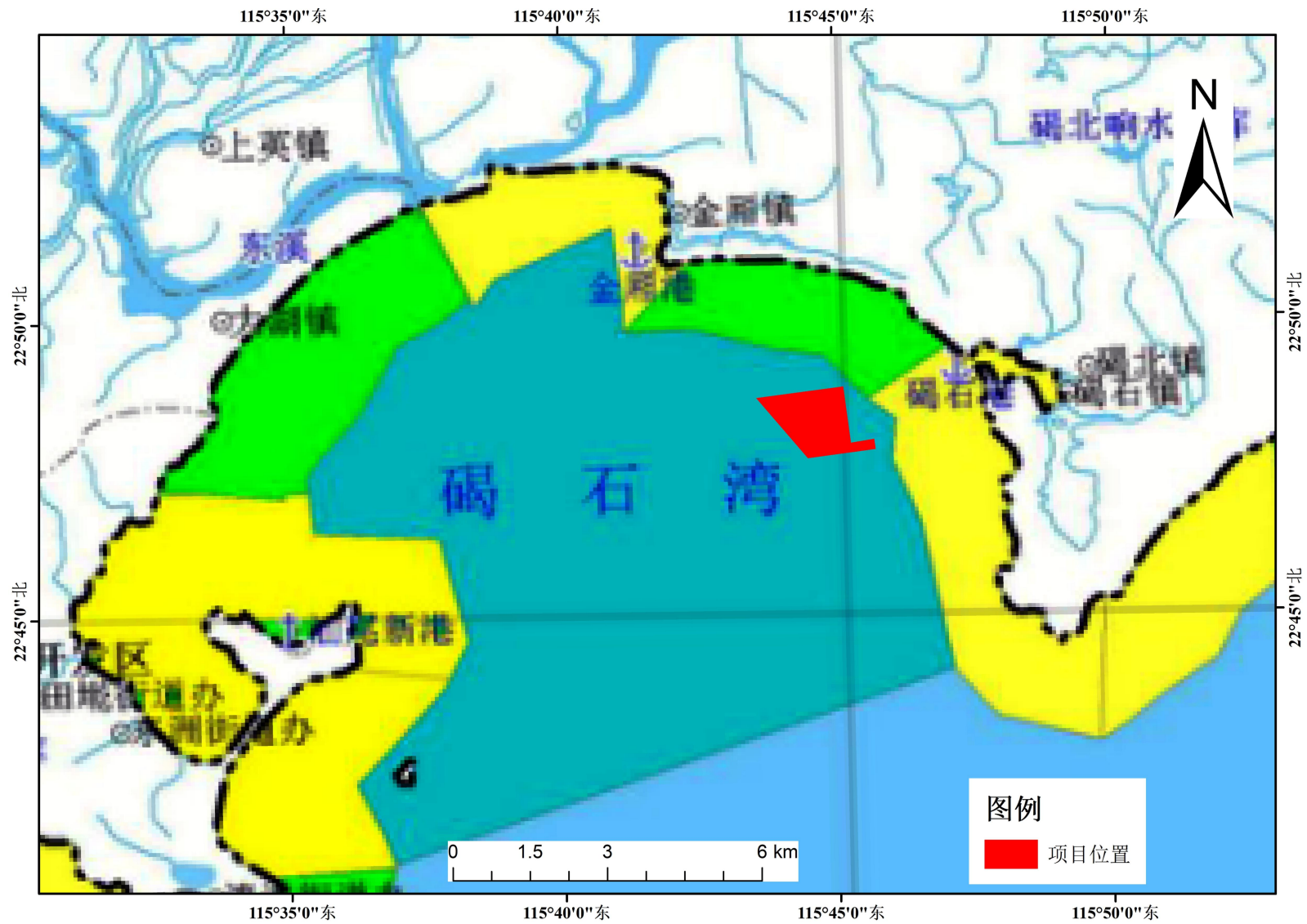


图 2.3.2-1 项目所在海域及周边海域近岸海域功能区划图

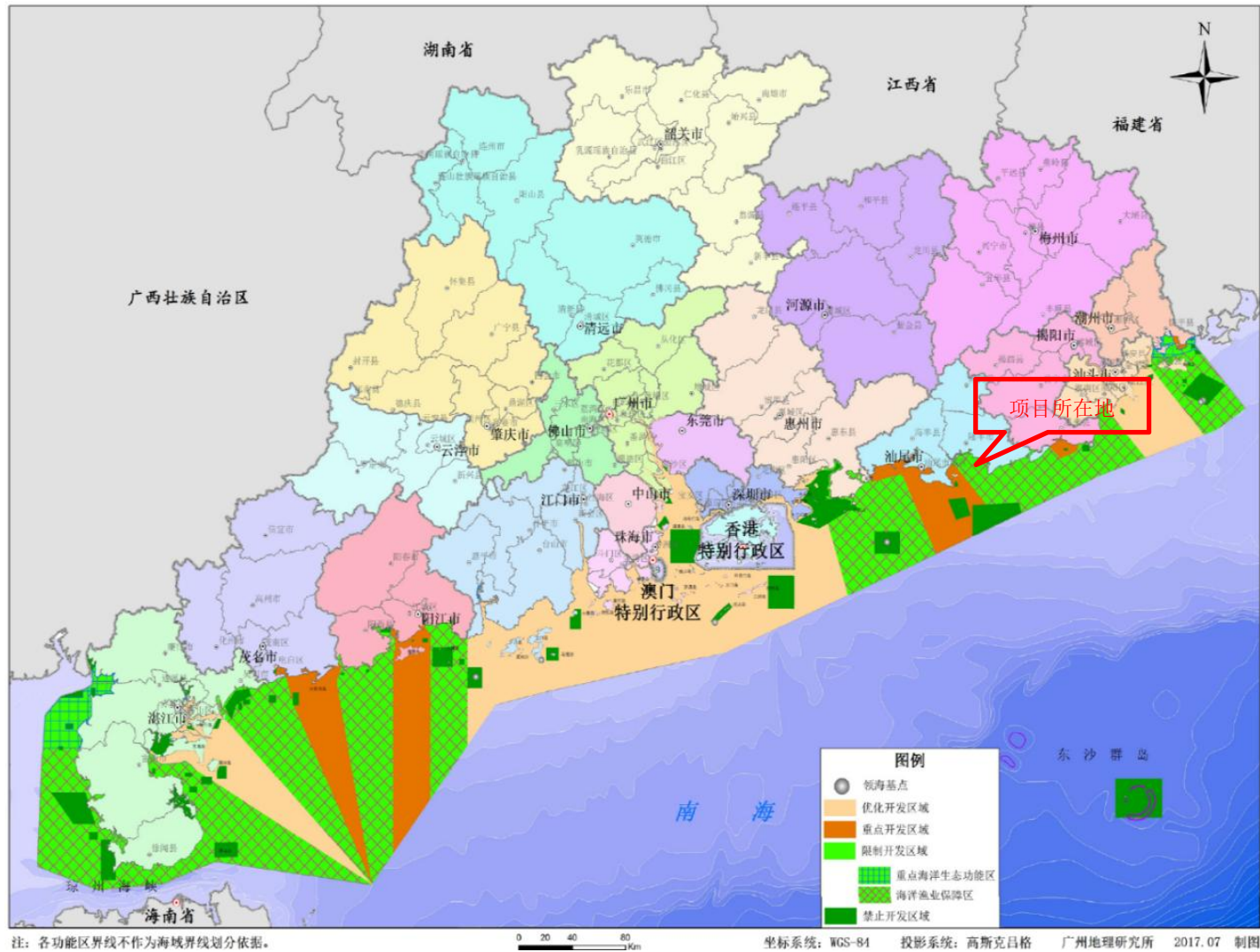


图 2.3.3-1 项目所在海洋主体功能区划

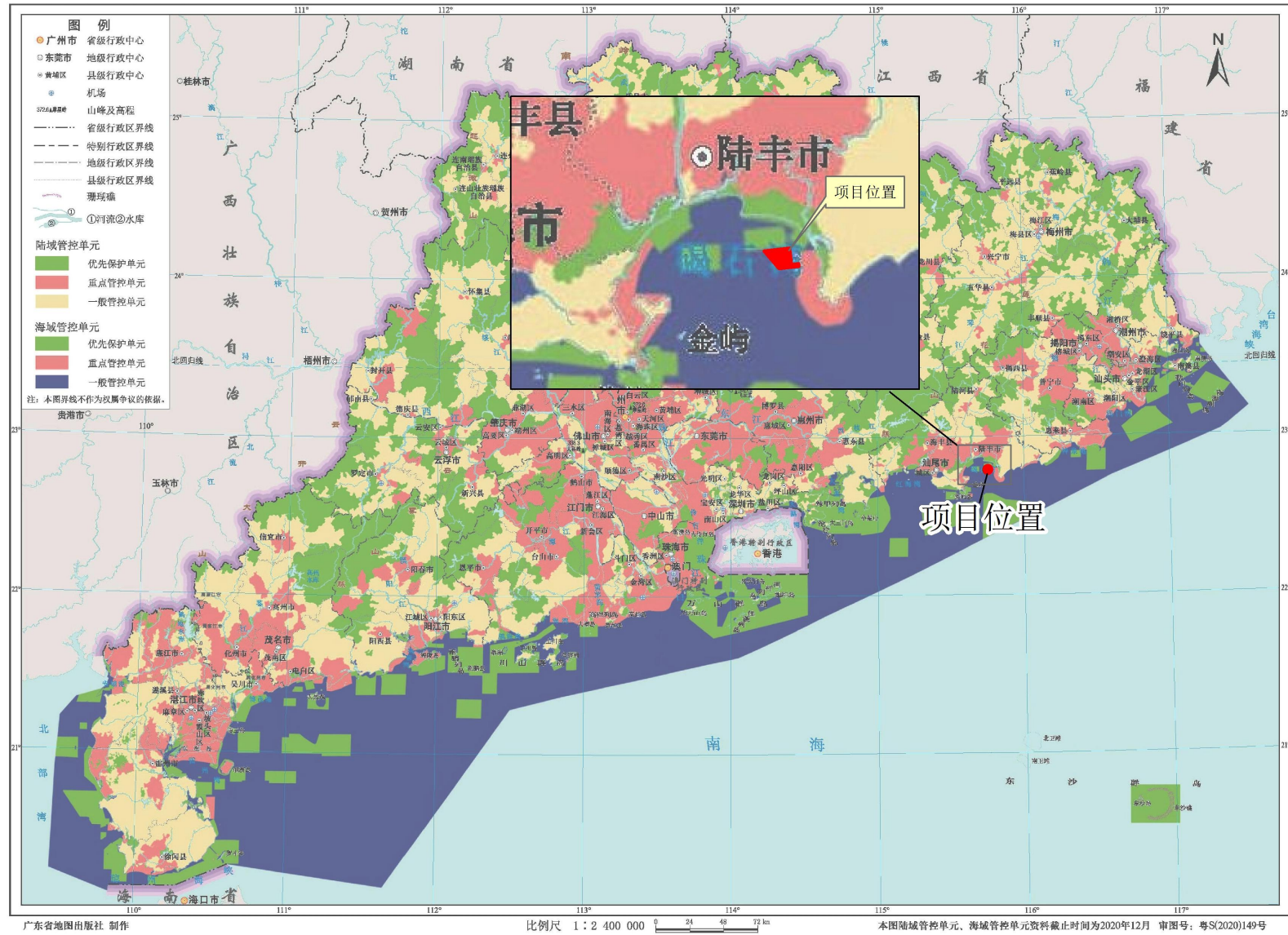


图 2.3.4-1 项目与广东省环境管控单元图叠加示意图

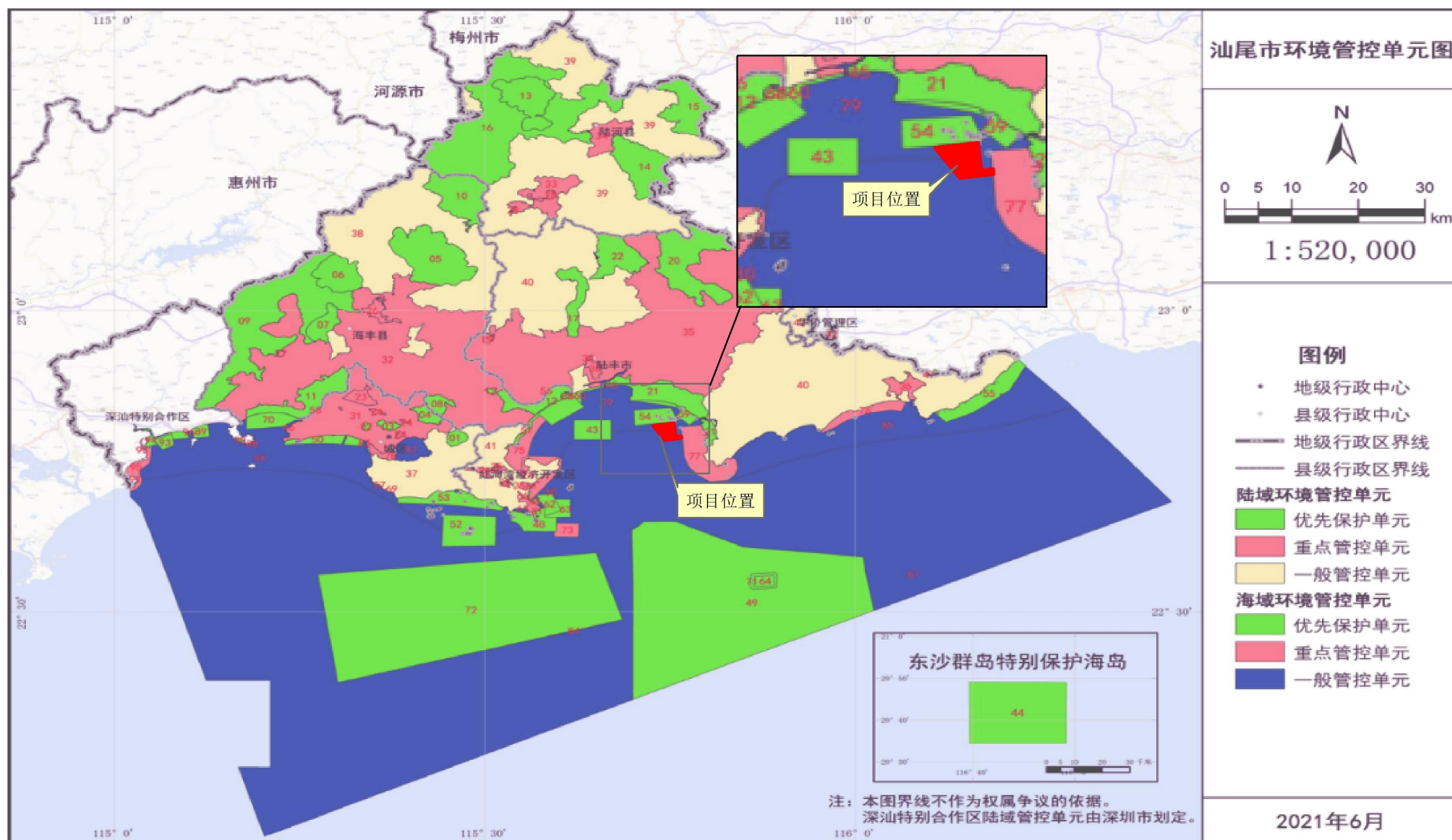


图 2.3.4-2 项目与汕尾市环境管控单元图叠加示意图

2.4 评价标准

2.4.1 环境质量标准

2.4.1.1 海水环境质量标准

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，项目所在海域的海洋功能区划为碣石湾农渔业区和珠海-潮州近海农渔业区，执行海水水质一类标准。根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68号）和《关于调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的复函》（粤办函[2010]398），项目位于碣石湾浅海渔业区，执行海水水质一类标准。项目所在海域水质执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类水质标准。

表 2.4.1.1-1 海水水质标准（GB3097-1997） 单位：mg/L（pH 除外）

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

粪大肠菌群≤ (个/L)	2000 供人生食的贝类增殖水质≤140	---
-----------------	-------------------------	-----

注：第一类：适用于海洋渔业海域，海上自然保护区和珍稀濒危海洋生物保护区。
 第二类：适用于水产养殖区，海水浴场，人体直接接触海水的海上运动或娱乐区，以及与人类食用直接有关的工业用水区。
 第三类：适用于一般工业用水区，滨海风景旅游区。
 第四类：适用于海洋港口海域，海洋开发作业区。

2.4.1.2 渔业水质标准

本项目位于陆丰市碣石镇西侧 4.5 公里碣石湾海域，养殖区水质的《渔业水质标准》（GB11607-89）如表 2.4.1.2-1。

表 2.4.1.2-1 渔业水质标准 mg/L

项目序号	项目	标准值
1	色、臭、味	不得使鱼、虾、贝、藻类带有异色、异臭、异味
2	漂浮物质	水面不得出现明显油膜或浮沫
3	悬浮物质	人为增加的量不得超过10，而且悬浮物质沉积于底部后，不得对鱼、虾、贝类产生有害的影响
4	pH 值	淡水 6.5~8.5，海水 7.0~8.5
5	溶解氧	连续 24 h 中，16 h 以上必须大于 5，其余任何时候不得低于 3，对于鲑科鱼类栖息水域冰封期其余任何时候不得低于 4
6	生化需氧量	不超过 5，冰封期不超过 3
7	总大肠菌群	不超过 5000 个/L(贝类养殖水质不超过 500 个/L)
8	汞	≤0.0005
9	镉	≤0.005
10	铅	≤0.05
11	砷	≤0.05
12	铜	≤0.01
13	锌	≤0.1
14	硫化物	≤0.2
15	非离子氨	≤0.02
16	凯氏氮	≤0.05
17	石油类≤	≤0.05

2.4.1.3 海洋沉积物质量

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，项目所在海域的海洋功能区划为碣石湾农渔业区，执行海洋沉积物质量一类标准。故项目所在海域执行《海洋沉积物质量标准》（GB18668-2002）一类标准。

表 2.4.1.3-1 海洋沉积物质量（GB18668-2002）（ $\times 10^{-6}$ ，有机碳为 $\times 10^{-2}$ ）

污染因子	有机碳	石油类	Pb	Zn	Cu	Cd	Hg	铬	砷	硫化物
------	-----	-----	----	----	----	----	----	---	---	-----

一类标准≤	2.0	500	60.0	150.0	35.0	0.50	0.20	80.0	20.0	300
-------	-----	-----	------	-------	------	------	------	------	------	-----

2.4.1.4 海洋生物质量

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，项目所在海域的海洋功能区划为碣石湾农渔业区，执行海洋生物质量一类标准。故项目所在海域海洋生物（贝类）质量执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中一类标准。

海洋生物（鱼类、甲壳类和软体类等样品残毒（除石油烃外））执行《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，海洋生物（鱼类、甲壳类和软体类等样品中石油烃）执行《第二次全国海洋污染基线调查技术规程（第二分册）》中规定的生物质量标准。

表 2.4.1.4-1 海洋生物（贝类）质量标准（GB18421-2001）（鲜重： $\times 10^{-6}$ ）

项目	第一类	项目	第一类
总汞≤	0.05	铜≤	10
镉≤	0.2	锌≤	20
铬≤	0.05	石油烃≤	15
铅≤	0.1	/	/

表 2.4.1.4-2 海洋生物体评价标准（ $\times 10^{-6}$ 湿重）

生物类别	铜	铅	镉	锌	总汞	石油烃	引用标准
鱼类	20	2.0	0.6	40	0.3	20	《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》中的生物质量评价标准
甲壳类	100	2.0	2.0	150	0.2	/	
软体类	100	10.0	5.5	250	0.3	20	

2.4.2 污染物排放标准

2.4.2.1 大气污染物排放标准

本项目为陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目，项目施工期施工船舶和运输车辆产生的尾气，主要污染物为 SO_2 、 NO_x 和烟尘；后方陆地保障基地养殖材料堆放和运输、施工车辆行驶等产生的少量扬尘；营运期运输船舶、工作船舶

产生的少量船舶尾气。废气中 SO₂、NO_x 和颗粒物执行广东省地方标准《大气污染物排放限值》（DB44/27—2001）第二时段无组织排放监控浓度限值标准。相关标准限值见表 2.4.2.1-1 所示。

表 2.4.2.1-1 大气污染物排放执行标准限值

产污环节	污染物	无组织排放监控浓度限值 (mg/m ³)
扬尘	颗粒物	1.0
车辆船舶燃油废气	SO ₂	0.4
	NO ₂	0.12
	颗粒物	1.0

2.4.2.2 水污染物排放标准

①施工期

项目施工期施工船舶产生的生活污水经船舶生活污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理；施工船舶产生的含油污水严禁排海，含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求执行，用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。施工船舶生活垃圾也要收集至岸上，交由环卫部门统一处理，不得倾倒入海。

②运营期

项目运营期产生的工作船舶产生的生活污水经船舶生活污水收集舱集中收集，工作船舶靠岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理；含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，工作船舶靠岸后，含油污水严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求执行，用泵抽到专用运污船上交有能力单位进一步进行处理。工作船舶生活垃圾也要收集至岸上，交由环卫部门统一处理统一处理，不得倾倒入海。

2.4.2.3 噪声排放标准

①施工期

项目施工期施工场界噪声排放执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》

(GB12523-2011)规定的排放限值,即昼间 $\leq 70\text{dB(A)}$,夜间 $\leq 55\text{dB(A)}$ 。

②运营期

项目区域执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中2类标准,具体见表2.4.2.3-1。

表 2.4.2.3-1 环境噪声排放限值

厂界外声环境功能区类别	噪声排放限值 (dB (A))	
	昼间	夜间
2类	≤ 60	≤ 50

2.4.2.4 固体废物控制标准

项目施工期船舶垃圾执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)的相应排放控制要求。相应的标准限值见表2.4.2.4-1。一般固体废物贮存、处置执行《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)及环保部2013年第36号公告污染控制标准修改单。

表 2.4.2.4-1 船舶水污染物排放控制标准

污染物	水域类型	船舶类别	排放控制要求
船舶含有废水	内河	2021年1月1日之前建造的船舶	自2018年7月1日起,油污水处理装置出水口石油类限值为15mg/L;(排放应在船舶航行中进行)执行或收集并排入接收设施。
		2021年1月1日及之后建造的船舶	收集并排入接收设施
	沿海	400总吨及以上的船舶	油污水处理装置出水口石油类限值为15mg/L;(排放应在船舶航行中进行)执行或收集并排入接收设施。
		400总吨以下渔业船舶	自2018年7月1日起至2020年12月31日止,执行油污水处理装置出水口石油类限值为15mg/L; 自2021年1月1日起油污水处理装置出水口石油类限值为15mg/L;(排放应在船舶航行中进行)执行或收集并排入接收

污染物	水域类型	船舶类别	排放控制要求	
			设施。	
船舶生活污水	在内河和距最近陆地3海里以内海域	400总吨及以上的船舶,以及400总吨以下且经核定许可载运15人及以上的船舶	不得直接排入环境水体	利用船载收集装置收集,排入接收设施。
	3海里<与最近陆地间距离≤12海里的海域		同时满足:(1)使用设备打碎固形物和消毒后排放;(2)船速不低于4节,且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。	
	与最近陆地间距离>12海里的海域		船速不低于4节,且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。	
船舶垃圾	在任何海域,应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾收集并排入接收设施			
	对于食品废弃物,在距最近陆地3海里以内(含)的海域,应收集并排入接收设施;在距最近陆地3海里至12海里(含)的海域,粉碎或磨碎至直径不大于25mm后方可排放;在距最近陆地12海里以外的海域可以排放			
	对于货物残留物,在距最近陆地12海里以内(含)的海域,应收集并排入接收设施;在距最近陆地12海里以外的海域,不含危害海洋环境物质的货物残留物方可排放。			
	对于动物尸体,在距最近陆地12海里以内(含)的海域,应收集并排入接收设施;在距最近陆地12海里以外的海域可以排放			
	在任何海域,对于货舱、甲板和外表面清洗水,其含有的清洁剂或添加剂不属于危害海洋环境物质的方可排放;其他操作废弃物应收集并排入接收设施。			

2.4.3 评价因子

本项目主要评价因子及预测因子见下表 2.4.3-1 所示。

表 2.4.3-1 环境评价因子

类别	现状评价（调查）因子	影响预测（分析）因子
环境空气	SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、CO、O ₃	定性分析
声环境	L _{Aeq}	L _{Aeq}
水文动力	工程海域水文动力	流速、流向
地形地貌与冲淤	地形地貌现状与变化	定性分析
海洋水环境	pH、溶解氧、化学需氧量、石油类、无机氮（亚硝酸盐、硝酸盐、氨的总和）、活性磷酸盐、挥发酚、硫化物、铜、铅、镉、汞、砷、锌、铬、粪大肠菌群共 16 项	氮、磷、COD
沉积物环境	有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、镉、总汞、砷、锌、铬共 10 项	定性分析
海洋生物质量	总汞、总铬、镉、铅、铜、砷、锌、石油烃共 8 项	定性分析
海洋生态环境	叶绿素 a 与初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、鱼卵仔稚鱼和渔业资源	生物量损失
固体废物	/	定性分析
环境风险	/	油膜

2.5 评价等级

1、水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境评价等级

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014），结合本项目的具体类型及其对海洋环境可能产生的影响，本海洋建设工程项目的环境评价内容主要包括水动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境、地形地貌与冲淤环境及环境事故风险等。

本项目位于碣石湾海域，项目所在海域属于生态环境敏感区。项目总用海面积 443.4667 公顷（443.4667×10⁴m²），约 6652 亩，均为延绳式吊养养殖（苔筏养殖），根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）中表 2，确定项目的水文动力环境、水质环境、沉积物环境、生态和生物资源环境的评价等级分别为 1

级、1级、1级、1级。等级判断依据见表 2.5-1 所示。

表 2.5-1 海洋水文动力、水质、沉积物和生态环境影响评价等级判据一览表

海洋工程分类	工程类型和工程内容	工程规模	工程所在海域特征和生态环境类型	单项海洋环境影响评价等级			
				水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境
大型海水养殖场	大型网箱、深水网箱养殖；大型海水养殖；高位池（提水）养殖； 苔筏养殖 等；围海养殖、底播养殖等	用海面积大于 200×10 ⁴ m ²	生态环境敏感区	1	1	1	1
			其他海域	2	2	2	2
		用海面积 200×10 ⁴ m ² ~100×10 ⁴ m ²	生态环境敏感区	1	1	2	1
			其他海域	2	2	3	2
		用海面积 100×10 ⁴ m ² ~20×10 ⁴ m ²	生态环境敏感区	2	1	2	2
			其他海域	3	3	3	2
确定的项目评价等级				1	1	1	1

2、地形地貌和冲淤环境评价等级

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）评价等级判定表 3，确定本项目海洋环境的地形地貌与冲淤环境的评价等级。本项目延绳式吊养养殖锚泊系统所需的锚固木桩周围产生较轻微冲刷、淤积，属于“其它类型海洋工程中改变海岸线、滩涂、海床自然性状和产生较轻微冲刷、淤积的工程项目”。因此判定地形地貌与冲淤环境的评价等级为 3 级。

表 2.5-2 海洋地形地貌与冲淤环境影响评价等级判据一览表

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

其它类型海洋工程的工程规模可按照表2中工程规模的分档确定。

最终确定评价等级为 3 级

3、环境风险评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），环境风险评价工作等级划分为一级、二级、三级。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在

地的环境敏感性确定环境风险潜势，再根据表 1.3-3 确定环境风险评价等级。风险潜势为IV级以上，进行一级评价；风险潜势为III，进行二级评价；风险潜势为II，进行三级评价；风险潜势为I，可开展简单分析。

表 2.5-3 环境风险评价工作等级划分

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

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

本项目为陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目，不涉及危险化学品的储运，项目主要环境风险为船舶漏油、溢油对水体的影响，溢油量按照设计代表船型的船用燃料油全部泄露的数量确定。本项目施工期需使用工作船 1 艘，200t 运输船 2 艘；运营期使用 200t 运输船 2 艘，各船舶均使用柴油做动力燃料。根据附录表 B.1 突发环境事件风险物质及临界量中 381 油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等），临界量为 2500t。根据附录 C.1.1 危险物质数量及临界量比值（Q），当只涉及一种危险物质时，计算该物质的总量与其临界量比值，即为 Q。

根据工程资料，本项目建设、运营各类船舶吨位均小于 5000 吨，根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017），水运工程建设项目的最大可能水上溢油事故溢油量，按照代表船型一个货油边仓或燃料油边仓的容积确定。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）附录 C，本项目施工期吨位最大的为 200t 的运输船小于 5000 吨，则燃油总量不超过 245m³，燃油密度 991kg/m³。本项目吨位最大的 200t 的运输船，单舱燃油量按照 5.0 吨计算。

表 2.5-4 驳船燃油舱中燃油数量关系

驳车载重吨位 (t)	驳船总吨位 GT	燃油总舱容 (m ³)	燃油总量 (m ³)	燃油舱单舱燃油量 (m ³)
<5000	<2550	<306	<245	<31
5000~10000	3100~6200	248~744	198~595	25~99

考虑最不利影响状况方驳一个燃油舱全部泄露，则最多泄露燃料油 5.0t，远小于《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018）表 B.1 中突发环境事件风险物质及临界量中油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油）临界量 2500t，危险物质数量与临界量比值 $Q < 1$ ，本项目风险潜势为 I。

表 2.5-5 建设项目 Q 值确定表

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存在总量 q_n/t	临界量 Q_n/t	该种危险物质 Q 值
381	油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）	/	5.0	2500	0.002
项目 Q 值 Σ					0.002

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），当 $Q < 1$ 时，该项目环境风险潜势为 I，因此，根据表 2.5-3 的划分原则可知，本项目的环境风险评价等级为简单分析。

4、各环境影响评价等级汇总

本项目本着就高不就低的原则，项目各项海洋环境评价等级见表 2.5-6。

表 2.5-6 本项目各单项环境影响评价工作等级

环境类型	水文动力环境	水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境	地形地貌与冲淤环境	环境风险
评价等级	1	1	1	1	3	简单分析

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）中评价等级判定规定，建设项目的环境影响评价等级取各单项环境影响评价等级中的最高等级，因此，本项目的综合评级等级为 1 级。

2.6 评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）的评价范围划定原则，本项目水文动力环境评价等级为 1 级，要求评价范围垂向距离一般不小于 5km，纵向距离不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍；水质环境评价等级 1 级，沉积物环境评价等级 1 级，则要求评价范围应能覆盖项目的环境影响所及区域，并能充分满足其环境影响评价与预测要求；生态和生物资源环境评价等级 1 级，则以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定评价范围，1 级评价项目一般不小于 8km~30km；地形地貌与冲淤环境评价等级为 3 级，则要求包括工程可能的影响范围，一般不小于水文动力环境影响评价范围。各单项海洋环境影响评价范围的确定依据见表 2.6.1-1。

表 2.6-1 海洋环境影响评价范围的确定依据

单项评价内容	等级	评价范围

水文动力环境	1级	垂向(垂直于工程所在海域中心点潮流主流向)距离:一般不小于5km;纵向(潮流主流向)距离:不小于一个潮周期内水质点可能达到的最大水平距离的两倍。
水质环境	1级	能覆盖评价区域及周边环境影响所及区域,能满足环评与预测的要求。
沉积物环境	1级	一般应与海洋水质、海洋生态和生物资源环境的现状调查与评价范围保持一致。
生态环境	1级	以主要评价因子受影响方向的扩展距离确定评价范围,扩展距离一般不能小于8~30km,项目为渔港码头项目,主要影响因子为悬浮物,评价范围为以项目区边界分别向四周扩展8~15km。
地形地貌与冲淤环境	3级	包括工程可能的影响范围,一般应不小于水文动力环境影响评价范围,并应满足地貌与冲淤环境特征要求。

结合项目所在海域的地理现状,并结合项目环境质量现状调查站位分布情况以及水文动力观测站位适当向西、向南、向东外扩,坐标为东经115°33'30.624"~115°49'01.702",北纬22°42'21.762"~22°54'24.344",评价海域面积约为419.798km²的范围,项目评价范围见图2.6-1。

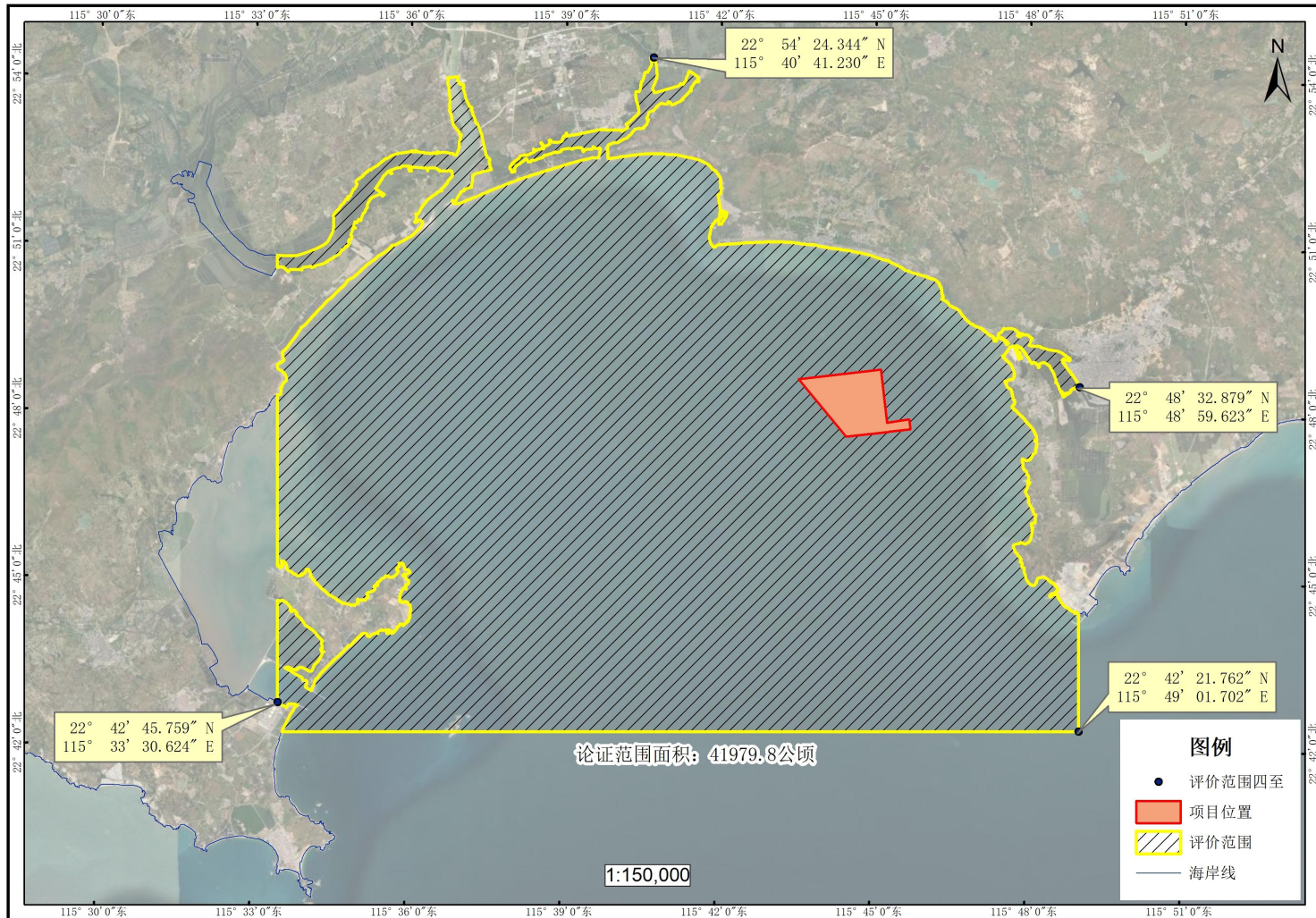


图 2.6-1 评价范围示意图

2.7 环境保护目标和环境敏感目标

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021年版）》和《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）中对环境敏感区的定义，通过资料收集、现场踏勘和查阅《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》、《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批）、《广东省国土空间规划（2020~2035）》（2022年）、《汕尾市国土空间总体规划（2020~2035）》（2023年）等，确定本项目的海洋环境敏感区与环境保护目标主要包括农渔业区、海洋保护区、三场一通道、海洋生态保护红线区、旅游娱乐区，无居民海岛、珍稀海洋生物、国控省控监测站位及养殖区等各海洋环境敏感区。根据现场踏勘，本项目周边无红树林，无文物保护单位等特殊保护目标。主要海洋环境保护目标的基本情况以及与本项目的位置关系见表 2.7-1 所示，主要海洋环境保护目标与本项目的位置关系见图 2.7-1 至图 2.7-4 所示。

表 2.7-1 主要海洋环境保护目标

序号	环境敏感目标		位置关系	保护要求	保护目标	来源
	保护类型	名称				
1	海洋功能区划	碣石湾农渔业区	项目所在	保护碣石湾生态环境；保护鲍、海马等重要渔业品种；严格控制养殖自身污染和水体富营养化,防止外来物种入侵；加强渔港环境污染治理,生产废水、生活污水须达标排海；执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。	海水水质、生态环境	《广东省海洋功能区划(2011-2020年)》
2		珠海-潮州近海农渔业区	项目所在	保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道；执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。	海水水质、生态环境	
3		金厢旅游休闲娱乐区	北侧 3.14km	保护近岸海域生态环境；生产废水、生活污水须达标排海；执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。	海水水质、生态环境	
4		遮浪海洋保护区	西南侧 19.90km	保护人工鱼礁礁体及海域生态环境；加强保护区海洋生态环境监测；执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。	人工鱼礁、海水水质、海洋生态	
5	海洋渔业资源保护区	汕尾碣石湾鲮鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区	西侧 5.56km	位于粤东汕尾市碣石湾。保护区总面积 1800hm ² ，核心区面积 675hm ² ，实验区面积 1125hm ² 。主要保护对象为鲮鱼、长毛对虾以及海鳗、赤点石斑、花鲈、三疣梭子蟹、锯缘青蟹等经济渔业种类亲体和幼体。综合保护种类的产卵期和幼体的繁殖期，特别保护期为每年（2~4）月和（10~12）月，一般保护期为每年的 7 月份至翌年 4 月份。	鲮鱼、长毛对虾以及海鳗及其栖息环境	《汕尾市养殖水域滩涂规划》（2018-2030年）

6	海洋生态保护红线区	金厢重要渔业资源产卵场	北侧 0.05km	维持海域自然属性，禁止围填海，保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道。按照海洋环境保护法律法规及相关规划要求进行管理，严格控制有害有毒的污水、油类、油性混合物和其他废弃物，防止船舶污水、溢油及化学品泄漏等对渔业水域水质造成不利影响，改善海洋环境质量。	水质、海洋生态环境及渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道	“三区三线”中划定成果
7		金厢海岸防护物理防护极重要区	东北侧 1.4km	在依法划定的海洋自然保护区、海滨风景名胜、重要渔业水域及其他需要特别保护的区域，不得从事污染环境、破坏景观的海岸工程项目建设或者其他活动；禁止建设永久性建筑物、构筑物；禁止围填海、开采海砂、设置排污口等损害海岸地形地貌和生态环境的活动。	海岸、海洋生态	
8		金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区	西北侧 8.5km	在依法划定的海洋自然保护区、海滨风景名胜、重要渔业水域及其他需要特别保护的区域，不得从事污染环境、破坏景观的海岸工程项目建设或者其他活动；禁止建设永久性建筑物、构筑物；禁止围填海、开采海砂、设置排污口等损害海岸地形地貌和生态环境的活动。	海岸、海洋生态	
9		乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区	西北侧 9.5km	在依法划定的海洋自然保护区、海滨风景名胜、重要渔业水域及其他需要特别保护的区域，不得从事污染环境、破坏景观的海岸工程项目建设或者其他活动；禁止建设永久性建筑物、构筑物；禁止围填海、开采海砂、设置排污口等损害海岸地形地貌和生态环境的活动。	海岸、海洋生态	
10		汕尾海丰鸟类地方级自然保护区	西北侧 9.9km	禁止可能对保护区造成危害或不良影响的生产和工程建设活动 保护候鸟及其栖息地。	候鸟及其栖息地	
11		碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场	西侧 5.7km	主要保护对象为鲮鱼、长毛对虾以及海鳗、赤点石斑、花鲈、三疣梭子蟹、锯缘青蟹等经济渔业种类亲体和幼体。综合保护种类的产卵期和幼体的繁殖期。	鲮鱼、长毛对虾以及海鳗及其栖息环境	

12		施公寮海岸防护物理防护极重要区	西南侧 23.5km	在依法划定的海洋自然保护区、海滨风景名胜区、重要渔业水域及其他需要特别保护的区域，不得从事污染环境、破坏景观的海岸工程建设或者其他活动；禁止建设永久性建筑物、构筑物；禁止围填海、开采海砂、设置排污口等损害海岸地形地貌和生态环境的活动。	海岸、海洋生态	
13	无居民海岛	旗杆夹礁	北侧约 700m	岸线长度 77.3m，海岛面积 421.1m ² ，基岩岛	岛屿	查找有关无居民海岛资料
14		旗杆夹南岛	北侧约 680m	岸线长度 47m，海岛面积 160.8m ² ，基岩岛	岛屿	
15		小龟礁	北侧约 750m	岸线长度 27.4m，海岛面积 53.5m ² ，基岩岛	岛屿	
16		刺剑太礁	北侧约 723m	岸线长度 53.4m，海岛面积 211.6m ² ，基岩岛	岛屿	
17		金厢白礁	北侧约 665m	岸线长度 414.3m，海岛面积 3491.5m ² ，基岩岛	岛屿	
18		小白礁北岛	东北侧约 770m	岸线长度 64.3m，海岛面积 313.4 m ² ，基岩岛	岛屿	
19		小白礁	东北侧约 763m	岸线长度 144.8m，海岛面积 1363 m ² ，基岩岛	岛屿	
20		晒网礁	东北侧约 627m	岸线长度 116m，海岛面积 991.4m ² ，基岩岛	岛屿	
21		牵宫门礁	东北侧约 697m	岸线长度 77 m，海岛面积 434m ² ，基岩岛	岛屿	
22		新剑牙礁	东侧约	岸线长度 195.3m，海岛面积 743.3 m ² ，基岩岛	岛屿	

			300m			
23		头礁内岛	东北侧约 1200m	岸线长度 61.1m，海岛面积 271.4 m ² ，基岩岛		岛屿
24		头礁外岛	东北侧约 1270m	岸线长度 59.6m，海岛面积 246.2m ² ，基岩岛		岛屿
25		头礁	东北侧约 1180m	岸线长度 39.4m，海岛面积 114.3m ² ，基岩岛		岛屿
26		头干岛	东侧约 700m	岸线长度 366.1m，海岛面积 2072.5m ² ，基岩岛		岛屿
27	三场一通道	南海北部幼鱼繁育场保护区	项目所在	位于南海北部及北部湾沿岸 40m 等深线水域、17 个基点连线以内水域(图 6.2.9-3)，保护期为 (1-12) 月。该保护区的管理要求：保护期内禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入本区生产，防止或减少对渔业资源的损害。	幼鱼、渔业资源、海洋生态环境	《中国海洋渔业水域图》(第一批)南海区渔业水域图(第一批)
28		南海区幼鱼幼虾保护区	项目所在	位于广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20 米水深以内海域的保护区内，管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。保护期为每年的 3 月 1 日至 5 月 31 日。	幼鱼、幼虾、渔业资源、海洋生态环境	
29	珍稀海洋生物	中华白海豚、海龟等	/	/	中华白海豚、海龟等	查找资料
30	近岸海域国控监测站位	GDN14013	西北侧 6.52km	/	近岸海域海水水质	国控监测站位
31		GDN14004	西南侧 6.84km	/	近岸海域海水水质	

32		GDN14015	东南侧 1.25km		近岸海域海水水质	
33	养殖区	陆丰启晖农业生食生蚝养殖示范基地项目海上养殖场	东侧 0.05km	养殖区面积 48 公顷，养殖方式为开放式海上养殖场，主要品种为生蚝。	海水水质	现场踏勘
34		陆丰市裕洲农业生蚝标准化海养示范基地项目海上养殖场	东侧 0.05km	养殖区面积 48 公顷，养殖方式为开放式海上养殖场，主要品种为生蚝。	海水水质	
35	严格保护岸段	遮浪半岛东严格保护岸段	西南侧 22.8km	起点坐标：22°42'43.049"N，115°33'52.549"E 终点坐标：22°39'46.256"N，115°33'40.597"E	砂质岸线	《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的通知》（粤府[2017]120号）
36		碣石湾西北严格保护岸段	西北侧 10.3km	起点坐标：22°52'43.763"N，115°39'19.393"E 终点坐标：22°46'8.954"N，115°31'30.209"E	砂质岸线	
37		乌坎港东严格保护岸段	西北侧 9.85km	起点坐标：22°52'11.406"N，115°41'59.118"E 终点坐标：22°53'7.955"N，115°40'25.054"E	砂质岸线	
38		碣石港至金厢港严格保护岸段	东北侧 3.05km	起点坐标：22°49'25.086"N，115°47'25.584"E 终点坐标：22°51'38.689"N，115°42'1.634"E	砂质岸线	
39		浅澳港严格保护岸段	东侧 2.96km	起点坐标：22°45'1.538"N，115°48'30.216"E 终点坐标：22°49'2.896"N，115°47'50.377"E	砂质岸线	

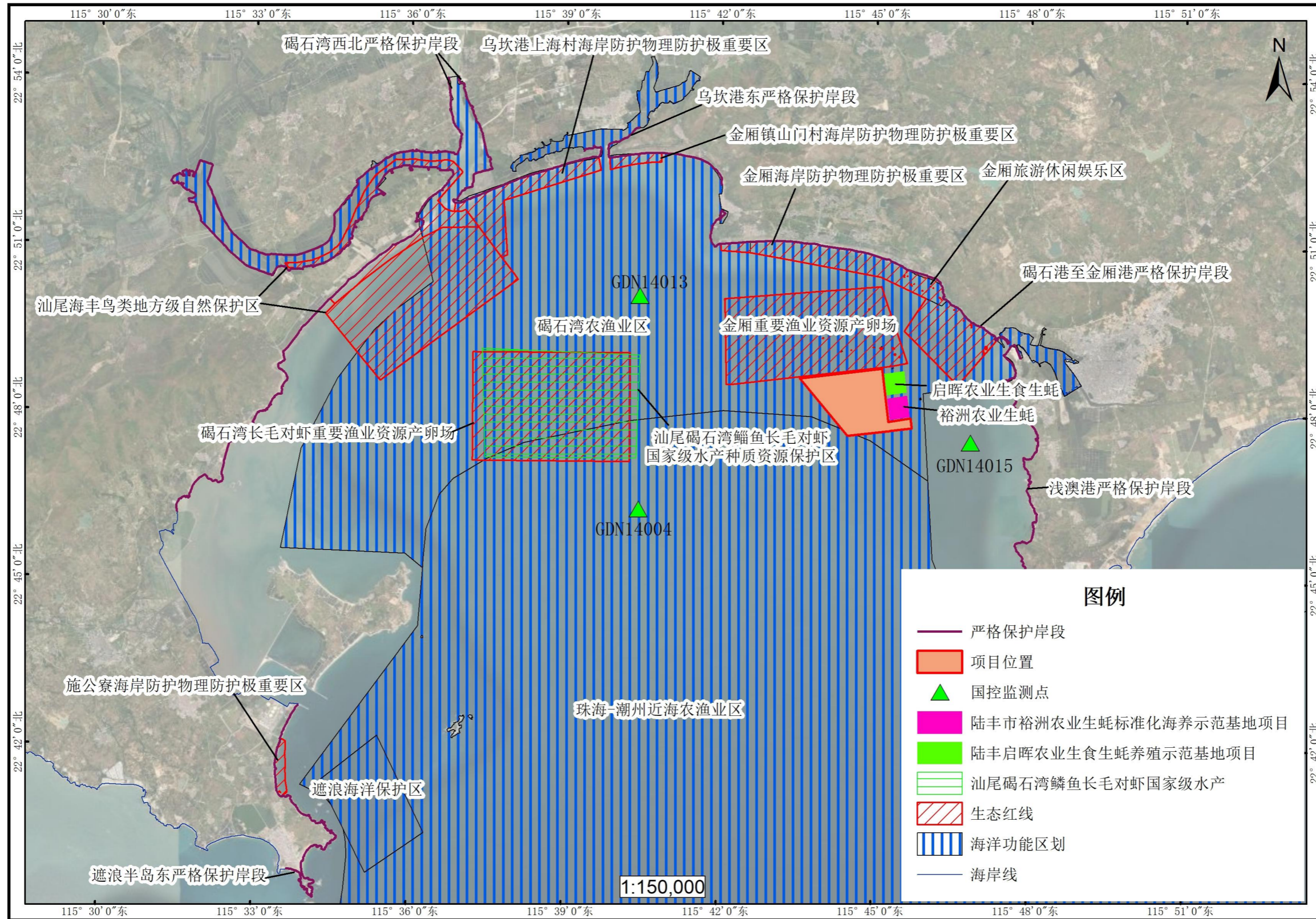
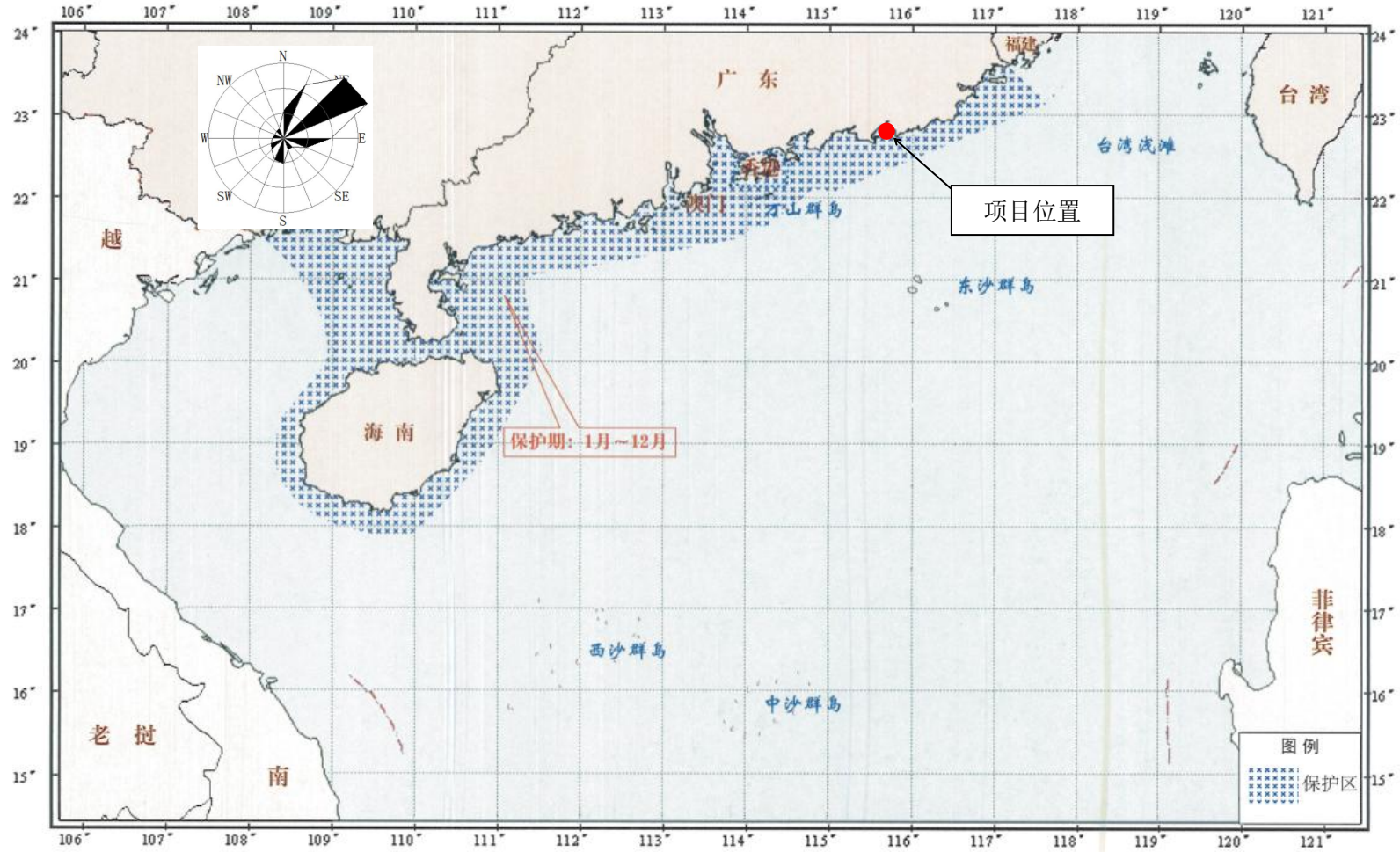


图 2.7-1 海洋环境敏感保护目标分布示意图



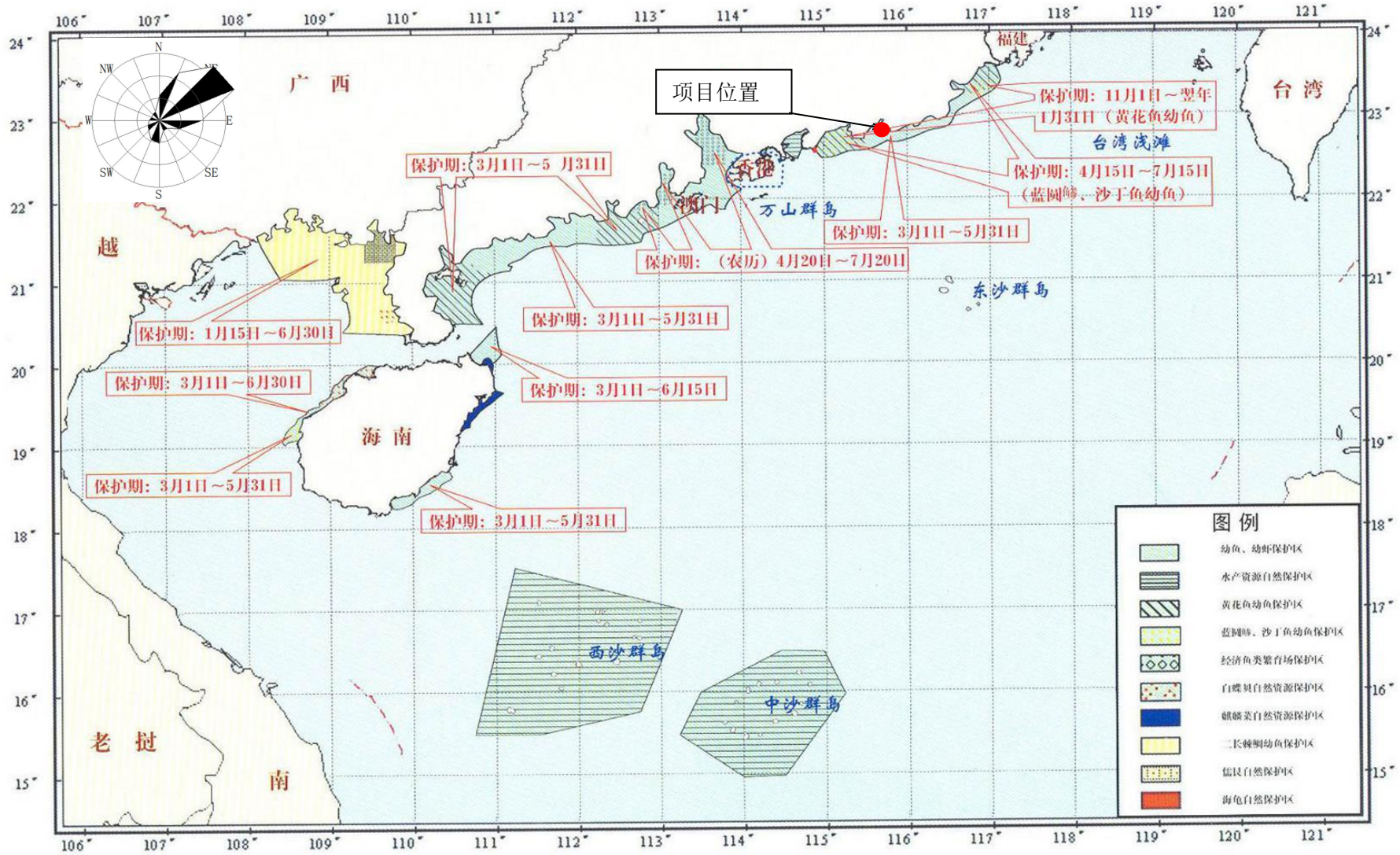


图 2.7-3 南海国家级及省级渔业品种保护区分布图



图 2.7-4 项目与附近无居民海岛位置关系图

3 工程概况

3.1 建设项目名称、性质、规模及地理位置

3.1.1 建设项目名称

陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目

3.1.2 建设项目性质

新建项目

3.1.3 建设规模

本项目位于陆丰市碣石镇附近碣石湾海域,养殖区分布在 8m~10m 等深线海域附近,距碣石镇大陆海岸约 4.5km。养殖区域分为 6 个养殖作业区,作业区 1~6 面积分别为 68 公顷、88 公顷、68 公顷、67 公顷、80 公顷和 17 公顷,养殖作业区块间设置 60m 宽的生产作业通道,并在项目养殖区域的 6 个角点分别布置警示浮标一座,项目养殖区采用延绳式吊笼养殖方式养殖牡蛎等产品。本项目主要经济技术指标详见表 2.1.3-1。

项目用海总面积为 443.4667 公顷,均为渔业用海中的开放式养殖用海,采用延绳式吊笼养殖方式养殖牡蛎等产品。申请用海期限为 15 年。

本项目总投资 2900.38 万元。

项目建设单位:陆丰市农业农村局

表 3.1.3-1 本项目建设内容组成一览表

组成	项目名称	建设内容
主体工程	养殖区 1	养殖作业区 1 采用延绳式吊笼养殖方式养殖牡蛎,面积为 68 公顷,其中包含 308 个养殖绳筏(养殖单体),养殖密度为 4.5 个养殖单体每公顷。
	养殖区 2	养殖作业区 2 采用延绳式吊笼养殖方式养殖牡蛎,面积为 88 公顷,其中包含 380 个养殖绳筏(养殖单体),养殖密度为 4.3 个养殖单体每公顷。
	养殖区 3	养殖作业区 3 采用延绳式吊笼养殖方式养殖牡蛎,面积为 68 公顷,其中包含 308 个养殖绳筏(养殖单体),养殖密度为 4.5 个养殖单体每

组成	项目名称	建设内容
		公顷。
	养殖区 4	养殖作业区 4 采用延绳式吊笼养殖方式养殖牡蛎,面积为 67 公顷,其中包含 305 个养殖绳筏(养殖单体),养殖密度为 4.5 个养殖单体每公顷。
	养殖区 5	养殖作业区 5 采用延绳式吊笼养殖方式养殖牡蛎,面积为 80 公顷,其中包含 345 个养殖绳筏(养殖单体),养殖密度为 4.3 个养殖单体每公顷。
	养殖区 6	养殖作业区 6 采用延绳式吊笼养殖方式养殖牡蛎,面积为 17 公顷,其中包含 70 个养殖绳筏(养殖单体),养殖密度为 4.1 个养殖单体每公顷。
	生产作业通道	养殖作业区块间设置 60m 宽的生产作业通道,用海面积为 65.6210 公顷。
依托工程	出运码头	项目工作船、运输船依托金厢渔港港区码头进行物资、养殖产品运输。
	后方陆地保障基地	项目使用金厢渔港后方陆地作为养殖区保障基地。
配套工程	养殖区交通	项目使用工作船、运输船进行养殖区养殖生产作业,主要包括放养牡蛎苗、养殖维护、牡蛎采收等工作。
辅助工程	警示浮标	在养殖区的 6 个边界节点分别设置 1 座礁区警示浮标,塔顶配养殖区标牌及太阳能警示灯。
环保工程	废水处理	施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后,生活污水委托有能力单位进一步进行处理;含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集,船舶靠岸后,含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。
	废气处理	选用污染物排放量少的运输车辆和工作船、运输船,同时建设单位选优质燃油,加强船舶的检修和维护,使船舶运行良好,后方保障基地尽可能硬化,对场地、道路定期洒水降尘,尽量减少项目建设及运行过程对项目周围大气环境的影响。
	噪声治理	进出港船舶在靠泊、离泊、调头作业时采取号旗、号灯、无线电通信方式传递信号,建议夜间禁止船舶鸣笛,码头前沿设置禁止鸣笛标志;加强工作船、运输船、车辆的维修保养,减少因机械磨损而增加的噪声。
	固体废物	生活垃圾待船舶靠岸后,集中收集上岸,交由环卫部门接收处理。废弃养殖材料拆除更换后运回陆地,外售给废品收购站,不在海域丢弃,敌害生物必须清理后运回陆地消杀,再采用填埋法处理。

3.1.4 地理位置

汕尾市位于广东省东部沿海,地处东经 114°54'~116°13',北纬 22°41'~22°49'之间。下辖一市(陆丰市)两县(海丰县、陆河县)三区(城区、红海湾开发区、华侨管区),是一九八八年经国务院批准设立的地级市。东临揭阳市,同惠来县交界;西连惠州市,与惠东县接壤;北接河源市,和紫金县

相连。

陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目位于陆丰市碣石镇西侧 4.5 公里碣石湾海域，项目地理位置中心坐标为：东经 115°44'29.064"E、北纬 22°47'37.681"N。项目用海面积 443.4667 公顷，地理位置如图 3.1.4-1 所示。

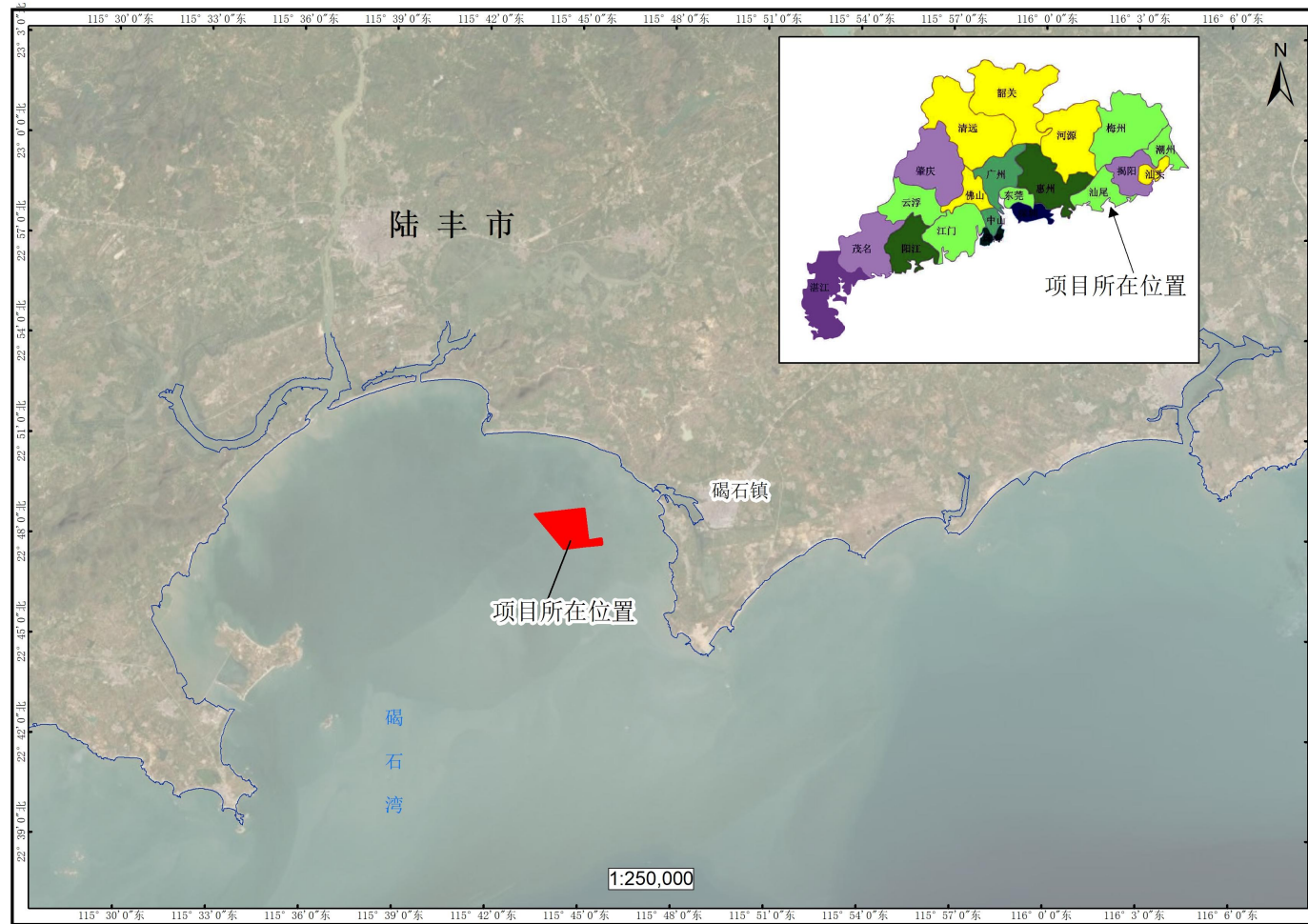


图 3.1.4-1 项目地理位置图

3.2 工程建设内容、平面布置、结构和尺度

3.2.1 建设内容

项目拟建养殖区位于陆丰市碣石镇西侧 4.5 公里碣石湾海域。本项目养殖区布置在 8m~10m 等深线海域附近，距大陆海岸约 4.5km，水体交换条件好。养殖区海域总平面分为 6 个养殖作业区。项目用海总面积为 443.4667 公顷，均为渔业用海中的开放式养殖用海，采用延绳式吊笼养殖方式养殖牡蛎等产品。并在项目养殖区域的 6 个角点分别布置警示浮标一座。

本项目养殖品种及年产量见表 3.2-1 所示。

表 3.2-1 项目吊养养殖品种及预计年产量

序号	养殖品种	年产量（吨）
1	牡蛎	2900
合计		2900

3.2.2 项目平面布置

本项目的平面布置相较其他海洋工程较为简单，在确定吊养养殖区用海区域后，根据相关技术标准确定吊养养殖的投放技术参数，在该海域控制合理的养殖密度和养殖规模前提下，对养殖区进行总体平面布置。

根据项目周边海域实际情况，本项目养殖区海域总平面呈不规则多边形布置。平面布置方案将养殖区域分为 6 个养殖作业区，作业区 1~6 面积分别为 68 公顷、88 公顷、68 公顷、67 公顷、80 公顷和 17 公顷，养殖作业区块间设置 60m 宽的生产作业通道，并在项目养殖区域的 6 个角点分别布置警示浮标一座。项目总平面图布置图见图 3.2.2-1。

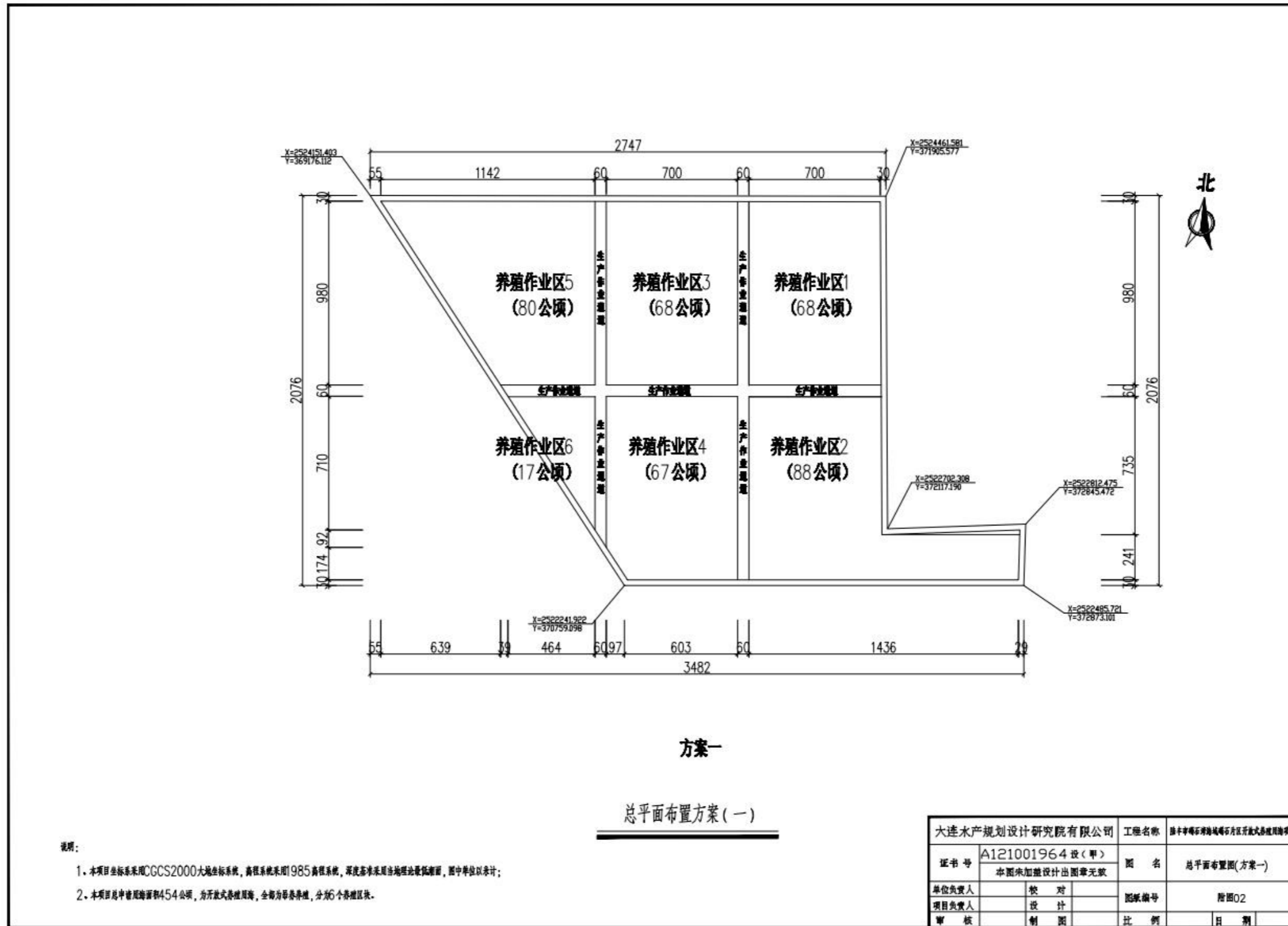


图 3.2.2-1 本项目总平面布置

3.2.3 结构和尺寸

本项目养殖品种主要以牡蛎为主，养殖区域水深为 8-10m，风浪、潮流适中，采用延绳式吊笼养殖方式。

(1) 延绳式浮筏制作与挂苗

延绳式浮筏由聚乙烯绳索组成，绳筏长度为 100 米，锚绳长度两侧各 30 米，绳筏间隔 5m 挂一个浮漂，每条绳筏 21 个左右；每条绳筏间隔 2m 挂一根吊笼，每筏 50 个左右。吊笼 10 层，每层层高 18cm，吊笼每层放置 15 颗蚝苗。

(2) 延绳式浮筏固定与设置

根据该区域海况条件，延绳式浮筏应顺风浪、尽量保持与潮流方向垂直设置，减少吊养设施结构受力，绳筏两端用木桩固定。吊养绳筏东西向布置，一般 10 条绳筏为一养殖单元，每个养殖单元间距为 20m，养殖绳筏列间距 20m，行间距 12m。各个养殖作业区平面布置图如图 3.2.3-1 至图 3.2.3-5 所示。

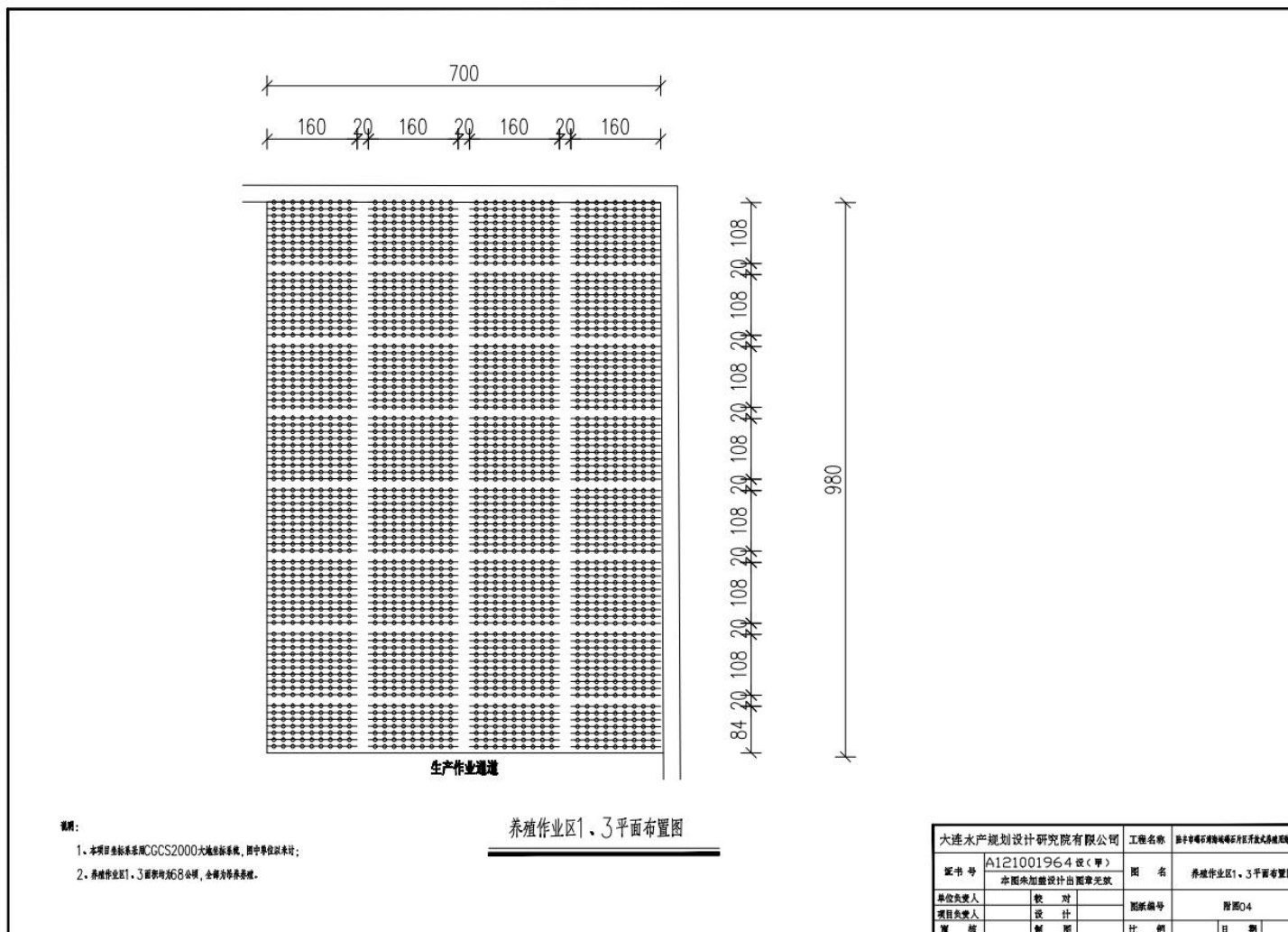


图 3.2.3-1 养殖作业区 1、3 平面布置图

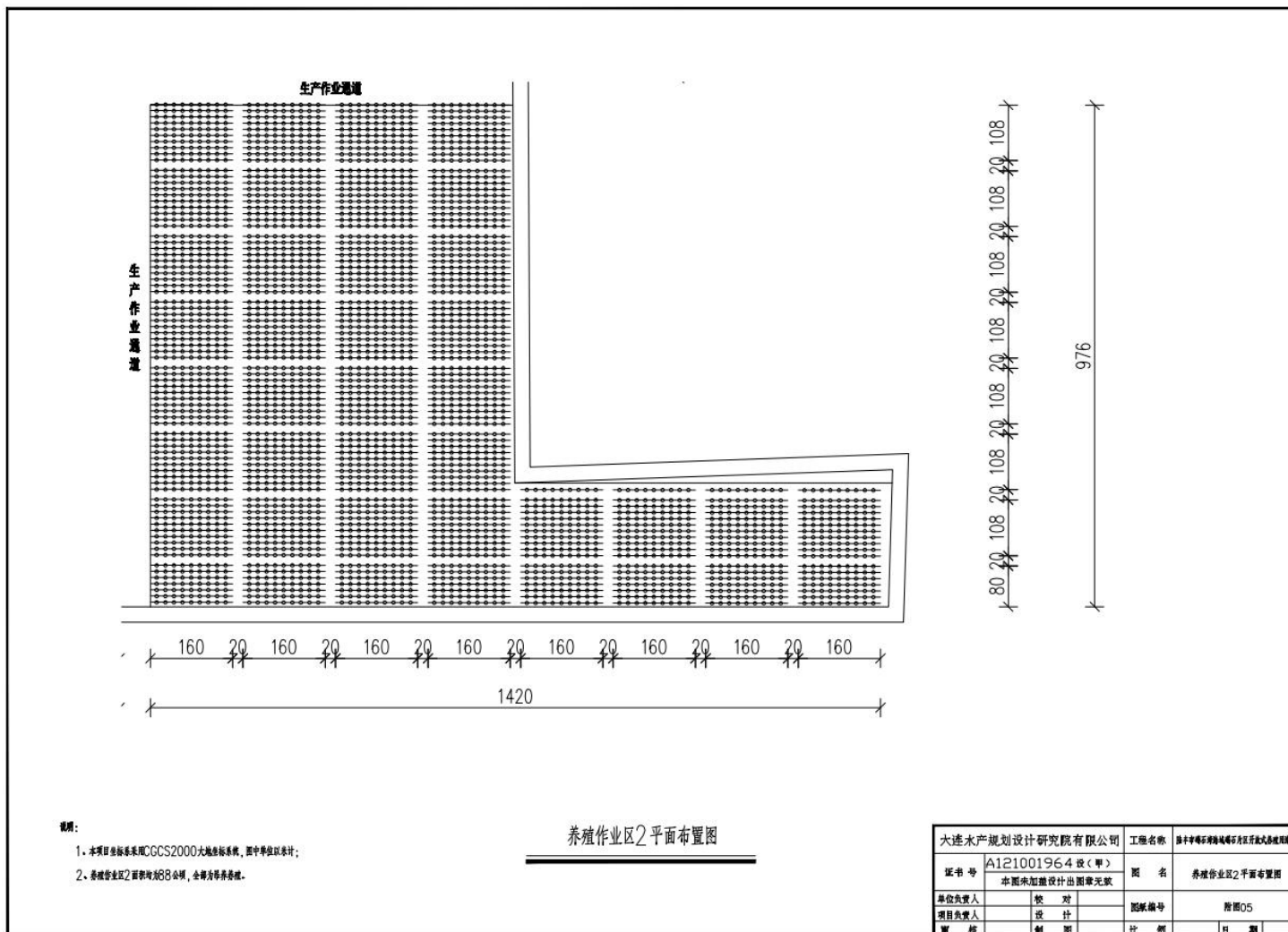


图 3.2.3-2 养殖作业区 2 平面布置图

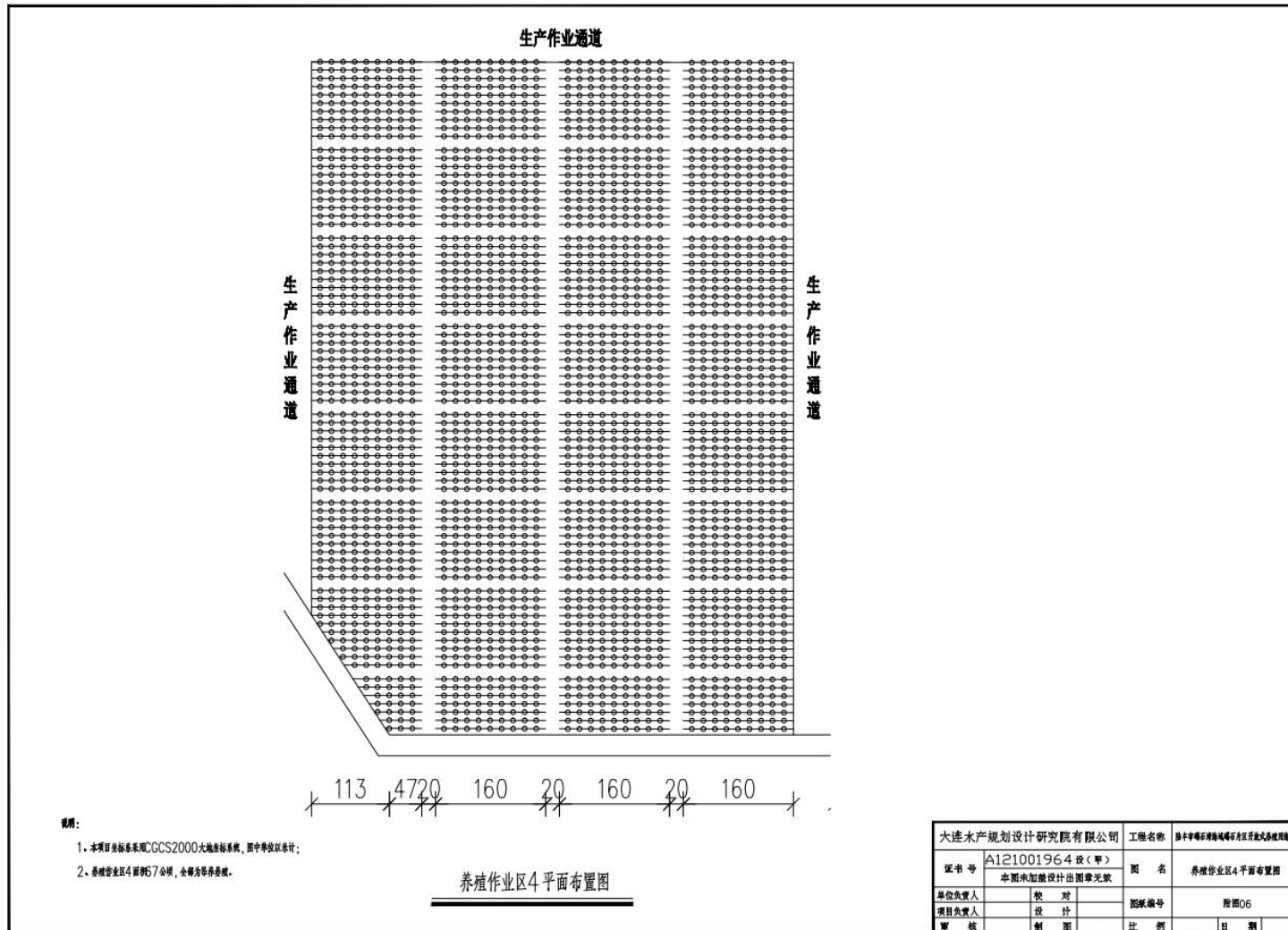


图 3.2.3-3 养殖作业区 4 平面布置图

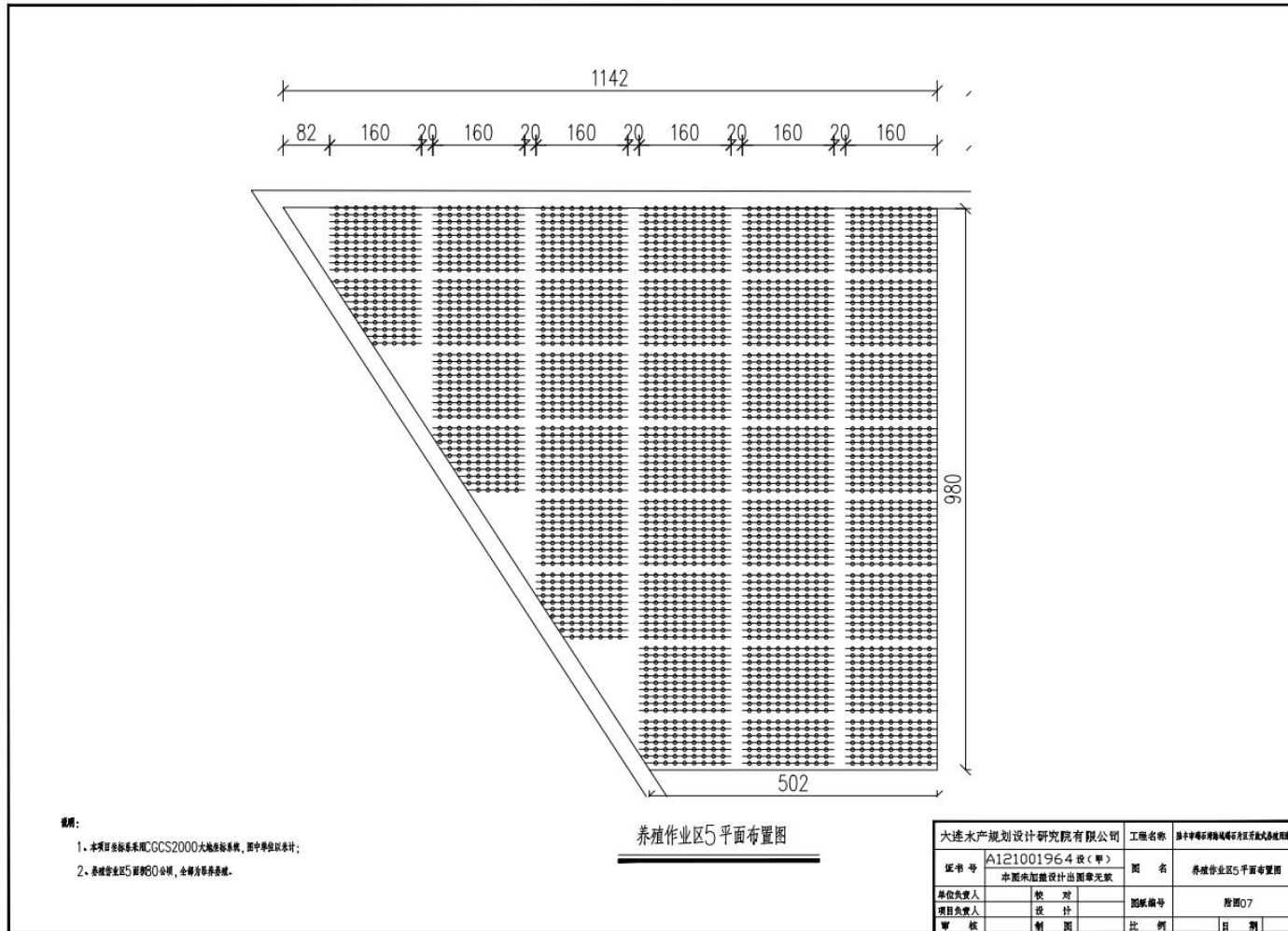


图 3.2.3-4 养殖作业区 5 平面布置图

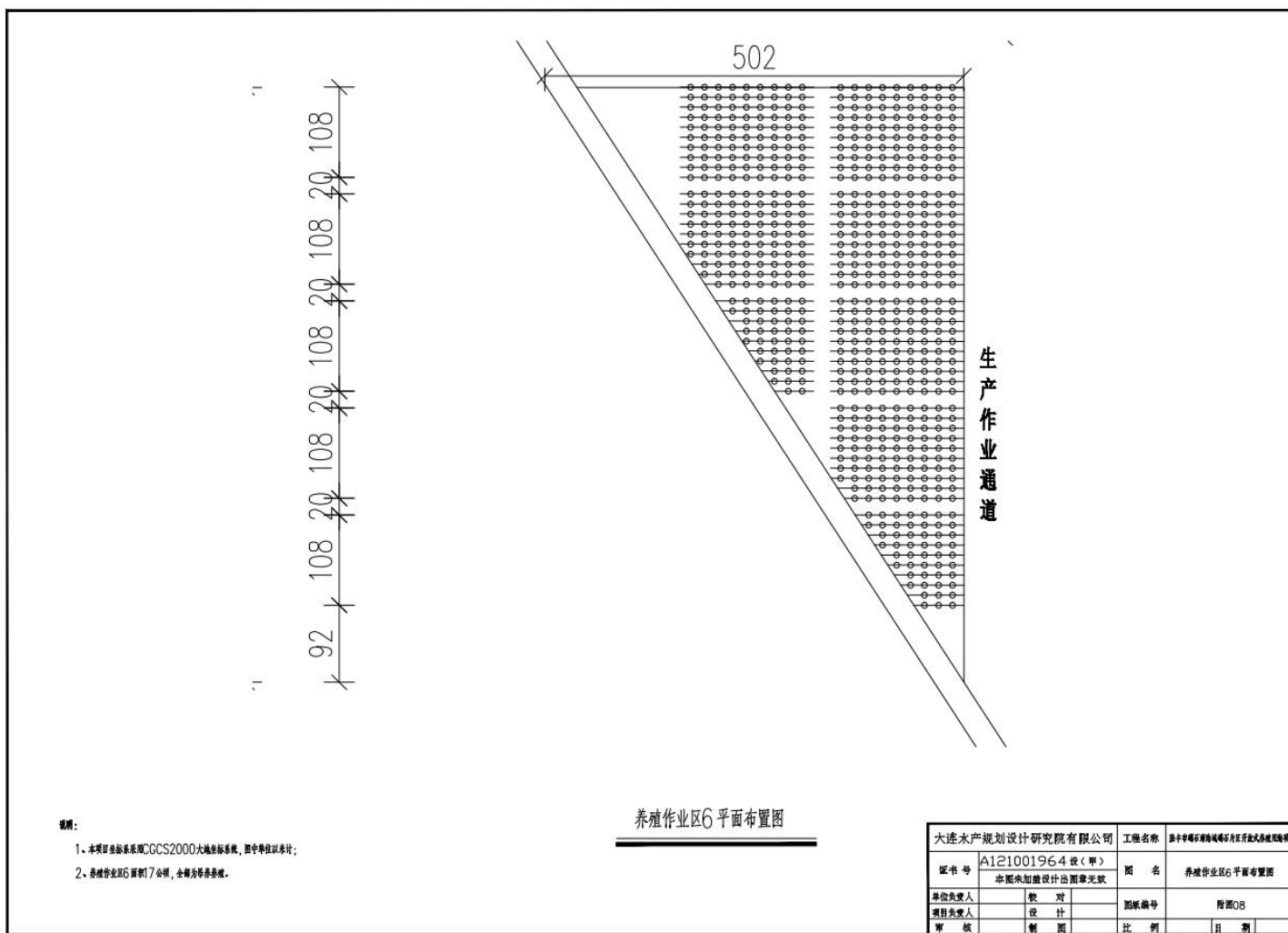


图 3.2.3-5 养殖作业区 6 平面布置图

(3) 养殖密度

本项目共分为 6 个养殖作业区，养殖作业区 1 面积为 68 公顷，其中包含 308 个养殖绳筏（养殖单体），养殖密度为 4.5 个养殖单体每公顷。养殖作业区 2 面积为 88 公顷，其中包含 380 个养殖绳筏（养殖单体），养殖密度为 4.3 个养殖单体每公顷。养殖作业区 3 面积为 68 公顷，其中包含 308 个养殖绳筏（养殖单体），养殖密度为 4.5 个养殖单体每公顷。养殖作业区 4 面积为 67 公顷，其中包含 305 个养殖绳筏（养殖单体），养殖密度为 4.5 个养殖单体每公顷。养殖作业区 5 面积为 80 公顷，其中包含 345 个养殖绳筏（养殖单体），养殖密度为 4.3 个养殖单体每公顷。养殖作业区 6 面积为 17 公顷，其中包含 70 个养殖绳筏（养殖单体），养殖密度为 4.1 个养殖单体每公顷。

表 3.2.3-1 单个绳筏结构参数一览表

延绳参数	吊养牡蛎
浮绳长度	100m
浮绳间距	20m
浮绳材质	胶丝
浮绳直径	2.5cm
浮漂材质	胶桶
浮漂间距	5m
吊绳材质	胶丝
吊绳长度	1m
吊绳直径	0.8cm
吊笼材质	胶丝
吊笼层数	10 层
吊笼层高	18cm
吊笼间距	2m
锚绳长度	30m
锚绳直径	2.5cm
锚碇方式	木桩
养殖水深	8-10m

3.2.4 陆上保障基地

为了存放养殖设置和养殖贝苗种，便于对养殖区进行管理，需要建立陆上保障基地，保障基地位于金厢渔港后方陆地，尽量靠近金厢渔港码头。陆上保障基地主要为仓库和物资堆场。

3.2.5 辅助设施

为标示汕尾市碣石湾海域开放式养殖用海项目吊养的边界位置，方便海洋渔业部门对示范区行使管理职能，同时对过往船只起到警示作用。按渔业行业相关标准，在养殖区的6个边界节点分别设置1座礁区警示浮标。本项目警示浮标采用直径1.5m、高1.0m的浮鼓，水平高1.85m的塔身，塔顶配养殖区标牌及太阳能警示灯。浮标标身根据航标规定为黄色。警示浮标按设计图纸的要求成套购买并安装。浮鼓配备相应锚链和锚块，整体装配如图3.2.4-1所示。

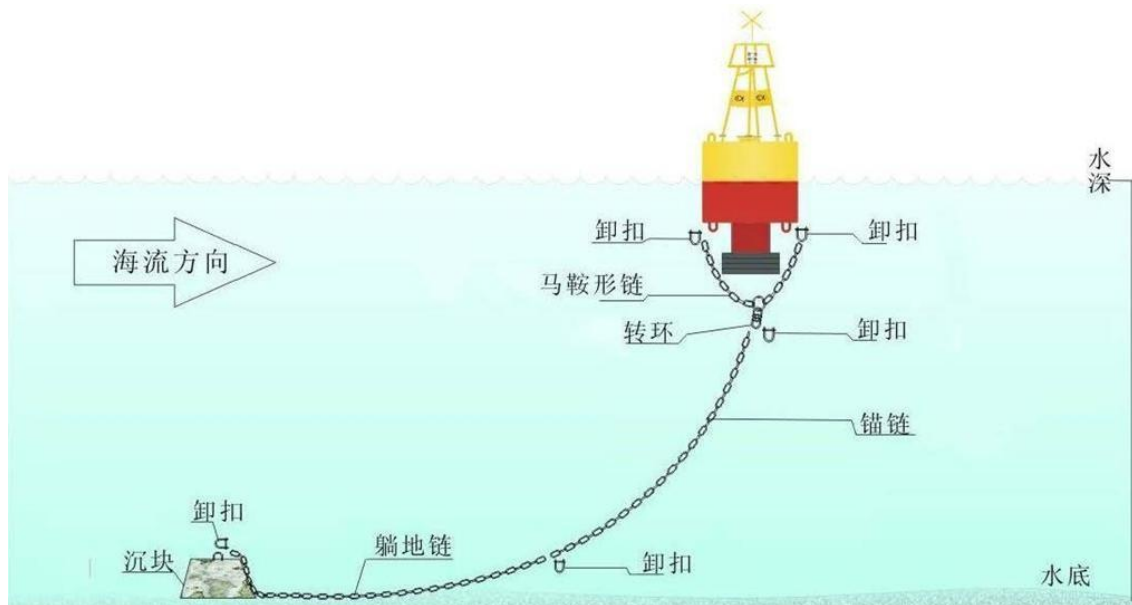


图 3.2.5-1 警示浮标示意图

3.3 养殖工艺

3.3.1 养殖品种

牡蛎 (*ostrea gigas tnunb*) 俗称海蛎子、蚝等，隶属软体动物门，双壳纲，珍珠贝目，是世界上第一大养殖贝类，是人类可利用的重要海洋生物资源之一，为全球性分布种类。牡蛎不仅肉鲜味美、营养丰富，而且具有独特的保健功能和药用价值，是一种营养价值很高的海产珍品。牡蛎的含锌量居人类食物之首。古今中外均认为牡蛎有治虚弱、解丹毒、降血压、滋阴壮阳的功能。

牡蛎作为一种优质的海产养殖贝类，不仅具有肉味鲜美的食用价值，而且其肉

与壳均可入药，具有较高的药用价值。

壳在断面上可以分为三层：最外层为薄而透明的角质层，中层最厚是由碳酸钙组成的柱状结构称棱柱层，内层为碳酸钙的片状结构，称珍珠层。壳是由下面的外套膜分泌形成，外套膜由壳顶处向腹缘延伸，它是两层上皮细胞，中间夹有结缔组织所形成的膜，膜内有肌纤维使它附着在壳内面，外套膜的边缘加厚形成三个褶皱，内褶上有放射肌及环肌使边缘紧贴壳上。中褶上有大量的感觉细胞或感觉器，具有触觉、视觉等功能。外褶有很强的分泌功能。

两壳不等，左壳或称下壳较大而凹，以左壳固着在岩石或海底木桩上。一般是在面盘幼虫变态的后期，由足丝分泌粘液，将外套膜缘固着在基质上，然后由外套膜分泌的贝壳则直接粘着在塞质上了。足完全消失、前闭壳肌也退化消失、后闭壳肌移到身体的中部，已完全失去了运动的能力。闭壳肌与韧带具有拮抗作用。由于永久的固着生活，外套膜缘出现了发达的小触手或感官，外套膜从不出现愈合点或形成水管，因为它们生活在硬质表面，那里很少有大量沉积物的存在，因潮汐运动已起到了清除作用。



图 3.3.1-1 养殖品种牡蛎示意图

3.3.2 养殖环境要求

(1) 海域选址

养殖海区为避风条件良好的内湾或受台风影响较小的近海，海面风浪较小；低潮线至水深约 8~10 米水域；温度范围为 10~33℃，生物饵料丰富。海区地质为泥沙，附着生物少，以及敌害生物少的海区。

(2) 水质要求

养殖海区水温 15℃~30℃，盐度 25~35，pH 8.0~8.4，溶解氧 5 mg/L 以上。水质符合 GB11607 和 NY5052 的规定。

3.3.3 养殖生产及管理

项目选择养殖海域离岸远，养殖区海水交换能力强，养殖设施采用透水性好利于集约化管理的贝类养殖网笼，考虑项目运营期间主要养殖品种为牡蛎，养殖关键工艺要点如下：

(1) 放养规格

放养牡蛎苗重量为 100g，大小为 3-4 厘米左右。

(2) 放养密度

牡蛎增殖的苗种放养密度以 5000 株/公顷，最终养殖密度 2350kg/公顷较为适宜。

(3) 饵料投喂

牡蛎增殖不需要投放饲料，牡蛎以水生微生物和鱼类排泄物为饵料，可以对海区的自然环境起到净化水质的作用。牡蛎的养殖周期一般 18 个月。

(4) 敌害及附着物清除

捕捉清除肉食性的蟹类，洗刷清除污损生物。

(5) 日常管理

水下检查：贝类养殖需配置潜水员，潜水员定期进行必要的养殖系统检查，特别是台风或热带风暴发出预报信息时的检查，包括养殖网笼有无破损、盖网、固定装置、通道等，确保养殖在任何情况下是安全可靠的。

养殖日记：每日做好环境因子与生产操作记录，主要内容包括：数量、患病及死亡情况、天气情况、水温、盐度、透明度、溶氧、养殖笼安全状况和工作情况等，以及定期测量记录贝类体重或体长数据，供制订下一步养殖计划提供科学依据。一般每隔 15~20 天随机抽取 25~35 头测量 1 次。

(6) 收获

牡蛎养殖周期一般为 18 个月，足月后，使用工作船采捕。

根据养殖总规模，运营期配备运输船 2 艘、工作船 1 艘，均为 185kW，主要用于起笼及辅助投苗等，进行海上维修维护等。

3.4 施工方案、施工方法、工程量及计划进度

3.4.1 施工条件

1.自然条件

项目所在的碣石湾海域水域开阔，当地气候适宜，无严冬酷暑，适合施工。

2.施工场地

项目水域位于陆丰市碣石镇西侧 4.5 公里碣石湾海域，水流状况稳定，水深条件较好，约 8m~10m，适合吊养养殖。

3.施工力量

工程所在区域有长期从事海洋工程建设的施工队伍，其技术力量雄厚，施工技术和设备先进，完全可承担本工程施工任务。

4.材料供应、施工水电条件

吊养养殖材料由本项目建设单位就近购买，在后方陆上保障基地进行存放、组装，可满足工程建设的需要。

5.交通条件

吊养养殖材料由道路直达保障基地，其对外陆路交通方便快捷。本项目海域开阔，水深优良，可满足各种施工船舶的水上通行要求。

3.4.2 施工工艺及方案

一、养殖设施施工工艺流程

工具准备→锚位预定→锚投放→主绳绑系→竣工验收

(1) 施工设备

施工设备主要有 GPS 定位仪、指挥船、运输船、吊船。

(2) 锚位预定

每条主绳选定 2 个关键锚位预定点，在工作船上用绳子将木桩与浮漂连接，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，

依顺序逐一下桩，使浮漂在纵、横向均排列整齐，最后可将定位浮漂在水面的位置作为投锚时的参考投放位置。

③锚投放

吊船行驶至第一个锚位点，依次投放第一个木桩，重复上述操作，投放其余的锚。

(3) 浮绳绑系

每投打完一个木桩后，即用运输船将浮绳拖至固定系统的区域内，将浮绳固定在锚桩上，并收紧绳索。锚泊系统安装完毕后，依锚绳在水面的状态，通过锚绳的松紧进行调节，使其在水面排列整齐。

二、浮标投放

为标示陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目养殖区的边界位置，方便海洋渔业部门对示范区行使管理职能，同时对过往船只起到警示作用。按渔业行业相关标准，在养殖区的 6 个边界节点分别设置 1 座礁区警示浮标。

1、就位准备

浮标下水后的带缆和防作业船只到达浮标布放站位后，应首先进行定位，对站位的水深及底质情况进行测量，技术人员再次对浮标系统进行全面的技术检查和安全检查，同时，与浮标岸站联系，确认浮标工作正常后，将浮标上各水密舱盖关紧。

参加布放作业人员全体就位，根据分工带好所必须的工具、索具，甲板作业工作人员戴好安全帽。登标人员戴好安全帽，穿好救生衣，待命。

作业船放小艇，登标人员上艇，准备浮碰。

2、浮标的布放

浮标吊放下水，将起吊钢缆连接到浮标的四个起吊眼板上，在姿态控制的情况下，使用作业船吊机将浮标徐徐下放至水面，脱钩过程中，作业人员注意船只和浮标防撞工作。

浮标带缆，用小艇控制浮标位置（拖带浮标），避免浮标与作业船发生碰撞。将浮标拖带至作业船舷侧中间位置，中间放置防撞垫。用缆绳将浮标挂耳与作业船舷系船柱连接。保证浮标固定且不受损坏。在投放浮标时，承重缆中间段用麻绳固定于船舷系船柱，尽量避免承重缆处于张弛受力状态。

3、钢索、锚链及锚的投放

操作作业船慢速接近浮标投放位置。利用绞盘机将锚缓缓送入水中，同时将钢索另一端锚链环固定在甲板上，避免因锚的下坠将钢索、缆绳、重坨、辅仓及承重缆拉下水。

当锚、锚链及钢索下放至海底时，距离海底约 5-8 米，作业船动车，将锚拖至准确测定站定后，放锚。

放锚后，继续释放钢索，保证钢索有一定余量在作业船甲板面上。

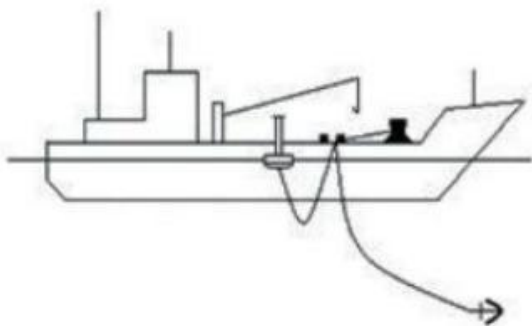


图 3.4.2-1 放锚示意图

4、重坨及缆绳的投放

钢索一端仍与绞盘机连接，启动吊车吊起重坨，启动绞盘机，逐步释放钢索，吊车协调将重坨放入水中，吊车采用自动脱钩法，确保重坨自由下沉。

同时，将缆绳中间段固定在系船柱上，让入水端缆绳处于张力状态（重坨处于悬浮于水中状态）。剩余端缆绳处于甲板面，为辅仓投放预留操作空间。

5、承重缆及辅仓的投放

把承重缆一端与辅仓（内置浮球）连接（可在岸上连接好），连接能换器支架及配重，连接水声释放器，水声释放器一端连接缆绳。缆绳一端使用锚机绞盘，将浮标甲板上的缆绳绞至作业船上，并固定缆绳。要注意重坨及钢缆的坠力，导致辅仓及承重缆被拉入水中。

利用吊机，将辅仓吊入水中，解除绑在系船柱段缆绳，并利用绞盘机释放原甲板面上缆绳，绞盘机带缆释放，辅仓缓慢下沉，在浪流作用下，作业船应当充分利用船舵调整位置，避免承重缆及缆绳绞入船尾螺旋桨区域。

待辅仓沉入水中，割断固定与系船柱上的绑扎承重缆的中间段的麻绳，让承重缆随辅仓沉入水下。

待辅仓没入水中的过程中，解开浮标捆绑绳索，用小艇将浮标拖离作业船。拖离方向应当与作业船保持夹角，顺流拉开，利用流水作用将浮标推出作业船舷区域，避免碰撞。自此，整个浮标锚系投入海中。

6、浮标系统的恢复运行和现场的监视

浮标布放完毕后，应进行准确定位并做好记录，锚系投放完成后，人员登标，开机工作，等待就近一个正点的采集、发射。通过与浮标岸站联系，以确认浮标工作正常。

完成上述工作后，作业船应在浮标附近对浮标进行 24 小时监视，以确定浮标无走锚、断缆跑标等现象。如果浮标在布放站位的旋转位移正常，则说明布放成功。

为了确保浮标布放后处于正常工作状态，在 24 小时监视期间应组织人员对浮标的各项测量数据进行现场比对，与浮标岸站随时保持联系，掌握浮标的工作状态，若无明显故障，即可返航，若发现问题，应立即组织人员登标抢修或更换设备。

3.4.4 工程量及施工设备

3.4.4.1 主要工程量

本项目养殖主要工程量见表 3.4.4-1。

表 3.4.4-1 吊养养殖工程量表

整体养殖作业区（6 块）					
序号	项目	单位	数量	材质	规格
1	浮绳	米	171800	胶丝	直径 2.5cm
2	浮漂	个	36078	胶桶	直径 30-40cm
3	吊绳	米	85900	胶丝	直径 0.8cm
4	吊笼	个	85900	胶丝	10 层，层高 18cm
5	锚绳	米	103920	胶丝	直径 2.5cm
6	木桩	个	3464		1.5m 长，直径 12cm
7	牡蛎苗	颗	12885000		
8	警示浮标	个	6		
养殖作业区 总面积 443.4667 公顷					

3.4.4.2 施工设备

根据建设单位工期的安排，项目投入的主要船机设备资源配置如下：

表 3.4.4-2 项目施工设备表

序号	施工船机船设备名称	型号/规格	数量	用途
1	工作船	100t	1 艘	锚位预定
2	指挥船	/	1 艘	指挥作业
3	吊船	80t	1 艘	吊装资料
4	运输船	200t	2 艘	运输资料
5	GPS 定位仪		2 台	锚位预定
6	潜水设备	/	2 套	潜水

3.4.5 施工进度

由于本工程项目施工条件好，根据工程建设的内容（主要为吊养设施安装）及工序安排，总工期预计约需要 12 个月。项目进度计划如表 3.4.5-1 所示。

表 3.4.5-1 项目施工进度表

序号	项目	进度计划（月）											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	施工准备	■	■										
2	吊养设施			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3	竣工验收												■

3.5 项目用海必要性分析

3.5.1 项目建设的必要性

（1）项目的实施，将构建现代渔业基地，有利于推动陆丰贝类养殖发展，有利于水产品品牌建立。

本项目紧扣国家大湾区发展战略机遇，能够充分发挥陆丰渔业资源富集优势，形成标准化、规范化的吊笼养殖模式，建设海上集约化养殖基地。

采用标准化的养殖模式，严格执行专业化的养殖管理流程，打造高标准的安全绿色水产品。预计本项目实施后，将成为省内设施化水平较高、技术较先进的牡蛎吊笼养殖基地，有利于推动陆丰贝类养殖发展。有利于陆丰市关于中国驰名商标、省级名牌和有机、绿色、无公害标志的水产品的建设工作。

(2) 项目的实施, 有利于发展促进产业转型升级发展, 引进与培养专业技术人才。

汕尾市海洋养殖规模庞大, 近五年海水养殖产值保持稳步增长, 其中 2019 年海水养殖产值为 56.5 亿元, 同比增长 8.3%, 是近 5 年增长最快的一年。海水养殖产量稳步增长, 2019 年海水养殖产量达到 33.8 万吨, 同比增长 7.9%。汕尾鱼、虾、蟹、贝、藻类齐全, 各品类产量常年位于全省前列, 并成功打造红草晨洲蚝、高螺牡蛎等贝类地标性特色品牌。

但汕尾水产养殖也有自身的问题, 汕尾市的水产养殖业的主要矛盾也是区位优势与产业发展不平衡不充分的矛盾。养殖品种过于单一、养殖模式、经营管理比较落后, 急需发展新的养殖模式、引入新的技术和专业人才助推产业发展。

(3) 项目的实施, 有利于环境保护与水产养殖协调发展。

汕尾市碣石湾海域开放式养殖用海项目建设, 其一是为了提高某些经济品种的产量或整个海域的贝类产量, 以确保水产资源稳定和持续的增长。其二是在利用海洋资源的同时重点保护海洋生态系统, 实现可持续生态渔业。

项目养殖区合理布局, 构建合理的养殖区内部生态体系, 实现“绿水青山就是金山银山”的科学发展理念, 促进水产养殖与生态环境保护协调发展。

(4) 项目的实施, 有利于带动闲置渔民就业, 助力地区水产养殖产业结构调整及海洋经济发展。

2022 年 3 月 14 日, 农业农村部印发《“中国渔政亮剑 2022”系列专项执法行动方案》, 内容包括十个具体专项执法行动, 其中包括海洋伏季休渔专项行动。今年南海伏季休渔时间为 5 月 1 日 12 时至 8 月 16 日 12 时, 其间禁止除钓具外的所有作业类型捕捞渔船、为捕捞渔船配套服务的捕捞辅助船, 以及定置作业类型在北纬 26 度 30 分至北纬 12 度的东海和南海海域(含北部湾)作业。随着海洋渔业捕捞的限制和休渔期的延长, 从事捕捞生产的渔民部分处于失业、待业状态。

为了更好利用汕尾海域资源, 发展旅游经济, 实施“海岛建设计划”, 打造优质高端的都市生活圈, 汕尾市政府对部分高位塘及海上渔排进行了依法拆除, 其中拆除遮浪及施公寮高位塘面积约 2000 亩, 马宫渔排网箱 300 亩, 约 200 户, 约 3000 人处于待业状态。

让传统的渔业从业者找到稳定的就业, 对地方社会稳定、渔民增收、地方经济

发展都有积极的意义。项目的实施，通过连续、稳定、规范化的养殖生产，可为当地渔民带来就业机会，有利于带动闲置渔民就业，有利于充分带动当地群众转产致富。同时，项目实施可对当地渔业生产起到示范效应，可带动当地养殖技术的进步，促进地区水产养殖产业结构调整及渔业海洋经济的发展。

本项目的建设为做大做强陆丰市地方贝类产业，打造牡蛎特色品牌效应，做出积极贡献。

综上所述，本工程的建设是必要的、及时的。

3.5.2 项目用海的必要性

陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目涉及用海，是由项目建设的特殊性 & 项目建设的必要性决定的。

本项目为海上吊养项目，符合当前的产业政策和发展方向，根据上述项目建设必要性可以看出，本项目是加快农业农村现代化，推进水产绿色健康养殖，促进高质量发展海水养殖，大力推进碣石湾南海海域海水养殖场建设。项目的建设可促进渔业资源可持续增长的需要，是拓展养殖空间的需要，是提高渔民收入、改善海域环境的需要。

本项目为海上吊养养殖，吊养养殖方法是在自然海域中投放适宜生长的牡蛎，使之自然生长增殖，然后进行定期采收。本项目的养殖方式决定了项目建设需要一定的海域面积及水深条件，所以其用海是必要的。

综上所述，本项目用海是必要的。

3.6 占用（利用）海岸线、滩涂和海域状况

本项目吊养养殖的海域使用类型均为渔业用海（一级类）中的开放式养殖用海（二级类），用海方式均为开放式用海（一级方式）中的开放式养殖用海（二级方式）。

项目建设单位申请海域使用面积为 443.4667 公顷，均为吊养养殖用海，项目不占用海岸线。本项目为开放式养殖用海项目，根据《中华人民共和国海域使用管理法》，“第二十五条 海域使用权最高期限：养殖用海十五年”，申请者提出项目的申请用海期限为 15 年。

项目申请宗海位置图见图 3.6-1，宗海界址图见图 3.6-2。项目用海界址点坐标详见表 3.6-1。

表 3.6-1 项目用海界址点坐标（CGCS2000）

界址点	纬度（北纬）	经度（东经）
1	22°47'37.681"	115°44'29.064"
2	22°47'46.163"	115°45'42.906"
3	22°47'56.079"	115°45'41.581"
4	22°47'52.300"	115°45'16.086"
5	22°48'49.431"	115°45'08.146"
6	22°48'38.705"	115°43'33.540"

陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目宗海位置图

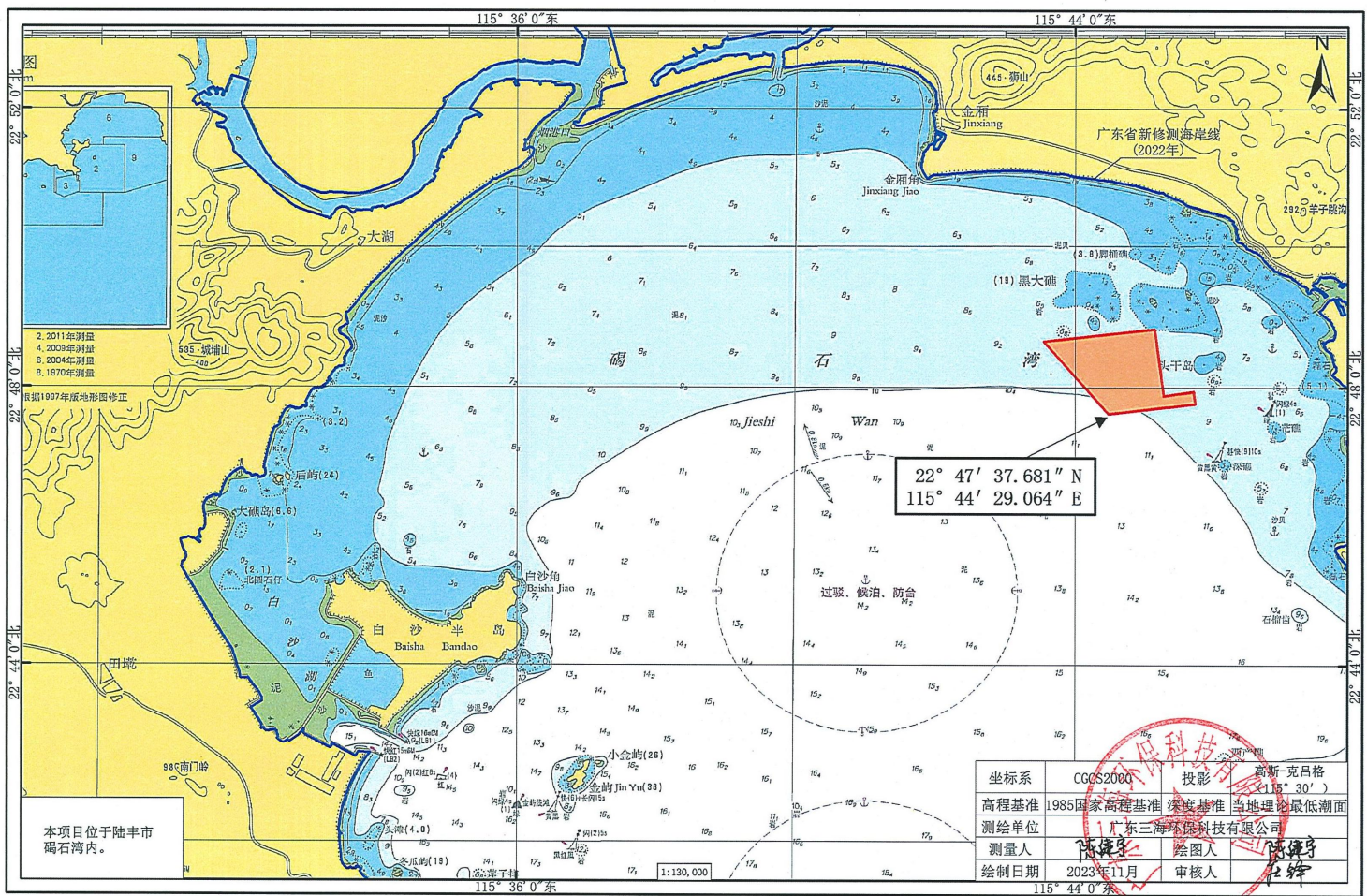


图 3.6-1 项目宗海位置图

陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目宗海界址图

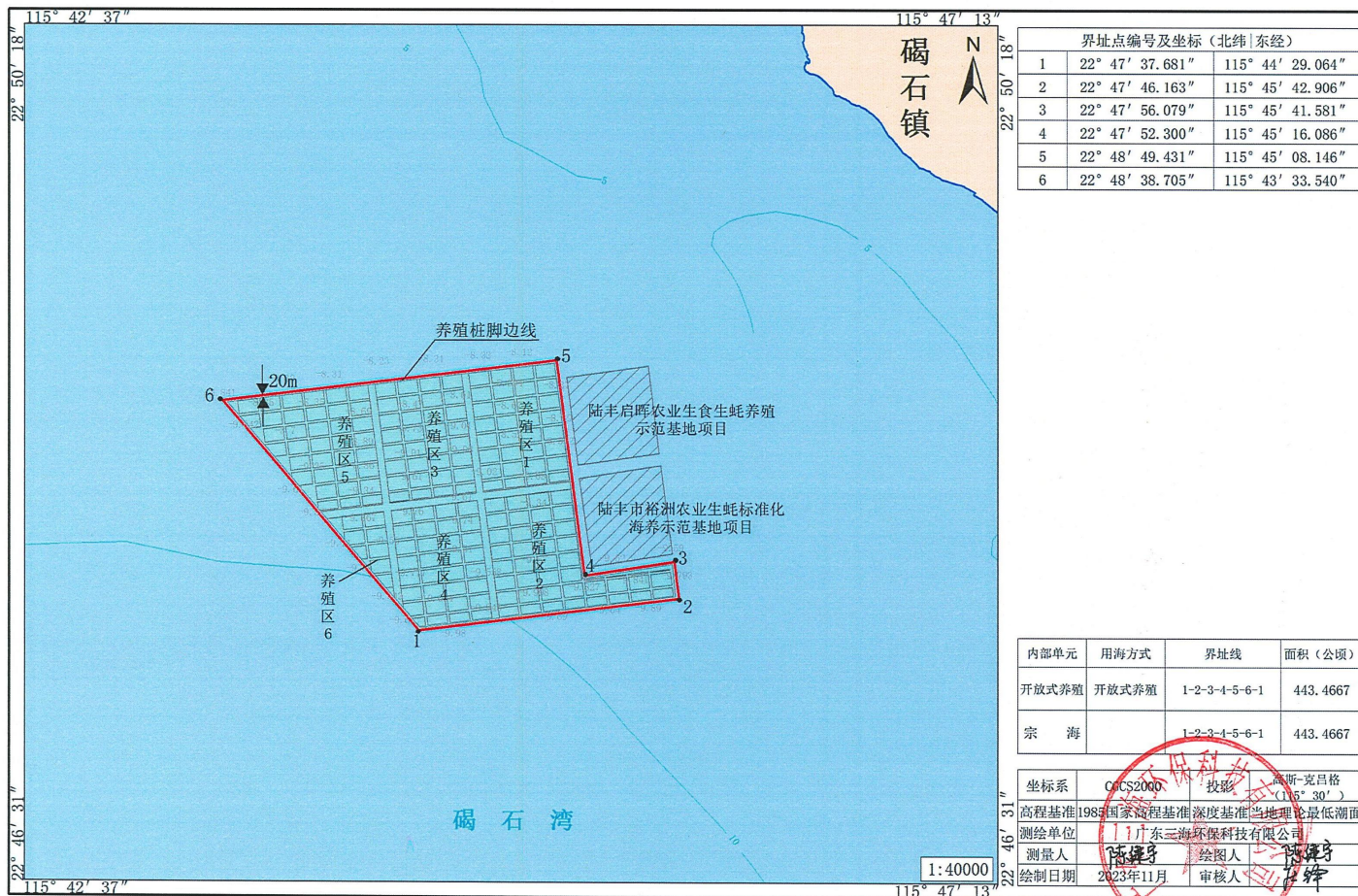


图 3.6-2 项目宗海界址图

4 工程分析

根据项目建设对环境的影响范围、影响程度、影响时段因工程所处的建设阶段不同而有所差别，不同的工程行为对环境要素的影响不尽相同。根据本工程项目的进展程序，工程对环境的影响分为施工期和营运期两个阶段，从污染和非污染两个方面进行分析。

4.1 生产工艺与过程分析

4.1.1 施工期工艺过程及产污环节

(1) 施工期工艺过程

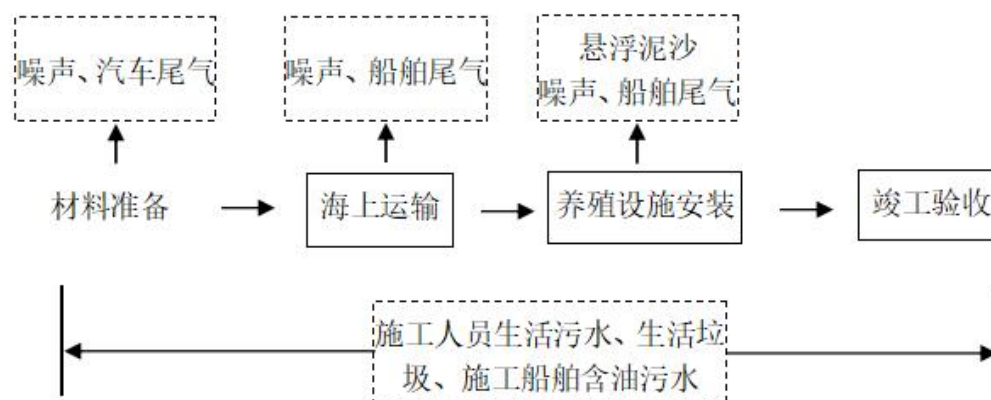
本项目为陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目，项目施工主要为吊养养殖设施安装施工。根据施工进度计划，总体的施工流程可按如下顺序开展：

吊养养殖设施安装施工：准备工作→海上运输→养殖设施安装→竣工验收

(2) 产污环节

项目施工期工艺流程及产污环节见图 4.1.1-1。

吊养养殖设施安装施工：



4.1.1-1 项目施工过程主要产污环节示意图

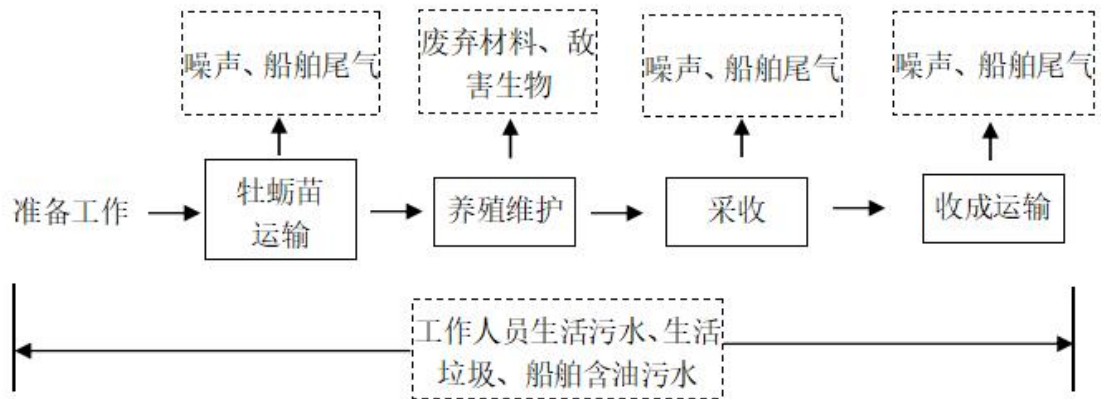
4.1.2 运营期工艺过程及产污环节

(1) 运营期工艺过程

本项目运营期主要吊养养殖设施维护，收成运输等过程。

(2) 产污环节

项目运营期工艺流程及产污环节见图 4.1.2-1:



4.1.2-1 项目养殖过程主要产污环节示意图

4.2 工程各阶段污染环节与环境影响分析

1、施工期

本项目施工期主要是吊养养殖设施安装施工，施工期间环境污染因素主要有：

- (1) 废气：施工船舶和运输车辆产生的尾气，主要污染物为 SO_2 、 NO_x 和烟尘；后方保障基地养殖材料装卸、堆放和运输、施工车辆行驶等产生的少量扬尘；
- (2) 悬浮物：吊养养殖桩基固定和警示浮标锚块投放过程中产生的悬浮泥沙；
- (3) 废水：施工人员产生的生活污水和施工船舶含油废水；
- (4) 噪声：施工船舶、施工设备产生的噪声，水下施打木桩时产生打桩噪声；
- (3) 固体废物：施工人员产生的生活垃圾和施工作业时产生的废弃养殖材料。

2、营运期

本项目吊养养殖主要养殖牡蛎等品种，均无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，基本不会产生污染物。项目运营期对环境的影响主要为运输船舶、养殖维护、采收运输等日常管理活动产生的少量废气、废水、噪声、废弃养殖材料和敌害生物等，海洋环境污染因素主要有：

- (1) 废气：运输船舶、工作船舶产生的少量船舶尾气；
- (2) 废水：主要有运输船舶、工作船舶产生的含油污水、海上工作人员产生的

生活污水；

(3) 噪声：运输船舶、工作船舶行驶过程产生的船舶噪声；

(4) 固体废物：工作人员生活垃圾、废弃养殖材料和敌害生物。

4.2.1 施工期污染物排放状况

4.2.1.1 废气

(1) 燃油尾气

本项目施工船舶和后方陆地运输车辆使用会产生尾气对环境空气有一定的污染。施工船舶、运输车辆和施工机械均以柴油作为动力燃料，会产生一定量的废气，主要污染物为 SO₂、NO_x 和烟尘。

(2) 扬尘

后方陆地材料装卸、堆放和运输、施工车辆行驶产生的扬尘。因施工活动的性质、范围以及天气情况的不同，扬尘产生量有较大差别。扬尘浓度随距离变化情况见表 4.2.1.1-1。

表 4.2.1.1-1 扬尘浓度随距离变化情况一览表

与扬尘点的距离 (m)	25	50	100	200
浓度范围 (mg/m ³)	0.37~1.10	0.31~0.98	0.21~0.76	0.18~0.27
平均浓度 (mg/m ³)	0.74	0.64	0.48	0.22

4.2.1.2 施工悬浮泥沙

吊养养殖桩基固定、警示浮标锚块投放产生的悬浮泥沙：

本项目吊养养殖固定系统施工过程中会产生悬浮泥沙。本项目吊养养殖设施固定采用木桩固定，在进行木桩投放插入固定施工时，悬浮物将对周围海水产生一定的影响，由于项目木桩长 1.5m，直径 12cm，单个木桩施工时间极短，单个木桩产生的悬浮泥沙源强比较小。总的来说，由于本项目养殖使用木桩规格比较小，木桩固定所占面积较小，木桩投放施工悬浮物影响范围主要集中在项目养殖区内，对周边的农渔业区、养殖区水质影响较小，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沉降，施工结束后可以很快恢复至本底值。

此外由于本养殖海区平均水深在 8m~10m 之间，水深较深，施工产生的悬浮泥沙除对海底沉积物和底层水质有一定影响外，对海洋中、上层水质影响不大，对海

洋环境不会产生大的影响，加之施工时间短，施工产生的悬浮泥沙扩散范围非常有限，且随着施工的开始，悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失。

警示浮标采用锚块固定，锚块投放过程中会对海底底质扰动，会产生少量悬浮泥沙，由于本项目仅在在养殖区的6个边界节点分别设置1座礁区警示浮标，项目投放的锚块仅6个，因此，项目锚块投放过程中产生的悬浮泥沙量很少，投放完成以后，悬浮泥沙在短时间内沉降，基本不会对海水水质环境产生大的影响。

4.1.1.3 施工废水

本工程施工期间的废水主要有生活污水、船舶含油废水。

(1) 生活污水

生活污水主要来源于船舶施工人员产生的生活污水。

本工程施工高峰期时，水上施工人员高峰期可达26人，根据《用水定额 第3部分：生活》（DB44/T69 1461.3-2021），施工人员用水量按每人每天150L计，排污系数按90%计，则施工人员生活污水产生量约 $3.51\text{m}^3/\text{d}$ 。根据《排水工程》（下册）中典型生活污水中常浓度水质进行估算，污水中主要污染因子特征浓度：COD：250mg/L，BOD₅：150mg/L，SS：220mg/L，氨氮40mg/L。则COD的发生量约为0.88 kg/d，BOD为0.53 kg/d，SS为0.77 kg/d，氨氮0.14 kg/d。

施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理。由于施工时间短，源强小，只要加强生活污水过程控制并委托有能力单位进一步进行处理，对附近海域水环境的影响不大。

(2) 含油污水

本项目海上施工强度最大时投入的主要施工船舶为1艘工作船、1艘指挥船、1艘吊船、2艘运输船。根据《港口工程环境保护设计规范》，载重500吨以下的船舶舱底油污水产生量按 $0.14\text{m}^3/\text{d}\cdot\text{艘}$ 计，载重500~1000吨之间的船舶舱底油污水产生量按 $0.27\text{m}^3/\text{d}\cdot\text{艘}$ 计。本项目工作船、指挥船、吊船、运输船各船只总载重均低于等于500t。工作船、指挥船、吊船、运输船等各船舶舱底油污水产生量均按 $0.14\text{m}^3/\text{d}\cdot\text{艘}$ 计。则本项目含油污水每天产生量为 $0.70\text{m}^3/\text{d}$ ，处理前油污水含油浓度约，按5000mg/L计算，则船舶含油污水中石油类产生量为3.5kg/d。含油污水严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求执行，含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进

一步进行处理。船舶舱底油污水水量详见表 4.2.1-1。

表 4.2.1-1 船舶舱底油污水水量表

船舶载重吨 (t)	舱底油污水产生量 (m ³ /d 艘)	船舶载重吨 (t)	舱底油污水产生量 (m ³ /d 艘)
500	0.14	3000-7000	0.81-1.96
500-1000	0.14-0.27	7000-15000	1.96-4.20
1000-3000	0.27-0.81	15000-25000	4.20-7.00

因此，项目含油废水经上述措施处理后对海洋环境影响较小。但应加强施工船舶、设备保养与维护，杜绝跑、冒、滴、漏。

4.2.1.4 施工噪声

施工期噪声主要来自各类施工船舶产生的噪声。不同的施工船舶、施工机械和木桩打桩产生的噪声声压级见表 4.2.1-2。

表 4.2.1-2 施工机械 5m 处声级值

施工设备	距离 (m)	噪声级 dB (A)
工作船	5	80
指挥船	5	80
吊船	5	85
运输船	5	85
打桩	5	95

4.2.1.5 固体废物

项目施工过程中产生的固体废物主要为生活垃圾和废弃养殖材料。

(1) 生活垃圾：

参照《水运工程环境保护设计规范》(JTS149-2018)，施工船舶生活垃圾以人均 1.5kg/d 产生量计算，本工程船舶施工人员最多为 26 人计算，则施工船舶工作人员每天产生约 39kg 的生活垃圾。

本工程施工期生活垃圾产生量共 39kg/d。船舶生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸后，交由环卫部门接收处理。

(2) 废弃养殖材料：

吊养养殖设施安装过程会产生少量的废弃养殖材料，主要为废弃的聚乙烯绳

索、废旧浮球和养殖笼等材料，能回收的回收利用，不能回收的外售给废品收购站，不在海域丢弃，基本不会对海洋环境产生影响。

4.2.1.6 施工期主要污染物汇总

项目施工期主要环境污染物的产生及排放情况见表 4.2.1-3。

表 4.2.1-3 项目施工期主要污染物排放情况

种类	污染源	发生量	主要污染物	环保措施及排污去向
废气	施工船舶和运输车辆	少量	SO ₂ 、NO _x 和烟尘	自然排放
	材料装卸、堆放和运输、车辆行驶等	少量	扬尘	洒水降尘
悬浮物	吊养养殖设施固定、警示浮标锚块投放	少量	SS	加强施工管理，间断自然排海
废水	生活污水	3.51 m ³ /d	COD (0.88 kg/d) BOD (0.53 kg/d) SS (0.77 kg/d) 氨氮 (0.14 kg/d)	污水储存柜（船舶）收集上岸后，委托有能力单位进一步进行处理。
	船舶舱底油污水	0.70 t/d	石油类：3.5 kg/d	船舶收集后，交有资质单位处理，不得向海域排放。
噪声	施工船舶、施工机械和打桩	80~95dB (A)	等效连续 A 声级	加强施工作业管理
固废	生活垃圾	39kg/d	生活垃圾	集中收集上岸后，交环卫部门接收处理
	废弃养殖材料	少量	废弃的聚乙烯绳索、废旧浮球和养殖笼等	回收利用，不能回收的外售给废品收购站

4.2.2 营运期污染物排放状况

4.2.2.1 养殖污染物

吊养养殖污染物

本项目牡蛎养殖过程中无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，养殖污染主要为牡蛎生长过程中产生的分泌排泄物。

海上牡蛎养殖对水环境的主要污染负荷为氮、磷、COD 等，参考《第二次全国

污染源普查产排污系数手册（农业源）》，广东省牡蛎种类浅海筏式养殖业排污系数如表 4.2.2-1。

表 4.2.2-1 牡蛎海水筏式养殖业排污系数表

品种 代码	养殖 品种	使用 区域	排污系数(g/kg)				备注
			总氮	总磷	COD	氨氮	
S53	牡蛎	广东	-0.17	-0.01	-7.24	0	/

由表可见，本项目牡蛎养殖对海水环境中总氮、总磷、COD 具有少量的削减作用，对海水环境中的氨氮无影响。

根据建设单位提供的资料，项目牡蛎年产量约为 2900 吨，则项目营运期吊养养殖排污情况如下表 4.2.2-2。

表 4.2.2-2 本项目吊养养殖污染物排放量（t/年）

总氮	总磷	COD	氨氮
-0.493	-0.029	-20.996	0

由此可见，本项目牡蛎养殖将会海水环境中总氮减少 0.493t/年，总磷减少 0.029t/年，COD 减少 20.996t/年，且不会造成海水中的氨氮含量增加。因此，本项目牡蛎养殖不需要投喂饲料，以海洋微生物为饵料，对项目养殖海域的水环境起到净化作用，牡蛎养殖对海洋水环境的影响是正向影响。

4.2.2.2 废水

(1) 生活污水

生活污水主要来源于船舶工作人员产生的生活污水。

本工程运营期间约有 15 名工作人员在海上养殖区进行养殖维护、采收运输等日常管理活动，根据《用水定额 第 3 部分：生活》（DB44/T69 1461.3-2021），工作人员用水量按每人每天 150L 计，排污系数按 90%计，则工作人员生活污水产生量约 2.03m³/d。根据《排水工程》（下册）中典型生活污水中常浓度水质进行估算，污水中主要污染因子特征浓度：COD：250mg/L，BOD₅：150mg/L，SS：220mg/L，氨氮 40mg/L。则 COD 的发生量约为 0.51 kg/d，BOD 为 0.30 kg/d，SS 为 0.45 kg/d，氨氮 0.08 kg/d。

工作人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理。

(2) 船舶含油污水

营运期船舶污水主要为船舶舱底含油污水。本项目运营期共配备有运输船 2 艘、工作船 1 艘，按每天最大船舶使用量 3 艘考虑，根据《港口工程环境保护设计规范》（JTS149-1-2007），船舶舱底油污水发生量为 0.14t/d·艘，项目营运期含油污水产生量为 0.42 m³/d，处理前油污水含油浓度约，按 5000mg/L 计算，则船舶含油污水中石油类产生量为 2.1 kg/d。

本项目营运期运输船、工作船含油污水严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求执行，含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。

4.2.2.3 废气

营运期主要为运输船、工作船运输过程排放的少量船舶尾气，船舶所排放的主要污染物为 NO_x、SO₂ 和烟尘等。

4.2.2.4 噪声

项目运营过程中，噪声污染源主要来源于运输船、工作船行驶产生的噪声，噪声源值范围约 85dB(A)。运营期主要噪声源见表 4.2.2-3。

表 4.2.2-3 运营期主要噪声源

序号	噪声源	距离 (m)	噪声级, dB (A)
1	工作船	5	80
2	运输船	5	85

4.2.2.5 固体废物

本项目营运期间产生的固体废物主要有生活垃圾、废弃养殖材料和敌害生物等。

(1) 生活垃圾

本项目运输船、工作船工作人员为 15 人，参照《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），船舶生活垃圾以人均 1.5kg/d 产生量计算，生活垃圾产生量约为 22.5kg/d，运输船、工作船配备专门的生活垃圾收集桶集中收集后，生活垃圾由工作船运输上岸，交由环卫部门接收处理。运输船、工作船不设置厨房，无餐厨垃圾。

(2) 废弃养殖材料

吊养养殖过程中，养殖设施常年浸泡在海水中，受海水腐蚀、海浪冲击，长期养殖过程会产生废弃的养殖材料，主要为废旧浮球、废旧浮筏和养殖笼等。根据建设单位预估，产生量约 3.0t/a，拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃，基本不会对海洋环境产生影响。

(3) 敌害生物

牡蛎养殖过程中，需要经常清理附着在养殖网笼上的敌害生物，根据建设单位预估，产生量约 2.0t/a，如随意丢弃在海洋内，将对海洋生态环境产生不利影响。因此，必须清理后运回陆地消杀，再采用填埋法处理。

4.2.2.6 营运期污染物汇总

项目营运期主要环境污染物的产生及排放情况见表 4.2.2-4。

表 4.2.2-4 营运期污染物发生及处置状况

种类	产污环节	发生量	主要污染物		治理措施及排放方式
			名称	产生量	
养殖污染物	吊养养殖	--	总氮	-0.493 t/a	控制养殖密度
			总磷	-0.029 t/a	
			COD	-20.996 t/a	
			氨氮	0t/a	
废水	生活污水	2.03 m ³ /d	COD (0.51 kg/d) BOD (0.30 kg/d) SS (0.45 kg/d) 氨氮 (0.08 kg/d)		集中收集后，委托有能力单位进一步进行处理
	含油污水	0.42 m ³ /d	石油类	2.1 kg/d	船舶靠岸后，交有资质单位进一步进行处理
废气	船舶行驶	少量	SO ₂ 、NO _x 和烟尘		自然排放
固废	生活垃圾	22.5 kg/d	生活垃圾		集中收集上岸，交由环卫部门处理
	废弃养殖材料	3.0 t/a	废旧浮球、废旧浮筏和养殖笼等		外售给废品收购站
	敌害生物	2.0 t/a	敌害生物		运回陆地消杀，再采用填埋法处理
噪声	船舶行驶	80~85dB (A)	等效连续 A 声级		加强作业管理

4.3 工程各阶段非污染环节与环境影响分析

4.3.1 对海洋水动力环境、冲淤环境的影响

本项目吊养养殖的布置和日常的养殖活动，将会对海流造成一定程度的阻碍，引起养殖区内海域水动力条件的改变，对工程附近海域水动力环境、地形地貌与冲淤环境可能产生一定的影响。由于吊养养殖设施均为透空式结构，水流可以自由通过，固定木桩根部直径都较小，因此对水动力和地形地貌环境的影响很小。

4.3.2 对海洋生态环境的影响

在项目建设中，吊养养殖固定木桩和锚块占用海域范围内的部分游泳能力差的底栖生物如底栖鱼类、虾类将因为躲避不及而被损伤或掩埋，导致底栖生物的数量和种类减少。

营运期项目吊养养殖主要养殖牡蛎等海产品，投放的种苗不用投喂任何人工饲料和药物，完全依靠摄取海洋生物进行生长，养殖过程中不会产生和排放污染物，对海水环境中总氮、总磷、COD 具有少量的削减作用，对海水环境中的氨氮无影响，因此，对海洋生态环境的影响很小，对项目所在海域及周边的浮游植物、浮游动物和游泳生物等海洋生物的栖息环境影响不大。

4.3.3 项目建设对通航环境的影响

本工程位于陆丰市碣石镇西侧 4.5 公里碣石湾海域，项目养殖区距离乌坎东线航道和碣石航道较近，项目施工及营运期利用乌坎东线航道和碣石航道往来养殖区的施工船舶、工作船舶数量增多，增加乌坎东线航道和碣石航道周边海域的通航密度，对乌坎东线航道和碣石航道往来船只的海上通航安全会造成一定程度的影响。

4.4 环境影响要素和评价因子的分析与识别

环境影响要素的判别和筛选，将按照工程分析识别施工期和建成对环境影响的污染和非污染要素，并结合环境敏感目标和重点保护对象筛选评价因子。

4.4.1 环境影响要素的识别

按照工程分析识别施工期和建成对环境影响的污染和非污染要素，见表 4.3-1。

表 4.3-1 环境影响要素和评价因子分析一览表

评价时段	环境影响要素	评价因子	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度	报告书中分析评价内容所在章节
施工期	大气	SO ₂ 、NO _x 和烟尘	施工船舶、运输车辆和施工机械施工时会产生一定量的尾气	+	7.6
		扬尘	材料装卸、堆放和运输、施工车辆行驶产生的扬尘	+	7.6
	声环境	等效连续 A 声级	来自施工船舶、施工机械以及和木桩打桩产生的噪声	+	7.7
	海洋水文动力	潮流	养殖设施布置阻碍水流动性	++	7.1
	地形地貌	地貌演变	地形地貌改变、水动力改变引起泥沙场的重新分布	+	7.2
	海水水质、沉积物	悬浮物	施打木桩过程、锚块投放	+	7.3.1
		生活污水	来自施工人员	+	7.3.1
		含油废水	来自施工船舶	+	7.3.1
		固体废物	来自施工人员生活垃圾、施工过程	+	7.8.1
	海洋生态	底栖生物	施打木桩过程、锚块投放	+	7.5.1
运营期	大气	SO ₂ 、NO _x 和烟尘	运输船、工作船运输过程排放的船舶尾气	+	7.6
	声环境	等效连续 A 声级	运输船、工作船行驶产生的噪声	+	7.7
	海洋生态	游泳生物	养殖活动改变海洋生物多样性等影响	++	7.5
		鱼卵仔鱼		++	7.5
	海水水质、沉积物	生活污水	来自工作人员	+	7.3.2
		含油污水	来自运营船舶	+	7.3.2

	固体废物	来自工作人员	+	7.8.2
--	------	--------	---	-------

注 1: +表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较小或轻微, 需要进行简要的分析与影响预测;

注 2: ++表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为中等, 需要进行常规影响分析与影响预测;

注 3: +++环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较大或敏感, 需要进行重点的影响分析与影响预测。

4.4.2 评价因子筛选

根据本工程主要环境影响要素, 海区的环境敏感区、环境敏感目标和主要环境保护对象, 确定本项目主要评价因子为:

水质环境现状评价因子为: pH、溶解氧、化学需氧量、石油类、无机氮(亚硝酸盐、硝酸盐、氨的总和)、活性磷酸盐、挥发酚、硫化物、铜、铅、镉、汞、砷、锌、铬、粪大肠菌群共 16 项。水质环境影响预测因子为: 石油类。

沉积物环境现状评价因子为: 有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、镉、总汞、砷、锌、铬共 10 项。

生态环境现状分析因子为: 叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物、潮间带生物、生物体质量和渔业资源等。

非污染要素主要环境影响评价因子为: 海洋生态影响分析、水动力环境之潮流场变化趋势、冲淤环境之泥沙淤积与冲刷趋势。

5 区域自然和社会环境现状

5.1 工程区域自然环境概况

5.1.1 地理概况

汕尾市海岸线 455km，辖内海域有大小岛屿 881 个和海湖 3 个，岛岸线长 45km、面积 2.92km²，沿海 200m 等深线内所辖海域面积 2.38 万 km²。10m 深等深线内浅海、滩涂 6.96 万公顷，其中可供海水养殖面积 3.30 万公顷。汕尾市有 12 个港口，汕尾港是天然深水良港、是全国沿海开放第一类口岸。汕尾市目前有汕尾港区、汕尾新港区（红海湾）、海丰港区和陆丰港区共 4 个港区，截至 2013 年，该港拥有各类生产泊位 28 个。汕尾港具有航道短、波浪小、泥沙少、岸线稳定等特点，港口设备完善，陆上交通便利，附近有很多可利用的港湾。

陆丰市具有严格保护岸线 59.01 公里，主要包括上英-潭西海堤、碣石港、湖东港等区域岸线；限制开发岸线 65.51 公里，主要包括碣石港、三甲海堤等区域岸线；优化利用岸线 67.39 公里，主要包括东海岸岸线、甲子港岸线、湖东甲西岸线、田尾山岸线等区域岸线。陆丰市拥有港口五个，分别为：湖东港、乌坎港、金厢港、碣石港以及甲子港。拥有码头四个，分别为：核电站码头、海工基地码头、甲湖湾电厂码头以及汕尾新材料产业园码头。丰富的航道网络有助于融入粤港澳大湾区“一小时经济区”，促进港口经济的有序发展。

本项目地点位于陆丰市碣石镇西侧 4.5 公里碣石湾海域，项目养殖区布置在 8m~10m 等深线海域附近，水体交换条件较好，项目位置如图 3.1.4-1 所示。

5.1.2 地形地貌

碣石湾是粤东较大的海湾之一，碣石湾湾口东起田尾角，西至遮浪角，湾口朝南，口宽 27km，呈开敞的新月形海湾，岸线较为平直，但湾内有港、岬角之间还有许多小海湾。从碣石湾的地势图来看（见下图 5.1.2-1），湾的顶端陆地地势低平，东部和西部较高，湾的两个岬角相对于顶端高，但对于东部和西部而言，显得低平。

场地施工区水深 8m~10m，场区地形较简单，项目离岸距离碣石镇大陆海岸约

4.5km。

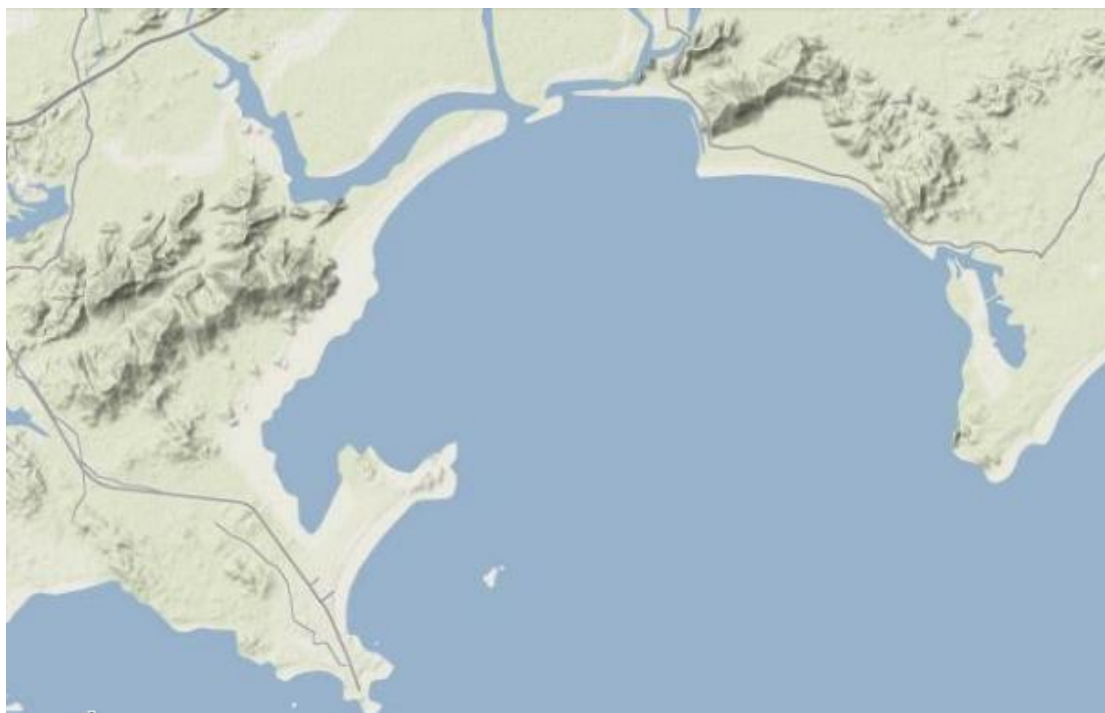
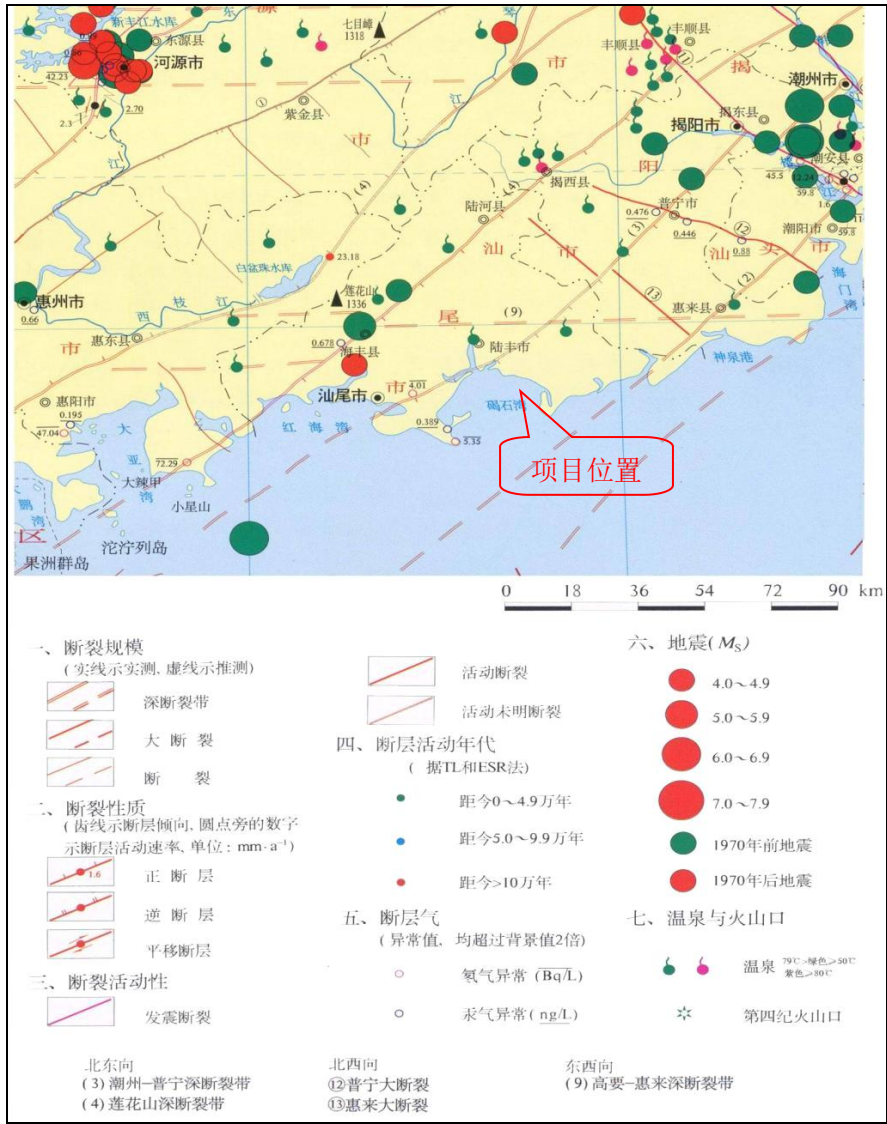


图 5.1.2-1 碣石湾地势图

5.1.3 区域地质

汕尾市处于华南褶皱系大地构造单元，地质构造和地层岩性较复杂。根据区域地质资料，陆丰的地层主要属新华夏和东西构造运动所形成。地质构造以北东走向断裂构造为主，褶皱次之，该区地层与岩石多变，区内主要分布花岗岩等岩浆岩及沉积岩，伴随断裂带分布有构造角砾岩、碎裂岩、硅化岩等动力变质岩，在平原谷地及南部沿海一带，分布有粘性土、淤泥质砂土等海陆相沉积物。

新构造运动，该区属于我国东南地洼区的东部，经历过加里东期、印支期、燕山期等多期次构造变动，新构造运动使老构造进一步复杂化。第三纪以来的地壳构造运动具有明显的继承性和一定的新生性。继承性主要表现在运动承袭燕山运动以来地壳的构造格局，以大面积抬升伴随频繁的断块差异运动，岩浆活动为主，构造线仍以属于老构造的北东东走向和近北西走向为主。



5.1.4 气候、气象

本节内容用遮浪海洋站 (115°34'E, 22°39'N) 的实测资料分析结果 (统计时间: 1999 年 01 月--2019 年 12 月), 遮浪海洋站距离本项目 20km, 可代表项目所在位置的气候与气象特征。

5.1.4.1 气候特征

本项目所在的陆丰市位于广东省东部, 北回归线以南的低纬度地区, 地处亚热带, 属亚热带季风性气候, 光热充足, 气候温和, 雨量充沛, 但降雨量的年内分配很不均匀, 其中汛期的 4~9 月约占全年降雨量的 85.6%, 降雨多属锋面雨和热带气旋雨, 前汛期 (6

月以前)以锋面雨为主,雨面广,降雨量大后汛期以台风雨为主,降雨强度大。季风盛行,全年盛行偏东风,年内风向随季节转换明显,大致4~月盛行东南风,9~年3月盛行东北偏北风。每年的夏、秋季节常受强烈热带风暴的影响。

5.1.4.2 气温

历年最高气温 37.8°C

历年最低气温 0.9°C

多年平均气温 21.9°C

5.1.4.3 降水

本海域受海洋暖湿气流影响,降水主要由来自季风、热带气旋和热带辐合等多种系统形成的降水条件,年降水量相对丰富,各月均有降水。

根据遮浪海洋站资料,其年平均降水量为1539.6mm,降水量的季节变化非常明显,夏季降水量多,冬季降水量少。每年4~10月为雨季,集中了全年85%以上的降水量,4~10月间,各月平均降水量均超过89.9mm,其中6月受季风影响降水量最大,超过319mm。11月至翌年3月为旱季,降水量仅占全年15%,1月降水量最少仅18.4mm;日降水量最大值出现在1975年10月14日,达260.4mm。年平均降水日数为113.7天(日降水量 $\geq 0.1\text{mm}$),年最多为140天(1975年),年最少为83天(1967年),年较差57天。

5.1.4.4 风况

本海域地处季风区,风向和风速随季节变化明显。冬季盛行东北风,夏季盛行西南季风,冬季风速大于夏季风速。根据遮浪海洋站风况统计资料,风速多年平均值为6.4m/s,具有明显的季节变化。秋、冬季风速较大,其中10月和月多年平均风速分别为7.6m/s和7.3m/s。春夏季风速较小,其中7月风速最小,多年平均值为5.2m/s。历年最大风速为61.0m/s,风向NE,出现在1979年8月2日,为7908号台风所致。

从风向来看,年常风向为ENE和E向,年出现频率为19%,ENE和E方向平均风速分别为8.0m/s和8.5m/s,最大风速分别为40m/s和35m/s。最少风向是NNW和NW,其出现频率均不到1%,对应方向的平均风速分别为4.1m/s和2.8m/s,最大风速分别为

20m/s 和 12m/s。风向也具有明显的季节变化，秋冬季以 ENE 向为主，春季以 E 向风为主，夏季以 WSW 向风出现频率最高。

一年四季均可出现大风(小级),大风日数年平均 57.7 天。各月大风日数见表 5.1.4-3,以 11 月份最多,6 月份最少。

表 5.1.4-1 遮浪海洋站各月风速、最大风速、最多风向及频率

各月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年	
平均风速 (m/s)	6.9	7.1	6.7	6.0	5.7	5.4	5.2	5.4	6.2	7.6	7.3	7.2	6.4	
最多风向频率 (%)	ENE	ENE	E	ENE	E	SW	WSW	WSW	E	ENE	ENE	NNE	ENE, E	
	24	24	27	25	21	21	15	13	19	26	24	24	19	
取大风速	风速	24	24	28	20	40	34	36	61	>40	>40	20	24	61
	风向	N	ENE	ENE	NE ENE	S	W	W	NE	NN ESE	SSE	ENE	ENE	NE
	年份	1962	1961	1963	61, 63	1961	1963	1969	1979	62, 64	1964	1961	1963	1979

表 5.1.4-2 遮浪海洋站各向年平均风速、最大风速与频率

风向\风速	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSW	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
平均风速 (m/s)	5.6	5.9	5.7	8.0	8.5	7.0	4.4	4.2	3.8	4.3	5.2	5.5	4.9	3.9	2.8	4.1	
最大风速 (m/s)	24	46	61	40	35	34	44	40	40	34	24	21	36	16.7	12	20	
频率 (%)	4	10	12	19	19	7	3	2	2	3	5	5	3	1	1	1	1

表 5.1.4-3 遮浪海洋站各月大风日数

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
平均	5.9	5.4	6.7	4.0	2.5	2.4	2.8	2.8	4.8	6.4	7.4	6.3	57.7

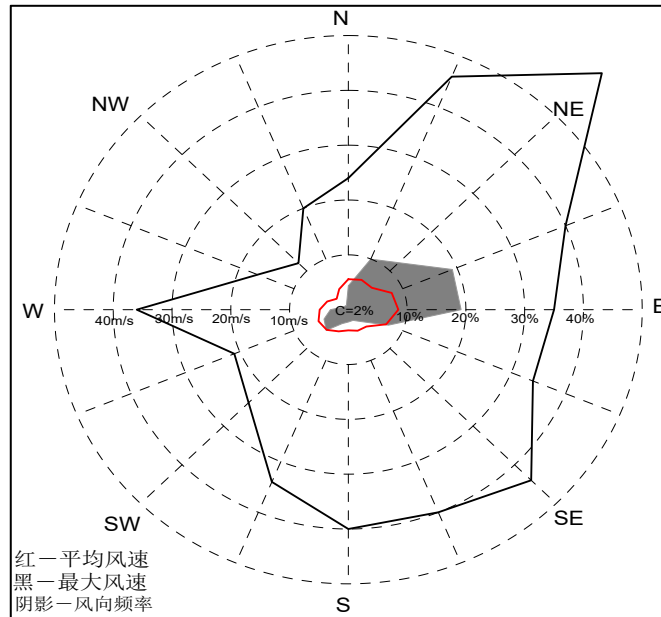


图 5.1.4-1 遮浪海洋站风玫瑰图

5.1.4.5 相对湿度与雾

本海域气候湿润，根据遮浪海洋站资料，其相对湿度多年平均值为 82%，2~9 月相对湿度较大，月平均在 80%及其以上，其中 5~6 月最大，月平均在 88%。月至翌年 1 月较小，其中 11 月最小，月平均在 73%。本海域以平流雾为主，也有锋面雾，雾日较少，主要出现在冬、春季（1 月至 5 月），夏季和秋季极少有雾，9 月~11 月没有雾的观测记录。累年平均雾日为 18.2 天。雾日的年际变化较大，年最多雾日数为 29 天（发生在 1969 年）。

5.1.5 自然灾害

灾害性天气是指对人民生命财产有严重威胁，对工农业生产、交通运输和资源环境等会造成重大损失的天气。如干旱、大风、暴雨、热带气旋、沙尘暴、冰雹、龙卷风、寒潮和强冷空气活动、霜冻、降雪、大雾等。可发生在不同季节，一般具有突发性。灾害性天气是造成海洋灾害的直接原因。研究灾害性天气的形成机理和变化规律，监测灾害性天气形成发展过程，是进行海洋灾害预测预报、防灾减灾的前提和基础。

中国地域辽阔，自然条件复杂，而且属于典型的季风气候区，因此灾害性天气种类繁多，不同地区又有很大差异。而南海是台风、季风潮等热带天气系统活跃的区域，灾害性天气频繁发生，其中影响我国的热带气旋有 50%以上都是在南海生成或经过南海北上的。南海区域的灾害性天气对南海沿岸省份海洋经济发展、南海海洋资源开发、海

洋捕捞、海岸带滩涂养殖和海上运输构成较大威胁。

5.1.5.1 热带气旋

工程所在海域是西北太平洋和南海台风、热带风暴活动和登陆的主要地区之一，因此主要的气象灾害是热带气旋引起的极端大风。影响本区域的热带气旋产生的源地有两个：一是菲律宾以东洋面，一是南海本地。据历史资料统计，来自菲律宾以东洋面的热带气旋占总数的 56%，南海本地生成的占 44%。据统计，自 1949 年以来，共有 63 个热带气旋影响工程所在海域，其中热带低压 7 个，热带风暴 19 个，强热带风暴 16 个，台风 14 个，强台风 7 个。热带气旋多发生在 6 月~10 月，该时间内的发生次数占总数的 96%以上，7 月份发生次数最多，为 18 次，6 月次之，为 13 次。2020 年，工程附近区域前汛期西南气流活跃，强对流和暴雨天气频繁影响，后汛期台风影响相对较少。全年共出现 4 次暴雨降水过程，有 2 个台风严重影响粤东。受 2020 年第 3 号台风“森拉克”和第 6 号台风“米克拉”影响，8 月出现暴雨，最大雨量出现在南澳县青澳湾，达 100 毫米。

对当地造成较大损失的热带气旋分别为 2001 年 0104 号台风“尤特”、2006 年 0601 号台风“珍珠”和 2013 年的 1319 号强台风“天兔”。2001 年 7 月 6 日，台风“尤特”造成汕头、潮州、揭阳等地约 712 万人口受灾，直接经济损失 28.58 亿元。2006 年 5 月 18 日，台风“珍珠”造成汕头、潮州、汕尾等地约 778 万人口受灾，紧急疏散 32.7 万人，直接经济损失 12.3 亿元。2013 年 9 月 23 日，强台风“天兔”造成广东省直接经济损失 71.72 亿元，死亡人数 25 人，农作物受灾面积 50.77 千 ha，倒塌房屋 8490 间，严重损坏房屋 2 万间，紧急转移人数 31.19 万人。

表 5.1.5-1 周边海域热带气旋统计表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
热带低压	0	0	0	0	0	4	1	2	0	0	0	0	7
热带风暴	0	0	0	0	1	4	5	4	4	1	0	0	19
强热带风暴	0	0	0	0	0	1	6	5	3	1	0	0	16
台风	0	0	0	0	1	4	2	1	2	4	0	0	14
强台风	0	0	0	0	0	0	4	0	3	0	0	0	7
超强台风	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合计	0	0	0	0	2	18	18	12	12	6	0	0	63

5.1.5.2 大风

由于汕尾沿岸海岛地处南海的北部，1995年07月~2019年12月，一年四季均可出现大风（≥8级），大风日数年平均8.1天，2008年出现大风的大风日数最多达17天。虽然风能丰富，但大风造成的灾害也是严重的。

5.1.5.3 雷暴

本海域的雷暴主要由热力条件引起，闷热的夏天，雷暴容易发生。全年各月均有雷暴发生，年际和季节变化明显，雷暴日数主要集中在4~9月，遮浪海洋站海域历年平均发生雷暴日数为52.5天。

5.1.5.4 赤潮

(1) 广东沿海赤潮灾害发生情况

据不完全统计，2012-2021年间广东沿海共发生赤潮97起。近10年来，我省沿海年均发现10起左右赤潮事件（见表5.1.5.4-1），但大规模、有危害的赤潮发生次数相对较少。深圳、惠州、湛江、珠海、汕尾和汕头海域是我省主要的赤潮多发区。

表 5.1.5.4-1 2012-2021 年广东沿海有记录的赤潮灾害次数

年份	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
次数	16	6	15	7	13	10	7	3	6	14

2021年，全省海域发现赤潮事件14次，累计面积约196.47平方公里，未发现有毒赤潮。以上赤潮发生期间均未收到附近海域出现养殖鱼类和海洋生物异常死亡的报告。

与近5年相比，2021年广东省赤潮发现次数高于平均值，为平均值（8次）的1.75倍；赤潮累计面积为平均值（307.73平方千米）的64%。2017—2021年广东省海域赤潮灾害累计面积和发现次数情况见图5.1.6.4-1。

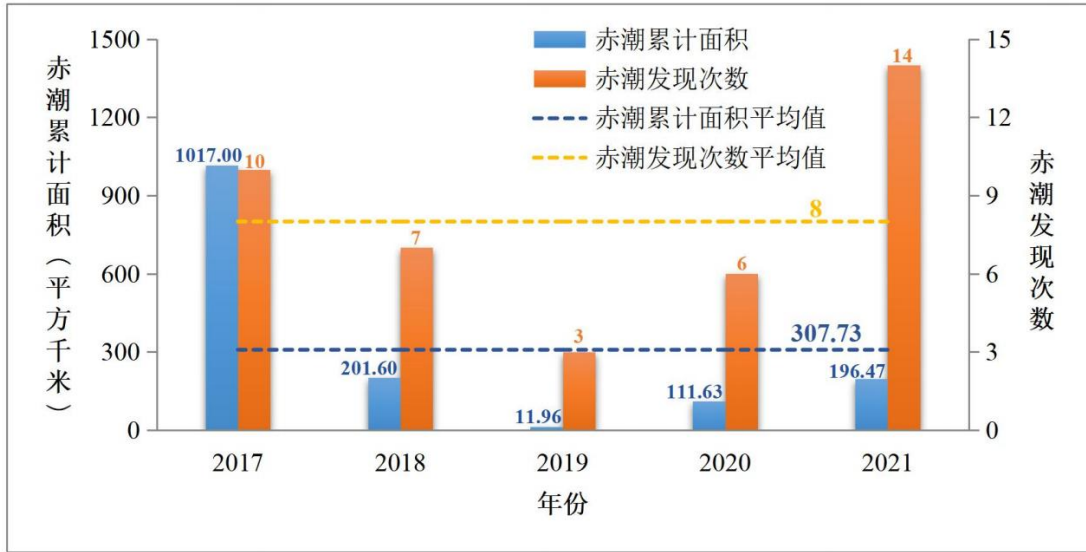


图 5.1.5.4-1 2017—2021 年广东省海域赤潮灾害累计面积和发现次数情况

2021 年，广东省海域引发赤潮的生物共 11 种，其中红色赤潮藻引发赤潮的次数最多、累计面积最大，分别为 7 次和 111.45 平方千米。2021 年广东省海域发现的部分赤潮生物显微镜下照片见图 5.1.5.4-2。

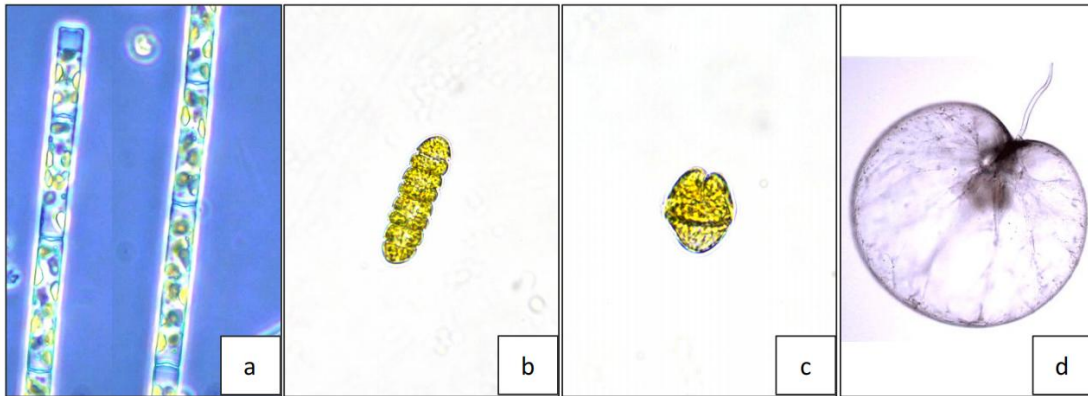


图 5.1.5.4-2 2021 年广东省海域发现的部分赤潮生物显微镜下照片

a: 丹麦细柱藻, b: 链状裸甲藻, c: 红色赤潮藻, d: 夜光藻

从区域分布来看，深圳市海域发现赤潮次数最多，为 8 次，占全省全年赤潮发现次数的 57%，汕尾市海域发现赤潮累计面积最大，达到 80.00 平方千米，为全省全年赤潮累计面积的 41%。从时间分布来看，1—2 月是发现赤潮次数最多和累计面积最大的月份，分别为 7 次和 110.90 平方千米。

2021 年单次持续时间最长的赤潮过程于 1 月 25 日—2 月 24 日发生在珠海市淇澳岛东部和海滨浴场海域，持续 31 天，引发赤潮的生物为夜光藻、球形棕囊藻和红色赤潮藻。单次面积最大的赤潮过程于 1 月 26 日—1 月 31 日发生在汕尾市附近海域，最大成灾面积为 80.00 平方千米，引发赤潮的生物为红色赤潮藻。

根据国家海洋局汕尾海洋环境监测中心站 2017~2021 年对汕尾海域赤潮监测结果表明：2017~2021 年汕尾海域共发生赤潮 4 次，累计面积超过 177.8 平方公里。赤潮生物主要有 4 种，分别为锥状斯克里普藻、丹麦细柱藻、球形棕囊藻、红色赤潮藻。2020 年，持续时间最长和单次面积最大的赤潮过程均发生在汕尾品清湖近岸水域，持续时间 7 天，为 12 月 2 日—12 月 8 日，最大面积为 50 平方千米。2021 年单次面积最大的赤潮过程于 1 月 26 日—1 月 31 日发生在汕尾市附近海域，最大成灾面积为 80.00 平方千米，引发赤潮的生物为红色赤潮藻。

(2) 广东沿海赤潮生物

广东沿海赤潮生物种类繁多，已记录的有 170 种（包括孢囊种类），约占全国赤潮生物种类的 90%以上，包括有毒种类，如链状亚历山大藻(*Alexandrium catenella*)、塔马亚历山大藻(*Alexandrium tamarense*)、具尾鳍藻(*Dinophysis caudata*)、具毒冈比亚藻(*Gambierdiscus toxicus*)、多边舌甲藻(*Hngulodinium polyedrum*)、多纹膝沟藻(*Gonyaulax polygramma*)、短凯伦藻(*Karenia breve*)、链状裸甲藻(*Gymnodinium catenatum*)、米氏凯伦藻(*Karenia mikimotoi*)、海洋卡盾藻(*Chattonella marina*)、海洋原甲藻(*Prorocentrum micans*)、球形棕囊藻(*Phaeocystis globosa*)、尖刺拟菱形藻(*Pseudo-nitzschia pungens*)等。

(3) 广东沿海赤潮的危害

赤潮的发生不仅造成海洋渔业、水产养殖业、海上娱乐活动与体育运动、旅游业的经济损失和危害水体生态环境，还会通过食物链传递影响人体健康甚至造成死亡。有害赤潮主要有三种危害形式：1) 有些赤潮藻能产生毒素，危害人体健康；2) 有些赤潮藻能产生毒素危害鱼类等海洋生物；3) 另外一些赤潮藻虽然无毒，但能对鱼鳃造成堵塞或机械操作，使海洋生物窒息死亡，这些危害往往可能同时发生的。

根据历年来广东沿海赤潮灾害的统计，赤潮对广东沿海最大的危害是致养殖业鱼、虾、贝类死亡。也有因为误食含有赤潮毒素的海产品而发生人类中毒、死亡的事件，如 1991 年 3 月，大亚湾附近居民因食用含有赤潮毒素的翡翠贻贝一造成 4 人中毒，其中 2 人死亡。2004 年 9 月份，在汕头和深圳，因误食染有西加鱼毒的珊瑚鱼类，分别造成了 50 多人和 39 人的中毒事件。

5.1.5.5 地震

根据《中国地震动参数区划图（GB18306-2001）》和《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）附录 A 及其使用规定，工程区地震动峰值加速度 0.1g，地震基本烈度为 VII 度。设计地震分组为第一组，地震特征周期值为 0.45s。

5.2 工程区域自然资源概况

5.2.1 旅游资源

汕尾市曾获“中国民间文化艺术之乡”“中国最具魅力城市”“中国最具投资价值旅游城市”“中国现代旅游新地标”“中国水鸟之乡”“中国青梅之乡”“广东省双拥模范城”等称号。汕尾接待过夜游客 971.50 万人次，比上年增长 4.7%，旅游收入 172.58 亿元，增长 6.6%。国内旅游收入 169.82 亿元，国际旅游收入 3996.32 万美元，增长 17.9%。

陆丰海岸多沙滩，奇岩怪石，岬角与海湾错落分布，阳光、海水、沙滩、陆丰福山妈祖福庙颇具特色，有“东方的夏威夷”、“粤东明珠”、“粤东旅游的黄金海岸”之称。全市旅游资源以宗教资源为主，伴以风光旅游资源、滨海旅游资源、历史悠久的人文旅游资源和以工艺产品为主的购物旅游资源，五者优势互补，得天独厚。主要旅游景点有“神、海、沙、石”四者兼备的碣石玄武山—金厢观音岭海滨旅游区、依山隅海的“海上公园”田尾山、千年古刹河西清云山定光寺、甲子待渡山甲秀楼、甲东麒麟山、潭西法留山等。

5.2.2 矿产资源

初步探明汕尾市有矿产资源 6 类 17 种，即有色金属、贵金属、稀土稀有金属、燃料、黑色金属、金属。主要的矿产是锡、花岗岩、海河砂、硫铁矿、玻璃砂、矿泉水、地下热水。其中储量较大的锡矿，主要分布在海丰县的长埔、吉水门、银瓶山，陆丰市的博美等地。境内各地都有花岗岩；硫铁矿在海陆丰交界的官田；玻璃砂主要分布在市城区、红海湾的遮浪和陆丰的沿海一带；陆丰市的大安及海丰大湖有丰富的高岭土，陆丰市有丰富储量的钛铁和独居石及锆英。此外，全市还蕴藏优质的地热水、矿泉水和相当可观的钨、铜、铅、锌、金属铍、水晶石、钾长石等的矿产资源。

5.2.3 岛屿资源

汕尾市濒临南海，海域辽阔，海岸线长，近海岛屿众多。

汕尾市海岸线自陆丰与惠来县南海农场交界处至海丰县小漠乌山全长 455.2 公里。全国著名的汕尾渔场，面积达 3.5 万平方公里。其中属大陆架内的海洋国土面积 2.39 万平方公里，相当于汕尾市陆地国土面积的 4.5 倍。汕尾市共有海岛 881 个，居全省第一位，其中有 430 个海岛收入《中国海域海岛标准名录》，居全省第一位；500 平方米以上岛屿有 133 个（含东沙岛）。较大的岛屿有龟龄、屿仔、江牡、芒屿、菜屿、金屿等。

靠近项目的无居民海岛有旗杆夹礁、旗杆夹南岛、小龟礁、刺剑太礁、金厢白礁、小白礁北岛、小白礁、晒网礁、牵宫门礁、新剑牙礁、头礁内岛、头礁外岛、头礁、头干岛等。

5.2.4 港湾资源

汕尾拥有碣石湾、红海湾两大海湾，全市海岸线长 455.2 公里，占全省岸线 11.06%，居全省第二位、粤东地区第一位，尚可开发岸线 221.2 公里，占总长 48.59%，具有较大发展空间。沿岸拥有小漠、鲒门、马宫、汕尾、捷胜、遮浪、大湖、乌坎、金厢、碣石、湖东和甲子 12 座渔港。近岸海域水质总体良好，大部分检测项目指标值均在国家海水水质二类标准之内，局部区域受陆源污染影响，个别站位活性磷酸盐含量符合第四类海水水质标准，油类含量符合第三类海水水质标准。

5.2.5 渔业生产资源

根据《中国海洋志第九分册（中国东部海洋）》（海洋出版社，1998），海洋捕捞是甲子湾沿海居民传统的海洋产业之一。甲子湾渔港众多是渔业发展的基础。湾外不远是汕头渔场、甲子渔场和汕尾渔场。金厢鱿鱼饮誉海内外。由于近海捕捞过度，近海鱼类资源衰退，渔获物中杂鱼及小鱼增加，而价值较高的经济鱼类减少。因此，海洋渔业发展要坚持“以养为主、养捕结合、多种经营、全面发展”的方针，保护和利用近海水产资源，积极向外海发展，开展资源增殖，发展增养殖业，逐步实现近海渔业农牧化。要积极发展外海捕捞，与现有大马力的渔船进改造，增加投资，组织一支由国营渔业公司的沿海县市参加的外海捕捞队，开辟外海渔场，形成渔业基地。东沙群岛离碣石湾较近，如能改进捕捞作业，则可利用该海域资源。东沙群岛以北和以西海域水深为 100~200m，海域面积 $1 \times 10^4 \text{km}^2$ ，蕴藏着竹筴鱼、狭头鲈及红贝圆鳐等中、上层鱼类资源， 174km^2 为底拖网和流刺网捕捞渔场。

根据《汕尾统计年限》（2022年），2021年陆丰水产生产和总产值（生产价）水产品总产量：240911吨，海水产品产量:223497吨，海捕产量104197吨，水产品总产值:475300万元，海水产品产值:458302万元，水产品养殖面积:7312公顷，海养面积:6435公顷。

5.2.6 港口、航道和锚地

5.2.6.1 港口资源

根据《汕尾港总体规划》（报批稿）（2013年5月），项目所在海域，西南为碣石湾、汕尾港，东北为甲子港、神泉港。汕尾港地处惠州市与揭阳市之间沿海，毗邻港澳，是华南地区便捷的海上门户，区位优势明显自然条件优越，水陆交通方便。1962年，汕尾港成为我国率先对外开放的16个港口之一，经过40几年的发展，汕尾港现有汕尾、汕尾新（红海湾）、海丰和陆丰4个港区，其中汕尾港区为国家一类口岸，陆丰港区为国家二类口岸。汕尾新港区已于2009年11月20日由国务院批准作为对外开放的口岸，该口岸现正在进行配套设施建设，迎接国家、省主管部门的检查和验收。进入二十一世纪后，招商引资力度逐渐加大，大型企业开始纷纷落户汕尾，港口发展得到进一步的加强，特别是大型深水泊位开始出现，汕尾新港区建成了汕尾电厂70000DWT散货泊位，海丰港区建成了华城3000DWT石化泊位。目前，汕尾港全港有码头泊位28个，其中，70000DWT级泊位1个、5000DWT级泊位4个、1000~5000DWT级泊位18个，1000DWT级以下泊位5个。2011年汕尾港吞吐量为563.9万t。汕尾港各港区的发展现状如下：

（1）汕尾港区

该港区现共有码头泊位14个，其中5000DWT级泊位2个，1000~5000DWT级泊位10个，1000DWT级以下泊位2个；设计年综合通过能力180万t。

（2）汕尾新港区（红海湾）

该港区现共有泊位7个，包括1个70000DWT泊位、2个3000DWT泊位、2个2000DWT泊位和2个1000DWT泊位，设计年综合通过能力638.8万t。

（3）海丰港区

该港区现共有泊位2个，包括1个3000DWT泊位和1个1000DWT级泊位；设计年综合通过能力113万t。

(4) 陆丰港区

该港区现共有码头泊位 5 个，其中 5000DWT 级泊位 2 个，1000DWT 级以下泊位 3 个；设计年综合通过能力 55 万 t。

5.2.6.2 航道资源

(1) 汕尾港航道

根据《广东省航道发展规划（2018 年~2035 年）》，汕尾港航道主要有汕尾作业区航道（自 1#航标~5#航标）、汕尾作业区内航道、马宫作业区航道、后门作业区航道、甲子作业区航道（自西方位标~航道）、碣石作业区航道和乌坎作业区航道。航道具体情况见表 5.2.6-1 所示。

表 5.2.6-1 汕尾港航道统计表

序号	航道名称	长度 (m)	宽度 (m)	基准水深 (m)	底质	可航水域 (m)	备注
1	汕尾作业区航道（自 1#航标~5#航标）	4730	75	-5~-7	沙泥	120	人工疏浚形成
2	汕尾作业区内航道			-3.5~-7.0	沙泥	120	自然航道
3	马宫作业区航道			-3.0~-4.5	沙泥	120	自然航道
4	鲘门作业区航道			-2.8~-4.5	沙泥	120	自然航道
5	甲子作业区航道（自西方位标~航道）	2700	60（最窄处）	-2.8（最低处）	沙泥或泥沙质		航道弯曲
6	红海湾发电厂码头航道	4100	300	15.7	泥沙		
7	乌坎作业区航道	2100	60（最窄处）	-2.7~-6.0	泥沙		人工疏浚形成

(2) 项目附近航路

本项目位于汕尾市陆丰碣石西侧海面。其附近存在碣石湾航道，详见图 5.2.6-1。

粤东沿海小船航行的习惯航路主要为来往粤东沿海各港口之间小型船舶的习惯航路，该航路小型船舶吨位、吃水较小，抗风浪能力较弱，船舶航行基本沿岸边航行。

(3) 项目附近主要航道

项目所在海域海上交通较为繁忙，主要有粤东海域区域内、粤东海域连接珠三角、

以及粤东海域连接华南地区的海上运输航线。本项目南侧海域存在碣石湾航道、大星甲子航道与海甲航道三者相连的航行通道。



图 5.2.6-1 项目附近主要航道示意图

5.2.6.3 锚地资源

项目区域不涉及规划锚地和现存锚地。汕尾港总体规划现有锚地与规划锚地一致，共 15 个锚地，锚地信息列表见表 5.2.6-2，汕尾港 1~15 号锚地位置如图 5.2.6-2 所示。位于项目评价范围的锚地有 10 号、11 号和 12 号锚地。

表 5.2.6-2 汕尾港锚地规划表

序号	名称	中心地点	半径 /海里	用途
1	大型船舶临时避风锚地	115°13'00.00"E, 22°37'00.00"N	2	避风、防台
2	过驳锚地	115°17'30.00"E, 22°40'00.00"N	2	侯泊、过驳、防台
3	引航锚地	115°13'00.00"E, 22°44'30.00"N	1	引航、防台
4	检疫锚地	115°16'30.00"E, 22°45'30.00"N	0.5	检疫、防台
5	装运危险货物船舶锚地	115°17'36.00"E, 22°46'18.00"N	0.5	装运危险货物船舶侯泊
6	检疫锚地	115°09'00.00"E, 22°45'60.00"N	0.5	检疫、防台
7	装运危险货物船舶锚地	115°07'48.00"E, 22°45'60.00"N	0.5	装运危险货物船舶侯泊
8	引航检疫锚地	115°31'60.00"E, 22°38'00.00"N	1	引航、检疫、防台
9	大型船舶临时避风锚地	115°41'00.00"E, 22°40'00.00"N	2	避风、防台

10	过驳锚地	115°41'00.00"E, 22°45'00.00"N	2	过驳、侯泊、防台
11	引航检疫锚地	115°45'00.00"E, 22°47'00.00"N	0.5	引航、检疫、防台
12	引航检疫锚地	115°40'00.00"E, 22°49'60.00"N	0.5	引航、检疫、防台
13	引航检疫锚地	116°04'23.00"E, 22°49'54.00"N	0.5	引航、检疫、防台
14	引航检疫锚地	115°07'40.00"E, 22°38'60.00"N	0.5	引航、检疫、防台
15	引航检疫锚地	115°09'00.00"E, 22°36'00.00"N	1	引航、检疫、防台

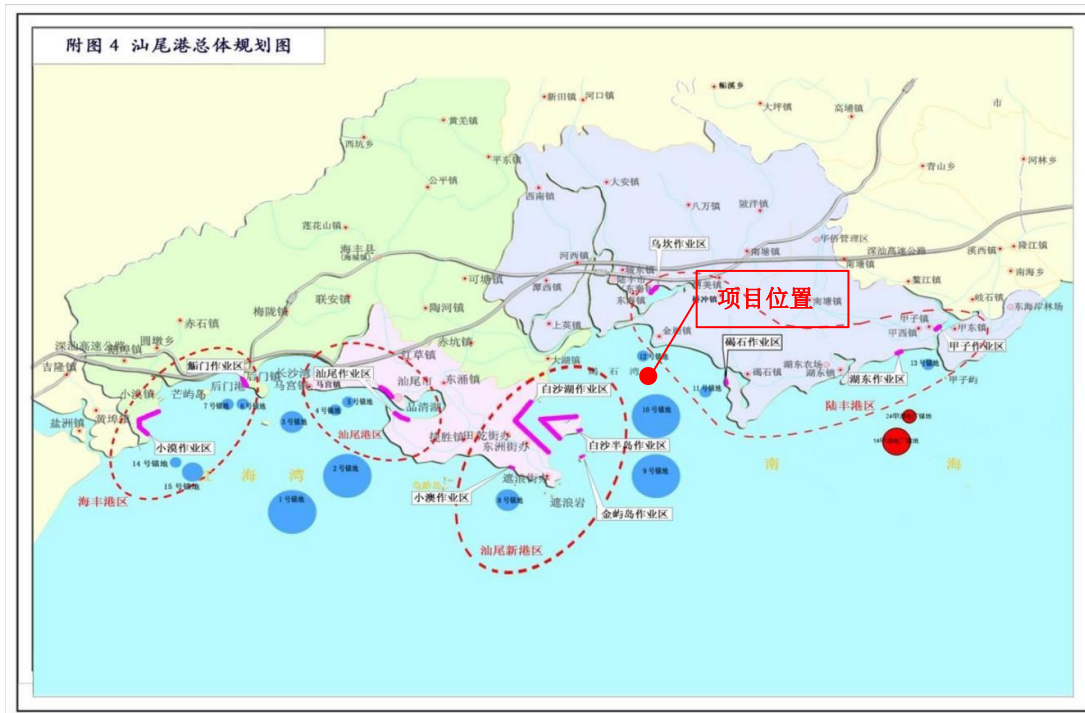


图 5.2.6-2 锚地位置图

5.2.7 海岸线资源

汕尾市是广东省下辖地级市，位于广东省东南沿海，东邻揭阳，西连惠州，北接河源，南濒南海。汕尾市岸线曲折，港口众多，汕尾海岸线长达 455 公里，居全省第二位，占广东省海岸线长度的 11.1%。海岛数量接近 900 个，居全省第一位，是南海优良渔场之一，拥有中国最大滨海潟湖——品清湖。

陆丰市岸线曲折，港口众多，海岸线长 116.5km。沿海有乌坎、甲子、碣石、湖东、金厢 5 个港口，平均 23.3km 海岸线陆丰市风光有 1 个港口，其密度比世界经济大国日本(平均 25km 海岸线有 1 个海港)还要密。如今建有千 t 级码头 2 座，还有可建 3000-5000t 级码头泊位 100 多处，已于 1997 年 3 月 3 日正式对外通航；甲子港是一个泻湖港，航道水深 3-4m，是对外开放口岸装卸点和广东省 10 大渔港之一；碣石港海域

面积达 5500km²，海洋鱼类资源丰富，海防位置十分重要，早在明洪武二十二年(1389 年)就设有卫建城，为国家级渔港，有可建万吨级以上码头、泊位多处。现投资 4000 多万元建设的 5000t 级碣石港成品油专用码头已经投入使用。

5.2.8 珍稀海洋生物资源

1. 中华白海豚

中华白海豚 (*Sousa chinensis*)，又名印度太平洋驼背豚,属哺乳纲、鲸目、海豚科、驼背豚属、中华白海豚种。在 1988 年颁布的《中华人民共和国野生动物保护法》中，中华白海豚被列为国家一级保护动物。在 1991 年颁布的《濒危野生动植物国际贸易公约》附录 I 中，中华白海豚被列为严格禁止贸易活动的物种。在 2006 年的国际自然保护联盟濒危物种红色名录（或称 IUCN 红色名录中，中华白海豚被列为濒危物种。

主要食物、活动特性：中华白海豚主食鱼类，虽在不同地区食性会有所变化，但都以浅滩底栖河口鱼类为主。中华白海豚的繁殖、觅食、社群活动等均在相对固定的港湾内进行，但具有明显的季节移动 (Jefferson, 2000; Karczmarski 等, 2000; 贾晓平等, 2000; 刘文华和黄宗国, 2000)。

生境选择：中华白海豚对生境具有选择性，喜欢在近岸水域，一般在离岸 400m 以内的浅水域(水深一般小于 20m)内活动(Preen, 2004; Liu 和 Hills, 1997; Karczmarski, 2000; Karczmarski 等, 2000)，近岸的暗礁区是中华白海豚的关键生境 (Keith 等, 2002; 贾晓平等, 2000)。但是其对水深要求的极限，Karczmarski 等 (2000) 认为是 25m，水深可能成为各亚种群之间基因交流的障碍。中华白海豚对水的透明度没有明显的偏好 (Jefferson, 2000; Bowater 等, 2003)。

繁殖：Jefferson (2000) 认为雌性 9-10 岁就可达到性成熟，雄性要晚一些，在 12 岁左右 (Cockcroft, 1989)。5-7 月份是中华白海豚的交配高峰期。妊娠期可达 11 个月；全年都可产仔，大多数在 1-8 月份产仔 (Jefferson, 2000)，因此春夏季就成为了分娩高峰。每胎一仔，未发现有两仔。出生幼仔在 1m 左右，体重约 20-40kg (王丕烈, 1999)。幼体的体长在第一年内增长非常快，而以后增长相对较缓，12 岁前呈较快的指数增长，在 12 岁之后增长的幅度相当小 (Jefferson, 2000)。体长与体重也具有相关性 (Jefferson, 2000)，随着体长的增大体重也呈指数增长，而且体长越长，体重的增长幅度越大。

分布情况：从 2012 年开始，汕头大学理学院海洋生物研究所通过基于当地生态知识的问卷调查以及船只照片识别的野外调查，对粤东海域的鲸豚类进行种群统计。其中，基于当地生态知识的问卷调查发现：在上世纪 80 年代，在东山、南澳附近海域均可常见中华白海豚出现，渔民目击区域主要集中在汕头港外草屿、外砂河、南澳大桥凤屿、云澳码头以及南澳北面海域，偶见于青澳湾、潮州柘林湾以及汕头湾内附近。照片识别数据库共发现 19 头成年中华白海豚以及 1 头幼豚。主要分布区域为外砂河与南澳大桥凤屿之间海域以及汕头港草屿附近海域（图 5.2.8-1）。由图可知，在 2000 年曾发现中华白海豚在项目评价范围内出没。在 2021 年 4 月和 2021 年 9 月调查中没有发现中华白海豚。

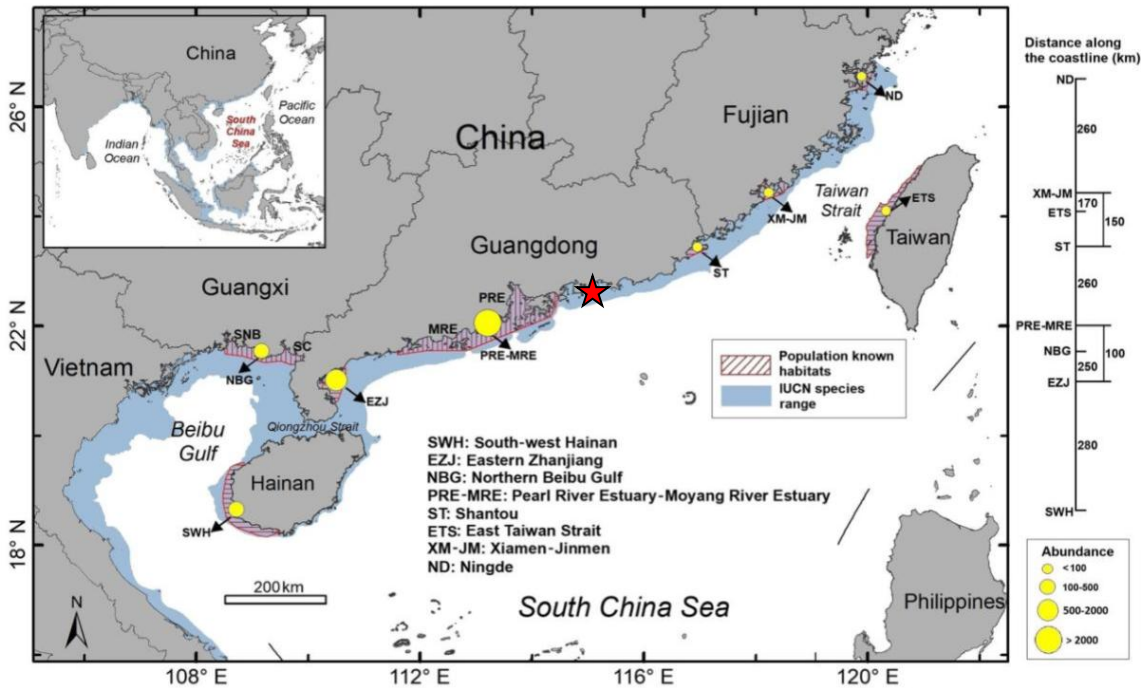


图 5.2.8-1 我国中华白海豚的栖息分布情况

（蓝色区域为 IUCN 红色名录提供的物种分布范围，红色区域为实地调查确定的栖息地，黄色圆圈显示了种群规模，右侧数字为连接相邻种群的最近海上距离）

2.海龟

海龟隶属龟鳖目、海龟科、海龟属。海龟生活于近海上层，以鱼类、头足纲动物、甲壳动物以及海藻等为食。每年 4~10 月为繁殖季节，常在礁盘附近水面交尾，需 3~4 小时。雌性在夜间爬到岸边沙滩上，先用前肢挖一深度与体高相当的大坑，伏在坑内，再以后肢交替挖一口径 20cm、深 50cm 左右的“卵坑”，在坑内产卵。产毕以砂覆盖，然后回到海中。每年产卵多次，每产 91~157 枚。卵白色，圆形，径 41~43mm，壳革质，韧软。孵化期 50~100 天。

根据《广东省海洋环境保护规划》研究成果，以及南海水产研究所调查资料，海龟在广东省的主要活动地区为大亚湾、红海湾、汕头。我国已于 1985 年在广东惠东县港口镇海龟湾建立了国家级海龟自然保护区。大多数的海龟生存在比较浅的沿海水域、海湾、泻湖、珊瑚礁和流入大海的河口。不同种类和同一种类内部不同群体的海龟有着各自的迁徙习惯。

通过 2001-2010 年中国大陆对 11 头绿海龟和 3 头蠓龟的洄游路线卫星追踪情况进行分析，可知汕头-台湾海域是海龟活动分布的热点海域，更是海龟的洄游的重要通道。在碣石湾海域周边，鲜少发现海龟。在 2022 年 11 月和 2023 年 3 月调查中没有发现海龟。

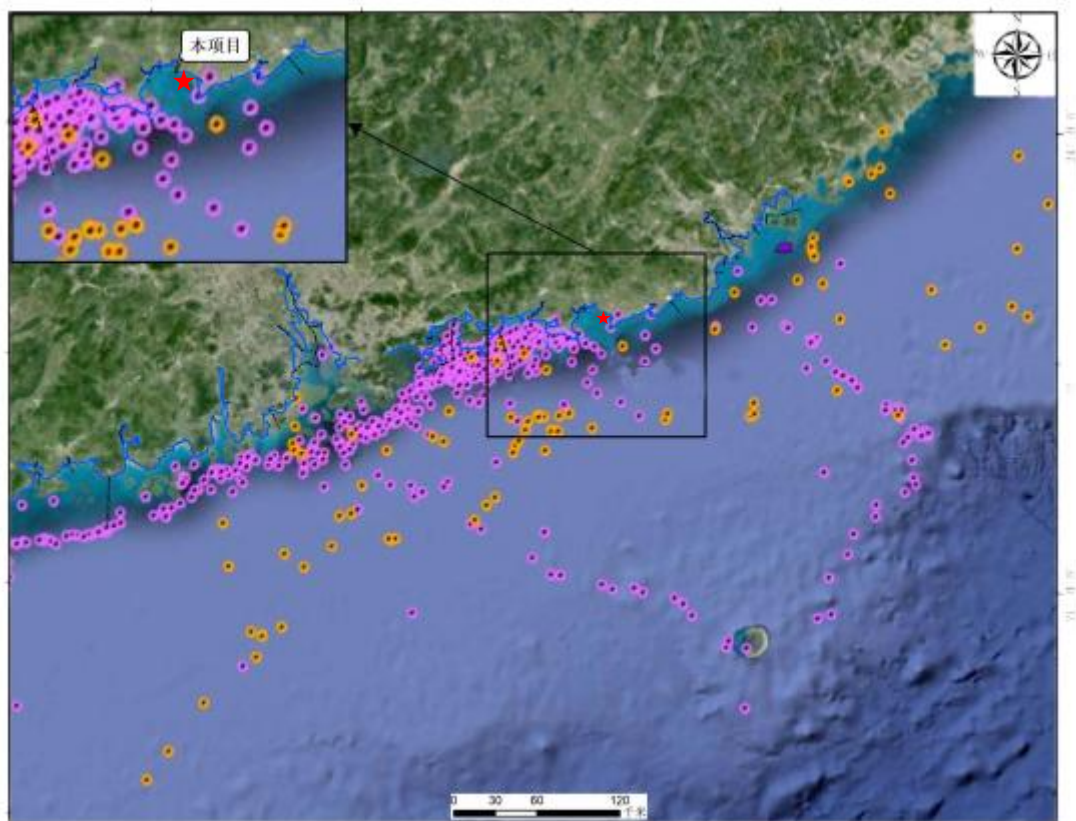


图 5.2.8-2 中国大陆海龟洄游路线卫星追踪图（2001-2010 年）

3.海马

海马因其头部酷似马头而得名，是一种近陆浅海小型鱼类，隶属海龙目海龙科海马属头侧扁，头每侧有 2 个鼻孔，头与躯干成直角形，胸腹部凸出，由 10~12 个骨头环组成，一般体长 10cm 左右，尾部细长，具四棱，常呈卷曲状，全身完全由膜骨片包裹，有一无刺的背鳍，无腹鳍和尾鳍。雄性海马腹面有一个育儿囊，卵产于其内进行孵化，一年可繁殖 2~3 代。

生活习性：海马因其拟态适应特性，习性也较特殊，喜栖于藻丛或海韭菜繁生的潮下带海区。性甚懒惰，常以卷曲的尾部缠附于海藻的茎枝之上，有时也倒挂于漂浮着的海藻或其他物体上，随波逐流。

食性：海马是靠鳃盖和吻的伸张活动吞食食物，饵料的大小以不超过吻径为度。对饵料的种类和鲜度有一定选择性。自然海区海马主要摄食小型甲壳动物，主要有挠足类、蔓足类的藤壶幼体、虾类的幼体及成体、莹虾、糠虾和钩虾等。海马的摄食量与水温、水质密切相关。在正常条件下，海马的日摄食量约占体重的 10% 海马一次摄食量很大，同时耐饥性也很强，从初生苗到成鱼耐饥时间可达 4~132 天。

运动方式：海马尾部的构造和功能与其他鱼类迥异。栖止时的海马，利用尾部具有卷曲的能力，使尾端得以缠附在海藻的茎枝上。

生活环境：在自然海域中，海马通常喜欢生活在珊瑚礁的缓流中，因为它们不善于游水，故而经常用它那适宜抓握的尾部紧紧勾勒住珊瑚的枝节、海藻的叶片上，将身体固定，以使不被激流冲走。

生育：海马的雌雄鉴别很简单，就是雄鱼有腹囊（俗称：育儿袋），而雌鱼没有腹囊。海马并不是雌雄同体，海马只是雄性孵化。每年的 5 月~8 月是海马的繁殖期，这期间海马妈妈把卵产在海马爸爸腹部的育儿袋中，卵经过 50~60 天，幼鱼就会从海马爸爸的育儿袋中生出，8~9 月为盛产期，渔民常于此时用张网捕捉。

4. 龙虾

锦绣龙虾和中国龙虾均属于二级重点保护的水生野生动物。龙虾(学名: Palinuridae)是节肢动物门甲壳纲十足目龙虾科 4 个属 19 种龙虾的通称。又名大虾、龙头虾、虾魁、海虾等。它头胸部较粗大，外壳坚硬，色彩斑斓，腹部短小，体长一般在 20cm~40cm 之间，重 0.5kg 上下，是虾类中最大的一类。最重的能达到 5kg 以上，人称龙虾虎。体呈粗圆筒状，背腹稍平扁，头胸甲发达，坚厚多棘，前缘中央有一对强大的眼上棘，具封闭的鳃室。主要分布于热带海域，是名贵海产品。中国已发现 8 种，以中国龙虾产量较大。

中国龙虾，呈橄榄色，产于广东沿海一带，体形较大，产量也较大；锦绣龙虾，有美丽五彩花纹，最大可达 4kg~5kg，产于浙江舟山群岛一带，产量不大。龙虾主要生活于热带沿岸浅海的礁岩间，白昼潜伏于岩缝间或石下，夜间觅食活动，行动缓慢，多为杂食性。龙虾有很强的趋水流性，喜新水活水，逆水上溯，且喜集群生活。龙虾生长

适宜水温为 24°C~30°C，当温度低于 20°C 或高于 32°C 时，生长率下降，水温 15°C 以下时幼体成活率极低。龙虾适宜 PH 值范围为 5.8~9，但在繁殖孵化期要求 PH 值为 7.0 左右，溶氧量 3mg/L 以上。

由现状调查资料可知，项目周边均未发现以上濒危物种。

5.2.9 “三场一通道”

广东沿海的渔业资源虽种类丰富多样，并有广温性种类出现，但大多数主要经济鱼种以地方性种群为主，常见的多是进行近海至沿岸或在一个海湾、河口作较短距离生殖和索饵洄游的群体，大多数中上层和近底层鱼类有产卵和索饵集群的特征，但不作远距离的洄游，只是随着季节的更替、水系的消长，鱼群由深水处往近岸浅水处往复移动，各种类的分布移动并不一致，因而在大陆架广阔海域可捕到同一种类，地方性特征十分明显。常年栖息于沿岸、浅近海进行索饵、产卵繁殖的种类有赤鼻棱鲷龙头鱼、银鲳、棘头梅童鱼、前鳞鲷、圆腹鲱、丽叶鲹、裘氏小沙丁鱼、中华小沙丁鱼、鳓、印度鳓、黄鲫、鳗鲡、黄鳍鲷、大黄鱼、四指马鲛、六指马鲛、银牙、斜纹大棘鱼、黄姑鱼、叫姑鱼、日本金线鱼、中国鲳、灰鲳等等，其它大多数海水鱼类广泛分布于大陆架海域以内海域，如多齿蛇鲻、花斑蛇鲻、蓝圆鲹、短尾大眼鲷、竹荚鱼、大甲鲹、海鳗、乌鲳、刺鲳、带鱼、鲨鱼、鳐类等。头足类中除火枪乌贼、田乡枪乌贼、柏氏四盘耳乌贼和湾斑蛸等分布于沿岸、河口之外，其他大多数种分布范围较广，可分布至大陆架海域以内。因此，广东省沿岸海域是主要经济物种的产卵场和索饵场。

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 5.2.8-2~图 5.2.8-3，本工程海域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。

南海中上层鱼类产卵场主要包括蓝圆鲹、鲐鱼和竹荚鱼产卵场。

南海底层、近底层鱼类产卵场主要包括金线鱼、深水金线鱼、二长棘鲷、红笛鲷、绯鲤类、短尾鳍大眼鲷、长尾大眼鲷、脂眼鲱和黄鲷产卵场。

（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、17 个基点连线以内水域（图 5.2.8-4），保护期为（1-12）月。该保护区的管理要求：保护期内

禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入本区生产，防止或减少对渔业资源的损害。本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区内。

(3) 南海区幼鱼幼虾保护区

《中国海洋渔业水域图（第一批）—南海区渔业水域图（第一批）》，南海由区幼鱼、幼虾保护区共有 4 处（图 5.2.8-5），管理要求为禁止在保护区内进行底拖网作业。本项目位于广东省陆丰市碣石湾的保护区内，保护期为每年的 3 月 1 日至 5 31 日。

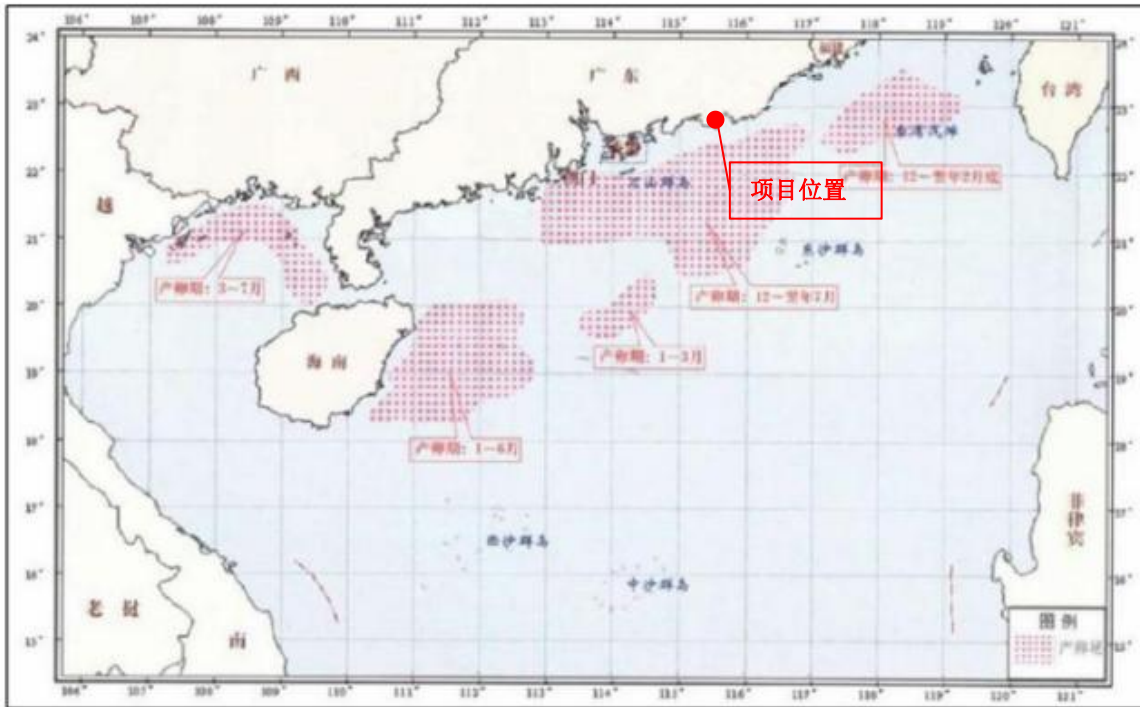
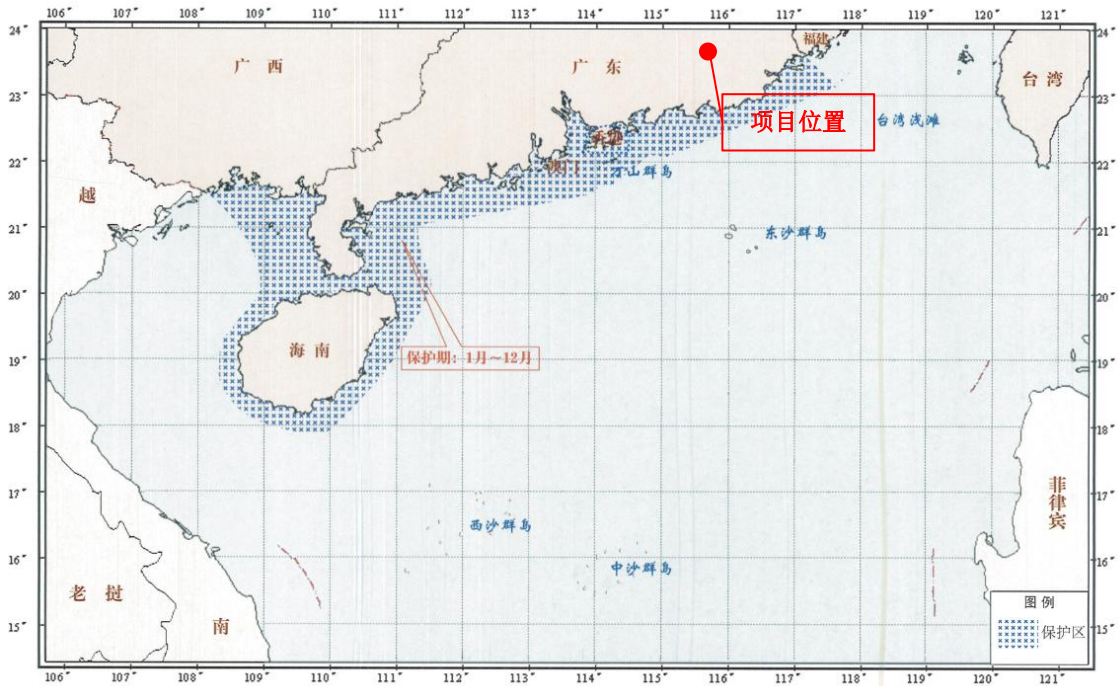


图 5.2.8-2 南海中上层鱼类产卵场示意图



图 5.2.8-3 南海底层、近底层鱼类产卵场示意图



图

5.2.8-4 南海北部幼鱼繁育场保护区范围场示意图

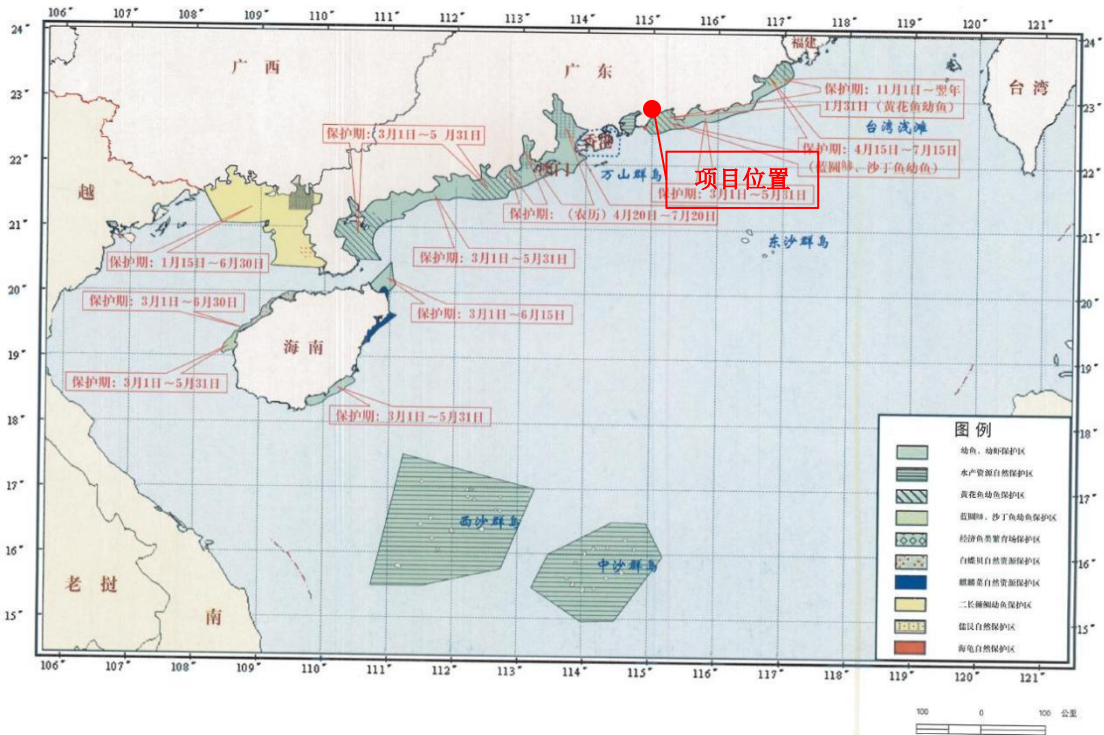


图 5.2.8-5 南海区幼鱼幼虾保护区示意图

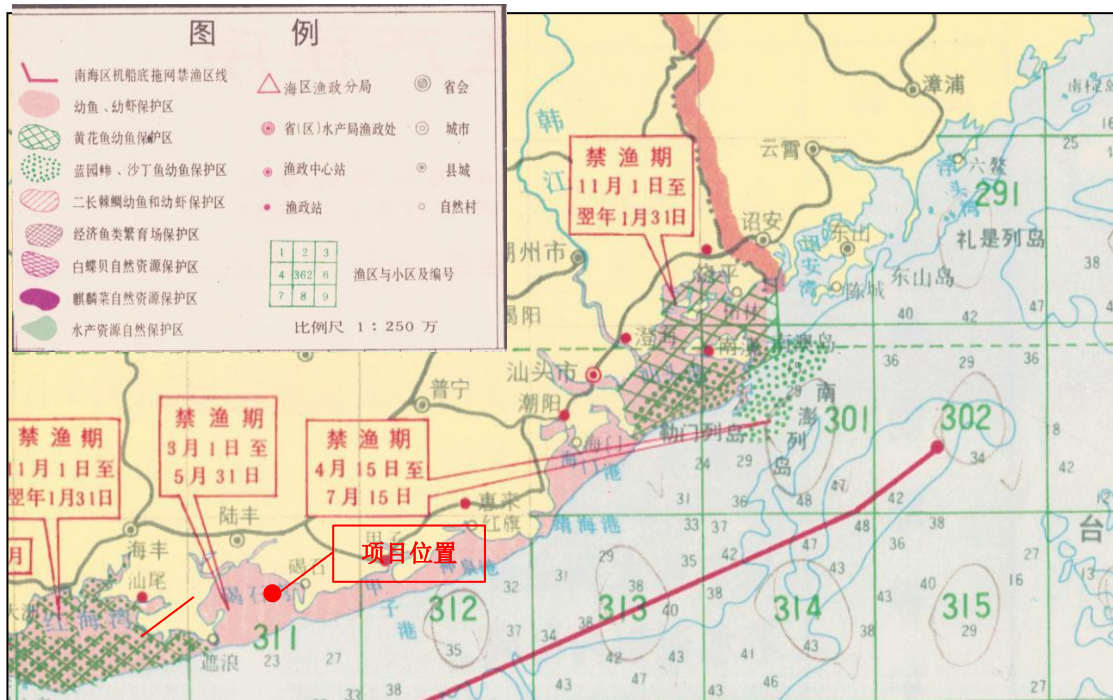


图 5.2.8-6 南海国家级及省级渔业品种保护区分布图

5.2.10 广东海丰鸟类省级自然保护区

1、基本概况

广东海丰鸟类省级自然保护区（以下简称“保护区”）位于广东省汕尾市海丰县境内

(图 5.2.9-1)，西距广州 290km、距深圳 197km，东距汕头 180km，水路至香港 81 海里。保护区于 1998 年经省政府批准成立，主要保护对象为鸟类及其栖息地，是我国生物多样性保护的关键性地区之一。

保护区由同属黄江河流域的公平区、大湖区和东关联安围区组成，总面积 11590.5 公顷。其中公平区位于黄江河的上游，大湖区和东关联安围区分别是黄江河仅有的两个入海口所在地，保护区具有复杂多样的滨海湿地生态系统，湿地面积 8586.32 公顷，占保护区总面积的 74.08%。保护区公平分区位于黄江河上游，大湖分区和东关联安围分区分别是黄江河仅有的两个入海口所在地，三块湿地在类型上和水鸟资源分布上具有互补性，共同构成了同一流域内复杂多样的显合湿地生态系统，是东亚—澳大利西亚国际候鸟迁徙路线上的重要水鸟越冬地和停歇地，是亚太地区南中国海鸟类和湿地类型自然保护区网络的重要组成部份，是我国东南沿海少有的鸟类自然保护区。

2000 年被省人大、省政府列入（2000-2009）拟建国家级自然保护区发展规划，2006 年被国家林业局列入《全国湿地保护工程实施规划》优先建设项目和被列入全国林业系统自然保护区优先晋升国家级自然保护区名录。2005 年 11 月海丰县被中国野生动物保护协会授予“中国水鸟之乡”称号。2008 年正式加入国际重要湿地名录。据统计：每年冬季有 4 万只以上水鸟在保护区越冬，截至 2021 年成，保护区内记录到鸟类 256 种，隶属 17 目 53 科，其中属国家 I 级保护鸟类 10 种，国家 II 级保护鸟美 51 种。2005 年 11 月海丰县被中国野生动物保护协会授予“中国水鸟之乡”称号；2008 年 2 月被正式列入国际重要湿地名录；2015 年 11 月被广东省湿地保护协会授予“2015-2018 年度广东最美湿地”称号；2019 年 3 月被广东省野生动植物保护协会授予“广东十佳观鸟胜地”称号。

2、生物资源

(1) 植被类型

按照《中国植被》对植被型的划分，该保护区具有常绿阔叶林、常绿与落叶阔叶混交林、暖性针叶林、灌草丛、沼泽和水生植被、红树林以及人工植被 7 种植被型。

(2) 植物资源

保护区共有野生维管植物 110 科 310 属 435 种（含种下分类单位，下同），占广东省野生维管植物 5933 种的 7.33%。其中，蕨类植物 16 科 23 属 32 种；裸子植物 2 科 2 属 2 种；被子植物 92 科 285 属 401 种。依据国家林业局 1999 年颁布的《国家重点保护野生植物名录》（第一批），保护区仅有樟树（*Cinnamomum camphora*）

为国家 II 级重点保护植物，为人工栽培；野生龙眼被列入《中国植物红皮书》。

(3)动物资源

保护区拥有鸟类 17 目 59 科 247 种，其中雀形目占优势，有 23 科 82 种，占鸟类物种数的 33.2%；两栖动物 2 目 5 科 8 属 18 种，种数占全国(295 种)的 6.1%，占全省(41 种)的 43.9%；爬行动物 3 目 10 科 24 属 31 种，种数占全国(411 种)的 7.5%，占全省(102 种)的 30.4%，其中游蛇科为优势科，有 14 种，占总种数的 45.2%；哺乳动物 6 目 10 科 13 属 19 种；鱼类有 18 目 43 科 86 属 100 种。国家 I 级重点保护野生动物有黑鹳和东方白鹳 2 种；国家 II 级重点保护野生动物共 38 种，其中鸟类为卷羽鹈鹕、海鸬鹚、岩鹭、白琵鹭、黑脸琵鹭、小天鹅、鸳鸯、鸮、栗鸢、白头鹞、黑翅鸢、黑(耳)鸢、白尾鹞、鹊鹞、白腹鹞、日本松雀鹰、苍鹰、普通鵟、毛脚鵟、乌雕、白腹隼雕、蛇雕、赤腹鹰、游隼、灰背隼、红隼、燕隼、白鹇、灰鹤、短耳鸮、领鸺鹠、褐翅鸦鹃、小鸦鹃、草鸮、鹰鸮、小青脚鹞 36 种，两栖动物为虎纹蛙 1 种，哺乳动物为水獭 1 种。虎纹蛙和水獭为淡水动物，主要分布于公平分区。

(4)湿地资源

保护区气候温和湿润，日照时间长，雨量充沛，湿地种类多、面积大，水产丰富。其得天独厚的地理环境和良好的生态保护，成为水禽觅食、栖息、繁殖和候鸟越冬、停留、迁徙的重点区域，是水鸟的乐园。根据《湿地公约》分类系统，保护区湿地可分为库塘、潮间盐水沼泽、河口水域、淤泥质海滩、水产养殖场、洪泛平原湿地和永久性河流共 8 个类型，湿地总面积为 8706.15 公顷，占保护区总面积的 75.12%。保护区位于中国东部沿海水鸟重要迁徙路线上，该路线为南中国海候鸟迁飞路线的一个重要组成部分。保护区内不同类型的湿地生态系统支持和庇护着众多迁飞而来的水禽在此栖息、越冬和繁殖。其中数量较多的主要越冬鸟类有野鸭类、白鹭、夜鹭、棕鸟、鸬鹚、苍鹭等。有 50 种鸟类被列入《中华人民共和国政府和澳大利亚政府保护候鸟及其栖息环境协定》；107 种被列入《中华人民共和国政府和日本国政府保护候鸟及其栖息环境协定》；49 种被列入《中美迁徙鸟类名录》。

3、功能区划

广东海丰鸟类省级自然保护区由公平、大湖和联安围 3 个分区组成，其功能分区详见附件 5.2.9-2。保护区的核心区面积为 3929.80 公顷，占总面积的 33.91%；缓冲区面积为 3475.7 公顷，占比 39.0%；实验区面积为 4185.3 公顷，占比 36.1%(表 3-1)。

公平分区位于黄江河的上游，范围涉及公平镇的公平圩、十三坑村委，平东镇的毛坡、新平、双墩和大塘村委，黄羌镇的合门、双圳村委(23°2'37"~23°7'25"N, 115°22'33"~115°28'47"E)。其边界线南部以库堤为主，西部以海丰—紫金公路为主线，东部和北部按村庄分布以人工区划为主。其面积 4703.1 公顷，占保护区总面积的 40.58%。

表 5.2.10-1 广东海丰鸟类省级自然保护区功能区划

名称	面积(公顷)	比例(%)
核心区	3929.8	33.9%
缓冲区	3475.7	39.0%
实验区	4185.0	36.1%
合计	11590.5	100

大湖分区位于滨海地带，是黄江河的一个入海口所在地，由大湖西和大湖东两部分组成。大湖西的范围为，北面以水闸及螺河海丰县界为界线，西至赤坑镇的毛洲寮，以道路、河道、水沟为界线，东南以汕汕铁路西北侧 100 米为界限(22°52'21"~22°50'43"N, 115°30'22"~115°32'54"E)；其面积为 902.37 公顷，占保护区总面积的 7.78%。大湖东的范围为，西北以汕汕铁路东南侧 100 米为界，南面以东海湾山、螺地山、横山、妈宫山的北部山脚道路和碣石湾距沙滩边界线外约 1000 米为界线(22°49'47"~22°52'17"N, 115°32'14"~115°36'14"E)；面积为 1753.13 公顷，占保护区总面积的 15.13%。

联安围分区亦位于滨海地带，是黄江河的另一个入海口所在地，由联安围北和联安围南两部分组成。联安围北的范围为，南部在广汕客运专线北侧 50 米至联安镇圆山村、霞山村以南区域，西部在河浦村、大塭村、燕洲村、大港村、具寮以西至东部的赤岸水和长沙湾一带的海丰县界止(22°50'28"—22°53'22" N, 115°11'41"—115°19'30"E)；其面积 2736.95 公顷，占保护区总面积的 23.61%。联安围南的范围为，南部在长沙湾的海滩和部分海域，北部到 G15 高速边界，东至与海丰县界，西至梅陇镇东澳、东家亚村(22°50'19.8"~22°50'29"N, 115°11'41"~115°19'30"E)；面积 1494.95 公顷，占保护区总面积的 12.90%。

4、主要保护对象及分布

(1) 黑脸琵鹭、卷羽鹈鹕等具有国际重要意义的珍稀水鸟及其栖息地广东海丰鸟类省级自然保护区位于亚太地区南中国海迁徙水鸟的重要通道,为我国三大国际候鸟迁徙通道之一,为国际濒危水禽生命周期的关键阶段提供重要庇护和栖息场所。每年冬季至少有 4 万只以上的越冬候鸟 在此越冬栖息,已远远超过国际重要湿地的指定标准(定期栖息 2 万只以上水鸟)。保护区记录到黑脸琵鹭 146 只,约占全球数量的 4%;卷羽鹈鹕 24 只,约占全球数量的 3%;凤头鸊鷉 300 多只,约占全球数量的 1.5%。符合国际重要湿地的指定标准(定期栖息一个水鸟物种或亚种 1%以上个体),亦被认为具有国际重要意义。保护区由于水鸟种类多、数量大,2008 年被国际湿地公约秘书处列入国际重要湿地名录。

(2) 复杂多样的滨海湿地生态系统

广东海丰鸟类省级自然保护区具有复杂多样的滨海湿地生态系统,包括沙质海岸、淤泥质海岸、河口湿地、红树林湿地、基围、库塘湿地、芦苇沼泽等多样化的湿地类型。保护区内各类湿地总面积为 8716.20 公顷,占保护区总面积的 75.20%。其湿地分为三大块:黄江河公平积水区位于黄江河上游,大湖和联安围位于中国南海的北部滨海地带,是黄江河仅有的两个入海口所在地。三块湿地在湿地类型和水鸟资源分布上具有互补性,共同构成了同一流域内复杂多样的滨海湿地生态系统,为各种珍稀水鸟提供多样的栖息生境。

(3) 东亚—澳大利亚候鸟迁徙路线上的重要水鸟越冬地和停歇地

广东海丰鸟类省级自然保护区地处我国南海西海岸,是候鸟南北迁徙的必经之地,也是候鸟东亚—澳大利亚迁徙路线的重要组成部分。保护区内不同类型的湿地生态系统为水鸟的觅食、栖息、繁殖和候鸟的越冬、停留、迁徙提供优良生境,支持和庇护着众多迁飞而来的水鸟在此越冬、停歇和栖息,每年吸引了数以万计的水鸟前来越冬、栖息和繁殖。

(4) 列入国际候鸟保护协议、国家重点保护以及珍稀濒危的动植物资源及其栖息环境

广东海丰鸟类省级自然保护区有许多动植物种被列入国际保护协议、国家重点保护以及珍稀濒危物种名录。有国家 II 级重点保护植物 1 种;国家 I 级重点保护动物 2 种(鸟类),国家 II 级保护动物 38 种(鸟类 36、两栖动物 1、哺乳动物 1);CITES 附录 I 保护动物 6 种(鸟类 4、哺乳动物 2),附录 II 保护动物 31 种(鸟类 29、爬行动物 2),附录 III 保护的哺乳动物 3 种;列入 IUCN 濒危物种红皮

书的 5 种，列入《中日候鸟保护协定》107 种、《中澳候鸟保护协定》50 种、《中美候鸟保护协定》49 种；国家“三有名录”保护的两栖动物 17 种，爬行动物 29 种，哺乳动物 7 种。

广东海丰鸟类省级自然保护区区位图

Guang Dong Hai Feng Niao Lei Sheng Ji Zi Ran Bao Hu Qu Qu Wei Tu

附图1

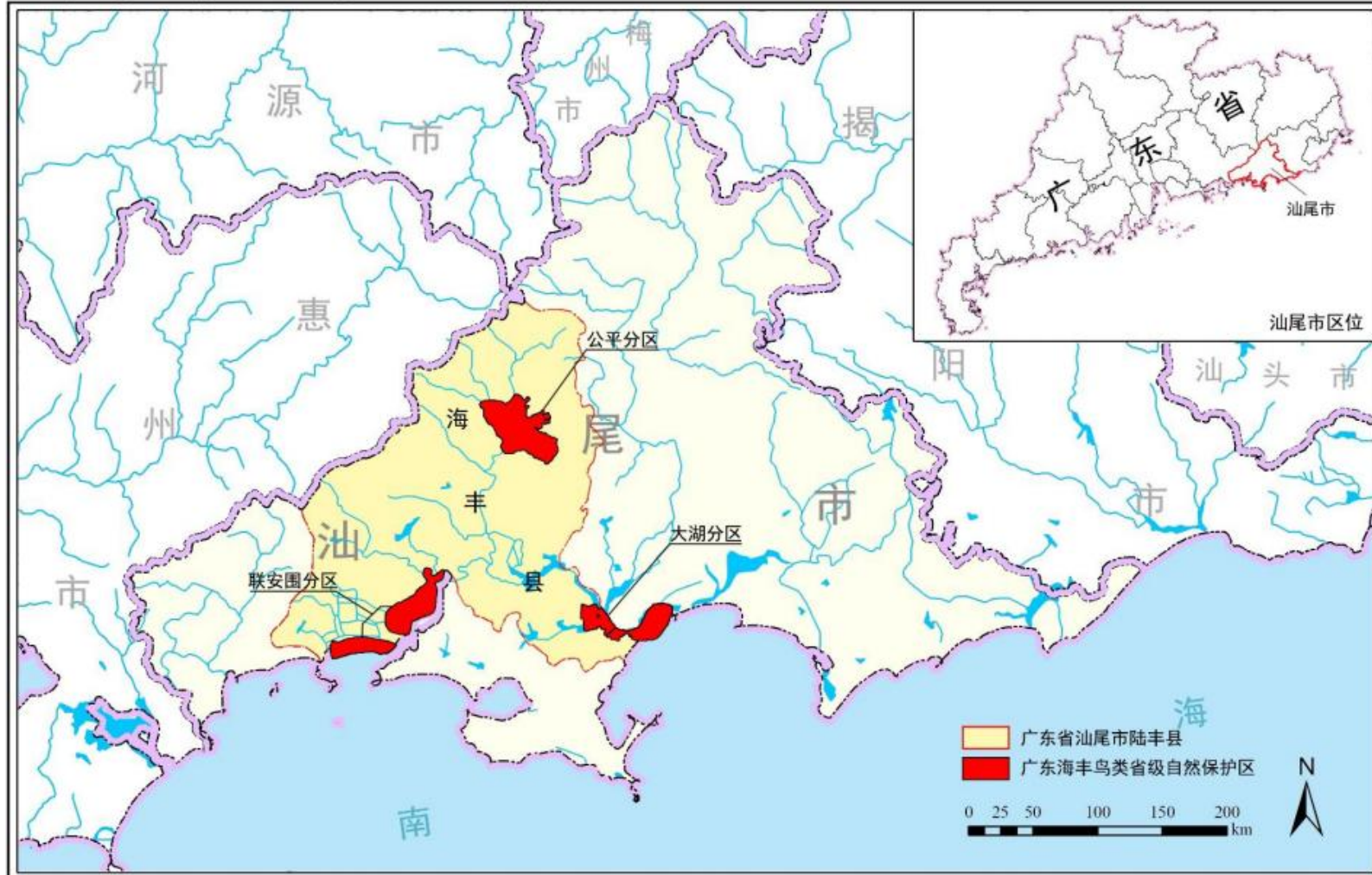


图 5.2.10-1 广东海丰鸟类省级自然保护区位置图

广东海丰鸟类省级自然保护区功能分区图

Guang Dong Hai Feng Niao Lei Sheng Ji Zi Ran Bao Hu Qu Gong Neng Fen Qu Tu

附图3

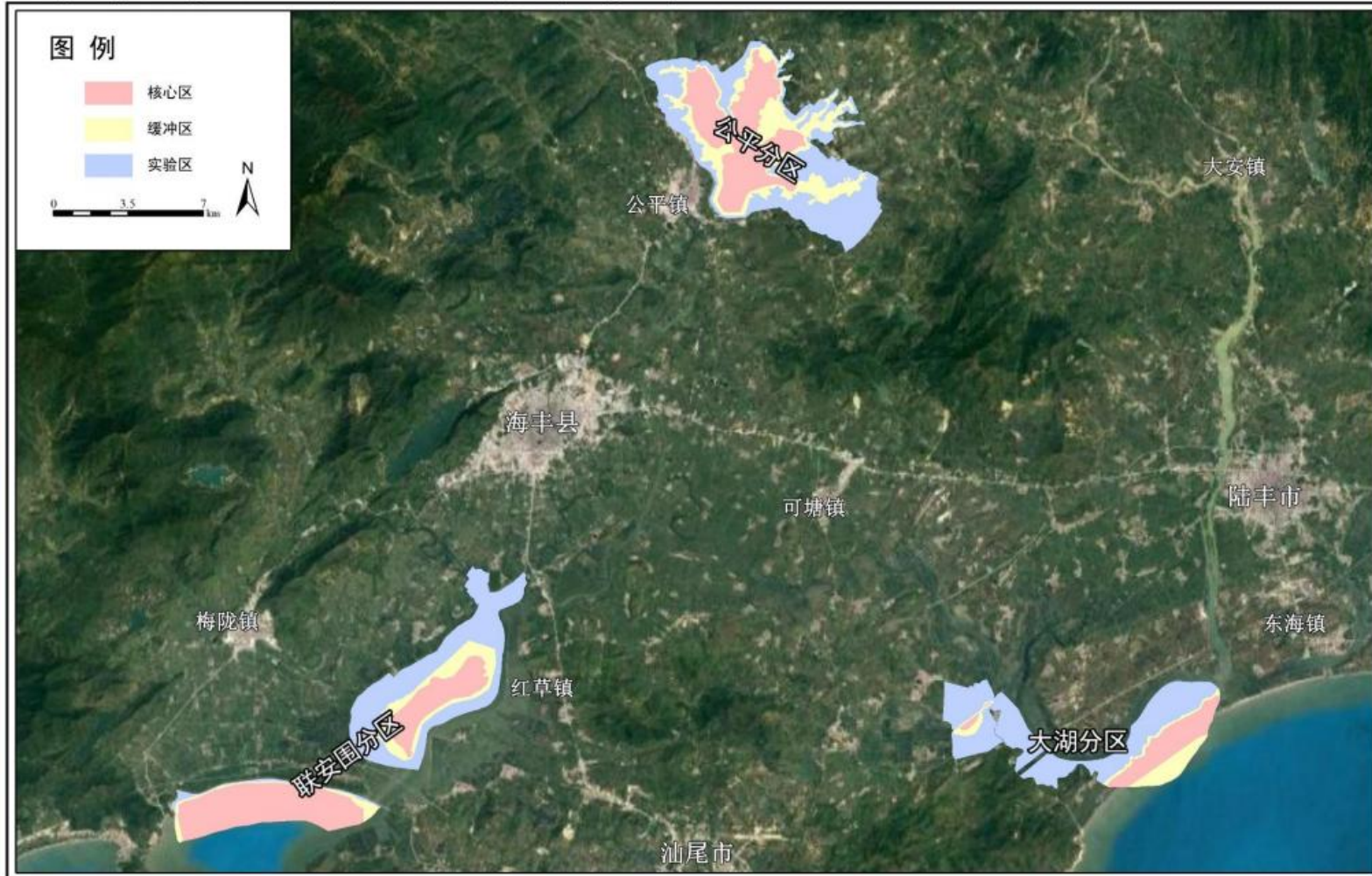


图 5.2.10-2 广东海丰鸟类省级自然保护区功能分区图

5.3 开发利用现状

5.3.1 社会经济概况

(1) 汕尾市

根据《2022年汕尾市国民经济和社会发展统计公报》，2022年末，全市常住人口268.26万人，比上年末减少0.43万人，其中城镇常住人口155.22万人，占常住人口比重（常住人口城镇化率）57.86%，比上年末增加0.56万人。年末户籍人口356.44万人，其中城镇人口177.43万人，占户籍人口的比重49.8%。

经广东省统计局统一核算，2022年汕尾实现地区生产总值（初步核算数）1322.02亿元，比上年增长1.5%。其中，第一产业增加值187.40亿元，增长7.2%；第二产业增加值490.90亿元，下降0.7%；第三产业增加值643.72亿元，增长1.5%。三次产业结构为14.2:37.1:48.7。人均地区生产总值49242元（按年平均汇率折算为7321美元），增长1.2%。

全年全市地方一般公共预算收入61.30亿元，比上年增长16.2%，扣除留抵退税因素后增长19.5%；其中，税收收入25.43亿元，下降14.6%。全年一般公共预算支出296.56亿元，增长5.9%；其中，教育支出65.86亿元，增长9.7%；卫生健康支出35.99亿元，增长7.5%；社会保障和就业支出50.23亿元，增长31.6%。

全年城镇新增就业5.38万人，就业困难人员实现就业0.27万人，年末城镇实有登记失业人员1.39万人，城镇登记失业率为2.27%，比上年末下降0.01个百分点。

全年居民消费价格比上年上涨2.0%。分类别看，食品烟酒类上涨3.1%，衣着类下降5.2%，居住类上涨1.2%，生活用品及服务类与上年持平，交通和通信类上涨4.4%，教育文化和娱乐类上涨1.1%，医疗保健类上涨2.2%，其他用品和服务上涨2.2%。在食品类中，蛋类和水产品类上涨幅度较大，分别上涨6.4%和8.2%。

全年农林牧渔业实现总产值311.07亿元，比上年增长7.4%。其中，农业产值121.47亿元，增长5.4%；林业产值7.79亿元，增长11.2%；牧业产值33.81亿元，增长4.3%；渔业产值131.67亿元，增长10.2%；农林牧渔服务业产值16.34亿元，增长9.6%。

全年规模以上工业增加值下降 6.3%，其中，国有企业增长 14.5%，集体企业下降 57.6%，股份制企业下降 7.5%，外商及港澳台投资企业增长 6.8%。分轻重工业看，轻工业下降 31.1%，重工业增长 18.3%。分企业规模看，大型企业下降 14.3%，中型企业下降 5.5%，小型企业增长 30.1%，微型企业下降 12.6%。

全年批发和零售业增加值 133.75 亿元，比上年增长 1.7%；交通运输、仓储和邮政业增加值 28.47 亿元，下降 5.7%；住宿和餐饮业增加值 18.36 亿元，下降 4.1%；金融业增加值 62.62 亿元，增长 6.3%；房地产业增加值 104.32 亿元，下降 5.7%。现代服务业增加值 305.70 亿元，增长 0.5%。

(2) 陆丰市

根据《2022 年陆丰市国民经济运行统计公报》有关统计数据显示，2022 年陆丰市实现地区生产总值 412.24 亿元，同比下降 2.8%。第一产业实现增加值 83.03 亿元，同比增长 7.4%；第二产业实现增加值 145.26 亿元，同比下降 12.7%；第三产业实现增加值 183.94 亿元，同比增长 1.7%。三次产业结构比重为 20.1%：32.2%：47.7%。按年末常住人口计算，全市人均地区生产总值为 33621 元，同比下降 3.0%。全年农林牧渔业总产值完成 138.02 亿元，同比增长 7.3%，其中：农业产值 55.39 亿元，同比增长 4.0%，渔业产值 57.24 亿元，同比增长 12.3%，农林牧渔服务业产值 7.59 亿元，同比增长 9.2%。全年水产品产量 24.36 万吨，同比增长 1.1%。其中，海水产量 22.74 万吨，同比增长 1.7%；淡水产量 1.62 万吨，同比下降 7.0%。

5.3.2 海域开发利用现状

根据陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目周边用海情况的调查，项目所在及周边海域用海活动主要有无证养殖场、海上养殖场、渔港、锚地、航道等。项目所在海域开发利用现状见表 5.3.2-1 和图 5.3.2-1~图 5.3.2-4。

表 5.3.2-1 项目所在海域开发利用现状统计表

序号	项目名称	距离本项目方位和距离
1	无证养殖场 1	项目占用
2	无证养殖场 2	项目占用
3	无证养殖场 3	北侧 0.88km
4	无证养殖场 4	南侧 0.03km
5	无证养殖场 5	东南侧 0.5km

6	陆丰启晖农业生食生蚝养殖示范基地项目海上养殖场	东侧 0.05km
7	陆丰市裕洲农业生蚝标准化海养示范基地项目海上养殖场	东侧 0.05km
8	陆丰市茂潮种养专业合作社养殖区	东北侧 1.43km
9	陆丰海纳金滩海水浴场项目	北侧 3.5km
10	广东省陆丰金厢南海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目	西北侧 1.1km
11	陆丰金厢南人工鱼礁区工程	北侧 0.09km
12	碣石渔港	东侧 5.2km
13	乌坎东线航道	西侧 0.7km
14	乌坎西线航道	西侧 8.4km
15	碣石航道	南侧 1.5km
16	11 号锚地	南侧 0.2km
17	12 号锚地	西北侧 5.4km
18	10 号锚地	西南侧 4.1km

无证养殖场 1: 位于本项目申请的开放式养殖用海项目范围内，用海面积约 21 公顷，主要以吊养养殖模式养殖生蚝。



图 5.3.2-1 无证养殖场 1 现状照片

无证养殖场 2: 位于本项目申请的开放式养殖用海项目范围内，用海面积约 25 公顷，主要以吊养养殖模式养殖生蚝。



图 5.3.2-2 无证养殖场 2 现状照片

无证养殖区 3 位于项目北侧，用海面积约为，无证养殖区 4 位于项目南侧，用海面积约为，无证养殖区 5 位于项目东南侧，用海面积约为。主要以吊养养殖模式养殖生蚝。

碣石渔港：地处粤东碣石湾东岸，碣石渔港配套设施基本齐全，是陆丰市重要的群众渔港之一。主要包括渔业码头、护岸、防波堤及港池航道疏浚，其中渔业码头泊位 10 个，占用岸线长度 250m，护岸加固 1159m，西防波堤 245m，港池航道疏浚 84.8 万 m^3 以及相关配套措施。



图 5.3.2-3 碣石渔港码头现状照片

陆丰海纳金滩海水浴场项目：主要包含“海水浴场”及配套的“临时浮式水上平台”。海水浴场长 300m，宽约 176m；临时浮式水上平台是 T 型结构，采用高分子聚乙烯材料制作的水上浮筒拼接而成，T 型水上平台尺寸为 77m×24m×4m。救生瞭望台采用可移动钢构成品，均布在海水浴场岸滩。

广东省陆丰金厢南海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目：广东省陆丰金厢南海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目在示范区内建设人工鱼礁区 1 座，布设 4 个人工鱼礁群，每个鱼礁群布设礁单体个数为 456 个，共投放鱼礁单体 1824 个，礁型以钢筋混凝土和钢结构预制件为主，适当结合旧船等多种礁材、礁型，成礁体总空方量 49248m³；建设礁区海上警示浮标 4 座，礁区陆地警示牌（标示牌和标示石碑）2 座；建设礁区在线自动监控系统 1 套。

陆丰金厢南人工鱼礁区工程：金厢南人工鱼礁区共建造及投放鱼礁礁体 1301 个，总空方量 41431.5m³。投放的人工鱼礁材料主体结构采用现浇钢筋混凝土，部分礁体内部放置陶瓷罐，礁体类型包括饵料型、繁育型和庇护型鱼礁单体。其中，GDC006 礁体主框架为 3.0m×3.0m×3.0m 的钢筋混凝土框架结构，GDS07 礁体主框架为 3.0m×3.0m×3.5m 的钢筋混凝土框架结构，GDS05 礁体主框架为 3.0m×3.0m×4.0m 的钢筋混凝土框架结构。

5.3.3 海域使用权属现状

经资料收集，本项目周边海域确权 6 处，主要为陆丰启晖农业生食生蚝养殖示范基地项目海上养殖场、陆丰市裕洲农业生蚝标准化海养示范基地项目海上养殖场、陆丰市茂潮种养专业合作社养殖区、陆丰海纳金滩海水浴场项目、广东省陆丰金厢南海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目和陆丰金厢南人工鱼礁区工程，具体情况见表 5.3.3-1 和图 5.3.3-1。



图 5.3.3-1 项目论证周边海域开发利用现状图

表 5.3.3-1 海域使用权属现状情况一览表

编号	项目名称	海域使用权人	用海年限	用海性质	用海类型	用海类型	用海方式	面积
					(一级)	(二级)		(公顷)
1	陆丰启晖农业生食生蚝养殖示范基地项目海上养殖场	陆丰启晖种养发展有限公司	5 年	经营性	渔业用海	开放式养殖用海	开放式养殖用海	48
2	陆丰市裕洲农业生蚝标准化海养示范基地项目海上养殖场	陆丰市裕洲农业科技发展有限公司	5 年	经营性	渔业用海	开放式养殖用海	开放式养殖用海	48
3	陆丰市茂潮种养专业合作社养殖区	陆丰市茂潮种养专业合作社	5 年	经营性	渔业用海	开放式养殖用海	开放式养殖用海	48
4	陆丰海纳金滩海水浴场项目	陆丰海纳金滩旅游有限公司	25 年	经营性	旅游娱乐用海	浴场、游乐场用海	浴场、游乐场用海、透水构筑物用海	5.5726
5	广东省陆丰金厢南海域国家级海洋牧场示范区人工鱼礁建设项目	陆丰市农业农村局	40 年	公益性	渔业用海	开放式养殖用海	透水构筑物用海、开放式养殖用海	44.7814
6	陆丰金厢南人工鱼礁区工程	陆丰市海洋与渔业局	40 年	公益性	渔业用海	开放式养殖用海	透水构筑物用海	392

6 环境质量现状调查与评价

6.1 水文动力环境现状调查与评价

1. 潮汐

(1) 潮型

本港海域属于不规则日潮型，即在半个太阴月（约 14.8 日）中，一天出现一次高潮和一次低潮的现象少于 7 天，其余天数为每天有两次高潮和低潮。

(2) 基面关系

项目水下地形与地貌测量以当地理论最低潮面起算，遮浪海洋站（115°34'E，22°39'N）各个基面换算关系如图 6.1-1 所示。

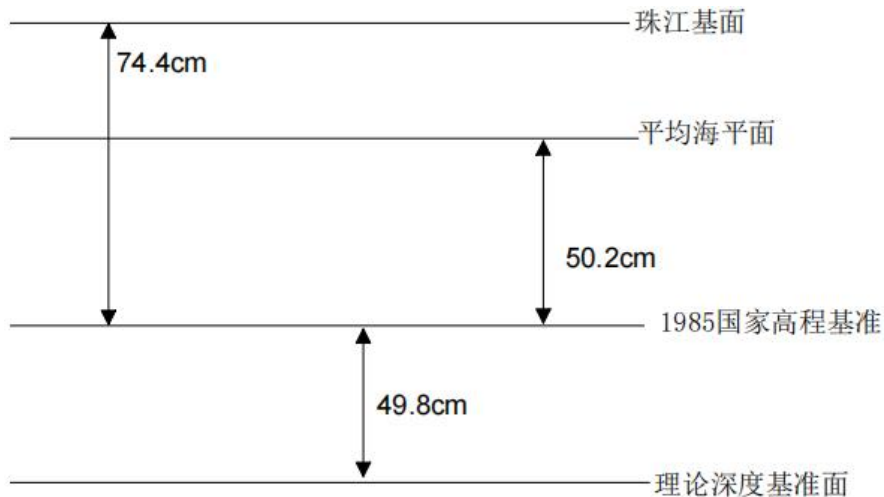


图 6.1-1 各基面关系图

(3) 潮位特征值

据附近工程潮位资料分析得出（1985 国家高程基准面起算，下同）：

实测最高潮位：1.38m

平均高潮位：0.96m

平均潮位：0.04m

平均潮差：1.09m

最大潮差：1.88m

平均海平面：0.5m

平均涨潮历时：13 小时 48 分

平均落潮历时：10 小时 12 分

(4) 设计水位 (1985 国家高程基准面起算)

设计高水位：1.46m

设计低水位：-0.13m

极端高水位：2.76m

极端低水位：-0.83m

2.波浪

根据湾口遮浪站 2003-2007 年的波浪观测资料，碣石湾以风浪为主，其年频率为 94%，涌浪年频率为 40%。常浪向为 E 向，年平均 $H_{1/10}$ 为 1.4m，平均周期为 4.2s。年各向各级波高统计结果见表 6.1-1，年波高波玫瑰图见下图。

波浪季节性变化情况为：冬季常浪向为 E，强浪向也为 E，频率为 33%，平均波高为 1.5m，平均周期为 4.2s；春季常浪向为 ENE~ESE，频率为 22~27%，年平均波高 1.2m，平均周期为 4.1s，最大波高可达 4.5m，强浪向为 ENE 与 E；夏季常浪向为 SW，出现频率为 22%，强浪向为 SE，平均波高为 1.2m，平均周期为 4.0s，最大波高可达 9.5m；秋季常浪向为 ENE，频率为 26%，强浪向为 ESE 及 SE，平均波高为 1.5m，平均周期为 4.3s，最大波高可达 9.0m。

本海域受东北大风和台风影响时可产生大浪，冬半年受东北大风影响下，湾口可产生 3m 以上的偏东向大浪。台风影响时可产生 4m 以上的偏南向巨浪，并导致波高年极值的出现。

表 6.1-1 遮浪站年各向各级波高分布频率(2003.1~2007.12, 单位:%)

浪向 浪高 (s)	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
$H_{1/10} \leq 0.5$	0.1	0.4	0.8	0.8	1.8	1.1	1.7	1.2	0.7	0.3	1.2	1.1	0.7	0.1	0.1	-
$1.0 \geq H_{1/10} > 0.5$	0.1	3.4	5.3	3.6	7.2	4.4	3.0	2.0	1.8	0.9	2.4	3.3	2.2	0.1	0.1	0.2
$1.5 \geq H_{1/10} > 1.0$	0.2	2.5	3.3	3.1	10.8	4.9	1.1	0.4	0.4	0.5	0.8	1.9	1.4	-	-	-
$2.0 \geq H_{1/10} > 1.5$	-	0.4	0.4	1.4	6.2	2.4	0.2	0.1	0.3	0.1	0.2	0.4	0.2	-	-	-
$2.5 \geq H_{1/10} > 2.0$	-	-	-	0.2	2.6	0.5	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-
$3.0 \geq H_{1/10} > 2.5$	-	-	-	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$3.5 \geq H_{1/10} > 3.0$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$4.0 \geq H_{1/10} > 3.5$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$H_{1/10} > 4.0$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
累计	0.4	6.8	9.8	9.2	29.0	13.4	6.1	3.7	3.2	1.8	4.7	6.8	4.5	0.3	0.2	0.2

备注：- 表示小于 0.1m

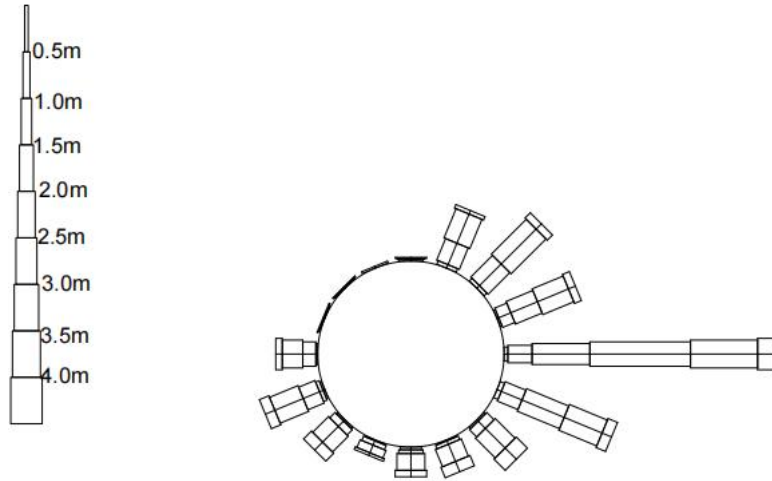


图 6.1-2 遮浪站年 H1/10 波高玫瑰图

6.1.1 2023 年 1 月调查概况

1. 工作内容及技术要求

为全面了解工程附近海域水动力泥沙特征，引用广东创蓝海洋科技有限公司 2023 年 1 月《陆丰市碣石金厢片区冬季海洋水文动力环境现状方案》中的水文动力观测调查资料，通过开展水动力泥沙现场勘测，获取准确的工程区域水沙基本条件，包括以下内容：

- (1) 6 个海洋水文调查站位(S1~S6)进行同步、整点、逐时观测 26 个时次。
- (2) 3 个潮位调查站位 C1、C2 和 C3 同步观测潮位数据，潮位采用潮位仪测定，仪器数据采样时间间隔为 5min；
- (3) 潮流、温盐及含沙量分层等技术要求为表(水面下 1m)、中(0.6H)、底(距底 1m)3 层。
- (4) 采集 S2、S5 站位逐时气象要素(风速、风向)。

2. 站位布设

根据技术要求，本次观测海域在陆丰海域，在设置 3 个临时潮位站，6 个水文泥沙、温度、盐度观测站。具体位置如表 6.1.1-1、图 6.1.1-1 所示。

表 6.1.1-1 陆丰海域测量站点位置

性质	编号	东经	北纬	水深(米)	测量内容
潮位站	C1	115°36.864'E	22°48.913'N	9.6	潮位
	C2	115°40.544'E	22°49.720'N	8.5	
	C3	115°48.871'E	22°48.744'N	2.4	

水文站	S1	115°36.864'E	22°48.913'N	7.7	各分层流速、流向、含沙量、温度、盐度和气象(S2、S5)
	S2	115°37.226'E	22°46.444'N	10.3	
	S3	115°40.544'E	22°49.720'N	10.8	
	S4	115°42.639'E	22°46.513'N	13.0	
	S5	115°46.884'E	22°48.655'N	8.4	
	S6	115°46.900'E	22°46.688'N	19.8	



图 6.1.1-1 陆丰海域潮位、海流、温盐和悬沙测量站点位置
(红框内为本报告调查区域)

3.规范依据

- (1) 《水运工程水文观测规范》(JTS132-2015);
- (2) 《海洋调查规范海洋水文观测》(GB12763.2-2007);
- (3) 《海滨观测规范》(GB/T14914-2006-T);
- (4) 《全球定位系统(GPS)测量规范》(GB/T18314-2009);
- (5) 《港口与航道水文规范》(JTS145-2015);
- (6) 《水位观测标准》(GB/T50138-2010)。

4.测量时间

2023年1月7日14:00至2023年1月8日15:00,在C1、C2和C3站位分别布放1台温深仪进行潮位观测。海流、悬沙、海水温度、盐度和气象要素测量也在该大潮期间进行。

采用仪器设备见表 6.1.1-2。

表 6.1.1-2 主要仪器设备及参数

序号	仪器名称及型号	制造厂	技术指标
1	直读海流计		测量范围 0~±500cm/s, 分辨率 0.02cm/s, 精度±1cm 或±2%
2	自容式温度压力记录仪 (DKD16S05)	上海力辰邦西仪器科技有限公司	压力精度: 0.05%fs, 分辨率: 0.01%fs, 温度分辨率: 0.01℃
3	潮位仪(DCX-25)	瑞士 KELLER	水位精度 0.1%FS, 气压精度 1mbar, 线性度 0.05%FS
4	盐度计 (海为 HWYDA-1)	天津市海为科技发展有限公司	测量范围 2~42, 分辨率: 0.0005, 准确度: ±0.005, 盐度值误差: ±0.001
5	电子天平 (NBL214i)	艾德姆衡器(武汉)有限公司	万分之一 Max:210gd=0.0001g

5.测量方法及过程

潮位观测每 10min 采集一次数据，水位读至 0.01m。潮位观测时间涵盖整个海流、悬沙调查和温盐调查过程。

海流、悬沙和温盐分层调查根据实际水深情况进行分层施测，本次调查各站位海流均采用 3 点法测量(表层、中层、底层)，悬沙观测也采用 3 点法测量，温度采用自容式温度压力记录仪测定，盐度采用盐度计测量。

6.资料整理和计算

按《海洋调查规范第 7 部分：海洋调查资料处理》(GB12763.7-2007)相关要求，将实测资料通过整理和计算，编制各类水文报表，并绘制有关图件。首先将潮流报表中数据进行质量控制，去除异常值，将观测获取的整点时刻测量数据取平均值；然后计算水文要素的垂线平均值，其中垂线平均流速 \bar{V}_p 、流向 $\bar{\theta}_p$ 采用“矢量加权平均法”计算，公式如下：

$$V_{PN} = \frac{\sum_1^n C_i V_i \cos \theta_i}{\sum_1^n C_i} \dots\dots\dots (1)$$

$$V_{PE} = \frac{\sum_1^n C_i V_i \sin \theta_i}{\sum_1^n C_i} \dots\dots\dots (2)$$

$$\bar{V}_p = \sqrt{V_{PN}^2 + V_{PE}^2} \dots\dots\dots (3)$$

$$\bar{\theta} = \arctg \frac{V_{PE}}{V_{PN}} \dots\dots\dots (4)$$

上述式中： V_i 、 i 分别为各层的实测流速和流向； V_{PN} 、 V_{PE} 分别为垂线平均流速的北分量和东分量； n 为测层数，如“六点法” n 为6，“三点法” n 为3；足标 i 为层序，如表层 i 为1，0.2H层 i 为2，即 $i=1, 2, \dots, n$ ； C_i 为权重系数，它由每个测点代表的水层厚度所占总水层厚度的比值确定，在“六点法”测量中，除表、底层的权重系数为1外，其余均为2。含沙量的垂线平均值均用“算术加权平均法”计算。

经室内分析及审查，整编。

在上述资料整编的基础上，开展了如下计算和分析：

- (1) 对潮位数据进行潮汐调和与分析，分析工程区海域的潮汐特征。
- (2) 对实测流速流向特征的统计与分析；实测最大流速、垂线平均最大流速、平均涨落潮流速、流向特征的特征统计；并通过潮流准调和与分析，求得了主要分潮流的调和常数、椭圆要素，分析了该调查海域潮流性质并计算了余流。
- (3) 对测区含沙量的特征值(垂线及测点最大、最小和平均)进行统计分析。
- (4) 对测区水温(垂线最大、最小和平均)和盐度(垂线及测点最大、最小和平均)的特征值进行统计分析。
- (5) 气象要素对风速、风向(最大、最小和平均)进行统计分析。

6.1.1.1 调查成果

1.潮汐

(1) 潮位曲线

根据技术要求，本次在工程海区域设置 3 个临时潮位站，位于 C1、C2 和 C3 站位，进行与海流观测同步的潮位观测，观测使用仪器为潮位仪，观测频次为每 10min 一次。计算分析可得潮位曲线如图 6.1.1.1-1 所示。

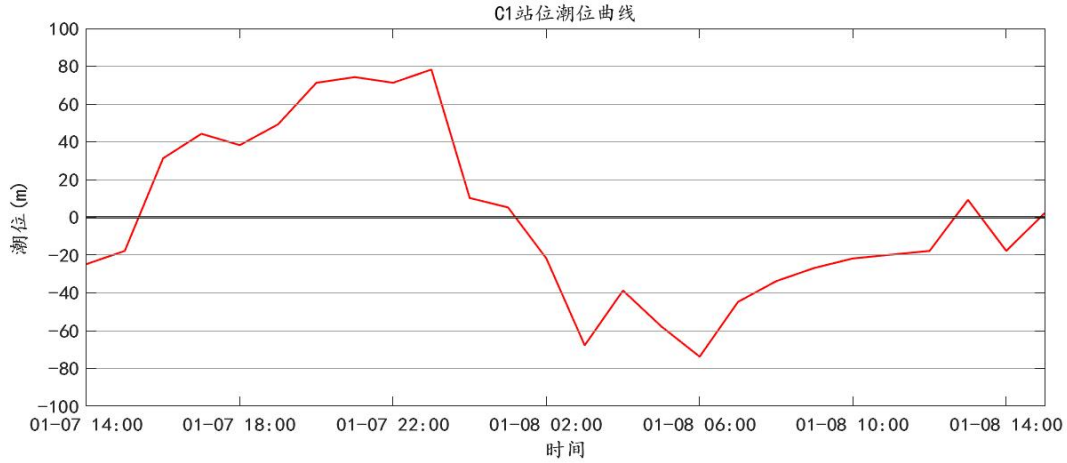


图 6.1.1.1-1a C1 站观测期间水位过程线(基于观测期间计算的平均海平面)

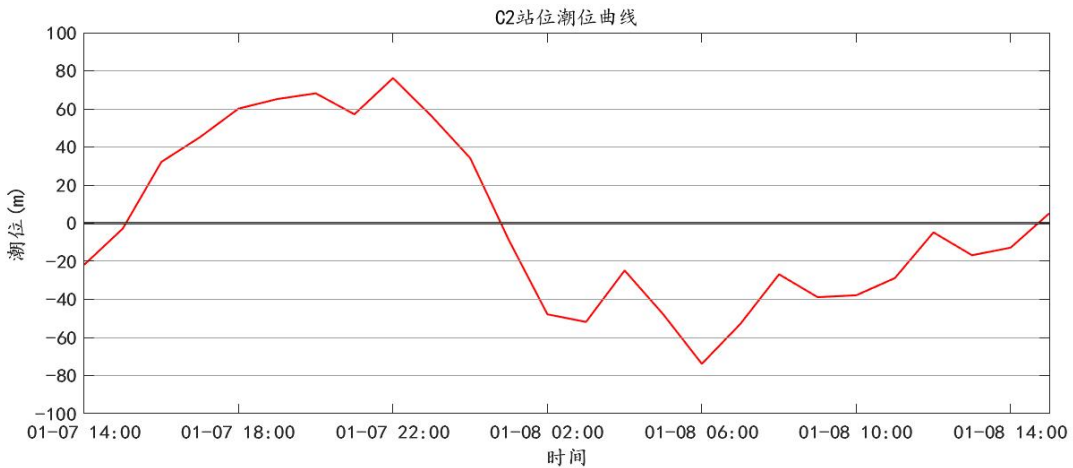


图 6.1.1.1-1b C2 站观测期间水位过程线(基于观测期间计算的平均海平面)

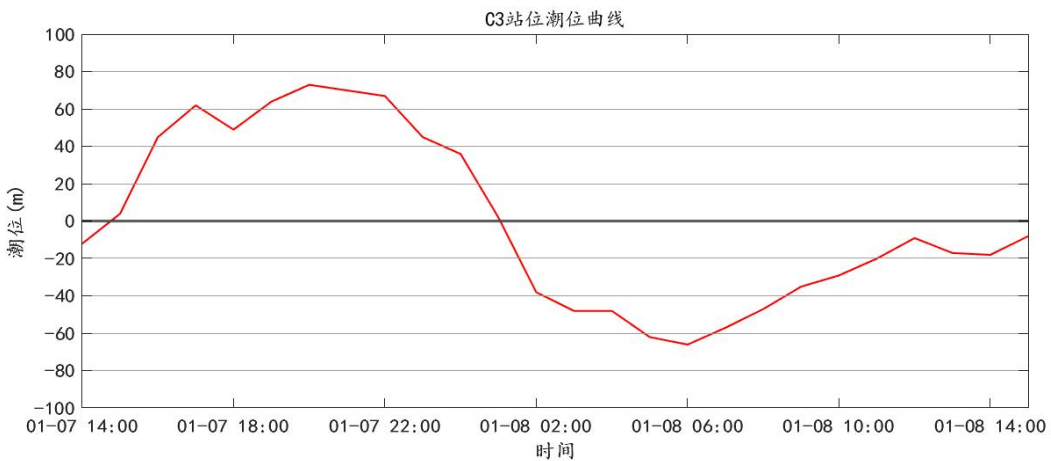


图 6.1.1.1-1c C3 站观测期间水位过程线(基于观测期间计算的平均海平面)**(2) 潮汐特征值**

根据对潮位测站 C1、C2 和 C3 站 2023 年 1 月 7 日 14:00 至 2023 年 1 月 8 日 15:00 的潮位数据进行特征值统计, 其中 C1 站位最高潮位为 78.2cm, 最低潮位为 -73.8cm, 最大潮差为 103cm, 最小潮差为 83cm, 平均潮差为 93cm; C2 站位最高潮位为 76.2cm, 最低潮位为 -73.8cm, 最大潮差为 98cm, 最小潮差为 69cm, 平均潮差为 84cm; C3 站位最高潮位为 72.9cm, 最低潮位为 -66.1cm, 最大潮差为 85cm, 最小潮差为 57cm, 平均潮差为 71cm。

2. 潮流**(1) 潮流基本特征**

从各站实测海流资料中, 摘取了大潮期间各站各层及各站垂线平均的涨、落潮流向平均流速、流向和涨、落潮流的最大流速、流向, 如表 6.1.1.1-1 所示。

可以看出, S1~S6 测站实测海流表现为往复性流动, S1~S4 站位海流主流向均为偏 W 为涨潮流向, 偏 E 向为落潮流向, S5 和 S6 站位海流主流向均为偏 N 为涨潮流向, 偏 S 向为落潮流向。涨、落潮统计方法, 以流向转流时刻作为涨落潮的划分标准。

① 涨、落潮流平均流速、流向

以下讨论的均为垂线平均的涨、落潮流平均流速。由表 6.1.1.1-1 可知, 本次观测期间, S1 站涨潮流平均流速最大为 10.5cm/s, 出现在表层, 流向为 294°, 落潮流平均流速最大为 9.3cm/s, 出现在表层, 流向为 98°; S2 站涨潮流平均流速最大为 9.5cm/s, 出现在表层, 流向为 299°, 落潮流平均流速最大为 8.9cm/s, 出现在中层, 流向为 110°; S3 站涨潮流平均流速最大为 9.7cm/s, 出现在表层, 流向为 309°, 落潮流平均流速最大为 8.9cm/s, 出现在中层, 流向为 110°; S4 站涨潮流平均流速最大为 11.4cm/s, 出现在中层, 流向为 216°, 落潮流平均流速最大为 16.0cm/s, 出现在表层, 流向为 146°; S5 站涨潮流平均流速最大为 20.4cm/s, 出现在表层, 流向为 329°, 落潮流平均流速最大为 16.2cm/s, 出现在中层, 流向为 171°; S6 站涨潮流平均流速最大为 17.6cm/s, 出现在中层, 流向为 350°, 落潮流平均流速最大为 19.2cm/s, 出现在中层, 流向为 182°。

② 最大涨、落潮流流速、流向

由表 6.1.1.1-1 可以看出, 本次观测期间, 最大涨落潮流均出现在 S5 站, 其中涨潮流最大流速最大为 37.0cm/s, 出现在表层, 流向为 335°, 落潮流最大流速最大为 32.0cm/s, 出现在表层, 流向为 139°。

表 6.1.1.1-1 各站实测涨、落潮流平均及最大流速 V(cm/s)流向(°)

站 位	项目 层 次	平均流速				最大流速			
		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
S1	表层	10.5	294	9.3	98	32	241	18	18
	中层	10.2	324	7.8	65	24	358	18	18
	底层	8.3	324	7.4	66	19	350	16	162
	垂线平均	8.9	322	6.7	79	20	341	13	31
S2	表层	9.5	299	7.2	95	25	339	18	125
	中层	8.8	322	8.9	110	21	350	20	121
	底层	9.4	332	7.9	108	24	334	18	129
	垂线平均	9.1	320	7.2	112	19	342	17	133
S3	表层	9.7	309	7.1	99	25	339	18	125
	中层	8.8	322	8.9	110	21	352	20	121
	底层	9.2	333	8.6	113	24	342	18	129
	垂线平均	9.0	326	7.7	119	19	344	17	133
S4	表层	10.1	301	12.4	123	18	313	23	23
	中层	11.4	216	13.0	136	22	192	36	134
	底层	9.1	295	16.0	146	23	208	35	156
	垂线平均	5.0	230	11.9	143	10	200	28	144
S5	表层	20.4	329	15.9	173	37	335	32	139
	中层	16.6	347	16.2	171	33	19	30	170
	底层	18.4	342	15.8	171	30	343	34	206
	垂线平均	7.8	340	8.5	182	26	322	22	182
S6	表层	16.4	345	18.2	189	24	340	32	185
	中层	17.6	350	19.2	182	27	19	32	176
	底层	14.8	349	15.4	176	22	357	29	194
	垂线平均	12.0	342	14.9	180	20	349	26	169

对各站各层次实测海流资料进行分析, 绘制流速流向过程曲线, 见图 6.1.1.1-2~图 6.1.1.1-7。

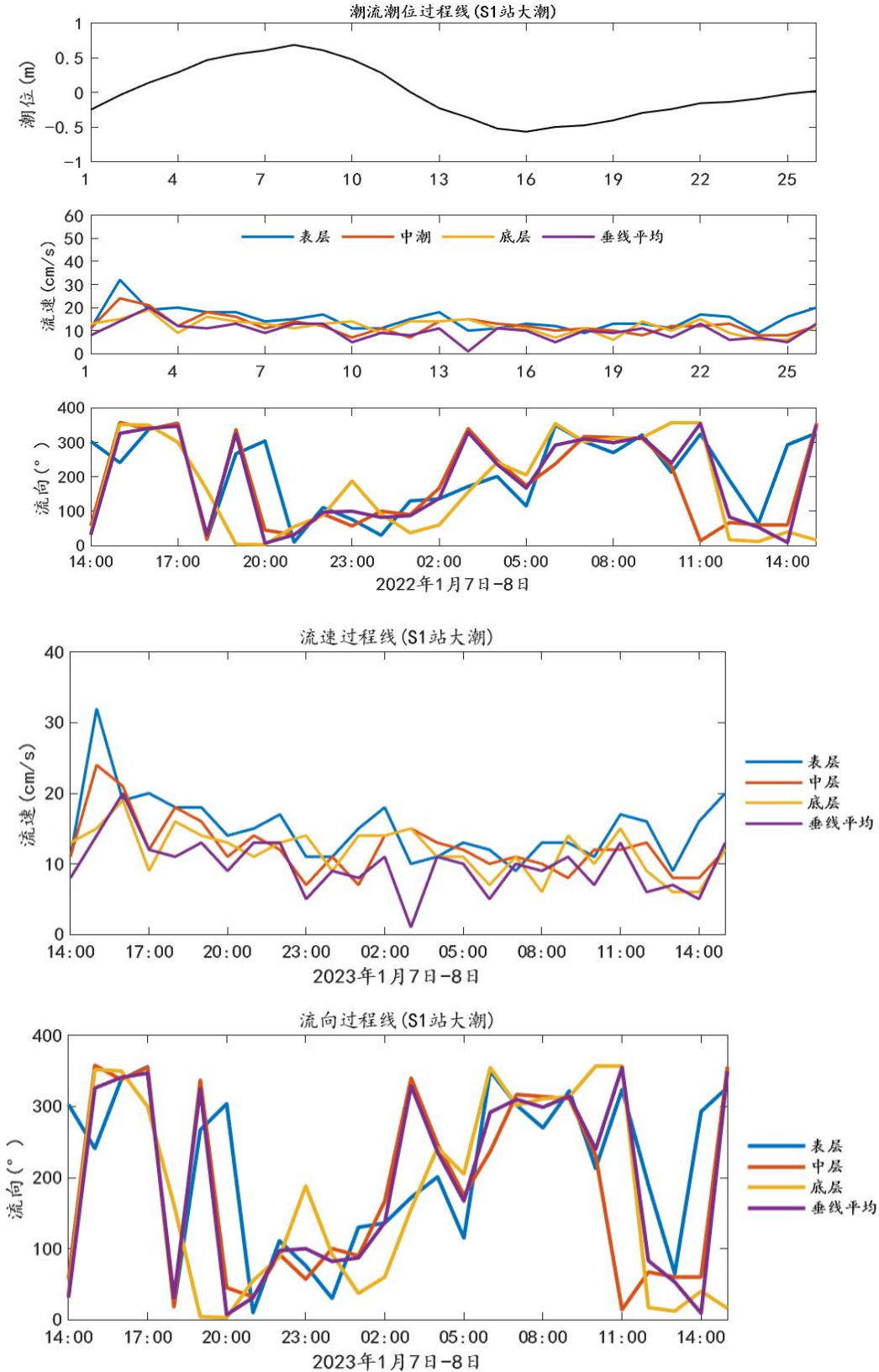


图 6.1.1.1-2 S1 站流速流向过程曲线

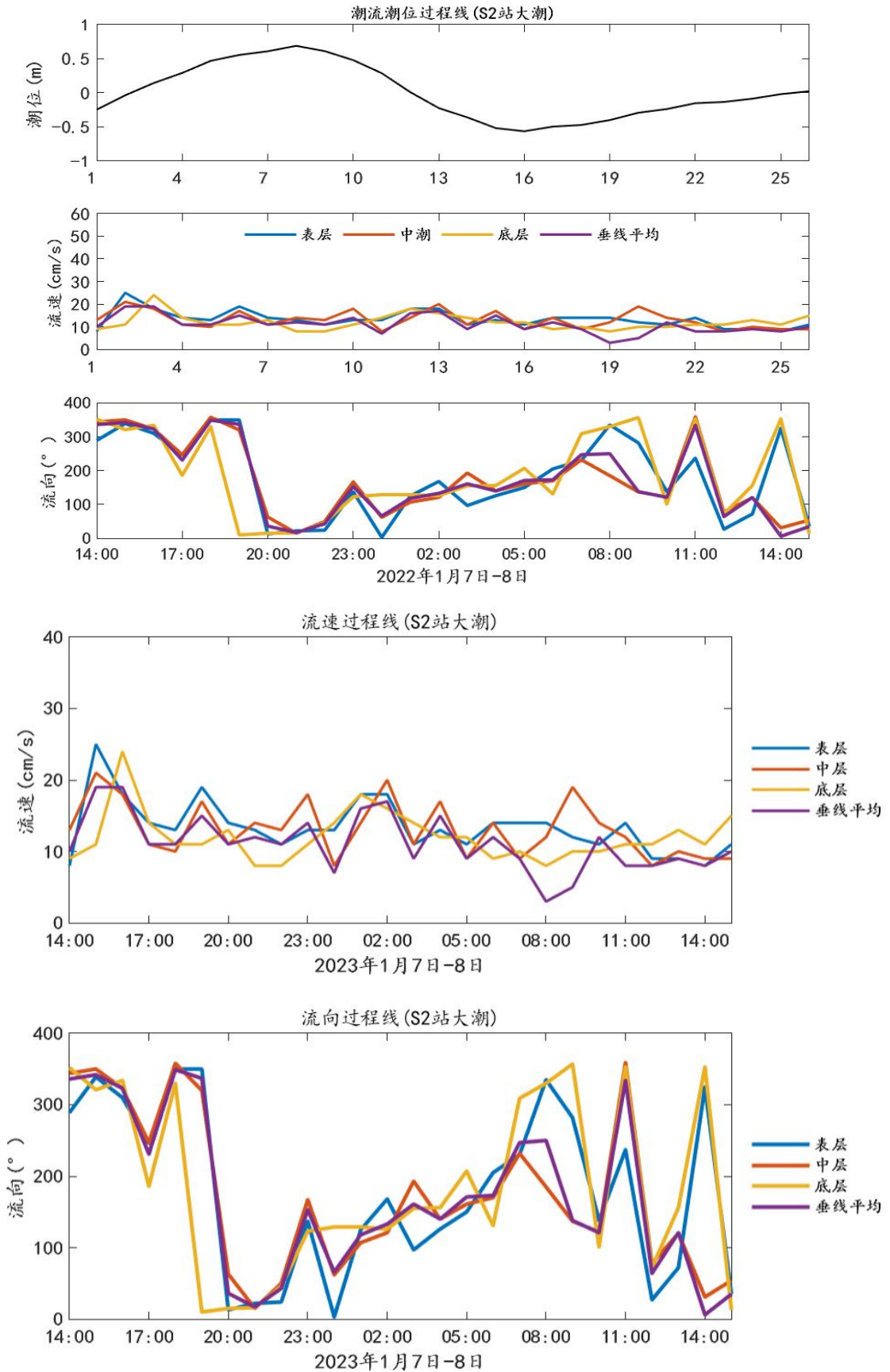


图 6.1.1.1-3 S2 站流速流向过程曲线

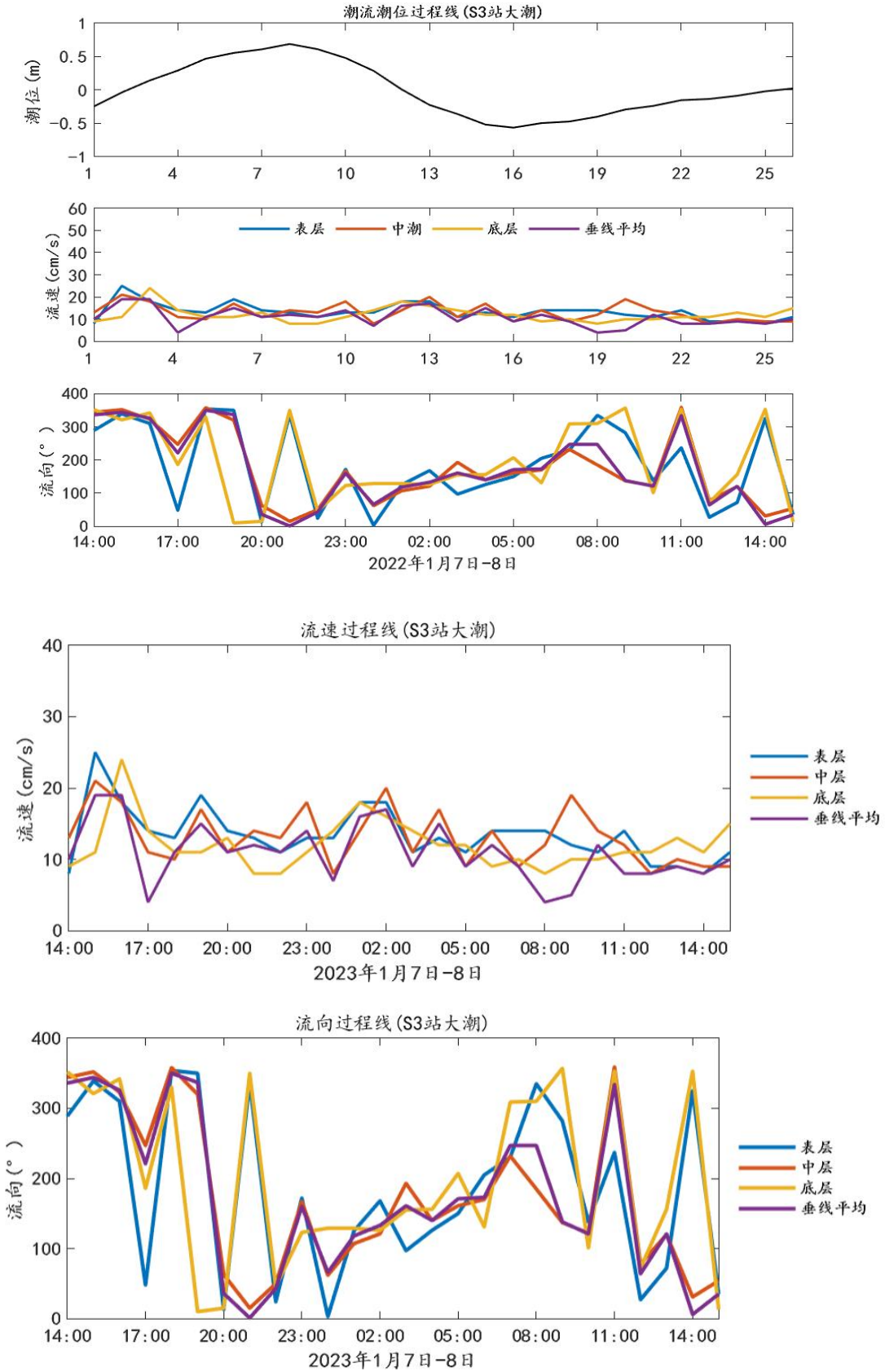


图 6.1.1.1-4 S3 站流速流向过程曲线

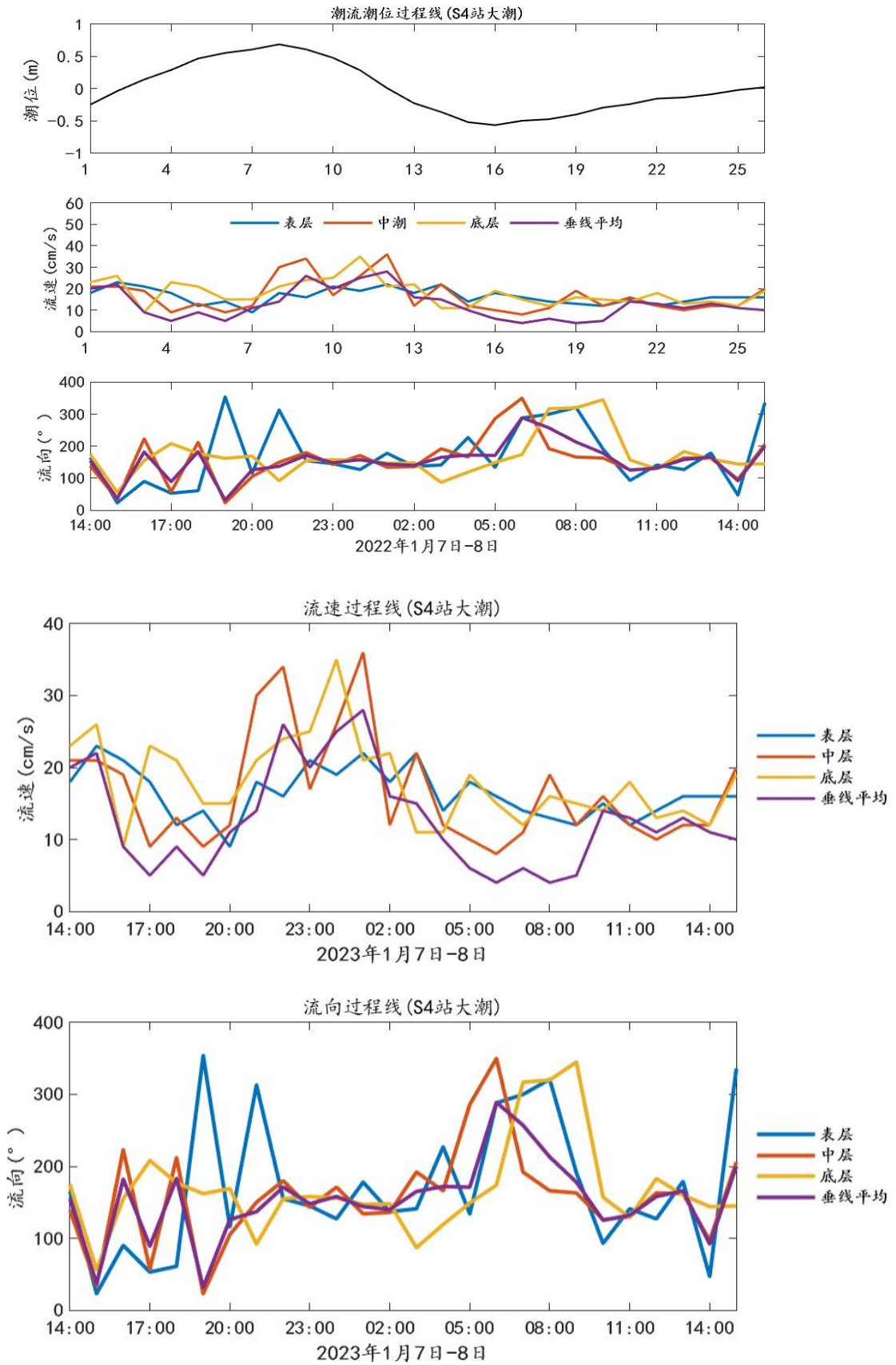


图 6.1.1.1-5 S4 站流速流向过程曲线

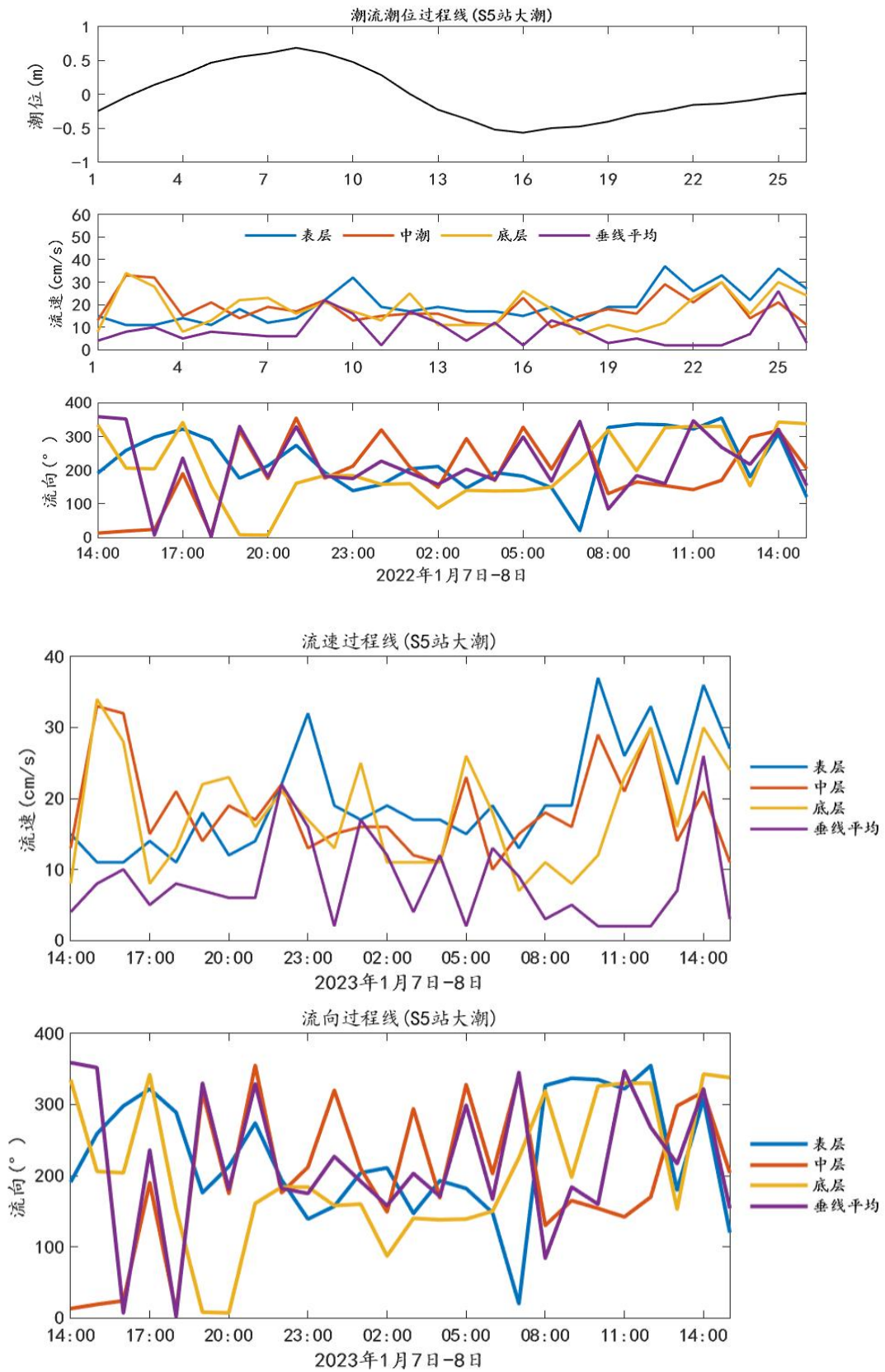


图 6.1.1.1-6 S5 站流速流向过程曲线

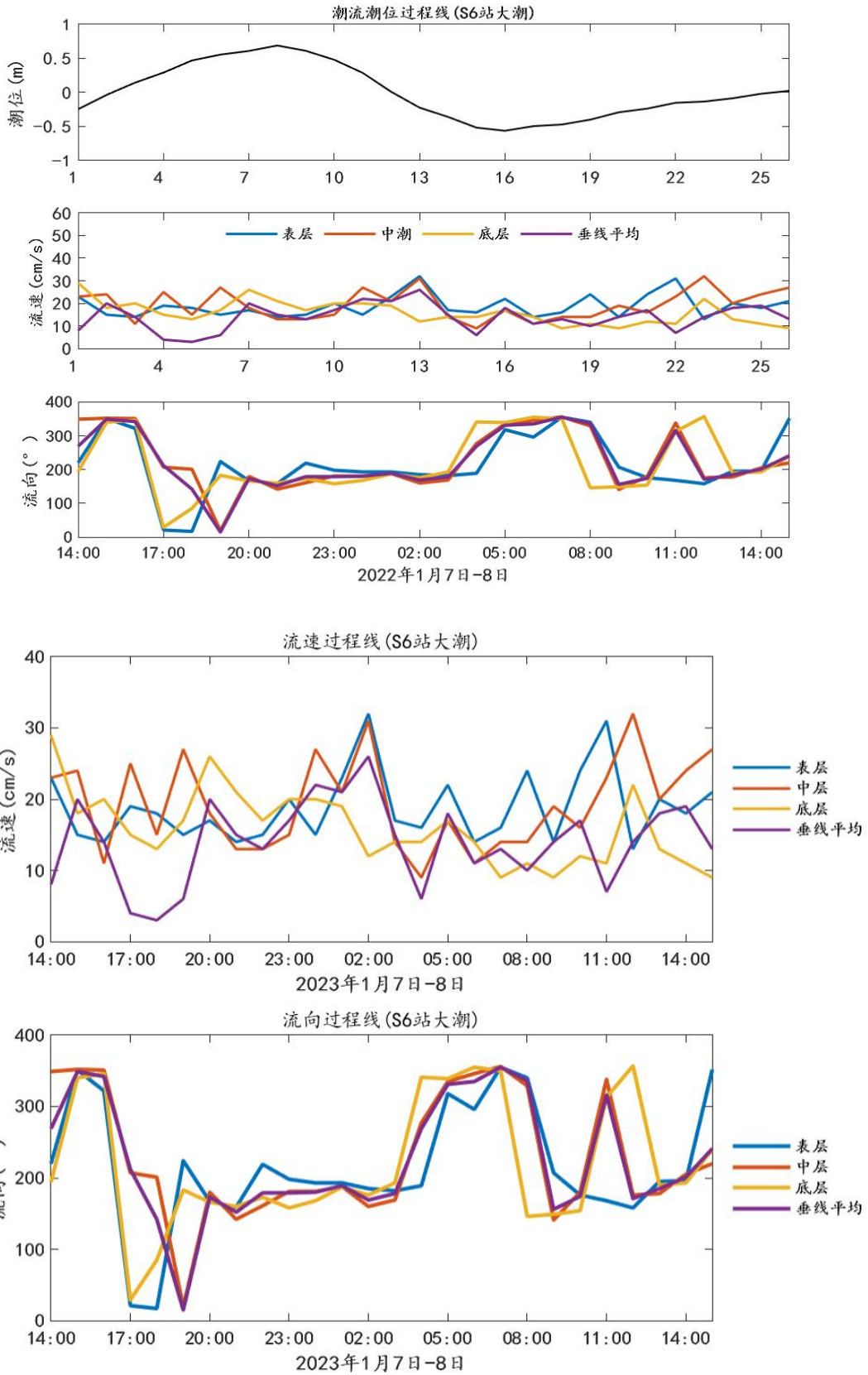


图 6.1.1.1-7 S6 站流速流向过程曲线

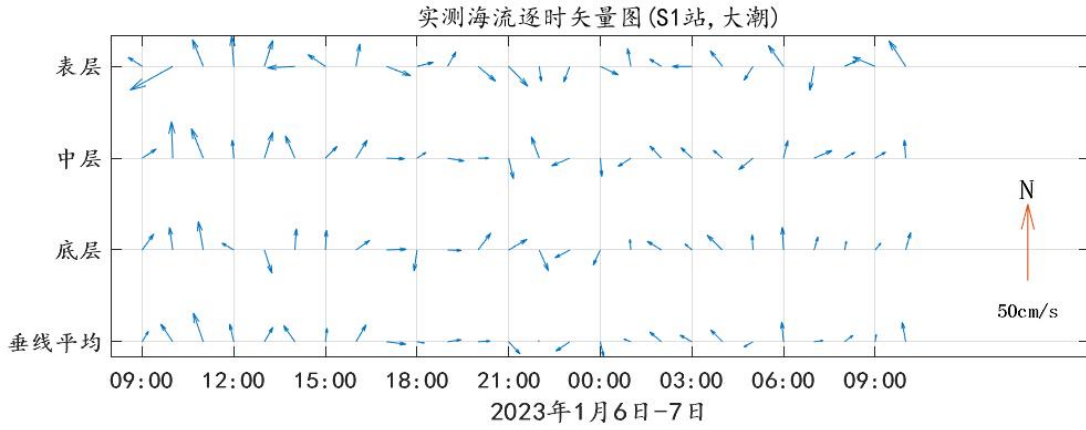


图 6.1.1.1-8 S1 站各层次逐时潮流矢量图

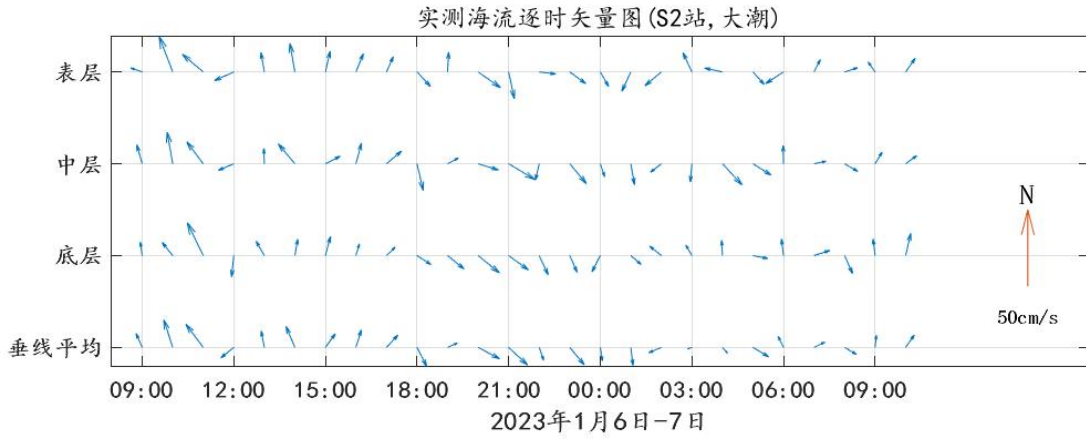


图 6.1.1.1-9 S2 站各层次逐时潮流矢量图

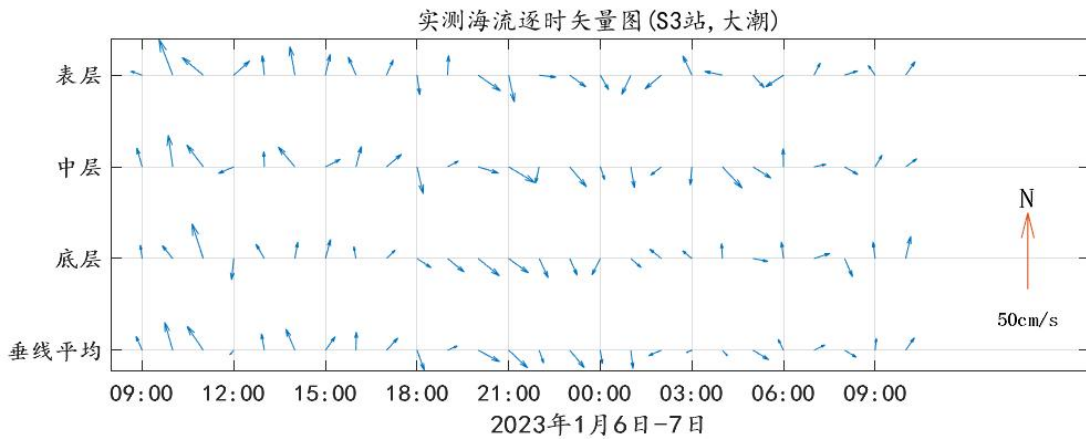


图 6.1.1.1-10 S3 站各层次逐时潮流矢量图

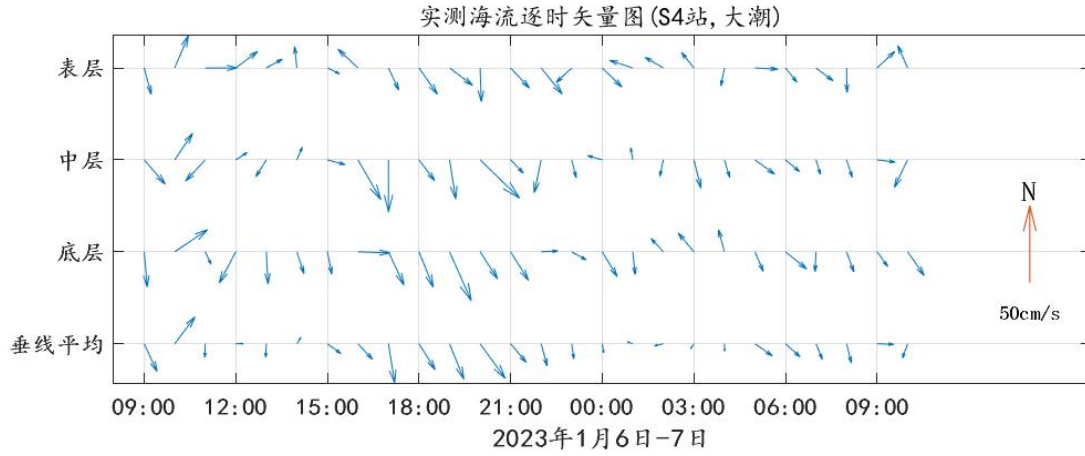


图 6.1.1.1-11 S4 站各层次逐时潮流矢量图

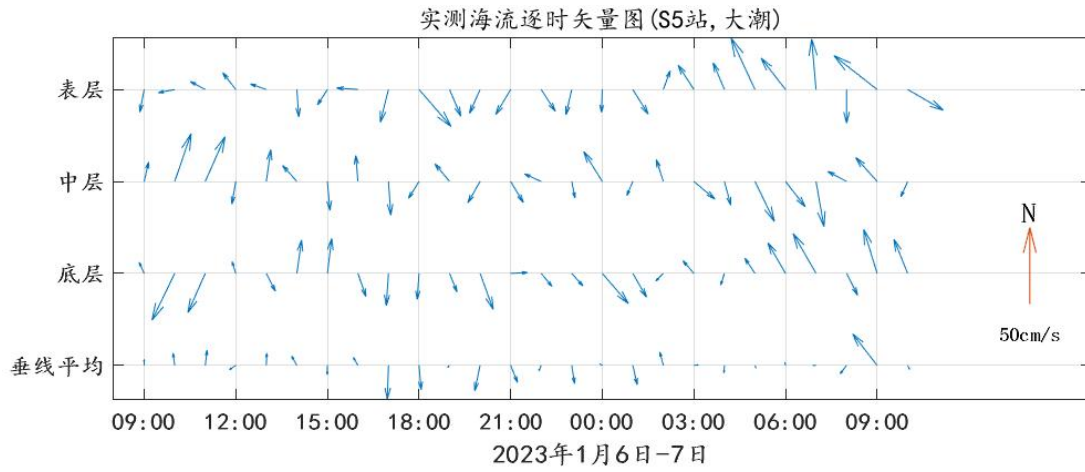


图 6.1.1.1-12 S5 站各层次逐时潮流矢量图

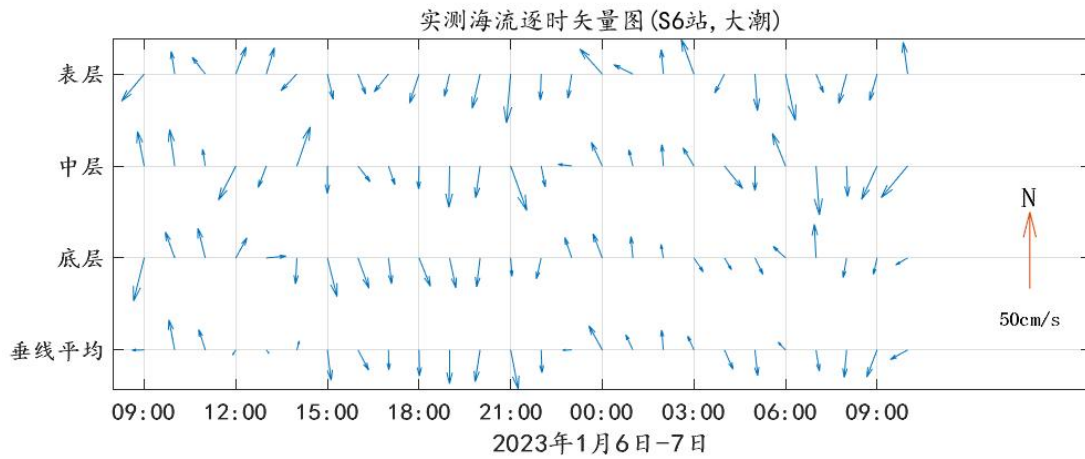


图 6.1.1.1-13 S6 站各层次逐时潮流矢量图

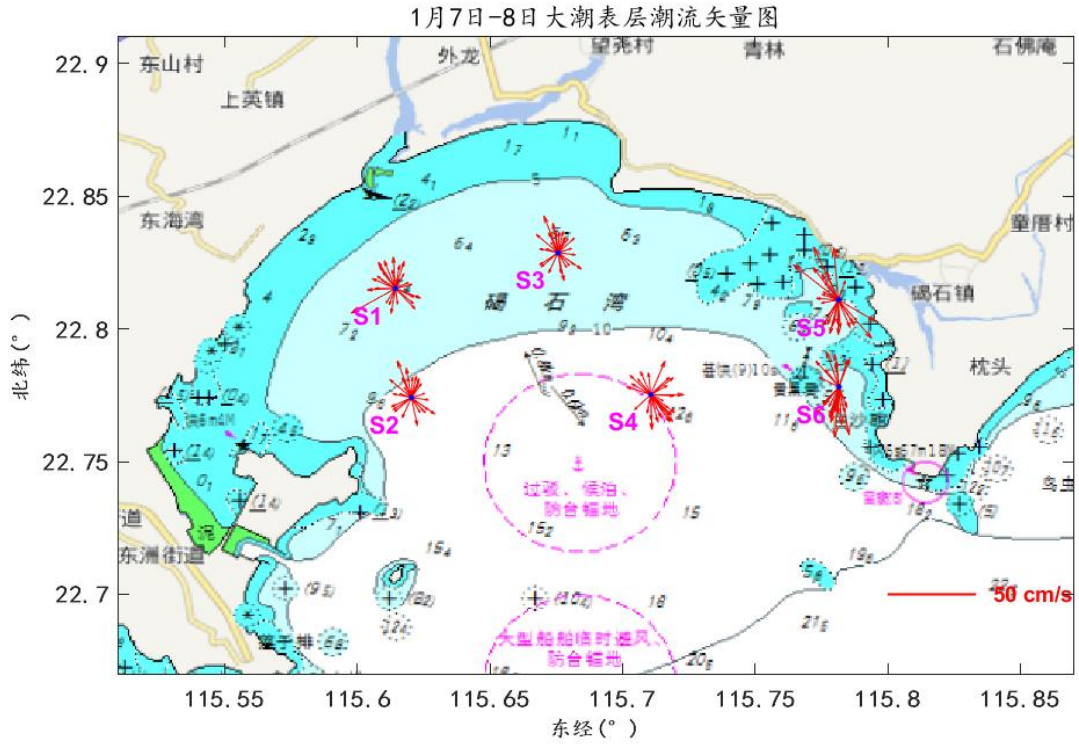


图 6.1.1.1-14 各站位表层潮流矢量图

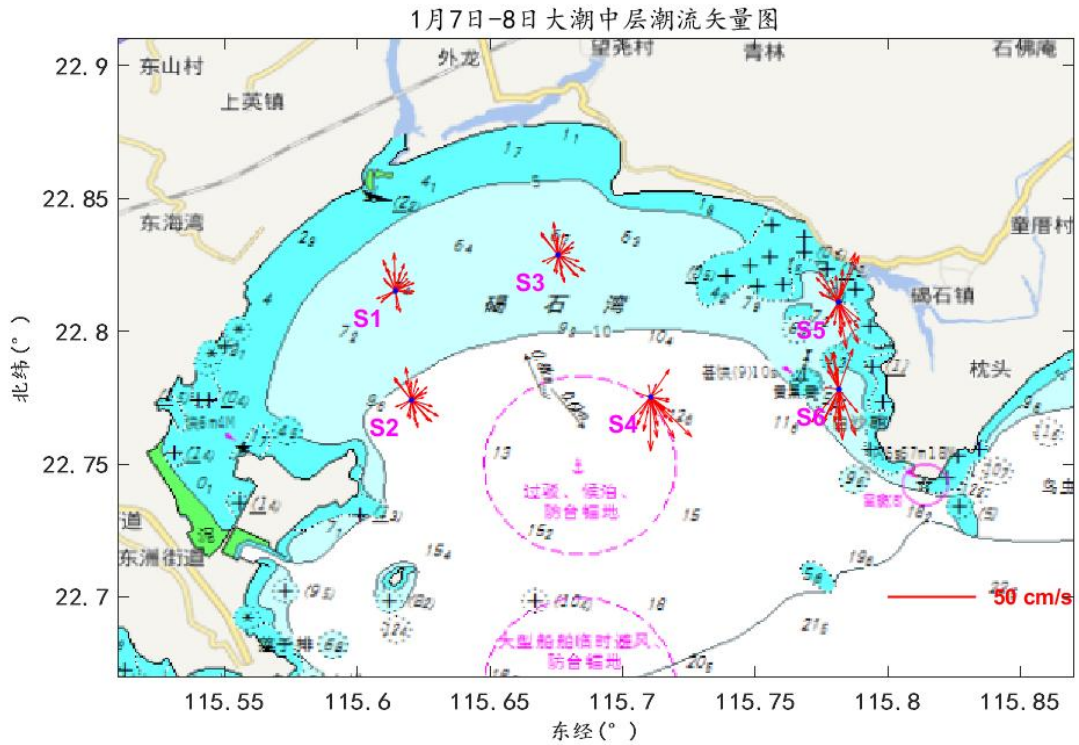


图 6.1.1.1-15 各站位中层潮流矢量图

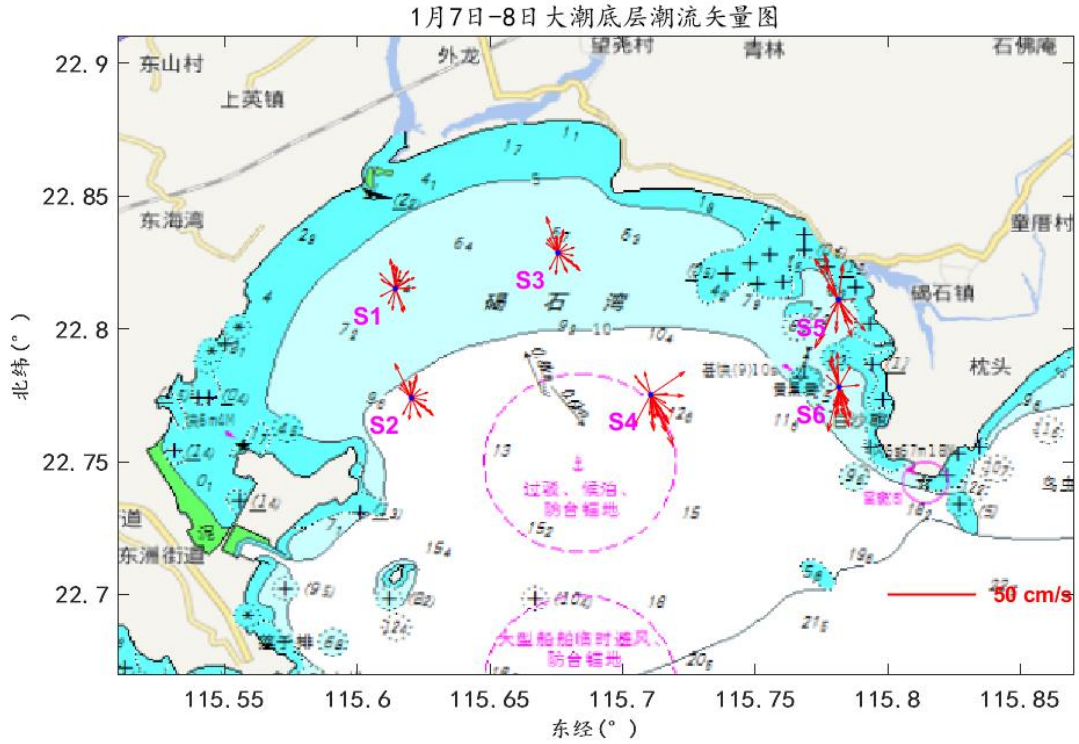


图 6.1.1.1-16 各站位底层潮流矢量图

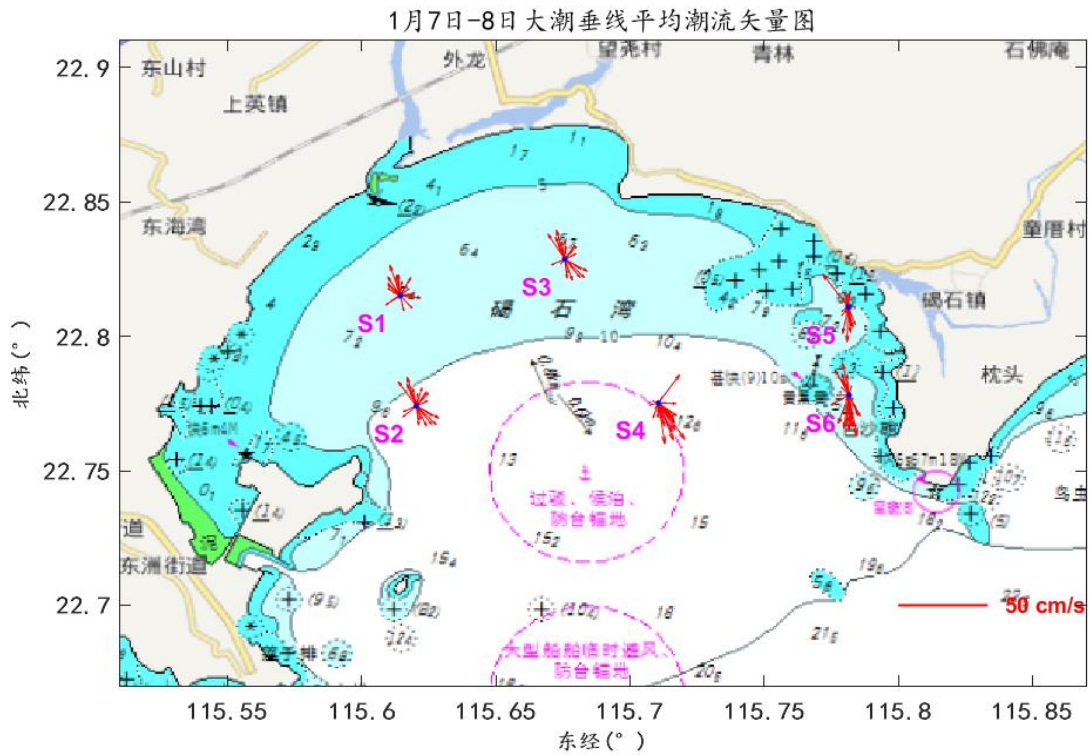


图 6.1.1.1-17 各站位垂线平均层潮流矢量图

(2) 潮流性质

将适当修正过的实测海流资料按照《海洋调查规范》(水文部分)的方法，在

计算机上进行潮流准调和计算，以调和分析的某些分潮调和常数来确定潮流特征。采用陆丰周边海洋站的实测数据计算所得到的差比数对实测各站位潮流数据进行潮流准调和计算。主要分潮符号及名称如表 6.1.1.1-2 所示，椭圆要素符号及名称如表 6.1.1.1-3 所示。其中， M_2 被称为太阴主要半日分潮，因为 M_2 分潮是由月亮对地球海水的引力引起的半日分潮。同理， S_2 分潮是太阳对地球海水引力引起的半日分潮， K_1 被称为太阴太阳赤纬全日分潮， O_1 为太阴主要全日分潮。 MS_4 被称为太阴太阳浅水 1/4 日分潮，其主要是由太阴分潮 M_2 和太阳分潮 S_2 在浅水里发生非线性相互作用产生的。

表 6.1.1.1-2 主要分潮信息

分潮符号	名称
M_2	太阴主要半日分潮
S_2	太阳主要半日分潮
K_1	太阴太阳赤纬全日分潮
O_1	太阴主要全日分潮
M_4	太阴浅水 1/4 日分潮
MS_4	太阴太阳浅水 1/4 日分潮

表 6.1.1.1-3 潮流椭圆符号及名称

椭圆要素符号	名称
W	最大分潮流流速(即潮流椭圆长轴)
θ	最大分潮流流速方向(即椭圆长轴与 x 轴正方向的夹角)
T	最大分潮流流速时刻(从 0 开始计时)
(W)	最小分潮流流速(即潮流椭圆短轴)
K	椭圆的旋转率取决于长短轴之比

表 6.1.1.1-4~表 6.1.1.1-9 列出了 S1~S6 各站各层的潮流调和常数及椭圆要素。

表 6.1.1.1-4 S1 测站潮流调和常数及椭圆要素

层次	分潮	调和常数				椭圆要素				
		北分量		东分量		W	θ	T	(W)	K
		迟角	振幅	迟角	振幅	最大速度	方向	时刻	最小速度	旋转率
表层	O1	129.4	4.9	181.2	2.8	5.3	23.4	10.0	2.1	-0.39
	K1	89.4	5.9	141.2	3.4	6.3	23.4	6.6	2.5	-0.39
	M2	275.8	2.7	99.8	5.6	6.2	115.4	3.4	0.2	0.03
	S2	262.8	1.2	86.8	2.6	2.9	115.4	2.9	0.1	0.03
	M4	7.6	2.0	236.9	1.9	2.5	315.6	0.5	1.2	0.46
	MS4	354.6	1.9	223.9	1.8	2.4	315.6	0.3	1.1	0.46
中层	O1	129.4	4.9	181.2	2.8	5.3	23.4	10.0	2.1	-0.39
	K1	89.4	5.9	141.2	3.4	6.3	23.4	6.6	2.5	-0.39

	M2	275.8	2.7	99.8	5.6	6.2	115.4	3.4	0.2	0.03
	S2	262.8	1.2	86.8	2.6	2.9	115.4	2.9	0.1	0.03
	M4	7.6	2.0	236.9	1.9	2.5	315.6	0.5	1.2	0.46
	MS4	354.6	1.9	223.9	1.8	2.4	315.6	0.3	1.1	0.46
底层	O1	91.6	3.8	206.8	2.6	4.0	335.4	5.5	2.2	-0.56
	K1	51.6	4.5	166.8	3.2	4.8	335.4	2.5	2.7	-0.56
	M2	63.5	1.2	116.2	4.3	4.3	79.5	3.9	1.0	-0.22
	S2	50.5	0.6	103.2	2.0	2.0	79.5	3.4	0.5	-0.22
	M4	341.4	3.3	308.0	1.7	3.6	205.6	2.7	0.9	0.24
	MS4	328.4	3.1	295.0	1.6	3.4	205.6	2.4	0.8	0.24
垂线平均	O1	122.0	4.1	215.4	2.7	4.1	356.3	8.6	2.6	-0.64
	K1	82.0	5.0	175.4	3.2	5.0	356.3	5.3	3.2	-0.64
	M2	300.0	2.1	104.3	4.6	5.1	114.0	3.7	0.5	-0.10
	S2	287.0	1.0	91.3	2.2	2.4	114.0	3.1	0.2	-0.10
	M4	350.5	1.4	214.6	1.7	2.0	305.9	0.3	0.8	0.39
	MS4	337.5	1.3	201.6	1.6	1.9	305.9	0.1	0.7	0.39

表 6.1.1.1-5 S2 测站潮流调和常数及椭圆要素

层次	分潮	调和常数				椭圆要素				
		北分量		东分量		W	θ	T	(W)	K
		迟角	振幅	迟角	振幅	最大速度	方向	时刻	最小速度	旋转率
表层	O1	142.7	5.5	258.2	3.4	5.7	339.1	9.4	2.9	-0.51
	K1	102.7	6.6	218.2	4.1	6.9	339.1	6.1	3.5	-0.51
	M2	345.1	2.2	119.5	4.5	4.7	111.1	4.4	1.5	-0.31
	S2	332.1	1.0	106.5	2.1	2.2	111.1	3.8	0.7	-0.31
	M4	344.9	3.3	7.4	0.4	3.3	186.5	2.8	0.2	-0.05
	MS4	331.9	3.1	354.4	0.4	3.1	186.5	2.6	0.1	-0.05
中层	O1	141.3	6.0	296.2	1.9	6.2	343.6	10.0	0.8	-0.12
	K1	101.3	7.2	256.2	2.3	7.5	343.6	6.6	0.9	-0.12
	M2	150.2	0.5	96.7	5.3	5.4	86.6	3.3	0.4	0.08
	S2	137.2	0.2	83.7	2.5	2.5	86.6	2.8	0.2	0.08
	M4	14.0	1.7	357.5	1.6	2.3	43.7	0.1	0.3	0.15
	MS4	1.0	1.6	344.5	1.5	2.1	223.7	2.9	0.3	0.15
底层	O1	111.0	4.8	261.4	2.2	5.2	337.0	7.6	1.0	-0.20
	K1	71.0	5.8	221.4	2.7	6.3	337.0	4.4	1.2	-0.20
	M2	343.5	4.0	103.0	5.2	5.7	121.2	4.2	3.1	-0.55
	S2	330.5	1.9	90.0	2.4	2.7	121.2	3.6	1.5	-0.55
	M4	3.1	3.8	245.6	1.0	3.9	352.9	0.1	0.9	0.22
	MS4	350.1	3.6	232.6	0.9	3.6	172.9	2.9	0.8	0.22
垂线	O1	135.2	5.4	274.4	2.3	5.7	341.0	9.3	1.4	-0.25

平均	K1	95.2	6.5	234.4	2.7	6.8	341.0	6.0	1.7	-0.25
	M2	348.6	1.3	103.3	4.9	5.0	96.6	3.6	1.2	-0.23
	S2	335.6	0.6	90.3	2.3	2.3	96.6	3.1	0.5	-0.23
	M4	1.1	2.5	343.5	0.8	2.6	197.5	3.1	0.2	0.09
	MS4	348.1	2.4	330.5	0.8	2.5	197.5	2.8	0.2	0.09

表 6.1.1.1-6 S3 测站潮流调和常数及椭圆要素

层次	分潮	调和常数				椭圆要素				
		北分量		东分量		W	θ	T	(W)	K
		迟角	振幅	迟角	振幅	最大速度	方向	时刻	最小速度	旋转率
表层	O1	141.4	6.1	250.7	2.6	6.1	350.4	9.9	2.4	-0.39
	K1	101.4	7.3	210.7	3.1	7.4	350.4	6.5	2.9	-0.39
	M2	316.8	2.7	153.0	3.4	4.3	128.1	5.1	0.6	0.14
	S2	303.8	1.3	140.0	1.6	2.0	128.1	4.5	0.3	0.14
	M4	347.0	2.6	174.7	0.9	2.8	160.6	2.9	0.1	0.04
	MS4	334.0	2.5	161.7	0.9	2.6	160.6	2.6	0.1	0.04
中层	O1	141.2	6.0	296.3	1.9	6.2	343.8	10.0	0.8	-0.12
	K1	101.2	7.2	256.3	2.3	7.5	343.8	6.6	0.9	-0.12
	M2	150.8	0.5	97.2	5.3	5.3	86.6	3.4	0.4	0.08
	S2	137.8	0.3	84.2	2.5	2.5	86.6	2.8	0.2	0.08
	M4	14.1	1.7	358.5	1.6	2.3	44.2	0.1	0.3	0.14
	MS4	1.1	1.6	345.5	1.5	2.2	224.2	2.9	0.3	0.14
底层	O1	112.2	4.9	260.7	2.1	5.2	338.7	7.7	1.0	-0.20
	K1	72.2	5.9	220.7	2.6	6.3	338.7	4.5	1.2	-0.20
	M2	342.6	3.9	108.4	5.1	5.8	122.3	4.3	2.8	-0.48
	S2	329.6	1.8	95.4	2.4	2.7	122.3	3.7	1.3	-0.48
	M4	5.4	3.8	227.3	1.0	3.8	348.6	0.1	0.7	0.17
	MS4	352.4	3.5	214.3	0.9	3.6	168.6	3.0	0.6	0.17
垂线平均	O1	135.5	5.6	272.8	2.0	5.8	344.4	9.5	1.3	-0.23
	K1	95.5	6.7	232.8	2.4	7.0	344.4	6.1	1.6	-0.23
	M2	334.0	1.3	109.8	4.4	4.6	102.7	3.9	0.9	-0.20
	S2	321.0	0.6	96.8	2.1	2.1	102.7	3.3	0.4	-0.20
	M4	4.9	2.4	341.4	0.4	2.4	9.2	0.1	0.2	0.07
	MS4	351.9	2.2	328.4	0.4	2.3	189.2	2.9	0.2	0.07

表 6.1.1.1-7 S4 测站潮流调和常数及椭圆要素

层次	分潮	调和常数				椭圆要素				
		北分量		东分量		W	θ	T	(W)	K
		迟角	振幅	迟角	振幅	最大速度	方向	时刻	最小速度	旋转率
表层	O1	111.4	4.1	157.4	2.6	4.5	27.6	8.8	1.7	-0.37

	K1	71.4	4.9	117.4	3.1	5.4	27.6	5.5	2.0	-0.37
	M2	294.0	8.3	145.4	4.6	9.2	153.3	4.2	2.1	0.23
	S2	281.0	3.9	132.4	2.1	4.3	153.3	3.6	1.0	0.23
	M4	333.9	2.0	120.9	3.3	3.7	118.8	2.2	0.9	-0.26
	MS4	320.9	1.9	107.9	3.1	3.5	118.8	2.0	0.9	-0.26
中层	O1	58.4	2.7	180.3	1.0	2.7	347.0	3.9	0.9	-0.32
	K1	18.4	3.2	140.3	1.2	3.3	347.0	0.9	1.0	-0.32
	M2	272.1	7.1	87.9	5.5	9.0	142.5	3.1	0.3	-0.04
	S2	259.1	3.3	74.9	2.6	4.2	142.5	2.6	0.1	-0.04
	M4	197.7	2.6	320.3	2.9	3.5	309.9	2.8	1.9	-0.54
	MS4	184.7	2.5	307.3	2.7	3.2	309.9	2.6	1.8	-0.54
底层	O1	12.6	4.8	212.3	2.5	5.3	332.7	1.2	0.8	0.14
	K1	332.6	5.7	172.3	3.0	6.4	152.7	10.4	0.9	0.14
	M2	314.6	5.4	136.4	5.3	7.6	135.5	4.7	0.1	0.02
	S2	301.6	2.5	123.4	2.5	3.6	135.5	4.1	0.1	0.02
	M4	9.9	5.3	54.3	3.4	5.9	29.2	0.4	2.1	-0.36
	MS4	356.9	4.9	41.3	3.2	5.6	29.2	0.1	2.0	-0.36
垂线平均	O1	57.7	2.8	184.7	1.7	3.0	335.9	3.4	1.2	-0.41
	K1	17.7	3.3	144.7	2.0	3.6	335.9	0.5	1.5	-0.41
	M2	287.2	6.6	112.9	4.6	8.1	145.4	3.8	0.4	0.05
	S2	274.2	3.1	99.9	2.2	3.8	145.4	3.2	0.2	0.05
	M4	316.3	0.6	16.9	1.2	1.3	73.5	0.2	0.5	-0.40
	MS4	303.3	0.6	3.9	1.2	1.2	253.5	3.0	0.5	-0.40

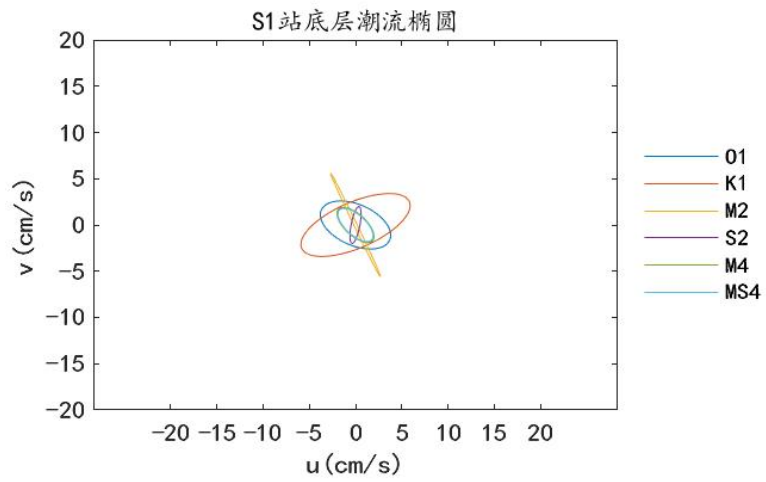
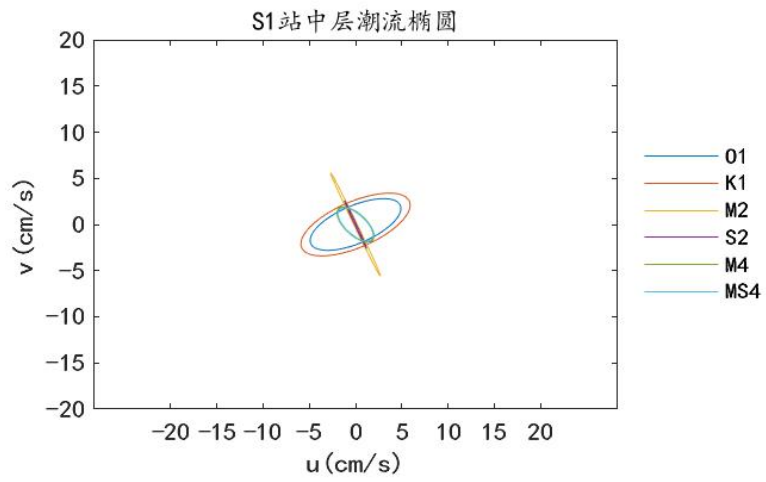
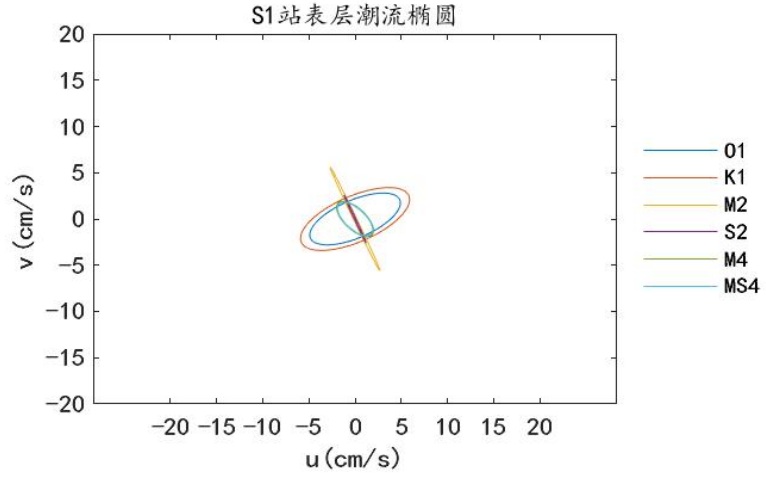
表 6.1.1.1-8 S5 测站潮流调和常数及椭圆要素

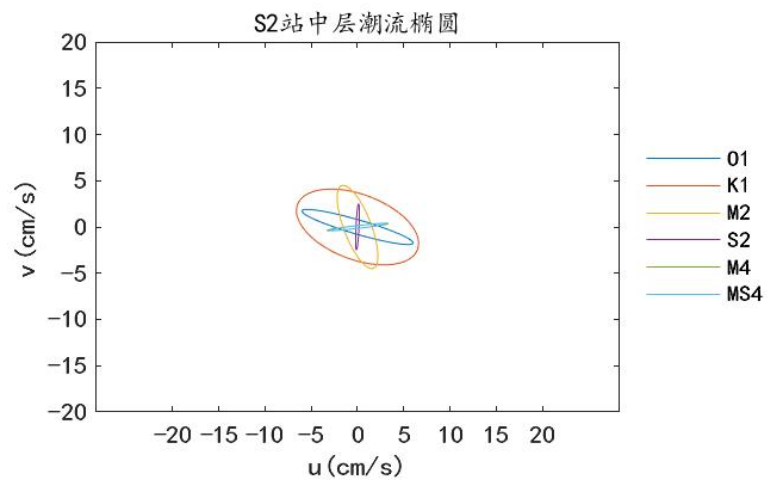
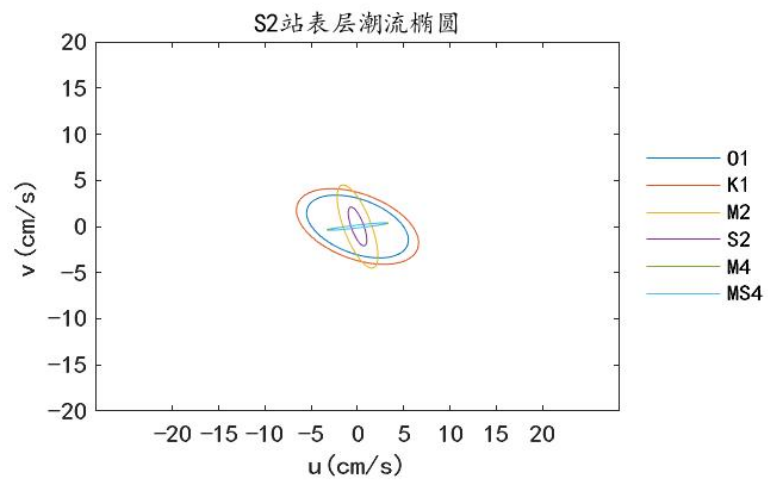
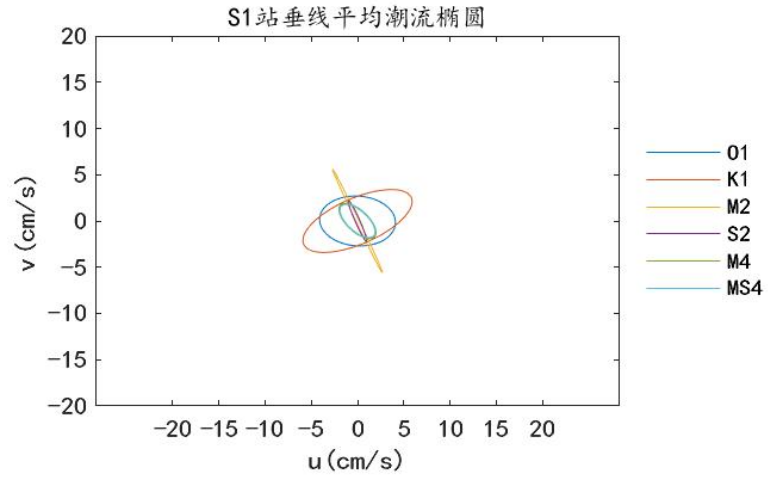
层次	分潮	调和常数				椭圆要素				
		北分量		东分量		W	θ	T	(W)	K
		迟角	振幅	迟角	振幅	最大速度	方向	时刻	最小速度	旋转率
表层	O1	54.2	8.8	268.8	2.9	9.2	344.2	4.1	1.6	0.17
	K1	14.2	10.6	228.8	3.5	11.0	344.2	1.1	1.9	0.17
	M2	11.0	7.5	198.4	1.7	7.7	346.9	0.4	0.2	0.03
	S2	358.0	3.5	185.4	0.8	3.6	166.9	5.9	0.1	0.03
	M4	99.3	1.8	189.6	2.5	2.5	270.5	0.2	1.8	-0.72
	MS4	86.3	1.7	176.6	2.4	2.4	90.5	3.0	1.7	-0.72
中层	O1	152.7	3.3	59.8	2.4	3.3	355.1	11.2	2.4	0.75
	K1	112.7	3.9	19.8	2.9	3.9	355.1	7.7	2.9	0.75
	M2	236.7	10.4	358.7	2.5	10.5	172.3	1.9	2.1	-0.20
	S2	223.7	4.9	345.7	1.2	4.9	172.3	1.4	1.0	-0.20
	M4	297.3	2.1	62.9	3.8	4.1	110.8	1.2	1.6	-0.39
	MS4	284.3	1.9	49.9	3.6	3.8	110.8	1.0	1.5	-0.39
底层	O1	81.2	5.2	265.8	4.4	6.8	319.9	6.0	0.3	0.04
	K1	41.2	6.2	225.8	5.3	8.2	319.9	2.9	0.3	0.04

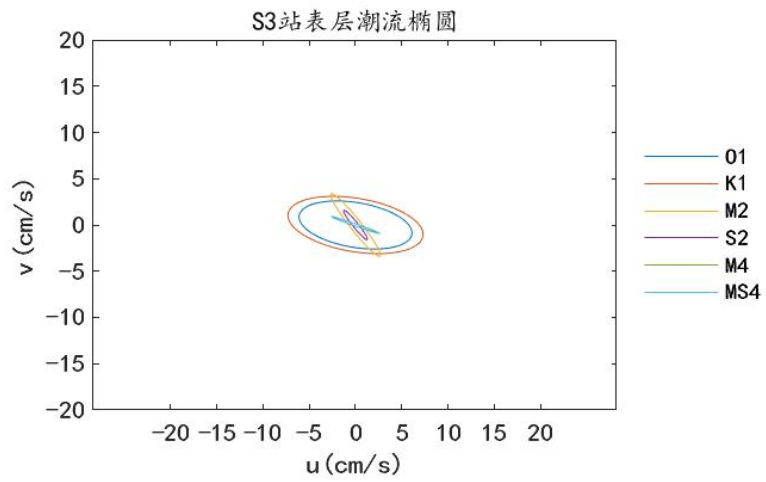
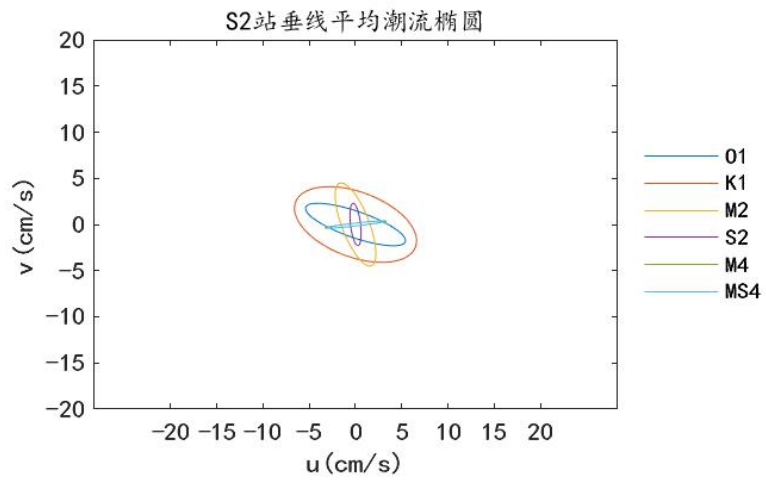
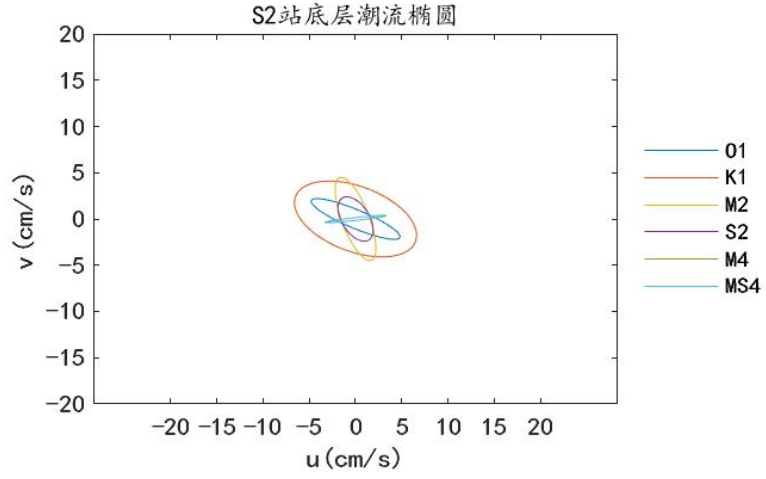
	M2	38.7	4.4	247.5	2.3	4.9	334.4	1.5	1.0	0.20
	S2	25.7	2.1	234.5	1.1	2.3	334.4	1.0	0.5	0.20
	M4	297.5	5.9	236.8	2.2	6.0	191.2	2.0	1.8	0.31
	MS4	284.5	5.5	223.8	2.0	5.6	191.2	1.7	1.7	0.31
垂线 平均	O1	89.6	3.9	305.3	0.9	4.0	348.6	6.5	0.5	0.14
	K1	49.6	4.7	265.3	1.1	4.8	348.6	3.4	0.7	0.14
	M2	267.9	3.3	312.9	1.0	3.3	192.2	3.1	0.7	-0.20
	S2	254.9	1.5	299.9	0.4	1.6	192.2	2.6	0.3	-0.20
	M4	302.6	2.1	92.4	1.1	2.3	154.4	2.0	0.5	-0.22
	MS4	289.6	1.9	79.4	1.0	2.1	154.4	1.8	0.5	-0.22

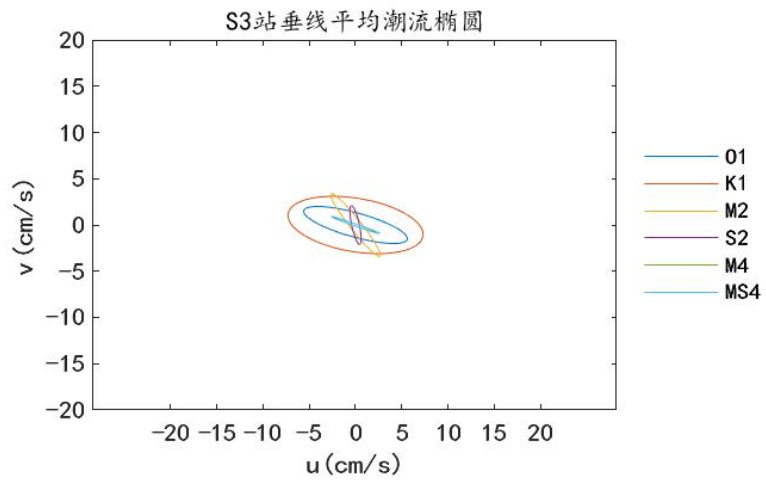
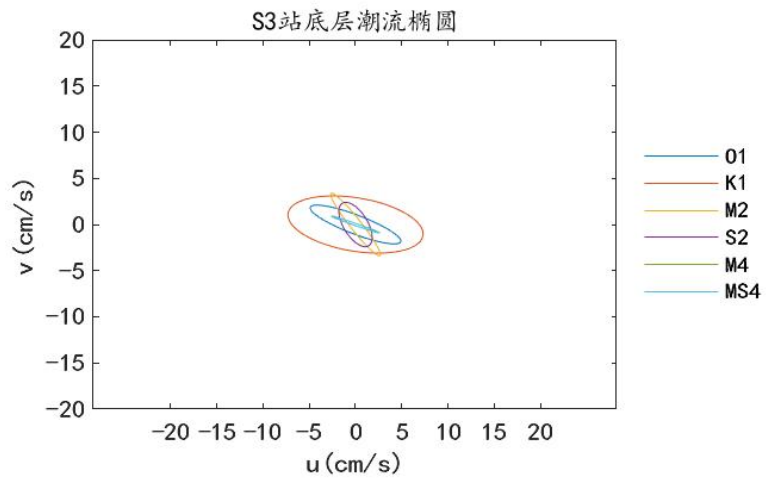
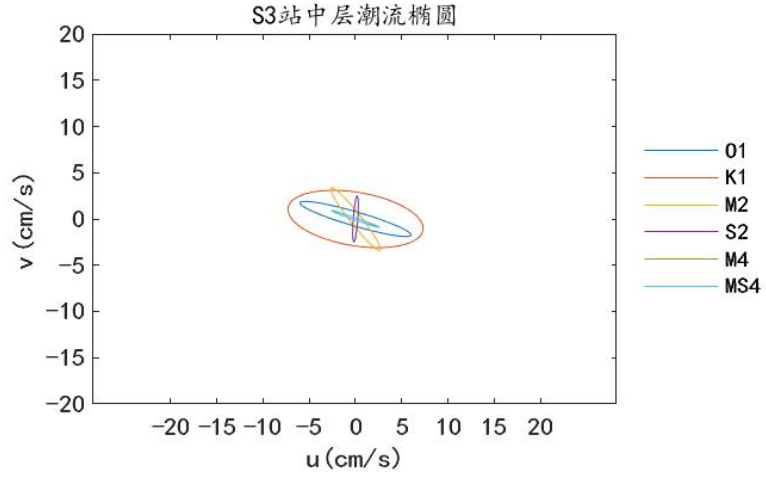
表 6.1.1.1-9 S6 测站潮流调和常数及椭圆要素

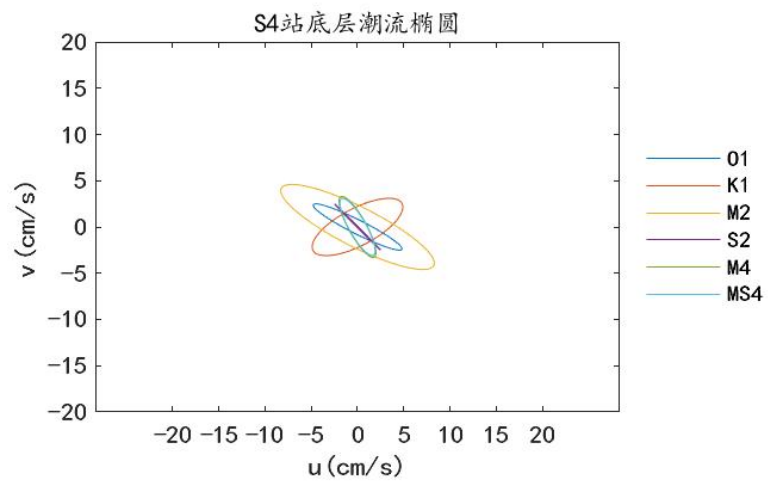
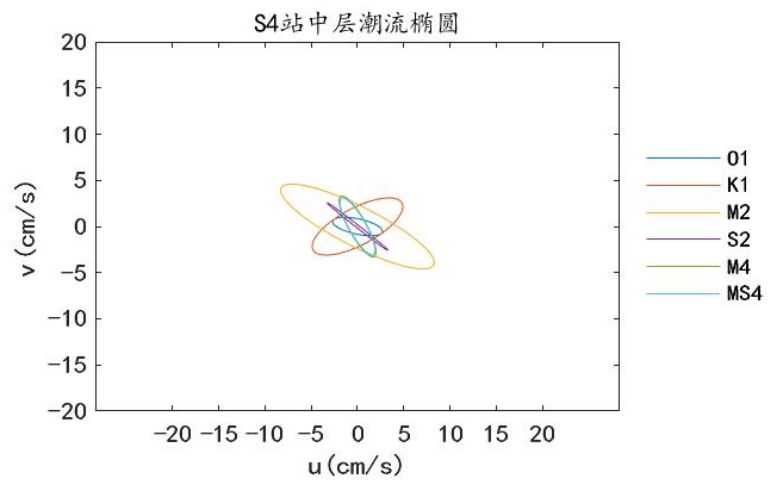
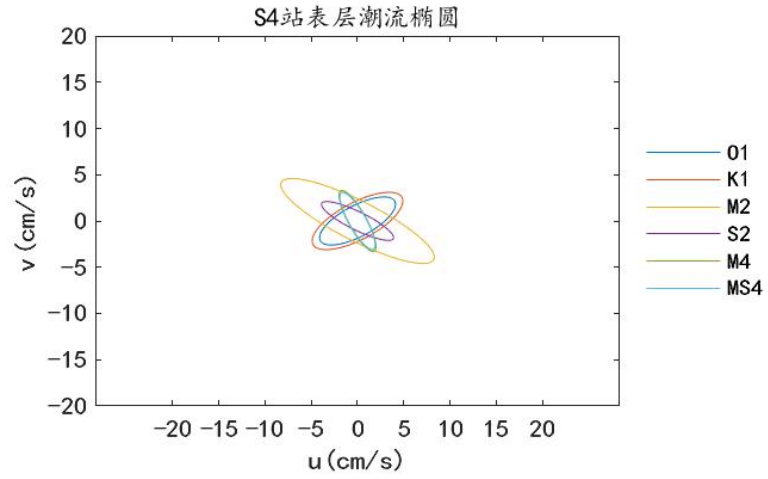
层次	分潮	调和常数				椭圆要素				
		北分量		东分量		W	θ	T	(W)	K
		迟角	振幅	迟角	振幅	最大速度	方向	时刻	最小速度	旋转率
表层	O1	76.3	2.7	149.8	0.9	2.7	6.2	5.6	0.9	-0.32
	K1	36.3	3.2	109.8	1.1	3.3	6.2	2.5	1.1	-0.32
	M2	276.5	15.1	36.0	2.1	15.1	176.1	3.3	1.8	-0.12
	S2	263.5	7.1	23.0	1.0	7.1	176.1	2.8	0.8	-0.12
	M4	173.5	2.8	137.1	1.0	2.9	17.6	2.9	0.6	0.20
	MS4	160.5	2.6	124.1	1.0	2.7	17.6	2.7	0.6	0.20
中层	O1	33.4	4.2	254.7	1.6	4.3	342.7	2.7	1.0	0.24
	K1	353.4	5.0	214.7	1.9	5.2	162.7	11.8	1.2	0.24
	M2	285.9	10.8	36.2	3.6	10.9	172.7	3.6	3.4	-0.31
	S2	272.9	5.1	23.2	1.7	5.1	172.7	3.0	1.6	-0.31
	M4	79.9	2.3	326.5	1.3	2.4	342.5	1.5	1.2	0.50
	MS4	66.9	2.2	313.5	1.3	2.2	342.5	1.3	1.1	0.50
底层	O1	30.1	5.2	204.8	1.6	5.4	343.1	2.1	0.1	-0.03
	K1	350.1	6.2	164.8	1.9	6.5	163.1	11.3	0.2	-0.03
	M2	255.8	9.0	2.1	3.9	9.1	171.6	2.5	3.7	-0.41
	S2	242.8	4.2	349.1	1.8	4.3	171.6	2.0	1.7	-0.41
	M4	142.5	8.8	218.4	1.1	8.8	1.7	2.5	1.0	-0.12
	MS4	129.5	8.3	205.4	1.0	8.3	1.7	2.2	1.0	-0.12
垂线 平均	O1	39.8	3.8	229.6	1.1	4.0	343.6	2.9	0.2	0.05
	K1	359.8	4.6	189.6	1.4	4.8	343.6	0.0	0.2	0.05
	M2	276.8	11.2	26.1	3.2	11.2	174.2	3.3	3.0	-0.26
	S2	263.8	5.2	13.1	1.5	5.3	174.2	2.7	1.4	-0.26
	M4	131.3	3.4	292.4	0.4	3.5	353.9	2.3	0.1	-0.04
	MS4	118.3	3.2	279.4	0.4	3.3	353.9	2.0	0.1	-0.04

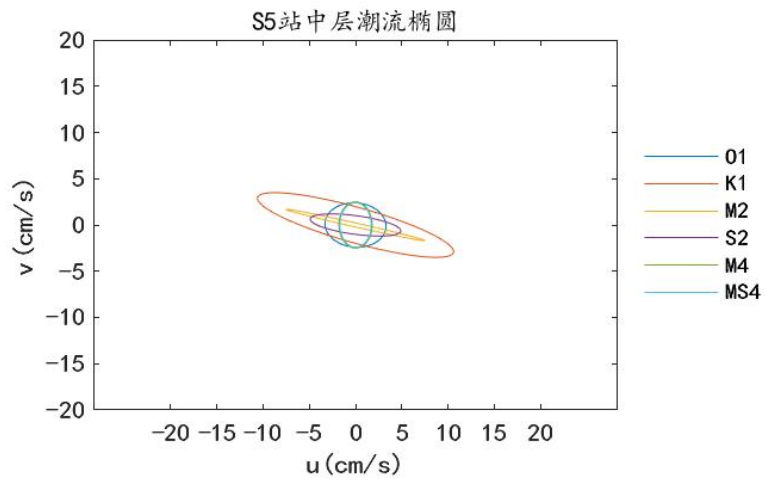
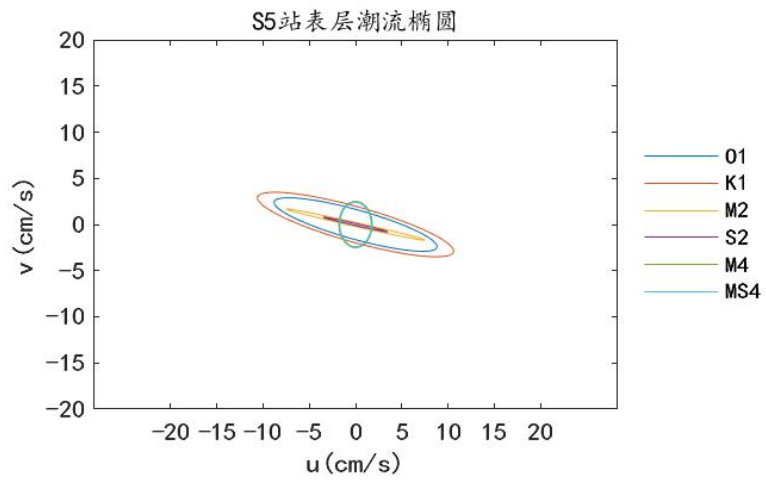
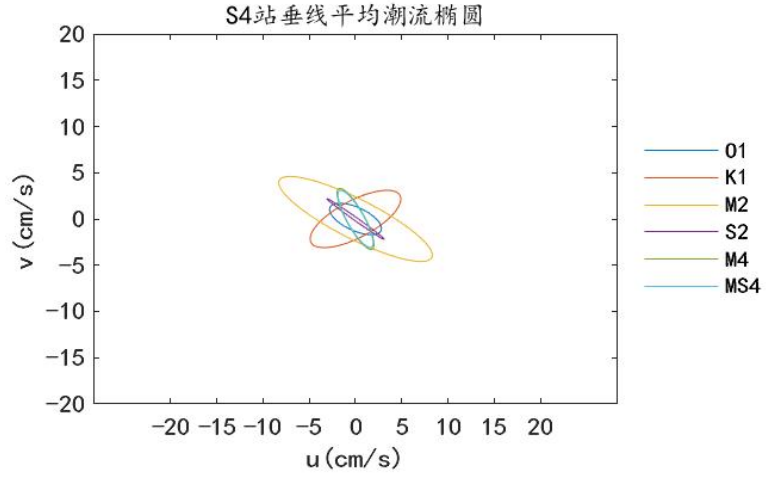


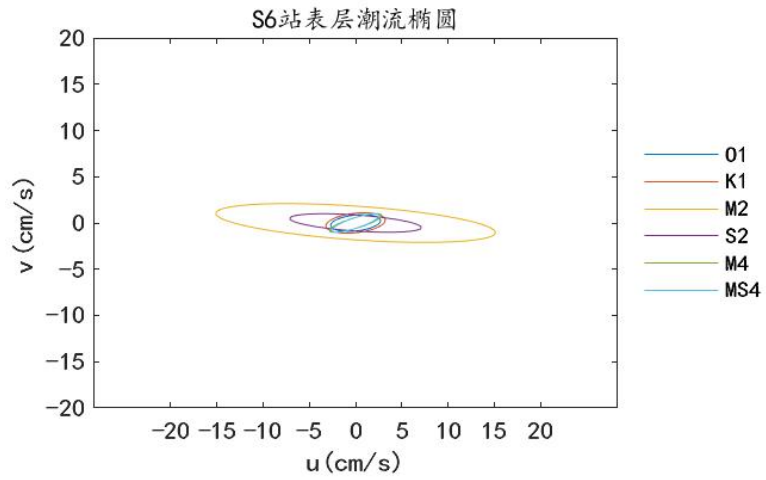
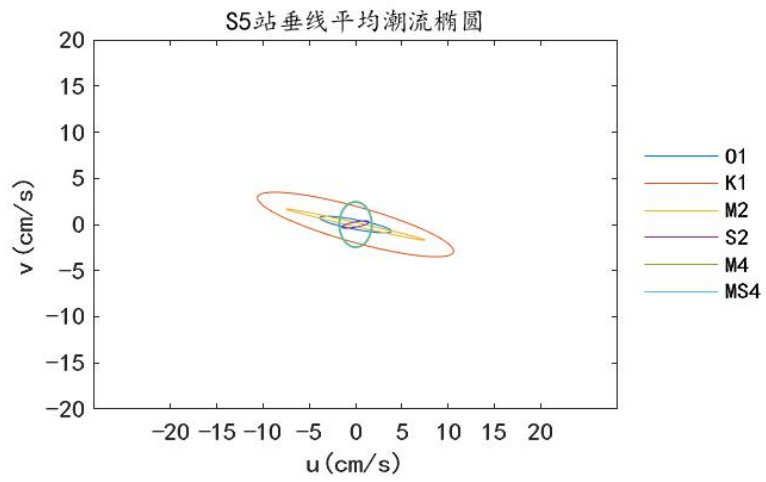
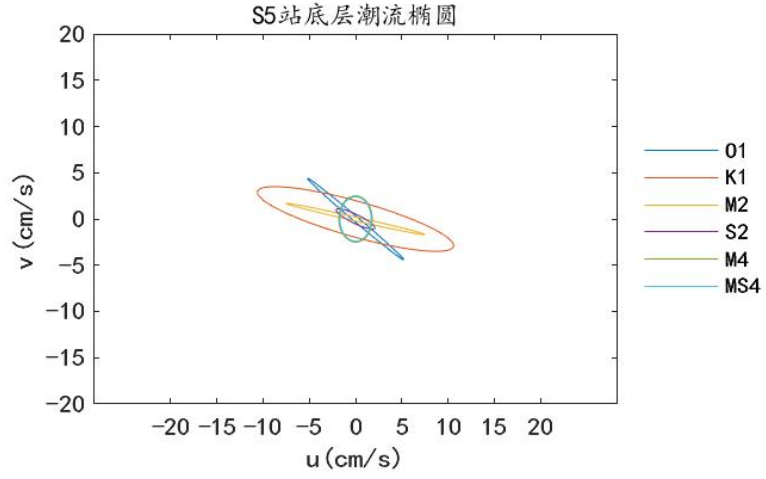












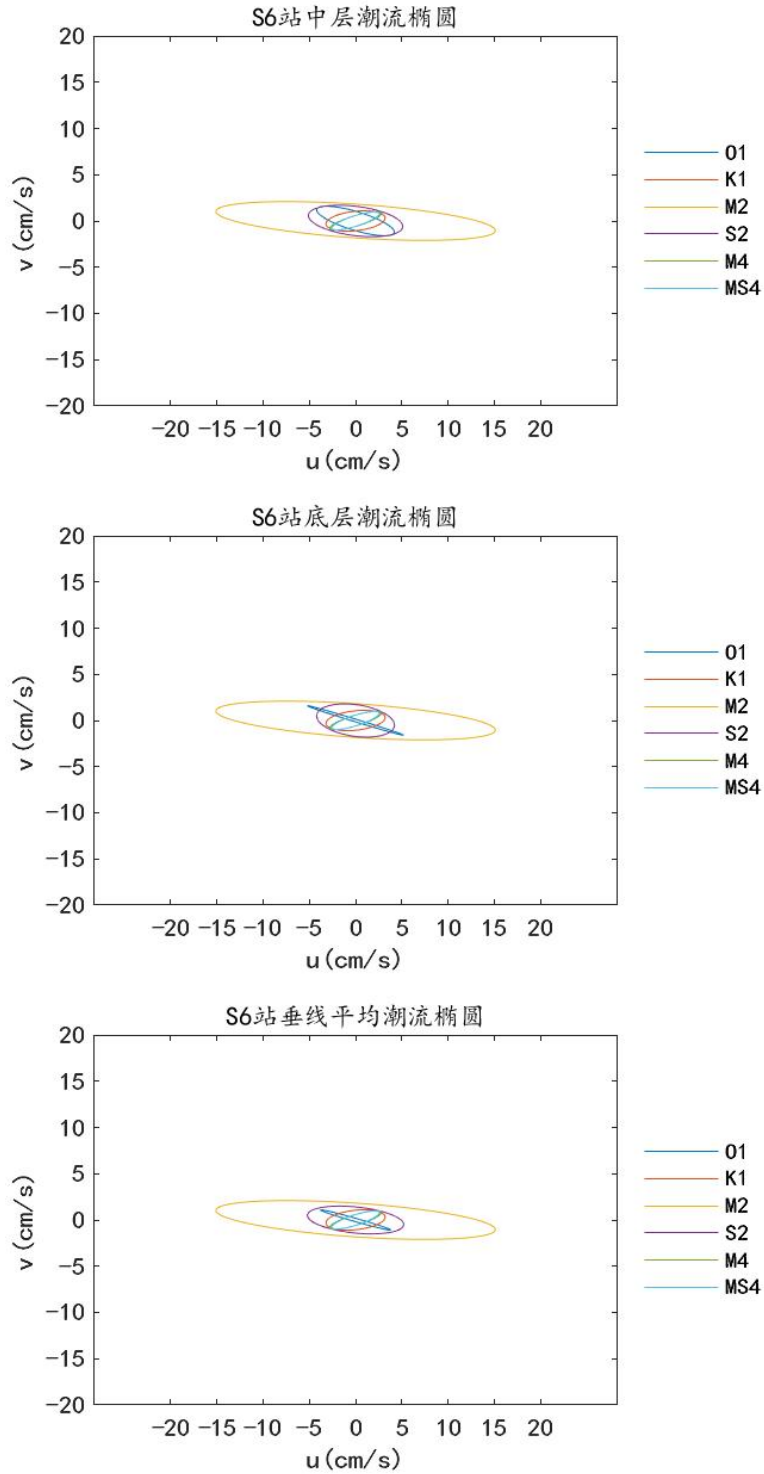


图 6.1.1.1-18 各站位潮流椭圆图

(1) 潮流性质

按照《港口与航道水文规范》的规定，潮流可分为规则、不规则的半日潮流和规则的、不规则的全日潮流，其判别标准为：

$$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2} \leq 0.5 \text{ 为规则半日潮流；}$$

$0.5 < (W_{O1} + W_{K1}) / W_{M2} \leq 2.0$ 为不规则半日潮流；

$2.0 < (W_{O1} + W_{K1}) / W_{M2} \leq 4.0$ 为不规则全日潮流；

$(W_{O1} + W_{K1}) / W_{M2} > 4.0$ 为规则全日潮流；

$(W_{O1} + W_{K1}) / W_{M2}$ 称为潮流类型系数。

通过潮流调和计算分析计算出各实测海流观测站的潮型系数列入表 6.1.1.1-10。

表 6.1.1.1-10 各站潮流类型判别数 $(W_{O1} + W_{K1}) / W_{M2}$

站位号 项目		S1	S2	S3	S4	S5	S6
$(W_{O1} + W_{K1}) / W_{M2}$	表层	1.88	2.66	3.15	1.08	2.63	0.40
	中层	1.88	2.56	2.57	0.67	0.68	0.88
	底层	2.04	2.01	1.99	1.55	3.06	1.31
	垂线平均	1.79	2.50	2.80	0.82	2.63	0.78

根据以上的计算分析，由表 6.1.1.1-10 可见，各观测站各层的 $(W_{O1} + W_{K1}) / W_{M2}$ 值可以看出，本海域主要为不规则全日潮流为主。

(2) 潮流的运动形式

潮流的运动形式分旋转流和往复流，通常以椭圆率 K 的绝对值大小来判断，当 $|K| = 1$ 时，潮流椭圆成圆形，各方向流速相等，为纯旋转流；当 $|K| = 0$ 时，潮流椭圆为一直线，海水在一直线上往返流动，为典型往复流。 $|K|$ 值通常在 0-1 之间， $|K|$ 值越大，旋转流的形式越显著， $|K|$ 值越小，往复流的形式越显著。

潮流的旋转方向，通常是以旋转率 K 前面的符号来判断。 K 前面为“+”，表示潮流逆时针旋转(左旋)， K 前面为“-”，说明潮流是顺时针旋转(右旋)。

表 6.1.1.1-11 给出了两次观测站各层的潮流椭圆要素旋转率 K 值。

表 6.1.1.1-11 各站各层不同分潮流的 K 值表(S1~S6)

项目		分潮					
		O ₁	K ₁	M ₂	S ₂	M ₄	M _{S4}
S1	表层	-0.39	-0.39	0.03	0.03	0.46	0.46
	中层	-0.39	-0.39	0.03	0.03	0.46	0.46
	底层	-0.56	-0.56	-0.22	-0.22	0.24	0.24
	垂线平均	-0.64	-0.64	-0.10	-0.10	0.39	0.39
S2	表层	-0.51	-0.51	-0.31	-0.31	-0.05	-0.05
	中层	-0.12	-0.12	0.08	0.08	0.15	0.15

	底层	-0.20	-0.20	-0.55	-0.55	0.22	0.22
	垂线平均	-0.25	-0.25	-0.23	-0.23	0.09	0.09
S3	表层	-0.39	-0.39	0.14	0.14	0.04	0.04
	中层	-0.12	-0.12	0.08	0.08	0.14	0.14
	底层	-0.20	-0.20	-0.48	-0.48	0.17	0.17
	垂线平均	-0.23	-0.23	-0.20	-0.20	0.07	0.07
S4	表层	-0.37	-0.37	0.23	0.23	-0.26	-0.26
	中层	-0.32	-0.32	-0.04	-0.04	-0.54	-0.54
	底层	0.14	0.14	0.02	0.02	-0.36	-0.36
	垂线平均	-0.41	-0.41	0.05	0.05	-0.40	-0.40
S5	表层	0.17	0.17	0.03	0.03	-0.72	-0.72
	中层	0.75	0.75	-0.20	-0.20	-0.39	-0.39
	底层	0.04	0.04	0.20	0.20	0.31	0.31
	垂线平均	0.14	0.14	-0.20	-0.20	-0.22	-0.22
S6	表层	-0.32	-0.32	-0.12	-0.12	0.20	0.20
	中层	0.24	0.24	-0.31	-0.31	0.50	0.50
	底层	-0.03	-0.03	-0.41	-0.41	-0.12	-0.12
	垂线平均	0.05	0.05	-0.26	-0.26	-0.04	-0.04

由于本海区是不规则日潮流，通过 K 值变化来确定各层潮流的旋转方向，不同站位和不同层次的旋转方向有左旋，也有右旋。

3.潮流可能最大流速

根据《港口与航道水文规范》(JTS145-2015)，对于不规则全日潮流海域和不规则半日潮流海域，潮流的可能最大流速可取下两式计算后的最大值：

$$\vec{V}_{\max} = 1.295\vec{W}_{M_2} + 1.245\vec{W}_{S_2} + \vec{W}_{K_1} + \vec{W}_{O_1} + \vec{W}_{M_4} + \vec{W}_{MS_4}$$

$$\vec{V}_{\max} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} + 1.600\vec{W}_{K_1} + 1.450\vec{W}_{O_1}$$

上式中： \vec{W}_{M_2} 、 \vec{W}_{S_2} 、 \vec{W}_{K_1} 、 \vec{W}_{O_1} 、 \vec{W}_{M_4} 、 \vec{W}_{MS_4} 分别表示 M₂、S₂、O₁、K₁、M₄、MS₄分潮流的最大流速。

按规则半日潮流海区和规则全日潮流海区的公式计算，采用计算所得的大值列入表 6.1.1.1-12。由表可以看出最大值为 S5 站表层的最大可能流速 50.6cm/s，流向 338°，最小值为 S3 站中层的最大可能流速 31.9cm/s，流向 119°。

表 6.1.1.1-12 各站可能最大流速

站位号	项目层次	可能最大流速	
		流速(cm/s)	方向(°)
S1	表层	33.7	154
	中层	32.5	154
	底层	32.3	91
	垂线平均	33.1	141
S2	表层	33.4	151
	中层	33.5	119
	底层	34.4	148
	垂线平均	36.1	118
S3	表层	32.4	156
	中层	31.9	119
	底层	32.3	148
	垂线平均	34.4	150
S4	表层	41.3	161
	中层	37.2	145
	底层	34.3	162
	垂线平均	33.8	142
S5	表层	50.6	338
	中层	40.0	160
	底层	42.2	340
	垂线平均	42.0	173
S6	表层	48.0	181
	中层	45.8	169
	底层	46.6	173
	垂线平均	42.0	172

4.潮流水质点最大可能运移距离

潮流水质点的可能最大运移距离 \bar{L}_{max} 一般按下列公式计算：

$$\bar{L}_{max} = 184.3\bar{W}_{M_2} + 171.2\bar{W}_{S_2} + 274.3\bar{W}_{K_1} + 295.9\bar{W}_{O_1} + 71.2\bar{W}_{M_4} + 69.9\bar{W}_{MS_4}$$

上式中： \bar{W}_{M_2} 、 \bar{W}_{S_2} 、 \bar{W}_{K_1} 、 \bar{W}_{O_1} 、 \bar{W}_{M_4} 、 \bar{W}_{MS_4} 分别表示 M₂、S₂、O₁、K₁、M₄、MS₄ 分潮流的最大流速。

计算结果列入表 6.1.1.1-13。从表中可以看出，S6 站位表层水质点最大运移距离为 9289.9m，方向 345°，其他各站位各层次水质点的运移距离基本均达 3.6~9.2km 之间。

表 6.1.1.1-13 各站水质点可能最大运移距离

站位	层	项 目	可能最大运移距离	
			距离(m)	方向(°)
S1		表层	4472.8	178
		中层	4472.8	178
		底层	3607.4	134
		垂线平均	4100.4	156
S2		表层	5416.8	147
		中层	5315.8	146
		底层	5477.6	146
		垂线平均	5133.1	145
S3		表层	5669.6	161
		中层	5305.3	146
		底层	5485.4	147
		垂线平均	5183.4	150
S4		表层	5604.2	183
		中层	4758.4	153
		底层	6327.8	146
		垂线平均	4768.3	150
S5		表层	9289.9	345
		中层	5776.6	174
		底层	6601.3	323
		垂线平均	3964.1	175
S6		表层	6777.4	179
		中层	6671.0	168
		底层	6896.2	167
		垂线平均	6511.1	169

(5) 余流分析

按准调和和分析得出观测期间各测站余流流速、流向，见表 6.1.1.1-14。

由表可见，该区余流：大潮期各站各层余流均为 0.2~3.7cm/s 之间，最大余流流速发生在 S5 站，其中层最大余流流速 3.7cm/s；最小余流流速发生在 S1 站表层和中层，余流流速为 0.2cm/s。

根据表 6.1.1.1-14 绘出各站各层余流矢量图，如图 6.1.1.1-19~图 6.1.1.1-22。

表 6.1.1.1-14 各站各层余流流速流向

站号	层 次	项目	可能最大流速	
			流速(cm/s)	方向(°)
S1		表层	0.2	136
		中层	0.2	136
		底层	0.6	309
		垂线平均	0.3	351
S2		表层	1.1	327
		中层	0.3	124
		底层	1.6	360
		垂线平均	0.6	359
S3		表层	1.4	300
		中层	0.3	126
		底层	1.6	352
		垂线平均	0.5	333
S4		表层	1.6	297
		中层	0.9	133
		底层	1.9	314
		垂线平均	0.4	302
S5		表层	3.6	347
		中层	3.7	162
		底层	2.0	342
		垂线平均	0.5	151
S6		表层	1.2	132
		中层	1.6	81
		底层	2.6	137
		垂线平均	1.6	112

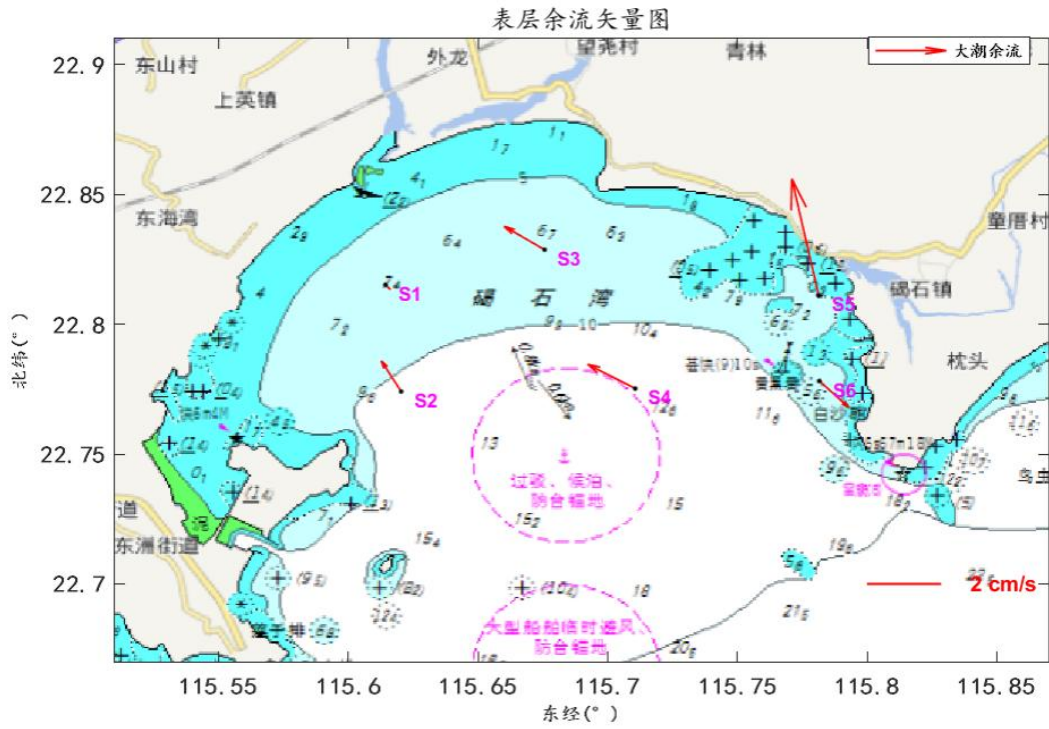


图 6.1.1.1-19 各站位表层矢量图

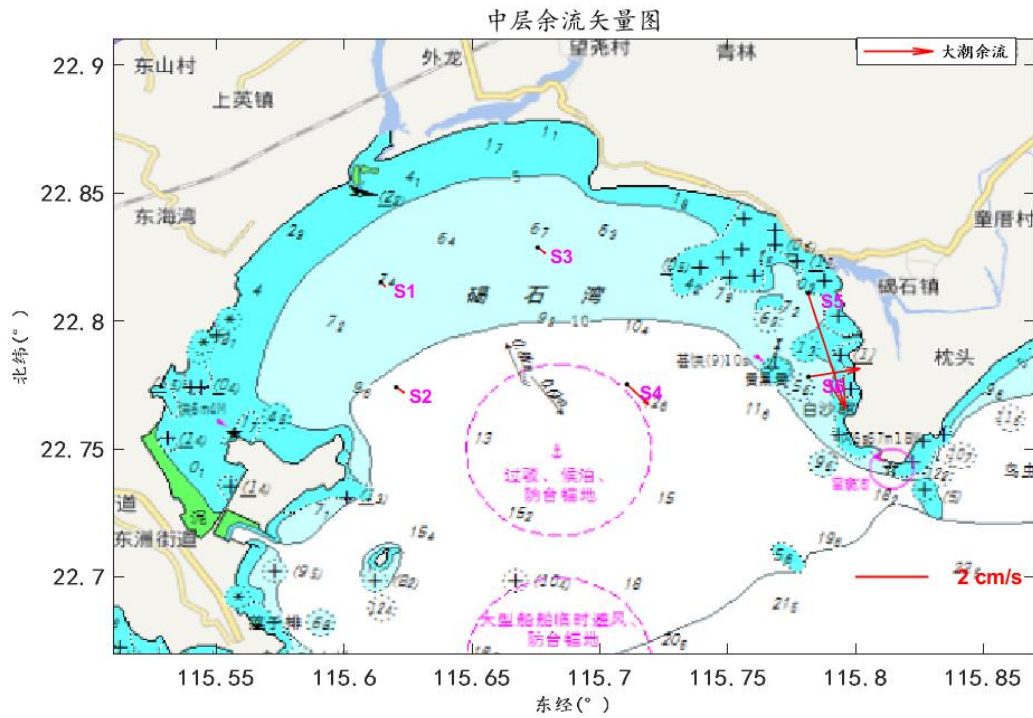


图 6.1.1.1-20 各站位中层矢量图

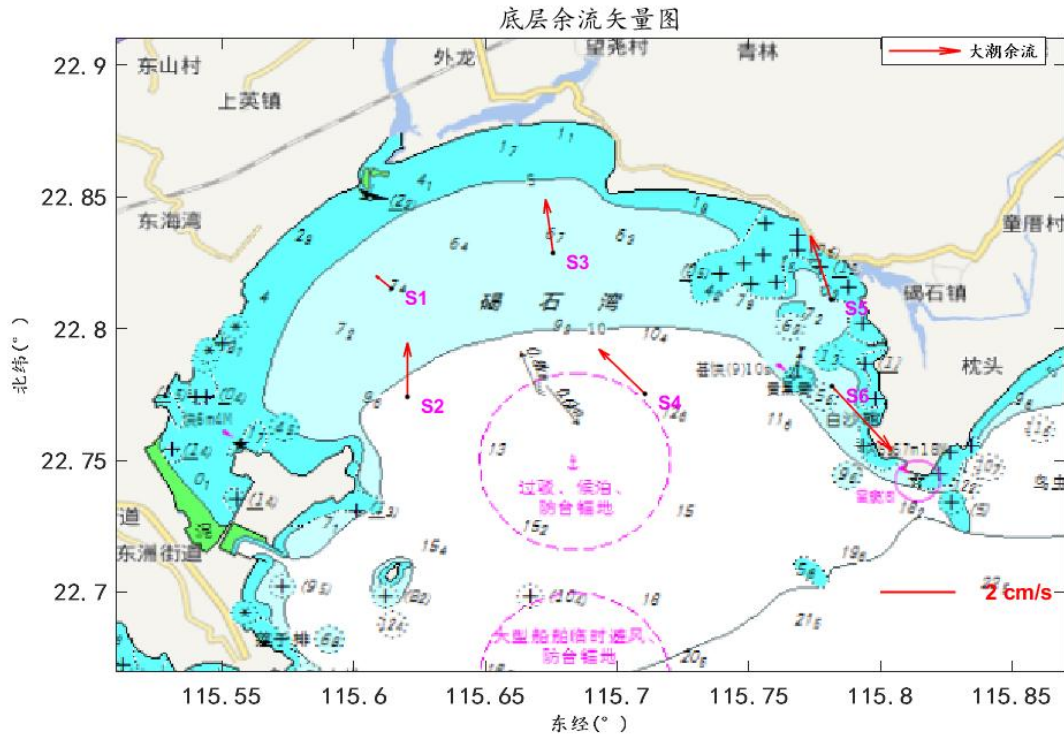


图 6.1.1.1-21 各站位底层矢量图

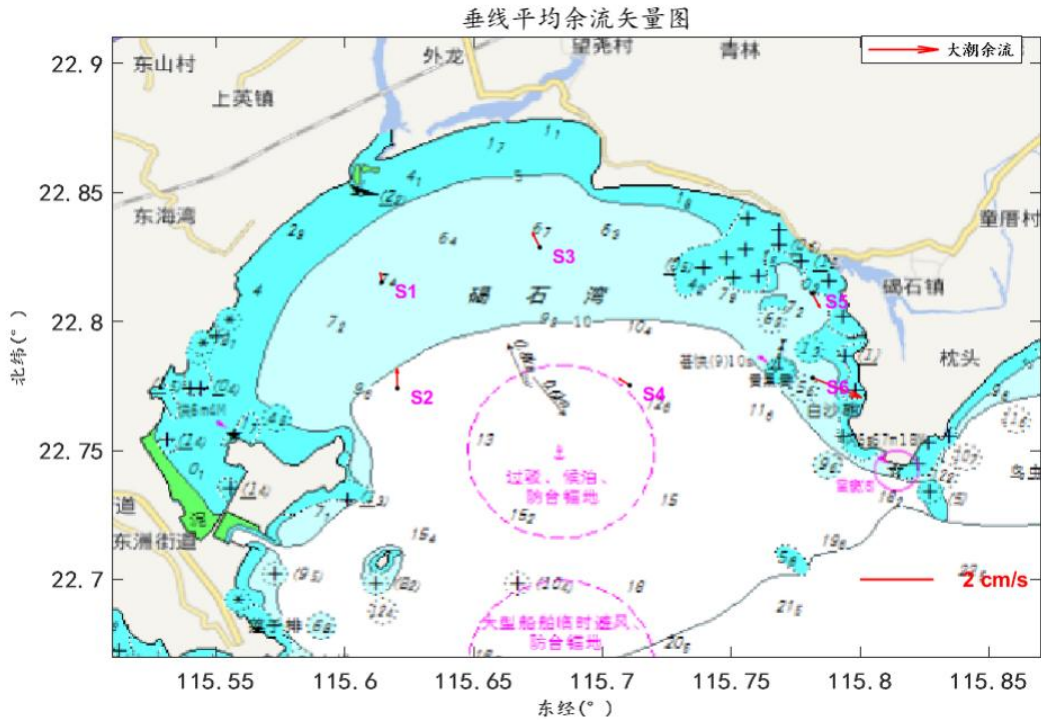


图 6.1.1.1-22 各站位垂线平均矢量图

4.含沙量

水体中的悬浮泥沙称为悬沙，悬沙的吸附作用使之成为污染物的载体之一，对 Cu, Zn 等重金属元素的吸附作用较强，通过悬沙吸附和运移能将重金属元素

运输异地，减少当地重金属元素的积累和污染，若悬沙浓度高，又多为过境悬沙，则对减轻重金属元素的污染是有利的。但悬沙浓度高，水体浑浊，透光性差，不利于水生生物生长。因此，悬沙是水环境评价中的一个复杂因子，其变化也很复杂，随机性较大。

对本次观测 S1~S6 号站位实测含沙量资料进行分析，绘制含沙量过程曲线，见图 6.1.1.1-23~图 6.1.1.1-28。

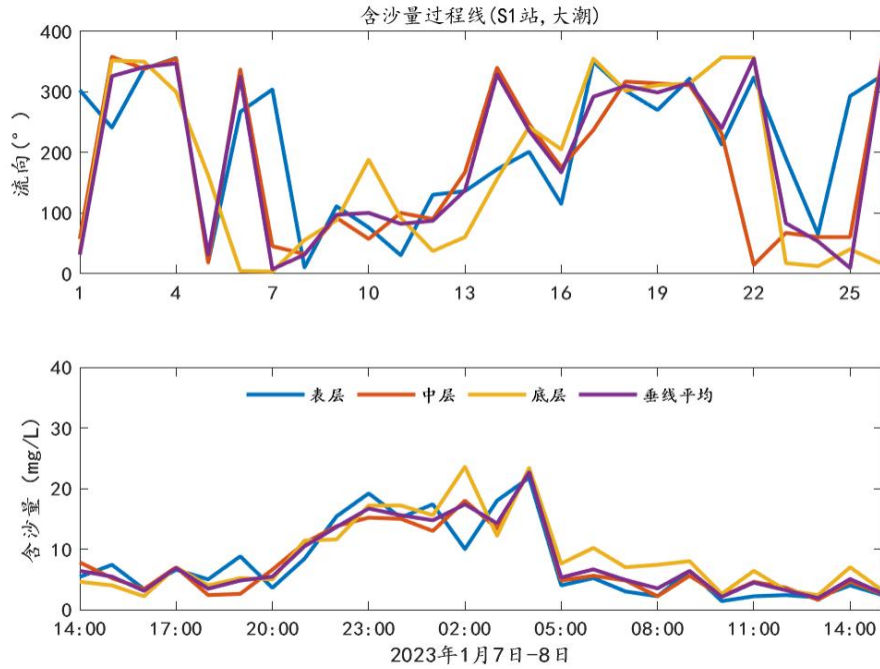


图 6.1.1.1-23 S1 站含沙量过程曲线

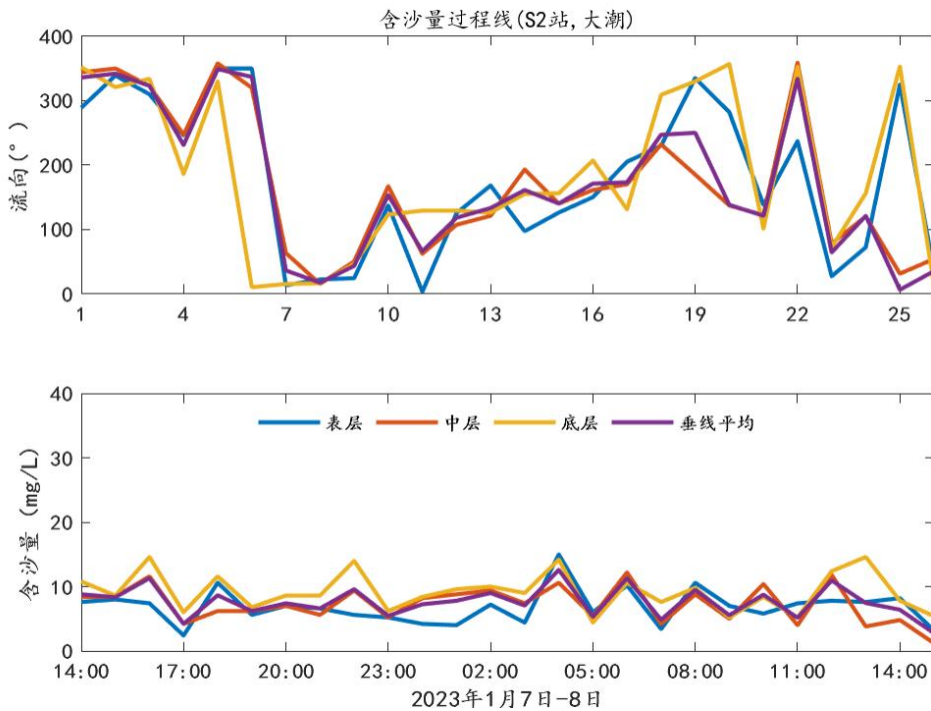


图 6.1.1.1-24 S2 站含沙量过程曲线

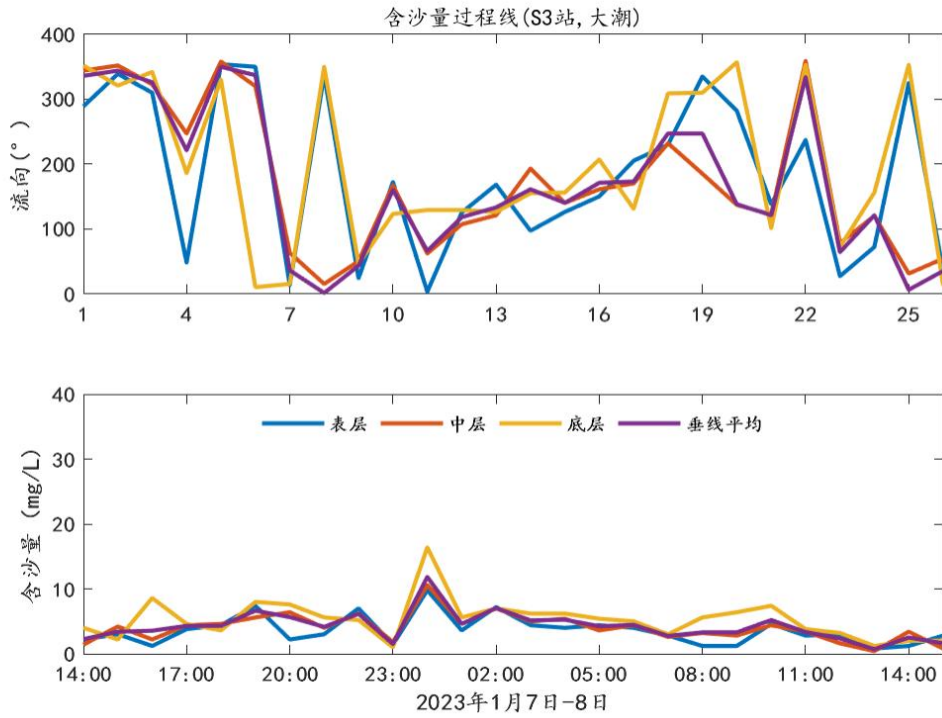


图 6.1.1.1-25 S3 站含沙量过程曲线

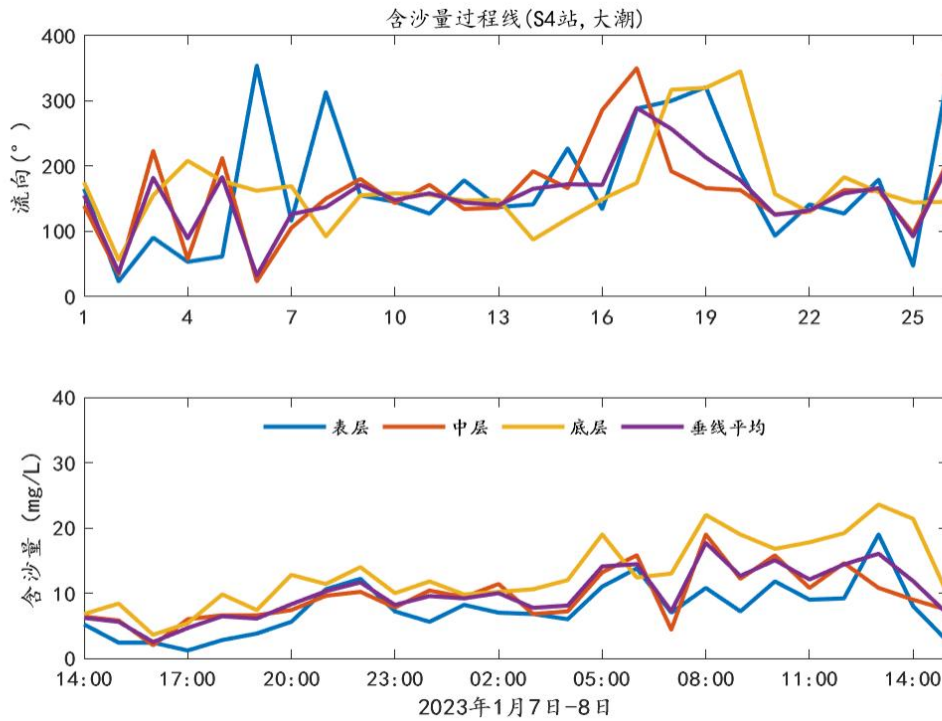


图 6.1.1.1-26 S4 站含沙量过程曲线

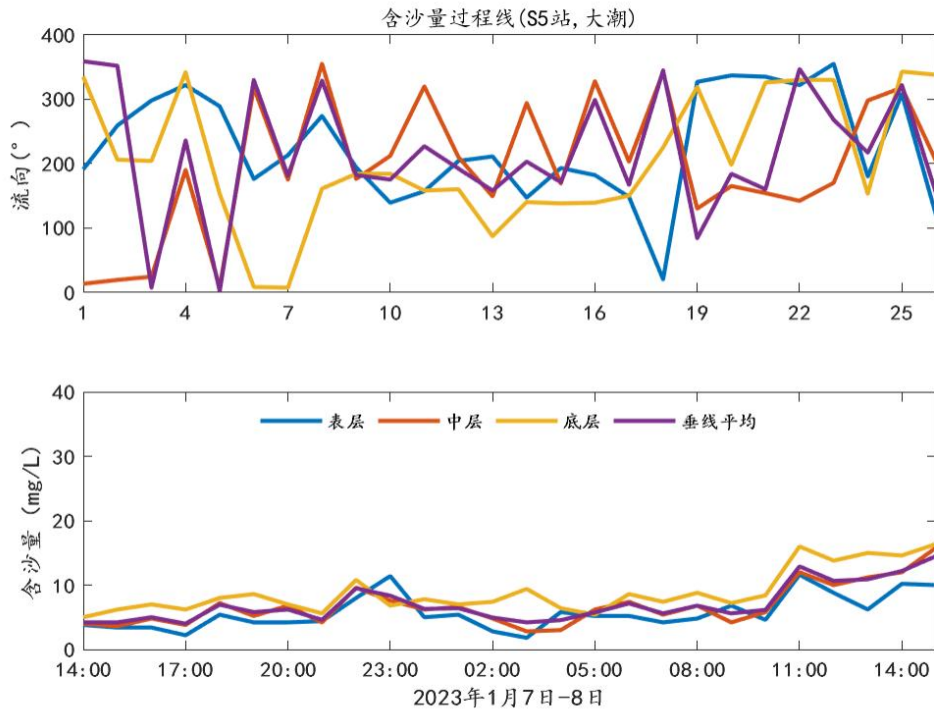


图 6.1.1.1-27 S5 站含沙量过程曲线

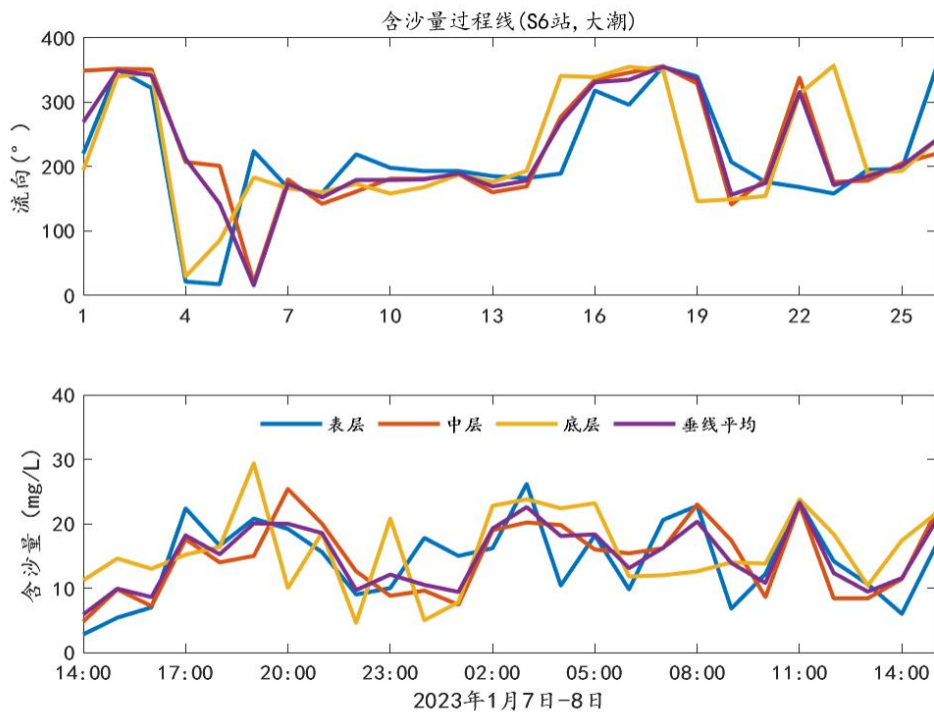


图 6.1.1.1-28 S6 站含沙量过程曲线

大潮期各站位极值含沙量如表 6.1.1.1-15 所示，涨潮期最大含沙量最大为 23.82 mg/L，出现在 S1 站底层；落潮期最大含沙量最大为 29.42 mg/L，出现在

S6 站底层，观测期间各站位各层次含沙量在 1.22-29.42mg/L，平均含沙量在 2.89-17.18 mg/L。在时间序列上，各站位三层含沙量的变化趋势规律不明显；在垂向上，各层含沙量量级大小接近，总的来说底层含沙量略大于表层和中层。

表 6.1.1.1-15 实测含沙量统计表 单位：mg/L

站	层 次	含沙量					
		最大含沙量(mg/L)		最小含沙量(mg/L)		平均含沙量(mg/L)	
		涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮
S1	表层	21.82	19.22	1.42	2.02	5.41	11.82
	中层	22.82	18.02	2.22	1.62	6.47	8.74
	底层	23.42	23.62	2.22	2.42	7.82	9.69
	垂线平均	22.72	17.42	2.12	1.92	6.78	9.91
S2	表层	10.62	15.02	2.42	3.22	7.39	6.59
	中层	11.62	12.22	4.02	1.22	6.76	7.45
	底层	14.62	14.62	4.42	5.42	8.58	10.02
	垂线平均	11.32	12.62	4.22	2.77	7.47	7.82
S3	表层	7.42	7.22	1.22	0.82	2.89	3.81
	中层	5.62	10.62	1.42	0.42	3.73	4.24
	底层	8.62	16.42	2.02	1.02	4.59	5.72
	垂线平均	6.67	11.87	2.27	0.72	3.78	4.63
S4	表层	13.82	19.02	2.62	1.22	7.75	7.50
	中层	15.82	19.02	2.02	5.82	8.05	10.03
	底层	22.02	23.62	5.42	3.62	14.87	12.38
	垂线平均	17.72	16.07	6.82	4.67	11.56	10.11
S5	表层	11.62	11.42	2.22	1.82	6.22	5.52
	中层	12.02	15.82	2.82	3.02	6.09	7.47
	底层	16.42	15.02	5.02	5.42	10.50	7.93
	垂线平均	12.92	14.52	4.22	4.02	6.74	7.08
S6	表层	22.82	26.22	5.42	2.82	15.51	13.92
	中层	23.02	25.42	4.82	7.42	14.51	14.44
	底层	23.82	29.42	11.82	4.62	17.18	15.26
	垂线平均	23.32	22.62	8.62	9.42	16.26	14.65

5.水温

对各站各层次实测水温资料进行分析，绘制水温过程曲线，见图 6.1.1.1-29~图 6.1.1.1-34。

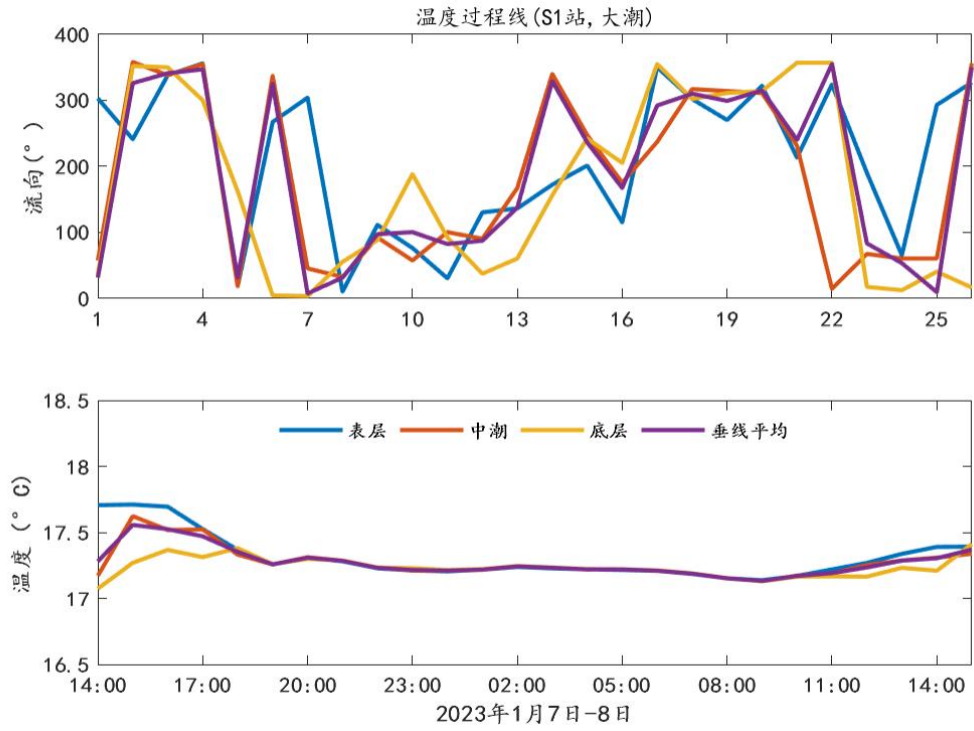


图 6.1.1.1-29 S1 站温度过程曲线

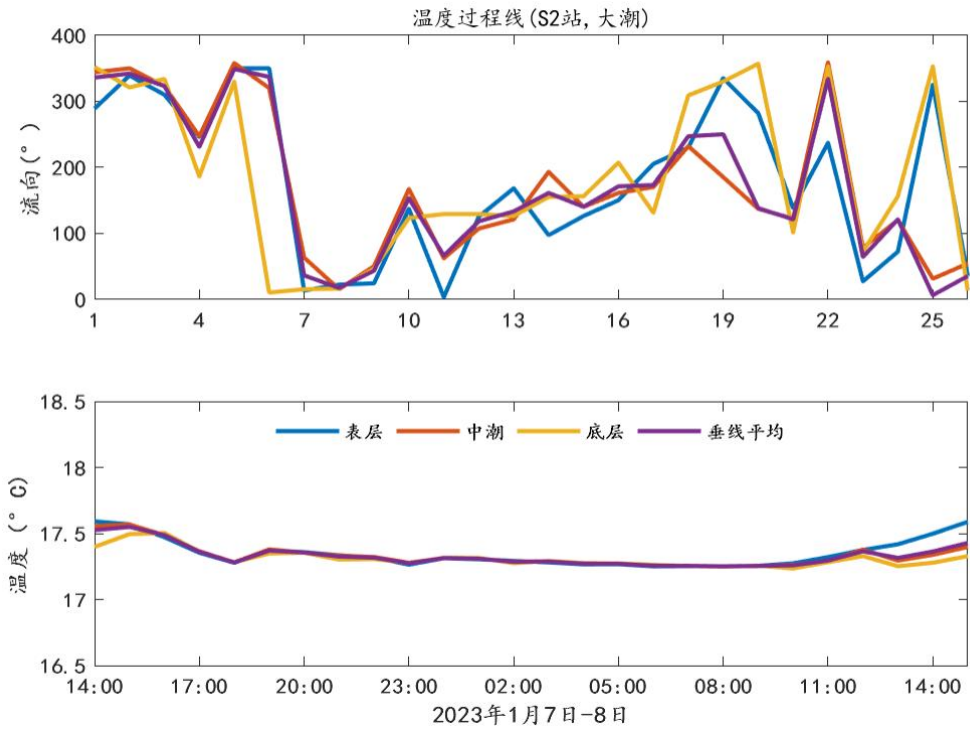


图 6.1.1.1-30 S2 站温度过程曲线

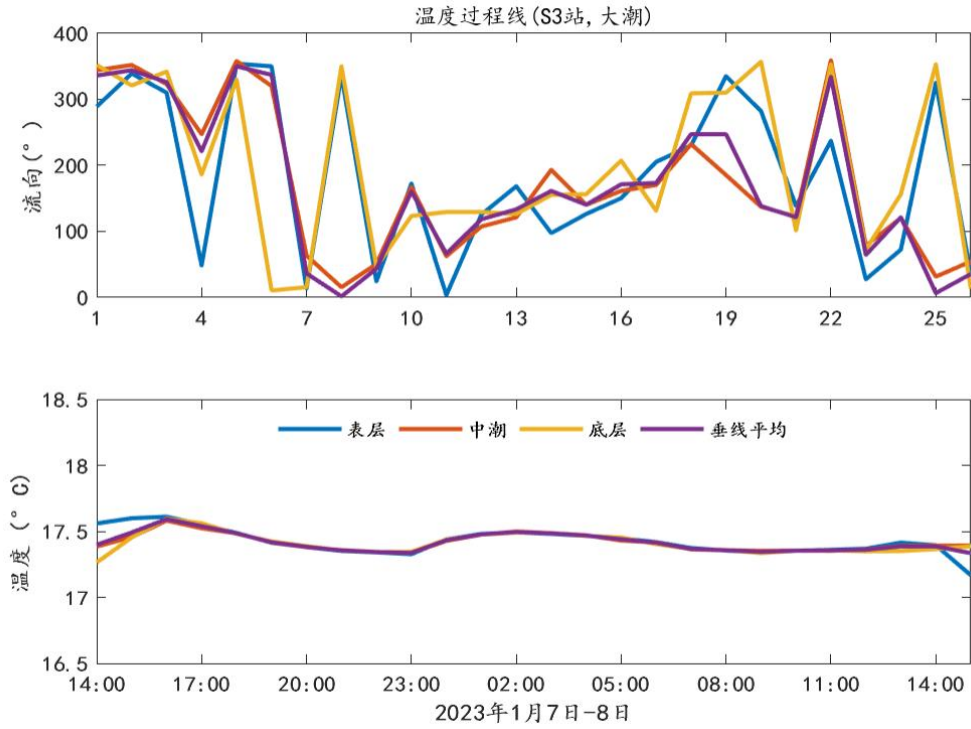


图 6.1.1.1-31 S3 站温度过程曲线

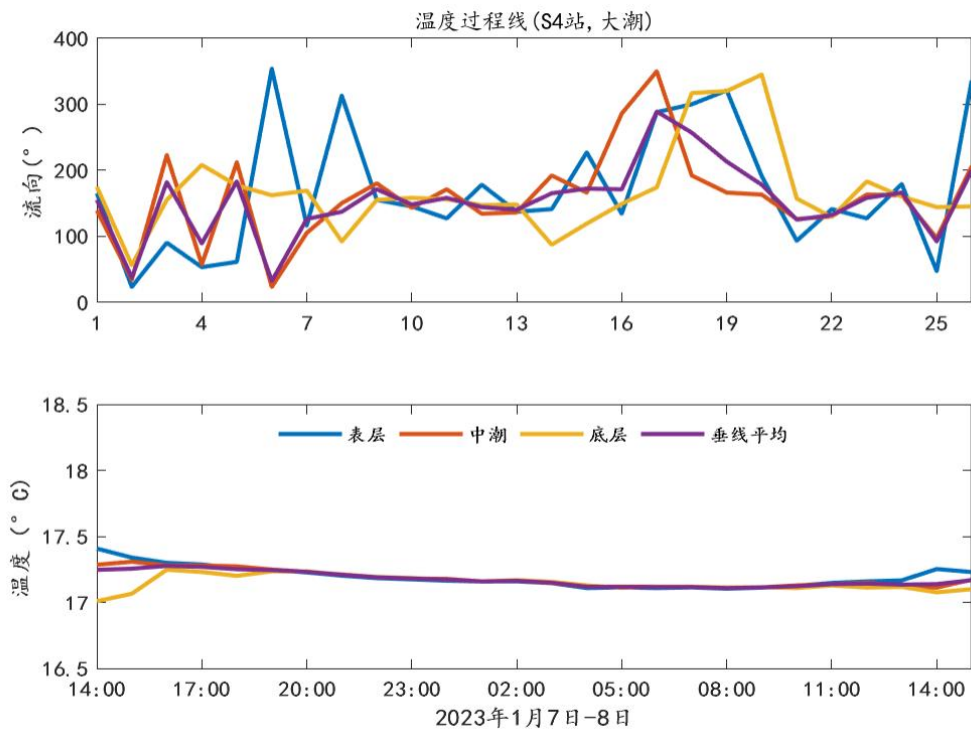


图 6.1.1.1-32 S4 站温度过程曲线

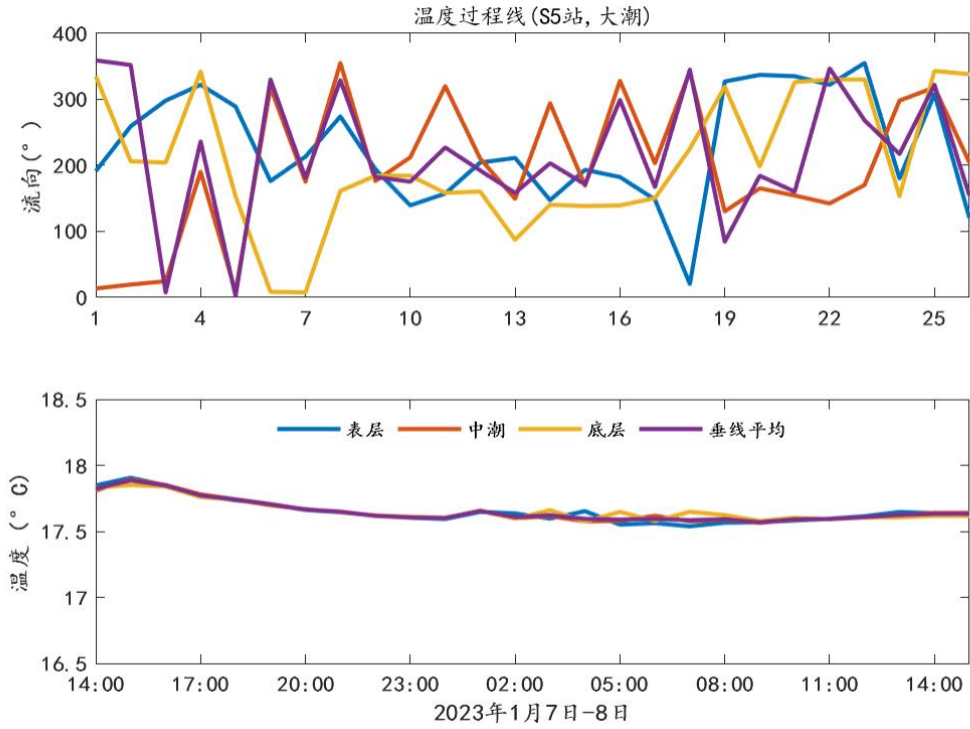


图 6.1.1.1-33 S5 站温度过程曲线

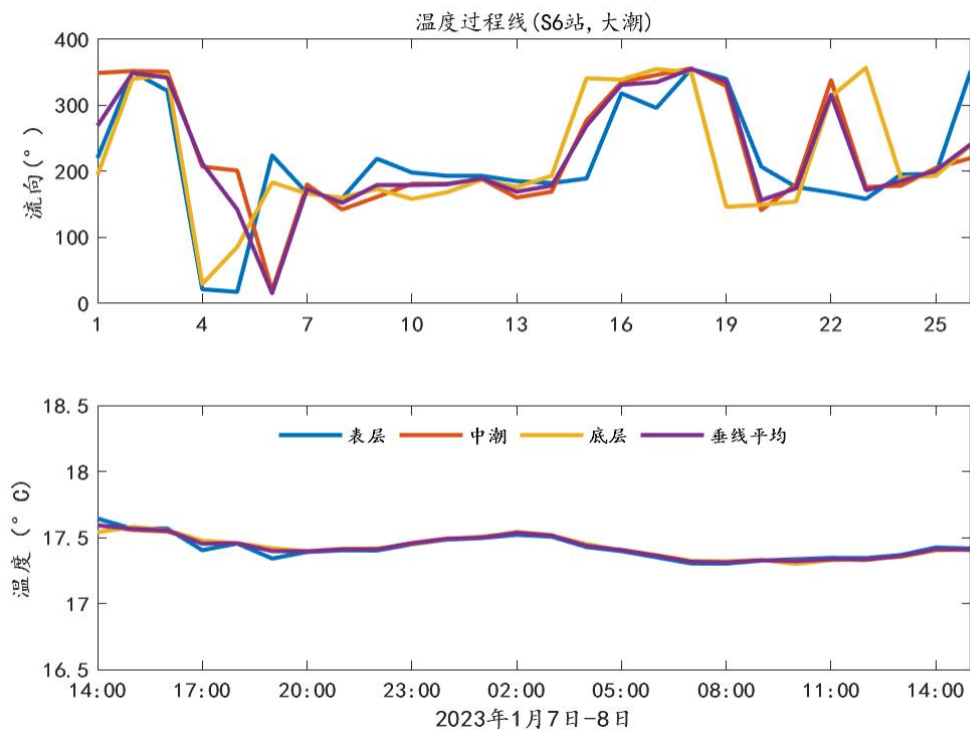


图 6.1.1.1-34 S6 站温度过程曲线

(1) 水温统计

大潮期各站位极值温度如表 6.1.1.1-16 所示，观测期间各站位各层次水温在

17.01-17.91°C, 平均水温在 17.13-17.71°C, 从表层到底层水温呈现一定的降低趋势, 涨潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均水温分别为 17.56°C、17.55°C、17.59°C、17.17°C、17.89°C、17.57°C, 落潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均水温分别为 17.35°C、17.43°C、17.50°C、17.27°C、17.77°C、17.54°C。

表 6.1.1.1-16 温度统计表单位: °C

站 位	层 次	项 目	水 温					
			最大水温(°C)		最小水温(°C)		平均水温	
			涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮
S1	表层	17.71	17.37	17.14	17.21	17.35	17.25	
	中层	17.62	17.33	17.13	17.17	17.30	17.25	
	底层	17.37	17.41	17.13	17.07	17.22	17.24	
	垂线平均	17.56	17.35	17.13	17.21	17.28	17.25	
S2	表层	17.59	17.59	17.25	17.27	17.37	17.34	
	中层	17.57	17.40	17.26	17.25	17.39	17.31	
	底层	17.51	17.36	17.25	17.24	17.33	17.30	
	垂线平均	17.55	17.43	17.25	17.26	17.38	17.31	
S3	表层	17.61	17.55	17.34	17.17	17.44	17.41	
	中层	17.58	17.50	17.36	17.34	17.45	17.40	
	底层	17.60	17.49	17.27	17.34	17.40	17.41	
	垂线平均	17.59	17.50	17.36	17.34	17.45	17.41	
S4	表层	17.25	17.41	17.11	17.12	17.15	17.21	
	中层	17.28	17.31	17.12	17.11	17.18	17.18	
	底层	17.23	17.25	17.11	17.01	17.15	17.15	
	垂线平均	17.17	17.27	17.11	17.11	17.13	17.18	
S5	表层	17.85	17.91	17.54	17.55	17.65	17.66	
	中层	17.90	17.78	17.58	17.57	17.69	17.62	
	底层	17.83	17.85	17.59	17.58	17.66	17.66	
	垂线平均	17.89	17.77	17.59	17.57	17.71	17.63	
S6	表层	17.57	17.64	17.30	17.33	17.42	17.43	
	中层	17.59	17.54	17.31	17.33	17.43	17.43	
	底层	17.58	17.54	17.32	17.30	17.43	17.43	
	垂线平均	17.57	17.54	17.31	17.32	17.41	17.43	

6.盐度

对各站各层次实测盐度资料进行分析, 绘制盐度过程曲线, 见图 6.1.1.1-35~图 6.1.1.1-40。

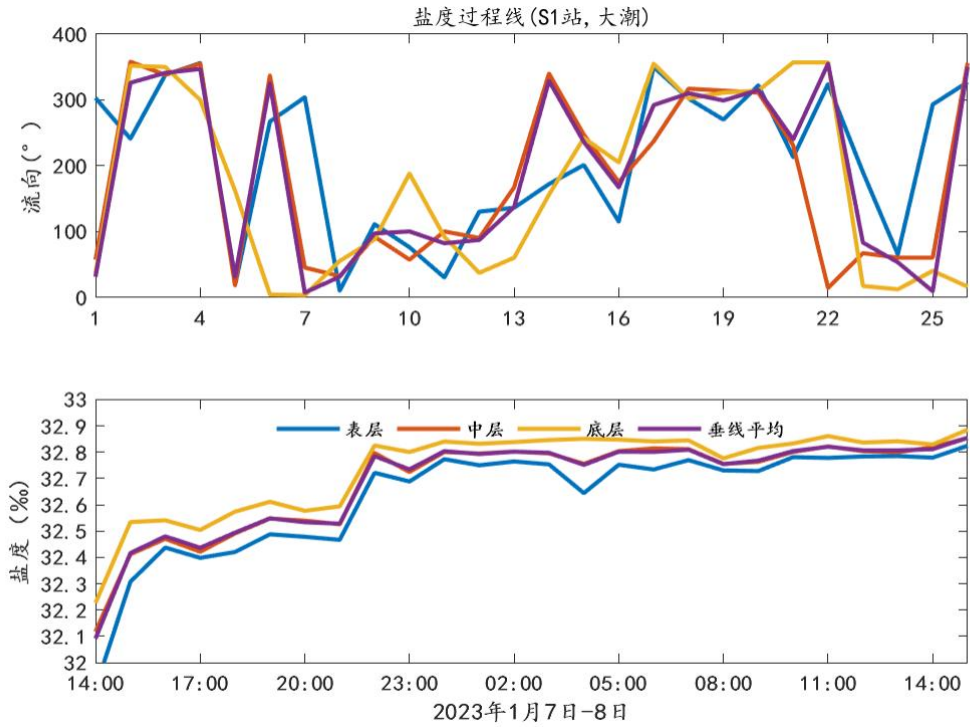


图 6.1.1.1-35 S1 站盐度过程曲线

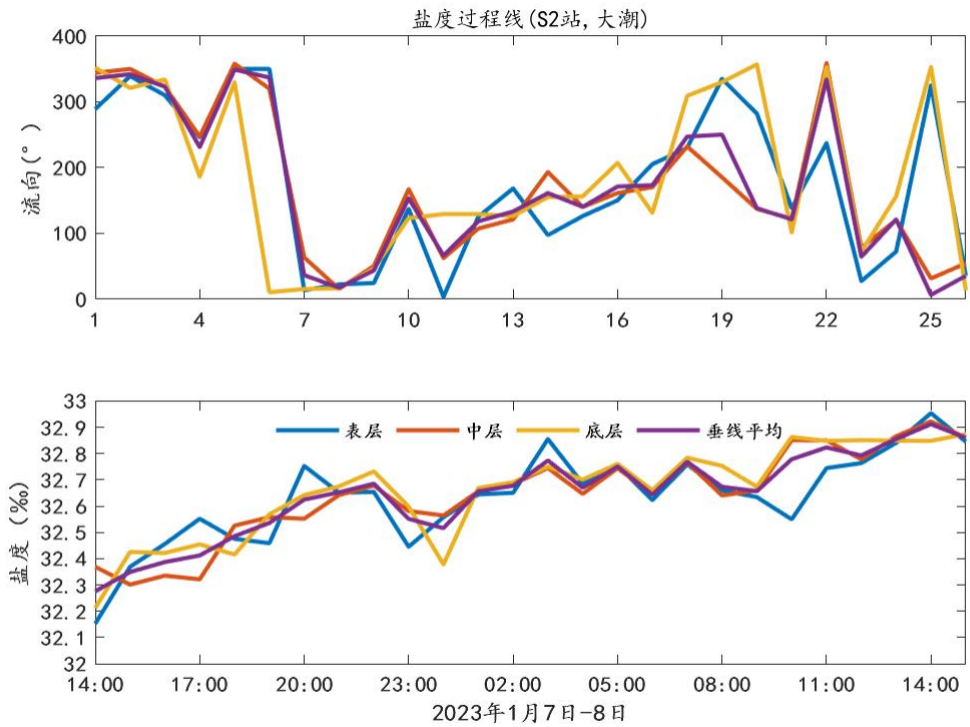


图 6.1.1.1-36 S2 站盐度过程曲线

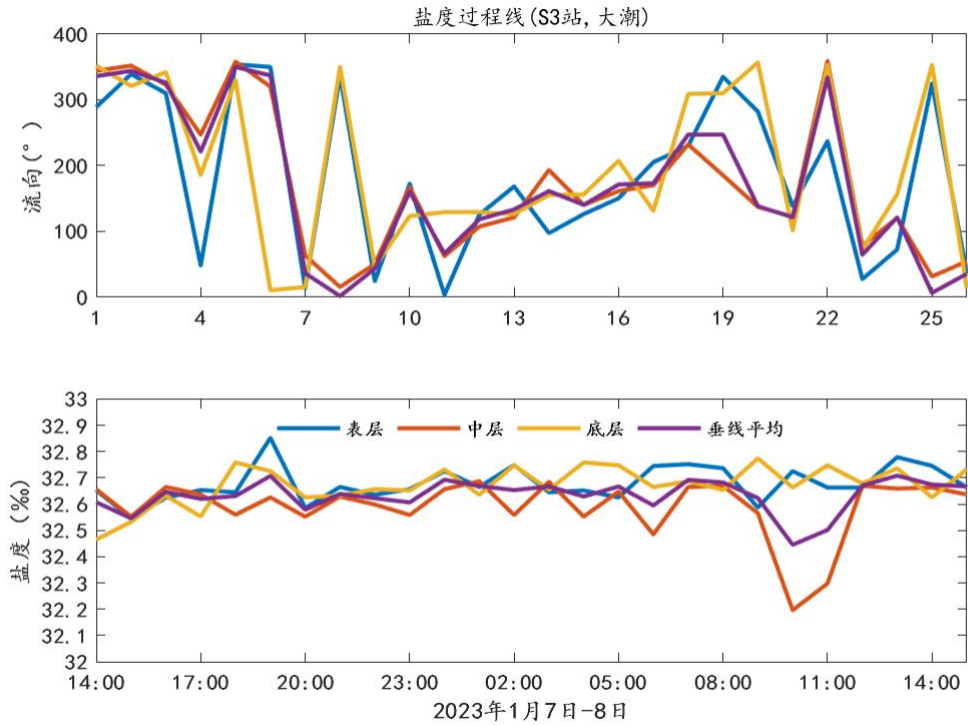


图 6.1.1.1-37 S3 站盐度过程曲线

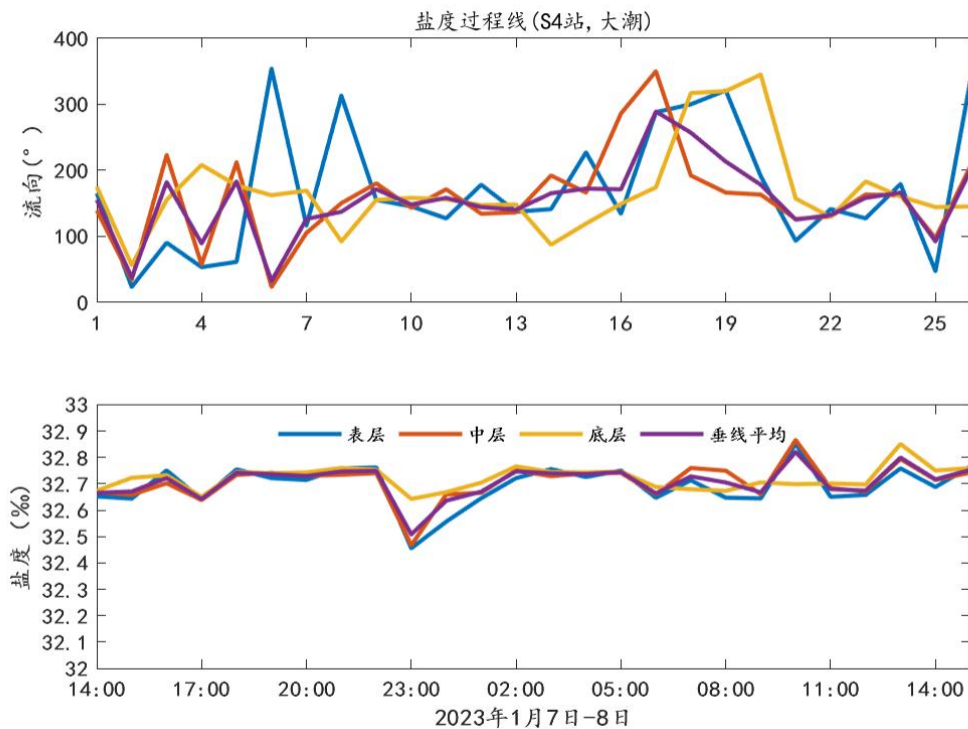


图 6.1.1.1-38 S4 站盐度过程曲线

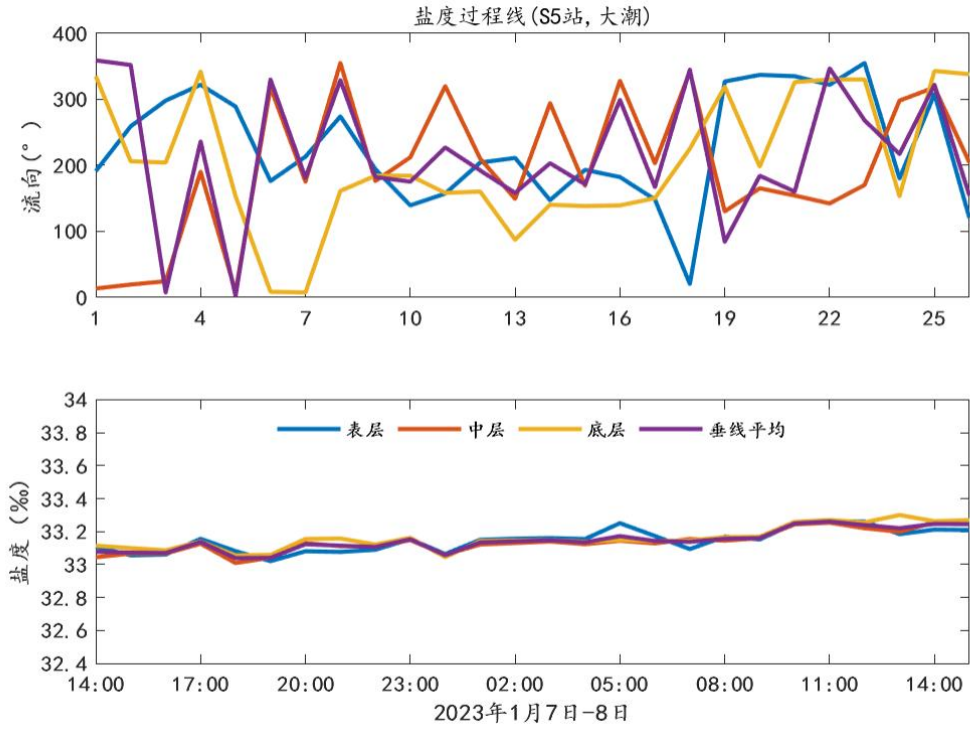


图 6.1.1.1-39 S5 站盐度过程曲线

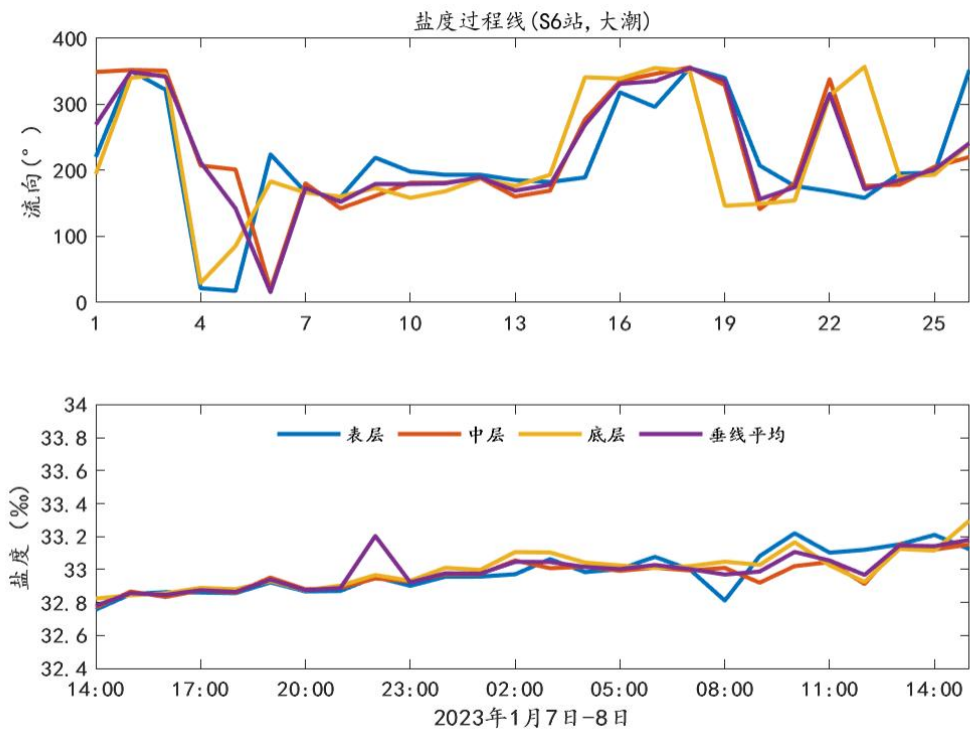


图 6.1.1.1-40 S6 站盐度过程曲线

(1) 盐度统计

本次测量盐度数据报表见附表五。大潮期各站位极值盐度如表 6.1.1.1-17 所

示,观测期间各站位各层次盐度在 31.90-33.30‰,各层平均盐度在 32.52-33.16‰。涨潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均盐度分别为 32.85、32.82、32.71、32.75、33.26、33.05,落潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均盐度分别为 32.81、32.86、32.71、32.82、33.25、33.20。

表 6.1.1.1-17 盐度统计表 单位:‰

站 位 号	项 目 次	盐度					
		最大盐度(‰)		最小盐度(‰)		平均盐度(‰)	
		涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮
S1	表层	32.82	32.79	31.90	32.42	32.60	32.71
	中层	32.85	32.82	32.41	32.12	32.68	32.69
	底层	32.86	32.89	32.50	32.23	32.75	32.75
	垂线平均	32.85	32.81	32.42	32.09	32.70	32.68
S2	表层	32.95	32.86	32.15	32.45	32.57	32.70
	中层	32.85	32.92	32.30	32.55	32.53	32.71
	底层	32.85	32.87	32.21	32.38	32.61	32.71
	垂线平均	32.82	32.86	32.28	32.52	32.52	32.70
S3	表层	32.85	32.78	32.55	32.59	32.68	32.67
	中层	32.69	32.69	32.30	32.20	32.59	32.58
	底层	32.77	32.76	32.47	32.63	32.66	32.69
	垂线平均	32.71	32.71	32.50	32.45	32.63	32.63
S4	表层	32.77	32.85	32.64	32.46	32.70	32.69
	中层	32.76	32.87	32.66	32.47	32.72	32.70
	底层	32.71	32.85	32.65	32.64	32.68	32.73
	垂线平均	32.75	32.82	32.66	32.51	32.71	32.70
S5	表层	33.26	33.25	33.06	33.02	33.17	33.13
	中层	33.26	33.25	33.01	33.11	33.11	33.16
	底层	33.27	33.30	33.06	33.04	33.20	33.14
	垂线平均	33.26	33.25	33.04	33.06	33.12	33.15
S6	表层	33.12	33.22	32.81	32.76	32.94	33.01
	中层	33.05	33.15	32.77	32.86	32.94	32.98
	底层	33.04	33.30	32.84	32.82	32.96	33.03
	垂线平均	33.05	33.20	32.85	32.86	32.96	33.01

7.气象

本次水文气象观测期间,各潮流站风速风向矢量过程和风速风向玫瑰图如图 6.1.1.1-41至图 6.1.1.1-44 所示。

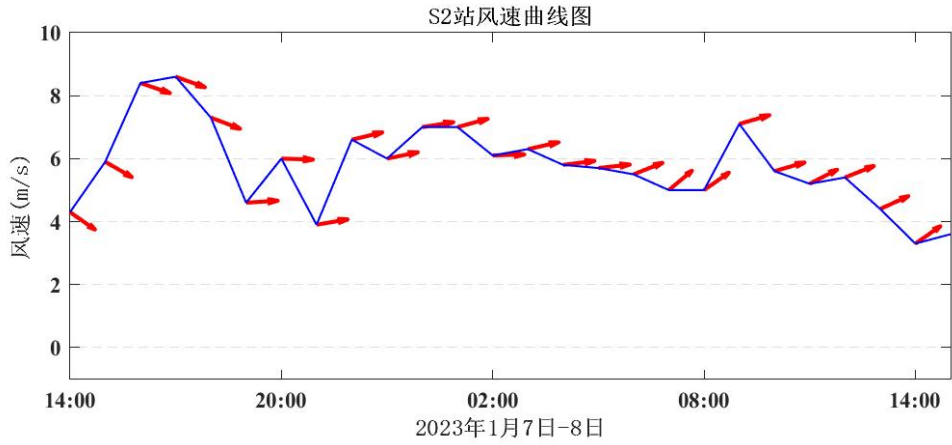


图 6.1.1.1-41 陆丰附近海域观测期间潮流 S2 站风速风向矢量过程图

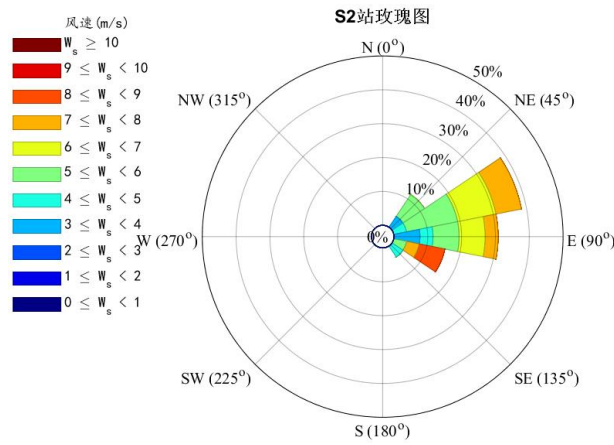


图 6.1.1.1-42 陆丰附近海域观测期间潮流 S2 站风速风向玫瑰图

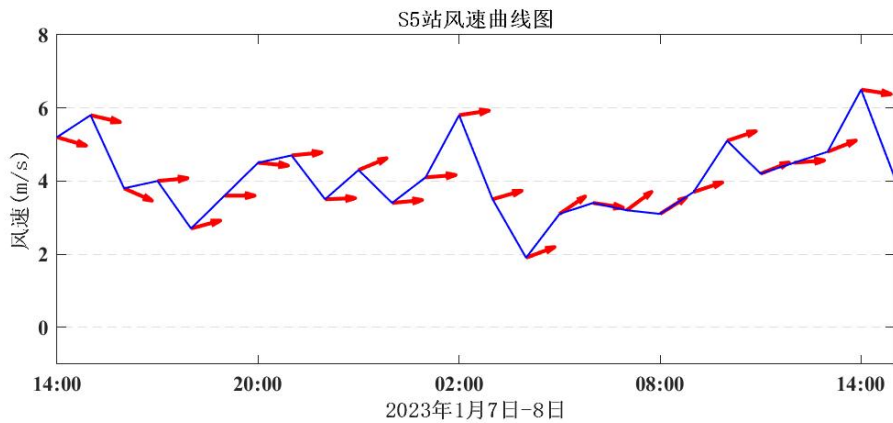


图 6.1.1.1-43 陆丰附近海域观测期间潮流 S5 站风速风向矢量过程图

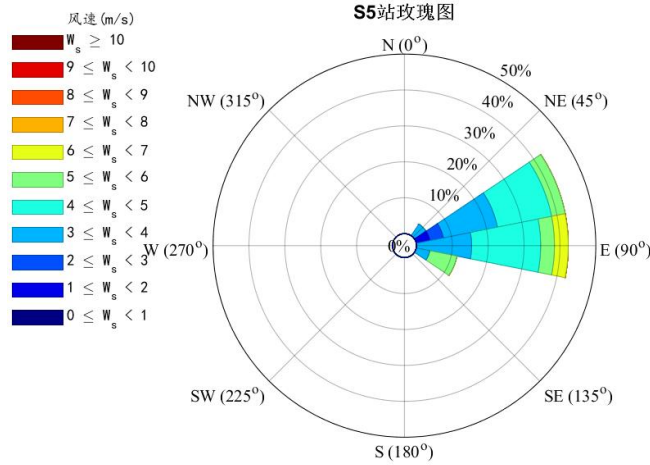


图 6.1.1.1-44 陆丰附近海域观测期间潮流 S5 站风速风向玫瑰图

由图 6.1.1.1-41~6.1.1.1-44 可知：观测期间，S2 站风速范围为 3.3~8.6m/s，平均风速 5.75m/s，风向 ENE 向风为主，频率为 38.46%；S5 站风速范围为 1.9m/s~6.5m/s，平均风速 4.10m/s，风向以 ENE 和 E 向为主，频率均高达 42.31%。

6.1.1.2 结论

潮汐：本次在工程海区域设置 3 个临时潮位站，位于 C1、C2 和 C3 站位，进行与海流观测同步的潮位观测，观测使用仪器为潮位仪，观测频次为每 10min 一次。根据对潮位测站 C1、C2 和 C3 站 2023 年 1 月 7 日 14:00 至 2023 年 1 月 8 日 15:00 的潮位数据进行特征值统计，其中 C1 站位最高潮位为 78.2cm，最低潮位为-73.8cm，最大潮差为 103cm，最小潮差为 83cm，平均潮差为 93cm；C2 站位最高潮位为 76.2cm，最低潮位为-73.8cm，最大潮差为 98cm，最小潮差为 69cm，平均潮差为 84cm；C3 站位最高潮位为 72.9cm，最低潮位为-66.1cm，最大潮差为 85cm，最小潮差为 57cm，平均潮差为 71cm。

海流：S1~S6 测站实测海流表现为往复性流动，S1~S4 站位海流主流向均为偏 W 为涨潮流向，偏 E 向为落潮流向，S5 和 S6 站位海流主流向均为偏 N 为涨潮流向，偏 S 向为落潮流向。本次观测期间，S1 站涨潮流平均流速最大为 10.5cm/s，出现在表层，流向为 294°，落潮流平均流速最大为 9.3cm/s，出现在表层，流向为 98°；S2 站涨潮流平均流速最大为 9.5cm/s，出现在表层，流向为 299°，落潮流平均流速最大为 8.9cm/s，出现在中层，流向为 110°；S3 站涨潮流平均流速最大为 9.7cm/s，出现在表层，流向为 309°，落潮流平均流速最大为

8.9cm/s，出现在中层，流向为 110°；S4 站涨潮流平均流速最大为 11.4cm/s，出现在中层，流向为 216°，落潮流平均流速最大为 16.0cm/s，出现在表层，流向为 146°；S5 站涨潮流平均流速最大为 20.4cm/s，出现在表层，流向为 329°，落潮流平均流速最大为 16.2cm/s，出现在中层，流向为 171°；S6 站涨潮流平均流速最大为 17.6cm/s，出现在中层，流向为 350°，落潮流平均流速最大为 19.2cm/s，出现在中层，流向为 182°。

本海域主要为不规则全日潮流为主。由于本海区是不规则全日潮流为主，通过 K 值变化来确定各层潮流的旋转方向，不同站位和不同层次的旋转方向有左旋，也有右旋。本海域可能最大流速最大值为 S5 站表层的最大可能流速 50.6cm/s，流向 338°，最小值为 S3 站中层的最大可能流速 31.9cm/s，流向 119°。S5 站位表层水质点最大运移距离为 9289.9m，方向 345°，其他各站位各层次水质点的运移距离基本均达 3.6~9.2km 之间。大潮期各站各层余流均为 0.2~3.7cm/s 之间，最大余流流速发生在 S5 站，其中层最大余流流速 3.7cm/s；最小余流流速发生在 S1 站表层和中层，余流流速为 0.2cm/s。

含沙量：涨潮期最大含沙量最大为 23.82mg/L，出现在 S1 站底层；落潮期最大含沙量最大为 29.42mg/L，出现在 S6 站底层，观测期间各站位各层次含沙量在 1.22-29.42mg/L，平均含沙量在 2.89-17.18mg/L。在时间序列上，各站位三层含沙量的变化趋势规律不明显；在垂向上，各层含沙量量级大小接近，总的来说底层含沙量略大于表层和中层。

水温：观测期间各站位各层次水温在 17.01-17.91°C，平均水温在 17.13-17.71°C，从表层到底层水温呈现一定的降低趋势，落潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均水温分别为 17.56°C、17.55°C、17.59°C、17.17°C、17.89°C、17.57°C，涨潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均水温分别为 17.35°C、17.43°C、17.50°C、17.27°C、17.77°C、17.54°C。

盐度：观测期间各站位各层次盐度在 31.90-33.30‰，各层平均盐度在 32.52-33.16‰。涨潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均盐度分别为 32.85、32.82、32.71、32.75、33.26、33.05，落潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均盐度分别为 32.81、32.86、32.71、32.82、33.25、33.20。

气象：观测期间，风向以东风为主；S2 站风速范围为 3.3~8.6m/s，平均风速

5.75m/s, 风向 ENE 向风为主, 频率为 38.46%; S5 站风速范围为 1.9m/s~6.5m/s, 平均风速 4.10m/s, 风向以 ENE 和 E 向为主, 频率均高达 42.31%。

6.1.2 2023 年 4 月调查概况

1. 工作内容及技术要求

为全面了解工程附近海域水动力泥沙特征, 引用广东创蓝海洋科技有限公司 2023 年 4 月《陆丰市渔港春季海洋水文动力环境现状方案》中的水文动力观测调查资料, 通过开展水动力泥沙现场勘测, 获取准确的工程区域水沙基本条件, 包括以下内容:

(1) 6 个海洋水文调查站位 (S1~S6) 进行同步、整点、逐时观测 26 个时次。

(2) 3 个潮位调查站位 C1、C3 和 C4 同步观测潮位数据, 潮位采用潮位仪测定, 仪器数据采样时间间隔为 10min;

(3) 潮流、温盐及含沙量分层等技术要求为表 (水面下 1m)、中 (0.6H)、底 (距底 1m) 3 层。

(4) 采集 S2、S5 站位逐时气象要素 (风速、风向)。

2. 站位布设

根据技术要求, 本次观测海域在陆丰海域, 在设置 3 个临时潮位站, 6 个水文泥沙、温度、盐度观测站。具体位置如表 6.1.2-1、图 6.1.2-1 所示。

表 6.1.2-1 陆丰海域测量站点位置

性质	编号	东经	北纬	水深(米)	测量内容
潮位站	C1	115°35.764'E	22°48.250'N	8.6	潮位
	C3	115°47.629'E	22°49.249'N	0.6	
	C4	115°48.868'E	22°48.751'N	0.5	
水文站	S1	115°35.764'E	22°48.250'N	8.2	各分层流速、流向、含沙量、温度、盐度和气象 (S2、S5)
	S2	115°37.286'E	22°46.429'N	11.0	
	S3	115°41.152'E	22°49.504'N	8.5	
	S4	115°42.876'E	22°46.332'N	14.9	
	S5	115°45.012'E	22°49.408'N	9.7	
	S6	115°46.496'E	22°46.100'N	10.5	

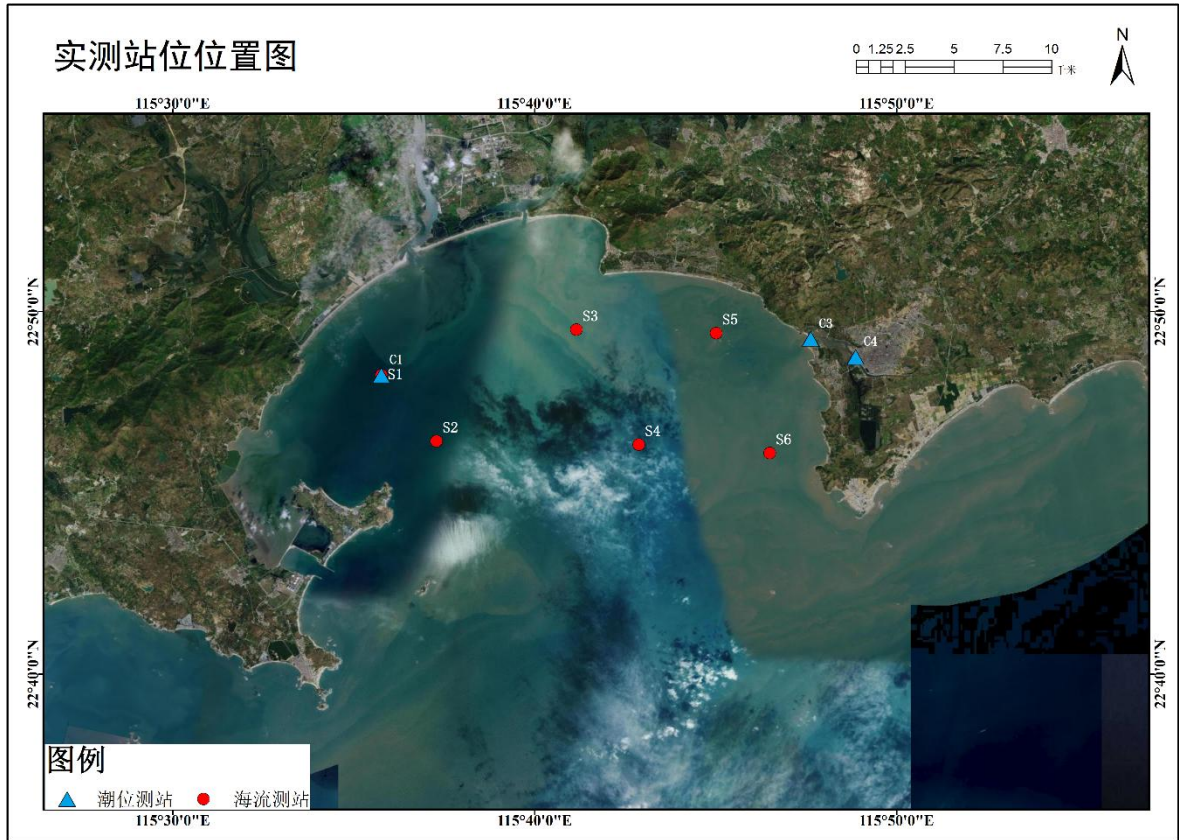


图 6.1.2-1 陆丰海域潮位、海流、温盐和悬沙测量站点位置

3.规范依据

- (1) 《水运工程水文观测规范》(JTS 132—2015);
- (2) 《海洋调查规范 海洋水文观测》(GB 12763.2-2007);
- (3) 《海滨观测规范》(GB/T 14914-2006-T);
- (4) 《全球定位系统(GPS)测量规范》(GB/T 18314-2009);
- (5) 《港口与航道水文规范》(JTS 145-2015);
- (6) 《水位观测标准》(GB/T 50138-2010)。

4.测量时间

2023年4月22日11:00至2023年4月23日12:00(农历三月初三至三月初四),在C1、C3和C4(C4站位观测时间为:2023年4月23日18:00至2023年4月24日19:00)站位分别布放1台温深仪进行潮位观测。海流、悬沙、海水温度、盐度和气象要素测量也在该大潮期间进行。

采用仪器设备见表 6.1.2-2。

表 6.1.2-2 主要仪器设备及参数

序号	仪器名称及型号	制造厂	技术指标
1	直读海流计		测量范围 0~±500cm/s, 分辨率 0.02cm/s, 精度±1cm 或 ±2%
2	自容式温度压力记录仪 (DKD16S05)	上海力辰邦西仪器科技有限公司	压力精度: 0.05%fs, 分辨率: 0.01 %fs, 温度分辨率: 0.01℃
3	潮位仪 (DCX-25)	瑞士 KELLER	水位精度 0.1% FS, 气压精度 1 mbar, 线性度 0.05% FS
4	盐度计 (海为 HWYDA-1)	天津市海为科技发展有限公司	测量范围 2~42, 分辨率: 0.0005, 准确度: ±0.005, 盐度值误差: ±0.01
5	电子天平 (NBL214i)	艾德姆衡器 (武汉) 有限公司	万分之一 Max:210g d=0.0001g

5.测量方法及过程

潮位观测每 10min 采集一次数据, 水位读至 0.01m。潮位观测时间涵盖整个海流、悬沙调查和温盐调查过程。

海流、悬沙和温盐分层调查根据实际水深情况进行分层施测, 本次调查各站位海流均采用 3 点法测量(表层、中层、底层), 悬沙观测也采用 3 点法测量, 温度采用自容式温度压力记录仪测定, 盐度采用盐度计测量。

6.资料整理和计算

按《海洋调查规范 第 7 部分: 海洋调查资料处理》(GB12763.7-2007)相关要求, 将实测资料通过整理和计算, 编制各类水文报表, 并绘制有关图件。首先将潮流报表中数据进行质量控制, 去除异常值, 将观测获取的整点时刻测量数据取平均值; 然后计算水文要素的垂线平均值, 其中垂线平均流速 \bar{V}_p 、流向 $\bar{\theta}_p$ 采用“矢量加权平均法”计算, 公式如下:

$$V_{PN} = \frac{\sum_1^n C_i V_i \cos \theta_i}{\sum_1^n C_i} \dots\dots\dots (1)$$

$$V_{PE} = \frac{\sum_1^n C_i V_i \sin \theta_i}{\sum_1^n C_i} \dots\dots\dots (2)$$

$$\bar{V}_p = \sqrt{V_{PN}^2 + V_{PE}^2} \dots\dots\dots (3)$$

$$\bar{\theta} = \arctg \frac{V_{PE}}{V_{PN}} \dots\dots\dots (4)$$

上述式中： V_i 、 θ_i 分别为各层的实测流速和流向； V_{PN} 、 V_{PE} 分别为垂线平均流速的北分量和东分量； n 为测层数，如“六点法” n 为6，“三点法” n 为3；足标 i 为层序，如表层 i 为1，0.2H层 i 为2，即 $i=1, 2, \dots, n$ ； C_i 为权重系数，它由每个测点代表的水层厚度所占总水层厚度的比值确定，在“六点法”测量中，除表、底层的权重系数为1外，其余均为2。含沙量的垂线平均值均用“算术加权平均法”计算。

经室内分析及审查，整编。

在上述资料整编的基础上，开展了如下计算和分析：

- (1) 对潮位数据进行潮汐调和与分析，分析工程区海域的潮汐特征。
- (2) 对实测流速流向特征的统计与分析；实测最大流速、垂线平均最大流速、平均涨落潮流速、流向特征的特征统计；并通过潮流准调和与分析，求得了主要分潮流的调和常数、椭圆要素，分析了该调查海域潮流性质并计算了余流。
- (3) 对测区含沙量的特征值(垂线及测点最大、最小和平均)进行统计分析。
- (4) 对测区水温(垂线最大、最小和平均)和盐度(垂线及测点最大、最小和平均)的特征值进行统计分析。
- (5) 气象要素对风速、风向（最大、最小和平均)进行统计分析。

6.1.2.1 春季调查成果

1.潮汐

(1) 潮位曲线

根据技术要求，本次在工程海区域设置3个临时潮位站，位于C1、C3和C4站位，进行与海流观测同步的潮位观测，观测使用仪器为潮位仪，观测频次为每10min一次。计算分析可得潮位曲线如图6.1.2.1-1所示。

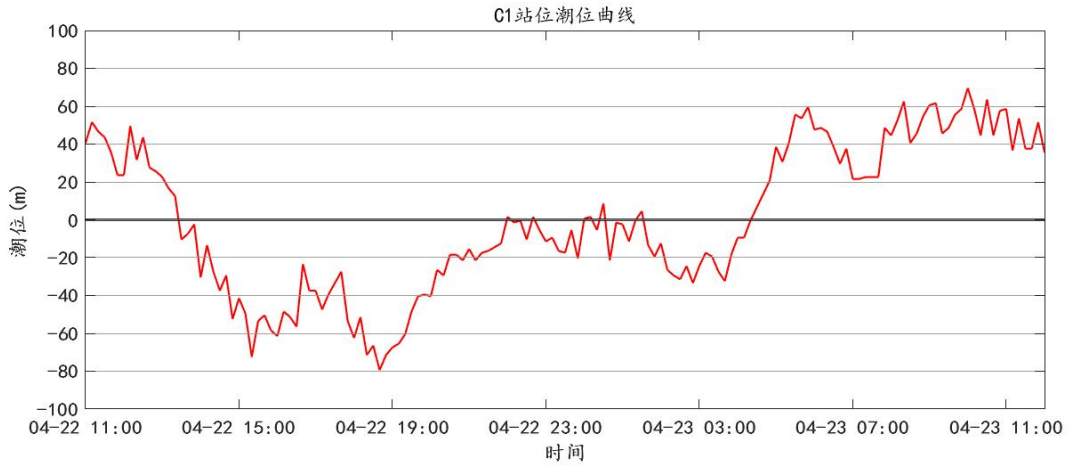


图 6.1.2.1-1 C1 站观测期间水位过程线(基于观测期间计算的平均海平面)

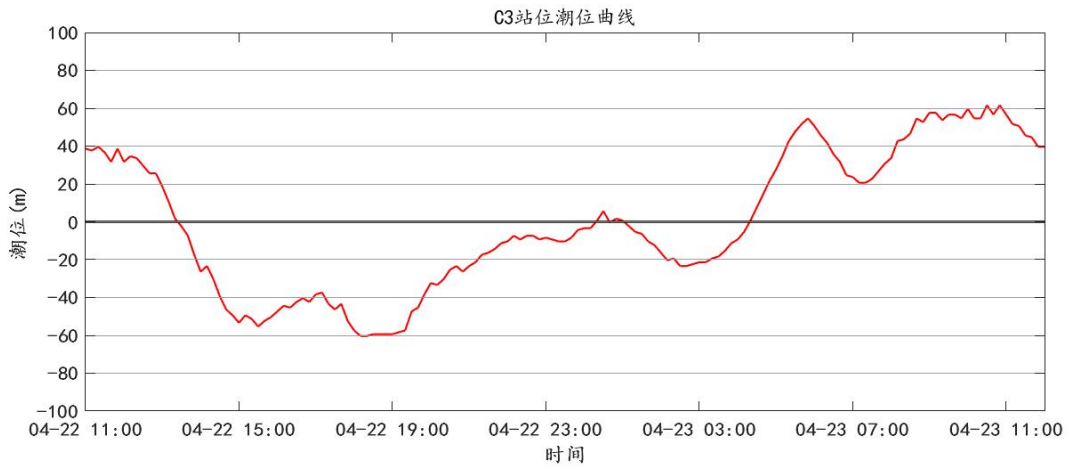


图 6.1.2.1-2 C3 站观测期间水位过程线(基于观测期间计算的平均海平面)

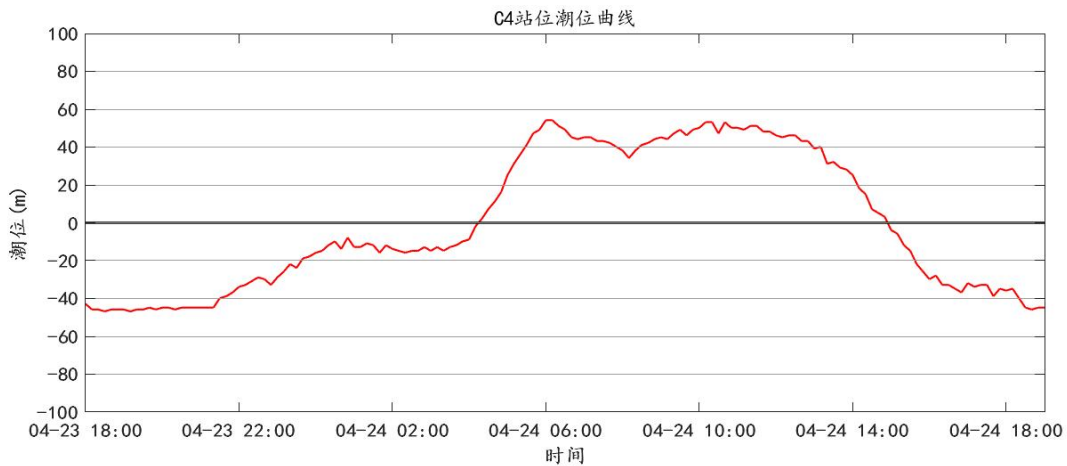


图 6.1.2.1-3 C4 站观测期间水位过程线(基于观测期间计算的平均海平面)

(2) 潮汐特征值

根据对潮位测站 C1、C3 站 2023 年 4 月 22 日 11:00 至 2023 年 4 月 23 日 12:00

和 C4 站 2023 年 4 月 23 日 18:00 至 2023 年 4 月 24 日 19:00 的潮位数据进行特征值统计，其中 C1 站位最高潮位为 69.6cm，最低潮位为-79.4cm，最大潮差为 131cm，最小潮差为 103cm，平均潮差为 117cm；C3 站位最高潮位为 61.6cm，最低潮位为-60.4cm，最大潮差为 100cm，最小潮差为 85cm，平均潮差为 93cm；C4 站位最高潮位为 54.2cm，最低潮位为-46.8cm，最大潮差为 96cm，最小潮差为 93cm，平均潮差为 95cm。

2.潮流

海流是海水的实际流动，它是由引起海水流动的各种因素产生的海水流动的综合，它包括潮流、风海流、密度流等。潮流是海水受月球和太阳的作用，在产生潮汐现象的同时，所产生的海水水平方向的周期性流动。在实际应用中，由于潮流的周期性，一般将海流分为潮流和余流。一般来说，海水由外海向港湾的流动引起港湾的水位升高，而由港湾向外海的流动引起港湾的水位下降。因此，通常将由外海向港湾的流动叫做涨潮流，由港湾向外海的流动叫做落潮流。

(1) 潮流基本特征

从各站实测海流资料中，摘取了大潮期间各站各层及各站垂线平均的涨、落潮流向平均流速、流向和涨、落潮流的最大流速、流向，如表 6.1.2.1-1 所示。

可以看出，S1~S6 测站实测海流表现为往复性流动，S1~S4 站位海流主流向均为偏 W 为涨潮流向，偏 E 向为落潮流向，S5 和 S6 站位海流主流向均为偏 N 为涨潮流向，偏 S 向为落潮流向。涨、落潮统计方法，以流向转流时刻作为涨落潮的划分标准。

①涨、落潮流平均流速、流向

以下讨论的均为垂线平均的涨、落潮流平均流速。由表 6.2.1.2-1 可知，本次观测期间，S1 站涨潮流平均流速最大为 9.9cm/s，出现在底层，流向为 313°，落潮流平均流速最大为 9.3cm/s，出现在中层，流向为 104°；S2 站涨潮流平均流速最大为 10.9cm/s，出现在表层，流向为 291°，落潮流平均流速最大为 8.8cm/s，出现在表层，流向为 137°；S3 站涨潮流平均流速最大为 12.3cm/s，出现在底层，流向为 268°，落潮流平均流速最大为 15.4cm/s，出现在底层，流向为 120°；S4 站涨潮流平均流速最大为 10.3cm/s，出现在中层，流向为 316°，落潮流平均流速最大为 8.3cm/s，出现在底层，流向为 111°；S5 站涨潮流平均

流速最大为 16.3cm/s，出现在表层，流向为 328°，落潮流平均流速最大为 16.9cm/s，出现在底层，流向为 141°；S6 站涨潮流平均流速最大为 13.0cm/s，出现在表层，流向为 342°，落潮流平均流速最大为 14.5cm/s，出现在中层，流向为 157°。

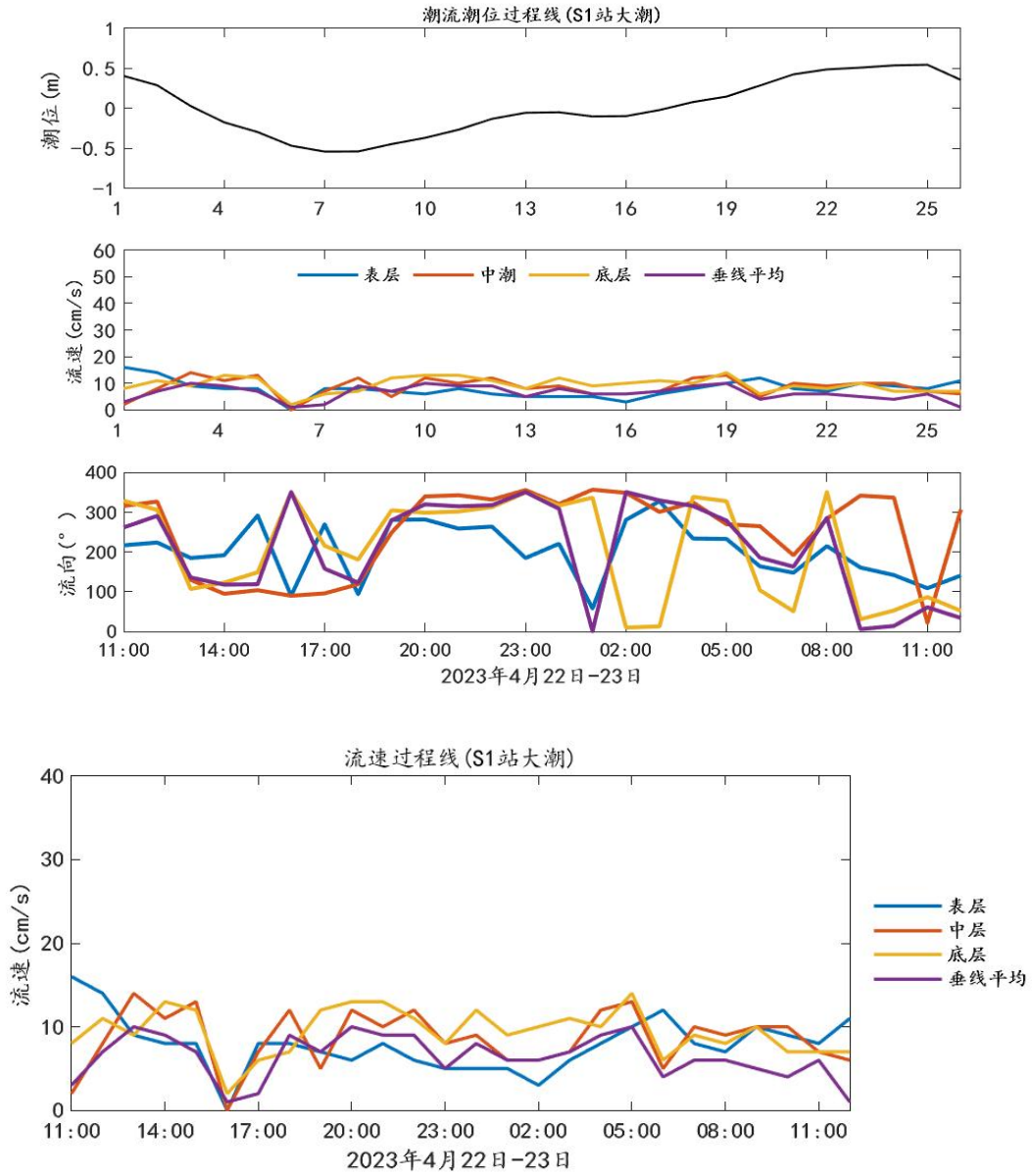
②最大涨、落潮流流速、流向

由表 6.1.2.1-1 可以看出，本次观测期间，最大涨落潮流均出现在 S5 站，其中涨潮流最大流速最大为 36.0cm/s，出现在表层，流向为 340°，落潮流最大流速最大为 33.0cm/s，出现在底层，流向为 156°。

表 6.2.1.2-1 各站实测涨、落潮流平均及最大流速 V (cm/s) 流向 (°)

站 位	项 层 目 次	平均流速				最大流速			
		涨潮流		落潮流		涨潮流		落潮流	
		流速	流向	流速	流向	流速	流向	流速	流向
S1	表层	6.8	244	7.7	136	16	217	12	164
	中层	6.9	315	9.3	104	13	230	14	130
	底层	9.9	313	6.3	71	14	328	13	123
	垂线平均	7.3	304	4.7	117	10	279	10	136
S2	表层	10.9	291	8.8	137	18	314	22	144
	中层	5.3	295	6.0	99	19	344	18	178
	底层	5.9	319	6.9	77	20	342	15	15
	垂线平均	6.2	313	6.1	112	17	329	15	141
S3	表层	8.2	268	10.2	116	16	191	23	103
	中层	7.1	262	13.0	92	9	238	26	110
	底层	12.3	268	15.4	120	25	191	23	136
	垂线平均	2.9	255	9.4	101	4	226	20	111
S4	表层	8.7	296	7.4	111	16	292	14	152
	中层	10.3	316	6.5	91	19	326	16	31
	底层	6.4	293	8.3	111	19	323	21	147
	垂线平均	8.2	305	6.8	95	18	321	13	137
S5	表层	16.3	328	13.5	166	36	340	27	171
	中层	13.8	349	13.1	160	24	17	27	164
	底层	13.6	26	16.9	141	27	2	33	156
	垂线平均	6.0	8	8.0	148	14	333	21	160
S6	表层	13.0	342	13.5	179	27	347	28	187
	中层	11.4	355	14.5	157	21	354	29	163
	底层	9.2	13	11.4	149	18	356	26	152
	垂线平均	9.0	358	13.0	159	22	354	26	165

对各站各层次实测海流资料进行分析，绘制流速流向过程曲线，见图 6.1.2.1-4~图 6.1.2.1-19。



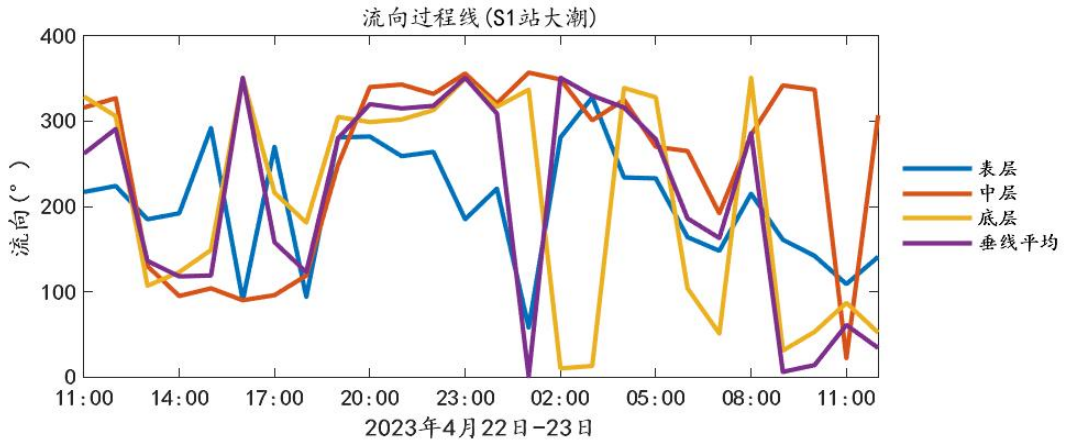
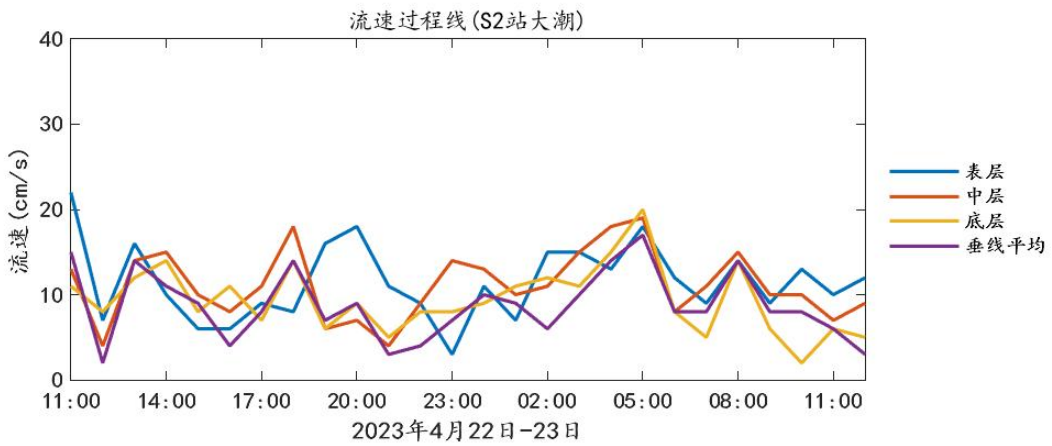
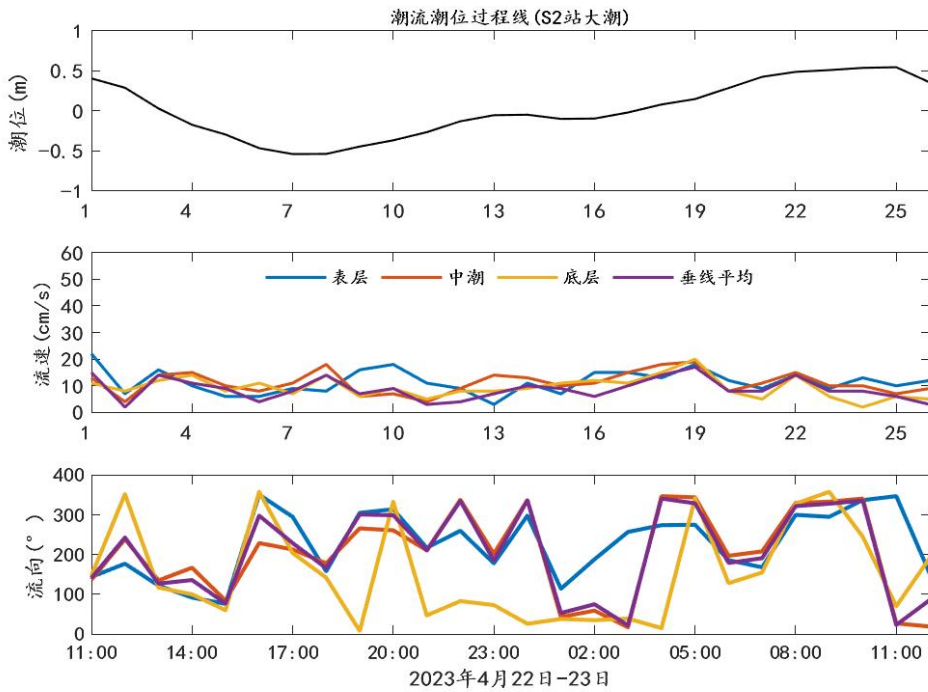


图 6.1.2.1-4 S1 站流速流向过程曲线



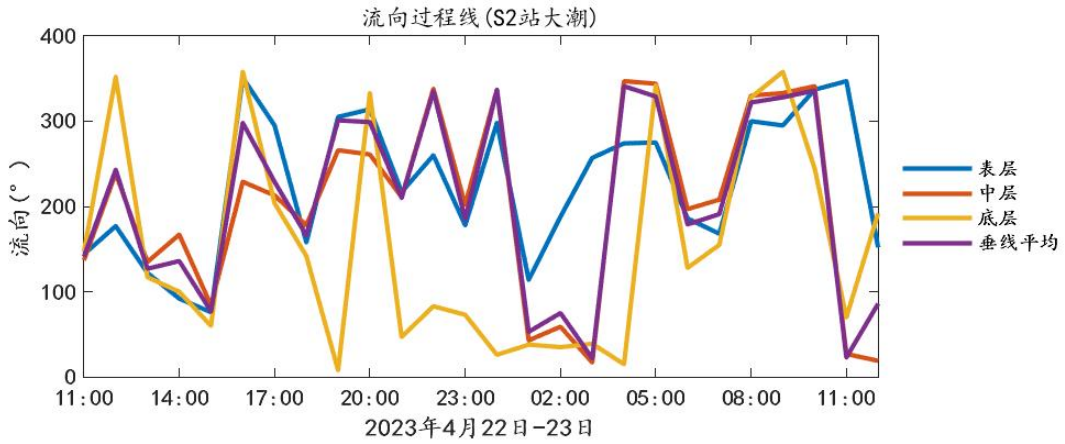
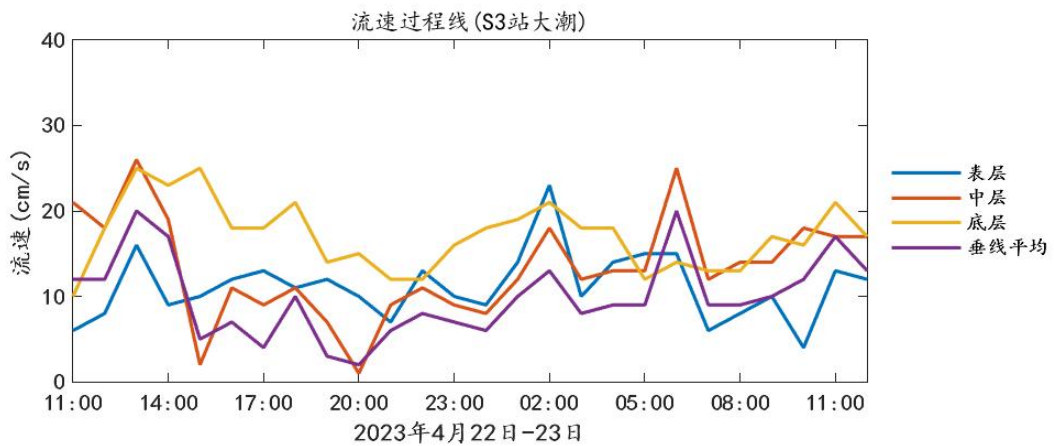
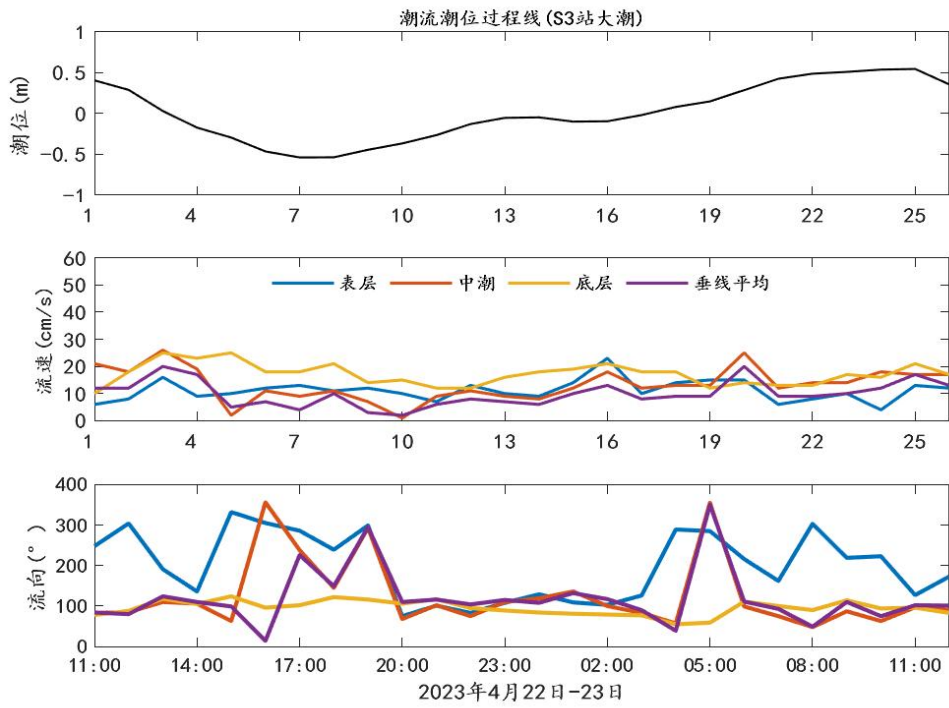


图 6.1.2.1-5 S2 站流速流向过程曲线



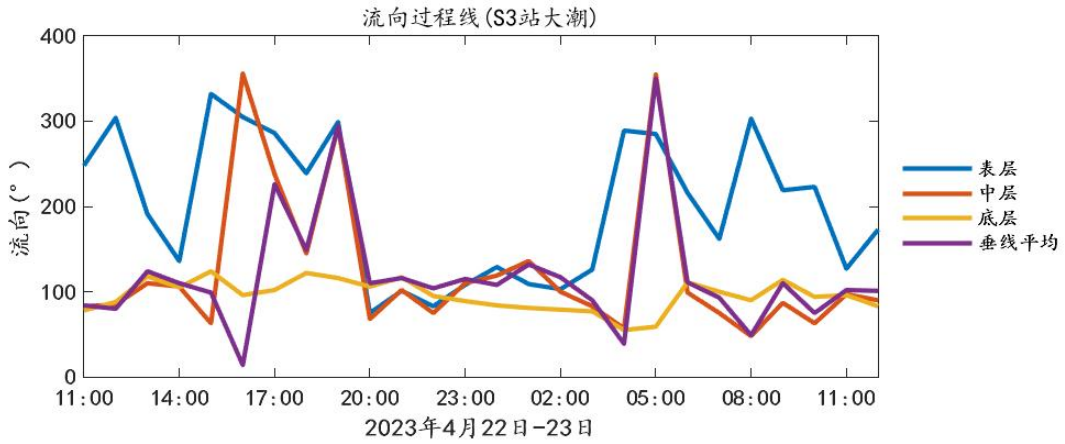
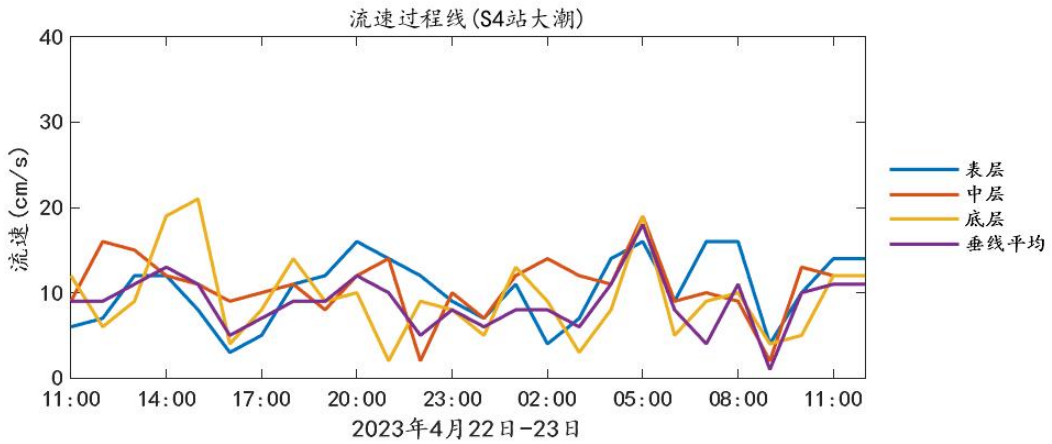
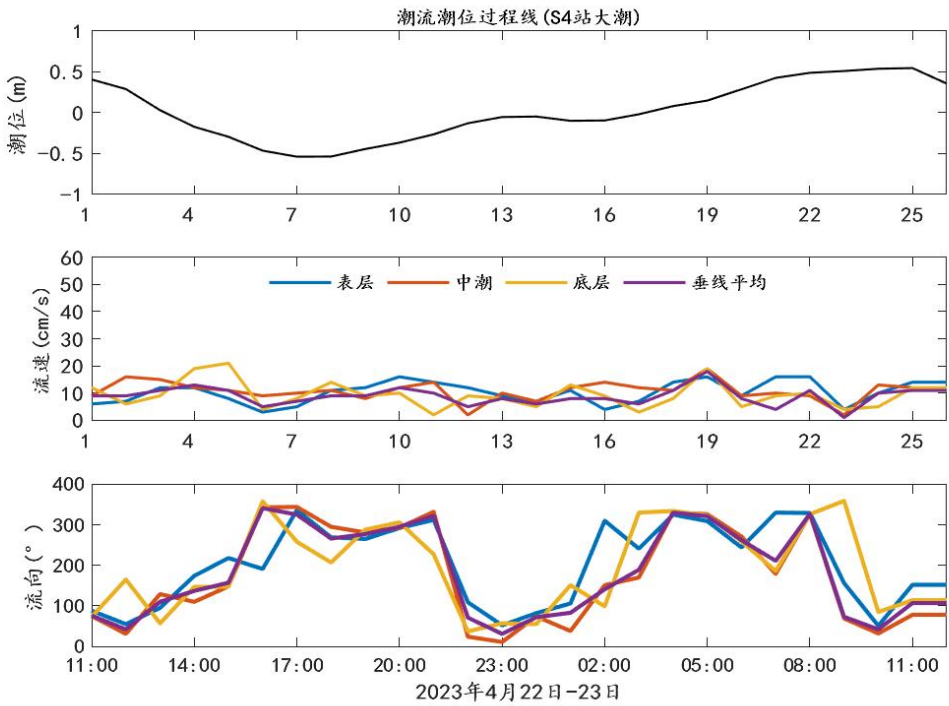


图 6.1.2.1-6 S3 站流速流向过程曲线



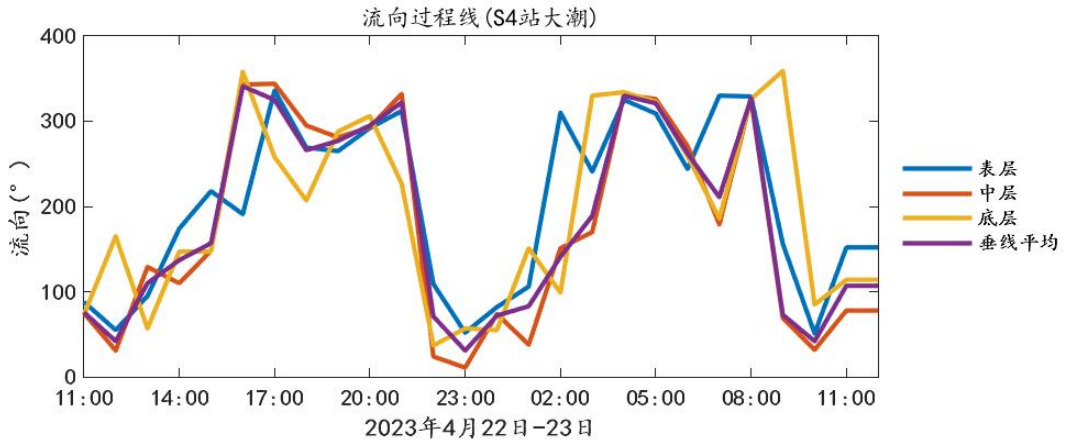
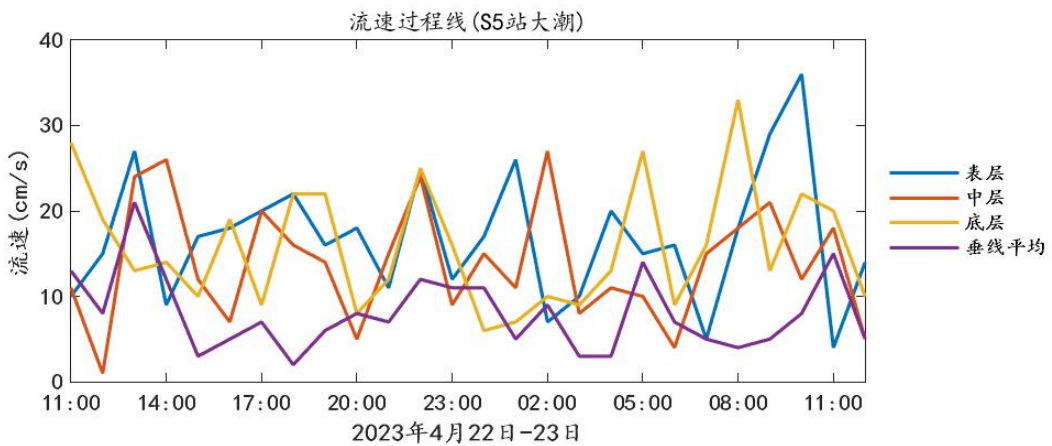
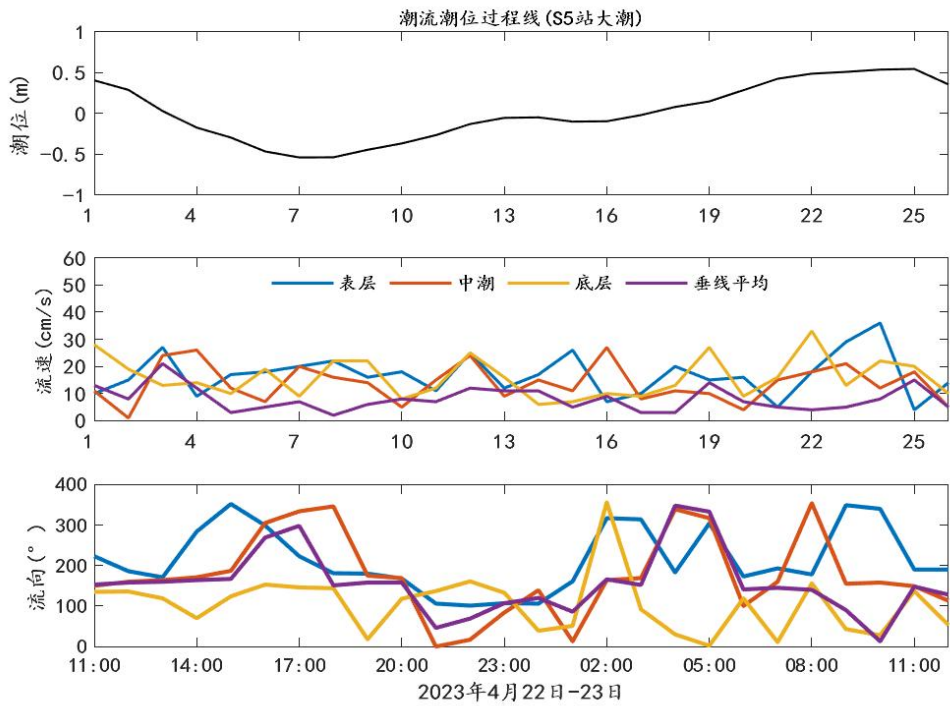


图 6.1.2.1-7 S4 站流速流向过程曲线



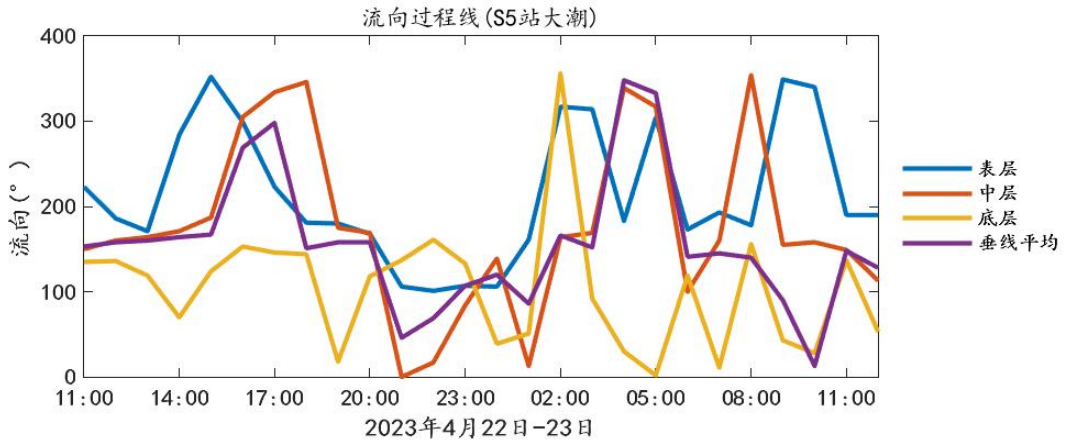
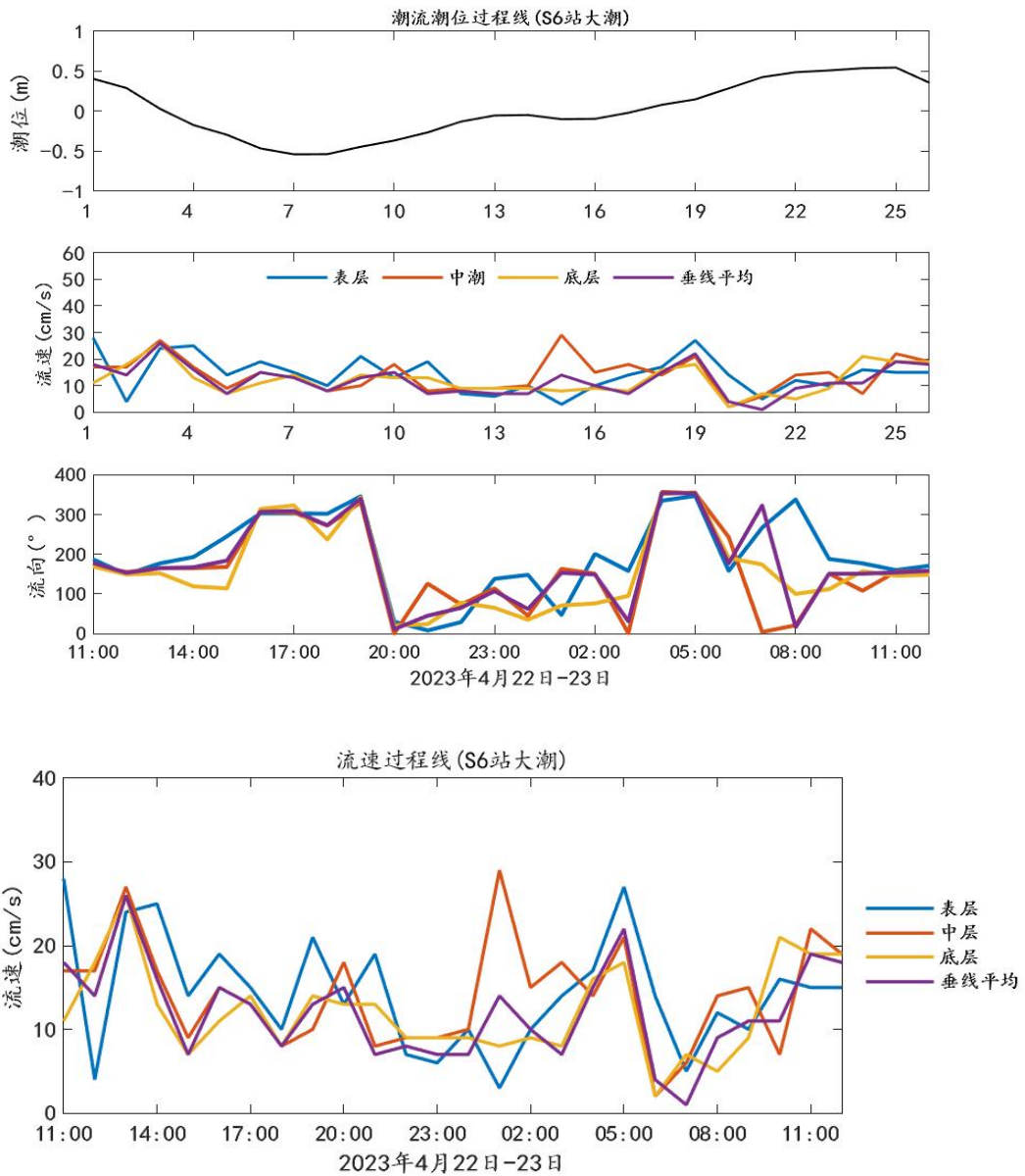


图 6.1.2.1-8 S5 站流速流向过程曲线



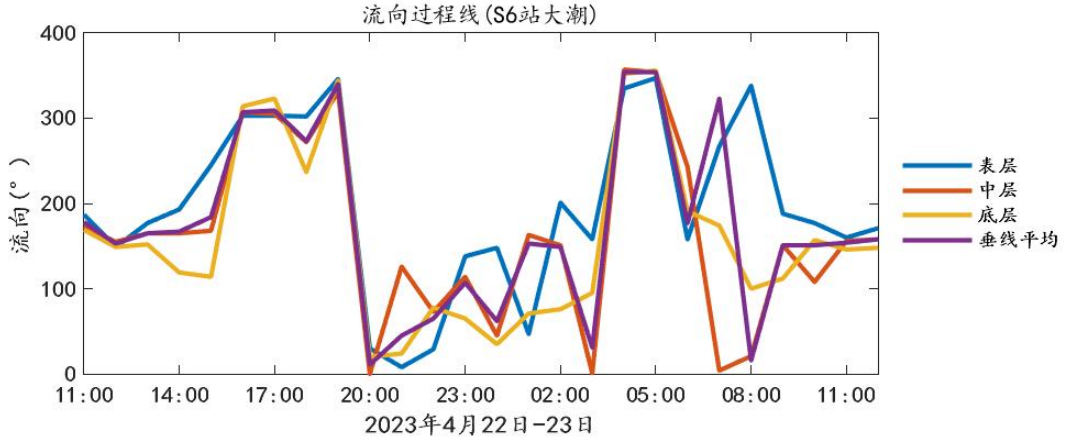


图 6.1.2.1-9 S6 站流速流向过程曲线

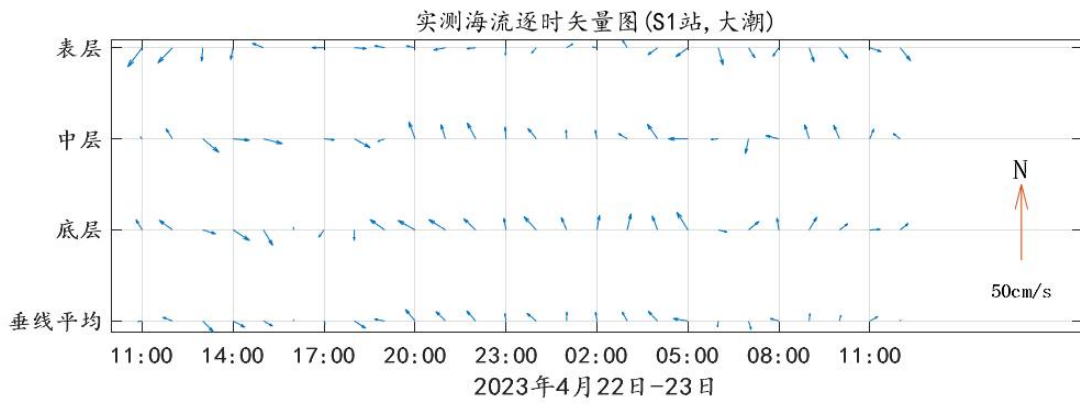


图 6.1.2.1-10 S1 站各层次逐时潮流矢量图

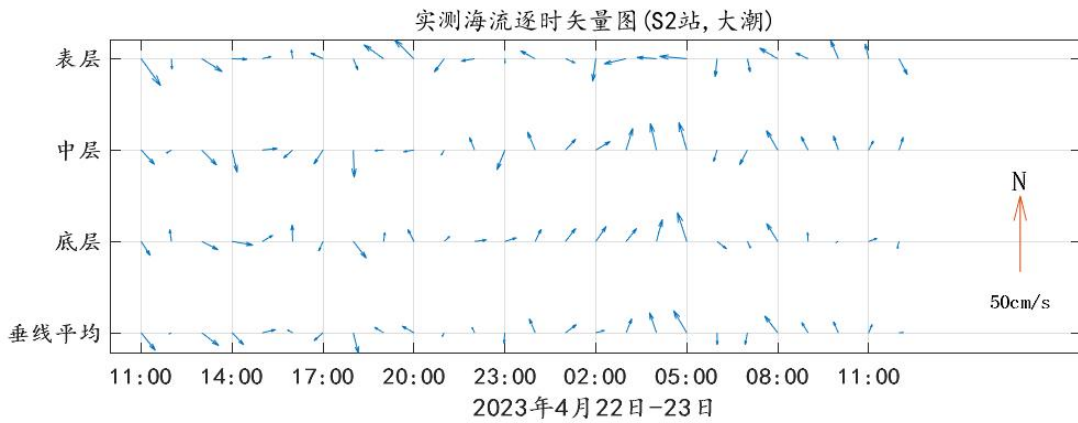


图 6.1.2.1-11 S2 站各层次逐时潮流矢量图

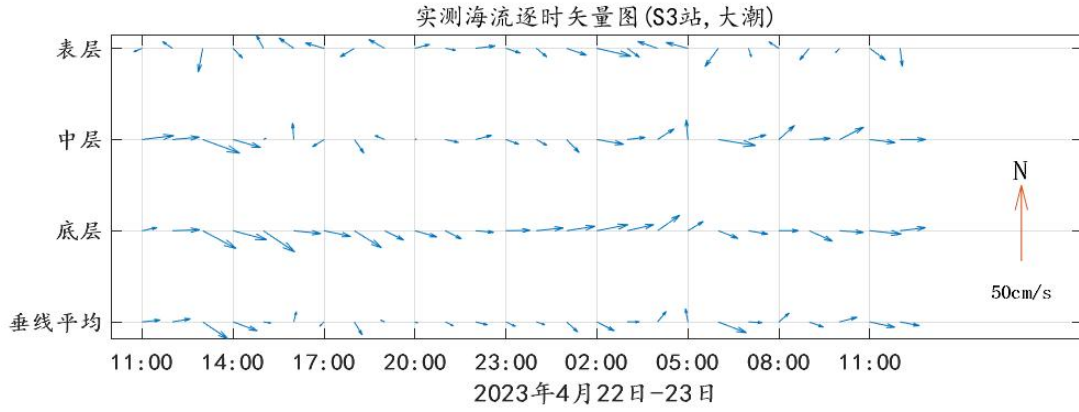


图 6.1.2.1-12 S3 站各层次逐时潮流矢量图

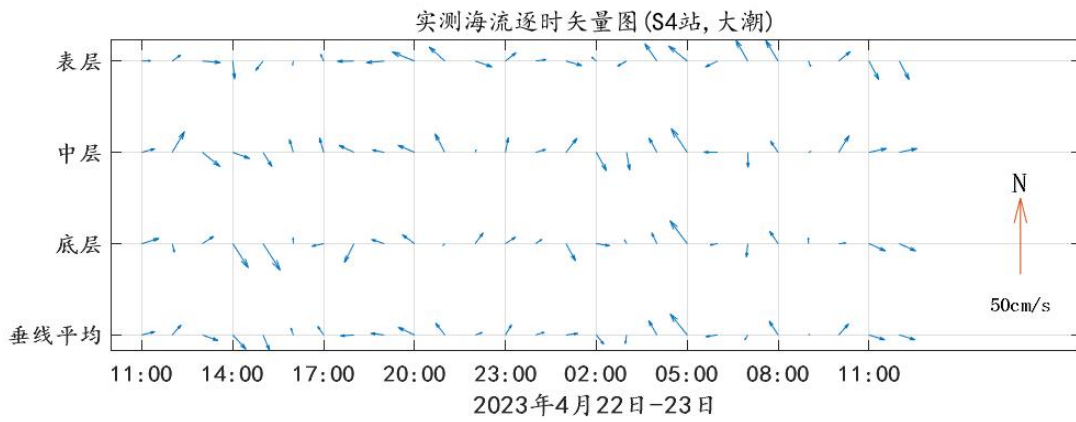


图 6.1.2.1-13 S4 站各层次逐时潮流矢量图

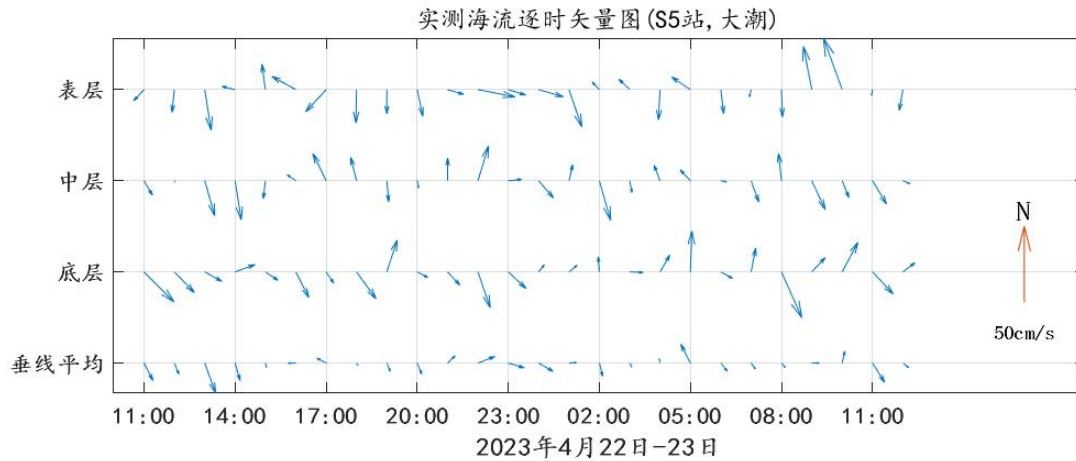


图 6.1.2.1-14 S5 站各层次逐时潮流矢量图

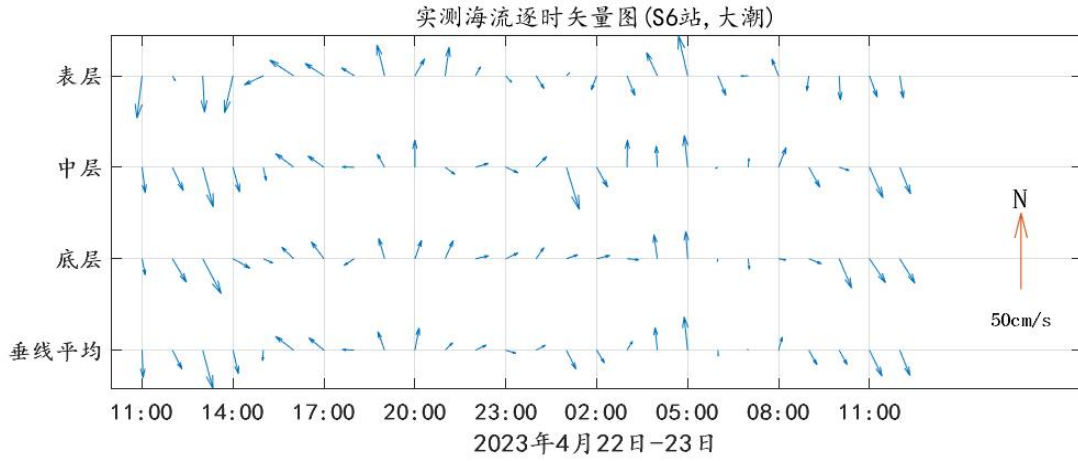


图 6.1.2.1-15 S6 站各层次逐时潮流矢量图

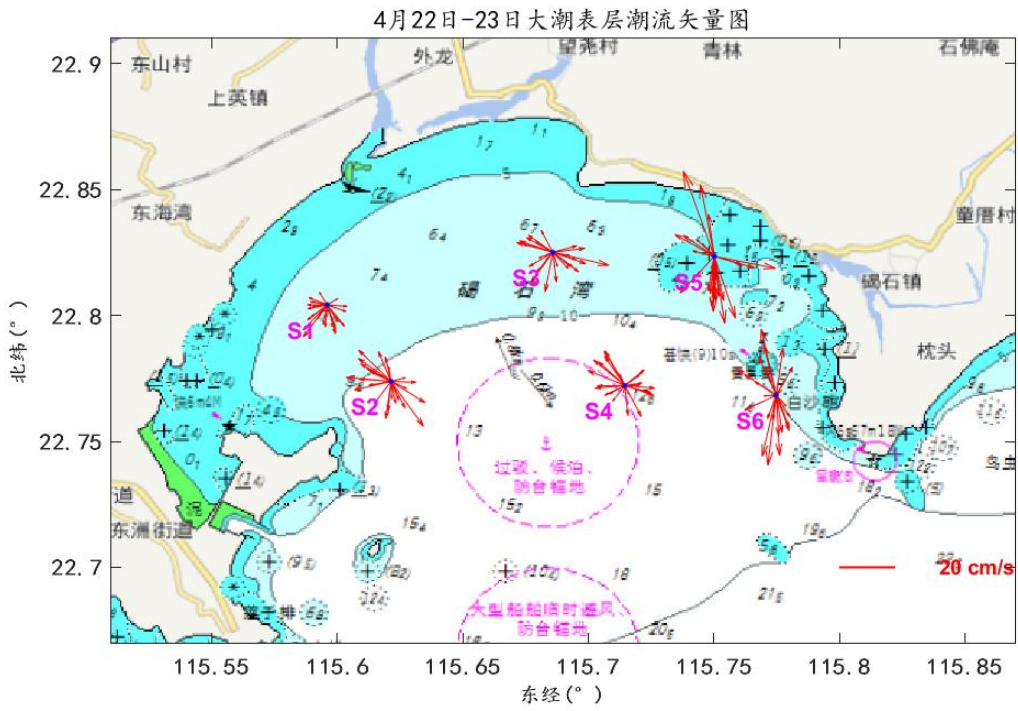
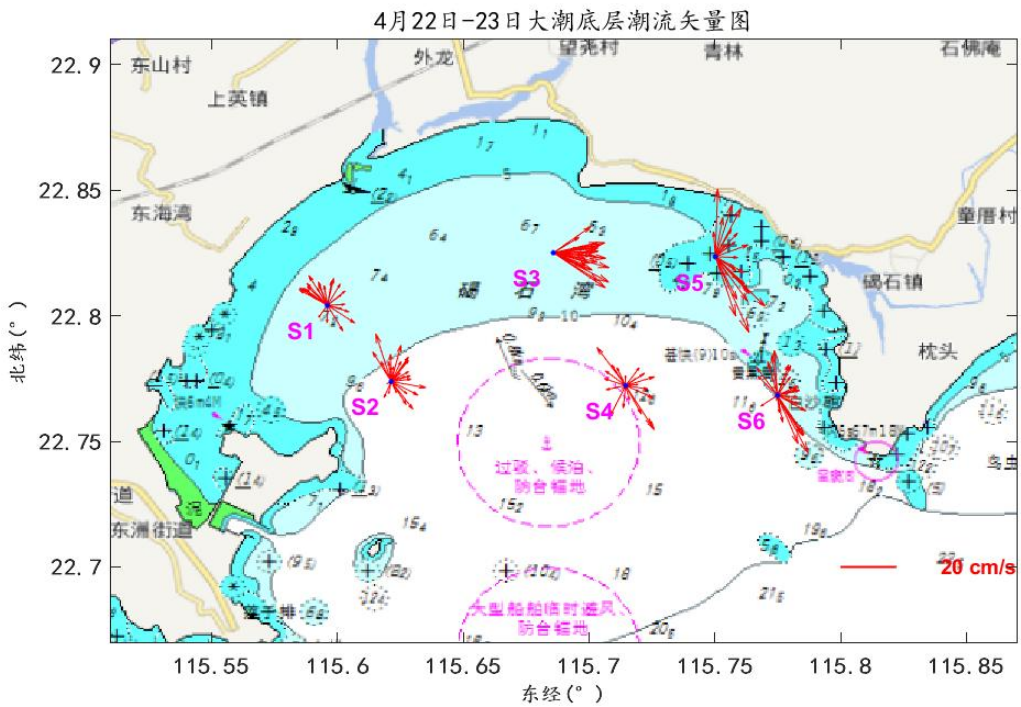
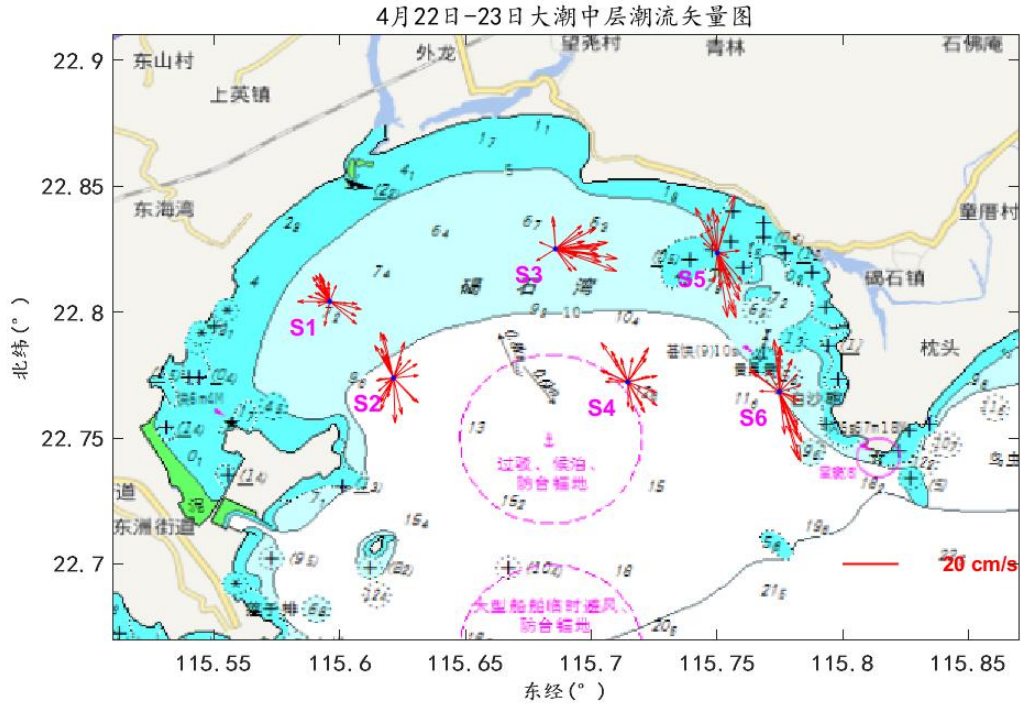


图 6.1.2.1-16 各站位表层潮流矢量图



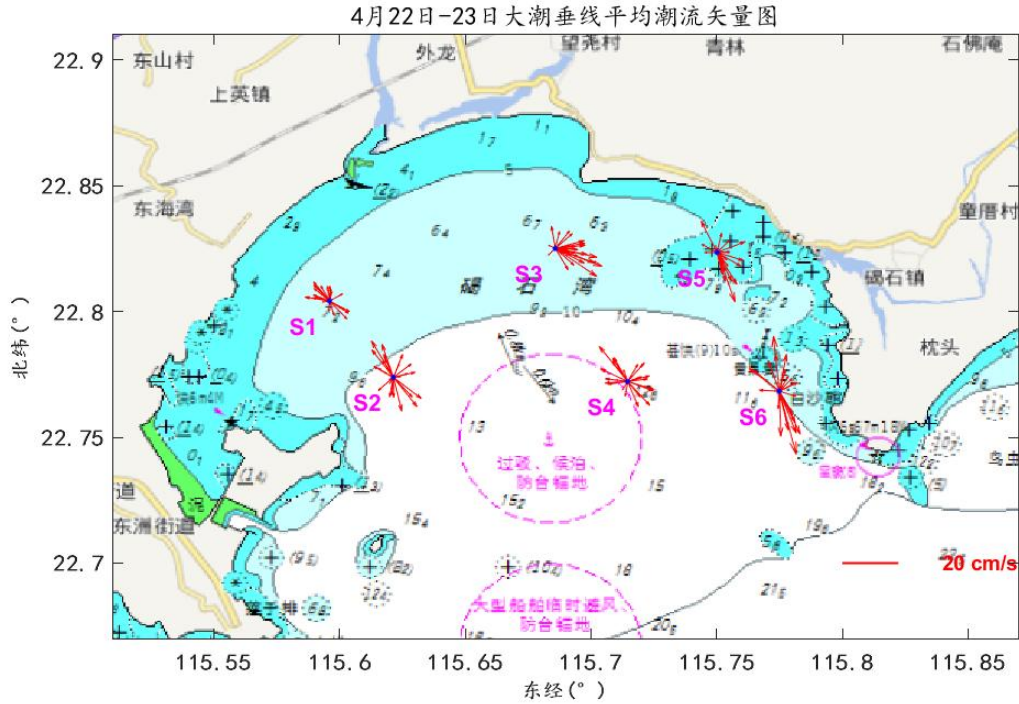


图 6.1.2.1-19 各站位垂线平均层潮流矢量图

2.潮流性质

将适当修正过的实测海流资料按照《海洋调查规范》（水文部分）的方法，在计算机上进行潮流准调和计算，以调和分析的某些分潮调和常数来确定潮流特征。采用陆丰周边海洋站的实测数据计算所得到的差比数对实测各站位潮流数据进行潮流准调和计算。主要分潮符号及名称如表 6.1.2.1-2 所示，椭圆要素符号及名称如表 6.1.2.1-3 所示。其中， M_2 被称为太阴主要半日分潮，因为 M_2 分潮是由月亮对地球海水的引力引起的半日分潮。同理， S_2 分潮是太阳对地球海水引力引起的半日分潮， K_1 被称为太阴太阳赤纬全日分潮， O_1 为太阴主要全日分潮。 MS_4 被称为太阴太阳浅水 1/4 日分潮，其主要是由太阴分潮 M_2 和太阳分潮 S_2 在浅水里发生非线性相互作用产生的。

表 6.1.2.1-2 主要分潮信息

分潮符号	名称
M_2	太阴主要半日分潮
S_2	太阳主要半日分潮
K_1	太阴太阳赤纬全日分潮
O_1	太阴主要全日分潮
M_4	太阴浅水 1/4 日分潮
MS_4	太阴太阳浅水 1/4 日分潮

表 6.1.2.1.2-3 潮流椭圆符号及名称

椭圆要素符号	名称
W	最大分潮流流速（即潮流椭圆长轴）
θ	最大分潮流流速方向（即椭圆长轴与 x 轴正方向的夹角）
T	最大分潮流流速时刻（从 0 开始计时）
(W)	最小分潮流流速（即潮流椭圆短轴）
K	椭圆的旋转率取决于长短轴之比

表 6.1.2.1-4~表 6.1.2.1-9 列出了 S1~S6 各站各层的潮流调和常数及椭圆要素。

表 6.1.2.1-4 S1 测站潮流调和常数及椭圆要素

层次	分潮	调和常数				椭圆要素				
		北分量		东分量		W	θ	T	(W)	K
		迟角	振幅	迟角	振幅	最大速度	方向	时刻	最小速度	旋转率
表层	O1	129.4	4.9	181.2	2.8	5.3	23.4	10.0	2.1	-0.39
	K1	89.4	5.9	141.2	3.4	6.3	23.4	6.6	2.5	-0.39
	M2	275.8	2.7	99.8	5.6	6.2	115.4	3.4	0.2	0.03
	S2	262.8	1.2	86.8	2.6	2.9	115.4	2.9	0.1	0.03
	M4	7.6	2.0	236.9	1.9	2.5	315.6	0.5	1.2	0.46
	MS4	354.6	1.9	223.9	1.8	2.4	315.6	0.3	1.1	0.46
中层	O1	129.4	4.9	181.2	2.8	5.3	23.4	10.0	2.1	-0.39
	K1	89.4	5.9	141.2	3.4	6.3	23.4	6.6	2.5	-0.39
	M2	275.8	2.7	99.8	5.6	6.2	115.4	3.4	0.2	0.03
	S2	262.8	1.2	86.8	2.6	2.9	115.4	2.9	0.1	0.03
	M4	7.6	2.0	236.9	1.9	2.5	315.6	0.5	1.2	0.46
	MS4	354.6	1.9	223.9	1.8	2.4	315.6	0.3	1.1	0.46
底层	O1	91.6	3.8	206.8	2.6	4.0	335.4	5.5	2.2	-0.56
	K1	51.6	4.5	166.8	3.2	4.8	335.4	2.5	2.7	-0.56
	M2	63.5	1.2	116.2	4.3	4.3	79.5	3.9	1.0	-0.22
	S2	50.5	0.6	103.2	2.0	2.0	79.5	3.4	0.5	-0.22
	M4	341.4	3.3	308.0	1.7	3.6	205.6	2.7	0.9	0.24
	MS4	328.4	3.1	295.0	1.6	3.4	205.6	2.4	0.8	0.24
垂线平均	O1	122.0	4.1	215.4	2.7	4.1	356.3	8.6	2.6	-0.64
	K1	82.0	5.0	175.4	3.2	5.0	356.3	5.3	3.2	-0.64
	M2	300.0	2.1	104.3	4.6	5.1	114.0	3.7	0.5	-0.10
	S2	287.0	1.0	91.3	2.2	2.4	114.0	3.1	0.2	-0.10
	M4	350.5	1.4	214.6	1.7	2.0	305.9	0.3	0.8	0.39
	MS4	337.5	1.3	201.6	1.6	1.9	305.9	0.1	0.7	0.39

表 6.1.2.1-5 S2 测站潮流调和常数及椭圆要素

层次	分潮	调和常数	椭圆要素
----	----	------	------

		北分量		东分量		W	θ	T	(W)	K
		迟角	振幅	迟角	振幅	最大速度	方向	时刻	最小速度	旋转率
表层	O1	60.5	0.7	359.9	2.1	2.2	79.4	0.2	0.6	0.29
	K1	20.5	0.9	319.9	2.5	2.6	259.4	9.5	0.8	0.29
	M2	175.8	3.6	346.6	5.5	6.5	303.1	5.8	0.5	-0.07
	S2	162.8	1.7	333.6	2.6	3.1	303.1	5.2	0.2	-0.07
	M4	109.6	2.6	306.1	2.6	3.7	314.8	2.0	0.5	0.14
	MS4	96.6	2.5	293.1	2.5	3.4	314.8	1.8	0.5	0.14
中层	O1	218.5	3.1	347.0	0.5	3.2	174.5	2.7	0.4	-0.12
	K1	178.5	3.8	307.0	0.6	3.8	354.5	11.8	0.5	-0.12
	M2	298.7	1.0	1.4	5.0	5.0	84.3	0.0	0.9	-0.18
	S2	285.7	0.5	348.4	2.3	2.3	264.3	5.6	0.4	-0.18
	M4	118.3	3.4	21.6	1.1	3.4	357.5	2.1	1.1	0.33
	MS4	105.3	3.2	8.6	1.1	3.2	357.5	1.8	1.1	0.33
底层	O1	191.1	1.8	81.2	0.6	1.8	172.4	1.0	0.6	0.33
	K1	151.1	2.1	41.2	0.7	2.1	352.4	10.2	0.7	0.33
	M2	57.7	1.8	357.6	3.8	3.9	74.2	0.1	1.5	0.39
	S2	44.7	0.9	344.6	1.8	1.9	254.2	5.7	0.7	0.39
	M4	94.8	2.6	20.1	0.5	2.6	3.1	1.6	0.5	0.19
	MS4	81.8	2.4	7.1	0.5	2.5	3.1	1.4	0.5	0.19
垂线平均	O1	209.3	1.9	6.0	0.7	2.0	160.0	1.9	0.3	-0.14
	K1	169.3	2.2	326.0	0.9	2.4	340.0	11.1	0.3	-0.14
	M2	145.7	0.4	357.4	5.0	5.0	274.1	6.1	0.2	0.04
	S2	132.7	0.2	344.4	2.4	2.4	274.1	5.5	0.1	0.04
	M4	110.5	3.0	354.0	1.1	3.1	350.1	2.0	0.9	0.31
	MS4	97.5	2.8	341.0	1.0	2.9	350.1	1.7	0.9	0.31

表 6.1.2.1-6 S3 测站潮流调和常数及椭圆要素

层次	分潮	调和常数				椭圆要素				
		北分量		东分量		W	θ	T	(W)	K
		迟角	振幅	迟角	振幅	最大速度	方向	时刻	最小速度	旋转率
表层	O1	87.5	1.0	146.6	2.2	2.3	74.2	10.1	0.9	-0.37
	K1	47.5	1.2	106.6	2.7	2.8	74.2	6.7	1.0	-0.37
	M2	125.8	2.9	306.8	7.1	7.7	292.1	4.4	0.0	0.01
	S2	112.8	1.4	293.8	3.3	3.6	292.1	3.8	0.0	0.01
	M4	137.2	2.2	43.9	3.1	3.1	94.7	0.7	2.2	0.71
	MS4	124.2	2.1	30.9	2.9	2.9	94.7	0.5	2.1	0.71
中层	O1	262.2	1.2	283.3	2.8	3.0	248.5	7.2	0.4	-0.13
	K1	222.2	1.4	243.3	3.4	3.6	248.5	4.0	0.5	-0.13
	M2	159.3	2.5	312.5	6.4	6.8	289.9	4.7	1.1	-0.16

	S2	146.3	1.2	299.5	3.0	3.2	289.9	4.1	0.5	-0.16
	M4	145.3	2.7	327.7	1.4	3.1	332.6	2.5	0.1	0.02
	MS4	132.3	2.6	314.7	1.3	2.9	332.6	2.3	0.0	0.02
底层	O1	206.7	2.0	358.7	1.3	2.3	148.1	1.3	0.5	-0.23
	K1	166.7	2.4	318.7	1.6	2.8	328.1	10.5	0.6	-0.23
	M2	347.4	1.4	359.0	4.1	4.4	251.8	6.1	0.3	-0.06
	S2	334.4	0.6	346.0	1.9	2.0	251.8	5.5	0.1	-0.06
	M4	198.9	1.5	3.4	0.5	1.6	162.2	0.3	0.1	-0.08
	MS4	185.9	1.4	350.4	0.5	1.5	162.2	0.1	0.1	-0.08
垂线 平均	O1	245.1	0.7	295.6	1.9	1.9	255.7	8.0	0.5	-0.27
	K1	205.1	0.8	255.6	2.2	2.3	255.7	4.8	0.6	-0.27
	M2	145.2	1.9	316.6	4.3	4.6	293.4	4.8	0.3	-0.05
	S2	132.2	0.9	303.6	2.0	2.2	293.4	4.2	0.1	-0.05
	M4	156.0	2.1	329.1	0.9	2.3	336.1	2.7	0.1	-0.04
	MS4	143.0	2.0	316.1	0.9	2.2	336.1	2.4	0.1	-0.04

表 6.1.2.1-7 S4 测站潮流调和常数及椭圆要素

层次	分潮	调和常数				椭圆要素				
		北分量		东分量		W	θ	T	(W)	K
		迟角	振幅	迟角	振幅	最大速度	方向	时刻	最小速度	旋转率
表层	O1	201.7	1.6	343.8	0.8	1.7	156.8	1.1	0.4	-0.26
	K1	161.7	1.9	303.8	0.9	2.0	336.8	10.3	0.5	-0.26
	M2	172.0	4.0	316.9	8.4	9.0	292.7	4.9	2.1	-0.24
	S2	159.0	1.9	303.9	3.9	4.3	292.7	4.3	1.0	-0.24
	M4	0.0	0.2	233.2	2.0	2.0	273.7	0.9	0.2	0.09
	MS4	347.0	0.2	220.2	1.9	1.9	273.7	0.7	0.2	0.09
中层	O1	76.0	0.3	327.6	1.5	1.5	274.0	10.5	0.3	0.20
	K1	36.0	0.4	287.6	1.8	1.8	274.0	7.1	0.4	0.20
	M2	218.8	3.3	331.5	8.2	8.3	280.1	5.4	3.0	-0.36
	S2	205.8	1.5	318.5	3.9	3.9	280.1	4.7	1.4	-0.36
	M4	208.7	3.7	321.2	0.6	3.7	176.3	0.5	0.6	-0.15
	MS4	195.7	3.5	308.2	0.6	3.5	176.3	0.3	0.5	-0.15
底层	O1	202.3	1.6	345.3	1.0	1.8	150.4	0.9	0.5	-0.30
	K1	162.3	1.9	305.3	1.2	2.2	330.4	10.2	0.6	-0.30
	M2	204.3	3.1	327.8	7.4	7.6	284.3	5.3	2.5	-0.32
	S2	191.3	1.4	314.8	3.5	3.6	284.3	4.7	1.2	-0.32
	M4	169.1	2.1	131.2	0.6	2.1	13.1	2.9	0.3	0.17
	MS4	156.1	1.9	118.2	0.5	2.0	13.1	2.6	0.3	0.17
垂线 平均	O1	194.4	0.7	334.9	1.2	1.3	296.2	11.7	0.4	-0.30
	K1	154.4	0.8	294.9	1.4	1.6	296.2	8.2	0.5	-0.30

	M2	200.0	3.2	326.5	8.0	8.2	284.8	5.2	2.5	-0.30
	S2	187.0	1.5	313.5	3.7	3.9	284.8	4.6	1.2	-0.30
	M4	201.2	2.3	255.6	0.5	2.3	187.5	0.4	0.4	-0.17
	MS4	188.2	2.1	242.6	0.5	2.1	187.5	0.2	0.4	-0.17

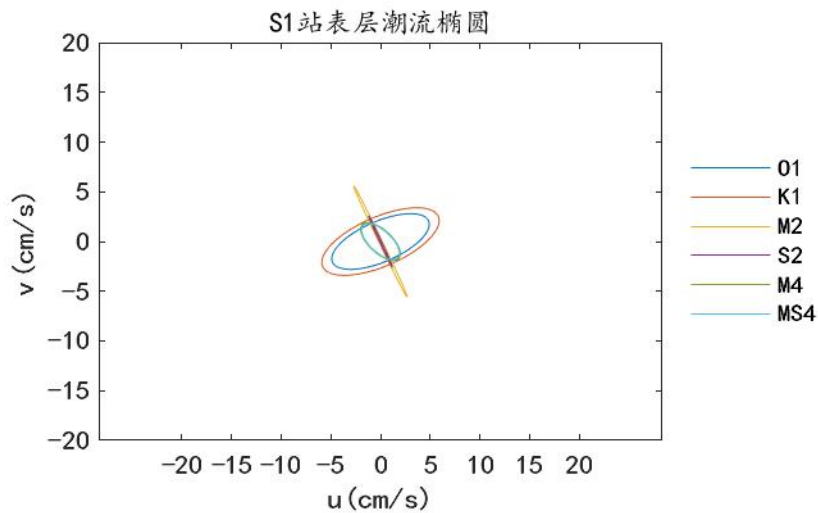
表 6.1.2.1-8 S5 测站潮流调和常数及椭圆要素

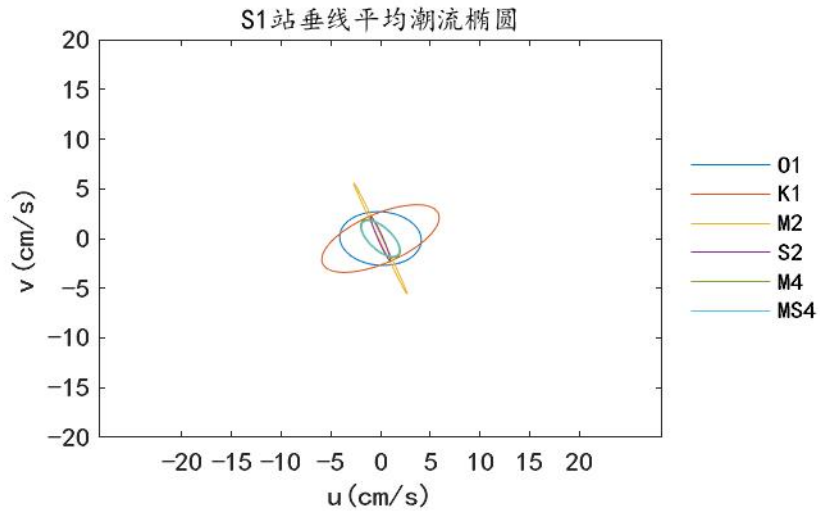
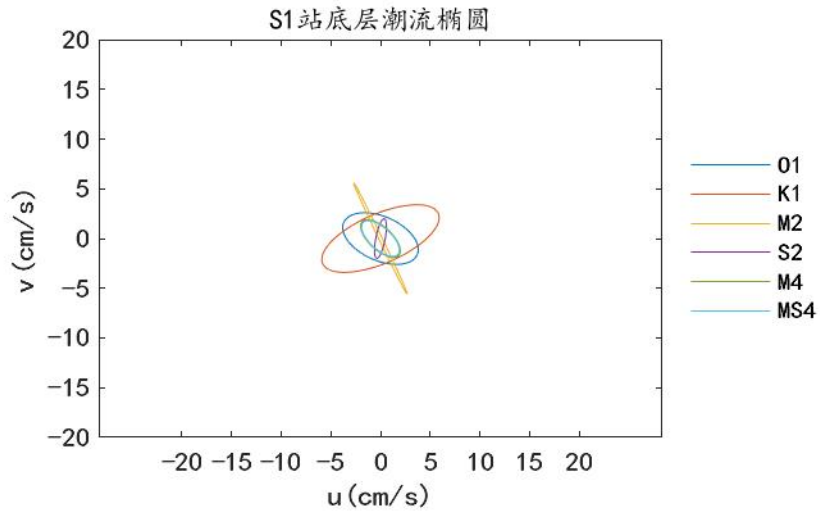
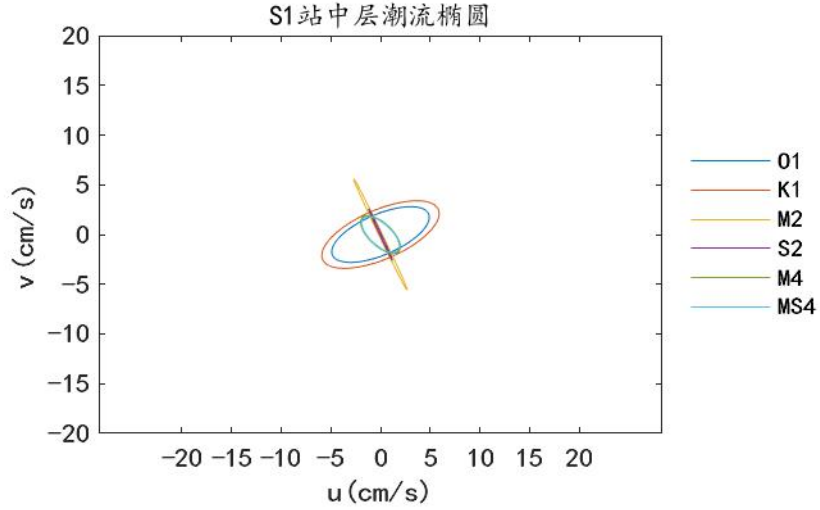
层次	分潮	调和常数				椭圆要素				
		北分量		东分量		W	θ	T	(W)	K
		迟角	振幅	迟角	振幅	最大速度	方向	时刻	最小速度	旋转率
表层	O1	274.3	1.8	137.5	2.6	3.0	121.2	9.0	1.1	0.36
	K1	234.3	2.1	97.5	3.1	3.6	121.2	5.7	1.3	0.36
	M2	206.3	0.9	270.2	6.2	6.2	266.2	3.1	0.8	-0.13
	S2	193.3	0.4	257.2	2.9	2.9	266.2	2.6	0.4	-0.13
	M4	123.5	9.3	327.3	1.6	9.5	351.1	2.1	0.6	0.07
	MS4	110.5	8.8	314.3	1.5	8.9	351.1	1.9	0.6	0.07
中层	O1	131.1	2.5	241.7	0.6	2.5	355.0	9.3	0.6	-0.22
	K1	91.1	3.0	201.7	0.7	3.1	355.0	6.0	0.7	-0.22
	M2	166.3	6.4	288.0	5.0	7.2	327.9	5.1	3.8	-0.53
	S2	153.3	3.0	275.0	2.3	3.4	327.9	4.5	1.8	-0.53
	M4	197.7	5.4	345.1	1.0	5.4	171.0	0.3	0.5	-0.10
	MS4	184.7	5.0	332.1	0.9	5.1	171.0	0.1	0.5	-0.10
底层	O1	217.5	2.7	345.9	1.7	3.0	154.7	1.9	1.2	-0.41
	K1	177.5	3.3	305.9	2.0	3.5	334.7	11.1	1.4	-0.41
	M2	96.4	4.2	288.5	2.8	5.0	327.1	3.5	0.5	0.10
	S2	83.4	2.0	275.5	1.3	2.4	327.1	2.9	0.2	0.10
	M4	22.7	2.5	217.7	0.8	2.6	343.1	0.4	0.2	0.07
	MS4	9.7	2.3	204.7	0.7	2.4	343.1	0.2	0.2	0.07
垂线平均	O1	174.6	1.4	161.3	0.2	1.4	9.1	12.5	0.1	0.04
	K1	134.6	1.6	121.3	0.3	1.7	9.1	8.9	0.1	0.04
	M2	154.3	3.9	282.8	4.7	5.5	306.7	4.2	2.6	-0.47
	S2	141.3	1.8	269.8	2.2	2.6	306.7	3.6	1.2	-0.47
	M4	157.0	3.5	325.4	0.8	3.6	347.2	2.7	0.2	-0.04
	MS4	144.0	3.3	312.4	0.8	3.3	347.2	2.4	0.1	-0.04

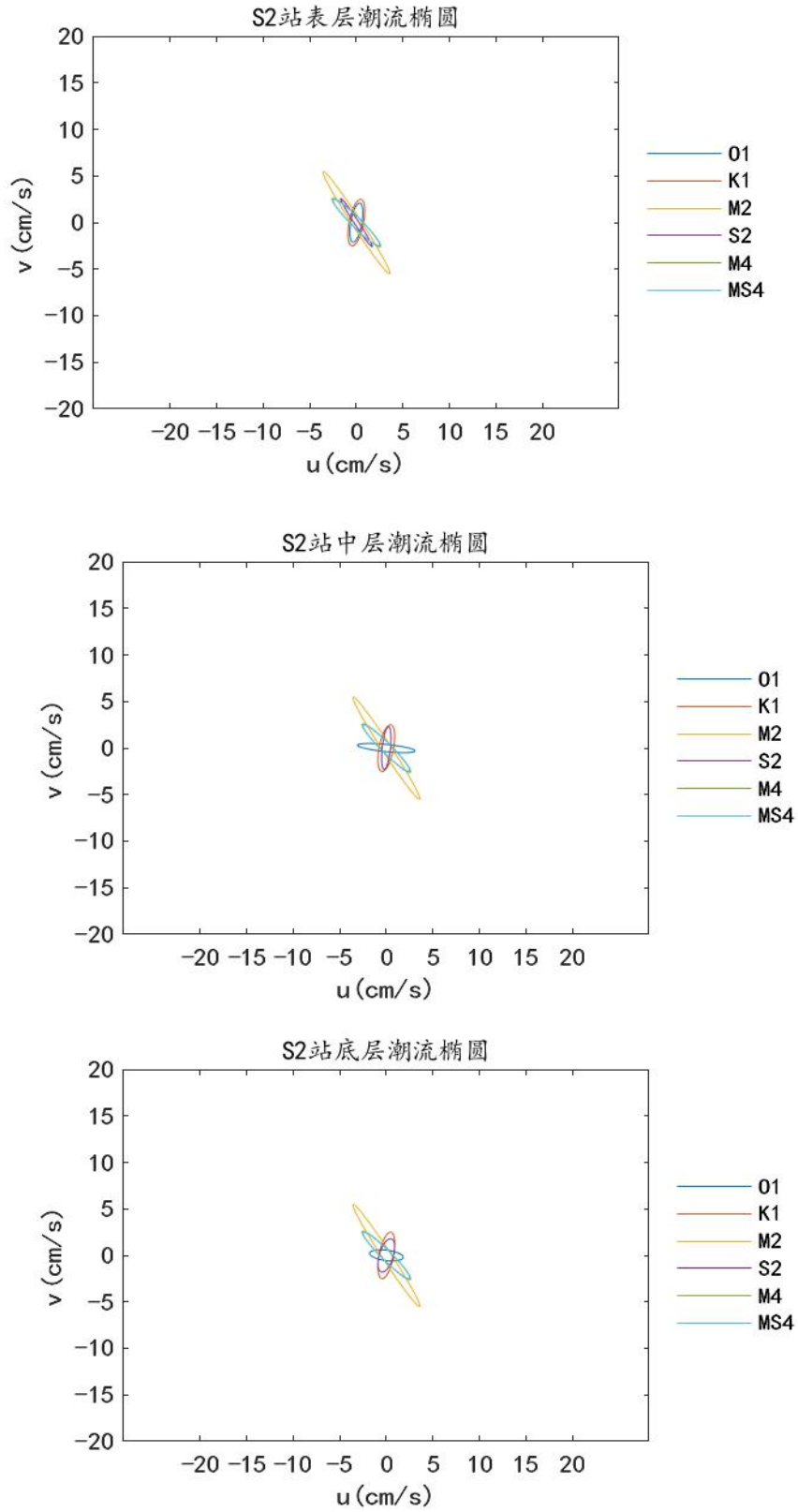
表 6.1.2.1-9 S6 测站潮流调和常数及椭圆要素

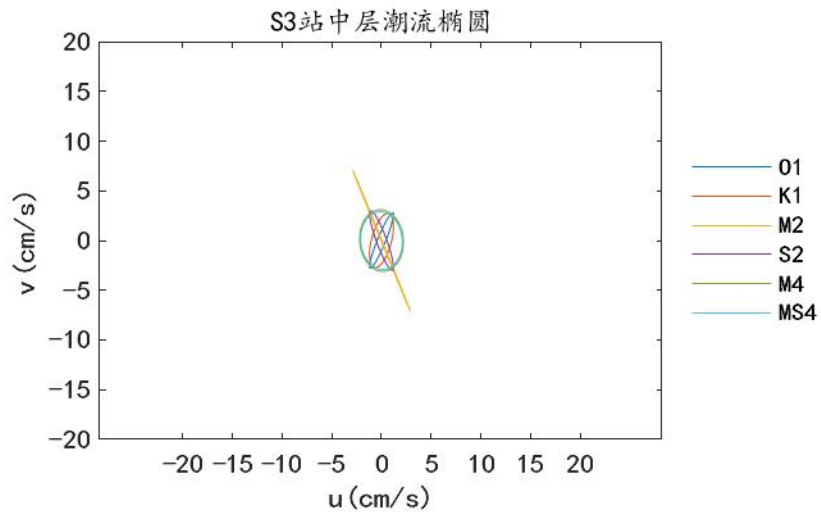
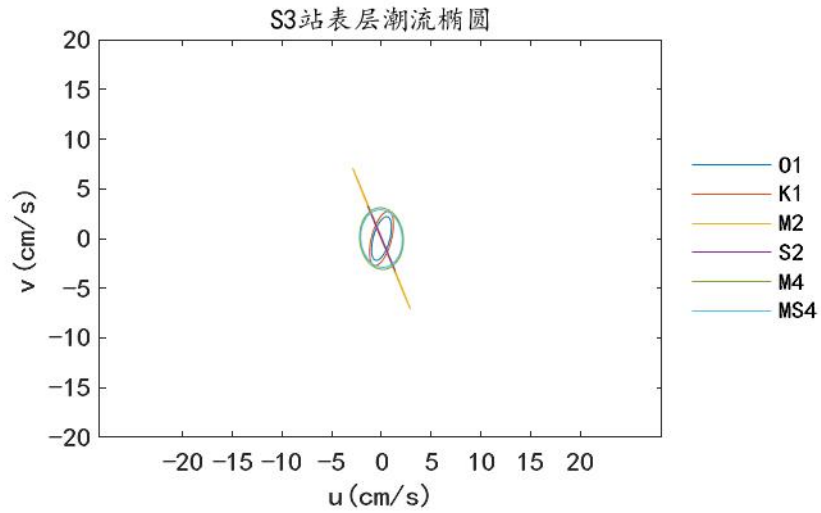
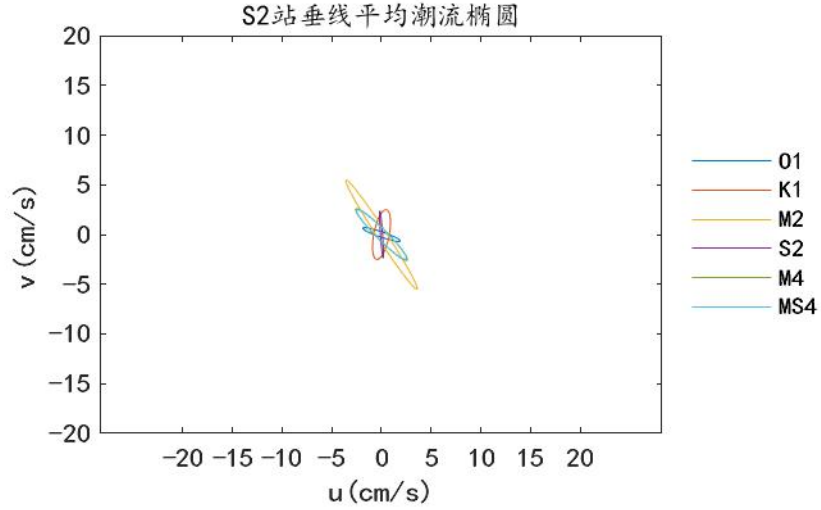
层次	分潮	调和常数				椭圆要素				
		北分量		东分量		W	θ	T	(W)	K
		迟角	振幅	迟角	振幅	最大速度	方向	时刻	最小速度	旋转率
表层	O1	133.0	3.5	193.7	1.3	3.5	11.4	9.8	1.1	-0.31
	K1	93.0	4.2	153.7	1.5	4.2	11.4	6.4	1.3	-0.31

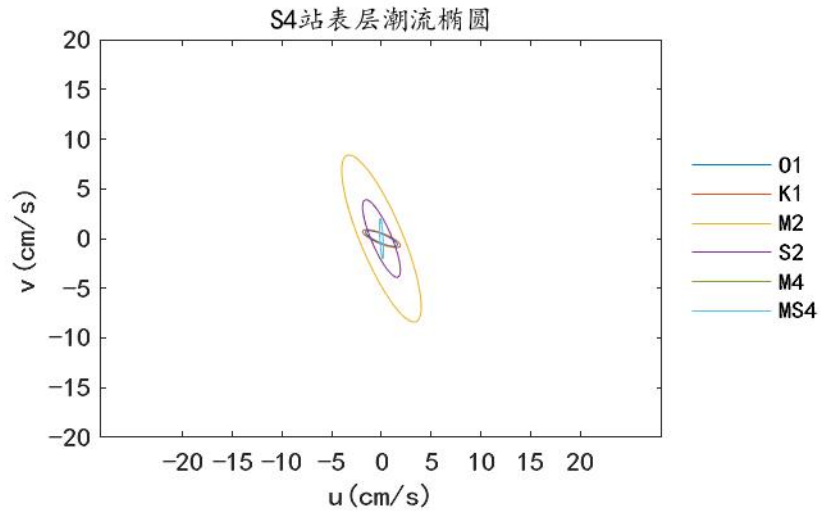
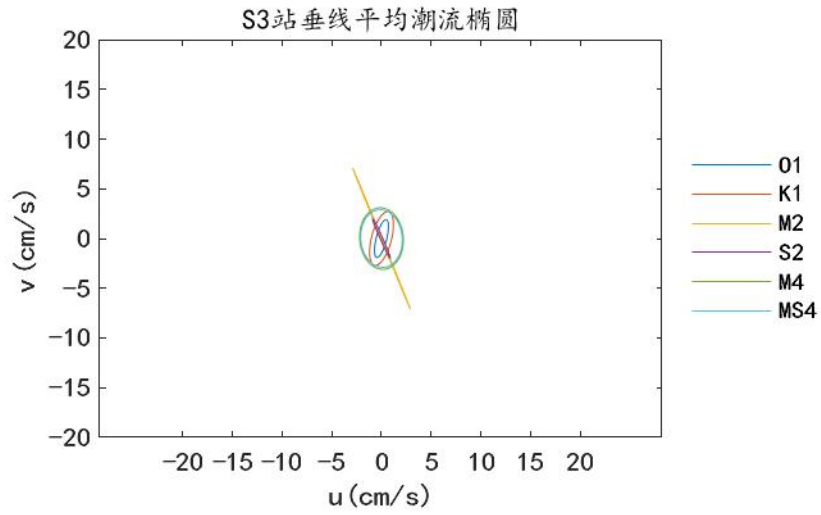
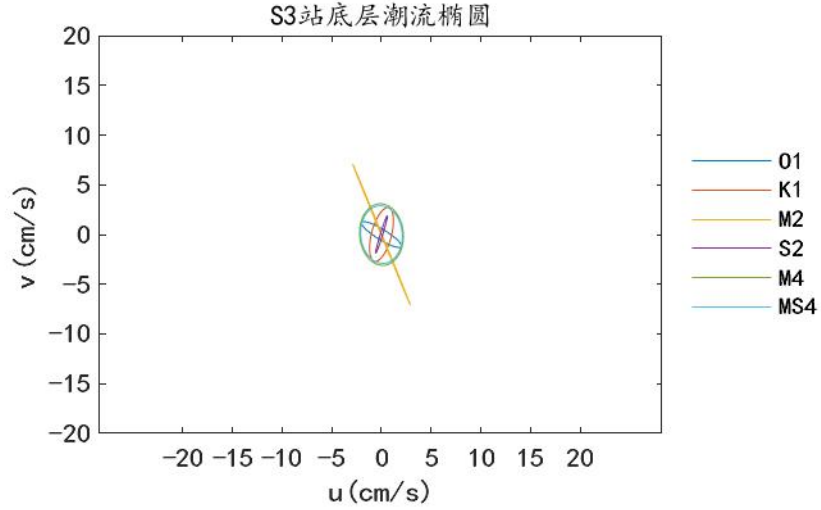
	M2	149.9	11.1	272.8	5.3	11.5	343.0	4.9	4.3	-0.37
	S2	136.9	5.2	259.8	2.5	5.4	343.0	4.3	2.0	-0.37
	M4	136.4	1.9	332.6	1.3	2.2	325.9	2.4	0.3	0.13
	MS4	123.4	1.7	319.6	1.2	2.1	325.9	2.2	0.3	0.13
中层	O1	166.0	2.9	240.3	0.9	2.9	5.7	12.0	0.9	-0.31
	K1	126.0	3.5	200.3	1.1	3.5	5.7	8.5	1.1	-0.31
	M2	141.6	12.0	294.9	6.5	13.4	333.0	4.7	2.6	-0.20
	S2	128.6	5.6	281.9	3.1	6.3	333.0	4.1	1.2	-0.20
	M4	142.3	3.6	31.9	1.3	3.7	352.0	2.5	1.2	0.33
	MS4	129.3	3.4	18.9	1.2	3.5	352.0	2.2	1.1	0.33
底层	O1	140.0	3.9	282.2	0.8	3.9	350.9	10.0	0.5	-0.12
	K1	100.0	4.7	242.2	0.9	4.7	350.9	6.6	0.6	-0.12
	M2	126.0	6.9	308.3	6.2	9.3	317.9	4.4	0.2	0.02
	S2	113.0	3.2	295.3	2.9	4.4	317.9	3.8	0.1	0.02
	M4	130.0	2.6	44.1	2.1	2.6	8.8	2.1	2.1	0.79
	MS4	117.0	2.4	31.1	1.9	2.4	8.8	1.9	1.9	0.79
垂线 平均	O1	150.7	3.2	232.8	0.9	3.2	2.4	10.9	0.9	-0.28
	K1	110.7	3.8	192.8	1.1	3.8	2.4	7.4	1.1	-0.28
	M2	141.0	10.3	294.5	5.8	11.6	332.2	4.7	2.3	-0.20
	S2	128.0	4.9	281.5	2.7	5.5	332.2	4.1	1.1	-0.20
	M4	139.8	3.0	27.0	1.3	3.1	348.9	2.5	1.2	0.38
	MS4	126.8	2.8	14.0	1.2	2.9	348.9	2.2	1.1	0.38

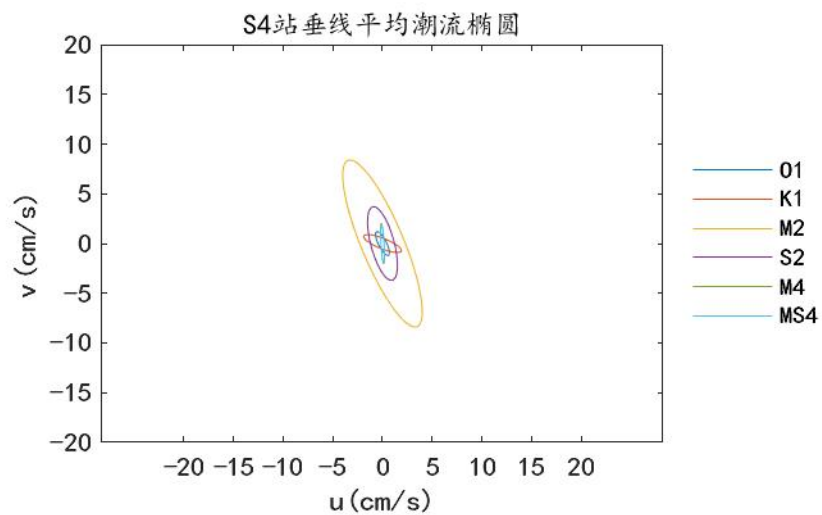
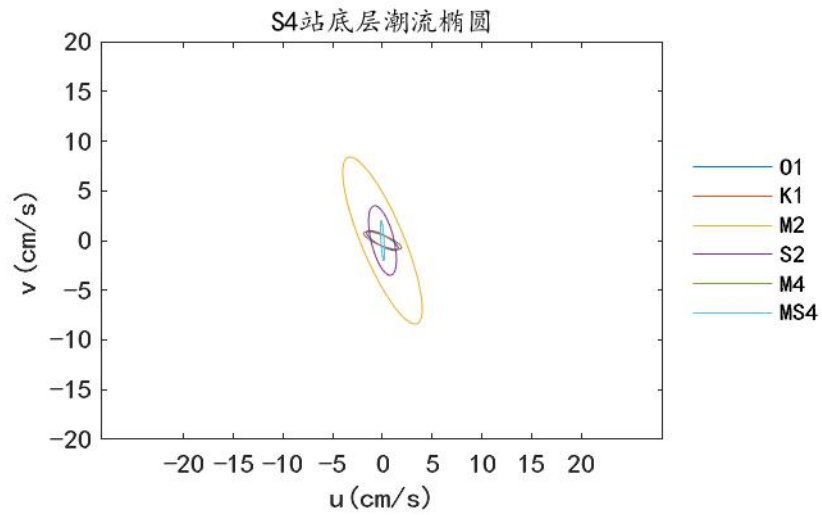
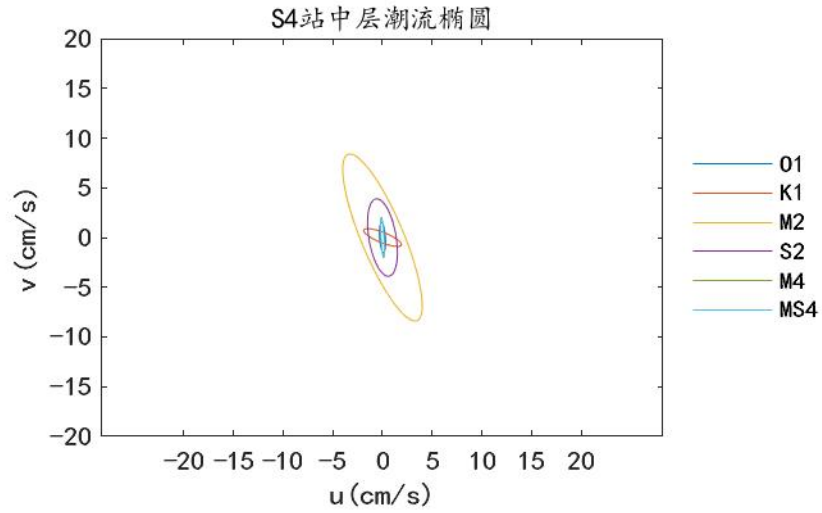


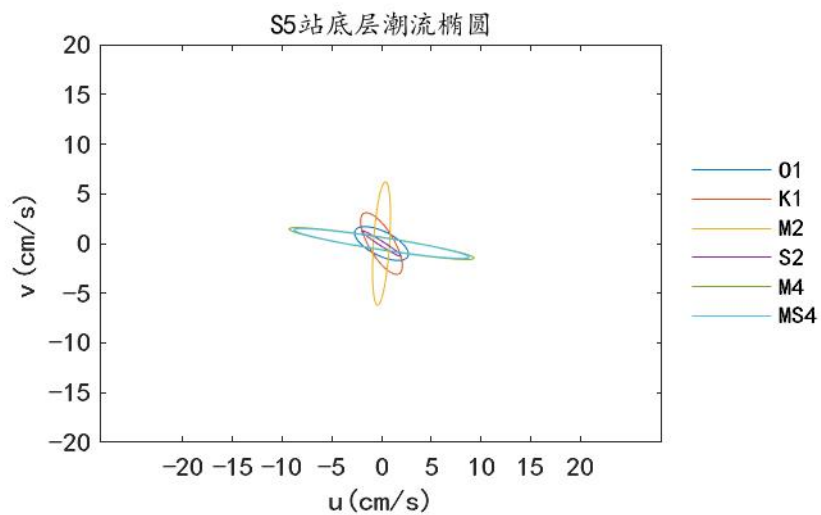
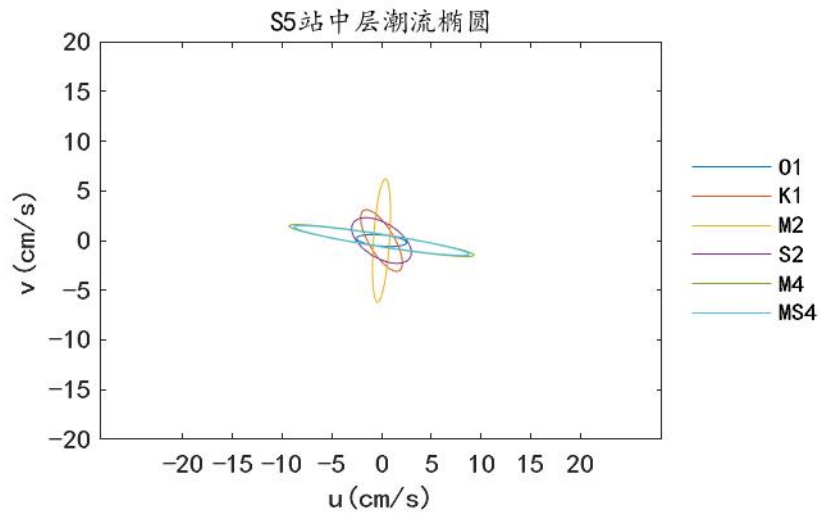
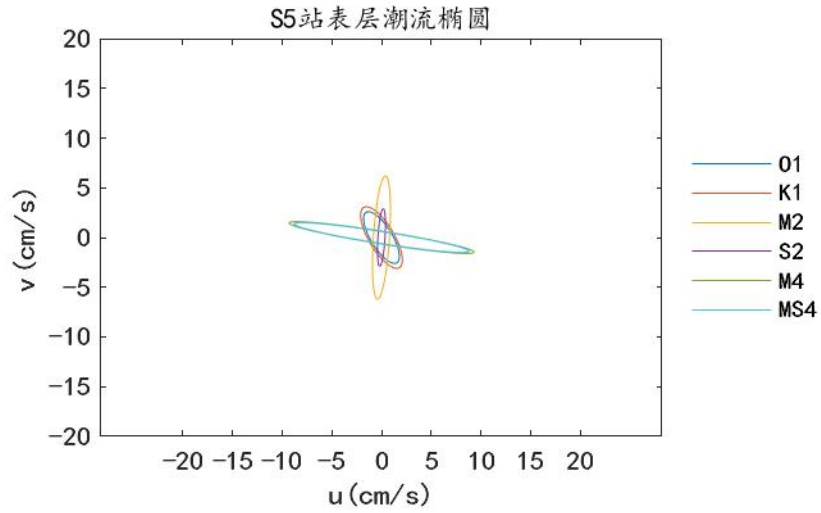


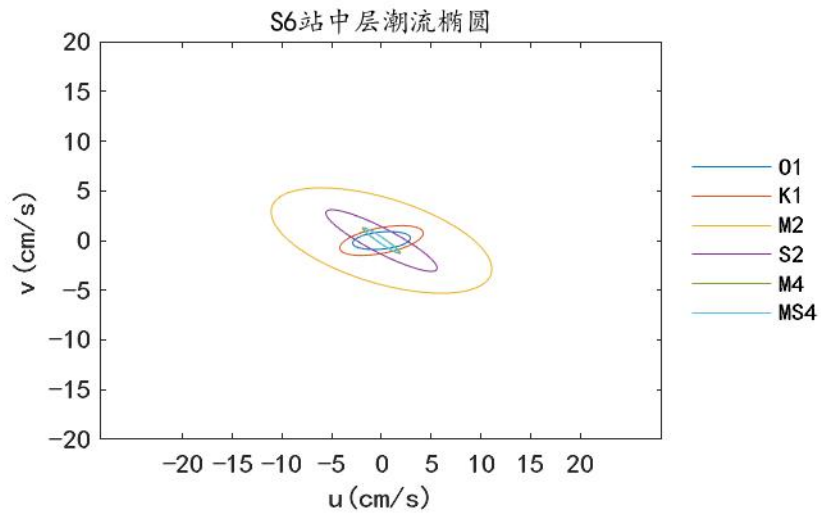
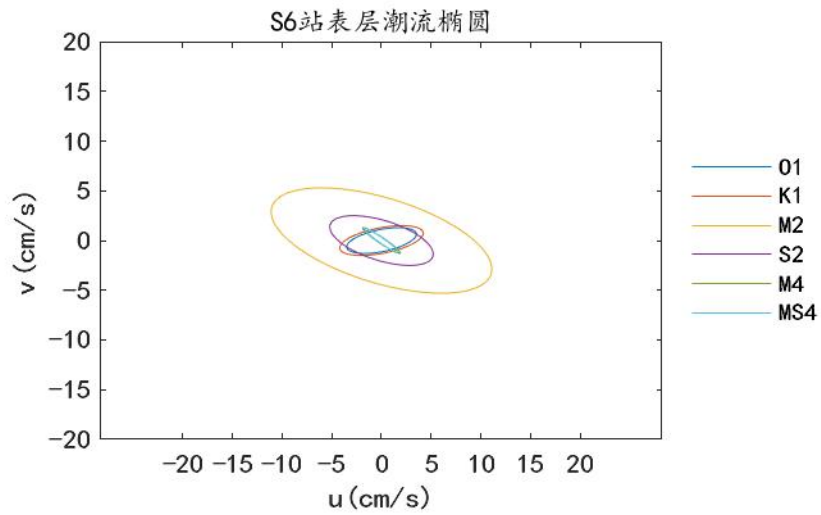
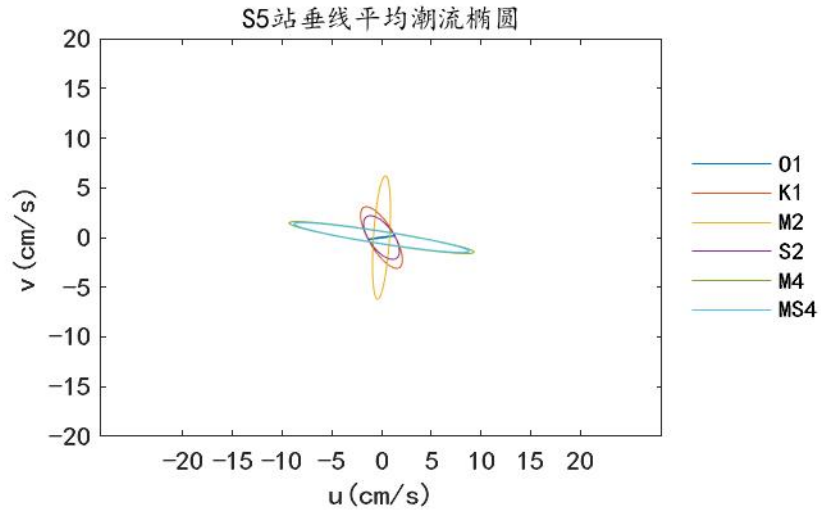












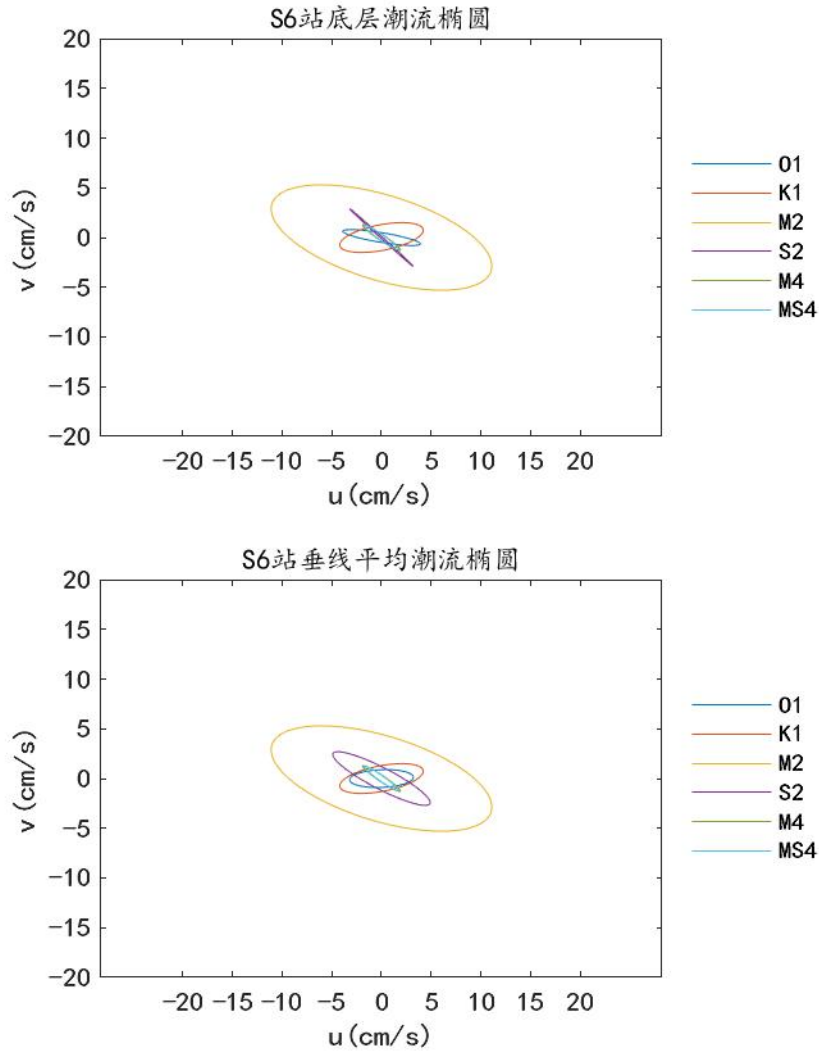


图 6.1.2.1-20 各站位潮流椭圆图

(1) 潮流性质

按照《港口与航道水文规范》的规定，潮流可分为规则、不规则的半日潮流和规则的、不规则的全日潮流，其判别标准为：

$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2} \leq 0.5$ 为规则半日潮流

$0.5 < (W_{O1}+W_{K1})/W_{M2} \leq 2.0$ 为不规则半日潮流

$2.0 < (W_{O1}+W_{K1})/W_{M2} \leq 4.0$ 为不规则全日潮流

$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2} > 4.0$ 为规则全日潮流

$(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$ 称为潮流类型系数。

通过潮流调和计算分析计算出各实测海流观测站的潮型系数列入表 6.2.1.2-10。

表 6.1.2.1-10 各站潮流类型判别数 $(W_{O1} + W_{K1})/W_{M2}$

项目 \ 站位号		S1	S2	S3	S4	S5	S6
		(W ₀₁ +W _{k1})/W _{M2}	表层	1.88	0.73	0.66	0.41
中层	1.88		1.40	0.97	0.40	0.78	0.47
底层	2.04		0.99	1.17	0.53	1.29	0.93
垂线平均	1.79		0.87	0.90	0.35	0.55	0.60

根据以上的计算分析，由表 6.1.2.1-10 可见，各观测站各层(WO₁+WK₁)/WM₂值可以看出，本海域主要为不规则全日潮流为主。

(2) 潮流的运动形式

潮流的运动形式分旋转流和往复流，通常以椭圆率 K 的绝对值大小来判断，当 $|K|=1$ 时，潮流椭圆成圆形，各方向流速相等，为纯旋转流；当 $|K|=0$ 时，潮流椭圆为一直线，海水在一直线上往返流动，为典型往复流。 $|K|$ 值通常在 0-1 之间， $|K|$ 值越大，旋转流的形式越显著， $|K|$ 值越小，往复流的形式越显著。

潮流的旋转方向，通常是以旋转率 K 前面的符号来判断。K 前面为“+”，表示潮流逆时针旋转（左旋），K 前面为“-”，说明潮流是顺时针旋转（右旋）。

表 6.1.2.1-11 给出了两次观测站各层的潮流椭圆要素旋转率 K 值。

表 6.1.2.1-11 各站各层不同分潮流的 k 值表 (S1~S6)

项目		分潮					
		O ₁	K ₁	M ₂	S ₂	M ₄	MS ₄
S1	表层	-0.39	-0.39	0.03	0.03	0.46	0.46
	中层	-0.39	-0.39	0.03	0.03	0.46	0.46
	底层	-0.56	-0.56	-0.22	-0.22	0.24	0.24
	垂线平均	-0.64	-0.64	-0.10	-0.10	0.39	0.39
S2	表层	0.29	0.29	-0.07	-0.07	0.14	0.14
	中层	-0.12	-0.12	-0.18	-0.18	0.33	0.33
	底层	0.33	0.33	0.39	0.39	0.19	0.19
	垂线平均	-0.14	-0.14	0.04	0.04	0.31	0.31
S3	表层	-0.37	-0.37	0.01	0.01	0.71	0.71
	中层	-0.13	-0.13	-0.16	-0.16	0.02	0.02
	底层	-0.23	-0.23	-0.06	-0.06	-0.08	-0.08
	垂线平均	-0.27	-0.27	-0.05	-0.05	-0.04	-0.04
S4	表层	-0.26	-0.26	-0.24	-0.24	0.09	0.09

	中层	0.20	0.20	-0.36	-0.36	-0.15	-0.15
	底层	-0.30	-0.30	-0.32	-0.32	0.17	0.17
	垂线平均	-0.30	-0.30	-0.30	-0.30	-0.17	-0.17
S5	表层	0.36	0.36	-0.13	-0.13	0.07	0.07
	中层	-0.22	-0.22	-0.53	-0.53	-0.10	-0.10
	底层	-0.41	-0.41	0.10	0.10	0.07	0.07
	垂线平均	0.04	0.04	-0.47	-0.47	-0.04	-0.04
S6	表层	-0.31	-0.31	-0.37	-0.37	0.13	0.13
	中层	-0.31	-0.31	-0.20	-0.20	0.33	0.33
	底层	-0.12	-0.12	0.02	0.02	0.79	0.79
	垂线平均	-0.28	-0.28	-0.20	-0.20	0.38	0.38

由于本海区是不规则日潮流，通过 K 值变化来确定各层潮流的旋转方向，不同站位和不同层次的旋转方向有左旋，也有右旋。

(3) 潮流可能最大流速

根据《港口与航道水文规范》(JTS 145-2015)，对于不规则全日潮流海域和不规则半日潮流海域，潮流的可能最大流速可取下两式计算后的最大值：

$$\vec{V}_{\max} = 1.295\vec{W}_{M_2} + 1.245\vec{W}_{S_2} + \vec{W}_{K_1} + \vec{W}_{O_1} + \vec{W}_{M_4} + \vec{W}_{MS_4}$$

$$\vec{V}_{\max} = \vec{W}_{M_2} + \vec{W}_{S_2} + 1.600 \vec{W}_{K_1} + 1.450 \vec{W}_{O_1}$$

上式中： \vec{W}_{M_2} 、 \vec{W}_{S_2} 、 \vec{W}_{K_1} 、 \vec{W}_{O_1} 、 \vec{W}_{M_4} 、 \vec{W}_{MS_4} 分别表示 M2、S2、O1、K1、M4、MS4 分潮流的最大流速。

按规则半日潮流海区和规则全日潮流海区的公式计算，采用计算所得的大值列入表 6.1.2.1-12。由表可以看出最大值为 S6 站中层的最大可能流速 50.4cm/s，流向 338°，最小值为 S3 站底层的最大可能流速 21.3cm/s，流向 263°。

表 6.1.2.1-12 各站可能最大流速

项目 站位号	层次	可能最大流速	
		流速(cm/s)	方向(°)
S1	表层	33.7	154
	中层	32.5	154
	底层	32.3	91
	垂线平均	33.1	141
S2	表层	31.4	299
	中层	29.8	30

	底层	21.3	32
	垂线平均	25.8	312
S3	表层	33.2	281
	中层	33.0	289
	底层	21.3	263
	垂线平均	22.6	295
S4	表层	32.0	296
	中层	33.9	298
	底层	29.2	307
	垂线平均	29.6	300
S5	表层	47.6	316
	中层	38.6	341
	底层	27.3	333
	垂线平均	26.5	330
S6	表层	43.7	347
	中层	50.4	342
	底层	40.5	335
	垂线平均	45.3	341

(4) 潮流水质点最大可能运移距离

潮流水质点的可能最大运移距离 \bar{L}_{\max} 一般按下列公式计算：

$$\bar{L}_{\max} = 1843\bar{W}_{M_2} + 1712\bar{W}_{S_2} + 2743\bar{W}_{K_1} + 2959\bar{W}_{O_1} + 71.2\bar{W}_{M_4} + 69.9\bar{W}_{MS_4}$$

上式中： \bar{W}_{M_2} 、 \bar{W}_{S_2} 、 \bar{W}_{K_1} 、 \bar{W}_{O_1} 、 \bar{W}_{M_4} 、 \bar{W}_{MS_4} 分别表示 M2、S2、O1、K1、M4、MS4 分潮流的最大流速。

计算结果列入表 6.1.2.1-13。从表中可以看出，S6 站位表层水质点最大运移距离为 6169.9 m，方向 355°，其他各站位各层次水质点的运移距离基本均达 1.9~6.2km 之间。

表 6.1.2.1-13 各站水质点可能最大运移距离

项目 站位号	层次	可能最大运移距离	
		距离(m)	方向(°)
S1	表层	4472.8	178
	中层	4472.8	178
	底层	3607.4	134
	垂线平均	4100.4	156
S2	表层	3413.6	284

	中层	2845.3	28
	底层	1945.9	32
	垂线平均	2573.4	306
S3	表层	3934.6	277
	中层	4119.8	269
	底层	2459.0	295
	垂线平均	2739.7	275
S4	表层	3863.6	306
	中层	3743.8	278
	底层	3504.6	301
	垂线平均	3567.8	288
S5	表层	3995.8	285
	中层	4059.6	340
	底层	3792.1	332
	垂线平均	2402.6	329
S6	表层	6090.0	355
	中层	6169.9	344
	底层	5651.9	335
	垂线平均	5849.2	344

(5) 余流分析

按准调和和分析得出观测期间各测站余流流速、流向，见表 6.1.2.1-14。

由表可见，该区余流：大潮期各站各层余流均为 0.2~3.8cm/s 之间，最大余流流速发生在 S6 站，其表层最大余流流速 3.8cm/s；最小余流流速发生在 S5 站底层，余流流速为 0.3cm/s。

根据表 6.1.2.1-14 绘出各站各层余流矢量图，如图 6.1.2.1-21~图 6.1.2.1-24。

表 6.1.2.1-14 各站各层余流流速流向

项目 站位号层次		余流	
		流速(cm/s)	方向(°)
S1	表层	0.5	292
	中层	1.5	104
	底层	1.1	117
	垂线平均	0.8	103
S2	表层	2.8	125
	中层	2.3	87
	底层	1.8	71
	垂线平均	2.3	93

S3	表层	1.4	111
	中层	1.8	124
	底层	2.0	73
	垂线平均	1.3	118
S4	表层	2.8	129
	中层	3.2	116
	底层	2.8	120
	垂线平均	3.0	120
S5	表层	0.8	237
	中层	2.7	176
	底层	0.3	29
	垂线平均	1.4	180
S6	表层	3.8	187
	中层	3.6	170
	底层	1.8	135
	垂线平均	3.0	170

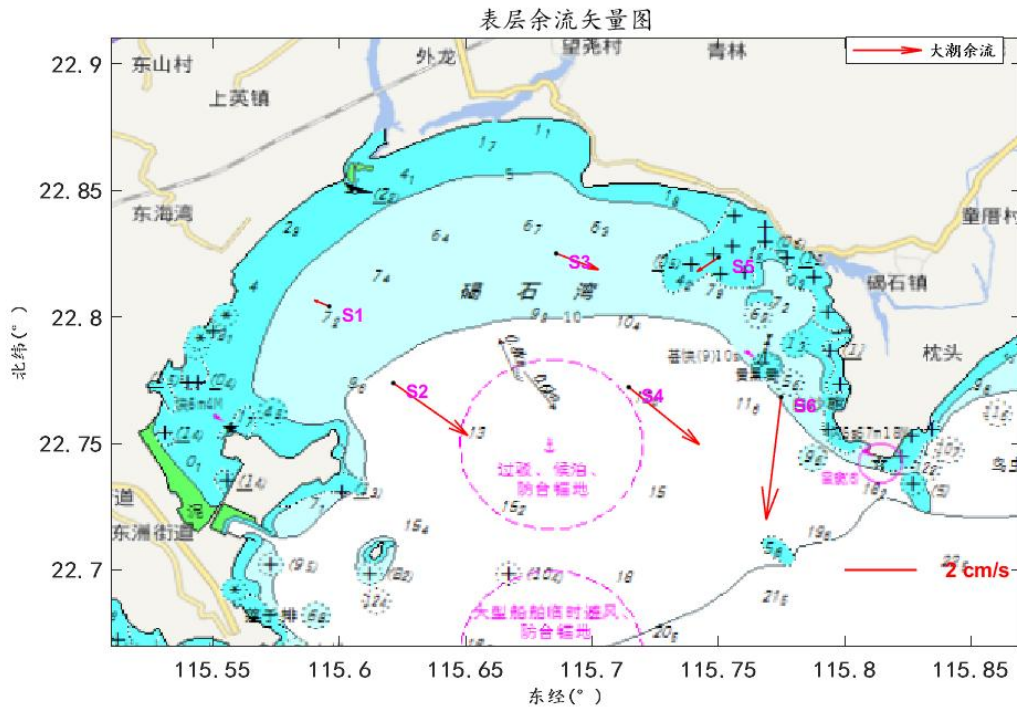


图 6.1.2.1-21 各站位表层矢量图

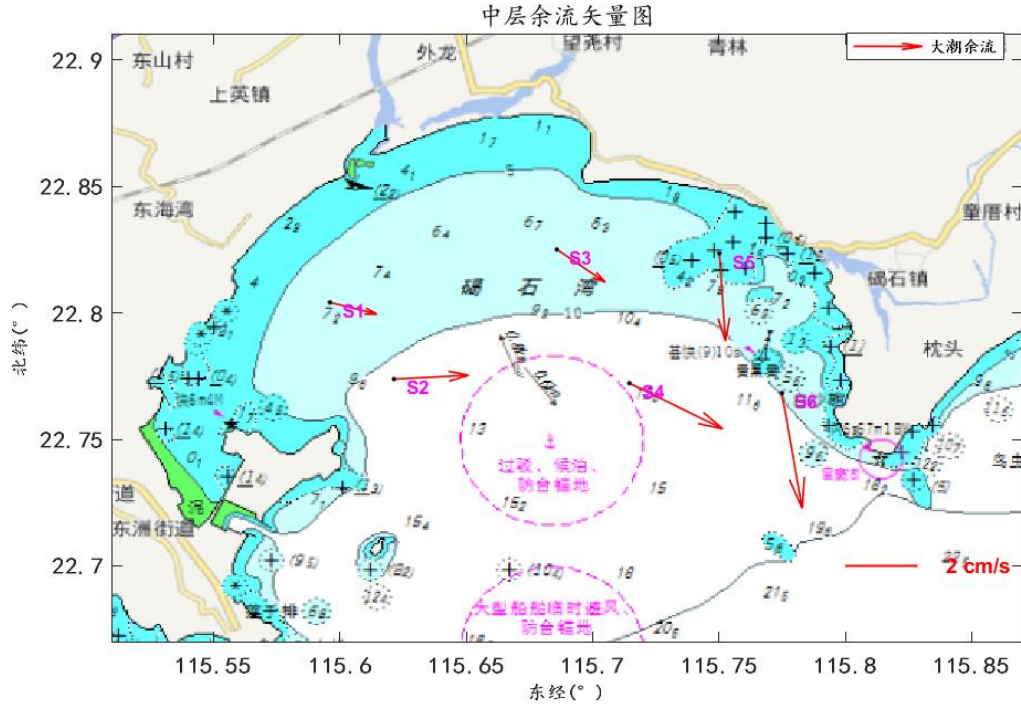


图 6.1.2.1-22 各站位中层矢量图

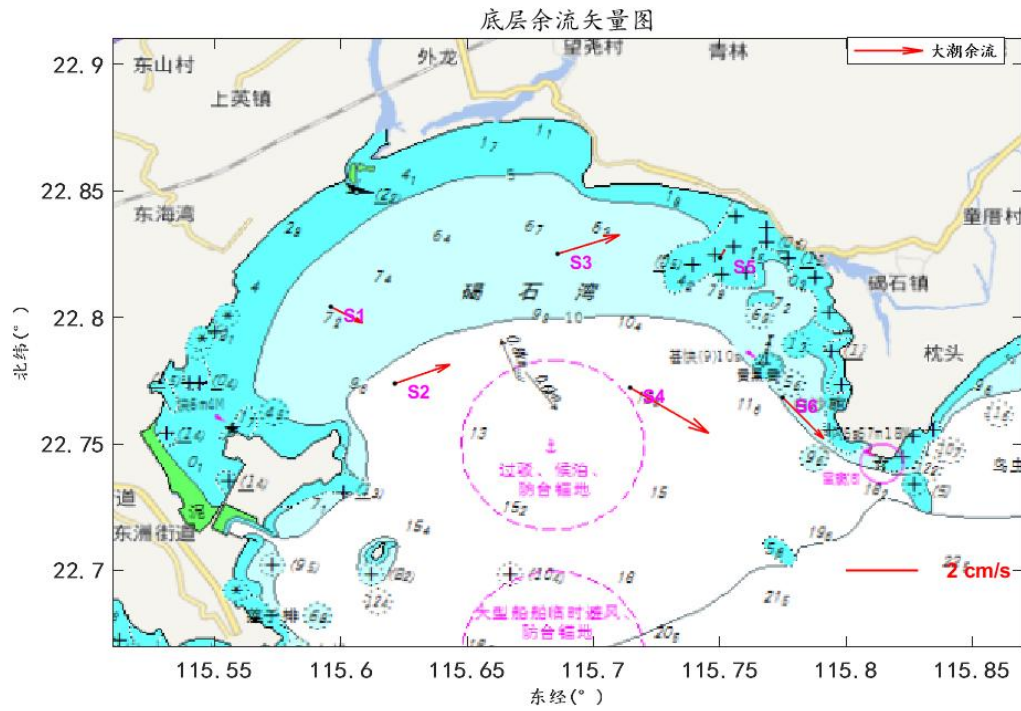


图 6.1.2.1-23 各站位底层矢量图

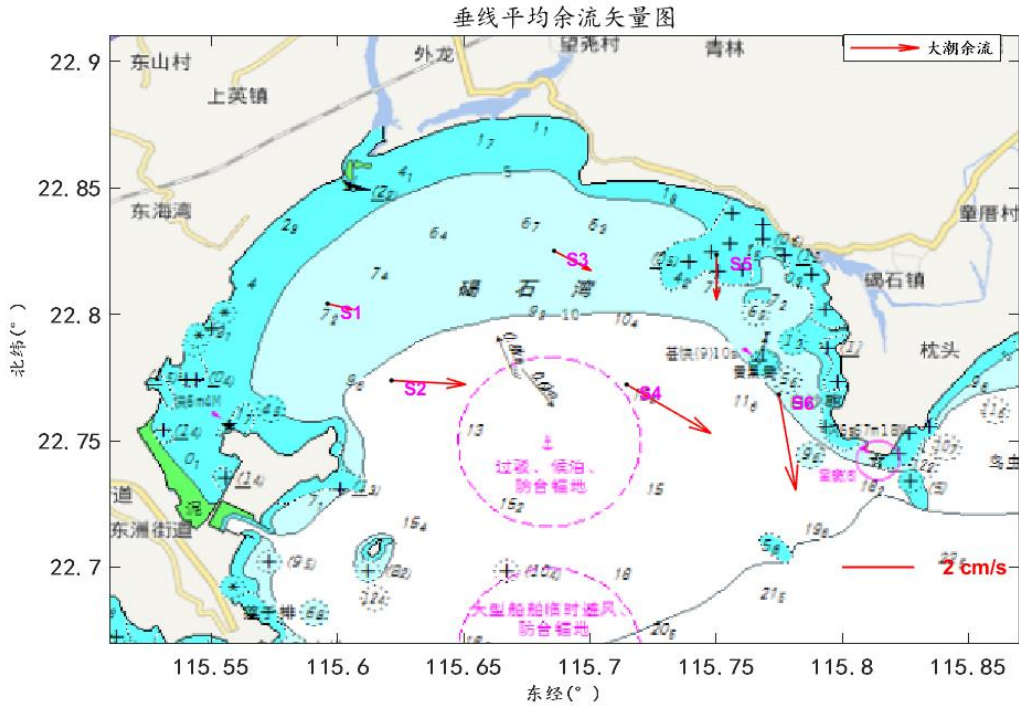


图 6.1.2.1-24 各站位垂线平均矢量图

3.含沙量

水体中的悬浮泥沙称为悬沙，悬沙的吸附作用使之成为污染物的载体之一，对 Cu, Zn 等重金属元素的吸附作用较强，通过悬沙吸附和运移能将重金属元素远输异地，减少当地重金属元素的积累和污染，若悬沙浓度高，又多为过境悬沙，则对减轻重金属元素的污染是有利的。但悬沙浓度高，水体浑浊，透光性差，不利于水生生物生长。因此，悬沙是水环境评价中的一个复杂因子，其变化也很复杂，随机性较大。

对本次观测 S1~S6 号站位实测含沙量资料进行分析，绘制含沙量过程曲线，见图 6.1.2.1-25~图 6.1.2.1-30。

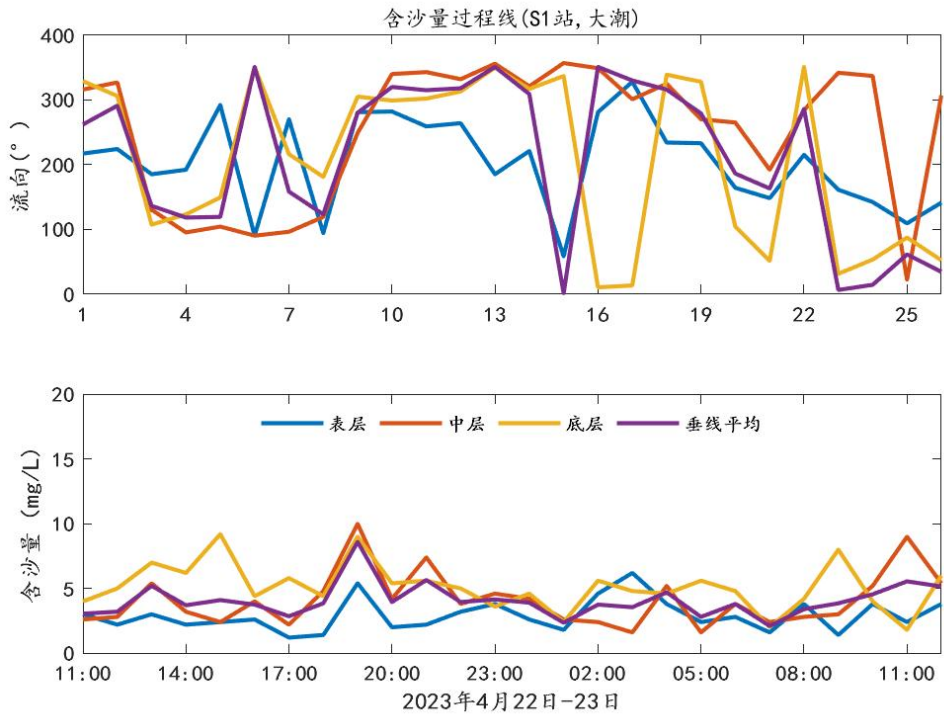


图 6.1.2.1-25 S1 站含沙量过程曲线

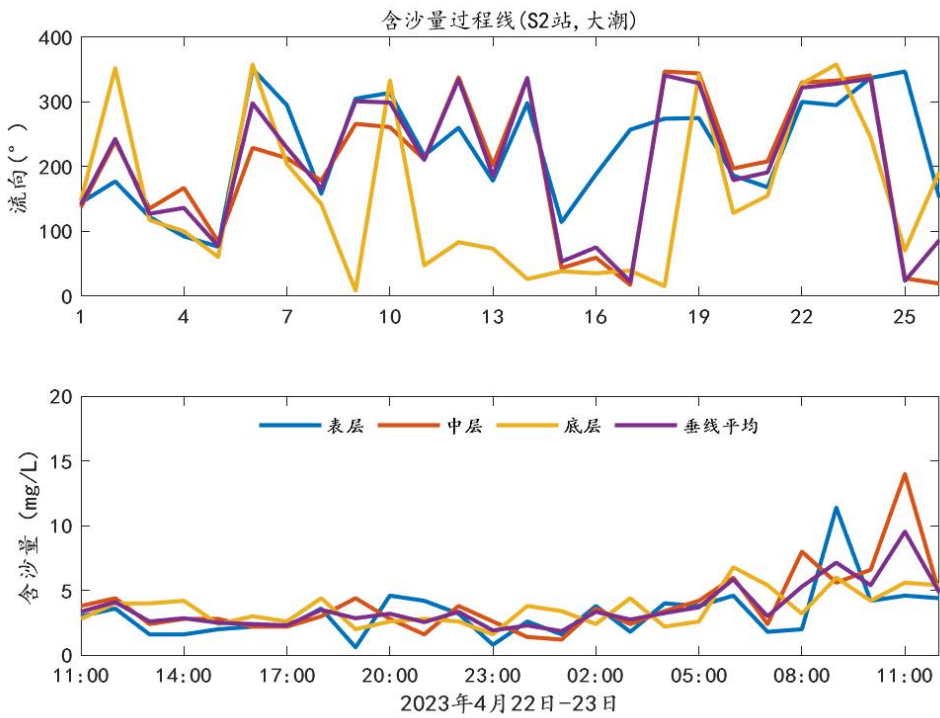


图 6.1.2.1-26 S2 站含沙量过程曲线

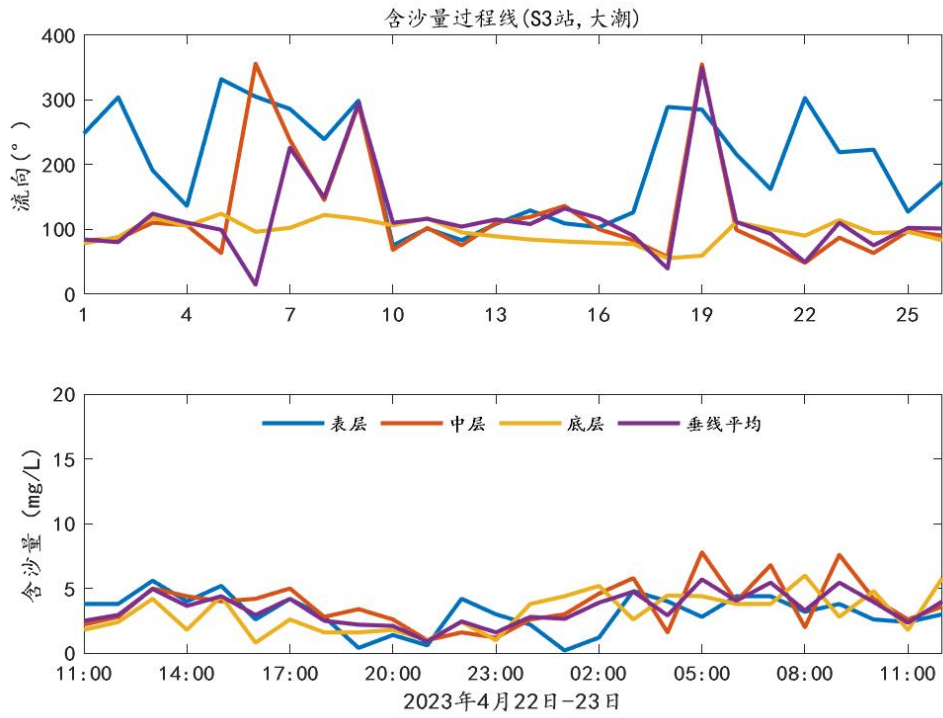


图 6.1.2.1-27 S3 站含沙量过程曲线

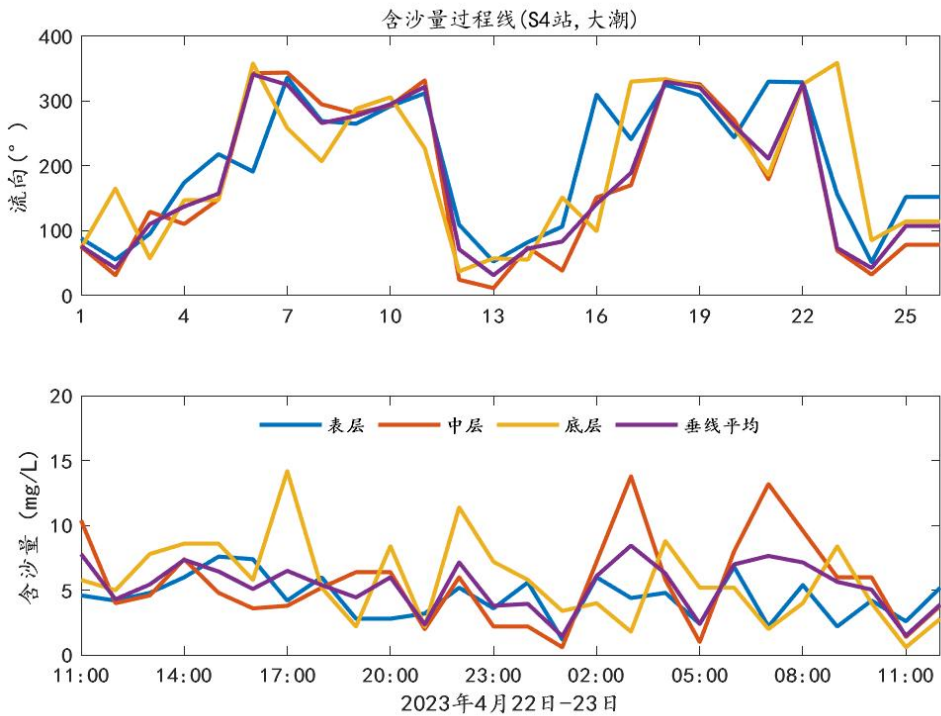


图 6.1.2.1-28 S4 站含沙量过程曲线

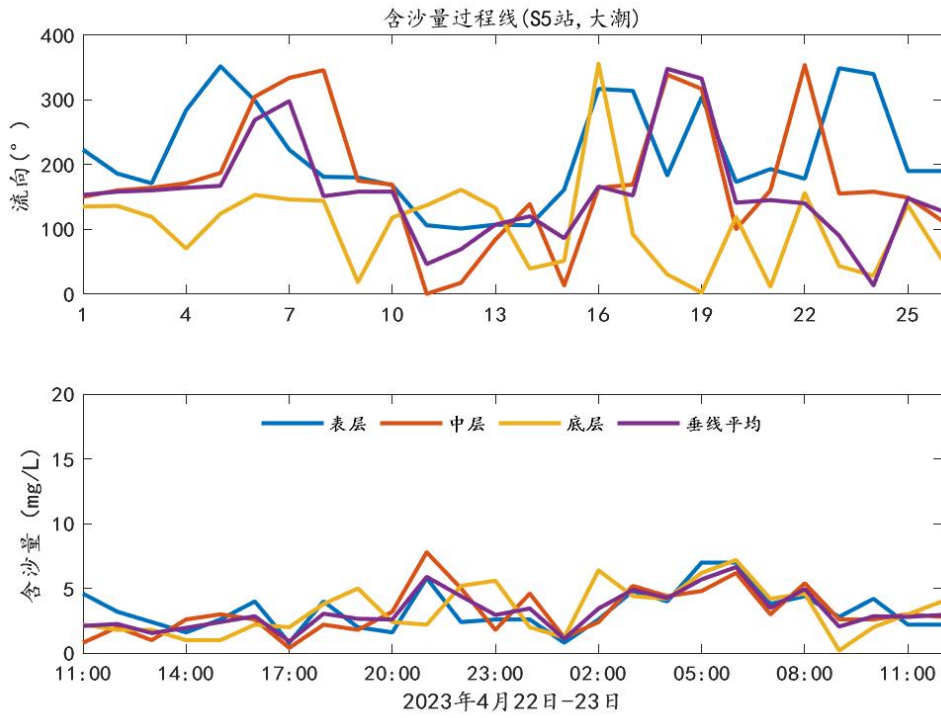


图 6.1.2.1-29 S5 站含沙量过程曲线

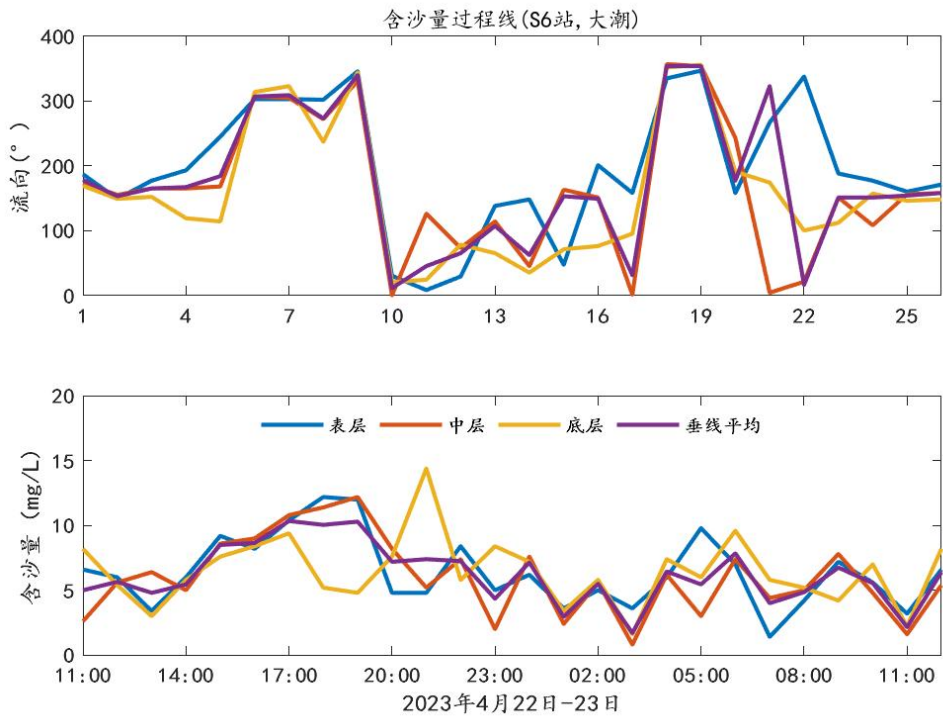


图 6.1.2.1-30 S6 站含沙量过程曲线

(1) 含沙量统计

本次测量含沙量数据报表见附表三。大潮期各站位极值含沙量如表 6.1.2.1-15 所示，涨潮期最大含沙量最大为 14.40mg/L，出现在 S6 站底层；落潮期最大含沙量最大为 14.00mg/L，出现在 S2 站中层，观测期间各站位各层次含沙量在 0.20-14.40mg/L，平均含沙量在 2.40-7.67mg/L。在时间序列上，各站位三层含沙量的变化趋势规律不明显；在垂向上，各层含沙量量级大小接近，总的来说底层含沙量略大于表层和中层。

表 6.1.2.1-15 实测含沙量统计表 单位：mg/L

站 位	层 次	项 目	含沙量					
			最大含沙量(mg/L)		最小含沙量(mg/L)		平均含沙量(mg/L)	
			涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮
S1	表层	6.20	3.80	1.20	1.40	3.15	2.40	
	中层	10.00	9.00	1.60	2.20	3.98	4.43	
	底层	9.00	9.20	2.40	1.80	4.94	5.38	
	垂线平均	8.60	5.55	2.80	2.10	4.17	4.12	
S2	表层	11.40	4.40	0.60	0.80	3.67	2.40	
	中层	8.00	14.00	1.40	1.20	3.85	4.08	
	底层	6.00	6.80	2.60	1.60	3.73	3.68	
	垂线平均	7.15	9.55	2.30	1.85	3.63	3.91	
S3	表层	5.60	4.80	0.40	0.20	3.51	2.62	
	中层	7.80	7.60	3.40	1.00	5.10	3.45	
	底层	6.00	6.00	0.80	0.80	3.12	3.12	
	垂线平均	5.70	5.45	2.20	0.90	4.03	3.33	
S4	表层	7.60	6.00	2.20	1.20	4.71	4.12	
	中层	9.60	13.80	1.00	0.60	5.18	5.85	
	底层	14.20	11.40	1.80	0.60	5.95	5.77	
	垂线平均	7.65	7.80	2.35	1.45	5.48	4.99	
S5	表层	7.00	7.00	1.60	0.80	3.70	3.13	
	中层	7.80	5.20	0.40	0.80	3.76	2.71	
	底层	6.40	7.20	0.20	1.00	3.31	3.21	
	垂线平均	5.90	6.65	0.90	1.55	4.00	3.19	
S6	表层	12.20	9.20	3.60	3.20	7.67	5.76	
	中层	12.20	8.60	0.80	1.60	6.78	5.03	
	底层	14.40	9.60	3.40	2.20	7.38	6.02	
	垂线平均	10.35	8.50	1.70	2.15	6.73	5.45	

4.水温

对各站各层次实测水温资料进行分析，绘制水温过程曲线，见图 6.1.2.1-31~

图 6.1.2.1-34。

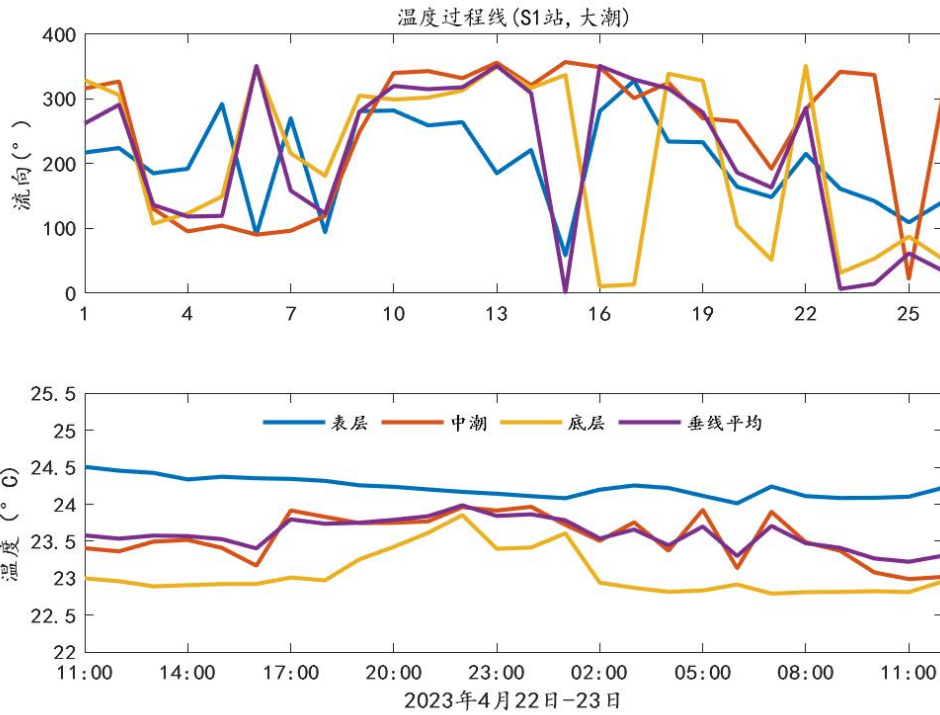


图 6.1.2.1-31 S1 站温度过程曲线

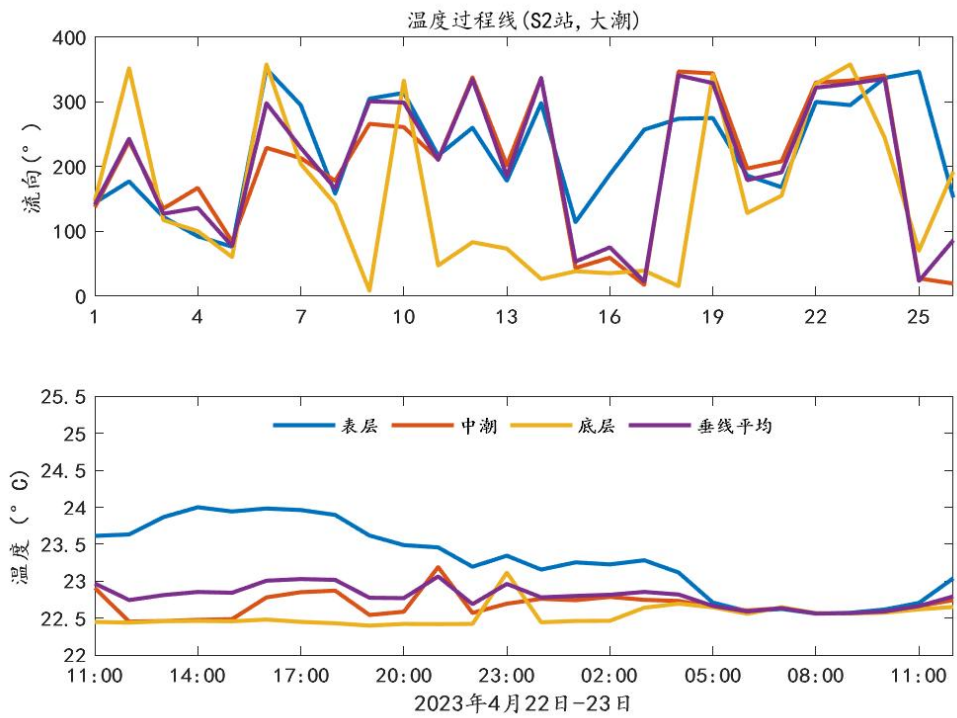


图 6.1.2.1-32 S2 站温度过程曲线

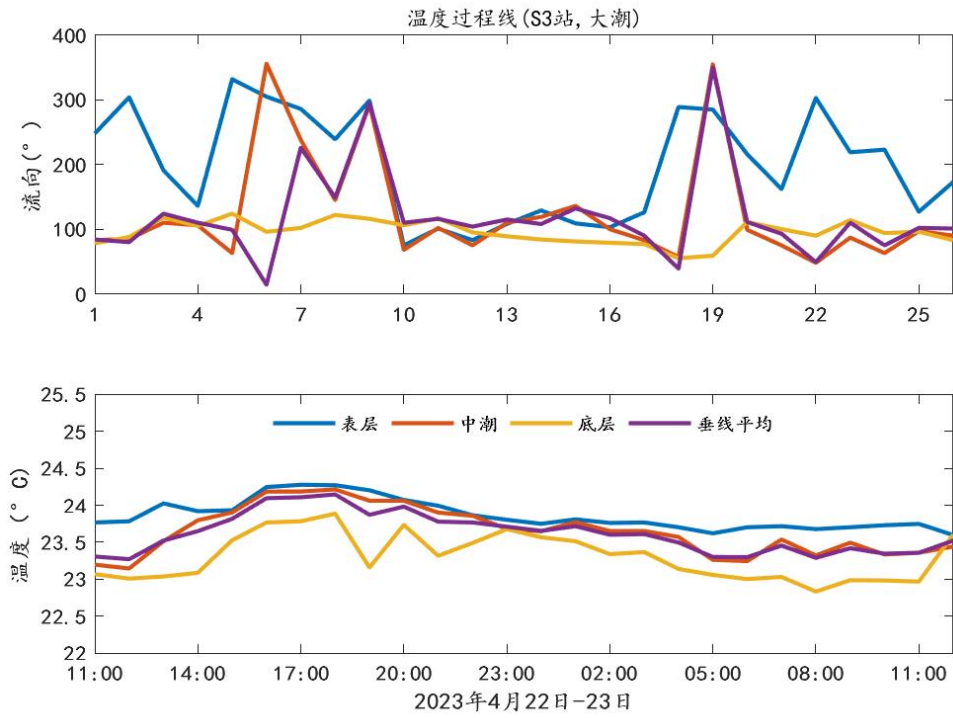


图 6.1.2.1-33 S3 站温度过程曲线

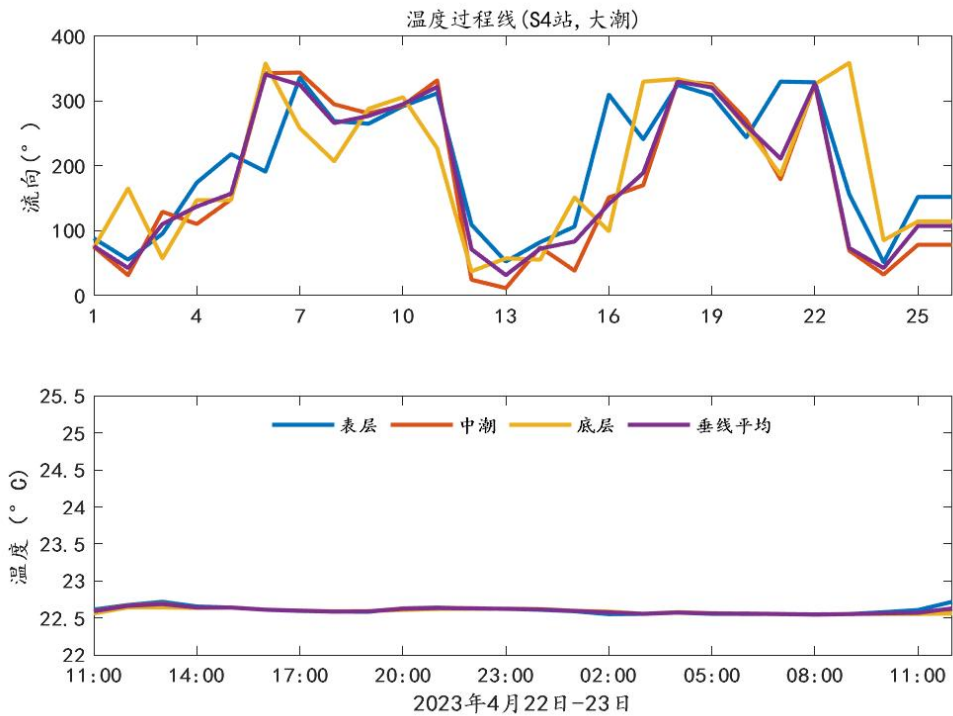


图 6.1.2.1-34 S4 站温度过程曲线

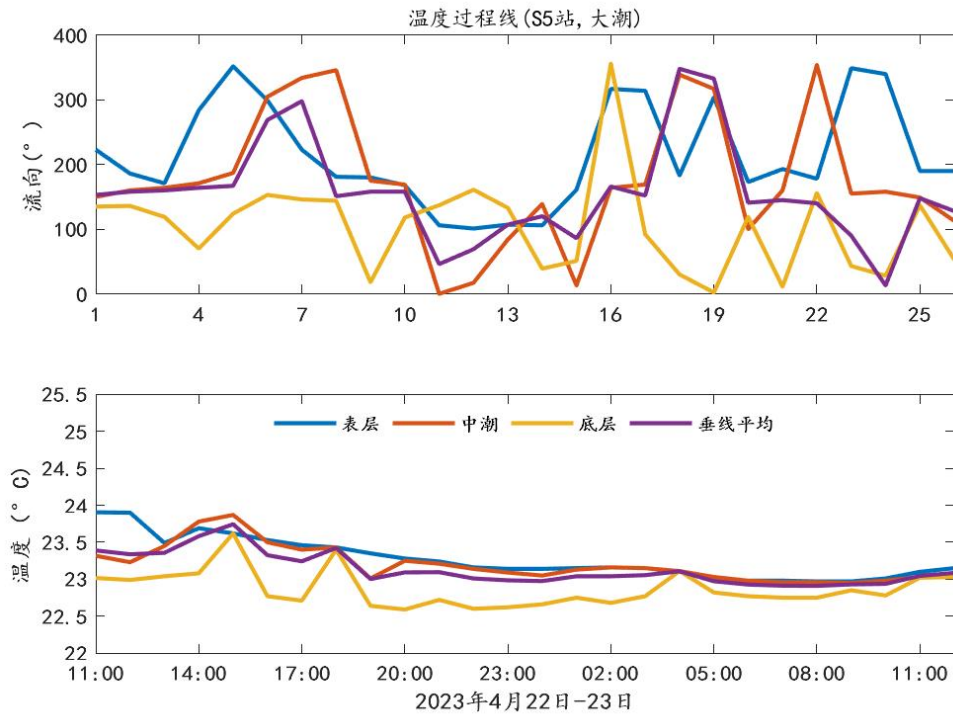


图 6.1.2.1-35 S5 站温度过程曲线

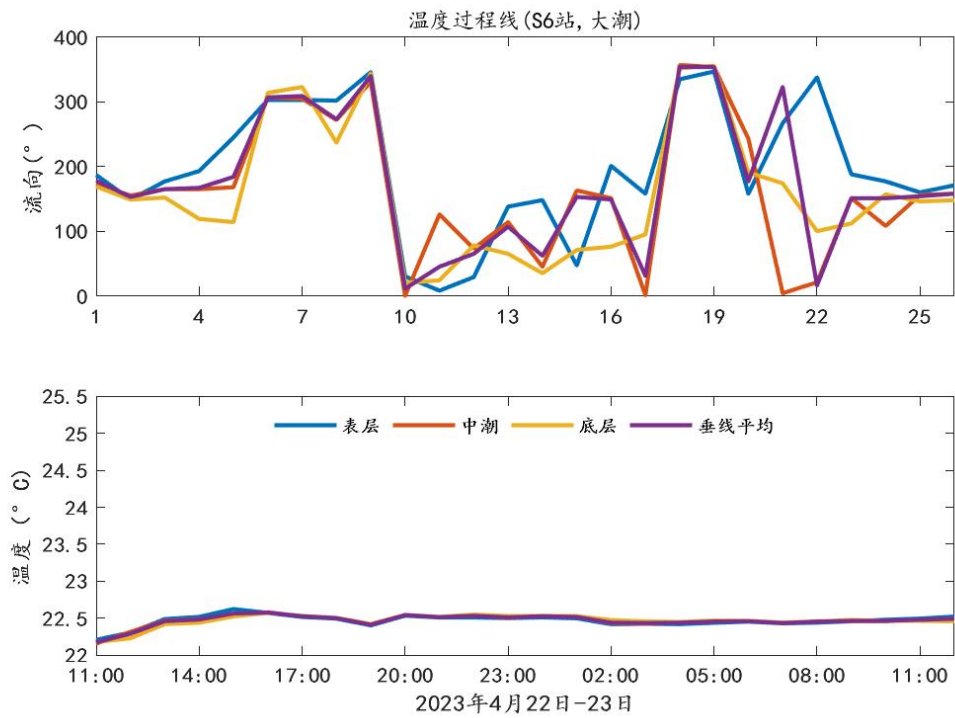


图 6.1.2.1-36 S6 站温度过程曲线

(1) 水温统计

本次测量温度数据报表见附表四。大潮期各站位极值温度如表 6.2.1.2-16 所

示,观测期间各站位各层次水温在 22.15-24.51° C,平均水温在 22.42-24.26° C,从表层到底层水温呈现一定的降低趋势,涨潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均水温分别为 23.67° C、22.76° C、23.76° C、22.59° C、23.06° C、22.49° C,落潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均水温分别为 23.52° C、22.82° C、23.60° C、22.61° C、23.17° C、22.45° C,近岸 S1、S3、S5 站位平均水温高于离岸较远的 S2、S4、S6。

表 6.1.2.1-16 温度统计表 单位: °C

站 位	层 次	项 目	水 温					
			最大水温(° C)		最小水温(° C)		平均水温	
			涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮
S1	表层		24.51	24.35	24.11	24.01	24.26	24.17
	中层		23.97	23.92	23.02	22.99	23.59	23.48
	底层		23.85	22.96	22.81	22.79	23.21	22.87
	垂线平均		23.99	23.80	23.40	23.22	23.67	23.52
S2	表层		23.98	24.00	22.56	22.62	23.17	23.52
	中层		23.19	22.91	22.45	22.46	22.67	22.69
	底层		22.65	23.12	22.42	22.42	22.53	22.55
	垂线平均		23.06	23.02	22.56	22.59	22.76	22.82
S3	表层		24.28	24.07	23.62	23.60	23.90	23.82
	中层		24.19	24.21	23.26	23.15	23.92	23.61
	底层		23.89	23.89	22.83	22.83	23.31	23.31
	垂线平均		24.11	24.15	23.30	23.27	23.76	23.60
S4	表层		22.64	22.72	22.55	22.55	22.58	22.63
	中层		22.64	22.70	22.55	22.55	22.59	22.61
	底层		22.62	22.64	22.55	22.55	22.58	22.60
	垂线平均		22.63	22.69	22.55	22.55	22.59	22.61
S5	表层		23.69	23.91	22.97	22.97	23.27	23.27
	中层		23.50	23.87	22.96	22.95	23.21	23.22
	底层		23.11	23.62	22.64	22.59	22.83	22.90
	垂线平均		23.24	23.75	22.94	22.91	23.06	23.17
S6	表层		22.57	22.62	22.40	22.21	22.48	22.46
	中层		22.58	22.55	22.41	22.15	22.49	22.45
	底层		22.57	22.52	22.42	22.18	22.51	22.42
	垂线平均		22.58	22.56	22.41	22.17	22.49	22.45

5.盐度

对各站各层次实测盐度资料进行分析,绘制盐度过程曲线,见图 6.1.2.1-37~

图 6.1.2.1-42。

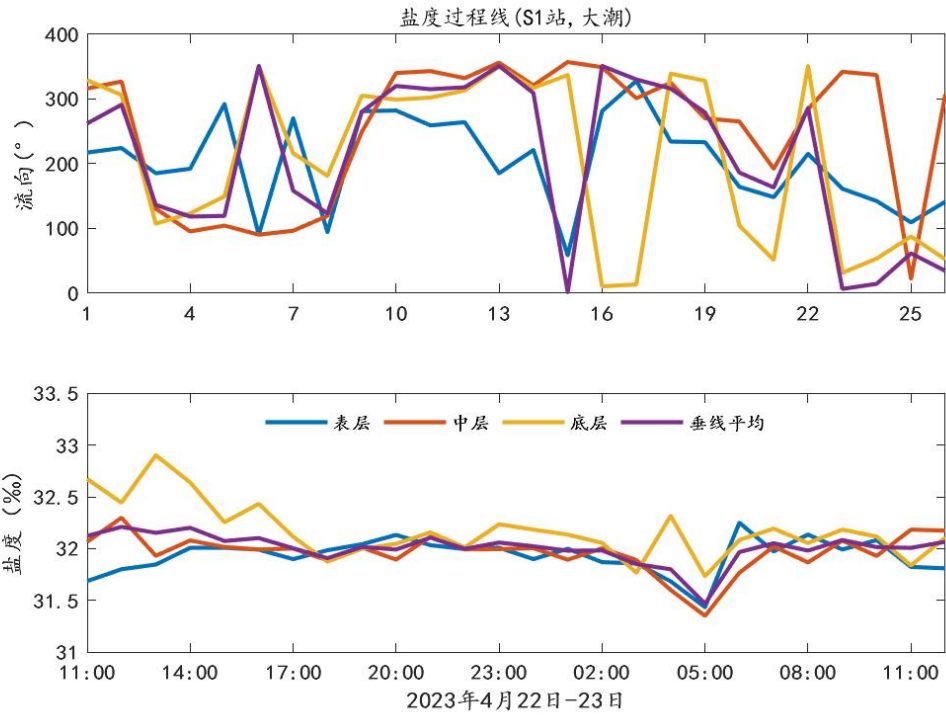


图 6.1.2.1-37 S1 站盐度过程曲线

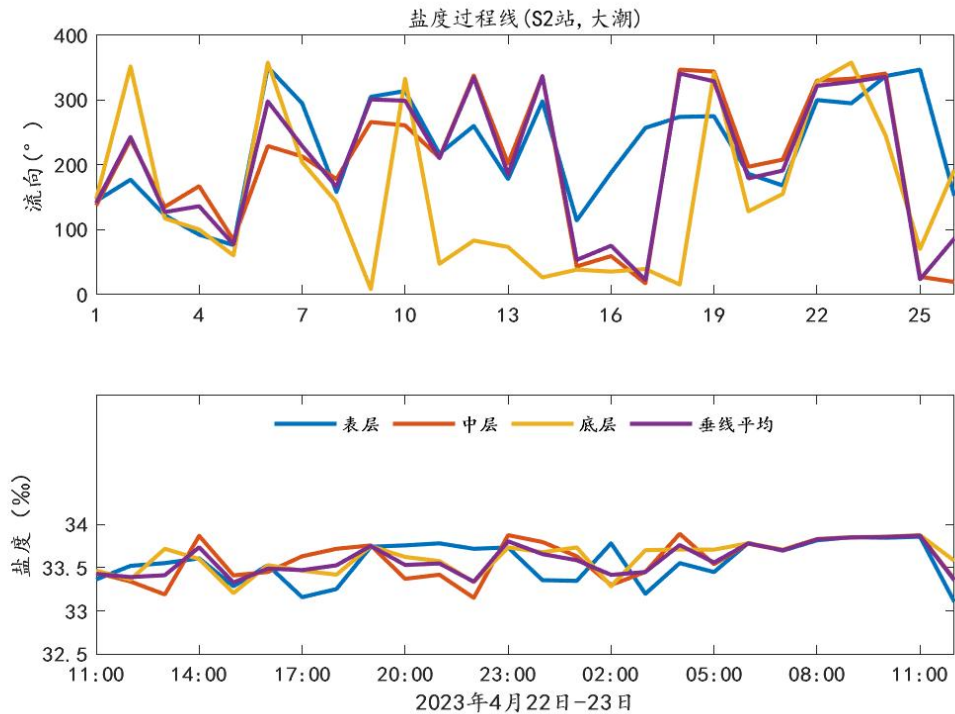


图 6.1.2.1-38 S2 站盐度过程曲线

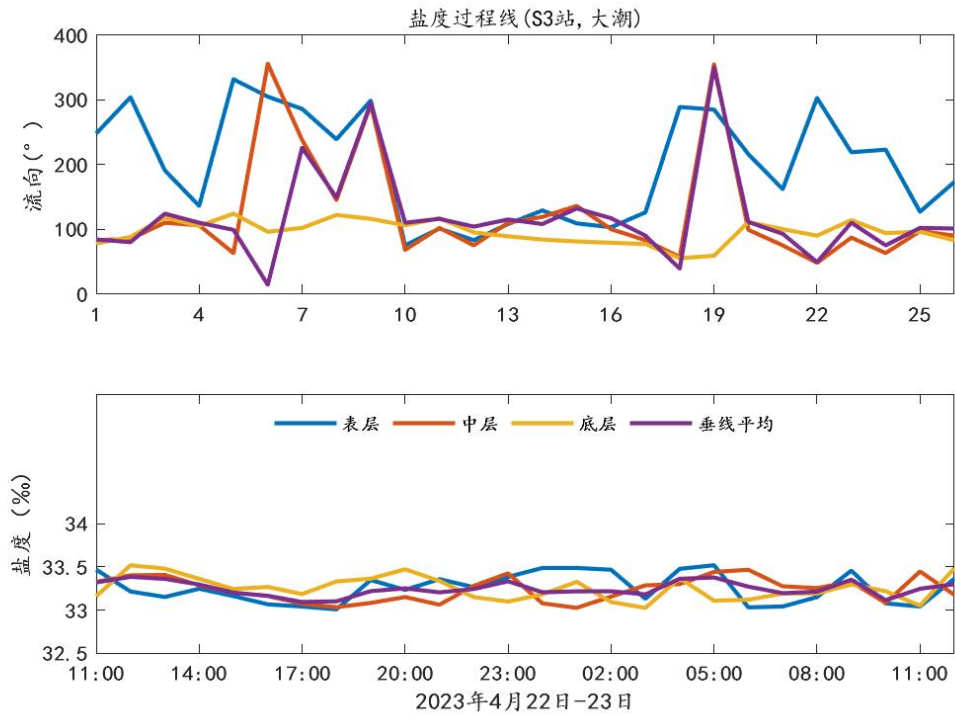


图 6.1.2.1-39 S3 站盐度过程曲线

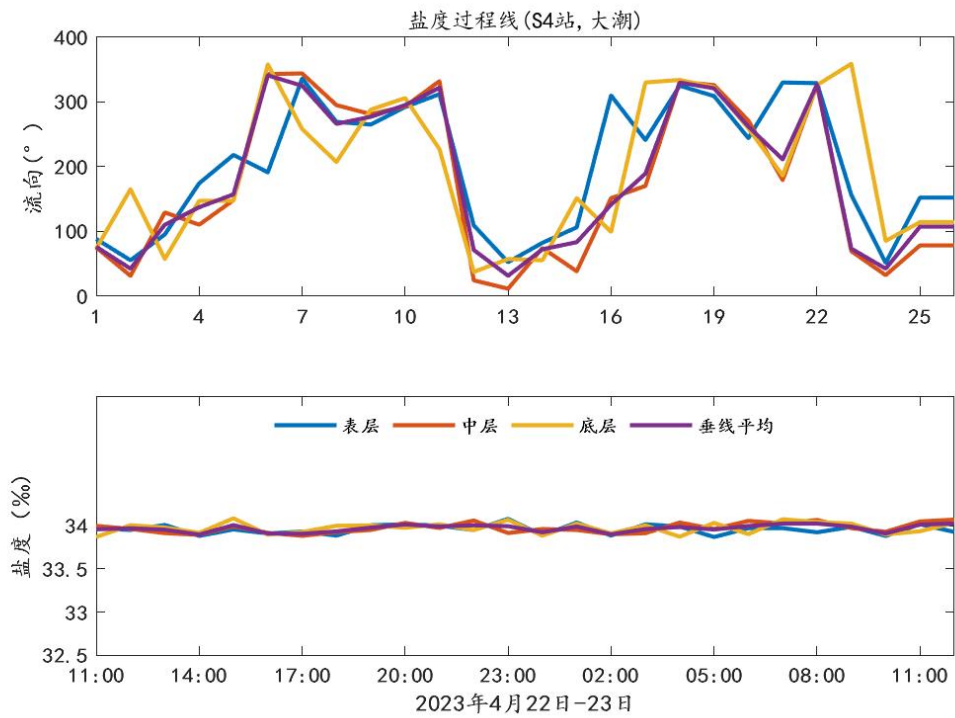


图 6.1.2.1-40 S4 站盐度过程曲线

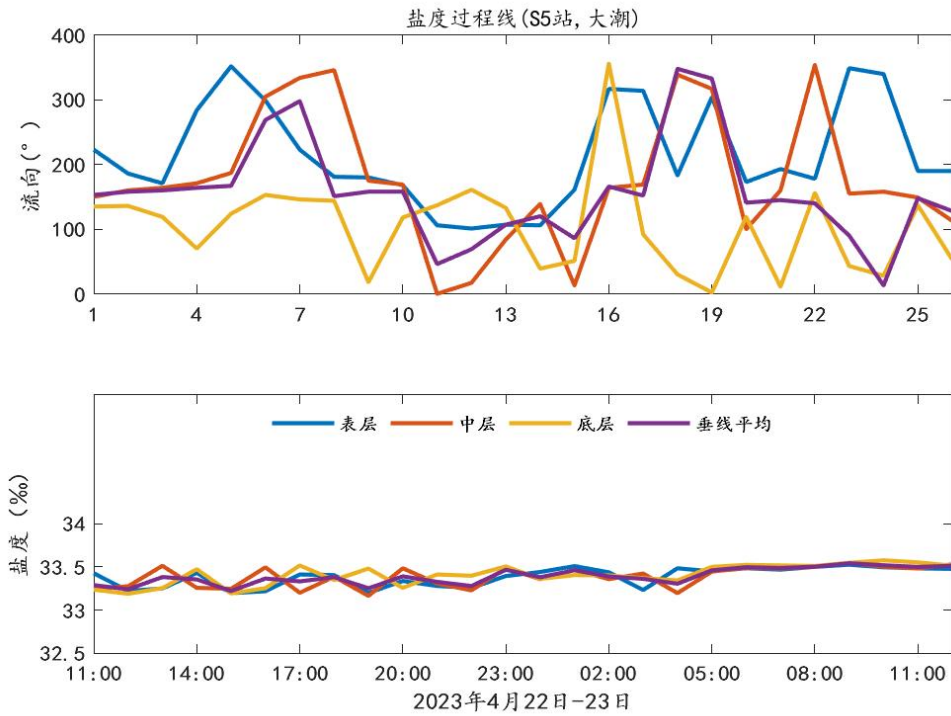


图 6.1.2.1-41 S5 站盐度过程曲线

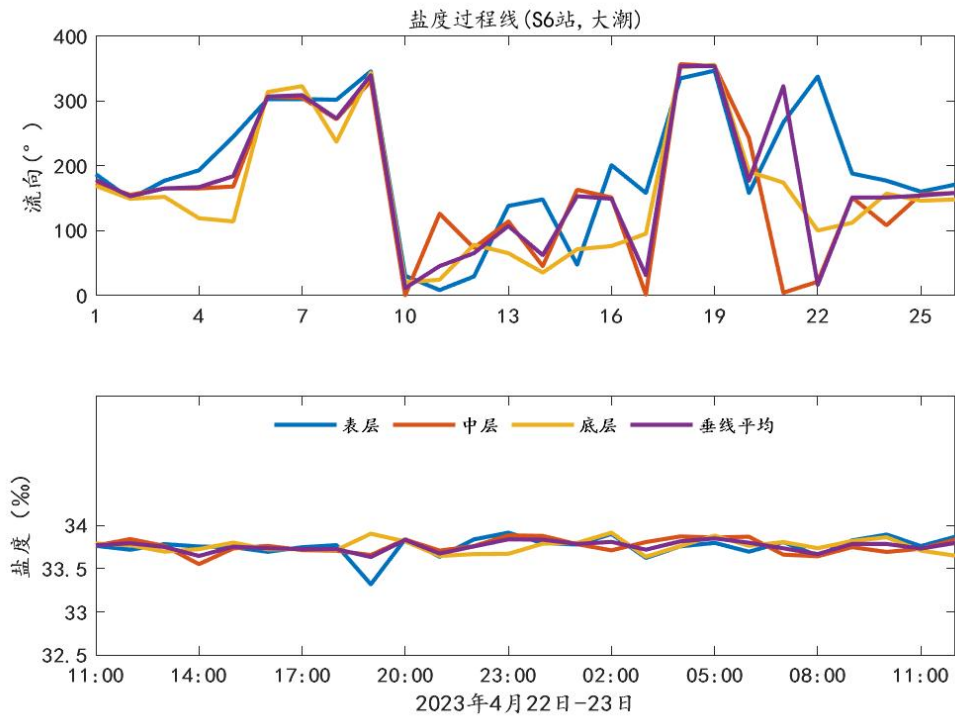


图 6.1.2.1-42 S6 站盐度过程曲线

(1) 盐度统计

本次测量盐度数据报表见附表五。大潮期各站位极值盐度如表 6.1.2.1-17 所示,观测期间各站位各层次盐度在 31.35-34.09‰,各层平均盐度在 31.90-33.98‰。涨潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均盐度分别为 31.98、33.62、33.10、33.90、33.37、33.75,落潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均盐度分别为 32.05、33.54、33.25、33.97、33.39、33.77。

表 6.1.2.1-17 盐度统计表 单位: ‰

站 位	层 次	项 目	盐度					
			最大盐度(‰)		最小盐度(‰)		平均盐度(‰)	
			涨潮	落潮	涨潮	落潮	涨潮	落潮
S1	表层		32.14	32.25	31.43	31.81	31.90	31.99
	中层		32.30	32.18	31.35	31.89	31.95	32.01
	底层		32.67	32.90	31.73	31.77	32.18	32.21
	垂线平均		32.21	32.20	31.47	31.91	31.98	32.05
S2	表层		33.86	33.73	33.16	33.10	33.62	33.45
	中层		33.89	33.88	33.15	33.19	33.64	33.53
	底层		33.86	33.88	33.36	33.21	33.65	33.60
	垂线平均		33.86	33.87	33.34	33.33	33.62	33.54
S3	表层		33.52	33.49	33.01	33.04	33.23	33.29
	中层		33.44	33.47	33.07	33.03	33.19	33.25
	底层		33.52	33.52	33.03	33.03	33.25	33.25
	垂线平均		33.38	33.38	33.09	33.10	33.23	33.25
S4	表层		34.02	34.08	33.87	33.88	33.95	33.97
	中层		34.07	34.07	33.88	33.90	33.98	33.97
	底层		34.04	34.09	33.87	33.87	33.98	33.97
	垂线平均		34.03	34.03	33.91	33.90	33.98	33.97
S5	表层		33.53	33.51	33.20	33.20	33.37	33.39
	中层		33.50	33.55	33.20	33.16	33.36	33.39
	底层		33.58	33.55	33.34	33.19	33.47	33.37
	垂线平均		33.52	33.51	33.28	33.22	33.37	33.39
S6	表层		33.84	33.92	33.32	33.63	33.71	33.79
	中层		33.88	33.89	33.64	33.55	33.77	33.76
	底层		33.92	33.86	33.65	33.65	33.78	33.76
	垂线平均		33.85	33.84	33.63	33.65	33.75	33.77

6.气象

本次水文气象观测期间,各潮流站风速风向矢量过程和风速风向玫瑰图如图 6.1.2.1-43 至图 6.1.2.1-46 所示。

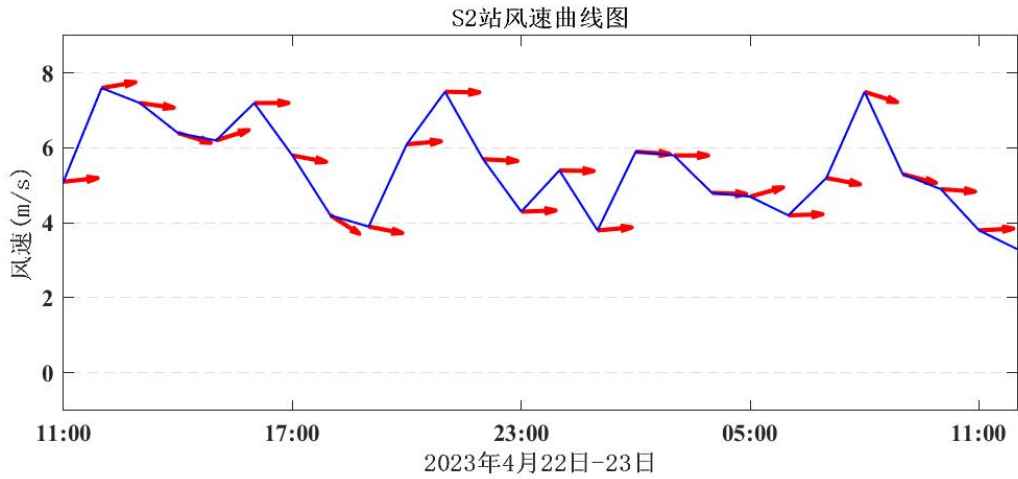


图 6.1.2.1-43 陆丰附近海域观测期间潮流 S2 站风速风向矢量过程图

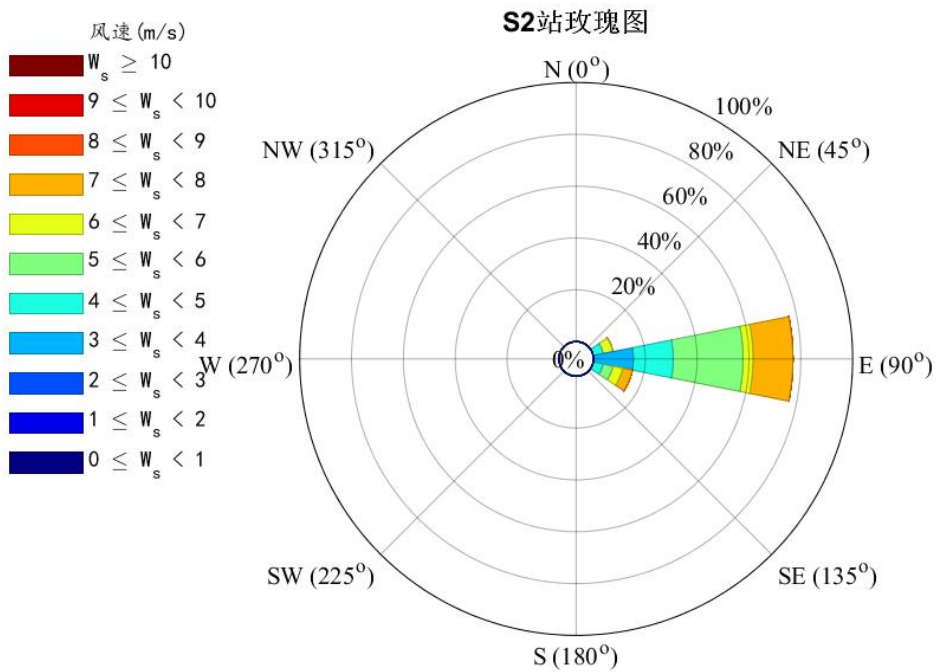


图 6.1.2.1-44 陆丰附近海域观测期间潮流 S2 站风速风向玫瑰图

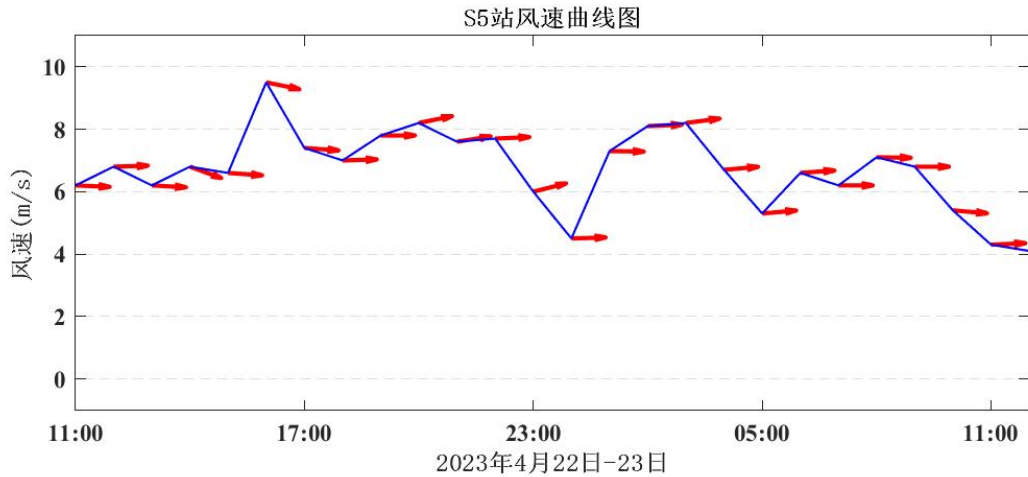


图 6.1.2.1-45 陆丰附近海域观测期间潮流 S5 站风速风向矢量过程图

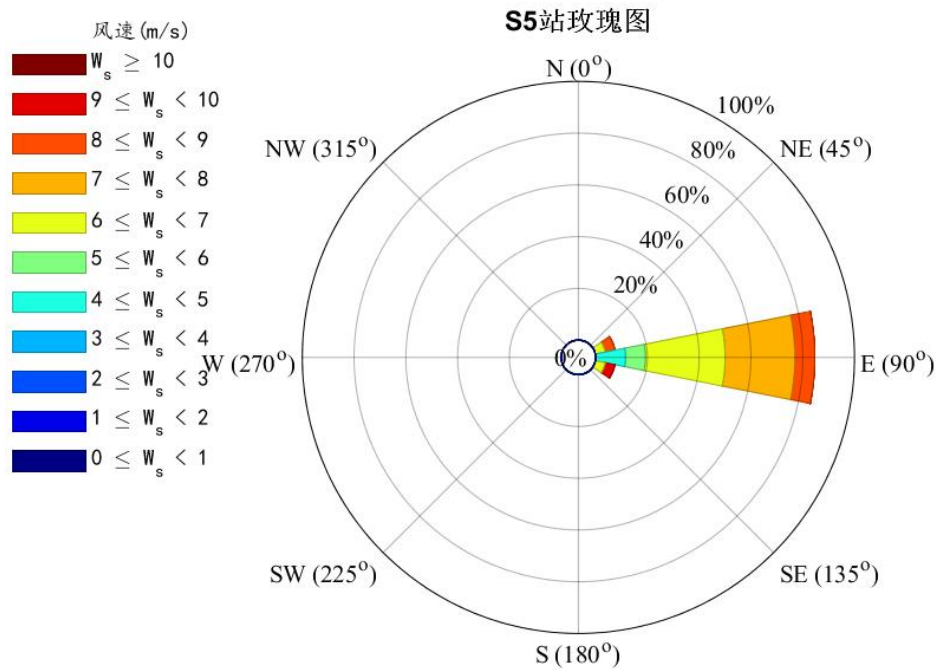


图 6.1.2.1-46 陆丰附近海域观测期间潮流 S5 站风速风向玫瑰图

由图 2.6-1~2.6-4 可知：观测期间，S2 站风速范围为 3.3~7.6m/s，平均风速 5.45m/s，风向 E 向风为主，频率为 72.96%；S5 站风速范围为 4.1~9.5m/s，平均风速 6.70m/s，风向以 E 向为主，频率均高达 84.62%。

6.1.2.2 结论

潮汐：本次在工程海区域设置 3 个临时潮位站，位于 C1、C3 和 C4 站位，进行与海流观测同步的潮位观测，观测使用仪器为潮位仪，观测频次为每 10min

一次。根据对潮位测站 C1、C3 站 2023 年 4 月 22 日 11:00 至 2023 年 4 月 23 日 12:00 和 C4 站 2023 年 4 月 23 日 18:00 至 2023 年 4 月 24 日 19:00 的潮位数据进行特征值统计，其中 C1 站位最高潮位为 69.6cm，最低潮位为-79.4cm，最大潮差为 131cm，最小潮差为 103cm，平均潮差为 117cm；C3 站位最高潮位为 61.6cm，最低潮位为-60.4cm，最大潮差为 100cm，最小潮差为 85cm，平均潮差为 93cm；C4 站位最高潮位为 54.2cm，最低潮位为-46.8cm，最大潮差为 96cm，最小潮差为 93cm，平均潮差为 95cm。

海流：可以看出，S1~S6 测站实测海流表现为往复性流动，S1~S4 站位海流主流向均为偏 W 为涨潮流向，偏 E 向为落潮流向，S5 和 S6 站位海流主流向均为偏 N 为涨潮流向，偏 S 向为落潮流向。本次观测期间，S1 站涨潮流平均流速最大为 9.9cm/s，出现在底层，流向为 313°，落潮流平均流速最大为 9.3cm/s，出现在中层，流向为 104°；S2 站涨潮流平均流速最大为 10.9cm/s，出现在表层，流向为 291°，落潮流平均流速最大为 8.8cm/s，出现在表层，流向为 137°；S3 站涨潮流平均流速最大为 12.3cm/s，出现在底层，流向为 268°，落潮流平均流速最大为 15.4cm/s，出现在底层，流向为 120°；S4 站涨潮流平均流速最大为 10.3cm/s，出现在中层，流向为 316°，落潮流平均流速最大为 8.3cm/s，出现在底层，流向为 111°；S5 站涨潮流平均流速最大为 16.3cm/s，出现在表层，流向为 328°，落潮流平均流速最大为 16.9cm/s，出现在底层，流向为 141°；S6 站涨潮流平均流速最大为 13.0cm/s，出现在表层，流向为 342°，落潮流平均流速最大为 14.5cm/s，出现在中层，流向为 157°。最大涨落潮流均出现在 S5 站，其中涨潮流最大流速最大为 36.0cm/s，出现在表层，流向为 340°，落潮流最大流速最大为 33.0cm/s，出现在底层，流向为 156°。

本海域主要为不规则全日潮流为主。由于本海区是不规则全日潮流为主，通过 K 值变化来确定各层潮流的旋转方向，不同站位和不同层次的旋转方向有左旋，也有右旋。本海域可能最大流速最大值为 S6 站中层的最大可能流速 50.4cm/s，流向 338°，最小值为 S3 站底层的最大可能流速 21.3cm/s，流向 263°。S6 站位表层水质点最大运移距离为 6169.9 m，方向 355°，其他各站位各层次水质点的运移距离基本均达 1.9~6.2km 之间。大潮期各站各层余流均为 0.2~3.8cm/s 之间，最大余流流速发生在 S6 站，其表层最大余流流速 3.8cm/s；最小余流流速发生在

S5 站底层，余流流速为 0.3cm/s。

含沙量：涨潮期最大含沙量最大为 14.40mg/L，出现在 S6 站底层；落潮期最大含沙量最大为 14.00mg/L，出现在 S2 站中层，观测期间各站位各层次含沙量在 0.20-14.40mg/L，平均含沙量在 2.40-7.67mg/L。在时间序列上，各站位三层含沙量的变化趋势规律不明显；在垂向上，各层含沙量量级大小接近，总的来说底层含沙量略大于表层和中层。

水温：观测期间各站位各层次水温在 22.15-24.51° C，平均水温在 22.42-24.26° C，从表层到底层水温呈现一定的降低趋势，涨潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均水温分别为 23.67° C、22.76° C、23.76° C、22.59° C、23.06° C、22.49° C，落潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均水温分别为 23.52° C、22.82° C、23.60° C、22.61° C、23.17° C、22.45° C，近岸 S1、S3、S5 站位平均水温高于离岸较远的 S2、S4、S6。

盐度：观测期间各站位各层次盐度在 31.35-34.09‰，各层平均盐度在 31.90-33.98‰。涨潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均盐度分别为 31.98、33.62、33.10、33.90、33.37、33.75，落潮时 S1、S2、S3、S4、S5、S6 垂线平均盐度分别为 32.05、33.54、33.25、33.97、33.39、33.77。

气象：观测期间，S2 站风速范围为 3.3~7.6m/s，平均风速 5.45m/s，风向 E 向风为主，频率为 72.96%；S5 站风速范围为 4.1~9.5m/s，平均风速 6.70m/s，风向以 E 向为主，频率均高达 84.62%。

6.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

6.2.1 地形地貌

(1) 汕尾市

汕尾市背山面海，由于历次地壳运动褶皱、断裂和火山岩隆起的影响，造成境内山地、台地、丘陵、平原、河流、滩涂和海洋各种地形类兼有的复杂地貌。本地区位于莲花山南麓，其山脉走势为东北向西南倾斜。莲花山脉由闽粤边界的铜鼓岭向东南经汕尾跨惠阳到香港附近入海。地形为北部高丘山地，山峦重叠，千米以上的高山有 23 座，最高峰为莲花山，海拔 1337.3 米，位于海丰县西北境内。中部多丘陵、台地。南部沿海多为台地、平原。全市境内山地、丘陵面积比

例大，约占总面积的 43.7%。

汕尾地区地层、岩浆出露情况较好，中东部平原区大部分为燕山期岩浆岩（包括火山岩）和第四系覆盖。出露地层较简单，以中生代地层为主，且仅见晚三叠统大顶（小坪）组、下侏罗统金鸡组和上侏罗统高基坪群。地层普遍受不同区域动力变质作用具有片理化。岩石主要有花岗岩、砂页岩及第四系冲积砂砾层等组成。经过大自然和人类活动的作用，构成复杂的土壤类型。土壤类型有：水稻土、南方山地草甸土、黄壤、红壤、赤红壤、菜园土、潮沙泥土、滨海盐渍沼泽土、海滨沙土、石质土等 10 多种土类，40 多个土属，70 多个土种。

（2）碣石湾

本项目位于碣石湾海域，碣石湾是粤东较大的海湾之一，碣石湾湾口东起田尾角，西至遮浪角，湾口朝南，口宽 27km，呈开敞的新月形海湾，岸线较为平直，但湾内有港、岬角之间还有许多小海湾。从碣石湾的地势图来看，湾的顶端陆地地势低平，东部和西部较高，湾的两个岬角相对于顶端高，但对于东部和西部而言，显得低平。

碣石湾海岸地貌呈现平直的沙坝泻湖平原和三角洲冲积平原岸与曲折的基岩港湾岸相间分布的形势。海岸动态颇为复杂，湾内堆积作用明显，海岸堆积形态多样，岬角海蚀作用强烈。海湾北部海岸为砂质海岸及沙滩。田尾角至新村一段海岸为砂质海岸和岩石海岸交替出现，近岸礁石密布。白沙半岛至海丰县界一带海岸，岩石海岸与沙质海岸相间并存。图 6.2.1-1 为碣石湾的地貌类型分布图。该图显示海湾东西两侧由花岗岩等岩石构成的丘陵和台地，海岸突出形成基岩岬角，海湾内凹呈新月形，开放宽阔，湾顶为滨岸沙坝泻湖平原和冲海积（三角洲）平原。沿岸沙堤、沙坝和连岛沙洲等堆积地貌发育，是一个面向南海的开敞的新月形海湾、海蚀和海积地貌形态交错分布。本海湾现代海蚀和海积地貌发育，相间分布，海蚀地貌多见于岬角和海岸突出部，主要形态有海蚀残丘、海蚀崖和岩滩等。海积地貌见于湾岸内，主要有泥滩、沙滩、沙堤、沙坝和沙咀等形态多样。

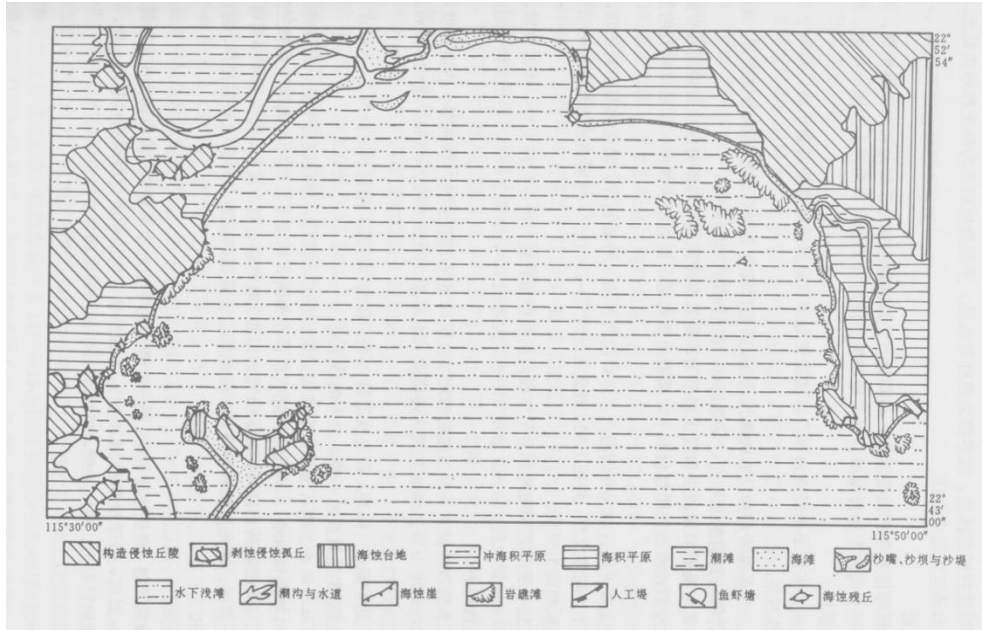


图 6.2.1-1 碣石湾地貌类型分布图

6.2.2 项目所在区域的水深地形

本海湾海底地貌是平坦的水下浅滩。沉积物为泥和砂质泥。水深 8~10m，等深线稀疏，1~10m 等深线横穿湾的中央与海岸轮廓线基本一致，未见冲刷槽等海蚀地貌形态，海底平缓，坡度在 $1 \times 10^{-3} \sim 2 \times 10^{-3}$ 。

项目所在区域水深地形图如图 6.2.2-1 所示。

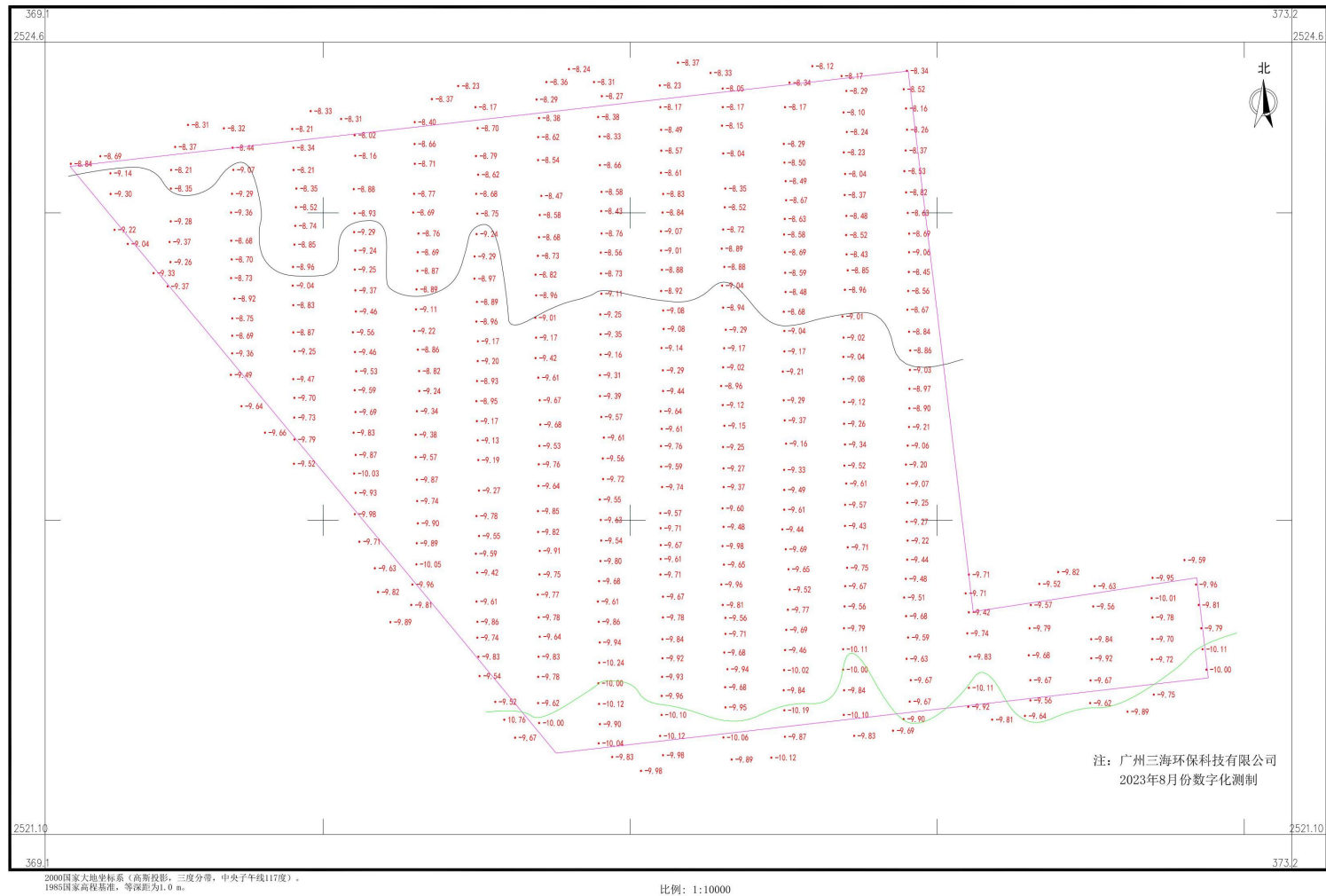


图 6.2.2-1 项目养殖海域水深地形图

6.2.3 工程泥沙

(一) 沉积物的类型和分布

碣石湾表层沉积物分为 8 种类型，分别受到地貌形态及水深变化的制约，所以其沉积类型的分布具有一定的规律性。

粗砂（CS）主要分布在湾的东北侧近岸及潮间带，湾的西侧局部潮间带及湾的东侧近口部，这类沉积物以粗砂为主约占 70.75%~94.41%，砾石含量占 4.49%~7.31%，中砂含量占 0.03%~4.2%，细砂的含量占 0.07%~1.03%，粉砂及粘土的含量占 0.68%~16.7%，中值粒径 Md_{ϕ} 为 -0.42~0.34，分选系数 Qd_{ϕ} 为 0.34~0.65，反映了该类沉积物是在水动力强劲的环境下经过了良好的分选形成的，其频率曲线均为单峰尖锐对称形。

细砂（FS）主要分布在湾的西北侧近岸及潮间带，湾的东侧近岸及潮间带。这类沉积物以细砂为主，占 73.65%~97.84%，中砂含量为 1.17%~11.25%，粗砂含量为 0~17.41%，砾石的含量为 0~7.39%，粉砂及粘土的含量为 1.02%~12.12%。中值粒径 Md_{ϕ} 为 2.35~3.46，分选系数 Qd_{ϕ} 为 0.28~0.98，表明该类沉积物分选良好，频率曲线多呈单峰尖锐近于对称形，是在以波浪作用为主的高能水动力环境下形成的。

粉砂质砂（TS）这类沉积物所覆盖的范围较小，仅在湾顶、湾的中部和西侧有小面积出现。由于这类沉积物是属于细砂（FS）和砂-粉砂-粘土的过渡型，所以其粒度参数的变化范围较大。砂的含量占绝大多数为 40.99%~79.09%，粉砂含量占 20.91%~35.11%，粘土含量占 0~19.14%。中值粒径 Md_{ϕ} 为 3.62~5.26，分选系数 Qd_{ϕ} 为 0.33~2.10，频率曲线呈单峰尖锐对称形至双峰不对称形均有出现。反映了同是这类沉积物但是却分别存在着截然不同的水动力环境，在湾顶和湾的西侧水动力较强，所以其分选性为好至很好均有出现。

砂质粉砂（ST）这类沉积物仅在湾的中部有出现，其砂的含量占 41.72%，粉砂含量占 42.70%，粘土含量占 15.58%。中值粒径 Md_{ϕ} 为 4.58，分选系数 Qd_{ϕ} 为 1.86，频率曲线为双峰不对称形，表明这类沉积物是在中低能水动力环境下形成的。

粉砂（T）这类沉积物仅在湾的西侧近岸带有出现，砂的含量占 19.24%，粉砂含量占 61.63%，粘土含量占 19.13%，中值粒径 Md_{ϕ} 为 5.64，分选系数 Qd_{ϕ}

为 1.55，频率曲线为双峰鞍状，反映了该类沉积物是在潮流往复作用下形成的，分选性中等。

砂—粉砂—粘土（STY）这类沉积物在该湾分布最广，除了湾的中、西部有大面积出现外，在其他地方亦呈斑块状随处可见。由于这类沉积物是属于一种混杂沉积物，所以其粒度参数变化范围较大，砂的含量占 20.78%~56.31%，粉砂含量占 22.21%~52.88%，粘土含量占 20.69%~45.62%，中值粒径 $Md\phi$ 为 3.67~7.77，分选系数 $Qd\phi$ 为 1.44~3.02，频率曲线呈多峰形，表明该类沉积物是在水动力较弱的中低能环境形成的。

粘土质粉砂（YT）这类沉积物在该湾内分布较广，在湾的东半部有大面积出现，在湾的西侧和北侧均呈带状分布。砂的含量占 2.41%~19.61%，粉砂含量占 43.08%~68.93%，粘土含量占 23.31%~46.55%，中值粒径 $Md\phi$ 为 6.58~7.87，分选系数 $Qd\phi$ 为 1.10~2.17，频率曲线呈多峰平坦形，表明该类沉积物是在水动力较弱的中低能环境下形成的，所以沉积物分选性中等。

粉砂质粘土（TY）这类沉积物仅在碣石渔港有出现，系碣石湾内最细的沉积物。砂的含量占 1.17%~11.34%，粉砂含量占 38.59%~44.68%，粘土含量占 50.08%~54.15%，中值粒径 $Md\phi$ 为 8.01~8.24，分选系数 $Qd\phi$ 为 1.31~1.52，频率曲线呈双峰正偏形，尽管其沉积的水动力条件较弱，但由于来源的局限性，所以该沉积物的分选性还是属于中等至较好的。

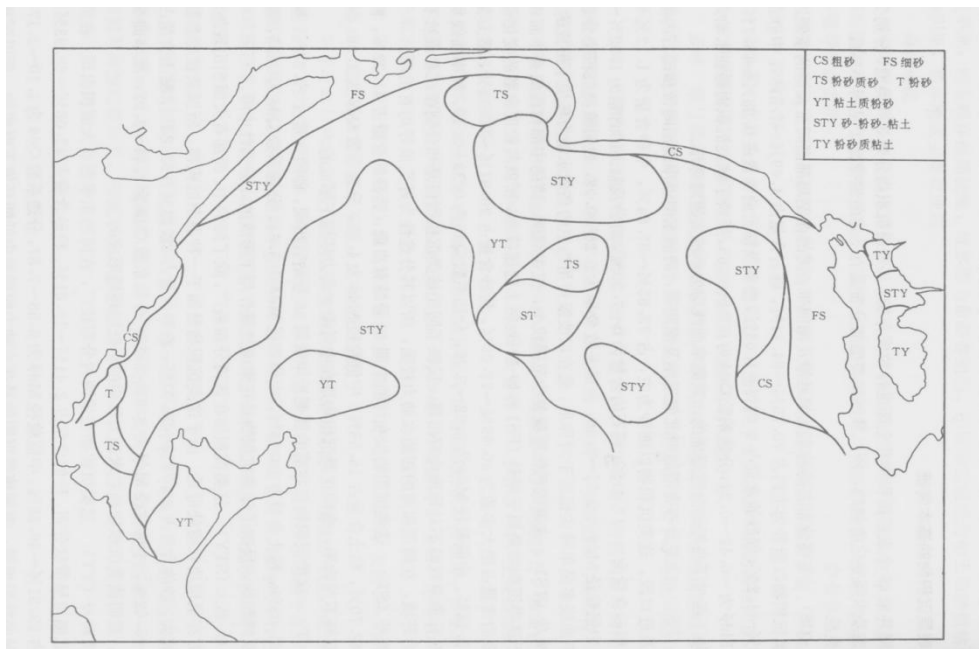


图 6.2.3-1 碣石湾沉积物类型图

（二）悬沙含量分布

根据广东创蓝海洋科技有限公司于2023年1月及2023年4月在项目附近海域开展的含沙量调查，冬季观测期间，涨潮期最大含沙量最大为23.82mg/L，出现在S1站底层；落潮期最大含沙量最大为29.42mg/L，出现在S6站底层，观测期间各站位各层次含沙量在1.22-29.42mg/L，平均含沙量在2.89-17.18mg/L。在时间序列上，各站位三层含沙量的变化趋势规律不明显；在垂向上，各层含沙量量级大小接近，总的来说底层含沙量略大于表层和中层。

春季观测期间，涨潮期最大含沙量最大为14.40mg/L，出现在S6站底层；落潮期最大含沙量最大为14.00mg/L，出现在S2站中层，观测期间各站位各层次含沙量在0.20-14.40mg/L，平均含沙量在2.40-7.67mg/L。在时间序列上，各站位三层含沙量的变化趋势规律不明显；在垂向上，各层含沙量量级大小接近，总的来说底层含沙量略大于表层和中层。

6.3 海洋环境质量现状调查概况

本节春季和秋季海洋环境现状调查分别引用汕尾市润邦检测技术有限公司于2022年11月和2023年3月进行的水质、海洋生态（包含鱼卵仔鱼、游泳生物）、生物质量现状调查数据以及2022年11月在项目所在海域进行过沉积物环境质量调查。

6.3.1 调查概况

（1）2022年11月秋季调查站位与调查项目

根据该项目位置图，全面布局覆盖工程项目范围。监测范围内共布设20个水质监测点位，同时布设站点采集10个沉积物（从水质站点中选取），SF1~SF6采集游泳动物，CJ2~CJ4采集潮间带生物样品，其余生态调查项目在水质站点中选取13个采集样品。本项目水质环境评价等级1级、沉积物环境评价等级1级、生态和生物资源环境评价等级1级，春季调查站位个数、断面数和覆盖范围均符合《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）要求。调查站位坐标和监测项目见表6.3.1-1，调查站位见图6.3.1-1。

表 6.3.1-1 秋季（2022 年 11 月）海洋环境现状调查站位

监测点位编号	经纬度	监测项目
L1	N 22°46'05.45" E 115°34'05.55"	水质、粪大肠菌群
L2	N 22°48'51.44" E 115°35'05.40"	水质、生物生态、渔业资源
L3	N 22°50'48.16" E 115°37'11.49"	水质、沉积物、生物生态、 渔业资源
L4	N 22°47'15.51" E 115°36'58.21"	水质
L5	N 22°44'11.25" E 115°36'15.51"	水质、沉积物、生物生态、 渔业资源
L6	N 22°51'42.41" E 115°41'40.33"	水质、沉积物、生物生态、 渔业资源
L7	N 22°49'51.52" E 115°40'04.85"	水质、沉积物、生物生态、 渔业资源
L8	N 22°47'14.52" E 115°39'01.52"	水质、生物生态、渔业资源
L9	N 22°44'58.12" E 115°39'55.24"	水质
L10※	N 22°50'29.68" E 115°44'21.55"	水质
L11	N 22°48'01.52" E 115°42'35.52"	水质
L12	N 22°46'11.20" E 115°42'18.52"	水质、沉积物、生物生态、 渔业资源
L13	N 22°43'41.52" E 115°41'51.22"	水质、沉积物、生物生态、 渔业资源
L14	N 22°48'41.05" E 115°46'04.52"	水质、沉积物、生物生态、 渔业资源
L15	N 22°47'11.52" E 115°45'00.52"	水质、生物生态、渔业资源
L16	N 22°45'44.01" E 115°44'15.23"	水质、沉积物、生物生态、 渔业资源
L17	N 22°42'45.55" E 115°44'15.20"	水质
L18※	N 22°45'15.58" E 115°47'15.01"	水质
L51	N 22°52'12.51" E 115°39'38.64"	水质、沉积物、生物生态、 渔业资源
L53	N 22°52'43.16" E 115°37'09.18"	水质、沉积物、生物生态、 渔业资源
CJ2	N 22°52'14.93" E 115°38'19.63"	潮间带生物
CJ3	N 22°52'13.34" E 115°41'59.35"	潮间带生物

监测点位编号	经纬度	监测项目
CJ4	N 22°50'59.34" E 115°44'12.11"	潮间带生物
SF1	起点: N 22°46'50.43" E 115°37'17.77" 终点: N 22°49'20.16" E 115°37'15.70"	游泳动物
SF2	起点: N 22°48'39.02" E 115°39'31.88" 终点: N 22°50'31.44" E 115°40'57.29"	游泳动物
SF3	起点: N 22°43'46.52" E 115°40'57.35" 终点: N 22°45'34.79" E 115°39'19.67"	游泳动物
SF4	起点: N 22°49'46.35" E 115°43'34.67" 终点: N 22°47'58.31" E 115°44'55.06"	游泳动物
SF5	起点: N 22°45'01.18" E 115°44'28.85" 终点: N 22°43'37.56" E 115°43'04.81"	游泳动物
SF6	起点: N 22°47'10.47" E 115°46'48.55" 终点: N 22°45'27.95" E 115°45'35.38"	游泳动物
备注	带※监测点位采集平行样	

表 6.3.1-2 监测项目

类别	监测项目	项数
水质	水深、水色、pH、水温、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、活性磷酸盐、硫化物、挥发酚、石油类、铜、铅、镉、汞、砷、锌、铬、粪大肠菌群	23
沉积物	粒度、pH、含水率、有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、镉、总汞、砷、锌、铬	13
生物体质量	石油烃、铜、铅、镉、总汞、砷、锌、总铬	8
海洋生态 (渔业资源)	叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、潮间带生物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳动物	8

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68号）和《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸

海域环境功能区划的批复》（粤办函[2013]127号）各功能区内的环境保护要求，确认调查站位执行相应功能区的海洋环境评价标准要求，其中海水水质执行海洋功能区划和近岸海域环境功能区划中的较严格标准。将调查站位及其所属的海洋功能区、海洋环境保护要求对照列入表 6.3.1-3，对应图见图 6.3.1-2~图 6.3.1-3。

表 6.3.1-3 评价执行标准

站位	海洋功能区	近岸功能区	环境评价执行标准		
			海水水质	沉积物质量	海洋生物质量
L4、L7、L11	碣石湾农渔业区	碣石湾浅海渔业功能区（一类海水水质）	一类	一类	一类
L14		碣石浅澳港口功能区（三类海水水质）	二类	一类	一类
L10		金厢盐业、养殖、旅游功能区（二类海水水质）			
L6、L51		乌坎工业、港口功能区（三类海水水质）			
L2、L3		乌坎养殖、盐业功能区（三类海水水质）			
L1		大湖养殖功能区（三类海水水质）			
L53		/			
L5	珠海-潮州近海农渔业区	大湖养殖功能区（三类海水水质）	一类	一类	一类
L17		/			
L8、L9、L12、L13、L15、L16		碣石湾内浅海功能区（一类海水水质）			
L18	田尾山工业与城镇用海区	碣石浅澳港口功能区（三类海水水质）	三类	二类	二类

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》和《广东省近岸海域环境功能区划》要求，本项目 L4~L5、L7~L9、L11~L13、L15~L17 号站点执行海水水质一类标准；L1~L3、L6、L10、L14、L51、L53 号站点执行海水水质二类标准；L18 号站点执行海水水质三类标准。

（2）2023 年 3 月春季调查站位与调查项目

根据该项目位置图，全面布局覆盖工程项目范围。监测范围内共布设 26 个水质监测点位，SF1~SF6 采集游泳动物，CJ2~CJ4 采集潮间带生物样品，其余生态调查项目在水质站点中选取 17 个采集样品。本项目水质环境评价等级 1 级、沉积物环境评价等级 1 级、生态和生物资源环境评价等级 1 级，春季调查站位个数、断面数和覆盖范围均符合《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）要求。调查站位坐标和监测类别见表 6.3.1-4，调查站位见图 6.3.1-3。

表 6.3.1-4 春季（2023 年 3 月）海洋环境现状调查站位

监测点位编号	经纬度	监测项目
L1	N 22°46'05.46" E 115°34'33.26"	水质
L2	N 22°49'01.71" E 115°34'51.10"	水质、生物生态、渔业资源
L3	N 22°51'04.49" E 115°37'20.33"	水质、生物生态、渔业资源
L4	N 22°47'48.16" E 115°37'34.68"	水质
L5	N 22°44'46.20" E 115°37'08.64"	水质、生物生态、渔业资源
L6	N 22°51'45.46" E 115°41'41.45"	水质、生物生态、渔业资源
L7	N 22°49'52.98" E 115°39'44.39"	水质、生物生态、渔业资源
L8	N 22°47'04.56" E 115°39'47.82"	水质、生物生态、渔业资源
L9	N 22°44'08.04" E 115°39'09.06"	水质
L10※	N 22°50'34.11" E 115°44'30.40"	水质
L11	N 22°48'16.32" E 115°42'19.20"	水质
L12	N 22°46'03.24" E 115°42'00.42"	水质、生物生态、渔业资源
L13	N 22°43'18.06" E 115°41'25.32"	水质、生物生态、渔业资源
L14	N 22°48'34.12" E 115°46'55.41"	水质、生物生态、渔业资源
L15	N 22°47'01.74" E 115°45'27.42"	水质、生物生态、渔业资源
L16	N 22°45'03.72" E 115°44'29.04"	水质、生物生态、渔业资源
L17	N 22°42'31.14" E 115°44'23.88"	水质
L18※	N 22°45'04.02" E 115°47'09.00"	水质、生物生态、渔业资源
L47	N 22°48'41.16" E 115°48'44.95"	水质、生物生态、渔业资源
L48	N 22°49'21.79" E 115°47'52.01"	水质
L49	N 22°51'29.36" E 115°42'03.11"	水质、生物生态、渔业资源
L50	N 22°53'17.59" E 115°40'27.95"	水质

监测点位编号	经纬度	监测项目
L51	N 22°52'19.44" E 115°39'47.32"	水质、生物生态、渔业资源
L52	N 22°52'53.29" E 115°39'36.62"	水质、生物生态、渔业资源
L53	N 22°52'43.40" E 115°37'03.47"	水质、生物生态、渔业资源
L54	N 22°52'26.80" E 115°36'09.30"	水质
SF1	起点: N 22° 47'35.09" E 115° 36'53.49" 终点: N 22° 45'32.47" E 115° 36'57.50"	游泳动物
SF2	起点: N 22° 47'46.19" E 115° 39'57.37" 终点: N 22° 49'31.98" E 115° 41'09.99"	游泳动物
SF3	起点: N 22° 44'03.40" E 115° 39'10.66" 终点: N 22° 45'49.05" E 115° 39'34.03"	游泳动物
SF4	起点: N 22° 49'05.48" E 115° 43'07.14" 终点: N 22° 46'55.90" E 115° 42'55.19"	游泳动物
SF5	起点: N 22° 45'45.25" E 115° 42'56.38" 终点: N 22° 43'45.56" E 115° 42'16.87"	游泳动物
SF6	起点: N 22° 45'06.61" E 115° 45'08.40" 终点: N 22° 46'55.27" E 115° 45'26.93"	游泳动物
备注	带※监测点位采集平行样	

表 6.3.1-5 监测项目

类别	监测项目	项数
水质	水深、水色、透明度、pH、水温、盐度、悬浮物、化学需氧量、溶解氧、亚硝酸盐、硝酸盐、氨、活性磷酸盐、硫化物、挥发酚、石油类、铜、铅、镉、汞、砷、锌、铬、粪大肠菌群	24
生物体	石油烃、铜、铅、镉、总汞、砷、锌、总铬	8

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68号）和《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤办函[2013]127号）各功能区内的环境保护要求，确认调查站位执行相应功能区的海洋环境评价标准要求，其中海水水质执行海洋功能区划和近岸海域环境功能区划中的较严格标准。将调查站位及其所属的海洋功能区、海洋环境保护要求对照列入表 6.3.1-6，对应图见图 6.3.1-5~图 6.3.1-6。

表 6.3.1-6 评价执行标准

站位	海洋功能区	近岸功能区	环境评价执行标准	
			海水质量	海洋生物质量
L4、L7、L11	碣石湾农渔业区	碣石湾浅海渔业功能区（一类海水水质）	一类	一类
L14、L47、L48		碣石浅澳港口功能区（三类海水水质）	二类	一类

L10		金厢盐业、养殖、旅游功能区（二类海水水质）		
L6、L49、L51		乌坎工业、港口功能区（三类海水水质）		
L2、L3		乌坎养殖、盐业功能区（三类海水水质）		
L1		大湖养殖功能区（三类海水水质）		
L50、L52、L53、L54		/		
L5	珠海-潮州近海农渔业区	大湖养殖功能区（三类海水水质）	一类	一类
L17		/		
L8、L9、L12、L13、L15、L16		碣石湾内浅海功能区（一类海水水质）		
L18	田尾山工业与城镇用海区	碣石浅澳港口功能区（三类海水水质）	三类	二类

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》和《广东省近岸海域环境功能区划》要求，本项目 L4~L5、L7~L9、L11~L13、L15~L17 号站点执行海水水质一类标准；L1~L3、L6、L10、L14、L47~L54 号站点执行海水水质二类标准；L18 号站点执行海水水质三类标准。

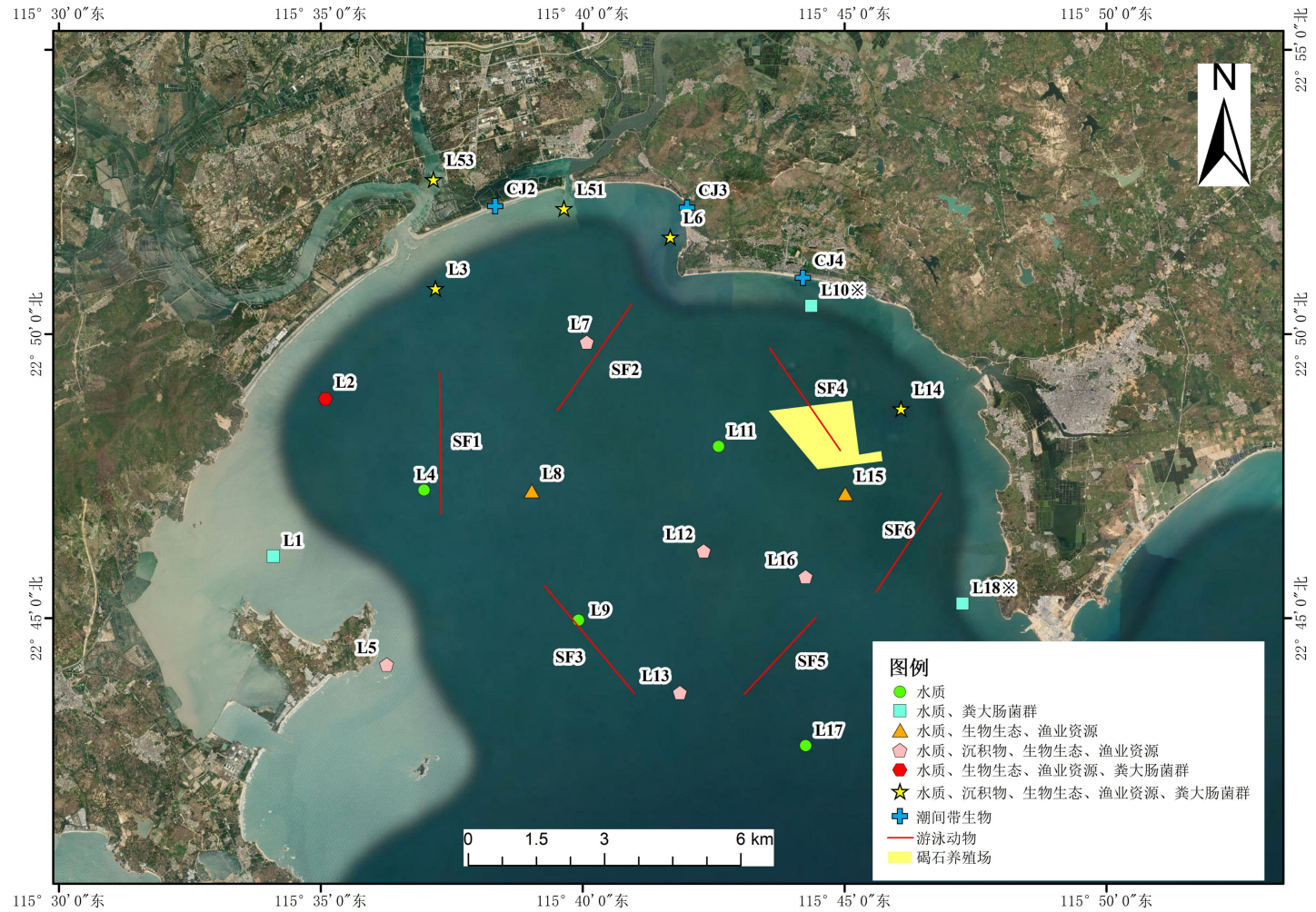
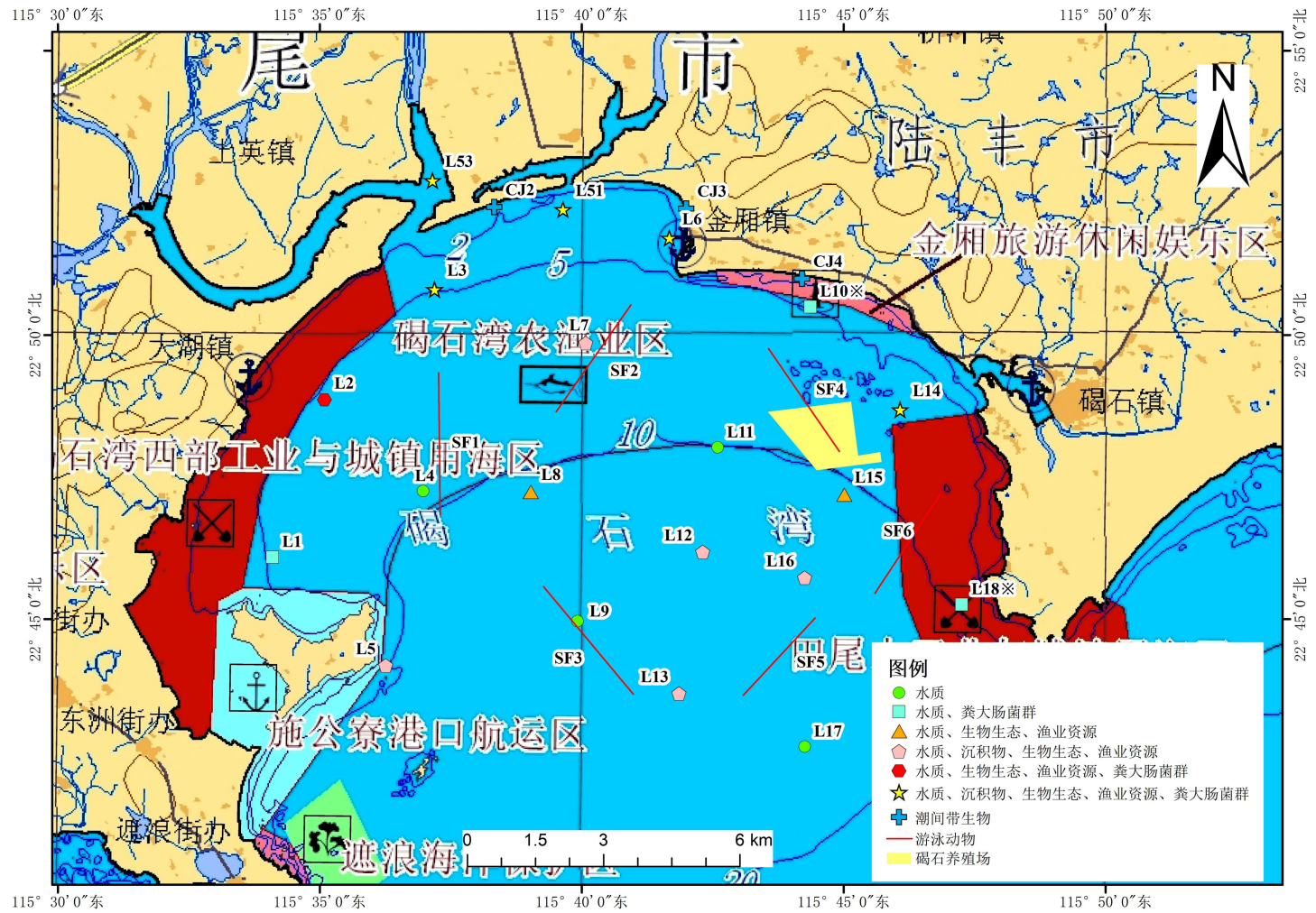


图 6.3.1-1 2022 年 11 月秋季监测站位图



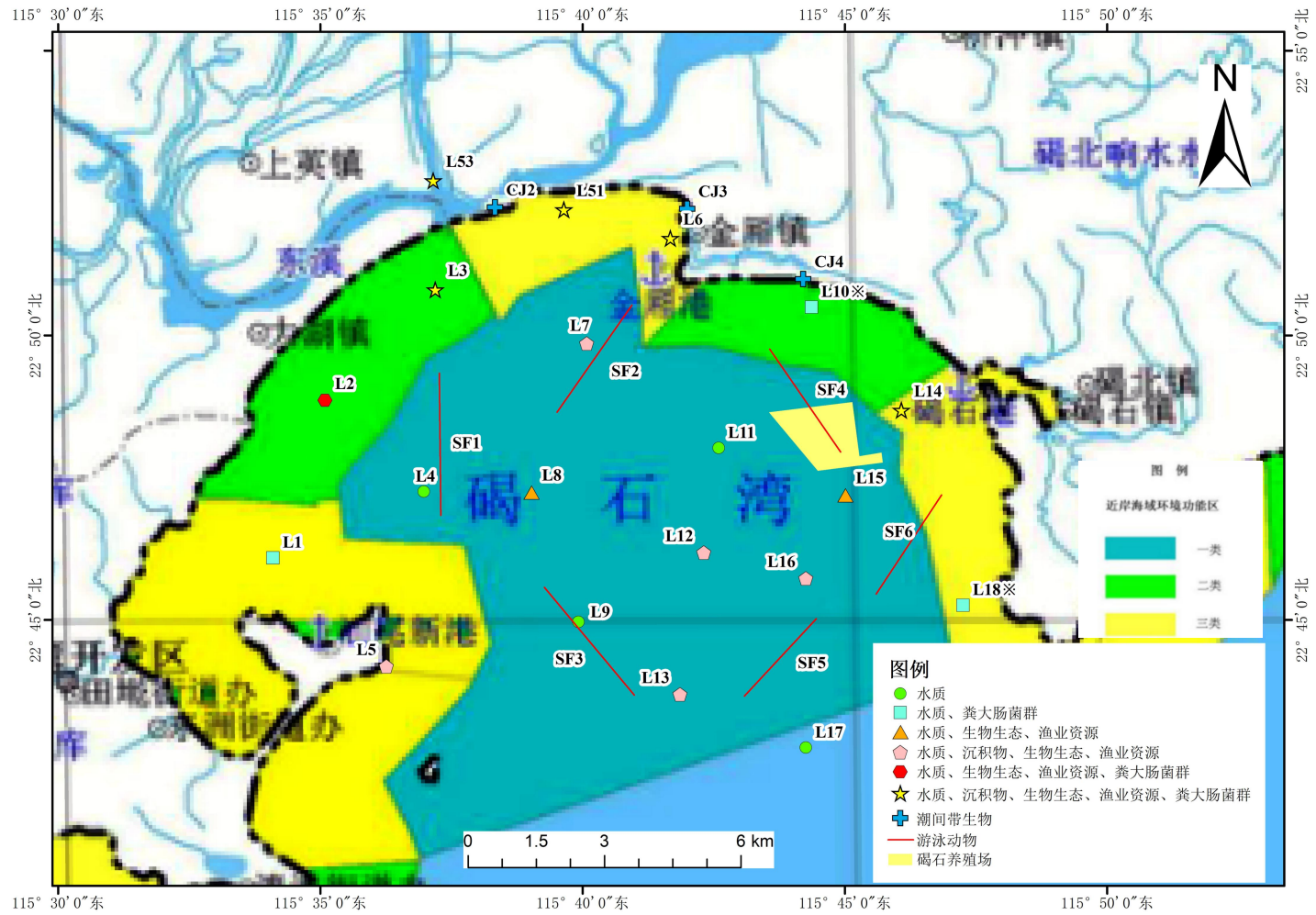


图 6.3.1-3 2022 年 11 月秋季监测站位 (广东近岸海洋功能区划图)

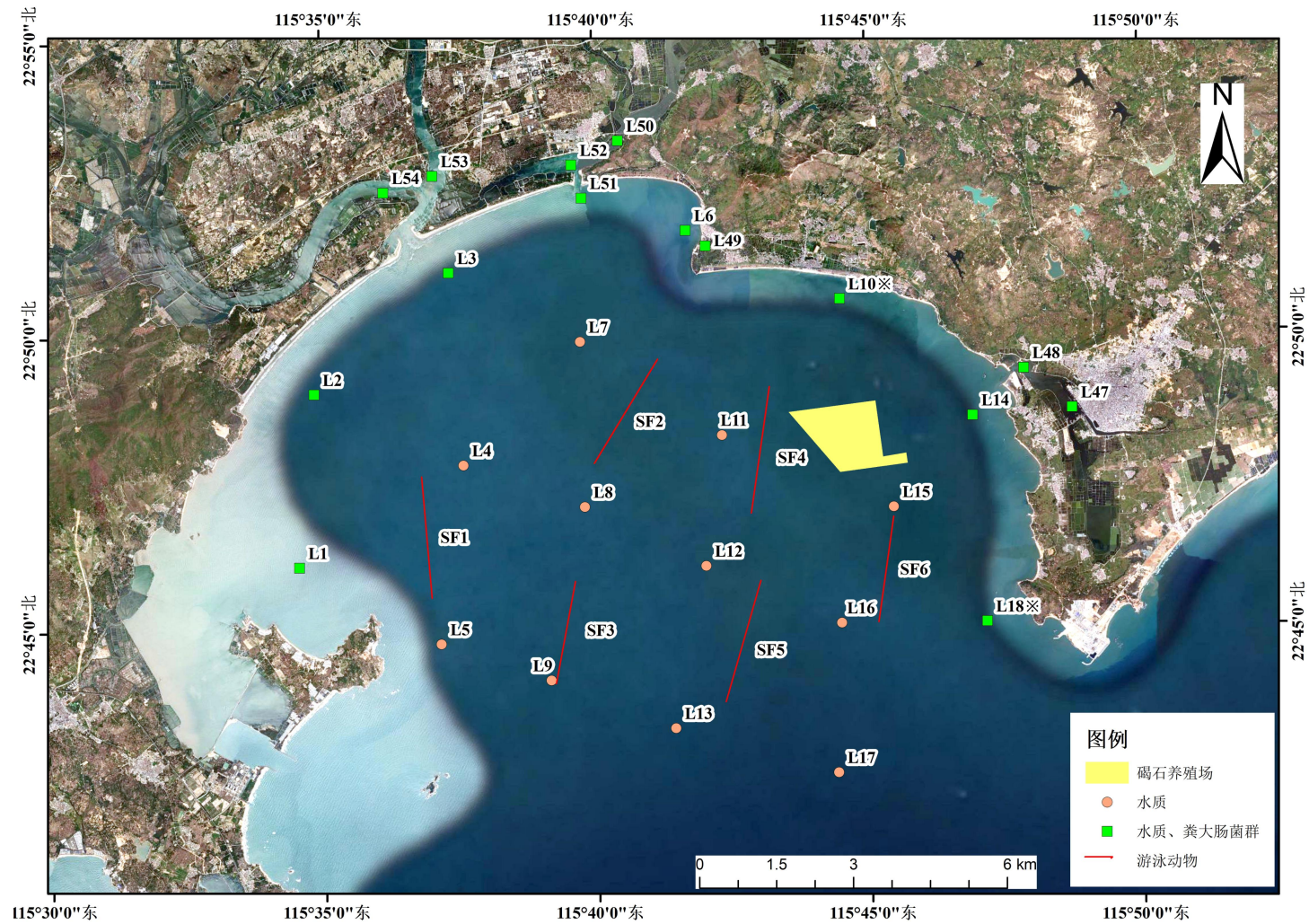


图 6.3.1-4 2023 年 3 月春季监测站位图

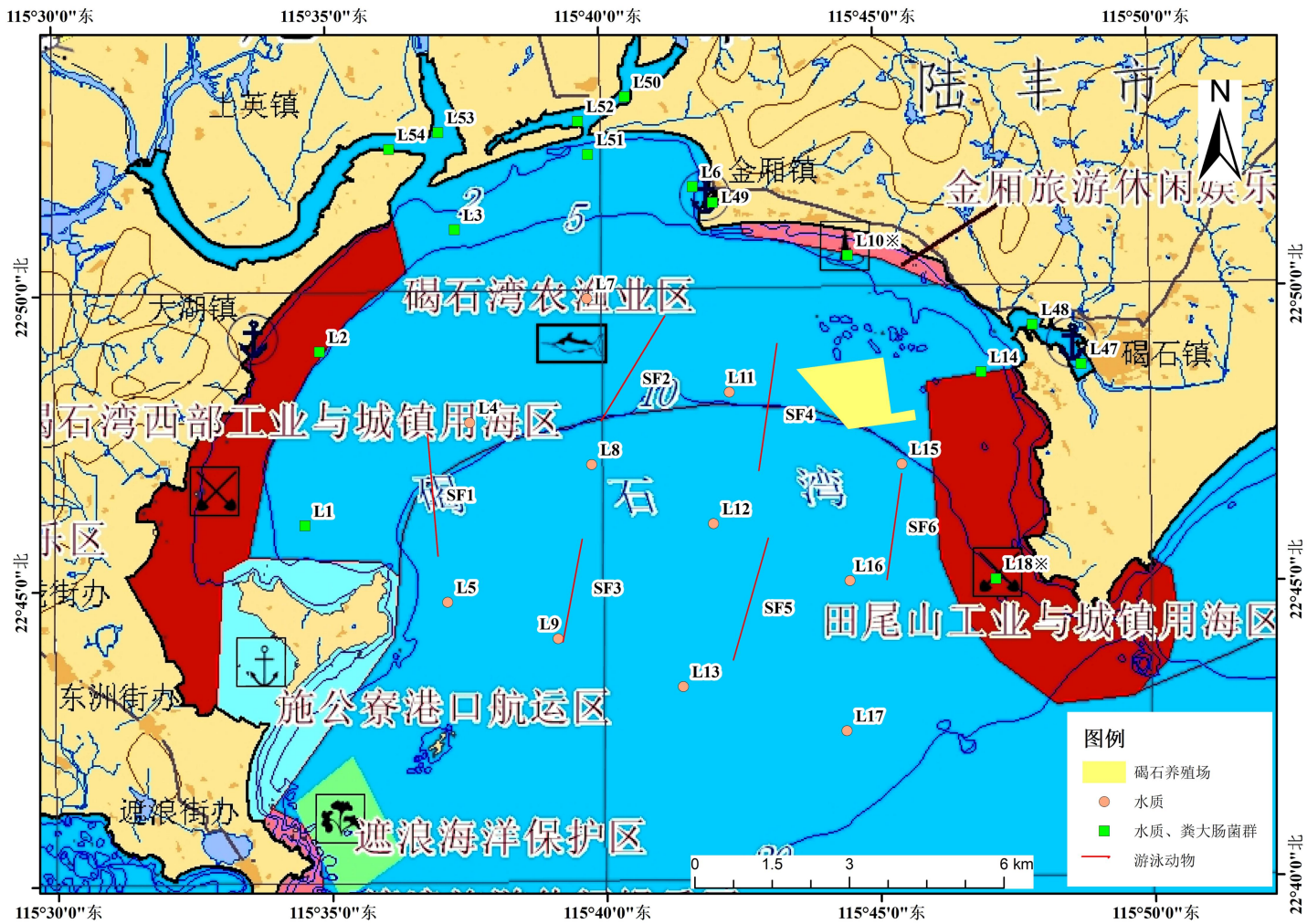


图 6.3.1-5 2023 年 3 月春季监测站位功能区划图

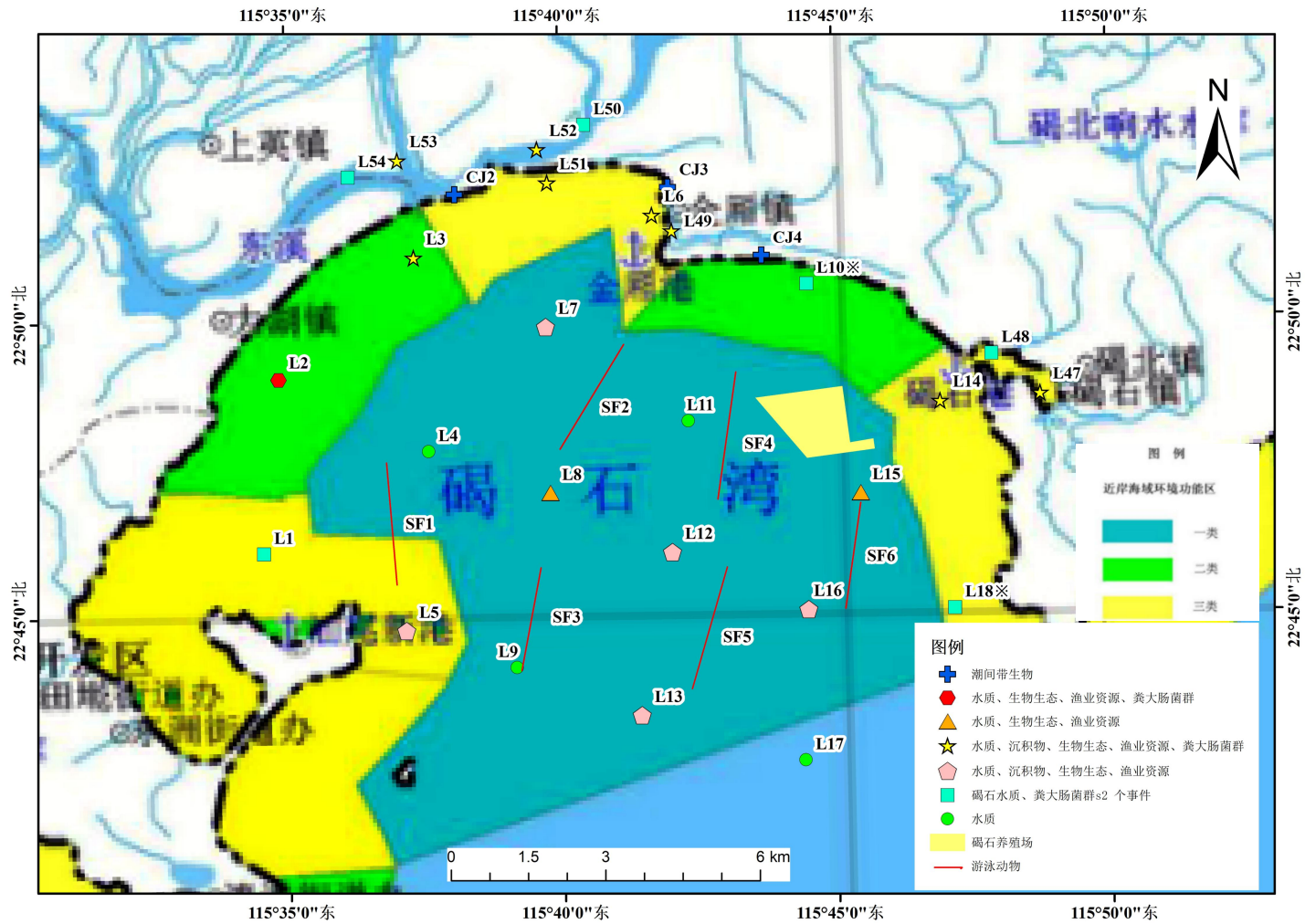


图 6.3.1-6 2023 年 3 月秋季监测站位（广东近岸海洋功能区划图）

6.3.1.1 检测方法

检测方法及检出限见表 6.3.1.1-1。

表 6.3.1.1-1 检测方法及检出限

检测项目	检测方法	检出限	主要分析仪器/型号	
海水	水深	《海洋调查规范 第 2 部分:海洋水文观测》 GB/T 12763.2-2007 (4.8)	/	测深绳
	透明度	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (22)	/	透明度盘
	水温	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (25.1)	/	表层水温计 /0°C~41°C
	pH 值	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (26.1)	/	pH 计 /PHS-3C
	水色	《海洋监测规范 第 4 部分 海水分析》 GB 17378.4-2007 (21)	/	海水比水色计 /XH-B21
	盐度	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (29.1)	/	盐度计 /YK-31SA
	溶解氧	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (31)	/	酸碱滴定管 /25mL
	化学需氧量	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (32)	/	酸碱滴定管 /25mL
	硫化物	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (18.1)	0.0002mg /L	紫外可见分光光度计/UV-1800
	石油类	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (13.2)	3.5µg/L	紫外可见分光光度计/UV-1800
	亚硝酸盐	《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/UV-1800
硝酸盐	《海洋监测规范 第 4 部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (38.2)	/	紫外可见分光光度计/UV-1800	

检测项目	检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
氨	《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/UV-1800
活性磷酸盐	《海洋监测规范 第4部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (39.1)	0.002 mg/L	紫外可见分光光度计/UV-1800
悬浮物	《海洋监测规范 第4部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (27)	/	十万分之一天平 /BT25S
挥发酚	《海洋监测规范 第4部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (19)	0.0011mg/L	紫外可见分光光度计/UV-1800
铜	《海洋监测规范 第4部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (6.1)	0.2 µg/L	原子吸收分光光度计(石墨炉) /AA-7000
铅	《海洋监测规范 第4部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (7.1)	0.03 µg/L	原子吸收分光光度计(石墨炉) /AA-7000
镉	《海洋监测规范 第4部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (8.1)	0.01 µg/L	原子吸收分光光度计(石墨炉) /AA-7000
铬	《海洋监测规范 第4部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (10.1)	0.4 µg/L	原子吸收分光光度计(石墨炉) /AA-7000
汞	《海洋监测规范 第4部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (5.1)	0.007 µg/L	原子荧光光度计 /AFS-8520
砷	《海洋监测规范 第4部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (11.1)	0.5 µg/L	原子荧光光度计 /AFS-8520
锌	《海洋监测规范 第4部分:海水分析》 GB 17378.4-2007 (9.1)	3.1 µg/L	原子吸收分光光度计(火焰)/AA-7000
粪大肠菌群	《海洋监测规范 第7部分:近海污染生态调查和生物监测》GB 17378.7-2007	/	立式压力蒸汽灭菌器/LDZM-80L-II
沉积物	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)	电子天平 /BSA224S
	pH值	《海洋调查规范 第8部分:海洋地质地球物理调查》GB/T12763.8-2007 (6.7.2)	精密PH计 /PHS-3C

检测项目	检测方法	检出限	主要分析仪器/型号	
有机碳	《海洋监测规范 第5部分:沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (18.1)	/	酸碱滴定管 /25mL	
石油类	《海洋监测规范 第5部分:沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (13.2)	3.0 mg/kg	紫外可见分光光度计/UV-1800	
硫化物	《海洋监测规范 第5部分:沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (17.1)	0.3 mg/kg	紫外可见分光光度计/UV-1800	
含水率	《海洋监测规范 第5部分:沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (19)	/	万分之一天平 /ATX224	
铜	《海洋监测规范 第5部分:沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (6.1)	0.5 mg/kg	原子吸收分光光度计(石墨炉) /AA-7000	
铅	《海洋监测规范 第5部分:沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (7.1)	1.0 mg/kg	原子吸收分光光度计(石墨炉) /AA-7000	
镉	《海洋监测规范 第5部分:沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (8.1)	0.04 mg/kg	原子吸收分光光度计(石墨炉) /AA-7000	
总汞	《海洋监测规范 第5部分:沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (5.1)	0.002 mg/kg	原子荧光光度计 /AFS-8520	
砷	《海洋监测规范 第5部分:沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (11.1)	0.06 mg/kg	原子荧光光度计 /AFS-8520	
锌	《海洋监测规范 第5部分:沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (9)	6.0 mg/kg	原子吸收分光光度计(火焰)/AA-7000	
铬	《海洋监测规范 第5部分:沉积物分析》 GB 17378.5-2007 (10.1)	2.0mg/kg	原子吸收分光光度计(石墨炉) /AA-7000	
海洋生物	石油烃	《海洋监测规范 第6部分:生物体分析》 GB 17378.6-2007 (13)	0.2 mg/kg	荧光分光光度计 /RF-6000
海洋生物	总铬	《海洋监测规范 第6部分:生物体分析》 GB 17378.6-2007 (10.1)	0.04 mg/kg	原子吸收分光光度计(石墨炉) /AA-7000
海洋生物	铜	《海洋监测规范 第6部分:生物体分析》 GB 17378.6-2007 (6.1)	0.4 mg/kg	原子吸收分光光度计(石墨炉) /AA-7000

检测项目	检测方法	检出限	主要分析仪器/型号
铅	《海洋监测规范 第6部分:生物体分析》 GB 17378.6-2007 (7.1)	0.04 mg/kg	原子吸收分光光度计(石墨炉) /AA-7000
镉	《海洋监测规范 第6部分:生物体分析》 GB 17378.6-2007 (8.1)	0.005 mg/kg	原子吸收分光光度计(石墨炉) /AA-7000
总汞	《海洋监测规范 第6部分:生物体分析》 GB 17378.6-2007 (5.1)	0.002 mg/kg	原子荧光光度计 /AFS-8520
砷	《海洋监测规范 第6部分:生物体分析》 GB 17378.6-2007 (11)	0.2 mg/kg	原子荧光光度计 /AFS-8520
锌	《海洋监测规范 第6部分:生物体分析》 GB 17378.6-2007 (9.1)	0.4 mg/kg	原子吸收分光光度计(火焰)/AA-7000

备注：“/”表示不适用。

1.评价方法

本项目海洋环境质量现状评价采用单因子指数法。根据监测结果，统计样品检出率和超标率，且予以分析。

单因子污染指数评价法：将某种污染物实测浓度与该种污染物的评价标准进行比较以确定水质类别的方法。在近岸海域环境质量评价中，某一监测站位的海水、沉积物、海洋生物等任一评价项目超过相应的国家（地方）评价标准的一类标准指标的（ $PI_i > 1$ ），即为二类质量，超过二类标准指标的，即为三类质量，如采用的评价标准中规定其质量分为三类，则超过三类标准指标的即为劣三类质量，以此类推。

(1) 评价标准计算公式

$$PI_{i,j} = C_i / S_i,$$

式中：

PI_i —某监测站位污染物 i 的污染指数；

C_i —某监测站位污染物 i 的实测浓度；

S_i —污染物 i 的评价标准。

(2) 溶解氧的标准指数计算公式：

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

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

式中， S_{DOj} ——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，量纲为 1；

T——水温，°C。

(3) pH 的指数计算公式：

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

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

式中：

S_{pHj} ——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_{sd} ——评价标准中 pH 值的下限值；

pH_{su} ——评价标准中 pH 值的上限值。

(4) 富营养化状况

水质富营养化状况按富营养化指数评价，富营养化指数按以下公式计算，当大于等于 1 时进行富营养化评价。

$$\text{富营养化指数 } E = (\text{化学需氧量} \times \text{无机氮} \times \text{活性磷酸盐}) \times 10^6 / 4500$$

式中：化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐浓度单位为 mg/L。

水质等级	轻度富营养化	中度富营养化	重度富营养化
指数 E	$E \leq 3.0$	$3.0 \leq E \leq 9.0$	$9.0 < E$

(5) 评价因子

水质：pH、溶解氧、化学需氧量、石油类、无机氮（亚硝酸盐、硝酸盐、氨的总和）、活性磷酸盐、挥发酚、硫化物、铜、铅、镉、汞、砷、锌、铬、粪大肠菌群共 16 项。

沉积物：有机碳、石油类、硫化物、铜、铅、镉、总汞、砷、锌、铬共 10 项。

生物体：总汞、总铬、镉、铅、铜、砷、锌、石油烃共 8 项。

6.3.1.2 调查结果及评价

(1) 2022年11月秋季调查结果

2022年11月海水水质调查结果见表6.3.1.2-1，根据调查结果，对调查海域的水质现状进行评价。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6.3.1.2-2。2022年11月海水水质调查结果表明：该海域水质项目大部分检测结果符合所在海洋功能区海水水质标准要求。活性磷酸盐、石油类、无机氮、铅有不同程度的超标现象，具体如下：

调查海域为近岸海域，受沿岸陆源输入、水文动力等复杂的人为因素影响，水体呈现不同营养化状况，其中，L14站位水体为中度富营养化；其他站位均为轻度富营养化。

溶解氧检测结果全部符合海水水质第一类标准（ $>6\text{mg/L}$ ）。

调查区域有29.0%的样品活性磷酸盐超出海水水质第一类标准（ $\leq 0.015\text{mg/L}$ ），9.7%样品活性磷酸盐超出海水水质第二类标准（ $\leq 0.030\text{mg/L}$ ），属于第四类水质标准（ $\leq 0.045\text{mg/L}$ ）。

调查区域有28.6%的样品石油类超出海水水质第一、二类标准（ $\leq 0.05\text{mg/L}$ ），属于第三类水质标准（ $\leq 0.30\text{mg/L}$ ）。

调查区域有3.2%的样品无机氮超出海水水质第二类标准（ $\leq 0.30\text{mg/L}$ ），L14站位属于劣四类。

调查区域有12.9%的样品铅属于海水水质第一类标准（ $\leq 0.001\text{mg/L}$ ），87.1%的样品铅属于第二类水质标准（ $\leq 0.005\text{mg/L}$ ）。

根据监测结果和表6.3.1.2-3，监测海域站点一类水质占比为88.2%，一、二类水质占比为95.5%，一至三类水质占比为99.1%，劣四类水质占比为0.9%，满足一类 $\geq 60\%$ 且一类、二类 $\geq 90\%$ ，目标海域水质状况级别为优。

表 6.3.1.2-1 区域海水水质状况分级

确定依据	水质状况级别
一类 $\geq 60\%$ 且一类、二类 $\geq 90\%$	优
一类、二类 $\geq 80\%$	良好
一类、二类 $\geq 60\%$ 且劣四类 $\leq 30\%$ ；或一类、二类 $< 60\%$ 且一至三类 $\geq 90\%$	一般
一类、二类 $< 60\%$ 且劣四类 $\leq 30\%$ ；或30% $<$ 劣四类 $\leq 40\%$ ；或一类、二类 $< 60\%$ 且一至四类 $\geq 90\%$	差
劣四类 $> 40\%$	极差

表 6.3.1.2-2 秋季（2022 年 11 月）海水项目检测结果

样品编号	站号	采样层次	pH 值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD _{Mn}	硫化物	悬浮物	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锌	粪大肠菌群
				℃	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L	mg/L
HS20221128001	L1	表	7.96	23.9	31.5	0.010	0.0509	7.75	0.003	0.0100	0.004	1.32	0.0012	8.4	未检出	0.0007	0.00362	未检出	未检出	0.025	0.0019	未检出	20
HS20221128002	L2	表	8.12	24.2	29.0	0.008	0.0484	8.18	0.003	0.0036	0.006	1.04	0.0012	21.2	未检出	0.0005	0.00413	未检出	未检出	0.034	0.0012	未检出	<20
HS20221130001	L3	表	8.02	23.5	31.7	0.019	0.0048	6.40	0.014	0.0762	0.071	0.97	0.0015	3.5	未检出	0.0005	0.00089	0.00003	未检出	0.034	0.0022	未检出	<20
HS20221128003	L4	表	7.82	24.1	31.5	0.032	0.0363	8.31	0.005	0.0060	0.003	1.52	0.0010	41.9	未检出	0.0007	0.00412	0.00002	未检出	0.033	0.0014	未检出	/
HS20221128004	L5	表	8.10	24.3	32.2	0.009	0.0700	8.79	0.003	0.0036	0.004	1.92	0.0009	49.2	未检出	0.0009	0.00332	未检出	未检出	0.048	0.0020	未检出	/
HS20221128005	L5	底	7.99	24.1	32.2	0.019	/	8.00	0.007	0.0154	0.028	0.94	0.0011	82.4	未检出	未检出	0.00261	未检出	未检出	0.024	0.0016	未检出	/
HS20221130002	L6	表	8.00	23.6	32.3	0.023	0.0049	6.83	0.013	0.0213	0.070	0.90	0.0014	4.9	0.0012	0.0005	0.00139	0.00001	未检出	0.028	0.0029	未检出	80
HS20221128006	L7	表	7.97	24.2	32.6	0.021	0.0474	6.77	0.010	0.0279	0.061	1.06	0.0011	7.8	未检出	0.0033	0.00353	0.00004	未检出	0.040	0.0019	未检出	/
HS20221128007	L8	表	7.82	24.2	32.7	0.012	0.1048	7.81	0.004	0.0096	0.019	0.80	0.0016	7.5	未检出	0.0035	0.00244	未检出	未检出	0.034	0.0022	未检出	/
HS20221128008	L8	底	8.10	24.1	32.6	0.014	/	7.35	0.004	0.0170	0.024	0.74	0.0016	6.7	未检出	未检出	0.00289	未检出	未检出	0.033	0.0019	未检出	/
HS20221128009	L9	表	8.10	24.4	32.7	0.021	0.0339	8.03	0.009	0.0134	0.023	0.90	0.0014	3.8	0.0012	0.0010	0.00462	0.00004	未检出	0.035	0.0022	未检出	/
HS20221128010	L9	底	8.06	24.1	32.4	0.011	/	7.63	0.006	0.0579	0.024	0.75	0.0013	3.4	0.0016	0.0006	0.00227	未检出	未检出	0.038	0.0024	未检出	/
HS20221130003	L10	表	8.00	24.2	32.8	0.012	0.0129	6.44	0.003	0.0262	0.011	1.10	0.0013	7.5	0.0013	0.0010	0.00148	0.00001	未检出	0.037	0.0023	未检出	<20

陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目环境影响报告书

样品编号	站号	采样层次	pH值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD _{Mn}	硫化物	悬浮物	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锌	粪大肠菌群
				℃	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L
HS20221130004	L10	表	8.01	24.0	33.0	0.010	0.0124	6.55	0.003	0.0288	0.013	0.98	0.0012	7.2	0.0017	0.0002	0.00094	未检出	未检出	0.034	0.0025	未检出	<20
HS20221128011	L11	表	7.80	24.0	32.6	0.016	0.0318	6.67	0.004	0.0076	0.039	0.89	0.0013	13.4	0.0015	0.0005	0.00369	未检出	未检出	0.031	0.0019	未检出	/
HS20221128012	L12	表	7.88	24.2	3.3	0.013	0.0651	7.33	0.004	0.0158	0.027	0.78	0.0012	10.9	0.0018	0.0004	0.00171	未检出	未检出	0.032	0.0020	未检出	/
HS20221128013	L12	底	8.04	24.1	32.7	0.039	/	7.06	0.006	0.0094	0.034	1.31	0.0010	74.1	0.0018	0.0006	0.00388	未检出	未检出	0.037	0.0020	未检出	/
HS20221128014	L13	表	8.07	24.4	32.8	0.014	0.0344	7.14	0.004	0.0559	0.028	0.80	0.0009	5.7	0.0018	0.0003	0.00249	未检出	未检出	0.031	0.0019	未检出	/
HS20221128015	L13	底	8.09	24.2	3.3	0.015	/	6.57	0.006	0.0193	0.032	0.74	0.0007	5.7	0.0017	0.0009	0.00261	0.00003	未检出	0.033	0.0020	未检出	/
HS20221128016	L14	表	7.89	23.5	31.8	0.038	0.0462	7.38	0.024	0.0860	0.460	1.65	0.0008	13.9	0.0019	0.0015	0.00301	0.00001	未检出	0.027	0.0018	未检出	230
HS20221128017	L15	表	7.96	23.8	32.6	0.016	0.0299	7.63	0.005	0.0339	0.042	1.06	0.0012	8.1	0.0015	0.0013	0.00145	未检出	未检出	0.029	0.0023	未检出	/
HS20221128018	L16	表	8.03	23.8	32.7	0.008	0.0497	6.48	0.005	0.0336	0.039	1.26	0.0016	5.4	0.0011	0.0007	0.00143	0.00002	未检出	0.028	0.0017	未检出	/
HS20221128019	L16	底	8.04	23.5	32.7	0.009	/	6.91	0.004	0.0076	0.033	1.09	0.0016	11.3	未检出	0.0004	0.00077	0.00003	未检出	0.028	0.0021	未检出	/
HS20221128020	L17	表	7.98	23.6	32.8	0.009	0.0463	8.13	0.006	0.0544	0.075	1.22	0.0012	6.4	未检出	0.0015	0.00171	未检出	未检出	0.029	0.0023	未检出	/
HS20221128021	L17	底	8.07	23.4	32.9	0.007	/	6.69	0.006	0.0559	0.051	1.29	0.0011	9.5	未检出	0.0006	0.00271	未检出	未检出	0.027	0.0020	未检出	/
HS20221128022	L18	表	8.05	23.6	32.6	0.014	0.1098	6.94	0.006	0.1620	0.036	0.88	0.0011	8.1	未检出	未检出	0.00332	0.00002	未检出	0.031	0.0022	0.0043	<20
HS20221128023	L18	底	8.00	23.4	32.6	0.011	/	6.65	0.009	0.1759	0.047	0.93	0.0010	18.5	未检出	0.0006	0.00277	0.00002	未检出	0.033	0.0021	未检出	<20

样品编号	站号	采样层次	pH值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD _{Mn}	硫化物	悬浮物	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锌	粪大肠菌群
				℃	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L
HS20221128024	L18	表	7.92	23.6	32.7	0.019	0.1091	6.95	0.008	0.1621	0.041	1.06	0.0008	22.3	0.0013	0.0003	0.00325	未检出	未检出	0.045	0.0019	0.0050	<20
HS20221128025	L18	底	8.07	23.4	32.5	0.012	/	6.60	0.005	0.2464	0.040	1.02	0.0014	13.6	0.0016	0.0004	0.00266	未检出	未检出	0.056	0.0019	0.0070	<20

备注：“/”表示该项目无需检测。

表 6.3.1.2-3 秋季（2022 年 11 月）海水质量评价指数

站位	层次	pH 值	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	COD _{Mn}	硫化物	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锌	粪大肠菌群	营养化状况
L1	表	0.64	0.33	1.02	0.31	0.06	0.44	0.02	0.11	0.07	0.72	0.001	0.002	0.13	0.06	0.03	0.010	0.05
L2	表	0.75	0.27	0.97	0.46	0.04	0.35	0.02	0.11	0.05	0.83	0.001	0.002	0.17	0.04	0.03	0.005	0.02
L3	表	0.68	0.63	0.10	0.78	0.54	0.32	0.03	0.11	0.05	0.18	0.006	0.002	0.17	0.07	0.03	0.005	0.66
L4	表	0.55	2.13	0.73	0.72	0.07	0.76	0.05	0.11	0.014	4.12	0.02	0.04	0.66	0.07	0.3	/	0.15
L5	表	0.73	0.60	1.40	0.74	0.05	0.96	0.05	0.11	0.18	3.32	0.005	0.004	0.96	0.10	0.08	/	0.04
L5	底	0.66	1.27	/	0.92	0.25	0.47	0.06	0.11	0.02	2.61	0.005	0.004	0.48	0.08	0.08	/	0.20
L6	表	0.67	0.77	0.10	0.73	0.35	0.30	0.03	0.24	0.05	0.28	0.002	0.002	0.14	0.10	0.03	0.040	0.48
L7	表	0.65	1.4	0.95	0.89	0.14	0.53	0.06	0.11	0.066	3.53	0.04	0.04	0.8	0.095	0.3	/	0.49
L8	表	0.55	0.80	2.10	0.80	0.16	0.40	0.08	0.11	0.70	2.44	0.005	0.004	0.68	0.11	0.08	/	0.07
L8	底	0.73	0.93	/	0.32	0.23	0.37	0.08	0.11	0.02	2.89	0.005	0.004	0.66	0.10	0.08	/	0.10
L9	表	0.73	1.40	0.68	0.66	0.23	0.45	0.07	0.24	0.20	4.62	0.040	0.004	0.70	0.11	0.08	/	0.19
L9	底	0.71	0.73	/	0.58	0.44	0.38	0.07	0.32	0.12	2.27	0.005	0.004	0.76	0.12	0.08	/	0.16
L10	表	0.67	0.40	0.26	0.78	0.13	0.37	0.03	0.26	0.10	0.30	0.002	0.002	0.19	0.08	0.03	0.005	0.12
L10	表	0.67	0.33	0.25	0.76	0.15	0.33	0.02	0.34	0.02	0.19	0.001	0.002	0.17	0.08	0.03	0.005	0.10

站位	层次	pH 值	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	COD _{Mn}	硫化物	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锌	粪大肠菌群	营养化状况
L11	表	0.53	1.07	0.64	0.9	0.038	0.45	0.07	0.30	0.01	3.69	0.005	0.04	0.62	0.095	0.3	/	0.16
L12	表	0.59	0.87	1.30	0.82	0.23	0.39	0.06	0.36	0.08	1.71	0.005	0.004	0.64	0.10	0.08	/	0.11
L12	底	0.69	2.60	/	0.04	0.25	0.66	0.05	0.36	0.12	3.88	0.005	0.004	0.74	0.10	0.08	/	0.56
L13	表	0.71	0.93	0.69	0.16	0.44	0.40	0.05	0.36	0.06	2.49	0.005	0.004	0.62	0.10	0.08	/	0.22
L13	底	0.73	1.00	/	0.91	0.29	0.37	0.04	0.34	0.18	2.61	0.030	0.004	0.66	0.10	0.08	/	0.14
L14	表	0.59	1.27	0.92	0.11	1.90	0.55	0.02	0.38	0.15	0.60	0.002	0.002	0.14	0.06	0.03	0.115	7.94
L15	表	0.64	1.07	0.60	0.54	0.40	0.53	0.06	0.30	0.26	1.45	0.005	0.004	0.58	0.12	0.08	/	0.30
L16	表	0.69	0.53	0.99	0.93	0.39	0.63	0.08	0.22	0.14	1.43	0.020	0.004	0.56	0.09	0.08	/	0.17
L16	底	0.69	0.60	/	0.87	0.22	0.55	0.08	0.11	0.08	0.77	0.005	0.004	0.56	0.11	0.08	/	0.10
L17	表	0.65	0.60	0.93	0.98	0.68	0.61	0.06	0.11	0.30	1.71	0.005	0.004	0.58	0.12	0.08	/	0.33
L17	底	0.71	0.47	/	0.90	0.56	0.65	0.06	0.11	0.12	2.71	0.005	0.004	0.54	0.10	0.08	/	0.23
L18	表	0.58	0.47	0.37	0.58	0.51	0.22	0.01	0.06	0.00	0.33	0.002	0.001	0.16	0.04	0.04	0.005	0.56
L18	底	0.56	0.37	/	0.60	0.58	0.23	0.01	0.06	0.01	0.28	0.002	0.001	0.17	0.04	0.02	0.005	0.53
L18	表	0.51	0.63	0.36	0.58	0.53	0.27	0.01	0.13	0.01	0.33	0.001	0.001	0.23	0.04	0.05	0.005	0.94
L18	底	0.59	0.40	/	0.61	0.73	0.26	0.01	0.16	0.01	0.27	0.001	0.001	0.28	0.04	0.07	0.005	0.79
L51	表	0.65	0.3	0.13	0.42	0.14	0.29	0.02	0.24	0.02	0.48	0.004	0.002	0.12	0.07	0.03	0.025	0.08
L53	表	0.67	0.57	0.04	0.78	0.36	0.35	0.02	0.11	0.1	0.13	0.001	0.002	0.16	0.09	0.03	0.01	0.42
最大值		0.75	2.6	2.1	0.98	1.9	0.96	0.08	0.38	0.7	4.62	0.04	0.004	0.96	0.12	0.16	0.115	7.94
最小值		0.51	0.27	0.04	0.04	0.04	0.22	0.01	0.06	0	0.12	0.001	0.001	0.13	0.04	0.02	0.005	0.02
超标率%		0	29	18.2	0	3.2	0	0	0	0	54.8	0	0	0	0	0	0	3.2

(2) 2023年3月春季调查结果

根据表 6.3.1.2-4 和表 6.3.1.2-5, 该海域水质项目大部分检测结果符合所在海洋功能区海水水质标准要求。石油类、无机氮、铅有不同程度的超标现象, 具体如下:

调查海域为近岸海域, 受沿岸陆源输入、水文动力等复杂的人为因素影响, 水体呈现不同营养化状况, 其中 L47 站位水体为中度富营养化, 其他站位均为轻度富营养化。

调查区域有 32.1%的样品石油类超出海水水质第一、二类标准 ($\leq 0.05\text{mg/L}$), 属于第三类水质标准 ($\leq 0.30\text{mg/L}$)。

调查区域有 2.7%的样品无机氮超出海水水质第二类标准 ($\leq 0.30\text{mg/L}$), 属于第三类水质标准 ($\leq 0.40\text{mg/L}$)。

调查区域有 2.7%的样品铅超出海水水质第一类标准 ($\leq 0.001\text{mg/L}$), 属于第二类标准 ($\leq 0.005\text{mg/L}$)。

根据监测结果和表 2.4.4, 监测海域站点一类水质占比为 56.8%, 一、二类水质占比为 73.0%, 劣四类水质占比为 0%, 满足一类、二类 $\geq 60\%$ 且劣四类 $\leq 30\%$, 目标海域水质状况级别为一般。

表 6.3.1.2-4 春季海水项目检测结果

样品编号	站号	采样层次	pH值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD _{Mn}	硫化物	悬浮物	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锌	粪大肠菌群
				℃	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L
HS20230413001	L1	表	8.04	21.4	29.3	0.022	0.0367	8.07	0.016	0.098	0.079	0.87	0.0012	18.7	未检出	0.0028	0.00086	0.00005	未检出	未检出	0.0017	未检出	<20
HS20230413002	L2	表	7.99	21.5	28.2	未检出	0.0033	8.30	0.023	0.144	0.103	1.16	0.0013	19.7	未检出	0.0023	0.00031	0.00005	未检出	未检出	0.0017	未检出	<20
HS20230413003	L3	表	7.94	20.8	28.1	未检出	0.0374	8.56	0.016	0.119	0.115	0.96	0.0003	15.6	未检出	0.0018	0.00021	0.00006	未检出	未检出	0.0019	未检出	<20
HS20230413004	L6	表	7.98	21.3	32.5	未检出	0.0366	8.67	0.009	0.051	0.040	0.70	0.0004	15.4	未检出	0.0019	0.00204	0.00007	未检出	未检出	0.0018	未检出	<20
HS20230413005	L7	表	8.07	21.2	31.8	未检出	0.0117	8.55	0.006	0.041	0.029	0.62	0.0003	15.1	未检出	0.0015	0.00093	0.00013	未检出	未检出	0.0019	未检出	/
HS20230413006	L10	表	8.02	20.5	32.8	未检出	0.0016	7.61	0.003	0.006	0.032	0.80	0.0007	18.6	未检出	0.0016	0.00061	0.00003	未检出	未检出	0.0018	未检出	<20
HS20230413007	L10平行	表	8.04	20.4	32.8	未检出	0.0261	7.87	0.003	0.005	0.032	0.64	0.0005	14.1	未检出	0.0011	0.00049	0.00007	未检出	未检出	0.0018	未检出	<20
HS20230413008	L14	表	7.94	20.6	32.7	未检出	0.0493	7.56	0.008	0.017	0.030	0.70	0.0008	15.8	未检出	0.0012	0.00097	0.00009	未检出	0.012	0.0019	未检出	<20
HS20230413009	L47	表	7.92	20.2	28.1	0.029	0.2631	7.76	0.058	0.079	0.256	2.64	0.0008	30.4	未检出	0.0025	0.00099	0.00006	未检出	0.013	0.0018	未检出	<20
HS20230413010	L48	表	7.93	20.8	32.7	未检出	0.1025	8.86	0.012	0.047	0.039	0.56	0.0007	23.5	未检出	0.0011	0.00031	0.00004	未检出	0.010	0.0020	未检出	20
HS20230413011	L49	表	7.96	20.7	32.7	0.019	0.0993	8.83	0.009	0.038	0.054	0.55	0.0008	25.3	未检出	0.0015	0.00130	0.00012	未检出	0.017	0.0018	未检出	<20
HS20230413012	L50	表	7.94	21.0	27.7	0.026	0.2186	8.11	0.019	0.124	0.094	0.96	0.0008	27.6	未检出	0.0015	0.00059	0.00010	未检出	0.021	0.0018	未检出	<20

陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目环境影响报告书

样品编号	站号	采样层次	pH值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD _{Mn}	硫化物	悬浮物	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锌	粪大肠菌群
				℃	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L
HS20230413013	L51	表	7.96	21.1	31.7	未检出	0.0950	7.75	0.011	0.076	0.063	0.80	0.0013	29.2	未检出	0.0012	0.00069	0.00004	未检出	0.021	0.0017	未检出	<20
HS20230413014	L52	表	7.97	20.9	31.7	未检出	0.0736	8.90	0.010	0.069	0.049	0.88	0.0013	25.3	未检出	0.0018	0.00115	0.00003	未检出	0.041	0.0018	未检出	<20
HS20230413015	L53	表	7.88	21.3	29.9	0.013	0.2353	8.84	0.017	0.102	0.036	0.88	0.0012	35.5	未检出	0.0027	0.00119	0.00002	未检出	0.016	0.0016	未检出	<20
HS20230413016	L54	表	7.96	21.5	30.0	0.010	0.1618	8.71	0.016	0.102	0.082	0.88	0.0011	24.2	未检出	0.0016	0.00059	0.00002	未检出	0.020	0.0016	未检出	<20
HS20230414001	L4	表	8.08	20.6	31.0	未检出	0.0361	7.85	0.007	0.054	0.029	1.53	0.0016	10.5	未检出	0.0030	0.00064	0.00004	未检出	0.019	0.0016	未检出	/
HS20230414002	L5	表	8.16	20.8	31.0	未检出	0.0408	8.33	0.003	0.034	未检出	1.52	0.0015	12.5	未检出	0.0015	0.00084	0.00005	未检出	未检出	0.0015	未检出	/
HS20230414003	L5	底	8.08	21.0	31.6	未检出	/	8.28	0.006	0.016	未检出	1.04	0.0016	8.7	未检出	0.0015	0.00048	未检出	未检出	0.022	0.0016	未检出	/
HS20230414004	L8	表	8.12	21.3	32.4	未检出	0.0284	8.44	0.002	0.009	未检出	1.12	0.0005	16.7	未检出	0.0023	0.00079	0.00002	未检出	0.029	0.0018	未检出	/
HS20230414005	L8	底	8.14	21.4	32.4	未检出	/	7.46	0.002	0.010	未检出	0.88	0.0003	28.1	未检出	0.0031	0.00090	0.00002	未检出	0.028	0.0019	未检出	/
HS20230414006	L9	表	8.10	21.0	31.4	未检出	0.0374	7.44	0.002	0.014	未检出	1.28	未检出	22.3	未检出	0.0023	0.00057	0.00001	未检出	0.025	0.0018	未检出	/
HS20230414007	L9	底	8.06	21.2	31.8	未检出	/	7.73	0.005	0.009	未检出	0.92	未检出	19.5	未检出	0.0011	0.00042	未检出	未检出	0.027	0.0018	未检出	/
HS20230414008	L11	表	8.13	21.6	32.0	未检出	0.0503	7.79	0.001	0.004	未检出	0.64	未检出	17.7	未检出	0.0018	0.00144	0.00009	未检出	0.032	0.0018	未检出	/
HS20230414009	L12	表	8.11	21.7	32.5	未检出	0.0396	7.86	0.004	0.005	未检出	0.80	未检出	11.3	未检出	0.0021	0.00142	未检出	未检出	0.026	0.0018	未检出	/

陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目环境影响报告书

样品编号	站号	采样层次	pH值	水温	盐度	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	亚硝酸盐	硝酸盐	氨	COD _{Mn}	硫化物	悬浮物	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锌	粪大肠菌群
				℃	‰	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	μg/L	mg/L
HS20230414010	L12	底	8.12	21.9	33.0	未检出	/	8.13	0.015	0.017	未检出	0.70	未检出	11.9	未检出	0.0025	0.00087	未检出	未检出	0.027	0.0018	未检出	/
HS20230414011	L13	表	8.11	22.0	33.2	未检出	0.0429	7.74	0.003	0.014	未检出	0.72	未检出	24.6	未检出	0.0028	0.00095	0.00001	未检出	0.025	0.0018	未检出	/
HS20230414012	L13	底	8.06	22.1	33.3	未检出	/	8.13	0.007	0.031	未检出	0.80	未检出	9.6	未检出	0.0028	0.00066	未检出	未检出	0.035	0.0017	未检出	/
HS20230414013	L15	表	8.10	20.7	32.0	未检出	0.0448	8.87	0.001	0.012	未检出	0.96	0.0005	40.8	未检出	0.0019	0.00092	0.00002	未检出	0.024	0.0018	未检出	/
HS20230414014	L16	表	8.13	20.6	32.7	未检出	0.0357	8.15	0.002	0.012	未检出	0.72	0.0012	12.5	未检出	0.0031	0.00067	0.00004	未检出	0.041	0.0016	未检出	/
HS20230414015	L16	底	8.13	20.8	32.7	未检出	/	7.73	0.007	0.012	未检出	0.72	0.0011	41.2	未检出	0.0016	0.00072	0.00001	未检出	0.033	0.0018	未检出	/
HS20230414016	L17	表	8.04	21.2	33.2	未检出	0.0394	8.46	0.003	0.006	未检出	0.80	0.0010	19.1	未检出	0.0015	0.00016	0.00007	未检出	0.043	0.0018	未检出	/
HS20230414017	L17	底	8.15	21.3	33.5	未检出	/	7.20	0.002	0.017	未检出	0.64	0.0009	15.3	未检出	0.0013	0.00071	未检出	未检出	0.043	0.0018	未检出	/
HS20230414018	L18	表	8.10	21.0	32.9	未检出	0.0396	8.16	0.001	0.016	未检出	0.88	未检出	30.1	未检出	0.0017	0.00051	0.00001	未检出	0.032	0.0018	未检出	<20
HS20230414019	L18	底	8.07	21.2	32.7	未检出	/	8.55	0.007	0.023	未检出	0.74	未检出	37.1	未检出	0.0022	0.00097	未检出	未检出	0.031	0.0018	未检出	<20
HS20230414020	L18平行	表	8.10	21.0	32.4	未检出	0.0667	8.69	0.001	0.005	未检出	0.80	未检出	25.1	未检出	0.0036	0.00059	未检出	未检出	0.044	0.0019	未检出	<20
HS20230414021	L18平行	底	8.08	21.2	32.8	未检出	/	8.28	0.006	0.016	0.016	0.72	未检出	20.4	未检出	0.0039	0.00102	未检出	未检出	0.042	0.0019	未检出	<20

备注：“/”表示该项目无需检测。

表 6.3.1.2-5 春季海水质量评价指数

站位	层次	pH 值	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	COD _{Mn}	硫化物	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锌	粪大肠菌群	营养化状况
L1	表	0.69	0.73	0.73	0.21	0.64	0.29	0.024	0.11	0.28	0.17	0.010	0.002	0.02	0.06	0.03	0.01	0.821
L2	表	0.66	0.03	0.07	0.28	0.90	0.39	0.026	0.11	0.23	0.06	0.010	0.002	0.02	0.06	0.03	0.01	0.070
L3	表	0.63	0.03	0.75	0.33	0.83	0.32	0.006	0.11	0.18	0.04	0.012	0.002	0.02	0.06	0.03	0.01	0.053
L6	表	0.65	0.03	0.73	0.54	0.33	0.23	0.008	0.11	0.19	0.41	0.014	0.002	0.02	0.06	0.03	0.01	0.016
L7	表	0.71	0.13	0.23	0.90	0.38	0.31	0.015	0.11	0.03	0.93	0.13	0.04	0.14	0.095	0.3	/	0.010
L10	表	0.68	0.03	0.03	0.05	0.14	0.27	0.014	0.11	0.16	0.12	0.006	0.002	0.02	0.06	0.03	0.01	0.007
L10	表	0.69	0.03	0.52	0.15	0.13	0.21	0.010	0.11	0.11	0.10	0.014	0.002	0.02	0.06	0.03	0.01	0.006
L14	表	0.63	0.03	0.99	0.03	0.18	0.23	0.016	0.11	0.12	0.19	0.018	0.002	0.06	0.06	0.03	0.01	0.009
L47	表	0.61	0.97	5.26	0.64	1.31	0.88	0.016	0.11	0.25	0.20	0.012	0.002	0.07	0.06	0.03	0.01	6.686
L48	表	0.62	0.03	2.05	0.58	0.33	0.19	0.014	0.11	0.11	0.06	0.008	0.002	0.05	0.07	0.03	0.01	0.012
L49	表	0.64	0.63	1.99	0.56	0.34	0.18	0.016	0.11	0.15	0.26	0.024	0.002	0.09	0.06	0.03	0.01	0.235
L50	表	0.63	0.87	4.37	0.17	0.79	0.32	0.016	0.11	0.15	0.12	0.020	0.002	0.11	0.06	0.03	0.01	1.315
L51	表	0.64	0.03	1.90	0.12	0.50	0.27	0.026	0.11	0.12	0.14	0.008	0.002	0.11	0.06	0.03	0.01	0.027
L52	表	0.65	0.03	1.47	0.57	0.43	0.29	0.026	0.11	0.18	0.23	0.006	0.002	0.21	0.06	0.03	0.01	0.025
L53	表	0.59	0.43	4.71	0.53	0.52	0.29	0.024	0.11	0.27	0.24	0.004	0.002	0.08	0.05	0.03	0.01	0.394
L54	表	0.64	0.33	3.24	0.49	0.67	0.29	0.022	0.11	0.16	0.12	0.004	0.002	0.10	0.05	0.03	0.01	0.391
L4	表	0.72	0.13	0.72	0.76	0.4	0.765	0.08	0.11	0.06	0.64	0.04	0.04	0.38	0.08	0.3	/	0.031
L5	表	0.77	0.07	0.82	0.52	0.19	0.76	0.075	0.11	0.30	0.84	0.050	0.004	0.07	0.08	0.08	/	0.012
L5	底	0.72	0.07	/	0.55	0.11	0.52	0.080	0.11	0.30	0.48	0.005	0.004	0.44	0.08	0.08	/	0.005
L8	表	0.75	0.07	0.57	0.75	0.06	0.56	0.025	0.11	0.46	0.79	0.020	0.004	0.58	0.09	0.08	/	0.003
L8	底	0.76	0.07	/	0.06	0.06	0.44	0.015	0.11	0.62	0.90	0.020	0.004	0.56	0.10	0.08	/	0.002

站位	层次	pH 值	活性磷酸盐	石油类	溶解氧	无机氮	COD _{Mn}	硫化物	挥发酚	铜	铅	镉	铬	汞	砷	锌	粪大肠菌群	营养化状况
L9	表	0.73	0.07	0.75	0.81	0.08	0.64	0.005	0.11	0.46	0.57	0.010	0.004	0.50	0.09	0.08	/	0.005
L9	底	0.71	0.07	/	0.21	0.07	0.46	0.005	0.11	0.22	0.42	0.005	0.004	0.54	0.09	0.08	/	0.003
L11	表	0.75	0.13	1.01	0.77	0.025	0.32	0.01	0.11	0.036	1.44	0.09	0.04	0.64	0.09	0.3	/	0.001
L12	表	0.74	0.07	0.79	0.39	0.05	0.40	0.005	0.11	0.42	1.42	0.005	0.004	0.52	0.09	0.08	/	0.002
L12	底	0.75	0.07	/	0.66	0.16	0.35	0.005	0.11	0.50	0.87	0.005	0.004	0.54	0.09	0.08	/	0.005
L13	表	0.74	0.07	0.86	0.38	0.09	0.36	0.005	0.11	0.56	0.95	0.010	0.004	0.50	0.09	0.08	/	0.003
L13	底	0.71	0.07	/	0.71	0.19	0.40	0.005	0.11	0.56	0.66	0.005	0.004	0.70	0.09	0.08	/	0.007
L15	表	0.73	0.07	0.90	0.92	0.07	0.48	0.025	0.11	0.38	0.92	0.020	0.004	0.48	0.09	0.08	/	0.003
L16	表	0.75	0.07	0.71	0.46	0.07	0.36	0.060	0.11	0.62	0.67	0.040	0.004	0.82	0.08	0.08	/	0.002
L16	底	0.75	0.07	/	0.20	0.10	0.36	0.055	0.11	0.32	0.72	0.010	0.004	0.66	0.09	0.08	/	0.003
L17	表	0.69	0.07	0.79	0.80	0.05	0.40	0.050	0.11	0.30	0.16	0.070	0.004	0.86	0.09	0.08	/	0.002
L17	底	0.77	0.07	/	0.83	0.10	0.32	0.045	0.11	0.26	0.71	0.005	0.004	0.86	0.09	0.08	/	0.003
L18	表	0.61	0.03	0.13	0.22	0.04	0.22	0.001	0.06	0.03	0.05	0.001	0.001	0.16	0.04	0.02	0.01	0.003
L18	底	0.59	0.03	/	0.34	0.08	0.19	0.001	0.06	0.04	0.10	0.001	0.001	0.16	0.04	0.02	0.01	0.005
L18	表	0.61	0.03	0.22	0.37	0.02	0.20	0.001	0.06	0.07	0.06	0.001	0.001	0.22	0.04	0.02	0.01	0.001
L18	底	0.60	0.03	/	0.26	0.10	0.18	0.001	0.06	0.08	0.10	0.001	0.001	0.21	0.04	0.02	0.01	0.006
最大值		0.77	0.97	5.26	0.92	1.31	0.88	0.080	0.11	0.62	1.44	0.070	0.004	0.86	0.10	0.08	0.01	6.686
最小值		0.59	0.03	0.03	0.03	0.02	0.18	0.001	0.06	0.03	0.04	0.001	0.001	0.02	0.04	0.02	0.01	0.001
超标率%		0.0	0.0	32.1	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4

6.3.2 沉积物质量现状调查与评价

1.调查站位

本节引用汕尾市润邦检测技术有限公司于2022年11月在项目附近海域进行的沉积物质量现状调查数据，调查站位见图6.3.1-1，详见表6.3.1-1。

2.采样及分析方法

现场调查采样和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范-海洋生物调查》（GB12763.6-2007）中规定的方法进行。

3.评价方法及评价标准

（1）评价方法

根据本项目特点，采用《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中相应的沉积物标准进行评价。

沉积物现状以单因子指数法进行评价，计算方法如下：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中：

I_i —— i 项评价因子的标准指数；

C_i —— i 项评价因子的实测浓度；

S_i —— i 项评价因子评价标准。

（2）评价标准

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》及相关要求，确定本次调查站位环境评价执行标准（见表6.3.2-1）

表 6.3.2-1 评价执行标准

站位	海洋功能区	环境评价执行标准
		沉积物质量
L3、L6、L7、L14、L51、L53	碣石湾农渔业区	一类
L5、L12、L13、L16	珠海-潮州近海农渔业区	一类

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》要求，本项目秋季调查L3、

L6、L7、L14、L51、L53 号站点位于碣石湾农渔业区，执行沉积物质量一类标准；L5、L12、L13、L16 号站点位于珠海-潮州近海农渔业区，执行沉积物质量一类标准。

表 6.3.2-2 海洋沉积物质量（GB18668-2002）（ $\times 10^{-6}$ ，有机碳为 $\times 10^{-2}$ ）

污染因子	有机碳	石油类	硫化物	汞	砷	镉	铅	铜	锌	铬
一类标准 \leq	2.0	500.0	300.0	0.20	20.0	0.50	60.0	35.0	150.0	80.0
二类标准 \leq	3.0	1000.0	500.0	0.50	65.0	1.50	130.0	100.0	350.0	150.0
三类标准 \leq	4.0	1500.0	600.0	1.0	93.0	5.00	250.0	200.0	600.0	270.0

注：均以干重计

4.沉积物质量调查结果与评价

（1）调查结果

2022 年 11 月监测海区表层海洋沉积物中各评价因子的分析统计结果见下表。

表 6.3.2-3 海洋沉积物检测项目结果

站号	类型	pH 值	含水率	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷	锌	总铬
		/	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
L3	粉砂质粘土	7.81	48.5	1.16	54.8	99.4	9.6	39.1	0.05	0.060	8.32	72.8	6.8
L5	粉砂质砂	7.90	39.4	0.38	164.8	9.1	2.6	19.0	未检出	0.032	2.88	33.6	13.7
L6	砂质粉砂	7.80	26.5	0.32	16.8	26.9	0.9	14.6	未检出	0.018	2.51	30.9	11.9
L7	粉砂质粘土	7.88	61.8	1.88	152.8	21.7	14.6	68.8	0.10	0.113	11.26	112.0	34.6
L12	粉砂质粘	7.87	42.4	1.13	32.5	50.8	11.4	39.9	未检出	0.087	9.18	84.8	31.9

站号	类型	pH值	含水率	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷	锌	总铬
		/	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	土												
L13	粉砂质粘土	7.79	49.4	0.69	25.9	40.4	17.1	35.7	未检出	0.070	7.43	82.1	28.8
L14	砂质粉砂	7.74	28.0	0.13	46.0	34.8	1.6	14.6	未检出	0.018	2.40	40.7	13.7
L16	粉砂质粘土	7.77	54.9	1.12	30.5	57.9	14.2	42.2	未检出	0.101	8.23	91.3	32.1
L51	砂质粉砂	7.93	24.9	0.07	1.9	7.3	0.8	15.4	未检出	0.012	4.14	29.3	12.6
L53	砂质粉砂	7.64	25.8	0.07	5.5	4.6	1.8	14.7	未检出	0.013	2.10	30.8	2.5
备注: /													

(2) 评价结果

海洋沉积物按照《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》中调查站位所在功能区的海洋环境评价标准执行，L5、L6、L7、L12、L13、L14、L16、L51、L53均执行沉积物质量一类标准。采用单项指数法对现状监测结果进行标准指数计算，各监测点沉积物评价因子的标准指数见表 6.3.2-4。

表 6.3.2-4 海洋沉积物质量评价指数

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷	锌	总铬
L3	0.58	0.18	0.20	0.27	0.65	0.10	0.30	0.42	0.49	0.09
L5	0.19	0.55	0.02	0.07	0.32	0.04	0.16	0.14	0.22	0.17
L6	0.16	0.06	0.05	0.03	0.24	0.04	0.09	0.13	0.21	0.15
L7	0.94	0.51	0.04	0.42	1.15	0.20	0.57	0.56	0.75	0.43
L12	0.57	0.11	0.10	0.33	0.67	0.04	0.44	0.46	0.57	0.40
L13	0.35	0.09	0.08	0.49	0.60	0.04	0.35	0.37	0.55	0.36

站位	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅	镉	总汞	砷	锌	总铬
L14	0.07	0.15	0.07	0.05	0.24	0.04	0.09	0.12	0.27	0.17
L16	0.56	0.10	0.12	0.41	0.70	0.04	0.51	0.41	0.61	0.40
L51	0.04	0.01	0.01	0.02	0.26	0.04	0.06	0.21	0.20	0.16
L53	0.04	0.02	0.01	0.05	0.25	0.04	0.07	0.11	0.21	0.03
最大值	0.94	0.55	0.20	0.49	1.15	0.20	0.57	0.56	0.75	0.43
最小值	0.07	0.06	0.02	0.03	0.24	0.04	0.09	0.12	0.21	0.09
超标率%	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

根据表 6.3.2-3 和表 6.3.2-4，该海域表层海洋沉积物所检项目有机碳、铜、镉、总汞、砷、锌、总铬检测结果符合所在海洋功能区沉积物质量第一类标准要求。L7 站位的铅有超标现象，具体如下：

L7 站位的铅超标倍数为 0.15，超出海洋功能区沉积物质量第一类标准（ $\leq 60\text{mg/kg}$ ）属于第二类沉积物标准（ $\leq 130\text{mg/kg}$ ）。

6.3.3 海洋生物质量现状调查与评价

1. 调查站位

本节引用汕尾市润邦检测技术有限公司于 2022 年 11 月和 2023 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，详见表 6.3.1-1 和图 6.3.1-1。

2. 采样及分析方法

现场调查采样和分析均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋监测技术规程》（Y/T147.3-2013）和《海洋调查规范-海洋生物调查》（GB12763.6-2007）中规定的方法进行。

3. 评价方法及评价标准

鱼类、软体类和甲壳类生物质量（除石油烃外）的评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的“海洋生物质量评价标准”进行评价，鱼类、软体类和甲壳类的石油烃含量采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准进行评价，按一类标准执行。

海洋生物体评价标准见表 6.3.3-1。

表 6.3.3-1 海洋生物体评价标准 ($\times 10^{-6}$ 湿重)

生物类别	铜	铅	镉	锌	总汞	石油烃
鱼类	20	2.0	0.6	40	0.3	20
甲壳类	100	2.0	2.0	150	0.2	/
软体类	100	10.0	5.5	250	0.3	20

4. 调查结果与评价

(1) 2022 年 11 月秋季调查结果

本次调查从 6 个断面采集了鱼类、软体类、甲壳类共 12 个样品，海洋生物质量现状见表 6.3.3-2 生物体中污染物检测项目结果，评价指数见表 6.3.3-3。

表 6.3.3-2 生物体中污染物检测项目结果

样品编号	断面	样品名称	石油烃	铜	铅	镉	总汞	锌
			mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
SW20221129001	SF1	鳙	9.8	未检出	0.30	未检出	0.039	31.0
SW20221129002		龙头鱼	12.1	未检出	0.05	未检出	0.032	3.8
SW20221129003	SF2	鳙	15.8	未检出	未检出	未检出	0.036	22.2
SW20221129004		口虾蛄	8.5	15.9	0.19	0.371	0.043	15.8
SW20221129005	SF3	口虾蛄	5.3	10.9	0.20	0.394	0.041	19.2
SW20221129006		鳙	12.0	未检出	0.21	未检出	0.031	20.1
SW20221129007	SF4	龙头鱼	11.6	未检出	1.39	未检出	0.006	4.2
SW20221129008		火枪乌贼	37.5	14.8	未检出	0.118	0.037	12.1
SW20221129009	SF5	龙头鱼	19.9	0.8	0.07	未检出	未检出	5.0
SW20221129010		口虾蛄	15.1	7.3	0.26	0.355	未检出	10.8
SW20221129011	SF6	龙头鱼	14.4	未检出	未检出	未检出	未检出	2.1
SW20221129012		中国枪乌贼	19.9	11.6	未检出	0.223	0.052	10.5

(2) 秋季现状评价

鱼类、软体类和甲壳类生物质量（除石油烃外）的评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的“海洋生物质量评价标准”进行评价，鱼类、软体类的石油烃含量采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准进行评价。

调查海域中 SF4 断面的软体类动物火枪乌贼的石油烃超出海岸带调查标准最高限值，其他项目均符合标准要求。其他断面生物体中石油烃、铜、铅、镉、总汞、锌含量水平均低于相应标准限值，符合所在海洋功能区标准要求。

表 6.3.3-3 生物质量评价指数

序号	断面	样品类型	名称	评价结果					
				石油烃	铜	铅	镉	汞	锌
1	SF1	鱼类	鳙	0.49	0.01	0.150	0.004	0.130	0.78
2		鱼类	龙头鱼	0.61	0.01	0.025	0.004	0.107	0.10
3	SF2	鱼类	鳙	0.79	0.01	0.010	0.004	0.120	0.56
4		甲壳类	口虾蛄	/	0.16	0.095	0.186	0.215	0.11
5	SF3	甲壳类	口虾蛄	/	0.11	0.100	0.197	0.205	0.13
6		鱼类	鳙	0.60	0.01	0.105	0.004	0.103	0.50
7	SF4	鱼类	龙头鱼	0.58	0.01	0.695	0.004	0.020	0.11
8		软体类	火枪乌贼	1.88	0.15	0.002	0.021	0.123	0.05
9	SF5	鱼类	龙头鱼	1.00	0.04	0.035	0.004	0.003	0.13
10		甲壳类	口虾蛄	/	0.07	0.130	0.178	0.005	0.07
11	SF6	鱼类	龙头鱼	0.72	0.01	0.010	0.004	0.003	0.05
12		软体类	中国枪乌贼	1.00	0.12	0.002	0.041	0.173	0.04
最大值				1.88	0.16	0.695	0.197	0.215	0.78
最小值				0.49	0.01	0.002	0.004	0.003	0.04
超标率%				8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

(3) 2023 年 3 月春季调查结果

本次调查从 6 个断面采集了鱼类和甲壳类共 12 个样品，海洋生物质量现状

见表 6.3.3-4 生物体中污染物检测项目结果，评价指数见表 6.3.3-5。

表 6.3.3-4 生物体中污染物检测项目结果

样品编号	断面	样品名称	石油烃	铜	铅	镉	总汞	锌
			mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
SW20230414001	SF1	长叉口虾蛄	10.5	10.6	0.20	0.230	0.019	16.9
SW20230414002		变态螭	8.7	13.1	0.29	0.080	0.013	19.0
SW20230414003	SF2	长叉口虾蛄	8.9	5.8	0.21	0.197	0.014	12.2
SW20230414004		变态螭	6.1	12.6	0.38	0.046	0.024	18.6
SW20230414005	SF3	长叉口虾蛄	9.8	8.8	0.21	0.271	0.016	19.3
SW20230414006		鲜明鼓虾	7.1	10.7	0.31	未检出	0.011	19.4
SW20230414007	SF4	长叉口虾蛄	6.5	7.5	0.20	0.135	0.010	17.0
SW20230414008		红狼牙虾虎鱼	9.1	2.2	0.44	未检出	0.019	14.3
SW20230414009	SF5	长叉口虾蛄	5.4	9.4	0.28	0.285	0.013	20.4
SW20230414010		隆线强蟹	5.0	6.4	0.70	0.033	0.015	24.7
SW20230414011	SF6	长叉口虾蛄	7.7	13.4	0.88	0.308	0.020	16.2
SW20230414012		龙头鱼	5.7	未检出	0.30	未检出	0.034	4.6

(4) 春季现状评价

根据表 6.3.3-4 和表 6.3.3-5，调查海域中生物体中石油烃、铜、铅、镉、总汞、锌含量水平低于相应标准限值，无超标现象，符合所在海洋功能区海洋生物质量标准要求。

表 6.3.3-5 生物质量评价指数

序号	断面	样品类型	名称	评价结果					
				石油烃	铜	铅	镉	总汞	锌
1	SF1	甲壳类	长叉口虾蛄	/	0.11	0.10	0.115	0.10	0.11
2		甲壳类	变态螭	/	0.13	0.15	0.040	0.07	0.13
3	SF2	甲壳类	长叉口虾蛄	/	0.06	0.11	0.099	0.07	0.08
4		甲壳类	变态螭	/	0.13	0.19	0.023	0.12	0.12
5	SF3	甲壳类	长叉口虾蛄	/	0.09	0.11	0.136	0.08	0.13
6		甲壳类	鲜明鼓虾	/	0.11	0.16	0.001	0.06	0.13

序号	断面	样品类型	名称	评价结果					
				石油烃	铜	铅	镉	总汞	锌
7	SF4	甲壳类	长叉口虾蛄	/	0.08	0.10	0.068	0.05	0.11
8		鱼类	红狼牙虾虎鱼	0.46	0.11	0.22	0.004	0.06	0.36
9	SF5	甲壳类	长叉口虾蛄	/	0.09	0.14	0.143	0.07	0.14
10		甲壳类	隆线强蟹	/	0.06	0.35	0.017	0.08	0.16
11	SF6	甲壳类	长叉口虾蛄	/	0.13	0.44	0.154	0.10	0.11
12		鱼类	龙头鱼	0.29	0.01	0.15	0.004	0.11	0.12
最大值				0.46	0.13	0.44	0.154	0.12	0.36
最小值				0.29	0.01	0.10	0.001	0.05	0.08
超标率%				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

6.4 海洋生态概况

6.4.1 调查概况

1.调查站位

本节引用汕尾市润邦检测技术有限公司于 2022 年 11 月和 2023 年 3 月在项目附近海域进行的海洋生态现状调查数据，详见表 6.3.1-1 与表 6.3.1-1。

2.调查项目

包括海洋生态和渔业资源调查，具体情况如下：

海洋生态：叶绿素 a 和初级生产力、浮游生物（浮游植物、浮游动物）、底栖生物、潮间带生物共 6 项；

渔业资源：鱼类浮游生物、游泳动物拖网调查共 2 项。

3.调查监测方法与依据

海洋生态和渔业资源各项的现场调查、采样、样品保存和实验室分析测试等均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T 12763-2007）执行，具体方法如下：

（1）海洋生态

叶绿素 a（Chl-a）和初级生产力：用容积为 5L 的有机玻璃采水器采表层水

样，水样现场过滤，滤膜装入 10mL 离心管放入保温箱中冷藏，带回实验室用紫外可见分光光度法进行分析测定；初级生产力以叶绿素 a 含量按照 Cadee 和 Hegeman(1974)提出的简化的计算真光层初级生产力公式估算。

浮游植物：用 37cm 口径、筛绢孔径为 0.077mm 的浅水 III 型浮游生物网由底层至表层垂直拖网采集样品。采集到的样品先用 5%福尔马林固定，沉淀法浓缩，然后带回实验室进行鉴定和计数，分析藻类种类组成特点、丰度及优势种，计算多样性指数及均匀度。

浮游动物：大中型浮游动物采用浅水 II 型浮游生物网（网长 140cm，网口直径为 31.6cm，头锥部高 30cm，筛绢孔径约为 0.160mm，上圈 31.6cm，下圈 50cm），从底层至表层进行垂直拖网采集样品，用 5%福尔马林溶液固定后，带回实验室进行种类鉴定和计数，并计算多样性指数及均匀度。

底栖生物：定量样品在每站位连续采集样品 2 次，经孔径为 1.00mm 的筛网筛洗干净后，剩余物用 5%福尔马林固定带回实验室完成样本清检、种类鉴定、计数、称重等工作，并计算多样性指数及均匀度。

潮间带生物：在每个调查断面按高、中、低潮三个潮区设立取样站位，在每一个站位上采集标本。取样本时，泥沙质滩涂站位每站点划分高中低潮区，各潮区随机抛 4 个 25cm×25cm 的采样框采样 1 次，先拾取框内滩面上的生物，用取样框固定后再挖取泥、沙至 40 厘米深处，用孔径 1 毫米的筛子筛洗，分离出其中的全部埋栖生物；岩礁站位则依生物分布情况，用 4 个 25cm×25cm 正方形取样框，置框于代表性位置，每站取样 1 次，先拾取样框内岩石面上自由生活的种类后，再剥取全部附着生物。各站采集的样品，全部编号装瓶登记，用无水乙醇固定，带回实验室后，用吸水纸吸干表面水分，然后用天平称重，并进行分类鉴定与计数。

（2）渔业资源

鱼卵和仔稚鱼：用大型浮游生物网采集，每个站位垂直拖 1 网，所采样品用 5%福尔马林溶液固定，带回实验室进行分类鉴定与计数。

游泳动物：用单拖作业渔船进行现场试捕调查，所获生物样品进行现场分类和生物学鉴定。租用当地拖网渔船(粤陆渔 50071)进行渔业资源调查。该船主机功率 900 kW，船长 20 m，宽 4.0m，吃水水深 1.2 m；调查所用网具每张网的上

纲长 6m, 网衣长 9m, 网口大 4.0m, 网目大 40mm, 扫海宽度按浮纲长度的 2/3 计约 4.0 m。调查放网 1 张, 拖速约 2.5kn, 拖时 60min 左右。拖网时间计算从拖网曳纲停止投放和拖网着底, 曳纲拉紧受力时起至起网绞车开始收曳纲时止。对全部渔获物进行种类鉴定和计量, 并对主要优势种类做生物学鉴定。

4.调查数据计算和处理

(1) 初级生产力

初级生产力采用叶绿素法, 按照 Cadee 和 Hegeman(1974)提出的简化的计算真光层初级生产力公式估算:

$$P = \frac{CnQED}{2}$$

P ——每日现场的初级生产力(mgC/m²·d);

Cn ——表层叶绿素 a 含量;

Q ——同化系数, 这里取 3.5;

E ——真光层深度(m), 取透明度的 3 倍, 若大于深度, 则为站点深度;

D ——白昼时间(h), 取 12 h。

(2) 优势度(Y):

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

(3) Shannon-Weaver 多样性指数:

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

(4) Pielou 均匀度指数:

$$J = H' / H_{\max}$$

式中: $P_i = n_i / N$

n_i ——第 i 种的个体数量(ind/m³)

N ——某站总生物数量(ind/m³)

f_i ——某种生物的出现频率(%)

H_{\max} —— $\log_2 S$, 最大多样性指数

S ——出现生物总种数。

(5) 优势种

采用 Pinkas 相对重要性指数 (Index of Relative Importance, IRI)

$$IRI_i = (N_i/N + W_i/W) \times F_i \times 100$$

式中:

N_i/N ——种类 i 的个体数占总个体数的百分比;

W_i/W ——物种 i 的重量占总个体重量百分比;

F_i ——种类 i 出现次数占调查次数的百分比。

(6) 渔业资源密度

渔业资源密度(kg/km²)根据扫海面积法估算, 公式如下:

$$B = \frac{Y}{A(1-E)}$$

式中: Y ——平均渔获率 (kg/h)

A ——每小时扫海面积 (km²/h)

E ——逃逸率 (这里取 0.5)

6.4.1.1 叶绿素 a 及初级生产力

1. 秋季调查结果

本次调查区域叶绿素 a 平均浓度为 3.37mg/m³, 变化范围为 1.37~9.99mg/m³, 变幅大 (SD=2.46)。本次调查时区域叶绿素 a 含量总体呈现由近岸向外海逐渐减少的特征, 空间差异明显。其中 L16 站位叶绿素含量最低, L5 站位叶绿素含量最高 (见表 6.4.1.1-1)。

表 6.4.1.1-1 叶绿素 a (Chla) 和初级生产力调查结果

站位	叶绿素 a (mg/m ³)	初级生产力 (mg·C/m ² ·d)
L2	3.96	199.58
L3	3.94	248.22
L5	9.99	629.37
L6	4.87	184.09
L7	2.80	229.32
L8	2.61	213.76
L12	1.92	181.44
L13	1.71	161.60

L14	1.83	34.59
L15	2.05	103.32
L16	1.37	112.20
变化范围	1.37 ~ 9.99	34.59 ~ 629.37
平均值	3.37± 2.46	208.86± 152.76

调查监测区内平均初级生产力为 208.86 mg·C/m²·d, 区域变化范围在 34.59 ~ 629.37mg·C/m²·d 之间, 变幅较大 (SD=152.76)。其中 L14 站位初级生产力最低, L5 站位初级生产力最高。

2.春季调查结果

本次调查区域叶绿素 a 平均浓度为 2.56 mg/m³, 变化范围为 1.24 ~ 11.37 mg/m³, 变幅大 (SD=2.50)。本次调查时区域叶绿素 a 含量总体呈现由近岸向外海逐渐减少的特征, 空间差异明显。其中 L6 站位叶绿素含量最低, L47 站位叶绿素含量最高 (见表 6.4.1.1-2)。

调查监测区内平均初级生产力为 229.16 mg·C/m²·d, 区域变化范围在 21.17 ~ 545.16 mg·C/m²·d 之间, 变幅一般 (SD=158.04)。其中 L49 站位初级生产力最低, L8 站位初级生产力最高。

表 6.4.1.1-2 叶绿素 a (Chla) 和初级生产力调查结果

站位	叶绿素 a (mg/m ³)	初级生产力 (mg·C/m ² ·d)
L2	4.65	292.95
L3	2.02	169.68
L5	2.48	437.47
L6	1.24	93.74
L7	1.36	197.06
L8	2.36	545.16
L12	1.36	308.45
L13	1.68	476.28
L14	1.48	139.86
L15	1.45	237.51
L16	1.24	257.80
L47	11.37	286.52
L49	1.68	21.17

L51	1.46	110.38
L52	2.35	64.16
L53	2.70	28.35
变化范围	1.24 ~ 11.37	21.17 ~ 545.16
平均值	2.56 ± 2.50	229.16 ± 158.04

6.4.1.2 浮游植物

1. 秋季调查结果

(1) 种类组成和优势种

本次调查共鉴定浮游植物 4 门 24 属 43 种（含 3 个变种及变型）。硅藻门种类最多，共 15 属 24 种，占总种类数的 55.81%（见表 6.4.1.2-1）；甲藻门种类次之，出现 4 属 14 种，占总种类数的 32.56%；蓝藻门出现 2 属 2 种，占总种类数的 4.65%；金藻门出现 3 属 3 种，占总种类数的 6.98%。出现种类较多的属为角藻属（10 种）。

表 6.4.1.2-1 浮游植物种类

类群	属数	种类数	种类组成比例 (%)
硅藻	15	24	55.81
甲藻	4	14	32.56
蓝藻	2	2	4.65
金藻	3	3	6.98
总计	24	43	100

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准，本次调查浮游植物优势种共出现 6 种，分别为伏氏海毛藻 (*Thalassiothrix frauenfeldii*)、中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*)、微囊藻 (*Microcystis*)、梭角藻 (*Ceratium fusus*)、菱形海线藻 (*Thalassionema nitzschioides*) 和洛氏角毛藻 (*Chaetoceros lorenzianus*)（见表 6.4.1.2-2）。这 6 种优势种丰度占调查海域总丰度的 45.80%。其中伏氏海毛藻为第一优势种，其优势度为 0.218，其丰度变化范围在 $0.00 \sim 451.02 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$ ，占各站位丰度的 0.00% ~ 52.34%，平均丰度 $60.64 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$ ，占区域浮游植物平均丰度的 24.87%。L5 站伏氏海毛藻丰度最高，为 $451.02 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$ 。另外，中肋骨条藻的优势度居第二位，为 0.053，占总丰度的 6.51%。其他 4 个优势种的优势度在 0.020 ~ 0.033，平均丰度在 $6.89 \sim 11.64 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$ 之间，这 6 种优势种

在整个调查海域分布广泛。

表 6.4.1.2-2 浮游植物优势种及其丰度

种名	拉丁文	类群	优势度	平均丰度	丰度占比
伏氏海毛藻	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>	硅藻	0.218	60.64	24.87%
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>	硅藻	0.053	15.89	6.51%
微囊藻	<i>Microcystis</i>	蓝藻	0.033	11.64	4.77%
梭角藻	<i>Ceratium fusus</i>	甲藻	0.024	7.85	3.22%
菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	硅藻	0.021	6.89	2.83%
洛氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	硅藻	0.020	8.78	3.60%

注：丰度单位为 $\times 10^4 \text{cell/m}^3$

(2) 丰度

调查区域内浮游植物总丰度变化范围为 97.12 ~ 861.68 $\times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，均值为 247.22 $\times 10^4 \text{cell/m}^3$ （见表 6.4.1.2-3）。不同站位之间的丰度差异一般，其中最高丰度出现在 L5；L48 次之，其丰度为 251.21 $\times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，最低丰度出现在 L13 站点。

浮游植物群落的组成以硅藻门丰度占优势，其中的硅藻门丰度占各个调查站位丰度的 56.88% ~ 86.41%，占调查区域平均丰度的 71.64%，在 11 个站位均有分布。另外，甲藻门丰度百分比在 10.71% ~ 25.22% 之间，占区域浮游植物平均丰度的 18.21%，其他藻类丰度的占比在 0.00% ~ 24.51% 之间，占区域浮游植物平均丰度的 10.16%。

表 6.4.1.2-3 浮游植物各类群丰度

站位	总丰度	硅藻门		甲藻门		其他	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比
L2	196.30	138.58	70.60%	35.52	18.09%	22.20	11.31%
L3	148.09	92.18	62.25%	35.45	23.94%	20.45	13.81%
L5	861.68	742.16	86.13%	92.28	10.71%	27.23	3.16%
L6	231.82	143.94	62.09%	31.06	13.40%	56.82	24.51%
L7	197.78	128.52	64.98%	41.40	20.93%	27.87	14.09%
L8	251.21	179.61	71.50%	63.35	25.22%	8.25	3.28%
L12	224.35	160.98	71.76%	47.87	21.34%	15.50	6.91%
L13	97.12	83.92	86.41%	13.20	13.59%	/	/
L14	125.00	71.10	56.88%	28.57	22.86%	25.32	20.26%

站位	总丰度	硅藻门		甲藻门		其他	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比
L15	234.68	177.22	75.52%	42.39	18.06%	15.07	6.42%
L16	151.34	120.90	79.89%	18.34	12.12%	12.10	7.99%
平均值	247.22	185.3762	71.64%	40.86	18.21%	20.98	10.16%

注：丰度单位为 $\times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，“/”为未出现。

(3) 多样性指数与均匀度

各调查区站位浮游植物种数范围为 20 种~ 34 种,平均 28 种(见表 6.4.1.2-4)。多样性指数范围为 3.070 ~ 4.614,平均为 4.076。均匀度指数范围为 0.566 ~ 0.850,平均为 0.751。多样性指数和均匀度指数均以 L7 最高, L5 最低。总体上,各调查站位各种类浮游植物的多样性指数和均匀度指数均较好。

表 6.4.1.2-4 浮游植物多样性及均匀度指数

站位	种类数	多样性指数	均匀度指数
L2	29	4.014	0.740
L3	31	4.341	0.800
L5	27	3.070	0.566
L6	25	3.951	0.728
L7	30	4.614	0.850
L8	34	4.582	0.844
L12	28	4.253	0.784
L13	25	4.075	0.751
L14	20	3.897	0.718
L15	29	4.280	0.789
L16	33	3.755	0.692
平均值	28	4.076	0.751

2.春季调查结果

(1) 种类组成

本次调查共鉴定浮游植物 5 门 28 属 58 种(含 5 个变种及变型)。硅藻门种类最多,共 16 属 35 种,占总种类数的 60.34%(见表 6.4.1.2-5);甲藻门种类次之,出现 6 属 17 种,占总种类数的 29.31%;蓝藻门出现 2 属 2 种,占总种类数的 3.45%;金藻门出现 3 属 3 种,各占总种类数的 5.17%;绿藻门出现 1 属 1 种,占总种类数的 1.73%。出现种类较多的属为角藻属和角毛藻属(均为 10 种)。

表 6.4.1.2-5 浮游植物种类

类群	属数	种类数	种类组成比例 (%)
硅藻	16	35	60.34
甲藻	6	17	29.31
蓝藻	2	2	3.45
金藻	3	3	5.17
绿藻	1	1	1.73
总计	28	58	100

(2) 丰度

调查区域内浮游植物总丰度变化范围为 $135.57 \sim 1998.11 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，均值为 $453.11 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ （见表 6.4.1.2-6）。不同站位之间的丰度差异一般，其中最高丰度出现在 L47；L2 次之，其丰度为 $801.41 \times 10^4 \text{cells/m}^3$ ，最低丰度出现在 L13 站点。

浮游植物群落的组成以硅藻门丰度占优势，其中的硅藻门丰度占各个调查站位丰度的 68.29%~89.67%，占调查区域平均丰度 78.95%，在 16 个站位均有分布。另外，甲藻门丰度百分比在 5.59%~26.37%之间，占区域浮游植物平均丰度的 15.25%，其他藻类丰度的占比在 0.85%~18.01%之间，占区域浮游植物平均丰度的 5.80%。

表 6.4.1.2-6 浮游植物各类群丰度

站位	总丰度	硅藻门		甲藻门		其他	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比
L2	801.41	718.61	89.67%	53.03	6.62%	29.76	3.71%
L3	726.70	515.91	70.99%	131.82	18.14%	78.98	10.87%
L5	316.75	248.75	78.53%	60.31	19.04%	7.70	2.43%
L6	155.02	114.11	73.61%	25.84	16.67%	15.07	9.72%
L7	275.22	223.39	81.17%	31.87	11.58%	19.96	7.25%
L8	333.47	244.83	73.42%	61.57	18.46%	27.07	8.12%
L12	180.24	148.43	82.35%	29.37	16.29%	2.45	1.36%
L13	135.57	118.92	87.72%	12.75	9.41%	3.90	2.87%
L14	240.27	195.00	81.16%	38.73	16.12%	6.55	2.72%
L15	243.74	187.85	77.07%	51.72	21.22%	4.17	1.71%
L16	210.26	187.81	89.32%	15.34	7.29%	7.11	3.38%
L47	1998.11	1763.26	88.25%	217.80	10.90%	17.05	0.85%

站位	总丰度	硅藻门		甲藻门		其他	
		丰度	百分比	丰度	百分比	丰度	百分比
L49	475.76	337.88	71.02%	116.67	24.52%	21.21	4.46%
L51	241.29	164.77	68.29%	63.64	26.37%	12.88	5.34%
L52	318.88	258.04	80.92%	18.88	5.59%	60.84	18.01%
L53	578.18	429.09	74.21%	90.91	15.72%	58.18	10.06%
平均值	453.11	366.04	78.95%	63.76	15.25%	23.30	5.80%

注：丰度单位为 $\times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，“/”为未出现。

(3) 优势种

以优势度 Y 大于 0.02 为判断标准，本次调查浮游植物优势种共出现 4 种，分别为中心圆筛藻(*Coscinodiscus centralis*)、中肋骨条藻(*Skeletonema costatum*)、圆海链藻(*Thalassiosira rotula*)、柔弱伪菱形藻(*Pseudonitzschia delicatissima*) (见表 6.4.1.2-7)。这 4 种优势种丰度占调查海域总丰度的 51.22%。其中柔弱伪菱形藻为第一优势种，其优势度为 0.230，其丰度变化范围在 $23.38 \sim 655.30 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，占各站位丰度的 11.15% ~ 32.80%，平均丰度 $104.20 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ ，占区域浮游植物平均丰度的 23.00%。L47 站柔弱伪菱形藻丰度最高，为 $655.30 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ ；L13 丰度最低，为 $23.38 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ 。另外，中肋骨条藻的优势度居第二位，为 0.182，占总丰度的 18.17%。其他 2 个优势种的优势度在 0.021~0.058，平均丰度在 $15.32 \sim 30.24 \times 10^4 \text{cell/m}^3$ 之间，这 4 种优势种在整个调查海域分布广泛。

表 6.4.1.2-7 浮游植物优势种及其丰度

种名	拉丁文	类群	优势度	平均丰度	丰度占比
柔弱伪菱形藻	<i>Pseudonitzschia delicatissima</i>	硅藻	0.230	104.20	23.00%
中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>	硅藻	0.182	82.32	18.17%
中心圆筛藻	<i>Coscinodiscus centralis</i>	硅藻	0.058	30.24	6.67%
圆海链藻	<i>Thalassiosira rotula</i>	硅藻	0.021	15.32	3.38%

注：丰度单位为 $\times 10^4 \text{cell/m}^3$

(4) 多样性指数与均匀度

各调查区站位浮游植物种数范围为 15 种~ 32 种，平均 24 种(见表 6.4.1.2-8)。多样性指数范围为 3.371 ~ 4.328，平均为 3.887。均匀度指数范围为 0.575 ~ 0.739，平均为 0.663。多样性指数和均匀度指数均以 L5 最高，L47 最低。总体上，各

调查站位各种类浮游植物的多样性指数和均匀度指数均较好。

表 6.4.1.2-8 浮游植物多样性及均匀度指数

站位	种类数	多样性指数	均匀度指数
L2	23	3.429	0.585
L3	25	3.987	0.681
L5	27	4.328	0.739
L6	28	4.327	0.739
L7	24	3.462	0.591
L8	30	4.103	0.700
L12	22	3.610	0.616
L13	29	4.241	0.724
L14	25	3.871	0.661
L15	32	4.013	0.685
L16	28	3.829	0.654
L47	20	3.371	0.575
L49	17	3.929	0.671
L51	23	4.248	0.725
L52	15	3.593	0.613
L53	17	3.844	0.656
平均值	24	3.887	0.663

6.4.1.3 浮游动物

1. 秋季调查结果

(1) 种类组成和优势种

经鉴定，本次调查浮游动物共出现 58 种（类），种类一般，分属 11 个不同类群，即被囊动物有尾类、浮游海樽类、浮游毛颚类、浮游桡足类、浮游幼体、浮游枝角类、浮游端足类、浮游磷虾类、介形类、腔肠动物水螅水母类和原生动物。其中，以桡足类出现种类数最多，为 19 种，占总种类数的 32.76%；浮游幼体次之，出现 16 种（27.59%）；其他类群出现种类较少。（见表 6.4.1.3-1）

表 6.4.1.3-1 浮游动物种类

种类	种类数	种类组成比例（%）
被囊动物有尾类	3	5.17

种类	种类数	种类组成比例 (%)
浮游海樽类	1	1.72
浮游毛颚类	5	8.62
浮游桡足类	19	32.76
浮游幼体	16	27.59
浮游枝角类	2	3.45
浮游端足类	1	1.72
浮游磷虾类	2	3.45
介形类	1	1.72
腔肠动物水螅水母类	7	12.08
原生动物	1	1.72
总计	58	100

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准, 本次调查出现优势种 6 种 (表 6.4.1.3-2), 分别为桡足类幼体(*Copepoda larvae*)、多毛类幼体(*Polychaeta larvae*)、针刺拟哲水蚤(*Paracalanus aculeatus*)、鸟喙尖头溞(*Penilia avirostris*)、瘦尾胸刺水蚤(*Centropages tenuiemis*)和拟长腹剑水蚤(*Oithona similis*)。这 6 个优势种以桡足类幼体的优势度最高, 为 0.230, 海域平均栖息密度为 164.72 ind./m³, 占浮游动物总栖息密度的 22.96%, 在 16 个站位均有出现。

表 6.4.1.3-2 浮游动物优势种组成

优势种	优势度 (Y)	平均密度 (ind./m ³)	密度百分 (%)	出现频率 (%)
桡足类幼体	0.230	164.72	22.96	100.00
多毛类幼体	0.063	48.12	6.71	93.75
针刺拟哲水蚤	0.050	47.71	6.65	75.00
鸟喙尖头溞	0.043	41.38	5.77	75.00
瘦尾胸刺水蚤	0.040	35.49	4.95	81.25
拟长腹剑水蚤	0.024	19.34	2.70	87.50

(2) 栖息密度与生物量

从表 6.4.1.3-3 可以看出, 11 个调查站位浮游动物密度变化范围为 305.04 ~ 1581.20 ind./m³, 均值 717.40 ind./m³, 变幅一般 (SD=350.10)。16 个站位中以 L6 最高、L14 (1269.84 ind./m³) 次之, L5 最低。

16 个调查站位浮游动物总生物量变化范围为 103.89 ~ 1082.62 mg/m³, 均值 674.56mg/m³, 变幅一般 (SD=414.82)。以 L6 最高, L14 (659.34 mg/m³) 次之,

L5 最低。

表 6.4.1.3-3 浮游动物生物量统计

站位	全网数量 (ind.)	密度/(ind./m ³)	总生物量/ (mg/m ³)
L2	328	977.94	551.58
L3	208	533.33	297.44
L5	276	305.04	103.89
L6	222	1581.20	1082.62
L7	260	396.83	190.78
L8	462	524.17	284.77
L12	504	489.51	260.30
L13	496	407.63	210.39
L14	416	1269.84	659.34
L15	358	515.70	269.37
L16	464	418.92	260.92
平均值	363	674.56±414.82	379.22±282.59

(3) 多样性水平

本次调查, 各站平均出现浮游动物 58 种(类); 浮游动物多样性指数中等, 均值为 3.77, 变幅较小 (SD=0.14), 变化范围为 3.58~3.98, 以 L2 最高, L13 (3.94) 次之, L5 最低; 均匀度指数变化范围为 0.61~0.68, 均值为 0.64, 海区均匀度中等, 变幅较小, 以 L2 最高, L3 和 L14 最低 (见表 6.4.1.3-4)。

根据陈清潮等提出的热带海区生物多样性评价标准对调查海域浮游动物的多样性进行了评价, 多样性程度根据多样性阈值的大小可分为 5 类: I 类为 > 3.5, II 类为 2.5~3.5, III 类为 1.5~2.5, IV 类为 0.6~1.5, V 类为 < 0.6。本次调查, 海域多样性阈值变化范围为 2.19~2.70, 均值为 2.43, 变幅较小 (SD=0.17)。L2 最高, L5 最低; 其中 L2、L6、L13 和 L16 站位属 II 类水平, 多样性较丰富; 其他站位均属 III 类水平, 多样性中等。总体调查海域整体属 III 类, 浮游动物多样性中等。

表 6.4.1.3-4 调查区内浮游动物多样性指数和均匀度

站位	种类数	多样性指数 (H')	均匀度指数(J)	多样性阈值 (Dv)
L2	21	3.98	0.68	2.70
L3	18	3.69	0.63	2.32
L5	14	3.58	0.61	2.19

站位	种类数	多样性指数 (H')	均匀度指数(J)	多样性阈值 (Dv)
L6	19	3.89	0.66	2.58
L7	17	3.67	0.63	2.30
L8	23	3.81	0.65	2.47
L12	16	3.71	0.63	2.34
L13	20	3.94	0.67	2.65
L14	16	3.59	0.61	2.20
L15	18	3.74	0.64	2.39
L16	19	3.90	0.67	2.60
平均值	18	3.77±0.14	0.64±0.02	2.43±0.18

2.春季调查结果

(1) 种类组成和优势种

经鉴定，本次调查浮游动物共出现 39 种（类），种类一般，分属 10 个不同类群，即被囊动物有尾类、浮游毛颚类、浮游桡足类、浮游幼体、浮游枝角类、浮游端足类、浮游磷虾类、介形类、腔肠动物水螅水母类和原生动物。其中，以桡足类出现种类数最多，为 14 种，占总种类数的 35.90%；浮游幼体次之，出现 8 种（20.52%）；其他类群出现种类较少。（见表 6.4.1.3-5）

表 6.4.1.3-5 浮游动物种类

种类	种类数	种类组成比例 (%)
被囊动物有尾类	3	7.69
浮游毛颚类	4	10.26
浮游桡足类	14	35.90
浮游幼体	8	20.52
浮游枝角类	2	5.13
浮游端足类	1	2.56
浮游磷虾类	1	2.56
介形类	1	2.56
腔肠动物水螅水母类	4	10.26
原生动物	1	2.56
总计	39	100

(2) 密度与生物量

从表 6.4.1.3-6 可以看出，16 个调查站位浮游动物密度变化范围为 324.68 ~

1743.59 ind./m³，均值 751.17 ind./m³，变幅一般（SD=463.62）。16 个站位中以 L53 最高、L49（1623.93 ind/m³）次之，L13 最低。

16 个调查站位浮游动物总生物量变化范围为 198.14 ~ 1051.28 mg/m³，均值 476.04mg/m³，变幅一般（SD=258.17）。以 L53 最高，L49（897.44 mg/m³）次之，L13 最低。

表 6.4.1.3-6 浮游动物生物量统计

站位	全网数量 (ind.)	密度/(ind./m ³)	总生物量/ (mg/m ³)
L2	224	683.76	476.19
L3	262	839.74	589.74
L5	448	452.25	297.80
L6	104	350.88	286.77
L7	296	462.79	304.88
L8	684	797.20	484.85
L12	392	386.59	237.67
L13	390	324.68	198.14
L14	322	825.64	564.10
L15	350	457.88	319.20
L16	482	379.11	244.61
L47	136	1452.99	844.02
L49	76	1623.93	897.44
L51	126	448.72	316.95
L52	80	788.95	502.96
L53	68	1743.59	1051.28
平均值	277	751.17±463.62	476.04±258.17

(3) 优势度

以优势度 $Y \geq 0.02$ 为判断标准，本次调查出现优势种 3 种（表 6.4.1.3-7），分别为桡足类幼体(*Copepoda larvae*)、漂浮箭虫(*Sagitta planctonis*)、肥胖三角溞(*Evadne tergestina*)。这 3 个优势种以桡足类幼体的优势度最高，为 0.292，海域平均栖息密度为 219.31 ind./m³，占浮游动物总栖息密度的 29.20%，在 16 个站位均有出现。

表 6.4.1.3-7 浮游动物优势种组成

优势种	优势度 (Y)	平均密度 (ind./m ³)	密度百分 (%)	出现频率 (%)
桡足类幼体	0.292	219.31	29.20	100
肥胖三角溞	0.059	59.23	7.89	75.00
漂浮箭虫	0.024	48.09	6.40	37.50

(4) 多样性水平

本次调查,各站平均出现浮游动物 39 种(类);浮游动物多样性指数中等,均值为 2.98,变幅较小(SD=0.73),变化范围为 1.64~4.10,以 L8 最高,L5(3.80)次之,L49 最低;均匀度指数变化范围为 0.31~0.78,均值为 0.56,海区均匀度中等,变幅较小,以 L8 最高,L49 最低(见表 6.4.1.3-8)。

根据陈清潮等提出的热带海区生物多样性评价标准对调查海域浮游动物的多样性进行了评价,多样性程度根据多样性阈值的大小可分为 5 类: I 类为 > 3.5, II 类为 2.5~3.5, III 类为 1.5~2.5, IV 类为 0.6~1.5, V 类为 < 0.6。本次调查,海域多样性阈值变化范围为 0.51~3.18,均值为 1.77,变幅较小(SD=0.79)。L8 最高,L49 最低;其中 L3、L5、L8 站位属 II 类水平,多样性较丰富;L47、L51、L52、L53 站位属 IV 类水平,多样性较低;L49 站位属 V 类水平,多样性低;其他站位均属 III 类水平,多样性中等。总体调查海域整体属 III 类,浮游动物多样性中等。

表 6.4.1.3-8 调查区内浮游动物多样性指数和均匀度

站位	种类数	多样性指数 (H')	均匀度指数(J)	多样性阈值 (Dv)
L2	14	3.58	0.68	2.42
L3	15	3.67	0.69	2.55
L5	19	3.80	0.72	2.73
L6	12	3.18	0.60	1.92
L7	8	2.93	0.55	1.62
L8	21	4.10	0.78	3.18
L12	10	3.06	0.58	1.77
L13	8	2.82	0.53	1.50
L14	14	3.48	0.66	2.29
L15	11	3.06	0.58	1.77
L16	15	3.58	0.68	2.43

站位	种类数	多样性指数 (H')	均匀度指数(J)	多样性阈值 (Dv)
L47	6	2.24	0.42	0.95
L49	4	1.64	0.31	0.51
L51	7	2.52	0.48	1.20
L52	6	2.12	0.40	0.85
L53	4	1.91	0.36	0.69
平均值	11	2.98 ± 0.73	0.56 ± 0.14	1.77 ± 0.79

6.4.1.4 底栖生物

1. 秋季调查结果

(1) 种类组成和生态特征

本次定量调查，共鉴定出底栖生物 6 门 23 科 29 种。其中环节动物和软体动物为主要生物群，分别 8 科 10 种和 7 科 10 种，均占种类总数的 34.48%，其次为节肢动物 5 科 5 种，占种类总数的 17.24%。（见表 6.4.1.4-1）

表 6.4.1.4-1 底栖生物种类组成

门类	科数	种类数	占总种类数的比例 (%)
环节动物	8	10	34.48
软体动物	7	10	34.48
节肢动物	5	5	17.24
棘皮动物	1	2	6.90
蠕虫动物	1	1	3.45
星虫动物	1	1	3.45
总计	23	29	100

(2) 优势种和优势度

本次调查，出现的 29 种生物中，优势度在 0.02 以上的优势种共有 3 种，分别为毛头梨体星虫 (*Apionsoma trichocephala*)、花冈钩毛虫 (*Sigambra hanaokai*) 和奇异稚齿虫 (*Paraprionospio pinnata*)；这 3 种生物的优势度范围为 0.133 ~ 0.208。

表 6.4.1.4-2 底栖生物优势种组成

优势种	优势度 (Y)
奇异稚齿虫 (<i>Paraprionospio pinnata</i>)	0.208
毛头梨体星虫 (<i>Apionsoma trichocephala</i>)	0.168
花冈钩毛虫 (<i>Sigambra hanaokai</i>)	0.133

(3) 生物量及栖息密度

①总平均生物量和栖息密度

本次调查海域底栖生物的平均栖息密度为 367.50 ind./m²，总平均生物量为 66.31 g/m²。栖息密度主要以环节动物为优势，栖息密度为 226.67 ind./m²，占 61.68%；其次为星虫动物，栖息密度为 82.50 ind./m²，占 22.45%。生物量的组成以软体动物为主，生物量为 40.93 g/m²，占总生物量的 61.73%；其次为节肢动物，生物量为 10.19 g/m²，占总生物量的 15.37%（见表 6.4.1.4-3）。

表 6.4.1.4-3 底栖生物平均生物量及栖息密度

项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	星虫动物	蠕虫动物	总计
栖息密度 (ind./m ²)	32.50	1.67	17.50	226.67	82.50	6.67	367.50
栖息密度比例 (%)	8.84	0.45	4.76	61.68	22.45	1.81	100
生物量 (g/m ²)	40.93	4.36	10.19	6.31	1.12	3.40	66.31
生物量比例 (%)	61.73	6.57	15.37	9.52	1.68	5.13	100

②生物量及栖息密度的水平分布

调查区海域内各站位底栖生物的生物量差异较大，11 个调查站位生物量范围为 44.84~191.77g/m²；栖息密度方面，11 个调查站位栖息密度范围为 186.67~840.00 ind./m²，其中 L13 站位采集到的较多的软体动物生物量最高，为 191.77g/m²；L7 站位的栖息密度最高，为 840.00 ind./m²（见表 6.4.1.4-4）。

环节动物在调查海域内所有站位点均有出现，其平均密度为 246.67 ind./m²，平均生物量为 6.95 g/m²；其次为软体动物，平均密度为 42.71 ind./m²，平均生物量为 53.25 g/m²。其他四种底栖动物也在各个站位以分散的形式出现，平面分布并不均匀。

表 6.4.1.4-4 底栖生物生物量及栖息密度的分布

站位	项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	星虫动物	蠕虫动物	总计
L2	栖息密度	40.00	/	26.67	320.00	160.00	/	546.67
	生物量	40.45	/	35.44	11.73	1.25	/	88.88
L3	栖息密度	66.67	/	/	306.67	160.00	/	533.33
	生物量	78.28	/	/	5.75	1.12	/	85.15
L5	栖息密度	26.67	/	66.67	80.00	66.67	/	240.00
	生物量	28.87	/	12.43	3.35	0.20	/	44.84
L6	栖息密度	13.33	/	26.67	266.67	120.00	/	426.67
	生物量	27.52	/	2.03	13.48	3.31	/	46.33
L7	栖息密度	26.67	/	53.33	626.67	133.33	/	840.00
	生物量	20.33	/	52.08	7.13	1.12	/	80.67
L8	栖息密度	93.33	/	/	133.33	66.67	/	293.33
	生物量	66.09	/	/	2.04	0.56	/	68.69
L12	栖息密度	13.33	/	13.33	266.67	93.33	53.33	440.00
	生物量	10.01	/	16.33	3.65	5.51	16.33	51.84
L13	栖息密度	80.00	/	/	120.00	133.33	/	333.33
	生物量	183.84	/	/	5.91	2.03	/	191.77
L14	栖息密度	26.67	13.33	26.67	120.00	/	/	186.67
	生物量	36.48	42.24	6.41	8.61	/	/	93.75
L15	栖息密度	13.33	/	26.67	306.67	/	40.00	386.67
	生物量	16.20	/	12.45	2.92	/	26.87	58.44
L16	栖息密度	80.00	13.33	/	186.67	146.67	/	426.67
	生物量	89.96	27.48	/	12.52	0.87	/	130.83
平均	栖息密度	42.71	2.6	21.46	246.67	96.88	8.33	418.40
	生物量	53.25	6.17	12.28	6.95	1.42	3.88	83.96

注：生物量单位为 g/m²，栖息密度单位为 ind./m²，“/”表示没有出现。

③生物多样性指数及均匀度

调查结果显示，本区域采泥底栖生物多样性指数变化范围在 2.09~2.79 之间（见表 6.4.1.4-5），平均为 2.44，多样性指数 L8 站位最高，L6 站位最低；均匀度分布范围在 0.43~0.58 之间，均值为 0.50。

表 6.4.1.4-5 底栖生物多样性指数及均匀度

站位	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数(H')	均匀度(J)
L2	7	41	2.22	0.46

站位	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数(H')	均匀度(J)
L3	8	40	2.57	0.53
L5	7	18	2.66	0.55
L6	6	32	2.09	0.43
L7	8	63	2.34	0.48
L8	9	22	2.79	0.58
L12	8	33	2.66	0.55
L13	7	25	2.26	0.46
L14	6	14	2.12	0.44
L15	8	29	2.47	0.51
L16	10	32	2.64	0.54
平均值	7	31.73	2.44	0.50

2.春季调查结果

(1) 种类组成和生态特征

本次定量调查,共鉴定出底栖生物6门27科34种。其中软体动物为主要生物群,为12科16种,占种类总数的47.06%,其次为环节动物7科8种,占种类总数的23.53%。(见表6.4.1.4-6)

表 6.4.1.4-6 底栖生物种类组成

门类	科数	种类数	占总种类数的比例 (%)
环节动物	7	8	23.53
软体动物	12	16	47.06
节肢动物	5	6	17.65
棘皮动物	1	2	5.88
蠕虫动物	1	1	2.94
星虫动物	1	1	2.94
总计	27	34	100

(2) 优势种和优势度

本次调查,出现的34种生物中,优势度在0.02以上的优势种共有4种,分别为毛头梨体星虫(*Apionsoma trichocephala*)、花冈钩毛虫(*Sigambra hanaokai*)、奇异稚齿虫(*Paraprionospio pinnata*)、角海蛹(*Ophelina acuminata*);这4种生物的优势度范围为0.039~0.110。

表 6.4.1.4-7 底栖生物优势种组成

优势种	优势度 (Y)
奇异稚齿虫 (<i>Paraprionospio pinnata</i>)	0.110
花冈钩毛虫 (<i>Sigambra hanaokai</i>)	0.109
毛头梨体星虫 (<i>Apionsoma trichocephala</i>)	0.098
角海蛹 (<i>Ophelina acuminata</i>)	0.039

(3) 生物量及栖息密度

①总平均生物量和栖息密度

本次调查海域底栖生物的平均栖息密度为 281.67 ind./m²，总平均生物量为 63.31 g/m²。栖息密度主要以环节动物为优势，栖息密度为 163.33 ind./m²，占 57.99%；其次为星虫动物，栖息密度为 55.00 ind./m²，占 19.53%。生物量的组成以软体动物为主，生物量为 26.79 g/m²，占总生物量的 42.31%；其次为节肢动物，生物量为 21.13 g/m²，占总生物量的 33.38%（见表 6.4.1.4-8）。

表 6.4.1.4-8 底栖生物平均生物量及栖息密度

项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	星虫动物	蠕虫动物	总计
栖息密度 (ind./m ²)	20.83	3.33	35.00	163.33	55.00	4.17	281.67
栖息密度比例 (%)	7.40	1.18	12.43	57.99	19.53	1.48	100
生物量 (g/m ²)	26.79	8.59	21.13	4.10	1.03	1.67	63.31
生物量比例 (%)	42.31	13.56	33.38	6.48	1.62	2.64	100

②生物量及栖息密度的水平分布

调查区海域内各站位底栖生物的生物量差异较大，16 个调查站位生物量范围为 2.03 ~ 159.05 g/m²；栖息密度方面，16 个调查站位栖息密度范围为 53.33 ~ 533.33 ind./m²，其中 L16 站位采集到的较多的软体动物生物量最高，为 159.05g/m²；L6 站位的栖息密度最高，为 533.33 ind./m²（见表 6.4.1.4-9）。最高生物量是最低生物的 78.3 倍，最高栖息密度是最低栖息密度的 10.0 倍。

环节动物在调查海域内所有站位点均有出现，其平均密度为 163.33 ind./m²，平均生物量为 4.10 g/m²；其次为节肢动物，平均密度为 35.00 ind./m²，平均生物量为 21.13 g/m²。其他四种底栖动物也在各个站位以分散的形式出现，平面分布

并不均匀。

表 6.4.1.4-9 底栖生物生物量及栖息密度的分布

站位	项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	星虫动物	蠕虫动物	总计
L2	栖息密度	/	/	40.00	133.33	186.67	/	360.00
	生物量	/	/	6.91	1.81	1.53	/	10.25
L3	栖息密度	26.67	13.33	13.33	266.67	/	/	320.00
	生物量	35.40	28.69	46.87	2.64	/	/	113.60
L5	栖息密度	13.33	/	226.67	146.67	120.00	/	506.67
	生物量	10.47	/	107.13	2.03	4.69	/	124.32
L6	栖息密度	/	/	26.67	360.00	146.67	/	533.33
	生物量	/	/	24.68	14.91	4.01	/	43.60
L7	栖息密度	26.67	13.33	40.00	213.33	/	/	293.33
	生物量	46.79	48.20	6.95	2.36	/	/	104.29
L8	栖息密度	53.33	/	/	13.33	40.00	/	106.67
	生物量	78.92	/	/	22.47	0.29	/	101.68
L12	栖息密度	/	/	/	146.67	160.00	26.67	333.33
	生物量	/	/	/	7.00	1.67	13.13	21.80
L13	栖息密度	53.33	/	26.67	53.33	66.67	/	200.00
	生物量	72.15	/	16.68	1.60	2.03	/	92.45
L14	栖息密度	53.33	13.33	80.00	146.67	/	/	293.33
	生物量	57.85	46.85	34.87	2.16	/	/	141.73
L15	栖息密度	13.33	/	26.67	200.00	/	/	240.00
	生物量	13.67	/	20.37	1.37	/	/	35.41
L16	栖息密度	66.67	/	26.67	240.00	133.33	/	466.67
	生物量	101.80	/	53.95	1.28	2.03	/	159.05
L47	栖息密度	/	/	40.00	386.67	/	/	426.67
	生物量	/	/	16.20	2.88	/	/	19.08
L49	栖息密度	/	/	/	80.00	26.67	40.00	146.67
	生物量	/	/	/	0.39	0.17	13.61	14.17
L51	栖息密度	13.33	13.33	13.33	66.67	/	/	106.67
	生物量	5.13	13.63	3.53	0.25	/	/	22.55
L52	栖息密度	13.33	/	/	40.00	/	/	53.33
	生物量	6.41	/	/	0.47	/	/	6.88

站位	项目	软体动物	棘皮动物	节肢动物	环节动物	星虫动物	蠕虫动物	总计
L53	栖息密度	/	/	/	120.00	/	/	120.00
	生物量	/	/	/	2.03	/	/	2.03
平均	栖息密度	20.83	3.33	35.00	163.33	55.00	4.17	281.67
	生物量	26.79	8.59	21.13	4.10	1.03	1.67	63.31

注：生物量单位为 g/m²，栖息密度单位为 ind./m²，“/”表示没有出现。

(4) 生物多样性指数及均匀度

调查结果显示，本区域采集底栖生物多样性指数变化范围在 0.81~2.55 之间（见表 6.4.1.4-10），平均为 1.93，多样性指数 L13 站位最高，L52 站位最低；均匀度分布范围在 0.16~0.50 之间，均值为 0.38。

表 6.4.1.4-10 底栖生物多样性指数及均匀度

站位	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数(H')	均匀度(J)
L2	4	27	1.64	0.32
L3	6	24	2.07	0.41
L5	7	38	2.51	0.49
L6	5	40	1.77	0.35
L7	7	22	2.48	0.49
L8	6	8	2.41	0.47
L12	5	25	1.90	0.37
L13	7	15	2.55	0.50
L14	7	22	2.02	0.40
L15	4	18	1.61	0.32
L16	9	35	2.31	0.45
L47	5	32	1.95	0.38
L49	4	11	1.79	0.35
L51	5	8	2.16	0.42
L52	2	4	0.81	0.16
L53	2	9	0.92	0.18
平均值	5	21	1.93	0.38

6.4.1.5 潮间带生物

1. 秋季调查结果

(1) 潮间带生物种类组成

本次潮间带生物调查，共鉴定出潮间带生物 3 门 5 科 6 种。三个现场断面均为沙质断面，采集到环节动物、软体动物和节肢动物，生物数量和种类均一般。其中，软体动物有 3 科 4 种，占种类总数的 66.66%；节肢动物和环节动物各 1 科 1 种，占种类总数的 16.67%。

(2) 潮间带平均生物量及栖息密度

本次调查，潮间带生物平均生物量为 21.75g/m²，平均栖息密度为 35.56 ind./m²，软体动物生物量和栖息密度都较占优势，详见表 6.4.1.5-1。

表 6.4.1.5-1 潮间带生物平均生物量及栖息密度

类别	软体动物	节肢动物	环节动物	总计
生物量(g/m ²)	20.81	0.56	0.38	21.75
生物量百分比 (%)	95.69	2.56	1.76	100
栖息密度(ind./m ²)	34.22	0.89	0.44	35.56
栖息密度百分比 (%)	96.25	2.50	1.25	100

(3) 生物量及栖息密度比较

3 个断面定量采样中，生物量以 CJ4 号断面的低潮区采样点为最高，其生物量为 121.15 g/m²；其次是 CJ2 号断面的低潮区采样点，其生物量为 22.74 g/m²，最高生物量是最低生物量的 38.1 倍；栖息密度以 CJ4 号断面的低潮区最高；栖息密度为 148 ind./m²，其次是 CJ2 号断面的低潮区采样点，栖息密度为 64 ind./m²，最高栖息密度是最低栖息密度的 37 倍。各采样站位的总生物量及栖息密度的组成情况见表 6.4.1.5-2。

表 6.4.1.5-2 潮间带生物分布

采样点	项目	软体动物	节肢动物	环节动物	总计
CJ2 高潮区	生物量	/	/	/	/
	栖息密度	/	/	/	/
CJ2 中潮区	生物量	16.60	/	/	16.60
	栖息密度	40	/	/	40
CJ2 低潮区	生物量	22.74	/	/	22.74
	栖息密度	64	/	/	64
CJ3 高潮区	生物量	/	/	/	/
	栖息密度	/	/	/	/
CJ3 中潮区	生物量	/	/	/	/

采样点	项目	软体动物	节肢动物	环节动物	总计
	栖息密度	/	/	/	/
CJ3 低潮区	生物量	12.00	/	/	12.00
	栖息密度	12	/	/	12
CJ4 高潮区	生物量	3.18	/	/	3.18
	栖息密度	4	/	/	4
CJ4 中潮区	生物量	16.60	/	3.44	20.04
	栖息密度	48	/	4	52
CJ4 低潮区	生物量	116.15	5.00	/	121.15
	栖息密度	140	8	/	148

注：生物量单位为 g/m²，栖息密度单位为 ind./m²，“/”表示没有出现。

(4) 调查断面水平分布和垂直分布比较

在调查断面的在水平分布上，生物量和栖息密度高低排序均为 CJ4>CJ2>CJ3，见表 6.4.1.5-3。

表 6.4.1.5-3 潮间带生物各断面水平分布

项目	CJ2	CJ3	CJ4
生物量 (g/m ²)	39.35	12.00	144.36
栖息密度 (ind./m ²)	104	12	204

在调查断面的在垂直分布上，生物量和栖息密度二者高低排序均为低潮区>中潮区>高潮区，见表 6.4.1.5-4。

表 6.4.1.5-4 潮间带生物各断面垂直分布

项目	高潮区	中潮区	低潮区
生物量 (g/m ²)	1.06	12.21	51.96
栖息密度 (ind./m ²)	1.33	30.67	78.67

(5) 生物多样性指数和均匀度

本调查海区潮间带生物多样性指数和均匀度见表 6.4.1.5-5，多样性指数的变化范围较小，在 0.235~0.918 之间，平均值为 0.634；均匀度的变化范围为 0.091~0.355，平均值为 0.245。

表 6.4.1.5-5 潮间带生物多样性指数及均匀度

采样站号	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数	均匀度
CJ2	2	26	0.235	0.091
CJ3	2	3	0.918	0.355
CJ4	5	51	0.748	0.290

平均值	3	27	0.634	0.245
-----	---	----	-------	-------

2.春季调查结果

(1) 潮间带生物种类组成

本次潮间带生物调查，共鉴定出潮间带生物 3 门 4 科 7 种。三个现场断面均为沙质断面，采集到环节动物、软体动物和节肢动物，生物数量和种类均一般。其中，软体动物有 2 科 5 种，占种类总数的 71.44%；节肢动物和环节动物各 1 科 1 种，占种类总数的 14.28%。

(2) 潮间带平均生物量及栖息密度

本次调查，潮间带生物平均生物量为 28.33g/m²，平均栖息密度为 44.00 ind./m²，软体动物生物量和栖息密度都较占优势，详见表 6.4.1.5-6。

表 6.4.1.5-6 潮间带生物平均生物量及栖息密度

类别	软体动物	节肢动物	环节动物	总计
生物量(g/m ²)	28.06	0.18	0.08	28.33
生物量百分比 (%)	99.06	0.65	0.29	100
栖息密度(ind./m ²)	41.78	0.89	1.33	44.00
栖息密度百分比 (%)	94.95	2.02	3.03	100

(3) 生物量及栖息密度比较

3 个断面定量采样中，生物量以 CJ4 号断面的中潮区采样点为最高，其生物量为 75.21 g/m²；其次是 CJ4 号断面的低潮区采样点，其生物量为 65.91 g/m²，最高生物量是最低生物量的 4.3 倍；栖息密度以 CJ4 号断面的低潮区最高；栖息密度为 124 ind./m²，其次是 CJ2 号断面的中潮区采样点，栖息密度为 84 ind./m²，最高栖息密度是最低栖息密度的 6.2 倍。各采样站位的总生物量及栖息密度的组成情况见表 6.4.1.5-7。

表 6.4.1.5-7 潮间带生物分布

采样点	项目	软体动物	节肢动物	环节动物	总计
CJ2 高潮区	生物量	/	/	/	/
	栖息密度	/	/	/	/
CJ2 中潮区	生物量	36.00	1.66	/	37.66
	栖息密度	76	8	/	84
CJ2 低潮区	生物量	26.97	/	0.74	27.71
	栖息密度	64	/	12	76

采样点	项目	软体动物	节肢动物	环节动物	总计
CJ3 高潮区	生物量	/	/	/	/
	栖息密度	/	/	/	/
CJ3 中潮区	生物量	31.09	/	/	31.09
	栖息密度	20	/	/	20
CJ3 低潮区	生物量	17.37	/	/	17.37
	栖息密度	36	/	/	36
CJ4 高潮区	生物量	/	/	/	/
	栖息密度	/	/	/	/
CJ4 中潮区	生物量	75.21	/	/	75.21
	栖息密度	56	/	/	56
CJ4 低潮区	生物量	65.91	/	/	65.91
	栖息密度	124	/	/	124

注：生物量单位为 g/m²，栖息密度单位为 ind./m²，“/”表示没有出现。

(4) 调查断面水平分布和垂直分布比较

在调查断面的在水平分布上，生物量和栖息密度高低排序均为 CJ4>CJ2>CJ3，见表 6.4.1.5-8。

表 6.4.1.5-8 潮间带生物各断面水平分布

项目	CJ2	CJ3	CJ4
生物量 (g/m ²)	65.38	48.46	141.12
栖息密度 (ind./m ²)	160	56	180

在调查断面的在垂直分布上，生物量高低排序为中潮区>低潮区>高潮区，栖息密度高低排序为低潮区>中潮区>高潮区，见表 6.4.1.5-9。

表 6.4.1.5-9 潮间带生物各断面垂直分布

项目	高潮区	中潮区	低潮区
生物量 (g/m ²)	0.00	47.99	37.00
栖息密度 (ind./m ²)	0.00	53.33	78.67

(5) 生物多样性指数和均匀度

本调查海区潮间带生物多样性指数和均匀度见表 6.4.1.5-10，多样性指数的变化范围较小，在 1.183~2.062 之间，平均值为 1.512；均匀度的变化范围为 0.421~0.735，平均值为 0.539。

表 6.4.1.5-10 潮间带生物多样性指数及均匀度

采样站号	样方内种类数	样方内个体数	多样性指数	均匀度
------	--------	--------	-------	-----

CJ2	4	40	1.183	0.421
CJ3	4	14	1.292	0.460
CJ4	5	45	2.062	0.735
平均值	4	33	1.512	0.539

6.4.2 渔业资源现状调查及分析

1. 秋季调查结果

(1) 种类组成

本次调查，共捕获游泳生物 28 种，其中：鱼类 16 种，甲壳类共 9 种（其中虾类 3 种，蟹类 4 种、虾蛄类 2 种），头足类 3 种。这些种类分别是鳓、龙头鱼、火枪乌贼、中国枪乌贼、中华管鞭虾和口虾蛄等。

6 个断面的种类数相对差别一般，其中 SF3 断面的种类数量相对较多为 13 种；SF6 断面种类数量最少，为 8 种。

表 6.4.2-1 各断面的出现种类统计结果

类群	鱼类	甲壳类	头足类	合计
SF1	5	4	1	10
SF2	4	5	0	9
SF3	7	4	2	13
SF4	4	4	1	9
SF5	5	4	2	11
SF6	4	3	1	8

(2) 渔获率

6 个调查断面的重量渔获率变化范围为 0.41 ~ 0.85 kg/h，平均重量渔获率为 0.61 kg/h；个体渔获率变化范围为 49 ~ 75 ind./h，平均个体渔获率为 60.50 ind./h（表 6.4.2-2）。其中，甲壳类个体渔获率为 28.50 ind./h，占总个体渔获率的大部分；鱼类重量渔获率为 0.34 kg/h，占总重量渔获率的大部分。

表 6.4.2-2 各断面的重量渔获率和个体渔获率

类群	鱼类		甲壳类		头足类		合计	
	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率
SF1	36	0.40	17	0.19	1	0.02	54	0.61

类群	鱼类		甲壳类		头足类		合计	
	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率
SF2	18	0.20	33	0.21	0	0.00	51	0.41
SF3	25	0.29	30	0.24	6	0.07	61	0.60
SF4	17	0.23	25	0.10	7	0.10	49	0.43
SF5	31	0.45	40	0.29	4	0.11	75	0.85
SF6	35	0.49	26	0.12	12	0.17	73	0.78
平均值	27.00	0.34	28.50	0.19	5.00	0.08	60.50	0.61

注：重量渔获率单位为 kg/h；个体渔获率单位为 ind./h；“/”表示没有出现。

(3) 优势种

将所有渔获物 IRI 指数列于表 6.4.2-3。从表 3.1.4 可得出，IRI 值在 1000 以上的有 5 种，分别为：鳓、龙头鱼、口虾蛄、变态螭、中华管鞭虾，这 5 种渔获物平均重量渔获率之和为 0.41 kg/h，占总平均重量渔获率 (0.61 kg/h) 的 67.21%；这 5 种渔获物平均个体渔获率为 44.17 ind./h，占总平均个体渔获率 (60.50 ind./h) 的 73.01%。由此确定这 5 种为优势种。

表 6.4.2-3 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
鳓	50.00	0.4785	13.06	46	12.67	1286.49
龙头鱼	100.00	1.0030	27.37	73	20.11	4748.09
绿鳍马面鲀	16.67	0.0260	0.71	1	0.28	16.42
火枪乌贼	66.67	0.2135	5.83	15	4.13	663.89
隆线强蟹	16.67	0.0050	0.14	1	0.28	6.87
颗粒拟关公蟹	16.67	0.0100	0.27	1	0.28	9.14
口虾蛄	100.00	0.7160	19.54	74	20.39	3992.45
七丝鲚	16.67	0.0420	1.15	3	0.83	32.88
刀额新对虾	33.33	0.0920	2.51	8	2.20	157.15
眶棘双边鱼	33.33	0.0380	1.04	3	0.83	62.11
褐篮子鱼	16.67	0.0180	0.49	1	0.28	12.78
猛虾蛄	16.67	0.0185	0.50	4	1.10	26.78
卵鳎	16.67	0.0080	0.22	1	0.28	8.23
鹰爪虾	33.33	0.0375	1.02	9	2.48	116.76

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
日本鳎	16.67	0.0105	0.29	2	0.55	13.96
变态鳎	83.33	0.1380	3.77	38	10.47	1186.18
康氏小公鱼	16.67	0.0110	0.30	3	0.83	18.78
棘头梅童鱼	50.00	0.1925	5.25	13	3.58	441.72
大眼兔头鲈	16.67	0.0540	1.47	1	0.28	29.15
金乌贼	16.67	0.0150	0.41	1	0.28	11.41
中国枪乌贼	33.33	0.2290	6.25	14	3.86	336.86
黄鲫	33.33	0.0265	0.72	5	1.38	70.02
鲮鱼	16.67	0.0240	0.65	2	0.55	20.10
斑鰈	16.67	0.0150	0.41	1	0.28	11.41
乌塘鳢	16.67	0.0060	0.16	1	0.28	7.32
皮氏叫姑鱼	16.67	0.0125	0.34	1	0.28	10.28
中华管鞭虾	83.33	0.1275	3.48	34	9.37	1070.48
多鳞鱻	50.00	0.0970	2.65	7	1.93	228.77

(4) 鱼类资源状况

① 鱼类种类组成

本次调查捕获的鱼类共 16 种。这些种类均为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对象。大多属于印度洋、太平洋区系，大多数种类分布于大陆架区，以海水性的种类为主，并以栖息于底层、近底层的暖水性种类占优势，其食性大多以底栖生物及小型的游泳生物为主要饵料，这大体上可以反映出该水域鱼类的种类组成区系和主要生态特点。

② 鱼类资源密度估算

本次调查，鱼类的资源密度见表 6.4.2-4，其平均重量密度为 36.93 kg/km²，平均个体密度为 2916 ind./km²。

表 6.4.2-4 鱼类资源密度

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (ind./km ²)
SF1	43.03	3888
SF2	21.44	1944
SF3	30.89	2700
SF4	24.41	1836

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (ind./km ²)
SF5	48.92	3348
SF6	52.92	3780
平均	36.93	2916

③鱼类优势种

将鱼类 IRI 指数列于表 6.4.2-5, 鱼类 IRI 值在 1000 以上的有 2 种, 分别为: 鰺和龙头鱼, 这 2 种鱼类其平均重量渔获率之和为 0.27 kg/h, 占鱼类总平均重量渔获率 (0.34 kg/h) 的 79.41%; 这 2 种鱼类其平均个体渔获率为 19.83 ind./h, 占鱼类总平均个体渔获率 (27.00 ind./h) 的 73.44%。由此确定这 2 种为鱼类的优势种。

表 6.4.2-5 鱼类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
鰺	50.00	0.4785	23.32	46	28.40	2585.69
龙头鱼	100	1.0030	48.88	73	45.06	9394.09
独角鲀	16.67	0.0260	1.27	1	0.62	31.41
七丝鲚	16.67	0.0420	2.05	3	1.85	64.98
眶棘双边鱼	33.33	0.0380	1.85	3	1.85	123.46
褐篮子鱼	16.67	0.0180	0.88	1	0.62	24.91
卵鲷	16.67	0.0080	0.39	1	0.62	16.79
康氏小公鱼	16.67	0.0110	0.54	3	1.85	39.80
棘头梅童鱼	50.00	0.1925	9.38	13	8.02	870.29
大眼兔头鲀	16.67	0.0540	2.63	1	0.62	54.15
黄鲫	33.33	0.0265	1.29	5	3.09	145.93
鲮鱼	16.67	0.0240	1.17	2	1.23	40.07
斑鲚	16.67	0.0150	0.73	1	0.62	22.47
乌塘鳢	16.67	0.0060	0.29	1	0.62	15.16
皮氏叫姑鱼	16.67	0.0125	0.61	1	0.62	20.44
多鳞鱻	50.00	0.0970	4.73	7	4.32	452.40

④主要经济鱼类生物学特性

a. 鰺

地理分布: 为亚热带及暖温带近海洄游性的中上层鱼类。分布于印度到日本

南部海区，在中国沿海均有分布。

生活习性：以头足类、虾类、鱼类、糠虾类和毛颚类为食。每年4~6月为产卵期。鳓鱼的饵料生物数量随着叉长的增大有增多的趋势，所摄食的饵料个体大小也越来越大，大个体鳓鱼摄食的浮游甲壳类较少，而主要以较大的鱼类和头足类为食。

本次调查的鳓体长范围为85~100 mm，体重范围为8.5~12.0 g，平均体重为10.40g。

b. 龙头鱼

地理分布：分布于印度洋至西太平洋，包括韩国、日本、中国沿海、中国台湾地区及东印度洋海域。在中国分布于黄海南部、东海和南海河口海域，以及台湾南部及西部海域。

生活习性：龙头鱼为沿海中、下层鱼类，水深一般在50米以内，泥沙底海域常年可见，觅食时常在河口集群。常栖息在近海暖温性中下层，但在各个水层均可能出现。龙头鱼为肉食性鱼类，主要以食鳗、小公鱼、棱鳗、小沙丁鱼、大黄鱼的幼鱼等小型鱼类，兼食毛虾、虾类和头足类等。

本次调查的龙头鱼体长范围为105~180 mm，体重范围为12.0~20.5 g，平均体重为13.74 g。

(5) 头足类的资源状况

A. 种类组成

本次调查海域内捕获到中国枪乌贼、火枪乌贼和金乌贼3种头足类。

B. 头足类的资源密度估算

本次调查捕获头足类动物种类较少，6个断面均有捕获头足类，头足类的资源密度见表6.4.2-6，其平均重量密度和平均个体密度分别为8.23 kg/km²和540 ind./km²。

表 6.4.2-6 头足类资源密度

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (ind./km ²)
SF1	1.62	108
SF2	0.00	0
SF3	7.13	648

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (ind./km ²)
SF4	10.96	756
SF5	11.56	432
SF6	18.14	1296
平均	8.23	540

(6) 甲壳类资源状况

A. 种类组成

本次调查，共捕获的甲壳类，经鉴定共 9 种，其中：虾类 3 种，蟹类 4 种、虾蛄类 2 种。

B. 资源密度评估

本次调查，甲壳类的资源密度见表 6.4.2-7，其平均重量密度和平均个体密度分别为 20.79kg/km² 和 3078 ind./km²。其中，重量密度最高的是 SF5 断面，个体密度最高的是 SF5 断面，分别为 31.53 kg/km² 和 4320 ind./km²。

表 6.4.2-7 甲壳类资源密度

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (ind./km ²)
SF1	20.09	1836
SF2	23.06	3564
SF3	26.24	3240
SF4	11.18	2700
SF5	31.53	4320
SF6	12.63	2808
平均	20.79	3078

(7) 鱼卵仔鱼调查结果

① 种类组成

在采集的样品中，共鉴定出 8 个种类，隶属于 8 科 8 属，种类名录如下：鱼卵记录到小公鱼属(*Stolephorus sp.*)、鲱科(*Mugilidae*)、鲷属(*Leiognathus*)、鲷科(*Sparidae*)、小沙丁鱼属(*Sardinella*)共 5 种，而仔稚鱼则记录到鲱科(*Mugilidae*)、眶棘双边鱼(*Ambassis gymnocephalus*)、鲷属(*Leiognathus*)、小公鱼属(*Stolephorus.sp.*)、美肩鳃鲷(*Omobranchus elegans*)和多鳞鱚(*Sillago sihama*)，共 6 种。

本次调查共捕获鱼卵 43 粒，仔稚鱼 13 尾。鱼卵数量以小公鱼属最多，占鱼

卵总数的 39.53%，其次是鲷科占总数的 25.58%，鳊属占 20.93%，小沙丁鱼属占 11.63%，鲷科占 2.33%。仔稚鱼数量以小公鱼属数量最多，占 38.46%，其次是鳊属占 23.08%，鲷科占 15.38%，眶棘双边鱼、多鳞鱮和美肩鳃鲈分别均占 7.69%。出现的经济种类有多鳞鱮、小公鱼和鲷科等鱼类。

②数量分布

调查 16 个站位共采到鱼卵 43 粒，仔稚鱼 13 尾，依此计算出调查区域鱼卵平均密度为 3.610 粒/ m³。在调查期间 16 个站位中仅 L2、L3、L5、L6、L14、L47、L49 和 L52 站位有采到鱼卵，数量分布差别较大。以 L2 站位数量最多，密度为 44.397 粒/m³，其次是 L49 站位密度为 30.303 粒/m³，详见表 6.4.2-8。

仔稚鱼捕获数量一般，所有站位中仅在 L2、L3、L5、L6、L14、L49 和 L52 站位有出现，平均密度为 1.091 尾/m³，以 L49 站位数量最多，密度为 15.152 尾/m³，其次是 L2 站位，密度为 8.457 尾/m³。

表 6.4.2-8 各站位鱼卵仔鱼密度

站位	发育期密度	
	鱼卵 (ind./m ³)	仔稚鱼 (ind./m ³)
L2	44.397	8.457
L3	3.636	1.818
L5	3.135	2.351
L6	20.202	5.051
L7	/	/
L8	/	/
L12	/	/
L13	/	/
L14	10.823	2.165
L15	/	/
L16	/	/
L47	6.061	/
L49	30.303	15.152
L51	/	/
L52	7.576	7.576
L53	/	/
平均	3.610	1.091

注：“/”表示没有出现。

③主要种类的数量分布

a. 鲮科

鲮科，属于广温、广盐性鱼类。可在淡水、咸淡水和咸水中生活，喜欢栖息在沿海近岸、海湾和江河入海口处，是我国南方沿海咸淡水养殖的最主要经济鱼类之一，也是世界上分布最广的重要经济鱼类之一。

本次调查出现的鲮科鱼卵共有 11 粒，在 L14、L47、L49 有出现，平均密度为 0.92 粒/m³，占本次调查鱼卵总密度的 25.58%；仔鱼 2 尾，在 L49 站位有出现。

b. 鳊属

鳊属，分布于红海、印度洋、南洋群岛、澳大利亚北部、台湾岛以及中国南海等海域，主要栖息于沿岸砂泥底质水域，大多栖息于浅水域，水深约在 1~40 公尺之间，有时会进入深水域，有时会进入河口区。一般在底层活动觅食，肉食性，以底栖生物为食。

本次调查出现的鳊属鱼卵共有 9 粒，在 L2、L3、L6、L52 站位有出现，平均密度为 0.76 粒/m³，占本次调查鱼卵总密度的 20.93%；仔鱼 3 尾，在 L5、L52 站位出现。

c. 小公鱼属

小公鱼属是沿岸至近海的小型中上层鱼类，集群生活，数量较大，产卵期长，为 3~11 月，本属有多个种类。

本次调查出现的小公鱼属鱼卵共有 17 粒，在 L2、L5、L6 站位有出现，平均密度为 1.43 粒/m³，占本次调查鱼卵总密度的 39.53%；仔鱼 5 尾，在 L2、L5 站位出现。

(8) 总结与评价

陆丰市开放式养殖用海项目（碣石区块）海洋生态调查结果表明，调查区域的叶绿素 a 含量为中等水平，平均浓度为 4.91 mg/m³，平均初级生产力为 210.32 mg·C/m²·d，总体呈现由近岸向外海逐渐减少的特征，空间差异明显。

浮游植物鉴定浮游植物 4 门 24 属 43 种（含 3 个变种及变型）。以硅藻门种类为主，硅藻门种类占 55.81%，甲藻门种类占 32.56%，其他种类占 11.63%。浮游植物丰度范围（97.12~861.68）×10⁴ cell/m³，平均为 243.84×10⁴ cell/m³。调

查海域以硅藻门丰度占优势，占调查区域平均丰度的 62.02%。本次调查浮游植物优势种共出现 6 种，其中伏氏海毛藻为第一优势种，其优势度为 0.218，平均丰度 $60.64 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$ ，占区域浮游植物平均丰度的 24.87%。浮游植物多样性指数平均为 4.026，均匀度指数平均为 0.742。整体而言，调查海域浮游植物种类一般，各个站位的丰度占比较为平均，浮游植物的多样性指数和均匀度指数均较好。

浮游动物鉴定出 58 种（类），分属 11 个类群，以桡足类出现种类最多。调查区域出现优势种 6 种，以桡足类幼体的优势度最高。浮游动物海域平均密度为 717.40 ind./m^3 ，总生物量平均值 375.86 mg/m^3 ；多样性指数、均匀度和多样性阈值均值分别为 3.48、0.59 和 2.12，浮游动物多样性和均匀度中等。

底栖生物共鉴定出 6 门 23 科 29 种。以环节动物和软体动物出现种类最多均为 10 种，其次为节肢动物 5 种。优势种共有 3 种，分别为毛头梨体星虫、花冈钩毛虫和奇异稚齿虫。底栖生物的总平均生物量为 66.31 g/m^2 ，平均栖息密度为 367.50 ind./m^2 。底栖生物多样性指数平均为 2.32；均匀度平均为 0.48。

潮间带生物共鉴定出潮间带生物 3 门 5 科 6 种，生物数量和种类均较少。其中，软体动物有 3 科 4 种；节肢动物和环节动物各 1 科 1 种。3 个断面的潮间带生物平均生物量为 21.75 g/m^2 ，平均栖息密度为 35.56 ind./m^2 。水平分布上，生物量以 CJ4 为最高，生物量高低排序为 $\text{CJ4} > \text{CJ2} > \text{CJ3}$ ；栖息密度也以 CJ4 为最高，栖息密度高低排序为 $\text{CJ4} > \text{CJ2} > \text{CJ3}$ 。垂直分布上，生物量及栖息密度均以低潮区为最高；生物量和栖息密度高低排序均为低潮区 $>$ 中潮区 $>$ 高潮区。多样性指数的变化范围一般，在 0.235~0.918 之间，平均值为 0.634；均匀度的变化范围为 0.091~0.355，平均值为 0.245。

游泳生物共捕获 28 种，其中：鱼类 16 种，甲壳类虾类 3 种，蟹类 4 种、虾蛄类 2 种，头足类 3 种。调查海域平均重量渔获率和个体渔获率分别为 0.61 kg/h 和 60.50 ind./h ；渔业资源平均重量密度和个体密度分别为 65.96 kg/km^2 和 6533 ind./km^2 ；其中，甲壳类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.19 kg/h 和 28.50 ind./h ，占总个体渔获率的大部分；鱼类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.34 kg/h 和 27.00 ind./h ，占总重量渔获率的大部分；头足类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.08 kg/h 和 5.00 ind./h 。优势种为：鱯、龙头鱼、口虾蛄、变态蛄、中华管鞭虾。鱼卵和仔稚鱼共鉴定出 8 个种类，隶属于 8 科 8 属，鱼卵数量以小公鱼属最多，

而仔稚鱼数量也以小公鱼属最多。调查海域鱼卵平均密度为 3.610 ind./m³，处于较低水平，仔稚鱼平均密度为 1.091 ind./m³，处于较低水平。

2.春季调查结果

(1) 种类组成

本次调查，共捕获游泳生物 34 种，其中：鱼类 17 种，甲壳类共 15 种（其中虾类 4 种，蟹类 8 种、虾蛄类 3 种），头足类 2 种。这些种类分别是长叉口虾蛄、变态螭、口虾蛄、鲜明鼓虾、隆线强蟹等。

6 个断面的种类数相对差别一般，其中 SF3 断面的种类数量相对较多为 21 种；SF4 断面种类数量最少，为 15 种。

表 6.4.2-9 各断面的出现种类统计结果

类群	鱼类	甲壳类	头足类	合计
SF1	4	11	1	16
SF2	4	11	2	17
SF3	5	14	2	21
SF4	4	10	1	15
SF5	7	12	1	20
SF6	8	10	1	19

(2) 渔获率

6 个调查断面的重量渔获率变化范围为 1.32 ~ 3.87 kg/h，平均重量渔获率为 2.52 kg/h；个体渔获率变化范围为 166 ~ 425 ind./h，平均个体渔获率为 242.17 ind./h（表 6.4.2-10）。其中，甲壳类个体渔获率为 222.67 ind./h，占总个体渔获率的大部分；甲壳类重量渔获率为 2.15 kg/h，也占总重量渔获率的大部分。

表 6.4.2-10 各断面的重量渔获率和个体渔获率

类群	鱼类		甲壳类		头足类		合计	
	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率
SF1	5	0.03	176	1.27	1	0.01	182	1.32
SF2	16	0.15	192	1.41	6	0.04	214	1.60
SF3	15	0.24	403	3.52	7	0.04	425	3.80
SF4	13	0.53	152	1.64	1	0.01	166	2.17
SF5	22	0.41	262	3.40	4	0.05	288	3.87
SF6	24	0.67	151	1.65	3	0.06	178	2.38

类群	鱼类		甲壳类		头足类		合计	
	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率	个体渔获率	重量渔获率
平均	15.83	0.34	222.67	2.15	3.67	0.03	242.17	2.52

注：重量渔获率单位为 kg/h；个体渔获率单位为 ind./h；“/”表示没有出现。

(3) 资源密度

调查区域游泳生物重量密度和个体密度平均值分别为 272.36 kg/km² 和 26152 ind./km²。其中，重量密度最高的是 SF5 断面，个体密度最高的也是 SF3 断面，分别为 417.44 kg/km² 和 45896 ind./km²。

表 6.4.2-11 调查断面的渔业资源密度

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (ind./km ²)
SF1	142.12	19654
SF2	173.22	23110
SF3	409.83	45896
SF4	234.50	17927
SF5	417.44	31102
SF6	257.07	19222
平均	272.36	26152

(4) 优势种

将所有渔获物 IRI 指数列于表 6.4.2-12。从表 6.4.2-12 可得出，IRI 值在 1000 以上的有 5 种，分别为：长叉口虾蛄、变态螳、口虾蛄、鲜明鼓虾、隆线强蟹，这 5 种渔获物平均重量渔获率之和为 1.88 kg/h，占总平均重量渔获率 (2.52 kg/h) 的 74.60%；这 5 种渔获物平均个体渔获率为 191.00 ind./h，占总平均个体渔获率 (242.17 ind./h) 的 78.87%。由此确定这 5 种为优势种。

表 6.4.2-12 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
长叉口虾蛄	100.00%	6.8285	45.12%	536	36.89%	8201.39
变态螳	100.00%	1.0560	6.98%	294	20.23%	2721.24
口虾蛄	100.00%	1.6525	10.92%	125	8.60%	1952.31
中国拟关公蟹	100.00%	0.3695	2.44%	44	3.03%	547.00
锈斑螳	50.00%	0.0210	0.14%	4	0.28%	20.70

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
短吻鳐	33.33%	0.0460	0.30%	14	0.96%	42.25
鲜明鼓虾	83.33%	0.5955	3.94%	118	8.12%	1004.70
火枪乌贼	100.00%	0.1735	1.15%	17	1.17%	231.65
卵鳎	16.67%	0.0065	0.04%	1	0.07%	1.86
中华管鞭虾	83.33%	0.0510	0.34%	18	1.24%	131.32
隆线强蟹	100.00%	1.1635	7.69%	73	5.02%	1271.28
猛虾蛄	100.00%	0.5030	3.32%	48	3.30%	662.75
须赤虾	100.00%	0.3285	2.17%	50	3.44%	561.20
日本蟳	50.00%	0.1250	0.83%	4	0.28%	55.07
鲷鱼	16.67%	0.0160	0.11%	1	0.07%	2.91
眶棘双边鱼	16.67%	0.0055	0.04%	1	0.07%	1.75
小带鱼	33.33%	0.0905	0.60%	4	0.28%	29.11
远海梭子蟹	16.67%	0.0375	0.25%	1	0.07%	5.28
棘头梅童鱼	100.00%	0.1185	0.78%	21	1.45%	222.84
曼氏无针乌贼	33.33%	0.0220	0.15%	5	0.34%	16.32
刀额新对虾	83.33%	0.1120	0.74%	14	0.96%	141.97
长颌棱鯧	16.67%	0.0500	0.33%	4	0.28%	10.10
龙头鱼	50.00%	0.8045	5.32%	17	1.17%	324.32
颗粒拟关公蟹	33.33%	0.0335	0.22%	3	0.21%	14.26
豆形拳蟹	33.33%	0.0185	0.12%	4	0.28%	13.25
乌塘鳢	50.00%	0.0250	0.17%	3	0.21%	18.58
红狼牙虾虎鱼	50.00%	0.7005	4.63%	16	1.10%	286.51
褐篮子鱼	33.33%	0.0200	0.13%	2	0.14%	8.99
皮氏叫姑鱼	16.67%	0.0540	0.36%	3	0.21%	9.39
黄鳍鲷	16.67%	0.0325	0.21%	1	0.07%	4.73
鹿斑仰口鳐	33.33%	0.0225	0.15%	4	0.28%	14.13
食蟹豆齿鳗	16.67%	0.0190	0.13%	1	0.07%	3.24
斑鲹	16.67%	0.0180	0.12%	1	0.07%	3.13
多鳞鱻	16.67%	0.0125	0.08%	1	0.07%	2.52

(5) 鱼类资源状况

① 鱼类种类组成

本次调查捕获的鱼类共 17 种。这些种类均为我国沿岸、浅海渔业的兼捕对

象。大多属于印度洋、太平洋区系，大多数种类分布于大陆架区，以海水性的种类为主，并以栖息于底层、近底层的暖水性种类占优势，其食性大多以底栖生物及小型的游泳生物为主要饵料，这大体上可以反映出该水域鱼类的种类组成区系和主要生态特点。

②鱼类资源密度估算

本次调查，鱼类的资源密度见表 6.4.2-13，其平均重量密度为 36.74 kg/km²，平均个体密度为 1710 ind./km²。

表 6.4.2-13 鱼类资源密度

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (ind./km ²)
SF1	3.67	540
SF2	16.52	1728
SF3	26.08	1620
SF4	57.02	1404
SF5	44.60	2376
SF6	72.57	2592
平均	36.74	1710

③鱼类优势种

将鱼类 IRI 指数列于表 6.4.2-14，鱼类 IRI 值在 1000 以上的有 3 种，分别为：棘头梅童鱼、龙头鱼、红狼牙虾虎鱼，这 3 种鱼类其平均重量渔获率之和为 0.27 kg/h，占鱼类总平均重量渔获率（0.34 kg/h）的 79.41%；这 2 种鱼类其平均个体渔获率为 9.00 ind./h，占鱼类总平均个体渔获率（15.83ind./h）的 56.85%。由此确定这 3 种为鱼类的优势种。

表 6.4.2-15 鱼类的 IRI 指数

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
短吻鲷	33.33%	0.0460	2.25%	14	14.74%	566.34
卵鳎	16.67%	0.0065	0.32%	1	1.05%	22.85
鲮鱼	16.67%	0.0160	0.78%	1	1.05%	30.61
眶棘双边鱼	16.67%	0.0055	0.27%	1	1.05%	22.03
小带鱼	33.33%	0.0905	4.43%	4	4.21%	288.12
棘头梅童鱼	100.00%	0.1185	5.80%	21	22.11%	2790.98

种类	出现频率 (%)	渔获重量		渔获尾数		IRI
		(kg)	(%)	(ind.)	(%)	
长颌棱鯧	16.67%	0.0500	2.45%	4	4.21%	111.00
龙头鱼	50.00%	0.8045	39.41%	17	17.89%	2865.10
乌塘鳢	50.00%	0.0250	1.22%	3	3.16%	219.12
红狼牙虾虎鱼	50.00%	0.7005	34.31%	16	16.84%	2557.76
褐篮子鱼	33.33%	0.0200	0.98%	2	2.11%	102.83
皮氏叫姑鱼	16.67%	0.0540	2.65%	3	3.16%	96.72
黄鳍鲷	16.67%	0.0325	1.59%	1	1.05%	44.08
鹿斑仰口鲷	33.33%	0.0225	1.10%	4	4.21%	177.09
食蟹豆齿鳗	16.67%	0.0190	0.93%	1	1.05%	33.06
斑鰾	16.67%	0.0180	0.88%	1	1.05%	32.24
多鳞鱻	16.67%	0.0125	0.61%	1	1.05%	27.75

④主要经济鱼类生物学特性

a.棘头梅童鱼

地理分布：分布于西太平洋区，包括菲律宾、越南、中国、朝鲜、韩国及日本等沿海。

生活习性：为暖水性近海底栖小型鱼类。主要栖息于河口及深度可达 90 米之砂泥底质中下层水域，群聚性较弱。有向深浅水间移动和发声习性。捕食底栖生物和小鱼、虾和糠虾为主，有自食幼体现象。

本次调查的鰾体长范围为 65 ~90 mm，体重范围为 4.5 ~ 12.5 g，平均体重为 5.64g。

b.龙头鱼

地理分布：分布于印度洋至西太平洋，包括韩国、日本、中国沿海、中国台湾地区及东印度洋海域。在中国分布于黄海南部、东海和南海河口海域，以及台湾南部及西部海域。

生活习性：龙头鱼为沿海中、下层鱼类，水深一般在 50 米以内，泥沙底海域常年可见，觅食时常在河口集群。常栖息在近海暖温性中下层，但在各个水层均可能出现。龙头鱼为肉食性鱼类，主要以食鳗、小公鱼、棱鳗、小沙丁鱼、大黄鱼的幼鱼等小型鱼类，兼食毛虾、虾类和头足类等。

本次调查的龙头鱼体长范围为 135 ~205 mm，体重范围为 38.5 ~ 66.0 g，平

均体重为 47.32 g。

c.红狼牙虾虎鱼

地理分布：分布于辽宁沿海及我国各海区。国外见于日本、马来西亚新加坡、印度尼西亚、印度。

生活习性：常在泥沙中钻穴营居。属于近岸暖温性鱼类。此鱼在近海与淡水均能生存，在江岸穿穴潜居。性凶猛，食小鱼或小虾等。

本次调查的龙头鱼体长范围为 185 ~310 mm，体重范围为 40.5 ~ 46.0 g，平均体重为 43.78 g。

(6) 头足类的资源状况

①种类组成

本次调查海域内捕获到火枪乌贼和曼氏无针乌贼 2 种头足类。

②头足类的资源密度估算

本次调查捕获头足类动物种类较少，6 个断面均有捕获头足类，头足类的资源密度见表 6.4.2-16，其平均重量密度和平均个体密度分别为 3.52 kg/km² 和 396 ind./km²。

表 6.4.2-16 头足类资源密度

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (ind./km ²)
SF1	0.92	108
SF2	4.43	648
SF3	3.89	756
SF4	0.54	108
SF5	5.18	432
SF6	6.16	324
平均	3.52	396

(7) 甲壳类资源状况

①种类组成

本次调查，共捕获的甲壳类，经鉴定共 15 种，其中：虾类 4 种，蟹类 8 种、虾蛄类 3 种。

②甲壳类资源密度评估

本次调查，甲壳类的资源密度见表 6.4.2-17，其平均重量密度和平均个体密

度分别为 232.10 kg/km² 和 24046 ind./km²。其中，重量密度最高的是 SF3 断面，个体密度最高的是 SF3 断面，分别为 379.86 kg/km² 和 43521 ind./km²。

表 6.4.2-17 甲壳类资源密度

断面	重量密度 (kg/km ²)	个体密度 (ind./km ²)
SF1	137.53	19006
SF2	152.27	20734
SF3	379.86	43521
SF4	176.94	16415
SF5	367.66	28294
SF6	178.35	16307
平均	232.10	24046

(7) 鱼卵仔鱼调查结果

①种类组成

在采集的样品中，共鉴定出 7 个种类，隶属于 7 科 7 属，种类名录如下：鱼卵记录到小公鱼属(*Stolephorus sp.*)、鲮科(*Mugilidae*)、鲷属(*Leiognathus*)、舌鳎科(*Cynoglossidae*)、小沙丁鱼属(*Sardinella*)共 5 种，而仔稚鱼则记录到鲮科(*Mugilidae*)、鲷属(*Leiognathus*)、小公鱼属(*Stolephorus.sp.*)、美肩鳃鲷(*Omobranchus elegans*)和多鳞鱚(*Sillago sihama*)，共 5 种。

本次调查共捕获鱼卵 44 粒，仔稚鱼 12 尾。鱼卵数量以小公鱼属最多，占鱼卵总数的 38.64%，其次是鲮科和鲷属均占总数的 22.73%，舌鳎科占 9.09%，小沙丁鱼属占 6.82%。仔稚鱼数量以多鳞鱚数量最多，占 33.33%，其次是小公鱼属占 25.00%，鲮科和美肩鳃鲷分别均占 16.67%、鲷属占 8.33%。出现的经济种类有多鳞鱚、小公鱼和鲮科等鱼类。

②数量分布

调查 16 个站位共采到鱼卵 44 粒，仔稚鱼 12 尾，依此计算出调查区域鱼卵平均密度为 3.617 粒/m³。在调查期间 16 个站位中仅 L2、L3、L5、L6、L7、L14、L15、L49 站位有采到鱼卵，数量分布差别较大。以 L6 站位数量最多，密度为 16.746 粒/m³，其次是 L49 站位密度为 15.152 粒/m³，详见表 6.4.2-18。

仔稚鱼捕获数量一般，所有站位中仅在 L2、L5、L6、L14、L47、L49、L51 站位有出现，平均密度为 0.986 尾/m³，以 L49 站位数量最多，密度为 15.152 尾

/m³，其次是 L47 站位，密度为 7.576 尾/m³。

表 6.4.2-18 各站位鱼卵仔鱼密度

站位	发育期密度	
	鱼卵 (ind./m ³)	仔稚鱼 (ind./m ³)
L2	10.823	4.329
L3	6.818	/
L5	10.021	2.863
L6	16.746	4.785
L7	3.326	/
L8	/	/
L12	/	/
L13	/	/
L14	9.091	1.818
L15	5.566	/
L16	/	/
L47	/	7.576
L49	15.152	15.152
L51	/	2.525
L52	/	/
L53	/	/
平均	3.617	0.986

注：“/”表示没有出现。

③主要种类的数量分布

a. 鲷科

鲷科，属于广温、广盐性鱼类。可在淡水、咸淡水和咸水中生活，喜欢栖息在沿海近岸、海湾和江河入海口处，是我国南方沿海咸淡水养殖的最主要经济鱼类之一，也是世界上分布最广的重要经济鱼类之一。

本次调查出现的鲷科鱼卵共有 10 粒，在 L14、L15、L49 有出现，平均密度为 0.82 粒/m³，占本次调查鱼卵总密度的 22.73%；仔鱼 2 尾，在 L47、L49 站位有出现。

b. 鳊属

鳊属，分布于红海、印度洋、南洋群岛、澳大利亚北部、台湾岛以及中国南

海等海域，主要栖息于沿岸砂泥底质水域，大多栖息于浅水域，水深约在 1~40 公尺之间，有时会进入深水域，有时会进入河口区。一般在底层活动觅食，肉食性，以底栖生物为食。

本次调查出现的鳊属鱼卵共有 10 粒，在 L2、L3、L5 站位有出现，平均密度为 0.82 粒/ m^3 ，占本次调查鱼卵总密度的 22.73%；仔鱼 1 尾，在 L51 站位出现。

c.小公鱼属

小公鱼属是沿岸至近海的小型中上层鱼类，集群生活，数量较大，产卵期长，为 3~11 月，本属有多个种类。

本次调查出现的小公鱼属鱼卵共有 17 粒，在 L2、L5、L6 站位有出现，平均密度为 1.40 粒/ m^3 ，占本次调查鱼卵总密度的 38.64%；仔鱼 3 尾，在 L6、L14 站位出现。

(8) 总结

陆丰市开放式养殖用海项目（碣石区块）海洋生态调查结果表明，调查区域的叶绿素 a 含量为中等水平，平均浓度为 2.56 mg/m^3 ，平均初级生产力为 229.16 $mg\cdot C/m^2\cdot d$ ，总体呈现由近岸向外海逐渐减少的特征，空间差异明显。

浮游植物鉴定浮游植物 5 门 28 属 58 种（含 5 个变种及变型）。以硅藻门种类为主，硅藻门种类占 60.34%，甲藻门种类占 29.31%，其他种类占 10.35%。浮游植物丰度范围 135.57~1998.11 $\times 10^4$ cell/ m^3 ，平均为 453.11 $\times 10^4$ cell/ m^3 。调查海域以硅藻门丰度占优势，占调查区域平均丰度的 78.95%。本次调查浮游植物优势种共出现 4 种，其中柔弱伪菱形藻为第一优势种，其优势度为 0.230，平均丰度 104.20 $\times 10^4$ cell/ m^3 ，占区域浮游植物平均丰度的 23.00%。浮游植物多样性指数平均为 3.887，均匀度指数平均为 0.663。整体而言，调查海域浮游植物种类一般，各个站位的丰度占比较为平均，浮游植物的多样性指数和均匀度指数均较好。

浮游动物鉴定出 39 种（类），分属 10 个类群，以桡足类出现种类最多。调查区域出现优势种 3 种，以桡足类幼体的优势度最高。浮游动物海域平均密度为 751.17 ind./ m^3 ，总生物量平均值 476.04 mg/m^3 ；多样性指数、均匀度和多样性阈值均值分别为 2.98、0.56 和 1.77，浮游动物多样性和均匀度中等。

底栖生物共鉴定出 6 门 27 科 34 种。以软体动物出现种类最多为 16 种，其次为环节动物 8 种。优势种共有 4 种，分别为毛头梨体星虫、花冈钩毛虫、奇异稚齿虫和角海蛹。底栖生物的总平均生物量为 63.31 g/m^2 ，平均栖息密度为 281.67 ind./m^2 。底栖生物多样性指数平均为 1.93；均匀度平均为 0.38。

潮间带生物共鉴定出潮间带生物 3 门 4 科 7 种，生物数量和种类均较少。其中，软体动物有 2 科 5 种；节肢动物和环节动物各 1 科 1 种。3 个断面的潮间带生物平均生物量为 28.33 g/m^2 ，平均栖息密度为 44.00 ind./m^2 。水平分布上，生物量以 CJ4 为最高，生物量高低排序为 $\text{CJ4} > \text{CJ2} > \text{CJ3}$ ；栖息密度也以 CJ4 为最高，栖息密度高低排序为 $\text{CJ4} > \text{CJ2} > \text{CJ3}$ 。垂直分布上，生物量高低排序为中潮区 $>$ 低潮区 $>$ 高潮区，栖息密度高低排序为低潮区 $>$ 中潮区 $>$ 高潮区。多样性指数的变化范围一般，在 1.183~2.062 之间，平均值为 1.512；均匀度的变化范围为 0.421~0.735，平均值为 0.539。

游泳生物共捕获 34 种，其中：鱼类 17 种，甲壳类虾类 4 种，蟹类 8 种、虾蛄类 3 种，头足类 2 种。调查海域平均重量渔获率和个体渔获率分别为 2.52 kg/h 和 242.17 ind./h ；渔业资源平均重量密度和个体密度分别为 272.36 kg/km^2 和 26152 ind./km^2 ；其中，鱼类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.34 kg/h 和 15.83 ind./h ；甲壳类重量渔获率和个体渔获率分别为 2.15 kg/h 和 222.67 ind./h ，占总重量渔获率和总个体渔获率的大部分；头足类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.03 kg/h 和 3.67 ind./h 。优势种为：长叉口虾蛄、变态蛄、口虾蛄、鲜明鼓虾、隆线强蟹。

鱼卵和仔稚鱼共鉴定出 7 个种类，隶属于 7 科 7 属，鱼卵数量以小公鱼属最多，而仔稚鱼数量以多鳞鱈属最多。调查海域鱼卵平均密度为 3.617 ind./m^3 ，处于较低水平，仔稚鱼平均密度为 0.986 ind./m^3 ，处于较低水平。

6.5 大气环境质量现状

6.5.1 项目所在区域环境质量达标判定

根据《2022 年汕尾市生态环境状况公报》（来源：汕尾市生态环境局官网，链接：http://www.shanwei.gov.cn/swhbj/533/content/post_894919.html），区域环境空气质量现状如下：

2022 年，市区空气二氧化硫（ SO_2 ）年均浓度为 7 微克/立方米，同比下降 1

微克/立方米(-12.5%)，达到国家一级标准。二氧化氮(NO₂)年均浓度为8微克/立方米，同比下降3微克/立方米(-27.3%)，达到国家一级标准。可吸入颗粒物(PM₁₀)年均浓度为27微克/立方米，同比下降5微克/立方米(-15.6%)，达到国家一级标准。细颗粒物(PM_{2.5})年均浓度为15微克/立方米，同比下降3微克/立方米(-16.7%)，均达到国家一级标准。臭氧日最大8小时均值(O₃-8h)第90百分位数平均值为134微克/立方米，同比下降4微克/立方米(-2.9%)，达到国家二级标准。一氧化碳(CO)第95百分位数平均值为0.8毫克/立方米，与去年持平，达到国家一级标准。六项空气污染物年平均浓度均达到国家二级标准限值要求。

综上所述，项目所在区域为环境空气达标区。

6.5.2 空气质量达标天数比例

按照环境空气质量标准(GB3095-2012)，市区空气质量优良天数354天，其中优219天，良135天。空气质量达到二级以上天数比例平均为97.0%，较去年下降0.3%。环境空气质量综合指数2.18，较去年下降0.26(越低越优)，全省排名第一。我市在全国有监测的338个地级以上市中排名第25位，比2021年前进了1名。

综上，项目所在区域环境空气质量良好，满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012)及2018年修改单中的二级标准。

6.6 声环境质量现状

根据《2022年汕尾市生态环境状况公报》：截至2022年年底，汕尾市区建成区面积约为40.44平方公里(数据来源于市自然资源局)，设有5个功能区噪声监测点位、105个区域环境噪声监测点位、26个道路交通噪声监测点位。

2022年度，5个功能区噪声监测点位噪声监测结果：1类声功能区噪声昼、夜间均值分别为53.5分贝、44.3分贝，2类声功能区噪声昼、夜间均值分别为56.3分贝、48.2分贝，3类声功能区噪声昼、夜间均值为61.5分贝、51.8分贝，4类声功能区1#噪声昼间均值为68.0分贝，4类声功能区2#噪声昼间均值为68.6分贝均达到国家规定标准；未达到标准的是4类声功能区1#噪声夜间均值57.2分贝，超标2.2分贝，4类声功能区2#噪声夜间均值为59.1分贝，超标4.1分贝；2022年度汕尾城市区域环境噪声昼间均值为56.9分贝，达到国家规定标准，与

去年相比下降 0.1 分贝；2022 年度交通噪声昼间均值为 68.9 分贝，达到国家规定标准，与去年相比持平。

7 环境影响预测与评价

7.1 水文动力环境影响分析

7.1.1 潮流模型

潮流数值模拟采用 Mike21 软件进行。

7.1.1.1 控制方程

(1) 提出假设

①Bousinesq 涡粘假定:

将紊动应力和时均流速梯度建立起关系:

$$\mathcal{G} = \nu_t \frac{\partial \bar{u}}{\partial z} = \overline{u'v'}$$

②静水压假设:

垂向加速度远小于重力加速度,因此在垂向动量方程中忽略垂向加速度而近似采用静水压假定。

(2) 笛卡尔坐标系下的二维浅水方程

连续方程:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS$$

动量方程:

$$\begin{aligned} \frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}\bar{u}}{\partial y} &= f\bar{v}h - gh \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \\ &\frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho_0} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_0} - \frac{I}{\rho} \left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial x} \right) \\ &+ \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xy}) + hu_s S \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{h}\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial \bar{h}\bar{u}\bar{v}}{\partial x} + \frac{\partial \bar{h}\bar{v}^2}{\partial y} = & -f\bar{u}\bar{h} - gh\frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial y} - \\ & \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial y} + \frac{\tau_{sy}}{\rho_0} - \frac{\tau_{by}}{\rho_0} - \frac{l}{\rho_0}\left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial x}\right) \\ & + \frac{\partial}{\partial x}(hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y}(hT_{yy}) + hv_s S \end{aligned}$$

方程中 t 为时间； x 、 y 、 z 为右手Cartesian坐标系； η 为水面相对于未扰动水面的高度即通常所说的水位； h 为静止水深； u 、 v 、 w 分别为流速在 x 、 y 、 z 方向上的分量； p_a 为当地大气压； ρ 为水密度， ρ_0 为参考水密度； $f = 2\Omega \sin \varphi$ 为Coriolis参量（其中 $\Omega = 0.729 \times 10^{-4} s^{-1}$ 为地球自转角速率， φ 为地理纬度）； $f\bar{v}$ 和 $f\bar{u}$ 为地球自转引起的加速度； s_{xx} 、 s_{xy} 、 s_{yx} 、 s_{yy} 为辐射应力分量； T_{xx} 、 T_{xy} 、 T_{yx} 、 T_{yy} 为水平粘滞应力项， S 为源汇项， (u_s, v_s) 源汇项水流流速。

7.1.1.2 定解条件

(1) 边界条件

①开边界：

$$\bar{\eta}_r = \bar{\eta}_r(t) \quad \text{或} \quad \bar{u}_r = \bar{u}_r(t) \quad \text{或} \quad \bar{v}_r = \bar{v}_r(t)$$

$\bar{\eta}_r$ 、 \bar{u}_r 、 \bar{v}_r 为开边界 r 上已知水位、流速过程。

②闭边界：

$$\bar{u} = 0 \quad \text{或} \quad \bar{v} = 0$$

(2) 初始条件

$$\bar{\eta}(x, y, t) \Big|_{t=t_0} = \bar{\eta}_0(x, y)$$

$$\bar{u}(x, y, t) \Big|_{t=t_0} = 0$$

$$\bar{v}(x, y, t) \Big|_{t=t_0} = 0$$

$\bar{\eta}_0$ 为计算初始时刻水位空间分布函数。

7.1.1.3 计算方法

模型求解采用非结构网格中心网格有限体积法求解，其优点为计算速度较快，非结构网格可以拟合复杂地形。

对计算区域内滩地干湿过程，采用水位判别法处理，即当某点水深小于一浅水深 \mathcal{E}_{dry} (如0.1m)时，令该处流速为零，滩地干出，当该处水深大于 \mathcal{E}_{flood} (如0.2m) 时，参与计算，潮水上滩。

对笛卡儿坐标系下的二维浅水方程的归一化：

$$\frac{\partial U}{\partial t} + \frac{\partial(F_x^I - F_x^V)}{\partial x} + \frac{\partial(F_y^I - F_y^V)}{\partial y} = S$$

其中：

$$U = \begin{bmatrix} h \\ h\bar{u} \\ h\bar{v} \end{bmatrix}$$

$$F_x^I = \begin{bmatrix} h\bar{u} \\ h\bar{u}^2 + \frac{1}{2}g(h^2 - d^2) \\ h\bar{u}\bar{v} \end{bmatrix}, F_x^V = \begin{bmatrix} 0 \\ hA(2\frac{\partial\bar{u}}{\partial x}) \\ hA(\frac{\partial\bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial\bar{v}}{\partial x}) \end{bmatrix}$$

$$F_y^I = \begin{bmatrix} h\bar{v} \\ h\bar{u}\bar{v} \\ h\bar{v}^2 + \frac{1}{2}g(h^2 - d^2) \end{bmatrix}, F_y^V = \begin{bmatrix} 0 \\ hA(\frac{\partial\bar{u}}{\partial y} + \frac{\partial\bar{v}}{\partial x}) \\ hA(2\frac{\partial\bar{v}}{\partial x}) \end{bmatrix}$$

$$S = \begin{bmatrix} 0 \\ gh\frac{\partial d}{\partial x} + f\bar{v}h - \frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0}(\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{xy}}{\partial y}) + hu_s \\ gh\frac{\partial d}{\partial y} - f\bar{u}h - \frac{h}{\rho_0}\frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0}\frac{\partial \rho}{\partial y} - \frac{1}{\rho_0}(\frac{\partial S_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yy}}{\partial y}) + hv_s \end{bmatrix}$$

对于归一化后的方程，在每一个单元上积分，根据高斯定理，将面积分化为线积分

$$\int_{A_i} \frac{\partial U}{\partial t} d\Omega + \int_{\Gamma_i} (F \cdot n) ds = \int_{A_i} S(U) d\Omega$$

进一步简化后得到:

$$\frac{\partial U_i}{\partial t} + \frac{1}{A_i} \sum_j^{NS} F \cdot n \Delta \Gamma_j = S_i$$

7.1.1.4 模型设置

(1) 地形条件

模型外海地形来源于海图，项目附近采用工程区实测地形图。

(2) 边界条件

模型大范围外海开边界由全球潮汐预报系统提供，小范围模型开边界由大模型提供。

(3) 时间步长

根据模型网格大小、水深条件动态调整模型计算时间步长，使CFL数小于0.8，满足模型稳定的要求，本文时间步长设置为30s。

7.1.1.5 计算范围及网格划分

为拟合工程区附近复杂岸线及岛屿、码头、防波堤等建筑物边界，计算模式采用非结构三角形网格。模开边界由大范围模型提供，大范围模型开边界来自于全球潮汐系统，图 7.1.1-1 为大范围模型计算范围，图 7.1.1-2 和图 7.1.1-3 为小模型计算范围。模型坐标系为 WGS84 大地坐标系，基面为理论深度基准面。

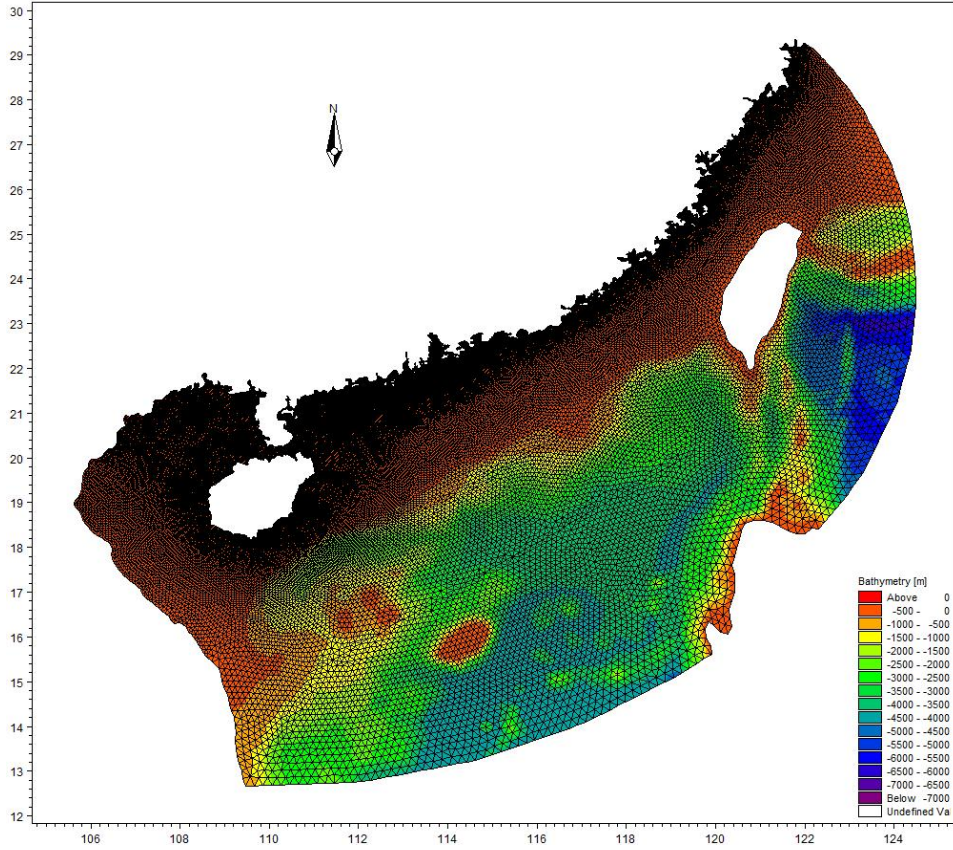


图 7.1.1-1 大范围模型计算范围

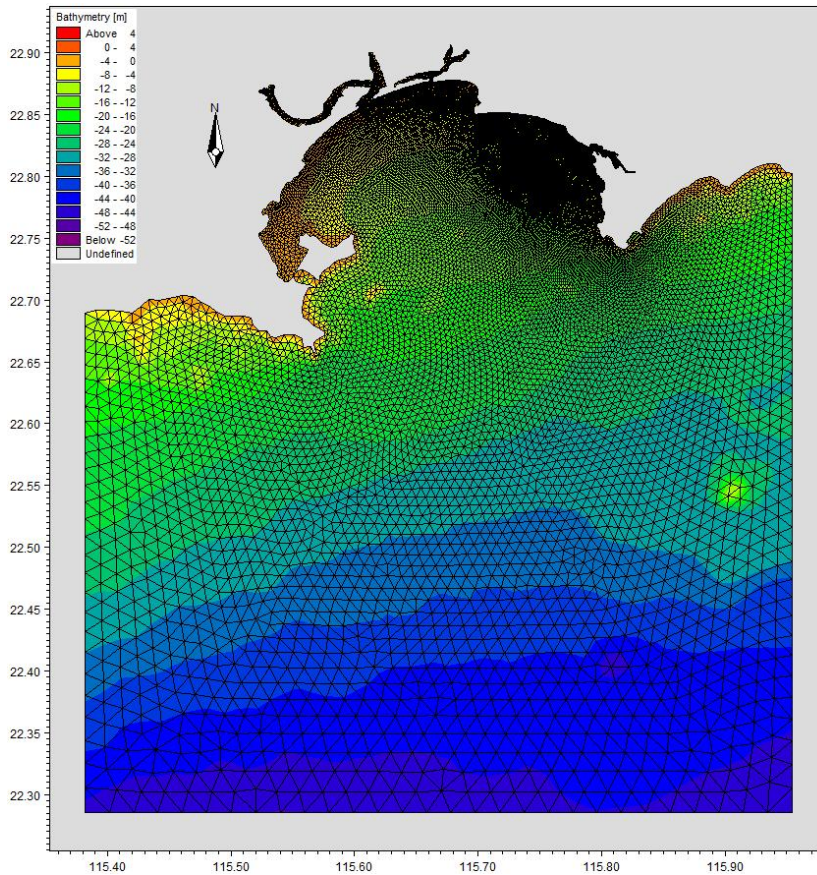


图 7.1.1-2 小范围模型计算范围

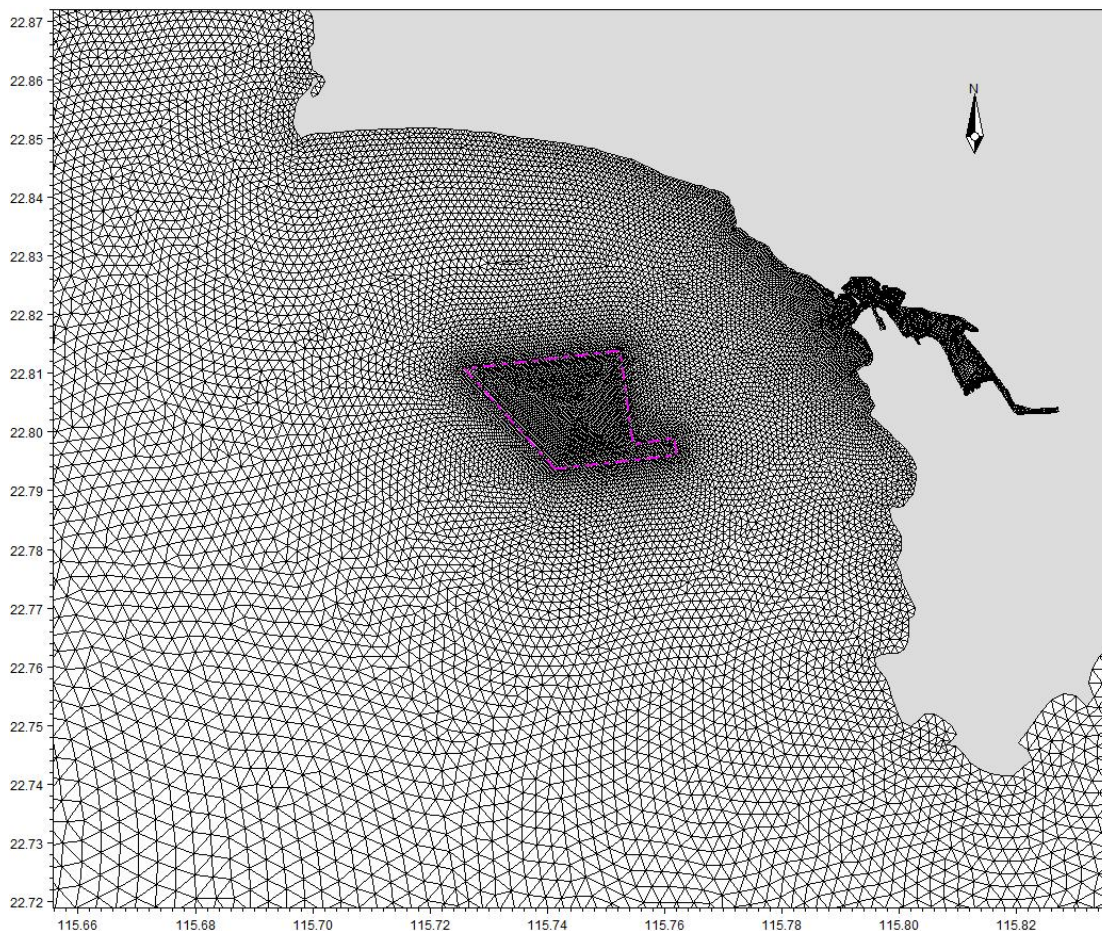


图 7.1.1-3 工程区网格剖分图

7.1.1.6 模型验证

模型计算时间为2023年1月5日0:00~2023年1月20日0:00,模型采用2023年1月7日14时~2023年1月8日15时工程附近海域S1~S6测站的潮流资料以及同步测量的实测潮位站C1~C3站周日潮位观测资料进行验证,验证点位置见图6.1.1-3(C1、C2站位与S1、S3站位重合)。图7.1.1-4给出了C1~C3站实测潮位站潮位过程计算值与实测值的比较图。图7.1.1-5~图7.1.1-13给出了6个潮流实测站位的流速、流向计算值与实测资料的对比图。

从潮位和潮流验证图中可以看出,潮位验证站点水位计算值与实测值吻合较好;C1~C6测点的计算潮流和实测潮流变化趋势大体一致,流向模拟值与实测值符合程度较好,流速的模拟值与实测值整体趋势较吻合,最大流速模拟值与实测值基本一致。总体而言,计算域内潮汐和潮流模拟验证较好,计算结果基本能够反映工程附近海域的潮流运动特征。

率定和验证结果表明：工程附近的实测潮位站和流速点计算潮位、流速、流向和实测值基本吻合，实测潮位与模拟潮位平均绝对误差为 0.18m。从图和误差分析表可以看出，模拟潮位与实测潮位基本吻合，误差主要出现在高高、低低潮时刻。

个别站点计算流速与实测流速的误差稍大（可能由于地形资料和边界条件的偏差引起），所建立的工程海域潮流数学模型合理可信，基本反映了工程附近海域整体的潮流运动规律；工程海域 6 个潮流点的计算流速、流向和实测值也吻合较好，相位差基本控制在 0.5h 以内，流速值的相对误差大部分在 18% 以内，表明所建模型能够反映工程附近海域潮流的变化特征，可用来模拟研究工程实施造成的水动力变化情况。总体而言，计算域内潮汐和潮流模拟验证较好，计算结果基本能够反映工程附近海域的潮流运动特征。

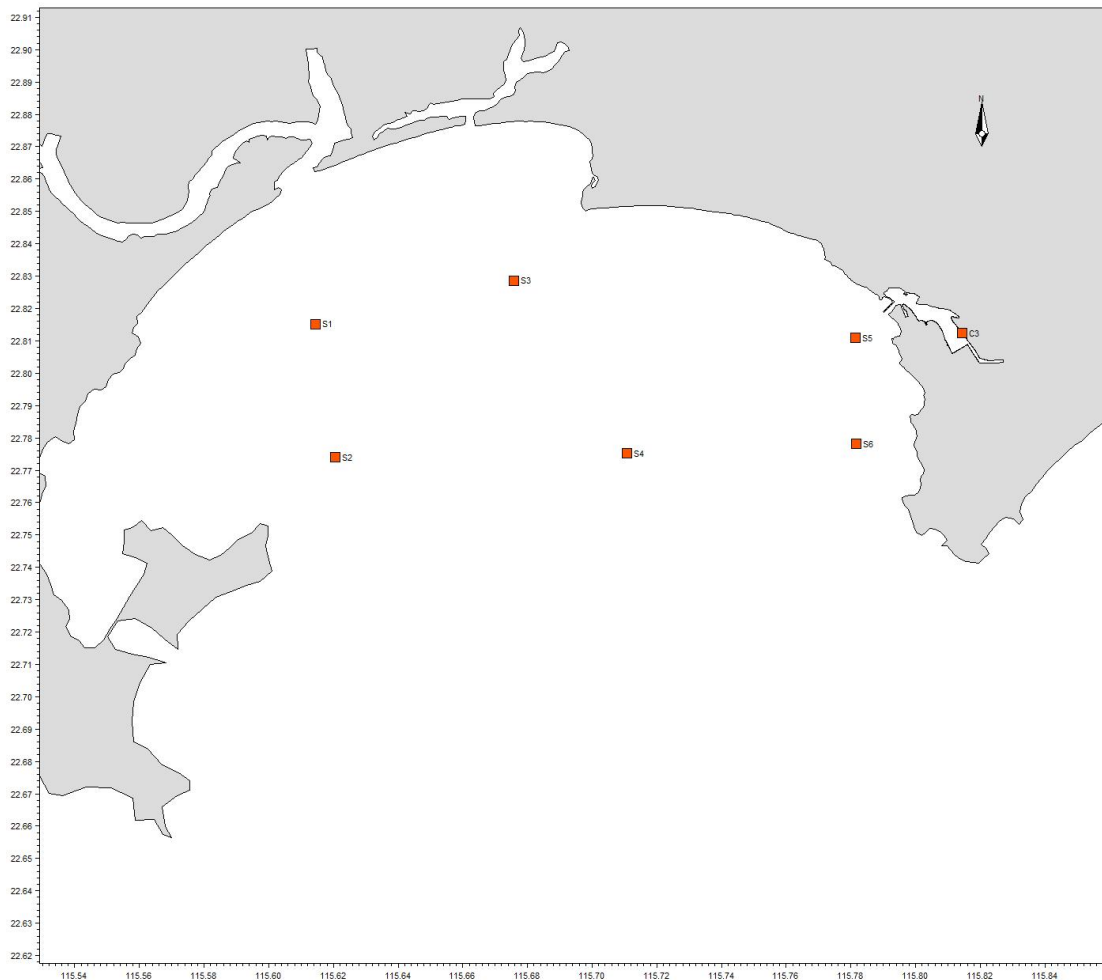


图 7.1.1-4 验证点位置图

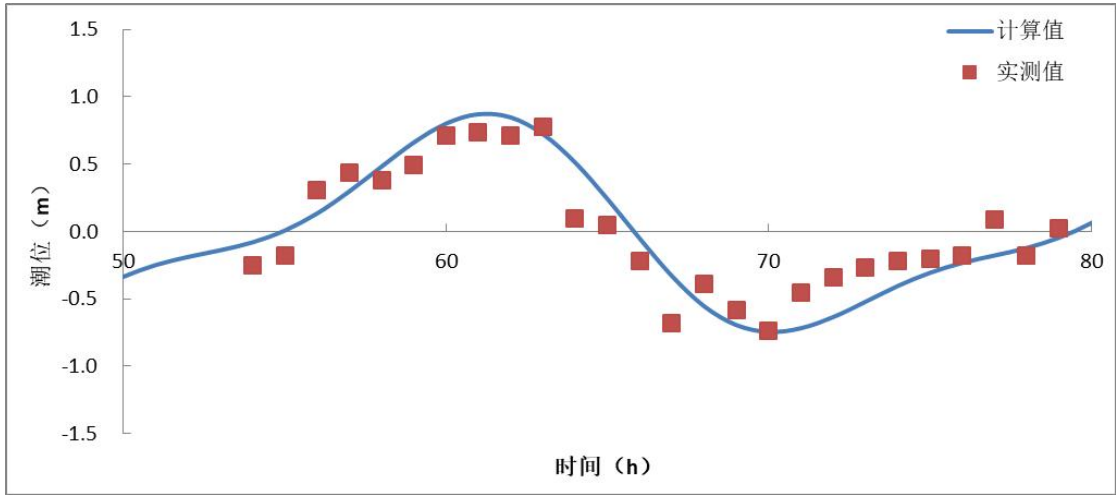


图 7.1.1-5 C1 站潮位验证

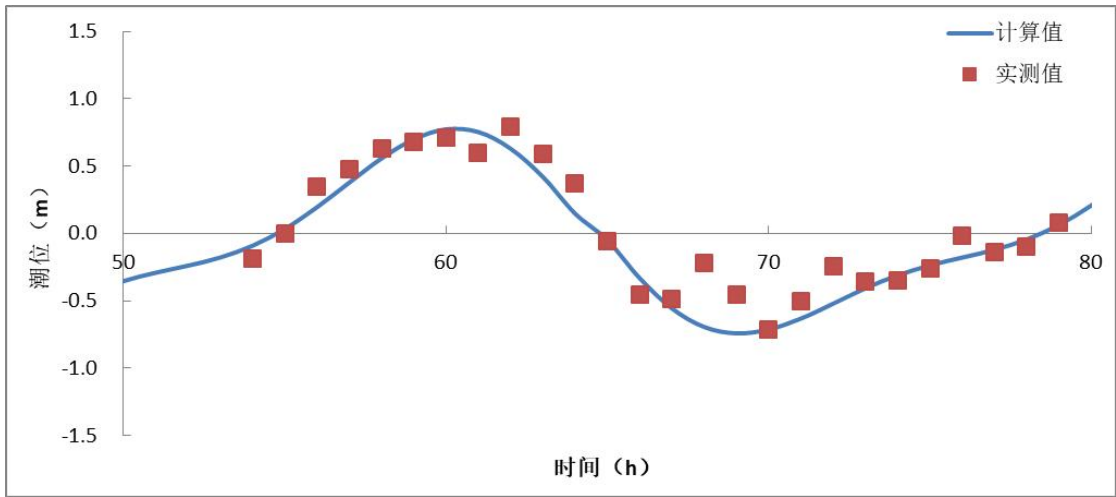


图 7.1.1-6 C2 站潮位验证

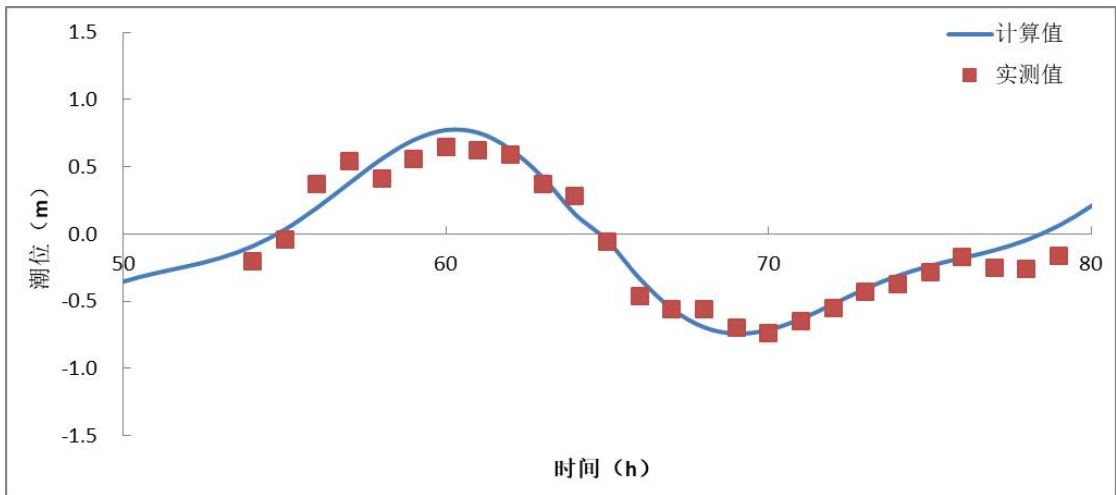


图 7.1.1-7 C3 站潮位验证

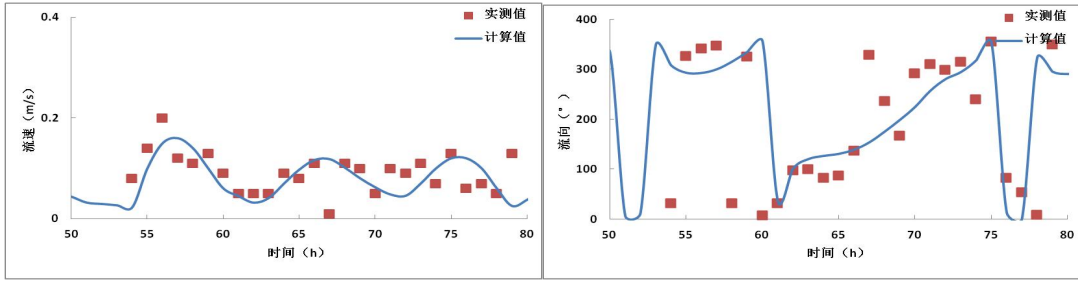


图 7.1.1-8 S1 站流速、流向验证

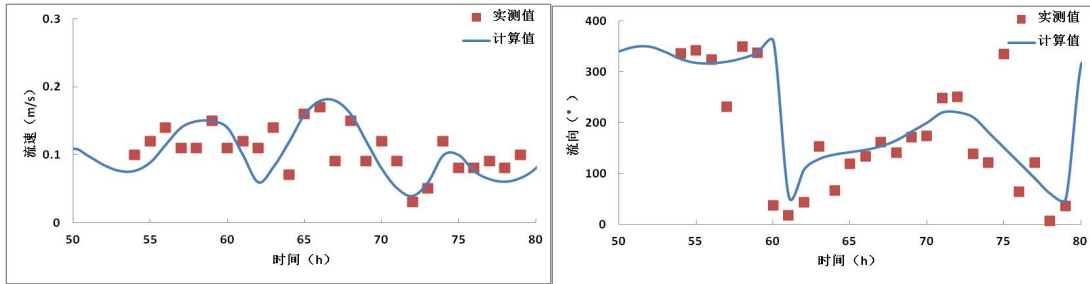


图 7.1.1-9 S2 站流速、流向验证

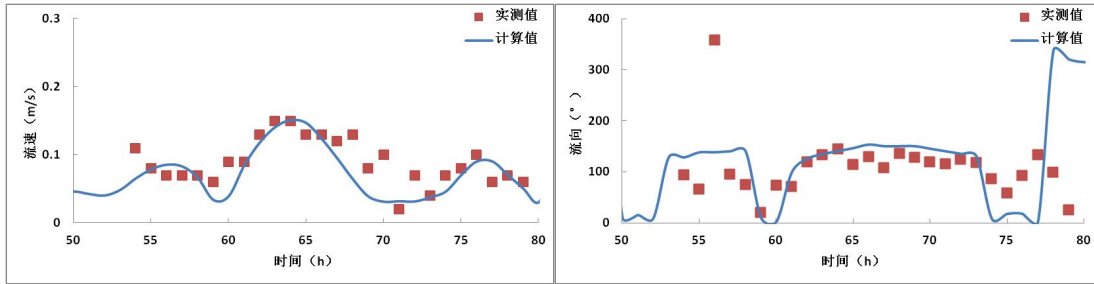


图 7.1.1-10 S3 站流速、流向验证

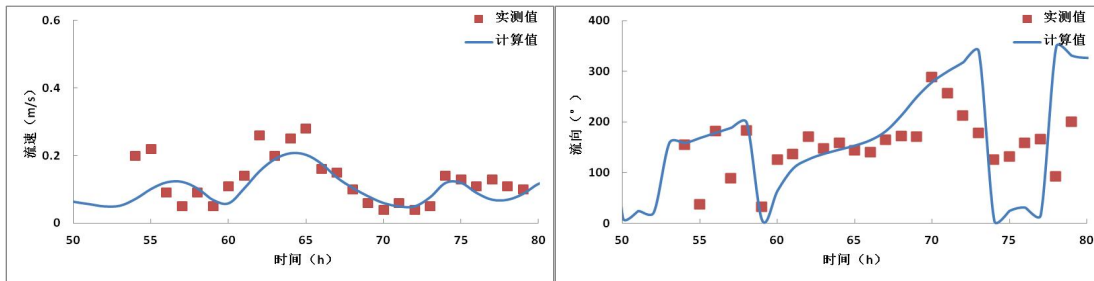


图 7.1.1-11 S4 站流速、流向验证

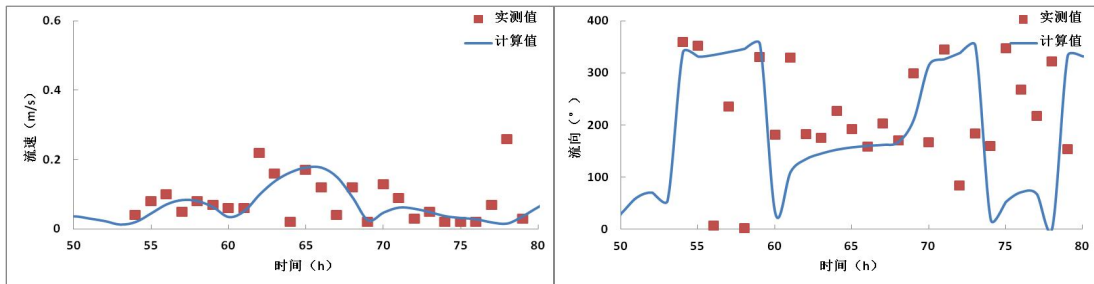


图 7.1.1-12 S5 站流速、流向验证

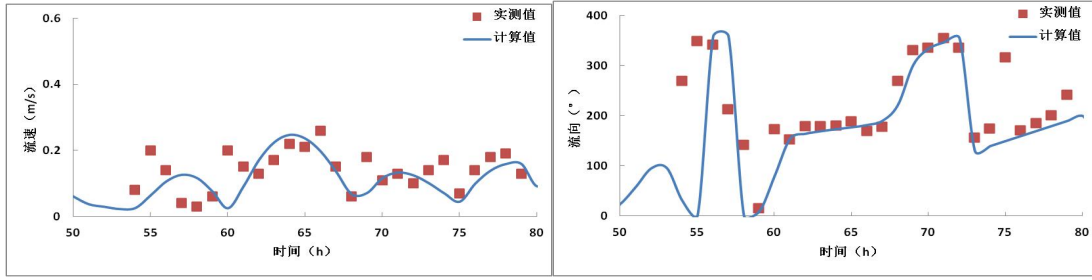


图 7.1.1-13 S6 站流速、流向验证

7.1.2 工程前水动力环境分析

采用经过验证的潮流数学模型，计算了本工程附近水域的潮流场。图 7.1.2-1、图 7.1.2-2 为计算域涨急和落急流场图。现状工况模拟结果显示，工程区涨潮流流向为 NW 向，落潮流为 SE 向，养殖海域附近涨急流速在 13cm/s 左右，落急潮流速在 18cm/s 左右，落潮流略强于涨潮流。

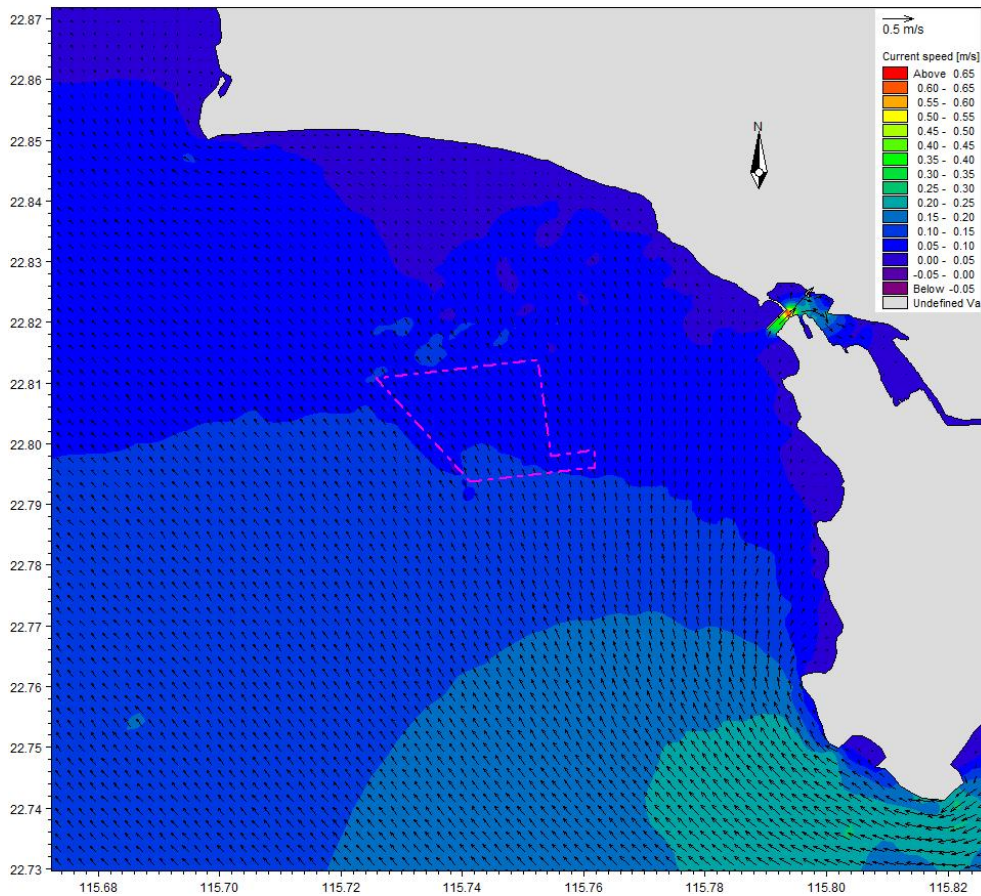


图 7.1.2-1 工程前工程海域涨急流场

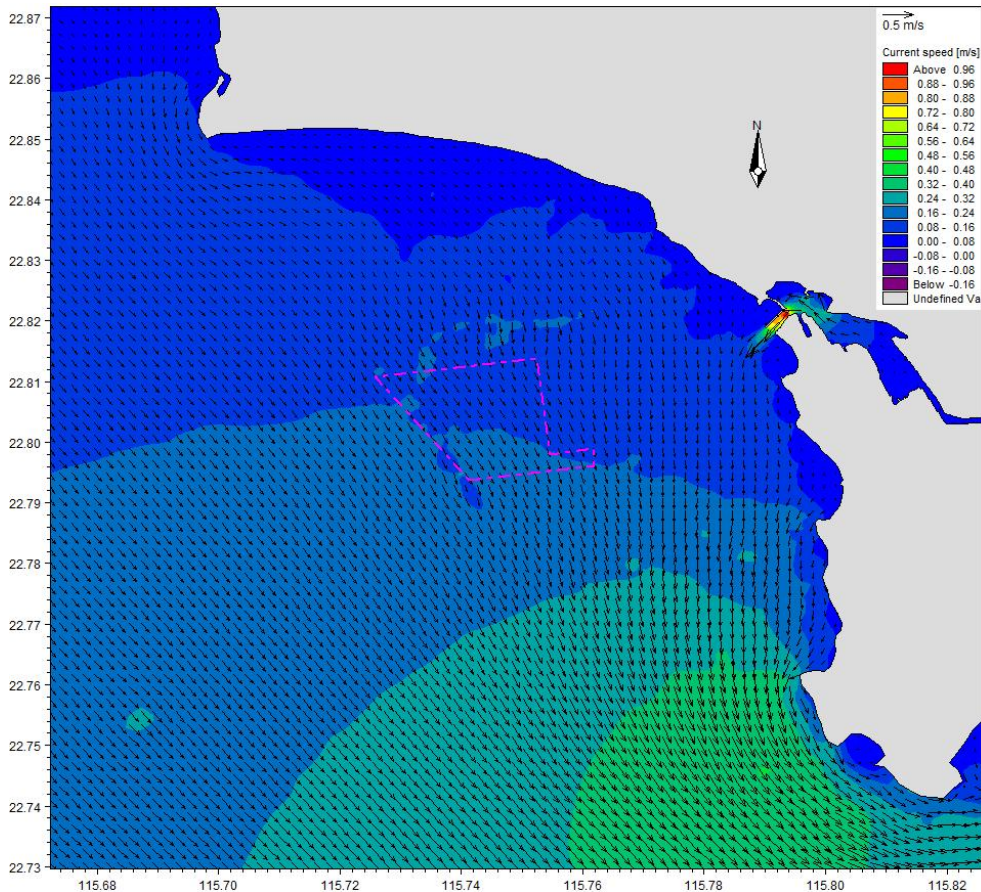


图 7.1.2-2 工程前工程海域落急流场

7.1.3 工程后水动力环境变化分析

本工程主要建设内容为吊养养殖，采用延绳式吊笼养殖的养殖模式，延绳式浮筏应顺风浪、尽量保持与潮流方向垂直设置，减少吊养设施结构受力，绳筏两端用木桩固定，木桩长 1.5m，直径 12cm，吊养养殖为直径很小的桩基组成，为透空式结构，不会对海域水流形成阻断，不会改变海域的自然属性，因此对附近海域流场流态没有大的影响。此外，由于本项目位于开放性海域，海区水动力条件较好，牡蛎养殖密度不高，且牡蛎吊养笼具面积占申请用海分区面积的 10% 以下，养殖分区间距较宽。由于项目所在海域开阔，水深较深，且用海方式为开放式用海，因此，吊养养殖不会对附近海域水动力环境产生明显影响。

7.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

由于本项目位于开放性海域，海区水动力条件较好，其中养殖区离岸距离碣

石镇大陆海岸约 4.5km，项目不涉及到海岸线和岛岸线的占用，也不会形成新的岸线，项目养殖对水文动力环境的影响很小，不会对所在海域的输沙特征、泥沙运移规律和冲淤行为造成改变，不会造成岸滩的冲淤变化。项目为开放式用海，泥沙冲淤的影响可能主要体现在吊养养殖固定系统所需的锚固木桩周围，项目每条绳筏两端仅用一个木桩固定，由于单位面积海域木桩数量较少，规格较小，因此本项目对于周边海域的地形地貌与冲淤环境影响较小。

7.3 海水水质环境影响分析

7.3.1 施工期水质影响分析

本项目施工期间产生的污染物主要是施工过程中产生的悬浮泥沙、施工队伍的生活污水以及施工船舶的含油污水等。

(1) 施工悬浮物

本项目吊养养殖固定系统施工过程中会产生悬浮泥沙。本项目吊养养殖设施固定采用木桩固定，在进行木桩投放插入固定施工时，悬浮物将对周围海水产生一定的影响，由于项目木桩长 1.5m，直径 12cm，单个木桩施工时间极短，单个木桩产生的悬浮泥沙源强比较小。总的来说，由于本项目养殖使用木桩规格比较小，木桩固定所占面积较小，木桩投放施工悬浮物影响范围主要集中在项目养殖区内，对周边的农渔业区、养殖区水质影响较小，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沉降，施工结束后可以很快恢复至本底值。

此外由于本养殖海区平均水深在 8m~10m 之间，水深较深，施工产生的悬浮泥沙除对海底沉积物和底层水质有一定影响外，对海洋中、上层水质影响不大，对海洋环境不会产生大的影响，加之施工时间短，施工产生的悬浮泥沙扩散范围非常有限，且随着施工的结束，悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失。

警示浮标采用锚块固定，锚块投放过程中会对海底底质扰动，会产生少量悬浮泥沙，由于本项目仅在在养殖区的 6 个边界节点分别设置 1 座礁区警示浮标，项目投放的锚块仅 6 个，因此，项目锚块投放过程中产生的悬浮泥沙量很少，投放完成以后，悬浮泥沙在短时间内沉降，基本不会对海水水质环境产生大的影响。

(2) 生活污水

根据工程分析，本项目施工期施工人员生活污水产生量约 $3.51\text{m}^3/\text{d}$ ，施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理。由于施工时间短，源强小，只要加强生活污水过程控制并委托有能力单位进一步进行处理，对附近海域水环境的影响不大。

(3) 含油污水

本项目施工期海上施工强度最大时投入的主要施工船舶为 1 艘工作船、1 艘指挥船、1 艘吊船、2 艘运输船，共有 5 艘施工船舶在项目海域进行施工，根据工程分析，本项目含油污水每天产生量为 $0.70\text{m}^3/\text{d}$ ，含油污水严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的要求执行，含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。因此，项目含油废水经上述措施处理后对海洋环境影响较小。但应加强施工船舶、设备保养与维护，杜绝跑、冒、滴、漏。

7.3.2 营运期对水质影响分析

本项目吊养养殖过程产生的污染物主要是工作人员在海上养殖区进行养殖维护、采收运输等日常管理活动产生的生活污水，工作船、运输船产生的机舱含油废水，养殖品种牡蛎生长过程中产生的分泌排泄物。

(1) 工作人员生活污水

本工程营运期间约有 15 名工作人员在海上养殖区进行养殖维护、采收运输等日常管理活动，工作人员生活污水产生量约 $2.03\text{m}^3/\text{d}$ 。工作人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理，本项目生活污水采取上述处理措施后对项目所在海域水环境造成的影响很小。

(2) 含油污水

本工程营运期间工作船、运输船会产生少量的机舱含油废水，含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，工作船、运输船靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。项目工作船、运输船含油废水经上述措施处理后对海洋环境影响较小。

(3) 吊养养殖污染物

本项目牡蛎养殖过程中无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所

在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，养殖污染主要为牡蛎生长过程中产生的分泌排泄物。根据工程分析，本项目牡蛎养殖将会海水环境中总氮减少 0.493t/年，总磷减少 0.029t/年，COD 减少 20.996t/年，且不会造成海水中的氨氮含量增加。因此，本项目牡蛎养殖不需要投喂饲料，以海洋微生物为饵料，对项目养殖海域的水环境起到净化作用，牡蛎养殖对海洋水环境的影响是正向影响。

(4) 养殖活动对水质的影响分析

富营养化是由于水体中氮、磷等营养物质大量积累，藻类吸收后大量繁殖，水中的溶解氧被大量消耗，引起水质恶化，从而影响海洋生态环境的现象。近年来，海洋赤潮、绿潮等海洋灾害性事件频发，人们对海水富营养化的重视也越来越高。

养殖污染作为海上污染源之一，由于养殖区域一般都集中在近岸海域，网箱的存在造成海流交换相对较弱。此外，在养殖过程中一般投放大量的饵料，饵料中含有氮、磷等营养元素，多余的饵料和排泄物进入水体后，以有机或无机态形式存在水体中，增加了水体中的氮、磷等营养元素的含量。这种由于人为原因造成的水中营养元素含量的增加，超过了水体的自净能力。当达到一定的条件后，水体由富营养化状态，随时可以转变成赤潮等灾害性状态。

本项目牡蛎养殖过程中无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，养殖污染主要为牡蛎生长过程中产生的分泌排泄物。本项目养殖的牡蛎属于滤食性贝类，通过吸收水体中以悬浮颗粒状态存在的有机碳，维持自身机体的生长及发育。合理的养殖密度下不会对周边海域环境造成不良影响，相反，牡蛎养殖对水体中氮、磷及 COD 的吸收效应可改善水体的富营养化程度。

7.4 海洋沉积物环境影响分析

7.4.1 施工期沉积物环境影响分析

本工程施工过程对海洋沉积物的可能影响主要来自养殖设施固定系统木桩和警示浮标锚块投放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。

根据本项目工程特点，本工程锚固木桩和警示浮标锚块施工工程量较小，施工期引起的悬浮泥沙量和影响范围较小，影响范围仅集中在工程附近。锚泊固定的木桩和警示浮标锚块占用海域的沉积物特征将在施工期间受到彻底破坏，但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。施工期产生的废水和固体废物均进行收集运回陆地处理，不排入海域水体中，基本不会对海洋沉积物环境产生影响。

7.4.2 营运期沉积物环境影响分析

项目营运期间养殖工作人员生活污水和船舶含油污水等均统一收集处理，不排入海域水体中，不对周围水体的沉积物环境产生大的影响。工作人员产生的生活垃圾经收集后运至陆上垃圾处理场处理，废弃养殖材料拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃，清理附着在养殖网笼上的敌害生物，必须清理后运回陆地消杀，再采用填埋法处理。营运期产生固体废物均进行收集运回陆地处理，不排入海域水体中，基本不会对海洋沉积物环境产生影响。

牡蛎养殖过程中产生的分泌排泄物会沉降至底质中，对沉积物环境造成一定的影响，但牡蛎产生的分泌排泄物被海洋中藻类、鱼类、贝类吸收利用，促进海洋生物的生长，因此，牡蛎养殖过程中产生的分泌排泄物也不会对沉积物环境产生大的影响。

7.5 海洋生态环境影响分析

7.5.1 对底栖生物的影响

1、施工期对底栖生物影响

在工程建设中，吊养养殖锚固木桩和锚块占用海域，占用的底栖生物栖息环境将被破坏，栖息于之上的底栖生物将彻底被掩埋、覆盖，导致生物资源损失。石首鱼科鱼类一般为底栖生物，本项目在打木桩的过程中可能会将栖息环境将被破坏，石首鱼科会游离施工海域，导致项目周边石首鱼科等底栖生物的数量减少，但在施工作业完成后，石首鱼科等底栖生物又可游回。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（简称《规程》），按下述公式进行计算：

$$W_i = D_i \times S_i \quad \text{公式 (1)}$$

式中：

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

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

S_i —第*i*种生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³）。本报告中指吊养养殖锚固木桩占用海域面积。

根据工程设计及施工方案，本工程建设吊养养殖锚固木桩 3464 个，木桩长 1.5m，直径 12cm，则项目吊养养殖木桩占海面积约为 3464×3.142×0.06×0.06=39.18m²。本项目在养殖区的 6 个边界节点分别设置 1 座警示浮标，每座警示浮标由 1 个混凝土锚块固定，混凝土锚块尺寸为 0.7m×0.7m×0.5m，则锚块占海面积为 2.94m²。本项目海洋生物资源生物量以 2022 年 11 月和 2023 年 3 月的调查数据进行估算，底栖生物的生物量取 2022 年 11 月平均生物量（66.31g/m²）和 2023 年 3 月平均生物量（63.31g/m²）的平均值：64.81g/m²。

则根据上述公式，计算得本项目底栖生物损失总量约为 2.70kg。具体各工程造成的底栖生物损失量见表 7.5.1-1 所示。

表 7.5.1-1 底栖生物损失量统计一览表

序号	项目	占用面积（m ² ）	平均生物量（g/m ² ）	损失量（kg）
1	吊养养殖锚固木桩	39.18	64.81	2.51
2	警示浮标锚块	2.94	64.81	0.19
3	合计	42.12	—	2.70

2、营运期对底栖生物影响

本项目吊养养殖采用渔业原生态养殖生产模式进行牡蛎养殖，投放的种苗不用投喂任何人工饲料和药物，完全依靠摄取海洋生物进行生长，因此，对海洋生态环境的影响比较小，对项目所在海域及周边的底栖生物的栖息环境影响比较小。

底栖生物按成体生物处理，商品价格按照经济贝类市场价格计算(20 元/kg)。按照《规程》，当进行生物资源损害赔偿时，应根据补偿年限对直接经济损失总额进行校正。木桩和锚块占用海域造成不可恢复的影响，补偿年限按20年考虑，由此计算，本工程造成的生态损失总赔偿额为 $2.70*20*20=0.11$ 万元。

7.5.2 对浮游生物的影响

本项目吊养养殖设施锚泊木桩固定系统和警示浮标锚块投放施工作业将产生一定的悬浮泥沙。从水生生态角度来看，施工水域内的局部海水悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，对浮游植物的光合作用产生不利影响，进而妨碍浮游植物的细胞分裂和生长，降低单位水体浮游植物数量，导致局部水域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。在水生食物链中，除了初级生产者——浮游藻类以外，其它营养级上的生物既是消费者，也是上一营养级生物的饵料。因此，浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，那么再以这些浮游生物为食的一些鱼类等由于饵料的贫乏而导致资源量下降。而且，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。可见，水体中悬浮物质含量的增加，对整个水生生态食物链的影响是多环节的。

同时，浮游动物也将因阳光的透射率下降而迁移别处，浮游动物将受到不同程度的影响。此外，据有关资料，水中悬浮物质含量的增加，对浮游桡足类动物的存活和繁殖有明显的抑制作用。过量的悬浮物质会堵塞浮游桡足类动物的食物过滤系统和消化器官，尤其在悬浮物含量达到 300mg/L 以上时，这种危害特别明显。在悬浮物质中，又以粘性淤泥的危害最大，泥土及细砂泥次之。

从现状调查结果可知，项目所处海域浮游动物群落相对稳定。施工期产生的悬浮泥沙对浮游生物将产生影响，由于悬沙源强小，影响范围也仅在施工点位木

桩和锚块附近，且悬沙影响只是暂时的，施工结束后将逐渐恢复，施工对浮游生物的影响较小。

2、营运期对浮游生物影响

本项目吊养养殖投放的种苗不用投喂任何人工饲料和药物，完全依靠摄取海洋生物进行生长，因此，对海洋生态环境的影响很小，对项目所在海域及周边的浮游生物的栖息环境没有影响。

7.5.3 对渔业资源的影响

1、施工期对渔业资源的影响

本节所述渔业资源主要包括游泳生物（主要为鱼、虾、蟹）和鱼卵仔鱼。对部分游泳生物来讲，悬浮物的影响较为显著。悬浮物可以粘附在动物身体表面干扰动物的感觉功能，有些粘附甚至可引起动物表皮组织的溃烂；通过动物呼吸，悬浮物可以阻塞鱼类的鳃组织，造成呼吸困难；某些滤食性动物，只有分辨颗粒大小的能力，只要粒径合适就可吸入体内，如果吸入的是泥沙，那么动物有可能因饥饿而死亡；水体的浑浊还会降低水中溶解氧含量，进而对游泳生物和浮游动物产生不利影响，甚至引起死亡。但鱼类等游泳生物都比较容易适应水环境的缓慢变化，但对骤变的环境，它们反应则是敏感的，悬浮物质含量变化其过程呈跳跃式和脉冲式，这必然引起鱼类等其他游泳生物行动的改变，他们将避开这一点源混浊区，产生“驱散效应”。

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。

本项目养殖使用木桩规格比较小，木桩固定所占面积较小，单个木桩产生的悬浮泥沙源强比较小，木桩施工产生的悬浮泥沙主要扩散在项目木桩周围海域，游泳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，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，短期内造成渔业资源损失也比较小。

2、运营期对渔业资源的影响

本项目牡蛎养殖过程中无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，养殖污染主要为牡蛎生长过程中产生的分泌排泄物。根据工程分析，本项目牡蛎养殖将会海水环境中总氮减少 0.493t/年，总磷减少 0.029t/年，COD 减少 20.996t/年，且不会造成海水中的氨氮含量增加。本项目牡蛎养殖不需要投喂饲料，以海洋微生物为饵料，对项目养殖海域的水环境起到净化作用，牡蛎养殖对海洋水环境的影响是正向影响。因此，对海洋生态环境的影响很小，对项目所在海域及周边的游泳生物等海洋生物的栖息环境没有大的影响。

7.6 大气环境影响分析

本项目主要为施工期施工船舶和运输车辆和运营期工作船舶产生的尾气对周边环境的影响，主要污染物为SO₂、NO_x和烟尘等，均为无组织排放。由于项目施工及养殖均位于开阔海上，扩散面积大，在时间和空间上均较零散，排放污染物总量小，对周边环境产生影响甚微。

后方保障基地材料装卸、堆放和运输、施工车辆行驶产生的扬尘，对周边环境产生一定影响。

建议施工单位和建设单位选优质燃油，加强船舶的检修和维护，使船舶运行良好，后方保障基地尽可能硬化，对场地、道路定期洒水降尘，尽量减少项目建设及运行过程对项目周围大气环境的影响。

7.7 声环境影响分析

一、项目打桩噪声对海洋生物影响分析

本项目海上吊养养殖设置使用木桩固定，水下打桩施工将产生较高声源级的水下噪声源强，打桩所产生的冲击波噪声在多方面将对海洋动物产生影响，这些影响包括改变动物行为，对动物造成物理性损伤或死亡率提高。影响的严重程度受到多种因素影响，如水下噪声的声强和声频特性、动物所遭受到噪声时与噪声源的相对距离和位置、噪声的作用时间，对鱼类来说，噪声的影响与鱼群的密度

和鱼类的体积大小，以及鱼本身的解剖构造有关。因此，施工期应注意海洋生物的保护措施。目前在水下噪声对海洋哺乳动物和鱼类影响相关阈值判断中，根据水下工程噪声对海洋生物影响的危害性程度进行分级。其中声源级高于 180dB 的水下噪声为危险级，可能会对海豚的听觉系统造成伤害，主要有打桩噪声和水下爆破噪声；声源级在 120~180dB 范围的水下噪声为警告级，可能会对海豚行为产生影响，主要有施工船舶噪声以及钻孔噪声和疏浚噪声；声源级低于 120dB 的水下噪声强度基本接近海洋环境噪声，因此评定为安全级。

不同鱼类对声压的忍受力不同，其中石首科鱼类对声压最为敏感。本报告以对声音最为敏感的石首科鱼类—大黄鱼为研究对象，以实验方法研究了不同大小的大黄鱼的发声信号特点和噪声对其影响。厦门大学课题组在福建闽威水产实业有限公司进行的大黄鱼声学实验表明：大黄鱼幼苗的敏感频率在 800Hz，声压级约 140dB/re1 μ Pa 时幼苗对声波即有明显反应，当声压级达到 172dB/re1 μ Pa 时有些幼苗直接死亡；大黄鱼小鱼的声敏感频率转移至 600Hz，当声强达到 150dB/re1 μ Pa 以上小鱼有主动避开声源的行为，当声源强度达到 187dB/re1 μ Pa，在声源正上方的小鱼开始变得十分迟钝进而死亡；大黄鱼成鱼的声敏感频率也在 600Hz 附近，当声源达到 192dB/re1 μ Pa 时，鱼群受惊吓明显，反应迟钝，虽未产生直接死亡，但在其后行为发生明显变化，出现不进食等现象，并在后续的半个月时间中出现 90%的死亡。因此，打桩作业对渔业资源将产生一定的影响，主要体现于对游动鱼类的驱赶作用。如果这一水域有石首鱼科种类产卵，打作业对石首鱼科种类产卵的影响不可避免。因此，在鱼类产卵期应该暂停打桩作业。但是产卵场、索饵场和洄游通道功能的作用有一定的季节性，每年 5-7 月是主要季节。只要工程中作业顺序安排得当，海上吊养养殖设置使用木桩固定施工尽可能的避开渔业敏感季节，施工对产卵场、索饵场和洄游通道的影响程度可以得到减缓和消除。

打桩作业对渔业资源将产生一定的影响，在打桩作业中应采取缓慢启动的方式，使打桩噪声源的强度缓慢增强，即前几桩使用小强度的打桩措施，能驱使鱼类离开施工水域，可达到减小水下噪声导致渔业资源的损失，避免造成大范围鱼类死亡。由于海域内的产卵场、索饵场和洄游通道功能的作用有一定的季节性，每年 5-7 月是主要鱼群繁殖季节。打桩应尽可能的避开渔业敏感季节，以减少施

工对产卵场、索饵场和洄游通道的影响。

二、船舶噪声对海洋生态环境影响分析

项目施工期及运营期船舶通行时将产生一定的噪声，海域中某些海洋生物对噪声较敏感，如鱼类可能因高强度噪声产生的震动能量而受到较大影响甚至死亡。参照国家海洋局第三海洋研究所编制的《厦门北通道公铁两用桥工程环境影响评价报告》，海域内船舶通行等所造成的水下噪声谱级相比原来的水下背景噪声提高仅约 4dB，噪声经海底沉积物的吸收，将很快衰减，影响范围将仅仅局限在工程附近海域，不会对所在海域的海洋生态环境产生明显的不良影响。

三、施工噪声对外环境影响

本项目对周边声环境的影响主要是施工船舶噪声和打桩噪声对周边环境的影响。

施工期噪声主要来自各类施工船舶和施工产生的噪声。这些噪声源类似于固定源，其中打桩船施工时产生噪声为最主要的噪声源。将项目在打桩船施工时产生的噪声可以近似作为点声源处理，根据点声源随距离的衰减模式。

室外点声源在传播距离 r 处的噪声级预测公式为：

$$L_A(r) = L_A(r_0) - 20 \lg(r/r_0) - \Delta L$$

式中： $L_A(r)$ —距离声源 r (m) 处的 A 声级；

$L_A(r_0)$ —距离声源 r_0 (m) 处的 A 声级；

ΔL —噪声传播路径上因遮挡物、空气和地面状况引起的附加衰减。

计算表明，施工期间离噪声源不同距离处的噪声值见下表：

表 7.7-1 施工期间噪声随距离衰减变化情况 单位：dB (A)

机械名称	声级测值 (5m 处)	边界外距离 (m)							
		20	40	60	80	100	150	200	250
工作船	80	68.0	61.9	58.4	55.9	54.0	50.5	48.0	46.0
指挥船	80	68.0	61.9	58.4	55.9	54.0	50.5	48.0	46.0
吊船	85	73.0	66.9	63.4	60.9	59.0	55.5	53.0	51.0
运输船	85	73.0	66.9	63.4	60.9	59.0	55.5	53.0	51.0
打桩	95	83.0	76.9	73.4	70.9	69.0	65.5	58.0	56.0

一般而言，施工船舶在露天的环境中进行施工，通常情况下无法进行有效的密闭隔声处理，因此本项目施工期产生的噪声会对其周围的环境会产生一定影

响，在施工场地边界噪声级将不能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准要求。从上表的预测结果来看，打桩时的噪声影响最大，其瞬时噪声在 80 米范围内超过 70dB（A），而其他的施工机械昼间在 20 米的衰减距离就能满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）标准要求。

由于项目施工位于海上，周边无声环境敏感目标，因此，项目施工时不会对周边声环境产生大的影响。施工单位在施工过程中，要采取加强施工作业管理、选用低噪声设备和船舶、加强设备和船舶的维护管理等措施。

另外，本项目运营期主要为工作船舶在项目海域内养殖作业，周边无声环境敏感目标，因此，项目工作船舶运行时不会对周边声环境产生大的影响。

7.8 固体废物环境影响分析

7.8.1 施工期固体废物环境影响分析

施工期的固体污染物为生活垃圾和废弃养殖材料。

本项目施工期生活垃圾产生量共 39kg/d，船舶生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸后，交由环卫部门接收处理。生活垃圾应集中堆放并及时交由环卫部门清运处理，不可随意堆放和倾倒，以免造成环境卫生问题。

吊养养殖设施安装过程会产生少量的废弃养殖材料，主要为废弃的聚乙烯绳索、废旧浮球和养殖笼等材料，能回收的回收利用，不能回收的外售给废品收购站不在海域丢弃。通过采取上述措施，本项目施工期固体废物对周围环境影响较小。

7.8.2 运营期固体废物环境影响分析

本项目运营期间产生的固体污染物主要有生活垃圾、废弃养殖材料和敌害生物等。

运营期生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸，交由环卫部门接收处理。

养殖过程产生的废弃养殖材料，主要为废旧浮球、废旧浮筏和养殖笼等。拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃，基本不会对海洋环境产生影响。

牡蛎养殖过程中，需要经常清理附着在养殖网笼上的敌害生物，主要为各种藻类、贝类等，如随意丢弃在海洋内，将对海洋生态环境产生不利影响。因此，必须清理后运回陆地消杀，再采用填埋法处理。

本项目运营期产生的各类固体采取上述措施后，基本不会对海洋生态环境产生大的影响。

7.9 主要环境敏感目标影响分析

根据报告第二章分析，项目的海洋环境敏感区与环境保护目标主要包括农渔业区、海洋保护区、三场一通道、海洋生态保护红线区、旅游娱乐区，无居民海岛、珍稀海洋生物、国控省控监测站位及养殖区等各海洋环境敏感区。

7.9.1 对农渔业区的影响分析

本项目养殖区位于碣石湾农渔业区和珠海-潮州近海农渔业区内，其中大部分位于碣石湾农渔业区。

(1) 施工期对碣石湾农渔业区和珠海-潮州近海农渔业区的影响分析

本项目养殖区位于碣石湾农渔业区和珠海-潮州近海农渔业区内，吊养养殖设施固定采用木桩固定和警示浮标采用锚块固定，木桩、锚块占用海域，将改变此区域生物原有的生境，对其海洋生物资源的生存环境等造成一定的破坏，从而造成一定的生物量损失。另外，本项目在进行木桩投放插入固定施工和投放锚块时，产生的悬浮泥沙将对周围海水水质产生一定的影响，由于项目木桩长1.5m，直径12cm，单个木桩施工时间极短，投放锚块仅6个，单个木桩、锚块产生的悬浮泥沙源强比较小，由于本养殖海区平均水深在8m~10m之间，水深较深，施工产生的悬浮泥沙除对海底沉积物和底层水质有一定影响外，对海洋中、上层水质影响不大，对海洋环境不会产生大的影响，加之施工时间短，施工产生的悬浮泥沙扩散范围非常有限，且随着施工的结束，悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失。因此，项目施工期不会对该海域的水生生物资源造成长期、累积的不良影响，造成的渔业资源损失不大。

本项目施工期生活污水主要来源于船舶施工人员产生的生活污水，施工人员生活污水由施工船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单

位进一步进行处理，不向海洋排放；含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。生活垃圾收集后上岸后，交由环卫部门清运处理。产生少量的废弃养殖材料，能回收的回收利用，不能回收的外售给废品收购站，不在海域丢弃。因此，项目施工期产生的生活污水、含油污水及各类固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对碣石湾农渔业区和珠海-潮州近海农渔业区的水质和生态环境产生大的影响。

(2) 运营期对碣石湾农渔业区和珠海-潮州近海农渔业区的影响分析

本项目牡蛎养殖过程中无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，养殖污染主要为牡蛎生长过程中产生的分泌排泄物。根据工程分析，本项目牡蛎养殖对海水环境中总氮、总磷、COD具有少量的削减作用，且不会造成海水中的氨氮含量增加。

本项目牡蛎养殖不需要投喂饲料，以海洋微生物为饵料，对项目养殖海域的水环境起到净化作用，牡蛎养殖对海洋水环境的影响是正向影响。由此可见，项目实施后不会对工程海域产生污染影响，不会对碣石湾农渔业区和珠海-潮州近海农渔业区生态环境产生不利影响。

本项目工作人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理。工作船舶含油经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。生活垃圾等固废集中收集上岸后，交由环卫部门处置。废弃养殖材料，拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃。清理附着在养殖网笼上的敌害生物，主要为各种藻类、贝类等，如随意丢弃在海洋内，必须清理后运回陆地消杀，再采用填埋法处理。因此，项目运营期产生的生活污水、含油污水及生活垃圾等固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对碣石湾农渔业区和珠海-潮州近海农渔业区的水质和生态环境产生大的影响。

7.9.2 对旅游休闲娱乐区的影响分析

本项目距离北侧金厢旅游休闲娱乐区3.14km。

本项目在进行木桩投放插入固定和投放锚块施工时，悬浮泥沙将对项目施工区域周围海水水质产生一定的影响，单个木桩、锚块产生的悬浮泥沙源强比较小，

施工产生的悬浮泥沙除对海底沉积物和底层水质有一定影响外，对海洋中、上层水质影响不大，对海洋环境不会产生大的影响，加之施工时间短，施工产生的悬浮泥沙扩散范围非常有限，且随着施工的结束，悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失。施工期施工人员生活污水由施工船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理，不向海洋排放；含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。生活垃圾收集后上岸后，交由环卫部门清运处理。产生少量的废弃养殖材料，能回收的回收利用，不能回收的外售给废品收购站，不在海域丢弃。因此，项目施工期产生的生活污水、含油污水及各类固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对金厢旅游休闲娱乐区的水质和生态环境产生影响。

本项目牡蛎养殖过程中无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，养殖污染主要为牡蛎生长过程中产生的分泌排泄物。根据工程分析，本项目牡蛎养殖对海水环境中总氮、总磷、COD具有少量的削减作用，且不会造成海水中的氨氮含量增加。

项目位于碣石湾海域，水域水深条件较好，水动力环境较强，牡蛎养殖不需要投喂饲料，以海洋微生物为饵料，对项目养殖海域的水环境起到净化作用，牡蛎养殖对海洋水环境的影响是正向影响，养殖水域水质能满足海水一类水质标准。由此可见，项目实施后不会对金厢旅游休闲娱乐区水质产生不利影响。本项目工作人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理。工作船舶含油经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。生活垃圾等固废集中收集上岸后，交由环卫部门处置。因此，项目运营期产生的生活污水、含油污水及生活垃圾等固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对金厢旅游休闲娱乐区的水质和生态环境产生影响。

7.9.3 对海洋保护区和海洋渔业资源保护区的影响分析

本项目距离西侧汕尾碣石湾鲮鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区5.56km，距离西南侧遮浪海洋保护区19.90km，距离均比较远。

本项目施工产生的少量悬浮泥沙基本在项目施工区域周围海水水质产生一

定的影响。项目施工期产生的生活污水、含油污水及各类固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对汕尾碣石湾鲮鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区和遮浪海洋保护区的水质和生态环境产生影响。

项目运营期牡蛎养殖不需要投喂饲料，以海洋微生物为饵料，对项目养殖海域的水环境起到净化作用，牡蛎养殖对海洋水环境的影响是正向影响，项目运营期产生的生活污水、含油污水及生活垃圾等固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对汕尾碣石湾鲮鱼长毛对虾国家级水产种质资源保护区和遮浪海洋保护区的水质和生态环境产生影响。

7.9.4 对“三场一通道”的影响分析

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），本项目位于南海北部幼鱼繁育场保护区和南海区幼鱼、幼虾保护区内。

本项目施工过程中产生的少量悬浮泥沙将引起工程区及周边水域水质混浊，使海水光线透射率下降，溶解氧降低，将影响水生动、植物的生长，对幼鱼繁育场和经济鱼类繁育场、幼鱼和幼虾保护区中的鱼卵、幼鱼、幼虾等的生长造成阻碍，同时悬浮泥沙也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，造成一定的生物量损失。但本项目施工过程中产生的悬浮泥沙的影响范围面积占繁育场保护区和幼鱼、幼虾保护区的面积比例非常小；根据《中国海洋渔业水域图》（第一批）南海区渔业水域图（第一批），广东省沿岸由粤东的南澳岛至粤西的雷州半岛徐闻县外罗港沿海 20 米水深以内的海域均为南海区幼鱼、幼虾保护区，该幼鱼幼虾保护区不属于特种幼鱼、幼虾保护区，且根据项目所在海域的现状调查资料，项目所在海域的仔幼鱼均为常见种类，因此，本项目所在海域的幼鱼、幼虾种类主要为常见物种，不属于珍稀濒危物种，因此，本项目的实施，基本不会引起所在海域的幼鱼幼虾等在此绝迹，且本项目对海洋生物的影响主要存在于施工期，随着施工期的结束将逐渐消失。同时，本项目也将采取加强采施工期间的跟踪监测，根据跟踪监测结果及时调整措施，及时对造成的海洋生态损失进行补偿等措施，可将项目施工过程可能对南海北部幼鱼繁育场保护区内和南海区幼鱼、幼虾保护区的影响降至最低，不会对其产生长期的不良影响。

项目运营期间，牡蛎养殖不需要投喂饲料，以海洋微生物为饵料，对项目养殖海域的水环境起到净化作用，牡蛎养殖对海洋水环境的影响是正向影响，养殖水域水质满足海水一类水质标准。由此可见，项目实施后不会对南海北部幼鱼繁育场保护区内和南海区幼鱼、幼虾保护区的水质环境产生不利影响。另外，项目运营期产生的生活污水、含油污水及生活垃圾等固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对南海北部幼鱼繁育场保护区内和南海区幼鱼、幼虾保护区的水质和生态环境产生大的影响。

7.9.5 对海洋生态保护红线区的影响分析

根据《广东省国土空间规划（2020~2035）》（2022年）和《汕尾市国土空间总体规划》（2023年）“三区三线”中生态保护红线，本项目养殖范围不占用生态保护红线，项目养殖区距离“三区三线”中最近的生态保护红线是北侧金厢重要渔业资源产卵场 0.05km，距离东北侧的金厢海岸防护物理防护极重要区 1.4km，距离西侧的碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场 5.7km，距离西北侧的金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区 8.5km，距离西北侧的乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区 9.5km，距离西北侧的汕尾海丰鸟类地方级自然保护区 9.9km，距离西南侧的施公寮海岸防护物理防护极重要区 23.5km。

1、对金厢重要渔业资源产卵场的影响分析

本项目养殖区位于碣石湾农渔业区和珠海-潮州近海农渔业区内，不占用金厢重要渔业资源产卵场，本项目在进行木桩投放插入固定施工和锚块投放时，产生的悬浮泥沙将对周围海水水质产生一定的影响，由于项目木桩长1.5m，直径12cm，单个木桩施工时间极短，投放锚块仅6个，单个木桩、锚块产生的悬浮泥沙源强比较小，由于本养殖海区平均水深在8m~10m之间，水深较深，施工产生的悬浮泥沙除对项目养殖区内海底沉积物和底层水质有一定影响外，对海洋中、上层水质影响不大，对海洋环境不会产生大的影响，加之施工时间短，施工产生的悬浮泥沙扩散范围非常有限，且随着施工结束，悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失。因此，项目施工基本不会对金厢重要渔业资源产卵场水质产生大的影响。本项目施工期施工人员生活污水由施工船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理，不向海洋排放；含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资

质单位进一步进行处理。生活垃圾收集后上岸后，交由环卫部门清运处理。产生少量的废弃养殖材料，能回收的回收利用，不能回收的外售给废品收购站，不在海域丢弃。因此，项目施工期产生的生活污水、含油污水及各类固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对金厢重要渔业资源产卵场的水质和生态环境产生大的影响。

本项目牡蛎养殖过程中无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，养殖污染主要为牡蛎生长过程中产生的分泌排泄物。根据工程分析，本项目牡蛎养殖对海水环境中总氮、总磷、COD具有少量的削减作用，且不会造成海水中的氨氮含量增加。项目位于碣石湾海域，水域水深条件较好，水动力环境较强，且牡蛎养殖不需要投喂饲料，以海洋微生物为饵料，对项目养殖海域的水环境起到净化作用，牡蛎养殖对海洋水环境的影响是正向影响，养殖水域水质能满足海水一类水质标准。由此可见，项目实施后不会对金厢重要渔业资源产卵场水质环境产生不利影响。

本项目工作人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理。工作船舶含油经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。生活垃圾等固废集中收集上岸后，交由环卫部门处置。因此，项目运营期产生的生活污水、含油污水及生活垃圾等固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对金厢重要渔业资源产卵场的水质和生态环境产生大的影响。

2、对其他海洋生态保护红线的影响分析

项目距离附近的其他海洋生态保护红线均较远，约 1.4km 以外，项目施工产生悬浮物主要对项目养殖区海域底层水质有一定影响，不会对周边的海洋生态保护红线产生大的影响，项目施工期产生的各类污染物进行收集处理，不排入项目附近水域。项目运营期产生的生活污水、含油污水及生活垃圾等固体废物均进行处理处置；产生的各固体废物收集后进行处理处置，不排入项目附近水域。通过加强环境管理，同时在施工期和运营期开展海洋环境的跟踪监测。因此项目对周边海洋生态保护红线影响很小。

7.9.6 对项目周边岛礁的影响分析

项目养殖区周边岛礁比较多，主要有旗杆夹礁、旗杆夹南岛、小龟礁、刺剑

太礁、金厢白礁、小白礁北岛、小白礁、晒网礁、牵宫门礁、新剑牙礁、头礁内岛、头礁外岛、头礁、头干岛等岛礁，距离在 300m~1270m 之间。

本项目养殖区内无岛礁分布，养殖区用海不占用岛礁资源，项目吊养养殖为开放式养殖用海，项目养殖用海不改变海域自然属性，项目所在海区水动力条件较好，不会对所在海域的输沙特征、泥沙运移规律和冲淤行为造成改变。泥沙冲淤的影响可能主要体现在吊养养殖固定系统木桩周围，项目每条绳筏两端仅用一个木桩固定，由于单位面积海域木桩数量较少，规格较小，因此，本项目施工及运营期不会对项目周边的岛礁的地形地貌与冲淤环境产生大的影响。

7.9.7 对项目周边养殖场的影响分析

本项目东侧 0.05km 为陆丰启晖农业生食生蚝养殖示范基地项目海上养殖场和陆丰市裕洲农业生蚝标准化海养示范基地项目海上养殖场。

本项目吊养养殖设施固定采用木桩固定和警示浮标采用锚块固定，在进行木桩投放插入固定施工和锚块投放时，产生的悬浮泥沙将对周围海水水质产生一定的影响，由于项目木桩长 1.5m，直径 12cm，单个木桩施工时间极短，投放锚块仅 6 个，单个木桩、锚块产生的悬浮泥沙源强比较小，由于本养殖海区平均水深在 8m~10m 之间，水深较深，施工产生的悬浮泥沙除对项目内海底沉积物和底层水质有一定影响外，对海洋中、上层水质影响不大，对项目周边海洋水质环境不会产生大的影响，加之施工时间短，施工产生的悬浮泥沙扩散范围非常有限，且随着施工的结束，悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失。因此，项目施工期不会对项目周边的养殖场水质环境产生大的影响。本项目施工期施工人员生活污水由施工船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理，不向海洋排放；含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。产生少量的废弃养殖材料，能回收的回收利用，不能回收的外售给废品收购站，不在海域丢弃。生活垃圾收集后上岸后，交由环卫部门清运处理。因此，项目施工期产生的生活污水、含油污水及各类固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对养殖场的水质和生态环境产生大的影响。

本项目牡蛎养殖过程中无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，养殖污染主要为牡蛎生长

过程中产生的分泌排泄物。根据工程分析，本项目牡蛎养殖对海水环境中总氮、总磷、COD具有少量的削减作用，且不会造成海水中的氨氮含量增加。项目位于碣石湾海域，水域水深条件较好，水动力环境较强，且牡蛎养殖不需要投喂饲料，以海洋微生物为饵料，对项目养殖海域的水环境起到净化作用，牡蛎养殖对海洋水环境的影响是正向影响，养殖水域水质能满足海水一类水质标准。由此可见，项目实施后不会对养殖场的水质环境产生不利影响。本项目工作人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理。工作船舶含油经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。生活垃圾等固废集中收集上岸后，交由环卫部门处置。废弃养殖材料，拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃。清理附着在养殖网笼上的敌害生物，主要为各种藻类、贝类等，如随意丢弃在海洋内，必须清理后运回陆地消杀，再采用填埋法处理。因此，项目运营期产生的生活污水、含油污水及生活垃圾等固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对养殖场的水质和生态环境产生大的影响。

7.9.8 对珍稀海洋生物的影响分析

(1) 对中华白海豚的影响分析

本项目施工过程中产生的污水和固体废物均拟收集上岸处理，不得排放入海，因此，本项目可能对中华白海豚产生影响的主要为施工时产生的悬浮泥沙和施工船舶作业噪声。

① 悬浮泥沙对中华白海豚的影响分析

本项目吊养养殖设施固定采用木桩固定和警示浮标采用锚块固定，在进行木桩投放插入固定施工和锚块投放时，产生的悬浮泥沙将对周围海水水质产生一定的影响，由于项目木桩长 1.5m，直径 12cm，单个木桩施工时间极短，投放锚块仅 6 个，单个木桩、锚块产生的悬浮泥沙源强比较小，由于本养殖海区平均水深在 8m~10m 之间，水深较深，施工产生的悬浮泥沙除对项目内海底沉积物和底层水质有一定影响外，对海洋中、上层水质影响不大，且中华白海豚对外界环境变化具有一定的趋避能力，对高悬浮物浓度区域将会自动避开，因此，本项目产生的悬浮泥沙不会对中华白海豚产生直接的明显不良影响。但本项目施工过程中产生的悬浮泥沙，会造成一定的生物量损失，从而间接影响中华白海豚的食物来源，

从而对其摄食产生一定的间接影响，但该影响是暂时的，将随施工结束而逐渐消失。

本项目应采取措施控制施工范围，严禁超过申请用海范围，加强施工期间的跟踪监测。同时配备海豚观察员，发现中华白海豚出现在工程海域附近时进行驱赶，可降低施工悬浮泥沙对中华白海豚的影响。

②水下噪声对中华白海豚的影响

参照厦门大学于 2015 年在厦门新机场施工现场的噪声监测结果，挖砂船作业时（距 5m）和货船经过时（距 20m）的水下噪声均不超过 120dB，噪声值小于前述研究白海豚开始产生 TTS 的噪声级，且船舶作业活动产生的噪声一般只在较低的频段如 20~1000Hz 具有较高的能量(Greene, 1987;Greene and Moore, 1995)，主要能量不在中华白海豚的听阈改变的频段内，因此，正常情况下，本项目船舶噪声不会对中华白海豚的听觉系统造成伤害。项目施工船舶噪声主要会对中华白海豚的行为产生影响，基本不会对其听觉系统造成伤害，但项目应采取采用低噪声船舶、同时定期对船舶进行维护维修等措施，尽量减小船舶噪声影响。

(2) 对海龟的影响分析

大多数的海龟生存在比较浅的沿海水域、海湾、潟湖、珊瑚礁或流入大海的河口，海龟生活于近海上层。大亚湾、红海湾、汕头周围海域是海龟主要活动区域，不在本项目的评价范围内。2022 年秋季和 2023 年春季在本工程水域调查时未发现海龟。

本项目为陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目，施工规模小且施工时间短，施工作业完成后，SS 的影响也将消失，不会对海龟产生不良影响。本项目应采取控制施工范围，严禁超过申请用海范围，加强施工和运营期间的跟踪监测，以减少项目对海龟造成的影响。

7.9.9 对国控、省控监测站位的影响分析

本项目评价范围内有 3 个国控、省控监测站位 GDN14004、GDN14013 和 GDN14015。其中项目距离东南侧 GDN14015 约 1.25km，距离西北侧 GDN14013 约 6.52km，距离西南侧 GDN14004 约 6.84km，均比较远。

本项目吊养养殖设施固定采用木桩固定和警示浮标采用锚块固定，在进行木桩投放插入固定施工和锚块投放时，产生的悬浮泥沙将对周围海水水质产生一定

的影响，由于项目木桩长 1.5m，直径 12cm，单个木桩施工时间极短，投放锚块仅 6 个，单个木桩、锚块产生的悬浮泥沙源强比较小，由于本养殖海区平均水深在 8m~10m 之间，水深较深，施工产生的悬浮泥沙除对项目内海底沉积物和底层水质有一定影响外，对海洋中、上层水质影响不大，对项目周边海洋水质环境不会产生大的影响，加之施工时间短，施工产生的悬浮泥沙扩散范围非常有限，且随着施工结束，悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失。本项目施工期施工人员生活污水由施工船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理，不向海洋排放；含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。生活垃圾收集后上岸后，交由环卫部门清运处理。产生少量的废弃养殖材料，能回收的回收利用，不能回收的外售给废品收购站，不在海域丢弃。因此，项目施工期产生的生活污水、含油污水及各类固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对国控、省控监测站位的水质环境产生影响。

本项目牡蛎养殖过程中无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，养殖污染主要为牡蛎生长过程中产生的分泌排泄物。根据工程分析，本项目牡蛎养殖对海水环境中总氮、总磷、COD 具有少量的削减作用，且不会造成海水中的氨氮含量增加。项目位于碣石湾海域，水域水深条件较好，水动力环境较强，且牡蛎养殖不需要投喂饲料，以海洋微生物为饵料，对项目养殖海域的水环境起到净化作用，牡蛎养殖对海洋水环境的影响是正向影响，养殖水域水质能满足海水一类水质标准。本项目工作人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理。工作船舶含油经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。生活垃圾等固废集中收集上岸后，交由环卫部门处置。废弃养殖材料，拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃。清理附着在养殖网笼上的敌害生物，主要为各种藻类、贝类等，如随意丢弃在海洋内，必须清理后运回陆地消杀，再采用填埋法处理。因此，项目运营期产生的生活污水、含油污水及生活垃圾等固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对国控、省控监测站位的水质环境产生影响。

7.9.10 严格保护岸段的影响分析

本项目位于陆丰市碣石镇西侧碣石湾海域，距离西侧大陆海岸约 4.5km 以上，本项目距离最近的浅澳港严格保护岸段约 2.96km，距离其他严格保护岸段更远。

项目吊养养殖设施使用木桩进行固定，固定吊养设施的木桩桩基根部直径较小，水流可以自由通过，对吊养设施周边地形地貌与冲淤环境影响较小，也基本不会影响浅澳港严格保护岸段冲淤环境。

因此，项目实施后，不会对浅澳港严格保护岸段所在海域的输沙特征、泥沙运移规律和冲淤行为造成改变，不会对浅澳港严格保护岸段造成岸滩的冲淤变化。项目施工及运营产生的生活污水、含油污水及生活垃圾等固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对浅澳港严格保护岸段的水质环境产生影响。由于项目距离其他严格保护岸段更远，项目实施后，也不会影响其他其他严格保护岸段的冲淤变化。

7.10 外环境对本项目的影响分析

外环境对本项目的影响分析主要为项目所在海域水质对养殖区的影响，本项目周边海域开发利用活动较少，项目外环境的影响分析主要进行项目所在海域水质的适宜性分析。

本项目吊养养殖品种主要为牡蛎等品种。根据 2022 年 11 月对项目海域水质调查结果，该海域水质项目大部分检测结果符合所在海洋功能区海水水质标准要求。监测海域站点一类水质占比为 88.2%，一、二类水质占比为 95.5%，一至三类水质占比为 99.1%，劣四类水质占比为 0.9%，满足一类 $\geq 60\%$ 且一类、二类 $\geq 90\%$ ，目标海域水质状况级别为优。根据 2023 年 3 月对项目海域水质调查结果，该海域水质项目大部分检测结果符合所在海洋功能区海水水质标准要求。监测海域站点一类水质占比为 56.8%，一、二类水质占比为 73.0%，劣四类水质占比为 0%，满足一类、二类 $\geq 60\%$ 且劣四类 $\leq 30\%$ ，目标海域水质状况级别为一般。根据 2022 年 11 月对项目监测海区表层海洋沉积物的调查分析结果，该海域表层海洋沉积物所检项目有机碳、铜、镉、总汞、砷、锌、总铬检测结果符合所在海洋功能区沉积物质量第一类标准要求，有 1 个站位的铅有超标现象。根据 2022 年 11

月对项目海域海洋生物体质量的调查分析结果，除一个监测断面软体类动物火枪乌贼的石油烃超出海岸带调查标准最高限值，其他断面监测项目均符合标准要求。根据 2023 年 3 月对项目海域海洋生物体质量的调查分析结果，调查海区调查海域中生物体中石油烃、铜、铅、镉、总汞、锌含量水平低于相应标准限值，无超标现象，符合标准要求。另根据 2021 和 2022 年广东省生态环境状况公报，碣石湾一年四季大部分海域均为清洁或较清洁海域，海水符合第一、二类海水水质标准，因此，总体上碣石湾海域水质质量较好，作为农渔业区，适宜进行海水养殖。

7.11 对通航环境的影响分析

一、施工作业对水域通航环境影响分析

本工程建设需投入工作船、指挥船以及各类运输船舶等。本工程施工期间对水域通航环境和安全的影响主要有：

- 1) 各种工程船舶在施工水域或附近水域活动客观上增加了船舶交通流量和工程附近水域的通航密度。
- 2) 施工船若因待工等而随意在施工作业区以外水域抛锚或淌航，将会对工程水域通航环境带来不利影响。
- 3) 施工作业期间，若施工船舶发生安全事故，会对工程水域通航环境安全形势及附近船舶航行安全会有较大的影响。

本工程施工过程对附近水域通航安全环境影响较小，具体如下：

- ① 以上所涉运输及施工船舶数量不多，材料出运码头距项目水域距离也较近，施工物料可得到保障，施工船因待工而随意抛锚或淌航的可能性较小。
- ② 本工程的施工除了少量的运输船、交通船之外，其它施工船舶活动水域仅限于本工区水域，且运输路线较短，对附近船舶影响较小。
- ③ 本工程所在海域不在大中型船舶推荐或规划的主航路上，仅有渔船可能通过施工海域，过往商船航路与工程海域无交叉，交通环境并不复杂。
- ④ 在制定相应的安全措施并认真落实，合理划定施工安全作业区范围、申请发布航行通告，合理安排、精心组织施工，并加强施工现场的安全管理等基础上，这些不利影响也将得到克服或缓解。

二、安全作业条件分析

本次施工作业对天气海况条件的要求较高，施工过程中应时刻留意气象预报。为了确保施工船在航行及作业过程中的安全，施工作业船舶应控制在风力 ≤ 5 级、浪高 ≤ 1.2 米、能见距离 ≥ 1 海里的条件下进行作业。

三、水上交通秩序影响分析

本工程养殖区位于陆丰市碣石镇西侧碣石湾海域，距周边港口较近，施工区附近海域大多数过往商船会提前主动避开岛礁，沿推荐航路航行，一般不会经过施工水域，仅可能有部分渔船在本工程岛礁附近活动，在施工作业期间，保持正规了望，密切注意作业区附近渔船的动态，及早对渔船采取必要的警示和劝离措施，警戒船 24 小时不间断警戒，则船舶发生碰撞等事故的风险将大大降低。

本工程施工作业期间及工程完工后，不会形成高大的海上建筑物。施工作业对过往船舶雷达信号、VHF 通信等的影响甚微，不会影响其发挥正常工作效能。

综上所述，本项目施工对过往船只的通航影响较小。但仍建议建设单位做好施工安全保障和通航安全保障。

8 环境风险分析与评价

8.1 环境风险评价等级与危害识别

8.1.1 风险调查

本项目为开放式养殖项目。根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录中附录 B 及《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018), 本项目不属于高风险行业, 不涉及高风险工艺。

8.1.2 环境风险评价等级

环境风险潜势初判

(一) P 的分级确定

1. 危险物质数量与临界量比值 (Q)

计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其在《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)附录 B 中对应临界量的比值 Q。在不同厂区的同一种物质, 按其在厂界内的最大存在总量计算。

(1) 当至涉及一种危险物质时, 计算该物质的总量与其临界量比值, 即为 Q;

(2) 但存在多种危险物质时, 按下式计算:

$$Q=q_1/Q_1+q_2/Q_2+\dots+q_n/Q_n$$

式中:

q_1, q_2, \dots, q_n —每种危险物质最大存在量(t);

Q_1, Q_2, \dots, Q_n —每种危险物质的临界量(t)。

当 $Q < 1$ 时, 该项目环境风险潜势为 I。

当 $Q \geq 1$ 时, 将 Q 值划分为: (1) $1 \leq Q < 10$; (2) $10 \leq Q < 100$; (3) $Q \geq 100$ 。

本项目原辅材料 Q 值计算如下表。

表 8.1.1-1 建设项目 Q 值确定值

序号	危险物质名称	CAS 号	最大存在总量 q_n/t	临界量 Q_n/t	该种危险物质 Q 值

序号	危险物质名称	CAS号	最大存在总量 q_n/t	临界量 Q_n/t	该种危险物质 Q 值
1	油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）	/	5.0	2500	0.002
项目 Q 值 Σ					0.002

根据计算结果，本项目 $Q < 1$ ，项目环境风险潜势为 I。

2. 行业及生产工艺（M）

项目 Q 值计算结果 < 1 ，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）

C.1.1.1，不需进行 M 值的判断，项目环境风险潜势定为 I。

（二）建设项目风险评价等级确定

本项目为开放式养殖用海项目，参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），本项目不属于高风险行业，不涉及高风险工艺和物品，不构成重大风险源，环境风险潜势为 I 级，环境风险评价工作等级为“简要分析”。

表 8.1.1-2 评价工作等级划分

环境风险潜势	IV、IV+	XXIII	II	I
评价工作等级	一	二	三	简单分析 a
a 是相对详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。				

8.2 环境敏感目标

本项目海洋评价范围内环境敏感目标主要有：农渔业区、海洋保护区、“三场一通道”、海洋生态保护红线区、旅游娱乐区，无居民海岛、珍稀海洋生物、国控省控监测站位及养殖区等，详见表 2.7-1 和图 2.7-1。

8.3 环境风险事故识别

本项目建设的风险主要来自两个方面。一方面是由于自然灾害对海域使用项目造成的危害。另一方面是用海项目自身引起的突发或缓发事件导致对海域资源、环境造成的危害，发生于施工期和运营期。

自然环境对项目用海带来的风险主要为热带气旋、风暴潮、暴雨和地震等自然灾害所产生，自然灾害会给工程施工期及运营期带来船舶碰撞等风险。

本项目施工船舶和运营期进出渔港码头和养殖区工作船舶若突遇恶劣天气，台风流急、浪高、加之轮机失控，造成船舶触礁、搁浅或与其他过往船舶发生碰撞事故，有可能发生单方或双方船体的燃料油舱破损导致燃油溢出事故。因此，风险评价预测污染因子为石油类污染物。

8.4 事故发生几率分析

(1) 水上交通事故发生情况

根据联合国有关组织统计的数据，全球每年由于人类海上生产活动而流入海洋的石油约 1000 万吨，而这其中由海上油轮、油井事故等造成的溢油就多达 220 万吨。根据 1996 至 2000 年我国沿海港口油品运输量与溢油事故数分析，平均每运输 6000 万吨油品就会发生一起溢油 50 吨的重大油污染事故。我国自 1993 年从石油出口国转为石油净进口国以来，目前已成为当今世界石油消费大国，石油进口量不断攀升，沿海的石油运输量大幅增加，2006 年我国沿海石油运输量达到 4.31 亿吨，其中运输原油 1.87 亿吨。我国进口的石油 90% 是通过海上船舶运输来完成的，2006 年航行于中国沿海水域的船舶已达到 464 万艘次，平均每天 12700 艘次，其中各类油轮达到 162949 艘次，平均每天 446 艘次。海上运输石油成本低，是目前国际石油贸易中最主要的运输方式之一，具有通过能力强、运量大、运费低的特点。我国石油进口量迅速增加，港口和沿海油轮密度也随之增加，油轮趋向大型化，油轮特别是超大型油轮在我国水域频繁出现，使得原本就十分繁忙的海域通航环境更加复杂。在这种环境下，船舶、港口溢油污染，特别是重特大船舶、原油装卸码头等溢油污染的风险也随着增长。

另据统计，1973 至 2006 年，在我国沿海发生溢油 50 吨以上的重大船舶溢油事故 69 起，总溢油量 37077 吨，平均每年发生 2 起，每起污染事故平均溢油量 537 吨。这些溢油事故发生的地点、原因多种多样。据统计我国多起较大的溢油事故，绝大部分都发生在近岸海域，相应的溢油量为总溢油量的四成多。据有关统计估算，在整个石油运输过程事故中港口和航道事故发生率占到 75%。对在我国海域近些年内发生的多起溢油污染事故调查发现，船舶突然遭遇恶劣天气，浪高、风大、流急，加之轮机失控，造成轮船碰撞、触礁和搁浅，是引发溢油事故的主要原因。

(2) 广东省水上交通事故发生情况

收集广东省海事局 2007~2011 年度近 5 年的溢油资料作类比分析，统计如表 8.4-1 所示。

表 8.4-1 广东辖区 2007~2011 年船舶水上污染事故分析表

统计年份		2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	合计
事故次数	操作性事故	12	4	2	5	1	24
	海损性事故	6	4	5	4		19
	其他/未知		1				1
	小计	18	9	7	9	1	44
事故地点	港内	13	6	4	5		28
	航道						0
	锚地	2			1		3
	近海	3	2	2	2	1	10
	其他/未知		1	1	1		3
	小计	18	9	7	9	1	44
溢油量	小于 10 吨	17	8	4	6	1	36
	10~49 吨		1	1	1		3
	50~99 吨	1		1	1		3
	100~499 吨						0
	500~999 吨			1			
	1000~9999 吨				1		
	10000 吨以上						0
	未知						0
小计	18	9	7	9	1	44	
海损性事故类型	碰撞	1		1	3		5
	搁浅			1			
	触礁	1	1				2
	触损	1			1		2
	沉没	1	3	2			6
	火灾/爆炸	1					1
	船体破损	1		1			2
	其他/未知						0
小计	6	4	5	4	0	19	

统计结果显示，这五年，广东省共发生船舶污染事故 44 起，其中操作性事故 24 起（包括加油事故、装卸事故和误排机舱水事故），海损性事故 19 起，其他事故 1 起。事故发生在港内的居多，占 63.6%；其次为近海，占 22.7%；发生在锚地和其他区域的各 3 起。

溢油量以小于 10 吨的居多，共 36 起，占 81.8%；10~50 吨、100~500 吨的各 3 起，各占 6.8%；500~1000 吨、1000~10000 吨的各 1 起，各占 2.3%。其中海损性事故（共 19 起）中，沉没 6 起，占 31.6%；碰撞 5 起，占 26.3%；触礁、触损和船体破损各 2 起，各占 10.5%；搁浅、火灾爆炸各 1 起，各占 5.3%。操作性事故中（24 起），由装卸作业导致的共 15 起，加油作业导致的 2 起，其他作业导致的 7 起，分别占 62.5%、8.3%、29.2%。

已知溢油量的海损性事故，溢油量为 0.003~1755t，平均溢油量 142.5t。操作性事故溢油量为 0.006~3t，平均 0.5t。

统计结果显示，广东省溢油污染事故发生概率为 8.8 次/年，其中 10 吨以下的事故发生概率为 7.2 次/年，10~50 吨、100~500 吨、500~1000 吨、1000~10000 吨事故发生概率分别为 0.6 次/年（约 1 年一遇）、0.6 次/年（约 1 年一遇）、0.2 次/年（5 年一遇）、0.2（5 年一遇）次/年。

3) 行业事故统计与分析

统计资料表明，码头风险事故多为溢油事故。75%左右的溢油事故发生于船舶装卸过程，但这类事故导致的溢油量相对较小，90%以上的事故溢油量在 7t 之内。与此相比，虽然船舶碰撞事故导致的溢油事故的概率占总溢油事故的 10% 以下，但由于这类事故施救困难、控制预警效果较差，导致的溢油量相对要大得多，且危害程度要严重得多。在船舶碰撞事故导致的溢油事故中，有 25%左右的事事故溢油量在 600t 以上。根据国际油轮船东防污染联合会（ITOPF）相关数据，溢油事故主要原因见表 8.4-2。

表 8.4-2 码头溢油事故原因分布

事故溢油量/t	事故比率%			
	装卸	碰撞	搁浅	泊位
<7	77.5	3.1	5.0	14.4
7~600	43.5	26.6	26.0	3.9
>600	8.8	40.6	50.6	/
合计	70.7	7.5	9.3	12.5

8.5 环境风险分析预测

8.5.1 自然灾害风险分析

本项目所处海域是热带气旋、风暴潮、暴雨多发海域，可能遭受热带气旋、海浪、暴雨等自然灾害的袭击。在热带气旋活动过程中往往伴随着狂风、暴雨、巨浪和暴潮，导致海堤被毁、房屋倒塌、农田被淹、通讯和电力设施被毁，人民生命财产损失巨大。因此，对本工程直接造成不利影响的海洋灾害主要是热带气旋、灾害性波浪和风暴潮。

(1) 热带气旋

热带气旋是影响华南沿海地区最大的灾害性天气。影响南海沿岸海区的热带气旋的生成源主要有两个：1) 西北太平洋的马里亚纳群岛附近，即 $7^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{N}$ ， $135^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{E}$ 之间的洋面上；2) 南海中部，即 $13^{\circ}\sim 18^{\circ}\text{N}$ ， $111^{\circ}\sim 117^{\circ}\text{E}$ 之间的海面上。热带低压多数来自南海，而强热带风暴和台风则绝大多数在西太平洋生成。凡登陆珠江口附近地区和南海北部活动的热带气旋对汕尾均可能有较大影响，特别是台风带来的狂风、暴雨和风暴潮，具有很大的破坏力，严重危及生命财产安全。

热带气旋、风暴潮灾害突发性强。往往在几小时内就酿成巨大灾害。在汕尾沿海，尤其是近海突然加强、迅速登陆的台风，这类台风范围虽小，但强度大、发展猛、移动快、破坏性大。

(2) 登陆的台风

华南沿岸常常受到热带气旋的影响。每年 5~10 月是华南沿海遭受热带气旋的主要时期，尤以 8 月为高峰，广东沿岸平均每年约受 6.2 个热带气旋的影响，早期以南海生成的居多，晚期则以西太平洋生成为主。在南海生成的热带气旋形成快，强度弱，距岸较近，加上引导气流复杂，因而其移动路径的规律性较差。在西太平洋形成的热带气旋在移动过程中能量不断积累，强度往往较大，多发展为台风。由于受到副热带高压的引导，太平洋热带气旋大多西移越过菲律宾进入南海，对广东沿岸影响很大。由于地理位置的原因，本项目易受到热带气旋的吹袭，所以要时常做好防风抗风的准备。

(3) 风暴潮

风暴潮是由强烈的大气扰动所引起的海面异常升高现象，其伴随着天文潮、短周期的海浪而来，常常使潮位暴涨，甚至令海水漫溢，酿成大灾，有人也称之为风暴增水。风暴潮灾害具有明显的季节性，主要出现在农历 6、7、8 月。台风风暴潮灾害与天文潮有密切关系，灾害大多在天文大潮期间发生。台风、低压及强烈的向岸风作用于海面，使海水大量堆积，特别是当风暴潮与高潮段耦合时，水位往往暴涨，有可能超过当地警戒线，引发暴潮灾害。

8.5.2 船舶溢油风险分析

8.5.2.1 溢油模型

海上溢油的扩散行为受气象条件和潮流特征等环节条件以及溢油本身化学性质的影响，会经历拓展、漂移及风化等复杂过程。溢油刚发生时，油膜主要在海中进行扩展过程，持续时间较短，随后在海中进行漂移和风化过程，持续时间较长。目前对溢油数值模拟研究的方法基本有两种，一种是基于对流扩散方程，将油膜视作一般污染物；另一种是“油粒子”模型，采用拉格朗日随机走动法和粒子云团来描述溢油过程。“油粒子”模型将油膜分散成大量油粒子，油膜视为这些“油粒子”组成的粒子云团，该方法可以较好地反应海上溢油在各种环境因素影响下的行为情况，目前在溢油研究中被广泛使用。

本次计算采用丹麦水利研究所 DHI 开发的 MIKE21/3 OS 模块进行溢油的数值模拟，其基本原理是基于拉格朗日体系，模拟溢油在海水中的扩展、漂移、风化等过程，并且能全面反应油膜的漂移轨迹、扫海面积以及溢油物理化学属性的改变情况，是国际上应用较广的溢油预测模型模拟系统之一。

在模型中油被分为两部分：轻质挥发部分(分子量小于 160g/mol，沸点小于 300°C)和重质部分(分子量大于 160g/mol，沸点 300°C 以上)，石蜡和沥青作为油中的特殊成分，不参与降解、蒸发和溶解过程。模型中油被离散为大量的油粒子，每个油粒子代表一定的油量，每个粒子都在模型被单独计算。溢油发生后，油残留物的化学组分变化是物理和生物过程的结果、这通常称为油的风化过程，在模型中油的风化过程主要包括蒸发、扩散、乳化、溶解、沉降、感光氧化和生物降解等，过程示意图见图 8.5-1。

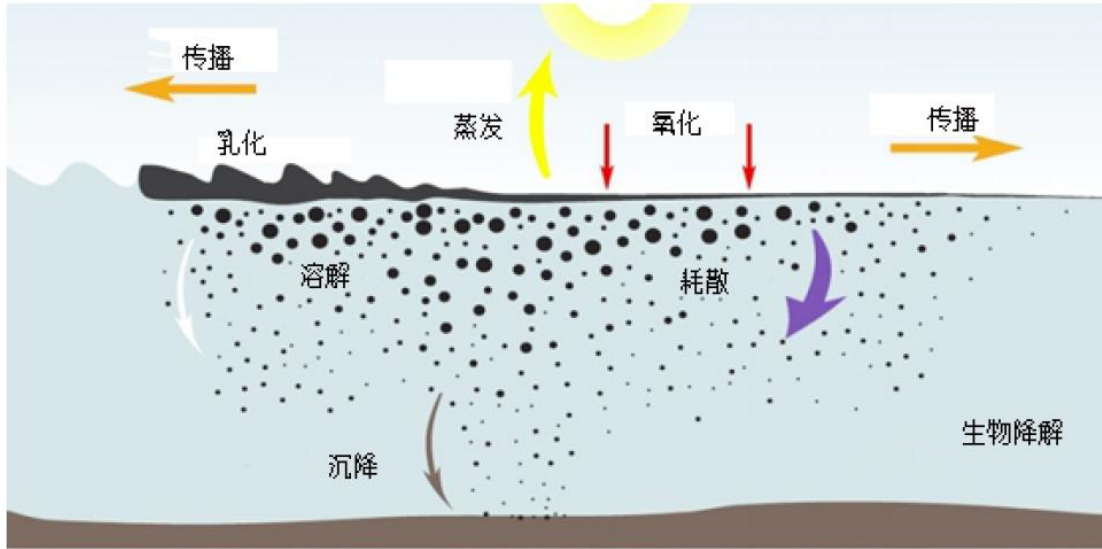


图 8.5-1 溢油风化过程示意图

(1) 扩展过程

溢油的扩展过程主要受重力、粘力和表面张力的影响。模型采用的是修正的 Fay 重力-粘性力公式计算油膜的扩展过程：

$$\frac{dA_0}{dt} = K_a A_0^{1/3} \left(\frac{V_0}{A_0} \right)^{4/3}$$

$$V_0 = R_0^2 \pi h_0$$

式中， A_0 为油膜扩展面积， V_0 为溢油体积， K_a 为系数， h_0 为油膜初始厚度，取 10cm， t 为时间。

(2) 漂移过程

“油粒子”模型将漂移过程分为对流和紊动扩散两个主要过程，在每个计算步长内，油粒子的变化都是这两个过程综合作用的结果。

1) 对流过程

油粒子在潮流和风力的作用下产生对流位移，可以表示为：

$$U_p = U_s + C_w \cdot U_w \cdot \sin(\theta - \pi + \theta_w)$$

$$V_p = V_s + C_w \cdot U_w \cdot \cos(\theta - \pi + \theta_w)$$

式中， U_p 、 V_p 分别为油粒子在 x 、 y 方向的对流移动分速度； U_s 、 V_s 分别是表面流速在 x 、 y 方向的分速度； U_w 为海面上 10m 处的风速； θ 为风向角； C_w 为风漂移系数，一般取值为 0.03~0.04 之间，本模型取值为 0.03； θ_w 为风偏转角，

可表示为：

$$\theta_w = \beta \exp\left(\frac{\alpha |U_w|^3}{g \gamma_w}\right)$$

其中， $\alpha = -0.3 \times 10^{-8}$ ； $\beta = 28.38'$ ； g 为重力加速度； γ_w 为运动粘度。本模型取模型默认值， $\theta_w = 28^\circ$ 。

2) 紊流扩散过程

每个油粒子的空间是由水流的随机脉动所导致的，对于二维的情况，可以将随机走动的距离形式表示为：

$$\Delta S_\alpha = R \cdot \sqrt{6D_\alpha \cdot \Delta t}$$

其中 ΔS_α 为在 α 方向上的一个时间步长内可能扩散走动的距离， D_α 为 α 方向上的扩散系数， R 为-1 到 1 的随机数。

(3) 溢油风化过程

溢油的风化包括蒸发、乳化以及溶解等过程。其过程十分复杂，与溢油自身属性、温度、风、阳光等许多因素有关。

1) 蒸发过程

油类蒸发指液态的石油烃变成气态造成油膜与空气间进行物质交换的过程，油类的蒸发受油品本身及环境因素影响，油品本身性质决定着油类在水中的蒸发率，油膜厚度、风场及温度、水温、风速计太阳辐射等因素也影响着油类的蒸发。油膜蒸发是风化过程的主要部分，大多数原油的蒸发量可达 40%，蒸发数量一般占总溢油量的 20%~40%。蒸发率由下式表达：

$$N_i^e = K_{ei} \cdot P_i \cdot \frac{M_i}{\rho_i} / (RT)$$

式中： N_i^e 为蒸发率， P 为蒸汽压， i 为不同的油组分， R 为气体常数， K_{ei} 为物质传输系数， M 为分子量， T 为温度， ρ 为油组分密度， K_{ei} 由下式估算：

$$K_{ei} = K \cdot A_0^{0.045} \cdot Sc_i^{-2/3} \cdot U_w^{0.78}$$

其中， K 为蒸发系数， Sc 为蒸汽 Schmidt 数，模型取 2.7。

2) 乳化过程

乳化是油与水经过扰动作用后混合在一起，油膜被打碎成油滴不断向水体运动，同时卷吸海水形成黑褐色的乳化物。这种乳化物可以长期漂浮于海上，体积、粘度和比重都比原来大得多，这是由于其吸收了大量海水的原因。溢油的乳化会极大影响到扩散、蒸发等其它过程，严重地妨碍了溢油的清理工作。溢油的乳化受油膜厚度、水流紊动作用以及环境条件等的影响。

油膜的乳化包括形成水包油型及油包水型两个物化过程。在溢油发生最初的时刻，扩散是最主要的运动方式，由于其是一种物理过程，油膜在自身伸展压缩运动及水流和风浪的扰动下破碎，将油膜分散成各种粒径的油滴，油滴进入水中，形成水包油型乳化。从油膜中扩散到水中的油量损失可由下式计算：

a. 形成水包油乳化物的过程

溢油在海上的扩散过程中，水流的紊动作用将油膜打碎成油滴，油滴分散到水体后进而形成了水包油的乳化物。这些乳化物表面化学性质稳定，可以防止油滴返回油膜。在静风条件下油膜的伸展压缩运动是主要的分散作用力，而在大风的情况下波浪破碎是主要因素。溢油的损失量计算为：

$$D = D_a + D_b$$

$$D_a = \frac{0.11(1+U_w)^2}{3600}$$

$$D_b = \frac{1}{1+50\mu_0 h_s \gamma}$$

式中， D_a 为油类进入到水中的分量， D_b 为进入水体后没有返回的分量， μ_0 为油的粘度， γ 为油和水的表面张力。

油粒子返回油膜速率为：

$$\frac{dV_0}{dt} = D_a(1-D_b)$$

b. 形成油包水乳化物的过程

当水进入油类中，形成油包水型乳化，会增加油类的含水率。油类含水率变化由下式得出：

$$\frac{dY_w}{dt} = R_a - R_b$$

$$R_a = K_a (Y_w^{\max} - Y_w) \frac{(1 + U_w)}{\mu_0}$$

$$R_b = K_b Y_w \frac{1}{A_s \cdot \mu_0 \cdot W_a}$$

其中， R_a 、 R_b 分别为水的吸收速率和释放速率， A_s 为溢油的沥青含量， W_a 为溢油的石蜡含量， Y_w 为乳化物含水率， Y_w^{\max} 为最大含水率， K_a 、 K_b 分别为吸收系数和释放系数。 Y_w^{\max} 取值为 0.75。

3) 溶解

溢油有微弱的溶于水特性，主要是低碳的轻油组分溶解于水。在整个溢油扩散的过程中其溶解量通常不会超过溢油总量的 1%，可以忽略不计。但考虑到溶解于水中的溢油具有一定的毒性，溢油扩散数值模拟中需要进行溶解量的计算。

溶解率可表示为：

$$\frac{dV_{di}}{dt} = K_{di} \cdot X_i \cdot C_i^s A_0 \frac{M_i}{\rho_i}$$

$$K_{di} = 2.36 \cdot 10^{-6} e_i$$

$$e_i = \begin{cases} 1.4 & \text{烷烃} \\ 2.2 & \text{芳香烃} \end{cases}$$

其中， V_{di} 为溢油溶解量， K_{di} 为溶解传质系数， X_i 为摩尔分数， C_i^s 为溶解度， M 为摩尔质量。

(4) 溢油物理化学性质的变化

进入水体的溢油的物理化学性质会随着乳化和蒸发等过程的进行而不断地发生变化。在“油粒子”模型中，溢油的浓度和厚度都以粒子的体积以及网格面积表示。本模型考虑了溢油的密度、粘度和热容量的变化。

具体参数设置见表 8.5-1。

表 8.5-1 溢油模型参数设置表

参数名称	取值	说明
溢油类型	柴油	

源强	5t	
轻组分油密度	755kg/m ³	
重组分油密度	940kg/m ³	
水的运动粘性系数	1.14e-006m ² /s	
20°C下油的动力粘度	1.4cP	
风漂移系数 C_w	0.035	对流过程
风偏向角 θ_w	28°	对流过程
乳化率	2.1e-006s/m ²	乳化过程
油的乳化物最大含水率 Y_w^{\max}	0.75	乳化过程
吸收系数 K_a	5e-007	乳化过程
释出系数 K_b	1.2e-005	乳化过程
传质系数 K_{di}	2.36e-006	溶解过程
蒸发系数 K	0.06	蒸发过程
蒸汽 Schmidt 数 Sc	2.7	蒸发过程
油品组分	轻组分油(重量低于 160 克/摩尔, 沸点远低于 300 摄氏度)	83%
	重组分油(重量超过 160g/mol, 沸点高于 300°C)	40%
	油中的蜡质(保守)	8%
	油中沥青质含量(保守)	2%

8.5.2.2 溢油源强

本项目为开放式养殖项目,不涉及危险化学品的储运,项目主要环境风险为船舶漏油、溢油对水体的影响,溢油量按照设计代表船型的船用燃料油全部泄露的数量确定。根据工程资料,本项目建设、运营各类船舶吨位均小于 5000 吨,根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T 1143-2017),水运工程建设项目的最大可能水上溢油事故溢油量,按照代表船型一个货油边仓或燃料油边仓的容积确定。根据《水上溢油环境风险评估技术导则》(JT/T 1143-2017)附录 C,本项目施工期吨位最大的为 200t 的运输船小于 5000 吨,则燃油总量不超过 245m³,燃油密度 991kg/m³。则本项目吨位最大的为 200t 的运输船,单舱燃油量

按照 5.0 吨计算。

发生溢油事故的可能位置选取养殖区中心。

8.5.2.3 溢油工况

(1) 流场参数

考虑到大潮期间潮流流速较大，油膜在大潮期扩散范围最大，因此在流场验证良好的基础，在 2023 年 1 月实测潮型中选择大潮期的水动力场作为计算流场。

(2) 气象参数

本海域地处季风区，风向和风速随季节变化明显。冬季盛行东北风，夏季盛行西南季风，冬季风速大于夏季风速。根据遮浪海洋站风况统计资料，多年平均值为 5.2m/s，具有明显的季节变化。秋、冬季风速较大，其中 10 月和月多年平均风速分别为 7.6m/s 和 7.3m/s。春夏季风速较小，其中 7 月风速最小，历年最大风速为 61.0m/s，风向 NE，出现在 1979 年 8 月 2 日，为 7908 号台风所致。

(3) 计算工况

溢油形式主要分为瞬时和连续溢油，一般而言，溢油量的 10%为瞬时溢油，90%为连续溢油。结合本工程实际情况，预测以燃料油作为油品的主要代表，考虑连续 1h 溢油的情况，以大潮作为主要的潮流形式。溢油发生时刻分涨初和落初两种时刻。

溢油计算条件组合见表 8.5-2。

表 8.5-2 各种风险条件组合表

工况	潮期	风向	风速 (m/s)	备注	溢油点
工况1	大潮涨初	ESE	5.2	冬季风	养殖区中心
工况2	大潮落初	ESE			
工况3	大潮涨初	SW		夏季风	
工况4	大潮落初	SW			
工况5	大潮落初	E	13.8	不利工况	
工况6	大潮涨初				

工况6	大潮涨初				
-----	------	--	--	--	--

8.5.2.4 溢油结果

表 8.5-3 列出了不同工况组合下溢油影响范围统计结果。图 8.5-2~图 8.5-7 给出了不同工况组合下油膜的扫海范围图。

表 8.5-3 溢油事故分析表

工况	溢油时刻	风速 (m/s)	风向	时间 (h)	扫海面积 (km ²)	漂移距离 (km)
工况 1	大潮涨初	5.2	ESE	2	0.27	0.8
				12	3.26	4.6
				24	溢油事故发生后约 28 小时后抵岸，扫海面积约为 7.19km ² ，溢油残留量约为 1.8t	11.0
				48		
				72		
工况 2	大潮落初	5.2	ESE	2	0.25	0.6
				12	1.83	4.1
				24	3.54	9.2
				48	溢油事故发生后约 32 小时后抵岸，扫海面积约为 4.46km ² ，溢油残留量约为 1.5t	11.0
				72		
工况 3	大潮涨初	5.2	SW	2	0.29	0.8
				12	2.22	4.3
				24	溢油事故发生后约 17 小时后抵岸，扫海面积约为 2.69km ² ，溢油残留量约为 3.1t	5.4
				48		
				72		
工况 4	大潮落初	5.2	SW	2	0.28	0.7
				12	2.21	4.1
				24	溢油事故发生后约 13 小时后抵岸，扫海面积约为 2.45km ² ，溢油残留量约为 3.3t	5.5
				48		
				72		
工况 5	大潮涨初	13.8	E	2	0.65	1.5
				12	溢油事故发生后约 18 小时后抵岸，扫海面积约为 11.23km ² ，溢油残	17.3
				24		
				48		

工况	溢油时刻	风速 (m/s)	风向	时间 (h)	扫海面积 (km ²)	漂移距离 (km)
				72	留量约为 0.9t	
工况 6	大潮落初	13.8	E	2	0.62	1.5
				12	溢油事故发生后约 17 小时后抵岸，扫海面积约为 9.31km ² ，溢油残留量约为 1.2t	17.5
				24		
				48		
				72		

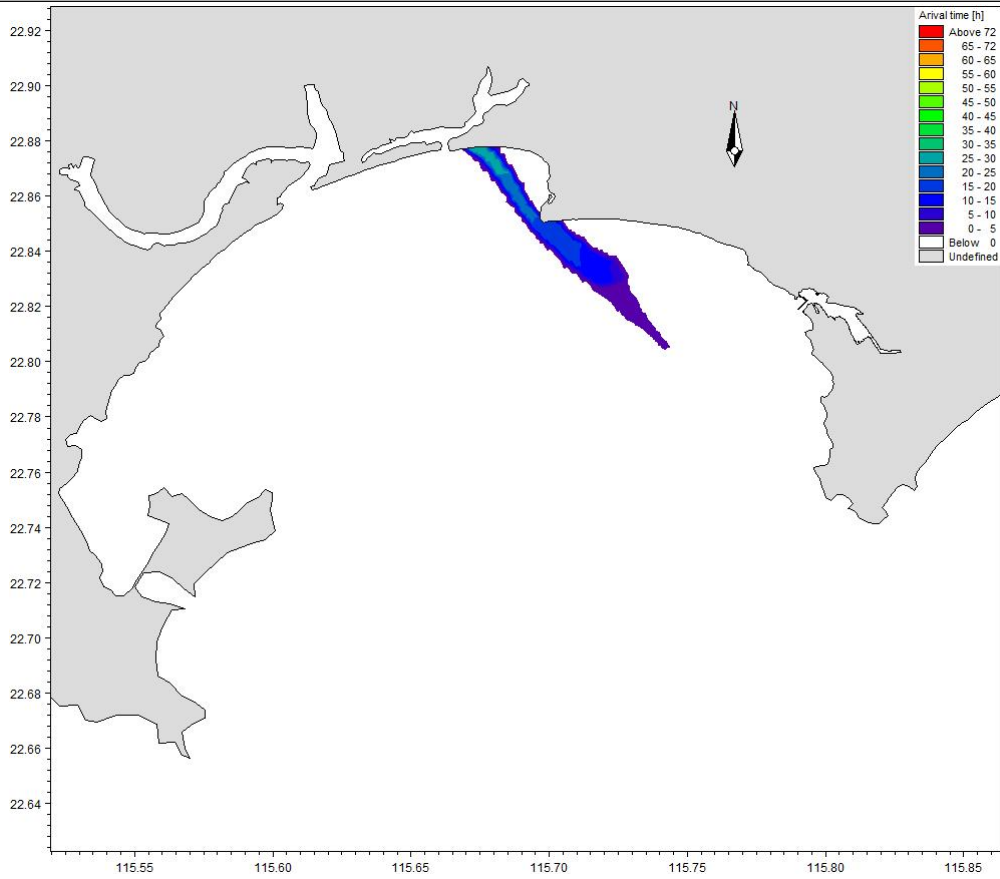


图 8.5-2 工况 1 溢油扫海范围 (72 时)

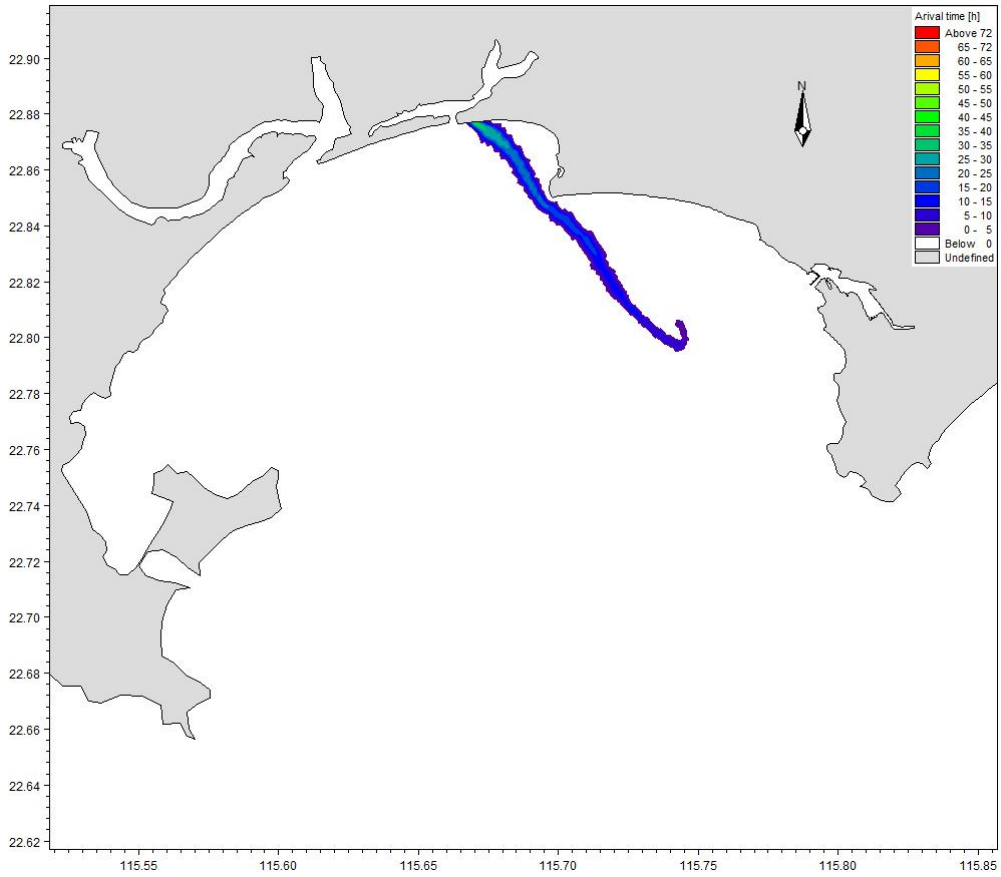


图 8.5-3 工况 2 溢油扫海范围 (72 时)

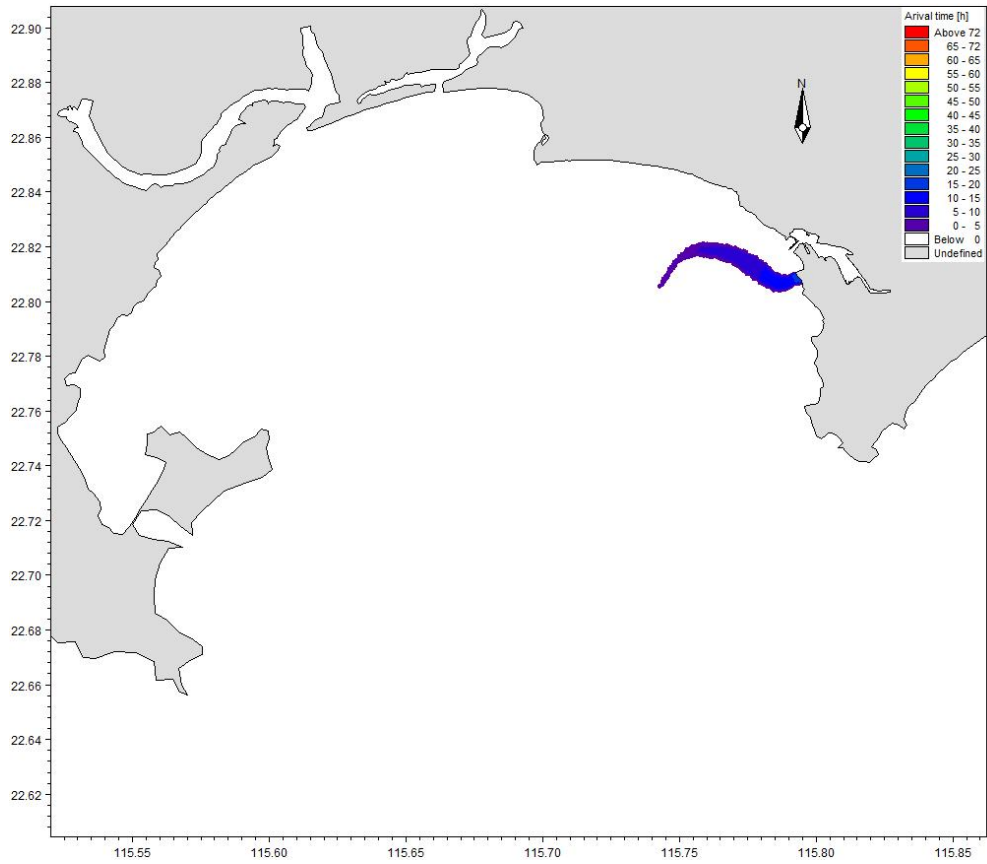


图 8.5-4 工况 3 溢油扫海范围 (72 时)

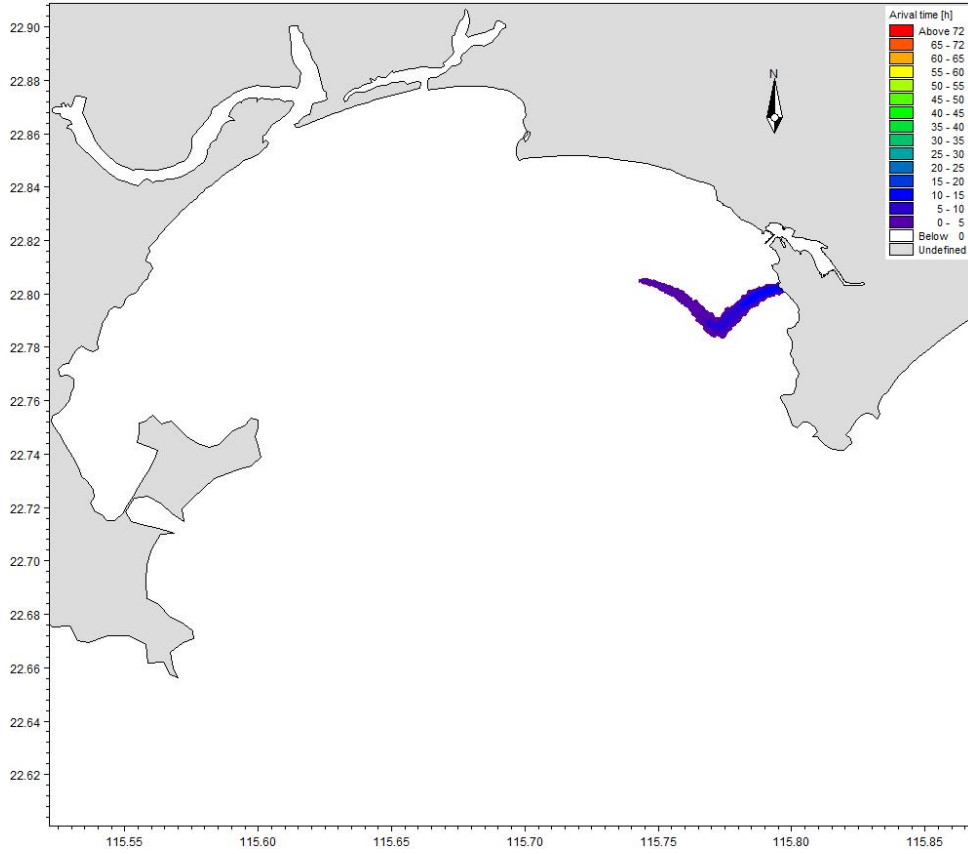


图 8.5-5 工况 4 溢油扫海范围 (72 时)

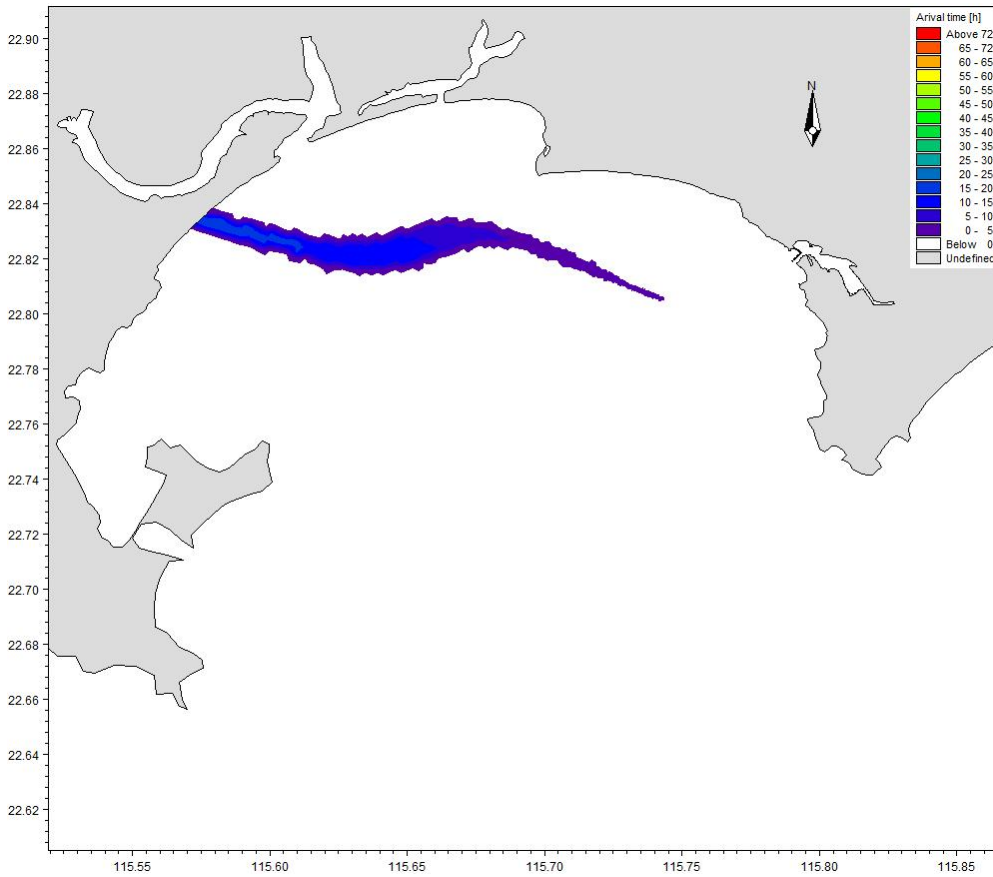


图 8.5-6 工况 5 溢油扫海范围 (72 时)

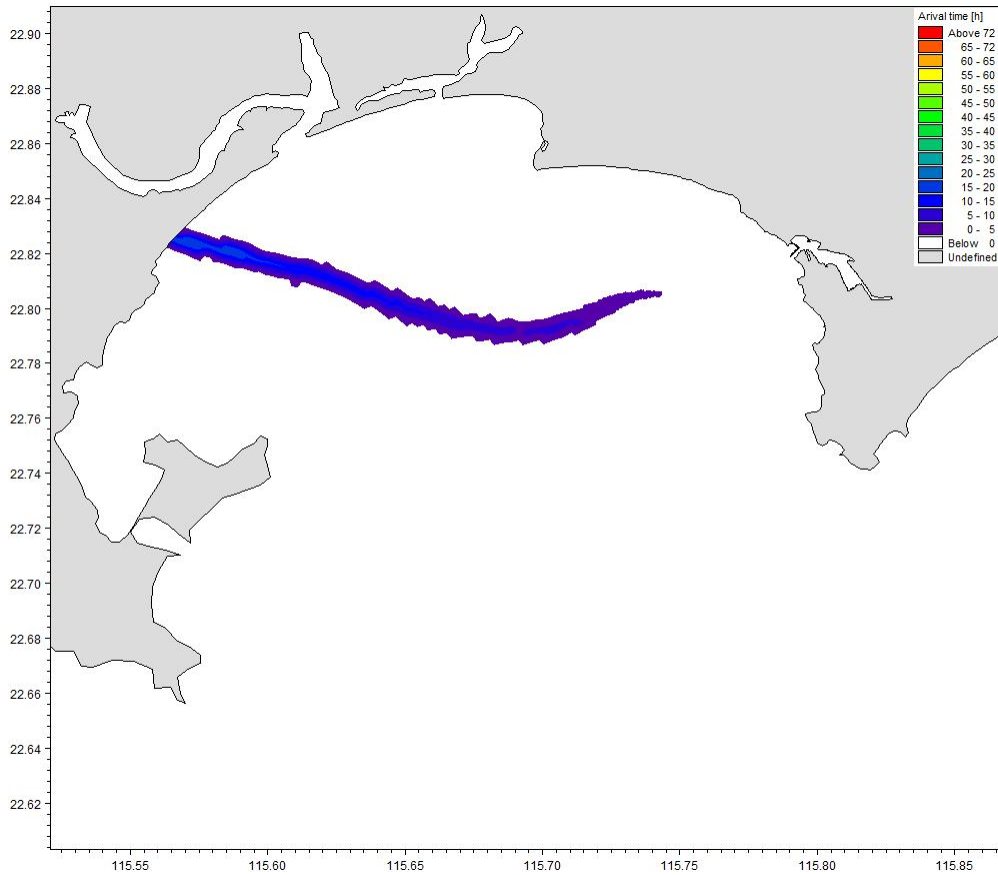


图 8.5-7 工况 6 溢油扫海范围（72 时）

8.5.2.5 事故溢油环境影响分析

(1) 事故溢油发生对环境的影响

溢油在海面形成油膜以后，受到破碎波的作用，使一部分以油滴形式进入水形成分散油，另外，由于机械动力，如涡旋、破碎浪花、湍流等因素，使油和水激烈混合，形成油包水乳物和水包油乳物化。这两种作用都将增加水质的油类浓度，特别是上层水中的浓度将明显增加。

据有关资料及室内的模拟实验表明，油膜由分散作用和乳化作用而引起的海水上层海水中油类浓度增加值可超过 0.10mg/l 的第二类海水水质标准。在近岸水域，由于粘附在岩石沙滩上油在波浪的往复作用，水质中油类浓度将大大增加，将超过 0.50mg/l 的第三类海水水质标准。

同时，溢油后，油的重组分可自行沉积，或粘附在海区悬浮物颗粒中，沉积在沉积物表面，从而对底质造成影响。

(2) 事故溢油对水生生态的影响

国内外许多的研究表明高浓度的石油会使鱼卵、仔幼鱼短时间内中毒死亡，低浓度的长期亚急性毒性可干扰鱼类摄食和繁殖，其毒性随石油组分的不同而有差异。

1) 对鱼类的急性毒性测试

根据近年来对几种不同的鱼类仔鱼的毒性试验结果表明，石油类对鲤鱼仔鱼 96hLC50 值为 0.5~3.0mg/L，因此污染带瞬时高浓度排放（即事故性排放）可导致急性中毒死鱼事故。

2) 石油类在鱼体内的蓄积残留分析

污染因子石油类在鱼体中的积累和残留可引起鱼类慢性中毒而带来长效应的污染影响，这种影响不仅可引起鱼类资源的变动，甚至会引起鱼类种质的变异。鱼类一旦与油分子接触就会在短时间内发生油臭，从而影响其食用价值。以 20 号燃料油为例，当石油类浓度为 0.01mg/L 时，7 天之内就能对大部分的鱼、虾产生油味，30 天内会使绝大多数鱼类产生异味。

3) 对浮游植物的影响

实验证明石油会破坏浮游植物细胞，损坏叶绿素及干扰气体交换，从而妨碍它们的光合作用。这种破坏作用程度取决于石油的类型、浓度及浮游植物的种类。根据国内外许多毒性实验结果表明，作为鱼、虾类饵料基础的浮游植物，对各类油类的耐受能力都很低。一般浮游植物石油急性中毒致死浓度为 0.1~10.0mg/L，一般为 1.0~3.6mg/L，对于更敏感的种类，油浓度低于 0.1mg/L 时，也会妨碍细胞的分裂和生长的速率。

4) 对浮游动物的影响

浮游动物石油急性中毒致死浓度范围一般为 0.1~15mg/L，而且通过不同浓度的石油类环境对桡足类幼体的影响实验表明，永久性浮游动物幼体的敏感性大于阶段性的底栖生物幼体，而它们各自的幼体的敏感性又大于成体。

根据所述，石油类对水生生物产生中毒影响的浓度阈值普遍较低，因此项目运营期一旦发生溢油污染，将会造成污染水域内鱼类急性中毒和鱼的致突变性等，对浮游植物和动物也会产生一定的中毒影响，严重的影响将会造成部分鱼类、水生动植物中毒死亡事故。

(3) 溢油对渔业资源的影响分析

油污污染海洋水环境给渔业带来的损害是多方面的。首先污染能引起当时水域的鱼虾回避或引起鱼类死亡，使渔场破坏，造成捕捞渔获量的直接减产，其次表现为产值损失，即由于商业水产品的品质下降及市场供求关系的改变，导致了市场价格下降。另外，溢油发生的时间和位置不同，渔业损失相当悬殊。如果油污污染发生在产卵盛期和污染区正处于产卵中心，因鱼类早期生命发育阶段的胚胎和仔鱼是整个生命周期中对各种污染物最为敏感的阶段，油污污染使产卵成活率低、孵化仔鱼的畸形率和死亡率高，所以能影响种群资源延续，造成资源补充量明显下降。

(4) 溢油对海岸生态的影响分析

油膜抵达陆域沙质或岩礁质海岸时，油膜将较长时间粘附在海岸线上，对其生态系统将造成长期严重破坏，其恢复期可长达几年。

8.6 风险事故防范措施和应急对策

8.6.1 赤潮灾害的防范措施

(1) 项目赤潮灾害的防范措施

①项目正常运营中进行科学的养殖，严格控制养殖密度。

②开展海洋赤潮灾害的宣传和普及工作，提高工作人员对赤潮灾害的认识和防范意识。加强赤潮的常规监视，及时发现赤潮，并采取有效的防治措施。

③根据《汕尾市赤潮灾害防治应急预案》的要求，建立项目赤潮预警快速反应机制，一旦发现赤潮，快速做出反应。

④配合汕尾市海洋主管部门建立健全的赤潮灾害监视监测与预警预报网络，本项目养殖人员纳入到赤潮监视志愿者网络中。接受汕尾市海洋环境监测中心站的技术指导，对项目养殖海域赤潮进行监视监测。

⑤项目养殖人员一旦发现赤潮发生迹象，及时通报汕尾市自然资源局和汕尾海洋环境监测中心站，在上级主管部门指导下开展应急措施。

⑥按照赤潮灾害发生的影响范围、性质和危害程度，赤潮灾害分为特别重大赤潮灾害、重大赤潮灾害、较大赤潮灾害和一般赤潮灾害四级。业主应配合上级主管部门做好相应级别的应急响应工作。

(2) 对有毒有害赤潮的应急措施

综合赤海藻产毒特性和发生面积两个因素,并结合我国多年来赤潮发生的相关统计资料,将赤潮分为12个类型。赤潮灾害的预警与防灾减灾工作涉及海洋、渔业、生态环境、旅游、外事、卫生防疫和动植物检疫等各部门,根据上述赤潮分型分级标准,初步提出如下应急措施:

一级应急措施(红色预警色)

当对大众生命有强致害致死作用的有毒赤潮爆发时,启动一级应急措施:①赤潮发生区域内的行政领导小组,协调各相关职能部门对赤潮毒素危害的监控和相关信息的及时准确发布;②成立一支由专业人员组成的赤潮监测队伍。对有毒赤潮进行跟踪监测和毒素的分析测定;③严格禁止赤潮海域的海产品捕捞和上市销售,做好养殖户的宣传教育工作,确定养殖区的关闭和重新开放时间。

二级应急措施(橙色预警色)

当对养殖鱼类有强致死作用的鱼毒赤潮爆发时,启动二级应急措施:①成立区域协调小组,对鱼毒赤潮可能的移动方向进行及时通报;②成立专业的赤潮监测队伍,进行赤潮的跟踪监测,并向养殖户传授相应的减少养殖损失的技术;③做好赤潮灾害损失的评估工作,以利灾后养殖生产的恢复。

三级应急措施(黄色预警色)

当对近岸养殖生物有一定的致死致害作用的赤潮爆发时,启动三级应急措施:组建专业的赤潮监测队伍进行赤潮的跟踪监测,及时通报赤潮生物种类的变化,注意赤潮水体中溶解氧的变化,向养殖户传授相应的减轻赤潮危害技术。

四级应急措施(绿色预警色)

当爆发赤潮的生物种类是对大众和养殖的水产品无毒无害时,启动四级应急措施:①组建专业的赤潮监测队伍进行赤潮的跟踪监测,及时通报赤潮生物种类的变化;②在泳滩等地设立绿色图案预警标志。基于赤潮对人类生命健康和水产养殖业影响建立的赤潮分型分级及预警色方案,可极大的方便赤潮灾害的管理和信息的发布,在减轻我国赤潮危害中发挥一定的作用。

8.6.2 热带风暴灾害预防措施

(1) 施工前制定科学合理的施工工艺,各养殖构筑物设计应符合抗风等相关规范的要求。

(2) 合理安排施工时间,避开台风多发期施工,使工程安全度汛。6~10

月为热带气旋影响季节，项目施工期间，应对工程各类设备设施都要作好防台风的安全措施，切实加强监管。

(3) 建设单位应积极配合相关政府职能部门做好应对台风、暴雨等气象灾害的措施，当台风来临时，需按照防台要求对施工船舶进行妥善安置，避免热带气旋等恶劣天气带来的损失。

(4) 建设单位应加强对灾害性天气条件下水上交通安全监管，不超过安全适航抗风等级开航，避免在恶劣天气及危及航行安全的情况下航行。

(5) 在热带风暴来临影响养殖海区前应做好养殖设施加固、连结等预防措施，是可以避免或降低台风等热带风暴的影响。

(6) 在本项目的营运期，对海洋自然灾害的防范尤为重要。为保证安全，需做好以下防灾工作：

- ①关注天气预警信息，抓紧收捕成品上市；
- ②检查加固养殖设施，检修供电设备；
- ③及时将养殖人员撤离，严禁留守，确保人员安全。

做好灾后抢救工作：抢收留存养殖生物，抢修养殖设施；做好疾病防治防控；加强养殖生产管理。防止被风暴潮破坏的养殖设施对海洋环境造成污染。

8.6.3 船舶碰撞防范措施

(1) 建设单位施工前需向海事部门申请水上作业施工许可证，并向社会发布航行安全通告，应对作业船只进行安全检查，严格按照《海上交通安全法》和《海上避碰章程》的规定航行和作业，防止事故发生，包括对重要机械、装备和有关资质的检查和确认。

(2) 施工船舶限定在批准的水域内进行作业，设置警戒区，工程区域设置醒目的安全标志；施工结束后要向海上交通安全管理部门通报施工船舶的航行情况，与施工及船运单位保持联系，切实加强施工船舶进出施工水域航行的指导。

(3) 建设单位要制订海上突发事件应急预案和防灾、减灾应急措施，一旦出现灾害能得到及时有效的处置，减少灾害损失，提高防灾能力。

(4) 拟建海上工作平台竣工后投入使用前进行以下安全检查：

- ①检查水工建筑及其附属设施是否都达到设计要求；
- ②检查水上、水下施工作业中遗留的碍航物是否清除干净，扫测码头前沿水

下地形图，确保系水区域和海上工作平台前沿停泊水域水深满足船舶安全航行的需要，并作为原始资料提供给相关单位备存；

(5) 成立环境安全管理机构，配专职人员，负责检查和落实各项安全、环保措施。船舶在水域内定点作业、停泊等，均应选择合理的环保措施，以保证不发生船舶污染物污染水域的事故。

(6) 船舶上必须配备和使用救生设备和消防设备，做好船舶维护和管理工
作；后方要配备足够的溢油应急设备和消防器材。

8.6.4 溢油风险事故的防范措施

施工期间和运营期间溢油事故的发生，有很大部分是由于人为因素造成的，这部分事故可通过严格的质量控制和完善的管理给予防范。但是，由于存在着多种不可预见因素，突发性事故是不可避免的。溢油事故一旦发生，将对海洋环境造成严重影响，必须制定相应的事故防范措施、控制措施和应急预案。

(1) 风险事故防范措施

①根据施工区周围的水域布置及安全要求，加强施工面的规划布置，从施工方案设计上避免溢油风险事故的发生。

②选择有相应施工资质、有相关工程经验的施工单位进行现场施工。

③建设单位应加强对施工单位的管理和要求，根据海域船舶动态，合理安排施工船舶的作业面，在有船舶通过时，提前采取避让的措施。

④加强施工人员的业务培训和安全教育，树立良好的风险防范和安全生产意识，避免人为事故，或把人为因素导致的溢油事故的发生概率降至最低程度。

⑤严禁施工单位擅自扩大施工作业安全区，禁止与施工无关的船舶进入事先设定的施工作业区，及时申请发布航行公告。

⑥施工作业船舶和运营期工作船舶在发生紧急事件时，应立即采取必要的措施，同时向海上交管中心报告。

⑦所有施工船舶和运营期工作船舶须按照国际信号管理规定显示信号。

⑧遇到风暴潮、台风、大雾等恶劣天气时，应停止施工作业，提前做好安全防护工作，避免发生船只碰撞、翻船等事故。

(2) 溢油控制措施

目前，国际上采用较多的溢油处理方法主要有物理清除法和化学清除法两

种。物理清除法主要机械设备是围油栏和回收设备，首先是利用围油栏将溢油围在一定的区域内，然后采用回收装置回收溢油；化学清除法则是向浮油喷洒化学药剂—消油剂，使溢油分解消散，一般物理清除法不能使用的情况下使用。

当溢油发生后，应根据溢油量的大小、溢油的扩散方向、气象及海况条件等，迅速围控溢油方向和面积，缩小围圈，用收油船最大限度地回收海上溢油，然后加消油剂进行分散乳化处理，破坏油膜，减轻其对海域的污染。

防止海上溢油扩散常见措施见表 8.6-1 所示。

表 8.6-1 海上溢油防止扩散措施

措施类别	措施内容
围油栅及撇油设备	帘式、围墙式拦油栅
活塞膜化学药剂	化学药剂迅速扩散围住漏油周边，把油推向集油设备
喷洒油聚集剂硫磺	无人机喷洒
药剂反应捕捉	喷洒聚异氰酸酯和聚酰胺，与油产生聚合物，形成胶冻，防止油扩散
空气帘	空气通入穿孔水龙带或管道，组成气泡屏障

8.7 溢油风险事故应急预案

溢油将对海域环境发生严重的污染损害，事故发生后，能否迅速而有效的做出事故应急反应，对于控制污染、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。

本工程应参照相关规定建立相关应急反应部门的应急通讯联络机制，制订本单位对突发污染事故的应急反应对策。本项目突发事故应急预案纲要见表 8.7-1，供制订预案参考。

表 8.7-1 应急预案纲要

序号	项目	内容及要求
1	总则	
2	应急计划区	养殖区及周边海域
3	应急组织	建立本项目的应急反应组织机构，包括建立单位内的应急反应领导小组，落实各级上级主管部门
4	预案分级响应条件	将污染事故分成一般、较大、重大、特大污染事故 一般污染事故自行处理，较大、重大、特大污染事故启动上

序号	项目	内容及要求
		级预案，接受上级应急反应部门的领导
5	报警、通讯联络方式	规定应急状态下的报警通讯方式、通知方式
6	应急救援保障	主要依靠项目配备的应急设施和区域应急设备
7	紧急处置措施	制订应对各种突发情况的一般处置措施与程序
8	事故应急救援关闭程序与恢复措施	规定应急状态终止程序 规定事故现场善后处理，恢复措施 规定邻近区域解除事故警戒及善后恢复措施
9	应急培训计划	制订培训与演练计划
10	公众教育和信息	对邻近地区开展公众教育、培训和发布有关信息
11	附件	应急联络方式，包括本单位应急反应人员、专业应急救援队伍、敏感目标管理单位、上级应急主管部门等的有效联系方式、预案编制与更新等

建议建设单位编制的应急预案应与主管海事和生态环境部门的应急预案进行衔接，列入海事和环保部门联系方式。当污染事故发生时，该公司有关人员应迅速将准确事故信息上报至海事局和生态环境部门，并根据海事和生态环境部门的指示，按照制定好的应急预案开展应急清污行动。当本渔港码头的应急力量不足时，应请求海事和环保部门统一调配周边应急力量，共同完成事故风险控制工作。

1、应急指挥、救援机构职责和分工

成立污染事故应急救援“指挥领导小组”，小组由总指挥、副总指挥、现场指挥、副指挥组成，下设应急救援队伍。当现场发生重大事故时，以指挥领导小组为领导核心，应急救援队伍为救援骨干，全面负责污染救援的组织指挥和救援控制。

应急救援队伍由现场值班主管、现场人员、值班警卫组成。

(1) 指挥领导小组的职责：

- ①负责本单位“预案”的制订、修改；
- ②组建应急救援专业队伍，并组织实施和演练；
- ③检查督促做好重大事故的预防措施和应急救援的各项准备工作。

(2) 指挥部的职责：

①发生事故时和事故处理完毕后，分别由指挥部发布和解除应急救援命令、信号；

②组织指挥救援队伍实施救援行动；

③向上级汇报和邻近单位通报事故情况，必要时向有关部门单位发出救援请求；

④组织事故调查，总结应急救援工作经验教训。

(3) 应急救援队伍的职责：

①现场工作人员都负有事故应急救援的责任；

②应急救援队伍是防泄漏污染应急救援的骨干力量，其任务主要是担负污染事故的现场救援以及尽最大努力防止污染扩散，将污染危害程度在最短时间里控制在最小范围内。

2、应急救援保障

本工程的应急设备应纳入海区的溢油应急防治系统内，作为需要调动区域应急力量的较大、重大、特大污染事故的应急救援保障的组成部分。

3、建立事故应急反应计划和应急反应措施

考虑到溢油对海域环境的严重污染损害，建立快速科学有效的海上污染防治和应急反应体系是非常必要的。事故发生后，能否迅速而有效地做出事故应急反应，对于控制污染、减少污染对生态环境造成的损失以及消除污染等都起着关键性的作用。为了将事故造成的损失降低到最低限度，制订和实施应急计划是唯一的选择。

(1) 应急计划主要内容

①明确组织指挥机构；

②绘制该地区环境资源敏感图，确定重点优先保护区域；

③加强溢出物污染跟踪监测，建立科学的污染预报分析等应急决策支持系统，能够进行事故危害范围和程度的计算机动态模拟、评估与显示；

④了解区域清污设备器材储备，建立清污设备器材储备；

⑤加强清污人员训练；

⑥建立通畅有效的指挥通讯网络。

(2) 事故应急反应措施

本项目事故应急反应措施应在以下几个方面做好工作：

①建立健全的应急反应的组织指挥系统

②应急反应设施、设备的配备：了解区域应急反应设施、设备配备情况，建立畅通的联络通道。

③应急防治队伍及演习

根据本工程的特点，为减少人员及日常开支，除充分利用海事局系统原有应急防治力量外，可考虑充分利用本项目工作人员、消防人员共同参与形成应急防治队伍。对应急救援及清污队伍作定期强化培训和演练的计划，加强了解应急防治操作规程，掌握应急防治设备器材的操作使用，一旦发生应急事故，防治队伍能迅速投入防治活动，从而增强应付突发性溢油及化学品事故的处置能力。

④应急通讯联络

为确保本养殖区船舶突发性溢油污染事故的报告、报警和通报，以及应急反应各种信息能及时、准确、可靠的传输，必须建立通畅有效、快速灵敏的报警系统和指挥通讯网络，包括与海事局应急反应指挥系统、周围附近码头的联络，因为往往在应急反应过程中，能否及时对事故进行通报是决定整个反应过程和消除污染效果成败的关键。

⑤应急监视监测

事故的应急监视系统是通过监视手段，及时发现船舶溢油事故，迅速确定船舶事故发生的位置、性质、规模等，为应急反应对策措施及方案的选定提供依据。船舶监视和岸边、堆场监视费用相对较低。

此外针对工程特点，施工期和运营期除了海事局进行日常监视，还要充分依靠群众举报，及时发现事故险情。

当发生事故时，需启动应急监测方案，具体见表 8.7-2。

表 8.7-2 应急监测计划

环境要素	监测项目	监测站位	监测频次
水质	pH、COD、DO、石油类或事故排放的其他物质	在事故发生点周围设 4 个站位	每 4 小时采样一次直至达标
海洋生态	浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵仔鱼、游泳生物	在事故发生点周围设 4 个站位	事故清除后

(3) 污染事故控制现场操作预案

污染事故控制现场围控操作预案见图 8.7-1。

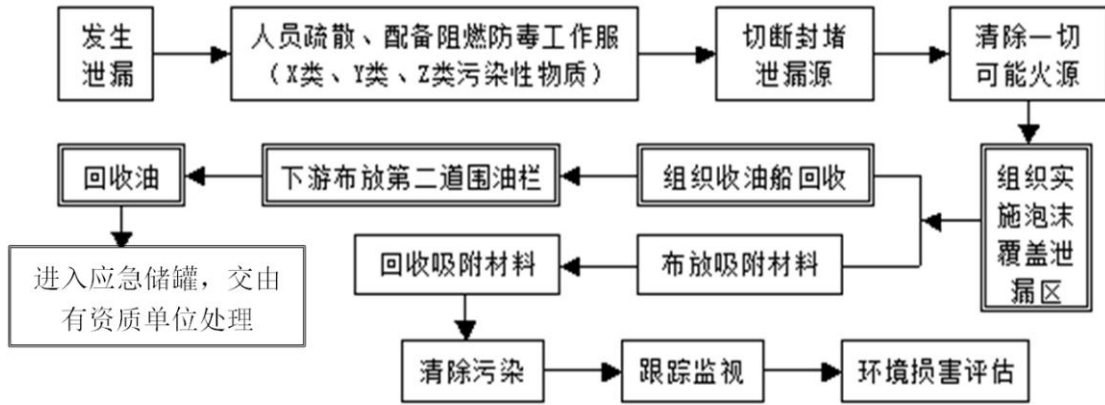


图 8.7-1 污染事故控制现场围控操作预案

(4) 事故后的污染清除、生态风险控制及恢复措施

① 污染评估

在进行溢油泄漏应急事故的生态风险防控与污染清除工作之前，首先对事故作出以下评估：

可能受到威胁的岛礁、海滩、岸线和渔业资源等环境敏感区和易受损资源以及需要保护的优先次序；

本地区应急反应的人力、设备、器材是否能满足应急反应的需要。

② 应急反应行动

根据对应急事故的评估，应急指挥部应立即作出事故防控的应急对策。

指挥机构在接到报警后，根据初步情况，对外通报、联系支援；

采取措施防止可能引发的火灾、爆炸事故，如果船舶发生了溢油事故，根据溢出位置和原因，采取堵漏、拖浅等措施控制泄漏；派遣船艇对溢出物周围海域实行警戒或交通管制，监视溢出物的扩散。

对可能受到污染威胁的高生态风险的环境敏感区和易受损资源采取优先保护措施，如在事故点周围、下风、下流向铺设围油栏，阻止溢出物扩散和向敏感点转移；如事故点控制无效，应在到达敏感目标前，在保护区的外围，再设第二套防护的围油栏，防止第一套围油栏未围住的泄漏物进入保护区。

对溢油事故水域和周围水域、沿岸进行监测，对危险品泄漏区域进行监测；

根据溢出物的性质和规模，迅速调动应急防治队伍、应急防治设备、器材等以及必要的后勤支援；

组织协调海事、救捞、生态环境、海洋、水产、军队、公安、消防、气象、医疗等部门投入应急活动；

根据溢出物的类型、规模、溢出物的种类、溢出物扩散的方向、周围海域、大气的环境，指定具体的应急清除作业方案。

③污染清除及恢复措施

溢油事故清除作业是应急反应的直接现场作业，在现场指挥部的统一指挥下，组织调动人力物力，投入清除作业。清除作业包括溢出物的围控、回收、分散、固化、沉降、焚烧和生物降解等处理方法。清除设备器材主要有围油栏、围油栏铺设船、浮油回收船、撇油器、油拖网、吸油材料、溢油分散剂及其喷洒装置、固化剂、浮动油囊、油驳、铲车高压冲洗机等。

对于海上污染，通常采用机械围栏和回收、喷洒化学分散剂和现场焚烧为主要清除技术，吸附及其他处理技术为辅助清除技术。

对于岸线污染，主要采用人工清除、吸附回收和机械清除等物理清除方法，可采取收刮、高压水清洗，岸域沙土中污染渗入严重时应采用换土换沙等方法，以恢复砂质岸线的清洁和自然生态的美观。

(5) 制定区域溢油应急联动机制

因故发生较大规模泄漏事故时，或无法布设围油栏或布设无效时，必须启动区域溢油应急计划，依靠区域协调和外部社会援助才有可能减小损失。需及时通知可能受污染地区政府，根据区域应急计划向这些地区调集防范物资和装备。同时要充分调动水面和空中手段对浮油进行化学分散处理。

无法用一道围油栏实施溢油围控或围油栏失效时，宜布设两道或多道围油栏，逐渐减小围油栏失效影响。同时配合吸油拖缆和各种吸附材料，尽力回收浮油。此时必须有足够外援船舶和专用物资支持才可能控制事故。

如因天气、海况等因素，当无法布设设施或现场布设无效时，船舶和人员海上作业难度也非常巨大，此时海洋对溢油的扩散方向和形式很难预测，可能需要空中手段协助监视扩散状况。此时应把防护和救助重点放在按保护优先次序的敏感部位，尽力减小污染带来的损失。同时配合分散剂、聚油剂或凝油剂，使溢油分散、聚集或凝结，便于进一步处理，防止事态失控。

事故应急程序见图 8.7-2，事故应急反应工作流程见图 8.7-3。

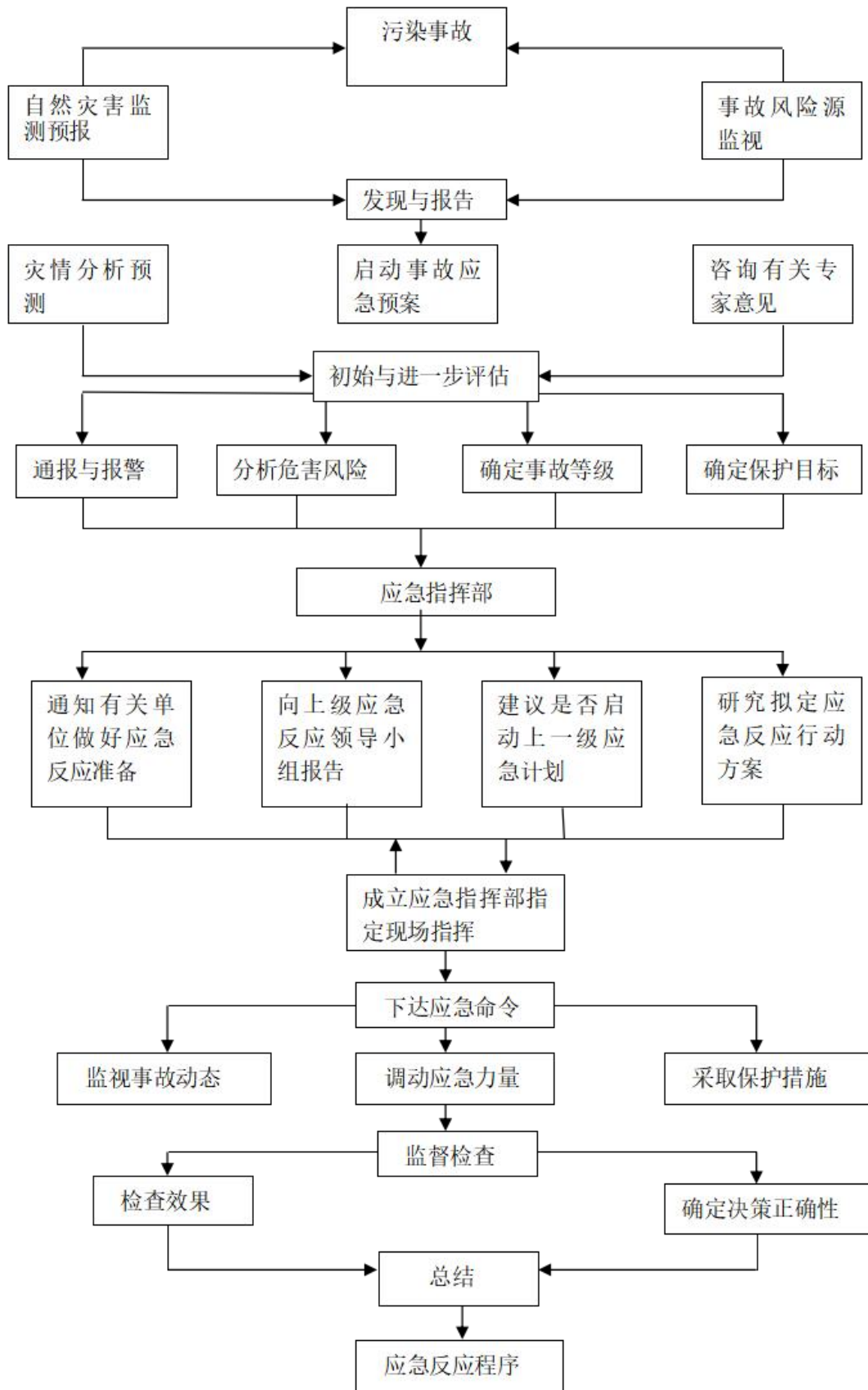


图 8.7-2 事故应急程序图

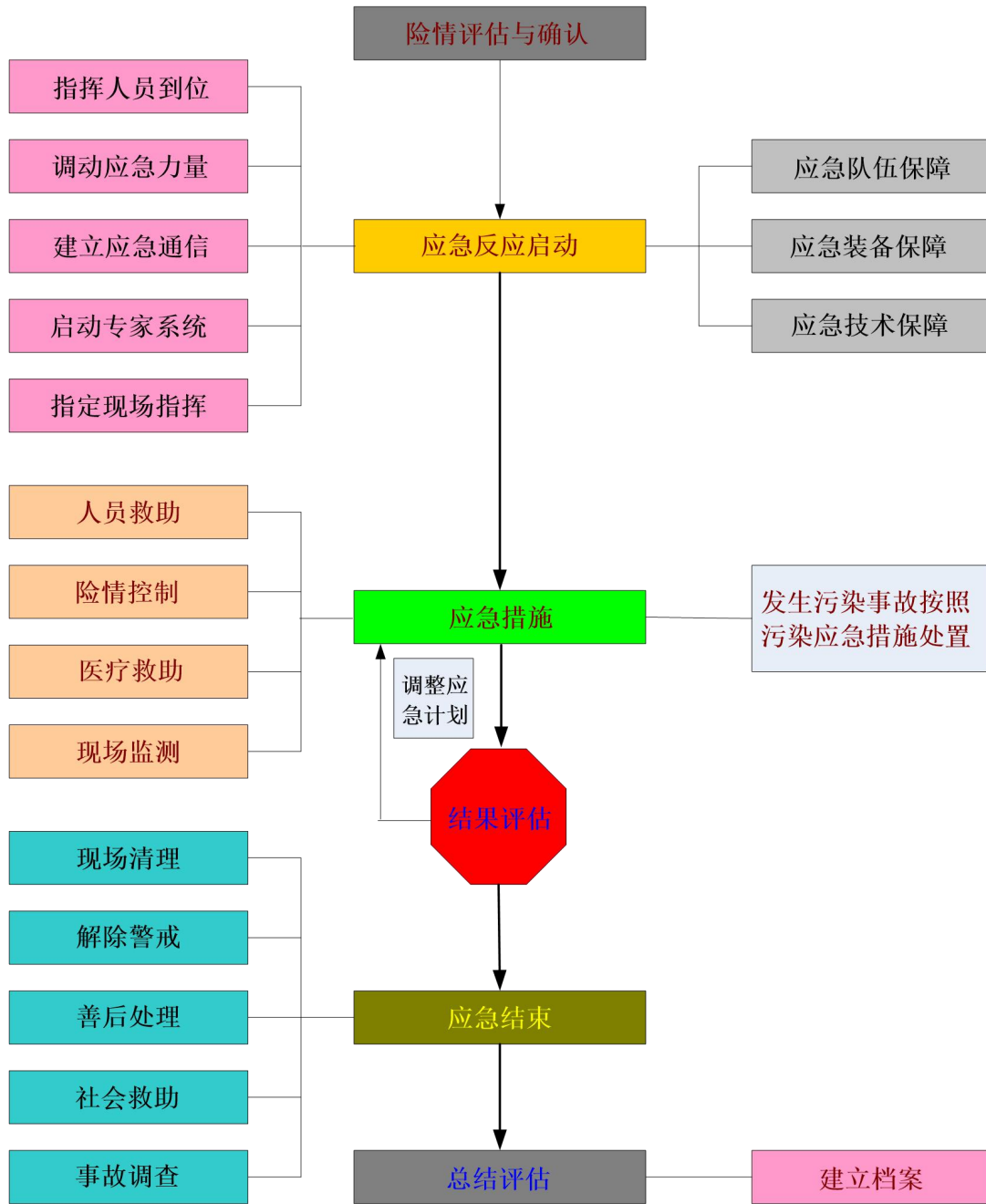


图 8.7-3 应急响应工作流程图

8.8 小结

本项目为开放式养殖项目，根据项目现场调查及工程特性分析，项目不属于高风险行业，不涉及高风险工艺和物品，不构成重大风险源，根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T169-2018），风险评价工作等级为简单分析。

本项目用海的风险主要来自两个方面。一方面是由于自然灾害对海域使用项目造成的危害，发生于运营期居多。另一方面是用海项目自身引起的突发或缓发

事件导致对海域资源、环境造成的危害，发生于施工期和运营期。为了有效防控环境风险，将风险影响程度降至最低，建设单位应严格采取各项风险防范措施，并制定突发环境事件应急预案。

9 环保措施及经济技术可行分析

9.1 海洋生态环境保护措施、生态补偿及可行性分析

9.1.1 海洋生态环境保护措施

1、施工期

(1) 海上施工应避开底栖生物的繁殖期(3~5月)、鱼类的产卵期、浮游动物的快速生长期及鱼卵、仔鱼、幼鱼的高密度季节进行作业。同时,应对整个施工进行合理规划,尽量缩短工期,以减轻海上施工可能带来的水生生态环境影响。

(2) 施工单位在施工前期应充分做好生态环境保护的宣传教育工作,组织施工人员学习有关法律法规,增强施工人员对海洋珍稀动物保护的意识;对可识别的大规模生物种群尤其是中华白海豚种群,施工船舶应予以避让。

(3) 施工过程中须密切注意施工区及其周边海域的水质变化。如发现因施工引起水质变化而对周围海域海洋生物产生不良影响,则应立即采取措施,必要时可短暂停工。

(4) 加强施工期、营运期废水和固体废物的监管力度,防止废水和固体废物直接排入海,从而对海洋生态环境产生影响。

(5) 合理规划施工工期,在满足施工质量要求的前提下,尽量缩短施工时间。

(6) 严格控制工程方的施工区域和用海范围,在划定的施工作业海域范围,禁止非施工船舶驶入,避免任意扩大施工范围,以减小施工作业对底栖生物、鱼类、游泳生物的影响范围。

(7) 施工船舶应按照规定航线行驶,如发现中华白海豚在船舶500m范围内出没,应尽量减速慢行或采取避让措施,直至中华白海豚游离至安全区域。水上施工作业船舶可配备中华白海豚兼职观察员,同时安排船舶负责中华白海豚现场保护观察和应急救援工作,每天施工作业时进行巡查,作业过程中不间断巡查本标段作业区及附近中华白海豚的活动情况,发现有中华白海豚活动时,通知项目部所属航行船舶采用减速航行、绕行等多种措施,减小对中华白海豚的影响。

施工船舶进入作业区域作业前，中华白海豚观察员可在船上视野开阔无遮挡处瞭望海面，检查附近水域有无中华白海豚活动迹象。施工作业过程中，观察员可对中华白海豚进行实时的监视性观测。

(8) 委托具有相应监测能力的环境监测单位对项目区及其周围海域进行海洋生态环境的跟踪监测，针对跟踪监测发现的具体环境问题，及时反馈给施工单位，施工单位应根据跟踪监测结果及时调整和优化施工作业安排和生态保护措施。此外，施工过程中也须密切注意施工区及其周边海域的水质变化，如发现因施工引起水质明显变化而对周围海域海洋生物产生明显不良影响，应立即停工并检查、调整相应的污染防治设施。

2、营运期

(1) 营运期工作人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理。

(2) 营运期工作船舶含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。

(3) 工作人员生活垃圾集中分类收集后，集中收集上岸，交由环卫部门进行收集处置；废弃养殖材料收集后，外售给废品收购站，严禁直接丢弃进入海域；敌害生物必须清理后运回陆地消杀，再采用填埋法处理。

(4) 养殖规模、养殖强度控制在海区的环境容量承载力范围内；

(5) 对项目附近的海洋生态环境和海洋生物资源进行跟踪监测，掌握海洋生态环境的发展变化趋势，及时采取调控措施。

9.1.2 生态补偿措施

本项目的建设将对海洋生物造成一定程度的影响，建设单位应予以一定的生态补偿。

本项目建设对海洋生物资源造成的直接损失量仅为 2.70kg，根据估算，本项目施工期海洋生态损失补偿总额估算为 0.11 万元。

本项目吊养养殖安装和警示浮标锚块投放过程，以施工、运营阶段的吊养养殖锚固木桩、警示浮标锚块占用一定面积的底栖生境，且木桩施工和锚块投放产生的悬浮物影响也会减弱浮游植物光合作用能力，在一定程度上影响水域的初级生产能力，并导致海域中浮游动物数量的减少，以及造成渔业资源的损失。但由

于本项目涉水工程量小，施工时间短，项目的建设对所在海域的海洋生态环境产生的影响较小。但为了缓解和减轻工程对所在海洋生态环境水生生物的不利影响，项目应避免超范围施工，同时在满足项目施工质量要求前提下，尽量缩短项目施工时间等。

9.2 水污染防治环境保护措施

9.2.1 施工期水污染防治措施

(1) 船舶施工人员生活污水：施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理。

(2) 施工期含油污水：本项目含油废水主要有施工船舶机舱含油废水，含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。

施工期采取的水污染防治措施均是常规的环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行，其处理处置是合理可行的。

(3) 施工产生的悬浮泥沙降低措施

A) 合理制定施工计划，尽量缩短工期，减少吊养养殖固定系统施工产生的悬浮物对水质的影响。项目施工必须避开繁殖期和幼鱼、幼虾生长期等生长繁育关键阶段，因此需做好施工时间安排。

B) 应采用先进的施工工艺和设备，合理安排施工顺序和进度，选择中、小潮、海况好的时间，文明施工，以减小底泥扰动的影响范围。

C) 建立严格的施工操作制度，开工前应对施工设备，做好施工设备的日常维修检查工作。

D) 提高防患意识，密切关注天气预报，在恶劣天气条件下应提前做好施工安全防护工作或停止施工作业。

9.2.2 运营期水污染防治措施

(1) 生活污水

工作人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理。

(2) 船舶污水

本项目营运期运输船、工作船含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。

营运期采取的水污染防治措施均是常规的环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行，其处理处置是合理可行的。

9.3 大气污染防治措施

9.3.1 施工期大气污染防治措施

本项目施工期对大气环境影响主要体现在施工扬尘和车船废气。

(1) 后方施工场地和主要交通道路经常洒水抑尘，减少运输过程中扬尘的产生。

(2) 汽车运输严格控制行车速度，控制行车过程中粉尘的产生。

(3) 对入场施工机械进行管理，检查合格的机器才可进场作业，尽量减少施工机器包括车船产生的燃油废气。

(4) 施工船舶、施工机械和运输车辆的燃气废气，属自然排放。要加强管理，采用符合标准的燃料。

(5) 生活垃圾、施工垃圾应及时清运，以减少臭气和扬尘排放。

本项目施工期采取的大气环境保护措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

9.3.2 运营期大气污染防治措施

项目大气污染源主要为运输船、工作船运输过程排放的少量船舶尾气。

选用污染物排放量少的环保型高效运输船、工作船运输，同时做好相关保养工作，使其保持正常运行，减少污染物的排放。运输船、工作船舶动力燃料应使用硫含量不大于 0.5% 的船用燃油。

9.4 噪声污染防治措施

9.4.1 施工期降噪措施

本项目施工噪声主要污染环节是施工作业机械的机械噪声和施工船舶、运输车辆的交通噪声。拟采取的环保措施和建议如下：

(1) 优先选取低噪声、低振动的施工机械和运输车辆，对于高噪声设备使用消声器，消声管、减震部件等方法降低噪声。

(2) 改进施工工艺和方法，防止产生高噪声、高振动。

(3) 闲置的设备应予以关闭或减速。

(4) 做好施工机械和运输车辆的调度和交通疏导工作，严格控制车、船鸣笛，降低交通噪声。

(5) 在作业过程中加强对各种机械的管理、维护和保养，使施工机械保持良好的运行状态，减少因机械磨损而增加的噪声。

(6) 施工单位应合理安排施工计划和施工机械设备组合以及施工时间，尽量减少同时运行动力机械设备的数量，尽可能使动力机械设备均匀地使用，并避免在同一时间使用大量高噪音设备。

(7) 加强施工船舶的管理，尽量避免鸣笛。

施工期采取的噪声环境保护措施均是常规环保措施，在国内外类似工程中应用广泛，在经济、技术等方面可行。

9.4.2 运营期降噪措施

项目运营期噪声源主要来自于运输船、工作船行驶，拟采取以下污染防治措施：

(1) 加强运输船、工作船的维护与保养，避免因不良运行产生的噪声。

(2) 运输船、工作船安装有效的消声器，靠泊码头时，禁止使用高音喇叭，不得乱鸣。

9.5 固体废物污染防治措施

9.5.1 施工期固体废物污染防治措施

施工期产生的固体废物主要由施工人员产生的生活垃圾和废弃养殖材料。船舶生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸后，交由环卫部门接收处理。废弃养殖材料，能回收的回收利用，不能回收的外售给废品收购站不在海域丢弃。

经采取措施后，本项目施工期产生的固体废物均能得到有效处理处置，不会对周边环境产生二次污染影响，具有合理可行性。

9.5.2 运营期固体废物污染防治措施

根据工程分析，运营期间的固体废弃物污染源主要为生活垃圾、废弃养殖材料以及敌害生物。建议采取以下措施降低污染物对海洋环境的影响。

(1) 在工作船舶上的工作人员产生的生活垃圾集中收集上岸，打包后交由环卫部门处置。

(2) 废弃养殖材料拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃。

(3) 养殖网笼上的敌害生物清理后运回保障基地消杀，再采用填埋法处理。

9.6 建设项目的环境保护设施和对策措施一览表

9.6.1 施工期环保设施和对策措施一览表

根据工程施工方案，施工期影响海洋环境的污染物主要是施工船舶上施工人员产生的生活污水和垃圾、船舶含油污水和废弃养殖材料、吊养养殖桩基固定、警示浮标锚块投放产生的悬浮泥沙。提出污染防治对策措施见表 9.6.1-1。

表 9.6.1-1 施工期环境保护设施和对策措施一览表

序号	环境保护 对策措施	具体内容	规模及 数量	预测效果	实施地点	责任主体及 运行机制
一、污水 处理	生活污水	由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行	每艘施工船舶自备的临时污水储存柜 1 个	经有能力单位处理，禁止对外直接排放	整个施工 过程	施工单位

		处理。				
	船舶含油污水处理	含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，交由资质单位进一步进行处理。	含油污水收集舱 1 个	严格进行收集，交由有资质的单位处理	整个施工过程	施工单位
	施工产生的悬浮泥沙处理	合理制定施工计划，尽量缩短工期、控制施工范围、采用先进的施工工艺和设备，做好施工设备的日常维修检查工作，在恶劣天气条件下应提前做好施工安全防护工作或停止施工作业。	日常检查和维护	将悬沙影响控制在工程施工区域一定范围内	整个施工过程	施工单位
二、固体废物处理	生活垃圾	船舶生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸，交由环卫部门接收处理。	每艘施工船舶自备垃圾收集桶 2 个	集中收集上岸后，交由环卫部门接收处理	整个施工过程	施工单位
	废弃养殖材料	能回收的回收利用，不能回收的外售给废品收购站	--	回收利用或外售给废品收购站	整个施工过程	施工单位
三、生态保护措施	合理规划施工期	施工期选择海流平静的潮期，避开海洋生物的产卵期和繁殖期	--	减少海洋生物损失	工程附近海域	建设单位
	保护中华白海豚、海龟等	施工前先观察是否有中华白海豚活动，待白海豚离开再进行施工；严禁超过申请用海范围施工，控制悬浮泥沙扩散对海龟的影响，	--	减轻对白海豚、海龟的影响	工程附近海域	建设单位

9.6.2 营运期环保设施和对策措施一览表

本项目营运期产生的污染物主要为牡蛎生长过程中产生的分泌排泄物、工作人员产生的生活污水、生活垃圾和工作船舶含油污水、废弃养殖材料和敌害生物等，营运期污染防治对策措施见表 9.6.2-2。

表 9.6.2-2 营运期环境保护设施和对策措施一览表

序号	环境保护对策措施	具体内容	预期效果	实施地点及投入使用时间	责任主体及运行机制
一、污水处理	生活污水	由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理。	经有能力单位处理，禁止对外直接排放	整个项目所在地，整个运营期	建设单位负责落实和管理
	船舶含油污水	经船舶含油污水收集舱集中收集	交有资质的船舶接收处理		
	吊养养殖污染物	牡蛎生长过程中产生的分泌排泄物，被海洋中藻类、鱼类、贝类吸收利用，进行科学的养殖，严格控制养殖密度	减轻对附近海域环境的影响		
二、固废	生活垃圾处理	工作船配备垃圾收集桶集中收集	由工作船运输上岸，交由环卫部门接收处理		
	废弃养殖材料	拆除更换	拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站		
	敌害生物	收集暂存在密闭的容器内	必须运回陆地消杀，再采用填埋法处理		
三、生态保护措施	生态补偿	补偿金专款用于海洋渔业资源与生态环境的恢复。主要生态补偿主要为：资源增殖放流。	补偿金专款专用，不得挪作其他用途	工程附近海域，由行政主管部门统一安排	建设单位

9.7 清洁生产和总量控制

9.7.1 清洁生产

9.7.1.1 清洁生产内容

根据清洁生产的原理，项目应坚持实行污染防治和生态保护并重的指导方针，文明施工与作业，合理选择污染小的工艺，即运用先进技术、工艺和设备，减少污染物的排放，降低排放浓度，从源头上控制污染物的产生，同时加大生态建设和环保治理投入，确保生态环保设施建设与主体工程同时设计、施工和使用。本章拟从项目施工期和营运期两个时期考虑其是否符合清洁生产的原则和要求。

9.7.1.2 施工期清洁生产分析

本项目主要施工内容为吊养养殖设施安装，清洁生产主要体现在工程施工工艺、施工机械和建设材料的选择等方面。

(1) 施工工艺

吊养养殖施工选择中、小潮、海况好的时间施工；吊养养殖固定系统施工，产生的悬浮物源强较小，减少施工期悬浮泥沙扩散。项目施工期间产生的各类污染源应得到有效控制，如施工期船舶含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理；施工人员的生活垃圾经收集打包交由环卫部门接收后，最终送城市垃圾处理厂处理。产生少量的废弃养殖材料，能回收的回收利用，不能回收的外售给废品收购站，不在海域丢弃。项目施工工艺符合清洁生产要求。

(2) 施工设备

本项目所用的施工设备主要为工作船（100t）1艘、指挥船1艘、吊船（80t）1艘、运输船（200t）2艘等，为减少施工期机械设备对环境的影响，建议施工部门应采用先进的低噪声低污染机械设备，各种施工机械和设备选用清洁能源电力或柴油，在机械设备选型时，尽可能选用耗油量低的产品，从而减少柴油机的污染排放，尽量使用低硫分的燃油，以减少SO₂的排放。项目施工设备符合清洁

生产要求。

(3) 施工污染物的处理

①船舶施工人员生活污水：施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理。

②本项目含油废水主要有施工船舶机舱含油废水，含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，施工船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。

③通过采取洒水、清洗车辆、保养运输车辆等措施控制施工期的大气环境污染，主要是控制施工扬尘和运输车辆尾气的排放。

④船舶生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸后，交由环卫部门接收后，最终送城市垃圾处理厂处理。

⑤吊养养殖设施安装过程会产生少量的废弃养殖材料，能回收的回收利用，不能回收的外售给废品收购站，不在海域丢弃。

总体来看，项目拟采用的施工工艺和设备符合项目实际情况要求，有利于在施工过程中减少污染物排放，能满足清洁生产要求。因此，项目施工期具有较高的清洁生产水平。

9.7.1.3 营运期清洁生产分析

循环经济是一种以资源的高效利用和循环利用为核心，以减量化、再利用、资源化为原则，以低消耗、低排放、高效率为特征，符合持续发展理论的经济增长模式。清洁生产是循环经济的基石，循环经济是清洁生产的扩展。

本项目为吊养养殖，从项目特点出发，主要清洁生产措施如下：

(1) 营运期运输船、工作船只应采用合格油品，降低船舶航行过程污染物产生。

(2) 制定合理作业规章，对管理和作业人员进行专业节能培训教育。

(3) 营运期生活污水、生活垃圾、废弃养殖材料、敌害生物等污染物不随便向海域排放，含油污水必须交由有能力的单位接收处理。

9.7.1.4 清洁生产建议

实践证明，优秀的管理体系对于减少能耗、物耗及污染物排放是大有裨益的。

本评价建议建设单位制订相应的管理规章制度、安全生产指引、职业培训等，实行岗位责任制，并加强质量管理和环保管理水平，减少污染排放，达到清洁生产的目的。

(1) 严格控制操作条件，按操作规程操作，加强岗位责任制。建立清洁生产组织机构，明确职责，确保清洁生产工作的落实；

(2) 为使清洁生产工作得到落实，应加强管理，建立清洁生产管理体系，制定相应的规章制度，及时发现问题、解决问题，最大限度地做好清洁生产工作。

9.7.2 总量控制

9.7.2.1 总量控制的目的是和原则

建设项目的总量控制应以区域总量不突破为目的，通过对项目污染物排放总量及控制途径分析，最大限度地减少各类污染物进入环境，以确保该区域及相关区域的环境质量目标能得到实现，达到项目建设的经济效益、环境效益和社会效益的三统一和该区域经济的可持续发展。

9.7.2.2 总量控制

广东省的总量控制指标包括二氧化硫、氮氧化物、化学需氧量、氨氮、挥发性有机物、沿海城市总氮和重点行业的重点重金属。

本项目营运期大气污染物主要为船舶尾气，主要污染因子为 SO_2 、 NO_x 和烟尘等，产生量较少且不连续，因此，不设置大气总量控制指标。

本工程营运期船舶含油污水由有资质的单位接收处理，工作人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理，不再申请总量控制指标。

10 环保政策及规划相符性分析

10.1 产业政策符合性分析

本项目为陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目，属于《产业结构调整指导目录（2023 年本，征求意见稿）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会 2023 年 7 月）中第一类鼓励类中的“一、农林牧渔业—14、海洋牧场”，项目均为吊养养殖，本项目主要是为进一步拓展陆丰市海洋养殖产业，推动陆丰海洋养殖产业转型升级发展。因此，本项目建设符合国家产业政策要求。

根据《市场准入负面清单》（2022 年版），与市场准入相关的禁止性规定的禁止措施：禁止在海洋生态红线区内实施围填海、采挖海砂、新增入海陆源工业直排口，以及其他可能对典型生态系统产生不利影响的开发利用活动。严格控制海洋生态红线区内河流入海污染物排放，控制渔业养殖规模。本项目不占用生态红线区，项目建设内容为采用延绳式吊笼养殖方式养殖牡蛎，不涉及围填海、采挖海砂、不新增入海陆源工业直排口。由于本项目养殖规模比较小，项目施工产生的悬浮泥沙也比较少，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沉降，施工结束后可以很快恢复至本底值。本项目牡蛎养殖不需要投喂饲料，以海洋微生物为饵料，对项目养殖海域的水环境起到净化作用，牡蛎养殖对海洋水环境的影响是正向影响。综上，项目不属于与市场准入相关的禁止性规定。

表 10.1-1 与市场准入相关的禁止类规定（节选）

禁止措施	设立依据	管理部门
禁止在海洋生态红线区内实施围填海、采挖海砂、新增入海陆源工业直排口，以及其他可能对典型生态系统产生不利影响的开发利用活动。严格控制海洋生态红线区内河流入海污染物排放，控制渔业养殖规模	《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》（中发[2015]12号）	生态环境部、自然资源部

本项目选址于陆丰市碣石镇西侧 4.5 公里碣石湾海域，为开放式养殖用海项目，不属于《市场准入负面清单（2022 年版）》限值准入和禁止类项目，为允许准入类项目，符合规定要求。

10.2 海域相关规划相符性分析

10.2.1 与《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》符合性分析

10.2.1.1 项目所在海域及周边海域海洋功能区划

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目渔业用海所在的海洋功能区为碣石湾农渔业区和珠海-潮州近海农渔业区。周边海域海洋功能区有：碣石湾西部工业与城镇用海区、施公寮港口航运区、遮浪海洋保护区、金厢旅游休闲娱乐区和田尾山工业与城镇用海区。项目周边各功能区的分布详见图 10.2.1-1 及表 10.2.1-1，广东省海洋功能区登记表见表 10.2.1-2。

表 10.2.1-1 项目周围海域海洋功能区分布状况（广东省）

编号	海洋功能区名称	与本项目的方位关系及最短距离	功能区
1	碣石湾农渔业区	项目所在	农渔业区
2	珠海-潮州近海农渔业区	项目所在	农渔业区
3	碣石湾西部工业与城镇用海区	西侧约 13.62km	工业与城镇用海区
4	施公寮港口航运区	西南侧约 16.06km	港口航运区
5	遮浪海洋保护区	西南侧约 19.90km	海洋保护区
6	金厢旅游休闲娱乐区	北侧约 3.14km	旅游休闲娱乐区
7	田尾山工业与城镇用海区	东侧约 0.45km	工业与城镇用海区

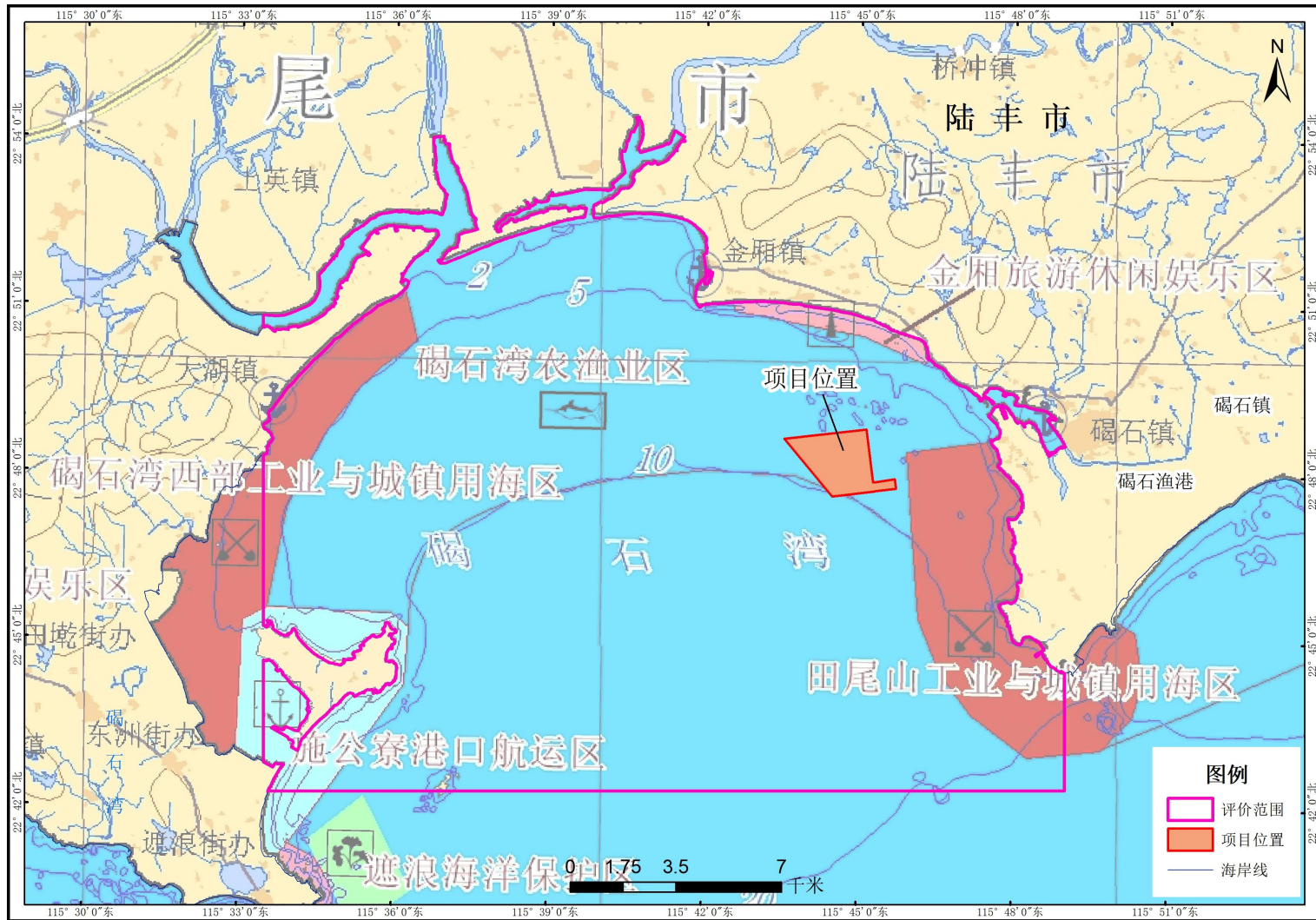


图 10.2.1-1 项目所在海域及周边海域海洋功能区分布示意图 (广东省)

表 10.2.1-2 项目周边海洋功能区登记表 (广东省)

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积 (公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
127	A1-16	碣石湾农渔业区	汕尾市	东至:115°49'00" 西至:115°31'21" 南至:22°45'11" 北至:22°54'24"	农渔业区	17434 91757	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2. 保障金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海需求; 3. 保留海马洲旅游区、乌坎港区、金厢港区的用海; 4. 经过严格论证,保障核电等工业发展的用海需求; 5. 严格控制螺河河口海域、乌坎港、碣石渔港的围填海; 6. 合理控制养殖规模和密度; 7. 维护河口海域防洪纳潮功能,维持航道畅通。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护碣石湾生态环境; 2. 保护鲍、海马等重要渔业品种; 3. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化,防止外来物种入侵; 4. 加强渔港环境污染治理,生产废水、生活污水须达标排海; 5. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
128	A5-29	金厢旅游休闲娱乐区	汕尾市	东至:115°46'23" 西至:115°42'33" 南至:22°49'58" 北至:22°51'06"	旅游休闲娱乐区	411 7277	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为旅游娱乐用海; 2. 保障碣石渔港、人工鱼礁用海需求; 3. 禁止在沙滩上建设永久性构筑物,保护砂质海岸; 4. 依据生态环境的承载力,合理控制旅游开发强度。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保护近岸海域生态环境; 2. 生产废水、生活污水须达标排海; 3. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
129	A3-26	田尾山工业与城镇用海区	汕尾市	东至:115°50'30" 西至:115°45'56" 南至:22°42'55" 北至:22°48'35"	工业与城镇用海区	4183 15382	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 2. 保障核电用海需求, 在基本功能未利用前, 保留浅海增殖养殖等渔业用海; 3. 适当保障港口航运用海需求; 4. 围填海须严格论证, 优化围填海平面布局, 节约集约利用海域资源; 5. 工程建设及营运期间采取有效措施降低对周边功能区的影响; 6. 加强对围填海、温排水的动态监测和监管。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加强海洋环境监测, 建立完善的应急体系; 2. 基本功能未利用前, 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准; 3. 工程建设期间及建设完成后, 执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
126	A3-25	碣石湾西部工业与城镇用海区	汕尾市	东至:115°36'25" 西至:115°31'17" 南至:22°42'51" 北至:22°51'15"	工业与城镇用海区	3445 24141	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为造地工程用海、工业用海; 2. 保障大湖渔港用海需求,在基本功能未利用前,保留白沙湾增养殖等渔业用海; 3. 适当保障港口航运用海需求; 4. 保护海铺圩-角仔砂质海岸、基岩海岸; 5. 围填海须严格论证,优化围填海平面布局,节约集约利用海域资源; 6. 加强对围填海的动态监测和监管。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 严格控制养殖自身污染和水体富营养化,防止外来物种入侵; 2. 基本功能未利用前,执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准; 3. 工程建设期间及建设完成后,执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
125	A2-25	施公寮港口航运区	汕尾市	东至:115°36'16" 西至:115°32'55" 南至:22°41'04" 北至:22°45'31"	港口航运区	2207 5693	<ol style="list-style-type: none"> 1. 相适宜的海域使用类型为交通运输用海; 2. 适当保障临海能源工业用海; 3. 维持航道畅通, 维护海上交通安全; 4. 在施公寮半岛东部、北部海域基本功能未利用前, 保留浅海增养殖等渔业用海及部分旅游娱乐用海; 5. 保护基岩海岸及施公寮半岛北部砂质海岸; 6. 围填海须严格论证, 优化围填海平面布局, 节约集约利用海域资源; 7. 工程建设及营运期间采取有效措施降低对汕尾市遮浪角东人工鱼礁海洋生态市级自然保护区的影响; 8. 加强用海动态监测和监管。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加强港区环境污染治理, 生产废水、生活污水须达标排海; 2. 执行海水水质三类标准、海洋沉积物质量二类标准和海洋生物质量二类标准。

序号	代码	功能区名称	地区	地理范围 (东经、北纬)	功能区类型	面积(公顷) 岸段长度 (米)	管理要求	
							海域使用管理	海洋环境保护
220	B1-2	珠海-潮州近海农渔业区	珠海市、深圳市、惠州市、汕尾市、揭阳市、汕头市、潮州市	东至:117°31'36" 西至:114°26'02" 南至:21°49'34" 北至:23°35'10"	农渔业区	1272845	1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海; 2. 禁止炸岛等破坏性活动; 3. 40米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度,维持渔业生产秩序; 4. 经过严格论证,保障交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求; 5. 优先保障军事用海需求。	1. 保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道; 2. 执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。
229	B6-31	遮浪海洋保护区	汕尾市	东至:115°36'19" 西至:115°34'18" 南至:22°39'42" 北至:22°42'10"	海洋保护区	819	1. 相适宜的海域使用类型为特殊用海; 2. 严格按照国家关于海洋环境保护以及自然保护区管理的法律、法规和标准进行管理。	1. 保护人工鱼礁礁体及海域生态环境; 2. 加强保护区海洋生态环境监测; 3. 执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。

10.2.1.2 项目用海对周边海洋功能区的影响分析

项目所在海洋功能区为《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》中的碣石湾农渔业区，本项目用海方式为开放式养殖用海，没有改变周围海域的自然属性，项目建设不涉及围填海；在项目施工过程中，会产生少量悬浮物对周围海水水质产生一定影响，施工悬浮物扩散范围主要集中在项目养殖区内，其它海洋功能区距离较远，基本上不会产生影响，通过采取积极有效的水污染防治措施降低悬浮物、加强环境监督管理，工程施工期不会对周围生态环境造成不利影响。项目吊养养殖为生态化养殖，项目养殖规模较小，通过控制养殖密度，应用科学的养殖方法，此外项目所在海域开阔，水质扩散和净化能力强，对周边水质和沉积物等环境的影响较小，因此，项目的建设不会对周边海洋功能区产生大的负面影响。

本项目在施工和营运的过程中不会对周围的海洋功能区产生较大的影响。项目建设和营运需高度重视通航安全问题，防止溢油等风险事故发生，以保护相邻功能区的环境安全。项目建设和营运必须按照《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2011年）有关的要求，加强管理，维护海洋功能区的正常运行。

10.2.1.3 项目与海洋功能区划符合性分析

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目所在的碣石湾农渔业区和珠海-潮州近海农渔业区。

（1）项目与碣石湾农渔区的相符性分析

海域使用管理符合性分析：本项目用海方式为开放式养殖用海，项目用海类型为渔业用海，符合碣石湾农渔业区用海类型的要求；项目用海位于陆丰市碣石镇西侧碣石湾海域，不占用金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海，不影响金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海需求；项目养殖区不占用海马洲旅游区、乌坎港区、金厢港区的用海；项目用海面积已经过了严格的论证，不影响核电等工业发展的用海需求；项目为开放式养殖用海，不涉及围填海；项目苗种放养密度以5000株/公顷，项目养殖密度2350kg/公顷，合理控制养殖规模和密度；项目养殖区不位于河口海域，不影响河口海域防洪纳潮功能，项目不占用航道，且在养殖区的边界节点分别设置6座警示浮标，因此，项目的建设符合《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年）中关于碣石湾农渔业区的海域使用管理要求。

海洋环境保护符合性分析：项目养殖期间不进行饵料和药物的投放，依靠天然环境条件养殖，在施工期间仅产生少量悬浮泥沙对海洋水质环境产生一定影响，在停止施工后数小时可恢复原来水平，营运期间，本项目牡蛎养殖不需要投喂饲料，以海洋微生物为饵料，对项目养殖海域的水环境起到净化作用，牡蛎养殖对海洋水环境的影响是正向影响。另外，项目施工及运营产生的生活污水、含油污水及各类固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对碣石湾生态环境产生大的影响；项目主要为牡蛎吊养养殖项目，不对鲍、海马等重要渔业品种进行捕捞，有利于保护鲍、海马等重要渔业品种；项目主要进行牡蛎吊养养殖，无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长，在合理控制养殖规模和密度前提下，项目养殖区不会对水质环境产生不利影响，牡蛎养殖对水体中氮、磷及 COD 的吸收效应可改善水体的富营养化程度，本项目养殖品种为汕尾海域常见的经济品种牡蛎，不会带来外来物种入侵；项目不涉及渔港，项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海。在施工期和运营期开展海洋环境的跟踪监测，确保项目海域的水质、沉积物质量和生物质量符合要求。因此，项目符合碣石湾农渔业区的环境保护要求。

综述：项目建设内容符合所在功能区的基本功能定位，用海方式与海域功能相协调，施工及营运期间切实落实环境保护管理可以满足海域管理和海洋环境保护的要求。项目用海符合碣石湾农渔区的管控要求。根据《广东省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目与碣石湾农渔区的符合性分析见表 10.2.1-3 所示。

表 10.2.1-3 项目与碣石湾农渔区的符合性分析表

功能区	管理要求	符合性分析	符合性
碣石湾农渔业区	海域使用管理要求 1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2. 保障金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海需求； 3. 保留海马洲旅游区、乌坎港区、金厢港区的用海； 4. 经过严格论证，保障核电等工业发展的用海需求； 5. 严格控制螺河河口海域、乌坎港、碣石渔港的围填海； 6. 合理控制养殖规模和密	1.本项项目用海类型为渔业用海，符合碣石湾农渔业区用海类型的要求； 2.项目用海不占用金厢渔港、碣石渔港、人工鱼礁用海； 3.项目用海不占用海马洲旅游区、乌坎港区、金厢港区的用海； 4.项目用海面积已经过了严格的论证，不影响核电等工业发展的用海需求； 5.项目为开放式养殖用海，不涉及围填海； 6.项目苗种放养密度以 5000 株/公	符合

功能区	管理要求		符合性分析	符合性
		度； 7. 维护河口海域防洪纳潮功能，维持航道畅通。	顷，项目养殖密度 2350kg/公顷，合理控制养殖规模和密度； 7.项目养殖区不位于河口海域，不影响河口海域防洪纳潮功能，项目不占用航道，且在养殖区的边界节点分别设置 6 座警示浮标。	
	海洋环境保护要求	1. 保护碣石湾生态环境； 2. 保护鲍、海马等重要渔业品种； 3. 严格控制养殖自身污染和 水体富营养化，防止外来物种入侵； 4. 加强渔港环境污染治理，生产废水、生活污水须达标排海； 5. 执行海水水质二类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。	1.项目养殖期间不进行饵料和药物的投放，依靠天然环境条件养殖，在施工期间仅产生少量悬浮泥沙对海洋水质环境产生一定影响，在停止施工后数小时可恢复原来水平，营运期间，牡蛎养殖对海洋水环境的影响是正向影响，另外，项目施工及运营产生的生活污水、含油污水及各类固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对碣石湾生态环境产生大的影响。 2.项目主要为牡蛎吊养养殖项目，不对鲍、海马等重要渔业品种进行捕捞，有利于保护鲍、海马等重要渔业品种； 3.项目主要进行牡蛎吊养养殖，无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长，在合理控制养殖规模和密度前提下，项目养殖区不会对水质环境产生不利影响，牡蛎养殖对水体中氮、磷及 COD 的吸收效应可改善水体的富营养化程度，本项目养殖品种为汕尾海域常见的经济品种牡蛎，不会带来外来物种入侵； 4.项目不涉及渔港，项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海； 5.在施工期和运营期开展海洋环境的跟踪监测，确保项目海域的水质、沉积物质量和生物质量符合要求。	符合

(2) 项目与珠海-潮州近海农渔业区的相符性分析

海域使用管理符合性分析：本项目用海方式为开放式养殖用海，项目用海类型为渔业用海，符合珠海-潮州近海农渔业区用海类型的要求；项目为开放式养

殖用海项目，不涉及炸岛等破坏性活动；项目为养殖项目，不进行海洋捕捞活动；项目用海面积已经过了严格的论证，不影响交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求的用海需求；项目用海不影响军事用海需求。因此，项目的建设符合《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》（2012年）中关于珠海-潮州近海农渔业区的海域使用管理要求。

海洋环境保护符合性分析：项目养殖期间不进行饵料和药物的投放，依靠天然环境条件养殖，在施工期间仅产生少量悬浮泥沙对海洋水质环境产生一定影响，在停止施工后数小时可恢复原来水平，营运期间，本项目牡蛎养殖不需要投喂饲料，以海洋微生物为饵料，对项目养殖海域的水环境起到净化作用，牡蛎养殖对海洋水环境的影响是正向影响。另外，项目施工及运营产生的生活污水、含油污水及各类固体废物均进行处理处置，不向海洋排放，基本不会对养殖区生态环境产生大的影响。项目在养殖区海域内进行养殖活动，不会对重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道产生不利影响。在施工期和运营期开展海洋环境的跟踪监测，确保项目海域的水质、沉积物质量和生物质量符合要求。因此，项目符合珠海-潮州近海农渔业区的环境保护要求。

综述：项目建设内容符合所在功能区的基本功能定位，用海方式与海域功能相协调，施工及营运期间切实落实环境保护管理可以满足海域管理和海洋环境保护的要求。项目用海符合珠海-潮州近海农渔业区的管控要求。根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目与珠海-潮州近海农渔业区的符合性分析见表 10.2.1-4 所示。

表 10.2.1-4 项目与珠海-潮州近海农渔业区的符合性分析表

功能区	管理要求	符合性分析	符合性
珠海-潮州近海农渔业区	1. 相适宜的海域使用类型为渔业用海； 2. 禁止炸岛等破坏性活动； 3. 40 米等深线向岸一侧实行凭证捕捞制度，维持渔业生产秩序； 4. 经过严格论证，保障交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求； 5. 优先保障军事用海需	1. 本项项目用海类型为渔业用海，符合珠海-潮州近海农渔业区用海类型的要求； 2. 项目为开放式养殖用海项目，不涉及炸岛等破坏性活动； 3. 项目为养殖项目，不进行海洋捕捞活动； 4. 项目用海面积已经过了严格的论证，不影响交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求的用海需求；	符合

功能区	管理要求	符合性分析	符合性
	求。	5.项目不影响军事用海需求。	
海洋环境保护要求	1. 保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道； 2. 执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。	1.项目在养殖区海域内进行养殖活动，不会对重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道产生不利影响。 2.在施工期和运营期开展海洋环境的跟踪监测，确保项目海域的水质、沉积物质量和生物质量符合要求。	符合

10.2.2 与国土空间规划“三区三线”的符合性分析

自然资源部办公厅于 2022 年 10 月 14 日发布的《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》中明确，“广东省完成了‘三区三线’划定工作，划定成果符合质检要求，从即日起正式启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据。”

10.2.2.1 项目所在海域及周边海域海洋生态保护红线区

根据《广东省国土空间规划（2021~2035）》“三区三线”中生态保护红线，本项目养殖范围不占用生态保护红线。本项目与周边生态保护红线位置关系详见图 10.2.2-1 和表 10.2.2-1。周边的生态保护红线区有金厢重要渔业资源产卵场、金厢海岸防护物理防护极重要区、乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区、汕尾海丰鸟类地方级自然保护区、螺河重要河口、金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区、碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场、施公寮海岸防护物理防护极重要区。

表 10.2.2-1 项目与生态保护红线区位置关系

序号	红线区	类型	相对工程的方位
1	金厢重要渔业资源产卵场	渔业资源产卵场	北侧约 50m
2	金厢海岸防护物理防护极重要区	海岸防护物理防护极重要区	东侧约 1.4km
3	乌坎港上海村海岸防护物理防护极重要区	海岸防护物理防护极重要区	西北侧约 9.5km

4	汕尾海丰鸟类地方级自然保护区	地方级自然保护区	西北侧约 9.9km
5	螺河重要河口	河口	西北侧约 13.8km
6	金厢镇山门村海岸防护物理防护极重要区	海岸防护物理防护极重要区	西北侧约 8.5km
7	碣石湾长毛对虾重要渔业资源产卵场	渔业资源产卵场	西侧约 5.7km
8	施公寮海岸防护物理防护极重要区	海岸防护物理防护极重要区	西南侧约 23.5km

10.2.2.2 项目用海对海洋生态保护红线的影响分析

本项目不占用海洋生态保护红线，项目与最近的金厢重要渔业资源产卵场距离仅 50m，金厢重要渔业资源产卵场区域布局管控：1-1.港口、航道及其他基础设施建设应以不破坏渔业生态环境为前提。1-2.禁止围填海、禁止截断洄游通道、水下爆破施工等开发活动，维持海域自然属性，保护渔业资源产卵场、育幼场、索饵场和洄游通道。

本项目采用延绳式吊笼养殖方式，养殖设施主要占据表层海域，不会对重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道造成大的影响，项目养殖区拟开展延绳式吊笼养殖方式养殖，基本不会改变海域自然属性，项目也不进行炸岛等破坏性活动。本项目主要养殖生物为牡蛎，为汕尾海域常见的主要经济品种，不需要投放饲料，以水生微生物和鱼类排泄物为饵料，可以对海区的自然环境起到净化水质的作用，项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海，吊养养殖设施施工产生悬浮泥沙极少量，因此，项目的建设对金厢重要渔业资源产卵场生态环境影响不大。项目建设基本不会对其他海洋生态保护红线产生不利影响。

因此，项目建设符合“三区三线”的要求。

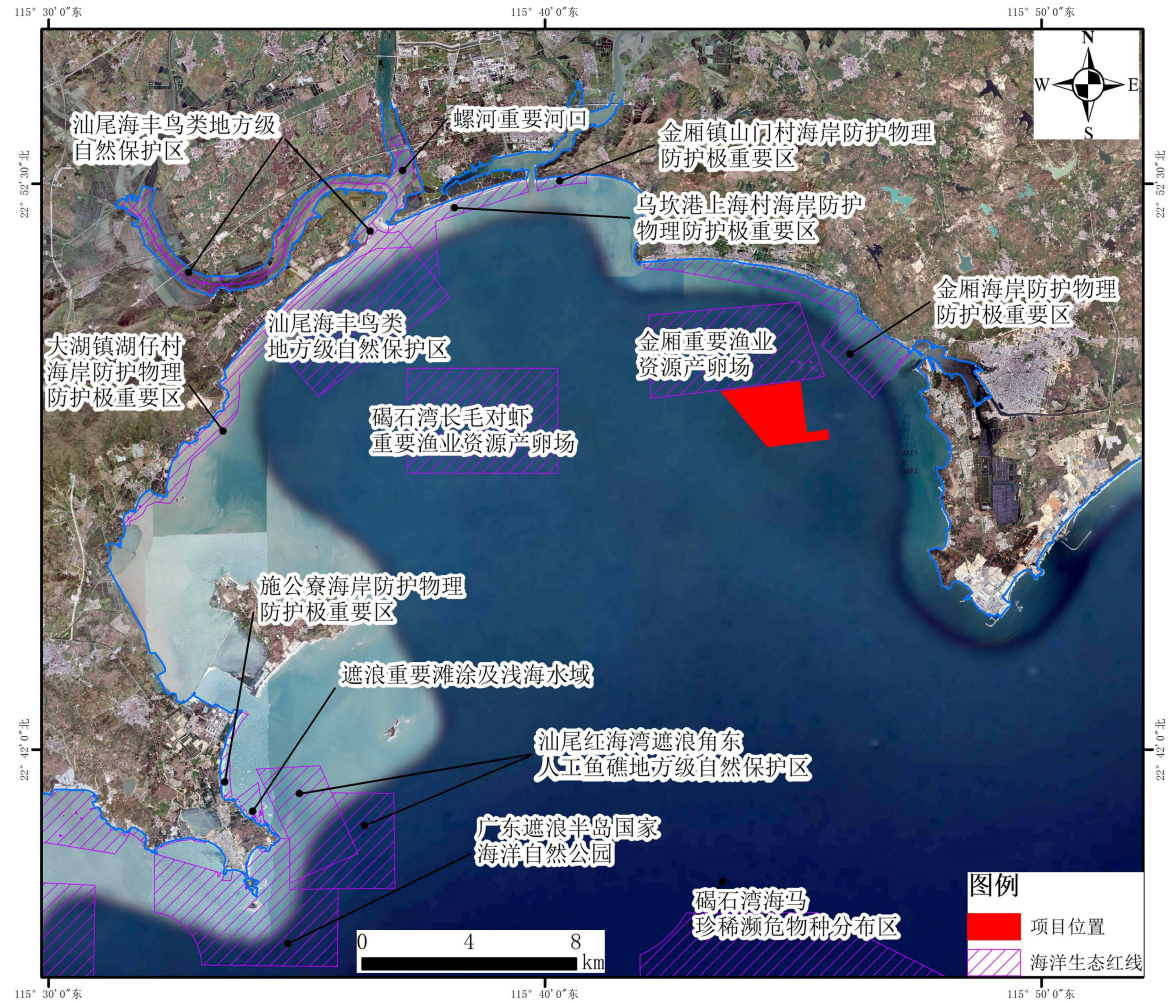


图 10.2.2-1 本项目与“三区三线”中生态保护红线位置关系图

10.3 相关规划、环保法规符合性分析

10.3.1 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性分析

2017年12月，广东省人民政府正式批复《广东省海洋主体功能区规划》，海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能，将海洋空间划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域。

本项目位于限值开发区域中海洋渔业资源保障区（图 10.3.1-1）。

限值开发区域海洋空间开发总体格局：“构建以粤东、粤西两大生态保护与渔业生产重点地区，加强湛江雷州半岛、阳江海陵湾，汕尾红海湾和碣石湾、揭阳神泉港、潮州柘林湾、汕头南澳等地区的渔业生产和生态保护重点，保障全省海洋生态和渔业发展安全”。

本项目位于陆丰市碣石镇西侧 4.5 公里碣石湾海域，为陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目，本项目采用延绳式吊笼养殖方式，不会截断洄游通道，本项目养殖品种为汕尾海域常见的主要经济品种牡蛎，不需要投放饲料，以水生微生物和鱼类排泄物为饵料，可以对海区的自然环境起到净化水质的作用，项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海，吊养设施施工产生悬浮泥沙极少量，因此项目的建设对海洋生态和渔业影响不大。因此，项目建设符合项目所在的广东省海洋主体功能区规划。

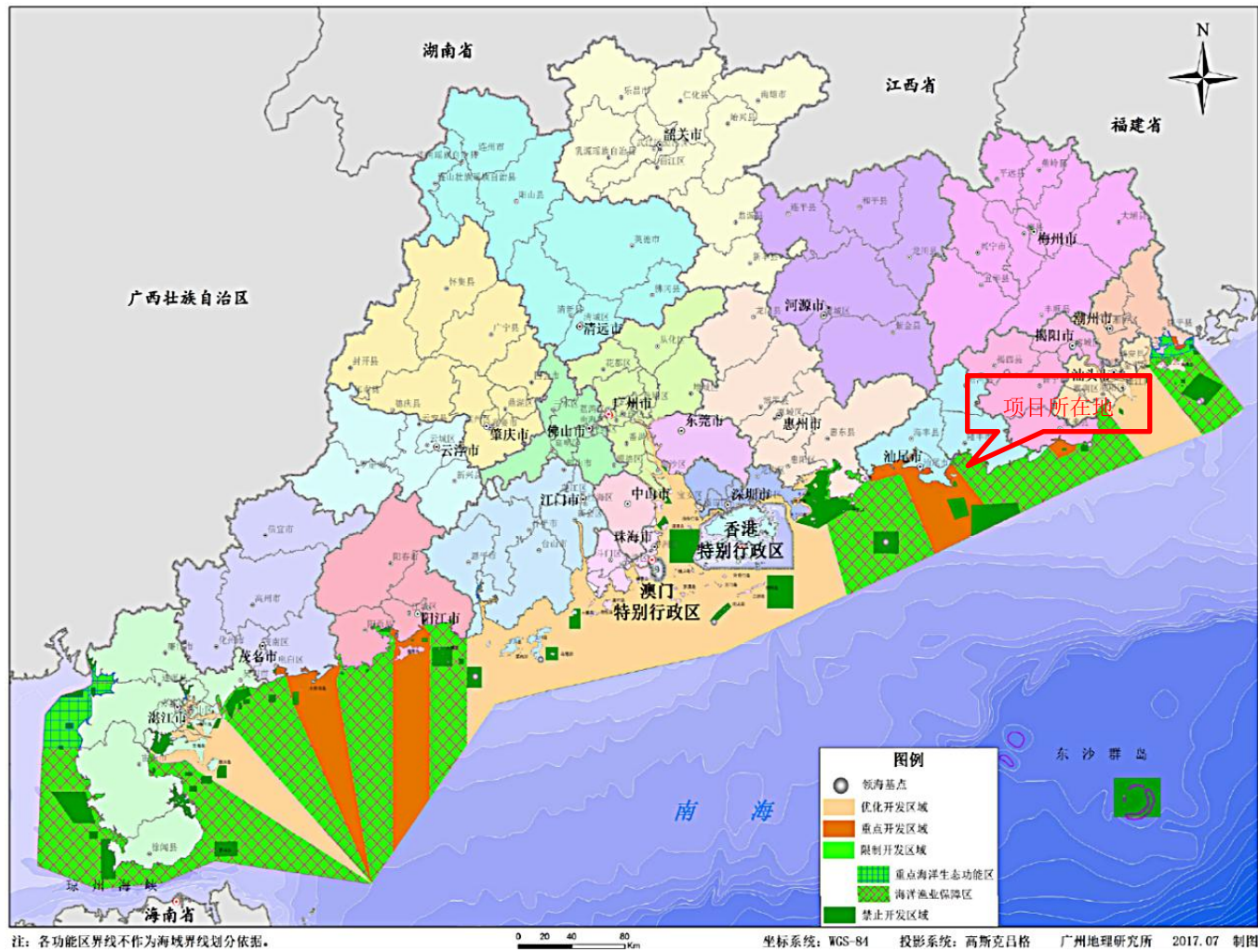


图 10.3.1-1 项目所在海洋主体功能区划

10.3.2 与《广东省海洋经济发展“十四五”规划》相符性分析

《广东省海洋经济发展“十四五”规划》第四章第三节提出“打造现代海洋渔业产业集群。高质量建设“粤海粮仓”，布局珠三角沿海和粤东粤西两翼深水网箱产业集聚区、海洋牧场示范区建设，加快形成产值超千亿元的海洋渔业产业集群。聚焦种业“卡脖子”关键问题，实施“粤种强芯”工程，实现建设水产种业强省目标。持续推进深水网箱养殖，以抗风浪网箱养殖为纽带形成深水网箱制造、安置、苗种繁育、大规格鱼种培育、成鱼养殖、饲料营养、设施配套等环节的产业链条，实现规模化、集约化、产业化经营。支持建设一批深水网箱养殖基地、**现代化海洋牧场、水产特色养殖示范基地**、休闲渔业示范基地等，重点建设海洋牧场 14 个。加快饶平、徐闻等 17 个渔港经济区建设，完善渔港配套设施。规范有序发展远洋渔业，统筹远洋捕捞作业区开发与海外综合性基地建设，加快深圳国家远洋渔业基地(国际金枪鱼交易中心)项目建设。培育若干渔业龙头企业和一批渔业产品知名品牌，大力发展海产品精深加工，延伸海洋渔业产业链条，提高海产品附加值。完善水产品冷链物流体系，提升专业水产品检验检疫水平”。

本项目为陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目，项目采用标准化的养殖模式，严格执行专业化的养殖管理流程，打造高标准的安全绿色水产品。本项目实施后，将成为省内设施化水平较高、技术较先进的牡蛎吊笼养殖基地，有利于推动陆丰贝类养殖发展。项目建设提高牡蛎的产量，以确保水产资源稳定和持续的增长。且利用海洋资源的同时重点保护海洋生态系统，实现可持续生态渔业。

因此，本项目建设符合《广东省海洋经济发展“十四五”规划》的规划要求。

10.3.3 与《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的相符性分析

2017 年 10 月 27 日发布的《广东省人民政府 国家海洋局关于印发<广东省海岸带综合保护与利用总体规划>的通知》（粤府[2017]120 号）中，为了严格海岸线管控和构建海岸带基础空间布局，划定了海域“三线”和海域“三区”。其中海

域“三线”分为严格保护岸线、限制开发岸线和优化利用岸线等，海域“三区”为海洋生态空间、海洋生物资源利用空间和建设用海空间。

(1) 本项目用海范围无需占用海岸线（如图 10.3.3-1），不会影响岸线的基本属性、物质组成和生态功能。

(2) 项目位于海洋生物资源利用空间（如图 10.3.3-2），海洋生物资源利用空间指海洋环境质量较好，海洋生产力较高，可用于海洋水产品、海洋生物医药原料等供给的海域，主要以保障渔业和海洋生物医药产业发展为主体功能的海洋空间。通常包括传统捕捞场所、人工鱼礁区和海水增养殖区等。规划海洋生物资源利用空间 2.74 万平方千米，占规划海域范围总面积的 42.3%。推动粤东、粤西海水增养殖带发展，合理确定增养殖容量，防止对海洋环境造成污染。鼓励发展远洋捕捞业，并根据渔业资源的可捕量合理安排近海捕捞，严格控制渔场捕捞强度。根据捕捞量低于渔业资源增长量的原则，实行捕捞限额制度；严格执行伏季休渔制度。加强渔业生态环境的保护修复，采用增殖放流等措施，养护海洋生物资源。

本项目为陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目，本项目紧扣国家大湾区发展战略机遇，能够充分发挥陆丰渔业资源富集优势，形成标准化、规范化的吊笼养殖模式，建设海上集约化养殖基地。项目的建设符合《广东省海岸带综合保护与利用总体规划》的要求。

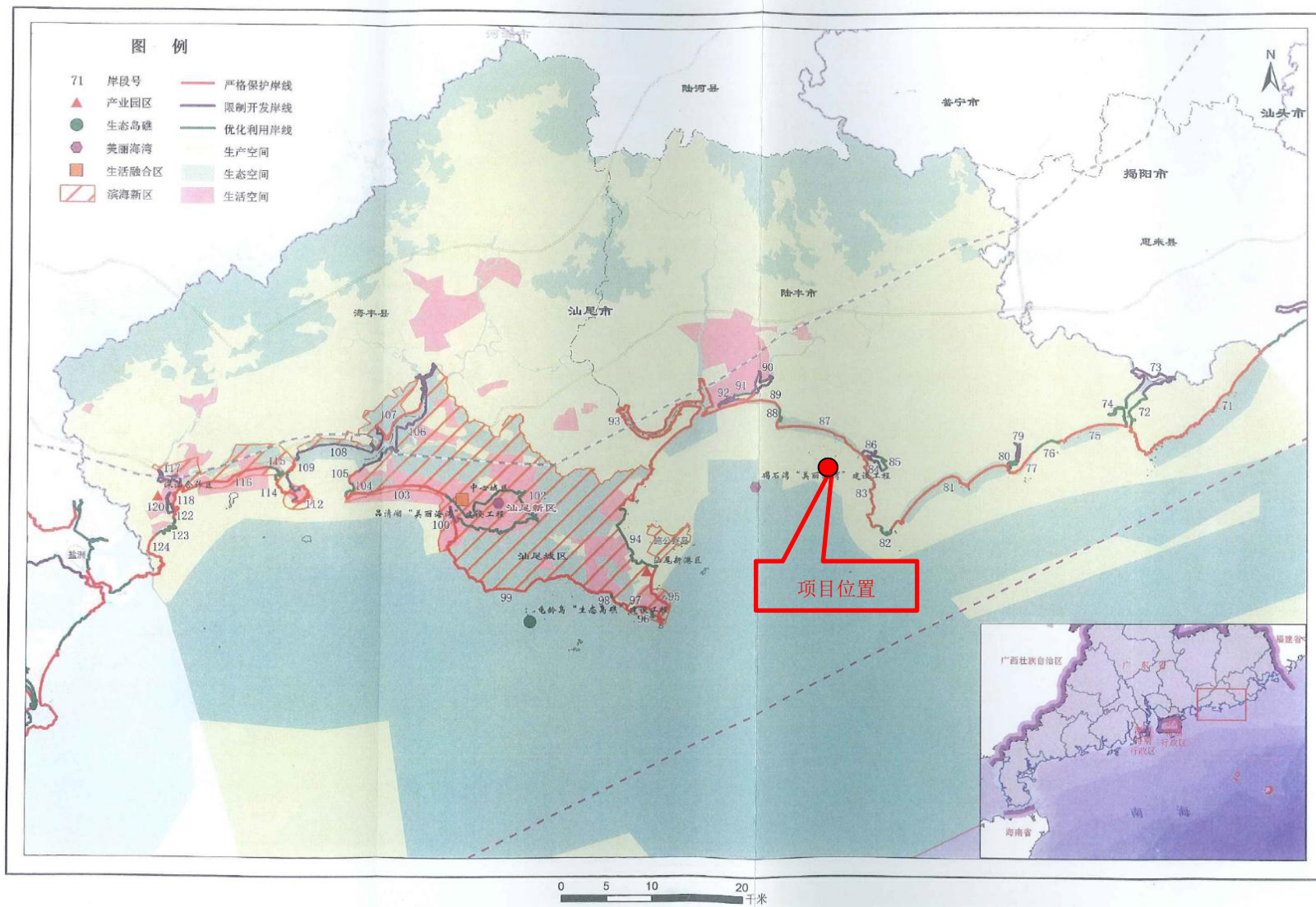


图 10.3.3-1 本项目与海岸带规划关系图

附图19

广东省海岸带红海湾区基础空间规划分图

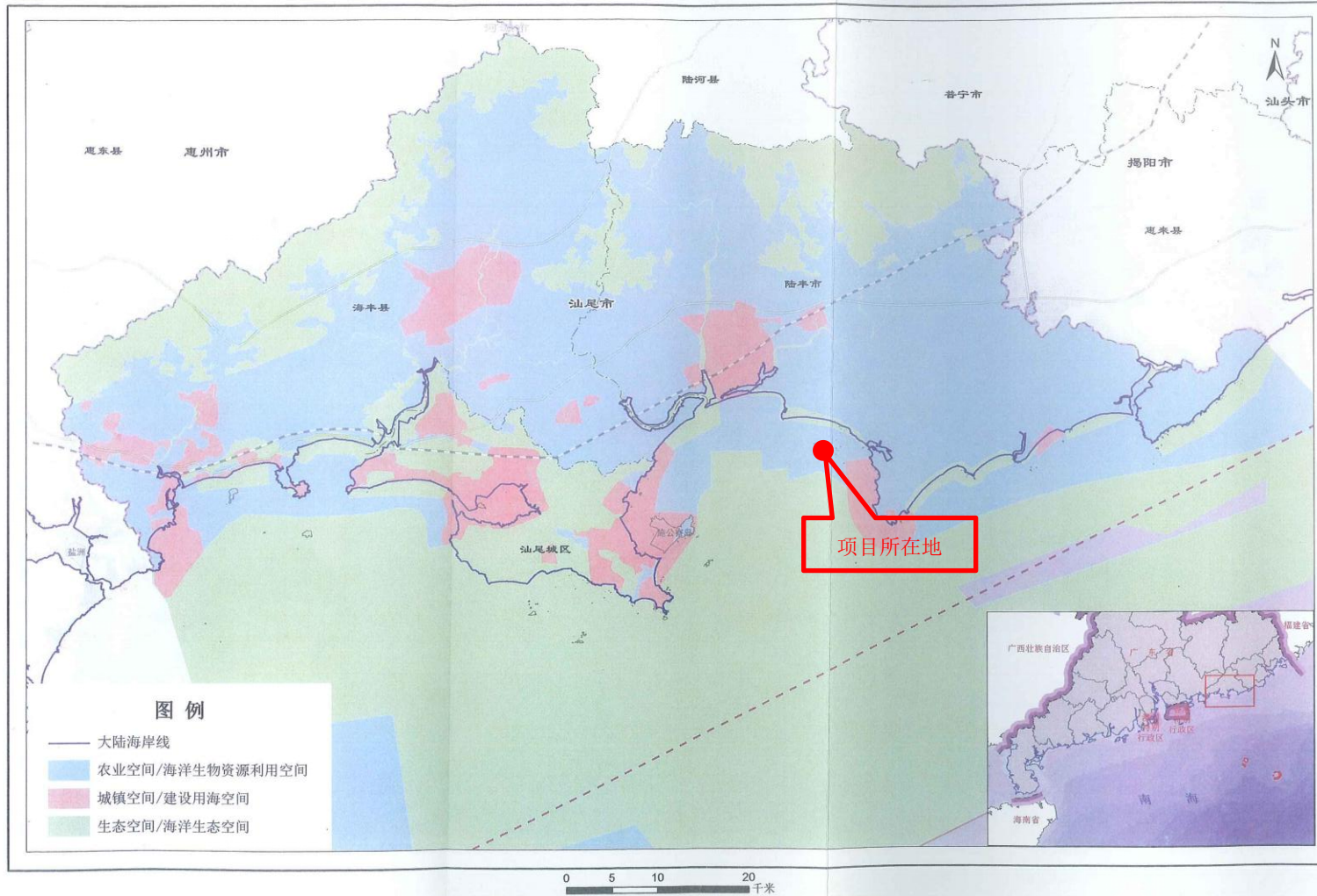


图 10.3.3-2 本项目与基础空间规划关系图

10.3.4 与《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》的相符性分析

2017 年 10 月，广东省人民政府粤府〔2017〕119 号印发《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》，规划指出，推进科学养殖，构建以品种为单位，涵盖基础研究、新品种培育、苗种扩繁和市场化推广及种质测试评估、公共服务平台建设等全产业链的现代种业体系。推广绿色生态养殖模式，以市场需求为导向，运用生态技术措施改善养殖水质和生态环境。发展深蓝渔业，推进深水网箱产业化基地和园区建设，开发**海洋牧场**，把发展深水网箱养殖作为调整优化粤东、粤西渔业产业结构的战略重点。**充分发挥粤东、粤西的沿海区位优势 and 渔业资源优势，发展集约化高效清洁养殖**，支持深水抗风浪网箱养殖和工厂化循环水养殖，推动深水网箱养殖的产业化、集群化。

规划要求优化沿海经济带农业和渔业产业结构，发展农业和渔业新业态，提高综合效益和竞争力，推动农业和渔业现代化发展。**科学养护海水养殖区和传统渔场海洋生物资源，合理控制增养殖密度和规模，改善近岸养殖用海生态环境**，提升资源增殖效果和海岸生态修复效果。重点建设惠州稔平半岛、江门镇海湾、黄茅海—磨刀门、汕头南澳—饶平、**汕尾**、阳江海陵湾、湛江雷州半岛东部和西部、茂名博贺等近岸海洋增养殖基地。

本项目地点位于陆丰市碣石镇西侧 4.5 公里碣石湾海域，采用的是吊笼式集约化养殖，项目的建设提高牡蛎的产量，以确保水产资源稳定和持续的增长，利用海洋资源的同时重点保护海洋生态系统，实现可持续生态渔业。项目养殖区布局合理，构建合理的养殖区内部生态体系，实现“绿水青山就是金山银山”的科学发展理念，促进水产养殖与生态环境保护协调发展。”项目的建设符合《广东省沿海经济带综合发展规划（2017-2030 年）》的要求是相符合的。

10.3.5 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的相符性分析

《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》第四章 第二节提出：大力推进海水养殖污染治理，强化船舶和港口的污染防治和监管，建立健全海洋垃圾清理与监管机制。

强化海水养殖污染治理。优化海水养殖布局，落实省农业农村厅等 10 部门联合印发的《关于加快推进水产养殖业绿色发展的实施意见》和各级养殖水域滩涂规划，严格执行禁止养殖区、限制养殖区和生态红线区的管控要求，依法规范和整治滩涂与近海海水养殖。推广健康生态水产养殖模式，提高养殖设施和装备水平，加强养殖投饵和用药管理。开展珠三角百万亩养殖池塘生态化升级改造行动，实施集中连片养殖池塘标准化升级改造和尾水综合治理。支持发展深远海绿色养殖，鼓励深远海大型智能化养殖渔场建设。制定水产养殖尾水排放标准和水产养殖尾水治理适宜性技术推荐目录，加强工厂化和集中连片养殖池塘尾水的排放监测，加大监管执法力度，提升养殖尾水综合治理水平。2023 年，制定出台广东省水产养殖尾水排放标准。

本项目地点位于陆丰市碣石镇西侧 4.5 公里碣石湾海域，不属于禁止养殖区、限制养殖区和生态保护红线区。项目为吊笼式集约化养殖，无需投饵和用药，项目利用海洋资源的同时重点保护海洋生态系统，实现可持续生态渔业。项目养殖区布局合理，构建合理的养殖区内部生态体系，实现“绿水青山就是金山银山”的科学发展理念，促进水产养殖与生态环境保护协调发展。因此，本项目建设《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》的规划要求。

10.3.6 与《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68 号）的相符性分析

根据《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68 号）、《广东省人民政府关于同意调整汕尾市部分近岸海域环境功能区划的批复》（粤办函[2013]127 号）和《汕尾市城市总体规划（2011-2020 年）》，项目位于碣石湾浅海渔业功能区，执行《海水水质标准》（GB3097-1997）第一类水质标准。

项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海，施工悬浮物扩散影响范围较小，本项目养殖品种为汕尾海域常见的主要经济品种牡蛎，不需要投放饲料，以水生微生物和鱼类排泄物为饵料，可以对海区的自然环境起到净化水质的作用，项目的建设不会对碣石湾海水水质产生不利影响，通过加强环境管理，同时在施工期及运营期间开展海洋环境的跟踪监测，对海洋生态环境影响较小，符合《广东省近岸海域环境功能区划》（粤府办[1999]68号）的管控要求。

10.3.7 与《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》的相符性分析

《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》第三章提出“紧抓国家战略布局，大力推动绿色协调发展 第五节建设人海和谐的沿海经济带：充分发挥汕尾市海岸线长、海域辽阔的资源优势，做大做强海洋经济，加快构建绿色沿海产业带，发挥沿海经济带战略支点作用，打造海洋经济振兴发展示范市……扎实推进国家级海洋牧场建设，发展海洋种苗业、**深远海养殖业**，重点加快国家级南美白对虾繁育基地、国家级石斑鱼良种场、紫海胆育种育苗基地等海洋渔业经济产业园建设，规划建设深海网箱产业园。依托沿海观光公路规划建设，串联山、海、湖、城特色风光，融合海陆丰红色文化、民俗文化，围绕滨海旅游主题，以海洋生态为依托，培育壮大集生态观光、休闲度假、体育游乐、海洋历史文化体验等于一体的现代海洋文化旅游产业”。

第七章提出“陆海统筹，加快美丽海湾建设，深化海上污染源防治，加强海水养殖污染防控，加强海水养殖污染防控。根据《汕尾市养殖水域滩涂规划》（2018—2030年）及各县级养殖规划，完善水产养殖基础设施建设，支持水产养殖池塘标准化升级改造。合理控制近海集约化养殖密度，鼓励深水抗风浪网箱等深远海养殖设施装备建设。研究推动养殖环境管理相关规定及排放标准制订，加强海水养殖尾水排放监控，防控排放量大养殖单位养殖尾水直接排入海。**发展水产绿色健康养殖，组织水产健康养殖示范**，强化养殖投入品管理，加强水产养殖环节用药的监督抽检。”

本项目为陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目，本项目紧扣国家大湾区发展战略机遇，能够充分发挥陆丰渔业资源富集优势，形成标准化、规范化的吊笼养殖模式，建设海上集约化养殖基地，本项目实施后，将成为省内设施化水平较高、技术较先进的牡蛎吊笼养殖基地，有利于推动陆丰贝类养殖发展。有利于陆丰市关于中国驰名商标、省级名牌和有机、绿色、无公害标志的水产品的建设工作。项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海，施工悬浮物扩散影响范围较小，本项目养殖品种为汕尾海域常见的主要经济品种牡蛎，不需要投放饲料，以水生微生物和鱼类排泄物为饵料，可以对海区的自然环境起到净化水质的作用，项目利用海洋资源的同时重点保护海洋生态系统，实现可持续生态渔业。项目养殖区布局合理，构建合理的养殖区内部生态体系，实现“绿水青山就是金山银山”的科学发展理念，促进水产养殖与生态环境保护协调发展，本项目建设符合《汕尾市生态环境保护“十四五”规划》的要求。

10.3.8 与《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》的相符性分析

根据《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》，其规划：

坚持陆海统筹、综合开发，优化海洋空间功能布局，提升海洋资源开发利用水平，积极拓展蓝色经济发展空间。优化“六湾区一半岛”海洋空间功能布局，推动集中集约用海，促进海岛分类保护利用，引导海洋产业集聚发展。聚焦近海向陆区域，合理开展能源开发和资源利用，**重点发展现代海洋渔业、滨海旅游、海洋油气、海洋交通运输等产业**，加大海洋矿产和珠江口盆地油气资源勘探和开采力度。实施海洋渔业基础能力提升工程，建设一批现代渔港经济区，**优化海水养殖结构和布局，高标准建设智能渔场、海洋牧场、深水网箱养殖基地；扶持远洋渔业发展，支持建设海外渔业基地，提高海产品加工能力，积极打造“粤海粮仓”。**

本项目为陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目，为发展现代海洋渔业项目，本项目紧扣国家大湾区发展战略机遇，能够充分发挥陆丰渔业资源富集优势，形成标准化、规范化的吊笼养殖模式，建设海上集约化养殖基地，本项

目实施后，将成为省内设施化水平较高、技术较先进的牡蛎吊笼养殖基地，有利于推动陆丰贝类养殖发展。有利于陆丰市关于中国驰名商标、省级名牌和有机、绿色、无公害标志的水产品的建设工作，因此，项目建设符合《广东省国民经济和社会发展规划第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》的要求。

10.3.9 与《汕尾市国民经济和社会发展规划第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》的相符性分析

根据《汕尾市国民经济和社会发展规划第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》，提及：大力发展海洋经济。坚持陆海统筹、港产联动，推动海洋经济高质量发展。合理开发利用岸线、海域、海岛等资源，培育海洋优势产业，促进海上风电、海洋电子信息、海洋工程装备、海洋生物医药、海洋可再生能源、海水综合利用等产业规模化发展，构建具有较强竞争力的现代海洋产业体系。推动建设特色鲜明的渔港经济区，**打造现代海洋渔业基地**，大力发展远洋捕捞、海洋牧场、休闲渔业、水产品加工业等产业。加快推进建设滨海旅游公路，大力发展滨海旅游业。加强海洋综合治理，全面推进生态海岸带建设，提高海洋环境防风险能力。

本项目为陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目，为发展现代海洋渔业项目，因此，项目建设符合《汕尾市国民经济和社会发展规划第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》的要求。

10.3.10 与《汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030 年）》的相符性分析

《汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030 年）》提出“以渔业“三生空间、三产融合”协调创新发展为导向，串联碣石湾、红海湾和甲子角三大海域的海洋、经济、社会、文化、产业、渔业、渔港、渔村等方面的优势资源，以及渔业科技创新、渔业科研科普教育等相关资源，构建渔业产业创新联动发展带。聚集三横三纵产业空间，三横即构建沿岸以绿色发展为优先的滨海休闲度假与休闲渔业发展产业带，近岸以低碳产业发展为核心的绿色创新养殖发展产业带，远岸以科技引领为核心的深远海深水网箱养殖产业发展带，构建三带创融合发展。三纵即打

造等深线 10 米水深以内的绿色生态保育与休闲渔业融合产业发展区；等深线在 10 米水深以外的海洋渔业养殖发展核心利用的高效渔业产业开发区；等深线在 20 米水深以外深远海深水网箱产业发展聚集区，全面形成东联、西拓、陆延、海进的联动发展创新格局。

重点着力于绿色创新养殖发展产业带开发建设，在养殖产业资源整合上，聚焦汕尾市离岸开发海域 10-20 米水深海域，依托最丰富的海洋生物资源与最优质的养殖环境资源，推动养殖产业向经济鱼类、名贵贝类养殖深度拓展；在空间利用上，实现渔业资源互补、产业互助、布局互通，构建现代渔业立体化渔业用海空间联动发展方式，促进“两湾一角”海陆岛之间有效互联互通，推动汕尾市海洋传统沿岸生态产业优先、近岸养殖产业精选走向远海深蓝产业发展。”

本项目养殖区位于碣石湾片区，养殖海区为避风条件良好的内湾或受台风影响较小的近海，海面风浪较小；低潮线至水深约 10 米水域；温度范围为 10~33℃，生物饵料丰富。海区地质为泥沙，附着生物少，以及敌害生物少的海区。本项目养殖品种为汕尾海域常见的主要经济品种牡蛎，项目符合总体布局要求。项目建设符合汕尾市海洋养殖发展规划（2021-2030 年）的要求。

10.3.11 与《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》的相符性分析

根据《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》，为了贯彻落实《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》、《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》和《水产养殖规划编制大纲》等相关规定，本规划的总体思路可概括为在稳定养殖面积的基础上，推动水产养殖产业转型、科学调整养殖品种结构和养殖模式、推进一二三产业融合发展，实现生态健康养殖，达到提质增效。

结合我国当前渔业发展方向和市委、市政府的要求，坚持“绿色崛起、科学发展”战略，加快经济发展方式转变，以科技为依托，以市场为导向，以自主创新、品牌培育等为抓手，改进品种结构，发展绿色水产品和特色养殖，全面提高渔业产品质量，大力引进名优新品种，加大渔业产业结构调整，发展生态渔业模式，加快基地建设步伐，迅速发展集垂钓、旅游、观光、娱乐为一体的休闲渔业，构建商品鱼基地和渔业示范园区，形成一条龙带动、区域化布局、专业化生产、一体化经营、社会化服务的新型渔业经营机制。

根据农业部《养殖水域滩涂规划编制工作规范》要求，结合汕尾市水域滩涂资源、区域经济和社会发展，将全市水域滩涂划分为三类：禁止养殖区、限制养殖区和养殖区。

由图 10.3.11-1 可见，本项目位于养殖区，不在禁养区也不在限养区内。陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目，项目养殖品种为汕尾海域常见的主要经济品种牡蛎，不需要投放饲料，以水生微生物和鱼类排泄物为饵料，可以对海区的自然环境起到净化水质的作用，符合《汕尾市养殖水域滩涂规划（2018-2030 年）》的要求。

附图3：汕尾市水域滩涂禁养区分布图

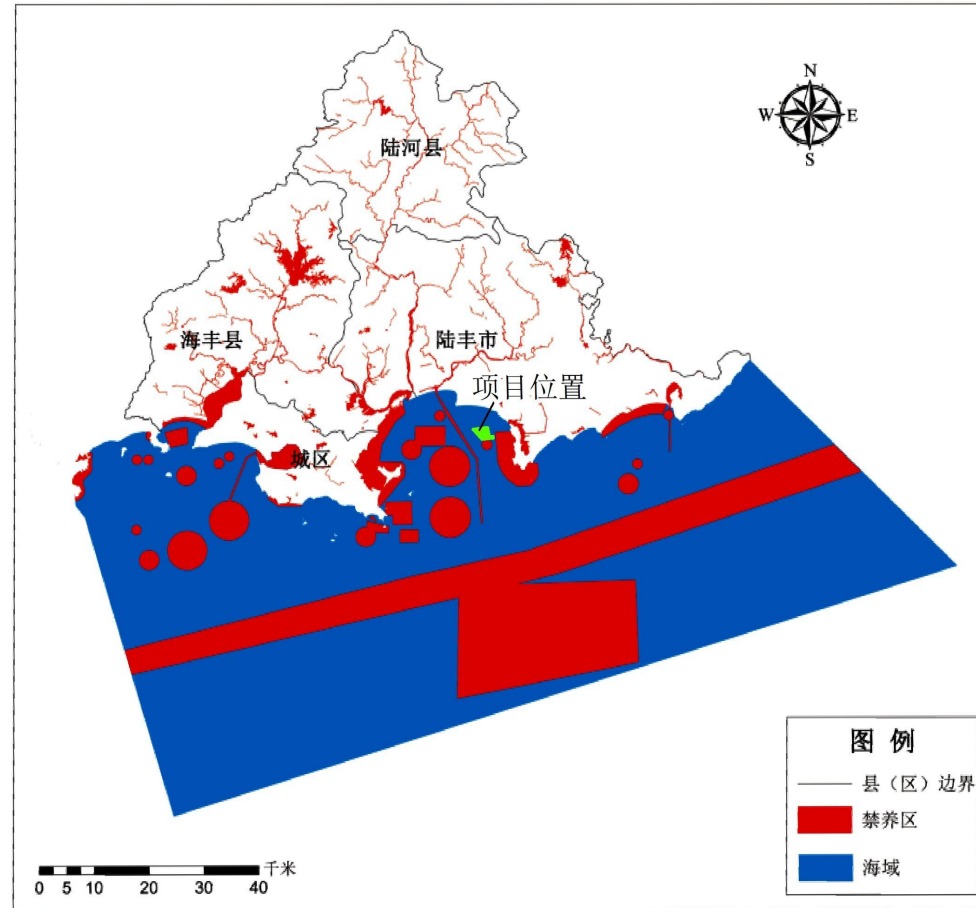


图 10.3.11-1 项目与汕尾市滩涂规划养殖区的关系示意图

10.3.12 与《广东省国土空间规划（2021-2035年）》的相符性分析

《广东省国土空间规划（2021-2035年）》提出，要优化四类空间布局安排，打造集约高效的城镇空间、营造记得住乡愁的农业空间、塑造山清水秀的生态空间、筑造开放活力的海洋空间。本项目位于其中的海洋空间中的红海湾区（见图10.3.12-1），不位于南部海洋生态保护链（见图10.3.12-2）。本项目所在的海洋空间的规划要求如下：

（1）构建“一带八湾五岛群”的海洋空间格局

●发挥海洋资源优势，全力打造现代化沿海经济带，形成新时代全省发展的主战场。

●全面提升粤港澳大湾区、柘林湾区、汕头湾区、神泉湾区、**红海湾区**、海陵湾区、水东湾区、湛江湾区整体保护和开发水平。

●保护利用珠江口、大亚湾、川岛、粤东和粤西岛群。

（2）建设高质量发展战略要地

●对标国际一流湾区，全面协调陆海资源开发、产业布局、通道建设和生态环境保护。

●建设更具活力、魅力和国际竞争力的现代化沿海经济带，力争到2035年形成2-3个万亿级、3-4个5000亿级海洋产业集群，支撑全省经济高质量发展。

●以珠三角港口群为核心、粤东和粤西港口群为两翼，引导港口集群化发展，打造“21世纪海上丝绸之路”国家门户。

（3）打造蓝色海岸风情带

●统筹划定海洋生态空间和海洋开发利用空间，促进海陆一体化发展和保护。

●遵循岸线属性，按严格保护、限制开发、优化利用实施海岸线精细化管理。

●分类保护利用海岛，促进跳岛游发展。

●推进“陆-海-岛”立体保护利用，着力把滨海建设成广东最美丽、最有魅力的地方。

本项目为陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目，为发展现代海洋渔业项目，本项目采用延绳式吊笼养殖方式，不会截断洄游通道，本项目养殖品

种为汕尾海域常见的主要经济品种牡蛎，不需要投放饲料，以水生微生物和鱼类排泄物为饵料，可以对海区的自然环境起到净化水质的作用，项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海，吊养设施施工产生悬浮泥沙极少量，项目的建设对红海湾区（碣石湾）生态环境、南部海洋生态保护链影响不大，符合《广东省国土空间规划（2021-2035年）》要求。



图 3.10.12-1 本项目与广东省海洋空间格局位置关系示意图

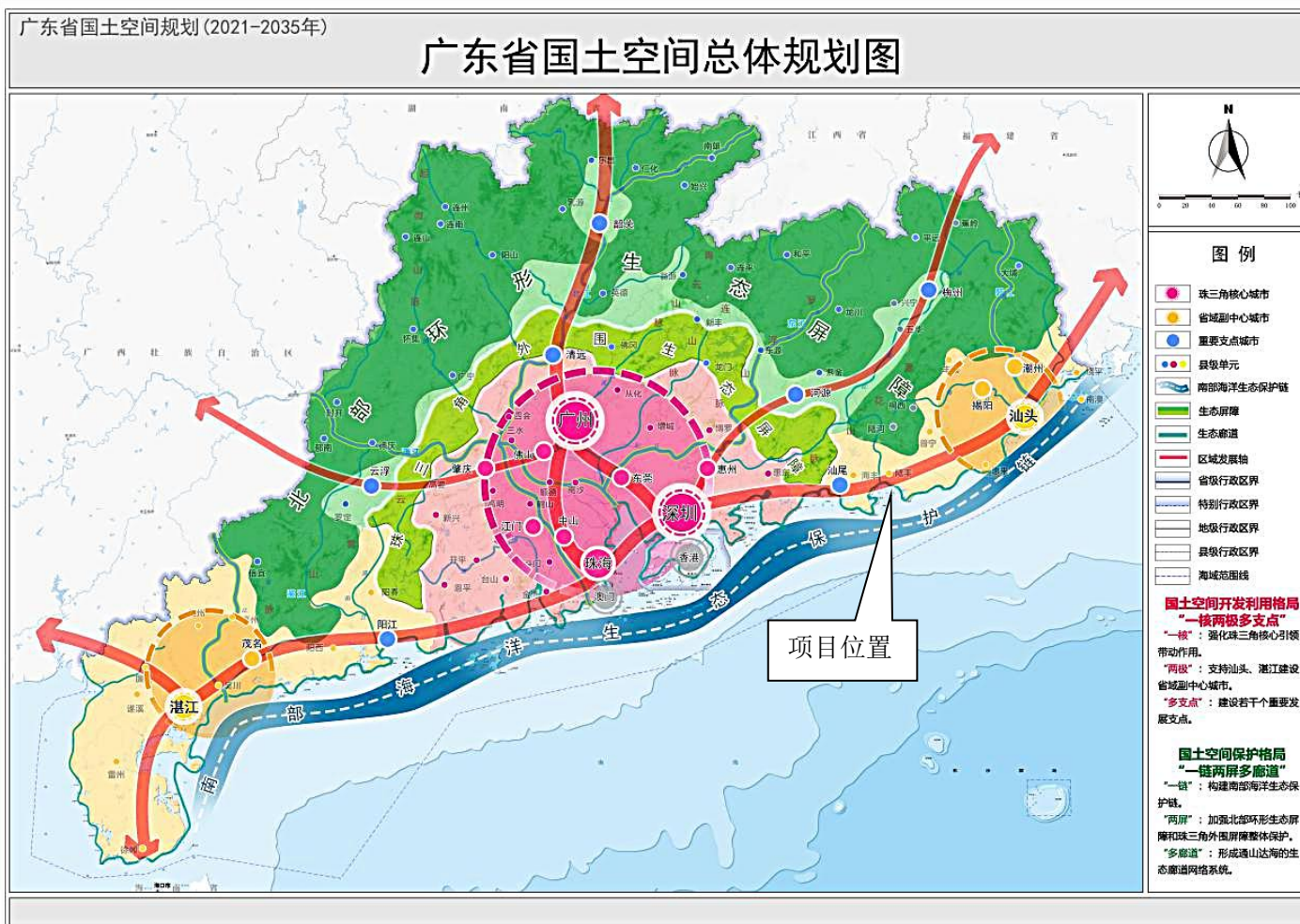


图 10.3.12-2 项目在《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》总体规划图中的位置示意图

10.3.13 与《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035年）》的相符性分析

根据《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035年）》中 5.1 节提到，统筹“三线”划定与管控，优先划定耕地和永久基本农田，科学划定生态保护红线，合理划定城镇开发边界。5.3 节中，营造记得住乡愁的农业农村空间，打造“一带两心三区十五园”现代都市型精品农业格局。5.6 节中，构建统筹协调的陆海空间提到，优化海洋经济发展空间格局，形成“一核、三带、五区”的海洋经济发展空间格局。

本项目位于陆丰市碣石镇西侧碣石湾海域，不涉及永久基本农田、生态保护红线和城镇开发边界图（10.3.15-1）。本项目为开放式养殖项目，项目的实施将构建现代渔业基地，有利于推动陆丰碣石牡蛎集约化养殖发展，有利于水产品品牌建设，促进产业转型升级发展，大力引进与培养专业技术人才，促进生态环境保护与水产养殖协调发展，带动闲置渔民就业，助力地区水产养殖产业结构调整及海洋经济发展。因此，项目用海可以促进“一带两心三区十五园”现代都市型精品农业格局发展，促进沿海渔业发展，对碣石镇的经济的发展起到积极促进作用，进一步推动海洋空间立体开发，保障海洋经济全面发展。综上，本项目用海与《汕尾市国土空间总体规划（2021-2035年）》是相符的。

汕尾市国土空间总体规划（2021-2035年）

16 市域国土空间控制线规划图



汕尾市人民政府 编制
2023年7月

广州市城市规划勘测设计研究院 国家海洋局南海规划与环境研究院 广东国地规划科技股份有限公司 广东省科学院广州地理研究所 制图

图 10.3.15-1 汕尾市市域国土空间控制线规划图

10.3.14 与《陆丰市海洋经济发展“十四五”规划》的相符性分析

《陆丰市海洋经济发展“十四五”规划》第六章“激发海洋传统产业新发展新动能”第一节提到，大力发展渔港经济区，构建现代渔业发展体系：立足海洋资源优势和海洋渔业发展基础，推进滨海绿色养殖、现代装备养殖、高科技养殖、饲料及药物加工、冷链物流集散、海洋休闲渔业等全产业链融合发展。推动海洋渔业向园区化、集群化、高端化发展水平，加快形成优势特色产业集群，实现渔业产业高质量发展；渔港经济区总体布局：形成“一核一带五港”的总体布局。“一核”以甲子渔港为核心，构建集捕捞、养殖、渔业资源养护、集散交易、水产品精深加工、休闲渔业为一体的海洋渔业核心产业，同步完善甲东镇渔港配套设施。“一带”为陆丰市现代海洋渔业产业经济发展带。“五港”重点建设湖东、甲子和碣石渔港，推动甲子渔港建设成为国家中心渔港，推动湖东、碣石渔港建成国家一级渔港，完善金厢、乌坎渔港设施。打造以甲子、湖东、碣石渔港为主要载体，以金厢、乌坎渔港为辅助的海洋渔业支柱产业集群。

本项目位于陆丰市碣石镇西侧碣石湾海域，项目的实施将构建现代渔业基地，有利于推动陆丰碣石牡蛎集约化养殖发展，有利于水产品品牌建立，促进产业转型升级发展，大力引进与培养专业技术人才，促进生态环境保护与水产养殖协调发展，带动闲置渔民就业，助力地区水产养殖产业结构调整及海洋经济发展。

综上，本项目与《陆丰市海洋经济发展“十四五”规划》是相符的。

10.3.15 与《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030年）》的相符性分析

根据《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030年）》，本规划的养殖专指水产养殖，是人为控制下增殖、培育和收获水产动植物的生产活动，一般包括在人工饲养管理下从苗种培育水产品的全过程。养殖方式主要包括池塘、普通网箱、深水网箱、筏式、吊笼、底播、工厂化和养殖工船、大水面生态养殖、珍稀濒危野生动物繁殖等，不包括渔业资源增殖放流。本规划的总体目标是促进渔业可持续发展，维护养殖水域滩涂空间，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、保护区域生

态环境、维护养殖者的合法权益、加强渔业行业规范化管理提供制度化保障，同时为全省构建现代渔业产业体系、建设海洋强省提供科学依据和行动指导。

本项目位于汕尾市陆丰碣石镇西侧碣石湾海域，属于养殖区，《规划》提出：粤东特色养殖区，包括汕头、潮州、揭阳、汕尾等4个地市。实施减量增收，坚持绿色发展，建设集约生态养殖示范区，重点推进汕尾、南澳-饶平等海洋增养殖基地建设。重点推进海水优质鱼类及名优品种集约化高效清洁养殖，发展壮大地方生态水产品牌，推进名优海水鱼类、名贵经济贝类和海藻等养殖高质量发展。整合滨海旅游资源，建设滨海休闲渔业带，促进渔村振兴。根据广东省水域滩涂养殖承载能力，发展顺应自然规律的增养殖业，保护水域生态环境，优化水产养殖的产业结构，实行生态循环养殖。发展不投饵滤食性、草食性鱼类增养殖，以渔净水，修复水域生态环境。推动传统水产养殖场生态化、景观化、休闲化改造，打造以生态养殖为依托，旅游观光、休闲垂钓、餐饮服务为一体的现代渔业产业园区。

本项目为吊养养殖项目，养殖设施结构均为透空式，不会对海域水流形成阻断，不会改变海域的自然属性；牡蛎自然生长不投喂任何人工饵料和药物，以水生微生物和鱼类排泄物为饵料，可以对海区的自然环境起到净化水质的作用，利用海域环境进行养殖，严格控制养殖规模和养殖密度，本项目的养殖方式对环境影响不大，符合《广东省养殖水域滩涂规划（2021-2030年）》的要求。

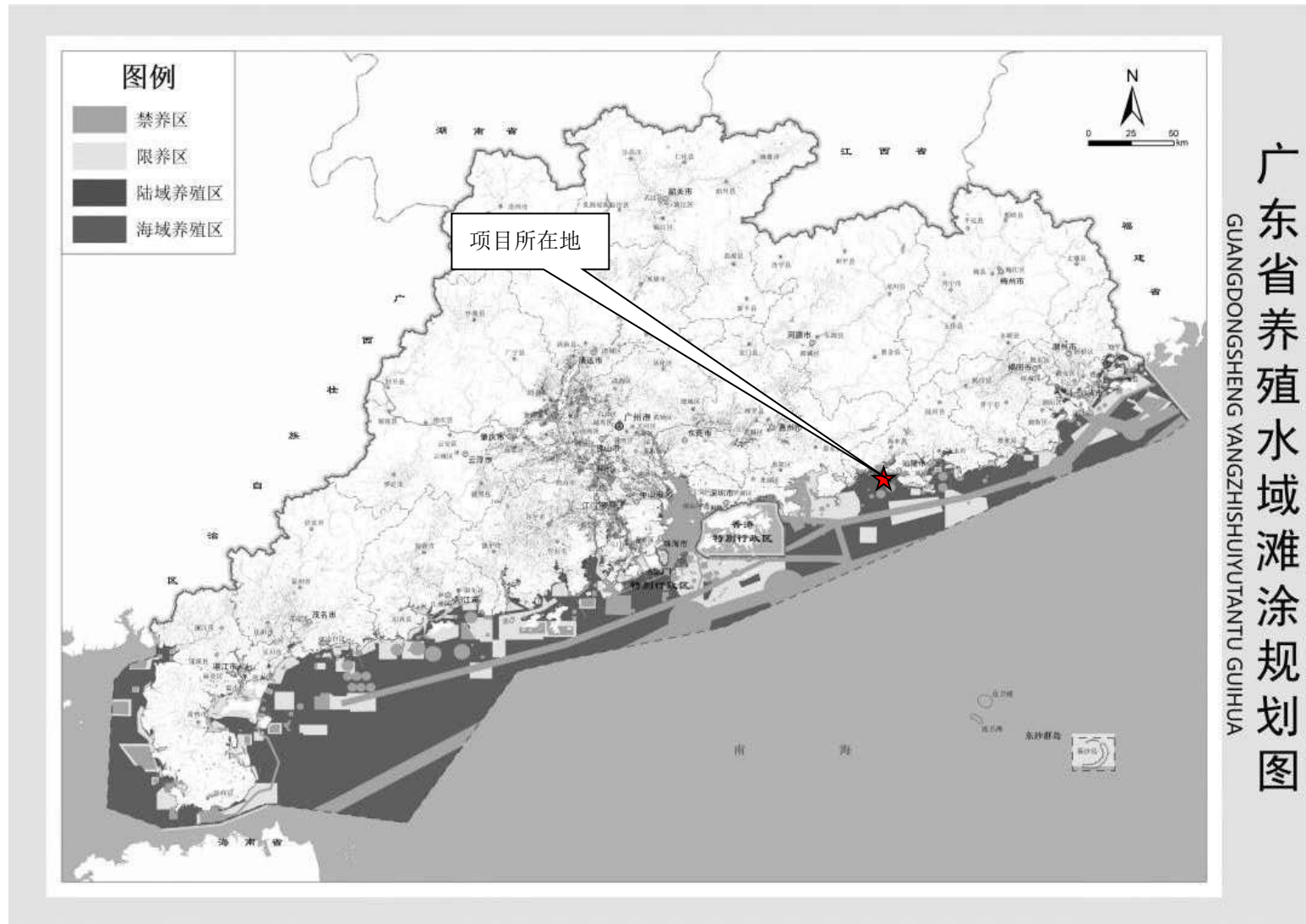


图 10.3.15-1 项目所在广东省养殖水域滩涂规划图

10.4 “三线一单”符合性分析

10.4.1 与《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析

(1) 生态保护红线

根据《广东省生态保护红线划定方案》（2021年）和《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》（自然资办函[2022]2207号），本项目位于一般管控单元（如图10.4.1-1），不占用生态保护红线。本项目采用延绳式吊笼养殖方式，项目养殖品种为汕尾海域常见的主要经济品种牡蛎，不需要投放饲料，以水生微生物和鱼类排泄物为饵料，可以对海区的自然环境起到净化水质的作用，项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海，吊养设施施工产生悬浮泥沙极少量，停止施工后会逐步恢复原本水平，对项目评价范围内的海洋生态保护红线区产生影响不大，符合生态保护红线要求。

(2) 环境质量底线

根据环境质量现状调查结果，除了个别监测因子的现状监测结果不能满足所在海洋功能区的环境保护要求外，本项目所在海域的海洋环境质量现状总体良好。

本项目施工工程量较小，悬浮泥沙产生源强小基本不会对项目所在海域的海洋生态、海水水质环境等产生大的影响，施工期和运营期各类废水均拟收集分类进行处理处置，均不排放入海，不会对所在海域的海水水质、海洋生态环境和海洋沉积物环境等产生大的影响。综合分析，经采取一定的污染防治措施和生态环境保护措施后，本项目不会对所在海域的海洋环境产生明显的不良影响。因此，本项目基本不会改变所在海域的环境质量，不会影响到所在海域的环境质量底线。

(3) 资源利用上线的符合性分析

本项目为陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目，采用吊养养殖方式，用海面积根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）和本项目的实际用海情况界定，未盲目扩大占用海域资源；本项目用海不占用岸线，本项目开放式养殖用海项目，不属于高能耗、高污染项目。因此，本项目也符合资源利用上线的要求。

(4) 生态环境准入符合性分析

根据《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于一般管控单元（见图 10.4.1-1）。该管控单元的管控要求为：执行区域生态环境保护的基本要求。根据资源环境承载能力，引导产业科学布局，合理控制开发强度，维护生态环境功能稳定。

本项目为陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目，项目以绿色生态养殖为理念，合理平面布局，本项目采用延绳式吊笼养殖方式，项目养殖品种为汕尾海域常见的主要经济品种牡蛎，不需要投放饲料，以水生微生物和鱼类排泄物为饵料，可以对海区的自然环境起到净化水质的作用，项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海，吊养设施施工产生悬浮泥沙极少量，停止施工后会逐步恢复原本水平，因此项目的建设对渔业生态环境影响不大。项目不涉及围填海、水下爆破施工等开发活动，不改变海域自然属性。因此，本项目符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的生态环境管控要求。

此外，本项目也不属于《市场准入负面清单（2022 年本）》中所列负面清单项目，不属于市场禁止准入项目，综合分析，本项目的建设符合《广东省“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求。

10.4.2 与《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》的符合性分析

根据《广东省生态保护红线划定方案》（2021 年）和《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》（自然资办函[2022]2207 号），本项目位于最新划定的碣石湾农渔业区一般管控单元（HY44000030003），不占用生态保护红线。本项目采用延绳式吊笼养殖方式，项目养殖品种为汕尾海域常见的主要经济品种牡蛎，不需要投放饲料，以水生微生物和鱼类排泄物为饵料，可以对海区的自然环境起到净化水质的作用，项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海，吊养设施施工产生悬浮泥沙极少量，停止施工后会逐步恢复原本水平，对项目评价范围内的海洋生态保护红线区产生影响不大，符合生态保护红线要求。

(2) 环境质量底线

根据环境质量现状调查结果，除了个别监测因子的现状监测结果不能满足所在海洋功能区的环境保护要求外，本项目所在海域的海洋环境质量现状总体良好。

本项目施工工程量较小，悬浮泥沙产生源强小，基本不会对项目所在海域的海洋生态、海水水质环境等产生影响，施工期和运营期各类废水均拟收集分类进行处理处置，均不排放入海，不会对所在海域的海水水质、海洋生态环境和海洋沉积物环境等产生影响。综合分析，经采取一定的污染防治措施和生态环境保护措施后，本项目不会对所在海域的海洋环境产生明显的不良影响。因此，本项目基本不会改变所在海域的环境质量，不会影响到所在海域的环境质量底线。

(3) 资源利用上线的符合性分析

本项目为陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目，采用吊养养殖方式，用海面积根据《海籍调查规范》（HY/T 124-2009）和项目的实际用海情况界定，未盲目扩大占用海域资源；本项目用海不占用岸线，本项目开放式养殖用海项目，不属于高能耗、高污染项目。因此，本项目也符合资源利用上线的要求。

(4) 生态环境准入符合性分析

根据《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》，本项目位于碣石湾农渔业区一般管控单元（HY44000030001），该管控单元的生态环境准入清单见表 10.4.2-1 所示，本项目与所在近岸海域一般管控单元准入清单的符合性分析见表 10.4.2-2 所示。项目为吊养养殖项目，采用渔业原生态养殖生产模式进行牡蛎养殖，投放的种苗不需要投放饲料，以水生微生物和鱼类排泄物为饵料，可以对海区的自然环境起到净化水质的作用，项目施工期船舶污染物和运营期工作船污染物均运回陆域处理，不排海，吊养设施施工产生悬浮泥沙极少量，停止施工后会逐步恢复原本水平，项目采用延绳式吊笼养殖方式，养殖设施主要占据表层海域，不会对重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道造成不利影响，项目建设对海洋生态环境的影响很小。

此外，本项目也不属于《市场准入负面清单（2022 年本）》中所列负面清单项目，综合分析，本项目的建设符合《汕尾市“三线一单”生态环境分区管控方案》的要求。

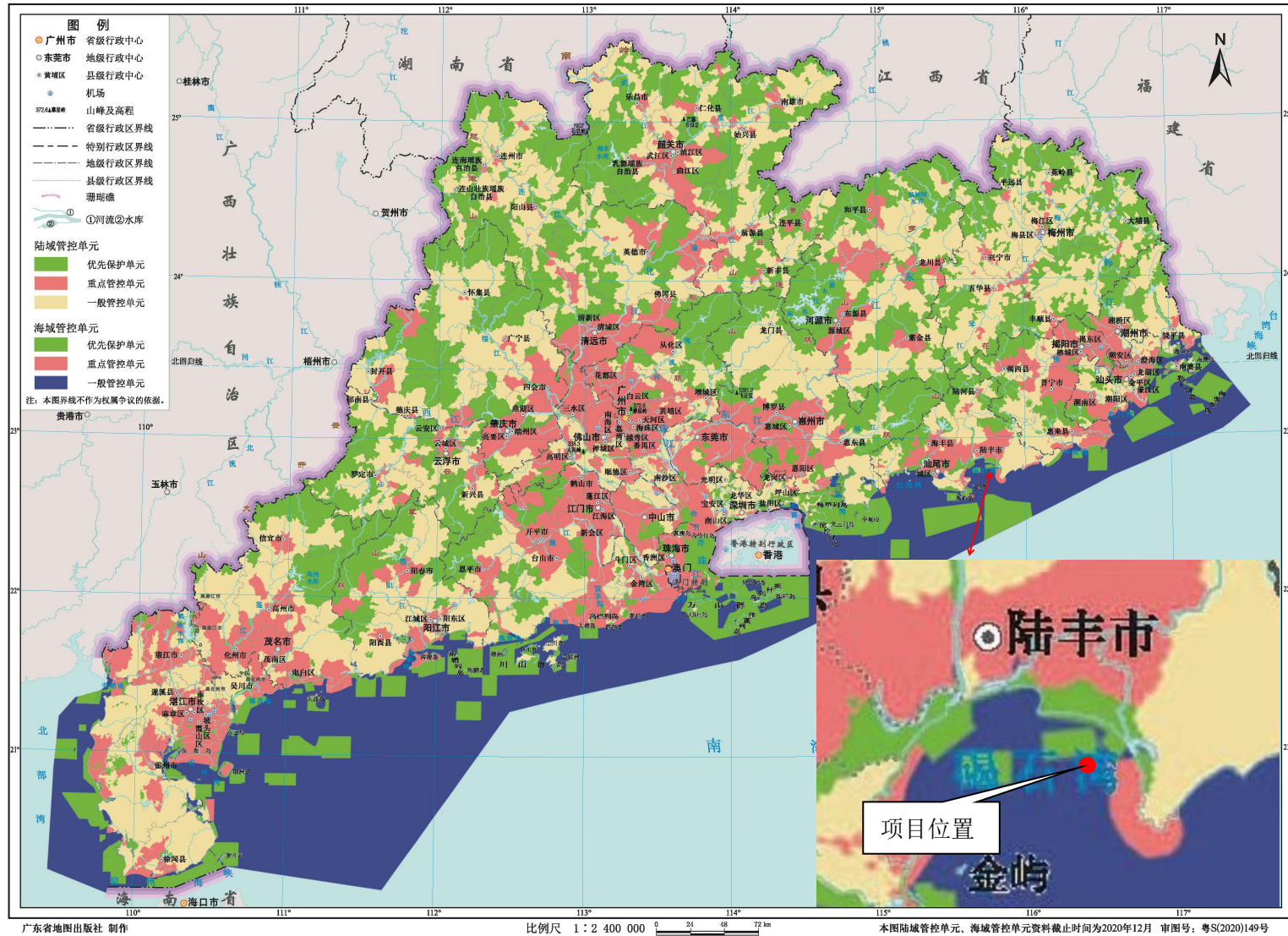


图 10.4.1-1 项目与广东省环境管控单元图叠加示意图

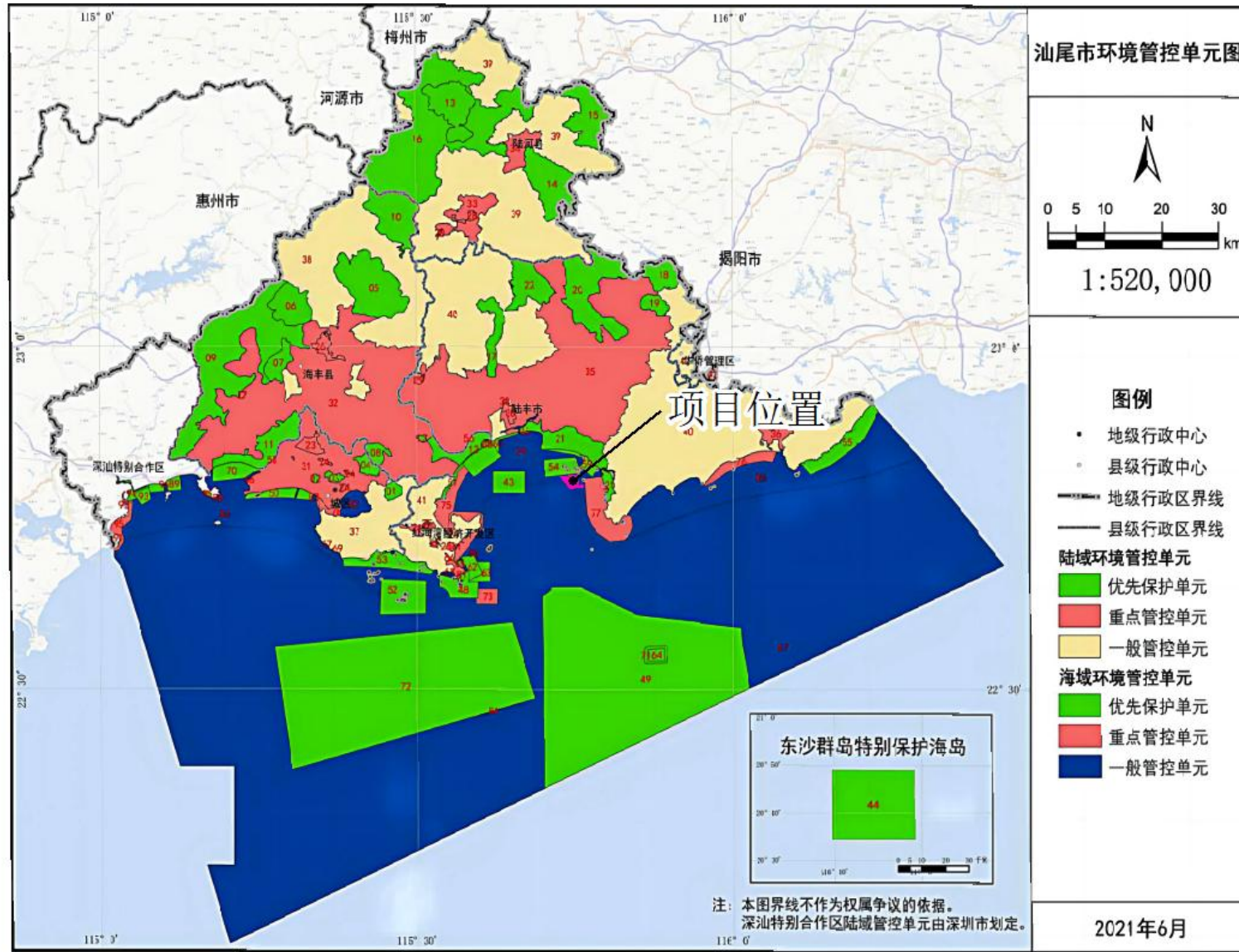


图 10.4.2-2a 与汕尾市环境管控单元图叠加示意图 1

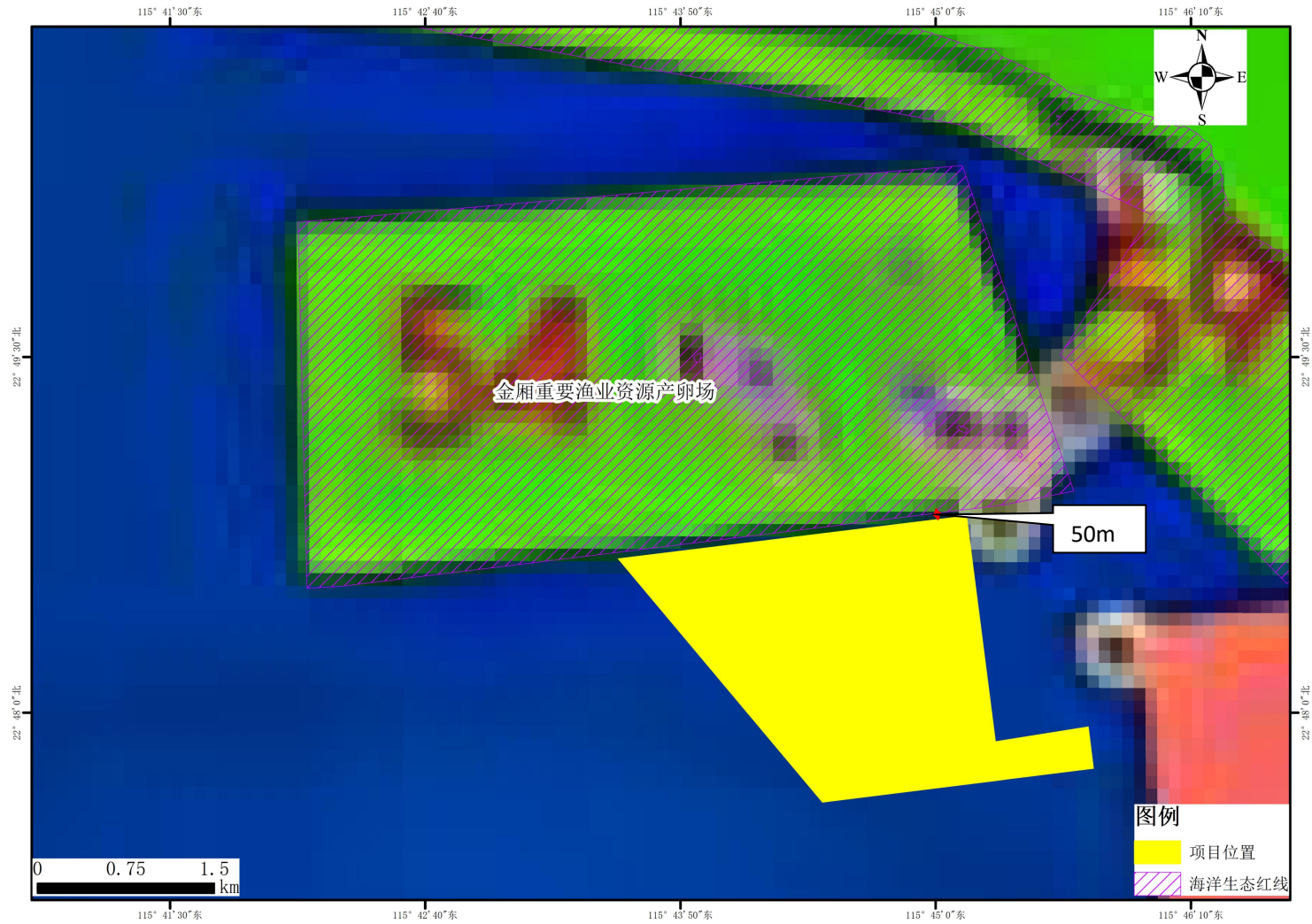


图 10.4.2-1b 与汕尾市环境管控单元图叠加示意图 2 (局部放大图)

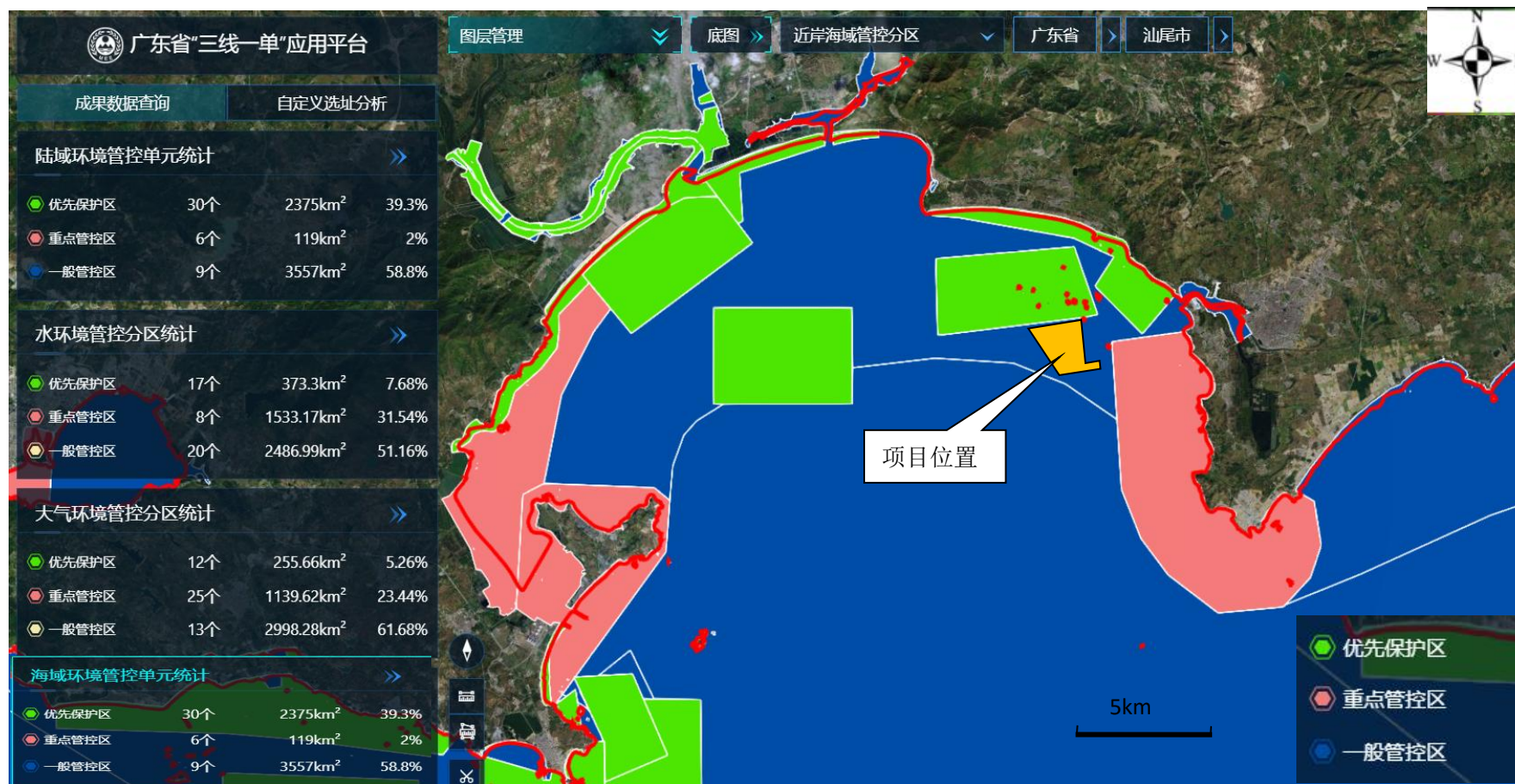


图 10.4.2-2c 与汕尾市环境管控单元图叠加示意图 3

表 10.4.2-1 汕尾市环境管控单元准入清单——近岸海域一般管控单元（节选）

序号	环境管控单元编码	环境管控单元名称	行政区划		管控单元分类	区域布局管控	能源资源利用	污染物排放管控	环境风险防控
			省	市					
1	HY44150030001	碣石湾农渔业区	广东省	汕尾市	一般管控单元	<p>1-1.以保护海洋生态为前提，合理保障渔业用海，交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求。</p> <p>1-2.保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道。</p>	<p>2-1.严格控制近海捕捞强度，严格执行伏季休渔制度和捕捞业准入制度。</p>	<p>3-1.海水养殖应当科学确定养殖密度，并应当合理投饵、施肥，正确使用药物，防止造成海洋环境的污染。不得将海上养殖生产、生活废弃物弃置海域。</p>	/

表 10.4.2-2 本项目与所在近岸海域一般管控单元准入清单的符合性分析对照表

环境管控单元名称	三线一单内容	本项目对照分析情况	符合性	
碣石湾农渔业区	区域布局管控	<p>1-1.以保护海洋生态为前提,合理保障渔业用海,交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求。</p> <p>1-2.保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道。</p>	<p>1-1.项目用海类型为渔业用海,项目吊养养殖采用渔业原生态养殖生产模式进行牡蛎养殖,投放的种苗不用投喂任何人工饲料和药物,完全依靠摄取海洋生物进行生长,可以对海区的自然环境起到净化水质的作用,因此,不会对海洋生态环境产生不利影响,项目用海面积已经过了严格的论证,不影响交通运输、旅游、核电、海洋能、矿产、倾废、海底管线及保护区等用海需求的用海需求。</p> <p>1-2.本项目采用延绳式吊笼养殖方式,养殖设施主要占据表层海域,不会对重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道造成明显影响。</p>	符合
	能源资源利用	2-1.严格控制近海捕捞强度,严格执行伏季休渔制度和捕捞业准入制度。	2-1.本项目为开放式养殖用海项目,不进行海洋捕捞。	符合
	污染物排放管控	3-1.海水养殖应当科学确定养殖密度,并应当合理投饵、施肥,正确使用药物,防止造成海洋环境的污染。不得将海上养殖生产、生活废弃物弃置海域。	3-1.本项目吊养养殖采用渔业原生态养殖生产模式进行牡蛎养殖,项目种苗放养密度以 5000 株/公顷,项目养殖密度 2350kg/公顷,合理控制养殖规模和密度。投放的种苗不用投喂任何人工饲料和药物,完全依靠摄取海洋生物进行生长,养殖过程中不会产生和排放污染物,项目运营期产生的废水、固体废物等污染物均拟采取有效的污染防治措施,不排入海域中。	符合
	环境风险防控	/	/	/
环境准入负面清单		根据《市场准入负面清单(2022 年本)》,本项目不属于市场禁止准入项目,符合准入要求。	符合	

11 环境经济损益分析

11.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

本报告拟采取的污染防治措施主要针对会对环境造成影响的水污染和固体废物污染，并提出了生态保护措施，比较清楚、具体，可以有效执行，能够达到环境保护的要求。

根据本评价以上提出的各项环境保护措施，以确保施工期和运营期所制定的环境保护目标顺利实现为前提，对建设项目拟采取的污染防治和生态保护措施进行投资估算，本次评价所提出各项污染措施费用约为 120.11 万元，项目总投资约 2900.38 万元，占总投资的 4.14%，详见表 11.1-1 所示。环保投资比例合理，从经济角度论证，该环境保护措施投资对建设单位来讲是可接受的。

表 11.1-1 项目环保投资概算一览表

阶段	项 目	单价(万元)	数量	金额(万元)
施 工 期	施工期环境监理	10 万元/年	1 次	10.0
	施工期环境监测	10 万元/次	1 次	10.0
	垃圾回收桶、污水收集设施等	5.0	1 套	5.0
营 运 期	船舶污水接收设施	20	1 套	20.0
	溢油回收设施（含围油栏、撇油器、吸油材、消油剂及消油剂喷洒装置等）	30	1 套	30.0
	垃圾收集系统	5.0	1 套	5.0
	运营期跟踪监测	10 万元/次	4 次	40.0
	生态资源补偿	/	/	0.11
合计		/	/	120.11

11.2 环境保护的经济损益分析

(1) 项目施工对附近海域生态环境的影响

(1) 对底栖生物的影响分析

在项目建设中，由于吊养养殖设施和警示浮标锚块施工海域范围内的部分游泳能力差的底栖生物如底栖鱼类、虾类将因为躲避不及而被损伤或掩埋，且吊养养殖固定系统

木桩和警示浮标锚块占用海域内的底栖生物栖息环境将被彻底破坏，而且是永久的、不可恢复的，施工产生的悬浮泥沙也会引起工程附近的底栖生物栖息环境发生改变，使得部分底栖生物逃亡他处，但因施工活动引起的工程附近的底栖生物栖息环境改变属于暂时性的，施工期结束后一段时期栖息环境将逐渐恢复。

(2) 生物种类和数量减少

项目养殖设施施工将掩埋部分底栖生物，导致底栖生物的数量和种类减少。此外，施工过程产生的悬浮泥沙也将影响项目附近海域的底栖生物、浮游生物和游泳生物的生存环境，施工产生的悬浮泥沙将使施工水域内的局部海水悬浮物增加，水体透明度下降，从而使溶解氧降低，对水生生物产生诸多的负面影响。最直接的影响是削弱了水体的真光层厚度，导致局部海域内初级生产力水平降低，使浮游植物生物量降低。浮游植物生物量的减少，会使以浮游植物为饵料的浮游动物在单位水体中拥有的生物量也相应地减少，以捕食鱼类为生的一些高级消费者，也会由于低营养级生物数量的减少而难以觅食。同时，浮游动物也将因阳光的透射率下降而迁移别处，浮游动物将受到不同程度的影响。

由于悬浮泥沙的影响仅在施工期，施工结后，游泳生物将重新进驻项目附近海域，影响不大。

(2) 营运期对附近海域生态环境影响

本项目吊养养殖采用渔业原生态养殖生产模式进行牡蛎养殖，投放的种苗不用投喂任何人工饲料和药物，完全依靠摄取海洋生物进行生长，养殖过程中不会产生和排放污染物，因此，不会对海洋生态环境产生不利影响，对项目所在海域及周边的浮游植物、浮游动物和游泳生物等海洋生物的栖息环境没有影响。

项目运营期产生的废水、固体废物等污染物均拟采取有效的污染防治措施，不排入海域中，因此，项目运营期污染物排放基本不会对项目所在及附近海域的生态环境产生影响。

总的来说，项目养殖规模小，养殖污染物排放基本不会对项目所在及附近海域的生态环境产生影响。

(3) 环境直接、间接经济收益分析

环境经济收益是指在采取环境保护措施后所得到的直接和间接效益。直接效益为资源、能源的回收利用所产生的收益；间接效益为由于污染物的适当排出所削减的环境经济损失。对本建设工程来说，环境经济效益只由间接效益组成。

根据本报告前述章节的相关分析可知，在不采取任何环保措施的情况下，工程环境污染的范围和程度将增大，资源的损失和环境污染损失也同样会增加；在采取环境保护措施后，可以使建设工程产生的环境影响被控制在最小范围和最低程度，进而也能在一定程度上减少资源的损失。因此，建设工程污染防治措施的环境经济效益还是比较明显的。

本工程的实施，能产生较大的社会效益和经济效益，项目建设是充分利用陆丰海洋资源优势，打造陆丰海上养殖基地，推进海洋综合开发示范区建设，以科技创新能力促进传统海洋渔业向现代海洋渔业升级。项目通过基地化、健康化、集约化的海水养殖基地以及国家级标准化健康养殖示范基地示范推广，带动汕尾近岸养殖产业集群逐步向深水海区转移，形成健康、安全、高效，科技含量高、经济价值高的深水养殖产业集群，加快汕尾海洋经济发展，推进海洋经济强市建设，增加就业。本项目具有良好的社会效益。

11.3 环境保护的技术经济合理性

11.3.1 环境保护技术可行性分析

(1) 本项目拟采取的施工工艺和环保措施均为技术上较成熟的工艺和措施，技术上是可行的。

(2) 目前汕尾已有多家具有船舶含油污水和船舶垃圾接收处置的资质单位。本工程施工船舶污染物可与这些资质单位签定协议，实行有偿服务。因此，本项目施工船舶污染物的防治措施是可行的。

(3) 报告提出的工程设计和管理中各类的措施，简单成熟，可操作性较强，从工程经济和技术上是可行的。

11.3.2 环境保护经济可行性分析

本工程建成后，能产生较大的社会效益和经济效益。通过与项目涉及利益相关者的协调，本项目对利益相关者的影响较小，项目建设受到各方的支持；项目投资对区域经济社会发展具有拉动作用，对本地居民生活水平、就业、基础设施、城市容量及城镇化进程产生的正面影响。

同时，本工程的施工建设会给项目所在海域环境带来一定负面的影响，将不可避免的对海洋生物资源造成一定的损失，并由此带来一定的经济损失，但是，与本工程带来社会效益比较而言，这些由环境影响造成的经济损失是可以接受的。同时，在项目施工建设和将来运营生产中，建设单位也将采取一定的环境保护措施来降低环境污染，实现清洁生产，努力将环境影响控制在最小范围和最低程度，并且这些环保措施是该类工程建设应用比较成熟的技术措施。因此，项目所采取的污染防治方法与环境保护措施在技术、经济上是合理的、可行的。

12 环境管理与监测计划

12.1 目的

为了更好地对本项目在建设阶段和建成投产后的环境保护工作进行监督和管理，应建立相应的环境保护工作进行监督和管理，应建立相应的环境保护工作小组，制定相应的环境保护管理制度，全面管理本项目的有关环境问题，以满足区域环境保护的要求，并不断改善自身环境，达到发展经济、保护环境的目的。

12.2 环境管理

12.2.1 管理机构及职责

本工程环境管理由建设单位陆丰市农业农村局设立的环境管理机构负责，建设单位业务上接受生态环境部门的指导和监督。环保管理机构承担以下环境管理职责：

①在建设单位与施工单位签订的工程承包合同中，应包括有关环境保护的条款，建立明确的环境保护责任制，如施工队伍临时生活设施产生的污水、生活垃圾的管理；施工时产生的各种固体废弃物的处置等；施工期间建设单位可在当地生态环境部门的指导和授权下对上述问题进行严格管理。

②因地制宜利用各种形式向施工人员宣传国家的有关环保法规、条例，增强广大施工人员的环境保护意识，使大家都能自觉参与各项环保活动，认真执行各项环保法规。

③根据施工期存在的主要环境问题，制定《施工期环境保护管理条例细则》，并在施工场地张贴公告，使施工负责人和施工人员都能知道。环境管理人员应经常到施工现场检查，发现问题要及时纠正。对那些违反管理条例的人员要进行宣传教育，对严重违犯者，除进行严肃的批评外，还可进行必要的经济处罚。

④各施工地点应有环保管理人员在施工现场跟踪监控管理，检查环保措施的实施情况。例如检查施工时间安排是否合理，施工噪声是否超标；施工废水和生活污水的排放是否做到达标排放，采取的预处理设施效果如何等。一旦发现问题，就应立即采取必要措施加以纠正，同时对责任人进行批评教育，并按制定的施工期环境保护管理条例进行相应的经济处罚。

⑤环境管理人员要与施工质量监理工程师密切配合,对建设项目各项环保设施的施工质量和进度要跟踪检查,确保符合生态环境主管部门对项目进行“三同时”验收的各项要求。

⑥建设项目投产前,应全面检查施工现场的环境恢复情况。

⑦加强与环保主管部门的沟通和联系,主动接受主管部门的管理、监督和指导。

12.2.2 环境管理计划

(1) 初步设计和施工前期环境管理

①污染防治方案的审核

配合技术部门采取专家论证等方式,对项目的工艺设计的可行性、环保措施的可行性进行论证。

②签订施工承包合同中应包括环境保护的专项条款

在施工招标发包时,应对施工单位的文明施工素质及施工期环境管理水平进行审核,在与中标单位签订施工委托合同时,应将施工期承包单位必须遵循的环境保护有关要求以专项条款方法写入合同文本中,并在施工过程中据此加强监督、检查、减少施工期对环境的污染影响。

(2) 施工期环境管理

施工期的环境管理主要由施工单位具体实施,其在环境管理、污染控制及防治措施实施等方面将起到关键作用,因此,选择正规、有经验的施工单位,并将施工期的环境管理工作纳入到合同内容中是确保环境管理计划实施的前提。除此之外,委托有能力的监理单位进行施工期的环境监理,环境监理是实现项目的全过程环境管理的手段。

施工期环境管理的具体要求如下:

①施工单位和监理单位施工之前对相关人员开展环境保护的宣传和教育培训工作;

②施工单位需严格落实环评报告提出的环保措施,监理单位应做好施工现场的巡视检查、发现存在的环境问题并及时提出,对环保措施的落实情况进行监督。该工程施工期拟落实的主要污染防治措施包括:

A.吊养养殖木桩固定是否采取降低悬浮物的浓度和控制悬浮物扩散的措施;

B.施工物料堆放、装卸、运输是否按对策措施要求落实;

C.施工过程中使用的各类机械设备是否依据有关法规控制噪声污染;

D.施工期各类废水和垃圾是否进行妥善处置；

E.落实施工期环境监理制度是否落实；

F.施工期监测制度是否落实等。

③监理单位编制环境监理报告（环境监理月报、季度报告及监理总结报告），报送建设单位、施工单位和生态环境主管部门，反映施工期环境保护措施的落实情况，这即是施工期环境管理的重要成果，又是工程竣工环境保护验收的重要材料。

（3）验收阶段环境管理

①落实环保投资，确保治理措施执行“三同时”和各项环保治理措施达到设计要求；

②组织开展该工程环保设施的竣工验收手续，开展竣工验收监测、编制环保竣工验收报告等工作。

（4）运营期环境管理

①监督环保设施的正常运行

本工程建设单位应监督各项环保设施的正常运营，杜绝违法向环境排放污染物，对于事故情况下的污染物超标排放，采取及时有效的措施加以控制，同时上报生态环境主管部门。

②监督生态影响防治措施和生态影响补偿措施

监督该工程生态影响防治措施和生态影响补偿措施的落实，包括措施的落实及落实后的跟踪监测等内容，是该工程环境管理最重要内容之一。

③制订和实施环境监测计划

组织环境监测计划的制订，并做好日常的监测记录工作和定期监测上报工作，通过污染物排放的环境监测来检测环保设施的运行效果，将环保工作落到实处。

④污染事故应急防范

对于突发性污染事故的应急防范，建设单位应成立应急反应指挥小组，制定和实施码头应急反应计划，配备适当数量的应急设备，将本工程的突发事故应急防范工作与地方的突发事故应急防范工作相衔接，充分利用区域的应急资源，做好污染事故应急防范工作。

⑤宣传、教育和培训

对职工进行环境保护方面的宣传和培训，培养大家爱护环境、防止污染的意识。对于环保设施管理与维护人员，定期参加上级主管机构和各级生态环境主管部门组织的职

业技术培训，提高其环境管理和技术水平。

12.3 环境监理

该项目在用海过程中，应接受生态环境主管部门的监管。当发现有超出海域使用范围、改变海域使用用途和性质，或海域使用对环境、资源造成不良影响时，应采取相应措施对违规行为及时进行纠正，对出现问题及时加以解决。

环境监理是工程监理的重要组成部分，建设单位需委托具有能力的环境监理单位进行环境监理工作。环境监理单位应按照合同条款，独立、公正地开展工作。环境监理实行环境监理工程师负责制，监理人员应具备环境方面的专业知识。

监理单位需帮助施工单位对项目中的环保设计把关，同时，监理过程中监理人员对施工过程中出现的环境问题及时与施工单位沟通并采取相应措施把这些问题控制在源头，将施工过程中对环境的各种不利影响降到最低限度。环境监理的具体内容包括：

（1）现场环境监理

环境监理人员对重点污染源及其污染防治设施的现场监理每月不少于1次；对一般污染源及其污染防治设施的现场监理每季不少于1次；对项目现场监理每月不少于1次。

环境监理人员进行例行现场检查时，需填写现场监理单，对异常情况要制作《询问调查笔录》，必要时需采样取证并按规定采取相应处理措施。对违法行为，属现场处罚范围的，填写《现场处理决定通知书》，执行现场处罚。

（2）监理工程建设

受委托的监理公司应派人员进驻施工现场，监督工程的是否按国家主管部门批准的用海区域用海，核查用海范围及面积；监督项目施工过程中是否采取了环境影响报告书所提的各项污染防治措施。

（3）调查、处理环境污染事故和环境污染纠纷

环境监理机构发现环境污染事故或接到举报后，将根据污染事故报告制度及时向生态环境部门、自然资源行政主管部门报告，实地调查和记录环境污染或事故污染状况，进行取证，并采取应急措施控制污染。

环境监理人员应参与污染事故的处理。环境监理机构要对当事人参加的协调会提出调解处理意见，制作会议纪要。

另外，监理人员需对施工人员进行生物多样性保护的宣传教育；协调工程施工中因

环境问题产生的纠纷；参加每周的工程例会，根据现场监理的情况及时编报环境监理周报、月报。

12.4 环境监测计划

为了及时了解和掌握建设项目施工及营运期间所在地区的环境质量发展变化情况以及主要污染源的污染排放状况，建设单位必须定期委托有监测能力的环境监测单位对建设项目对环境产生的影响进行跟踪监测，并提交具计量认证的跟踪监测分析测试报告，为主管部门对该项目进行环境监管提供技术依据，避免因工程建设和环境污染造成的纠纷和损害。本次评价主要根据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》和《排污单位自行监测技术指南 总则》（HJ 819-2017）中的相关要求，提出本项目的施工期和营运期环境监测计划。

12.4.1 施工期环境监测计划

为了及时了解和掌握建设项目施工期主要污染源污染物的排放状况，项目建设单位应定期委托有资质的环境监测部门对施工期主要污染源排放的污染物进行监测。

监测点位：主要选择在工程区附近海域进行监测，具体见图 12.4.1-1 和表 12.4.1-1。

表 12.4.1-1 海域监测站位坐标

站位号	经度	纬度	调查内容
1	115°44'16.302"东	22°49'7.497"北	水质
2	115°45'43.578"东	22°48'24.906"北	水质
3	115°45'1.48"东	22°47'22.433"北	水质
4	115°43'2.374"东	22°47'52.724"北	水质

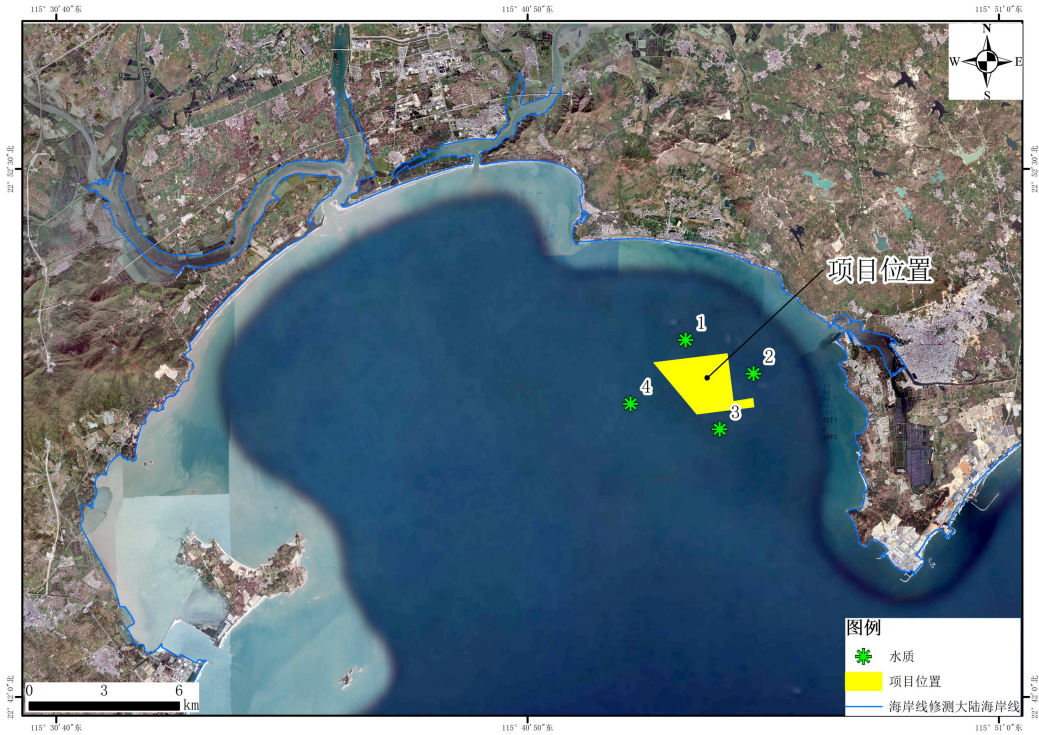


图 12.4.1-1 海洋环境跟踪监测站位图

监测因子：

水质——pH、溶解氧、COD、无机氮、活性磷酸盐、SS、石油类等共 7 项；
各监测项目按照《海洋调查规范》和《海洋监测规范》的要求进行监测。

监测频次：施工期每半年监测一次，竣工后环保验收前，进行一次后评估监测。

12.4.2 运营期环境监测计划

项目运营运营期监测站位与施工期监测点位相同，具体见图 12.4.1-1 和表 12.4.1-1。

监测内容为水质，水质监测项目包括：pH、溶解氧、COD、无机氮、活性磷酸盐、SS、石油类等 7 项。监测频次：每半年（春季、秋季）监测一次。

实施单位：委托有资质的监测单位进行监测。

建议将运营期环境监测计划纳入海域常规跟踪监测计划和养殖区自身养殖环境指标的每日监测计划中。

12.5 竣工环境保护验收

根据《建设项目环境保护管理条例》及《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》，

项目竣工后，建设单位应严格按照环境保护部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，配套建设的环境保护设施经验收合格后方投入生产或者使用。项目主要验收内容见表 12.5-1。

表 12.5-1 环境保护验收内容一览表

环境工程类别		防治对策	验收标准
废水	船舶底含油污水	船舶靠岸后，交有资质单位进一步进行处	设置接收设施，签订相关转运处理协议，执行转运联单制度
	生活污水	施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理	设置接收设施，签订相关转运处理协议
固体废物	生活垃圾	生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集，交由环卫部门接收处理	及时得到清运，不对周边环境产生二次污染影响
	废弃养殖材料	拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃	及时得到清运，不对周边环境产生二次污染影响
	敌害生物	清理后运回陆地消杀，再采用填埋法处理	不对海洋生态环境产生不利影响
风险事故防范		制定风险应急预案及风险防范措施	减轻事故影响

12.6 小结

本项目环保管理机构设置合理、制度完善；通过委托有资质单位进行监测，可以承担海洋环境等要素全面监测的任务，确保为建设单位的决策提供可靠环保监测数据。本项目建成后，应有针对性地更进一步完善现有监测体系。企业应严格实施日常环境监测计划，确保各类污染物达标排放，环境质量满足功能区划要求。

项目竣工后，建设单位应严格按照环境保护部门规定的标准和程序，对配套建设的环境保护设施进行验收，配套建设的环境保护设施经验收合格后方投入生产或者使用。

13 综合结论

13.1 项目概况

陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目位于陆丰市碣石镇西侧 4.5 公里碣石湾海域，项目地理位置中心坐标为：东经 115°44'29.064"E、北纬 22°47'37.681"N，陆丰市碣石湾海域碣石片区开放式养殖用海项目海域面积为 443.4667 公顷，均为渔业用海中的开放式养殖用海，采用延绳式吊笼养殖方式养殖牡蛎等产品。

本项目养殖区布置在 8m~10m 等深线海域附近，距大陆海岸约 4.5km，水体交换条件好。养殖区海域总平面分为 6 个养殖作业区，均为渔业用海中的开放式养殖用海，采用延绳式吊笼养殖方式养殖牡蛎等产品。并在养殖区域的 6 个角点分别布置警示浮标一座。项目海域使用类型均为渔业用海（一级类）中的开放式养殖用海（二级类），用海方式均为开放式用海（一级方式）中的开放式养殖用海（二级方式）。申请用海期限 15 年，项目总投资约 2900.38 万元。

13.2 工程分析

13.2.1 施工期

施工期，水污染主要来自施工船舶施工人员产生的生活污水，施工船舶舱底含油污水，吊养养殖木桩桩基固定和警示浮标锚块投放过程中产生的悬浮泥沙；大气污染主要来源于施工船舶、运输车辆和施工机械产生一定量的尾气以及后方陆地材料装卸、堆放和运输、施工车辆行驶产生的扬尘等；噪声污染主要为施工期间施工机械和施工船舶噪声；固体废物污染主要为施工船舶施工人员生活垃圾和废弃养殖材料等；吊养养殖木桩桩基固和警示浮标锚块投放施工时的海洋生态环境遭到破坏、浮游生物受到影响，施工产生的悬浮泥沙也会使浮游动植物和渔业资源等受损，造成一定的生物量损失，总的来说损失量不大。

13.2.2 运营期

运营期，本项目牡蛎养殖过程中无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完

全依靠所在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，养殖污染主要为牡蛎生长过程中产生的分泌排泄物。根据工程分析，本项目牡蛎养殖对海水环境中总氮、总磷、COD 具有少量的削减作用，且不会造成海水中的氨氮含量增加。本项目牡蛎养殖不需要投喂饲料，以海洋微生物为饵料，对项目养殖海域的水环境起到净化作用，牡蛎养殖对海洋水环境的影响是正向影响。污废水主要为工作人员生活污水、运输船、工作船舱底含油污水等。废气主要为运输船、工作船运输过程排放的少量船舶尾气。固体废物主要包括生活垃圾、废弃养殖材料和敌害生物；噪声污染主要为运输船、工作船产生的噪声。

13.3 环境质量现状结论

13.3.1 水文动力环境质量现状

本海域主要为不规则全日潮流为主。根据调查结果，最高潮位为 78.2cm，最低潮位为-73.8cm，最大潮差为 103cm，最小潮差为 83cm，平均潮差为 93cm，实测海流表现为往复性流动，观测期间涨潮流平均流速最大为 17.6cm/s，出现在中层，流向为 350°，落潮流平均流速最大为 19.2cm/s，出现在中层，流向为 182°。调查海区观测期间大潮期各站各层余流均为 0.2~3.7cm/s 之间，最大余流流速发生在 S5 站，其中层最大余流流速 3.7cm/s；最小余流流速发生在 S1 站表层和中层，余流流速为 0.2cm/s，调查海区涨潮期最大含沙量最大为 23.82mg/L，落潮期最大含沙量最大为 29.42mg/L，观测期间各站位各层次含沙量在 1.22-29.42mg/L，平均含沙量在 2.89-17.18mg/L。

13.3.2 海水水质现状

调查结果显示，2022 年 11 月秋季调查海域水质项目大部分检测结果符合所在海洋功能区海水水质标准要求。活性磷酸盐、石油类、无机氮、铅有不同程度的超标现象。调查海域为近岸海域，受沿岸陆源输入、水文动力等复杂的人为因素影响，水体呈现不同营养化状况，其中，L14 站位水体为中度富营养化；其他站位均为轻度富营养化。

2023 年 3 月春季调查海域水质项目大部分检测结果符合所在海洋功能区海水水质标准要求。石油类、无机氮、铅有不同程度的超标现象。调查海域为近岸

海域，受沿岸陆源输入、水文动力等复杂的人为因素影响，水体呈现不同营养化状况，其中 L47 站位水体为中度富营养化，其他站位均为轻度富营养化。

13.3.3 沉积物质量现状

调查结果显示，2022 年 11 月秋季调查海域的海洋沉积物质量有机碳、铜、镉、总汞、砷、锌、总铬检测结果符合所在海洋功能区沉积物质量第一类标准要求。L7 站位的铅有超标现象，海洋沉积物质量状况良好。

13.3.5 海洋生态环境质量现状

13.3.5.1 2022 年 11 月秋季海洋生态环境质量现状

本次调查区域的叶绿素 a 含量为中等水平，平均浓度为 4.91 mg/m^3 ，平均初级生产力为 $210.32 \text{ mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，总体呈现由近岸向外海逐渐减少的特征，空间差异明显。

浮游植物鉴定浮游植物 4 门 24 属 43 种（含 3 个变种及变型）。以硅藻门种类为主，硅藻门种类占 55.81%，甲藻门种类占 32.56%，其他种类占 11.63%。浮游植物丰度范围 $(97.12 \sim 861.68) \times 10^4 \text{ cell}/\text{m}^3$ ，平均为 $243.84 \times 10^4 \text{ cell}/\text{m}^3$ 。调查海域以硅藻门丰度占优势，占调查区域平均丰度的 62.02%。本次调查浮游植物优势种共出现 6 种，其中伏氏海毛藻为第一优势种，其优势度为 0.218，平均丰度 $60.64 \times 10^4 \text{ cell}/\text{m}^3$ ，占区域浮游植物平均丰度的 24.87%。浮游植物多样性指数平均为 4.026，均匀度指数平均为 0.742。整体而言，调查海域浮游植物种类一般，各个站位的丰度占比较为平均，浮游植物的多样性指数和均匀度指数均较好。

浮游动物鉴定出 58 种（类），分属 11 个类群，以桡足类出现种类最多。调查区域出现优势种 6 种，以桡足类幼体的优势度最高。浮游动物海域平均密度为 $717.40 \text{ ind.}/\text{m}^3$ ，总生物量平均值 $375.86 \text{ mg}/\text{m}^3$ ；多样性指数、均匀度和多样性阈值均值分别为 3.48、0.59 和 2.12，浮游动物多样性和均匀度中等。

底栖生物共鉴定出 6 门 23 科 29 种。以环节动物和软体动物出现种类最多均为 10 种，其次为节肢动物 5 种。优势种共有 3 种，分别为毛头梨体星虫、花冈钩毛虫和奇异稚齿虫。底栖生物的总平均生物量为 $66.31 \text{ g}/\text{m}^2$ ，平均栖息密度为 $367.50 \text{ ind.}/\text{m}^2$ 。底栖生物多样性指数平均为 2.32；均匀度平均为 0.48。

潮间带生物共鉴定出潮间带生物 3 门 5 科 6 种，生物数量和种类均较少。其中，软体动物有 3 科 4 种；节肢动物和环节动物各 1 科 1 种。3 个断面的潮间带生物平均生物量为 21.75 g/m^2 ，平均栖息密度为 35.56 ind./m^2 。水平分布上，生物量以 CJ4 为最高，生物量高低排序为 $\text{CJ4} > \text{CJ2} > \text{CJ3}$ ；栖息密度也以 CJ4 为最高，栖息密度高低排序为 $\text{CJ4} > \text{CJ2} > \text{CJ3}$ 。垂直分布上，生物量及栖息密度均以低潮区为最高；生物量和栖息密度高低排序均为低潮区 $>$ 中潮区 $>$ 高潮区。多样性指数的变化范围一般，在 $0.235 \sim 0.918$ 之间，平均值为 0.634 ；均匀度的变化范围为 $0.091 \sim 0.355$ ，平均值为 0.245 。

游泳生物共捕获 28 种，其中：鱼类 16 种，甲壳类虾类 3 种，蟹类 4 种、虾蛄类 2 种，头足类 3 种。调查海域平均重量渔获率和个体渔获率分别为 0.61 kg/h 和 60.50 ind./h ；渔业资源平均重量密度和个体密度分别为 65.96 kg/km^2 和 6533 ind./km^2 ；其中，甲壳类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.19 kg/h 和 28.50 ind./h ，占总个体渔获率的大部分；鱼类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.34 kg/h 和 27.00 ind./h ，占总重量渔获率的大部分；头足类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.08 kg/h 和 5.00 ind./h 。优势种为：鳓、龙头鱼、口虾蛄、变态蛄、中华管鞭虾。鱼卵和仔稚鱼共鉴定出 8 个种类，隶属于 8 科 8 属，鱼卵数量以小公鱼属最多，而仔稚鱼数量也以小公鱼属最多。调查海域鱼卵平均密度为 3.610 ind./m^3 ，处于较低水平，仔稚鱼平均密度为 1.091 ind./m^3 ，处于较低水平。

13.3.5.2 2023 年 3 月春季海洋生态环境质量现状

本次调查区域的叶绿素 a 含量为中等水平，平均浓度为 2.56 mg/m^3 ，平均初级生产力为 $229.16 \text{ mg} \cdot \text{C/m}^2 \cdot \text{d}$ ，总体呈现由近岸向外海逐渐减少的特征，空间差异明显。

浮游植物鉴定浮游植物 5 门 28 属 58 种（含 5 个变种及变型）。以硅藻门种类为主，硅藻门种类占 60.34% ，甲藻门种类占 29.31% ，其他种类占 10.35% 。浮游植物丰度范围 $135.57 \sim 1998.11 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$ ，平均为 $453.11 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$ 。调查海域以硅藻门丰度占优势，占调查区域平均丰度的 78.95% 。本次调查浮游植物优势种共出现 4 种，其中柔弱伪菱形藻为第一优势种，其优势度为 0.230 ，平均丰度 $104.20 \times 10^4 \text{ cell/m}^3$ ，占区域浮游植物平均丰度的 23.00% 。浮游植物多样性指数平均为 3.887 ，均匀度指数平均为 0.663 。整体而言，调查海域浮游植物种类

一般，各个站位的丰度占比较为平均，浮游植物的多样性指数和均匀度指数均较好。

浮游动物鉴定出 39 种（类），分属 10 个类群，以桡足类出现种类最多。调查区域出现优势种 3 种，以桡足类幼体的优势度最高。浮游动物海域平均密度为 751.17 ind./m³，总生物量平均值 476.04 mg/m³；多样性指数、均匀度和多样性阈值均值分别为 2.98、0.56 和 1.77，浮游动物多样性和均匀度中等。

底栖生物共鉴定出 6 门 27 科 34 种。以软体动物出现种类最多为 16 种，其次为环节动物 8 种。优势种共有 4 种，分别为毛头梨体星虫、花冈钩毛虫、奇异稚齿虫和角海蛹。底栖生物的总平均生物量为 63.31 g/m²，平均栖息密度为 281.67 ind./m²。底栖生物多样性指数平均为 1.93；均匀度平均为 0.38。

潮间带生物共鉴定出潮间带生物 3 门 4 科 7 种，生物数量和种类均较少。其中，软体动物有 2 科 5 种；节肢动物和环节动物各 1 科 1 种。3 个断面的潮间带生物平均生物量为 28.33 g/m²，平均栖息密度为 44.00 ind./m²。水平分布上，生物量以 CJ4 为最高，生物量高低排序为 CJ4>CJ2>CJ3；栖息密度也以 CJ4 为最高，栖息密度高低排序为 CJ4>CJ2>CJ3。垂直分布上，生物量高低排序为中潮区>低潮区>高潮区，栖息密度高低排序为低潮区>中潮区>高潮区。多样性指数的变化范围一般，在 1.183~2.062 之间，平均值为 1.512；均匀度的变化范围为 0.421~0.735，平均值为 0.539。

游泳生物共捕获 34 种，其中：鱼类 17 种，甲壳类虾类 4 种，蟹类 8 种、虾蛄类 3 种，头足类 2 种。调查海域平均重量渔获率和个体渔获率分别为 2.52 kg/h 和 242.17 ind./h；渔业资源平均重量密度和个体密度分别为 272.36 kg/km² 和 26152 ind./km²；其中，鱼类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.34 kg/h 和 15.83 ind./h；甲壳类重量渔获率和个体渔获率分别为 2.15 kg/h 和 222.67 ind./h，占总重量渔获率和总个体渔获率的大部分；头足类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.03 kg/h 和 3.67 ind./h。优势种为：长叉口虾蛄、变态螳、口虾蛄、鲜明鼓虾、隆线强蟹。

鱼卵和仔稚鱼共鉴定出 7 个种类，隶属于 7 科 7 属，鱼卵数量以小公鱼属最多，而仔稚鱼数量以多鳞鱈属最多。调查海域鱼卵平均密度为 3.617 ind./m³，处于较低水平，仔稚鱼平均密度为 0.986 ind./m³，处于较低水平。

13.3.6 海洋生物体质量现状

2022年11月调查结果显示，调查海域中SF4断面的软体类动物火枪乌贼的石油烃超出海岸带调查标准最高限值，其他项目均符合标准要求。其他断面生物体中石油烃、铜、铅、镉、总汞、锌含量水平均低于相应标准限值，符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准要求，石油烃符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准要求。

2023年3月调查结果显示，调查海域中生物体中铜、铅、镉、总汞、锌含量水平低于相应标准限值，无超标现象，符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准要求，石油烃符合《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准要求。

13.3.7 大气环境现状

根据《2022年汕尾市生态环境状况公报》，常规监测站点的6项基本项目的监测结果均能达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）及其2018年修改单中的二级标准要求。项目所在区域为环境空气达标区。

13.3.8 声环境现状

根据《2022年汕尾市生态环境状况公报》，2022年度，5个功能区噪声监测点位噪声监测结果：1类声功能区噪声昼、夜间均值分别为53.5分贝、44.3分贝，2类声功能区噪声昼、夜间均值分别为56.3分贝、48.2分贝，3类声功能区噪声昼、夜间均值为61.5分贝、51.8分贝，4类声功能区1#噪声昼间均值为68.0分贝，4类声功能区2#噪声昼间均值为68.6分贝均达到国家规定标准；未达到标准的是4类声功能区1#噪声夜间均值57.2分贝，超标2.2分贝，4类声功能区2#噪声夜间均值为59.1分贝，超标4.1分贝。2022年度我市城市区域环境噪声昼间均值为56.9分贝，达到国家规定标准，与去年相比下降0.1分贝。2022年度交通噪声昼间均值为68.9分贝，达到国家规定标准，与去年相比持平。

13.4 环境影响评价结论

(1) 水动力环境影响分析

本项目为开放式养殖，采用延绳式吊笼养殖的养殖模式，延绳式吊笼养殖为透空式，不会对海域水流形成阻断，不会改变海域的自然属性，因此对附近海域流场流态没有大的影响。此外，由于本项目位于开放性海域，海区水动力条件较好，牡蛎养殖密度不高，且牡蛎吊养笼具面积占申请用海分区面积的10%以下，养殖分区间距较宽。由于项目所在海域开阔，水深较深，且用海方式为开放式用海，因此工程建设后对附近潮流场影响很小。

(2) 地形地貌与冲淤环境影响分析

由于本项目位于开放性海域，海区水动力条件较好，其中养殖区离岸距离碣石镇大陆海岸约4.5km，项目不涉及到海岸线和岛岸线的占用，也不会形成新的岸线，项目养殖对水文动力环境的影响很小，不会对所在海域的输沙特征、泥沙运移规律和冲淤行为造成改变，不会造成岸滩的冲淤变化。项目为开放式用海，泥沙冲淤的影响可能主要体现在吊养养殖固定系统所需的锚固木桩周围，项目每条绳筏两端仅用一个木桩固定，由于单位面积海域木桩数量较少，规格较小，因此本项目对于周边海域的地形地貌与冲淤环境影响较小。

(3) 水环境影响

本项目吊养养殖木桩桩基固定和警示浮标锚块投放过程中产生的悬浮泥沙。本项目在进行木桩投放插入固定施工和投放锚块时，产生的悬浮泥沙将对周围海水水质产生一定的影响，由于项目木桩长1.5m，直径12cm，单个木桩施工时间极短，投放锚块仅6个，单个木桩、锚块产生的悬浮泥沙源强比较小。总的来说，由于本项目养殖使用木桩、锚块规格比较小，木桩固定和锚块投放所占面积较小，木桩固定和锚块投放施工悬浮物影响范围主要集中在项目养殖区内，对周边的农渔业区、养殖区水质影响较小，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沉降，施工结束后可以很快恢复至本底值。

此外由于本养殖海区平均水深在8m~10m之间，水深较深，施工产生的悬浮泥沙除对海底沉积物和底层水质有一定影响外，对海洋中、上层水质影响不大，对海洋环境不会产生大的影响，加之施工时间短，施工产生的悬浮泥沙扩散范围非常有

限，且随着施工的结束，悬浮泥沙扩散产生的影响随之消失。

施工人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理。含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，船舶靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。

本工程营运期工作人员生活污水由船舶自备的临时污水储存柜收集上岸后，生活污水委托有能力单位进一步进行处理，工含油污水经船舶含油污水收集舱集中收集，工作船、运输船靠岸后，含油污水用泵抽到专用运污船上交有资质单位进一步进行处理。项目实施后工程海域产生的养殖污染物非常小，基本不会对项目海域周边水质产生大的影响。

综合前述分析，本项目施工及营运期产生的各类废水均不排放入海，不会对所在海域的海水水质产生不良影响。

(4) 沉积物环境影响

本工程施工过程对海洋沉积物的可能影响主要来自养殖设施固定系统木桩和警示浮标锚块投放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。

根据本项目工程特点，本工程锚固木桩和警示浮标锚块施工工程量较小，施工期引起的悬浮泥沙量和影响范围较小，影响范围仅集中在工程附近。锚泊固定的木桩和警示浮标锚块占用海域的沉积物特征将在施工期间受到彻底破坏，但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。

项目营运期间养殖工作人员生活污水和船舶含油污水等均统一收集处理，不排入海域水体中，不对周围水体的沉积物环境产生大的影响。工作人员产生的生活垃圾经收集后运至陆上垃圾处理场处理，废弃养殖材料拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃，清理附着在养殖网笼上的敌害生物，必须清理后运回

陆地消杀，再采用填埋法处理。营运期产生固体废物均进行收集运回陆地处理，不排入海域水体中，基本不会对海洋沉积物环境产生影响。牡蛎养殖过程中产生的分泌排泄物会沉降到底质中，对沉积物环境造成一定的影响，但牡蛎产生的分泌排泄物被海洋中藻类、鱼类、贝类吸收利用，促进海洋生物的生长，因此，牡蛎养殖过程中产生的分泌排泄物也不会对沉积物环境产生大的影响。

(5) 海洋生态环境影响分析

吊养养殖锚固木桩和锚块占用海域，占用的底栖生物栖息环境将被破坏，施工过程中产生的悬浮泥沙源强比较小，造成渔业资源损失也比较小，本工程施工期总生物损失量如下：底栖物损失量为 2.70kg。项目应采取一定的措施，对项目施工期造成的生物损失进行补偿，将其可能产生的生态环境影响降至最低。

本项目牡蛎养殖过程中无需投喂任何人工饵料和药物，养殖产品完全依靠所在海域天然环境生长，是一种原生态的养殖生产模式，养殖污染主要为牡蛎生长过程中产生的分泌排泄物。根据工程分析，本项目牡蛎养殖将会海水环境中总氮减少 0.493t/年，总磷减少 0.029t/年，COD 减少 20.996t/年，且不会造成海水中的氨氮含量增加。本项目牡蛎养殖不需要投喂饲料，以海洋微生物为饵料，对项目养殖海域的水环境起到净化作用，牡蛎养殖对海洋水环境的影响是正向影响。因此，对海洋生态环境的影响很小，对项目所在海域及周边的游泳生物等海洋生物的栖息环境没有大的影响。

项目运营期产生的废水、固体废物等污染物均拟采取有效的污染防治措施，不排入海域中，因此，项目运营期污染物排放基本不会对项目所在及附近海域的生态环境产生影响。

总的来说，项目养殖规模小，养殖污染物排放基本不会对项目所在及附近海域的生态环境产生大的影响。

(6) 大气环境影响分析

本项目主要为施工期施工船舶和运输车辆和运营期工作船舶产生的尾气对周边环境的影响，主要污染物为SO₂、NO_x和烟尘等，均为无组织排放。由于项目施工及养殖均位于开阔海上，扩散面积大，在时间和空间上均较零散，排放污染物总量小，对周边环境产生影响甚微。

后方陆地材料装卸、堆放和运输、施工车辆行驶产生的扬尘，对周边环境产生

一定影响。

建议施工单位和建设单位选优质燃油，加强船舶的检修和维护，使船舶运行良好，后方陆地尽可能硬化，对场地、道路定期洒水降尘，尽量减少项目建设及运行过程对项目周围大气环境的影响。

(7) 声环境影响分析

项目施工期噪声源主要来自于施工机械和施工船舶噪声。营运期噪声污染主要为运输船、工作船产生的噪声。

本项目施工单位优先选取低噪声、低振动的施工机械、施工船舶和运输车辆，改进施工工艺和方法，防止产生高噪声、高振动，加强机械、车辆和船舶的维修保养工作，加强施工船舶的管理，尽量避免鸣笛，将本项目施工噪声可能产生的影响降至最低。营运期加运输船、工作船的维护与保养，避免因不良运行产生的噪声，安装有效的消声器，靠泊停泊时，禁止使用高音喇叭。

(8) 固体废物环境影响分析

项目施工期产生的固体废物主要为施工人员生活垃圾和废弃养殖材料。营运期产生的固体废物主要为生活垃圾、废弃养殖材料和敌害生物等。

项目施工人员生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸后，交由环卫部门接收后，最终送城市垃圾处理厂处理。吊养养殖设施安装过程会产生少量的废弃养殖材料，主要为废弃的聚乙烯绳索、废旧浮球和养殖笼等材料，能回收的回收利用，不能回收的外售给废品收购站不在海域丢弃。经采取措施后，本项目施工期固体废物不会对周边环境产生不良影响。营运期生活垃圾待船舶靠岸后，集中收集上岸，交由环卫部门接收处理，废弃养殖材料拆除更换后运回陆地，外售给废品收购站，不在海域丢弃，敌害生物，主要为各种藻类、贝类等，必须清理后运回陆地消杀，再采用填埋法处理。因此，项目产生的各类固体采取上述措施后，基本不会对海洋生态环境产生大的影响。

13.5 环境风险评价

本项目的环境风险主要为自然灾害对本项目造成的危害风险、船舶溢油事故环境风险，其中以溢油环境风险为主，发生溢油事故后，油膜可到达周边敏感目标，将对敏感目标及岸线等造成一定的影响，且溢油事故的应急处置工作难度较大。因

此，项目应严格加强施工的安全管理，采取风险防范措施，制定环境风险应急预案，则本项目环境风险可控。

13.6 环境影响经济损益分析

项目的建设会对周边环境造成一定的影响，但由于本项目拟针对可能产生的环境问题采取相应的污染防治措施，可大大减小对外环境的影响，造成的环境损失较小；另一方面，项目的建设可带动当地经济发展，其产生社会效益远大于资源和环境污染造成的损失。因此，项目建设带来的环境影响和损失是可以接受的。

13.7 污染物排放总量控制

本项目大气污染物主要为船舶尾气，主要污染因子为 SO_2 、 NO_x 、烟尘，产生量较少且不连续，因此，不设置大气总量控制指标。

本工程营运期船舶含油污水由有资质的单位接收处理，工作人员生活污水总量指标纳入污水处理厂的总量指标，不再申请总量控制指标。

13.8 公众参与

根据《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令 第4号，2019年1月1日施行），报告书编制单位项目组在接受委托后7天内（2023年9月13日）通过网络平台的方式开展了公众参与第一次公示，公开下列信息：

- （一）建设项目名称、选址选线、建设内容等基本情况；
- （二）建设单位名称和联系方式；
- （三）环境影响报告书编制单位的名称；
- （四）公众意见表的网络链接；
- （五）提交公众意见表的方式和途径。

报告书编制单位项目组于2023年10月13日~2023年10月26日开展了公众参与第二次公示，第二次公示采用了网络平台、报纸（两次）和现场张贴的方式进行，公开信息包括：

- （一）环境影响报告书征求意见稿全文的网络链接及查阅纸质报告书的方式和途径；

- (二) 征求意见的公众范围；
- (三) 公众意见表的网络链接；
- (四) 公众提出意见的方式和途径；
- (五) 公众提出意见的起止时间。

在本项目两次公示期间，均未收到公众意见。

13.9 项目总结论

本项目建设符合国家产业政策，选址符合相关规划要求。项目产生的废水等经采取相应的污染治理措施，对周围环境产生的影响较小；产生的固体废物能得到妥善处置；本项目对海洋环境产生的水质、海洋沉积物和海洋生态环境影响较小，经采取一定的污染防治措施和生态保护措施后，可降至最低。经分析预测，项目运营不会降低评价区域原有环境质量级别；公众参与调查期间，均未收到公众意见。

评价认为：在认真落实各项环保措施的前提下，本项目的建设和运营对外环境的影响处于可接受范围；在加强环境风险防范、完备环境应急预案的情况下，本项目运营期的环境风险得到有效控制。从环境保护角度考虑，本项目的建设是可行的。

13.10 建议

(1) 建设单位应会同政府有关部门做好项目相关宣传和解释工作，并配合当地生态环境部门做好项目的环境管理、验收、监督和检查工作。

(2) 认真贯彻执行有关建设项目环境保护管理文件的精神，建立健全各项环保规章制度，严格执行“三同时”制度，并按照环保、海事、防疫等部门的要求，严格监视船舶的污水、固废处理处置。

(3) 加强生产设施及污染防治措施的运行管理和职工安全生产、环境保护知识的教育，定期对设备设施进行保养检修，切实做好环境事故风险防范措施和应急预案，杜绝事故发生。